

会報

Vol.58

あそびん

ástron



馬頭星雲の周辺



NPO 法人 花山星空ネットワーク

あすとろん 第 58 号 目次

電視望遠鏡の時代が来た	編集子	1
eVscope で撮った星雲たち	杉野文昂	2
街中で気軽に楽しむ銀河・星雲	上杉憲一	4
eVscope eQuinox で撮影した春の銀河	西村昌能	7
全自動アストロカメラ望遠鏡 eVscope	西村昌能	8
巨大プロミネンス	森田作弘	12
金星の内合と満ち欠けの変化	森田作弘	14
クレーター成因論争と月面閃光	遠藤恵美子	16
書評 『女性と天文学』	作花一志	24
花山天文台今昔【1 2】花山天文臺日誌	黒河宏企	26
花山天文台での黒点スケッチ観測	鴨部麻衣	32
小惑星 ベスタ	中川 均	38
小惑星の話題ふたつ	作花一志	39
冬の星雲	中山公彦	42
お知らせ	事務局	

表紙画像 馬頭星雲
 2021年1月10日 20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

裏表紙画像 かに星雲 (eVscope 使用)
 2021年11月29日 60分
 Quad BP フィルター ($H\alpha$, $H\beta$, OIII, SII 輝線付近の
 波長域を透過させ、それ以外の波長域をカットする干渉
 フィルター) を使用
 西村 昌能氏提供 @京都府八幡市

電視望遠鏡の時代が来た

編集子

まずは下図をご覧ください。言うまでもなく、りょうけん座の子持ち銀河 M51 ですね。この画像は西村昌能さんが京都の空で 30 分の露出で撮られたもので、大望遠鏡並みの威力ある画像です。

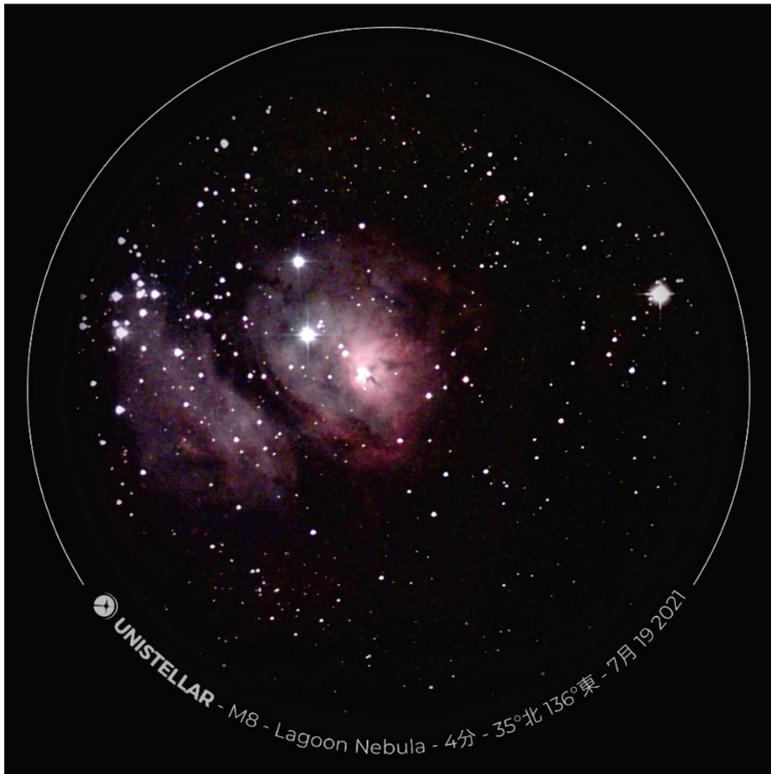


今や、大都市およびその周辺では天の川も流れ星も失われています。大望遠鏡で撮られた画像を集めた天体写真集に載っている星雲・銀河を実際に見てみたいというのはかなわぬ夢でしたが、それがかなえられそうです。今後どんな発展があるのでしょうか。超新星探索、変光星観測などに役立つだけでなく天体観望会も変わってきそうですね。電子顕微鏡があるのに電子望遠鏡はないのか、いやあるのです、それも個人用に使えるものが。昨年から話題になっている eVscope とは?? 次ページからの記事をお読みください。

eVscope で撮った星雲たち

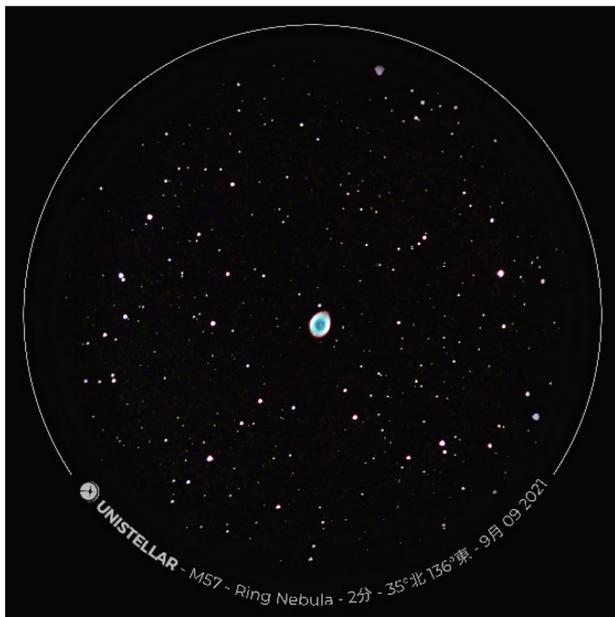
杉野文昂 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

大阪府羽曳野市で撮られた星雲画像です。望遠鏡は口径 11.4cm 焦点距離 450mm で、スマートフォンで電視観望できます。



いて座 干潟星雲 M8
散光星雲

2021/7/19 4min



こと座リング
星雲 M57
惑星状星雲

2021/9/9
3min



こぎつね座
垂鈴星雲 M27
惑星状星雲

2021/7/19
4min

街中で気軽に楽しむ銀河・星雲

上杉 憲一（NPO 法人花山星空ネットワーク）

電視観望用の望遠鏡 eVscope*の画像は、観望する場で見て楽しむ画像と
思っていたのですが、事務局から「あすとろんに eVscope の作品をたくさん
載せたい。」との連絡を戴きましたので、画像を見ながら私が詠んだ短歌を
添えて紹介させて戴きます。

撮影場所は、3枚とも神戸市垂水区の自宅のベランダからです。eVscope は
明るい街中からでも気軽に銀河・星雲を楽しむことができるので、コロナ
禍で外出しづらい昨今の状況を考えるととても良い望遠鏡と思います。

星雲の画像は西村昌能さんから Quad BP フィルター**が eVscope にも付
けられると教えて戴き使っています。また、私の eVscope eQuinox の撮像
範囲は縦 28'x 横 37'に限られるため、広がりのあるオリオン星雲は 2 枚の
画像を Photoshop2022 でモザイク合成しました。

注記）*；仏 Unistellar 社製の反射望遠鏡（口径 11.4cm、450mm 直焦点）

**；米 SIGHTRON 社製、主要 4 輝線付近以外の波長域をカットするフィルター

1. 子持ち銀河（りょうけん座の M51）2月24日 22時21分～22時51分

二千万光年のひかり眼に入れる子持ち銀河の二つの渦の



2. かに星雲（おうし座の M1）2 月 28 日 19 時 25 分～20 時 25 分

千年前の定家の日記に記されし星かに星雲となりて漂う



3. オリオン星雲（オリオン座の M42）2 月 25 日 19 時 31 分～20 時 31 分と
3 月 4 日 19 時 14 分～20 時 0 分の画像をモザイク合成

火の鳥が真っ赤な羽根を広げたりトラペジウムの光を受けて





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94回

か ざん てん たい かん ほう かい 花山天体観望会

星雲

と

星団

M57

Hubble望遠鏡撮影

M13

■日時: 2022年 5月21日 (土) 19:30~22:30

■場所: 京都大学理学研究科附属 花山天文台

内容・参加申し込み方法はNPO法人花山星空ネットワークのホームページをご覧ください

第14回 **ことも** 2022年7月30日(土)~8月1日(月)

飛騨天文台天体観測教室



●対象: 小学高学年、中学生、高校生

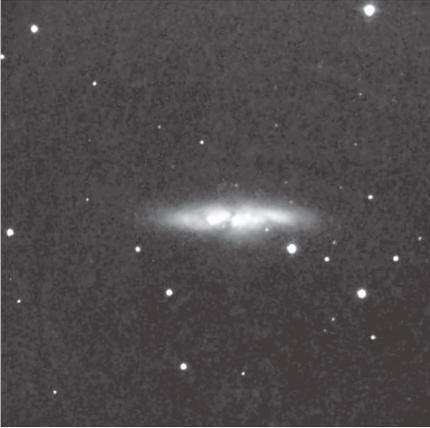
●集合場所: JR京都駅またはJR高山駅

詳細はホームページをご覧ください

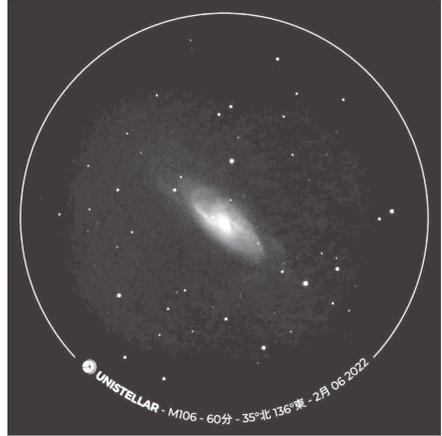
<http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/hosizora/>

eVscope eQuinox で撮影した春の銀河

西村昌能 (NPO 法人花山星空ネットワーク)



おおぐま座の活動銀河 M82



りょうけん座のセイファート銀河 M106



おおぐま座の渦巻銀河 M81



おとめ座の巨大楕円銀河 M87
ブラックホールからのジェットが
見える。

eVscope eQuinox についての詳細は次ページの記事をお読みください

全自動アストロカメラ望遠鏡 eVscope

西村昌能 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

はじめに

最近、電視（電子）観望という言葉が天文雑誌などに登場してきましたが、これは天体用 CMOS センサーを接眼鏡の代わりに望遠鏡に取り付け、ムービー画像を取得し PC で画像処理をすることを通じて肉眼では見えにくい惑星表面の細かな模様や暗くて淡い星雲・銀河をリアルタイムに観察することを言います。これらのムービー画像はネット上で公開できるのでオンライン観望会に利用されるようになったのは、昨年来、コロナ禍の下、実施せざるを得なかった花山天体観望会での YouTube オンライン配信[1]で皆さんもご経験されている事と思います。

新たなタイプの望遠鏡

ところで、UNISTELLAR 社の望遠鏡 eVscope が、2019 年に一般に販売されるようになりました。これは架台と一体になった鏡筒と三脚だけというたった 2 つのパーツで構成されるビルトインタイプの望遠鏡 (図 1) です。この望遠鏡の操作は、望遠鏡が持っている Wi-Fi 機能



図 1 eVscope eQuinox 望遠鏡

を使ってスマートフォンもしくはタブレット・iPad (以下、スマホ) で行います。PC では操作できません。スマホで出来ることは、ダークフレームの取得、天体の導入、画像のスタック撮像 (エンハンスド・ビジョン)、データの送信、ゲイン・露出時間の調整など多岐にわたっています。

