

第60回 日本流星研究会 「日本ど真ん中流星会議」



日時：2019年 8月24日(土)～25日(日)
会場：アイリス愛知

日本流星研究会・第60回流星会議実行委員会



ごあいさつ

小関正広

まずもって、実行委員の皆さんの多大な努力によって今年も流星会議が開催されることに感謝申し上げます。

愛知県では何度も流星会議が開かれており、岡崎、新城、豊橋、豊川そして再び豊川であった。浜名湖も含めれば6回になる。しかし、いずれも尾張ではなく、三河での開催であった。田峯グループの活動は特筆すべきものであり、三河での流星会議開催はそのメンバーの支えによる。

今回、長い流星会議の歴史で初めて尾張、名古屋での開催となり、ようやく、三大都市圏すべてで流星会議が開催されたことになる。流星会議も昨年の金屋のように地方色溢れるものと今回のように都会の真ん中で開催されるものと、それぞれの特色が生かされて継続されてきている。交通至便の地、また、名古屋城至近の地での開催も参加者の心を捉えるものとなるであろう。

最近ではNMS同報上で、電波観測の話題も賑やかであり、参加者にも投稿されている方の名前が見受けられる。また、ビデオ観測でも4Kカメラでの撮影、30fpsの壁を越える試み、スペクトル観測等々、話題に事欠かない。研究発表も大いに期待される。

<研究>発表とは言うが、もっとも刺激的で興味を惹かれるのは新しい知見であろう。それは、観測により何かを見出したことであったり、観測機材についての新しい試みであったりする。そのような知見が<発表>の時間枠の中だけでなく、様々な形で披露されることを大いに期待している。

IAU総会、またMeteoroidsでの会合でIAUMDCの流星群リストに大改革が進められようとしている。working listに掲載されているもののうち、不確実なものが削除され、新規登録についても新しい基準が設けられる見通しである。established listのものもいずれは再検討されるであろう。しばしば、述べているが、IAUMDCの流星群リストを鵜呑みにしないで、観測によって確認していくことが重要である。まずは観測である。観測で気付いたことの中に宝は埋もれている。それをどのように取り出し、磨き上げるかが重要であろう。

当然このようなかきこまった議論もあろうが、年に一度、全国の流星観測者・研究者が一堂に会することはそれだけで大きな意義がある。天文回報、NMS同報で名前だけ知っていた方々と顔を合わせ、言葉を交わすことによって、新しい視界が与えられるであろう。

年に一度の貴重な時間である。有効に時を使い、友好を深めたいものである。

ようこそ、愛知県、名古屋市へ。

2012年に愛知県豊川市でお目にかかってから早7年。意外な事に名古屋市では初の流星会議の開催となります。

流星会議が愛知県で初めて開催されましたのは、1962年の11月3日と4日でした。会場となった岡崎市国治天文台は役目を終え、現在、岡崎市の公園の一角となっています。



写真提供：佐野和夫

偶然にも、1962年11月3日は名古屋市科学館でプラネタリウム投影が始まった日でもあります。長年来館者を楽しませてくれた投影機(カール・ツァイスIV型)は2010年(平成22年)8月31日をもって引退しました。後継機である光学式プラネタリウムの「ユニバーサリウムIX(9)型」が活躍中です。余談ですが、1962年は小林の生まれた年でもあります。



写真提供：名古屋市科学館

その後、田峯小天体観測グループのメンバーが中心となり、1983年に愛知県新城市、1990年に愛知県豊橋市、1998年に愛知県豊川市、2005年に静岡県浜松市そして2012年には再び愛知県豊川市で開催されました。

1962年から57年の歳月を経て、ここ名古屋で第60回という節目の流星会議を開催させていただけることは何かしらの縁を感じます。

今回は、日本流星研究会の積立金を利用して、学生発表者へ参加費補助を実施致しました。これは初めての試みです。久しぶりに8名もの学生さんが参加され、参加者の平均年齢を大きく引き下げていただきました。勿論、心はいつまでも青年である流星界のレジエント達もご健在です。

名古屋は茹だるような暑さと言われています。湿度の高さも加わり不快ということでは日本のどこにも負けません。流星会議参加者の流星を思う熱意はこの名古屋の暑さをしのぐものがあります。日本のど真ん中名古屋で、流星を熱く語り合い、暑さを吹き飛ばしましょう。

最後に、有意義な流星会議になるよう準備をして参りましたが、至らぬところが多々あるかと存じます。どうぞ、皆様で盛り上げて下さいますようお願い申し上げます。

日本ど真ん中流星会議 実行委員一同

プログラム

8月24日(土)

10:00～12:00頃

オプションツアー 名古屋市科学館見学(集合9:45分)
特別講演会「小牧隕石」 講師:毛利勝廣(名古屋市科学館学芸員)

13:00～13:00

受付

13:30～13:45

開会行事

歓迎の挨拶 流星会議実行委員 小林 美樹

開会挨拶 日本流星研究会会長 小関 正広

13:45～14:30

研究発表 I

司馬 康生 SonotaCo Networkの観測による木星族流星群

河越 彰彦 数値実験から判定する春のおとめ座流星群の正体

佐藤 幹哉 はやぶさ2のインパクト衝突ミッションによるリュウグウ由来の流星出現の可能性について(+ジャコビニ群の今年の予報)

14:30～14:40

休憩

14:40～15:20

招待発表

渡邊 堯先生 流星の電波放射と異常聴音に関する研究の動向について

15:20～15:30

休憩

15:30～16:45

研究発表 II

石村 周平 茨城大学での2018年流星電波観測

佐藤 匠 新HRO干渉計システムにおけるリアルタイム解析手法の確立と流星総合観測の運用試験

赤松 直 高知工科大学 宇宙地球探査システム研究室におけるこれまでの流星電波観測の成果と多地点観測に向けた取り組み

中根 純夫 電波を使ったアマチュア流星観測に出来ることは？

16:45～17:00

記念写真
諸連絡

17:00～

部屋入室

17:30～20:30

懇親会(3時間)

21:00～

幹事会
二次会

8月25日(日)

7:00～

朝食

8:30～9:00

会場準備

※ 日本流星研究会の会員の方は、9時までに入室してください。

9:00～9:20

NMS総会

幹事会報告

日本流星研究会企画幹事

藤原 康德

会計報告

日本流星研究会事務局長

丸山 卓哉

選挙関係

鈴木 悟(代理)

その他

事務局 編集・出版・HP担当

鈴木 悟

9:25～9:35

ポスター発表

夏目 裕司

田峰微小観測所と仲間たち展の報告

井手 隆心

高感度CMOSカメラによる太陽系外起源流星観測のための観測装置と予備観測結果

9:35～10:50

研究発表Ⅲ

杉本 智

流星の動画から分かることー流星痕とはー

戸田 雅之

2019年みずがめ座 η 流星群観測報告(石垣島)

柳 信一郎

2019年みずがめ座 η 流星群観測報告(オーストラリア)

藤原 康德

ネットワークカメラ(GigE)を用いた流星のビデオ観測

梶野 文義

高感度CMOSカメラによる太陽系外起源流星と暗黒物質候補物質の探索計画

11:00～12:15

研究発表Ⅳ

関口 孝志

自動観測によるスペクトル観測と結果

小川 巧覽

ふたご座流星群の分光観測と分光データ処理について

根本 真響

流星散乱通信ソフトを利用した流星観測の試み

武村 帆香

波多 浩昭

鈴木 和博

流星の化石

上田 昌良

流星の爆発点高度の統計

12:15～12:30

閉会行事

高評

日本流星研究会副会長

吉田 孝次

次回開催地挨拶 東北地区で開催

閉会挨拶

流星会議実行委員

小林 美樹

参加者名簿（申し込み順）

No.	氏名	住所地	所属
1	小関正広	群馬県安中市	日本流星研究会
2	長田和弘	静岡県御殿場市	日本流星研究会 御殿場星の会
3	中根純夫	京都府京都市北区	日本流星研究会 ダナの会
4	藤由嘉昭	東京都調布市	日本流星研究会 NPO法人東亜天文学会
5	杉本 智	栃木県宇都宮市	日本流星研究会 栃木県天文同好会
6	溝口秀勝	富山県南砺市	日本流星研究会 富山県天文学会 金沢星の会
7	川地孝典	岐阜県大垣市	日本流星研究会
8	関口孝志	埼玉県川越市	日本流星研究会 流星物理セミナー 川越天文同好会
9	苧側正明	香川県丸亀市	日本流星研究会 かがわ宇宙教育推進協議会 日本スペースガード協会
10	戸田雅之	東京都杉並区	日本流星研究会 多摩天文グループ
11	松岡義一	神奈川県川崎市	星つむぎの村 日本天文教育普及研究会
12	藤戸健司	三重県四日市市	日本流星研究会 四日市市博物館 天文ボランティア
13	小川巧覧	神奈川県鎌倉市	日本大学大学院理工学研究科航空宇宙工学専攻 阿部研究室
14	河越彰彦	茨城県取手市	鳥取天文協会 横浜天文研究会
15	橋本岳真	東京都八王子市	東京近郊地区流星観測者会
16	藤原康德	大阪市淀川区	日本流星研究会 NPO法人東亜天文学会 日本天文同好会
17	今枝 優	愛知県小牧市	NPO法人東亜天文学会
18	丸山卓哉	長野県安曇野市	日本流星研究会 長野県は宇宙県
19	紫谷優子	長野県安曇野市	NPO法人東亜天文学会
20	上田昌良	大阪府羽曳野市	日本流星研究会 NPO法人東亜天文学会
21	佐藤幹哉	東京都府中市	日本流星研究会
22	柳 信一郎	埼玉県越谷市	日本流星研究会
23	内山茂男	千葉県柏市	日本流星研究会 さいたま☆天文同好会・国際流星機構 JOIN（日本掩蔽観測網ML）
24	嵯峨山 亨	大阪府東大阪市	日本流星研究会 日本天文同好会

No.	氏名	住所地	所属
25	須田ちか子	東京都杉並区	日本流星研究会 NPO法人東亜天文学会
26	塩谷一昭	富山県富山市	日本流星研究会 富山県天文学会
27	司馬康生	兵庫県明石市	日本流星研究会 関西天文同好会 日本スペースガード協会
28	石村周平	茨城県水戸市	茨城大学大学院
29	根本真響	茨城県土浦市	福井工業高等専門学校アマチュア無線研究会
30	武村帆香	滋賀県彦根市	福井工業高等専門学校アマチュア無線研究会
31	波多浩昭	福井県鯖江市	福井工業高等専門学校アマチュア無線研究会 顧問
32	佐藤 匠	高知県香美市	高知工科大学 大学院 宇宙地球探査システム研究室
33	赤松 直	高知県香美市	高知工科大学
34	米津正次	愛知県西尾市	日本流星研究会 NPO法人東亜天文学会
35	植原 敏	大阪市東淀川区	日本流星研究会 日本天文同好会 関西天文同好会
36	竹田浩章	大阪府富田林市	日本流星研究会
37	泉 潔	群馬県渋川市	日本流星研究会
38	梶野文義	神戸市東灘区	日本流星研究会 日本物理学会 甲南大学理工学部教授
39	井手隆心	神戸市東灘区	甲南大学
40	豆田勝彦	神戸市	日本流星研究会
41	大畑廣幸	京都市左京区	
42	前川公男	福井県	
43	山本真行	高知県	日本流星研究会 高知工科大学教授
44	岡本貞夫	愛知県日進市	日本流星研究会 ダナの会
45	吉田孝次	愛知県豊川市	日本流星研究会 NPO法人東亜天文学会 日本スペースガード協会
46	鈴木和博	愛知県豊川市	日本流星研究会 ダナの会
47	藤井哲也	愛知県岡崎市	日本流星研究会 ダナの会
48	鈴木 悟	愛知県岡崎市	日本流星研究会 ダナの会
49	夏目裕司	愛知県設楽町	日本流星研究会 ダナの会 静岡大学地学研究会OB
50	小林美樹	名古屋市昭和区	日本流星研究会 ダナの会

流星会議年表

回	開催日	開催地	会場	名称・キャッチフレーズ
	1955/3/27	滋賀県	山本天文台	流星観測者会議
	1955/8/4	京都府京都市	花山天文台	流星観測者会議
	1956/4/7	大阪府	大阪石崎氏邸	第3回流星委員会
	1956/9/16	大阪府大阪市	大阪市電気科学館	人工衛星及び流星に関する第1回協議会
	1957/6/16	大阪府大阪市	大阪市電気科学館	第4回流星委員会
	1958/8/31	大阪府大阪市	大阪市電気科学館	流星塵研究懇談会
	1961/10/2	滋賀県	山本天文台	流星及び流星塵シンポジウム
1	1962/8/4-5	山口県山口市	山口市議会会議室	西日本流星及び流星塵観測者会議
2	1962/11/3-4	愛知県岡崎市	岡崎市国治天文台	流星観測者会議
3	1963/9/21-22	滋賀県	山本天文台	流星観測者会議
4	1964/5/31	神奈川県川崎市	川崎市生田農協	東日本流星・隕石・流星塵観測者会議
5	1964/8/5-6	和歌山県金屋町	金屋町役場	流星観測者会議
6	1965/9/25-28	滋賀県	山本天文台	流星観測者会議
7	1966/8/7-8	滋賀県	山本天文台	流星観測者会議
8	1967/8/6-7	滋賀県	山本天文台	流星観測者会議
9	1968/8/17-18	滋賀県	山本天文台	流星観測者会議
10	1969/8/3-4	滋賀県	山本天文台	流星観測者会議
11	1970/8/8-9	和歌山県金屋町	金屋町役場	流星観測者会議
12	1971/7/24-25	静岡県沼津市	沼津市月光天文台	流星観測者会議
13	1972/8/5-6	宮城県仙台市	仙台市天文台	流星観測者会議
14	1973/8/4-5	熊本県	国立阿蘇青年の家	流星観測者会議
15	1974/8/3-4	茨城県北茨城市	北茨城市茜平少年の家	流星観測者会議
16	1975/8/16-17	滋賀県	滋賀県青年の家	流星会議
17	1976/8/7-8	長野県松本市	松本青年の家	流星会議
18	1977/8/6-7	鳥取県鳥取市	鳥取砂丘子供の国	流星会議
19	1978/8/26-27	埼玉県秩父市	奥秩父三峰神社宿坊	流星会議
20	1979/8/18-19	和歌山県金屋町	金屋中学校体育館	流星会議
21	1980/8/29-31	静岡県御殿場市	御殿場青少年館	流星会議
22	1981/8/21/23	栃木県宇都宮市	栃木県青少年館	流星会議
23	1982/8/28-29	京都府京都市	京都簡易保険会館	流星会議
24	1983/8/19/21	愛知県新城市	新城観光ホテル万楽	流星会議
25	1984/8/24-26	東京都八王子市	八王子大学セミナーハウス	熱い風 東から 流星会議
26	1985/8/2-4	長野県下諏訪町	諏訪温泉郷山王閣	星に近づけ 信州流星会議
27	1986/8/22-24	静岡県修善寺町	修善寺サイクルスポーツセンター	流星会議
28	1987/8/7-9	石川県金沢市	石川県青年会館	百万石流星会議
29	1988/8/20-21	京都府京都市	京都いろは旅館	うしわかまる流星会議
30	1989/8/19-20	広島県広島市	広島県青少年センター	流星会議
31	1990/8/24-26	愛知県豊橋市	ホリデーイン豊橋	流星会議
32	1991/8/2-4	宮城県仙台市	仙台市茂庭荘	流星会議
33	1992/8/21-23	群馬県榛名町	榛名湖ゆうすげ荘	流星会議
34	1993/8/6/8	高知県室戸市	室戸少年自然の家	くろしお流星会議
35	1994/8/20-21	大阪府吹田市	大阪サニートスホテル	なには流星会議
36	1995/8/25-27	東京都世田谷区	国立オリンピック記念青少年センター	大江戸流星会議
37	1996/8/23-25	富山県大沢野町	大沢野パレス	きととき流星会議
38	1997/7/26-28	北海道札幌市	手稲ランド研修センター	北の国から流星会議
39	1998/8/7-9	愛知県豊川市	サンシティ豊川	流星会議
40	1999/7/30-8/1	滋賀県多賀町	ダイニック・アストロパーク天究館	びわこ流星会議
41	2000/8/26-28	栃木県藤原町	鬼怒川温泉あさやホテル	鬼怒川流星会議
42	2001/8/25-26	長野県坂城村	信州草津温泉冠着荘	信州流星会議
43	2002/8/3-5	岩手県一戸町	奥中山高原センターハウス	一戸流星会議
44	2003/8/23-25	徳島県那珂川町	那珂川町科学センター他	徳島流星会議
45	2004/8/27-29	富山県氷見市	ニチューシーサイドクラブ	氷見流星会議
46	2005/8/19-21	静岡県浜松市	浜名湖カリアク	浜名湖流星会議
47	2006/8/25-27	兵庫県作用町	西はりま天文台	西はりま流星会議
48	2007/8/3-5	静岡県裾野市	富士教育研修所	富士流星会議
49	2008/8/2-3	長野県筑北村	西条温泉とくら	2008 信州流星会議
50	2009/8/21-23	栃木県日光市	鬼怒川温泉あさやホテル	流星会議
51	2010/7/31-8/1	富山県富山市	かんぼの宿富山	富山流星会議
52	2011/7/30-31	宮城県大崎市	玉造荘	がんばろう東北!
53	2012/8/25-26	愛知県豊川市	豊川市民プラザ他	穂の国流星会議
54	2013/8/24-25	大阪府大阪市	ホテルコスモスクエア	大阪ベイサイド流星会議
55	2014/7/20-21	長野県安曇野市	ビレッジ安曇野	信州あづみの流星会議
56	2015/8/22-23	千葉県千葉市	アパホテル&リゾート東京ベイ幕張	幕張流星会議
57	2016/8/6-7	富山県富山市	県民共生センターサンフォルテ	富山流星会議
58	2017/8/26-27	静岡県沼津市	沼津市立図書館	ワクワク流星会議
59	2018/9/8-9	和歌山県有田川町	鳥屋城公民館他	きのくに和歌山流星会議

招待発表

渡邊 堯 (わたなべ たかし) 先生

プロフィール

京都大学で博士

名古屋大学空電研究所で天体電波源シンチレーション観測による太陽風研究、名古屋大学太陽地球環境研究所でデータベースによる太陽地球系現象の総合解析の推進に尽力。

1994年より茨城大学理学部教授

2006年に定年退官し茨城大学名誉教授。現在は名古屋大学太陽地球環境研究所客員教授として、情報通信研究機構、国際科学会議(ICSU)世界データセンター機構(WDS)の科学組織委員などを務められておいでです。

流星会議には、1983年に愛知県新城市で開催された第24回流星会議、1990年に愛知県豊橋市で開催された第31回流星会議にご参加いただき、朝まで参加者と酒を酌み交わしていただきました。

現在でも、積極的に研究・解析をされておられ、今回は「流星の電波放射と異常聴音に関する研究の動向について」お話いただきます。

発表一覧

招待発表

渡邊 堯先生 流星の電波放射と異常聴音に関する研究の動向について

研究発表 I

司馬 康生 SonotaCo Networkの観測による木星族流星群

河越 彰彦 数値実験から判定する春のおとめ座流星群の正体

佐藤 幹哉 はやぶさ2のインパクト衝突ミッションによるリュウグウ由来の流星出現の可能性について(+ジャコビニ群の今年の子報)

研究発表 II

石村 周平 茨城大学での2018年流星電波観測

佐藤 匠 新HRO干渉計システムにおけるリアルタイム解析手法の確立と流星総合観測の運用試験

赤松 直 高知工科大学 宇宙地球探査システム研究室におけるこれまでの流星電波観測の成果と多地点観測に向けた取り組み

中根 純夫 電波を使ったアマチュア流星観測に出来ることは？

研究発表 III

杉本 智 流星の動画から分かることー流星痕とはー

戸田 雅之 2019年みずがめ座 η 流星群観測報告(石垣島)

柳 信一郎 “みずがめ座 η 流星群”の観測 in オーストラリア・ケアンズ 2019

藤原 康徳 ネットワークカメラ(GigE)を用いた流星のビデオ観測

梶野 文義 高感度CMOSカメラによる太陽系外起源流星と暗黒物質候補物質の探索計画

研究発表 IV

関口 孝志 自動観測によるスペクトル観測と結果

小川 巧覧 ふたご座流星群の分光観測と分光データ処理について

根本 真響
武村 帆香
波多 浩昭 流星散乱通信ソフトを利用した流星観測の試み

鈴木 和博 流星の化石

上田 昌良 流星の爆発点高度の統計

ポスター発表

夏目 裕司 田峰微小観測所と仲間たち展の報告

井手 隆心 高感度CMOSカメラによる太陽系外起源流星観測のための観測装置と予備観測結果



SonotaCo Networkの観測による木星族流星群

司馬康生 (Shiba, Yasuo)

要旨

日本の自動 TV 流星観測ネットワーク SonotaCo Network の 2007-2018 年の観測データから IAU MDC において "established meteor shower" とされる木星族の 43 流星群データを見直した。その結果として、37 流星群の諸元を提供する。一方、6 流星群は有意なデータを得られなかった。この中には "established" とされる扱いに疑念を持つ流星群が含まれ、現在の IAU MDC の扱いに対する改善提案をする。また、発光点、消滅点の高さについて V_g 依存効果を除いたとき、近日点距離 q と相関があることが分かった。

1. 序論

日本の自動 TV 流星観測ネットワーク、SonotaCo Network (SonotaCo 2009) が定常データを取り始めた 2007 年からの観測実績は、世界の流星観測を大きく前進させた。木星族の流星群においては、おとし座南流星群 (STA: Asher&Izumi1998, Shiba2016)、はくちょう座 κ 流星群 (KCG: Shiba 2017)、おとめ座 η 流星群 (EVI: Shiba 2018) の 3 流星群の公転周期が木星の公転周期と整数比の関係があり、軌道共鳴による周期的な増減を繰り返すことがわかった。2018 年までの 12 年間のデータ蓄積は、木星の公転周期、12 年弱を超え、木星の重力効果を調べることに十分な年数に達した。このため他の木星族の流星群で、共鳴に起因する可能性がある流星群の周期的増減が存在するかを調べたところ、第 4 の軌道共鳴流星群を見つけることはできなかった。それでも、各流星群の多様な活動がその集計の中で現れたので、ここに報告すると共に、若干の問題提起をする。

2. 方法

調査対象は、IAU (国際天文学連合) の流星データセンター (Rudawska & Jopek (2019)) に 2019 年初に "established meteor shower" として登録されている流星群の中から抽出した。抽出条件は、(1) 軌道周期が木星周期と同等以下であること。(2) 木星軌道に 2.5au 程度以下に接近する軌道であること。(3) 輻射点が南天低く日本から観測できない流星群を除く。(4) 輻射点が太陽に近く、光学観測がほとんどできない昼間群を除く。以上の 4 項目の確認により、43 流星群を対象とした。

元データは SonotaCo Network よりダウンロードしたデータし、UFOOrbit V2 により軌道計算した。

流星群の帰属判定は、輻射点分布と速度分布から集中部分を残し、外れた流星を取り除く方法と、軌道の類似性を表す Dd 判定 (Drummond 1981) による方法を併用した。詳細は各群で述べる。

得られた諸元の様式は、SonotaCo Network の提供するソフトウェア、UFO シリーズの群判定データとして使用可能であることを念頭に掲げた。

3. 結論

3-1 各流星群の諸元

得られた結果を表-1 に示す。項目は左から (No) IAU MDC 番号、(和名) 流星群の和名、(Code) IAU MDC の略号、(Activity) 活動様態もしくは調査年、(S.Lon) 平均の太陽黄径、(S.L.Beg) およその

表1 得られた流星群の諸元

No	和名	Code	Activity	S.Lon	S.L.Beg	S.L.End	RA	DE	dRA	dDE	Vg	dVg	R.P.±	Vg±	a	q	e	P	Peri	Node	Incl	N	mag	H1	H2
				[deg]	[deg]	[deg]	[deg]	[deg]	[deg]	[deg]	[km/s]	[km/s]	[deg]	[km]	[AU]	[AU]	[yr]	[deg]	[deg]	[deg]	[deg]	[mag]	[km]	[km]	
1	やぎ座α流星群	CAP	annual	128.1	116	137	306.4	-9.17	0.662	0.271	21.8	-0.123	2.5	1.5	2.405	0.604	0.749	3.73	266.9	128.1	7.021	676	-1.09	93.7	81.5
2	おし座南流星群	STA	resonance	222.5	213	235	53.32	14.29	0.667	0.109	27.7	-0.16	3	3	2.001	0.363	0.819	2.831	114.1	42.46	5.351	1114	-0.89	96.3	75.1
				182	(190)	(190)	21.07	4.637	0.83	0.423	28.6	-0.034	5	4								69	0.08	95.4	79.8
				(190)	(210)	(210)	35.73	9.478	0.843	0.255	28.2	-0.005	5	3.5								464	-0.20	95.7	78.8
				(210)	(230)	(230)	50.97	13.45	0.814	0.171	26.5	-0.053	6	3.5	1.933	0.406	0.79	2.688	109.9	47.28	5.23	640	-0.23	93.4	75.6
				(230)	(250)	(250)	63.91	15.05	0.808	0.069	23.6	-0.1	6	4								505	-0.23	93.4	75.6
				(250)	(270)	(270)	85.52	18.06	0.91	-0.008	25.5	-0.034	7	4								290	-0.36	93.5	74.9
				(270)	(280)	(280)	100.8	16.83	1.069	-0.225	24.8	0.056	7	4								85	-0.24	91.6	76.4
17	おし座おし座北流星群	NTA	(225)	204	(225)	49.16	20.61	0.915	0.227	28.5	-0.007	5	3								1114	-0.28	95.7	77.4	
				(240)	(240)	60.57	23.21	0.808	0.16	27	-0.122	3	3	2.01	0.364	0.809	2.849	291.8	231.7	2.777	1545	-0.48	95.0	75.7	
				(240)	(258)	(258)	75.02	25.47	0.919	0.09	24.9	-0.075	6	3								764	-0.45	93.5	74.6
				(170)	(170)	353.6	0.708	0.852	0.354	30.1	0.01	6	4	1.804	0.261	0.855	2.422	307.8	156.3	5.763	176	-0.21	94.6	80.5	
33	みずがめ座δ北流星群	NIA	annual	156.1	146	(170)	353.6	0.708	0.852	0.354	30.1	0.01	6	4	1.804	0.261	0.855	2.422	307.8	156.3	5.763	176	-0.21	94.6	80.5
96	かに座δ北流星群	NCC	annual	276.3	(265)	288	104.3	25.65	0.993	-0.05	25.4	-0.042	5	2	2.146	0.459	0.786	3.144	282.3	276.3	2.757	138	-0.14	93.5	76.0
97	かに座δ南流星群	SCC	annual	281.3	(270)	292	108.7	16.97	0.923	-0.067	25.4	-0.012	6	2	2.172	0.459	0.789	3.2	102.1	101.3	4.854	100	-0.03	92.9	77.7
69	いて座μ南流星群	SSG	annual	85.32	80	96	272.3	-28.05	0.898	0.062	25.6	-0.025	14	4	2.355	0.448	0.81	3.613	104.6	265.3	4.828	31	-0.16	94.0	84.6
257	オリオン座α南流星群	ORS	おし座流星群南群と分離する根拠不明。																						
5	みずがめ座δ南流星群	SDA	annual	128	123	133	340.8	-16.25	0.906	0.311	40	-7E-04	3	2	2.418	0.083	0.966	3.761	150.3	308	26.35	691	-0.97	95.7	86.6
26	みずがめ座δ北流星群	NDA	annual	143.5	130	159	349	2.856	0.914	0.379	38.2	-0.05	3	2.5	2.054	0.097	0.953	2.944	328.6	143.5	21.22	282	-0.82	95.2	84.9
9	10月りゅう座流星群	DRA	存在を確認できず。																						
10	しおん座流星群	QLA	annual	283.4	278	289	230	49.81	0.787	-0.165	40.2	-0.114	5	2.5	2.63	0.979	0.628	4.265	172.2	283.4	70.57	2095	-0.90	98.9	86.9
334	12月りゅう座α流星群	DAD	annual	255.7	230	271	208.1	59.88	0.906	-0.41	40.5	-0.028	6	3	2.458	0.976	0.603	3.854	182.7	255.7	71.79	481	-0.48	97.3	86.7
11	おとめ座η流星群	EVI	resonance	357.2	350	6	185.5	3.513	0.742	-0.303	26.6	-0.101	5	4	2.296	0.453	0.803	3.48	283	357.2	5.348	185	-0.72	91.3	74.7
21	おとめ座α流星群	AVB	annual	27.26	10	48	200.9	4.376	0.498	0.044	19.3	-0.197	4	1.5	2.492	0.718	0.712	3.933	251.3	27.26	6.964	191	-0.49	92.2	78.4
343	おとめ座η流星群	HVI	2008,2009	40.26	36	44	203.7	-11.52	0.771	-0.095	17.8	-0.12	3	2	2.687	0.766	0.715	3.735	64.83	220.2	0.796	42	-0.50	93.4	81.9
12	はぐろ座流星群	KCG	resonance	140.4	120	153	286	49.05	0.542	0.888	22.1	0.194	10	3	3.211	0.968	0.699	5.755	206.4	140.4	33.46	300	-1.34	94.3	80.8
197	8月りゅう座流星群	AUD	annual	143.6	122	(140)	272.8	48.6	-0.063	0.515	20.2	-0.013	15	4	2.766	0.988	0.639	4.601	189.2	143.6	31.55	181	-0.66	91.6	79.1
				(140)	160	266	58.55	-1.169	0.248	20.6	-0.034	12	4									366	-0.71	92.1	77.5
15	こぐま座流星群	URS	annual	270.5	269	271.5	219	75.44	2.173	0.668	33	-0.554	3	2	4.857	0.939	0.807	10.7	206	270.5	52.69	302	-0.62	102.0	88.1
18	アンドロメダ座流星群	AND	annual	230.9	217	244	22.33	33.18	0.113	0.706	16.9	-0.132	6	2	2.786	0.795	0.715	4.65	237.5	230.7	10.07	176	0.07	91.7	81.5
446	Biela系	DPC	2011	252.7	251.7	258	19.1	58.0			15.7		3	2.5	2.749	0.901	0.672	4.558	218.1	252.7	17.47	23	-0.33	94.4	83.6
61	ヘルクス座τ流星群	TAH	annual	79.48	63	93	228.8	46.54	-0.037	0.506	14.5	-0.001	15	3	2.505	0.999	0.601	3.964	194.4	79.48	19.8	50	-0.30	87.9	75.9
170	6月りゅう座流星群	JBO	2010	90.35	85	93	225.3	47.24	-0.794	-0.093	13.5	-0.016	2	1	2.68	1.013	0.622	4.387	187.5	90.36	18.06	10	-0.69	89.4	78.7
63	からす座流星群	COR	存在を確認できず。																						
110	ポンプ座α流星群	AAN	annual	310.9	303	318	156.4	-8.752	0.815	-0.256	44	-0.101	5	3	3.431	0.14	0.959	6.356	138.9	130.9	55.56	35	0.50	96.3	87.5
137	とも座η流星群	PPU	存在を確認できず。(観測困難領域である)																						
152	じし座ω北流星群	NOC	annual?	54.03	46	58	18.32	20.72	0.474	0.32	39.7	0.309	6	5	2.236	0.108	0.951	3.343	33.55	54.03	38.29	13	-0.74	96.9	88.1
164	6月りゅう座北流星群	NZC	annual	112.4	98	130	318.6	-2.281	0.849	0.233	37.4	0.007	4	5	1.867	0.135	0.928	2.552	323.4	112.4	34.3	124	-0.36	95.3	85.2
165	6月りゅう座南流星群	SZC	annual	104.9	100	110	319.3	-27.07	1.089	0.226	39.2	0.033	4	3	2.113	0.104	0.951	3.071	147.4	284.9	33.73	48	-0.76	95.2	87.0
171	おひつじ座流星群	ARI	annual	76.92	70	86	43.9	24.18	0.765	0.181	40.6	0.139	3	2	2.564	0.077	0.97	4.106	28.65	76.92	26.73	34	-0.43	98.9	92.2
187	ガンシオ座流星群	PCA	annual	122.2	117	128	12.89	59.3	0.906	0.076	53.5	0.085	3.5	2	10.08	0.992	0.902	32.02	162.7	122.3	98.51	17	-1.39	106.7	93.3

表 1 得られた流星群の諸元 (続き)

	DSX	annual	189.2	183	195	156	-3.268	0.904	-0.382	31.5	-0.076	4	3	1.06	0.153	0.856	1.092	213	9.242	25.05	21	-1.01	95.9	85.8
221 ちくふんぎ座流星群	OCC	annual	189.2	183	195	156	-3.268	0.904	-0.382	31.5	-0.076	4	3	1.06	0.153	0.856	1.092	213	9.242	25.05	21	-1.01	95.9	85.8
233 10月やぎ座流星群	PHO	annual	282.6	278	287	147.8	23.74	0.774	-0.23	52	-0.102	2.5	2	6.103	0.049	0.992	15.08	335.3	282.6	103.2	51	-0.11	95.1	86.4
254 ほろおし座流星群	JLE	annual	294.9	285	309	250.6	29.98	0.721	-0.096	45	-0.006	7	4	4.474	0.783	0.825	9.464	123.4	294.9	77.04	71	0.10	98.2	89.3
319 1月しほ座流星群	XGB	annual	270.4	260	278	239.8	-2.633	0.876	-0.31	46	-0.067	2	2	4.904	0.133	0.973	10.86	40.88	270.4	63.25	8	0.22	97.4	90.0
323 かんむり座流星群	SSE	annual	229.8	215	246	57.03	-0.353	0.739	-0.03	27.2	-0.076	6	3	3.454	0.515	0.851	6.42	92.53	49.78	18.19	316	-0.68	95.9	78.9
330 σへび座流星群	OER	annual	350.9	348	355	253.7	48.91	0.992	-0.337	34.2	-0.051	4	2	2.574	0.977	0.62	3.528	196.8	350.9	58.77	38	-0.65	95.9	81.4
338 エリダニス座流星群	XHE	annual	219.6	210	228	62.49	26.42	0.985	0.099	40	0.085	6	5	3.085	0.101	0.967	5.418	325.9	219.6	16.39	79	-0.63	93.3	82.9
346 ヘルクス座流星群	CTA	annual	299.8	296	305	229.5	67.54	1.222	-0.639	28.9	0.148	5	2	2.584	0.953	0.631	4.154	203.2	299.8	47.46	54	-0.41	92.6	79.4
388 おうし座流星群	GUM	annual	221.6	220	223.5	162.1	68.19	2.322	-0.943	48.2	0.546	6	2	3.392	0.984	0.71	5.097	190.8	221.6	87.47	50	-0.86	106.0	94.1
404 こぐま座流星群	SLD	annual	299.8	287	316	190	-17.34	0.966	-0.252	68	0.015	6	2.5	5.178	0.819	0.842	11.78	50.56	119.8	157.6	247	-0.72	111.0	100.0
526 りゅう座入南流星群	ECV	annual	299.8	287	316	190	-17.34	0.966	-0.252	68	0.015	6	2.5	5.178	0.819	0.842	11.78	50.56	119.8	157.6	247	-0.72	111.0	100.0
530 からす座流星群		annual	299.8	287	316	190	-17.34	0.966	-0.252	68	0.015	6	2.5	5.178	0.819	0.842	11.78	50.56	119.8	157.6	247	-0.72	111.0	100.0

出現始め、ただし()記入は集計の開始太陽黄径、(S.L.Beg)およその出現終わり、()記入は集計の終了太陽黄径、(RA)修正輻射点の赤経、(DE)修正輻射点の赤緯、(dRA)太陽黄径一度当たりの輻射点赤経変化、(dDE)太陽黄径一度当たりの輻射点赤緯変化、(Vg)対地心速度、(dVg)太陽黄径一度当たりの対地速度変化、(R.P.±)およその輻射点の広がり半径、(Vg±)対地速度のばらつき範囲、(a)軌道半長径、(q)近日点距離、(e)軌道離心率、(P)軌道周期、(Peri)近日点引数、(Node)昇交点黄径、(Incl)軌道傾斜角、(N)計算に使った流星数、(mag)平均絶対光度、(H1)発光点の標高、(H2)消滅点の標高。

3-2 各流星群

3-2-1 やぎ座流星群(#001 CAP)

群判定は、 $Dd < 0.0525$ (やや厳しい軌道類似性)を使った。輻射点移動を見ると、3部分に分けて扱える(上田 2019)とされる。また、Jenniskens et al 2016a では2つの部分に分けて扱っている。ただ、活動の様子が毎年変わっているように見える。天候が同等だったのと推定するが、2012年の輻射点集中度より2016年は広がり大きく見えるなどの相違がある。天候の不安定な時期でもあり、年変化の分析は難しい。

3-2-2. おうし座流星群複合群

Taurids Complexとして扱われる一群の流星群である。黄道を挟んで南北に輻射点があり、8月にみずがめ座北流星群から始まり、9月下旬に南北のおうし座流星群の活動が始まる。ただし南群は、木星との軌道共鳴による流星物質の集中を示す成分と、共鳴を示さず毎年同様の出現を示す成分の特徴の違う2種の流星が重なる。12月末から1月にはかに座δ北、南群となって"established shower"としては終わる。ただ、この南北の流星群の軌道は特に近く、D判定では両者が混在して抽出される。このうち、かに座δ北群と6月に出現するいて座μ南流星群の軌道は180°回転させた位置関係にあり、平均光度はほぼ一致する。ただし、光跡の消滅点高度が有意に高い。

◆おうし座流星群南群(002#STA) 軌道共鳴成分

木星と7:2共鳴により約3.4年周期で増加する成分である(Shiba 2016)。2008,2012,2015,2018年の出現から、 $Dd < 0.105$ の条件で抽出した。annual(非軌道共鳴)成分の一部混入は避けられない。非共鳴成分との明確な差は、活動期間が短い(約3週)こと、明るい流星が多いこと、近日点黄径が158°で固定し前進を示さないことである。

◆おうし座流星群南群(002#STA) 非軌道共鳴成分

2007,2009,2010,2011,2013,2014,2016,2017 年の出現から $Dd < 0.105$ の条件で抽出した。活動期間が長く、開始を太陽黄径 180° としたが、それ以前の活動もあるかもしれない。終了を 280° としているが、かに座 δ 南流星群との境を決定できない。長期間の活動のため、輻射点移動等を太陽黄径で 20° 刻みで算出した。このうち太陽黄径 250° 付近で軌道の特徴に明らかな断層がある(図1)。ただし、発光高度や明るさの相違は認められない。後述するオリオン座 χ 南流星群として表すことも可能だが、ここでは一連の群と扱った。

◆おうし座流星群北群(#017 NTA)

群の判定は $Dd < 0.105$ の条件で抽出した。活動期間が長く、太陽黄径 265° で終了としたが、かに座 δ 北群に繋がる。太陽黄径 204° で開始としたが、みずがめ座 ι 北流星群とのつながりは天候の安定しない時期のためか明確では無い。活動期間が長いので、3 期間に分けて集計した。

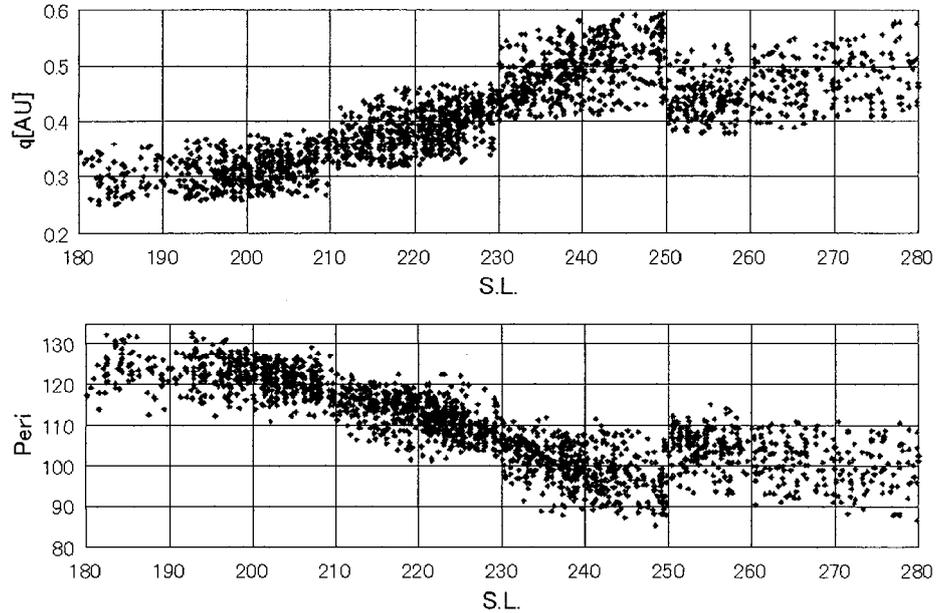


図1 おうし座流星群南群(annual)の太陽黄径に対する近日点距離(上)と太陽黄径に対する近日点引数(下)

