

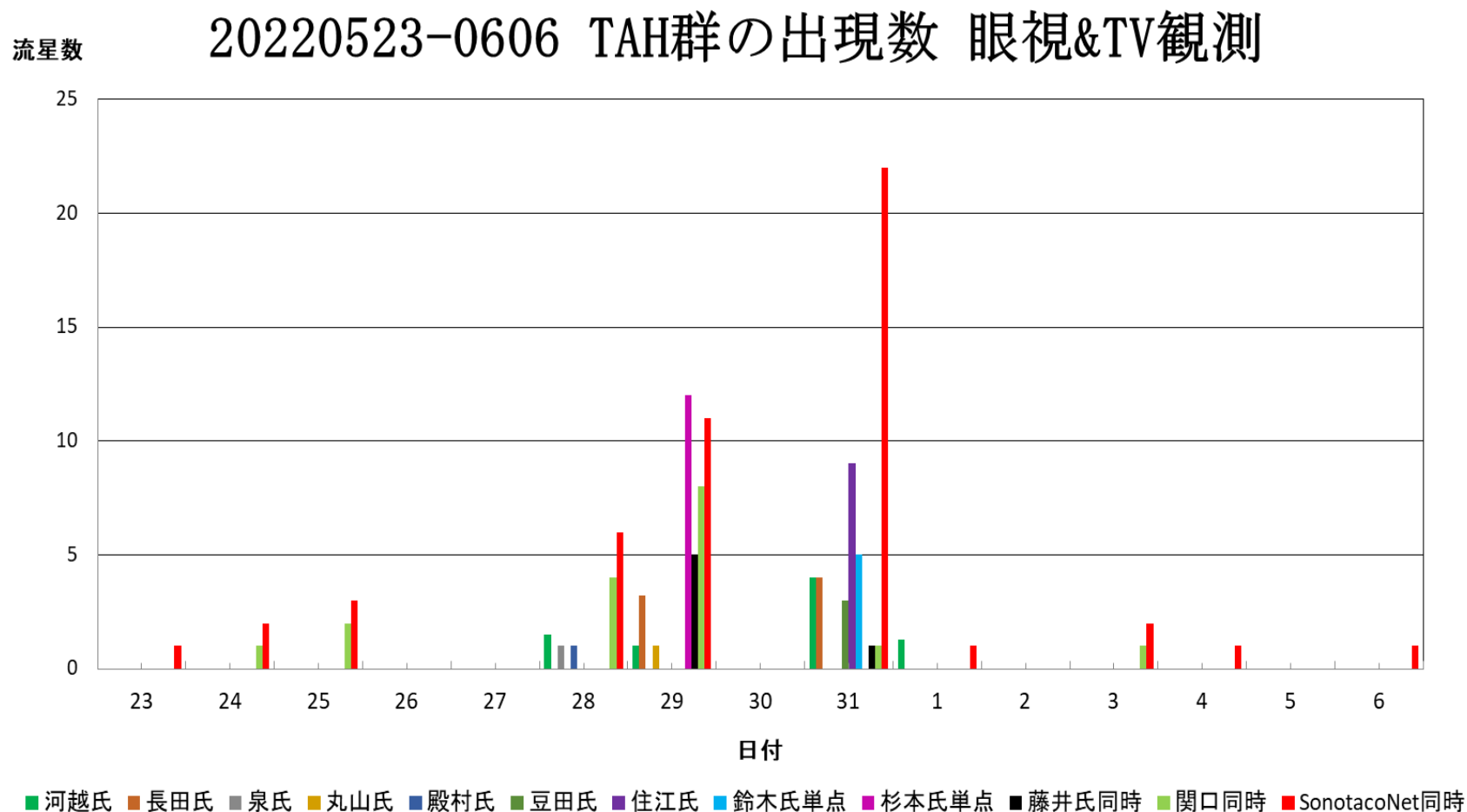
流星物理セミナー資料 20220615 関口

2022年の5月の73P彗星関連の
ヘルクレス座 τ (TAH)群の出現と
光度変化と軌道とスペクトル等

20220530_014422



眼視観測やTV観測の様子

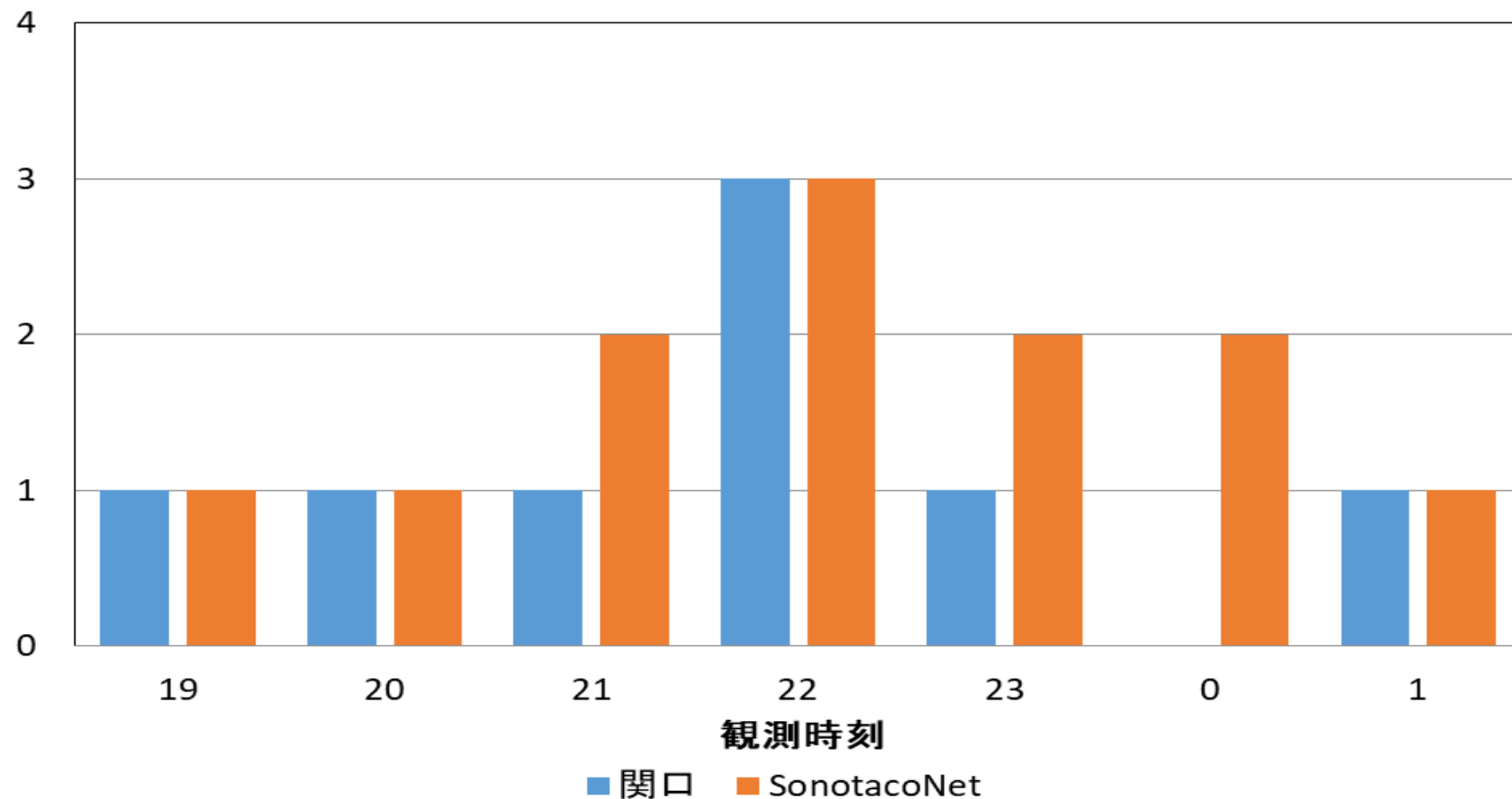


NMS同報等からのTAH群と思われる流星は、23/24日から6月6日まで観測されています。長田氏は、29日の20時から10分間に4個を観測しています。29日と31日に明らかな小突発が眼視とTV観測で観測されています。

5月29/30日のTV同時観測の様子

流星数

5月29/30日のTAH群の出現数 TV同時観測



5月29/30日のTV同時観測では、21時から0時にかけて小突発が観測されています。特に22時台にやや多く観測されています。

5月29/30日の杉本氏の観測の様子

2022.5.29

22h46m~23h57m

Boo

ヘルクレス座 τ 流星群 R.P.付近図

①22h46m40s	⑧22h59m35s
②22h48m48s	⑨22h59m58s
③22h49m20s	⑩23h07m41s
④22h53m59s	⑪23h08m15s
⑤22h53m59s	⑫23h08m25s
⑥22h54m23s	⑬23h08m30s
⑦22h57m17s	⑭23h29m02s
	⑮23h57m19s

太陽黄経 20225.31 22h58m $\odot 70.12^\circ$

主放射点 ①④⑤⑦⑧⑨⑩⑫⑮+⑰

$\alpha 209.7^\circ \delta 24.5^\circ$ (J2000)

