日本天文学会 1981年春季年会

太陽系

▶7 FM観測で同定これる流星の極限等級について

鈴木和博(豊川工高),吉田孝夫(ミノルタカメラ)

FM放送(我が国では76~90 MHIの周渡数帯で放送)は通常では電離尽を突き抜けてしまう為,見通せる距離以外の地域では受信できないが,添星出現によって飛蹄上に生起した高密度電離体で散乱,反射され,受信できることがある。この原理を利用した流星の電波観測は1971年より始められ,現在ではペンレコーダを使用しての自動記録基地が全国に10ヶ所程存在する。 FM観測で捕えられた流星エコーと同定される流星の極限等級は何等であろうかと言うことは、ずっと以前から大きな興味の対象であり乍ら、予想の域を出なかった。今回、Geminids、1980とQuadrantids、1981の極大日付近に双眼鏡-FM観測との同時観測を行ない、多くの同定資料を得た、流星群の



放射点方向を観測した双眼鏡観測と 高い割合で同定し(約50%)最微光流星は 9mag.であった.(図1)そして,実視等級と受信 ま力とは正の相関があるようだ.又①1980 Gends @ 1981 Quads @ Sporadic Meteor 9 3 71-7 1= フルマエコー教と受信出力との関係を 示したものが(図Z)であるが、受信出力15 mV位のとこうでののアルプ共通きが異な るようになる、この点は流星の電離体の 濃密飛跡一希薄飛跡の境界と考えられ、 初境界の電子線密度和:が決定できれば FM観測設備の受信出力と流星飛跡の電 子線密度との対応がとれ飛跡の電子線密 度と流星の実視等級との関係がわかれば、 理論的にFM観測設備で捕えられる流星の 極限等級が推し測れることになる。 教遣局:FM 東京 30.0 3出」 近信制出力 10 k# A13744555 9+353719*

樊康徳: 200日み当年 A 137/37 (9 + 34/3) 梁信靖夏: アンテナ 松子文 5 ale パホ 天行御史 ケーブル 同時 5C-2V 97 10 m ノューナ ドラニス 〒 100 x.2 ドカスノイズション マセラ ブ ナンドナル VP-6571A full state 20 mV chart speed 2 cm / 分 天林式ノイボキャンセラ氏 FM 観見別のを信要素

19th MSS No. 定時FRO 2 知定量比較 東大切文雨 府和 每日定時15万FM 観測, 它時FROLIE (1) えの重要性 (2) 读表, t. 见時FRON X->". Bock Ground 从外在释 -見、無相関に見える B.G. +"-9. 他観朝点,出現状況と相関かない 9割は、無相関(B.G.)として考えてよい、ときどき負の相関もあり、自分が 原因、カヤント数の小さエにはなめらき、 多いときた、他からのときもある 非平担化。 ランダム性 B.Gの本質 (3) 無相関データの積極的利用 B.G.相互比較によって観測FML数の感度差を計算把握できる merit).特定のと群のそのでの比較には方向性関与 - これかでない、 空間的·物理的差異。解消一純料ts 換器条件のみ demenit j' & At na to An Tit ·B.G.の定義=小レキレレスの散性. (いいし、結算効果で調える?) (4) 定量比較。方法 单純平均 merit) 急風情報 E引きすきによる N時間変化可能 根格化): 相互比較(複数例)の可能性 (1)一点観測による」群目定の危険性 (1980年12月9日 n 131].) 10 知点で、検定作業の可能性 (一点にいせでなく…) 0000

大力リアリオ $\left(\right) \right)$ 信楽の流星望遠鏡 といわれている, 流星レーダーをご 流 星 紹介します. レーダー 京都大学工学部 電離層研究施設 加藤進

流星によって, レーダー電波が散乱されること はずい分昔からわかっていた. 最初にこの問題を 論じたのは日本の長岡半太郎博士であった.彼 の, 1929年の論文に「流星が高速度で電離層中を 通過すると,その進行路に沿って電離層が乱され る. 電離層を電波の鏡とすれば、それに引搔きき ずがついたように」と記してある. これは現在の 理解とは若干異なっている. 流星が高速度で超高 層を走行すると, 空気分子や原子を衝 突 電 離 さ せ,みずからも分裂し電離する結果, 周囲より濃 いプラズマの流星飛跡ができて、 この不均一質が 電波の散乱源となる.流星の散乱現象は1931年に 電離層の発見者であるイギリスのアップルトン卿 によって確認されている.

1970年1月, 厳冬のカナダのトロントで 「地球の超高層大気の運動の研究」に関す る国際会議が開かれた.流星飛跡は超高層 大気の流れに乗って動いてゆくから、流星 飛跡をレーダーで追尾すれば超高層大気の 運動がわかる. このような流星観測を国際 協力網で実施すれば、地球規模の超高層の 運動が求められるということで、その組織 がつくられた. スタンフォード大学で製作 されたレーダーは維持が簡単で,大学で使 われるのに適していると推せんされたのも このときである.

このような超高層観測用の装置を流星風レーダ ーと呼び,流星そのものの研究用のものを流星レ ーダーと名づけた.後に流星風レーダーも流星そ のものの研究にも役立つということで、この区別 は撤廃され,ともに流星レーダーと呼ばれ現在に いたっている. 私達の装置はスタンフォード方式 に沿った流星風レーダーと呼ばれるはずであっ た. 写真1はこの装置の概観をしめす写真であ る. この装置は1977年秋にほぼ完成し、以来、国

1455-0.30

際的に定められた期間と,私達独自の研究に必要 な期間, 観測を実施している.

1. 流星レーダーの原理と目的

高速度で地球大気に突入して来る流星は、大気 分子・原子と衝突を繰返しながら減速し、やがて 周囲の大気温度と等しい熱運動速度を持って平衡 状態にたっする. 大部分の流星が太陽系に属して いるので、この速度は太陽重力場の脱出速度と地 球公転速度の和以下と考えてよい、これは秒速70 km 以下を意味する. また地球重力の加速で最低 は, 11km/sec である. 衝突電離したプラズマの 飛跡の断面は円形で、初期半径は、 高度 100km, 80km で各々約 40cm, 1 cm である.

拡散により半径は時とともに増大し, 1秒後に はそれぞれ6m, 1.5mに達する. 飛跡内の電子密 度は半径の2乗に逆比例して減少してゆく.もし 飛跡の断面がレーダー波長以上に広がると,各電 子の散乱する電波の位相差が大きくなり、干渉に よって受信電波は測定できないほど弱まる. 電波 の波長が長いほど(周波数が低いほど)この状 態が起こるのが遅れるのは当然である. 流星の進 行方向で散乱に有効な飛跡の長さはフレネル帯幅



写真1 京都大学信楽観測所(34°51'N. 136°6')受信アンテナとトレイラー 車内に送信機と受信機が格納されている. 送信アンテナは写真の外, 右方.

> の約半分で、少くとも流星の進行とともに生長す る飛跡の長さが、この有効長に達するまでは、断 面の半径が増加して破壊的干渉が起こらないこと が望ましい. したがって, このことからは, レー ダーの周波数は低い方がよいことになる.

> 時おり,重い流星(1mg以上)のつくる高電子 密度飛跡 (overdense trail) がみられる. この飛跡 では電波の周波数が、プラズマ飛跡のプラズマ周 波数より低いため、電波は飛跡の表面で全反射し 内部には入れない. このことは、時間とともに拡

1050-

76

MSS-030

散によって飛跡の断面が広が 110 り電子密度が減少し、ついに 飛跡のプラズマ周波数が電波 の周波数より低くなるまで続き く. この間,受信電波の強さ感 は一定で、10分間も継続する^確 80 ことがある.

やがて急激に電波が弱くな る. これは上述のプラズマ周 波数と電波周波数の相対関係 が変ったことに対応してい

る. 一般の飛跡では各電子が散乱に寄与するた め、断面の広がりにともなって、受信電波は指数 関数的に減衰し、この時定数から拡散係数が求め られる. 大気の拡散係数の高さ分布は現在詳しく わかっているので,受信電波減衰時定数の値がわ かれば、その飛跡の高さが求められる. この目的 には overdense trail は使用できない. overdense trailは寿命が長いのでいろいろ複雑な形の変化を 受けながら消えてゆく. たとえば, 飛跡の各点で の大気の動きが違うため折れ曲って, 電波の反射 が複数点で起こりこれが受信電波の干渉の原因と なる. 一般の低密度飛跡(lower dense trail)は直 線で、散乱は入射電波の方向が直交する点付近だ けで起こる. 電波の周波数が低いほど,低い電子 密度の飛跡が overdense trail になるから、これ をさけるには周波数は高い方がよい. それで適当 な周波数は20~60MHz となる.

70

2. 京都大学流星レーダー

私達のレーダーは 31.57MHz の電波をバルス として打ち上げるパルスレーダーで,送信アンテ ナと受信アンテナがほとんど同一場所にある単局 方式を採用している.使用する場所が一カ所なの で維持が簡単である.流星飛跡で散乱される電波 の後方散乱波を受ける. パルスがレーダーと飛跡 間を往復する時間を測って距離(Range)が分る.

出力は最大 10kW. 散乱波の到来方向つまり飛 跡の方位, 仰角を知るには3本のアンテナを1波 長以上離して, 非直線上に並べ, 各アンテナで得 られる電波の位相差を測ればよい. これが電波干 渉計法である.

到来仰角と Range がわかれば高さがわかる. 高さの測定が超高層物理学上一番精度を要求する



図1 1978年7月24日~8月7日の連続 観測で得られた流星飛跡の高度分布 平 均1日約1500個が観測されている.

流星エコーのドップラー波(上)と強度 横軸は時間(1目盛0.1秒), このドッ ブラー波の周波数は14Hzで、31.57Hzのレ ーダー波では飛跡が視線方向に約毎秒60mで 動いていることをしめす.たて軸は1mW= 0 dBにとったdB値.

量である.なぜなら、地球大気の潮汐運動のよう な重要な現象は数 km の高度の間でまったく変っ ているからである. 高さはこれ以外上述のように 受信電波の減衰時定数から簡単に、かなりよい精 度で, 推定できる. 飛跡の視線方向の測度はドッ プラー変位を測って求める. このレーダーの動作 テナ(送・受信アンテナは5素子の八木アンテナ) は小型計算機で 送信機部 制御信号 発生部 周波数合成部

P.	受信機部	信号処理部 ドップラー検出部 距別検出部 エコー強度検出部 干渉計	11	計算機制導部 (YHP 小型計算機)
	-			

すべて制御され ている.たとえ ば,流星が出現 しない間, つま り電波が返って

-1051

図3 流星レーダーシステムのブロック図

来ない間は 50m sec ごとに 280µ sec 幅のパルス を出し、流星飛跡の散乱波が得られる途端5m sec ごとに、280µ sec 幅のパルスを28ビットの疑似 ランダム符号で位相変調して打ち出し, パルス圧 縮の原理で 10µ sec 幅のパルスで得られると同 じ精度で, Range 測定をする. S/N を増加させ るため、方向とドップラーの測定では無変調パル スに戻す.

図1には受信波が時間とともに 刻々と 変る 姿 を,図2には発生頻度の高度分布の日変化を,図 3にはシステムブロック図をしめす.







В	:	放送	局	(原	点)		
M	:	流星	~	7	ŀ	n			
Å	:	観測	者						
R	:	反射	点						
s	:	Α,	R		が	ff=	る		đ
t	:	м.	R		か	作	る		đ

B:オーパーデンス	4式を満たす.	
	N:RにおけるMの法線ベクトル	
$\vec{R} + \vec{N} = k \vec{A} \dots \dots$	2.	
$\vec{N} \cdot \vec{M} = 0$		
$\vec{R} \cdot \vec{N} / \vec{R} \vec{N} - (\vec{A})$	$\vec{A} - \vec{R}$) $\cdot \vec{N} / \vec{A} - \vec{R} \vec{N} = 04$	•

2. は、NがR, Aで決まる平面内だから

4. は、入射角=反射角 を表す

計算の方法

A: プログラムでは、 \mathbf{R}' (発光点の位置ベクトル) とパラメーター k (0 < k < 1)より $\mathbf{R} = \mathbf{R}' + k\mathbf{M}$ を計算している 1. 式に \mathbf{A} , \mathbf{M} , Rzを与えると Rx, Ryの2次式になる

No2

B:こちらは、エリア内の点全てについて 4. 式の値を求めて 4. 式を満たす 点を、プロットした。 2式 3式 より

M・(kA-R)=0 5.
5. 式を k について解きs, Nを計算し4. 式に代入する. そこで
4式の符号変化を調べ変化していれば x, y をプロットする。



A the BAE



M52-038

85 Gem

薛1510 f ····· 理大 12/13~14/15 3晚 5人団体計数 mag -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 1 2 3 18 129 265 391 482 212 7 光度関数; 2.40 (mag 2~4)







38 MSS

MSS-038 No3

MSS - 038

No4



341 -> 461 -> 481

RO 7/4 A	1993,411 おび回流星物理セミナー
7 7 1 1	(1993.3.14東京近郊地区流星観測者会第49回集会)

ボローニャとシェフィールドの間で実施する前方散乱を利用した 連続波による流星レーダーの実験について

W.Jones(*1), S.P.Kingsley(*2), G.Cevolani(*3) and A.Hajduk(*4) 訳;渡辺美和(松戸市胡録台269-4シティコート胡録台201)

現在世界で普通に使われている流星観測用のレーダーは戻り散乱を利用したタ イプである。この形式では受信・発信局はごく接近して設置され、入反射電波は 飛跡電離柱に対してノーマル入射する。一方これとは違ったタイプのレーダーの 仕組みも存在する。前方散乱を利用するタイプがそれである。この後者の形式の 場合には電波の発信場所と受信場所は1,000Kmまたはそれ以上離れている。そして 流星飛跡に対して電波は斜め入射し、前方散乱する。二つの形式にはそれぞれ有 利・不利な点があるが、^後敵方散乱を利用するタイプの戻り散乱に比較して有利な 点は、ある流星飛跡に対して後方散乱の電波は斜め入射することになるので信号 の減衰が遅くなることである。干渉の問題を避け得たにせよ、戻り散乱を利用し たシステムではエコーシーリングにより100Km以上の高さからのエコーを検出する ことはできない。これはこの程度の高さになると(大気密度の薄さにより)飛跡 の形成に要する時間よりもエコーの減衰のほうが早いために生ずる効果である。 前方散乱を用いた場合にはこの減衰の遅さから、VHFやHFの帯域の周波数の電波が 利用でき、このことにより現在よりももっと高い場所からのエコーの分布をしる ことができる。また減衰が遅いという信号の持続性から、イオン化に際しての損 失に関するファクターの識別も可能とあるであろう。これに関して特に興味がも たれるのはこのシステムならば、長時間継続のエコーに見られる化学的効果を研 究できるかも知れないということだ。受発信点のベースライン距離が十分に大き いことにより、受発信点またその両者から見通し外にある航空機対策も不必要と なる。またこのシステムではパルスだけでなく連続波の利用が可能である。狭い 帯域幅の連続波を用いれば、感度の向上が期待でき、さらに他の電波との干渉も 最小にすることができる。

実は1950~60年代にもこのシステムの採用検討に興味がもたれた実績がある。 この当時、この前方散乱の仕組みは科学的手段としてのみならず、工学的な面で も流星を利用した見通し外通信の手段としても検討された[1]のである。しかしこ の当時にあっては、科学的に有効性を持つシステムを完成させるには、まだ信号 の加工技術が十分に伴なっていなかったのである。また複雑な反射散乱に関する 幾何学的な面での理解や散乱そのものの詳細な理論も不十分だったことなども原 因して、このシステムは実用化され得なかったのだった。受発信が同地点である という明瞭に有利な点を別にしても、戻り散乱を利用したシステムでは、幾何条 件も単純であったし電離柱からの散乱の理論も確立されていたのである。また流 星という間欠的な自然現象を利用し、その個々の流星出現のごく短時間にある量

- 1 -

のデータを送り出すための信号のコーディング技術の未発達から、これを利用した流星散乱通信 MBC という工学分野でも興味は薄れてきたのである。

だがそれ以後から現在にいたる間のデジタル化技術の発達により MBC は復活した。人工衛星を利用すれば確実に連続的なデータの授受ができるが、そこまで連続性の必要がない通信に対して強力で確実な手段としての興味が再浮上した[2]のである。またこのデジタル化技術の発達により流星からのエコーをリアルタイムで分析し処理することも可能になっている。電波散乱の一般化理論はごく最近 Jones & Jones [3-5] によってその基礎が確立されたが、これによっても前方散乱システムは改めて注目されるに至ったのである。こうして科学的目的のために前方散乱を有効にそして十分に利用する環境が整えられてきた。

これに注目して私達はこのシステムを用いて調査研究を行おうとしている。そ して以下の目的にそった開発プログラムを検討しつつある。

1. 実験による散乱理論の検証

前述したように、プラズマ柱の電波散乱についての理論は最近になって、どの ような電波に関してもこれを説明できるような一般化公式が得られている。イオ ン化のガウス放射分布に関する理論的予測についてもその詳細にわたる計算方法 も提示されるようになった。ここでは更に化学的効果(以下に後述)を加えてイ オン化という現象の抽象化を行い、この理論をいっそう一般化し拡張しようとす るものである。実験を通じて理論的予測との差異の細部にわたる比較を実施し、 たとえばアブレーションの理論に関してより適切な結果を導く方策について検討 したいと思う。また一方でこれを通じて得られるエコーの継続時間の分布や偏波 面の回転に関する調査は MBC のためにも有益なデータを提供することとなろう。

2. エコーシーリング(天井制限効果)の上昇について

現在広く実施されている流星のレーダー観測では、流星のアプレーションの様 子を捕らえることができる高さとして約100Kmという上限が存在する。私たちのア ブレーション理論を確かめそして質量分布をもう一度改めて広い範囲内で得るこ とができるような、この観測限度の上昇が前方散乱システムの採用により期待で きる。また 011son-Steel & Elford [6] が 2MHz の周波数で得たような興味ある 結論についても言及できるであろう。彼らは光学的な手段またはもっと高い周波 数 (18/75MHz) での観測を併用してこのような高い場所での流星を検出している のである。彼ら自身が論評しているようなに、彼らが得た結論は流星の科学を進展 させる上で非常に重要なことだ。ここで目的としているようなことについて、本 質的に今までの結論との差異を把握すること [7-8] が望まれる。すなわちa)地球 でのまたは地球近傍の惑星間空間での流星フラックスの計算 b)太陽への回帰に伴 う彗星の質量損失と彗星・流星群の経時変化量の決定 c)惑星間塵の空間分布と流 星群での質量分布構造一ここでは衝突などによる質量構造の変化も加味する d)観 測されるような惑星間塵への質量の供給に関する妥当な説明 e)現在得られている

- 2 -

惑星空間塵やそれよりも大きな物質の分布に基づいたモデルによる宇宙進化論的 議論、ここでは惑星に見られるリングについてのそれらダスト理論の適用やさら に太陽系外空間でのダスト分布をも含む検討を含む、などである。前方散乱を利 用することにより、私達はエコーシーリングの限界を上昇させることが可能とな り、 011son-Steel & Elford が得たような興味ある結論についての検討を干渉を 考慮する必要なく進めることが出来よう。

3. 化学的側面での調査--オゾン層そして重力波などについて

イオン化された流星飛跡からのエコーの減衰は、その拡散の状況から決定する ことが可能である。また長時間継続するエコーについては自由電子が失われてい く様子からそれを決定することができる。適当な反応環境を備えた実験室レベル での結果から、Baggaley & Cumack [9] は次のような結論を得ている。それは多 くの反応がその中に含まれてはいるものの、支配的なプロセスは大気中のオゾン 密度が決定要素となるような再結合反応である、とのことだ。このような結論は Poole & Nicholson [10] によっても確認されている。また Jones et al. [11] もこのような流星観測以外の結果とよく適合するようなオゾンの集中を流星の電 波によるエコー継続時間から導いている。 Jones et al. はこの結果から、オゾ ン層をモニターするためには流星の電波による観測が適していると述べている。 戻り散乱を利用しこれを観測するための初期実験設備がシェフィールドに建設中 である。この設備では大きく隔たった二つの周波数を用い、エコーの減衰の様子 を化学的な面での効果と拡散による効果を区別して理解できるよう考えられてい る。しかしこのシステムでは限界がある。数の多い長時間継続エコーを前方散乱 を利用したレーダーで観測すればもっと有益な分析を押し進めることができる。 そしてこれらの用に供するために現在シェフィールドとボローニャ間で運用され るものとしての一番目の複数周波数の同時発信レーダーシステムを開発中である。 二番目の同様なシステムはボローニャとイタリア南部の間で運用される予定であ る。また人工衛星での観測により大気中間圏のオゾンが広く季節変動を示し、特 に中緯度と高緯度ではオゾン量はおよそ85Kmで台に第二極大を示していることが 判明している。またその量は冬至夏至の頃に比較し春分秋分の頃は三倍もの値と なっている。[12] 重力波の伝播と消散に関連する季節変動の力学的要因について はすでにこれを示唆する意見がある。また Thomas & Barth [12] は中間圏でのオ ゾン密度の観測は中間大気に対する重力波の効果に関するよい感度をもった指標 になり得るであろう、とも示唆している。また将来的には現在シェフィールドと ボローニャでそれぞれ運用されているような戻り散乱の流星レーダーと同様に、 前方散乱のシステムを流星風レーダーとして活用しようとも考えている。こうし た前方散乱のシステムを展開することにより、私達は個々の流星を幅広い観点か らシステマチックにそれも二つの周波数を用いて同時に観測できることができる ようになるだろう。またこれとは別な特殊な目的としてオゾン層の観測もできる。 同時観測でドップラーシフトを利用すれば、これらの相互関連も得られ、さらに 特に重力波が引き起こす大気の運動や中間圏付近での変動について観測できるこ

- 3 -

ととなるであろう。

ここで提示しているシステムは流星飛跡を通じて双方向から発信し受信するこ とができる。送信に際してはともに連続波で行い、それぞれのステーションでは その信号の位相が記録されることとなる。この位相の差を比較することにより流 星までの距離が決定される。また一方向には反対方向から送られてくる周波数の 二倍近い周波数を送信することもできる。これにより幅広いレンジでのオゾン層 の観測にも適合できることとなるであろう。

- (*1) University of Sheffield, Sheffield, UK
- (*2) University of Sheffield, Sheffield, UK
- (*3) FISBAT-CNR, Bologna, Italy

(*4) Astronomical Institute, Blatislava, CSSR

掲載誌; Il Nuovo Cimento - Vol.14C, N.2 April 1991 原文タイトル; A Forward Scatter CW Meteor Experiment between Bologna and Sheffield

- 4 -

. . .

MSS 59

FM電波観測の基礎理論(I)

東大地震研究所 長沢 工

1 電離柱による電波の反射

パワーが P(W/m²)の平面波で電波が1個の電子に当たったときに、そのエネ ルギーがどのように散乱されるかを古典的に考える。

電波に偏りがないとすると、入射方向とσの角をなす方向の微小立体角dω内 に散乱されるエネルギーは、平均して、

$$2\pi \operatorname{Pr}_{e^{2}}(1 + \cos^{2}\sigma)d\omega, \qquad (1-1)$$

で与えられる[図1]。r。は電子の古典半径で、

$$r_e = 2.8179 \times 10^{-15} m = e^2 / (4 \pi \epsilon_{0} m c^2),$$
 (1-2)

である。



[図1]

これをもとに、直線上の電離柱の電子で電波がどのように散乱されるかを考える。電離柱は無限に細く、電子の線密度は q(個/m)で、[図2]に示すように z軸 に沿って形成されたものとし、電波は xz面上で z軸とτの角をなす方向から入 射したものとする。

平面波を正弦波とし、その波形を、

1955-05-9



w = $Psin\{2\pi (ft - d/\lambda),$

(1-3)

とする。fは周波数、λは波長、また dは原点との距離を表わす。

ここで、(ϕ , θ)の方向に散乱される電波のエネルギーを考える。まず、 z軸 上で原点から sの距離にある1個の電子によって(ϕ , θ)方向に散乱される波に ついて考えてみると、これは原点にある電子で同じ方向に散乱された波と比べて、 その経路が s(cos τ + cos θ) だけ短い[図3]。したがって、その波形は、



 $w' = 2\pi \Pr^{2}(1 + \cos^{2}\sigma) \sin[2\pi \{ft - (d - s(\cos\tau + \cos\theta)/\lambda)\}],$ (1-4)

と書くことができる。

流星の電離柱が s = s1 から s2 にわたる長さで形成され、そこの1個1個の

MSS-059

電子によって(φ,θ)の方向に散乱される電波の波形は、その全部を積分して得 られ、

$$2\pi \operatorname{Pr}_{*}^{2} (1+\cos^{2} \sigma)q \int_{s_{i}}^{s_{2}} \sin[2\pi \{\operatorname{ft}_{*}(\operatorname{d-s}(\cos \tau +\cos \theta)/\lambda)\}] ds$$

= $2\pi \operatorname{Pr}_{*}^{2} (1+\cos^{2} \sigma)Q \{\sin(h\delta)/(h\delta)\} \sin[2\pi \{\operatorname{ft}_{*}d/\lambda + (s_{1}+s_{2})\delta/2\lambda\}],$
(1-5)

ただし、

$$\delta = \cos \tau + \cos \theta,$$

h = π (s₂ - s₁)/λ, (1-6)
Q = q(s₂ - s₁), (全電子数)

である。これは入射波と同波長の平面波で、そのパワーPвは、

$$P_{\rm R} = 4\pi P r_{\rm e}^2 (1 + \cos^2 \sigma) Q^2 \sin^2(h\delta) / (h\delta)^2, \quad (1-7)$$

となる。ここで特徴的なのは $\sin^2(h\delta)/(h\delta)^2$ の因数であり、これはざっと [図4]のような変化をする。



[図4]

したがって反射波の大部分のエネルギーは $-\pi < h\delta < \pi$ の間に集中して、 $h\delta = 0$ すなわち $\cos \tau + \cos \theta = 0$ のところで最大となる。

この条件が成り立つときは、

$$\theta = \pi - \tau, \qquad (1-8)$$

である。つまり反射波のエネルギーは、[図5]のように、半頂角τの円錐上に集 まる。しかし、その強度は円錐上のどこでも同じというわけではなく、σによっ ても変化する。この円錐上では、

$$2(\pi - \tau) < \sigma < 2\pi, \qquad (1-9)$$

であり、たとえば、その強度は[図5]のようになる。σ = 90°のところがもっ とも弱い。



[図5]

ここで、この円錐面から少し離れたところでの電波強度を考えてみよう。円錐 面上では散乱角 $\theta = \pi - \tau$ であるから、 ϵ を小さい角として、

> $\theta = \pi - \tau \pm \epsilon$, (1-10)

のところではどうなるであろうか。

4.

1755-059

このとき、

 $\delta = \cos \tau + \cos \theta = \pm \varepsilon \sin \tau , \qquad (1-11)$

であり、

$$h\delta = \pi (s_2 - s_1) \varepsilon \sin \tau / \lambda, \qquad (1-12)$$

である。だいたいの見当をつけるために、反射波を生ずる条件として、仮に

電離柱の長さ $s_2 - s_1 = 2000m$, 電波の波長 $\lambda = 5m$, 入射角 $\tau = 30^\circ$,

としてみる。このとき、

$$h\delta = 200 \varepsilon \pi$$
,

である。[図4]で見ると、h $\delta = \pi$ のところで電波強度はゼロにまで落ち込み、 そのあとはもうあまり大きくはならない。このところでは、

 $\epsilon = 1/200 \sim 0.3^{\circ}$,

となる。この幅は条件によって多少変化するが、いずれにしても、効果的な反射 波を生ずる円錐面の厚さは、非常に薄いものであることがわかる。

2 反射波が観測点に届く条件

ここで、反射波の生ずるのが、前節で示された円錐面上に限るとしたとき、反 射波が届くための条件を考える。

観測点の位置を 原点O(0,0,0), 放送局の位置を T(x_T,y_T,z_T), 流星輻射点の方向余弦を (ℓ,m,n), 流星電離柱上の反射点の位置を M(x,y,z) M55-059

MS5-059



とする[図6]。ここで、 MTの距離 $r_1 = \sqrt{(x_T-x)^2 + (y_T-y)^2 + (z_T-z)^2},$ (2-1) MOの距離 $r_2 = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2},$ (2-2)

とすると、

MTの方向余弦は {(x_T-x)/r₁, (y_T-y)/r₁, (z_T-z)/r₁}, (2-3) MOの方向余弦は (-x/r₂,-y/r₂,-z/r₂), (2-4)

となる。そしてTMと流星進行方向とのなす角 τ 、OMと流星進行方向のなす角 θ はそれぞれ、

$$\cos \tau = \{ \ell(x_T - x) + m(y_T - y) + n(z_T - z) \} / r_1, \qquad (2-5)$$

$$\cos \theta = -(\ell x + m y + n z) / r_2, \qquad (2-6)$$

と書くことができる。観測点に反射波の達する条件は $\cos \tau + \cos \theta = 0$ である。この条件を上の関係式を使って書き直すと、

$$(l_{\rm X} + my + nz)(1/r_1 + 1/r_2) = (l_{\rm XT} + my_{\rm T} + nz_{\rm T})/r_1 \qquad (2-7)$$

となる。

ここで、話を簡単にするために、流星の輻射点は xz面上にあるものとして

6 .

m=0とする。電波反射点の高さをz=h=100kmとすると、上式は、

MSS-05-9

$$(l_x + nh)(1 + r_1/r_2) = l_{x_T} + n_{Z_T},$$
 (2-8)

となる。 r_{1},r_{2} には y が含まれているからこれは x,y の式であり、この関係を 満たす (x,y,h) の点から観測点に反射波が届く。ここで、 z = h の面上でこの 関係を満たす曲線の形を調べてみる。

 $\pm \vec{y} \rightarrow \pm \infty$ では $r_1/r_2 \rightarrow 1$ となり、このとき、

$$\ell x + nh = (\ell x_T + n z_T)/2,$$
 (2-9)

なる。したがって、|y|の大きいところでこの曲線は、

$$x = x_0 = \{ (\ell x_T + n z_T)/2 - nh \} / \ell, \qquad (2-10)$$

の y軸に平行な直線となる。

|y|が小さいところでの曲線の方程式を、

$$x = x_0 + u,$$
 (2-11)

とおいて、反射条件を満たす u に関する式を導くと、つぎの u の三次方程式が 得られる。

$$\begin{split} & 8\ell^{3}nz_{T}u^{3} \\ & - 4\ell^{2}\{(2hz_{T} - \ell^{2}r_{T}^{2}) + n(2h - 3z_{T})K + K^{2} + 2\ell^{2}y_{T}y\}u^{2} \\ & + 2\ell K\{4h^{2} - 4hz_{T} - 2\ell^{2}r_{T}^{2}\} + 3nz_{T}K - 2K^{2} - 4\ell^{2}y_{T}y + 4\ell^{2}y^{2}\}u \\ & - K^{2}\{(2hz_{T} - \ell^{2}r_{T}^{2}) - n(2h + z_{T})K + K^{2} + 2\ell^{2}y_{T}y\} = 0, \quad (2-12) \\ & tz tz U_{n} \\ & r_{T}^{2} = x_{T}^{2} + y_{T}^{2} + z_{T}^{2}, \quad (2-13) \\ & K = \ell x_{T} + nz_{T}, \quad (2-14) \end{split}$$

これで、原理的には、y を与えれば u が求まり、反射条件を満たす曲線が描

けるはずだが、この方程式を解析的な形で書くのは困難である。数値的に解いた 例を[図7]に示す。 8

MSS-059

ここから、およそつぎのことがわかる。

- a.反射曲線は大きく見れば流星の進行方向に直交する直線状である。しかし、 観測点の近くではかなりの曲がりを示す。
- b. 流星の輻射点が高くなるほど、曲線は観測点から遠ざかる。これがK効果 の生ずる主な理由である。
- c. 放送局の位置は反射曲線の曲がり方に関係するが、曲線全体に大きな変化 を与えることはない。

具体的な条件を決めれば、K効果の影響を計算することもできる。しかし、それを簡単な式で表現することは難しい。



[図7]

MSS-66

FM電波観測の基礎理論(II)

東大地震研究所 長沢 工

3 観測点に届く反射波のパワー

100

K-効果よる流星観測数の変化を計算する準備として、放送局T(x_T, y_T, z_T)から発 射された電波が流星飛跡上の点M(x, y, z)で反射し、観測点O(0, 0, 0)に到達する場 合のパワーを概算してみよう。ただし、ここでは、放送局TからはパワーP_Tの電 波が等方的に発射され、反射点から観測点までの距離MOは流星の長さに比べて充 分に長いものと仮定し、また、大気中の物質による電波の減衰は無視できるものと している。

放送局Tから発射された電波は、伝達距離の二乗に反比例して減衰すると考えて よいから、Tからの距離が r1 である反射点Mに到達するパワーPは、

$$P = P_T/r_1^2$$
, (3-1)

である。そして、ここから観測点Oの方向に反射される割合は、すでに(1-7)式に示してある。

ここで、電波を反射するのは流星飛跡上の一点Mだけではなく、Mを中心とする ある長さをもつ部分であることを考慮しよう。Mでは $\delta = \cos \tau + \cos \theta = 0$ の条 件が成り立っていても、Mからずれた点では $\delta \neq 0$ であり、[図4]にしたがって 反射パワーは減っていく。流星があまり短くないものとすれば、観測点Oで受信で きる全パワーは、[図4]を h δ について -∞から +∞まで積分したもので近似でき よう。ここで、

$$(\sin x/x)^2 dx = \pi$$
, (3-2)

の関係を使うと、O点の方向へ反射されるパワーPRはつぎのようになる。

$$P_{R} = 4\pi^{2} Pr_{e}^{2} (1 + \cos^{2}\sigma) Q^{2}, \qquad (3-3)$$

M点で反射した電波は、すでに示したように(Mから遠く離れたところでは)円錐 面上に分散する。この場合、パワーは明らかに伝達距離に反比例して(距離の二乗 に反比例するのではなく)減衰する。したがって、(3-1)式も併せ考えて、観測点O に到達するパワーP。は、

$$P_{o} = 4\pi^{2} P_{T} r_{e}^{2} Q^{2} (1 + \cos^{2} \sigma) / (r_{1}^{2} r_{2}), \qquad (3-4)$$

と書き表すことができる。ここの r_1, r_2 は(2-1),(2-2)式で与えられているし、ま $t \cos \sigma$ は、

(3-5)

$$\cos \sigma = \{x(x-x_T) + y(y-y_T) + z(z-z_T)\}/(r_1r_2),$$

で計算できる。

4 受信可能な流星フラックス

流星飛跡で反射されたFM電波をある受信装置で流星エコーとして受信するために は、その反射波のパワーが、受信可能なある限界値Psより大きくなければならな い。Psは受信装置によっても異なり、また方向によって異なる可能性もある。こ こでは話を簡単にして方向性を無視すると、反射波を受信できる条件は、

$$4\pi^{2} P_{T} r_{e}^{2} Q^{2} (1 + \cos^{2} \sigma) / (r_{1}^{2} r_{2}) > P_{s}, \qquad (4-1)$$

である。これを、反射に関係する電子数Qについての条件に書き換えると、

$$Q > \sqrt{P_{s}r_{1}^{2}r_{2}/\{4\pi^{2}P_{T}r_{e}^{2}(1+\cos^{2}\sigma)\}}, \qquad (4-2)$$

が得られる。

Qと流星質量m との関係が完全に明らかにされているわけではない。流星速度、 入射角などが関係するとも考えられる。しかし、第一近似としては、Qとm が比例 すると考えるのが自然であろう。そこで、比例係数を k として、

$$m = kQ$$
, (4-3)

であるものと仮定する。ここから、反射波を受信できる流星質量mの条件として、

$$m > \sqrt{k^2 P_{s} r_1^2 r_2 / \{4 \pi^2 P_T r_e^2 (1 + \cos^2 \sigma)\}}, \qquad (4-4)$$

が得られる。

ここで、一般に、質量が m とm+dm の間の流星フラックス(単位断面積、単位時間当りの流星数)は、cを適当な係数として、cm^{-s}dm の形に書けることを思い起こ そう(s は質量分布指数で、定数として扱うこと多いが、実は m により、また流星 群によって多少変化する数である。通常 2.4~2.9 ぐらいの値をもつ)。ここから、 質量が m 以上の流星フラックス Φ_m は、

$$\Phi_{\rm m} = -\rm{cm}^{1-s}/(1-s), \qquad (4-5)$$

と書き表すことができる。この右辺の m へ(4-4)式の関係を入れると、受信可能な 流星フラックスとして、

$$\Phi_{\rm m} = c/\{2\pi kr_{\rm e}(s-1)\} \cdot / P_{\rm T}/P_{\rm s} \cdot \{(1+\cos^2\sigma)/(r_1^2r_2)\}^{(s-1)/2}, \quad (4-6)$$

を求めることができる。

もし、あるひとつの放送局だけを利用し、決まった受信装置を使ってFM電波観測 を行う場合に一定となる係数をGとおくと、

$$G = c/\{2\pi kr_{e}(s-1)\} \cdot \sqrt{P_{T}/P_{s}}, \qquad (4-7)$$

であり、これによって、受信可能な流星フラックスを、

$$\Phi_{\rm m} = G\{(1 + \cos^2 \sigma) / (r_1^2 r_2)\}^{(s-1)/2}, \qquad (4-8)$$

の形にまとめることができる。

I

5 K-効果による観測流星数の変化

これで準備ができたから、K-効果によって観測流星数がどのように変化するかを 導くことにしよう。

流星は、地上100km付近の高さなら、どこにでも出現する可能性がある。しかし、反射した電波が観測点に到達するのは、2節でのべた反射条件を満たす曲線上に出現した流星だけであるから、観測できる全流星数は、この曲線に沿った部分の総和をとることで求めることができる。いま、反射条件を満たす曲線上の一点を囲み、x方向にdx,y方向にdyの長さをとった微小面積を考えると、ここに時間dtの間に入射する流星数は、平均して、 Φ_{mn} dxdydt と書き表すことができる。ただし、輻射点の天頂距離をくとして、n = cos ζ である。

2節で行ったように、輻射点がxz面上にくるように座標系をとれば、反射条件 を満たす曲線は、与えられたyに対し(2-11)~(2-14)式にしたがってxを決めるこ とができ、yの関数とみなすことができる。よって、時間 dt 内に出現する全流星 数Nはこれをyについて -∞から +∞まで積分すれば求められ、

$$N = ndxdt \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_{m}dy$$

= Gndxdt $\int_{-\infty}^{\infty} \{(1 + \cos^{2}\sigma)/(r_{1}^{2}r_{2})\}^{(s-1)/2}dy,$ (5-1)

となる。Gは定数ではあるが、すぐには決められないさまざまな数値を含んだもの である。そこで、dx,dt もすべてここに含めて考えることにすると、観測流星数N は、

$$N = Gn \int_{-\infty}^{\infty} \{ (1 + \cos^2 \sigma) / (r_1^2 r_2) \}^{(s-1)/2} dy, \qquad (5-2)$$

となる。これが、ある時点における観測流星数を表現する最終的な形である。ただし、Gがはっきりした数値ではないから、適宜なスケールで表現した形と考えなければならない。

ここで、 r_1, r_2, σ はyの複雑な関数であるため、これを解析的に積分するのは困 難である。しかし、放送局位置、輻射点の赤経・赤緯、などを具体的に与えれば、 特定の時刻に対して、この積分を数値的に実行することができる。

6 計算例

前節の計算を行った具体的な実例として、一般にK-効果が顕著に現われる「ふた ご群」についての結果の一例を[図5]に示した。ここでは、1993年12月12~13日に 対し、観測点が東京、放送局が大阪という条件を仮定し、流星群が一定のフラック スで出現しつづけている場合を考えている。この計算は、BASIC で組んだプログラ ムを利用して行った。

(5-2)式の積分は、積分範囲が -∞ から +∞ までとなっているが、これは地表を 平面とし、高さ 100kmのところに流星が出現するという条件を仮定したものであっ た。現実の地球はほぼ球形で地表面が湾曲しているため、観測可能の範囲は有限で ある。この事実を考慮し、プログラムでは、便宜上、積分範囲を観測点から1200km 以内だけで打ち切りにしている。

この結果によれば、輻射点が天頂近くに達すると、事実上反射波は受信できなく なる。その前後の形は非対称であり、これは放送局を観測点の西にとったためであ る。



[図5]

M35-064

281 -> 311

沉回 65回 ---- 1993.1、17、(目)

64-MSS

1992.10.4 流星地理セミナー

HR1,000をFM域は観測ご数える

東京近郊地区高星観明诸会:渡辺美和

(农产市胡绿台368-43万~3-1+胡绿台201)

1. JUDK

ヘリレビウス座流星書的大生現をきっけけんFROでは流星の数を数えきいるへという状況があらわれていることがある。例えば、シネの座りとざは、あきらかにエコーの中にエコーが理没してしまい、一時的にホワイトアウトとなった。今後、Leoとせいよいよ母のの彩見ていた長いとを含めて考えると、このヘッンレコンともエコーのピークが分離をごうない状態を何とかしたいという意向はある。

そこご種マ考えた結果、ならバイハードの改良を含まない方法ご可能性を見いなした。この方法ごはせいせいHRご100個単位ごしかできらず、カウントの上限もよそらくHR3~5000である。また確実的トレロウガンないとう制に行もある。

2、方法

ハードをどうにする方法については残っか深も国内では考えらいている。基本的には、眼視気を数の際に ラムカの径を小さくしてきゆからにカウントする方法をFROK適用することである。夏年的にはのアンテナ の音向性を絞る回利得をおとするデジラさせる、のろってある。もろろん、時间分解前とにはでするドリ アップしておく。ののためにはフェイズドアレイのアンテナ、ハリカルアンテナ、デュアルダイバシテアンテナ、友知なるの付 帯るどの実があり、このためにもアンテナ、受信器の両面で実びある。

しカレソフトの方から何とかならるいかと考えたのかう回忆法である。

するわち、いては今まえのようバエコーを数えるのでなく、エコーガ受信できるい時前をエコーガ受信できた時 向と比較してHRを推定しようとするものである。



3. 検討

上記で提案の対法をジュレーションで使行してみた。 ここ前提としたのは

①流星はランダンK出現する。 ②エコーの、継続時间の分布は一定 の2点である。

CONFORMERT Revondur之からとして時度流展の方がNoTK載っている柴田健一氏のデータを拝借。

これをHR1440とレマ2、5分向シュレーションレた、結果の一例「ひ以下の図である。(なおいご時间のステップは0、5末少学金。つきリス5分向で300ステップをなる。



4、としてえずのまとめ、

Renと Leo ズエコーの全球結時面分布も夏るり(群によりほう)、いをこのまま Leo へのあるはめはてきるい。又 今回のシュレーションは設定 25 分であるし への設ま シュレーションの範囲 たせまい。又前場をおう一度 吟味す る必要もあるし、器残の差をどのように補正するかという内足してある。 さらにこの おまざは HR3000 からかの 位 び限度である。 モデルの全球技巧に補正するかという内足してある。 さらにこの おまざは HR3000 からかの 位 び限度である。 モデルの全球技巧 両の かに 依ろし ている ぼしも大きい。 確しからしてを加えてもう ツレ疑論にて みてい。 しけし 今まで ぎつ ガイディカ ごあった HR300 ~ HR2000 かけ はカバー できそうる 方法 である。 ひきつ づき 夜寄すする。

1995年1月8日流星物理セミナー発表用

表題:MUレーダー前方散乱波の、関東地区受信ネットワーク(仮)報告 埼玉県八潮市 長谷川 隆

要旨

1994年のふたご座流星群の極大日、京都大学のMUレーダーの流星散乱電波 を受信しましたので、報告します。

MUレーダーは、最近月2-3度、5日位連続して流星散乱波(前方)を受け安 いモードで送信しており、すでに、日本流星研究会の会報、「天文回報」の今月号 にも、詳しい紹介記事があります。商業FMステレオ放送に比して、出力が大きく また、1部の局のように明け方停波する事はないのですが、運用日がまちまちで 一定していないため、まだ、ステレオ放送を使用する普通のFROほどには普及 していません。実際の運用日時を知るには、日本流星研究会の電波幹事に問い合わせ るか、パソコン通信PC-VANのNMS同報に加入して、情報を入る必要がある ようです。MUレーダーの前方散乱波は、すでに愛知や北海道で、熱心に観測されて いますが、関東では、いままで、あまり名乗りをあげている人は居ませんでした。

ただMUレーダーと、関東とは、距離数百kmなので、流星散乱波の受信条件と しては申し分ないため、受信可能な機材を持っている、知人にも呼びかけて、今回 受信が最も楽な、ふたご座流星群を利用し、受信を試みたので、結果を報告しま す。

結果報告

MUレーダーの電波は、研究用流星散乱通信の割当周波数内である、46.5 MHzを使用しており、振幅や位相変調を含む、いろいろなタイプの波が、その つど、実験用に放射されているようです。電波は、楽器や人の声等、さまざまな 変調を雑多に含む、FMステレオ放送に比べて、1シリーズ中は、ずっと一定の 波が放出されているという大きな特徴があります。

ただし、周波数帯が、46.5MHzという、放送や無線にも含まれない所に あるため、アンテナは、50MHz用を転用するにしても、受信機は、俗に「広 帯域受信機」と呼ばれる、特殊で、FMチューナーに比して、ずっと割高(数倍 から、数十倍)なものを使用しなければならない困難さがあります。MUROの ペンレコーダー法を試みるなると、一般には、さらに、受信機は限られてくると 想像されます。MUROの観測が、FROほどに現状普及していないのは、たぶ んこのためでしょう。我々は、2箇所いずれも、リスン法で、比較的安価なハン ディタイプの受信機を用い、予備的実験から、幾らかは、46.MHzでも利得 があると判っていた、FMステレオ用のアンテナを転用して、MU散乱波の受信 を行いました。MUレーダーの電波は、FMステレオ放送の電波に比して、出力 が大きいため、装置感度としては、この程度でも申し分ありません。

ただし、MUレーダー波の受信にかんしては、都市部では、都市型雑音という 大きな問題がある事が以前から判っていました。たとえば、MUROは、FMナ ローモード(10Hz程度の変調がとりやすい回路設定をしたモード)で、ブザー 音を発しますが、これとよく似た、雑音は実は都市部には、たくさん存在します。

実際、大流星群のない日にMUレーダーの電波を受信してみると、こうした 雑音が、本物を上回る場合がある事が、ノイズキャンセラー法をまねて、MU の受信しない近くの周波数帯で、偽エコーの数をカウントするという方法で、

確かめられていました。

そこで、今回は、上のチェックをするとともに、本物のふたご座流星群のエコー なら、K効果は別として、夜半前はじょじょに、なめらかに、エコー数は増加 するはずだと考えて、エコーが受信しているのか、偽物でないのか、のチェック をする事にしました。なお、変調が、いろいろなしかし、意味のある音声である ステレオのエコーの場合は、かえってそれが幸いして、普段市街地でも、雑音と の区別は比較的容易です。MUの音も、JJYの秒信号のような音でも出ていれ ば、かえって観測はしやすかったのかもしれません。

さて受信は、栃木県栃木市と、埼玉県八潮市の2箇所で試みましたが、以下 のデータのように、埼玉県八潮市の方だけ、どうやらMUROらしき電波が受信 されました。原因は、受信機に色々な回路方式のものがあり、前にも報告した ように、製品によっては、流星散乱波を受けようとしている周波数で、スプリ アス放射がある場合が、結構あるためのようでした。下の受信機で、山岡さん の使用した、日生技研製 CAMNIS HSC-010には、MUレーダーの 電波の中心波長である、46.5MHzに受信機自身が、その周波数で電波を 放出するスプリアス放射が見られ、MUレーダーの電波を受ける広域周波数帯 受信機としては、不適であるという事が、初めてわかりました。

なお、FM電波観測に適さないスプリアス放射のある受信機の例として、以前 88.1MHzで、FM-NHK大阪とバッティングする、ユピテル工業のMVT 7000という機種を紹介した事があります。けっこう、こういう例はあるので、 電波観測の場合には、アンテナだけでなく、受信機の事前チェックが必要なよう です。以下に観測結果を示します。

MURO観測レポート 埼玉県八潮の例 表題:12月13/14日MURO観測結果の件 発信者:長谷川隆(mhg03405@niftyserve.or.jp)

1994年FM電波観測結果(MURO)

JST		N	HR	₩HR/10(グ 57)		
21h40m-	50m	11	66	*opopopokok		
50 -22	hOOm	16	96	yelejejejejejejeje		
22h00m-	10m					
10 -	20	12	72	yololololok		
20 -	30	12	72	yololololok		
30 -	40	13	78	<i>xololololok</i>		
40 -	50	14	84	yolololololok		
50 -23	h00m	11	66	yokołojok		
00 -	10	13	78	yolololololok		
10 -	20	17	102	% % % % % % % % % % % % % %		
20 -	30	23	138	xolojojojojojojojojojojok		
30 -	40	20	120	xololololololololok		
40 -	50	13	78	yolololololok		
50 -00	h00m	12	72	yokokokok		
00h00m-	10	18	108 -	yolololololololok		

siejejejejejejejejejejeje 22 132 10 20 xokolololololok 20 -30 16 96 観測条件 日時:1994年12月13/14日 観測地 東経139度52分 北緯35度48.5分 埼玉県八潮市伊勢野(自宅) 観測者:長谷川隆(リスン)

機材

受信機:ICF-PRO70 ナローFMモードで受信 アンテナ:八木2エレアンテナ(マスプロ製)

条件

京都大学 MUレーダー(46.5MHz)

リスン法

アンテナ方向、西水平。

コメント

MU運用された方、紹介していただいた方、たいへん感謝いたします。 現在、アンテナは、FM放送用のため、観測結果としてやくにたつ感度 は出ていないものと思われますので、行く行くは、アンテナも50MHz用のを 買い、またの機会には、ちゃんとした報告ができるようにしたいと思います。 住宅地の中のため、偽物が幾らか混じっていると思われますが、Gem 群が活発なため、影響は比較的すくないと思います。リファレンスとして 47.5MHzで受信しましたが、オートバイのモーター電波等偽物は、 3分で、1個も受信しませんでした。(たまたまかもしれない。)ただし、 クルマのエンジンのような、きたないノイズ音や、スイッチ類のパチッ という音は、区別はつきますが、わりと多いです。流星の散乱電波について は輻射点が上昇しているので、出現に息のようなものを含みながらも、この時間 まだ、ゆっくり数は増大しつつあるという印象です。(K効果は不明) それと、ノイズに混じって、ブザー音が、微かに10分位ずっと鳴っているような

奇妙な時間帯がありました。アンテナを改良するなどして、よりはっきりと、その うち原因解明したいと思います。

MURO観測結果 栃木県栃木市の例 題名:ふたご座α流星群の電波観測結果 発信日:94年12月17日 発信者:山岡 達也(GBH00167@niftyserve.or.jp)

ふたご座α流星群の極大に合わせて、京都大学のMUレーダーによる流星の電波観測 が実施されましたので、すばる会でも、長谷川隆さんと私とがMUレーダーによるエコ ーを捉えようと、観測に挑戦しました。私は、星野観測所でふたご群の電波観測を実施 したのですが、それほど数が取れませんでした。そのうえ、47MHZ付近で妨害(アンテナ から受信機をはずしても入るもの。)が入るので、データの信頼性は疑問です。 (注意:のちに、山岡さんのチェックでスプリアス放射と判りました。)

一方、長谷川さんの方は、観測に成功して、多くのエコーを捉えられました。

観測条件 日時:1994年12月13/14日 観測地 星野観測所 東経139度37分 北緯36度28分 観測者:山岡 達也(リスン) 機材 受信機:日生技研製 CAMNIS HSC-010 AMモードで受信 (注意:FMナローで受信しようとしたが、スプリアスに妨害され AMに切り替えてみたそうです。しかし、受信感度が悪く あまりエコー数は、増えませんでした。) アンテナ:八木8エレアンテナ 条件 京都大学 MUレーダー(46.5MHz) リスン法 アンテナ方向、垂直南北 MURO Dec. 13/14 JST N HR *=HR/10(7 57) 22h24m-23h00m 19 32 xcick 23h00m-26 *okok 14m 6 23h29m-24h00m 9 17 Xok 6 24h11m-42m 12 *

このほかの時間帯でも、ナローFMモードで観測するも、一発しか聞こえませんでした。

原因は、おそらく妨害のせいでしょう。

結論と今後の方針

我々の不慣れや、装置的にも完ぺきとは言えない、という原因で、こんかいは、 ふたご座流星群のエコーをMUの電波でも、断片的に捕らえるという点にとどまり ました。しかし、結果から明かなように、MUの電波は、受信機さえあればたいへん 受けやすい電波です。近くの周波数帯に、じゃまな大出力局もありません。また、

MUレーダーの電波は、録音した音からも判るように、けして、弱い電波ではあり ません。むしろ、雑音との区別の方法がきちんと確立され、装置も専用のものを用い れば、電波自体は、ステレオよりずっと強く定常的なため、安定した、精度の高い カウントデータが得られるはずです。運用も、我々が流星電波を受けているのを前提 として発信している電波ですから、更にできる限り多くの方に、受信を御勧めして おきたいと考えます。 終わり

> 問い合わせ 郵便番号340 埼玉県八潮市伊勢野根通り 114-5 電話番号 0489-97-1504 長谷川 隆 ニフティサーブID:MHG03405 PC-VAN ID:LFE24018 KPM_BBS ID:KPM00168

MSS-75

1995.5.7 日本天文同好会, MSC会合

MUエコーからのふたご座流星群の判別

上田昌良

要旨(Abstract)

MUレーダー(Middle and Upper Atmosphere Radar)で観測されたエコーは散在流星と流星群が混ざったものである.ふたご座 流星群は、出現の高さ(標高)やエコーの電波強度の分布が散在流星のエコーと良く似ている.そのため判別にはふたご群の直 交条件を満たす位置に出たエコーを選びだす方法が最も適したものであることが分かった.このことは、TV観測など他の観測に 頼ることなく電波観測単独で、ふたご群の出現を検証したことになる.

はじめに

本格的な流星の電波観測は、京大超高層電波研究センターのMUレーダーで行なわれている。観測の周波数は46.5MH₂. 出力1MW である(中村卓司,他1991). 最近では、1991年8月のペルセウス座流星群の突発大出現をこのMUレーダーでみごとに捉えた. ペルセウス群は、散在流星とは異なる特徴である地上高120km 付近で発光(スピードが速い)すること、電波の受信強度が強い (大粒の流星物質)ことを利用して、その活動が示された(渡辺潤一,他 1992).

さて、ふたご座流星群は、発光点の高さが100km で速度が34km/sである(上田昌良、藤原康徳、1994). これでは散在流星と ふたご群で決定的な差異がない. 既に堤雅基(元京大超高層電波研究センター)らによって、ふたご群等エコーは直交条件を満 たす位置に出現することが示されている. この性質を使えば、ふたご群の出現の検証と散在流星を可能な限り排除した出現数が 決まる. このことは、確実に電波観測によってふたご群が捉えられていることの証明にもなる.

理論データ

MUレーダーは強力な電波を送信し、その同じ場所で流星からの反射波を受信する。そのため、ふたご群なら天球上のどこに出 れば電波で観測できるのかを計算できる。図1がふたご群の計算上の直交条件を満たす天球上の位置である。天球上のこの曲線 上にふたご群の流星が出現すればそのエコーが電波観測できるのである。今回の研究はFM放送を利用した電波観測やMUレーダー の電波を信楽以外の所で観測するForward Scatter Radio Systemをその対象としていない。これらは、もっと複雑な要素が絡み 合っている。

観測データ

MUレーダーで観測された1991年の6時間,エコー数3,328 と1993年の11時間,エコー数6,303 を使った.エコーのデータはエコーまでの距離(Range),出現の高さ,方位,高度,電波強度(dB),出現時刻である.

MUエコーの出現数

89.0~92.9 RP板度113.0,34.0

MUエコー(1991年12月14日21:00-23:00,JST)の天球上の出現位置とふたご群輻射点との角距離の分布を図2に載せた.この図 2から直交条件を満たす位置の付近である89°~92°にエコーの集中がみられる.これは、ふたご群のエコーが多くを占めてい るからである.ふたご群のエコーであっても必ずしも直交条件を満たす位置に出るとは限らない.我々が1991年にMUエコーとTV 流星の同時観測で調べた結果では、73°~94°の範囲にあった.また、偶然にも直交条件を満たす位置に散在流星が出ることも 考えられる.ここでは、ふたご群の直交条件を満たすものをその角距離が89°~92°の4°以内の位置のエコーとする.表1に は、各時間帯ごとのエコー数を載せた.表1中、全エコーとは電波観測によって捉えたエコー数である.方向の測れたエコー数 とは各エコーの方位角、高度(仰角)の得られたものの数で、それを測れなかったエコーを除いてある.電波強度の弱いエコー は方位角、高度を測れなかったものが多い.ふたご群とは方向の測れたエコーの内、直交条件を満たすエコーの数でこの大部分 はふたご群と考えられる. 輻射点高度とは、ふたご群の輻射点の各時間帯の中央時刻での高度である.

1991年12月 13/14日 (直交条件を載たすもの)					1991年12月14日			(直交条件を満たすもの)		
時間(JST)	全エコー数	方向の調れたエコー数	内、ふたご群	輻射点の高度	時間(J	JST)	全エコー数	方向の離れたエコー数	h,staff	輻射点の高度
22:00-23:00	585	401	87	45°	21:00-	-22:00	548	332	94	33°
23:00-24:00	502	317	8	57	22:00-	-23:00	554	342	79	45
0:00- 1:00	553	333	0	69						
1:00- 2:00	586	372	0	82	合計	2 ^h	1,102	674	173	
合計 4 ʰ	2,226	1,423	95					注) 電波観	則時間には,	休止時間がある
1993年12月14	B		(直交条件を満たす	60)						

時間(JST)	全エコー数	方向の割れたエコー数	内、ふたご群	輻射点の高度	時間(JST)	全エコー数	方向の離れたエコー数	内、ふたご群	輻射点の高度
0:00-1:00	284	223	0	69°	7:00- 8:00	736	536	57	25°
1:00- 2:00	275	174	0	82	8:00- 9:00	630	461	46	13
2:00- 3:00	566	381	0	85	9:00-10:00	544	370	21	4
3:00- 4:00	590	411	0	73	10:00-11:00	503	359	15	-
4:00- 5:00	686	472	7	60					

G

5:00- 6:00	751	513	58	48	合計 11 1	6,303	4,425	299
6:00- 7:00	738	525	95	36				

以上の直交条件を使うことが、ふたご群の判別には最適な方法である。この場合でも直交条件を4°の範囲内と厳しくしても その中に散在流星も含まれている。また逆に直交条件を4°としたことでそれ以外のふたご群の判別ができなくなってしまって いる。他の方法で、ふたご群輻射点からの個々のエコーの各距離と電波強度の関係を図3に示した。ここのエコーは図2で使っ たものと同じエコーを使ってある。図3で、各距離90°付近にふたご群の集中がみられるが、ふたご群は散在流星に比べ電波強 度の強いものが比較的多いものの決定的な差異はない。図4は、同様に各距離とエコーの高さ(地上高)を示した。前述と同様 に90°付近にふたご群の集中がみられるが、高さは100km 以下であり、散在流星と差異がみられない。これから電波強度と高さ からのふたご群の判別は不可能である。

表1で1時台を中心にふたご群の数が0個が続いている。これはふたご群の輻射点が天頂近くにあり、木下効果が顕著に現れた結果である。表2に1時30分(JST)のふたご群の直交条件を満たす位置の地平座標を示した。α,δがふたご群の直交条件を満たす赤道座標で、A(方位角)、h(高度)がそれに対応する地平座標である。これによれば、この時間帯にふたご群の直交条件を満たす位置は地平高度の最高が8°しかなく、30°以下のエコーを観測できないMUレーダーでそれらを捉えられないから0個が続くのである。図5で地平高度30°~60°の範囲でMUエコーが集中して捉えられていることがわかる。

理論位置と観測位置の検証

MUエコーの天球上の位置を表示したのが、図6である.これは、1991年12月14日21:00-23:00(JST)の 674個のMUエコーを使っ た.ふたご群のエコーが集中し、黒い曲線となっている.また、ふたご群の直交条件を満たす理論位置を点線で表示した.図7 の3:00-7:00の時間帯のMUエコーでもふたご群の直交条件を満たす位置にエコーが集中している.これらの根拠から確実にMUレ ーダーでふたご群が捉えられていることが分かる.逆に、図8に示したように1:00-4:00の時間帯は、ふたご群の直交条件を満 たす位置が地平高度20°以下と低くMUレーダーでは直交条件を満たす位置のふたご群を捉えられないことが分かる.

考察

散在流星と速度や出現の高さが良く似た流星群の活動の検証には、この直交条件を満たす位置でのエコーの判別の方法が最適 である。今回はふたご群のエコーの判別に成功した。それと同時にMUレーダーでふたご群のエコーを確実に捉えたことを検証で きた。しかし、電波観測の特徴である輻射点が天頂付近に来るとその流星群が捉えられなくなる。今回のふたご群でもそれが顕 著に現れた。輻射点の地平高度が低くなるとふたご群のエコー数が増加している(表1)。これは眼視観測と逆の現象である。 眼視観測と違い、電波観測では暗い散在流星が、活発な流星群よりはるかにその数が多く捉えられる。そのため散在流星の活 動数の中に埋もれてしまいがちな流星群の出現を今回の方法で判別できることが分かった。今まで、電波観測でその活動を研究 できなかった眼視観測でいう小流星群についても今回の方法を使うことによって研究対象とすることができるようになった。た だし、<u>この方法では</u>流星群の速度は、47km/s程度であるから今回の方法でその検出が期待される。

辂 懅

本研究では、京大超高層電波研究センターの中村卓司先生にMUレーダーのエコーのデーターを提供していただいたり、親切な 指導をしていただいた、あらためてここに感謝するものである。

第2表,ふたご群輻射点の直交条件を満たす赤道座標と1時30分(JST)の地平座標

a			0	A	h
5.0(Oh	19m)	27.2	297.6	8. 0
10.0(Oh	39m)	20.9	289.8	8. 2
15.0(1 h	0m)	13.7	281.1	8. 1
20.0(1 h	19#)	6.0	271.8	7. 5
25.0(1 h	39=)	-1.9	262. 4	7. 4
30.0(2 h	0m)	-9.8	253.0	6. 8
35.0(2h	19m)	-17.3	244.1	5. 5
10.01	2h	39m)	-24.1	235.8	5. 1
45.0(3 h	0m)	-30.1	228. 4	4. 2
50.01	3h	19m)	-35.3	221.7	3. 3
55.04	3 h	39m)	-39.7	215.9	2. 5
60.0(4 h	0m)	-43.5	210.6	1.8
65.0(4 h	19=)	-46.6	205. 9	1.1
70.0(44	39m)	-49.2	201.7	0.5
260.0(17h	19=)	52.8	14.5	0. 2
265.0(171	39m)	54.3	11.3	0.7
270.04	181	0m)	55.5	8.2	1.2
275.0(185	19=)	56.4	5.3	1.6
280.01	185	39m)	57.1	2. 5	2.0
285.0(194	0m)	57.5	359.7	2.3
290. 0 (19h	19m)	57.8	357.1	2.8
295.0(19h	39m)	57.8	354.4	3.1
300.0(20h	0m)	57.7	351.8	3.5
305.0(20h	19m)	57.4	349.1	3.8
310.0(20h	39m)	56.8	346. 3	4.1
315.01	214	0=)	56.0	343. 5	4. 5
320. 01	211	19m)	55.0	340. 5	4.8
325.01	21h	39m)	53.7	337. 3	5.2
330.0(22h	0m)	52.1	333. 9	5.6
335. 0(22h	19m)	50.2	330. 2	6. 0
340.0(224	39m)	47.8	326. 2	6. 3
345.0(23h	0m)	45.0	321.7	6. 8
350.0(23h	19m)	41.6	316.7	7.1
355.01	23h	39m)	37.6	311.1	7. 5
360. 01	Oh	0m)	32.8	304.8	7.8



レ-9'- 直角aut 直交条件 主 满す

MUL-9-の電波は全方位に出ている

流星までの距離、う位角、你角かるかる (流星かちょうど直交した位置の)

References

上田昌良,藤原康徳, 1994, 「TV流星からの流星輻射点の分布」

Nakamura, T., Tsuda, T., and Tsutsumi, M., 1991, Radio Science, 26-4, 857-869.

Watanabe, J., Nakamura, T., Tsutsumi, M., and Tsuda, T., 1992, Publ. Astron. Soc. Japan. 44, 677-685.

M55-075



图1. JiE兰群 · 酸条件E 满t理論位置、 赤道座標 ?表示、



ふたご群輻射点、カシの角距離の分布、直交条件を満す付近 89~92°に エコーの集中かみられる、これはふたご群のエコーが多くをられていいる課 でおろ.





からの角距離とエコーの高さの分布

発光が高いと空気密度が低く電波が反射しにくいのか?

MSS-075



図5、1993年12月14日 3:00-7:00(JST)地平座標で表示した MUIコー 地平高度30°~60° K MUIコーが集中している。



图6、1991年12月14日21:00-23:00(JST)aII-n赤道座標で的位置。 ----線は理論的なふをご群の直交条件を満す位置

3


直交条件を満す位置にふたご群な、集中している。



図8、1991年12月15日1:00-4:00 (JST)、ふた2"群の直交条件を満す位置か地平高度20°以下と低く、MUL-9"-2"は観測で提えられない時間帯でお、 でなため、その位置でのふたこ"群エコーはの個となる。





1991年12月13日22:00-23:00(JST)、小たご群(直交条件を満す89°-92° の範囲)のエコーと散在深電(前者以外のもの)のエコーの電波強度分布。 散在流電のエコーは10日日をと20日日か多く、30日日以上の電波強度の3名11エコー は少なくなるが、ふたご群は、30日日のエコーもその数次-満らす、電放在流電のエコー とは明5かり、強いエコーの占める割合か、大きい。

MSS-087

野辺山 45m 電波望遠鏡による獅子座流星群母天体の観測

長谷川均、浮田信治、松尾宏、関口朋彦、布施哲治、阿部新助、中村良助、田辺玲奈、横川創造 (野Q山) 1998年7月12日、流星物理セミナー

Abstract

我々は1998年1月16日に野辺山45m電波望遠鏡にボロメータアレイ (NOBA)を用いて33年ぶりに回帰した、P/Tempel-Tuttle 彗星の150GHz($\lambda = 2mm$)連続波観測を行った。同彗星は、1998-99年に大出現することが予想されているしし座流星群の母天体であり、流星物質であるミリメートルサイズの塵を大量に放出していることが期待されていた。ミリメートルサイズの塵からの熱輻射は、光、赤外と比較してミリ波電波領域での観測が最も適している。観測時に彗星は太陽から1.20AU、地球からは0.36AUの近い距離にあり核から放出されたばかりの塵からの熱輻射が受かることが期待されたが、ビームサイズ (12arcsec)内で上限値30 = 6.6mJy 以上のシグナルは受からなかった。この上限値を塵の熱輻射モデル (Jewitt and Mathews, 1997)を用いて處の質量の上限値に換算すると、3.9×10^okg となる。同じモデルを使って、この質量の上限値を他の彗星の観測結果と比較してみると、Hale-Bopp 彗星より2桁少なく、Hyakutake 彗星と同程度であった。流星群の母天体であるP/Halley(オリオン座流星群)よりは1桁少なく、P/Swift-Tuttle 彗星 (ペルセウス座流星群)の1/20程度であった。このことは、Jenniskens (1994, 1995)による流星群の観測から見積もられた stream 内の質量でも、しし座流星群はオリオン群、ペルセウス群と比較して 2-3 桁流星物質が少ないこととも一致する。

1 なぜ電波観測か?

- 流星はミリメータサイズの塵である。
- ミリメータサイズの塵の観測はサブミリ、ミリ波でないとできない。光赤外で観測されている彗星の塵は、主として1µm以下の小さな塵である。
- P/Tempel-Tuttle 彗星は獅子座流星雨の母天体であり、1998年に回帰する。彗星の周囲には放出された ばかりの流星物質(塵)が大量に存在することが期待される。
- 流星雨の母天体からのミリメートルサイズの塵の観測はこれまでに例はなく、今回が初めてのチャンスである。電波による観測で流星サイズの塵がどの程度放出されているのかを知ることができる。
- 獅子座流星雨の母天体である P/Temepl-Tuttle 彗星は 1998 年 2 月 28 日に近日点通過を迎え、1 月中旬には地球に 0.4AU 以内に接近し周極星となるために好条件である。

一般に、流星群は短周期彗星を母天体としていることが多いが、これらの彗星は光赤外で観測すると塵が相対的に少ないガスリッチな彗星として観測されることが多い。それにも関わらず、P/Halley 彗星、P/Brorsen-Metcalf 彗星、P/Swift-Tuttle 彗星などでは、連続波電波で観測されている。逆に、ダストリッチな彗星で連続波電波が受からなかったことが報告されている。これは、短周期彗星の周囲には比較的サイズの大きな塵の コマが形成されている可能性があるが、それについての調査を行うことが今回の観測のテーマでもあり、観測 結果と、流星群の観測とを直接比較することができる絶好の機会でもあった。

2 観測

観測は 1998 年 1 月 16 日 (15-20h UT) に国立天文台野辺山の 45m 電波望遠鏡にボロメータアレイ (NOBA) を用いて、P/Tempel-Tuttle 彗星の連続波 (150GHz or $\lambda = 2.0$ mm) によるスキャン観測を行った。NOBA の

MSS-087

仕様については、表1に示した。観測時の彗星は、日心距離 1.20AU、地心距離 0.36AU の位置にあった。天 候不順のために、観測は1夜のみであった。スキャン観測は、彗星の位置計算をリアルタイムに行いながら追 尾し、彗星に対して水平、上下の方向で行った。観測後に視野の回転およびトラッキングの補正を行い積分し た。以上の処理は、IDL上で開発された連続波解析ツールを用いて行った。フラックスのキャリプレーション には、3C84 (3.3Jy at 150GHz)を用いた。積分した 37 秒角の視野には、 $3\sigma = 6.3$ mJy 以上の彗星からのシグ ナルは受かっていなかった。

Frequency	150 GHz
Band Width	40 GHz
Number of beams	7
FWHM	12 arcsec
Beam Separation	16 arcsec
Sensitivity	45 mJy \sqrt{s}

表 1: NOBA Specification

3 塵の質量の上限値の見積もり

観測されたフラックスの上限値から、ビーム内 (12 arcsec ϕ) の塵の質量の総量を推定する。彗星のようなあ るサイズ分布を持った塵の集合を扱う場合、塵の組成に加えてサイズ分布による吸収係数 κ の波長依存性が影 響する。ここでは、Jewitt and Mathews (1997) が Hyakutake 彗星の観測で決定した吸収係数の波長依存性の 指数 $\beta = 0.89$ を用いて観測されたフラックスを質量に換算した。黒体放射の場合、 $\beta = 0$ あり、波長に対して 塵が非常に小さい場合は、 $\beta = 2$ となる。ビーム内の塵の波長 λ におけるフラックス S は、以下の式で表さ れる。

$$S = B(T_{BB}) \frac{\kappa(\lambda_0)M}{\Delta^2(\lambda/\lambda_0)^{\beta}},$$

ここで、Bはプランク関数で、 $T_{BB} = 278/\sqrt{R}$ は塵の温度、 κ は吸収係数で、 $\lambda_0 = 1$ mmにおける κ の値は、 Jewitt and Mathewsに従って 0.05 と仮定する。この吸収係数の値は、Mie モデルから推定されるものより1 桁程度小さい。 Δ は地心距離。

以上のモデルを用いて、ビームサイズ内の質量を見積もると、上限値は、1.3×10⁹kgとなる。核本体から の熱輻射は、核の温度を高速に自転する温度モデル (FRM)を用いて核の半径1.8kmとして計算すると0.6mJy 程度になるが、ノイズレベル以下なので今回の計算には含めていない。この質量を過去に連続波電波で観測さ れた彗星と比較したものが、表2である。文献に記載された質量は、それぞれビームサイズや、質量を推定す るモデルが異なるために直接は比較できない。ここでは、全て同じモデルを用いて質量に換算した。

速度 V で等方的に放出される塵のある半径 r の範囲に入る質量 M は、塵の放出率を $Q_d(kg/s)$ とすると、 r/V 時間に放出されたダストの総量になるので、 $M = Q_d r/V$ と書ける。ビームサイズの直径を $\phi(rad)$ とする と、地心距離 Δ の位置にあるビームの半径は、 $r = \Delta \phi/2$ なので、ビーム内の塵の質量と地心距離の関係は、

$$M = Q_d \Delta \phi / 2V$$

と書ける。 Q_d , V を constant とした場合、フラックスS は Δ に逆比例し、 ϕ に比例することがわかる。この

関係を用いてビームサイズの補正を行った。

その結果、今回得られた P/Tempel-Tuttle 彗星の塵の質量の上限値は、Hale-Bopp 彗星と比較して 2 桁ほ ど少なく、Hyakutake 彗星とほぼ同程度であることがわかった。興味深いのは、ペルセウス座流星群の母天体 である、P/Swift-Tuttle 彗星の塵の質量が今回の上限値に対して 20 倍以上も塵の質量が多いことである。ま た、オリオン座流星群の母天体である P/Halley 彗星においても 1 桁程度塵が多いことである。流星雨の母彗 星であるにも関わらず、他の通常の流星群を伴う母彗星と比較して塵の量が少ない彗星であることがわかった。

MSS-087

Comet	R[AU]	$\Delta[AU]$	λ [mm]	$\phi[asec]$	M[kg]	F*[mJy]	Ref.
P/Brorsen-Metcalf	0.48	1.10	0.8	20	$2.3 imes 10^{10}$	23	1
1/21000-00	0.48	1.10	1.1	20	2.9×10^{10}	29	1
Austin	0.56	0.65	0.8	20	$< 2.1 imes 10^9$	<2.1	1
Levy(1990c)	1.67	0.90	1.1	20	$< 2.5 imes 10^9$	$<\!2.5$	1
P/Fave	1.59	0.66	1.1	20	$< 2.5 imes 10^9$	$<\!2.5$	1
P/Halley	1.57	0.66	3.4	26	6.4×10^{10}	48	2
- /	1.57	0.66	1.3	11	$3.5 imes 10^{10}$	63	2
Okazaki-Leby-Rudenko	0.673	0.610	0.8	20	$2.0 imes 10^9$	2.0	1
P/Swift-Tuttle	0.96	1.50	0.85	20	$1.1 imes 10^{11}$	110	3
Hvakutake	1.07	0.11	0.35	16	$2.0 imes 10^9$	2.5	4
	1.07	0.11	0.45	16	$2.4 imes10^9$	3.0	4
	1.07	0.11	0.8	16	$2.1 imes 10^9$	2.6	4
	1.07	0.11	1.1	16	$1.8 imes10^9$	1.8	4
	1.07	0.11	2.0	16	$< 2.1 imes 10^{9}$	<1.8	4
	1.04	0.10	2.7	5	$< 2.2 imes 10^8$	<0.86	5
Hale-Bopp	1.04	1.46	2.0	12	$5.1 imes 10^{11}$	840	6
	1.03	1.43	3.0	20	8.3×10^{11}	820	6
P/Tempel-Tuttle	1.20	0.36	2.0	12	$< 3.9 imes 10^9$	<6.2	7

表 2: 様々な彗星の塵の質量の比較。1)Jewitt and Luu(1992), 2)Altehnhoff et al.(1986), 3)Jewitt(1996),4)Jewitt and Mathews(1997), 5)de Pater et al.(1997),6)Matsuo et al.(1997), 7)This work.

4 流星群の観測との比較

今回の観測で得られた質量をいくつかの流星群の観測から推定された塵の質量と比較してみることにする。 流星群の観測は、Jenniskens (1995, 1996)から取った。表3が通常の流星群の観測から推定されたストリーム 塵の質量で、表4は流星雨の観測から推定された質量である。連続波電波の観測では、P/Tempel-Tuttle 彗星 と比較して P/Swift-Tuttle 彗星の質量が多いことが得られたが、流星群の観測においても、獅子座流星群の塵 の質量が数桁少ないことがわかる。これだけ塵の質量が少ないにも関わらず、母彗星回帰時に活発な活動を見 せるのは、その軌道の地球との交差条件がよいことと、対地速度が 70km/s と大きく微小な塵も流星としてカ ウントされるからであろう。今後は、可視から赤外のデータを含めて、P/Tempel-Tuttle 彗星の塵のサイズ分 布などについて調べていく予定である。

各流星群の質量を比較して興味深いのは、ジャコビニ群の塵の質量がしし群より2桁ほど多いことである。 この群の母天体である P/Giacobini-Zinner 彗星は回帰し、今年11月ごろに観測好機となる。もし、2桁塵が 多いとすると、P/Tempel-Tuttle 彗星よりも観測条件は悪くなるが電波で受かる可能性がある。しかし、この ことに気が付いたのは既にプロボーザルのメ切を過ぎた後であった。

MSS-087

	M(0)g	$ ho imes 10^{-24} \mathrm{g/cm}^3$	$M(1yr) \times 10^{14}g$	M(total) $\times 10^{15}$ g
Per	0.13	2.73 ± 0.18	$2.92{\pm}0.12$	$39.5{\pm}1.5$
Ori	0.09	$0.18 {\pm} 0.04$	$0.27{\pm}0.09$	$1.1{\pm}0.3$
Leo	0.07	$0.084 {\pm} 0.023$	0.00012 ± 0.0002	$0.007 {\pm} 0.001$
Gem	1.01	22.1 ± 1.1	$3.3{\pm}0.6$	$0.55 {\pm} 0.11$

表 3: 通常の流星群ストリームの質量 (Jenniskens, 1994)。

	M(0)g	$ ho imes 10^{-24} { m g/cm}^3$	$Mp(total) \times 10^{15} g$
Per	0.13	40	0.0016
Dra	6	11000	0.006
Leo	0.07	100	$7 imes 10^{-6}$

表 4: 流星雨ストリームの質量 (Jenniskens, 1995)。

参考文献

- Altenhoff, W.J., Huchtmeier, W.K., Schmidt, J., Schraml, J.B., Stumpff, P., Thum, C., 1986, Radio continuum observations of comet Halley *Astrno. Astrophys.* 164, 227-230
- [2] de Pater, I., Lews, E.S, Mehringer, D.M., Wright, M., Veal, J.M., Fernandez, R. Palmer, P., A'Hearn, M.F., 1997, BIMA array observations of comet Hyakutake: upper limit to the 2.7mm continuum emission *Planet. Space Sci.* 45, 731-734
- [3] Jewitt, D., Mathews, H.E., 1997, Submillimeter continuum observations of comet Hyakutake (1996B2) Astrno. J., 113, 1145-1151
- [4] Jenniskens, P., 1994, Meteor stream activity. I: The annual streams Astron. Astrophys. 287, 990-1013
- [5] Jenniskens, P., 1995, Meteor stream activity. II: Meteor outbursts Astron. Astrophys. 295, 206-235
- [6] Jewitt, D.C., 1996, Debris from comet P/Swift-Tuttle Astron. J. 111 1713-1717
- [7] Jewitt, D., Luu, J., 1992, Submillimeter continuum emission from comets Icarus 100, 187-196
- [8] Jewitt, D., Mathews, H.E., 1997, Submillimeter continuum observations of comet Hyakutake (1996B2) Astrno. J. 113, 1145-1151
- [9] Matsuo, H., Sakamoto, A., Kuno, N., Ukita, N., 1997, IAUC No. 6585

14. 1. 29

Last Modified at 01/27/2002 06:01:41

2001年しし座流星群 電波観測結果

JA9YDBのビーコン電波(53MHz帯)、JA9BOH(145MHz帯)が流星痕によって反射された流星エコーを2ch HROFFT を使って2波同時観測した2001年のしし座流星群の観測結果です。

観測結果

53MHz帯は、1998年と同様に永続痕が多数発生し、流星数のカウントはできませんでした。エコーは切れ目なく聞こ え、1998年の活動より活発だったようです。 145MHz帯は、53MHz帯のようにエコーが連続せず、しし群の活動の様子を捉えることができました。1時から6時頃

145MHz帯は、53MHz帯のようにエコーが連続せず、しし群の活動の様子を捉えることができました。1時から6時頃の活動が活発だったのが伺えます。

2001年は、アッシャー博士の予想通り、活発な活動でした。これでアッシャー理論の正しさが証明されたと言ってよいでしょう。

19日は、50MHz、144MHzがオープンし、MS QSOができたようです。



145MHz帯での観測結果 時間ごとに発生したエコーの長さをプロット

2ch HROFFTによる電波観測画像 上段:53MHz帯、下段:145MHz帯

11月19日01時30分 11月19日01時40分 11月19日01時50分 11月19日02時00分 11月19日02時00分 11月19日02時20分 11月19日02時30分 11月19日02時40分 11月19日02時50分 11月19日03時00分 11月19日03時10分

M55-100



ter //www.sin.er.in/miller.of/ms/leenids/01iee.ht



2/2 ページ

<u>11月19日03時20分</u> <u>11月19日03時30分</u> <u>11月19日03時40分</u> <u>11月19日03時50分</u> <u>11月19日04時00分</u> <u>11月19日04時10分</u> <u>11月19日04時20分</u> <u>11月19日04時30分</u> <u>11月19日04時40分</u> <u>11月19日04時50分</u>

※ 145MHz帯は、違法FM局の混信により画像が乱れている。混信によって短いエコーのカウントが不可能になってしまった。

FFTDSPによる電波観測画像(53MHz帯)

11月18日23時 放射点が昇る前から活発な活動が伺える 11月19日00時 しし群特有の長いエコーが増え始める 11月19日01時 0133からはエコーが切れ目無く受信できるようになる 11月19日02時 11月19日03時 11月19日04時 エコーが途切れ始めるが0530からは切れ目がなくなる 11月19日05時 11月19日06時 再び途切れ始め、活動は下火に 11月19日07時 長いエコーが散発的になる。0938-0950の直線は弱いEsによるもの 11月19日08時 11月19日09時 極端にエコーが少なくなる 11月19日10時 短いエコーが多数発生。Esも再び発生 11月19日11時 11月19日13時 放射点が沈んだ後もしし群によるものと思われるエコーが受信できている

受信設備 53MHz FT-726, ヘンテナ、 145MHz IC-706mk2、9エレF9FT 垂直偏波

JN1GKZ 新井 jn1gkz@jamsat.or.jp

MSのメニューへ

「東西の27所のデーターに関東のデータを補うてとが出来た、 フィリッビレボホール島の水泳部の女人からも眼視で 見たとの手紙を貰った。

井上冕氏(JH10AI局)よりJN1GK2局 新井氏の ホームページを西山(JE1TTO)が7度いた 天文回報No.715(2002 Feb)にも通常勝の50 MHKは飽知、745 MHzの http://www.din.or.jp/~m-arai/ms/leonids/01leo.htm 西山峰雄 02/01/27

西山より 今年は正月前後、身辺多忙にて年賀の御挨拶がこんなに遅れてしまい ました。名簿が役に立たなくて済みません。10月10日福岡で会いましょう。 一先に案内した北海道網走の流泳され幌雪まつりの計画は参加者少なく取止めます。

f(1) 1% . 1%	
私はダメだった 獅子座流星雨	西山峰雄
メールのすさまじさ	横浜市戸塚区

(東亜天文学会の月間雑誌 "天界"への原稿)

「私はダメだった」 11月19日昼、私は横浜は曇で獅子座流星雨の出現は見れなか ったと天文同報 nms同報 16517(日本流星研究会のメールリスト)に報告しました。 1965年にしし座群 1個を撮影した古カメラで待機したのですが、 1時29分雲量 6から **雲量9.5 と悪化、 2時43分ついに諦めました。**[同じ小雀公園で観望されていた宮崎 喜六夫妻は2時55分頃(不確実)東の空に大流星、その直後に大きな音を聞いたとの ことです]。そしたら nms 同報16525 で横浜でも 4時以後快晴で、近藤啓行さんは妻 子共々見られた由。県北の長老森久保茂さん、箕輪敏行さんはチャンと起きて 4時か ら 300~600 個見られた由で誠に残念至極です。風邪引きとは言いながら私の心掛の 悪さで皆既日食以上の世紀の稀現象を見損じたわけです。しかたない、11月23日のマ ル東--東京近郊地区流星観測者会、12月1日の日本科学未来館で開催されたマウナケ アでの NHKのハイビジョンカメラ映像の計数投影で 7等星まで写っている画面での流 星雨を 8時間見て、無念を少しだけ晴らしました。

年寄の知らぬ間に、インターネットのパソコンのメールは観測直後の状況を送って くる。太陽黒点の消長も地球の裏から時時刻刻入って来る、しし座もそうなりました 。夕方にはもうアメリカの出現状況が分るし、自分がダメでも日本各地での凄い状況 は分る、有難い時代になりました。これで日本が世界で19位のIT後進国に落ちたとは 思いにくいけど、外国の追上げが早いのかな。ただ目の弱った年寄には液晶画面はシ ンドイです。それにアリザとニムダというメールを開いただけで感染する超悪質コン ピュタヴィルスが獅子座のように襲いかかって来て皆さんを悩ましました。

NMSのホームページも 8月はじめアクセス数累計が40万件だったのが11月中旬ま でに45万件、この流星雨で一挙15万件上がって61万件に達した、 RMO電波流星観測の ホームページも 1万以下だったのが 3万に達したとマル東で小川宏さんから聞きまし た。これだけ流星に関心を持ち勉強してくれたとは凄いものです。日本流星研究会の nms 同報もスタートして同じくまだ十年にならないと思いますが 9月初 15770号 (9 月195 件)、10月初 15965号件(10月266 件)、11月初 16231号(11月598 件)、12 月初 16829号 (12月 206件)、1月初 17035号、と一ヶ月 200件、一日10件程度だっ たのが11月は一ヶ月 600件、11日から増加し、18日58件、19日76件、20日47件、21日 42件、22日27件、23日24件、24日21件、25日41件、26日21件、と準備、観測、報告、 と高水準を維持、極大日の19日は従来の10日分の通信数でした。

日本流星研究会になって初めての流星雨、紀伊天文同好会、日本流星委員会を通 じても初の流星雨----ジャコビニがあるといえるかな----いや日本でこれだけの流星 雨は史上初めてではないでしょうか。良い時に生れ合せたものです。東亜天文協会当 時、支部から生れた紀伊天文同好会が日本流星研究会となり、運営面では子の方が親 の東亜天文学会を抜いていると思います。トヨタ自動車が親のトヨタ織機を追い抜い たように。たとえば、各部長の自発立候補制選挙制などがいい。東亜天文学会の名前 の変更など着眼点が低い、名前は簡単に変えるべきではないと思います。1993年以来 、会員の執筆で三分冊に及ぶ「L計画マニュアル」を纏めて世に出して指導して来た ことも大きい。これで観測陣も充実し、連絡網も nasで整備された。今回の流星雨が 高度の観測技術を持つ観測者たちのいる日本で見れた事の意義は非常に大きいものが

でをおいなは11000です。

あると思います。

LLE

28MHzによる流星電波観測データ

日時 2002 年 10 月 20 日(日) 13:00~17:00 場所 渋谷区 神宮前 穏田(おんでん)区民会館 臼居隆志

1. はじめに

28MH2(あるいは短波帯)によるしし座流星群の電波観測が計画されている。 これまで試験的に28MHzによるビーコン電波を使って観測を行ったので、そのデータを 報告するとともに、しし座流星群の観測に向けての有効性と課題について議論する。

2. 送信電波

送信地点:長野県北安曇郡池田町 (JR0YAN) 周波数:28.208MHz; アンテナ:ホイップ形 (垂直偏波) 形式:連続波+10分毎にコールサイン送出; 出力:50W (備考:10/11以前はモールスによる断続波で出力25W であった)

3. 受信設備

 アンテナ: HF10FX: 1/4 λ ベースローディングタイプ モービルホイップアンテナ 全長 1.1m(垂直偏波)
 受信機: TS690(アマチュア無線用短波帯マルチバンド無線機)
 受信機スピーカ出力を PC に接続し、観測ソフト(HROFFT)によりデータ収集。

4. 結果

1

28MHzによる電波観測トライアルの結果を図1に示す。対比のため、50MHzによる通常 観測の結果を図2に示す。

毎日朝6時過ぎから18時過ぎまで28MHzの方はデータが無い(後述)ものの、明け方 に大きく夕方に少ないという日周変化の傾向が見られる。

50MHzと28MHzでのエコーカウント数が約2(~3)倍あった。



図1 28MHzによる電波観測結果



5. 考察

(1) エコーカウント数が少ない

今回の観測結果では、日常レベルのエコーカウント値がせいぜい20程度しか得られて いない。今回の結果のようにエコーカウント数が少ないことは、1965年のダストトレイル の観測にとっては特に課題である。

図中の誤差パーは、誤差標準偏差 σ を示している。エコーカウントが少ないと誤差パー が大きくなるためである。

つまり、もともと1965年のダストトレイルによる群活動があったとしても、粒が小さく、 エコーカウントの増加があまりないと予想されている。このため小さいピークが検出され た場合、それが観測の揺らぎの範囲内か流星群によるものか区別できるようにしておく必 要がある。そのためには、日常の散在流星によるエコーカウント数をできるだけ多く観測 できるようにしておくことが、今回の電波観測の秘訣と言える。

2

0

具体的には観測地点の増加、または観測設備の向上が考えられる。観測設備については アンテナの利得向上と、雑音の小さい地点で観測することが効果的である。

エコーカウント数は観測地の雑音環境、及び受信設備により大きく異なる。観測サイト としては雑音環境およびアンテナ設置状況共に劣悪であることも考えに入れると筆者のエ コーカウント値は比較的少ないと言える。観測地点および受信設備を選べば今回の実験結 果の10倍以上のエコーカウントが得られると期待される。

筆者と同程度の劣悪な環境であっても、多くの地点での結果を組み合わせることにより 精度の高い観測もできるので、都市部の集合住宅だからといって観測をあきらめる必要は 無い。28MHzの流星電波観測サイトが多数設置されることが期待される。欲を言えば良好 な観測サイトが設置されることが望まれる。

(2) 日中の連続波

観測データが午前6時台から18時過ぎまで欠損している。今回の28MHz でのトライア ルでは昼間は連続的に信号が受信されていたので、流星によるエコーが認められても敢え てカウントしなかったためである。

池田町と板橋区では距離が約180km あり直接波は届かないのであるが、電離層の状態に より電波が反射され受信地点まで伝搬することが主な原因と考えられ、これにより流星で 反射される以外に常時送信信号が受信されてしまった。(それ以外に、突発的な雑音や混信 によるものもある。)

電離層の状態は季節にも依存するので、11/18 の時点での伝搬状況がどうなるかが重要で ある。1965年のダストトレイルに遭遇する時間帯は、予測では11/18未明となっており、 この連続波受信の時間帯にかからないことが必要である。現状朝6時台から連続波信号が 出現しているが、現状のままであれば観測に支障はないと考えられる。

また、送受信地点間の距離を離す等、送受信地点をうまく選定、あるいは複数地点用意 することにより、連続波の受信をある程度軽減することができるだろう。

(3) その他

観測中の干渉波について気づいたものを記す。

観測周波数の僅か 1kHz 上の 28.209MHz に、ハワイのマウイ島からビーコン波が発射さ れている。毎朝強力な信号が入感するが、HROFFT の観測上は特に問題なかった。但しア ンテナを良くすると AGC により感度が低下し本来の 28.208MHz の信号が弱く測定される 虞があるので、狭帯域フィルターが必要になるかもしれない。

また、日中は数百 Hz 上に時折信号が受信される。これは他のアマチュア無線による交信 か、又は何らかの信号によるものであると考え、エコーカウントには入れていない。

6. まとめ

4

(1) 28MHz の流星電波観測により、流星エコーが受信され、エコーカウントの日周変化 をとらえることができた。

(2)課題として、エコーの絶対数が少ないことと昼間は連続波が受信され、エコーカウ ントができない点が挙げられる。



図 A1 流星電波観測イメージ図



図 A2 HROFFT による観測画像例

MS5-102

流星電波観測国際プロジェクト 2002

The International Project for Radio Meteor Observation 2002

小川 宏 (日本流星研究会), Peter Jenniskens (Global MS-NET) 豊増伸治(みさと天文台),大西浩次(長野高専),前川公男(福井高専),網倉 忍(筑波大情報),宮尾佳世(旭丘高校)

1. はじめに

流星は大気で発光する際,周辺大気を電子とイオンに電離させ,周辺の電子濃度を上昇させる。流星の電波観測 は、その電子濃度が濃くなったところで、通常宇宙へと突き抜けてしまうような電波も一時的に反射される性質 を利用した観測方法であり、日本では1990年代後半から、アマチュア無線を利用した流星電波観測が盛んに行わ れている。

流星電波観測のメリットは何と言っても,昼夜一貫して観測ができ,天候にも左右されないと言うことだ。と ころが,流星電波観測も,唯一の問題点は輻射点が沈むと観測ができないことである。そこで,世界中の流星電 波観測結果を統合し,またリアルタイムで観測していることを利用して,流星群活動のモニタリングを行うこと を計画した。それが本プロジェクトである。

2. これまでのプロジェクト

2001年しし座流星群電波観測プロジェクトが正式に発足し、15ヶ国91地点の観測データが寄せられた。日本国内だけでも77ヶ所と過去に例をみない大きなネットワークが完成した。このネットワークがしし座流星群活動を 常時モニターし、情報発信をおこなった。極大夜にはホームページのアクセス数が数十万にのぼり、しし座流星 群の期間中には、およそ60万アクセスがあった。ライブも日本を中心に、Piere Terrier 氏の協力も得て海外の情 報も閲覧できるようになった。その後の解析結果からは、しし座流星群の全体活動が判明すると共に、日本の極 大時間帯においては、通常とは異なった解析で、ピーク構造を推定し、予想されていなかったピークも検出した。 このように、昨年のしし座流星群において、常時活動モニターとしての役割と共に、流星活動の解析としての役 割も果たした。

3. 流星群観測プロジェクト 2002 について

2002年は、しし座流星群のみならず、ペルセウス座流星群でも実施した。一次解析結果は、9月23日に公開した。 解析には9ヶ国37地点のデータを使用している。報告自体は12ヶ国40地点のデータがある。現在もまだ送られ てきている。公開しているグラフが以下の通りである。縦軸のActivity Levelは、観測エコー数から通常バックグ ラウンドを引いて、規格化した値である。参考程度に2001年しぶんぎ群のピークはレベル2.6、ふたご座流星群 では3.8 あたりとなっている。



MSS-102

4. 算出式の再検討

算出式をペルセウス座流星群では

$$A(t) = \frac{\sum A_{site}(t)_{i}}{N} \quad A_{site}(t)_{i} = \frac{H_{i} - H_{0i}}{H_{0i}}$$

で行った。しかし,この計算結果は大きな問題がある。従って,今回算出する式を検討するために,以下の2式 を考えてみた。なお,これは流星群活動を捕らえるための算出式としてシミュレーションを行う。

$$A_{1}(t) = \frac{\sum A_{1_{sile}}(t)_{i}}{N} \qquad A_{1_{sile}}(t)_{i} = \frac{(H_{i} - H_{0i})}{H_{0i}} \times \frac{1}{\sin(h)}$$
(4.1)

$$A_{2}(t) = \frac{\sum A_{2_{site}}(t)_{i}}{N} \qquad A_{2_{site}}(t)_{i} = \frac{(H_{i} - H_{0_{i}})}{D} \times \frac{1}{\sin(h)}$$
(4.2)

 H_i : サイトiにおける観測エコー数, H_a : サイトiにおけるバックグラウンドエコー数, h: 輻射点高度

D:サイトiにおける1日の平均エコー数, 1:時刻, N:観測サイト数

今回は、①群活動が同レベルで推移した場合、②輻射点が高い頃に極大の場合、③輻射点が低い頃に極大の場合、の3つの状態を想定した。エラーバーはポアソン分布を仮定し、誤差伝搬法則に従って計算した。観測流星数 H は以下のように求めた。今回は流星活動 M を与えている。輻射点高度は日本のペルセウス座流星群を想定した。

 $H = H_0 + M \times \sin(h)$

このHを先ほどの4.1式,4.2式に代入して考える。



①群活動が同レベルで推移した場合

当然といえば当然なのかもしれないが,4.2式の結 果(A2)は,実際の流星群活動と同じ傾向を見せる。 これは,両式の分母が違うことによって起こる。 これは日本を想定しているので,夕方にはバック グラウンドレベルが低くなる。すると,夕方の活 動は過大評価される。これは分母が小さくなるか らだ。さらに,明け方には日周変化の極大を迎え るが,今度は分母の値が大きくなり,小さめに評 価される。見事に日周変化が出る。

②輻射点高度が高い頃に極大の場合

どちらの方法でも極大は捕らえることができる。ただし,日周変化のためか4.1式の結果(A1)の方は, 上昇が鈍い。きれいに流星活動と同じ挙動を示すのは4.2式の結果(A2)である。

M55-102



③輻射点高度が低い頃に極大の場合

A1 も A2 もピークを捕らえていると見ることがで きる。しかし,ここでひとつ気が付くことがある。 先ほどの②と与えている流星活動は同じである。 もちろん変化も同じであり,ピーク時刻だけシフ トさせた。A2 は②でも③でも活動レベルは同じ値 を示しているのに対して,A1 は②では低く,③で は高い。さらに,ここでひとつ重要なのは,輻射 点高度には依存せず,ピークが起こった時刻に依 存していることもわかる。つまり,4.1 式・4.2 式 の分母が引き起こしている現象を見ていることに なる。

ここで、なぜ分母が H₀ではよくないのか。当初我々は、この式自体分母は D で評価していた。つまり式 4.2 を使 用していた。しかし、諸会議で時間毎に見た方がよいという話になり、そちらで計算を行った。ところが、実際 にはこのような問題が生じている。さて、話を戻して、この分母の H₀ がいけない理由は、おそらく、分母の H₀ は地球の進行方向と観測地点がなす角度に依存しているのに対し、分子は流星群活動を示しているから、輻射点 高度に依存するためではないだろうか。対して、4.2式は分母は何にもよらない(厳密には年周変動に依存するが)。 分子は輻射点高度に依存するが、その後の sin のファクターでこれを補う。

従って、流星活動を見るにはこれまで4.1 式を用いてきたが、4.2 式の方が適しているといえるのではないだろう か。ただしこの式は、流星電波の反射条件は考慮していない。もちろん、受信機やアンテナ特性なども加味して いない。ただ、受信機やアンテナ特性などについては、一日の平均流星数であるDが、ある程度は補っているも のと考えられる。また、今回想定しているのはペルセウス座流星群であり、これから適用する流星群もしし座流 星群と、対地速度が流星群の中でも速い流星群である。そのため、流星エコー自体はほとんどがオーバーデンス となり、鏡面反射はいろいろなところで成り立ち、ふたご座流星群のようなきれいな反射条件はないものと考え てみれば、活動レベルを捕らえるというレベルで考えれば十分な指標と言えるのではなかろうか。

まだまだ今後も検討の余地はあるが、今回はひとまず、4.2式を適用する予定で考えている。

5. 流星群観測プロジェクト 2002 ~しし座流星群プロジェクト~

5.1 目的

- ・しし座流星群の活動全体の様子を捕らえると共に、細かな変動をとぎれることなく観測する
- ・リアルタイムで情報を発信し、モニタリングとしての役割を果たす

5.2 現在の状況

現在は、19 ヶ国 82 地点 (内国内 54 地点 58 データ)のエントリーとなっている。全体の登録数としては昨年に迫 る勢いであるが、国内は昨年比-20 サイトである。対して、海外が+10 サイトと、海外の参加が好調である。ま た、海外のライブ地点の試験運用が始まり、スロベニアとオーストリアからは自動 FTP は順調に行われている。 近日、アメリカもスタートする。これで、日本が加わって、世界の流星活動ライブモニターが確立する。

1755-102

5.3 今後の予定

10月下旬:ライブスペース確保 日本ライブ地点のサーバースペース確保・海外はライブ開始

11月1日:プロジェクトとして観測協定期間開始

10日:日本国内ライブ地点テストライブ開始

14日:ライブならびに速報を正式スタート

25日:プロジェクトの観測協定期間終了

12月20日:データ報告締め切り日

5.4 各コンテンツの予定 URL (99% 確定 URL)

2002年しし座流星群プロジェクトトップページ

(メイン) http://homepage2.nifty.com/~baron/leo02p_j.htm

(ミラー) http://www.ipe.tsukuba.ac.jp/~s000268/radio/leo02p_j.htm

2002年しし座流星群プロジェクト・ライブページ

(メイン) http://homepage2.nifty.com/~baron/leolive02_j.htm

(ミラー) http://www.ipe.tsukuba.ac.jp/~s000268/radio/leolive02_j.htm

2002年しし座流星群プロジェクト・速報ページ

(メイン) http://homepage2.nifty.com/~baron/leo02_j.htm

(ミラー) http://www.ipe.tsukuba.ac.jp/~s000268/radio/leo02_j.htm

なお、英語版は、各ファイル名の"_j"を除けば英語ページになる。なお、ミラー2を後日設置する。できるだけ nifty へはアクセスしない方が無難だと思われる。しかし、筑波大学のサーバーは、11月17日午前中に短期間だ がメンテナンスが入るので注意していただきたい。さらにMSSを行っている現在は大学内全域が停電である。

5.5 連絡先

小川 宏 (日本流星研究会 / 筑波大学自然学類3年・地球科学主専攻) 【電子メール】メイン: ogawa@nms.gr.jp サブ:gl-srv64m@geocities.co.jp プライベート:HZH02257@nifty.ne.jp 【電話・携帯】メイン:0298-60-5070 (FAX 兼・2 回線) サブ:090-9180-6810 (J-PHON) 【住所】305-0005 茨城県つくば市天久保2-11-4 D-201

5.6 協力·謝辞

本プロジェクトは、以下の方々・組織の多大なるご協力を頂いている。

個人: Christian Steyaert 氏, Pierre Terrier 氏,

組織: Leonids-MAC 2002, Radio Meteor Observation Bulletin (RMOB), Global MS-NET

第104回流星物理セミナ発表資料

6 ch を使用した HRO 観測実験

茨城工業高等専門学校ラジオ部 湾田智行、上野顚沿、高野志帆、松沢孝男

筑波大学 小川宏、AMRO-NET 原浩敏

茨城工業高等専門学校では筑波大学と共同で新しい手法による HRO の観測実験を行っている。その実験 概要を発表する。

1 実験の目的

本実験では以下の2点に関して、実験的な検証を行なうことを目的としている。

- (1) 現在の HRO では、「送信局にアンテナを向ける」ことで観測を行っており、観測サイトごとにア ンテナの向きは様々である。この方向の違いによって観測データにどのような影響が現れるのか。
- (2) アンテナを4本たてることで、水平面の流星の動きが分かるとされているが、垂直方向の観測デ 一タの導入によって1観測サイトで3次元的な流星の動きを調べることができるのか。
- 2 実験の概要

実験は本年4月末より、下記の要領で行っている。

(1) アンテナ設置場所:茨城高専校舎屋上に2素子八木アンテナを6本。設置場所の模式図を図1に示す。



信号師理ボードでLRを使用い 2ch 知理

M55-104

4 観測成果と考察2:流星の3次元的な動きを調べる

流星の3次元的な動きを調べる例として、 ロングエコーを取り上げる。とりあげるロ ングエコーは 5 月10日の午前8時16 分から17分にかけて観測したもので、上 から水平の西と東、水平の南北方向、垂直 方向東西及び南北の順序になっている。こ れらの画像に関して詳細に調べて、その時 間差や、受信強度差から、この流星なら西 から北、すなわち北東に向かっているので はないかと結論付けすることができる。な お、ここで観測したロングエコーは、流星 電波観測国際プロジェクト内のロングエコ ーライブラリに全国的に観測データがある ものである。

5 今後の課題と展開

この実験は、パソコンから生成された画 像内の流星数をカウントすることで行って (10分) いる。この画像は、1ch で一日144枚 吐き出される。コンピュータ等による完全 に自動化された解析手法の開発がこの手法 による観測を行う上できわめて重要である。

また、流星の動きを予測する際に3次元 的なシステムを用いれば大体の動きが分か ることが分かったが、この観測手法はロン グエコーのような分かりやすいものに対し てのみに限定して使える手法である。より



一般的にシュミレートできるようにデータの質も向上させなければいけないだろう。

今後は、観測の自動化を進めることと、高知工科大学でもこのシステムを用いた観測実験が始まるので、 双方のデータの比較の2点を進めていく予定である。 3 実験の成果と考察1:水平方向アンテナの向きの違いによる観測データの違い

5月25日から、5月30日にかけて観 測した水平の東西方向の流星数のグラフを 図2に示す。東西とも増減傾向としては ほぼ一致する。しかし、東側において測定 数が大幅に減少してしまう現象が観測され ている。

日周変化のピークにも東西の相違が観察 されている。西側のアンテナは東側のアン テナよりも早くピークが観察される。

南北方向の観測数は、東西方向ほどの差は 見られなかった。

いずれの現象も、地球の自転に伴なって流 星の突入角度の変化がする現象が東西方向 に限って生じているために見られると考え られる。 6ch Radio Meteor Observation at Ibaraki-NCT (East) Ibaraki National College of Technology and University of Taskuba



6ch Radio Meteor Observation at Ibaraki-NCT (West) Ibardei Mational College of Technology and University of Technolog



⁶ch Radio Meteor Observation at Iharaki-NCT (South) Inaraki National College of Technology and University of Earlishia



6ch Radio Meteor Observation at Ibaraki-NCT (North) Baraki Natizal College of Technology and University of Tsukuka



流星電波観測のさらなる有用性を目指して(中間発表)

小川宏

筑波大学自然学類 / 日本流星研究会 ogawa@nms.gr.jp

1 はじめに

流星は発光する際に周辺大気を電離し,流星の飛跡に沿って電子密度が高い部分が円柱状に分布する. 超短 波帯の電波は電離層において通常の電子密度では電離層を突き抜けるが,流星発光などで周辺大気の電子密度 が上昇すると,その電子によって散乱される. つまり,流星が発光する際に電波が散乱されるというシステム が構築される. これが「流星電波観測」である. この流星電波観測には,送信局で送信する電波を同じ場所で 受信する後方散乱と,送信局の電波を違う場所で受信する前方散乱とがある. 後方散乱は自身の観測地点で送 信と受信とを行うため,電波の打ち上げ角と送信から受信までにかかる時間が分かれば,流星の速度などを計 算することが可能となる. ところがこのシステム構築には莫大なお金がかかるため,レーダー観測で代表され るようにプロの観測者が主に行っている. 一方,前方散乱はひとつの送信局に対し,多数の観測サイトを設け ることが可能となる. しかも受信局側はアマチュア無線機などの受信機とアンテナがあればよいので,比較的 安価に実施することができる. 結果的に現在,アマチュアの愛で広がっている流星電波観測は主に前方散乱を 利用した観測である. 本研究では特に断りのない限り,「流星電波観測」は「前方散乱を用いた流星電波観測」 をさすこととする.

