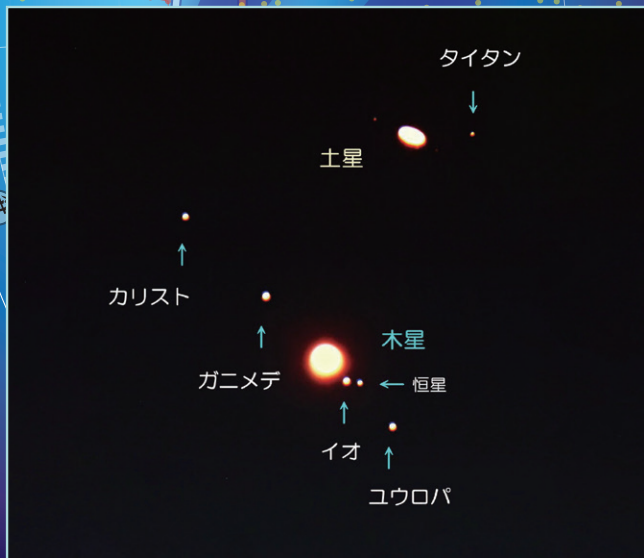
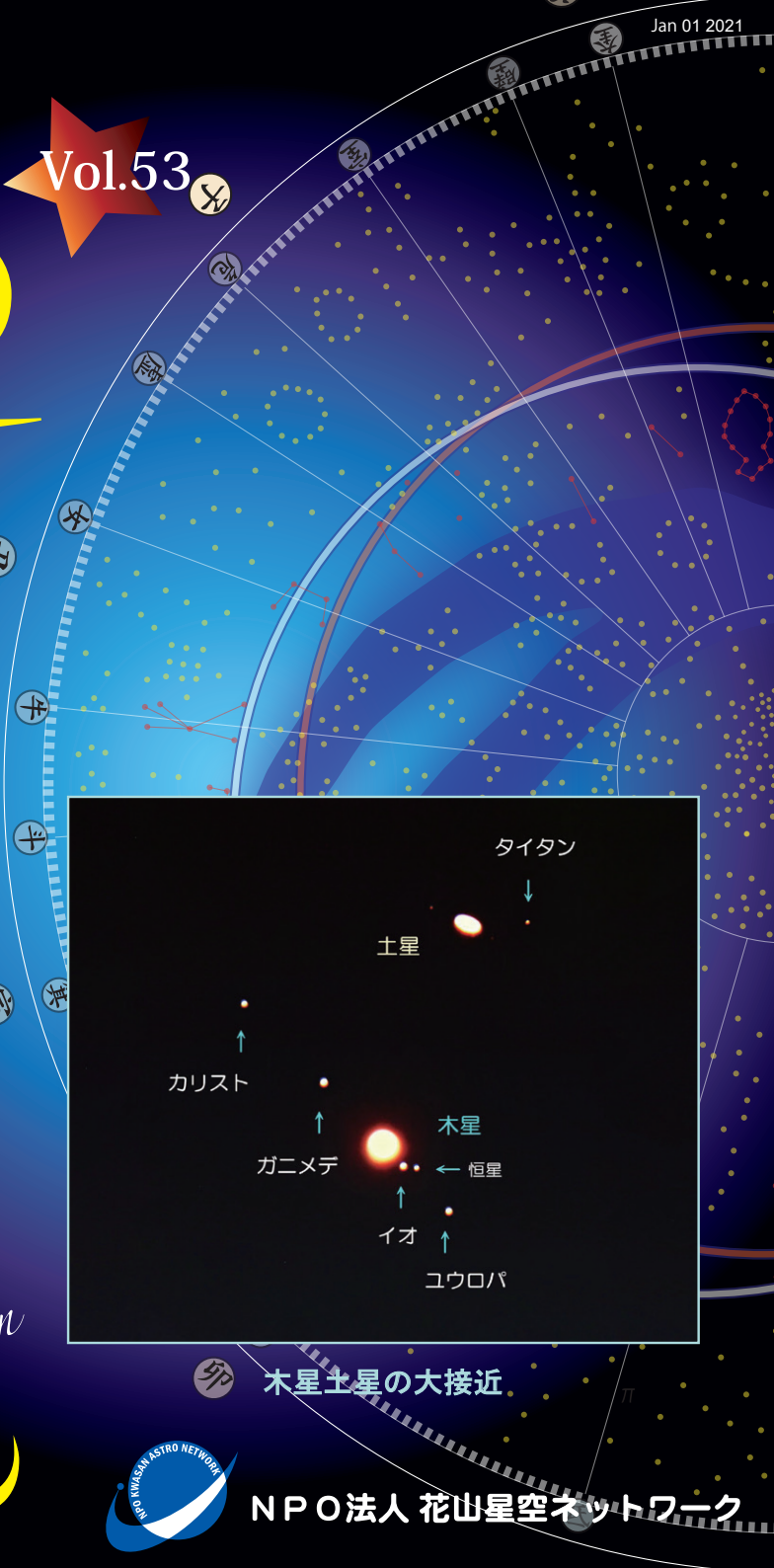


会報

Vol.53

あそびん astronom



木星土星の大接近



NPO 法人 花山星空ネットワーク

## あすとろん 第 53 号 目次

年頭所感	西村昌能	1
木星と土星の大接近	秋田 勲	2
木星・土星の超接近	茶木恵子	7
木星土星大接近+三日月	永田利博	9
木星・土星の超接近を観測	高尾和人	11
木星土星の大接近と3連会合	作花一志	14
第 25 回講演会	上善恒雄	16
超巨大ブラックホールの起源	細川隆史	22
京都千年天文街道 10 年の歩み	青木成一郎 小山勝二	26
2020 年度天体観測指導者養成講座報告	西村昌能	29
花山天文台広場に舞う『虹羽蝶』	遠藤恵美子	33
花山天文台今昔【9】 ザルトリウス望遠鏡	黒川宏企	35
2020 年の天文学宇宙十大ニュース	編集子	41
野口宇宙飛行士搭乗の ISS	中川 均	43
半影月食	茶木恵子	45
晩秋の火星と月	秋田 勲	46
お知らせ	事務局	

表紙画像 木星土星の大接近  
秋田勲氏提供 p2 の記事参照

裏表紙画像 花山天文台上空の日周運動  
永田利博氏提供 8 月 31 日 花山天文台屋上

## 年頭所感

西村昌能 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

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いたします。

昨年、新型コロナと時ならぬ豪雪の中、暮れていきました。その中で、新型コロナでいっばいの不安を吹き飛ばすかのように、「はやぶさ 2」が小惑星「リュウグウ」のかけらを持って 6 年ぶりに地球に帰還しました。また、400 年ぶりともいわれる木星と土星の会合（7 分角の接近）が西空の低い位置であり、肉眼や望遠鏡で見られた方も多かったと思います。

今年も新型コロナで明けましたが、5 月 26 日（水）には皆既月食、11 月 19 日（金）には皆既に近い部分月食が見られます。どちらの月食も欠けて上ってくるもので、低い東空から始まりますが高度 15 度で食が最大となり、観察しやすいと思われます。特に 5 月の皆既月食は 20 時過ぎから 20 分ほど皆既となります。この時は月と地球の距離がたいへん近く、大きく見える月に地球の影が映ります。11 月 19 日の部分月食は京都では、食分 0.978 で 18 時過ぎに食の最大を迎えます。月食というのは、日食同様、太陽－地球－月の位置関係が織りなす天文現象です。月のどちらの方角から欠けていくのか、つまり月が地球の影にどの方角から入っていくのを理解するのはやはり実際の月を観察するのに越したことはありません。当夜は是非、月を眺めて頂ければと思います。

また、昨年の夏ごろから太陽に黒点が現れるようになってきました。太陽黒点数は 11 年の周期で増減し、黒点の多い期間は太陽活動が活発だとされています。しばらく黒点のない時期が続いていましたが、21 年度の観望会では、太陽をしっかりと見ていきたいと考えています。

秋には土星が見ごろになってきます。

最後になりましたが、どうぞ、この一年も健康にご留意されて、星空を楽しまれるようお祈り申し上げます。

## 木星と土星の大接近

秋田 勲 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

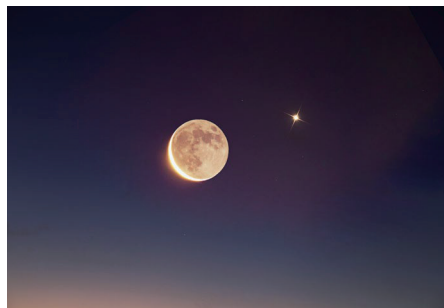
木星と土星が 12 月 21 日～22 日にかけて約 400 年ぶりに大接近した。木星と土星はやぎ座にあるが太陽が沈んでから 1 時間後の南西の空、地平高度は 13 度、望遠鏡では大気の影響をすごく受けることが予想される。12 月に入り記録に残しておこうと望遠鏡光学系、焦点距離、カメラ等のテスト撮影をする、失敗すると次はもうやっこない、次回このように見られるのは 2080 年 3 月 15 日生きている可能性はゼロである。

11 日に望遠鏡でのぞくと同一視野に木星の模様・衛星と土星の環・衛星が一緒に並んでいる姿を見て感動した。初めての経験である。

デジタルカメラでは、光度差があると木星に露光を合わせると土星が露出不足になってしまう。人間の目の良さのようなラチチュードの幅がないので、結局、デジタルカメラ 3 台と CMOS カメラで撮影することにした。

12 月 13 日、新月 2 日前の明け方の空で月齢 27.7 の月と金星が並び美しい。新月 1 日後の 16 日には月齢 1.7 の月が夕焼け空に見えていた。月の傾きが新月を挟んで左右対称になっていて面白い。

- ・ 左側 月 (月齢 27.7) と金星のランデブー 12 月 13 日 06 時 4 分  
ε 180ED (f=500mm) Canon6D t=2s ISO800
- ・ 右側 月齢 1.7 の月 12 月 16 日 17 時 59 分 ε 180ED Canon6D



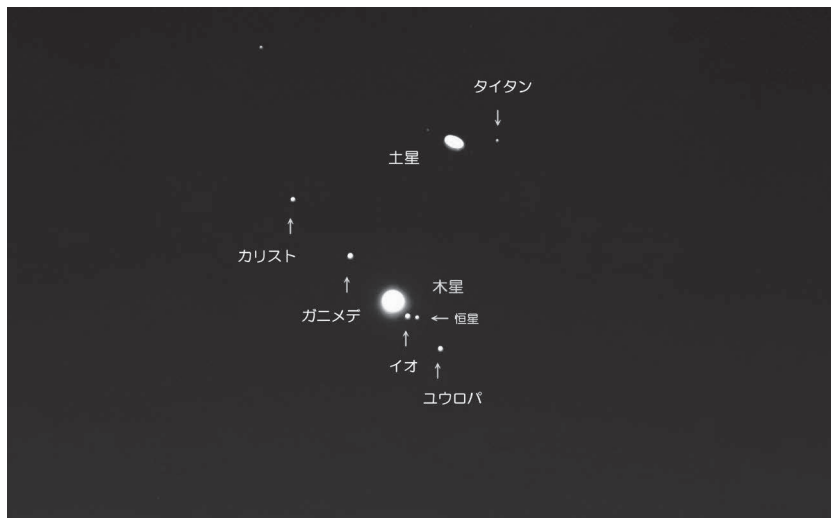
17日には月齢2.7の月が木星と土星の南約4度を通り過ぎていく様子が見られ、晴天に恵まれてなかなかの眺めであった。



- ・上 夕暮れの木星・土星・月 12月17日 17時38分 Canon6D F5.6  
f=80mm 露出5秒 ISO800
- ・下 並んだ木星・土星・月 12月17日 17時48分 Canon6D F6.7  
f=200mm 露出8秒 ISO400

## 木星と土星の大接近

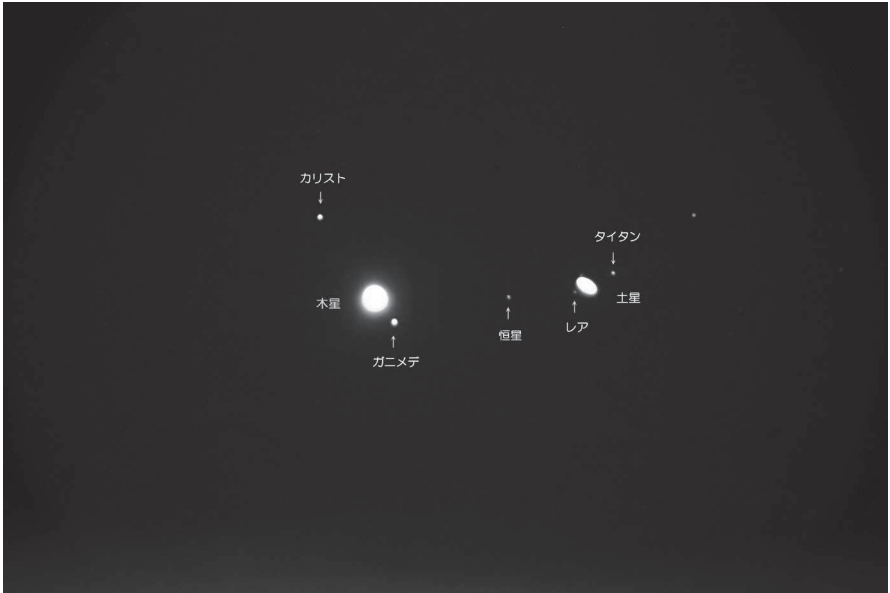
もっと近づけば高倍率ではっきりしてくる21日から22日が待ち遠しい。幸い天気も良く両日とも記録に残すことができた。



