

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。

観測場所

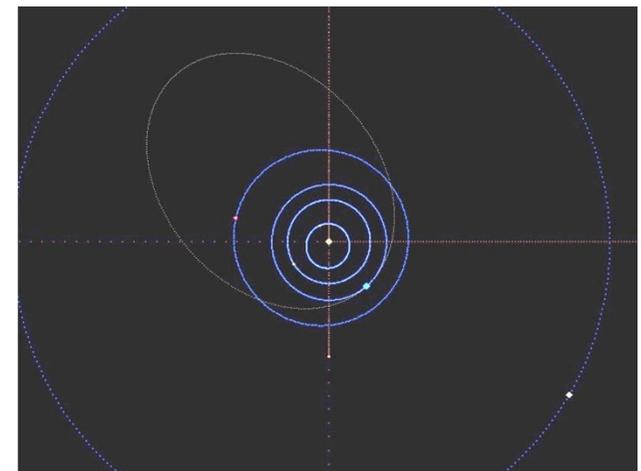
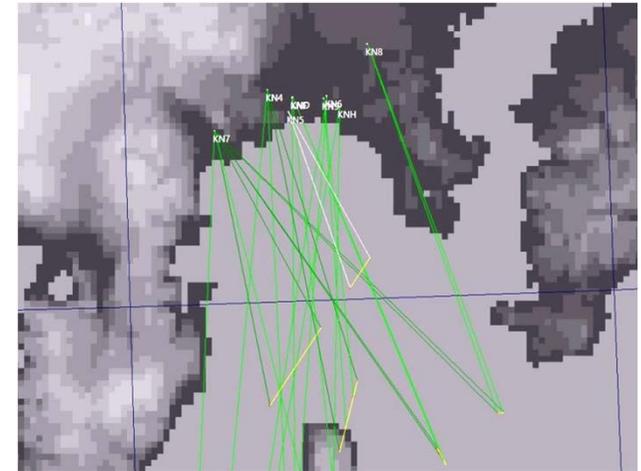
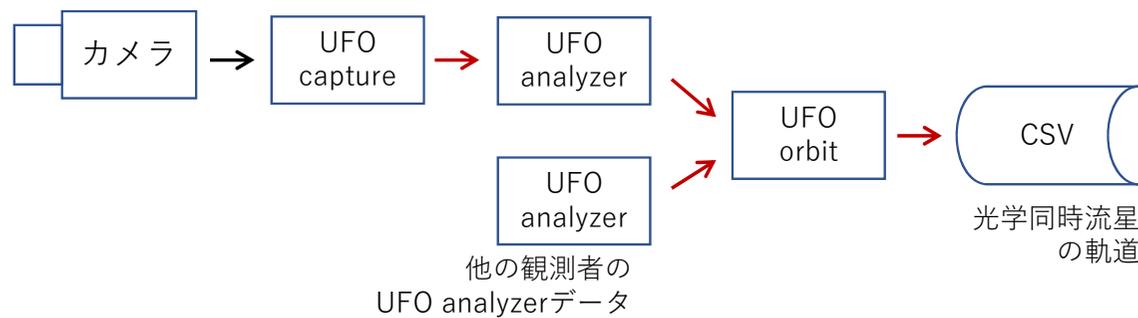
HRO電波送信所
福井県立大学アマチュア流星電波観測研究会

