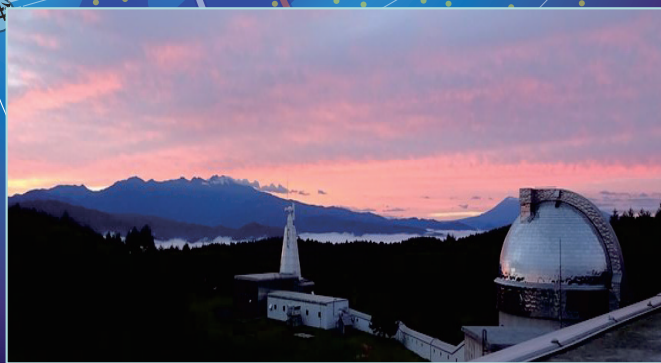


会報

Vol.61

Jan 01 2023

あそびん
astron



乗鞍岳・御嶽山の朝焼けと雲海



NPO法人 花山星空ネットワーク

あすとろん 第 61 号 目次

年頭所感	西村昌能	1
月食の推移の撮影	上杉憲一	2
月食・天王星食の連続写真	坂田 肇	3
皆既月食（天王星食・ターコイズフリンジ）	森田作弘	4
皆既月食と天王星食のダブル食	茶木恵子	7
ダブル食 皆既月食&天王星食	杉野文昂	8
宇宙最初の銀河を探す、その最前線	井上昭雄	9
歴史文献から見る過去の太陽嵐	早川尚志	16
太陽黒点スケッチ観測に代わる黒点自動検出	花岡庸一郎	20
第 10 回飛驒天文台自然再発見ツアー	黒河宏企	26
「飛驒天文台訪問と自然再発見の旅」	安井 朗	28
元気を沢山もらいました	桑 里子	33
飛驒天文台と朴葉（ほおば）みそ	上杉憲一	35
飛驒天文台で見た朝焼け	高橋浩一	38
夢の一つが叶いました	穴吹一枝	39
飛驒天文台の 65 cm 屈折望遠鏡	永田利博	40
有意義なツアーでした	武神紀久子	42
お知らせ	事務局	

表紙画像 乗鞍岳・御嶽山の朝焼けと雲海
2022 年 8 月 9 日
p42 の記事参照

裏表紙画像 皆既の月に侵入する天王星
2022 年 11 月 8 日 20 時 41 分
口径 85mm 焦点距離 680mm、タカハシの FSQ-85ED
中山 公彦氏提供 @茨城県土浦市

年頭所感

西村昌能 (NPO 法人花山星空ネットワーク理事長)

みなさま、新年明けましておめでとうございます。
今年もよろしく願い申し上げます。

昨年は引き続きコロナ感染症が蔓延しましたが、花山天体観望会、子ども飛騨天文台天体観測教室、飛騨天文台自然再発見ツアー、天体観測指導者養成講座と大半の行事は、募集定員を減らしながらも対面で実施することができました。また、後半から天文台への入台制限が若干緩和されて募集人数をふやすことができました。しかし、残念ながら会場の都合で通常総会が書面表決書での採決、講演会はオンラインとなったままでした。対面での講演会を期待して頂いていたみなさまにはもういわけなく思っております。

さて、今年 of 天文現象ですが、昨年 12 月に衝を迎え、夜半の中天に赤く輝いていた火星はどんどん遠ざかっていきます。金星は春先からしばらくの間、宵の明星として夕方の西空に輝きます。

一方、土星と木星はそれぞれ 8 月と 11 月に衝を迎え、今年後半には観測対象になります。特に土星は自転軸の傾きの関係で環の開きの角度がだんだん小さくなってきます。土星らしい姿は今年が一番かもしれません。

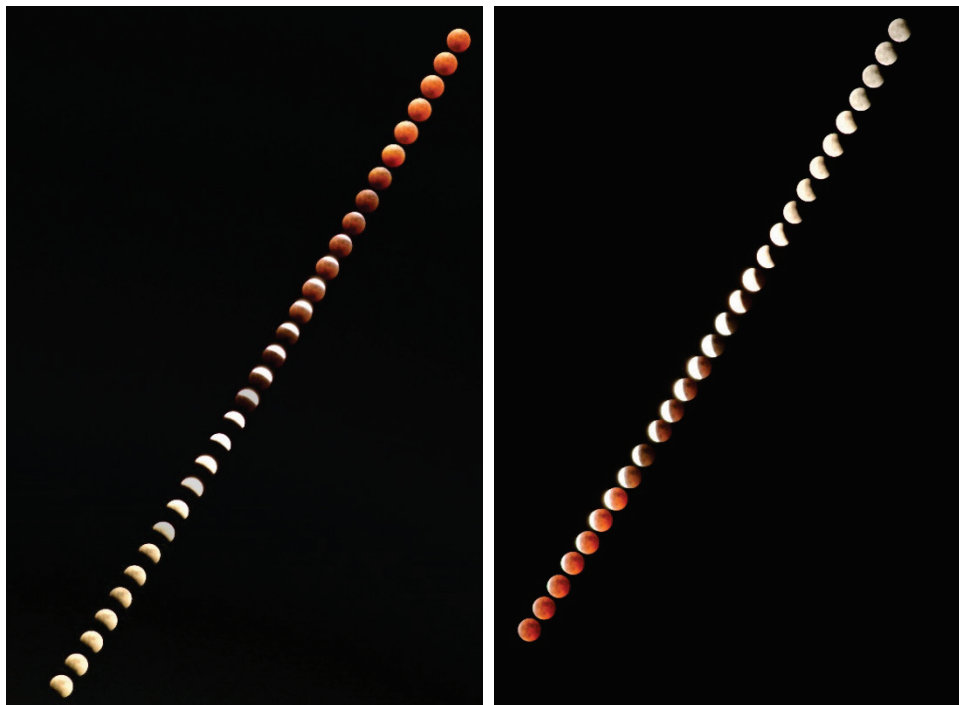
また、太陽には黒点の出現が続いており、それに伴って大きなプロミネンスが出現しています。大きなフレアも起こっています。どうぞ、太陽の観望会も楽しみにしてください。

なお、花山天体観望会は今年 100 回目を迎えます。記念となる観望会となります。たくさんの方々に参加していただけますようお願い申し上げます。

最後になりましたが、会員の皆様におかれましては、この一年、どうか健康にご留意されて、太陽や星々を楽しんで頂きますようお願い申し上げます。

月食の推移の撮影

上杉憲一（NP0 法人花山星空ネットワーク）



自宅のベランダから月食の推移を撮影しました。

写真左 18:20~19:32:30 食分 0.17~食分 1.19 30枚の写真です。

写真右 20:40~21:47:30 食分 1.02~食分 0.02 28枚の写真です。

月の形状の推移や色の変化が良く判りました（食分はStella Navigator11による）。

私のカメラは多段階露出を設定するとインターバル撮影ができないので撮影するたび(2分半毎)にレリーズの操作が必要で少々大変でした。

撮影日 2022年11月8日（火）

撮影場所 神戸市垂水区

カメラ NIKON D5100 レンズ AF-S NIKKOR85mm f/1.8G

焦点距離 85 mm、ISO400

絞りと露出; f8で 1/160,1/40,1/10 秒、f4で 1/10,1/2.5,1.6 秒

画像処理 Photoshop2023

月食・天王星食の連続写真

坂田 肇 (NPO 法人花山星空ネットワーク)



11/08 は福岡は晴れて、月食も天王星食も良く見えました。写真ではよく見えませんが、天王星の青色がハッキリと見えました。

撮像時刻は順に

20:07:38 20:17:11 20:20:44

20:22:07 20:22:23 20:22:26

20:22:37 20:22:39 20:22:42

撮影場所：福岡県福津市。

機材：420mm 望遠レンズを付けてデジタルズーム 2 倍の 840mm。

皆既月食（天王星食・ターコイズフリンジ）

森田作弘（NP0 法人花山星空ネットワーク・SEPnet）

11 月 8 日の皆既月食は、月食中に天王星が月に隠されるというまれな現象が見られました。また、本影の境界付近に見られるターコイズフリンジという青色のベルトの撮影にも挑戦しました。雲に隠れていた月が、皆既前には顔を出して、良好な条件で撮影できました。

◇撮影場所：自宅

◇望遠鏡：TSA102 口径 10cm f 816mm × 2 テレプラス

◇カメラ：ニコン D7200 ISO400 FINE+RAW

1.天王星の潜入（月を基準に 6 フレームを比較明コンポジット）

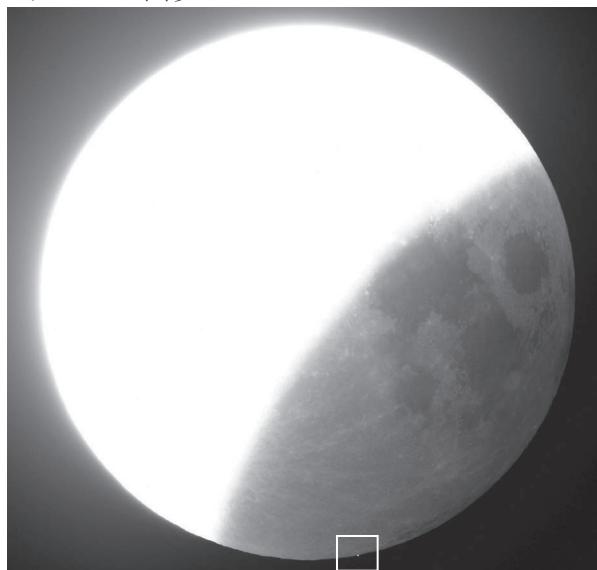


◇露出 4 秒

◇撮影時刻(JST) 11 月 8 日 20 時 分 : 秒 (JST)

①08:54 ②13:54 ③18:54 ④23:54 ⑤28:54 ⑥32:26

2.天王星の出現



天王星は、本影部に合わせた露出で出現を撮影できました。

◇撮影時刻(JST)

21 時 21 分 40 秒

◇露出

2 秒



3. ターコイズフリンジ



コンポジット画像をHDR等の処理をすることで青いベルトが現れます。眼視では確認できませんでした。

◇撮影開始時刻(JST)

21 時 21 分 23 秒

◇露出 (秒)

$1/30 \cdot 1/15 \cdot 1/8 \cdot$

$1/4 \cdot 1/2 \cdot 1 \cdot 2$

◇画像処理

9 段ブラケット撮影の内、上記 7 フレームをコンポジット、HDR・シャドーハイライト等の階調処理



株式会社 西村製作所

代表取締役 西村 光史

〒520-0357

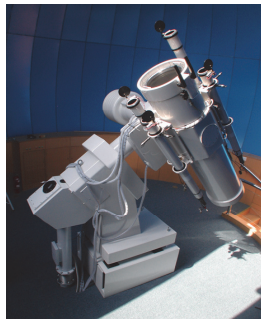
滋賀県大津市山百合の丘 10 番 39 号

TEL 077-598-3100

FAX 077-598-3101

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

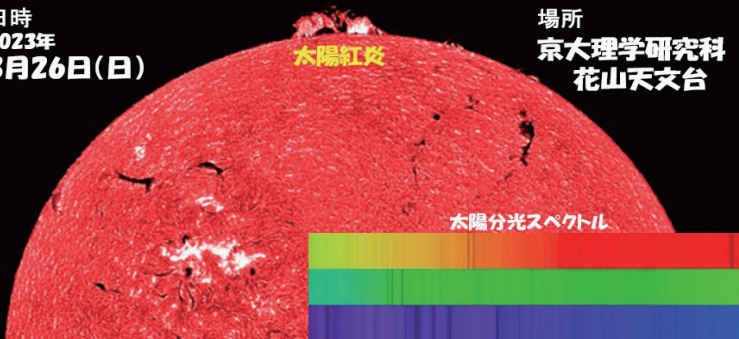
【事業内容】望遠鏡・天体観測機器製造



第98回 花山天体観望会「太陽」

日時
2023年
3月26日(日)

場所
京大理学研究所
花山天文台



第40回 アストロトーク 3月11日(土)

京都大学総合博物館[百万遍下ル] 3階講演室

13:30 - 14:30

『宇宙で最も明るい星・最も巨大な星・最も低温の天体』

京都情報大学院大学教授 作花一志 氏

14:45 - 15:30

『Mitakaで見る宇宙のすがた～月と火星～』

京大天文台 天文普及プロジェクト室室長/
京都情報大学院大学 准教授 青木成一郎 氏

コロナ感染対策のため、3D
メガネは使用いたしません。

申込方法など詳しくは

<http://www.tenmon.org/> (京都千年天文学街道ホームページ)