木星・土星と衛星 12月21日17時53分 C14 (f=3910mm) Canon6DIS01600



木星と土星の接近 12月21日17時35分 口径102mm (900mm) ZWOASI290MC



木星・土星と衛星 12月22日18時1分 C14 (f=3910mm) canonn6DIS01600



木星と土星の接近 12月22日19時9分 口径102mm (900mm) ZWOASI290MC+IR



# 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

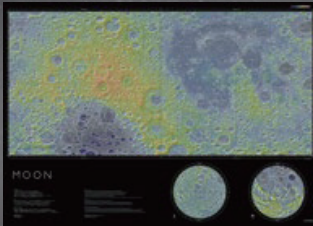
<http://www.nishimura-opt.co.jp>

【事業内容】望遠鏡・天体観測機器製造



日本の探査機「かぐや」による観測データを使用した  
高精細な情報が盛り込まれた月面図と月球儀

WATANABE



KAGUYA 月面図 ¥1,500+税  
ユポ紙 103cm×72.8cm (クリアケース入り)



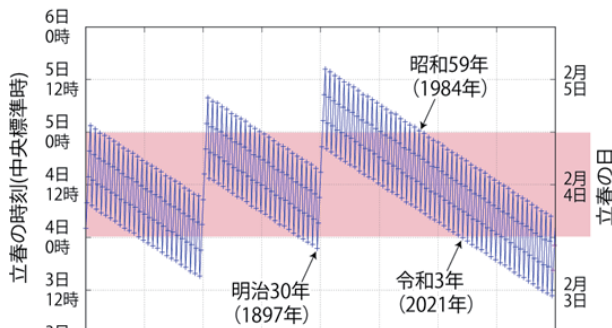
月球儀 KAGUYA ¥15,000+税  
球体30.5cm (1,140万分の1)、透明アクリル台

創業83年 (株) 渡辺教具製作所 ☎(048) 936-0339

[www.blue-terra.jp](http://www.blue-terra.jp)

2021年は立春が2月3日23時59分で節分は2日になります。2月2日の節分は1897年(明治30年)以来のこと124年ぶりです。24節気の時刻は1太陽年365.2422日と暦の1年365日との差(約6時間)ずつ遅くなりますが、閏年の調整では4年前より少し早くなります。下図は立春の時刻の変化です。

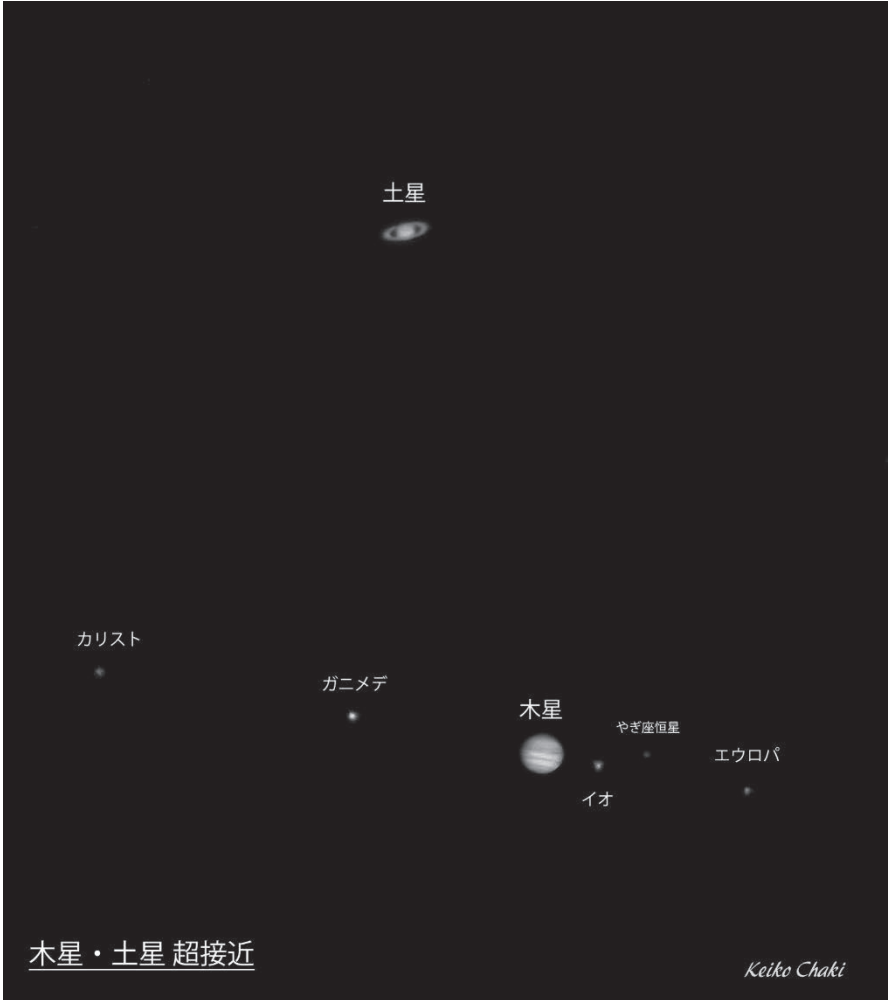
[http://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/topics/html/topics2021\\_2.html](http://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/topics/html/topics2021_2.html)





## 木星・土星の超接近

茶木恵子 (NPO 法人花山星空ネットワーク、子ども達に星を観せる会)



## 木星・土星の超接近

12月21日(月)に、木星と土星が視野6分まで接近するという、激レアな天文現象がありました。望遠鏡の同一視野の中に、太陽系最大の2つの巨大惑星が入っている様は、天文ファンにとっては、夢のような光景と言えるでしょう。望遠鏡を覗くと4つのガリレオ衛星の広がる距離より近い距離に土星とその環がはっきり見えて、とても感動的でした。(これが、ホントのわくわく感!(^o^);)

木星土星がこの距離まで近づいて見えたのは、397年前と聞きます。400年前と言えば、ガリレオが口径5cmほどの小さな望遠鏡で天体観測をしていた頃で、当時の望遠鏡は極めて珍しい物で一般の人達は望遠鏡を覗くような事はなかった事を考えると、私達が小さな接眼部の中に木星土星と衛星達を同時に見る事は歴史的な体験だと思いました。

さて、撮影は自宅のベランダで行いましたが、エアコンの室外機が望遠鏡の前下にあり、筒先に風がガンガン当たる始末で、惑星が酔っ払ったように、ぼよぼよにゆらめいて見えるので、この日だけは、エアコンを消して欲しいと家族に頼み込み、何とか気流も抑えられました。また、木星とガリレオ衛星、土星では、明るさが全く違うので、露出を変えて撮影し、それぞれに適したものを重ねて、一枚にしています。

データ：2020/12/21 18:10 前後

Pentax 105 SDHF (焦点距離 700mm)

+ Nikon TelePlus 1.4 倍 + ZWO ASI385mc + IRcut filter

架台：タカハシ EM200



おまけの写真

沈む月・木星・土星

12/17には細い月と木星・土星が、ほぼ同時に沈んで行きました。

2020/12/17 19:09

Canon SX-70

コンパクトカメラ

F5.6 ISO3200

1/10 秒

## 木星土星大接近 + 三日月

永田利博（関西天文同好会）

12月17,18,21,22日に年末のイベントを花山天文台で観測しました。4日とも天気は雲が有りながらでしたが出来ました。今回のイベントは南西の空低い所で夕方に起こるので本館屋上に機材をセットして行いました。17日は月のそばに木星土星が0.5度程の間隔でザートリウドームの上に並んでいるのを30mmの標準レンズ(ソニーα6500)で撮りました(写真1)。この日は7cmf400mmでZWO(ASI294MC)カメラのテスト撮影、同一視野に木星土星を捕らえることができました。18日は15cmf1800mmでテスト撮影、2星が接近して来ているのを視野内に捕らえられました(写真2)。21,22日は15cmf1800mm+2倍バローレンズf3600mmで大接近中の木星土星を捕らえました(写真3、4)。



写真1：12月17日17:21 花山天文台本館屋上からf30mmF2.8 ソニーα6500で撮影。ザートリウドームの上に二日月、そのすぐ右上に木星と土星が写っています。

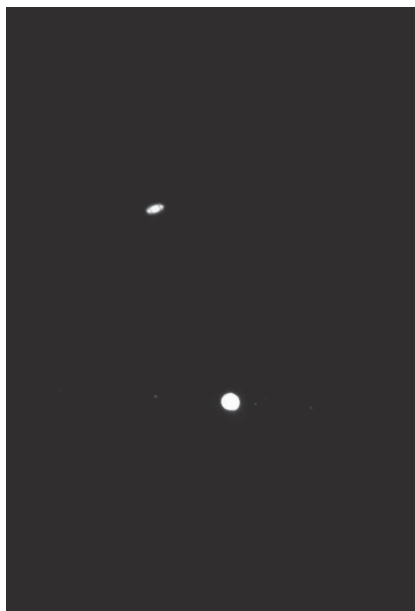
## 木星土星大接近+三日月

木星,ガリレオ衛星、土星の輝度差が激しく、ZWOカメラに慣れていなかったこともあって上手く撮れていませんし、シーイングも悪く今後課題を残しましたが、200倍のアイピースの視野に土星と木星、ガリレオ衛星が綺麗に見えたのは感動的でした。

写真2(右):12月18日15cmf1800mm  
でテスト撮影。  
右下が木星で左上が土星。

写真3(下左):12月21日15cmf3600mm  
+2倍パーローレンズで  
撮影。

写真4(下右):12月22日15cmf3600mm  
+2倍パーローレンズで  
撮影。



## 木星・土星の超接近を観測

高尾和人 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

花山天文台から木星・土星の超接近の日程が詳しく知らされ、前回は 397 年前であったこと、次回は 60 年後の 2080 年とのこと。私の年齢からすると次回は天国から見ることになるので生涯 1 度のチャンスを写真に残したいと決断。

観測日程を 19 日から 23 日の 5 日間とし、ゴルフも麻雀もすべて断り、観測のために揃える物や天文機器、カメラなども点検して待つことにした。

後は天気次第、私は概ね天気男なのですが、今年の 9 月は楽しみのゴルフが雨で全て中止している。10 月、11 月も不順な天気が多かったので、観測日の 5 日間は天に祈るのみ。ゴルフは太陽が出なくて雲一面でもプレーができるが、観測は曇りでも駄目。そう思うと観測日は良いところ 2 日間と腹を括っていました。



写真 1 : ドーム外観  
ACM2.6m 協栄産業 マウナケア



写真 2 : ドーム内部。窓には自作の折り畳み網戸を設置し、真夏日に小型のクーラと共に内部の室温を落としている

いよいよ 19 日となり観測時間は 16 時半開始で 18 時終了と決めていました。自宅が西山に近いので終了は 18 時としたのです。天気は良いし観測地点に雲も無い、外はまだ少し明るいですが赤道儀を木星に向けると 16 時半からでも見えた。17 時少し前から幾度も撮り始めるがズームの倍率は 33 倍であることを忘れ、次第に周りは暗くなり、少しずつシャッタースピードと ISO を変化させ撮る度にモニターと撮れた写真の見比べや構図を考えた。写真撮影の未熟な私には、ただ写っていたらそれで良いと言うカメラマン

## 木星・土星の超接近を観測

なので次第に開き直り、気がつけば1時間が経過、この間、倍率を変えたりアイピースを変えたり、何もトライしなかったことを悔やみましたが、後の祭り。明日も挑戦してみようと自分に言い聞かせ、メモリーカードを持ってPCに直行。

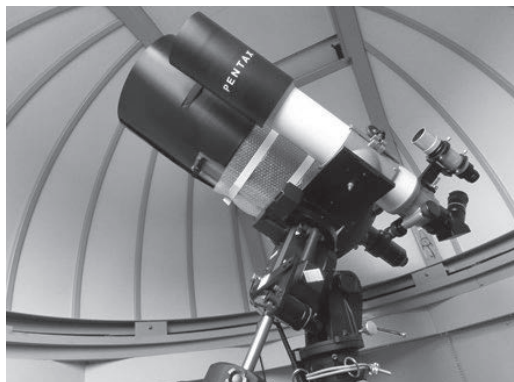


写真3：セレストロン C14 反射望遠鏡と  
ペンタックス SPD125 屈折望遠鏡。  
赤道儀は Sky-Watcher EQ8 go to 赤道儀



写真4：(右)今回写真撮影に使用した  
アイピース Hyperion 8—24mm Click stop Zoom  
(左)MASUYAMA 80mm 52度日本製