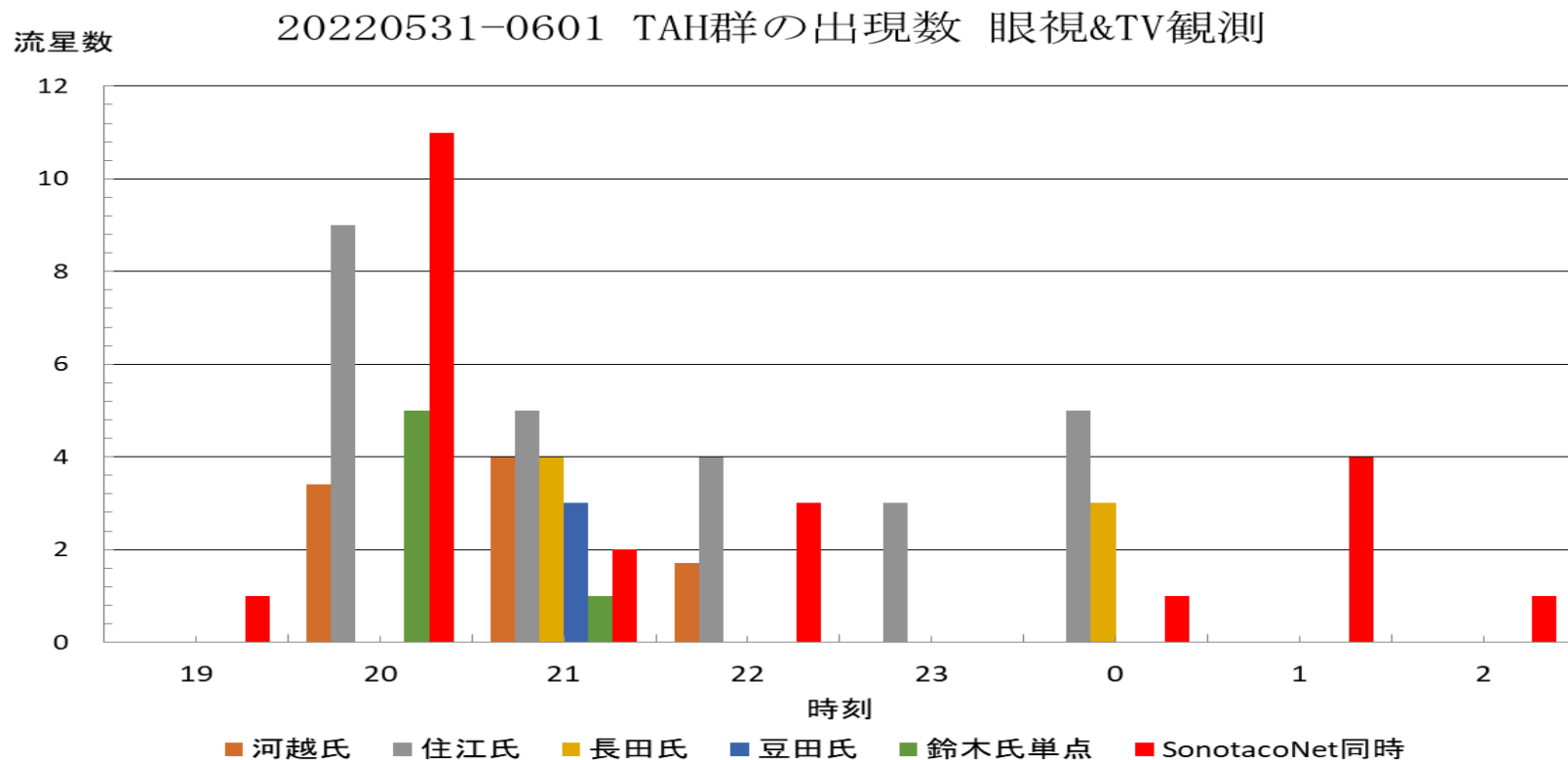
副放射点? ②⑥⑭+⑱

$\alpha 208.7^\circ \delta 20.1^\circ$ (J2000)

その他の群 ③⑬

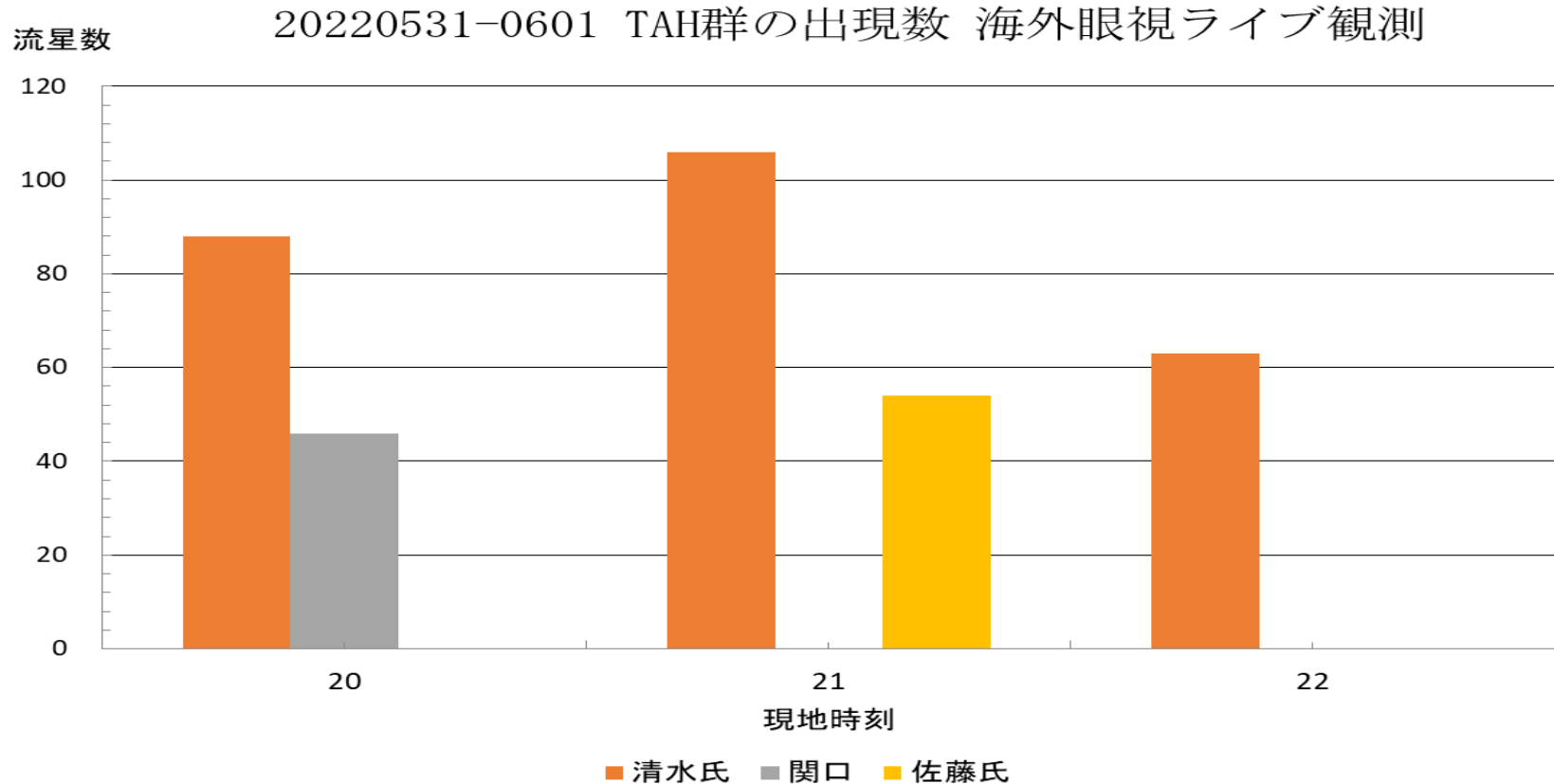
杉本氏の5月29日夜のヘルクレス座 τ 流星群と思われる流星。35mm F1.4の4連カメラで20h15m~0h51m動画撮影し流星総数340個。群と思われる流星は87個で确实57個，可能性28個でした。特に明るいものは有りませんでした，31日の極大の2日前にもかかわらず多数の流星が出現していることに驚きましたとのこと。22時53分と59分と23時8分には、1分間に2個ずつ出現していたことがわかります。前の22時台が多いという結果と合っています。

5月31/1日の各観測の出現数の様子



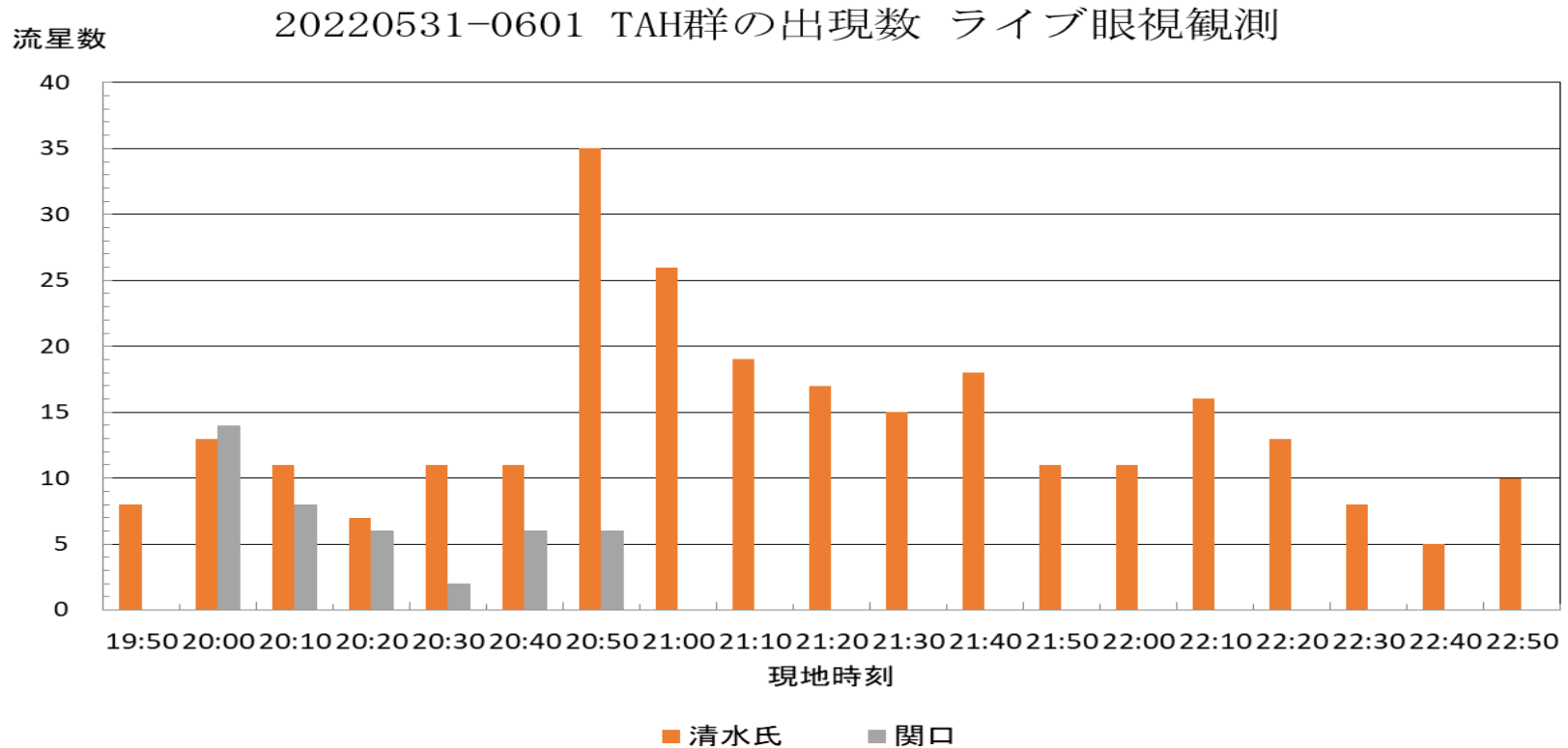
5月31/1日のTV同時観測では、20時から1時にかけて小突発が観測されています。特に20時台に多く観測されています。杉本氏のコメントでは、31/1日20時45分~2時00分にf35mm F1.4の4連動画撮影で撮影できた416個の流星の内ヘルクレス座 τ 流星群と思われるものは确实の高いものが63個、可能性があるものが33個でした。動画では思ったよりしっかりした像で写っていましたが24mm F1.4の静止画撮影では検出できませんでした。35mmF1.4の静止画撮影では数個の流星が写っていて2個は可能性があります。今回の出現は静止画撮影ではきかったかも知れませんかとのことです。