別途、博物館の入館料が必要です。
小中学生200円、高校大学生300円、
一般400円(要修正)
障害者手帳をお持ちの方とその付き添いの
方1人、70歳以上の方は無料(要証明)
※博物館の事情により変更となる可能性があります。



主催 認定NPO法人花山星空ネットワーク
共催 京都大学総合博物館、京都大学大学院理学研究科附属天文台
後援 京都府教育委員会、京都市教育委員会
協力 株式会社BTX、京都情報大学院大学、株式会社HERO



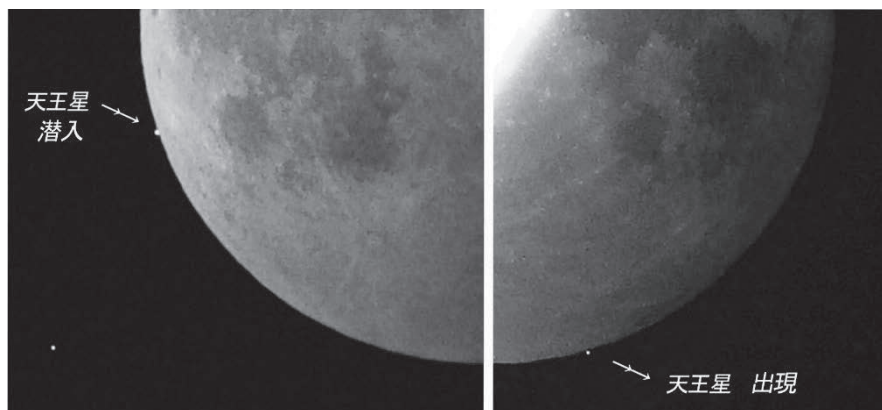
皆既月食と天王星食のダブル食

茶木恵子（子ども達に星を観せる会、NPO 法人花山星空ネットワーク）

11 月 8 日に皆既月食がありました。特別なのは、この月食中に天王星食があった事です。皆既月食と惑星食のダブル食は 442 年ぶりで、次は 322 年後だそうです。天王星が発見されたのが 1781 年 3 月 13 日、つまり 241 年前なので、今回のダブル食は天王星として人類初観測という言い方もできます。

当日は好天に恵まれ、月の出から部分月食終了まで、雲に隠される事なく、観察できました。問題は、我が家のベランダで、上階のひさしが邪魔になり、月の高度が上がると、望遠鏡で見る事が難しくなります。天王星の出現時、月は 53 度です。望遠鏡をベランダのふち、ギリギリに設置し、天王星の出現と、運良く部分食終了までも観察する事ができました。

天王星の潜入と出現



2022/11/8 天王星 潜入：20:31 露出 1/4 秒 出現：21:20 露出 1/20 秒
Pentax 75SDHF (D75mm f500mm) + Sony ILCE7S (切取)



最大時
2022/11/8 20:31 露出
1/4 秒
Pentax 75SDHF
(D75mm f500mm) +
Sony ILCE7S (切取)
高槻市自宅ベランダにて

ダブル食 皆既月食&天王星食

杉野文昂 (NP0 法人花山星空ネットワーク)



町内会 14 名参加で
皆既月食観望会を
しました。天王星食は
eVscope で写せるか
心配でしたが、わり
とはっきりと撮るこ
とができました。
場所 大阪府羽曳野市
日時 2022 年 11 月 8
日 20 時 31 分(食直前)
機材 eVscope
露出時間 12.39 ミリ秒

宇宙最初の銀河を探す、その最前線

井上昭雄（早稲田大学）

はじめに

私たちの周りの宇宙環境から見て行きましょう。まず地球は惑星と呼ばれる天体で太陽を周回しています。太陽は恒星と呼ばれます。恒星は中心部で核融合反応を起こし自ら光るエネルギーを生み出します。太陽を周回する惑星は 8 個あり、その他の小天体と合わせて太陽系を構成しています。次に太陽系の外には恒星が分布しています。恒星の分布は円盤状になっており、地球から見ると天の川として見えます。これが銀河系です。ちなみに銀河系には 2000 億個ほどの恒星が含まれ、その円盤の直径は約 10 万光年です。銀河系の外には、銀河系のような恒星の大集団「銀河」が分布しています。銀河の分布にはムラがあり、全体的に網目模様あるいは蜂の巣のような構造になっています。これを宇宙の大規模構造と呼びます。

さらに遠くの宇宙を見ると、だんだん銀河が暗くなりすぎて見づらくなります。距離とともに地球に届く光が少なくなるからです。遠方の銀河を観測するには、より大口径の望遠鏡を使い、さらに長時間の露出が必要になります。そうすると広い宇宙を調べるのが難しくなってきます。そこで狭い範囲に絞り、できるだけ露出を長くし、より暗い、より遠い銀河を観測してみます。すると一つ奇妙な現象が見えてきます。より遠い銀河ほど赤く見えるのです。これは宇宙の膨張によって光の波長も引き伸ばされる、宇宙論的赤方偏移という現象です。この赤方偏移は z という記号で表すのが慣例です。

$$(\text{観測される波長}) = (1+z) \times (\text{光ったときの波長})$$

という関係式の z です。遠くの銀河ほど波長が伸ばされて、 z の数値は大きくなります。 z が大きい銀河は遠い、 z が小さい銀河は近いというわけです。また、光の速度は有限なので、遠い銀河からの光ほど地球に届くまでに時間がかかります。つまり、遠い銀河ほど昔の姿を今私たちは見ているのです。したがって、赤方偏移 z が大きい銀河ほど、より過去の宇宙に存在するということです。この関係から、 z の値を宇宙年齢の指標としても使えます。ちなみに、現在の宇宙（宇宙年齢 138 億年）は $z=0$ です。式に $z=0$ を代入すると、光った波長をそのまま観測できることになります。

遠方銀河の見え方

遠方銀河のスペクトルには一つ大きな特徴があります。それは光った波長で 0.12 ミクロンより短い波長では極端に暗いというものです (図 1)。この波長は水素原子のライマン α 波長と呼ばれ、それより短波長では銀河と観測者の間の宇宙空間にある水素原子によって光が吸収されてしまうのですが、長波長側には何も影響はありません。その結果、スペクトルに急激な段差「ブレイク」が刻まれます。この特徴をライマンブレイクと呼びます。1990 年代の前半に、アメリカの天文学者チャールズ・スタイデルはライマンブレイクを利用して遠方銀河を効率的に発見する手法を考案しました。波長を変えながら撮影した深宇宙の画像の中で、ある赤方偏移 z にある銀河は、そのライマンブレイクより短波長の画像では暗くてほとんど見えず、ライマンブレイクを境に長波長の画像では突然見えるようになるのです。この手法で見つかった遠方銀河「候補」をさらに分光観測してスペクトルを詳しく見ると、正確な赤方偏移はほぼ予測の範囲に来ることが確かめられました。この手法で発見された銀河をライマンブレイク銀河と呼びます。ちなみに、スタイデルが行なった最初のライマンブレイク銀河の探査は赤方偏移 $z=3$ 付近のものでした。この赤方偏移はライマン α 波長がちょうど可視光範囲に入ってきて、地上の大望遠鏡で観測しやすかったのです。

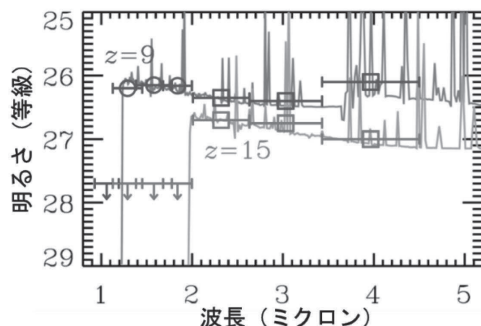


図 1 遠方銀河のスペクトル予想。

縦軸は明るさ、横軸は観測される光の波長を表している。赤方偏移 z のとき、(観測波長) $= (1+z) \times (0.12 \text{ ミクロン})$ より短い波長では銀河は極端に暗く光を検出することはできない。青い線は $z=9$ の場合、赤い線は $z=15$ の場合である。

最遠方天体記録

最遠方天体とは、文字通り、人類の観測史上もっとも遠くに見つかった天体です。遠い＝過去ですから、観測史上最古の天体とも言われます。人類が知る中で宇宙のはじまりにもっとも近い天体であり、宇宙最初の天体にも

っとも近いとも言えるでしょう。単純にロマンをかき立てられるのではないのでしょうか。もちろん多くの天文学者が最遠方天体発見に強い関心を持っています。どうやって最遠方記録を争うのか？それは非常にシンプルに、赤方偏移 z の数値、その大きさを競います。さながらスポーツのように、コンマ何桁の数値の勝負にもなり得ます。また、条件を付ければさまざまな「最遠方」もありえます。例えば、「最遠方渦巻銀河」などといった記録を競う楽しみ方もあります。

ここで、2018 年に最遠方天体記録を更新した私たちの成果を紹介します。南米チリのアンデス山脈の標高 5000 メートルの高地に設置された世界最大の電波干渉計アルマ望遠鏡が 2011 年に稼働しました。当時、私はそれを利用した最遠方銀河の研究を模索していたのですが、天文学会の懇親会で国立天文台の松尾宏さんに 2 階電離酸素イオンの 88 ミクロン輝線が面白いと教えてもらいました(詳しい経緯は[1])。それから検討を始めて、理論モデルの構築(2014 年[2])、88 ミクロン酸素イオン輝線の遠方宇宙での初検出(2016 年[3])を経て、いよいよ最遠方記録に挑戦しました。ターゲットは赤方偏移 $z=9\sim 10$ の有力候補であったライマンブレイク銀河 MACS1149-JD1 です。この銀河は MACS1149 銀河団という領域に見つかったもので、この銀河の手前にある巨大な銀河団の重力レンズ効果により、見かけ上約 10 倍

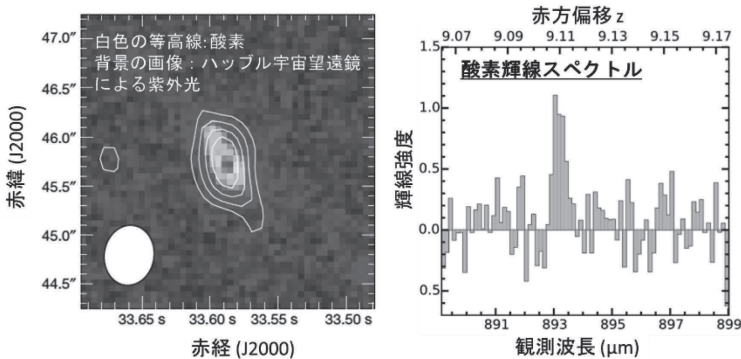


図2 2018 年当時の最遠方天体記録となった MACS1149-JD1。

左：カラーで示すハッブル宇宙望遠鏡による画像にアルマ望遠鏡で検出した酸素輝線の明るさを等高線で重ねている。

右：アルマ望遠鏡で検出した酸素輝線のスペクトル。本来の波長が 88 ミクロンに対し、観測された波長(グラフの下側の目盛り)が 893 ミクロンほどであった。このことから赤方偏移(グラフの上側の目盛り)が 9.11 と計測できた。(提供：橋本拓也 筑波大学助教)

も増光されているため、最遠方銀河候補の中で特に明るいのです。まさに最高のターゲットでした。しかし、MACS1149-JD1 の赤方偏移の推定はライマンブレイク法によるおおざっぱなものだったので、酸素輝線の観測波長の予想範囲はいくぶん広めでした。その範囲を 2016 年から 2017 年にかけて実施した観測ですべて走査した結果、輝線の検出に見事成功しました(図 2)。その内情を披露すると、観測は約 1 年間にわたって断続的に 4 回に分けて実施されたのですが、実は最後の 4 回目に走査した範囲でようやく輝線が見つかったのです。データ解析を担当し、論文の主著者ともなった橋本拓也さんによると、ようやく輝線を見つけたその夜は眠れなかったそうです。その翌朝、私は出勤時に彼の研究室の前を通ったとき、普段はまだ来ていない時間にもかかわらず電灯が点いていたので、部屋に入り彼に声を掛けました。すると怒涛の勢いで輝線検出を報告してくれたことをよく覚えています。私は検出の報告を聞いて正直ホッとすると同時に、かなり驚きましたが、努めて冷静に、検出の信頼性を慎重に再確認するように諭しました。詳しい解析の末に得られた赤方偏移 $z=9.1096$ は当時の最高赤方偏移記録でした。2018 年の論文発表[4]と同時にプレスリリースを行なったところ、世界中から大きな反響と高い評価をいただくことができ、本当に幸運でした。