再生してみて気づいたのは、意外と撮影振れが無いこと、意外と被写体が小さいこと。小さい被写体だがプリントアウトする際にバックを少しだけ明るい灰色にして印刷すると木星の月が意外とはっきり並んでいるのも確認できる。写真の小さいことから明日以降はセレストロン C14(口径 35 センチ)に変えようかと思いましたが、やはり 5 日間とも同じ鏡筒で撮影する方が比較し易いと思ったので続行。

20 日も前日と同じ手順で倍率を 50 倍に引き上げた。木星の月が少し弱いが、3 個の月が写っていた。土星は辛うじて土星と判断できる。



写真5：12月19日17時37分、1/4秒、  
ISO 12800、倍率33倍、Pentax125SPD



写真6：12月20日17時37分、1/15秒  
ISO 6400、倍率50倍、Pentax125SPD

21 日 16 時頃までは観測エリアに雲が多く観測はできないかも、と思っていましたら見る見る内に雲は消えて支障なく観測可能となり、倍率を 100 倍にして撮影、木星の月は 4 個まで写っている、そして土星がはっきりと分かり木星と土星の上下角は左にあり、明らかに狭くなっているではないか。

22 日、前日と同じく午後早くから観測エリアに雲が多く集まり、今日こそは駄目かと思い、ウォーキングに出掛ける。北に向かって歩きますが、振り返り、振り返り観測エリアの雲を睨んでいました。ある距離で U ターンして帰宅方向が南になるので、観測エリアの雲の流れる方向を監視すると観測エリアから離れて行くので、16 時過ぎの空に期待しながら帰宅。観測ドームに入りますと観測エリアに雲が無い、大ラッキーに万歳。

21 日と同じ 100 倍の倍率で撮影。木星の月は 1 個だけ、しかし、木星と土星の上下角は右にあり角度幅も大きくなっている。最短の距離で土星は木星の垂直下を通過して離れた。その時間が午前 3 時だったことが推測できる。これを見たら明日はもっと離れるので満足。明日の観測で最終確認と嬉しくなりました。

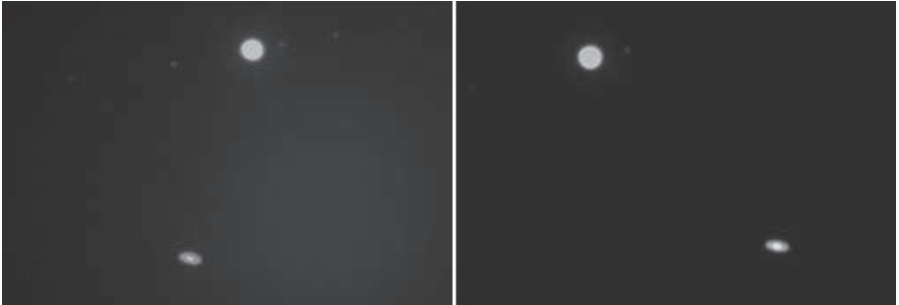


写真 7：12 月 21 日 17 時 24 分、1/4 秒、ISO 12800、倍率 100 倍、Pentax125SPD

写真 8：12 月 20 日 17 時 34 分、1/4 秒 ISO 12800、倍率 100 倍、Pentax125SPD

23 日、この日は午後から天気が悪く全天の南側半分近くは雨雲でなく高層雲で雨は降らないが、風で雲が移動する様子もない。16 時にドームに入り観測エリアを見ましたら雲はほとんど変化せず停滞。今日こそは駄目だろうと思いつつも僅かの期待を持って度々観測エリアを見ましたが、18 時となり変化もなく、断念。大変重要だった 21 日と 22 日が観測できて心は満足でした。

5 日間の観測が終わり反省すべき点は、カメラと機器の取り扱いと性能をもっと熟知しておくことが大切と痛感。

## 木星土星の大接近と3連会合

作花一志（京都情報大学院大学）

12月21日に400年ぶりに木星・土星が0.1度まで大接近すると大きな話題になりました。あいにくと観望できるのは日没後の短時間だったので筆者はチャンスを逃しましたが、会員のみなさまからきれいな写真を投稿していただきました。

木星は約12年で天空を1周しますから1年に $360/12=30$ 度ずつ東へ進みます。同じく土星は約12度ずつ進み、両星の角距離は1年につき $30-12=18$ 度離れていきます。そして $360/18=20$ 年で再び会合することになります。従って木星・土星の接近は約20年毎に起こり、かなりありふれた現象です。

では20年前、40年前、60年前はどうだったのでしょうか？また20年後、40年後、60年後は？

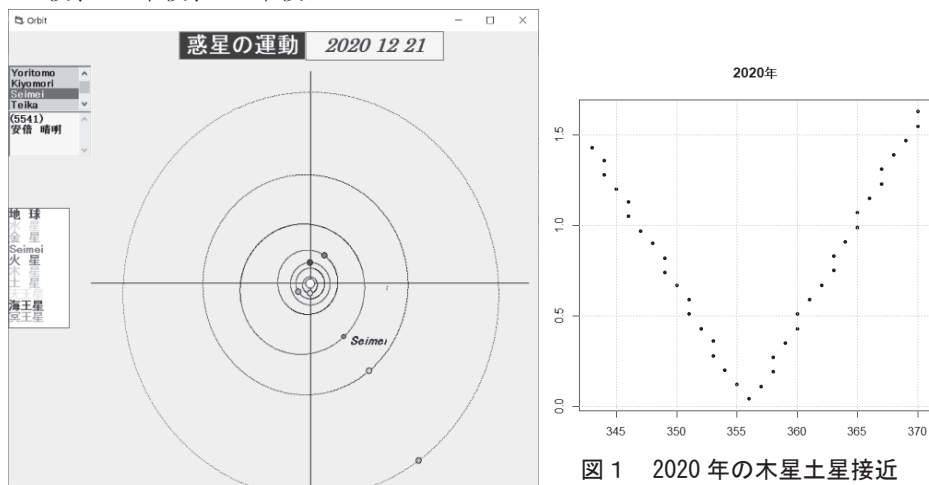


図1 2020年の木星土星接近

図1の左は2020年12月21日の惑星配置で外側の2つの軌道が土星と木星によるものです。内から3番目の地球とこの2惑星は直線状に並んでいます。右図は1月1日からの経過日数に対する両惑星の離角(度)をプロットしたものです。日付356で最小になることがわかります



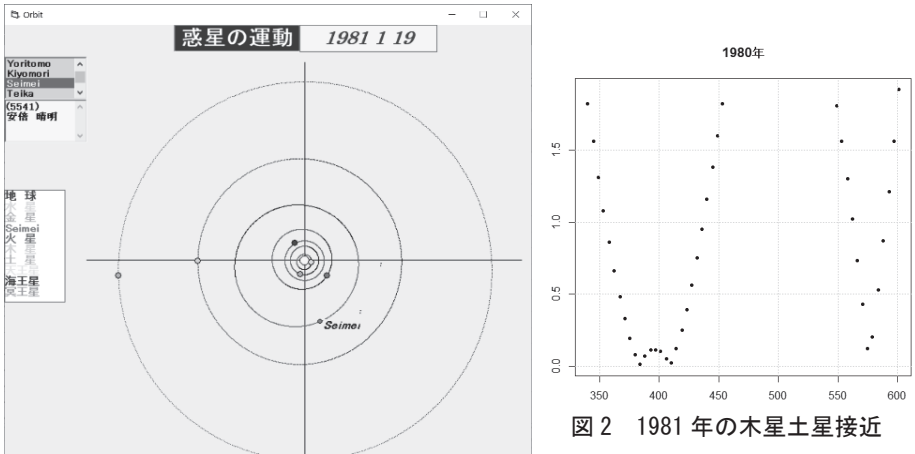


図2 1981年の木星土星接近

図2の説明は図1と同じですが、右図で極小が3回起こっています。これは両星の接近が3回起こる（1月19日、2月14日、7月29日）ことに対応します。両星はこの1年間近づいたり離れたりにしているように見え、3連会合と言われる非常に珍しい現象です。木星土星の接近は今世紀中に2040年、2060年、2080年、2100年にも起こりますが、3連会合は起こりません。1800年～2300年間に起こる3連会合は1821年、1940年、1981年、2279年のみです。

なお古い話ですが紀元前7年にこの3連会合が起こり、それがイエスの誕生時に現れた「ベツレヘムの星」だという説をケプラーが提唱しました。聖書の記述を科学的に検証したのはこれが初めてででしょう。東方の博士は6月の1回目の会合が救世主の誕生の予兆と知って西へ旅し、12月の3回目の会合の時に赤子のイエスに出会ったというわけです。

「ベツレヘムの星」の候補はたくさんありますが、ケプラーはどんな計算をして3連会合を見つけたのでしょうか？

## 第 25 回講演会

上善恒雄 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

第 25 回講演会が 12 月 6 日日曜日に、Covid19 対策で Zoom を用いたオンラインで開催されました。

### 1. 宇宙の始まりと最初のブラックホール誕生



柴田一成名誉教授の司会で、細川隆史先生からご講演を頂きました。細川先生は林忠四郎先生の研究室ご出身で新進気鋭の研究者です。堺市出身で子供の頃から天文少年だったそうです。京都大学総合人間学部から理学研究科に進学、学位取得

後、NASA ジェット推進研究所、国立天文台、東京大学理学系などで研究し、現在は京都大学物理学第 2 教室天体核研究室の准教授です。

2019 年に世界中の望遠鏡が連携する Event Horizon Telescope により

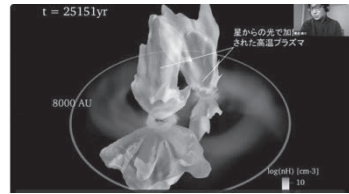
ブラックホールをついに見ることができました。ブラックホールは宇宙にたくさんありますが、そのうち太陽の 100 億倍ぐらいの質量を持つ大きな部類のもので M87 の中心にあるものです。2020 年のノーベル物理学賞は Roger Penrose, Reinhard Genzel, Andrea Ghez の 3 人でブラックホールを研究しています。Andrea Ghez 博士は UCLA Galactic Center で、我々の銀河系の中心を何年も観察して、太陽系サイズの領域に太陽の 400 万倍の質量があり、超巨大ブラックホールだろうと結論されました。

重力波も話題になりました。アインシュタインに「時空のさざなみ」として予言されたものです。理論が提唱されてから 100 年間、検出の努力がなされた末に 2015 年によりやく発見され、これもノーベル賞に結び付きました。アメリカの LIGO(Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory)や日本の KAGRA(KAmioka, GRAvitational)などが協力して観測しました。重力波は時空の波です。通常では位相が揃っているレーザー波がずれることで重力波を観測しました。これまで 50 例ほどのブラックホール同士の合体を検出しています。

地球の質量が 1 円玉ぐらいになればブラックホールが誕生します。重い星が一生の終わりに超新星爆発を起こしてブラックホールになります。トランプジウムを電波で見ると星の材料となるガスが見えて、近赤外線で見ると

と生まれたばかりの星の集団がそのガスを照らしているのが見えます。星は生まれたり死んだりを繰り返していてブラックホールが誕生することもあります。ガスから星に、星が爆発してガスになるという繰り返しの遡るとビックバンに辿り着きます。138 億光年の光や電磁波を観測するとビックバンの状況がわかります。それを観測したものが宇宙マイクロ波背景放射で、宇宙初期の物質密度分布の揺らぎの名残になっています。その揺らぎを初期条件として、重力理論、流体力学、量子力学を駆使してコンピュータでシミュレーションすることで今の宇宙大規模構造を計算できます。

そこで宇宙最初の星、つまり宇宙の一番星がいつどこで出来たかも原理的には計算できるはずですが。巨大な望遠鏡を使ってその星を探す計画もありますが、その前にコンピュータで宇宙最初の星を作る計算実験をしています。星が出来る時も重力波を出すような連星もできるでしょう。トラペジウムはラテン語で台形を意味していて、確かに台形のように見えますが、詳細に見るとそれぞれの星は連星になっています。宇宙の一番星を計算するシミュレーションでは太陽の五十倍ほどの重さの連星が出来てくる様子が再現できました。



太陽の 100 億倍もあるようなブラックホールがなぜ出来たのかは謎です。キューサー(Quasi Stellar Objects)は発見当初は星として考えられていましたが、実は銀河の中心部でブラックホールに吸い込まれていく高温ガスがものすごく明るく輝いているものです。ビックバンからわずか 10 億年後には非常に明るいキューサーが出来ていることがわかりました。結構早い時期に超巨大なブラックホールが出来ていたということです。どうやってそんな早い時期にこの規模のブラックホールができたかは謎です。しかし、きっとこの規模のブラックホールも衝突して重力波を発生しているはずですが。超巨大なブラックホールの衝突で発生する重力波の波長はとても長いので、地球上の EHT では観測出来ません。地球の公転とともに動く 250 万 km 離れた衛星を使った宇宙規模の望遠鏡、LISA(Laser Interferometer Space Antenna)が数十年前から計画されています。恒星質量でも超大質量ブラックホールは宇宙最初の星の誕生と密接に関係しています。重力波天文学が急速に発展しているため、この分野で新しい研究ができるようになりました。