機種によって電子接眼レンズ (電視ビューファインダー) を持つものがありますが、接眼部があってもなくてもこの望遠鏡の本質は画像記録能力 (つまりカメラ力) にあります。

eVscope の仕様

この望遠鏡の仕様は次の様なものです (表 1)。表 1 から分かるようにセンサーには、ZWO 社の天体用 CMOS カメラ ASI224 と同じものが使用さ

れています。この CMOS は惑星画像撮影用として高い評価を得ているものです。

表 1

eVscope eQuinoxの仕様	
反射鏡口径：	114 mm
焦点距離：	450 mm
直焦点部に高感度近赤外線NIR対応のソニーCMOSセンサー	Exmor IMX224使用 490万画素
記憶容量：	64GB
接眼部：	無
限界等級：	中程度の質の夜空では1分露出で16等級、 好条件下では数分の露出で18等級
角分解能：	1.72 秒角
視野：	27分角x37分角
光学倍率：	50倍
デジタル倍率：	最大400倍（最大150倍を推奨）
電動式経緯台マウント	
バッテリー駆動時間：	12時間
重量：	9kg（三脚を含む）

口径が 11.4cm あり、焦点距離 450mm の直焦点ですので、明るい鏡だと言えます。センサーが小さいので、視野は月や太陽全体が入る大きさになっていません。新しい eVscope2 という機種ではセンサーが大きなものに換わったので視野が月全体をカバーする $0.75^{\circ} \times 0.56^{\circ}$ に、角分解能が 1.33 秒角になりました。

電動式経緯台マウントはフィードバック付き自動天体追尾機能により、極めて高い追尾精度を実現しています。この経緯台の回転速度は私の計測では水平方向に 360 度回転するのに 90 秒、水平から天頂方向へ 90 度移動するのに 30 秒で、京大岡山天文台せいめい望遠鏡と同じ速度でした。経緯台のアーム部分には、制御用コンピュータとして Raspberry Pi が装着されています。この PC は望遠鏡のカメラ・モーター、ディスプレイの制御、望遠鏡が見ている星野座標の掌握、観測者のスマホとの接続、カメラデータの処理と観測者と接続者への送信を行っています。

スマホとの連携

望遠鏡の操作のためには、スマホに専用アプリをダウンロードする必要があります。GPS 機能付きスマホと望遠鏡の Wi-Fi と接続させることで、PC が地表上の座標を確認した上で視野中の恒星の配置から望遠鏡がどの

星野に向いているかを決めることで、スマホアプリに提示される天体リストから選んで望遠鏡を操作できます。また、赤経・赤緯から天体を視野に入れることができます。一度、対象を視野に入れると恒星の配置から同じ視野を導入し続けるようです。視野の恒星の配置を常時調べてずれるとフィードバックをして補正します。

この望遠鏡は、望遠鏡の PC で「エンハンスト・ビジョン」という名称のスタック処理をします。エンハンスト・ビジョンにすると短い露出で得られた画像が 4 秒ごとに足し合わされノイズが無くなり、明るく、くっきりと見えてくるようになります。そしてこの過程で、背景光を画像から差し引きしますので都会でも星雲・銀河が撮影できるのです。

この望遠鏡の追尾精度は誠に素晴らしく 90 分露出しても対象の天体は視野の中央にあります。ところで、望遠鏡は経緯台ですので、長時間の露出では視野が回転します。望遠鏡の PC で視野の星を追尾し、同時に視野を回転させているようです。視野が回転すると長方形の画像の周辺がけられますので天体画像の周りに円環状の UNISTELLAR のロゴマーク (図

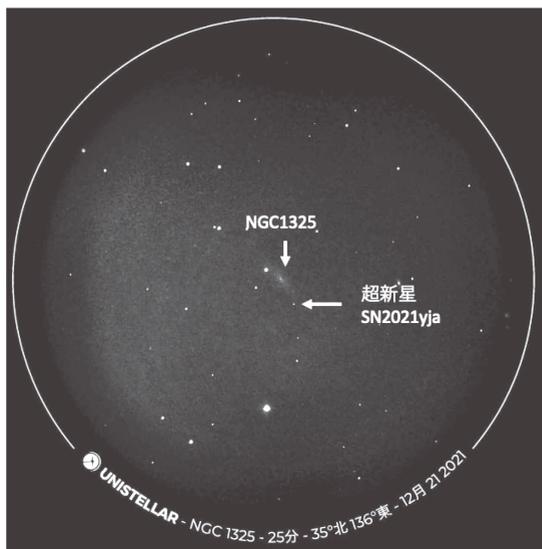


図 2 NGC 1325 に出現した超新星 SN2021yja

露出をかけるとかなり暗い天体まで見え出すので、私は銀河の画像を中心に撮像を楽しんでいます。図 2 はエリダヌス座の渦巻銀河 NGC1325 に 2021 年 9 月に出現した超新星 SN2021yja を捉えたものです。25 分の露出でした。スマホの画像処理を利用して銀河を見やすくしているため、画像には強い周辺減光が見えています。撮影日は超新星爆発が起こってから 3

2) が入ります。ロゴの内側であれば、画像は安定しているということでしょう。なお、ロゴには天体名もしくは座標、撮影日、露出時間が記録されます。このロゴは外すこともできます。画像は png 形式でスマホに保存されます。また、この望遠鏡には 10 台のスマホが接続出来ます。操作できるのは 1 台で、残りはモニター用ですが見ている画像を jpg 形式で自分のスマホに残すことができます。画像の大きさは数Mバイトです。

か月以上経った 2021 年 12 月 21 日で超新星の視等級は文献[2]から 15 等程度だと推定しています。

市民天文学としての利用

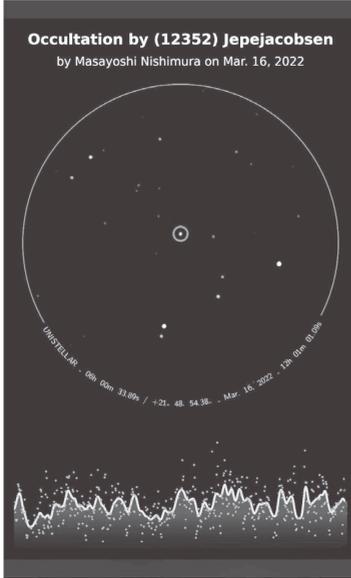


図3 小惑星の恒星食測光観測

この望遠鏡は記憶容量を元に戻すために自分が撮りためた画像を UNISTELLAR 社に送り返すこととなります。つまり、世界中の望遠鏡のデータが一箇所に集められアーカイブデータとして利用されることになるのです。この時、送った画像はリクエストメールを送ることで RAW データ (FITS, TIFF 等が選べます) が返送されます。

UNISTELLAR 社はいくつかの観測メニューを用意し、その中には小惑星の恒星食(掩蔽観測)、系外惑星の測光観測、近接小惑星の観測などのアカデミックな観測が SETI 研究所からの依頼のもとに市民天文学として科学に貢献できるようになっています。図3は私が最近観測した小惑星(12352) Jepejacobsen の恒星食の光度曲線です。この時は予報が外れたという科学的貢献をしたこととなります。

このように見ていくとこの望遠鏡は望遠鏡というより全自動アストロカメラと考えた方が良いと思います。この望遠鏡は当然、テレビ観望に利用出来ます。この方法については文献[3]に詳しく書かれていますのでご参照ください。

文献

[1] 花山星空ネットワーク 過去のオンラインイベント

<https://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/hosizora/event.html>

[2] <https://www.rochesterastronomy.org/sn2021/sn2021yja.html>

[3] 大阪市立科学館 「超高感度望遠鏡 eVscope 活用ハンドブック」
2021http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~yoshiya/eVscopeHB_OL.pdf

巨大プロミネンス

森田作弘 (NPO 法人花山星空ネットワーク・SEPnet)

1. 太陽の H α 画像

太陽の南東縁に大きなプロミネンスが現れました (写真 1・2・3)。

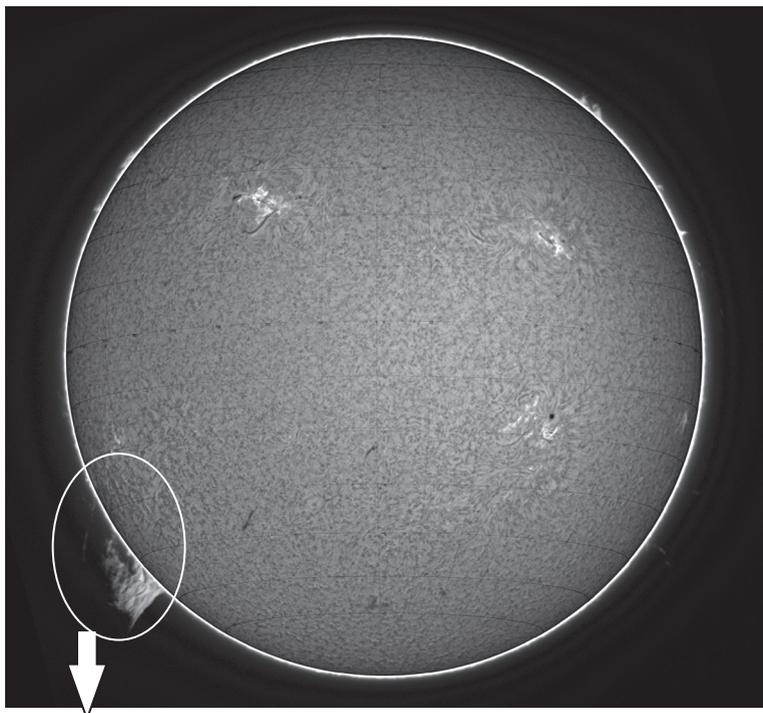


写真 1
2022 年
2 月 8 日
10:31:23



写真 2
写真 1 のプロミ
ネンス部を強調
処理

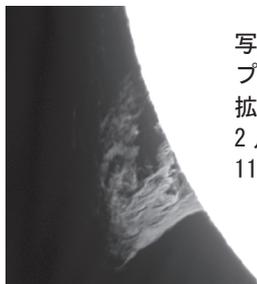


写真 3
プロミネンスを
拡大撮影
2 月 8 日
11:56:42

撮影場所：自宅（守山市）

撮影時刻(JST)：写真に記載

太陽望遠鏡：SolarMaxII90DSBF30 口径:90mm 焦点距離:800mm

H α 半値幅:0.5Å (SMF90 フィルターによるダブルスタック)

ビデオカメラ：ASI1600MM (白黒) 画角 2500pic×2500pic×400frames

露出 33ms (太陽面とプロミネンスは、ゲインを変えて別々に撮影)

使用ソフトと主な処理内容

AutStakkert3：10%スタック (良好な 40frames をスタック処理)

ステライメージ9：シャープネス処理・プロミネンスの輝度調整

Photoshop2021：太陽面とプロミネンスの合成画像を作成

太陽黒点観測補助ツール：太陽面に経緯度線を挿入

2. 巨大プロミネンスの変化

2月3日に太陽の裏側から顔を出し始め、自転により東縁に近づくにつれ、大きな姿を見せてくれました。しかし、8日午前の撮影を行った後、午後に吹き飛んでしまい (大量のコロナ物質を放出する現象：CME)、9日には全く見えなくなりました (写真4)。

