Jul31 2026

会報

あすとろん

Vol.75

ástron



フィンランドのオーロラ

NPO法人 花山星空ネットワーク

あすとろん　第 75 号　目次

第 19 回通常総会報告	西村昌能	1
重力波で探る連星の運動	武田紘樹	2
ほうき星の魅力　-わからないから面白い-	渡部潤一	4
第 36 回講演会	上善恒雄	10
天の川銀河の球状星団	景山浩二	16
新月期を外しても楽しめるオーロラ観望!?	上杉憲一	22
サロス 136 のアフリカ日食	黒河宏企	27
おかしな小惑星たち	作花一志	31
パンスターズ彗星　C2025R3	中川均	34
みんなで作るバタフライダイアグラム	鴨部 麻衣	35
望遠鏡設備更新へご寄付のお願い	事務局	39
事務局たより	事務局	

表紙画像　　フィンランドのオーロラ
　　上杉憲一氏提供　p22 の記事参照
裏表紙画像　　惑星状星雲 M27　八幡市にて
　　西村昌能氏提供

第 19 回通常総会報告

西村昌能（NPO 法人花山星空ネットワーク理事長）

会員の皆様

第 19 回通常総会が梅雨の中休みとなった 2026 年 6 月 14 日（日）に京都大学理学研究科セミナーハウスで開催されました。昨年度に引き続き電磁的方法で、正会員の皆様へ総会の出欠と欠席の際の表決をお願いし、議案書はグーグルドライブからダウンロードして頂く事をお願いしました。ご希望される会員には、電子メールや、ハガキでの回答方法も利用しました。皆様方には、ご理解とご協力を賜り、誠にありがとうございました。今後とも、どうぞよろしくお願い申し上げます。

さて、総会会場への参加は 33 名、電磁的表決、書面による表決は 118 名で、正会員の総会参加数は合計 151 名でした。当日の正会員は 253 名でしたので、過半数の参加を得て、総会は成立いたしました。

第一号議案：2025 年度事業報告書及び活動計算書承認の件

第二号議案：2026 年度事業計画書及び活動予算書承認の件

第三号議案：第 10 期役員追加理事選出の件

上記の議案のうち、第一号議案は賛成 88 名、反対 0 名、委任 63 名、第二号議案は賛成 87 名、反対 1 名、委任 62 名、無表決 1 名で可決されました。また、第三号議案は賛成 87 名、反対 1 名、委任 61 名、無表決 2 名で可決され、中道晶香さん（京都産業大学教授）が新しく理事に就任されることになりました。

以上ご報告させていただきます。



総会に参加された会員のみなさま

重力波で探る連星の運動

武田紘樹（京都大学白眉センター）

はじめに

天体の運動を理解することは、宇宙観の歴史そのものです。地球中心の天動説から太陽中心の地動説へ、さらにケプラーの法則とニュートン力学によって惑星の軌道が説明されました。しかし水星の軌道に残る小さなずれは、重力を「力」ではなく「時空のゆがみ」とみなすアインシュタインの一般相対性理論によって初めて説明されました。ブラックホールは一般相対性理論の帰結の一つです。

ブラックホールは、光さえ脱出できないほど時空が強くゆがんだ領域です。太陽と同じ質量なら、その半径は約 3 キロメートルしかありません。大質量星の最期などに生まれ、光を出さないため、そのものを望遠鏡で見ることはできません。それでも私たちは、周囲のガスや影、そして重力波を手がかりに、その存在と運動を調べることができます。

なぜ合体するのか

地球は太陽のまわりを約 46 億年回り続けています。同じように、二つのブラックホールも互いの重力で結びつき、連星として公転します。一般相対性理論によれば、二つの重い天体が互いの周りを回ると、時空のゆがみが波となって光速で伝わります。これが重力波です。連星は重力波としてエネルギーを宇宙へ運び去るため、軌道が少しずつ縮みます。近づくほど公転は速くなり、重力波の周波数と振幅も大きくなります。最後に二つは激しく合体し、残された一つのブラックホールが短く震えて静まります。この一連の波形は、音に直すと「ピッ」と音程が上がるため、チャープ波形と呼ばれます。

重力波で何が分かるのか

重力波は、空間の長さを交互に伸び縮みさせます。典型的な信号による変化は極端に小さく、3 キロメートルの距離でも陽子の大きさの百分の一ほどです。LIGO、Virgo、KAGRA の重力波望遠鏡は、直交する長い腕の中でレーザー光を往復させ、このわずかな差を測ります。周波数の上がり方から二つの質量を組み合わせた「チャープ質量」が分かり、振幅と合わせて距離を推定できます。複数の検出器への到着時刻の差からは空の方向がわかりま

す。さらに波形の細かな変調には、ブラックホールの質量比やスピン、軌道が円起動からどれほどずれているかなどが刻まれています。重力波は、見えないブラックホールから届く「メッセージ」なのです。

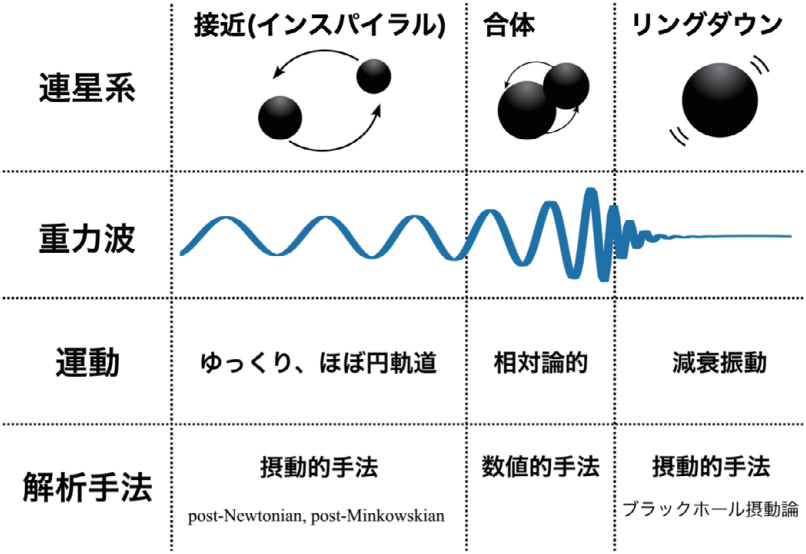


図 1　連星運動と重力波波形

これからの重力波観測

2015 年の初検出から観測数は急増しました。2026 年 6 月にまとめられた最新カタログ GWTC-5.0 には、天体起源である可能性が高い合体候補が 390 件収録され、今回新たに加わった 161 件はすべて連星ブラックホールと整合的でした。なかには、これまでで最も明瞭に捉えられた信号や、発生方向を最も狭く絞れた信号もあります。観測網が広がり高感度になるほど、ブラックホールがどこでどう生まれたかを統計的に調べ、強い重力場で一般相対性理論を検証し、さらに宇宙初期からの重力波を探せるようになります。光では決して見ることのできなかった宇宙の姿が、これからも重力波によって次々と明らかになっていくでしょう。

ほうき星の魅力　–わからないから面白い–

渡部潤一（京都産業大学神山宇宙科学研究所）

はじめに

ほうき星（彗星）とは、揮発性物質の氷をふんだんに含む太陽系小天体です。太陽に近づくと、その熱を受けて蒸発したガスがちりを伴って噴出し、しばしば尾を形作り、それが「ほうき」のように見えることがあります。微妙な成分の違いや太陽に近づくときの振る舞いに差があり、またしばしば分裂したり、崩壊したりすることもあります。太陽に近づき、明るくなるときの振る舞いは彗星によって大きな差があります。最初は小粒と思われていても、思いがけない大彗星になったり、逆に大彗星の期待が高くても、途中で雲散霧消してしまったりします。これまで、そういった彗星が発見されると、明るさや姿形の予想をしてきましたが、しばしば外れることがあり、国立天文台から京都産業大学へ所属を変えたときには「予想を外しすぎる研究者」と紹介されたこともありました（2026 年 4 月 19 日朝日新聞）。しかし、これは誤解であり、明るさについては、話題になった彗星の半分は当たっていますので打率五割と思ってください。しかし、もちろん外れることもあるのです。ここでは、そのような実例を挙げながら、わからなさの魅力を紹介します。

彗星はどう捉えられてきたか

彗星は一般には凶兆として捉えられてきました。日本書紀や枕草子にも記述があります。彗星の出現を畏れて元号を変えたことも少なくとも 4 回あります。一方、凶兆としてだけではなく瑞兆として捉えられることもありました。日本では、チリの多い彗星の尾の曲がり具合が、たわわに実をつけた稲穂の頭の垂れ具合に似ていることから、豊作の予兆とされてきました。

現代天文学では、彗星は「太陽系小天体」に分類されています。小惑星との違いはあくまで観測的に決めているので、恒星状ではない天体を彗星としています。彗星の放出活動は基本的には水の氷によるもので、太陽に近づくと太陽熱で揮発します。彗星の本体である核は水の氷，CO，CO_2 等の揮発性成分と、溶けにくい埃や砂粒、ダストでできています。こういったものがグチャグチャに混ざっているので「汚れた雪玉」と呼ばれます。太陽に近づくとガスや塵を出しコマを作り、尾も出てきます。さらに近づくとガスとチリの尾に分かれて見事なほうき星になることがあります（図 1）。地上か

らは、コマ（中性ガスとチリによる彗星の頭部）に隠されて核そのものはほとんど見えません。電気を帯びたガス、つまりイオンの尾は太陽風によって太陽の反対側に出ます。塵は太陽放射圧で吹き流されるのでスピードが遅く、サイズにより放射圧の効き方が異なるので、彗星の動く反対方向になびくように幅広い塵の尾となることがあります。周期が 200 年以下を短周期彗星、200 年以上を長周期彗星と分けています。短周期彗星の大部分は黄道面を周り、長周期彗星はランダムな方向からやってきます。近年の研究者はこの呼び方をせず、黄道彗星、ハレー型彗星、オールトの雲彗星などと呼んでいます。黄道彗星は エッジワース・カイパーベルトという冥王星の外側にある太陽系外縁天体から海王星→天王星→木星と順にバケツリレー式に進化してきた天体です。オールトの雲起源がオールトの雲彗星で、太陽に近づいたときに惑星の重力で短周期になることがあり、その代表がハレー彗星です。最近では太陽系外から来た星間空間彗星（恒星間天体）という新しい種族も見つかっています。

