

第 62 回日本流星研究会「宇宙県流星会議」 集録

主催：日本流星研究会 後援：長野県は宇宙県連絡協議会
日 時： 2022 年 10 月 10 日（月祝） 10:30～16:00
現地参加+Zoom ハイブリッド
会 場： 塩尻市市民交流 センター えんぱーく 401 会議室
長野県塩尻市大門一番町 12 番 2 号

目 次

講演要旨・研究発表要旨	2
流星としての HAYABUSA2 サンプルリターンカプセル	
小林 美樹（現地）	5
Halley Type 及び 長周期流星群の発光高度の特徴	
司馬 康生（現地）	7
インフラサウンド観測を用いた火球の爆発地点の決定	
○蓮見 佑太 山本 真行 西川 泰弘（現地）	9
世界の流星電波観測による主要流星群の経年変化及び話題の流星群の結果	
小川 宏（Zoom）	11
2021 年 11 月アンドロメダ座流星群のビデオ観測	
藤原 康德（Zoom）	16
鉄流星のライトカーブについて	
前田 幸治（Zoom）	18
ヘルクレス座 τ 流星群への取り組み ～予報・遠征・観測結果～	
佐藤 幹哉（Zoom）	23
2022 年の 5 月の 73P 彗星関連のヘルクレス座 τ (TAH) 群と 8 月の 45P 彗星関連のやぎ群の考察	
関口 孝志（Zoom）	28

小関正広会長ご挨拶

皆さん、ようこそいらっしゃいました。スタッフの皆さん、準備をいただいて感謝します。顔を合わせての会議が開けるのは名古屋以来で、Zoom の方も含めて有意義な会議になるのではと期待しています。研究発表も盛りだくさんありますし、講演も非常に興味のあるものです。ぜひ皆さんこのような機会ですので、宇宙県流星会議を十分に楽しんでいただきたいと思います。



☆第 62 回 日本流星研究会「宇宙県流星会議」 プログラム

開会行事

小関会長ご挨拶 小楨記念賞授与

研究発表 1

- 流星としての HAYABUSA2 サンプルリターンカプセル 小林 美樹 (現地)
Halley Type 及び 長周期流星群の発光高度の特徴 司馬 康生 (現地)
インフラサウンド観測を用いた火球の爆発地点の決定
○蓮見 佑太 山本 真行 西川 泰弘 (現地)
世界の流星電波観測による主要流星群の経年変化及び話題の流星群の結果
小川 宏 (Zoom)
2021 年 11 月アンドロメダ座流星群のビデオ観測 藤原 康徳 (Zoom)
鉄流星のライトカーブについて 前田 幸治 (Zoom)

昼食・休憩

講演

(長野県は宇宙県について・講師紹介)

東京大学木曾観測所トモエゴゼンが観た太陽系小天体

大澤 亮先生

(自然科学研究機構 国立天文台 JASMINE プロジェクト 助教)

記念撮影・休憩

研究発表 2 突発群コーナー

- ヘルクレス座 τ 流星群への取り組み ～予報・遠征・観測結果～
佐藤 幹哉 (Zoom)
2022 年の 5 月の 73P 彗星関連のヘルクレス座 τ (TAH) 群と
8 月の 45P 彗星関連のやぎ群の考察 関口 孝志 (Zoom)
(ディスカッション)

閉会行事

次回開催地紹介

☆講演要旨

東京大学木曾観測所トモエゴゼンが観た太陽系小天体

大澤 亮先生

(自然科学研究機構 国立天文台 JASMINE プロジェクト 助教)

東京大学木曾観測所では 2019 年 10 月より、広視野動画カメラ「トモエゴゼン」による観測を開始しました。トモエゴゼンは 84 枚の CMOS センサを用いたモザイクカメラで、約 20 平方度の領域を最大 2fps でモニタリングすることができます。小惑星や彗星といった太陽系小天体は太陽系形成期の情報を記録した重要な天体です。秒スケールという短いタイムスケールで観測することによって、太陽系小天体のまだ見ぬすがたにスポッ

トライトを当てることができます。講演では地球接近小惑星・掩蔽・微光流星といったトピックを中心に、トモエゴゼンの高感度動画観測が明らかにした成果を紹介します。

☆研究発表要旨

流星としての HAYABUSA2 サンプルリターンカプセル 小林 美樹

2020年12月6日02時(JST)にオーストラリア南部で実施された、はやぶさ2サンプルリターンカプセル再突入に関わる地上観測プログラムに ELF/VLF 電波観測で参加しました。本発表はサンプルリターンカプセルの火球フェイズにおける光度変化等について発表します。

Halley Type 及び 長周期流星群の発光高度の特徴 司馬 康生

SonotaCo Network の14年間の観測データから、Halley Type および長周期タイプの107流星群について発光高度を統計調査した。流星速度との相関効果を取り除くと、流星の平均光度、平均突入角、近日点距離、軌道周回数との相関を認めた。ここから、流星物質が太陽に接近することで揮発成分が取り除かれる効果が働いていると考える。また、太陽活動と発光点高度も相関するが、消滅点高度の相関は確認できなかった。なお、特異的に発光高度が低い4流星群を認めた。

インフラサウンド観測を用いた火球の爆発地点の決定

○蓮見 佑太 山本 真行 西川 泰弘

本研究は火球が出すインフラサウンドから火球の軌道とエネルギーを推定することを目標としている。その第一段階として本テーマでは爆発地点を推定できることを示すことを目的とした。インフラサウンドとは低周波側の可聴音から外れた音のことで津波や雷等の大規模現象で発生する。現在火球の軌道推定は光学観測が主流だがインフラサウンドを補助手法に用いれば曇天時でも軌道や爆発地点を推定できるのではないかと考えている。

世界の流星電波観測による主要流星群の経年変化及び話題の流星群の結果

小川 宏

天候や地域に左右されず流星群を観測するため、世界の流星電波観測結果を用いて集計。2000年代からの主要流星群結果から経年変化を考察。加えて、最近話題となったいくつかの流星群の結果も改めて報告します。

2021年11月アンドロメダ座流星群のビデオ観測 藤原 康徳

2021年11月28/29日にアンドロメダ座流星群の突発活動が北米で捉えられた。そのピークは05:18UTC (Jenniskens) で、日本で光学観測できる時間帯では2等以降の明るい流星の活動はすでに低下していたが、室生観測所での $\alpha 7s \cdot 85mmF1.2$ の観測では、4等以下の流星の活発な活動を捉えた。5等以下の暗い流星の活動を把握することは、流星群の構造を理解するために必要である。

鉄流星のライトカーブについて

前田 幸治

鉄流星の典型的な発光点側が明るいライトカーブが、鉄流星の中でどのくらいの割合で存在しているかという点についてまとめます。

ヘルクレス座 τ 流星群への取り組み ～予報・遠征・観測結果～ 佐藤 幹哉

当方らにより、ヘルクレス座 τ 流星群の突発出現が 2022 年 5 月 31 日 14 時頃 (日本時) に予報されていた。極大の時間帯から、観測は北米への遠征が必要であったが、感染症により難しい状況であった。今回、NHK コズミックフロント取材班の協力もあり、アメリカ・ユッカバレー近郊で観測に取り組むことができ、この見事な突発出現を検出することができた。本発表では、一連の取り組みについて詳細に報告する。

2022 年の 5 月の 73P 彗星関連のヘルクレス座 τ (TAH) 群と 8 月の 45P 彗星関連のやぎ群の考察

関口 孝志

2022 年の 5 月の 73P 彗星関連のヘルクレス座 τ (TAH) 群の出現の様子と高度による光度変化と輻射点移動と軌道要素との母天体との比較。8 月の 45P 彗星関連のやぎ群の輻射点と軌道および母天体との関係と高度による光度変化等。

☆ヘルクレス座 τ 流星群等の突発群のディスカッション

杉本智さんのコメント(予報が的中したヘルクレス座 τ 流星群)

高感度ビデオでの 40 数個の流星の解析から。暗い流星が多く SonotaCo との同時は 3 個。減速曲線で解析すると彗星の軌道とほとんど一致する(対地速度の平均は使っていない)。放射点位置が決まって対地速度を仮定すれば 1 点観測でも軌道が出るが、今回の流星も決まった高度で明るくなったり暗くなったりして、途中で壊れるなど特別なことはなかった。異なった点は ; 動画コマ映像ふぞろい(対地速度の低さでガス化が弱かったか) ; 赤い流星は、低速流星は赤い尾を引いており、この群が特別なものではない。 ; 痕がきれいな筋でない、低温のせいかな。

ディスカッション

(小林→関口)スペクトルでフレッシュさは見られたか? 枯渇といわれるふたごと比べてどうか? →サンプルが少ないが、ナトリウムが多いのはもちろんだが鉄が少し多めと思うが、フレッシュさかはわからない。ばらつきもある。

(柳→佐藤)今後の突発群の予報は? →予報はできるものとできないものがあるが、母天体のがわかるものについては事前に探れるようにしたいが、時間的な問題もある。発見前の軌道は仮定が入るので、ダストトレイルが計算しきれないものもあり、予報できない突発はある。

(橋本→関口)出現日による軌道傾斜角の違い? →トレイル対応は検討していない。

(佐藤)木星の摂動で軌道傾斜角は大きく変わる。該当するものの検討は可能かと思う。

(前田→佐藤)今回の TAH は輻射点の移動が大きかった。複数のトレイルが原因か、普通の流星群の移動として説明できる範囲か? →両方の要素がある。一つの軌道要素で考えても地球の公転と合成速度が遅いため、普通とは違う放射点移動となる。移動だけで考えるとどちらであるかはわからない。

流星としてのHAYABUSA2サンプルリターンカプセル

○小林美樹(NMS), 渡邊堯(NICT), 加藤泰男(ISEE), 鈴木和博(NMS)

はじめに

2014年12月3日に種子島宇宙センターから打ち上げられた小惑星探査機「はやぶさ2」は、小惑星「リュウグウ」の岩石採取に成功し、2020年12月6日2時28分頃サンプルリターンカプセル(SRC)が地球大気圏に突入した。宇宙航空研究開発機構(JAXA)が公募した地上観測隊の一員として、VLF/ELF観測等を行う予定であったが、新型コロナウイルス感染症により現地での観測は叶わなかった(代理観測が実施された)。JAXAカプセル回収チーム撮影の映像等を元に流星としてのSRC観測結果(主に光度変化)を報告する。

目的

通常の流星(火球)は、いつ、どこからやって来るのか、物質が何であるかわかっていない。SRCは飛行速度約11.6km/sで地球大気圏に突入し、上空約80kmあたりから発光を開始し、人工流星として観測可能である。時刻、方角が予めわかっている人工流星であるSRCを観測することで、流星の発光メカニズム等を検証することを目的とする。

観測地

南オーストラリア州 クーパーペディ(緯度経度標高非公開)

なお、上記はVLF/ELF観測地とは別の場所である。ちなみにVLF/ELF観測地は天候不良により光学観測や眼視による観測はないとのことである。

測定方法

輝度測定ソフトHD_RBAviMETEORによる単純比較

観測結果(時刻はJST、UTはプラス9時間、現地時間はプラス1時間30分)

発光点※: 2時28分38秒頃

最大時 : 2時29分03秒頃

消滅点※: 2時29分24秒頃

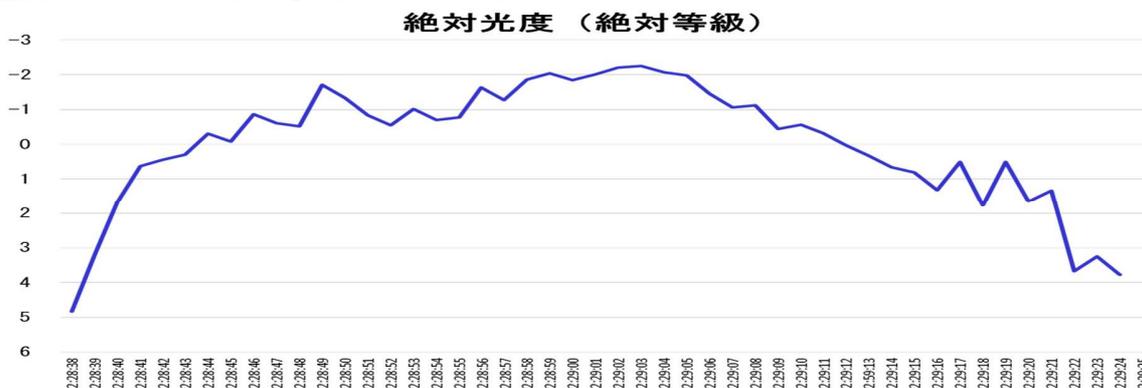
発光継続時間、46秒、ピークまでの時間、25秒、ピークから消滅までの時間21秒

※ 上記計測ソフトにより計測可能時刻、秒以下は非公開

最大光度: マイナス2.26等級(絶対等級)

: マイナス3.24等級(視等級)

速度: 約11.5km/秒(提供資料より計算)



考察

自然現象における流星と異なり、継続時間46秒という長時間の発光が観測された。なお、当初の予想よりも暗い結果となった。明るくならなかった原因等については、速度等の影響と思料される。カプセルの発光メカニズム等と併せ更に検証を進めたい。

参考文献

国立天文台はやぶさ観測隊「はやぶさ探査機の大気圏再突入の地上観測」

謝辞

宇宙科学研究所はやぶさ2プロジェクトチーム(当時)の皆様には画像情報等を提供いただきまして、心より感謝申し上げます。

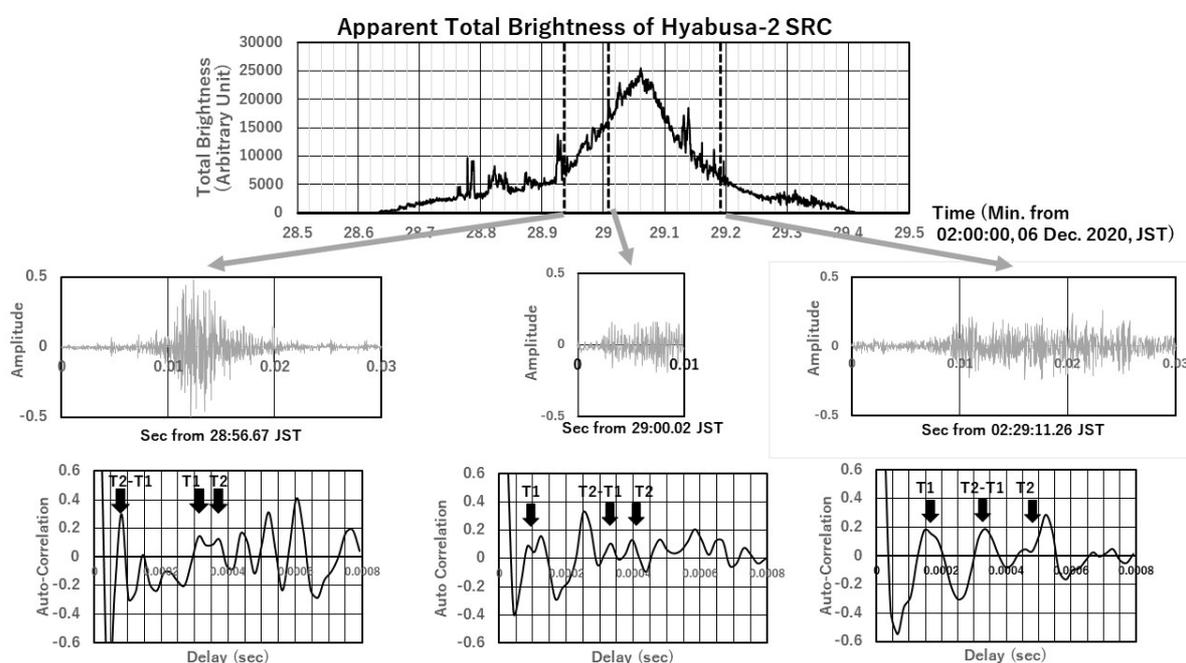
輝度測定ソフトHD_RBAviMETEORを提供いただきました熊森照明氏に感謝します。

上田昌良氏、佐藤幹哉氏、藤原康德氏には、ご助言、ご協力頂きお礼申し上げます。

追記

VLF/ELF観測報告

昨年の流星会議の渡邊堯先生発表において、カプセル由来のパルス为例示したが、解析を進めた結果、以下の弱いパルスが見つかったので、追加報告します。



Halley Type 及び 長周期流星群の発光高度の特徴

司馬康生 (SonotaCo Network)

要旨

SonotaCo Network の 15 年間の観測データから、Halley Type および長周期タイプの 96 流星群について発光点及び消滅点高度を統計調査した。観測結果の発光点高度、消滅点高度から、強く相関する地心速度の影響を取り除くと、流星の平均光度、平均突入角との相関があった。更にこれらの効果も取り除くと、近日点距離が小さい流星群の発光点高度が低い傾向だった。また、軌道周回数が多いと見られる流星群の発光点高度も低い傾向だった。これらは、流星物質が太陽に接近することで、流星物質に変成作用が起これると考えられる。変成作用の詳細には複数の可能性があり、これを議論する。なお、一部の流星群(#101 PIH, #183 PAU, #187 PCA, #246 AMO, #1119 LAV)は、特異的に発光高度が低かった。これらの流星群は、流星物質の中の揮発成分が統計的に枯渇傾向、もしくは表面に軟弱な物質を纏わない物質の可能性もある。また、撮影流星数の多い 6 群に対する調査で Per 群を除く 5 群が太陽活動の活発な年で発光点高度が高くなる傾向があったが、消滅点高度と太陽活動の相関はネガティブだった。