2月8日のプロミネンス強調画像 (写真2) では、細くて大きなループが写っており、CMEの前兆をとらえていたのかもしれませんが。

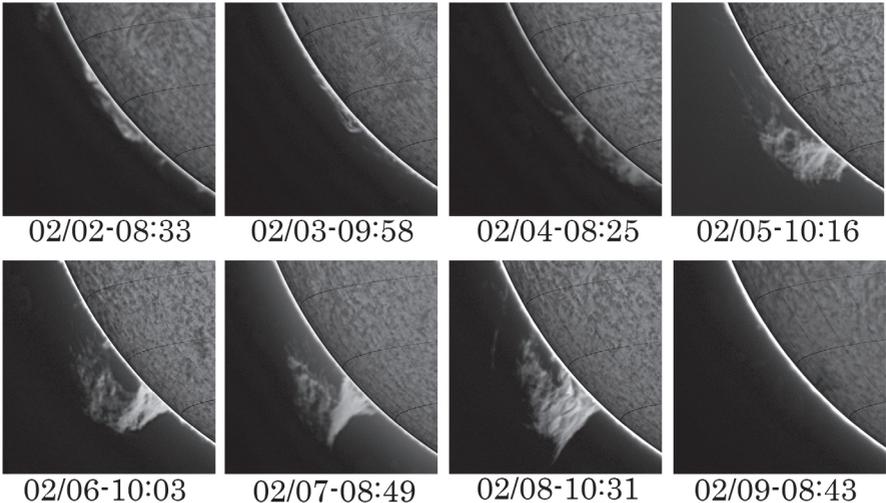


写真4 2022年2月2日～9日 プロミネンスの変化

(参考) プロミネンスが噴出する様子

http://swnews.jp/2022/swnews_2202091319.html

金星の内合と満ち欠けの変化

森田作弘 (NPO 法人花山星空ネットワーク・SEPnet)

1. 金星の内合について

金星は地球の内側を公転し、約 584 日間隔で内合が起こります。内惑星なので、太陽方向が明るく見える、月のような満ち欠けがあり、見かけの大きさ（視直径[参考文献 1]）は大きく変化します（図 1）。

今回の内合は、

2022年1月9日でした。昨年末は西（右）側が明るい三日月状に見えました。太陽の北（上）側約 5°を通過したので、内合前後は南（下）側が明るく、その後は東（左）側が明るい三日月状となりました。

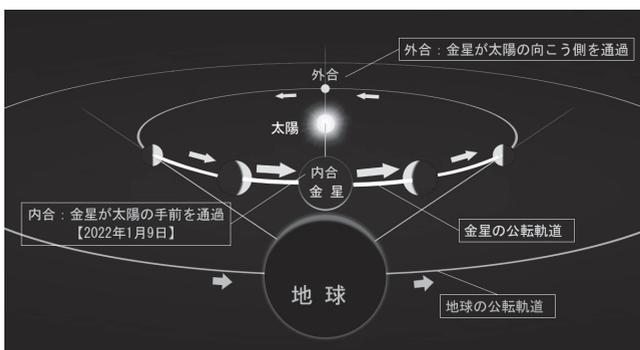


図 1 金星の満ち欠けと見かけの大きさの変化[参考文献 2]

2. 内合前後の金星（図 2）

内合付近では、近くに太陽があるので注意が必要です。太陽が望遠鏡の視野に入っていないことを確認してから、青空を背景に輝く金星の観望と撮影を行いました。内合の直前・直後はコントラストの良い画像にするため、フィルターを使ってモノクロで撮影し、色付け処理を行いました。

撮影時刻：図 2 ①～⑥に記載

撮影場所：自宅（守山市）

望遠鏡：TSA102(D102mm f816mm) 2倍バローレンズ EIC16

カメラ：ASI462MC (①②⑤⑥) ASI1600MM (③④)

フィルター：UV-IRCUT (①～⑥) R2+YA2 (③④)

画像処理

Autstakkert3 : 1000frames×10%スタック

ステライメージ : 解像度調整・階調処理・シャープネス処理

Photoshop : モノクロ画像を着色 (③④)



① 2021/11/05 14:22:10 27秒角



② 2021/12/23 12:40:08 55秒角



③ 2022/01/08 13:09:16 63秒角



④ 2022/01/10 09:32:20 63秒角



⑤ 2022/01/25 10:43:40 55秒角



⑥ 2022/02/26 09:36:16 33秒角

図2 金星画像①～⑥

撮影日時:年/月/日 時:分:秒 (JST) 視直径:秒角
画像の向き 横方向:赤経 縦方向:赤緯

参考文献

- [1]<http://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/cande/planet.cgi>
- [2]<https://www.nao.ac.jp/astro/sky/2021/12-topics01.html>

月の不思議

クレーター成因論争と月面閃光

遠藤恵美子 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

月のクレーターの存在は、ガリレオ によって発見されました。1609 年 11 月末、ガリレオ は自作の望遠鏡（倍率 20 倍）を月に向け、月面が“完璧で滑らかな球面”とするそれまでの定説を覆すデコボコの形状、いたる所に山や“円形の窪地”がある実相を目にします。

クレーターが初めて知られた瞬間でした。翌日から晴れている夜は必ず観測し、それを描きとめ、自身の見出した驚愕の真実をいち早く発表すべく、当時としては驚異のスピードで 1610 年 3 月に『星界の報告』を出版します。その中で、まだ名前の付いていなかった“円形の窪地”を「小さな斑点」と表現しています。後に「カップ(Crater=クラテール)」を表すラテン語から「クレーター (crater)」と呼ばれることになりました。[1]

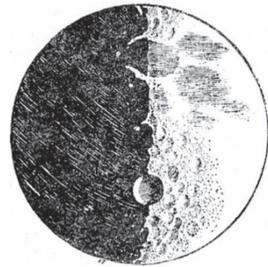


図 1:ガリレオ のスケッチ

望遠鏡の改良と普及により、月のクレーターは周知されていきましたが、次に巻き起こったのは、その成因についての激しい論争です。有力二大論は「火山説」と「隕石説」です。前者は 1787 年にウィリアム・ハーシェル



図 2:ハーシェル

(1738. 11. 15-1822. 08. 25)

が、後者は 1829 年にフランツ・フォン・パウラ・グルイテュイゼンが唱えました。両者の論争は約 150 年間、1970 年代まで続きます。

・ウィリアム・ハーシェル
イギリスの天文学者、音楽家。
天王星の発見、赤外線放射の発見。
月と火星、土星の衛星ミマスに
ハーシェル・クレーターがある。



図 3:グルイテュイゼン
(1774. 03. 19-1852. 06. 21)

・フランツ・フォン・パウラ・グルイテュイゼン
ドイツの医師、天文学者。

月にグルイテュイゼン・クレーターがある。

○「火山説」：当初は優勢でした。主な理由は、以下の三点です。

・クレーターがほとんど円形であること。当時の泥に石を落とす衝突実験では、落下速度が遅く、真上からの衝突以外は楕円形のクレーターが形

- 成される。隕石は様々な角度で衝突するため、円形ばかりなのは不合理。
- ・月の海（黒色部分）にはクレーターがあまり存在せず、分布に著しい地域性があること。これは地球の火山帯と共通している。
 - ・クレーターの重なり方が、大きなクレーターの上に小クレーターが重なっていること。月の内部が徐々に冷却し、火山活動が初期の活発な巨大噴火から小規模噴火へと弱体化していった過程を示すものとして説明できる。

20 世紀に入り、地上での研究や実験装置、宇宙への観測機器は進化し続けます。1959 年、ソビエトの月探査機ルナ II が月の磁場の弱さを報告し、月の内部が個体状態であることが示され、隕石説が優勢になっていきます。そのような中で、1960 年、花山天文台第三代台長の宮本正太郎先生が火山説に立脚した論文を発表されました。それは、1958 年 11 月 4 日と翌年 10 月 23 日にクルミア天文台でアルフォンスス・クレーターからのガス放出が観測されたのを受け執筆されたようです。

宮本説は、「月のクレーターは、月の表面の冷却固化による地殻形成時の脱ガス過程の痕跡として形成される」と仮定するものです。地殻が形成された後に、地殻下のマグマはさらなる冷却によりマグマ二次沸騰を起こし、マグマは爆発して地殻を吹き飛ばすか、地殻が十分頑丈な場合はガスで充満された洞窟を形成する可能性がある。アルフォンススでの観測から、今も地下洞窟に古代のガスを保持しているかもしれないと結ばれています。

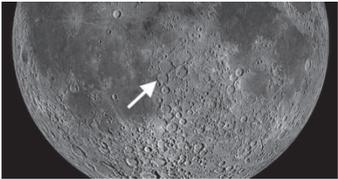


図 4:アルフォンスス・クレーター
マグマ二次沸騰；マグマは冷却により結晶化し、マグマ内のガス（揮発性成分、特に水）が分離される。マグマ内含水率が（仮定では 5%から 7%に）増加した時に水が沸騰し、次でマグマ全体が沸騰すること。

1960 年頃から、地球のクレーターで隕石の衝突を裏付ける高圧で変成された岩石が発見されたり、1961 年に開始されたアポロ計画での月面で採取された試料（総量約 485kg の岩石や土壌）の分析や、より正確な衝突条件を反映した高速衝突実験が行われ、「隕石説」を支持する結果が多く得られました。（アポロ計画 1969 年、アポロ 11 号が月面初着陸を果たす。1972 年の 17 号まで、計 6 回の月面着陸・探査が行われた。）

「火山説」の根拠への反証

- ・「火山説」が優勢だった当時の衝突実験は、隕石の月面に対する相対速度（数 10km /秒）の解明や実験装置でその速度を実現することも不可能で、実際に起こっている衝突を反映しているとは言えない。（参考：拳銃

銃弾の発射速度は 340m /秒、戦車砲弾発射速度は 1800m/秒[2]

月面の隕石衝突を反映した高速衝突実験では、衝突時の衝撃波で衝突物の直径の 10 倍以上の範囲の地面が掘削され、クレーターは円形となることが分かっている。楕円形のクレーターは、月面に対して 10 度以下の角度で入射するような限られた場合にしか形成されない。

- ・アポロ計画で採取された岩石の年代測定の結果、月の海ができた時期は隕石衝突が多数起きた時代よりも新しいことが判明した。
- ・重なり方の傾向は、小クレーターの上に大きなクレーターを作る衝突が起こると衝突による地殻変動が周囲にも及び、小クレーターの構造は完全に破壊されてしまうと考えても説明可能。

「隕石説」支持の証拠

- ・アポロ計画で採取されたクレーター周辺の石から高压変成岩が見つかる。
- ・アポロ計画で採取された石から直径 1mm 以下のクレーターが見つかる。
- ・大きなクレーターでは月全体に噴出物が撒き散らされているが、月の質量ではそのような規模の爆発を起こすだけの火山を生成できない。
- ・月の岩石から生成する溶岩の粘性は地球上の溶岩に比べて著しく低いために、火口には明瞭に盛り上がった縁はできない。
- ・クレーターが円形であるにもかかわらず、一方だけに光条が伸びる現象は斜め方向からの高速衝突実験で確認されている。
- ・月のクレーターは直径と深さの間に一定の関係式が成立する。地球上の衝突で作られたクレーターでも同じ式が成り立つ。

アポロ計画での実際の月面探査や採取した試料の分析が決め手となり、月のクレーターが小惑星や隕石の衝突による約 40 億年の長い歴史の結果であると結論づけられました。そして、この歴史は宇宙スケール、否、太陽系スケールでも月と同位置といえる地球の歴史でもあり、地球にも月と同じように小惑星や隕石が降り注いでいたこととなります。恐竜絶滅を招いたといわれる巨大隕石衝突もその一つだったのです。そして今現在も地球は隕石落下や火球の出現、はたまた心踊る流星群の乱舞など、その影響を受け続けています。裏を返すと、遠目には穏やかな月も隕石の影響を免れえないはずですよ。実態はどうなのでしょう？

