Arrival Directions of Meteoroids with Hyperbolic Orbits

Noboru Ebizuka, Riken,

upiter

Yoshihiko Shigeno Meteor Science Seminar

PERC Int'l Symposium on Dust & Parent Bodies 20022 Feb. 21-22, 2022

Earth Distance: 0.341 AU Sun Distance : 0.979 AU

Aug. 12, 1997

Detection of Interstellar Media in Solar System



- Particle with 10⁻¹⁹~10⁻¹¹kg (Radius: 0.005~2 μm@1g/cm³) are detected by particle counters of spacecrafts.
- More than a half of particles nearby the Jupiter are assumed to be interstellar dusts.
- $3 \sim 30\%$ of particles at 1au are assumed to be interstellar dusts.

[M. Baguhl et.al. 1996]

Meteor Rader Observations





Optical Meteor Observations



Silver halide photography http://www.ne.jp/asahi/meteor/star/index.html



I.I. video camera system [Fujiwara, 2004]

• IAU/MDC silver halide photography (-3 mag.~) [M. Hajduková Jr., 2006] $V_H > 42.1 \text{ km/s}$: < 0.025% (1/4,581?), $V_H > 46.6 \text{ km/s}^*$: 0. • Japanese video network: SonotaCo Net (2 mag.~) [M. Hajduková Jr., 2011] $V_H > 42.1$: 0.13% (19/14,763), $V_H > 46.6^*$: 0. • Canadian image-intensified video (9.5 mag.~) [R. Musci, 2014] $V_H > 42.1, V_H - 42.1 > 1\sigma$: 0.98% (17/1,739), $V_H > 46.6^*$: 0. * 46.6 km/s: interstellar limit (initial velocity with 20 km/s = mean relative velocity to nearby stars) **Most of recent reports about existence of extrasolar meteors by optical observations had expressed in a negative sense.** (e.g. Hajduková Jr., 2016)

'Oumuamua 11/2017 U1



a: -1.28 au
e: 1.20
q: 0.26 au
ω: 241.7°
Ω: 24.6°
i: 122.7°



Stereoscopic Meteor Observations





- Photograph in 1983, 1987, 1989, 1991, 1992 and 2001 Leonids.
- I.I. video camera from 1992 to 2009.
- 3,886 trajectory data of meteors (9.0 mag.~).

List of Orbital Data of Video and Photographic Meteor

Instrument*	FOV** [Deg.]	LM*** Star	LM*** Meteor	All	All e >1.0 [†]	Shower	Shower e >1.0 [†]	Sporadic	Sporadic e >1.0 [†]	Remarks
II85/1.2	12 x 9	10.5	9.0	2,651	74	429	10	2,222	64	
II50/1.2	20 x 15	9.3	7.8	902	71	161	22	741	49	
II28/1.4	36 x 27	7.7	6.2	42	6	7	4	35	2	
II24/1.4	42 x 31	7.4	5.9	184	16	84	11	100	5	
P50/1.4×6	79 x 81	3.5	2.0	103	0	99	0	6	0	
P50/1.4×4	79 x 54	3.5	2.0	2	1	2	1	0	0	1987/05/04 η Aquarids
P24/1.4, P50/1.4×4	79 x 54	_	_	2	0	2	0	0	0	1983/01/03 Quadrantids
Total	_	_	_	3,886	168	782	48	3,104	120	

* II: Image intensifier, P: Photograph, Focal length/Focal ratio.

** FOV: field of view.

*** LM: Limiting magnitude.

† e: eccentricity.

Removed 8 meteors data with low accuracy.

Hyperbolic Meteoroid 1 e: 1.38 Ω: 212 q: 0.82 ω: 226 i: 119

Arrival direction: CVn







OrbitViewer ©AstroArts, NASA/JPL



Arrival direction: Ant



OrbitViewer ©AstroArts, NASA/JPL



Arrival Directions of Meteoroids with Hyperbolic Orbit



Ratio of Arrival Directions of Meteoroids with Hyperbolic Orbit



Ratio of Arrival Directions of Meteoroids with Hyperbolic Orbit



Ratio of Arrival Direction of Meteoroids with Hyperbolic Orbit



Ratio of Arrival Directions of Meteoroids with Hyperbolic Orbit



Hyperbolic Meteoroid 3 e: 1.86 ω: 182 q: 1.01 Ω: 146 i: 178

Arrival direction: Tau Approached 2 au from Saturn







Inclination and Ecliptic Latitude of Meteoroids with Hyperbolic Orbit



Summary

- •In order to know indications of extrasolar meteors, the direction of arrival of meteors with hyperbolic orbit was obtained, and the number of meteors per unit area from the ecliptic and the galactic planes was investigated.
- •Significant number of meteoroids with 1.0<e<1.07 are arriving from the ecliptic plane. It suggests the possibility of collisions between asteroids!?
- •Meteoroids with e>1.07 do not indicate high ratio of arrival from the ecliptic plane.
- •It was found that the ratio of meteors from the area in 23.6° from the galactic plane increased when the meteors from the area in 5.74° from the ecliptic plane were excluded. However, the ratio of meteors arriving from the galactic plane was not significantly high.
- •To increase the statistical number, we should investigate open data of meteor orbits.