- 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

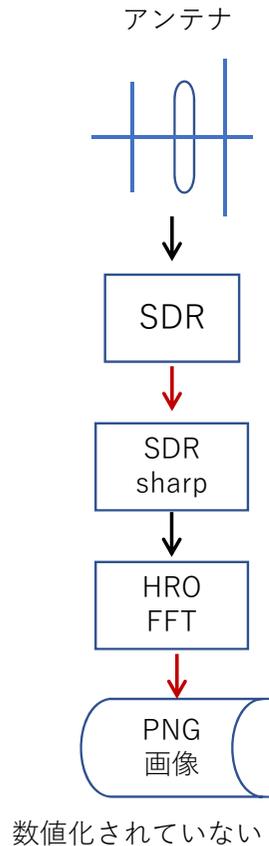


光学観測の手順

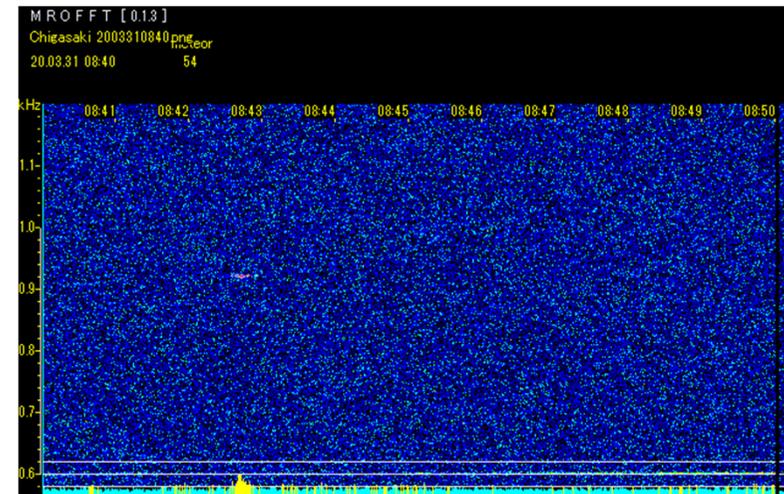
- 平塚市博物館天体観察会の流星分科会メンバー10名が自宅に2台のTVカメラを設置しています。西は小田原、東は横浜です。
- カメラは大島上空100kmと御蔵島上空100kmに向けています。
- 各自はUFOCaptureV2でcaptureしたものをUFOAnalyzerV2で解析して、結果を分科会のMLに投稿します。
- これを月毎に集めてUFOOrbitV2で光学の同時流星を探して軌道を求めています。



電波観測の手順

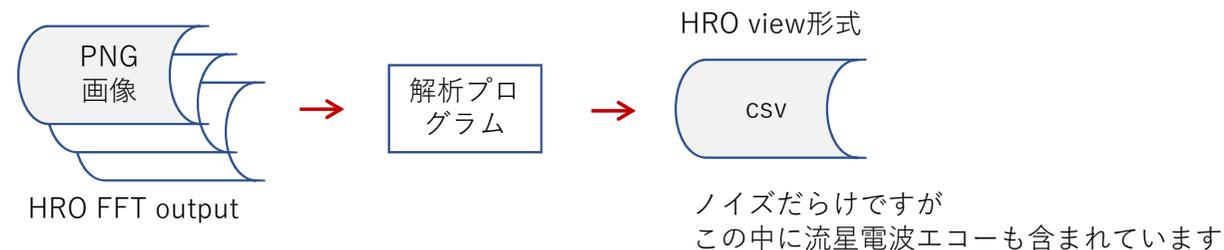


- 流星電波エコーの観測にはアンテナと受信機が必要です。SDRを用いることでPCが受信機になります。
- 受信機のAudio出力をHRO FFTで周波数分析する事で流星の電波エコーを可視化出来ます。これは10分毎にPNGファイルを生成して行きます。
- PNG画像を見ると流星以外の信号も区別なく記録されている事がわかります。
- PNG画像から流星を判定して出現時刻・エコーの長さ・強度を取得するには目視で検査する必要があります。
- これにはHRO viewを使っています。