5月31/1日の海外眼視ライブ観測の出現数



佐藤氏は、海外での5月31日夜のヘルクレス τ 流星群と思われる流星の出現数。見直して100個程度とのコメントもあります。私は、ハワイのライブ動画でチャットでも赤い流星が多いと感じている人が多かったですが、私も同感でした。手探り計測で1時間しかできませんでした。清水氏は、ハワイのライブ動画で3時間の手探り計測で、21時台が一番多く極大を迎えたようです。

5月31/1日の海外眼視ライブ観測の出現数

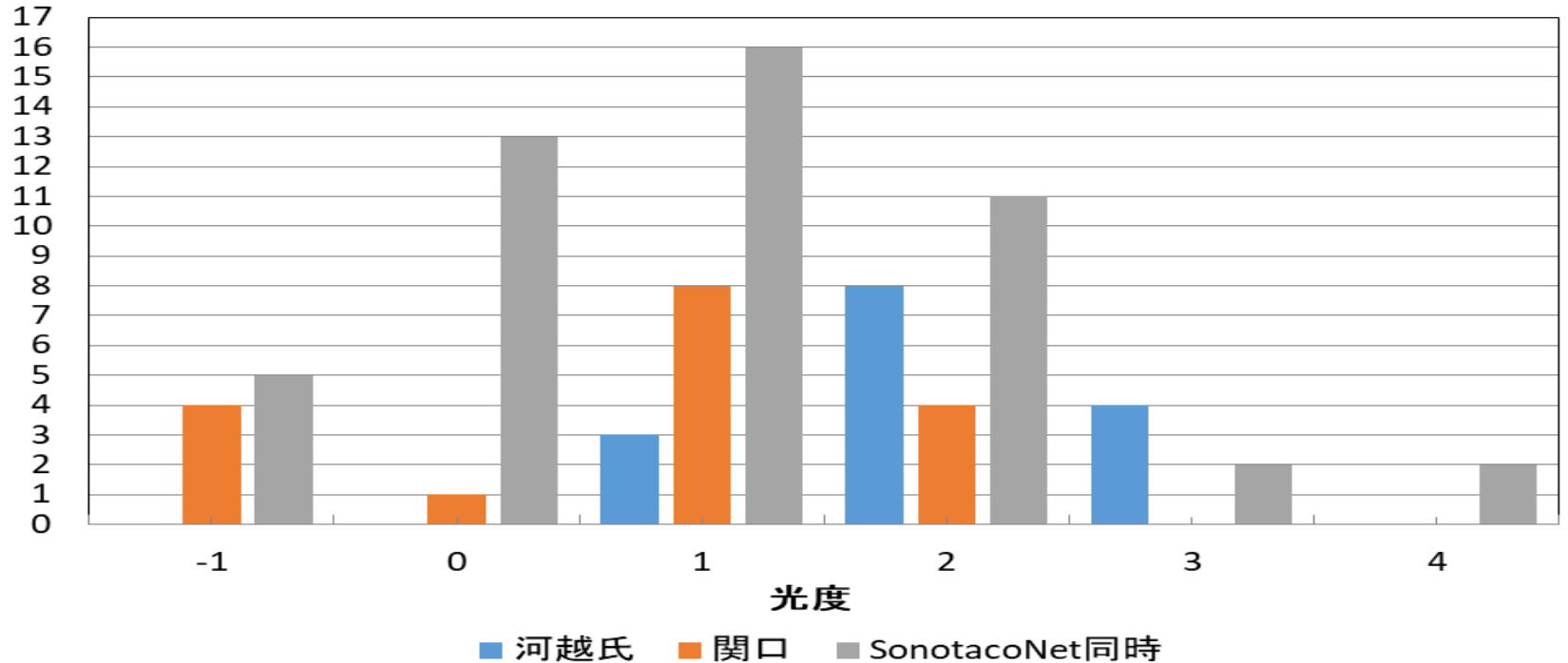


清水氏のコメントは、21:00HST頃(5/31 7:00 UT 太陽黄経 69.5°)に見掛けの極大があったとのこと。私のライブ画像観測では、20時5分から10分に5分間で10が最高でした。あとは、5個以下でした。10分毎では、20時0分から10分で15個が最高でした。あとは、7個以下でした。また、20時8分に3個。20時9分に4個とこの付近で連発していました。20時半以降は、外孫の世話で数が減ってしまい極大を観測できず反省しています。オレンジ色が多く、とろける感じで尾も見えました。また、明るい流星は、小爆発を数回しているという特徴も見られました。

TAH群の光度分布

流星数

TAH群の光度分布 眼視とTV同時観測



光度分布です。河越氏は、2等が多いです。関口のライブ画像の光度は、2から4等級が多く、0から1等級は、5個程度でした。関口のTV同時では、1等が多かったです。85mmレンズが一番多く撮影できました。SonotaCo NetworkのTV同時では、0から2等が多かったです。平均光度は、0.9等となっています。杉本氏の31/1日の4連動画撮影で撮影できたTAH群と思われるものは、動画で思ったよりしっかりした像で写っていましたが3から4等クラスの流星が多かったとのことでした。

電波観測の出現数

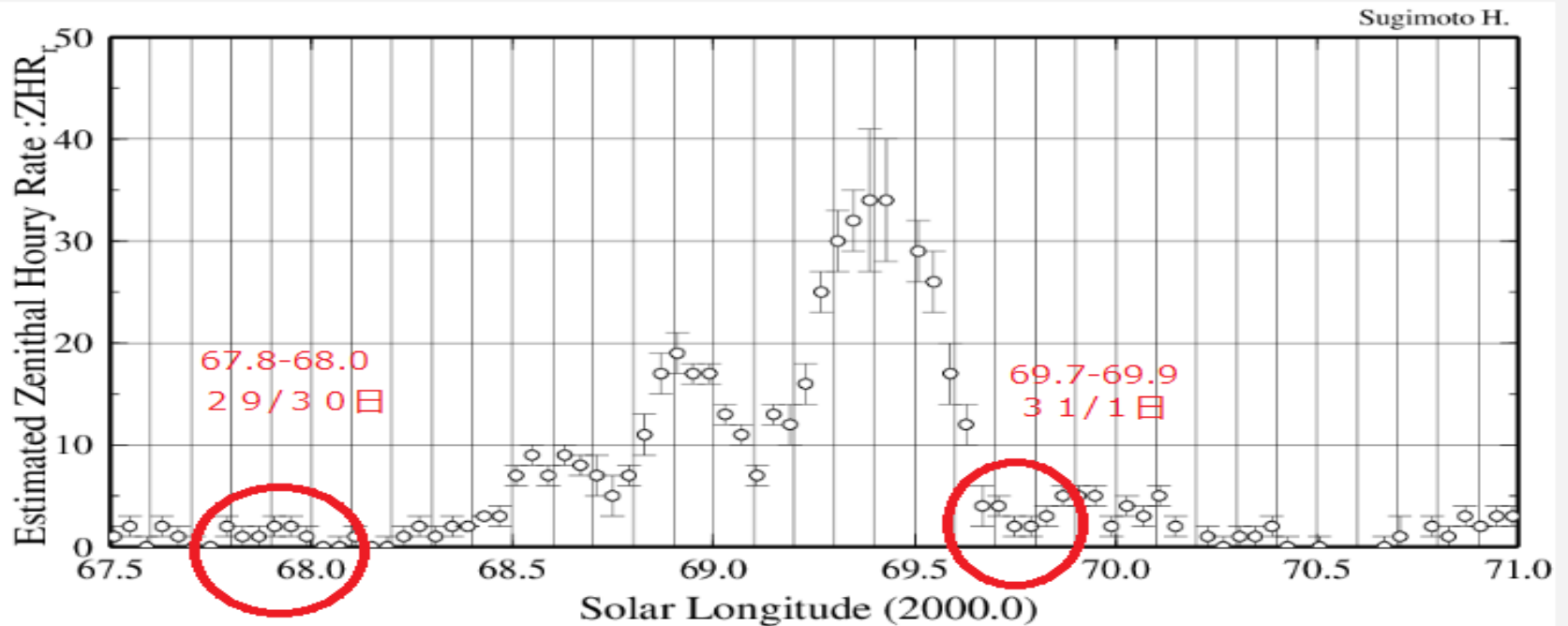


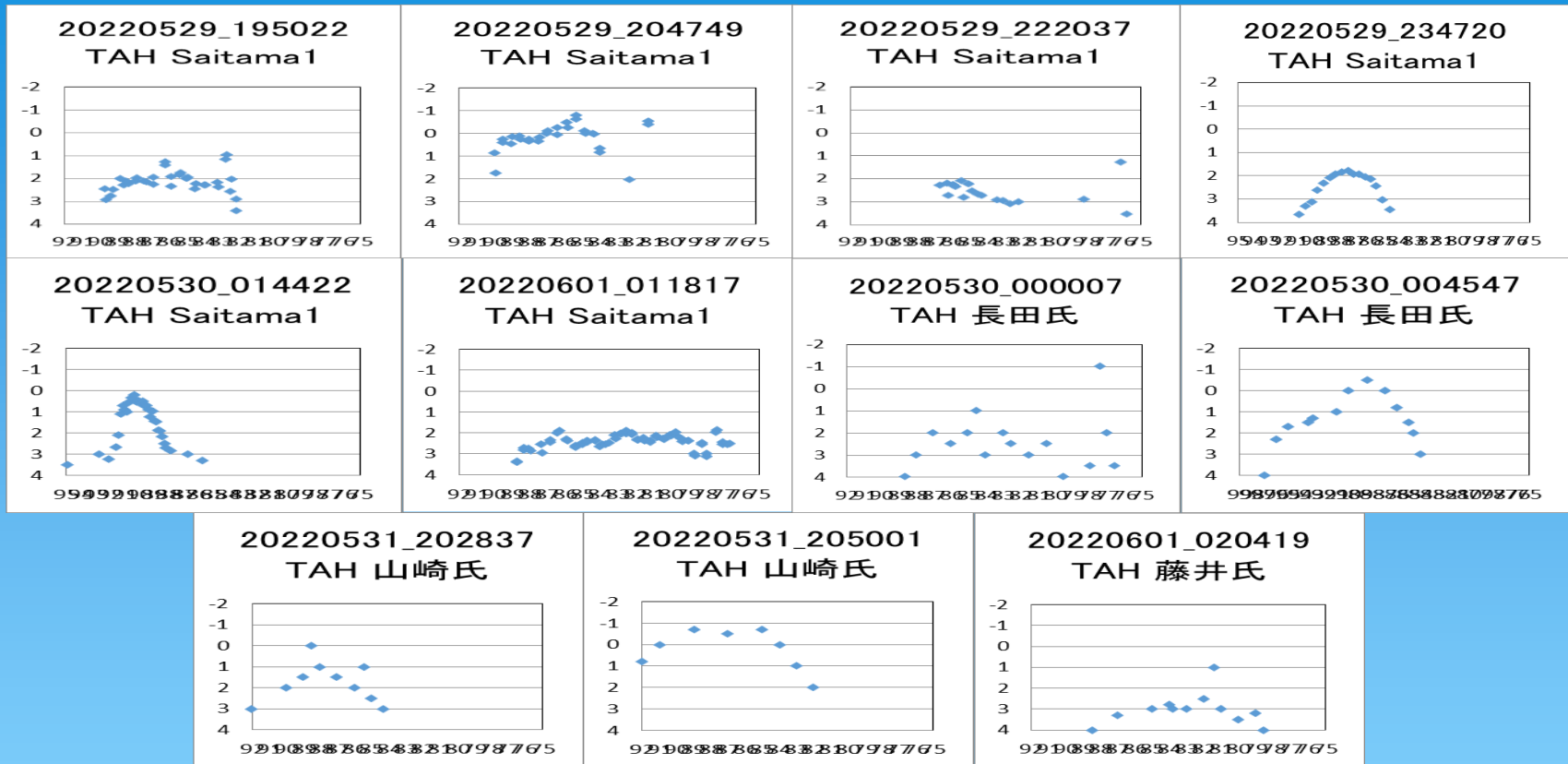
Figure 2 - Estimated ZHRr of the τ -Herculids 2022.