さて、MACS1149-JD1 は約 2 年半、最遠方天体記録を維持しましたが、2021 年 1 月に GN-z11 という天体が $z=10.957$ と確認され、1 位の座を明け渡しました。その間、私たちは MACS1149-JD1 をアルマ望遠鏡で追観測することで、この銀河の内部に回転運動がある証拠をつかみました。したがって、MACS1149-JD1 は今でも最遠方の「回転円盤銀河」と言えます[5]。

実は GN-z11 が分光確認されたという噂はもっと前から聞こえており、私たちは 2019 年ごろにはすでに、さらに遠い銀河を探し始めていました。東大で博士を取った直後の新進気鋭の播金優一さんをそそのかして、口径 4m の地上望遠鏡で撮られた波長 2 ミクロン帯で超広視野の公開画像データに、これまで見逃されてきた超遠方銀河「候補」が無いか調べることにしたのです。そのころ、欧米の研究者から赤方偏移 $z=10$ 付近の銀河「候補」で従来になく明るいものがパラパラと報告されていました。その明るさなら感度があまり良くない地上 4m 望遠鏡のデータでも検出できそうであり、それならば、さらに遠方の $z=12$ を超える候補を探してみようというアイデアです。画像には 70 万個以上の銀河が写っていましたが、その中からライマンブレイク法を駆使して、さらにできるだけ低赤方偏移の銀河の混入を取り除いていった結果、2 つ有望な銀河候補が見つかりました[6]。2022 年 4 月 7 日に論文発表と同時にプレスリリース(図 3)を出したところ、その夜 9 時の NHK 全国ニュースに播金さんが登場したのにはとても驚きました。ただし、この銀河はあくまで「候補」であり、今後の分光確認が必要です。

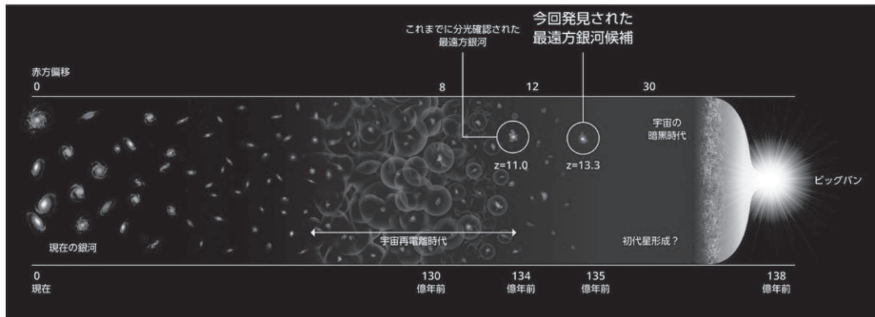


図 3 地上望遠鏡の公開データから見つけた最遠方銀河候補のプレスリリース画像 (東京大学宇宙線研究所ウェブページより、クレジット: Harikane et al., NASA, ESA, and P. Oesch (Yale University))

ジェームズウェッブ革命

2021 年 12 月 25 日フランス領ギアナから打ち上げられたジェームズウェッブ宇宙望遠鏡は、約半年間の望遠鏡や観測機器の調整を経て科学観測を開始しました。7 月 11 日にホワイトハウスでバイデン米国大統領が最初の深宇宙画像を公開し、翌 12 日に NASA による公式記者発表後、13 日に観測データの世界公開が始まりました。早くも 14 日にはそのデータを利用した論文が論文アーカイブサイトに投稿され、以降、毎日新しい観測結果を報告する論文が続々と投稿され、熱狂に包まれた「天文学者の一番暑い夏」が幕を開けたのです。私の研究室では、博士研究員の札本佳伸さんと二人でバイデン大統領が公開した画像を眺めていたのですが、「赤い渦巻銀河」がたくさん写っていることに気づきました(図 4)。天文学の常識で言えば、渦巻銀河は継続的に星形成活動する結果、白っぽい色をしているはずなのですが、赤かったのです。これは赤方偏移の効果なのか、宇宙塵による赤化なのか、あるいは年老いた恒星による赤みなのか。不思議に思った私たちは、画像中でもっとも赤い 2 つの渦巻銀河に注目して詳しく調べることにしました。結果として、赤方偏移 $z=2.5$ 付近の「最遠方渦巻銀河」であることと、そのうちの一つは星形成活動が不活発で年老いた恒星が支配的な、極めて珍しい渦巻銀河であることが分かりました[7]。私たちはデータ公開から約 3 週間後の 8 月上旬に論文を投稿し、査読もスムーズにクリアして、早くも 10 月には正式に出版されました。これは、日本の研究機関から出版された最初のジェームズウェッブ宇宙望遠鏡のデータを用いた研究成果となりました。

最遠方天体の観測に目を向けると、ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡は革命的な性能を遺憾なく発揮しています。最初の驚きは、ライマンブレイク法

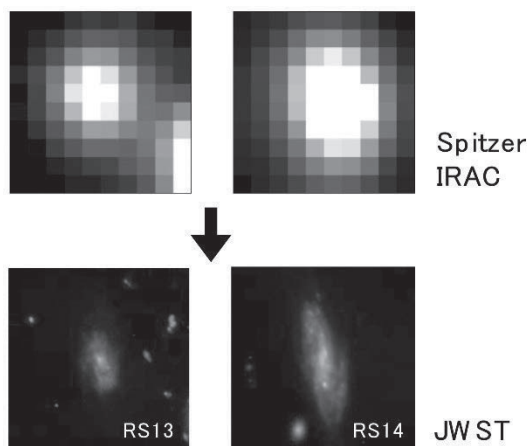


図4 ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡の最初の
深宇宙画像から発見した「赤い渦巻銀河」。

この銀河はスピッツァー宇宙望遠鏡でも検出されていたが、ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡のものすごい解像度により初めてその形が明らかになった。クレジット: NASA; Fudamoto et al.

で選択した銀河候補として、 $z=13$ をはるかに超えた、 $z=16.5$ まで即座に到達したことです[8]。そして、それらは従来の構造形成理論から想定されるよりも明るく、個数密度も多いのです。今後の分光確認が待たれますが、もしかすると、宇宙の構造形成論の定説をくつがえす観測結果かもしれません。そして、11月に入ってからには分光結果も続々と報告されるようになってきています。12月9日にはついに分光的に確認された赤方偏移 $z=13.20$ の銀河の発見が発表されました[9,10]。論文はまだ査読中ですので注意が必要ですが、この論文では $z=10$ を超える分光赤方偏移を4つの銀河について報告しています。この原稿の執筆時点(2022/12/18)で、ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡によって、MACS1149-JD1 の $z=9.11$ を超える分光赤方偏移はすでに6天体も報告されています。

ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡の登場は、天文学にまさに革命を起こしています。地上望遠鏡の画像から何年もかけて最遠方銀河候補を探し出し、それをジェームズウェッブ宇宙望遠鏡で分光確認して新記録を更新しようとしていた私たちの目論見はすでに水泡に帰してしまいました。正直に言えば悔しい思いはありますが、同時に、連日の新しい発見に驚きと興奮を感じずにはいられません。このようなタイミングで研究の最前線にいることは本当に幸運だと思います。

おわりに

本稿では、私たちの身近な太陽系、銀河系、そして、銀河宇宙の大規模構造、宇宙論的赤方偏移を簡単に説明したのち、近年の最遠方天体探査の研究について解説しました。私たちはアルマ望遠鏡で最遠方天体記録の更新を成功させ、一時代を創ったと誇らしく思います。そしてジェームズウェッブ宇宙望遠鏡の登場により、新しいチャプターが始まりました。今後しばらくはジェームズウェッブ宇宙望遠鏡の独壇場になりそうです。

私たちは、早くもポスト・ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡の時代を目指して、新しい宇宙望遠鏡 GREX-PLUS 計画を JAXA に提案しています[11]。ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡も万能ではなく限界はあるのです。例えば、カメラの視野が狭いため数密度が低すぎる天体は見つけられません。超遠方宇宙の明るい大質量銀河の発見は難しいはずです。そこで、広視野カメラを搭載してそれを補うのが GREX-PLUS のアイデアです。私たちの見積もりでは、GREX-PLUS はジェームズウェッブ宇宙望遠鏡が到達できる赤方偏移を必ず超えることができます。GREX-PLUS が実現すれば、2030 年代には改めて私たちが最遠方記録を塗り替えることができます。そして、宇宙で最初の銀河形成の瞬間に迫り、宇宙の構造形成論を検証、場合によっては再構築を要求することになるでしょう。非常に価値のある計画だと信じていますので、GREX-PLUS について皆様のご支援をいただけますと大変幸いです。どうぞよろしくお願いいたします。

参考文献

- [1] 井上昭雄 『天文月報』第 110 巻 274 2017 年
- [2] Inoue, A. K., et al., The Astrophysical Journal, 780, L18 (2014)
- [3] Inoue, A. K., et al., Science, 352, 1559 (2016)
- [4] Hashimoto, T., et al., Nature, 557, 392 (2018)
- [5] Tokuoka, T., et al., The Astrophysical Journal, 933, L19 (2022)
- [6] Harikane, Y., et al., The Astrophysical Journal, 929, 1 (2022)
- [7] Fudamoto, Y., et al., The Astrophysical Journal, 938, L24 (2022)
- [8] 例えば Harikane, Y., et al., arXiv:2208.01612 など
- [9] Robertson, B. E., et al., arXiv:2212.04480
- [10] Curtis-Lake, E., et al., arXiv:2212.04568
- [11] 井上昭雄、谷口義明 『日経サイエンス』2021 年 10 月号

歴史文献から見る過去の太陽嵐

早川尚志（名古屋大学）

太陽面で大規模な爆発現象が発生し、コロナ質量放出が地球に直撃すると、しばしば大規模な磁気嵐が発生し、オーロラが低緯度側まで広がってくるなど、地球近傍の宇宙環境が大きく擾乱されることがあります。このような現象を太陽嵐と称します。その中でも特に大規模なものは通信網、送電網、人工衛星網など、人類文明の基盤インフラに極めて大きな影響を及ぼすことから、本邦でも総務省主導で有識者会議が持たれるなど、その対策が急がれています。

さて、オーロラが日本で見えると聞いて意外に思われる方も少なくないかもしれません。オーロラといえば一般に極地でしか見えない現象のようにも思われがちなためです。これは概ね正しいのですが、大規模な磁気嵐が発生した際にはオーロラが低緯度側に広がり、1989 年 10 月の低緯度オーロラなど、日本でもオーロラが見えた事例は複数知られています [1–2]。

特に 1957–1958 年周辺は太陽が過去 4 世紀で最も活発になっていたこともあり、日本周辺でもオーロラが何度か見えていたことは古くから知られていました [1, 3]。最近の研究では、この当時のオーロラの個別記録の包括的検討が進み、1957 年 9 月や 1958 年 2 月の磁気嵐ではオーロラが北海道南部や瀬戸内海北岸まで見え、オーロラそのものは各々宗谷海峡上空、青森上空まで広がっていたらしいことも明らかになってきました(図 1) [4]。

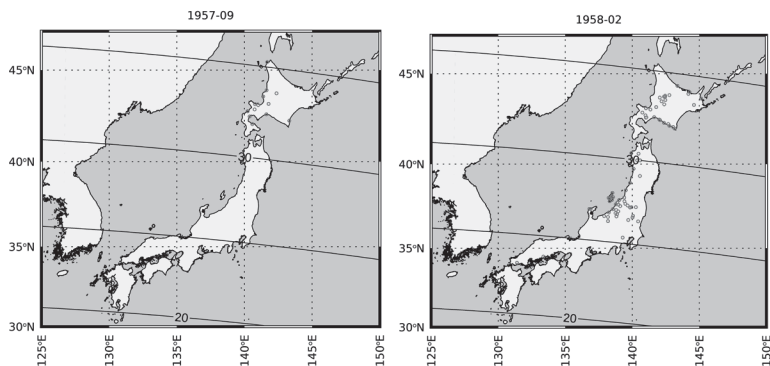


図 1：1957 年 9 月と 1958 年 2 月の磁気嵐の際にオーロラが見えた範囲。

Hayakawa *et al.* (2022) [4] より再録

一方、史上最大規模の太陽嵐が発生したとされる 1859 年 9 月の「キャリントン・イベント」の際 [5] には低緯度オーロラは更に低緯度側まで広がっており、本邦はおろか、カリブ海沿岸、北大西洋、南米チリ、南太平洋に至る世界各地でオーロラが観測されていたらしいこともわかってきました [6]。