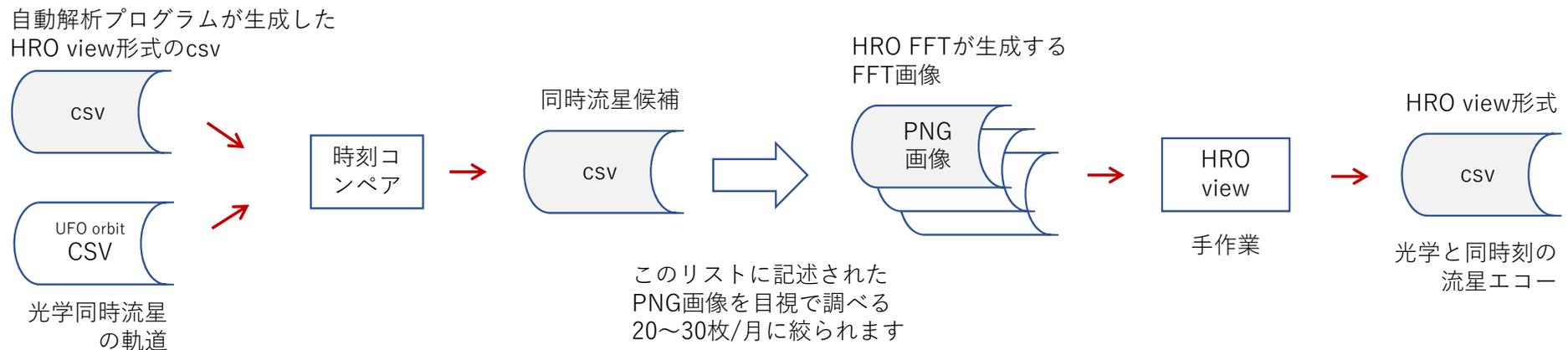
流星電波エコー候補の自動抽出

- 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。



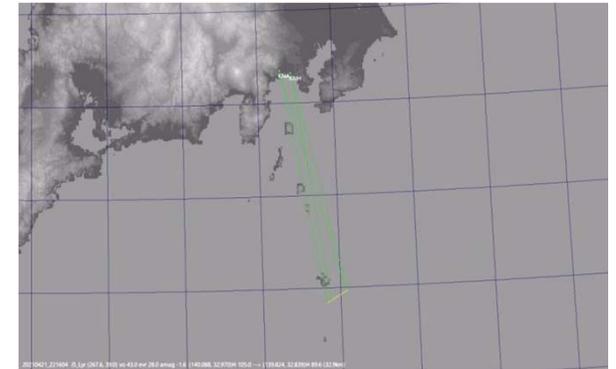
光学・電波同時流星候補

- 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ドンスエコーと思われる場合はその限りではありません。



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	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

左クリック:送信局位置

年月日	20210421	輻射点 赤経 ra	268.88
時分秒	221604	輻射点 赤緯 rd	38.85

輻射点高度 θ 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

回転楕円面半長径 200 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	32.97	流星2の緯度	32.84
流星1の経度	140.09	流星2の経度	139.82