流星電波観測は 1971年,日本の鈴木和博氏が FM ラジオを用いた観測を世界で初めて実施し成功したこと に始まる (Suzuki 1976).その後,アマチュアの間に急速に普及し,数々の流星群を確実に観測するようになっ た.ところが日本では 1995年頃から FM 放送局が急激に増加し,この観測が難しくなった.そこで,アマチュ ア無線を利用した観測の試験が始まり,1996年頃からはほぼ定常観測となった (Maegawa 1999).2000年には 大川一彦氏によって Windows 環境での自動観測ソフトや専用受信機の開発で,その観測は一気に身近となり, 2001年以降は,世界的な流星電波観測プロジェクト,「流星電波観測国際プロジェクト」が運用され,23ヶ国 172地点の観測サイトがエントリーした (Ogawa et al. 2002).2002年には,1996年から主流であった福井高 専の前川公男氏による 53MHz に加えて,長野の矢口徳之氏が 28MHz の定常送信がなされるようになり (Usui et al. 2002),多波長観測 (Miyao 2003) などに大きな成果をもたらしてきている.流星電波観測のメリットは 何と言っても,「継続性」「安定性」であり,天候にも左右されず,また昼夜にも左右されない.さらに自動観 測を行うことで継続した観測が安定して運用されている.これに加えて,国際プロジェクトになることで,地 域依存性・サイト依存性を少なくし,輻射点高度や反射特性などの問題を解決した.

1998年頃から世間的に有名となったしし座流星群は,33.3年で太陽を公転する短周期彗星55P/Temple-Tuttle によってもたらされた流星群である.確かな記録としては902年から存在し,1833年や1866年,1966年に1 時間に数千~数万という激しい流れ星の嵐をもたらし,人々を驚かせてきた.近年も1998年に彗星が回帰し, 1999年,2001年,2002年と世界のどこかで1時間あたりの流星数が千個を超える流星雨となった.光学観測 によっても捕らえられてきたが,光学観測の欠点はデータが断片的になる可能性があり,天候に左右されてし まうことがあげられる.ところが流星電波観測では,そのようなことがないため,しし座流星群の経年変化を 見るには適した観測方法といえる.

そこで本研究では、天候に左右されずさらに常に流星群を観測している、流星電波観測国際プロジェクトならびに過去の Radio Meteor Observation Bulletin(RMOB)より、しし座流星群の経年変化を研究する.

さらに,他の主要流星群についても経年変化を調べ,最終的には眼視観測で求められる ZHR と流星電波観 測で得られる活動レベルとの相関まで言及しようと思う.

本研究は流星電波観測のこれからのさらなる有用性と流星天文学としての生き残りをかけた研究の序章で ある.

2 Activity Level Index

2.1 定義

しし座流星群の経年変化を見るために、今回は地域依存をなくさなくてはならないため、全世界の流星電波 観測データを統合する必要性がある.ところが、各観測地点で得られる流星数は、受信機やアンテナなどの観 測機器、送信局の種類や周波数、設置場所などの周辺環境に大きく依存し、得られる流星数は大きく変動する. 従って眼視係数観測のデータのように単純に値を平均化する事はできない.そこで、この解析を行うために相 対値 Activity Level: *A*(*t*)を採用し、これは以下の式で定義される (Ogawa et al. 2001).

$$A(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} A'(t)_{i}$$
(1)

$$A'(t) = \frac{H(t) - H_0(t)}{D_0} \cdot \frac{1}{\sin \theta}$$
(2)

ここで, H(t)は時間 t における観測エコー数,そして $H_0(t)$ はその時間におけるバックグラウンドのエコー数 を示している. D_0 は1日あたりの流星エコー数で,相対値にするための値である.これが各サイト毎に異な るため,結果的に各地で観測された流星活動が活動レベルという相対値で導き出されてくる.そしてその後の 項は,輻射点高度 θ の変化に伴う流量補正である.まず,各地のデータを式(2)で求め,あるサイトにおける Activity Level, A'(t)が求められる.その後,サイト数 N のデータを平均化し,その時間における最終的な Activity Level, A(t)を求める.ここで,標準偏差 $\sigma(t)$ も算出しておく.この Activity Levelは,式(1),(2)よ り,観測されている流星エコー数が通常レベルに比べて何倍の活動を示しているかという指標が導き出される.

2.2 輻射点高度の考慮

流星群による流星物質の地球に対する流量は,sin θによる.従って,補正としては,式(2)のように補正項 が加えられる.この事から,輻射点高度が低い場合,この補正値は大きくなり,過補正の可能性が高くなって データの信頼性は落ちる.従って,眼視観測同様,輻射点高度が20度以下のデータは切り捨てられている.ま た,流星群の輻射点が天頂近くになると流星電波観測の特性上,観測される流星数が減少するため(天頂効果), 今回のデータ解析には輻射点高度が20度以上80度未満のデータを使用している.世界的にこの基準でもデー タがとぎれることはないので,継続性という観点では特に問題はない.

2.3 異常データの除去

観測データも時には異常がある.特に海外データは観測からカウントまで自動で行っているケースが多く,他 局との混信,Eスボ,オーロラなど電離層における現象や,周辺ノイズが含まれる場合は,正常なデータが報告 されない.従ってこれらのデータを除去する必要がある.図1には,流星群活動が活発ではない,11月1日~ 10日(1999-2003年),12月26日~31日(2000年~2002年)の期間について各地のActivity Levelを求め,そ れぞれしし座流星群,しぶんぎ座流星群の輻射点高度が20度以上80度未満である時間帯のみをヒストグラムで 表示したものである.全データである14,175データから求められる平均値と標準偏差は,-0.00068±0.72248 である.平均値はほぼ0であり,流星群活動期間がない時期なので,多くのデータが0付近に分布しているこ とが分かる.ところが,中には-2.0や2.0という値もある.これらの意味することは,散在の二倍の活動が 見られているということであり,ほとんどが散在流星の出現期間でありながら,これらのデータは明らかに異 常値である.

さて、ここで、あるサイトの Activity Level: A'(t)が通常値かどうかは、以下の式3で判別することにする.

$$A(t) - n\sigma(t) \le A'(t) \le A(t) + n\sigma(t)$$

(3)

この条件式で,範囲内におさまっている A'(t) が正常値と見なされ,再度,式 (1), (2) によって計算され,最 終的な時間 t における Activity Level: A(t) が求まる.

さて問題は,式(3)におけるパラメーターnである.平均値から ± σ の範囲では,全体の 81.95%.11619デー タが正常値となる.一見,妥当ではあるがこれには大きな落とし穴がある.それはデータ数が少ないときであ り,例えば,各地の Activity Levelが,6.5,0.2,0.3,0.3,0.2,0.2 11.0 だとすると,平均値は 2.7で標準偏差は 4.4. この場合,明らかに見た感じで,11.0 と 6.5 の全データ 7 つの内 2 つが平均値を押し上げていることが 分かり,これらふたつは多数である 5 データに比べると異常値となる.ここで, $A(t) \pm \sigma$ を仮に正常値とする と,11.0 は異常値として除去されるが 6.5 は残る.従って,またこの時間における Activity Level はおかしい. この例はサンプル数が少なくて分布が比較的広いときに生じる.従って,n = 1 では値が大きすぎるのである. さて,それでは半分の n = 0.5 ではどうかというと,n = 0.5 では,データは全体の 64.25%となり,前述の例 もクリアできるが,半分強のデータが落とされることになるため,データ数が少ない時間帯にはその効果がむ しろデー多数低下へと悪影響を及ぼしてしまう.特に日本・ヨーロッパ・アメリカの主要観測国を埋めるパト ンゾーンが手薄になる.従ってn = 0.5ではやや小さい.このように試行錯誤をすると,経験則としてどうや ら, $n = 0.75(3/4\sigma)$ がうまくいく.n = 0.75の時は,全データの 72.00%が該当し,前述の例についても,正 常値が $-1.4 \leq A'(t) \leq 6.0$ となり,6.5の異常値もカットされて結果的に 0.2,0.3,0.3,0.2,0.2 となり,質の良 いデータ集計ができる.このようにして,今回も異常データ除去を行った.



図 1: 非流星群活動期における全サイトの Activity Levelのヒストグラム

ここで注意して頂きたいことは、Activity Levelを仮に一サイトで行っても、必ずしも正しい流星活動を捕 らえているわけではないということである、つまり、一サイトでは何時にピークが検出されたからといって、 それが流星群活動のピークではなく、そのサイトでのピークにしか過ぎないためである。この事は、地域性や 観測環境・機器に依存してピーク時間が動くことによるものである。本研究では、流星電波観測国際プロジェ クトの多くのデータを利用し集計しているため、これらの影響を最低限まで押し下げ、結果的にほぼリアルな 流星群活動を見ているといえるのである。その点だけはご注意頂きたい。

3 使用データ

本研究では 1998 年~ 2003 年までのしし座流星群の経年変化を解析するために, 1998 年~ 2000 年までは主 に Radio Meteor Observation Bulletin より, 2001 年以降は流星電波観測国際プロジェクトのデータを使用し ている.また,各年ともに,バックグラウンドの期間を 11 月 1 日~ 14 日 (サイトによっては 11 月 20 日~ 25 日)までとしている.

4 結果

統合した結果を図2に示す. 横軸が太陽黄経であり,縦軸がそれぞれ Activity Levelを示している. 縦線は R.McNaught 氏と D.Asher 氏が計算した [?], 各ダストトレイルによってもたらされる極大を示している. 数 字はそのダストトレイルの生成年である. 灰色で示している部分は,流星電波観測の観測画面がロングエコー の多発で飽和状態となり,正常な流星計数ができない時間帯である. 従ってこの灰色の時間帯は実際活動レベ ルが高いかもしれないし低いかもしれない.

各年において、予想された頃に極大を迎えているケースが多いが、それ以外にも極大を見いだすことのでき る時間帯も存在することが分かる.また、2001年以降データのばらつきが小さく、データ数が豊富なのは、流 星電波観測国際プロジェクトが組織されたためで、データ数も4倍~5倍となった.従って現段階では1998年 から2000年までのデータはサンプル数が十分とは言えない.

Year	Time (UT)	λ_{\odot}^{**}	Activity Level	Year	Time (UT)	λ_{\odot}^{**}	Activity Level
1998	Nov. 17 02^h	$234^{\circ}_{\cdot}549$	15.5*	2001	Nov. 18 05^h	235°915	4.62 ± 1.02
	Nov. 17 19^h	235°265	1.23 ± 0.02		Nov. 18 10^h	236°167	8.66 ± 1.67
	Nov. 18 04^h	235°638	3.14 ± 0.04		Nov. 18 17 ^h	236°419	$9.73 \pm 1.61^*$
	Nov. 18 06^h	235°729	3.78 ± 0.20		Nov. 18 23 ^h	236°672	5.03 ± 0.88
1999	Nov. 17 08 ^h	234°545	2.36 ± 1.28	2002	Nov. 19 04^h	$236^\circ_{\cdot}631$	$3.96 \pm 2.12^*$
	Nov. 18 02^h	235°301	10.81 ± 0.39		Nov. 19 11 ^h	$236^{\circ}_{\cdot}925$	6.19 ± 0.64
	Nov. 18 15^h	235°846	3.31 ± 1.63				
	Nov. 18 $18^{\rm h}$	235°977	1.98 ± 0.50				
2000	Nov. 17 07^h	235°250	0.93 ± 0.11	2003	Nov. 19 06^h	236°454	0.86 ± 0.10
	Nov. 18 03^h	236°087	4.95 ± 1.00		Nov. 19 15 ^{<i>h</i>}	236°832	2.54 ± 0.35
	Nov. 18 07^h	236°259	3.97 ± 0.36				

* エコーが飽和しているため値は参考程度

** 本論文で太陽黄経 (A...) はすべて 2000.0 年分点とする

表 1: 流星電波観測で観測された 1998 年~ 2003 年におけるしし座流星群のピーク時刻

1998年,17日2時台(以下すべて UT)にA(t) = 15.5を記録し、この年の最高活動レベルとなっているが、 この年は、ロングエコーが多発してカウントが不可能な状態に陥ってしまったので、Activity Levelの値がヨー ロッパを中心に跳ね上がり、結果的にはこの前後数時間は値が大きくばらつき、最高値が本当に15.5なのかも 怪しい.この数値そのものの信頼性は低いが、何らかの大きな活動があったことは確かである。この年はこの 他に18日4時台や6時台にもA(t) = 3程度の活動が観測されている。

1999年は18日2時台 (λ_{5} = 235°301)にA(t) = 10.81±0.39の活発な活動が捕らえられている、これはヨーロッパを中心として眼視でも観測された ZHR3700(by IMO)とほぼ同時刻である。この他にも、17日08時台にA(t) = 2.36±1.28、18日15時台にA(t) = 3.31±1.63のようなサブピークが観測されている。

2000年は3つの極大が観測されているものの、17日7時台に観測されたピークはA(t) = 0.93と、散在レベルよりやや高い程度の活動であり、顕著な活動ではなかった。18日03時台($\lambda_{\odot}= 236^{\circ}087$)と、18日07時($\lambda_{\odot}= 236^{\circ}259$)の極大は、それぞれA(t) = 4.95、A(t) = 3.97と明瞭な活動が捕らえられている。この年はアメリカのデータがなかったためデータがとぎれているが、幸運にも極大はすべてヨーロッパで検出されたため、活動の推定は行うことができた。

2001年は、大きな極大が二つ観測されており、ひとつは 18日 10時台 (λ_{\circ} = 236°167)の A(t)= 8.66であり、アメリカを中心に観測された。そしてふたつめは、18日 17時台 (λ_{\circ} = 236°419)の A(t)= 9.73で日本やオーストラリアなどアジア全域で観測されている。17時台の極大付近では、エコーが 1998年同様に飽和となったため、Activity Levelの値には不確定性が残る。1998年とは異なり、2001年は日本で飽和状態となった。日本の場合はカウントをマニュアルで実施しているため、実際の値よりも低く見積もられがちである。従ってこの数値はもっと高いかもしれない。この他、18日 5時台、18日 23時台にもそれぞれサブビークが観測されており、活動そのものは比較的複雑であった。

図 2: しし座流星群経年変化 1998年~ 2003年



MSS-105

2002 年は、ふたつの明瞭な極大のみが観測された.ひとつは 19日 4 時台 ($\lambda_{..}$ = 236°631)の A(t) = 3.96、 ふたつめは 19日 11 時台 ($\lambda_{..}$ = 236°925)の A(t) = 6.19である.4時台のピークは 1998 年や 2001 年と同じよ うに、ロングエコーによって飽和しているため、エラーバーも大きくなっており、この値の信憑性は低い.こ の年は特にサブピークは検出されていない.

2003 年は、活動レベルはかなり衰退したが、19日 15時台 (λ_{\odot} = 236°832)に $A(t) = 2.54 \pm 0.35$ の明瞭な極大を観測している.

5 考察

5.1 Lorentz 曲線を用いた出現状況の構造分析

Jenniskens et al. (2000) において, 1999 年のしし座流星群の ZHR 変動が Lorentz 曲線で近似されることを 述べた.本研究でも同様に, Lorentz 曲線を用いて,しし座流星群の出現状況を解析する.時刻 T における, Activity Level: A(T) は, Jenniskens et al. (2000) より以下の式で表すことができる.

$$A(T) = \frac{A_{max}W_{h}^{2}}{(T - T_{max})^{2} + W_{h}^{2}}$$
(4)

ここで, T_{max} は, 極大時刻(時), A_{max} は時刻 T_{max} における最大 Activity Level, W_h は半半値幅である. つまり, 極大前は W_h が Ascending Branch, 極大後が Descending Branch を示しており, $2W_h$ がいわゆる半値幅 (FWHM)である.

式 (4)を用いて、1999 年~2003 年までのしし座流星群の活動をフィッティングさせた、すると、毎年の活動 はいくつかの要素の足し合わせであることがわかる.そのグラフを図 3、図 4に示した.また、その各要素を表 2に示した.FWHM は、前者 (+)が Ascending Branch、後者 (-)が Descending Branch であり、-1.0/+2.0であれば、Ascending Branch が 1 時間、Descending Branch が 2 時間であることを示している.

1999年は、ふたつのケースに分けてみた.全体的に見ると、18日02時頃にメインピークを迎え、その後 ゆっくりとした減少を見せている.ここで、このゆっくりとした減少は、メインピークの裾であるのかそれとも 別のトレイルであるのかが問題である."1999A"は Activity Levelの値の変動にできるだけ忠実にフィッティ ングさせた結果である.そのため、実際の観測結果と極めて近い変動を見せている.この時特徴的なトレイル 要素は、Trail4 と Trail5 である.この二つのトレイルが極大後のゆっくりとした減少ならびにその時間帯で の増減を生み出している.この他、メインビーク前の凸凹もきれいにフィッティングされる.メインピークは "1999A"でも"1999B"でも 18日 02^h30" (λ_{0} = 235°31)に極大を持つトレイルがもたらしていることになる. 1999A では、FWHMが -1.0/+1.5(時)であるが、1999Bでは、FWHMが -1.0/+2.0と、Descending Branchが やや長い.さて、1999A において、Trail4 や Trail5、そして Trail1 や Trail2は、データ数が少ないケースもあ り、この変動がどこまで正しいのかは正直疑問がある.そこで、これらをなだらかな活動だと推測したものが "1999B"である。1999B たと、1999A で Trail1 と 2がもたらしたメインピーク前の凸凹が 1999B では Trail1 に相当し、Trail4 と 5に相当するものが Trail3 である.どちらのトレイルも FWHM は比較的長い、1999A と 1999B とどちらの方がより現実に近いのかを考えることは非常に難しいが、Trail4 と 5の谷間のデータ数は少 ないことから、1999B のフィッティングの方が妥当といえる。もちろん今後、新たなデータが入手できればこ れらの結果は変わることとなる.

2000 年は、比較的シンプルなフィッティング結果となった. 幅広いトレイルがひとつと、短い FWHM を持 つトレイルふたつとで構成されていることがわかる. 幅広い活動は、活動レベルも高くなく、 $A_{max} = 1.0$ で FWHM= ±6.0 となっている. 極大は 17 日 9 時台 ($\lambda_z = 235^\circ$ 3) である. メインは 18 日 02^h 30^m ($\lambda_z = 236^\circ$ 05) で、 $A_{max} = 5.0$ である.

2001年は、ロングエコー多発で飽和状態となったため、日本を中心としたアジアのデータはほぼ壊滅状態となった。その中でまず、結果に忠実にフィッティングさせた結果が "2001A" である。アメリカのビークは 18日 10⁶45^m (λ_{5} = 236°14)において A_{max} = 8.5、FWHM= -1.7/+1.0となって比較的鋭い極大となっている。 続いて、第二極大は、18日 17⁶30^m (λ_{5} = 236°43)の A_{max} = 10.0で FWHM= -1.5/+3.4と、Descending





図 3: Lorentz 曲線を用いたしし座流星群の構造 (1999 年~ 2001 年):(左)Activity Level が〇,曲線が全トレイ ルの合計値 (右)曲線が全トレイルの合計値, Trail1,2,3,4.5 がそれぞれ〇, ■, △, +, ◇



図 4: Lorentz 曲線を用いたしし座流星群の構造 (2002 年~ 2003 年)

		Trail 1	Trail 2	Trail 3	Trail 4	Trail 5
1999	$\operatorname{Time}(\mathrm{UT})$	Nov. 17 $10^{h}00^{m}$	Nov. 17 16^h30^m	Nov. 18 $02^{h}30^{m}$	Nov. 18 $07^{h}30^{m}$	Nov. 18 $15^{h}00^{m}$
А	A_{max}	2.5	1.2	11.0	3.0	3.2
	$\mathrm{FWHM}(\mathrm{hr})$	-2.0/+1.0	-3.0/+2.5	-1.0/+1.5	-0.5/+2.0	-1.2/+2.5
1999	$\operatorname{Time}(\mathrm{UT})$	Nov. 17 $10^{h}00^{m}$	Nov. 18 $02^{h}30^{m}$	Nov. 18 $12^{h}30^{m}$		
В	A_{max}	2.0	10.5	3.0		
	$\mathrm{FWHM}(\mathrm{hr})$	-3.0/+4.0	-1.0/+2.0	± 5.0		
2000	Time(UT)	Nov. 17 09^{h}	Nov. 18 $02^{h}30^{m}$	Nov. 18 $07^{h}15^{m}$		
	A_{max}	1.0	5.0	3.5		
	FWHM(hr)	± 6.0	-2.0/+1.5	-1.0/+1.5		
2001	$\operatorname{Time}(\mathrm{UT})$	Nov. 18 $05^{h}30^{m}$	Nov. 18 $10^{h}45^{m}$	Nov. 18 $17^{h}30^{m}$	Nov. 18 $23^{h}30^{m}$	
А	A_{max}	2.5	8.5	10.0	2.6	
	$\mathrm{FWHM}(\mathrm{hr})$	-4.0/+1.0	-1.7/+1.0	-1.5/+3.4	-0.6/+2.5	
2001B	Time(UT)	Nov. 18 $05^{h}30^{m}$	Nov. 18 $10^{h}45^{m}$	Nov. 18 15 ^h	Nov. 18 $17^{h}30^{m}$	Nov. 18 $23^{h}30^{m}$
В	A_{max}	2.5	8.0	2.0	11.0	2.5
	$\mathrm{FWHM}(\mathrm{hr})$	-1.5/+0.5	-1.2/+1.0	± 12.0	-1.0/+2.0	-1.0/+1.5
2002	Time(UT)	Nov. 19 $04^{h}00^{m}$	Nov. 19 $11^{h}30^{m}$			
А	A_{max}	3.2	7.0			
	$\mathrm{FWHM}(\mathrm{hr})$	-6.0/+2.0	± 2.5			
2002	Time(UT)	Nov. 19 $03^{h}30^{m}$	Nov. 19 $03^{h}45^{m}$	Nov. 19 $11^{h}00^{m}$		
В	A(t)	1.5	5.0	7.0		
	$\rm FWHM(hr)$	-10.0/+6.0	-1.6/+0.6	-1.2/+2.5		
2002	Time(UT)	Nov. 18 $23^{h}30^{m}$	Nov. 19 $04^{h}00^{m}$	Nov. 19 $06^h 30^m$	Nov. 19 $11^h 00^m$	The second s
С	A(t)	1.5	8.0	2.0	7.5	
	$\rm FWHM(hr)$	-3.0/+2.5	-2.0/+1.0	-0.5/+1.5	-1.5/+2.5	
2003	Time(UT)	Nov. 19 06^h30^m	Nov. 19 $15^{h}30^{m}$	Nov. 19 $18^h 30^m$		
	A_{max}	0.8	2.5	0.8		
	$\rm FWHM(hr)$	-3.0/+1.5	$-1.2/\pm0.8$	-1.5/+3.0		

表 2: 1999 年~ 2003 年しし座流星群活動を構成している各要素

Branch がやや長い. この他,第一極大前の 18日 05^h 30^m(λ_{c} = 236°01)に A_{max} = 2.5,第二極大後の 18日 23^h 30^m(λ_{c} = 236°68)に A_{max} = 2.6のトレイルをそれぞれ見いだすことができる. ところが,先ほども述べた が,2001Aのトレイルは全体的に半値幅が長い. 特に第二極大はエコーが飽和していることから,半値幅を考 えるともう少し A_{max} の値が大きければ半値幅が小さくなり,眼視観測結果とも結果が近くなる. 従って,第二極大の A_{max} の値が大きければ半値幅が小さくなり,眼視観測結果とも結果が近くなる. 従って,第二極大の A_{max} を半値幅から推測し,さらに,全体的に半値幅を押さえるために,幅広いトレイルを想定して フィッティングさせた結果が "2001B"である. 2001Bでは,しし座流星群のバックグラウンド活動として,18日 15時台が極大となるように,半値幅±12時間という幅広いトレイルを敷く. これによって全体の活動の裾が うまくフィッティングする. そしてそれに加えて,Trail1.2.4.5が活動しているとする. 第一極大は A_{max} = 8.0となり,半値幅もやや狭くなる. そして肝心な第二極大は,半値幅が -1.0/+2.0とすると, A_{max} は 11.0な くては説明がつかない. 従って,エコーの飽和によってカウント値が押さえられ,実際はカウント結果よりも高かったと推測ができる. この他, "2001A"で検出されている Trail1 や Trail4も, "2001B"で同様に同時刻 に検出されているが,半値幅がや短くなっている. さて,2001Aと 2001Bのフィッティングが妥当であると考えられる. 従って,2001 年はしし座流星群のバックグラウンド活動あるいは古いダストトレイルの活動に,FWHM が短いシャープなトレイルが存在したと考えられる.

2002年の活動は全体的には明瞭なピークふたつしか存在していないため、フィッティングは比較的容易だと

思われる."2002A"は結果に忠実にフィッティングさせた結果であり,19日 04⁶00^m にピークを迎える Trail1 と、19日11⁴30^m にピークを迎える Trail2 でフィッティングすることができてしまう. ところが、大きな問 題として, FWHM が非常に大きな数値となってしまう. Traill の FWHM は, -6.0/+2.0, Trail2は ±2.5 と,非常に広い.加えて,19日4時頃はエコーが飽和しているため,Activity Levelの値は低く抑えられてい る可能性があり、半値幅からするともっと値が高い可能性がある.19日4時のピーク前と後には比較的幅広 い活動が観測されていることから、"2002B"では、比較的広めな活動をもつトレイルを想定した。2001Bの ように,しし座流星群のバックグラウンド活動を 2002B の Trail3 として示した. 19 日 03^h30^m(λ₀= 236°59) に Amax = 1.5 で FWHM= -10.0/ + 6.0 となっている. このバックグラウンド 活動を背景として, 19 日 $03^{h}45^{m}(\lambda_{\odot}=236^{\circ}_{.}60)$ & $A_{max}=5.0$, FWHM=-1.6/+0.6 ∂ Traill \geq , 19 \exists $11^{h}00^{m}(\lambda_{\odot}=236^{\circ}_{.}90)$ & Amax = 7.0, FWHM = -1.2/+2.5の Trail2 とが活動している.半値幅も 2002A に比べると眼視観測結果に 近づき、2002A よりは 2002B の方が良いフィッティング結果といえそうである.ところで、2002B での Trail3 は、裾の広い活動ではなく、活動を細かくわけることもできる. それが 2002C である. 19日 04⁴00^m のピーク の前の18日23⁴30¹¹に極大を迎えるTrail1によって、活動が始まり、ピーク後はTrail3が活動を引き継ぐよ うな形となっている.こちらも比較的きれいな結果となるが、2002Bのようにバックグラウンド的な活動があ ると考えた方が自然な感じもするのが事実で、2002Bが現時点では最も妥当なフィッティングであると言える. 2003 年の活動の主体は、Trail2によって生み出されている。Trail2は、19日 15^h 30^m ($\lambda_{\odot} = 236^{\circ}$ 83)に

 $A_{max} = 2.5$, FWHM= -1.2/+0.8の極大を迎えている、そしてこの前後に FWHM がやや広めの Traill と Trail3 が検出されるが、Activity Levelの値は低く、とても活発なトレイルがあるとは言い難い、フィッティン グそのものはよい結果となっている、

5.2 流星電波観測による観測結果と予報との比較・各年の状況

まずは各年の流星電波観測で観測されている極大と、予想された極大を比較した結果を表3に示す.

1998 年はエコーの飽和している時間が長かったことと、データ不足のため、フィッティング作業が困難であった.従って今回は 1999 年以降しかフィッティング作業は行っていない.表3には 1998 年のみ、極大時刻を示している.1999 年以降は、すべてトレイルを示し、フィッティングパターンがいくつもある場合は、前章で一番妥当と示したフィッティングパターンを参照している.トレイル No.は、R99T1 であれば、1999 年の電波 観測から検出された Trail1(表2より)という意味である.

1998年について、17日2時付近に観測されている極大は、ロングエコーの多発であるが、McNaught-Asher は1333年という古いダストトレイルによってもたらされたとしている.ただし、極大時刻などのデータが現在 手元にないため、実際どのくらいの時間にどのくらいの規模で起こったのかはわからない.またこの年は共鳴 の効果も加わってより一層明るい流星が豊富であったことが考えられる.18日04時台の極大は1866年、18日 6時台は1833年生成のダストトレイルの極大時刻と近くなっていることがわかる.活動レベルもはっきりして おり、予報と結果とが良く一致している.ただし、1932年トレイルはダストトレイルとの距離が+0.0055AU と遠かったためか Activity Levelの値はあまり上昇していないため、このトレイルに相当する極大があったの かどうかはいささか不明瞭なところがある.このあたりは議論の余地があるといえる.もちろんこの年はデー タ数が多くはないのでデータの信頼性の面でも要検討である.

1999年は、メインピークを構成した R99T2が 1932年や 1899年トレイルと良い一致を示している。特に 1899年トレイルは、地球との距離が 0.0007AU とかなり接近したため、R99T2は 1899年トレイルに相当する 可能性が高い.他の R99T1や R99T3は現段階では似た傾向となる予報は発表されていない。ひとつの解釈と しては、半値幅が非常に大きいことから、しし座流星群のバックグラウンド的な活動であることも考えられる。

2000年は,見事に観測から検出された,R00T1,R00T2,R00T3がそれぞれ1932,1733,1866年生成ダストトレイルに該当すると言える.若干時間が離れているものもあるが,R00T3などは1866年生成のダストトレイルと見事な一致といえる.

2001 年について、まず、1767 年生成のダストトレイルに相当するのは R01T2 である. 極大時刻と 1 時間近い差があるが、Lyytinen et al. (2001) では、このトレイルは 18 日 $10^{h}28^{m}(\lambda_{*} = 236^{\circ}133)$ に遭遇し、

Year	Est	Estimated Trails by Radio Meteor Observation					Predictions by McNaught and Asher			
	Trail No.	Time (UT)	λ_{\odot}	A(t)	FWHM(hr)	Time (UT)	λ_{G}	Dust Trail		
1998		Nov. 17 02^{h}	$234^\circ_{\cdot}55$	15.5				1333		
	-	Nov. 17 19^h	235°27	1.23 ± 0.02		Nov. 17 $19^{h}34^{m}$	$235^\circ27$	1932		
	i latt	Nov. 18 04 ^h	$235^\circ_{\cdot}64$	3.14 ± 0.04		Nov. 18 $04^{h}08^{m}$	$235^\circ_{.}63$	1866		
	100	Nov. 18 06 ^h	$235^\circ73$	3.78 ± 0.20	1 x x 1	Nov. 18 $07^{h}56^{m}$	235°,79	1833		
						Nov. 18 $09^{h}22^{m}$	$235^{\circ}_{.}85$	1799		
1999B	R99T1	Nov. 17 $10^{h}00^{m}$	$234^\circ_{\cdot}62$	2.0	-3.0/+4.0					
	R99T2	Nov. 18 $02^{h}30^{m}$	$235^{\circ}_{\cdot}31$	11.0	-1.0/+1.5	Nov. 18 $01^{h}43^{m}$	235°27	1932		
						Nov. 18 $02^{h}07^{m}$	235°_{29}	1899		
	R99T3	Nov. 18 $12^{h}30^{m}$	$235^{\circ}_{\cdot}73$	3.0	± 5.0					
						Nov. 18 $19^{h}59^{m}$	$236^\circ_{\cdot}04$	1866		
2000	R00T1	Nov. 17 09 ^{<i>b</i>}	235°3	1.0	± 6.0	Nov. 17 $07^{h}53^{m}$	$235^\circ27$	1932		
	R00T2	Nov. 18 $02^{h}30^{m}$	$236^\circ_{\cdot}05$	5.0	-2.0/+1.5	Nov. 18 $03^{h}44^{m}$	$236^\circ_{\cdot}10$	1733		
	R00T3	Nov. 18 $07^{h}15^{m}$	$236^\circ_{\cdot}25$	3.5	-1.0/+1.5	Nov. 18 $07^{h}51^{m}$	$236^\circ28$	1866		
2001B	R01T1	Nov. 18 05 ^h 30 ^m	236°01	2.5	-1.5/+0.5					
	R01T2	Nov. 18 $10^{h}45^{m}$	$236^\circ_\cdot 14$	8.0	-1.2/+1.0	Nov. 18 $09^{h}55^{m}$	$236^\circ11$	1767		
	R01T3	Nov. 18 15 ^h	236°_{3}	2.0	± 12.0					
	R01T4	Nov. 18 $17^{h}30^{m}$	$236^{\circ}_{.}43$	11.0	-1.0/+2.0	Nov. 18 $17^{h}24^{m}$	$236^{\circ}42$	1699		
						Nov. 18 $18^{h}13^{m}$	$236^{\circ}46$	1866		
	R01T5	Nov. 18 $23^{h}30^{m}$	236°68	2.5	-1.0/+1.5					
2002B	R02T1	Nov. 19 03^h30^m	$236°{}^{\circ}59$	1.5	-10.0/+6.0		1.27			
	R02T2	Nov. 19 $03^{h}45^{m}$	$236^{\circ}_{-}60$	5.0	-1.6/+0.6	Nov. 19 $03^{h}56^{m}$	$236^\circ_{\cdot}61$	1767		
	R02T3	Nov. 19 $11^{h}00^{m}$	$236^\circ_{\cdot}90$	7.0	-1.2/+2.5	Nov. 19 $10^{h}34^{m}$	236°_189	1866		
2003	R03T1	Nov. 19 $06^{h}30^{m}$	$236^\circ_{\cdot}45$	0.8	-3.0/+1.5	Nov. 19 $06^{h}30^{m}$	$236^\circ_\cdot 45$	1533		
	R03T2	Nov. 19 $15^{h}30^{m}$	236°83	2.5	-1.2/+0.8	Nov. 19 $16^{h}50^{m}$	236°89	1733		
	R03T3	Nov. 19 $18^{h}30^{m}$	236°96	0.8	-1.5/+3.0	Nov. 20 $00^{h}50^{m}$	$237^\circ_{\cdot}22$	1333		

表 3: 電波で観測された極大と McNaught-Asher の予報との比較

FWHM=-53min/+62minと予想されていることから,R01T2は、すばらしい一致といえる.次にR01T4の トレイルだが、18日17⁶30^m(λ₂=236°43)に極大が観測されているが、前述の通り飽和しているため、この時刻 は参考程度である.予想では 1699 年と 1866 年のダストトレイルが連続的に遭遇することになっており, R01T4 のトレイルはこれらふたつの集合体と言えそうである.ただし、R01T4のトレイルをふたつに分離するのは不 可能に近い. R01T4のトレイルの活動規模は,半値幅から Amax = 11.0と推測されており,結果的には 1999 年の R99T2と同じ活動レベルであったことが伺える.この他この年は,R01T1トレイルが R01T2トレイルの 極大前に活動している.このトレイルは今のところ予報で該当するものがないが、18日 05⁴30^m(λ.= 236°01) に極大を迎えている.そして,18日 23^h30^m(λ.= 236°68)で極大を迎える R01T5 トレイルも予報は出ていな い. これは Ogawa and Uchiyama (2001) でもピークの存在が指摘されており, Ogawa et al.(2002) では,日 本国内の電波観測結果より, 18 日 21^h 30^m(A₁= 236°639)に FWHM=-45min/+40min のピークが検出さ れている.ただし規模はわからない.よってこの R01T5 トレイルはこれと同様であると考えられる.さて, Lyytinen et al. (2001)では, 1599 年や 1633 年といった古いダストトレイルが 18 日 19^h10^m 頃に極大を迎える と予想された、そこで R01T5トレイルがこのトレイルに該当するかどうかを考えるが、Lyvtinen et al. (2001) では、これらの古いトレイルは幅広い活動を持っており、FWHMが280分より長いと予想している。従って、 FWHM=-1.0/+1.5という R01T5トレイルとはあまり似ておらず,結果としてはこれらの古いトレイルで はないと考えられる.最後に,R01T3トレイルについてだが,このトレイルは FWHM=±12.0という幅広い 活動を持っている。もちろんこれに該当するダストトレイルは予想されていないが、しし座流星群のバックグ

ラウンド的活動であるかもしくは古いダストトレイルによる活動である可能性がある.古いダストトレイルは あまり計算されていないことから、このような活動が、しし座流星群のバックグラウンド活動かどうか興味深 いところである.

2002年は、プロファイルBを採用したため、R02T2とR02T3はそれぞれ1767年、1866年生成のダストト レイルと近い一致を示し、R02T1トレイルは特に該当するものはない. R02T1トレイルは、2001年の R01T3 トレイルと同様に幅広い活動を供給しており、これが古いダストトレイルによるものなのか、それともしし座 流星群のバックグラウンド活動なのか興味深いところである.さて,R02T2トレイルは,予想された極大よ りもやや早い結果ではあるが、Vaubaillon (2002) や、Lyytinen et al. (2002) などとも比較的近い結果となっ ている. Vaubaillon (2002)では 1767 年のトレイルは, 19 日 04^b04m(A. = 236°613), FWHM= 2と予想さ れ, Lyytinen et al. (2002)では 19日 04 ${}^{h}03^{m}(\lambda_{0} = 236^{\circ}612)$, FWHM= 1.76 と予想されている. R02T2ト レイルは, 19日 03⁴45^m(λ...= 236°60), FWHM= -1.6/+0.6と予報よりやや極大が早くやや半値幅が広い が、比較的良い一致となった.時刻の不一致はやはりエコーの飽和によるものだと考えられる.次に R02T3ト レイルは, 1866 年生成のダストトレイルと近い一致を示している.予想された半値幅は, Vaubaillon (2002) では 3 時間, Lyvtinen et al. (2002)では 2.03 時間と比較的長い. 実際は -1.2/ + 2.5 時間と, 極大後の減 少時間がゆっくりとしているが,ほぼ予想通りの結果となった.極大時刻も, Vaubaillon (2002)では,19日 $10^{h}47^{m}(\lambda_{\odot}=236^{\circ}895)$, Lyytinen et al. (2002) čt 19 $\exists 10^{h}40^{m}(\lambda_{\odot}=236^{\circ}890)$, McNaught-Asher t 19 \exists 10^h34^m(λ₅= 236°89)と,予想より若干遅めの結果となった.ただしこれは IMO の眼視観測結果と同傾向で あり、1866年生成のダストトレイルによる極大そのものが実際はもう少し遅かった可能性が考えられる、注目 されるヨーロッパとアメリカピークとどちらの方が活動度が高かったかということであるが、全体のプロファ イルとしてはほぼ同等だが,R02T2トレイルとR02T3トレイルとを比べると,R02T3トレイルの方が規模と しては大きい活動であったという結果になっている.従って,明るい流星はヨーロッパ方面で多かったが,流 量そのものはアメリカピークの方が多かった可能性が高い、ただし、R02T2トレイルの極大は半値幅から推測 されているため,不確定な要素ではある.

2003年は、1733年生成のダストトレイルによる活動が R03T2トレイルとして 19日 15^h30^m(λ_{0} = 236°83) 明確に観測されている.ただしこのダストトレイルは McNaught-Asherによると、19日 16^h50^m(λ_{0} = 236°89) と予想されているが、Lyytinen らによると、19日 0^h25^m(λ_{0} = 236°197)と予想されており、R03T2トレイ ルが 1733年生成のダストトレイルかどうかは確定することができない.ただ、活動レベルとしては比較的高 く、はっきりとした極大であることは間違いない.この他、1533年生成のダストトレイルと思われる活動が、 R03T1トレイルに見られるが、Activity Levelの値が低く、しし座流星群のバックグラウンド活動の一部かも しれない.また、R03T3トレイルには該当するダストトレイルは今のところ特に見受けられない.半値幅は比 較的広く、Activity Levelの値も低いのが特徴的である.

6 他の主要流星群における経年変化

6.1 しぶんぎ座流星群

しし座流星群の経年変化を調べたように,他の流星群においても調べてみた.まずはしぶんぎ座流星群であ る.集計方法はしし座流星群と同様である.2001年から2004年までのデータを解析し,その結果を図3に示 す.図中には求められた Activity Levelの値と,その結果から Lorentz 曲線でフィッティングさせた結果を示 している.2002年においては,極大期のデータがあまりそろっていないので推定でプロファイルを決定してい る.これらのプロファイルの各要素を表4に示す.

2001 年から 2004 年まで 3 つから 4 つのトレイルで構成されていることが分かる.また,バックグラウンド 活動のような比較的幅広い活動が存在していることも分かる.しぶんぎ座流星群は鋭い極大というイメージが つきまとっているが,Activity Level の値が高いトレイルでも比較的その半値幅は長いことが見て取れる.

2004年は前年に比べて活動が活発であったのは、トレイル Q04T4と半値幅が広い Q04T3 がうまく重なった ためである.トレイル毎に比較すると、2003年は Q03T2と同じ活動レベルであるため、決して大量のダスト をもたらすトレイルがぶつかったわけではないこともわかる.2002年は Q02T2や Q02T3トレイルの Activity



図 5: しぶんぎ座流星群経年変化 2001 年~ 2004 年:曲線は Lorentz 曲線フィッティング結果

M55-105

Year	Trail No.	Time (UT)	$\lambda_{(i)}$	A_{max}	FWHM(hr)
2001	Q01T1	Jan. 03 $06^{h}30^{m}$	282°94	1.5	-8.0/+8.0
	Q01T2	Jan. 03 $16^{h}00^{m}$	283°35	5.5	-1.1/+1.5
	Q01T3	Jan. 03 $21^{h}30^{m}$	$283^{\circ}_{.}58$	4.0	-3.0/+4.0
2002	Q02T1	Jan. 03 $03^{h}30^{m}$	$282^{\circ}_{\cdot}55$	1.5	-7.0/+24.0
	Q02T2	Jan. 03 $17^{h}30^{m}$	$283^{\circ}_{.}15$	9.0?	-1.8/+1.5
	Q02T3	Jan. 03 $21^{h}30^{m}$	283°32	7.0	-1.0/+2.5
2003	Q03T1	Jan. 03 $09^{h}30^{m}$	282°55	1.3	-2.0/+3.0
	Q03T2	Jan. 03 $20^{h}30^{m}$	283°01	6.0	-2.0/+2.0
	Q03T3	Jan. 04 $02^{h}30^{m}$	283°27	2.5	-2.0/+1.5
	Q03T4	Jan. 04 $10^{h}00^{m}$	283°59	3.3	-2.0/+1.5
2004	Q04T1	Jan. 02 $22^{h}30^{m}$	281°82	0.5	-6.0/+6.0
	Q04T2	Jan. 03 $16^{h}30^{m}$	282°58	2.0	-1.2/+2.0
	Q04T3	Jan. 03 $23^{h}30^{m}$	282°88	2.0	-6.0/+6.0
	Q04T4	Jan. 04 $05^{h}00^{m}$	283°11	6.0	-4.0/+2.5

表 4: 2001 年~ 2004 年におけるしぶんぎ座流星群の各トレイル成分

Levelの値がかなり大きく出ているが、データが不足していることから、参考程度として見て頂きたい.

ここ数年間の経年変化を見てみると、合計された全活動の極大レベルには差が生じているが、各成文に分け てトレイル毎にみると、そこまで大きな変化はないことが分かる.従って、ここ数年間のしぶんぎ座流星群の 活動はほぼ横ばいであるといえる.ただし、これまで持っていたイメージよりも半値幅が広いので、今後の追 跡解析などに期待が寄せられる.

6.2 ペルセウス座流星群

ペルセウス座流星群についても同様に 2001 年以降の経年変化を調べてみた. Lorentz 曲線にフィッティング したのが図 6 で,各要素を表 5 に示した.

図6ならびに表5より、各ピークならびにトレイル要素が日本の観測時間帯で主に観測されていることが分か

Year	Trail No.	Time (UT)	λ_{\odot}	A_{max}	FWHM(hr)	
2001	P01T1	Aug. 12 $16^{h}30^{m}$	140°01	2.0	-1.0/+2.5	
	P01T2	Aug. 12 $22^{h}30^{m}$	140°25	1.0	-1.5/+3.0	
	P01T3	Aug. 13 $15^{h}30^{m}$	140°93	2.0	-1.0/+5.0	
2002	P01T1	Aug. 12 $19^{h}30^{m}$	1 39 °88	2.0	-3.0/+3.5	
	P01T2	Aug. 13 $21^{h}30^{m}$	$140.^{\circ}92$	1.0	± 3.0	
2003	P01T1	Aug. 12 $18^{h}30^{m}$	139°60	1.0	-4.0/+2.0	
	P01T2	Aug. 12 $23^{h}30^{m}$	139°80	2.0	-2.0/+1.5	
	P01T3	Aug. 13 $18^{h}30^{m}$	140°56	1.0	-2.0/+4.0	

表 5: 2001 年~ 2003 年におけるペルセウス座流星群の各トレイル成分

る.これが真か否かはかなり問題であるが、今後世界のデータを増やすことによってこれらの問題は解決され るであろう.また、すべてに共通することは、ペルセウス座流星群の場合、Activity Levelの値が全く上昇し ないということである.算出式において、バックグラウンドの定義が難しいこともひとつの要因ではあるが、 ペルセウス座流星群の対地速度が速いこともこれに効いてきているものと考えられる.

1455-105



図 6: ペルセウス座流星群経年変化 2001 年~ 2003 年: 曲線は Lorentz 曲線フィッティング結果

6.3 ふたご座流星群

ふたご 座流星群でも試みたが、天頂効果が非常に効いてきているため、Activity Level の値の統合が非常に 難しい. 今後データ数を増やして輻射点高度の制限を 50 度以下などに下げるか、あるいは日本など中緯度の データを除くなどの処置をしないと、正しいふたご座流星群の活動評価が困難であると思われる. 今回はそれ 故、フィッティング作業をしての経年変化解析は行っていない.

7 Activity Levelと眼視観測 ZHR との関連

7.1 関連を見るための方法

今回は,1999年~2002年までのしし座流星群,2001年~2003年までのしぶんぎ座流星群,そして2001年 と2002年のペルセウス座流星群において,眼視で報告されている ZHR(Zenithal Hourly Rate)と,流星電波 観測の解析で使用されている Activity Level との関連性を議論する.

まずは, IMO ならびに NMS による ZHR に該当する Activity Level の値を引き出し,分布図を作成,最小 二乗法によって線形近似する.

7.2 しし座流星群において

しし座流星群において、1999年から 2003年までの ZHR と Activity Level との分布図を図7に示す. 続い



図 7: 1999 年~ 2003 年しし座流星群における ZHR と Activity Level との関係 (右図は ZHR500 以下を拡大): 1999 年:○, 2000 年:□, 2001 年:△, 2002 年:+

て,図7より,最小二乗法を用いて線形近似すると図8のようになる.その線形近似された直線は次の式で表 される.

$$A(t)_{Leo} = 0.024 \times ZHR(t) \qquad (ZHR \le 162) \tag{5}$$

$$A(t)_{Leo} = 0.003 \times ZHR(t) + 3.405 \qquad (ZHR > 162) \tag{6}$$

ZHR162が境界となっているが、この数値は Activity Levelの値に換算すると 3.9に相当する.従って、Activity Levelの値が 3.9以下の場合は式 (5)を用いて、それより大きい場合は、式 (6)を使用することとなる.ただ、この数値に何の意味があるのかは今のところよくわからない.たた、この境界を 4.0 とすると実はうまくいかない.また、このように傾きが変化するのは、おそらくしし座流星群で ZHR500 ともなると飽和する可能性が
高くなるからであろう.1998年は ZHR357であったにもかかわらず長時間にわたって観測画像が飽和してし まっている.かなりロングエコーの量などの依存されるところもあるが,しし座流星群では比較的毎年同じ値 を取っている.



図 8: 図7における分布図の最小二乗法による線形近似

7.3 しぶんぎ座流星群において

2001 年~ 2003 年のしぶんぎ座流星群においても同じように,関係を調べた.その結果の図が図9である. 図の中でふたつの近似曲線が描かれている.ひとつはしし座流星群の時と同じ線形近似である.ただし,この



図 9: 2001 年~ 2003 年しぶんぎ座流星群における ZHR と Activity Level との関係

近似では、ZHR が小さいときと大きいときでばらつきが大きかったので、二次関数でフィッティングさせた. すると比較的よく合う.それらふたつは以下の式(7)、(8)で示される.

$$A(t)_{Qua} = 0.038 \times ZHR(t)$$
(7)

$$A(t)_{Qua2} = 0.0002 \times ZHR(t)^2 + 0.015 \times ZHR(t)$$
(8)

近似としては A(t)Qua2 の方がよい結果となっている.

7.4 ペルセウス座流星群において

最後にペルセウス座流星群においても同じように、ZHR と Activity Level との関連を調べた.ただし、眼視 も電波もデータ数が不足していることから、あまり良好な結果は得られていない.一応、仮結果として以下の 式 (9) のように線形近似をすることができる.

$$A(t)_{Per} = 0.028 \times ZHR(t) \qquad (preliminary) \tag{9}$$

このように一応求められるが,あくまで参考として扱って頂きたい.

7.5 全流星群の ZHR と Activity Level との関係

ここまで求めてきた線形近似をひとつのグラフにしたものが図10である.図10より、対地速度が遅い流星



図 10: しし座流星群, しぶんぎ座流星群, ペルセウス座流星群(仮)における線形近似結果

群の方が急な勾配となっていることが分かる.これは関係あるのかないのか現時点では断定ができないが,対 地速度が速い流星群は流星電波観測にとって受信しにくい.これがハイトシーリングである.やぎ座流星群や みずがめ座δ流星群がペルセウス座流星群に匹敵するようなエコー数を記録することは有名である.これらの 対地速度はペルセウス座流星群に比べるとかなり遅い.従って,この傾きは対地速度による違いを指し示して いる可能性がある.

7.6 これらの関係を用いた 2003 年しし座流星群と 2004 年しぶんぎ座流星群の ZHR 推定

それでは,式 (5) ~式 (8) を用いて,2003 年しし座流星群と 2004 年しぶんぎ座流星群における ZHR を Activity Levelの値から推定する.図 11 と図 12 にそれぞれ 2003 年しし座流星群と 2004 年しぶんぎ座流星群に おける推定結果を掲載する.ここで,Activity Levelから導かれた ZHR を ZHR_Rとし,実際に IMO が発表し ているデータを ZHR_V とする.図 11 より,ZHR_Rの最大値は 19 日 15^h30^m(λ_{c} = 236°83) にZHR_R = 105.9

MSS-105



図 11: 左: 2003 年しし座流星群における ZHR の推定結果 (〇: *ZHR_R*, ■: *ZHR_V*) 図 12: 右: 2004 年しぶんぎ座流星群における ZHR の推定結果 (〇: NMS による *ZHR_V*)

と見積もられる.実際の結果は IMO によると、19日 $15^{h}07^{m}$ に $ZHR_{V} = 63 \pm 4$ となっている.この値の食 い違いの原因はおそらく日本ではまだ輻射点高度が 20度付近なので、電波観測地点の補正が過修正になった ことも考えられる.そのためかその後は $ZHR_{R}40 \sim 60$ で落ち着いている.これと他の結果からまずまずの一 致といえる.

さて一方,2004年しぶんぎ座流星群については,図12より,断片的な眼視データしかないが,*ZHR_R*はなか なか良い傾向を示している.ここで,式(7),(8)の二パターンを比べたところ,結果的にはやはり,式(8)の方が 近い結果となった.式(7)では,*ZHR_R*の最大値が4日04^h30^m(λ_{z} =283°09)に,*ZHR_R*=190と見積もられ る.一方,式(8)からは,*ZHR_R*=150ほどとなる.断片的な眼視データではあるが, λ_{o} =282°6-282°8付近で *ZHR_V*という結果がある.同時間帯に,式(7)では,*ZHR_R*=60-70であるが,式(8)では*ZHR_R*=90-100 となる.近似については特に線形近似にこたわる必要性はどこにもないので,より適切な近似を行って,ZHR を推定できるようさらなる研究が必要である.

本章では、Activity Levelから ZHR へ変換する方法を研究・紹介した.これまで、電波で観測されてきた データは ZHR にもならないという事で、活動の相対的な面しか見えていなかったが、今後この研究が進めば、 流星電波観測から ZHR を求める時が近づくであろう.同時に、使用周波数や反射領域、観測機器の校正など も視野に入れて考えなければならない.

8 まとめ

今回は多岐にわたって研究報告をしたが,流星電波観測も,サイト数が増加したことによって,できること が増えてきたことは確実である.流星電波観測の流星天文学的地位を向上させるためにも,今後さらなる研究 が必要であるといえる.流星電波観測の生き残りをかけて,次なるステップを踏んでいければと思う.本研究 に際し,流星電波観測国際プロジェクトならびに Radio Meteor Observation Bulletin のデータを大量に使用 させて頂いた.観測者の皆様方に深く感謝の意を表したい.

参考文献

 Alrt R. and Brown P. (1998) "Bulletin 14 of the International Leonid Watch: Visual Results and Modelling of the 1998 Leonids", WGN, 27:6, 267-285.

- [2] Alrt R., Bellot Rubio L., Brown P. and Gyssens M. (1999) "Bulletin 15 of the International Leonid Watch: First Global Analysis of the 1999 Leonid Storm", WGN, 27:6, 286-295.
- [3] Alrt R. and Gyssens M. (2000) "Bulletin 16 of the International Leonid Watch: Results of the 2000 Leonid Meteor Shower", WGN 28:6, 195-208.
- [4] Arlt R., Kac J., Krumov V., Buchmann A. and Verbert J. (2001) "Bulletin 17 of the International Leonid Watch: First Global Analysis of the 2001 Leonid Storms", WGN 29:6, 187-194.
- [5] Arlt R., Krumov V., Buchmann A., Kac J. and Verbert J. (2002) "Bulletin 18 of the International Leonid Watch: Preliminary Analysis of the 2002 Leonid Meteor Shower", WGN 30:6, 205-212.
- [6] Jenniskens P., Crawford C., Butow S.J., Nugent D., Koop M., Holman D., Houston J., Jobse K., Kronk G. and Beatty K. (2000) "Lorentz Shaped Comet Dust Trail Cross Section from New Hybrid Visual and Video Meteor Counting Technique Imprications for Future Leonid Storm Encounters", *Earth, Moon and Planets*, 82-83, 191-208.
- [7] Lyytinen E., Nissinen M. and Van Flandern T. (2001) "Improved 2001 Leonid Storm Predictions from a Refined Model", WGN, 29:4, 110-118.
- [8] Lyytinen E., Van Frandern T. and Nissinen M. (2002) "Leonid Predictions for the Year 2002", http://www.ursa.fi/ursa/jaostot/meterit/ leoeng02.html.
- Maegawa, K. (1999) "HRO: A new forward-scatter observation method using a Ham-band beacon", WGN 27, 64-72
- [10] McNaught R. H. and Asher D. J. (1999) "Leonid Dust Trails and Meteor Storms", WGN, 27:2, 85-102.
- [11] McNaught R. H. and Asher D. J. (2001) "The 2001 Leonids and Dust Trail Radiants", WGN, 29:5, 156-164.
- [12] McNaught R. H. and Asher D. J. (2002) "Leonid Dust Trail Structure and Predictions for 2002", WGN, 30:5, 132-143.
- [13] Miyao, K., Ogawa, H. (2003) "Research for the Characteristics of Meteor Shower from Multi-Frequency Radio Observation", International Meteor Conference 2003
- [14] Ogawa, H., Toyomasu, S., Ohnishi, K., Maegawa, K. (2001) "The global monitor of meteor streams by Radio Meteor Observation all over the world", *Proceeding of the Meteoroids 2001 Conference*, 189-191
- [15] Ogawa H., Toyomasu S., Ohnishi K. and Maegawa K. (2002a) "The Leonid 2001 Project by Radio Meteor Observations", WGN, 30:4, 105-109.
- [16] Ogawa, H., Toyomasu, S., Ohnishi, K., Amikura, S., Maegawa, K., Jenniskens, P. (2002) "The 2002 Leonids as Monitored by the International Project", WGN, 30, 225-231
- [17] Ogawa H., and Uchiyama S. (2001) "The 2001 Leonids Meteor Storm over Japan". WGN, 29:6, 206-213.
- [18] Suzuki, K. (1976) "Recording Meteor Echoes by FM Radio", Sky and Telescope 51, 359-362
- [19] Usui, T., Ogawa, H., Hashimoto, T., Ohnishi, K., Yaguchi, N., Maegawa, K. (2002) "The 2002 Leonids Using 28 MHz Ham-band Radio Observations (HRO) over Japan", WGN, 30, 212-217
- [20] Vaubaillon J. (2002) "Activity Level Prediction for the 2002 Leonids", WGN, 30:5, 144-148
- [21] Vaubaillon J., Lyytinen E., Nissinen M. and Asher D. J. (2003) "The 2003 Leonid Shower From Different Approaches", WGN, 31:5, 131-134.

流星の電波観測のデーターのノイズの中から拾った太陽のフレアの信号(2005 年 8 月~10 月)

(素稿かつ粗稿、 乞許)

茨城工業高等専門学校・ラジオ部

松沢孝男・高崎良一・田口のり子・武田理恵・高力由香子・大坪友信

MSS-III

雷波

1. はじめに

53.75MHzの電波を用いた流星電波観測はハード的にもソフト的にもほぼ完結した測定システムである。受信機やアンテナや解析ソフト(HROFFT, HROview)等について、素人は介入できないきらいがある。導入が手軽で便利すぎるために、広い意味での教育効果は少ない。現に稼動している流星の電波 観測装置、ソフトを使って、素人が新しいことにチャレンジできるか試行してみた。

2. HROFFT の画面に現れる雑音の中の太陽活動の情報

2003年10月、11月の磁気嵐を、流星の電波観測のデーターの雑音強度として体験した。2003年の時は、HROFFTのファイルサイズの変化、FROの信号強度の変動とひたちなか市平磯の太陽電波観測所の太陽活動指数(F10.7),および、茨城県八郷町柿岡の地磁気観測所の地磁気データーの変化との関係を併記し関係のありそうなことを述べただけであった。現象論としての相互関係すら理解していなかったためであった。両観測所にデーターを送り確認のといあわせをし「磁気嵐」そのものである旨の返事を得ている。

以後、両観測所の見学と、インターネットのホームページの閲覧を通して、太陽活動、地磁気変動、 電波伝播等の関連を皮相的に学んできた。

流星の電波観測(53.75MHz の電波を用いる狭義の流星の電波観測)のデータ―中のノイズのうち、 縦線(表示画面の周波数範囲で全周波数に広がるもの)の素性として空電を考えた。

空電の素性として K.G. ジャンスキーは、3 種類の空電が存在することを示しているという[1]。

(ジャンスキーの原論文を読んでいないため伝聞として示す)

第1のグループは局地的な雷雨からくるもの

第2のグループは遠方の雷雨からくるもの

第3のグループは未知の源からくる定常的なかなり強い空電

この第3の空電の由来の主成分は、太陽、ついで銀河電波(銀河系の中心から来る電波)とされた。 文献[2]によれば、

「ジャンスキーの2つの論文は、『電波技術者の研究会報』に掲載されたが、あまり注目されなかった。1933年に、ポピュラー・アストロノミーという雑誌に載せた次の論文さえ、あまり天文学者の注意を引かなかった。・・・・・

.

しかしながら、大部分の天文学者は、ジャンスキーの仕事に興味を示さなかった。ある人たちは、 電波工学の技術的な面を全然知らなかった。また別な人達は、新発見の革命的な姿を受け入れるだ けの寛容をもちゃわせモなかった。」

とある。

流星の電波観測の HROFFT の画像中の雑音の素性について、「流星の電波観測ガイドブック」[2],に 紹介がある。また、インターネットのホームページ等でも、HRO の雑音の画像の分類の試行が中島拓 によりなされている。

(中島拓氏のホームページ中の、<u>http://r2tac10.hp.infoseek.co.jp/hro/noise/images.html</u>) また、千葉県の行徳高校科学部のホームページに、

<u>http://asahi-net.or.jp/~xr2t-fksm/mihama-ghp/hro/hro-sample/</u> 実際の画像を示して(掲げて)太陽のフレアとの関連を示している。

以下に、中島拓によりなされている雑音の画像の分類の試行を中島のホームページより転載する。 図 1~図 31

次に、千葉県の行徳高校科学部のホームページに掲げられているフレアと思われる、実際の画像を示す。 図 32~図 35

(1)様々な流星エコーと代表的な流星群の特徴 的な画像







図2 ロングエコー



図3 流星雨(2002年)





図5 ペルセウス群 (8月極大)



ふたご群(12月極大) 図6

(2) 電離層が原因でおこる混信



図7 F層反射による海外放送



図8 Es層反射による送信信号



- 図9 E層 FAI 反射による送信信号
- (3) その他のノイズ



図11 航空機によるエコー



図 12 戦闘機によるエコー



図13 バイクのエンジン



図 14 PC用 CRT モニタ



図 15 HD&SCSI ケーブル



洗濯機 図16



図17 IIH 調理器



図 18 IH 炊飯器



図 19 GHS 時計





図21 他の無線局の混信



図22 直接波の入感

(4) 原因不明の混信・ノイズ



図23 臼居型ノイズ



図24 三宅型ノイズ



図25 上田型ノイズ



図26 岸和田型ノイズ



図27 朝比奈型ノイズ



図28 内藤型ノイズ



図29 フクロウ型ノイズ



図30 波状ノイス



図31 鋸歯型ノイズ



図 3 2 2004 年 7 月 27 日、14 時 45 分頃(JST) 行徳高校自然科学部、49.6MHz



図 33 2004 年 7 月 28 日の平磯の太陽電波観測 所の HiRAS データー (25MHz~2500MHz)時 刻表示は UT、5 時 45 分 UT のピークがフレアに 対応



図 34 2004 年 8 月 4 日、12 時 52 分頃(JST) 行徳高校自然科学部、49.6MHz



図 35 2004 年 8 月 4 日の平磯の太陽電波観測所 の HiRAS データー(25 MHz~2500MHz)時刻 表示は UT、3 時 52 分 UT のピークがフレアに対 応

観測された年月日、時刻まで示されているが、太陽の活動の観測データー(NOAA の event のリスト) との照合まではされていない。

中島が例示する図 13 バイクノエンジン、図 15 HD&SCSI ケーブル、図 20 雷によるノイズ等の縦線のノイズと、行徳高校自然科学部の言う図 32、図 34 のフレアの信号ときちんと識別し、かつ図 33、図 35 のような太陽の電波観測データーと相関性の高い識別がでキるようになるか模索してみた。

ひらめいた・・・・私達にできることの範囲

標準的な流星の電波観測のデーター(自前)と、公表されている太陽活動度のデーターの照合を行う

2. データーの照合

自前の観測データーと何と照合するか?

宇宙天気ニュース 各地の警報 各地の予報 柿岡地磁気観測所、地磁気前日分観測データー

随時

- 野辺山、電波観測所
 event リスト (ヘリオタット) http://
 event リスト (Limb) http://
 event リスト (偏光計) http://
 1日ごとの地磁気観測データー (3ヶ月分)
- 翌月(データー整理後、月間報告)
 平磯、電波研究所
 固定周波数
 Hα望遠鏡による event リスト
 **月の磁気嵐

自分たちの HRO 観測データー中のフレアらしきノイズの拾い出しの手順

太陽活動に伴う信号のはずなので、日の出から日没間での時間帯のデーターに限る(1/2 に減る) HRO 画像を丹念に見る 縦線が画面を貫いている画像を選ぶ

A. 当日のデーターの場合(リアルタイムデーターとの比較)

(1) NITC(太陽電波観測所)のデーター(スペクトラムアナライザーにデーター、日の出~日没、リアル タイム表示, http://)(周波数帯域 25MHz~2500MHz

(2) オーストラリアの Culgoora(カルグーラ)の国立太陽電波観測所のリアルタイムおよび1時間ごとの 観測データー

(3) NOAAの event リストの当日分, todays *** <u>http://********</u>

(4) NICT に「異常時」の情報の直接配信を依頼。 NOAA の太陽観測衛星等がフレア、X線、粒子線

密度の増加を検出すると、自動的に NICT に通報する。その情報を翻訳し5分以内に契約者に通報する システムが稼動を始めた。第2報では、測定値のグラフ等が通報され、その現象が終息すると終焉の通 報がある。

(5) NASA の Radio JOVE project のメーリングリスト(木星と太陽の電波観測の情報交換の場)

B. 翌日以降のデーターの確認の場合。(Aの(1)~(5)は同じであるが、更に情報が増える)

(1) NITC(太陽電波観測所)のデーター(スペクトラムアナライザーにデーター、日の出~日没、リアル タイム表示, http://)(周波数帯域 25MHz~2500MHz

(1)の2 平磯の太陽電波観測書で観測したテンフレア(波長 λ=10.7cm、周波数 2.8GHz で測定した太陽電波の強度,太陽の活動度指標の一つ。日の出から日没までの信号強度と、特定の時刻の太陽電波強度 F10.7(0:00~3:00 UT 頃)

(1)の3 平磯の太陽電波観測所で観測したデーター(スペクトラムアナライザーにデーター、日の出~ 日没、リアルタイム表示, http://)(周波数帯域 25MHz~2500MHz

 の4 「宇宙天気ニュース, NICT が発表する前日の太陽〜地球圏の観測データーの一覧と、解説 http://www.

同じホームページから、

(世界)各地の警報

状況

予報

(2) オーストラリアの Culgoora(カルグーラ)の国立太陽電波観測所のリアルタイムおよび1時間ごとの 観測データー

(2) NOAA の event リストの当日分, todays *** http://********

過去 60 日分の event リスト、同じホームページから参照可能

(4) NICT に「異常時」の情報の直接配信を依頼。 NOAA の太陽観測衛星等がフレア、X 銭、粒子線 密度の増加を検出すると、自動的に NICT に通報する。その情報を翻訳し5分以内に契約者に通報する システムが稼動を始めた。第2報では、測定値のグラフ等が通報され、その現象が終息すると終焉の通報がある。

(5) NASA の Radio JOVE project のメーリングリスト(木星と太陽の電波観測の情報交換の場)

随時書き加えられる event リスト

- NICT の太陽の光学望遠鏡(Hα) 観測データー(平磯)による event リスト http://
- (2) 野辺山の電波天文台の観測データー
 - (a) heliostat 17GHz, 34 GHz 電波望遠鏡の観測データー
 - (b) 偏光計観測データー
 - (c) Limb event 観測データー

間接的傍証

- (1) 柿岡の地磁気観測所の地磁気データー http://www
- (2) イオノグラム 垂直および斜めデーター(稚内、国分寺、山川、沖縄)
 http://www.
- (3) 雷データー、東京電力(等の電力会社のホームページ)、http://www. Sonotaco氏らの観測データー http://www. 気象台の警報 <u>http://www</u>.

1ヶ月単位でまとめて発表される event リスト

(1) NICT

(2) 柿岡の地磁気観測所の**月の時期嵐 http://www.

(3) NASA の教育プロジェクト、Radio JOVE(木星と太陽の電波観測、20.1HHz)への参加

(1) 会員登録

NASA の Radio JOVE member (学校のクラブとして) mailing list に参加 NASA の Radio JOVE のデーター (アーカイブ) に登録のできるメンバー NICT のフレア情報の速報の受け取り会員

(2) mailing list で情報交換、 メリットは日本の昼間はアメリカは夜のためデーターに希少価値 メンバーはプロとアマが混在

様子がわかってきたところで、NASAの Radio JOVE のデーター(アーカイブ)登録のできるメンバーに登録。データー登録のための ID とパスワードを受け取る。

We_0509101150.pns

L-ch : FT R-ch : FT (50,7491MHz

2005年の8,9,10月分のデータを登録。

登録データーの実例

2005年8月25日



図 36

2005年9月10日







図 37





9月16日



図 41

WWe_05	03161490 16 14:00	ons neteor 17 22	Ovterva Locatic L-ch 1 R-ch 1	r : Radic n : 134 FT-817(% FT-817(% FT-817(%	(100, Iba 1777 (E) 3 nesu) (53,7 nesu) (53,7	rəki Nati 5 17 22 (431WHz US 431WHz US	onal Colleg N) Hilachin B) .2ele-Ya B) .HBBCV.7	e of Tech ska Dita sl-Usui-I N中医向き	nelogy . Ibaraki ype [TX:5 [TX:5	Pre. JAP 3.750HHz 3.750HHz
推10.	1401	1402	1408)	1464	1405	1406	1407		1403	1410
99										
181	-									
ch 0-i										
9										



図 43





図 45

义 42

10月6日



 P.C. F. T. Veh USU
 Overview: : Mails Clue, Itariki Matimal Colles of Technolsty
 Technolsty
 January Collegion
 Description : 182:11 Tor. (c) 45:22 Tor. (c) 4



10月8日





図 47



行ったこと

- (1) データ・中のノイズのうち、太陽のフレア由来と思われるものを抽出した。
- (2) 太陽電波観測所(平磯、カルグーラ)、NOAAのデータ・と比較した。
- (3) 国内に、「太陽活動掲示板」を作る働きかけ。岡本氏早速作成、試運転中。
- (4) 観測データ・を、NASA の Radio JOVE のメーリングリストにのせ、報告、批判してもらう。
- (5) 観測データ・を、NASA の Radio JOVE のアーカイブに登録。14件

わかったこと

- (1) 53.75MHzの電波観測で検出できたフレアは、タイプⅢのみ。
- (2) 別の周波数の測定も必要。継続時間の測定も必要。
- (3) バックグラウンドの上昇(ファイルサイズの増加)を調べることも必要。。

NASA の Radio JOVE のアーカイブのデータ-登録 データーの登録は自動的で、内容のチェックがない。 データーの取り消しが出来ない。 8,9,10 月分の登録者 実数 5名。木星の電波観測が不可能な磁気であるためか。NOAA の event と 照合しているもの 3名、非照合 2名 周波数 20.1MHz(Radio JOVE の標準観測周波数), 53.75MHz は我々のみ データーは、信号強度で、HRO の周波数スペクトルは我々のみ 信号データーの保存、「Sky Pipe」というデーター表示ソフト使用(併用?) 日本人、ほかに見当たらず。RadioJOVEの日本代表は高知高専の今井一雅先生。

我々の今後の展開(の予定)

- (1) 観測周波数帯域の拡張
- 観測、記録モードの複線化?(信号強度と周波数スペクトル) (2)
- (3) 4~8方位の測定 6ch-HROは、2ch×3セット、 1ch×6~8に?)
- (4) 太陽画像の CCD カメラ取り込み (N-100)
- (5) 太陽の画像観測(Ha)と電波観測の一体化、赤道議に望遠鏡とBSアンテナを取り付ける
- (6) 雷、空電の測定
- (7) 木星の電波観測 (20.1MHz)
- 日の出から日没まで、太陽の自動追尾 (8)
- (9) 木星の出から木星の没まで、木星の自動追尾
- (10) 高専の e-Learning: 枠組みが出来てもコンテンツが無い。 (NASA からデーターをアーカイブに登録することを勧められるようなデータは学内にはほ かにない・・・といやみを言いつつ)

参考文献

[1]] 0.ストゥルベ・V.ゼバーグス著/小尾慎信弥・山本敦子訳「20世紀の天文学、1=太陽と太陽系」 白楊社,

[2] 流星の電波観測ハンドブック, CQ出版

(未定稿)

		Stol		URI				-	1	1											-	-	-	4		1			-	1	-
(1.21) (1.31)	file name= .png	Start Date Start Time Stop_Date	/ /2005 / /2005	参照データー	大陽の活動の連絡メール	 X線強度 グラフ リアルタイムHiBAS(25-2500MHz) today 	波天当日の1時間毎データー	当日の日の出からの連続データー	⊤ Heliostat 7ड थ €⊥	Ist 当日公	HiRAS(25-2500MHz) vestaday	固定周波数2.8GHz)	HiRAS(25-2500MHz) 18h-03hUT	HiRAS(25-2500MHz) 03h-12hUT	FLARE List, H a	宇宙天気ニュース	list 前日分	mailig list	カレンダー	投稿リスト	データアーカイブ	f Heliostat	 「 		次田 米川	直// 高知工科大学	前月のスペクトル観測サマリーレポート	前月の固定周波数観測サマリーレボート	I ITellostat /巨业言+	list 過去60日分	
1 (~		School/Obs	Radio Club/ INCT, Japan	Radio JOVE	NICT		カル金子を	(し)の	1417月1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1	NOAA event	NICT						NOAA event	Radio JOVE	Radio JOVE			野辺山観測时		HKODADF-		44 - 14 - 14 - 14 - 14 - 14 - 14 - 14 -	NICT	1911年11日本日本11日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日	王了这出版別	NOAA event	
も、そ	年・月・日	name	Takao Matsuzawa	NASA	即日						超日																1ヵ月後				

11



Radio JOVE Data Archive Display

Return to Welcome Page Return to Calendar Page

Data Products Key Image File Available SkyPipe File Available Text File Available Sound File Available

8,9.10月分 全管(程データー

LAST_NAME	START_DATE	START_TIME	STOP_DATE	STOP_TIME	OBJECT	STORM_TYPE	DATA PRODUCTS
Matsuzawa	10/08/2005	0053	10/08/2005	0954	Sun	no event in NOAA. see Cul	
Matsuzawa	10/08/2005	0053	10/08/2005	0054	Sun	no event in NOAA. see Cul	
Matsuzawa	10/06/2005	0453	10/06/2005	0454	Sun	III/2 NOAA 1330	
Matsuzawa	10/06/2005	0404	10/06/2005	0407	Sun	III/2 NOAA 1320	
Matsuzawa	10/05/2005	0306	10/05/2005	0307	Sun	NOAA 1220	
Matsuzawa	09/16/2005	0530	09/16/2005	0531	Sun	NOAA 0360	
Matsuzawa	09/16/2005	0529	09/16/2005	0530	Sun	NOAA 0360	
Matsuzawa	09/16/2005	0513	09/16/2005	0517	Sun	III/2 NOAA 0350	
Matsuzawa	09/16/2005	0500	09/16/2005	0507	Sun	NOAA 0480, 0340	
Matsuzawa	09/15/2005	2038	09/15/2005	2039	Sun	III/3 NOAA 230	<u>M</u>
Matsuzawa	09/10/2005	0444	09/10/2005	0447	Sun	III/1 NOAA 8710	A
Matsuzawa	09/10/2005	0301	09/10/2005	0304	Sun	III/1 NOAA 8670	Ø
Matsuzawa	09/10/2005	0257	09/10/2005	0300	Sun	III/1 NOAA 8650-8660	
Matsuzawa	09/10/2005	0123	09/10/2005	0124	Sun	III/3 NOAA 8620	
Matsuzawa	08/25/2005	0437	08/25/2005	0438	Sun	NOAA 6870	

http://jovearchive.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/rjdisplay.pl?STRING=matsuzawa&FIELDS=LAST_NAME&FIELDS=ST... 2005/10/15

太陽フレアの観測

MSS-111

雷波

流星電波観測のノイズから拾った 太陽のフレア

茨城高専ラジオ部 高崎良一・松沢孝男

太陽の電波観測について

太陽でフレアが発生 →様々な粒子・電波 →流星電波観測の設備で受信 →ノイズとして記録される

流星観測の時は邪魔だったノイズの中に、 太陽の活動の記録がまぎれている





欠点

- 複数の観測所のデーターと照合しないと、
 局地的な現象かどうか判断できない
- 全てのフレアを観測できる訳ではない 電波自体が出ない
 周波数が53.75MHz以外
 地球規模で影響する電磁波の発生



- 53.75MHz以外の周波数も観測
- 他の観測所のデーターと照合せずとも、
 フレアかどうか判断できるようにしたい

MSS-112 軍由

2006/02/05 流星物理セミナー

HROFFT の雑音の解読(その2) 木星電波?, いよいよ幻聴症状か?

茨城高専・ラジオ部 松沢孝男、高崎良一、大坪友信

1. 前回(第 111 回流星物理セミナー)は、53.75MHz の電波の HROFFT 解析の画像中の雑音に太陽の フレア由来の電波信号が混入している可能性を報告した。

HROFFT で見る太陽の電波フレアは、Type I ~ Type Vのフレアのうち、継続時間の短い Type IIの みであった。周波数が時間とともに低周波側にシフトするか、フレアが長時間継続する場合は HROFFT による観測にはかかりにくいと考えられる。53.75MHz 以外の周波数の測定が必要と考えた。



図 HROFFT で見た 2005 年 8 月 25 日のフレア[] 13:40 ~ 13:50 JST (04:00 ~ 04:50 UT)



図 太陽の電波バーストの種類[]。

Type I ~type V、周波数とバーストの継続時間で分類す る。8月25日のフレアは Type II

2. 観測周波数の拡張

HF・VHF 帯の電波で、流星の電波観測の信号に混入する可能性のある地球(宇宙)規模の雑音源として「木星電波」を想定した。太陽系での主要な電波源は太陽と木星と考えられる。

木星よりのデカメートル波(波長 10m近傍)の受信と、HROFFT による解析を試行した。電波天文学の先駆者ジャンスキーの測定も最初 20MHz 帯であった。

測定周波数 20.1 MHz (モード AM?)

アンテナ λ/2 ダイポールアンテナ、全長約7.5m (同軸ケーブル73Ω、RU/59)

- 受信機 Radio JOVE Receiver 20.1 MHz (周波数固定)、アンテナ端子 75 Ω
- 処理ソフト HROFFT(大川一彦氏作成)
- 3. 木星の電波の概要
 - (1) 常時発信でなく、間歇的である。
 - (2) 電波の発信源は木星本体であるが、衛星 Io(イオ)の位置が電波発射と密接に関係する。
 - (3) 木星の電波は、衛星 Io に関係する Io-A, Io-B, Io-C, Io-D および、Io との電磁作用によらない A, B, C に分類される[,]。
 - (4) 発信のメカニズムの違いにより、4 種類の周波数帯(オーバーラップするが)がある。
 - (5) 木星電波の予報がインターネットで公表されている。(18 MHz, 26 MHz)

- (6) 予報が「空振り」のこともあるらしい。
- (7) 地球の裏側の観測点のデーターとの直接比較は無理?
- (8) 木星の出没時刻、南中時刻を把握する必要がある。(理科年表に10日毎のデーター)
- (9) アマチュアの情報交換の場①Radio JOVE のメーリングリスト(登録が必要)

②Radio JOVE Archive (1999年1月1日~)データー蓄積。ただし、1999年分は僅か。 イベントの発生日からの検索、Radio JOVE Archive Calendar,

http://jovearchive.gsfc.nasa.gov./cgi-bin/calendar/

Radio JOVE の Archive への観測データーの月別日数の統計を下図に示す。1999年、2000年は太陽およ び木星の活動が穏やかだったのか、Radio JOVE の Archive の存在が知られなかった、ためか観測データ・ の登録数は少ない。木星の電波(赤い線)の活動は、ほぼ1年周期の変動をしている。図のデータ・の右端 は2006年1月のものであり、2006年1月から木星電波の活動期に入った可能性がある。楽しみである。



図 Radio JOVE の Archive への観測データーの月別日数の統計

4. われわれの試行 折衷式観測

- (1) 標準スタイル
 - 日本 HRO

```
周波数53.75 MHz (その他28MHz, 144MHz,)、SSBアンテナ2素子八木、2素子 HB9CV、その他受信機HRO-RX1a, その他アマチュア無線機、オールモード受信機等信号音声出力をパソコンの音声入力端子(音声ボード)へ解析FFT (HROFFT 大川一彦氏作成)時刻表示日本標準時(JST)
```

米国 Radio JOVE

周波数	20.1 MHz (その他 18~26 MHz?,)、AM?
アンテナ	λ/2 ダイポールアンテナ (パラレルダイポール、デュアルダイポール)、その他
受信機	Radio JOVE Receiver

信号 音声出力をパソコンの音声入力端子(音声ボード)へ

解析 音声出力をそのまま記録(ストリップチャート)、FFT は希。

時刻表示 世界標準時 (UT)

(2) われわれの受信・記録系

周波数	20.1 MHz (その他 18~26 MHz?,)、AM?	
アンテナ	λ/2 ダイポールアンテナ (パラレルダイポール、デュアルダイポール)、	その他
受信機	Radio JOVE Receiver	
信号	音声出力をパソコンの音声入力端子(音声ボード)へ	
解析	FFT (HROFFT 大川一彦氏作成)	
時刻表示	日本標準時 (JST) 000	

(4) 結果

2006年1月8日、20.1 MHzで異様な信号を受信した。これを「木星電波」と思いたいが未確認である。

状況 当時、電離層が活発(F₂?)で、東南アジアの放送(中国語風?)が入感していた。20.1 MHz の 受信信号(音声)をパソコンの音声ボードにつなぎ、HROFFT で FFT 解析した。海外放送等の電波で、 HROFFT の画面は縞(まだら)模様の幅の広い縦型の雑音(青~青白色)がみられた。

1月8日の昼ころのみ、HROFFTの画面に、小豆色?(褐色~赤紫色)の信号を表示した。(28 MHz, 53.75 MHz, 144 MHz には現れず)

後日、この、小豆色?(褐色~赤紫色)の信号が「木星電波」ではないかと思う用になった。証拠はま だないので傍証のみ以下に掲げる。20.1 MHz の HROFFT 画像のファイルサイズは、画面の小豆色?(褐 色~赤紫色)の量にはほとんど関係しない。太陽のフレアの場合は、フレアの存在とファイルサイズは強 い相関を示した。

- (5) 傍証
- (a) 自己の 28 MHz, 53.75 MHz, 144 MHz の HROFFT のデータに変化なし。
- (b) 太陽電波観測所(平磯およびオーストラリアの Culgoora)の電波スペクトルに異常なし。フレアでない。(木星の電波の強度は、太陽電波の 1/1000 程度?のため、大きなフレア由来でないことは言えても小さなフレアでもないと言うのは難しいが)
- (c) NICT の電波研究所のイオノグラムデーターに異常なし。
- (d) Radio JOVE の Archive に 1 月 8 日に木星電波の受信報告が 1 件ある。(2006 年 1 月は 3 件のみ)
- (e) インターネットの木星の電波の予想[]に、1月8日の同時刻ころ「木星電波」との記載があった。 http://www.astro.ufl.edu/radio/tables/2006_tables/jan06.txt
 1月8日の予報の抜粋を示す

時刻 (UT)	日本時間(JST)	ストームの種類	18MHz 信号強度	26MHz 信号強度
0時	8日9時	С	0.0	0.0
1	10時	C IIII	0.0	0.0
4 104 0065-	13 時	B	0.0	0.3
5	14 時	Io-B	0.2	0.6
			0	

6		15 時	Io·B	0.1	0.5
7		16 時	A	0.0	0.1
8		17時	А	0.0	0.0
9		18時	А	0.0	0.0
10		19時	С	0.0	0.0
11		20時	С	0.0	0.0
14		23時	В	0.0	0.1
15	9 🛛	0時	В	0.0	0.1
16		1時	В	0.0 0.0 0.0	0.0
17		2時	A	0.0	0.0
18		3時	А	Gal 0.1 00x 73309	0.1
19		4時	С	0.0	0.1
20		5時	C	0.0	0.1
21		6 時	C	0.0	0.0

なお、1月8日の東京における木星の出、南中、没時刻はおよそ、01:55、07:00、12:40 (JST)である[]。

太陽電波観測所(日本・平磯、ひたちなか市)のスペクトル



図 平磯の NICT、太陽電波観測所の 2005 年 8 月 25 日の太陽電波のスペクトログラム (25 ~2500 MHz) 木星の電波の推定時刻、5~6 UT (14~15 JST)には、特別強いバーストは認められない。



図 オーストラリアカルグーラの太陽電波観測所の 2005 年 8 月 25 日の太陽電波のスペクトログラム (18 ~ 1800 MHz)、木星の電波の推定時刻、5~6 UT (14~15 JST)には、特別強いバーストは認められない。

(g) Radio JOVE Archive, 2006 年 1 月 8 日データー



図 日本時間、1月8日、14:15:39 ~ 14:25:41 の Sky Pipe 画像, Radio JOVE Archive[]より

(h) インターネットの「木星電波予報」

(i) その後、フレアも木星電波も現れず。太陽も平穏期か「黒点」消滅。

(j) 一期一会、1回のチャンスをものにする。(無理があるが)、準備と注意力(増加期を期待する)

(k) 逆に、こじつけ、証拠不十分、強引、誇大妄想、針小棒大、・・のそしりも

4. 観測データーの鑑賞(スペクトラム、音声出力)

(Florida 大学、broadband radio spectrograph)

ラジオ・スペクトラム (18~36 MHz) カットオフ 周波数は 40 HMz

(1)Io-A (L-burst) の例



(2) Io·B (S & L Burst)の例



(3) Io-C (L-Burst)の例



(4) Solar Burst (太陽のバースト)の例



Radio JOVE の Archive に登録されている 2006 年1月の木星の電波(音声出力のストリップチャー ト, Sky Pipe)

1月5日



Jupiter Io-C Radio Bursts 20 1 MHz Januazy 5 2005 UT by J. Sminn Canal Fulton Amateur Radic Observatory Onio USA 28 ft Radic Jove Twin Dipole EW South Phased 2344 264





X



Jupiter To-C Radio Bursts 2011 MHz - January 5 2005 UT by J. Shinn - Canal Fulton Amateur Radio Observatory. Ohio USA 20 ft Radio Juve Twin Dipole - EW South-Phased



1月6日

Jupiter Io-B Radio Bursts 20 1 MHz - January 6 2005 UT by J. Shinn - Canal Fulton Amateur Radio Observatory. Ohio USA 20 ft. Radio Jove Twin Dipole - EW South-Phased



Jupiter Io-B Radio Bursts 20 1 MHz January 6 2005 UT by J Shinn - Canal Fulton Amateur Radio Observatory Ohio USA 20 ft Radio Jove Twin Dipole - EW South-Phased



Jupiter Io B Radio Bursts 20 1 MHz - January 6, 2005 UT by J. Shinn - Canal Fulton Amateur Radio Observatory Ohio USA 20 ft Radio Jove Twin Dipole - EW South-Phased







(5) 私たちの観測データー 2006年1月8日

- 周波数 20.1 MHz (モード AM) 受信機 Radio JOVE Receiver
- アンテナ λ/2 ダイポールアンテナ
- FFT ソフト HROFFT(大川和彦氏作成)HRO 用

1月7日 22:00 UT (1月8日 07:00 JST)



X

1月7日 23:00 UT (1月8日 08:00 JST)



X

図











2:00 UT (11:00 JST)







01:00 UT (10:00 JST)



X

00:00 UT (09:00 JST)

図



1月7日 23:30-UT (1月8日 08:30 JST)

05:00 UT (14:00 JST)



05:10 UT (14:10 JST)



05:20 UT (14:20 JST)





9

X

06:30 UT (15:30 JST)



06:00 UT (15:00 JST)

<text><image>

06:50 UT (15:50 JST)

08:00 UT (17:00 JST)



図

比較用、前日、1月7日 04:00 UT(13:00 JST)

図

翌日、1月9日 04:00 UT(13:00 JST)

図

電離層 F₂反射による海外放送の混信では、FFT 画面に青一白の縦線が見えても、このような小豆色 (茶色一赤紫色)の島模様は現れない。

木星の電波、Io-B、の発生予想時刻 (05:00UT,06:00UT) に対応はしている。

汉





义

Radio JOVE の Archive のフランスの観測デー ター、05:15:39UT~05:25:41UT に時間的には対応 しているが、東京での木星の没時刻(12:40JST)よ りあとの時間である。太陽光の「薄明」のような、 電波の散乱・回りこみを期待してよいのか不明であ る。現時点では「木星電波」と確認する手段がない。 単に海外放送の信号が強くなったとの解釈に反論 できない。地道にデーターを蓄積する必要がある。

予報[]では、Io との相互作用による電波放出として、

1月	3日	18時	、19時	Io-A
1月	7日	1時	~5時、	Io·A, Io·C
1月	10日	19時	、20時	Io-A
1月	11日	21時		Io-B
1月	12日	10時	~14時	Io-A, Io-C
1月	13 日	13時	~15時	Io·B
1月	14 日	3時	Io·A, 6 時	Io-C
1月	16日	4時	Io-A	
が郡	表され	ており	この他に	rt、 衛星 Io

が発表されており、この他にも、衛星 Io との電磁 作用によらない A, B, C の電波放出もある。

木星の電波を捕獲するまでは、NASA の Radio JOVE の受信機(Radio JOVE Receiver)、アンテナ を利用する。その後は、アンテナ・受信機とも各種 タイプのものを使用し、受信状況等比較する。

Radio JOVE で標準的なソフト、Sky Pipe の使 用にも習熟する。

参考文献

国立天文台編、理科年表平成 18 年版、丸善刊

John D. Kraus, Radio Astronomy, 2nd Edition, Cygnus-Quasar Books,

今井一雅、モジュレーション法による木星電波源の パラメータ測定、SGEPSS波動分科会 WAVE01-12, January 2001.