結果 (要約)

(1) 速度との相関

上は発光点、下は消滅点の流星群毎の平均高度。発光点高度で (#101 PIH, #183 PAU, #187 PCA, #246 AMO, #1119 LAV) の 5 つの流星群は、他の全ての流星群より発光点高度が低い。

特に発光点で強い相関がある。

(2) 平均絶対光度との相関

特異な 5 群を除いて明るい流星ほど発光点が高く消滅点が高い。

(3) 輻射点仰角 (経路仰角) との相関

突入仰角が高いほど発光点も消滅点も低い傾向が見られたが、負の相関係数は発光点で弱い。

(4) 近日点距離との相関

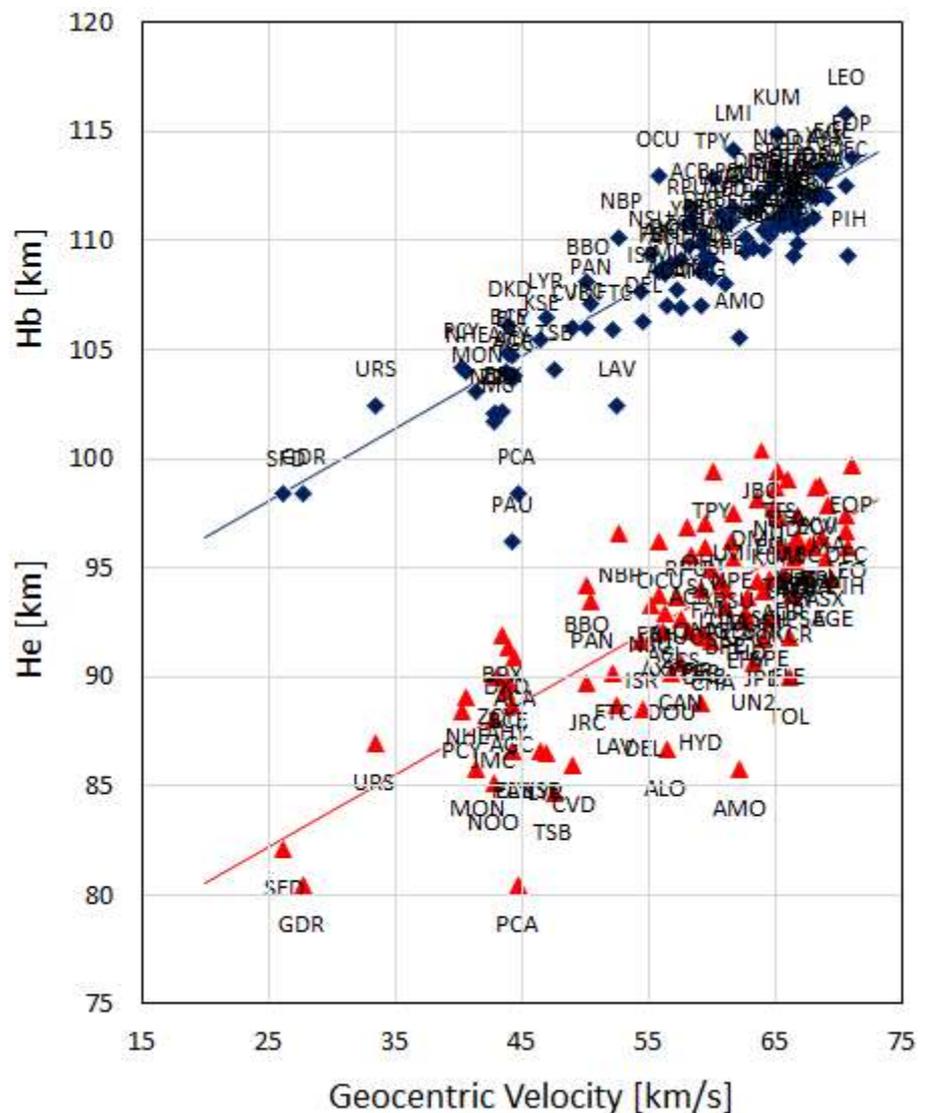
近日点距離が小さいほど発光点、消滅点が高くなる傾向。

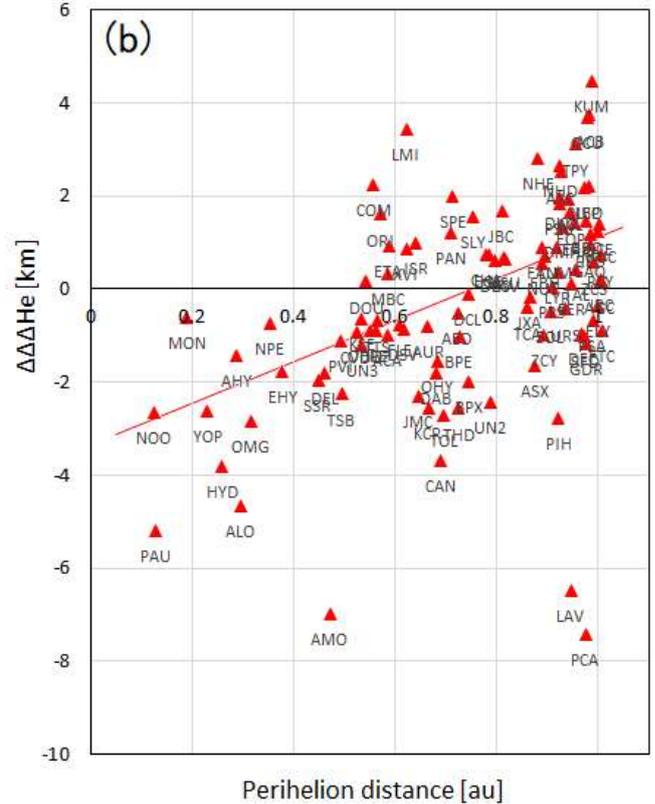
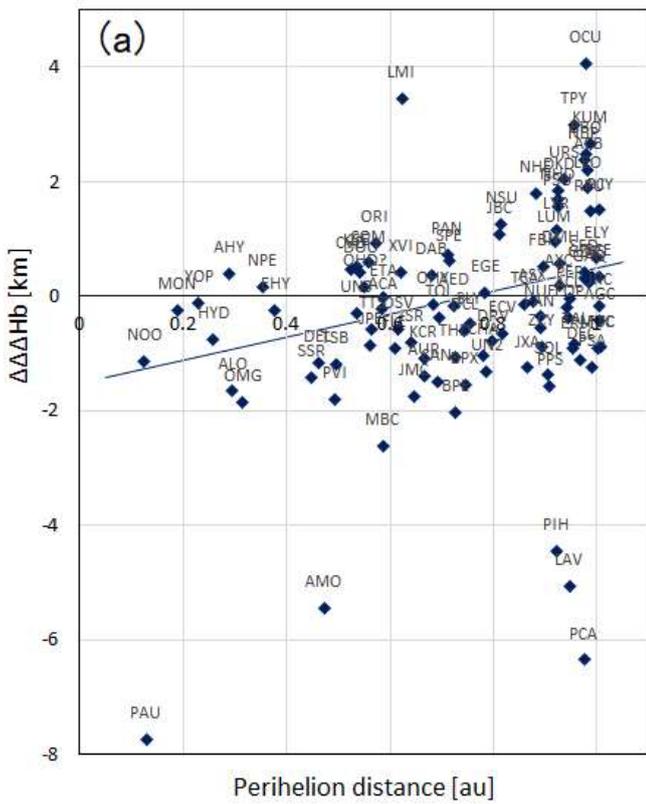
(5) 軌道半長径の逆数 ($1/a$) との相関

相関はほとんど無い。

(6) 軌道傾斜角との相関

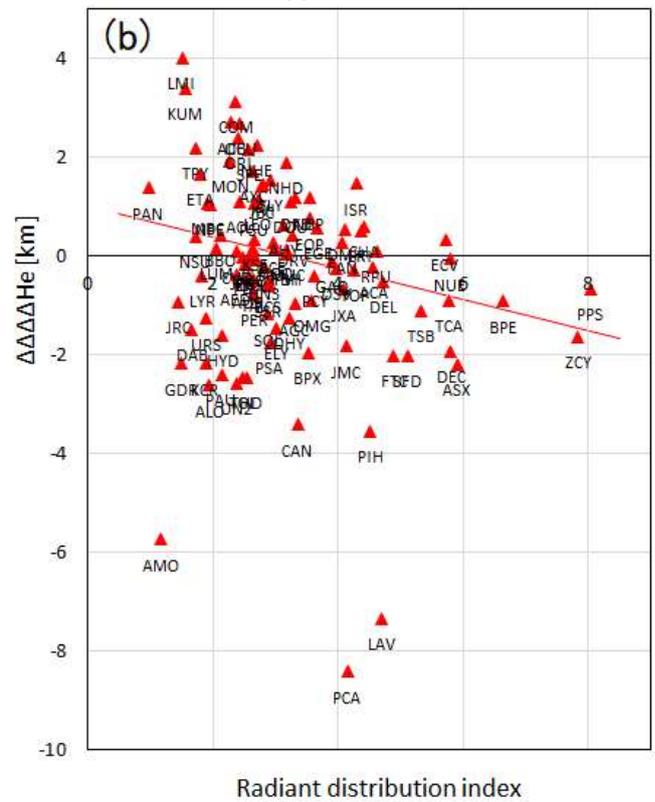
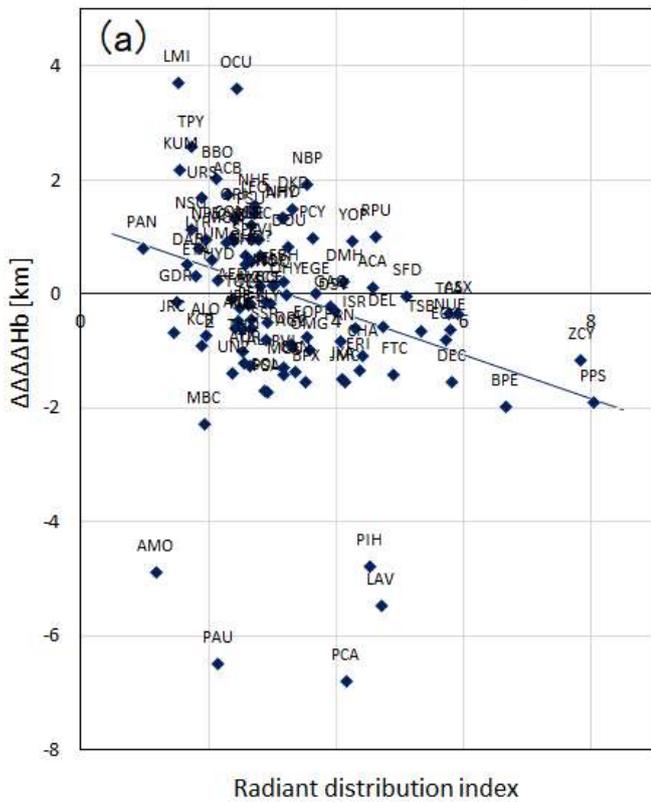
軌道傾斜角が大きいほど発光点が高い傾向があったが消滅点はごく弱い負の相関である。





(7) 軌道進化段階との相関

輻射点の拡散度 (Radiant Distribution Index) と、D 判定値の平均で調べた結果、流星群が母天体から放出されて時間が経つほどいずれも発光点、消滅点共に低くなる傾向があった。



(8) 太陽活動との相関

調査した6流星群に対して太陽活動が活発になる年に発光高度が高くなる傾向があり、消滅点は一定の相関を見出し難い。

インフラサウンド観測を用いた火球の爆発地点の決定

Determination of a bolide exploding position by using infrasound observation

蓮見 佑太¹ 山本 真行¹ 西川 泰弘¹
Y. Hasumi¹ M.-Y. Yamamoto¹ Y. Nishikawa¹
(高知工科大学¹)

1. 背景と目的

インフラサウンドとは 20 Hz 以下の低周波音のことで、津波や土砂崩れ、流れ星（火球）などの大規模な現象により発生する。当研究室ではインフラサウンドのみを用いてはやぶさ 2 帰還カプセルの軌道決定に成功し、音響観測のみで飛行物体の位置決定ができることを確認した[1]。流れ星の中でも特に明るいものを火球と呼び、本研究は特に爆発を伴う火球に焦点を当て、火球の爆発により発生したインフラサウンドから爆発地点を決定することを目的とする。火球は通常、多地点光学観測により軌道が決定されるが曇天時や昼間は観測できないという特徴がある。一方インフラサウンドの観測は曇天や昼夜の状況には大きく左右されないため、光学観測の補助手法としてのインフラサウンドの有用性を示すことを目的とする。

2. 研究方法

2020 年 11 月 29 日 1 時 34 分頃に紀伊半島付近上空に発生した火球のインフラサウンドについて高知工科大学が全国に設置しているセンサのうち 4 台による観測を行うことができたので今回はそれらのデータをもとに解析を行った。

解析方法としては緯度、経度、高さ、時間を変数として、グリッドサーチ法を用いた。図 1 のように火球の爆発地点を音源とするインフラサウンドを各センサが捉えその時間差から火球の爆発地点を求めることを考えた。プログラムのアルゴリズムとしては、任意の経緯度座標を原点(本研究では北緯 33°，東経 135°)と決め、北緯 33°～34°，東経 134°～136°，高さ 20 km～50 km を 1 km の立体格子に区切りその中からグリッドサーチで観測結果と最も合う爆発地点を探した。その際爆発時刻も 1 時 34 分頃と秒単位までは確定していなかったため同 33 分～34 分の間に爆発が起きた場合を考慮してプログラムを走らせた。また、火球は通常高度 70 km 以下で爆発する[2]ためそこから地上までの温度を平均して音速を求めると 310 m/s に近い値となるため音速を 310 m/s と仮定した。本プログラムではどの条件が観測結果と最も合うかの判断に最小二乗法を用いた。式(1)の N が最小の時の条件を火球が爆発した条件とした。ここで $Time_o$ は観測時刻、 $Time_c$ は解析から求めた観測時刻である。

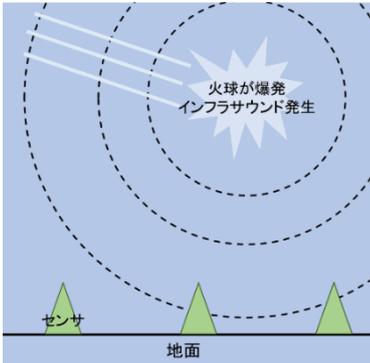


図 1 火球からインフラサウンドが発生しセンサに届くまでの概略図

$$N = \frac{\sqrt{\sum (Time_o - Time_c)^2}}{4} \dots\dots\dots (1)$$

3. 結果

表 1 の通り解析結果は、火球の爆発位置は北緯 33.3°，東経 135.1°，高さ 26km となった。また爆発日時・時刻は 2020 年 11 月 29 日 01 時 34 分 05 秒となった。

表 1 インフラサウンドから解析した火球の爆発地点の結果

	解析結果
緯度	33.3° N
経度	135.1° E
高さ	26 km
時刻	1 時 34 分 05 秒

4. 考察および結論

表2 解析結果の比較表

	インフラサウンドからの解析結果	SonotaCo Network[3]から参照した結果	NASA[4]から参照した結果
緯度	33.3° N	33.342° N	33.3° N
経度	135.1° E	135.156 ° E	135.1° E
高さ	26 km	43.5 km	28.1 km
時刻	1時34分05秒	1時34分10秒	1時34分11秒

今回4地点のインフラサウンドから解析した結果と SonotaCo Network や NASA から参照した結果とを比較すると相違ない結果が得られたので(表2), インフラサウンドセンサによる火球観測が光学観測の補助的手法になり得る可能性が示されたと考える.

