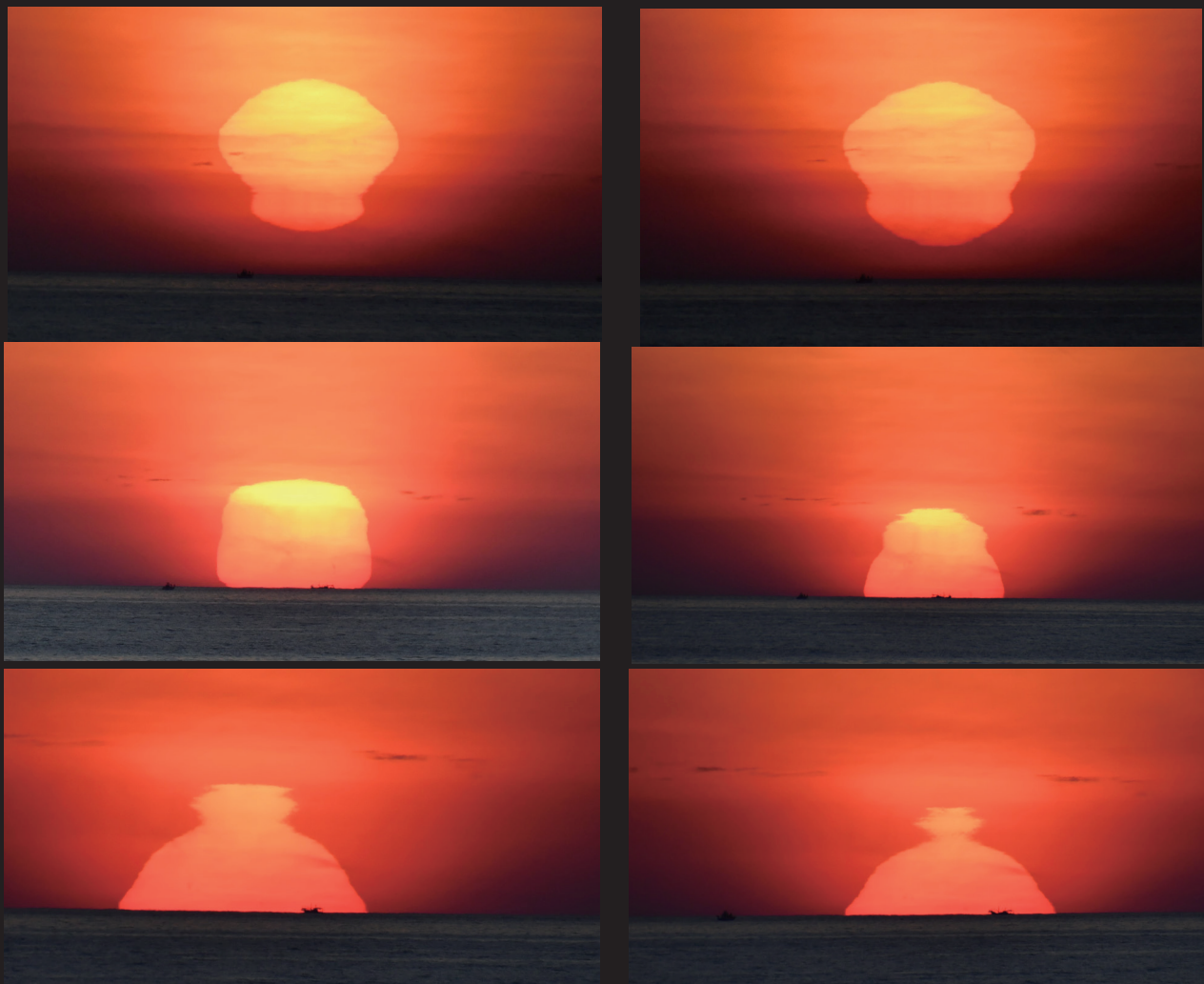


Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.412 7 2024



パーセク : まぼろしの「惑星」
おもしろ天文学 : 共鳴と決定論的カオス：おうし座 RV 型星
学生だより : 研究活動報告：国際会議に参加しました
from 西はりま : 天と地の星
Astro Focus : ささやかな記録更新 〜いちばん遠いクエーサー〜

大島 誠人
石田 俊人
岡田 寛子
田中 万治郎
斎藤 智樹

まぼろしの「惑星」

大島 誠人

Essay PARSEC

パーセク ～西はりま天文台エッセイ～

小さいときに読んだ図鑑には、まだ「太陽系の惑星は9個である」と書かれていた世代である。冥王星が太陽系の惑星から除外されたのは大学も卒業間際になった2006年のことだ。

今、惑星について話をしようと思ったら、「どうい条件を満たしたものがそう呼ばれるか」に触れることになる。小惑星や彗星という名前も一緒に出すならば「太陽の回りを回っている」だけでは済まなくなる。