小川さんの電波観測結果が以下に掲載されています。

<https://www.meteornews.net/2022/06/05/a-meteor-outburst-of-the-%cf%84-herculids-2022by-worldwide-radio-meteor-observations/>

ここでは、突発が3つ観測されています。2022 TAU-HERCULIDS OUTBURST OBSERVED BY CAMSの記事の3つと一致しています。そして、29/30日(11個)と31/1日(22個)の日本での小突発も小川さんの結果でも捉えられています。グラフの赤丸の所です。これで確実に小突発があったことがわかります。定常群も観測されているとみてよさそうです？。

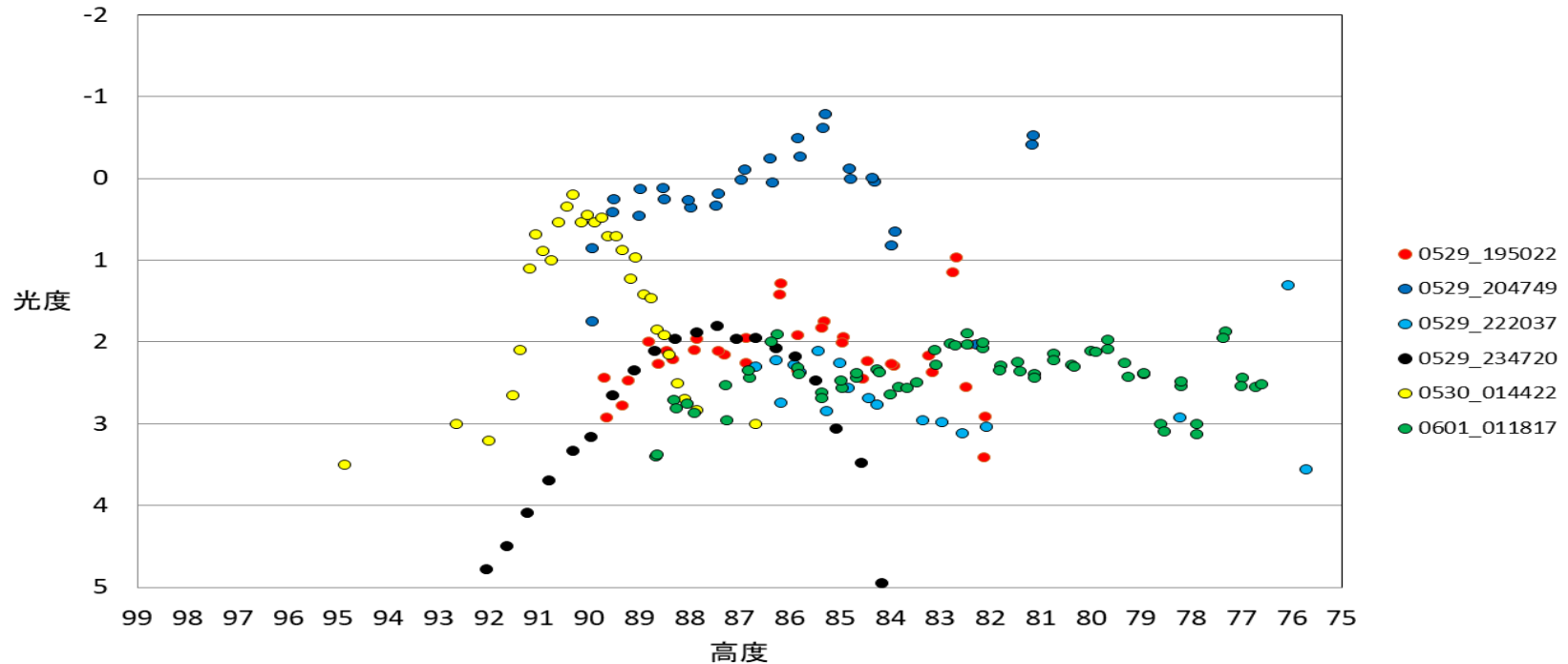
高度による光度変化



TAH群の特徴ある光度変化のTV同時流星から光度と高度をUF00rbiv2で計算してグラフを作成しました。6つの私との同時流星と他の方の5つの同時流星からです。他の方のグラフは、RSpecで作成し、軌道計算結果の高度と比べて作成しました。大きな変化のある11個の光度変化のグラフに分けられました。高度変化でみると、97kmから75kmまでの間で光度が変化しています。個々のグラフからは、わかりにくいので次に重ねたグラフを作成しました。

関口のみ重ね合わせた高度による光度変化

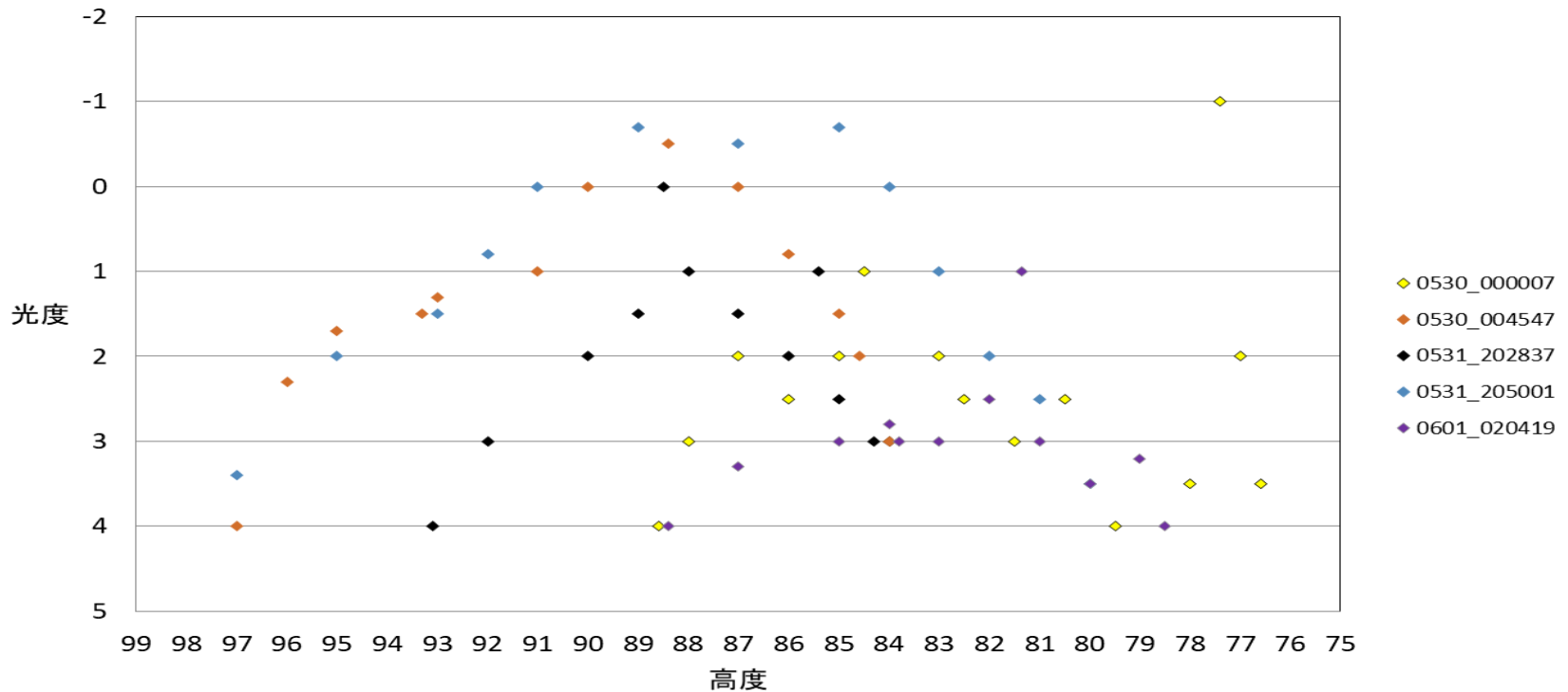
20220529_0601 TAH群 Saitama1 高度による光度変化



私のTAH群の特徴ある光度変化のグラフを6個重ねて作成しました。大きな変化のあるのは、高度91kmから88km付近と高度86kmから84km付近と82kmから80km付近と77kmから76km付近で急増か増光していることです。これらは、高層大気の特異点付近と同じ高度です。95kmから84kmぐらいの短経路の流星は、1か所の増光で、90kmから80kmぐらいの流星は、3か所の増光で、90kmから75kmぐらいの流星は、4か所で増光しているようです。