非表示

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

左クリック:送信局位置

年月日	20210406	輻射点 赤経 ra	270.833252
時分秒	034928	輻射点 赤緯 rd	-7.920535

輻射点高度 θ 43.887 輻射点方位 θ 158.151 輻射点計算

1950年分点で計算されます

高度 80 から 120 まで 1 ステップ

回転楕円面半長径 200 から 750 まで 10 ステップ

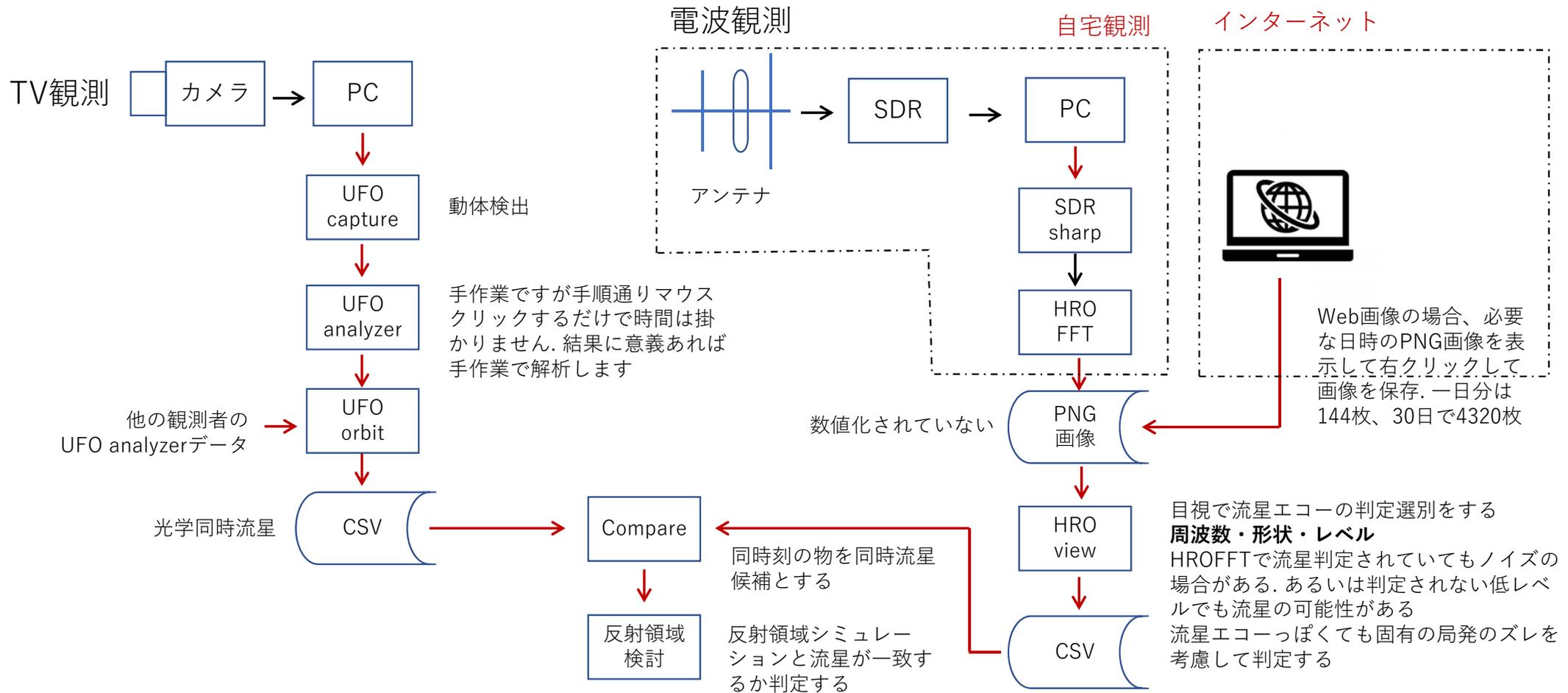
距離範囲 東西南北± 1000 km 範囲計算更新 反射領域計算

流星1の緯度	33.885365	流星2の緯度	33.967365
流星1の経度	139.301346	流星2の経度	139.261627

非表示

観測・解析全体フロー

→ hard → soft



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

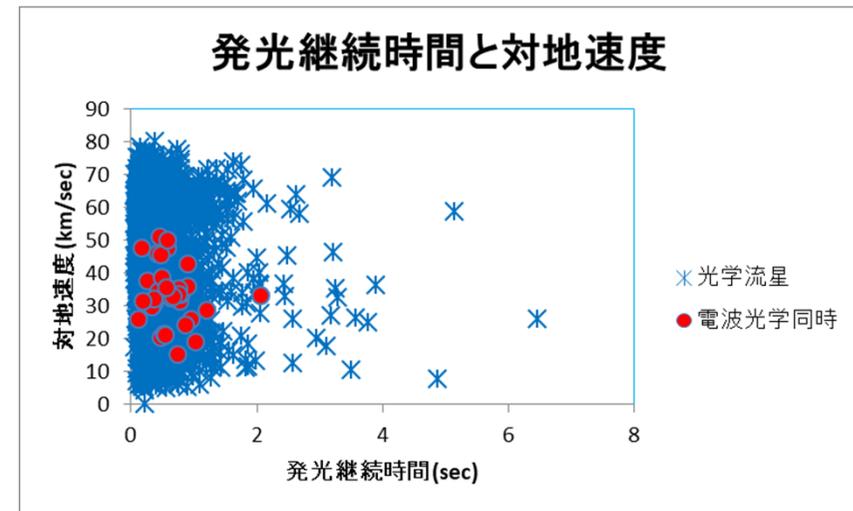
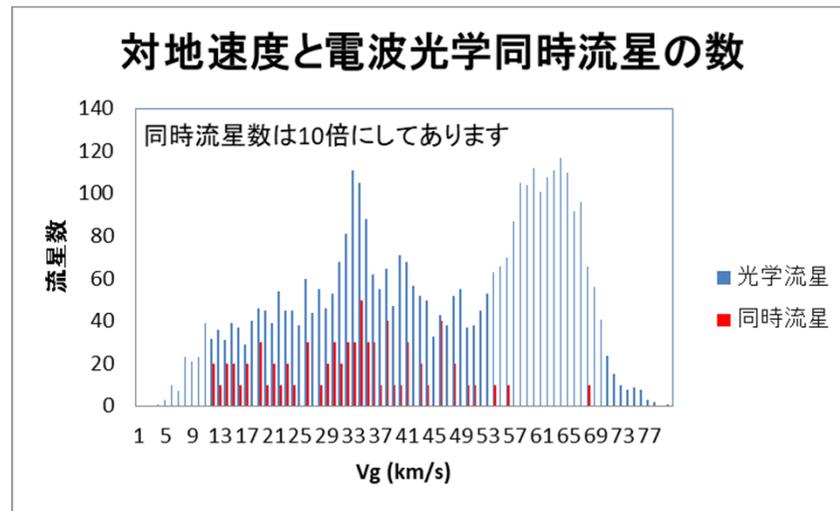
year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	工コ一時間	電波強弱	線電子密度	工コ一形状	stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec
Oct-20	1	東村山	Izu2010130350.png	20201013_035623	20201013_035619	1.19	7	弱	2.3E+16	over	spo	-0.72	47.6	99.5	139.4	34.6	78.2	138.9	34.3	179.67	45.16
	2	東村山	Izu2010210040.png	20201021_004320	20201021_004317	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
	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
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
	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
	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
Dec-20	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
	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
	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
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	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
	7	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
	8	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
	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
Feb-21	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
	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
	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
Mar-21	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
	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
Apr-21	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
	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
Jun-21	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
	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
	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

