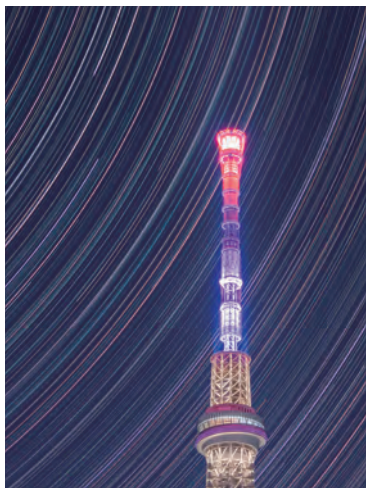


# 星ナビ

4 2024  
April

hoshinavi.com  
✉@Hoshinavi

## CONTENTS



### ■今月の表紙

スカイツリーと星の光跡

撮影/奥田一真

星ナビギャラリー応募作品

OLYMPUS OM-D E-M1 Mark III

M.ZUIKO DIGITAL ED75mm F1.8 (F2.2)

ISO200 2024年1月25日00時03分~

4分露光 (ライブコンボジット5時間45分)

Adobe Lightroom/Photoshop

エプソン EW-M873T 東京都墨田区にて

月齢14の月が明るくい夜でしたが、構図を決めて点灯中のスカイツリーを撮り、0時の消灯後、星の光跡を5時間45分のライブコンボジット撮影し、合成しました。肉眼でほとんど星が見えない東京の空ですが、画角を狭め、長時間撮影することで、星の色、明るさのバリエーションのある、高密度な光跡がスカイツリーに重なりました。

### ■広告さくいん

コニカミノルタプラネタリウム/表2

ケンコー・トキナー/4

アイベル/62

TOMITA/64

ケンコー・トキナー サービスショップ/66

シュミット/68

ジズコ/70

笠井トレーディング/82~87

ウィリアムオブティクス/102

ピクセン/114~表3

五藤光学研究所/表4

AstroArts/14~15, 22, 26, 72, 74, 76, 78

AstroArtsオンラインショップ/88~91

星ナビ2024年4月号

2024年3月5日発行・発売

- 10 ニュースを深掘り! V宙部  
「恋する小惑星」を追体験 ウェブアプリ「COIAS」 星見まどか
- 16 日食カウントダウン 北米縦断皆既日食直前情報 石井 馨
- 36 人工天体撮影 虎の巻 第一巻「概論」  
ISSと天宮を追いかける 加藤泰三

次は71年後! アウトバーストを繰り返す特異な天体

## 春の宵の ポン・ブルックス彗星

44

天文学の眼でとらえる

44 ポン・ブルックス彗星

小林仁美

見よう! 撮ろう!

50 ポン・ブルックス彗星の  
観察ハイライト

吉本勝己

2月5日のポン・ブルックス彗星 撮影/Michael Jäger

### Observer's NAVI

56 進むベテルギウス食の初期解析 早水 勉

### News Watch

5 本格謎解き「プラネタリウムに眠るまぼろしの箱」 リコット

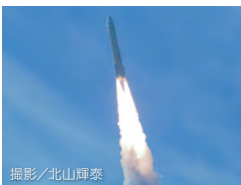
6 小型月着陸実証機「SLIM」極寒の夜越えに挑む 中野太郎

### Photo Topic

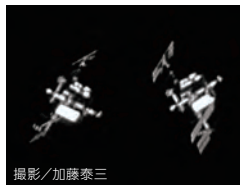
8 青空へ リフトオフ H3ロケット1年越しの打ち上げを撮る 北山輝泰



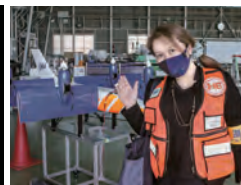
謎解きプラネ (p.5)



H3打ち上げを撮る (p.8)



ISSを"狂"拡大 (p.36)



風洞と飛行機にドキドキ (p.71)

### NEWS CLIP 石川勝也

12 由女のゆるゆる星空レポ 星の召すまま 23

最新宇宙像 沼澤茂美+脇屋奈々代 24

4月の星空 篠木新吾 27

4月の月と惑星の動き 30

4月の天文現象カレンダー 32

4月の注目 あさだ考房 33

新着情報 60

月刊ほんナビ 原 智子 63

三鷹の森 渡部 潤一 65

アクアマリンの誌上演奏会 ミマス 67

ブラック星博士のB級天文学研究室 69

天文台マダムがゆく 梅本真由美 71

天文学とプラネタリウム 高梨直統&平松正顕 73

天文・宇宙イベント情報 パオナビ 75

### Observer's NAVI

● 変光星 高橋 進 77

● 新天体・太陽系小天体 吉本勝己 79

金井三男のこだわり天文夜話 80

星ナビひろば 92

● 会誌・会報紹介 94

● やみくも天文同好会 藤井龍二 96

● 飲み星食い月す 96

ギャラリー応募用紙/投稿案内 97

バックナンバー・定期購読のご案内/編集後記 98

オンラインショップ運動 買う買う大作戦 99

KAGAYA通信 100

星ナビギャラリー 103

銀ノ星 四光子の記憶 飯島 裕 112

# 日食カウントダウン

COUNTDOWN

2024年4月8日まで

あと **1** か月

## アメリカ縦断 皆既日食直前情報

ニューヨーク・タイムスが年明けに発表する「今年行くべき52か所の旅行先 (52 Places to Go in 2024)」では、今夏の五輪会場であるパリを抑え「北アメリカの皆既食帯 (The Path of Totality, North America)」が1位に輝いた。4月8日の皆既日食は米国の一般市民にも関心が高く、各地でイベントが催される。今回は皆既日食直前情報として、最新観測地情報や渡航の注意点をまとめる。解説 ● 石井 馨

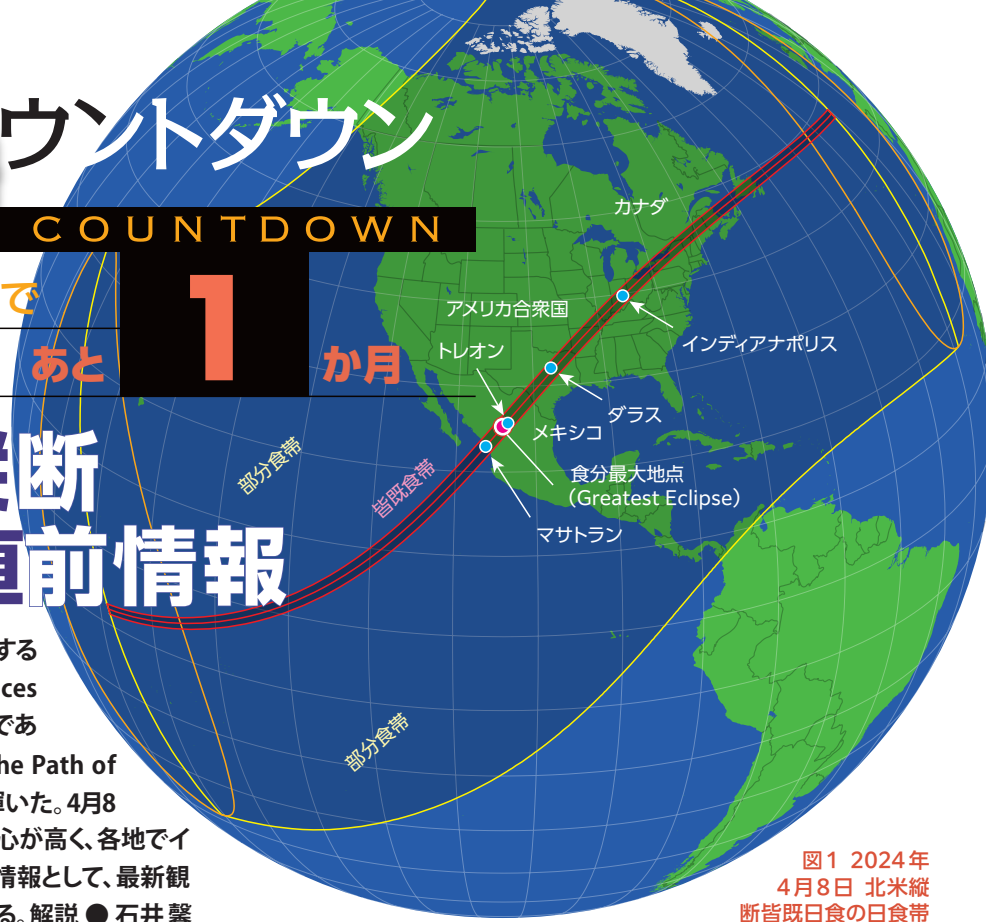


図1 2024年4月8日 北米縦断皆既日食の日食帯

### 今からでも間に合う？

皆既日食ツアーは発表と同時に満席となることが多いが、旅行代理店が1か月前キャンセルに苦しんでいることもまた事実である。複数のツアーに申し込んでいた方が最終的に1つのツアーに絞るからだ。根本的な解決策は旅行業法を改正して、海外ではスタンダードとなっている現地手配で生じるデポジット(注1)の旅行者負担を可能とすることだ。法改正した場合でも自己都合のキャンセル料を補償する旅行保険もあるので旅行者の負担は大きくならない。一方、法改正で旅行代理店のリスクが減ればより大規模のツアーを催行することができ旅行代金を抑えられるかもしれない。ともあれ現行の旅行業法では、出発1か月前になるとキャンセルによる空席が出るケースもあるため「満席」で諦めていた方も空席情報を再確認してみてもいいだろう。