## 質疑応答

Q: ベテルギウスが超新星爆発するとブラックホールになりますか。

A: 半月ぐらいの昼間でも見られるぐらいの超新星爆発にはなるでしょう

けど、ブラックホールになるには太陽の 30 倍ぐらいの質量とは言われている。厳密に境目があるわけではない。

Q: いまだによくわかっていないダークエネルギーやダークマターを抜きにして宇宙進化のシミュレーションはできるのでしょうか？

A: なぜあるのか何ものなのかはわかっていなくても、ダークマターなどの存在はわかっているのでそれを前提に計算には含めています。

Q: 合体の発生頻度はどれくらいでしょうか？

A: 恒星質量ブラックホールは今や重力波で週一回のペースで見つかっている。最近スマホアプリ (Gravitational Wave Events) があって、「今観測された」という情報が入る。超大質量ブラックホールは年一回ぐらいから、LISA (リサ) では月一回ぐらいで観測されるように設計されている。

Q: ブラックホールの一生などを研究している人はいるのですか？

A: ブラックホールは死んでいるので一生は無い。蒸発するにもここでお話ししている超大質量では蒸発するにも時間がかかる。ブラックホールが超大質量ブラックホールに成長する過程を研究している人はいます。

Q: 初代連星誕生の動画をもう一度見たい。感動した。

A: 初代星連星誕生の動画を含む参考ページ

<https://www-tap.scphys.kyoto-u.ac.jp/~hosokawa/research.html>

## 2. 京都千年天文学街道 10 年の歩み

作花一志先生の司会で、青木成一郎先生と小山勝二先生にお話し頂きました。青木成一郎先生は京都大学理学部附属天文台天文普及プロジェクト室室長で京都情報大学院大学准教授です。小山勝二先生は京都大学名誉教授で物理学がご専門で 1006 年の超新星の X 線観測により数々の賞を受賞されています。

前半は青木先生からの概要説明でした。京都千年天文学街道は、明月記に記録された超新星の記録をもとに天文観測と天文学研究の繋がりに注目し、関連遺物や史跡を街道で繋ぐというアイデアを 2008 年に小山先生が発案されました。2011 年には総務省の情報通信技術地域人材育成・活用事業の支援を受けて、コンテンツや ICT 機器の整備を行い、街歩きツアーとして実現しました。ちょうど、はやぶさの帰還が話題になっていた頃です。先日の NHK のコズミックフロント

☆NEXT で取材された時には安倍晴明がテーマになり花山天皇退位のストーリーが中心に紹介されましたが、安倍晴明神社から始まり、真如堂、清閑寺、元慶寺、花山天文台などをめぐるコースなど、11 のコースを設定、英語でも案内を行っています。

明月記コースでは、安倍晴明の天文博士としての業績を中心に紹介しており、藤原定家が明月記に記録した 3 つの超新星爆発をテーマにしてストーリーが作られていて最新の X 線天文学につながります。

京大花山天文台ハイキングコースは元慶寺などで花山天皇退位に関わる安倍晴明の話を紹介し、山の上の天文台で現代の太陽研究を紹介します。

暦合戦コースは、映画にもなった小説「天地明察」で話題にもなりましたが、江戸時代に日本人で初めて暦を作成した渋川春海に関わる場所を巡ります。日頃は見学できない梅林寺や円光寺の天文台跡、渋川春海が自作した天球儀が所蔵されている大將軍八神社などを巡ります。歴史系のガイドと天文学の専門家である天文博士と一緒に京都を歩きますが、天文博士は小山勝二名誉教授、柴田一成名誉教授らのご担当頂いています。ツアーの他に京大総合博物館などを会場にアストロトークという講演会も開催しています。活動を始めてから 10 年。当初 3 コースで始めてから、現在は 14 コースに拡大、論文発表や国際ワークショップ、京都府下の中学校や教員むけに理科教育の一環としての活動にも広がっています。コロナ禍でアストロトーク（講演会）は休止中ですが、3 月になればツアーを再開する予定です。 <http://www.tenmon.org> で案内しています。

続いて小山勝二先生から、京都千年天文学街道の発案者として、関連する歴史と天文学について、平安時代から鎌倉時代の安倍晴明と明月記に関するお話、江戸時代の渋川春海と土御門家に関するお話、最後に現代の小山勝二先生の S N1006 のご研究についてお話し頂きました。

平安時代には宿曜道と陰陽道が流行りました。宿曜道は源氏物語の桐壺に、光源氏の将来を占うために登場します。源平盛衰記には日食が記述されていて、日食のことを平氏は知っていたが源氏にはそういう知識はなかったのが、戦いの最中に日食を見て慌てて逃げました。実際は金環日食だったようです。

祇園祭のちまきには、「私は蘇民将来の子孫である」と書かれています。祇園神である牛頭天王が蘇民将来に親切にされたので、その子孫を疫病から守ってくれるという逸話から来ていて、陰陽師によって広く伝えられ、安倍晴名著「簠簋内伝」にも書かれています。陰陽道はもともと中国の陰陽五行説が起源ですが日本で独自に発展した哲学です。宿曜道は密教の一分野として空海ら留学僧によって伝えられた宗教です。

暦合戦コースでは渋川春海由来の若一神社、円光寺、梅林寺を巡り、大將軍八神社に移動します。この近くには月光稲荷があり、江戸時代に天文台が作られた場所で、伊能忠敬によって日本の地図の起点、子午線0として定義されました。明月記コースは晴明神社からスタートし、晴明の式神が居る一条戻橋、小野小町の碑、乾御門を経て、明月記を所蔵する冷泉家へと続きます。冷泉家の中には入れませんが、門には阿吽の対になった玄武像が載っています。続いて御所の中でお話をします。

安倍晴明は御所の中の中務省の陰陽寮（天文部）で仕事をしていました。明月記には、一条院 1006 年、御冷泉院 1054 年、高倉院 1181 年の 3 つの超新星（客星）が記録されています。天文博士はちゃんとした官職で、部下の天文生が戌の刻（午後 8 時）と午前 4 時に天を観測して、天文密奏として天文博士に報告されていました。3 つの超新星の報告は安倍泰俊朝臣の手紙と共に藤原定家がまとめて明月記に貼り付けました。つまり元祖コピペだったということです。

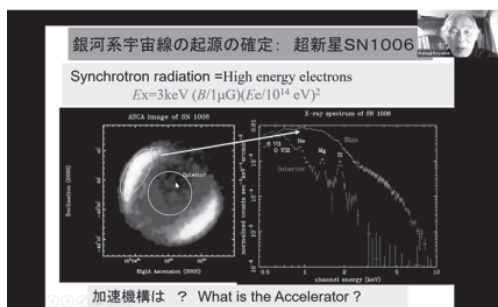
渋川春海は、平安時代から 800 年も無修正で使われていた宣明暦が季節に合わなくなってきた、江戸幕府の命令で暦を改定する仕事をするようになりました。当初、渋川春海は中国 1281 年に制定された太陰太陽暦の授時暦を採用しました。授時暦は世界に先んじて 1 太陽年を 365.2425 日と定めた暦でしたが、北京と江戸では緯度経度が違うので、ズレが生じるため緯度経度の差を補正した上で 1683 年に貞享暦という日本で初めての暦としました。大將軍八神社には、渋川春海が製作した天球儀など古文暦道資料が所蔵されています。土御門家当主の安倍泰邦が 1751 年に梅小路の自宅に天文台を作りました。暦づくりのための圭表という観測器の台石が梅林寺に残っています。また円光寺には渾天儀の台石が庭に残っています。葛飾北斎の「鳥越の富士」には浅草天文台の絵が描かれています。

西三条御前通には幕府が土御門家の天文台と同じ経度の場所に西三条天文台を作りました。月光稲荷神社はこの天文台を守っていたようです。

土御門家は 1600 年に陰陽師をまとめて土御門神道を開き、惑星の楕円

運動を組み込んだ天保暦を作るなどして発展しましたが、明治維新にはグレゴリオ暦に改暦され、陰陽道は明治政府から禁止されました。現在は福井県の名田庄村地区に本部がある天社土御門神道として繋がっています。

藤原定家によって記録され



た超新星 SN1006 を現代の小山先生が観測し、これが銀河系宇宙線を説明する理論の提唱になりました。シンクロトロン放射と言われる現象で、磁場のあるところで電子が光速に近い速度で運動すると、可視光から高エネルギーの X 線まで広いスペクトルの電磁波を発生します。

Q: シンクロトロン放射について説明してください

A: 磁場中を超高速で電子が走ると X 線などの電磁波を出します。

柴田: このご研究が宇宙線の起源の半分を解明されたということで小山先生は仁科賞を受賞されました。

作花: 柴田先生も色々な賞を受賞されました。

Q: 他の国でも明月記のような超新星爆発の記録あるのでしょうか？

A: 中国にはしっかりした記録がありますが、ヨーロッパではティコ (SN1604)、ケプラー (SN1572) の超新星以前はキリスト教の影響もあつてか記録が残っていない。これらの超新星については日本では戦国時代の最中で記録に残っていない。戦争なんかやっていると天文学は栄えない。

作花: 平安時代は平和で文化レベルが高かったということですね。

#### アンケートで頂いたコメントの抜粋

- ・まだまだ知らない世界があると感じました。
- ・生きているうちに超新星爆発を見てみたい。
- ・ブラックホールが異なる視点で見られ、可視化されているのに驚いた。
- ・宇宙誕生の初期から超巨大ブラックホールがあったという謎！  
その謎の解明に期待しています。
- ・超巨大ブラックホールが存在し、重力波の観測が重要なこと、しかも週に一回程度は観測されていること等、驚きでした。
- ・相当なボリュームの話題を説明頂きよく分かりました。
- ・重力波の背景放射が見られるとどんな宇宙論が展開されるのだろう。
- ・トラペジウムの変星を見たのは初めてでしたのでうれしかった。
- ・クエーサーがブラックホール周りの高温ガスの光と初めて知った。
- ・他の地域との連携をとった天文街道も今後ご検討頂きたい。
- ・ネットワークを使った新しい天文街道を期待します。
- ・今後も対面とオンラインを組み合わせた講演会ができるといい。
- ・オンラインなら場所にとらわれない。オンラインだからこそ参加できた。  
オンライン講演会はライブより気軽にコロナの副産物だ。
- ・いつも新しい発見があり楽しみにしています。

そのほか沢山のコメントを頂きました。ありがとうございました。

## 超巨大ブラックホールの起源

細川隆史（京都大学理学研究科 物理学第二教室）

### 1. 超巨大ブラックホール

最近、アインシュタインが一般相対性理論で約 100 年前に予言した“重力波”が初めて直接観測されたことが話題になった。最初の 2015 年の観測でいち早くノーベル賞が与えられた。その後の観測により、宇宙ではブラックホール同士の合体が沢山起っていることが明らかになった。このときのブラックホール質量は太陽の数十倍程度である。このようなブラックホールは太陽の数十倍と質量の大きい恒星が進化したなれの果てと考えられる。核融合を終えて重力崩壊した星の残骸として、最後にブラックホールが残される。これらは恒星質量ブラックホールと呼ばれる。

一方、これらとは別種族のずっと質量の非常に大きいブラックホールが存在する。これが超巨大ブラックホール (Supermassive Black Hole; 以下 SMBH) である。これらの SMBH は少なくとも現在の宇宙では殆ど全ての銀河中心に存在することが観測から分かっている。質量がどれ以上だったら SMBH、という明確な定義は無いが、普通はすでに知られている  $10^5 \sim 10^{10}$  太陽質量のものを指す。例えば、我々の銀河系も例に漏れず、中心部に太陽の 400 万倍の質量を持つ SMBH が存在する。2019 年にブラックホールの“穴”が直接撮像された EHT(Event Horizon Telescope)の電波観測が話題になったが、これは近くの別の銀河の中心にあるブラックホールで太陽の 70 億倍の質量がある。SMBH の存在は様々な方法で観測的に検知できるが、近傍であれば周囲の星の運動を分解する直接的な方法が取られる。銀河系では中心部ごく周囲の星の軌道運動が数十年に渡って詳細に観測されており、SMBH の確実な証拠となった。この研究は 2020 年のノーベル物理学賞を受賞した。

### 2. 宇宙最初の超巨大ブラックホール?

近傍の宇宙では銀河中心部の個々の星を空間的に分解し、その運動の様子から SMBH の存在が分かる。ところが、遠方宇宙で同じ手法は使うことができない。望遠鏡の分解能の限界を大きく越えるし、感度の上でも個々の星の光を捉えることは難しい。しかし、ここでうまく具合にクェーサーという天体を使うことができる。クェーサーは略称で Quasi Stellar Object (日本語で準恒星状天体)を表す。これは元々謎の大光度点源として観測されて