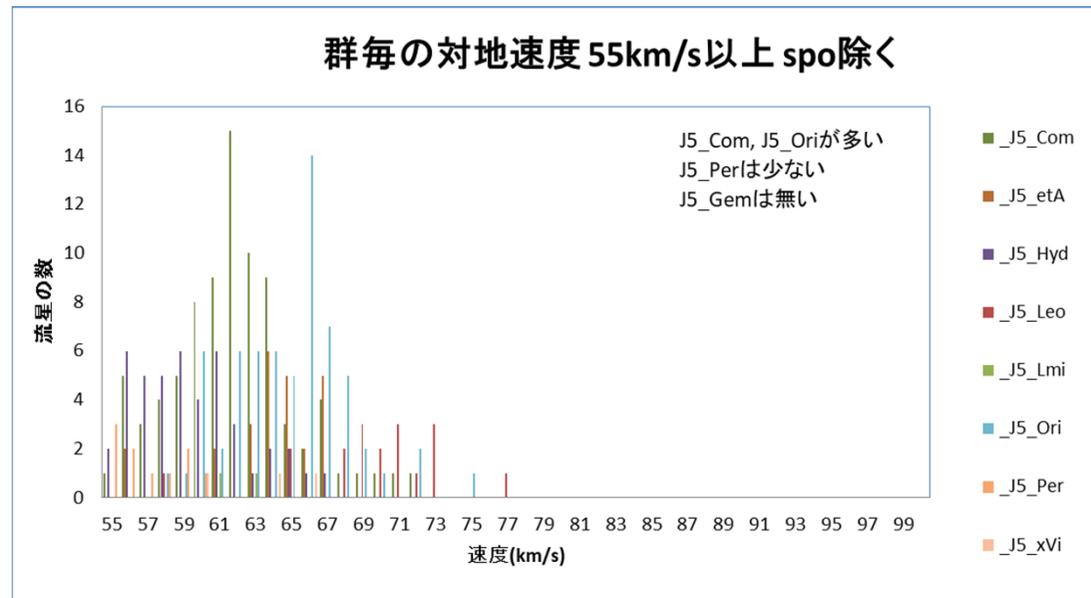
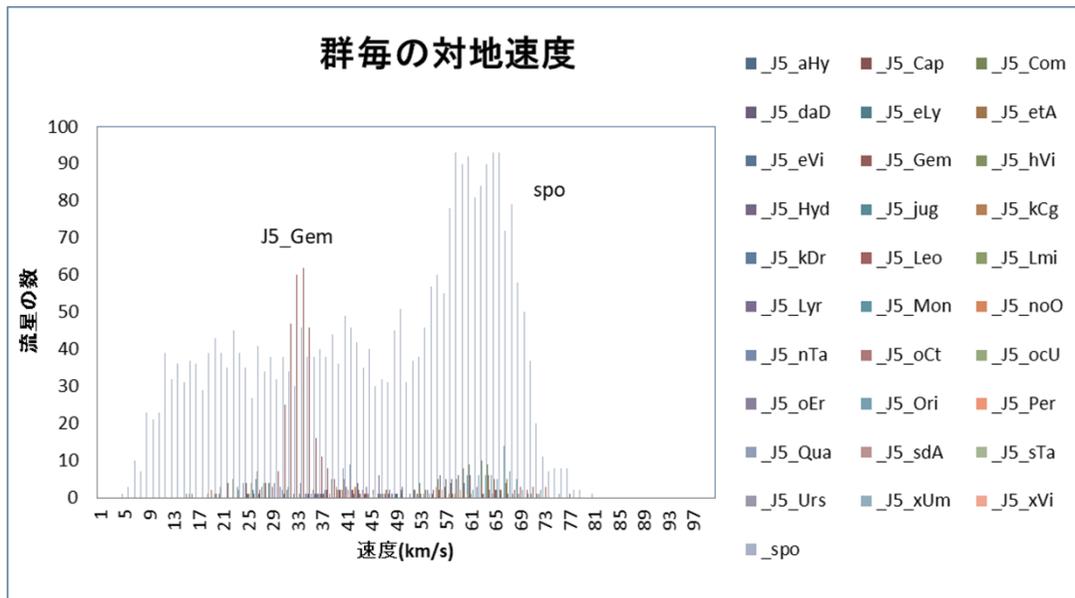
1. 「電波観測(HRO)が見ているもの」をまとめると以下のようになります。
 1. 電波と光学が同時流星になりにくい理由
 1. 速度：光学は高速、電波は中速を見ている
 2. 明るさ：HROは眼視で見るような明るい流星を見ている
 3. 光学流星は自発光（等方性）、電波は反射エコー（指向性）
 4. 電波エコーは海上の流星を多く観測している、送信所と受信所の距離が短ければ電波エコーは内陸になり光学との同時が増す