今井一雅、川竹彰仁、小松俊介、衛星イオの位相角 に依存しない木星デカメートル波放射源のモデル 化について、SGEPSS 波動分科会 WAVE04-11, January 2002, pp. 1.6.

下記のデータ・ベースがある(ID登録が必要) 木星電波出現総覧、Event Summary of Jovian Decameter Radiation,東北大学理学部宇宙地球物 理学科

木星の電波放射の予報

Jupiter Prediction Tables, The University of Florida Radio Astronomy Program, http://www.astro.ufl.edu/juptables.html

Leonard Garcia, Description of University of Florida Radio Observatory, Jovian Daily Ephemeris Tables, February 6, 1995. http://www.astro.ufl.edu/juptablesdoc.jtml

Jupiter Noise Storm Predictions, The best times to listen for Jovian decametric noise,(2004/05/01 to 2004/12/31) http://www.radiosky.com/juprpt.html

予報ソフト Radio-Jupiter Pro 3 第 114 回流星物理セミナー 2006.10.15 神宮前区民会館

NMS 松村 健太郎

JAMSAT(日本アマチュア衛星通信協会)東京エリアミーティング 第5回檜原ミーティング開催場所:NPO法人フジの森

観測者:福田 真司 (登録番号: JA78E1)

英名表記:Shinji FUKUDA

所属 : JAMSAT

観測地 :東京都西多摩郡檜原村 (北緯 35.697 度 東経 139.129 度)

観測周波数:53.750MHz

- 送信局 :福井高專電波研究会 [JA9YDB] (福井県鯖江市)
- アンテナ : Commet CA-52HB 2el HB9CV 天頂 偏波面は東西方向
- 受信機 : Yaesu FT-817
- パソコン : ThinkPad 365 (Pentium 120MHz / Memory 24MByte)
- 観測ソフト: HROFFT Version 1.0.0

その他の設備:ケーブル長 3D-2V 10M

電波観測歴: 2年4ヶ月, アマチュア無線歴: 3年

☆アンテナの設置環境

建物の2階ベランダから,移動用ポール(4.5m長)を上げ,その上 に設置しています。アンテナは天頂方向,偏波面(エレメント方向) は東西方向です。

☆受信機の設置状況

2階寝室の窓際にパイプ椅子を置き,その上に設置。多数の方が使 用する山荘のため,イタズラされないよう「2003 年獅子座流星群 電波観測中」のビラを置いた。電源電圧の変動が心配なため,少し 大きめの安定化電源を使用。自宅での実験で,周波数ドリフトはあ まり問題ないと判断したため,温度補償は考慮しなかった。

観測地の標高は 360m, 周囲は 5~600m の山に囲まれた窪地であ り、東京都内とは思えないような環境です。違法運用局や携帯基 地局などの外来雑音は非常に少なく,建物内にある給湯器と,頻 繁に起こる雷程度です。ただ,放射点が山の陰に入ると,検出で きる数ががくっと減るようです。

☆観測状況

日平均,日合計平均エコー数の平均
2002年11月16日,20日
日平均:8.5 日合計:203.0

☆自己紹介

普段は衛星経由の交信を楽しむアマチュア無線家です。子供の頃の憧れ ていたのにできなかったアマチュア無線の資格を手にして以来,何か, たがが外れてしまったようで,アマチュア無線→人工衛星経由の交信→ 人工衛星自体への興味→宇宙そのものへの興味→天文全般への興味→望 遠鏡購入と,「子供の頃に憧れていた事」に邁進(ばく進?)しています。 流星電波観測は,無線家的な興味と,天文への興味の重なる部分であり, 楽しみつつデータの収集・分析を行っています。自宅付近の電波環境が 良くないため,日頃から世話になっているフジの森という山荘に一時的 に機材を設置して観測を行っていましたが,念願かなって観測機材を常 設する許可をいただきました。コンピューターの時計の自動校正,停電 対策などの問題が解決し次第,連続観測を開始する予定です。



観測地の概略位置







GPSを用いたHROの多点同時観測

東京大学大学院総合文化研究科 宮本 英明



HRO

- 流星を電波を使って 観測
- ・昼夜問わず流星の観

流星レーダー観測概念図





流星の速度・経路の測定 には複雑な装置が必要
HROの原理

- 電波が鏡面散乱されるのを利用
- 時間差がわかれば流星の速度がわかる



GPSの利用

- *μ* 秒のオーダーの精度を持つ
- 離れた地点の時刻の較正が可能に



データの記録

- 3kHzでA/D変換してファイルに保存
- GPSからの1秒ごとのパルスも一緒に記録
- 波形からエコーの時刻を特定





観測されたデータ













今後の計画

- より地点数を増やして流星の速度変化も
 →質量の推定が可能に
- MUを使った測距と組み合わせて精度の向上

資料などなど(GPS周り)

天体観測用GPS時計回路図例 PPSをRS-232CのDSRピンに入れるのがミソ (+)(-)DC12V バッテリ-+ GPS受信機 Garmin 15H-W 10 "F 1 El Back up Power 2 馮 GND 00 3赤 Kar 0 パソコン 4 黄 Data Out 0 5 シリアルポート 5 占 Data In ю 6 橋 Data BIAS 0 D-subピン 7 灰 PPS DSR 8 級 Data In2 受信機の設定 ピンジャック IPPS信号 Baud rate 4800 TLレベル出力 Position Average Off PPS mode 1Hz 発光ダイオード w Satk - Satellite Assisted Time Keeper V3.53 X DGPS Mode RTCM 2.2kΩ Earth dat um undex WGS84 一時刻情報 位置情報 5.1kΩ 秒信号点滅 トランジスタ -ww-JST 15:22:46 測位状態 1 WGS 84 2SC1815 <10kΩ 139°45'56.3″E UTC 06:22:46 経度 庄電ブザー (R_1) 35°42'55.8″N **緯** 度 BZ DC12V自動式 PC誤差 +0 同期 5.1kΩ 5kΩ 秒信号 (10刻秒) アンテナ高 -1.2M トランジスタ w ブザー出力 通信遅延 +60 $0.1 \mu F$ 2SC1815 ジオ(小高 39.2M C 操作バネル 05 衛星数 設定. コマンド テスト... D NE555 センテンス 6 EF1 モニター タスクトレイへ 「」かを表示。 Ö (R_2) RCA 11-11 秒信号 切断(G) 報時(R) 終了(Q) 0.1 MF コネクタ 680Ω オーディオ 受信中(NMEA) -w -出力 10kΩ 10kΩ 1nF

流星多地点観測リスト(2004-2007)

●2004年度4年後期演習

2004.12.13-17 ふたご座流星群 (東京周辺、豊科からの28.208MHzを受信)

2005.1.3-7 しぶんぎ座流星群(東京周辺、豊科からの28.208MHzを受信)

ただし、この年のしぶんぎ座流星群活動は不発に終わる

●2005年度1、2年生対象(全学自由セミナールとして)

2005.8.12-13 みずがめ座δ群 (野辺山周辺、豊科・池田からの53.9,53.9003MHzを受信)

ペルセウス座流星群のピークに合わせて観測を実施したが受かったのは

みずがめ座δ群に属するものが殆ど

●2005年度4年後期演習

2005.11.1-2MUレーダー多地点観測キャンペーン(46.5MHz)京都周辺に展開2005.12.13-17 ふたご座流星群(東京周辺、豊科・池田からの53.9,53.9003MHzを受信)2006.1.3-7しぶんぎ座流星群(東京周辺、豊科・池田からの53.9,53.9003MHzを受信)

綺麗にピークをとらえた

●2006年度1、2年生対象(全学体験ゼミナールとして... タイトル変更)

2006.8.1-2 みずがめ座δ群、やぎ座α群を対象

(東京周辺、豊科・池田からの53.9,53.9003MHzを受信)

●2007年度1、2年生対象(全学体験ゼミナールとして)

2007.7/31-8/6 みずがめ座δ群、やぎ座α群を対象

(東京周辺、豊科・池田からの53.9,53.9003MHzを受信)

橋本岳真

《 論文紹介 》

Peter Brown, R.J.Weryk, D.K.Wong, J.Jones., 2008,

A Meteoroid Stream Survey Using the Canadian Meteor Orbit Radar - I: Methodolgy and Radiant Catalogue. Icarus, Vol.xxx, Issue x, px. Bibliographic Code : 2008Icar.. tmp. tmpB

カナダ流星軌道レーダー (CMOR) による流星群流星群サーベイー I: 方法論と輻射点カタログ

A Meteoroid Stream Survey Using the Canadian Meteor Orbit Radar - I: Methodology and Radiant Catalogue.

Abstract :

Using a meteor orbit radar, a total of more than 2.5 million meteoroids with masses $\sim 10^{-7}$ kg have had orbits measured in the interval 2002-2006. From these data, a total of 45 meteoroid streams have been identified using a wavelet transform approach to isolate enhancements in radiant density in geocentric coordinates. Of the recorded streams, 12 are previously unreported or unrecognized. The survey finds >90% of all meteoroids at this size range are part of the sporadic meteoroid background. A large fraction of the radar detected streams have q < 0.15 AU suggestive of a strong contribution from sungrazing comets to the meteoroid stream population currently intersecting the Earth. We find a remarkably long period of activity for the Taurid shower (almost half the year as a clearly definable radiant) and several streams notable for a high proportion of small meteoroids only, among these a strong new shower in January at the time of the Quadrantids (January Leonids). A new shower (Epsilon Perseids) has also been identified with orbital elements almost identical to comet 96P/Machholz.

要旨:

2002 年~2006 年にかけて流星軌道レーダーを運用し、~10⁻⁷kg*1の質量を持つ全部で 250 万個以上の流星 体の軌道が得られました。これらのデータから、地心座標による輻射点密度の強調で分離するウェイブレット変 換法を使って全部で 45 個の流星群が同定されました。記録された流星群のうち 12 個の流星群が以前に報告さ れていないか、あるいは認められていませんでした。このサーベイによって、このサイズの範囲にあるすべての流 星体の 90%が散在流星によるバックグラウンドの一部であることがわかりました。レーダーで同定された流星群 の大部分は近日点距離q<0.15 AU であり、このことはサングレイジング彗星が現在地球を横切っている流星群 集団に強く寄与していることを示唆しています。私達はおうし群の活動期間が非常に長い(明らかに定義可能な 輻射点として年のおよそ半分)ということ、そして小さな流星体のみの構成比率が高いことで注目されている流星 群がいくつかありますが、そのうちの1つが1月のしぶんぎ群の時期に活動する活発な新流星群(1月しし群)で あることがわかりました。新流星群(εペルセウス群*2)はその軌道要素が 96P/Machholz 彗星とほとんどまったく 同じであると同定されました。

*1:流星体の質量が 10^{-7} kg $(10^{-4}$ g)で、レーダーで捕らえられた流星体の 90%が散在流星であるとすると、 流星体の密度を 2.2g/cm³(P.Babadzhanov,2002)と仮定したとき、その粒径は約 0.22mm(220 μ m)となります。 P.Brown et al.(2007), "The Canadian Meteor Orbit Radar Meteor Stream Catalogue"では 10μ g $(10^{-5}$ g)で同様 に計算すると粒径は約 0.01mm $(100 \mu$ m)となります。

*2:同じ CMOR のデータを使った P.A.Wiegert(2007)では ε ペルセウス群は昼間群となっています。輻射点は 日本では午前1時頃地平線上に現れることを考えると η みずがめ群と同じ扱いにするのがいいかもしれません。

	λ max	α	δ	Vg	а	е	q	i	ω	Ω	備考
ε Perseids	95.5	58.2	37.9	44.8	4.55	0.9714	0.13	63.0	39.7	96.0	
Arietids						0.95	0.08	25.1	26.4	80.1	大塚ら(2003)
96P/Machholz					3.016264	0.958684	0.124618	59.9553	14.6181	94.5507	MPC 51822

96P(Epoch: 2007 Apr. 10.0TT, T: 2007 Apr. 4.6194 TT)

●ウェイブレット変換

ウェイブレット係数



Wc:ウェイブレット係数 a:ウェイブレットプローブのスケール x, y:座標



図6. ウェイブレット速度をみずがめη群に合わせる。

橋本岳真

表4. ウェイブレット解析を使った 29.85MHz による軌道観測からの流星群サーベイ結果

			- A.				õg							
IAU Name	Three	Amex	Abegin	Aend	We	agmax	max	Δα.	±Δα	Δδ	±Δδ	8 _{max}	Vg	σVg
or Proposed	letter				max								(km/s))
	code													
April Lyrids	lyr	32.5	31 (33	36	272.3	32.6	1.50	0.06	-0.30	0.06	2	47.3	4.1
Daytime April Piscids	aps	24.5	16	33	26	3.8	5.5	0.90	0.04	0.39	0.03	4	28.9	3.4
Eta Aquariids	eta	45.5	35	59	277	338.0	-0.7	0.69	0.01	0.33	0.00	2	64.6	6.2
South Daytime May Arfetids	sma	46.5	23	63	30	28.4	7.7	0.92	0.01	0.32	0.01	3	28.3	3.3
Northern Daytime omega-Cetids	noc	45.5	16	58	29	9.0	17.3	0.95	0.01	0.36	0.01	4	36.8	4.1
Southern Daytime omega-Cetids	oce	45.5	18	62	32	20.5	-6.1	0.93	0.01	0.44	0.01	3	36.9	3.9
Daytime Arietids	ari	74.5	64	88	255	41.7	23.6	0.60	0.02	0.19	0.01	3	39.1	4.2
Daytime Zeta Perseids	zpe	74.5	58	88	41	57.4	23.4	1.00	0.02	0.20	0.01	4	26.4	3.9
Southern June Aquilids	SZC	80.5	78.0	82.0	28	304.7	-32.8	0.02	0.23	0.30	0.12	2	38.6	3.4
Daytime Lambda Taurids	dit	85.5	70	98	32	56.7	11.5	0.82	0.02	0.27	0.01	4	36.4	3.7
Epsilon Perseids	epr	95.5	92.0	107.0	24	58.2	37.9	0.78	0.05	0.15	0.04	4	44.8	4.4
Daytime Beta Taurids	bta	93.5	90	100	45	82.0	20.0	0.89	0.08	0.04	0.05	4	27.4	3.1
Epsilon Pegasids	epg	105.5	104	106	22	326.3	14.7	1.50	0.40	0.45	0.38	4	29.9	3.2
Northern June Aquilids	nzc	101.5	77	117	29	310.4	-4.9	0.83	0.01	0.16	0.01	4	38.4	3.9
Beta Equuleids	beq	106.5	104	112	20	321.5	8.7	0.69	0.09	-0.28	0.14	3	31.6	3.1
Alpha Lacertids	ala	105.5	102	110	25	343	49.6	0.70	0.19	0.37	0.07	3	38.9	3.3
Psi Cassiopeids	pca	117.5	110	124	27	11.9	65.4	1.22	0.15	0.43	0.06	3	44	4.6
Alpha Capricornids	cap	123.5	116	128	36	302.9	-9.9	0.66	0.02	0.28	0.02	2	22.2	2.3
Southern Delta Aquariids	sda	126.5	115	145	356	341.0	-16.1	0.78	0.01	0.25	0.01	3	41.1	3.8
Piscis Austrinids	pau	126.5	125	131	26	347.9	-23.7	0.89	0.09	0.16	0.09	3	44.1	3.7
Southern Iota Aquariids	sia	129.5	128	133	22	332.9	-14.7	0.36	0.12	-0.14	0.07	3	30.5	3.1
Daytime Xi Orionids	xri	131.5	131	133	19	102.9	16.6	0.90	NA	-0.40	NA	3	45.4	42
Northern Delta Aquariids	nda	138.5	128	155	22	344.9	2.2	0.75	0.03	0.28	0.02	3	37.7	4.3
Perseids	per	139.5	134	142	103	46.9	56.9	1.23	0.09	0.27	0.07	3	62.1	7.2
Northern lota Aquariids	nia	159.5	145	176	33	356.0	3.0	0.80	0.02	0.33	0.02	3	28.6	3.6
Daytime Kappa Leonids	kle	182.5	171	193	40	161.5	15.4	0.55	0.02	-0.26	0.02	2	43.3	4.5
Daytime Sextantids	dsx	186.5	174	194	83	154.6	-1.4	0.70	0.03	-0.51	0.01	3	31.84	3.3
Southern Taurids	sta	196.5	172	218	56	31.0	8.0	0.82	0.01	0.29	0.01	4	27.92	3.7
October Draconids	dra	195.5	195	195	20	261.7	54.8	0.00	0.00	0.00	0.00	2	19.7	2.3
Orionids	ori	207.5	198	221	132	94.7	15.5	0.78	0.01	0.03	0.01	3	66.4	6.3
Northern Taurids	nta	224.5	207	235	31	53.3	21.0	0.88	0.01	0.19	0.02	3	28.1	2.9
Leonids	eo	236.5	228	238	82	155.0	21.6	0.63	80.0	-0.27	0.06	2	69	6.8
November Orionids	noo	245.5	230	253	78	90.2	15.5	0.74	0.02	-0.06	0.01	3	43.5	3.9
Geminids	gem	261.5	244	267	817	112.8	32.1	1.10	0.02	-0.17	0.02	3	35	3.8
December Monocerotids	mon	261.5	252	264	21	102.6	8.1	0.63	0.03	-0.11	0.05	2	41.5	3.7
Ursids	urs	270.5	270	270	29	222.0	74.6	0.00	0.00	0.00	0.00	3	37.6	5.1
Sigma Serpentids	sse	275.5	261	279	18	242.8	-0.1	0.75	0.02	-0.14	0.03	4	42.67	4
January Leonids	le	282.5	280	284	42	148.3	23.9	0.66	0.11	-0.14	0.05	2	52.7	4.4
Omega Serpentids	oms	275.5	271	279	25	242.7	0.5	0.76	0.05	0.11	0.18	2	38.9	3.4
Quadrantids	aua	283.5	279	285	238	231.7	48.5	0.72	0.05	-0.55	0.23	3	42	4
Alpha Hydrids	ahv	285.5	281	289	17	127.6	-7.9	0.65	0.07	-0.17	0.06	4	43.6	3.9
Theta Coronae Borealids	tob	296.5	293	303	24	232.3	35.8	0.70	0.16	-0.06	0.09	8	38.66	4.5
Lambda Bootids	bo	295.5	285	297	27	219.6	43.2	0.88	0.08	-0.69	0.03	4	41.75	4.2
xi Coronae Borealids	xcb	294.5	291	303	18	244.8	31.1	0.69	0.09	-0.11	0.08	4	44.25	4.3
Alpha Antilids	aan	315.5	299	320	24	162.7	-12.6	0.84	0.03	-0.36	0.03	4	44.75	4.3
Auguria Autorius	agii													

※ウェイブレット変換(wavelet transformation)

周波数解析の手法の一つ。基底関数として、ウェイブレット関数を用いる。通常のフーリエ変換で周波数特性を 求める場合には失われていた時間領域の情報を残すことができる。ウェイブレット変換では、基底関数の拡大縮 小を行うので、広い周波数範囲で解析ができる。ただし、不確定性原理によって精度には限界がある。 信号解析、量子力学、フラクタルなどの多くの分野に応用されており、天文学では小惑星の族の同定などに用 いられている。

(私見)

この論文では、 $\lambda - \lambda s$, β , Vg を三次元のウェイブレット変換をすることで極大、輻射点位置、対地速度を確定して軌道を求めている。

具体的にはそれぞれの流星群に関して、図7のようなウェイブレットプローブサイズとウェイブレット係数を太陽黄経 0.5°ごとに計算し、ウェイブレット係数が一番大きくなるときを極大としてそのウェイブレットプローブサイズを出す。このときウェイブレットプローブサイズは輻射点の広がりを意味している。それゆえ、ウェイブレット係数が大きく、ウェイブレットプローブサイズが小さい流星群はまとまりが良いと考えられる。ただし、電波観測であるため、中速の流星群に有利で低/高速の流星群に不利であることが考えられる。

図5. 流星群ウェイブレット極大の時期と位置をもとにした平均軌道

IAU Name	Three letter	a (AU)	e	q (AU)	Q (AU)	i (degs)	ω (degs)	Ω (degs)
	code				• •			
April Lyrids	lyr	22.2	0.9589	0.913	43.5	80.7	215.8	32.3
Daytime April Piscids	aps	1.51	0.8309	0.256	2.8	4.7	50.1	24.7
Eta Aquariids	eta	7.07	0.924	0.537	13.6	162.9	91.6	45.1
South Daytime May Arietids	sma	1.51	0.8204	0.272	2.8	5.1	231.7	227.1
Northern Daytime omega-Cetids	noc	1.58	0.9256	0.118	3.1	34.2	33.1	45.1
Southern Daytime omega-Cetids	oce	1.72	0.9213	0.136	3.3	35.6	216.4	225.2
Daytime Arietids	ari	2.02	0.9593	0.082	4.0	24.8	28.7	75.0
Daytime Zeta Perseids	zpe	1.55	0.7841	0.335	2.8	3.8	58.4	75.0
Southern June Aquilids	SZC	1.12	0.9433	0.064	2.2	56.0	158.6	260.4
Daytime Lambda Taurids	dlt	1.57	0.9337	0.104	3.0	23.2	210.8	1.7
Epsilon Perseids	epr	4.55	0.9714	0.13	9.0	63.0	39.7	96.0
Daytime Beta Taurids	bta	1.66	0.8042	0.325	3.0	3.6	238.3	277.0
Epsilon Pegasids	epg	0.757	0.7711	0.173	1.3	55.4	334.9	105.2
Northern June Aquilids	nzc	1.71	0.9356	0.11	3.3	39.4	327.7	101.3
Beta Equuleids	beq	0.887	0.8164	0.163	1.6	49.7	330.3	106.2
Alpha Lacertids	ala	1.089	0.0799	1.002	1.2	81.1	217.1	105.3
Psi Cassiopeids	pca	2.14	0.5623	0.934	3.3	82.9	140.8	117.7
Alpha Capricornids	cap	2.35	0.75	0.586	4.1	7.3	269.2	123.3
Southern Delta Aquariids	sda	2.38	0.9726	0.065	4.7	30.9	153.9	306.2
Piscis Austrinids	pau	3.12	0.9611	0.122	6.1	64.1	142.8	306.2
Southern lota Aquariids	sia	1.546	0.8587	0.218	2.9	5.3	134.3	309.1
Daytime Xi Orionids	xri	7	0.9932	0.048	13.9	33.2	204.1	311.3
Northern Delta Aquariids	nda	1.81	0.9464	0.097	3.5	24.1	329.3	138.6
Perseids	per	-6.4	1.15	0.963	inf	116.2	155.1	139.8
Northern lota Aquariids	nia	1.52	0.825	0.266	2.8	5.7	309.0	158.8
Daytime Kappa Leonids	kle	5.92	0.9853	0.087	11.8	24.8	32.8	182.6
Daytime Sextantids	dsx	1.27	0.855	0.184	2.4	20.7	219.6	2.6
Southern Taurids	sta	1.67	0.8144	0.31	3.0	5.4	122.5	16.0
October Draconids	dra	2.89	0.6561	0.995	4.8	30.3	171.9	196.6
Orionids	ori	9.71	0.9385	0.597	18.8	163.6	80.1	27.0
Northern Taurids	nta	2.06	0.8283	0.354	3.8	2.3	294.8	223.8
Leonids	leo	4.22	0.7674	0.982	7.5	161.5	170.3	236.2
November Orionids	noo	11.8	0.9917	0.098	23.6	26.6	144.1	65.1
Geminids	gem	1.416	0.904	0.136	2.7	24.0	324.6	261.3
December Monocerotids	mon	22.3	0.9913	0.194	44.0	34.4	127.9	81.3
Ursids	urs	-10.3	1.09	0.948	inf	57.3	201.6	270.8
Sigma Serpentids	sse	1.92	0.9168	0.16	3.7	64.0	41.3	275.9
January Leonids	jle	6.3	0.9913	0.055	12.6	109.3	333.7	282.0
Omega Serpentids	oms	1.37	0.88	0.164	2.6	56.5	38.8	275.9
Quadrantids	qua	3.7	0.7367	0.975	6.4	72.5	168.5	283.2
Alpha Hydrids	ahy	12.7	0.9774	0.287	25.1	57.1	115.6	105.0
Theta Coronae Borealids	tcb	1.108	0.1662	0.924	1.3	77.0	124.9	296.5
Lambda Bootids	lbo	1.49	0.3579	0.956	2.0	79.3	206.6	295.4
xi Coronae Borealids	xcb	2.34	0.6509	0.817	3.9	79.6	124.7	294.5
Alpha Antilids	aan	2.47	0.9443	0.138	4.8	63.5	140.5	135.5

<参考文献>

P.A.Wiegert, 2007, "The Dynamics of Low-Perihelion Meteoroid Streams", EM&P, in press.

Ohtsuka et al., 2003, "On the Association among Periodic Comet 96P/Machholz, Arietids, the Marsden Comet Group, and the Kracht Comet Group", PASJ, Vol.55, p.321–324.

流星の電波観測事始

MSS-119 2008/07/06 東京都立総合工科高等学校 課題研究 流星の電波観測機器の製作(観測)班 発表者 小野 好貴 島野 明 薮亀 周子

中林 正泰

0 課題研究について

目標

工業に関する課題を設定し、その課題の解決を図る学習を通して、専門的な知識と技術の深 化、総合化を図るとともに、問題解決の能力や自発的、創造的な学習態度を育てる。 内 容

作品製作、調査・研究・実験、産業現場等における学習、職業資格の習得

本校では、3年次に3単位が設けられている。週3時間 水曜日に行っている。

1 今までの経過

私たちは、流星の電波観測機器の製作を選んだ。アイテック電子研究所の MRX-50 をキットにしてもらい、これを製作する予定だったが購入時に行き違いがあり完成品が手元にきてしまい、製作したのは電波時計キットだけとなってしまった。地球惑星科学連合が5月25日に行われたが、この時は電波時計の製作、というタイトルになってしまった。この時は、まだ電波時計は完成していなかった。ここまでで5回授業があったが、ガイダンスと連合の準備があり、実習は3回だった。

学校に戻り、5月28日に電波時計を完成させたが、電波は受信するが、動作を始めない。 それから2週間以上時間を費やしてしまった。結局 LAN ケーブルを変えることにより正常に 動作することができた。

その後、パソコンに電波時計関連、流星の電波観測用のソフトウェアをインストールした。



電波時計 腕時計とキットを比べてみました。3秒ほど時間は違うのですが、この理由は分か りません。

機器設置場所 倉庫なのですが、3階屋上なのであまり使い道はありません。









これで観測を開始し始めた。このアンテナは福井高専の方向に向けて6月26日から試験運用 を始めた。7月2日に天頂にエレメントを向けたアンテナを設置、受信を開始した。これから 24時間連続観測を行っていく。

構成図



都立総合工科高校 流星の電波観測 構成図

受信機 AITEC MRX-50

- アンテナ Radix RY-64C 4エレ (福井高専) Radix RY-64C 3エレ (天頂)
- 電波時計 TriState 電波時計 Ver.2 キット USB シリアル変換器を使用

パソコンで利用しているソフト

HROFFTHROViewHROReportを使用パソコンと電波時計合わせにはClockKeeper

今後の予定

流星の電波観測を行い、データーをまとめていく。 9月からは雷レーダーの製作なども行っていく予定。 RADIO WAVES 22kHz http://www.vlf.it/

参考文献

流星の電波観測ハンドブック

トライステート社 http://www.tristate.ne.jp/rf-clock-v2.htm

他 多数のホームページ

今後は、東亜天文学会東京支部、始原天体小研究会などでも発表を行っていく予定です。

発表履歴

08/05/25 地球惑星科学連合 高校生ポスターセッション 流星の電波観測機器の製作が電波時計の製作となった。

> 単語構成 AITEC MRX 80 デンデオ Badia RY RAC イエン (常井高高) Badia RY 64C 名エレ (常井高高) 電話特許 Thillion 電話解説 Var2 キット 038 トリアル美術課を使用

ASSADS 作利用しているメフト NEOFFT I INCOVAN HEODappent を使用 ASSADS E WESTEP 合わせには ClockEcoper

電波観測結果 2008 7~9月

MSS-120 2008 OCT 5

電波

都立総合工科高校 藤由 嘉昭

7~9月までのグラフ



7月上旬は、受信機とソフトウェアの調整のためカウント数は極端に少ない。 最初は、慣れないためにかなりノイズをカウントしてしまったため、その後見直して修正。 今年は、上空大気の影響で、ノイズが多く流星をカウントするのが大変だった。 7月31日は、データをロスト、8月22日15時20分~25日8時40分までは、電気設備メンテ ナンスのため休止。

ロングエコー データ

Date	start	end	継続時間	備	考	備	考
	time	time	Second				
7月1日	8:12:36	8:12:42	6				
7月2日	5:26:00	5:26:48	48				
7月2日	16:51:00	16:51:18	18				
7月2日	19:19:24	19:19:33	9				
7月2日	21:38:45	21:38:52	7				
7月4日	1:39:06	1:39:18	12				
7月4日	9:20:18	9:20:48	30				
7月12日	9:56:54	9:57:18	24				
7月13日	5:59:36	5:59:50	14				
7月19日	18:21:45	18:24:50	185				
7月31日	0:14:06	0:14:18	12				
8月6日	14:44:12	14:44:28	16				
8月11日	1:53:30	1:54:03	33相原氏	と同時	寺		
8月12日	7:27:51	7:28:03	12				

8月12日	14:18:54	14:19:54	60相原氏と同時	
8月12日	19:20:30	19:20:45	15	
8月13日	0:41:33	0:41:39	6	
8月13日	0:47:54	0:48:12	18	
8月13日	0:49:44	0:49:55	11	
8月13日	20:55:24	20:55:52	28	
8月15日	10:51:15	10:51:24	9	
8月17日	23:05:15	23:06:00	45相原氏と同時	
8月19日	9:07:45	9:08:00	15	
8月21日	4:53:30	4:53:42	12	
8月27日	6:53:14	6:53:42	30相原氏と同時	
8月28日	4:56:45	4:57:15	30相原氏と同時	
8月28日	5:14:00	5:14:36	36	
8月28日	9:13:51	9:14:09	18	
8月28日	21:48:54	21:49:11	15	
8月28日	23:34:30	23:35:00	30	
8月31日	7:21:21	7:21:39	18	
9月2日	4:54:13	4:54:43	30	
9月4日	2:39:38	2:40:00	22	
9月5日	5:13:28	5:13:52	14	
9月5日	11:41:33	11:42:03	30	
9月6日	6:53:06	6:53:12	6	
9月6日	18:28:06	18:28:24	18	
9月6日	22:27:15	22:27:24	9	
9月8日	12:55:18	12:55:27	9	
9月9日	16:51:36	16:51:57	21	
9月14日	6:46:09	6:46:30	21	
9月14日	8:46:39	15:47:18	24	
9月14日	23:18:30	23:18:45	15	
9月15日	6:20:33	6:20:51	18	
9月15日	7:57:45	7:57:54	9	
9月19日	21:54:08	21:54	10杉本氏と同時	
9月19日	23:31:36	23:31:48	12杉本氏と同時	
9月20日	15:21:06	15:21:26	20杉本氏と同時	
9月21日	7:56:10	7:56:38	28杉本氏と同時	
9月21日	9:42:16	9:42:26	10杉本氏と同時	相原氏と同時
9月21日	10:48:20	10:48:30	10杉本氏と同時	
9月22日	11:20:45	11:22:54	9	
9月24日	5:04:09	5:04:18	11杉本氏と同時	
9月25日	7:42:36	7:43:00	24杉本氏と同時	相原氏と同時
9月25日	8:48:09	8:48:33	24杉本氏と同時	相原氏と同時
9月25日	11:10:24	11:10:39	15杉本氏と同時	
9月25日	21:31:54	21:32:12	18杉本氏と同時	
9月26日	12:38:42	12:39:15	33杉本氏と同時	
9月27日	8:00:42	8:01:15	33杉本氏と同時	相原氏と同時
9月28日	18:53:12	18:53:27	15杉本氏と同時	
9月30日	17:08:48	17:09:12	24杉本氏と同時	
9月30日	23:27:54	23:28:03	9	アップせず

第120回流星物理セミナー

2008年10月5日 神宮前区民会館 松村健太郎(日本流星研究会)

第49回流星会議(2008年8月2日)電波観測分科会議事録

座長(コーディネーター):小関正広氏(日本流星研究会(以下当会)会長)

割り当てられた部屋(303 室)に人数がなかなか集まらず分科会が成立するか否か危ぶまれた。しかし 三々五々年少の方々を含めて何人かが入室してきた。突如,その場で座長を務める会長より小生が議事録 の作成を仰せ付かった。

最初に若い方から順に自己紹介をしていった。各自の興味や関心のある事柄を披露してもらった。

・丸山るな(当会事務局長丸山卓哉氏の長女)

宇宙はどうやってできたのか?

·白沢亜紀

探査機(フェニックス)により火星表面に水氷が発見されたニュースに刺激された。

・高梨夕輝(御殿場星の会々員高梨美華氏の長女)

星座の形状や惑星表面の状態はどうなっているのか?

川崎隆寛(当会幹事長川崎康寛氏の長男)

ロケットや人工衛星に関心がある。

·松村健太郎(当会及び日本アマチュア衛星通信協会会員,流星物理セミナー常連)

幼少時(1972 年ジャコビニ群騒動期=不発)の無念と情熱を再燃させ流星界に再突入した。そこでの電波 観測の進歩と普及を目の当たりにして、ドロナワ式にアマチュア無線を開始した。その中でも特に人工衛星を 利用した通信に取り組んできた。そこから得られた無線通信の技術や成果を電波観測の進歩に役立ててい きたい。電波観測とその研究は関西方面では盛んに行われているが、関東では低調なように見受けられる。 関東在住者としてこちらでも盛んになるように尽力したい。

•小川宏(当会電波観測担当幹事)

かつて鈴木和博氏が開発した FRO (FM 放送電波を利用した観測)に次いで開発され,次第に普及してきた HRO (アマチュア無線の電波を利用した観測)を行い,観測結果の集計をしてきた。国内のみならず,海外からも定期的に報告が送られてくる。天候に左右されずに観測できる利点を生かして今後も観測を継続していきたい。

,山本真行(高知工科大学准教授)

電波干渉計についての技術的な概説。高校生向けのソフトを用いての電波観測の紹介。年少の出席者の 方々にはやや難解だったか?

WATEC カメラを利用して携帯電話より発射される赤外線の小形テレビ画面上への可視再生を実演した。 (注:この手法は警報装置等の発射する電磁波を透視するのにも利用可能です。くれぐれも悪用なさらないよう,お子さん方の良識を信頼致します。)

予期された危惧に反して賑やかな議論となり,予定時間を超過して閉会した。しかし,次年以降は準備をよ り十分に行う必要性も痛感した。

流星の電波観測報告

2008年7月1日~2009年1月

MSS-121 2009.2.08 藤由 嘉昭

7月1日~12月11日まで



7月31日は、データをLost
8月22日15時10分まで。24日 電気設備メンテナンスのため休止
25日8時50分より開始
10月10日8時50分~14時30分までパソコンメンテナンスのため休止
10月28・29日は、データを削除してしまい復活できたデータのみを使用。
10月30日は、3時間分データがなかった。
11月14日11時20分 パソコンハングアップのためデータ欠落

12月11日9h20m-14h40m まで HROFFT ハングアップ、そのためデータ欠落、HROFFT のレベルを軽く調整 及び MRX-50の2台の間にスチロール板をいれた。エコー数はシャープに捕らえられるようになった。 また、 寒さ対策を行う。

12月12日から31日まで。





双子座流星群 12月13日0時~12月15日23時



2008年7月1日~12月31日 ロングエコー数 82個 八王子 杉本さんとの同時 33個 横浜 相原さんとの同時 24個

面倒でいくつか確認を取っていな時はあった。



1月29日から31日は雨のためカウントするのが大変だった。

1月のロ	ングエコー数	24 個
同時エコ	コー数	
八王子	杉本さん	23 個
横浜	相原さん	5個
横浜	野地さん	1個

	しぶんぎ流星群デー	ータ	1月1	日 0	時から	6	日 23	,時
--	-----------	----	-----	-----	-----	---	------	----



1月4日のロングエコー



冬支度 1



冬支度 2



観測場所



流星の電波観測 2009年2月~6月のデータ

2009.07.05 MSS-22

1月からのグラフ



2月後半は雨のためカウント数は少ない。

3月以降機器調整を行っていたためカウント数が極端に少ないことがある。

雨のときは、アンテナとケーブルを接続している部分から水が浸入するためショートしてノイ ズが発生することがわかり対策を行った。まだ対策としては万全ではないが、多少なりともク リアーできるようにしてある。これからもう少し雨対策を行っていく。 偏差値を利用して今までのカウント数を計算した。

1月から6月までのグラフ



流 星 を 偏 差 値で求めてみ て 点 ★ 利 力 ウ ン \mathbb{P} からなかった事が分かる。 数 は 分 で 体 の 流れが分か 全 る 0 ☆ 欠 点 本 当 に Z れ で いいの か 0 1 時 間 Ł したがいい結果はでてこなかっ 毎 試 た 0

この原稿は発表を元に改訂してあります。

流星電波観測による主要流星群経年変化

(流星電波観測国際プロジェクト) 小川 宏 (*h*-ogawa@amro-nct.jp)

1 しぶんぎ座流星群

しぶんぎ座流星群は、例年流星電波観測で極大が観測されており、海外のデータも比較的安定した結果が得られる 年が多い流星群です.結果的にはエラーバーを小さくすることができ、精度を高めることができます.

Figure.1 がしぶんぎ座流星群の 2001 年から 2009 年までの世界統合グラフ, Table.1 が Activity Level の値として 最大値を記録している時間帯, Table.2 が, ローレンツ曲線 (P.Jenniskens 2000) によるプロファイル近似結果です. Figure.1 には, Table.2 の合計数値もグラフに曲線として加えてあります.

2002 年は例年になく活発な活動が捕らえられており,2008 年はここ数年では活動レベルが小さくなっています. 2009 年については,海外データの都合から,ダブルピーク構造に見えますが,IMO 等の結果から推測し,活動プロ ファイルの一部として近似しました (2009B を 2009 年度の結果としては正式採用.2009A は参考まで).全体的に鋭 いピークというよりは半値幅も広い印象を受けます.

みずがめ座δ流星群

ふたご座流星群のように活動期間が長い流星群の解析ですが、ふたご座流星群と大きく異なるのは、天頂効果がほ ぼ見られないことにあります. その結果、Activity Level の値も比較的安定しており、サイトごとの差異が出にくく なっています.

Figure.2が2005年~2009年までの結果, Table.3がActivity Levelの値として最大値を記録している時間帯, Table.4 が、ローレンツ曲線によるプロファイル近似結果です.

なんと言っても,活動の主体となっている構成要素は,半値幅が数十時間(2日以上)と活動期間が長いのが特徴的で,図は太陽黄経ですが,日付に直すと,7月20日付近から8月8日付近までと,実に20日間くらいの活動を見せていることになります.(通常レベルは7/1~7/14で定義)

また、構成要素についても、通常みずがめ座 δ 群の極大とされる太陽黄経 125° 付近の前と後に増減過程でなだらかに推移する期間が存在します.これも顕著に見られる年とそうでない年とがあるところに興味をそそられますが、毎年小さいながらもその雰囲気は見て取れます.この事からも、最大ピークを構成する構成要素 1 つだけでは全体の活動を表現し切れません。年によって差はありますが、太陽黄経で 121°(7月24日~25日)付近と 129°3(8月1日)付近とにピークを持つ構成要素があると、近似プロファイルと実測値との差が小さく表現できます.特に λ_{\odot} = 129°3付近に極大を持つ構成要素は、その太陽黄経そのものがほぼ等しく、何らかの活動があると言っても問題はないと判断します.

3 ペルセウス座流星群

ペルセウス座流星群では、対地速度が速いために、得られる流星数も少なく、電波観測としては解析が難しい流星 群です. 解析当初の 2001 年や 2002 年では日本時間で Activity Level が高いといった難題があり、根本的にバックグ ラウンドの定義がおかしいか、使用する電波の周波数によって捕獲流星数に大きな差がでているかのどちらかが考え られます.

Figure.3が2001年~2009年までの結果, Table.5が Activity Levelの値として最大値を記録している時間帯, Table.6 が、ローレンツ曲線によるプロファイル近似結果です.

2004年については、Esko Lyytinen らの予測による結果が顕著に出ています. 2006年頃からはようやくデータの 安定性が出てきていますので、集計方法の課題というよりも観測地点側の問題によって、得られるエコー数に差が出 ているようです.

4 オリオン座流星群

2006年の突発出現を受け、流星電波観測においても結果を解析してきましたが、ペルセウス座流星群と同じく対地 速度が速いために、その活動を顕著に捕らえることは難しいのが実情です.

Figure.4が2002年~2008年までの結果, Table.7がActivity Levelの値として最大値を記録している時間帯, Table.8が, ローレンツ曲線によるプロファイル近似結果です.

2004 年や 2005 年はほぼ Activity Level の値が 0 に近いため、極大値を特定することは困難です. プロファイル近 似は、最小二乗法による数値が小さい値を採用しているだけです.

5 しし 座流 星群

しし座流星群の結果は1999年データより解析を行っています. Figure.5~ Figure.7 までを見ると,これまでのし し座流星群の変遷がよくわかります. Table.9 が Activity Level の値として最大値を記録している時間帯, Table.10 が,ローレンツ曲線によるプロファイル近似結果です.

2008年は久々に Activity Level が 1を越えました.2005年,2007年は影も形もないほどに活動は低調で,Activity Level の値も誤差範囲を考慮すると,ほぼ通常レベル,つまり活動は捉えられなかったと判断せざるを得ない状況です.いずれにしても,ある一定以上の活動がないと,通常レベルの誤差範囲に含まれてしまうので,ZHR が 10 とかでは,Activity Level の結果として活動を捉えることはほぼ不可能です.

6 ふたご座流星群

眼視観測同様,電波観測においても多くの流星エコーが観測される流星群です.

Figure.8 が 2002 年~ 2008 年までの結果, Table.11 が Activity Level の値として最大値を記録している時間帯, Table.12 が, ローレンツ曲線によるプロファイル近似結果です.

天頂効果が効くので、その解析は難しく、世界データ統合においても日本のデータ比率が大きいのでその影響はさらに出てしまいます.従って細かな流星群活動構成を議論することはできる精度にありませんが、おおよそのプロファイルを見るに値する数値はでてきています.

その中でも、2003 年や 2005 年は比較的活発な活動を記録しています. 誤差範囲を考慮しても高めの数値で推移し ています. 2008 年のふたご座流星群は近年にしては低調だった印象を受けます. ただ,2006 年や 2007 年もそれ以前と 比較すると数値は低く、逆の見力をすれば 2003 年~ 2005 年の活動が活発だったとも言えそうです. ただし、いずれ にしても、前述したとおり、天頂効果の問題がありますので、現時点でこの結果を鵜呑みにするのは危険で、眼視観 測結果等と照合しておく必要があると思います.

7 出典等

流星電波観測国際プロジェクト (The International Project for Radio Meteor Observation)の結果として掲載して います. データの元は, AMRO-NET 及び RMOB(Radio Meteor Observation Bulletin)から頂いています.

この他, Activity Level については, H.Ogawa et al. (2001), ローレンツ近似については, P.Jenniskens et al. (2000) を参考にしています. 必要な場合はあわせてご参照下さい.

- 1 Ogawa, H., Toyomasu, S., Ohnishi, K., Maegawa, K. (2001) "The global monitor of meteor streams by Radio Meteor Observation all over the world", *Proceeding of the Meteoroids 2001 Conference*, 189-191
- 2 Jenniskens P., Crawford C., Butow S.J., Nugent D., Koop M., Holman D., Houston J., Jobse K., Kronk G. and Beatty K. (2000) "Lorentz Shaped Comet Dust Trail Cross Section from New Hybrid Visual and Video Meteor Counting Technique Imprications for Future Leonid Storm Encounters", *Earth, Moon and Planets*, 82-83, 191-208.



Figure 1: Quadrantids 2001-2009

Year	Time (UT)	λ_{\odot}	Activity Level	Year	Time (UT)	λ_{\odot}	Activity Level
2001	Jan. 3 15^h	283°320	6.40 ± 0.79	2006	Jan. 3 18^h	$283^\circ_\cdot 167$	4.87 ± 0.98
	Jan. 3 21^h	$283^\circ575$	4.81 ± 1.98		Jan. 4 03^h	$283^\circ_\cdot 545$	2.51 ± 0.04
2002	Jan. 3 15^h	283°056	6.20 ± 0.35	2007	Jan. 3 22^h	283°066	4.51 ± 0.65
	Jan. 3 21^h	$283^\circ_\cdot 310$	9.24 ± 0.40		Jan. 4 03^h	$283^\circ_\cdot 280$	4.64 ± 0.57
2003	Jan. 3 11^h	$282^{\circ}_{-}623$	1.58 ± 0.59	2008	Jan. 3 20^h	282°724	2.64 ± 0.34
	Jan. 3 20^h	$283^\circ010$	6.42 ± 1.72		Jan. 4 06^h	$283^\circ_\cdot 152$	3.87 ± 1.25
	Jan. 4 02^h	$283^\circ_\cdot 265$	3.56 ± 0.73				
	Jan. 4 09^h	$283^{\circ}561$	3.42 ± 0.48				
2004	Jan. 3 17^h	282°616	3.61 ± 0.96	2009	Jan. 2 16^h	282°289	2.34 ± 0.48
	Jan. 4 05^h	$283^\circ126$	6.74 ± 1.70		Jan. 3 04^h	$282^\circ798$	4.25 ± 0.41
					Jan. 3 17^h	$283^\circ_\cdot 349$	4.57 ± 1.18
2005	Jan. 3 13^h	283°213	5.96 ± 0.34				
	Jan. 3 19^h	283°467	4.34 ± 0.61				

Table 1: Peak Times of Quadrantids 2001-2009 by worldwide Radio Meteor Observation

Table 2: Components of Quadrantids 2001-2009

Year	Trail No.	Time (UT)	λ_{\odot}	A_{max}	FWHM(hr)
2001	Q01T1	Jan. 03 $06^h 30^m$	282°94	1.5	-8.0/+8.0
	Q01T2	Jan. 03 $16^h 00^m$	283°_135	5.5	$-1.1/{+1.5}$
	Q01T3	Jan. 03 $21^h 30^m$	283°58	4.0	-3.0/+4.0
2002	Q02T1	Jan. 03 $03^h 30^m$	$282^\circ_{\cdot}55$	1.5	-7.0/+24.0
	Q02T2	Jan. 03 $17^h 30^m$	$283^\circ15$	9.0?	-1.8/+1.5
	Q02T3	Jan. 03 $21^h 30^m$	$283^\circ_\cdot 32$	7.0	-1.0/+2.5
2003	Q03T1	Jan. 03 $09^h 30^m$	$282^{\circ}_{\cdot}55$	1.3	-2.0/+3.0
	Q03T2	Jan. 03 $20^h 30^m$	283°_101	6.0	-2.0/+2.0
	Q03T3	Jan. 04 $02^h 30^m$	$283^\circ_\cdot 27$	2.5	-2.0/+1.5
	Q03T4	Jan. 04 $10^h 00^m$	$283^\circ_{\cdot}59$	3.3	-2.0/+1.5
2004	Q04T1	Jan. 02 $22^h 30^m$	281°82	0.5	-6.0/+6.0
	Q04T2	Jan. 03 $16^h 30^m$	$282^{\circ}_{\cdot}58$	2.0	-1.2/+2.0
	Q04T3	Jan. 03 $23^h 30^m$	282°88	2.0	-6.0/+6.0
	Q04T4	Jan. 04 $05^{h}00^{m}$	283°11	6.0	-4.0/+2.5
2005	Q05T1	Jan. 03 $13^h 00^m$	283°19	4.7	-3.0/+2.5
	Q05T2	Jan. 03 $15^h 00^m$	283°28	1.0	-12.0/+12.0
	m Q05T3	Jan. 03 $20^{h}00^{m}$	$283^{\circ}_{\cdot}49$	2.8	-2.0/+2.0
2006	Q06T1	Jan. 03 $19^h 00^m$	$283^{\circ}_{\cdot}19$	4.8	-5.0/+3.0
	Q06T2	Jan. 04 $03^h 00^m$	283°_153	2.0	-1.0/+3.0
2007	Q07T1	Jan. 04 $00^h 00^m$	283°14	1.5	-12.0/+12.0
	Q07T2	Jan. 04 $00^h 30^m$	$283^\circ.16$	4.7	-5.0/+4.0
2008	Q08T1	Jan. 03 $20^h 00^m$	282°71	2.2	-4.5/+8.0
	Q08T2	Jan. 04 $06^h 30^m$	$283^\circ15$	3.0	-2.5/+2.0
	Q08T3	Jan. 04 $13^{h}00^{m}$	$283^{\circ}_{\cdot}43$	1.5	-1.0/+5.0
2009	Q09T1	Jan. 02 $16^h 30^m$	282°29	2.0	-1.0/+2.0
	Q09T2	Jan. 03 $12^h 30^m$	$283^\circ15$	7.0	-6.0/+5.0



Figure 2: δ -Aquarids 2005-2009

Year	Time (UT)	λ_{\odot}	Activity Level	Year	Time (UT)	λ_{\odot}	Activity Level
2005	Jul. 25 13^{h}	$122^\circ_{\cdot}624$	3.05 ± 1.04	2008	Jul.27 13^h	$124^\circ_{\cdot}759$	6.24 ± 1.55
	Jul. 28 17^h	$125^\circ_{\cdot}643$	3.98 ± 0.11		Jul.31 13^h	$128^\circ_\cdot 584$	3.30 ± 0.96
	Aug. 1 19^h	$129^\circ_\cdot 555$	2.58 ± 0.78				
2006	Jul. 24 17^{h}	121°584	2.62 ± 0.91	2009	Jul.24 13^h	$121^\circ_{\cdot}652$	4.19 ± 0.99
	Jul. 28 15^h	$125^\circ_\cdot 331$	4.81 ± 0.38		Jul.28 14^h	$125^\circ513$	6.24 ± 0.13
					Aug. 1 15^h	$129^\circ_\cdot 376$	3.43 ± 0.67
2007	Jul. 25 20^h	$122^\circ_\cdot420$	2.63 ± 0.43				
	Jul. 29 23^h	$126^\circ_{\cdot}355$	4.72 ± 0.71				
	Aug. 3 00^h	$130^\circ_\cdot 228$	3.20 ± 1.12				

Table 3: Peak Times of $\delta\text{-Aquarids}$ 2005-2009 by worldwide Radio Meteor Observation

Table 4: Components of δ -Aquarids 2005-2009

Year	Trail No.	Time (UT)	λ_{\odot}	A_{max}	$\mathrm{FWHM}(\mathrm{hr})$
2005	C05T1	Jul. 24 $06^h 30^m$	$121^\circ_{\cdot}39$	0.5	-60.0/+30.0
	m C05T2	Jul. 29 $00^h 30^m$	$125^{\circ}_{\cdot}93$	3.5	-54.0/+54.0
	C05T3	Aug. 02 $00^h 30^m$	$129^\circ76$	1.0	-30.0/+60.0
2006	C06T1	Jul. 24 $18^h 30^m$	$121^\circ_{\cdot}63$	1.0	-30.0/+12.0
	C06T2	Jul. 28 $12^h 30^m$	$125^\circ_{\cdot}22$	4.0	-54.0/+60.0
	C06T3	Aug. 01 $18^h 30^m$	$129^\circ_\cdot 28$	1.5	-36.0/+60.0
2007	C07T1	Jul. 26 $00^h 30^m$	$122^{\circ}_{\cdot}58$	1.0	-78.0/+24.0
	C07T2	Jul. 30 $00^h 30^m$	$126^\circ_{\cdot}40$	3.5	-48.0/+66.0
2008	C08T1	Jul. 27 $18^h 30^m$	124°96	4.0	-66.0/+60.0
	C08T2	Aug. 01 $06^h 30^m$	$129^\circ26$	1.5	-30.0/+60.0
2009	C09T1	Jul. 24 $13^h 30^m$	$121^\circ_{\cdot}65$	2.0	-12.0/+18.0
	C09T2	Jul. 27 $18^h 30^m$	$124^\circ72$	5.0	-42.0/+72.0
	C09T3	Aug. 01 $12^h 30^m$	$129^\circ_\cdot 26$	2.5	-12.0/+18.0



Solar Longitude (2000.0) Figure 3: Perseids 2001-2009
ivity Level
48 ± 0.58
32 ± 0.44
38 ± 0.25
33 ± 0.46
38 ± 0.31
90 ± 0.81

Table 5: Peak Times of Perseids 2001-2009 by worldwide Radio Meteor Observation

Table 6: Comportents of Perseids 2001-2009

Year	Trail No.	Time (UT)	λ_{\odot}	A_{max}	$\mathrm{FWHM}(\mathrm{hr})$
2001	P01T1	Aug. 12 $16^h 30^m$	$140^{\circ}_{\cdot}01$	2.0	-1.0/+2.5
	P01T2	Aug. 12 $22^{h}30^{m}$	$140^\circ_\cdot 25$	1.0	-1.5/+3.0
	P01T3	Aug. 13 $15^h 30^m$	$140^\circ_{\cdot}93$	2.0	-1.0/+5.0
2002	P02T1	Aug. 12 $19^h 30^m$	$139^\circ_{-}88$	2.0	-3.0/+3.5
	P02T2	Aug. 13 $21^h 30^m$	$140^\circ_\cdot92$	1.0	-3.0/+3.0
2003	P03T1	Aug. 12 $18^h 30^m$	$139^\circ_{\cdot}60$	1.0	-4.0/+2.0
	P03T2	Aug. 12 $23^h 30^m$	$139^\circ_\cdot 80$	2.0	-2.0/+1.5
	P03T3	Aug. 13 $18^h 30^m$	$140^\circ_\cdot 56$	1.0	-2.0/+4.0
2004	P04T1	Aug. 11 $22^{h}00^{m}$	$139^\circ_\cdot49$	1.9	-2.0/+3.5
	P04T2	Aug. 12 $13^h 00^m$	$140^\circ_{\cdot}09$	1.4	-12.0/+14.0
2005	P05T1	Aug. 12 $03^{h}00^{m}$	$139^{\circ}44$	1.5	-4.0/+6.0
	P05T2	Aug. 13 $02^{h}00^{m}$	$140^\circ_\cdot 36$	1.5	-6.0/+4.0
2006	P06T2	Aug. 13 $00^h 00^m$	$140^\circ_{\cdot}04$	1.2	-9.0/+9.0
2007	P07T2	Aug. 13 $11^{h}00^{m}$	$140^\circ_\cdot 24$	1.3	-20.0/+15.0
2008	P08T1	Aug. 12 $02^h 30^m$	$139^\circ_{\cdot}65$	1.0	-10.0/+10.0
	P08T2	Aug. 13 $03^h 30^m$	$140^\circ_\cdot 64$	2.0	-4.0/+4.0
2009	P09T1	Aug. 12 $14^h 30^m$	139°88	0.6	-18.0/+3.0
	P09T2	Aug. 13 $20^h 30^m$	$140^\circ_\cdot 12$	1.7	-2.5/+4.0



Figure 4: Orionids 2002-2009

Year	Time (UT)	λ_{\odot}	Activity Level	Year	Time (UT)	λ_{\odot}	Activity Level
2004	?	$209^{\circ}?$	0.5?	2007	Oct. 21 21^{h}	$207^{\circ}_{\cdot}998$	1.67 ± 0.76
2005	?	$209^{\circ}?$	0.5?	2008	Oct. 21 20^{h}	$208^\circ692$	1.40 ± 0.18
2006	Oct. 20 22^{h}	$207^\circ_\cdot 300$	1.85 ± 0.60				
	Oct. 21 16^h	$208^{\circ}_{\cdot}046$	1.71 ± 0.25				

Table 7: Peak Times of Orionids 2002-2009 by worldwide Radio Meteor Observation

Year	Trail No.	Time (UT)	λ_{\odot}	A_{max}	FWHM(hr)
2004	O04T1	Oct. 21 $22^{h}00^{m}$	208°81	0.8	-30.0/+24.0
2005	O05T1	Oct. 22 $12^{h}00^{m}$	209°13	0.8	-36.0/+36.0
2006	O06T1	Oct. 20 $23^{h}00^{m}$	$207^{\circ}34$	1.0	-1.0/+1.0
	O06T2	Oct. 21 $16^h 00^m$	$208^\circ_{\cdot}05$	1.5	-24.0/+30.0
2007	O07T1	Oct. 21 $21^{h}00^{m}$	$208^\circ_{\cdot}00$	1.5	-24.0/+30.0
2008	O08T1	Oct. 21 $15^h 30^m$	208°48	1.0	-24.0/+30.0

Table 8: Comportents of Orionids 2002-2008









Table 9: Peak Times of Leonids 1999-2008 by worldwide Radio Meteor Observation

Year	Time (UT)	λ_{\odot}^{**}	Activity Level	Year Ti	me (UT)	λ_{\odot}	Activity Level
1998	Nov. 17 02^h	$234^\circ_\cdot 549$	15.5^{*}	2004 No	v. 17 21^{h}	235 <u>°</u> 798	1.13 ± 0.23
	Nov. 17 19^h	$235^\circ_\cdot 265$	1.23 ± 0.02	No	v. 19 12^h	$237^\circ_\cdot 463$	1.20 ± 0.25
	Nov. 18 04^h	$235^\circ_{\cdot}638$	3.14 ± 0.04				
	Nov. 18 06^h	$235^\circ_\cdot729$	3.78 ± 0.20				
1999	Nov. 17 08^{h}	$234^\circ_\cdot 545$	2.36 ± 1.28	2005 No	v. $18 \ 01^h$	235°,707	0.57 ± 0.42
	Nov. 18 02^h	$235^\circ_{\cdot}301$	10.81 ± 0.39				
	Nov. 18 15^h	$235^\circ.846$	3.31 ± 1.63				
	Nov. 18 18^h	$235^\circ_\cdot977$	1.98 ± 0.50				
2000	Nov. 17 07^h	$235^\circ_\cdot 250$	0.93 ± 0.11	2006 No	v. 19 05^h	$236^\circ_{\cdot}617$	1.15 ± 0.50
	Nov. 18 03^{h}	$236^\circ_\cdot 087$	4.95 ± 1.00				
	Nov. 18 07^h	$236^\circ_\cdot 259$	3.97 ± 0.36				
2001	Nov. 18 05^h	$235^\circ_\cdot915$	4.62 ± 1.02	2007 No	v. 16 12^h	$233^\circ_{\cdot}659$	0.65 ± 0.24
	Nov. 18 10^h	$236^\circ_\cdot 167$	8.66 ± 1.67	No	v. 18 12^h	$235^\circ_\cdot 675$	0.52 ± 0.20
	Nov. 18 17^{h}	$236^\circ_\cdot 419$	$9.73 \pm 1.61^*$				
	Nov. 18 23^h	$236^\circ_\cdot 672$	5.03 ± 0.88				
2002	Nov. 19 04^h	$236^\circ_\cdot 631$	$3.96\pm2.12^*$	2008 No	v. 16 00^h	233°899	0.54 ± 0.23
	Nov. 19 11^h	$236^\circ_\cdot925$	6.19 ± 0.64	No	v. 17 02^{h}	$234^\circ_\cdot991$	1.20 ± 0.46
2003	Nov. 19 06^{h}	236°454	0.86 ± 0.10				
	Nov. 19 15^h	$236^\circ_\cdot 832$	2.54 ± 0.35				

* エコーが飽和しているため値は参考程度

Year	Est	timated Trails by	Radio M	leteor Obser	vation	Predictions by M	IcNaugh	t and Asher
	Trail No.	Time (UT)	λ_{\odot}	A(t)	$\mathrm{FWHM}(\mathrm{hr})$	Time (UT)	λ_{\odot}	Dust Trail
1998	_	Nov. 17 02^{h}	$234^\circ_{\cdot}55$	15.5	-	-	-	1333
	-	Nov. 17 19^{h}	$235^\circ_{\cdot}27$	1.23 ± 0.02	-	Nov. 17 $19^h 34^m$	$235^\circ_{\cdot}27$	1932
	-	Nov. 18 04^{h}	$235^\circ_\cdot 64$	3.14 ± 0.04	-	Nov. 18 $04^h 08^m$	$235^\circ_{\cdot}63$	1866
	-	Nov. 18 06^h	$235^\circ73$	3.78 ± 0.20	-	Nov. 18 $07^{h}56^{m}$	$235^\circ_\cdot 79$	1833
						Nov. 18 $09^h 22^m$	$235^\circ_{\cdot}85$	1799
1999	L99T1	Nov. 17 $10^h 00^m$	$234^\circ_\cdot 62$	2.0	-3.0/+4.0			
	L99T2	Nov. 18 $02^h 30^m$	$235^\circ.31$	11.0	-1.0/+1.5	Nov. 18 $01^h 43^m$	$235^\circ_{\cdot}27$	1932
						Nov. 18 $02^h 07^m$	$235^\circ_\cdot 29$	1899
	L99T3	Nov. 18 $12^h 30^m$	$235^\circ73$	3.0	± 5.0			
						Nov. 18 $19^h 59^m$	$236^\circ.04$	1866
2000	L00T1	Nov. 17 09^{h}	$235^\circ_\cdot 3$	1.0	± 6.0	Nov. 17 $07^{h}53^{m}$	$235^\circ_\cdot 27$	1932
	L00T2	Nov. 18 $02^h 30^m$	$236^\circ_{\cdot}05$	5.0	-2.0/+1.5	Nov. 18 $03^{h}44^{m}$	$236^{\circ}10$	1733
	L00T3	Nov. 18 $07^h 15^m$	236°25	3.5	-1.0/+1.5	Nov. 18 $07^h 51^m$	236°28	1866
2001	L01T1	Nov. 18 $05^h 30^m$	$236^\circ_{\cdot}01$	2.5	-1.5/+0.5			
	L01T2	Nov. 18 $10^h 45^m$	$236^\circ_\cdot 14$	8.0	-1.2/+1.0	Nov. 18 $09^{h}55^{m}$	$236^\circ_\cdot 11$	1767
	L01T3	Nov. 18 15^h	$236^\circ_\cdot 3$	2.0	± 12.0			
	L01T4	Nov. 18 $17^h 30^m$	$236^\circ.43$	11.0	-1.0/+2.0	Nov. 18 $17^h 24^m$	$236^\circ.42$	1699
						Nov. 18 $18^h 13^m$	$236^\circ.46$	1866
	L01T5	Nov. 18 $23^h 30^m$	236°68	2.5	-1.0/+1.5			
2002	L02T1	Nov. 19 $03^h 30^m$	$236^\circ_{\cdot}59$	1.5	-10.0/+6.0			
	L02T2	Nov. 19 $03^h 45^m$	$236^{\circ}_{.}60$	5.0	-1.6/+0.6	Nov. 19 $03^{h}56^{m}$	$236^{\circ}_{\cdot}61$	1767
	L02T3	Nov. 19 $11^h 00^m$	236°90	7.0	-1.2/+2.5	Nov. 19 $10^h 34^m$	236°89	1866
2003	L03T1	Nov. 19 $06^h 30^m$	$236^{\circ}_{\cdot}45$	0.8	-3.0/+1.5	Nov. 19 $06^h 30^m$	$236^{\circ}_{\cdot}45$	1533
	L03T2	Nov. 19 $15^h 30^m$	236°83	2.5	-1.2/+0.8	Nov. 19 $16^{h}50^{m}$	$236^{\circ}_{\cdot}89$	1733
	L03T3	Nov. 19 $18^h 30^m$	236°96	0.8	-1.5/+3.0	Nov. 20 $00^{h}50^{m}$	237°22	1333
2004	L04T1	Nov. 17 $21^h 00^m$	$235^{\circ}_{\cdot}80$	0.8	-4.0/+2.0			
	L04T2	Nov. 18 $21^h 00^m$	$236^{\circ}_{\cdot}81$	0.8	-5.0/+2.0			
	L04T3	Nov. 19 $13^h 00^m$	237°48	1.0	-5.0/+8.0			
2005	L05T1	Nov. $18 \ 00^h 00^m$	$235^{\circ}_{\cdot}67$	0.6	-5.0/+8.0			
2006	L06T1	Nov. 18 $04^h 00^m$	$235^{\circ}_{\cdot}57$	0.5	-8.0/+4.0			
	L06T2	Nov. 19 $04^h 00^m$	$236^{\circ}_{\cdot}58$	0.4	-5.0/+12.0	,		
	L06T3	Nov. 19 $05^h 00^m$	236°.63	1.0	-1.0/+0.5	Nov. 19 $04^{h}45^{m}$	$236^{\circ}_{\cdot}61$	1932
2007	L07T1	Nov. 18 $12^h 30^m$	235°67	0.4	-20.0/+20.0			
2008	L08T1	Nov. 16 $02^h 00^m$	233°98	0.5	-1.5/+3.0			
	L08T2	Nov. 17 $02^h 00^m$	$234^{\circ}_{\cdot}99$	1.3	-4.0/+2.0			
	L08T3	Nov. 18 $01^h 00^m$	$235^{\circ}96$	0.8	-2.0/+3.0			

Table 10: Comportents of Leonids 1999-2008



Figure 8: Geminids 2002-2008

Year	Time (UT)	λ_{\odot}	Activity Level	Year	Time (UT)	λ_{\odot}	Activity Level
2002	Dec.14 12^h	$262^\circ_\cdot 305$	3.06 ± 0.56	2006	Dec.13 22^h	$261^\circ_\cdot 656$	3.27 ± 1.02
2003	Dec.14 07^h	$261^\circ806$	5.46 ± 1.69	2007	Dec.14 22^h	$261^\circ_\cdot 470$	3.44 ± 1.15
2004	Dec.13 21^h	$262^\circ_\cdot 142$	3.47 ± 0.74	2008	Dec.13 21^h	$262^\circ_\cdot 136$	3.12 ± 0.65
2005	Dec.13 13^h	$261^\circ_\cdot 545$	4.04 ± 1.98				

Table 11: Peak Times of Geminids 2002-2008 by worldwide Radio Meteor Observation

Table 12: Components of Geminids 2002-2008

Year	Trail No.	Time (UT)	λ_{\odot}	A_{max}	$\rm FWHM(hr)$
2002	G02T1	Dec. 14 $10^h 00^m$	$262^{\circ}_{\cdot}20$	3.0	-30.0/+10.0
2003	G03T1	Dec. 14 $12^h 00^m$	$262^\circ02$	4.0	-28.0/+8.0
2004	G04T1	Dec. 13 $20^h 00^m$	$262^{\circ}_{\cdot}11$	3.0	-30.0/+9.0
2005	G05T1	Dec. 13 $17^h 00^m$	$261^\circ72$	3.6	-28.0/+12.0
2006	G06T1	Dec. 14 $00^h 00^m$	$261^{\circ}_{\cdot}75$	2.8	-24.0/+12.0
2007	G07T1	Dec. 14 $02^{h}30^{m}$	$261^{\circ}_{\cdot}60$	3.2	-20.0/+18.0
2008	G08T1	Dec. 13 $21^h 30^m$	$262^{\circ}_{\cdot}14$	3.0	-24.0/+6.0

流星の電波観測 2009年7月~9月の観測データ

MSS-123 2009/10/04 電波 藤由嘉昭

7月27日からシステムを変更しました。



7月27日9時40分からこのように変更しました。

今までの経緯

2008 年 7 月から受信機 2 台、パソコン 1 台、で 2chHROFFT を利用して観測を開始したが 2 台の受信機かそのほかの影響で干渉するのか受信レベルの調整がうまく行かない部分があった。また、雨などの影響がありうまくカウントできない部分があった。これはアンテナ接続部に自己融着テープを巻くことより雨の影響を排除する事ができた。

7月27日からは上記のようにシステムを変更することによりうまくカウントできるようになった。



co:カウント数 sc:偏差値

7月からの経過

7月4、5、10日、なぜかほとんどカウントせず。

7月22日16時10分から7月23日10時10分までHROFFTが停止していた。 うっかりとオフにしてしまったのだろう。

7月24日、雨が降ったりしているためシグナルレベルを下げて帰った。25日以降晴れたが珍しくカウント数が少なかった。

7月27日、パソコンを2台にした。9時40分メンテナンス。 EeePC 800 Win XP home SE3 GPS 時計 GT-730 ソフト さとくん アンテナとケーブルの接続部に自己融着テープをまいたら、雨の進入が完全に防げた。 また、2ch の時にはお互いが干渉していたようだ。

7月28日11時10分から29日9時10分まで停止 福井高専 HROFFT が止まっていた。 8月8日9時~10時20分 電気設備点検のため休止。



2009年ペルセウス流星群の結果 8月1日0時~17日23時

クローズアップしたグラフ



ピーク 福井高専 8月13日 5時 偏差値 154 天頂 8月13日 1時 偏差値 125

月ごとのグラフ







2008年7月~9月のデータ



ロングエ	1-
------	----

	2008年	2009 年
7月	11	18
8月	22	162
9月	28	47

福井高専方向に向けたアンテナ 2009年8月5日 13h28m57s 継続時間 455s





天頂方向に向けたアンテナ

H F so100 10.01	0 F F 1280340.pns .28 03:40	T 1.0.0 meteor 8	Ovserver Receiving Locat Receiver Receiving anten	ion : ex. ex. ex. na : ex.	Sogo-koka Seijyo, Setagayaku. JAPAN(139.35E,35.38N) AITEC MRX-50 53.70MHz 4el-Yagi Fukui
kHz 	0341	0342	0343, 0344	0345	0346 0347 0348 0349 0350
1.1- 1.0-		'09年	10-'10年	[1月]	の電波観測結果
0.8-					
0.7-					
0.6- H F ze100 10.01	0 F F 11280340.png 1.28 03:40	T 1.0.0 meteor 15	Ovserver Receiving Locat Receiver Receiving anten	ion : ex. ex. na : ex.	Sogo-koka Seijyou,Setagayaku. JAPAN(139.35E, 35.38N) AITEC MRX-50 57.3Mhz ZØ3el-Yagi Zenit
kHz -	0341	0342	0343 0344	0345	0346 0347 0348 0349 0350
1.1- 1.0-	<mark>分類</mark> MSS 2010/02/07	5-24 7 MSS124			
0.9- 	藤由 勇	嘉昭			A The second sec
0.7-	ビデオ観測	と同時と思わ	れるロングエコー		













まとめ

各流星群もそれなりの出現はあった。

2010年のしぶんぎ群は昨年に比べると出現は少なかった。

偶然かもしれないが、昼間に出現数が増えている場合が ある。もしかしたら、昼間群かも ?。

これからも、観測を続けていく必要がある。

2010年6月のデータによる昼間流星群の検出

都立総合工科高校

矢島&塚本

2010年6月は綺麗な観測データを取得することができた。それを元にして昼間流星群の検出を試みた。(福井高専に向けたアンテナ)。



ヘルクレスτ群 6月3日19時30分頃 太陽黄経 72.6 おひつじ昼間群 6月8日2時30分頃 太陽黄経 76.7 ペルセウスζ群 6月10日2時30分ごろ 太陽黄経 78.6





6月わし南群 6月11日13時30分頃 太陽黄経 80



6月わし北群 6月17日20時30分頃 太陽黄経 86 おうしλ昼間群 6月17日7時30分頃 太陽黄経 85.5



6月24日はおうしβ群と考えられる。



からす座	6月27日3時30分頃 太陽黄経 94.9
ペルセウス ε 群	6月27日18時30分頃 太陽黄経 95.5
6月うしかい群	6月28日15時30頃太陽黄経 96.3 (ポン・ウィンネッケ群)
おうしβ群	6月29日 1時頃 太陽黄経 96.7

今回は、IAU 流星群リストの太陽黄径を見比べてみた。流星群の輻射点高度については考慮にいれていない。また、輻射点高度も考慮しデータを積み重ねていけば、明らかになるだろう。

Referenece

天体観測データブック 東亜天文学会編 1970 年 恒星社厚生閣 IAU 和名リスト http://www.nao.ac.jp/new-info/meteor/table-ls.html

流星観測ハンドブック	日本流星研究会編 誠文堂新光社
流星I	斉藤・長沢編 恒星社厚生閣
流星とその観測	小槇孝二郎 恒星社厚生閣



天頂の様子 1



天頂の様子 2







天頂の様子 3



2010年8月ペルセウス群の報告と電波観測近況

都立総合工科高校 矢島&塚本



今年は太陽黄経 143付近にピークが見られる。みずへびβ群か?。







特に今年は、7月後半から天頂方向のカウント数が増えている。複数の流星群の活動していることが分かる。

流星の電波観測

2010 年の観測報告とふたご、しぶんぎ群のデータ、他

MSS-127 2011/02/06 藤由 嘉昭



2010年 1日毎の観測データ

2010年は天頂に向けたアンテナの方がカウント数が伸びている。

2010年	福井	天頂
合計	43663	50866
1日平均	119	139
1時間平均	4	5

LongEcho のデータ 2008 年 7 月~2011 年 1 月





²⁰⁰⁹ 年から 2011 年 3 年間 1月の1時間毎の平均



```
2010年ふたご座流星群のデータ
```


12月10日0時~16日23時まで

0~3時付近は天頂効果のためカウント数は減少している。

2011 年しぶんぎ流星群のデータ



ちょっと変わったロングエコー

H R O F so110119035 11.01.19 03	F F T 1.0.0 0.png meteor :50 2	Ovserver Receiving Location Receiver Receiving antenna	: ex. H R O : ex. ze11011903 : ex. : ex. 11.01.19 0	FFT 1.0.0 350.png meteor 13:50 10	Ovserver Receiving Loca Receiver Receiving anter	tion : e i e nna : e
2011年1月	∃19⊟3h50m	and the second sec				
KHZ 035 : 福井 1.1-	1 0352	0353 0354	0355 ^{<hz< sup=""> 03 天頂 1.1-</hz<>}	51 0352	0353 0354	.03
1.0-]			1.0- -			
0.9-	warmer -).9-			
0.8-			3.8-			
0.7-						
ne i			36			

2011 年 1 月 19 日 3h50m39- 55s 天頂のアンテナの方がきちんと受信している。

.35E,35.38N) 2011年1月30	ROF 1101310630.3 6h29m47s	5E, 35.38N)	R O F (1101310630. .01.31 06:3	F 1 png
0629 (福井	0630 _, 0631 _,	0629 (天頂)630 _, 0631 _,	
			ie in the second s	

2011 年 1 月 30 日 6h29m47s - 継続時間 49s 2 枚の画像を切り張りした。福井に向けたアンテナでは別々な状態に感じられるが 天頂方向の画像を見るとロングエコーになっている。

: ex. Sogo-koka tion : ex. Seijyo, Setagayaku. : ex. AITEC MRX-50 53.70M nna : ex. 4el-Yagi Fukui 2011年1月31日 8h:34-	: ex. Sogo-koka . dation : ex. Seijyou,Setagayaku HHz : ex. AITEC MRX-50 57.3M enna : ex. Z¢3el-Yagi Zenit
0835, 0836, 0837, 福井	0835, 0836, 083 天頂

2011 年 1 月 31 日 8h34m59s 継続時間 51s これも天頂方向のアンテナの方の受信状態が良い。福井の画像だけだと、ロングエコーと感じられないだろう。

これら3種類の画像を見ると、受信時の周波数が違っている。

アンテナの角度は、福井高専は水平、天頂は垂直で、丁度 90 度の角度にしてある。

流星の電波観測 流星群とロングエコーの関係

MSS-129 2011.10.02 都立総合工科高校 流星の電波観測班 宇田川 雄貴 鈴木 淳史 千田 元気





2011年の通常のエコーとロングエコーの推移です。特に8月14日までのロングエコーは非常に 多いのですが、8月15日からは極端に減っています。 5月は福井高専で2日間程度、停波があっためにデータがありません。





ロングエコーは少ないですが、極大日にかけて増えているのが分かります。





2010年を時間ごとにグラフ化してみました。





5月1日に前触れのようにロングエコーがあり、極大日付近はロングエコーが増えています。



極大にかけて徐々に増えて行っているのがよく分かります。 8月13日から14日まで1時間毎のデータを対比しました。





この2日間は1時間あたりのロングエコーは普段とけた違いに多いのが分かります。





2010年のふたご群です。天頂効果があるためなのか1時間あたりのロングエコーは少ないのですが幅広く分布しています。

今回はグラフに目立つ群をピックアップしました。これからは他の流星群もこのように対比させていきたいと思います。

最後に 第3回坊ちゃん科学賞 6月昼間流星群とロングエコーの関係 で 優良賞を獲得しました。

2012年6月27日までの電波観測結果

MSS-131 2012 年 7 月 1 日 藤由 嘉昭



都立総合高校高におけるデータ

fu 福井高専に向けたアンテナ ze 天頂に向けたアンテナ avg 平均





5月1日0時~12日12時までのエコーの推移。

2009年はデータが正しくないため除外 2011年は送信局の電波が停波したた除外



Sと同時の流星エコー

2011 年 8 月、古川さんがISSからNHKの超高感度ハイビジョンカメラを用いてペルセウス座流星 群の極大期の流星映像を宇宙から撮影されました。NHK の番組「宇宙の渚 File2. 46億年の 旅人 流星」として 2012 年 3 月 6 日 21:00-22:00 に BS 103 で放送されました。地上では Sonotaco.Networkの方が映像を撮影され同時が確認されました。撮影された時間は 2011 年 8 月 11 日 20h37m29sです。電波観測でこの時刻に近い流星エコーがありました。



福井高専に向けたアンテナの画像 20h37m32s-20h37m40s 継続時間 8s

天頂に向けたアンテナ 20h37m31s-20h37m41s 継続時間 10s

⊢ 20 11	R O F F T ∋1108112030.png .08.11 20:30	1.0.0 meteor 1	Ovserver Receiving Receiver Receiving	Location antenna	ex. ex. ex. ex.	Sogo-koka Seijyou,Se AITEC MRX- 2女3el-Yagi	tagayaku. 50 57.3Mhz Zenit	JAPAN(139.35E,	, 35.38N)	
kHz	2031, 2	:032	2033	2034	2035	2036	2037,	2038	2039 20	940,50
1.1-										
1.0-										
0.9-										
- 0.8-										
0.7-										
0.6-			liana a ja katalaka							

















2012/10/2









2012/10/2









2012/10/2

2012年ペルセウス座流星群 極大

HRO by Izumi 8月12日22時30分 太陽黄径 140.06* (8月14日9時頃、黄径141.44* で副極大か?)

IMO by 眼視 8月12日21時00分 太陽黄径 140.00°

国際電波観測プロジェクト by Ogawa 8月12日18時00分 太陽黄程139.88*

過去の極大と2012年

* 主に1991-1993に観測された母彗星回帰に伴う極大は 2012年8月12日07:00(太陽黄径 139.44°) HROで確認されなかった。

*従来から観測されている極大は

2012年8月12日18:00分(太陽黄径 140.00°)

HROで12日の夜半前(22時30分頃)極大がみられた。

結論

2012年のペルセウス群の極大は8月12日夕刻から深夜にかけて 起こった。従来のピークである太陽黄径140.00°に一致する。母 彗星回帰時に見られた 139.5°付近のピークはもう存在しない。 今年の活動はロングエコーが多く、明るい永続痕を伴う流星が多 かったことが推定される。

流星の電波観測 2012 年1月~9 月までのデータ

都立総合工科高校 課題研究 流星の電波観測班

稲本陽介 小金澤駿也 小針龍太郎 中元翔 林哲志 澤村一輝 藤田普玄

MSS-132 2012 10/07



グラフを1枚にしてみました。エコーは福井高専に向けたアンテナ、天頂に向けたアンテナの平均で す。特に、しぶんぎ群、みずがめ群、ペルセウス群の時にはロングエコーが多いのがわかります。



^{7~8}月の2ヶ月を取り出してみました。夏のこの時期は実際に目で見ていても多いです。特に8月18日頃を堺にしてエコー数も減っています。

都立総合工科高校における流星の電波観測 2008年7月1日~2013年3月31日

MSS-134 藤由 嘉昭





fu:福井高専に向けたアンテナ ze:天頂に向けたアンテナ Longechoとは、20 秒以上エコーが連続している状態。



初めての LongEcho









²⁰¹³年は4月1日まで



¹月3日0時~4日23時 目盛幅 12時間毎



8月11日0時~14日23時



12月13日0時~12月15日23時

都立府中工業高校の流星の電波観測事始め

藤由 嘉昭

異動のためいったん流星の電波観測を注したが再開することができた。今回はアンテナはモービルアンテナを利用した。ある程度全天をカバーできる事とロングコーの増加を見込んでの事である。5月14日から観測を開始した。



準備室に機器は設置



観測場所 都立府中工業高校 Receiving Location : ex. Wakamatsucho, Fuchu-shi JAPAN(139.30E, 35.40N) Receiver : ex. MRX-50 53.75MHz Receiving antenna : ex. 50Mhz Mobil Comet HFB-6





月ごとのデータ

HROFFT の設定で Low 700Hz HIGH 1200Hz にしていためノイズは非常に多くエコーをなかな エコーを捉えるのは難しかった。



6月28日13h~7月1日8h30mまでデータ無し。うっかりHROFFTをオフにしてしまった模様。 6月中も4回程度パソコンのマイク入力のボリュームを変更した。



7月20日 9hから原因不明の HROFFT のシャットダウン パソコンはそのまま22日8時30分 復旧そのためデータはなし。



8月6日 10h~17h10m まで電気設備点検のため停電。気付かなかった、うちの学校の分電盤 は停電したら、復旧のためにスイッチをオンにしないと電源がない。

8月11日 14h54m 落雷のため停電 気付かなかった。8月12日8h10m 復旧 東京都府中市を中心とした雷雨で停電、大丈夫だと思ったが失敗した。やはり来年は雷電神社に お札を買いに行く必要がありそう。



9月15日~16日は台風の影響でほエコー数は少ない。その後ノイズがひどく17~19日までエ コーをほとんど捉えることが出来なかった。

Longechoの比較





ノイズの原因のひとつは太陽の影響であるが、それ以外でもノイズが多い。モービル用のアンテナは感度が低い。

都立府中工業高校における流星の電波観測2

MSS-136 藤由 嘉昭





- 6月28日13h~7月1日8h30mまでデータ無し
- 7月19日9h~20日9hまでデータ無し
- 8月6日10h~17h10m 電気設備点検
- 8月11日14h54m 府中で落雷 8月12日8h10m 復旧
- 8月29日 16h HROFFT オフ 30日8h30m 再開
- 9月15日~17日 台風の影響が大きい。
- 11月19日以降 ノイズのため観測不能の時間が1日数時間ある日が多かった。 太陽の磁気嵐等の関係があると考えられる。



¹月4日16h~5日HROFFT ストップ

4日の日にデータを取得した際にうっかりとHROFFT をオフにしてしまったようだ。 1月18日6h~19日23h50m台までノイズのためカウント不能だった。 2013年11月後半から太陽活動がかなり活発のため1日数時間ノイズで観測不能の時間がある。

これからは HROFFT の画面を見ながら Sigal Level を調整していく必要がある。

新しい受信機の紹介

ソフトウェアラジオ USB になっていて、パソコンに接続し 受信用のソフトウェアを導入すること により受信可能。

DVB-T+DAB+FM 28~1700MHz 日本製水晶振動子換装品 アマゾンで 3850円 2014年1月28日現在

超短波全方向式無線標識施設(VOR) VHF帯の電波を用いる航空機用無線 標識

モールス符号にわる識別信号

周波数帯 108.0MHz~117.95MHz この周波数帯の八木アンテナは自作する必要がある.

詳細は杉本弘文氏の HP から辿れる。



流星電波観測 解析ソフトの開発について

1 5

武田 誠也 Mss-144

電波観測を東京で行っています。(HRO/FMO)

しかし、ソフトがMacで動かない・・・。 東京のノイズの多さ・・・。

いつまでも人さまのソフトにお世話になるより 自分のものは自分で作ろう!の精神

MUST要件

- HROFFTと同等以上の解析精度
- 流星エコーの自動検出
- ノイズの除去

BETTER要件

- 24時間365日運用
- 流星電波観測国際プロジェクトへ
 データ自動送信

流星検出システム

解析アルゴリズム

- ・FFT (ティーキュー窓)
- ・周波数フィルター
- ・時系列フィルター
- ・ハフ変換(線状ノイズ除去)

機能

- ・流星エコー自動検出
- ・検出時のスペクトログラムと録音データの保存
- ・時間毎の流星検出ヒートマップ
- ・日毎の流星検出カレンダーヒートマップ
- ・流星エコーの周波数解析

Latest Spectrogram





Date Hour Heatmap



Calendar Heatmap



Less 📓 🖉 More

Frequency Boxplot


FMOに挑戦

○ FM802 80.2MHz 10kW出力 大阪府
80.0 80.4にtokyofmがはいる、、、

× FM AICHI 80.7MHz 10kW出力 NHK入る

× FM OSAKA EASY851 85.1MHz 10kW出力 NHK入る

× NHK 大阪 88.1MHz 10kW出力 中華系のFMが入る

× FM仙台 77.1MHz 5kW × FM秋田 82.8MHz 3kW出力 × NHK青森 86.0MHz 3kW出力 × NHK秋田 86.7MHz 3kW出力



第149回流星物理セミナー(2018年7月1日)

アイテック HRO 受信機の改造についての告知

野瀬 稔

当日は口頭のみでの告知であったため、記録としてその内容を以下に記す。

☆背景☆

・本年4月9日より、福井県鯖江市の福井高専から送信されていた 53.750MH z の電波(ビ ーコン)が停波している。

・現在、福井県福井市の福井県立大学より、53.755MH z の電波(ビーコン)が HRO 用と して連続送信されている。(5 k Hz の違い)

・アイテック電子研究所(以下アイテック)で製造された HRO 専用受信機は、「流星電波 観測ガイドブック」(CQ 出版)や小川氏の「流星電波観測国際プロジェクト」HP にて、 スタンダード受信機として紹介されてきた。(約15年間製造・販売された)

・アイテック HRO 受信機は 53.750MH z 受信に特化された設計であるが、53.755MH z の 電波を受けると着信音の周波数が 5 k Hz 高くなる。これまでの「ポーン」という着信音が 「ピーン」という音になる。着信音が 900Hz に設定されている場合、5,900Hz の音になる。

・HRO において、観測に広く用いられている「HROFFT」という FFT 解析・記録ソフト がある。この利用は日本における観測者でほぼマストである。(「MROFFT」というほぼ同 機能のソフトもある。以下の制約は同じ。)

☆問題点☆

・「HROFFT(MROFFT)」は 600Hz~1,200Hz の範囲の音を解析できる。(この範囲は変 えられない。)

・従って、アイテック HRO 受信機で 53.755MH z の電波を受信しても「HROFFT (MROFFT)」で解析・記録をすることができない。

・これでは、アイテック HRO 受信機の利用者は観測をすることができない。

・アイテックは2年半前に廃業している。

☆対処方法☆

・受信側で解消するには、アイテック HRO 受信機で 53.755MH z を受信した際に 900Hz 前後を出力できるように改造する必要がある

・そこで、八王子の杉本氏とタッグを組み、アイテック受信機の改造と調整を受け付ける ことにした。改造・調整は私(野瀬)が行う。

・これについて、杉本氏の以下 HP にて告知している。詳しくはそちらをご覧いただきたい。

• URL http://www5f.biglobe.ne.jp/~hro/Operation/index.htm#remodel

・改造後も、53.750MH z の受信機にユーザー自身で戻せるようしているので、今後送信側の事情が変わっても使い続けることができる。

以上



石村 周平



2018年 茨城大学でのヤギ座流星群とペルセウス流星群





2





8月の結果

8月の流星数の時間変化



-2.00

12.00

9月の結果

9月の流星数





9月の時間平均流星数



-1



- ペルセウス座流星群の時にピークは出てる?
- 全体的に流星の数が少ないため観測の精度を向上させるべき
- 時間変化では昼間が少なく見える
- 9月後半は何かしら流星群に見える

HROFFT

HROFFTの現在 時間スケールは1分単位 カラーバーは何段階かわからない データの保存はpng形式

課題・改善

時間スケールを1秒単位またはそれ以下

カラーバーを10段階で分かりやすく

データの保存はpng fits

音声でも保存、解析

流星電波干渉計開発について

2018.10.7 武田誠也







普段、山など障害物に阻まれて電波が届かないような場所でも 流星が流れた瞬間に、電波が電離柱に反射して一瞬だけ届くという現象が起こります。

流星電波観測の原理





流星エコーの到来電波の位相のズレから 到来方向を割り出す仕組みです。

流星電波干渉計とは

波長**λ** [m]に比例した基線長d [m]をおく

受信する電波は

微小時間差 D/c [s] (D:行路差 [m] c:光速 [m/s]) でアンテナへ到来

D とd が分かれば

 $D=d \cdot \sin\theta$

到来角**0**も求まる





流星出現位置と撮影システムを連動して

日本上空の流星を自動で撮影するシステムを目指しています。



25~110MHzまで周波数対応して、HRO、FRO、VOR、V-Lowで マルチバンドで流星電波観測できる新たな電波干渉計です。

長崎VOR送信局





5ch電波干渉計 ブロック図



5ch電波干渉計 ハード外観



3chでの観測テスト@東京



5chでの観測テスト@高知工科大







電波干渉計 解析画面



CompositeGain(dB): 44.63

位相差	App Config
eDifference +-180	FPS 1:
	Save Config
- when we	Save LogCsv
	Save CaptureImg
	Save DelayCapture Time
	Save ADI
	Save DailyLogCsv
	Threshold
	Lock Time
	Long Echo
	BopplerShift
trogram 3.5-4.5kHz	Dispersion
	Ripplan (%)
	Opposed (A)
	PhaseDiff Offeet 0 (d
	PhaseDiff Offset 1 (d)
	PhaseDiff Officet 2 (d)
	PhaseDiff Offset 7 (d)
	PhaseDiff Offset 4 (d
	PhaseDiff Dffset 4 (d
o Spectrogram 100Hz	
Analyze	











[解析]

・25ms毎にFFT





スペクトル解析

Phase Difference + 180	Spectrogram 3.5-4.5kHz
Spectrogram 33.4.58Hz	Mono Spectrogram 100Hz
	Echo Analyze



[解析]

- ・五分間のデータ
- ・エコー自動解析
- ・500ms毎にFFT

ペルセ群 観測結果

◆観測環境

場所:高知工科大学 対象電波:53.755MHz (福井県立大発信HRO) 受信機:新電波干渉計 アンテナ:Radix製 クロス八木アンテナ KIT-53Y2/X

◆ 観測期間

8/8~8/14

※8/8の夜にPC起動。また8/11は強烈なノイズが入っており観測不可。 8/14は停電に備え朝にPC停止。

- ◆ 流星数
- 8/8 2個
- 8/9 24個
- 8/10 30個
- 8/11 1個
- 8/12 38個
- 8/13 49個
- 8/14 10個

◆ビデオ観測との同時観測数 高知工科大学が撮影したUFOCaptureでのビデオ観測結果と照合し 同時観測も計測。 結果としては、3つ同時観測できた。

- · 8/12 4:18:43~45
- · 8/12 23:41:48~49
- ・8/14 3:53:19~20 火球

Date	Duration(s)	DataLength	AzimuthAngle	ElevationAngle
20180814_035342	1.5	60	151.858	77.48



8/14 3:53:19~20頃の火球



流星エコーの反射地点 (@33.1893638,131.9317464)



UFOCaptureでのビデオ観測では、正確な軌道は導き出せなかったが 南方向に向けたカメラに映ったことから、大まかには解析結果とあってきそう。 アンテナ、受信器の内部位相差をキャリブレーションを行うことで正確な値を算出する。



Past, present and future of Beacon signal transmission for meteor radio observation in Japan

Kimio Maegawa, JA9BOH ja9boh@jarl.com Honorary professor National Institute of Technology, Fukui College

Sumio Nakane JH3BJN snakane@nisiq.net Member of AMSAT, TAPR, NMS and IMO

<u>Histrory of Ham Radio Beacon Transmission for Meteor Radio Observation in Japan</u> Beacon wave for meteor radio observation has been transmitted from National Institute of Technology, Fukui College Amateur Radio Club, JA9YDB since 1996. It is still being transmitted and has been on for over 20 years.