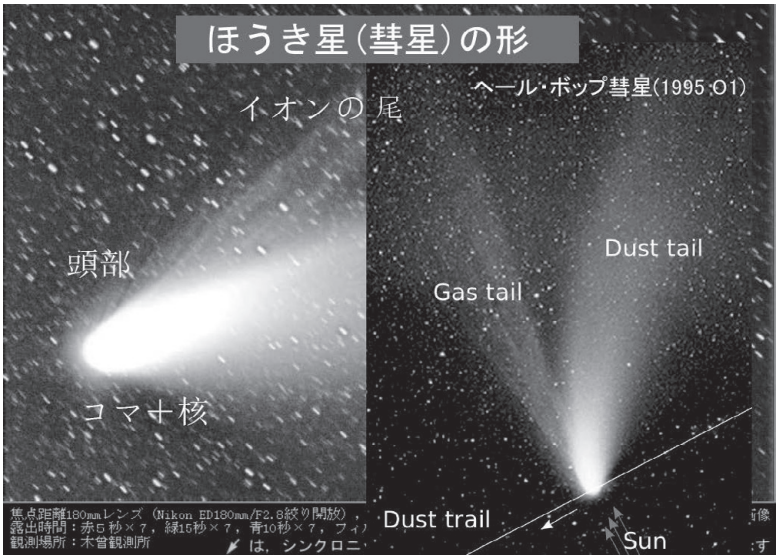


図 1　典型的な大彗星の姿（1997 年に現れたヘール・ボップ彗星）。

株式会社　西村製作所

代表取締役　　西村　光史

〒520-0357

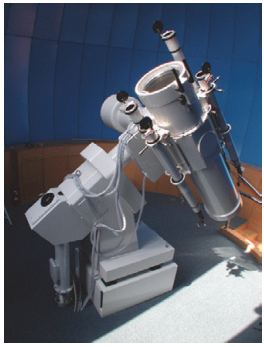
滋賀県大津市山百合の丘 10 番 39 号

TEL　077-598-3100

FAX　077-598-3101

http://www.nishimura-opt.co.jp

【事業内容】望遠鏡・天体観測機器製造



第120回 花山天体観望会「名月と名曲」

日時：2026年 9月26日(土)18:30～22:00　　場所：京大理学研究科花山天文台



内容：

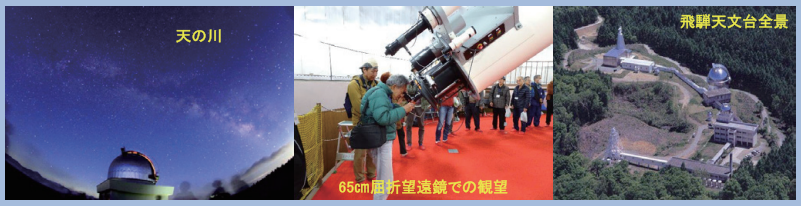
(1)月や土星に関する講演会
(2)天文台屋上での邦楽名曲の演奏会
(3)45cm屈折望遠鏡で土星を観望
(4)小望遠鏡による月と土星の観望、星座教室

対象：小学生以上

交通：地下鉄東西線蹴上駅～天文台間で送迎車を運行します。

申込方法など詳細はホームページをご覧下さい

第14回　2026年 10月 3日(土)～ 5日(月)
飛騨天文台自然再発見ツアー



募集対象：18 歳 以上　募集定員：20 名（先着順）　宿泊場所：1日目：民宿長七（飛騨天文台の麓）

集合・解散場所：JR高山駅　☆集合：10 月 3 日　15 時 20 分　　2日目：KKR平湯たから荘（平湯温泉）

☆解散：10 月 5 日　12 時 30 分

詳しい内容は7月下旬にNPO法人花山星空ネットワークのホームページに掲載します

お問い合わせ：電子メール：hosizora@kwasan.kyoto-u.ac.jp　又は　電話：075-581-1461

彗星の予測はなぜはずれるのか

一言でいえば、「初めて太陽に近づく彗星では、その個性が分からない」からです。人間でも初対面の人に少し言葉を交わしたくらいでは、どんな性格の人かはなかなか分からないものです。初めてやってくる彗星も同じで、特にオールトの雲彗星は人類史上初めてのものがほとんどで、太陽に近づいたときにどんな振る舞いをするか予想がつきにくいのです。組成が分からないと尾の予測に直結します。一方、観測記録のある短周期彗星は、何度も現れていて、その個性がわかっているケースが多く、かなり予測可能です。

オールトの雲彗星は初対面であり、性格や成分がわからないのですが、太陽から遠方で発見されたときに既に彗星活動を示すものも多いのです。その活動源は水の氷ではなく、CO や CO_2 です。その遠方での明るさと上昇率などから、その後、太陽に近づいたときの明るさを演繹させて予想します。しかし、しばしば予想が外れることがあります。彗星の予測の外れるパターンには主に次のふたつのパターンがあります。

(1) 日心距離依存性急変型　例：コホーテク彗星、オースチン彗星
(2) 崩壊消失型　例：アイソン彗星、アトラス彗星

日心距離依存性急変型：オースチン彗星

1989 年に発見され、翌 90 年に期待されたのがオースチン彗星でした。遠方で V 字型の尾が撮影されるなど活発な活動の兆候があり、近日点ではマイナス 2.5 等の大彗星になると予想されました。塵の尾が空の半分の長さに伸びる可能性も予測されました。しかし、近日点 1〜2 カ月前に、光度変化が小惑星レベル以下になる激変が起こりました。これはあり得ない変化で、彗星に異常が起こったことは間違いありません。結局は 4〜5 等星ほどの明るさにしかならず、期待は裏切られました。実は、1973 年に太陽に近づいたコホーテク彗星も全く同じ現象が起こっていました。オールトの雲彗星では時々起こることなのです。その解釈の一つに、彗星の表面に熱を出さない断熱層ができるダストマントルモデル説があります。揮発性物質がどんどんなくなり、外側に残された不揮発性物質がスカスカの状態で断熱層をつくるため、核深部の氷の蒸発が抑えられて活動が低下するというものです（図 2）。遠方では CO，CO2 が蒸発し、明るく見えていたこと、断熱効果で水の氷の蒸発が抑えられたことで説明できます。しかし、いったいどのような彗星が、こうした振る舞いを示すのか、事前に知ることはできませんから、予測はまだ難しいままです。



図 2　ダストマントルモデルの概念。左側の新鮮な核表面から揮発性物質が次第に抜け、内部に熱の浸透を抑える「断熱材」になってしまうと考えられる。

崩壊消失型：アイソン彗星

この彗星は、太陽をかすめるほど接近する軌道を持ち、かつ彗星としては大型の核を持つと予想されました。ハレー彗星に匹敵する絶対等級 5 等と見込まれていたからです。彗星の絶対等級は地球及び太陽から 1 天文単位においたときの見かけの明るさで定義されますが、6 等よりも明るい彗星は希です。それが太陽をかすめるほど接近するので、大彗星になると世界中の研究者が期待したわけです。この彗星の直前に出現したラブジョイ彗星は、絶対等級 11～11.5 等の小さな彗星にもかかわらず、太陽に近づいても溶けずに大化けし、南半球で大彗星になりました。ですのでアイソン彗星も生き残って大彗星になると、当時の彗星研究者のほとんどがそう考えました。ところが太陽観測衛星の SOHO の画像では太陽最接近直前までは大彗星でしたが、太陽接近後には崩壊してしまいました（図 3）。その後の研究で、水の生成量からせいぜい直径 150m ほどの小さな彗星だったということが分かりました。核が小さかったことが崩壊の理由です。太陽から遠い時期に CO、CO_2 が大量に蒸発し明るくなったことが判断を誤らせました。もう少しだけ大きければ、近日点を乗り越えて大彗星になった可能性もありますが、その意味では、ほんとに紙一重だったのかもしれません。

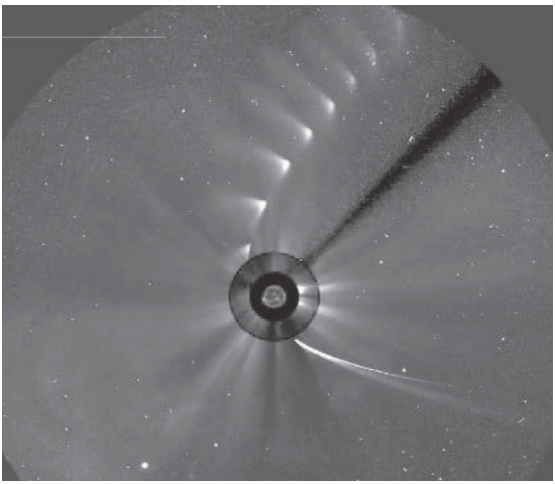


図 3　太陽観測衛星 SOHO が撮影したアイソン彗星の変化。右下から太陽に近づく時には長大な尾を延ばした大彗星だったが、太陽接近後、右上に離れていく時期には、雲のようになって次第に雲散霧消してしまった。なお、太陽はマスクされており、太陽の大きさを示すための画像が挿入されている（NASA/SOHO）。

悲観的な予想もしばしば外れる：紫金山・アトラス彗星

一方で、悲観的な予測がはずれて大彗星になるケースもあります。古くは 1976 年のウエスト彗星が有名ですが、最近では 2023 年に発見され、2024 年秋に大彗星になった紫金山・アトラス彗星があげられるでしょう。もともと遠方で発見されたときは絶対等級 4.5 等と、かなり大型の彗星とされ、水星軌道付近まで太陽に近づくので、最も明るい時には 1〜2 等となると期待されました。ところが、2024 年の春、増光が停滞しつつあり、また彗星特有のガスが少ないことなどから、いささか不安になっていた時期、彗星研究の第一人者アメリカのセカニナ先生による悲観的予想が発表されました。紫金山・アトラス彗星は近日点前に崩壊・消失するという衝撃的な予測でした。なにせ御年 88 歳、彗星研究の第一人者です。この発表は瞬く間に世界中の研究者や天文ファンに伝わり、やはり大彗星にはならないのかなぁ、と落胆したのでした。しかし、やはりこの予測通りには行かなかったのは皆さんもご存じの通りです。崩壊どころか、しっかりした核からは塵が放出し続け、太陽から遠ざかっている現在でも、まだまだ彗星としてしっかりとした姿が捉えられています。正直、彗星はまだまだわからない、と実感しているところです。だからこそ彗星は面白いのです。

ところで、外れない将来の大彗星の予測もあります。人類が何度も目にしてきて、性格がよくわかっているハレー彗星。大彗星になるのは 2061 年 8 月、日本からも宵の西空に雄大な姿を見せることでしょう。頑張りたいものです。（終わり）

夏から秋へ

七夕は今やわかるる天の川　　紀貫之
　かわ霧たちて千鳥なくなり

秋風に夜のふけゆけば天の川
　かは瀬に波の立ちゐこそ待て

そよくれぬ楢の木の葉に風おちて　　藤原定家
　星いづる空の薄雲のかげ

風のうへに星のひかりは冴えながら
　わざともふらぬ霰をぞ聞く

第 36 回講演会

上善恒雄（NPO 法人花山星空ネットワーク）

2026 年 6 月 14 日に第 36 回講演会が京都大学理学研究科セミナーハウスでの対面形式と ZOOM のハイブリッドで行われ、合計で 133 人にご参加いただきました。講演に先立ち、西村理事長から開会挨拶と 20 周年となる NPO の活動概要やふるさと納税による「京どねーしょん」への寄付のお願いや今後のイベントへのお誘いなどがありました。

ご講演の内容については講演者から別途あすとろん本号へ詳しい解説を寄稿いただいておりますので、ここでは質疑応答とアンケートで頂いたコメントだけまとめておきます。



1. ブ。—ブラックホールの運動について—



講演会第一部は一本潔京都大学名誉教授により進められました。講演者は武田紘樹先生で、横浜国立大学理工学部卒業、東京大学理学系研究科物理学専攻博士課程修了、現在は京都大学白眉センター特定助教、京都大学大学院理学研究科連携助教でいらっしゃいます。宇宙物理学、重力理論、量子基礎論などの研究の傍ら、YouTube での発信、宇宙や AI の本も出版されています。

今回の講演タイトルは有名な漫画＋アニメになぞらえたもの。このタイトルの説明も兼ねて天動説・地動説から始まり、宇宙の理論や物理学の発展についてお話しいただいた後、ブラックホールと重力波について、ご自身の研究について解説をいただきました。

【会場からの質問】

質問：ブラックホール連星が合体するまでエネルギーを失うのが結構難しく、近くにもう一つブラックホールがあって擾乱される必要があるとか。連星が存在している割合とかそれがマージする割合はわかっているのか。

武田:その通りですが、合体している割合はモデルを使ってシミュレーションしてモデルごとに説明するしかない。
質問:中性子星と白色矮星というものもあるがブラックホールとの関連は?
武田:中性子星同士が合体した例は一つしか受かってない。高周波になる。白色矮星が合体する場合は低周波になる。地上では観測が難しいので宇宙の検出器を待たなければならない。個別の議論が必要。観測的にはわかってない。中性子星同士が合体する場合は高周波になるし、合体した後に何ができるかを観測するにはさらに高周波側が必要で、よくわかってない。
質問:一般相対性理論に当てはまらないことを見つけると何がいいのか。
武田:量子論と一般相対性理論の関係に興味があって、この二つは相性が悪い。重力の理論だとくり込みができないなど。だから量子的な効果が重力にもあてはまると嬉しい。両者が同時に成立する宇宙初期のインフレーションでも重力波は現れるのでその信号を見ることができれば宇宙がなぜ誕生したのかという問題にも迫れるかもしれない。宇宙初期の光を見ることはできないが重力波は見ることができる。