参考文献

- [1] Nishikawa, Y. et al., Modeling of 3D trajectory of Hyabusa2 re-entry based on acoustic observation, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, **74**, 308-317, 2022.
- [2] アストロアーツ, 12. 流星・火球, <https://www.astroarts.co.jp/alacarte/kiso/kiso15-j.shtml> (2022年7月19日参照)
- [3] SonotaCo.JP, <http://sonotaco.jp/> (2022年10月04日参照)
- [4] NASA, Center for Near Earth Object Studies, <https://cneos.jpl.nasa.gov> (2022年10月04日参照)

第63回 日本流星研究会「宇宙流星会議」

世界の流星電波観測による主要流星群の経年変化 及び話題の流星群の結果

2022年10月10日

小川 宏 (h-osawa@amro-net.jp)

(C) IPRMO 2022 (The International Project for Radio Meteor Observations)

目次と自己紹介

- 過去の振り返り
 - 流星電波観測国際プロジェクト
 - Activity Level Index
- 長期間のデータから見えてくるもの
- 話題の流星群

www.iprmo.org
www.amro-net.jp

小川 宏(おかわ ひろし) 41歳
流星電波観測国際プロジェクト(IPRMO)



茨城県つくば市 在住

- ・日本流星研究会(NIMS)
- ・流星電波観測部門担当幹事
- ・国際流星機構(IMO)

筑波大学 第一学群 自然科学類 卒業
グローバルビジネス経営大学院大学 卒業
現在会社員

趣味:家庭菜園

流星:
・日本流星研究会は1998年11月入会
・流星会議はZoomなので2年連続。

2

(C) IPRMO 2022 (The International Project for Radio Meteor Observations)

流星電波観測国際プロジェクト

流星電波観測の特性と世界のデータ結合とで、天候や時間、地域に左右されることなく継続的に流星活動を観測。(2001年に立ち上げ)

○ 流星電波観測の特性

⇒光学観測ではできないことができる



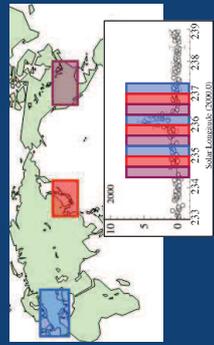
日中の観測



悪天候での観測

○ 世界データの統合

⇒ 放射点高度に依存せず、継続的に観測



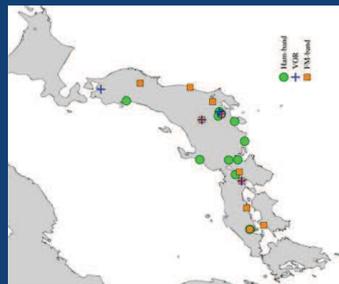
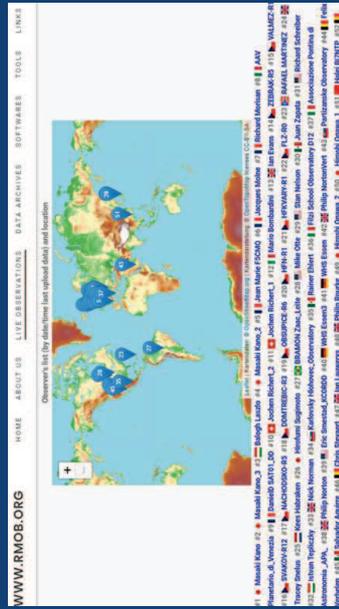
www.iprmo.org
www.amro-net.jp

(C) IPRMO 2022 (The International Project for Radio Meteor Observations)

3

データ

世界のデータはRMOBから。
国内データは月例報告を頂いている方を中心にデータを集めて分析。



www.iprmo.org
www.amro-net.jp

(C) IPRMO 2022 (The International Project for Radio Meteor Observations)

4

Activity Level

観測環境(周波数、設備、観測地周辺状況など)を補正するのは非現実的。「通常レベルに比べてどのくらいの活動か？」を示すActivity Levelを使用。

○Activity Level Index (Ogawa et al.(2001))

$$A(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{H(t)_i - \bar{H}(T)_i}{D_i} \frac{1}{\sin(h)} \right)$$

H_i : 観測地点*i*における観測工コ一数

H_i : 流星活動のない通常時期の平均工コ一数

D_i : 日周変化における1時間平均値(24時間の平均値)

h : 放射点高度, t : 時刻, N : 観測サイト数

長期間のデータから見えてくるもの

そもそもは「例年並み」「例年より」の“例年”って何だろう？という疑問から。
⇒「例年」を定義しちやおうと思っただものの、期間をどうするか。
今回、過去平均・10年平均・5年平均を算出した。

算出対象(一部)

しぶんぎ座流星群	2001年～	太陽黄経281.50度から0.05度間隔で集計
4月こと座流星群	2007年～	太陽黄経30.00度から0.10度間隔で集計
みずかめ座η流星群	2004年～	太陽黄経40.00度から0.20度間隔で集計
みずかめ座δ流星群	2005年～	太陽黄経112.00度から0.30度間隔で集計
ペルセウス座流星群	2001年～	太陽黄経136.50度から0.10度間隔で集計
オリオン座流星群	2004年～	太陽黄経203.00度から0.10度間隔で集計
ふたご座流星群	2002年～	太陽黄経253.00度から0.10度間隔で集計
こぐま座流星群	2004年～	太陽黄経268.00度から0.10度間隔で集計

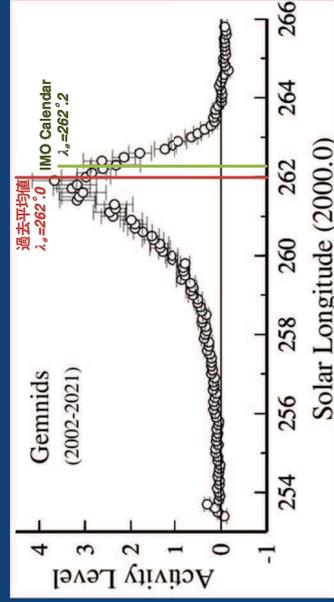
※この他、9月ペルセウス座流星群、さそり座流星群、10月きりぎりす座流星群など、いくつかの流星群も集計。

おひつじ座扇間流星群	2006年～	太陽黄経72.00度から0.20度間隔で集計
ペルセウス座ζ扇間流星群	2006年～	太陽黄経72.00度から0.20度間隔で集計
やぎ座ι座扇間流星群	2010年～	太陽黄経306.00度から0.20度間隔で集計
ろくぶんぎ座扇間流星群	2005年～	太陽黄経183.00度から0.20度間隔で集計
4月うお座扇間流星群	2007年～	太陽黄経28.50度から0.10度間隔で集計

※この他、扇間流星群では5月ピークの「くじら座ω扇間流星群」,「おひつじ座ε扇間流星群」も集計。ただし、この時期の解析はとても難しい。

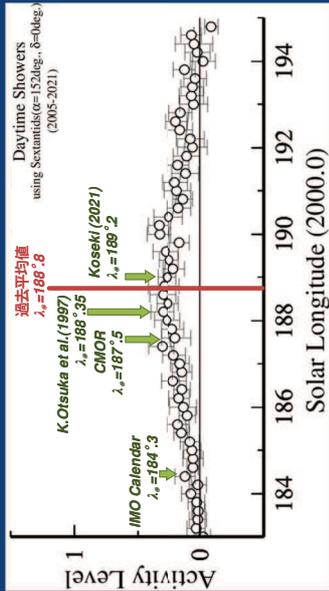
ふたご座流星群 2002年～2021年のデータ

ピーク太陽黄経は262°.0. $FWHM = -1.3 / +0.5$. $A_{max} = 3.5$



ろくばんぎ座昼間流星群 2005年～2021年のデータ

ピーク太陽黄経は 188.8 。FWHM= $-2.4/+2.6$ 、 $A_{max}=0.3$



(C) IPRMO 2022 (The International Project for Radio Meteor Observations)

過去の「平均値」を求めてみる

○ 過去平均を3種に分類

- 過去平均
- 5年平均
- 10年平均



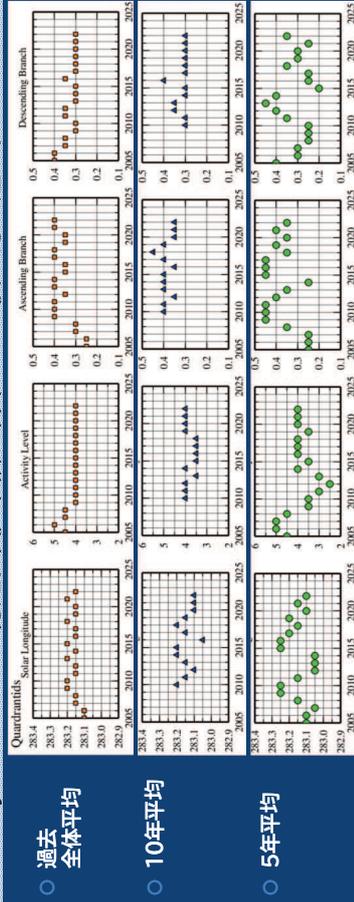
※過去5年もデータがない場合は、5年平均値は算出しない。
同様に過去10年もデータがない場合は、10年平均値は算出しない。
過去平均は2年分あれば算出するが、当然ばらつきは大きくなる。

- 平均値を求める対象
- ピーク太陽黄経 / ピーク規模 / 半値半幅(前後)
- すべてActivity Level.

(C) IPRMO 2022 (The International Project for Radio Meteor Observations)

しぶんぎ座流星群 2001年以降の集計データより

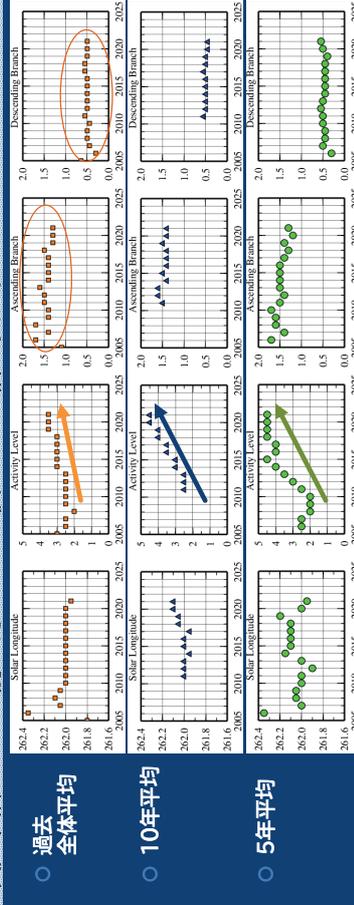
長期的な傾向や変動は特にナシ。ピーク太陽黄経は 283.15 度付近。
Activity Levelも 4.0 付近。半値半幅は若干ピーク後の方が短い。



(C) IPRMO 2022 (The International Project for Radio Meteor Observations)

ふたご座流星群 2002年以降の集計データより

Activity Levelの値は年々増加。
半値半幅はピーク前の方がピーク後よりも3倍の長さ。

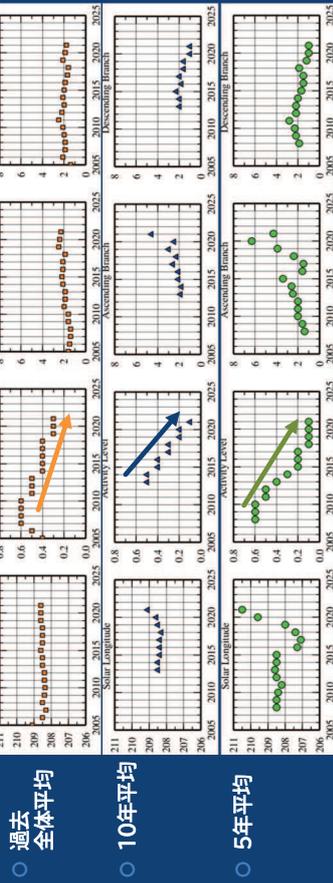


(C) IPRMO 2022 (The International Project for Radio Meteor Observations)

オリオン座流星群

2004年以降の集計データより

Activity Levelの値は年々減少。5年平均ではほぼゼロ。半値幅やピーク値の変動が最近大きいのはActivity Levelの値が小さいから。



(C) IPRMO 2022 (The International Project for Radio Meteor Observations)

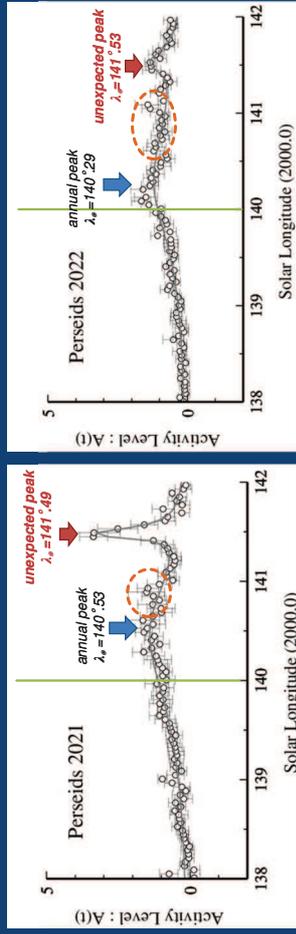
話題の流星群

(C) IPRMO 2022 (The International Project for Radio Meteor Observations)

パルセウス座流星群

昨年のような突発出現は2022年はナシ。ただし、太陽黄経141°.5付近では活動レベルが上昇。また通常ピーク後も活動低下は緩やか。

※近年はピーク時間が遅くなり、半値半幅が長くなる傾向



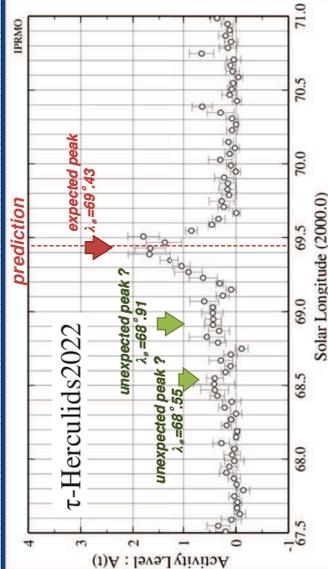
using 49 observed data in 14 countries.

using 47 observed data in 15 countries.

(C) IPRMO 2022 (The International Project for Radio Meteor Observations)

ヘルクレス座で流星群

ヘルクレス座で流星群の出現は予想通りの日時でピーク。なお、ピーク前にサブピークらしきものが見られる。



using 37 observed data in 11 countries

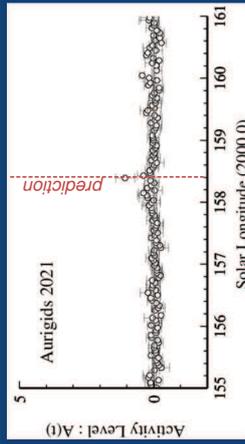
P.Jenniskens $\lambda_s = 69^\circ.44$
P.Jenniskens $\lambda_s = 69^\circ.459$
M.Sato $\lambda_s = 69^\circ.451$

IPRMO $\lambda_s = 69^\circ.43$ $A_{max} = 1.8$

(C) IPRMO 2022 (The International Project for Radio Meteor Observations)

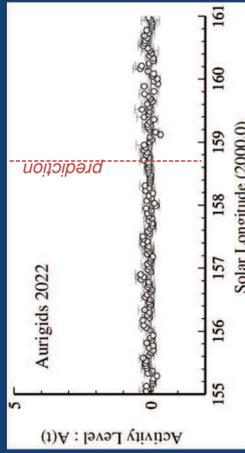
ぎよしや座流星群

2022年は事前の“予想通り”何も起きず、何も起きないことを確かめるのも大事。



J. Vaubailion $\lambda_s = 158^\circ.396$
 M. Sato $\lambda_s = 158^\circ.383$
 E. Lyytinen $\lambda_s = 158^\circ.395$

IPRMO $\lambda_s = 158^\circ.391$ $A_{max} = 1.1$



M. Sato $\lambda_s = 158^\circ.67$

IPRMO *not clear*

まとめ・課題

- まとめ
 - 活動の全体像が捉えられることは引き続きIPRMOの強み。
 - 流星群によっては長期的な傾向が見えてきた。
 - Activity Levelの変化のみならず、ロングエコー数の推移も見えています。
- 課題
 - Activity Levelの算出式の特性上、本当に流星群の変化なのか、あるいは、散在流星の変化なのかかわからない。

流星電波観測者のみなさん、データ提供ありがとうございます

宇宙流星会議 2022年10月10日

2021年アンドロメダ座流星群のビデオ観測

藤原 康徳 (大阪市)

3D/Biela彗星とアンドロメダ座流星群



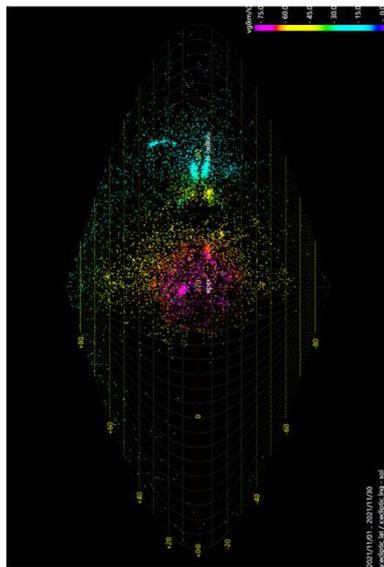
Biela彗星

1772年3月8日 発見 (Montaigne フランス)
 1826年2月27日 Bielaが発見 (3回目) → 周期彗星
 1846年 二つに分裂
 1852年 分裂した二つの彗星が観測
 以降の回帰 (予報) での観測されず → 完全に破碎

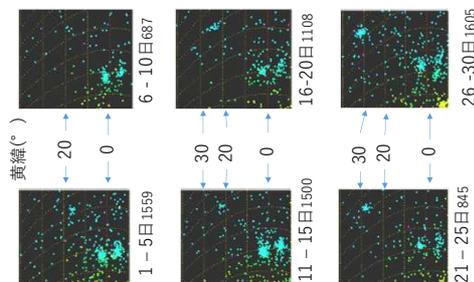
アンドロメダ座流星群

1872年11月27日 大流星雨 (ZHR数千) 輻射点: **アンドロメダ座γ星付近**
 破碎された彗星の破片に地球が遭遇(?)
 1885年11月27日 大流星雨 1872年より活発
 1741年12月6日 初めて観測? 1798年12月6日 (日本、中国)
 1899年、1904年にHR100程度の出現、1940年にHR30 (微光流星) 以降、大出現の記録なし
 1950年代にハーバードの写真観測
 2000年代以降 定期的に出現 (11月上旬から中旬) 突発出現 (11月下旬から12月上旬)

