

令和2年11月5日発行(毎月1回5日発行) ISSN0287-6906
(第101巻)第1146号



天界

The Heavens

〈はやぶさ2がとらえた小惑星リュウグウ〉

2018年9月20日22時10分から11分(機上) ONC-Tの7バンド7枚の連続画像を超解像処理 トーンカーブ強調 超解像処理は横田康弘氏による
提供: JAXA/東京大/高知大/立教大/名古屋大/千葉工大/明治大/会津大/産総研
(関連記事は本誌 377 ページ参照)



NPO法人
東亜天文学会
Oriental Astronomical Association



Vixen®

AXJ赤道儀 + AXJエンコーダー

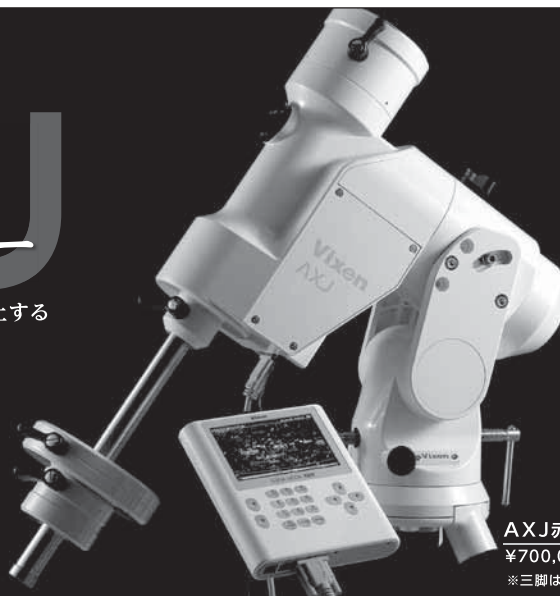
AXJ赤道儀のパフォーマンスを大幅に向上する
高精度エンコーダーです。



AXJエンコーダー

¥190,000 (税別)

NEW



AXJ赤道儀

¥700,000 (税別)

※三脚は別売です。

“手動で快適に天体を導入”

一般に天体ナビゲーションは、コントローラーの記憶する座標情報と赤道儀のモーター回転角を電氣的に一致させ、さらに鏡筒の向きとモーター回転角の位置関係を機械的に一致させることで成立します。このため、天体ナビゲーション機能を使用中は鏡筒の向きとモーター回転角の機械的な位置関係を常に維持しなければならず、クランプをゆるめて鏡筒の向きを手で自由に設定することができません。そこで、機械的な関係である鏡筒の向き（赤道儀の回転角）とモーターの回転角を電氣的に一致させることができれば、クランプをゆるめても鏡筒の向きとコントローラー座標との位置関係を維持できます。これを実現するのがAXJエンコーダーです。クランプをゆるめて鏡筒の向きを手で動かしてもコントローラーの座標情報とのリンクを保つため、コントローラーの星図画面を見ながら、手動による快適な天体導入を楽しむことができます。



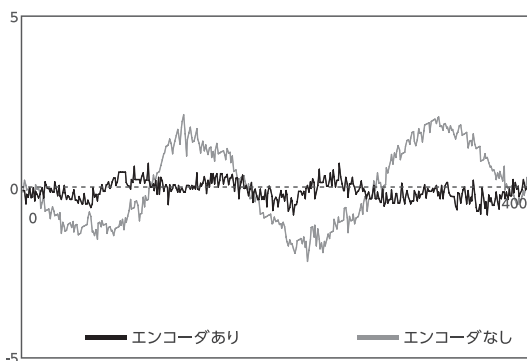
“赤道儀に完全内蔵”

赤道儀本体に内蔵するため、取付け後も赤道儀の外観に影響することがありません。使い勝手はもちろんケース等への収納にも影響しません。

“高精度追尾”

AXJエンコーダーは分解能0.1秒（赤経）という高精度で赤道儀の追尾を監視します。高精度を誇るAXJ赤道儀に残る僅かなピリオディックモーションも検知し、さらなる高精度追尾を実現します※。

※ピリオディックエラー<0.5秒 rms (typical) : AXJ赤道儀に取付けた状態で恒星時追尾を行った時の追尾エラー（弊社規定の測定方法による）



“仕様/AXJエンコーダー”

赤緯エンコーダー	センサー	反射型レーザーセンサー×2 ※1
	スケール	ガラス製反射型ロータリスケール
	分解能	0.1秒
	ピリオディックエラー ※2	<0.5秒 rms (typical)
	電源	AXJ赤道儀から供給 DC5V 0.2A
赤経エンコーダー	端子	D-SUB15PINメス (AXJ赤道儀と接続)
	動作温度	0~40℃
	大きさ・重さ	Φ99.5×27mm (除・突起部) 350g
	センサー	反射型光学センサー
	スケール	PET製反射型ロータリスケール
赤緯エンコーダー	分解能	0.2秒
	ピリオディックエラー ※2	—
	電源	AXJ赤道儀から供給 DC5V 0.2A
	端子	D-SUB9PINメス (AXJ赤道儀と接続)
	動作温度	0~40℃
赤経エンコーダー	大きさ・重さ	Φ99.5×25mm (除・突起部) 320g

※1 本製品はクラス1レーザー製品です (引用規格 IEC60825-1:2014)

※2 AXJ赤道儀に取付けた状態で恒星時追尾を行った時の追尾エラー（弊社規定の測定方法による）

www.vixen.co.jp

THE HEAVENS

天 界

第 1146 号 (第 101 卷)

2020 年 11 月号

NPO 法人
東亜天文学会
1920 年 9 月 25 日創立

編集長／山田義弘
スタッフ／金子三典
香西清弘
堀 寿夫
織部隆明
渡辺文健
武井咲予

投稿は、次のメールアドレスへ
お送りください。
E-mail: tenkai@npoo-aaa.jp

目次 (Vol. 101 No. 1146, November 2020)
表紙 はやぶさ 2 がとらえた小惑星リュウグウ

探査機はやぶさ 2 のリュウグウ探訪 渡邊誠一郎 377

光子速度と群速度 佐藤 等 382

前漢の占術用二十八宿早見盤 (1) 江頭 務 385

人工天体の 2020 年 11 月中の
大気圏再突入予報 橋本就安 387

新天体発見ニュース 編集部 389
西村さんが矮新星と新星、小嶋さんが新星を発見!!

天文台 & 科学館めぐり (131) 八重樫憲生 290
港区立みなと科学館 瀧澤真一郎

新刊紹介 編集部 412
『天体観測手帳 2021』

■各課の活動報告
太陽課 鈴木美好 391
木・土星課 堀川邦昭 393
彗星課 佐藤裕久 395
流星課 上田昌良 399
変光星課 中谷 仁 402
星食課 井田三良 405

■支部の例会報告
名古屋支部 木村達也 410
伊賀上野支部 田中利彦 410

ご入会 50 年以上の皆さまへ 388
来年度の会費納入(お願い) 411
書籍受領 412

特定非営利活動法人 東亜天文学会 (OAA)

本 部 〒650-0031 兵庫県神戸市中央区東町 126 番地 神戸シルクセンタービル 5 階
E-mail: honbu@npoo-aaa.jp

事務局 〒658-0082 兵庫県神戸市東灘区魚崎北町 8 丁目 5 番 1 号 灘高等学校内
E-mail: jimukyoku@npoo-aaa.jp

郵便振替 00900-1-255587 加入者名: トクヒ) 東亜天文学会
ゆうちょ銀行 店名 438 普通: 1966881 トクヒ) 東亜天文学会
三菱 UFJ 銀行 三宮支店 普通: 3247066 トクヒ) 東亜天文学会

会費(年額): 正会員 15,000 円、一般会員 6,000 円、学生会員 3,000 円、賛助会員一口 30,000 円

映像コンテンツを使ってもっとドームを多目的に利用したい。
 自由自在にプログラムを組んでデジタルプラネタリウムを使いたい。
 Amateras Serverを経由してステラドームプロを映し出す
 映像システムなら実現できます。

未来を照らすデジタル映像システム

Amateras × StellaDome

北海道立オホーツク流氷科学センター



StellaDome Professional

北海道紋別市の「オホーツク流氷科学センター」に新しくステラドームプロが導入されました。高輝度プロジェクタとAmateras Serverを使って投影していた全天周映像ホールにステラドームプロが加わり、学習及びエンターテインメントの幅がさらに広がります。明るいドーム映像とデジタルプラネタリウムに必要な暗い夜空を同一プロジェクタで両立させ、多様化する「ドームをこんな風にしたい」という思いを実現します。

「ステラドーム」について詳しくはウェブで

→ <http://www.stelladome.com/> 

12月号 (11月5日発売) 特別定価 1,200円

星ナビ 12月21日 木星・土星が超接近
 12月 2020 December

「はやぶさ2」の帰還
 6年の軌跡と新たな旅へ

星ナビ創刊 20周年記念
 20th ANNIVERSARY

創刊20周年記念企画
 第2弾 読者プレゼント

6年の軌跡と新たな旅へ
 「はやぶさ2」の帰還
 スマホ世代の望遠鏡
 電視専用 eVscope

象+亀+蛇が支える大地の起源を探る
 作られた「古代インドの宇宙観」
 “仮説”から“実在”へ
 ブラックホール研究にノーベル賞
 ◀ 特別付録「星空カレンダー2021」

星ナビ 20周年記念企画
 感謝のスペシャルプレゼント
 スマホ世代の望遠鏡
 電視専用 eVscope
 象+亀+蛇が支える大地の起源を探る
 作られた「古代インドの宇宙観」

星ナビ 20th ANNIVERSARY
 星ナビ創刊 20周年記念

星空カレンダー 2021
 星ナビ

綴じ込み
 特別付録

AstroArts 株式会社 アストロアーツ
 〒151-0063 東京都渋谷区富ヶ谷 2-41-12 富ヶ谷小川ビル1F
 TEL: 03-5790-0871 (代表) FAX: 03-5790-0877
<http://www.astroarts.co.jp/>

GOTO

星空の先に、いつも未来を見ていた。



天の川が煌めき、ため息をつくような美しい星空。それは、最新の科学や未来の夢ともふれ合える最高の舞台です。五藤光学研究所は、こうした舞台を支えるため、望遠鏡製造で培った光学設計技術をもとに、プラネタリウムをはじめとする各種機器を製造・納入しています。そして、番組制作、メンテナンス、施設運営までも行うトータルクリエイターとして、皆様に驚きと感動をお届けしています。



1926年

総合当時の望遠鏡
「口径 30mm 屈折望遠鏡」



1959年

国産初のレンズ投射式
プラネタリウム「M-1」



1970年

世界初の全天周映像装置
「アストロラマ」(写真はアス
トロラマ用ユニットカメラ)



1977年

当社の大型望遠鏡
「60cm カセグレン反射望遠鏡」



1984年

世界初の宇宙型プラネタリウム
「FOSS」



2014年

約 9500 個の恒星に固有の色
を再現した世界初のプラネ
タリウム「ケイロンIII」



2017年

世界で初めて恒星の等級差を
自由に調整する機能を搭載
した「オルフェウス」



星とともに、技術をもとに。

- ハイブリッド・プラネタリウム
- 各種光学映像機器・大型望遠鏡
- プラネタリウム番組・コンテンツ制作
- デジタルドームシアター
- ドーム建設工事
- 施設運営受託、イベント・プロデュース 他



“ドーム空間”の
トータルクリエイター

株式会社 五藤光学研究所
〒153-8530 東京都目黒区目黒4-16 電話 0462-50291531
<http://www.goto.co.jp/>

探査機はやぶさ 2 のリュウグウ探訪

渡邊 誠一郎 S. Watanabe

(愛知県 名古屋市)

1. はやぶさ 2 のリュウグウ到着

2018 年 6 月、小惑星探査機はやぶさ 2 はゆっくりと炭素質小惑星リュウグウに近づいていった。日毎に大きくなる小惑星の姿に私たちは釘付けになった。「干からびた梅干しみたいだ」、「あのクレーター、デス・スター?」、「ボルダーは無数の機雷のようだね、大丈夫かあ」、「南極の大岩の名はオトヒメで決まりだね」、「反射率が低すぎてレーザ測距ができない…」そして 6 月 27 日（以下も含め日時は日本時間）、小惑星表面から 20km の地点、地球と小惑星重心を結ぶ線上にあるホームポジションに探査機は静かに到着した。レーザ測距も連続計測できるようになっていた。打上げから 3 年半、長い旅路の末にはやぶさ 2 がようやくその門前に立った竜宮城は、入城を拒む要塞の如く鈍い光芒を放っていた。

はやぶさ 2 探査は小惑星の表層試料を地上に持ち帰るサンプルリターン計画である。機体下方に伸びる筒状のサンブラホーンの中に小型弾丸の発射装置が取り付けられている。ホーンが着地（タッチダウン）した瞬間にその弾丸が表面に向けて発射され、衝撃で跳ね飛ばされた砂礫がホーンに導かれ捕獲器に入る算段である。

ミッションの最大の難関は、地上観測では形状も自転軸の向きもわからぬ天体に対して、到着後の短期間の観測データをもとに、どこに着地して試料を採取するか決めねばならない点だ。実は、到着の 1 年前、私たちは 3 億ポリゴンの仮想小惑星リュウゴイドの形状・熱モデルを計算機上に作成し、それを使った模擬観測、データ解析、着陸点選定の訓練を行っていた^[1]。訓練の

経験を活かし、到着直後から機器校正を進めつつ、光学カメラ ONC-T、中間赤外カメラ TIR、近赤外分光計 NIRS3、レーザ測距計 LIDAR を使った観測を開始して、データ解析と形状モデルの作成を進めた。

2. 困難なタッチダウンへの挑戦

自転軸方向は軌道面にほぼ垂直であったのは観測に好都合であった。はやぶさ 2 搭載観測機器は、通信用アンテナや太陽電池パドルとは反対側を向いて固定されており、小惑星を周回しながらの観測はできず、上述のホームポジションにホバリングしながら小惑星の自転を利用して観測することになる。このため、もし自転軸が傾いていたら、一周自転しても探査機から観測できない地域が生じる危惧があったからだ。

しかし、全球に無数に転がる大きな岩塊の隙間に、なるべく広い着地候補地域を見つける作業は困難をきわめた^[2]。2018 年 8 月の時点で、赤道付近に L08 と名付けられた 100m 四方の地域はボルダー数密度が相対的に低く、タッチダウン候補地域に選定された。しかし、9 月から 10 月にかけて相次いで表面に投下されたローバ MINERVA-II や着陸機 MASCOT の表面画像には、岩塊に覆われた恐ろしげな地表が広がっていた。また、降下運用時の低高度からの観測で、L08 地域にも多くの岩塊が点在することがわかり、安全な着地には高精度の自律制御により狭い領域をめざす必要があった。1 年前の訓練時に人がこしらえたリュウゴイドには着地可能領域が仕組んであったが、神の造りしリュウグウはそれをはるかに超えた難敵だったのだ。

そこで、私たちは当初計画では第三回目のタッチダウンで実施予定だったピンポイント方式を改良して、最初から試みる決断をした。まず、ターゲットマーカ (TM) と呼ばれる目印を設置するだけの降下運用をした上で、別運用として、TM から目標点までの相対位置を探査機にセットした上で降下し、TM 捕捉後、目標点まで自律移動させる方策である。この作戦に従い、10 月 25 日にまずは高度 13m まで降下して、TM を分離・設置した。しかし、TM は目標からずれた地点に静止したため、その近くに新たな目標領域 L08-E1 (半径 3m) を設定した。その後、リュウグウと地球の間に太陽が入ってしまう合期間があったため、翌 2019 年 2 月 22 日に第一回目のタッチダウンを行う計画を立てた。

トラブルで前日の降下開始が遅れたが、降下速度を上げて予定に追いつき、見事に目標点へのタッチダウンを果たした。サンプルホーンを視野に収めたモニタカメラ CAM-H の画像によって、タッチダウン直後に大量の砂礫が表面から舞い上がる様子が確認でき、試料採取に成功した可能性が高いと判断している。実は私たちは CAM-H を使って試料採取用の弾丸が造った小クレーターを写すつもりであった。しかし、弾丸衝突と探査機の表面離脱噴射により舞い上がった砂ばかりで、表面の様子はわからなかった。当初目的は達せなかったものの、成功を祝う紙吹雪のように無数の砂礫が舞い遊ぶ画像は、私たちに鮮烈な感動を残した。

3. リュウグウの的を射よ

2019 年 4 月 5 日、はやぶさ 2 は小型衝突装置 SCI による人工クレーター生成実験に挑んだ。円柱形の SCI 内の起爆部は 2kg の銅の板 (ライナ) が底面に張られた円錐形をしており、内部に爆薬が詰まっている。起爆とともに銅板は自然と変形されて半球

状になり、秒速 2km で天体表面に衝突する設計だ。爆発により金属容器はばらばらになって四方八方に飛び散り危険であるため、探査機は小惑星の陰に隠れねばならない。待避に要する約 30 分間、SCI は小惑星近傍空間で円柱形の中心軸のまわりを回りながら待ち、時限起爆する。SCI の衝突でリュウグウ表面から放出物 (イジェクタ) が出る様子は、探査機待避の途中で分離される小型カメラ DCAM3 によって撮る計画であった。

SCI 運用の間、管制室はいつにも増した緊張に包まれた。一連のシーケンスの中で何かトラブルがあれば、人工クレーター生成実験に支障が生ずるだけでなく、探査機自体を危険にさらすことになるからである。待避が無事にできた後も、人工クレーターが生成されたかはすぐには確認できない。母船経由で地上に伝送された DCAM3 の画像の確認作業を、私も固唾を飲んで見守った。DCAM3 にはアナログ系とデジタル系の 2 系統のカメラが組み込まれているが、解像度は低いがデータ容量の小さいアナログ系の起爆推定時刻前後の画像のみがダウンリンクされた。DCAM3 は分離後、円筒形の軸まわりに回転することで方向を保ちながら小惑星を側方から狙い撮影をする。ちょうど傾いて回転するこまの軸がみそすり運動するように、カメラの軸がゆっくりと回転しながら撮影されたく、アナログ画像には、真っ暗なものやリュウグウのほんの一部だけが端に写っているものが目についた。撮影はうまくできなかったかも知れないという思いが私の頭をよぎった直後、リュウグウが写った拡大画像に目をこらしていた担当者の一人が、「これ、イジェクタじゃないですか」と画面左上に写ったリュウグウの表面を指さした。のぞき込むと確かに一筋の白い線がリュウグウ表面に対して 45° ほど傾いて伸びていた (アナロ

グ系の 1 秒後に撮られたデジタル系の画像を図 1 に示す)。たちまち、管制室にいたほとんどのチームメンバーが押しかけ、ディスプレイを何重にも取り囲み、歓喜の声が幾度もあがった。