◆みずがめ座 ι 北流星群(#033 NIA)

群の判定は $Dd < 0.105$ の条件で抽出し、輻射点位置と V_g が集中から外れたものを取り除いた。NIA は N-Tau 群の前駆の可能性が高く、活動終了は認められず、N-Tau 群に繋がっている感じである。おうし座流星群北群より q が小さいのは、みずがめ座 δ 北流星群のコンタミによる影響かもしれない。

◆かに座 δ 北流星群(#096 NCC)

群の判定は $Dd < 0.105$ の条件で抽出した。また、南群を除くため、昇交点が 180° 程度離れた流星は取り除いた。おうし座流星群北群との明確な境界は見えない。

◆かに座 δ 南流星群(#097 SCC)

群の判定は $Dd < 0.105$ の条件で抽出した。また、北群を除くため、昇交点が 180° 程度離れた流星は取り除いた。おうし座流星群南群(annual)との明確な境界は見えない。

◆いて座 μ 南流星群(#069 SSG)

群の判定は $Dd < 0.0525$ (やや厳しい基準) の条件で抽出した。散在流星との境界が不明確である。集中部分 ($Dd < 0.0525$) は周辺部分 ($0.105 > Dd > 0.0525$) より平均光度で 0.2 等明るく大きな物質が多いと推定できる。消滅点高度が高いことは、輻射点が南天低いため突入角が浅くなることと関連するのかもしれない。

◆オリオン座 χ 南流星群(#257 ORS)

Working List に置かれているオリオン座 χ 北流星群と共に χ Orionids Complex (Jenniskens 2006) のメンバーとされる。Jenniskens, 2006 や Jopek et al., 2003 は、おうし座流星群南群の太陽黄径 250° 以後の活動を指すように見えるが、Jenniskens et al, 2016 で記載されたオリオン座 χ 南流星群はずっと前の時期でピーク輻射点はおうし座に位置する。 250° 付近におけるおうし座流星群南群の断層について

て、定かな研究が必要と思われる。ここでは一旦この群の扱いは削除した。

3-2-3. 南北みずがめ座 δ 流星群

◆みずがめ座 δ 南流星群(#005 SDA)

Dd<0.0525により抽出後、輻射点、Vgの集中からはずれた流星を取り除くことを繰り返した。

◆みずがめ座 δ 北流星群(#026 NDA)

Dd<0.105により抽出後、輻射点、Vgの集中からはずれた流星を取り除くことを繰り返した。毎年の活動変化が大きい。活動のよく見える年とそうで無い年、また輻射点がよく集中する年と分散する年がある。大雑把には、低調な活動→ばらけた輻射点→まとまった輻射点というサイクルを3-4年で繰り返しているようにも見える。ところで、同時期の散在流星に対するこの群に属する流星の比を図1に示す。この図からは明確な周期性を読み取ることはできない。今後も活動の変動に注視したい。

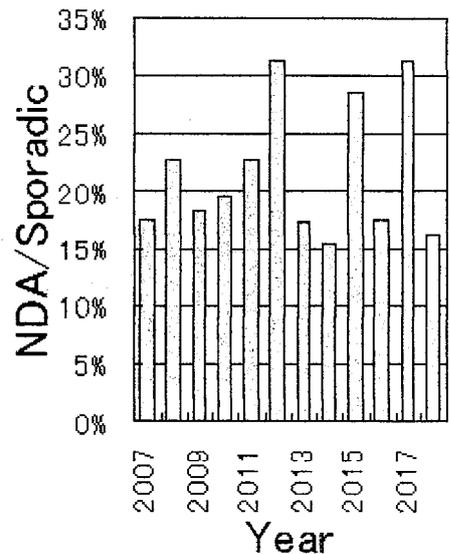


図2 みずがめ δ 北流星群の散在流星との比の毎年の変化

3-2-4. 10月りゅう座流星群(#009 DRA)

いくらかは流星群活動が認められるだろうと期待したが、ほぼ認められなかった。

3-2-5. しぶんぎ座流星群と12月りゅう座 α 流星群

1 1月下旬から1月初旬にかけてりゅう座に輻射点に位置する3つの流星群が連続して活動する。最初に活動するのが12月りゅう座 κ 流星群(#336 DKD)で、12月初旬にピークがある。これは軌道が大きく、Halley タイプの流星群である。この流星群の輻射点は南東に移動し、木星族の流星群である12月りゅう座 α 流星群の活動に繋がる。1月頃になると、短く鋭いピークがあるしぶんぎ座流星群へと繋がる。この3群は活動期間と輻射点位置が連続するため、個々の流星の識別が困難である。

◆しぶんぎ座流星群(#010 QUA)

2007年から2019年までの13年間の活動から求めた。群判定はDd<0.0525によるルーチンを実施し、集束した結果を採用した。活動のピークは太陽黄径で1°程度の幅に入る。そして、その前後に淡い活動が重なる二重構造である。太陽黄径285-287°付近の活動はQUA群の核心とはやや独立した感がある。

◆12月りゅう座 α 流星群(#334 DAD)

前後の流星群と分離するため、群判断は次の通り行った。輻射点位置とVgの分布図を使い、集団から外れた流星を除外した。また、軌道半長径の逆数(1/a)が0.2より小さいものを除外した。これは軌道の大きなDKD群を除外するためである。活動期間の太陽黄径は239-272°となった。抽出した流星は、Dd > 0.105になるものが2割以上含まれる。図4は、太陽黄径230から290°の輻射点分布、太陽黄径(S.L.)に対する赤経と赤緯の12年間積分した図である。ただし、しぶんぎ座

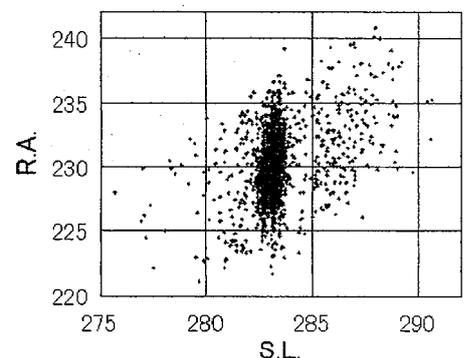


図3 しぶんぎ座流星群の太陽黄径に対する輻射点赤経

流星群と判定したものを除外しているため、輻射点分布図の左下がクレーターのよう欠けている。"クレーター"の右上縁には輻射点の集中がある。この集中は、DAD を示す集中とは不連続に見え、正しくは2重構造を示すQUA群の外周部と判定すべきだろう。

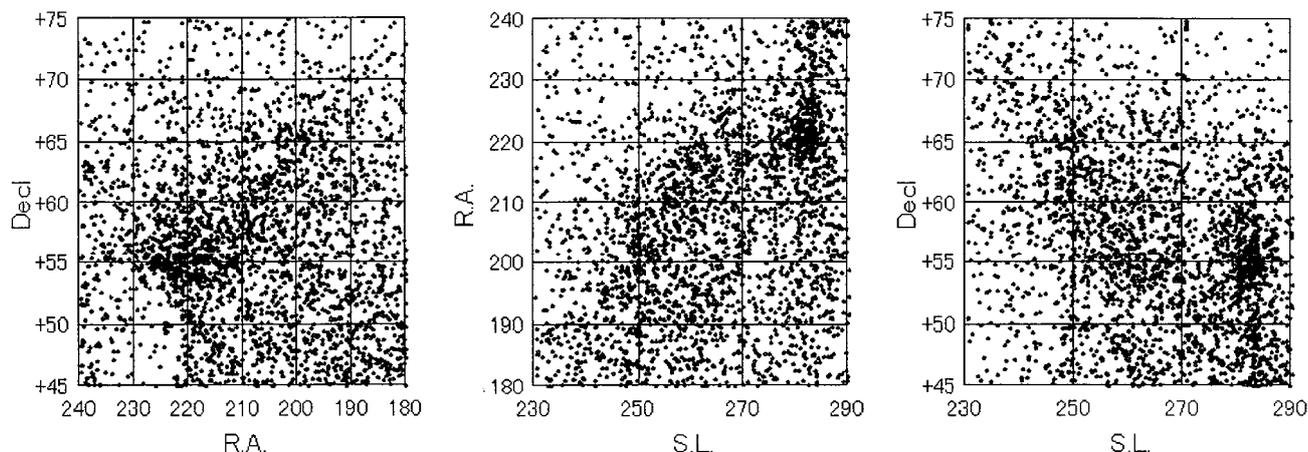


図4 12月りゅう座流星群太陽黄径 230-290° の輻射点分布(左)、太陽黄径に対する輻射点赤経(中央)、太陽黄径に対する輻射点赤緯(右)。

また、輻射点分布の中のDAD群の中央部付近に図5(左)のようにA-Bの帯の部分を取り、その部分の流星について太陽黄径と赤経の図を描いた(図5中央)。太陽黄径 270° 付近でDAD群の活動が終わり、272° 付近からQUA群に置き換わると見られる。図5(右)は、同じ範囲で太陽黄径と軌道半長径の逆数(1/a)の図である。中央左の横に伸びた塊がDAD群、右中央の集中度の高い塊がQUA群の前駆活動、そして、1/a=0.1 付近に横に繋がる分布がDKD群として分離できる。すなわちDKD群は少なくとも太陽黄径 260° 付近まで続き、QUA群の下側、即ちQUA群と同時期にまでDKD群の活動が続いている可能性がある。正確な判断は、観測誤差を十分に排除して下す必要があり、小型TVカメラによる観測では困難な課題である。

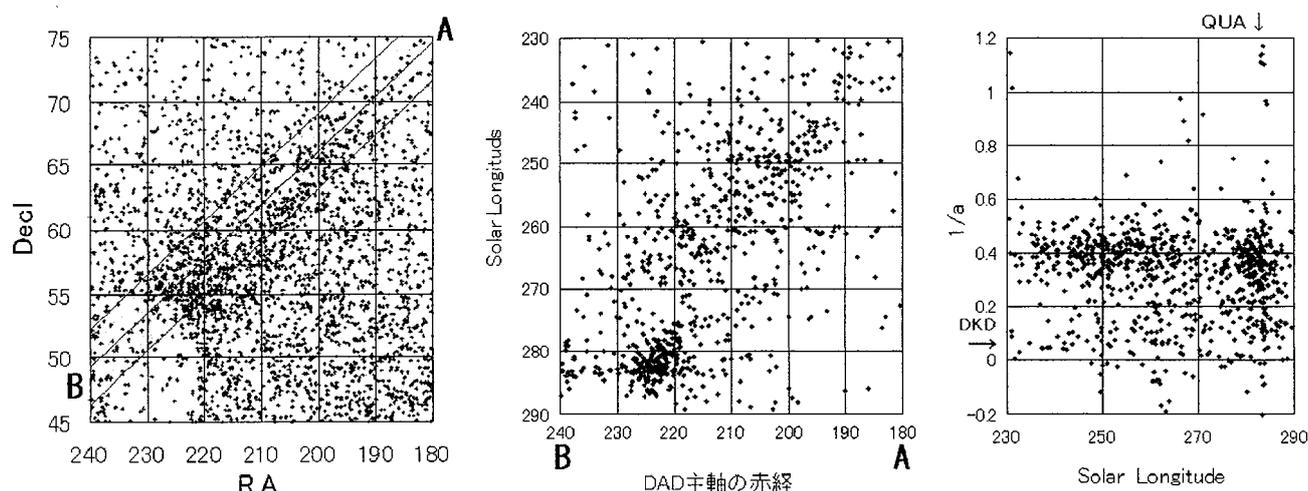


図5 12月りゅう座流星群太陽黄径の輻射点分布に群の中央付近にA-Bの帯を取り(左)、その領域の流星の輻射点赤経と太陽黄径(中央)、太陽黄径に対する1/aを(右)を示す。

3-2-6 春の黄道群

流星の少ない3~4月頃、おとめ座付近に輻射点がある流星群が活動する。いずれも小流星群であり、背景に"anti helion source"と呼ばれる反太陽方向からの(散在?)流星が重なる。

◆おとめ座 η 流星群(#011 EVI)

木星との 3:1 軌道共鳴により 4 年周期での明確な出現を示す。従って、2009,2010,2013,2014,2017,2018 の 4 年間のデータから集計した。群判定は $Dd < 0.105$ に従った。

◆おとめ座 α 流星群(#021 AVB)

2017,2018 年のみで明確な集中した活動が記録されている。他の年は拡散した輻射点である。群の帰属判定は、輻射点位置と速度 (V_g) によって行い、S.L.-R.A.の相関からはずれた流星を手動で除去した。年による活動状況の相違は天候を反映している可能性がある。

◆おとめ座 h 流星群(#343 HVI)

2008,2009 年のみで顕著に出現し、2015,2017 年にわずかに確認できる。他の年はほぼ認められない。群判定は $Dd < 0.0525$ (厳しい判断基準)に加え、輻射点位置と V_g が集中から遠いものを除外した。おとめ座 α 流星群とは軌道の形はほぼ一致し、軌道の向きが少し違うのみ。2011,2014 年にはやや南に輻射点の集中 (S.L.=23.5, R.A.=207.5, Decl=-15.2, $V_g=26.7$) が有り、IAU MDC で October alpha Virginids (#651 OAV) が該当しそうである。この東側にも弱い流星群活動が見られる。working list にある ι Librids (#826 ILI) と μ Virginids (#047 DLI) がそれぞれ該当しそうである。

3-2-7. はくちょう座 κ 流星群と 8 月りゅう座流星群

ペルセウス座流星群が活動する頃、同時期にごく近くに輻射点がある 2 つの流星群である。活動の初期には輻射点が接近し両群の識別が困難である。

◆はくちょう座 κ 流星群(#012 KCG)

木星と 5:3 共鳴により約 7 年周期で明確な出現を示す (Shiba 2017)。群判定は 2007,2014 年の活動から $Dd < 0.105$ で抽出し、輻射点位置と V_g の葉擦れが大きいものを取り除いた。輻射点分布は南北に極端に伸びる傾向がある。2013 年にも弱い活動があったが、輻射点は北側に 5° ほどずれていた。2020,2021 年の出現に期待する。

◆ 8 月りゅう座流星群(#197 AUD)

輻射点は円弧を描いて西に移動するため直線近似が不能な流星群である。加えて活動の初期には輻射域が南北に伸び、活動の後半は東西に伸びる特異な分布を示す。群判定は輻射点の位置と V_g の集中部として抽出した。

3-2-8. こぐま座流星群

活動のピークはわずかに太陽黄径 0.5° 程度の間である。そのピークの前後 10° ほどの期間にごく弱い活動が付随する (図 6)。ピーク前にやや明確でピーク後の活動は特に弱い。ごく短い極大期が観測可能かどうかで出現数は極端に変わる。群判定は $Dd < 0.0525$ (厳しい基準)を使った。これまでに見られた大出現(1981 年等)は、ストリームとの遭遇だろう。

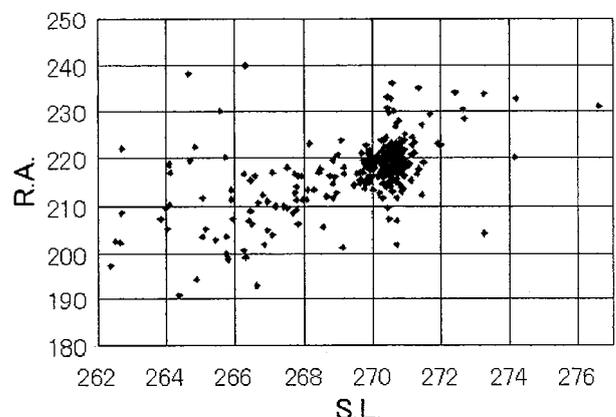


図 6 こぐま座流星群の太陽黄径と輻射点赤経

3-2-9. Biela系

Biela 彗星起源の流星群は 19 世紀に流星嵐を見せた。母天体は崩壊したと推定され、現代の流星活動は低調である。輻射点の位置が時代と共に大きく変化した特徴が観測史に残されており、現在の輻

射点領域がその歴史を留めている。10月下旬から12月上旬の長い活動期間の内に、広い空域に年によって現れるごく小さな集中した活動と、およそ通年現れる小流星群活動と、その周りに散在流星化した流星が観測されている。そこで次の通り整理した。まず、目立った集中部分を個別抽出した。次に、全年の合計からアンドロメダ座流星群として判定基準 $Dd < 0.105$ として抽出した流星から輻射点位置と速度が集中から外れる流星を削除して平均軌道と輻射点移動を求めた。

◆ 年によって現れる突発的 Stream

各年の集中が見られた部分の集計は次の表2のとおり。このうち2011年の下段が12月カシオペア座φ流星群(#446 DPC: Jenniskens 2016)とされる。これに似た特徴を持つものが2013年、2015年(下段)に認められる。ただし、2018年の出現のように中間位置の出現もあり、12月カシオペア座φ流星群をアンドロメダ座流星群(#018 AND)から分離する境界線は見い出せない。この2018年の出現に該当する位置には他の年にも少しずつまとまった出現が認められ、これを表2の末尾に★として2018年以外の集計を示した。

表 2

Yr.	N	Solar Longitude			Corr.Rad.		orbital elements										H1	H2
		Mean	From	Till	R.A.	Decl.	_vg	_a	_q	_e	_p	_peri	_node	_incl	mag			
2007	3	225.29	224.59	225.69	21.4	26.9	17.8	3.101	0.7717	0.7511	5.46	241.03	225.29	8.38	-0.58	96.44	83.34	
2009	6	225.44	223.99	227.33	22.0	27.6	17.4	2.792	0.7705	0.7240	4.67	241.93	225.44	8.47	-0.26	96.54	84.30	
2009	5	242.49	241.20	244.39	26.3	43.5	16.2	2.857	0.8433	0.7048	4.83	229.67	242.49	13.02	0.06	95.32	84.83	
2010	7	222.04	219.11	223.88	20.6	27.2	18.0	2.785	0.7513	0.7303	4.65	244.91	222.04	8.94	-0.26	95.95	84.71	
2011	4	213.58	212.68	214.55	16.3	25.2	18.6	2.457	0.7152	0.7089	3.85	251.08	213.58	9.41	-0.14	89.42	80.92	
2011	17	252.25	251.76	252.82	19.3	58.0	15.8	2.773	0.8993	0.6757	4.62	218.49	252.24	17.61	-0.41	95.96	84.36	
2012	3	220.77	219.28	221.59	19.1	24.7	17.7	2.804	0.7575	0.7299	4.70	243.92	220.77	7.88	0.46	96.46	86.92	
2012	4	230.32	230.26	230.43	22.8	32.5	17.1	2.927	0.7950	0.7284	5.01	237.78	230.32	10.16	0.04	95.35	84.75	
2013	3	252.45	252.52	252.50	18.8	55.6	14.8	2.608	0.9060	0.6527	4.21	217.29	252.45	15.89	0.54	95.35	88.81	
2014	5	239.13	237.92	240.00	18.1	27.0	16.1	2.921	0.8144	0.7212	4.99	234.64	227.35	7.95	-1.58	93.18	75.14	
2015	7	220.35	217.40	223.71	11.9	25.2	15.2	2.452	0.8190	0.6659	3.84	235.62	220.34	7.91	0.62	86.33	76.20	
2015	9	222.25	221.56	223.63	20.4	26.3	17.6	2.692	0.7590	0.7181	4.42	244.01	222.25	8.34	0.22	95.56	85.70	
2015	5	248.86	247.78	251.89	19.7	52.0	15.5	2.917	0.8913	0.6944	4.98	220.01	248.86	15.51	-0.32	95.90	85.16	
2018	8	243.02	237.75	247.24	21.0	45.9	15.8	2.921	0.8674	0.7031	4.99	225.04	243.02	13.93	-0.15	92.79	83.31	
★	9	244.27	237.67	247.27	22.4	44.7	15.2	2.787	0.8705	0.6877	4.65	224.63	244.27	12.87	0.18	92.08	83.71	

表の項目は次の通り。Yr.: 観測年、N:流星数、Solar Longitude:太陽黄径(J2000.0)の平均、最初、最後[deg]、Corr.Rad.:修正輻射点の赤経と赤緯[deg]、vg:対地心速度[km/s]、a:軌道半長径[au]、q:近日点距離[au]、e:離心率、P:軌道周期[yr]、peri:近日点引数[deg]、node:昇交点黄径[deg]、mag:平均絶対光度[mag]、H1:平均発光点地上高度[km]、H2:平均消滅点地上高度[km]

◆ アンドロメダ座流星群(#018 AND)

群判定は、表2のStream起源と思われる流星を除外し、 $Dd < 0.105$ の条件に加え、輻射点位置とVgの集中部から外れたものを除外して集計した。

◆ 12月カシオペア座φ流星群(#446 DPC)

表2に示した2011年に顕著な出現から範囲を広げて集計した。

3-2-10 ヘルクレス座τ流星群(#061 TAH)と6月うしかい座流星群(#170 JBO)

6月にごく近い位置に2つの流星群が記載されている。母天体は別とされるが、軌道は大変類似している。

◆ ヘルクレス座τ流星群(#061 TAH)

$Dd < 0.525$ を基準に群判定した。集計したが、輻射点位置と速度の集中度が低く、この群の存在は

怪しい。6月うしかい座流星群(#170 JBO)とも近く、分離の困難もある。

◆ 6月うしかい座流星群(#170 JBO)

明確な出現は2010年のみである。Dd<1.025の条件に加え、輻射点位置とV_gの外れたものを除外して集計した。

3-2-11. からす座流星群(#63 COR)

IAU MDCに記載された位置に出現はほぼ認めない。

3-2-12. ポンプ座α流星群(#110 AAN)

2009,2010,2012,2013,2017年は出現したかもしれないが、他の年はほぼ見られない。Dd<0.105を基準に抽出。日本からは観測困難な群である。

3-2-13. とも座π流星群(#137 PPU)

南天低く、日本からは観測困難な流星群で、1個の観測も得られなかった。

3-2-14. くじら座ω北屋間群(#152 NOC)

輻射点位置とV_gの集中部として抽出した。屋間群だが、辛うじて観測できる位置である。電波観測によるBrown et al., 2008より軌道周期がかなり大きくなった。

3-2-15. 6月わし座北流星群(#164 NZC)と6月わし座南流星群(#165 SZC)

やぎ座流星群(#001 CAP)の出現に先行してそのやや東に出現するが、軌道の特徴は全く違う。むしろ、約1ヶ月後に出現するみずがめ座δ南流星群(#005 SDA)、みずがめ座δ北流星群(#026 NDA)と似ている。関連が気になるが、日本では梅雨時期で十分なデータを取りづらい。

◆ 6月わし座北流星群(#164 NZC)

活動が明確なのは2011のみで2008,2009,2018はやや活動を認める。Dd<0.105を基準に抽出した。Jenniskens et al 2016aの極大より10日以上遅い出現時期になった。

◆ 6月わし座南流星群(#165 SZC)

輻射点はやぎ座の南部で名前と一致しない。Dd<0.105を基準に抽出した。こちらの諸元はJenniskens et al 2016aとよく一致。

3-2-16. おひつじ座屋間流星群(#171 ARI)

輻射点位置とV_gの集中部を抽出し群判定とする。Dd判定の結果とあまり一致しない。軌道傾斜角のばらつきが大きいことがその原因と思われる。発光点、消滅点高度が高く、破碎しやすい物質なのかもしれない。

3-2-17. カシオペア座ψ流星群(#187 PCA)

ペルセウス群に先行する活動とされる。Jenniskens et al 2016aの位置にこの群は存在しない。Brown et al 2008に近い場所には弱い活動があるかもしれないが怪しい。2010,20014,2018の集中部のみを輻射点位置とV_gにより抽出した。木星族の流星群では無いという結果となった。

3-2-18. ろくぶんぎ座屋間群(#221 DSX)

輻射点の位置と V_g により集中部分を抽出した。D 判定と一致しないものも含まれる。

3-2-19. 10月やぎ座流星群(#233 OCC)

Terentjeva 1989 (Stream No 53) に該当する軌道では群活動は存在しない。 V_g を大きく減少させれば存在すると言えるのかも。

3-2-20. ほうおう座流星群(#254 PHO)

日本からは低空で、確実に該当する流星は見つけられなかった。

3-2-21. 1月しし座流星群(#319 JLE)

$Dd < 0.105$ の基準により抽出した。軌道は木星族というより Halley type であることを確認した。

3-2-22. かんむり座 ξ 流星群(#323 XCB)

毎年活動の様子が変化する。2010 年は集中した活動、2014 年は 3,4 度南からの出現、2017 年は拡散した輻射点、2012 年も拡散し更に弱い。他の年はほとんど出現を認めない。 $Dd < 0.105$ で抽出し、速度の大きいもの ($a > 10\text{au}$) を除外して集計した。230,+28 ~ 238,+25 付近に別の活動あるようだ(=かんむり座 θ 群: #321 TCB か?)。この群の変動の大きさ、周囲の活動の複雑さを考慮すると、Working list に留め置くことが適切である。

3-2-23. σ へび座流星群(#330 SSE)

$Dd < 0.105$ を基準として抽出。集計はしたが、 $N=8$ と数が少なく群の存在が不鮮明。それでも Jenniskens et al 2016a の $N=3$ の 2 倍を超える。 $R.A.=220, Decl.=+1, S.L.=286^\circ$ 付近の活動は #500、JPV と思われる。

3-2-24. エリダヌス座 \circ 流星群(#338 OER)

$Dd < 0.105$ を基準として抽出。輻射点の集中度は低い、群の存在は明確。輻射点はおうし座流星群南群の南側 15° 付近に位置する。

3-2-25. ヘルクレス座 \times 流星群(#346 XHE)

$Dd < 0.105$ を基準として抽出。比較的明確な出現があった年は、2009,2011,2013,2015,2018 年。

3-2-26. おうし座 χ 流星群(#388 CTA)

Jenniskens et al 2016a のデータを元に、 $Dd < 0.105$ を基準に抽出。輻射点はおうし座流星群北群(NTA) とほぼ重なり、眼視観測による分離は不能。速度の差が有ることで独立した群の存在が確認できる。ただ、計算された近日点引数(q)のばらつきが大きい。この群に加えて NTA の観測速度の誤差が重なり、真の軌道の大きさは判然としない。

3-2-27. こぐま座 γ 流星群(#404 GUM)

$Dd < 0.525$ による判定を基準に輻射点と V_g の分布から外れたものを除外した。

3-2-28. リゅう座入南流星群(#526 SLD)

輻射点の位置と V_g を基準に抽出した。コンパクトに集中した小流星群である。

3-2-29. からす座 η 流星群(#530 ECV)

$Dd < 0.105$ を基準として抽出。逆行軌道の高速流星群で木星族と言うより Halley type に属する。平均消滅点高度が 100km を越える。

3-3. 物理データの比較

3-3-1. 平均光度

各流星群の平均絶対光度を図7に示す。

目立って明るい流星群は、はくちょう座 κ (KCG)、カシオペア座 ϕ 流星群(PCA)である。ろくぶんぎ座屋間群(DSX)、南北みずがめ座 δ 流星群(SDA, NDA)やしぶんぎ座流星群(QUA)も明るい。また、おうし座流星群南群のうち、軌道共鳴成分(STA_R)は他のおうし座流星群と大きな違いがある。軌道共鳴流星群はおとめ座 η 群(EVI)も含めて明るいという特徴が見られる。

一方、目立って暗いのはポンプ座 α 流星群(AAN)で、 σ へび座流星群(SSE)、アンドロメダ座流星群(AND)、かんむり座 ξ 流星群(XCB)も暗い傾向である。

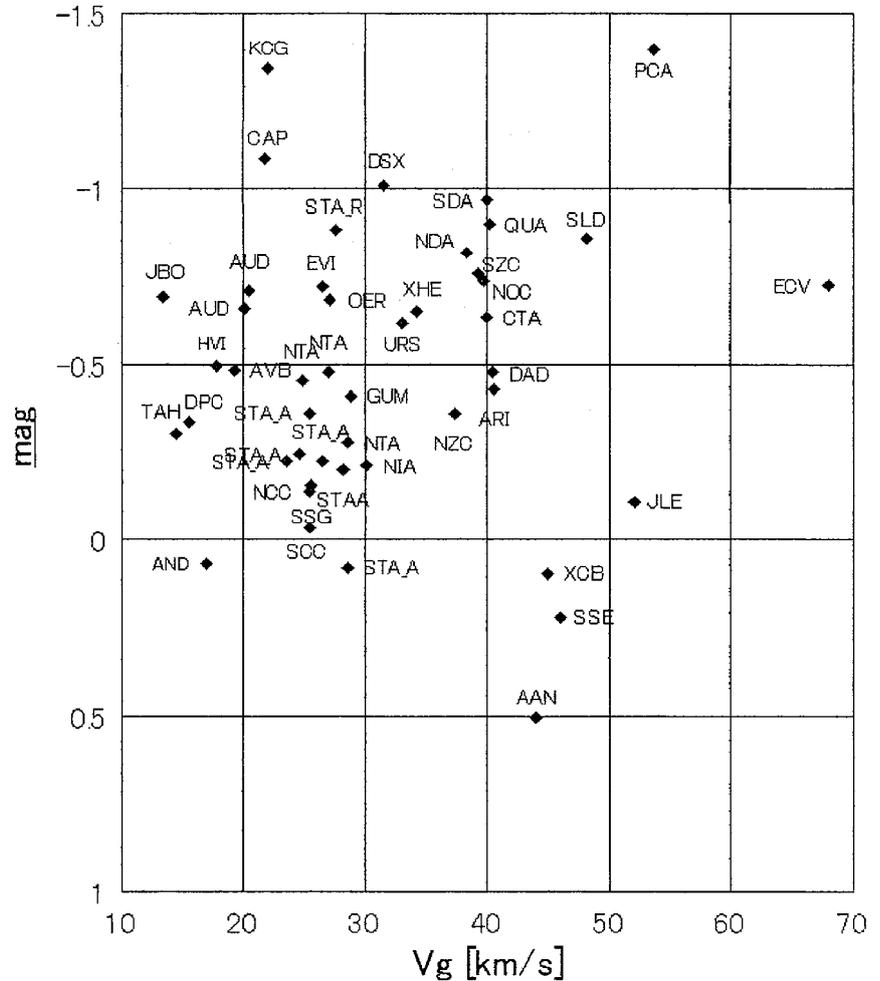


図7 流星群毎の対地心速度と平均光度の関係

3-3-2. 発光高度

各流星群の平均の発光点標高(○印)、消滅点標高(◆印)を対地速度 V_g に対して図8に示す。結果は、それぞれ高速の流星ほど高い高度で発光し、早くに消滅する傾向が確認できる。図8には発光点高度、消滅点高度と V_g の関係を一時近似し図9に並記した。しかし、消滅点光度の分布にばらつきが大きい。そんな原因として、流星物質の大きなものほど低空まで光り続けるという効果に加わっているだろう。

この他に発光、消滅の高さに影響を与える効果を探するため、図9の一時近似と、個々の群の平均高度との偏差を、図10に近日点距離 q に対して示した。結果は、発光点も消滅点もいずれも正の相関があった(一時近似並記)。

的に使われる UFOOrbit V2 による軌道計算の過程で、速度は全経路の平均値を初速として扱うことを基準とし、必要があれば減速値を推定して加算することもできる仕様である。このたびは、減速値をゼロとする設定で計算したため、速度は過小評価されている場合が多い。今後、この減速値の推定を改善する必要がある。幸い、軌道共鳴が推定できる流星群が3群判明している。これらは、計算された軌道周期が天体力学的に決定される軌道周期と等しくなるよう大気減速値を逆算可能である。ただし、流星群毎に違った特徴があるだろうし、現在の計算を改善できてもすべての流星群に対する普遍的な修正値を知ることはできないだろう。

さて、この研究ではいくつかの流星群で Jenniskens 2016 a,b,c,d のデータを改善した可能性がある。これは、SonotaCo Network の12年に及ぶ観測で、毎年活動変動、毎年天候の変動を平均化し、更に基礎的なデータ数も多くなったことが寄与したことだろう。

ただし、一方いくつかの流星群で有意な観測データ得られなかった。その理由は、流星数の少なさと推定されるもの (PPU) や、流星群の Stream との遭遇するときのみで出現すると思われる流星群 (DRA,PHO)、群の存在が疑われるもの (COR,OCC)、従来のデータに大幅な相違がある疑いがあるもの (NOC,PCA)、さらに他の流星群との境界を確定し、分離する基準が不明な群 (ORS) もあった。この中にはTV観測では補足困難な条件、すなわち昼間群や暗すぎる流星群もある一方で、IAU MDCで“Established Meteor Shower”とされていることに疑念が生じる流星群がある。ここで、IAU MDCの扱いについて一つの提案をする。すなわち、小惑星の仮符号から確定番号付与の条件を参考に、“established”への移行は、個別の流星群に対して個別に判断せず、決定されている判定基準に対して半自動的に決定されることが望ましい。必要と思われる定性的な判定基準例を次に示す。

(a) 流星が一定期間に一定範囲に集中していることの証明

- ・時間軸に対する輻射点と速度に集中が証明できること、もしくは太陽系空間において軌道の集中が証明できること。

(b) 必要なデータが揃っていること

- ・現代的な観測では、観測者、報告者、観測地、観測時間が揃った報告で、輻射点とその移動に加えて速度、もしくは軌道要素が提供されていること。
- ・歴史的記録では、上記を柔軟に扱う。

(c) 既存の流星群と一致しないことの証明

- ・報告された流星群の時間的、空間的周囲に流星群が存在しないか、存在する場合でもその性質に明確に分離する空隙が存在するか、その起源や軌道進化で分離する理由があること。

(d) 科学的データとして客観性の証明

- ・上記(a)(b)(c)が揃った報告が少なくとも2件以上、独立した観測グループから提供され、誤差の範囲で一致すること。

流星群毎の発光点および消滅点の高度がその速度に依存し、正の相関があることが確認できた。これは従来からよく知られていた。更に、その効果を除去したときに流星群の近日点距離と正の相関があることが分かった。これは、流星物質が太陽に繰り返し近づくことによって揮発しやすい物質が失われたり、破碎しやすい物質が優先的に失われたり、熱変性によって堅固になったりする効果が作用した可能性がある。また、軌道共鳴流星群であるおうし座流星群南群 (軌道共鳴成分)、おとめ座 η 流星群の消滅点が高いことが興味深い。軌道共鳴によって準安定な軌道を得た流星群は、他の流星群より長い期間太陽を安定して周回することができるだろう。その結果、熱変性により機械的強さを得

た流星物質は破碎を免れやすくなったのかもしれない。今後、分光観測から何らかのヒントが得られることを期待する。

5. 謝辞

この研究は、日々カメラを稼働し、そのデータ解析を続けられたSonotaCo Networkの多くのメンバーの成果である。また、ネットワークを運営し必要なソフトウェアを提供されたSonotaCo氏の貢献にも負う。彼らの多大な努力に感謝する。

文献

- Asher D. J. and Izumi K. (1998). "Meteor observations in Japan: new implications for a Taurid meteoroid swarm". *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **297**, 23-27.
- Brown, P.; Weryk, R. J.; Wong, D. K.; Jones, J. (2008), 'A meteoroid stream survey using the Canadian Meteor Orbit Radar. I. Methodology and radiant catalogue' *Icarus*, Vol.195, Issue 1, p. 317-339.
- Drummond J. D.(1981), "A test of comet and meteor shower associations". *Icarus*, **45**, 545-553.
- Jenniskens, Peter (2006), 'Meteor Showers and their Parent Comets', *Meteor Showers and their Parent Comets*, by Peter Jenniskens, pp. . ISBN 0521853494. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006.
- Jenniskens, P.; Nénon, Q.; Albers, J.; Gural, P. S.; Haberman, B.; Holman, D.; Morales, R.; Grigsby, B. J.; Samuels, D.; Johannink, C.(2016 a), 'The established meteor showers as observed by CAMS', *Icarus*, Vol.266, p. 331-354.
- Jenniskens, P.; Nénon, Q.; Gural, P. S.; Albers, J.; Haberman, B.; Johnson, B.; Holman, D.; Morales, R.; Grigsby, B. J.; Samuels, D.; Johannink, C.(2016 b), 'CAMS confirmation of previously reported meteor showers' , *Icarus*, Vol.266, p. 355-370.
- Jenniskens, P.; Nénon, Q.; Gural, P. S.; Albers, J.; Haberman, B.; Johnson, B.; Morales, R.; Grigsby, B. J.; Samuels, D.; Johannink, C.(2016c), 'CAMS newly detected meteor showers and the sporadic background' , *Icarus*, Vol.266, p. 384-409.
- Joepk, T. J.; Valsecchi, G. B.; Froeschle, Cl. (2003), ' Meteor stream identification: a new approach - III. The limitations of statistics' ,*Monthly Notice of the Royal Astronomical Society*, Vol.344, Issue 2, pp. 665-672.
- Rudawska,R. and Joepk,T.J.(2019) , <https://www.ta3.sk/IAUC22DB/MDC2007/>
- Shiba Y., (2016) 'Taurid swarm exists only in southern branch (STA)'. *WGN, Journal of the IMO*, 44:3,78.91.
- Shiba, Y., (2017), 'Kappa Cygnids (KCG) by TV observation results', *WGN, Journal of the IMO*, vol. 45, no. 6, p. 127-143
- Shiba, Y.(2018), 'Eta Virginids (EVI) four year cycle' ,*WGN, Journal of the IMO*, vol. 46, no. 6, p. 184-190
- SonotaCo (2009). 'A meteor shower catalog based on video observations in 2007.2008'. *WGN, Journal of the IMO*, 37:2, 55.62.
- SonotaCo Network :<http://sonotaco.jp/>
- Terentjeva, A. K.(1989), 'Fireball streams.' ,*WGN Journal of the IMO*, Vol. 17, No.6, p. 242 - 245
- 上田昌良(2019)'観測指針', 天文回報, No.914

数値実験から判定する春のおとめ座流星群の正体

A fact on the spring-virginids by making trial of some calculations

茨城県 河越彰彦

概要

存在の有無が議論される、おとめ座流星群をある条件下でモデル化して解析したところ活動する場合の時期とエリアが明らかになった一方で、同流星群の性格的な構造や複数の別働流星群との混同、さらには散在流星の誤認が不可避な状態が予測できた。これらのことから流星群と散在流星との境界をどう考えるべきか提案する。

緒言

数年前から流星群の整理を始めたが、その際におとめ座流星群などの扱いにある種の煩わしさを感じていた。文献等には存在する立場で解説されており、事実、筆者もかつて天文雑誌(月刊天文)や啓蒙書(流星 I)で活動状態を楽観的に述べている。(注1)

しかしながら、適切な理論的根拠や検討が不十分なので、観測事実とは別の視点で数値計算を試みて考察した。

方法

主に二つの方法を用いた。ひとつは日心軌道の計算。もうひとつは放射点からの出現確率の計算である。具体的には以下に示す。

方法① 2月～5月より選んだ8夜の世界時12時に、軌道長半径2.4AUの流星を飛ばす。放射点はおとめ座付近の格子状座標20～25ヶ所。図1参照。

これによって各流星の観測速度や昇交点・降交点までの距離がわかり出現判定ができる。

方法② 独立した放射点から一個の流星が出るか否かの条件を与え、ある個数出る確率と期待値を計算する。図2参照。

例えば4個の放射点で、1個当りの出現確率をコインの表裏確率とみなし1/2とすると、すべて表(出現)は1/16。すべて裏も1/16。確率の高いのは2個表(裏)で6/16。