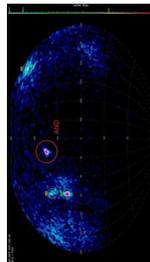
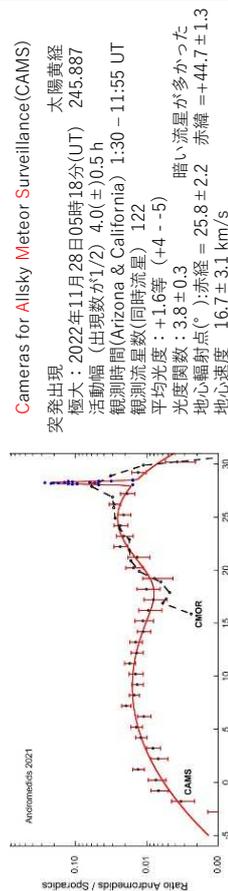
SonotaCoネットワークの同時流星



太陽を中心 (0, 0) とした黄道座標系 (λ-λs, β) 2022年11月 7,304流星



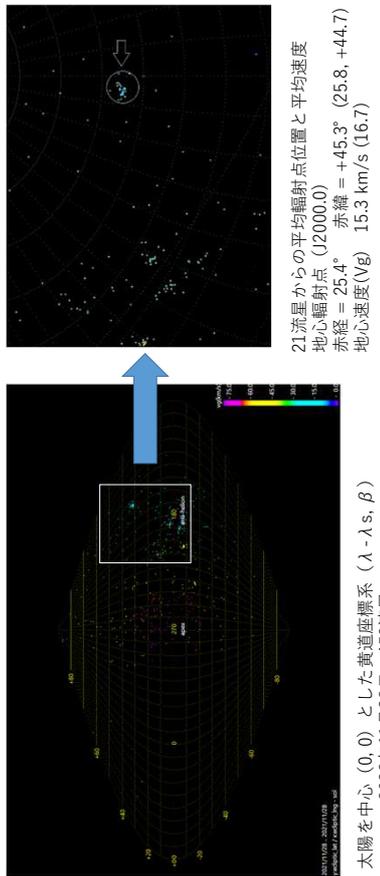
CAMS, CMORの観測結果



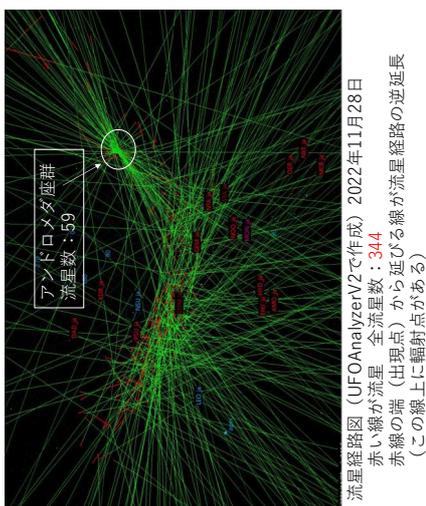
CMORで観測された流星輻射点分布

P. Jenniskens and N. Moskvitz
 An Outburst of Andromedids
 November 28, 2021
 MeteorNews Vol.7, Issue 1
 2022年1月

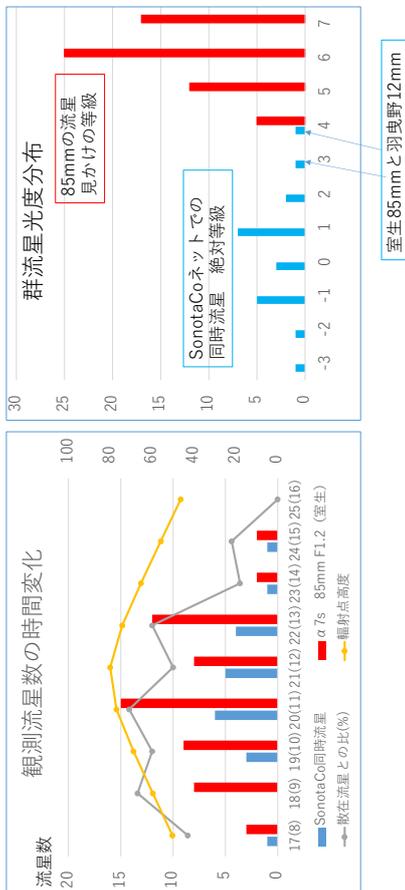
SonotaCoネットワークでの同時流星の輻射点分布 (2022年11月28日)



α 7s 85mm F1.2 奈良県宇陀市 (室生観測所)



観測結果 SonotaCoネットワークでの同時流星と室生85mm



まとめ

2022年11月28日に突発出現した「アンドロメダ座流星群」を日本でも捉えていた。
CAMSでの極大28日: 05:18(UT) 活動の半値幅: 4時間
日本 (SonotaCoネットワークでの同時流星)
8時から16時(UT) 16時以降同時群流星なし
21流星 散在流星の5%, 11%(8-16UT)
輻射点・速度はCAMSとほぼ一致
高感度カメラ (α 7s) と大口径中望遠レンズ (85mm F1.2) を用いた観測から微光流星の活発な活動を捉えた。
8時から16時(UT)
59流星 散在流星の25%, 53%(8-16UT)
群流星の光度 4等から7等 (限界等級8等)

鉄流星のライトカーブ について

NIMS, Sonota Co Net
前田 幸治

1 / 20

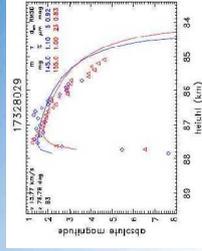
目的

背景

- 2019年にCapekら*が鉄流星の光度変化を説明するモデルを提案
- スペクトルが撮れない暗い流星から鉄流星を推定

目的

実際の鉄流星のライトカーブの形状の分布を調べる



チャペックらのライトカーブの一例

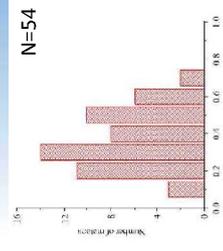


Fig. 4. Distribution of the F parameter for 54 candidate meteor showers with ion spectra.

チャペックらの予想した鉄流星 (45個) と観測した鉄流星 (9個) のF値の分布

3

* Capek, D. et al., 2019, A&A, 625, A106

鉄流星とは

- 2005年にBrovičkaら*1による流星スペクトルの分類によって発見された。
- ほとんどのスペクトル輝線が鉄に由来

特徴*1
速度20km/sが多く、遅い
小惑星由来の軌道が多い
発光光度が低く、短経路
光度の急激な上昇
暗い流星のかかなりの割合が鉄流星 (3-6等の6%)*2



0次

1次

2 / 20

* 1 Borovička, J. et al., 2005, Icarus, 174, 15.
* 2 Campbell-Brown, M., 2015, Planet. Space Sci., 118, 8.

観測条件

- 撮影機材：SONY α7s, 4K, 30p, 600本格レコーディング UFOCaptureHDV2
宮崎市、仰角30-45度
光度測定：UFOAnalyzerV2.4

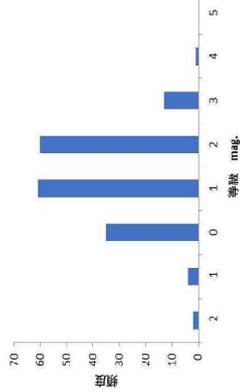
- 2018-2021年撮影の35と50mmレンズ
スペクトルが鉄タイプ (216個)
0次が写っていて、全経路が視野の中 (176個)

対照としてスペクトルが、ノーマルタイプの
散在流星も使用 (39個)

4

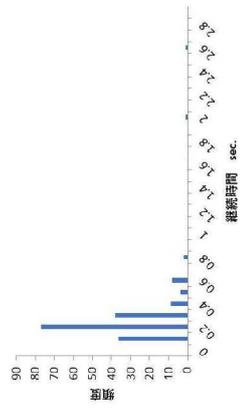
鉄流星の光度、継続時間分布

光度分布 N=176



平均0.79等

継続時間分布 N=176



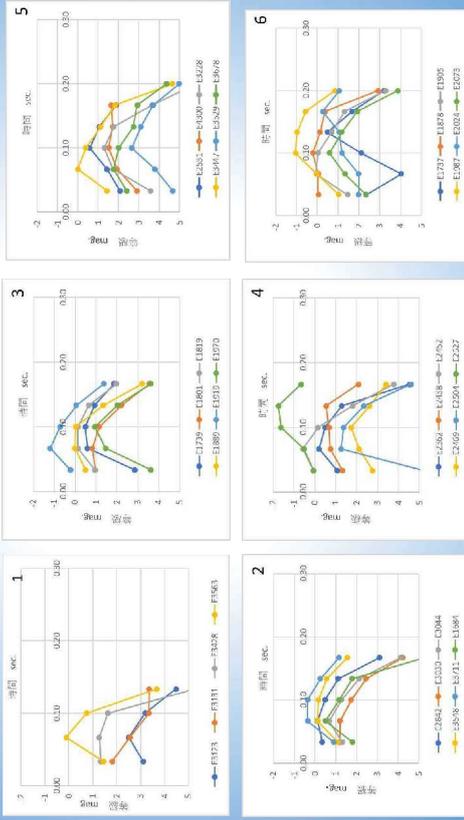
平均0.23秒 (7フレーム)

5

鉄流星ライトカーブ 1/5 0.2秒以下

前半にピークがある

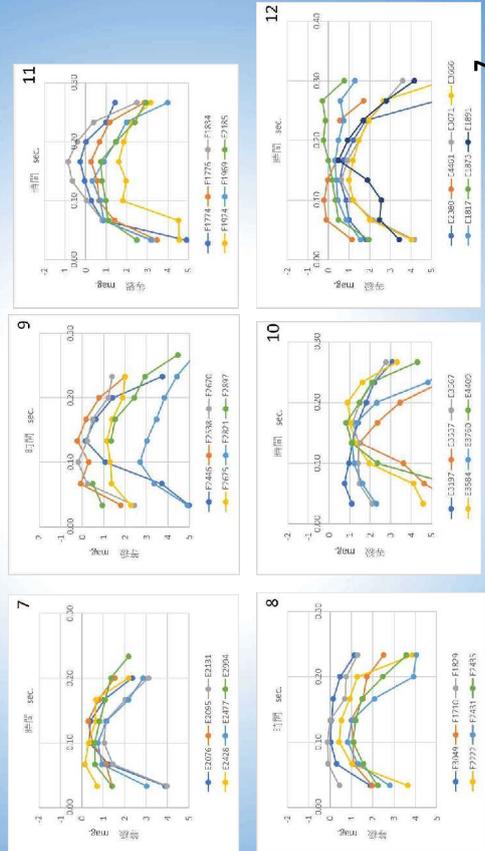
N=112



6

鉄流星LC 2/5 0.2-0.3秒

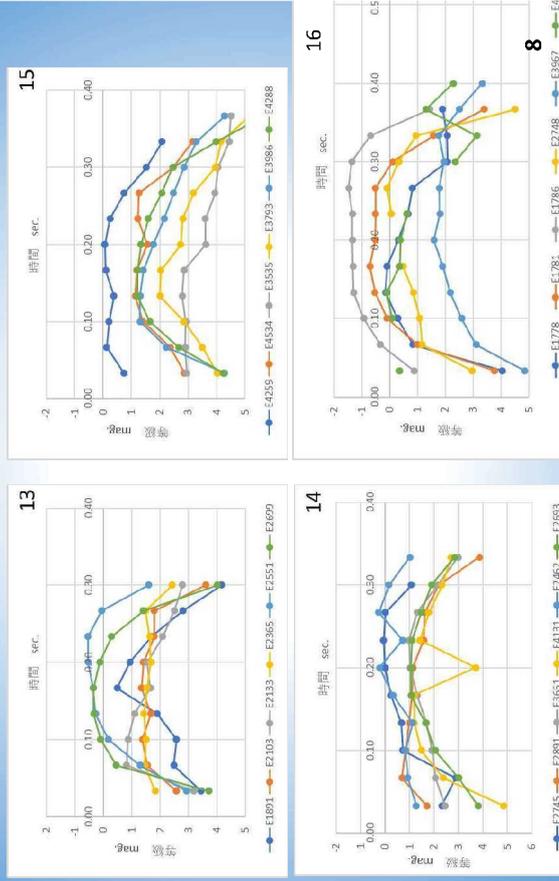
前半にピークがあるが、中央に近い
後半にピークのものもある



7

鉄流星LC 3/5 0.3-0.4秒

全体の7割程度平坦な光度変化

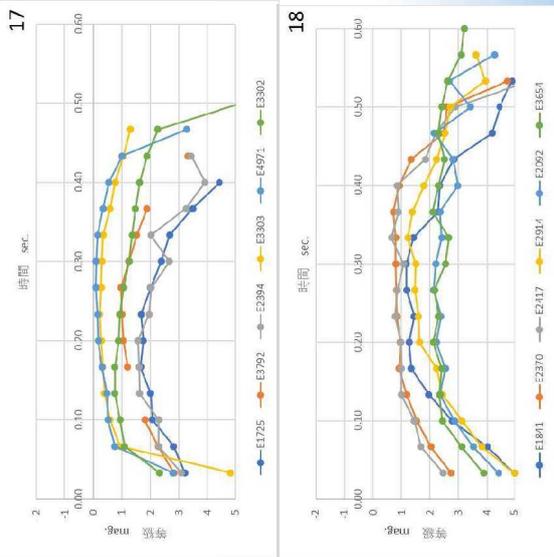


8

鉄流星LC 4/5

0.4-0.6秒

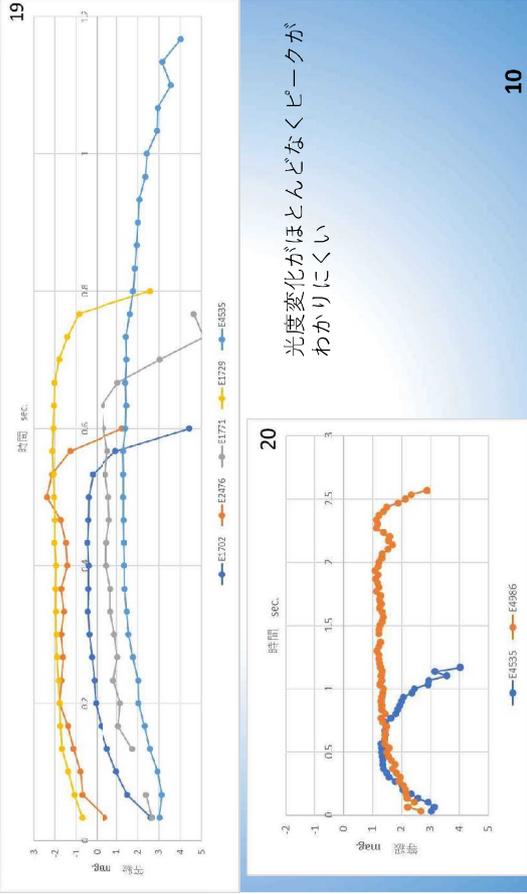
全体の7.8割が平坦な光度変化で、ピークは中央付近でわかりにくい
後半の光度の減少が緩やかな物がある。