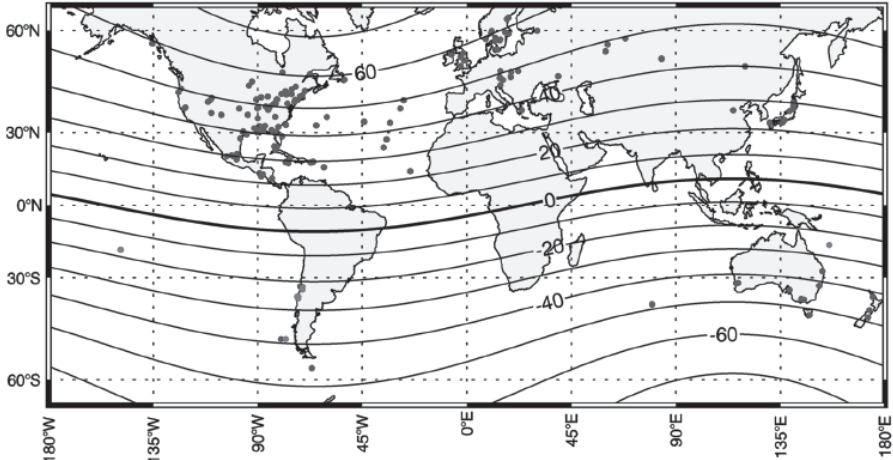


図 2 : 1859 年 9 月の「キャリントン・イベント」周辺でオーロラが見えた地点。

Hayakawa *et al.* (2020) [6] より再録。青は論文 [6] 以前から知られていたオーロラ記録の観測地点。赤は論文 [6] にて検討されたオーロラ記録の観測地点。

このように、オーロラは過去の太陽嵐の痕跡を探る手がかりとして役立ちます。では、このようなオーロラ記録は過去どこまで遡ることができるのでしょうか。最近の検討では、オーロラと思しき記録は少なくとも古代アッシリアの占星術レポート [7] や『竹書紀年』の周代の記事 [8] まで遡ることがわかりつつあるようです (図 3)。このように、歴史文献の記述を辿ると、過去 3000 年の太陽嵐の様子が浮かび上がってきます。

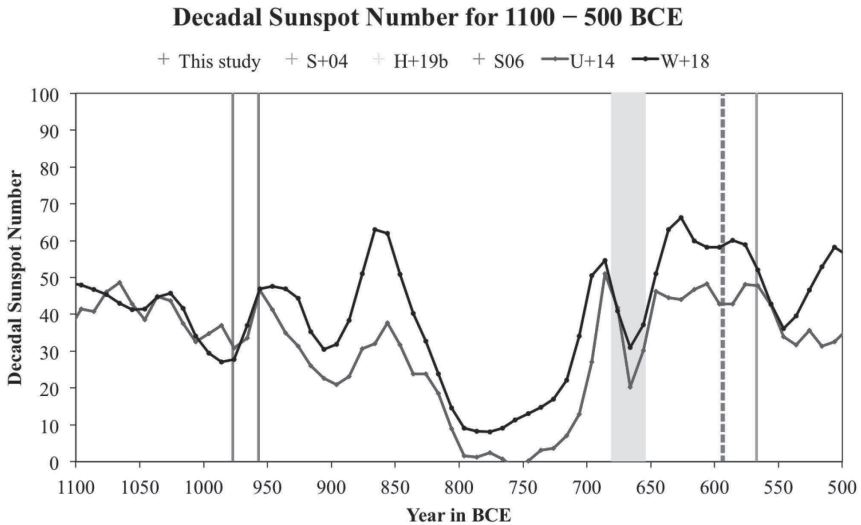


図 3：古代メソポタミアや古代中国のオーロラと思しき記録の年代と年輪・氷床コアのデータから復元された黒点数の比較。

Van der Sluijs and Hayakawa (2022) [8] より再録。『竹書紀年』の当該記録の年代縦線（実線）で、アッシリア占星術レポートの当該記録の年代幅はグレイの縦帯で示されている。

ひょっとして読者の皆様の中には、ご自身が、或いはご家族や知人の方が過去にこのようなオーロラをご覧になった方もいらっしゃるのではないのでしょうか。これらに加え、過去の太陽黒点、皆既日蝕などについての記録やスケッチ、記憶なども過去の太陽地球環境を知る上で極めて貴重な記録になることがあります。関連の記録をお持ちの方はぜひ筆者までご一報ください。

参考文献

- [1] 中沢陽 (1999) 「日本における低緯度オーロラの記録について」『天文月報』 92, 94-101.
- [2] Miyaoka, H., Hirasawa, T., Yumoto, K., Tanaka, Y. (1990) Low Latitude Aurorae on October 21, 1989. I, *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, 66, 47-51.
- [3] Huruha, M. (1960) IV. Aurora and airglow, *Japanese Contribution to the International Geophysical Year 1957/8*, 2, 44-54.
- [4] Hayakawa, H., Ebihara, Y., Hata, H. (2022) A Review for Japanese

auroral records on the three extreme space weather events around the International Geophysical Year (1957 – 1958), *Geoscience Data Journal*, DOI: 10.1002/GDJ3.140

[5] Cliver, E. W., Schrijver, C. J., Shibata, K., Usoskin, I. G. (2022) Extreme solar events, *Living Reviews in Solar Physics*, 19, 2

[6] Hayakawa, H., Ribeiro, J. R., Ebihara, Y., Correia, A. P., Sôma, M. (2020) South American auroral reports during the Carrington storm, *Earth, Planets and Space*, 72, 122.

[7] Hayakawa, H., Mitsuma, Y., Ebihara, Y., Miyake, F. (2019) The Earliest Candidates of Auroral Observations in Assyrian Astrological Reports: Insights on Solar Activity around 660 BCE, *The Astrophysical Journal Letters*, 884, L18.

[8] Van der Sluijs, M. A., Hayakawa, H. (2022) A candidate auroral report in the Bamboo Annals, indicating a possible extreme space weather event in the early 10th century BCE, *Advances in Space Research*, DOI: 10.1016/j.asr.2022.01.010

コラム 2022 年の主な天文ニュース

編集子

思いつくままに選んでみました。

1) ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡の活動開始

言うまでもなくハッブル宇宙望遠鏡の後続機で、135 億年より古い時代に生まれた銀河の姿を捕らえました。

2) はやぶさ 2 帰還

訪問先の小惑星 **Ryugu** で採集した微粒子には水分有機物を含んでいたのです。生命の発生に大きな話題を投げかけました。

3) 皆既月食+天王星食

今回のあすとろんに多数の画像が掲載されています。

さて 2023 年には何が起こるでしょうか？

3 月 2 日の日没後に西空に金星と木星が重なり合っているのが見られます。

4 月 20 日に皆既金環食という珍しい日食が起こりますが、残念ながら日本では沖縄小笠原地域で部分食が見られるだけです。大彗星現れる！というような予期せぬサプライズに期待したいですね。

太陽黒点スケッチ観測に代わる黒点自動検出

花岡庸一郎（国立天文台）

はじめに

最近、「宇宙天気」が話題になることが増え、その宇宙天気現象の源泉である太陽の観測にも注目が集まるようになってきました。今では先端的な観測装置により常時光球からコロナまで多面的に太陽の姿がとらえられるようになっています。その一方で、黒点の数や黒点群の数、さらにはそれらをもとにした黒点相対数といった、人の手によるスケッチが基本になっている指数の算出も続けられています。17 世紀後半から 18 世紀初めに黒点が極端に少なくなったマウンダー極小期や、黒点数の 80-90 年周期 (Gleisberg cycle)、といった長期にわたる太陽活動変動は、このような古くから続く観測でなければわかりません。しかし、スケッチという前近代的方法をそのまま継続していくのは現実的ではなく、近代的な観測の中で黒点の計数も行うためには、画像からの黒点自動検出により労力をかけずにスケッチに劣らない結果を得ることが必要になってきます。本稿では、黒点計数観測を概観するとともに、黒点スケッチを代替することを目的に私たちが開発した黒点自動検出手法[1]について紹介します。

現代の黒点相対数

黒点の数の変化を追跡する観測は、望遠鏡の発明直後から 400 年以上にわたる歴史があります。黒点がどれだけ出現しているのかをひとつの数値で簡単に表すため、19 世紀にスイスの R. Wolf は、黒点の集団である群の数 g と黒点そのものの数 f を用いて $10g+f$ で表すことを考案しました。これは黒点相対数と呼ばれ、物理的意味は明確ではありませんが、黒点群や黒点の数は目で見てあまり不定性なく決まるので、眼視観測で得られた結果を示すには適した指数と言えます。

彼は 18 世紀にさかのぼる古いデータも解析して、長期にわたる黒点相対数の変動を明らかにしました。この黒点相対数算出はその後も継続され、現在もベルギー王立天文台の黒点数・太陽長期観測世界データセンター (WDC・SILSO) が International Sunspot Number としてとりまとめを行っています。スイス・ロカルノの Specola Solare Ticinese という観測所でのスケッチに基づくデータを基準とし、世界中の観測者から送られた観測結果を合わせて International Sunspot Number を求めています。その中で

もスケッチ観測を継続しているいくつかの主要観測所のデータは特に重視されています。

このようにスケッチがいまだに使われているのは、黒点相対数という形で定量化のためには人の目により黒点を認識するという過程が前提となっており、これを機械的な処理で行うことが困難だったことが理由です。黒点のようにはっきりした構造は、画像上で機械的に検出することは容易にできそうですし、その方がより客観的な処理が可能のように思われます。しかしスケッチでは、シーイングで太陽表面の模様見え方が変化している中で、時には見えなくなる微小黒点をとらえたりすることも可能です。孤立した微小黒点(1 黒点で 1 群)をひとつ見つけると、 $10g+f$ の値は 11 上昇しますので、孤立黒点をとらえられるかどうかは、相対数には大きな影響があります。しかし、このようなたいていは短命な孤立黒点が出たり消えたりしても、実際に太陽の活動度が変化しているわけではなく、物理的には大きな意味はありません。太陽の活動度を表すのには、表面磁場の量などの方が物理量としての意味があり、また黒点を使うにしても、その面積や減光度の方が定量的・客観的です。ただ、古い時代からの太陽活動変動を追跡するには、昔と同じ方法での相対数算出を続けることも必要です。

黒点自動検出の試み

古くはスケッチによる黒点計数が重要な観測のひとつになっていた各地の天文台でも、今では先進的かつ定量的な観測により、現代の太陽・太陽圏物理学に必要とされるデータを得るようになっていきます。スケッチという手法は主観的要素が大きく、現代の科学のデータとしてはその質が疑問視されても不思議ではありません。このような観測にはマンパワーも割けないということで、スケッチを止めてしまったところも少なからずあります。このような状況は科学館・公共天文台でも同様です。

国立天文台でも事情は同じでした。国立天文台では、前身の東京天文台時代の 1929 年から太陽像写真上で黒点を数える相対数算出が始まり、その後 1938 年からは黒点のスケッチが行われてきました。太平洋戦争中の一時期は疎開先で観測を続けることまで行って、継続的にデータを確保してきました。しかし装置の老朽化を機に、1997 年、CCD カメラにより画像を取得してコンピューター上で処理を行うシステムを立ち上げました。単に画像上で黒点を数えるという従来の観測の代替にとどまらず、太陽表面上の輝度分布を定量的に得る、という新たな観測も目的としています。1998 年末までの 1 年余りの間、スケッチと CCD カメラによる並行観測が行われましたが、1997 年途中には、公表している相対数を CCD カメラによるものに切り替えています。