もっとも条件についてきちんと説明するのは難しい。教科書ではどう表現しているんだろうかと思って県立大の図書館で中学理科の教科書にあたってみると、定義にはあまり踏み込まず「2006年に新たな定義が決まって冥王星は別のグループとなった」というような書かれ方をしていることが多いようだ。太陽系外縁天体、という語は使われている教科書もあるが、ないものもある。教科書検定との兼ね合いもあるのかもしれない。「恒星のまわりを公転し、みずからは光を出さずに恒星の光を反射して光る、ある程度の質量と大きさをもった天体の総称」（啓林館「未来へひろがるサイエンス3」、2020）という表現で定義をかみくだいた記述が一番踏み込んでいて、かつわかりやすそうだ。

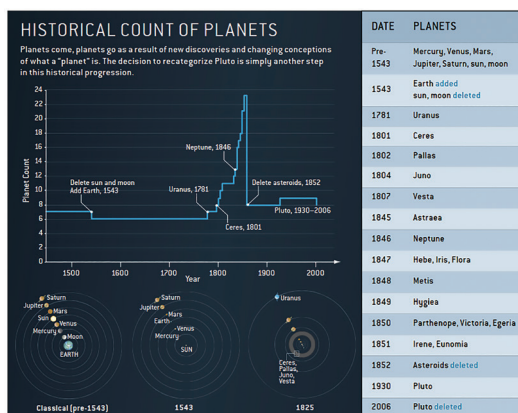
しかしそう考えると、自分の頃はどうか書かれていたんだろう、ということになる。中学時代の教科書の内容など当然のごとく覚えていないので改めてその時代の教科書を調べてみると、たしかに何が惑星かはっきりかいている教科書というのはほとんどない。「太陽の回りを公転す

る天体のうち、ここに並んでいる9つが惑星です」というような扱いである。

それだけではない。国語辞典やさらにいうと天文学や地学の辞典でもだいたい変わらない説明だったようだ。つまり、2006年まで、惑星の定義は慣習的に決まっていた、いわば「ない」といってもよかったらしい。これは少し驚いたのだが考えてみればそうかもしれない。

そんなことを考えていたら、惑星の定義が話題になっていたころの「Scientific American」誌に時代につれて惑星の数が増える様子というグラフが載っているのを見つけた。なんと1850年代までは小惑星は全部惑星扱いで、15個見つけたところようやく諦めて小惑星に移したらしい。なんのことはない、「どこからが惑星か」は、近代天文学の中でずっとはっきりとは決まっていなかった、というわけだ。冥王星は惑星から外された「最後の天体」にすぎない、というわけである。

（おおしま ともひと・天文科学研員）



惑星の数の変遷を現したグラフ。

出典：S. Soter "WHAT IS A PLANET?", Scientific American, 2007年1月号、36

共鳴と決定論的カオス

：おうし座 RV 型星

石田 俊人



1. 種族IIセファイドとおうし座 RV 型星

おうし座 RV 型星は、古典的セファイドと同じように黄色の超巨星の脈動変光星ですが、重い（水素・ヘリウム以外の）元素が少ないという点が異なっている天体です。宇宙の中の元素は、恒星の中での核融合のために、少しずつ増えていると考えられていますので、古典的セファイドが若い天体であるのに対して、おうし座 RV 型星は古い天体ということになります。明るさの変動の原因は、古典的セファイドと同じように半径方向に脈動（膨らんだり縮んだり）することによると考えられています。古い天体の半径方向に収縮することで明るさが変動している星は、おうし座 RV 型星以外にも、ヘルクレス座 BL 型星、おとめ座 W 型星もあり、合わせて種族IIのセファイドと呼ばれています。これらの3種類の星の明るさの変動の周期と星の明るさの間には、ひとつながりの関係があることが知られています（図1）。周期光

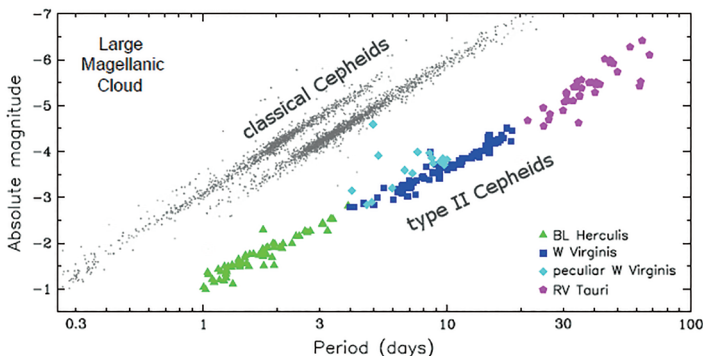


図1：大マゼラン銀河中の古典的セファイドと種族IIセファイドの周期光度関係。横軸が日数単位の周期の対数。縦軸が星間吸収の効果を消した光度。古典的セファイドとは別な関係だが、3種類の種族IIセファイドが、ひとつながりの周期光度関係上にあることがわかる。

度関係はひとつながりですが、変光星の周期の分布を見ると、図2のように3つに分かれています。これは、それぞれ進化の状態が異なっているためであると考えられています。最も周期が短いヘルクレス座 BL 型星は、水平分枝という段階から漸近巨星分枝に進化していく途中、おとめ座 W 型星は漸近巨星分枝中でヘリウムシェルフラッシュを起こしているとき、そしておうし座 RV 型星は、漸近巨星分枝から白色矮星に変わる途中と考えられています。ここでは、それぞれの段階の詳しいことは書きませんが、あまり重くない恒星の進化が最も進んだ時期に当たるのが、おうし座 RV 型星とお考えいただければと思います。そして、恒星の進化としてはとても短い時間（数千年以内）しか続かない段階にいる星でもあります。