いたのが、後に銀河中心部のごく小領域が銀河全体より明るく輝いていると分かった。この放射は今では **SMBH へのガス降着**が起源になっていると知られている。

今、何かの原因で **SMBH** の重力圏に落ち込んだ軌道角運動量を持つガスを考えよう。中心部に近づくにつれて遠心力が効くのでガスはブラックホールの周囲に円盤状に蓄積される。これを降着円盤と呼び、これが大光度で輝く。ここで起きるのは、円盤ではたらく乱流粘性によって、まず重力エネルギーが熱エネルギーに変えられ、さらに高温になった円盤から放射エネルギーとして出ていく過程である。この放射を我々が見ているのである。

クェーサーは非常に明るいので、超遠方にある **SMBH** の存在を観測的に知ることができる。当然、遠方になればなるほどクェーサーとはいえ暗くなるので、最遠方の天体を見つけることはいつでも難しい。しかし、技術の進歩によって今ではビッグバンから 10 億年以下しか経っていない時代にあるクェーサーも多く見つかりつつある。中心部にある **SMBH** の質量を推定すると、驚くべきことに宇宙年齢 8 億年以下のごく初期の宇宙に、すでに **10<sup>9</sup> 太陽質量を上回るような SMBH が存在することが明らかになってきた**。2010 年代に入って急速に観測が進み、すでにこうした天体が数十例知られるようになってきている。いわば、“宇宙最初の **SMBH**”に迫ることができる時代が近づいてきたのである。

### 3. **SMBH**の起源と宇宙最初の星の誕生

遠方宇宙の観測が **SMBH** の起源にどのような示唆を与えるか、その一つは時間に対する制約である。つまり、10 億年以下の間に、どうやって **10<sup>9</sup> 太陽質量を上回る天体を作るのか、時間が足りるのか**、という問題である。

クェーサーは **SMBH** へのガス降着で輝いていると考えられるので、ブラックホールはガスを吸い込んだぶん質量を増すはずである。そうこうしてブラックホールが成長して **SMBH** になるにせよ、最初の“種”ブラックホールの存在を考える必要がある。ブラックホールは太陽の数十倍とか質量の大きな星が一生を終えた後に残されるのだから、結局この問題は、宇宙のごく初期に一体どんな星が生まれて、その結果何太陽質量の“種”ブラックホールがどれくらい残されるのか、という問題と深く関わっている。

誕生する星の基本的な性質を決めるのはその質量である。我々の銀河系を含む近傍の宇宙では、どのような質量の星がどういう割合で生まれるのか観測によってよく分かっている。およそ太陽程度の星が最も典型的で、星質量が大きくなるにつれてその数は急激に減少する。銀河系では、知られている星の最大質量は太陽の 150 倍程度である。問題はこの描像が宇宙最初の星形成を考えた場合に、どのように変わるかということである。幸運な(驚くべき)ことに、ビッグバン直後の天体形成の初期条件は観測によって

## 超巨大ブラックホールの起源

非常によく定まっているので、理論的な考察によって、こうした初代天体の形成過程に迫ることができる。あまり詳細には踏み込まないが、現在の標準的な描像では、宇宙最初のいわゆる初代星の典型的な質量は近傍宇宙に比べると非常に大きく、およそ太陽の数 10~100 倍の質量になるだろうと言われている。稀な場合を考えると、もっと質量の大きな太陽の 1~10 万倍の質量の星も形成し得るのではないかと議論されている。

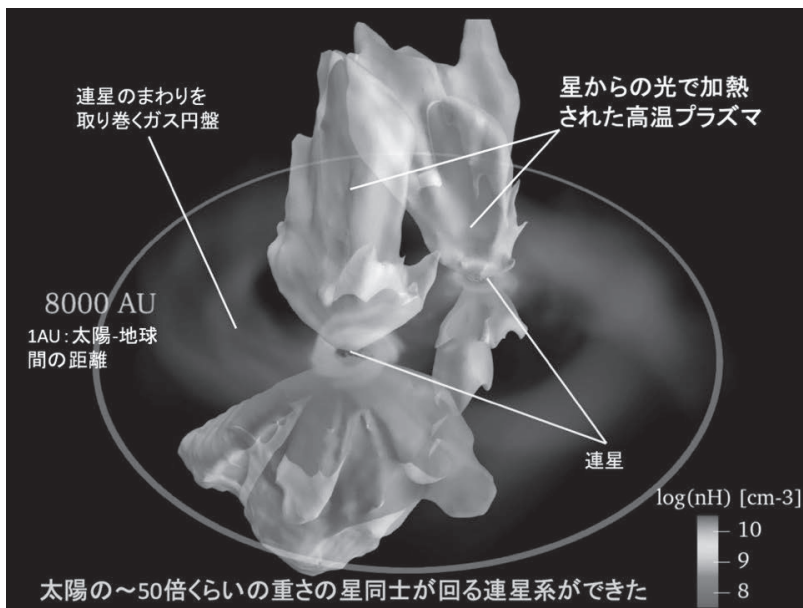


図 1: スーパーコンピュータによる数値実験で再現された宇宙最初に誕生する星どうしの連星の様子。ビッグバンから数億年後に、太陽の~50 倍程度の質量の星を含む連星系が誕生する。連星をなす各々の星の周囲のガス円盤、さらに連星を取り巻く周連星ガス円盤が連星のまわりにまだ残され、それと垂直のガス密度の低い方向に星からの光に照らされた高温プラズマが広がっている様子がわかる。

最新の研究では、先端技術を駆使した数値シミュレーションによって、こうした初代天体の形成過程がスーパーコンピュータを用いて計算されている。図 1 は一例で、特に質量の大きな星同士の連星系の形成過程を示している。このような大質量星どうしの連星は、最終的には恒星質量ブラックホールどうしの連星へと進化する可能性がある。もしそうなれば重力波放射を伴う合体が起こるかもしれない。重力波を道具にして、宇宙最初の星の誕生に迫れる可能性があるのだ。

#### 4. SMBH どうしの合体と重力波観測の将来

種ブラックホールからガス降着を経る SMBH 形成は有力な可能性の一つだが、唯一のものではない。これとよく対比される過程として、**SMBH どうしの合体成長**が議論されている。重力波観測によると、太陽の数十倍のブラックホールどうしの合体が起こっているのは確かなのだから、これがもっと大質量のブラックホールにまで続いているのではないかと考えることは自然なことだろう。SMBH は通常銀河の中心に存在しているが、銀河同士の合体は実際に数多く観測されている。このとき、2 つの銀河中心にそれぞれ SMBH があれば、SMBH どうしの連星が作られる可能性がある。

2 つの SMBH が合体する場合、やはり非常に強い重力波放射が予想されている。ただし、この場合は恒星質量ブラックホールのときと比べて重力波の波長がずっと長く、現在稼働している数 km サイズの地上の観測施設では感度がない。そのかわり、人工衛星を利用した宇宙での重力波望遠鏡計画が提案されている。こうした計画のうち最も有名なものは米欧で長らく議論されてきた **LISA(Laser Interferometer Space Antenna)** である。250 万 km 離れた 3 つの人工衛星を地球と同じ公転軌道に上げる計画である。既に 2016 年にパスファインダーの打ち上げを成功裏に終えており、2034 年以降の本格運用に向けて期待が高まっている。台頭著しい中国も最近、「天琴計画」と称した殆ど同じ計画を進めると発表した。この先激しい主導権争いが計画を加速させ、一気に研究が進む可能性がある。

#### 5. まとめ

銀河中心に存在する SMBH の起源について、最近の理論・観測両面における進展、さらに重力波観測を踏まえた将来への展望を概観してきた。この問題は天体物理学全ての分野の中でも有数の未解決問題と言っても過言ではない。しかし、問題としては分かりやすく、多くの人々の興味をかきたてる魅力的な謎であり続けている。

特に最近注目が集まっているのは、宇宙ごく初期に存在する  $10^9$  太陽質量を越えるような SMBH の観測的発見である。ビッグバンから 10 億年足らずのこの時期に、なぜこのような大質量の天体が存在し得るのか、活発な議論が続いている。理論面ではこの発見は、いわゆる宇宙最初の星形成のより広い枠組みの研究を巻き込んで研究が行われている。SMBH 形成シナリオとしては、多岐に渡るものの、大きく分ければガス降着とブラックホール同士の合体が 2 本柱として議論されている。

SMBH どうしの合体にはこれまで観測的な制限がほとんどないが、ここで期待されているのが重力波、特に宇宙からの重力波観測を目指す将来観測である。急拡大する重力波天文学の力によって、そう遠くない未来にこの分野でも新しい扉が開かれようとしている。

## 京都千年天文街道 10年の歩み

青木成一郎（京大・理・附属天文台天文普及  
プロジェクト室/京都情報大学院大学）  
小山勝二（京都大学名誉教授）

京都千年天文学街道は、小山勝二博士（京都大学名誉教授）の構想に始まりました。藤原定家の日記「明月記」（国宝及び日本天文遺産認定）に記された1006年の客星出現からちょうど1000年後の2006年に、小山博士がX線天文衛星「すざく」で観測したことに始まります。「明月記」を保管する冷泉家のほかに、京都大学や藤原定家の墓や清明神社（祀っている安倍晴明の子孫が「明月記」の客星を観測）、梅林寺や円光寺（土御門家（安倍晴明の子孫）の屋敷にあった暦や星座図作成のための観測装置の台石が残る）、大將軍八神社（日本独自初の暦・貞享暦を作成した洪川春海作と伝わる天球儀所蔵）などもあり、天文関連史跡が東西及び南北の通りに沿って残ることから、京都での千年の時を越えた天文観測と天文学研究のつながりを柱として、関連遺物や史跡を街道でつなぐアイデアを小山博士が2008年に提案しました（図1）。



図1 天文学街道

（画像提供 なつたか/ドウノヨシノブ）

その後、情報通信技術地域人材育成・活用事業（平成22年度総務省事業）の支援を受け、ツアー構築、コンテンツ整備、ICT機器の整備などを行い、2011年4月より、実際にまちあるきツアーとして実現したのが「京都千年天文学街道ツアー」です。開始時期は、はやぶさのカプセルが地球へ帰還（2010年6月13日）した後で、京都大学総合博物館での企画展「小惑星探査機「はやぶさ」帰還カプセル特別公開」（2011年2月）にて、はやぶさのカプセルが展示されるイベントが行われた後でした。著者の青木も、京都府教育委員会と連携した関連イベントとして、京都府内の小中学生及び高校生向けに、京都大学理学研究科セミナーハウス及び京都大学基礎物理学研究所湯川記念館 Panasonic 国際交流ホールで、学生アルバイトと共に京都大学4次元デジタル宇宙シアターを上映と運用をしました。

ところで、「京都千年天文学街道ツアー」は天文学を軸として歴史的要素を含むツアーで、ガイド（坂田氏、梅本氏、辻井氏、有賀氏など）と「天文博士」（天文学を専門とする先生：小山博士、柴田博士、作花博士、北井博士、青木博士、野上博士など）の2名で、1コースにつき3時間程度のまちあるきスタイルで関連史跡へ案内し、iPadで



図2 ツアーの様子

コンテンツを閲覧しながら昔の天文観測と現代天文学研究のつながりや暦作成にまつわる話などを紹介します（図2）。

活動開始当初は3コース（「明月記コース」「京大コース」「花山天文台コース」（京大花山天文台ハイキングコースへ改名））でしたが、その後「暦合戦コース」「信長と天変コース」「平安京コース」及び英語コースなどを増設し、派生版も含めると合計14コースに増えました。また、2011年8月からは座学「京都千年天文学街道アストロトーク」を開始しました（京都大学総合博物館で年4-5回開催）。また、他団体や組織などとのコラボレートツアーとして、京都大学総合博物館での特別展「京大日食展」（2012年）や「明月記と最新宇宙像」（2014年）見学を含むツアー、国際ワークショップ「アジア伝統科学国際ワークショップ2015」（2015年）及び国際シンポジウム「International Conference on Traditional Sciences in Asia 2017」（2017年）参加者向けの英語及び日本語によるエクスカージョンツアー、日本天文愛好者連絡会でのツアー（2015年）、まいまい京都や朝日カルチャー教室とのツアー（2013年以降）などを実施しています。また、「宙ツーリズム推進協議会」へ協議会設立当初より加盟し、2019年にはツーリズムEXPO ジャパン 2019（インテックス大阪で開催）での「宙ツーリズム推進協議会」ブースの展示に参加しています。そして、学校教育として、学校向けツアー（はごろも学園中学校向けツアー）や教員向けツアー（京都府教員向けツアー）を行っています。また、社会貢献として、参加費無料で東日本大震災被災者招待ツアー及び福島県の高校生向けツアー（京都府は福島県被災者の避難受け入れ自治体）も実施しています。