Amateur meteor radio observation using broadcast radio waves and meteor scatter communication by amateur radio were done in the 1970s, but it was not done much after that. At Kyoto University's open lecture in September 1995, an amateur meteor observer, amateur satellite experimenters, and a Researcher of the middle and upper layer atmosphere had the opportunity to have a lunch together. After that, the opportunity for about 20 interested people of radio metro observation gathered in Shigaraki Siga Prefecture in Japan (MU Radar site) in December 1995 with Dr. Nakamura's way of thinking.

The test transmission held by Kimio Maegawa, JA9BOH in April 1996, and continuous beacon transit at 53.750MHz from JA9YDB since August 1996, continuing to the present. It has been continuing for over 20 years.



JA9YDB Beacon Antenna



http://meteor.chicappa.jp/HRO2009meetingreport.html

In the early stage of observation, we use FFTDSP written by Mr. Mick Cook (AF9Y). After that we use HROFFT written by Mr. Kazuhiko Okawa.

In the latter half of the 1990's, our group regularly held a meeting to read "Meteor Science and Engineering" written by D.W.R McKinley, chapter 8 "radio echo theory" and chapter 9 "Forward-scatter form meteor trails". And also the meeting or radio meteor observation was held annually almost in February every year from mid-1990's to 2009, after that it has not been held.

Our group printed 500 copies of the brochure as a group, and we distributed it. One year later, in 2002, our group was able to publish the "Meteor Radio Observation Guide-

book" from CQ publisher, a prominent publisher

Meteor Radio Observation Guidebook



Outlook for amateur meteor radio observation in the feature

Observation by video cameras is now popular. Although radio observation has become an extremely small scale in Japan, JA9YDB continue to transmit as well as meteor observation in the same condition as before.

Furthermore, transmission from the Fukui Prefectural Amateur Meteor Radio Observation Research Society, JH9YYA, has also started to transmit at 53.755MHz from December 2016. The transmitter was down in mid June and stopped, but it resumed on October 9th. These mutual distances between JA9YDB and JH9YYA are about 20 km and we would like to use it for the experiment of the new observation method.





Callsign sending equipment

JH9YYA Beacon antenna Right : Dr. Tadas Nakamura Left : Kimio Maegawa

What and How is the road ahead for amateur meteor radio observation ?

It has been over 20 years since HRO = ham radio observation == began in Japan. In the past two decades, radio frequency technology, signal processing technology and processor capacity have made dramatically progress, however using method of observation has not been advanced in Japanese amateur.

In the field of amateur radio, meteor burst communication is particularly popular in Europe, and the topic about meteor are described in DUBUS magazine (http://www.dubus.org).

Along with modulation such as FSK441 PSK2K MSK144 used for meteor scatter communication, coherent signal (multiple frequencies in rationality ratio), use the difference due to polarization, multipoint installation at multiple receivers, and so on. We would like to enjoy wisdom in meteor radio observation using new technologies becoming available to amateurs.

中根純夫 Sumio NAKANE

電子メール:snakane@nisiq.net 電話/FAX :075-493-0286

仕事:会社員(化学系知的財産)
趣味:アマチュア衛星通信(JH3BJN@amsat.org)
アマチュア流星電波観測、数学/数理科学

オ151回流星物理セミT-2019年2月3日

流星電波観測用推奨受信機の国内取扱開始について

野瀬 稔

当日は口頭のみでの告知であったため、記録としてその内容を以下に記す。

☆背景および問題点☆

・これまで学生から一般まで流星電波観測(以下 HRO)にはアイテック電子研究所(以下 アイテック)で製造された HRO 専用受信機が 10 年以上に渡り広く普及し用いられてきた が、2015 年末に製造中止されている。

・流星電波観測ガイドブック(CQ 出版/2002 年)にて広告や本文中で紹介されている通信 機器メーカー製の受信機(例としてアイコム社製)も近年軒並み製造中止となった。

・現時点で、免許を必要としない(送受信機でない)受信専用機を通信機器メーカー製から選ぶとなると、実勢価格で11万円以上しており、初期導入には高額すぎる。

・近年の受信機の流れは、技術革新が進んだ SDR (Software Difined Radio) に移行して いるが、安価かつ HRO 上高性能の受信機は国内メーカーが無く、購入にあたっては海外の サイトから直接購入する必要があった。見積もりを取得することが出来ず、また PayPal 等での決済が必要であったり、海外との直接決済に抵抗を感じるケースもあり、サポート 面も含めて調達のハードルとなっていた。

・総じて HRO 国内普及が難しい状況にあった。

☆対応策☆

・SDR 受信機「AIRSPYmini(エアスパイ・ミニ)」を、HRO スタンダード受信機として 国内で普及させたいとして電子部品販売国内大手の「マルツエレック株式会社(本社東京)」

(以下マルツ)に正式取扱を打診したところ検討の上快諾をいただき、本年 5 月下旬より 同社の「マルツオンライン」で購入可能となった。詳しくは「マルツオンライン」で検索 を。

・現在、販売価格は税別¥15,180-。

・マルツは実店舗も展開しており、東京界隈では秋葉原と調布の電通大キャンパス内にある。現時点店頭には在庫していないため予め打診する必要がある。

・従来より個人輸入で購入可能であるが、成田で関税と取られるので、結果ほぼイーブン である。

・普及していたアイテックの HRO 受信機も 1.5 万円であったので、変わらない。

☆技術面について☆

・受信機とするには PC および専用の SDR ソフトウェア導入が必要である。だいたい 10 年前以降の PC (インテルであれば Core2duo 2.2GHz 以上) であれば良いので、最新の PC である必要は無い。

・SDR ソフトウェアは「AIRSPYmini」のスタンダードでありかつメジャーな「SDRSharp

(SDR#)」というフリーソフトを推奨する。

・どちらも開発陣が同じであり、ハードウェアの性能をフルに引き出せる。

・導入方法については、杉本氏(八王子)の HP に詳細記述があるので参照していただきたい。杉本氏の HP は、「HRO ライブ」で検索するとトップにヒットする。

http://www5f.biglobe.ne.jp/~hro/System/Receiver/index.htm

・アンテナコネクタは SMA 型 (メス)。一般にアンテナおよび給電線のコネクタは M 型に なることが多いが、コネクタを変換する必要がある。このようなものは多く市販されてい る。

捕捉

・「AIRSPYmini」の受信感度に関しては、アイコム社製高性能受信機 IC-R75(税別 9 万/ 製造終了)と遜色がなく、アイテック HRO 受信機を上回る。また周波数の温度安定性は極 めて良い。様々な面でアイテック HRO 受信機の性能を上回る。(野瀬調査)

以上

シミュレーターを用いた多素子アンテナの製作 VOR帯用

JJ1RLQ 神作哲夫





MMANA(アンテナシュミレーションソフト)の画面↑

仁川に目標を定めて設計している



仁川や金海からの電波を受けるので 仰角は少なめ↑

視力も衰え、もはや星を見るのも 終わりかと思っていたときに出会っ た電波観測は、自分にとって福音で した。

流星電波観測では福井から発信さ れている観測用電波を使うことがベ ストでしょうが、もう少し上の 100MHz付近でも観測は可能です。こ こで使うVOR帯(108MHzから118MHz) の電波は、世界中で航空機の誘導に 使われている電波です。飛行機が飛 ぶときの目標として空港や千葉県の 御宿のような飛行機の航路の重要な 所に置かれている電波の灯台で、世 界中に設置されています。流星観測 としては不利な部分もあるのですが

教育現場に向く面もあるように思い、何 度か作ってみました。



屋上で組み立て中↑

仁川から入感した画面↓





↑横の長い線が直接波で、斜めの線が飛行機からの反射波

→羽田に周波数を合わせると
距離が近いので
このような直接波と離着陸の飛行機
からの反射波が盛大に入ります
金沢の清水さんの観測所や
大垣の川地さんの観測所のような
画面ですが
アンテナや受信機が適切に動作して
いることの確認がとりやすいという
メリットもあります



↑札幌方向にアンテナを向けた時の画面 盛大にノイズが入る



↑初期の写真 いろいろなアンテナで、 試している

← 都市部ではノイズが多く
電波が入りにくい
特に近年はソーラーパネルのよう
なインバーターが町中に設置され、
環境が悪化していると、ハムショッ
プの店員さんも嘆いていた。
自分の家の北側(札幌方向)にも
大きなソーラーパネルがあったり
するが影響は・・・

JJ1RLQ 神作哲夫



2020年7月8月の電波・光学同時観測

平塚市博物館流星分科会のTV観測と 神奈川県茅ケ崎市の自宅で行っている電波観測とで 同時流星の検出をして同時・非同時流星に特徴的差異があるかを調べた 解析にあたって先行研究を調べずに行った

平塚市博物館流星分科会 永井和男 共同観測者 清水紘司、藤井大地、秋山純代、横関秀美、小林隆、岡澤智

先行研究

Research for the Characteristics of Meteor Showers from Multi-Frequency Radio Observation

流星電波観測:観測周波数と流星

Tohoku Univ. Kayo MIYAO Univ. of Tsukuba Hiroshi OGAWA

The Relationship between Fireball and HRO Long Echo

Erina Yanagida (Tohoku University) Shinobu Amikura (University of Tsukuba)

火球とHROロングエコーの関係

流星電波観測:観測周波数と流星の対地速度 アンダーデンスエコーのシリング高度 Hc は、

> Hc=82+49log₁₀V-4.4log₁₀q (V:対地速度km/sec, q:線電子密度m⁻¹) Mg=36+2.5log₁₀V-2.5log₁₀q (Mg:等級)



References : Research for the Characteristics of Meteor Showers from Multi-Frequency Radio Observation Tohoku Univ. Kayo MIYAO, Tsukuba Univ. Hiroshi OGAWA

火球とHROロングエコーの関係-1

識別率=火球数とロングエコー数の比

-3等の流星は識別率が高い

これより明るい流星よりも暗い流星の方が識別率が高い

識別率の高さは ふたご > しぶんぎ > ししの順

電波と光学の同時流星は各流星群共に30%未満(電波と光学の同時流星は少ない)で、 明るい流星がHROロングエコーとして受信されると言うわけではない。また、暗い火球の方がロングエコーと なる傾向があります。

識別率の高さは対地速度の"遅い順"と一致します ふたご > しぶんぎ > ししの順

対地速度が遅い方が識別率(電波と光学の同時率)が高い

References : The Relationship between Fireball and HRO Long Echo Erina Yanagida (Tohoku Univ.), Shinobu Amikura (Tsukuba Univ.)

火球とHROロングエコーの関係-2

明るい流星は電子密度を高く維持できるのでHROロングエコーになるはずですが、高高度では大気密度が少なく電子的に不十分となって火球であっても電波で検出出来ない可能性があります。

明るいしし群よりも暗いふたご群の方が識別率が高いのは、電子密度が十分になる高度に範囲があり、その 範囲に飛跡があると電波で検出されやすく、さらにその範囲で明るくなる流星は強いエコーとなると考えられ ます。





個体群指数:横軸を等級、縦軸を流星数としたグラフの傾き 個体群が少ないほど明るい流星が多いことを意味する。
2つの研究のまとめ

- 流星電波観測:観測周波数と流星
 - 周波数が低く、対地速度が遅い方が強い電波となる
- 火球とHROロングエコーの関係
 - 対地速度が遅い流星の方が電波・光学同時流星が多い
 - 電波・光学同時流星は30%未満
 - 火球は:明るい方より暗い方が電波・光学同時流星が多い
 - 火球は:明るいからロングエコーになると言う物ではない.むしろ、暗い方 がロングエコーとなる
 - 適度な高度範囲に飛跡があると電波で検出しやすい、その範囲で明るく なると強いエコーになる
- ここでまとめた私の研究は、これらの先行研究を調べる前に行いました

観測者

- 観測期間
 - 2020年7月、8月
- 観測者 全て平博流星分科会メンバー
 - 光学(TV)観測
 - 小田原市
 - 清水(KN7_01, KN7_02)
 - 平塚市
 - 藤井(KNB_ST 7/7のみ) 学芸員
 - 秋山(KN4_01, KN4_02)
 - 横関(KND_01, KND_02)
 - 小林(KNF_01)

- 茅ヶ崎市
 - 岡澤(KN6_02, KN6_03)
 - 永井(KN9_01, KN9_02, KN9_03)
- 横浜市
 - 鈴木(KN8_1)
- 電波観測
 - ・ 神奈川県茅ケ崎市 永井
 - マスプロFM3、SDR(AIR SPY MINI)





HRO電波:マスプロFM3を真南に向ける

観測上の問題:全ては検出できない

TV観測(光学)

- 夜のみ観測
- お天気の影響
- 指向性が高い
- 明るさ測定が正確
- TV観測で同時流星なら
 - 方向・高度が求まる

電波観測

- 昼夜観測できる
- スポE・生活雑音などの影響
- 光学より広範囲を検知
- 私の受信システムの感度不足
 100Mの設備で50M帯を観測
- 受信したエコーの強度が不明
 現状、絶対値は分からない

Receiving Location : Chigasaki, Japan (139,414 35.34 Receiver : Air Spy mini (53.755HHz)



電波エコー、1点観測の問題

- 1 点観測はエコーがあっても検出されない場合がある
 - エコーに等方性が無く、幅が狭い場合
 - 受信システムの感度のばらつき(エコーがあっても受信されない場合がある)
- 多点で受信した電界強度が測定できれば流星の方位・高度がわかる?



解析手順

- 光学多点観測から流星の対地軌道を求める
- 電波と光学でほぼ同時刻の流星を探す
- 同時流星の対地軌道等で類似する性質を探す
 類似しない性質も探したい
 - 対地軌道、絶対等級、速度、発光時間、高度...
- 同時流星の電波エコーで類似する性質を探す
 - 類似しない性質も探したい
 - エコーの強さ、継続時間、光学との時間差

検出数



電波と光学の同時・非同時流星の比較

- 光学観測で対地軌道の分かった流星と
 電波観測と同時になった流星・同時にならなかった流星の比較を行った
 - 絶対等級 : 天頂方向100kmに換算した等級
 - 対地速度 : 対地速度
 - 継続時間 : 流星が光っていた時間
 - 始点高度 : 光りだした高度
 - 終点高度 : 消えた高度
 - グランドマップ:流星の対地軌道を地面に投影した図

電波と光学の同時流星

No	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	分光	remarks
1	20200730_195011	20200730_195008	0.47	35	J5_Per	-2.1	51.8	Х	同じ流星、LONGエコー
2	20200802 <u>013920</u>	20200802_013900	0.50	8	J5_sdA	1.9	40.7	Х	たぶん同じ流星
3	20200804 <u>0</u> 20139	20200804_020102	0.28	29	J5_sdA	1,1	35.1	Х	同じ流星、LONGエコー、違うかも
4	20200810 <u>2</u> 24556	20200810 <u>224548</u>	0.47	23	J5_Per	-1.2	48.9	Х	同じ流星、LONGエコー
5	20200811_030529	20200811_030545	0.10	1	spo	1.6	51.3	Х	同じ流星かも知れない
6	20200812 <u>2</u> 32440	20200812_232507	0.57	12	spo	-1.0	41.2	Х	電波の方が先に検出、時刻は似ている
7	20200813 <u>0</u> 05336	20200813 <u>0</u> 05343	0.35	1	J5_Per	0.8	58.0	Х	同じ流星
8	20200813 <u>012254</u>	20200813 <u>012315</u>	0.33	7	J5_Per	-1.5	58.8	Х	同じ流星かも知れない、断続的なLONGエコー
9	20200813 <u></u> 033042	20200813 <u>033022</u>	0.10	39	J5_Per	-2.6	51.1	あり	同じ流星、LONGエコー
10	20200813 <u></u> 034623	20200813 <u>0</u> 34627	0.20	1	spo	-0.4	63.5	Х	同じ流星
11	20200814 <u>0</u> 00819	20200814_000815	0.40	16	J5_Per	-0.8	53.8	Х	同じ流星、LONGエコー
12	20200814 <u>012517</u>	20200814 <u>012509</u>	0.36	10	spo	-1.5	63.7	Х	たぶん、同じ流星
13	20200820 <u>2</u> 34831	20200820_234828	0.73	1	spo	0.0	35.5	Х	同じ流星
14	20200825 <u>2</u> 32310	20200825_232301	0.83	41	spo	-2.5	57.3	Х	同じ流星、LONGエコー
15	20200828_040247	20200828_040243	0.97	7	spo	-0.2	37.8	Х	同じ流星

絶対等級の比較



- サンプルが少ないが、明るさと同時流星数には相関があるように見えなくもない
 - 明るい流星が必ずしも電波で検出されるわけではない 先行研究と同じ結果
- エコー時間は0等より明るい物には相関がある、0等以下には相関が見られない
 - 暗い流星は同時流星では無いかも知れません
 - 明るいとロングエコーになる 先行研究では-3等付近でロングエコー検出が多くなっている

ロングエコーとなった流星は明るい



対地速度の比較



- 速度と同時流星数には相関があるように見える
 - 数が多いと同時流星も増える
 - 速度が異なっても同率で同時流星がある
- エコー時間と対地速度には相関が見られない

先行研究では速度が遅い方が電波光学 同時流星が多いとされている

高度の比較



- ピークが一致している様なので始 点高度と同時流星数には相関があ るようにも見える
- 低い方が多い傾向は同じなので、
 終点高度と同時流星数には相関
 があるのかも知れない

先行研究では、ある高度の範囲で電波強くなると考察されている 今回の結果を見ると100kmから80kmがその範囲となる

発光継続時間の比較



- 発光時間が少なすぎると電波エコーが減る
- また、長ければ同時流星が多いわけでもない
- 適度な範囲があるようです!(発光継続時間に注目する必要あり)
- エコー時間と継続時間に相関は無い
 - 発光継続時間が短くてもロングエコーになる

同時流星の継続時間と各諸量の相関



分光観測





- 2020/08/13 03:30:21の流星スペクトル
- -2.6等、明るいペルセ群
- 50km/sec、39秒のLong Echo
- Na poorかFreeと思われます
- サンプルが1つしか無く、議論は難しい





- 光学観測から得ら れたグランドマップ
- 上図は電波と非同時の流星
- 下図は電波と光学
 の同時流星



- 前のスライドから
 流星の軌道だけを
 描いたグランドマッ
 プ
- 上図は電波と非同時の流星
- 下図は電波と光学
 の同時流星
- 近傍の流星は見 かけ上明るいので 平塚/茅ヶ崎近傍 の流星が多い



光学・電波同時流星の対地軌道動画



電波20200730_195011 光学20200730_195008



電波20200802_013920 光学20200802_013900



電波20200804_020139 光学20200804_020102



電波20200810_224556 光学20200810_224548



電波20200811_030529 光学20200811_030545



電波20200812_232440 光学20200812_232507



電波20200813_005336 光学20200813_005343



電波20200813_012254 光学20200813_012315



電波20200813_033042 光学20200813_033022



電波20200813_034623 光学20200813_034627



電波20200814_000819 光学20200814_000815



電波20200814_012517 光学20200814_012509



電波20200820_234831 光学20200820_234828



電波20200825_232310 光学20200825_232301



電波20200828_040247 光学20200828_040243



全国の電波と光学の観測

- 広域観測でも同じ結果になるか?
- 全国の電波観測を集計
 - 7月8月の電波エコーを調査したかったが
 - webのlive画像は数日分しかなく
 - この解析を開始した9月上旬の電波エコーを調べた。
 - 期間は 9/4 18:40- 9/5 04:40 のエコーを抽出
- 全国の光学観測を集計
 - SonotaConetよりダウンロード
 - 期間は 9/4 18:40-9/5 04:40の観測を解析する

SonotaCo net TV観測者

ak2_T1	MZ1_HZ	osaka01_02	Saitama1_SP
ak3_T3	NARA03_85	Osaka03_06	Saitama1_w6
Hyogo3_1	Nara03_Gi	Osaka03_12	Saitama1_wa
IS1_	NARA03_W6	Osaka03_4w	Saitama1_Z6
IS2_N	Niigata2_2	Osaka03_6S	TK8_G5
IS2_S	Niigata2_e_6	Osaka04_24	TK8_G8
IS2_SE	Niigata2_n_1	Osaka04_50	TK8_P6
IS2_W	Niigata2_s_4	Osaka04_6N	TK8_PZ
IS5_E	Niigata2_s_HD	Osaka04_85	TK8_S4
IS5_N	Niigata2_w_5	Osaka04_DM	TK8_S5
IS5_S	Niigata2_z_3	Osaka04_NE	TK8_S6
IS5_SW	NN4_FE	Osaka04_W6	ТК8_S9
IS5_W	NN4_s0	Saitama1_a3	TK8_U1
kagawa1_N	NN4_w0	Saitama1_a7	TK8_U7
kagawa1_NE	NN5_T1	Saitama1_E6	TK8_u9
MG2_T1	Okayama1_	Saitama1_N6	TKB_1
MZ1_E5	Okayama4_	Saitama1_S1	TKB_2
MZ1_HH	osaka01_01	Saitama1_SL	
HRO電波観測者

※集計の都合で2文字の観測地コードを付けました



検出数



- 光学観測で軌道が求まった流星は19個(71台のカメラ)(UFO Orbit V2, Q0品質で解析)
- 天候の影響だったようです
- 夜間の電波エコーを618個検出(7か所の観測)
- ・ 電波と同時は8個
- 電波と光学の同時流星は少なかった 先行研究と同じ結果
- 平博の2か月間の観測が15個、これに対して一晩で8個は多いと言える

9/4の電波と光学の同時流星

No	光学/電波	観測地	localtime	Amag	٧g	stream	dur	H1	H2	エコー時間	remarks
	光学		20200904_230419	-2.30	75.2	J5_sPe	0.28	106.5	93.3		
		YO2009042300	20200904_230420							3	Long
1	重冲	OG2009042300	20200904_230421							8	Long
	电似	IZ2009042300	20200904_230422							11	Long
		HC2009042300	20200904_230425							1	淡い、時間の遅れは電波強度の高い部分だけを検出しているようだ
	光学		20200905_013813	-5.97	62.2	spo	1.62	110.4	77.3		
0		IZ2009050130	20200905_013816							23	Long
 ²	電波	HC2009050130	20200905_013823							8	Long
		KT2009050130	20200905_013836							1	淡いが他の観測地のLongの後ろの方を検出している
	光学		20200905_021553	-2.30	60.1	J5_sPe	0.17	103.5	94.0		
3	重油	KT2009050210	20200905_021532							1	
	电似	OG2009050210	20200905_021532							1	
1	光学		20200905_025207	-3.53	78.7	spo	0.54	106.9	76.0		
4	電波	OG2009050250	20200905_025206							1	
5	光学		20200905_025924	-1.16	66.2	spo	0.16	103.5	93.9		
	電波	KT2009050250	20200905_025934							4	淡いLONG
	光学		20200905_030340	-1.21	37.7	spo	0.36	101.5	91.9		
6	重油	HM2009050300	20200905_030340							10	Long
	电似	IZ2009050300	20200905_030346							11	淡いLONGで始まりの3分40秒の所は微か
7	光学		20200905_041426	-2.76	65.5	spo	0.30	103.9	87.7		
Ľ	電波	IZ2009050410	20200905_041432							7	Long、同じかな
Q	光学		20200905_044142	-2.20	58.0	spo	0.10	93.5	88.8		
	電波	IZ2009050440	20200905_044145							6	Long

絶対等級の比較



 多数の電波観測所のデータを用いていますので明るい流星のエコーは、おおむ ね半数は受信出来ています

- それでも、明るい流星が必ずしも電波で検出されるわけではなさそう

複数の観測地のデータを混ぜていますので同じ流星でもエコー時間が異なり相関は調べられなかった

先行研究では特定の高度範囲で明るくなると強いエコーとされています

対地速度の比較



- 複数の観測地のデータを混ぜていますので同じ流星でもエコー時間が異なり相関は調べられませんが、
- 単一の観測地のグラフも相関はありませんでした

先行研究では速度が遅い方が電波光学 同時流星が多いとされている

高度の比較



- ピークが一致している様なので始 点高度と同時流星数には相関があ るようにも見える
- 終点高度と同時流星数には相関 があるのかも知れない
- 終点高度が低いものは明るい流星 の場合が多い

先行研究では特定の高度範囲で明るくなると強いエコーとされています

発光継続時間の比較



- 発光時間が少なすぎると電波エコーが減る
- また、長ければ同時流星が多いわけでもない
- 適度な範囲があるか?
- エコー時間と継続時間に相関は無い
 - 発光継続時間が短くてもロングエコーになる

同時流星の継続時間と各諸量の相関

全国の観測から

平博の観測から



平博の観測では

- 継続時間が0.3~0.6秒の流星が電波と同時流星になりやすいか

全国の観測では

- 継続時間が0.6秒以下の流星が電波と同時になりやすいか

• 全般に継続時間が0.6秒以下の流星が電波と同時流星になりやすい

光学・電波同時流星のグランドマップ







20200905_021553_GMAP



20200905_025207_GMAP





20200905_025924_GMAP





20200905_030340_GMAP



20200905_041426_GMAP





20200905_044142_GMAP





流星電波エコー機構

流星は長い線上のプラズマを残します。ここに地上の <u>散乱機構によって異なるエコー</u>となります。 電波が当たると反射して流星電波エコーとなって観測 されます。強い指向性があります。

フレネル反射と言う機構によって線長の中心から特定 の長さの範囲の反射波が観測出来ます。それ以外は 反射波同士が打ち消してしまいます。その長さはプラ ズマまでの距離と観測波長で決まります。

電子密度によって散乱機構は2種類に分かれます。 線電子密度(q)は1m当たりの自由電子の数(m⁻¹,個/m)

体積電子密度(N,ne)は単位体積当たりの自由電子の 各々の自由電子で反射します 数(m⁻³, 個/m³) エコーは急速に弱くなる

線電子密度と流星の光度・速度関係

$Mr = 36 - 2.5 \log_{10}(q/v)$

Mr:流星の光度

- q:線電子密度
- v:対地速度

体積電子密度(大)

線電子密度が10¹⁴個/m以上

オーバーデンスエコーとなって電波は全反射される 時間とともに反射領域が成長しロングエコーになる エコー継続時間の対数と光度にリニアな関係あり

体積電子密度(小)

線電子密度が10¹⁴個/m以下 アンダーデンスエコーとなり、 各々の自由電子で反射します エコーは急速に弱くなる

- ・高度が高いほど風が強くてプラズマ帯(飛跡)は拡散 される。この時の運動でドップラーシフトするとエコー は周波数方向に広がる。
- ・風で拡散されると反射が複雑になり広範囲に反射される

平塚の線電子密度と散乱機構分類

No	電波画像	継続時間	エコー時間	Amag	Vg	線電子密度	エコー形状	
1	KN9_2007301950.png	0.47	35	-2.1	51.8	9.2E+16	over	
2	KN9_2008020130.png	0.50	8	1.9	40.7	1.8E+15	under	電波・光字同時の絶対等級とエコー時間
3	KN9_2008040200.png	0.28	29	1.1	35.1	3.1E+15	over	45
4	KN9_2008102240.png	0.47	23	-1.2	48.9	3.7E+16	over	40
5	KN9_2008110300.png	0.10	1	1.6	51.3	3.0E+15	under	a ³⁵
6	KN9_2008122320.png	0.57	12	-1.0	41.2	2.6E+16	over	🗄 30 🔪 💦 🚺 🕐 👘
7	KN9_2008130051.png	0.35	1	0.8	58.0	6.7E+15	under	
8	KN9_2008130120.png	0.33	7	-1.5	58.8	5.7E+16	over	
9	KN9_2008130330.png	0.10	39	-2.6	51.1	1.4E+17	over	
10	KN9_2008130340.png	0.20	1	-0.4	63.5	2.2E+16	over	
11	KN9_2008140000.png	0.40	16	-0.8	53.8	2.9E+16	over	
12	KN9_2008140120.png	0.36	10	-1.5	63.7	6.4E+16	over	-3.0 -2.0 -1.0 0.0 1.0 2.0 3.0
13	KN9_2008202340.png	0.73	1	0.0	35.5	8.9E+15	under	絶対等級
14	KN9_2008252320.png	0.83	41	-2.5	57.3	1.5E+17	over	
15	KN9_2008280400.png	0.97	7	-0.2	37.8	1.1E+16	over	

- overdense echo と underdense echo の線電子密度の境は10¹⁴とされてい ますがこの観測では10¹⁵のようです
- 線電子密度が10倍多く見積もられています
- これはTV観測が赤外に感度がある事による事が要因かも知れません
- overdense echoは0等より明るく光度とエコー時間に相関がある
- underdense echoは0等より暗く光度とエコー時間に相関がない

全国の線電子密度と散乱機構分類

No	光学/電波	localtime	Amag	vg	dur	エコー時間	線電子密度	エコー形状
	光学	20200904_230419	-2.30	75.2	0.28		1.6E+17	
		YO2009042300				3		over
1	重计	OG2009042300				8		over
	电应	IZ2009042300				11		over
		HC2009042300				1		over
	光学	20200905_013813	-5.97	62.2	1.62		3.8E+18	
2		IZ2009050130				23		over
2	電波	HC2009050130				8		over
		KT2009050130				1		under
	光学	20200905_021553	-2.30	60.1	0.17		1.3E+17	
3	重计	KT2009050210				1		under
	电次	OG2009050210				1		under
1	光学	20200905_025207	-3.53	78.7	0.54		5.1E+17	
4	電波	OG2009050250				1		under
Б	光学	20200905_025924	-1.16	66.2	0.16		4.8E+16	
5	電波	KT2009050250				4		under
	光学	20200905_030340	-1.21	37.7	0.36		2.9E+16	
6	重计	HM2009050300				10		over
	电仪	IZ2009050300				11		under
7	光学	20200905_041426	-2.76	65.5	0.30		2.1E+17	
′	電波	IZ2009050410				7		over
0	光学	20200905_044142	-2.20	58.0	0.10		1.1E+17	
0	電波	20200905_044145				6		over

- overdense echo と underdense echo の線電子密度の境は10¹⁴とされていますがこの観測では10^{16~17}のようです
- ・ ただし、同じ流星でもover/underが混在しています
- これは平塚の観測は観測方向や観測地が電波と光学で同じだったのに対して、
 全国ではこの制約が無い事が要因なのかも知れません

結果

- 1. 電波と光学の同時流星は少ない 先行研究と同じ結果
- 2. 明るい流星が必ずしも電波で検出されるわけではない 先行研究と同じ結果
- 3. 明るい流星はロングエコーになる
- 4. 対地速度とエコー時間には相関が見られない 先行研究では遅い方が強電界
- 5. 発光継続時間が短くてもロングエコーになる場合がある 先行研究では継続 6. 発光継続時間0.6秒以下の流星は電波で検出されやすい 時間の議論は無い
- 7. 線電子密度を測定するにはV等級で測光すると良いかも知れません
- 8. 観測地点が全国の場合と特定の方向を観測する場合で調査内容(評価 項目)を変えると良いようです
 - 1. 電波も光学も同じ方向を観測する方が線電子密度の測定には良さ そうです
- 9. 今後は高度・速度にも注目が必要

受信電波について

観測に利用している周波数は、福井の 53.755MHzの流星観測用電波と、114.1MHzのVOR 波です。

その、VOR の方は当初は南大東島 VOR117.8MHz を受けていました。ただ、最近このサイトは電 波を出すのを昼間に限定してしまったので観測 には不向きになり、114.1MHz の別のサイトから の電波を受けています。なお、当初に南大東島 と名乗っているので、運用上「南大東」の名前 を残しています。写真の右下が南大東、中上が 福井で、この二基が相模湾方向に向いています。 左の一部が見えているアンテナだけが、仁川に 向いているアンテナです。



アンテナ

ノイズの大変多い地域という事情から、ビームが鋭くなるように、 自分で再設計して素子を増やしました。

アンテナそのものは、設計にシュミレーターを使ったりして順調に 作れたのですが、受信機との結合(配線や SWR)には手を焼きました。 人にデーターをお見せできるような受信状態になったのはごく最近の ことです。

受信機

すべて最近の数千円の安い SDR (Software Defined Radio)を使っています。近年の MOS-FET を初段に使ったこのような受信機の 性能はたいしたもので、宇宙雑音のレベルを超えて(下回って)い るのでこれで十分です。

最近アマゾンで売り出された同様の安い SDR の中には、流星電 波観測への適応をうたったものもあります。

パソコン

SDR を受信機として使うとなるとコンピューターが必要になります。SDR を動かすだけなら Windows でもアン ドロイドでもラズベリーパイでも何でも可です。ただ、 受信した電波を表示するソフトは、現状では HROFFT が業 界標準となっています。この HROFFT というソフトは Windows 環境のものしかありません。結局、Windows パソ コンは必ず必要になってしまいます。このため、SDR で の受信環境の構築には、一台の Windows パソコンに受信 と表示記録の両方をまかせた方が能率が良いわけで、現 状は写真のようになっています。







右写真は南大東の受信画面で

7時32分20秒ごろに流星っ ぽい echo が入感しています

ライブ 受信したデーターを利用し てもらえるように、八王子の 杉本さんの助けを借りてイン ターネットに載せています。

sonotaco とのデータの比 較ができるように、一年前の データが見れるようになって いると、よいかと思い、2年 分近くのデーターを載せられ るサーバーを借りて運用して います

H R O F F T SV2012050730.png 20.12.05 07:30	1.0.0f meleot 1	Observer Receiving Location Receiving system Receiving Antenna Azimuth angle 180	: JJIRLQ :Higashimuratyama, Tokyo : 35 40 00N, :NESDR Mini2+ at Aomoro VOR 114.10MHa :Yagi-Uda 3elements-Holizon degree, Elevation angle 20 degree
kHz 0731	0732	0733 ₁ 0734 ₁	0735 , 0736 , 0737 , 0738 ,
1.1-			
1.0-			
0.9-	*		
0.8-			
0.7 ^{-]}			
0.6-			

http://green-iki-4747.hiho.jp/astro/live/index.html

課題と展望

現状のアンテナは眼視観測やカメラ観測に比べてちょっと検出が劣っており、様々な対策が必要です。 SN 比や感度の指標となる SWR は、福井からの電波にあわせた方のアンテナは 1.0 という満足のゆくもので すが、南大東に合わせたアンテナは 2.0 というちょっと悲しい状態で、改善が望まれます。

相模湾に向けたアンテナでは福井の流星観測専用波と「南大東」と呼んでいる VOR 波を受信していますが、「主砲」と呼んでいる仁川からの 113.8MHz の電波を受けているアンテナも、相模湾に向けてよいのではと考えています。全てのアンテナが相模湾に向くことになります。

右写真は、最近購入したベクトルネットワ ークアナライザーと呼ばれる、アンテナの SWR 等を測定する機械です。以前は 100 万円 以上したものが、自分が先日買った値段は 5000 円でした。大変有能で電波観測も新しい 段階へ入ったという気がしました。



2020年10,11,12月の電波光学同時流星 観測報告

平塚市博物館 天体観察会 流星分科会 永井和男 2021年1月17日 第四回 流星電波懇談会 on Zoom

TV観測:KN4秋山純代(平塚),KN5石井正一(平塚),KN6岡澤 智(茅ヶ崎),KN7清水紘司(小田原) KN8鈴木節雄(横浜),KN9永井和男(茅ヶ崎),KNI萩原亜香(平塚),KND横関秀美(平塚) KNF小林 隆(平塚),KNH戸村 比呂子(藤沢) 電波観測:神作哲夫(東京都東村山市)

2つの先行研究

Research for the Characteristics of Meteor Showers from Multi-Frequency Radio Observation

> Tohoku Univ. Kayo MIYAO Univ. of Tsukuba Hiroshi OGAWA

The Relationship between Fireball and HRO Long Echo

Erina Yanagida (Tohoku University) Shinobu Amikura (University of Tsukuba)

流星電波観測:観測周波数と流星

火球とHROロングエコーの関係

先行研究のまとめ

- 流星電波観測:観測周波数と流星
 - 周波数が低く、対地速度が遅い方が強い電波となる
- 火球とHROロングエコーの関係
 - 対地速度が遅い流星の方が電波・光学同時流星が多い
 - 電波・光学同時流星は30%未満
 - 火球は:明るい方より暗い方が電波・光学同時流星が多い
 - 火球は:明るいからロングエコーになると言う物ではない.むしろ、暗い方がロング エコーとなる
 - 適度な高度範囲に飛跡があると電波で検出しやすい、その範囲で明るくなると強い エコーになる(と言う仮定)

前回(2020年7,8月)の結果

- 電波と光学の同時流星は少ない
 先行研究と同じ結果
 明るい流星が必ずしも電波で検出されるわけではない
 先行研究と同じ結果
 明るい流星はロングエコーになる
 対地速度とエコー時間には相関が見られない
 先行研究では遅い方が強電界
 発光継続時間が短くてもロングエコーになる場合がある
 先行研究では継続時間の議論は無い
 発光継続時間0.6秒以下の流星は電波で検出されやすい
- 7. 線電子密度を測定するにはV等級で測光すると良いかも知れません
- 8. 観測地点が全国の場合と特定の方向を観測する場合で調査内容(評価項目)を変える と良いようです
 - 1. 電波も光学も同じ方向を観測する方が線電子密度の測定には良さそうです
- 今後は高度・速度にも注目が必要

モチベーションと観測に関して

- 1. 電波エコーの適度な高度範囲はどの位なのか?
- 2. 対地速度が遅い方が強い電波になるのか観測的に確認する
- 3. 本当に継続時間0.6秒以下の方が電波光学の同時流星が多いのか?
- 4. なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?

前回(7,8月)の結果から観測地点と観測方向を固定した方が評価しやすい事が分かりました。

(電波も光学も同じ場所で同じ方向を観測する)

光学観測(TV観測)は平塚市博物館のTV観測ネットワークの観測結果を使用しました(KN9永井のみSonotaConet掲示板に報告しています)。

電波観測は事情により自身の観測設備が使用出来ませんでしたので東京都東村山市の神作さんのIZUアンテナ(アンテナ方向伊豆諸島方面)の画像を流星電波観測ライブ (http://www5f.biglobe.ne.jp/~hro/Live/index.htm)からダウンロードしました。

HRO電波送信所は福井県立大学アマチュア流星電波観測研究所の50M帯の電波を使用させて頂いております。





電波光学同時流星の検出数

- 電波観測は夕方16時から翌朝7時までの観測を用いました
- 光学観測の検出数は光学の同時流星から軌道が求まった流星の数です
- 光学観測の解析にはUFOOrbitV2を用いてQ1で解析しました

左日	雪油	业世		同時	
— 千月	电次	九子	数	電波から見た%	光学から見た%
2020年10月	1719	257	5	0.3	1.9
2020年11月	1409	544	7	0.5	1.3
2020年12月	1537	1111	34	2.2	3.1

- 電波と光学の同時流星はとても少なく、多くても12月の2~3%程度でした
- 光学流星の数が増えると電波光学同時流星も増えるようです
- 先行研究ではふたご群の電波光学の同時流星は他の群より多いと指摘されています

前回(7,8月)の電波光学同時流星内訳

year/month No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Jul-20 1	茅ヶ崎	KN9_2007301950.png	_20200730_195011	_20200730_195008	0.47	35	強	9.2E+16	over	_J5_Per	-2.1	51.8	90.9	86.7	х	同じ流星、LONGエコー
Aug-20 1	茅ヶ崎	KN9_2008020130.png	_20200802_013920	_20200802_013900	0.50	8	弱	1.8E+15	under	_J5_sdA	1.9	40.7	100.5	87.0	х	たぶん同じ流星
2	茅ヶ崎	KN9_2008040200.png	_20200804_020139	_20200804_020102	0.28	29	強	3.1E+15	over	_J5_sdA	1.1	35.1	89.2	82.5	X	同じ流星、LONGエコー、違うかも
3	茅ヶ崎	KN9_2008102240.png	_20200810_224556	_20200810_224548	0.47	23	中	3.7E+16	over	_J5_Per	-1.2	48.9	102.4	89.8	×	同じ流星、LONGエコー
4	茅ヶ崎	KN9_2008110300.png	20200811_030529	20200811_030545	0.10	1	弱	3.0E+15	under	spo	1.6	51.3	104.7	100.5	X	同じ流星かも知れない
5	茅ヶ崎	KN9_2008122320.png	_20200812_232440	_20200812_232507	0.57	12	強	2.6E+16	over	_spo	-1.0	41.2	107.1	84.9	×	電波の方が先に検出、時刻は似ている
6	茅ヶ崎	KN9_2008130051.png	_20200813_005336	_20200813_005343	0.35	1	弱	6.7E+15	under	_J5_Per	0.8	58.0	105.6	93.0	×	同じ流星
7	茅ヶ崎	KN9_2008130120.png	_20200813_012254	_20200813_012315	0.33	7	弱	5.7E+16	over	_J5_Per	-1.5	58.8	103.3	90.3	×	同じ流星かも知れない、断続的なLONGエコー
8	茅ヶ崎	KN9_2008130330.png	_20200813_033042	_20200813_033022	0.10	39	中	1.4E+17	over	_J5_Per	-2.6	51.1	87.9	83.1	あり	同じ流星、LONGエコー
9	茅ヶ崎	KN9_2008130340.png	_20200813_034623	_20200813_034627	0.20	1	中	2.2E+16	over	_spo	-0.4	63.5	100.5	91.3	х	同じ流星
10	茅ヶ崎	KN9_2008140000.png	_20200814_000819	_20200814_000815	0.40	16	強	2.9E+16	over	_J5_Per	-0.8	53.8	115.3	100.8	X	同じ流星、LONGエコー
11	茅ヶ崎	KN9_2008140120.png	_20200814_012517	_20200814_012509	0.36	10	弱	6.4E+16	over	_spo	-1.5	63.7	104.2	93.0	×	たぶん、同じ流星
12	茅ヶ崎	KN9_2008202340.png	_20200820_234831	_20200820_234828	0.73	1	中	8.9E+15	under	_spo	0.0	35.5	102.5	85.5	х	同じ流星
13	茅ヶ崎	KN9_2008252320.png	_20200825_232310	_20200825_232301	0.83	41	中	1.5E+17	over	_spo	-2.5	57.3	98.1	80.0	х	同じ流星、LONGエコー
14	茅ヶ崎	KN9_2008280400.png	_20200828_040247	_20200828_040243	0.97	7	強	1.1E+16	over	_spo	-0.2	37.8	108.2	85.7	x	同じ流星

• 2か月で14個

今回(10,11,12月)の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Oct-20	1	東村山	Izu2010130240.png	_20201013_024303	_20201013_024302	0.23	4	強	1.8E+16	under	_spo	-0.36	51.6	112.3	101.4	×	
	2	東村山	Izu2010130350.png	_20201013_035623	_20201013_035619	1.19	7	弱	2.3E+16	over	_spo	-0.72	47.6	99.5	78.2	×	
	3	東村山	Izu2010210040.png	_20201021_004320	_20201021_004317	0.23	1	強	4.1E+16	under	_spo	-1.34	47.8	104.5	94.3	×	
	6	東村山	Izu2010250450.png	_20201025_045411	_20201025_045402	0.07	4	強	3.1E+15	under	_spo	1.42	45.9	105.5	103.2	×	光学が9秒早い
	7	東村山	Izu2010280320.png	_20201028_032304	_20201028_032257	0.20	1	弱	6.4E+15	under	_spo	1.00	64.0	107.9	99.6	×	光学が7秒早い
	4	東村山	Izu2010290240.png	_20201029_024623	_20201029_024623	0.13	1	強	2.1E+15	under	_spo	1.58	36.0	89.5	85.6	×	
	5	東村山	Izu2010310030.png	_20201031_003513	_20201031_003514	0.20	1	強	1.7E+15	under	_spo	1.46	26.0	87.6	82.2	×	
Nov-20	1	東村山	Izu2011100420.png	_20201110_042456	_20201110_042453	1.22	3	強	5.2E+15	under	_J5_sTa	0.24	26.1	94.9	76.7	x	
	2	東村山	Izu2011170420.png	_20201117_042928	_20201117_042926	1.68	35	弱	3.3E+16	over	_J5_oEr	-1.56	31.6	95.9	73.6	×	Long Echo
	3	東村山	Izu2011212110.png	_20201121_211904	_20201121_211906	0.20	1	弱	1.5E+15	under	_spo	1.68	28.6	93.3	90.3	×	
	4	東村山	Izu2011260330.png	_20201126_033038	_20201126_033036	0.13	1	強	1.9E+15	under	_J5_daD	1.74	37.7	94.7	92.0	×	
	5	東村山	Izu2011260530.png	_20201126_053137	_20201126_053135	0.20	1	強	5.7E+15	under	_J5_kDr	0.76	45.5	93.7	86.3	×	
	6	東村山	Izu2012010320.png	_20201201_032831	_20201201_032828	0.52	1	強	1.2E+15	under	_spo	1.49	19.0	92.2	85.9	х	
	7	東村山	Izu2012010500.png	_20201201_050939	_20201201_050939	0.10	1	弱	2.4E+15	under	_J5_daD	1.80	51.0	106.7	102.3	x	

- 10月11月の2か月で12個でした
- 12月は34個でした。ふたご群は15個(44%)でした。
- 先行研究では速度の遅いふたご群の識別率は高いとされています

今回(10,11,12月)の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	<u>分光 KN9_03</u>	remarks
Dec-20	1	東村山	Izu2012042200	_20201204_220624	_20201204_222623	0.56	3	強	7.3E+14	over	_J5_sTa	2.47	28.5	98.1	82.9	×	
	2	東村山	Izu2012060340	_20201206_034056	_20201206_034056	0.20	9	強	2.2E+16	over	_spo	-0.14	76.3	104.5	93.2	×	
	3	東村山	Izu2012060410	_20201206_041816	_20201206_041815	0.47	7	強	1.3E+16	over	_J5_Gem	-0.46	33.7	95.5	80.9	×	
	4	東村山	Izu2012061710	_20201206_171303	_20201206_171302	1.02	15	強	1.1E+17	over	_spo	-3.09	24.4	114.0	105.2	×	
	5	東村山	Izu2012070240	_20201207_024240	_20201207_024237	0.36	1	弱	6.2E+15	under	_spo	-0.21	20.3	82.6	77.0	×	
	6	東村山	Izu2012070300	_20201207_030017	_20201207_030015	0.57	4	強	1.0E+16	over	_J5_daD	0.03	42.9	94.1	80.4	×	
	7	東村山	Izu2012070300	_20201207_030918	_20201207_030919	0.27	2	強	1.6E+16	under	_spo	-0.06	61.5	108.6	91.7	×	
	8	東村山	Izu2012080240	_20201208_024222	_20201208_024221	0.43	4	強	6.9E+15	over	_J5_Gem	0.36	38.4	95.1	78.9	×	
	9	東村山	Izu2012110430	_20201211_043319	_20201211_043316	0.30	1	強	4.4E+15	over	_spo	0.62	30.9	94.2	87.2	×	
	10	東村山	Izu2012110540	_20201211_054056	_20201211_054058	0.25	1	弱	2.3E+15	under	_J5_Gem	1.28	29.7	92.8	88.0	×	
	11	東村山	Izu2012132240	_20201213_224629	_20201213_224629	0.40	1	弱	1.3E+16	under	_J5_Gem	-0.39	36.5	98.8	87.4	×	
	12	東村山	Izu2012140400	_20201214_040406	_20201214_040404	0.49	1	弱	1.5E+16	under	_J5_Gem	-0.53	35.8	94.8	80.7	×	
	13	東村山	Izu2012140430	_20201214_043143	_20201214_043141	0.63	2	弱	9.2E+15	over	_J5_Gem	-0.06	34.5	99.1	82.6	×	
	14	東村山	Izu2012140430	_20201214_043404	_20201214_043401	0.24	1	弱	3.5E+15	over	_J5_Gem	0.93	32.6	93.1	86.5	×	
	15	東村山	Izu2012140440	_20201214_044355	_20201214_044354	0.24	1	弱	4.0E+15	over	_J5_Gem	0.76	32.2	92.4	85.9	×	
	16	東村山	Izu2012140440	_20201214_044843	_20201214_044842	0.76	4	弱	4.2E+16	over	_J5_Gem	-1.70	34.8	100.1	80.0	×	
	17	東村山	Izu2012140450	_20201214_045710	_20201214_045709	0.68	1	弱	2.2E+16	over	_J5_Gem	-0.97	35.4	116.5	100.6	×	
	18	東村山	Izu2012140450	_20201214_045843	_20201214_045846	0.19	1	弱	1.4E+16	over	_spo	-0.11	51.1	99.9	94.8	×	
	19	東村山	Izu2012140500	_20201214_050124	_20201214_050123	0.30	1	弱	2.4E+15	over	_J5_Gem	1.35	33.2	95.2	87.4	×	
	20	東村山	Izu2012140520	_20201214_052243	_20201214_052240	0.39	2	弱	6.3E+15	over	_J5_Gem	0.31	33.5	91.4	81.5	×	
	21	東村山	Izu2012140550	_20201214_055727	_20201214_055727	0.47	3	弱	7.6E+15	under	_J5_Gem	0.04	31.6	91.9	81.6	×	
	22	東村山	Izu2012150010	_20201215_001314	_20201215_001317	1.20	1	強	5.8E+16	over	_J5_Gem	-2.16	31.7	92.5	54.8	×	
	23	東村山	Izu2012150040	_20201215_004859	_20201215_004901	0.35	1	弱	3.5E+16	under	_spo	-1.37	39.0	93.0	79.7	×	
	24	東村山	Izu2012150130	_20201215_013621	_20201215_013618	0.20	3	強	9.4E+15	under	_spo	0.04	38.8	98.4	92.5	×	
	25	東村山	Izu2012150540	_20201215_054441	_20201215_054440	0.53	2	強	8.0E+15	under	_J5_Gem	0.04	32.8	96.2	83.9	×	
	26	東村山	Izu2012170110	_20201217_011939	_20201217_011936	0.16	1	強	3.9E+15	under	_J5_daD	1.26	50.0	96.0	92.6	×	
	27	東村山	Izu2012170230	_20201217_023948	_20201217_023946	0.70	2	強	2.5E+15	over	_J5_sTa	0.85	21.4	88.0	77.1	×	
	28	東村山	Izu2012190010	_20201219_001429	_20201219_001426	0.67	1	弱	5.3E+15	under	_spo	-0.34	15.4	103.8	90.7	あり	
	29	東村山	Izu2012190440	_20201219_044653	_20201219_044650	0.95	6	強	1.8E+16	under	_spo	-0.77	35.7	119.6	96.5	×	
	30	東村山	Izu2012200210	_20201220_021356	_20201220_021353	0.57	1	弱	2.9E+15	under	_spo	0.66	21.1	87.9	76.7	х	
	31	東村山	Izu2012290410	_20201229_041824	_20201229_041821	0.23	1	弱	9.4E+14	under	_spo	2.24	29.5	95.2	90.6	X	
	32	東村山	Izu2012310250	_20201231_025328	_20201231_025326	0.23	3	強	2.2E+15	under	_spo	1.39	30.7	90.1	83.8	х	
	33	東村山	Izu2012310300	_20201231_030812	_20201231_030809	1.03	1	弱	8.8E+15	under	_spo	-0.45	23.0	95.3	76.7	X	
	34	東村山	Izu2012310600	_20201231_060742	_20201231_060740	0.46	8	強	1.4E+17	over	_spo	-2.66	46.4	101.0	80.8	×	

個々の電波光学同時流星

•次ページ以降で個々の同時流星の画像を示します



_20201013_024302



_20201013_035619


_20201021_004317



KN4 秋山さん (平塚)

この様な例は多いです ・小ぶりの流星 ・短い飛跡

 \cdot Underdense echo

_20201025_045402





光学の方が9秒先に検出されている

_20201026_011644



KND 横関さん(平塚)

光学の方が13秒後なので同時流星では無い

_20201028_032257



KNF 小林さん (平塚)

光学の方が7秒先に検出されている

_20201029_024623





_20201031_003514



KNI 萩原さん (平塚)

_20201110_042453



KN6 岡澤さん(茅ヶ崎)

_20201117_042926



_20201121_211906



KND 横関さん(平塚)

_20201126_033036





_20201126_053135



KNF 小林さん (平塚)

_20201201_032828



KN5 石井さん (平塚)

_20201201_050939



KN8 鈴木節雄さん(横浜)



_20201204_222623



_20201206_034056



KN8 鈴木節雄さん(横浜)





_20201206_041815



KN6 岡澤さん(茅ヶ崎)

_20201206_171302



_20201207_024237



KNH 戸村さん(藤沢)

_20201207_030015



KNH 戸村さん(藤沢)

_20201207_030919



KN8 鈴木節雄さん(横浜)





_20201208_024221



KNH 戸村さん(藤沢)

_20201211_043316



KN8 鈴木節雄さん(横浜)





_20201211_054058



KN6 岡澤さん (茅ヶ崎)

_20201213_224629



KNH 戸村さん(藤沢)



KN6 岡澤さん (茅ヶ崎)



KNH 戸村さん(藤沢)









KN6 岡澤さん (茅ヶ崎)



KN6 岡澤さん (茅ヶ崎)



KN6 岡澤さん (茅ヶ崎)



KN6 岡澤さん (茅ヶ崎)



KN8 鈴木節雄さん(横浜)







KNH 戸村さん (藤沢)



KN8 鈴木節雄さん(横浜)





_20201215_001317



KNH 戸村さん(藤沢)

_20201215_004901



KNH 戸村さん(藤沢)
_20201215_013618



KNH 戸村さん(藤沢)

_20201215_054440



KN8 鈴木節雄さん(横浜)



_20201217_011936



KNH 戸村さん(藤沢)

_20201217_023946



KN6 岡澤さん (茅ヶ崎)

_20201219_001426



KN9 永井(茅ヶ崎)スペクトル画像

)
スペクトルはこの1枚だけ でした	
	J

_20201219_044650



KN6 岡澤さん (茅ヶ崎)

_20201220_021353



KNH 戸村さん (藤沢)

_20201229_041821



KN8 鈴木節雄さん(横浜)





_20201231_025326



KNH 戸村さん (藤沢)

_20201231_030809



KNH 戸村さん (藤沢)

_20201231_060740



強いエコーになる領域は



線電子密度の強弱分布(10,11,12月)



電波エコーの適度な高度範囲はどの位なのか?



- 電波光学同時流星は以下の範囲に多い
 - 発光点90~110km程度
 - 消滅点80~100km程度
- ・ 同時流星以外の流星もこの範囲は多い
- ・
 「時流星に適度な高度範囲が有るようでは無さそう



対地速度が遅い方が強い電波になるのか観測的に確認



継続時間0.6秒以下の方が電波光学同時流星が多いか?



単に発光継続時間が短い流星が多いので
 0.6秒以下の同時流星が多く見える



なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?

- 光学流星が電波で受信されない
 - 流星の発光は等方性があるのでカメラの方向に流星が出現すれば(暗くなければ)記録される
 - 一方、電波エコーには指向性があるので光学的に見えていても電波エコーを受信できるとは限らない
- 電波流星が光学で観測されない
 - 暗い流星の方がたくさん有るはずで、
 - 電波流星が多い理由はカメラに写らないような暗い流星でも強い電波エコーが発生する?
 - グラフからはそのようには見えない
 - 継続検討



まとめ

- 電波エコーの適度な高度範囲はどの位なのか?
 - 今のところ、特別な高度範囲は見当たらない
- 対地速度が遅い方が強い電波になるのか観測的に確認する
 - まだ、はっきりしませんが速度が遅いとエコー強度が強くなるようです
- •本当に継続時間0.6秒以下の方が電波光学の同時流星が多いのか?
 - 継続時間の短い流星が多いので同時流星も多い
- なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?
 - よくわかりません。





2021年1月の電波光学同時流星観測報告

平塚市博物館 天体観察会 流星分科会 永井和男 2021年4月25日 第五回 流星電波懇談会 on Zoom

TV観測:平塚市博物館流星分科会 画像提供:岡澤智,萩原亜香,横関秀美,戸村比呂子 電波観測:神作哲夫(東京都東村山市)





モチベーションと 観測に関して

• 継続課題

- 対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する
- なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?
- 前回までの考察結果
 - 電波エコーの適度な高度範囲はどの位なのか? → 高度範囲は見当たらなかった
 - 本当に継続時間0.6秒以下の方が電波光学の同時流星が多いのか? → 発光継続時間が短い流星が多いから
- 観測に関して
 - 2020年7,8月の検討結果から観測地点と観測方向を固定した方が評価しやすい事が分かりました
 (電波も光学も同じ場所で同じ方向を観測する、観測方向がバラバラにならないようにする)
 - 光学観測(TV観測)は平塚市博物館のTV観測ネットワークの観測結果を使用しました (KN9永井のみSonotaCo net掲示板に報告しています)
 - 電波観測は東京都東村山市の神作さんのIZUアンテナ(アンテナ方向伊豆諸島方面)の画像を使用
 流星電波観測ライブ(http://www5f.biglobe.ne.jp/~hro/Live/index.htm)からダウンロードしました
 - HRO電波送信所は福井県立大学アマチュア流星電波観測研究所の50M帯の電波を使用させて頂いております

前回のおさらい 対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する



前回のおさらい

なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?

- 光学流星が電波で受信されない
 - 流星の発光は等方性があるのでカメラの方向に流星が出現すれば(暗くなければ)記録される
 - 一方、電波エコーには指向性があるので光学的に見えていても電波エコーを受信できるとは限らない
- 電波流星が光学で観測されない
 - 暗い流星の方がたくさん有るはずで、
 - 電波流星が多い理由はカメラに写らないような暗い流星でも強い電波エコーが発生する?
 - グラフからはそのようには見えない
 - 継続検討



 \rightarrow hard \rightarrow soft 観測・解析手順 電波観測 インターネット 自宅観測 とても PC SDR → \rightarrow TV観測 PC カメラ 時間が掛かる \rightarrow アンテナ 手は作こ SDR UFO 動体検出 sharp (1) *** capture \mathbf{v} HRO 手作業ですが手順通りマウス Web画像の場合、必要 手作業 UFO FFT クリックするだけで時間は掛 な日時のPNG画像を表 はここ analyzer かりません.結果に意義あれば <u>示して右クリックして</u> 手作業で解析します 画像を保存. 一日分は UFO PNG 144枚、30日で4320枚 他の観測者 数値化されていない \rightarrow orbit 画像 のデータ \mathbf{V} 目視で流星エコーの判定選別をする 手作業 HRO 光学同時流星 CSV Compare 周波数・形状・レベル はここ view HROFFTで流星判定されていてもノイズの 場合がある.あるいは判定されない低レベ 同時流星を探す 電波・光学同時流星探し Х ルでも流星の可能性がある 今まではexcelで時刻 手作業 流星エコーっぽくても固有の局発のズレを U2 20210101 csv で sort して 目視 で 判定 CSV はここ 考慮して判定する 今回はプログラムを hrodata2.csv ○ 閏年 作成し自動化 とてつもなく 前 2 後 4 秒 OK 時間が掛かる インターネット画像を使ってHRO viewでひと月分の画像入手から解析までに一週間程度掛かります

インターネットから画像取得のところ



電波光学同時流星の検出数

- (1月の) 電波観測は夕方17時から翌朝6時30分までの観測を用いました
- 光学観測の検出数は光学の同時流星から軌道が求まった流星の数です
- 光学観測の解析にはUFOOrbitV2を用いてQ1で解析しました

今回	左日	雪 油	と単		同時		供来
	牛月	电次	九子	数	電波から見た%	光学から見た%	加方
	2021年1月	1008	636	14	1.4	2.0	光学は13個

ひとつの光学流星に エコーが2つあった

前回	左口	雷冲	业世		同時	
	平 月	电次	元子	数	電波から見た%	光学から見た%
	2020年10月	1719	257	5	0.3	1.9
	2020年11月	1409	544	7	0.5	1.3
	2020年12月	1537	1111	34	2.2	3.1

- 電波と光学の同時流星はとても少なく
- 1月も光学流星の数が増えると電波光学同時流星も増えるようです

2021年1月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2	分光	remarks
Jan-21	1	東村山	Izu2101022300.png	_20210102_230904	_20210102_230906	0.18	2	強	8.4E+14	UNDER	_spo	1.74	16.7	87.9	139.77	34.44	84.5	139.78	34.43		
Jan-21	2	東村山	Izu2101040250.png	_20210104_025534	_20210104_025534	0.59	15	強	4.2E+16	OVER	_J5_Qua	-1.52	41.4	99.6	138.92	34.24	85.3	138.75	34.12		
Jan-21	3	東村山	Izu2101040310.png	_20210104_032000	_20210104_031958	0.41	2	強	5.3E+16	UNDER	_J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1	139.06	33.87		
Jan-21	4	東村山	Izu2101040320.png	_20210104_032002	_20210104_031958	0.41	12	強	5.3E+16	OVER	_J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1	139.06	33.87		_20210104_032000と同じか?
Jan-21	5	東村山	Izu2101040320.png	_20210104_032358	_20210104_032359	0.95	2	啜	9.5E+16	UNDER	_J5_Qua	-2.40	41.4	103.7	139.59	34.30	79.1	139.31	34.12	あり	
Jan-21	6	東村山	Izu2101040500.png	_20210104_050735	_20210104_050737	0.16	6	強	1.8E+16	OVER	_spo	-0.57	43.2	93.8	139.58	34.42	87.6	139.55	34.41		
Jan-21	7	東村山	Izu2101090450.png	_20210109_045253	_20210109_045250	0.13	1	強	6.4E+15	UNDER	_spo	0.38	36.6	104.4	139.71	34.05	100.5	139.74	34.05		
Jan-21	8	東村山	Izu2101111850.png	_20210111_185742	_20210111_185741	0.78	2	強	1.3E+15	UNDER	_spo	1.02	13.3	93.4	139.45	34.61	81.4	139.46	34.54		
Jan-21	9	東村山	Izu2101130600.png	_20210113_060618	_20210113_060616	1.20	5	強	7.9E+16	UNDER	_spo	-2.84	23.0	102.4	139.74	34.76	79.8	139.64	34.57		
Jan-21	10	東村山	Izu2101142210.png	_20210114_221326	_20210114_221327	0.27	5	弱	2.3E+15	UNDER	_spo	1.43	34.1	90.1	139.08	35.01	85.5	139.04	34.95		
Jan-21	11	東村山	Izu2101190510.png	_20210119_051242	_20210119_051240	0.48	1	啜	4.6E+16	UNDER	_J5_xUm	-1.57	43.2	93.4	140.26	33.71	75.7	140.39	33.70	あり	
Jan-21	12	東村山	Izu2101210130.png	_20210121_013247	_20210121_013247	1.03	6	強	9.6E+15	UNDER	_spo	-0.42	25.7	95.9	139.16	34.99	77.5	139.07	34.80		
Jan-21	13	東村山	Izu2101220300.png	_20210122_030243	_20210122_030241	0.46	1	弱	1.2E+15	UNDER	_spo	1.45	18.9	91.4	139.14	34.55	83.9	139.21	34.53		
Jan-21	14	東村山	Izu2101260350.png	_20210126_035351	_20210126_035347	0.80	1	強	5.3E+15	UNDER	_spo	0.35	29.1	102.6	139.55	34.88	84.5	139.51	34.73		

- 1か月で14個
- 1月4日にしぶんぎが4件ありました
- 今回は緯度経度の項目を追加しました

報告済みの物 2020年7,8月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Jul-20	1	茅ヶ崎	KN9_2007301950.png	_20200730_195011	_20200730_195008	0.47	35	強	9.2E+16	over	_J5_Per	-2.1	51.8	90.9	86.7	×	同じ流星、LONGエコー
Aug-20	1	茅ヶ崎	KN9_2008020130.png	_20200802_013920	_20200802_013900	0.50	8	畷	1.8E+15	under	_J5_sdA	1.9	40.7	100.5	87.0	×	たぶん同じ流星
	2	茅ヶ崎	KN9_2008040200.png	20200804_020139	20200804_020102	0.28	29	強	3.1E+15	over	_J5_sdA	1.1	35.1	89.2	82.5	×	同じ流星、LONGエコー、違うかも
	3	茅ヶ崎	KN9_2008102240.png	_20200810_224556	_20200810_224548	0.47	23	中	3.7E+16	over	_J5_Per	-1.2	48.9	102.4	89.8	х	同じ流星、LONGエコー
	4	茅ヶ崎	KN9_2008110300.png	20200811_030529	20200811_030545	0.10	1	弱	3.0E+15	under	spo	1.6	51.3	104.7	100.5	×	同じ流星かも知れない
	5	茅ヶ崎	KN9_2008122320.png	_20200812_232440	_20200812_232507	0.57	12	強	2.6E+16	over	_spo	-1.0	41.2	107.1	84.9	×	電波の方が先に検出、時刻は似ている
	6	茅ヶ崎	KN9_2008130051.png	_20200813_005336	_20200813_005343	0.35	1	畷	6.7E+15	under	_J5_Per	0.8	58.0	105.6	93.0	×	同じ流星
	7	茅ヶ崎	KN9_2008130120.png	_20200813_012254	_20200813_012315	0.33	7	畷	5.7E+16	over	_J5_Per	-1.5	58.8	103.3	90.3	×	同じ流星かも知れない、断続的なLONGエコー
	8	茅ヶ崎	KN9_2008130330.png	_20200813_033042	_20200813_033022	0.10	39	Ŧ	1.4E+17	over	_J5_Per	-2.6	51.1	87.9	83.1	あり	同じ流星、LONGエコー
	9	茅ヶ崎	KN9_2008130340.png	_20200813_034623	_20200813_034627	0.20	1	T	2.2E+16	over	_spo	-0.4	63.5	100.5	91.3	x	同じ流星
	10	茅ヶ崎	KN9_2008140000.png	_20200814_000819	_20200814_000815	0.40	16	強	2.9E+16	over	_J5_Per	-0.8	53.8	115.3	100.8	×	同じ流星、LONGエコー
	11	茅ヶ崎	KN9_2008140120.png	_20200814_012517	_20200814_012509	0.36	10	翳	6.4E+16	over	_spo	-1.5	63.7	104.2	93.0	×	たぶん、同じ流星
	12	茅ヶ崎	KN9_2008202340.png	_20200820_234831	_20200820_234828	0.73	1	Ŧ	8.9E+15	under	_spo	0.0	35.5	102.5	85.5	×	同じ流星
	13	茅ヶ崎	KN9_2008252320.png	_20200825_232310	_20200825_232301	0.83	41	中	1.5E+17	over	_spo	-2.5	57.3	98.1	80.0	x	同じ流星、LONGエコー
	14	茅ヶ崎	KN9_2008280400.png	_20200828_040247	_20200828_040243	0.97	7	強	1.1E+16	over	_spo	-0.2	37.8	108.2	85.7	х	同じ流星

• 2か月で14個

報告済みの物 2020年10,11,12月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Oct-20	1	東村山	Izu2010130240.png	_20201013_024303	_20201013_024302	0.23	4	強	1.8E+16	under	_spo	-0.36	51.6	112.3	101.4	Х	
	2	東村山	Izu2010130350.png	_20201013_035623	_20201013_035619	1.19	7	弱	2.3E+16	over	_spo	-0.72	47.6	99.5	78.2	X	
	3	東村山	Izu2010210040.png	_20201021_004320	_20201021_004317	0.23	1	強	4.1E+16	under	_spo	-1.34	47.8	104.5	94.3	X	
	6	東村山	Izu2010250450.png	_20201025_045411	_20201025_045402	0.07	4	強	3.1E+15	under	_spo	1.42	45.9	105.5	103.2	X	光学が9秒早い
	7	東村山	Izu2010280320.png	_20201028_032304	_20201028_032257	0.20	1	弱	6.4E+15	under	_spo	1.00	64.0	107.9	99.6	X	光学が7秒早い
	4	東村山	Izu2010290240.png	_20201029_024623	_20201029_024623	0.13	1	強	2.1E+15	under	_spo	1.58	36.0	89.5	85.6	X	
	5	東村山	Izu2010310030.png	_20201031_003513	_20201031_003514	0.20	1	強	1.7E+15	under	_spo	1.46	26.0	87.6	82.2	×	
Nov-20	1	東村山	Izu2011100420.png	_20201110_042456	_20201110_042453	1.22	3	強	5.2E+15	under	_J5_sTa	0.24	26.1	94.9	76.7	X	
	2	東村山	Izu2011170420.png	_20201117_042928	_20201117_042926	1.68	35	弱	3.3E+16	over	_J5_oEr	-1.56	31.6	95.9	73.6	X	Long Echo
	3	東村山	Izu2011212110.png	_20201121_211904	_20201121_211906	0.20	1	弱	1.5E+15	under	_spo	1.68	28.6	93.3	90.3	×	
	4	東村山	Izu2011260330.png	_20201126_033038	_20201126_033036	0.13	1	強	1.9E+15	under	_J5_daD	1.74	37.7	94.7	92.0	X	
	5	東村山	Izu2011260530.png	_20201126_053137	_20201126_053135	0.20	1	強	5.7E+15	under	_J5_kDr	0.76	45.5	93.7	86.3	×	
	6	東村山	Izu2012010320.png	_20201201_032831	_20201201_032828	0.52	1	強	1.2E+15	under	_spo	1.49	19.0	92.2	85.9	X	
	7	東村山	Izu2012010500.png	_20201201_050939	_20201201_050939	0.10	1	弱	2.4E+15	under	_J5_daD	1.80	51.0	106.7	102.3	x	

- 10月11月の2か月で12個でした
- 12月は34個でした。ふたご群は15個(44%)でした。
- 先行研究では速度の遅いふたご群の識別率は高いとされています

報告流の弊10,11,12月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag Vg H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Dec-20	1	東村山	Izu2012042200	_20201204_220624	_20201204_222623	0.56	3	強	7.3E+14	over	_J5_sTa	2.47 28.5 98.1	82.9	×	
	2	東村山	Izu2012060340	_20201206_034056	_20201206_034056	0.20	9	強	2.2E+16	over	_spo	-0.14 76.3 104.5	93.2	×	
	3	東村山	Izu2012060410	_20201206_041816	_20201206_041815	0.47	7	強	1.3E+16	over	_J5_Gem	-0.46 33.7 95.5	80.9	×	
	4	東村山	Izu2012061710	_20201206_171303	_20201206_171302	1.02	15	強	1.1E+17	over	_spo	-3.09 24.4 114.0	105.2	×	
	5	東村山	Izu2012070240	_20201207_024240	_20201207_024237	0.36	1	弱	6.2E+15	under	_spo	-0.21 20.3 82.6	77.0	×	
	6	東村山	Izu2012070300	_20201207_030017	_20201207_030015	0.57	4	強	1.0E+16	over	_J5_daD	0.03 42.9 94.1	80.4	×	
	7	東村山	Izu2012070300	_20201207_030918	_20201207_030919	0.27	2	強	1.6E+16	under	_spo	-0.06 61.5 108.6	91.7	×	
	8	東村山	Izu2012080240	_20201208_024222	_20201208_024221	0.43	4	強	6.9E+15	over	_J5_Gem	0.36 38.4 95.1	78.9	×	
	9	東村山	Izu2012110430	_20201211_043319	_20201211_043316	0.30	1	強	4.4E+15	over	_spo	0.62 30.9 94.2	87.2	×	
	10	東村山	Izu2012110540	_20201211_054056	_20201211_054058	0.25	1	弱	2.3E+15	under	_J5_Gem	1.28 29.7 92.8	88.0	×	
	11	東村山	Izu2012132240	_20201213_224629	20201213_224629	0.40	1	弱	1.3E+16	under	_J5_Gem	-0.39 36.5 98.8	87.4	×	
	12	東村山	Izu2012140400	_20201214_040406	_20201214_040404	0.49	1	弱	1.5E+16	under	_J5_Gem	-0.53 35.8 94.8	80.7	×	
	13	東村山	Izu2012140430	_20201214_043143	_20201214_043141	0.63	2	弱	9.2E+15	over	_J5_Gem	-0.06 34.5 99.1	82.6	×	
	14	東村山	Izu2012140430	_20201214_043404	_20201214_043401	0.24	1	弱	3.5E+15	over	_J5_Gem	0.93 32.6 93.1	86.5	×	
	15	東村山	Izu2012140440	_20201214_044355	_20201214_044354	0.24	1	弱	4.0E+15	over	_J5_Gem	0.76 32.2 92.4	85.9	×	
	16	東村山	Izu2012140440	_20201214_044843	_20201214_044842	0.76	4	弱	4.2E+16	over	_J5_Gem	-1.70 34.8 100.1	80.0	×	
	17	東村山	Izu2012140450	_20201214_045710	_20201214_045709	0.68	1	弱	2.2E+16	over	_J5_Gem	-0.97 35.4 116.5	100.6	×	
	18	東村山	Izu2012140450	_20201214_045843	20201214_045846	0.19	1	弱	1.4E+16	over	_spo	-0.11 51.1 99.9	94.8	×	
	19	東村山	Izu2012140500	_20201214_050124	_20201214_050123	0.30	1	弱	2.4E+15	over	_J5_Gem	1.35 33.2 95.2	87.4	×	
	20	東村山	Izu2012140520	_20201214_052243	_20201214_052240	0.39	2	弱	6.3E+15	over	_J5_Gem	0.31 33.5 91.4	81.5	×	
	21	東村山	Izu2012140550	_20201214_055727	_20201214_055727	0.47	3	弱	7.6E+15	under	_J5_Gem	0.04 31.6 91.9	81.6	×	
	22	東村山	Izu2012150010	_20201215_001314	_20201215_001317	1.20	1	強	5.8E+16	over	_J5_Gem	-2.16 31.7 92.5	54.8	×	
	23	東村山	Izu2012150040	_20201215_004859	_20201215_004901	0.35	1	弱	3.5E+16	under	_spo	-1.37 39.0 93.0	79.7	×	
	24	東村山	Izu2012150130	_20201215_013621	_20201215_013618	0.20	3	強	9.4E+15	under	_spo	0.04 38.8 98.4	92.5	×	
	25	東村山	Izu2012150540	_20201215_054441	_20201215_054440	0.53	2	強	8.0E+15	under	_J5_Gem	0.04 32.8 96.2	83.9	×	
	26	東村山	Izu2012170110	_20201217_011939	_20201217_011936	0.16	1	強	3.9E+15	under	_J5_daD	1.26 50.0 96.0	92.6	×	
	27	東村山	Izu2012170230	_20201217_023948	_20201217_023946	0.70	2	強	2.5E+15	over	_J5_sTa	0.85 21.4 88.0	77.1	×	
	28	東村山	Izu2012190010	_20201219_001429	_20201219_001426	0.67	1	弱	5.3E+15	under	_spo	-0.34 15.4 103.8	90.7	あり	
	29	東村山	Izu2012190440	_20201219_044653	_20201219_044650	0.95	6	強	1.8E+16	under	_spo	-0.77 35.7 119.6	96.5	×	
	30	東村山	Izu2012200210	_20201220_021356	_20201220_021353	0.57	1	弱	2.9E+15	under	_spo	0.66 21.1 87.9	76.7	×	
	31	東村山	Izu2012290410	_20201229_041824	_20201229_041821	0.23	1	弱	9.4E+14	under	_spo	2.24 29.5 95.2	90.6	х	
	32	東村山	Izu2012310250	_20201231_025328	_20201231_025326	0.23	3	強	2.2E+15	under	_spo	1.39 30.7 90.1	83.8	X	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
	33	東村山	Izu2012310300	_20201231_030812	20201231_030809	1.03	1	弱	8.8E+15	under	_spo	-0.45 23.0 95.3	76.7	X	
	34	東村山	Izu2012310600	_20201231_060742	20201231_060740	0.46	8	強	1.4E+17	over	_spo	-2.66 46.4 101.0	80.8	х	

参考:1月のSonotaCo NetとIZUの同時流星

|

 |

 | | 和本形元中于[1] | 禄電子密度 | _stream | 市区区中市区
 | 刘迅速度 | _H1 | *至度
 | 程度1 |
 | *至1夏2 | <u>緯度2</u> |

--
--

---|--|--|---
---|--

--|--|---
--|
| 1 Izu2101020040.png

 | _20210102_004141

 | _20210102_004138 | 0.30 | 1.6E+16 | _spo | -0.06
 | 61.1 | 108.6 | 137.2
 | 36.6 | 98.2
 | 137.0 | 36.7 |
| 2 Izu2101020310.png

 | _20210102_031658

 | _20210102_031654 | 0.75 | 2.4E+17 | _spo | -3.01
 | 59.5 | 121.5 | 137.0
 | 35.4 | 85.6
 | 136.7 | 35.3 |
| 3 Izu2101020540.png

 | _20210102_054054

 | _20210102_054052 | 0.68 | 2.5E+17 | _J5_aHy | -3.44
 | 41.6 | 92.9 | 136.9
 | 39.2 | 83.9
 | 137.2 | 39.3 |
| 4 Izu2101021740.png

 | _20210102_174502

 | _20210102_174501 | 0.41 | 1.2E+16 | _spo | -0.66
 | 26.5 | 83.1 | 135.6
 | 34.9 | 79.1
 | 135.7 | 34.8 |
| 5 Izu2101021800.png

 | _20210102_180011

 | _20210102_180010 | 1.30 | 4.4E+15 | _spo | 0.29
 | 23.2 | 98.0 | 137.5
 | 35.3 | 77.6
 | 137.5 | 35.1 |
| 6 Izu2101030250.png

 | _20210103_025041

 | _20210103_025038 | 0.28 | 5.1E+16 | _spo | -1.59
 | 47.1 | 107.6 | 135.6
 | 36.0 | 96.6
 | 135.5 | 36.0 |
| 7 Izu2101030450.pna

 | 20210103 045636

 | 20210103 045634 | 0.34 | 6.1E+16 | J5 Qua | -1.94
 | 40.7 | 95.3 | 135.9
 | 35.5 | 85.4
 | 135.8 | 35.5 |
| 8 Izu2101030500 pns

 | 20210103 050945

 | 20210103 050946 | 0.20 | 9.1E+16 | spo | -1.80
 | 68.5 | 108.5 | 139.8
 | 36.2 | 96.6
 | 139.8 | 36.3 |
| 9 Jzu2101030510 pp

 | 20210103 051038

 | 20210103 051037 | 0.23 | 2 5E+16 | 15 Qua | -1.04
 | 37.6 | 974 | 137.6
 | 34.3 | 89.9
 | 137.6 | 34.3 |
| 10 12:02101020540

 | 20210103 054843

 | 20210102 054830 | 0.23 | 6.75+16 | | -2.04
 | 40.8 | 06.9 | 126.1
 | 24 E | 917
 | 126.0 | 24 E |
| 10 1202101030340.pm

 | _20210103_034842

 | _20210103_034839 | 0.41 | 0.7E+10 | | -2.04
 | 40.8 | 90.8 | 100.5
 | 34.5 | 01.7
 | 130.0 | 34.5 |
| 11 12u2101032310.phg

 | _20210103_231245

 | _20210103_231241 | 0.82 | 5.9E+16 | _ <u>J5_Qua</u> | -1.92
 | 39.8 | 98.3 | 139.5
 | 36.3 | 94.9
 | 139.3 | 36.0 |
| 12 Izu2101032330.png

 | _20210103_233320

 | _20210103_233317 | 1.82 | 2.7E+16 | _J5_Qua | -1.11
 | 39.3 | 102.0 | 136.7
 | 35.1 | 92.1
 | 136.3 | 34.5 |
| 13 Izu2101032340.png

 | _20210103_234912

 | _20210103_234913 | 0.30 | 4.2E+15 | _spo | 1.13
 | 47.7 | 106.0 | 136.7
 | 34.8 | 95.8
 | 136.6 | 34.7 |
| 14 Izu2101040130.png

 | _20210104_013215

 | _20210104_013214 | 1.53 | 3.1E+17 | _J5_Qua | -3.70
 | 41.0 | 102.1 | 139.7
 | 35.2 | 78.4
 | 139.2 | 34.8 |
| 15 Izu2101040210.png

 | _20210104_021739

 | _20210104_021738 | 0.36 | 1.7E+16 | _J5_Qua | -0.57
 | 39.7 | 96.4 | 138.6
 | 34.9 | 89.2
 | 138.5 | 34.8 |
| 16 Izu2101040210.png

 | _20210104_021812

 | _20210104_021810 | 0.53 | 5.4E+17 | _J5_Qua | -4.27
 | 42.3 | 95.0 | 137.1
 | 35.7 | 84.8
 | 136.9 | 35.5 |
| 17 Izu2101040240.pna

 | 20210104 024722

 | 20210104 024720 | 0.30 | 8.5E+16 | J5 Qua | -2.30
 | 40.5 | 90.6 | 137.4
 | 35.4 | 83.6
 | 137.3 | 35.3 |
| 18 Izu2101040250.pns

 | 20210104 025534

 | 20210104 025534 | 0.83 | 2.7E+16 | J5 Qua | -1.07
 | 40.3 | 100.3 | 138.9
 | 34.2 | 80.8
 | 138.7 | 34.1 |
| 19 Jzu2101040320 pp

 | 20210104 032358

 | 20210104 032400 | 0.66 | 7 6E+17 | .15 Qua | -4 64
 | 418 | 97.6 | 139.5
 | 34.3 | 79.9
 | 139.3 | 34.1 |
| 20 Jzu2101040340 pp

 | 20210104 034631

 | 20210104 034632 | 0.96 | 5 9 5 + 17 | 15 000 | -4.35
 | 42.3 | 09.2 | 125.2
 | 26.7 | 70.0
 | 124.9 | 26.5 |
| 21 Jzu2101040350 pp

 | 20210104 025709

 | 20210104 035708 | 0.17 | 3.25+16 | 15 000 | -1.27
 | 29.2 | 02.2 | 129.1
 | 34.5 | 97.4
 | 129.0 | 34.4 |
| 21 1202101040350.ph

 |

 | _20210104_035708 | 0.17 | 3.2E+10 | | -1.27
 | 39.2 | 92.3 | 130.1
 | 34.5 | 87.4
 | 138.0 | 34.4 |
| 22 Izu2101040400.png

 | _20210104_040317

 | _20210104_040316 | 0.39 | 8.4E+16 | _J5_Qua | -2.31
 | 40.1 | 96.5 | 138.9
 | 35.7 | 85.2
 | 138.8 | 35.6 |
| 23 Izu2101040410.png

 |

 | _20210104_041430 | 1.00 | 1.3E+16 | _spo | -0.22
 | 43.4 | 103.3 | 137.7
 | 36.2 | 95.6
 | 138.0 | 36.5 |
| 24 Izu2101040420.png

 | _20210104_042239

 | _20210104_042236 | 0.33 | 9.1E+15 | _J5_Qua | 0.16
 | 42.0 | 98.6 | 137.3
 | 36.4 | 88.2
 | 137.2 | 36.4 |
| 25 Izu2101040420.png

 | _20210104_042827

 | _20210104_042826 | 0.20 | 8.4E+15 | _J5_Qua | 0.16
 | 38.9 | 94.4 | 137.3
 | 35.0 | 88.6
 | 137.3 | 35.0 |
| 26 Izu2101040440.png

 | _20210104_044455

 | _20210104_044451 | 0.35 | 4.9E+16 | _J5_Qua | -1.73
 | 39.5 | 92.8 | 136.3
 | 35.9 | 82.0
 | 136.2 | 35.9 |
| 27 Izu2101040450.png

 | _20210104_045547

 | _20210104_045547 | 0.38 | 5.2E+16 | _J5_Qua | -1.81
 | 39.4 | 95.5 | 136.5
 | 35.3 | 83.2
 | 136.5 | 35.3 |
| 28 Izu2101040500.pns

 | _20210104_050559

 | _20210104_050558 | 0.72 | 2.4E+17 | _J5_Qua | -3.40
 | 41.1 | 98.3 | 135.1
 | 36.6 | 74.3
 | 135.0 | 36.5 |
| 29 Izu2101040510 pps

 | 20210104 051104

 | 20210104 051103 | 0.37 | 8.2E+16 | J5 Qua | -2.25
 | 41.1 | 95.8 | 136.8
 | 35 1 | 83.0
 | 136.7 | 35.0 |
| 30 Izu2101040510 ppg

 | 20210104 051204

 | 20210104 051201 | 0.31 | 1.2E+16 | J5 Qua | -0.19
 | 40.5 | 92.4 | 136.9
 | 34.4 | 82.0
 | 136.8 | 34.3 |
| 31 Jzu2101040510

 | 20210104 051227

 | 20210104 051229 | 0.25 | 3 9E±16 | 15 0.02 | _1 47
 | 40.0 | 02.7 | 125 1
 | 36.3 | 82.0
 | 135.0 | 36.3 |
| 22 I=2101040510.phg

 | 20210104_051227

 | 20210104_051228 | 0.25 | 1 05+16 | Qua | -1.47
 | 40.0 | 92.2 | 130.1
 | 30.3 | 00.0
 | 130.0 | 30.3 |
| 32 12U2101040510.png

 |

 | _20210104_051301 | 0.26 | 1.0E+16 | _ <u></u> | 0.00
 | 41.3 | 98.9 | 139.2
 | 36.2 | 90.0
 | 139.1 | 30.2 |
| 33 Izu210104052

 |

 | | | | |
 | | |
 | |
 | 139.5 | 36.4 |
| 34 Izu210104055 71

 |

 | | 7 [二] [1十) ナ | | 11 + 1 | L
 | | |
 | | 1.3
 | 136.5 | 34.2 |
| <u>35 Izu210104061</u>

 |

 | /) - + - ' - ' - ' = ' = ' : + : + : + : + : + : + : + : + : + : | 716111年16 | でにかる | (1 + 1) | 7-
 | | |
 | | .6
 | 136.8 | 34.6 |
| <u>36 Izu210104231</u> U

 |

 | フルエー 电ル | | | フォレ | //_
 | | |
 | |).9
 | 138.1 | 34.0 |
| 37 Izu210105003

 |

 | | | | . – |
 | | |
 | | 3.8
 | 138.3 | 35.3 |
| 38 Izu210105013

 |

 | | 1 - 1 | - ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ | |
 | | - 1 |
 | 1 L | 5.8
 | 138.8 | 34.7 |
| 39 Izu210105233

 | 이 - '분' 분' 미 바

 | ェギルテッノ フート | 1- 1-0 | ブ館田 | - 나무 닌 | ブ モ ム
 | $F \cap I$ | ニアト | いエ
 | 1 7- |).8
 | 136.3 | 35.7 |
| 40 1711210108024

 |

 | ホーリルニ ノ ノード | によう | | へばて |
 | りみ ノい | - 'A | ッよ
 | | 1.6
 | 137.6 | 35.1 |
| 41 17:1210108043

 |

 | 5 1 57 - 5 - 5 - 5 | | - 11.5 | |
 | | • |
 | | 1.0
 | 137.0 | 25.5 |
| 42 12:1210100045

 |

 | | | | | \
 | % | , | 1 8 1.
 | 1 1 18 | 2.0
 | 120.2 | 24.9 |
| 42 120210109025

 |

 | | | | |
 | m = - | _ /7 • |
 | 11-1-1-1 | 2.3
 | 130.2 | 34.0 |
| 43 Izu210109025

 |

 | | | | |
 | / / / / | — · ¥ | 11. 4/1
 | | 1.4
 | 138.7 | |
| 44 17 12 10 11 10 25

 |

 | | | | | • 🖽 .// X
 | | |
 | ILVA |
 | | 30.8 |
| 11 20210111020

 |

 | | | | | ・电彦
 | | |
 | 1010 | 7.1
 | 137.1 | 34.7 |
| 45 Izu210111040

 |

 | | | | | ・电波
 | | |
 | 1012 | 7.1
3.6
 | 137.1
137.6 | 36.8
34.7
34.7 |
| 45 Izu210111040
46 Izu2101110410.png

 | _20210111_041003

 | _20210111_041003 | 0.29 | 5.7E+16 | _spo | • 电 <i>IIX</i>
 | 72.3 | |
 | 1070-
<u>34.2</u> | <u>'.1</u>
<u>3.6</u>
97.9
 | 137.1
137.6
137.3 | 30.8
34.7
34.7
34.3 |
| 46 Izu210111040
47 Izu2101110410.png

 | 20210111_041003
20210112_234725

 | _20210111_041003
_20210112_234722 | 0.29 | 5.7E+16
1.2E+16 | _spo
_spo | •
 | 72.3
47.6 | 112.8
109.0 | 137.4
137.1
 | 34.2
35.5 | <u>7.1</u>
<u>3.6</u>
97.9
94.1
 | 137.1
137.6
137.3
136.9 | 30.8
34.7
34.7
34.3
35.4 |
| 45 Izu210111040
46 Izu2101110410.pn
47 Izu2101122340.pn
48 Izu2101130020.pn

 | _20210111_041003
_20210112_234725
_20210113_002537

 | _20210111_041003
_20210112_234722
_20210113_002536 | 0.29
0.51
0.40 | 5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16 | _spo
_spo
_spo | • • • //X
-1.25
0.02
-0.84
 | 72.3
47.6
37.8 | 112.8
109.0
94.6 | 137.4
137.1
136.3
 | 34.2
35.5
34.4 | <u>7.1</u>
<u>3.6</u>
97.9
94.1
80.1
 | 137.1
137.6
137.3
136.9
136.3 | 30.8
34.7
34.7
34.3
35.4
34.3 |
| 45 Izu210111040
46 Izu2101110410.pnj
47 Izu2101122340.pnj
48 Izu2101130020.pnj
49 Izu2101130520.pnj

 | 20210111_041003
20210112_234725
20210113_002537
20210113_052752

 | _20210111_041003
_20210112_234722
_20210113_002536
_20210113_052749 | 0.29
0.51
0.40
1.65 | 5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16
3.3E+17 | _spo
_spo
_spo
_spo | • • • //X
-1.25
0.02
-0.84
-3.33
 | 72.3
47.6
37.8
60.9 | 112.8
109.0
94.6
125.3 | 137.4
137.1
136.3
 | 34.2
35.5
34.4
35.9 | <u>7.1</u>
<u>3.6</u>
97.9
94.1
80.1
69.0
 | 137.1
137.6
137.3
136.9
136.3
135.8 | 36.8
34.7
34.7
34.3
35.4
34.3
36.3 |
| 45 Izu210111040
46 Izu2101110410.png
47 Izu2101122340.png
48 Izu2101130020.png
49 Izu2101130520.png
50 Izu2101130540.png

 | 20210111_041003
20210112_234725
20210113_002537
20210113_052752
20210113_054631

 | 20210111.041003
20210112.234722
20210113.002536
20210113.052749
20210113.054629 | 0.29
0.51
0.40
1.65
1.20 | 5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16
3.3E+17
2.3E+15 | _spo
_spo
_spo
_spo | •
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1 | 137.4
137.1
136.3
136.6
137.3
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7 | <u>7.1</u>
<u>3.6</u>
97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
 | 137.1
137.6
137.3
136.9
136.3
135.8
137.2 | 36.8 34.7 34.7 34.3 35.4 34.3 35.4 34.3 36.3 35.6 |
| 45 [zu21011040
46 [zu210111040
47 [zu2101110410.png
48 [zu2101122340.png
48 [zu2101130020.png
50 [zu2101130520.png
50 [zu2101130540.png
51 [zu2101130600.png

 | 20210111_041003
20210112_234725
20210113_002537
20210113_052752
20210113_054631
20210113_060618

 | 20210111_041003
20210112_234722
20210113_002536
20210113_052749
20210113_054629
20210113_060616 | 0.29
0.51
0.40
1.65
1.20
1.35 | 5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16
3.3E+17
2.3E+15
7.9E+16 | _spo
_spo
_spo
_spo
_spo | • = //X
-1.25
0.02
-0.84
-3.33
0.67
-2.79
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3 | 137.4
137.1
136.3
136.6
137.3
139.7
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
35.7
34.8 | <u>7.1</u>
<u>3.6</u>
97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
75.0
 | 137.1
137.6
137.3
136.9
136.3
135.8
137.2
139.6 | $\begin{array}{r} 30.8 \\ 34.7 \\ 34.3 \\ 35.4 \\ 34.3 \\ 36.3 \\ 35.6 \\ 35.6 \\ 34.5 \\ \end{array}$ |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pnn
47 [zu2101122340,pnn
48 [zu2101130020,pnn
48 [zu21011300520,pnn
50 [zu21011305500,pnn
51 [zu21011305600,pnn
52 [zu2101130200,pnn
52 [zu2101132220,pnn

 | 20210111_041003
20210112_234725
20210113_002537
20210113_052752
20210113_054631
20210113_060618
20210113_22255

 | 20210111.041003
20210112.234722
20210113.002536
20210113.052749
20210113.054629
20210113.056616
20210113.22254 | 0.29
0.51
0.40
1.65
1.20
1.35
1.84 | 5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16
3.3E+17
2.3E+15
7.9E+16
9.2E+15 | _spo
_spo
_spo
_spo
_spo
_spo
_spo | • • • //X
-1.25
0.02
-0.84
-3.33
0.67
-2.79
-0.35
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0 | 137.4
137.1
136.3
136.6
137.3
139.7
137.0
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
35.7
34.8
36.2 | 21
2.1
3.6
97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
75.0
86.3
 | 137.1
137.6
137.3
136.9
136.3
135.8
137.2
139.6
139.6 | 36.8
34.7
34.7
34.3
35.4
36.3
36.3
35.6
34.5
36.6 |
| 46 [zu21011040
46 [zu21011040
47 [zu21011040]
48 [zu2101102340.pn]
48 [zu2101130520.pn]
49 [zu2101130520.pn]
50 [zu2101130540.pn]
51 [zu2101130600.pn]
52 [zu2101132220.pn]
53 [zu210113220.pn]

 | 20210111_041003
20210112_234725
20210113_002537
20210113_052752
20210113_054631
20210113_060618
20210113_222255
20210114_010855

 | 20210111_041003
20210112_234722
20210113_002536
20210113_05749
20210113_054629
20210113_054629
20210113_222254
20210113_222254
20210114_010852 | 0.29
0.51
0.40
1.65
1.20
1.35
1.84
0.27 | 5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16
3.3E+17
2.3E+15
7.9E+16
9.2E+15
1.5E+16 | _SPO
SPO
SPO
_SPO
_SPO
_SPO
SPO | • • • //X
-1.25
0.02
-0.84
-3.33
0.67
-2.79
-0.35
0.14
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7 | 137.4
137.1
136.3
136.6
137.3
139.7
137.0
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
35.7
34.8
36.2
36.1 | 2.1
3.6
97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
75.0
86.3
101.5
 | 137.1
137.6
137.3
136.9
136.3
135.8
137.2
139.6
136.9
136.9 | 30.8
34.7
34.7
34.3
35.4
34.3
36.3
35.6
34.5
36.6
36.6 |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101130020,pn]
49 [zu2101130520,pn]
50 [zu2101130520,pn]
51 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
53 [zu210113020,pn]
53 [zu2101140150,pn]