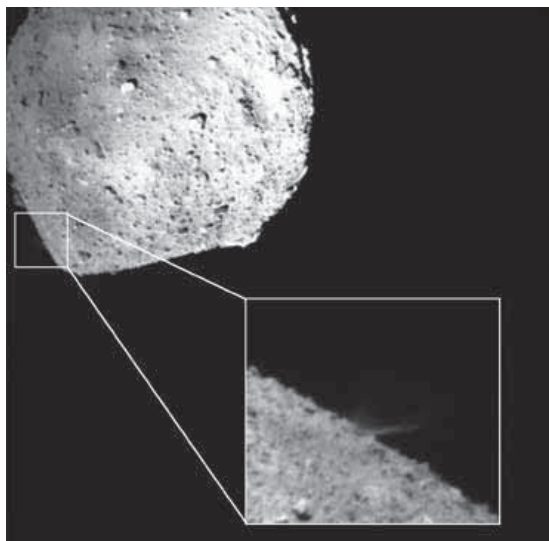


図 1 分離カメラ DCAM3 デジタル系がとらえた SCI 衝突の直後のリュウグウ表面。2019 年 4 月 5 日 11 時 36 分(機上)。拡大図(反転)に放出物カーテンが見える。
提供：JAXA/ 神戸大 / 千葉工大 / 高知大 / 産業医科大

その後、探査機はホームポジションに戻り、続いて高度 1.7km まで降下して人工クレーターの観測を行った。なんと縁(リム)から縁までの直径が 18m にも達する大きなクレーターが生成されていた。本番と同じ条件で事前に行った地上実験では生成された孔の大きさは 2m あまり。小惑星上のクレーターがここまで大きくなったのは、天体重力が地球の重力に比べ 8 万分の 1 とかわめて小さく、かつ、表層を構成する砂礫を固着させる力が非常に弱かったことが原因で、クレーターから放出される物質の速度がとても遅くても遠くまで飛ぶことが可能なためだ。クレーター生成は 10 分近く続いたことが DCAM3 のデジタル系の画像の解析からわかったが、まさにスローモー

ションで見るとような感覚だ。

生成されたクレーターは半円形で、放出物は北西側半円の方に偏っていることも ONC-T 画像解析から明らかになった。そこで、次のタッチダウンは SCI クレーターの北北西の約 20m 離れた C01-Cb 領域に設定された。7 月 11 日、第二回目のタッチダウンが敢行され、CAM-H の視野には再び成功の紙吹雪が舞ったのである。なお、滞在期間の制約から第三回目のタッチダウンはキャンセルされた。

4. はやぶさ 2 の科学成果

はやぶさ 2 のリュウグウ近傍探査の成果は、2020 年 9 月時点で Science や Nature などの一流国際科学誌に 20 編を超える原著論文として発表されている。主な成果を簡潔に紹介しよう。

リュウグウの赤道が張り出したコマ型の形は、過去の高速自転で生じたことが形状モデルを使った解析から明らかになった^[3]。小惑星の自転状態は表面からの熱放射の非等方性によって変化すること(YORP 効果)が知られている。その結果、リュウグウは現在、約 7.6 時間で一周する自転をしているが、自転は減速しつつあり、過去には現在より高速で自転していたと判断される。自転周期が 3.5 時間程度まで短いと、回転による不安定により表層で地滑りが起こって、コマ型形状が形成されたと推定される。

リュウグウ表面には水が鉱物に含まれる形でほぼ全域に存在することが近赤外分光計 NIRS3 の観測から明らかになり^[4]、表面反射率が低く炭素質物質の含有率が高いと予想されることとあわせて、小惑星帯から地球へもたらされた水や有機物の起源を制約する発見が、帰還試料の分析から得られるのではと期待されている。

リュウグウの平均密度が 1.2g/cm^3 と低いこと^[3]は、表面の分光学的特徴に地域によ

る変化が少ないこと^[4,5]とあわせて、リュウグウの母天体が破壊された際に比較的均質な部分の破片を集めて生成された“がれき（ラブルパイル）天体”であることを示す。ただし、岩相や色の違いで岩石がタイプ分けできること、緯度方向に色の違いが見られることなどから、母天体上での熱変成や衝突破砕を受けたことが示唆される^[5]。過去の一時期に特に表面風化が進んだことを示す解析結果から、その頃、リュウグウは太陽にかなり近づく楕円軌道をしていたことが示唆される^[6]など、リュウグウの歴史も紐解かれつつあり、それを決着させる帰還試料による絶対放射年代の測定が待たれる。

SCI 衝突実験の大きな成果は、本物の小惑星上ではじめて人工衝突実験を行って、衝突エネルギーと生成クレーター半径の関係を求め、従来想定されていたよりも小さな天体の衝突でも大きなクレーターを作ることができることを明らかにしたことである^[7]。これをリュウグウ上の天然のクレーターのサイズと頻度の統計にあてはめ、小惑星帯での小惑星サイズと個数密度の関係を組み合わせることで、リュウグウの表面年代を推定すると、従来の推定よりも若くなり、約 1000 万年であることがわかった^[5,7]。これは起源と目される母天体^[5]が衝突破壊を起こしたと推定される時期、すなわちラブルパイル天体リュウグウが形成されたはずの時期よりもずっと若く、リュウグウの表面が形成後に高速自転による地滑りなどで更新された（それまでに蓄積されたクレーターがかき消された）可能性を示唆していると考えている。

中間赤外線カメラ TIR によるリュウグウの熱画像からも大きな発見があった。リュウグウ表面温度（正確には放射温度）の日変化は、日の出とともに急激に上昇して、その後は日中にわたって変化は少なく、日没の直前になって急激に下降するという特異な変化

をしていることが明らかになった^[8]。実はこれは大気を持たず岩だらけの小天体に特有の温度変化であることがわかった^[9]。このような天体表面では、いろいろな向きの面が存在し、太陽が浅い角度で入射する朝夕においても、太陽に正対する面が存在して、そこは高温となる。大気が無いため隣接する面で温度が違ってもほとんど緩和しない。こうした天体表面を探査機から観測すると、上述の特異な温度変化としてとらえられるのである。表面の凹凸を加味した熱モデル^[9]は TIR の観測を再現するもので、今後は小天体の標準的な熱モデルになると考えている。

5. 帰還試料の地上分析への期待

はやぶさ 2 は 2019 年 11 月にリュウグウを出発し、現在、地球への帰途にある。2020 年 12 月 6 日未明、リュウグウ試料を格納したカプセルを地球に投入させ、オーストラリアにパラシュートで落下させる計画である。回収された試料は約半年をかけて、捕獲器から取り出され、分別・秤量と基本記載がなされる。その後に各地の研究機関に分配され、各種の初期分析や高次記載が実施される。近傍観測の結果は多くの発見があったが、それ以上に多くの謎を生み出している。それらの謎のいくつかは、地上分析によって決着がつくものと期待される。

現在、NASA の打ち上げた探査機 OSIRIS-REx がリュウグウに似た炭素質小惑星ベンヌのまわりを周回し、詳細な表面観測を続けている。本稿執筆時点（2020 年 9 月）では複数回の試料採取リハーサルを終えて、10 月 20 日に本番の試料採取を実施すると発表されている。うまく試料採取ができれば 2023 年 9 月に試料を地球に持ち帰る計画である。リュウグウとベンヌの近傍観測結果と試料分析結果を比較することで、炭

素質小惑星としての両者の共通性とそれぞれの天体のもつ個性とが弁別できるものと大いに期待される。

はやぶさ 2 は予定通りカプセルを地球に投入した後は、地球離脱のための噴射を行って、地球と金星の軌道をつなぐような楕円軌道に入る予定である。これによって 7 年後に再び地球に戻ることができ、その際に地球重力を利用して、一旦、地球とほぼ並走する軌道に入り、さらに半年後に再び地球重力を使って、次なる目標天体を狙うことが可能となる。私たちは、1998 KY26 という仮符号がつけられた自転周期 10.7 分で高速自転する微小な（直径 30m 前後）小惑星へのランデブーを狙う計画を立てた。直径 1km のリュウグウと数 m 以下の隕石とを結ぶサイズの微小小惑星への探査は世界初であり、どれほどの強度をもつ天体なのかなど、興味は尽きない。到着は 2031 年 7 月とはるかに先となり、それまで探査機や観測機器が健全な状態を保てるかは予断を許さないが、何とかこの新たな挑戦を若いメンバーが引き継ぎ、成功させてくれるものと信じている。

本稿では紹介できなかったが、はやぶさ 2 がとらえた素晴らしい画像を、はやぶさ 2 プロジェクトの公式サイトギャラリー（<https://www.hayabusa2.jaxa.jp/galleries/>）で見られるので、是非とも参照いただきたい。

（名古屋大学大学院環境学研究科教授、はやぶさ 2 プロジェクトサイエンティスト）

謝辞

長谷部孝男氏（OAA 名古屋支部）には本稿の執筆の提案をいただきました。心より感謝を申し上げます。本稿は、はやぶさ 2 プロジェクトチームの長期にわたる不断的努力の上に築かれた成果を紹介したものです。

参考文献

1. 諸田 智克 (2018)、はやぶさ 2 の科学～リュウグウ到着までの事前準備～、天界、225.
2. 渡邊 誠一郎 (2020)、太陽系小天体探査と「はやぶさ 2」、『地球・惑星・生命』、日本地球惑星科学連合編、東大出版会、第 2 章.
3. Watanabe et al. (2019), “Hayabusa2 arrives at the carbonaceous asteroid 162173 Ryugu – a spinning top-shaped rubble pile”, Science 364, 268.
4. Kitazato et al. (2019), “The surface composition of asteroid 162173 Ryugu from Hayabusa2 near-infrared spectroscopy”, Science 364, 272.
5. Sugita et al. (2019), “The geomorphology, color, and thermal properties of Ryugu: Implications for parent-body processes”, Science 364, eaaw0422.
6. Morota et al. (2020), “Sample collection from asteroid (162173) Ryugu by Hayabusa2: Implications for surface evolution”, Science 368, 654.
7. Arakawa et al. (2020), “An artificial impact on the asteroid 162173 Ryugu formed a crater in the gravity-dominated regime”, Science 368, 67.
8. Okada et al. (2020), “Highly porous nature of a primitive asteroid revealed by thermal imaging”, Nature 578, 529.
9. Shimaki et al. (2020), “Thermophysical properties of the surface of asteroid 162173 Ryugu: Infrared observations and thermal inertia mapping”, Icarus 348, 113835.



光子速度と群速度

佐藤 等 H. Satoh
(宮崎県 延岡市)

1972-73 年にかけて、外惑星探査のためパイオニア 10、11 号が打ち上げられました。1980 年になって、理論上の軌道計算値と観測データとの間に僅かながら差があることが指摘され、その原因を求めて未知の天体や重力理論、探査機本体の熱放射の偏り等諸種の理論が提案されました。所謂、パイオニア・アノマリーと云われる問題です。我々は、そこに光の分散性媒質の存在を加えてみては、と考えています。今まで、光子の伝播空間である真空中に未知の媒質（電子や磁束量子）があることを提案し議論を進めてきました。そして光子速度理論では、それが抵抗と見做せて、終速度としての光子速度を与えていると議論しました。つまり、伝播媒質であると同時に分散性媒質にもなっているわけです。しかし、現行の電磁波（光波）理論では真空中には分散が無いとして、電波速度が位相速度と同等として扱われているのではないのでしょうか？分散が無いとは、波長による速さの違いを生じさせる物質が真空中に無いことを意味しています。光子も光波も同じ光に違いはないのに、媒質の考えに差が生じるのはおかしい事です。今回は光波の場合も、真空中に分散性媒質を考慮し光子速度理論と整合性を持たせることが果たして可能なのだろうか、群速度を通じて議論してみたいと思います。

1. 物質波の群速度と物体の速度

力学でおなじみの物体の運動量 p とエネルギー E は次式で与えられます。

$$p = mV \quad (1)$$

$$E = \frac{mV^2}{2} = \frac{p^2}{2m} \quad (2)$$

但し、 m 、 V は物体の質量、物体の速度

又、波動理論によれば波の角振動数 ω と振動数 ν 及び波数 k と波長 λ の間には、次の関係があります。

$$\omega = 2\pi\nu, \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (3)$$

一方、物質波とは二重性を持つ粒子の運動に伴う波動であり、de Broglie が提案し、次式で表されます。

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad (4)$$

更に、 E と ν は次式で結ばれています。

$$E = h\nu \quad (5)$$

すると、(2)、(3)、(4)、(5) より次式を得ます。

$$\omega = \frac{hk^2}{4\pi m} \quad (6)$$

よって、群速度 v_g の定義から次式が導出されます。

$$v_g = \frac{d\omega}{dk} = \frac{hk}{2\pi m} = \frac{p}{m} = V \quad (7)$$

つまり、物質波の群速度 v_g は物体の速度 V に等しいことがわかります。

一方、位相速度 v_p の定義式は次式です。

$$v_p = \frac{\omega}{k} \quad (8)$$

上式を $\omega = kv_p$ と書き換え k で微分すると

$$\begin{aligned} \frac{d\omega}{dk} &= v_p + k \frac{dv_p}{dk} \\ &= v_p - \lambda \frac{dv_p}{d\lambda} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} &= v_p - \frac{\omega}{k} \frac{2\pi}{\omega} \frac{dv_p}{d\lambda} \\ &= v_p \left(1 - \frac{2\pi}{\omega} \frac{dv_p}{d\lambda} \right) \end{aligned}$$

更に、(3)、(6) より

$$\frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\lambda^2 m}{h} \quad (10)$$

従って、次式となります。

$$v_g = v_p \left[1 - \frac{2\lambda^2 m}{h} \left(\frac{dv_p}{d\lambda} \right) \right] \quad (11)$$

すると、物質波の群速度は第二項より位相速度が波長によって影響を受け、分散を受けることがわかります[1]。

2. 光子速度の導出と分散式

我々は、光子には二重性があり質量があると仮定していますので、物質波として扱っています。さて、[2]で議論した光子の運動方程式導出過程を簡単に触れておきます。出発点は真空中のマクスウェル方程式からでした。更に、新たに二種類のベクトルポテンシャルを導入し、方程式を書き換え、得られたのが次の光子の運動方程式でした。

$$\frac{d\mathbf{p}_m}{dt} = \nabla \left[\Phi_m \phi_e + \left(\frac{\mathbf{p}_m^2}{2\Phi_m q_e \omega \varepsilon_0 \mu_0} \right) \right] \quad (12)$$

$$\frac{d\mathbf{p}_e}{dt} = \nabla \left[q_e \phi_m + \left(\frac{\mathbf{p}_e^2}{2\Phi_m q_e \omega \varepsilon_0 \mu_0} \right) \right] \quad (13)$$

続いて、[3]では光子は真空中で、媒質に衝突することで終速度となるため、一定値を続けると考えました。そして、(12)式に次式

$$m_p \equiv \Phi_m q_e \omega \varepsilon_0 \mu_0, \quad \mathbf{v}_m \equiv \frac{\mathbf{p}_m}{m_p} = \frac{\mathbf{V}}{q_e \omega \varepsilon_0 \mu_0}$$

を代入し、(14)式を導出しました。

$$m_p \frac{d\mathbf{v}_m}{dt} = \nabla(\Phi_m \phi_e) + \mathbf{v}_m \nabla(p_m) \quad (14)$$

続いて、 $\mathbf{p}_m = \hbar \mathbf{k}_e(\mathbf{r})$ に ∇ を作用させ、 $\nabla p_m = \hbar \nabla k_e(\mathbf{r})$ とし、波長 λ_e と波数の関係式

$$k_e(\mathbf{r}) = \frac{2\pi}{\lambda_e} \text{ から次式を得ました。}$$

$$\hbar \nabla k_e(\mathbf{r}) = -\frac{2\pi \hbar \nabla \lambda_e}{\lambda_e^2} \equiv -\frac{2\pi \hbar \alpha}{\lambda_e^2} \quad (15)$$

但し、 α は波長 λ_e に依存性を持つ定数。同様のことを (13) 式にも行い、次式を導きました。但し、 β は波長 λ_m に依存性を持つ定数。

$$m_p \frac{d\mathbf{v}_m}{dt} + \frac{2\pi \hbar \alpha}{\lambda_e^2} \mathbf{v}_m = \nabla(\Phi_m \phi_e) \quad (16)$$

$$m_p \frac{d\mathbf{v}_e}{dt} + \frac{2\pi \hbar \beta}{\lambda_m^2} \mathbf{v}_e = \nabla(q_e \phi_m) \quad (17)$$

更に、光子の速度[3]で導入した

$$\phi_e \equiv \frac{q_e \omega}{2\pi} e^{i\mathbf{k}_e \cdot \mathbf{r}}, \quad \phi_m \equiv \frac{\Phi_m \omega}{2\pi} e^{-i\mathbf{k}_m \cdot \mathbf{r}} \text{ によって}$$

次式を導きました。

$$m_p \frac{d\mathbf{v}_m}{dt} + \frac{2\pi \hbar \alpha}{\lambda_e^2} \mathbf{v}_m = \frac{\Phi_m q_e \omega}{2\pi} i\mathbf{k}_e e^{i\mathbf{k}_e \cdot \mathbf{r}} \quad (18)$$

この式を解くと、次式が得られます。

$$\mathbf{v}_m = \frac{\lambda_e^2}{(2\pi)^2 \alpha} \omega i\mathbf{k}_e e^{i\mathbf{k}_e \cdot \mathbf{r}} \left[1 - e^{\frac{-2\pi \hbar \alpha}{\lambda_e^2 m_p} t} \right] \quad (19)$$

同様にして

$$\mathbf{v}_e = \frac{-\lambda_m^2}{(2\pi)^2 \beta} \omega i\mathbf{k}_m e^{-i\mathbf{k}_m \cdot \mathbf{r}} \left[1 - e^{\frac{-2\pi \hbar \beta}{\lambda_m^2 m_p} t} \right] \quad (20)$$

よって、真の光子速度 $\mathbf{v}_p$ が $\mathbf{v}_p^2 \equiv \mathbf{v}_m \cdot \mathbf{v}_e$ より求められるわけです。ここで、 $\mathbf{k}_e$ と $\mathbf{k}_m$ が同じ方向、大きさも同じと仮定し、[2]の(23)より $\mathbf{k}_e \cdot \mathbf{k}_m = \omega^2 \varepsilon_0 \mu_0$ であり、

$i\mathbf{k}_e \cdot \mathbf{r} - i\mathbf{k}_m \cdot \mathbf{r} = 0$ となることを利用し、

さらに、 $C \equiv \alpha = \beta$ 、 $\lambda \equiv \lambda_e = \lambda_m$ と置くことで、次の光子速度を導出しました。

$$\mathbf{v}_p = \frac{1}{C\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} \left[1 - e^{\frac{-\hbar C}{\lambda^2 m_p} t} \right] \quad (21)$$

C は波長 λ に依存性を持つ定数。

(21) 式の第二項は光子が次々と衝突していく真空の誘電率や透磁率から構成された物質、つまり電子や磁束量子によって抵抗を受け、光子速度に減速を与える部分です。又、これらの物質は光子を吸収・放出し、次から次へと光子の受け渡し（リレー）を行っていると考えます。

ここで、第二項を関数 $f(\lambda)$ で書き換え、次式で表します。

$$f(\lambda) = e^{-\frac{\hbar C}{\lambda^2 m_p} t}$$

更に、 λ で微分すると

$$\frac{df(\lambda)}{d\lambda} = \left[\frac{2\hbar C t}{\lambda^3 m_p} \left(1 - \frac{\lambda}{2C} \frac{dC}{d\lambda} \right) \right] e^{-\frac{\hbar C}{\lambda^2 m_p} t}$$