【オンラインからの質問】
質問:連星のブラックホールの公転の軌道を横からみるのと上から見るのでは、重力波が観測しやすい、しにくいといった違いはありますか?
武田:回転平面の真上に大きな重力波が出て横に比べて情報量が多い。ただ観測では波長と振幅しか分からなくて傾きはわからない。
質問:シュヴァルツシルト半径付近で空間が無限に潰れて時間が無限に引き延ばされてしまうため、星の残骸がブラックホールのできる寸前の状態でほとんど止まっている状態を見ている可能性があるのだが。
武田:そこにいる観測者からすると問題ない。観測されているものがブラックホールなのかを疑う説はある。グラバスターなどエキゾチックなコンパクトな天体は理論的には考えることはできる。ブラックホールではなかった場合、スピンによって励起される歪みのパターンがあってそれがブラックホールの予言と照らし合わせて検証している研究もある。
質問:最近では 1 日 1 個合体しているというようなお話があったが、ブラックホールというのはそんなにたくさんあるのですか?
武田:日本では中性子星をメインに観測していた。重力波を通して、500 人以上の研究者が集まって、波の形を計算してデータを引き出してたくさんのブラックホールがあることがわかった。光の情報と組み合わせて宇宙の姿を研究するのがホットな部分である。

【アンケートのコメントから抜粋】
・大変興味深い内容でわくわくしながら学ばせていただきました。
・Black Hole も 重力波も全く知らなかったので良い刺激になりました。
・「チ。」アニメ見ました。タイトルの謎が解けました。
・中学校や高校でも講演して頂きたいです。子どもたちに聞かせたい。
・重力波の研究がこんなに発展しているとは知りませんでした。
・光では見えない宇宙初期の姿が解明されることを期待します。
・力の統一理論も完成できることを願っています。
・小学生の娘と来たのですが、物理に興味を持ってくれたようです。
・物理学の世界のお話で、興味深かったです。
・若い研究者の活躍を誇らしく思いました。
・難しい話でしたが宇宙分野は数式を用いて解明して行くと知りました。
・ブラックホールの合体が頻繁に起きていることが新しい発見でした。
・重力波天文学のここ 10 年の動きについて学べてとても勉強になりました。
・天動説、地動説、相対性理論と来て、さらに重力理論を解き明かして宇宙の始まりの謎を解きたい！という壮大な話でワクワクした。
・重力波による検出が毎日のようにあることに驚きました。重力波に干渉があれば分解出来るのかと。
・宇宙空間に重力波望遠鏡を据える計画にワクワクしています。
・新しい理論を希求する姿勢が印象的だった。

2. ほうき星の魅力 ～わからないから面白い～



第二部が京都情報大学院大学教授の作花一志先生の司会で進められました。講演者は渡部潤一先生。渡部先生は 40 年近く国立天文台を中心に活動され、メディアでの出演も多く日本で最も有名な天文学者ということで、この場所で説明は不要でしょうという作花先生からの紹介（？）でした。現在は京都産業大学特別客員教授、神山宇宙科学研究所長でいらっしゃいます。

彗星の明るさ予測の的中率をユーモラスに振り返りつつ、彗星が歴史的にどのように捉えられてきたか、その科学的な正体と予測の難しさ、そして最新の探査計画までを幅広く解説いただいた。彗星は古くは凶兆とされた一方、豊作の吉兆とも見なされてきた。現代科学では汚れた雪玉と理解されているが、その活動は非常に個性的で、特に初めて太陽に接近する彗星の挙動予測は極めて困難で、オースチン彗星やアイソン彗星のように期待を裏切る例、逆に紫金山・アト

ラス彗星のように予想を覆して大彗星になる例を挙げ、予測が外れるパターンを分析された。彗星の進化、物質収支、探査で得られた知見、そして今後の探査計画にも触れ、観測限界と科学の方法論に関する哲学的考察までお話しいただいた。

詳しいことは渡部先生著「なぜ彗星は夜空に長い尾を引くのか」誠文堂新光社刊をお読みくださいとのこと。周期的に現れる次の大彗星は 2061 年 8 月のハレー彗星だそうです。

【会場からの質問】

質問:McNaught 彗星（220P）について教えてほしい。

渡部:300 個ぐらいある周期彗星の 220 番目に登録された。今年 6 月に明るさが 18 等から 8 等級まで 1 万倍に大バーストした。このような例としては 2007 年 10 月の Holmes 彗星（17P）があるが、なぜこういう現象が起きるのかは分かっていない。今回、貴重な例として観測しようとしている。日本から見ると高度が低く、大きな望遠鏡を向けられないので小さな望遠鏡でアマチュア天文家に期待している。

質問:彗星探査機を送りこんでわかったことは何ですか。

渡部:スターバストというミッションで有機物系の生命に関わるような物質が結構あることがわかったことが大きい。だが探査機で行ける彗星は周期彗星なので表面に氷がない。だから初めて近づく彗星を観測する Comet Interceptor という探査機をあげることになった。どこに行くか決めずに地球とある一定の距離のところにおいて何か見つかったらそこに向かう。1 回も近づいていない彗星や恒星間天体にも行きたい。2028 年打ち上げ予定。

質問:先生が宇宙を目指された動機と、宇宙は膨張していてそれを人類は追い求めてわかろうとしているが謎への追いかけっこになるのかを伺いたい。

渡部:私は分からないことがあるってことがあることを小学生の時にわかったので、面白いなと思った。1972 年 10 月 8 日にジャコビニ流星群が雨のように流れるという予想で大騒ぎになったが結局一つも現れなかった。ユーミンの歌にもなっている。がっかりはしたけれど、そのことがきっかけで偉い先生でも分からないことがあることを理解した。それから流れ星の数を数えるようになり、天文学にのめり込んだ。後半のご質問は哲学的だし、武田先生からもコメントをお願いします。

武田:一つ分かったらまたわからないことが増えるという繰り返し。観測からどこまで原理的に知ることができるかに興味があって研究している。宇宙が膨張するのに人間の観測は追いつかないから限界がある。それより先で起きていることを原理や数学的に理論を構築することはできる。見えないから見えない時にどういうことを使って考えるのが楽しい。

【オンラインからの質問】

質問:彗星はガスや塵を出して尾のようになりますがほとんど出し尽くして出涸らしのようになった彗星は太陽系付近に何個観測されていますか。

渡部:非常に良い質問。出涸らしになって雲散霧消する例はよく見るが、最後に残るものがあると思っている。例えば双子座流星群の母天体である Phaethon というのは彗星活動をほとんどしていないが、あれだけの流星群を毎年出しているので彗星活動していたはずだが本当に彗星の成れの果てかどうかはわかってないので、Phaethon の様子を探るために JAXA が探査機 DESTINY+を打ち上げる。今我々が本当に知りたいことです。

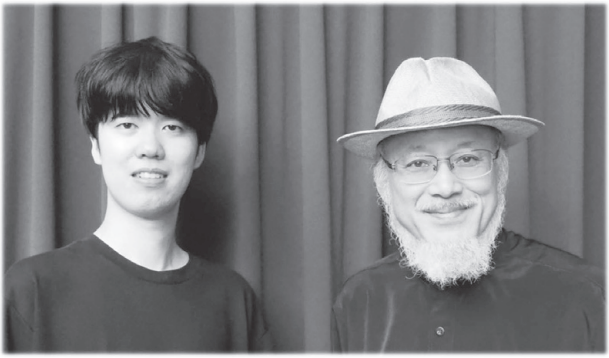
質問:ハレー彗星など周期的に現れる彗星はその都度擦り減って最終的に消えないのですか。太陽から離れている時期にまた成長しますか。

渡部:成長はしません。彗星は 20km ぐらいあって、太陽に近づいて出す水の量は表面が 20m ぐらいずつ小さくなるぐらいなので我々が見ている範囲だとほとんど変わらない。

【アンケートのコメントから抜粋】

・彗星のこと楽しく学ばせていただきありがとうございます。
・難しいトピックをユーモラスに解説して下さり、彗星に興味が涌きました。
・これだけ科学や技術が発達しても分からないことだらけなのですね。
・失敗してもめげずに続けることこそ大切だと思いました。
・楽しくお話ししてくださってありがとうございます。
・失敗してもただでは起きない！とても心に残りました。
・たくさん笑って、わかりやすく、楽しい時間となりました。
・「ジャコビニ彗星の日」の年代で先生のお話は楽しかった。
・本人しかお話できないような内容でとても楽しかったです。
・渡部先生のユーモア交えたお話、とても面白かったです。
・彗星の光度変化の予測がいかに難しいか理由も含めて良く分かりました。
・報道の裏話などを含めたいへん楽しいお話をありがとうございました。
・ユーモアたっぷり。親近感のもてる講演でした。
・宇宙の面白さを教えて頂きました。
・大谷君が 3 割に対して彗星の予想の確率 5 割はすごいことですね。
・彗星予想は大変難しいものだと言うことがわかりました。
・渡部先生の人間的な魅力を感じられてよかった。彗星の魅力が伝わった。
・私もほうき星が大好きです。
・一昨年の彗星は自分も見ることができたので、身近な感じがした。
・次のハレー彗星が楽しみです。気長に待ちます。
・ジャコビニ流星群、文化祭をエスケイプして見に行った事を思い出した。

・たくさん笑わせて頂きました。
・NHK ニュースに出た先生のおヒゲが無かったですね。
・彗星は塵やイオンを全部放出したら一部は小惑星になりませんか？
・データ表が専門的で面白かった
・予想を外しすぎる彗星研究者の話が面白かった。
・予測が外れるのも楽しい、みたいな雰囲気を感じました。
・ブラックホールが理論から予測されたものであるのに対して、ほうき星は古くからの観察から入っている対比をとても興味深く聴きました。



【全体を通しての感想（抜粋）】
・この機会を子どもたちにも体験して欲しいと強く思いました。
・初めての参加させて頂きました。
・多くの参加があり興味を持った人が多いことはとてもすばらしいと。
・お二人の講師の先生も難しいことを大変分かりやすく説明していただいてたいへん有意義な講演会でした。幅広い世代の方が視聴されており、天文学への興味・関心の高さがうかがえました。
・久しぶりに天文学の話を聞いてとてもわくわくしました。
・どちらの講演もとても興味深く、勉強になりました。
・オンラインで参加しました。
・毎回の様にプレゼン時のアクシデントは味でもあるが改善して頂きたい。
・小学生も参加していていい雰囲気
・声が聞こえにくい時があったのが残念でした。
・アーカイブの文字起こし機能がすごいですね。少し誤変換はありますが、目で追っていたらだいたい話が理解できます。
・物理学、数学の素養がなくても分かりやすく拝聴させていただきました

天の川銀河の球状星団

景山 浩二（NPO 法人花山星空ネットワーク）

1. はじめに

球状星団は、数十万～百数十万個の恒星が球状に密集している大きさが半径数 pc[*]の天体で、天の川銀河には 170 個ほど存在すると言われています。 [*] 1pc（パーセク）は年周視差が 1″ になる距離で、3.26 光年。

本報告では、天の川銀河に属する球状星団のうちメシエ番号のついた球状星団 4 個を撮影した画像（第 2 節）と、それらの天の川銀河の周りの軌道をプログラム言語パイソンのライブラリーを使って計算（シミュレート）した結果を紹介します（第 3 節）。