これによって最大の期待値がわかれば散在流星との境界を明確にできる狙がある。

判定基準

観測速度からの判定

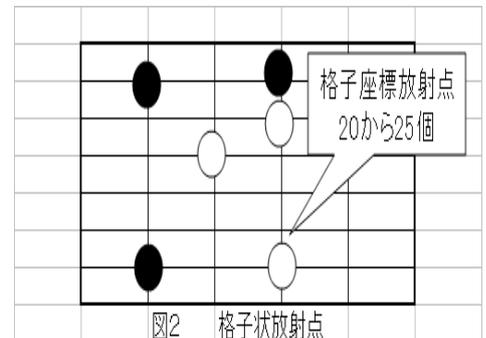
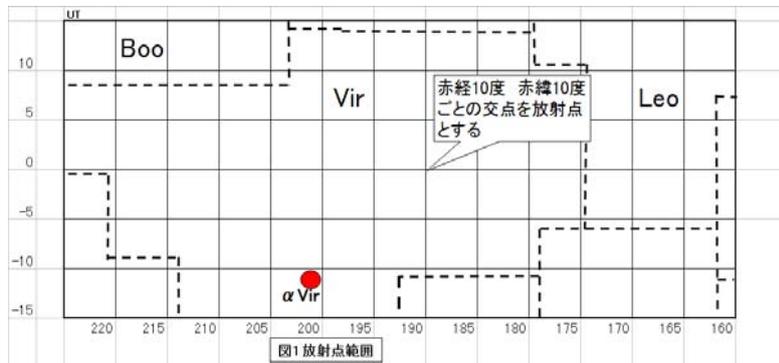
- 10Km/s 以下 超低速流星で大火球の可能性あり。非おとめ群。ダークフライトの可能性も。
- 10Km/s 台 低速火球流星。隕石落下の流星はこの速度クラス。別働おとめ群。
- 20Km/s 台 おとめ座流星群本体と考えられる。
- 30Km/s 台 おとめ座東半分に出る速度の速いおとめ群。別働おとめ群。
- 40Km/s 以上 おとめ座より東に出る別働の非おとめ群。

地球軌道と昇交点、降交点との距離の判定 0.1AU より一桁厳しくした。

確実範囲 100 万 Km(0.0067AU) 以下

微妙範囲 300 万 Km(0.0201AU) 以下～100 万 Km まで

困難範囲 300 万 Km(0.0201AU) 以上



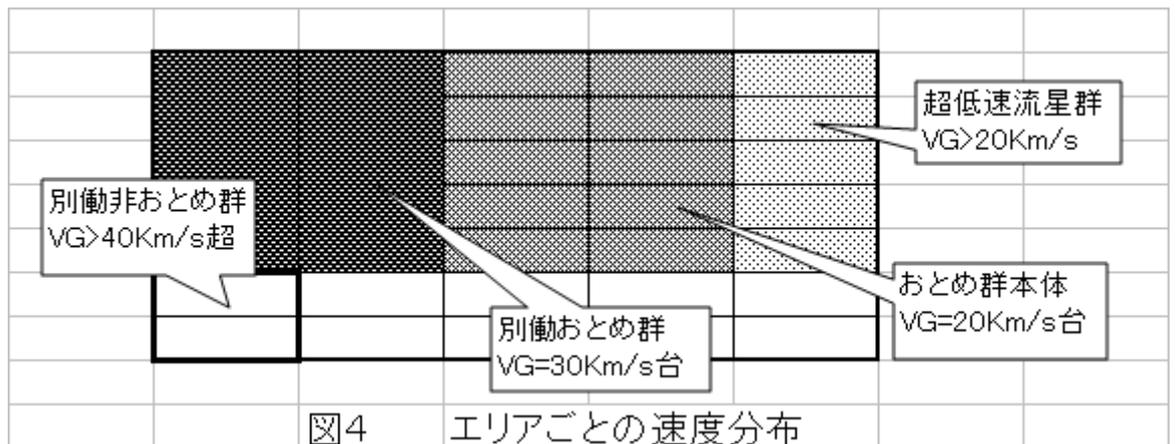
結果と考察

①各夜の出現可能エリアと流星の特徴

観測事実ではなく、計算結果からの特徴である。巻末の図3参照

- 2月 15.5UT おとめ座には別働非おとめ群。しし座後足部は 30Km/s 台のしし座 χ 群。
- 3月 1.5UT おとめ座には 30Km/s～50Km/s 超の流星が出るが、高速流星は別働非おとめ群
- 3月 15.5UT おとめ座西部から東へ順に 20, 30, 40Km/s が並ぶ。**出現確実。**
- 3月 25.5UT しし座からおとめ座西部にかけて 10Km/s 台。おとめ座には 20～30Km/s 台で **出現確実。** 放射点 $\alpha 190 \beta +10$ の降交点出現の流星は半年後に昇交点出現する**可能性が高い。**
- 4月 1.5UT 3月 25.5UT とほぼ同じ。おとめ座西半分は 10Km/s 台の流星が出る**可能性高い。**
- 4月 15.5UT しし座からおとめ座西半分は 10Km/s 台。おとめ座東は 20Km/s 台。**出現微妙。**
- 5月 1.5UT おとめ座全域 10Km/s 台。しし座 10Km/s 以下。出現可能性低い。
- 5月 15.5UT おとめ座東部 10Km/s 台。西部 10Km/s 以下。出現可能性低い。

まとめると、天球西から東にかけて、低速から高速へと流星の対地速度が変化する。図4。



3月から4月上旬にかけて出現の可能性が高くなる。

全般的に計算結果と実際の放射点分布(写真カタログなど)を比較するとよく似ている。

例えば、Orbital Elements of Photographic Meteors など。

②各独立放射点が流星を放つ確率

一般にN個の放射点のうちK個が出現する確率は以下ようになる。

$$P(K) = (1/2)^N \cdot \binom{N}{K}$$

これを散在流星モデルとすると、期待値は、

$$E(K) = K \cdot P(K)$$

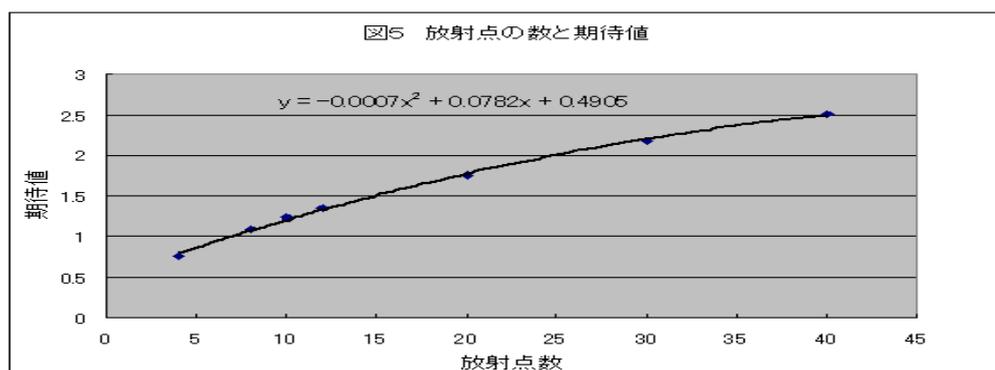
今、N=20 としたら、K=10 で確率は最大になり 0.18 期待値はK=10 と 11 で最大約 1.76

N→大で期待値も増えるがある値に収束する。図5参照

期待値は特にN=56 で最大値約 2.67 になりそれ以降は減少する。即ち、整数で3を越さない。このことは多数の放射点からランダムに流星が出ても確率3個以下だと教えている。

散在流星が例えば一時間内に3個以上出れば何らかの流星群の活動を示唆していると判断

できるし、逆に3個以下の場合には散在流星に埋没していると解釈できる。



結論

1、おとめ座流星群の正体

速度 10Km/s 以下の流星	非おとめ群。おとめ座より西で活動の準散在流星。		
速度 10Km/s 台の流星	別働群で隕石降下の可能性あり(本体と錯誤?)	} 群本体	} 広義のおとめ群
速度 20Km/s 台の流星	群本体(毎年顕著とは限らない)		
速度 30Km/s 台の流星	本体と別働群が混合している		
速度 40Km/s 超の流星	非おとめ群。おとめ座より東で活動。		

従来、低速火球が観測されたのはこの別働群だが、本体と錯誤の広義のおとめ座流星群。

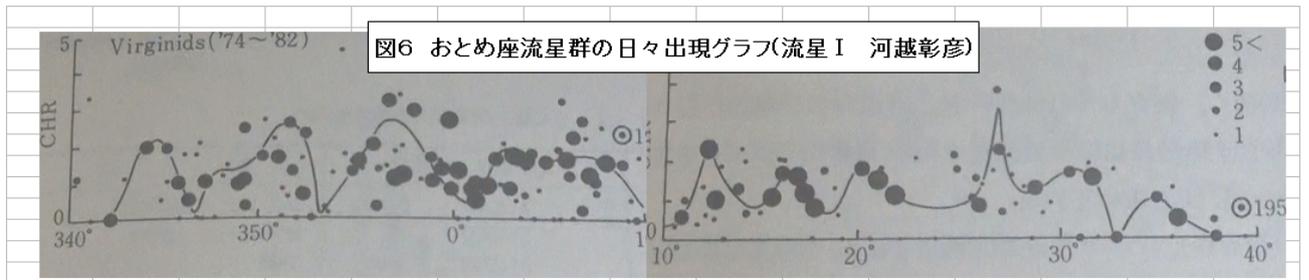
中速の流星は眼視的には本体、別働の区別は困難。これらも広義のおとめ群とみなす。

眼視的には一括しておとめ座流星群系統と総称したい。

2、散在流星との区別

先述したような確率で散在流星が、ときに3を越す活動をするると日々出現グラフに突起状の変化が記録される。図6参照

統計的には移動平均によってならされてしまうが、これは海から顔を出す海山のように散在流星バックグラウンドから飛び出す流星群出現に見える。(図6のフルスケールはCHR5)



筆者らは図7のような概念をもって、表面的には散在に近い状態を「擬似群」として位置づけている。この意味ではおとめ群そのものが擬似群だと考えられる。(注2)

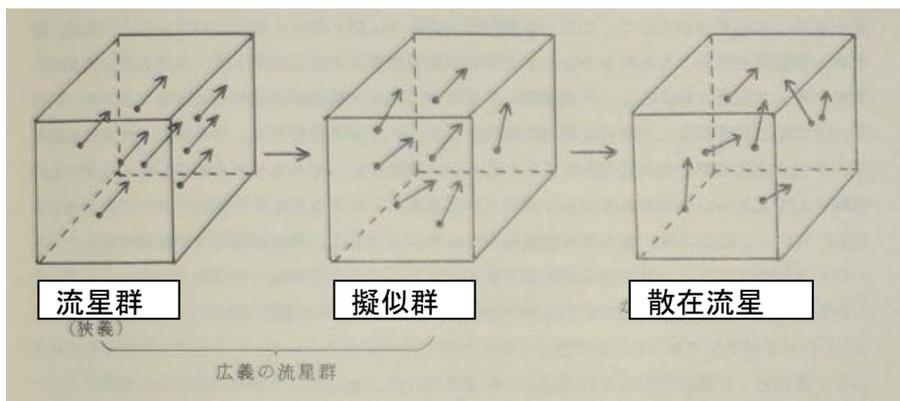


図7 擬似群モデル
(©片山哲哉)

あとがきと余録

以上述べてきた手法はいろいろな流星群の解明に応用できるように思われる。眼視観測でも写真・ビデオ撮影でも現象の記録には限界がある。また計算のみに頼ると空理空論に翻弄される危険がある。いろいろな方法で流星群を研究するのが一番であると確信する。今回の計算結果を実際の記録と対比させてみて感じたことは、発生している活動は動的だが突発性をもっているから、いちいち仔細なリスト(例えば外国のリスト等)との整合性を論じても無意味だということである。合致していても当然、していなくても平然というようでありたい。ある3月下旬の夜半後に関東地方の人たちがへび座流星群を観測していた。ふわっ~と南天低く西から明るい流星がゆっくり飛んだ。「毎年、この時期見られる流星だが個数が少なく放射点がわからない」とある人が。この流星の正体を今回の手法で調べたら、レグレスから地平線寄りに速度10Km/s台や一桁速度の放射点がいくつも算出された。みな昇交点出現で地球軌道との距離が僅か0.002AU程度で(月までの距離より近い!)あり出現確実である。この時期このエリアは観測記録があり、小流星群の放射点も報告されている(筆者も1970年にHR3)が出現数3個以下は危ない。流星群を示唆していても散在流星のようだ。一時間どころか運が悪いと一夜に3個も出そうもない擬似群ではないかと推測できた。本稿では放射点という術後を用いたが、放射点が求まっても軌道要素が計算できても流星群とは限らない。散在流星にも放射点も軌道も存在するからだ。この点が出所不明な外国のリストの危険性である。なんでもない散在流星の集合で小流星群が製造されてしまい。外国製に弱い我々が盲信していないだろうか、よく吟味しなければならない。逆に我々の観測も外国の人たちに正しく理解されているのかと心配する。インターネットの普及でグローバル化が当然の昨今、玉石混合の情報を正しく識別する能力を持ちたい。以上。

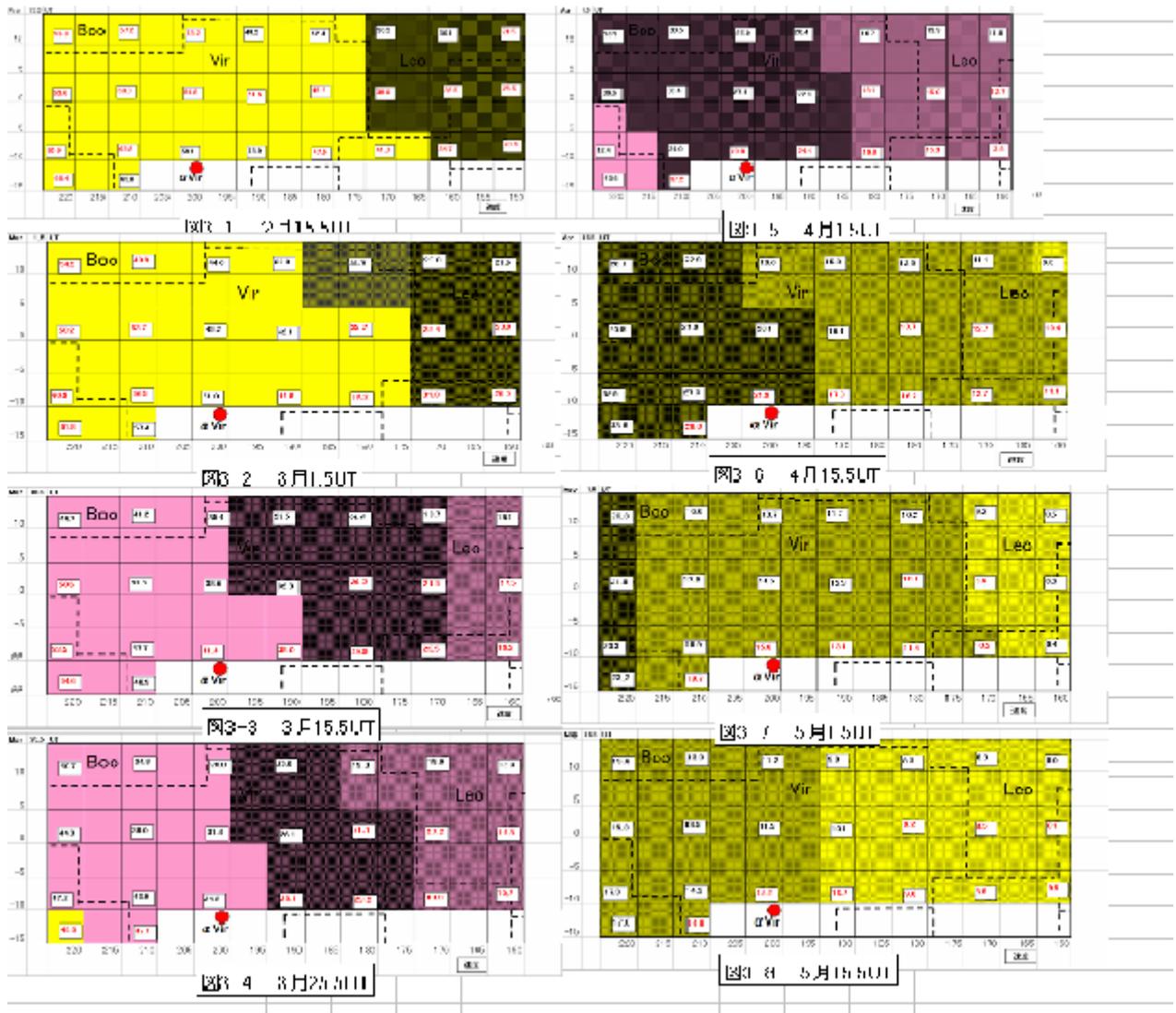
(注1) 流星I 恒星社 斉藤馨児 長沢 工編 p13とp15(河越彰彦)

(注2) 星の友No.22 日本流星研究会 p16~17(片山哲哉)、p46(河越彰彦)

軌道計算は天体計算入門 恒星社 長谷川一郎著を参考にした。

図3 各夜の出現可能エリアの計算結果

各図 左端が赤経 225 度。右端が 160 度(図 3-5 のみ 170 度)。赤緯+10~-10 度(一部-15 度)



図中に口内数値は VG 速度 Km/s

各夜の等倍図は省略

		出現判定基準				
距離			上限度	下限度	速度別群	km/s
	万km	AU			確實	40~
確實	~100	0.0067	1.0067	0.9933	確實	20~
微妙	~300	0.0201	1.0201	0.9799	有望	10~
困難	300以上	0.0201			困難	~10

数値実験から判定する春のおとめ座流星群の正体

茨城県 河越彰彦

(横浜天文研究会、鳥取天文協会会員)

A fact on the spring-voidinids by making trial of some calculations

概要

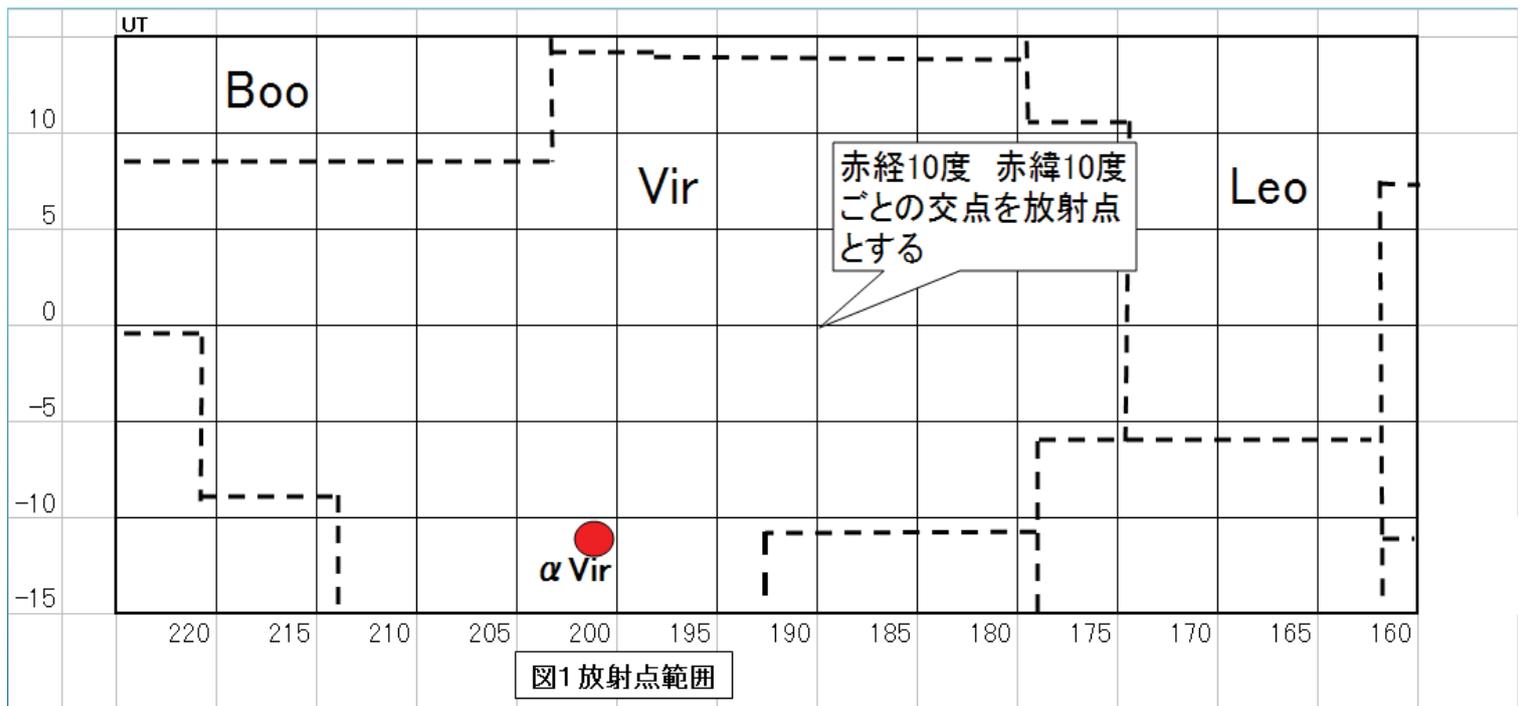
- ▶ 存在の有無が議論される、おとめ座流星群をある条件下でモデル化して解析したところ
- ▶ 活動する場合の時期とエリアが明らかになった一方で、同流星群の性格的な構造や複数の
- ▶ 別働流星群との混同、さらには散在流星の誤認が不可避な状態が予測できた。これらのこ
- ▶ とから流星群と散在流星との境界をどう考えるべきか提案する。

緒言

数年前から流星群の整理を始めたが、その際におとめ座流星群などの扱いにある種の煩わしさを感じていた。文献等には存在する立場で解説されており、事実、筆者もかつて天文雑誌(月刊天文)や啓蒙書(流星 I)で活動状態を楽観的に述べている。しかしながら、適切な理論的根拠や検討が不十分なので、観測事実とは別の視点で数値計算を試みて考察した。

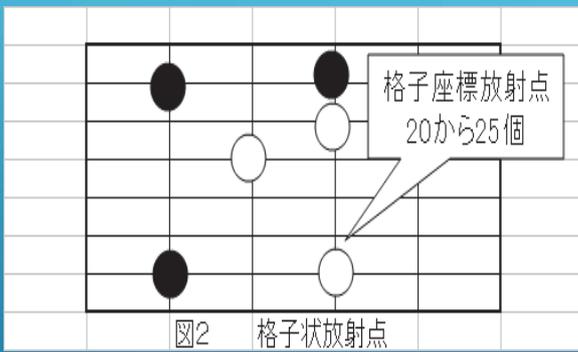
方法

- ▶ 主に二つの方法を用いた。ひとつは日心軌道の計算。
 - ▶ もうひとつは放射点からの出現確率
 - ▶ の計算である。具体的には以下に示す。
-
- ▶ 方法①
 - ▶ 2月～5月より選んだ8夜の世界時12時に、軌道長半径2.4AUの流星を飛ばす。
 - ▶ 放射点はおとめ座付近の格子状座標20～25ヶ所。図1参照。



- ▶ 方法② 独立した放射点から一個の流星が出るか否かの条件を与え、ある個数出る確率と期待値を計算する。図2 参照。
- ▶ 例えば4個の放射点で、1個当りの出現確率をコインの表裏確率とみなし1/2とすると、
- ▶ すべて表(出現)は1/16. すべて裏も1/16. 確率の高いのは2個表(裏)で6/16。
- ▶ これによって最大の期待値がわかれば散在流星との境界を明確にできる狙がある。

方法②



独立した放射点から一個の流星が出るか否かの条件を与え、ある個数出る確率と期待値を計算する。図2参照。

出現確率の考え方

放射点をコインの表裏と考える・・・確率50パーセント



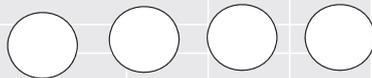
出る



出ない

互いに独立、影響しないし特定のものに細工もない。

例 放射点が4個並んでいる場合



4枚のコインの組み合わせは、 $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ 通り

すべて表(出る)は



1通り 確率1/16

一枚だけ表



4通り 確率4/16

二枚が表(裏)



6通り 確率6/16

一枚だけ裏

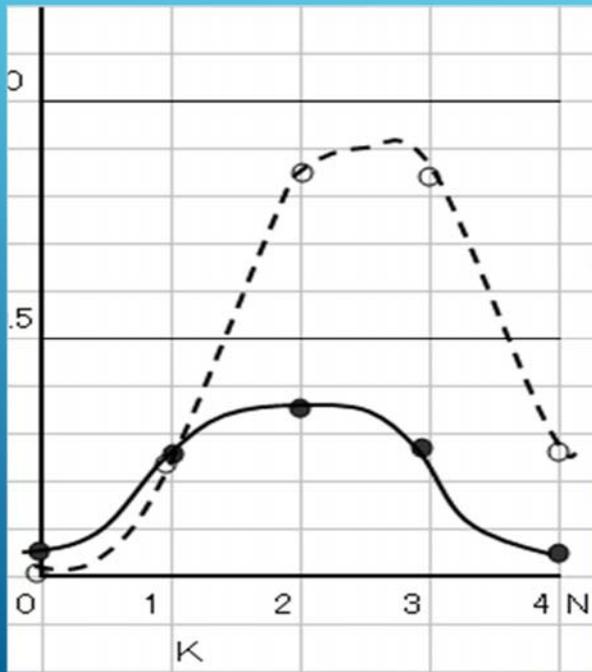


4通り 確率4/16

すべて裏(出ない)は



1通り 確率1/16



最大確率は二枚が表(裏)のとき6/16

式は

$$P(2) = \frac{1}{2} \times \frac{4}{4} \times C_2 = \frac{1}{16} \times \frac{4 \times 3}{2 \times 1}$$

判定基準（日心軌道計算結果を判定する）

観測速度からの判定

- ▶ 10Km/s以下 超低速流星で大火球の可能性あり。非おとめ群。ダークフライトの可能性も
- ▶ 10Km/s台 低速火球流星。隕石落下の流星はこの速度クラス。別働おとめ群。
- ▶ 20Km/s台 おとめ座流星群本体と考えられる。
- ▶ 30Km/s台 おとめ座東半分に出る速度の速いおとめ群。別働おとめ群。
- ▶ 40Km/s以上 おとめ座より東に出る別働の非おとめ群。

地球軌道と昇交点、降交点との距離の判定

- ▶ 確実範囲 100万Km(0.0067AU)以下
- ▶ 微妙範囲 300万Km(0.0201AU)以下～100万Kmまで
- ▶ 困難範囲 300万Km(0.0201AU)以上

結果と考察

①各夜の出現可能エリアと流星の特徴

- ▶ 2月1□□□□ おとめ座には別働非おとめ群。しし座後足部は30Km/s台のしし座χ群。
- ▶ 3月1□□□□ おとめ座には30Km/s～□0Km/s超の流星が出るが、高速流星は別働非おとめ群
- ▶ 3月1□□□□ おとめ座西部から東へ順に20□30□40Km/sが並ぶ。**出現確実。**
- ▶ 3月2□□□□ しし座からおとめ座西部にかけて10Km/s台。おとめ座には20～30Km/s台で**出現確実**。放射点α1□0β□10の降交点出現の流星は半年後に昇交点出現する**可能性が高い**。
- ▶ 4月1□□□□ 3月2□□□□とほぼ同じ。おとめ座西半分は10Km/s台の流星が出る**可能性高い**。
- ▶ 4月1□□□□ しし座からおとめ座西半分は10Km/s台。おとめ座東は20Km/s台。**出現微妙**。
- ▶ 5月1□□□□ おとめ座全域10Km/s台。しし座10Km/s以下。出現可能性低い。
- ▶ 5月1□□□□ おとめ座東部10Km/s台。西部10Km/s以下。出現可能性低い。

しし座からおとめ座西部にかけて10Km/s台。おとめ座には20～30Km/s台で**出現確実**。
放射点α1□0β□10の降交点出現の流星は半年後に昇交点出現する**可能性が高い**

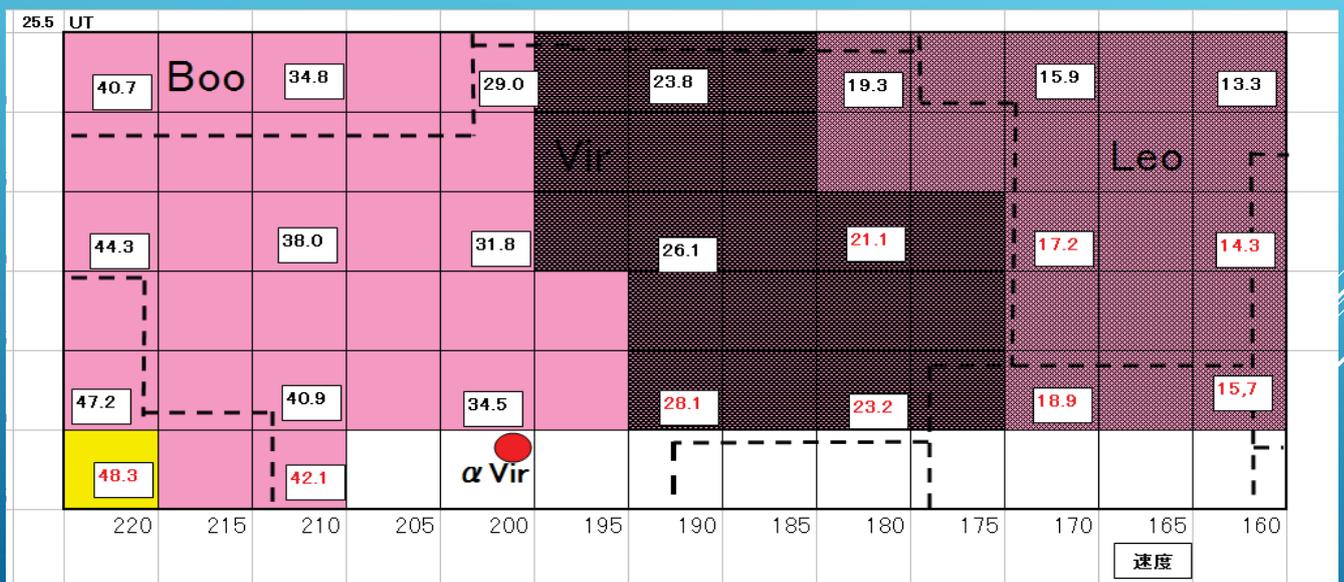
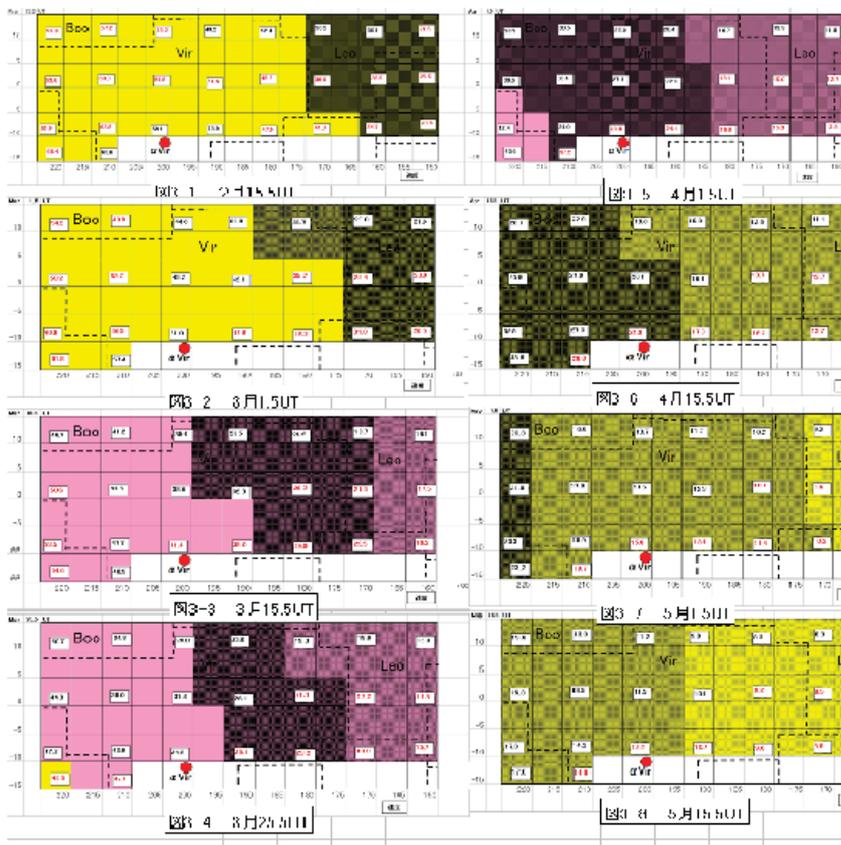
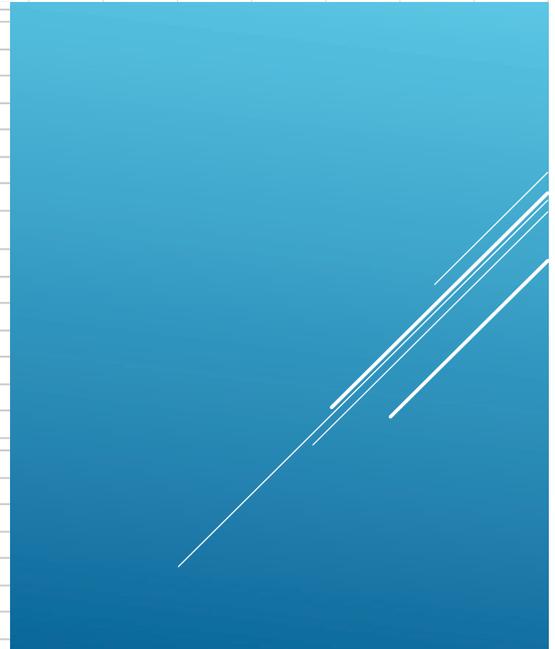


図 3 - 3 3月2□□□□



距離	出現判定基準				速度 別群	km/s
	万km	AU	上限度	下限度		
確實	~100	0.0067	1.0067	0.9933	確實	40~
微妙	~300	0.0201	1.0201	0.9799	有望	20~
困難	300以上	0.0201			困難	10~



距離	出現判定基準				速度 別群	km/s
	万km	AU	上限度	下限度		
確實	~100	0.0067	1.0067	0.9933	確實	40~
微妙	~300	0.0201	1.0201	0.9799	有望	20~
困難	300以上	0.0201			困難	10~

N→大で期待値も増えるがある値に収束する

- ▶ 期待値は特に N=56 で最大値約 2.67 になりそれ以降は減少する。即ち、整数で 3 を越さない
- ▶ このことは多数の放射点からランダムに流星が出ても確率 3 個以下だと教えている。
- ▶ 散在流星が例えば一時間内に 3 個以上出れば何らかの流星群の活動を示唆していると判断できる。
- ▶ 逆に 3 個以下の場合は散在流星に埋没していると解釈できる。

結論（以下二点）

1. おとめ座流星群の正体

速度 10Km/s 以下の流星 非おとめ群。おとめ座より西で活動の準散在流星

速度 10Km/s 台の流星 別働群で隕石降下の可能性あり(本体と錯誤?)