よって(21)は次式となります。

$$v_p = \frac{1}{C\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} \left[1 - \frac{\lambda^3 m_p}{2hCt \left(1 - \frac{\lambda}{2C} \frac{dC}{d\lambda}\right)} \frac{df(\lambda)}{d\lambda} \right] \quad (22)$$

(22) 式の第二項は減速部分を波動的に捉え直し、光子に潜在する波動的側面が波長によって変化を受けることを示しています。しかし、(21)、(22) 式とも $t \rightarrow \infty$ の時、真空中の光波の位相速度に定数 C^{-1} を乗じた値と一致します。つまり、光子速度の場合は第二項が分散するが、時間経過とともに消滅してしまう構造となっています。

3. 光波の群速度と媒質

$n(\lambda)$ は屈折率で、光波の場合、真空中では $n(\lambda) = 1$ としますが、媒質が極めて微小値ですが有ると考え、そのままにしておきます。そこで、光波の位相速度を、次式で与えます。

$$v_p = \frac{\omega(k)}{k} = \frac{c}{n(\lambda)} \quad ; \quad c \text{ は光速} \quad (23)$$

(9) より $n(\lambda)$ を用いると、次式となります。

$$v_g = v_p \left(1 - \frac{n\lambda}{c} \frac{dv_p}{d\lambda} \right) = v_p \left(1 + \frac{\lambda}{n} \frac{dn}{d\lambda} \right) \quad (24)$$

一方、(22) を次式に書き換えます。

$$v_p = \frac{1}{C\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} \left[1 - \frac{\lambda^2}{2nCt} \frac{df(\lambda)}{d\lambda} \frac{1}{\left(1 - \frac{\lambda}{2C} \frac{dC}{d\lambda}\right)} \right] \quad (25)$$

ところで、媒質を考慮しない光波の真空中の位相速度は次式で与えられます。

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} \quad (26)$$

媒質を考慮する場合は、媒質の誘電率を ϵ 、透磁率を μ とし比誘電率 ϵ_r 、比透磁率 μ_r を導入し次の関係式が得られます[4]。

$$\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \quad , \quad \mu = \mu_r \cdot \mu_0 \quad (27)$$

比誘電率は媒質の誘電率と真空の誘電率の比を表しますが、媒質ごとに異なり波長に依存した量です。比透磁率も同様。すると、媒質を考慮した位相速度は次式となります。

$$v_p = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r\mu_r}} = \frac{c}{n(\lambda)} \quad (28)$$

従って、屈折率 $n(\lambda)$ は次式で与えられます。

$$n(\lambda) = \sqrt{\epsilon_r\mu_r} \quad (29)$$

ところで、光波の群速度と光子の速度は同じ媒質空間を伝播している筈ですから、(25) 式の C は $\sqrt{\epsilon_r\mu_r}$ であることがわかります。よって、

$$v_p = v_p \left[1 - \frac{\lambda^2}{2n^2ct} \frac{df(\lambda)}{d\lambda} \frac{1}{\left(1 - \frac{\lambda}{2n} \frac{dn}{d\lambda}\right)} \right] \quad (30)$$

ここで、媒質が微小値であるため $dn/d\lambda \cong 0$ とします。又、 $t \rightarrow \infty$ を考慮すると第二項が消滅することから、光波の群速度(24)と光子の速度(30)は、ほぼ同一の内容を表している式と見做せます。従って、光波の真空中にも媒質の存在が考えられます[5]。

以上の事柄から、我々は真空中の媒質の存在を予測し、それを確かめる方法として、実験室で得た真空の誘電率と透磁率で計算した光速度と、遠くの星から来た宇宙空間で測った光の速度を比較し差があれば、それが比誘電率と比透磁率の影響だと考えられます。或いは、深宇宙を探索する衛星ではパルス通信(群速度)で交信が行われているのではないのでしょうか？衛星までの距離を推定するのに、送受信局と衛星との距離を表すレンジデータから得られる電波の時間に媒質を考慮していない光の位相速度を乗じているのであれば、媒質の存在による位置のずれが生じ、パイオニア・アノマリーの一因となり得るのではないか、というのが我々の結論です。

参考文献

- [1] 堀健夫、大野陽朗：物理学総論 下巻、
学術図書、昭和 45 改訂 11 版、p. 314 , 463
- [2] 佐藤等：天界、2013 年 8 月号、
p. 291-295, 光子の運動方程式。
- [3] 佐藤等：天界、2015 年 3 月号、
p. 78-80, 光子の速度。
- [4] 小川力/若木守明：光工学入門、実教出版、2005、p. 72 .
- [5] 佐藤等：天界、2014 年 2 月号、
p. 60-62, 光子の伝播媒質。

前漢の占術用二十八宿早見盤

＜汝陰侯墓出土の六壬式盤＞ (1)

江頭 務 T.Egashira
(兵庫県 尼崎市)

はじめに

1977 年 7 月、中国安徽（あんき）省阜陽（ふよう）県にある前漢初期の汝陰侯墓から、二十八宿の名が記載された最古の六壬式盤（りくじんしよくばん）（図 1）が発見された。また同時に、冬至の年と八節間の日数が記載された太乙九宮占盤（たいいつきゅうきゅうせんばん）（図 2）と二十八宿の度数が記載された二十八宿円盤が出土した。（文献 1）

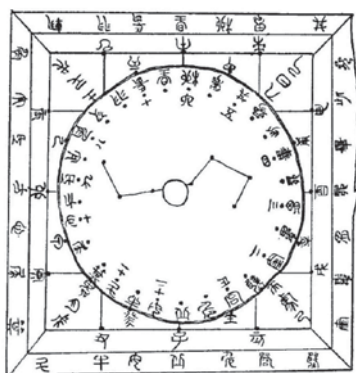


図 1 前漢汝陰侯墓出土の六壬式盤
（文献 4）

天盤（円形）直径 9.3 cm 厚さ 0.6 cm
地盤（正方形）一辺 13.5 cm 厚さ 1.2 cm

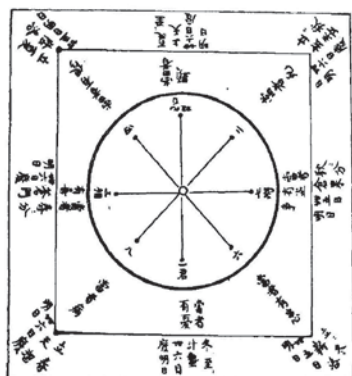


図 2 前漢汝陰侯墓出土の太乙九宮占盤
表面の解説図（文献 4）

上盤（円形）直径 8 cm 厚さ 0.2 cm
下盤（正方形）一辺 14.5 cm 厚さ 1.7 cm

このうち、二十八宿円盤については本誌 2020 年 4、6、7、9 月号にて紹介したものである。

太乙九宮占盤（図 2）の表面の下盤には外周に八節の名と八節間の日数が記載されている。また、裏面の中央下部には文帝七年（BC173 年）とされる「七年辛酉（しんゆう）日中冬至」の文字がある。（文献 2 ①）本稿は、上記の六壬式盤が太乙九宮占盤の平気法による節月をベースとした占術用の二十八宿早見盤を構成していることを明らかにするものである。

これらは占いに使用されたものと思われるが、ここでは天文学的な内容に絞って検討を進める。尚、占いの詳細については文献 3 を参照願いたい。

また我が国における平安時代の占いについては下記が参考になる。

『安倍晴明撰『占事略決』と陰陽道』

小坂真二 汲古書院 2004

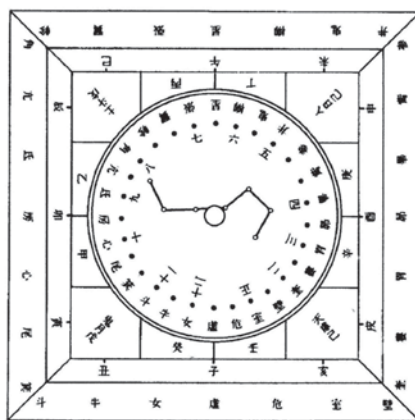


図 3 前漢汝陰侯墓出土六壬式盤の解説図
（文献 2 ②）出土遺物の原図は図 1 参照

『安倍晴明「占事略決」詳解』

松岡秀達 岩田書院 2007

1 六壬式盤と星座早見盤の対応

六壬式盤は、天盤と呼ばれる円形の盤と地盤と呼ばれる正方形の盤を組み合わせたもので、円形为天盤が回転する構造となっている。

天盤や地盤の形状は、古代中国の宇宙観である天円地方説に基づいている。図3は、現在最古のものとされる前漢汝陰侯墓出土六壬式盤（図1）の解説図である。

今、これを星座早見盤化するために、本誌2019年12月号図4と10月号図1との対応を表1に示す。

ここで、注意点を二つ挙げておく。

一つは六壬式盤（図3）における地平面の存在である。

図3においては南天用二十八宿早見盤のような地平面は見当たらないが、月日目盛のある円形の盤の上に卯酉（ぼうゆう）線（東西線）から下の部分に隠された覆いがある。

この覆いは、時刻目盛りのある方形の盤（地平盤・地盤）に支持されている。

もう一つは、ほとんどの書は六壬式盤の子（北）を上方に記載しているが、午（南）を上にするのが正統である。

『景祐六壬神定經』卷二・釈用式第三十一に引く『金匱經（きんききょう）』には「式を用いる法は、朝は南を向き、暮は北を向

き、常に左手を以て鬼門を執り、右手をもて月将を転ず」とある。（文献2③、5①）つまり式盤で占うときには、地盤の鬼門（北東：艮（うしとら）：丑と寅の間）が左手にくるように使うため、午（南）の方位が上になる。この理由は、表1に示したような六壬式盤の星座早見盤における特質を引き継いだものと想像される。

以上で、六壬式盤が星座早見盤としての構成要件を満たしていることが明らかになった。

次の課題は、天盤に記載された暦の解明である。

参考文献

- 1「阜陽双古堆西漢汝陰侯墓発掘簡報」安徽省文物工作隊、阜陽地区博物館 阜陽県文化局（『文物』p12～25 1978年8期）
- 2『制作する行為としての技術』① p190～191 ② p197 ③ p205 山田慶兒 朝日新聞社 1991
- 3「式盤綜述」嚴敦傑（げんとんけつ）（『東洋の科学と技術』p62～95 同朋舎出版 1982）
- 4「西漢汝陰侯墓出土の占盤和天文円儀」殷滌非（いんじょうひ）（『考古』p338～343 1978年5期）
- 5『安倍晴明撰『占事略決』と陰陽道』① p15, p374 ② p13～15 小坂真二 汲古書院 2004

表1 六壬式盤と星座早見盤の対応

	前漢汝陰侯墓出土 六壬式盤 図3	南天用二十八宿早見盤 2019年12月号図4
月日目盛 月日の回転方向	正月から十二月左回り 星座盤（天盤）	1月から12月左回り 星座盤（10月号図1）
時間目盛 時間の回転方向	子から亥右回り 地平盤（地盤）	0時から23時右回り 地平盤
方位 東南西北の回転方向	子が下側 卯午酉子右回り	北が下側 東南西北右回り

人工天体の 2020 年 11 月中の大気圏再突入予報

橋本 就安 N.Hashimoto
(徳島県 藍住町)

1978 年 1 月 24 日、カナダのグレートスレーブ湖付近に旧ソ連の原子炉衛星コスモス 954 号が落下したとアメリカ軍部が発表した。このコスモス 954 は 1977 年 9 月 18 日にソ連が打ち上げたレーダーの電源に原子炉で起こした電気を使っていて偵察活動をしていたため、西側ではこれらの衛星を RORSAT (Radar Ocean Reconnaissance Satellites) と称している。この時は筆者は TLE が来ていなかったの、この衛星の事は全く知らなかった。そのニュースを聞いて原子炉衛星が飛行していることを初めて知った。そこで、筆者は調べてみると、当時のソ連は原子炉衛星をたくさん打ち上げている事が分かった。そして、いくつかの事故もある。まず、1973 年 4 月 25 日にソ連は原子炉を積んだ偵察衛星コスモスを打ち上げたが軌道に乗せるのに失敗し、樺太の北から日本の北方領土上空を通過後、すぐに北太平洋に落下した。そのためコスモス衛星の号数が振られていないし、打ち

上げ表にも載っていない。なお、アメリカの航空機が放射能を検出した。そして、次に 1982 年 8 月 30 日原子炉衛星コスモス 1402 号を打ち上げたが、軌道制御ができず落下してきた。通常、コスモス原子炉衛星は打ち上げられて高さ 250 ~ 300km の低い軌道に乗り、レーダーを使って敵艦船などの動きを監視する。高さを維持するためロケットを頻繁に噴射するが、燃料が無くなる頃にはロケットと炉心部を分離。衛星のロケットを使って高さ約 1000km の軌道に変えて原子炉が数百年間は落ちて来ないようにする。このコスモス 1402 号は偵察活動を終了してロケットと炉心部を分離して軌道を上げようとして分離はしたが、衛星のロケットが作動せず、軌道が下がる一方で、世界中で落下騒動となったのだ。この時は筆者はマスコミの問い合わせに応じて落下日を計算していた。筆者の最終計算では 1983 年 1 月 24 日としていたが、結局は 1 月 24 日日本時間午前 7 時 21 分にインド洋に落下して（人口密集地区に落ちなくて）事なきを得た。この頃、他に原子炉を積んで打ち上げられたソ連の衛星は以下の通り。

★コスモス 198 (1967 年 12 月 27 日低軌道に打ち上げ、2 日後の 12 月 29 日に炉心部とロケットを分離して高さ約 900 km に移る。衛星の送信電波周波数 19.365MHz)

★コスモス 209 (1968 年 3 月 22 日低軌道に打ち上げ、2 日後の 3 月 24 日にロケットと炉心部を分離して高さ約 800 km に移る)

★コスモス 367 (1970 年 10 月 3 日高さ約 1000 km に打ち上げ、同日にロケットと炉心



読売新聞 (1983 年 1 月 23 日付け)

部を分離して高さ約 950 km に移る。衛星の送信電波周波数 19.542MHz)

★コスモス 402 (1971 年 4 月 1 日低軌道に打ち上げ、8 日後の 4 月 9 日にロケットと炉心部を分離して高さ約 800 km に移る)

★コスモス 469 (1971 年 12 月 25 日低軌道に打ち上げ、21 日後の 1972 年 1 月 15 日にロケットと炉心部を分離して高さ約 800 km に移る)

★コスモス 516 (1972 年 8 月 21 日低軌道に打ち上げ、1972 年 10 月 1 日にロケットと炉心部を分離して高さ約 800 km に移る)

★コスモス RORSAT (1973 年 4 月 25 日低軌道に打ち上げようとしたが、予定の軌道に到達せず日本近くの太平洋に落下)

=====

まだまだあるが、表の続きは次号に掲載予定。

ところで、先に予報した Sat. No. =44245 のスターリンク-21 が去る 9 月 22 日の日本時間午前 10 時 5 分頃ハワイの北東沖の太平洋上で大気圏に再突入した。また、Sat. No. =44288 のスターリンク-79 は去る 10 月 3 日の日本時間午後 4 時 28 分頃オーストラリアの西沖のインド洋上で大気圏に再突入した。また、Sat. No. =44269 のスターリンク-57 は去る 9 月 18 日の日本時間午前 4 時 27 分頃アフリカのギニア湾上空で大気圏に再突入した。下表に今年 11 月中に大気圏再突入が予想される人工天体を示す。計算誤差は 7 日程度、最近打ち上げたスターリンク衛星の大気圏再突入が 3 個ある。

衛星名	Sat.No.	国際標識	消滅日
CZ-3Bロケット	41195	2015-083B	2020年10月23日
CZ-3Bロケット	46393	2020-063E	2020年10月28日
H-2Aロケット破片	46227	2018-084BQ	2020年10月29日
DMSP 5D-2 F14破片	24756	1997-012B	2020年10月29日
STARLINK-1158	45056	2020-006N	2020年10月29日
ARIANE 44LP破片	23232	1991-015H	2020年10月30日
FOSSASAT-1	44829	2019-084F	2020年10月31日
WESTFORD NEEDLES	20023	1963-014EZ	2020年11月 4日
ELECTRON KICK STAGEロケット	44825	2019-084B	2020年11月11日
ELECTRONロケット	44500	2019-054F	2020年11月19日
CZ-3Bロケット	38015	2011-077B	2020年11月23日
STARLINK-1268	45385	2020-019AB	2020年11月25日
BHUTAN-1	43591	2098-067PF	2020年11月25日
UITMSAT-1	43589	1998-067PD	2020年11月27日
MAYA-1	43590	1998-067PE	2020年12月 2日
FALCON-9ロケット	43588	2018-064B	2020年12月 3日
STARLINK-63	44265	2019-029AG	2020年12月 3日

ご入会 50 年以上の皆さまへ

約 50 年又はそれ以上、本会に在籍されている会員の方々は、是非ご連絡ください（締め切り：2020 年 12 月 31 日）。本会の創立 100 周年記念事業の一環として、長年にわたりご活躍されてこられた会員の方々に感謝の意を表したいと思います。

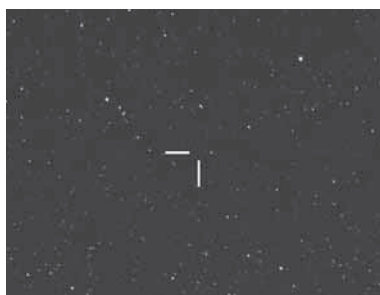
連絡先：〒 650-0032 神戸市中央区東町 126 番地 神戸シルクセンタービル 5 階
NP0 法人東亜天文学会 担当理事 岡村 修 E-mail: honbu@np0-oaa.jp

新天体発見ニュース

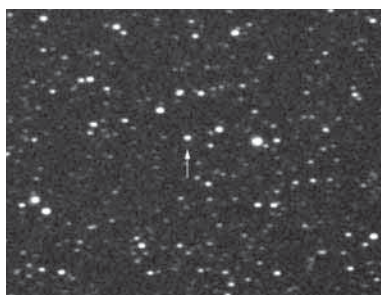
西村さんが矮新星と新星、小嶋さんが新星を発見!!