35mm版 50mmF1.8→2.8 一眼カメラで流星痕を撮影したので紹介する。

観測地 :山梨県北杜市高根町箕輪(ハヶ岳南麓)

観測日 : 2024 年 08 月 12 日 (極大日の前日) (極大日は曇りました)

観測機材:Nikon Z7(画素数 4575 万画素) レンズ Z50mmf/1.8S→F2.8 ISO:6400

露出時間:1.5秒

等級 : 約-3 等

観測時刻 00:07:40 (JST)



観測時刻 00:07:42



観測時刻 00:07:44



観測時刻 00:07:46



観測時刻 00:07:48

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:			
- dimensional de la companya de		Antonio II.			
9_2405290850_202405 05250850	30140801.jpg (11g) [1024x576x3]				
9 (#=10) =R(0) #(*(0)	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					
					No. of Concession, Name
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	ペクトロクラム設定 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	\sim					
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(工):	ハン窓	~					
ゼロ埋め倍数(<u>Z</u>):	1	~					
☑ スペクトル選択を有効化(B)							
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	E		×
□ 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 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	キャンセル ?



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

-やぎ座α流星群からはくちょう座κ流星群まで

MSS 2024/11/17 日本流星研究会 小関正広



SonotaCo ネットで DR20 の曲線に凹凸が多いのは、みずがめ座η流星群の場合と同様に、輻射点から 15~20 度の範囲の散在流星が少ないためであり、活動自体の変化ではない。GMN の観測でも、それほど明確な極大 は見られず、λs=125 を中心に前後 2~3 日程度は同じ程度の活動が続くとみられる。全体の流星に占めるやぎ 座α流星群の割合は、SonotaCo ネットによると、明らかに年々増加する傾向にあることがみられる。GMN の 観測も活動が増加している傾向を否定するものではない。



D. みずがめ座δ南流星群

DR20 で表すと活動曲線は、SonotaCo ネットと GMN の結果は極めてよく一致している。ほぼ極大を軸とし て前後対称である。極大はΔs=127±0.5 の範囲に収まる。極大における DR20 で比べると、やぎ座α流星群の 3 倍程度の活動である。SonotaCo ネットではグラフがのこぎりの刃のようになっている。これはみずがめ座δ南 流星群の活動が梅雨の明けきらない時期に当たるためであり、GMN のグラフに見られるように毎年の活動は 安定していると考えられる。



ペルセウス座流星群の年間の総流星数に占める割合は5%程度で安定しており、ふたご座流星群に次ぐ、二番目の流星群ということになる。DR20で活動曲線を描くと、SonotaCoネットもGMNもほとんど一致した形になる。極大前に裾野といえる長い活動がみられることが特徴である。ペルセウス座流星群を2つの活動に分けて考えると、活動曲線の裾野部分と極大部をうまく説明できる。発光点・消滅点、光度比はこの裾野部分と頂上部分でわずかに裾野部分の流星の方が散在流星に近いだけで明瞭な違いはみられない。しかし、裾野部分から求めた輻射点移動の延長線はよりカシオペア座ζ流星群(0444ZCS)に近づく点は注意しておく必要がある。

F. はくちょう座κ流星群



はくちょう座 k 流星群(KCG)と判定した推定輻射点から3 度以内の流星数の年間の総観測流星数に占める割合をみると、活動に7 年の周期があることが明白である。そのほかの年に KCG と判定される流星はほとんどないと言って差し支えない。平年に KCG を捉えたとしているのは AXD の誤認である。

輻射点分布が長楕円形になるのは、はくちょう座κ 流星群の軌道が大きさを変えずに黄道面に沿って黄 道の極を中心に回転しているためである。地心速度 の変化は軌道長半径が一定という条件に合う

SonotaCo ネット(左)とGMN(右)によるはくち よう座κ流星群の活動曲線を比べると SonotaCo ネッ



トのグラフは極大がまったく不明瞭である。GMN のものは、ほぼ 2021 年の観測だけによるものだが、*As*=142 付近に明瞭な極大がみられる。SonotaCo ネットのグラフがゆがめられている原因は 2014 年と 2021 年の天候 不良にある。

GMN による輻射点分布(下図左)の中央が AXD、左下が KCG である。GMN によると 2021 年以外は KCG より AXD の方がずっと多い。同じく GMN による活動曲線から極大は KCG より5 日ほど遅く、極大後の活