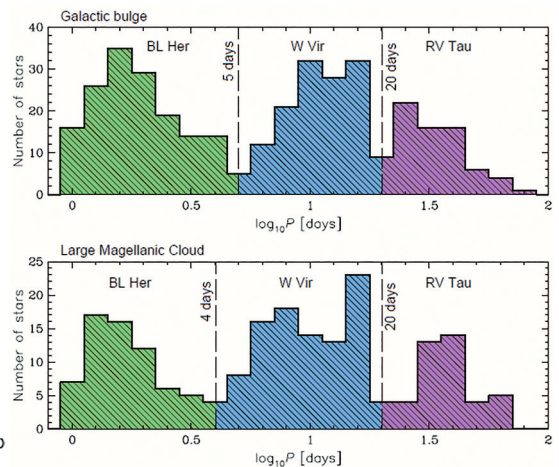


図2：銀河系の種族IIセファイドの周期の分布。横軸は日数単位の周期の対数。縦軸はその周期範囲で発見されている種族IIセファイドの数。周期5日付近と20日付近で、数が減っていることがわかる。これは、進化状態が異なる3つの種類の変光星であるためと考えられている。上の銀河系の場合、下の大マゼラン銀河でも、ほぼ同じ周期付近で、数が減っている。最も右の紫色の山がおうし座 RV 型星。

2. おうし座 RV 型星の明るさの変化の特徴

おうし座 RV 型星の明るさの変化の例をいくつか図3に示します。古典的セファイドと比べると、毎回同じような明るさの変化を繰り返しているわけではないことがわかります。明るさの変化を一つおきに見ると、かなり近い変化になっています。この種類の変光星の明るさの変動の特徴は、暗くなっているとき（極小）について、深い（暗い）極小と浅い（明るい）極小が交互に起こることとされています。実際の明るさの変動では、暗いときだけではなく、明るくなっているとき（極大）も交互に明るくなったり暗くなったりしているように見えます。ちなみに図2でのおうし座 RV 型星の周期としては、深い浅い交互の極小を毎回分けて得られる周期を使用しています。

ただ、一つおきに見ていくと、ずっと同じ明るさかという、そうでもないのです。図4にある星の明るさの変動が、年によってどのように変わったかが示されています。真ん中の2011年をはさんで、前後の2010年と2012年では、明るく暗くだったのが、暗く明るくに入れ替わってしまっている様子が示されています。また、分類する上ではおうし座 RV 型星の特徴とされている交互に深い極小と浅い極小になることは、おとめ座 W 型星の中で周期が長い星でも見られるということが報告されています。

さて、このような明るさの変動の特徴は、なぜ起こるのでしょうか？

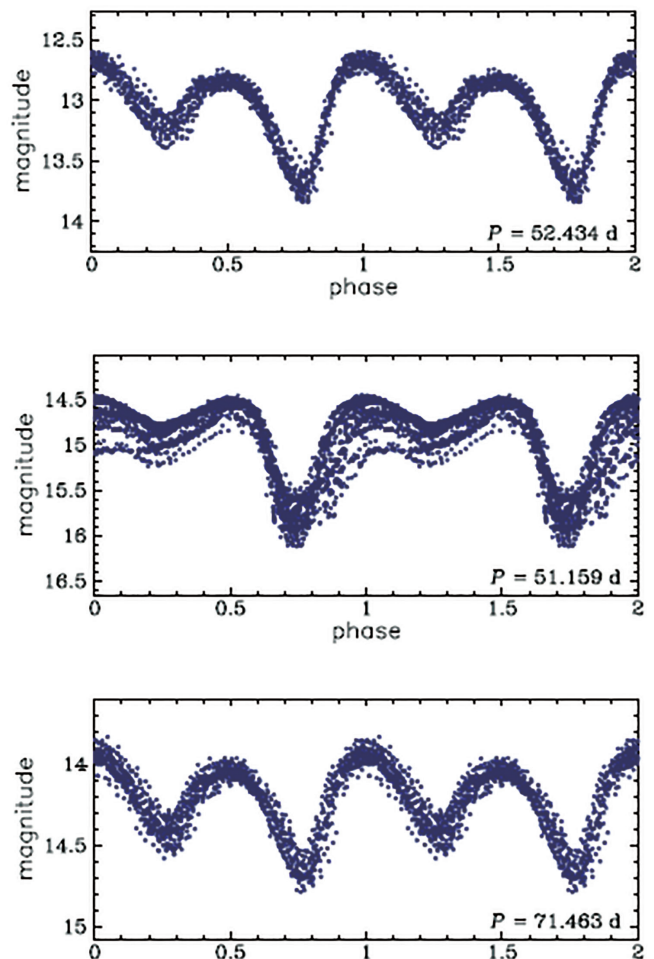


図3：大マゼラン銀河で見つかったおうし座 RV 型星の一つの明るさの変動の様子。3つの星の場合を示している。横軸は位相（周期を1とする時間経過）。一つ一つの点が観測点で、求められた周期で折り返して作成したもの。暗いとき（極小）が深いときと浅いときが交互に起こっていることがわかる。また、星によって観測点の散らばりの大きさに差があることがわかる。これは、極小の深い浅いが交互と言っても、実は毎回少し差があり、2回ごとに折り返すと完全に同じ変化を繰り返しているわけではなく、どの程度同じ変化に近いかが、星によって異なるため。