アポロ計画では、月面に 6 個の月震計が設置され[図 5]、1977 年まで通算 8 年 10 カ月間観測が行われました。全 12558 回の記録のうち 179

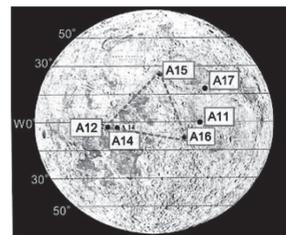


図 5: 月震計配置図

点線は 1972. 4. 21～
1977. 9. 30 の連続観測を
行った三角ネットワーク

回が隕石衝突によるものです(年平均約 20 回)。隕石衝突による記録は波形が特殊で区別が可能です。[図 6]の左から、深発月震(3145 回)：深さ 800~1100km・マグニチュード 1~2；浅発月震(28 回)：深さ 300km・マグニチュード 3~4；隕石衝突(179 回)：震動の規模から、衝突した隕石の質量は 500g から 50kg 程度と推定されています。他に人口月震(11 回)、分類不可(7631 回) [3]。

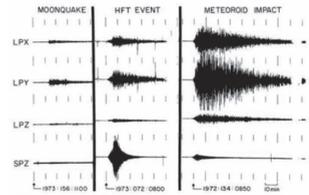


図 6: 月震記録の例

隕石といえば「光」が連想されます。月面の発光現象について少なくとも 1000 年前から報告がなされています。古くは 1178 年 6 月 18 日(月齢 0.5)、中世イギリス・カンタベリーの修道士が記した古文書に「二日月の先が 2 つに割れ、その真ん中から燃え上がる炎が高く噴き出した」との記載があります。1787 年提唱のハーシェル「火山説」も、その年 4 月 19 日(月齢 1.06)に赤く光る 3 つの点を見たことにより [4]。最近では、1971 年のアポロ 15 号や 1998 年のルナ・プロスペクターによっても月面探査の際に目撃されています [5]。



図 7: TLF 分布図

しかし、発光は一瞬の出来事でなかなか正体がかめず「一時的月面現象 (Transient Lunar Phenomenon=TLF)」とされてきました。(図 7:1500 年~1967 年までの報告のうち調査された 300 件の分布図。)

その『謎』が 21 世紀に入り、急速に解明されつつあります。

2004 年、NASA は Meteoroid Environment Office(MEO:流星環境局)を設立しました。開設の最大要因は、1998 年と 1999 年のしし座流星群の大嵐です。1999 年 11 月 18 日の大出現は、「地中海上空で観測をおこなった NASA の航空機からは、ピーク時刻(世界時 2 時)を中心に、毎分 100 個を上回る流星を 1 時間余りも観測し続けた」とニュースなどで報道され [6]、日本でもピーク時刻は外れましたが大きな話題になりました。その時、月面では夜側(=欠けた暗い)部分で発光現象が確認され、流星群が月面に衝突しているタイミングと一致していました。発光が衝突によるものと確認されたのです。流星が大気のない月に衝突する時の短時間発光を「月面衝突閃光(Lunar Impact Flash = LIF)」として初めて認識されることになりました。LIF は直径数 cm~数 10cm の流星体の衝突に伴う、明るさ 5~10 等級、継続時間 0.01~0.1 秒の閃光です [7]。

地球には毎日約 33,000kg(地表 1km²当たり平均 0.07g)の流星体が衝突

していますが、幸いなことに地球には大気があり、その大部分は無害に消滅（燃え尽き）し、地表に到達することは滅多にありません。



図 8: 月面隕石衝突のイメージ

一方、ほとんど大気がない月は深刻です。月の表面積は地球の 7.4% ですから単純計算で 2,442kg の流星体が直接月面を襲います。最低速度で 20km/秒、最高は 72km/秒を越え、そのような速度では、微小流星体でさえ信じられないエネルギーを持ちます。衝突による衝撃エネルギーの大部分が熱になり、5kg の流星体でも直径 9m を超えるクレーターを掘削し 75t の月の土石を吹き上げます。エネルギーのごく一部が可視光に変わり衝撃点で目も眩む閃光を発生させます。この光が地上で観測されるのです。つまり、地球では燃え尽きて観測できない微小流星体の情報が LIF の観測で収集できるのです。

今日、地球への影響は言うまでもなく、地球軌道内外を運行する ISS(国際宇宙ステーション)をはじめ大小の人工衛星や各種探査機、また、将来の月面活動も見据え、安全性の確保と危険回避のために、微小流星体を含む流星環境のより詳細な把握は不可欠となりました。

2005 年、NASA の月面監視プログラム(Lunar monitoring program)が開始されました。目的は LIF を定期的に観測し、流星体の頻度、速度やサイズ分布を明らかにすることです。対象域は月面の夜側部分で、1 カ月あたり新月前後の約 10 日間、アラバマ州 NASA マーシャル宇宙飛行センターの高感度低照度ビデオカメラを備えた 14 インチ(約 36cm)反射鏡で観測されます。



図 9: 8 年間に観測された LIF

吹き上げます。エネルギーのごく一部が可視光に変わり衝撃点で目も眩む閃光を発生させます。この光が地上で観測されるのです。つまり、地球では燃え尽きて観測できない微小流星体の情報が LIF の観測で収集できるのです。

E: 運動(=衝撃)エネルギー
質量: $m=5\text{kg}$, 速度: $v=70\text{km/s}$ の時

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{より}$$

$$E = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot (70 \cdot 10^3)^2 = 12.3 \cdot 10^9$$

衝撃エネルギーは約 12GJ。
これはマグニチュード 3.5 の地震、
TNT 爆薬約 3 t に相当する。

監視プログラムの開始から 2013 年までの 8 年間に、開始前の予測をはるかに超える 300 回(予測の 4 倍)以上の衝突を検出しています。流星体の半分以上は、ペルセウス座流星群やしし座流星群などの既知の隕石流からきていました。残りは散発的な流星で、彗星のランダムな破片や未知の小惑星の残骸などでした。

主だった観測の報告です。

- 2006 年 5 月 2 日：LIF 光度カーブを取得。

わずか 0.5 秒の衝突閃光を正確に解析。

- 2006 年 11 月 17 日のしし座流星群

2 つの大きな閃光の検出→危険度の高い隕石が飛来。

[Flash #1]

[Flash #2]

時間：10:46:27 UT

10:56:34 UT

図 10:LIF の光度カーブ

位置：76.7E, 42.6N (嵐の大洋)

79.2E, 36.7N(ガウス・クレーター近辺高地)

光度：9.4 等級

8 等級

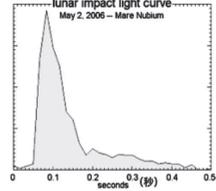
直径：約 6.0cm

約 7.7cm

質量：約 110g

約 235g

衝撃力：約 2.8×10^8 J (60kg TNT) 約 5.9×10^8 J (123kg TNT)



- 2007 年 8 月 17 日の皆既月食：「ヘリオン流星体」検出の試み。

ヘリオン流星体は太陽方向から飛来します。観測は夜明け前または日没後のわずかな時間しかできず、検出は非常に困難です。そして、太陽が眩しすぎて隕石が見えない時間帯に突然現れて猛スピードで空を横切って行きます。



2013 年 2 月 15 日現地時間午前 9 時 15 分、東(=太陽)方向から出現したロシア・チェリャビンスク隕石の急襲と爆発・分裂!! その衝撃波

図 11:チェリャビンスク隕石 (TNT 爆薬約 500kt)の凄まじさは記憶に新しいものです。NASA によると、大気圏突入前の隕石の大きさは直径 17m、質量 10,000t と推定されています。

このサイズの流星体の観測はまだまだ難しく、しかも太陽方向からの接近だったため、事前観測による飛来の把握は非常に困難だったようです。

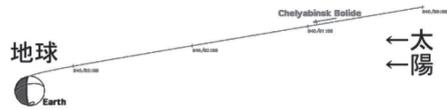


図 12:チェリャビンスク隕石軌道

そのために、皆既月食時の観測が期待されています。太陽・地球・月が一直線に並び、月は太陽方向からやって来る流星体を真っ直ぐに受け止めます。しかも全月面が観測域です。ヘリオン流星体の衝突閃光を研究することで、それらのサイズ、速度、衝撃力をより深く知ることができます。(この時は皆既継続時間 90 分という好条件でしたが、成果はなかったようです)



- 2013 年 3 月 17 日 UT03:50:55 (月齢 5.3)

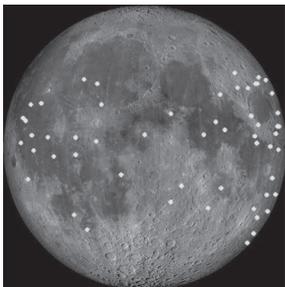
プログラム開始以来、最高光度の閃光を観測。

図 13:2013. 03. 17 の閃光

それまでのほぼ 10 倍の明るさで、掘削クレーター幅は約 20m と推定される。

位置：雨の海	光度：4 等級	速度：90,000km/時 = 25km/秒
直径：0.3~0.4m	質量：40kg	衝撃力：TNT 5t

2015 年、欧州宇宙機関(European Space Agency=ESA)が NELLIOTA (NEO Lunar Impacts and Optical Transients=地球近傍天体の月面衝突と閃光)プロジェクトを創設しました。月面衝突閃光を監視することにより、地球に危険をもたらす微小 NEO のサイズと分布をより詳しく把握するためです。



2017 年 2 月、ギリシャのアテネにあるキオネリ天文台の 1.2m 望遠鏡で月面観測を開始しました。この望遠鏡は月面監視に専念する地球上最大の機器です。従来の 0.5m 以下の望遠鏡と比べると 2 桁暗い閃光の検出を可能にしました。プロジェクト開始から 2020 年 3 月までの合計約 149 時間の観測で 102 回の月面閃光を検出しています。

NELLIOTA プロジェクトのもう一つの卓越した機能は、閃光スペクトルを可視光と近赤外線領域に分割する 2 台の高速フレームカメラです。このデータから衝突時の温度が計算できます。最初に検出された 10 例から、約 1,300~2,800°C の温度推定値が取得されました。

月を眺めると、いつも静かに見守ってくれている様で心が和みますが、月自体は日々熾烈な状態にあることを知りました。また、月の危険は地球の危険であることも、よ〜く、わかりました。流星体の月への影響を解析することで地球と月の安全性が高まる、そのために数々の努力がなされていることも知りました。近い将来、ゆったりと、月から青く美しい地球を眺められる日も夢ではないと思っています。月旅行が手の届くものになるためにも、今後の観測に期待しています。

最後になりましたが、月への隕石衝突について、日本スペースガード協会関西支部の吉田薫様にお伺いしましたところ、本部の浅見敦夫先生から、NASA の Lunar Impact Monitoring の URL を教えていただきました。思いもしなかった新たな月の一面、重要さを知ることができました。本当にありがとうございました。

参考文献

(1)(2)(3)は浅見敦夫先生からご紹介頂いた NASA の URL です。

(1)月面衝突監視について、流星環境局

<https://www.nasa.gov/centers/marshall/news/lunar/overview.html>

(2)月に見られる高輝度爆発

https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2013/16may_lunar_impact/