速度 20Km/s 台の流星 群本体(毎年顕著とは限らない)

速度 30Km/s 台の流星 本体と別働群が混合している

速度 40Km/s 超の流星 非おとめ群。おとめ座より東で活動

群本体。

広義のおとめ群。

従来、低速火球が観測されたのはこの別働群だが、本体と錯誤の広義のおとめ座流星群

中速の流星は眼視的には本体、別働の区別は困難。これらも広義のおとめ群とみなす。

眼視的には一括して**おとめ座流星群系統**と総称したい。

2、散在流星との区別

- ▶ 散在流星が、ときに3を越す活動をするとき、日々出現グラフに突起状の変化が記録される。下図参照
- ▶ これは海から顔を出す海山のように散在流星バックグラウンドから飛び出す流星群出現に見える。
- ▶ **赤線** 移動平均 **黒線** 散在流星閾値

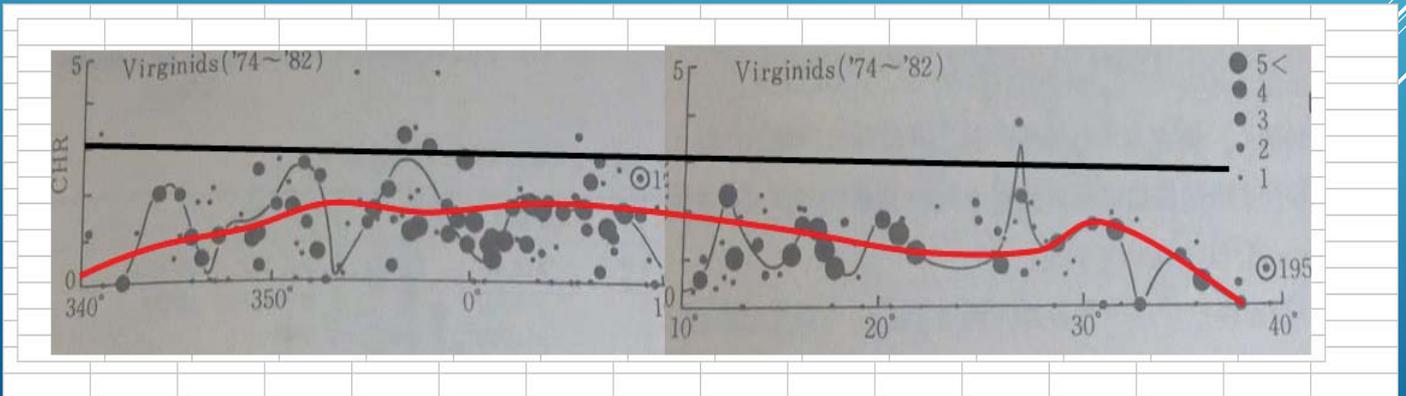


図7のような概念をもって、表面的には散在に近い状態を「疑似群」として位置づけている。

この意味ではおとめ群そのものが疑似群だと考えられる

左側 流星群 中央 疑似群 右側 散在流星 左側～中央までが広義の流星群

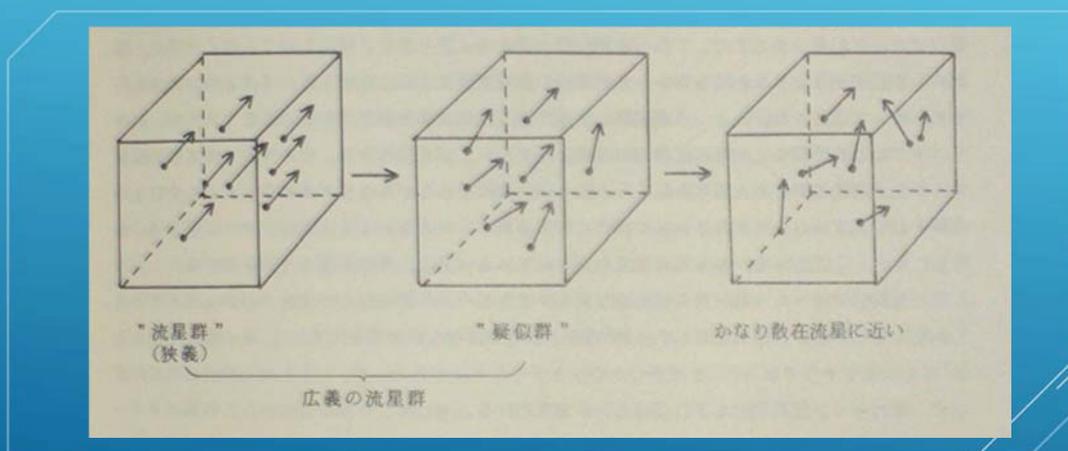
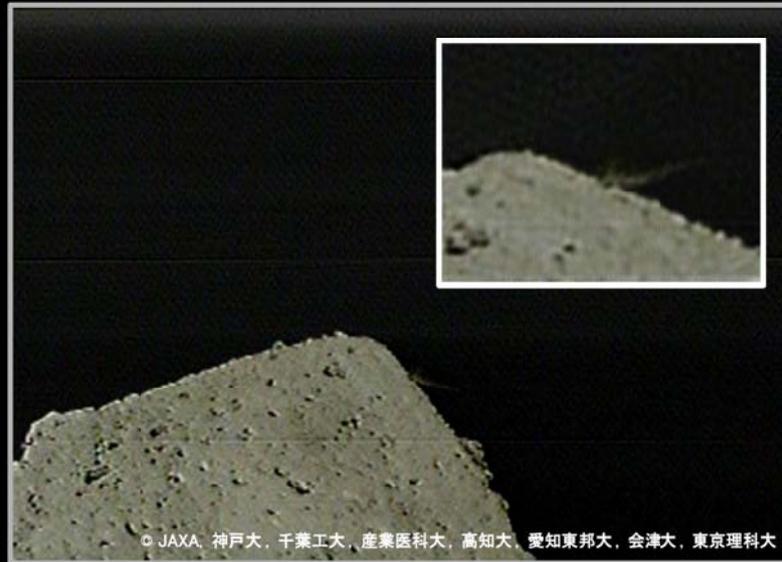


図7 疑似群モデル

あとがきと余録

- ▶ 以上述べてきた手法はいろいろな流星群の解明に応用できるように思われる。
- ▶ 計算結果を実際の記録と対比させてみて感じたことは、発生している活動は動的だが突発性をもっているから、いちいち仔細なリスト(例えば外国のリスト等)との整合性を論じても無意味
- ▶ 3月下旬の夜半後にふわっ〜と南天低く西から明るい流星がゆっくり飛んだ。という情報から
- ▶ **事例**、この流星の正体を今回の手法で調べたら、レグレスから地平線寄りに速度10Km/s台やひと桁速度の放射点がいくつも算出された。
- ▶ 地球軌道との距離が僅か0.002AU程度で(月までの距離より近い!)あり出現確実である
- ▶ しかし、この群は放射点も報告されている(筆者も1970年にHR3)が出現数3個以下は危ない
- ▶ 一時間どころか運が悪いと一夜に3個も出そうもない擬似群ではないかと推測できた。
- ▶ なんでもない散在流星の集合で小流星群が製造されてしまう危険性がある
- ▶ 玉石混合の情報を正しく識別する能力を持ちたい。以上。

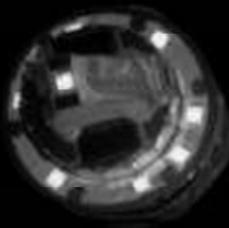
はやぶさ2のインパクト衝突ミッションによる リュウグウ由来の流星出現の可能性について (+α)



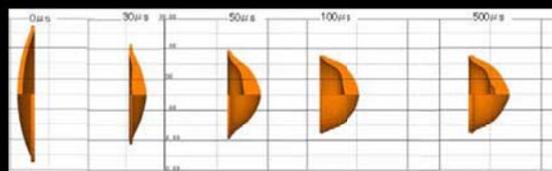
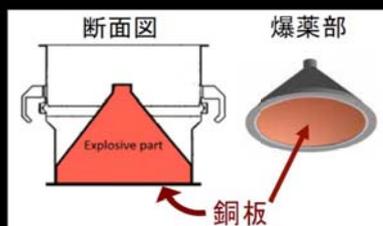
佐藤 幹哉

インパクト衝突ミッション

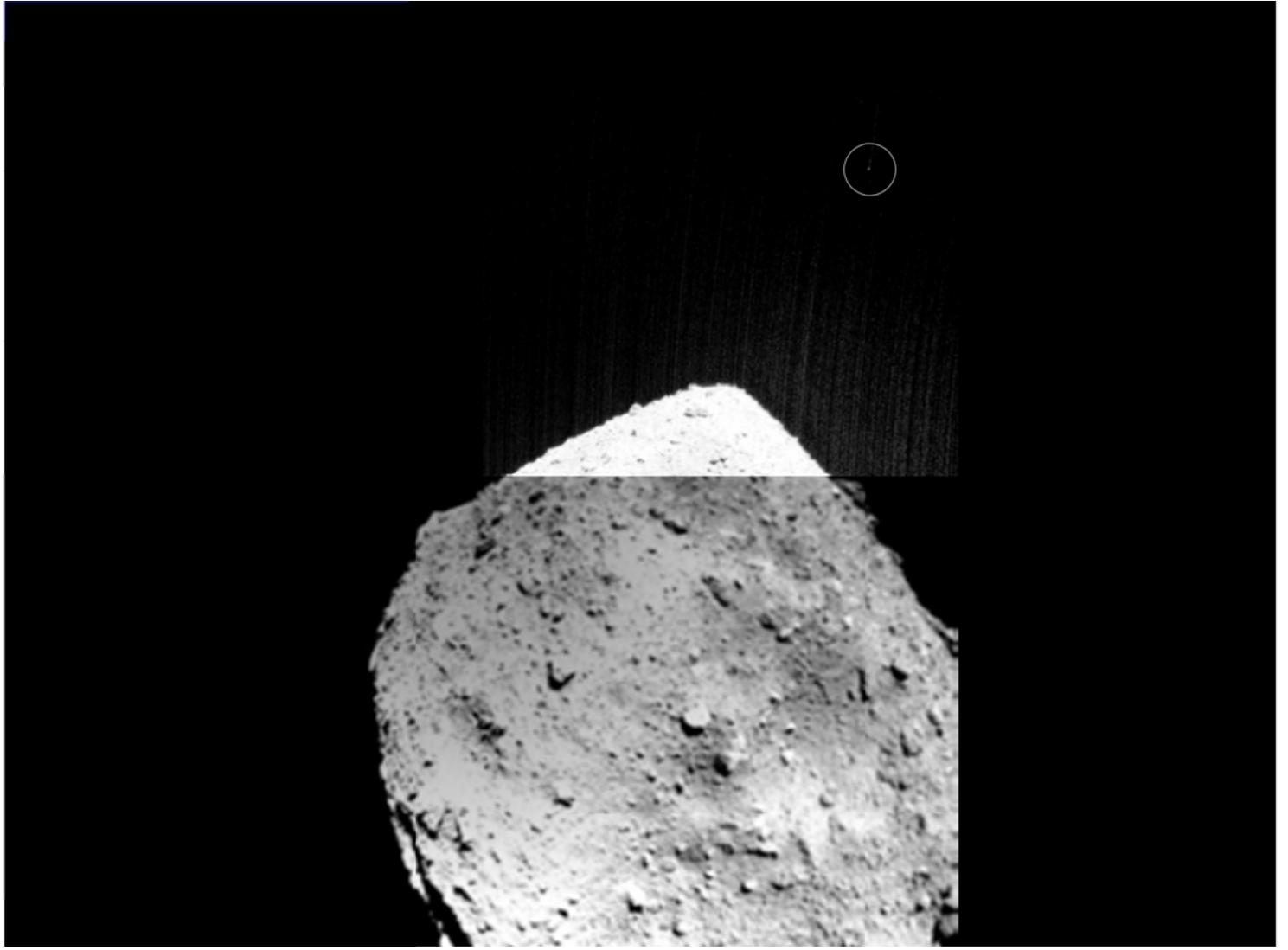
- SCI (Small Carry-on Impactor) をリュウグウ本体に衝突させる
- 純銅の銅板(ライナ)を爆薬にて秒速 2km に加速
→ およそ 300m 上空からリュウグウに衝突

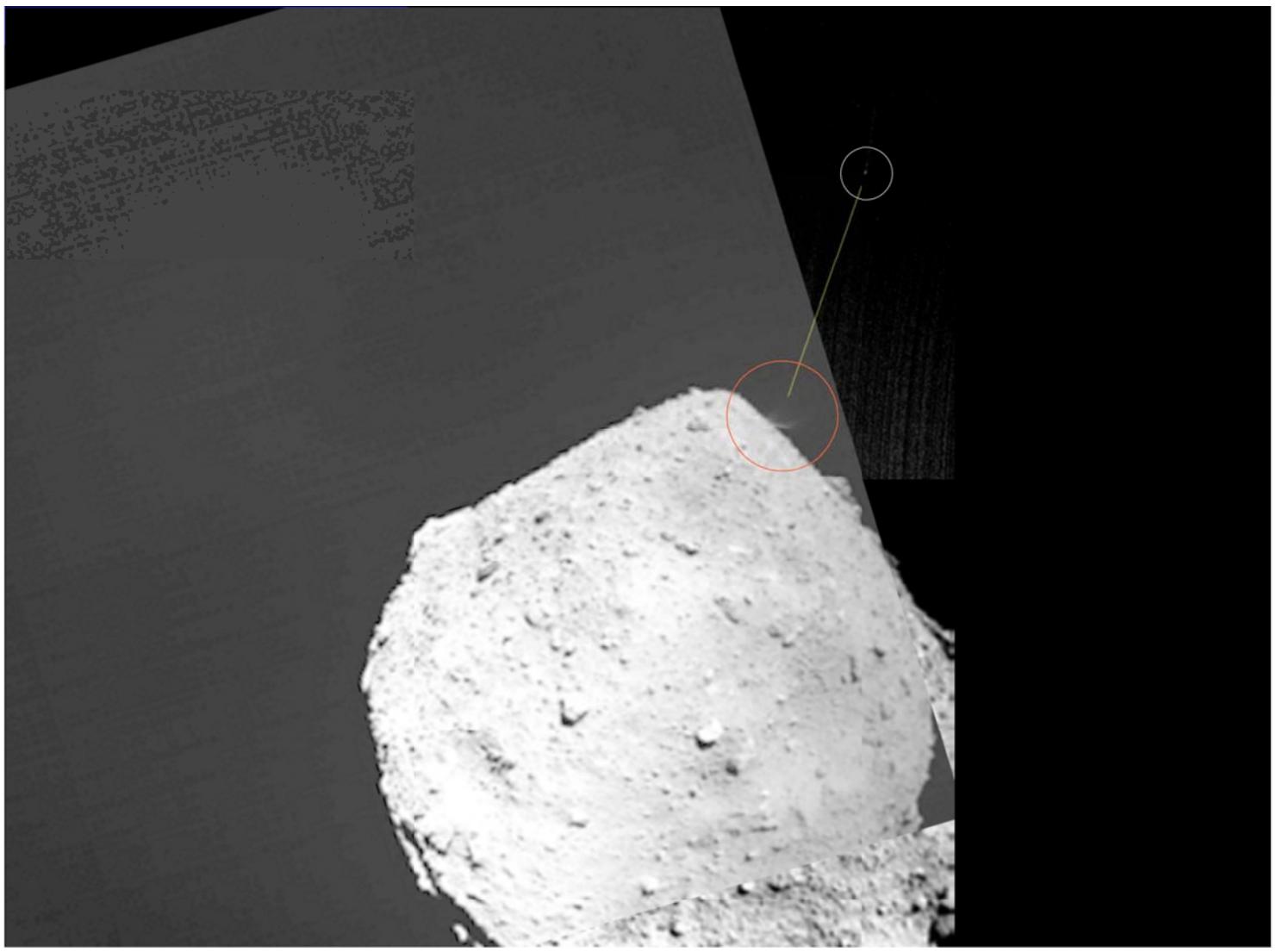
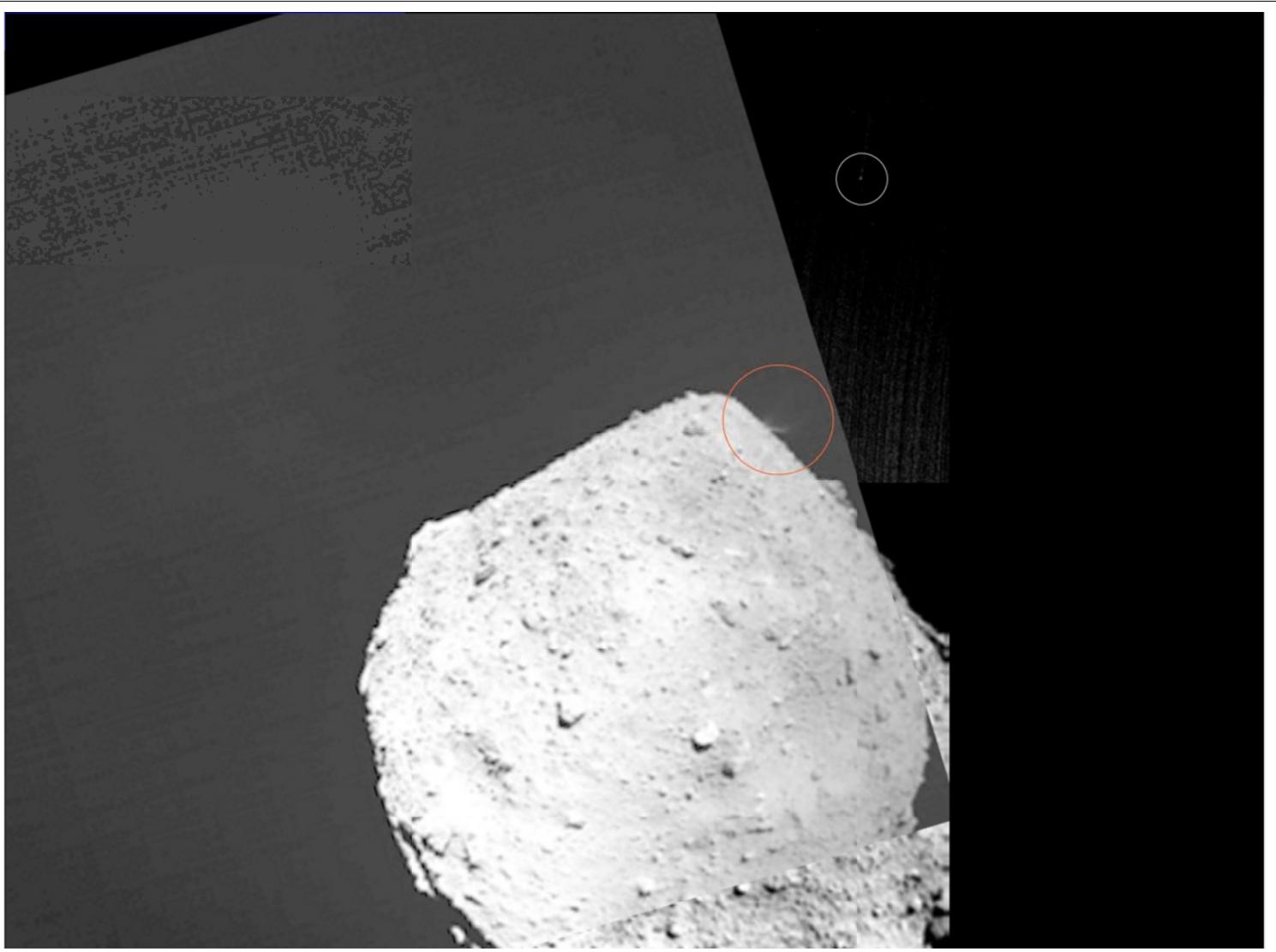


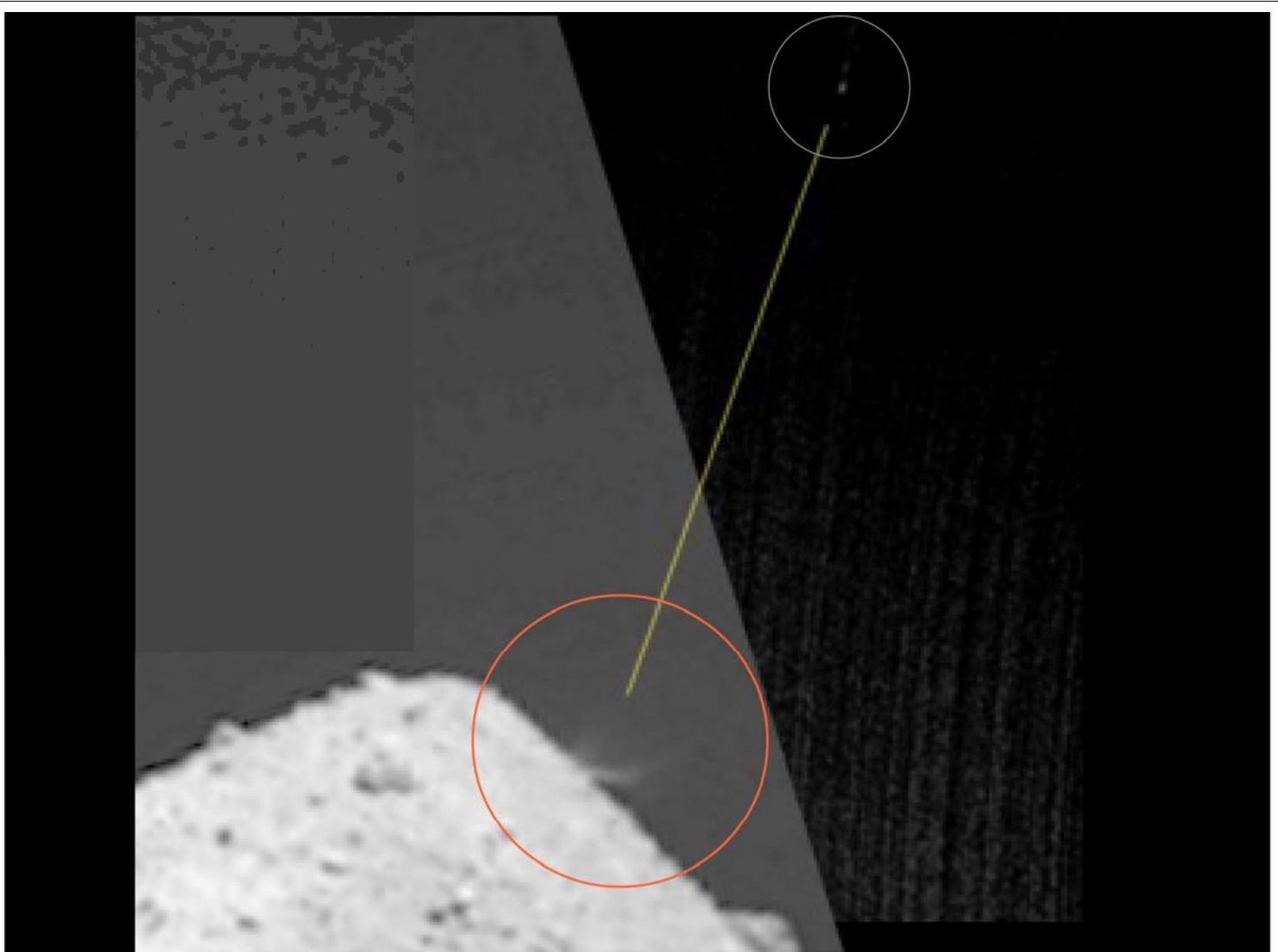
© JAXA, 東京大, 高知大, 立教大, 名古屋大, 千葉工大, 明治大, 会津大, 産総研







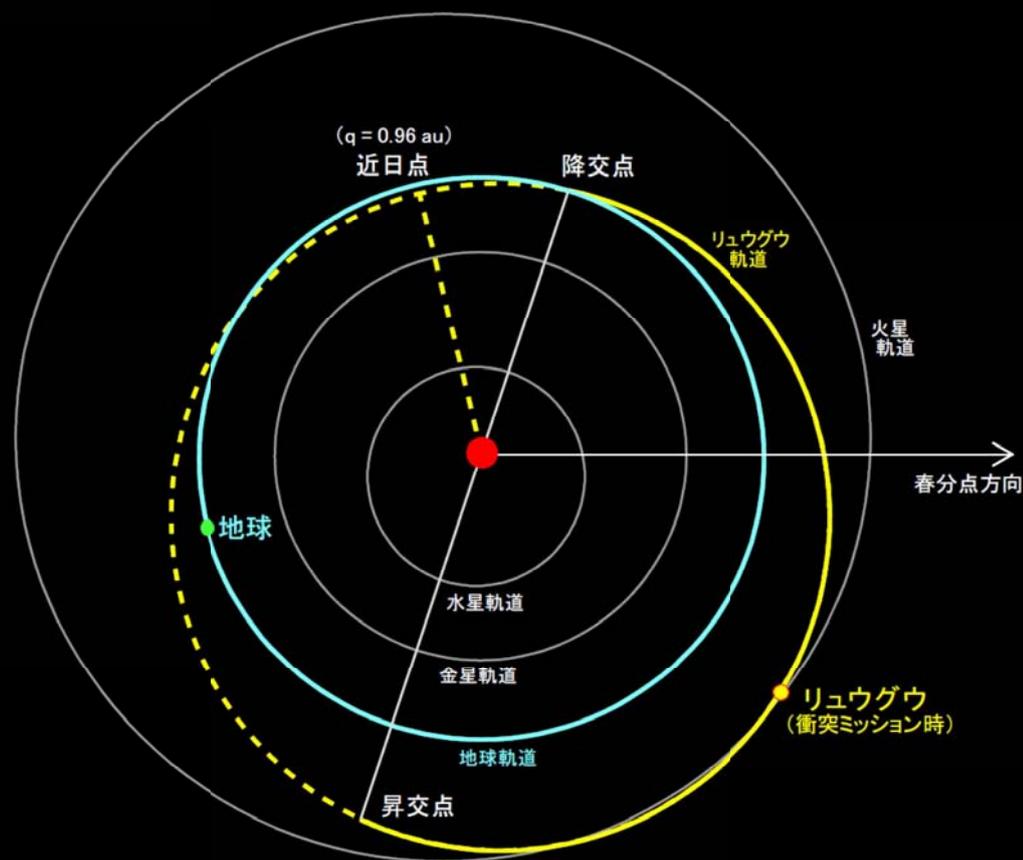




2018.8.24-25 日本と真ん中流星会議@名古屋

インパクト衝突ミッション(成功)

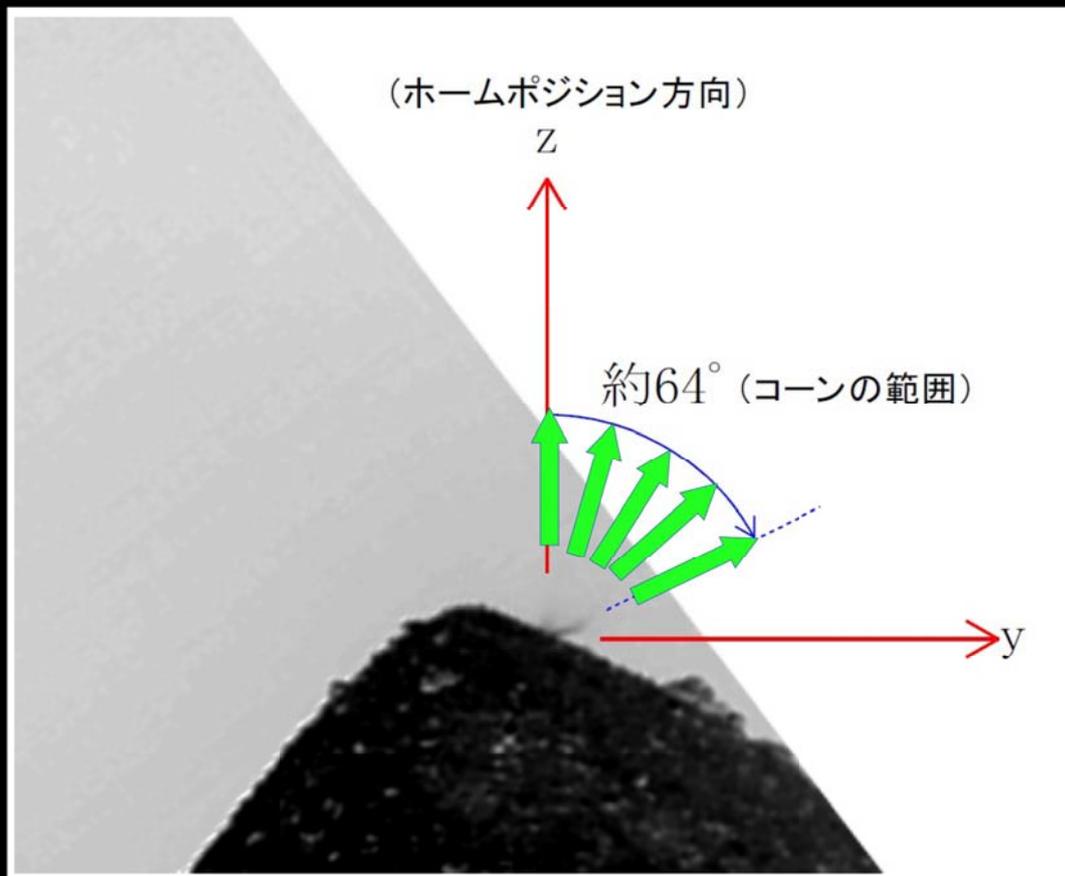
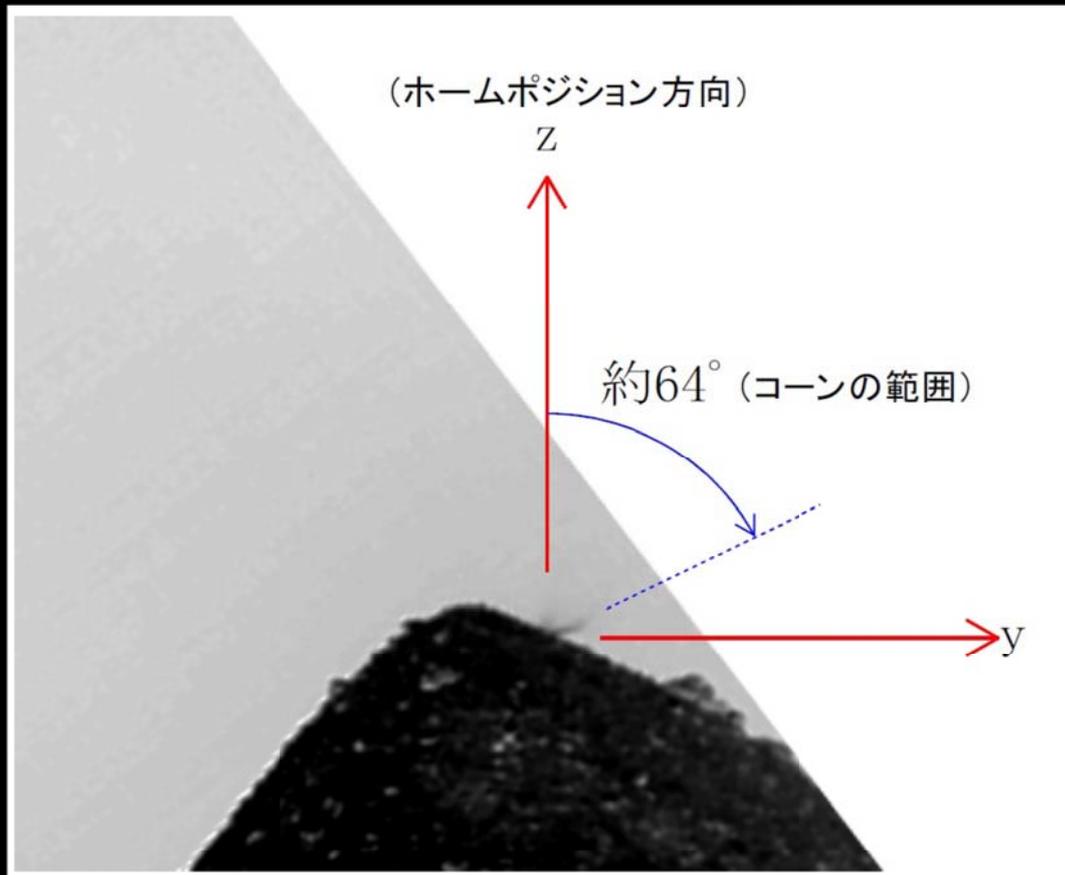
- エジェクタ (噴出物=ダスト) が地球に到達して流星になる可能性を探ろう!
- 作動日時:
 - 2019年4月5日11時36分 (探査機時刻 \approx TDB)
 - ダストの放出時刻
 - 摂動を含めてシミュレーションする



Name	e	a	q	ω	Ω	i
162173 Ryugu	0.1904	1.1895	0.9631	211.458	251.588	5.884

リュウグウと地球の接近

- ダスト(エジェクタ)は、リュウグウからさほど離れない
→リュウグウと地球の接近の頃が狙い目
- リュウグウと地球の接近
 - 2020年12月29日 (地球接近距離: 0.0605 au)
粗計算により 500m/sec 以上の速度が必要
 - 2033年12月21日 (地球接近距離: 0.0474 au)
→こちらをターゲットに精密な計算を実施



シミュレーション結果

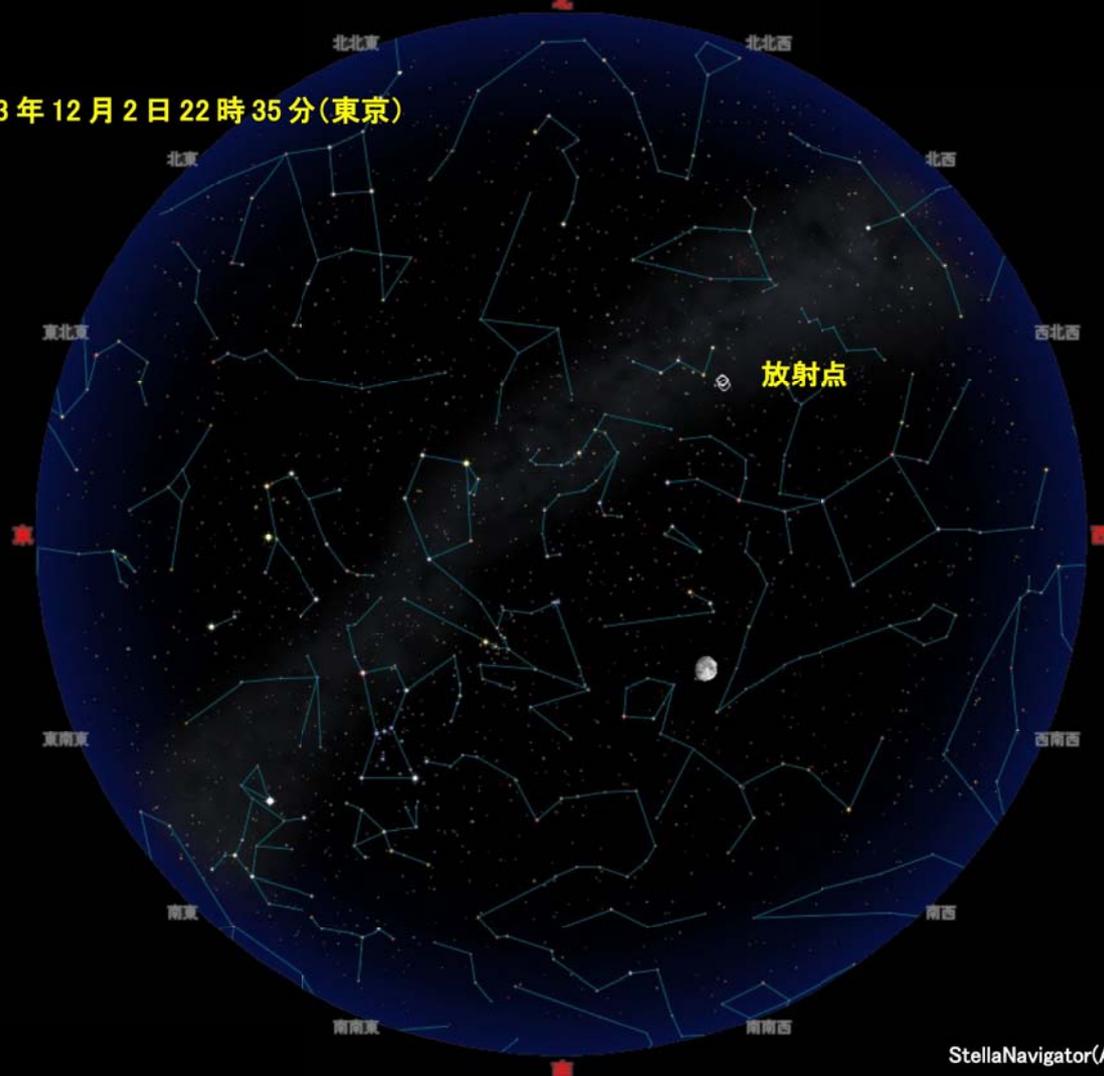
基準角度 (°)	修正角度 (°)	放出速度 (m/sec)	地球到達時刻 (JST)	太陽黄経 (°)	赤経 (°)	赤緯 (°)	Vg (km/sec)
0 (Home)	-15.65	14.34	2033/12/03 22:35	251.228	6.5	+54.1	+4.64
16	-8.30	17.55	2033/12/03 20:15	251.130	6.5	+54.0	+4.64
32	0.52	26.84	2033/12/03 15:18	250.921	6.6	+53.9	+4.64
48	10.44	92.44	2033/12/02 10:10	249.691	7.1	+53.2	+4.67
64	-	-	-到達せず-	-	-	-	-

シミュレーション結果

基準角度 (°)	修正角度 (°)	放出速度 (m/sec)	地球到達時刻 (JST)	太陽黄経 (°)	赤経 (°)	赤緯 (°)	Vg (km/sec)
0 (Home)	-15.65	14.34	2033/12/03 22:35	251.228	6.5	+54.1	+4.64
16	-8.30	17.55	2033/12/03 20:15	251.130	6.5	+54.0	+4.64
32	0.52	26.84	2033/12/03 15:18	250.921	6.6	+53.9	+4.64
48	10.44	92.44	2033/12/02 10:10	249.691	7.1	+53.2	+4.67
64	-	-	-到達せず-	-	-	-	-

- 0 ~ 32° のチリは、30m/s の放出速度で地球に到達する
- 0 ~ 16° のチリは、日本で観測しやすい時間帯である
- 流星の速度が遅い(5km/s 以下)ので要注意

2033年12月2日22時35分(東京)



StellaNavigator(AstroArts)で作図

2018.8.24-25 日本と真心中流星会議@名古屋

まとめ

- 衝突ミッションのエジェクタ(噴出物=ダスト)は、2033年12月に地球に到達する
 - ワンショット(継続しない)の放出なので、母彗星から継続放出する流星群よりも規模は小さい
 - 流星の速度が遅いため、放射点は広がって分布する
 - 流星の速度が遅いので、観測時(トリガーの設定)は要注意
- **楽しみに待ちましょう!**



画像処理: M. Kawaguchi

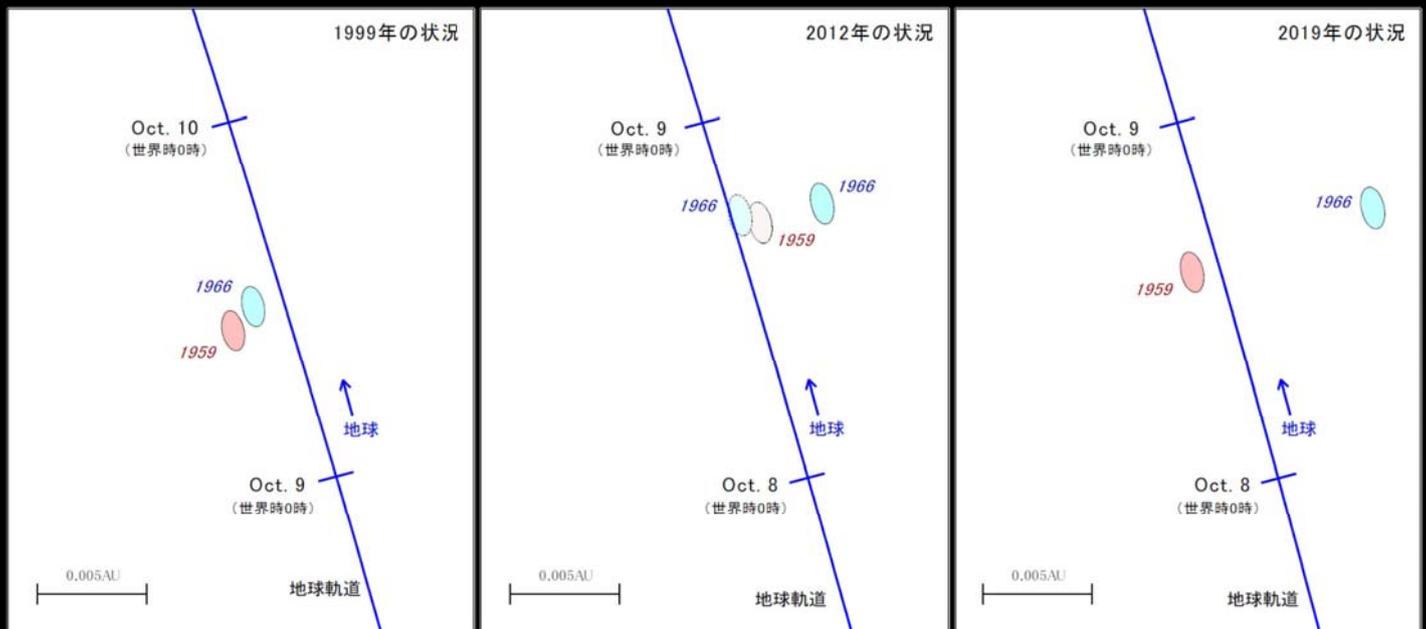
(+ α) 10月りゅう座流星群 (ジャコビニ群) の
2019年の予報



画像処理: M. Kawaguchi

10月りゅう座流星群(ジャコビニ群) 突発出現のタイプ

- ① 好条件のダスト・トレイルと接近して大出現
例: 1933年、1946年、1998年、2011年
- ② さほど良い条件ではないダスト・トレイルと接近傾向だが
予想以上に出現
例: 1985年、2018年
- ③ 突発出現の翌年に高速放出のダスト・トレイルと接近して
中規模出現
例: 1999年、2012年、(※2019年)

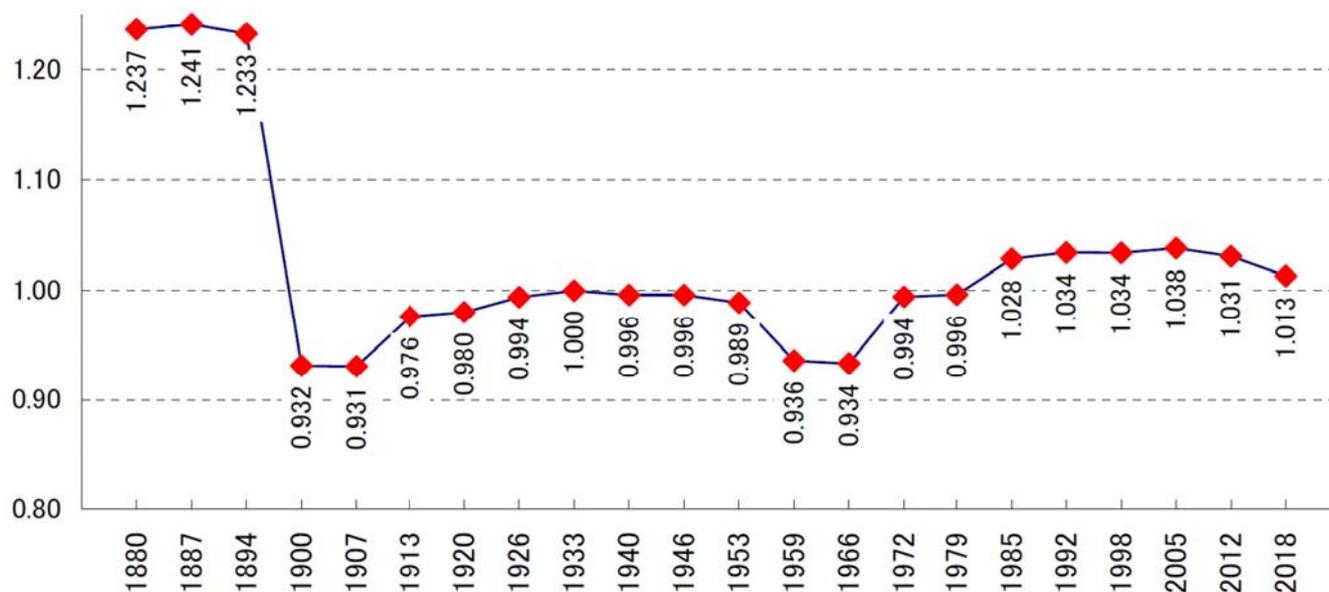


【今年の予報】

表. 2019年のダスト・トレイルの状況

放出年	予報極大時刻			Δr (距離) (AU)	放出 速度 (m/s)	fM	予報放射点		Vg (速度) (km/s)	備考	
	日付 (UT)	時刻 (UT)	日本時 (JST)				太陽黄経 (J2000.0)	α (°)			δ (°)
1959	2019/10/08.60	14:19	10/08 23:19	194.744	-0.0013	+62.83	0.19	261.41	+53.73	20.45	
1966	2019/10/08.64	15:25	10/09 00:25	194.789	+0.0075	+65.17	0.16	260.73	+53.90	20.30	距離遠い