他者の重ね合わせた高度による光度変化

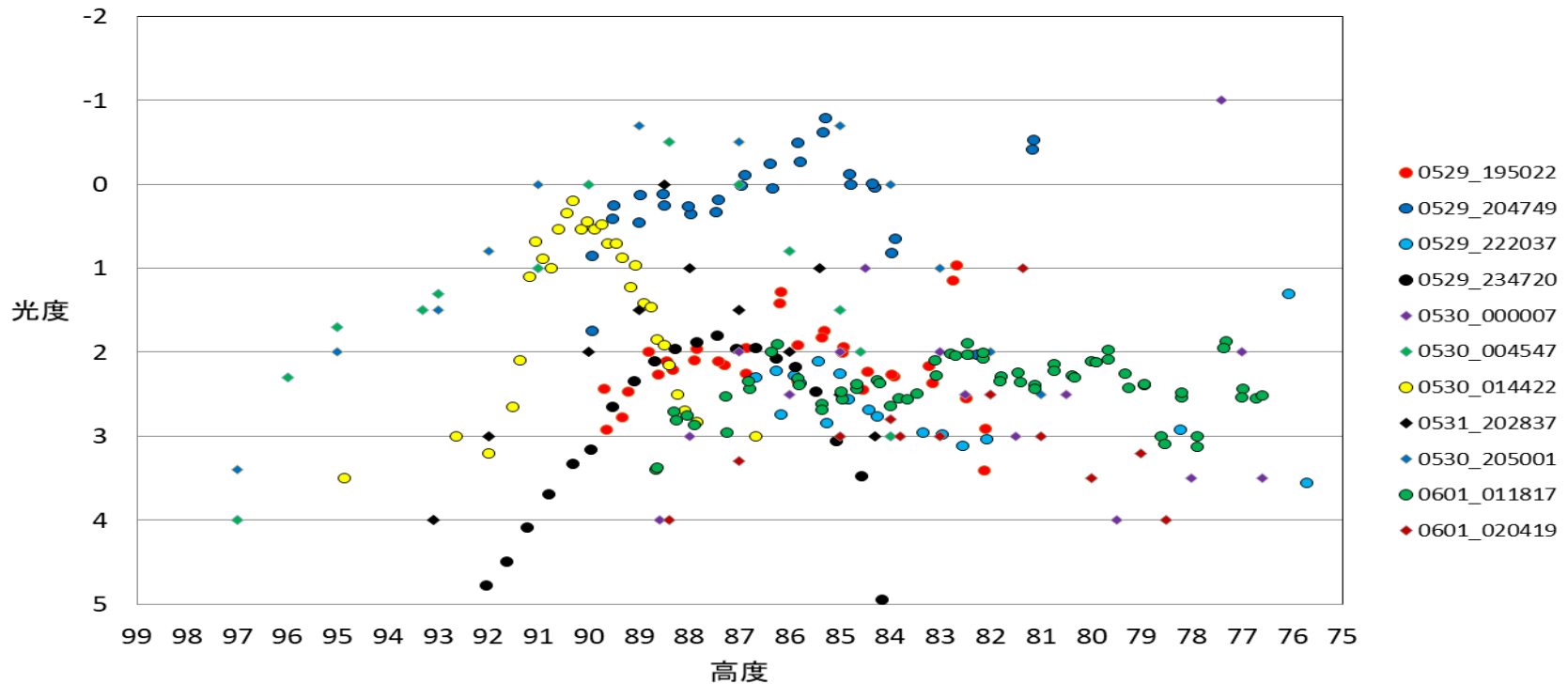
20220529_0601 TAH群 他者 高度による光度変化



他者のTAH群の特徴ある光度変化のグラフを5個重ねて作成しました。大きな変化のあるのは、高度91kmから88km付近と高度86kmから84km付近と81kmから79km付近と77kmから76km付近で急増か増光していることです。これらは、高層大気の特異点付近と同じ高度です。97kmから84kmぐらいの高高度の流星は、1か所の増光で、90kmから80kmぐらいの流星は、3か所の増光で、90kmから75kmぐらいの流星は、4か所で増光しているようです。

全て重ね合わせた高度による光度変化

20220529_0601 TAH群 Saitama1○+他者3名◇ 高度による光度変化

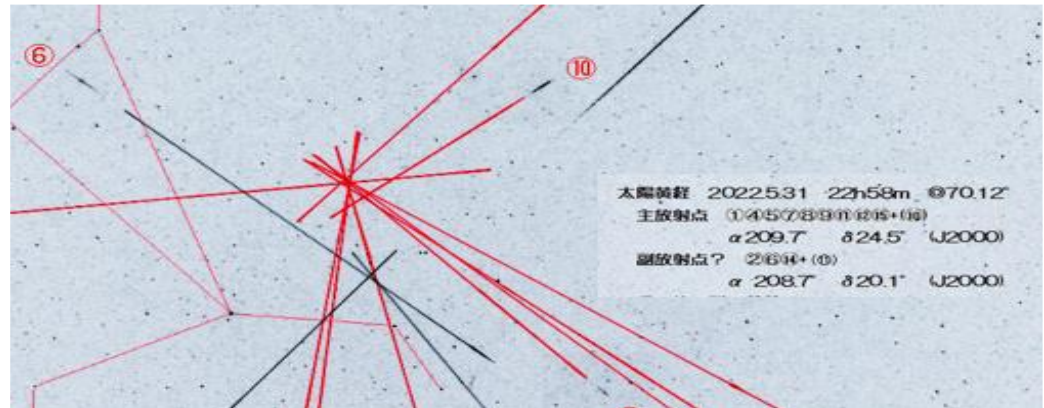


全ての光度変化のグラフを重ねて作成しました。大きな変化は、変わらず、高度91kmから88km付近と高度86kmから84km付近と81kmから79km付近と77kmから76km付近で急増か増光していることです。これらは、高層大気の特異点付近と同じ高度です。97kmから84kmぐらいの高高度の流星は、1か所の増光で、90kmから80kmぐらいの流星は、3か所の増光で、90kmから75kmぐらいの流星は、4か所で増光しているようです。時刻による変化の特徴はないようです。11個の平均高度は、90kmから80km付近でした。

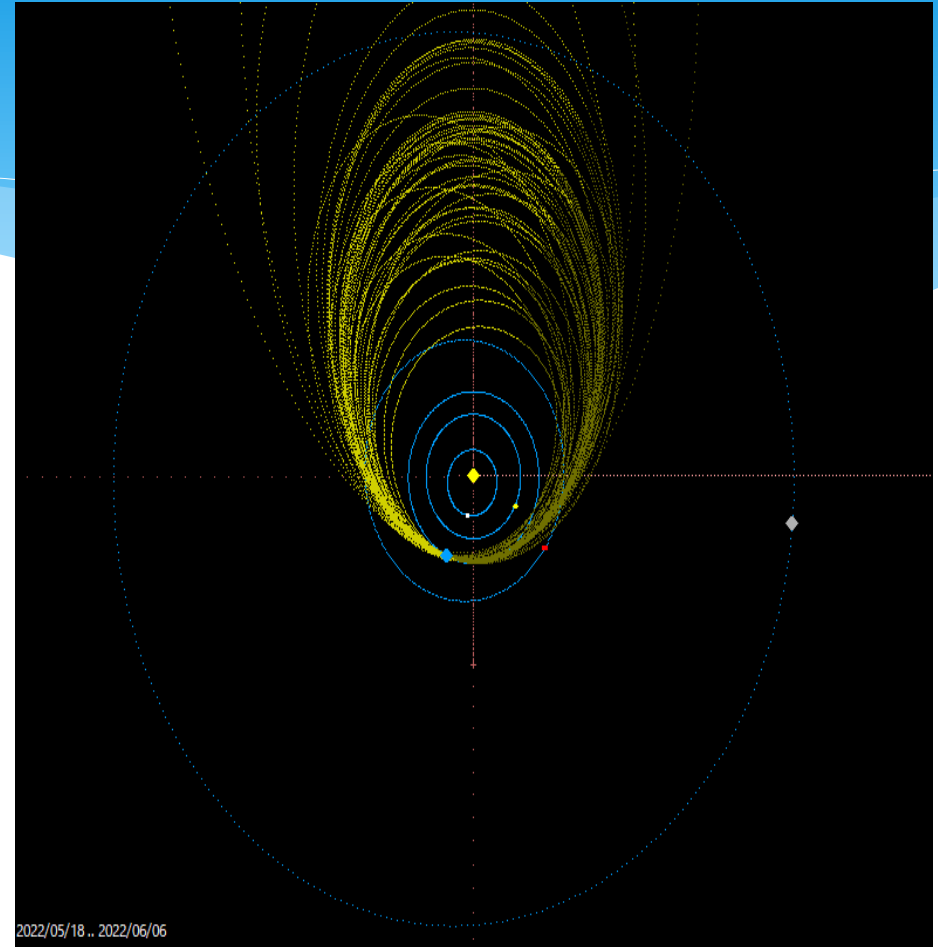
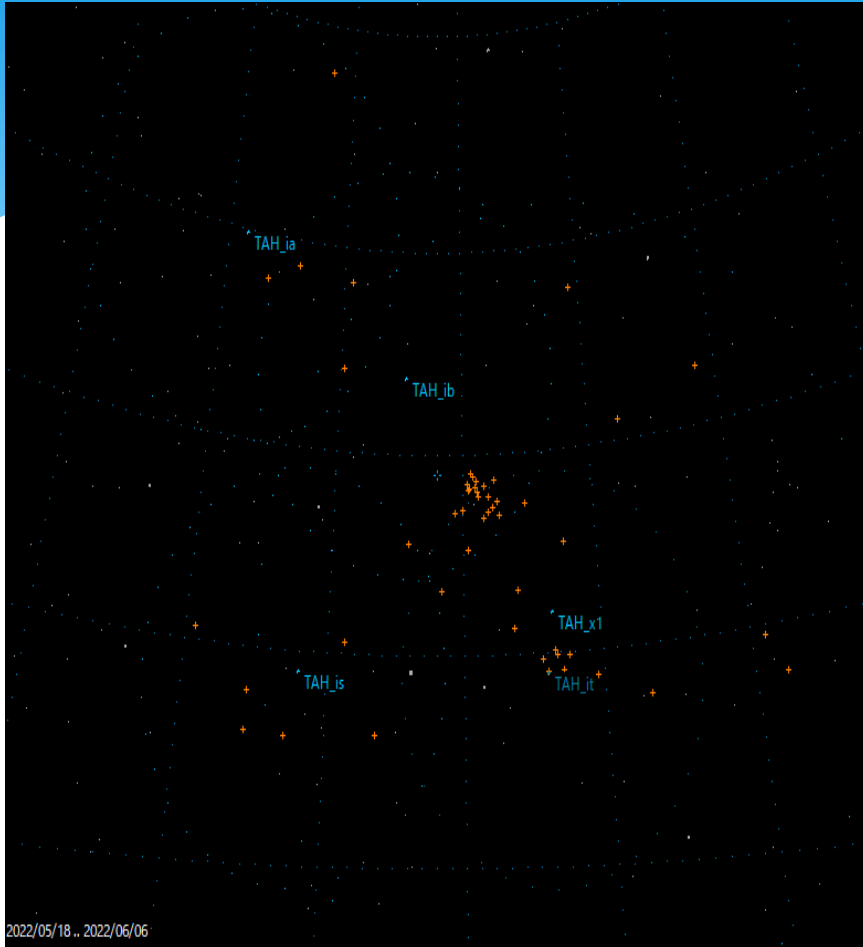
単点と同時流星の輻射点

長田氏	29.50	12Boo	α 207	δ +25
杉本氏	29/30日	10個の単点流星から	α 209.7°	δ +24.5°
杉本氏	29/30日	4個の単点流星から	α 208.7°	δ +20.1°
藤原氏	29/30日	6個の同時流星から	α 202.7°	δ +20.2°
藤井氏	29/30日	1個の同時流星から	α 204.0	δ +19.0
関口	29/30日	11個の同時流星から	α 203.6	δ +20.5
関口	29/30日	11個の同時流星から	α 204.2	δ +20.4
Hattori氏	30/31日	9個の単点流星から	α 212.2	δ +26.2
植原氏	31/1日	4個の単点流星から	α 210°	δ +28
鈴木氏	31/1日	6個の単点流星から	α 209.7°	δ +28.7
関口	31/1日	11個の同時流星から	α 208.8	δ +27.6
関口	31/1日	11個の同時流星から	α 209.4	δ +28.3