みなさまのご感想・リクエスト・投稿をお待ちしています。

みなさまに親しまれる宇宙 NOW を目指して、みなさまのご意見をいただきたいと思います。ご感想や「こんな話を読みたい」といったリクエスト、友の会へのご要望、色々お待ちしております。宇宙 NOW 編集部までお寄せください。よろしくお願いいたします。

投稿は「氏名（よみがな）、会員番号」をお書き添えの上、宇宙 NOW 編集部 now@nhao.jp まで。

電話によるお問い合わせ：0790-82-3886

3. 共鳴仮説

一つおきに明るさが変わるわけですから、ある周期の明るさの変動に加えて、その倍の周期の小さな変動が重なっていれば良いのではないのでしょうか。2つの周期が完全には2倍になっておらず、少しズレがあれば、長い間に深い浅いの入れ替えが起こることも説明できそうです。このように2つの変動の周期の片方が、他の周期の倍になっているような関係は、共鳴関係と呼ばれています。実際のおうし座RV型星では、この共鳴関係は成立しているのでしょうか？

おうし座RV型星の中心部（核融合が起きているところ）を除いたモデルを作って、脈動の周期の計算が行われました。初期の計算では共鳴にはならなかったのですが、恒星の中のガスが脈動している途中にも起こる熱の出入りを取り入れると、多くのモデルで共鳴に近いという結果が得られています。しかし、より現実的なモデルでのおうし座RV型星の特徴的な明るさの変動の再現は部分的にしか成功していません。恒星の中のガスの性質に関するデータとして、古いデータを使った研

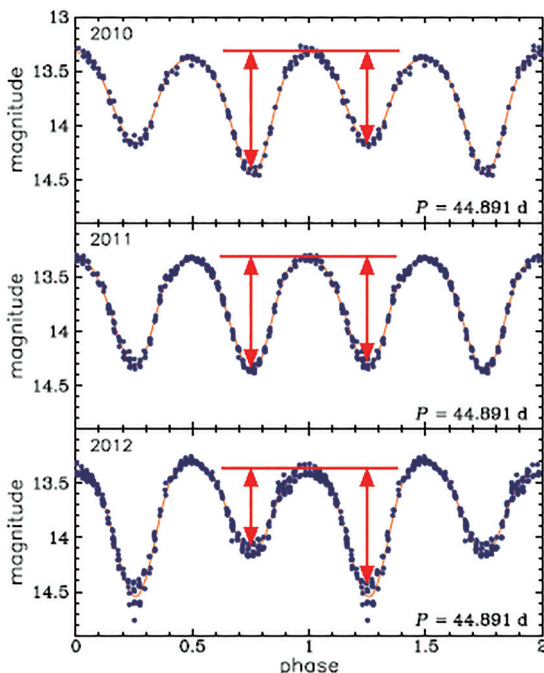


図4：大マゼラン銀河で見つかったおうし座RV型星の一つの年ごとの明るさの変動の様子。2010年と2012年では、極小の深い浅いが入れ替わっていることがわかる。

究では再現できたものもあったのですが、新しいデータを使った研究ではうまくいっていません。

4. カオスの始まり？

図3の明るさの変動の様子をもう一度見てみましょう。個別の観測である点は、星によって散らばり方が異なります。これは、深い浅いが交互に起こるといっても、実は毎回少し差があって、完全には繰り返していない。そのため、2回ごとに折り返してしまうと、その少しの差の分、散らばってしまう。そして、その散らばり方が星によって異なっているために起こっています。つまり、この種類の変光星では、明るさの変化には不規則な部分があり、どの程度不規則であるかが星によって異なっているわけです。観測の誤差によるものではなく、星の明るさの変化そのものに不規則な部分があるのです。

そのような不規則な明るさの変動について、「決定論的カオス」と呼ばれるものが起こっていると理解できるのではないかという指摘もあります。決定論的カオスでは、完全に周期的だったものがカオスになる途中で、交互に少し違う変わり方をして、2回分にすると完全に同じ変動を繰り返ようになる場合があることが知られています。おうし座RV型星の変動はこのカオスになる途中を見ているのかもしれない。

では、実際のおうし座RV型星では、共鳴の方が起こっているのでしょうか？ それとも、カオスの方が起こっているのでしょうか？あるいは、共鳴がきっかけでカオスが起こるといった形で、両方とも起こっているのでしょうか？共鳴もカオスも複雑な現象ですので、理解が進むにはなお多くの研究が必要となるでしょう。

(いしだ としひと・副センター長)

図1から4はいずれも、OGLE Atlas of Variable Star Light Curves <https://ogle.astrouw.edu.pl/atlas/index.html> より。