2. 天の川銀河の球状星団を撮影する

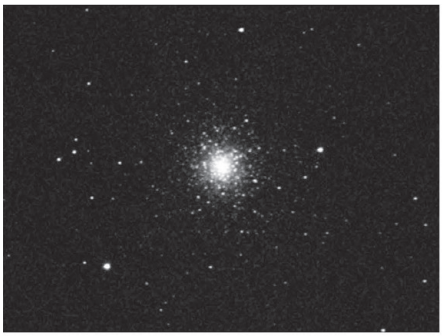
天の川銀河に属する球状星団のうちメシエ番号の付いた球状星団は全部で 29 個存在していて、それらのうち 4 個を撮影しました。撮影には Seestar S50 を用いました。Seestar S50 は、口径 50mm，焦点距離 250mm（35mm 換算で 1,650mm）の屈折式望遠鏡を搭載した自動導入・追尾機能を備えた経緯台で、リアルタイムでスタッキングした画像を手元のスマホなどに表示することができるシステムです。発売（2024 年 12 月）以来その手軽さから、天体の電視観望/撮影のスタイルに新しい時代をもたらしたと言われているシステムです。

今回撮影した球状星団は、M3, M10, M53, M71 の 4 個です。撮影した球状星団のデータを表 1 に、それらの画像を図 1 に示します。

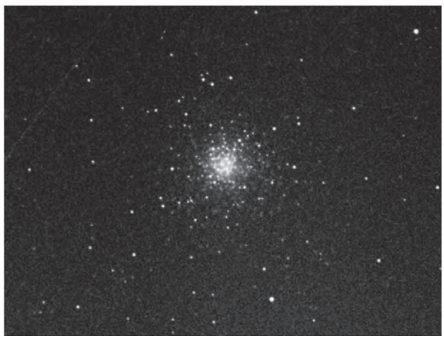
表 1　撮影した天の川銀河の球状星団

	球状星団名		星座	等級	視直径	距離(太陽から)	距離(銀河中心から)
1	M3	NGC5272	りょうけん座	6.2等	18′	10.4kpc	12.0kpc
2	M10	NGC6254	へびつかい座	6.6等	20′	4.4kpc	4.6kpc
3	M53	NGC5024	かみのけ座	7.6等	13′	17.8kpc	18.4kpc
4	M71	NGC6838	や座	8.2等	7′	4.0kpc	6.7kpc

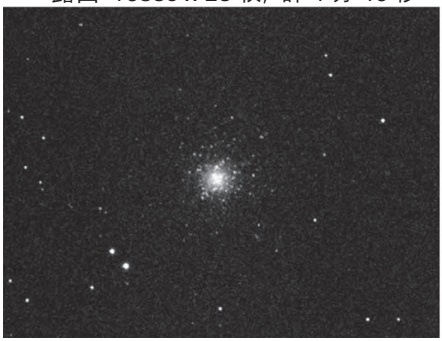
等級、視直径、距離のデータは SEDS[*]の Milky Way Globular Clusters[1]による。
https://spider.seds.org/spider/MWGC/mwgc.html
[*] Students for the Exploration and Development of Space



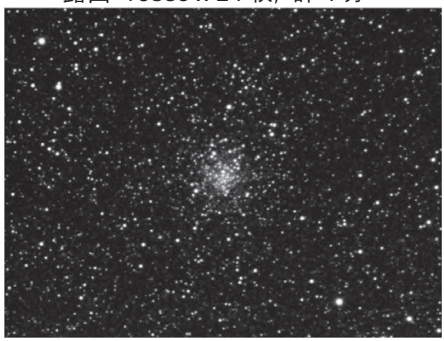
(a) M3 (NGC5272)
2024 年 6 月 5 日 20 時 58 分
露出 10sec x 28 枚, 計 4 分 40 秒



(b) M10 (NGC6254)
2025 年 11 月 3 日 18 時 01 分
露出 10sec x 24 枚, 計 4 分



(c) M53 (NGC5024)
2024 年 6 月 5 日 20 時 51 分
露出 10sec x 24 枚, 計 4 分



(d) M71 (NGC6838)
2025 年 11 月 15 日 21 時 26 分
露出 10sec x 31, 計 5 分 10 秒

図 1 Seestar S50 で撮影した天の川銀河の球状星団
Seestar S50 IRCUT フィルター, 撮影日時, 露出は(a)～(d)の直下に記載。
撮影地: (a)～(c) 神奈川県川崎市麻生区, (d) 山梨県北斗市小淵沢

(a)～(c)は川崎市の明るい空のもとで撮影。(d)は空の暗い北斗市小淵沢で撮影したので微光星がたくさん写っている。

図 1 の画像からは、球状星団が明るさや恒星の集中度など様々な表情をしていることが分かります。図 1(a)の M3 は、球状星団の典型的な姿を見せています。図 1(d)の M71 は、発見されてからしばらくの間は、散開星団に分類されていたようで恒星の数と集中度が小さいことが特徴です。

3. 天の川銀河の球状星団の軌道を計算する

天の川銀河に属する球状星団の軌道を計算してみます。軌道計算には、Jo Bovy によるパイソンライブラリーgalpy[2]を用いました。

軌道の計算には、球状星団の初期値（座標と速度）と重力ポテンシャルが

必要です。

球状星団の初期値は、ガイア衛星[8]の観測により精度の高い値が得られるようになりました。今回の計算では、galpy[2]の orbit.from_name()に球状星団名を入力して得ました。SIMBAD[3]の値が引用されているようです。

天の川銀河の重力ポテンシャルには、galpy[2]の軸対象型の MWPotentaial2014[4]を用いました。天の川銀河は棒渦巻型の銀河で、半径 10kpc の渦を巻いた厚さ 2〜3kpc の円盤と中心部のバルジと呼ばれる恒星の密集した構造体から構成されていて、その周りを半径数十 kpc の球状のハローが取り囲んでいます。図 2 は、天の川銀河を真横から見たときの構造を模式的に表したものです。

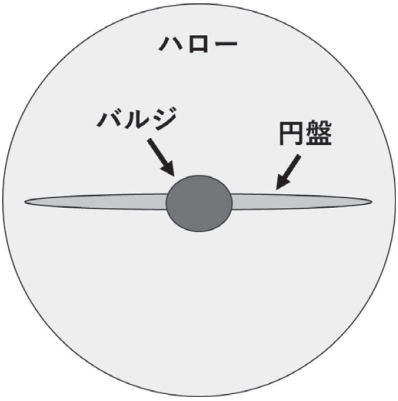
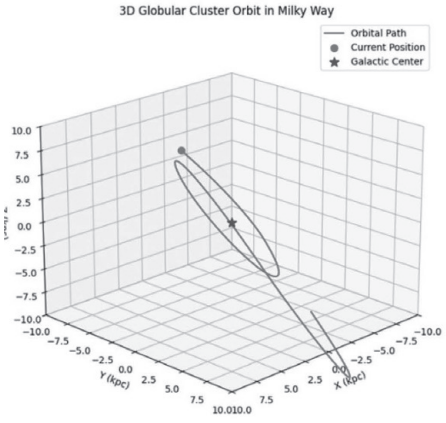


図 2 天の川銀河の構造（模式図）
天の川銀河は、半径 10kpc、厚さ 2〜3kpc の円盤、中心部の恒星の密集したバルジを半径数十 kpc の球状のハローが取り囲んでいる。
円盤　直径 20kpc
バルジ　直径　5kpc
ハロー　直径 46kpc
天の川銀河に属する球状星団の多くは、ハローに存在していて様々な軌道で銀河系を周回している。
太陽系は、銀河中心から約 8kpc 離れた円盤にあって銀河系を周回している。

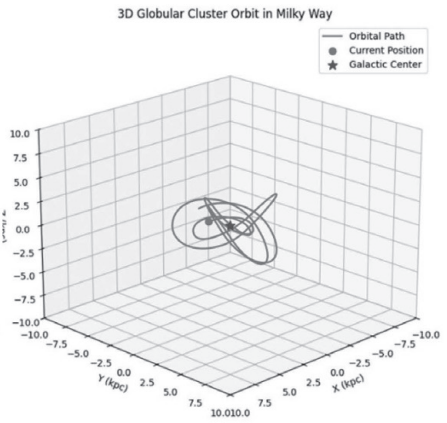
MWPotential2014 では、天の川銀河の重力ポテンシャルを円盤部、バルジ部とハロー部からの寄与をそれぞれモデル化して用いています。円盤部のポテンシャルは Miyamoto-Nagai Potential[5]を用いています。バルジ部は、パワー則（-1.8 乗）に従いカットオフ半径 1.9kpc の密度プロファイルを持つポテンシャルで、ハロー部はナバロ、フレンク、ホワイトによる球対称密度プロファイルに基づいてダークマターをモデル化したポテンシャル（NFW Potential[6]）です。

軌道積分には galpy[2]の integrate()を用いました。軌道計算の時間積分はいくつかの手法が選べますが、今回の計算ではエネルギーの変化を抑える 4 次のシンプレクティック法を用いています。

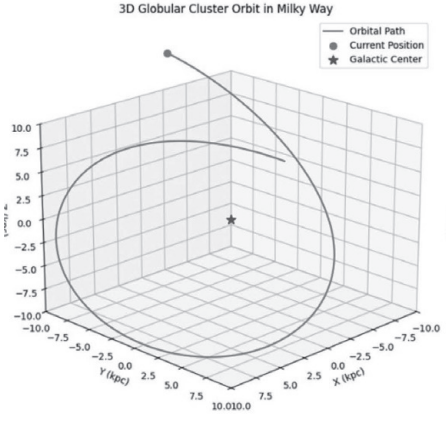
図 1 と表 1 の球状星団 4 個の軌道計算の結果を図 3(a)〜(d)に示します。図 3 では、天の川銀河の中心（星印）を原点に、X, Y, Z 方向に±10kpc の範囲で現在から 5 億年先までの球状星団の軌道を表示しています。



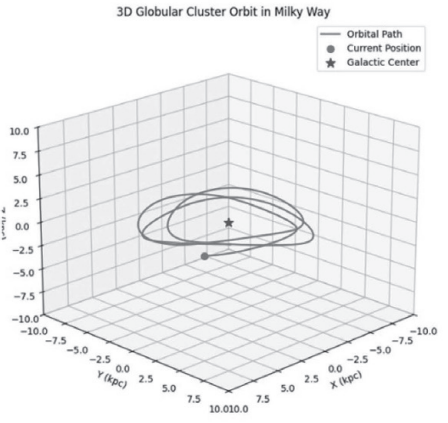
(a) M3 (NGC5272)



(b) M10 (NGC6254)



(c) M53 (NGC5024)



(d) M71 (NGC6838)

図 3　4 つの天の川銀河の球状星団の軌道シミュレーション

球状星団の初期値は galpy[2]の orgit.from_name から得た。銀河系の重力ポテンシャルは、MWPotential2014 を使用。図は、X, Y, Z ともに±10kpc の空間を 3 次元的に表示している。軌道は現在から 5 億年先までを示している。★は銀河中心を表す。

M3　大きな軌道半長軸（10.5kpc）、中程度の離心率を持つ楕円軌道で、銀河中心に接近後、銀河の外側近くに到達したあと戻ってきそう。

M10 軌道半径（半長軸 3.3kpc）が小さく、銀河中心に接近して軌道の形を変えつつ短い周期（74Myr）で銀河系を周回している。

M53 大きな軌道半径（16.1kpc）、中程度の離心率、軌道傾斜角（75°）が大きい軌道、長周期（344Myr）で銀河中心を大きく周回している。

M71 中程度の軌道半径で軌道傾斜角（12°）が小さく、銀河円盤に沿って離心率（0.18）の小さい長円形の軌道で銀河系を周回している。

球状星団の軌道を 2 次曲線（今回の場合は、楕円軌道）と見做したときの軌道要素の一部（軌道の離心率 ε、軌道の半長軸 a(kpc)、遠銀点距離(kpc)、近銀点距離(kpc)、銀河円盤に対する軌道傾斜角 i と軌道周期 T(Myr)）を Bajkova & Bobylev(2021)の論文[7]から表 2 にまとめました。