(3)月に見られる超高輝度爆発

<https://www.universetoday.com/102214/super-bright-explosion-seen-on-the-moon/>

(4)「宮本正太郎論文集」京都コンピューター学院、1993 年

図 1:『星界の報告』ガリレオ・ガリレイ著 岩波書店、2012 年

図 2,3:Wikipedia W・ハーシェル / F・v・P・グルイテュイゼン

図 4: Wikipedia 月

図 5:「アポロ月震データ公開システムの開発」山田竜平 JAXA-RR-11-007

図 6:NASA/ADS「アポロ月惑星地震実験・最終要約」中村.Y,et al. 1982

図 7:Wikipedia NASA/Technical Report R-277 Patrick Moore,1968

図 8,9:NASA/Lunar Impact

図 10:NASA/Lunar Impact light curve

図 11,12:Wikipedia 2013 年のチェリャビンスク州の隕石落下

図 13:NASA's Scientific Visualization Studio

図 14:NELIOTA 衛星ミッション

[1]Wikipedia クレーター

[2]Wikipedia 砲口初速

[3]Wikipedia 月震

[4]Wikipedia 一時的な月の現象

[5]Columbia News/AstroArts 2007.7.20

[6]国立天文台ニュース 307 号 (1999.11.19)

[7]DELPHINUS デルフィヌス

書評 『女性と天文学』

作花一志（京都情報大学院大学）

ヤエル・ナゼ著 北井礼三郎、頼順子訳
恒星社厚生閣出版 2021



著者はベルギーのリエージュ大学の准教授で、原著はフランス語で書かれています。訳者の北井氏は花山天文台の太陽研究者で、若いころフランスのピックデユミディ天文台で太陽観測に励んでいました。

世の差別や偏見と闘いながらも宇宙を愛し研究を続け、天文学の発展に大きな寄与をした女性天文学者たちの生涯をたどる物語です。それだけでなく、19世紀以降の宇宙構造の理解についての良い教科書にもなっています。

女性だけでなく男性にもぜひ読んでほしいオススメ本です。

第1章 天の半分

先駆者たち／歴史に埋もれた女性科学者たち

第2章 彗星—二人のキャロラインの献身

キャロライン・ルクレティア・ハーシェル／
キャロライン・ジーン・スペルマン・シューメーカー

第3章 星の分類—アニーとその仲間たちの忍耐の賜物

ピッカリングとハーバード天文台の女性科学者たち

第4章 脈動星と宇宙の距離—ヘンリエッタの革命

ヘンリエッタ・スワン・リービット

第5章 星の工場—マーガレットの戦い

エレアノール・マーガレット・ピーチー・バービッジ

第 6 章 暗黒物質—ベラが抱いた疑問

ベラ・クーパー・ルービン

第 7 章 宇宙空間に浮かぶ灯台(パルサー)—ジョスリンの信じがたい発見

スーザン・ジョスリン・ベル・バーネル

特別章 日本の女性と天文学

小山ひさ子／林左絵子／加藤万里子／馬場彩

世界最古の天文学者は古代バビロニアのエン・ヘドゥ・アンナという女性だとか、ティコ・ブラーエの活躍の影には妹ソフィーの献身的サポートがあったとか、M.バービッジの初期の研究テーマは Be 星だった等々初めて知りました。

第 6 章と第 7 章に記されているベラ・ルービンさんとジョスリン・ベルさんの 2 人には会ったことがあります。

ベラ・ルービンさんが宇宙物理学教室に来訪されたのは 1978 年か 1979 年の夏のことと思います。当時の古い建物で、銀河の回転曲線の観測結果についての講演でした。渦状銀河の外側まで見えない物質が詰まっているという、へ～んそんなもんかと聞いていたけど、これが後年ダークマターに連なる大発見とは当時若輩の筆者には思いもつきませんでした。1970 年代は銀河の話題はキューサー、セイファートなど活動銀河核などに向けられていましたが、私たちも岡山天体物理観測所でカセグレインアイアイ(懐かしの)を使って銀河の分光観測を行い、回転曲線を描くことを目論んでいました。ところが残念ながら観測できたのはほんの中心部だけでした。講演の後、若松さんと小暮先生に呼ばれ明日比叡山を案内してほしいと言われ、3 人でケーブルカー・ロープウェイに乗って頂上まで行った思い出があります。

ジョスリン・ベルさんについては[1]にも書きましたが、2017 年 7 月 2 日柴田台長(当時)に誘われて京都賞記念講演会で講演を聴きました。わかりやすい丁寧な英語で「ペンチとハンダごてでアンテナ作りから始めた」と淡々と話された姿が忘れられません。パルサー発見という偉大な業績はノーベル賞受賞に十分値するものですが、受賞者にはなれませんでした。「不公平だ、女性差別だ」とホイルをはじめ多くの研究者から非難の声が上がりましたが、彼女はなんら不満の声をあげず研究を続け、それを上回る多数の賞と名声を得られたのです。

参考文献

[1] 作花一志,あすとろん, Vol.45, p.45, 2019.

花山天文台今昔【12】花山天文臺日誌

黒河宏企（NPO 法人花山星空ネットワーク）

前号では、子午線館が歴史館に生まれ変わったいきさつを紹介しましたが、生まれ変わる直前の子午線館の写真をもう一つここに追加しておきます。これは1977年に発売された河島英五のアルバム「信望」の表紙に使われたものです（図1）。

それにしてもなぜ彼が子午線館の前でギターを弾いているのでしょうか？この写真は花山天文台で同学年であった岩崎恭輔さんにもらったのですが、岩崎さんはやはり花山院生で我々の1年先輩であった鳴海泰典さんからもらったということでした。そこで、この写真が撮影されたいきさつを尋ねてみましたが、残念ながら鳴海さんも妹さんの旦那さんからもらったので、ご存知ないとのことでした。

未だ無名の頃に、ふらっと花山天文台に来て撮影されたものかも知れません。古びて壊れかけていた当時の子午線館の前で、「酒と泪と男と女」を歌う河島英五の洪い声が聞こえてくるような気がしませんか？



図1：子午線館前でギターを弾く河島英五

さて、私がここに上がってきたのは大学院入学の1965年で、1929年に花山天文台が創立されてから36年後のことですが、それから早くも57年の歳月が経過しました。この間私が直接関わったことを織り交ぜながら、それ以前のことについては、諸先輩方から聞いた話と文献・資料・写真などを引用して、創立から現在に至る花山天文台の施設・設備の変遷とその舞台で活躍された方々のことを、次世代の人達に伝えようと書き始めたのが、この「花山今昔」シリーズです。

これまでのあらすじを振り返ってみますと、まず、[1]～[3] (あすとろん2号、4号、6号) では、花山天文台創設に先立つ道路の建設から現在の東山ドライブウエーまでの「花山道路」今昔を書きました。次に、[4]～[7] (あすとろん31号、47号、50号、51号) では、京大本部構内の天文台から花山天文台への移転のいきさつと、創立当初から現在に至る天文台構内と建物の変遷について書いています。更に[8]～[11] (あすとろん52号、53号、55号、57号) では、クック望遠鏡、ザートリウス望遠鏡、アスカニアヘリオグラフ、子午線館など、創立当初の花山天文台主要設備の今昔を、順番に紹介して来ました。

さてこのようにして創立されて、いよいよ操業を開始した花山天文台では、当初どのような方々が出入りして、どのような活動をされていたのでしょうか？ 残念ながら当時活躍された方々は皆さん既に他界されたので、直接お話を聞くことは出来ませんが、ここに13冊の「天文臺日誌」があります。宮本先生が大切に保管されていたもので、先生が亡くなられた後、お宅を弔問した際に、お嬢さんの由紀子さんから頂いたものです。下の図2 (上) は宮本先生の書かれたメモで、1, 2, 4, 8号はありませんが、

花山天文台日誌
3号～17号 (4号、8号欠)

1931年10月1日) 13冊
1942年4月30日

至自昭和八年一月一日
至昭知八年八月廿日
花山天文臺日誌
其五

図2 (上) 花山天文台文台日誌の梱包に付けられていた宮本先生のメモ
(下) 花山天文台日誌3号の表題

1931 10月—12月

(右)花山天文台日誌5号の表題

1931年から1942年までの日誌13冊が残されています。いずれもA5サイズの半分の大きさで、厚みは1cm程度の小冊子です。

図2（下）は3号の最初のページに書かれていたものですが、1931年10月から12月までの記録であることを後からメモしたものとと思われます。また、図2（右）は、5号の表紙に書かれていたタイトルですが、昭和8年（1933年）1月1日から8月14日までの間の記録であることを示しており、縦書きに変わっていることから、記録担当者が交代していることが判ります。

1931年と云えば満州事変が勃発した年で、1937年の日中戦争開始から、1941年12月のパールハーバーに至るまで、若い研究者が次々に戦地へ駆り出された暗い時代でした。この間花山天文台にはどのような方々が入り出して、どのような活動をされていたのでしょうか？

日誌に書かれているのは、上山・下山・訪問者など、人の往来に関するメモが主ですが、中には、消耗品の購入や施設設備の故障修理などの日常に関する記録も見られます。当時の花山天文台の日常や世の中の雰囲気を探り知ることのできる箇所を抜き出して、ご紹介したいと思います。

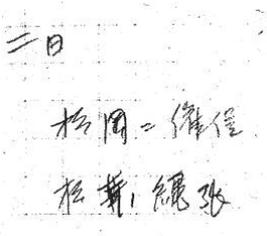


図3 花山天文臺日誌
1931年10月2日の記事

3号の2ページ目を開いてまず目に留まったのは、左の記事（図3）でした。

二日とあるのは、1931年10月2日のことです。「松岡に催促、松茸の縄張り」と書かれています。

「昔は花山でもマツタケが採れたらしいよ」と1965年頃にも先輩から聞いてはいましたが、やはりそれが本当だったのです。

松岡さんは当時天文台の雇員だったようで、

「松岡さん！マツタケが出始める頃なので、他所から採りに来ないように、早く周りに縄を張って下さいね」と頼んだのでしょう。今でも花山天文台に松の木は沢山ありますが、マツタケの「マ」の字も聞いたことはありません。私の田舎でも子供の頃は、毎年秋になると近所の人を持ってきてくれたので、すき焼きに入れたり祖母の作った柿の葉寿司に入っていたりしたのですが、最近は何も口にいらなくなりました。

次に目に留まったのは、同じ1931年10月16日の記事です（図4）。昔の人の字は達筆過ぎてなかなか読みづらいのですが、次のように解説できます。「朝、山本教授高城氏 山へ 午後突然、新城総長 商工省度量衡検査局

長一行を案内シテ来台 (山本) 大阪住友神鋼所参観 26名 (山本)

當繕ヨリ宿舍ソノ他の修理箇所検査ニ来ル

弓道場完成

至急ノ用アリ 今井君ニ依頼シテmetol Sod. Sulphate 山マデ届ケテ貰ウ
柴田君 乾板」と書かれています。

十六日

就 山本教授 喜城先生へ

花山天文台 新築工事 南工部局 星野検査局
一時的に御用命 (山本)

大阪住友神鋼所参観 26名 (山本)

當繕ヨリ 宿舍ソノ他の修理箇所検査ニ来ル

弓道場完成

至急ノ用アリ 今井君ニ依頼シテmetol
Sod. Sulphate 山マデ届ケテ貰フ
柴田君 乾板

図4 花山天文臺日誌 1931年10月16日の記事

「新城総長」と「弓道場完成」という文字が目を引く

新城総長とは、新城新蔵京都帝国大学第8代総長のことですが、以前この花山天文台今昔(4)と(5)(あすとろん31号と47号)で詳しく紹介したように、京大理学部宇宙物理学教室の創始者であり、花山天文台創立の立役者でしたので、京大に来た政府の高官をこのように気軽に花山天文台に案内していたのでしょう。現在では、数多くの部局・教室施設のトップである京大総長が、一教室や一施設を公式訪問することはめった無いことです。ちなみに、私が台長を務めた8年間では、「飛騨天文台の30周年記念式典」と「SMART太陽望遠鏡完成祝賀会」と二度、総長をお迎えしましたが、花山天文台へは、毎年恒例の「報道各社と総長の懇談会」を案内する担当施設に選ばれた際に一度来て頂いただけです。