 | 20210111.041003
20210112.234725
20210113.032537
20210113.052752
20210113.054631
20210113.060618
20210113.060618
20210114.010855
20210114.010855

 | 20210111 041003
20210112 234722
20210113 002536
20210113 054749
20210113 054749
20210113 05446
20210113 22254
202210114 010852
20210114 01536 | 0.29
0.51
0.40
1.65
1.20
1.35
1.84
0.27
0.11 | 5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16
3.3E+17
2.3E+15
7.9E+16
9.2E+15
1.5E+16
6.7F+15 | spo
spo
spo
spo
spo
spo
spo
spo
spo | • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5 | 137.4
137.1
136.3
136.6
137.3
139.7
137.0
137.0
137.0
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
34.8
36.2
36.1
34.9 | 2.1
3.6
97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
75.0
86.3
101.5
96.3
 | $\begin{array}{c} 137.1 \\ 137.6 \\ 137.3 \\ 136.9 \\ 136.3 \\ 135.8 \\ 137.2 \\ 139.6 \\ 136.9 \\ 136.9 \\ 136.9 \\ 136.6 \\ \end{array}$ | 30.3
34.7
34.7
35.4
35.4
35.4
35.6
35.6
34.5
36.6
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2 |
| 46 [zu210111040
46 [zu210111040
47 [zu2101112340.pn]
48 [zu2101130520.pn]
49 [zu2101130520.pn]
50 [zu2101130540.pn]
51 [zu2101130520.pn]
53 [zu2101132220.pn]
53 [zu2101140100.pn]
54 [zu2101140150.pn]
55 [zu2101140150.pn]
55 [zu2101140150.pn]

 | 20210111_041003
20210112_234725
20210113_002537
20210113_052752
20210113_054631
20210113_054631
20210113_02555
20210114_010855
20210114_015039
20210114_015526

 | 20210111_041003
20210112_234722
20210113_002536
20210113_05749
20210113_054629
20210113_054629
20210113_22254
20210114_01852
20210114_015036
20210114_01524 | 0.29
0.51
0.40
1.65
1.20
1.35
1.84
0.27
0.11 | 5.7E+16 $1.2E+16$ $3.3E+17$ $2.3E+15$ $7.9E+16$ $9.2E+15$ $1.5E+16$ $6.7E+15$ $4.6F+16$ | spo
spo
spo
spo
spo
spo
spo
spo
spo | • • • //X
-1.25
0.02
-0.84
-3.33
0.67
-2.79
-0.35
0.14
1.01
-1.01
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5 | 137.4
137.1
136.3
136.6
137.3
139.7
137.0
137.1
137.1
136.6
137.1
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
34.8
36.2
36.1
34.9
34.9
34.9
34.9
34.9 | 2.1
3.6
97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
75.0
86.3
101.5
96.3
73.0
 | 137.1
137.6
137.3
136.9
136.3
135.8
137.2
139.6
136.9
136.9
136.9
136.9 | 30.8
34.7
34.7
35.4
35.4
36.3
35.6
34.5
36.6
36.2
36.2
34.9
36.2
34.9
37 9 |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101120340,pn]
49 [zu2101130020,pn]
49 [zu2101130520,pn]
50 [zu2101130540,pn]
51 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130500,pn]
53 [zu2101140150,pn]
54 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
56 [zu2101140520,pn]

 | 20210111.041003
20210112.234725
20210113.052537
20210113.052537
20210113.0524631
20210113.054631
20210113.054631
20210113.054631
20210114.010855
20210114.015039
20210114.015326
20210114.015326

 | 20210111 041003
20210112 234722
20210113 002536
20210113 052749
20210113 054629
20210113 054629
20210113 054629
20210113 202014
20210113 202014
20210114 05526
20210114 015324
20210114 055360 | 0.29
0.51
1.65
1.20
1.35
1.35
0.27
0.11
1.13
0.27 | 5.7E+16 1.2E+16 2.1E+16 3.3E+17 2.3E+15 7.9E+16 9.2E+15 1.5E+16 6.7E+15 4.6E+16 2.5E+16 | spo
spo
spo
spo
spo
spo
spo
spo
spo
spo | • • • • • //×
-1.25
-0.02
-0.84
-3.33
0.67
-2.79
-0.35
-0.35
-0.14
1.01
-1.83
-1.07
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
37.0 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88 | 137.4
137.1
136.3
136.6
137.3
139.7
137.0
137.0
137.0
136.6
136.6
140.0
136.6
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
34.8
36.2
36.1
34.9
34.9
38.1
33.1 | 2.1
3.6
97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
75.0
86.3
101.5
96.3
73.0
79.5
 | 137.1
137.6
137.3
136.9
136.3
135.8
137.2
139.6
136.9
136.9
136.9
136.6
139.8 | 36.3
34.7
34.3
35.4
35.4
36.3
36.3
36.3
36.6
36.2
34.5
36.6
36.2
34.9
37.9
37.9 |
| 46 zu210111040
46 zu210111040
47 zu2101112340,pnj
48 zu210113020,pnj
49 zu2101130520,pnj
50 zu2101130540,pnj
51 zu2101130520,pnj
53 zu2101130520,pnj
53 zu2101140150,pnj
54 zu2101140150,pnj
55 zu2101140150,pnj
56 zu2101140150,pnj
56 zu2101140530,pnj
57 zu2101140550,pnj
58 zu2101140550,pnj
59 zu2101140550,pnj
59 zu2101140550,pnj
59 zu2101140550,pnj
59 zu2101140550,pnj
50 zu210140,pnj
50 zu210140,pnj
50 zu210140,pnj
50 zu210140,pnj
50 zu210140,pnj
50 zu210140,pnj
50 zu210140,pnj
50 zu21040,pnj
50 zu21040,pnj
50 zu21040,pnj
50 zu21040,pnj
50 zu21040,pnj

 | 20210111_041003
20210112_234725
20210113_002537
20210113_052752
20210113_054631
20210113_054631
20210113_04618
20210114_01855
20210114_015326
20210114_015326
20210114_053611
20210114_05655
 | 20210111_041003
20210112_234722
20210113_002536
20210113_05749
20210113_054629
20210113_054629
20210113_022254
20210114_010852
20210114_015036
20210114_015324
20210114_05368
20210114_055686
 | 0.29
0.51
0.40
1.65
1.20
1.35
1.84
0.27
0.11
1.13
0.27 | 5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16
3.3E+17
2.3E+15
7.9E+16
9.2E+15
1.5E+16
6.7E+15
4.6E+16
2.5E+16
7.2E+16 | spo | • • • • • //X
-1.25
0.02
-0.84
-3.33
0.67
-2.79
-0.35
0.14
1.01
-1.83
-1.07
0.22
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
4.1 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
98.6 | 137.4
137.1
136.3
136.6
137.3
139.7
137.0
137.0
137.0
137.0
137.1
136.6
140.0
136.5
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
34.8
36.1
34.8
36.1
34.9
38.1
33.4
32.5 | <u>,1</u>
<u>}6</u>
97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
75.0
86.3
101.5
96.3
73.0
73.0
79.5
 | 137.1
137.6
137.3
136.9
136.3
135.8
137.2
139.6
136.9
136.9
136.9
136.9
136.9
136.9
136.9 | 30.3
34.7
34.7
34.3
35.4
36.3
35.6
36.6
36.6
36.6
36.2
37.9
37.9
33.4 |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101130020,pn]
49 [zu21011300520,pn]
50 [zu2101130540,pn]
51 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101140100,pn]
54 [zu2101140100,pn]
55 [zu2101140150,pn]
55 [zu21011401530,pn]
56 [zu2101140550,pn]
57 [zu2101140550,pn]

 | 20210111 041003
20210112 234725
20210113 002537
20210113 052752
20210113 054631
20210113 054631
20210113 222255
20210114 010855
20210114 015326
20210114 015326
20210114 055352

 | 20210111.041003
20210112.234722
20210113.002536
20210113.054749
20210113.054629
20210113.054629
20210113.06616
20210113.00852
20210114.018524
20210114.015324
20210114.055356 | 0.29
0.51
0.40
1.65
1.20
1.35
1.84
0.27
0.11
1.13
0.27
0.28
0.28 | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 7.2E+15\\ 0.0E+16\end{array}$ | SPO | • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
41.0
37.9 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8 | 137.4
137.1
136.6
137.3
136.6
137.3
139.7
137.0
137.0
137.0
137.0
137.0
136.6
140.0
136.5
140.0
136.5
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
34.8
36.2
36.1
34.9
34.9
38.1
33.4
33.4 | 7.1
3.6
97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
75.0
86.3
101.5
96.3
73.0
79.5
79.5
79.9
 | 137.1
137.6
137.3
136.9
136.3
135.8
137.2
139.6
136.9
136.9
136.6
139.8
136.6
139.8
136.6 | 30.8
34.7
34.7
35.4
34.3
35.4
35.6
36.3
35.6
36.5
36.5
36.5
36.2
34.9
37.9
33.4
35.4
35.4
37.9 |
| 46 [zu21011104]
46 [zu2101110410.pn]
47 [zu2101122340.pn]
48 [zu2101130020.pn]
49 [zu2101130520.pn]
50 [zu2101130540.pn]
51 [zu2101130540.pn]
52 [zu2101130540.pn]
53 [zu2101140150.pn]
54 [zu2101140150.pn]
55 [zu2101140550.pn]
57 [zu2101140550.pn]
57 [zu2101140550.pn]
58 [zu2101142150.pn]
59 [zu2101142150.pn]
50 [zu2101142150.pn]
50 [zu2101140550.pn]
50 [zu2101142150.pn]
50 [zu2101142150.pn]
50 [zu2101142150.pn]
51 [zu2101142150.pn]
52 [zu2101142150.pn]
53 [zu2101142150.pn]
54 [zu2101142150.pn]
55 [zu2101142150.pn]
55 [zu2101142150.pn]
55 [zu2101142150.pn]
55 [zu2101142150.pn]
56 [zu2101142150.pn]
57 [zu2101142150.pn]
58 [zu2101142150.pn]
59 [zu2101142150.pn]
50 [z

 | 20210111_041003
20210112_234725
20210113_002537
20210113_052752
20210113_054631
20210113_054631
20210113_025455
20210114_010855
20210114_015039
20210114_015326
20210114_05352
20210114_05352
20210114_215406
 | $\begin{array}{c} 20210111 \\ 041003 \\ 20210112 \\ 234722 \\ 20210113 \\ 002536 \\ 20210113 \\ 052749 \\ 20210113 \\ 054629 \\ 20210113 \\ 054629 \\ 20210113 \\ 2022101 \\ 05666 \\ 20210114 \\ 01852 \\ 20210114 \\ 018524 \\ 20210114 \\ 05536 \\ 20210114 \\ 05536 \\ 20210114 \\ 21540 \\ 20210114 \\ 21540 \\ 20210114 \\ 21540 \\ 20210114 \\ 21540 \\ 20210114 \\ 21540 \\ 20210114 \\ 21540 \\ 20210114 \\ 21540 \\ 20210114 \\ 21540 \\ 20210114 \\ 21540 \\ 20210114 \\ 20210114 \\ 21540 \\ 20210114 \\
21540 \\ 20210114 \\ 21540 \\ 21540 $ | 0.29
0.51
0.40
1.65
1.20
1.35
1.84
0.27
0.11
1.13
0.27
0.28
0.66 | 5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16
3.3E+17
2.3E+15
7.9E+16
9.2E+16
1.5E+16
6.7E+16
2.5E+16
2.5E+16
7.2E+16
2.9E+16
2.9E+16 | spo | -1.25
-1.25
0.02
-0.84
-3.33
0.67
-2.79
-0.35
0.14
1.01
-1.83
-1.07
0.38
-1.23
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
37.9
41.0
37.9
41.0
37.9
41.0
37.9 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
100.8 | 1 137.4
1 137.1
1 136.3
1 136.6
1 137.3
1 139.7
1 137.0
1 137.0
1 137.0
1 137.0
1 136.6
1 140.0
1 140.0
1 140.0
1 138.8
1 138.8
1 140.0
1 138.8
1 140.0
1 138.8
1 140.0
1 138.8
1 140.0
1 138.8
1 140.0
1 1
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
34.8
36.2
36.1
34.9
38.1
33.4
35.5
36.2
38.1
37.1
37.1 | 1.1
2.6
97.9
94.1
80.1
75.0
76.1
75.0
86.3
101.5
96.3
73.0
79.5
79.4
88.4
88.4 | 137.1
137.6
137.3
136.9
135.8
135.8
135.8
136.9
136.6
136.9
136.6
139.8
136.6
139.8
136.6
139.8
136.6
 | 30.8
34.7
34.3
35.4
34.3
36.3
35.6
34.5
36.6
34.5
36.2
34.9
37.9
33.4
35.4
37.3
37.3 |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101130020,pn]
50 [zu21011300520,pn]
50 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101140100,pn]
54 [zu2101140100,pn]
55 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101142150,pn]
58 [zu2101142210,pn]

 | 20210111 041003
20210112 234725
20210113 002537
20210113 052752
20210113 054631
20210113 0566618
20210113 222255
20210114 016855
20210114 015326
20210114 055352
20210114 055352
20210114 215406
20210114 221326

 | 20210111_041003
20210112_234722
20210113_002536
20210113_054749
20210113_054629
20210113_054629
20210113_056616
20210114_015036
20210114_015036
20210114_015324
20210114_05306
20210114_05356
20210114_215404
20210114_21326 | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.84\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ \end{array}$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 7.2E+15\\ 2.9E+16\\ 4.1E+15\\ \end{array}$ | spo | • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
41.0
37.9
41.0
37.1
34.8 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
88.9
90.8
88.9
90.8
100.8 | 137.4 137.1 136.3 137.1 137.1 137.1 136.6 137.1 136.6 140.0 138.8 139.7
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.9
34.8
36.1
34.9
34.9
34.9
34.9
34.9
33.4
33.4
33.4 | 7.1
3.6
97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
75.0
86.3
101.5
96.3
73.0
79.5
79.4
88.4
88.4
84.6
 | 137.1
137.6
137.3
136.9
136.3
135.8
137.2
139.6
136.9
136.9
136.6
139.8
136.6
139.8
136.6
138.7
138.7 | 30.8
34.7
34.3
35.4
36.3
35.6
36.3
34.5
36.6
36.2
34.9
37.9
33.4
37.9
33.4
37.3
35.4
37.3 |
| 46 [zu210111041
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101130020,pn]
49 [zu2101130520,pn]
50 [zu2101130540,pn]
51 [zu2101130540,pn]
52 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101140150,pn]
54 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
56 [zu2101140550,pn]
57 [zu2101140550,pn]
58 [zu2101142150,pn]
59 [zu2101142150,pn]
59 [zu2101142150,pn]
59 [zu2101142150,pn]
59 [zu2101142150,pn]
59 [zu2101142150,pn]
59 [zu2101142150,pn]
50 [z

 | 20210111041003
20210112234725
20210113002537
20210113052752
20210113054631
20210113054631
2021011322255
20210114010855
20210114015326
20210114053611
20210114053611
2021011405351
20210114215406
20210114215406
20210115001123
 | $\begin{array}{c} 20210111 \\ 041003 \\ 20210112 \\ 234722 \\ 20210113 \\ 002536 \\ 20210113 \\ 052749 \\ 20210113 \\ 054629 \\ 20210113 \\ 025749 \\ 20210113 \\ 02616 \\ 20210113 \\ 202254 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210114 \\ 05536 \\ 20210114 \\ 215404 \\ 20210114 \\ 215404 \\ 20210114 \\ 215404 \\ 20210114 \\ 215404 \\ 20210114 \\ 215404 \\ 20210114 \\ 215404 \\ 20210114 \\ 215404 \\ 20210114 \\ 215404 \\ 20210114 \\ 215404 \\ 20210114 \\ 215404 \\ 20210114 \\ 215404 \\ 20210114 \\ 215404 \\ 20210114 \\ 201115 \\ 001122 \\ 202101122 \\ 202101122 \\ 202101122 \\ 202101122 \\ 202101122 \\ 202101122 \\ 20210112 \\
20210112 \\ 2021012 \\ 20210112 \\ 2021012 \\ 20210112 \\ 20210112 \\ 20210112 \\ 2021012 \\ 2021012 \\ 2021012 \\ 2021012 \\ 2021012 \\ 2021012 \\ 2021012 \\ 2021$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 0.135\\ 0.27\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.58\end{array}$ | $\begin{array}{r} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+16\\ 1.5E+16\\ 6.7E+16\\ 2.5E+16\\ 2.5E+16\\ 2.5E+16\\ 2.9E+16\\ 2.9E+16\\ 3.3E+15\\ 3.3E+16\end{array}$ | Spo | -1.25
0.02
-0.84
-3.33
0.67
-2.79
-0.35
-0.14
1.01
-1.83
-1.23
0.82
-1.23
0.82
-1.38
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
34.0
34.0
37.9
41.0
37.9
41.0
37.9
34.8
37.1 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
100.8
9.0
3
101.9 | 1 137.4
1 137.1
1 136.3
1 136.6
1 137.3
1 139.7
1 137.0
1 137.0
1 137.0
1 137.0
1 137.0
1 137.0
1 136.5
1 140.0
1 136.5
1 140.0
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2 | 11
11
26
97.9
94.1
80.1
80.1
75.0
86.3
101.5
96.3
73.0
73.0
79.5
79.4
88.4
88.4
88.2
 | $\begin{array}{c} 137.1\\ 137.6\\ 137.3\\ 136.9\\ 136.3\\ 135.8\\ 137.2\\ 139.6\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 139.8\\ 13$ | 30.8
34.7
34.3
35.4
36.3
36.3
36.6
34.5
36.6
34.5
36.6
34.9
37.3
37.9
33.4
35.4
35.4
35.4
35.4
35.4
35.4 |
| 46 izu210111040 46 izu2101110410.pnji 47 izu2101122340.pnji 48 izu2101130520.pnji 48 izu2101130520.pnji 50 izu2101130520.pnji 51 izu2101130520.pnji 52 izu2101130600.pnji 53 izu2101140100.pnji 54 izu2101140150.pnji 55 izu2101140150.pnji 56 izu2101140530.pnji 57 izu210114250.pnji 58 izu2101142150.pnji 60 izu2101150010.pnji 60 izu2101150020.pnji

 | 20210111 041003
20210112 234725
20210113 002537
20210113 052752
20210113 052752
20210113 060618
20210113 060618
20210114 010855
20210114 010855
20210114 015326
20210114 055352
20210114 055352
20210114 215406
20210114 21326
20210114 21326

 | 20210111_041003
20210112_234722
20210113_002536
20210113_054749
20210113_054629
20210113_054629
20210113_0546616
20210114_010852
20210114_010852
20210114_015364
20210114_05365
20210114_05365
20210114_215404
20210114_215404
20210114_21326
20210114_21326 | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.35\\ 1.84\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.56\end{array}$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 7.2E+15\\ 2.9E+16\\ 4.1E+15\\ 3.3E+16\\ 2.8E+17\\ \end{array}$ | spo | -1.25
0.02
-0.84
-3.33
0.67
-2.79
-0.35
0.14
1.01
-1.83
-1.23
0.82
-1.38
-3.24
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
41.0
37.1
34.8
37.3
56.5 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.3
100.8
90.3
101.9
108.2 | 137.4 137.1 136.6 137.1 137.1 137.1 136.5 140.0 136.5 140.0 136.5 140.0 136.5 140.0 136.5 140.0 136.5 135.8 135.8 136.6
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
34.8
36.1
34.9
38.1
33.4
33.4
33.4
33.4
35.5
37.1
35.8
35.8
35.8 | 97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
75.0
86.3
73.0
79.5
73.0
79.5
73.4
88.4
88.2
88.2
88.2
 | 137.1
137.6
137.3
136.9
136.3
135.8
137.2
139.6
136.9
136.9
136.6
139.8
136.6
139.8
136.6
139.8
136.6
139.7
136.7
135.7 | 30.8
34.7
34.3
35.4
35.4
36.3
36.3
36.6
36.2
34.9
37.9
37.9
33.4
35.4
37.3
35.4
35.6 |
| 46 [zu210111041
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101130520,pn]
49 [zu2101130520,pn]
50 [zu2101130520,pn]
51 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
54 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
56 [zu2101140150,pn]
57 [zu2101140530,pn]
58 [zu2101140530,pn]
59 [zu2101142120,pn]
60 [zu210114210,pn]
61 [zu2101150010,pn]
61 [zu2101150020,pn]
62 [zu2101150310,pn]

 | 20210111041003
20210112234725
20210113002537
20210113052752
20210113054631
20210113060618
2021011322255
2021011401585
20210114015361
2021011405361
2021011405361
202101142536
20210114221326
20210114221326
20210115001123
20210115001123

 | $\begin{array}{c} 20210111\ 041003\\ 20210112\ 234722\\ 20210113\ 002536\\ 20210113\ 002536\\ 20210113\ 065629\\ 20210113\ 060616\\ 20210113\ 060616\\ 20210113\ 022254\\ 20210114\ 010852\\ 20210114\ 015366\\ 20210114\ 0153608\\ 20210114\ 055360\\ 20210114\ 055360\\ 20210114\ 221326\\ 202101115\ 201122\\ 20210116\ 201428\\ 20210116\ 201428\\ 20210116\ 201428\\ 20210116\ 2021016\\ 20210116\ 2021016\\ 20210116\ 2021016\\ 20210116\ 2021016\\ 20210116\ 2021016\\ 20210116\ 2021016\\ 20210116\ 2021016\\ 20210116\ 2021016\\ 20210116\ 2021016\\ 20210116\ 2021016\\ 20210116\ 2021016\\ 20210116\ 2021000\\ 20210116\ 2021000\\ 20210116\ 2021000\\ 20210000\ 20000\ 200\ 2000\ 2000\ 200\ 2000\ 200\ 2000\ 200\ 200\ 2$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.30\\ 1.45\\ 1.30\\ 1.44\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.21\\ 0.21\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.58\\ 0.58\\ 0.33\\ \end{array}$ | $\begin{array}{r} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+16\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 7.2E+15\\ 2.9E+16\\ 4.1E+15\\ 3.3E+16\\ 2.8E+17\\ 3.4E+15\end{array}$ | SDO | -1.25)
-1.25)
0.02
-0.84
-3.33
0.67
-2.79
-0.35
0.14
1.01
-1.83
-1.83
-1.23
0.82
-1.38
-3.24
1.35
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
41.0
37.9
41.0
37.9
41.0
37.9
41.0
37.9
41.0
37.9
41.0
37.8
37.8
37.8
46.8 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
90.8
100.8
90.3
101.9
107.3 | 137.4 137.1 136.3 136.3 137.1 136.3 137.1 137.1 137.1 137.1 137.1 137.1 137.1 137.1 136.5 140.0 136.5 140.0 136.8 138.8 135.8 136.9 136.9
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
34.8
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
35.5
35.5
35.8
35.7
35.9
35.9
35.9 | 211
216
97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
75.0
86.3
101.5
96.3
73.0
79.5
79.4
88.4
88.4
88.2
88.2
88.2
88.2
101.6
 | $\begin{array}{c} 137.1\\ 137.6\\ 137.3\\ 136.9\\ 136.3\\ 135.8\\ 137.2\\ 139.6\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 139.8\\ 139.8\\ 139.8\\ 139.8\\ 139.8\\ 139.8\\ 139.8\\ 139.8\\ 136.7\\ 136.4\\ 136.7\\ 136.4\\ 136.7\end{array}$ | 30.8
34.7
34.3
35.4
35.4
36.3
36.3
36.3
36.6
34.5
36.6
34.5
36.6
34.5
36.6
34.5
36.6
35.6
34.5
35.4
35.4
37.3
34.9
35.4
37.3
34.9
35.4
35.4
35.5
35.6 |
| 46 izu210111040 46 izu210111041 47 izu2101122340.pm 48 izu2101122340.pm 48 izu2101130520.pm 49 izu2101130520.pm 50 izu2101130520.pm 51 izu2101130540.pm 52 izu2101130600.pm 53 izu2101140100.pm 54 izu2101140150.pm 55 izu2101140150.pm 56 izu2101140550.pm 57 izu210114250.pm 58 izu210114250.pm 58 izu2101150010.pm 60 izu2101150020.pm 61 izu2101150020.pm 62 izu2101150010.pm

 | 20210111 041003
20210112 234725
20210113 002537
20210113 052752
20210113 052752
20210113 054631
20210113 060618
20210114 010855
20210114 015326
20210114 015326
20210114 055352
20210114 215406
20210114 215406
20210114 221326
20210115 001123
20210115 002053
20210115 031431

 | $\begin{array}{c} 20210111 \\ 20210112 \\ 234722 \\ 20210113 \\ 002536 \\ 20210113 \\ 005749 \\ 20210113 \\ 005749 \\ 20210113 \\ 0054629 \\ 20210113 \\ 005616 \\ 20210113 \\ 005616 \\ 20210114 \\ 010852 \\ 20210114 \\ 010852 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 0153608 \\ 20210114 \\ 015360 \\ 20210114 \\ 215360 \\ 20210114 \\ 215360 \\ 20210114 \\ 215360 \\ 20210114 \\ 20210114 \\ 215360 \\ 20210114 \\ 2021014 \\ 20210114 \\ 2021014 \\ 20210114 \\ 2021014 \\ 20210114 \\ 2021014 \\ 2021$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.84\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ \end{array}$ | 5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16
3.3E+17
2.3E+15
7.9E+16
9.2E+16
1.5E+16
6.7E+15
4.6E+16
2.5E+16
7.2E+15
2.9E+16
4.1E+15
3.3E+16
2.8E+17
3.4E+15
4.3E+16 | Spo | -1.25
0.02
-0.84
-3.33
0.67
-2.79
-0.35
0.14
1.01
-1.83
-1.07
0.38
-1.23
0.82
-1.38
-1.35
-1.35
-1.13
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
41.0
37.1
34.8
37.3
56.5
46.8
59.6 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
100.8
100.8
100.8
100.8
100.8
100.8
108.2
108.2
107.3
112.2 | 1 137.4 1 136.3 1 136.3 1 136.3 1 136.3 1 136.3 1 137.3 1 137.0 1 136.6 1 140.0 1 136.8 1 139.1 1 36.6 1 36.6 1 36.6 1 36.9 1 36.7
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
34.8
36.1
34.9
36.1
34.9
36.1
33.4
35.6
35.7
35.9
35.7
35.9
35.7
35.9
36.0
35.7
35.9
36.0 | 10
11
10
10
10
10
10
10
10
10
 | 137.1
137.6
137.3
136.3
136.3
135.8
137.2
136.6
136.9
136.6
136.6
136.6
138.7
139.0
138.7
139.0
135.7
136.4
136.7
137.0 | 30.8
34.7
34.7
34.3
35.4
35.4
35.6
36.2
34.5
36.2
34.5
36.2
34.9
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
35.5
6
35.6
35.6
36.6
4
35.6
36.6
4
35.6
36.6
36.6
36.6
36.6
36.6
36.6
36.6 |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pnn]
47 [zu2101122340,pnn]
48 [zu2101130020,pnn]
49 [zu21011300520,pnn]
50 [zu21011305520,pnn]
51 [zu2101130540,pnn]
52 [zu2101130540,pnn]
53 [zu2101140150,pnn]
54 [zu2101140150,pnn]
55 [zu2101140150,pnn]
56 [zu2101140550,pnn]
57 [zu2101142150,pnn]
58 [zu2101142120,pnn]
58 [zu2101142120,pnn]
58 [zu2101142120,pnn]
60 [zu2101150010,pnn]
61 [zu2101150010,pnn]
63 [zu2101150010,pnn]
63 [zu2101150010,pnn]
63 [zu2101150310,pnn]
63 [zu2101150310,pnn]
64 [zu210115050,pnn]
64 [

 | 20210111041003
20210112234725
20210113002537
20210113052752
20210113054631
20210113066618
20210113066618
20210114010855
20210114015361
2021011405361
2021011405361
20210114215406
20210114215406
20210114215406
20210115001123
20210115001123
20210115001323
 | $\begin{array}{c} 20210111\ 041003\\ 20210112\ 234722\\ 20210112\ 0302536\\ 20210113\ 002536\\ 20210113\ 0052746\\ 20210113\ 05440\\ 20210113\ 05440\\ 20210113\ 020264\\ 20210114\ 010852\\ 20210114\ 010852\\ 20210114\ 015360\\ 20210114\ 015360\\ 20210114\ 055360\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210115\ 00205\\ 20210115\ 00205\\ 20210115\ 041323\\
20210115\ 041323\\ 20210115\ 041323\ 04132\\ 20210115\ 04132\ 04132\\ 04110110112\ 041323\\ 041101101$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.21\\ 0.21\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.58\\ 0.58\\ 0.58\\ 0.58\\ 0.71\\ 0.71\\ \end{array}$ | $\begin{array}{r} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+16\\ 2.6E+16\\ 2.6E+16\\ 2.9E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 2.8E+17\\ 3.4E+15\\ 3.3E+16\\ 1.7E+16\\ \end{array}$ | SDO | · P /// -1.25
-1.25
0.02
-0.84
-3.33
0.67
-2.79
-0.35
0.14
1.01
-1.83
-1.23
0.82
-1.38
-3.24
1.35
-1.13
-0.23
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
41.0
37.9
41.0
37.9
41.0
37.9
41.0
37.9
41.0
56.5
56.0 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.6
98.6
98.6
99.0
88.9
90.3
101.9
108.4
107.3
107.3
112.2
108.4 | 1 137.4 1 136.3 1 136.6 1 137.0 1 136.6 1 137.0 1 136.6 1 137.0 1 136.6 1 136.5 1 136.8 1 135.8 1 136.9 1 36.9 1 36.6 1 36.9 1 36.8 1 36.9 1 36.8
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
37.1
33.4
35.5
37.1
35.6
35.7
35.8
35.7
35.9
35.5
9
35.8
35.9
35.8 |
11
11
16
97.9
94.1
80.1
69.0
76.1
75.0
86.3
101.5
96.3
73.0
79.5
79.4
88.4
88.4
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
88.2
89.2
89.2
89.2
89.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2 | 137.1
137.6
137.6
136.9
136.3
135.3
136.9
136.9
136.9
136.9
136.6
138.7
139.0
138.7
139.0
135.7
136.4
136.7
136.7
136.7
136.7
136.7 | 3447
3447
3443
3543
3543
3543
3543
3563
36343
3666
3445
3666
3445
3666
3449
3334
3554
3554
3557
3557
3557
3557
3557
3557
3557
3557
3557
3557
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
359
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559
3559 |
| 46 izu210111040 46 izu210111041 47 izu2101122340.pm 48 izu2101130520.pm 48 izu2101130520.pm 49 izu2101130520.pm 50 izu2101130540.pm 51 izu2101130600.pm 52 izu2101140100.pm 53 izu2101140150.pm 54 izu2101140150.pm 55 izu2101140150.pm 56 izu2101140550.pm 57 izu210114250.pm 58 izu2101140500.pm 60 izu2101150010.pm 61 izu2101150020.pm 62 izu2101150020.pm 63 izu2101150000.pm 64 izu21011500410.pm 64 izu2101150040.pm 64 izu2101150500.pm

 | 20210111 041003
20210112 234725
20210113 002537
20210113 052752
20210113 052752
20210113 054631
20210113 054631
20210113 222255
20210114 010855
20210114 015326
20210114 055352
20210114 055352
20210114 215406
20210114 215406
20210115 001123
20210115 002053
20210115 031431
20210115 050804
20210115 050804

 | $\begin{array}{c} 20210111 \\ 20210112 \\ 234722 \\ 20210113 \\ 002536 \\ 20210113 \\ 005749 \\ 20210113 \\ 005749 \\ 20210113 \\ 005616 \\ 20210113 \\ 005616 \\ 20210114 \\ 010852 \\ 20210114 \\ 010852 \\ 20210114 \\ 010852 \\ 20210114 \\ 015360 \\ 20210114 \\ 05360 \\ 20210114 \\ 05360 \\ 20210114 \\ 05360 \\ 20210114 \\ 05360 \\ 20210114 \\ 0050 \\ 20210114 \\ 0050 \\ 20210114 \\ 0050 \\ 20210114 \\ 0050 \\ 20210114 \\ 0050 \\ 20210114 \\ 0050 \\ 20210114 \\ 0050 \\ 20210114 \\ 0050 \\ 20210114 \\ 0050 \\ 20210114 \\ 0050 \\ 0050 \\ 20210115 \\ 0050 \\ 0050 \\ 20210115 \\ 0050 \\ 20210115 \\ 0050 \\ 20210115 \\ 0050 \\ 00$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.84\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.71\\ 1.94\\ \end{array}$ | 5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16
3.3E+17
2.3E+15
7.9E+16
9.2E+15
1.5E+16
6.7E+15
4.6E+16
2.5E+16
7.2E+15
3.3E+16
2.8E+17
3.3E+16
2.8E+17
3.4E+15
4.3E+16
1.7E+16
6.8E+15 | Spo |
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
41.0
37.1
34.8
37.3
56.5
46.8
59.6
56.0
26.1 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
98.6
88.9
90.8
90.8
90.8
90.3
100.8,2
107.3
10.0
108.2
107.3
112.2
108.4 | 1 137.4 1 136.3 1 136.3 1 136.3 1 136.3 1 136.3 1 137.3 1 137.0 1 137.0 1 136.6 1 140.0 1 136.5 1 140.0 1 136.5 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 136.8 1 135.8 1 136.8 1 136.8 1 136.8 1 136.8 1 136.8 1 137.1 1 136.8 1 137.1
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
35.9
35.7
34.8
36.1
34.9
36.1
34.9
38.1
33.4
35.5
37.1
35.6
35.7
35.9
35.9
35.9
35.9
35.8
35.4 | 211
301
302
302
302
302
302
302
302
302
 | 137.1
137.6
137.3
136.3
136.3
135.8
137.2
136.6
136.9
136.6
136.6
138.7
139.0
138.7
139.0
135.7
136.4
136.7
137.0
137.0 | 30.8
34.7
34.7
34.3
35.4
35.4
35.6
36.3
36.6
36.2
34.5
36.2
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
35.5
36.6
35.6
35.6
35.6
35.6
35.6
35.6 |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pnn]
47 [zu2101122340,pnn]
48 [zu2101130020,pnn]
49 [zu21011300520,pnn]
50 [zu2101130520,pnn]
51 [zu2101130520,pnn]
53 [zu2101130540,pnn]
54 [zu210113050,pnn]
54 [zu2101140150,pnn]
55 [zu2101140150,pnn]
56 [zu2101140550,pnn]
57 [zu2101140550,pnn]
58 [zu2101142150,pnn]
59 [zu210114210,pnn]
59 [zu210114210,pnn]
59 [zu210114210,pnn]
59 [zu210114210,pnn]
59 [zu210114210,pnn]
50 [zu21011500,pnn]
60 [zu21011500,pnn]
61 [zu210115030,pnn]
62 [zu210115030,pnn]
63 [zu210115030,pnn]
64 [zu210115030,pnn]
65 [zu2101151330,pnn]
65 [zu2101151330,pnn]
66 [zu2101151200,pnn]
66 [zu210115200,pnn]
66 [zu210115200,pnn]
67 [zu2101152

 | 20210111.041003
20210112 234725
20210113 002537
20210113 052752
20210113 054618
20210113 054651
20210114 019855
20210114 019855
20210114 015361
20210114 015361
20210114 015361
20210114 025352
20210114 025352
20210114 025352
20210116 001123
20210115 031431
20210115 031431
20210115 050804
 | $\begin{array}{c} 20210111 \ 041003\\ 20210112 \ 234722\\ 20210113 \ 002536\\ 20210113 \ 0025749\\ 20210113 \ 055749\\ 20210113 \ 054629\\ 20210113 \ 054629\\ 20210113 \ 025462\\ 20210114 \ 01656\\ 20210114 \ 01656\\ 20210114 \ 01656\\ 20210114 \ 015564\\ 20210114 \ 015564\\ 20210114 \ 015564\\ 20210114 \ 015564\\ 20210114 \ 015564\\ 20210114 \ 015564\\ 20210114 \ 015564\\ 20210114 \ 015564\\ 20210114 \ 015564\\ 20210114 \ 015564\\ 20210114 \ 015566\\ 20210114 \ 015566\\ 20210114 \ 015566\\ 20210114 \ 015566\\ 20210115 \ 002050\\ 20210115 \ 041323\\ 20210115 \ 041323\\ 20210115 \ 05862\\ 20210115 \ 05862\\ 20210115 \ 0820216 \end{array}$
 | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 0.135\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.26\\ 0.68\\ 0.032\\ 0.38\\ 0.048\\ 0.56\\ 0.058\\ 0.058\\ 0.058\\ 0.058\\ 0.058\\ 0.033\\ 0.048\\ 0.058\\ 0.058\\ 0.038\\ 0.033\\ 0.038\\ 0.03$ | $\begin{array}{c} 5.7E + 16\\ 1.2E + 16\\ 2.1E + 16\\ 3.3E + 17\\ 2.3E + 15\\ 7.9E + 16\\ 9.2E + 15\\ 1.5E + 16\\ 6.7E + 15\\ 4.6E + 16\\ 2.5E + 16\\ 7.2E + 16\\ 3.2E + 16\\ 3.2E + 16\\ 3.3E + 16\\ 4.3E + 16\\ 4.3E + 16\\ 1.7E + 16\\ 6.8E + 15\\ 1.2E + 16\\ 1.2E + 16\\ \end{array}$ | Spo | • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
41.0
37.1
37.1
37.1
37.3
46.8
46.8
59.6
55.6
6
55.6
0
26.1
34.1 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
98.6
88.9
90.8
89.9
90.8
100.8
101.9
108.2
107.3
112.2
108.4
4
94.2
99.5 | 1 137.4 1 137.1 1 136.6 137.1 137.1 137.1 137.0 137.1 136.6 140.0 136.5 140.0 136.5 138.8 135.8 136.6 136.5 139.1 135.8 136.5 136.9 137.1 135.8 136.5 136.9 137.1 135.8 136.5 136.9 137.1 137.1 137.3 137.1 137.5 137.8 137.5 137.8
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
34.8
36.2
34.8
36.2
34.8
36.1
34.9
33.4
33.4
33.4
35.5
37.1
35.9
35.9
35.9
35.9
35.8
35.4
35.4
35.4
35.4
35.4 | 2 1 1
3 1 1 1
3 1 1
3 1 1 1 1
3 1 1 1
3 1 1 1 1
3 1 1 1 1
3 1 1 1 1
3 1 1 1 1 1
3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | 137.1
137.6
137.6
136.9
136.3
135.8
137.2
136.9
136.9
136.9
136.6
138.7
136.6
138.7
139.0
135.7
136.4
136.7
136.7
136.7
136.7
137.2
 | 30.6
34.7
34.7
34.3
35.4
35.4
35.6
36.3
36.3
36.6
36.6
36.2
34.5
36.3
35.4
37.9
33.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
37.3
35.4
35.4
35.4
35.9
36.4
35.9
35.4
35.5
35.4
35.9
35.4
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.4
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5 |
| 46 [zu210111041
46 [zu2101110410.pn]
47 [zu2101122340.pn]
48 [zu2101130020.pn]
49 [zu2101130520.pn]
50 [zu2101130540.pn]
51 [zu2101130540.pn]
52 [zu2101130540.pn]
53 [zu2101140150.pn]
54 [zu2101140150.pn]
55 [zu2101140150.pn]
56 [zu2101140550.pn]
57 [zu2101140550.pn]
58 [zu2101140550.pn]
60 [zu2101140500.pn]
61 [zu210114050.pn]
63 [zu2101140550.pn]
63 [zu2101140550.pn]
64 [zu2101150010.pn]
65 [zu2101150010.pn]
63 [zu2101150010.pn]
64 [zu2101150010.pn]
65 [zu2101150510.pn]
65 [zu2101150510.pn]
66 [zu210115250.pn]
66 [zu210115250.pn]
66 [zu210115250.pn]
67 [zu210115

 | 20210111 041003
20210112 234725
20210113 002537
20210113 052752
20210113 052752
20210113 054631
20210113 054631
20210113 222255
20210114 010855
20210114 015336
20210114 055352
20210114 055352
20210114 215406
20210114 215406
20210115 002053
20210115 002053
20210115 002053
20210115 050804
20210115 050804
20210115 200218
 | 20210111_041003
20210112_234722
20210113_002536
20210113_054629
20210113_054629
20210113_054629
20210113_054629
20210114_010852
20210114_010852
20210114_0153608
20210114_053608
20210114_053608
20210114_05350
20210114_215404
20210114_053608
20210114_215404
20210115_001122
20210115_031429
20210115_04230
20210115_050802
20210115_18503
20210115_200216
20210115_200216
 | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 0.135\\ 1.84\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.71\\ 1.94\\ 0.38\\ 0.7\\ 0.28\\ 0.7\\ 0.28\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.64\\ 0.71\\ 0.7\\ 0.28\\ 0$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 7.2E+15\\ 2.9E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 1.7E+16\\ 1.7E+16\\ 6.8E+15\\ 1.2E+16\\ 2.9E+16\\ 1.2E+16\\ 1.2E+12\\ 1.2E+16\\ 1.2E+12\\ 1.2E+16\\ 1.2E+12\\ 1.2E+16\\ 1.2E+12\\ 1.2E+$ | Spo | $\begin{array}{c} \cdot & & & & \\ -1.255 \\ 0.02 \\ -0.02 \\ -0.84 \\ -3.33 \\ 0.67 \\ -2.79 \\ -0.35 \\ 0.67 \\ -2.79 \\ -0.35 \\ 0.67 \\ -1.07 \\ -1.07 \\ -0.38 \\ -1.23 \\ -1.38 \\ -1.23 \\ -1.38 \\ -1.38 \\ -1.33 \\ -0.23 \\ -0.33 \\ -0.03 \\ -0.33 \\ -0.03 \\ -0.33 \\ -0.61 $ | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
41.0
37.1
34.8
37.3
56.5
46.8
59.6
55.0
26.1
34.1
34.1
34.2
35.6
56.0
26.1
34.1
34.1
34.1
34.1
34.1
34.1
34.1
34
 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
100.8
90.3
101.9
108.2
107.3
112.2
108.4
94.2
94.2
94.5 | 1 137.4 1 137.1 1 136.8 1 36.8 1 37.1 1 136.8 1 137.1 1 36.6 1 137.0 1 37.1 1 36.6 1 140.0 1 38.8 1 39.1 1 36.6 1 36.6 1 36.8 1 36.8 1 36.8 1 36.8 1 36.8 1 36.8 1 36.8 1 37.8 1 37.8 1 37.8 1 37.7
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
34.8
35.9
36.2
36.2
36.2
36.1
35.9
36.2
36.2
36.3
35.9
36.2
35.9
36.2
35.9
36.2
35.9
36.2
35.4
35.4
35.4
35.4
35.4
35.4
35.4 | 1,1
1,6
97,9
94,1
80,1
76,1
75,0
86,3
101,5
96,3
70,5
79,4
88,4
88,4
88,4
88,2
88,2
88,0
101,6
88,3
88,2
88,2
88,0
101,6
88,3
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,4
88,5
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
88,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6
80,6 | 1 137.1
1 137.6
1 137.3
1 36.9
1 36.9
1 35.8
1 35.8
1 37.2
1 39.8
1 36.9
1 36.7
1 36.7
1 36.7
1 36.7
1 36.7
1 36.7
1 36.7
1 37.4
1 37.2
1 37.4
1 3 | 3 44 7 7
3 44 7
3 44 7
3 44 3
3 45 3
3 45 3
3 45 4
3 45 5
3 45 6
3 45 5
3 45 |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pn,
47 [zu2101122340,pn,
48 [zu2101130020,pn,
49 [zu21011300520,pn,
49 [zu2101130520,pn,
50 [zu2101130520,pn,
51 [zu2101130540,pn,
52 [zu2101130540,pn,
53 [zu210113050,pn,
54 [zu2101140150,pn,
55 [zu2101140150,pn,
56 [zu2101140550,pn,
57 [zu2101140550,pn,
58 [zu2101142150,pn,
59 [zu2101142150,pn,
60 [zu2101142150,pn,
61 [zu210114210,pn,
63 [zu210114210,pn,
63 [zu2101150,pn,
63 [zu2101150,pn,
63 [zu2101150,pn,
63 [zu2101150,pn,
64 [zu2101150,pn,
65 [zu2101150,pn,
65 [zu2101150,pn,
65 [zu2101150,pn,
65 [zu2101150,pn,
66 [zu2101150,pn,
66 [zu2101150,pn,
66 [zu21011520,pn,
67 [zu21011520,pn,
67 [zu21011520,pn,
67 [zu21011520,pn,
67 [zu21011520,pn,
68 [zu

 | $\begin{array}{c} 20210111041003\\ 20210112234725\\ 20210113002537\\ 20210113052752\\ 20210113052752\\ 20210113054631\\ 20210113054631\\ 20210113054631\\ 2021011401855\\ 2021011401855\\ 20210114018536\\ 20210114015336\\ 2021011405351\\ 2021011405351\\ 2021011405351\\ 2021011405351\\ 2021011405351\\ 2021011405351\\ 2021011405351\\ 2021011405352\\ 2021011405352\\ 2021011405352\\ 2021011405352\\ 2021011405352\\ 2021011405352\\ 2021011405352\\ 2021011405352\\ 2021011405352\\ 2021011405352\\ 2021011405352\\ 2021011405352\\ 202101150533\\ 2021011505332\\ 2021011505332\\ 2021011505332\\ 20210115225332\\ 20210116225322\\ 20210116225322\\ 20210116225322\\ 20210116225322\\ 20210116225322\\ 20210116225322\\ 20210116225532\\ 20210116225532\\ 20210116225532\\ 20210116225532\\ 20210116225532\\ 20210116225532\\ 20210116225532\\ 20210116225532\\ 20210116225532\\ 20210116225532\\ 20210116225525\\ 20210116225525\\ 20210116225525\\ 20210116225525\\ 2021012252525\\ 20210116225525\\ 20210122525252\\ 20210122525252\\ 20210122525252\\ 20210122525252\\ 2021012525252\\ 20212525252\\ 2021252525252\\ 202125252525252\\ 202125$
 | $\begin{array}{c} 20210111 \\ 041003 \\ 20210112 \\ 234722 \\ 20210113 \\ 002536 \\ 20210113 \\ 005749 \\ 20210113 \\ 005749 \\ 20210113 \\ 005616 \\ 20210113 \\ 00566 \\ 20210114 \\ 01602 \\ 20210114 \\ 01602 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210114 \\ 015036 \\ 20210115 \\ 00202 \\ 20210115 \\ 00102 \\ 20210115 \\ 00102 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 00102 \\ 20210115 \\ 202201 \\ 015030 \\ 20210115 \\ 2020115 \\ 202016 \\ 20210115 \\ 202016 \\ 20210115 \\ 202016 \\ 20210115 \\ 202016 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\
202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 20210115 \\ 202101 \\ 2$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 0.135\\ 1.84\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.038\\ 0.04\\ 0.05\\ 0.038\\ 0.04\\ 0.038\\ 0.028\\ 0.064\\ 0.038\\ 0.028\\ 0.064\\ 0.008$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 4.1E+15\\ 3.3E+16\\ 4.3E+16\\ 4.3E+16\\ 1.7E+15\\ 3.4E+16\\ 1.7E+16\\ 1.2E+16\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 1.2E+16\\ 1.2E+12\\ 1.2E+$ | Spo Spo | • • • • • • • • • • • • • • • • • • • | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
41.0
37.1
37.1
37.1
37.3
46.8
56.5
56.6
56.0
56.0
56.0
56.1
33.1
24.1
29.6
 | 1112.8
109.00
94.6
125.3
87.1
100.3
101.00
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
100.8
90.8
100.8
90.3
101.2
90.5
107.3
112.2
107.3
112.2
90.5
94.7
94.2
94.7 | 137.4 137.1 136.6 137.3 136.6 137.3 137.1 137.1 137.1 137.1 137.1 136.6 137.1 136.6 139.7 136.6 139.1 136.6 139.1 136.6 139.1 136.6 137.1 136.6 137.1 137.1 136.6 137.1 137.1 137.1 136.6 137.1 137.1 137.6 137.6 137.6 137.6 137.6 137.8 137.8 137.8 137.6 137.6 137.6
 | 34.2
35.5
34.4
35.9
35.7
34.8
35.9
36.1
35.9
38.1
35.9
38.1
35.9
38.1
35.9
38.1
35.9
38.1
35.9
38.1
35.9
36.2
35.9
36.2
35.9
36.2
35.9
36.2
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
36.1
35.9
35.9
36.1
35.9
35.9
35.9
35.9
35.9
35.9
35.9
35.9 | 1,1
1,1
1,1
1,1
1,1
1,1
1,1
1,1 |
137.1
137.3
136.9
136.9
136.3
135.8
137.2
139.6
136.9
136.9
136.9
136.9
139.8
140.0
139.8
140.0
139.7
136.4
139.7
136.4
137.0
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2 | 3447,
3447,
343,
3564,
3453,
3663,
345,
3663,
345,
3663,
3663,
3564,
3662,
373,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,4,
35,5,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,6,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7,
35,7 |
| 46 Izu210111041 46 Izu2101112340.pmJ 47 Izu2101123340.pmJ 48 Izu2101130520.pmJ 50 Izu2101130520.pmJ 51 Izu2101130520.pmJ 53 Izu2101130540.pmJ 53 Izu2101130540.pmJ 53 Izu2101140150.pmJ 54 Izu2101140150.pmJ 55 Izu2101140150.pmJ 56 Izu2101140550.pmJ 57 Izu2101140550.pmJ 58 Izu2101142150.pmJ 59 Izu210114250.pmJ 60 Izu2101150010.pmJ 61 Izu2101150010.pmJ 62 Izu2101150010.pmJ 63 Izu2101150010.pmJ 64 Izu210115030.pmJ 65 Izu210115030.pmJ 64 Izu210115030.pmJ 65 Izu210115030.pmJ 65 Izu210115030.pmJ 65 Izu210115200.pmJ 66 Izu210115200.pmJ 67 Izu210115200.pmJ 67 Izu210115200.pmJ <td>20210111041003
20210112234725
20210113002537
20210113052752
20210113054631
20210113054631
20210113060618
20210114010855
20210114015361
20210114015361
20210114053611
2021011405361
20210114215406
20210114215406
20210115001123
20210115001123
20210115001123
202101150014325
202101150014325
202101150014325
202101150014325
202101150014325
202101150031431
202101150031431
202101150031431
202101150031431
202101150031431
202101150031431
202101150031431
202101150031431
202101150031431
20210115200218</td> <td>$\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234722\\ 20210113 002546\\ 20210113 002546\\ 20210113 0054629\\ 202210113 064629\\ 202210113 064616\\ 20210113 22254\\ 20210114 010852\\ 20210114 015366\\ 20210114 015366\\ 20210114 055350\\ 20210114 055350\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 20216\\ 20210115 20216\\ 20210115 225329\\ 20210115 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 127222\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 27222\\ 20210116 225329\\ 20210116 27222\\ 20210116 225329\\ 20210116 2722\\ 20210116 225329\\ 2021012020\\ 20210100200\\ 2021000000\\ 202100000000\\ 20210000000000$</td> <td>$\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 0.1.35\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.71\\ 1.94\\ 0.38\\ 0.28\\ 0.28\\ 0.64\\ 0.00\\ 0.0$</td> <td>5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16
3.3E+17
2.3E+15
7.9E+16
9.2E+15
1.5E+16
6.7E+15
4.6E+16
2.5E+16
7.2E+15
3.3E+16
3.3E+16
4.1E+15
3.3E+16
4.8E+15
4.9E+16
1.7E+16
6.8E+15
4.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16</td> <td>Sp0 Sp0 Sp0</td> <td>$\begin{array}{c} \cdot \\ & -1.25\\ & -0.02\\ & -0.84\\ & -3.33\\ & 0.67\\ & -2.79\\ & -0.35\\ & -0.35\\ & -0.35\\ & -1.07\\ & -0.38\\ & -1.23\\ & -1.03\\ & -0.33\\ &$</td> <td>$\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 24.1\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 56.5\\ 66.8\\ 56.6\\ 56.0\\ 26.1\\ 34.1\\ 44.2\\ 22.6\\ 62.6\\ 8\end{array}$</td> <td>112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
99.8
88.9
90.8
100.8
90.9
90.8
100.8
100.2
107.3
101.9
108.2
107.3
102.2
108.4
94.7
94.5
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7</td> <td>1 137.4 1 137.1 1 136.8 1 136.8 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 140.0 1 136.8 1 136.8 1 136.8 1 136.8 1 137.1 1 136.8 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.6 1 139.2 1
139.2</td> <td> U ()
34.2
35.5
35.5
35.5
35.7
35.9
35.9
35.9
35.9
35.9
35.7
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.5
36.2
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.</td> <td>1.1
5.6
9.4.11
80.11
80.11
80.11
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.</td> <td>$\begin{array}{c} 137.1\\ 137.6\\ 137.6\\ 137.8\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.8\\ 135.8\\ 135.8\\ 135.8\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.6\\ 140.0\\ 138.7\\ 136.6\\ 140.0\\ 138.7\\ 136.5\\ 137.4\\ 136.7\\ 137.4\\ 137.4\\ 137.4\\ 138.0\\ 138.9\\ 138.6\\ 139.6\\ 13$</td> <td>34477
344747
34434
35433
3453433
3656334433
3656334433365363344533465334453345334533</td> | 20210111041003
20210112234725
20210113002537
20210113052752
20210113054631
20210113054631
20210113060618
20210114010855
20210114015361
20210114015361
20210114053611
2021011405361
20210114215406
20210114215406
20210115001123
20210115001123
20210115001123
202101150014325
202101150014325
202101150014325
202101150014325
202101150014325
202101150031431
202101150031431
202101150031431
202101150031431
202101150031431
202101150031431
202101150031431
202101150031431
202101150031431
20210115200218

 | $\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234722\\ 20210113 002546\\ 20210113 002546\\ 20210113 0054629\\ 202210113 064629\\ 202210113 064616\\ 20210113 22254\\ 20210114 010852\\ 20210114 015366\\ 20210114 015366\\ 20210114 055350\\ 20210114 055350\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210114 221326\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 20216\\ 20210115 20216\\ 20210115 225329\\ 20210115 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 127222\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 225329\\ 20210116 27222\\ 20210116 225329\\ 20210116 27222\\ 20210116 225329\\ 20210116 2722\\ 20210116 225329\\ 2021012020\\ 20210100200\\ 2021000000\\ 202100000000\\ 20210000000000$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 0.1.35\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.71\\ 1.94\\ 0.38\\ 0.28\\ 0.28\\ 0.64\\ 0.00\\
0.00\\ 0.0$ | 5.7E+16
1.2E+16
2.1E+16
3.3E+17
2.3E+15
7.9E+16
9.2E+15
1.5E+16
6.7E+15
4.6E+16
2.5E+16
7.2E+15
3.3E+16
3.3E+16
4.1E+15
3.3E+16
4.8E+15
4.9E+16
1.7E+16
6.8E+15
4.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16
2.9E+16 | Sp0 | $\begin{array}{c} \cdot \\ & -1.25\\ & -0.02\\ & -0.84\\ & -3.33\\ & 0.67\\ & -2.79\\ & -0.35\\ & -0.35\\ & -0.35\\ & -1.07\\ & -0.38\\ & -1.23\\ & -1.03\\ & -1.03\\ & -1.03\\ & -1.03\\ & -1.03\\ & -1.03\\ & -1.03\\ & -1.03\\ & -1.03\\ & -0.33\\ & $ | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 24.1\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 56.5\\ 66.8\\ 56.6\\ 56.0\\ 26.1\\ 34.1\\ 44.2\\ 22.6\\ 62.6\\ 8\end{array}$
 | 112.8
109.0
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
99.8
88.9
90.8
100.8
90.9
90.8
100.8
100.2
107.3
101.9
108.2
107.3
102.2
108.4
94.7
94.5
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7 | 1 137.4 1 137.1 1 136.8 1 136.8 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 140.0 1 136.8 1 136.8 1 136.8 1 136.8 1 137.1 1 136.8 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.6 1 139.2 1 139.2
 | U ()
34.2
35.5
35.5
35.5
35.7
35.9
35.9
35.9
35.9
35.9
35.7
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.2
36.5
36.2
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
36.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35.5
35. | 1.1
5.6
9.4.11
80.11
80.11
80.11
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80.0
80. | $\begin{array}{c} 137.1\\ 137.6\\ 137.6\\ 137.8\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.8\\ 135.8\\ 135.8\\ 135.8\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.6\\ 140.0\\ 138.7\\ 136.6\\ 140.0\\ 138.7\\ 136.5\\ 137.4\\ 136.7\\ 137.4\\ 137.4\\ 137.4\\ 138.0\\ 138.9\\ 138.6\\ 139.6\\
139.6\\ 13$ | 34477
344747
34434
35433
3453433
3656334433
3656334433365363344533465334453345334533 |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101130020,pn]
49 [zu21011300520,pn]
49 [zu2101130520,pn]
50 [zu2101130520,pn]
51 [zu2101130540,pn]
52 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
54 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
56 [zu2101140150,pn]
57 [zu2101140150,pn]
58 [zu2101140550,pn]
59 [zu2101140550,pn]
59 [zu2101142150,pn]
59 [zu2101142150,pn]
61 [zu2101142150,pn]
62 [zu2101140550,pn]
63 [zu2101142150,pn]
64 [zu2101150010,pn]
64 [zu2101150010,pn]
64 [zu2101150010,pn]
64 [zu2101150310,pn]
65 [zu2101150310,pn]
66 [zu2101150310,pn]
66 [zu210115030,pn]
66 [zu210115030,pn]
66 [zu210115030,pn]
66 [zu210115030,pn]
66 [zu210115030,pn]
66 [zu210115030,pn]
67 [zu210115030,pn]
68 [zu210115030,pn]
68 [zu210116750,pn]
68 [zu210116750,pn]
68 [zu2101160150,pn]
69 [zu2101160150,pn]
69 [zu2101160150,pn]
60 [zu2101162250,pn]
60 [zu21011622

 | $\begin{array}{c} 20210111041003\\ 20210112234725\\ 20210113002537\\ 20210113052752\\ 20210113052752\\ 20210113054631\\ 20210113054631\\ 20210113054631\\ 20210114016855\\ 20210114015326\\ 2021011405326\\ 2021011405535\\ 2021011405535\\ 2021011405535\\ 2021011405535\\ 2021011405535\\ 2021011405535\\ 2021011405335\\ 2021011405335\\ 2021011405335\\ 2021011405335\\ 2021011405335\\ 2021011405335\\ 2021011405335\\ 2021011605355\\ 2021011605355\\ 2021011605355\\ 2021011605355\\ 2021011605355\\ 2021011605355\\ 2021011605355\\ 2021011605355\\ 2021011605355\\ 2021011605355\\ 2021011605355\\ 2021011605355\\ 2021011605355\\ 20210116053532\\ 2021011605352\\ 202101160535\\ 202101160535\\ 2021011605555\\ 202101005555\\ 202101005555\\ 202100055\\ 2021000055\\ 202100055\\ 202100055\\ 202100055\\ 202100055\\ 202100055\\ 202100055\\ 202100055\\ 202100055\\ 202100055\\ 202100055\\ 202100055\\ 202100055\\ 20210005\\ 202100055\\ 20210005\\ 2020005\\ 202100005\\ 20210005\\ 20210005\\ 202100$
 | $\begin{array}{c} 20210111.041003\\ 20210112.234722\\ 20210113.002536\\ 20210113.052749\\ 202210113.054629\\ 20210113.054629\\ 20210113.06616\\ 20210113.066616\\ 20210114.015036\\ 20210114.015036\\ 20210114.015036\\ 20210114.015036\\ 20210114.05356\\ 20210114.05356\\ 20210114.05356\\ 20210114.05366\\ 20210114.05366\\ 20210114.05366\\ 20210114.05366\\ 20210114.05366\\ 20210114.05366\\ 20210114.05366\\ 20210114.05366\\ 20210114.05366\\ 20210114.05366\\ 20210114.05366\\ 20210114.05366\\ 20210115.0031420\\ 20210115.00366\\ 20210115.0566\\
20210115.0566\\ 20210100000\\ 2021000000000000000000000$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.84\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.64\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.64\\ 0.28\\ 0.28\\ 0.28\\ 0.64\\ 0.28\\ 0.28\\ 0.28\\ 0.044\\ 0.28\\ 0.28\\ 0.044\\ 0.0$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 4.1E+15\\ 3.3E+16\\ 4.1E+15\\ 3.3E+16\\ 4.3E+17\\ 3.4E+15\\ 4.3E+16\\ 1.7E+16\\ 6.8E+15\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+$ | Spo | $\begin{array}{c} \bullet & \blacksquare \ // X \\ \hline & -1.25 \\ \hline & 0.02 \\ -0.84 \\ -3.33 \\ \hline & 0.67 \\ -2.79 \\ -0.35 \\ 0.14 \\ -1.33 \\ -1.07 \\ -1.23 \\ 0.38 \\ -1.23 \\ 0.38 \\ -1.23 \\ -1.38 \\ -1.23 \\ 0.38 \\ -3.24 \\ -1.38 \\ -0.23 \\ -0.33 \\ -0.61 \\ -0.36 \\ -0$ | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 24.1\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 59.6\\ 56.0\\ 26.1\\ 34.1\\ 34.8\\ 59.6\\ 56.0\\ 26.1\\ 24.2\\ 22.0\\ 66.8\\
66.8\\ 66.8\\$ | 1112.8
109.00
94.6
125.3
87.1
100.3
101.00
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
100.8
90.3
101.2
90.5
94.7
94.2
90.5
94.7
94.2
90.5
94.7
94.5
94.7
94.5
94.7
94.5
94.7
94.5
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7 | 137.4 137.1 136.6 137.3 136.6 137.3 137.1 137.1 137.1 137.1 137.1 136.6 137.1 136.6 140.0 136.1 140.0 136.6 137.1 136.6 137.1 136.6 137.1 137.1 137.1 137.1 137.1 136.6 137.1 137.2 137.1 136.6 137.1 136.6 137.6 137.6 137.6 137.6 137.6 137.6 137.6 137.6 138.8 138.8
 | 34.2 35.5 35.7 36.2 36.2 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.3 36.4 36.5 37.1 35.8 35.9 36.9 36.9 36.4 35.5 35.5 | 211
241
241
241
241
241
241
241 | $\begin{array}{c} 1.37.4\\ 1.37.6\\ 1.37.6\\ 1.37.8\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.8\\ 1.37.2\\ 1.39.8\\ 1.39.8\\ 1.36.6\\ 1.39.8\\ 1.36.4\\ 1.36.4\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.37.4\\ 1.37.2\\ 1.37.4\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.6\\ 1.37.5\\ 1.37.6\\ 1.37.5\\ 1.37.6\\ 1.37.5\\ 1.37.6\\ 1.37.5\\ 1.37.6\\ 1.37.5\\ 1.37.6\\ 1.37.5\\ 1.37.6\\ 1.37.5\\ 1.37.6\\
1.37.6\\ 1.37.6\\$ | $\begin{array}{r} 344,7\\ 34,3\\ 34,3\\ 34,3\\ 34,3\\ 36,6\\ 34,3\\ 35,6\\ 36,3\\ 36,6\\ 36,2\\ 37,3\\ 33,4\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,6\\ 35,4\\ 35,5\\ 35,6$ |
| 46 [zu210111041
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101130520,pn]
49 [zu2101130520,pn]
50 [zu2101130520,pn]
51 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
54 [zu2101140150,pn]
54 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
56 [zu2101140150,pn]
57 [zu2101140530,pn]
58 [zu2101140530,pn]
58 [zu2101140530,pn]
60 [zu2101140530,pn]
61 [zu210114050,pn]
63 [zu210114050,pn]
63 [zu210114050,pn]
63 [zu2101150010,pn]
64 [zu2101150010,pn]
65 [zu2101150310,pn]
65 [zu2101150310,pn]
67 [zu2101150310,pn]
67 [zu210115030,pn]
68 [zu210115030,pn]
69 [zu210115050,pn]
69 [zu210115050,pn]
60 [zu2100115050,pn]
60 [zu2100115050,pn]
60 [zu2100115050,pn]
60 [zu2100115050,pn]
60 [zu2100115050,pn]
60 [zu2100115050,pn]
60 [zu2100115000,pn]
60 [zu2100115000,pn]
60 [zu21001000,pn]
60 [zu21001000,pn]
60 [zu21

 | 20210111.041003
20210112.234725
20210113.002537
20210113.002537
20210113.052752
20210113.060618
20210113.060618
20210114.010855
20210114.015039
20210114.015361
20210114.053611
20210114.05361
20210114.05361
20210114.215406
20210114.215406
20210115.002053
20210115.001123
20210115.002053
20210115.0031431
20210115.0031431
20210115.0031431
20210115.0031431
20210115.0031431
20210115.0031431
20210115.0031431
20210115.0031431
20210115.0031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.2031431
20210115.20314
20210115.20314
20210115.20314
20210115.20314
20210115.20314
20210115.20314
20210115.20314
20210115.20314
20210115.20314
20210115.20314
20210115.20314
20210115.20314
20210114.015332
 | $\begin{array}{c} 20210111\ 041003\\ 20210112\ 234722\\ 20210112\ 0302536\\ 20210113\ 002536\\ 20210113\ 06256\\ 20210113\ 060616\\ 20210113\ 020254\\ 20210114\ 010852\\ 20210114\ 010852\\ 20210114\ 015366\\ 20210114\ 015366\\ 20210114\ 055350\\ 20210114\ 055350\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210114\ 221326\\ 20210115\ 002050\\ 20210115\ 00122\\ 20210115\ 00122\\ 20210115\ 002050\\ 20210115\ 002050\\ 20210115\ 002050\\ 20210115\ 020502\\ 20210115\ 020502\\ 20210115\ 020250\\ 20210115\ 225329\\ 20210115\ 225329\\ 20210116\ 127532\\ 20210116\ 115732\\ 20210116\ 015332\\ 20210119\ 043631\\ \end{array}$
 | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.35\\ 0.7\\ 0.7\\ 0.7\\ 0.7\\ 0.7\\ 0.7\\ 0.7\\ 0.7$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+16\\ 1.5E+16\\ 6.7E+16\\ 2.9E+16\\ 2.9E+16\\ 2.9E+16\\ 3.3E+16\\ 2.8E+17\\ 3.4E+15\\ 3.3E+16\\ 1.7E+15\\ 1.2E+16\\ 1.7E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.3E+16\\ 1.3E+16\\ 1.3E+12\\ 1.3E+12\\ 1.3E+12\\ 1.3E+12\\ 1.3E+12\\ 1.3E+12\\ 1.3E+12\\ 1.3E+$ | Spo | $\begin{array}{c} \bullet \\ \bullet \\ \hline \\ -1.25\\ 0.02\\ -0.84\\ -3.33\\ 0.67\\ -2.79\\ -2.79\\ -2.79\\ -2.79\\ -0.35\\ -0.14\\ 1.01\\ -1.83\\ -1.23\\ -1.23\\ -1.23\\ -1.23\\ -1.23\\ -1.13\\ -0.23\\ -0.33\\ -0.63\\ $ | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 24.1\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 59.6\\ 56.0\\
56.0\\ 56.0\\$ | 1112.8
109.00
94.6
92.5
3.8
7.1
100.3
101.0
99.5
98.6
88.9
90.5
99.5
98.6
88.9
90.5
108.7
99.5
98.6
88.9
90.5
100.2
107.3
102.2
107.3
102.4
94.2
94.2
94.2
94.6
94.6
94.6
94.6
94.6
94.6
94.6
94.6 | 1 137.4 1 137.1 1 136.8 1 136.8 1 137.1 1 136.8 1 137.1 1 136.8 1 137.1 1 136.8 1 139.7 1 136.8 1 136.8 1 136.8 1 36.8 1 36.8 1 37.5 1 38.2 1 37.5 1 38.2 1 37.6 1 37.5 1 38.2 1 37.6 1 38.2 1 37.6
 | 34.2 35.5 35.4 35.7 35.7 36.2 36.1 34.4 35.7 36.1 34.3 36.2 36.1 36.2 36.2 36.2 36.2 36.2 36.2 36.2 36.2 35.9 36.0 35.9 36.2 35.4 35.8 35.4 | 1.1
5.6
9.4.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
80.2
8 | $\begin{array}{c} 137.1\\ 137.6\\ 137.6\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.8\\ 135.8\\ 135.8\\ 137.2\\ 139.6\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.7\\ 136.7\\ 136.7\\ 136.7\\ 136.7\\ 136.7\\ 136.7\\ 136.7\\ 136.7\\ 136.7\\ 136.7\\ 137.5\\ 136.0\\ 136.7\\ 136.0\\ 136.7\\ 136.7\\ 136.0\\ 136.7\\
136.7\\ 13$ | 3 4 4 7 7
3 4 4 7 7
3 4 4 3
3 4 5 4 3
3 5 5 6
3 5 6 6
3 6 5 6
3 6 6 2 9
3 6 7 4
3 5 7 3
3 6 5 6
3 6 7 9
3 5 7 3
3 5 6 9
3 5 6 9
3 5 6 9
3 5 6 9
3 5 5 7
3 5 5 9
3 5 5 3
3 5 5 5 3
3 5 5 5 5
3 5 5 5
5 5 5 5 |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101130020,pn]
49 [zu2101130020,pn]
50 [zu2101130520,pn]
51 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101140150,pn]
54 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
56 [zu2101140150,pn]
57 [zu2101140550,pn]
58 [zu2101140550,pn]
58 [zu2101140550,pn]
58 [zu2101140550,pn]
60 [zu2101140550,pn]
61 [zu2101150020,pn]
62 [zu2101150020,pn]
63 [zu2101150020,pn]
64 [zu2101150020,pn]
65 [zu2101150310,pn]
66 [zu2101150310,pn]
67 [zu2101150250,pn]
68 [zu2101150250,pn]
67 [zu2101150250,pn]
68 [zu2101150250,pn]
67 [zu2101150250,pn]
70 [zu2101190430,pn]
70 [zu2101190440,pn]
71 [zu2101190440,pn]
71 [zu2101190440,pn]
71 [zu2101190440,pn]

 | $\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234725\\ 20210113 002537\\ 20210113 0052752\\ 20210113 052752\\ 20210113 056611\\ 20210113 056618\\ 20210114 010855\\ 20210114 015326\\ 20210114 015326\\ 20210114 055352\\ 20210114 055352\\ 20210114 055352\\ 20210114 055352\\ 20210114 215406\\ 20210114 215406\\ 20210115 001123\\ 20210115 001123\\ 20210115 00123\\ 20210115 050804\\ 20210115 20218\\ 20210115 20218\\ 20210115 225332\\ 20210119 015306\\ 20210119 015306\\ 20210119 015306\\ 20210119 015306\\ 20210119 015306\\ 20210119 015306\\ 20210119 015306\\ 20210119 015306\\ 20210119 015306\\ 20210119 043631\\ 20210119 044758\\ 20210119 004058\\ 20210119 0044758\\ 20210119 004058\\ 20210119 0044758\\ 20210119 004058\\ 20210119 004058\\ 20210119 004058\\ 20210119 004058\\ 20210119 004058\\ 20210119 004058\\ 20210119 004058\\ 20210119 004058\\ 20210119 004058\\ 20210100100000\\ 2010000000000000000000$

 | 20210111_041003
20210112_234722
20210113_002536
20210113_054629
20210113_054629
20210113_054629
20210113_054629
20210113_06616
20210114_010852
20210114_015036
20210114_015324
20210114_05306
20210114_05305
20210114_05305
20210114_215404
20210114_05305
20210114_21326
20210115_031429
20210115_031429
20210115_031429
20210115_031429
20210115_031429
20210115_031429
20210115_031429
20210115_031429
20210115_20253
20210115_20216
20210115_20216
20210115_20216
20210115_20216
20210115_20216 | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.35\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.64\\ 0.58\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.53\\ 0.14\\ 0.11\\ 0.14\\ 0.53\\ 0.14\\$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 4.1E+15\\ 3.3E+16\\ 4.1E+15\\ 3.3E+16\\ 1.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.1E+16\\ 2.1E+16\\ \end{array}$ | Spo Spo |
 | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 24.1\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 37.3\\ 56.5\\ 46.8\\ 59.6\\ 56.0\\ 26.1\\ 34.1\\ 34.8\\ 59.6\\ 66.6\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.9\\ 66.9\\ 65.9\\ 66.9\\$ | 1112.8
109.00
94.6
125.33
87.1
100.3
101.0
108.7
98.6
88.9
90.8
90.8
90.8
90.0
8
90.0
8
90.0
8
90.0
8
90.0
8
90.0
90.0 | 1 137.4 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 140.0 1 136.6 1 140.0 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 137.5 1 37.6 1 37.6 1 37.6 1 37.6 1 37.6 1 37.6
 | 34.2 35.5 35.4 35.7 35.7 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.4 35.9 36.1 36.2 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 | 211
211
211
211
211
211
211
211
 | 1 37.1
1 37.3
1 36.9
1 36.9
1 36.3
1 35.8
1 37.2
1 39.6
1 39.6
1 39.6
1 39.8
1 36.9
1 37.2
1 37.4
1 37.5
1 38.6
1 37.5
1 | 344,7
344,7
34,3
36,4
36,4
36,3
36,3
36,3
36,3
36,3
36,3
36,3
36,3
36,2
37,9
33,4
35,4
35,4
35,4
35,6
35,5
35,6
35,5
35,5
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35 |
| 46 [zu210111041
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101130520,pn]
49 [zu2101130520,pn]
50 [zu2101130520,pn]
51 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
54 [zu2101130540,pn]
55 [zu2101140150,pn]
56 [zu2101140150,pn]
56 [zu2101140150,pn]
57 [zu2101140530,pn]
58 [zu2101140530,pn]
58 [zu2101142150,pn]
60 [zu2101142150,pn]
61 [zu210114210,pn]
62 [zu2101150010,pn]
63 [zu2101150010,pn]
63 [zu2101150010,pn]
64 [zu210115000,pn]
65 [zu210115000,pn]
65 [zu210115030,pn]
66 [zu210115000,pn]
67 [zu210115000,pn]
68 [zu210115200,pn]
69 [zu210115200,pn]
69 [zu210115200,pn]
70 [zu2101190430,pn]
71 [zu2101190430,pn]
71 [zu2101190430,pn]
71 [zu2101190440,pn]
71 [zu210119050,pn]
72 [zu210119050,pn]
72 [zu210119050,pn]
73 [zu2101190430,pn]
74 [zu210119050,pn]
75 [zu2101190430,pn]
76 [zu2101190430,pn]
77 [zu210119050,pn]
70 [zu210119050,pn]
70 [zu210119050,pn]
71 [zu2101190430,pn]
72 [zu210119050,pn]
72 [zu210119050,pn]
73 [zu210119050,pn]
74 [zu210119050,pn]
75 [zu2101190500,pn]
75 [zu210119050,pn]
75 [zu210119050,pn]
75 [zu210119050,pn]
75 [zu2101190500,pn]
75 [zu

 | $\begin{array}{c} 20210111041003\\ 20210112234725\\ 20210113002537\\ 20210113002537\\ 20210113052752\\ 20210113054631\\ 20210113066618\\ 20210114010855\\ 20210114015326\\ 20210114015361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 202101150361\\ 2021011500233\\ 20210115001123\\ 2021011500143\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 20210115020318\\ 20210115020318\\ 20210115003143\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 202101150031431\\ 20210119043631\\ 20210119043631\\ 202101190043631\\ 20210119005913\\ 2021019005913\\ 20210119005913\\ 20210119005913\\ 2021011900591\\ 202100100591\\ 202100100591\\ 2000591\\ 2000591\\ 2000591\\ 2000591\\ 2000591\\ 2000591\\ 2000591\\ 2000591\\ 2000591\\ 200$
 | $\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234722\\ 20210113 002536\\ 20210113 005461\\ 20210113 05440\\ 20210113 05440\\ 20210113 054616\\ 20210113 054616\\ 20210114 010852\\ 20210114 010852\\ 20210114 015366\\ 20210114 055360\\ 20210114 055360\\ 20210114 25360\\ 20210114 25360\\ 20210114 25360\\ 20210114 25360\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 225329\\ 20210115 225329\\ 20210115 225329\\ 20210116 175732\\ 20210119 045631\\ 20210119 044754\\ 20210119 044754\\ 20210119 044754\\ 20210119 044754\\ 20210119 044754\\ 20210119 044754\\ 20210119 044754\\ 20210119 044754\\ 20210119 044754\\ 20210119 044754\\ 20210119 044754\\ 20210119 044754\\ 20210119 045912\\ \end{array}$
 | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.20\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.66\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.71\\ 1.94\\ 0.38\\ 0.60\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.64\\ 0.53\\ 0.64\\ 0.53\\ 0.60\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.28\\ 0.62\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.28\\$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+16\\ 4.6E+16\\ 2.9E+16\\ 2.9E+16\\ 4.1E+15\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 1.7E+16\\ 3.3E+16\\ 1.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.9E+16\\ 1.2E+16\\ 2.9E+16\\ 1.2E+16\\ 2.2E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.2E+16\\ 2.1E+16\\ 2.1E+12\\ 2.1E+12\\ 2.1E+12\\ 2.1E+12\\ 2.1E+12\\ 2.1E+12\\ 2.1E+12\\ 2.1E+$ | SPO SPO SPO SPO | $\begin{array}{c c} & & & & & & \\ & & & -1.25\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & & 0.02\\ & & & & & 0.02\\ & & & & & 0.02\\ & & & & & & 0.02\\ & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & & & & & & & & & & &$ |
72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
40.1
37.9
40.1
37.9
40.1
37.9
40.1
37.9
40.1
37.9
40.1
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
40.0
37.9
37.9
37.9
37.9
37.9
37.9
37.9
37.9 | 1112.8
109.00
94.6
125.3
87.1
100.3
87.1
100.3
100.7
99.5
98.6
88.9
90.8
100.9
90.8
100.9
108.2
107.3
1102.5
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7 | 1 137.4 1 137.1 1 136.3 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 137.1 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 140.0 1 140.0 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 136.8 1 136.8 1 137.6 1 137.6 1 137.6 1 137.9 1 137.9 1 137.9 1 137.9 1 138.1 1 137.9
 | 34.2 34.2 35.5 34.4 35.7 34.4 35.7 34.4 35.7 34.4 36.1 36.2 36.1 36.1 36.1 36.2 36.3 36.4 35.7 35.4 | 1.1 6 97.9 94.1 80.1 69.0 76.1 75.0 86.3 101.5 96.3 79.4 88.0 88.0 101.2 92.1 83.6 101.2 92.1 83.6 101.2 98.7 91.7 91.2 91.2 | $\begin{array}{c} 1 37.1 \\ 1 37.6 \\ 1 37.6 \\ 1 37.6 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 39.6 \\ 1 39.6 \\ 1 39.8 \\ 1 39.6 \\ 1 39.8 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.5 \\ 1 36.5 \\ 1 36.5 \\ 1 36.5 \\ 1 36.5 \\ 1 36.5 \\ 1 37.2 \\ 1 37.5 \\ 1 38.0 \\ 1 37.9
\\ 1 37.9 \\ 1 37.$ | $\begin{array}{c} 3347 \\ 7347 \\ 3443 \\ 3543 \\ 3543 \\ 3556 \\ 3453 \\ 3556 \\ 3453 \\ 3556 \\ 3453 \\ 3556 \\ 3457 \\ 3556 \\ 3556 \\ 3556 \\ 3556 \\ 3557 \\ 3556 \\ 3557 \\ 3557 \\ 3557 \\ 3555 \\ 35$ |
| 46 [zu210111041
46 [zu2101110410.pn]
47 [zu2101122340.pn]
48 [zu2101130520.pn]
49 [zu2101130520.pn]
50 [zu2101130520.pn]
51 [zu2101130540.pn]
53 [zu2101130540.pn]
54 [zu2101140520.pn]
55 [zu2101140150.pn]
56 [zu2101140150.pn]
57 [zu2101140150.pn]
58 [zu2101140150.pn]
58 [zu2101140530.pn]
58 [zu2101140530.pn]
68 [zu2101140530.pn]
60 [zu2101140530.pn]
61 [zu2101140530.pn]
62 [zu2101140530.pn]
63 [zu2101150210.pn]
64 [zu2101150210.pn]
65 [zu2101150210.pn]
66 [zu2101150200.pn]
67 [zu2101152250.pn]
68 [zu2101152250.pn]
68 [zu2101152250.pn]
68 [zu2101161750.pn]
70 [zu2101190130.pn]
71 [zu2101190440.pn]
72 [zu210119040.pn]
73 [zu2101190500.pn]
73 [zu2101190500.pn]
73 [zu2101190500.pn]
74 [zu2101190500.pn]
75 [zu2101190500.pn]
76 [zu2101190500.pn]
77 [zu2101190500.pn]
73 [zu2101190500.pn]
73 [zu2101190500.pn]
73 [zu2101190510.pn]
74 [zu2101190500.pn]
75 [zu2101190500.pn]
75 [zu2101190500.pn]
75 [zu2101190500.pn]
75 [zu2101190500.pn]
75 [zu2101190500.pn]
75 [zu2101190500.pn]
75 [zu2101190510.pn]
75 [zu

 | $\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234725\\ 20210113 002537\\ 20210113 052752\\ 20210113 052752\\ 20210113 056618\\ 20210113 060618\\ 20210113 010855\\ 20210114 010855\\ 20210114 015326\\ 20210114 015326\\ 20210114 055352\\ 20210114 055352\\ 20210114 055352\\ 20210114 055352\\ 20210114 215406\\ 20210114 055352\\ 20210114 215406\\ 20210115 00123\\ 20210115 00123\\ 20210115 00123\\ 20210115 002053\\ 20210115 050804\\ 20210115 20218\\ 20210115 20218\\ 20210115 20218\\ 20210115 20218\\ 20210115 050804\\ 20210115 20218\\ 20210115 015306\\ 20210115 20218\\ 20210115 20218\\ 20210115 015306\\ 20210119 015306\\ 20210119 015306\\ 20210119 043631\\ 20210119 05913\\ 20210119 051242\\ 20210112 05124\\ 20210112 05124\\ 20210112 05124\\ 20210112 05124\\ 20210112 05124\\ 20210112 05124\\ 20210112 05124\\ 20210112 05124\\ 20210112 05124\\ 20210112 05124\\ 20210112 05124\\ 20210112 05124\\ 2021012 05124\\ 20210112 05124\\ 2021012 05124\\ 2021012 05124\\ 2021012 0512$
 |
20210111_041003
20210112_234722
20210113_002536
20210113_054629
20210113_054629
20210113_054629
20210113_056616
20210113_0206616
20210114_010852
20210114_015036
20210114_015324
20210114_05306
20210114_05306
20210114_05306
20210114_05306
20210114_05306
20210114_05306
20210115_001122
20210115_00122
20210115_00506
20210115_00506
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
20210115_0050802
200210115_0050802
200210115_0050802
200210115_0050802
200210115_0050802
200210115_0050802
200210115_005 | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.35\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.64\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.51\\ 1.94\\ 0.38\\ 0.60\\ 0.44\\ 0.53\\ 0.14\\ 0.28\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.44\\ 0.28\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.51\\ 0.42\\ 0.51\\$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 2.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 1.6E+16\\ 2.5E+16\\ 2.5E+16\\ 2.5E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+17\\ 3.3E+16\\ 1.7E+16\\ 1.7E+16\\ 6.8E+15\\ 1.2E+16\\ 2.0E+15\\ 2.3E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.3E+16\\ 2.5E+16\\ 3.3E+16\\ 2.5E+16\\ 3.3E+16\\ 3.4E+16\\ 3.4E+$ | Spo Spo Spo |
 | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 24.1\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 37.3\\ 56.5\\ 46.8\\ 59.6\\ 56.0\\ 226.1\\ 34.1\\ 34.8\\ 59.6\\ 66.5\\ 66.7\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.9\\ 66.7\\ 42.2\end{array}$ | 1112.8
109.00
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
90.8
90.9
90.8
90.9
90.8
90.9
90.8
102.2
107.3
102.2
108.4
94.2
94.7
94.7
94.7
93.3
106.4
112.8
94.6
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7 | 1 137.4 1 137.1 1 36.3 1 37.3 1 36.6 1 37.1 1 36.6 1 37.1 1 36.6 1 137.1 1 36.6 1 140.0 1 36.6 1 38.8 1 39.1 1 36.6 1 36.6 1 36.6 1 36.6 1 37.5 1 37.6 1 37.6 1 37.5 1 38.8 1 37.5 1 38.1 1 37.5 1 38.1
 | 34.2 35.5 35.5 35.7 35.7 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.1 36.2 36.3 36.3 36.4 35.8 35.4 | 1.1
9.4.1
9.4.1
80.1
80.1
80.1
80.1
80.0
75.0
86.3
96.3
73.0
79.5
73.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.2
92.6
79.5
83.6
83.6
83.6
83.6
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
101.5
83.6
83.6
83.7
92.6
101.5
83.6
83.6
83.7
92.6
101.5
83.6
83.6
83.7
92.6
101.5
83.6
83.7
92.6
101.5
83.6
83.6
83.7
92.6
101.5
83.6
83.6
83.7
92.6
101.5
83.6
83.6
83.7
92.6
101.5
83.6
83.6
83.7
92.6
101.5
83.6
83.6
83.7
92.6
101.5
83.6
83.6
83.7
92.6
101.5
83.6
83.6
83.7
92.6
101.5
83.6
83.6
83.7
92.6
101.6
83.7
92.6
101.6
101.6
101.7
83.6
83.6
83.7
92.7
101.7
83.7
92.7
101.7
83.7
92.7
101.7
83.7
92.7
101.7
83.7
92.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
101.7
10.7
10.7
10.7
10.7
10.7
10.7
10.7
10.7
10.7
10.7
10.7 | $\begin{array}{c} 1.37.1\\ 1.37.6\\ 1.37.6\\ 1.37.8\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.37.4\\ 1.37.2\\ 1.37.4\\ 1.37.5\\ 1.37.6\\ 1.38.6\\ 1.37.9\\ 1.38.6\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.38.6\\ 1.37.5\\ 1.38.1\\ 1.40.4\\ 1.40.4\\ 1.40.4\\ 1.40.4\\ 1.40.4\\ 1.40.4\\ 1.40.4\\ 1.40.4\\ 1.40.4\\ 1.40.4\\ 1.40.4\\ 1.40.4\\ 1.40.4\\
1.40.4\\ 1.40.4\\$ | $\begin{array}{r} 3 3 4, 7 \\ 3 4, 2 \\ 3 4, 3 \\ 3 4, 3 \\ 3 4, 3 \\ 3 5, 6 \\ 3 3, 6 \\ 3 3, 6 \\ 3 \\ 3 5, 6 \\ 3 3, 4 \\ 3 \\ 3 3, 4 \\ 3 \\ 3 3, 4 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\$ |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pnn]
47 [zu2101122340,pnn]
48 [zu2101130020,pnn]
49 [zu21011300520,pnn]
50 [zu2101130540,pnn]
51 [zu2101130540,pnn]
52 [zu2101130540,pnn]
53 [zu2101140150,pnn]
54 [zu2101140150,pnn]
55 [zu2101140150,pnn]
56 [zu2101140550,pnn]
57 [zu2101140550,pnn]
58 [zu2101142150,pnn]
58 [zu210114210,pnn]
60 [zu2101150010,pnn]
61 [zu2101150010,pnn]
62 [zu2101150310,pnn]
63 [zu2101150310,pnn]
64 [zu210115030,pnn]
65 [zu2101150310,pnn]
63 [zu2101150310,pnn]
64 [zu210115030,pnn]
65 [zu210115030,pnn]
67 [zu210115050,pnn]
68 [zu210115050,pnn]
67 [zu210115050,pnn]
70 [zu2101190430,pnn]
71 [zu2101190430,pnn]
72 [zu2101190430,pnn]
73 [zu2101190510,pnn]
74 [zu2101190510,pnn]
73 [zu2101190510,pnn]
74 [zu2101190510,pnn]
75 [zu2101190510,pnn]
75 [zu2101190510,pnn]
75 [zu2101190510,pnn]
75 [zu2101190510,pnn]
75 [zu2101190500,pnn]
75 [zu21011

 | 20210111041003
20210112234725
20210113052537
20210113052537
20210113054631
20210113066618
20210113066618
20210114019855
202101140153561
20210114053611
20210114053611
2021011405361
20210114215406
20210114215406
20210115001123
20210115011236
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
202101152332
202101152332
202101157333
20210115225332
20210119015382
20210119043631
20210119043631
20210119043631
20210119043631
 | $\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234722\\ 20210113 002536\\ 20210113 05749\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 02469\\ 20210113 02469\\ 20210114 05536\\ 20210114 015324\\ 20210114 055360\\ 20210114 055360\\ 20210114 055360\\ 20210114 055360\\ 20210114 053608\\ 20210114 053608\\ 20210114 053608\\ 20210114 053608\\ 20210115 002050\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 041323\\ 20210115 225329\\ 20210115 225329\\ 20210115 20216\\ 20210115 02060\\ 20210115 02060\\ 20210115 225329\\ 20210119 045303\\ 20210119 044754\\ 20210119 051240\\ 20210119 051240\\ \end{array}$
 | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.20\\ 0.135\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.27\\ 0.27\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.64\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.028\\ 0.048\\ 0.$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 2.9E+16\\ 3.1E+16\\ 3.4E+15\\ 4.3E+16\\ 1.7E+16\\ 6.8E+15\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.2E+16\\ 5.2E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 1.7E+16\\ 1.2E+16\\ 1.2E+12\\ 1.2E+16\\ 1.2E+12\\ 1.2E+16\\ 1.2E+12\\ 1.2E+$ | spo | $\begin{array}{c c} & & & & & & \\ & & -1.25\\ \hline & & & 0.02\\ & & -0.84\\ & & & -3.33\\ & & & 0.67\\ & & & -2.79\\ & & & -0.35\\ & & & -1.23\\ & & & -1.07\\ & & & 0.32\\ & & & -1.83\\ & & & -1.07\\ & & & 0.32\\ & & & -1.23\\ & & & -1.23\\ & & & -1.23\\ & & & -0.03\\ & & & -0.33\\ & & & -0.61\\ & & & -1.14\\ & & & -0.36\\ & & & -1.23\\ & & & -0.03\\ & & & & -0.33\\ & & & & -0.33\\ & & & & -0.33\\ & & & & -0.33\\ & & & & & -0.33\\ & & & & & -0.33\\ & & & & & -0.33\\ & & & & & & -0.33\\ & & & & & & & -0.33\\ & & & & & & & & -0.36\\ & & & & & & & & & -1.22\\ & & & & & & & & & -1.22\\ & & & & & & & & & -1.22\\ & & & & & & & & & & & -1.22\\ & & & & & & & & & & & & & & \\ \end{array}$ | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
24.1
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
41.0
37.9
41.0
37.1
37.1
37.1
37.3
5.6
6.8
67.6
5.6
6.3
44.0
2.6
1
34.1
34.1
34.1
22.6
5.6
6.6
8
6.5
6.6
8
6.5
6.6
8
6.5
6.6
8
6.5
6.6
8
6.5
6.6
8
6.5
6.6
8
6.5
6.6
8
6.5
6.5
6.5
6.5
6.5
6.5
6.5
6.5
6.5
6.5
 | 1112.8
109.00
94.6
125.3
87.1
100.3
87.1
100.3
101.0
995.9
996.6
88.9
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
9000.8
900.8
9000.8
9000.8 | 1 137.4 1 137.1 1 136.3 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 139.7 1 137.1 1 36.8 1 139.1 1 136.8 1 139.1 1 136.8 1 137.6 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.5 1 138.1 1 140.3 1 137.3
 | 34.2 35.5 34.4 35.9 35.7 34.4 35.7 34.8 36.1 36.2 36.3 36.1 34.4 36.1 36.1 36.2 36.1 37.1 38.1 36.2 36.2 36.3 36.2 35.4 36.4 | 2.1
3.2
3.4
3.4
3.4
3.4
3.4
3.4
3.4
3.4 | $\begin{array}{c} 1.37.4 \\ 1.37.6 \\ 1.37.6 \\ 1.37.8 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.39.8 \\ 1.39.8 \\ 1.39.8 \\ 1.40.0 \\ 1.36.9 \\ 1.37.9
\\ 1.37.9 \\ 1.37.$ | 347, 7
343, 7
343, 7
343, 3
36.4
36.3
36.3
36.3
36.3
36.6
34.5
36.6
37.9
33.4
35.4
35.4
35.4
35.4
35.4
35.5
35.5
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.3
35.5
33.37
33.42 |
| 46 [zu210111041
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101130520,pn]
49 [zu2101130520,pn]
50 [zu2101130540,pn]
51 [zu2101130540,pn]
52 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101140150,pn]
54 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
56 [zu2101140150,pn]
57 [zu2101140530,pn]
58 [zu2101140530,pn]
60 [zu2101140530,pn]
61 [zu2101140530,pn]
63 [zu2101140530,pn]
64 [zu2101150010,pn]
65 [zu2101150010,pn]
66 [zu2101150310,pn]
66 [zu2101150310,pn]
67 [zu210115250,pn]
68 [zu210115250,pn]
68 [zu2101152250,pn]
68 [zu2101152250,pn]
70 [zu2101190440,pn]
77 [zu2101190440,pn]
73 [zu2101190500,pn]
74 [zu2101190500,pn]
75 [zu2101190500,pn]
74 [zu2101190500,pn]
74 [zu2101190540,pn]
74 [zu2101190540,pn]
75 [zu2101190550,pn]
75 [zu2