個人手配で遠征する場合、メキシコは皆既食帯までの移動手段や現地のホテルなどの手配が難しい。米国であれば今からでも個人手配は可能だ。日本から直行便が飛んでいるテキサス州のダラスは皆既食帯の中にあり、その他多くのアクセスしやすい都市が皆既食帯に含まれている。

北米各地で行われる日食イベントに参加するという手段もある(注2)。米国では数多くの団体が何十もの日食イベントを発表していて、オンラインで予約できるイベントもある。RVやキャンプを楽しむイベントもあれば、音楽フェスティバルのようなものもある。キャンプ場での宿泊も含まれることもある。講演会が併設されているもの、最寄りの空港までのシャトルバスを用意しているもの、有名なインディアナポリスのサーキットで、NASAの日食ライブ配信中継を伴う観測イベントもある。

値段の幅も広く、キャンプ5泊で100ドルというフェスティバルもあれば、1000ドルを超えるRVスポットもある。ただし自然が相手の現象のため「払い戻し不可」というのが、これらのイベントのほとんどに共通する条件だ。また、音楽フェスティバルなどでは三脚使用が禁止される傾向があるので事前にしっかり確認しておこう。

### 気象に関する追加情報

1月号でも紹介したように、昨年の春からエルニーニョ現象が続いている。気象庁大気海洋部の発表によれば、春の終わりごろに向けてエルニーニョ現象が終息する可能性が高くなり、7月までエルニーニョ

が続く可能性は40%程度と見られている。

ただし、4月の時点ではまだエルニーニョ現象が続いていると考えられ、このようなイレギュラーな要素が、過去の統計的な気象データにどの程度影響を与えるかの評価を難しくしている。日食帯の気象解析で有名な、元マニトバ大学(カナダ)のJay Andersonさんは、1月号で紹介した「気象衛星画像による平均雲量(図2)」を発表した後、エルニーニョ現象の影響を分析した(図3)。この図は、1979年から2023年までの4月の雲量を、海水温が平年並みの年とエルニーニョが発生した年に分類した後、それぞれの月平均値を算出し、平年の雲量からエルニーニョ発生年の雲量を差し引いたものである。図3を読み解くうえで重要なのは、数値化された値は相対値であって絶対値ではないということだ。たとえば、テキサス州はエルニーニョの恩恵を最も受けやすく、サンアントニオ以北では雲量は平年よりも15%も少ない。同じように青い色に色分けされているアーカンソー州は、エルニーニョの恩恵は受けるものの、平年の雲量がテキサス州よりも多めなので観測条件が同じになるわけではない。Andersonさんは図2のデータにはエルニーニョの年も含まれてい

注1: 旅行会社がホテル・航空会社に支払う前払金。現行法では旅行会社は前払金をキャンセル料に全額転嫁できない。



るため、図3の差分値を図2に完全に当てはめることはできないとしている。サンアントニオの例で言えば、図2で雲量50%だから15%を引いた35%がエルニーニョ発生年の雲量かと言えばそうではない、ということである。ただし、エルニーニョの影響のおおよその傾向を掴むことはできる。

他方、これも本誌1月号でも紹介した、IRI (International Research Institute for Climate and Society) の「季節ごとの気象予測 (Seasonal Climate Forecasts)」では、3か月前の予報に比べ、メキシコでは平年よりもいっそう降水量が減る地域(茶色)が広がっていて、その傾向はテキサス州の西側まで広がっている(図4)。降水量が減るということは降雨をもたらす雲の量が減るということでもある。降雨をもたらさない高層雲の影響はわからないが、メキシコとテキサス州の天候状況は3か月前の予報よりもなおいっそう良い方向になったと言えそうだ。逆に米国の東部地域では薄い緑色が広がり、若干の降水量増となっている。中期予報上では晴天率は西高東低の傾向に拍車がかかることになった。もちろん、「天気は水もの」で当日の天候は運に左右される要素も大きい。

### 磁気偏角について

最近ではスマートフォンのコンパス機能も充実し、使用前に大きく8の字を描くようにスマートフォンを動かして校正すれば十分な精度で方位を知ることができる。方位磁石を頼りに赤道儀のセッティングをする場合は、磁気偏角のデータが必要になる。筆者はアメリカ海洋大気庁 (NOAA) の磁気偏角計算のサイトを参考している(図5)。このサイトでは、観測地の緯度、経度、および観測日を入力すればその日の磁気偏角を算出してくれるので、主な観測地の2024年4月8日の磁気偏角値を調べてみた。これによると、マサトゥラやトレオン、ダラスでは東偏だが、インディアナポリスでは、東京と同じように西偏となる。「東偏」というのは実際の北極方向よりも東寄りに磁石のN極が指示されるということだ。

### メキシコの安全対策

今回の皆既日食遠征に出かける方の中にはコロナ自粛以降、久しぶりの海外旅行

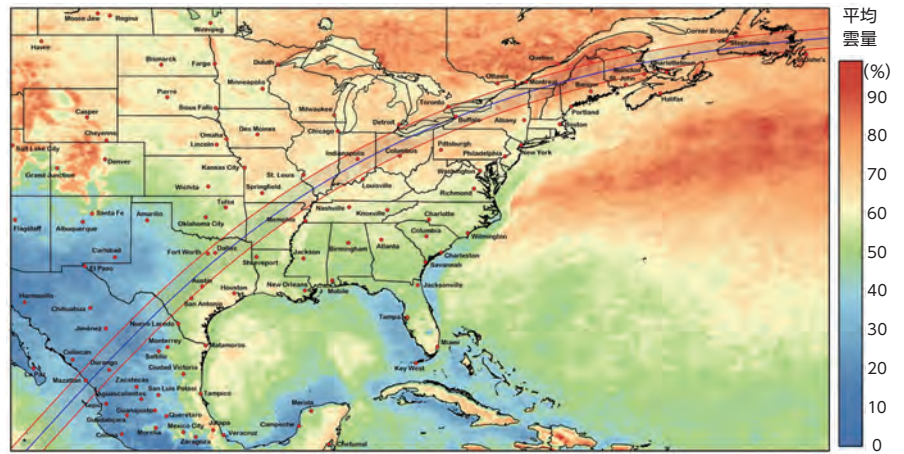


図2 気象衛星画像による皆既食帯の平均雲量

地球観測衛星 Aqua の MODIS (可視・赤外域の放射計) を用いて、現地時間 13 時 30 分ごろに測定された 4 月の平均雲量 (2000 年～ 2020 年)。高層雲が反映されにくいなど、いくつかの注意を必要とする。出典： <https://eclipsephile.com/wp-content/uploads/2021/02/April-NoAm-cloud.png>

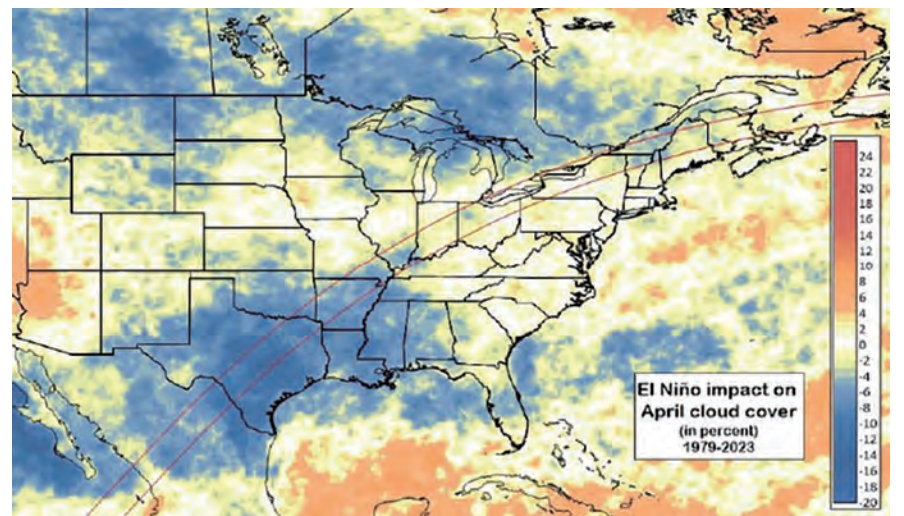


図3 皆既食帯の雲量に対するエルニーニョの影響

青色は、エルニーニョが発生した冬の翌年 4 月の平均雲量が少なくなる地域を示し、白色と淡黄色は、エルニーニョの影響がほとんどない、またはまったくない大陸の地域を示す。オレンジ色は、4 月の雲量が多くなる地域を示している。出典： <https://eclipsephile.com/wp-content/uploads/2024/01/fig-4a.jpg>