速度：光学は高速、電波は中速を見ている？



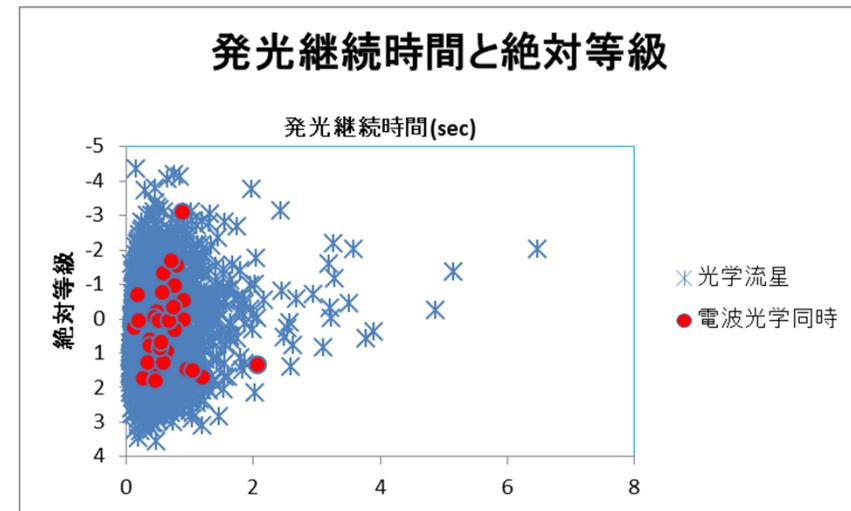
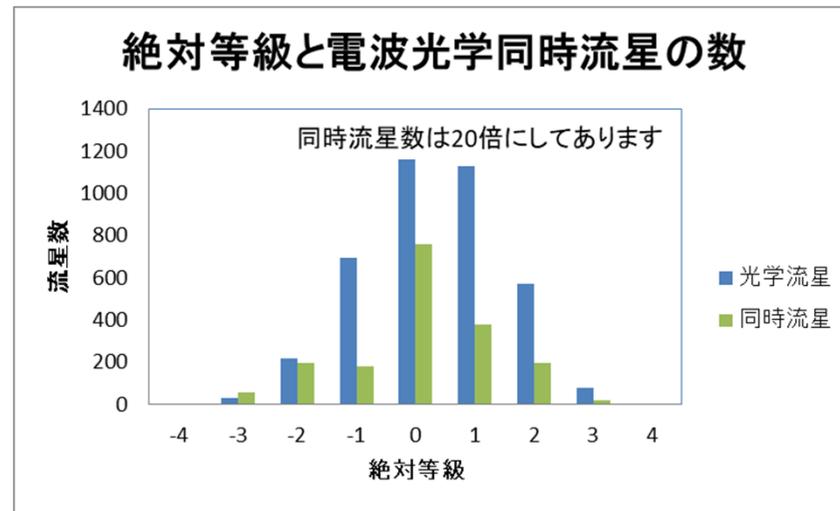
- 小関 2021.06.20では 光学流星は高速、電波は中速を見ているとされています。
- 2020年10月から2021年7月までの平塚市博物館の光学観測と、東村山のIZUアンテナとの同時流星です。
- 左図は比較しやすいように同時流星の数を実際の数に10倍にしてあります。
- 光学は低速から高速まで広く観測されています。
- 同時流星は低速から中速にありました。