表 2 軌道計算した 4 つの球状星団の軌道要素
Bajkova & Bobylev(2021)の論文[7]から

	球状星団名		離心率	半長軸 [kpc]	遠銀点 [kpc]	近銀点 [kpc]	軌道傾斜 [°]	周期 [Myr]
1	M3	NGC5272	0.51	10.5	15.9	5.1	57	212
2	M10	NGC6254	0.46	3.3	4.8	1.8	43	74
3	M53	NGC5024	0.43	16.1	23.0	9.2	75	344
4	M71	NGC6838	0.18	6.2	7.3	5.0	12	110

軌道の離心率 ε(図 4 左)は、2 次曲線の形を特徴づける量で ε=0 は円軌道を、0<ε<1 は楕円軌道を表します。ε=1 は放物線、ε>1 は双曲線を表し、銀河系に束縛されている天体の軌道を考える場合は 0≦ε<1 の軌道が対象です。軌道傾斜 i(図 4 右)は、軌道面が銀河円盤から傾いている角度を表します。軌道の半長軸 a(kpc)(図 4 左)は、楕円軌道の長半径を表し軌道の大きさを示しています。軌道周期 T(Myr)は、軌道を一周する時間を Myr（百万年）単位で示しています。

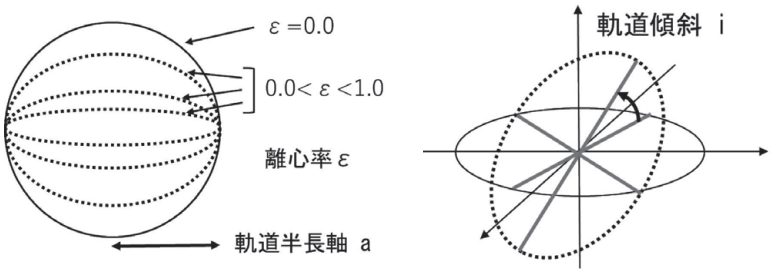


図 4　2 次曲線の離心率 ε 、軌道半長軸 a と軌道傾斜 i

軌道の離心率 ε (図 4 左)は、2 次曲線の形を特徴づける量で ε =0 は円軌道を、0< ε <1 は楕円軌道を表す。ε =1 は放物線、ε >1 は双曲線を表し、銀河系に束縛されている天体の軌道を考える場合は 0≦ ε <1 の軌道が対象となる。軌道傾斜 i(図 4 右)は、軌道面が銀河円盤から傾いている角度を表す。軌道の半長軸 a(kpc)(図 4 左)は、楕円軌道の長半径を表し軌道の大きさを示す。

それぞれの球状星団の軌道シミュレーション結果(図 3)と表 2 の軌道要素から軌道の特徴を以下にまとめてみました。

M3　大きな軌道半長軸（10.5kpc)、中程度の離心率を持つ楕円軌道で、銀河中心に接近後、銀河の外側近くに到達したあと戻ってきそう。

M10　軌道半径（半長軸 3.3kpc）が小さく、銀河中心に接近して軌道の形を変えつつ短い周期（74Myr）で銀河系を周回している。

M53　大きな軌道半長軸（16.1kpc）、中程度の離心率、軌道傾斜角（75°）が大きい軌道、長周期(344Myr)で銀河中心を大きく周回している。

M71　中程度の軌道半径で軌道傾斜角（12°）が小さく、銀河円盤に沿って離心率（0.18）の小さい長円形の軌道で銀河系を周回している。

今回紹介した 4 個の球状星団の銀河周回軌道の特徴をみると、球状星団は様々な軌道で天の川銀河を周回していることが分かります。

天の川銀河の球状星団のデータは、観測と計算データがまとめて掲載されている Holger Baumgardt の以下のサイトで確認することができます。

Fundamental parameters of Galactic globular clusters
https://people.smp.uq.edu.au/HolgerBaumgardt/globular/

4.　おわりに

天の川銀河の球状星団のうち 4 個を撮影し、それらの銀河中心周りの軌道を計算してみました。球状星団の軌道はバラエティに富んでいることが分かります。公開されているソフトウェアとデータを使って球状星団の軌道を計算することで、科学技術の進歩を身近に感じました。

ガイア衛星[8]の観測データの最終版の公開や、様々な研究により球状星団の謎が解明されることを楽しみにしたいと思います。

参考文献

[1]　天の川銀河の球状星団 Milky Way Globular Clusters
https://spider.seds.org/spider/MWGC/mwgc.html

[2]　銀河系力学のためのパイソンライブラリー
Jo Bovy　galpay: A Python Library for Galactic Dynamics, 2015

[3]　SIMBAD
the Set of Identifications, Measurements and Bibliography for Astronomical Data　https://simbad.u-strasbg.fr/simbad/

[4]　天の川銀河の重力ポテンシャル MWPotential2014
https://docs.galpy.org/en/v1.2/reference/potential.html

[5]　https://ja.wikipedia.org/wiki/宮本・永井ポテンシャル

[6]　https://ja.wikipedia.org/wiki/NFW プロファイル

[7]　A. T. Bajkova, V. V. Bobylev
A NEW CATALOG OF ORBITS OF 152 GLOBULAR CLUSTERS FROM Gaia EDR3, May 24, 2023, arXiv.00739 v2

[8]　https://ja.wikipedia.org/wiki/ガイア計画

新月期を外しても楽しめるオーロラ観望!?

上杉 憲一（ｱｽﾄﾛ・ｱｶﾃﾞﾐｱ、NPO 法人花山星空ネットワーク）

私のバケットリスト

死ぬまでにやってみたい事のリストをバケットリストと言う。天文・宇宙に関する私のバケットリストは、「皆既日食」、「ロケットの打上げ」、「オーロラ」の観望であり、多くの天文ファンにとっても憧れの現象だと思う。これらに共通するのは、普通の生活圏では見られない現象で、且つ、インパクトが大きく宇宙の壮大さが実感できるという事ではないだろうか。

バケットリストの中で、まず私は最も見られる確率が低く最難関と思った皆既日食からチャレンジしようとしたところ、幸いにも 2017 年 8 月のアメリカ皆既日食ツアーを NPO 花山星空ネットワークが主催していたので応募し黒河先生の引率のもと、全天快晴のお天気にも恵まれて 2 分間の皆既日食を存分に楽しむことができた。続いて 2024 年 4 月にもメキシコ皆既日食に行き、今度は薄い曇がかかってはいたが 4 分間の皆既日食を楽しんだ。

オーロラにチャレンジ

残る二つの現象のうち、ロケットの打上げはこれから和歌山でも見られそうなので、皆既日食の次に難関の「オーロラ」に挑戦しようと思った。オーロラは太陽の活動に関連した現象であり、太陽活動第 25 周期の極大(ピーク)は過ぎたと言われているが、極大の山が過ぎても 1 年程は強い活動が続くと予想されているので 2026 年は観望に適した時期と思った。

また、太陽活動の周期は約 11 年と言われているので、私の年齢を考えると約 10 年後の遠方への遠征は無理そうであり、今年行くことに決めた。

いつ・どこでオーロラを見るか

オーロラは夜間に見られる現象なので、当然の事ながら夜の時間が長い時期が良い、また、高緯度の地域でないと発生しないが、高緯度地域の夏は白夜となってしまうので、まず 4 月～8 月は除外した。

次に、12 月～2 月だと夜は長いが、深夜の気温が氷点下 15～20℃以下になり自身の寒さ対策もさりながら、持参するカメラに悪影響がありそうなので 3 月が良いと思い、各旅行社のパンフレットを集め情報を整理した。

場所としては、カナダ、アラスカ、北欧を候補とし検討したが、この中では気温が高めで、且つ旅行費用も比較的廉価なフィンランドとした。

新月期以外のオーロラ観望

オーロラの写真を見ると、月の光とコラボした素晴らしい写真もあるが、オーロラを眼で見る事を目的にしたので月のない日に観望したいと思った。3 月の新月は 19 日であったので、その日に観望できるツアーを予約した。ところが、予約した後で明石市文芸祭に出詠した短歌が市長賞に決まり、「21 日に市長臨席のもと授賞式を実施しますので是非参集下さい。」という案内が来た。とても嬉しい事ではあるが日程が重なり困ってしまった。

しかたなく新月期の一週間前の月の出・月の入りをステラナビゲータ 12 で調べたところ、驚いた事に 3 月 9 日～14 日の太陽の南中高度がマイナスで新月期ではないが、終夜月が出る事はなく月の光の影響が全くない事が判り、予約したツアーをキャンセルし 3 月 9 日出発のツアーに変更した。

月の高度の推移

多くの方が体験されていると思うが、満月の南中高度は太陽の南中高度とは逆で、冬の太陽の南中高度は低いので満月の南中高度は高い。私は、このイメージに縛られており、また、今まで新月前後の月の南中高度を気にした事もなかったので、あらためて月の南中高度と太陽・地球の関係を整理してみた。

当然の事ではあるが、地球から見て満月は常に太陽の反対用側に位置するが新月は太陽の方向に位置する。従って、新月期の南中高度は、満月の南中高度とは逆に太陽の高度とリンクする。冬のオーロラ観望は、太陽の南中高度が低い時期なので新月期の南中高度も低い。（図 1 参照）

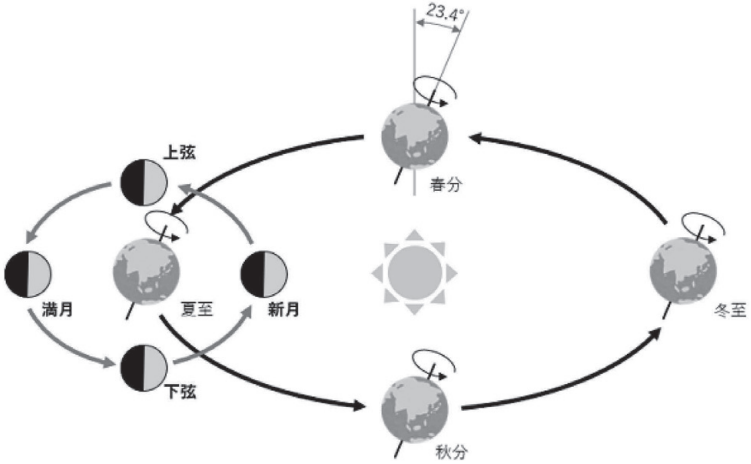


図 1　月と太陽と地球の関係[1]

新月期の月の高度を数値として理解する為に、冬至の日に新月になるとして月の南中高度を図 2 に従い（太陽と月と地球が一直線に並ぶとし）求めてみた。

地軸の傾きは 23.4° であり、観測地点を北緯 35 度とすると新月の南中高度 α は、90° - 23.4° - 35° =31.6° となる。（図 2 において α は∠GHO の錯角）

これに対して、観測地点が北緯 70 度の場合の新月の南中高度 α は、
90° - 23.4° - 70° = - 3.4° となる。
尚、京都市は北緯 35.3° でオーロラの観測地としたフィンランドのレヴィは北緯 67.8° である。

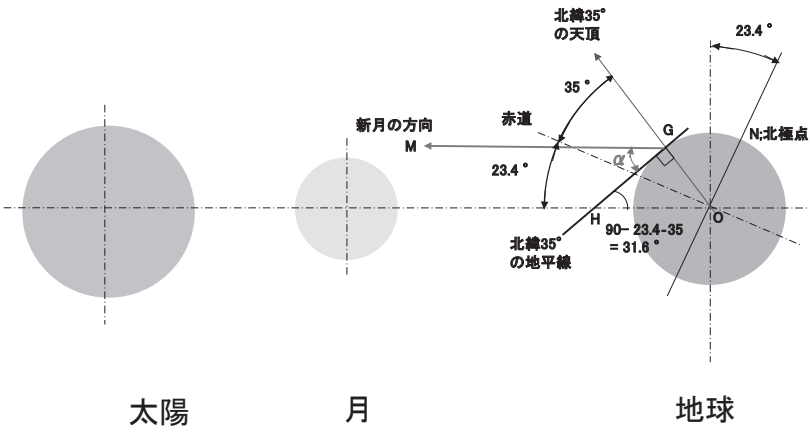


図 2　冬至の新月の南中高度

さらに、新月期前の 3 月 8 日から 3 月 18 日の月の南中高度をステラナビゲータ 12 で調べグラフ化した。（図 3 参照）

図 3 から判るように観測地としたフィンランドのレヴィでは、3 月 9 日～14 日は月は終夜水平線の下となるので月は出ない。尚、図 3 には比較として神戸の月の南中高度も示したが、神戸は北緯 34.7° である。