9

鉄流星LC 5/5

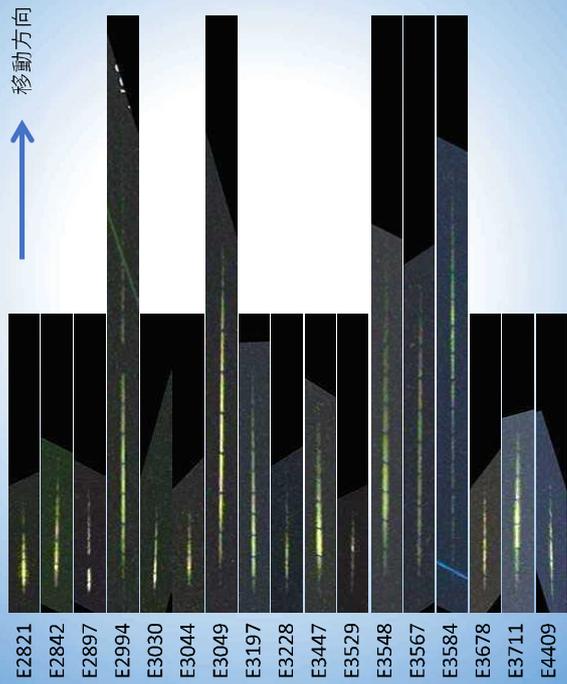
0.6-2.5秒



光度変化がほとんどなくピークがわかりにくい

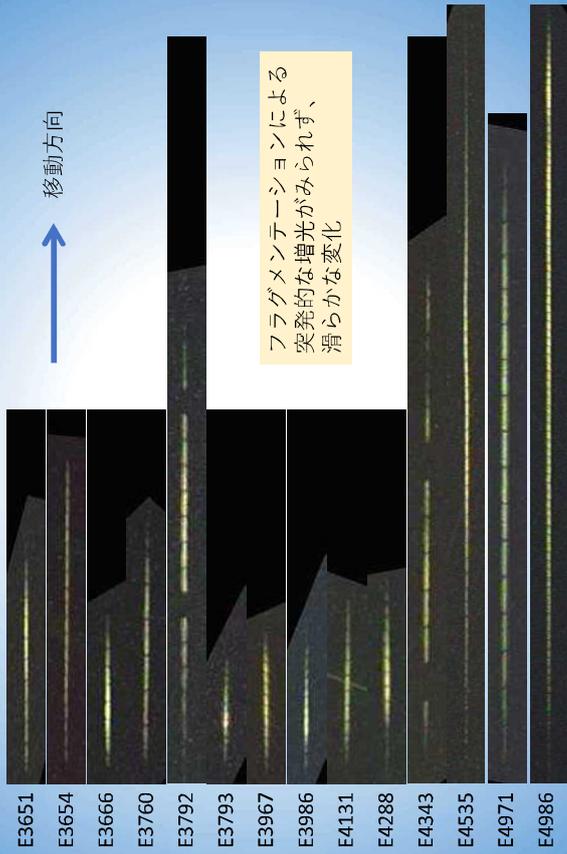
10

鉄流星 0.12-0.24s 50mmレンズ

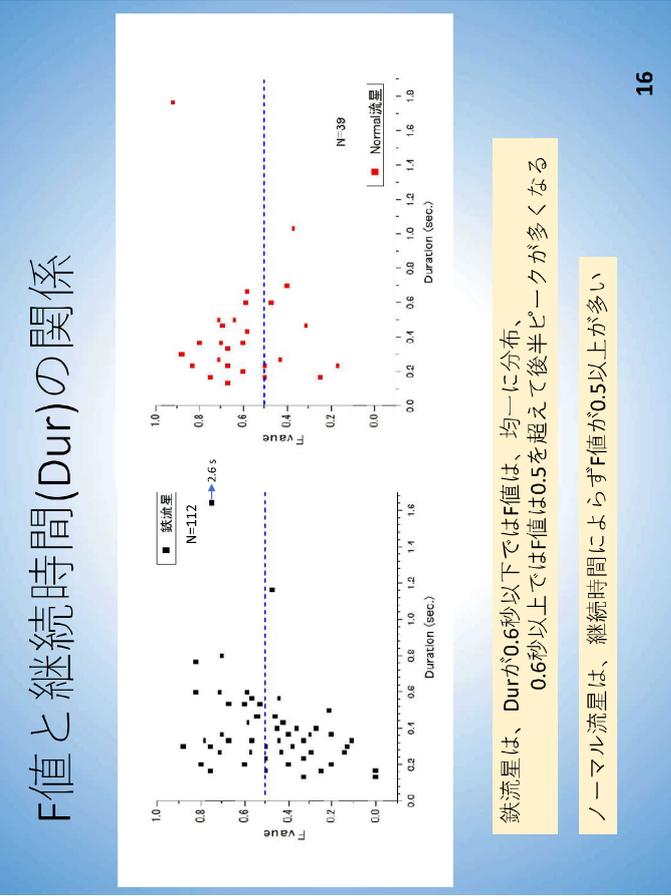
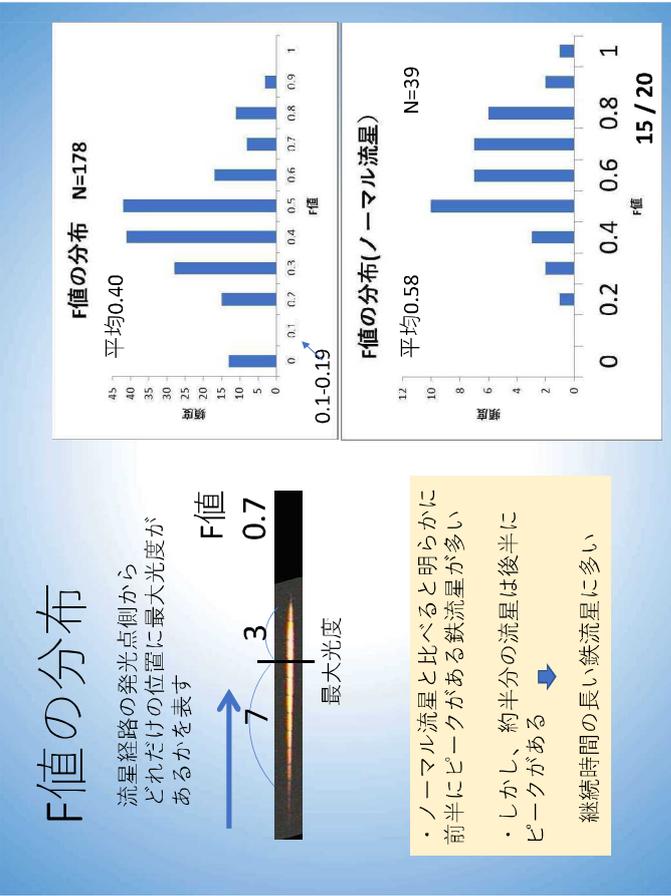
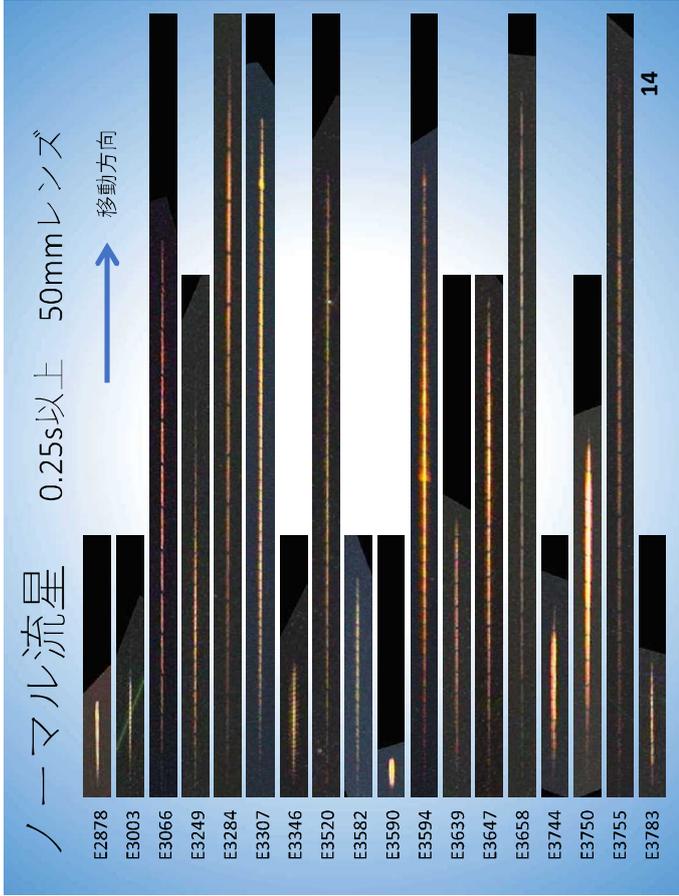
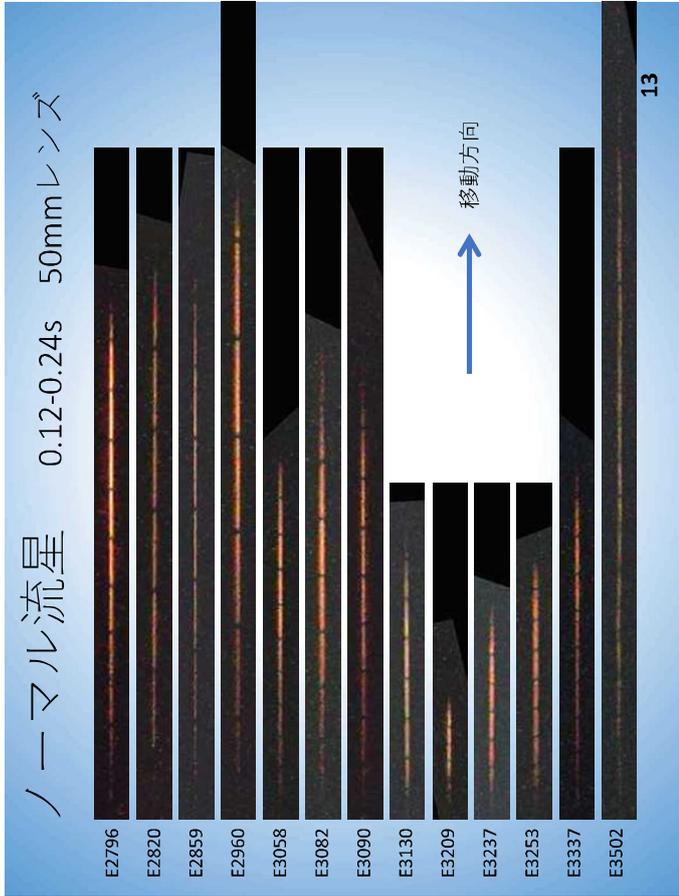


11

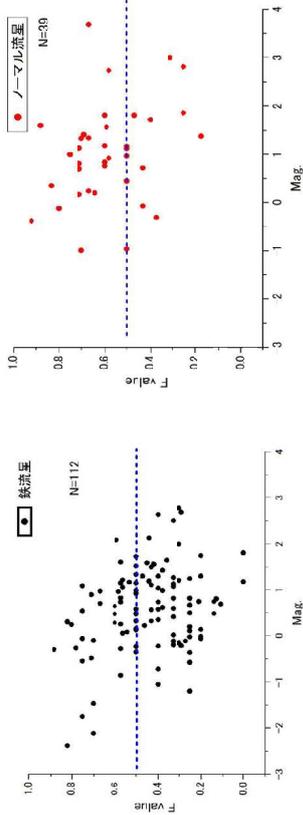
鉄流星 0.25s以上 50mmレンズ



12



F値と光度の関係



鉄流星は、-1等以下のかなり明るい流星でF値が大きい
1.5等以上の暗い流星でF値が小さい傾向

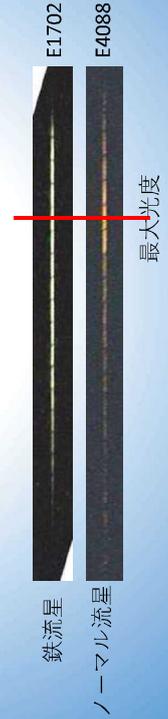
ノーマル流星は、等級による差は、数が少なくまだよくわからない

まとめ

鉄流星の光度変化はともなめらかで、継続時間が長くと平坦部が長くなる

F値について

- 鉄流星のF値の分布は0.4-0.5にピーク
- 暗い鉄流星にF値の小さな流星が多い
- 明るい鉄流星は、後半に明るくなる流星が多いが、F値は同じでもノーマルとはかなり異なる光度変化



考察

C̆apek, D. et al., 2019

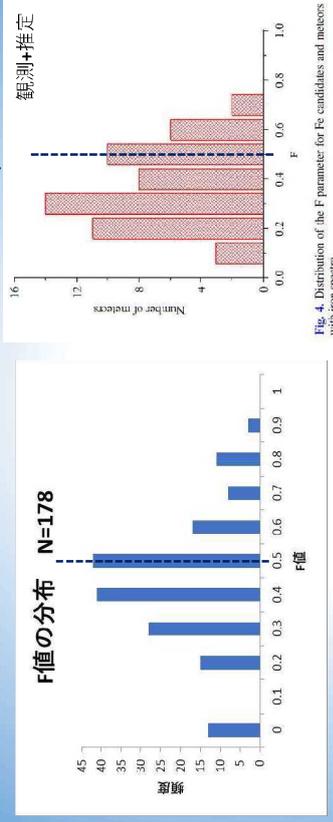
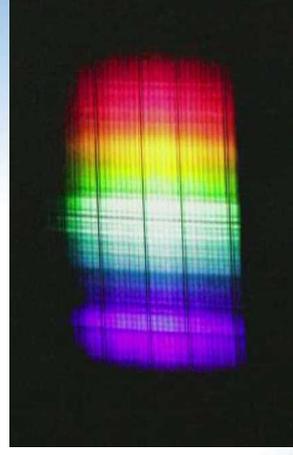


Fig. 4. Distribution of the F parameter for Fe candidates and meteorites with iron spectra.

チャペックの鉄流星のF値の分布は、鉄流星の特徴を明らかに示す流星を選んでいるので、F値が0.5以上の鉄流星が、過剰に除かれている可能性あり

今後 ・未解析の24mm、85mmレンズのF値の分布



鉄流星火球のスペクトル

ご清聴ありがとうございました。

ヘルクレス座 τ 流星群への取り組み ～予報・遠征・観測結果～

佐藤 幹哉 (国立天文台)

(※観測研究グループ:渡部 潤一, 土屋 智恵 (国立天文台), 蓮尾 隆一, 長谷川 均 (国立天文台太陽系小天体ゼミ), NHK コズミックフロント取材班)

(※以下、当日のスライドから抜粋しました。)

■ ヘルクレス座 τ 流星群について (1)

- 母天体 : 73P/Schwassmann-Wachmann 3
- 公転周期:約 5.4 年、木星族短周期彗星
- 地球接近軌道を持つ (NEO) 分裂彗星

■ 母天体のようす

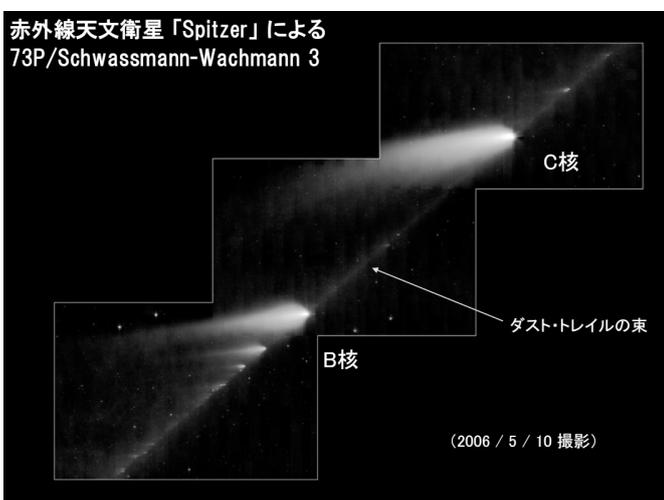


Fig. 分裂した母天体の様子
※NASA/JPL-Caltech の図に佐藤が改変

■ 分裂彗星からの流星群といえば アンドロメダ座流星群

- 母天体 : 3D/Biella (ピエラ彗星)
- (公転周期:約 6.5 年、木星族短周期彗星)
- 分裂彗星である
- 1846 年に分裂して観測された



Fig. 分裂したピエラ彗星(1846年)のスケッチ
E. Weiss

■ 3D/Biella の彗星活動

年	彗星活動
1772	発見(3/8)
1778	観測されず
1785	〃
1792	〃
1799	〃
1806	観測あり
1812	〃
1819	〃
1826	3回の回帰が同定、ピエラ彗星に
1832	観測あり
1839	観測されず
1846	2個の彗星核を確認(1842年に分裂か?)
1852	2個の彗星核を確認(以降観測されず崩壊?)
1859	観測されず
1866	観測されず
1872	観測されず(※流星雨:HR=24000など)
1879	観測されず
1886	観測されず(※流星雨:HR=75,000など)

■ 73P/Schwassmann-Wachmann 3 の彗星活動

年	彗星活動
1930	発見(5/2) ※既に分裂していた?
1935	観測されず
1941	〃
1946	〃
1952	〃
1957	〃
1963	〃
1968	〃
1974	〃
1979	再発見
1985	観測されず
1990	検出(ここまでは弱い彗星活動)
1995	大バースト、A~Dの4個の彗星核に分裂
2001	3個の核を確認(B,C,E)
2006	多数の核を確認
2011	C核検出
2017	C核、BT核検出
2022	今回

※1930年の分裂情報の参照サイト(IAUC No.288):
<http://www.cbat.eps.harvard.edu/services/IAUCs.html>
<http://www.cbat.eps.harvard.edu/IAUCs/IAUC0288a.jpg>
<http://www.cbat.eps.harvard.edu/IAUCs/IAUC0288b.jpg>

■ヘルクレス座 τ 流星群について (2)

過去の出現歴:

- 1930年(母天体発見年)に暗い流星による出現記録(HR=59、HR=72 ※集録作成時に訂正)(Nakamura 1930)
- その他の年は不明瞭
- 今回出現すると、過去で最も活発な出現となる可能性が高い

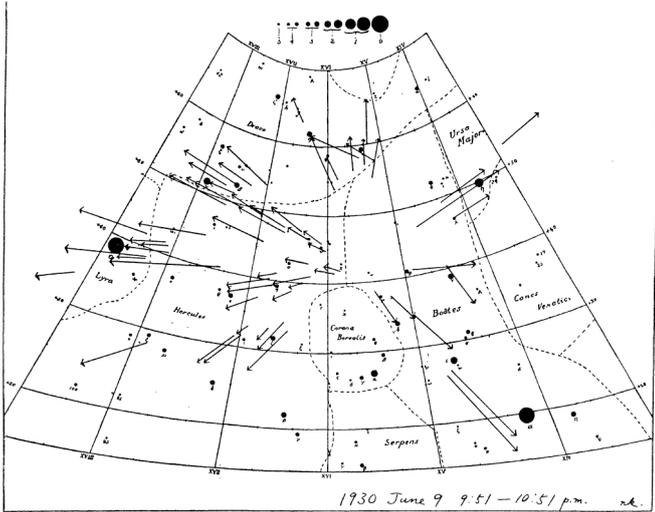


Fig. 1930年に中村要氏が記録したヘルクレス座 τ 群 Nakamura, K., Monthly Not. Roy. Astron. Soc., 91, 204 (1930) より

■2022年の出現予報(ダスト・トレイルモデル)

堀井氏による予報 (Horii et al. 2008)

- 1995年以降の母天体(C核)からのダスト・トレイルを計算
- May 31 4:59 (UT)に1995年放出トレイルが接近 (-0.00038au)
- 1995~2070年の間で2022年が最も好条件

佐藤による改良予報 (Rendtel 2021, 他)

- 軌道要素の更新のみでシミュレーション結果はほぼ同様
- May 31 5:04 (UT)に1995年放出トレイルが接近 (-0.00041au)

Horii et al. 2008, EM&P, 102, 85-89.