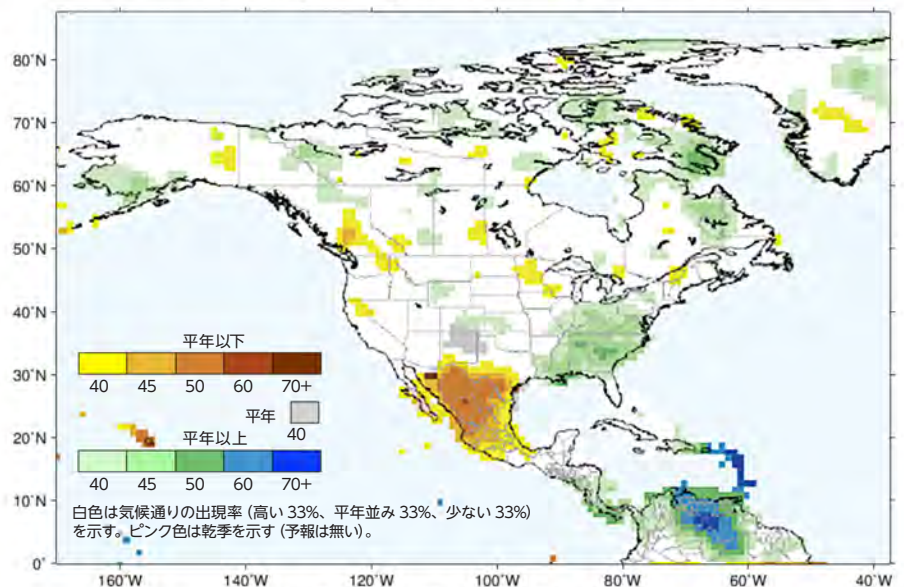


図4 降水量のマルチモデル確率予報 (2024年3月～5月)

たとえば薄い黄色の確率分布は、降水量が少ない 40%、降水量が平年並み 35%、降水量が多い 25% となる。出典： <https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/seasonal-climate-forecasts/>



# ISSと天宮を追いかける

ISSの詳細や、船外活動中の宇宙飛行士を捉えられないかと始めた「狂拡大」撮影。最近では宇宙飛行士が落とした「工具袋」も捉えることができるほどになりました(図6)。「星ナビギャラリー」には、人工天体の写真も掲載されていて、天体写真の新しいジャンルになっています。今回は、人工天体を捉えるために試行錯誤を繰り返してきた3人がそれぞれの経験をもとに秘伝の虎の巻をリレー方式で著わしていきます。

図1 40cmドブソニアンでISS月面通過を撮る 作例/加藤泰三

この日は紀伊長島で南の低空の天体を楽しむために40cmドブソニアンを持参しての遠征でした。途中の三重県久居市で日没直後のISS月面通過を初めて40cmで撮りました。

2019年4月12日 Sky-Watcher DOB GOTO16 自動追尾

(口径40cm 焦点距離1800mm F4.5)

キヤノンEOS 80D 露出1/1000秒

動画撮影から切り出した1フレーム

3回シリーズの初回は、私(加藤泰三)が「人工天体撮影概論」として情報入手方法から月面・太陽面通過の撮影などを紹介していきます。ちなみに、次回5月号では宙歌(そらうた)さんことオペラ歌手の宮崎智永さんが秘技「狂拡大手動追尾」を、6月号では地元FMラジオに番組を持つ写真家の加藤純一さんが秘伝の「狂拡大自動追尾」を伝授する予定です。

## いろいろ楽しめる人工天体

人類初の人工衛星は、1957年10月4日に当時のソビエト連邦がバイコヌール宇

宙基地から打ち上げた「スプートニク1号」です。打ち上げから22日後に電池が切れ人類初のスペースデブリになり、92日後の1958年1月4日に大気圏に再突入しました。そして2024年2月1日現在、国連宇宙部 Outer Space Objects Index(注1)には17,364個のオブジェクトが登録されています。数年前までは5,000機程度だった人工衛星がここ数年でこれほど増えたのは、スターリンク(図4)などの衛星コンステレーションによるものです。スターリンク衛星が天体観測に支障をきたすという弊害の反面、「スターリンクフレア」という現

象が目されるようにもなりました(前号記事「スターリンクの舞」)。

人工天体は、その種類や軌道によってさまざまな楽しみ方があります。順に紹介していきましょう。まずは「静止衛星」から。「ステラナビゲータ」で人工衛星を表示するとおびただしい数の人工衛星が画面に出てきます。とくに天の赤道のちょっと南側に静止衛星が密集して表示されます。M42 オリオン大星雲を撮影すると必ずついてくるおまけのようなアレです(図2)。

この静止衛星の軌道は地球の赤道上空高度約36,000kmと高いため一晩中太陽

### 解説・作例◎加藤泰三

(気ままに星空観望仲間)

小学生のころ、アポロ11号月着陸に触発されて6cm屈折経緯台を買ってもらった20世紀少年。現在、山では40cmGOTOドブでDSO三昧、自宅ではC11で惑星を眺めつつミュロン180やNinja-320でISSや天宮を追いかけています。

・星のソムリエ

(半田空の科学館第4期生)

・X(旧 Twitter) Taizo @Taizo1959

・ブログ「もっと宇宙の話をしよう!」

<https://taizo.space>





の光が当たり、星野写真撮影では厄介な衛星たちです。しかし、静止衛星は気象衛星「ひまわり」や通信衛星などわれわれの生活を支えています。これらの静止衛星は30cmクラスのドブソニアンなどで見ることができます。視野の中の星たちが東から西へ日周運動で動いていく中、ポツンと「動かない星」があります。それが静止衛星です。ひとつだけ動かない星があるのはなんとも奇妙でおもしろく、一見の価値があります。

「宇宙ステーション」は人が宇宙空間で滞在できる場所で、現在「国際宇宙ステーション (International Space Station、以降 ISS と表記)」と中国宇宙ステーション「天宮」の2つがあります。この2つは地上から400km程度の低軌道を飛行しており、日没後または夜明け前に金星ほどの明るさで点滅せずゆっくり動いているのを見ることができます (図8)。

ISSは1998年11月、アメリカが資金を出しロシアが製造したザーリヤ (ロシア語で日の出) の打ち上げから建設が始まり、四十数回に分けて宇宙空間で組み立てられました。完成は2011年7月です。ISSはNASA (アメリカ)、ロスコスモス (ロシア)、JAXA (日本)、ESA (欧州宇宙機関)、CSA (カナダ) が参加する多国籍共同プロジェクトで、2024年までとしていた運用期限は2030年まで延長されることになり、将来的には商業的な利用も期待されています。ISSには「キューポラ」と呼ばれる地球を見下ろす観察窓があり、地球の昼の部分では陸地や雲や台風の渦巻きなど、夜の部分では都会の光やオーロラを見ることができます。その眺めは地上からは決して体験することのできない、まさに「5兆円の景色」なのかもしれません。

ISSの大きさはよくサッカー場に例えられます。長さ109m、幅73m、高さ20m、質量420tで、現在も改良・拡張が続けられています。ISSは地上から約400km上空の軌道を、日本の実験棟「きぼう」を前にして飛行しています。そのスピードは秒速7.66km (マッハ22)。90分で地球を1周、1日に16周しています。ISSは意外と大きく見え、天体望遠鏡で拡大撮影することでその姿を写し撮ることができます。図3はISSが木星の前を通過するところを狙ったもので、木星の視直径 (約



図2 固定撮影で撮ったM42と静止衛星 作例/加藤泰三

望遠鏡直焦点で固定撮影を行うと、天球上で「静止」している衛星は点に、日周運動で動いていく星は線を引いて写ります。逆に、恒星時追尾をして短時間露光でM42付近を100枚ほど撮ってタイムラプス動画を作ると、たくさんの静止衛星がM42の前を列をなしてどんどん通過していくのがわかります。

2024年1月13日21時45分 ビクセンR200SS+コマコレクター キヤノンEOS 6D天体改造 ISO 6400 露出20秒



図3 ISS木星面通過 作例/加藤泰三

木星とは少しずれてしまいましたが、このISSには古川宇宙飛行士が乗っています。

2023年9月9日 4時56分 タカハシμ-180 ZWO ASI290MC ゲイン250 UV・IRカットフィルター シャッタースピード1/3ミ秒 タカハシEM-100 K-ASTEC改造

図4 スターリンク(G7-7) 作例/宮崎智永

2023年11月22日17時38分37秒 タカハシμ-250 ケンコーEQ6PRO (手動追尾) Player One Apollo-C 露出1.2ミ秒×9枚 (コンポジット)

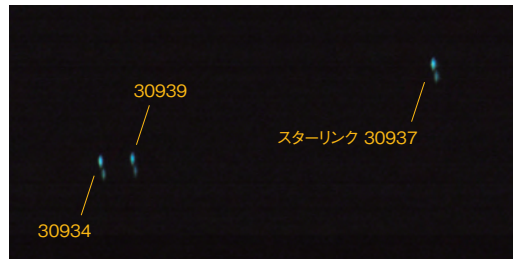


図5 ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 作例/宮崎智永

ラグランジュ点2 (L2) 到達2日後 2022年1月27日22時45分~ タカハシμ-250 タカハシEM-200Temma2 Player One Apollo-M MINI 30秒×30 (比較明合成)

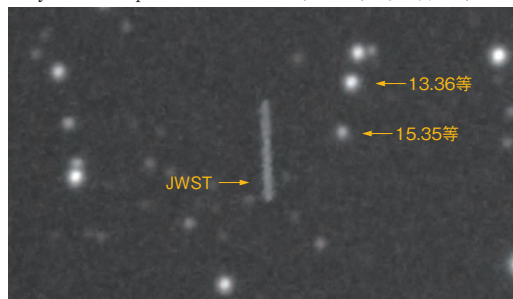


図6 工具袋を追尾撮影 作例/加藤純一

ISSの宇宙飛行士が落とした工具袋を追尾しているため工具袋が点状に、恒星が線状に写っている。かなり暗いが追尾しているためシャッタースピード1/8秒でも点で写せる。追尾撮影が有効な作例と言える。