しかし、このシステムによる観測がスケッチの代わりを実現しているかというと、その点では多くの問題があります。まず撮像装置の方では、画像の質が不十分で、スケッチでとらえられる黒点が必ずしも画像上で見えてはいません。また黒点検出処理の方では、画像を目で見て黒点をとらえた結果と比べると明らかに黒点ではないもの・黒点がどうか怪しいものも検出してしまい、逆に明らかに黒点なのに検出されないことがある、といった問題があります。

近年、黒点の自動検出手法の開発は他にも多く提案されています。しかし、これらの多くはより定量的に表せる黒点の面積や暗さの測定を目的にしている、黒点を数えるのに適しているとは言えません。現在の CCD カメラのシステムが老朽化していることもあり、私たちは、新たに相対数算出にふさわしい水準のデータが得られる黒点検出観測を立ち上げるとともに、スケッチ観測を再現できる黒点自動検出方法の開発に着手しました。

新たな黒点自動検出手法の開発

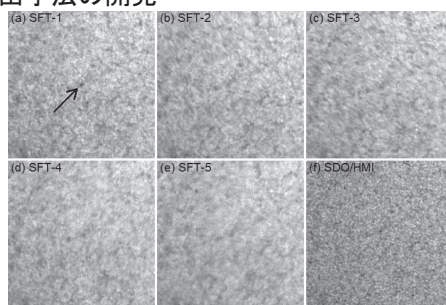


図 1 (a)-(e) 太陽フレア望遠鏡で連続的に撮影した白色光太陽像の一部を拡大したもの。(a)の矢印の先には黒点のようなものが写っている。
(f)SDO/HMI で撮影された高分解能画像の同じ部分。

実際の観測において、相対数算出にふさわしい水準を実現することは、それほど難しいことではありません。黒点数・群数の基準は A. Wolfer が口径 83mm 屈折望遠鏡で行っていた観測であり、今でも Specola Solare Ticinese での観測では 8cm 屈折が使われていますので、撮像観測でも、この程度の眼視観測並みの画像が得られればよいわけです。ただし、上述のように眼視ではシーイングによる像の変化を見つつ真の黒点を拾い出すことができます。撮像観測でも、多数の画像を撮像し、ある 1 枚の画像上で黒く見えているものが本当に黒点なのか、シーイングの効果で一時的に黒く見えただけなのか、を判断すれば、同様のことが可能になります。黒点のようなはつきりしたものでもシーイングの効果が現れるのか？と疑問に思われるかもし

れませんので、実例を図 1 に示しました。(a)-(e)は国立天文台の太陽フレア望遠鏡で連続的に撮影した白色光太陽像の一部を拡大したもので、(a)には黒点のようなものが写っていますが、他では見られません。(f)は Solar Dynamics Observatory (SDO)衛星の Helioseismic and Magnetic Imager (HMI)装置で撮影された高分解能画像の同じ部分ですが、やはり黒点は見られず、(a)の黒い点は黒点ではないと判断できます。

画像からの黒点自動検出処理では、眼視観測でとらえられるであろう黒点が正しく検出されることが必要です。太陽像の中心とカリム近くとかにかかわらず、また異なるシーイング下で画像のコントラストが違っていても、黒点を判別する「暗さ」を正しくとらえて黒点を検出することが必要です。また上述のように、多数の画像を連続的に撮ると、画像上で本当に黒点であるものを判別できるので、自動検出の中でこのような処理に対応することで、眼視観測同様、シーイングの影響で発生するような偽黒点を排除した検出が可能になります。

また、黒点自動検出では、我々の装置専用ということではなく、汎用的に使えるものを目指しました。スケッチを止めた科学館・公共天文台は多くありますが、その中で白色光画像の撮像を続けているところは少なくありませんし、アマチュアでも継続的に撮像を行っている方はいます。そういうところでも自動検出を使えば再び相対数算出を行うことができるようになります。私たちの観測も装置の故障や災害で予期せず中断することがありますが、日本で相対数算出を継続できるところが他にあれば、International Sunspot Number 算出にも引き続き貢献できます。

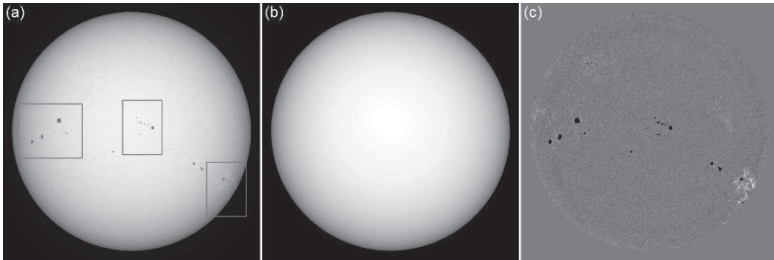


図 2 (a) 2014 年 2 月 28 日に太陽フレア望遠鏡で得られた白色光太陽像(四角は図 3 に示す領域)。(b) 黒点を除いたディスク成分。(c) (a)-(b)の画像。

開発した新手法の処理手順は今まで一般的に採用されていたものと同じです。図 2 に示すように、白色光画像(図 2(a))をもとにして、黒点を除いたディスク成分(図 2(b))を求め、これを引いて残った画像(図 2(c))の中である閾値より暗い部分を黒点とする、という検出方法を採用しています。ただ、シーイングやフラット補正の誤差の影響を受けるディスク成分の形を実際

に観測された画像に合うように求めたり、やはりシーイングの影響を受ける閾値を画像ごとに最適化したり、という工夫をすることで、目で見た黒点を正しく検出できるようになっています。図 3 に、図 2(a)の画像の黒点部分の拡大と、実際に黒点自動検出を適用した結果の例を示しています。

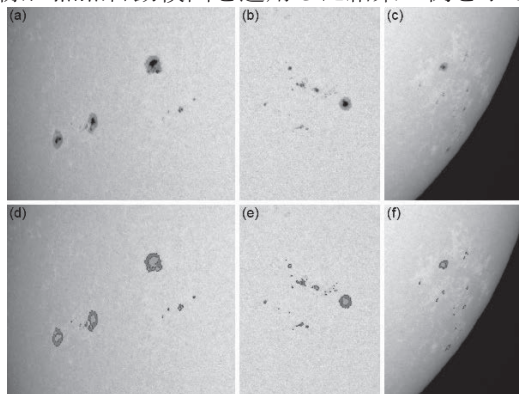


図 3 (a)-(c) 図 2(a)の四角の領域の拡大。(d)-(f) 実際に自動検出でとらえられた黒点の半暗部と暗部を緑色と赤色で示したもの。

新開発の手法の実力

この新手法の評価のため、太陽フレア望遠鏡(12.5cm 屈折、以下 SFT)、川口市立科学館(10cm 屈折、以下 KSM)、当会の森田作弘さん(10.2cm 屈折、以下 SM)の画像データを処理した結果を紹介します。これらはいずれも複数画像を取得する観測を行っていて、シーイングの影響を抑えた検出が可能です。また結果を、Specola Solare Ticinese (8cm 屈折、以下 SST)及び京都大学花山天文台(11.5cm 屈折、以下 KO)での眼視でのスケッチ観測と比較しました。

図 4 は、2021 年の各観測での黒点数の比較です。(a)は日ごとの比較ですが、ばらつきが大きくわかりにくいので、SFT と各装置の共通の観測日に検出した黒点の数を、SFT の黒点数に対する比で表したものの月平均を(b)に示しました。SST は、平均すると SFT の 1.3 倍近くの黒点を検出している一方、KO は 1 以下で少なく、同じ眼視観測とはいえかなり差があります。白色光画像からの自動検出は平均するとその間に入っていて、いずれも眼視に匹敵する黒点検出を実現していることがわかります。

検出された黒点数が誤検出を多く含んでいるようでは比較の意味がありません。そこで、SFT 及び SM の観測データ、SST・KO の眼視のデータを SDO/HMI のほぼ同時刻のデータ(SDO/HMI は 45 秒ごとに白色光データを取得しています)と比較しました。すると、SM データでは誤検出はあり

ませんでした(期間が短いですが)、2014・2021 年の 2 年分を調べた SFT・SST・KO のいずれでも、SDO/HMI で見えないものを黒点としていた例が 1 例ずつありました。これは、自動検出で誤検出は 0 にはならないものの、眼視でも誤検出(SDO/HMI が正しいとして、ですが)はあり、それと比べて頻度が多いわけではない、ということを示しています。今回開発した手法で自動検出された黒点は、誤検出が十分少ない信頼できるデータである、ということが言え、この点でも自動検出は実用レベルにあると結論できます。

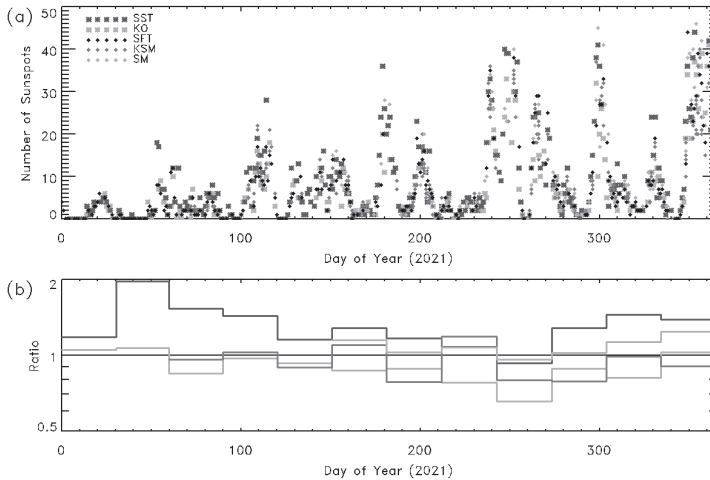


図 4 (a) 2021 年に、SST・KO・SFT・KSM・SM の各観測で得られた、日ごとの黒点数。(b) SFT を 1 とした時の各観測での黒点数比の月平均値。

私たちはこの新しい自動検出を既に定常的に使用しており、フレア望遠鏡のデータの毎日の処理結果をウェブページで公開しています(<https://solarwww.mtk.nao.ac.jp/jp/solarobs.html>)。また、川口市立科学館でも、10 年ほど前からのデータの処理を進めているとのこと。汎用に使える手法ですので、太陽白色光画像の定常的取得を行っているところで、相対数算出のために広く使っていただくことができます。

データを使わせていただいた川口市立科学館・森田作弘さん・Specola Solare Ticinese・花山天文台に感謝します。HMI 画像は、NASA/SDO・HMI 科学チームの厚意によるものです。

[1] Hanaoka, Y. 2022, Solar Physics 印刷中, DOI: 10.1007/s11207-022-02089-z (<http://arxiv.org/abs/2211.13552>)

第 10 回飛騨天文台自然再発見ツアー

黒河宏企（NPO 法人花山星空ネットワーク）

（１）はじめに

このツアーは 2010 年から始まり、飛騨天文台道路の一部崩落で行けなかった 2018 年を除いて毎年 10 月の三連休に開催していましたが、この 2 年間は新型コロナ蔓延による中止を余儀なくされ、今年はやっと 3 年ぶりに開催することが出来ました。

ツアーの狙いは、第 1 に「満天の星空、おいしい空気・水など、豊かな自然を再発見する」こと、第 2 に「アジア最大の 65cm 屈折望遠鏡、世界第一級のドームレス太陽望遠鏡と太陽磁場活動望遠鏡などの天文台設備を見学して、天体観測・研究の最先端に触れる」こと、第 3 に「晴天に恵まれれば、これらの望遠鏡で天体を観望する」こと、第 4 に「3,000m 級の北アルプスの山々を真近に眺望できる雲の上の世界を再発見する」ことです。

（２）新型コロナ感染防止対策

いつもの募集定員は 24 名ですが、今回は観光バス、旅館、天文台内での三密を避けるために 12 名に減らすと共に、全員の方に出発前 72 時間以内の PCR 検査陰性報告書を提出して頂くなど、厳しい感染防止対策の下に実施しました。無料 PCR 検査場は各府県共多数ありましたが、検査当日が翌日に検査結果を自前で確実に出せる病院が少ないために、地域によっては検査場の予約に苦労された方もおられたようでした。結局お気の毒なことに、一人の方は検査結果が間に合わず断念されましたので、参加者は 11 名となりました。