タイトル図：天文台と夏の天の川。少し上の方の天の川が少し濃くなるあたりのたて座に、代表的なおうし座RV型星の一つがある。

研究活動報告：国際会議に参加しました

岡田 寛子



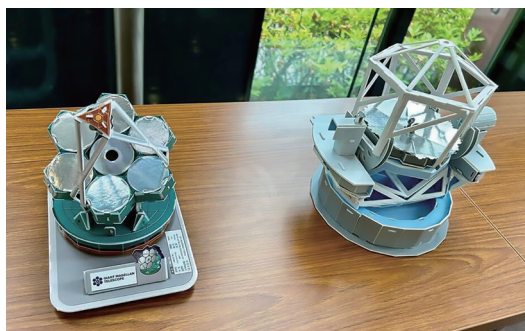
6月3日から7日にかけて東北大学で開催された国際会議 "ELT Science in Light of JWST" に参加し、「Northern-sky metal-poor star survey」というタイトルでポスター講演を行いました。この研究会では、Thirty-Meter Telescope (TMT) や Giant Magellan Telescope (GMT) などの次世代の超大口径望遠鏡を用いたサイエンスについて議論が行われます。研究の対象は、私の専門分野である恒星だけでなく、系外惑星や銀河、突発天体など多岐分野に渡っています。第2回目として日本で開催されたこの会議には、中国や韓国、アメリカ、オーストラリアなど世界各国から130人以上の研究者が集まりました。

5日間、地上の大型望遠鏡や宇宙望遠鏡を用いた観測による最新の研究成果や次世代の超大口径望遠鏡や装置についての講演やパネルディスカッションのセッションがあり、参加者同士の活発な議論が繰り広げられていました。ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡による観測で得られた新しい知見と次世代の超大口径望遠鏡による観測を組み合わせることによって今後どのようなサイエンスが展開できるのか、自身の研究に

結び付けて考える良い機会になりました。会場の1階ではポスターが掲示しており、ポスターセッションやコーヒープレイクの時間に参加者と議論することができました。私は、修士課程から取り組んでいる明るい金属欠乏星（宇宙初期に誕生し現在まで生き残る古い星）の探査観測について紹介しました。ポスター講演には学生が多く参加しており、自分と年齢の近い海外の研究者たちがどのような研究をしているのかを知ることができました。期間中に開催されたレセプションやバンケットでは仙台名物の牛タンや地元の食材を使った料理などが振舞われ、海外の研究者と食事しながらお互いの研究の話や雑談を行い、交流を深めることができました。

この会議を通して、最新の研究に触れて次世代の観測装置とそのサイエンスについて考えたり、様々な分野の海外の研究者と知り合って英語で議論・雑談し交流することができて、とても貴重で有意義な時間となりました。この経験を糧にして、今後も研究活動に取り組み努力していきたいです。

(おかだ ひろこ・博士後期課程2年)



次世代超大口径望遠鏡、Giant Magellan Telescope (左) と Thirty Meter Telescope (右) のペーパークラフト



研究会参加者の集合写真 (credit: <https://sites.google.com/view/eltsjwst/>)

天と地の星

会員 No.3377 田中 万治郎



6月10日の晴れた夜、コンデジと三脚を携えて自宅から山のある方へ向かって歩くこと約10分。

そこは自治会内を流れる小さな川の上流付近。

晴れた西の空には、山の木々の枝から覗く月齢3.4の三日月。

そして地には、光を発して飛び交うホタル、ホタル・・・

日ごとに蒸し暑く、じめじめとした鬱陶しい季節になってまいりましたが、この時季ならではの日本の風物詩的な風景を見ることができるのも、今のこの時期ではあります。

一昔前に比べれば数は少なくなりましたが、環境整備の努力の甲斐もあってか、飛ぶ数もだんだんと増えて来てくれる事を願う今日この頃です。

皆様の清涼剤にでもなれば・・・。

あくまでもホタルを撮りに行ったものですが、結果、空も一緒に写り込んだ・・・という事です。

(たなか まんじろう・友の会会員)



撮影日 2024.6.10 20:25 ~ 20:27

撮影機材 canon Power Shot G7X mk II

撮影データ F:1.8 f:24mm(35mm 換算) ISO:1600 S:6 秒画像 2(0610W)



ささやかな記録更新 ～いちばん遠いクェーサー～

斎藤 智樹

今回は遠方クェーサー (QSO) に関連して、最近密かに最遠方記録を更新した話をご紹介します。図1で緑色の十字の真ん中に淡く写っているのが、赤方偏移 $z=7.642$ にある QSO、J0313-1806 です。これは距離にして約 131 億光年、つまり見えているのは 131 億年前の光です。これは現在知られている最も遠い QSO であり、現時点で日本国内の望遠鏡で検出された最遠方の天体です。

この天体はアリゾナ大学の Wang らが 2021 年に発見したもので [1]、各国の様々なサーベイ観測のデータをかき集めて同定されました。さらに彼らは ALMA 望遠鏡で観測した [CII] 輝線 ($158 \mu\text{m}$) を用いて赤方偏移を求め、Magellan 望遠鏡による赤外分光でブラックホール (BH) 質量を 10^9 太陽質量と見積もりました。これは現在、BH の成長過程に最も強い制限をつけている観測結果の一つです。