 | $\begin{array}{c} 20210111041003\\ 20210112234725\\ 20210113002537\\ 2021011305253\\ 20210113054631\\ 20210113054631\\ 2021011322255\\ 20210114015326\\ 20210114015326\\ 20210114015326\\ 20210114053611\\ 20210114053611\\ 20210114053611\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011405361\\ 2021011500126\\ 2021011500126\\ 2021011500126\\ 2021011500126\\ 2021011500143\\ 2021011500143\\ 2021011500143\\ 20210115031431\\ 20210115031431\\ 20210115031431\\ 20210115031431\\ 20210115031431\\ 2021011503631\\ 20210116015366\\ 2021011603631\\ 2021011904753\\ 20210119044758\\ 20210119051242\\ 20210119051242\\ 20210119051242\\ 20210119051361\\ 20210119051242\\ 2021011905106\\ 2021011905106\\ 2021011905106\\ 2021011905106\\ 2021011905106\\ 20210120051008\\ 202101200000\\ 2021001000000\\ 202100000000\\ 20210000000000$
 | $\begin{array}{c} 20210111 \\ 20210112 \\ 234722 \\ 20210113 \\ 002536 \\ 20210113 \\ 00554 \\ 20210113 \\ 00554 \\ 20210113 \\ 00546 \\ 20210113 \\ 00546 \\ 20210113 \\ 00546 \\ 20210113 \\ 00546 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210115 \\ 001532 \\ 20210115 \\ 001532 \\ 20210115 \\ 001532 \\ 20210115 \\ 001532 \\ 20210115 \\ 00552 \\ 20210115 \\ 00552 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\ 20210115 \\ 00560 \\
00560 \\ 00560 $ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.35\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.71\\ 1.94\\ 0.38\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.44\\ 0.53\\ 0.14\\ 0.28\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.45\\ 1.28\\ 0.42\\ 0.45\\ 1.28\\ 0.45\\$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 2.3E+17\\ 2.3E+17\\ 2.3E+17\\ 3.3E+17\\ 1.5E+16\\ 0.2E+16\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 1.5E+16\\ 2.5E+16\\ 2.5E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+17\\ 3.3E+16\\ 1.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.3E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.3E+16\\ 1.2E+16\\ 2.3E+16\\ 2.5E+16\\ 1.2E+16\\ 5.2E+16\\ 5.2E+16\\ 5.2E+16\\ 5.2E+16\\ 1.0E+17\\ 4.1E+15\\ \end{array}$ | Spo Spo | $\begin{array}{c} \bullet & \textcircled{\ } & \end{array}{\ } & \textcircled{\ } & \textcircled{\ } & \$ | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 24.1\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 37.3\\ 56.5\\ 46.8\\ 59.6\\ 56.0\\ 26.1\\ 34.1\\ 34.8\\ 59.6\\ 66.5\\ 66.7\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.7\\ 42.2\\ 44.5\\ 51.6\\ 51.6\\ 51.6\\ 52.5\\ 17.5\\ 51.7\\ 52.5\\ 51.5\\ 52.5\\ 51.5\\ 52.5\\$ | 1112.8
109.00
94.6
125.33
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.3
100.8
90.9
90.8
90.9
90.8
90.9
108.2
107.3
102.5
94.7
94.7
94.7
94.7
102.5
94.6
90.5
94.6
94.7
100.5
94.6
94.7
94.7
100.5
94.6
94.6
94.7
94.7
100.5
94.6
94.6
94.6
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
 | 1 137.4 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 140.0 1 136.6 1 140.0 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 137.3 1 136.6 1 137.3 1 137.4 1 137.6 1 137.5 1 138.0 1 137.5 1 137.6 1 137.5 1 138.0
 | 34.2 35.5 35.5 35.7 35.7 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.3 36.4 35.9 35.9 36.4 35.4 | 211
294.11
294.11
294.11
294.11
294.11
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
295.10
2 | $\begin{array}{c} 1.37.1\\ 1.37.6\\ 1.37.6\\ 1.37.8\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.7\\ 1.38.7\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.37.2\\ 1.37.2\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.38.6\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.38.6\\ 1.37.5\\ 1.38.2\\ 1.37.5\\ 1.38.2\\ 1.37.5\\ 1.38.2\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.38.2\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.38.2\\ 1.37.5\\ 1.37.5\\ 1.38.2\\ 1.37.5\\$ |
344,7
344,7
344,3
356,4
34,3
366,3
366,3
36,6
36,6
36,6
36,2
37,9
37,9
35,4
35,4
35,4
35,4
35,4
35,4
35,5
36,6
35,3
35,6
35,3
35,6
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,3
35,5
35,3
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
35,5
33,5,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33,3,7
33 |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pnn]
47 [zu2101123340,pnn]
48 [zu2101130020,pnn]
49 [zu21011300520,pnn]
50 [zu2101130520,pnn]
51 [zu2101130540,pnn]
53 [zu2101130540,pnn]
54 [zu2101130540,pnn]
55 [zu2101140150,pnn]
56 [zu2101140150,pnn]
57 [zu2101140150,pnn]
58 [zu2101140550,pnn]
58 [zu2101140550,pnn]
59 [zu2101142150,pnn]
59 [zu210114210,pnn]
60 [zu2101150010,pnn]
61 [zu2101150010,pnn]
63 [zu2101150010,pnn]
64 [zu2101150310,pnn]
65 [zu2101150310,pnn]
65 [zu2101150310,pnn]
66 [zu210115030,pnn]
67 [zu210115050,pnn]
68 [zu210115030,pnn]
68 [zu210115030,pnn]
67 [zu2101190530,pnn]
70 [zu2101190430,pnn]
71 [zu2101190430,pnn]
72 [zu2101190510,pnn]
73 [zu2101190510,pnn]
73 [zu2101190510,pnn]
74 [zu2101190510,pnn]
75 [zu2101190510,pnn]
76 [zu2101190510,pnn]
76 [zu2101190510,pnn]
77 [zu2101190510,pnn]
76 [zu2101190500,pnn]
76 [zu2101190500,pnn]
76 [zu2101190500,pnn]
76 [zu2101190500,pnn]
76 [zu2101190500,pnn]
76 [zu2101190500,pnn]
76 [zu2101190500,pnn]
76 [zu2101190500,pnn]
76 [zu2101190500,pnn]
77 [zu2101190500,pnn]
78 [zu210

 | 20210111.041003
20210112 234725
20210113 052537
20210113 052752
20210113 052752
2021013 054611
2021013 05461
2021013 05461
2021013 05461
2021014 019855
20210114 015361
20210114 05361
20210114 05361
20210114 05361
20210114 025361
20210115 031431
20210115 031431
20210115 041325
20210115 041325
20210115 041325
20210115 05384
20210115 05384
20210115 02053
20210115 183506
20210115 125332
20210115 125332
20210115 125332
20210115 125332
20210119 044758
20210119 043631
20210119 050913
20210119 051242
20210119 050913
 | $\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234722\\ 20210113 002536\\ 20210113 05749\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 06616\\ 20210114 01656\\ 20210114 01656\\ 20210114 01556\\ 20210114 01556\\ 20210114 0556\\ 20210114 0556\\ 20210114 0556\\ 20210114 0556\\ 20210114 0556\\ 20210114 0556\\ 20210114 0556\\ 20210114 0556\\ 20210114 0556\\ 20210114 0556\\ 20210114 0556\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 00122\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 225329\\ 20210115 1225329\\ 20210116 175732\\ 20210119 045631\\ 20210119 044754\\ 20210119 051240\\ 20210119 23551\\ 2021012 0051007\\ 2021012 0051007\\ 2021012 005002\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012
005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 005007\\ 2021012 0050202\\ 2021012 005007\\ 2021012 005002\\ 2020012 00000\\ 2021012 00500\\ 202000000\\ 20200000000\\ 20200000000\\ 2020000000\\ 20200000000$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 0.135\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.38\\ 0.60\\ 0.38\\ 0.038\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.048\\ 0.058\\ 0.054\\ 0.$ | $\begin{array}{r} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 7.2E+15\\ 2.9E+16\\ 4.1E+15\\ 3.3E+16\\ 1.2E+16\\ 1.2E+16\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.2E+16\\ 2.2E+16\\ 2.2E+16\\ 2.2E+16\\ 2.2E+16\\ 2.2E+16\\ 2.2E+16\\ 2.2E+16\\ 2.2E+16\\ 5.2E+16\\ 5.2E+$ | Spo | $\begin{array}{c} \bullet & & & & \\ & -1.25\\ & & & \\ 0.02\\ & -0.84\\ & -3.33\\ & & 0.67\\ & -2.79\\ & -0.35\\ & & 0.67\\ & -2.79\\ & -0.35\\ & & 0.67\\ & -1.23\\ & -0.38\\ & -1.23\\ & -$ | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 24.1\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 37.3\\ 56.5\\ 56.6\\ 57.6\\ 44.5\\ 44.5\\ 47.9\\ 42.2\\ 44.5\\ 47.9\\ 54.7\\
54.7\\ 54.7\\$ | 112.8
109.00
94.6
125.3
87.1
100.3
87.1
100.3
101.0
98.6
88.9
90.8
100.8
90.9
90.9
90.9
90.9
108.2
107.3
100.7
90.7
90.7
90.7
90.7
90.7
90.7
90.7 | 1 137.4 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 140.0 1 139.1 1 136.6 1 139.1 1 136.6 1 139.1 1 136.6 1 136.1 1 136.2 1 136.2 1 137.5 1 137.5 1 137.5 1 137.5 1 137.5
 | 34.2 35.5 34.4 35.7 34.8 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.3 36.3 36.4 35.4 36.8 36.8 36.8 36.8 36.8 36.4 35.4 | 1.1
94.1
80.1
80.1
80.1
80.0
75.0
86.3
96.3
73.0
79.4
88.4
88.4
88.2
88.4
88.2
88.4
88.4
88.2
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.2
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
88.4
89.4
89.4
89.4
89.4
89.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
80.4
8 | $\begin{array}{c} 1 37.4 \\ 1 37.6 \\ 1 37.6 \\ 1 37.6 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.1 \\ 1 39.8 \\ 1 36.6 \\ 1 39.8 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 36.1 \\ 1 37.5 \\ 1 37.5 \\ 1 38.1 \\ 1 37.6 \\ 1 37.5 \\ 1 38.1 \\ 1 37.2 \\ 1 38.1 \\ 1 37.2 \\ 1 38.1 \\ 1 37.2 \\ 1 37.2 \\ 1 38.1 \\ 1 37.2 \\ 1 37.2 \\ 1 37.5 \\ 1 38.1 \\ 1 37.2 \\ 1 37.5 \\ 1 38.1 \\ 1 37.2 \\ 1 37.2 \\ 1 37.2 \\ 1 37.5 \\ 1 38.1 \\ 1 37.2 \\ 1 37.2 \\ 1 37.5 \\ 1 38.1 \\ 1 37.2 \\ 1 37.2 \\ 1 37.2 \\ 1 37.5 \\ 1 38.1 \\ 1 37.2 \\ 1
37.2 \\ 1 37.$ | $\begin{array}{r} 3 44,7\\ 34,3\\ 34,3\\ 35,6\\ 34,3\\ 35,6\\ 34,3\\ 35,6\\ 34,5\\ 36,2\\ 33,4,9\\ 33,4\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,6\\ 35,5\\ 3$ |
| 46 [zu210111041
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101130520,pn]
49 [zu2101130520,pn]
50 [zu2101130520,pn]
51 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101140150,pn]
54 [zu2101140150,pn]
55 [zu2101140150,pn]
56 [zu2101140530,pn]
57 [zu2101140530,pn]
58 [zu2101142150,pn]
59 [zu2101142150,pn]
60 [zu2101142150,pn]
61 [zu210114250,pn]
63 [zu210114250,pn]
63 [zu210114250,pn]
64 [zu2101150310,pn]
65 [zu210114250,pn]
63 [zu210114250,pn]
63 [zu210114250,pn]
64 [zu2101150310,pn]
65 [zu2101150310,pn]
66 [zu2101150310,pn]
67 [zu210115050,pn]
68 [zu2101190500,pn]
70 [zu2101190540,pn]
71 [zu2101190540,pn]
72 [zu2101190540,pn]
73 [zu2101190540,pn]
74 [zu2101190550,pn]
75 [zu210120050,pn]
76 [zu2101120550,pn]
77 [zu210120050,pn]
77 [zu210120050,pn]
77 [zu210120050,pn]
77 [zu210120050,pn]
77 [zu210120050,pn]
77 [zu210120050,pn]
77 [zu210120050,pn]
77 [zu2101210050,pn]
77 [zu2101210050,pn]
77 [zu2101210050,pn]
77 [zu2101210050,pn]
77 [zu2101210130,pn]
77 [zu2101210050,pn]
77 [zu2101210050,pn]

 | 20210111.041003
20210112.234725
20210113.002537
20210113.052752
20210113.054631
20210113.054631
20210113.02465
20210114.010855
20210114.015039
20210114.015361
20210114.053611
20210114.053611
20210114.05361
20210114.05361
20210115.0253
20210115.021326
20210115.002053
20210115.031431
20210115.002053
20210115.031431
20210115.002053
20210115.020218
20210115.020218
20210115.020218
20210115.020218
20210115.020218
20210115.020218
20210116.020218
20210119.050804
20210119.050804
20210119.050804
20210119.050804
20210119.050804
20210119.050813
20210119.051242
20210119.051242
20210119.051242
20210119.235351
20210120.051008
 | $\begin{array}{c} 20210111 \ 041003\\ 20210112 \ 234722\\ 20210113 \ 002536\\ 20210113 \ 002536\\ 20210113 \ 064629\\ 20210113 \ 065629\\ 20210113 \ 065629\\ 20210113 \ 022254\\ 20210114 \ 015036\\ 20210114 \ 015036\\ 20210114 \ 015036\\ 20210114 \ 015036\\ 20210114 \ 015350\\ 20210114 \ 025350\\ 20210114 \ 025350\\ 20210114 \ 025350\\ 20210115 \ 001122\\ 20210115 \ 001122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 005002\\ 20210115 \ 02532\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\
20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 05092\\ 20210120 \ 051007\\ 20210120 \ 05002\\ 001000002\\ 0010000000\\ 000000000000$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.20\\ 1.35\\ 0.7\\ 0.7\\ 0.7\\ 0.7\\ 0.7\\ 0.7\\ 0.7\\ 0.7$ | $\begin{array}{r} 5.7E + 16\\ 1.2E + 16\\ 2.1E + 16\\ 3.3E + 17\\ 2.3E + 15\\ 7.9E + 16\\ 9.2E + 15\\ 1.5E + 16\\ 6.7E + 15\\ 1.5E + 16\\ 2.5E + 16\\ 2.5E + 16\\ 2.5E + 16\\ 2.5E + 16\\ 2.9E + 16\\ 3.3E + 16\\ 2.8E + 17\\ 3.4E + 15\\ 1.2E + 16\\ 2.0E + 16\\ 5.4E + 16\\ 1.0E + 17\\ 4.1E + 15\\ 7.3E + 15\\ 1.9E + 16\\ \end{array}$ | Spo | $\begin{array}{c c} & & & & & & \\ & & & & & \\ \hline & & & & & \\ & & & &$
 | 72.3
47.6
37.8
60.9
17.0
26.5
66.8
67.6
34.0
37.9
41.0
37.1
34.0
37.1
35.6
56.5
46.8
55.0
26.1
34.1
35.6
56.0
26.1
34.1
34.2
22.6
66.8
66.0
26.1
34.1
34.2
22.6
56.0
26.1
34.1
22.6
56.0
26.1
34.1
34.2
22.6
66.8
66.0
55.6
66.8
66.0
55.6
66.8
66.9
55.6
56.0
26.1
34.1
27.1
34.1
35.6
55.6
56.0
26.1
34.1
35.6
5
56.5
26.5
56.5
26.5
56.5
26.5
56.5
26.5
2 | 1112.8
109.00
94.6
92.5
387.1
100.3
101.0
108.7
99.5
99.5
99.5
99.5
99.5
99.5
99.5
99 | 1 137.4 1 137.1 1 136.3 1 36.6 1 137.1 1 136.6 1 137.0 1 137.0 1 137.0 1 136.6 1 140.0 1 136.5 140.0 136.5 140.0 136.5 136.6 136.6 136.8 137.1 136.8 137.8 137.1 136.8 137.2 138.8 137.5 137.5 138.1 137.5 138.0 137.5 138.0 137.5 137.5 137.5 137.5 137.5 137.5 137.5 138.0 137.5 137.5 137.5
 | 34.2 35.5 35.5 35.7 35.7 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.2 36.3 36.2 36.1 36.2 36.2 36.2 36.2 36.2 36.2 36.2 35.4 35.6 34.9 34.9 34.9 |
1,1
6,0
9,4,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
9,4,1
9,4,1
9,4,1
9,4,1
9,4,1
9,4,1
9,4,1
9,4,1
9,4,1
9,4,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,2
8,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2 | $\begin{array}{c} 137.1\\ 137.6\\ 137.6\\ 137.8\\ 136.9\\ 136.9\\ 136.8\\ 135.8\\ 135.8\\ 137.2\\ 139.8\\ 136.6\\ 139.8\\ 136.6\\ 139.8\\ 136.6\\ 139.8\\ 136.6\\ 139.8\\ 136.7\\ 139.8\\ 136.7\\ 139.8\\ 136.7\\ 137.2\\ 137.4\\ 137.2\\ 137.4\\ 137.5\\ 137.5\\ 137.5\\ 137.5\\ 137.5\\ 137.5\\ 137.5\\ 137.5\\ 137.4\\ 137.2\\ 138.6\\ 137.9\\ 137.5\\ 137.5\\ 137.5\\ 138.1\\ 140.4\\ 137.2\\ 138.2\\ 137.3\\ 39.1\\ 139.1\\ 139.1\\ 139.1\\ 139.1\\ 139.1\\ 139.1\\ 139.1\\ 137.5\\ 137$ | 347, 7
347, 3
3437, 3
3566, 3
3662, 3
3662, 3
379, 3
3656, 3
3656, 3
3657, 3
3556, 3
3557, 3
3557, 3
3557, 3
3557, 3
3557, 3
3575, 3
3 |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pnn
47 [zu210112340,pnn
48 [zu2101130520,pnn
49 [zu2101130520,pnn
50 [zu2101130520,pnn
51 [zu2101130520,pnn
53 [zu2101130540,pnn
53 [zu2101130540,pnn
54 [zu2101140150,pnn
55 [zu2101140150,pnn
56 [zu2101140150,pnn
57 [zu2101140550,pnn
58 [zu2101140550,pnn
59 [zu210114250,pnn
59 [zu210114250,pnn
60 [zu2101150010,pnn
61 [zu2101150010,pnn
63 [zu2101150010,pnn
64 [zu210115030,pnn
65 [zu210115030,pnn
65 [zu210115030,pnn
66 [zu210115030,pnn
67 [zu210115050,pnn
68 [zu210115030,pnn
67 [zu2101150,pnn
68 [zu2101150,pnn
68 [zu2101150,pnn
70 [zu2101190430,pnn
71 [zu2101190430,pnn
72 [zu210119050,pnn
73 [zu210119050,pnn
73 [zu210119050,pnn
74 [zu210119050,pnn
75 [zu210119050,pnn
76 [zu210119050,pnn
77 [zu210119050,pnn
78 [zu210120050,pnn]
78 [zu210

 | 20210111 041003
20210112 234725
20210113 052752
20210113 052752
20210113 054631
20210113 054631
20210113 054653
20210114 015326
20210114 015326
20210114 015326
20210114 015351
20210114 053611
20210114 05361
20210114 025351
20210114 025351
20210115 031431
20210115 031431
20210115 031431
20210115 031431
20210115 031431
20210115 031431
20210115 020213
20210116 175733
20210119 015306
20210119 043631
20210119 05913
20210119 050913
20210119 050913
20210121 005005
 | $\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234722\\ 20210113 002536\\ 20210113 052749\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 024629\\ 20210114 015036\\ 20210114 015036\\ 20210114 015036\\ 20210114 015036\\ 20210114 05366\\ 20210114 05366\\ 20210114 05366\\ 20210114 05366\\ 20210115 00206\\ 20210115 00206\\ 20210115 00206\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 240206\\ 20210115 240206\\ 20210115 240206\\ 20210115 240206\\ 20210115 05026\\ 20210115 05026\\ 20210115 05026\\ 20210115 05026\\ 20210115 05026\\ 20210115 05026\\ 20210115 240606\\ 20210119 044754\\ 20210119 051240\\ 20210119 23551\\ 20210120 051007\\ 20210121 013247\\ 20210121 032809 \end{array}$
 | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 0.61\\ 1.35\\ 1.84\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.56\\ 0.56\\ 0.56\\ 0.53\\ 0.60\\ 0.44\\ 0.53\\ 0.28\\ 0.28\\ 0.45\\ 1.28\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\$ | $\begin{array}{r} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 7.2E+15\\ 2.9E+16\\ 4.1E+15\\ 3.3E+16\\ 1.7E+16\\ 3.3E+16\\ 1.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 1.2E+16\\ 5.2E+16\\ 1.2E+16\\ 5.2E+16\\ 1.2E+16\\ 5.2E+16\\ 1.0E+17\\ 4.1E+15\\ 7.3E+15\\ 1.9E+16\\ 1.9E+$ | Spo Spo Spo Spo | $\begin{array}{c} \bullet & \blacksquare //X \\ \hline -1.25 \\ 0.02 \\ -0.34 \\ -3.33 \\ 0.67 \\ -2.79 \\ -0.35 \\ 0.14 \\ -1.07 \\ -2.79 \\ -0.35 \\ 0.14 \\ -1.33 \\ -1.07 \\ 0.38 \\ -1.23 \\ 0.38 \\ -3.24 \\ -1.38 \\ -1.23 \\ 0.38 \\ -3.24 \\ -1.33 \\ -0.23 \\ -0.36 \\ -1.13 \\ -0.23 \\ -0.36 \\ -1.13 \\ -0.23 \\ -0.36 \\ -1.13 \\ -0.36 \\ -1.22 \\ -1.76 \\ -1.24 \\ -1.13 \\ -0.36 \\ -0.36 \\ -1.57 \\ $ | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 24.1\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 37.3\\ 56.5\\ 46.8\\ 59.6\\ 56.0\\ 26.1\\ 34.1\\ 22.6\\ 66.0\\ 26.1\\ 34.2\\ 24.4\\ 26.1\\ 34.2\\ 24.4\\ 26.1\\ 34.2\\ 24.4\\ 26.1\\ 34.2\\ 26.8\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 20.1\\ 1.3\\ 24.2\\
24.2\\ $ | 1112.8
109.00
94.6
125.33
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
100.8
90.9
90.9
90.9
90.9
108.2
107.3
101.9
108.2
90.5
90.6
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9 | 1 137.4 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 139.7 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 140.0 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 137.2 1 136.8 1 137.2 1 137.2 1 137.2 1 137.5 1 137.3 1 138.1 1 137.3 1 138.1 1 138.1 1 137.5 1 139.3
 | 34.2 35.5 35.7 36.2 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.3 36.3 36.3 35.4 35.5 35.6 35.6 35.6 35.6 35.6 35.6 35.6 | 2.1
2.1
2.1
2.1
2.1
2.1
2.1
2.1 | $\begin{array}{c} 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.4 \\
1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.4$ | $\begin{array}{r} 344,7\\ 34,3\\ 34,3\\ 34,3\\ 34,3\\ 35,6\\ 34,3\\ 35,6\\ 36,3\\ 35,6\\ 33,4,9\\ 33,4\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,5\\ 35,6\\ 35,5\\ 35,6\\ 35,5\\ 35,6\\ 35,3\\ 35,6\\ 35,3\\ 35,6\\ 35,3\\ 35,6\\ 35,3\\ 35,6\\ 35,3\\ 35,6\\ 35,3\\ 35,6\\ 35,3\\ 35,6\\ 35,3\\ 35,6\\ 35,3\\ 35,6\\ 35,3\\ 35,6\\ 35,3\\ 35,6\\ 35,3\\ 35,6\\ 35,5\\ 35,6\\ 35,5\\ 35,6\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,5\\ 35$ |
| 46 [zu210111041
46 [zu2101110410,pn]
47 [zu2101122340,pn]
48 [zu2101130520,pn]
49 [zu2101130520,pn]
50 [zu2101130520,pn]
51 [zu2101130540,pn]
53 [zu2101130540,pn]
54 [zu2101130540,pn]
55 [zu2101140150,pn]
56 [zu2101140150,pn]
57 [zu2101140150,pn]
58 [zu2101140150,pn]
58 [zu2101140530,pn]
58 [zu2101140530,pn]
60 [zu2101140530,pn]
61 [zu2101140530,pn]
63 [zu2101142120,pn]
63 [zu2101142150,pn]
63 [zu210114250,pn]
63 [zu210114250,pn]
63 [zu210114250,pn]
63 [zu2101150010,pn]
63 [zu2101150010,pn]
63 [zu2101150310,pn]
64 [zu210115030,pn]
65 [zu210115030,pn]
77 [zu210115050,pn]
70 [zu210115050,pn]
77 [zu2101190430,pn]
77 [zu2101190430,pn]
77 [zu2101190430,pn]
74 [zu2101190430,pn]
75 [zu2101190430,pn]
76 [zu2101120550,pn]
76 [zu2101190430,pn]
76 [zu2101190430,pn]
76 [zu2101120550,pn]
76 [zu2101200510,pn]
76 [zu210120050,pn]
76 [zu210120050,pn]
77 [zu210120050,pn]
78 [zu2101210330,pn]
78 [zu2101210330,pn]
78 [zu2101210330,pn]
78 [zu2101210330,pn]
79 [zu2101210330,pn]
79 [zu2101210330,pn]
79 [zu2101210330,pn]
70 [zu2101210330,pn]
71 [zu2101210330,pn]
72 [zu2101210330,pn]
73 [zu2101210330,pn]
74 [zu2101210330,pn]
75 [zu2101210330,pn]
76 [zu2101210330,pn]
77 [zu2101210330,pn]
78 [zu2101210330,pn]
79 [zu2101210330,pn]
70 [zu210120330,pn]
71 [zu2101210330,pn]
72 [zu2101210330,pn]
73 [zu2101210330,pn]
74 [zu2101210330,pn]
75 [zu2101210330,pn]
76 [zu2101210330,pn]
77 [zu2101210330,pn]
78 [zu2101210330,pn]
79 [zu2101210330,pn]
70 [zu2101200510,pn]
70 [zu2101200510,pn]
70 [zu2101210330,pn]
70 [zu2101210330,pn]
71 [zu2101210330,pn]
72 [zu2101210330,pn]
73 [zu2101210330,pn]
74 [zu2101210330,pn]
75 [zu2101210330

 | 20210111041003
20210112234725
20210113002537
20210113002537
20210113054631
20210113064618
20210113064618
20210114010855
20210114015326
20210114015326
20210114053611
2021011405361
2021011405361
20210114215406
20210114215406
20210115001123
20210115001123
20210115001123
20210115001123
202101150014325
202101150014325
20210115031431
20210115031431
2021011502031
2021011502031
2021011502031
2021011502031
2021011502031
20210115031431
20210115031431
2021011502053
20210115031431
2021011502053
20210119045351
20210119045551
2021011905551
20210120105050
202101205108
 | $\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234722\\ 20210113 002536\\ 20210113 002536\\ 20210113 05479\\ 20210113 05479\\ 20210113 05479\\ 20210114 01567\\
20210114 01536\\ 20210114 01536\\ 20210114 015360\\ 20210114 055360\\ 20210114 055360\\ 20210114 055360\\ 20210114 22136\\ 20210114 25360\\ 20210114 25360\\ 20210114 25360\\ 20210114 25360\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 002050\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210115 0050802\\ 20210112 005021\\ 20210119 005126\\ 20210120 005126\\ 20210121 005202\\ 20210121 003247\\ 200210121 003247\\ 200210121 003247\\ 20210121 003247\\ 202010121 003247\\ 20210121 013247\\ 20210121 01203809\\ 20210121 0120389\\ 20210121 005202\\ 20210121 0052$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.20\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.66\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.58\\ 0.58\\ 0.60\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.58\\ 0.60\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.53\\ 0.60\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.28\\ 0.44\\ 0.14\\ 0.28\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.44\\ 0.53\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.71\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.71\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.71\\ 0.53\\ 0.57\\ 0.71\\ 0.53\\ 0.53\\ 0.57\\ 0.53\\ 0.57\\ 0.53\\ 0.57\\ 0.57\\ 0.53\\ 0.57\\$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+16\\ 4.6E+16\\ 2.9E+16\\ 4.6E+16\\ 2.9E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 1.7E+15\\ 3.3E+16\\ 1.7E+16\\ 2.9E+16\\ 1.2E+16\\ 2.9E+16\\ 1.2E+16\\ 1.2E+12\\ 1.2E+$ | SPO SPO SPO SPO | $\begin{array}{c} \bullet & & & & & \\ & & -1.25 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.03 $ | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 37.3\\ 56.5\\ 46.8\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\
59.6\\ 59.6\\$ | 1112.8
109.00
94.6
92.5
387.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
100.8
100.2
107.3
100.2
107.3
100.2
94.2
90.5
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7 | 1 137.4 1 137.1 1 136.3 1 36.6 1 137.0 1 136.6 1 137.0 1 37.1 1 36.6 1 137.0 1 37.1 1 36.6 140.0 136.5 140.0 136.5 136.6 140.0 137.3 136.6 136.5 137.1 136.6 137.3 137.3 137.3 137.4 136.8 137.5 137.5 138.8 137.5 138.9 137.5 138.0 137.3 137.5 139.1 137.5 139.1 137.5 139.1 138.0 138.0 137.5 139.1 138.5 139.1
 | $\begin{array}{c} 34.2\\ 34.2\\ 35.5\\ 34.5\\ 35.5\\ 35.5\\ 35.5\\ 35.5\\ 35.5\\ 35.5\\ 35.5\\ 35.5\\ 35.7\\ 35.5\\$ | 1,1
5,6
9,4,11
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,1
8,0,2
8,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2
9,0,2 |
137.1
137.6
137.3
136.9
136.3
135.8
135.8
137.2
139.6
136.9
136.9
136.9
136.9
136.9
136.9
136.9
136.0
139.8
139.8
139.8
139.6
140.0
138.7
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.2
137.3
137.3
137.3
139.1
138.8
137.3
139.1
138.8
137.3
139.1
138.8
137.3
139.1
138.8
139.2
137.3
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
138.8
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
139.1
1 | 347, 3447 , 3447 , 3447 , 3447 , 3447 , 3447 , 3447 , 3457 , 3457 , 3457 , 3456 , 3466 , 3469 , 3469 , 3469 , 3469 , 3469 , 3479 |
| 46 [zu210111040
46 [zu2101110410,pnn
47 [zu2101122340,pnn
48 [zu2101130520,pnn
49 [zu2101130520,pnn
49 [zu2101130520,pnn
50 [zu2101130520,pnn
51 [zu2101130540,pnn
52 [zu2101130540,pnn
53 [zu2101130540,pnn
54 [zu2101140150,pnn
55 [zu2101140150,pnn
56 [zu2101140150,pnn
57 [zu2101140550,pnn
58 [zu210114250,pnn
59 [zu210114250,pnn
59 [zu210114250,pnn
59 [zu210114250,pnn
50 [zu210114250,pnn
50 [zu2101150310,pnn
61 [zu2101150310,pnn
62 [zu2101150310,pnn
63 [zu210115030,pnn
64 [zu210115030,pnn
65 [zu210115030,pnn
65 [zu210115030,pnn
66 [zu210115030,pnn
67 [zu210115030,pnn
70 [zu2101190430,pnn
71 [zu2101190430,pnn
72 [zu210119050,pnn
73 [zu210119050,pnn
74 [zu210119050,pnn
75 [zu210119050,pnn
77 [zu210119050,pnn
77 [zu210119050,pnn
77 [zu210119050,pnn
77 [zu210119050,pnn
77 [zu210119050,pnn
77 [zu2101200510,pnn
76 [zu2101200510,pnn
77 [zu2101200510,pnn
77 [zu210120050,pnn
77 [zu2101210330,pnn
77 [zu2101210330,pnn
79 [zu2101210330,pnn
70 [

 | $\begin{array}{c} 20210111041003\\ 20210112234725\\ 20210113002537\\ 20210113052752\\ 20210113052752\\ 20210113054631\\ 20210113054631\\ 20210113054631\\ 2021011401655\\ 20210114015326\\ 20210114015326\\ 20210114055351\\ 20210114055351\\ 20210114055351\\ 2021011405351\\ 2021011405351\\ 2021011405351\\ 2021011405353\\ 2021011405353\\ 2021011405353\\ 2021011405353\\ 2021011405353\\ 2021011405353\\ 2021011405353\\ 2021011405353\\ 2021011405353\\ 202101140533\\ 202101140533\\ 2021011600133\\ 2021011600133\\ 20210116001343\\ 202101150333\\ 20210115033431\\ 2021011503333\\ 2021011503333\\ 2021011503333\\ 2021011503333\\ 20210116033431\\ 2021011503333\\ 2021011503333\\ 2021011503333\\ 20210119034331\\ 2021011905913\\ 2021011905913\\ 2021011905913\\ 2021011905913\\ 2021011905913\\ 2021011905913\\ 2021011905913\\ 2021012005008\\ 2021012005008\\ 20210121032810\\ 20210121032810\\ 20210121032814\\ 20210121032810\\ 20210121033810\\ 202101200505\\ 202101200505\\ 202101200505\\ 202101200505\\ 202101200505\\ 202101200505\\ 202101200505\\ 202101200505\\ 202101200505\\ 202101200505\\ $
 | $\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234722\\ 20210113 002536\\ 20210113 052749\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 025749\\ 20210113 026616\\ 20210113 026616\\ 20210114 015036\\ 20210114 015036\\ 20210114 015324\\ 20210114 015326\\ 20210114 015326\\ 20210114 025350\\ 20210114 025350\\ 20210114 02536\\ 20210114 02536\\ 20210114 02536\\ 20210114 02536\\ 20210114 02536\\ 20210114 02536\\ 20210116 02536\\ 20210116 02536\\ 20210116 0256\\ 20210116 0256\\ 20210116 0256\\ 20210116 0256\\ 20210116 0256\\ 20210116 0256\\ 20210116 0256\\ 20210116 0256\\ 20210116 0256\\ 20210119 04563\\ 20210119 04563\\ 20210119 04563\\ 20210119 05912\\ 20210119 055351\\ 20210119 02563\\ 20210119 02563\\ 20210119 02563\\ 20210119 02563\\ 20210119 02563\\ 20210119 02563\\ 20210119 02563\\ 20210119 02563\\ 20210119 02563\\ 20210119 02563\\ 20210119 02563\\ 20210121 03247\\ 20210121 03247\\ 20210121 033422\\ 20210121
033422\\ 20210121 034243 \\ 402121 02444 \\ 402121 02444 \\ 402121 02444 \\ 402121 02444 \\ 402121 02444 \\ 402121 02444 \\ 402121 0244 \\ 402121 02444 \\ 402121 0244 \\ 402121 0$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 0.40\\ 1.35\\ 1.84\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.64\\ 0.28\\ 0.64\\ 0.28\\ 0.64\\ 0.28\\ 0.64\\ 0.28\\ 0.44\\ 0.28\\ 0.64\\ 0.28\\ 0.64\\ 0.28\\ 0.64\\ 0.58\\ 0.56\\ 0.58\\ 0.54\\ 0.56\\ 0.55\\ 0.55\\ 0.54\\ 0.56\\ 0.55\\ 0.55\\ 0.56\\$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 2.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 4.1E+15\\ 2.9E+16\\ 4.1E+15\\ 3.3E+16\\ 2.8E+17\\ 3.4E+15\\ 4.3E+16\\ 2.8E+17\\ 1.2E+16\\ 2.8E+17\\ 1.2E+16\\ 2.8E+16\\ 2.0E+15\\ 2.3E+16\\ 1.7E+16\\ 5.4E+16\\ 2.3E+16\\ 1.7E+16\\ 5.4E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+$ | Spo Spo Spo | $\begin{array}{c c} & & & & & & \\ & & -1.25 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & & 0.02 \\ & & & & 0.02 \\ & & & & 0.33 \\ & & & 0.33 \\ & & & -1.23 \\ & & & 0.38 \\ & & & -1.23 \\ & & & 0.38 \\ & & & -1.23 \\ & & & 0.38 \\ & & & -1.23 \\ & & & 0.38 \\ & & & -1.23 \\ & & & 0.38 \\ & & & -1.23 \\ & & & 0.38 \\ & & & -1.23 \\ & & & 0.38 \\ & & & -1.23 \\ & & & 0.33 \\ & & & -0.33 \\ & & & -0.33 \\ & & & -0.33 \\ & & & -0.33 \\ & & & -0.33 \\ & & & -0.33 \\ & & & -0.33 \\ & & & -1.33 \\ & & & -0.36 \\ & & & -1.33 \\ & & & -0.36 \\ & & & -1.33 \\ & & & -0.36 \\ & & & & -1.22 \\ & & & & -0.33 \\ & & & & -0.33 \\ & & & & -0.33 \\ & & & & -0.33 \\ & & & & -1.33 \\ & & & & -0.36 \\ & & & & -0.36 \\ & & & & & -1.22 \\ & & & & & -0.36 \\ & & & & & -0.36 \\ & & & & & -0.36 \\ & & & & & & -1.22 \\ & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & -1.33 \\ & & & & & & -0.36 \\ & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & & & & -0.33 \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ &$ | $\begin{array}{c} 72.3\\47.6\\37.8\\60.9\\17.0\\24.1\\26.5\\66.8\\67.6\\37.9\\41.0\\37.9\\41.0\\37.1\\37.1\\37.1\\37.1\\37.1\\37.1\\37.1\\37.1$
 | 1112.8
109.00
94.6
125.33
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
88.9
90.8
8
100.8
90.0
8
8
100.8
102.2
107.3
101.9
108.4
94.2
106.4
112.5
94.7
102.5
94.7
102.5
94.7
102.5
94.7
102.5
94.7
102.5
94.7
102.5
94.7
102.5
94.7
102.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
105.5
100 | 1 137.4 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 140.0 1 136.6 1 140.0 1 136.6 1 136.6 1 136.6 1 36.8 1 36.8 1 37.5 1 37.6 1 37.6 1 37.6 1 37.6 1 37.6 1 37.6 1 37.6 1 37.6 1 37.6 1 37.6 1 37.6 1 37.5 1 37.6 1 39.3 <td>34.2 35.5 35.4 35.7 35.7 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.4 36.3 36.3 36.4 36.3 35.4</td> <td>2.1
2.1
2.1
2.1
2.2
2.2
2.2
2.2</td> <td>$\begin{array}{c} 1.37.4 \\ 1.37.6 \\ 1.37.6 \\ 1.37.8 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.4 \\ 1.39.8 \\ 1.36.4 \\ 1.36.4 \\ 1.36.7 \\ 1.36.$</td> <td>$\begin{array}{c} 3 3 4, 7 \\ 3 4, 7 \\ 3 4, 3 \\ 3 4, 3 \\ 3 5, 4 \\ 3 5, 4 \\ 3 5, 6 \\ 3 6, 2 \\ 3 5, 6 \\ 3 6, 2 \\ 3 5, 6 \\ 3 6, 2 \\ 3 5, 6 \\ 3 6, 2 \\ 3 5, 6 \\ 3 6, 2 \\ 3 5, 3 \\ 3 5, 4 \\ 3 5, 3 \\ 3 5, 7 \\ 3 5, 5 \\ 3 5,
5 \\ 3 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 \\$</td> | 34.2 35.5 35.4 35.7 35.7 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.4 36.3 36.3 36.4 36.3 35.4 | 2.1
2.1
2.1
2.1
2.2
2.2
2.2
2.2 | $\begin{array}{c} 1.37.4 \\ 1.37.6 \\ 1.37.6 \\ 1.37.8 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.9 \\ 1.36.4 \\ 1.39.8 \\ 1.36.4 \\ 1.36.4 \\ 1.36.7 \\
1.36.7 \\ 1.36.$ | $\begin{array}{c} 3 3 4, 7 \\ 3 4, 7 \\ 3 4, 3 \\ 3 4, 3 \\ 3 5, 4 \\ 3 5, 4 \\ 3 5, 6 \\ 3 6, 2 \\ 3 5, 6 \\ 3 6, 2 \\ 3 5, 6 \\ 3 6, 2 \\ 3 5, 6 \\ 3 6, 2 \\ 3 5, 6 \\ 3 6, 2 \\ 3 5, 3 \\ 3 5, 4 \\ 3 5, 3 \\ 3 5, 7 \\ 3 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 \\$ |
| 46 Izu210111041 46 Izu210111041 47 Izu2101122340.pm 48 Izu2101130520.pm 49 Izu2101130520.pm 50 Izu2101130540.pm 51 Izu2101130540.pm 52 Izu2101130540.pm 53 Izu2101140150.pm 54 Izu2101140150.pm 55 Izu2101140550.pm 56 Izu2101140550.pm 57 Izu2101142150.pm 58 Izu2101142210.pm 60 Izu2101150010.pm 61 Izu2101150010.pm 62 Izu2101150010.pm 63 Izu2101150010.pm 64 Izu2101150010.pm 65 Izu210115000.pm 66 Izu210115000.pm 67 Izu210119050.pm 68 Izu210119050.pm 70 Izu210119050.pm 71 Izu210119050.pm 72 Izu210119050.pm 73 Izu210119050.pm 74 Izu210119050.pm

 | 20210111041003
20210112234725
2021013002537
20210130052537
20210113054631
20210113054631
20210113064618
20210114019855
20210114019855
20210114015326
2021011405361
2021011405361
2021011405361
2021011405361
20210114215406
20210115001123
2021011500123
2021011500123
202101150013
2021011500143
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115225332
20210115183506
20210115225332
20210116175733
20210119015306
20210119043631
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021011905013
2021012005103
2021012005103
2021012103247
20210121032810

 | $\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234722\\ 20210113 002536\\ 20210113 05246\\ 20210113 05462\\ 20210113 05462\\ 20210113 05462\\ 20210113 02056\\ 20210114 01536\\ 20210114 01536\\ 20210114 015360\\ 20210114 055360\\ 20210114 055360\\ 20210114 213404\\ 20210114 213404\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 04360\\ 20210115 041323\\ 20210115 04360\\ 20210115 041323\\ 20210115 04360\\ 20210115 04350\\ 20210115 04350\\ 20210115 043631\\ 20210116 175732\\ 20210119 044754\\ 20210119 044754\\ 20210119 055012\\ 20210119 045351\\ 20210119 045351\\ 20210121 03247\\ 20210121 03242\\ 20210121 033422\\ 20210121 033422\\ 20210121 033422\\ 20210121 034422\\ 20210121 040414\\ 202101210210414\\ 20$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.20\\ 0.71\\ 0.27\\ 0.27\\ 0.27\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.58\\ 0.58\\ 0.60\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.71\\ 1.94\\ 0.38\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.60\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.44\\ 0.53\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.55\\ 0.53\\ 0.55\\ 0.53\\ 0.55\\$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 2.2E+16\\ 2.4E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 1.7E+16\\ 3.3E+16\\ 2.8E+17\\ 3.4E+15\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+$ | Spo Spo Spo Spo | $\begin{array}{c} \bullet & & & & & \\ & -1.25\\ & & & \\ & -1.25\\ & & & & \\ & & & \\ & & &$
 | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.9\\ 37.9\\ 42.0\\ 22.6\\ 66.8\\ 59.6\\ 59.6\\ 66.0\\ 59.6\\ 60.0\\ 59.6\\$ | 1112.8
109.00
94.6
125.3
87.1
100.3
87.1
100.3
101.0
995.9
996.6
88.9
996.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
990.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
900.8
90 | 1 137.4 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.8 1 136.8 1 136.8 1 137.5 1 137.6 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.5 1 138.0 1 137.5 1 139.1 1 139.3 1 138.9 1 138.9 1 139.3 1 138.9 1 138.9 1 138.9 1
 | 34.2 34.2 35.5 34.4 35.7 34.8 36.2 36.1 34.3 36.1 34.4 35.7 34.8 36.1 37.1 38.1 37.1 38.1 35.4 35.5 35.6 | i.i. i.g. 94.1 80.1 69.0 76.1 75.0 86.3 96.3 79.5 79.5 79.5 79.5 79.5 88.6 88.0 90.1 92.1 83.6 92.1 98.7 91.7 76.4 890.6 78.4 94.6 94.7 98.7 78.4 94.6 94.7 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.6 94.7 94.6 | $\begin{array}{c} 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 37.8 \\ 1 \ 36.9
\\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 37.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 37.9 \\ 1 \ $ | 34477
34477
3433
3663
3663
3663
3663
366 |
| 46 Izu210111041 46 Izu2101112340.pmJ 47 Izu210112340.pmJ 48 Izu2101130520.pmJ 49 Izu2101130540.pmJ 50 Izu2101130540.pmJ 51 Izu2101130540.pmJ 52 Izu2101130540.pmJ 53 Izu2101140150.pmJ 54 Izu2101140150.pmJ 55 Izu2101140550.pmJ 56 Izu2101140550.pmJ 57 Izu210114050.pmJ 58 Izu210114050.pmJ 59 Izu210114050.pmJ 60 Izu2101150010.pmJ 61 Izu210114050.pmJ 62 Izu2101150010.pmJ 63 Izu2101150030.pmJ 64 Izu2101150300.pmJ 65 Izu210115020.pmJ 66 Izu210115250.pmJ 67 Izu2101190440.pmJ 71 Izu2101190540.pmJ 72 Izu2101190540.pmJ 73 Izu2101190540.pmJ 74 Izu2101190540.pmJ 75 Izu2101190540.pmJ

 | 20210111041003
20210112234725
20210113002537
20210113052752
20210113054631
20210113054631
2021011322255
20210114015326
20210114015326
20210114015326
20210114053611
20210114053611
2021011405361
2021011405361
20210114221326
20210114221326
20210115001231
2021011500123
20210115012326
20210115012326
2021011502132
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
2021011905306
20210119051242
20210119051242
20210119051242
20210119051031
202101203103424
20210121032414
2021012103424

 | $\begin{array}{c} 20210111 \\ 20210112 \\ 234722 \\ 20210113 \\ 002536 \\ 20210113 \\ 005749 \\ 20210113 \\ 005749 \\ 20210113 \\ 005616 \\ 20210113 \\ 00566 \\ 20210113 \\ 00566 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210114 \\ 015324 \\ 20210115 \\ 00532 \\ 20210115 \\ 01122 \\ 20210115 \\ 01122 \\ 20210115 \\ 01502 \\ 20210115 \\ 01503 \\ 01503 \\ 01503 \\ 01503 \\ 01503 \\ 01500 \\ 015$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 1.35\\ 1.84\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.66\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.56\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.56\\ 0.32\\ 0.42\\ 0.44\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.44\\ 0.56\\ 0.58\\ 0.60\\ 0.71\\ 0.28\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.42\\ 0.56\\ 0.56\\ 0.71\\ 0.76\\ 0.71\\ 0.76\\$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 2.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 1.5E+16\\ 2.5E+16\\ 2.5E+16\\ 2.5E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+17\\ 3.3E+16\\ 2.3E+17\\ 3.4E+15\\ 1.2E+16\\ 2.0E+15\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.1E+16\\ 5.2E+16\\ 1.0E+17\\ 4.1E+17\\ 7.3E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+$ | Spo Spo Spo Spo | $\begin{array}{c c} & & & & & & \\ & & -1.25 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.02 \\ & & & 0.03 \\ & & & 0.33 \\ & & & 0.33 \\ & & & -1.23 \\ & & & -1.38 \\ & & & -1.23 \\ & & & 0.33 \\ & & & $
 | $\begin{array}{c} 72.3\\47.6\\37.8\\60.9\\17.0\\24.1\\26.5\\66.8\\67.6\\37.9\\41.0\\37.9\\41.0\\37.1\\37.1\\37.1\\37.1\\37.1\\37.1\\37.1\\37.1$ | 112.8
109.00
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
100.8
90.3
100.2
108.2
107.3
101.9
108.2
107.3
102.5
94.7
94.7
94.7
94.7
102.5
94.7
105.0
108.5
92.5
105.0
108.5
92.1
10.3
108.5
105.0
108.5
105.0
108.5
105.0
108.5
105.0
108.5
105.0
108.5
105.0
108.5
105.0
108.5
105.0
108.5
105.0
108.5
105.0
108.5
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
105.0
10 | 137.4 137.1 137.1 136.6 137.3 136.6 137.1 137.1 137.1 137.1 137.1 136.6 137.1 136.6 137.1 136.5 140.0 138.8 136.6 138.8 136.6 137.1 136.6 137.1 136.6 137.1 136.6 137.3 137.4 137.5 137.6 137.8 137.5 138.0 137.5 138.0 137.5 138.0 137.5 138.0 137.5 138.0 137.5 138.0 137.5 138.0 137.3 137.5 138.1 </td <td>$\begin{array}{c} 34.2\\ 34.2\\ 35.5\\ 34.4\\ 35.9\\ 35.7\\ 34.8\\ 36.2\\$</td> <td>211
211
211
211
211
211
211
211</td> <td>1 37.1
1 37.3
1 36.9
1 36.9
1 35.8
1 35.8
1 37.2
1 39.6
1 39.6
1 39.6
1 39.8
1 36.9
1 36.7
1 37.2
1 37.4
1 37.5
1 37.5
1 38.6
1 37.5
1 38.2
1 37.5
1 38.2
1 37.5
1 38.2
1 37.5
1 38.2
1 39.1
1 36.2
1 39.1
1 36.4
1 37.5
1 38.6
1 37.5
1 38.1
1 36.4
1 37.5
1 38.6
1 37.5
1 38.2
1 36.2
1 36.4
1 37.5
1 38.6
1 37.5
1 38.1
1 36.4
1 37.5
1 38.6
1 37.5
1 38.2
1 36.5
1 37.5
1 36.5
1 36.5</td> <td>$\begin{array}{r} 334,7\\ 34,3\\ 34,3\\ 34,3\\ 35,4\\ 35,5\\ 36,3\\ 36,3\\ 36,3\\ 36,3\\ 36,3\\ 36,3\\ 36,2\\ 37,3\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,7\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,5\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,5\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,5\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,5\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,5\\ 33,7\\
35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 34,2\\ 34,2\\ 35,5\\ 34,2\\ 34,2\\ 35,5\\ 34,2\\ 34,2\\ 35,5$</td> | $\begin{array}{c} 34.2\\ 34.2\\ 35.5\\ 34.4\\ 35.9\\ 35.7\\ 34.8\\ 36.2\\$ | 211
211
211
211
211
211
211
211 | 1 37.1
1 37.3
1 36.9
1 36.9
1 35.8
1 35.8
1 37.2
1 39.6
1 39.6
1 39.6
1 39.8
1 36.9
1 36.7
1 37.2
1 37.4
1 37.5
1 37.5
1 38.6
1 37.5
1 38.2
1 37.5
1 38.2
1 37.5
1 38.2
1 37.5
1 38.2
1 39.1
1 36.2
1 39.1
1 36.4
1 37.5
1 38.6
1 37.5
1 38.1
1 36.4
1 37.5
1 38.6
1 37.5
1 38.2
1 36.2
1 36.4
1 37.5
1 38.6
1 37.5
1 38.1
1 36.4
1 37.5
1 38.6
1 37.5
1 38.2
1 36.5
1 37.5
1 36.5
1 36.5 | $\begin{array}{r} 334,7\\ 34,3\\ 34,3\\ 34,3\\ 35,4\\ 35,5\\ 36,3\\ 36,3\\ 36,3\\ 36,3\\ 36,3\\ 36,3\\ 36,2\\ 37,3\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,7\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,5\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,5\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,5\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,5\\ 35,5\\ 36,6\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\
35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 34,2\\ 35,5\\ 33,7\\ 34,2\\ 34,2\\ 34,2\\ 35,5\\ 34,2\\ 34,2\\ 35,5\\ 34,2\\ 34,2\\ 35,5$ |
| 45 [zu210111041
46 [zu2101110410,pnn]
47 [zu2101122340,pnn]
48 [zu2101130520,pnn]
49 [zu2101130520,pnn]
50 [zu2101130520,pnn]
51 [zu2101130540,pnn]
52 [zu2101130540,pnn]
53 [zu2101140150,pnn]
54 [zu2101140150,pnn]
55 [zu2101140150,pnn]
56 [zu2101140550,pnn]
57 [zu2101140550,pnn]
58 [zu2101142150,pnn]
58 [zu2101142150,pnn]
60 [zu2101150010,pnn]
61 [zu2101150010,pnn]
63 [zu2101150010,pnn]
63 [zu2101150010,pnn]
64 [zu2101150010,pnn]
65 [zu2101150010,pnn]
65 [zu2101150010,pnn]
67 [zu2101150010,pnn]
67 [zu2101150010,pnn]
67 [zu2101150010,pnn]
67 [zu210115000,pnn]
77 [zu210119050,pnn]
77 [zu210119050,pnn]
76 [zu210120050,pnn]
77 [zu210120050,pnn]
76 [zu210120050,pnn]
77 [zu210120050,pnn]
76 [zu210120050,pnn]
77 [zu210120030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
79 [zu210121030,pnn]
71 [zu210121030,pnn]
73 [zu210121030,pnn]
74 [zu210121030,pnn]
75 [zu210121030,pnn]
76 [zu210121030,pnn]
77 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
79 [zu210121030,pnn]
70 [zu210121030,pnn]
71 [zu210121030,pnn]
72 [zu210121030,pnn]
73 [zu210121030,pnn]
74 [zu210121030,pnn]
75 [zu210121030,pnn]
76 [zu210121030,pnn]
77 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
79 [zu210121030,pnn]
70 [zu210121030,pnn]
70 [zu210121030,pnn]
71 [zu210121030,pnn]
72 [zu210121030,pnn]
73 [zu210121030,pnn]
74 [zu210121030,pnn]
75 [zu210121030,pnn]
76 [zu210121030,pnn]
77 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
79 [zu210121030,pnn]
70 [zu210121030,pnn]
70 [zu210121030,pnn]
70 [zu210121030,pnn]
70 [zu210121030,pnn]
70 [zu210121030,pnn]
70 [zu210121030,pnn]
70

 | 20210111041003
20210112234725
20210113052537
20210113052537
20210113054631
20210113066618
20210113066618
20210114019855
20210114015359
20210114015361
2021011405361
2021011405361
2021011405361
20210114215406
20210115001123
2021011500123
2021011500123
2021011500123
202101150013
2021011500203
2021011500203
202101150031431
202101150031431
2021011502031
2021011502031
20210115225332
20210119015306
20210119015306
2021011901532
2021011901532
2021011901532
2021011901532
2021011901532
2021011901532
2021011901532
2021011901532
20210119050913
2021011905012
2021011905012
2021012005108
2021012005108
2021012005108
2021012005108
202101200503
 | $\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234722\\
20210113 002536\\ 20210113 052749\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 024619\\ 20210113 024619\\ 20210114 05536\\ 20210114 015324\\ 20210114 055360\\ 20210114 055360\\ 20210114 213404\\ 20210114 213404\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 225329\\ 20210115 225329\\ 20210115 041323\\ 20210115 225329\\ 20210115 0433503\\ 20210115 225329\\ 20210115 0433503\\ 20210115 225329\\ 20210115 0433503\\ 20210115 225329\\ 20210115 0433503\\ 20210115 225329\\ 20210119 0453351\\ 20210119 044754\\ 20210119 0551240\\ 20210119 055351\\ 20210121 035251\\ 20210121 03247\\ 20210121 03247\\ 20210121 033422\\ 20210121 034429\\ 20210121 034429\\ 20210121 034422\\ 20210121 034422\\ 20210121 034422\\ 20210121 034422\\ 20210121 034422\\ 20210121 034422\\ 20210121 034422\\ 20210121 034422\\ 20210121 034422\\ 20210121 034422\\ 20210121 034422\\ 20210121 044144\\ 20210121 042535\\ 20210121 0440414\\ 20210121 042503$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 0.135\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.35\\ 0.27\\ 0.27\\ 0.27\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.28\\ 0.33\\ 0.38\\ 0.38\\ 0.60\\ 0.38\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.60\\ 0.44\\ 0.38\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.28\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.55\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.55\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.53\\ 0.53\\ 0.55\\ 0.53\\ 0.55\\ 0.55\\ 0.25$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 0.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 7.2E+16\\ 3.4E+16\\ 3.4E+16\\ 3.4E+16\\ 3.4E+16\\ 4.3E+16\\ 1.7E+16\\ 6.8E+15\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.3E+16\\ 1.6E+16\\ 2.1E+16\\ 5.4E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 1.8E+16\\ 1.8E+$ | Spo Spo Spo Spo | $\begin{array}{c c} & & & & & & \\ & & -1.25\\ & & & & \\ & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & & 0.02\\ & & & & & 0.02\\ & & & & & & 0.02\\ & & & & & & 0.03\\ & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & & & & & & & 0.33\\ & & & & & & & & & & & & & & & & & & $
 | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.0\\ 37.1\\ 34.0\\ 37.3\\ 49.0\\ 37.1\\ 34.0\\ 37.3\\ 49.0\\ 37.1\\ 34.1\\ 34.1\\ 34.1\\ 34.2\\ 22.6\\ 65.6\\ 55.6\\ 65.6\\ 55.6\\ 65.6\\ 55.6\\ 65.6\\ 55.6\\ 65.6\\ 55.6\\$ | 112.8
109.00
94.6
125.3
87.1
100.3
87.1
100.3
101.0
99.5
98.6
88.9
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9 | 1 137.4 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.5 1 140.0 1 139.1 1 136.9 1 136.9 1 137.6 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.8 1 137.3 1 137.3 1 137.3 1 138.1 1 138.1 1 138.1 1 138.1 1 138.1 1 138.9 1
 | 34.2 34.2 35.5 34.4 35.9 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.4 36.2 36.3 36.4 35.5 35.6 | 1.1 6 97.9 94.1 80.1 69.0 76.1 75.0 86.3 101.5 96.3 73.0 79.4 88.4 88.2 88.4 88.2 90.1 92.1 92.1 98.7 91.7 91.7 91.7 76.4 89.4 94.6 94.6 94.3 98.3 98.3 98.3 98.3 98.3 98.3 98.4 | $\begin{array}{c} 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.6 \\ 9 \\ 1 \ 37.8 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 37.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 37.9 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 37.9 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 37.9 \\ 1 \ 37.9 \\ 1 \ 37.9 \\ 1 \ 37.9 \\ 1 \ 37.9 \\ 1 \ 37.9 \\
1 \ 37.9 \\ $ | $\begin{array}{r} 3 3 4, 7 \\ 3 4, 3 \\ 3 4, 3 \\ 3 4, 3 \\ 3 5, 4 \\ 3 5, 5 \\ 5 5, 5 \\ 5 5$ |
| 45 Izu210111041 46 Izu2101112340.pmj 47 Izu2101123340.pmj 48 Izu2101130520.pmj 50 Izu2101130520.pmj 50 Izu2101130540.pmj 51 Izu2101130540.pmj 52 Izu2101130540.pmj 53 Izu2101130540.pmj 54 Izu2101140150.pmj 55 Izu2101140150.pmj 56 Izu2101140550.pmj 57 Izu2101140550.pmj 58 Izu2101142150.pmj 59 Izu2101150010.pmj 60 Izu2101150010.pmj 61 Izu2101150010.pmj 62 Izu2101150010.pmj 63 Izu210115030.pmj 64 Izu210115030.pmj 65 Izu210115050.pmj 66 Izu2101190500.pmj 67 Izu2101190500.pmj 70 Izu2101190500.pmj 71 Izu2101120050.pmj 73 Izu210120050.pmj 74 Izu210120050.pmj 75 Izu210120050.pm

 | 20210111041003
20210112234725
20210113002537
20210113052752
20210113054631
20210113054631
2021011322255
2021011401535
2021011401535
20210114015361
20210114053611
2021011405361
2021011405361
20210114221326
20210114221326
20210115001123
2021011500123
2021011500123
2021011500123
2021011500133
2021011500143
2021011500143
2021011500143
20210115031431
2021011500263
20210115041325
20210115041325
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
20210115031431
2021011502018
2021011905031
2021011905031
20210119050213
20210119050213
20210119050213
2021012005005
2021012001005005
20210121033424
2021012103424
20210121042534

 | $\begin{array}{c} 20210111 \ 041003\\ 20210112 \ 234722\\ 20210113 \ 002536\\ 20210113 \ 002536\\ 20210113 \ 002536\\ 20210113 \ 002536\\ 20210113 \ 0025254\\ 20210114 \ 010852\\ 20210114 \ 010852\\ 20210114 \ 015360\\ 20210114 \ 015360\\ 20210114 \ 015360\\ 20210114 \ 015360\\ 20210114 \ 025360\\ 20210114 \ 025360\\ 20210114 \ 025360\\ 20210114 \ 025360\\ 20210115 \ 001122\\ 20210115 \ 001122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210110 \ 00122\\ 20210110 \ 00122\\ 20210110 \ 00122\\ 20210110 \ 00124\\ 20210121 \ 0032809\\ 20210121 \ 003422\\ 20210121 \ 003422\\ 20210121 \ 003422\\ 20210121 \ 003422\\ 20210121 \ 003422\\ 20210121 \ 003422\\ 20210121 \ 003422\\ 20210121 \ 003422\\ 20210121 \ 0050386\\ 2$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.30\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.30\\ 0.40\\ 1.10\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.27\\ 0.28\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.66\\ 0.32\\ 0.58\\ 0.66\\ 0.33\\ 0.64\\ 0.71\\ 1.94\\ 0.38\\ 0.64\\ 0.63\\ 0.64\\ 0.63\\ 0.64\\ 0.64\\ 0.28\\ 0.42\\ 0.48\\ 0.28\\ 0.42\\ 0.45\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.55\\ 0.25\\ 0.55\\ 0.25\\$ | $\begin{array}{r} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 2.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+16\\ 1.5E+16\\ 6.7E+16\\ 2.5E+16\\ 2.5E+16\\ 2.5E+16\\ 2.5E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 2.3E+16\\ 1.7E+16\\ 2.3E+16\\ 1.7E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.3E+16\\ 1.2E+16\\ 3.3E+16\\ 1.2E+16\\ 3.3E+16\\ 1.0E+17\\ 4.3E+16\\ 1.0E+17\\ 4.1E+15\\ 1.9E+16\\ 2.2E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+18\\ 1.9E+$ | Spo Spo Spo Spo | $\begin{array}{c c} & & & & & & & \\ \hline & & & & & \\ \hline & & & &$
 | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 24.1\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 37.3\\ 56.5\\ 46.8\\ 59.6\\ 56.0\\ 26.1\\ 34.1\\ 34.6\\ 56.0\\ 26.1\\ 34.1\\ 34.8\\ 59.6\\ 56.0\\ 26.1\\ 34.1\\ 34.2\\ 22.6\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.9\\ 66.7\\ 44.2\\ 22.6\\ 66.8\\ 66.9\\ 59.6\\ 50.7\\ 59.6\\ 50.7\\ 59.0\\ 50.7\\ 59.0\\ 56.7\\ 50.8\\$ | 1112.8
109.00
94.6
125.3
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.8
90.8
90.9
90.8
90.9
90.8
102.2
107.3
102.5
94.7
94.7
94.7
94.7
94.7
102.5
105.0
108.5
92.5
105.0
108.5
92.7
113.3
108.4
10.7
108.5
92.5
105.0
108.5
92.7
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
108.5
1 | 1 137.4 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 140.0 1 136.6 139.1 136.6 136.6 137.1 136.6 137.1 136.6 137.1 136.6 137.1 137.5 137.5 137.4 138.0 137.5 138.1 137.5 138.1 137.5 138.1 137.5 138.1 137.5 138.1 137.5 138.1 137.5 138.1 137.5 139.1 138.9 135.9 136.3 136.3 136.3 136.3 136.3 136.3
 | 34.2 35.5 35.5 35.7 35.7 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.3 36.3 36.3 35.9 36.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.6 34.9 36.3 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 | 1.1 8 9 9 9 1 80.1 69.0 76.1 75.0 96.3 96.3 97.9.5 96.3 73.0 79.4 88.4 88.4 88.4 88.2 88.0 101.5 92.6 92.6 92.6 92.7 92.6 92.7 92.6 92.7 92.6 92.7 92.6 92.7 91.7 76.4 96.8 97.8 98.4 98.4 98.4.3 94.3 94.3 94.0 9100.0 | $\begin{array}{c} 1.37.1\\ 1.37.6\\ 1.37.6\\ 1.37.8\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\
1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.9\\ 1.36.7\\ 1.38.7\\ 1.36.7\\ 1.36.7\\ 1.37.2\\ 1.37.4\\ 1.37.2\\ 1.37.5\\ 1.35.1\\ 1.35.1\\ 1.35.1\\ 1.36.2\\ 1.39.6\\$ | $\begin{array}{r} 334,7\\ 34,3\\ 34,3\\ 34,3\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,4\\ 35,5\\ 36,2\\ 36,2\\ 36,2\\ 36,2\\ 36,2\\ 36,2\\ 36,2\\ 36,2\\ 36,2\\ 36,2\\ 36,2\\ 36,3\\ 36,4\\ 35,5\\ 36,2$ |
| 45 [zu210111041
46 [zu2101110410,pnn]
47 [zu2101123340,pnn]
48 [zu2101130520,pnn]
49 [zu2101130520,pnn]
50 [zu2101130520,pnn]
51 [zu2101130540,pnn]
52 [zu2101130540,pnn]
53 [zu2101140150,pnn]
54 [zu2101140150,pnn]
55 [zu2101140150,pnn]
56 [zu2101140550,pnn]
57 [zu2101140550,pnn]
58 [zu2101142150,pnn]
60 [zu2101150010,pnn]
61 [zu2101150010,pnn]
63 [zu2101150010,pnn]
63 [zu2101150310,pnn]
64 [zu210115030,pnn]
65 [zu2101150310,pnn]
63 [zu2101150310,pnn]
64 [zu210115030,pnn]
65 [zu210115030,pnn]
67 [zu210115050,pnn]
67 [zu210115050,pnn]
68 [zu210115050,pnn]
77 [zu2101190500,pnn]
77 [zu210119050,pnn]
77 [zu210119050,pnn]
77 [zu210119050,pnn]
77 [zu210119050,pnn]
77 [zu210119050,pnn]
77 [zu210119050,pnn]
77 [zu210119050,pnn]
77 [zu210119050,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
77 [zu210120050,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
78 [zu210121030,pnn]
79 [zu210121030,pnn]
70 [zu21012030,pnn]
71 [zu21012030,pnn]
72 [zu21012030,pnn]
73 [zu21012030,pnn]
74 [zu21012030,pnn]
75 [zu21012030,pnn]
75 [zu210120030,pnn]
75 [zu2101200

 | 20210111041003 20210112234725 20210112234725 2021013305257 202101305752 202101305752 2021013054631 2021013054631 20210113054631 2021011401585 20210114015361 2021011405361 2021011425361 20210114215406 2021011501123 20210115041325 20210115041325 20210115041325 20210115041325 20210115041325 20210115041325 20210115041325 20210115041325 20210115041325 20210115043331 20210115043332 20210115043332 20210115043332 20210119044758 20210119050513 2021012005108 2021012005108 2021012005108 2021012103247 2021012103247 20210121033424 20210121033424 20210121033424 20210121042534 20210121042534 <td< td=""><td>$\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234722\\ 20210113 002536\\ 20210113 052749\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210114 01636\\ 20210114 01636\\ 20210114 016360\\ 20210114 05360\\ 20210114 05360\\ 20210114 05360\\ 20210114 05360\\ 20210114 05360\\ 20210114 05360\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 20360\\ 20210115 20360\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 043631\\ 20210115 225329\\ 20210115 045351\\ 20210119 04531\\ 20210119 044754\\ 20210119 045351\\ 20210119 045351\\ 20210119 045351\\ 20210121 03247\\ 20210121 033422\\ 20210121 03422\\ 20210121 042535\\ 20210121 042536\\ 20210121 042536\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 0203326\\ \end{array}$</td><td>$\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 0.40\\ 1.35\\ 1.20\\ 0.12\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.28\\ 0.26\\ 0.33\\ 0.38\\ 0.38\\ 0.60\\ 0.60\\ 0.60\\ 0.60\\ 0.60\\ 0.44\\ 0.38\\ 0.60\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.28\\ 0.45\\ 1.28\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.55\\ 0.55\\ 0.55\\ 0.55\\ 0.25\\$</td><td>$\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 7.2E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 1.2E+16\\ 3.3E+16\\ 1.2E+16\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.2E+16\\ 1.2E+16\\ 2.2E+16\\ 5.2E+16\\ 5.2E+16\\ 5.2E+16\\ 5.2E+16\\ 5.2E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 5.2E+15\\ 2.4E+16\\ 1.8E+16\\ 1.8E+18\\ 1.8E+18\\ 1.8E+18\\ 1.8E+18\\ 1.8E+18\\ 1.8E+18\\ 1.8E+18\\ 1.8E+$</td><td>Spo Spo Spo Spo Spo</td><td>$\begin{array}{c c} & & & & & & \\ & & -1.25\\ & & & & 0.02\\ & & & & & 0.02\\ & & & & & 0.02\\ & & & & & & 0.02\\ & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & 0.02\\ & 0.02\\ & 0.0\\ & 0.0\\ & 0.0\\ & &$</td><td>$\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 37.3\\ 56.5\\ 56.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 46.8\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 66.8\\ 59.6\\$</td><td>112.8
109.00
94.6
125.3
87.1
100.3
87.1
100.3
101.0
98.6
88.9
90.8
100.8
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
108.2
107.3
100.7
90.7
108.7
90.5
90.6
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9</td><td>1 137.4 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 140.0 1 139.1 1 136.6 1 139.1 1 136.6 1 139.1 1 136.6 1 136.1 1 136.2 1 136.3 1 137.5 1 137.5
 1 138.1 1 138.1 1 139.3 1 137.5 1 138.1 1 138.1 1 138.1 1 138.3 1 138.3 1 138.1 1</td><td>34.2 35.5 34.4 35.7 34.8 36.2 36.1 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.3 36.3 36.3 36.3 36.3 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4</td><td>1.1 6 97.9 94.1 80.1 69.0 76.1 75.0 86.3 101.5 96.3 79.4 88.4 88.4 88.4 88.4 88.2 88.4 92.1 92.1 92.1 92.1 92.1 98.7 98.7 91.7 98.7 98.7 98.8 98.8 98.8 98.3 97.8 98.3 90.0 100.1</td><td>$\begin{array}{c} 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 37.5 \\ 1 \ 37.5 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 36.2 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 36.2 \\ 1 \ 38.6 \\ 1 \ 38.5 \\ 1 \$</td><td>$\begin{array}{r} 3 3 4, 7\\ 3 4, 3\\ 3 4, 3\\ 3 4, 3\\ 3 5, 4\\ 3 5, 6\\ 3 4, 5\\ 3 5, 6\\ 3 5, 4\\ 3 5, 6\\ 3 5, 4\\ 3 5, 5\\ 3 5, 4\\ 3 5, 5\\ 3 5, 4\\ 3 5, 5\\ 3 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5,$</td></td<> | $\begin{array}{c} 20210111 041003\\ 20210112 234722\\ 20210113 002536\\ 20210113 052749\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210113 054629\\ 20210114 01636\\ 20210114 01636\\ 20210114 016360\\ 20210114 05360\\ 20210114 05360\\ 20210114 05360\\ 20210114 05360\\ 20210114 05360\\ 20210114 05360\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 00122\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 20360\\ 20210115 20360\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 041323\\ 20210115 043631\\ 20210115 225329\\ 20210115 045351\\ 20210119 04531\\ 20210119 044754\\ 20210119 045351\\ 20210119 045351\\ 20210119 045351\\ 20210121 03247\\ 20210121 033422\\ 20210121 03422\\ 20210121 042535\\ 20210121 042536\\ 20210121 042536\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 053806\\ 20210121 0203326\\ \end{array}$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.65\\ 1.20\\ 0.40\\ 1.35\\ 1.20\\ 0.12\\ 0.27\\ 0.11\\ 1.13\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.27\\ 0.21\\ 0.28\\ 0.26\\ 0.33\\ 0.38\\ 0.38\\ 0.60\\ 0.60\\ 0.60\\ 0.60\\ 0.60\\ 0.44\\ 0.38\\ 0.60\\ 0.60\\ 0.53\\ 0.28\\ 0.45\\ 1.28\\ 0.54\\ 0.54\\ 0.53\\ 0.54\\ 0.55\\ 0.55\\ 0.55\\ 0.55\\ 0.25\\
0.25\\ 0.25\\$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+15\\ 7.9E+16\\ 9.2E+15\\ 1.5E+16\\ 6.7E+15\\ 4.6E+16\\ 2.5E+16\\ 7.2E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 3.3E+16\\ 1.2E+16\\ 3.3E+16\\ 1.2E+16\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.2E+16\\ 1.2E+16\\ 2.2E+16\\ 5.2E+16\\ 5.2E+16\\ 5.2E+16\\ 5.2E+16\\ 5.2E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 5.2E+15\\ 2.4E+16\\ 1.8E+16\\ 1.8E+18\\ 1.8E+18\\ 1.8E+18\\ 1.8E+18\\ 1.8E+18\\ 1.8E+18\\ 1.8E+18\\ 1.8E+$ | Spo Spo Spo Spo | $\begin{array}{c c} & & & & & & \\ & & -1.25\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & 0.02\\ & & & & & 0.02\\ & & & & & 0.02\\ & & & & & & 0.02\\ & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & & 0.02\\ & & & & & & & & & & & 0.0\\ & & & & & & & & & & & & 0.0\\ & & & & & & & & & & & & & & & & 0.0\\ & & & & & & & & & & & & & & & & & & &$ | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 37.3\\ 56.5\\ 56.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 46.8\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 59.6\\ 66.8\\ 59.6\\$ | 112.8
109.00
94.6
125.3
87.1
100.3
87.1
100.3
101.0
98.6
88.9
90.8
100.8
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
108.2
107.3
100.7
90.7
108.7
90.5
90.6
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
90.9
 | 1 137.4 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 140.0 1 139.1 1 136.6 1 139.1 1 136.6 1 139.1 1 136.6 1 136.1 1 136.2 1 136.3 1 137.5 1 137.5 1 138.1 1 138.1 1 139.3 1 137.5 1 138.1 1 138.1 1 138.1 1 138.3 1 138.3 1 138.1 1
 | 34.2 35.5 34.4 35.7 34.8 36.2 36.1 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.3 36.3 36.3 36.3 36.3 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 35.4 | 1.1 6 97.9 94.1 80.1 69.0 76.1 75.0 86.3 101.5 96.3 79.4 88.4 88.4 88.4 88.4 88.2 88.4 92.1 92.1 92.1 92.1 92.1 98.7 98.7 91.7 98.7 98.7 98.8 98.8 98.8 98.3 97.8 98.3 90.0 100.1 | $\begin{array}{c} 1 \ 37.4 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 36.9 \\ 1 \ 37.5 \\ 1 \ 37.5 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 37.6 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 36.2 \\ 1 \ 38.1 \\ 1 \ 36.2 \\ 1 \ 38.6 \\ 1 \ 38.5 \\ 1 \ $ | $\begin{array}{r} 3 3 4, 7\\ 3 4, 3\\ 3 4, 3\\ 3 4, 3\\ 3 5, 4\\ 3 5, 6\\ 3 4, 5\\ 3 5, 6\\ 3 5, 4\\ 3 5, 6\\ 3 5, 4\\ 3 5, 5\\ 3 5, 4\\ 3 5, 5\\ 3 5, 4\\ 3 5, 5\\ 3 5, 6\\ 3 5,
6\\ 3 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, 6\\ 5 5, $ |
| 46 [zu210111041 46 [zu210111041 47 [zu2101122340.pm] 48 [zu2101130520.pm] 49 [zu2101130520.pm] 50 [zu2101130540.pm] 51 [zu2101130540.pm] 53 [zu2101130540.pm] 54 [zu2101130520.pm] 53 [zu2101130520.pm] 53 [zu2101130520.pm] 54 [zu2101140150.pm] 55 [zu2101140150.pm] 56 [zu2101140550.pm] 57 [zu2101142150.pm] 58 [zu2101142150.pm] 60 [zu2101150010.pm] 61 [zu2101150010.pm] 63 [zu2101150310.pm] 63 [zu210115030.pm] 64 [zu210115000.pm] 65 [zu2101152000.pm] 66 [zu2101190540.pm] 70 [zu2101190540.pm] 71 [zu2101190540.pm] 72 [zu2101190540.pm] 73 [zu2101190540.pm] 74 [zu2101190540.pm]

 | 20210111041003 20210112234725 20210113002537 202101130052572 20210113054631 20210113054631 20210113054631 20210113054631 20210113054631 2021011401585 20210114015361 2021011405361 20210114215406 20210114215406 20210114221326 20210115001123 20210115001123 20210115001123 20210115001123 20210115001123 20210115001123 20210115001123 202101150014325 202101150014325 202101150014325 202101150014325 20210115220332 20210115220332 20210119015324 20210119035351 2021012005005 20210121032410 20210121032410 20210121032410 20210121032410 20210121032410 20210121032410 20210121033424 202101210320329 202101210320329

 | $\begin{array}{c} 20210111 \ 041003\\ 20210112 \ 234722\\ 20210113 \ 002536\\ 20210113 \ 002536\\ 20210113 \ 06616\\ 20210113 \ 06616\\ 20210113 \ 06616\\ 20210113 \ 02254\\ 20210114 \ 010852\\ 20210114 \ 01536\\ 20210114 \ 01536\\ 20210114 \ 015360\\ 20210114 \ 015360\\ 20210114 \ 02536\\ 20210114 \ 02536\\ 20210114 \ 02536\\ 20210114 \ 02536\\ 20210115 \ 001122\\ 20210115 \ 001122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210115 \ 00122\\ 20210116 \ 02536\\ 20210116 \ 02536\\ 20210116 \ 02536\\ 20210116 \ 02536\\ 20210116 \ 02536\\ 20210116 \ 02536\\ 20210116 \ 02536\\ 20210116 \ 02536\\ 20210116 \ 02536\\ 20210116 \ 02536\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210119 \ 050912\\ 20210121 \ 0032809\\ 20210121 \ 03422\\ 20210121 \ 03422\\ 20210121 \ 03422\\ 20210121 \ 03422\\ 20210121 \ 03422\\ 20210121 \ 03422\\ 20210121 \ 03422\\ 20210121 \ 03422\\ 20210121 \ 03422\\ 20210121 \ 040414\\ 20210121 \ 04535\\ 20210121 \ 04536\\ 20210121 \ 050386\\ 20210122 \ 03326\\ 20210122 \ 03326\\ 20210122 \ 03326\\ 20210126 \ 035367\\ 20210126 \ 035567\\ 20210126 \ 035567\\ 20210126 \ 035567\\ 20210126 \ 035567\\ 2021$ | $\begin{array}{c} 0.29\\ 0.51\\ 0.40\\ 1.20\\ 1.20\\ 1.20\\ 1.20\\ 0.71\\ 0.75\\ 0.75\\ 0.75\\ 0.75\\ 0.75\\ 0.75\\ 0.25\\ 0.25\\ 0.17\\$ | $\begin{array}{c} 5.7E+16\\ 1.2E+16\\ 1.2E+16\\ 2.1E+16\\ 3.3E+17\\ 2.3E+17\\ 3.3E+17\\ 2.3E+16\\ 1.5E+16\\ 3.2E+16\\ 2.9E+16\\ 4.2E+16\\ 2.9E+16\\ 3.3E+16\\ 2.9E+16\\ 3.3E+16\\ 2.8E+17\\ 3.4E+15\\ 3.3E+16\\ 2.8E+17\\ 3.4E+15\\ 1.2E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 2.0E+16\\ 1.0E+17\\ 4.1E+15\\ 7.3E+16\\ 1.9E+16\\ 3.2E+16\\ 5.2E+16\\ 1.9E+16\\ 2.3E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+16\\ 1.9E+$ | Spo Spo Spo Spo | $\begin{array}{c c} & & & & & & & \\ \hline & & & & & \\ \hline & & & &$
 | $\begin{array}{c} 72.3\\ 47.6\\ 37.8\\ 60.9\\ 17.0\\ 26.5\\ 66.8\\ 67.6\\ 34.0\\ 37.9\\ 41.0\\ 37.1\\ 34.8\\ 37.3\\ 56.5\\ 46.8\\ 59.6\\ 56.0\\ 26.1\\ 34.1\\ 34.8\\ 59.6\\ 56.0\\ 26.1\\ 34.1\\ 34.8\\ 59.6\\ 66.7\\ 44.2\\ 22.6\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.9\\ 66.7\\ 44.5\\ 17.5\\ 17.5\\ 17.5\\ 34.1\\ 34.1\\ 34.1\\ 35.6\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.8\\ 66.9\\ 59.6\\ 66.7\\ 59.6\\ 75.9\\$ | 1112.8
109.00
94.6
125.33
87.1
100.3
101.0
108.7
99.5
98.6
88.9
90.3
100.8
99.5
98.6
88.9
90.3
100.2
108.2
108.2
108.2
108.2
108.2
108.2
108.2
108.4
112.2
94.7
108.7
108.7
112.2
94.7
105.0
108.5
92.5
105.0
108.5
92.7
113.3
108.4
108.5
92.7
108.5
92.5
105.0
108.5
92.7
113.3
108.4
108.5
92.5
105.0
108.5
92.5
105.0
108.5
92.5
105.0
108.5
92.5
105.0
108.5
92.5
105.0
108.5
92.5
105.0
108.5
107.3
108.4
107.3
108.4
107.3
108.4
107.3
108.4
107.3
108.4
108.5
92.5
107.3
108.4
107.3
108.4
107.3
108.4
107.3
108.4
107.3
108.4
107.3
108.4
107.3
108.4
107.3
108.4
107.3
108.5
92.5
107.3
108.4
107.3
108.5
92.5
107.3
108.4
107.3
107.3
108.4
107.3
108.4
107.3
108.5
92.5
107.3
108.4
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
107.5
100.5
100.5
100.5
100.5
100.5 | 1 137.4 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 137.1 1 136.6 1 140.0 1 136.6 1 140.0 1 136.6 139.1 136.6 136.5 1440.0 137.5 137.6 137.6 137.6 137.5 138.2 137.6 137.5 138.8 137.6 138.9 137.5 138.0 137.5 138.1 140.3 138.0 137.5 138.1 136.3 139.1 136.3 139.5 139.5 139.5 139.5 139.5 139.5 139.5 139.5
 | 34.2 35.5 35.5 35.7 35.7 36.2 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.1 36.2 36.1 36.2 36.3 36.3 36.3 36.3 36.3 35.4 35.9 36.4 35.4 | 1.1 8.1 9.4.1 80.1 69.0 76.1 75.0 86.3 101.5 96.3 73.0 73.0 79.5 79.4 88.4 88.4 88.2 88.0 101.5 92.6 92.6 92.6 92.6 92.6 92.7 91.7 91.7 76.4 89.0 78.4 96.8 97.8 94.6 97.8 98.4 98.4.3 98.4.3 98.3 100.0 109.1 89.4 | $\begin{array}{c} 1 37.1 \\ 1 37.6 \\ 1 37.6 \\ 1 37.8 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.9 \\ 1 36.7
\\ 1 37.2 \\ 1 36.7 \\ 1 36.7 \\ 1 37.2 \\ 1 37.4 \\ 1 37.2 \\ 1 37.4 \\ 1 37.2 \\ 1 37.4 \\ 1 37.5 \\ 1 39.1 \\ 1 36.2 \\ 1 39.5 \\ 1 39.$ | $\begin{array}{r} 334,7\\ -34,3\\ -34,3\\ -34,3\\ -34,3\\ -34,3\\ -35,6\\ -36,6\\ -3$ |

個々の電波光学同時流星

•次ページ以降で個々の同時流星の画像を示します



_20210102_230906



KNH 戸村さん(辻堂)

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.18	2	強	8.4E+14	UNDER	_spo	1.74	16.7	87.9	139.77	34.44	84.5	139.78	34.43

_20210104_025534



KNH 戸村さん(辻堂)

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.59	15	強	4.2E+16	OVER	_J5_Qua	-1.52	41.4	99.6	138.92	34.24	85.3	138.75	34.12



継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2
0.41	2	強	5.3E+16	UNDER	_J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1
0.41	12	強	5.3E+16	OVER	_J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1

_20210104_032359



KN9 永井(茅ヶ崎)スペクトル画像

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.95	2	嵶	9.5E+16	UNDER	_J5_Qua	-2.40	41.4	103.7	139.59	34.30	79.1	139.31	34.12
_20210104_050737



KNI 萩原さん(平塚)

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.16	6	強	1.8E+16	OVER	_spo	-0.57	43.2	93.8	139.58	34.42	87.6	139.55	34.41

_20210109_045250



KNH 戸村さん(辻堂)

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.13	1	強	6.4E+15	UNDER	_spo	0.38	36.6	104.4	139.71	34.05	100.5	139.74	34.05

_20210111_185741



KND 横関さん (平塚)

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.78	2	強	1.3E+15	UNDER	_spo	1.02	13.3	93.4	139.45	34.61	81.4	139.46	34.54

_20210113_060616



KND 横関さん(平塚)

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
1.20	5	強	7.9E+16	UNDER	_spo	-2.84	23.0	102.4	139.74	34.76	79.8	139.64	34.57

_20210114_221327



KN6 岡澤さん (茅ヶ崎)

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.27	5	弱	2.3E+15	UNDER	_spo	1.43	34.1	90.1	139.08	35.01	85.5	139.04	34.95

_20210119_051240



KN9 永井(茅ヶ崎)スペクトル画像

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.48	1	弱	4.6E+16	UNDER	_J5_xUm	-1.57	43.2	93.4	140.26	33.71	75.7	140.39	33.70

_20210121_013247



KND 横関さん (平塚)

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
1.03	6	強	9.6E+15	UNDER	_spo	-0.42	25.7	95.9	139.16	34.99	77.5	139.07	34.80

_20210122_030241



KNH 戸村さん(辻堂)

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.46	1	嵶	1.2E+15	UNDER	_spo	1.45	18.9	91.4	139.14	34.55	83.9	139.21	34.53

_20210126_035347



KND 横関さん(平塚)

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.80	1	強	5.3E+15	UNDER	_spo	0.35	29.1	102.6	139.55	34.88	84.5	139.51	34.73

結果と考察

- •課題とポイント
 - 対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する
 - 対地速度とエコー強度が逆の相関関係にあれば確認出来た事になる
 - なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?
 - 光学流星が電波で検出できないのはなぜ?
 - 電波流星が光学で検出できないのはなぜ?

対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認 する



2021年1月の13個を追記しました 速度とエコー強度のトレンドは、より顕著になったようです

なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?

• 光学流星が電波で検出できない理由



なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?

• 電波流星が光学で検出できない理由

流星の絶対等級	質量(g)	観測手段
/-10	10000	火球
-5	100	肉眼、写真
0	1	写真、ビデオ
+5	0. 01	ビデオ <mark>,</mark> radar
+10	0. 0001	望遠鏡、radar

渡部,木曽シンポジウム2009

暗い流星の方が数が多い事は容易に想像できます 明るさに寄らず一定の割合で流星がプラズマチューブを作れ ば電波観測では暗い流星を多く検出している事になります

電波でたくさん検出出来ても光学と同時にならない物が多い

ビデオは明るい流星の観測手段、 電波は暗い流星の観測手段となっています 5等の欄ではビデオと電波の両方となっています(電波光学同時流星の領域)

明るい流星はビデオ観測・暗い流星は電波観測と言うすみ分け 暗い流星はビデオに写らないが電波なら(反射を)観測出来ると言う意味



なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?