5月29/30日の真輻射点は、 α 203から204 δ +19から21のようです。杉本氏は、2つの輻射点を求めています。5月31/1日の真輻射点は、 α 209から210 δ +28のようです。

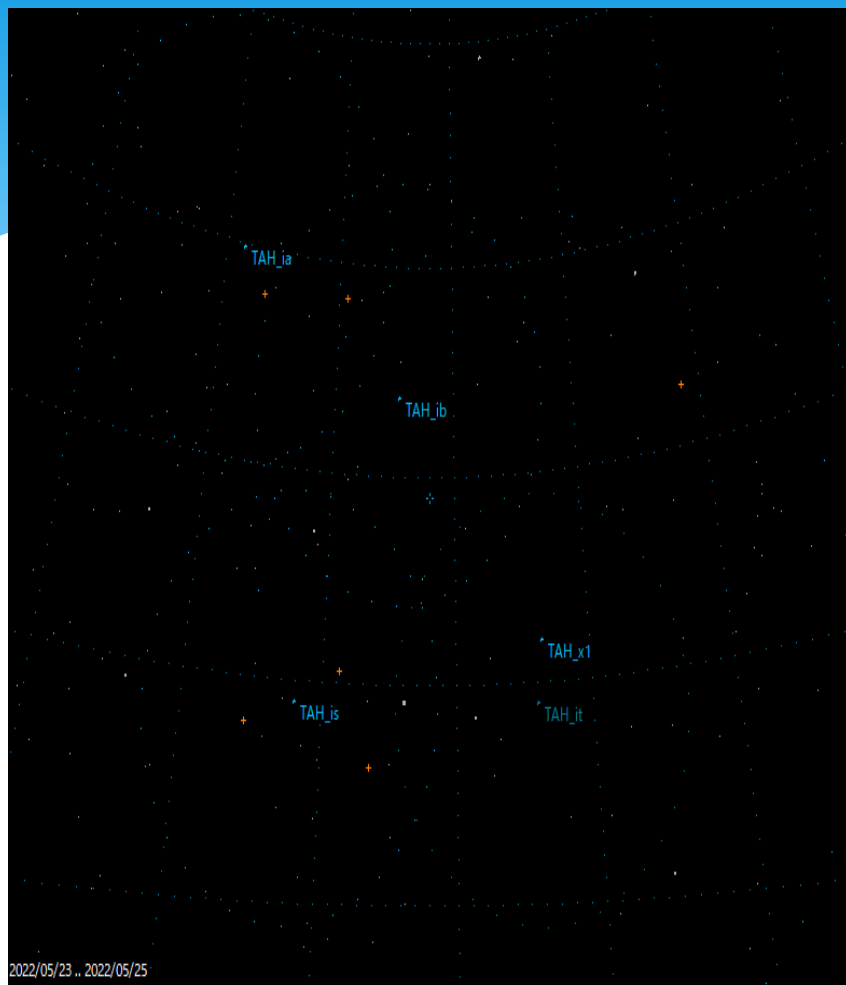


TV同時流星の輻射点と軌道図



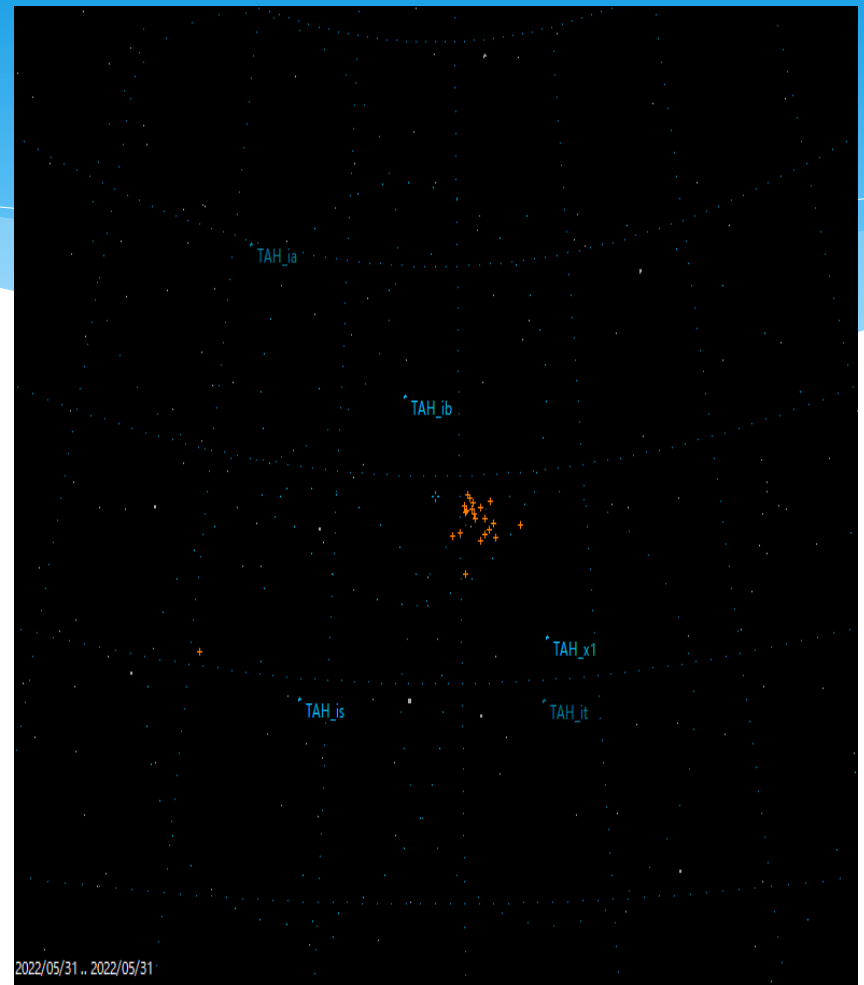
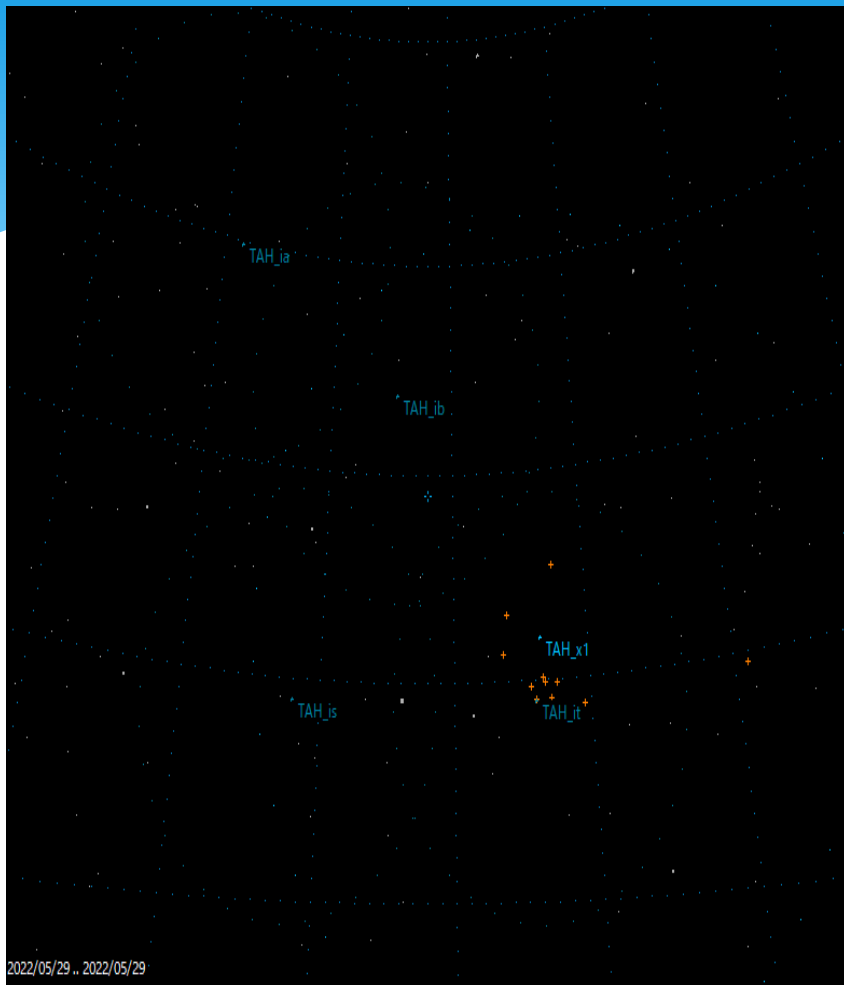
左の図は、5月18日から6月6日までのTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。29日と31日に集中が見られます。他の日は、広がりが見られ数が少ないです。右は、TAH群と思われる流星の軌道図です。速度によるばらつきがみられます。