2023年12月07日17時34分 笠井トレーディング150SED (合成F20) キヤノンEOS R5 ISO 51200 露出1/8秒 8K動画から静止画を切り出し





次は**71**年後！アウトバーストを繰り返す**特異な天体**

# 天文学の眼でとらえる ポン・ブルックス彗星

## 12P/Pons-Brooks

解説 © 小林仁美 (株式会社フォトクロス)

2024年は、3~4月に見ごろのポン・ブルックス彗星 (12P/Pons-Brooks) や、秋口に見ごろを迎える紫金山・アトラス彗星 (C/2023 A3) など、明るくなると予想される彗星が複数やってくる久々の“コメット・イヤー”である。ポン・ブルックス彗星は流星群との関係や増光現象など、科学的にも非常に注目度が高い彗星の1つ。今回はそんなポン・ブルックス彗星について、発見の歴史から最新の研究成果までを紹介しよう。

立派な尾をたなびかせるポン・ブルックス彗星の様子。尾の中に複雑なパターンも見られる。

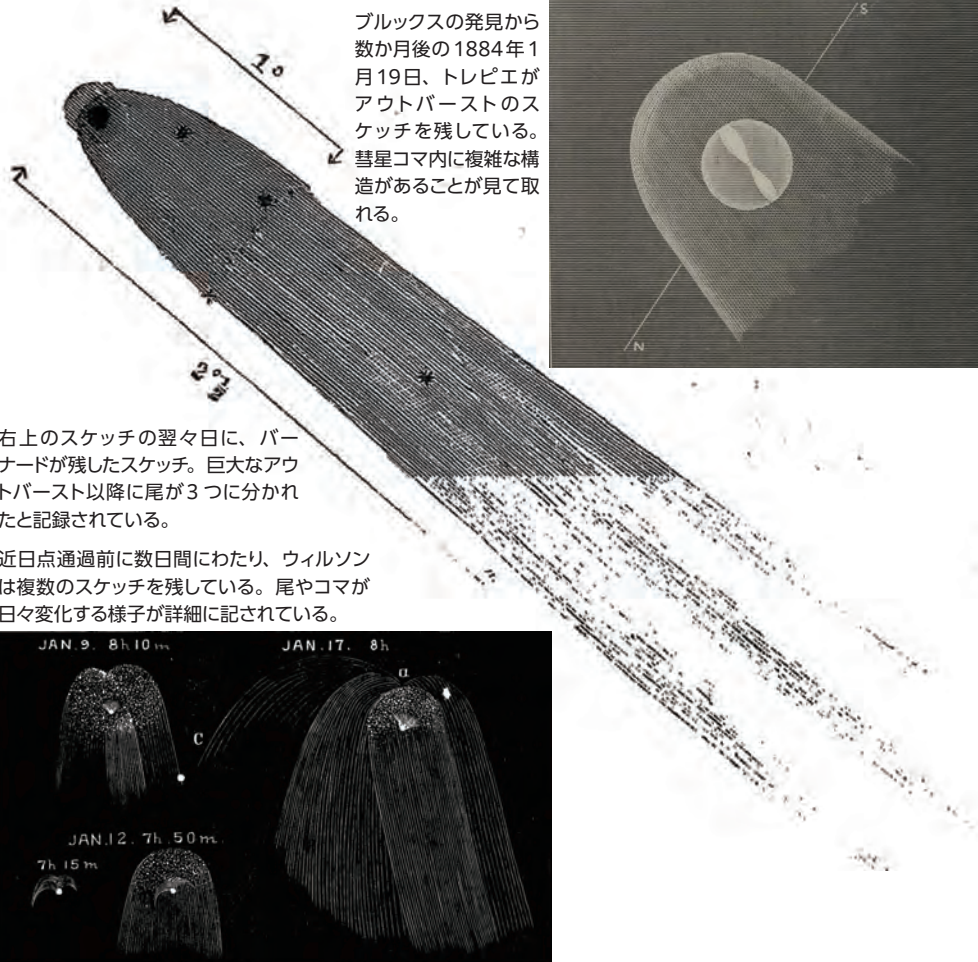
2024年2月10日04時30分 (UT)  
露出30分 11" RASA QHY600  
撮影 / Michael Jäger



ポン・ブルックス彗星は「12P」という番号からも、彗星の軌道が研究されはじめてから比較的早いタイミングで発見・確認された周期彗星であることがわかる。この彗星は1812年7月12日、フランスのマルセイユ天文台にて、天文学者であるジャン＝ルイ・ポンによって発見された。その後、1883年9月2日にアメリカのニューヨーク州フェルプスにて、天文学者のウィリアム・ロバート・ブルックスが彗星を発見。この彗星がポンの発見した彗星と同一彗星であると同定され、晴れてこの2名の名前を冠した周期彗星として登録された。なお、ポン・ブルックス彗星は過去の観測記録から、1385年に観測された彗星と、さらに遡って245年に観測された彗星とも同一である可能性が指摘されている。もしこれが正しければ、ポン・ブルックス彗星はハレー彗星に次ぐ「人類史上2番目に長い観測歴を持つ彗星」とも言える。



フランスの天文学者ジャン＝ルイ・ポン (Jean-Louis Pons、左) は1700年代後半から1800年代前半にかけて活躍したフランスの天文学者。アメリカの天文学者ウィリアム・ブルックス (William Robert Brooks、右) は1800年代後半から1900年代前半にかけて活躍。両名とも、ポン・ブルックス彗星以外にもたくさんの彗星を発見したことで知られており、名前を冠した彗星が他にも存在する。



ブルックスの発見から数か月後の1884年1月19日、トレピエがアウトバーストのスケッチを残している。彗星コマ内に複雑な構造があることが見て取れる。

右上のスケッチの翌々日に、バーナードが残したスケッチ。巨大なアウトバースト以降に尾が3つに分かれたと記録されている。

近日点通過前に数日間にわたり、ウィルソンは複数のスケッチを残している。尾やコマが日々変化する様子が詳細に記されている。

### 分類で見る彗星

彗星はその軌道を表すパラメータである軌道要素や周期などから分類がなされており、その模式図を図1に示す。軌道要素による分類では、最初に木星と重力的に相互作用を及ぼしやすいかどうかによる区分\*が行われ、相互作用を及ぼしやすい黄道面付近を運動している彗星を「Ecliptic comets」、それ以外の彗星を「Nearly-isotropic comets」と大別している。日本語では「軌道が黄道面付近に分布している彗星」と「軌道が(黄道面に限らず)等方的に分布している彗星」と言ったところだろうか。これら2グループは、概ねその彗星がどこからやってきたのか、すなわち力学的起源を見分けるのに用いられ、前者はおもに海王星以遠の天体群であるエッジワース・カイパーベルトから、後者はおもに太陽系全体を球殻状に囲む天体群とされるオールトの雲から、それぞれやってきていると考えられている(図2)。よく前者を「木星族彗星」、後者を「オールト雲彗星」と呼ぶことがあるが、木星族彗星は分類上はEcliptic cometsの中の1グループを指しているだけにすぎない。

\*専門的には「木星に対するティスラン定数 ( $T_J$ )」という。この値は保存量で、軌道の変化によって値が変わらないために力学的分類に用いられる。ティスラン定数の値が大きいほど木星からの相互作用によって軌道が変化しやすいことを意味する。

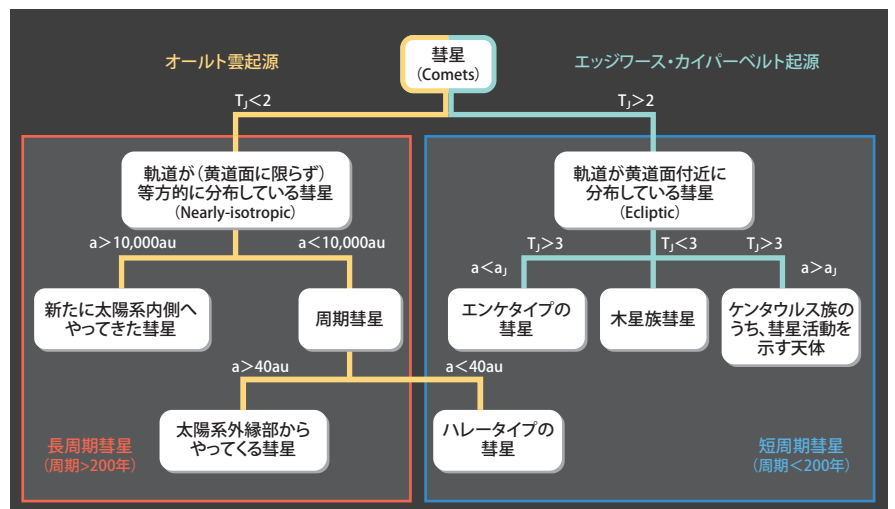


図1 彗星の力学的分類の模式図。木星との相互作用の及ぼしやすさ ( $T_J$ ) が彗星の力学的起源を見分けるのに用いられ、さらに彗星の軌道長半径 (a) と木星の軌道長半径 ( $a_j$ ) の比較などで細分化される。



# 次は **71**年後! アウトバーストを繰り返す**特異な天体** **見よう! 撮ろう!** **ポン・ブルックス彗星の** **観察ハイライト** 12P/Pons-Brooks

解説・写真◎吉本勝己 星図◎石田 智

4月10日19時30分  
の西北西の空(東京)