- 1959年に放出したダストが形成するダスト・トレイルが比較的接近
- 1966年トレイルは、だいぶ遠い(寄与するか不明)
- 日本の深夜の時間帯であり、放射点は低いが見える可能性がある
- 1999年と同等であれば、HRは、8～13程度
(1959年トレイルのみ寄与だと4～6程度)



茨城大学での 2018年流星電波観測

茨城大学理工学研究科理学専攻
修士1年次 石村 周平
野澤 恵 准教授
8/24 @名古屋

研究の目的

- 24時間365日の電波観測より昼間の流星の活動を確認
- 流星電波観測システムの構築
- 流星数の計測より時間変化の解析
- 各流星群の特徴や違いの検出

流星電波観測 (HAM-band Radio Observe)

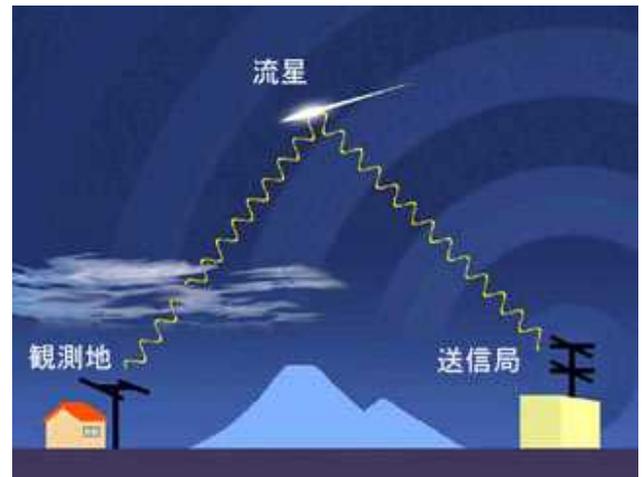
○どのように観測するのか

→流星が出現すると、プラズマ柱によりある周波数帯の電波が反射される

反射により通常では受信できないような遠方の電波を捉えることによって観測する

○電波の送信局

- ・福井県立大学の送信している電波を利用
- 周波数 53.7549 MHz
- 出力 50W



流星電波観測 (HAM-band Radio Observe)

○電波観測のメリット

- ・天候に**左右されず**に観測することができる
- ・**昼の明るい間**でも観測することができる
- ・24時間の観測により突発的な流星群も観測できる

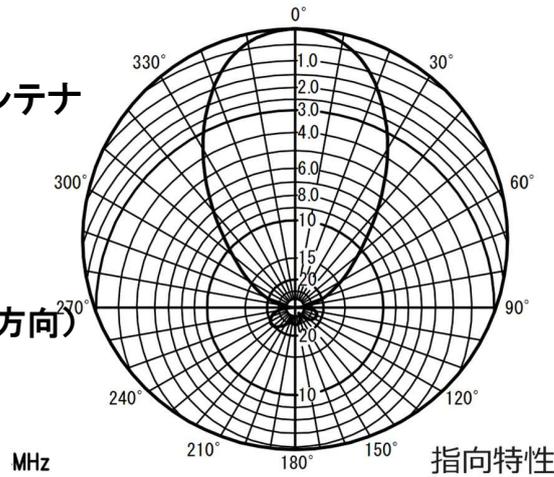
○電波観測のデメリット

- ・流星の正確な素性を知ることができない(速度、方角など)
- ・流星の出現位置の特定が現在では困難

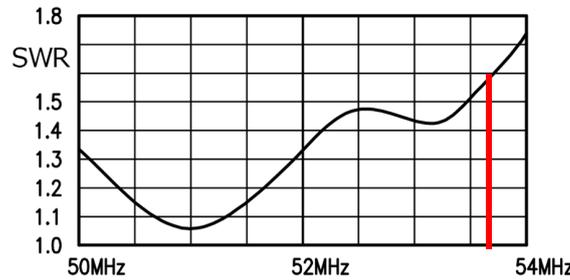
観測装置 アンテナ

茨城大学G棟5階屋上に設置

コメット社製八木アンテナ
 エLEMENT 4本
 高さ 3m50cm
 縦幅 3m20cm
 SWR 1.6
 視線方向 西(福井県方向)