• 電波流星が光学で検出できない理由



2021年1月の13個を追記しました 半分づつに分かれてきたようです



絶対等級と同時流星数を見ると暗い方が数 が増える傾向に見えなくもないです 一方、暗い流星は光学観測で検出数が減る ので暗くなるにつれて同時流星の数が減る グラフは2つの傾向が合成されたもの

以上です

対地速度と電波強度の関係が見えて来ました あと少しだけ観測を継続してみます

電波流星が光学で検出できない様子も見えて来たと思います 暗い流星をTV観測しないと理由を明確に出来ないですが 現状の方法で、あと少しだけ継続してみます

HRO流星レーダー観測領域プログラム

流星レーダー反射領域を求めるプログラムです フリーソフトですのでご使用は自己責任でお願いします このソフトを使用した研究等はレファレンス等にその旨の記述をして下さい

> 神奈川県 永井和男 2021/6/3

HRO流星レーダー観測領域プログラムの使い方

- プログラム作成にあたって流星電波反射領域は流星電波観測国際プロジェクトのホームページを参照しました
 - https://www.amro-net.jp/research/hro-ref_j.html
- HRO流星レーダー観測領域.exeと輻射点・高度方位.iniを同じフォルダーにおいて
 ください
- プログラムはVisual Basic Ver5 sp3で作りました. 実行にはVisual Basic Ver5 sp3の ランタイムライブラリが必要です. ランタイムライブラリはVectorなどから入手でき ます
 - https://www.vector.co.jp/soft/win95/util/se081909.html
- 反射領域を計算し緯度経度に変換する最終処理の部分は送信所を原点として回転させましたので(平面としていますので)実際とのズレが出来ます
 - 電波と光学の同時判定ツールとしてご利用願います
- プログラム作成にあたって、流星電波懇談会主催者の杉本氏と懇談会や電子 メールで指導して下さった小川氏に感謝いたします
- プログラムは http://nga-star.o.oo7.jp/hro_ref.zip からダウンロードできます

輻射点高度と方位角の設定

送信局と受信局の中間地点	の輻射点の高度方位計算	I.		×
送信局の緯度 送信局の経度 ^{136.2767}	 受信局の緯度 受信局の経度	35.754598 139.468561	左クリック:送信局位置	
年月日 時分秒 ²⁰²⁰¹⁰¹³	輻射点 赤経 ra 輻射点 赤緯 rd	105.37 29.63		
輻射点高度 Φ 1950年分点で計算されます	輻射点方位 θ	輻射点計算	• •	
高度 ⁸⁰ 回転楕円面半長径 ²⁶⁰	から ¹⁰⁵ まで から ⁷⁵⁰ まで	1 ステップ 10 ステップ		
距離範囲 東西南北土 ¹⁰⁰) km 範囲計算更新	所 反射領域計算	1	
流星1の緯度 流星1の経度 139.294662	流星2の緯度 流星2の経度 139.2202	59 表示 261		

- 最初に輻射点の高度と方位を設定します
- 直接手入力するか、送受信局の緯度経度・年月日時分秒・輻射点の赤 経赤緯を入力し「輻射点計算」ボタンを押します

反射領域計算

■ 送信局と受信局の中間地点の輻射点の高度方位計算			×
送信局の緯度 送信局の緯度 送信局の経度 ^{36.1098} 受信局の緯度 ³⁶ 受信局の緯度	35.754598 139.468561	左クリック:送信局位置	
年月日 20201013 輻射点 赤経 ra 1 時分秒 024302 輻射点 赤緯 rd 2 輻射点高度の 輻射点方位 θ 1	105.37 29.63 輻射点計算	• •	
高度 80 から 105 まで 高度 80 から 105 まで 回転楕円面半長径 260 から 750 まで 距離範囲 東西南北土 1000 km 範囲計算更新 流星1の緯度 34.045574 流星2の緯度 34.041969 流星1の緯度 139.294662 流星2の経度 139.22026	ステップ 10 ステップ 人テップ 反射領域計算 表示		

- 「反射領域計算」ボタンを押すと反射領域計算結果が右の画面に描画されます
- 計算範囲の変更は「高度」と「回転楕円面半長径」の値を変えてから「反射領域計算」ボタン を押します
- 表示範囲は「距離範囲東西南北土」の値で変更できます
- 右画面の描画エリアでマウスクリックすると送信局の表示位置を変更できます

「高度」と「回転楕円面半長径」の値



- 左の様な計算都合の折り返しが現れないように「回転楕円面半長径」の値を変えて「反射領域計算」します
- 高度は同時判定したい光学流星の始点・終点高度より広い範囲を設定します

流星の表示

■ 送信局と受信局の中間地点の輻射点の高度方位計算	×
 送信局と受信局の申閲地点の輻射点の高度方位計算 送信局の緯度 36.1098 受信局の緯度 35.754598 送信局の経度 136.2767 受信局の経度 139.468561 年月日 20201013 輻射点 赤経 ra 105.37 輻射点 赤緯 rd 29.63 輻射点高度Φ 輻射点方位θ 輻射点赤緯 rd 29.63 1950年分点で計算されます 回転楕円面半長径 260 から 750 まで 10 ステップ 	
距離範囲 東西南北土 1000 km 範囲計算更新 反射領域計算 流星1の緯度 ³⁴ 流星2の緯度 ³³ 流星1の経度 139.294662 流星2の経度 140 表示	

- 流星1、流星2の緯度経度を入力して「表示」ボタンを押すと表示されます
- 赤四角が流星1、緑四角が流星2です.このように流星の始点・終点の緯度経度を表示できます
- 他に赤丸は送信所で、緑丸は受信所です

2021/mm/dd OnlineMSS 日本流星研究会 小関正広

要旨:ビデオ観測とHROの特性の差を検討し、同時観測が成立しにくい理由を示した。HROは何を見ているのかわからないという批判もあるが、今回の調査によって、レーダーによる電波観測とビデオ観測の中間的な性格を帯びていることが示された。HROは眼視観測とほぼ同じ領域の流星現象を捉えていると考えられる。

1. はじめに

2018 年7月17日の観測から、毎日、NMS 同報に四日市の藤戸健司さんが毎日 HRO の観測を報告されてい る。FRO の時代にはこのような報告をよく見たが、その時にはよくわからないまま眺めていただけであった。 HRO が盛んになった時期には、勤務していた高校で雨でも昼間でもできる天文活動として生徒に HRO のデー タ処理に取り組ませていた。熱心家たちによってビデオ観測との同時観測が HRO また MU レーダーの間で行 われていたが、なかなか、同定できる観測が得られないという話を漏れ聞くままにしていた。最近、藤戸さん の観測とビデオ観測の同時が成り立つことがしばしば同報上で報じられるようになり、俄かに興味を引き立 てられ、HRO と他の観測との対比を行ってみることにした。

2. 使用したデータ

(1) HRO

藤戸さんの 2018 年 7 月 17 日以降、2021 年 5 月の月次報告まで NMS 同報に掲載されたデータ。当方の取り 込み損ないにより一部のデータを失っている。また、HRO の特性上、周囲からの雑音、高層大気の状態によ る観測不良、発信機の故障等による欠測があるものの、統計的には十分な量のデータが与えられている。 (2) CMOR

カナダの流星レーダーによる観測で、29.85 MHz の電波を用いて電波等級で 6~8 等級の流星を捉えていると している。2017 年の太陽黄経 119 度の観測以降、Norb として表示されている数値を収録している。これも当 方の取り込み損ないがあるが、データの更新が一定しないで発表が飛ばされることもあり、必ずしも全期間の そろったデータではない。また、観測の都合か不明であるが極端に Norb が少ない日がある。この極端に Norb が少ない日については欠測として扱った。2021 年 5 月までのデータを使用した。

(3) Video 観測

SonotaCo ネットの 2007~18 年の 12 年間のデータを用いている。月明の影響と地球軌道上における位置が1 年ごとにずれることを考慮すると 12 年の観測は光学観測の一つの基本単位である。もちろん、光学観測であ るので薄明や天候の影響もあるがこれらについては後で触れることにする。また、EDMOND のヨーロッパで の観測も比較として用いた。

(4) 眼視観測

AMS(American Meteor Society)は NMS の親分のようなものである。AMS の初代会長 Olivier と NMS の創立 者小槇孝二郎先生とは親交があり、小槙先生の「流星の研究」は Olivier の'Meteors'を雛形にしている。Olivier は眼視観測のデータを日毎に1時間ごとの流星数をカタログにしている。彼は二回カタログを発表し、二回目 のカタログ(1958~63 年)には小槙先生が送られた日本のデータが使用されている。しかし、使用されたデータ の期間が短く、データの得られていない時間帯が多いため、今回は日本の観測が含まれない一回目のカタログ (1901~58 年)を用いた。

3. 流星数の日変化

観測される流星数は夕方から増加し、日の出頃にピークに達することが眼視観測の時代からよく知られていた。Olivier による日変化のグラフによりこのことが確認される(第1図)。Olivier のグラフの横軸は「地方天文時(Local Astronomical Time)」(註参照)が使われている。これに合わせて、HROとビデオ観測でも地方天文時(LAT)を用いることにする。

第1図の縦軸はそれぞれの最大値に合わせてあるので、グラフの外観から三者の違いを知ることができる。 光学観測では薄明の影響を避けることができずに極大・極小の時間が季節によって多少変動しているが、HRO では年間を通して、ほぼ極小がLAT=6h、極大がLAT=18hになっている。また、この極大・極小の時間はいず れの観測でも流星群の活動の影響をほぼ受けていない。

第1図:観測される流星数の日変化。月ごとの平均値で示している。HRO はエコー数、Olivier による眼視観 測は修正された流星数。ビデオ観測は SonotaCo ネットによって捉えられた輻射点数。







CMOR では発表が1日単位のため、日変化の様子はわからないが、地球の自転に合わせて回転させた輻射 点分布図が発表されており、これを第2図に示した。電波観測であっても輻射点が地平線に近ければ観測され る数は少ないのだが、第2図の CMOR の輻射点分布図は1日分の輻射点すべてを示しており、それぞれの時 間帯に観測される実際の輻射点ではない。しかし、CMOR の輻射点分布図は夕方が極小、朝方が極大となるこ とは地球向点と地球背点の輻射点数の違いによるものであることを明らかに示している。

日変化のグラフはHROでもビデオでも似た形にな る。6月のHROの極大が昼間群の活動により他の月 よりも遅くなっていることが目立つ程度である。ビ デオ観測では6月と12月の極大値の差が大きくな っているが、これは明らかに天候の影響によるもの である。HROではこの差が小さく、6月と12月が ほぼ同じ極大値になっており、昼間群の活動がいか に強いものであるかを示している。

このように3者の観測は外観上よく似ている。しかし、眼視(Olivier)と HRO に比べてビデオ観測は明らかに特別なものである。夕方から朝方にかけての増加率をみてみよう。極大、極小に近い時間帯は季節により薄明の影響を受けるため、8~9(LAT)に対する14~15(LAT)の観測数比を調べると第3図のようにな





る。年間を通してビデオ観測は眼視や HRO に比べて朝方の増加率が 2~3 倍高いことが分かる。この違いについては「5. 検討」で触れることにする。

註:ある年代から上の方は思い出される方もあろう。地方天文時は夜間の天体観測で時刻表示が23時、0時 と途切れるのを防ぐために導入された昼の12時を0時とする表記である。流星観測で二重日付や25時のよ うな表記が用いられたりするのと同様の目的である。しかし、現在では地方天文時をインターネットで検索し ても見つからない。

4. 流星数の年変化

観測方法による流星数(輻射点数)の年変化の違いを第4図に示した。CMORとビデオ観測では太陽黄経1度ごとの集計になるが、HROと眼視(Olivier)では1日ごとの集計である。見かけ上は4つの観測をほぼ同じ条件で示すために、HROと眼視観測のグラフは3月22日を0として描いている。



第4図:観測流星数の年変化。

CMOR とビデオ観測の違いは歴然としている。ビデオ観測のグラフでは主要流星群(ペルセウス群、オリオン群、ふたご群、しぶんぎ群)の極大が一目でわかるが、CMOR のグラフでは全体が9月を極大とする一つの 波で、流星群の活動はこの波にほぼ埋もれている。両者の中間的な性格を示すのが HRO と眼視(Olivier)であ る。この2つのグラフでは、主要流星群の存在が明らかではあるが、ビデオ観測ほど極端な山にはならない。 両者ともに、夏と冬に2つの極大を持つ基本変化に流星群の活動が加わった形になっている。

しかし、HRO と眼視にも違いがみられる。HRO でペルセウス群とオリオン群が、眼視(Olivier)ではしぶん ぎ群が明確な極大を示していない。しぶんぎ群については AMS の観測気象条件がよくないこと、また、「5. 検討」で述べるように観測特性の違いがあると考えられる。基本的な HRO と眼視観測との違いは、先にも触 れた 6月の昼間群の活動が強く表れている点だけであろう。

一方で、HRO と CMOR には共通点がある。両者ともに年ごとの変動が大きいことである(第5図)。同じ 太陽黄経(日)でも年により2倍程度、流星数に違いがでることが稀ではない。しかも、CMOR で多い年に HRO でも多いというわけではない。電波観測では高層大気の変動(太陽活動の変動を含む)の影響を大きく 受ける。E スポの発生が季節的なものであるように、受信環境の変化は観測地特有の現象である。

第5図:電波観測による流星数の年変化。HRO: 左、CMOR: 右。CMOR については、差が大きい 2018 年 と 2020 年の観測を太い線で表している。



5. 検討

HRO とビデオで同時観測が成立しにくい問題に 触れて、これが HRO の問題点ではなく、当然のこ とであり HRO は眼視観測とほぼ同一領域の流星を 観測していることを示すことにする。

まずは、一口に流星観測というが、方法によって、 捉えられる<流星>はかなり異なったものである ことに注意しておく必要がある(第6図と第7図は 2015年にwgn誌上で使用したものの引用である)。 第6図に電波観測(Harvardの1961-65年の観測)、 写真観測(主としてスーパーシュミットの観測)、 CCD(2013年のSonotaCoネットの観測)、II(重野 さんの観測)が多くとらえる散在流星の速度分布を 示した。

これにより、同じ光学観測でも写真観測と CCD (ビデオ観測) とではまったく違う流星現象を記録 していることが分かる。写真観測(主にスーパーシュ ミット)では低速、ビデオ観測では高速のものが圧倒 的に多いことが分かる。さらに電波観測では記録さ れるもののほとんどは中速の流星である。ビデオ観 測で捉えられる流星に高速のものが多いことは、先 に述べた朝方の流星数の増加率によっても裏付けら れる。朝方の流星は地球と正面衝突する地球向点か らの高速の流星が多いのである。

最近では流星観測といえば、ビデオ観測が最も信 頼できるもののように扱われているが、ビデオ観測 も独特のフィルターを通したものなのである。



第6図:観測方法によって捉えられる流星の速度依存。 横軸は地心速度、縦軸は観測方法それぞれで散在流星 と判定された流星数の最大を1として規格化した。



第8図はヨーロッパのビデオ観測による年変化を 示しているが、これも第4図と同様に流星群の活動 が突出している。EDMOND が活動を始めた初期は 流星群の出現期間中のみ活動していたために、縦軸 は観測期間の平均値ではなく、合計である。また、 そのような観測の偏りから、流星群の活動がより突 出したものになっている。しかし、ビデオ観測が高 速のしかも明るい流星を中心とする偏りをもった記 録であるということを忘れてはならない。

他方の電波観測も独特のフィルターを通して流星 を観測している。電波観測される流星の速度依存は 本質的なものであり、1960年代に旧ソビエトで行わ れていた電波観測に関して Kasheev が示した速度依 存のグラフを第8図に示す。これには観測機器が高 感度のものと低感度のものとが示されているが、第 6図の Harvard の電波観測が高感度の例によく当て はまっている。HRO では低感度のものに近く、速度 第8図: Kasheev が理論的に示した電波観測の速度依存。a は高感度、b は低感度のもので 40km/s で規格化。 ^{1.4} のbservability



依存はそれほど強くないと想定される。しかし、ビデオ観測とは捉える流星の速度分布に大きな違いがある。 これがビデオ観測とHROでの同時が成立しにくい一つの理由である。

ビデオ観測とHROでの同時が成立しにくいもう一つの理由は観測視野の問題である。眼視観測とビデオ観測では視野を自由に選択できる。しかし、流星の飛跡によって電波は鏡面反射するものと考えると、電波観測では発信点、受信点、輻射点の幾何学的な関係により自動的に観測される流星の方向、地平高度が決まってしまう。ロングエコーのように飛跡が乱れ、拡散された状態になればこの条件は当てはまらなくなるが、この問題については「6. 補足」で触れることにする。

しかし、同時観測の成立には難しい条件があるにせよ。HRO と眼視観測には大きな共通点がある。ここで 改めて第3図、第4図を見てみよう。2つの図よりHRO は眼視観測とほぼ同等の0~4 等級の流星を主に捉え ていると考えることが妥当であろう。HRO が高層大気による影響を受けること、昼間群の活動を捉え得るこ とを考慮すれば、記録される流星数の年変化が眼視観測とこの程度の差を持つことは当然であろう。従って、 HRO の観測を注意深く補正すれば眼視観測による ZHR にかなり近い流星活動を捉えることができることに なる。HRO は同じ電波観測とはいっても CMOR のように高感度で電波等級 6~8 の範囲の流星を記録している わけではなく、また、高速で明るい流星を多くとらえるビデオ観測とも異なり眼視観測に近い領域の流星を観 測しているのである。

ロングエコーは流星体が大きい場合に生じると考えられ、長いものでは分単位でエコーが継続する場合がある。このようなロングエコーだけを計数すると、流星群の極大期を鮮明に捉えられる。この場合には眼視観測 さらにはより明るい流星を記録しているビデオ観測と似た流星の領域を観測していることになる。

6. 補足

電波を鏡面反射する条件を満たすのは、発信点と受信点を焦点とする回転楕円体の表面に接して流星が飛行 する場合である。第9図は発信点と受信点を含む鉛直面(断面)の場合を示している。2つの×は発信点また は受信点である。1目盛り10kmで表しており、内側の楕円は短半径が図中の目盛りで10(発信点と受信点の 中間点で高度が100kmに相当)、外側の楕円は長半径が図中の目盛りで30(中間点からの距離が300km)の ものである。流星の出現高度をおよそ100~80kmと想定し、高度90kmで反射が起きると仮定している。流星 経路が高度100kmと80kmになる場所に目印の*を置いた。この仮定を多少変更したとしても、以下の議論に 定性的な違いは生じない。

第9図上の場合は、発信点と受信点の距離を130kmとしており、およそ福井-四日市の距離に相当する。 発信点と受信点の間に出現した流星は経路の傾きが小さく、輻射点高度が低い場合であることが分かる。輻射 点高度が低いことは出現数が少ないことを意味し、同時観測の成立が少ないことが分かる。捉えられる輻射点 高度が高い流星は発信点や受信点から距離が離れた場所に出現した流星である。第9図上の場合で発信点(福 井)を右側とみれば、受信点の間の流星は南方の高度21度の輻射点、左側の流星は北方の高度85度の輻射点 からの流星であることを表している。輻射点が天頂に近い場合には、反射点が無限遠に近づき、鏡面反射で捉 えられる流星はほぼ0になる。なお、図中に模式的に示した流星経路は、断面に投影されたものであり、実際 には反射点を中心に回転した状態のものが存在し得る。それらの場合に輻射点高度は上に示した値よりも低 くなる。以下で記す輻射点高度も同様である。

発信点と受信点の距離が福井一四日市の 130km より離れると、回転楕円体は細長くなり、発信点と受信点の間で反射条件を満たす流星の輻射点高度はさらに低くなる。このことは同時観測の条件を満たす流星数が

第9図:電波がエコーにより鏡面反射される様子。縦軸・横軸の単位を10倍して考えれば、流星が高度100km で発光し、80kmで消滅する場合に相当し、90kmでの反射の様子を示している。その場合に上が福井-四日市、 したが福井-八王子に相当する。



上の場合よりも少なくなることを意味する。また、輻射点高度が高く、反射条件を満たす流星は受信点や発信 点からの距離が遠くなり、撮影される可能性が低くなる。第9図下は発信点と受信点の距離がおよそ 280km で 福井-八王子間に相当する。この場合も発信点を右側とみれば、受信点の間の流星は東方の高度 15 度の輻射 点、左側の流星は西方の高度 68 度の輻射点からの流星である。日本が島国であることを考えれば、輻射点高 度が高く、鏡面反射の条件を満たす流星の多くは、海上に出現したものであろう。ビデオ観測でカメラは内陸 に向けられていることが一般的であることを考えれば、HRO とビデオ観測で同時が成り立つ機会は少ないこ とが分かる。

このような点から、直接波の影響を受けない範囲で、発信点と受信点の距離が短いほど電波とビデオ観測の 同時の機会が増えると考えられる。福井を発信点とすると、大垣、京都、四日市は周囲にビデオ観測者もかな り多く、電波観測とビデオ観測の同時を得るには非常に適した地点であると考えられる。

また、発信点と受信点を結ぶ線に中間地点で直交する鉛直断面を第10図に示すが、回転楕円体の断面は当 然、円で表される。この場合でも、流星経路の傾き(輻射点高度)は発信点と受信点に近い場合には低く、遠 い場合には高くなる。

第10図:第9図上の回転楕円体の側面における反射。発信点と受信点の中間地点での断面を示す。内側と外側の円は第9図上の内側と外側の回転楕円体に相当する。



ロングエコーでは飛跡が拡散して電子密度は減少するが、受信できる範囲は広がるのでビデオ観測と HRO の同時観測の機会は多くなる。しかし、ロングエコーは鏡面反射ではなく、観測時刻にもずれを生じるので、 HRO とビデオ観測の同定には注意が必要となる。

2021年4月の電波光学同時流星観測報告

平塚市博物館 天体観察会 流星分科会 永井和男 2021年7月25日 第六回 流星電波懇談会 on Zoom

TV観測:平塚市博物館天体観察会流星分科会

電波観測:神作哲夫(東京都東村山市)

謝辞:流星電波反射領域プログラム作成にあたって流星電波観測国際プロジェクトの小川宏氏より 助言を頂きました.この場を借りて御礼申し上げます

アブストラクト

- 電波観測の解析に時間が掛かっています。ひと月分の解析に1週間程度掛かる事から継続的な観測 を難しくしています。エコー検出プログラムを作成し、これを自動化する事が出来ました。
- 2021年4月の電波光学同時流星は10個でした。流星が少ない月ですが10個もありましたので自動化によって検出数が増えたのかも知れません。
- 観測の目的は2つあります
 - 対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する
 - なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?
- 今回の10個のサンプルを加えて通期のデータ解析を行った
 - 対地速度と電波強度の関係は早いほどエコーが弱い物が同時になる傾向が見えつつあります
 - 電波で検出されても光学で検出されない理由の解釈は「絶対等級と同時流星の数」のグラフの シェイプが、光学流星は暗くなると数が減り・電波エコーは暗い方が数が増える傾向の合成 シェイプに見える事で解釈されると思い、確認の為のグラフは母数を増やす事で徐々にその傾 向が見えて来たと思います
- 今回は流星電波反射領域プログラムを作成し同時流星判定に用いる試みをしました
 - 反射領域については https://www.amro-net.jp/research/hro-ref_j.html 参照願います

モチベーションと 観測に関して

継続課題

- 対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する
 - 傾向が見えて来ましたが母数が少ないので継続する事となりました
- なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?
 - 絶対等級と同時流星数のグラフを見ると、暗い流星の方が数が増えるトレンドと暗い流星が光学観測で検出 出来なくなるトレンドを合成したグラフに見える。これは暗い流星も電波で検出されるからとも言える。こちらも母数を増やして見る事となりました
- 観測に関して
 - 2020年7,8月の検討結果から観測地点と観測方向を固定した方が評価しやすい事が分かりました
 (電波も光学も同じ場所で同じ方向を観測する、観測方向がバラバラにならないようにする)
 - ・ 光学観測(TV観測)は平塚市博物館のTV観測ネットワークの観測結果を使用しました (4月はKN9永井のみSonotaCo net掲示板に報告しています)
 - ・電波観測は東京都東村山市の神作さんのIZUアンテナ(アンテナ方向伊豆諸島方面)の画像を使用
 流星電波観測の記録 in東村山(http://green-iki-4747.hiho.jp/astro/live/)からダウンロードしました
 - HRO電波送信所は福井県立大学アマチュア流星電波観測研究所の50M帯の電波を使用させて頂いております





 \rightarrow hard \rightarrow soft 観測・解析手順 電波観測 インターネット 自宅観測 とても PC SDR → \rightarrow TV観測 PC カメラ 時間が掛かる \rightarrow アンテナ 手は作こ SDR UFO 動体検出 sharp (1) *** capture \mathbf{v} HRO 手作業ですが手順通りマウス Web画像の場合、必要 手作業 UFO FFT クリックするだけで時間は掛 な日時のPNG画像を表 はここ analyzer かりません.結果に意義あれば <u>示して右クリックして</u> 手作業で解析します 画像を保存. 一日分は UFO PNG 144枚、30日で4320枚 他の観測者 数値化されていない \rightarrow orbit 画像 のデータ \mathbf{V} 目視で流星エコーの判定選別をする 手作業 HRO 光学同時流星 CSV Compare 周波数・形状・レベル はここ view HROFFTで流星判定されていてもノイズの 場合がある.あるいは判定されない低レベ 同時流星を探す 電波・光学同時流星探し Х ルでも流星の可能性がある 今まではexcelで時刻 手作業 流星エコーっぽくても固有の局発のズレを U2 20210101 csv で sort して 目視 で 判定 CSV はここ 考慮して判定する 今回はプログラムを hrodata2.csv ○ 閏年 作成し自動化 とてつもなく 前 2 後 4 秒 OK 時間が掛かる インターネット画像を使ってHRO viewでひと月分の画像入手から解析までに一週間程度掛かります

インターネットから画像取得の時短



HRO viewの時短は必須



- 電波観測はほぼ自動化されています
- 手作業の部分は10分毎に出力されるエコー画像(png画像) をHROviewを使って目視で流星を探して時刻などを手入力 する所です
- png画像は30日で4320枚あります
- 数か月作業を行った結果、ここを自動化しないと、電波・ 光学同時流星の研究を継続的に行う事が難しいと分かりました
- 本研究でプログラムを作成して自動化することが出来ました
HRO viewの作業内容分析



- 左図はHROviewの画面です
- 画像1枚が10分間のエコー画像です
- 縦軸が検波した信号の周波数、横軸が時間、
 信号強度は模様の色の濃さで表しています
- 画像左上の方に 1 の表示が有ります (赤丸)。これは設定したしきい値を超え た信号が 1つ あった事を示しています
- この値は流星とノイズの区別がありませんので流星の数ではない場合があります
- また、しきい値に達しない流星電波エコー もあります
- これを目視で判定し流星ならば出現時刻・ 継続時間・数をHROviewのMemo欄に手入 力します
- この作業にとても時間がかかります

電波光学同時流星検出のためのエコー検出プログラム作成





- 当初は画像認識など考えてトライしましたが良い方法が見つかりませんでした。これはノイズと流星を区別する事が困難なところにあります。
- このプログラム作成に当たって話を整理すると
 - 1. 電波と光学の同時流星を探す事
 - 2. 電波と光学の同時流星は少ない
- 流星だけを検出する必要はなく、流星とノイズの区別な く信号を検出しリストします
- その後、光学流星と同時刻の信号だけを選定し、残った時刻の画像をHROviewで目視検査します(これにより検査対象の画像が少なくなります)
- 信号検出はpng画像から(特定の仕組みに基づいた)し きい値を超える信号を探します
- 「特定の仕組みに基づいたしきい値」は、画像全体の信号の標準偏差を求めて偏差値の強弱でしきい値を決められるか検討しました(左図)
- 左図の関数で二つの係数を適切に選べばしきい値が決まりそうな事がわかりました(次ページでしきい値を確認します)



テストプログラムを作って東村山の4月の観測から任意の画像で試しました。この2画像は流星エコーが有るものです。プログラムは流星を見つけると「赤」で表示します。適切に流星を検出していました。



• この2画像には流星がありません。プログラムもノイズを流星としては誤検出していません。



 この2画像はノイズの多い画像です。このような場合は誤検出してしまいます(赤印)。でも、構いません。 TV観測と同時刻で無ければ同時流星になりませんので。むしろ、検出漏れがある方が宜しくないので誤検出が 多い方が安心です。



- これは流星エコーっぽい物(赤丸)があり、検出ミスのように見える画像です。今までの目視チェックでは流星として数えていました
- このプログラムで流星とされなかったのは周波数が
 判定範囲外だったからです
- ここでは920から950Hzの範囲を調べるように設定しました
- チューニング周波数と局発のズレ・ドリフトから流 星エコーの現れる範囲が想像できます。その範囲の 外でしたので流星とされませんでした。これはこれ で良いと思います。気になれば範囲を広げても構い ません

電波エコー検出プログラム

 この「しきい値」で 東村山の50M帯の 2021年4月の(夜間 の)画像1786枚を自 動検出しました

 24907個のエコーを検 出しました。目視で 調べていた時は月に 1000から2000でした。 十倍以上増えました。 殆どがノイズと思い ます

 プログラムが出力す るファイルは HROReportでそのま ま読み込めます

IIII hrodata.csv - 入七版									×
ファイル(E) 編集(E) 書式(<u>O</u>) 表示(<u>V</u>) ヘルプ(<u>H</u>)									
[zu2104010000.png,2021/04/01 00:00,6,0,0,0,02m	122s, 05m54s,	09m02s,	09m57s,	09m58s,	09m59s	S			
Izu2104010010.png,2021/04/01 00:10,3,0,0,0,10m	134s, 13m04s,	16m25s							
zu2104010020.png,2021/04/01 00:20,1,0,0,0,28m	123s								
Izu2104010030.png,2021/04/01 00:30,3,0,0,0,30m	157s, <u>30</u> m58s,	34m56s							
Izu2104010050.png,2021/04/01 00:50,2,0,0,0,54m	14ls, 55ml2s	00.00	00.00						
Izu2104010100.png,2021/04/01_01:00,4,0,0,0,00m I= 2104010110_png,2021/04/01_01:10_2_0_0_0_12m	1218, Ubmbbs,	Uðm22s,	U8m23s						
[ZUZ104010110.png,2021/04/01_01:10,2,0,0,0,0,13m [21040101202021/04/01_01:20_2_0_0_0_21_	110S, 19M0ZS								
202104010130.png,2021/04/01 01.30,2,0,0,0,0,310	27a /0m00a	10,000							
202104010140.phg,2021/04/01 01.40,0,0,0,0,0,0,41	17c, $40000s$, $17c$, $08m/2c$	40111005 N9m27c							
zu2104010220.png,2021/04/01 02:00,0,0,0,0,0,0	37s. 26m38s	00111213							
zu2104010230.png.2021/04/01 02:30.2.0.0.0.36m	02s. 38m29s								
Izu2104010240.png,2021/04/01 02:40,2,0,0,0,45m	43s, 47m38s								
Izu2104010300.png,2021/04/01 03:00,1,0,0,0,05m	152s								
Izu2104010310.png,2021/04/01 03:10,1,0,0,0,10m	132s								
[zu2104010320.png,2021/04/01_03:20,9,0,0,0,20m	54s, 21m18s,	21m30s,	21m31s,	21m32s,	21m33s	s, 22m17s, 2	24m26s,	27m41s	į., .
zu2104010330.png,2021/04/01_03:30,3,0,0,0,38m	i35s, 39mils,	4UmU3s							
ZUZIU4UIU34U.png,ZUZI/U4/UI U3:4U,Z,U,U,U,U,4Um	121S, 44m30S	F0F0-	00-10-	60-10-					
202104010350.png,2021/04/01 03:50,5,0,0,0,0,50m	21c 06m26c	06m27c	00m105,	10m11c					
Izu2104010400.phg,2021/04/01 04.00,3,0,0,0,0,0,0	20s 26m00s	00111275,	00111205,	TUIITTS					
$z_1/2104010420.$ png, $2021/04/01-04.20, 2, 0, 0, 0, 221$	1203, 2011003								
$I_{ZU2104011830, png}$ 2021/04/01 18:30.14.0.0.0.31	m15s. 31m51s	. 32m37s	. 32m50s	. 33m16s	. 34m42	2s. 34m46s.	35m16s.	. 36m06	s.
Izu2104011840.png.2021/04/01 18:40.9.0.0.0.41m	11s, 41m32s,	42m35s.	43m16s.	43m47s.	44m43s	s, 49m08s, 4	19m44s.	50m04s	_,
Izu2104011850.png,2021/04/01 18:50,9,0,0,0,50m	36s, 50m37s,	52m28s,	55m59s,	57m33s,	57m35s	s, 58m40s, 5	59m07s,	60m04s	
Izu2104011900.png,2021/04/01 19:00,10,0,0,0,00	1m43s, 01m26s	, 02m28s	, 02m38s	, 03m04s	, 06m23	3s, 06m30s,	07m10s	, 08m30:	s,
Izu2104011910.png,2021/04/01 19:10,2,0,0,0,11m	152s, 19m05s								
lzu2104011920.png,2021/04/01 19:20,6,0,0,0,20m	134s, 22m4/s,	22m48s,	22m49s,	24m48s,	30m10s	S			
Izu2104011940.png,2021/04/01_19:40,1,0,0,0,42m	123S	E007							
Contract and the state of the state	vine him/be	5 KM K / C							>
		1	行.1列		100%	Windows (CRLF)	UTE	-8	

光学流星との同時流星は

- この月の平塚市博物館流星分科会のTV観測から求まった光学流星の軌道は231個でした。
- この電波の24907個と光学の231個を以前に作ったコンペアソフトで電波光学同時流星リストを作ると91個に絞り込まれました。(コンペアソフトは時刻で同時判定しています)

📕 U2_20210403csv - Xモ帳 - 🗆 🗙	📕 radio_tv_comp.csv - 犬モ帳 🛛 📃	×
アデル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H) LVersion, #, localtime, mid, sol, ID1, ID2, amag, ra.o., dc_o., ra.t., dc_t., elng, elat, vo, vi, vg, vs, a. q, e. p. pc ^ 516, 1, 20210403_195334,59307.453876,13.617590. (UNIFIED_7), -0.819854.152.640076,-19.712187.154.115402,-28.387362,1 516, 2, 20210403_215326,59307.51716,13.699615, (UNIFIED_3), _0.022003,228.457260,19.581978,229.661072,18.992750,220. 516, 3, 20210403_215326,59307.537106,13.699615, (UNIFIED_2), _, -0.873909,208.513840,-13.647095,209.220047,-15.081052,2 516, 4, 20210403_224038,59307.569890,13.731923, (UNIFIED_2), _, 1.814248,193.107162,1.226656,193.064972,-0.700618,192.2 516, 5, 20210405_222738,59309.560857,15.693039, (UNIFIED_2), _, 1.878422,176.214951,27.282293,174.589386,25.993731,164. 516, 6, 20210405_232700,59309.602085,15.733629, (UNIFIED_5), _, 0.05154,163.317032,21.387024,157.775955,18.497715,152. 516, 7, 20210406_003719,59309.650918,15.781705, (UNIFIED_5), _, 0.145747,288.036072,58.102310,291.994598,58.166039,330. 516, 8, 20210406_004343,59309.655864,15.786082, (UNIFIED_7), _, -1.75730,208.855057,31.223688,207.557542,30.949688,191. 516, 5, 20210406_004340,59309.655864,15.786082, (UNIFIED_7), _, -1.578864,234.548767,17.426088,234.398895,17.216985,226	ファイル(E) 編集(E) 書式(Q) 表示(Q) ヘルブ(E) ivear/month, No. Obs, 電波画像,電波時刻,光学時刻,継続時間,エコー時間,電波強弱,線電子密度,エコー形状, st ream,絶対等級, 2021/04, ,東村山,1zu2104060410, pns,_20210406_042010, 20210408_0.200000,, , ,_spo,1.952835,43.924953,102 2021/04, ,東村山,1zu2104080030, png,_20210408_003439, 20210408_003438,0.332179,0, , ,_spo,1.921045,30.856831,95, 2021/04, ,東村山,1zu2104080130, png,_20210408_013210, 20210408_013209,0.258375,0, , ,_spo,1.039244,64.780418,110 2021/04, ,東村山,1zu2104080130, png,_20210408_013210, 20210408_013417,0.751000,0, , ,_spo,1.1478815,12.043444,85, 2021/04, ,東村山,1zu210409010, png,_20210409_041753, 20210409_041751,0.200000,0, , ,_spo,1.509483,38.6644663,101 2021/04, ,東村山,1zu2104200340, png,_20210420_035005, 20210420_035007,0.374146,0, , ,_spo,1.509483,38.6644663,101 2021/04, ,東村山,1zu2104200240, png,_20210420_035005, 20210420_035007,0.374146,0, , ,_spo,0.694135,65.802513,110 2021/04, ,東村山,1zu2104202340, png,_20210420_035055,20210420_204519,3.504000,0, , ,_spo,0.445054,18.655534,95 2021/04, ,東村山,1zu2104202330, png,_20210420_23558, 20210420_233557,0.326041,0, , ,_spo,0.50595,42.605328,105	, 大寸1 ~ 2.91 .085 0.32 .642 8.04 1.00 0.65 5.77 1.65
516,10,-20210406_015312,59309.703619,15.833587,-(UNIFIED 8),-,-0.713595,208.819214,-14.305608,207.544510,-15.881342, 516,11,-20210406_020121,59309.709281,15.839161,-(UNIFIED 2),-,-0.214186,267.669952,-5.121344,267.682678,-5.451866,26 516,13,-20210406_020205.59309.709782.15.839654(UNIFIED 3),1.306913.281.600037,-2.026980.281.841858,-2.46384,282 516,13,-20210406 TV観測で求まった流星の軌道(231個),,5.901564,315, 516,16,-20210406 516,17,-20210406 516,18,-20210406 516,18,-20210406 516,18,-20210406 516,17,-20210406 516,18,-20210406 516,18,-20210406 516,18,-20210406 542,42,15,9309,796367,15,924891,-(UNIFIED 2),-,1.774732,284,728241,-28.852545,294,735229,-29.40815,2 516,18,-20210406 542,42,0554,242,185066,291 516,18,-20210406 542,42,0554,241,15,94891,-(UNIFIED 2),-,-0.726610,340,092316,8,215800,340,37103,7,604085,345,5 516,19,-20210406 542,42,0554,42,185066,291 516,19,-20210406 542,43,59309,819878,15,939275,-(UNIFIED 2),-,-0.726610,340,092316,8,215800,340,37103,97,604085,345,5 516,10,-0210406 542,42,0554,42,185066,291 516,20,-0210406 542,42,0554,42,185066,291 516,20,-0210406 542,42,59309,819878,15,939275,-(UNIFIED 2),-,-0.726610,340,092316,8,215800,340,37103,97,604085,345,5 516,20,-0210406 542,42,359309,819878,15,939275,-(UNIFIED 2),-,-1,155119,313,740051,41,2133,839844,385514,317 516,20,-0210406 542,42,359309,819878,15,939275,-(UNIFIED 2),-,-1,155119,313,74051,41,2133,839844,385514,317 516,20,-0210406 542,42,359309,819878,15,939275,-(UNIFIED 2),-,-1,155119,313,74051,41,2133,839844,385514,317 516,20,-0210406 542,42,359309,819878,15,939275,-(UNIFIED 2),-,-1,155119,313,740051,41,2133,839844,385514,317 516,20,-0210406 542,42,359309,819878,15,939275,-(UNIFIED 2),-,-1,155119,313,74051,41,2133,839844,385514,317 516,20,-0210406 542,42,359309,819878,15,939275,-(UNIFIED 2),-,-1,155119,313,74051,41,2133,839844,385514,317 516,20,-0210406 542,42,359309,819878,15,939275,-(UNIFIED 2),-,-1,276610,344,210321,41,2133,839844,3855314,317 516,20,-0210406 516,13,240,259309,815834,15,944055,-(UNIFIED	2021/04,東村山,12x2104210010,png,20210421_001531,20210421_001530,0.137354,0,,spo,1.421642,55.837387,109 2021/04,東村山,12x2104210010,png,20210421_001533,20210421_001530,0.137354,0,,spo,1.421642,55.837387,109 2021/04,東村山,12x2104210010,png,20210421_001533,20210421_001530,0.137354,0,,spo,1.421642,55.837387,109 2021/04,東村山 2021/04,東村山 2021/04,東村 2021/04, 東村 2021/	3.30 3.30 3.30 3.99 6.99 6.99 6.99 6.99 6.99 6.95 455 .455 .455 .538
516,21, 20210407 040152,59310.792971,16.905716, (UNIF1ED 2), , -0.965395,302.400261,15.54930,302.469879,15.389495,30 516,22, 20210407 04046,59310.794977,16.905716, (UNIF1ED 2), , -0.985395,302.400261,15.54930,302.469879,15.389495,30 516,22, 20210407 04046,59310.801714,16.914320, (UNIF1ED 2), , -0.984183,228.362256,2.197020,283.407440,1.965549,284 516,24, 20210407 04248,59310.801714,16.914320, (UNIF1ED 2), , -0.98113,258.908783,40.094570,258.143188,40.163498,244 516,24, 20210407 04046,59311,432028,17.534397, (UNIF1ED 3), , 2.079345,88.314880,4.342725,80.089821,-11.937512,78.1 516,25, 20210407 222614,59311,559884,17.660152, (UNIF1ED 2), . 0.391531,80.715439,52.018097,60.391422,40.885609,66.66 516,26, 20210407 225919,59311,582859,17.682749, (UNIF1ED 2), . 0.391531,80.715439,52.018097,60.391422,40.885609,66.66 516,27, 20210407 225919,59311,582859,17.682749, (UNIF1ED 2), . 0.391531,80.715439,52.018097,60.391422,40.885609,66.66 516,27, 20210408 203436,59311.649039,17.747839, (UNIF1ED 2), . 0.92572,195.487671,16.383583,195.057205,15.098670,18; 516,28, 20210408 2033456,59311.649039,17.747839, (UNIF1ED 2), . 0.552260,285,549835,40.593861,286,476990,40.590076,297 516,29, 20210408 205312,59311,661946,17.760532, (UNIF1ED 4), . 0.552260,285,549835,40.593861,286,476990,40.590076,297 516,29, 20210408 205312,59311,661946,17.761582, (UNIF1ED 2), . 2.203600,274,922516,7,539361,286,476990,40,590076,297 516,29, 20210408 205312,59311,661946,17.761866, (UNIF1ED 2), . 2.203600,274,922516,7,539361,286,476990,40,590076,297 516,29, 20210408 205312,59311,663901,17,7718466, (UNIF1ED 2), . 2.203600,274,922516,7,539361,286,476990,40,590076,297 516,29, 20210408 205512,59311,662940,40,590076,297 516,29, 20210408 205512,59311,662940,117,761866, (UNIF1ED 2), . 2.203600,274,922516,7,53930,275,170927,7,274019,275	2021/04, 東村山, Izu2104210140, pns, 20210421 014405, 20210421 0014404,0.4202886,0, , , _spo.0.019185,67,913376,113 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020845, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020847, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020847, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020848, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020848, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020848, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020849, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020850, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020850, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020850, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020850, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020850, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020850, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020850, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020850, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020850, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020850, 20210421 020846,0.411424,0, , _J5_Lyr,-0.614994,45,990662 2021/04, 東村山, Izu2104210200, pns, 20210421 020850, 20210421 020846,0.411424,0,	2,10 2,10 2,10 2,10 2,10 2,10 2,10 2,10
1 行、1 列 100% Windows (CRLF) UTF-8	1 行、1 列 100% Windows (CRLF) ANSI	.11

画像は30枚だった

- 91個に絞られましたが、1つのpng画像には複数のエコーがあり、調べると画像ファイルは30枚に絞り込めました
- その30枚を見ると半数がノイズ画像でした
- ノイズ画像を除いた15枚のエコーは20個でした
- この20個をHROviewで目視検査します



X	a 9 • 🖗 •	Ŧ								radio	_tv_c	omp.csv -	Micro
771	い ホーム	挿	K ~	ジレイアウト 数式 テ	データ 校閲	表示							
Ê	よ切り取り			M S Pゴシック -	11 · A A	=	≡ ≫··	冒折	的返して全体を	表示する	標準		×
貼りた	jtj ダ 書式のコ	ピー/!	占り付け	B I U - 🖽 - 🖄	• <u>A</u> · <u>A</u> ·	E :	医泪 读读	国セ	ルを結合して中	央揃え・	. ,	% ,	00.00 00.↓0
	クリップボード		12	フォント	Fa		i	配置		F _M		数值	i _M
	A1		• (-	<i>f</i> _≭ year/mont	h								
1	A	В	С	D	E		F		G	Н		Ι	
1	year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻		光学時刻		継続時間	エコーぼ	寺間	電波強弱	線電
2	Apr-21		東村山	Izu2104060340.png	_20210406_034	1929	_20210406_03	4928	0.211822		0		
3	Apr-21		東村山	Izu2104060350.png	_20210406_035	5610	_20210406_03	5611	0.273911		0		
4	Apr-21		東村山	Izu2104060350.png	_20210406_035	5711	_20210406_03	5711	0.317		0		
5	Apr-21		東村山	Izu2104082220.png	_20210408_222	2653	_20210408_22	2649	0.751		0		
6	Apr-21		東村山	Izu2104090330.png	_20210409_033	3204	_20210409_03	3201	0.753891		0		
7	Apr-21		東村山	Izu2104110020.png	_20210411_002	2627	_20210411_00	2625	2.069		0		
8	Apr-21		東村山	Izu2104112340.png	20210411_234	1323	20210411_23	4320	0.4		0		
9	Apr-21		東村山	Izu2104120020.png	20210412 002	2710	20210412 00	2711	0.829365		0		
10	Apr-21		東村山	1 Lzu2104212210 1		. 44	1 - 20		0.765096		0		
11	Apr-21		東村山	Izu2104220140	コヤヒンの凹	家	i_ZU1回		0.184		0		
12	Apr-21		東村山	Izu2104220140	一吐法		んみった		0.184		0		
13	Apr-21		東村山	Izu2104220140	们时时沉	生	医佣		0.184		0		
14	Apr-21		東村山	Izu2104220210.png	20210422_021	102	20210422_02	1009	0.501		0		
15	Apr-21		東村山	Izu2104220210.png	20210422_021	703	20210422_02	1659	0.501		0		
16	Apr-21		東村山	Izu2104220300.png	20210422_030	0048	20210422_03	0047	0.37035		0		
17	Apr-21		東村山	Izu2104240140.png	20210424_014	41 08	20210424_01	4106	0.247172		0		
18	Apr-21		東村山	Izu2104242210.png	20210424 221	502	20210424_22	1458	0.673943		0		
19	Apr-21		東村山	Izu2104250250.png	20210425 025	5742	20210425 02	5738	0.584		0		
20	Apr-21		東村山	Izu2104261930.png	20210426_193	3819	_20210426_19	3816	0.188075		0		
21					-		-						
22													
23													
24													
25													

2021年4月の電波・光学同時流星

	A	В	С	D	E	F	G	Н	Ι	J
1	year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度
2	Apr-21	1	東村山	Izu2104060340.png	20210406_034929	20210406_034928	0.21	1	55	2.2E+16
3	Apr-21	2	東村山	Izu2104090330.png	20210409_033204	20210409_033201	0.75	1	強	3.2E+15
4	Apr-21	3	東村山	Izu2104110020.png	20210411_002627	20210411_002625	2.07	1	55	3.5E+15
5	Apr-21	4	東村山	Izu2104112340.png	20210411_234323	20210411_234320	0.40	1	強	4.0E+15
6	Apr-21	5	東村山	Izu2104212210.png	20210421_221608	20210421_221604	0.77	14	強	4.7E+16
7	Apr-21	6	東村山	Izu2104220140.png	20210422_014903	20210422_014901	0.18	2	強	1.0E+16
8	Apr-21	7	東村山	Izu2104220210.png	20210422_021702	20210422_021659	0.50	3	55	1.6E+16
9	Apr-21	8	東村山	Izu2104240140.png	20210424_014108	20210424_014106	0.25	1	33	1.9E+16
10	Apr-21	9	東村山	Izu2104242210.png	20210424_221502	20210424_221458	0.67	3	強	7.3E+16
11	Apr-21	10	東村山	Izu2104250250.png	20210425_025742	20210425_025738	0.58	1	55	5.2E+14
12										

•20個の候補を目視判定して「流星」となったものは10個でした



送信局と受信局の中間地点の輻	射点の高度方位計算			×
送信局の緯度 送信局の経度 ^{136,2767}	受信局の緯度 受信局の経度 [139.468]	598 3561	左クリック:送信局位置	
年月日 20201013 m 時分秒 024302 m	輻射点 赤経 ra 105.37 輻射点 赤緯 rd 29.63			
 	1点方位 0 89.104 	輻射点計算 ステップ		е а
回転楕円面半長径 ²⁶⁰ から 距離範囲 東西南北土 ¹⁰⁰⁰	5 750 まで 10 km 範囲計算更新 反	ステップ ステップ 射領域計算		
流星1の緯度 流星1の緯度 流星1の経度 139.294662 流星	2の緯度 2の緯度 139.220261	非表示		

左は2020/10/13 02:43:02の反射領域と同時流星の緯度経度を 筑波の小川宏氏に計算して頂いたものです

緑色の帯が反射域で同時刻に出現した流星は大きく離れてい ます

これは(アンダーデンスエコーならば)同時流星では無いと 言えます、電波エコーと光学流星の時刻が同じだっただけです 右上の図は本研究で作成したプログラムの計算結果です 地球を平面でとして処理した部分があり多少回転しています が本研究の同時判定には利用可能と考えます

反射領域で判定した同時流星の例



- これらは小川宏氏に計算して頂いた反射領域と流星を重ねた図です
- 左の2つは同時流星と思われます
- 右の1つは電波エコーと光学流星の時刻が同じだった流星で電波光学同時流星ではありません

反射領域を使った電波光学同時流星判定

- プログラムは送信所・受信所を結ぶ線をX軸として楕円を作って流星エコーが反射し地表に到達する領域を計算しています。送信所・受信所の緯度経度は任意に設定できますが標高の設定はしていません。
- この座標を緯度経度に変換します。これは、送信所を起点にして単純に回転させています。地球を 平面として回転させていますので反射領域は多少ですが回転してしまいます。(小川さんの計算と ズレができてしまいます)
- プログラムを作った目的は電波と光学の同時流星判定が時刻しかなく、判定基準を増やす意味で作りました。
- 反射領域と流星の緯度経度がおおむね一致すれば「同時」と判定する事にしました。
- 以下の理由から反射領域計算結果と光学観測した流星にズレがあります。
 - 緯度経度変換の際に平面として回転させた(プログラムの問題)
 - 送信所・受信所の標高がゼロ(流星の高度から思うと影響が少ない)
 - プラズマチューブ形状は完全な円柱か?わからない
 - 輻射点に面積がある(群流星を考えた場合)

電波光学同時流星の検出数

- (4月の) 電波観測は夕方18時30分から翌朝4時30分までの観測を用いました
- 光学観測の検出数は光学の同時流星から軌道が求まった流星の数です
- 光学観測の解析にはUFOOrbitV2を用いてQ1で解析しました

	左日	知道去	雪许	长战		同時	
	<u></u>	宽测地	电波	兀子	数	電波から見た%	光学から見た%
	2020年8月	茅ヶ崎	307	115	15	4.89	0.13
	2020年10月	東村山	1719	257	5	0.29	0.02
	2020年11月	東村山	1409	544	7	0.50	0.01
	2020年12月	東村山	1537	1111	34	2.21	0.03
	2021年1月	東村山	1008	636	14	1.39	0.02
今 回→	2021年4月	東村山	24907	231	10	0.04	0.04

• 電波と光学の同時流星はとても少ない

• 4月の電波検出数は自動検出ですのでノイズを多数含んでいます、比率の検討には適していません

2021年4月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域
	1	東村山	Izu2104060340.png	_20210406_034929	_20210406_034928	0.21	1	鹞	2.2E+16	under	_spo	-0.27	66.5	109.2	139.30	33.89	98.9	139.26	33.97	270.83	-7.92	×
	2	東村山	Izu2104090330.png	_20210409_033204	_20210409_033201	0.75	1	強	3.2E+15	under	_spo	0.15	14.6	84.2	139.20	34.99	73.4	139.21	34.91	230.45	76.73	0
	3	東村山	Izu2104110020.png	_20210411_002627	_20210411_002625	2.07	1	弱	3.5E+15	under	_spo	-0.01	13.8	93.0	139.45	35.11	70.1	139.45	34.85	40.24	85.88	0
	4	東村山	Izu2104112340.png	_20210411_234323	_20210411_234320	0.40	1	強	4.0E+15	under	_spo	0.36	22.0	90.5	139.24	34.22	86.3	139.22	34.15	341.04	75.08	×
Apr-21	5	東村山	Izu2104212210.png	_20210421_221608	_20210421_221604	0.77	14	強	4.7E+16	over	_J5_Lyr	-1.65	41.3	105.0	140.09	32.97	89.6	139.82	32.84	268.88	38.85	0
Αμί Ζι	6	東村山	Izu2104220140.png	_20210422_014903	_20210422_014901	0.18	2	強	1.0E+16	under	_spo	-0.39	27.8	86.3	139.59	34.03	82.5	139.56	34.00	314.86	64.80	0
	7	東村山	Izu2104220210.png	_20210422_021702	_20210422_021659	0.50	3	弱	1.6E+16	under	_spo	-0.62	35.4	101.8	139.34	34.21	87.4	139.26	34.13	295.91	56.83	0
	8	東村山	Izu2104240140.png	_20210424_014108	_20210424_014106	0.25	1	弱	1.9E+16	under	_J5_Lyr	-0.56	44.4	99.8	140.28	33.13	89.6	140.23	33.12	273.56	35.78	×
	9	東村山	Izu2104242210.png	_20210424_221502	_20210424_221458	0.67	3	強	7.3E+16	under	_J5_Lyr	-2.00	46.0	105.1	139.86	32.93	91.3	139.58	32.83	270.18	31.06	0
	10	東村山	Izu2104250250.png	_20210425_025742	_20210425_025738	0.58	1	弱	5.2E+14	under	_spo	1.86	11.5	82.8	139.54	35.03	76.4	139.62	35.06	208.57	-4.09	0

- 1か月で10個
- こと群が3件ありました
- 今回は放射点赤経赤緯と反射領域の項目を追加しました、3個は反射領域から離れていました
- 同時流星は7個と考えます
- スペクトルの取得はありませんでした

報告済みの物 2020年7,8月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Jul-20	1	茅ヶ崎	KN9_2007301950.png	_20200730_195011	_20200730_195008	0.47	35	強	9.2E+16	over	_J5_Per	-2.1	51.8	90.9	86.7	×	同じ流星、LONGエコー
Aug-20	1	茅ヶ崎	KN9_2008020130.png	_20200802_013920	_20200802_013900	0.50	8	畷	1.8E+15	under	_J5_sdA	1.9	40.7	100.5	87.0	×	たぶん同じ流星
	2	茅ヶ崎	KN9_2008040200.png	20200804_020139	20200804_020102	0.28	29	強	3.1E+15	over	_J5_sdA	1.1	35.1	89.2	82.5	X	同じ流星、LONGエコー、違うかも
	3	茅ヶ崎	KN9_2008102240.png	_20200810_224556	_20200810_224548	0.47	23	中	3.7E+16	over	_J5_Per	-1.2	48.9	102.4	89.8	х	同じ流星、LONGエコー
	4	茅ヶ崎	KN9_2008110300.png	20200811_030529	20200811_030545	0.10	1	弱	3.0E+15	under	spo	1.6	51.3	104.7	100.5	X	同じ流星かも知れない
	5	茅ヶ崎	KN9_2008122320.png	_20200812_232440	_20200812_232507	0.57	12	強	2.6E+16	over	_spo	-1.0	41.2	107.1	84.9	x	電波の方が先に検出、時刻は似ている
	6	茅ヶ崎	KN9_2008130051.png	_20200813_005336	_20200813_005343	0.35	1	畷	6.7E+15	under	_J5_Per	0.8	58.0	105.6	93.0	x	同じ流星
	7	茅ヶ崎	KN9_2008130120.png	_20200813_012254	_20200813_012315	0.33	7	畷	5.7E+16	over	_J5_Per	-1.5	58.8	103.3	90.3	×	同じ流星かも知れない、断続的なLONGエコー
	8	茅ヶ崎	KN9_2008130330.png	_20200813_033042	_20200813_033022	0.10	39	Ŧ	1.4E+17	over	_J5_Per	-2.6	51.1	87.9	83.1	あり	同じ流星、LONGエコー
	9	茅ヶ崎	KN9_2008130340.png	_20200813_034623	_20200813_034627	0.20	1	T	2.2E+16	over	_spo	-0.4	63.5	100.5	91.3	x	同じ流星
	10	茅ヶ崎	KN9_2008140000.png	_20200814_000819	_20200814_000815	0.40	16	強	2.9E+16	over	_J5_Per	-0.8	53.8	115.3	100.8	×	同じ流星、LONGエコー
	11	茅ヶ崎	KN9_2008140120.png	_20200814_012517	_20200814_012509	0.36	10	翳	6.4E+16	over	_spo	-1.5	63.7	104.2	93.0	×	たぶん、同じ流星
	12	茅ヶ崎	KN9_2008202340.png	_20200820_234831	_20200820_234828	0.73	1	Ŧ	8.9E+15	under	_spo	0.0	35.5	102.5	85.5	×	同じ流星
	13	茅ヶ崎	KN9_2008252320.png	_20200825_232310	_20200825_232301	0.83	41	中	1.5E+17	over	_spo	-2.5	57.3	98.1	80.0	x	同じ流星、LONGエコー
	14	茅ヶ崎	KN9_2008280400.png	_20200828_040247	_20200828_040243	0.97	7	強	1.1E+16	over	_spo	-0.2	37.8	108.2	85.7	x	同じ流星

- 2か月で14個
- この電波観測だけ茅ヶ崎(永井)の観測です

報告済みの物 2020年10,11,12月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域	分光	remarks
Oct-20	1	東村山	Izu2010130240.png	_20201013_024303	_20201013_024302	0.23	4	強	1.8E+16	under	_spo	-0.36 51.6	112.3	139.3	34.0	101.4	139.2	34.0	105.37	29.63	х		
	2	東村山	Izu2010130350.png	_20201013_035623	_20201013_035619	1.19	7	弱	2.3E+16	over	_spo	-0.72 47.6	99.5	139.4	34.6	78.2	138.9	34.3	179.67	45.16	0		
	3	東村山	Izu2010210040.png	_20201021_004320	_20201021_004317	0.23	1	強	4.1E+16	under	_spo	-1.34 47.8	104.5	140.0	33.9	94.3	140.0	33.8	56.29	55.19	0		
	6	東村山	Izu2010250450.png	_20201025_045411	_20201025_045402	0.07	4	強	3.1E+15	under	_spo	1.42 45.9	105.5	139.3	34.7	103.2	139.3	34.6	157.85	76.31	0		光学が9秒早い
	7	東村山	Izu2010280320.png	_20201028_032304	_20201028_032257	0.20	1	弱	6.4E+15	under	_spo	1.00 64.0	107.9	139.5	34.9	99.6	139.4	34.9	130.65	-3.09	×		光学が7秒早い
	4	東村山	Izu2010290240.png	_20201029_024623	_20201029_024623	0.13	1	強	2.1E+15	under	_spo	1.58 36.0	89.5	139.3	34.8	85.6	139.3	34.8	52.53	59.36	0		
	5	東村山	Izu2010310030.png	_20201031_003513	_20201031_003514	0.20	1	強	1.7E+15	under	_spo	1.46 26.0	87.6	139.2	34.6	82.2	139.2	34.6	26.49	70.30	0		
Nov-20	1	東村山	Izu2011100420.png	_20201110_042456	_20201110_042453	1.22	3	強	5.2E+15	under	_J5_sTa	0.24 26.1	94.9	139.1	34.4	76.7	139.5	34.4	56.02	13.56	0		
	2	東村山	Izu2011170420.png	_20201117_042928	_20201117_042926	1.68	35	弱	3.3E+16	over	_J5_oEr	-1.56 31.6	95.9	138.6	33.4	73.6	139.1	33.5	65.00	-2.59	0		Long Echo
	3	東村山	Izu2011212110.png	_20201121_211904	_20201121_211906	0.20	1	弱	1.5E+15	under	_spo	1.68 28.6	93.3	139.3	34.5	90.3	139.3	34.5	108.48	34.63	0		
	4	東村山	Izu2011260330.png	_20201126_033038	_20201126_033036	0.13	1	強	1.9E+15	under	_J5_daD	1.74 37.7	94.7	139.3	34.6	92.0	139.3	34.6	219.32	65.37	0		
	5	東村山	Izu2011260530.png	_20201126_053137	_20201126_053135	0.20	1	強	5.7E+15	under	_J5_kDr	0.76 45.5	93.7	139.0	34.4	86.3	139.0	34.4	182.36	67.51	0		
	6	東村山	Izu2012010320.png	_20201201_032831	_20201201_032828	0.52	1	強	1.2E+15	under	_spo	1.49 19.0	92.2	139.1	35.0	85.9	139.2	35.0	59.80	15.73	0		
	7	東村山	Izu2012010500.png	_20201201_050939	_20201201_050939	0.10	1	똃	2.4E+15	under	_J5_daD	1.80 51.0	106.7	139.5	34.7	102.3	139.5	34.6	190.77	58.94	0		

- 10月11月の2か月で12個でした
- 12月は34個でした。ふたご群は15個(44%)でした。
- 先行研究では速度の遅いふたご群の識別率は高いとされています
- 反射領域判定によって2個が非同時となりました(エコー形状判定はunderです)



報告演2011,11,12月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間 エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg I	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域	分光
Dec-20	1	東村山	Izu2012042200	_20201204_220624	_20201204_222623	0.56 3	強	7.3E+14	over	_J5_sTa	2.47	28.5	98.1	139.7	34.6	82.9	139.7	34.7	75.83	12.69	×	
	2	東村山	Izu2012060340	_20201206_034056	_20201206_034056	0.20 9	強	2.2E+16	over	_spo	-0.14	76.3	104.5	139.2	34.8	93.2	139.1	34.9	170.77	8.20	х	
	3	東村山	Izu2012060410	_20201206_041816	_20201206_041815	0.47 7	強	1.3E+16	over	_J5_Gem	-0.46	33.7	95.5	140.0	34.6	80.9	140.0	34.6	109.44	30.39	0	
	4	東村山	Izu2012061710	_20201206_171303	_20201206_171302	1.02 15	強	1.1E+17	over	_spo	-3.09	24.4	114.0	138.9	34.0	105.2	139.2	34.1	266.89	-1.34	0	
	5	東村山	Izu2012070240	_20201207_024240	_20201207_024237	0.36 1	弱	6.2E+15	under	_spo	-0.21	20.3	82.6	139.3	34.4	77.0	139.3	34.4	67.34	16.14	0	
	6	東村山	Izu2012070300	_20201207_030017	_20201207_030015	0.57 4	強	1.0E+16	over	_J5_daD	0.03	42.9	94.1	139.5	34.4	80.4	139.4	34.3	210.03	62.76	0	
	7	東村山	Izu2012070300	_20201207_030918	_20201207_030919	0.27 2	強	1.6E+16	under	_spo	-0.06	61.5	108.6	139.3	34.9	91.7	139.2	34.9	142.16	37.49	×	
	8	東村山	Izu2012080240	_20201208_024222	_20201208_024221	0.43 4	強	6.9E+15	over	_J5_Gem	0.36	38.4	95.1	139.9	34.0	78.9	140.0	34.0	100.54	31.76	x	
	9	東村山	Izu2012110430	_20201211_043319	_20201211_043316	0.30 1	強	4.4E+15	over	_spo	0.62	30.9	94.2	139.5	34.5	87.2	139.6	34.5	112.87	32.03	0	
	10	東村山	Izu2012110540	_20201211_054056	_20201211_054058	0.25 1	弱	2.3E+15	under	_J5_Gem	1.28	29.7	92.8	139.0	34.8	88.0	139.1	34.8	102.24	34.72	0	
	11	東村山	Izu2012132240	_20201213_224629	_20201213_224629	0.40 1	弱	1.3E+16	under	_J5_Gem	-0.39	36.5	98.8	139.1	34.4	87.4	139.0	34.4	112.83	32.32	×	
	12	東村山	Izu2012140400	_20201214_040406	_20201214_040404	0.49 1	弱	1.5E+16	under	_J5_Gem	-0.53	35.8	94.8	140.1	33.9	80.7	140.3	33.9	113.94	32.75	0	
	13	東村山	Izu2012140430	_20201214_043143	_20201214_043141	0.63 2	弱	9.2E+15	over	_J5_Gem	-0.06	34.5	99.1	139.8	34.4	82.6	140.0	34.4	112.85	32.76	0	
	14	東村山	Izu2012140430	_20201214_043404	_20201214_043401	0.24 1	弱	3.5E+15	over	_J5_Gem	0.93	32.6	93.1	139.7	34.7	86.5	139.8	34.7	111.09	32.91	0	
	15	東村山	Izu2012140440	_20201214_044355	_20201214_044354	0.24 1	弱	4.0E+15	over	_J5_Gem	0.76	32.2	92.4	139.7	34.3	85.9	139.7	34.3	111.53	33.92	0	
	16	東村山	Izu2012140440	_20201214_044843	_20201214_044842	0.76 4	弱	4.2E+16	over	_J5_Gem	-1.70	34.8	100.1	139.4	34.2	80.0	139.6	34.2	114.19	31.62	0	
	17	東村山	Izu2012140450	_20201214_045710	_20201214_045709	0.68 1	弱	2.2E+16	over	_J5_Gem	-0.97	35.4	116.5	139.1	33.6	100.6	139.3	33.5	112.25	31.91	0	
	18	東村山	Izu2012140450	_20201214_045843	_20201214_045846	0.19 1	弱	1.4E+16	over	_spo	-0.11	51.1	99.9	138.9	34.3	94.8	138.9	34.3	223.23	14.41	X	
	19	東村山	Izu2012140500	_20201214_050124	_20201214_050123	0.30 1	弱	2.4E+15	over	_J5_Gem	1.35	33.2	95.2	139.5	34.8	87.4	139.5	34.8	114.55	32.21	0	
	20	東村山	Izu2012140520	_20201214_052243	_20201214_052240	0.39 2	弱	6.3E+15	over	_J5_Gem	0.31	33.5	91.4	139.0	34.5	81.5	139.1	34.5	112.22	32.84	0	
	21	東村山	Izu2012140550	_20201214_055727	_20201214_055727	0.47 3	弱	7.6E+15	under	_J5_Gem	0.04	31.6	91.9	139.3	35.0	81.6	139.5	34.9	113.55	32.59	0	
	22	東村山	Izu2012150010	_20201215_001314	_20201215_001317	1.20 1	強	5.8E+16	over	_J5_Gem	-2.16	31.7	92.5	139.5	34.6	54.8	139.3	34.6	114.62	32.34	х	
	23	東村山	Izu2012150040	_20201215_004859	_20201215_004901	0.35 1	弱	3.5E+16	under	_spo	-1.37	39.0	93.0	139.4	33.4	79.7	139.4	33.4	110.49	17.36	x	
	24	東村山	Izu2012150130	_20201215_013621	_20201215_013618	0.20 3	強	9.4E+15	under	_spo	0.04	38.8	98.4	138.9	34.6	92.5	138.8	34.5	179.43	72.18	0	
	25	東村山	Izu2012150540	_20201215_054441	_20201215_054440	0.53 2	強	8.0E+15	under	_J5_Gem	0.04	32.8	96.2	139.4	35.1	83.9	139.5	35.1	114.59	32.07	0	
	26	東村山	Izu2012170110	_20201217_011939	_20201217_011936	0.16 1	強	3.9E+15	under	_J5_daD	1.26	50.0	96.0	139.5	34.1	_	反向	†全百+i	お 半川 完	ッた 2	0	
	27	東村山	Izu2012170230	_20201217_023948	_20201217_023946	0.70 2	強	2.5E+15	over	_J5_sTa	0.85	21.4	88.0	140.0	34.1	_	(又才)		3、十J /C	<u> </u>	0	
	28	東村山	Izu2012190010	_20201219_001429	_20201219_001426	0.67 1	弱	5.3E+15	under	_spo	-0.34	15.4	103.8	140.2	34.0		追	加し	ましフ	t <u> </u>	0	あり
	29	東村山	Izu2012190440	_20201219_044653	_20201219_044650	0.95 6	強	1.8E+16	under	_spo	-0.77	35.7	119.6	139.0	34.1	<u> </u>					0	
	30	東村山	Izu2012200210	_20201220_021356	_20201220_021353	0.57 1	弱	2.9E+15	under	_spo	0.66	21.1	87.9	139.8	34.2	76.7	139.9	34.2	84.38	29.62	0	
	31	東村山	Izu2012290410	_20201229_041824	_20201229_041821	0.23 1	弱	9.4E+14	under	_spo	2.24	29.5	95.2	139.6	35.0	90.6	139.6	35.0	109.97	23.43	0	
	32	東村山	Izu2012310250	_20201231_025328	_20201231_025326	0.23 3	強	2.2E+15	under	_spo	1.39	30.7	90.1	138.8	34.0	83.8	138.7	34.0	181.23	63.52	0	
	33	東村山	Izu2012310300	_20201231_030812	_20201231_030809	1.03 1	弱	8.8E+15	under	_spo	-0.45	23.0	95.3	139.8	33.6	76.7	140.0	33.7	103.30	14.63	0	
	34	東村山	Izu2012310600	_20201231_060742	_20201231_060740	0.46 8	強	1.4E+17	over	_spo	-2.66	46.4	101.0	139.0	34.3	80.8	139.0	34.2	176.56	54.13	0	

報告済みの物 2021年1月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg I	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域	分光	remarks
	1	東村山	Izu2101022300.png	_20210102_230904	_20210102_230906	0.18	2	強	8.4E+14	under	_spo	1.74	16.7	87.9	139.77	34.44	84.5	139.78	34.43	87.57	56.51	0		
	2	東村山	Izu2101040250.png	_20210104_025534	_20210104_025534	0.59	15	強	4.2E+16	over	_J5_Qua	-1.52	41.4	99.6	138.92	34.24	85.3	138.75	34.12	227.81	49.59	0		
	3	東村山	Izu2101040310.png	_20210104_032000	_20210104_031958	0.41	2	強	5.3E+16	under	_J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1	139.06	33.87	227.35	50.58	0		
	4	東村山	Izu2101040320.png	_20210104_032002	_20210104_031958	0.41	12	強	5.3E+16	over	_J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1	139.06	33.87	227.35	50.58	0		_20210104_032000
	5	東村山	Izu2101040320.png	_20210104_032358	_20210104_032359	0.95	2	弱	9.5E+16	under	_J5_Qua	-2.40	41.4	103.7	139.59	34.30	79.1	139.31	34.12	230.86	48.49	0	あり	
	6	東村山	Izu2101040500.png	_20210104_050735	_20210104_050737	0.16	6	強	1.8E+16	over	_spo	-0.57	43.2	93.8	139.58	34.42	87.6	139.55	34.41	219.40	40.07	х		
lon-91	7	東村山	Izu2101090450.png	_20210109_045253	_20210109_045250	0.13	1	強	6.4E+15	under	_spo	0.38	36.6	104.4	139.71	34.05	100.5	139.74	34.05	141.05	36.03	0		
Jan-Zi	8	東村山	Izu2101111850.png	_20210111_185742	_20210111_185741	0.78	2	強	1.3E+15	under	_spo	1.02	13.3	93.4	139.45	34.61	81.4	139.46	34.54	26.29	69.50	0		
	9	東村山	Izu2101130600.png	_20210113_060618	_20210113_060616	1.20	5	強	7.9E+16	under	_spo	-2.84	23.0	102.4	139.74	34.76	79.8	139.64	34.57	267.07	71.07	0		
	10	東村山	Izu2101142210.png	_20210114_221326	_20210114_221327	0.27	5	弱	2.3E+15	under	_spo	1.43	34.1	90.1	139.08	35.01	85.5	139.04	34.95	191.40	67.34	0		
	11	東村山	Izu2101190510.png	_20210119_051242	_20210119_051240	0.48	1	弱	4.6E+16	under	_J5_xUm	-1.57	43.2	93.4	140.26	33.71	75.7	140.39	33.70	171.69	31.46	0	あり	
	12	東村山	Izu2101210130.png	_20210121_013247	_20210121_013247	1.03	6	強	9.6E+15	under	_spo	-0.42	25.7	95.9	139.16	34.99	77.5	139.07	34.80	225.49	73.07	0		
	13	東村山	Izu2101220300.png	_20210122_030243	_20210122_030241	0.46	1	弱	1.2E+15	under	_spo	1.45	18.9	91.4	139.14	34.55	83.9	139.21	34.53	115.70	38.48	0		
	14	東村山	Izu2101260350.png	_20210126_035351	_20210126_035347	0.80	1	強	5.3E+15	under	_spo	0.35	29.1	102.6	139.55	34.88	84.5	139.51	34.73	227.51	76.48	0		

- 1か月で14個
- 1月4日にしぶんぎが4件ありました
- 今回は緯度経度の項目を追加しました
- 反射領域判定は非同時ですが、エコー形状判定がoverなので同時の可能性もありそうですが、電波の方が2秒先に検出されていますので非同時流星と思われます





_20210406_034928



エコー形状

under

Amag Vg

stream

spo

H1

-0.27 66.5 109.2

経度1

139.30

緯度1 H2

33.89

電波強弱 線電子密度

2.2E+16

弱

継続時間 エコー時間



_20210409_033201

。 送信局と受信局の中間地点の輻射点の高度方位計算	
送信局の緯度 送信局の緯度 送信局の経度 ^{36,1098} 受信局の緯度 ^{35,754598} 受信局の経度 ^{139,468561}	左クリック:送信局位置
年月日 20210409 輻射点 赤経 ra 230.449905 時分秒 033201 輻射点 赤緯 rd 76.72834	
輻射点高度 47.723 輻射点方位 9 352.256 輻射点 1950年分点で計算されます 高度 70 から 90 まで 1 ステ	
回転楕円面半長径 170 から 750 まで 10 ステ E離範囲 東西南北土 1000 km 範囲計算更新 反射領域	ップ 計算
流星1の緯度 ^{34,987309} 流星2の緯度 ^{34,910702} 流星1の経度 139,19812 流星2の経度 139,207764	π

エコー形状

under

stream

spo

Amag

Vg

0.15 14.6

H1

84.2

経度1

139.20

緯度1 H2

34.99

電波強弱 線電子密度

3.2E+15

強

1

|継続時間 |エコー時間



_20210411_002625

送信局と受信局の中間地点の輻射点の高度方位計算 左クリック:送信局位置 35.754598 36.1098 送信局の緯度 受信局の緯度 受信局の経度 136.2767 139.468561 送信局の経度 20210411 40.24424 年月日 輻射点 赤経 ra 002625 85.875458 時分秒 輻射点 赤緯 rd 輻射点高度Φ 31.701 輻射点方位θ 359.067 輻射点計算 1950年分点で計算されます から 100 高度 60 まで 1 ステップ 回転楕円面半長径 170 から 750 まで 10 ステップ 距離範囲 東西南北土 1000 km 範囲計算更新 反射領域計算 流星1の緯度 35.107613 流星2の緯度 34.845661 非表示 流星1の経度 139.450058 流星2の経度 139.446136

エコー形状

under

stream

spo

Amag Vg

-0.01

H1

13.8

経度1

93.0 139.45

緯度1 H2

35.11

電波強弱 線電子密度

3.5E+15

|継続時間||エコー時間|

1

弱



_20210411_234320

送信局と受信局の中間地点の輻射点の高度方位計算 35.754598 左クリック:送信局位置 36.1098 送信局の緯度 受信局の緯度 受信局の経度 136.2767 139.468561 送信局の経度 20210411 341.04 年月日 輻射点 赤経 ra 234320 75.08 時分秒 輻射点 赤緯 rd 輻射点高度 Ф 23.616 輻射点方位 θ 10.030 輻射点計算 1950年分点で計算されます から 110 高度 70 まで 1 ステップ 回転楕円面半長径 170 から 750 まで 10 ステップ 距離範囲 東西南北土 1000 km 範囲計算更新 反射領域計算 流星1の緯度 34.22 流星2の緯度 34.15 非表示 流星1の経度 139.235718 流星2の経度 139.22

エコー形状

under

Amag Vg

0.36 22.0

stream

spo

H1

経度1

90.5 139.24

緯度1 H2

34.22

電波強弱 線電子密度

4.0E+15

強

1

継続時間 エコー時間



_20210421_221604

送信局と受信局の中間地点の輻射点の高度方位計算 35.754598 左クリック:送信局位置 36.1098 送信局の緯度 受信局の緯度 受信局の経度 139.468561 136.2767 送信局の経度 20210421 268.88 年月日 輻射点 赤経 ra 221604 38.85 時分秒 輻射点 赤緯 rd 輻射点高度Φ 27.341 輻射点方位θ 60.140 輻射点計算 1950年分点で計算されます 高度 70 から 120 まで 1 ステップ から 750 回転楕円面半長径 200 まで 10 ステップ 距離範囲 東西南北± 1000 km 範囲計算更新 反射領域計算 流星1の緯度 32.97 流星2の緯度 32.84 非表示 流星1の経度 140.09 流星2の経度 139.82

エコー形状

over

Amag Vg

stream

J5 Lyr

H1

-1.65 41.3 105.0 140.09

経度1

緯度1 H2

89.6

139.82

32.84

268.88

38.85

Ο

32.97

電波強弱 線電子密度

4.7E+16

|継続時間||エコー時間|

14

強



_20210422_014901

送信局と受信局の中間地点の輻射点の高度方位計算 左クリック:送信局位置 36.1098 35.754598 受信局の緯度 送信局の緯度 受信局の経度 139.468561 136.2767 送信局の経度 20210422 314.86 年月日 輻射点 赤経 ra 014901 64.80 時分秒 輻射点 赤緯 rd 輻射点高度Φ 38.537 輻射点方位θ 31.580 輻射点計算 1950年分点で計算されます から 100 高度 70 まで 1 ステップ から 750 回転楕円面半長径 200 まで 10 ステップ 距離範囲 東西南北± 1000 km 範囲計算更新 反射領域計算 流星1の緯度 34.03 流星2の緯度 34.00 非表示 流星2の経度 139.56 流星1の経度 139.59



継続	時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域	
	0.18	2	強	1.0E+16	under	_spo	-0.39	27.8	86.3	139.59	34.03	82.5	139.56	34.00	314.86	64.80	0	

_20210422_021659

送信局の緯度 36.1098	 受信局の緯度	35.754598	左クリック:送信局位置	
送信局の経度 136.2767	受信局の経度	139.468561		
年月日 20210422	輻射点 赤経 ra	295.91		
時分秒 021659	輻射点 赤緯 rd	56.83		
輻射点高度 Ф 51.727	輻射点方位θ 41.18	5 春秋方計算	and the second sec	
1950年分点で計算されます				
高度 70	から ¹²⁰ まで	1 ステップ		
回転楕円面半長径 240	から ⁷⁵⁰ まで	10 ステップ		
P離範囲 東西南北土 1000	D km 範囲計算更	新反射領域計算		
流星1の緯度 34.21	流星2の緯度 34.13	***		
流星1の経度 139.34	流星2の経度 139.26			

エコー形状

under

stream

spo

Amag

-0.62

Vg

H1

35.4 101.8 139.34

緯度1 H2

34.21

経度1

電波強弱 線電子密度

1.6E+16

|継続時間 |エコー時間

0.50

3

弱



_20210424_014106

送信局と受信局の中間地点の輻射点の高度方位計算 左クリック:送信局位置 35.754598 36.1098 送信局の緯度 受信局の緯度 受信局の経度 139.468561 136.2767 送信局の経度 20210424 273.56 年月日 輻射点 赤経 ra 014106 35.78 時分秒 輻射点 赤緯 rd 輻射点高度Φ 63.462 輻射点方位θ 80.165 輻射点計算 1950年分点で計算されます から 110 高度 70 まで 1 ステップ 回転楕円面半長径 300 から 750 まで 10 ステップ 距離範囲 東西南北± 1000 km 範囲計算更新 反射領域計算 流星1の緯度 33.13 流星2の緯度 33.12 非表示 流星1の経度 140.28 流星2の経度 140.23

エコー形状

under

Amag Vg

-0.56 44.4

stream

J5 Lyr

H1

経度1

99.8 140.28

緯度1 H2

33.13

電波強弱 線電子密度

1.9E+16

継続時間 エコー時間

1

弱



_20210424_221458

送信局と受信局の中間地点の輻射点の高度方位計算 左クリック:送信局位置 36.1098 35.754598 受信局の緯度 送信局の緯度 受信局の経度 139.468561 136.2767 送信局の経度 20210424 270.18 年月日 輻射点 赤経 ra 221458 31.06 時分秒 輻射点 赤緯 rd 輻射点高度Φ 24.837 輻射点方位θ 68.451 輻射点計算 1950年分点で計算されます から 120 高度 80 まで 1 ステップ から 750 回転楕円面半長径 200 まで 10 ステップ 距離範囲 東西南北± 1000 km 範囲計算更新 反射領域計算 流星1の緯度 32.93 流星2の緯度 32.83 非表示 流星2の経度 139.58 流星1の経度 139.86



継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域	13.2
0.6	7 3	強	7.3E+16	under	_J5_Lyr	-2.00	46.0	105.1	139.86	32.93	91.3	139.58	32.83	270.18	31.06	0	

_20210425_025738

送信局と受信局の中間地点の輻射点の高度方位計算 左クリック:送信局位置 35.754598 36.1098 送信局の緯度 受信局の緯度 受信局の経度 139.468561 136.2767 送信局の経度 20210425 208.57 年月日 輻射点 赤経 ra 025738 -4.09 時分秒 輻射点 赤緯 rd 輻射点高度Φ 26.971 輻射点方位θ 242.291 輻射点計算 . 1950年分点で計算されます 高度 60 から 100 まで 1 ステップ から 750 回転楕円面半長径 185 まで 10 ステップ 距離範囲 東西南北± 1000 km 範囲計算更新 反射領域計算 流星1の緯度 35.03 流星2の緯度 35.06 非表示 流星1の経度 139.54 流星2の経度 139.62

エコー形状

under

stream

spo

Amag Vg

H1

1.86 11.5 82.8 139.54

経度1

<u>緯度1 H2</u> 35.03 7

電波強弱 線電子密度

5.2E+14

弱

継続時間 エコー時間



結果と考察

- 課題とポイント
 - 対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する
 - 対地速度とエコー強度が逆の相関関係にあれば確認出来た事になる
 - 前回までで傾向が見えて来ましたが、まだ母数が不足していました
 - なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?
 - 光学流星が電波で検出できないのはなぜ?
 - こちらは前回までで解釈が出来ました
 - 電波流星が光学で検出できないのはなぜ?
 - こちらは前回の「絶対等級と同時流星数のグラフ」で予想されるグラフのように
 - 見えて来ましたが、まだ、母数が不足しています
 - どちらの課題も4月の観測を追記して母数を増やして確認します

対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認 する



2021年4月の10個を追記しました

1月の追記で速度とエコー強度のトレンドは、より顕著になりました 4月を追記しましたが、まだ母数が不足しているように見えます

なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか? この図で光学流星を電波で検出されない理由は解釈できたが、 ・光学流星が電波で検出できない理由



なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?

前回の解釈です、この解釈を観測的に確認したい

• 電波流星が光学で検出できない理由

流星の絶対等級	質量(g)	観測手段
/-10	10000	火球
/5	100	肉眼、写真
0	1	写真、ビデオ
+5	0. 01	ビデオ <mark>,</mark> radar
+10	0. 0001	望遠鏡、radar

渡部,木曽シンポジウム2009

暗い流星の方が数が多い事は容易に想像できます 明るさに寄らず一定の割合で流星がプラズマチューブを作れ ば電波観測では暗い流星を多く検出している事になります

電波でたくさん検出出来ても光学と同時にならない物が多い

ビデオは明るい流星の観測手段、 電波は暗い流星の観測手段となっています 5等の欄ではビデオと電波の両方となっています(電波光学同時流星の領域)

明るい流星はビデオ観測・暗い流星は電波観測と言うすみ分け 暗い流星はビデオに写らないが電波なら(反射を)観測出来ると言う意味



なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?

• 電波流星が光学で検出できない理由(その1)



絶対等級毎にエコーの強弱を数えたグラフです 母数が増えても等級と強弱に関連が見当たらず どの等級も半々にエコーの強弱があります エコーの強度は等級に関係ないと言えるかも知れません 継続観測して母数を増やしたいと思います また、より暗い流星のサンプルが得られると良いと思います

なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか?

• 電波流星が光学で検出できない理由(その2)



絶対等級と同時流星数のグラフです

光学流星は暗くなると数が減り、電波エコーは暗い方が数が増えるならば グラフはその2つの傾向が合成された形になります -0等台にピークがあり、母数が増えたことでその傾向が見えて来たように思えます そもそも明るい流星は数が減りますのでその傾向も加算されているハズです こちらも継続観測をして傾向を見極めてみます
以上です

今回は

- 1. 解析の自動化率を上げる事を中心に行いました
- 2. 同時判定に反射領域を加えました

結果

解析時間が大幅に短縮出来ました

対地速度と電波強度の関係が見えて来ましたが傾向がハッキリするまで継続観測をしてみます

電波流星が光学で検出できない様子も見えて来たと思います

暗い流星をTV観測しないと理由を明確に出来ないですが、現状の方法で、こちらも継続観測して みます

次回の集計から過去の集計も含めて

反射領域から飛跡の位置が離れているアンダーデンスエコーの流星を削除するようにします

ここで新たな課題

- 1. 電波観測(HRO)が見ているもの(MSS online 小関正弘)をまとめると、
 - 1. 電波と光学が同時流星になりにくい理由
 - 1. 速度:光学は高速、電波は中速を見ている
 - 2. 明るさ:HROは眼視で見るような明るい流星を見ている
 - 3. 光学流星は自発光(等方性)、電波は反射エコー(指向性)
 - 4. 電波エコーは海上の流星を多く観測している、送信所と受信所の距離が短けれ ば電波エコーは内陸になり光学との同時が増す
- 2. これから新たな課題が出来ました



1. 未解析の2,3,5,6月も自動解析して今までの1,4月の解析に加えて小関さんと同じに なるか確認します

MSSonline/2021/Sep.28 日本流星研究会 小関正広 藤戸健司

要約

HRO によって捉えられる流星は発信点と受信点を焦点とする回転楕円体面上に出現したものであることが 確かめられた。日本ではふたご群の輻射点は午前2時頃にほぼ天頂を通過する。従って、夜半前には福井– 四日市を結ぶ基線から西側に出現したふたご群の流星が、また、夜明け前には基線の東側に出現したふたご 群の流星が HRO で観測されている。また、ふたご群の輻射点は北東から天頂を通過して北西に回るため、 HRO で捉えられている流星は主として福井–四日市の中間点(伊吹山付近)から南側に出現したものである。

HRO で観測されるふたご群の流星は、輻射点の天頂通過の前後2時間は少ないが、これは遠方の流星からの電波反射を捉えるためであり、輻射点の天頂通過時刻から離れるにしたがって基線に近い流星を捉えている。今回の調査ではHROにより検出される流星のほとんどは福井-四日市の中間点を中心としてほぼ300km 以内のものであることが分かった。

調査した日時では、ふたご群の流星に由来すると思われる「ロングエコー」は見いだされなかった。ほとんどのふたご群の流星は HRO の継続時間が数秒以下であり、これはふたご群を形成する流星体の組成に関係するものかもしれない。

1. はじめに

小関は先に HRO の観測は眼視観測に近い特性を持つことを指摘し、HRO の受信条件についても述べた。 本稿では、年間を通して HRO とビデオ観測で最も活発な出現が観測される「ふたご群」を例として、HRO とビデオで共通して捉えられる流星がどのようなものであるかを確認する。

ふたご群の輻射点は本州のほぼ天頂を通過し、しかも、福井一四日市がほぼ南北に位置するため、流星の 経路と受信条件を探るのに非常に適しており、結果も明快であることが期待される。

本稿では、2018年12月13~15日に藤戸により観測されたHROのエコーと SonotaCo ネットにより軌道決定 された流星を比較し、HRO で捉えられるエコーがどのような流星によるものであるか検討する。

2. 調査方法

(1)HROの記録画像における流星の出現時刻の読み取り

HROFFT で記録される画像は 629×400 ピクセルの画像で、ほぼ1ピクセルが1秒に相当する。エコーは一般に数ピクセルの広がりを持って記録されているため、広がりの最初の部分を出現時刻と判定した。時刻の 読み取り精度はパソコン自体の精度にもよるが、基本的には±2秒以内と考えられる。画面からの読み取り には ImageJ を使用した。

(2)対応するビデオ流星の検索

HRO で観測された時間帯における SonotaCo ネットによるビデオ観測を参照し、HRO のエコーと対応する 流星を検索する。結果的には、HRO で記録された時間はビデオ観測と 0~+2 秒以内で一致した。 (3)回転楕円体面の計算

ビデオ観測された流星経路の中点を通る基線(次項参照)を軸とする回転楕円体面を求め、回転楕円体の 長軸を a、短軸を b で表す。また、流星経路の中点において回転楕円体面に直交する直線と流星経路の内積 (inner product=*IP*)を求める。

(4)SonotaCoネットにより記録された流星経路の投影図作成

発信点と受信点を結ぶ線(基線)の中央を λ =136.446, ϕ =35.535 とし、基線は南北方向に反時計回りに 13.1 度傾いているが、経度方向をx、緯度方向をyで表すことにし、近似的に地表面を平面として扱った(正射図法)。x-y面に投影した流星経路、また、流星の高度をHとしてx-H面に投影した流星経路図を作成する。

3. ふたご群の輻射点高度による HRO とビデオ観測における流星数の違い

ふたご群の輻射点は観測点付近でほぼ天頂を2時頃に通過する。この時間にHROでは「天頂効果」によっ てエコー数が減少し、一方でビデオ観測では撮影される流星数が極大となる。この輻射点が天頂を通過する 時間帯、15日 02:00~10mにおけるHROの記録とビデオ観測を最初に比較してみよう。

3.1. ふたご群の輻射点が天頂を通過する時間帯のHROとビデオ観測

図1に KF1812150200の観測画面を示す。HROFFT での計数は2個となっているが、飛行機による思われる ものを除いて、次に示す時刻に流星が記録されたものとした(hhは時、mmは分、ssは秒)。

hhmmss=020002, 020255, 020335, 020458, 020824, 020947

これに対して、SonotaCoネットによって同じ時間帯に記録された流星は27個ある

H R O F F T 1.00 KF1812150200.pns meteor 18.12.15 02:00 2	Ovserver : FUJITO PHARMACY [Kenji Fujito] Receiving Location : Yokkaichi-shi Mie-pref. JAPAN(136.61E,34.96N) Receiver : HRO Receiver Receiving antenna : 2el-Yagi (4m height)	
kHz 0201, 0202, 1.1-	0203, 0204, 0205, 0206, 0207, 0208, 0209, 021	0
1.0		
09-		
08-1 		
0.6-		

図 1:輻射点が天頂を通過する時間帯の HRO 画像。

hhmmss=020017, 020138, 020203, 020204, 020205, 020208, 020218, 020331, 020335, 020403, 020451, 020452, 020540, 020604, 020609, 020610, 020610, 020658, 020740, 020754, 020813, 020859, 020901, 020922, 020924, 020928, 020933

このうち、ビデオ観測で020658,020933(以下、ビデオ観測の時刻には HRO の時刻と区別するために下線を付す)の2個を除いては「ふたご群」という判定になっている。輻射点が天頂を通過することによって、ビデオ観測ではこれほど多くのふたご群の流星が捉えられている。しかし、HRO とビデオ観測で同定できるものは1つもない。ここで2つの疑問が生じる。

A. ビデオ観測されたふたご群の流星が HRO で捉えられないのはなぜか。

B. HRO で捉えられたエコーがビデオ観測されないのはなぜか。

「A」の疑問については、よく知られているように HRO で観測される流星は発信点と受信点を焦点とする 回転楕円体面に接して飛来するものであることによる。ふたご群の夜半前後の観測の比較によって、このこ とが非常に明確に示される。「B」については次章で検討する。

3.2. 夜半前のふたご群の観測



図 2:輻射点が天頂を通過する前(夜半前)の HRO 画像。

14 日 21:20~30m の観測を例にとる(図2)。HROFFT の計数には明らかに飛行機によると思われるものが 含まれているので、独自に次の16 個を流星と判定した。

hhmmss=212010, 212027, 212113, 212421, 212434, 212450, 212501, 212610, 212618, 212620, 212634, 212748, 212818, 212825, 212835, 212835, 212857

SonotaCo ネットで観測された同じ時間帯のふたご群と判定された流星は以下の9個である。

hhmmss=212238, 212321, 212322, 212330, 212408, **212434**, **212450**, 212522, **212835**

太文字にした3個がHROの観測と同定される。他の時間帯の観測比較によっても、HROとビデオ観測で同 定される流星の時刻はHRO側に0~2秒の遅れがある範囲内である。この時間帯で6個のふたご群流星がHRO で捉えられていないことになるが、これには明確な理由がある。 図3にビデオ流星の経路を平面図と立面図で示す。平面図を見ると y 軸より右側、つまり、中部、関東圏 を飛行した流星が多い。これは SonotaCo ネットの観測者分布による。立面図を見ると夜半前のふたご群流星 は東から飛来し、西下がりとなり、y軸方向(発信点と受信点を結ぶ線上)より西側でエコーを観測できるこ とが理解できる。夜半前に y 軸より東側、中部、関東圏を飛行するふたご群流星は福井・四日市という組み 合わせでは観測不能であることが明らかである。



図 3:夜半前(21:20~30m)のふたご群流星の飛跡。左が地表面への投影図、右が x-H 面への投影図。 3.3.夜半後のふたご群の観測

H R O F F T 1.00 KF1812140510.pns meteor 18.12.14 05:10 11	Ovserver Receiving Locati Receiver Receiving antenn	: FUJITO PHAR ion : Yokkaichi-s : HRO Receive na : 2el-Yagi (4	RMACY [Kenji Fu shi Mie-pref. JA er 4m height)	jito] PAN(136.61E,34.96	N)
kHz 0511 0512 	0513 0514	0515 - 051	6 ₁ 0517	0518, 0519,	0520
10 10 10					
09- 08-		3 i		4 - F 4	
07-					
0.6-					

図4:輻射点が天頂を通過した後(夜半後)のHRO画像。

14日 05:10~20m の観測を例として示す(図4)。以下の13個のエコーを流星とした。

hhmmss=051026, 051252, 051321, 051425, 051429, 051533, 051640, 051658, 051753, 051818, 051834, 051842, 051927 この時間帯に得られた SonotaCo ネットの流星は次の 10 個である。

hhmmss=051015, 051015, 051246, 051251, 051314, 051425, 051515, 051652, 051810, 051926

このうち、太文字にした3個の流星がHROのエコーと同定される。

夜半前とは逆に、ふたご群の流星は東下がりとなり、HRO で観測される流星は基線の東側ということになる(図5参照)。しかし、東側であれば、すべて HRO で受信できるかというとそうではない。同定される3 個の流星は *x*-H 図で H 軸の右側 2~4 番目のものである。一番 H 軸に近いものは *x*-y 図で一番上側に離れたものであり、H 軸からある程度離れたものと同様に HRO では捉えられていない。よく知られているように、HRO で観測されるエコーの多くは発信点と受信点を焦点とする回転楕円体面に接して飛来する流星による。HRO で捉えられる流星とそうでない流星の違いを *x*-H 図を拡大して、回転楕円体面(図中で右下がりの曲線)と流星の飛跡を示したものが図6 である。左から順番に SonotaCo ネットの流星で2番目の <u>051015</u> (*x*-y 図で一番右のもの)、<u>051810</u> (*x*-y 図で一番上のもの)、<u>051926</u> (*x*-y 図で H 軸から2番目のもの)である。HRO で捉えられているのが <u>051926</u>で、回転楕円体面にぴったり合っていることが分かる。



ここで、回転楕円体面に直交する線 (図中の破線)と流星の飛跡との内積 (inner product=*IP*)を求めて、回転楕円体面 と飛跡との合致度を示すことにする。表 1に図5に表示した流星についての結果 を示す。*amag*はSonotaCoネットで求めら れた流星の絶対光度、*x*-*H*は流星の飛跡の 中点、*a*と*b*は飛跡の中点を通る回転楕円 体面の半長径と半短径、*IP*は内積である。 HROと同定される流星を太字にしたが、 ともに内積の絶対値が0.1以下である。ま

200

300

400

500



-200

た、その他の流星は内積の絶対値が0.2以上と大きいことが分かる。このように、内積の大小により、流星の 飛跡と回転楕円体面のなす角がわかり、SonotaCoネットで観測された流星がHROによる観測可能性の大小を 示すことができる。



図 6:x-H面に投影した流星の飛跡と飛跡の中点を通る回転楕円体面。

夜半後には基線の東側で東下がりのふたご群の流星が多数ビデオ観測されても、HRO で捉えられるのは内 積の値が一定の範囲のものに限定されることが分かる。

4. HROとビデオ観測におけるふたご群の流星の見え方の違い

4. 1. HRO で捉えることのできるふたご群の流星

確認のために、HRO とビデオでともに多くの流星が捉えられている記録画像を用いて追加の検討を行った。 使用した画像はすべてで 13 枚(130 分間)で、以下に示すうちで下線を付したものは既に詳しく述べたもので ある。

KF1812130420.png, KF1812132110.png, KF1812140500.png, <u>KF1812140510.png</u>, KF1812140520.png, KF1812142110.png, <u>KF1812142120.png</u>, KF1812142130.png, KF1812142330.png, KF1812150150.png, KF1812150200.png, KF1812150510.png, KF1812150520.png

この 130 分間でビデオ観測と HRO で同定されたふたご群の流星は全部で 22 個になった。うち1 個は内積 から判断して改めて画像を検討して見出したもので、これについては後で触れることにする。1 時間当たり に換算すると約 10 個となる。ふたご群の極大期とはいえ、かなりの同時流星が得られたことになる。



図7:130分間にHROとビデオ観測で同時が成立した流星の飛跡。

ふたご群の流星は夜半前は西下がりとなるため、基線の西側に出現したものが HRO で捉えられ、輻射点が 上がるにつれて基線から西に離れたものになる。図7で西側の基線近くが21時台、さらに西側(-150~-200km) に離れたものが23時台の観測である。夜半後は逆に東下がりとなるため、基線の東側に出現したものがHRO で捉えられている。HRO とビデオの兼ね合いで多くの流星数が得られる時間帯が21時台と5時台になるた め、同定ができる流星の飛跡から直接、回転楕円体面が想起できる。

さらに、輻射点が天頂を通過する時刻を2時として、それからの時間差(ΔT)とビデオ観測で同定された流 星について発信点-流星の中点-受信点の経路距離(D)との関係をみると(図8)、輻射点の天頂通過から時 間が離れるほど基線に近い流星が観測されていることが明らかとなる。輻射点の天頂通過の前後2時間ほど は HRO では基線から遠い距離の流星を観測することになり、実質的にはふたご群の流星を捉えられないこと になる。

この 130 分間にビデオ観測されたふたご群の流星について内積を計算して、絶対光度(amag)との関係を示したものが図9である。図中で●は同時になったもの、×は HRO で検出されなかったものである。この図から、検出されるのは内積の絶対値がほぼ 0.2 以下、つまり回転楕円体面と流星の飛跡のなす角度が 10 度以下



のものであることが分かる。また、絶対光度では 0 等級より暗いもので同時となるのは例外的であることが 分かる。これには 0 等級より暗いものでは同時ビデオ観測が成立しにくいことも関係していると思われる。 恐らくは内積が負のものは正のものより観測されにくく、負のものはわずか 4 個で、-0.1 以下のものは

部らくは内積が負のものは正のものより観測されにくく、負のものはわすが4個で、-0.1以下のものに HROで捉えられていない。この原因についての検討は今後の課題である。

ここまで、同時観測が成立したふたご群の流星について扱ってきたが、同時の成立しない場合を含めて、 一般的な場合について検討する。KF1812140500.pngを例にとり、HROとビデオ観測の見え方にはどのような 違いがあるのか、具体的に見ていくことにする。



図 10:3.2と3.3で同時判定された流星の HRO 画像。

まず、前章で取り上げたHROとビデオ観測で同時 観測された流星のHRO画像により、同時判定される 一般的なHRO画像を確認しておく(図10)。上段 が KF1812140510.png、下段が KF1812142120.png の 中で同時判定された流星である。1ピクセルが1秒に あたるため、いずれもエコーが記録されるのは数秒 である。明るい流星であっても、エコーの継続時間 が短いことは、ふたご群の流星の特徴と言える。

上段の左から絶対光度と内積は(amag, IP)=(-1.2, 0.088)、(-0.8, 0.027)、(-0.1, -0.011)である。また、下 段の真ん中のエコー像は中央のものが対象で、右下 側の像は別の流星と判定している。下段の左から絶 対光度と内積は、(amag, IP)=(-3.2, 0.281)、(0.0, 0.137)、 (-1.3, 0.077)である。当然のことながら、内積が小さ く、絶対光度が明るいほど鮮明なエコー像が記録さ れていることが分かる。

このようにビデオ観測と同時になっている HROの 流星はビデオの絶対光度が 0 等級より明るいものが 多く、これより暗い流星がビデオ観測で捉えられる (同時観測されて軌道が得られる)可能性が低いこ とは容易に想像される。また、HROで観測される流 星が必ずしもビデオで同時観測されるとは限らず、 また HRO がノイズを拾っている可能性もある。



図11:図4の10分前(05:00~10)のHRO画像。

4.2.2.一般的な HRO におけるエコー

例を図4の10分前(05:00~10m)にとり、KF1812140500.pngから以下の10個を流星と判定した。以下で述べるように、このエコーはほとんどがふたご群によるものと推定される。このうち、ビデオ観測と同定されたものは太字で表した1個のみである。この他にビデオ観測されたもののうち、内積が小さいものに該当するエコーとして050148が見いだされた。

hhmmss=050024, 050244, 050356, 050423, 050511, 050523, 050603, 050645, 050802, 050928

この時間帯にビデオ観測された流星は表2の通りである。

表2:05:00~10m にビデオ観測された流星。

Time	amag	x	у	H	а	b	IP	D	Vg	class
050015	-0.8	64	-71	87	141	125	0.210	283	33.5	Gem
050051	1.8	168	-110	94	229	220	-0.184	459	32.0	Gem
050107	0.6	95	2	104	155	141	0.901	311	51.7	spo
050114	0.2	74	27	87	134	117	0.431	268	32.7	Gem
050149	2.7	150	15	90	188	176	-0.003	375	32.4	Gem
050152	-2.1	-71	-137	87	182	170	0.401	365	33.8	Gem
050207	-2.6	-69	252	76	273	265	0.539	546	32.7	Gem
050242	1.4	113	1	90	158	144	0.148	317	32.1	Gem
050302	0.7	306	-38	97	330	323	-0.244	659	36.2	Gem
050506	-0.7	60	-64	88	137	120	0.239	274	33.2	Gem
050534	-0.2	451	-35	87	466	461	-0.451	931	32.2	Gem
050617	-1.3	333	-150	104	384	379	0.058	768	59.9	spo
050718	-1.3	-69	-32	83	129	111	0.846	259	33.8	Gem
050946	0.9	126	-36	95	174	161	0.014	348	34.9	Gem



先に見たように内積が-0.1 以下及び 0.2 以上のものが HRO で観測されにくいことが分かっているので、HRO とビデオ観測された流星を次のように整理する。

(1)両者で共通して観測されるもの (2)HROのみで観測されるもの

(3)ビデオでのみ観測されるもの

(1)同定されたものの HRO 画像

まず、比較のために、同定された 2 個の画像を見てみよう。表 2 に 示すように 050148 は絶対光度が 2.7 で、ビデオ観測、HRO での検出限 界に近いものと考えられ、また、050244 は内積が 0.148 と HRO との同 定がなされるものの中では大きめである。

図12(1)の左側が050148、右側が050244 である。偶然一致したノ イズとも見える。実際に図11の中央左下から中央右端にかけてノイズが連続している。ノイズ中の輝点よ りも050148は目立たないほどである。050244もエコーの継続時間としては短く、1ピクセルの幅しかない。 ただ、こちらは縦方向に2ピクセルの広がりがあり、流星のエコーらしさも多少は感じさせる。

(2)ビデオ観測がない HRO 画像

図 1 2(1):同定された流星。



図 12(2a):継続時間1秒のもの。



図12(2b):流星エコーであると思われるもの。

(2a)同定されたものよりは受信強度が強いが、同様 に幅が1ピクセルしかないもの

図12(2a)の左から順に050356,050423,050645 で ある。050356 はエコーの強度的にみて流星エコーで ある可能性が高い。また、050423 は上下に伸びて、 ノイズではなく明らかに流星エコーであろう。一番 右側の050645 はビデオ観測と一致する可能性のある エコーによく似ている。この時間帯に出現する散在 流星はふたご群の流星よりも数が少なく(表2)、 これらはふたご群の流星と考えてよいであろう。散 在流星はふたご群の流星よりも速度が大きいものが 多く、このような継続時間の短いエコーは考えにく い。先に見てきたふたご群の流星エコーと比べて継 続時間が短いことから、ビデオ観測の限界を下回る 光度の流星が回転楕円体面に接する(内積が小さい) ように飛行したと推定される。