地平線から10度弱の低い  
空に、-2等の明るい木星  
と、ポン・ブルックス彗星、  
新月直後の極細の月が並ぶ。



ポン・ブルックス彗星(12P/Pons-Brooks)は  
3月から4月の夕空の西北西から西の空で観測好機となります。  
明るさの予報は難しいですが、7等から4等になると期待されています。  
バーストを繰り返すのがこの彗星の特徴で、  
近日点通過前後にバーストを起こすと  
もっと明るくなるかもしれません。  
70年ぶりに帰ってきたこの歴史的な周期彗星を  
みんなで観測しましょう。

オリオン座

アルデバラン

おうし座

M45

木星(-2.0等)

ポン・ブルックス彗星  
(4~5等)

さんかく座

月(月齢1.7)

おひつじ座

ステラナビゲータ12でシミュレーションした2024年4月  
10日19時30分の東京での西の空。この日の日没は東京  
で18時10分、月没が20時3分。早すぎると空が明るく  
て彗星が見えず、遅すぎると低くなって見えづらい。

西



## 7回のアウトバースト

12P/ ポン・ブルックス彗星の今回帰の最初の観測は、近日点通過の約4年前、2020年6月10日にローウェル天文台の口径4.3m ディスカバリー望遠鏡で22.8等と再観測されました。日本での最初の観測は、2022年4月24日に鳥取県のさじアストロパークの口径1.03m 望遠鏡で、22.1等と報告されています。

ハイアマチュアの機材で写るようになったのは2022年の秋から冬にかけてで、20等級になった頃でした。2023年に入ると、明るさも18等級となり、彗星を狙う国内のアマチュアの方の機材でも、次々と撮影に成功されるようになりました。

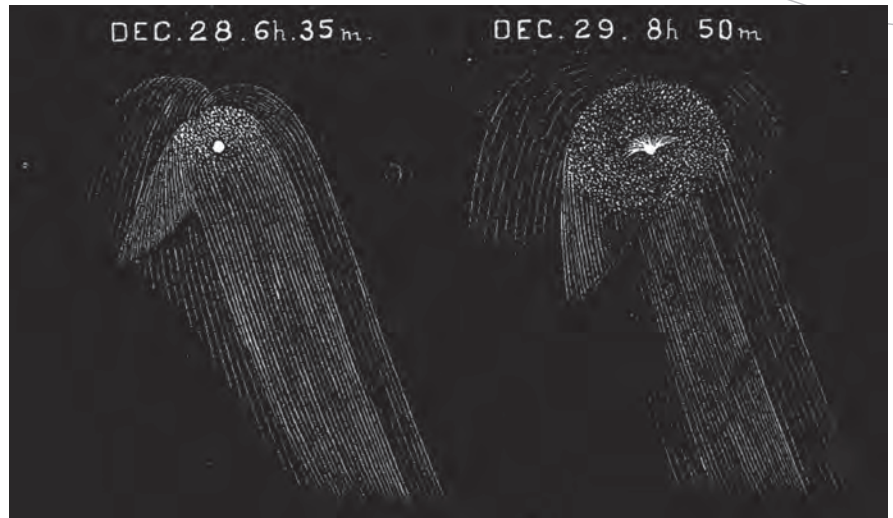
その後も近日点通過に向けて少しずつ増光していきましたが、2023年7月20日、その姿が一変する驚きの出来事が起きました。前日には16等級だったのが、アウトバーストをして約100倍も明るくなり、11等の恒星状の姿に急変したのです。

突発的なバーストを起こし明るくなることは多くの彗星で観測されています。しかし、このときポン・ブルックス彗星はまだ太陽から3.890auの距離にありました。木星軌道よりは内側に入ってきていましたが、それでもまだ太陽の影響を強く受ける距離ではなかったため、このバーストは予想外の出来事でした。その後も2024年2月上旬まで、はっきり確認されているだけで計7回のバーストが観測されています。特に7月20日と11月15日のバーストは規模が大きく、その後にはジェット構造も発達させています。

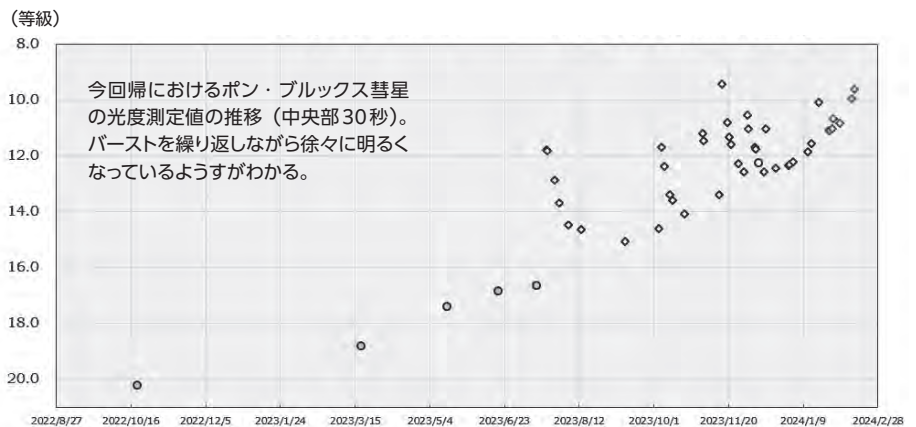
このようにバーストを繰り返しながら光度を上昇させていき、そして2024年4月20日には1954年以来70年ぶりの近日点通過を迎えます。

## 歴史的な周期彗星を見る愉しみ

1回目のアウトバーストが太陽からまだ遠い3.890auの距離で起きたことから、ポン・ブルックス彗星の核は活動が大変活発なようです。1884年の出現時に残された多くのスケッチを見ても、核から噴き出したジェット構造が描かれており、その活発な活動の一端がうかがえるものとなっています。また、1884年、1954年も何度かのバーストを起こしている記録が残って



アメリカの天文学者 ハーバート・クーパー・ウィルソン (Herbert Couper Wilson, 1858 ~ 1940年) によるポン・ブルックス彗星のスケッチ。コマ周辺の複雑な構造も描かれている。



います。おそらく今後も何度かバーストを起こすことでしょう。

近日点に近く太陽に接近した状態で、2023年7月の1回と同じ規模のバーストを起こすと、1～2等級になる可能性もあるかもしれませんが (取らぬタヌキの皮算用でしょうか? 笑)。

ポン・ブルックス彗星の周期は約70年です。短周期彗星の中でも公転周期が200年までのやや長い周期彗星を「ハレー型彗星」と呼ぶことがあります。ほとんどの彗星が人の一生の中で1回しか見られないということに何か特別感があるのも事実です。

前回のハレー彗星の回帰 (1986年) の後から、偶然にもこのタイプの彗星が多く帰ってきて、筆者も運よく見る事ができました。ブローセン・メトカーフ彗星 (23P/Brosen-Metcalf)、デビコ彗星 (122P/de Vico)、スウィフト・タットル彗星 (109P/Swift-Tuttle)、テンペル・タッ

トル彗星 (55P/Tempel-Tuttle)、クロンメリン彗星 (27P/Crommelin)、バーナード彗星 (177P/Barnard)、ポン・ガンバル彗星 (273P/Pons-Gambart)、ステファン・オテルマ彗星 (38P/Stephan-Oterma)、などなど。そして今年はポン・ブルックス彗星、オルバース彗星 (13P/Olbers) と、ふたつのハレー型彗星が偶然にも帰ってきます。名前を読むとわかりますが、歴史的な天文学上の有名人の名が付いていますね。

インターネットで「12P/Pons-Brooks」を検索をすると、長い尾を描いた彗星スケッチが出てきますが、このスケッチはエドワード・エマーソン・バーナードが描いたものです (p45参照)。バーナード星やバーナード彗星 (177P/Barnard) の発見者でもあり、こういった歴史に名を残す方々と時間こそ違えど、同じ彗星を見ている感動を味わえるのが、このタイプの彗星を見る楽しみでしょう。



# ベテルギウス「分断食」

## 南ヨーロッパ61地点の観測から浮かび上がった小惑星の形

2023年12月12日、1000年に1度とも言われた「小惑星によるベテルギウス食」が観測された。赤色巨星ベテルギウスの大きさなどの物理量を調べるには、まず手前を通り過ぎた小惑星レオーナの大きさと形を明らかにする必要がある。