この天体が理論上最大限のペース (エディントン降着率) で成長し続けてきたと仮定し、時間を巻き戻した結果が図2です [1]。縦軸は

BH 質量で、下の方の紫の範囲は、宇宙初期の初代星から BH ができる際に実現できる質量です。その上の青の範囲は、高密度な星団の中で BH が合体によって成長することで実現できる質量です。J0313-1806 の質量を約 7 億年でかき集めるには、これらの理論では追いつかない勘定になります。そこで、物質の塊が星を経由せず直接 BH になるという理論 (DCBH) [2] が有望視されています。

果たしてこの描像は正しいのでしょうか。最近のジェームズ・ウェッブ望遠鏡の観測結果も DCBH を支持しています [3]。が、そもそもエディントン降着率を長期間保つのは自然ではなく、激しい変動を経てきた可能性も大いにあります。これから多くの天体の観測から統計的手法でその特徴を探ることで、こうした BH 形成の謎を解明したいと思っています。

(さいとう ともき・天文科学研究員)

- [1] Wang F., et al. 2021, ApJ, 907, L1
- [2] 例えば Begelman M.C., Volonteri M., Rees M.J. 2006, MNRAS, 370, 289
- [3] Bogdan A., et al. Nat.Ast., 8, 126

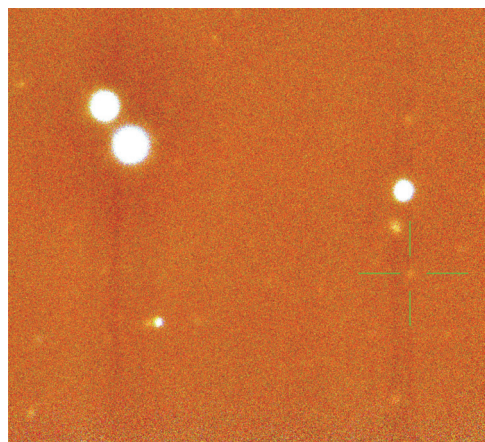


図1：NICで捉えられた QSO、J0313-1806 の近赤外画像 (右下の緑十字の中心)

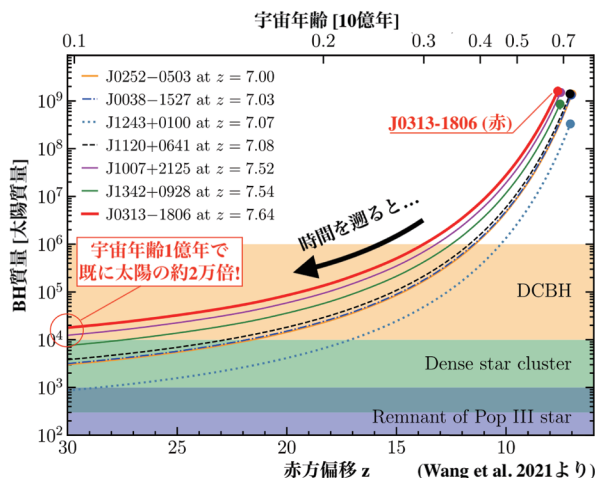


図2：既知の QSO でエディントン降着率を仮定したときの BH 質量の変遷 (Wang et al. 2021より)

★1日(土) 自主映画のロケハン、竹内さんが対応。

★4日(火) 夏のイベント「スターダスト」に向けた全体会議。全体とりまとめは本田さん。今年も戸塚さんのコーディネートでキッチンカーの出店がある見込み。展開場所等について管理棟の方も交えて議論した。

★5日(水) 高山さん、利川さん、筆者でMALLSに新CCDカメラと補正レンズを取り付け。想定外のこともあったが何とか設置完了。新カメラへの交換はここ数年来の悲願。今月、高山さんは性能評価や各種調査・調整に追われる。石田さんは、千種川リハビリテーションセンターの方々の見学対応。井澤さん、雨センサー取り付けのためのポールを南館西テラスに設置。

★9日(日) 筆者は観望会ミニ企画を担当。「地球照と系外惑星」をテーマに準備をしていたが、悪天候でお話のみに。参加者からはするどい質問も。

★11日(火) 姫路市立高岡小学校の自然学校観望会。案内担当は竹内さん。96名の大人数のためスタッフほぼ総出でサポート。天気もまずまずで、児童から「来てよかった」との声が聞こえうれしい。一昨日のミニ企画では見る事ができなかった地球照がよく見えた。