■わし座の矮新星 (TCP J20034647+1335125)

静岡県掛川市の西村栄男さんは、2020年8月15.504日UT、自宅から車で15分ほどの茶畑で、キヤノン EOS 6D カメラとキヤノン 200mm F2.8 レンズを F3.2 に絞り、わし座を撮影した画像から 12.6 等の矮新星を発見しました。発見位置は、赤経 20 時 03 分 46.47 秒、赤緯 +13 度 35 分 12.5 秒 (2000 年分点) です。西村さんから「私の撮影から約 4 時間後に京大の 0.4 m で光度観測、また岡山の 3.8m せいめい望遠鏡でスペクトル観測をしていただき感謝しています」とメールが届きました。確認画像は、田中利彦さん (9cm F4.5 屈折望遠鏡、13.2 等/三重県)、水谷正則さん (30cm F8 RC 望遠鏡、13.4 等/岡山県) のほか、佐野康男さん (北海道)、渡辺文健さん (北海道) から受け取りました。



発見画像 2020年8月15.504日UT
(撮影：西村栄男さん)



確認画像 2020年8月15.698日UT
(撮影：田中利彦さん)



確認画像 2020年8月16.559日UT
(撮影：水谷正則さん)

■さそり座の新星 (V1708 Sco)

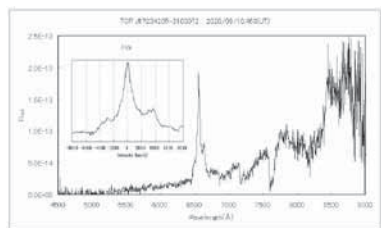
群馬県嬬恋村の小嶋 正さんは、2020年9月8.423日UT、キヤノン EOS 6D と 300mm F3.2 レンズで、さそり座を撮影した画像から 12.5 等の新星を発見。位置は、赤経 17 時 23 分 42.05 秒、赤緯 -31 度 03 分 07.2 秒 (2000 年分点) です。小嶋さんから「発見当夜の 1 日限りの観測となってしまうそうですが、新星と確認されほっとしました」と連絡がありました。その直後、9月8.447日UTに静岡県掛川市の西村栄男さんも 12.3 等で独立に発見し、「当日は雲が多く銀河の中心付近を数回撮影する中でやっと巡り会ったものです。画像から星が青く感じたのでまた矮新星かと思っていました」とコメントがありました。岡山県倉敷市の藤井 貢さんからは、9月10.463日UTに観測したスペクトル図が届きました。



発見画像 2020年9月8.423日UT
(撮影：小嶋 正さん)



発見画像 2020年9月8.447日UT
(撮影：西村栄男さん)



スペクトル図 2020年9月10.463日UT
(撮影・作図：藤井 貢さん)

港区立みなと科学館

東京都港区虎ノ門 3-6-9

TEL 03-6381-5041 〒105-0001

港区立みなと科学館は、2020（令和2）年6月に東京都港区虎ノ門に新しくオープンしました。当館は、科学を体験することができる場を提供することにより科学への関心を高め、教養の向上及び主体的な学びの意欲の増進に寄与することを目的に、「“まちに息づく科学”の発見と探究」をテーマにした体験型施設として設置されました。1階には常設展示コーナーのほか、実験室があり、学校の理科授業の補完としてお使いいただけるほか、サイエンスショーやワークショップも開催。多目的ロビーでは様々な企画展も開催されます。

2階にあるプラネタリウムホールは、座席数121席、ドーム径が15mの水平型です。五藤光学研究所製のオルフェウスと全天周デジタル映像システムを備え、港区の歴史や風景を紹介する「港区の時刻（とき）」や、港区観光大使の増田明美さんのナレーションによる「深宇宙のかなたへ-138億光年の旅」等の当館オリジナル作品をはじめ、子どもから大人まで楽しむことができるデジタル番組をラインナップ。そのすべてに、解説員による星座解説があり、美しい星空と大迫力の映像番組をお楽しみいただいております。また、学習投影では、港区立の小・中


港区立みなと科学館・
気象科学館・
気象庁虎ノ門庁舎外観


プラネタリウムホール



常設展示コーナー

学校の校庭から見た風景をドームに投影。児童・生徒がよく知る風景にて、月や星の位置変化などを観察できるため、こちらも好評をいただいております。

また、プラネタリウムホールの隣には気象庁が運営する気象科学館も併設されており、来館者が両方の科学館を見学いただくことができるのも特徴です。そのほか、都心の地の利を活かし、企業、研究機関等ともネットワークを構築しながら「先進的な学びの、その先へ“まちとともに人々の成長を支える科学館”」をコンセプトに事業を推進して参ります。

東京メトロ日比谷線「虎ノ門ヒルズ」「神谷町」から徒歩約5分。夜空を見上げるとビルの向こうに東京タワーと月が見える、港区立みなと科学館に、ぜひお越しください。
<https://minato-kagaku.tokyo>

(港区立みなと科学館

八重樫憲生 瀧澤真一郎)

太陽課月報 (No. 596)

Monthly Report of the Solar Section, July 2020

課長 鈴木 美好 M. Suzuki

7 月の黒点活動概況

今月は 29 ヶ所からの報告があり、31 日間すべての観測報告がありました。今月は黒点相対数変化図に見られるように、1 日から 20 日までは時折一日黒点 4 個が見られ、21 日以降は小黒点ながら、比較的寿命の長い黒点の出現がありました。

今月出現の黒点は、1 日に A 型微小黒点 No. 12 (S18, 140-141)、5 日には A 型微小黒点 No. 13 (N6, 118-119)、16 日には A 型微小黒点 No. 14 (S31, 332)、18 日には A 型微小黒点 No. 15 (S19, 316) がありました。

21 日以降は、月前半とは異なり比較的長寿命黒点の出現があり、21 日に太陽面東縁より出現の J 型黒点 No. 16 (S19-S22, 199-205) が翌月の 8 月 3 日には西縁に没しています。

28 日に太陽面東縁内寄りに出現の J 型黒点 No. 17 (N25, 117-119) は翌月 2 日に消滅しています。

O. A. A. 月平均相対数は、全面 4.00、北半球 0.03、南半球 3.97 となっています。

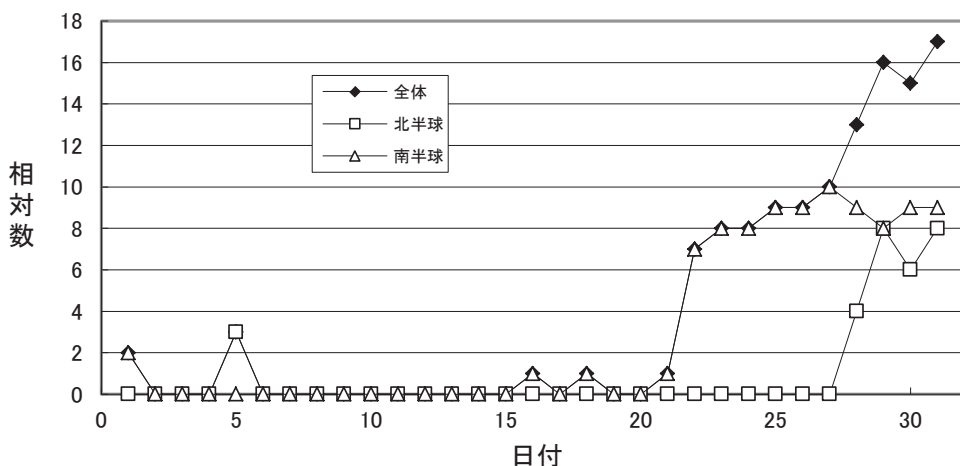
S. I. L. S. O. 発表の今後 6 ヶ月間の相対数予想は、2020 年 8 月 : 5, 9 月 : 6, 10 月 : 7, 11 月 : 8, 12 月 : 9, 2021 年 1 月 : 10 となっています。

7 月のプロミネンス概況

今月は国内 4 ヶ所と海外 1 ヶ所からの観測報告がありました。各観測報告者とも前半から中盤にかけては、黒点同様低調な活動状況でしたが、30, 31 日には成田氏、野呂氏、岡村氏から太陽面東縁、南緯 52 ~ 53 度付近に高さが 10 ~ 13 万 km のピラー型プロミネンスの出現の観測報告がありました。

観測報告先 : 〒 513-0807 三重県鈴鹿市
三日市一丁目 1-17 鈴木美好

7 月の黒点相対数変化図
VARIATION OF SUNSPOT RELATIVE NUMBER



2020年7月の太陽黒点観測報告

観測者	観測場所	R平均	N	S	日数	備考
藤森賢一	長野	2.7	0.0	2.7	9	
望月悦育	埼玉	7.6	2.1	5.5	11	
近藤祐司	北海道	2.7	0.0	2.7	18	旭川市科学館
小峯泰二	埼玉	4.59	1.29	3.29	17	
當麻景一	東京	5.5	0.0	5.5	4	
小倉登	新潟	11.0	3.7	7.3	6	
早水久雄	岐阜	3.7	1.2	2.4	9	
佐野康男	三重	5.18	1.00	4.18	22	
大塚有一	埼玉	0.0	0.0	0.0	3	
村上昌己	神奈川	9.4	3.5	5.9	10	
成田広	神奈川	5.0	2.0	3.0	11	多摩天体観測所
浅田秀人	京都	4.2	1.7	2.5	13	
岸畑安紀	三重	4.9	2.4	2.4	9	
函館中部高校地学部	北海道	3.7	3.7	0.0	6	高村,山本,大屋
Gonzalo Vargas	ボリビア	5.3	1.4	3.9	31	
小田玄	広島	5.8	3.0	2.8	4	修道中学・高校天文班
津高校天文部	三重	2.8	0.0	2.8	4	
京都大学花山天文台	京都	5.5	2.8	2.8	12	鴨部, 寺西, 河村, 今谷, 川端
堀尾恒雄	大阪	4.6	1.8	2.8	12	
高橋雅弘	神奈川	0.0	0.0	0.0	2	
千賀慎一	北海道	6.4	2.2	4.2	15	
岩田重一	長野	4.1	1.4	2.8	16	
渡辺文健	北海道	5.9	2.4	3.5	19	なよろ市立天文台きたすばる
鈴木美好	三重	7.2	2.5	4.7	15	
UCCLE天文台	ベルギー	7.7	2.1	5.6	26	観測者 5
P.S.S.O.S.	ポーランド	7.32			31	観測者 12
A.A.V.S.O.	アメリカ	4.2			31	観測者 68
B.A.A.	イギリス	6.31			31	観測者 46
SONNE	ドイツ	4.6	1.7	2.9	31	観測者 31
CV-Helios Network	ノルウェー	4.65			31	観測者 45

P.S.S.O.S. Polish Section of Solar Observers Society
 B.A.A. The British Astronomical Association
 A.A.V.S.O. The American Association of Variable Star Observers-S.D.
 SONNE ドイツの太陽研究グループ
 CV-Helios Network ノルウェーの太陽研究グループ

プロミネンス出現群平均(2020年7月)

観測者	観測地	方法	月平均	N	S	日数
成田広	神奈川	直視	0.36			11
野呂忠夫	東京	写真	3.24	2.37	0.87	8
小倉登	新潟	直視	2.67	0.83	1.83	6
岡村修	兵庫	写真	3.00	1.67	1.33	6
B.A.A.	イギリス	写真・直視	1.61			観測者: 20

2020年7月のO.A.A.暫定値

日	R	N	S	日	R	N	S	日	R	N	S
1	2	0	2	11	0	0	0	21	1	0	1
2	0	0	0	12	0	0	0	22	7	0	7
3	0	0	0	13	0	0	0	23	8	0	8
4	0	0	0	14	0	0	0	24	8	0	8
5	3	3	0	15	0	0	0	25	9	0	9
6	0	0	0	16	1	0	1	26	9	0	9
7	0	0	0	17	0	0	0	27	10	0	10
8	0	0	0	18	1	0	1	28	13	4	9
9	0	0	0	19	0	0	0	29	16	8	8
10	0	0	0	20	0	0	0	30	15	6	9
								31	17	8	9

月平均 R = 3.87 , N = 0.94 , S = 2.94

2020年7月のS.I.L.S.O.(Solar Index and Long-term Solar Observations) 暫定値

日	R	N	S	日	R	N	S	日	R	N	S
1	5	0	5	11	0	0	0	21	6	0	6
2	0	0	0	12	0	0	0	22	11	0	11
3	0	0	0	13	0	0	0	23	11	0	11
4	7	7	0	14	0	0	0	24	11	0	11
5	5	5	0	15	3	0	3	25	11	0	11
6	5	5	0	16	0	0	0	26	12	0	12
7	8	8	0	17	0	0	0	27	11	0	11
8	0	0	0	18	0	0	0	28	22	11	11
9	0	0	0	19	0	0	0	29	22	11	11
10	0	0	0	20	0	0	0	30	22	11	11
				31	22	11	11				

 月平均 R = 6.3 , N = 2.2 , S = 4.1
 S.I.L.S.O. Sunspot-Bulletin, 2020, No.7による。

木・土星課月報 (9月)

Monthly Report of the Jupiter-Saturn Section, September 2020

課長 堀川 邦昭 K. Horikawa

幹事 伊賀 祐一 Y. Iga

(1) 木星

木星は 12 日にいて座で留となり、順行に転じた。木星の沈むのが早くなり、観測時間帯は宵のうちへと移っている。今月は下記の観測者から報告が寄せられた。

8 月に発生した NTBs jetstream outbreak は、過去に例のない解像度で、詳細に追跡されている。最初に出現した先行白斑 (Leading spot #1: LS#1) は、体系 I に対して $-5^{\circ}/\text{day}$ という驚異的なスピードで前進、後方に暗斑群を生成し、9 月初めには長さ $40 \sim 50^{\circ}$ の攪乱領域に成長した。

今月に入ると、1 日に 2 番目の白斑 (LS#2) が体系 I $=132.2^{\circ}$ に、8 日には体系 I $=320.6^{\circ}$ に 3 番目の白斑 (LS#3) が出現、これらも最初の白斑と同様に、高速で前進

しながら後方に暗斑群を生成し、outbreak は独立した 3 つの攪乱領域で構成されるようになった。

3 つの先行白斑は可視光でもメタンバンドでも極めて明るく、多くの画像で中心部が白飛びしてしまっている。眼視でも容易に認められ、シーイングや透明度の優れない時でも見る事ができた。これらの特徴から、先行白斑は強い上昇流で吹き上げられた高高度の雲であろうと推察できる。白斑が後方に白い尾を引きながら NTrZ を進む姿は彗星のようで、2010 年に土星に出現した大ストームの白斑を彷彿とさせた。後方の暗斑群はどの攪乱領域でも約 15° の間隔で、大きくて青黒く、中心に核状の白斑を伴っているものが多かった。攪乱領域の

観測者名	観測地	観測器材	報告数
阿久津富夫	(茨城県)	40cm 反赤	画像 21
浅田 秀人	(京都府)	31cm 反赤	画像 10
安達 誠	(滋賀県)	36cm 反赤	スケッチ 11 枚
石橋 力	(神奈川県)	31cm 反赤	画像 9
永長 英夫	(兵庫県)	30cm 反赤	画像 87、展開図 14
大杉 忠夫	(石川県)	30cm 反赤	画像 3
大田 聡	(沖縄県)	30cm 反赤	画像 13
小山田博之	(東京都)	28cmSC 赤	画像 4
菅野 清一	(山形県)	30cm 反赤	画像 26
熊森 照明	(大阪府)	35cmSC 赤	画像 2
鈴木 邦彦	(神奈川県)	19cm 反射	画像 21
鈴木 隆	(東京都)	18cm 反赤	画像 3
畑中 明利	(三重県)	30cm 反赤	画像 5
堀川 邦昭	(神奈川県)	30cm 反赤	スケッチ 14 枚
三品 利郎	(神奈川県)	20cm 反赤	画像 2
宮崎 勲	(沖縄県)	40cm 反赤	画像 179
吉田 智之	(栃木県)	35cmSC 赤	画像 2
米山 誠一	(神奈川県)	32cm 反赤	画像 4
Delcroix, Marc	(フランス)	32cm 反赤	画像 5
Fattinnanzi, Cristian	(イタリア)	36cm 反赤	画像 5
Foster, Clyde	(南アフリカ)	35cmSC 赤	画像 73
Go, Christopher	(フィリピン)	35cmSC 赤	画像 60
Olivetti, Tiziano	(タイ)	50cm 反赤	画像 10
Wesley, Anthony	(オーストラリア)	33cm 反赤	画像 42

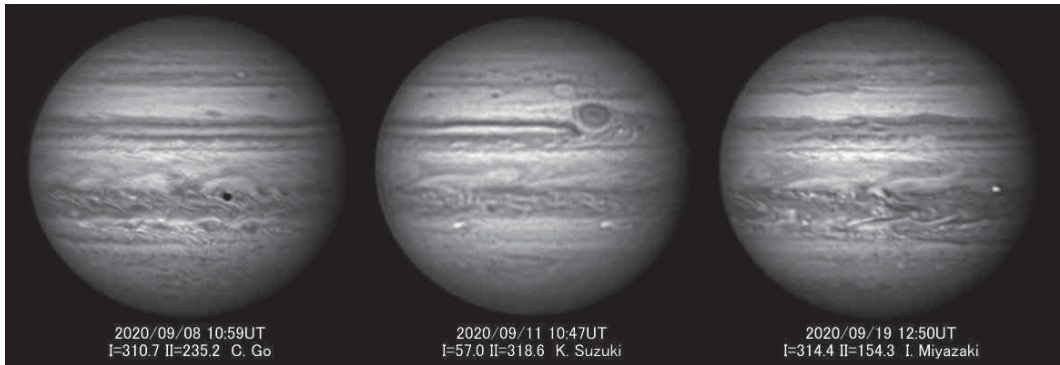


図1 今月の木星面

左) LS#1 と後方の暗斑群。NEB 上の黒点はエウロパの影。中央) RS と2つの先行白斑。右が LS#2 と暗部、左が LS#3。
右) NTB の outbreak によって NEB 北縁が大きく乱されている。NEB 南縁をイオが経過中。

最後尾にある最初にできた暗斑が最も速いドリフトを持つ傾向があり、他の暗斑との合体がしばしば観測された。

LS#1 後方の攪乱領域は、今月半ばを過ぎると隊列が乱れて混沌とした状態に変化、特に体系 II =100° 台では、outbreak の白いすじが拡幅した NEB の中に入り込み、北縁がズタズタになっている。拡幅を生き延びた北縁の白斑 WSZ と WSb は、この激しい変動に巻き込まれ、月末には所在がよくわからなくなってしまった。

過去の outbreak では、先行白斑が前方の攪乱領域後端に追いつくと消失することが知られており、今回も同様の現象が観測された。20 日頃、LS#3 が #1 の攪乱領域後部に到達すると、急速に衰えて、数日で消失してしまった。また、LS#2 も 25 日に #3

の暗部に到達し、衰退した。LS#1 はまだ明るく顕著だが、10 月中旬には #2 の攪乱領域後部に追いつくので、同様に衰えるであろう。

9 月末の時点で、outbreak の長さは 300° に及んでいる。LS#1 後方では、暗斑や暗条がまとまって、NTB の断片を生成しつつある。また、NTrZ は一連の攪乱活動により、乱れて薄暗くなっている。

表 1 に先行白斑と暗斑群の自転周期と風速をまとめた。先行白斑の風速は体系 III に対して平均 160m/s で、この現象として典型的な値である。興味深いことに、先行白斑のスピードは発生順に並んでいて、最初に発生した LS#1 が最も速い。前述のように暗斑群でも同様の傾向が見られる。