SWRとは定在波比
 と呼ばれ
 電波受信から給電
 までの比率を表す
 1に近いほど効率が
 良い



観測装置 受信機

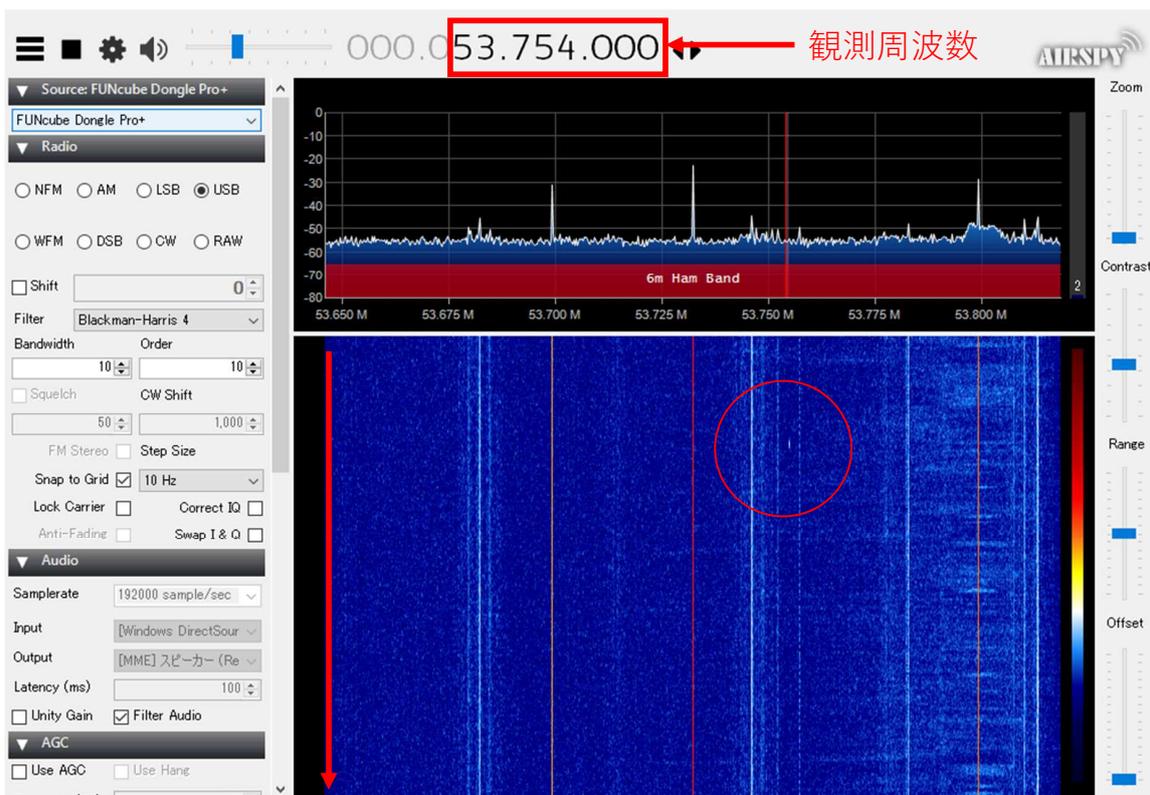


←アイテック社HROレシーバー
 今までの電波観測で主に使われていた
 しかしアイテック社が廃業
 現状では入手困難
 周波数の変更は改造が必要

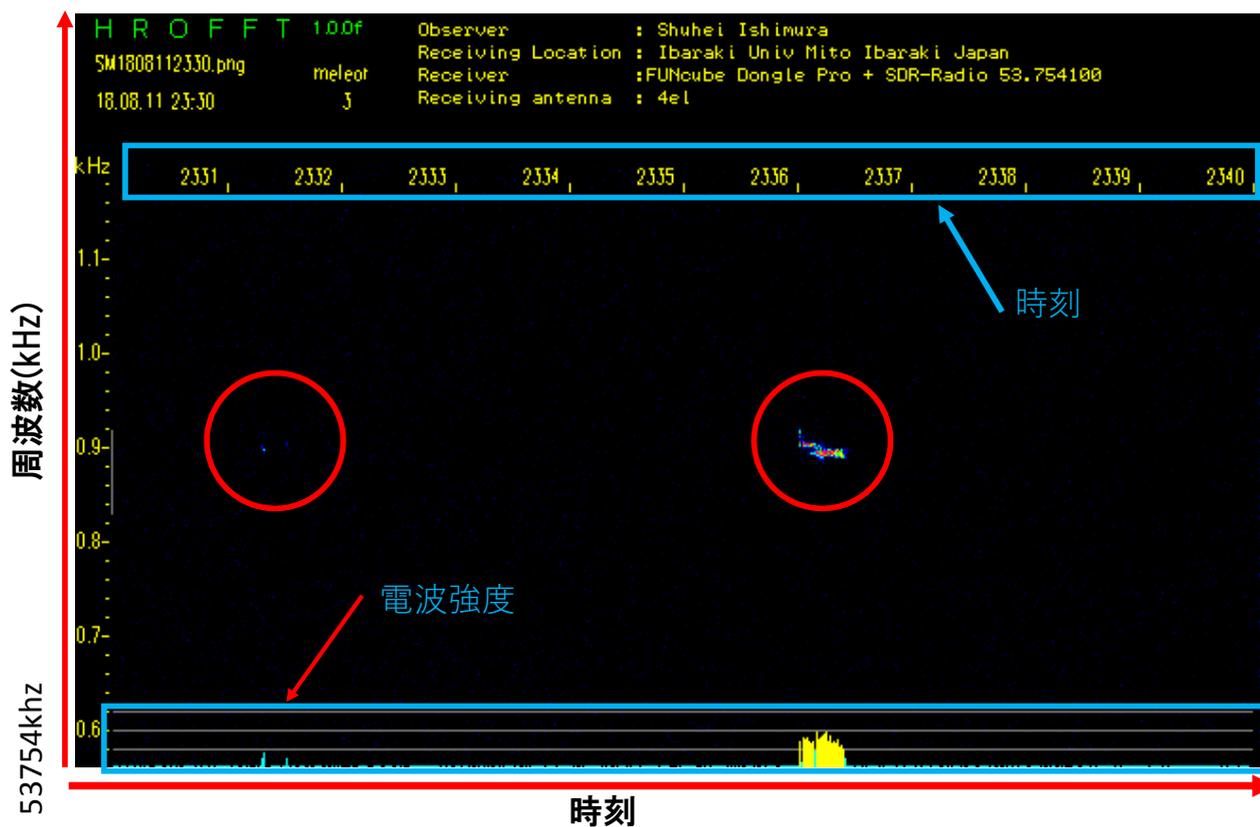


←SDR FuncubeDonglePro+
 SDR(ソフトウェアラジオ)と呼ばれ
 PCのソフトウェアから観測周波数の
 変更が可能

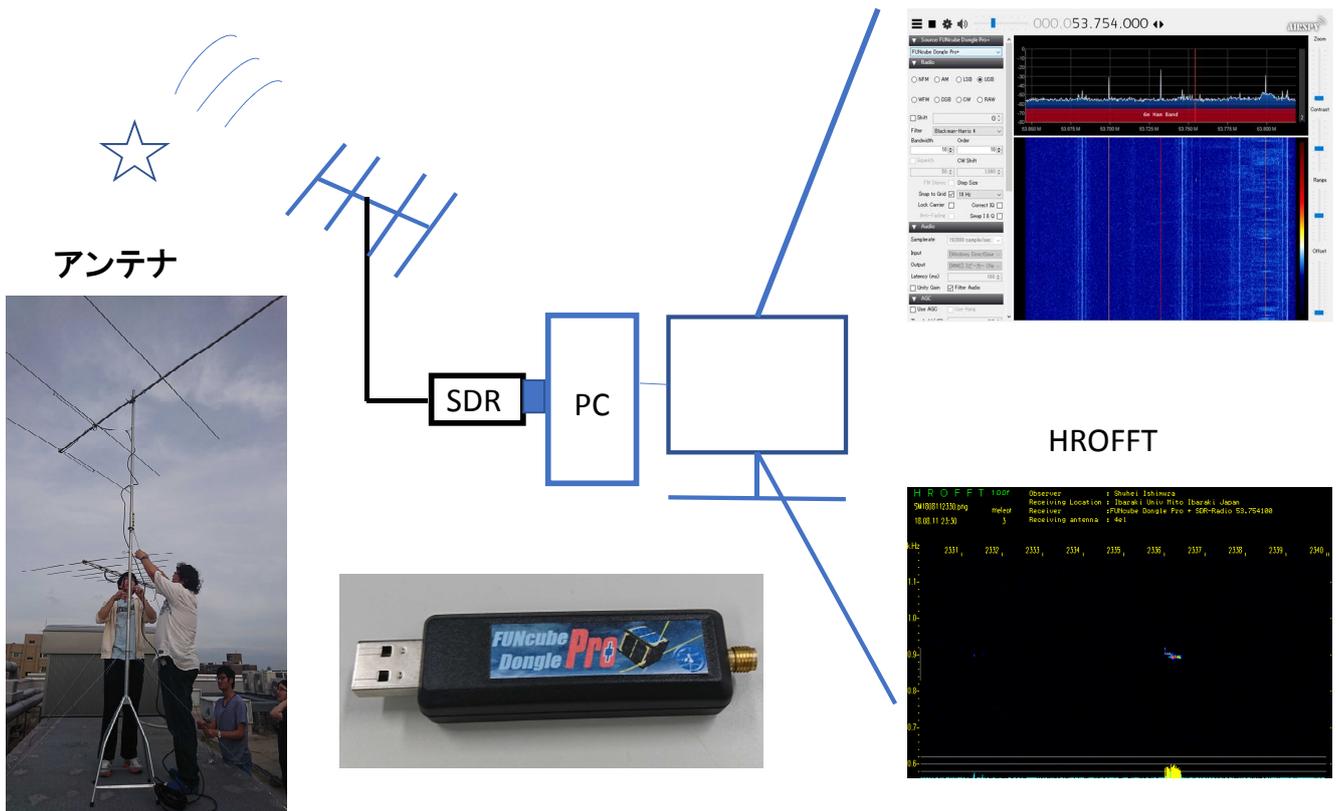
観測装置 SDRシャープ



電波観測で得られるデータ



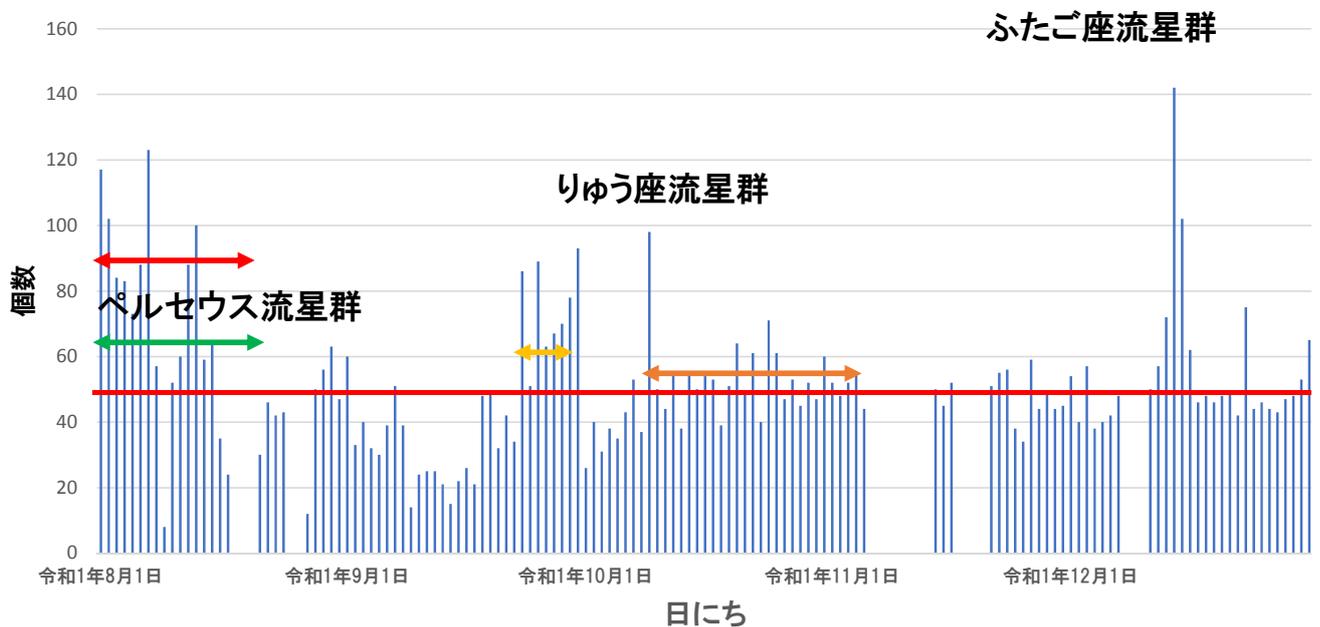
システム図



SDRシャープ

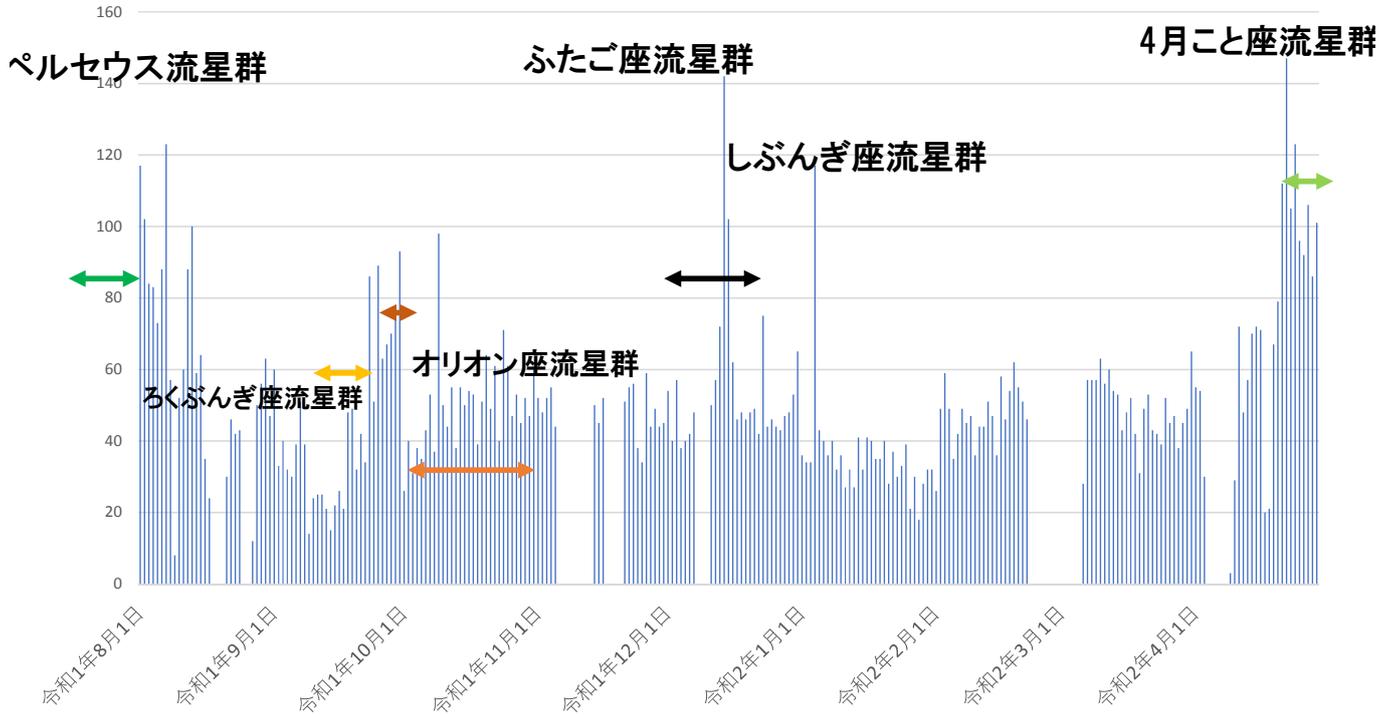
HROFFT

8月から12月の流星数の日変化

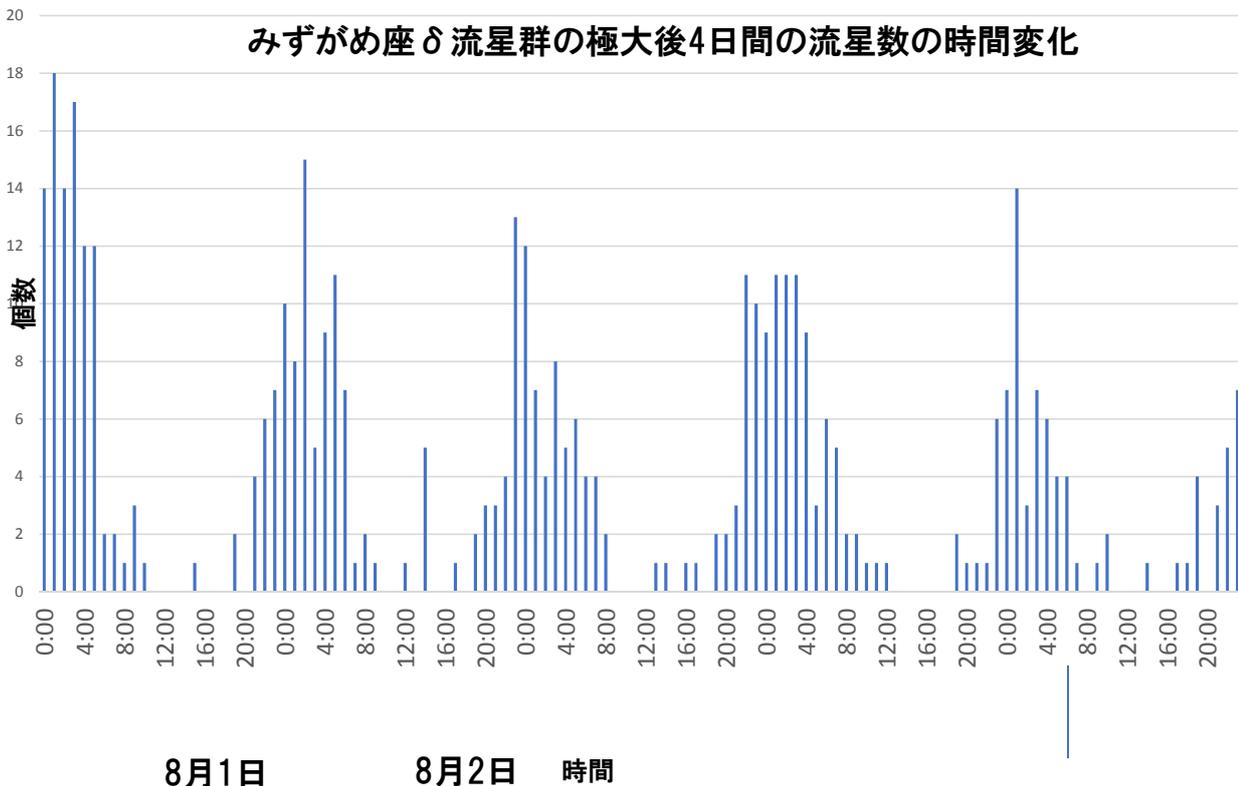


注：流星数 0 は停電や設備の不具合によるデータ欠損

2018年8月から2019年4月まで

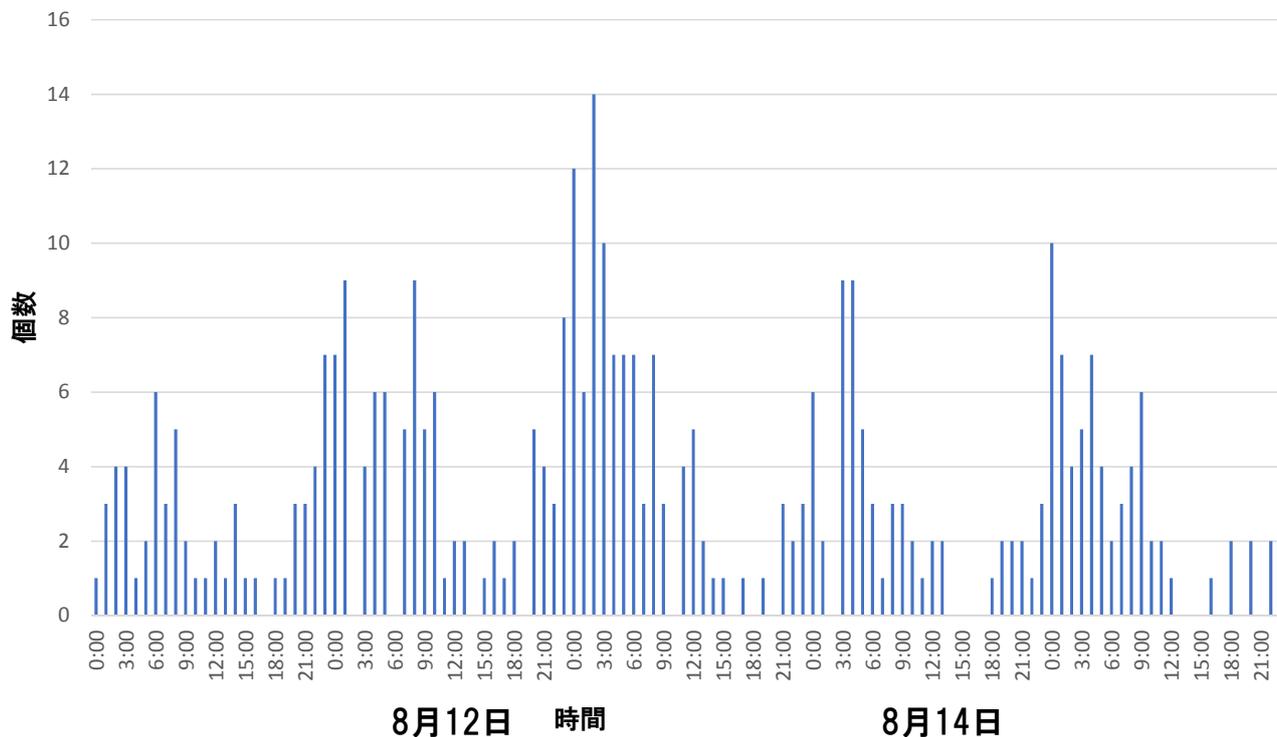


みずがめ座 δ 流星群



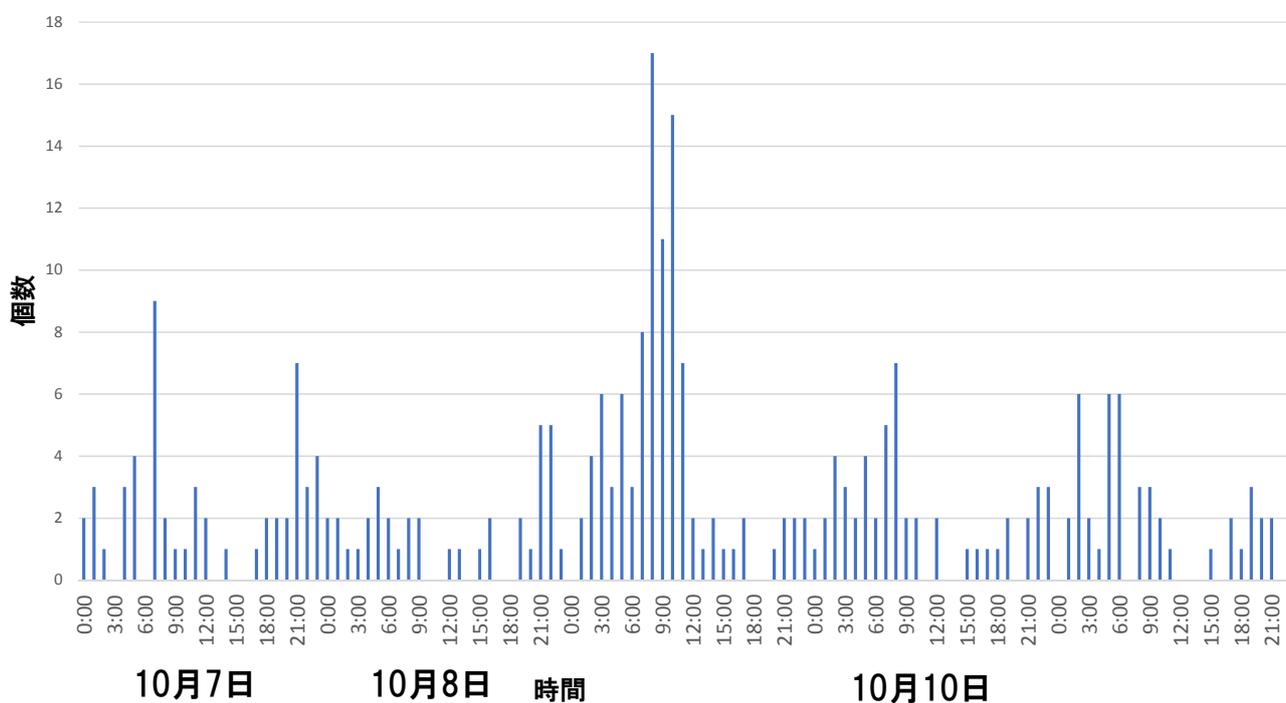
ペルセウス座流星群

ペルセウス座流星群の極大から前後2日の流星数の時間変化



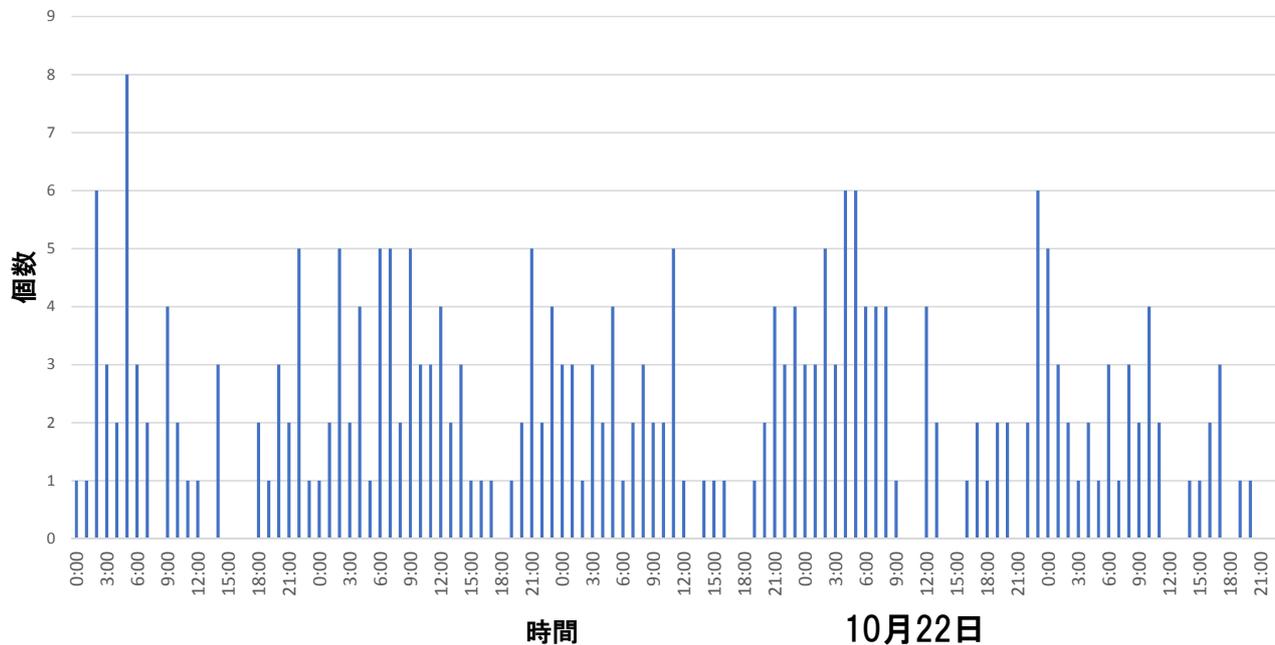
10月りゅう座流星群

10月りゅう座流星群の極大前後2日の流星数の時間変化



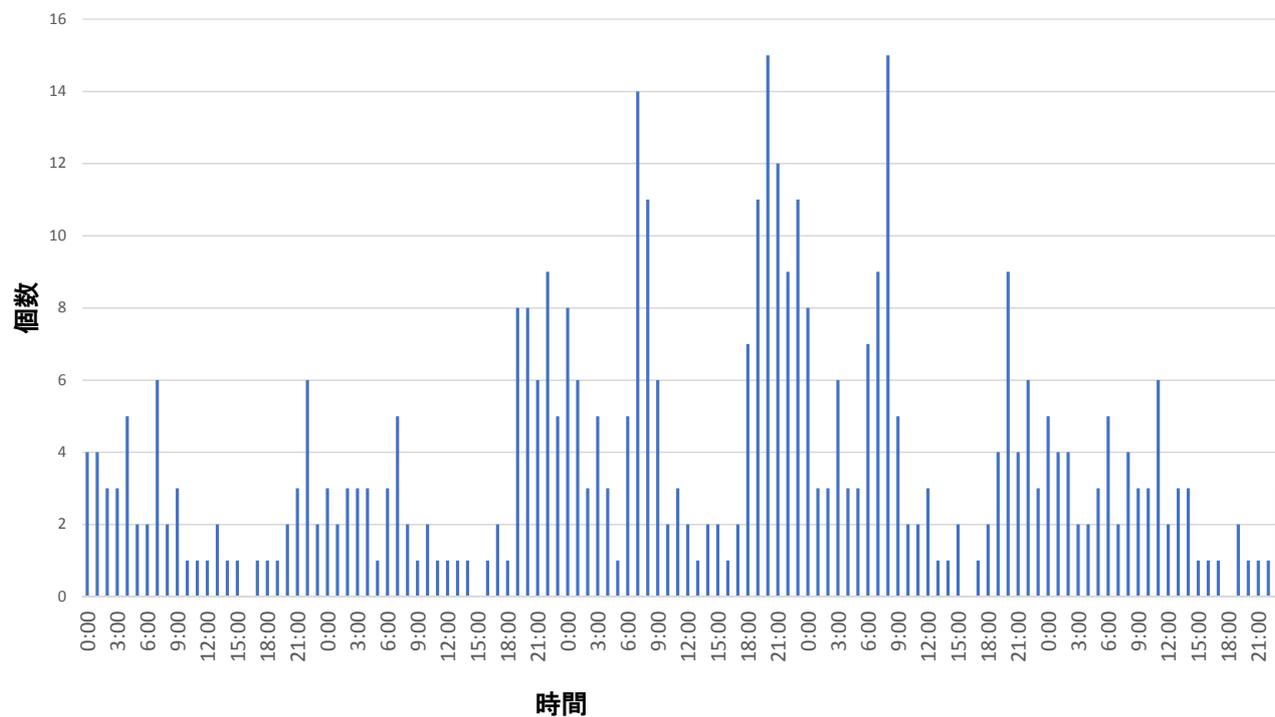
オリオン座流星群

オリオン座流星群の極大前後2日の流星数の時間変化



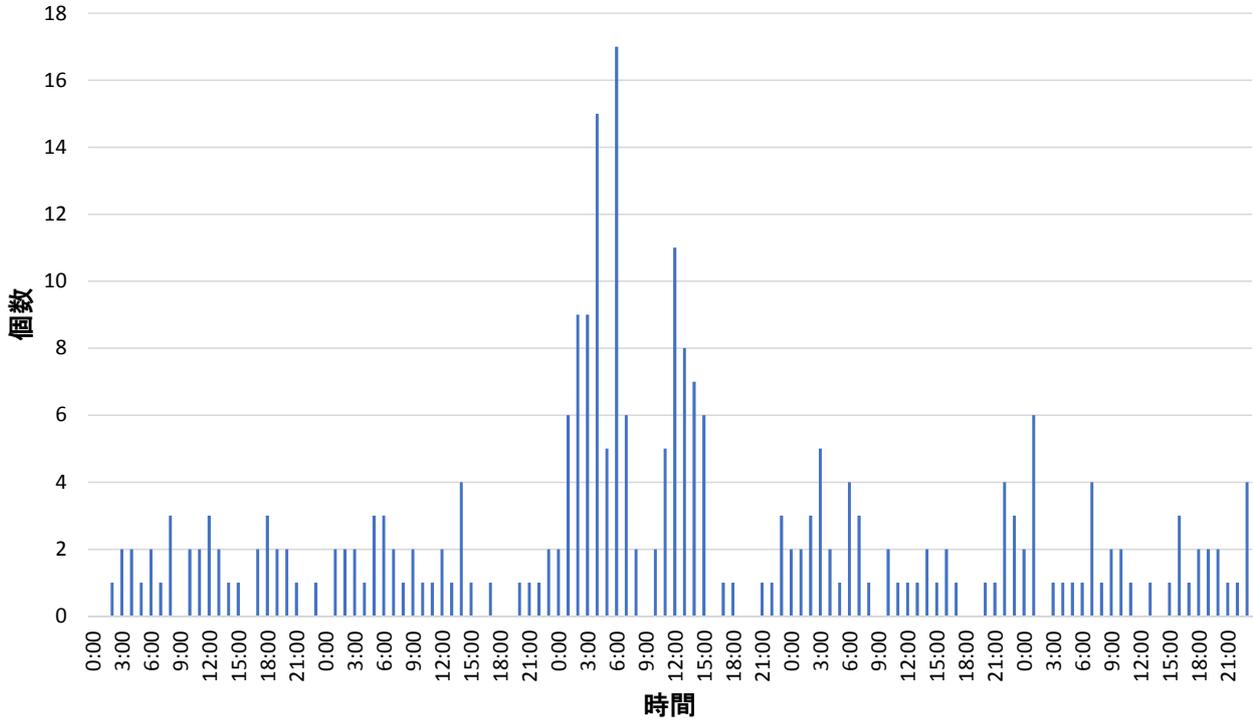
ふたご座流星群

ふたご座流星群の極大前後2日の流星数の時間変化



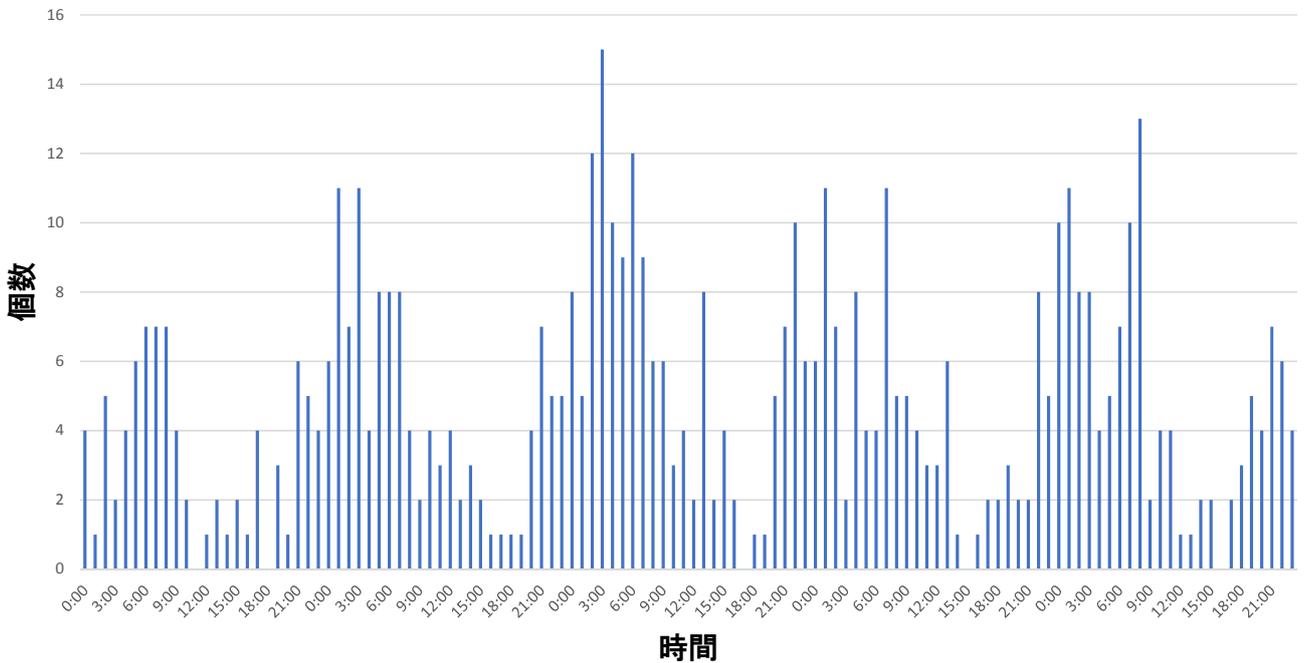
しぶんぎ座流星群

しぶんぎ座流星群の極大前後2日間の流星数の時間変化



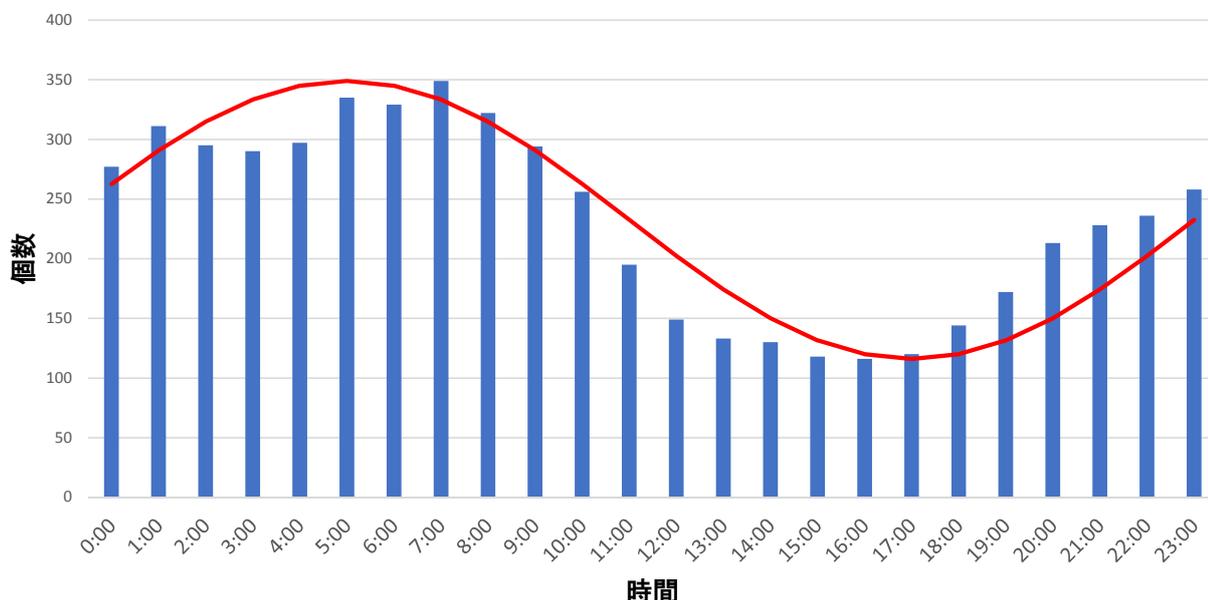
4月こと座流星群

4月こと座流星群の極大前後2日間の流星数の時間変化



流星群を除いた時間変化

流星群の極大から前後1日を除いた総流星数の時間変化

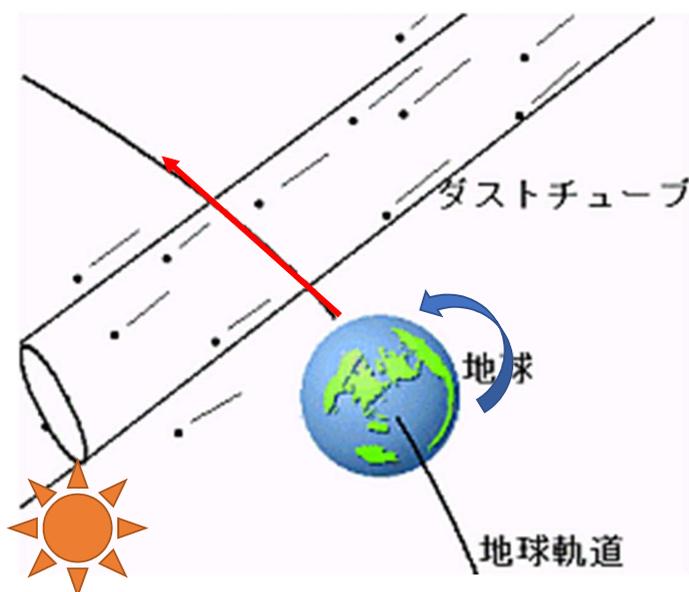


流星数の時間変化

流星の数が明け方に多く夕方に少ないのはなぜか

→地球の自転方向と公転方向が同じなため

明け方は地球と流星物質の相対速度が大きく、小さい流星物質でも流星になりやすいため
夕方はその逆になるため



結果と今後の課題

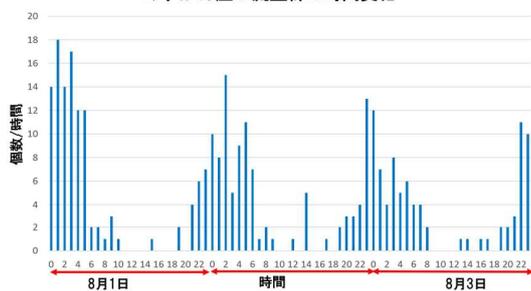
- 流星電波観測により眼視では観測できない時間帯の流星群の極大を検出できた
- 流星群ごとの特徴をあきらかにできた
 - ・流星群ごとに流星の数が突発的に増えるもの、全体的に増えるものもある
- 流星数の日変化が明らかになった
 - ・流星の数は朝方に多く夕方に少なくなる
- 24時間観測する流星電波観測システムを構築できた
- 流星群のピーク時刻には放射点は観測方向に無い
- 課題: 流星を自動カウントするシステムを作る
観測システムの精度向上

参考文献

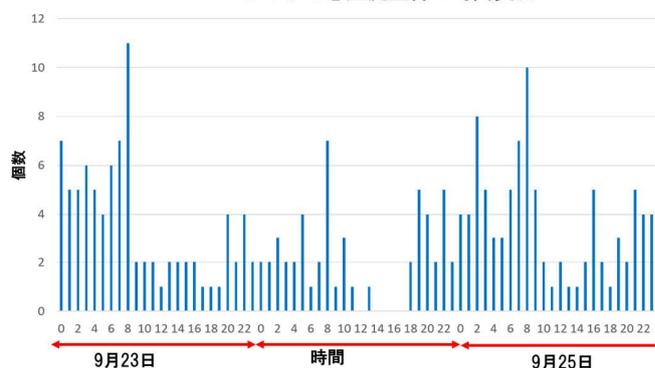
- ・流星電波観測国際プロジェクト<http://www.amro-net.jp/meteor-info/intrometeor05_j.htm>
- ・愛知県の星空の聖地奥三河星空案内サイト<<https://www.okuminavi.jp/star/>>
- ・アストロアーツ、星空ガイド、天体観察観測入門、流星観測のすすめ、電波編<<
<https://www.astroarts.co.jp/alacarte/tips/meteor/radio-j.shtml>>
- ・HamRadioObservation<
<http://www.masaruk.com/HamRadioObservation.html>>
- ・富山大学天文同好会、天文ゼミ<
<https://sites.google.com/site/tomidaihoshi/top/katsudou/tianwenzemi>>
- ・理科年表 平成30年

その他の流星群

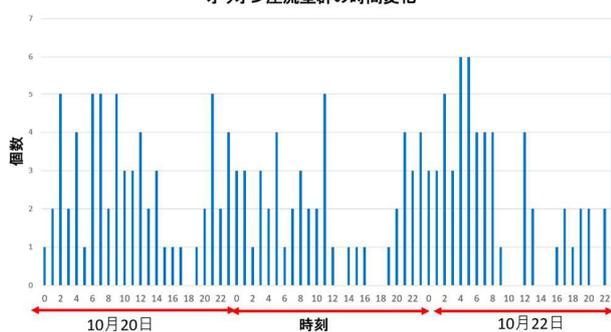
みずがめ座δ流星群の時間変化



ろくぶんぎ座流星群の時間変化

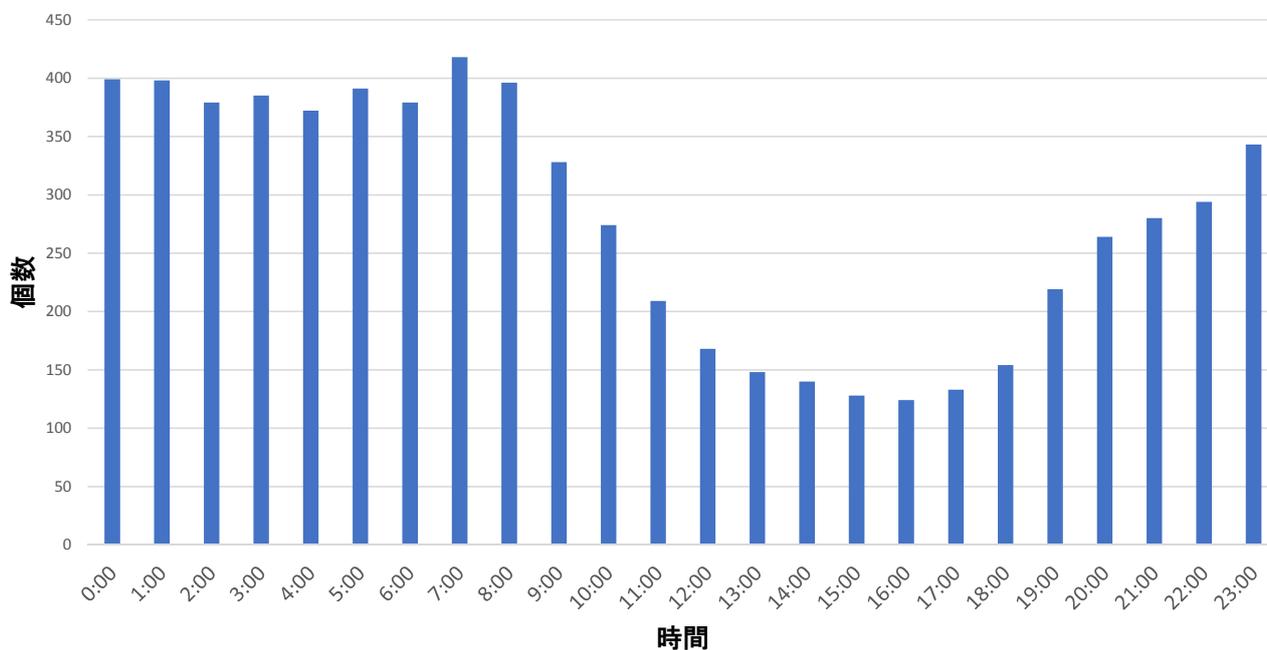


オリオン座流星群の時間変化



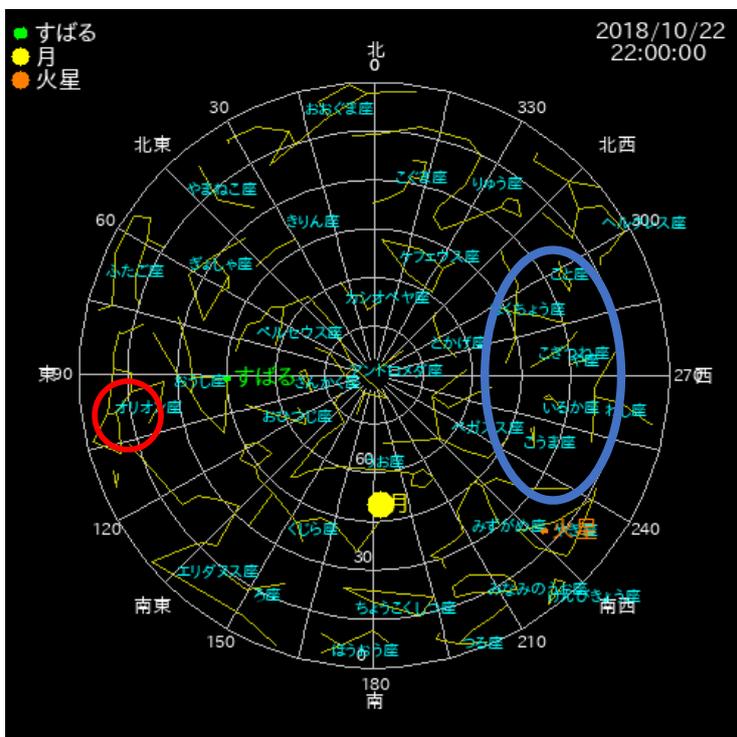
総流星数の時間変化

8月から12月の総流星数の時間変化



ピーク時刻の放射点位置

オリオン座流星群



水戸市で天頂を向いた時の星図

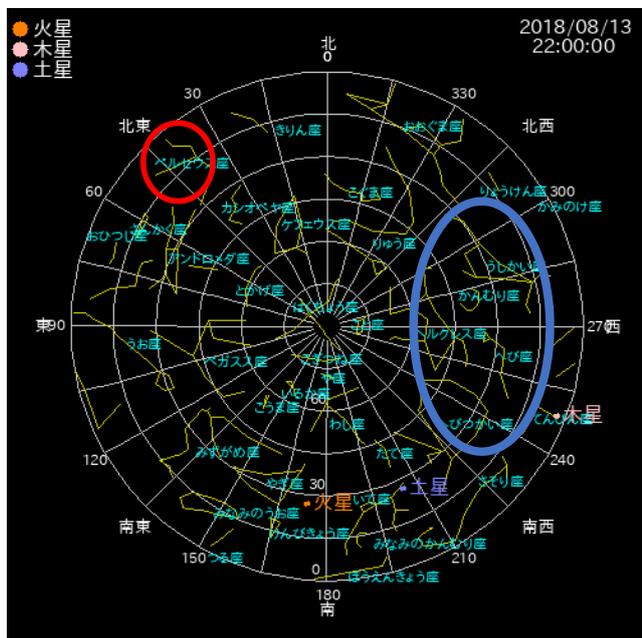
赤丸:放射点位置
青丸:観測方向

2018/10/22 22:00 (JST)

国立天文台 今日の星空より引用

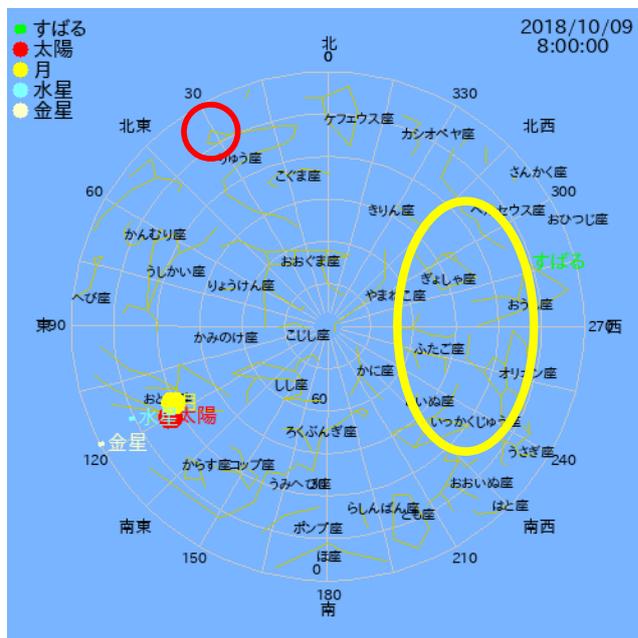
ピーク時刻の放射点位置

ペルセウス座流星群



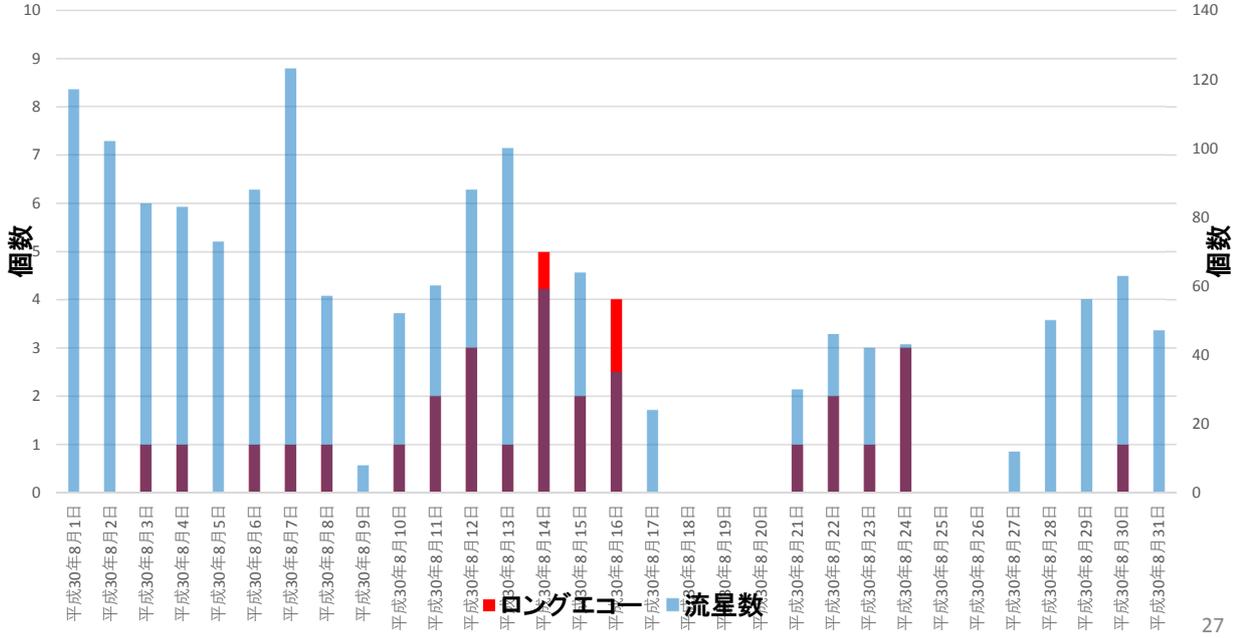
2018/8/13 22:00 (JST)

10月りゅう座流星群

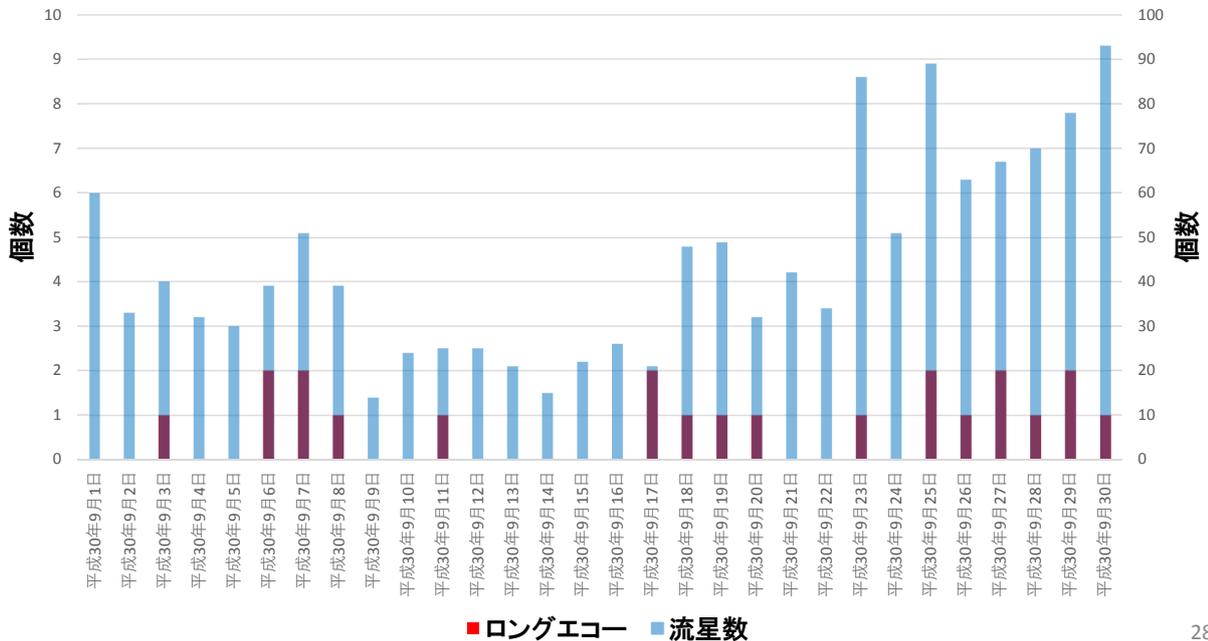


2018/10/9 08:00 (JST)