もう一つ目を引くのは「弓道場」完成という文字です。場所は書かれていませんが、恐らく本館前の広場でしょう。ウィキペディアで、調べると射場と的場の距離は、近的場の場合25mで、遠的場では60mとありますので、本館前広場なら近的場を作れたものと思われます。昼休み時間の娯楽として、我々の頃にはバドミントンが流行ったことがありますが、天文台で弓を引いていたとは・・・時代の違いを強く感じます。

metol Sod.Sulphateと書かれているのは、メトールと亜硫酸ナトリウムのことで、写真現像液を作るための薬品だと思います。乾板も写真乾板のことで、天体写真撮影には不可欠なものでした。1960年代の花山天文台太陽館でも、太陽像撮影や分光スペクトル撮影にキャビネサイズの乾板をそのまま或は半分に分けて使っていましたが、1965年頃からシートフィルムやロールフィルムに切り替わりました。また、フィルムからCCDに切り替わる1990年代後半までは、現像薬品から現像液を調合することは観測者の重要な仕事の一つでした。

さて次のページには、下の図5のように、10月17日の創立記念日の様子が記録されています。

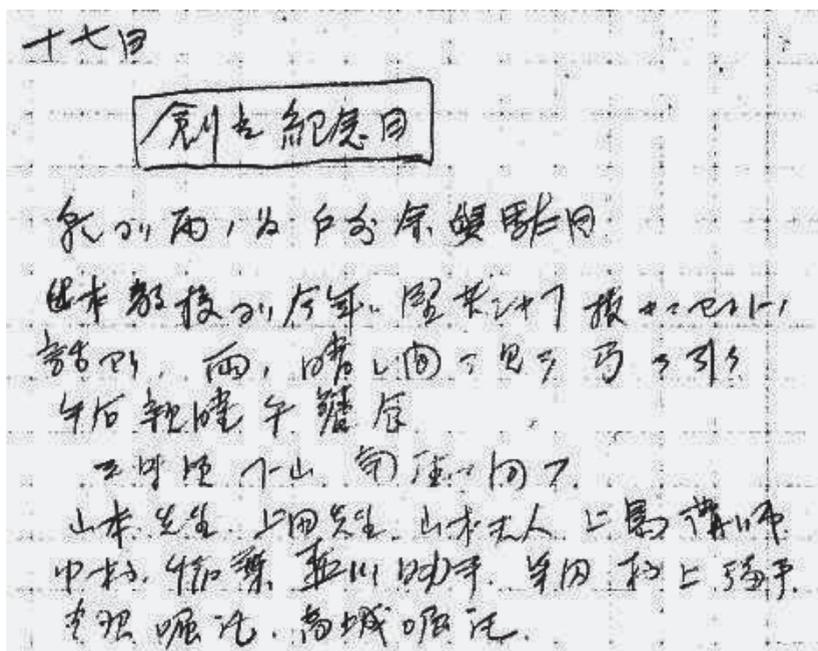


図5 花山天文臺日誌 1931年10月17日の記事
創立記念日の様子が記述されている

いわく、「朝より雨ノ為 午前余興駄目 山本教授ヨリ今年ハ堅苦シキ事
 抜キニセヨトノ話アリ 雨ノ晴レ間ヲ見テ弓ヲ引ク

午後親睦午餐食 三時頃下山 南座へ向フ

山本先生、上田先生、山本夫人、上島講師、中村、稲葉、森川助手、
 柴田 村上副手、〇〇囑託、高城囑託」と書かれています。

前日に完成した弓道場で午前中弓を引いて、午後は食事パーティの後で、
 全員下山して夕方から南座で観劇とは、大変優雅な創立記念日だったよう
 です。〇〇囑託と高城囑託のお名前は判りませんが、他は、山本一清、上
 田穰、山本英子、上島昇、中村要、稲葉通義、森川光郎、柴田淑次、村上
 忠敬と、錚々たる顔ぶれです。

ところで、この10月17日の創立記念日とは、他でもない花山天文台の創
 立記念日です。

ちなみに、「天界」103号(1929)によると、1929年10月17日の花山天文台
 落成記念祝賀会のプログラムは以下のようになっています。

創立後しばらくの間は、このように花山天文台創立記念日を優雅に祝っ

花山天文臺落成記念祝賀次第 (豫定) 十月十九日(土曜日)

十月十七日(木曜日, 神嘗祭)

此の日は**天文部の関係者のみの**「水入らずの」祝賀會

午前 9 時 帝國大學天文學教室より一同打ち揃ひ登
 同 10 時—12 時 天文臺構内を各自自由縦覽, 散策.
 正 午 祝賀記念午餐會(宿舍にて)
 午後 2 時—4 時 京都天文學會例會(圖書室にて)
 演説講演論文朗讀紹介等いろいろ々々.
 午後 5 時半 當夜の宿泊者のみの晩餐(宿舍食堂にて
 宿泊希望者は前日までに申込まれた
 午後 7 時から 天體觀測及夜景觀望

此の日も**一般公開**をなす。(但し雨天ならば中止)

午前 9 時—午後 10 時 一般に構内の自由縦覽, 及び, 天體觀察を許
 可す。(但し, 必ず靴又は草履のこ)

此の日は先づ**大學の公式祝賀會**を催す。

午後 3 時—4 時 來賓受付け及び構内案内.
 同 4 時—5 時 祝賀式(構内前庭にて)
 山本教授 挨拶 講演「天文臺と天文研究」
 新城總長 演 説
 同 5 時半—6 時半 天體觀覽.
 同 6 時半— 記念晩餐會(都ホテルにて)

たのだと思いますが、少なくとも戦後には、この日を花山天文台で祝った
 ということは聞いたことがありません。

さて、花山天文臺日誌はまだ始まったばかりですが、今回はこれぐらい
 にして、次号では1933年以後の日誌を紹介したいと思います。

今年の京都の冬は久しぶりに雪ダルマが作れるくらいの雪が降って、梅
 の開花も遅かったのですが、3月中旬には急に暖かい雨が降って、その翌日
 に花山天文台へ上がる東山ドライブウエーでは、鶯の初音が聞かれました。

遅咲きの 梅も散り初め 鶯の
 初音聞こえる花山道行く (2022年3月13日)

花山天文台での黒点スケッチ観測

鴨部麻衣（京都大学大学院理学研究科附属天文台）

はじめに

山科側から花山山を望むと、稜線に花山天文台の 2 つのドームが見えます。本館と別館のドームです。別館ドームは、年々成長する周りの木々に遮られそうになっているのですが、実はそこで花山天文台職員が毎日太陽観測を行っています。もしかすると、別館ドームが開いている様子をふもとから見て下さっている方がおられるかもしれません。

この別館では、太陽彩層・紅炎（プロミネンス）・フレアの撮像観測と黒点スケッチ観測を行なっているのですが、今日は主に黒点観測についてご紹介いたします。

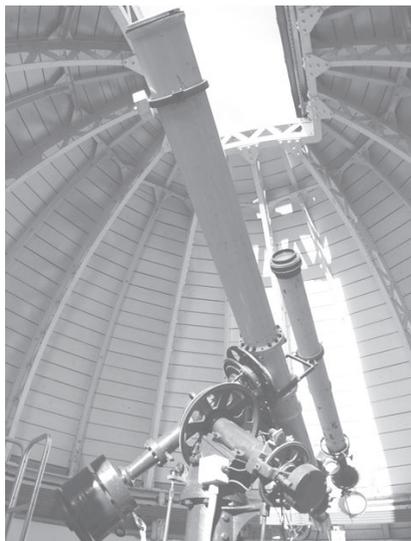


図 1 別館の望遠鏡

1. H α 観測

別館には、2 本の望遠鏡が収められています。1 つは、口径 18 センチ（7 インチ）の望遠鏡です。この望遠鏡は、ザートリウス望遠鏡と呼ばれ、花山天文台の創設以前から京大吉田キャンパスで使われており、齢 112 歳になる望遠鏡です。この望遠鏡には H α リオフィルターと CMOS カメラが取り付けられており、H α 線で捉えた太陽を記録しています。H α フィルターで太陽を捉え、彩層で見られる現象を観測できます。黒点周辺の明るい領域（プラージュ）や縁のプロミネンス、太陽面のダークフィラメントなどです。爆発現象であるフレアが起ると、明るく輝く様子を捉えることができます。

私たちは、時には急激に変化するこうした現象を狙って、日々コツコツと観測を行っています。現在の観測体制が整うまでの苦労や観測の成果については、あすとろん第 53 号で黒河先生が詳しく説明してくださっています [1]。

2. 白色光観測（黒点スケッチ）

別館のもう一つの望遠鏡は、口径 11.5 センチ (5 インチ) の望遠鏡です。伝説の鏡職人・中村要さんの後継者だった木辺茂麿さんの手によるレンズを使っているとお聞きしています。こちらの望遠鏡には投影板を付けて、2004 年から黒点のスケッチ観測を行っています。当時職員だった枝村聡子さんが始めた観測で、筆者は少し遅れての合流でしたが、現在では、Ha 観測と共に観測当番の大事な仕事の一つになっています。

3. 黒点スケッチからデータを公開するまで

黒点スケッチをするとまず、図 2 のようなスケッチ画が完成します。そこからデータとして活用できる形にするまでに、いくつかのプロセスを経ることになります。

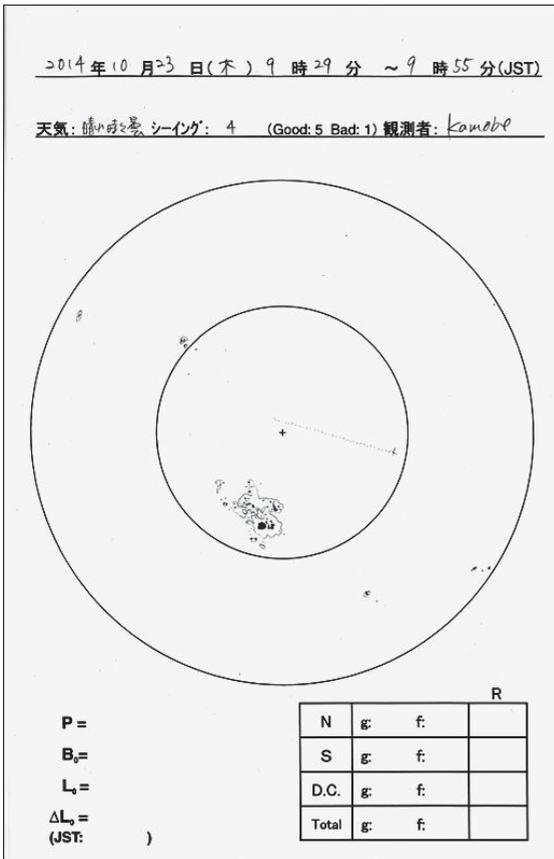


図 2 スケッチ画

図 2 のスケッチに、黒点数（花山天文台では、黒点暗部の数）を記入し、群分けをします。また、観測時の P（太陽極軸方位角）、B（中心日面緯度）、L（中心日面経度）をもとに、黒点群の日面緯度経度を測定していきます。そのようなデータ処理をしたものが、図 3 です。

こうして、黒点群の数、黒点暗部の数、緯度経度、NOAA 番号、黒点相対数などを記入していきます。では、図 3 のスケッチをそのまま公開・発信してしまってもよいでしょうか？