(2b)明確に流星エコーと考えられるのにビデオ観測 で捉えられていないもの

図12(2b)の左から050511,050603,050928である。 これらは継続時間とエコーの強度から考えて、ビデ オ観測が可能な光度の流星であったと考えられる。 恐らくは、これらもふたご群の流星であろう。ビデ



図12(2c): (2b)に似ているが、弱いもの。

オ観測の網から離れた場所に出現した可能性もある。 この時間帯にHROで観測されるふたご群の流星は回 転楕円体面の東南側に出現したものであり、 SonotaCoネットの観測者分布からは必ずしも同時が 成立するとは限らない地域にあたる。また、エコー 強度は必ずしもビデオ観測の光度に比例せず、継続 時間も光度と直接の関係があるわけではないので、 少なくとも観測者の一方で観測限界を下回る明るさ であったのかもしれない。

(2c)(2b)のものより弱いが、左右上下に広がりのある、 一般的な流星エコーをぼかしたようなもの

図12(2c)の左から順番に 050024,050523,050802 である。恐らくはこれらもふたご群の流星であろう。(2a)と異なり、回転楕円体面にやや角度を持って飛来 し、(2b)よりさらに南側に出現したとも、光度がビデオ観測の下限を下回ったとも考えられる。

無論、これらがノイズである可能性も否定はできない。いずれであるか結論するには、ふたご群の流星が HROとビデオ観測で多数捉えられる時間帯(21時~23時、4時~5時)の観測について同時となっていない記録 も含めて検討する必要があろう。望ましいのは、この時間帯にふたご群の流星が HRO で捉えられる基線の南 側でビデオ観測を強化することである。

(3)ビデオ観測があるのに HRO で捉えられない流星

既にみてきたように内積が大きく、基線から遠く離れたものが HRO で捉えられないことは当然であるが、 KF1812140500.png の時間帯(図11)で内積の絶対値が 0.1以下であるのに HRO で捉えられていないビデオ 観測がある。050617と050946である。このうち050946はふたご群の流星であり、HRO で観測されて当然の 経路距離(D)に出現している。この原因については謎であるが、経路距離(D)がそれほど小さくなく、絶対等 級があまり明るくないので、HRO での検出限界に近いのかもしれない。

<u>050617</u>は散在流星でふたご群の流星よりは高速である。また、経路距離(D)がかなり大きい。基線から離れると流星の飛跡の中点を通る回転楕円体面はほぼ球面に近づき、内積が0.1以下になるかなり流星が増える。恐らくは内積が小さいだけではなく、遠方に出現した流星については他の条件が必要になると思われる。

5. 検討

既にみてきたように、HRO で捉えられる流星は回転楕円体面に接する、ある程度の明るさのものである。 しかし、内積の絶対値が 0.2 以下で絶対等級も 0 等級より明るいのに HRO で検出されない、逆に内積の絶対 値が 0.2 以上でも HRO と同定されるものが存在している。内積と明るさ以外にどのような条件が同時観測の 成立に必要なのか検討する。

また、ふたご群の流星エコーの継続時間は数秒以下であることが一般的であるとみられるが、ふたご群の 特性と言えるのか、ロングエコーやふたご群以外の流星との比較を行うこととする。

<u>5.0.HROでのみ捉えられる流星</u>

この問題については KF1812140500.png を例としてかなり詳しく触れているので、ここでは問題を整理する だけにとどめる。いずれにせよ、仮説の域をでないので、これからの研究課題である。

(1)回転楕円体面に沿う経路で出現した、同時ビデオ観測が成立する限界より暗い流星。

(2)同時ビデオ観測網に漏れた流星。

(3)継続時間が1秒のものは、ノイズである可能性も捨てきれない。

5.1. 内積が小さく明るいのに HRO で捉えられていない流星

この問題をより広く考えるために、「4.1. HRO で捉えられるふたご群の流星」で取り上げたのと同じ 記録画像を用いる。ここでは先に取り上げたのとは逆に、ビデオ観測でのみ捉えられている流星のうち、絶 対等級がマイナスで内積が-0.1<//>//P<0.2の範囲のものについて検討する(表3)。

まず特徴的な点は、輻射点が天頂付近にある2時前後の流星が12個中7個と多いことである。これらは、 輻射点が天頂付近あるため、大気にほぼ鉛直に突入し、飛行経路が短くなっている(図13右:x-H図)。 飛行経路の短いことが受信する強度に直接関係はしないまでも、影響を与えることは推測される。

また、流星との距離の問題がある。内積が小さくなるものを選んでいるので基線から離れたものになり、 発信点 – 流星の中点 – 受信点の経路距離を D として表すと、D>500のふたご群流星は1個しかない(図16 参照)。表3の中で D<400のものは2個しかなく、次項で触れるように IP と D の間には相関が存在する可能 性があり、その場合には表3の中で、HROで捉えられても不思議はないというものは、表の最終行の051037 だけになる。しかし、これについては HRO で 051036 という観測がある。ビデオ観測に先行するので同時観 測と判定したリストからは外しているが、これの HRO 画像(図14)の判定によっては、同時が成り立つこ とになる。これの同時を認めれば、HROの観測がない理由は経路距離 D の問題ということになる。



図13:明るく、内積が小さい流星の飛行経路。 表3・明るく内積も小さいのに HROの観測がない流星

AU.9	1.9 / 1.1		0.1.0210	- mov		× • 17/u≏	<u>F0</u>	
Time	amag	x	у	H	а	b	IP	D
211942	-3.0	-101	111	90	183	170	-0.085	365
233337	-1.3	-188	-79	87	230	220	-0.040	460
020740	-4.0	-89	274	74	299	291	0.191	597
052804	-3.7	125	196	81	250	241	0.175	499
020604	-3.0	349	163	82	398	393	0.096	796
015322	-3.0	372	-145	81	412	407	0.165	825
015158	-2.8	222	277	79	367	361	0.130	733
051930	-2.2	178	50	137	239	230	0.085	478
015652	-2.6	285	-316	89	437	432	0.174	874
020933	-2.1	-134	236	89	288	281	0.079	576
020922	-1.2	336	17	90	354	348	0.103	708
051037	-0.3	90	-32	81	141	124	0.136	281
– 0		~1 II	00	ユッケロ	NHI JA TO -	い、マンナ	. 🖻	



<u>5.2.IP>0.2 でも HRO でエコーが観測されている流星</u>

内積が小さくても同時が成立しない場合とは逆に、内積が大きくても同時が成立する場合がある(表4)。 調査した130分間で *IP*>0.2 でビデオ観測との同定が可能であった流星は4個あった。これらの HRO 像を図1 5 に示す。左から順番に211406、212434、213430 でいずれも14日の観測である。213430 は213429 に同時に 2 個のふたご群流星が観測されており(仮に a と b として区別する)、両者が重なったものと思われる。

絶対等級がマイナスで内積が-0.1<*IP*<0.2 の範囲のものの場合とは逆にこれら 4 個はいずれも距離が近く *D*<300 のものばかりである。213429aと bについて発光点から消滅点までの経路を5分割して、それぞれの位 置における *a、b* 及び *IP* と *D*を計算したものを示す(表5)。いままでは *IP* を流星経路の中点に固定してい たが、経路の途中で *IP*を計算すると当然のことなが ⁰³⁵ [*IP*





図15: IP>0.2 でビデオ観測と同時が成立する流星。図16: 同時観測された流星の IP と経路距離 D。

は流星により生じたプラズマが広がり、移動することによって HRO とビデオ観測の同定条件を満たすようになると推測される。

IP と経路距離(D)には相関があり(図16)、経路距離(D)が小さくなると、IP は必ずしも0.1以下でなくて も、むしろ、IP が大きいものでも HRO で観測され得ることが示唆される。図17に <u>213429a</u>の経路と回転楕 円体面及びそれに直交する線を示す。このように回転楕円体面に突入する流星の場合であっても、経路距離 (D)が小さい、すなわち、輻射点の天頂通過から離れた時間帯には HRO で観測され得ると考えられる。

表4:内積が大きくても同時が成立する流星。

Time	amag	х	у	H	а	b	IP	D
211405	-0.9	-48	-3	93	124	105	0.246	247
212434	-3.2	-47	10	86	119	99	0.281	237
213429a	-1.7	-41	-16	88	118	98	0.326	236
213429b	-0.7	-42	-40	86	121	101	0.267	241
表5:回	転楕円	体との超	妾面を変	えた場合	合におけ	るIPの	変化。	
Time	amag	x	у	H	а	b	IP	D
213429a	-1.7	-49	-17	82	116	96	0.246	233
		-46	-16	84	117	97	0.279	234
		-42	-16	87	118	98	0.311	235
		-39	-16	90	118	99	0.341	237
		-35	-16	92	119	100	0.370	239
		-32	-15	95	120	101	0.397	241
213429b	-0.7	-47	-40	82	120	100	0.224	240
		-45	-40	83	120	101	0.242	240
		-43	-40	85	120	101	0.258	241
		-42	-40	86	121	101	0.275	242
		-40	-40	88	121	102	0.291	242
		-38	-40	89	122	102	0.307	243



5.3. ロングエコーの問題

本稿の調査期間内では図に示すように 00417 から 040534 にわたり継続する 1 分 18 秒のロングエコーが記録 されている。HRO では個々のエコーについて群判定はできないので、このエコーがふたご群のものと考えら れてもやむを得ない。しかし、この時間帯にビデオ観測では以下の 4 個の流星が得られている。040238 に記 録された HRO のスポットはビデオの記録にはない。



図18:2018年12月13~15日の間に記録されたロングエコー。右側は先頭部分の拡大図。

拡大図に示す白線部分が 040417 のふたご群によるエコーと考えられる。先に述べたように、ふたご群のエ コーが観測されるのはビデオの出現時刻から 1~2 秒以内で、継続時間は数秒以内だからである。残りの部分、 すなわちロングエコーの大半の正体は 040411に出現した 2 個の流星(あるいはその一方)によると考えるの が妥当であろう。内積は極めて大きく 040411の2 個の流星はいずれも飛跡の中点を通る回転楕円体面に 60 度 程度の角度で突入している。ふたご群の流星が HRO で観測される場合のように、この散在流星がビデオ観測 と HRO の観測に時間差がほぼない状態で記録されるとは考えられない。図の白線を除いた部分は白線部より 3 ピクセル遅れており、040420 からエコーが記録されたと読み取ることができる。絶対光度が相当に明るく、 地心速度も大きいことからかなり多量のプラズマが生じたと考えられ、それが拡散して電波を反射するよう になるまで 9 秒ほどを要したと考えることが妥当であろう。

表6:KF1812130400.pngの時間帯(04:00~10m)に観測されたビデオ流星。

Time	amag	x	у	H	а	b	IP	D	Vg	class
040411	-8.2	-28	-55	109	139	122	0.878	278	70.5	spo
040411	-7.6	-23	-62	123	152	137	0.890	304	56.6	spo
040412	0.8	109	-26	92	159	144	0.298	317	33.1	GEM
040417	-0.5	211	72	89	248	239	0.019	496	36.3	GEM
L 1	世々ナナン古	H TL TN	7. Million	公本日 #						

5.4. 散在流星及びその他の流星群

今まで検討した事柄がふたご群の場合にだけ成立するのではないことを検証するために、ふたご群以外の 流星を取り上げる。今回調査した 130 分間に、ビデオ観測では 5 個の *IP*<0.1 となるふたご群以外の流星が記 録されている。

表7:調査期間中にビデオ観測された IP<0.1 となるふたご群以外の流星。

Time	_amag	x	у	H	а	b	IP	D	Vg	class
042339	-0.6	211	-21	96	241	232	-0.008	483	58.5	HYD
050617	-1.3	333	-150	104	384	379	0.058	768	59.9	spo
015909	-2.5	-46	201	83	224	214	0.015	449	39.6	spo
020933	-2.1	-134	236	89	288	281	0.079	576	41.3	MON
052659	-2.3	303	223	77	388	382	0.026	776	41.3	spo
	~ .		· · · ·				1 . I			

これらのうちで HRO と同定できたのは <u>015909</u>の散在流星のみであった。この原因は経路距離(*D*)と明るさ (*amag*)との兼ね合いで説明できると思われる。HRO において経路距離(*D*)は、ふたご群だけでなく、一般的に 作用する重要な因子だと考えられる。

なお、前項で取り上げたロングエコーが高速の流星によるものであったが、表7で比較的速度の大きい上の2個の流星はエコーが捉えられていない。高速の流星であることがHROに対して有利に働くかについては 今後の検討課題となる。

5.5.アンテナの指向性



ここまで HRO のアンテナとして使用される2素子の八木アンテナの 指向性を問題にしてこなかったが、経路距離 D>500 の流星は IP<0.1 で あっても捉えられていないことには大きな影響があると考えられる。 基本的にはこのアンテナの感度は8の字型で、一般的にはアンテナが 向けられた方が後ろ側よりも感度が高く、側面方向では最低になる。 藤戸が用いているアンテナは図19のように天頂に向けられており、 水平方向の感度は天頂方向に比べてかなり低くなっている。

四日市では発信点からの距離が比較的短く、直接波の影響を避ける ためにアンテナを天頂に向けることになる。D<500 が一般的な同時観 測の必要要件かという問題については、発信点からの距離があり、ア ンテナを水平方向に向けている地点での同様な調査が必要であろう。

図19:使用したアンテナ。

6. まとめ

福井一四日市を基線とする HRO 観測において、基線を軸とする回転楕円体面に沿って飛行する流星が捉え られていることが確認された。大きな流星体が飛行した場合には、出現から HRO での検出まで数秒以上の遅 れがあるが、通常の流星であれば、ビデオ観測との時間差は 0~2 秒である。また、ふたご群という輻射点が ほぼ天頂を通過する流星群の特性から、輻射点の天頂通過時において回転楕円体面が基線より遠ざかり、経 路距離(D)が 500km 以上の流星は HRO で実質的に捉えられていないことも示された。これにはアンテナの指 向性の問題も関係していると考えられるが、HRO で捉えられるエコーの出現位置を考える上での手掛かりに なると思われる。

おまけ:基線に近い流星のエコーと遠い流星のエコー

右側の方が左側のものより明るいのに、基線から遠いと HRO でこのように観測される。



2020年10月から2021年7月の電波光学同時流星観測報告

平塚市博物館 天体観察会 流星分科会 永井和男

TV観測:平塚市博物館天体観察会流星分科会 電波観測:神作哲夫(東京都東村山市)

アブストラクト

- 2020年10月から2021年7月までの10カ月間の電波光学同時流星を調査しました。
- 電波光学同時流星は過去に3回の報告をしています。
 - 2020年10,11,12月、2021年1月、2021年4月
- 4月の解析の際にHRO FFTのPNG画像を自動解析するプログラムを作成しました。今回はこれを用いて未解析 だった期間の解析を行いました。
 - 2021年2,3,5,6,7月
- 光学観測は平塚市博物館天体観察会流星分科会の観測を使用しました。
 - 10名(秋山,石井, 岡澤, 小林, 清水, 鈴木, 戸村, 永井, 萩原, 横関)
- 電波観測は東京都東村山市の神作哲夫氏のIZUアンテナとFKアンテナの観測を使用しました。
 - IZUアンテナは福井県立大学アマチュア流星電波観測研究会が送信する電波を受信しています。
 - FKアンテナは福島JE7YNQ50Mビーコンを受信しています。
 - どちらも50M帯で、アンテナは相模湾方向に向いています。
- 光学流星で軌道が求まった流星は3900個でした。この中で電波と同時流星は72個で、全てIZUアンテナのものでした。同時判定は時刻と反射領域による評価で決定しています。
- 「HROが見ている物」小関正広 MSS online 2021.06.20 で示している物について今回の観測と比較しました。
 - 「光学は高速、電波は中速を見ている」この傾向が確認出来ました。
 - 「HROは眼視で見るような明るい流星を見ている」こちらは、その傾向はありませんでした。



HRO電波送信所 福井県立大学アマチュア流星電波観測研究会

- 各拠点の地図上の位置
- 福井・福島は送信所、 東村山は受信局
- 光学観測は平塚を中心 に相模湾沿岸の10名 で南に向けたカメラで 観測しています



光学観測の手順

- 平塚市博物館天体観察会の流星分科会メンバー10名が自宅に2 台のTVカメラを設置しています。西は小田原、東は横浜です。
- カメラは大島上空100kmと御蔵島上空100kmに向けています。
- 各自はUFOCaptureV2でcaptureしたものをUFOAnalyzerV2で 解析して、結果を分科会のMLに投稿します。
- これを月毎に集めてUFOOrbitV2で光学の同時流星を探して軌道を求めています。







電波観測の手順

アンテナ

SDR

SDR

sharp

↓ HRO FFT

PNG 画像

- 流星電波エコーの観測にはアンテナと受信機が必要です。SDRを用いることでPC が受信機になります。
- 受信機のAudio出力をHRO FFTで周波数分析する事で流星の電波エコーを可視化出 来ます。これは10分毎にPNGファイルを生成して行きます。
- PNG画像を見ると流星以外の信号も区別なく記録されている事がわかります。
- PNG画像から流星を判定して出現時刻・エコーの長さ・強度を取得するには目視で 検査する必要があります。
- これにはHRO viewを使っています。



数値化されていない

流星電波エコー候補の自動抽出

- 1か月分のPNG画像から流星を抽出するには大きな労力が必要です。
- これは、この研究を継続させる事を難しくしています。
- そこで、自動解析プログラムを作成して解析時間の短縮を行いました。
- プログラムはPNG画像を数値化して特定のしきい値を超える信号を抽出します。抽出は信号レベル だけで判定していますので流星以外のノイズが多数含まれてしまいます。ひと月に2万件程度あり ます。
- 出力の書式はHRO viewが出力するcsvファイルと同じですので(ノイズだらけですが)HRO reportでリスト化することも可能です。



光学・電波同時流星候補

- HRO view形式のcsvファイルと、UFO orbitが出力したcsvファイルを時刻コンペアプログラムを用いて(ほぼ)同時刻の電波エコーと光学流星を抽出します。これが光学・電波の同時流星候補です。
- このコンペア作業で(2万件あった候補が)ひと月当たり多くても数十個以下に絞られます。
- ここでリストされたPNG画像をHRO viewで目視検査します。ここは手作業です。
- 時刻だけで判定するならば、光学・電波同時流星が抽出された事になります。



反射領域による同時判定

- 光学電波の同時流星候補が絞られたところで、電波の反射領域を調べます。流星の出現場所と反射領域が近ければ同時流星としています。
- エコー形状がオーバーデンスエコーと思われる場合はその限りではありません。





2020年10月から2021年7月の電波光学同時流星

- 光学流星で軌道が求まった流星は3900個でした。この中で電波との同時流星は72個でした。
- 全て福井の電波を受信しているIZUアンテナのもので、福島のFKアンテナはありませんでした。
- IZUアンテナの2021年5月と7月に同時流星はありませんでした。
- 同時判定は時刻と反射領域による評価をしています。
- 次ページ以降に電波光学の同時流星の諸量を示します。

年月	同時流星
Oct-20	5
Nov-20	5
Dec-20	28
Jan-21	13
Feb-21	6
Mar-21	4
Apr-21	7
May-21	0
Jun-21	4
Jul-21	0

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec
	1	東村山	Izu2010130350.png	_20201013_035623	_20201013_035619	1.19	7	弱	2.3E+16	over	_spo	-0.72	47.6	99.5	139.4	34.6	78.2	138.9	34.3	179.67	45.16
	2	東村山	Izu2010210040.png	_20201021_004320	_20201021_004317	0.23	1	強	4.1E+16	under	_spo	-1.34	47.8	104.5	140.0	33.9	94.3	140.0	33.8	56.29	55.19
Oct-20	3	東村山	Izu2010250450.png	_20201025_045411	_20201025_045402	0.07	4	強	3.1E+15	under	_spo	1.42	45.9	105.5	139.3	34.7	103.2	139.3	34.6	157.85	76.31
	4	東村山	Izu2010290240.png	_20201029_024623	_20201029_024623	0.13	1	強	2.1E+15	under	_spo	1.58	36.0	89.5	139.3	34.8	85.6	139.3	34.8	52.53	59.36
	5	東村山	Izu2010310030.png	_20201031_003513	_20201031_003514	0.20	1	強	1.7E+15	under	_spo	1.46	26.0	87.6	139.2	34.6	82.2	139.2	34.6	26.49	70.30
	1	東村山	Izu2011100420.png	_20201110_042456	_20201110_042453	1.22	3	強	5.2E+15	under	_J5_sTa	0.24	26.1	94.9	139.1	34.4	76.7	139.5	34.4	56.02	13.56
	2	東村山	Izu2011170420.png	_20201117_042928	_20201117_042926	1.68	35	弱	3.3E+16	over	_J5_oEr	-1.56	31.6	95.9	138.6	33.4	73.6	139.1	33.5	65.00	-2.59
Nov-20	3	東村山	Izu2011212110.png	_20201121_211904	_20201121_211906	0.20	1	弱	1.5E+15	under	_spo	1.68	28.6	93.3	139.3	34.5	90.3	139.3	34.5	108.48	34.63
	4	東村山	Izu2011260330.png	_20201126_033038	_20201126_033036	0.13	1	強	1.9E+15	under	_J5_daD	1.74	37.7	94.7	139.3	34.6	92.0	139.3	34.6	219.32	65.37
	5	東村山	Izu2011260530.png	_20201126_053137	_20201126_053135	0.20	1	強	5.7E+15	under	_J5_kDr	0.76	45.5	93.7	139.0	34.4	86.3	139.0	34.4	182.36	67.51
	1	東村山	Izu2012010320.png	20201201_032831	_20201201_032828	0.52	1	強	1.2E+15	under	_spo	1.49	19.0	92.2	139.1	35.0	85.9	139.2	35.0	59.80	15.73
	2	東村山	Izu2012010500.png	_20201201_050939	_20201201_050939	0.10	1	弱	2.4E+15	under	_J5_daD	1.80	51.0	106.7	139.5	34.7	102.3	139.5	34.6	190.77	58.94
	3	東村山	Izu2012060410	_20201206_041816	_20201206_041815	0.47	7	強	1.3E+16	over	_J5_Gem	-0.46	33.7	95.5	140.0	34.6	80.9	140.0	34.6	109.44	30.39
	4	東村山	Izu2012061710	_20201206_171303	_20201206_171302	1.02	15	強	1.1E+17	over	_spo	-3.09	24.4	114.0	138.9	34.0	105.2	139.2	34.1	266.89	-1.34
	5	東村山	Izu2012070240	_20201207_024240	_20201207_024237	0.36	1	弱	6.2E+15	under	_spo	-0.21	20.3	82.6	139.3	34.4	77.0	139.3	34.4	67.34	16.14
	6	東村山	Izu2012070300	_20201207_030017	_20201207_030015	0.57	4	強	1.0E+16	over	_J5_daD	0.03	42.9	94.1	139.5	34.4	80.4	139.4	34.3	210.03	62.76
	7	東村山	Izu2012110430	_20201211_043319	_20201211_043316	0.30	1	強	4.4E+15	over	_spo	0.62	30.9	94.2	139.5	34.5	87.2	139.6	34.5	112.87	32.03
	8	東村山	Izu2012110540	_20201211_054056	_20201211_054058	0.25	1	弱	2.3E+15	under	_J5_Gem	1.28	29.7	92.8	139.0	34.8	88.0	139.1	34.8	102.24	34.72
	9	東村山	Izu2012140400	20201214_040406	_20201214_040404	0.49	1	弱	1.5E+16	under	_J5_Gem	-0.53	35.8	94.8	140.1	33.9	80.7	140.3	33.9	113.94	32.75
	10	東村山	Izu2012140430	_20201214_043143	_20201214_043141	0.63	2	弱	9.2E+15	over	_J5_Gem	-0.06	34.5	99.1	139.8	34.4	82.6	140.0	34.4	112.85	32.76
	11	東村山	Izu2012140430	_20201214_043404	_20201214_043401	0.24	1	弱	3.5E+15	over	_J5_Gem	0.93	32.6	93.1	139.7	34.7	86.5	139.8	34.7	111.09	32.91
	12	東村山	Izu2012140440	_20201214_044355	_20201214_044354	0.24	1	弱	4.0E+15	over	_J5_Gem	0.76	32.2	92.4	139.7	34.3	85.9	139.7	34.3	111.53	33.92
	13	東村山	Izu2012140440	_20201214_044843	_20201214_044842	0.76	4	弱	4.2E+16	over	_J5_Gem	-1.70	34.8	100.1	139.4	34.2	80.0	139.6	34.2	114.19	31.62
Dec. 20	14	東村山	Izu2012140450	_20201214_045710	_20201214_045709	0.68	1	弱	2.2E+16	over	_J5_Gem	-0.97	35.4	116.5	139.1	33.6	100.6	139.3	33.5	112.25	31.91
Dec-20	15	東村山	Izu2012140500	_20201214_050124	_20201214_050123	0.30	1	弱	2.4E+15	over	_J5_Gem	1.35	33.2	95.2	139.5	34.8	87.4	139.5	34.8	114.55	32.21
	16	東村山	Izu2012140520	_20201214_052243	_20201214_052240	0.39	2	弱	6.3E+15	over	_J5_Gem	0.31	33.5	91.4	139.0	34.5	81.5	139.1	34.5	112.22	32.84
	17	東村山	Izu2012140550	_20201214_055727	_20201214_055727	0.47	3	弱	7.6E+15	under	_J5_Gem	0.04	31.6	91.9	139.3	35.0	81.6	139.5	34.9	113.55	32.59
	18	東村山	Izu2012150130	_20201215_013621	_20201215_013618	0.20	3	強	9.4E+15	under	_spo	0.04	38.8	98.4	138.9	34.6	92.5	138.8	34.5	179.43	72.18
	19	東村山	Izu2012150540	_20201215_054441	_20201215_054440	0.53	2	強	8.0E+15	under	_J5_Gem	0.04	32.8	96.2	139.4	35.1	83.9	139.5	35.1	114.59	32.07
	20	東村山	Izu2012170110	_20201217_011939	_20201217_011936	0.16	1	強	3.9E+15	under	_J5_daD	1.26	50.0	96.0	139.5	34.1	92.6	139.5	34.1	204.67	52.33
	21	東村山	Izu2012170230	_20201217_023948	_20201217_023946	0.70	2	強	2.5E+15	over	_J5_sTa	0.85	21.4	88.0	140.0	34.1	77.1	140.2	34.2	83.99	15.97
	22	東村山	Izu2012190010	_20201219_001429	_20201219_001426	0.67	1	弱	5.3E+15	under	_spo	-0.34	15.4	103.8	140.2	34.0	90.7	140.3	34.0	57.40	40.17
	23	東村山	Izu2012190440	_20201219_044653	_20201219_044650	0.95	6	強	1.8E+16	under	_spo	-0.77	35.7	119.6	139.0	34.1	96.5	139.3	34.1	107.14	22.90
	24	東村山	Izu2012200210	_20201220_021356	_20201220_021353	0.57	1	弱	2.9E+15	under	_spo	0.66	21.1	87.9	139.8	34.2	76.7	139.9	34.2	84.38	29.62
	25	東村山	Izu2012290410	20201229_041824	20201229_041821	0.23	1	弱	9.4E+14	under	_spo	2.24	29.5	95.2	139.6	35.0	90.6	139.6	35.0	109.97	23.43
	26	東村山	Izu2012310250	_20201231_025328	_20201231_025326	0.23	3	強	2.2E+15	under	_spo	1.39	30.7	90.1	138.8	34.0	83.8	138.7	34.0	181.23	63.52
	27	東村山	Izu2012310300	_20201231_030812	_20201231_030809	1.03	1	弱	8.8E+15	under	_spo	-0.45	23.0	95.3	139.8	33.6	76.7	140.0	33.7	103.30	14.63
	28	東村山	Izu2012310600	_20201231_060742	_20201231_060740	0.46	8	強	1.4E+17	over	_spo	-2.66	46.4	101.0	139.0	34.3	80.8	139.0	34.2	176.56	54.13

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec
	1	東村山	Izu2101022300.png	_20210102_230904	_20210102_230906	0.18	2		8.4E+14	under	_spo	1.74	16.7	87.9	139.77	34.44	84.5	139.78	34.43	87.57	56.51
	2	東村山	Izu2101040250.png	_20210104_025534	_20210104_025534	0.59	15	強	4.2E+16	over	_J5_Qua	-1.52	41.4	99.6	138.92	34.24	85.3	138.75	34.12	227.81	49.59
	3	東村山	Izu2101040310.png	_20210104_032000	_20210104_031958	0.41	2	強	5.3E+16	under	_J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1	139.06	33.87	227.35	50.58
	4	東村山	Izu2101040320.png	_20210104_032002	_20210104_031958	0.41	12	強	5.3E+16	over	_J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1	139.06	33.87	227.35	50.58
	5	東村山	Izu2101040320.png	_20210104_032358	_20210104_032359	0.95	2	弱	9.5E+16	under	_J5_Qua	-2.40	41.4	103.7	139.59	34.30	79.1	139.31	34.12	230.86	48.49
	6	東村山	Izu2101090450.png	_20210109_045253	_20210109_045250	0.13	1	強	6.4E+15	under	_spo	0.38	36.6	104.4	139.71	34.05	100.5	139.74	34.05	141.05	36.03
Jan-21	7	東村山	Izu2101111850.png	_20210111_185742	_20210111_185741	0.78	2		1.3E+15	under	_spo	1.02	13.3	93.4	139.45	34.61	81.4	139.46	34.54	26.29	69.50
	8	東村山	Izu2101130600.png	_20210113_060618	_20210113_060616	1.20	5		7.9E+16	under	_spo	-2.84	23.0	102.4	139.74	34.76	79.8	139.64	34.57	267.07	71.07
	9	東村山	Izu2101142210.png	_20210114_221326	_20210114_221327	0.27	5	弱	2.3E+15	under	_spo	1.43	34.1	90.1	139.08	35.01	85.5	139.04	34.95	191.40	67.34
	10	東村山	Izu2101190510.png	_20210119_051242	_20210119_051240	0.48	1	弱	4.6E+16	under	_J5_xUm	-1.57	43.2	93.4	140.26	33.71	75.7	140.39	33.70	171.69	31.46
	11	東村山	Izu2101210130.png	_20210121_013247	_20210121_013247	1.03	6	強	9.6E+15	under	_spo	-0.42	25.7	95.9	139.16	34.99	77.5	139.07	34.80	225.49	73.07
	12	東村山	Izu2101220300.png	_20210122_030243	_20210122_030241	0.46	1	弱	1.2E+15	under	_spo	1.45	18.9	91.4	139.14	34.55	83.9	139.21	34.53	115.70	38.48
	13	東村山	Izu2101260350.png	_20210126_035351	_20210126_035347	0.80	1	強	5.3E+15	under	_spo	0.35	29.1	102.6	139.55	34.88	84.5	139.51	34.73	227.51	76.48
	1	東村山	Izu2102060310.png	_20210206_031333	_20210206_031332	0.87	5	強	3.2E+15	over	_spo	0.91	30.0	98.0	139.91	34.11	84.8	139.71	33.96	277.95	49.59
	2	東村山	Izu2102070530.png	_20210207_053238	_20210207_053239	0.47	3	強	2.2E+16	under	_spo	-0.75	43.8	106.8	139.19	34.82	89.2	139.18	34.80	228.28	40.93
Eab-01	3	東村山	Izu2102100430.png	20210210_043330	20210210_043327	0.90	2	弱	6.2E+14	under	_spo	2.04	16.2	92.0	139.28	35.02	79.2	139.27	34.91	248.70	83.10
rep-21	4	東村山	Izu2102160530.png	_20210216_053707	_20210216_053704	0.36	6	弱	2.1E+16	over	_spo	-0.87	38.1	97.0	139.20	33.73	84.0	139.25	33.70	205.92	47.30
	5	東村山	Izu2102170220.png	_20210217_022504	_20210217_022503	0.33	1	弱	2.6E+14	under	_spo	2.67	12.1	81.0	139.22	34.97	77.3	139.27	34.97	120.40	23.55
	6	東村山	Izu2102250220.png	_20210225_022241	_20210225_022240	0.90	1	弱	4.0E+14	under	_spo	2.35	14.0	85.4	139.38	34.98	75.6	139.37	34.86	356.33	84.34
	1	東村山	Izu2103140120.png	_20210314_012024	_20210314_012021	0.44	2	強	1.3E+15	under	_spo	1.27	17.1	90.5	139.21	34.45	82.6	139.22	34.42	185.54	64.84
Mar-21	2	東村山	Izu2103140340.png	_20210314_034012	_20210314_034013	0.64	3	強	1.6E+17	under	_spo	-2.44	68.3	117.3	139.21	34.50	85.6	139.14	34.77	239.02	-8.98
	3	東村山	Izu2103160430.png	_20210316_043612	_20210316_043609	0.37	1	強	8.5E+15	under	_spo	0.51	54.4	108.7	139.59	34.71	97.7	139.42	34.78	296.87	-1.30
	4	東村山	Izu2103170200.png	_20210317_020306	_20210317_020307	0.70	1	弱	1.6E+16	under	_spo	-0.66	33.9	98.9	139.10	33.81	82.6	139.19	33.94	188.59	-9.95
	1	東村山	Izu2104090330.png	20210409_033204	_20210409_033201	0.75	1	強	3.2E+15	under	_spo	0.15	14.6	84.2	139.20	34.99	73.4	139.21	34.91	230.45	76.73
	2	東村山	Izu2104110020.png	_20210411_002627	_20210411_002625	2.07	1	弱	3.5E+15	under	_spo	-0.01	13.8	93.0	139.45	35.11	70.1	139.45	34.85	40.24	85.88
	3	東村山	Izu2104212210.png	_20210421_221608	_20210421_221604	0.77	14	強	4.7E+16	over	_J5_Lyr	-1.65	41.3	105.0	140.09	32.97	89.6	139.82	32.84	268.88	38.85
Apr-21	4	東村山	Izu2104220140.png	_20210422_014903	_20210422_014901	0.18	2	強	1.0E+16	under	_spo	-0.39	27.8	86.3	139.59	34.03	82.5	139.56	34.00	314.86	64.80
	5	東村山	Izu2104220210.png	_20210422_021702	_20210422_021659	0.50	3	弱	1.6E+16	under	_spo	-0.62	35.4	101.8	139.34	34.21	87.4	139.26	34.13	295.91	56.83
	6	東村山	Izu2104242210.png	_20210424_221502	_20210424_221458	0.67	3	強	7.3E+16	under	_J5_Lyr	-2.00	46.0	105.1	139.86	32.93	91.3	139.58	32.83	270.18	31.06
	7	東村山	Izu2104250250.png	_20210425_025742	_20210425_025738	0.58	1	弱	5.2E+14	under	_spo	1.86	11.5	82.8	139.54	35.03	76.4	139.62	35.06	208.57	-4.09
	1	東村山	Izu2106092230.png	20210609_223953	20210609_223953	0.53	1	弱	1.0E+16	under	_spo	0.32	56.3	108.8	139.24	34.31	99.3	138.96	34.17	335.87	35.21
lum_01	2	東村山	Izu2106172310.png	20210617_231100	20210617_231057	0.73	2	強	6.5E+15	under	_spo	-0.15	22.4	92.7	138.79	34.29	78.4	138.76	34.20	288.96	70.73
Jun-21	3	東村山	Izu2106220320.png	20210622_032252	20210622_032250	0.57	1	弱	7.1E+14	under	_spo	2.07	19.0	94.9	139.21	34.55	89.3	139.33	34.56	256.96	4.39
	4	東村山	Izu2106280010.png	_20210628_001719	20210628_001716	0.55	1	弱	9.3E+15	under	_spo	0.09	39.8	97.5	139.07	35.01	86.4	138.94	34.85	20.96	59.28

「HROが見ている物」
 小関正広氏 MSS online 2021.06.20

- 1. 「電波観測(HRO)が見ているもの」をまとめると以下のようになります。
 - 1. 電波と光学が同時流星になりにくい理由
 - 1. 速度:光学は高速、電波は中速を見ている
 - 2. 明るさ:HROは眼視で見るような明るい流星を見ている
 - 3. 光学流星は自発光(等方性)、電波は反射エコー(指向性)
 - 4. 電波エコーは海上の流星を多く観測している、送信所と受信所の距離が短ければ電波エ コーは内陸になり光学との同時が増す

速度:光学は高速、電波は中速を見ている?



- 小関 2021.06.20では 光学流星は高速、電波は中速を見ているとされています。
- 2020年10月から2021年7月までの平塚市博物館の光学観測と、東村山のIZUアンテナとの同時流星です。
- 左図は比較しやすいように同時流星の数を実際の数の10倍にしてあります。
- 光学は低速から高速まで広く観測されています。
- 同時流星は低速から中速にありました。

群毎の速度 (光学流星のグラフ)



- 電波光学同時流星の無い55km/s以上の流星群で数の多い群はJ5_ComとJ5_Oriでした。
- J5_Leoは70km/s付近にあり高速ですが数が多くありませんでした。
- 55km/s以上にJ5_Per、J5_Hydもありますが数は少なく、左のグラフの低速に位置しています。
- 55km/s以上にJ5_Gemはありませんでした。
- 高速の流星に電波と同時が無い事が速度の影響でなく反射領域外による影響か検討する必要はありそうです。

明るさ: HROは眼視で見るような明るい流星を見ている?



- 小関 2021.06.20では HROは眼視で見るような明るい流星を見ているとされています。
- 2020年10月から2021年7月までの平塚市博物館の光学観測と、東村山のIZUアンテナとの同時流星です。
- 左図は比較しやすいように同時流星の数を実際の数の20倍にしてあります。
- 同時流星は各等級に同じような割合で見つかります。
- 電波エコーが明るい流星に偏っているとは言えそうにありませんでした。
- 発光継続時間と絶対等級のグラフを見ても明るい方に電波光学同時流星が偏ってはいませんでした。

光学流星は自発光(等方性)、電波は反射エコー(指向性)

• こちらは光学流星が電波で検出できない理由です。



では、光学で検出されず電波で検出できるものは? 暗い流星でも以下の関係が出来てしまえば電波エ

コーを受信出来るのかも知れません。

まとめ

2020年10月から10カ月間の電波光学同時流星を調査しました。

光学流星で軌道が求まった流星は3900個で、その内、電波と同時流星は72個でした。これは 1.8% になります。

「HROが見ている物」小関正広 MSS online 2021.06.20 と今回の観測と見比べてみました。

「光学は高速、電波は中速を見ている」については傾向が確認出来ました。 ただ、群によって同時にならないのかも知れず、反射領域を含めて検討する必要がありました。

「HROは眼視で見るような明るい流星を見ている」こちらは、その傾向を確認出来ませんでした。 光学で検出できず、電波で検出できるものもあり、これはむしろ暗い流星のエコーを観測しているの かも知れませんが、今の観測手法では確認が出来そうになく課題となって残ってしまいます。

MSSonline/2021/Dec.18 日本流星研究会 小関正広 藤戸健司

要旨

ビデオ観測される流星数との比で、オリオン群はふたご群よりも HRO で捉えられるエコー数が少ない。特 に輻射点高度が低い時間帯では HRO のエコー数が少ない。これは輻射点高度が低いと流星の高度が高くなる ことと関係し、電離層の影響を受けていると推測される。CMOR 等で用いられている波長に比べて影響は小 さいと考えられてきたが、高速で流星の高度が 100km 以上になる流星群では電離層の影響を無視できない。 エコーで「スパイク」と呼ばれるものが観察される流星は発信点と受信点を焦点とする回転楕円体面に沿う

ものであり、発光とほぼ同時にエコーが受信されている。逆に「痕跡」と呼ばれるものは回転楕円体と流星経路のなす角が大きく、飛行後数秒の時間を経て観察される。また、「スパイク」は高速の流星で顕著である。 HROの観測では観測地点に近く、回転楕円体面に沿う流星であれば、眼視観測とほぼ同等の光度の流星を

捉えられるが、経路距離が 600km を超えると火球クラスの流星でなければ捉えられないことが示された。

1. はじめに

眼視観測に比べて、HRO ではペルセウス群、オリオン群の極大が明瞭でない。本稿では、その原因を探る とともに、オリオン群でみられるロングエコーについて検討する。また、ふたご群との比較により、オリオン 群の特性を考察する。

2007~9年にはオリオン群が活発化したので、その時のデータを利用することにより、HROとビデオ観測の 十分な同時データを得ることができる。ここでは 2009年 10月 20~22日のデータを用いた。

2. ロングエコー

小さいエコーでは、流星によるものか雑音なのか判別が困難で、データを注意して選択しても両者の混在は 避けられない。流星によるものである可能性が高いエコーを最初に分析することとした。

表1に対象としたエコーと対応するビデオ観測を示す。HROとVideoの下に示す6桁の数字は時分秒、Iは エコーの強度、Dur.はエコーの継続時間、Atはビデオ観測とHROの時間差、amagはビデオ観測による絶対等 級、abs(IP)は流星経路の中点における流星経路と発信点・受信点を焦点とする回転楕円体面の法線との内積の 絶対値(流星経路と回転楕円体面との合致度を示す)、交差角は流星経路と回転楕円体面のなす角度、Dは発 信点と流星経路の中点を経て受信点を結ぶ距離(以下、経路距離Dと呼ぶ)、classはSonotaCoネットによる 群判定である。*1と*2はそれら以外に同時に出現した流星が観測されていることを示している。それぞれ、 表の下部に他に候補となり得るビデオ観測を示すが、ここではそれらは用いない。

表1:顕著なエコーとそれに対応するビデオ観測。

Date	HRO	Ι	Dur.	Video	Δt	amag	abs(IP)	交差角	D	class
10/20	005232	21	23	005230	2	-4.0	0.114	6.6	336	ORI
	053104	28	67	053101	3	-3.8	0.150	8.6	377	ORI
10/21	004220	17	20	004219	1	-3.2	0.426	25.2	279	ORI
	004504	30	7	004503	1	-2.3	0.076	4.4	298	ORI
	015613	15	45	015606	7	-4.7	0.482	28.8	470	ORI
	025214	18	51	025210	4	-6.0	0.249	14.4	485	ORI*1
	033929	31	15	033929	0	-1.6	0.047	2.7	308	SPO
	035438	27	57	035435	3	-5.5	0.154	8.9	454	ORI
	045927	21	28	045925	2	-3.8	0.099	5.7	452	ORI*2
10/22	012428	27	35	012428	0	-4.3	0.018	1.0	376	ORI
	020110	15	10	020109	1	-3.9	0.045	2.6	532	ORI
	025934	10	25	025928	6	-7.2	0.150	8.7	723	ORI
	040428	19	15	040427	1	-3.7	0.015	0.9	572	ORI
	040500	11	8	040457	3	-3.1	0.094	5.4	569	SPO
	043449	18	7	043448	1	-3.0	0.009	0.5	539	ORI
	044350	9	8	044344	6	-5.0	0.250	14.5	505	ORI
	044402	19	13	044356	6	-3.4	0.303	17.7	387	ORI
*1				025210		-3.0	0.158	9.1	487	SPO
*2				045925		-2.9	0.103	5.9	453	ORI

注:エコーの出現時刻は HROFFT の画像から読み取ったものであるが、HROFFT では時として、1 分間の画像が 59 ピクセルしかない場合があるため、ここに示した HRO の時刻は±1s の誤差がある。

表1に掲げたエコーとビデオ観測はほぼ確実に対応するものと思われるので、ビデオ観測によるデータと比較してエコーの特徴について考察する。

2.1. 流星経路と回転楕円体面との交角

流星の経路が回転楕円体面に交差する角度 (*abs*(*IP*))が大きいほど、ビデオ観測されてから HRO で受信され迄の時間がかかっている(図1)。これは 電波を反射するものが拡散してエコーを生じる条件 を満たすまでに時間がかかるためと考えられる。

また、図2に示すように、HRO とビデオ観測との時間差(Δt)はエコー画像に顕著な違いを生じる。Δt は流星経路と回転楕円体面とのなす角すなわち内積 abs(IP)に大きく関係しているので、この画像の違い は内積が大きいもの015613(以下、HRO の時刻で表 記)と小さいもの012428との違いでもある。流星が



図 1: HRO とビデオ観測の時間差と内積の絶対値。



図 2: HRO とビデオ観測の時間差によるエコー画像の違い。左は 015613(*dt*=7s, *amag*=-4.7)、右は 012428(*dt*=0s, *amag*=-4.3)。

回転楕円体面に沿うように飛行した場合には、出現 と同時にいわゆる「スパイク」が現れる。このスパイ クは流星の飛行と同時に出現するものであり、流星 のヘッドエコーを含むものと考えてよいであろう。

「ふたご群と HRO」で指摘したように、経路距離 が大きくなると、内積 *IP* が小さくなければエコーは 観測されず、近ければ *IP* が大きくてもエコーが観測 されることがここでも確認された(図3)。

これは次項で述べるように、流星の絶対等級及び エコーの強度が経路距離と深くかかわっていること によると考えられる。

2.2.絶対等級とエコーの強度・継続時間

この項ではエコー強度と継続時間が顕著なものを 扱っている、すなわち、ある程度一定の範囲のエコー を対象としているため、経路距離と流星の絶対等級 の関係が明瞭に認められる(図4)。さらに、HROの 観測点から近距離に大流星が出現しなかったため に、その関係は一層明瞭になっている。経路距離が遠 い場合にはかなりの大流星でなければHROで捉えら れないことが分かる。

経路距離が遠くなるとエコーの強度は下がること は当然である(図5)。ここで用いている流星は顕著 なエコーのものであるから、エコー強度は強くても この程度であることを示している。火球クラスの流 星であっても、経路距離が 700km を超えるとエコー 強度は 10 を下回ることが推測される。











図5:経路距離とエコーの強度。

図6:絶対等級とエコーの継続時間。

当然、エコーの強度は絶対等級とも相関を持つが(図は省略する)、内積 IP との相関と同じ程度であり、 エコーの強度は絶対等級よりも経路距離に強い相関を示している。

エコーの継続時間がエコー強度の大きいもの、絶対等級の明るいものほど長いことは当然と言える。ここで は絶対等級との関係を示すが(図6)、ここで扱っているのは顕著なエコーだけであるので、継続時間の短い Dur.<5、絶対等級で amag>-2 の領域は不明である。しかし、絶対等級が正となる一般的に眼視観測される光度 の流星では継続時間が1秒に満たないことが示唆される。

3. 10月21日22時から22日5時までの観測

3. 1エコーとビデオ観測の同定基準

オリオン群の出現が多い表記の時間帯についてビデオ観測とHRO との対照を行った。オリオン群はロング エコーが見られるにもかかわらず、圧倒的多数は継続時間の短いエコーであった。また、2009 年はオリオン 群が非常に活発であったので、同時流星の判定には暫定的な基準が必要となった。

前回のふたご群について得た同時流星となる条件がロングエコーについての分析で確かめられたので、表記の時間帯に得られたエコーとビデオ流星について以下の条件を適用して同時流星を選択する。

A.ビデオ観測とエコーの時間差Δt が-1~+10 秒の範囲内。

B.流星経路と回転楕円体面の法線との内積 IP が小さいもの。

C.経路距離が大きいとエコー強度が落ちるので、絶対等級が明るくないものは外す。

D.重回帰分析により得られた絶対等級、内積、経路距離によるエコー強度及び継続時間推定値を参考とする(「4.オリオン群とふたご群の比較」を参照)。

E.図7と8に見られるようなエコー画像の特徴(「スパイク」の有無等)を参考に最終決定をする。

A の条件を満たすエコーは 79 件あった。これらの候補を以下の判定基準で同時流星を判定することとした。 A1. Δt>3 秒のものは火球クラスの流星に限る: Δt<-0.8×amag+2 を目安とする。

B1.IP<0.1を基本とするが、経路距離が短い場合には、それ以上でも同時流星になり得る:IP<-0.0005×D+0.7 を目安とする。

B2. 絶対等級が明るいものは IP>0.1 でも同時流星になり得る: IP<-0.08×amag+0.3 を目安とする。

C1.経路距離が長いと絶対等級が明るくなければ同時流星にはならない: amag<-0.005×D+2 を目安とする。 実際には、重回帰分析による推定から選択したものと A~C の基準で選択したものは必ずしも一致しない。 基本的に絶対的な基準を設けることは不可能に近く、どうしても判定には主観の入る余地がある。この判定の 曖昧さの問題について、具体的にいくつかの例を挙げ、問題点を指摘して今後の課題としたい。

表2:本文中の判定基準では除外されるが、「同時流星」と判定したもの。

HRO	Ι	Dur.	Video	Δt	amag	IP	D	
225320	17	3	225318	2	-1.7	0.479	268	
013105	8	3	013104	1	-1.5	0.406	267	
022555	12	1	022553	2	-0.1	0.093	701	
030053	24	2	030052	1	-1.4	0.325	532	
045507	9	1	045507	0	-0.4	0.050	547	
表3:本3	文中の	判定基準	「では「同時	+流星	となるが	5. ここて	≈は除め	したもの。
		11/6-24-1				· ·	- 10101011	
HRO	Ι	Dur.	Video	Δt	amag	IP	D	0,20,00
HRO 004444	I 7	Dur.	Video 004445	∆t -1	amag -2.2	<i>IP</i> -0.169	D 475	
HRO 004444 011208	I 7 8	Dur. 1	Video 004445 011200	$\frac{\Delta t}{-1}$	amag -2.2 -3.1	<i>IP</i> -0.169 -0.243	D 475 597	
HRO 004444 011208 043717	I 7 8 8	Dur. 1 1	Video 004445 011200 043711	<i>∆t</i> -1 8 6	amag -2.2 -3.1 -5.2	<i>IP</i> -0.169 -0.243 -0.173	D 475 597 1113	
HRO 004444 011208 043717 043855	I 7 8 8 22	Dur. 1 1 1 1 10	Video 004445 011200 043711 043846	Δt -1 8 6 9	amag -2.2 -3.1 -5.2 -3.2	<i>IP</i> -0.169 -0.243 -0.173 0.389	D 475 597 1113 316	

表2と図7に基準ぎりぎりで「同時流星」と判定されたもの、表3と図8に基準ぎりぎりで「同時流星」と みなさなかったものを示す。ロングエコーの項で指摘したように、「スパイク」がみられる(エコー像が上下 に伸びている)ものを優先した結果、表2と図7の4個を「同時流星」としている。表3と図8に示すものは すべて表2と図7のものより、絶対等級が明るいが、043855を除いて、エコー画像は貧弱である。このように 「同時流星」として採択するか否かには主観が入り得る。問題点を整理しよう。



図7:本文中の判定基準では除外されるが、「同時流星」と判定したもの。左は225320。表2上からの順番。



図8:本文中の判定基準では「同時流星」となるが、ここでは除外した。左は004444。表3上からの順番。 最初に指摘しておくべきは、HROFFT でエコー強度が10以上を流星エコーとカウントしているのに対して、 本稿では強度10以下、場合によっては強度6のものもエコーと判定している。主観の入る余地が大いにある としても、バックグラウンド(雑音、飛行機等)の強さ・影響を考慮してどこまでエコーとするかを変え、ま た、ロングエコーの項で述べたように「スパイク」が流星エコーの特徴であるとして採用している。ここで除 外した図8に示すようなものについては、流星エコーなのかという基本的な問題がある。

第二の問題は内積 IP がどの程度の大きさまで同時流星と認められるかである。経路距離が近く、絶対等級が大きいものはかなり大きな IP まで同時流星とみなせることはロングエコーの項でわかっているが、どこまでなのかは明らかではない。

第三の問題はビデオ観測とHROの時間差ムをどこまで認めるかである。大流星で内積が大きいものは時間 差がかなり大きくなることはわかっているが、これについてもどこまでなのかは明らかでない。

最後の問題はビデオ観測の光度にも多少の誤差があり、HRO で捉え得る流星の経路距離の限界も定かでないため、流星エコーなのか雑音なのか判定に曖昧さが残ることである。

図8に示したように、除外したものの画像は043855を除いて、雑音に近いものである。「同時流星」と判定したものは、それらよりいくらか流星エコーらしい。ここで043855を除外した理由は、時間差Δtの問題であり、内積と絶対等級の関係の問題である。043855はビデオで同時観測が成立しなかったものであろう。 いずれにせよ、ビデオ観測とHROでの同時判定には今後の課題が残っている。

<u>3.2.HROから見たオリオン群</u>

検討の結果 34 個の HRO とビデオの「同時流星」を見出した。例として 4 時台に同時と判定された流星(●) と SonotaCo ネットのみで捉えられた流星(×)の経路のそれぞれ中間点の分布を示す(図 9)。図中で 250~500 の数字を添えた楕円弧は *IP*<0.1 となる地点を結んだものである(数字は回転楕円体の長半径 *a* の値を示しており、およそこの値の 2 倍が経路距離 *D* にあたる)。同時判定された流星の多くがこの楕円弧で示された *IP*<0.1 の範囲内にあることが分かる。範囲外にある同時判定された流星は *IP*>0.1 ということになるが、内側、すな

わち、観測点から近いところにもかなりの数、ビデオのみで観測された流星が分布している。250kmの楕円弧の内側では *IP*<0.1 になる領域が存在しない(正確には *a*<235km では *IP*<0.1 となる地点が存在しない)のである。また、*IP*<0.1 の範囲に存在してもエコーが観測されていない流星が多数ある。これは距離が遠くなるとエコーの強度が弱くて検出できなくなるためであろう。

エコーの継続時間と強度の分布、エコー数と輻射点高度の関係については「4.オリオン群とふたご群の比較」で述べることにして、「2.ロングエコー」の項で指摘した諸関係が一般的なエコーでどのようになるのかをみていこう。基本的にはロングエコーは火球クラスの流星が多いのに対して、ここで扱う流星はそれらよりも暗いものが多いという違いがある。しかし、ほぼ、ロングエコーの項で指摘した諸関係をここでも確認することができた。要点は以下の通り。

- ・観測の時間差と IP の絶対値: ロングエコーの場合よりも相関は弱くなるが、基本的に IP が大きいと時間差 が大きくなる傾向は存在する。
- ・経路距離と流星の絶対等級: ロングエコーの場合よりもエコー強度の小さいものを含めているので、関係は 弱くなるが、経路距離が大きくなると暗い流星のエコーは捉えられていない。



図 9:4 時台における同時判定された流星の分布。福井と四日市を結ぶ線が y 軸でほぼ南北方向にあたり、原点はその中間点。目盛りの単位は km である。

- ・経路距離と IP の関係:強い関係が存在することが明らかで、IP が大きい場合には経路距離が短くないとエ コーは観測されないことが明らかである。
- ・経路距離とエコーの強度:流星の絶対等級よりも直接的で、明確に経路距離が大きくなるとエコー強度は小 さくなり、絶対距離が 700km を超えると HROFFT でエコー強度が 10 を超えて流星とカウントされること は稀と考えられる。
- ・絶対等級とエコーの継続時間:ロングエコーの場合よりも絶対等級が-3 よりも暗いものの割合が圧倒的に 多く、この範囲では継続時間が5秒以下のものがほとんどである。そのために、絶対等級とエコーの継続時 間は2次関数で表され、明るいものでは直線近似の場合よりも長くなるようにも見える。
グラフは省略するが、代わりにエコー画像の比較で絶対等級 amag、経路距離 D、内積 IP によりエコー画像 がどのような違いを見せるかを示すことにする。



図 10:経路距離と内積 IP がほぼ等しい場合の絶対等級によるエコー画像の違い。左から順番に 012428 と 015340、020110 と 045507。



図 11: 絶対等級と内積 IP がほぼ等しい場合の経路距離によるエコー画像の違い。 左から順番に 024845 と 040428、 034636 と 041600。



図 12:絶対等級と経路距離がほぼ等しい場合の内積 IP によるエコー画像の違い。左から 順番に 012428 と 044402、043449 と 044350。

図10~12は絶対等級 amag、経路距離 D、内積 IP による違いをそれぞれ2組の画像で示しているが、流星の詳しい資料は表4を参照されたい。

絶対等級が明るいほどエコーの強度が強くなるが、それよりもエコーの継続時間が長くなることが特徴的である(図10)。エコー強度に最も強く影響するのは経路距離である(図11)。図11の流星は絶対等級が-4.0~-3.3 であるが、024845(D=873km)と041600(D=956km)のエコー強度Iはともに6に過ぎない。HROFFTの判定では流星エコーとは判定されないレベルにしかならない(表4)。内積Iが小さい流星のエコーには特徴的な「スパイク」が見られる(図12)。また、内積Iが小さい場合には観測の時間差Atも小さく、012428と043449はそれぞれ、0秒、1秒である。図10と図11のエコーも内積Iが小さいので、040428を除いて、同様のことが見られる。

表4:同時判定されたエコー画像の比較。*Hm* は流星経路の中点の高度、*L* は流星の経路長。図は画像を示した図番号。その他の記号は表1と同じ。

HRO	Ι	Dur.	Video	Δt	amag	Hm	L	D	IP	class	Vg	义
012428	26	35	012428	0	-4.3	103	34.7	376	-0.018	ORI	67.5	10
015340	9	1	015339	1	-1.0	107	11.8	369	0.000	ORI	66.0	10
020110	14	10	020109	1	-3.9	103	27.7	532	-0.045	ORI	67.3	10
045507	8	1	045507	0	-0.4	105	9.8	547	0.050	ORI	65.7	10
024845	6	1	024843	2	-3.8	100	24.2	873	0.002	ORI	64.2	11
040428	18	15	040427	1	-3.7	101	18.8	572	-0.015	ORI	65.5	11
034636	15	4	034634	2	-3.3	100	23.8	574	-0.022	ORI	66.2	11
041600	6	1	041557	3	-4.0	104	20.1	956	-0.016	ORI	66.2	11
012428	26	35	012428	0	-4.3	103	34.7	376	-0.018	ORI	67.5	12
044402	18	13	044356	6	-3.4	104	26.8	387	0.304	ORI	67.4	12
043449	17	7	043448	1	-3.0	101	22.4	539	0.009	ORI	65.6	12
044350	8	8	044344	6	-5.0	101	25.8	505	0.250	ORI	66.9	12

3.3.ビデオ観測から見たオリオン群

同じ時間帯でビデオ観測によって捉えられたオリ オン群の特徴を見ておこう。図13~15は22時か らの経過時間を横軸にして、SonotaCoネットによっ てオリオン群と判定された流星の平均高度、経路長、 絶対等級の変化を示したものである。これらはいず れも、経過時間順に並べた流星の5個ごとの移動平 均である。

図13から、時間経過とともに平均高度が下がる 様子が示されている。これは時間経過とともに輻射 点高度が上がり、大気層に対する突入角が大きくな ることによる。また、図14は経路長を示している が、平均高度と同様に突入角が大きくなることによ って急激に大気密度が高まるためである。これに対 して、流星の絶対等級は図15に示すように時間経 過による大きな変動はない。







4. オリオン群とふたご群の比較

SonotaCo ネットによって捉えられる流星の絶対等級分布を図16に示す。オリオン群は2009年10月21日 22時から22日5時まで、ふたご群は2018年12月14日19時から15日5時までの観測である。HROでは散 在流星と群流星の判別ができないため、ビデオ観測も散在流星と群流星を合わせている。これは0.1等級刻み で0.5等級幅の移動平均であり、観測された流星の総数に占める割合を表している。オリオン群が2009年、 ふたご群が2018年の観測であるが、ほとんど分布に違いはない。これが2地点以上で同時にビデオ観測され る流星の等級分布を示すものと言える。-1等級付近に極大があり、それより暗い流星数の減少は使用されてい る CCD カメラの性能の一般的な限界を示すものと考えられる。

図17は図16と同じ観測時間帯におけるエコーの受信強度の分布を全流星数に対する割合として示した ものである。オリオン群とふたご群の観測は10年の時を隔てているので、機器の違いの問題とも考えられる が、オリオン群は強度の低いものの割合が多い。





20 Frequency ---- Geminids 18 16 14 12 10 8 6 4 2 Intensity 0 40 10 35 25 30 図 17:エコーの強度分布。



図 19:輻射点高度によるエコー数の変化。

る。これを除くと、輻射点高度が40度あたりまでは かし、HROのエコー数はオリオン群がふたご群に比 べて全体的に少ない(図19)。これはオリオン群の 出現が少なかったためではない。ビデオ観測によれ ばオリオン群とふたご群の流星数はほぼ数的にも匹 敵し、輻射点高度に対して同様な変化を見せている ことが分かる(図20)。

図21は輻射点高度を横軸に、ビデオ観測された 流星数に対するHROのエコー数の比を縦軸にとった ものである。基本的にエコー数はビデオ流星と比較 すると、輻射点高度が上がるに従って減少すること が分かる。

オリオン群は輻射点高度が最高で70度、ふたご群 はほぼ90度になって、それぞれその後再び下がるた めグラフが折り返している。オリオン群は全面的に 図17と同じ観測時間内におけるエコーの継続時 間の全体に対する割合を図18に示す。継続時間は 機器にあまり影響されないと考えられ、オリオン群 で継続時間短い1秒の割合が圧倒的であることは注 目される。

図19と図20は、輻射点高度を横軸にとって、それぞれHROのエコー数とビデオ観測の流星数の変化を示したものである。10分間におけるエコー数及び流星数の30分ごとの移動平均を示している。輻射点高度は、輻射点の位置をオリオン群は(α, δ)=(95,15)、ふたご群は(α, δ)=(110,35)とし、発信点と受信点の中央におけるものである。

輻射点高度が70度を過ぎたあたりでエコー数が増



図 20:輻射点高度によるビデオ流星数の変化。

Elevation

加しているのは、ビデオ流星でも増加していることから、オリオン群自体の活動が活発化したためと考えられる。これを除くと、輻射点高度が 40 度あたりまでは増加し、その後減少する傾向はともに共通している。し

5



図 21:ビデオ観測に対する HRO エコー数の比の輻射 点高度による変化。

ふたご群よりも低い値となっているが、これはビデオ観測に対する比であり、見せかけのものではない。特に オリオン群はふたご群よりも輻射点高度が低い時には HRO でのエコー数が著しく少ないことが分かる。

絶対等級が同じであれば、流星の経路長が長い方がエコーを捉えやすいと考えられる。しかし、オリオン群 のビデオ流星の経路長は輻射点高度が低いほど長く、また、絶対等級は輻射点高度と無関係であるにもかかわ らず、輻射点高度の低い時間帯のエコー数は少ない。「3.3.ビデオ観測から見たオリオン群」で指摘した ように、オリオン群のビデオ流星の高度は輻射点高度が低いほど高い。輻射点高度が低いとオリオン群のエコ 一数がふたご群に比べて少なくなることは、ビデオ流星の高度変化に関係していると考えられる。高度が高く なるとエコー数が少なくなる原因として考えられるのは、電離層の影響である。

5. 検討

表5 a と表5 b に本稿でビデオ観測と同時と判定されたエコーの組み合わせについて、エコー強度と経路距離 D、絶対等級 amag、流星経路と回転楕円体面の法線との内積 IP との間の重回帰分析を行った結果から IP=0.1 を仮定して、エコー強度を推定したものを示す。同様にエコーの継続時間についても推定したものが表6 a と表6 b である。ともに-は推定値が負となる場合である。

表5a	:経路距离	誰Dと絶	対等級 an	nag による	るオリオン	レ群のエコ	コー強度の	D推定値	(IP=0.1 Z	を仮定)。	
D(km)	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
200	20.7	19.9	19.1	18.3	17.4	16.6	15.8	15.0	14.1	13.3	12.5
300	18.7	17.8	17.0	16.2	15.4	14.5	13.7	12.9	12.1	11.2	10.4
400	16.6	15.7	14.9	14.1	13.3	12.4	11.6	10.8	10.0	9.1	8.3
500	14.5	13.7	12.8	12.0	11.2	10.3	9.5	8.7	7.9	7.0	6.2
600	12.4	11.6	10.7	9.9	9.1	8.3	7.4	6.6	5.8	5.0	4.1
700	10.3	9.5	8.6	7.8	7.0	6.2	5.3	4.5	3.7	2.9	2.0
800	8.2	7.4	6.6	5.7	4.9	4.1	3.3	2.4	1.6	0.8	-
表 5 b	: 経路距離	誰Dと絶	対等級 an	nag による	るふたご郡	洋のエコ-	−強度の推	隹定値 (1	P=0.1 を化	反定)。	
D(km)	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
200	18.2	18.7	19.3	19.8	20.3	20.9	21.4	21.4	22.5	23.0	23.6
300	15.6	16.2	16.7	17.2	17.8	18.3	18.8	18.8	19.9	20.5	21.0
400	13.1	13.6	14.1	14.7	15.2	15.7	16.3	16.3	17.4	17.9	18.4
500	10.5	11.0	11.6	12.1	12.7	13.2	13.7	13.7	14.8	15.3	15.9
600	7.9	8.5	9.0	9.6	10.1	10.6	11.2	11.1	12.2	12.8	13.3
700	5.4	5.9	6.5	7.0	7.5	8.1	8.6	8.6	9.7	10.2	10.8
800	2.8	3.4	3.9	4.4	5.0	5.5	6.1	6.0	7.1	7.7	8.2
表6 a	: 経路距離	誰 D と絶	対等級 an	nag による	るオリオン	レ群のエコ	コー継続問	時間の推!	定値(IP=	0.1 を仮定	Ē)。
D(km)	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3			
200	18.3	14.4	10.6	6.8	2.9	-	-	-			
300	16.1	12.3	8.5	4.6	0.8	-	-	-			
400	14.0	10.1	6.3	2.5	-	-	-	-			
500	11.8	8.0	4.2	0.3	-	-	-	-			
600	9.7	5.9	2.0	-	-	-	-	-			
700	7.6	3.7	-	-	-	-	-	-			
800	5.4	1.6	-	-	-	-	-	-			
表 6 b	: 経路距離	誰Dと絶	対等級 an	nag による	るふたご郡	洋のエコ-	-継続時間	間の推定	值(IP=0.1	を仮定)	0
D(km)	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3			
200	10.9	9.5	8.1	6.7	5.3	3.9	2.5	1.1			
300	9.9	8.4	7.0	5.6	4.2	2.8	1.4	0.0			
400	8.8	7.4	5.9	4.5	3.1	1.7	0.3	-			
500	7.7	6.3	4.9	3.4	2.0	0.6	-	-			
600	6.6	5.2	3.8	2.4	0.9	-	-	-			
700	5.5	4.1	2.7	1.3	-	-	-	-			
800	4.4	3.0	1.6	0.2	-	-	-	-			

ふたご群では絶対等級が暗くなるほどエコー強度が強くなる推定になっているなど、この重回帰分析の結果 が不十分であることは明らかである。しかし、今まで述べてきたように経路距離 D、内積 IP、絶対等級 amag、 エコー強度 I、エコーの継続時間 Dur.の間には明らかな相関がある。従って、表5 a ~ 6 b によって全体的な 傾向を示すことができていると考えてよいであろう。

エコーの強度も継続時間もともに経路距離Dにより減少する。-4 等級の火球であっても経路距離Dが 800km になると、エコー強度が 10 を下回り、HROFFT では流星エコーとして計数されないと考えられる。経路距離 Dは発信点・流星・受信点を結んだ距離であるので、およそ観測点から流星までの距離の2倍程度である。従 って、観測点から 400km 程度離れた-4 等級の火球はもはや HROFFT では流星として認められない。広い範囲の観測点から共通して観測されるエコーはそれ以上の明るさの流星であろう。

オリオン群とふたご群で多少の違いはあるが、経路距離が 300km 以内であれば、ともに絶対等級 6 等級の 流星でも HRO で観測されるエコー強度になることが推定される。一方、エコーの継続時間に関しては、ふた ご群であっても、ごく観測点に近い経路距離が 200km の場合で 3 等級の流星の継続時間が 1 秒となるに過ぎ ないことが推定される。しかし、HROFFT の時間解像度が 1 秒であり、継続時間が 1 秒以下でも、ある程度の エコー強度があればエコーとして認識され得るであろう。これらのことを合わせると、HRO で観測される流 星は経路距離が 300km 以内で、経路が回転楕円体面に沿うものでも 3~4 等級が限界と考えられる。HRO が眼 視観測とほぼ同じ領域の流星を観測しているという推定を裏付けるものと言える。

また、オリオン群のエコーの強度と継続時間は絶対等級 amag が-2 等級より明るい場合にはふたご群よりも 上になるが、それより暗くなると、ふたご群に比べて急速に小さくなることが示される。これは前項で述べた ように、オリオン群は多少なりとも電離層による影響を受けているためと考えられる。高速の流星では高度が 100kmより高くなって E 層に入り込むため、HRO では検出されにくくなるのであろう。

6. まとめ

6.1.エコーの判定基準

記録された画像を流星エコーと判断する基準は曖昧であるが、次の暫定的な基準が使用できるであろう。 (1)画像が「スパイク」状のものであれば、流星エコーである。

(2)画像に「スパイク」がなく、「痕跡」状のもので、継続時間が5秒以上あれば、流星エコーである。 (3)上の2つのいずれかを満たせば、エコー強度が10未満でも流星エコーである。

(4) 画像が滑らかな曲線を描くものはエコー強度が10以上でも飛行機や周囲からの雑音電波である。

流星エコーとビデオ流星の同定基準も曖昧であるが、暫定的な基準として次のものが提起される。

(1)HROの時刻とビデオ流星の時刻の差が短いこと(*At*<-1~+10秒)。

(2)経路距離が短くても(D<300km)、絶対等級が明るい(amag<0)こと。

(3)経路距離が 500km を超えたら、内積 IP<0.1 で火球クラスであること。

(4)経路距離が中間程度(300<D<500)の場合には、ムt<+3秒であること。

6.2.オリオン群の特性

オリオン群のエコーは内積 *IP* が小さい時に明瞭な「スパイク」を示す。同程度の内積、光度のふたご群の 流星ではあまり見られない現象である(図22と表7)。高速の流星で特徴的に見られる現象と思われる。



図 22:オリオン群のエコーとふたご群のエコーの比較。左端がオリオン群のエコー。

表7:才	リオン	群のエコ	ーとふたこ	「群のコ	「コーの比	;較。凶	122の	左から右	「への順番	「で示し	た。
HRO	Ι	Dur.	Video	Δt	amag	Hm	L	D	IP	class	Vg
234739	22	1	234738	1	-2.1	106	35.4	319	-0.069	ORI	66.8
230825	13	3	230821	4	-2.1	80	35.7	299	0.267	GEM	33.0
042220	12	6	042218	2	-2.4	82	31.7	329	0.117	GEM	33.2
045757	20	5	045755	2	-1.6	87	26.1	315	0.124	GEM	34.8

また、オリオン群のエコーは継続時間が短いものが多い。オリオン群の流星の高度は 100km 以上であり、 ふたご群よりも 20km 以上高い(表 7)。特に輻射点高度が低いときには、流星の高度が高くなり、エコー数 がふたご群に対してビデオ流星との比で少なくなる。オリオン群のエコーは電離層の影響を受けているため と考えられる。

本稿で得られたものは、発信点が福井・鯖江、受信点が四日市(アンテナ天頂)という環境で得られたものであり、必ずしも一般化できるものではない。他の条件でどのような結果が得られるのか検証する必要がある。

MSSonline/2022/Feb.27 日本流星研究会 小関正広 藤戸健司

要約

ビデオ観測からの流星の線電子密度推定について検討した。線電子密度を観測によって直接推定するには専 用のシステムが必要であり、ビデオ観測から簡単にできる線電子密度の推定とHROにより得られたエコー画 像との比較を試みた。

流星体の化学組成、物理的構造等の仮定により推定方法には何通りもの方法があり、いくつかの方法を試す ことによって推定には 10 倍以上の差が生じることが示された。これは電離を起こす流星体の実物をあらかじ め知ることができない以上、やむを得ないものと考えられる。

ふたご群とオリオン群について計算した結果、ビデオと HRO で同時観測されるものは濃密痕(overdense echo)であることが分かった。HRO でしか捉えられない流星は希薄痕(underdense echo)による3 等級から5 等級 程度のものであると推定される。

McKinley(1961)が示す限界高度(Height Ceiling)の計算式によると、65km/s以上の高速の流星では希薄痕は検 出できなくなる。McKinleyの限界高度は希薄痕に対するものであるが、McKinleyは濃密痕でも希薄痕とほぼ 同様であると推定している。これにより、オリオン群の輻射点高度が低く発光点高度が高い時の流星数が少な いのは限界高度以上で発光しているためと説明することができる。従って、オリオン群の出現数を HRO から 推定するには、限界高度の影響でエコー数が輻射点高度とともに変化することを考慮しなければならない。

はじめに

前報でふたご群とオリオン群に対してビデオ観測とHROの比較を試みて、「ビデオ観測でしか捉えられない、逆にHROでしか捉えられない流星がある」ことを確認した。今回は、ビデオ観測から線電子密度を推定してHROで観測できるのはどの程度の明るさの流星であるのかを検討する。また、オリオン群で輻射点高度が低く、発光点高度が高い時に電離層の影響があるかもしれないと指摘したが、線電子密度の計算によってそれが具体的にどのようにして生じるのか考察する。

ビデオ観測からの線電子密度の推定

受信した電波の強度からではなく、光学観測から線電子密度を推定するにはいくつもの仮定が必要になる。 ここでは古典理論に従って、破砕(fragmentation)、流星体内部への熱伝達を無視して、単純にビデオ観測で得ら れた絶対光度から流星体の質量を推定し、それをもとにして線電子密度の推定を試みる。

<u>(1)流星体の質量</u>

Öpik(1958)は以下の2つの式を示している。

 $\log m = 10.97 - 1.7 \log v - 0.4M_a \quad (m < 1g)$

 $\log m = 10.02 - \log L - \log \tau - 3\log v - 0.4M_a$

mは質量(g)、vは流星の速度(cm/s)、Maは流星の絶対光度、Lは流星の経路長(cm)、tは発光効率である。Öpik 自身は発光効率を理論的に分析しているが、一般的な流星体は多孔質のダストボールと仮定すれば、

 $\tau = 2000/v$

で表されるとしている。しかし、

τ=k*v*

の形で表されることも多く、McKinleyはWhipple (1943)の k=8.5×10⁻⁵を紹介しているが、以下ではVerniani(1965) の k=5.25×10⁻¹⁰(cgs)を用いることにする。古典理論では cgs 単位系が使われることが多いが、混在することも多いので注意が必要である。また、著者により物理量を表す文字も異なり、Öpik 自身は v でなく w、 τ でなく β を用いている。著者によっては線電子密度を α でなく q で表し、発光効率を \mathbf{n} 、イオン化効率を \mathbf{t}_{q} としているものも多い。以下では、適宜、原著で使われているものではなく、一般的と思われる文字に断りなく置き換えることにする。また、今回扱う流星については、質量が 1g 程度のものが多いので、Öpik の両方の式で質量を計算する。

また、Bronshten(1981)は次の質量を求める式を示している。

$$m = \frac{9}{2} \frac{H^*I}{\tau v^3 \cos z}$$

Iは発光エネルギーで Öpik(1958)によると

$\log I = 9.72 - 0.4M_a$

であるが、これは erg/s であり、McKinley がこれを W(=J/s)に変換した式を示しており、こちらも使いやすい。 $M_a = 6.8 - 2.5 \log I$ zは流星経路の天頂からの離角(天頂距離)であり輻射点の天頂高度の補角、H*はスケール・ハイトと呼ばれ、 McKinleyによれば、次式で与えられる。これは高度 H における大気圧や大気密度を指数関数として表すため に用いられる尺度である。

$$H^* = \frac{RT}{Mg}$$

ここで R は気体定数(=8.314)、T は高度 Hにおける絶対温度(K)、M は高度 Hにおける大気の平均分子量、g は高度 Hにおける重力。McKinleyの本に古い値だが $T \ge M$ は引用されており、これより高度 H=95(km)でT=199.3、M=27.56 を用いることとする。T、M、g が高度 Hの関数である以上、スケール・ハイト H*も高度の関数であるが、ここでは $T \ge M$ は定数として処理する。また、 $T \approx M$ の値は実際には変動するものであり、得られる推定値にも不確定要素が入り込むのは止むを得ない。

(2)線電子密度

長沢先生が訳されてご自分で製本された冊子を頂いたことを思い出したことが、この発表を後押しした。この冊子の中に Verniani(1973)が導いた式が紹介されている。

 $\alpha = 7.7 \times 10^{-10} m^{0.92} V_a^{3.91} \cos z$

ここの式だけは、長沢訳のまま v ではなく V_g のまま使うことにする。m も V_g も cgs であるが、与えられる数値は electron/m の単位である。これを SI 単位にした次式を見た人は多いかもしれない。

$$\alpha = 1.57 \times 10^{13} m^{0.92} v^{3.91} \cos x$$

Bronshten は線電子密度について次のような式を与えている。

$$\alpha = \frac{4 \beta m \cos z}{1}$$

$$\mu = \frac{1}{9} - \frac{\mu H^*}{\mu H^*}$$

μは流星体を構成する原子の平均質量で Öpik によるとμ=3.8×10⁻²³g である。βはイオン化効率で、これについても多くの研究者により様々な提案がなされている。τの推定と同様に、観測からの推計の場合、実験的に鉄であるとか流星体を構成する元素からの推定の場合、観測結果に合わせるように実験値を操作する場合等がある。Bronshten がまとめた一覧表の推定値には1桁以上の開きがあり、基本的に鉄の含有量が多いとする場合には高い値となる。ここではスーパーシュミットの観測から Verniani(1965)が示したものを使う。

$$\beta = 9.5 \times 10^{-29} v^{23}$$

この v も cgs である。Bronshten の線電子密度の式の m に同じく Bronshten による質量の式を代入して整理すると Verniani(1965)が示す次式が得られる。

$$\frac{l}{\alpha} = \frac{\tau}{R} v^3 \frac{\mu}{2}$$

質量を求める必要がなければ、こちらの式の方が便利である。

最後に紹介の意味も含めて、Belkovich(2006)が Tokhtasjev のβから誘導した式を示す。2005 年に IMO の'Radio Meteor School'で Belkovich が講演した中にある。

$$\alpha = 4.03 \times 10^{14} \frac{m(v - 8.15)^3}{H^*}$$

以上述べてきたようにビデオ観測で得られた数値から質量や線電子密度を推定する場合には1桁程度の誤 差が含まれる。このことを踏まえて次項では複数の推計値を示すことにする。

ふたご群とオリオン群のビデオ観測から求めた質量と線電子密度

前項で取り上げた方法によって推定された流星体の質量と線電子密度αを表1に示す。ふたご群の流星は前 報「HRO とビデオで見たふたご群」の図4のエコーのうち、ビデオ観測でも捉えられたものである。また、 オリオン群の流星は「オリオン群と HRO」の<表1:顕著なエコーとそれに対応するビデオ観測>から選ん だものである。Öpik については前述のように2通りの質量推定を示し、それに対応する線電子密度を Verniani の式(1973)から求めている。また、Bronshten と Belkovich の線電子密度は Bronshten の質量を使ったものであ る。

表1:ビデオ観測の絶対等級から求めた質量と線電子密度の方法による違いと4等級の流星の推定値。

Time	$M_{\rm a}$	IP	class	$V_{\rm g}$	<i>m</i> (g)			α (electron	n/m)		
					Öpik	Öpik	Bronshten	Öpik	Öpik	Bronshten	Belkovich
051251	-1.2	0.001	GEM	33.7	2.16	3.35	0.76	4.1E+16	6.1E+16	1.4E+14	8.7E+14
051425	-0.8	-0.032	GEM	33.7	1.55	1.94	0.55	3.0E+16	3.7E+16	1.0E+14	6.3E+14
051926	-0.1	-0.069	GEM	32.1	0.91	0.99	0.37	1.5E+16	1.6E+16	5.6E+13	3.4E+14
	4			33.4	0.02	0.03	0.01	5.4E+14	7.8E+14	1.3E+12	7.1E+12
012428	-4.3	0.004	ORI	67.5	12.22	21.49	0.96	2.8E+18	4.7E+18	2.7E+15	1.4E+16
025928	-7.2	-0.144	ORI	67.7	168.90	361.51	10.32	4.0E+19	8.1E+19	3.7E+16	1.5E+17
044356	-3.4	0.279	ORI	67.4	5.11	6.90	0.31	1.6E+18	2.1E+18	1.1E+15	4.4E+15
	4			65.4	0.01	0.01	4.3E-04	2.7E+15	3.3E+15	1.3E+12	5.4E+12

質量の推定は、ふたご群の場合にはそれほどの違いはないが、速度の大きいオリオン群では1桁の違いになっている。発光効率rの値を Öpik は速度に反比例するとし、Verniani(1965)は比例するとしているためである。 オリオン群については Bronshten の値の方が近いと考えられる。

線電子密度は指数表示で表しており、4.1E+16は4.1×10¹⁶electron/mの意味である。Öpik と Bronshten、Belkovich の値には2桁程度の違いがある。どちらの式でも質量による違いは線電子密度に桁が違うほど大きな差を生 じないため、Öpik と Bronshten による質量の違いではなく、採用しているイオン化効率βの違いだと考えられ る。違いは大きいが、同時観測される流星の線電子密度は濃密痕に該当することが確かめられる。

表1には両群の4 等級の流星について質量と線電子密度を推定したものも示した。Öpik-Verniani による推定値では濃密痕になると予想されるが、Bronshten と Belkovich の推定値では希薄痕となる。大まかに3~4 等級が濃密痕と希薄痕の境界となるとみてよいであろう。

表1のふたご群の流星エコーと、同じ時間帯に記録された同時観測されていないエコーを図1に示した。オリオン群の画像は025928のエコー及び同じ時間帯に観測されたビデオで同時観測が得られなかったエコーである。ふたご群で同時観測されたものはエコー画像からも濃密痕であることが確認できる。また、オリオン群の025928は絶対光度が大火球クラスであるが、観測地点からの経路距離Dが723(km)と観測限界に近く、エコー強度は弱く、継続時間もはっきりしない。濃密痕を遠方で観測した様子がよく表れていると思われる。

一方でビデオ観測のないものは継続時間がほぼ1秒であり、希薄痕の特徴を表している。恐らく、これらは 表1で示した4等級程度の明るさのもので、発信点・受信点を焦点とする回転楕円体面にぴったりと沿った流 星であろう。この明るさではビデオ観測が得られないのは当然である。また、エコーの強度的に見て、この程 度のエコーが HRO で計数される下限であろうから、HRO で捉えられている流星の光度は 4~5 等級が限界と 考えられる。



図1:12月14日05:10~20 (JST)の間に捉えられたエコー。左側の3個のエコーはビデオ観測されたもの; 051251、051425(中央のもの。右下は別のエコー)、051926。右側の2個はビデオ観測されていないもので時刻は051321(左)、051834(右)。



図2:10月22日02:50~03:00 (JST)の間に捉えられたエコー。左側が表1の025928に対応するもの。他の4つのエコーはビデオ観測されていない。エコーが記録された時刻は左から025312、025340、025832、025906。

限界高度とオリオン群

Mckinley によると、次式で表される強度減少が 40dB 以上になると流星からのエコーは受信されなくなる。

Loss in dB=970 $\frac{R_0^{1/2}D}{\lambda^{3/2}V}$ + 343 $\left(\frac{r_0}{\lambda}\right)^2$

ここで R_0 はレーダーからの距離(m)、D は痕の拡散係数で、概略、次式で与えられ、H の単位は km である。 log D = 0.067H - 5.6

roは痕の初期半径で、概略、次式で与えられる。



この式は希薄痕の後方散乱に対するものであるが、 McKinley は濃密痕の前方散乱の場合でも準用できる としている。HRO で一般的な 50MHz の場合につい て R₀=150(km)と R₀=500(km)を代入して、流星の速度 と強度減少が40dBになる高度を求めたものが図3で ある。なお、FRO の場合に相当する 80MHz の場合も 追加した。それぞれの線から上は強度減少が 40dB 以 上になり、流星からのエコーが受信されなくなる。こ れが限界高度である。50MHzの場合にはRoが小さい と限界高度が高く、R0 が大きくなると限界高度が下 がる。Roによる違いはあるが、速度が大きく、発光点 の高い流星は捉えにくくなることが説明される。英 語では Height Ceiling と呼ばれている現象である。な お、80MHzの方が限界高度は低くなり、高速の流星 (発光点高度が高い)ものを捉えにくくなる。これが 流星レーダーとして運用されているものの周波数が 30MHz程度である理由である。

これを別の視点で表したものが図4である。縦軸には線電子密度の対数をとっている。濃密痕と希薄痕の境界について McKinley は 2.4×10¹⁴electron/m のほか、1.1×10¹⁴electron/m という値も紹介している。およその目安として 14(α =log 10¹⁴)のところに引いてある線から上は濃密痕の領域である。この図も 50MHz については2通りの R_0 について示している。この図では、それぞれの線の下側は強度減少が 40dB 以上になり、流星エコーを受信できなくなる。50MHz で R_0 =150(km)であっても、速度が 60(km/s)以上の流星の

希薄痕は捉えられないことがわかる。

この限界高度による受信強度の減少によってオリオン群の流星エコー数は輻射点高度が低く、発光点高度の 高い時間帯ではビデオ観測されるものに比べて少ないとい ___

う現象を説明できる。ふたご群の場合は速度が小さく、発 光点高度が限界高度よりも低いため、HROによるエコー数 は輻射点高度に左右されないのである。

参考文献

- Bronshten V. A, 1983, Physics of Meteoric Phenomena. Reidel, Dordrecht (原著はロシア語で 1981 年出版).
- Belkovich, O.I., 2006, 'The physics of meteoroid ablation and the formation of ionized meteor trails.', 21-26, in "Proceedings of the Radio Meteor School".
- Jones, W. 1997, 'Theoretical and observational determinations of the ionization coefficient of meteors', Mon. Not. R. Astron. Soc. 288, 995-1003
- McKinley, D.W.R. 1961, Meteor Science and Engineering, McGraw-Hill, New York.
- Opik, E.J. 1958, Physics of Meteor Flight in the Atmosphere, Interscience, New York.
- Verniani, F. 1965, 'On the luminous Efficiency of Meteors', Smithsonian Contr. Astrophys., 8, 141-172.
- Verniani, F. 1973, 'An Analysis of the Physical parameters of 5759 faint radio meteors', J. Geophys. Res., 78, 8429-8462.
- Whipple, F.L., 1943, 'Meteors and the earth's upper atmosphere', Rev. Mod. Phys., 15, 246-264.

本文中で紹介した長沢先生の訳本の表紙を紹介します。天 文台内の勉強会で使われたもので、海賊訳なので大っぴら にはできませんと書かれていました。

	J.A.N. McDonnell 編集 COSMIC NUST(John Viley & Sons社刊 1978) 第3章から
	流星
	イギリス シェフィールド S3 7RH
	シェフィールド大学 物理学科
	David V.Hughes 著
	長沢 工 試練
	the second s
14.0	

図5:長沢先生による訳本。

流星電波エコーのエコーパワーグラフ作成

2024年11月17日 13:00-17:00 第155回 流星物理セミナー 渋谷区立 勤労福祉会館 2 階 第二洋室 日本変光星研究会 永井和男

電波・光学同時流星

- 時刻一致したら同時流星か?
- そうではなく!
- 電波エコーは反射領域で受信可能



電波散乱機構のちがい

• 線電子密度10¹⁴/mを境にunderdense echoとoverdense echoに分かれる



- どちらにしても<u>反射領域の評価は必要</u>
- overdense echoは背景風・風速変動・乱流によって
 飛跡変形が起きて反射角が変化する場合がある
- エコー継続時間が長いと反射領域外でも受信可能になる



underdense/overdense echo の判定

No	判定方法
1	Mr=36-2.5xlog ₁₀ (q/v)で線電子密度10 ¹⁴ m ⁻¹ を閾値にする(等級が正しく観測されていない)
	Mr:等級、q:線電子密度(m ⁻¹)、v:突入速度(km/s)
2	速度から高度を閾値とする方法 (Mckinley 1964)
3	エコー形状で判定(over denseは確実に選定できる)

- over denseエコー判定の優先順位
 - 「エコー形状」、次に「速度から高度」の順
 - •1番の等級・速度はV等級で測定される必要がある

1番:等級・速度判定



80

2番:高度を閾値にして判定する



3番:エコー形状から判定する

- MRO view画像ではecho power波形の形状が分かりにくい
- Audacity画像からecho power波形を作成し判定する









- •送信:東京都三宅島(雄山 VOR 108.65MHz)
 - LSBで受信
- 受信:神奈川県茅ヶ崎市(自宅)
- 流星経路は平博の2023年9月のTV観測結果
- 赤丸は茅ケ崎と三宅島の位置
 で距離は約100km
- 電波観測設備
 - マスプロ FM3 (100Mに改造)
 - AIR SPY mini



echo power波形作成方法

- すばる画像解析ソフト Makali`i を使う
- <u>https://makalii.mtk.nao.ac.jp/index.html.ja</u>

1. まかりのグラフで矩形選択 2. 画像ソフトでグラフを上下反転

注意点

Audacity画像のスパンを20秒で作っています 矩形選択も20秒になるようにして他の波形と比 較しやすくします

) 福栗(上) 画像表示	(⊻) 画像演算(ど) 画像情報(!) 7 ·	->処理(U) 7 ->1次処理(A) 94)ト	9(W) ^#7 (H)		
) 译	日 保存 日刷 FITS	19 回 🔃 シーダー 切り抜き ブリンク	測光 位置測定	グラフ コントア	NI-7*
カラー	~ □対数 0		255	自動調整マークの非影	長示
Y:	カウント値: 平均	值:			
		Antonio II.			
9_2405290850_202405 05250850	30140801.jpg (11g) [1024x576x3]				- a x
9 (#\$4) \$P\$(\$) #7(\$)	時間と再生(N) トラック(1) 生成(1) エフェクト(1) 解 丁 ノ 0 0	#(a) 7-1(0) A1/7(b)	L	det '4.' '4.'	-0
	N • 0 /* ++	日 〇 〇 オーディオ設定 オーディオ共和			U.
243.0 244.0 24	5.0 246.0 247.0 248.0 249.0	250.0 251.0 252.0 253.0 25	10 255.0 256.0 257.0 258.	0 2:59.0 3:00.0 3:01.0 3:02.0	3:03.0 3:04.0 3:05.0
20240220000					
±7+ 1150					
1100-12000-1					
1050-					
1000		The second se			
850-					
900				the second se	
191-					
800					
750-					
100					
850-					
ER 600					
	NOT STREET	analis -			>
¢		THE POINT IS NOT THE POINT OF T	The second se		
د 107129	00時間02	340秒- (0000002940)	195131		





Audacityの設定で分解能を改善する

- 窓関数のアルゴリズム設定で分解能を改善させる
 - アルゴリズム
 - **周波数**、再代入、ピッチ
 - 窓関数のサイズ
 - 8,16… 8192, 16348, **32768**
 - 窓関数の種類
 - 矩形,パレット,ハミング,ハン
 - ブラックマン, ブラックマン・ハリス
 - ウエルチ, ガウス(n=2.5,3.5,4.5)
 - 赤字は今の設定

202408120920: 入	マクトロクラム設定 車用(U)		×
スケール		カラー	
スケール(<u>C</u>):	עבד 🗸	ゲイン(dB)(<u>G</u>):	20
最低周波数(Hz)	(<u>N</u>): 600	レンジ (dB) (<u>R</u>):	80
最高周波数 (Hz)	(<u>X</u>): 1200	高域ブースト(dB/dec)(<u>B</u>):	0
		カラー(<u>M</u>):	グレースケール 〜
アルゴリズム			
アルゴリズム(<u>L</u>):	周波数	~	
窓関数のサイズ(<u>S</u>)	32768 - 最も狭いバンド幅	~	
窓関数の種類(<u>T</u>):	ハン窓	~	
ゼロ埋め倍数(<u>Z</u>):	1	~	
☑スペクトル選択を有	与劾化(<u>B</u>)		
プレビュ−(<u>P</u>)		ОК	キャンセル ?

アルゴリズム



周波数

再代入

ピッチ

窓関数のサイズ









202407041220: スペクトログラム設定		×	202407041220: スペクトログラム設定			×
□ 環境設定の値を使用(<u>U</u>) スケール	カラー		□ 環境設定の値を使用(U) スケール		カラー	
スケール(<u>C</u>): 最低周波数(Hz)(<u>N</u>): 600	ケイン (dB) (<u>G</u>): レンジ (dB) (<u>R</u>):	80	スケール(<u>C</u>): リニア 最低周波数(Hz)(<u>N</u>): 600	~	ケイン(dB)(<u>G</u>): レンジ(dB)(<u>R</u>):	80
最高周波数(Hz)(<u>X</u>): 1200	高域ブースト(dB/dec)(<u>B</u>): カラー(<u>M</u>):	0 グレースケール 〜	最高周波数(Hz)(<u>X</u>): 1200		高域ブースト(dB/dec)(<u>B</u>): カラー(<u>M</u>):	0 グレースケール ~
 アルゴリズム アルゴリズム(L): 周波数 窓関数のサイズ(S) 32768 - 最も狭いバンド幅 窓関数の種類(I): バン窓 ゼロ埋め倍数(Z): 1 	 ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ 		アルゴリズム アルゴリズム(L): 周波数 窓関数のサイズ(2) 4096 窓関数の種類(L): ブラックマン-ハリン ゼロ埋め倍数(Z): 1	ス窓	~ ~ ~	
✓ スペクトル選択を有効化(<u>B</u>) プレビュー(<u>P</u>)	OK	キャンセル	 ✓ スペクトル選択を有効化(B) プレビュー(P)		OK	++>>UL ?



信号のディテイルは見えやすくなったか ノイズ成分は明瞭になった



初期膨張の発見? 流星電波報告会2024 (きゅりあん) にて

流星電波エコーに2種類の初期形状



エコーの初期形状が2種類ある ⇒ 赤丸の所に縦のエコーが有るものと無い
 縦のエコーはプラズマの一部が球状か一方向に爆発的に膨張していると思われ

膨張は等方的か

観測はLSBなので赤方偏移



設定を変えて初期膨張を見てみる



- 左は旧設定、エコーの下に薄っすらと縦に信号が見えている
- 右は新設定、縦の信号は細い物、旧設定ではボケていた
- 初期膨張はヘッドエコーだった

トレイルエコー観測から検出される ヘッドエコーの比率





ヘッドエコーから放射点を見積もる

- 2024/08/06 00:17:31のhead echo > 100Hz, 0.046s > 視線速度276m/sec
- 放射点高度を推定

Eq. (1),

 $f_d = 2v\cos\theta f_t/c$

 $= 1.29 \times 10^3 (\text{Hz}).$

 $\times 5.31 \times 10^7 / (3.00 \times 10^8)$

- 仮定:流星高度 50~100Km
- 仮定: 速度 35~70km/sec
- 放射点は76~89度



該当高度に活動群は見当たりません



周波数の違いは速度情報



2024/10/16 06:54:52に受信した流星電波エコーです。 縦軸は周波数で速度情報になります。要するに遠ざかるか近づくかの情報です。 LSB受信なので低い周波数は近づいているので青方偏移です。 これから分裂の状況が推定できます。









Ka Mi 神作哲夫

東京都東村山市の我が家の屋上が、流星電波観測用の送信所になっています よく見るとアンテナの遠方に富士山が見え、後ろを振り向くとスカイツリーも見えます

ユーリサイン JJ1RLQ送信周波数 52.905MHz出力 50Wで送信中

編集

Ů 💟 山田 一幸、Teruhiko Kushiyama、他1人

Ka Mi 日本列島の長手方向に電波が飛ぶようにアンテナを設定しており 東京から約500Kmの範囲をカバーしています

コメントを入力...



1