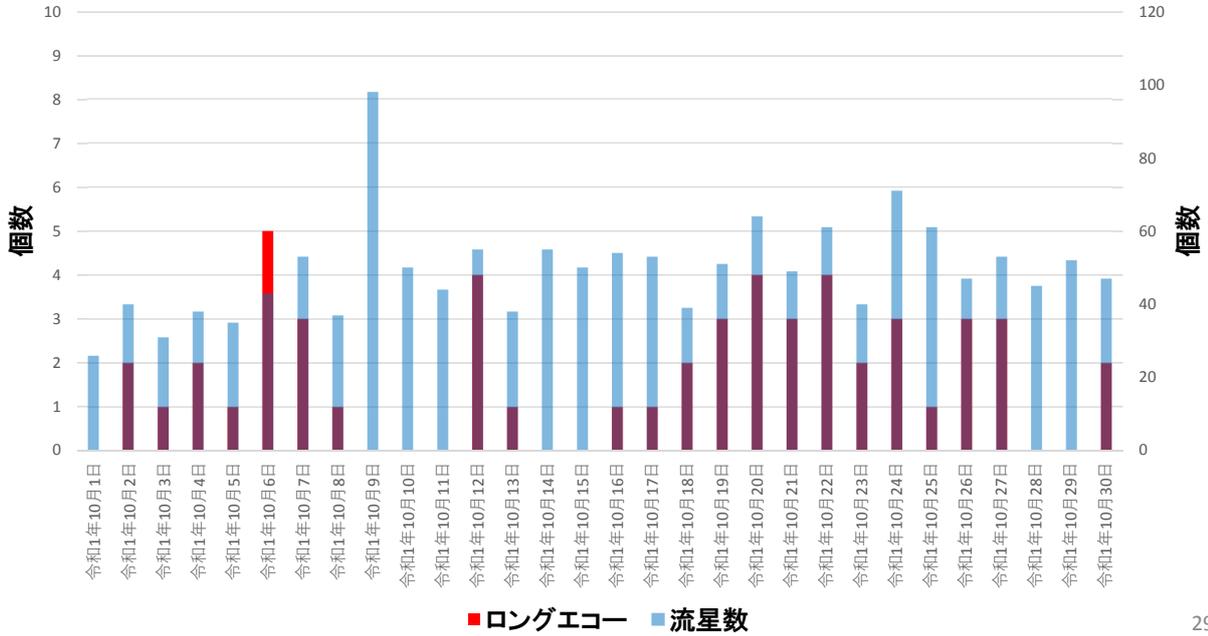
8月のロングエコーの日変化



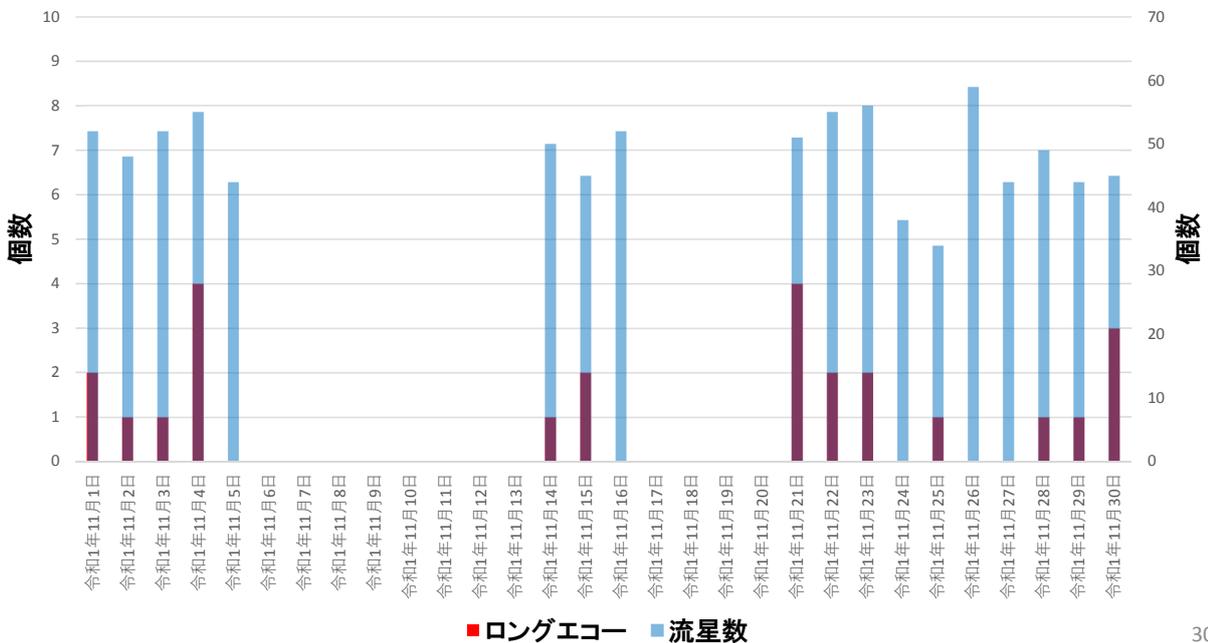
9月のロングエコーの日変化



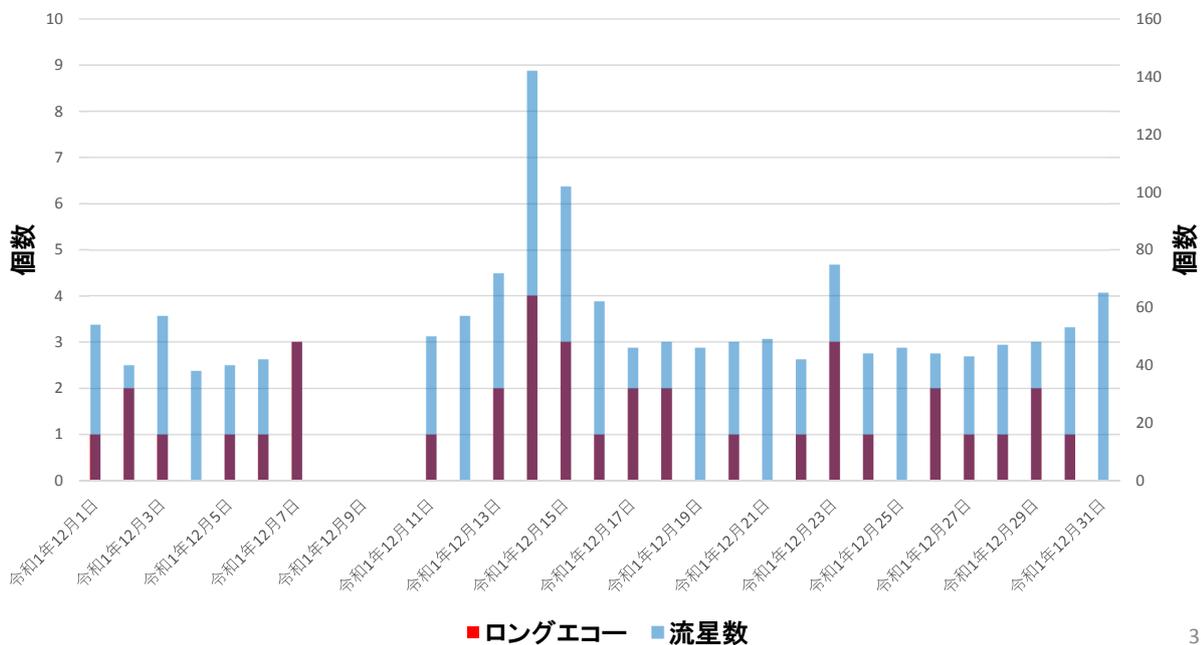
10月のロングエコーの日変化



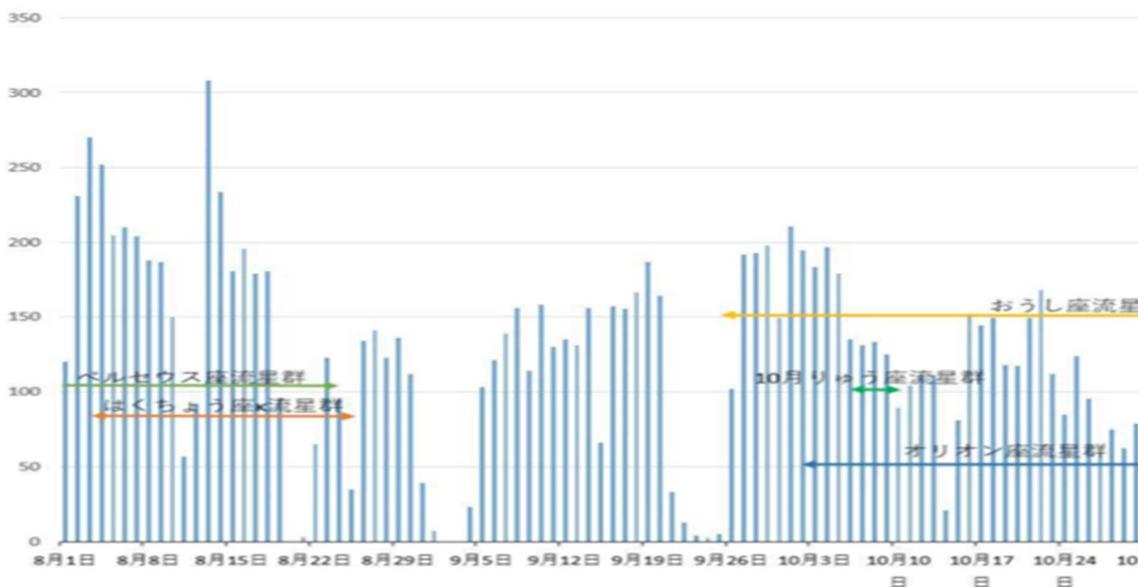
11月のロングエコーの日変化



12月のロングエコーの日変化



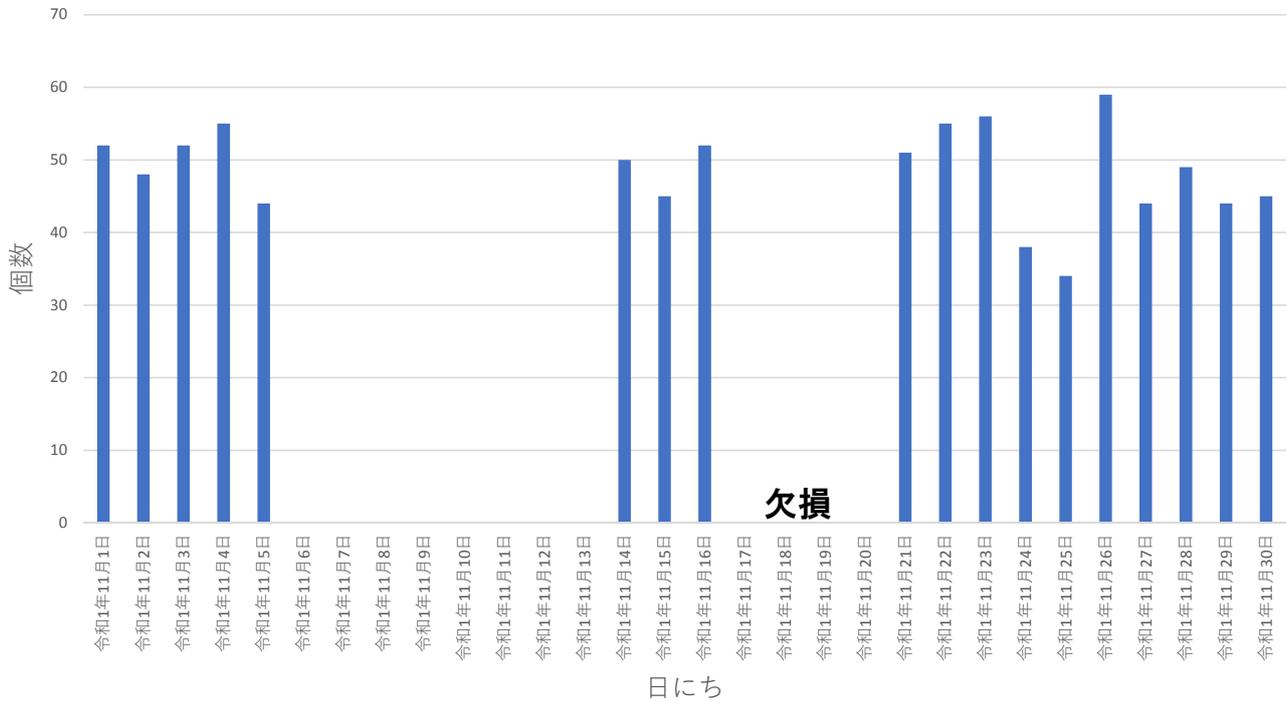
8～11月の日別流星数



11月 結果

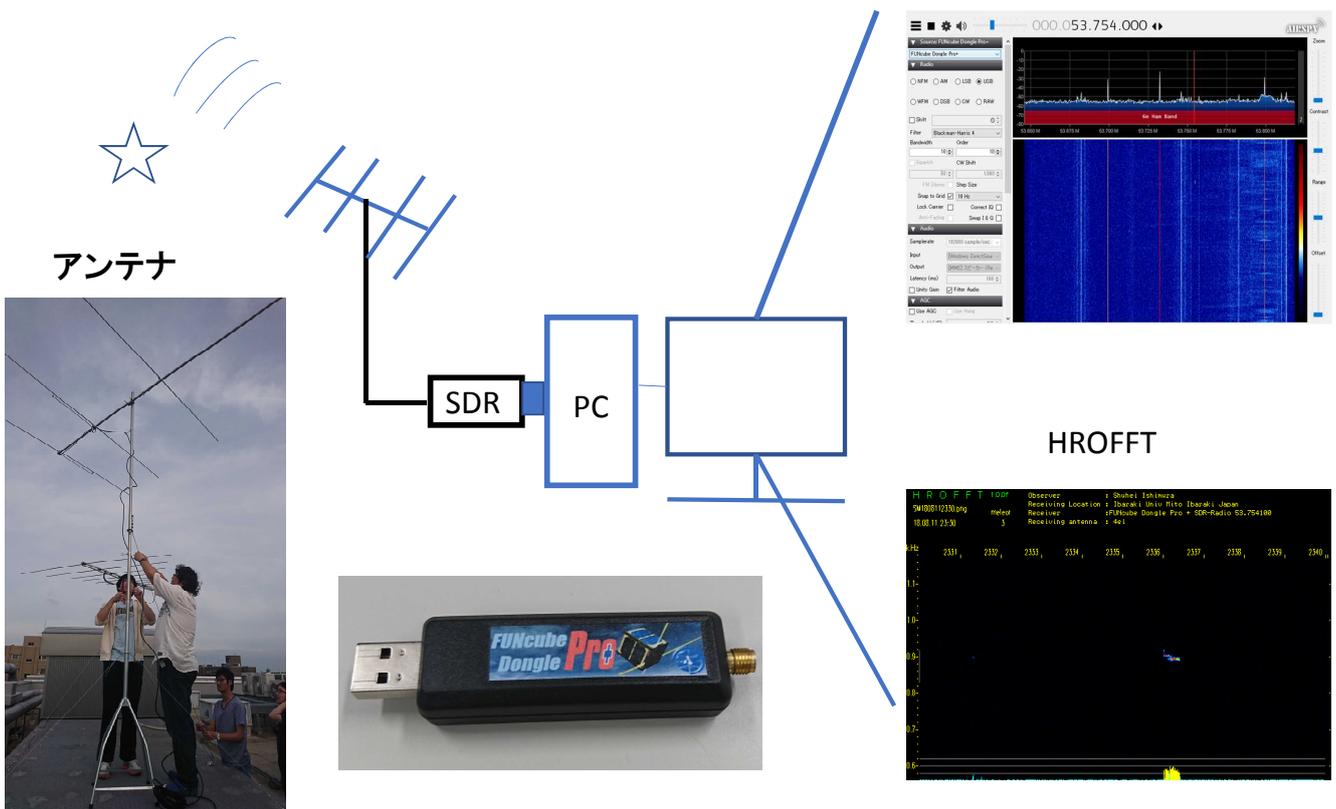
注：11月6日-13日,17-20日は
データ欠損

11月の流星数の日変化



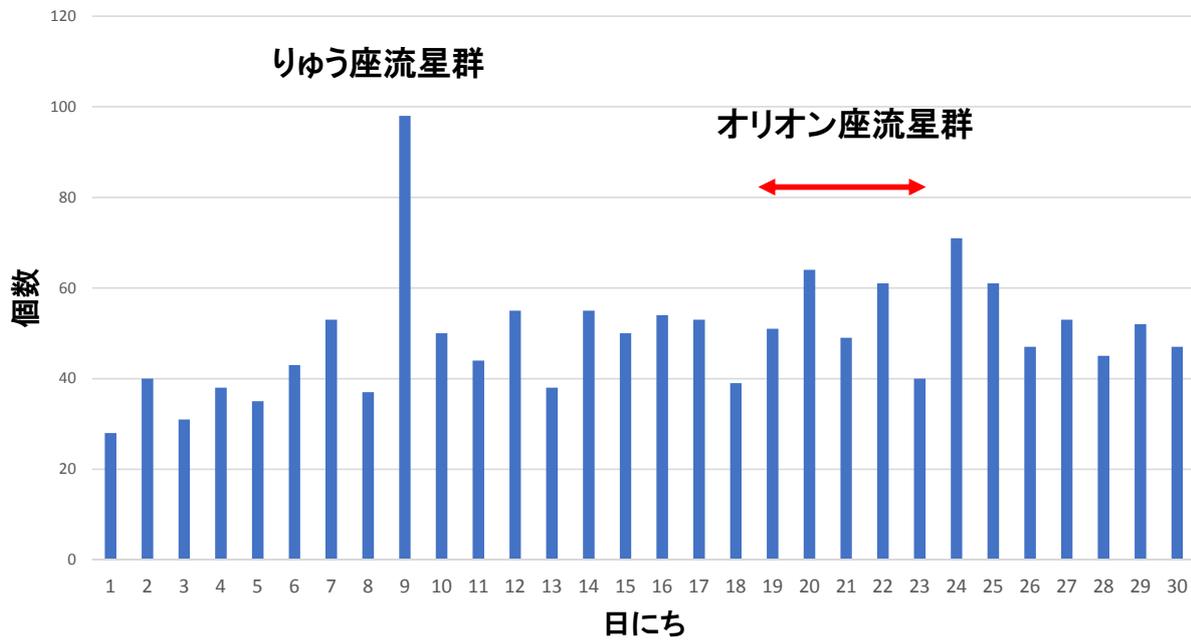
システム図

SDRシャープ



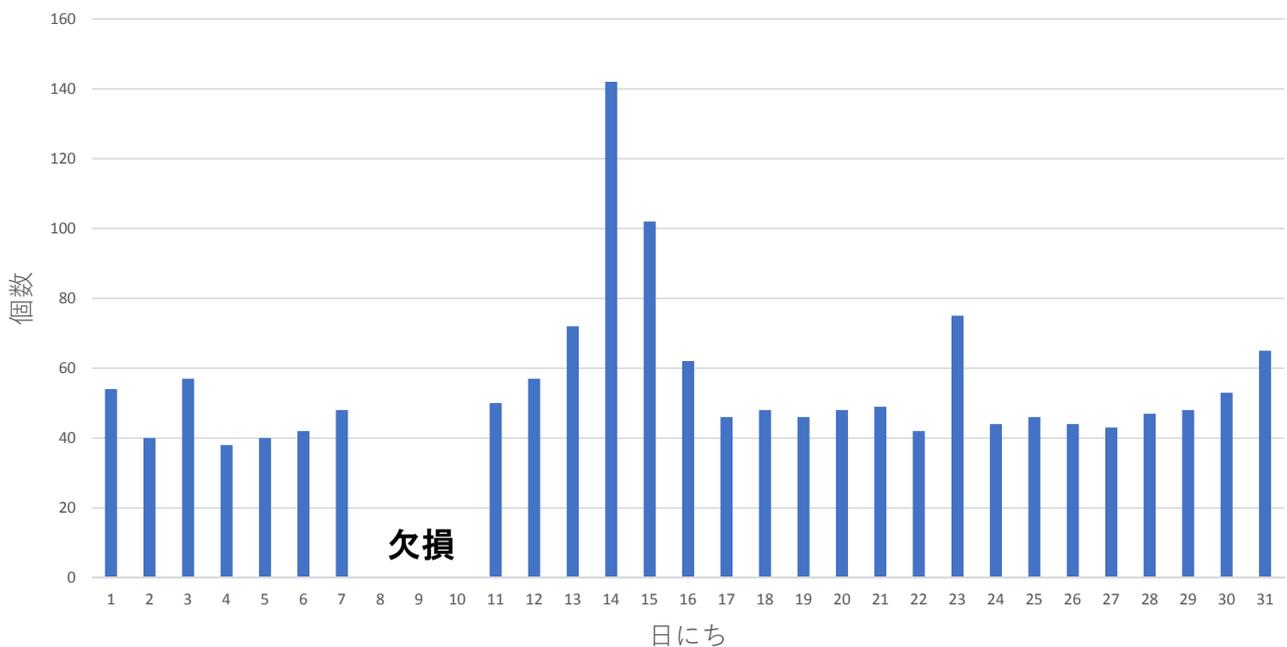
10月 結果

10月の流星数の日変化



12月 結果

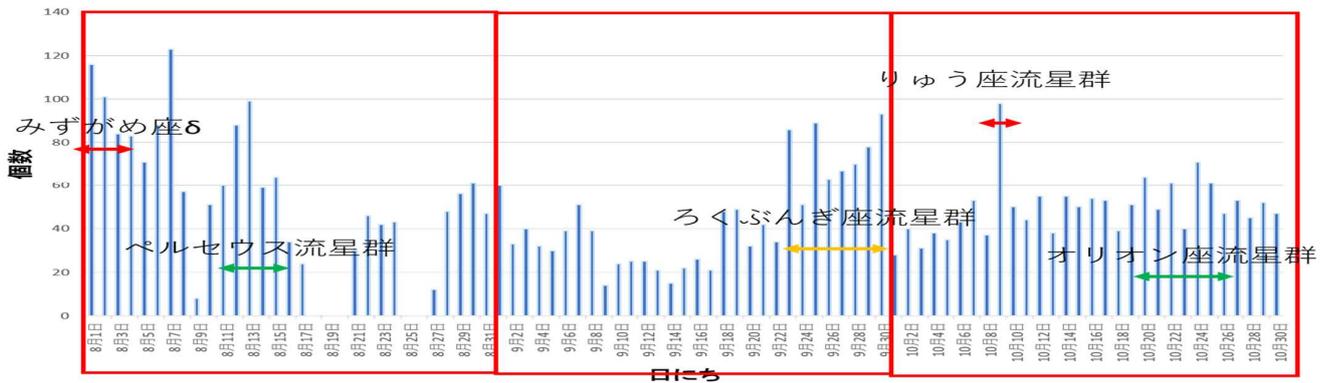
12月の流星数の日変化



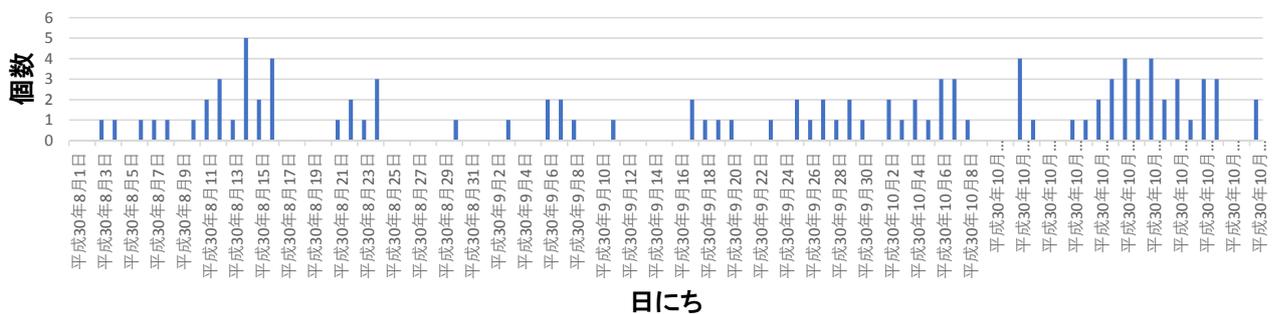
流星群ではない3日

ロングエコー

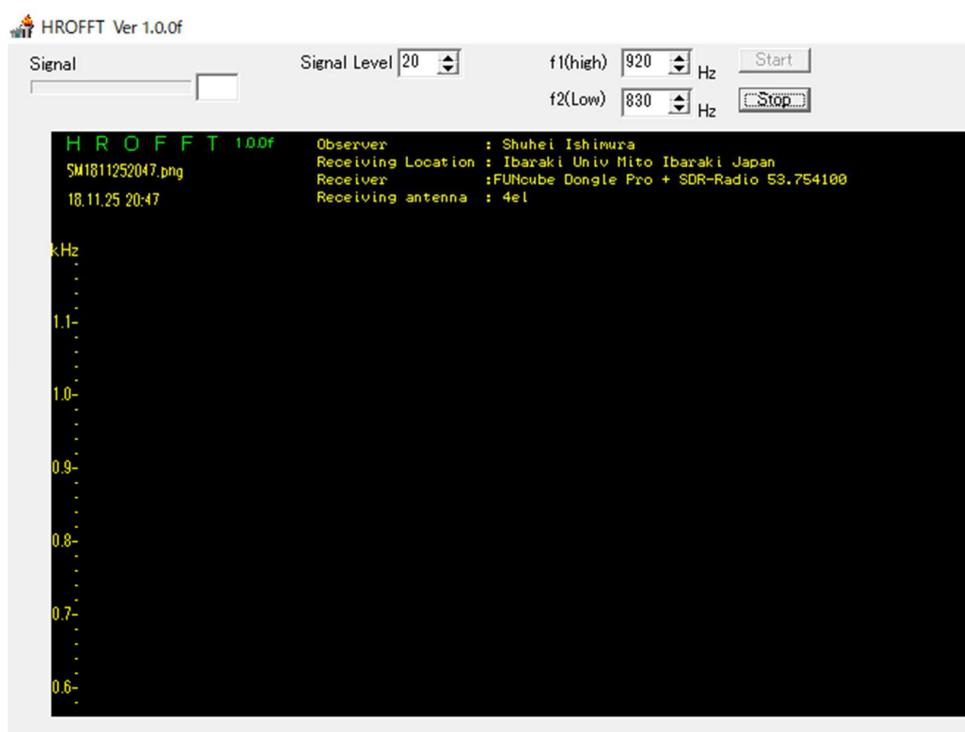
8月－10月の流星数の日変化



ロングエコー数の日変化



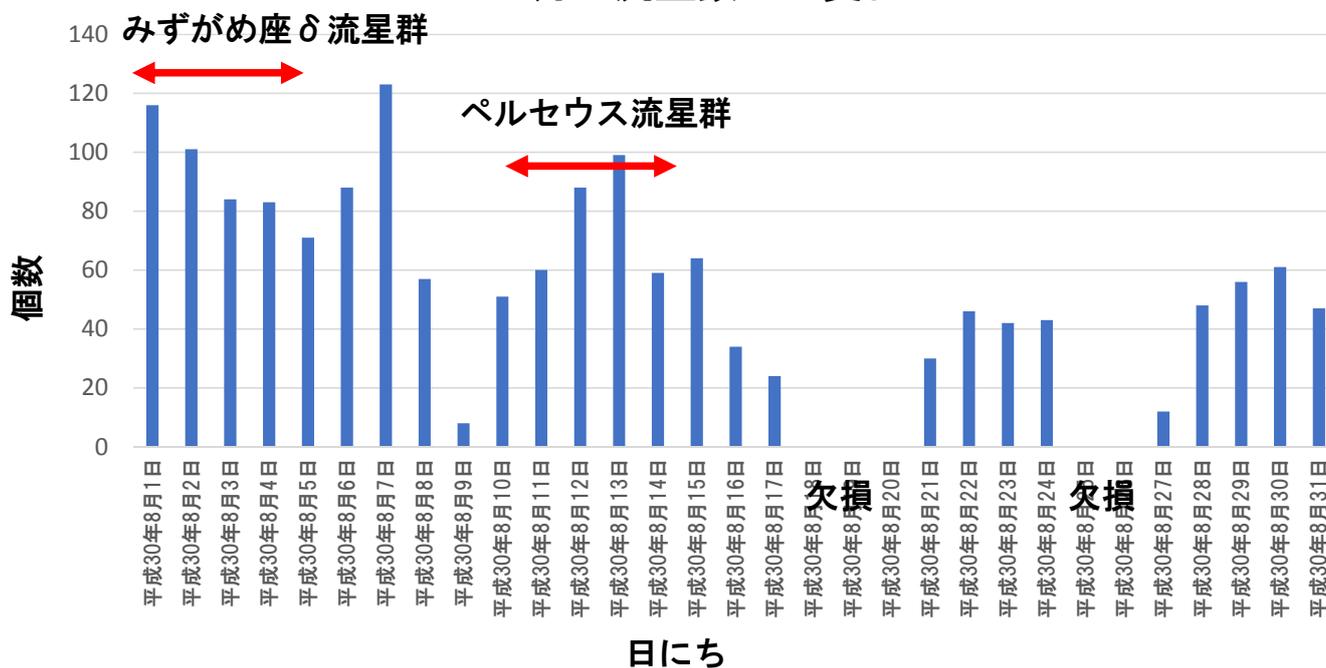
観測装置 HROFFT



8月 結果

注：8月9日,18日-20日,25日-26日はデータ欠損

8月の流星数の日変化

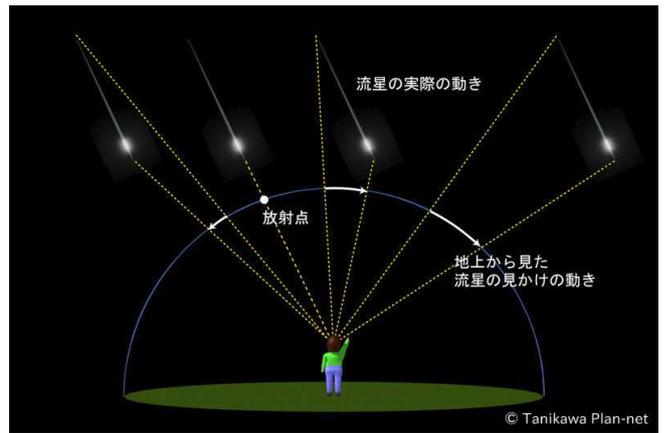


放射点

○放射点とは

- ・流星群に属する流星が放射状に飛び出してくるように見える天球上の一点
- ・見えているだけで実際に放射状に流れているわけではない

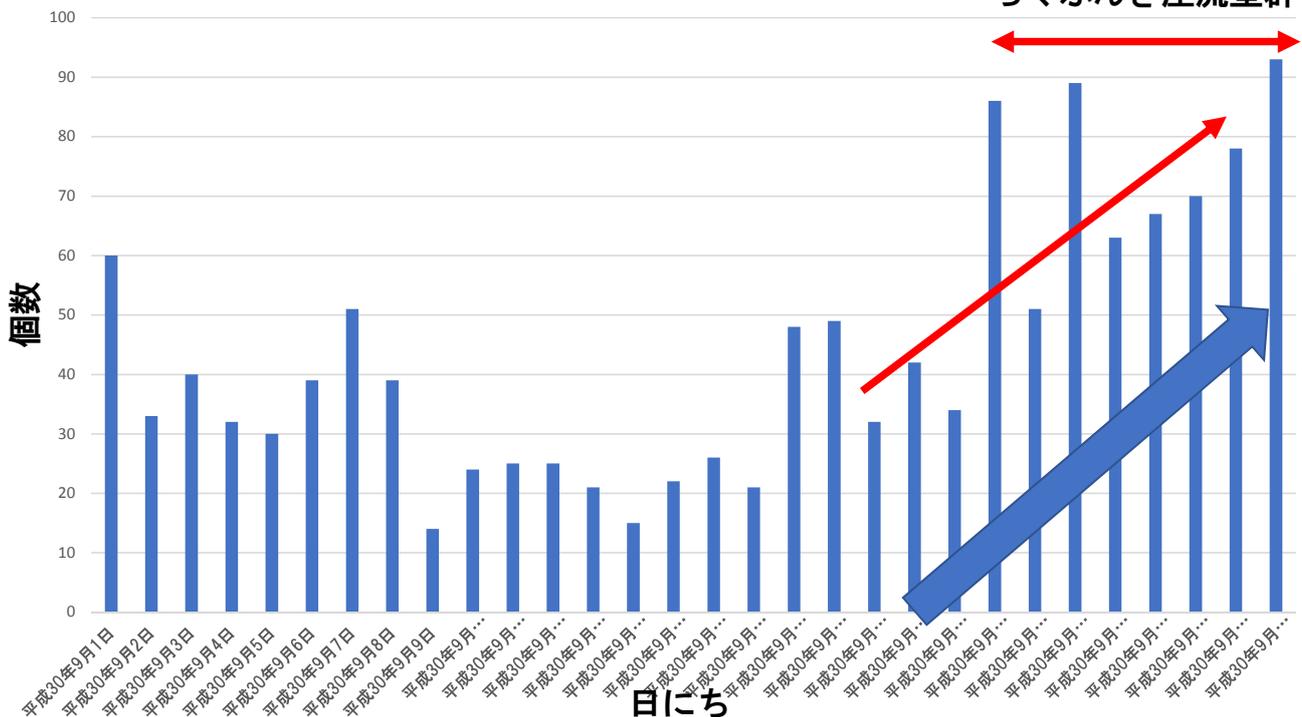
→放射点の図



9月 結果

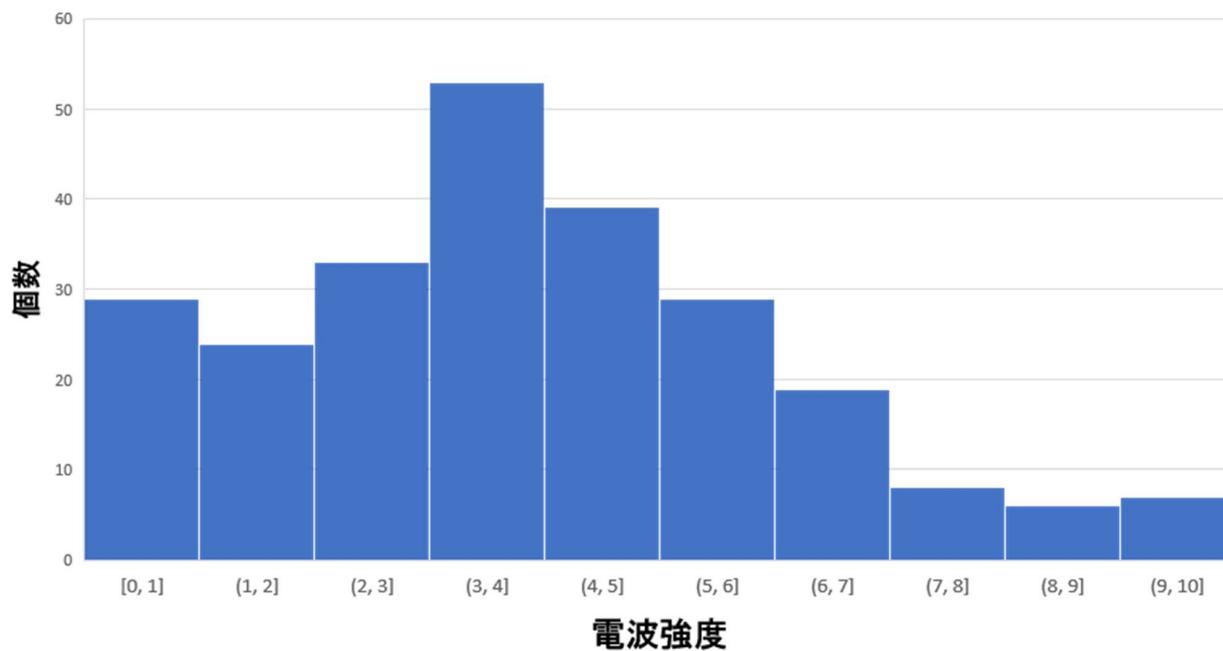
9月の流星数の日変化

ろくぶんぎ座流星群



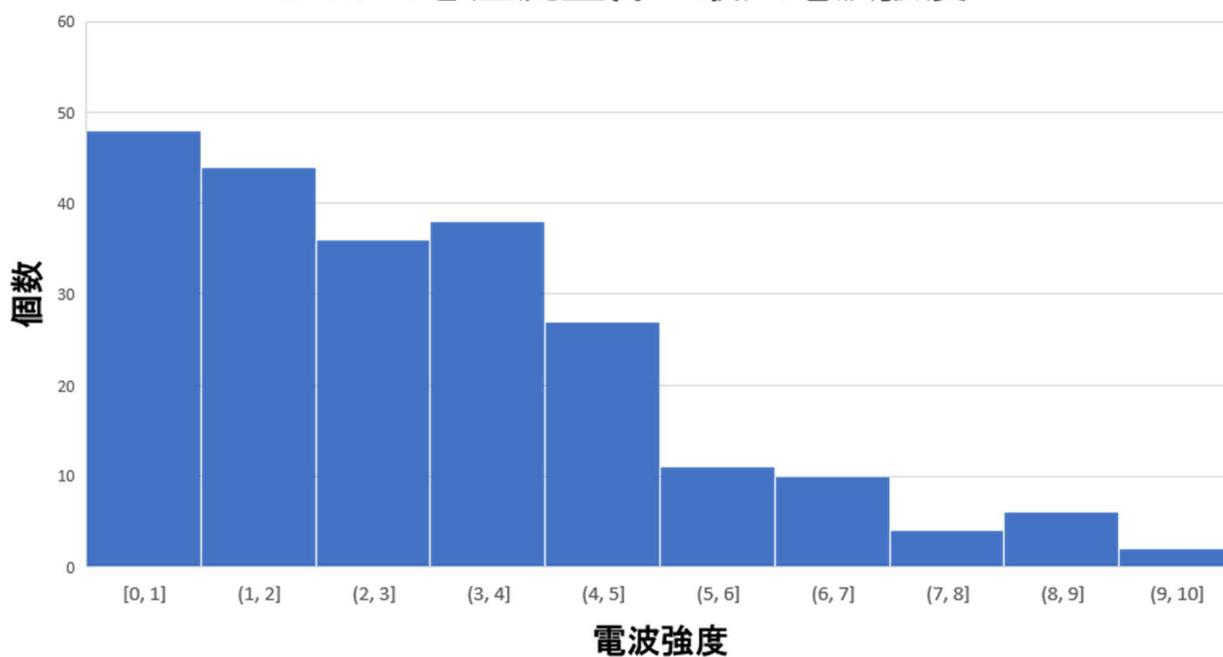
結果

ペルセウス座流星群の最大電波強度



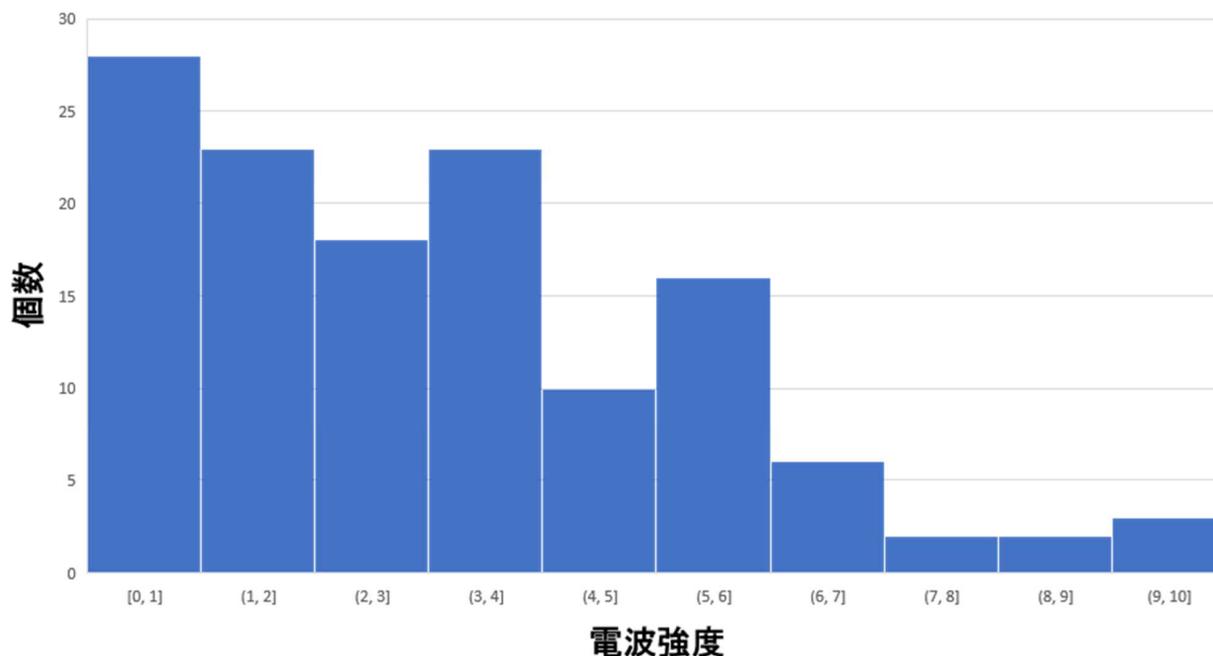
結果

ろくぶんぎ座流星群の最大電波強度



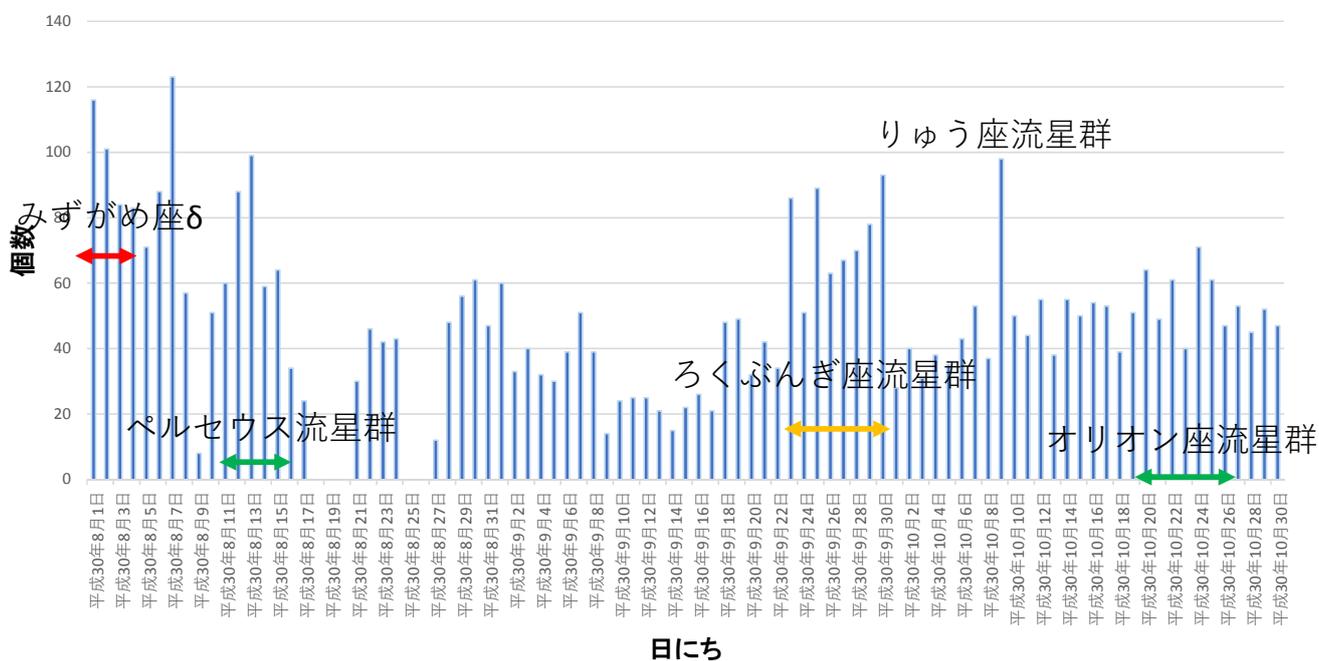
結果

流星群でない時期の最大電波強度



全体結果

8月－10月の流星数の日変化



流星群 表
 なぜ50MHzなのか
 高度と軌跡
 電波強度ロングエコー
 ドリフトから流星の方向

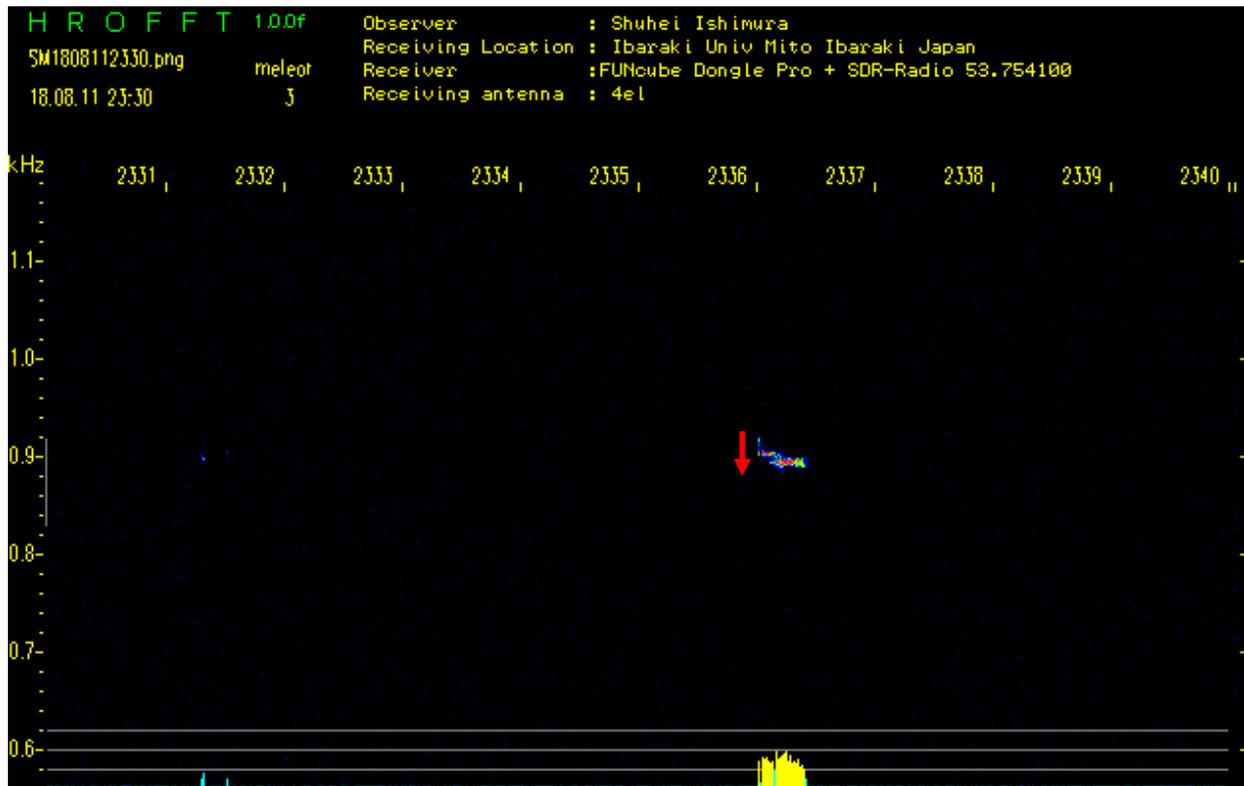
47

48

流星群 表

みずがめδ	7月12日～8月23日	7月30日
	7月19日～8月10日	
やぎ	7月3日～8月15日	7月30日
	不明(*3,*5)	
ペルセウス	7月17日～8月24日	8月13日10時
	8月11日～8月14日	
ししγ (昼間流星群)	8月14日～9月12日	8月25日
	不明(*5)	
ろくぶんぎ (昼間流星群)	9月9日～10月9日	9月27日
	9月28日～10月4日	
10月りゅう	10月6日～10月10日	10月9日09時
	10月8日～10月9日(*4)	
オリオン	10月2日～11月7日	10月22日02時
	10月20日～10月24日	
しし	11月6日～11月30日	11月18日07時
	11月15日～11月20日(*4)	
ふたご	12月4日～12月17日	12月14日21時
	12月9日～12月16日	
こぐま	12月17日～12月26日	12月23日06時
	12月22日～12月23日	

周波数ドリフト



流星群

電波観測の原理

流星が発光すると電離現象が起こり、電波を反射させる性質を持つ自由電子密度が上昇する。

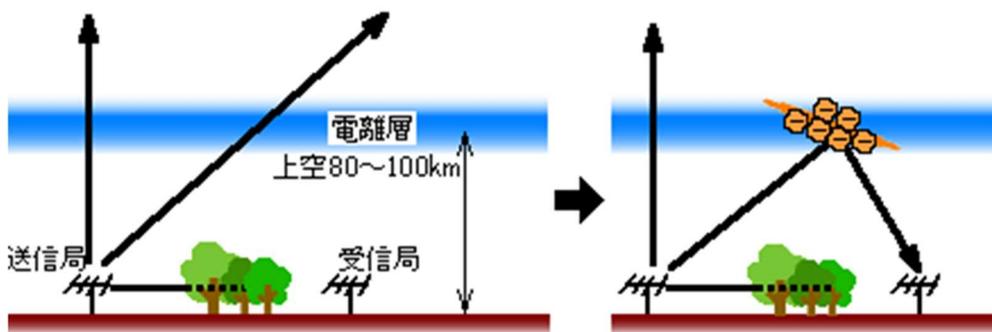
電波が電離層に垂直に入射した場合、 $f_c \doteq \sqrt{N_{max}}$

f_c : 臨界周波数[Hz] N_{max} : 電子密度の最大値[個/m³]

f_c より低い周波数の電波は反射し、高い周波数であれば突き抜ける。

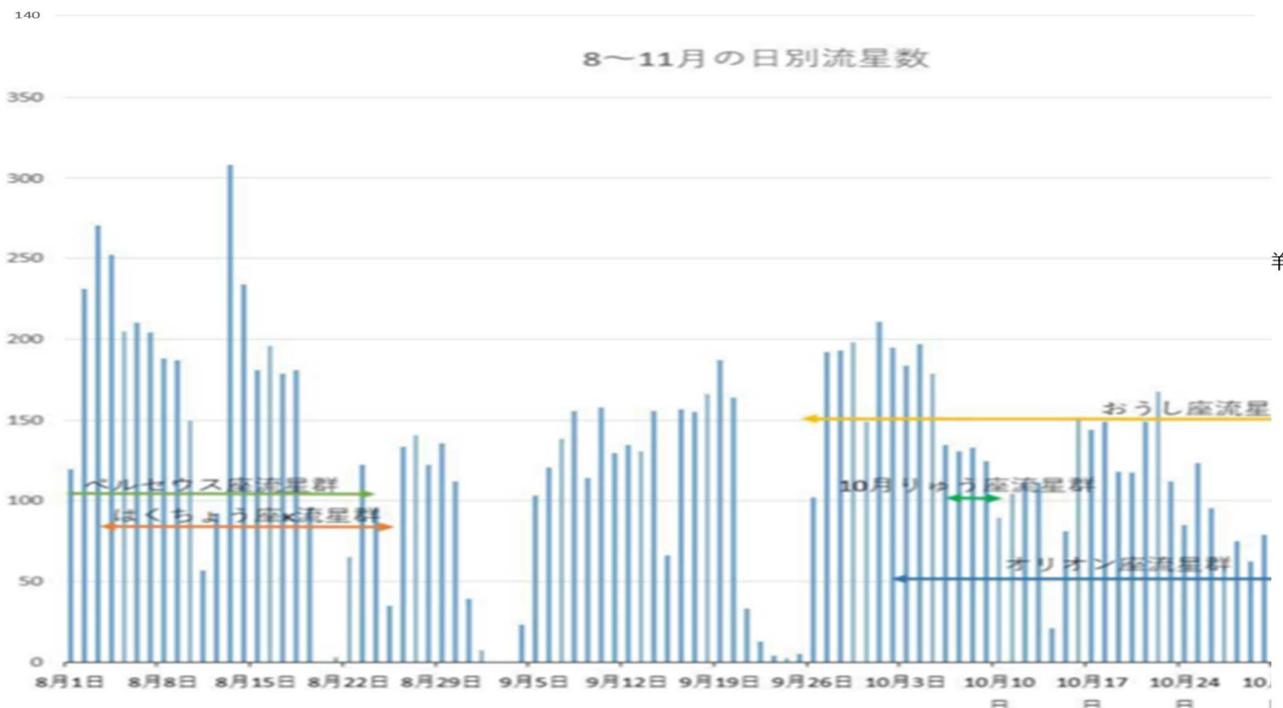
角度*i*で入射した場合、 $f = f_c \cdot \sec(i)$

f より低い周波数の電波を反射する。

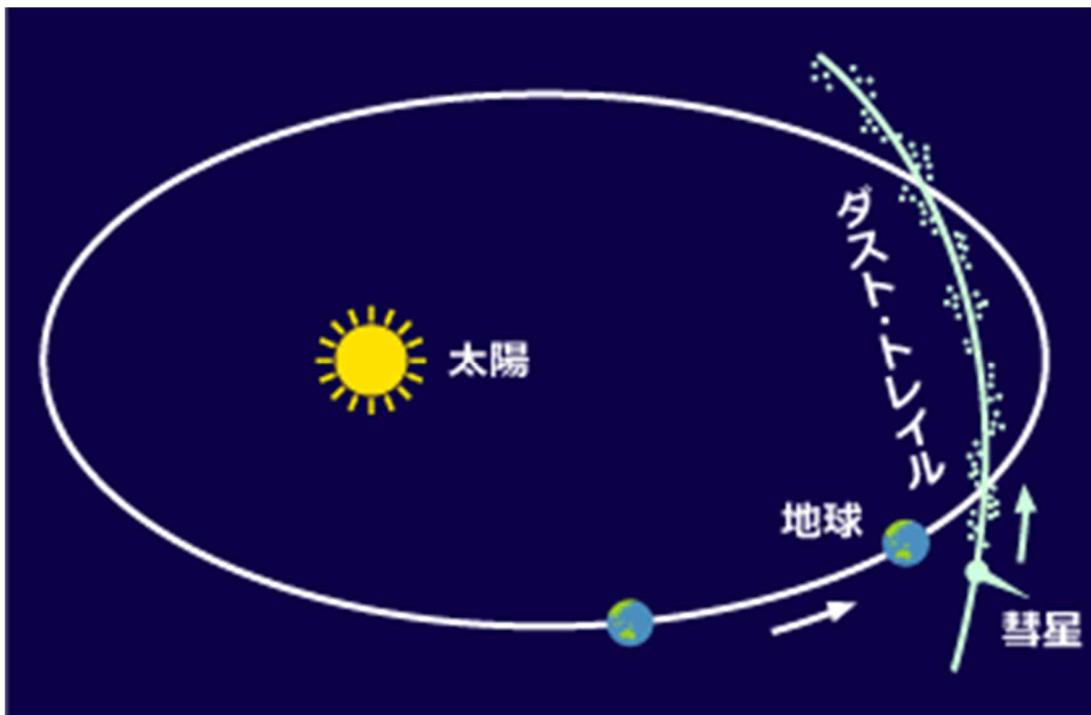


2016年 明星大学

8月－10月の流星数の日変化



流星群



三菱電機より引用

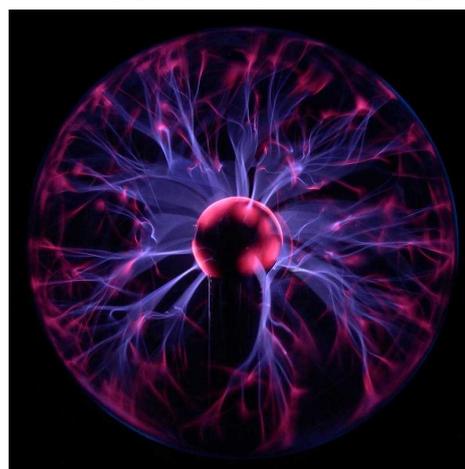
54

プラズマ

気体を構成する分子が電離し陽イオンと電子に分かれて運動している状態

個体,液体,気体とも違う性質を持つため物質の第4の状態とも呼ばれ、電磁波を反射する特性を持つ

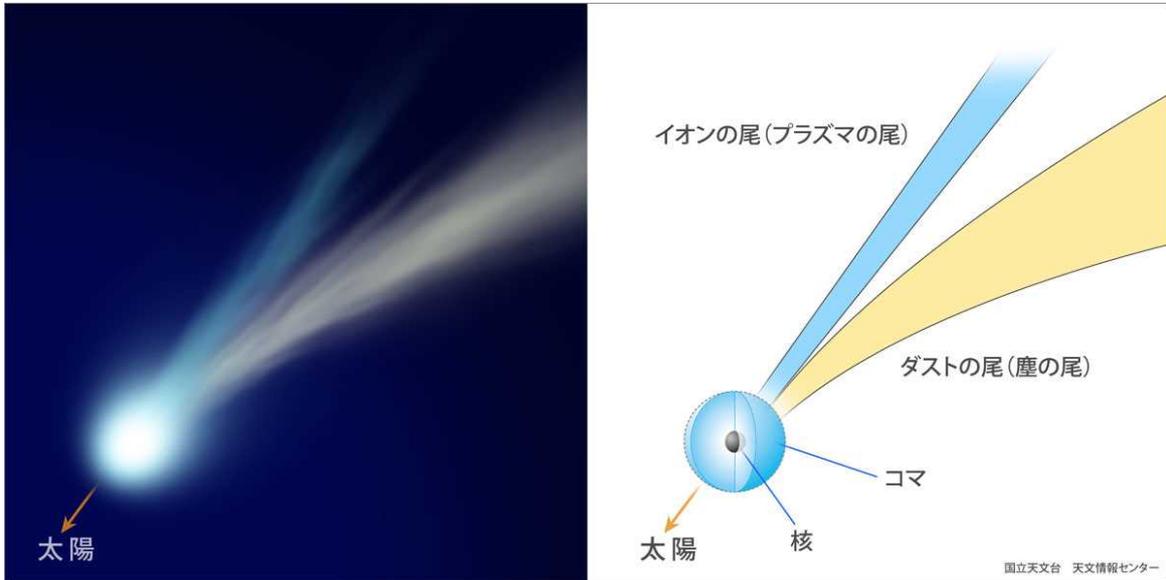
宇宙の質量の99%以上はプラズマ状態



Wikipediaより引用

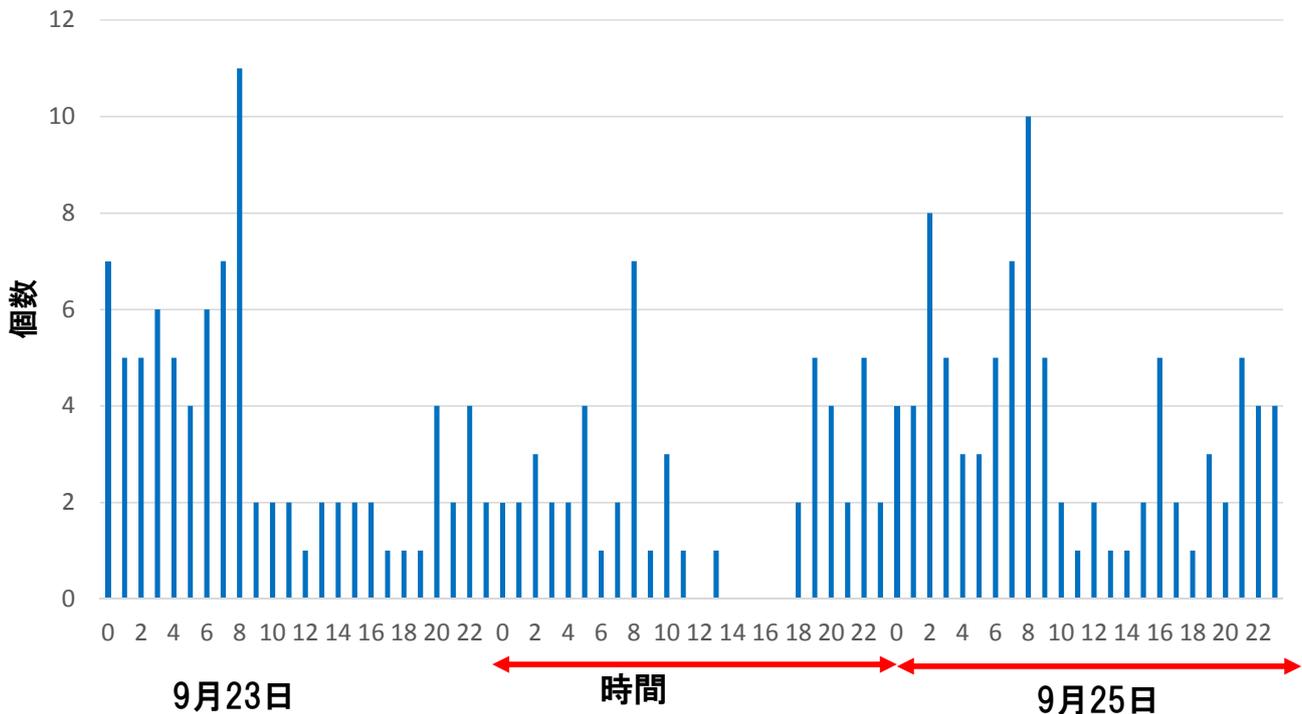
彗星

彗星とは太陽系小天体のうち氷や塵などでできており太陽の周りを周期的に周るものもある



ろくぶんぎ座流星群

ろくぶんぎ座流星群の時間変化



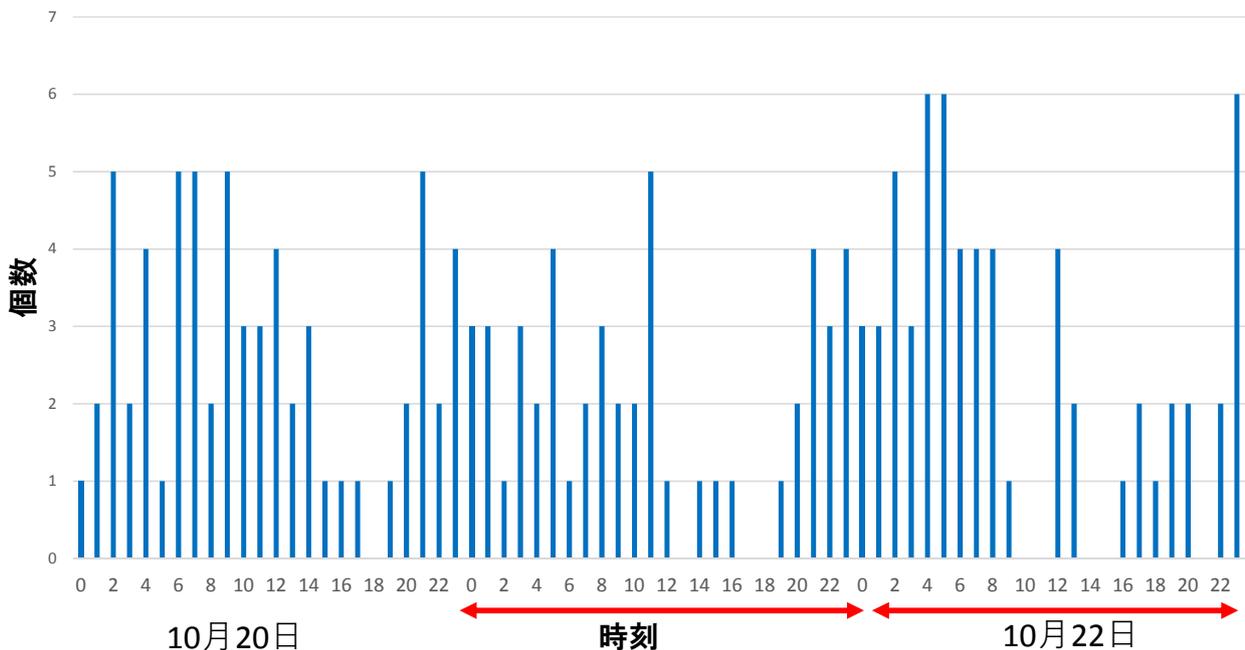
流星群名	母天体	出現期間	極大
みずがめ座 δ 南		7/12-8/23	7月30日
ペルセウス座	スウィフトタートル	7/17-8/24	8月13日
10月りゅう座	ジャコビニチンナー	10/6-10/10	10月8日
オリオン座	ハレー	10/2-11/7	10月21日
ふたご座	ファエトン	12/4-12/17	12月14日