Rendtel 2021,

<https://www.imo.net/files/meteor-shower/cal2022.pdf>

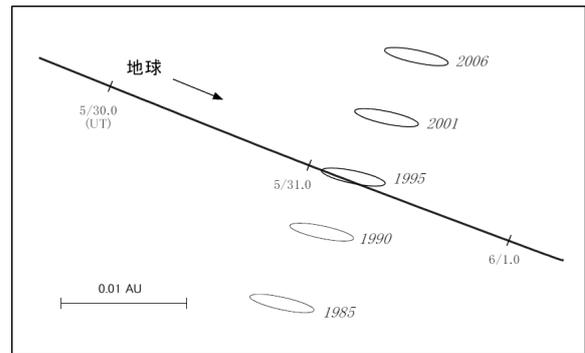


Fig. 73P 彗星由来のダスト・トレイルの分布(黄道面断面図, 2022年、佐藤の計算による)

※ダスト・トレイルの直径を0.001auと仮定して作図

■シミュレーション結果の相違

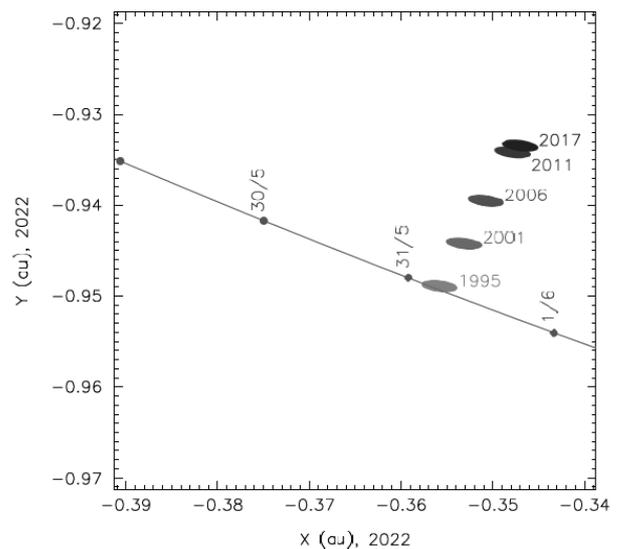
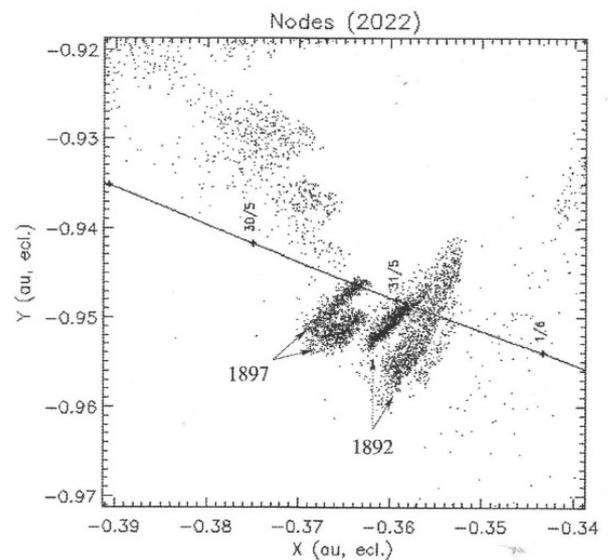


Fig. Vaubailon(上)と堀井(下)のトレイル分布の違い

※By Horii : (c) David Asher & Mikiya Sato

Rao 2021 : WGN, Journal of the International Meteor Organization, vol. 49, no. 1, p. 3-14 より

表 ダスト・トレイルの各データ(シミュレーション結果) 佐藤の計算

Ejected year	Expected peak time			Δr (AU)	Ejection Velocity (m/s)	fM	Expected position of radiant		Vg (km/s)	Notes
	Date (UT)	Time	LS(2000.0)				α (deg.)	δ (deg.)		
2001	2022/05/31.26	06:09	69.495	-0.0058	-30.42	0.35	209.11	+28.22	12.16	
1995	2022/05/31.21	05:04	69.451	-0.00041	-26.68	0.30	209.49	+28.13	12.07	Shower?
1990	2022/05/31.17	03:59	69.408	+0.0046	-23.84	0.32	209.83	+28.04	11.99	

※Vaubailon 氏の分布図では、母天体発見前のダストの接近のみで 1995 年放出のダストの接近は無い

■ダスト・トレイルの各データについて (シミュレーション結果)

- 放出速度(絶対値)がやや大きい(約-27m/s)
- ※放出速度- : 彗星の運動方向に対して逆方向、放出速度+ : 同方向放出
- 方向放出(逆方向放出)では、ダストに対する太陽放射圧が効いてくると軌道が大きくなり、ダストが放出速度+側にシフトする
→ ダストが小さいと仮定すると、全く出現しない場合もあり得る
→Vaubailon のシミュレーションでは 1995 年放出ダスト・トレイルは地球に到達しないと予報された

■母天体の等級変化(1995 年、他)

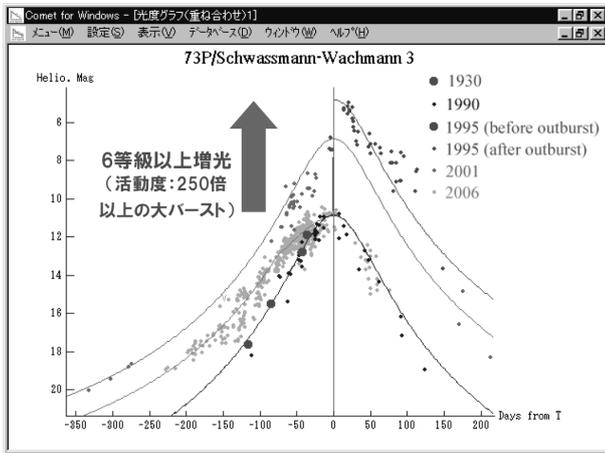


Fig. 母天体の等級変化

Yoshida's web より:

<http://www.aerith.net/comet/catalog/0073P/index-j.html>

■遠征計画(出国まで)

- 2月15日 初ミーティング → 行くとしてもハワイ島
- 3月1日 NHK に申し入れ(コズミック・フロント)
- 3月17日 NHK との初ミーティング
- 3月18日 林左絵子(TMT)さんからカリフォルニア州の観測地情報
- 4月16日 NHK で番組承認

- 4月23日 NHKとミーティング→カリフォルニア遠征決定
- 5月始め 航空券チケット各自手配
- 5月17日 ミーティング&NHK 取材(三鷹)
- 5月26日 PCR 検査
- 5月27日 出国

■遠征日程(アメリカ入国~帰国)

- 5月27日 ロサンゼルス到着
 - 5月28日 ユッカ・バレーに向けて移動
GMARS 下見 (砂塵嵐+自動車スタック)
 - 5月29日 極大前日 ジョシユア・ツリー国立公園にて観測
 - 5月30日 極大当日 GMARS にて観測 (with 砂塵嵐)
 - 5月31日 極大翌日 GMARS にて観測
 - 6月1日 移動 ロサンゼルス泊
 - 6月2日 アメリカ出国
 - 6月3日 帰国
- (※6月1日以降、待機期間無し)

■観測地について

GMARS

- Goat Mountain Astronomical Research Station
Riverside Astronomical Society (RAS) のメイン観測地
- 系外惑星の観測
- Star Party (観望会)が定期的で開催されている
- 経緯度: 34°17' 25.7" N, 116°23' 01.6" W

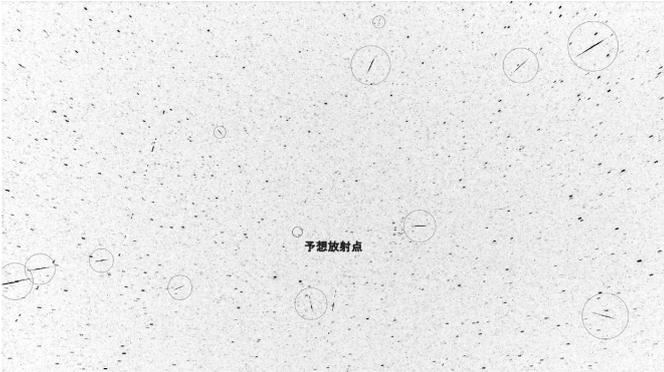
■観測計画

- 目的 : 1995 年放出ダスト・トレイルの検出
→極大時刻とその規模の測定
- 動画撮影による計数観測→フラックスの測定
 - メイン : α 7SIII+14mm F1.8
 - 予備 : Watec 902H2-ULTIMATE +6mm F0.8
- 眼視による計数観測
- その他機材
 - α 7R+全周魚眼(8mm F3.5) 火球モニタ
 - α 7S+16mm F1.4(動画) 地平線付近
 - α 7R+28mm F2.0(静止画) 地平線付近

■ 観測結果

動画公開 (4h39m15s~40m45s UT)、1分30秒に12個
 ※動画は以下のサイトでご覧になれます。

<https://www.youtube.com/watch?v=Rwaxsb9Wxil>



4h39m15s~40m45s (UT)
 ※流星部分を重ね合わせ

Fig. 4h39m15s~40m45s (UT) の流星(重ね合わせ)

■ 観測結果:5分おきの時間変化

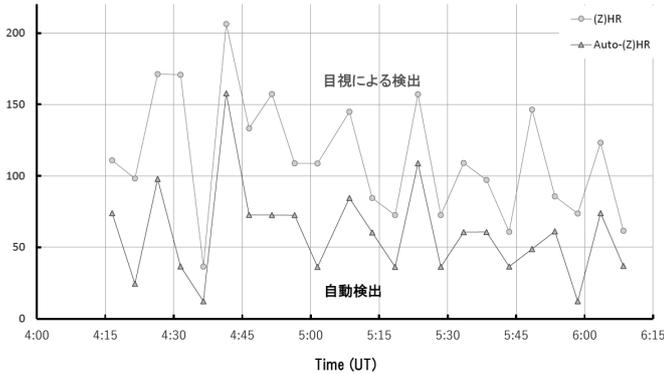


Fig. ヘルクレス座 τ 流星群出現規模の時間変化

■ 観測結果:眼視観測

開始	終了	観測時間	TAH	HR	CHR	ZHR	Lm	Cl	RP. H (deg.)	観測者
03:45	04:15	00:30	9	18	41.1	42.9	5.6	0	73.0	T. Sato
04:30	05:30	01:00	54	54	51.9	52.2	6.6	0.5	83.1	T. Sato
05:50	06:20	00:30	19	38	34.7	35.5	6.6	0	77.3	T. Sato
06:30	07:00	00:30	14	28	25.5	27.3	6.6	0	69.5	T. Sato

■ 観測結果

時間解析 :

- 2022 May 31 4h46.5m (UT) に極大を検出 (太陽黄経 69.44°)
- 予報よりも約15分早い
 →軌道傾斜角が小さい ($i = 11.1$) ことから誤差範囲
- 1995年のダスト・トレイルによる極大を検出

極大規模 :

- ビデオ観測: (Z)HR = $165.7 (\pm 25.6)$ (※目視検出)
- Influx: $\phi = 5.9 (\pm 0.91) \times 10^{-3}$ [km²/hour]
 ※出現高度88kmとして計算
- 速報値: $\phi = 11.2 \times 10^{-3}$ よりも小さい (Vida & Segon 2022)
 →捉えた流星の明るさの相違か、(要検討)
- 眼視観測 : 最大 ZHR = 52.2
 →中規模出現のレベル (ペルセウス座流星群の約半分)

Vida & Segon 2022 : CBEIT, No. 5126, #2 (2022)

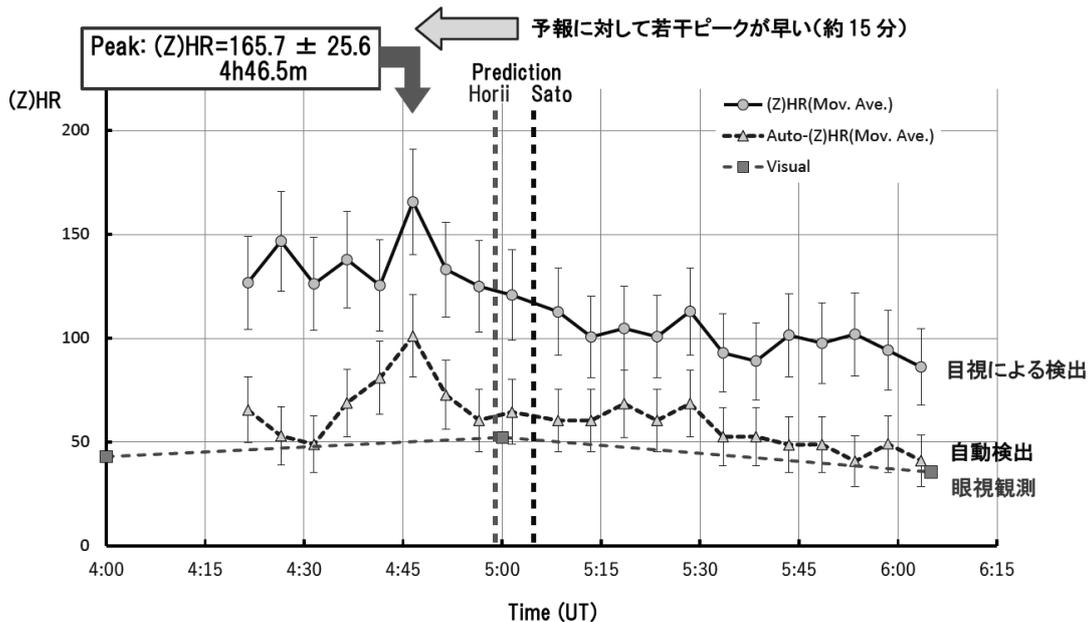


Fig. ビデオ観測(移動平均)と眼視観測の結果

(Z)HR : 1時間あたり流星数に放射点高度補正を施したもの (※眼視観測はZHR)

■まとめ

- 若干の誤差はあるものの予報時刻に極大を検出
→ 1995年放出のダスト・トレイルを観測できた
- 活動規模は、中規模であった
→ 放出速度(高速:-27m/s)の影響はあった
ただし(太陽放射圧の影響を受けない)十分に大きなダストも間違いなく含まれていた
→ 母彗星分裂時には相当活発な噴出があることが確認された
- 予報研究に対して、彗星活動規模の考慮が大変重要であることが改めて確認された

■検討課題

- 前々日頃から出現が見られた
- 極大日も別の放射点らしき出現が見られた
→ 古い時期のダスト・トレイルであろう

ダスト・トレイルの分布(古いダスト・トレイルを含む)

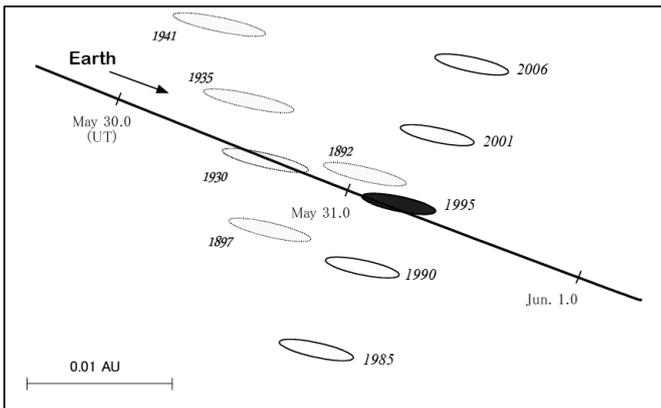


Fig. 73P 彗星由来のダスト・トレイルの分布
(黄道面断面図, 2022年)

※ダスト・トレイルの直径を0.001auと仮定して作図
但し1941年以前のダスト・トレイルは不確定要素を含む

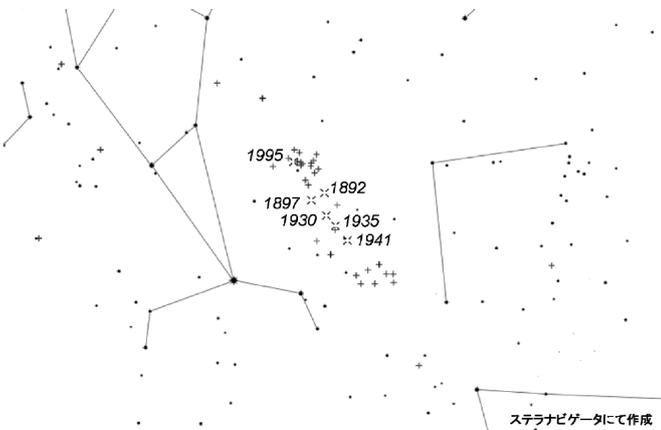


Fig. SonotaCo ネットワークの観測流星の放射点分布と
各ダスト・トレイルからの予報放射点

観測データ: SonotaCo (<http://www.sonotaco.jp/>) より

注記:

講演後の質疑応答にて、ヘルクレス座 τ 流星群の放射点の日々移動が、1つの軌道要素でも起こり、複数のダスト・トレイルのものとの区別が付きづらいという回答をしました。しかしながら、これは当方の勘違い(見誤り)だったことが後に判明しました。1つの軌道要素から求められる放射点移動は、今回観測された南西から北東への移動とは全く異なり、南東から北西に移動することがわかりました(下図参照)。このため、今回観測された放射点移動を説明するためには、複数のダスト・トレイルからの出現を考慮しないと説明が付かないことになります。