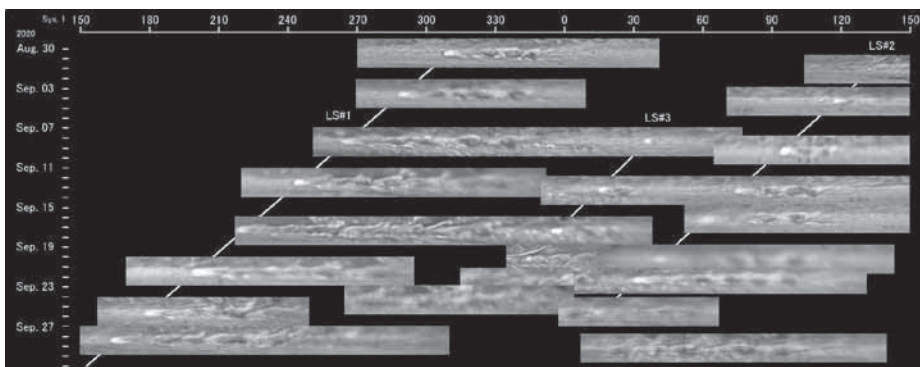


図2 NTBs jetstream outbreak の発達

高速で前進する先行白斑と後方の暗斑群からなる攪乱領域が3つでき、経度方向に広がって行くのがわかる。9 月後半はそれらが集まって混沌とした状態になり、しだいに濃い NTB が形成されつつある。

表 1 NTBs jetstream outbreak の自転周期など

模様	自転周期	ドリフト(°/day)	測定数	観測期間	経度範囲	緯度	風速(m/s)
先行白斑	9h47m17.9s±9.2s	-4.79±0.23	3			+23.2±0.1	+160.1±3.0
LS#1	9h47m09.5s±1.9s	-5.00±0.05	78	8/18-9/30	7.4-154.6	+23.1±0.3	+162.9±0.6
LS#2	9h47m16.6s±4.0s	-4.82±0.10	27	9/01-9/25	132.2-14.2	+23.3±0.5	+160.4±1.3
LS#3	9h47m27.7s±5.5s	-4.54±0.14	15	9/08-9/20	36.6-345.3	+23.1±0.3	+156.9±1.8
暗斑群	9h49m58.0s±20.4s	-0.79±0.51	12			+24.0±0.3	+106.7±6.4
暗斑#1-1	9h49m43.8s±4.7s	-1.15±0.12	46	8/20-9/24	1.8-320.8	+24.2±0.4	+111.2±1.5
暗斑#1-2	9h49m47.4s±16.1s	-1.06±0.40	13	8/25-8/31	343.6-335.3	+23.8±0.7	+110.3±5.2
暗斑#1-3	9h49m56.8s±6.5s	-0.82±0.16	17	8/29-9/16	331.4-315.9	+23.7±0.5	+107.4±2.1
暗斑#1-4	9h50m24.9s±7.6s	-0.13±0.19	20	9/03-9/25	305.1-296.4	+24.0±0.6	+98.0±2.5
暗斑#1-5	9h50m10.7s±6.3s	-0.48±0.16	15	9/07-9/21	288.7-279.5	+23.8±0.6	+102.8±2.1
暗斑#1-6	9h50m33.2s±10.8s	+0.08±0.27	12	9/08-9/19	271.4-276.5	+23.6±0.3	+95.6±3.5
暗斑#1-7	9h49m58.2s±6.3s	-0.79±0.16	10	9/11-9/25	265.6-252.9	+23.8±0.8	+106.8±2.0
暗斑#2-1	9h49m43.4s±8.8s	-1.16±0.22	25	9/04-9/29	124.3-94.7	+24.0±0.6	+111.4±2.9
暗斑#2-2	9h49m57.1s±4.6s	-0.82±0.11	16	9/11-9/29	95.3-79.3	+24.1±0.6	+106.9±1.5
暗斑#2-3	9h50m12.0s±13.1s	-0.45±0.33	10	9/15-9/29	79.3-70.5	+23.8±0.4	+102.4±4.3
暗斑#3-1	9h49m17.1s±5.9s	-1.81±0.15	11	9/13-9/25	25.6-4.6	+24.7±0.7	+119.3±1.9
暗斑#3-2	9h49m52.0s±9.9s	-0.94±0.25	7	9/15-9/20	13.9-8.8	+23.9±0.5	+108.7±3.2

(2) 土星

土星は 29 日にいて座で留を迎えた。隣の木星とはこれまで 30 分程度の距離を保ってきたが、今後は年末の会合に向かって急速に近づいて行く。今月は下記の観測者から報告が寄せられた。

北極領域南縁の白斑は、3 日の Foster 氏の画像で体系Ⅲ=352.8°に見ることが出来る。輝度の無い卵型の白斑 (oval) という見え方は変わっていない。当課の画像では、この一例のみであったが、月惑星研究会の画像では、翌 4 日に小さく輝度の高い白斑

が同じ北極域南縁に出現している。見え方は大きく異なるが、経度やドリフトから見て同じ白斑と思われる。白斑は 9 日には体系Ⅲ=281.0°に位置しており、元の見え方に戻ってしまったようだ。一時的な変化だったのだろうか。

(10 月 4 日 堀川)

観測報告先: e-mail: kuniaki.horikawa@nifty.com

木土星課 Web サイト: <http://jupiter.la.coocan.jp/oaa/>

観測者名	観測地	観測器材	報告数
大杉 忠夫	(石川県)	30cm 反赤	画像 1
柚木 健吉	(大阪府)	35cmSC 赤	画像 1
Foster, Clyde	(南アフリカ)	35cmSC 赤	画像 12
Pellier, Christophe	(フランス)	31cm 反赤	画像 2

彗星課月報

Monthly Report of the Comet Section, August 2020

課長 佐藤 裕久 H. Sato

幹事 下元 繁男 S. Shimomoto

○ 8 月の状況 (佐藤)

☆ C/2020 F3 (NEOWISE) (写真 a、b)

彗星課メーリングリスト (oaa-comet ML、

以下同じ) などに次のように報告があった。

8 月 10 日 23:29、筆者から「8 月 2.48 日 UT、高橋俊幸さん (栗原: D95) は 0.25-m

f/4.2 反射 + CCD で全光度を 5.4 等と観測しました。『栗原観測所 (D95) は、北東～北、西空の観測条件が悪く、8 月に入ってからようやく C/2020 F3 (ネオワイズ) を撮影することができました。流石に明るいですね。測光範囲は直径 853" です。但し、薄雲のせいか尾は確認できませんでした』とのコメントがありました」とのコメントと改良軌道要素を報告した。

11 日 07:29、筆者から「8 月 5.44 日、9.45 日 UT、門田健一さん (上尾: 349) は 0.25-m f/5.0 反射 + CCD でそれぞれ全光度を 6.1 等、6.7 等と観測しました」とのコメントと改良軌道要素を報告した。

18 日 22:22、筆者から「8 月 11.45 日 UT、池村俊彦さん (新城観測所: Q11) が 0.35-m f/5 反射で撮った CCD 画像から、私は全光度を 6.8 等と測定しました。8 月 15.50 日 UT、芸西チーム (372) は、0.70-m f/10 反射 + レデュース (f/5) で全光度を 7.0 等と観測しました」とのコメントと画像および改良軌道要素を報告した。

21 日 08:41、筆者から「8 月 19.47 日 UT、私 (Q23) は、0.25-m f/4 反射 + CCD で全光度を 7.6 等と測定しました」とのコメントと画像および改良軌道要素を報告した。

8 月中、国内で位置観測したのは他に、野原秀憲氏 (栃木県宇都宮市: Q21)、安部裕史氏 (島根県松江市八束: 367)、吉本勝己氏 (山口県平生町: P87) であった。

☆ C/2019 U6 (Lemmon) (写真 c)

8 月 19 日 00:56、筆者から「8 月 10.47 日 UT、高橋俊幸さん (栗原: D95) は 0.25-m f/4.2 反射 + CCD で全光度を 11.3 等と観測しました。『測光範囲は直径 341" です』とのコメントがありました。8 月 11.49 日 UT、池村俊彦さん (新城観測所: Q11) が 0.35-m f/5 反射で撮った CCD 画像から、私は全光度を 10.4 等と測定しました」とのコメント

と改良軌道要素を報告した。

27 日 18:26、筆者から「8 月 24.50 日 UT、私 (Q23) は、0.25-m f/4 反射 + CCD で全光度を 11.7 等と測定しました」とのコメントと改良軌道要素を報告した。

28 日 21:54、筆者から「8 月 13.48 日 UT、高橋俊幸さん (栗原: D95) は 0.25-m f/4.2 反射 + CCD で全光度を 10.6 等と観測しました」とのコメントと改良軌道要素を報告した。

8 月中、国内で位置観測したのは他に、安部裕史氏 (島根県松江市八束: 367)、吉本勝己氏 (山口県平生町: P87) であった。

☆ C/2017 T2 (PANSTARRS)

8 月 24 日 12:06、筆者から「8 月 11.47 日 UT、池村俊彦さん (新城観測所: Q11) が 0.35-m f/5 反射で撮った CCD 画像から、私は全光度を 11.1 等と測定しました」とのコメントと改良軌道要素を報告した。

27 日 20:57、筆者から「8 月 15.46 日 UT、門田健一さん (上尾: 349) は 0.25-m f/5.0 反射 + CCD で全光度を 11.4 等と観測しました」とのコメントと改良軌道要素を報告した。

8 月中、国内で位置観測したのは他に、安部裕史氏 (島根県松江市八束: 367) であった。

☆ C/2020 M3 (ATLAS)

8 月 27 日 19:26、筆者から「8 月 13.77 日 UT、門田健一さん (上尾: 349) は 0.25-m f/5.0 反射 + CCD で全光度を 15.8 等と観測しました」とのコメントと改良軌道要素を報告した。

さらに門田健一さんは、8 月 28.75 日 UT、全光度を 12.7 等と観測した。

8 月中、国内で位置観測したのは他に、吉本勝己氏 (山口県平生町: P87)、安部裕史氏 (島根県松江市八束: 367) であった。

○ 8 月に検出・発見が確認された彗星

☆ P/2009 Q4 = P/2020 P2 (Boattini) N. Erasmus (南アフリカ天文台) の通報によると、8 月 11 日 UT、ハワイ Mauna Loa にある小惑星地球衝突最終警報システム Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System (ATLAS) 調査プログラムのコースに 0.5-m f/2 Schmidt 反射望遠鏡で得た CCD 画像から彗星を発見した。この天体は、拡散したコマ (FWHM が 4" のシーイングで 6" であった) があり、p. a. 260° に向かって約 15" 伸びていた。この天体は直ちに小惑星センターの webpage に掲載された。佐藤英貴氏 (東京都文京区、8 月 12.43 日 UT、60 秒露出 20 枚のスタック、0.43-m f/6.8 アストログラフ、Mayhill 近郊、ニューメキシコ州、遠隔操作：強く集光した 10" のコマが見え、p. a. 270° に向かって 15" の尾がある。5".7 の円形範囲で測定した光度は 19.3 等であった) とフォローアップ観測を送った時、これが P/2009 Q4 (IAUCs9069, 9081 を参照) の検出であることを注記した。NK 3440 と ICQ's 2019 and 2020 Comet Handbook の中野主一氏の予報に対し、Delta(T) は、-0.22 day であった (CBET 4829, 2020 August 15、MPEC 2020-Q184, 2020 August 24)。

☆ C/2020 P3 (ATLAS) 8 月 9.6 日 UT、ハワイ Mauna Loa にある小惑星地球衝突最終警報システム Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System (ATLAS) 調査プログラムのコースに 0.5-m f/2 Schmidt 反射望遠鏡で得た CCD 画像から小惑星状天体が発見された。小惑星センターの PCCP webpage に公表後、他の CCD 位置観測者によって彗星活動が見つかった。A. Fitzsimmons (クイーンズ大学、Belfast) によると、J. Robinson によってこの発見画像が "彗星らしい" として報告したが、8 月 10.6 日

UT、J. D. Armstrong, E. J. Guarin と J. O. Teagarden が 2.0-m "Faulkes Telescope North" で得たフォローアップ観測まで、情報が抑えられた発見報告であった。4 枚の 120 秒 VR フィルタ画像で、2.0" (FWHM が 1".3 のシーイングで) のコマと p. a. 230° に 15" の尾が見えた。佐藤英貴氏 (8 月 10.4 日 UT、60 秒露出 24 枚のスタック、0.43-m f/6.8 アストログラフ、Mayhill 近郊、ニューメキシコ州、遠隔操作：強く集光した 8" のコマが見えたが尾はない。5".7 の円形範囲で測定した光度は 18.8 等であった) ら、他の CCD 位置観測者によって彗星状と観測された (MPEC 2020-Q01、CBET 4830, 2020 August 16)。

☆ C/2020 Q1 (Borisov) Gennady Borisov の通報によると、8 月 17.96-17.98 日 UT、MARGO 天文台 (Nauchnij 近郊、クリミア) の 0.65-m f/1.5 アストログラフで得た CCD 画像から、25" の拡散したコマのある新彗星を発見した。0'.5 の円形範囲で測定したこの彗星の R 全光度は 17.5 等であった。小惑星センターの PCCP webpage に公表後、吉本勝己氏 (山口県熊毛郡平生町、8 月 18.8 日 UT、60 秒露出 8 枚のスタック、0.20-m f/8 Ritchey-Chretien 反射望遠鏡：16.3 等で 0'.4 のコマが見えるが尾はない) や門田健一氏 (埼玉県上尾市、8 月 19.7 日、0.25-m f/5 反射望遠鏡：拡散状、0'.8 のかすかなコマが見え全光度は 15.8 等、中央集光があるが尾はない) ら、他の CCD 位置観測者によって彗星状と観測された (MPEC 2020-Q109、CBET 4836, 2020 August 20)。

その他 8 月に発見・検出が確認された彗星は次のとおり。

- ・ C/2020 P1 (NEOWISE) 発見光度 19 等 *
- ・ C/2019 NJ₃ (Lemmon) 発見光度 20.5 等 *
- ・ C/2020 Q2 (PANSTARRS) 発見光度 21.0 等

- ・ C/2019 Q1 (Lemmon) 発見光度 20.6 等
- ・ P/2013 02 = 2020 04 (PANSTARRS) 検出
光度 19.9 等

このうち佐藤英貴氏は、iTelescope 天文台 (* と表示。MPC コードは Q62) の望遠鏡で確認観測を行った。

○ 主な光度等観測報告

2020	UT	m1	Dia	DC	Tail	p.a.	Trans.	Seeing	Instru.	Observer	Note
C/2020 M3 (ATLAS)											
Aug. 30.	73	13.5	1.5'	-	-	-	-	-	EOS6D*	張替憲	①②③
29P/Schwassmann-Wachmann (写真 d)											
Aug. 19.	72	12.8	2.2'	-	-	-	-	-	EOS6D*	張替憲	①④⑤
20.	72	12.9	1.5	-	-	-	-	-	EOS6D*	張替憲	①②⑤
30.	74	12.8	1.4	-	-	-	-	-	EOS6D*	張替憲	①②⑤

* 15-cm F4 (レデューサ使用 F2.5) 反射+デジタル一眼 Canon EOS 6D。

① 15 cm F2.5 反射+Canon EOS6D の G 画像を GUIDE9.0 を使用して Makali`i Ver1.4a にて測光。観測地は千葉県九十九里海岸。② 50 秒露出 (25 秒×2) ③ コマは恒星状。④ 25 秒露出 ⑤ コマは集光の弱い拡散状。

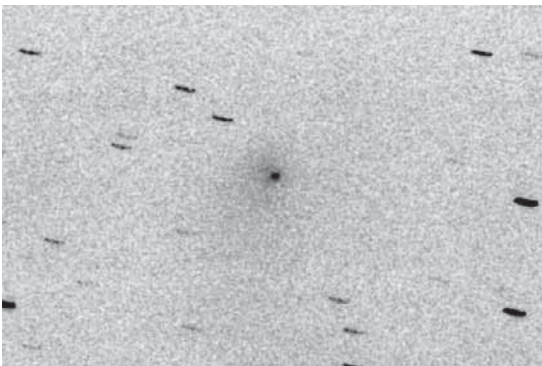
※光度等の観測報告は、佐藤裕久宛て e-mail : hirohisa-sato@hi-ho.ne.jp に送付ください。



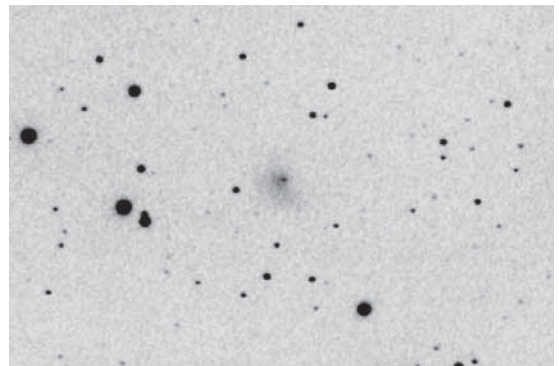
(写真 a) C/2020 F3 (NEOWISE)
2020, 08, 01 21h40.2m-56.3m (JST)
exp. 120s × 8 Sky90 + ASI 2600
三重県伊賀市上野 田中利彦氏



(写真 b) C/2020 F3 (NEOWISE)
2020, 08, 11 19h42.1m-47.2m (JST)
exp. 60s × 5 0.35-m f/5 反射 + CCD
愛知県名古屋市 池村俊彦氏 (撮影地: 愛知県新城市)



(写真 c) C/2019 U6 (Lemmon)
2020, 08, 14 21h37.0m-53.7m (JST)
exp. 120s × 8 T0A130 + CCD
三重県伊賀市上野 田中利彦氏



(写真 d) 29P/Schwassmann-Wachmann
2020, 08, 14 01h33.0m-56.0m (JST)
exp. 120s × 11 T0A130 + CCD
三重県伊賀市上野 田中利彦氏

流星課月報 (No. 764)

(日本流星研究会回報)

課長 上田 昌良 M. Ueda

幹事 殿村 泰弘 Y. Tonomura

1. 2020 年 4 月観測結果

2020 年 4 月の観測結果を報告する。眼視観測は、8 名、合計 20 夜、延べ観測 1,461 分、流星数 154 個の報告があった(表 1)。望遠鏡観測の報告は 1 名からあった(表 2)。眼視で観測時間が 1,000 分を超える長時間の観測をした者はいなかった。火球の報告は、13 件あった。そして TV 観測の報告は、10 名より合計 208 夜、延べ観測時間 106,575 分、流星数 8,906 個があった(表 3)。これらの概要は次のとおり。

2. 流星群の活動

(1) 4 月こと座流星群 (LYR)

LYR は、眼視観測にてその出現が 2020 年 4 月 20/21 日に HR=1.0、ZHR=2.1、22/23 日に HR=4.4、ZHR=7.7、23/24 日に HR=2.6、ZHR=4.1 と捉えられた。22/23 日にややまとまった出現が捉えられたが、他の日は少ない出現だった。

LYR の単点 TV 観測による 1 夜でカメラ 1 台あたりの流星数を図 1 に示した。それによると 2020 年 4 月 22/23 日に久々に LYR の活発な出現だった。その数は、5 ~ 26 個と大きな差がある。この撮影流星数は何も補正をしていない生データだ。それでも図 1 から出現の全容をよく捉えている。特に 4 月 6 ~ 8 日の LYR 早期出現を捉えたようにみえる。