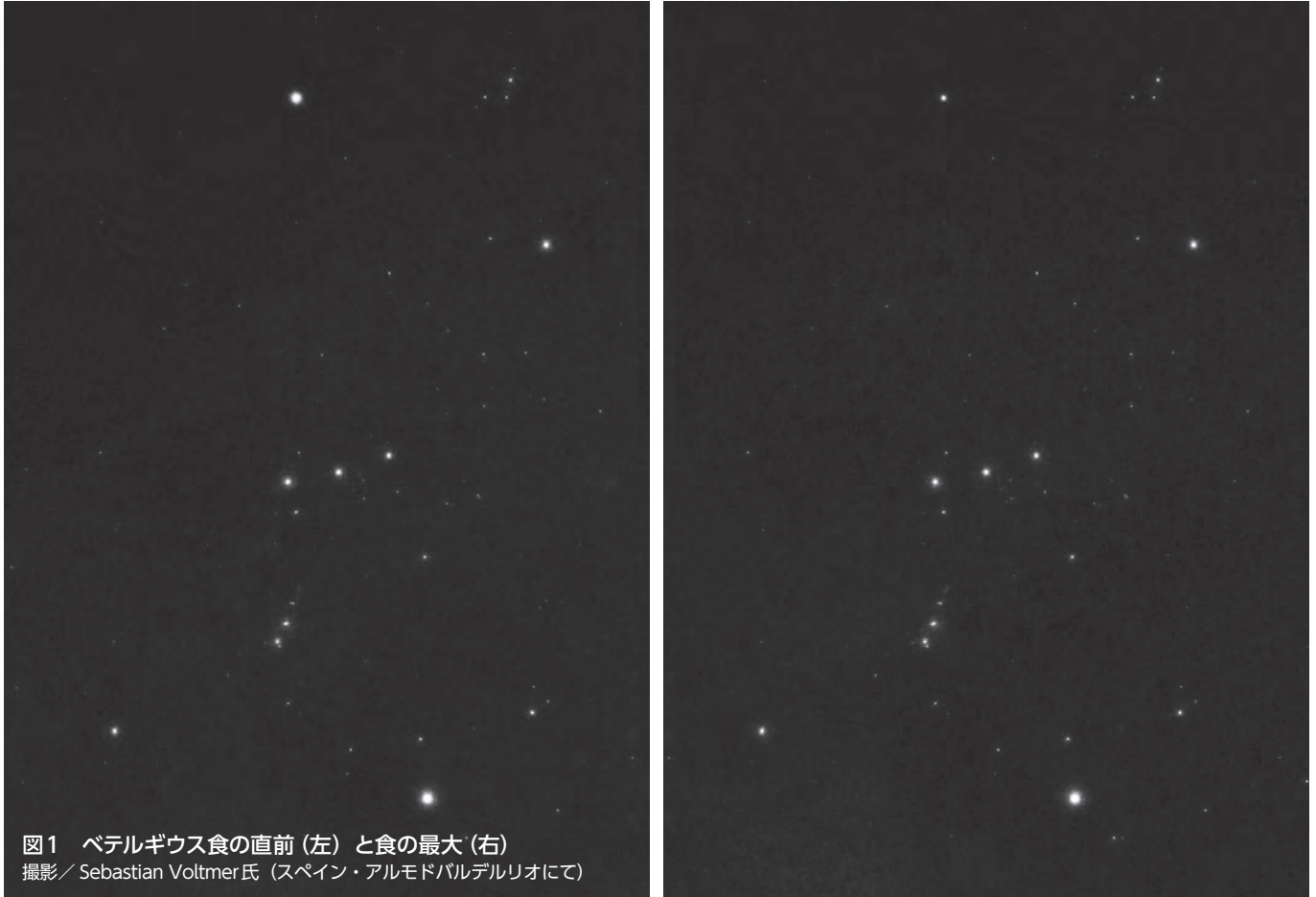


図1 ベテルギウス食の直前(左)と食の最大(右)  
撮影/Sebastian Voltmer氏(スペイン・アルモバルデルリオにて)

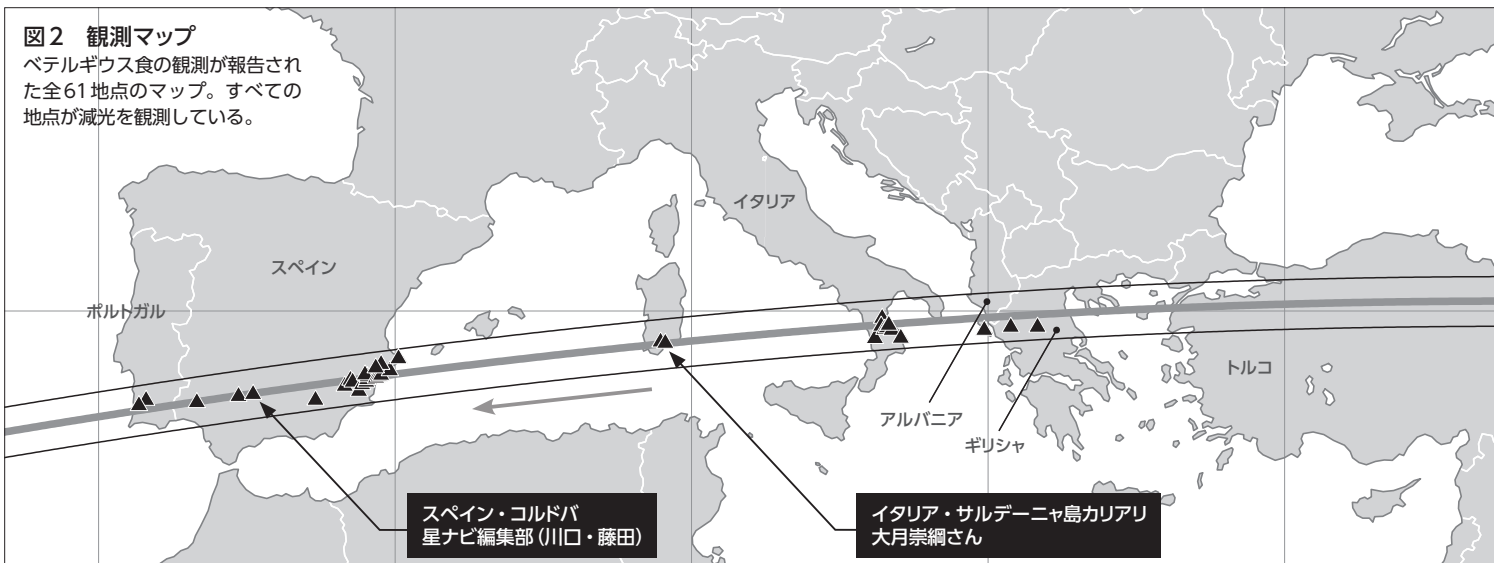


図2 観測マップ  
ベテルギウス食の観測が報告された全61地点のマップ。すべての地点が減光を観測している。

スペイン・コルドバ  
星ナビ編集部(川口・藤田)

イタリア・サルデーニャ島カリアリ  
大月崇綱さん



●概要と経緯

昨年12月12日、南ヨーロッパの各地で小惑星によるベテルギウス食の観測に成功した。誰も見たことのない観測史上初のこの現象は、ヨーロッパだけでなく全世界が注目していたものだ(2023年10月号・12月号で予報記事、2024年2月号で観測速報を掲載)。隠す側の小惑星レオーナ(319 Leona)とベテルギウスの視直径は、ほぼ同等と推定されており、どこまで減光するかも注目されたが、掩蔽帯の中心線上でも2.0等級の減光にとどまった。ベテルギウスが完全に消失することはなかったが、それでもわずか数秒の間に、1等星ベテルギウスが3等星に減光するありえない光景に世界が歓喜した。

このことは、いわゆる「皆既にならなかった」ことを示している。この現象は、観測してみないとわからないことが極めて多く、得られる観測データすべてが、天文学者にとって垂涎のものとなる。現象から2か月を経過した現時点までに明らかになりつつある天文学的成果を紹介しよう。研究の本命は、赤色超巨星ベテルギウスに関するデータの取得だが、さきがけて小惑星レオーナの形状がまず焦点となってくる。

●南ヨーロッパ61地点で観測に成功

冬の地中海性気候は、あまり天気が良くないことが懸念材料だった。事実、天候不良で観測できなかったところが多く、観測

に成功したところでも薄雲を通したり、雲間をついた観測が大半だ。それでも、IOTA European Section (IOTA/ES) によると、これまでに日本からの遠征2地点3名(大月崇綱さん、星ナビ編集部)の川口雅也さん・藤田陽実さん)を含む61地点で観測の成功が得られている(図2)。現象前に把握されていた観測地点は約30地点だったが、現象後に続々と新たな観測データが集まった。おそらく、南ヨーロッパ各地が晴天に恵まれていれば、さらに数倍もの観測成果が得られたであろうと推察される。

日本から遠征した3氏の観測データは、IOTA/EA (East Asia) を通じて、IOTA/ESに提供され、Christian Weber氏(SODIS)により直ちに解析された(表1)。ベテルギウスは大きな視直径を持つために一般的な恒星食とまったく異なり、瞬間的な減光/復光とはならない。このため解析は簡単な仕事ではなく、研究者による分析が必要とされる。