お詫びして訂正いたします。申し訳ありません。

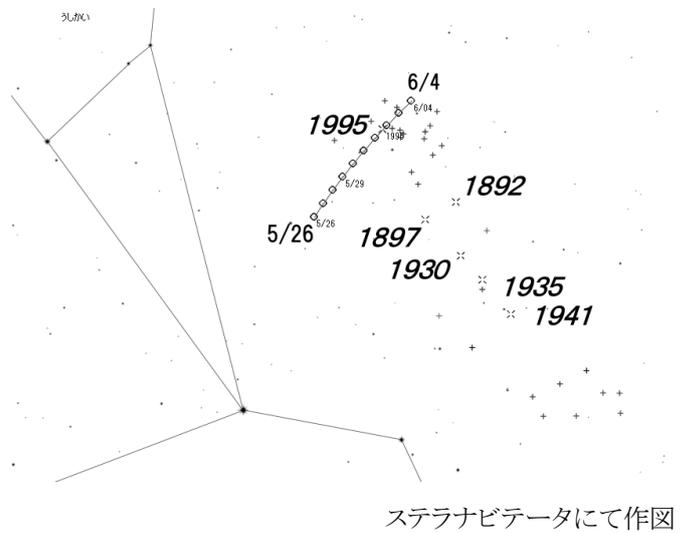
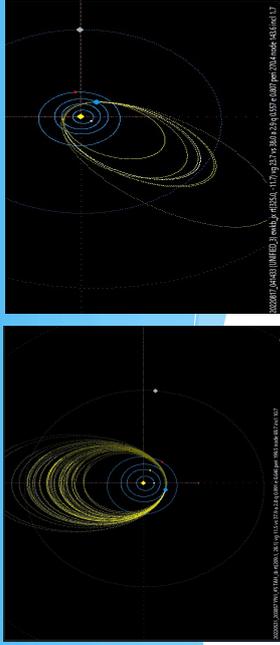


Fig. 各ダスト・トレイルからの予報放射点と
1995年ダスト・トレイルの放射点移動
(5/26~6/4)

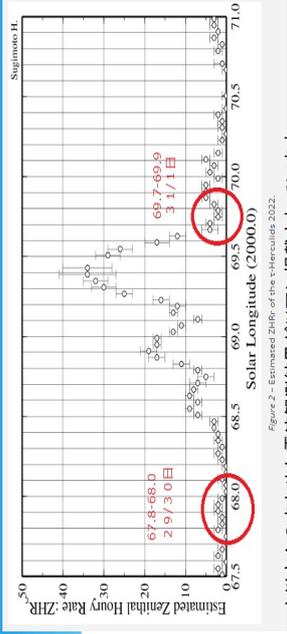
第62回宇宙流星会議発表資料

関口 20221010

2022年の5月の73P彗星関連のヘルクス座
τ(TAH)群と8月の45P彗星関連のやぎ群の考察

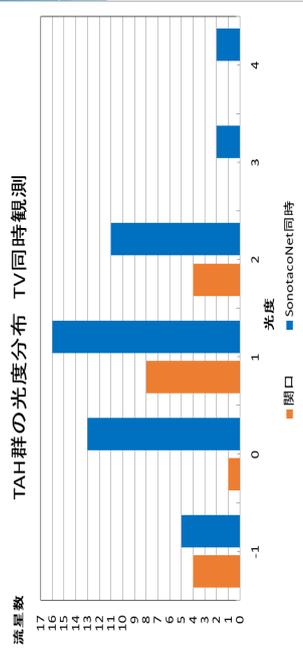


1. TAH群の電波観測の出現数



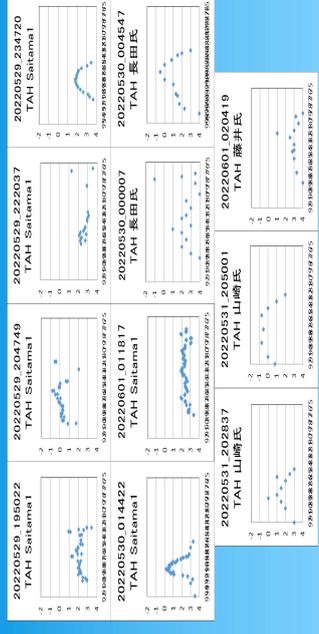
小川さんのまとめた電波観測結果が以下に掲載されています。
<https://www.meteornews.net/2022/06/05/a-meteor-outburst-of-the-%cf%84-herculids-2022-by-worlwide-radio-meteor-observations/>
 ここでは、突発が3つ観測されています。2022 TAU-HERCULIDS OUTBURST OBSERVED BY CAMSの記事の3つと一致しています。そして、2/9/30日(12個)と3/1/1日(27個)の日本での小突発も小川さんの結果でも捉えられています。グラフの赤丸の所です。これで確実に小突発があったことがわかります。定常群も少ないながら観測されているとみてよさそうです?。

TAH群のTV同時流星の光度分布



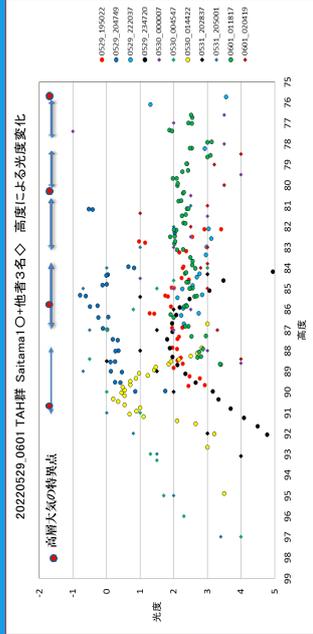
TAH群の同時流星の光度分布です。関口の17個のTV同時では、1等が多かったです。85mmレンズが一番多く撮影できました。SonoTaco Networkの49個のTV同時では、0から2等が多かったです。平均光度は、0.9等となっています。オレンジ色が多く、とるける感じで尾も見えました。また、明るい流星は、小爆発を数回しているという特徴も見られました。そこで、明るい特徴的な爆発を伴うものの高度による光度変化を次のスライドでまとめました。

特徴的なTAH群の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UF00rbitV2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。高度変化で見ると、9km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。

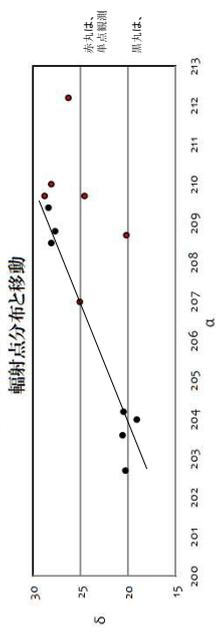
全て重ね合わせた高度による光度変化



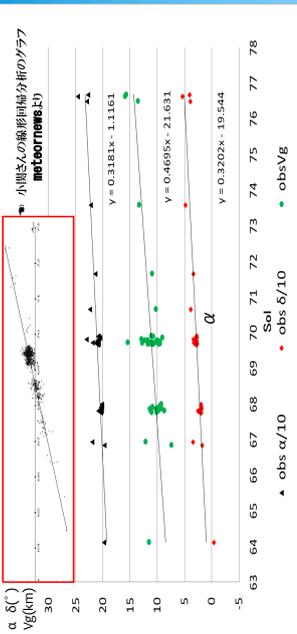
全ての光度変化のグラフを重ねて作成しました。大きな変化は、変わらず、高度91kmから88km付近と高度87kmから84km付近と83kmから80km付近と80kmから78km付近と77kmから76km付近で急増増光していることです。これらは、高層大気の特異点付近と同じ高度です。97kmから84km位の高度の流星は、1か所の増光で、90kmから80km位の流星は、3か所の増光で、90kmから75km位の流星は、4か所で増光しているようです。時刻による変化はないようです。1.1個の平均高度は、90kmから80km付近でした。誤差は、1km程度です。

単点と同時流星の輻射点

長田氏	29.50	2800	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°
藤原氏	29/30日	11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°
植木氏	31/1日	4個の単点流星から	α 210°	δ +28.7°
植木氏	31/1日	6個の単点流星から	α 209.7°	δ +27.6°
関口	31/1日	11個の同時流星から	α 209.4°	δ +28.3°
関口	31/1日	5個の同時流星から	α 208.5°	δ +28.0°

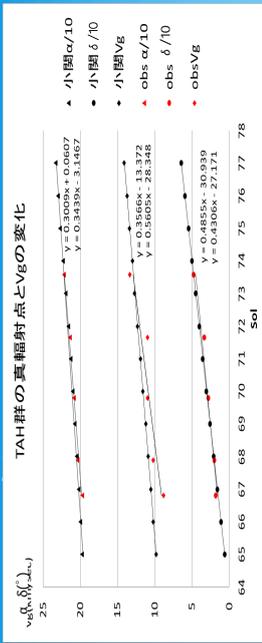


TV同時流星の真輻射点とVgの変化



上のグラフは、TAH群の52個のTV同時流星の軌道計算結果の真輻射点とVgのグラフです。見やすくするために α と δ は、10で割っています。 α も δ も29日と31日によく集まっています。Vgは、誤差が大きいです。流星経路のどこを観測しているか等のためです。赤枠内は、小関さんのGMNデータベースのTAH群の出現のグラフです。太陽黄経を揃えたので6MINの捉えていない所の様子がわかります。ちょうど突発の最初の少し後と最後を捉えていることになりました。やはり、29日と31日以外は、殆ど捉えられていませんが真輻射点の移動がみられました。

TV同時流星の平均の真輻射点とVgの変化

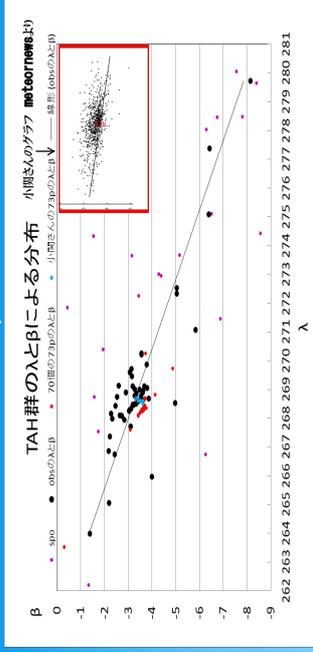


上のグラフは、TV同時流星のSOL (65から77の間)の平均の真輻射点移動と小関さんの計算による真輻射点移動の比較のグラフです。見やすくするために α と δ は、10で割っています。真輻射点の移動は、よく一致していますが、Vgは誤差が大きいです。観測誤差と速度が遅く減速の補正をしていないためと思われるので、左の表を元にVgも入れて作成しています。

5月28/29日	68.8	α 197.2	δ 17.9
5月29/30日	67.9	α 203.5	δ 19.8
5月31/1日	69.8	α 206.7	δ 28.1
6月2/3日	71.7	α 213.9	δ 33.5
6月4/5日	73.6	α 222.1	δ 48.0

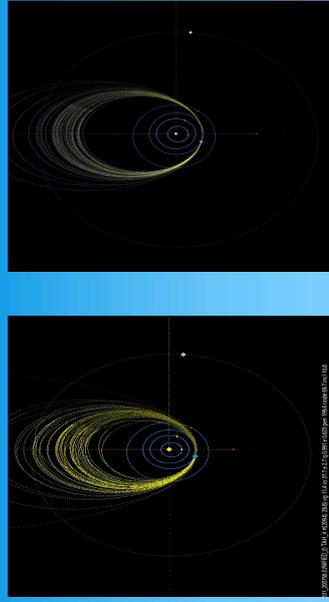
5月28/29日	67.0	α 202.4	δ 15.9
5月29/30日	68.0	α 206.9	δ 20.8
5月31/1日	70.0	α 214.1	δ 30.3
6月2/3日	72.0	α 218.1	δ 40.3
6月4/5日	74.0	α 222.2	δ 48.9

TV同時流星のλとβの分布



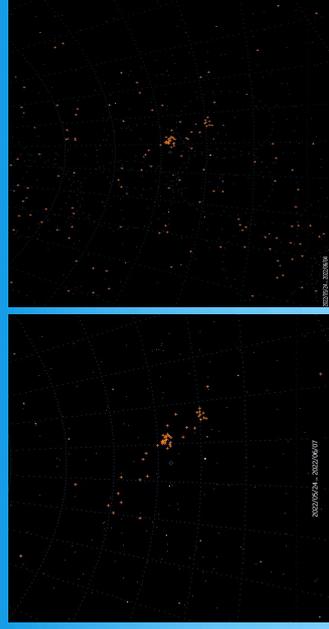
上のグラフは、TAH群の52個のTV同時流星の軌道計算結果から求めたλとβのグラフです。赤枠内は、小関さんのGMNデータベースのTAH群のλとβのグラフです。比喩を揃えたのでGMNとの見えない所の様子もわかります。赤は、70個の73Pの慧星のλとβです。水色は、小関さんの突発付近の慧星のλとβです。殆どが母天体の位置と同じことがわかります。また、トレイルの広がりも買られることがわかります。紫は、TAH群の近くでも散在判定されたものですが、あと14個程度も群と思われず。一つ大きく外れた73Pは、Schwasman-Wachmann 3-Sです。

TV同時流星の軌道図の分布の比較



左は、同時判定された5月25日から6月7日までの52個のTAH群の軌道図です。速度の誤差が広がりがありませんが、他の小惑星が母天体と考えられるものは、除くとさらに似た軌道があります。また、内側の2個は、少し怪しいです。右側は、阿部さんの4-2個の同時流星の軌道図です。これと比べるとやはり、広がりがあったものと恐れられます。

TV同時流星の真輻射点移動と散在の分布



左は、29日と31日の輻射点移動量を考慮した群判定パラメーターを独自に作成して同時判定された5月25日から6月7日までの52個のTAH群の真輻射点の分布図です。29日と31日が殆ど集中しています。右から左上に斜めに北上しているのがわかります。右は、TAH群付近の散在流星を含めたもので、左の輻射点図に入れませんでしたが、広がりを広げるとさらに似た軌道が15個程ありましたが、他の小惑星が母天体と考えられるものは、除いてあります。

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	t_0	P_0	α	δ	V_0
基準天体	3.09	0.69	0.97	11.2	199.4	69.7	0.00	2.78	268.71	-9.71		
29/30	2.86	0.66	0.99	7.96	200.84	67.63	0.07	2.90	268.49	-2.83	204.19	20.37
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

TAH1とTAH1bの平均軌道等

location	ang	az	dec	dist	mag	pa	pe	per	node	incl	shower	mag	dur	ht	hr				
2022052800	02	208.2	241	206.6	155	107	14	0.89	0.65	3.6	200.9	67.9	7.7	TAH1	10	0.7	0.6	89.5	81.8
2022053101	-04	210.2	285	209.4	163	159	11	2.7	0.89	0.62	4.5	199.5	69.7	TAH1b	05	0.5	0.5	90.6	82.7

得られた52個の同時流星からのD判定は、0.03から0.27まで、これは、73P慧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、TAH1とTAH1b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。類似の軌道では、他の母天体候補もありそうですが時間がなく調査はしていません。

母天体候補2

1	Name	a	e	i	Ω	D半値	T _J	λ ₀	α	6	V _g			
2	4E2/Florida-Meteor-Publikation	3.03	0.824	0.633	2.60	272.80	142.40	0.00	2.58	85.20	-5.60	324.8	-10.9	24.80
3	20220817_003952	2.48	0.815	0.436	2.39	281.90	145.82	0.11	3.30	61.34	0.00	320.3	-10.9	25.01
4	20220816_183902	2.87	0.806	0.556	1.35	270.53	143.24	0.04	2.69	83.77	-1.35	324.8	-12.2	23.85
5	20220816_183902	2.87	0.806	0.556	1.35	270.53	143.24	0.04	2.69	83.77	-1.35	324.8	-12.2	23.85
6	20220817_015265	3.16	0.820	0.550	1.81	270.55	143.48	0.03	2.52	84.04	-1.81	324.9	-11.0	24.28
7	20220817_015265	3.16	0.820	0.550	1.81	270.55	143.48	0.03	2.52	84.04	-1.81	324.9	-11.0	24.28
8	20220817_015265	4.50	0.875	0.564	1.00	267.00	143.50	0.10	2.06	80.50	-1.00	323.9	-12.6	29.43
9	20220817_041835	2.81	0.861	0.560	1.71	270.28	143.58	0.04	2.73	83.87	-1.71	324.9	-11.7	23.48
10	20220817_041835	2.81	0.861	0.560	1.71	270.28	143.58	0.04	2.73	83.87	-1.71	324.9	-11.7	23.48

上の表は、突発群と思われる同時流星の9個の軌道一覧です。母天体を45PとしてD半値定めました。下の表は、Lexell彗星の軌道要素一覧です。ωが5.0度速いままです。

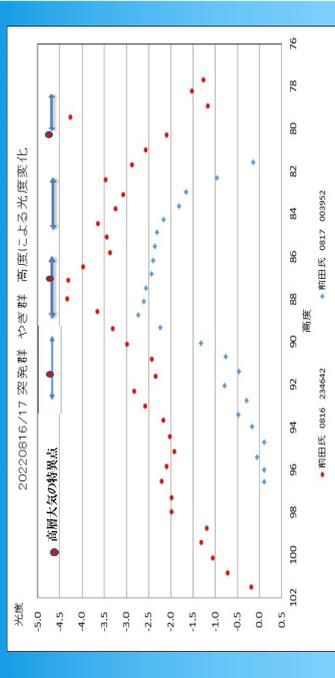
Num	Name	a	e	q	i	Ω	D半値	T _J	λ ₀	α	6	V _g	parent		
1	1770/Lexell	315	0.789	0.674	1.40	223.00	124.50	0.75	2.61	359.46	-0.89	275.3	-21.3	21.0	7.5
2	1770/Lexell	315	0.789	0.674	1.40	223.00	124.50	0.75	2.61	359.50	-1.36				