これらの活動により、ツアーは累積開催回数180回（参加者数1,658名）、アストロトークは累積開催回数42回（参加者数1,428名）に達しています。「京都千年天文学街道」はメディアでも取り上げられ、テレビでは「コズミックフロント☆NEXT「いにしへの天文学者 安倍晴明」」（「天文博士」の作花博士と著者の青木が出演、2020年11月26日放送、NHK BS4K及

びBSプレミアム)で、ラジオでは「みんなのNPOサロン」(2013年2月23日放送、エフエムひらかた)で、京都千年天文学街道が紹介されています。また新聞や雑誌及び書籍などでは、京都新聞「京を舞台に宇宙の旅」(2011年6月4日)、京都新聞「もっと!好奇心」(2011年9月25日)、朝日新聞「みちものがたり」(2017年1月21日)、中日新聞「知るコレ」(2019年7月7日)、リビング京都「星に魅せられて」(2020年8月1日号)、月刊天文ガイド「京都の天文と歴史をめぐるツアーで京大・花山天文台を見学しよう!」(2014年11月号、誠文堂新光社)、星ナビ「星の召すまま」(2016年6月号)、ミセス No.693「平安期から未来へ 千年の天文の歴史が息づく京都」(2012年9月号、文化出版局)、星空さんぽ No.3(2014年、誠文堂新光社)、「星をみつめて京大花山天文台から」(2020年、京都新聞出版センター)などで「京都千年天文学街道」が取り上げられました。

コースで訪れる場所の紹介をまとめた冊子と、明月記の1054年の客星記録(現在のかに星雲)をモチーフとした星座早見盤(売り上げの一部は京大天文台の運営に活用)をグッズとして制作しています(図3)。これらのグッズは、ツアー参加時や京都大学総合博物館のミュージアムショップなどで購入できます。

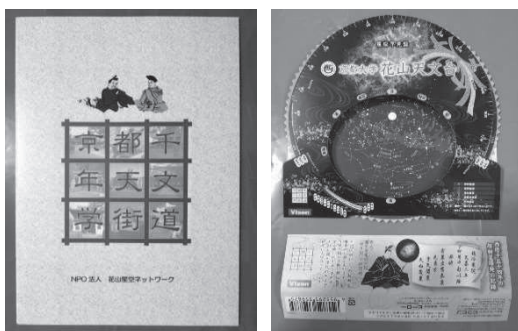


図3 冊子(左)と星座早見盤(右)

また、「京都千年天文学街道」について、研究会(Communicating Astronomy with the Public 2018 (CAP2018)(福岡県で開催)や第31回天文教育研究会(2017年に京都府で開催)など)で紹介した他、「京都千年天文学街道アストロトーク」で参加者から得たアンケート回答を分析した結果を、日本国内の研究会や国際研究会で研究発表しています(情報処理学会 情報教育シンポジウム 2019(sss2019)(千葉県で開催)、Open Conference on Computers in Education 2020(OCCE2020)(インドのムンバイで開催)など)。これまでCAP2018などの国際研究会で京都千年天文学街道を紹介しましたが、歴史的要素が天文学と融合した天文ツアーは世界的にも希で非常に珍しい活動のようです。

ツアーとアストロトークは、現在、冬期期間のため休止中ですが、2021年3月以降に再開する予定で準備を進めていて、日程が決まり次第順次公式ウェブサイトに掲載します。詳しくは京都千年天文学街道公式ウェブサイト <http://www.tenmon.org/> をご覧ください。ご参加をお待ちしています。

## 2020 年度天体観測指導者養成講座報告

西村昌能（NPO 法人花山星空ネットワーク）

### はじめに

好評のうちに終了した昨年の天体観測指導者養成講座を 20 年度も 10 月 24 日（土）と 11 月 1 日（日）の二日間、花山天文台で実施いたしました。

昼間の天体観測は、学校教育、天文普及活動に適しており、また、望遠鏡まわりが明るいので、はじめの方にも準備や望遠鏡のセッティングの仕方が分かりやすいと考えられます。一方、太陽を扱うため、安全性に配慮する必要があります。そこで、これから天体観測の指導を行いたいと考えている方々、そして、学校に望遠鏡があるが、どのように扱えばよいかわからないと考えられている先生方を対象にした昼間の天体観測をテーマにした養成講座を実施しました。

ご承知とは思いますが、今年はコロナ感染症対策として、天文台への入場が制限されていました。そんな中で授業再開を迎える時点で、天文台での観望会などが再開できるようになりました。ただし、天文台の施設利用については「密」を避けるために定員が 8 名となりました。

参加者の募集をしましたところ、たくさんの応募があり、定員はすぐに埋まりました。「ぜひ来年参加してください」とお断りせざるを得ない状況でした。2 日間の、のべ参加者数は 15 名でした。望遠鏡を 8 台用意し、一人 1 台の実習ができました。

### 講義

講師は、黒河宏企京大名誉教授でした。

二日間にわたり天球の座標・望遠鏡の構造など天体観測の基礎的な知識の紹介と太陽と黒点の観察法、 $H\alpha$  望遠鏡の説明など、実践向けの講座でした（図 1）。



図 1 講義 I 「天体観測の基礎 I」

## 実習

### 第1日目

太陽観測ではソーラープロジェクターを利用した実習、小望遠鏡を組立て、太陽投影板を利用した実習、黒点のスケッチから太陽の見かけの自転周期を出す実習を行いました。ソーラープロジェクターの実習では太陽が望遠鏡の視野を移動する時間を利用して太陽の視半径を求めることをしました(図2)。

また、講座1日目には黒点がありましたので、午前・午後と、4時間あけてソーラープロジェクターで描いたスケッチから黒点の太陽面経緯度を測定し太陽の自転周期を見積もることができました(図3)。

小望遠鏡を組立て、太陽投影板での黒点スケッチの方法を実習しました(図4と図5)



図2 ソーラープロジェクターで太陽の視半径を測る。



図3 ソーラープロジェクターによる太陽の視半径測定と黒点スケッチ



図4 太陽投影板による黒点スケッチ方法の説明



図5 一日目の露場での望遠鏡組立実習の様子



夕方には西の空に見える月を観察する実習を行いました。

## 第2日目

1日目に引き続き、2日目も小望遠鏡に太陽投影板を取り付けて太陽を観察しました(図6)。前回の黒点は太陽の西端に沈みかけていて、投影像では確認できませんでした。H $\alpha$ 望遠鏡を組み立てましたが、あいにくこのころから雲が厚くなり、紅炎の観察はできませんでした(図7)。

日没後には木星の観察を行うため、ファインダーの調整法を実習しました。



図6 小望遠鏡の組立実習(左)と太陽投影板に映った太陽像(右)



図7 H $\alpha$ 望遠鏡の組立て

## 日程

今回の講座当日の大きな日程は次のとおりです。

10月24日

- |             |                              |
|-------------|------------------------------|
| 9:30        | 受付・諸注意                       |
| 9:45~10:45  | 講義「天体観測の基礎Ⅰ」                 |
| 11:00~12:00 | 実習「ソーラープロジェクターによる観測」         |
| 12:00~13:15 | 昼食                           |
| 13:15~15:00 | 実習「小望遠鏡による観測」                |
| 15:15~16:00 | 実習「ソーラープロジェクターによる観測と太陽自転の確認」 |
| 16:15~17:00 | 実習「月の観測」                     |
| 17:00~17:15 | 望遠鏡の片づけ                      |
| 17:15~17:30 | まとめ                          |

11 月 1 日

9:45	受付
10:00~10:30	講義「天体観測の基礎Ⅱ-1」
10:30~11:00	実習「ソーラープロジェクターによる黒点スケッチ」
11:00~11:30	講義「天体観測の基礎Ⅱ-2」
11:30~12:00	実習「小望遠鏡・太陽投影板による黒点のスケッチ」
12:00~13:00	昼食
13:00~13:45	講義「天体観測の基礎Ⅱ-3」
13:45~14:30	実習「小望遠鏡・太陽投影板による黒点スケッチ」
14:30~15:30	実習「H $\alpha$ 望遠鏡の組立と紅炎のスケッチ」
15:30~16:00	実習「黒点の緯度・経度測定、太陽自転周期算出」
16:00~17:00	実習「小望遠鏡による惑星の観察」
17:30~18:15	望遠鏡の片づけとまとめ
18:30	解散

## まとめ

今年度の実習も昨年に引き続き、近畿圏内の小・中・高・高専の教員・大学院生・一般社会人の方々など幅広い分野からの参加を得ることができました。NPO 会員からも参加していただきました。参加者のみなさんのほとんどは望遠鏡を扱ったことのないとのことでしたが、指導者や参加者同士のコミュニケーションを通じて観測の力量は高まったのではないと思います。さらにコロナ感染症対策で募集人数を絞ったことにより望遠鏡を一人一台としたため、望遠鏡の扱いに自信が持てるようになった方が増えたと考えています。また、久しぶりに太陽黒点が出現し、ご自身の観測から黒点の緯度・経度測定とそれを元にした太陽の自転周期算出ができたことは参加して頂いたみなさんにとって大きな経験となったようです。NPO では来年もこのような取組を続けていきたいと考えています。

なお、この講座は令和 2 年度子どもゆめ基金の助成を受けています。

## 花山天文台広場に舞う『虹羽蝶』

遠藤 恵美子 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

11 月 14 日、快晴。本年最初の「土曜日公開」に参加しました。



ほぼ 1 年ぶりの花山天文台は本館手前の真っ赤に染まったイロハモミジが出迎えてくれ、広場にはオンライン特別公開「宇宙と文化の日」(10 月 31 日)で紹介されたアート作品が青空の下に展示されていました。太陽の磁力線を模したループに偏光フィルム製の蝶たちが燦々と陽光を受けて虹色の輝きを放っていました。

3 回目開始前 13:48 に撮った写真が[1]と[2]です。

そして、終了後 15:12 に撮ったのが写真 3 です。別館シルエットの中で虹色の蝶『虹羽蝶』が乱舞！その夢のような光景に思わずシャッターを切りました。「uWaaa!」という衝撃が伝われば嬉しいです。



写真 1



写真 2 開始前



写真3 終了後

## コラム

## 編集子

宇宙は何色か？ より正確には、空全体が塗りつぶされた場合、最終的混合色は何色になるのでしょうか？ 白？赤？黄？その答は、条件付きで知覚されるベージュ色 コンピューター用語では#FFF8E7 (Red100%,Green 97.3%,Blue 90.6%)です。これを決定するために、天文学者たちは、200,000 個の銀河から放出された光を計算で平均しました。結果として得られる宇宙スペクトルは、電磁スペクトルのすべての部分で多少の放射を持っていますが、単一の知覚された色としてはこの複合色です。この色は過去 100 億年の間に青が少なくなり、より赤い星がより一般的になっていることを示しています。

<https://apod.nasa.gov/apod/ap201227.html> より

## 花山天文台今昔【9】 ザルトリウス望遠鏡

黒河宏企 (NPO 法人花山星空ネットワーク)

花山天文台創立当時の主な天文器械は、山本一清初代台長の紹介記事(天界103号(1929年))によりますと、以下のようなものでした。

- (1) クック製口径30センチ屈折式赤道儀
- (2) ザルトリウス製口径18センチ屈折式望遠鏡
- (3) ハイデ製口径10センチ屈折式赤道儀
- (4) カルバー作口径46センチ反射式赤道儀望遠鏡
- (5) ブラッシャー製口径25センチ反射式赤道儀望遠鏡
- (6) 中村作極軸式反射望遠鏡
- (7) バンベルヒ製口径90ミリ子午儀
- (8) ザルトリウス製20センチ環天文経緯儀
- (9) グラブ製口径42センチ・シーロスタット
- (10) グラブ製口径30センチ日食用シーロスタット
- (11) ザルトリウス製シデロスタット
- (12) シュタインハイル製口径20センチ長焦点反射鏡
- (13) アスカニア製分光太陽写真儀
- (14) リーフラー製天文用標準時計

すべて京大本部構内の京大天文台から移設したのですが、まず気付くのは、色々なカタカナの名前です。クック社、カルバー社、グラブ社は英国で、ブラッシャー社は米国ですが、その他の6社はドイツの会社です。新城新蔵博士が京都帝大物理学科助教授に着任した1900年に購入したハイデ10センチ屈折が最も古いもので、その後1907年の物理学科第4講座(宇宙物理学講座)新設、1921年の宇宙物理学科新設、1925年京大本部構内9mドーム建設と発展する中で、次々に購入されたもののようです。ただ、カルバー46センチ反射だけは山本台長の私物でした。

また、これらのカタカナの中で、一つだけ漢字のものは、中村要助手が考案制作したもので、山本台長の説明には「これは・・・米國ハーバード大学の極軸式望遠鏡の型式に暗示を得、しかもこれを反射鏡の利用によって成し遂げた珍物であって、実に世界中の何処にも全く類の無い望遠鏡である・・・」とあります。