●物差しとしての小惑星の形状

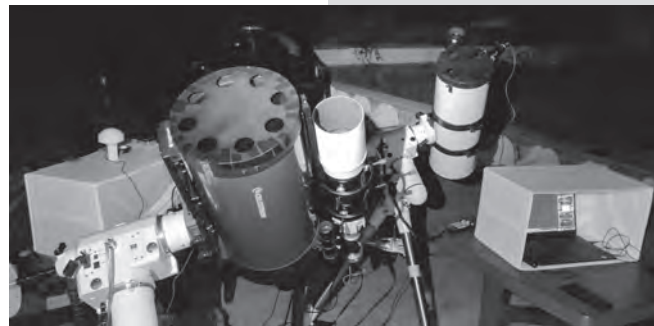
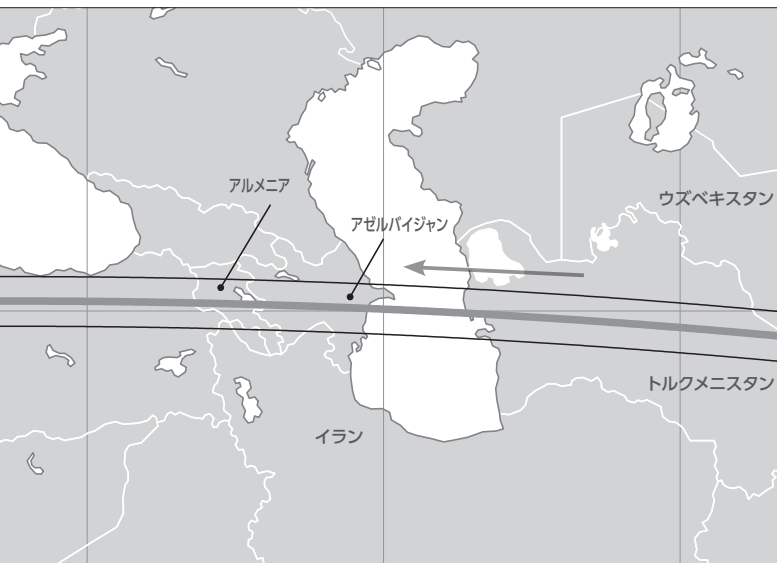
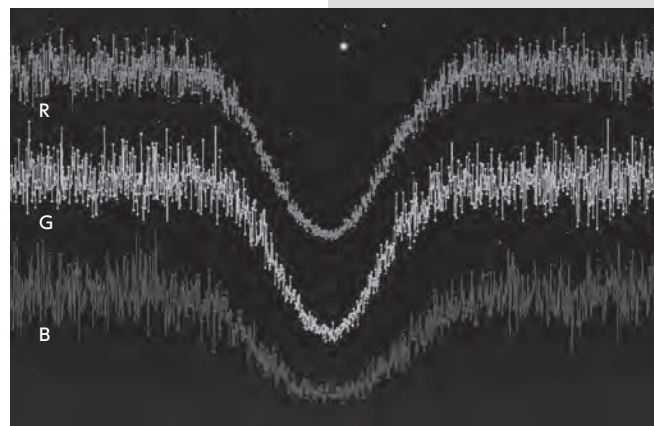
前述の通り小惑星レオーナによるベテルギウス食観測で最も期待されることは、ベテルギウスに関する情報の取得だ。この場合、レオーナは、ベテルギウスを測るための物差しになると言ってもよいだろう。現象から2か月を経た現在のフェーズは、物差しとしての小惑星レオーナの大きさ・形状の測定である。寸法でも明るさでも、何らかの物理量を測るためには、物差しの確かさをまず評価する必要がある。



図3 ベテルギウス食の2秒毎連続切り出し画像(上)  
撮影/Paco Bellido氏(スペイン・コルドバにて)

図4 ベテルギウス食の光度変化(右)

Alfonse Noschese氏(IOTA/ES)によりイタリア・コリリアーノで観測された、RGB3波長によるベテルギウス食のライトカーブ。IOTA/ESの機関紙 Journal for Occultation Astronomy 2024 Volume 14 No.1表紙より。右下はNoschese氏の観測機材。





# 1. 彗星の撮影



## Q

2024年は気になる彗星がたくさん！ところで彗星ってどう撮るの？

「彗星星景」と「アップでの撮影」の2種類があるよ。  
普通の天体と違う動きをするから撮影にコツが必要だよ。

## A

### 2024年のおすすめ彗星

2024年は大いに期待できる彗星が2つやってきます。1つ目がボン・ブルックス彗星（12P）。3月～4月の夕方に見ごろとなり、4等台まで明るくなると予想されています。そして、もう1つが紫金山・アトラス彗星（C/2023 A3）。9月下旬から見ごろとなり、0等にまでなるのではないかと予想されています。どちらも、双眼鏡で楽しめる彗星になることは確実だと思われませんが、順調に光度を増してくれば肉眼で見ることができるともかもしれません。特に紫金山・アトラス彗星の方にマイナス等級の大彗星になるかもしれないという予測もあり、大いに注目されています。

### 地上景色と狙う彗星星景

彗星の一番の見どころである“尾”の長さがどれくらい伸びてくれるかは、

#### 恋人の聖地でのZTF彗星（C/2022 E3）

北極星付近を通過しようとしているZTF彗星。5等台。月齢7の月明かりあり。  
タムロンSP 15-30mm F2.8 Di VC USD (30mm F2.8) ニコンZ6II ISO2500 Lee No.3フィルター  
三脚固定 2023年1月28日22時26分 15秒露光 三重県南伊勢町にて



彗星が肉眼で見えるほど明るくなったとしても、未知の部分があります。頭部（コマ）が明るくても、尾が短いか非常に淡いといった彗星もあり、長大な尾を見せてくれるのかくれない

のか、そのような期待に対するワクワク感が彗星を追いかける魅力の一つになっています。

長い尾が伸びた彗星では、地上の景色とともに撮るとおもしろい彗星星景になります。後で見返すと、その彗星を見た時の感動がよみがえり、いい思い出写真にもなりそうです。

このような撮影は、カメラを三脚に固定する方法で比較的簡単にできます。露出はマニュアルで、絞りはカメラレンズの一番小さい値である開放にします（オールドレンズの場合

#### 夜明けの西村彗星（C/2023 P1）

明け方5等台になった西村彗星。双眼鏡ではわかりづらかった尾は、撮影すると3.5°程度写った。

ゾナー90mm F2.8 (F2.8) ニコンZ6II  
ISO6400 三脚固定 2023年9月9日04時52分  
総露光2分30秒 (5秒×30)  
Sequatorによるコンボジット 奄美大島にて





合は1段絞る)。露光時間は、彗星や星が日周運動で円弧状に流れて写ってしまうのを避けるために、超広角レンズで20～30秒くらい、広角レンズであれば15秒前後、標準レンズでは10秒、100mmくらいなら5秒までにします。

ISO感度はテスト撮影をして、ヒストグラムの山が左から1/3くらいになるのを目安に、空の明るさの写り具合を確認しながら決めます。薄明中でなく、月明かりもない理想的な暗い空であれば、ISO1600以上の高感度にしますが、彗星撮影の場合、地平高度が低かったり、薄明中の撮影になったりすることがあります。この場合にはISO感度はもっと低くするとともに、露光時間を短くすることになるでしょう。

### 望遠レンズや望遠鏡で彗星をクローズアップ

彗星をアップでダイナミックに撮るには、望遠レンズや望遠鏡を使用し、星を自動追尾する赤道儀に搭載して撮影を行います。尾の詳細な構造を捉えることができたり、双眼鏡では認められないような尾が思いのほか

長く写ったりして驚くこともあります。

彗星撮影にはF値の小さな明るい光学系ほど向いています。焦点距離を短くして口径比を小さくするレデューサーが用意されている望遠鏡であれば、それを装着して明るい光学系にします。レデューサーは焦点距離を70%程短くするものが多く、例えばF6の鏡筒がF4.2になります。これは、1絞り明るくなったのと同じで、露光時間を半分に短縮できることになり有利です。カメラレンズの場合にも開放F値が小さいほど彗星向きとなります。

移動天体であり固有運動する彗星は、日ごとの位置変化は当然のことですが、動きが速い場合、わずか数分間でもけっこう移動が認められることがあります。移動スピードだけでなく、焦点距離が長いほど見かけの移動量は大きくなります。このような彗星に対して露光時間を長くと、彗星頭部(核)が線状になったり尾の鮮明さが損なわれたりしますので、なるべく明るい光学系を使用して、デジタル一眼の場合にはISO高感度設定にして、1分程度(光学系や空の明るさなどで変わります)の露光

で多数コマ撮影します。

彗星の尾には、青っぽく写るイオンテイルと赤っぽく写るダストテイルがありますが、特にイオンテイルが太陽風を受けて激しく変化しているような場合にも、露光時間を短くしたいところです。

淡い尾を解像してコントラスト良く、しかもノイズでない1枚に仕上げるために、コンポジットをして画質を高めます。後述のステライメージ9による「メトカーフコンポジット」は有効です。