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は眼視で見るとような明るい流星を見ている？

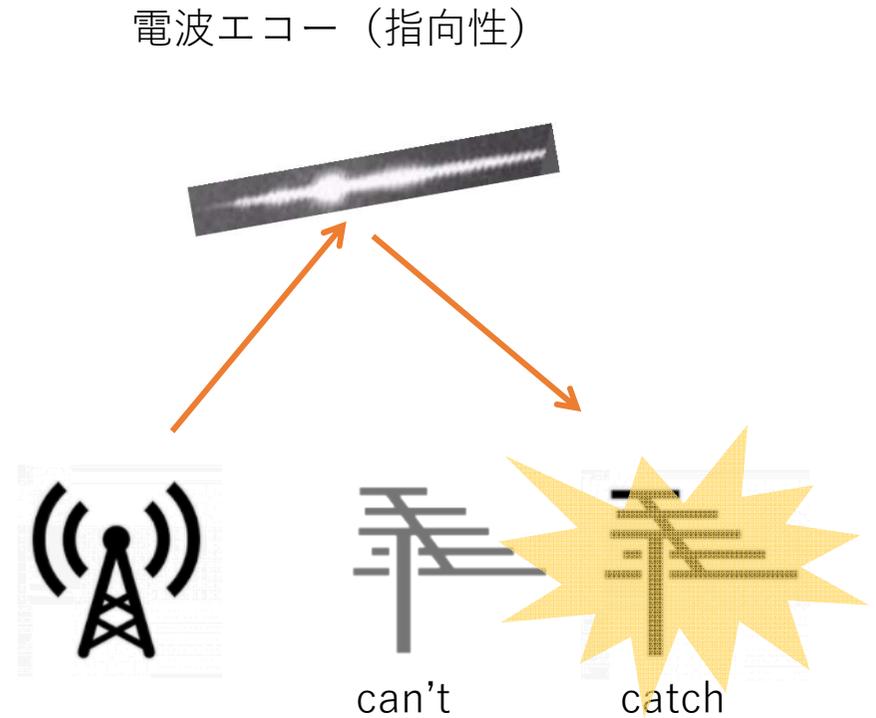
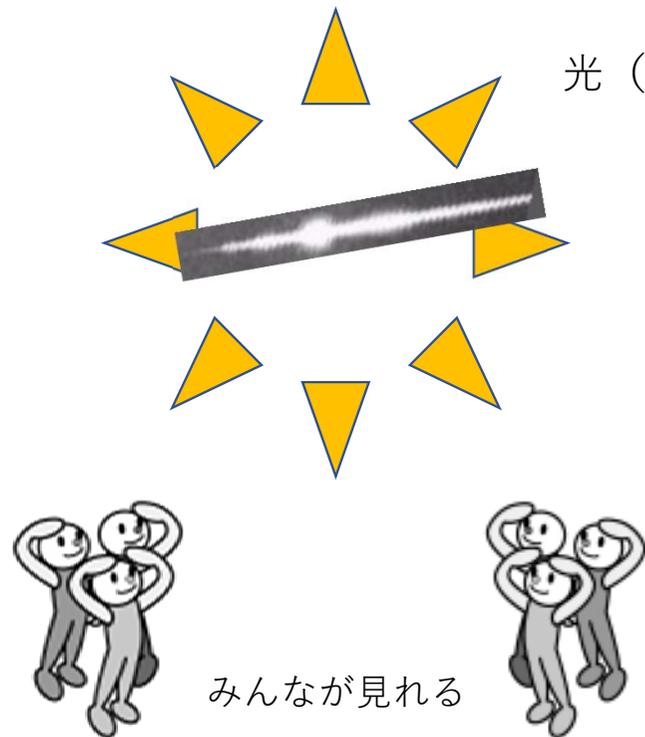


- 小関 2021.06.20では HROは眼視で見るとような明るい流星を見ているとされています。
- 2020年10月から2021年7月までの平塚市博物館の光学観測と、東村山のIZUアンテナとの同時流星です。
- 左図は比較しやすいように同時流星の数を実際の数に20倍にしてあります。
- 同時流星は各等級に同じような割合で見つかります。
- 電波エコーが明るい流星に偏っているとは言えそうにありませんでした。
- 発光継続時間と絶対等級のグラフを見ても明るい方に電波光学同時流星が偏ってはいませんでした。

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。
暗い流星は多いので電波でのみ観測されている？
(暗くても速度が早ければ線電子密度が高い)



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性がありました。

「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。