さて、これらの望遠鏡群の中で、クック30センチ屈折望遠鏡の活躍については、既に前号で詳しく紹介しました。そのレンズは、花山天文台ミニ

博物館に展示されていますが、その架台と赤道儀は依然として現在も9メートルドームの中で活躍しています。

現在も活躍中という点では、ザルトリウス18センチ屈折望遠鏡はまさにその象徴と云えます。



図1：H $\alpha$  リオフィルターとCCDカメラを装着して太陽観測に活躍している現在のザルトリウス望遠鏡(2020年6月、鴨部麻衣さん撮影)

「これは明治四十三年の頃、かのハレイ大彗星出現の機に、ドイツ国から購入された器械であって、・・・」と山本台長が書いていますので、それ以来今年で丁度110歳ということになります。

また、「対物レンズはツァイス光学会社が製造したA型アポクロマテックと呼ばれる極めて珍しい種類に属する」とも書かれていますので、セミア

ポクロマートで、その当時では先端的なレンズだったようです。

このレンズに関するこぼれ話としては、「『日食に持って行った時に、レンズの一部が欠けてしまうたんや』と木辺さんが云っておられた」と久保田諄さんから聞いたことがあります。木辺さんとは、鏡磨き名人の木辺成麿和尚ですが、木辺さんも行かれた日食とは、恐らく1936年6月のソ連・北海道日食なのでしょう。この時の日食には北海道やソ連まで、京大から5カ所に総員40人を超える観測隊が派遣されて、花山天文台と宇宙物理学教室が空っぽになるほどだったということですから、その中のどこかへザルトリウスのレンズも駆り出されたものと想像されます。

このように色々話題の多い歴史を背負って来た望遠鏡ですが、当時は主に惑星と衛星、二重星、変光星の観測や、レンズの前にシュタインハイル製の18センチ対物プリズムを取り付けて恒星の分光観測などが行われていたようですが、最近はおそらく太陽観測で活躍しています。

このザルトリウス望遠鏡による太陽観測は、久保田諄さんが黒点の写真撮影をされていた1980年頃から始まったようです。続いて、1982年から1983年にかけて、鈴木美好さんが内地留学で花山天文台に滞在されて、この望遠鏡で太陽黒点のスケッチ観測を半年間続けられました。

その後、インドネシアから大学院生として宇宙物理学教室に来ていたバクチアル・アンワール(Bachtiar Anwar)さんとダーニ・ヘルディウィジャヤ(Dhani Herdiwijaya)さんが、牧田貢先生の指導で、1989年から1993年にかけて、太陽全体像の三重露出法を用いた写真撮影を行いました。ダーニさんはこの4年間のデータから黒点の固有運動を詳細に調べた論文によって、1996年に理学博士号を取得しました。

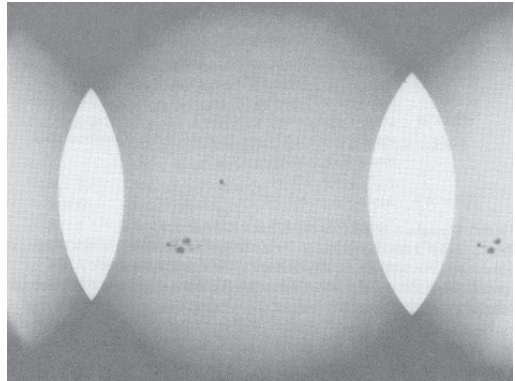


図2：太陽の三重露出像  
ダーニ・ヘルディウィジャヤさん撮影

この頃私は、飛騨天文台に建設した太陽フレア監視望遠鏡を中心として、米国ビッグベア太陽観測所、北京ウアイロウ太陽観測所などと協力して、 $H\alpha$ 線太陽像を一日中切れ目なく取得できる観測ネットワークCHAIN(Continuous  $H\alpha$  Imaging Network)を構築する計画を立てていました

ので、花山天文台のザルトリウス望遠鏡もこのCHAINに加えることにしました。この新しい仕事について、博士号を取得して帰国しようとしていたダーニさんに打診したところ、非常勤研究員として引き続き3年間協力してくれることになりました。

こうしてザルトリウス望遠鏡はその焦点面にH $\alpha$ リオフィルターとCCDカメラを装着したH $\alpha$ 線単色像撮影装置として90歳を目前にして再び忙しく働き始めました。

そうは云っても定常観測の軌道に乗るまでには色々な機能の開発や改良が必要でしたので、相当な時間が掛かりました。

まずは追尾精度が長時間の連続観測には耐えられないことが判りましたので、その原因究明に手間取りました。ダーニさんに高度方位による追尾精度の変化を調べてもらって解析した結果、赤道儀の極軸が地軸の方向からずれているとの結論に達しました。花山天文台創立時にこの極軸は、正確に地軸の方向に設置されていたはずなのですが、約70年が経過する間に、地球の回転軸（地軸）の方向が少しずつ動いて行ったと考えられるのです。西村製作所の有二社長さんに頼んで、極軸を再調整してもらいますと、予想どおり追尾精度は向上しました。「地球の自転軸のコマ首振り運動が数十年後には望遠鏡の追尾に影響するのだ！」ということ、初めて実際に学ぶことが出来ました。

さて、次は撮像光学系ですがザルトリウス望遠鏡の焦点距離は約3mで

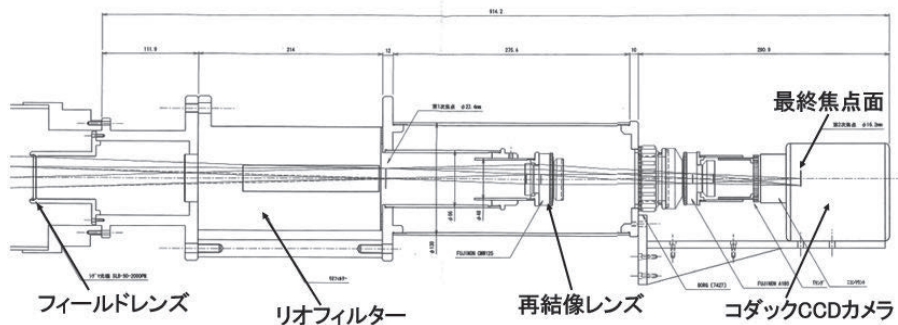


図3 ザルトリウス望遠鏡に取り付けた太陽全面H $\alpha$ 像撮影装置の設計図

直焦点では約28mmの太陽像が結像しますので、まず望遠鏡からの光を太陽全面にわたって蹴られなくLyotフィルターを通さねばなりません。またこの際同時に、Lyotフィルターへ入射する光束の角度を、許容限度内に収める必要があります。更には太陽全面がCCDカメラの受光面のサイズに収ま

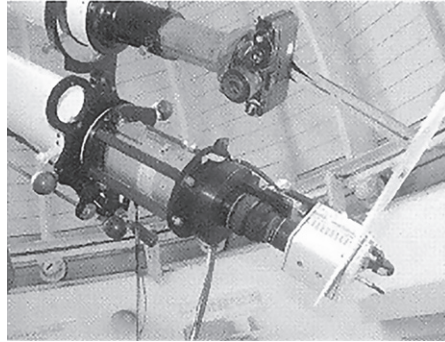


るように縮小することも必要となります。これらを同時に満たすものとして、図3の光学系を設計して、西村製作所で製作しました。図4の写真で、下側がザルトリウス望遠鏡に取り付けたH $\alpha$ リオフィルターとCCDカメラです。

CCDカメラで画像をPCに取り込むソフト関係は石井貴子さんをはじめとした若い人達が整備してくれました。

更に、仲谷善一さんは望遠鏡の動きに連動してドームが自動回転するようにしてくれました。

図4 ザルトリウス望遠鏡に取り付けられたリオフィルターとKodakメガプラス4.2i (2000×2000) CCDカメラ (2001年撮影) (2016年にAllied Vision Technologies社のCMOSカメラへ更新された)



こうしてザルトリウス望遠鏡は90歳を過ぎてから、太陽H $\alpha$ 単色像デジタル撮影装置として、太陽面爆発（太陽フレア）研究の第一線で活躍するようになったのですが、特に、2001年4月10日に発生した大規模なツーリボンフレア（X2.3）の撮影に成功したのは第一の快挙でした。

通常の観測では1分に1枚の割合で撮像しますが、太陽フレアは突然始まって、爆発的に増光拡大しますので、フレアの発生原因を調べるためにはフレアの最初の輝点発生から1分くらいまでの立ち上がり期の撮像を高時間分解と高空間分解で行う必要があります。そこで、このザルトリウス望遠鏡の観測では、フレア発生と同時に撮影領域を狭めて、毎秒1枚の高速撮影に切り替えることを観測者をお願いしていました。また、フレア観測の難しさはそれだけではありません。あっという間に明るさが数倍に増大しますので、それに応じて露出時間も短くしていく必要があります。これらの動作を的確に行なうためには発生を見逃さない注意力が必要ですが、2001年4月10日の大フレアは、鴨部麻衣さんが冷静且つ適正にフレア輝点の増光と動きを記録してくれましたので、素晴らしいデータが得られました。

図5はその中から選び出したものですが、二つのフレアーリボンの発達過程が見事に捕らえられています。

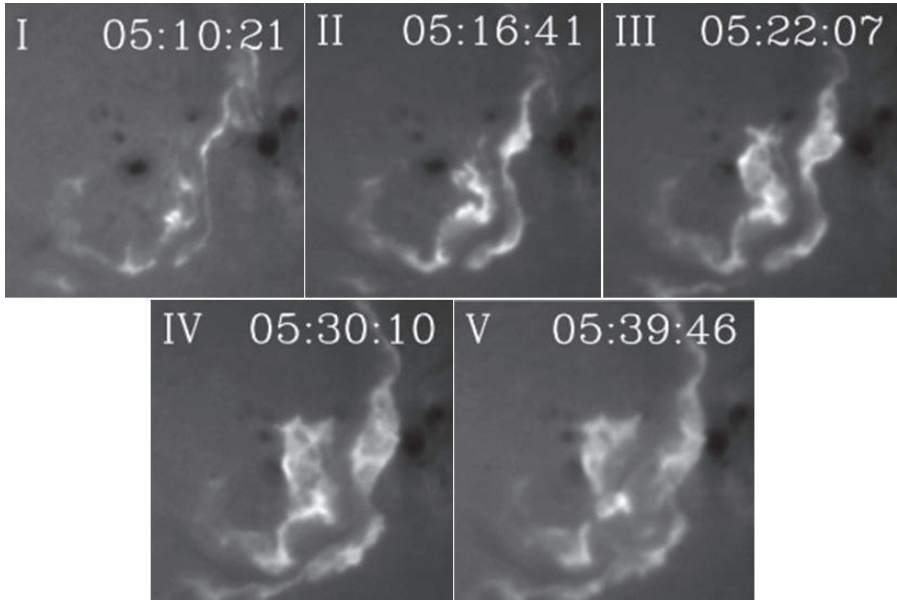


図5：ザルトリウス望遠鏡で撮影された2001年4月10日のX12フレアー  
Asai et al (2003, *Astrophys. J.* vol. 586, p. 684)

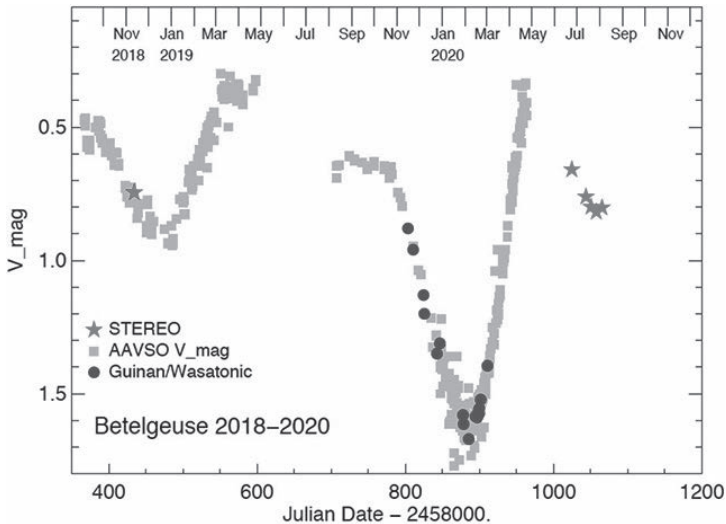
この素晴らしいデータが捕れた時に、丁度大学院修士課程の2年生になったばかりの浅井さんがいましたので、その解析を彼女に勧めたところ、水を得た魚のように、フレアー初期の $H\alpha$ カーネル（明るい輝点）群の光度変化を詳細に調べました。彼女は、異なる磁場極性を持つ $H\alpha$ カーネルの間で光度変化が最も良く一致するペアを多数同定すると共に、これらのペアが極紫外線で観測されたフレアループの足元に一致していることを見出しました。更に浅井さんは、この $H\alpha$ フレアーのデータを硬X線とマイクロ波の空間・時間変化と比較しながら、多面的にフレア領域の物理構造の変化を調べました。そして、これら一連の研究で、浅井さんは博士課程2年で学位を取得しましたが、博士課程3年未満での学位取得は、京大理学研究科宇宙物理学教室では初めてのことでした。