TV同時流星の真輻射点とひろがり



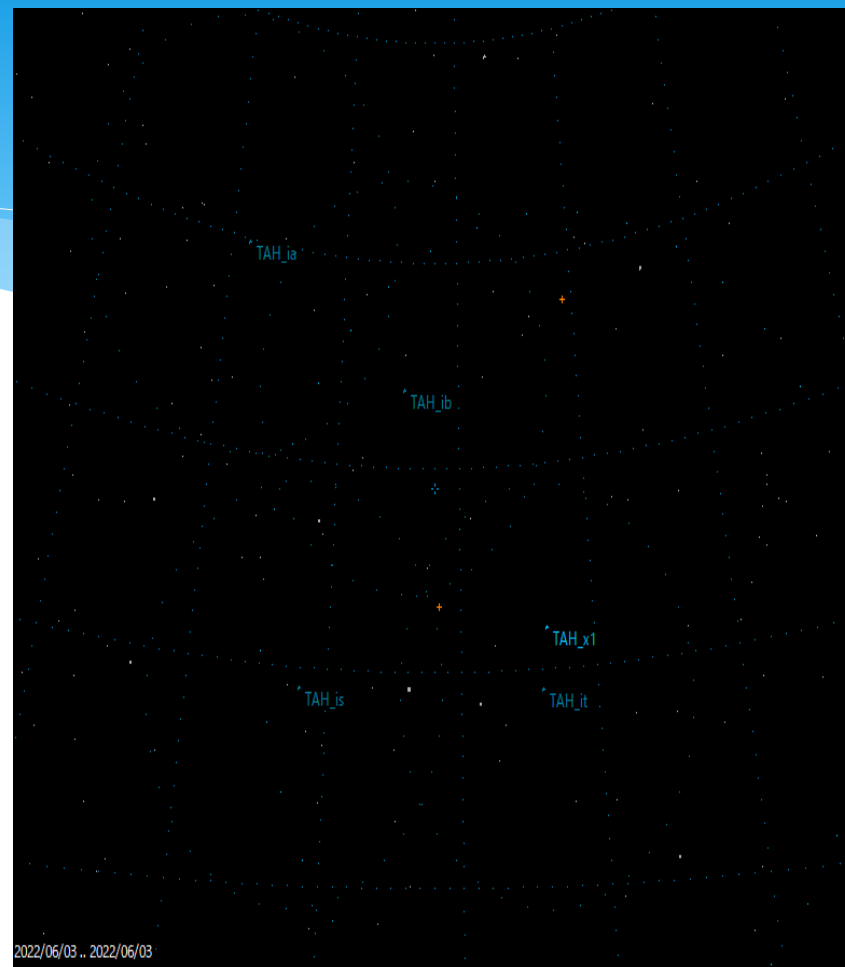
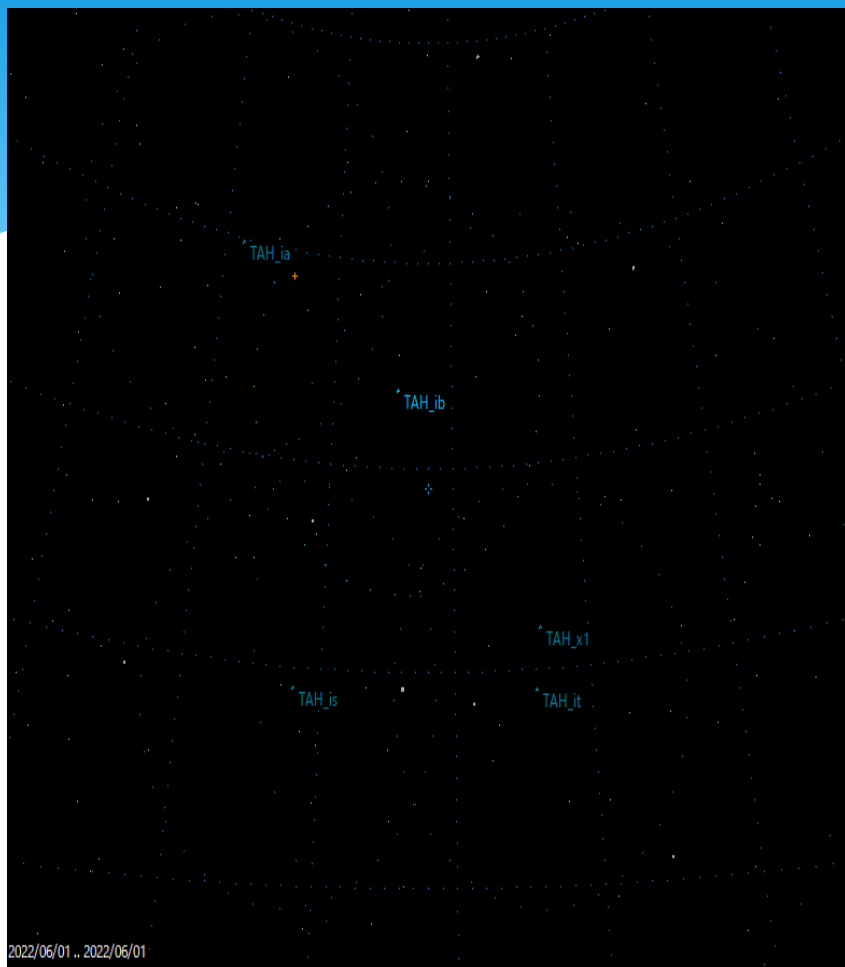
左の図は、5月23日から5月25日までのTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。予想輻射点から離れていてばらついていきます。右の図は、5月26日から5月28日までのTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。予想輻射点近くに近づいてきていますがばらけています。

TV同時流星の真輻射点とひろがり



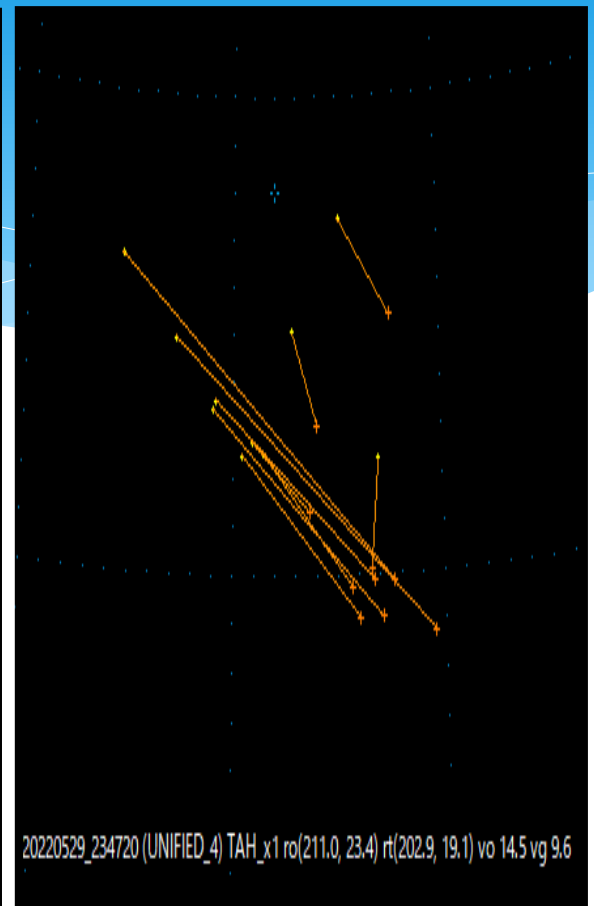
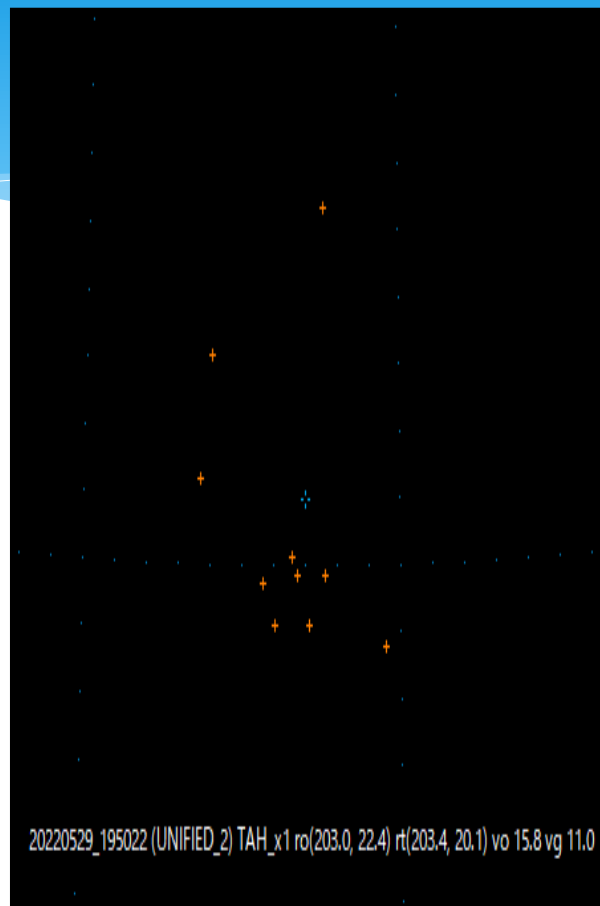
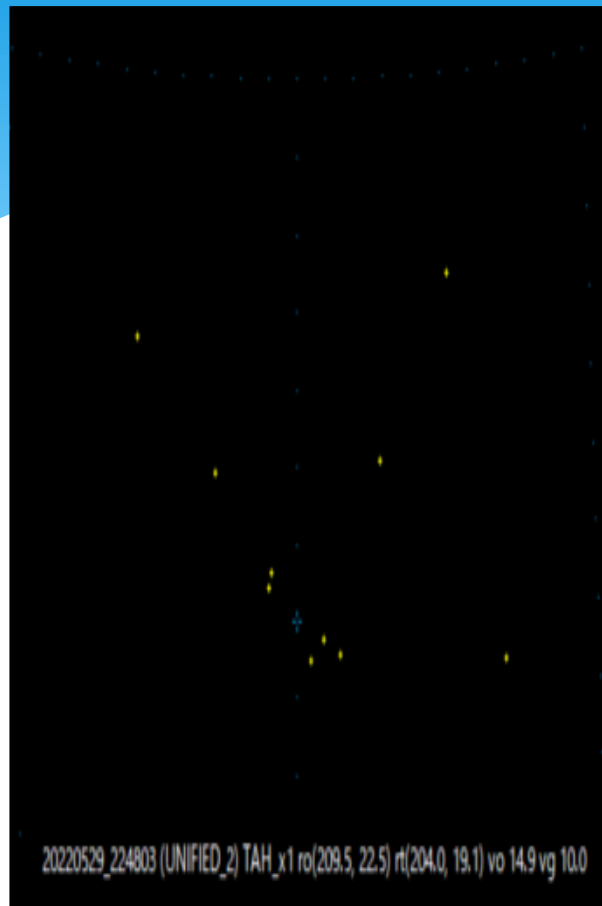
左の図は、5月29日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。予想輻射点に7個集中しています。4つばらけています。誤差と広がりと考えられます。右の図は、5月31日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。予想輻射点近くに集中していますが少しばらけていて2つの分かれているように見えます。1個離れています。