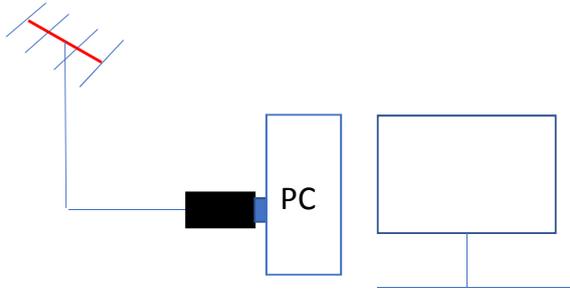
57

23

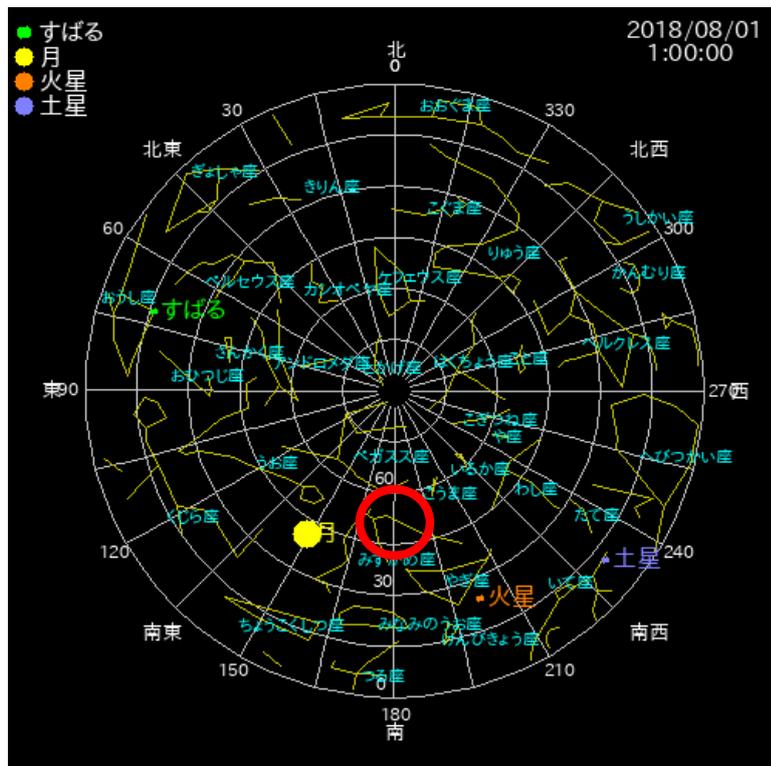
オリオン座流星群

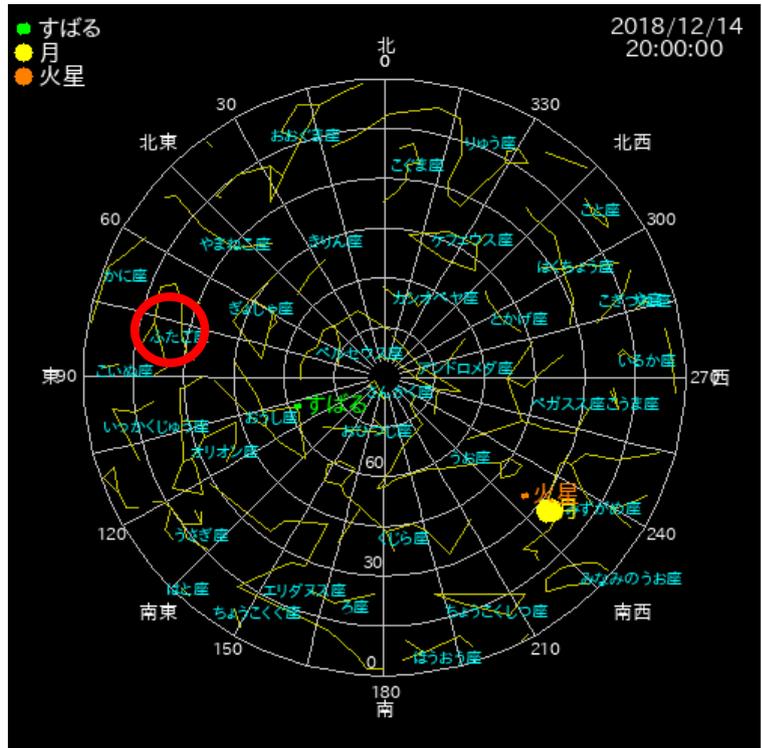
オリオン座流星群の時間変化



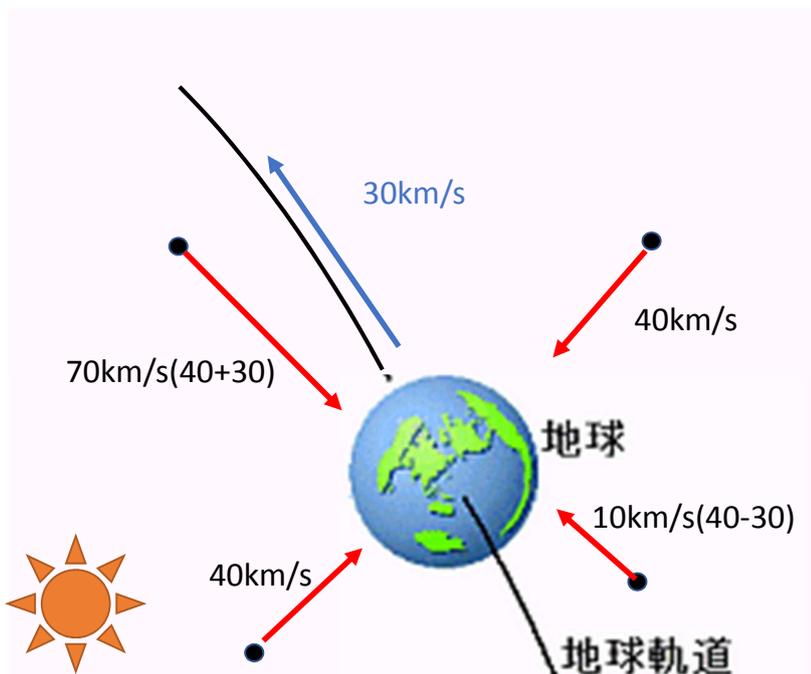


mizuh





63



64

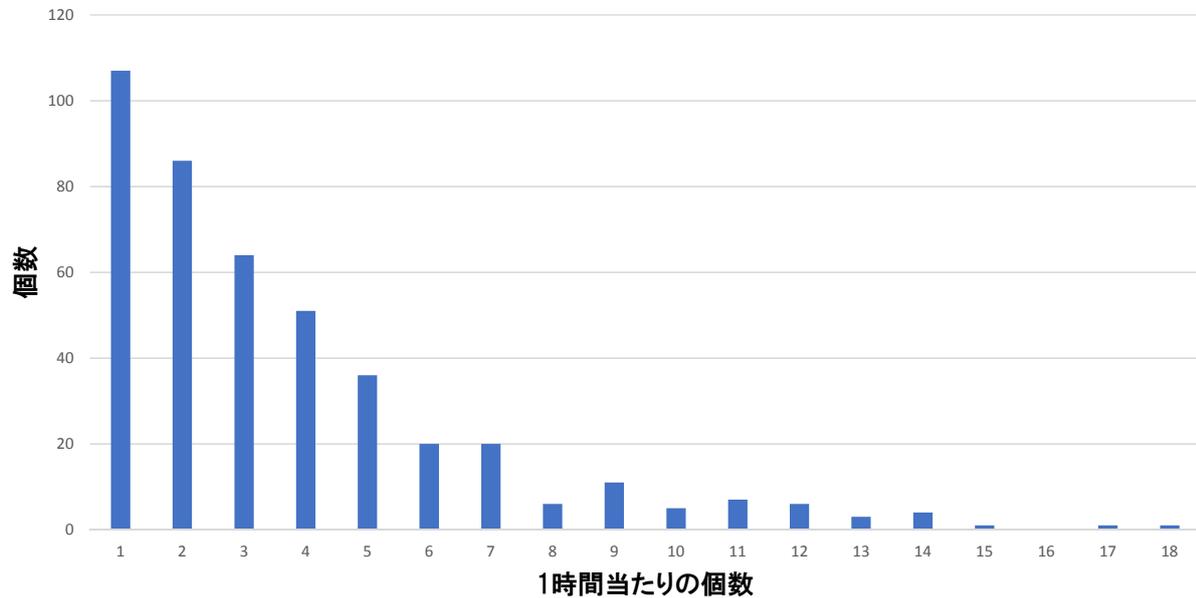
流星群名	出現期間	極大	個数	$\tau(\text{個数}/\text{km}) \times 10^{(-6)}$
みずがめ座 δ 南	8/1-8/8	8月1日	327	15.77
ペルセウス座	8/10-8/15	8月13日	123	7.91
10月りゅう座	10/9-10/9	10月9日	48	18.52
オリオン座	10/12-10/30	10月24日	80	1.62
ふたご座	12/3-12/23	12月14日	217	3.99

65

流星群名	出現期間	極大	個数	$\tau(\text{個数}/\text{km}) \times 10^{(-6)}$	母天体	前回回帰
みずがめ座 δ 南	8/1-8/8	8月1日	327	15.77	ハレー	1986年
ペルセウス座	8/10-8/15	8月13日	123	7.91	スィフト・タートル	1992年
10月りゅう座	10/9-10/9	10月9日	48	18.52	ジャコビニチンナー	2018年
オリオン座	10/12-10/30	10月24日	80	1.62	ハレー	1986年
ふたご座	12/3-12/23	12月14日	217	3.99	ファエトン	2009年

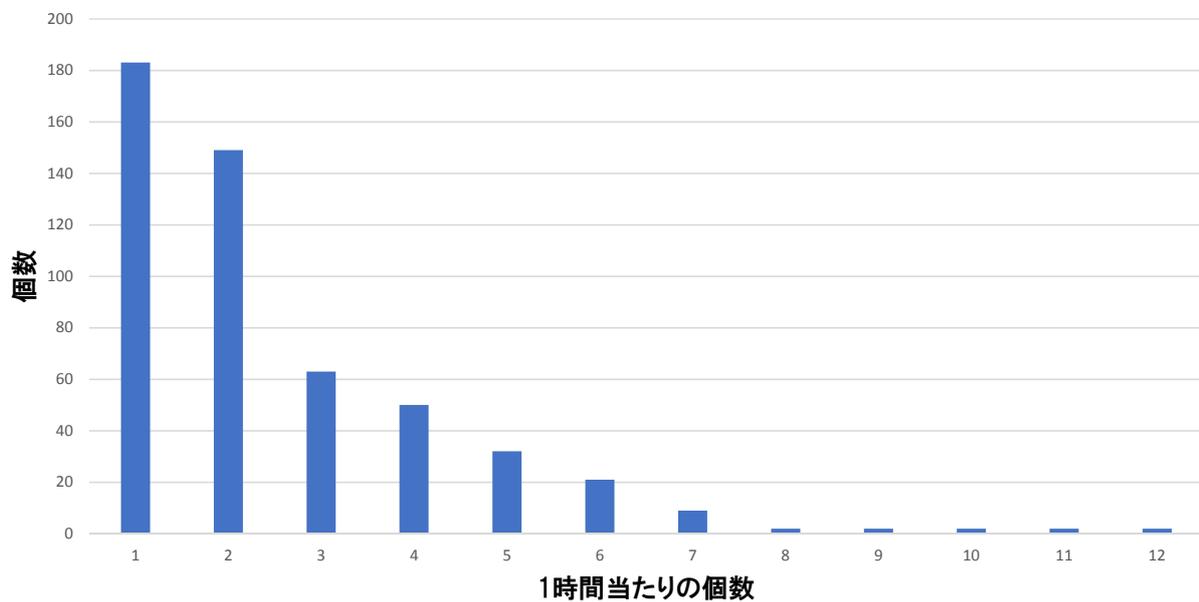
66

8月の流星数の1時間の個数の頻度分布



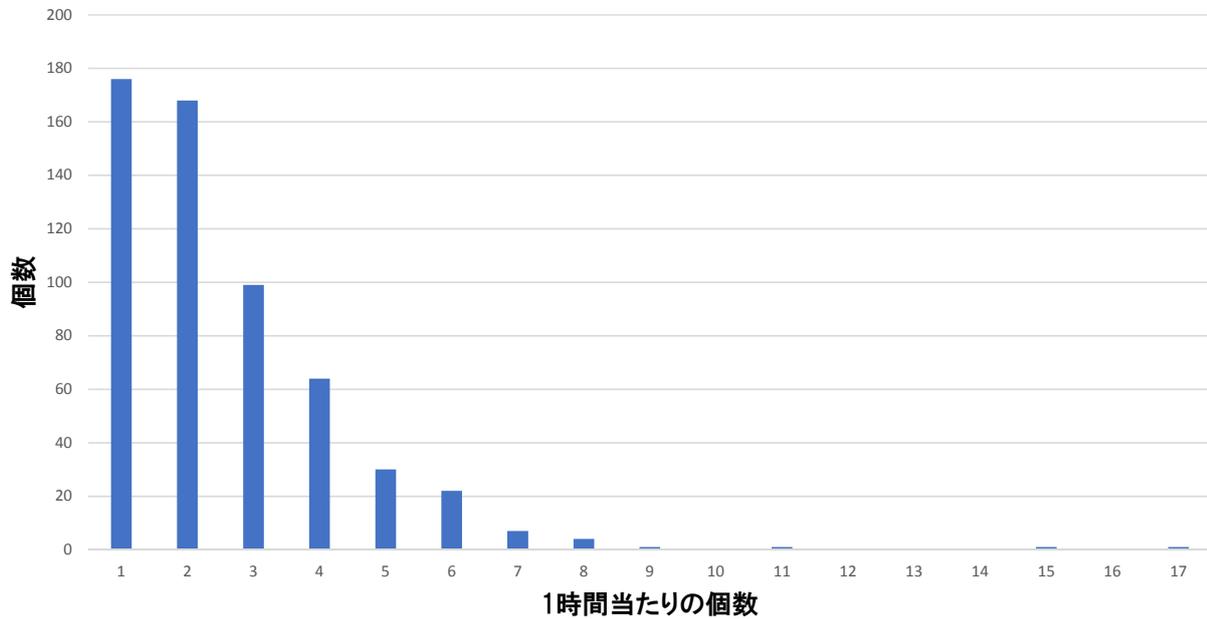
67

9月の流星数の1時間の個数の頻度分布

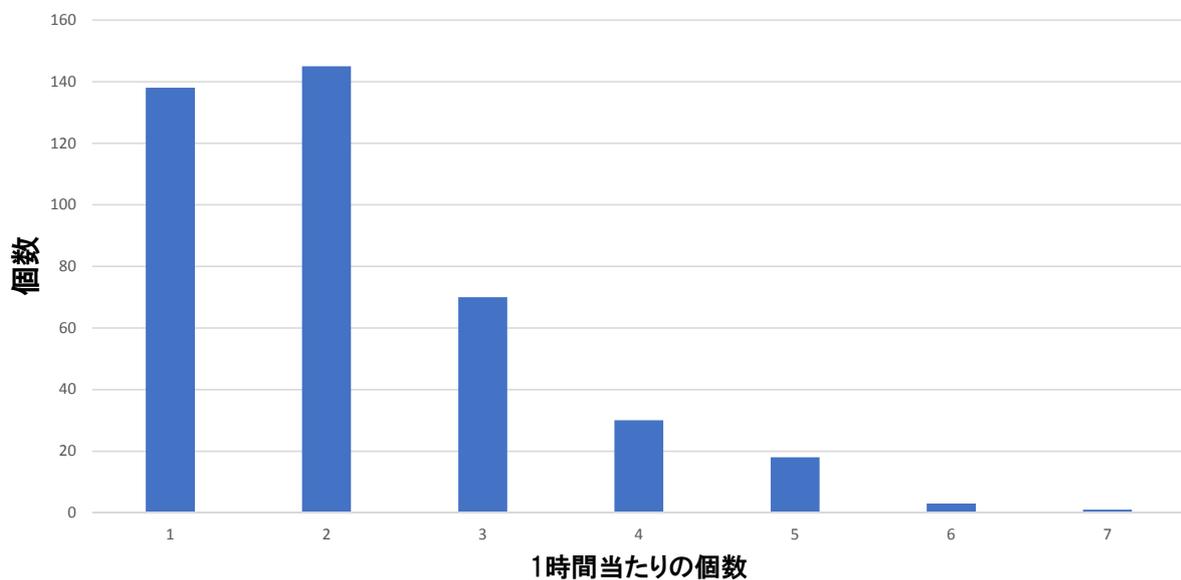


68

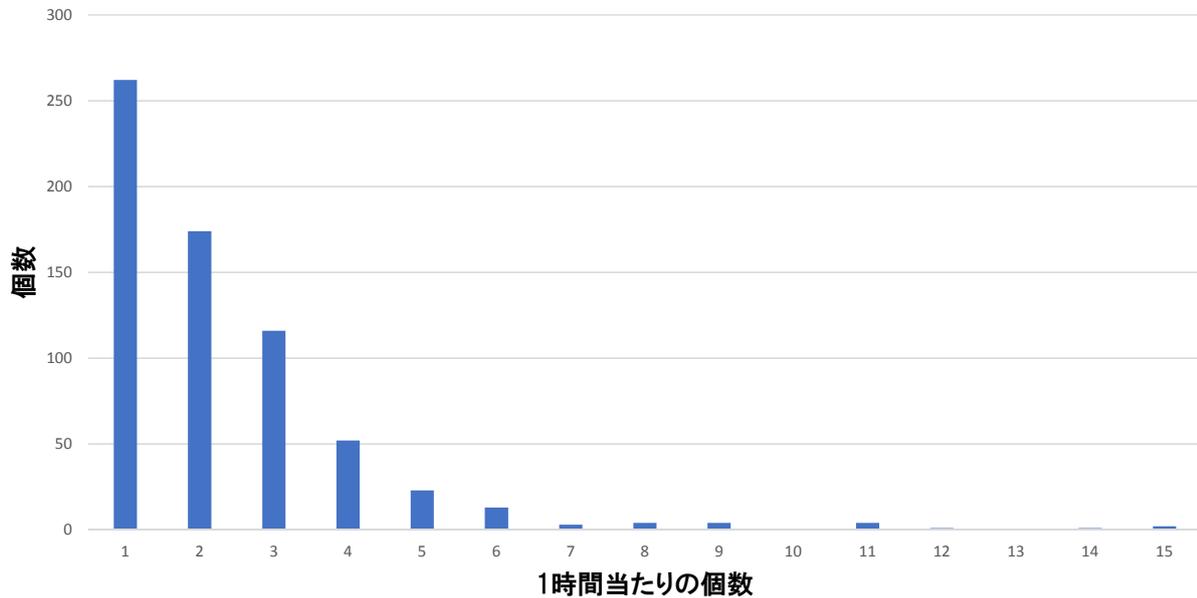
10月の流星数の1時間の個数の頻度分布



11月の流星数の1時間の個数の頻度分布

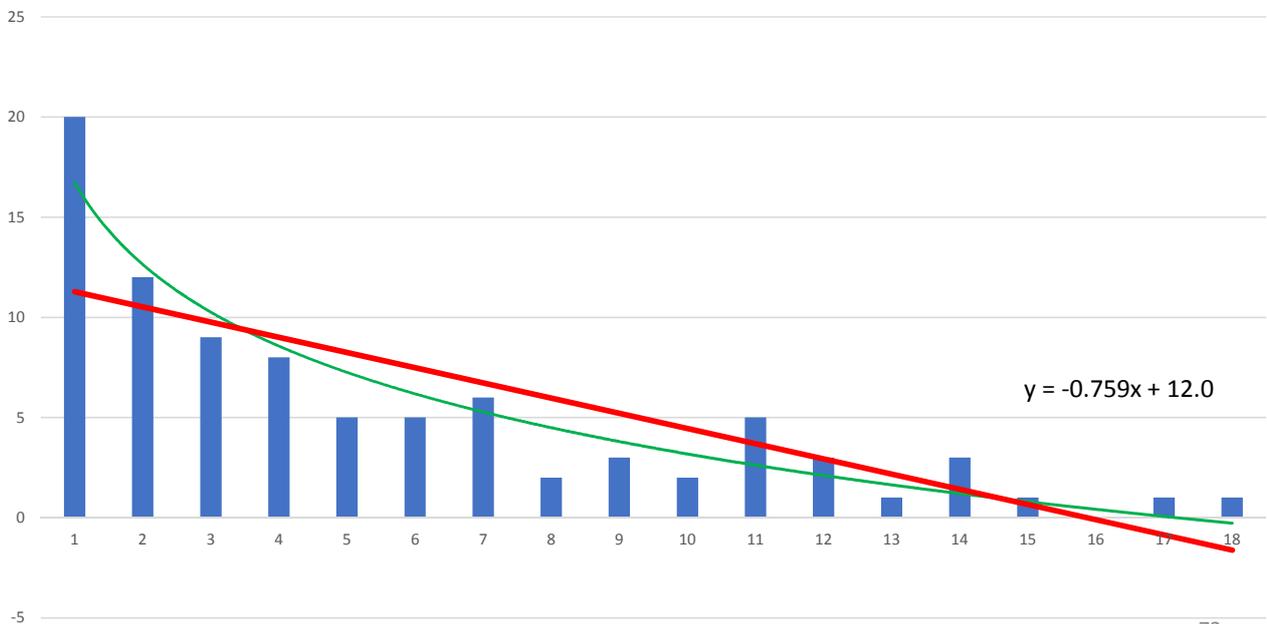


12月の流星数の1時間の個数の頻度分布



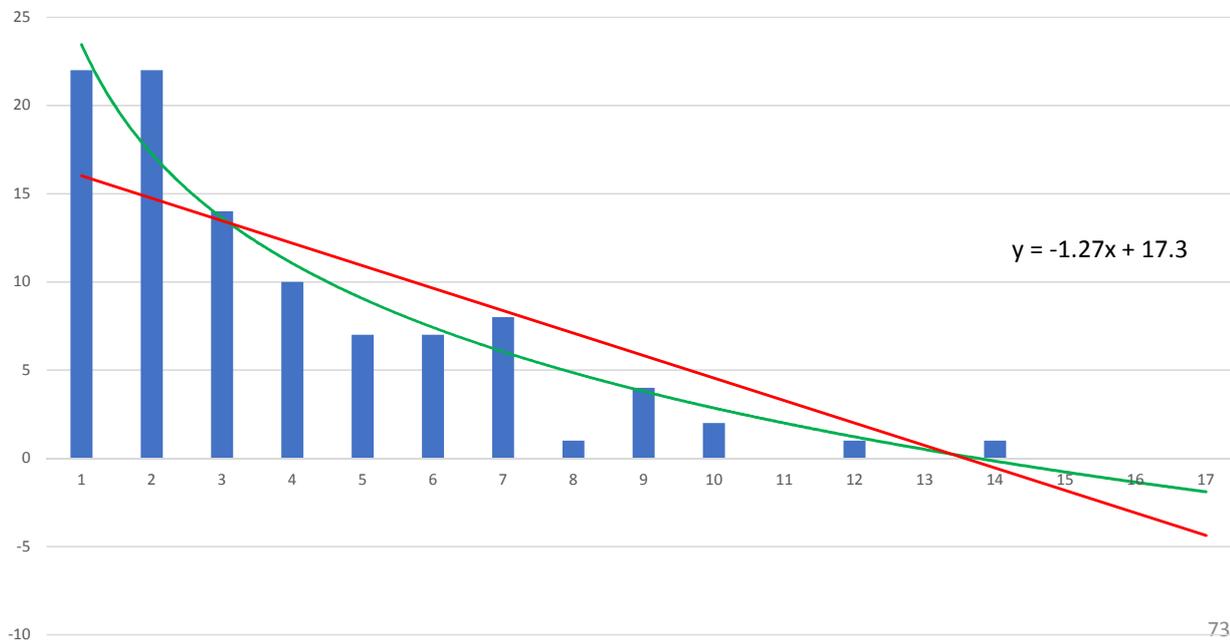
71

みずがめ座δ流星群のヒストグラム

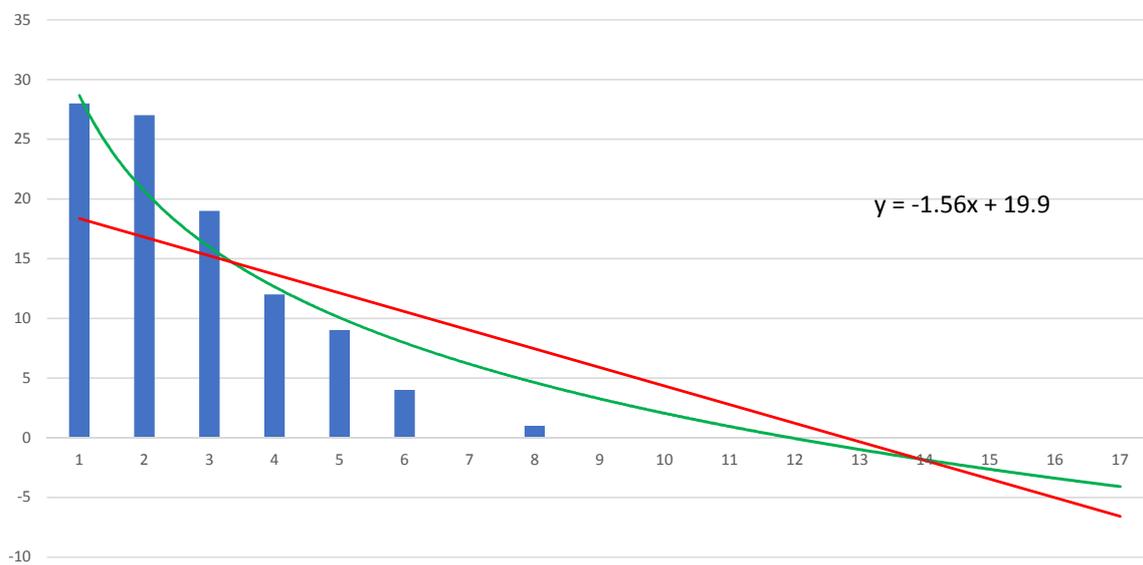


72

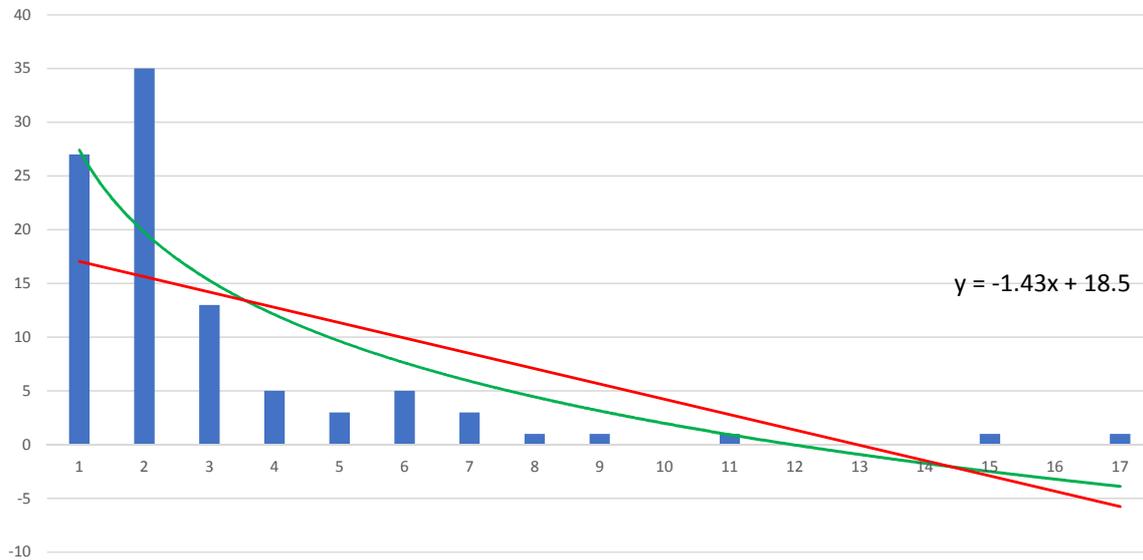
ペルセウス座流星群の流星数のヒストグラム



オリオン座流星群のヒストグラム

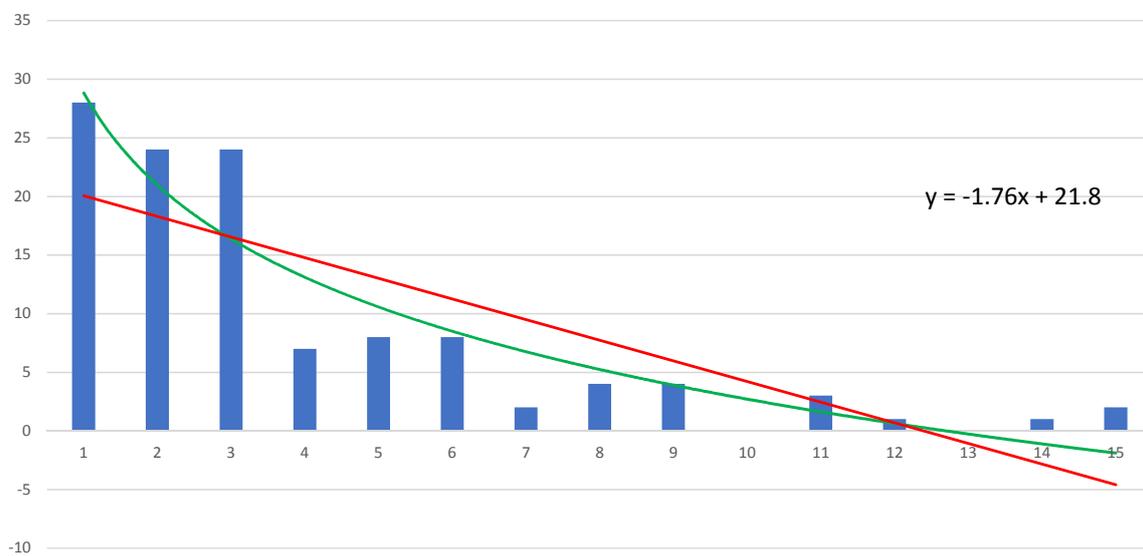


10月りゅう座流星群のヒストグラム



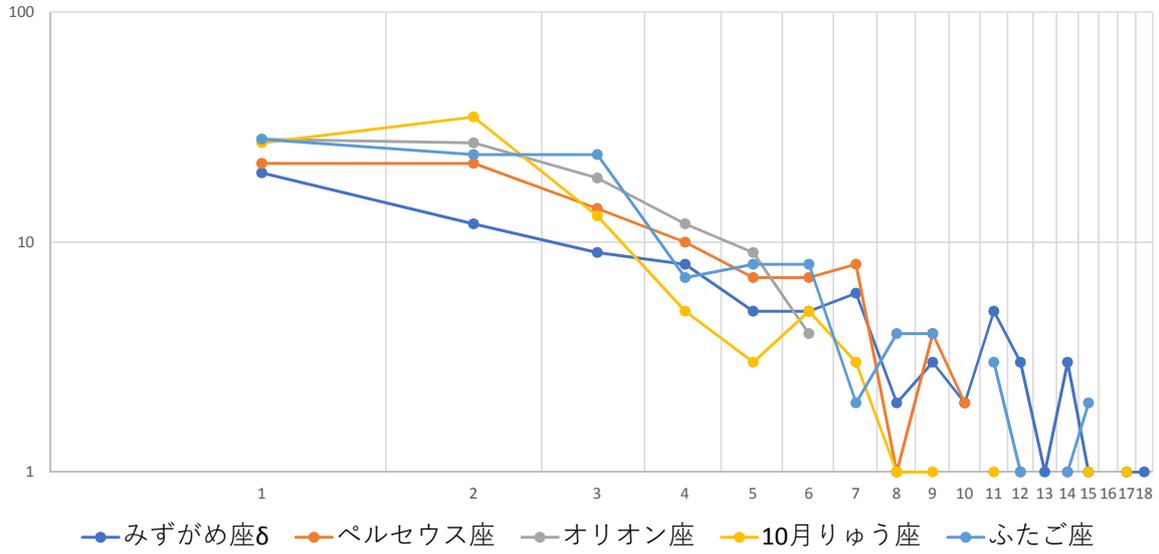
75

ふたご座流星群のヒストグラム



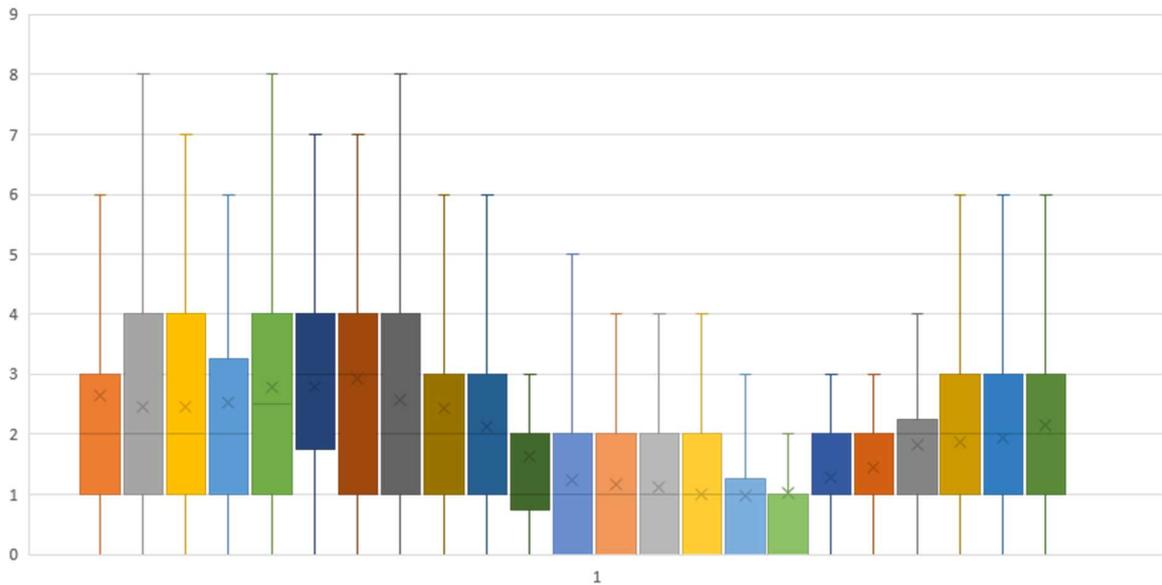
76

各流星群のヒストグラムのまとめ



77

グラフ タイトル



78