（３）今回のスケジュール

これまでは、最初の日に天文台麓の民宿、2 日目は奥飛騨温泉郷の宿に泊まっていたのですが、今年は 7 月～8 月に猛威を振るった新型コロナ第 7 波のために奥飛騨温泉郷の宿の予約を見合わせていたこともあって、初めて 2 泊とも天文台麓の民宿長七で泊まることにしました。

また、今年の 10 月三連休は星空の天敵である満月の近くに当たっていましたので、月の沈む早朝に天文台に上がって、満天の星空と黄道光の観望に挑戦する計画を立てました。1 日目の夜は土星観望、2 日目の早朝は満天の星空と黄道光、午前は施設見学と太陽、2 日目の夜は木星観望ということで、

民宿と天文台の間を 4 回も往復しました。

（４）予期せぬ再発見

残念ながら天候に恵まれず、太陽以外は見られませんでした。その代わり、天文台の皆さんに先端的な望遠鏡や付属設備をいつもより時間をかけて詳しく説明して頂きました。また日の出前に、北アルプスの山並みを照らす朝焼けに遭遇出来たのも思わぬ収穫でした（写真 1）。



写真 1：穂高連峰と乗鞍連峰の間の焼岳から昇る日の出直前の朝焼け（二日目）

二日目の午後はいつものとおり福地化石館と平湯大滝を訪ねましたが、その後、今回初めて「ひらゆの森」の露天風呂に入りました。

更にもう一つの予期せぬ新体験は、乗鞍岳から新穂高ロープウエーへの変更でした。9 月 9 日の乗鞍スカイライン道路の一部崩壊で通行止めとなった為でしたが、ロープウエーの頂上から西穂高岳登山口まで歩いて、登山者が吸うきれいな空気を分けてもらうことが出来ました。（写真 2）



写真 2：新穂高ロープウエー頂上の西穂高岳登山口にて（三日目）

天候に恵まれなかった中でも、皆さんそれぞれに楽しみを見つけて頂いた様子がこの後続く感想文からも読み取れますので、来年もまた是非、新しい再発見に挑戦して頂きたいと願っています。

「飛驒天文台訪問と自然再発見の旅」

安井 朗（NPO 法人花山星空ネットワーク）

1 はじめに

私が花山天文台の 30cm 屈折望遠鏡で月や木星を見たのは 60 年前の中学生の時、先輩に連れていってもらった公開観望会です。月のクレータや溪谷、木星の縞模様と衛星、大気に揺らぎながらの鮮明な像は忘れられないものとなりました。その後、京都大学飛驒天文台に 65 cm 屈折望遠鏡が完成したとのことで、アジア最大の屈折望遠鏡で天体を観望したいとの一念でした。本ツアーに参加すれば夢がかなうと喜び勇んで申し込みました。

参加者は 11 名。黒河先生に同行していただく宇宙と自然を再発見する旅に出発しました。

2 日程と天候

10 月 8 日（土） 天候 くもり

夕 民宿「長七」着

夜 飛驒天文台訪問

10 月 9 日（日） 天候 午前 くもり、午後 雨

午前 飛驒天文台訪問（太陽望遠鏡見学）

午後 福地温泉化石館、平湯大滝、平湯温泉

夜 飛驒天文台訪問

10 月 10 日（月） 天候 午前 雨、午後 くもり

午前 西穂高

午後 自由行動、高山市内散策

3 飛驒天文台訪問

小型バスに乗車して天文台に向かいました。舗装の区間は一部のみで、時々、大きく揺れました。幾重にも折れ曲がり、S 字状の急坂、山の反対側は 100m の谷底、車の離合は困難な山間道を走行すること 30 分、ようやく天文台に到着です。

途中、黒河先生から天文台建設の話をうかがいました。

「天文台建設にあたり立地候補場所の踏査をした。精密な観測を行うため晴天率よりも大気の安定度を重視した結果、大雨見山（1336.3m）山頂を少し下った所に開けた平坦地があり、ここに建設することにした。まず、

道路の整備が行われたが、道幅は狭く急カーブもあって建設業者や運送業者は重機や資材を運ぶのに相当難渋した。望遠鏡や測定機器類は分解できるものは分解したうえ堅牢に梱包し慎重に搬送した。天文台が完成し、通っていた時、大きな落石や急な積雪で立往生したこともあった。」とのことでした。

(1) 65cm 屈折望遠鏡

ドームに入ると望遠鏡の大きさに圧倒されました。説明と操作は、長年従事されている技術職員の木村氏にいただきました。

口径 65cm, 焦点距離 10.5m で Carl Zeiss 社製, パソコンで制御し目的の天体に向けられるようになっていました。架台には銘板が付けられていました。円盤状の床が昇降して接眼鏡を覗けるようになっていました。床が上昇し、月に向けられた望遠鏡の接眼鏡に目が当てられるように調整されたとき、架台を通した穴から下を見るとコンクリートの床面まで 10m 以上もありました。空は雲に覆われ観望はできませんでした。

第 2 日の夜は雨で観望は無理。そこで、鏡筒をほぼ水平にして普段は見ることができない 65cm の対物レンズや赤道儀の駆動部を見せていただきました。輸入当時のままの手作りの分厚い木箱に納められた接眼レンズのセットもを見せていただきました。

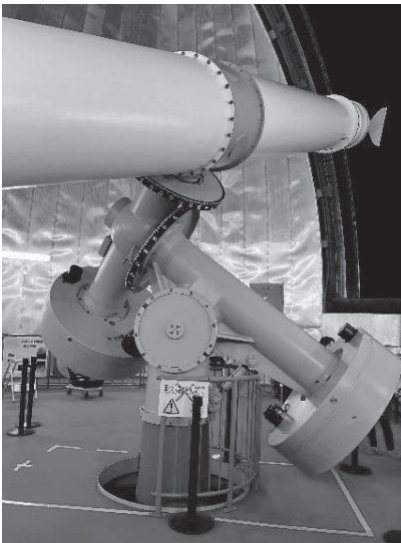


図 1 65cm 屈折望遠鏡と赤道儀



図 2 架台の銘板

(2) 太陽望遠鏡

ドームレス太陽望遠鏡の構造や観測事例について上野先生に説明していただきました。雲間から太陽が出て、スクリーン上に大きな光球と黒点が映し出されました。垂直分光器室では可視光全波長域スペクトルを見せていただきましたが、暗赤色から暗紫色までのグラデーションの美しさに感嘆しました。また、スペクトル上には無数のフラウンホーファー線がありました。水平分光器室では、H α フィルターによる太陽表面や黒点の高分解画像、フレア発生時のフラウンホーファー線の波長偏移画像もを見せていただきました。



図3 ドームレス太陽望遠鏡

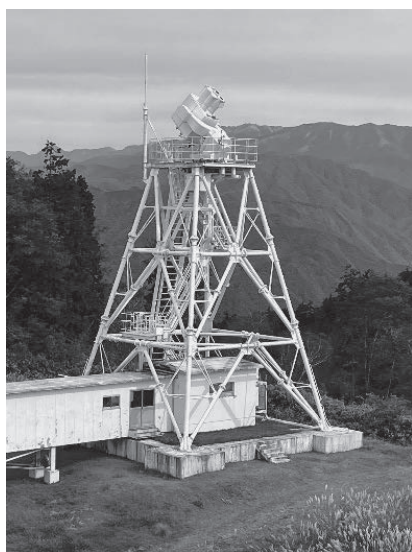


図4 太陽磁場活動望遠鏡

太陽磁場活動望遠鏡 (SMART) については一本先生から説明していただきました。自転に伴う黒点の移動やH α フィルターによる太陽全球の高分解画像、プロミネンスやフレアの動画を見せていただきました。

(3) 講義

太陽に関する一本先生の講義を受講しました。貴重な画像を見せていただき理解を深めることができました。特に次の内容が印象的でした。

- ・ 太陽は宇宙では普通の星であるが、表面を詳しく観察できる唯一の星である。天文学のロゼッタストーンである。
- ・ 太陽は地球のあらゆる生命や気象現象のエネルギー源である。太陽が地

球を照らす 4 秒間のエネルギーは人類が 1 日に消費するエネルギーに等しい。

- ・太陽フレアが 10 分間に放出するエネルギーは人類が消費するエネルギーの 20 万年分に等しい。

(4) 60cm 反射望遠鏡

花山天文台から移設されたものですが、見学時は、整備のため主鏡が取り外され横に置いてありました。天文台にはアルミ蒸着装置も備えてありました。赤道儀据付台の北側が少し高くしてありました。これは飛騨天文台の緯度が花山天文台に比べて高いため調整してあるとのことでした。

4 自然の再発見

第 2 目の午後、雨の中を福地温泉に向かいました。

福地化石館を見学しました。館内には約 4 億年前の三葉虫、サンゴ、ウミユリ等の化石が多く陳列してありました。

次に平湯大滝に行きました。木々が少し色づき雨に煙る山中から轟音を立てて流れる落差 64m の滝は壮観でした。

その後「ひらゆの森」の温泉で体を温めました。

地殻変動により海底の堆積層が隆起し、太古に棲息していた生物の化石が地表に出現、火山活動によって滝ができて、地熱で温泉が湧出するといった地球のダイナミクスを感じました。



図 5 平湯大滝

第 3 日目も雨。新穂高第 2 ロープウェイに乗り、しらかば平駅(1308m)から西穂高口駅(2156m)まで行き、遊歩道を半時間ばかり歩きました。広葉樹の葉は黄色に色づき、ナナカマドの赤い実もありました。深呼吸すると空気がおいしく感じられます。突然、うす茶色の大きなカエルが飛び出してきて驚きました。天文台に行く山間道ではウサギやリスに、しらかば平駅付近ではニホンザルの群れに出会いました。

山間部での生き物や美しい植生と出会い、生物の多様性が保持された環境がいつまでも持続してほしいと思いました。

正午過ぎ、JR 高山駅付近まで戻ってきました。雨も止み、ツアー参加者数人と連れ立って 3 年ぶりに開催された「秋の高山祭」の見物にでかけま

した。笛の調べが秋風になびき，獅子舞が家々を巡回していました。どこか懐かしい風情がしました。高山祭屋台会館で屋台を観ました。屋台の彫刻や鍔金具が見事です

15 時，JR 高山駅西口に集合して，それぞれの帰路につきました。

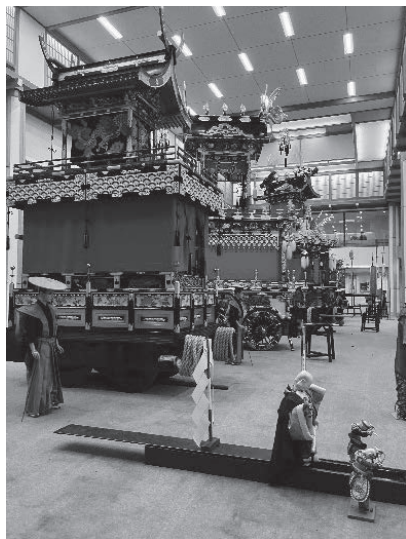


図 6 高山祭屋台会館にて



図 7 屋台屋根の装飾

5 おわりに

飛騨天文台では世界有数の設備と研究の一端を見せていただき，さらに天文に関する知識を深めたいと思いました。自然の美しさとともに環境保全についても思いを巡らすツアーでした。

同行していただくとともに案内もしていただきました黒河先生，飛騨天文台でわかりやすい説明をしていただきました一本先生，上野先生，木村氏に感謝申し上げます。

また，民宿「長七」や高山観光のバス運転手の方々のおかげで楽しいツアーとなりました。感謝申し上げます。

このツアーに参加された皆さんからは天体観測機器や天体観測について話をうかがいました。ありがとうございました。

再び参加できる機会がありましたときは，晴れて天体を観望できますように。「星に願いを！」です。

元気を沢山もらいました

桑 里子 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

待ちに待った「飛騨天文台自然再発見ツアー」に参加させていただき本当にありがとうございました。黒河先生をはじめスタッフの皆様にお礼を申し上げます。

事前の準備期間をワクワクしながら過ごし、途中、関係者からの注意事項などの連絡にその都度荷物の中身は出たり入ったりしリュックはあつという間に膨らんできました。

今回の飛騨行きは、先ず天候に悩まされた三日間、その次は施設の内容を詳しく聴くことが出来たこと、そして三日間の真心のこもった民宿長七さんの温かいもてなしと手作りの美味しい食事でした。