LYR の TV 同時流星は、2020 年 4 月 6 日 ~ 5 月 8 日の間に 126 個が得られた。LYR 同時流星は、上田が UF00rbitV2 で軌道計算をした。その結果をまとめて表 4 と 5 に示した。今回の LYR 同時流星数の 126 個は、近年では多い方だった。また、LYR 同時流星の輻

射点と速度を太陽黄経順にしたものを図 2 ~ 4 に表した。これらから輻射点などは例年と変わらないものだった。LYR 同時流星で -4 等より明るかった火球は 12 個あった。その割合は 9.5%(12/126) でかなり大きな値だった。広い範囲を扱う多地点での同時観測網では LYR 火球が捉えられていた。最も明るかった LYR 火球は 2020 年 4 月 23 日 23:00:24(JST) 出現の火球で -5.8 等だった。また、実経路長が最も長かった LYR 流星は、2020 年 4 月 21 日 20:04:13(JST) 出現の -1.1 等の流星で、その突入角が 4° と浅いものだった。

(2) おとめ座 η 流星群 (HVI)

単点 TV 観測による HVI は、1 台のカメラで 1 夜あたり 1 ~ 2 個程度の貧弱な撮影数だった。TV 同時流星は、2020 年 4 月 14 日 ~ 5 月 2 日の間に 34 個が得られた。この同時流星の内訳は表 6 に表した。その表 6 によると、4 月 27 ~ 29 日の間に集中して出現していた。この 3 日間に HVI 同時流星が 21 個もまとまって得られた。これだけ得られれば、流星群活動を疑う余地がなくなる。ただし、図 5 に示したように、HVI の輻射点位置は、Anti-helion(反太陽方向)に位置する散在流星の輻射点が集中している領域でもある。散在流星の混入を考慮しなければならぬが、今回のように短期間にまとまった出現があると流星群活動だと判断できる。

HVI の同時流星の輻射点位置で黄道より北側に輻射点が位置するものが 4 個あり、その HVI 流星は降交点での出現である。南側に位置する 30 個の HVI 流星は降交点での

出現だった。これらの HVI 流星の Ω (昇交点黄経) は 180° 違ったものとなっている。

今回の HVI については、関口孝志氏がまとめており、それによると 4 月 29 日に 6 年ぶりに突発し、2 つの軌道があると述べている。

(3) しし座 σ 流星群 (SLE)

単点 TV 観測での SLE の出現数は、1 台のカメラで 1 夜あたり 1 個以下の貧弱なものだった。SLE の TV 同時流星は、2020 年 4 月 3 日～4 月 20 日の間に 10 個が得られた。その同時流星の輻射点等をまとめたものは表 4 と 5 に示した。図 5 から SLE 同時流星の輻射点は Anti-helion (反太陽方向) で散在流星が集中している領域でもある。そ

れで散在流星の混入が悩ましいのである。しかし、観測から得られた SLE データの記

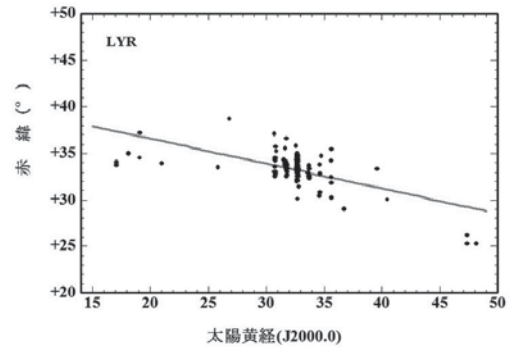


図 3 2020 年の TV 観測による 4 月こと座流星群 (LYR) の同時流星で太陽黄経に対する輻射点 (赤緯) の位置 (SonotaCo Network, NMS)

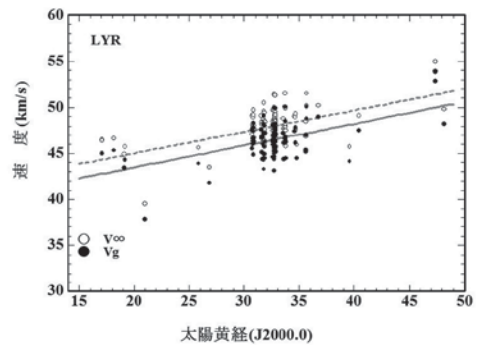


図 4 2020 年の TV 観測による 4 月こと座流星群 (LYR) の同時流星で太陽黄経に対する速度。●印は地心速度 (Vg)、○印は初速 (V_∞)。 (SonotaCo Network, NMS)

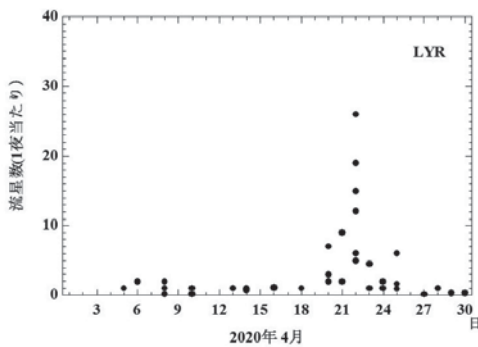


図 1 2020 年の 4 月こと座流星群の TV 観測でカメラ 1 台による 1 夜あたりの撮影流星数 (NMS)

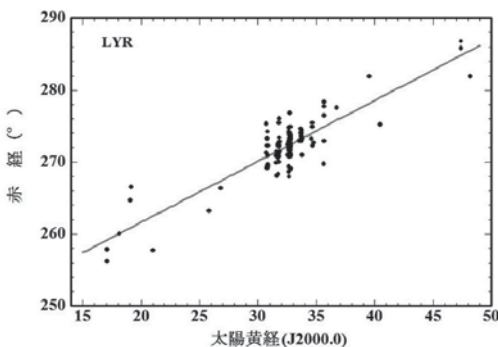


図 2 2020 年の TV 観測による 4 月こと座流星群 (LYR) の同時流星で太陽黄経に対する輻射点 (赤経) の位置 (SonotaCo Network, NMS)

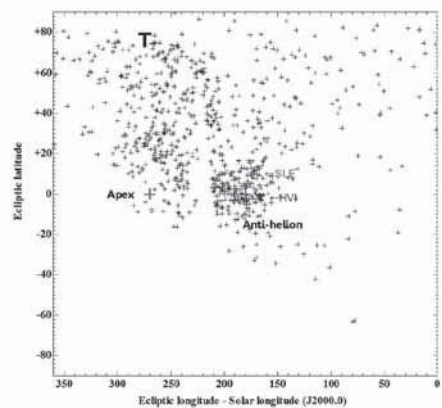


図 5 2020 年 4 月に得られた散在流星の輻射点分布黄道座標で、輻射点位置の黄経は、(黄経－出現時の太陽黄経) で表示。
+ : 散在流星の輻射点、● : HVI の輻射点、▲ : SLE、T : Northern Toroidal

録は残しておくべきである。今回の SLE 活動の中心は 4 月 6 日付近であり、これは従来より早い時期だった。

流星データ等は、SonotaCo Network、NMS のものを使った。詳しくは、日本流星研究会の会誌「天文回報」を参照されたい。

表1 2020年4月の眼視観測結果集計

観測者	夜数	延時間	流星数	観測者	夜数	延時間	流星数
Observer	Nights	min.	Meteors	Observer	Nights	min.	Meteors
飯山 青海	4	335	44	竹田 浩章	1	90	5
泉 潔	3	251	19	殿村 泰弘	2	120	4
内山 茂男	1	90	8	溝口 秀勝	6	400	52
佐藤 孝悦	2	115	15				
塩谷 一昭	1	60	7	観測者 8 名	20	1,461	154

表2 2020年4月の望遠鏡観測結果集計

観測者	夜数	延時間	流星数	観測者	夜数	延時間	流星数
Observer	Nights	min.	Meteors	Observer	Nights	min.	Meteors
寺迫 正典	5	300	99	観測者 1 名	5	300	99

表3 2020年4月のTV観測結果集計

観測者	夜数 (夜)	延時間 (分)	流星数 (個)	レンズ	視野	その他	HR
殿村 泰弘	22	-	36	2.6mm	-	ワテック、UFOCapture, 1台	-
室石 英明	10	2,370	117	3.8mm	88×64°	ワテック、UFOCapture, 1台	3.0
前田 幸治	30	24,660	189	6mm	55×42°	ワテック、UFOCapture, 1台	0.5
植原 敏	21	11,340	202	6, 12mm	56×43°他	ワテック、UFOCapture, 2台	1.1
岡本 貞夫	21	13,740	204	6mm	56×43°	ワテック、UFOCapture, 2台	0.9
上村 敏夫	8	4,670	512	6, 8, 35	56×43°他	ワテック他、UFOCapture, 7台	6.6
鈴木 悟	25	8,850	620	8mm他	45×34他	ワテック他、UFOCapture, 2台	4.2
上田 昌良	23	11,165	723	6, 12mm	56×43°他	ワテック、UFOCapture, 4台	3.9
関口 孝志	18	11,780	1,855	6, 12mm他	56×43°他	ワテック他、UFOCapture, 10台	9.4
藤原 康德	30	18,000	4,448	6, 8, 24他	43×31°他	ワテック他、UFOCapture, 10台	14.8
観測者 10 名	208	106,575	8,906				5.0

1,776.3 時間

表4 2020年4月のTV同時流星から決定した流星群の輻射点、軌道等 (SonotaCo Network, NMS)

Shower	Period (2020)	Solar log. deg.	DATE (UT) YYYYMMDD	RADIANT (2000.0) α _G ± δ _G	V _∞ km/s	V _G km/s	Δ α °	Δ δ °	Δ V km/s	abs. Mag.	H _b km	H _e km
4月こと座流星群	Apr. 06 - May 08	32.7	2020/04/22.66	272.4 ± 2.0	+33.2 ± 1.4	48.0 ± 1.5	46.5 ± 1.6	+0.85	-0.27	+0.24	-1.5	104 87.6
おとめ座h流星群	Apr. 14 - May 02	38.9	2020/04/29.03	202.8 ± 0.7	-11.0 ± 0.8	21.5 ± 1.0	18.4 ± 1.2	+0.06	-0.34	-0.25	-1.1	93.2 81.0
しし座σ流星群	Apr. 03 - 20	16.5	2020/04/06.11	193.4 ± 1.5	+02.1 ± 2.4	23.7 ± 1.1	20.8 ± 1.2	+0.28	+0.02	-0.16	-0.7	91.2 77.0

Solar log. : 太陽黄経、中央値
DATE : 年月日
RADIANT (2000.0) : 修正輻射点
V_∞ : 観測速度
V_G : 地心速度
Δ α : 太陽黄経1°あたりの赤経の移動量
Δ δ : 太陽黄経1°あたりの赤緯の移動量
Δ V : 太陽黄経1°あたりの地心速度の移動量
abs. : 絶対光度
H_b : 発光点の高さ
H_e : 消滅点の高さ

表5 2020年4月のTV同時流星から決定した流星群の輻射点、軌道等 (SonotaCo Network, NMS) (eq. J2000.0)

Shower	Dur sec	Entry angle deg.	Length km	a AU	e	q AU	Ω deg	i deg	ω deg	P yr	Q AU	N	IAU No.
April Lyrids (LYR)	0.45	62	21.8	14.48	0.937	0.918	32.70	79.46	214.89	55.1	28.05	126	6
h Virginids (HVI)	0.94	38	20.1	2.89	0.738	0.757	218.76	0.73	65.44	4.9	5.02	34	343
σ Leonids (SLE)	0.86	48	20.6	2.40	0.728	0.654	16.50	4.76	259.78	3.7	4.15	10	136

Dur : 継続時間
Entry angle : 突入角
Length : 実経路長
a : 軌道長半径
e : 離心率
q : 近日点距離
Ω : 昇交点黄経
i : 軌道傾斜角
ω : 近日点引数
P : 周期 (年)
Q : 遠日点距離
N : 同時流星数
IAU No. : 国際天文学連合の流星群リスト番号

表6 2020年4月、おとめ座h流星群同時流星の各日の流星数

2020年	4月14日	21日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	5月1日	2日	合計
HVI	1	1	2	1	1	7	4	10	3	1	3	34

11 月の変光星

Report of the Variable Star Section, November

課長 広沢 憲治 K. Hirose

幹事 中谷 仁 M. Nakatani

★カシオペア座新星の動向（続報）

本誌先月号に紹介したこの新星(TCP J00114297 + 6611190)は、ロシア在住の S. Korotkiy さんと K. Sokolovsky さんにより、7月27.9302日に発見された新星である。この天体のその後の動向について、VSOLJに報告された観測結果から光度曲線を図1に示した(多くの観測者による)。これによれば、8月10日頃には10等台後半(V光度)まで明るくなった後、8月中旬には一旦13等以下まで暗くなった。しかし、その後は12等台に留まる傾向を示し、やや増光傾向に転じている。11～12等台とやや暗い光度ではあるが、今後の動向に注目したい観測対象である。なお、国立天文台の前原先生がVSOLJメーリングリストに通知された情報によれば、この新星はV1391 Casと変光星名が付き、この名称を使用してほしいとの指摘があった。

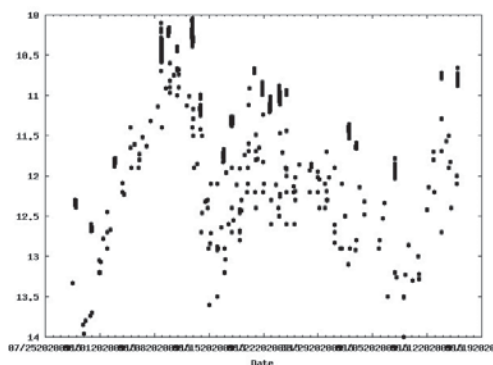


図1 カシオペア座新星の光度曲線

★こと座W(ミラ型)の紹介

本誌7月号に紹介したこの天体(W Lyr)は、7等台前半から13等付近の光度幅を、約198日の周期で変光することが知られているミラ型変光星であり、広沢課長によれ

ば今シーズンは7月31日が極大と予報されていた。そこで、VSOLJに報告された観測結果から2018年以降の光度曲線を図2に示した(多くの観測者による)。図示されるように、今シーズンは4月中～下旬に11等台後半の極小光度となった。その後は増光過程に入り、5月中旬には10等付近、6月上旬には9等付近、7月上旬には8等付近まで明るくなった。その後は徐々に減光し8月中旬には9等付近、8月下旬には10等まで暗くなった。したがって、予報よりはやや早く極大を迎え、極大光度は8等付近に留まった模様である。

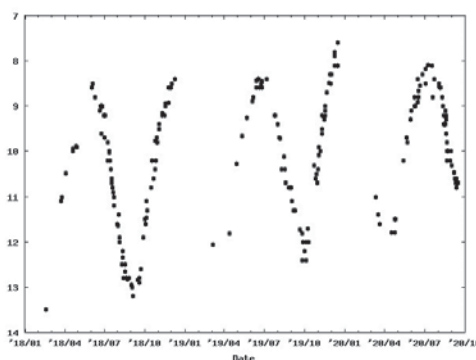


図2 こと座Wの光度曲線

★はくちょう座SSのバースト

UGSS型激変星の代表でもあるこの天体(SS Cyg)が、絶好の観測シーズン中にバーストした。ここでは、VSOLJに報告された観測結果から、今年7月始め～9月中旬の期間における光度曲線を図3に示した。これによれば、7月9日頃・7月31日頃・8月22日頃の3回のバーストが良く捉えられていることがわかる(多くの観測者による)。また、いずれのバーストとも、極大光度は9等付近に達している。なお、京都

大学の加藤先生は、8 月 22 日頃のバーストでは、増光の立ち上がり型が非常にゆっくりであったことを、Vsnet メーリングリストにおいて指摘された。

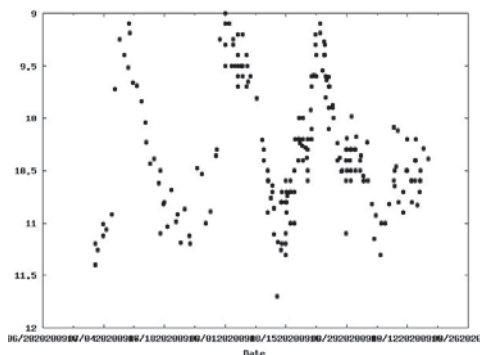


図3 はくちょう座 SS の光度曲線

★オリオン座 CT について

この天体 (CT Ori) は、9 等付近から 12 等台半ばの光度幅を約 136 日 (4.5 か月) の周期で変光するとされる、スペクトル型が F9 の RV 型とみられる変光星である。また、ミラ型変光星として有名なオリオン座 U (U Ori) の近くに位置することから、一緒に観測を楽しむことができる対象である。

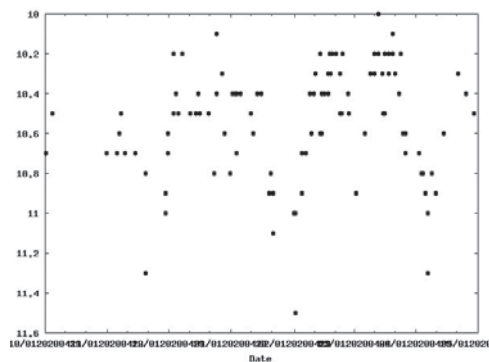


図4 オリオン座 CT の光度曲線

ここでは、VSOLJ に報告された観測結果から、2019 年 9 月始め～今年 4 月末の光度曲線を図 4 に示した (大西さん・堀江さん・大島さん観測)。図示されるように、主極小と副極小が明瞭に観測され、典型的な RV 型の光度曲線のようにみえる。これからは

観測に適した季節となるので、観測対象に加えてみてはいかがであろう。

★おうし座 R (ミラ型) の紹介

この天体 (R Tau) は、7 等台半ばから 16 等付近の比較的広い光度幅を、約 321 日 (11 か月弱) という周期で増減光することが知られているミラ型変光星であり、スペクトル型が M5e-M9e の赤色巨星である。広沢課長によれば今シーズンの極大は、11 月 23 日と予報されており、極大前後の観測に適している。そこで、この天体の光度変化の概観をみるため、VSOLJ に報告された観測結果から、2017 年以降の光度曲線を図 5 に示した (最近は吉原さん・堀江さん・佐藤 (実) さん・前田さん観測)。図示されるように、雄大な光度曲線を描きながら、近年はおおむね 8 等台後半の極大となる傾向にある。今シーズンはどの程度まで明るくなるのか確認したい。

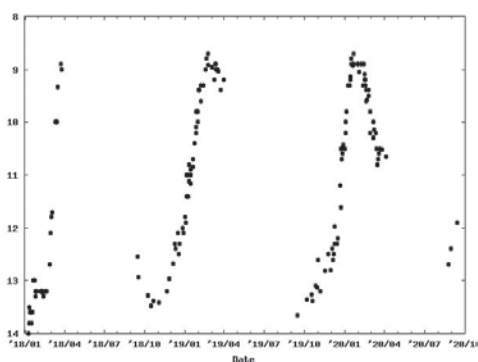


図5 おうし座 R の光度曲線

★みなみのうお座 TY のバースト

京都大学の加藤先生が Vsnet アラートに通知された情報によれば、前原先生は 9 月 14.664 日 (世界時) にこの天体 (TY PsA) が 11.5 等に増光していることを発見された。加藤先生によれば、superoutburst ではないかとの指摘であった。この天体は、静穏時は 17 等台と非常に暗いが、増光すると 12 等台まで明るくなる UGSU 型の激変