★14日(金) 伊藤さんは、すばる望遠鏡関連のTV会議。開発中の装置POPOのためにやや高い部品を購入することに。決裁等の事務作業を氏原さんにしていただいた。

★16日(日) 雷接近のため、久々のレベル3

対策発動(大島さん、斎藤さん)。

★18日(火) 大学院生の平野さん、岡田さんが理学部で博士後期課程の中間報告会。2人とも堂々と発表していました。

★19日(水) 研究室セミナーで、大島さんが矮新星アウトバーストについて発表。

★21日(金) 夏至。これから夜がだんだん長くなる。観測データを多く取れるようになるのはよいが、体力的には辛くなるので複雑な気分。

★22日(土) 観測当番は戸塚さん。梅雨のわずかな晴れ間を使って、サービス観測を2件実施。

★25日(火) 本田さんはプロジェクト学習のため附属中へ。利川さんは、研究会のために

フランスへ(29日まで)。木南さんは来客対応。

★26日(水) 研究室セミナーでは、斎藤さんがキューサーの近赤外線観測について発表。

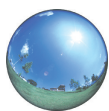
★28日(金) 伊藤さんは大学本部へ出張。筆者は観測当番。悪天候で全くデータは



29日の朝、観測明けに心を奪われた風景。スマホで写真を撮ってみたが、感動が伝わるだろうか(多分、伝わらないのがもどかしい)。

取れなかったが、帰り際、緑がかった朝焼けに心が洗われた(写真)。

★30日(日) お休みだった本田さん、戸塚さん、筆者は西はりま天文台の元スタッフで現在は国立天文台ハワイ観測所(すばる望遠鏡)で働いている新井さんと会食。近況報告・情報交換した。新井さんを含めて3人の元スタッフがすばる望遠鏡の現場を支えていて誇らしい。自分もここでがんばろう。



Come on! 西はりま

8/12

スターダスト 2024 in さよう

毎夏恒例の兵庫県立大学西はりま天文台最大のイベント「スターダスト」を、ペルセウス座流星群極大日である8月12日に合わせて開催します。

★13:30～

☆天文台の研究に関わる実演や工作

☆昼間の星の観望会

☆夜間観望会整理券配布（なゆた望遠鏡による夜間観望会への参加に必要です）

★13:00～19:00 模擬店・キッチンカー

13:00～19:00 キッチンカー

16:00～19:00 模擬店

★16:30～18:00 天文講演会

「もし電波で宇宙を見たら」

講師：藤沢 健太 氏（山口大学 時間学研究所）

夜空を見上げると、真っ暗な宇宙の中に星々が輝いているのが見えます。星が出した光が長い時間をかけて広い宇宙を飛んできて、皆さんの目に入って、星が光っている、と見えているのです。こうして、宇宙には数多くの星があることがわかりますね。では、もし光は出していないけど、何か他のものを出している、そんな変な星があったらどうでしょう。

光を出していないのだから目には見えません。だから私たちはその変な星に気づきませんね。何とかしてそんな変な星を見つける方法はないでしょうか？

もし「電波」で宇宙を見たら、そんな変な星が見つけれられるかもしれません。



★19:30～

☆夜間観望会 整理券：要、参加費：無料

望遠鏡で天体を観望します（流星は見ません）。整理券番号順にご案内します。

雨天、曇天時は望遠鏡の解説をします。

☆友の会有志による小型望遠鏡観望会

★翌朝まで 流星自由観察

敷地内を一晩中開放します。心ゆくまで流星をお楽しみください。

※天文台の建物は、観望会終了後に閉館します。

みなさまのご参加をお待ちしております。



西はりま天文台 インフォメーション



9/14

第 205 回 友の会例会

※友の会会員限定

日 時：9月14日（土）18：30 受付開始、19：15～24：00

内 容：天体観望会、テーマ別観望会、クイズ、懇親会など

テーマ別観望会：未 定

費 用：宿泊 大人 500 円、小人 300 円

※友の会から宿泊料金の助成があり、シーツ代込の料金です。

朝食 500 円（希望者のみ）

グループ用ロッジ宿泊の場合の費用です。

家族等は別途料金が必要です。

詳細は事務局（申込先）までお問合せください。

申 込：申込表（右表）を参考に、下記の方法でご連絡下さい。

電話：0790-82-3886 FAX：0790-82-2258

e-mail：reikai@nhao.jp（件名を「Sep」に）

締 切：グループ棟宿泊、日帰り 9月 7日（土）

家族棟宿泊 8月 17日（土）

例会参加申込表

会員No. ()	氏名 ()	
宿泊棟	家族棟	ロッジ/グループ用ロッジ
	大人	小人 合計
参加人数	() ()	()
宿泊人数	() ()	()
シーツ数	() ()	()
朝食数	() ()	()
部屋割り	男性 ()	女性 () 家族 ()
観望会参加人数	()	
テーマ別観望会の希望	()	