そして、天文台と長七の往復は、ドライバーの手慣れた運転に帰宅して一日開けた明るく日もマイクロバスの揺れが体に残っていました。

まさに天文台において色々な話を聞いている合間を縫って、食事をしに地上に降りてくる、といった具合に朝早くから夜遅くまで少しもじっとしている時間が無いほど二日間を目いっぱい過ごしましたがとても充実した期間でした。



広いドームの中にある様々な機器の説明を受け、解らないままにもすべての技術の細やかさに感動しました。レンズの研磨に対する中村鏡や木部鏡の話など興味深く聴き、実際にその鏡を見せていただいた時、宇宙観察の命を見たようでした。又、ここにしか使えない貴重なビスがある事、デジタル+アナログの操作も必要であることも新鮮でした。

花山天文台から飛騨天文台へ、更に岡山天文台と新しい技術を取り入れた望遠鏡で観察し更に宇宙の神秘に感動するとき、それはひとしおだったと思います。我々には体験できない感動であったと思います。

満天の星ならぬ、満天の雲と雨に悩まされましたが、私は元気を沢山もらいました。

また次の機会に恵まれましたら、是非参加したいと思っています。次回は、満天の星を眺めたいと願いながら。

飛驒天文台と朴葉（ほおば）みそ

上杉 憲一（NPO 法人花山星空ネットワーク）

1. はじめに

今回は、2015 年の第 6 回に続き 2 度目の飛驒天文台自然再発見ツアーへの参加でした。前回は、最終 3 日目の早朝に奥飛驒温泉のホテルの前から東の空に美しく輝く木星・火星・金星が見れましたが、飛驒天文台ではお天気に恵まれなかったのでリベンジを期して参加しました。

2. 飛驒天文台

1 日目の夜は、飛驒天文台の口径 65 cm の屈折望遠鏡で月を観望しました。月全体が視野内に収まるように木村様に 100mm のアイピースをセットして戴き（倍率 105 倍）、薄雲を通しての観望にはなりましたが迫力のある月面を見る事ができました。

また、この日は丁度十三夜の月であり短歌を一首詠みました。

日本一の屈折鏡で奥飛驒の栗名月を順々に見る

2 日目の午前、時折り晴れ間もあり太陽像を見る事ができました。ドームレス太陽望遠鏡の焦点距離は花山天文台のシーロスタット式望遠鏡の 20m よりも長く 32m と聞いていたので、太陽像（直径）は 30cm だと思っていましたが、スクリーンにとっても大きな像が映し出され迫力満点でした。案内戴いた上野先生に聞くと 5 倍に拡大し 1.5m の像との事でした。

この太陽像を皆で見ながら観測ポイントを決めると聞き、ピンポイントの詳細な観測もできる観測装置だと思ったのと同時に、簡単ではないとは思いますが花山天文台の一般公開でも 19cm の太陽像を 1m くらいに拡大する事ができれば、公開の魅力がさらに増すと思いました。

また、一本先生の講演の中で人類の一日のエネルギー消費量は、太陽が 4 秒間地球を照らす光量ぐらいと聞き、核融合のエネルギーは想像できないくらい莫大なものだと思います。

2 日目の夜もお天気に恵まれなかったため、観望に代わり木村様に 65 cm 屈折望遠鏡の高度角をほぼ水平になるまで下げて戴き、日本最大の 65 cm の

対物レンズを見るというめったにできない見学をさせて戴きました。

また、昨日の月の観望会で使った 100 mmのアイピースに加え、さらに長焦点の 160 mmのアイピースも見せて戴きました。60 mm迄のアイピースしか見たことがなかったので、興味深く拝見致しました。

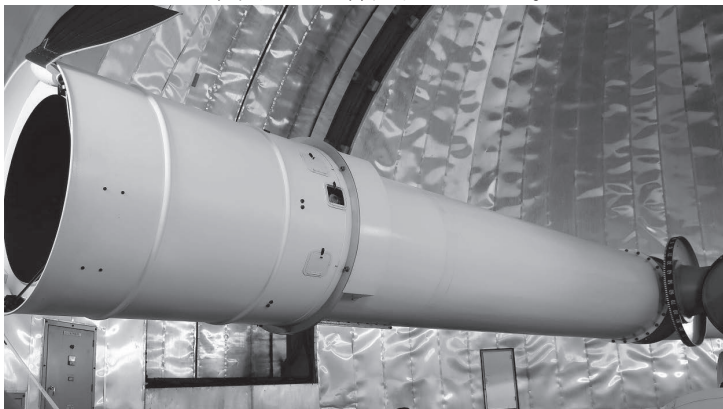


写真 1：対物レンズの見学(ほぼ水平の 65 cm屈折望遠鏡)

3. 新穂高ロープウェイと民宿長七

最終 3 日目は、新穂高ロープウェイのゴンドラに乗り標高 2,156m 迄登りました。山上の空気は都会とは違って美味しく感じられ、このような空気を毎日吸えたら自然に寿命も伸びるように思いました。

宿泊は 2 泊とも飛騨天文台の山の麓の民宿長七でした。食事は毎回美味しく、特に最後の朝食で出た「朴葉（ほおば）みそ」は素朴な味ですが、とても美味しかったです。



写真 2：民宿長七の囲炉裏に座る筆者

また、新穂高ロープウェイのゴンドラ乗り場にパン屋さんがあり、お勧めを聞くと朴葉（ほおば）みそ入りパンで今焼いている所との事でした。このパン屋さんでは「お泊りパン」と書かれているパンもあり、「お泊り」の意味が良く判らなかつたのですが、帰りの電車でお隣になった方から「売れ残ったパン」の事と教えてもらい以下の歌を詠みました。

ほおば
 〈朴葉みそ入りお泊りパン〉は売り切れて
 ゴンドラ見つつ焼きたてを待つ



写真 3：新穂高ロープウェイのゴンドラ乗り場付近の紅葉

4. おわりに

今回も、2015 年の第 6 回ツアーと同じく余りお天気には恵まれませんが、日常では体験できない自然に触れ、前回以上に飛騨天文台の望遠鏡や観測現場の雰囲気や垣間見ることができたのに加え、飛騨の自然から生まれた食材も美味しく、とても楽しい 3 日間でした。

最後になりましたが、引率して戴いた黒河先生をはじめ飛騨天文台や NPO の事務局の方々、さらには参加者の方々には大変お世話になりました。有難うございました。

飛騨天文台で見た朝焼け

高橋浩一（NPO 法人花山星空ネットワーク）

朝三時起床、スマホアプリの雨雲レーダーは晴れに変わっていた。コロナ禍でブランクがあったが、今回でツアー参加は4回目となる。

ついにチャンス到来だと期待しつつ、天文台に向かう。

天文台の屋上は濡れていてとても滑りやすい。足元に気を付けて外に出た。おおいぬ座のシリウスが輝いている。オリオン座も見える。北の空には、上る北斗七星と沈みゆくカシオペア座を確認できた。

しかしながら、天の川と黄道光は、雲に遮られて見るができなかった。30分早ければ見えていたとのこと、残念だった。

しばらくすると、空が白んで来た。東の空が紅く色づき始める。シルエットとなった山並みを目で追った。刻々と変化するグラデーションが実に美しい。手前に目を移すと、紅く反射する観測ドーム、その先の下界には

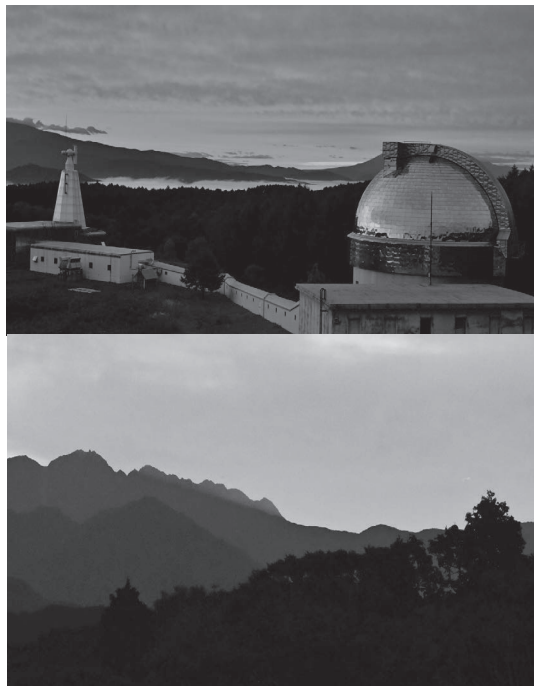
雲海が広がり、とても幻想的な光景だった。気が付けば、遠くそびえる穂高連峰に朝日が当たっている。

紅く染まる山肌。いよいよ日の出だ。皆の期待が膨らむ。すると、次の瞬間、モノトーンの静かな曇り空となった。

結局、太陽は出て来なかったが、記憶に残る見事な朝焼けだった。

天の川と黄道光はお預けとなったが、このツアーは毎回違う体験ができるのが魅力だ。ぜひまた参加したいと思う。

このツアーに携わって頂いた全ての皆様に御礼申し上げます。



夢の一つが叶いました

穴吹一枝（NPO 法人花山星空ネットワーク）

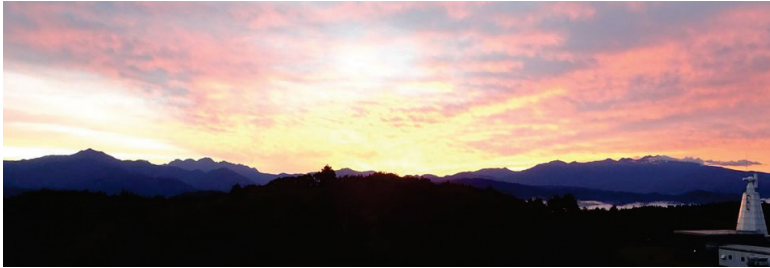
胸踊らせて初めての参加。

残念なことに曇り空、高山駅で全員集合。いざ出発。

天文台のドアを入るとドーンと 65cm レンズの大望遠鏡。

赤い色の床が揺れながら競り上がりカンカンカンと望遠鏡の角度が月に向けて方向転換。薄っすらだけど月を見ることが出来ました。

2 日目もお天気はご機嫌斜め。10 月ともなれば朝夕飛騨の山中はかなりの冷え込み。日の出前の真っ赤な朝焼けは心に染みる美しさでした。



昼間の太陽はなんとか黒点も少し見れました。



悪天候のおかげか、サイン入りの中村鏡など貴重な品々も見せていただきました。お宿長七さんのお食事大変美味しくスタッフの方々的心遣いにも感謝でした。雨の中穂高散歩、高山祭りを見学し一同帰路へ。

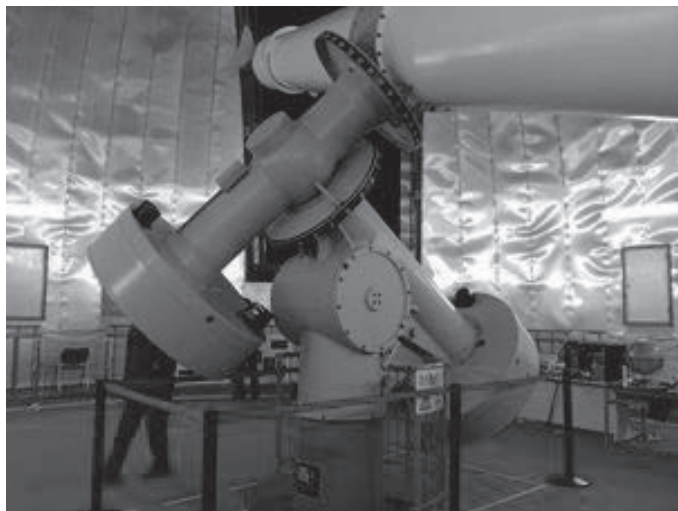
秋の飛騨の澄んだ空気と感動を有難うございました。

私の夢のひとつが叶いました。

飛騨天文台の 65 cm 屈折望遠鏡

永田利博（関西天文同好会）

10月8,9,10日に飛騨天文台自然再発見ツアーに行ってきました、天気が少し悪く目的であった65cmで月、惑星を見るというのは出来ませんでした。でも色々良いことが有りました、高山まで往復JRでしたが初めての高山線の飛騨川沿いは絶景でしたし、車以上に隣の人と話が出来ました。穂高ロープウェイと化石館と平湯温泉は雨の中で残念でしたが山はこういう時が良くありますね。今回参加して大変良かったのは2泊した民宿長七さんが良かったですね、客が私たちだけで落ち着いたのも有りましたが料理が地の物を使った物でしたが大変美味しくこれだけでも来年も参加しようと思いました。天文台には4回上がりました。