## 2020 年の天文学宇宙十大ニュース

編集子

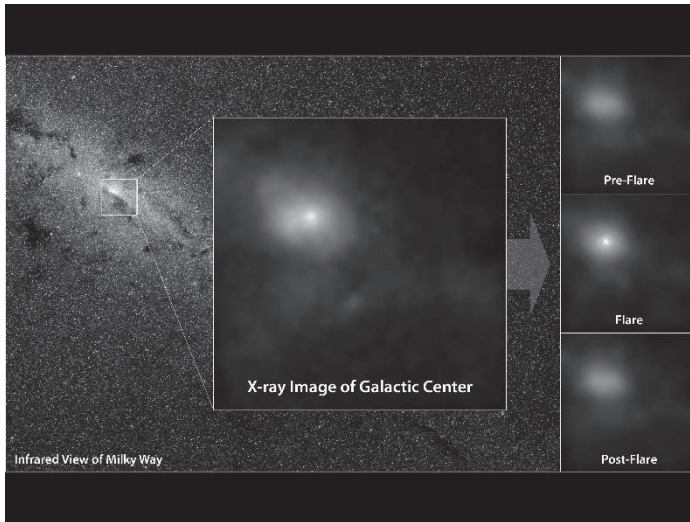
思い返してみると今年もいろいろありました。

- ① 1 月 27 日に英国の Musician&Astronomer である **ブライアン・メイ**さんが花山天文台応援に來台（あすとろん 50 号）。
- ② **ベテルギウス不発** 2019 年秋から減光を続けていたオリオン座のベテルギウスが、2 月には 1.7~1.8 等まで暗くなったが 4 月にはほぼ通常の明るさに戻った。一時は超新星爆発の前兆かと騒がれたが減光の原因はベテルギウスから放出された大量の物質が塵の雲となって光球を隠したためではないかと考えられている。[1]



- ③ **2つの彗星** 期待されたアトラス彗星は5月に消滅したが7月にはネオワイズ彗星が接近して天文ファンに迎えられた(あすとろん 52号)。
- ④ コロナ禍で NPO 総会、講演会、天体観望会も **オンライン開催**となった (あすとろん 51号、52号、53号)。
- ⑤ **火星準大接近**、赤く輝く火星が9月中旬から夜空を席卷。

- ⑥ ノーベル物理学賞はブラックホールの研究者ペンローズさん（英）、ゲンツエルさん（独）、ゲズさん（米）の3名に贈られることが決まった。ペンローズさんはブラックホールの存在証明と言える「特異点定理」を一般相対性理論から導いた業績が評価された。ゲンツエルさんとゲズさんは天の川銀河の中心に超大質量ブラックホールいて座A\*が存在することを長期間の精密観測で実証した[2]。



- ⑦ せいめい望遠鏡、赤色矮星のスーパーフレア（太陽フレアの20倍）検出（あすとろん52号）。
- ⑧ 12月6日にはやぶさ2サンプルリターン成功。
- ⑨ 12月21日 400年ぶりの木星土星の超大接近（あすとろん53号）。
- ⑩ そしてあすとろん50号発刊。

さて今年はどうな新天体新現象が発見され、新装置が稼働し、また新学説が発表されるのでしょうか？

### 参考サイト

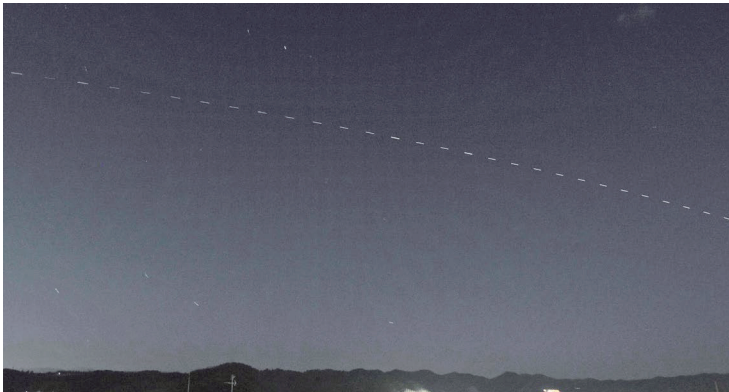
[1][http://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/11789\\_review](http://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/11789_review)

[2][https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%81%84%E3%81%A6%E5%BA%A7A\\*](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%81%84%E3%81%A6%E5%BA%A7A*)

## 野口宇宙飛行士搭乗の I S S

中川 均（豊中天文協会、NPO 法人花山星空ネットワーク）

野口宇宙飛行士が搭乗している ISS を望遠鏡で撮影しました。  
上空を通過する時は、ひととき明るく輝きながら星間を動いていきます。  
そこに人が乗っていると思うとワクワクします。  
写真の下側中央の白いものがドッキングしているクルードラゴン、その上の横に  
突き出たものが日本の実験棟「きぼう」と思われます。



撮影データ

上図（拡大）

2020年12月9日 17:56

C8+2×テレコン+ペンタックス istDS2（合成F20直焦点）

露出1/1000秒、ISO3200、トリミング、画質調整

下図（軌跡）

2020年11月23日 17:40~17:42

ペンタックス Q10、5-15mmズーム（5mm：35mm換算28mm）、絞りF3.5

露出2秒（5秒間隔）、ISO125、固定撮影

30枚を比較明合成、画質調整

撮影地：豊中市

コラム

編集子

先日国際天文学連合の集計で12月28日現在、**小惑星や彗星の数が100万個を突破した**というニュースが報じられた。昨年まで1回の衝を観測されたものまで含め58万個といわれていたのが激増である。これは望遠鏡の性能向上や観測・データ処理の自動化の成果である。

小惑星は火星と木星の間の空間にはほぼ円軌道を描いて公転しているものと思われていたが、今や水星の内側からはるか太陽系の外縁域まで広く分布しており、地球に接近するものも少なくない。また彗星との区別もつきにくくなっている。

ところで8惑星はすべて同じ方向に公転している。公転軸からみて反時計回りである。ほとんどの小惑星もそうであるが1999年に逆回りの小惑星が発見された。その固有名はディオレッツァ何と発音しにくい名前だな、ところがスペルを見てびっくりした。dioretsaとはasteroidの逆並べではないか！！現在見つかっている逆回りの小惑星は約40個、全体のわずか0.01%足らずで、木星の内側から海王星の外側まで非常に扁平な軌道を回っているものが多い。これらは太陽系外からの侵入者かもしれないといわれている。

太陽系の脇役と言われていたこれら小天体にも天文家の眼が注がれています。

<https://www.yomiuri.co.jp/science/20201229-OYT1T50080/>  
より

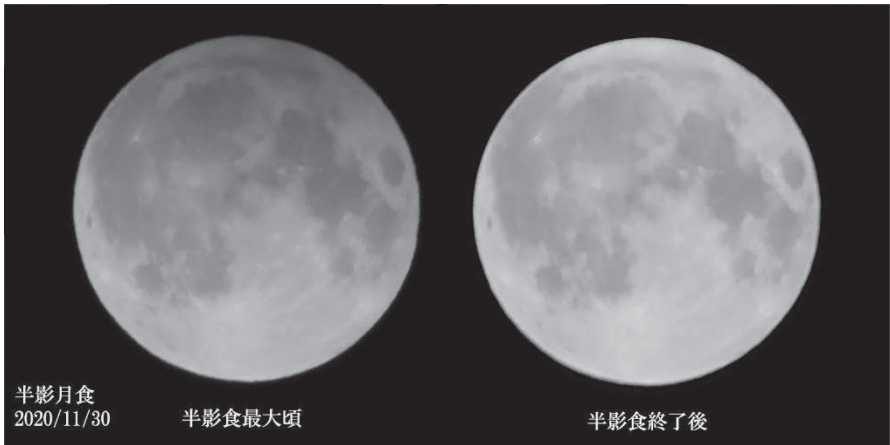
## 半影月食

茶木恵子 (NPO 法人花山星空ネットワーク、子ども達に星を観せる会)

11 月 30 日 (月) に、半影月食がありました。

皆既月食と違い、地味でわかりにくい半影月食ですし、一歩外に出るだけで、寒さに凍える夕で、冷たい望遠鏡を出す気にもならず、しかも、食の最大時の食分が 0.85 なので、月出 16:45 (食は 16:30 開始) から 20:55 までの長丁場になる事を考えると、始まる前から降参状態でした。結局、裸眼視と固定コンデジ撮影で良しとしました。

肉眼では、最大時にうっすら暗い部分がわかる程度でしたが、写真で見ると、それなりに暗いものです。普通の満月との違いがわかり易くなるように、食の最大時と終了後の 2 枚を並べてみました。



データ (2 枚共通)

カメラ : Canon SX70 (コンパクトデジカメ) + カメラ三脚

焦点距離 : ズームレンズ 247mm (1365mm \*35mm 換算)

ISO : 250 露光 : 1/1600

場所 : 大阪府高槻市

時刻 : 2020/11/30 左 18:44 右 21:13

## 晩秋の火星と月

秋田 勲 (NPO 法人花山星空ネットワーク)



写真1 火星のダストストーム 11月14日~17日



写真2 平等院の鳳凰堂・阿字池と三日月 11月18日





写真3 最大の満月と最小の満月 4月8日と10月31日



写真4 半影月食 11月30日 18時42分及び20時58分

33の個性的な小惑星と世界の探査機が楽しいキャラクターに!

# わくわく小惑星ずかん



小惑星の最新情報がいっぱい! 太陽系学校に通う小惑星の男子「まこと」と一緒に小惑星の世界を探検に行こう!

★小学校高学年から  
A4変型判・上製・96頁  
定価(本体2,300円+税)

監修 吉川 真



「はやぶさ2」プロジェクトチーム  
ミッションマネージャ



〒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.kouseisha.com/>

恒星社厚生閣

# HERO

ソフトウェア開発で社会に貢献しています。

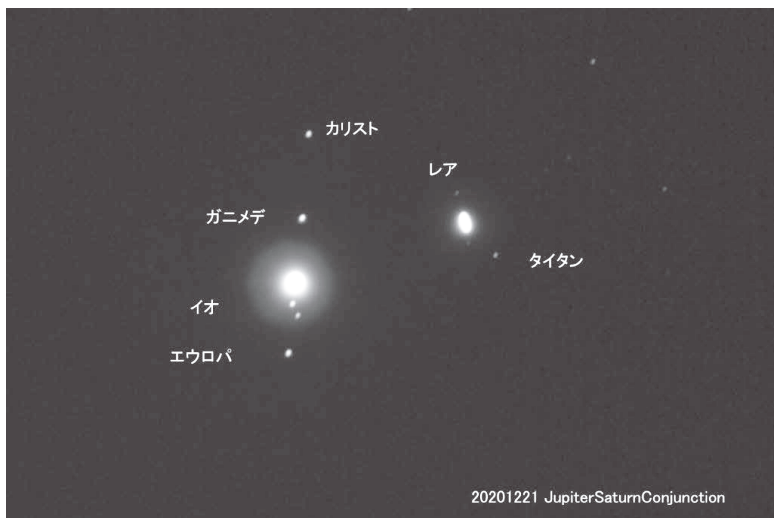
## 株式会社ヒーロー

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～



20201221 JupiterSaturnConjunction

木星土星の大接近 中山公彦氏提供 茨城県土浦市にて 2020年12月21日

## 事務局からのお知らせ

12月中旬・年末年始に、真冬並みの寒波が訪れ、日本海側では記録すくめの豪雪となりました。寒さが続いています、皆様にはお変わりございませんでしょうか。

2020年は新型コロナに開け、新型コロナに暮れました。天文台の入構制限が緩和された10月から11月にかけて参加して頂ける人数を減らして、第86回花山天体観望会「火星」、天体観測指導者養成講座を開催いたしました。また、第25回講演会はオンラインでの講演会を無事開催することができました。ご参加して頂いた皆様、ボランティアで御協力いただいた方々、応援して下さいました皆様に、心から感謝申し上げます。

天文台の桜の木々には、すでに堅い小さなつぼみがついていて、春を待っているかのようです。来年度の観望会は、4月に「太陽」、5月に「月」、7月に「星雲と星団」などの実施を検討しています。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、みなさま、ご参加、よろしく願いいたします。

### 編集後記

デジタル化、オンライン化が急速に進み、コロナ明け社会ではアナログは平成までの世界のこととなるのでしょうか？でも日月食、彗星、流星群そして超新星爆発などはリアルの空で見たいものです。今月号には木星土星に大接近観測の記事を載せました。このような観望撮影の成果や所感を投稿して下さることは大歓迎です。次号の原稿締め切り日は3月15日で、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](mailto:astron@kwasan.kyoto-u.ac.jp) です。

編集子

## 花山天文台上空の日周運動



### 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> をご覧ください。

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](mailto: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

2021年1月1日発行