突発群と思われる同時流星の軌道一覧から下の表のこの群とperiとnodeと180度違う群も3個が15/16日に集中しています。IAUリストのADCIにあたるものです。母天体候補は、絞り切れていませんが、2017011が近そうです。

Location	sol	long	lat	ω	i	Ω	D半値	T _J	λ ₀	α	6	V _g	parent					
20220816_000424	1415	-04	324.4	-21.3	26.6	7.5	0.55	0.83	20.4	86.8	321.5	5.9	ADCI,la	08	5.0	0.8	86.9	77.6
20220816_002415	1425	-02	329.6	-20.8	23.3	28	0.57	0.80	4.7	89.0	322.5	5.4	ADCI,la	02	15.6	1.1	86.5	80.4
20220816_004262	1425	-02	329.9	-22.8	21.4	28	0.64	0.77	4.7	81.6	322.5	5.5	ADCI,la	-01	6.2	1.0	84.2	81.4

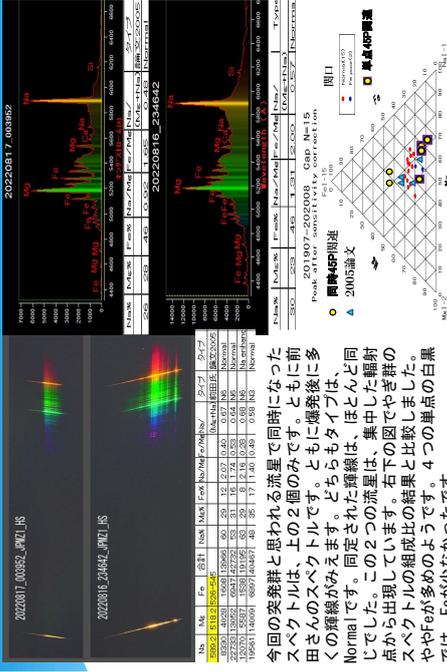
Num	Name	a	e	q	i	Ω	D半値	T _J	λ ₀	α	6	V _g	parent						
1	2017011	142.2	-0.1	324.6	-21.6	23.7	4.4	0.59	0.83	8.9	85.8	322.2	5.5	ADCI,la	03	8.9	1.0	86.5	79.9
2	2017011	142.2	-0.1	324.6	-21.6	23.7	4.4	0.59	0.83	8.9	85.8	322.2	5.5	ADCI,la	03	8.9	1.0	86.5	79.9
3	2017011	142.2	-0.1	324.6	-21.6	23.7	4.4	0.59	0.83	8.9	85.8	322.2	5.5	ADCI,la	03	8.9	1.0	86.5	79.9

スペクトルが得られた同時流星の高度による光度変化



前田氏のスペクトルが得られた突発群の同時流星の特徴ある光度変化をグラフ化しました。TV同時流星から光度と高度をUF00orbitV2で計算してグラフを作成しました。誤差は、1km程度です。大きな爆発は、8.8 km付近と7.9 km付近です。9.6 kmと9.2 kmと8.4 kmと8.2 km付近でも増光がみられます。9.2 kmと8.7 km付近は、大気の特異点付近です。ともに8.7 km付近の特異点付近で大きな増光が起きています。

得られた6つの流星のスペクトルからわかること



今回の突発群と思われる流星で同時になったスペクトルは、上の2個のみです。ともに前に田さんのスペクトルです。どちらともタイプは、多くの輝線がみえます。どちらもタイプは、Normalです。同定された輝線は、ほとんど同じ点から出現しています。右下の図でやぎ群のスペクトルの組成比の結果と比較しました。ややがが多めのようなようです。4つの単点の白黒では、F6が少なかったです。

まとめと参考資料

- 1-1. 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、2/9/30日の突発は、別トレイルか?
- 1-2. 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。
- 1-3. 暗い流星が多く光度のよいカメラでない真の活動が捉えられなかった。同時流星では、2等から-2等の明るいのものだけであった。他は、殆ど通常のタイプであった。
- 1-4. 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。
- 1-5. スペクトルも撮影でき、Na が豊富であることが分かった。
- 2-1. 今回の8月の突発群は、Mikhail Maslovの予想通り、45Pの1980年ダストトレイルの出現を捉えることができたといえそうです。
- 2-2. TV観測の単点方法で顕著な突発を捉えることができた。
- 2-3. 明るい流星が多かったが天候が悪く同時流星が少なかった。
- 2-4. 軌道の分布で突発出現と南群の両方が捉えられた。
- 2-5. 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。
- 2-6. スペクトルも撮影でき、Normalタイプであることが分かった。
- 2-7. 母天体は、45Pであると思われる。
- 2-8. 突発群の南群がADC群であることが分かったが母天体は、絞れなかった。

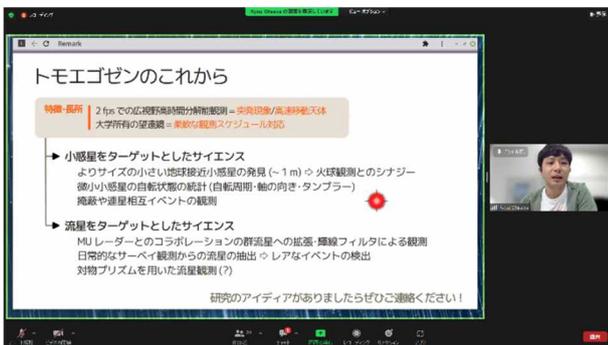
参考資料(画像、軌道計算結果、論文、観測情報のリンク先等)
<https://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=524>
<https://www.imo.net/unknown-meteor-showers-outburst-on-aug-16-17/>
<https://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=5184>



小関会長ご挨拶



小楨記念賞授与
殿村泰弘氏(第2種観測者認定)



大澤亮先生講演会より



会場風景



会場風景



Zoom 配信ブース

第 62 回となる流星会議は「宇宙県流星会議」と銘打って長野県塩尻市で 10 月 10 日に行われました。会場参加形式に加え、Zoom を併用したハイブリット会議とし、会場参加 27 名（うち講演会のみ 4 名）、Zoom 参加 21 名の計 48 名の参加がありました。研究発表は 8 件あり、ヘルクレス座 τ 群の突発については若干の議論を行いました。講演は、「東京大学木曾観測所トモエゴゼンが観た太陽系小天体」と題して、自然科学研究機構 国立天文台 JASMINE プロジェクト 助教の大澤亮先生によりお話しいただきました。「宇宙県流星会議」に参加された皆様、関わっていただいた皆様に感謝申し上げます。（丸山卓哉）

参加者自己紹介

飯山 青海 (大阪) 現地

眼視観測部門担当幹事をしております。なかなか観測時間が思うように取れないですが、ぼちぼち観測もしております。

泉 あけみ (群馬) 現地

久しぶりに皆さんにお会い出来るのを、楽しみにしております。

泉 潔 (群馬) 現地

久しぶりに皆さんにお会い出来るのを、楽しみにしております。

今谷 拓郎 (大阪) Zoom

NPO 法人東亜天文学会及び NPO 法人日本スペースガード協会に関西地区のとりまとめを行っている者です。最新の流星関連の知識を得たく参加します。

上田 昌良 (大阪) Zoom

日本流星研究会の TV 観測部門幹事をやっています。自分自身も TV 観測をやっていますが、最近は、明け方の空を眼視で観望して楽しんでいます。

宇田 豊和 (神奈川) Zoom

初めて参加させていただきます。昨年末より、ハワイマウナケアの星空ライブの動画から、流れ星の自動検出プログラムにチャレンジしています。
<https://twitter.com/nagarehoshiko1>

小川 宏 (茨城) Zoom

オンライン開催のおかげで久々の2年連続参加です。

川崎 康寛 (大阪) Zoom

なかなかまとまった時間がとれない状況が続いています。ウェブなら瞬時に信州に行けます。ということで、フラッと参加させていただきます。

木本 有紀 (熊本) Zoom

はじめまして。私は熊本で公務員をしており、この会議の存在について、つい先日知った者です。文系であり、専門的な知識はほぼありませんが、幼い頃から宇宙に憧れを抱いていました。とても楽しみにしておりますので、ぜひ拝聴できれば幸いです。

小関 正広 (群馬) 現地

昨年は Zoom 開催ができ、今年はやうやく対面での開催が可能となりました。久しぶりの対面で「年を取ったなあ」と言われそうです。IAUMDC の WG のメンバーになっています。この機会にご意見をお聞かせください。現地参加される方は前もってワクチン接種か感染して?? 抗体をつけておきましょう。

小林 美樹 (愛知) 現地

日食と流星をこよなく愛する浮世離れした星見人。マイペースで眼視観測をやっています。最近、ネットワークカメラによる流星観測も始めました。軌道計算にチャレンジ中です。

佐藤 幹哉 (東京) Zoom

今回ヘルクス座 τ 流星群の発表を行います。よろしくお願いたします。

塩谷 一昭 (富山) 現地

今年はやうやく現地開催が再開されるので、是非とも参加したいという思いでした。顔を付け合わせて、好きな流星について語り合う事を幸せに思います。

司馬 康生 (兵庫) 現地

定年退職後、365 連休を宣言し、これまでやり残したことを進めています。

清水 真澄 (埼玉) Zoom

自由な時間も増え、流星について再勉強したいと思っています。

首藤 宏二 (兵庫) Zoom

初めて参加させていただきます。今年から流星観望を始めました。非常にわくわくする時間です。眼視による計測観測はハードルが高いですが少しずつ始めたいと思います。

杉本 智 (栃木) 現地

20 歳の誕生日の 1972. 10. 9 から 50 年。ジャコビニはどこに? 高感度ビデオカメラによる流星動画からは興味深い現象が続々見られて興味が尽きません。あと 5 年位は撮影に頑張りたいと思っています。

鈴木 悟 (愛知) 現地

毎月、天文回報を編集・発行しています。NMS のホームページも担当しています。皆さんのご協力ですらに魅力あるものにしていきたくと思っています。流星観測は TV 観測だけになっていますが、空の良い信州で“生の流星”に出会えるといいのですが、満月直前ですね。

関口 孝志 (埼玉) Zoom

埼玉県の関口です。昨年に続き ZOOM で参加します。みなさんとお話ができるのを楽しみにしています。

田中 正一 (千葉) Zoom

今年もオンラインでの参加ですが、皆さんとお会いするのを楽しみにしています。

殿村 泰弘 (宮城) 現地

昨年 ZOOM 流星会議実行委員長を担当しました。そのお礼と第二種観測者の表彰のために現地参加します。久しぶりに JR に乗って長野県を訪れます。秋休みで授業がないので、久しぶりに松本電気鉄道乗車と郵便局巡り、姥捨駅からの景色、そして旧知の仲間との第 6 分科会が行えれば良いなと思っています

永井 和男 (神奈川) Zoom

自宅で流星の TV 観測と電波観測を行っています。マンションベランダでの観測で視界が悪くカメラを増やしても同じ星野を撮影してしまいます。そこで、カメラ毎に分光・偏光・V 等級測光のように機能を変えるようにしています。

中根 純夫 (京都) 現地

人生を楽しむ年齢になっているようにも思いますが、昨年にご縁あり転職して野暮な仕事で忙しくしています。電波と宇宙と数理科学に興味がつきません。

- 二村 大輔 (長野) Zoom
高校時代より流星観測をはじめ、主に写真撮影をしています。いろいろ機材を買い替えて試していますが、なかなか思うような写真が撮れません。
- 橋本 岳真 (東京) 現地
もうTV会議はうんざりだ！リアルで行きましょう！！
- 蓮見 佑太 (高知) 現地
高知工科大学4年の蓮見です。流星についてまだまだ分からないことだらけですが少しでも今回の流星会議で知識を吸収できるように頑張りたいと思います。
- 長谷川 均 (東京) Zoom
今年の1月からATOMCam2を買ったことがきっかけで自宅ベランダで流星観測を始めました。自宅カメラ以外にYouTubeのライブ動画から流星を検出して楽しんでいます。データ解析については勉強中です。
- 服部 貴昭 (沖縄) 現地
沖縄県国頭村にてビデオ観測を行っております服部です。よろしくお願いたします。
- 伴 良彦 (長野) 現地
天文に関することに興味があります。最近は天体撮影を細々とやっております。デシイチカメラがなぜか余ってききましたので、少し前から晴れそうな夜はオーソドックスな流星撮影を楽しんでおります。
- 福井 敬一 (茨城) Zoom
20何年振りの参加です。天文回報、nms メーリングリストを通じて、技術の発展、研究についていけばかりです。
- 藤井 大地 (神奈川) Zoom
平塚市博物館の天文担当学芸員。プラネタリウムで生解説をしています。流星や宇宙開発が好きで、平塚の自宅と富士の実家を拠点に火球や月面衝突閃光、スプライト、人工衛星、富士山の定点観測を続けています。
- 藤原 康徳 (大阪) Zoom
ここ2年ほど、緊張の糸が切れて隠居老人化が進んでいます。研究的なことは中断中？ですが、流星のビデオ観測は継続しています。
- 前田 幸治 (宮崎) Zoom
SonotaCo netで、TV観測を行っていますが、日々のデータ整理でなかなか観測のまとめまで手が回りません。この1年間のニュースとしては、沖縄のTV観測者と同様流星が撮れるようになったことです。今回もzoomがあったので参加できます。よろしくおねがいします。
- 松岡 義一 (神奈川) Zoom
日本流星研究会をはじめとする諸団体と日本天文教育普及研究会との連携を模索しています。まずは安価なネットワークカメラを活用するすべの情報共有を試みています。
- 溝口 秀勝 (富山) 現地
現地参加とZoom参加の両方が可能な初めての流星会議は運営等学ぶことが多いと考え、参加を決めました。皆さんにお会いできるのを楽しみにしています。
- 百瀬 雅彦 (長野) 現地
せつかくの地元開催ですので参加させていただきます。多くの方に出会えることを楽しみにしています。
- 柳 信一郎 (埼玉) 現地
Zoomで顔を合わせてもリアルと異なることを2年間で実感しました。今後しばらく流星イベントが見当たらないので、観測しよう！研究しよう！というモチベーション維持が重要と思います。皆様、これからもよろしくお願いたします。
- 米津 正次 (愛知) Zoom
年齢と共に視力などが衰えてきたため、最近是比较明合成機能付きカメラを使用して主要流星群の撮影を楽しんでいます。
- 大西 浩次 (長野) 現地
2016年11月23日の第1回目の「長野県は宇宙県」ミーティングで長野県内の天文研究施設を中心とした連絡協議会を立ち上げました。
<https://uchuken.jp/index.html>
- 宮地 美由紀 (長野) 現地
塩尻星の会の不良女子会(1)です。晴れた週末は乗鞍高原に出発します。<https://ssc01.jp/>
- 白金 清美 (長野) 現地
塩尻星の会の不良女子会(2)です。晴れた週末は乗鞍高原に出発します。<https://ssc01.jp/>
- 下田 力 (長野) 現地
地元開催ですが十分なおもてなしができなくてすみません。次の10年に向けて観測体制の強化が今の課題です。
- 紫谷 優子 (長野) 現地
いつもフェイスブックで勝手に友達だと思っている方々にリアルにお会いできるのを楽しみにしています。Zoomでは宇宙県のみのお力を借りています。
- 丸山 卓哉 (長野) 現地
「宇宙県流星会議」へようこそ。多くの方が現地にお集まりいただき、また、多くの方が各地におられてもオンラインで参加いただけます。いたらぬ点多いかと思いますが、よろしくお願いたします。



記念写真



「長野県は宇宙県」 <https://uchuken.jpn.org/index.html>

2016年11月23日、信州大学松本キャンパスにて第1回目の「長野県は宇宙県」ミーティングが開催され松本宣言を行い、長野県内の天文研究施設を中心とした連絡協議会を立ち上げました。以降、毎年、ミーティングを開催し、活動のまとめと今後の展開を検討しています。

憲章（松本宣言 2016.11.23）

長野県がもつ「宇宙に近い」というすばらしい資産を多くの人たちと共有し、その魅力を広く伝えていくことにより、長野県の地域振興、人材育成、観光、天体観測環境維持に寄与することを目的とする。また、参加する団体・個人は、この目的のために、お互いの特徴を認めつつ、協力をし活動する。

「長野県は宇宙県」を合言葉として、松本宣言の趣旨に則り、長野県がもつ「宇宙に近い」というすばらしい資産をみなさんに理解していただくとともに、この長野県の魅力を広く伝えていくため、以下のような活動をしています。

- ・活動全般の意見交換をする「長野県は宇宙県」ミーティング
- ・長野県内の天文施設や観測会を回っていただくスタンプラリー（2017～2019年）
- ・長野県内の天文施設や同好会の動画を見ていただくキーワードラリー（2020年）
- ・ワーキンググループ：長野県星空継続観察（2018年～）
- ・ワーキンググループ：長野県天文文化研究会（2019年～）

長野県は宇宙県」連絡協議会 国立天文台 野辺山宇宙電波観測所 内

※今回の流星会議ではZoom配信、ハイブリッド設定に長野県は宇宙県メンバーの協力をいただきました。また、講演会などにご参加いただきました。

日本流星研究会 2022/11/30