TV同時流星の真輻射点とひろがり



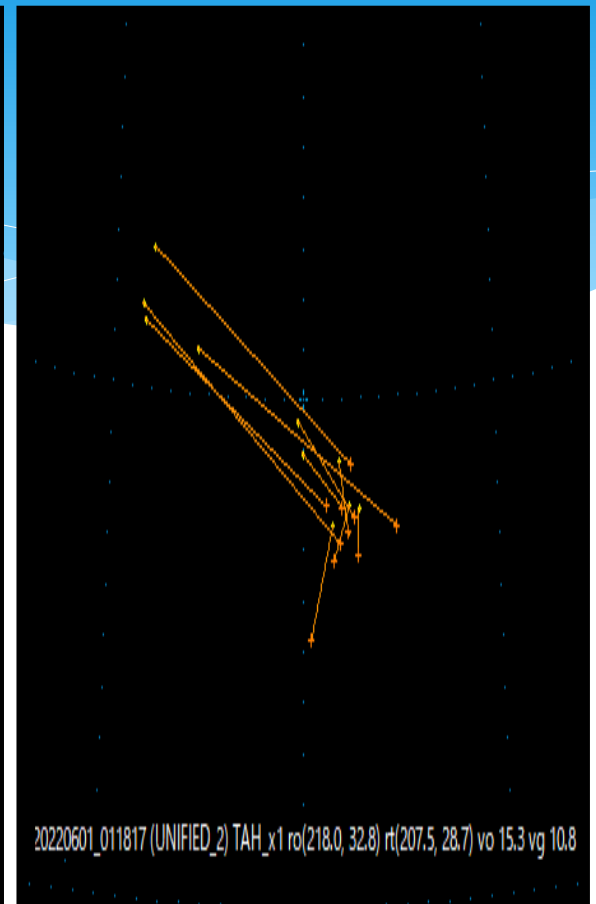
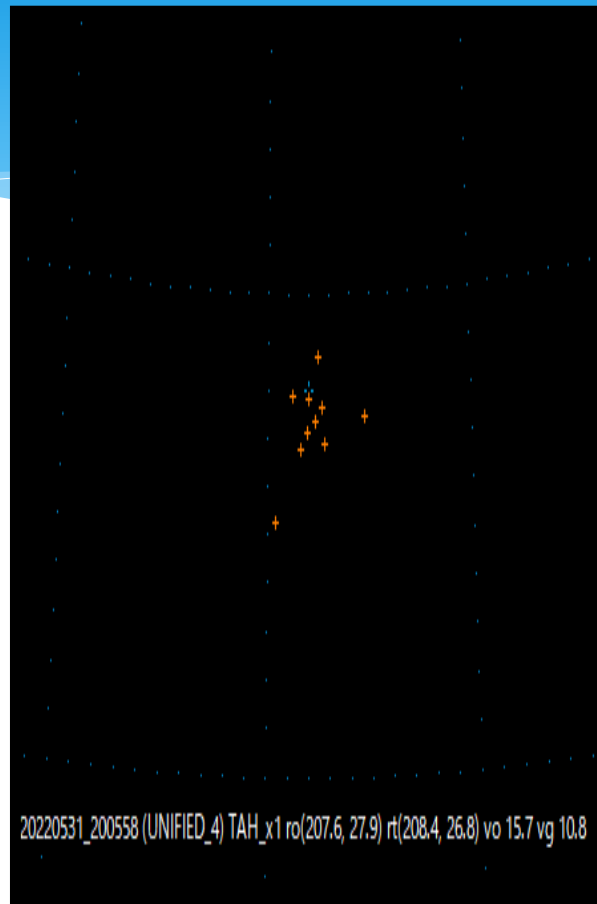
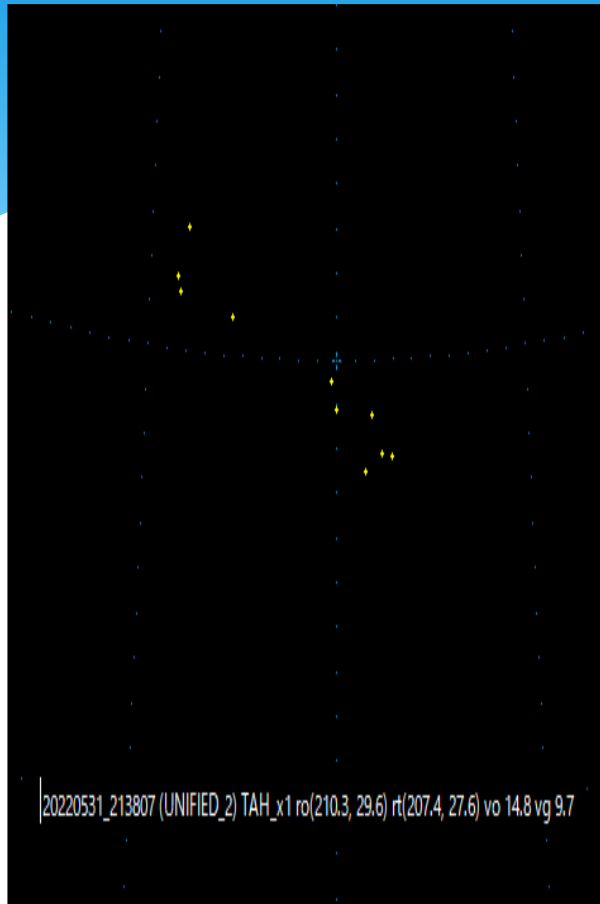
左の図は、6月1日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。予想輻射点より離れていてひろがりと考えられます。右の図は、6月3日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。予想輻射点近くよりやや離れていますが定常群と思われます。

TV同時流星の輻射点と真輻射点とひろがり



左の図は、5月29日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の輻射点分布図です。5個集中していますがひろがりが大きいです。真ん中の図は、6月3日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。右の図は、輻射点と真輻射点のずれです。流星によって随分と違いが見られます。

TV同時流星の輻射点と真輻射点とひろがり



左の図は、5月31日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の輻射点分布図です。6個集中していますがひろがり大きく2つに分かれているように見えます。真ん中の図は、真輻射点分布図です。中央によく集中していて少しばらけています。右の図は、輻射点と真輻射点のずれです。こちらも29日の同様に流星によって随分と違いが見られます。

TV同時流星の軌道計算結果と平均軌道等

D判定が 0.03から0.10までの軌道平均

	a	e	q	i	ω	Ω	D判定	Tj	λ_{Π}	β_{Π}	α	δ	Vg
基準天体	3.09	0.69	0.97	11.2	199.4	69.7	0.00	2.78	268.71	-3.71			
29/30	2.86	0.66	0.99	7.98	200.84	67.83	0.07	2.90	268.49	-2.83	204.19	20.37	11.05
31/1	2.83	0.64	0.99	10.38	199.52	69.65	0.07	3.00	268.88	-3.45	208.77	27.56	11.29

前のスライドのTAHx1とTAHiBの平均軌道等

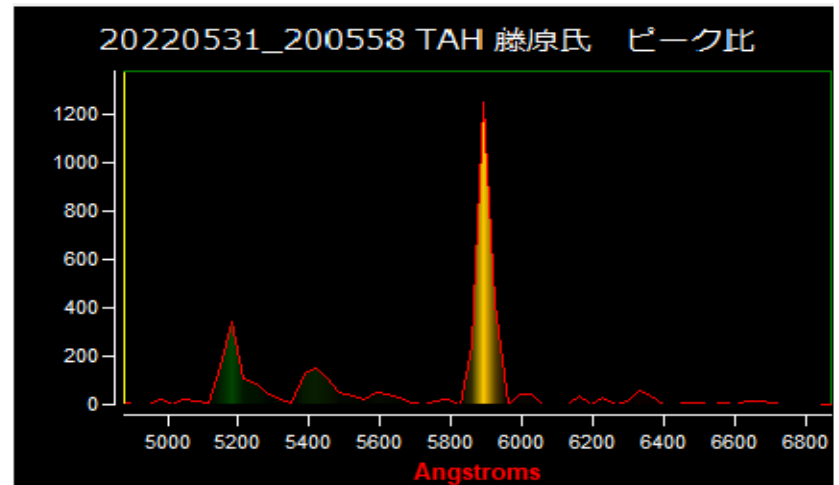
localtime	_amag	_ra_o	_de_o	_rat	_det	_vo	_vg	_a	_q	_e	_p	_peri	_node	_incl	_shower	_mag	_Qo	_dur	_H1	_H2
2022052930	0.2	209.2	24.1	203.6	205	15.5	10.7	1.4	0.99	0.65	3.6	200.3	67.9	7.7	TAHx1	1.0	3.7	0.6	89.5	81.8
2022053101	-0.4	210.2	29.5	209.4	28.3	15.8	11.1	2.7	0.99	0.62	4.5	199.5	69.7	10.4	TAHiB	0.5	3.5	0.5	90.6	82.7

前のスライドの50個のD判定は、0.03から0.27まで、これは、73P彗星の分裂した破片の軌道の範囲内にあります。上の表は、D判定が0.03から0.1までの平均軌道です。29日と31日では、 i と α と δ がやや大きくずれています。下の表は、前のスライドのTAHx1とTAHiBの平均軌道等です。こちらも29日と31日では、 i と α と δ がやや大きくずれています。平均の光度は、0等で高度は、90kmから80km程度でした。

得られたスペクトル2個からわかること



今回のTAH群と思われる流星でのスペクトルは、上の2個のみです。左は、私の2回の爆発時のNaだけのスペクトルです。なので、Na richですね。この流星は、突発予報より赤経と赤緯も3度近く離れています。右は、藤原氏のスペクトルで小爆発で鉄が見えています。タイプは、Na enhancedです。ともに、低速の典型的な流星のスペクトルです。この流星は、予想輻射点から出現していました。



Na	Mg	Fe	合計	Na%	Mg%	Fe%	Na/Mg	Fe/Mg	Na/	タイプ	タイプ
589.2	518.2	526-545							(Mg+Na)	前田氏	論文
1252	332	226	1810	69	18	12	3.77	0.68	0.79	N7	Na enh

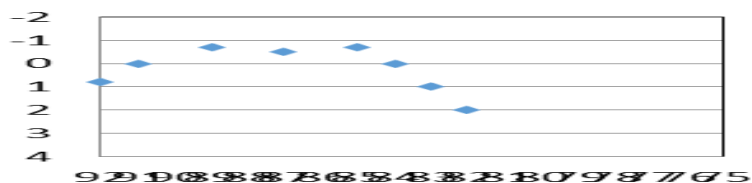
Na痕が得られた流星

2022年5月31日 20時50分1秒 TAH群

画像提供 山崎氏 高度計算 関口



20220531_205001
TAH 山崎氏



今回のTAH群と思われる流星で山崎氏がオレンジ色の痕を撮影していました。この流星は、予想輻射点から出現していました。流星の高度と痕高度を計算しました。空の良い所での撮影と画像処理をしたことで鮮明になっています。とても低速ですが、約100km上空から80kmまで撮影されていました。等級は、0等ですがよく痕が撮影されたと思います。しかも、オレンジのNaの痕と緑色のMgの痕が撮影されています。オレンジの痕は、特異点の88km付近で長く伸びています。その広がりも、20km程度と思われます。また、Mgの痕は、85km付近の特異点で流れています。光度変化は、見た目では、ノーマルですがこの2つの痕の所でやや増光しています。また、上層の風による痕の移動も少し見られています。

まとめと参考資料

1. 今年のTAH群は、佐藤さんの予想通りダストトレイルの出現を捉えることができた。ただ、29/30日の突発は、別トレイルか？
2. 眼視とTVと電波の3つの観測方法で突発を捉えることができた。
3. 暗い流星が多く感度のよいカメラでないとなりの活動が捉えられなかった。同時流星では、2等から-2等の明るいものだけであった。
3. 軌道の分布で突発出現と定常群の両方が捉えられた。
4. 特徴的な光度変化は、高層大気の特異点付近で起こっていた。また、11のタイプに分けられた。他は、殆ど通常のタイプであった。
5. スペクトルも撮影でき、Na が豊富であることが分かった。
6. 0等で低速ですがNaとMgの痕が撮影されています。

参考資料(画像、軌道計算結果、論文、観測情報のリンク先等)

<https://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=5184>