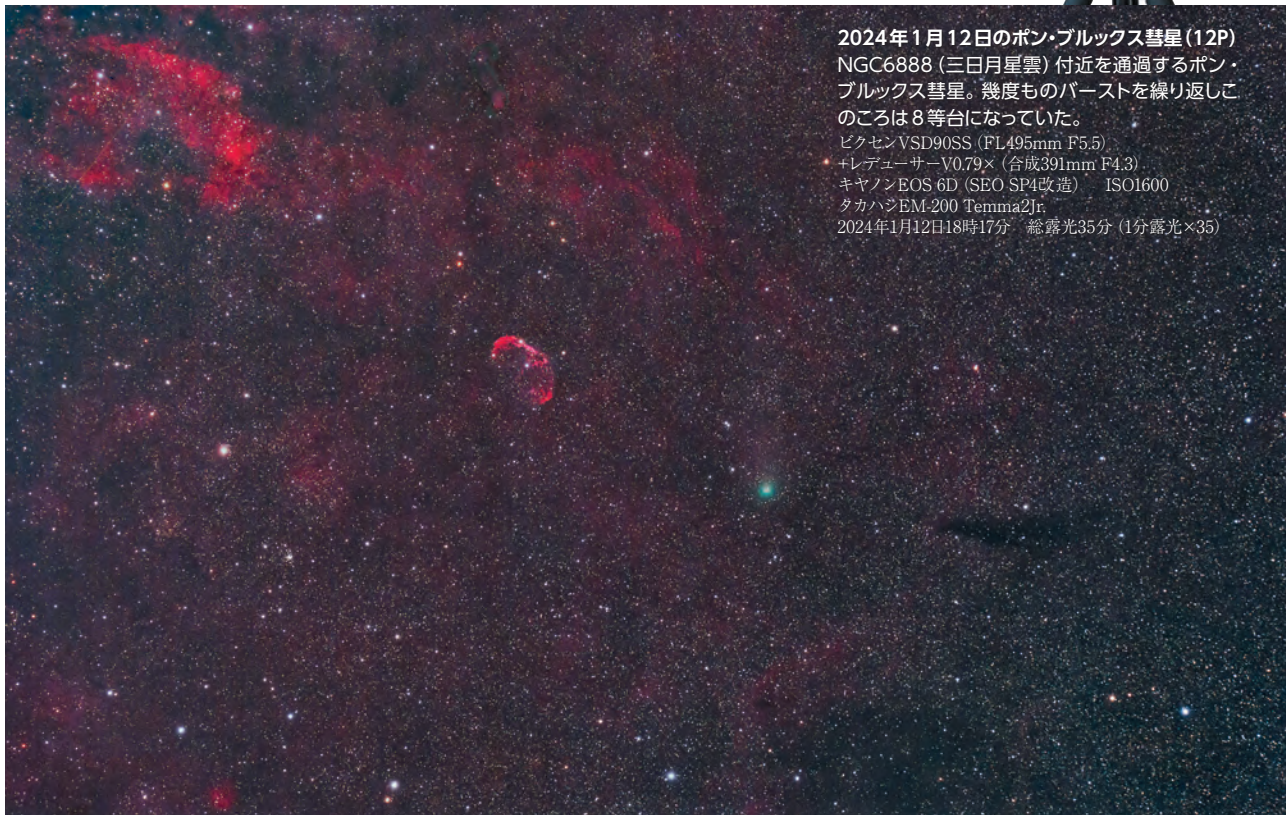
### ●彗星を撮るための明るい望遠鏡や望遠レンズ

動きが速かったり、短時間で尾の形状が変化したりする彗星の撮影にはF2.8～F5あたりの明るい光学系が有利。高感度で短露光を繰り返し、撮影後にコンポジットして高画質を得る。



2024年1月12日のボン・ブルックス彗星(12P) NGC6888(三日月星雲)付近を通過するボン・ブルックス彗星。幾度ものバーストを繰り返したところは8等台になっていた。

ピクセンVSD90SS (FL495mm F5.5)  
+レデューサーV0.79×(合成391mm F4.3)  
キヤノンEOS 6D (SEO SP4改造) ISO1600  
タカハシEM-200 Temima2jr  
2024年1月12日18時17分 総露光35分(1分露光×35)





# 5. メトカーフコンポジット



## Q

彗星をコンポジットするとぶれるのはなぜ？



彗星は恒星とは違う動きをするんだ。  
「メトカーフコンポジット」を使ってみよう！

## A

### メトカーフコンポジット

赤道儀の恒星時追尾で移動天体である彗星を撮影すると、恒星は点状になりますが、移動が速いとか、露光時間が長い、また撮影光学系の焦点距離が長いほど彗星の頭部は線状になり、尾もぶれたように写ります。

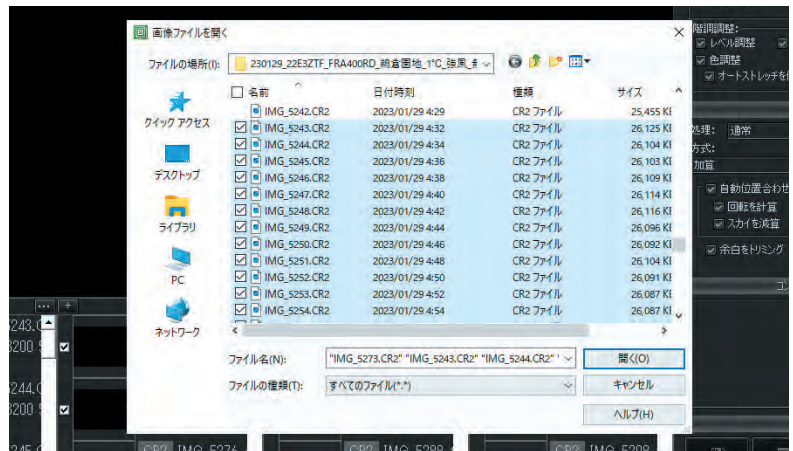
そこで、銀塩写真の時代には彗星の動きに合わせて追尾する「メトカーフガイド」という撮影法が行われました。これは、軌道要素から撮影時の彗星の移動方向と移動量を事前に計算しておいて、彗星の動きに合うように、視野中心の赤経・赤緯を補正するという方法です。メトカーフ法を用いてガイドすると恒星は線状になりますが、彗星の頭部は止まって写り、尾の詳細構造が明瞭になります。

そして、デジタルカメラの時代と

なり、メトカーフ法はガイドという撮影時のテクニックから、撮影後にソフトウェアで彗星の移動を補正しつつ画像を合成する手法の呼び名にもなりました。一期一会の貴重な彗星撮影ではガイド失敗の心配がありますが、

そのリスクが減りました。

カメラの高感度化によって1コマの撮影を短時間露光で済ませられるようになったので、多数のコマを撮影して、それらのコマを彗星の動きに合わせて自動的にコンポジットする



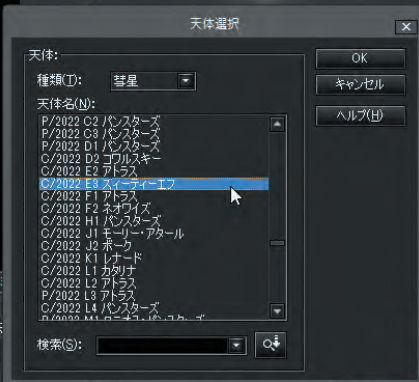
自動処理はスライメージ9のコンポジットパネルで行う。[ダーク] [フラット] [フラット用ダーク] のファイルを開く。

メトカーフコンポジットの設定は、[メトカーフ] を選択。[メトカーフ設定] で焦点距離の入力、カメラの選択と[天体選択] で写した彗星を選択するだけ。

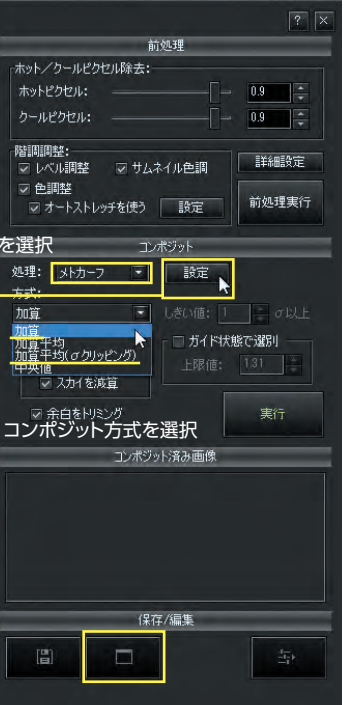
スライメージ

001-C031-Metcalf\_Add-G169.fta  
撮影開始: 2023/01/29 04:32:24  
撮影時間: 3731.8秒  
ISO感度: 100  
サイズ: 5131x3425  
ガイド状態: 1:89

天体選択



コンポジットで [メトカーフ] を選択





のが、「ステライメージ9」の機能の1つである「メトカーフコンポジット」です。

## 簡単設定 メトカーフコンポジット

メトカーフコンポジットでは、彗星名と使用したカメラ機種を選択し、望遠鏡やカメラレンズの焦点距離を入力すれば、写真と星図データをマッチングして自動的に彗星の動きを計算します。ただし、この自動計算のためには、彗星データを持っている「ステラナビゲータ」か「ステラショット」のインストールが必要になります。

メトカーフコンポジットは、ステライメージ9起動時の【モード選択】で【自動処理モード】を選択し、「コンポジットパネル」で行います。画像を読み込むだけで、ダーク・フラット補正の他、位置合わせとコンポジットまでを一括自動処理します。

【ライト】リスト左上にある【+】のクリックで現れる【画像ファイルを開く】ダイアログから彗星の画像多数を選択して開きます。その他に【ダーク】【フラット】【フラット用ダーク】も同じようにファイルを開きます。ダーク、フラット、フラット用ダークは必ずしも使用しなくてもコンポジットはできますが、画像処理を美しく進めるためには用意した方がよいでしょう。フラット補正については後で述べます。【ライト】他それぞれのリストには、開いた多数の画像が並び、ファイル名、露光時間、ISO感度などが確認できます。

メトカーフコンポジットを行うには、①【コンポジット】の【処理】で【メトカーフ】を選択します。方式は【加算】にします。後で解説しますが、線状の星が目立たなくなって、彗星の尾がわかりやすくなるように【加算平均 (σクリッピング)】を選択する手もあります。②【設定】をクリックすると開く【メトカーフ設定】ダイアログで、望遠鏡やカメラレンズの

### ZTF彗星 (C/2021 A1)

Askar FRA400 (FL400mm F5.6) +レデューサー (合成280mm F3.9) キヤノンEOS 6D (SEO SP4改造)  
ISO3200 タカハシEM-200 Temma2Jr. 2023年1月29日04時32分 総露光1時間2分 (2分×31)

#### 恒星基準



恒星基準によるコンポジット。彗星の移動が写っている。尾はぶれてしまう。

#### メトカーフコンポジット



メトカーフコンポジット。彗星は移動していない。イオンテイルの枝分かれもわかる。ただ、流れた恒星で尾がわかりづらくなってしまっている。

#### σクリッピング



σクリッピングによるメトカーフコンポジット。流れた恒星が弱まったので、イオンテイルの構造がよくわかる。