実は、後処理をしたスケッチにもミスや思い違いなどがよくあります。群分けについても、黒点群の個性によっては一筋縄ではいかず、

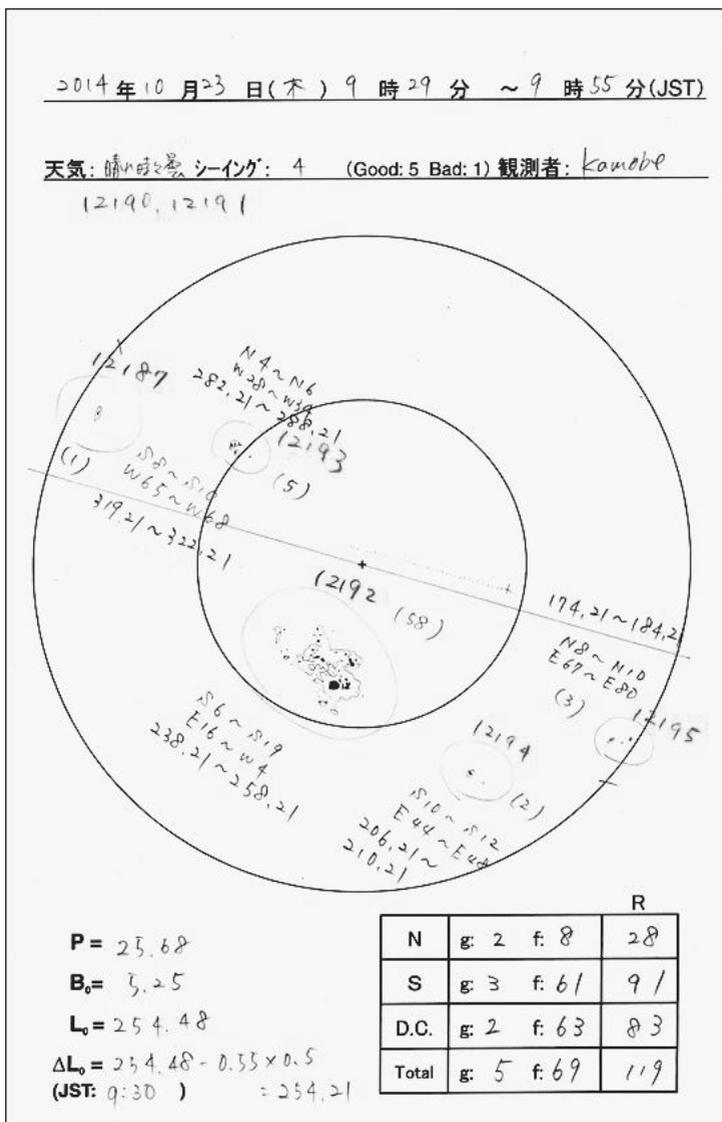


図3 データ処理後のスケッチ

観測者によって見解が分かれることも度々あります。データとしてより正確に一貫したものにするため、国立天文台太陽観測科学プロジェクトや情報通信研究機構などの方々にも加わって頂き、月に一度「花山黒点会議」というものを実施しています。この会議では、人工衛星のデータと比較して群分けについて議論したり、ミスがないかを複数の目で確認したりし、後処理したスケッチに修正を加えることもあります。修正点は赤鉛筆で記入し、後日修正したものであることが分かるようにしています。公開しているスケッチに赤がたくさん入っていても、データをより確かにするよう努めている私たちの姿勢ととらえて頂けると幸いです。こうしてデータが取りまとめられると、附属天文台のホームページで公開し、ベルギー王立天文台の一組織である SILSO (Sunspot Index and Long-term Solar Observations) や東亜天文学会にも報告を送っています。

4. 黒点スケッチから分かること

上記のような処理をしたデータから、毎月作成しているのが、黒点相対数のグラフ (図 4) と黒点の発生緯度のグラフ (図 5) です。

黒点相対数のグラフからは、この 18 年間に黒点の数が大きく増減していることが分かります。2009 年から 2020 年に見られる一つの山が一つの太陽活動周期に対応しています。太陽活動の「11 年周期」と呼ばれるもので、2009 年から 2020 年に見られる山は、活動周期の第 24 期と呼ばれています。

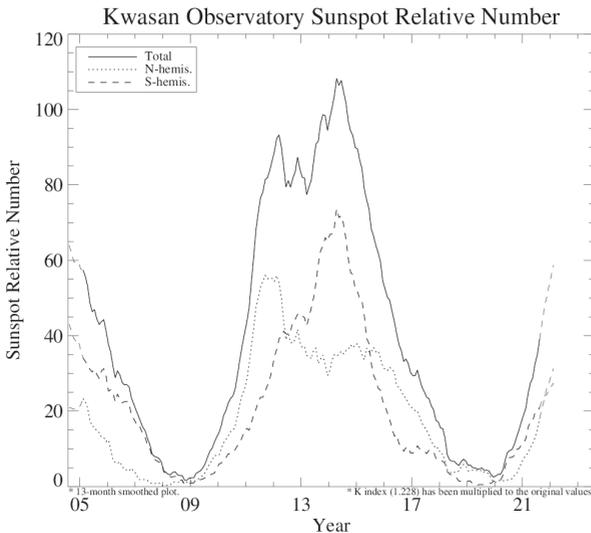


図 4 黒点相対数

2020 年後半からは、黒点数が再び増加に転じており、現在は太陽活動周期の第 25 期に入っていると考えられています。

黒点の発生緯度も見てみましょう。スケッチ観測を開始した 2004 年から 2008 年頃にかけては、ほとんどが 20 度以下の低緯度で発生しており、第 24 期の初頭 (2009 年頃) は北半球・南半

球共に中緯度帯で黒点が発生しています。それから 11 年間で次第に赤道付近での発生が多くなっています。このように、黒点の発生緯度は、一つの周期の間に、中緯度から赤道の方へと変化していきます。

この発生緯度のグラフが蝶々の形に似ていることを、イギリスの天文学者マウンダーが発見し、「バタフライダイアグラム（蝶形図）」と呼ばれています。花山天文台のデータからも、蝶々の形が描けています。

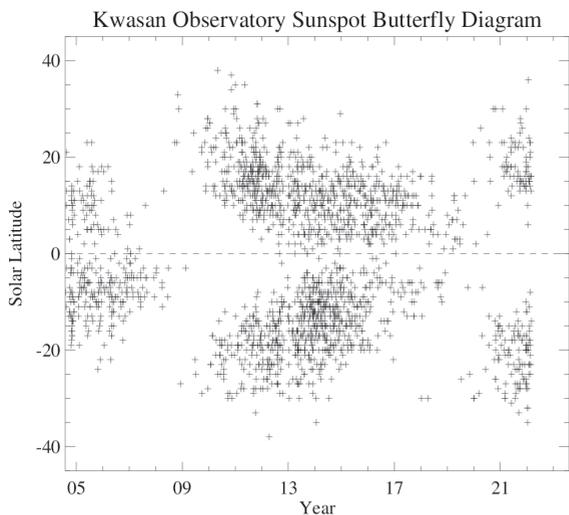


図 5 バタフライダイアグラム

この二つのグラフを見比べながら、北半球・南半球での黒点数について考えてみましょう。第 23 期の終わり頃は、南半球の方が、より多く黒点が出現していました。一方、第 24 期の終わり頃では、南半球の出現は早々に収束しています。とはいえ、このデータでは南北による傾向の違いを見て取ることは難しそうです。

あと数十年分のデータがあればさらに分かることがあるかもしれません。

また、なぜこのような 11 年周期や黒点発生緯度の変化が生じているのでしょうか？かつてのマウンダーミニマムのように、長期間太陽活動が極端に低下した時期が今後も訪れるのでしょうか？これらも太陽物理学が取り組むべき謎となっています。黒点スケッチという手軽にできる観測からも研究の最前線で議論されている謎が手に取って見えてくるというのも、観測者の好奇心を掻き立てます。

5. 黒点スケッチ観測の意義

「なぜこの宇宙時代に目で黒点を数えるのか？」という問いについて、SILSO のサイト [2] では、次のように説明されています。「CCD カメラや人工衛星のデータが太陽活動のせいぜい数周期分にしか相当しない一方で、望遠鏡での目視の観測はガリレオの時代から 400 年以上続けられており、

過去の幾十もの 11 年周期の唯一直接的な裏付けとなっています。異なる時代の観測と現代の我々の観測とを正確に比較できるようにするため、データの取得方法や処理方法を変えるべきではありません。」と。

1946 年から 1996 年の長きにわたり黒点のスケッチ観測を行った小山ひさ子氏のデータは、1610 年代から 2000 年代までの黒点群数について再評価が行われた際にも、基軸データの一つとして用いられるなど、高く評価されています [3]。

また、約 65 年間火星のスケッチ観測を継続した南正次氏は、人の目で対象を捉え続ける大切さを説き、『『異常なし』という記録の蓄積は何十年に一度の特異現象と同様に価値がある』、とも述べていました [4]。

黒点スケッチについても、「黒点なし」という記録の積み重ねは、太陽の 11 年周期や極小期といった現象の根拠になるでしょう。他観測所や過去のデータとの比較、継続しやすいという手軽さ、人の目の補正力の高さゆえに、継続して黒点スケッチを行うことが大事かと考えています。

さいごに

現在の花山天文台では、多くの先生方、技術スタッフ、ご支援くださる方々のご尽力により、太陽 H α 観測が 25 年間、黒点スケッチ観測が 18 年間定常的に行われてきました。ザートリウス望遠鏡とその架台は現役で定常観測に用いられているものでは国内最高齢と言われています。それゆえに、装置や部品にトラブルが発生することもしょっちゅうです。何度か「もう修理は難しいのでは・・・」と思ったこともありました。これからも 100 年、200 年・・・と太陽観測が続いていき、太陽の真の姿が記録されることを願っています。また、太陽以外にも、気象や地震など日々どこかでデータを取り続けている観測者がいることも思いに留めておきたいと思います。

さて、山科盆地から花山山を見上げてみると、今日、小ドームはちゃんと開いているでしょうか？

参考文献

[1]あすとろん第 53 号

花山天文台今昔【9】ザートリウス望遠鏡（黒河宏企）

<https://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/hosizora/astron/astron53/astron53.pdf#page=37>

[2] <https://wwwbis.sidc.be/silso/faq2>

[3] 天文月報 2019 年 3 月小山ひさ子氏：アマチュア天文家から世界的太陽観測者への道程

[4]朝日新聞 2019 年 9 月 17 日火星観測情熱の数万枚

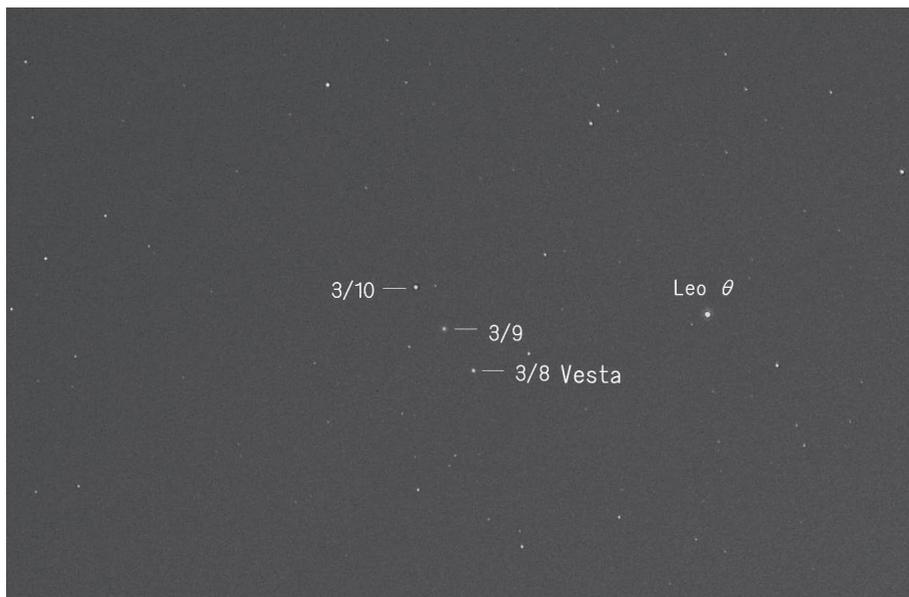
小惑星 ベスタ

中川 均（豊中天文協会、NPO 法人花山星空ネットワーク）

ベスタは明るい小惑星で、だいたい衝のころには 6 等くらいになります。街中でも双眼鏡を使えば良く見えます。

写真は今年のしし座で衝のころに 3 日連続ほぼ同時刻で撮ったものですが、写真ソフトを使い恒星基準で 3 枚を比較明合成すると、ベスタが等間隔にあぶり出されました。望遠レンズで撮ったためガイド撮影していますが、標準レンズの固定撮影でもけっこう写ります。