星として知られている。今回の増光時の光度曲線を図 6 に示した（船田さん・大島さん・前田さん・前原先生観測）。

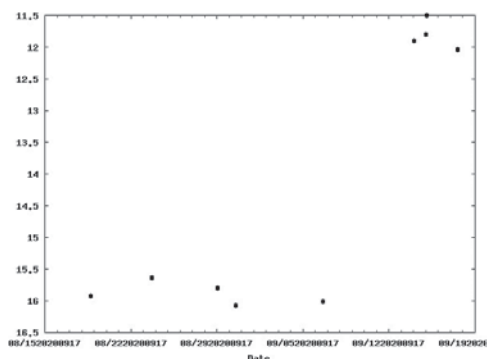


図 6 みなみのうお座 TY の光度曲線

★小嶋さんと西村さんが新星発見

前原先生は VSOLJ ニュース No. 368 におい

て、小嶋さんと西村さんが 9 月 8.423 日（世界時）、さそり座に 12 等級の新星（V1708 Sco=TCP J17234205-3103072）を発見された、と通知された。急速に減光しているらしい。

★アルゴルの主極小予報を公開

日本変光星研究会事務局の今村さんからの通知によると、下記 URL の同会ホームページ上において、食変光星アルゴルの主極小予報が公開され、誰でも閲覧することが可能となった。なお、公開にあたっては永井さんの全面的な協力をいただいたとのことである。

<http://ananscience.jp/variablestar/ephemeris.html>

（光度曲線は VSOLJ データをもとに前原先生の VSOLJ LIGHT CURVE GENERATOR で作図した。）

観測報告 (2020年3月)

備考欄 (CCD : CCDカメラ・DSLR : デジタルスチルカメラ・PEP : 光電管・vis : 眼視併用・空欄 : 眼視)

観測者	略譜	夜数	星数	目測数	備考	観測者	略譜	夜数	星数	目測数	備考
堀江 恒男	Heo	18	208	2077		中谷 仁	Nts	16	136	804	
平賀 三鷹	Hrm	6	101	169	DSLR	成見 博秋	Num	15	341	1112	
林 昌宏	Hro	7	3	9		西山 洋	Nyh	4	1	4	
堀尾 恒雄	Hrt	2	1	2		小野寺紀明	Odr	11	22	83	
広沢 憲治	Hsk	13	347	3459	CCD, DSLR	大金要次郎	Oga	5	2	43	PEP
伊藤 弘	Ioh	19	35	25029	CCD	大島 誠人	Oht	15	331	571	DSLR, vis
笠井 潔	Kai	19	1	4827	CCD	大西拓一郎	Onr	16	35	264	
木村 直人	Kia	5	6	10	CMOS	Chris Stephan Set		2	2	36	
清田誠一郎	Kis	26	25	3226	CCD	斉藤 昌也	Smy	6	2	11	
金井 清高	Kit	13	4	21		染谷 優志	Som	5	38	119	
久保寺克明	Kub	11	15	3983	CCD	曾和 俊英	Sow	10	1	10	
前田 豊	Mdy	19	1597	15134	DSLR	佐藤 実	Stm	9	351	649	CCD
前原 裕之	Mhh	9	100	270		佐藤日出夫	Sto	14	1	14	
守谷昌志郎	Moy	10	2	17		佐藤 嘉恭	Syi	19	85	304	
森山 雅行	Myy	11	322	739	CCD	東金 和義	Tkz	2	1	2	
水谷 正則	Mzm	8	6	778	CCD	吉原 秀樹	Yde	4	16	29	
中井 健二	Naj	11	6	21		山本 稔	Ymo	7	7	16	DSLR
永井 和男	Nga	12	42	7425	CCD						

日本変光星観測者連盟 (VSOLJ) で 9 月 20 日までに受け付けた観測報告です。

VSOLJ では読者の皆様からの観測報告を歓迎いたします。観測者の略譜が無い方は、ご自分のお名前で報告されてかまいません。郵送による手書きの観測報告や電子メールによる観測報告など、どのような報告の仕方でも結構です。なお、観測報告は、広沢憲治氏 (〒492-8217 稲沢市稲沢町前田 216-4、E-Mail: NCB00451@nifty.ne.jp) までお願いします。皆様の観測報告を待っています。

星食課報告 (195)

Report of the Occultation Section (195)

課長 広瀬 敏夫 T. Hirose

幹事 井田 三良 M. Ida

■小惑星による恒星の掩蔽予報(2020年12月)

12月の初期予報は表1に示す13現象です。そのうち2現象について紹介します。ぜひ予報ラインの近くの方は観測してみてください。観測方法等については井田までメールをいただければわかる範囲でお答えします。

★ 2020 年 12 月 20 日小惑星 (250)Bettina による TYC 2370-02842-1 (11.0 等) の食

この現象は2020年12月20日25時13分ごろ、近畿～中国地方を予報ラインが通っています。(図1)

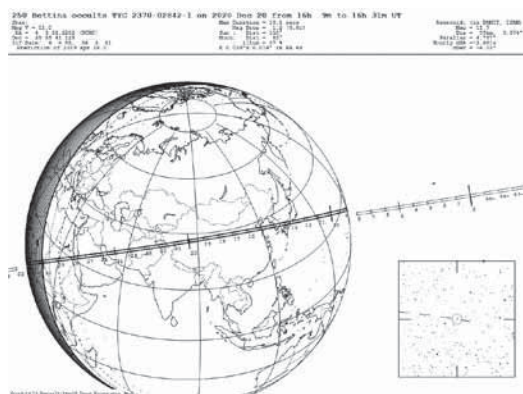


図1 小惑星 (250) Bettina (2020年12月20日) の食
(出典) http://www.asteroidoccultation.com/2020_12/1220_250_66862_Map.gif

小惑星 (250) Bettina による掩蔽では、今までに10回(日本では1回)の減光観測がありますが、形状を求められるような複数の観測はありません。

小惑星 (250) Bettina は3D画像を下記に見ることができます。

<https://3d-asteroids.space/asteroids/250-Bettina>

★ 2020 年 12 月 22 日小惑星 (792) Metcalfia による UCAC4 560-024197 (12.3 等) の食

この現象は2020年12月22日25時44分ごろ、東北地方南部から北陸地方にかけて予報ラインが通っています。(図2)

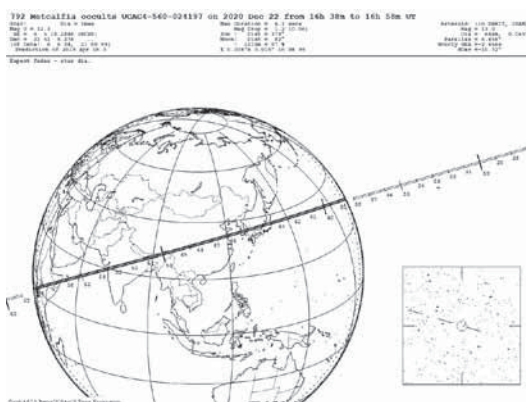


図2 小惑星 (792) Metcalfia (2020年12月22日) の食
(出典) http://www.asteroidoccultation.com/2020_12/1222_792_66878_Map.gif

小惑星 (792) Metcalfia による掩蔽は、今までに8回(日本では1回)の減光観測がありますが、しっかりとした断面は求められていません。

小惑星 (792) Metcalfia は3D画像を下記に見ることができます。

<https://3d-asteroids.space/asteroids/792-Metcalfia>

観測用星図は下記の国内向け観測情報のサイトをご覧ください。または、井田まで連絡をいただければお送りします。

予報の出典 <http://www.asteroidoccultation.com/IndexAll.htm>
改良予報のURL <http://www.asteroidoccultation.com/>
国内向けの観測情報 <http://hal-astro-lab.com/index.html>

■実際に掩蔽観測を計画される時には、
IOTA(The International Occultation

Timing Association) から発表される改良予報を確認して下さい。

■観測報告 (2020 年 4 月)

(JOIN = Japan Occultation Information Network に公開されたものです。)

*小惑星による恒星の掩蔽

2020 年 4 月は表 2 のように 30 現象の報告があり、5 現象において減光が観測されました。

各観測の詳細・・・先月からのつづき

★ 2020 年 4 月 3 日 小惑星 (37109) 2000 UZ102 による UCA4 317-090579 (14.5 等) の食

この現象は 2020 年 4 月 3 日 27 時 53 分ごろに近畿地方を通るように予報ラインが通っていました。

この現象において、福山紘基 (奈良市) さんによって減光が観測されました。整約の結果は図 3 のようになります。

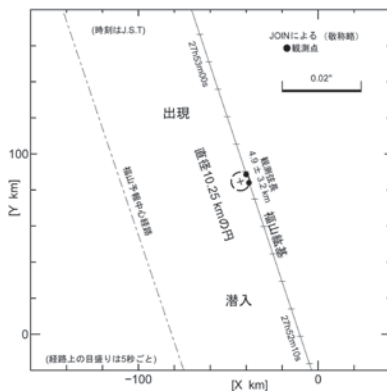


図 3 (37109) 2000UZ102 (2020 年 4 月 3 日) の食観測結果

★ 2020 年 4 月 6 日 小惑星 (3317) Paris による HIP 76088 (8.1 等) の食

この現象は 2020 年 4 月 6 日 24 時 32 分ごろに四国地方～中国地方を通るように予報ライン (Preston 予報) が通っていました。また、別の LuckySter 予報では中部地方～関東地方を通っています。小惑星 (3317)

Paris はトロヤ群小惑星で、木星軌道のラグランジュポイントに位置する小惑星です。今回は隠される星の光度が明るく、夜半過ぎの観測しやすい現象でしたので JOIN 等と呼びかけたところ、東は茨城県日立市から西は高知県美香市までの 37 カ所で観測があり、9 カ所で減光を捉えることができました。結果的には Preston 予報に近い所で現象が起きました。

整約の結果は図 4 (減光部分の拡大は図 5) のようになります。また、今回の観測では減光や増光時に段階的な変化が見られ (図 6) 隠された HIP76088 が未知の重星であることがわかりました。主星 8.5 等 (± 0.1 等)、伴星 10.9 等 (± 1.0 等) で、離角 0.0089 秒角 (± 0.0004 秒角)、位置角 208.6 度 (± 2.9 度) という重星データを求めることができました。また、主星・伴星の各観測点

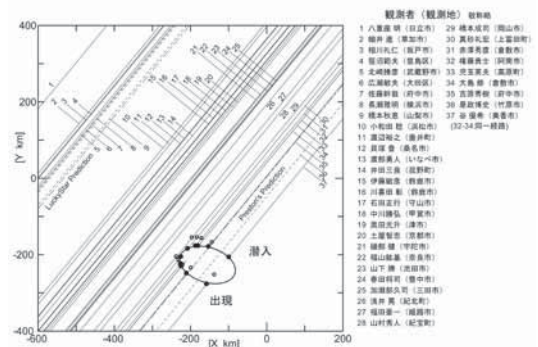


図 4 (3317) Paris (2020 年 4 月 6 日) の食観測結果

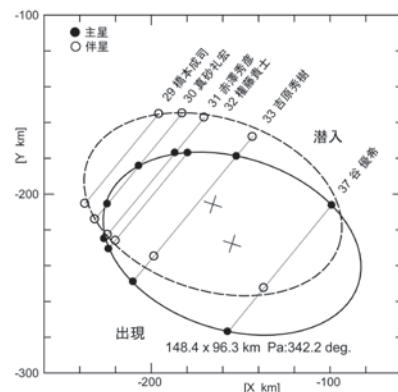


図 5 (3317) Paris (2020 年 4 月 6 日) の食観測結果

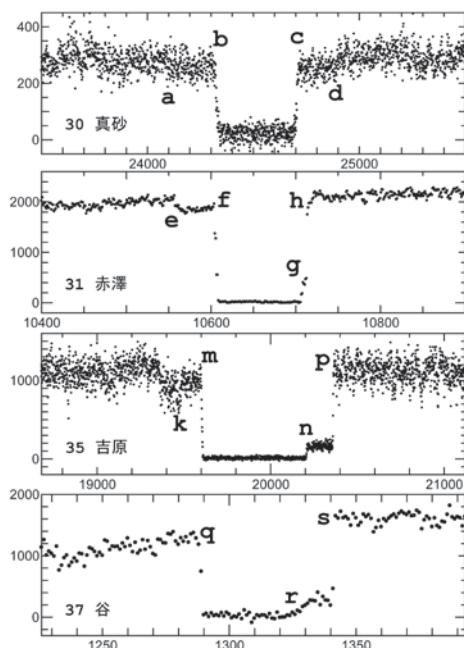


図 6 (3317) Paris (2020 年 4 月 6 日) の食
ライトカーブ

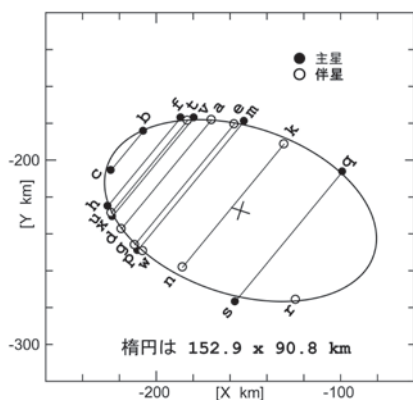


図 7 (3317) Paris (2020 年 4 月 6 日) の食
観測結果

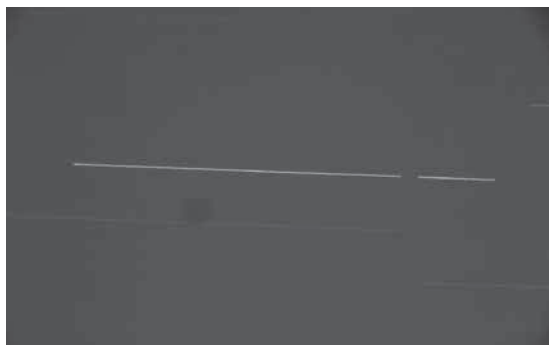


図 8 (3317) Paris (2020 年 4 月 6 日) の食
権藤貴士さん (徳島県阿南市科学センター) 撮影

をまとめて、楕円形を新たに求めたものが図 7 になります。観測点のローマ字は図 6 のライトカーブの変曲点のローマ字に対応しています。

今回は恒星が 8.1 等と明るい現象でしたので、権藤貴士さん (徳島県阿南市科学センター) は固定撮影で観測され減光を捉えています。(図 8) 恒星が線を引いていますが、食の期間中はとぎれています。

★ 2020 年 4 月 12 日小惑星 (318)Magdalena による UCAC4 530-044372 (11.7 等) の食

この現象は 2020 年 4 月 12 日 21 時 34 分ごろに東北地方北部を予報ラインが通っていました。

この現象において、富樫啓さん (岩手県大江町) と柏倉満さん (大江町) によって減光が観測されました。整約の結果は図 9 のようになります。

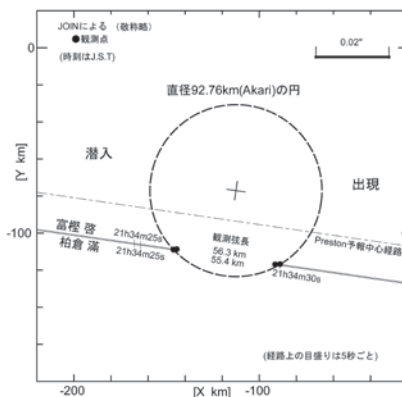


図 9 (318) Magdalena (2020 年 4 月 12 日) の食
観測結果

★ 2020 年 4 月 25 日小惑星 (322)Phaeo による UCAC4 334-128071 (11.3 等) の食

この現象は 2020 年 4 月 25 日 28 時 40 分ごろに近畿地方～中部地方を予報ラインが通っていました。

この現象において、井田 (東近江市) によって減光が観測されました。整約の結果は図 10 のようになります。

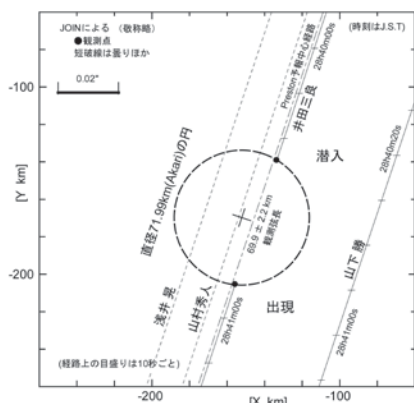


図 10 (322) Phaeo (2020 年 4 月 25 日) の食
観測結果

★ 2020 年 4 月 29 日小惑星 (658) Asteria
による UCAC4 384-63989 (9.9 等) の食

この現象は2020年4月29日24時21分ごろに東北地方を予報ラインが通っていました。

この現象において、甲田昌樹（青森県上

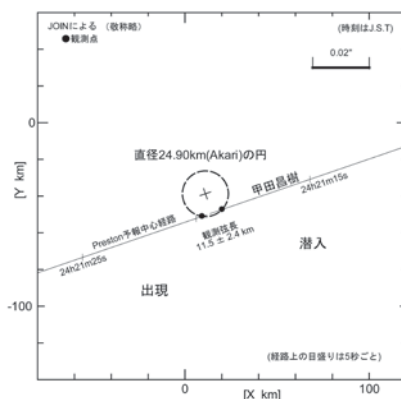


図 11 (658) Asteria (2020 年 4 月 29 日) の食
観測結果

北郡)さんによって減光が観測されました。
 整約の結果は図 11 のようになります。

整約図：広瀬敏夫

文責：井田三良

井田連絡先 idami@hyper.ocn.ne.jp

表 1 小惑星による恒星の掩蔽予報 (2020 年 12 月)

NO	月	日	時	分	(小惑星番号)名前	恒星番号	等級	減光等級	最大継続時間(s)	地方	Ran k	方位	高度	星座
1	12	02	26	59	(70) Panopaea	TYC 1433-01268-1	11.1	2.9	8.6	北海道	99	92	36	しし
2	12	15	18	24	(283) Emma	UCAC4 606-014610	11.9	1.4	11.2	北海道・九州	99	73	32	ぎょしゃ
3	12	20	25	13	(250) Bettina	TYC 2370-02842-1	11.0	1.2	10.5	近畿・中国	99	258	51	ペルセウス
4	12	21	28	46	(26) Proserpina	UCAC4-568-044786	12.4	0.5	12.0	九州南部	99	257	58	かに
5	12	22	25	4	(1242) Zambesia	TYC 2465-00433-1	11.6	2.3	5.8	北海道	95	61	85	やまねこ
6	12	22	25	44	(792) Metcalfia	UCAC4-560-024197	12.3	1.2	6.1	東北部・北陸	98	248	62	ふたご
7	12	23	29	8	(4) Vesta	TYC 0856-00747-1	10.8	0.1	45.6	近畿南部～九州	100	177	64	しし
8	12	27	21	5	(130) Elektra	UCAC4 444-025012	10.9	1.0	13.1	津軽海峡	99	116	30	いっかくじゅう
9	12	27	22	45	(735) Marghanna	UCAC4 525-002799	11.8	1.7	6.5	北海道	99	261	37	うお
10	12	27	24	39	(943) Begonia	UCAC4 541-034233	12.5	1.0	6.4	関東・北陸	81	193	72	ふたご
11	12	27	27	25	(289) Nenetta	UCAC4 512-036152	12.3	1.5	2.9	近畿・中国	83	248	46	こいぬ
12	12	29	26	2	(150) Nuwa	UCAC4 551-029223	12.4	0.7	10.3	四国・九州	99	248	59	ふたご
13	12	30	24	12	(245) Vera	UCAC4 590-039115	11.5	0.8	6.2	九州南部～中国	99	157	82	ふたご