観望の夜数については、晴天率とオーロラの発生率を考慮すると理想的には 5 夜くらい観望できるツアーにしたかったが、この時期の 5 泊のフィンランド行きのツアーが見つけられなかった事もあり、運悪くオーロラが見られなかったらサウナやサンタクロース村を楽しもうと思い 3 夜のツアーに決めた次第である。

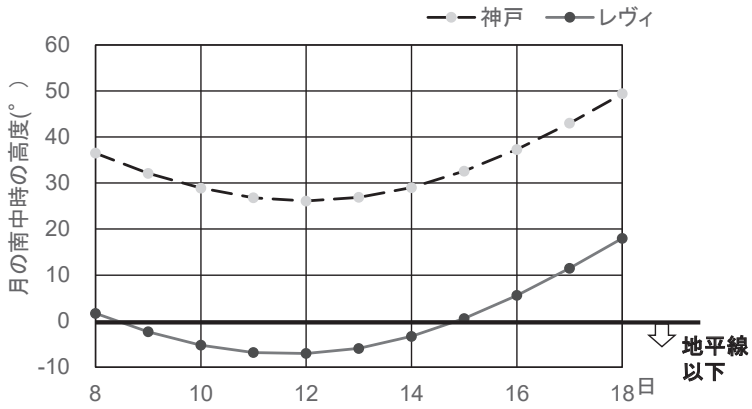


図 3　3 月 8 日～18 日の月の南中高度

オーロラが見れた！！

関西空港から北極点上空を経由してヘルシンキへ約 13 時間のフライトの後、国内線に乗り換えさらに約 1 時間半でキッテラ空港に到着した。
そこからバスに乗りスキーリゾート地でもある観測地のレヴィに約 40 分で到着した。

夕食の後、添乗員さんお勧めのホテルから徒歩約 10 分の湖の近くの広場で 21 時過ぎから約 2 時間待機したが、空全体に雲が広がり、時折木星が顔を出すようなお天気であった。長時間のフライトで疲れていた事もあり今日は諦めてホテルに帰ろうと歩き出した所、カメラのレンズフード（レンズの先に付けるカバー）を落としている事に気づき元の観望場所に戻った。

10 分ほどの時間であったが、先ほどよりも多くの人が集まり皆さん空を見上げているので、私も見上げると白い雲のようなものが動いていた。
これが初めて見たオーロラであった。

急いでもう一度カメラをセットして撮影したところ、緑のカーテンが綺麗の写り、間違いなくオーロラだと確信した。その後 25 時頃まで約 2 時間にわたりオーロラを見て、写真も動画も撮影した。周囲の皆さんは殆どがスマホで撮影していたので、私もスマホでも撮影した。

写真 1 は、少し左寄りの明るい木星と右下のすばるを挟み、幻想的にゆらめくオーロラの姿である。カメラ; SONY α 7C - Ⅱ（ILCE-7CM2）、レンズ ; SONY FE20 ㎜ F1.8GF/1.8, 露出 5 秒 ,ISO3200 で撮影し、photoshop2025 で画像処理した。



写真 1　オーロラ ; フィンランド　レヴィ（北緯 67.8°,東経 24.8°）
現地 2026 年 3 月 11 日　0 時 30 分（UT　10 日 22 時 30 分）

最後に、カメラもスマホもしまった後、目視で緑のオーロラを良く見ようと暗闇に目を慣らせてトライした所、うっすらとではあるが緑色が見られたのも収穫であった。また、落としたレンズフードであるが、「これ落としていませんか?」と言って、親切な女性がわざわざ持ってきてくれた。カメラで撮影する人が少ないので私だと分かったようであるが、これも旅の良き思い出となった。

まとめ

3 月にフィンランドに遠征し、3 夜の観望計画であったが運良くオーロラが見られ、カメラ撮影もできて最高のツアーであった。

本稿は、オーロラ観望を計画する際の日について、新月期ではなくても冬期の高緯度地域では、月の南中高度が地平線以下に沈み、月の出ない夜がある事を知り、皆さんの参考になればと思い投稿させて頂いた次第である。

太陽活動第 25 周期の強い活動がいつまで続き、オーロラが見られるのか予測は難しいが 2026 年度中は観望に適した時期が続くように思うので、できればもう一度オーロラを見てみたいとも思っている。

参考文献

[1] たまのページ　月の南中高度 ～夏の満月はなぜ低い?～

サロス 136 のアフリカ日食

黒河宏企（NPO 法人法人花山星空ネットワーク）

はじめに

来年の 8 月 2 日にアフリカ最北部で見られる皆既日食はサロス周期系列 136 に属する皆既時間の長いものです。地球上で日食が見られる状況は、太陽・月・地球の位置関係でその都度違いますが、18 年 11 日と 8 時間ごとにほぼ同じ位置関係で日食が起こることが知られており、このような同じ状況の日食群をサロス系列と呼んでいます。たとえば、我々の花山星空ネットワークがツアーを組んで観測した 2017 年 7 月 22 日のアメリカ日食はサロス系列 145 に属するもので、その時の皆既時間は最長 2 分 45 秒でしたが、サロス系列 136 に属する来年のアフリカ日食では最長 6 分 23 秒という長い時間にわたって太陽コロナが見られます。

下の図 1 は、最近のサロス 136 系列日食の発生場所を表したものです。サロス周期は 18 年 11 日に加えて更に 8 時間の端数があり、その 8 時間に地球は 1/3 回転するので、地球上の 120 度西側で次の同一サロス日食が起こっていることが、この図からよく分かります。また、3 回ごと即ち 54 年

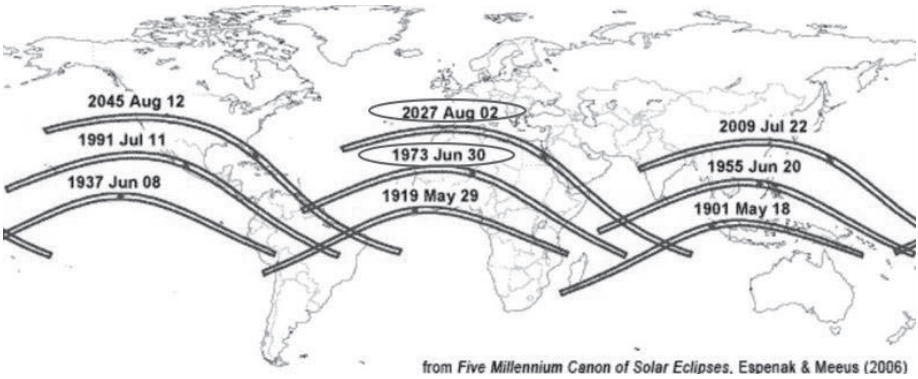


図 1：最近のサロス 136 系列の日食経路図（参考文献（1））

ごとにほぼ同じ地域で同じサロス系列の日食が見られることもこの図からよく分かります。図 1 において、2027 年日食とその 54 年前の 1973 年日食に丸印を付けていますが、まずは 54 年前のアフリカ日食観測について簡単に振り返っておきたいと思います。

1973 年 6 月 30 日モーリタニア日食観測

この時の日食経路はサハラ砂漠を通っており、その経路の中心点（ニジェール共和国）では 7 分 02 秒の皆既時間でしたが、国際天文学連盟の日食委員会が主導して設定した安全な観測場所に世界各国の観測隊が集まりました。それはモーリタニアイスラム共和国（通称モーリタニア）のアタールという砂漠のオアシスで、ここでの皆既時間は 6 分 02 秒でした。日本観測隊は東大 4 名、京大 3 名、緯度観測所 2 名、水路部 2 名、東大医師 1 名の 12 名で、医師が同行したほど過酷な場所での観測だったのです。(参考文献 (2))

当時は未だモーリタニアには日本大使館が無く、隣国のセネガル国の大使館が観測隊入国の世話をしてくれたので、数か月前に横浜港から積み出された観測用機材もセネガル国の首都ダカール市の港で通関手続きが行われました。我々もまずダカール市で 1 週間滞在して様々な手続きを済ませてからモーリタニアの首都ヌアクショット市に入ったのですが、ここからが大変でした。先発隊として椿さんと私の二人が、運転手付きのレンタカー



図 2：サハラ砂漠の熱砂との格闘

でアタールを目指したのですが、途中で上の写真のように、砂にはまりこんでしまい、後ろから押しても空回りで砂を掘るばかりで、あちこちにわずかに生えている草を引いてきてタイヤの下に敷いたりしても駄目で、途方にに暮れていたのですが、運よく通りかかったジープに救出されて、なんとかアタールに到達できたのでした。

アタールでは、まず観測小屋の建設から初めて、シーロスタット望遠鏡やフラッシュスペクトル分光器などの組み立て調整を行いましたが、働ける



図 3:フラッシュスペクトル用分光器を格納する小屋とその建設仲間

のは午前と夕方だけで、連日 45℃前後となる昼間は簡易ベッドで横たわっているしかなかったのです。それでも現地の人達の働きのお陰で、上の写真のように葦簀（よしず）で囲った観測小屋が完成して、その中に彩層とコロナのフラッシュスペクトル（図 4）を撮影する分光器などを組み立てました。

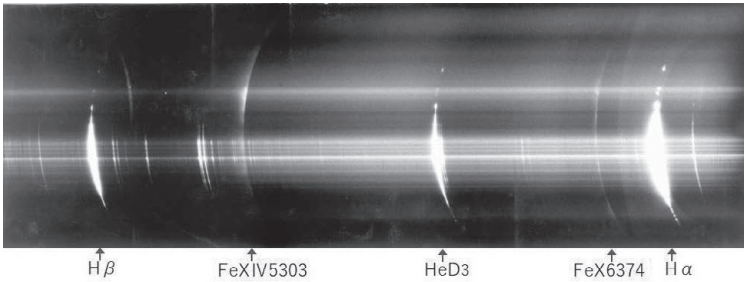


図 4：1973 年アフリカ日食で撮影したフラッシュスペクトル

図 4 の写真には、約 1 万度の水素、ヘリウムなどの彩層輝線と約百万度の鉄イオンのコロナ輝線の両方がきれいに映っています。

2027 年 8 月 2 日の皆既日食

図 1 で示したように、来年の日食はサロス 136 系列に属しており、1973 年アフリカ日食の再来です。但し 54 年前に比べて少し北側を通ります。下の図 5 には皆既帯を三本の曲線で示していますが、真ん中の線は皆既中心線で、その上下の線は皆既日食を観測できる限界線です。月の本影は大西洋からやって来て、スペインとモロッコの間のジブラルタル海峡に入って、アルジェリア、チュニジア、リビアを通ってエジプトに最長皆既時間をもたらした後、紅海からインド洋に抜けていきます。



図 5：2027 年 8 月 2 日の皆既日食帯（NASA Eclipse Web Site より引用）

モロッコでの皆既時間は約 4 分 50 秒で、アルジェリアで 5 分超、リビアでは 6 分を超えて、エジプトの上に示されている中間点では 6 分 23 秒の最長皆既時間が実現します。

晴天率が 90%を超えるエジプトのルクソール市やソハーグ市近辺で、6 分 23 秒間の太陽コロナを堪能するのがやはりお勧めですが、40℃の高温に対する準備が必要です。