また、双眼鏡で見ると、星図と比べて最初はあれかなと思い見ますが、毎日見ると動きがわかり確信できました。今年は 8 月にみずがめ座で衝になりますので、また見てみようかと思っています。



(撮影データ) 2021年3月8日 21:19、9日 21:10、10日 21:07
ペンタックス DS2、SMCT135mmF2.5(F3.5)、露出 15~20 秒、ISO200
EM-1 赤道儀ガイド、フォトショップエレメント9で3枚合成、画質調整
撮影地：豊中市

小惑星の話題ふたつ

作花一志（京都情報大学院大学）

小惑星 Sagano が誕生しました。もちろん嵯峨野にちなむ名前で、今や桜と紅葉鑑賞で休日は大賑わいですが、平安時代から貴族たちの別荘地で、平家物語や百人一首ゆかり史跡がいたるところにあります。

この度、発見者の小林隆男さん（群馬県大泉観測所）に国際天文連合への命名申請をお願いして認定されました。約 3.3 年で公転していて、サイズは不明ですが明るさから約 3 km と推定されています

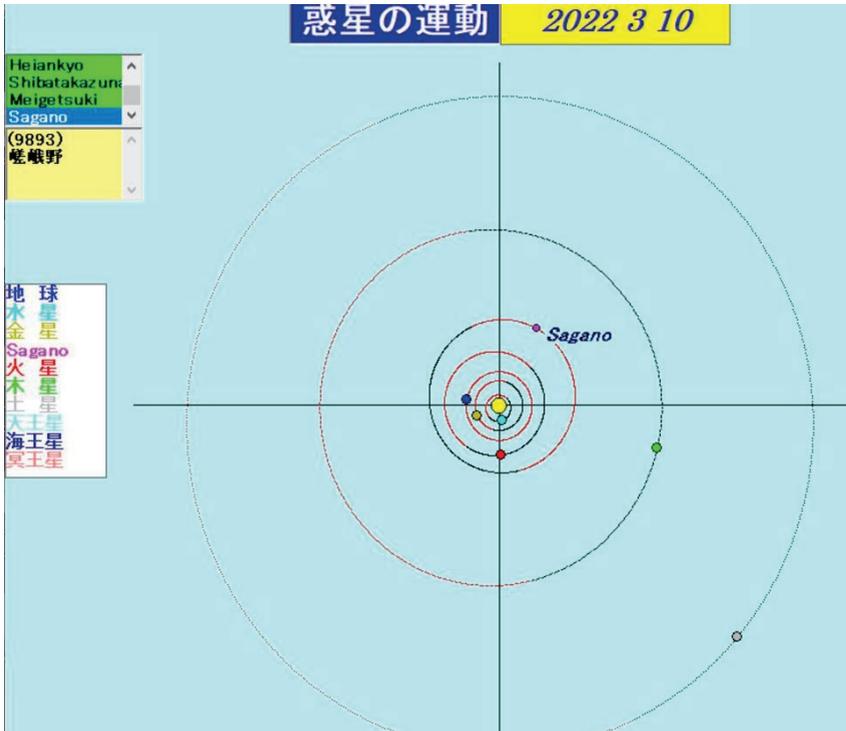


図1 軌道図 内側から水星金星地球火星 Sagano 木星土星で、軌道要素など詳しいデータは[1]による。

小惑星の話題ふたつ

さてもう一つは物騒な話です

3月11日にまたもや小惑星落下が起きました[2]。幸いなことに落下地点は北大西洋で被害はありませんでした。小惑星は大気圏衝突時にほぼ破裂してしまい、残った破片は海に落下したようです。

小惑星は地球衝突の数分前に正式に小惑星「2022 EB5」として命名され登録を受けました。そして発見からわずか2時間後に地球大気圏に突入したのですが、その瞬間は観測されていません。

今回は、地球落下前に観測された5番目の小惑星になるそうです[3]。

小惑星番号	2008 TC3	2014 AA	2018 LA	2019 MO	2022 EB5
絶対等級.	30.4	30.9	30.6	29.3	32.2
サイズ	4 m	3m	3 m	~ 5 m	2m
発見時	2008/ 10/6	2014/ 1/1	2018/ 6/2	2019/ 6/22	2022/ 3/11
落下点	スーダン 砂漠	大西洋	ボツワナ	カリブ海	北大西洋



図2 2008TC3 落下直後のスーダンの空[4]

これらほとんどは海に落ちたので落下隕石が見つかることは稀です。しかし事前に観測はされなかったけど

1908年6月30日 シベリア ツングースカ ~50m

2013年2月15日 ロシア チェリャビンスク ~17m

は大被害をもたらしました。

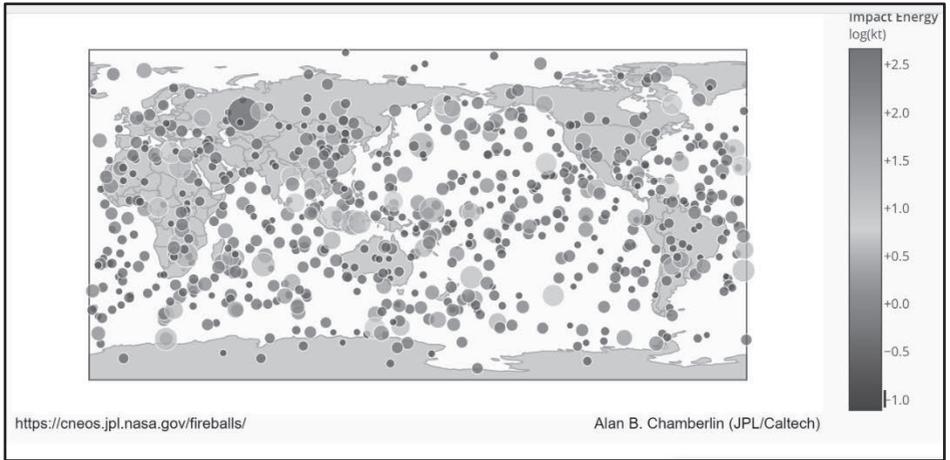


図3 1988年から2021年までの大隕石落下マップ[5]

さらに1988年4月15日から2022年1月11日までの落下は図3のようにたくさん起こっています。陸上・海上を問わず地球上のいたる所に、日本辺りにも落下しています。シベリア西部の大きい丸印は2013年の事件の落下点ですが、図の中央上端、カムチャッカ半島の東海上の印は2018年12月18日に落下した地点です。この事件は誰にも気付かれませんでした。それを見ていたのは……なんとわが国の気象衛星ひまわりでした。

[4]には各事件の日付、落下地の緯度経度、落下速度、エネルギーなどのデータがExcel形式で収められています。当然2013年の落下事件の値がダントツに大きいです。ほとんどは大気中で燃え尽きてしまうようですが、世界各地に残る「空から燃える石が降って来た」とか「神の怒りに触れて天からの閃光で亡くなった」という伝承は大隕石落下のこともかもしれません。

参考文献

- [1] https://ssd.jpl.nasa.gov/tools/sbdb_lookup.html#/?sstr=sagano
- [2] <https://nazology.net/archives/106203>
- [3] <https://www.imo.net/2022-eb5-5th-predicted-earth-impactor-asteroid-on-march-11/>
- [4] <https://www.nasa.gov/topics/solarsystem/tc3/>
- [5] <https://cneos.jpl.nasa.gov/fireball/>

冬の星雲

中山公彦 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

北関東土浦で撮った冬の星雲画像です。





望遠鏡の焦点距離は 680mm、口径 85mm です

天文宇宙検定

試験日

2022年5月29日(日)

申込締切日:4月21日(木)



第13回

実施エリア

釧路・郡山・小松・東京・松本・名古屋・
京都・岡山・高知・鹿児島

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・株恒星社厚生閣

協賛 京都産業大学・千葉工業大学・東京都市大学・

株ビクセン・丸善出版株・明星大学

後援 株セガトイズ・(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▶ <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)天文宇宙教育振興協会

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



日本最大級の環境試験設備

《筑波宇宙センター 環境試験設備等の運営・利用拡大事業》

ものづくり産業の発展を支援

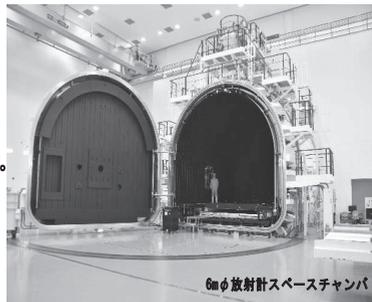
筑波宇宙センターの環境試験設備(18設備)、
建屋(10建屋)および敷地を使用して、
宇宙分野に限らず様々な分野の環境試験、
機能・性能試験および検証試験を行います。

AES 株式会社 エイ・イー・エス

〒305-0032 茨城県つくば市竹園1-6-1

TEL 029-855-2001 FAX 029-855-9815

HP:<http://www.aes.co.jp/>



6mφ放射計スペースチャンバ

事務局からのお知らせ

この冬はたいへん寒く、厳しい日が続きました。また、東北などでは地震が相次いで発生しました。さらに、遠くウクライナの地では戦争が起こり大変な惨禍を被っています。また、京都府をはじめ、全国 18 都道府県に出されていた新型コロナウイルスまん延防止処置は 3 月 21 日に解除になりましたが、まだまだ予断を許すものではありません。

しかし、春は一步一步着実に近づいています。

第 92 回天体観望会「太陽」をオンラインで実施した 3 月 27 日には、快晴の下、天文台のサクラの蕾が急にふくらみはじめました。

そして、天文台本館の階段のすき間にはほんとうにちいさなスマイルが太陽の光をいっぱいに浴びて咲いています。

この春からこそ皆さんの笑顔を観望会などで拝見したいと願っております。ご参加のほど、どうぞよろしく願いいたします。

今後の予定

- | | |
|--------------|----------------------|
| 4 月 29 日 (祝) | 第 93 回花山天体観望会「太陽」 |
| 5 月 21 日 (土) | 第 94 回花山天体観望会「星雲と星団」 |
| 6 月 5 日 (日) | 第 15 回通常総会、第 28 回講演会 |

編集後記

今月号には会員ご自身が撮られた天体画像をたくさん送っていただきありがとうございました。多くの星雲・銀河の画像を載せることができました。特に都市光の中で eVscope による撮像は驚異でした。

次号の原稿締め切り日は 6 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くださるようお願いいたします。

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

eVscopeで撮られたかに星雲



NPO法人花山星空ネットワークへの入会方法

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い。

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

2022年3月31日発行