10/12

友の会観測デー

※友の会会員限定

日 時：10月12日（土）19：00 受付

内 容：60 cm望遠鏡やサテライトドームを使って様々な観測体験や天体写真の撮影をします。

費 用：宿泊 大人 1000 円、小人 500 円 ※朝食の申し込みは不可

※友の会から宿泊料金の助成があり、シーツ代込の料金です。

場 所：天文台北館 4 階観測室

定 員：20 名

申 込：申込表（右表）を参考に、下記の方法でご連絡下さい。

電話：0790-82-3886 FAX：0790-82-2258

e-mail：tomoobs@nhao.jp（件名を「Oct」に）

締 切：10月5日（土）

☆ 観測デーではお風呂の準備がございません。

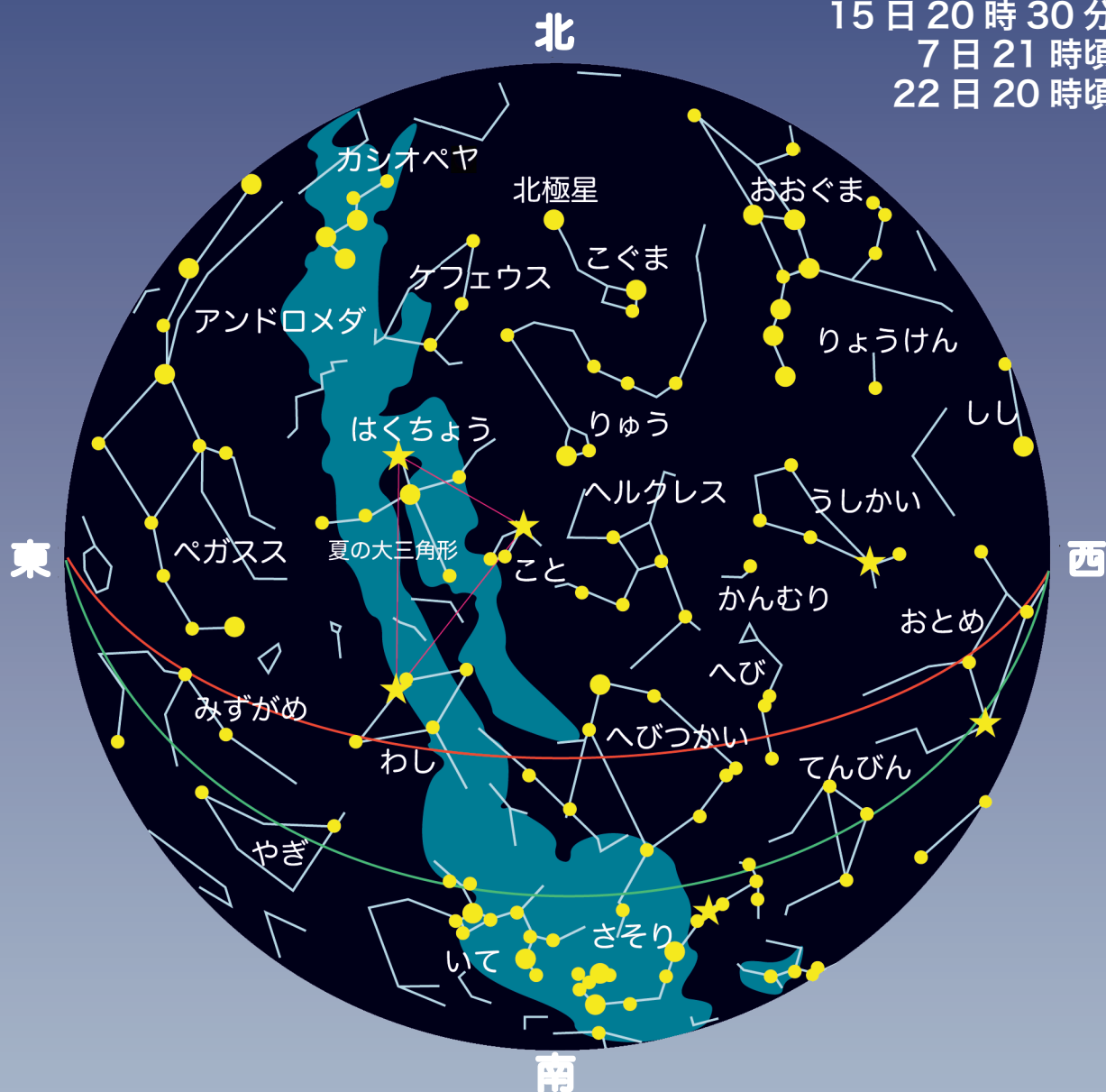
観測デー参加申込表

会員No. ()	氏名 ()	
参加人数	大人 ()	小人 ()
宿泊人数	男性 ()	女性 ()
観望会参加人数	()	
当日連絡先	()	

お知らせ 友の会会費引落事前通知につきまして

毎月月初めに更新月該当の方に郵送での自動払込の連絡をさせていただいておりましたが、経費削減の一環としまして、今月より停止いたします。会員の皆様には、宛先カードに記された更新月にご注意いただきますようお願い申し上げます。

15 日 20 時 30 分
7 日 21 時頃
22 日 20 時頃



8 月のみどころ

1～7 日は恒例のスター・ウィークです。10 日、伝統的七夕のこの夜 20 時過ぎにスピカ食が起きます。地域によって時間・高度が変わりますので、ご確認ください。12 日はペルセウス座流星群。月が沈む頃にペルセウス座が顔を出します。今年は絶好の条件です。15 日未明、火星と木星が接近します。火星ももう 1 等星の明るさになっていますから、わかりやすいと思います。

今月号の表紙

「千変万化する夕日」

撮影：劉 幸宇（友の会会員番号 3104）

撮影地：鳥取県白兔海岸

日時：2024 年 5 月 4 日 19 時頃

カメラ：ニコン D500

レンズ：タムロン 18～400 ミリ (27～600 ミリ)

絞り優先モード、マルチパターン測光