モロッコのタンジェ（Tangier）やテトゥアン（Tetouan）、スペイン最南端の Tarifa など、ジブラルタル海峡の周辺でも 8 月初めの晴天率はかなり高そうですので、4 分 50 秒間のコロナが楽しめそうです。

参考文献

（1）NASA Eclipse Web Site
（2）神野光男「アフリカ日食観測記」天文月報 67 巻第 1 号（1974 年）

おかしな小惑星たち

作花一志（京都情報大学院大学）

冥王星は今

今年は冥王星が惑星から外れて 20 年…と言っても学生さんきょとんとしている。それもそのはず今の学生は 20 年前なんて知らんもんなあ。

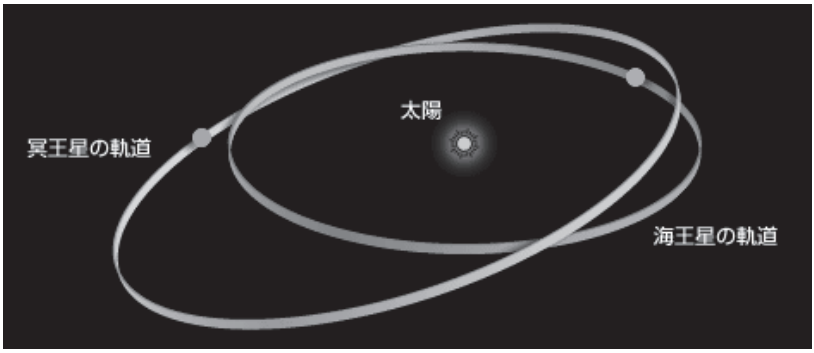


図 1　冥王星の軌道

外れた（外された）わけはサイズや質量だけではない。軌道の扁平率、傾きが他の 8 惑星と比べずいぶんと異なっている（図 1）。

冥王星は惑星から離れてどこに潜んでいるのだろうか？

海王星の彼方には約 2000 個のカイパーベルト天体（KBO）があり、そのうちのいくつかは海王星公転周期が簡単な整数比になっている

プルティーノ族　海王星の公転周期の 1.5（＝6/4）倍
　海王星が 3 公転する間に 2 公転する
　冥王星付近に約 180 個
　プルート，カロン，オルクス，イクシオンなど
キュビワノ族　海王星の公転周期の 1.75（＝7/4）倍
　海王星が 7 公転する間に 4 公転する
　マケマケ，ハウメア，1992QB1 など約 160 個
トゥーティノ族　海王星の公転周期の 2（＝8/4）倍
　海王星が 2 公転する間に 1 公転する
　約 50 個

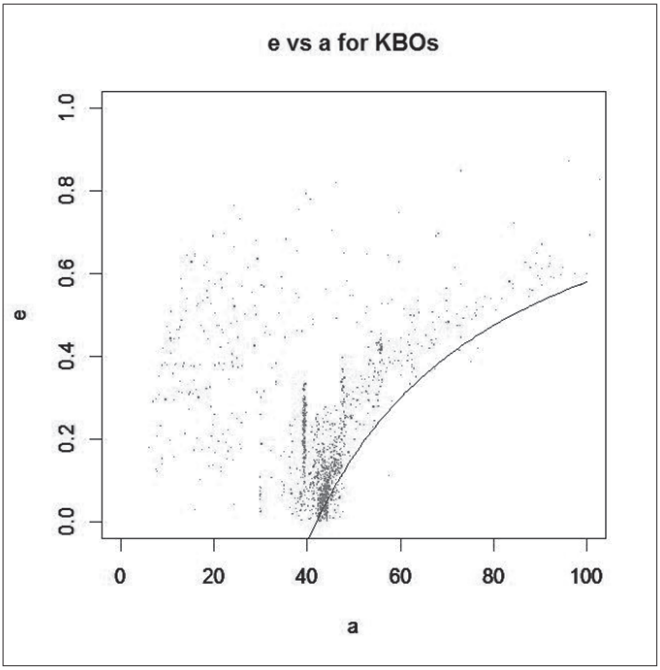


図 2
小惑星の軌道
超半径 a（au）
と離心率 e

かくしてプルートはプルティーノ族の盟主になった

最遠の小惑星（セドノイド）

これらの KBO の中を突き進んでいけば」太陽系の端に達するのだろうか？最遠の小惑星は何だろう？実はこの問いにはあまり意味がない。記録は常に塗り替えられ更新される。

セドノイドとは近日点が 50AU 以遠で軌道長半径が 150AU 以遠の太陽系外縁天体である。セドナ、2012 VP_{113}、(541132) Leleākūhonua、2023 KQ_{14} の４つのみが発見されているが、実はもっとたくさんあると考えられている。どれも准惑星凍補のようだ

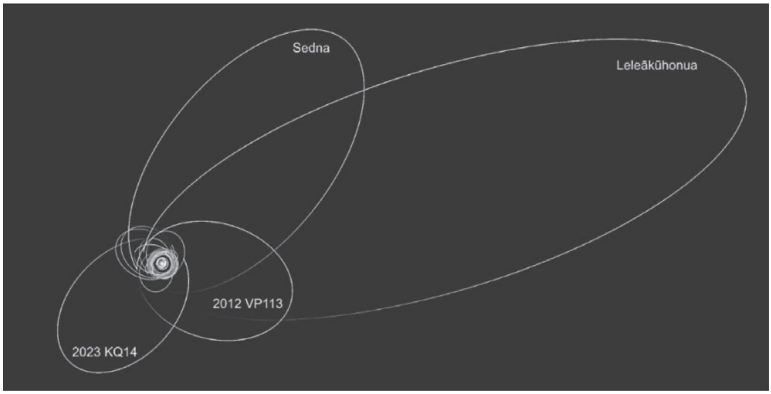


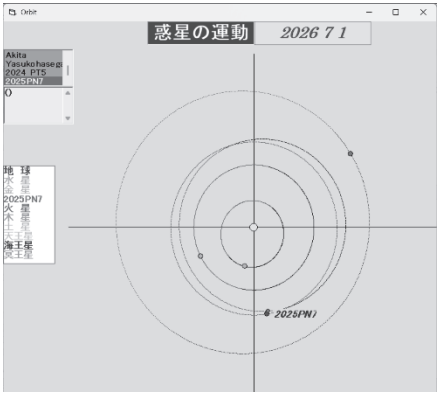
図 3　セドナの仲間
https://ja.wikipedia.org/wiki/2023_KQ14

Leleākūhonua は今のところ最遠の小惑星で、遠日点距離は 2100au で公転周期は 36000 年、この名称はアラスカからハワイまで旅をする渡り鳥にちなむという。

準衛星

では地球に最も近い小惑星は？

2025PT7 は軌道長半径、離心率、公転周期とも地球の値に非常に近い。したがってその軌道は図 4 のようになる。2026 年 6 月末には両者はすぐそばにいるが、その後毎年追いつ追われつの状態が続く。1960 年代から 2083 年ごろまではこの軌道にとどまり、その後は離脱すると予測されている。



この状態を地球から見るとあたかも地球の周りを公転しているように見えるので準衛星と言われるが、短期間の現象に過ぎない。

準衛星は Kamo‘oalewa など十数個見つかっている。

これは 7 月 4 日にお話ししたアストロトーク講演の一部です。

パンスターズ彗星　C2025R3

中川　均（NPO 法人花山星空ネットワーク）



【撮影データ】
2026 年 4 月 9 日　０４：１８
Seestar S30　露出 4 分
フォトショップエレメント 9 で画像処理
豊中市で撮影

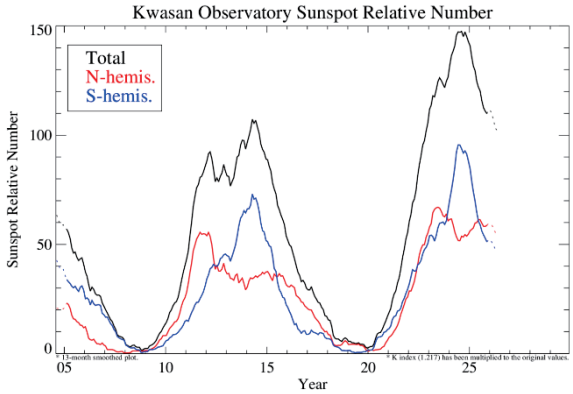
みんなで作るバタフライダイアグラム

鴨部麻衣（京都大学花山天文台技能補佐員）

はじめに

花山天文台では、2004 年から 20 年以上に渡り、黒点のスケッチ観測を行っています（図 1）（詳しくは、あすとろん第 58 号参照）。今回は、花山天文台の黒点スケッチデータを用いた教材と活動実践をご紹介します。

黒点スケッチとバタフライダイアグラム

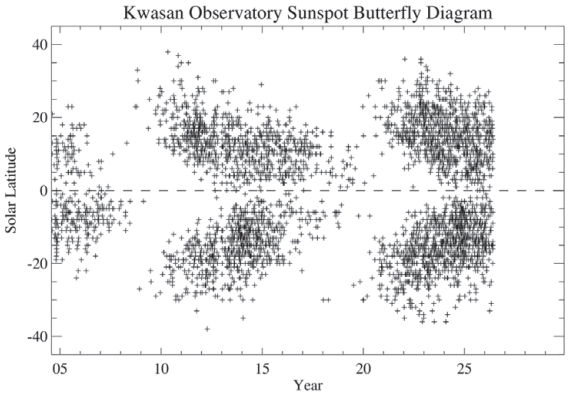


太陽活動は、約 11 年で周期的に変動することが知られています。

黒点スケッチでは、黒点の数や発生緯度経度を記録しており、黒点数や発生緯度をグラフにすることで、太陽活動の盛衰を知ることができます。

図 1　黒点相対数グラフ（2004 年 8 月～2026 年 5 月）

黒点の発生緯度に注目すると、活動周期の初期には比較的高緯度に出現し、周期が後期になるにつれ、低緯度（赤道付近）に発生する傾向が見られます。そのグラフが蝶の羽のように見えることから「バタフライダイアグラム（蝶形図）」(図 2)と呼ばれており、蝶々 1 羽分が 1 つの太陽活動周期に相当します。花山天文台で観測された黒点の緯度のデータを使って、みんなで一つの大きなバタフライダイアグラムを作ろうという取り組みを実施してきました。



基本的なスタイルは、見学者の皆さんに、観測年月と黒点の発生緯度が記されたカードを配り、その情報に基づいて大きなグラフ用紙に丸シールを貼りデータを載せていきます。

図 2　黒点発生緯度のグラフ（2004 年 8 月～2026 年 5 月）

2013 年から始まった京都市教育委員会との連携事業では、コロナ禍の休止期間までは毎年約 500～700 人の小学生が花山天文台での体験学習に参加しました。参加者の皆さんが限られた時間内に施設を巡るだけでなく、太陽観測や研究の一端に触れられないかと考え、2015 年の京都市小学生体験学習に取り入れさせて頂き、その他学校関係の見学やイベント等で多くの見学者に参加して頂きました。

実施にあたっては、データ整理やグラフ用紙の作成など、天文台メンバーや OB の方々とのディスカッションやご協力の元に実現しています。

カード配布形式
（京都市小学生体験学習・サイエンスフェスティバル）

参加者に年月と黒点の発生緯度が印刷されたカードと丸シールを配布し、大きなグラフ用紙の該当箇所にシールを貼ってもらう基本スタイルです。最近では、一度に大人数の見学を受け入れる機会が減り、しばらくできていませんでしたが、2026 年 2 月に京都市青少年科学センターで開催されたサイエンスフェスティバルに出展し、7 年ぶりに実施しました。