方位・高度は滋賀県東近江市の値
※方位:北から東に測った値

表 2 小惑星による恒星の掩蔽観測結果 (2020 年 4 月)

No	日	時	小惑星		恒 星		観 測	天候不良 等
			No	小惑星名	恒 星 名	等級		
1	2	27	5337	Aoki	UCAC4 347-148982	12	【減光なし】福山紘基・橋本秋恵・富岡啓行・内山茂男・渡辺裕之・浅井晃・山村秀人	
2	3	27	37109	2000 UZ102	UCAC4 317-090579	14.5	【減光あり】福山紘基	
3	5	23	2007	McCuskey	TYC 1899-01174-1	10.8	【減光なし】小和田稔	
4	5	25	69437	1996 KW2	UCAC4 464-059549	13.6	【減光なし】小和田稔	
5	5	26	1233	Kobresia	UCAC4 311-194385	11.8	【減光なし】小和田稔	
6	6	20	43807	1991 RC11	UCAC4 455-017525	13.7	【減光なし】福山紘基	
7	6	24	3317	Paris	HIP 76088	8.05	【減光あり】真砂礼宏・谷優希・吉原秀樹・赤澤秀彦・大島修・児玉英夫・権藤貴士・是政博史・はしもとじょーじ 【減光なし】福山紘基・北崎勝彦・八重座明・小和田稔・中川勝弘・山村秀人・笹沼範夫・加瀬部久司・井田三良・伊藤敏彦・広瀬敏夫・相川礼仁・渡辺裕之・浅井晃・山下勝・川喜田彰・石田正行・貝塚登・奥田光升・渡部勇人・福田豪一・細井進・磯部健・春田将司・土屋智志	佐藤幹哉・橋本秋恵・長瀬雅明
8	7	21	743	Eugenisis	UCAC4 530-043254	13.5	【減光なし】渡辺裕之	
9	8	19	1233	Kobresia	UCAC4 311-202244	15	【減光なし】福山紘基	
10	8	19	2308	Schilt	UCAC4 282-187367	12	【減光なし】福山紘基	
11	8	27	2137	Priscilla	G174720.3-361437	14.9	【減光なし】福山紘基	
12	10	28	5712	Funke	UCAC4 372-122789	13.6	【減光なし】福山紘基	
13	12	21	318	Magdalena	UCAC4 530-044372	11.7	【減光あり】富啓啓・柏倉満	
14	14	20	1035	Amata	UCAC4 620-011764	10.5	【減光なし】山村秀人	
15	15		23186	2000 PO8				甲田昌樹
16	16	19	469	Aspasia	TYC 1286-01602-1	11.8	【減光なし】吉原秀樹・山村秀人・井田三良・浅井晃・福山紘基・はしもとじょーじ	中川勝弘
17	16	27	62936	2000 VF23	UCAC4 340-077057	14.2	【減光なし】福山紘基	
18	16	27	59767	1999 NR10	UCAC4 302-255383	13.8	【減光なし】福山紘基	
19	23	21	253	Mathilde	UCAC4 538-035345	12.4	【減光なし】山村秀人・山下勝・吉原秀樹	
20	24	2	23254	Chikatoshi	UCAC4 372-067963	11.4	【減光なし】福山紘基	
21	25	19	52768	1998 OR2	UCAC4 444-050663	13.1	【減光なし】福山紘基・山村秀人	
22	25	20	112P	Urata-Nij	UCAC4 648-023029	11.6	【減光なし】山村秀人	
23	25	28	322	Phaao	UCAC4 334-128071	11.3	【減光あり】井田三良 【減光なし】浅井晃・山下勝	福山紘基・山村秀人
24	26	3	40213	1998 SQ58	UCAC4 426-106427	12.4	【減光なし】福山紘基	
25	29	17	470593	2008 LP17	UCAC4 333-090771	14.2	【減光なし】福山紘基	
26	29	21	52678	1998 OR20427	UCAC4 335-063458	13.8	【減光なし】山村秀人	
27	29	21	5922	Shouichi	UCAC4 506-046959	11.6	【減光なし】山村秀人	
28	29	24	658	Asteria	UCAC4 384-63989	9.9	【減光あり】甲田昌樹	
29	30	20	11911	Angel	UCAC4 498-063703	12.2	【減光なし】細井克昌・柏倉満	
30	30	21	23694	1997 KZ3	TYC0303-00026-1	11.2	【減光なし】加瀬部久司・中川勝弘・山村秀人・小和田稔・北崎勝彦・柏倉満・中村祐二・吉原秀樹・福山紘基	

支部の例会報告

報告が来た支部を掲載。その他の支部は新型コロナウイルスの影響で中止しています。

●名古屋支部

2020年9月12日(土)14:00～16:30

会場：名古屋市西生涯学習センター 第3集会室

参加者：吉田孝次、長谷部孝男、今枝優、浅井香代、貞永幸代、土合加津代、木村達也
(7名、内会員5名)

話題：

1. 最近発見された彗星 (今枝)
2. 三脚座部の改修とブレ対策 (吉田)
3. 話題いろいろ (長谷部)
 - (1) ISSの太陽面通過
 - (2) 中日新聞に掲載された天文関係の記事
 - (3) 名古屋大学 福井教室 第138回
 - (4) 今年の観望会
 - (5) 月の欠け際の形
 - (6) 天体シリーズの切手
 - (7) はやぶさ2 トークライブ シーズン2 at かかみがはら航空宇宙博物館
4. 科学館案内 (貞永)
5. ペルセウス流星群 (木村)

詳しくはOAA名古屋支部 (http://zetta.mydns.jp/oaa_nagoya/) でご覧ください。

報告者：木村達也

●伊賀上野支部

2020年9月12日(土)21:00～24:00

会場：伊賀上野支部事務局

参加者：玉木悟司、松本理、遠藤直樹、田名瀬良一、松本敏也、木村佳三郎、船坂聡俊、堀井輝彦、東篤幸、田中利彦、Zoom参加者、森本正良、松本浩武
(12名・内会員12名)

話題：

1. 観望会

【遠藤】 毎年依頼される近くの公民館の観望会を、8月29日に行いました。室内での解説を今年は10分ほどに短縮して、観望に移りました。ところが曇っていて観望できません。どうしたものかと思っていたら近くでゲリラ開催の花火が始まり、皆そちらを見て楽しんでいました。花火が終わると首尾よく晴れてきて、木星、月、土星を、3台の望遠鏡を使って見てもらいました。参加者は40名ほど、スタッフは清水さん含めて4名でした。

【堀井・東・船坂・玉木】 前回、コロナ感染拡大で中止した「かふか」での観望会ですが、8月は29日に行うことが出来ました。雲があつてカミナリも鳴っていたのですが、15名ほどの参加が有りました。以前は70名ほど受け入れたことがあったのですが、ドーム内のソーシャルディスタンスを考えるとこれぐらいが限度でしょうか。雲が多かったので、CCDの画像を投影して鑑賞しました。その後、直接25cmを覗いてもらったのですが、シーイングが悪くてイマイ

チでした。

9 月 5 日は、甲南公民館で行いました。この日は良い天気恵まれ、じっくり見て頂けました。早くから正確に極軸合わせて望遠鏡を外気に馴染ませていたのも良かったのか、模様が良く見えた瞬間には歓声が上がっていました。20 名の参加者でした。

【松本敏也】 屈折 25 cm 3 枚玉は、外気と馴染みにくいので、難しいと思います。

2. MARS

(田中)

ご存じと思いますが、マーズ社のチョコレートバーです。キャラメルとヌガーをチョコレートでコーティングしてあり、脳天を突き抜ける甘さです。名前が良いので Milky Way と共に、例会にいつも供しています。私は 15 年ほど前、オーストラリアで初めて知りました。ほとんどの店、ガソリンスタンドでもたくさん並べてありました。ところが、マーズ社のマーズバーは、日本では販売されていません。去年は、在庫があったので購入しませんでした。今年はぜひ購入しようと思っていたのですが、オーストラリアに行けなくなってしまいました。大変です、途切れてしまいそうです。

3. 300 回

【松本浩武・メール】 例会 300 回、おめでとうございます。2001 年の獅子群の少し前からお世話になっております。今年の宇宙アサガオの写真をお送りします。種をまいていない溝にも広がっています。

【田中】 深く考えずに始めた、伊賀上野支部例会ですが、いつの間にか 25 年、300 回になりました。いつまで出来るか分かりませんが、出来る限り続けていきたいと思っています。朝顔は、大阪支部の今谷さんに頂いた子孫です。

4. その他

ペルセ群(堀井・東) ネオワイズ彗星(木村・遠藤・船坂) コーナンの望遠鏡(田中)
日食地球儀(田中・玉木) 他

11 月は 21 日(第 3 土曜)、12 月は 19 日(第 3 土曜)の開催予定です。報告者：田中利彦

来年度の会費納入(お願い)

来年度(2021 年 1 月～12 月)の会費は、今年 12 月までに前納してください。「天界」10 月号(先月号)に郵便振替用紙「払込取扱票」を同封しました。振込手数料は各自ご負担ねがいます。まとめて 2 年分、3 年分をお送りいただいても構いません。自分の会費がいつまで払ってあるかは、毎月お届けする「天界」の封筒の宛名ラベルに印字しますのでご確認ください。郵便振替用紙はご寄付、「天界」バックナンバーの購入などにも利用できます。なお、会費納入は次の口座以外では受け付けませんので、ご注意ください。

・郵便振替 00900-1-255587 加入者名 トクヒ) 東亜天文学会

・ゆうちょ銀行 店名 438 普通:1966881 トクヒ) 東亜天文学会

・三菱 UFJ 銀行 三宮支店 普通:3247066 トクヒ) 東亜天文学会

会費(年額):正会員 15,000 円、一般会員 6,000 円、学生会員 3,000 円、

賛助会員 30,000 円

総務担当理事/事務局長 野村敏郎

新刊紹介

『天体観測手帳 2021』

早水 勉 著 内山茂男 執筆（技術評論社、定価 1,280 円＋税）

本書は 2021 年つまり翌年の天文現象をコンパクトにまとめた書籍である。書籍の名称は「手帳」であるが、天体観測に必要な情報が網羅されているデータブックといった方が、この書籍の特徴を正しく表現しているだろう。毎年、天文系の年鑑書籍の中で最も早く出版されるため、この書籍の新版を手にするたびに、来るべき新年が身近にあることを感じさせてくれる。

本書によると来年（2021 年）は、好条件の月食が 2 回も見られるという。この 2 回とも日没直後から見られるから、観察会にはもってこいの天文現象となりそうだ。また、近年愛好家の間で人気のある月面 X が、なんと 6 回も見られるという。月面 X は一般的な年鑑書には無いコンテンツで、これも本書の特徴といえる。

著者の早水勉（佐賀市星空学習館）氏は、星食分野でよく知られており、また執筆者に名を連ねる内山茂男氏は日本流星研究会の主要メンバーだ。両エキスパートによる執筆というのだから、掲載されている情報には高い信頼性がある。一口に天文現象といっても、星食、日月食、流星、惑星、変光星、彗星など非常に広範囲にわたるが、これらをバランスよく掲載していることも著者らのバックボーンを思えば納得させられる。

初版は、2016 年版でこの版で 6 年目となった。天文愛好家の間では十分に浸透しているシリーズではなかろうか。書籍の帯のキャッチコピー「全く新しい…」は、もうそろそろ外してもよさそうだ。

（天界編集部）



書籍受領（2020 年 9 月～10 月）

- ・「月刊きたすばる」2020 年 10 月号（なよろ市立天文台）
- ・「月刊 星ナビ」2020 年 11 月号（アストローツ 星ナビ編集部）
- ・「月刊 天文ガイド」2020 年 11 月号（誠文堂新光社 天文ガイド編集部）
- ・「天体観測手帳 2021」早水 勉 著（技術評論社、定価 1,280 円＋税）
- ・「会報 58 号」2020 年 9 月 15 日発行（NPO 法人 ちばサイエンスの会）
- ・「天文回報」No. 939 2020 年 10 月号（日本流星研究会）
- ・「星空のレシピ」第 354 号 2020 年 10 月号（明石市立天文科学館）
- ・「Mpc（メガパーセク）」No. 160 2020 年 10 月（みさと天文台友の会）
- ・「星のたより」2020 年 10 月号（鳥取市さじアストロパーク／佐治天文台）
- ・「TSA ニュース」2020 年 10 月号（鳥取天文協会）
- ・「星ぬイヤリ」2020 年 9 月号（NPO 法人 八重山星の会）

あらゆる天文台を トータルプロデュース

天体望遠鏡・天文ドーム・スライディングルーフ、
個人から公共まで

長年培った技術と実績で、どんなご相談やトラ
ブルも、専門的に対応・解決いたします。

星の世界を、もつと身近に。



移動天文台車「ガリレオ」
Galileo

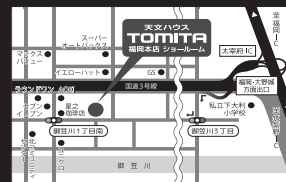
天体観測をもっと身近なものへ。
移動天文台車「ガリレオ」

近くに天文台がない地域へも、大口径の天体望遠鏡が
素敵な夜空を運んできます。



国内トップレベルの天体用品ショールーム
天文ハウス **TOMITA** 福岡本店

〒816-0912 福岡県大野城市御笠川2丁目1-12 TEL.092-558-9523 FAX.092-558-9524
www.y-tomita.co.jp【営業時間】10:00~18:00【定休日】月曜日





KONICA MINOLTA

Giving Shape to Ideas

夜空を見上げて、
宇宙を追い求めて、
想いをカタチに。

私たちは、 星空を 作っている会社です。

最新の光学・デジタル プラネタリウム機器の開発・製造から、
独自の番組企画・制作・運営ノウハウに至るまで、
プラネタリウムという“スペース”の可能性を追求し続けてまいります。



コニカミノルタ プラネタリウム株式会社

URL: <http://www.konicaminolta.jp/planetarium/>

東京事業所 〒170-8630 東京都豊島区東池袋3-1-3
大阪事業所 〒550-0005 大阪府大阪市西区西本町2-3-10
東海事業所 〒442-8558 愛知県豊川市金屋西町1-8

TEL (03) 5985-1711
TEL (06) 6110-0570
TEL (0533) 89-3570

天界十一月号 第101巻 通巻二四六号
令和二年十一月五日発行(毎月二回五日発行)

発行 NPO法人 東亜天文学会(発行人 山田義弘)
兵庫県神戸市中央区東町二六番地 神戸シルクセンタービル五階
E-mail: honbu@npo-02a.jp

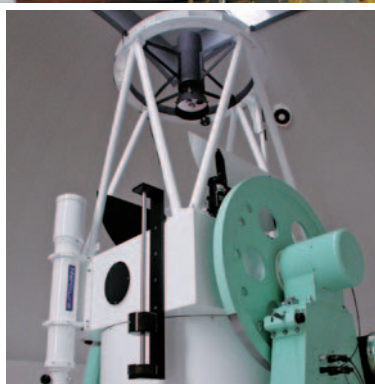
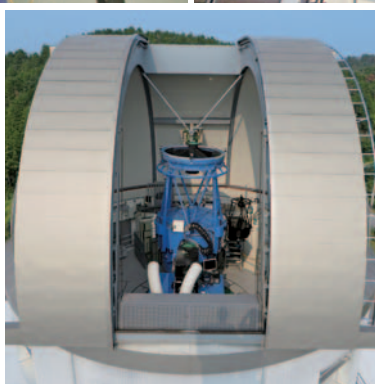
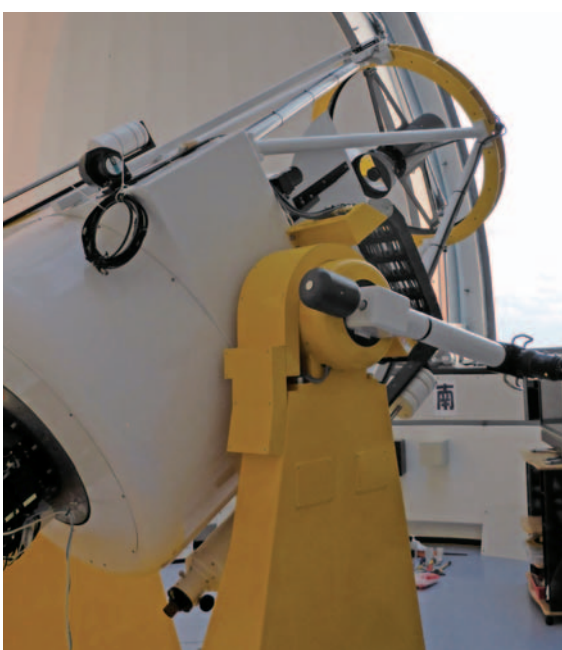
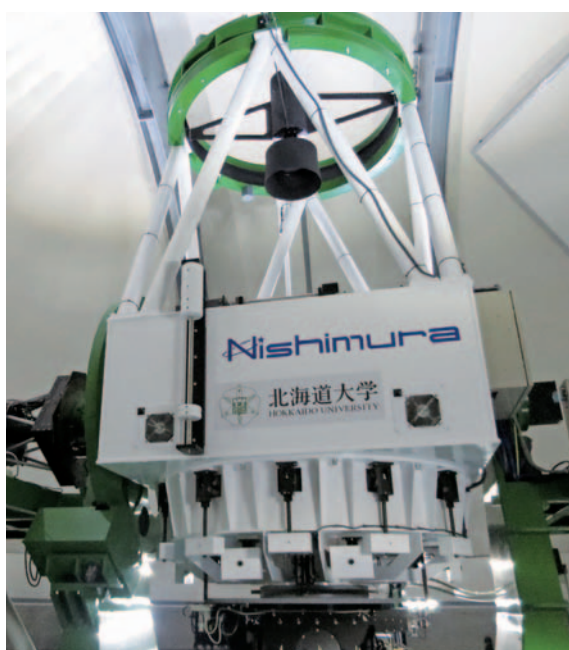
印刷

富士印刷株式会社
香川県高松市多賀町二二二六
☎〇八七八六一三六七八



この情報誌は、古紙製含率50%の再生紙、また、環境にやさしい植物油インクを使用しています。

Nishimuraの天体観測設備



天体望遠鏡・天体ドームのトータルメーカー
株式会社 西村製作所

〒520-0357 滋賀県大津市山百合の丘10-39
TEL:(077)598-3100 FAX:(077)598-3101
URL: <http://www.nishimura-opt.co.jp>