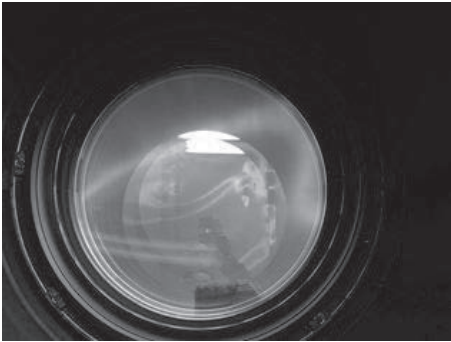


着いた日の夜は月が雲越しに少し見えたのですがすぐ見えなくなりました。望遠鏡を見て、木村さんに色々説明をしてもらいました。数年前に制御システムが西村製作所で一新された様で使い易そうになっていました。

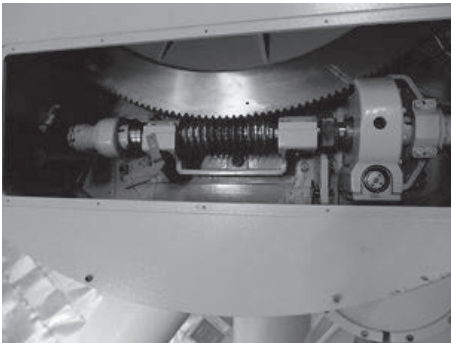
2日目、早朝に天文台へ上がり黄道光に挑戦。見えませんでしたが朝焼けは綺麗でした。

民宿で朝食後再び上がり、ドームレス太陽望遠鏡、太陽磁場活動望遠鏡で太陽観察でしたが雲が多く少し見えただけでした。上野さんにドームレスの上から下まで見ながら説明をもらいました。地上に有る太陽望遠鏡で世界でもトップクラスの性能を持っている様で凄い望遠鏡だと実感しました。その後一本教授のお話を聞き天文台を下りました。

夕食後、今回 4 回目の天文台でしたが、相変わらず天気が悪かったので



木村さんに 65cm を詳しく見せてもらいました。真近に対物レンズ。下から見た時は分らなかったのですが、正面から覗き込むと絞りもレンズの間に有りました。赤道義も床を挙げて真近に。大きいです。古い赤道義（花山天文台）と違って大変シンプルで奇麗でした。ウオームギヤのカバーを外してもらったのですがまだピカピカの新品のようでした。巨大な木箱入りの接眼レンズ等々、対物レンズも接眼レンズも形式は古いですが、この大きさの屈折望遠鏡としては最新です。でもこの望遠鏡は今あまり使われていないようです。



現在光での観測は大口径の反射望遠鏡が主流で 65cm では小さい。京大も新しい 3.8m の反射望遠鏡（せいめい）を岡山に作りました。集光力では 34 倍も有ります、すばる望遠鏡はその 4 倍以上有りますので、暗い星の観測では差は歴然です。



天文アマチュアとしては、65cm で土星、木星、火星を見てみたい、今回もこれで来たのですが…NPO 花山の観望会もこれを使いたいと思いましたし望遠鏡もドームも日本国内では、一番天体望遠鏡らしくてかっこいいではないでしょうか。

宮本先生が火星観測の為導入した 65cm 屈折望遠鏡ですが、昔その時のニュースを見た時は、なんで屈折？反射の方がもっと大きいのが出来るのではと思ったのですが、今思えば良く作ってくれた！と思います。NPO 花山の皆で活用方法を考えられないかと思いますがどうでしょうか。

有意義なツアーでした

武神紀久子（NP0 法人花山星空ネットワーク）

3日間共、残念ながら天候には恵みませんでしたでしたが、初日8日の夜には天文台屋上から都会では裸眼で観ること等不可能な、頭上に輝くオリオン座を観ることが出来、首が痛くなったものの、一時幸せ感に浸ることが出来ました。また、9日早朝の天文台屋上からは、穂高連峰に、立ち並ぶ名峰が一望出来、山上に真っ赤な朝焼けが広がっていく様と、山裾の白い雲海の素晴らしい展望に、只々、感動で眠気も吹き飛んでしまいました。

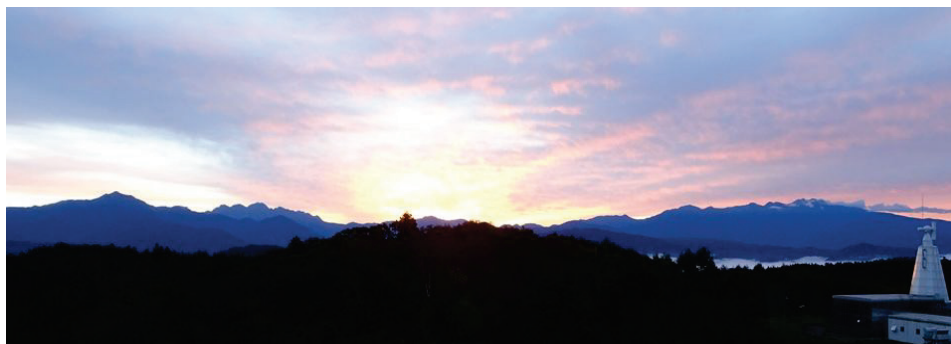


写真1：穂高連峰と乗鞍岳の間からの日の出

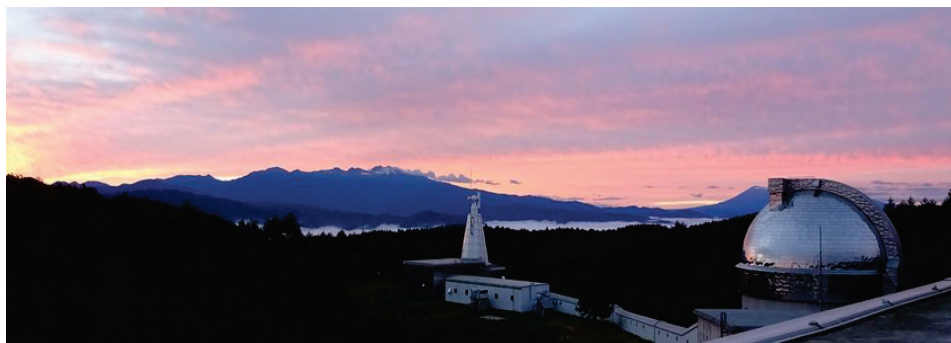


写真2：乗鞍岳から御嶽山の朝焼けと雲海

残念ながら、65cm 屈折望遠鏡での土星も木星も観れませんでした、その代わり私達一般人では、先ず見ることが出来ない、65cm 屈折望遠鏡を水平にして(ドーム一杯で、更に大きさを実感、迫力満点でした！)



写真 3：水平にして 65cm 望遠鏡のレンズ拝見

内部、仕組み、裏の作業等までもを見せて頂いた上、一つ一つ解りやすく説明して下さい感激致しました。太陽望遠鏡も直接覗いての黒点、紅炎は観れませんでした、望遠鏡が捉えたスペクトルを見ながら説明して頂いた、写真や資料だけの授業とは又別

に、更に信憑性も理解度も深まりました。黒河先生、天文台の先生方、望遠鏡を支える技術者の方々、貴重な体験をさせて頂き、本当に有難うございました。



写真 4：民宿長七での朝ごはん

また、宿舎の長七小屋でも、地元の食材を使った女将さんの心の籠もった朝、昼、晩の食事が、とても美味しくて堪能致しました。

高山に下りたら陽射しが出て来て、少し恨めしい気持ちにもなりましたが、初めて高山祭りの屋台 3 台を観たり、お土産を買ったりして結構楽しみました。有意義なツアーに参加できて本当に良かったと思っております。有難うございました。

天文学検定

試験日

2023年5月28日(日) 予定



第15回

実施エリア

北海道・仙台・小松・東京・松本・
名古屋・京都・岡山・松山・鹿児島 予定

主催 (一社)天文学教育振興協会

協力 天文学検定委員会・株式会社厚生閣

詳細はWebで▶ <http://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 <http://www.astro-test.org/>

(一社) 天文学教育振興協会

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～



リポD SPACE PROJECT

リポビタンDは宇宙開発を目指して
がんばる人々を応援しています！

リポビタンD

指定医薬部外品 疲労回復・栄養補給

リポビタンD公式
宇宙応援ホームページ



事務局からのお知らせ

花山天文台の美しい紅葉も散ってしまった 12 月中旬、ふたご座流星群の出現と呼応するように今年も厳しい寒さがやってきましたが、皆様におかれましては如何お過ごしでしょうか。

さて、10 月 15 日に第 97 回花山天体観望会を開催し、皆さんに木星の縞模様とガリレオ衛星などを観望して頂けました。また、10 月 30 日と 11 月 5 日には天体観測指導者養成講座を実施いたしました。どちらも人数制限はありましたが、運営に携わってくださったボランティアのみなさんのおかげで、参加された方は充実した時間を過ごして頂けたと思っています。

3 月には今年度最後の観望会を実施する予定です。太陽が活動期に入り、たくさんの黒点が見られるようになっています。暖かい日差しの下で、太陽黒点とプロミネンス、美しい太陽スペクトルを見て頂こうと考えています。観望会の詳細が決まりましたらお知らせいたしますので、ご参加のほど、どうぞよろしくお願いいたします。

今後の日程

3 月 26 日（日）第 98 回花山天体観望会「太陽」

編集後記

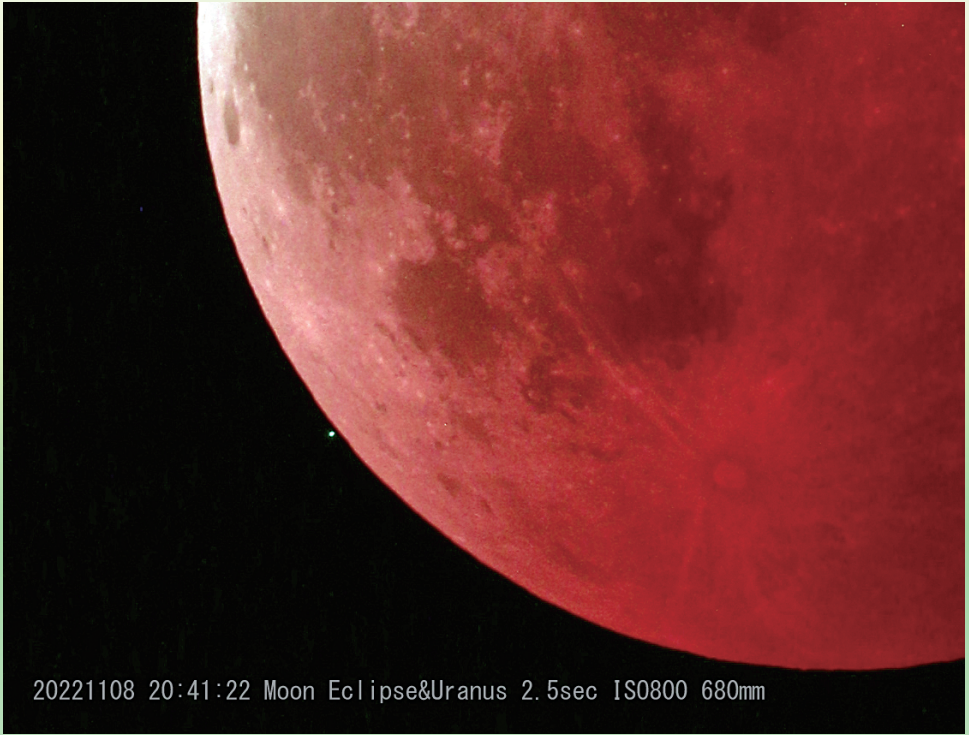
今回は昨年 11 月 8 日に起こった「皆既月食中の天王星食」の多数の画像を、また飛騨天文台自然再発見ツアーの体験記事を 8 編載せました。投稿して下さった会員の皆様、どうもありがとうございました。

次号の原稿締め切り日は 3 月 15 日で、新刊図書やビデオなどの視聴感想文も歓迎です。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下さるようお願いします。

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

皆既の月に侵入する天王星



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

2023年1月1日発行