この休止期間の大きな変化はデータ数です。2019 年 10 月までのデータ数は約 1400 でしたが、2025 年 12 月までにデータ数は約 2700 になりました。観測期間が経過した分、データ数が増えるのは当然ですが、黒点相対数のグラフ（図 1）から分かるように、太陽活動自体も、活動周期第 24 期（2009 年～2020 年）よりも第 25 期（2020 年～）では黒点数が増えています。膨大な数のシールを貼らないと完成させることができません。そこで、サイエンスフェスティバルでは、ランダムにデータを抽出して配布することにな

りました。すべてのデータをグラフ上に載せることはできませんでしたが、約 900 のシールでも蝶形の傾向を捉えることができています。時系列に貼る場合では、次第にデータ追加されていく追体験になるかもしれません。

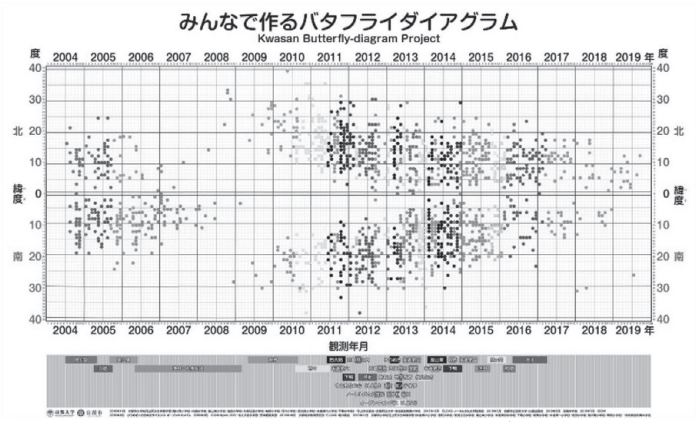


図 3　小学校体験学習（2019 年度）

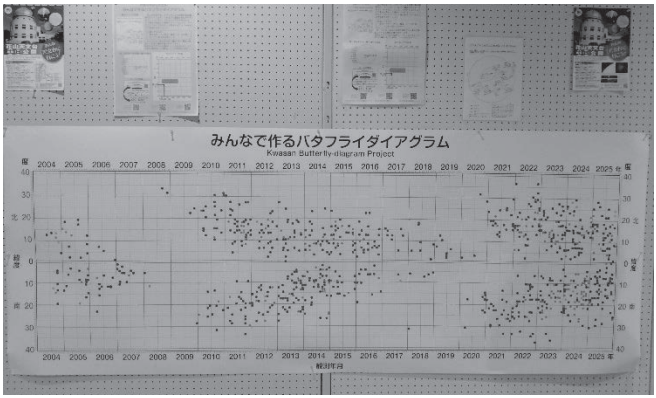


図 4　サイエンスフェスティバル（2026 年 2 月）

データ・グラフ用紙　配付形式
（京都市立工学院高校・星のソムリエ講座）

「みんなで作るバタフライダイアグラム」を 1 時間程度の講座内で完成させられないか、とお声掛け頂き、アレンジした方法です。1 年ずつの年月・緯度のデータと、横軸 1 年分で A4 サイズ 4 枚に分割したグラフ用紙、丸シールをグループごとに配布します。極小期と極大期では扱うデータ数が大

きく異なるので、適宜分散させ、グループ間で作業量に大差が生じないように配慮しました。1 年ずつのデータを比較することで、時期によってデータ数に差があることも実感してもらえます。



図 5　京都市立工学院高校
（2020 年 2 月）

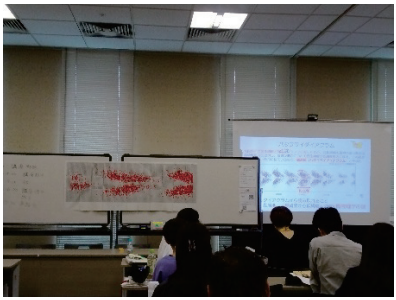


図 6　星のソムリエ講座
（2025 年 9 月）

この方式では、担当部分を見るだけではどんなグラフになるのかわかりません。1 年分ずつを貼り合わせていき、全期間のグラフが揃ったところで初めて、全体像が見えてきます。完成した際には、歓声があがり、バタフライダイアグラムを取り囲んでの撮影会になることもあります。

最後に

参加者からは以下のような感想を頂きました。

「生のデータを触れられたことが感動的だった。数が集まって大きなデータの塊ができる瞬間はとてもワクワクした。」

「作業自体は単純でしたが、あれだけたくさんのデータは長い年月をかけ何人もの人によって集めて頂いたことが分かり、１つのグラフや表をつくるのにはものすごい苦労があることが分かりました。」

この取り組みを通して、太陽という恒星の長期変動を知ってもらうことや、日々の観測の積み重ねから発見があるということなどを伝えていけたらと思います。太陽の 11 年周期が小学生の人生で実感できる時間スケールなのも子ども向けの企画として相性がいいかもしれません。

実現にあたっては、これまで多くの方々のご協力やご助言を頂きました。この場を借りてお礼申し上げます。さらなる改良に向けて、引き続きアドバイス等頂けると幸いです。

[参考文献]

[1]鴨部麻衣「花山天文台での黒点スケッチ観測」、あすとろん第 58 号、p32

望遠鏡設備更新へご寄付のお願い

NPO 法人花山星空ネットワーク事務局

NPO 法人花山星空ネットワークは、おかげさまで今年、創立 20 周年を迎えました。これまで活動を支えてくださった会員の皆様をはじめ、多くの方々の温かいご支援とご協力に、心より感謝申し上げます。

一方で、創立当初に購入した小望遠鏡や太陽 Hα望遠鏡などの観測機材は、20 年を経て更新の時期を迎えていますので、この機会に京都府の「ふるさと×NPO 京どねーしょん」を活用しまして、目標額 500 万円の寄附募集を進めております。

昨年 9 月 1 日の募集開始以来、これまでに延べ 82 名の皆様から、約 170 万円のご寄附をお寄せいただきましたので、京都府の事務費を差し引いた後、約 130 万円が当法人に振り込まれることになっております。

その結果、2026 年 7～9 月期では、370 万円を目指して募集を開始しておりますので、以下の URL か右の QR コードから皆さま方の更なるご支援をお願い致します。

https://www.furusato-tax.jp/gcf/5500

皆様からいただいたご寄附は、赤道儀式天体望遠鏡や最新の太陽 Hα望遠鏡などの購入をはじめ、子どもたちや市民の皆様が本物の宇宙に触れ、科学への興味や探究心を育む機会の充実に活用いたします。

皆様お一人おひとりのご寄附によって、子どもたちが初めて土星の環や太陽のプロミネンス（紅炎）などを自分の目で見て感動する体験が生まれています。その感動は、科学と宇宙への夢を育み、未来へ羽ばたく大きな力となります。

「ふるさと×NPO 京どねーしょん」を通じた上記目標額の達成に向け、引き続き温かいご支援、ご協力を賜りますよう、心よりお願い申し上げます。

（ご寄附の方法） 上記の URL か QR コードからお入り下さい。または本「あすとろん」75 号に同封の赤色の払込取扱票をご利用下さい。

なお、同じく同封の青色払込取扱票は、会費や通常のご寄付にお使い下さい。どうぞよろしくお願い申し上げます。

HERO

ソフトウェア開発で社会に貢献しています。

株式会社ヒーロー

代表取締役　岡村　勝

〒532-0011　大阪市淀川区西中島６丁目６−６　NLC 新大阪 11 号館７階

【事業紹介】

・ソフトウェア開発
　制御・組込系：家電・情報端末分野の身近な機器を最新技術でより便利に
　情報統合系：コンサルテーションから設計開発、運用、保守まで提供
　アミューズメント系：開発サポートツールからアミューズメントプログラムまで
・技術者派遣（流通分野、SNS 分野に特化）
・製品販売　～京都大学花山天文台 星座早見盤、クリアファイル～



天文宇宙検定

1・2・3・4級試験日　**2026年11月15日（日）**



会場受験 実施エリア　**札幌・仙台・高崎・東京・名古屋・大阪・岡山（弥高山公園）・広島・高松・福岡・名護 予定**

※実施エリアは変更になることがございます。
※オンライン試験（2・3・4級）も実施予定です。

主催 （一社）天文宇宙教育振興協会

協力　天文宇宙検定委員会・㈱恒星社厚生閣
協賛　京都産業大学・千葉工業大学・㈱ビクセン・丸善出版㈱
後援　㈱セガ フェイブ・（公財）日本宇宙少年団・（一財）日本宇宙フォーラム

詳細はWebで▶ https://www.astro-test.org/

〒160-0008 東京都新宿区四谷三栄町 3-14
TEL 03-3359-7371　FAX 03-3359-7375　https://www.astro-test.org/

（一社）天文宇宙教育振興協会

第13回

天体観測指導者養成講座


小望遠鏡の設置実習


太陽黒点の観測実習


太陽紅炎の観測実習

日時：**2026年10月17日（土）9:45～17:45**　会場：**京大大学院理学研究科附属花山天文台**

● 講座のねらい
小望遠鏡による太陽等の観測実習によって、天体望遠鏡の使い方を習得して、宇宙と自然科学の面白さを子供達に 伝えることができる指導者を養成します

● 対象　18歳以上（天体観測の基礎知識や経験は必要としません）。

● 定員　12名（先着順）　● 参加料　3,000円（資料代・保険代を含む）

事務局からのお知らせ

暦の上では秋が始まりましたが、まだまだ暑い日が続いております。残暑お見舞い申し上げます。

さて、昨年から「ふるさと×NPO 京どねーしょん」でお世話になっておりますが、本号 39 ページでもお願いしておりますように 7 月より新しい募集を開始しております。右の QR コードからか、同封しております赤色の払込用紙にご記入頂き、郵便局からご寄附をお願いいたします。

また、まだ今年度の会費を頂いていない方には、電子メールで会費納入のお願いをしております。会費は NPO の活動を支える大きな力ですので、是非、早いめの納入をお願い申し上げます。なお、会費納入につきましては、同封の青色の払込用紙をご利用いただくか、ホームページに記載の銀行口座へお振り込みいただきますようお願い申し上げます。

今後の日程

9 月 26 日（土）第 120 回花山天体観望会「名月と名曲」
10 月 3 日（土）～ 5 日（月）第 14 回飛騨天文台自然再発見ツアー
10 月 17 日（土）第 13 回天体指導者養成講座
10 月 24 日（土）第 121 回花山天体観望会「土星」

編集後記

今年は年初から地上では物騒な事件が頻発していますが、天空ではいつまでも美しい星空が続いてほしいですね。

まだまだ夏の星ぼしが楽しめる季節です。皆様の天文観測活動，新刊図書やビデオなどの視聴感想文やエッセイなども大歓迎です。投稿に関しては，なるべくテンプレート(Word)を本 NPO のホームページからダウンロードして，エディタに書いたテキスト文をそこにコピー貼り付けして作成してくださるようお願いします。原稿締め切り日は 9 月 15 日で原稿作成のお問い合わせや送付先は astron@kwasan.kyoto-u.ac.jp です

編集子

惑星状星雲M27



NPO法人花山星空ネットワークへの入会方法:

ホームページ https://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/hosizora/join.html をご覧下さい。

住所・氏名・連絡先電話番号を電子メール または電話でお知らせ下されば、
(電子メール : hosizora@kwasan.kyoto-u.ac.jp　電話 : 075-581-1461)
入会申込書と会費の振込用紙を郵送いたします。

(1) **正会員**（一般）・入会金　2,000円 ・年会費　4,000円
　　（学生）・入会金　1,000円 ・年会費　3,000円
(2) **準会員**　・入会金　1,000円 ・年会費　3,000円
(3) **賛助会員**　年額1口以上　（1口30,000円）

発行人　**認定NPO法人花山星空ネットワーク**
〒607-8471 京都市山科区北花山大峰町 京都大学花山天文台内
Tel 075-581-1461　**URL** *https://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/hosizora*
印刷所　株式会社あおぞら印刷
〒604-8431　京都市中京区西ノ京原町15

2026年7月31日発行