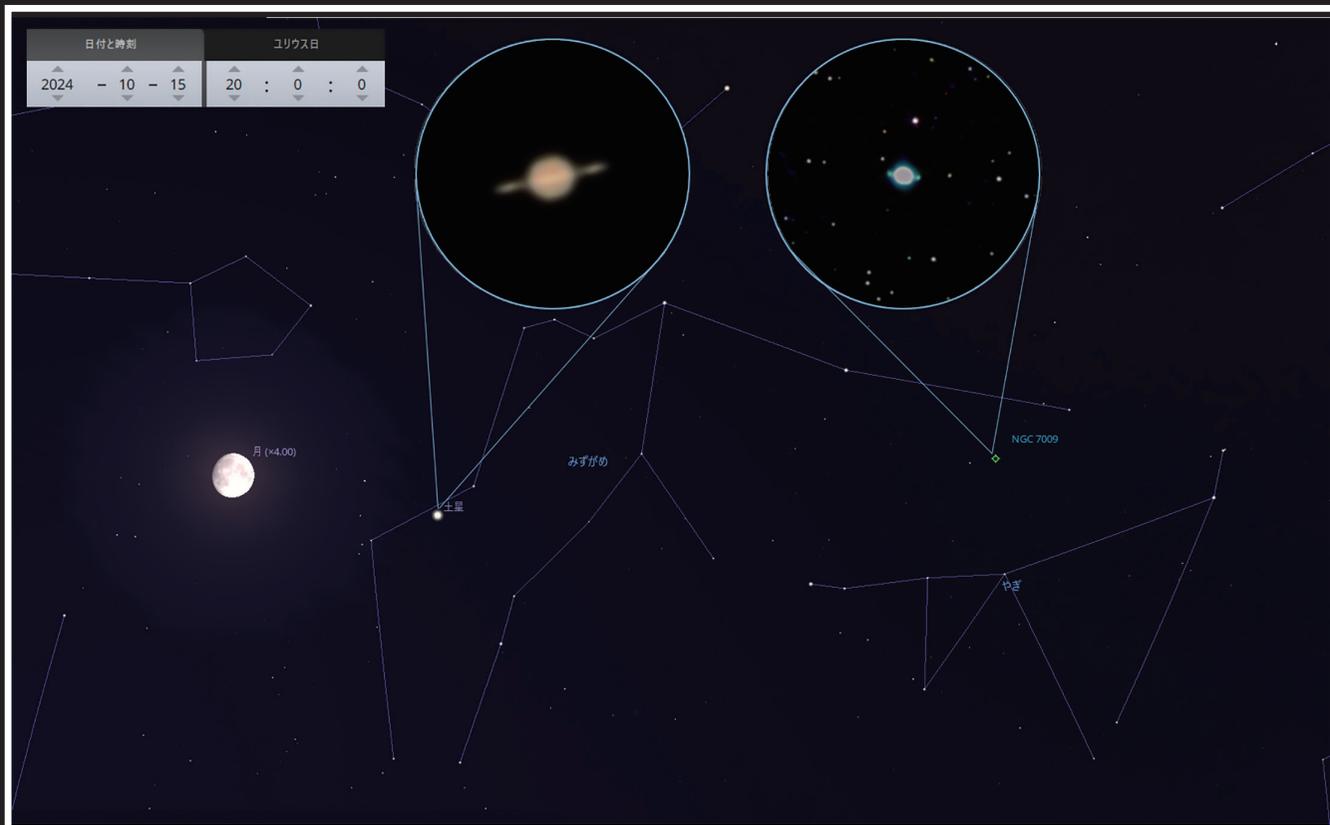


Monthly News on Astronomy from Nishi-Harima Astronomical Observatory

宇宙 **NOW** No.415 2024 **10**



- | | | |
|---------|---------------------------------------|-------|
| 特別寄稿 | ： もし電波で宇宙を見たら | 藤沢 健太 |
| おもしろ天文学 | ： 遠くの銀河の探し方 | 利川 潤 |
| 学生だより | ： 「Space Climate 9 Symposium」に参加しました！ | 永田 晴飛 |

特別寄稿

もし電波で宇宙を見たら

藤沢 健太

(1) 夜空に星が「見える」ということ

2024年8月12日、私は西はりま天文台で開催された「スターダスト2024 in さよう」に参加して講演を行い、夜は宿泊施設に泊まって星空とペルセウス座流星群の流星を楽しみました。素晴らしく晴れた夜、流星が流れるたびに大勢の参加者から「おおーっ」という歓声が上がリ、それは実に楽しいひと時でした。

夜空を見上げると星が見えます。これを少し詳しく考えてみましょう。流星は上空100 kmほどの、いわばすぐ近くの現象ですが、夜空の星々は何光年というはるか遠くにあります。遠くの星が光を出し、その光が宇宙を飛んで地球に届き、私たちの目に入って「星が見える」ということになります。私たちの目が光を感じるから星が見えて、私たちは宇宙には星がたくさんあると知ることができます。では、星は光しか出していないのでしょうか？

(2) 電波ってなに？

光をプリズムに通すと、赤い光から紫色の光まで分かります。つまり光にはいろいろな種類があり、私たちの目は赤から紫までの光を見ることができるのです。そして私たちの目には見えないけれど、赤の外側と紫の外側にも光があるのです。それが赤外線と紫外線です。名前の通りですね。

そして赤外線のさらに外側には電波があり、紫外線のさらに外側にはX線とガンマ線があります。電波・赤外線・普通の光・紫外線・X線・ガンマ線の6種類をまとめて電磁波といいます。太陽のような星は電波からガンマ線まで様々な電磁波を出しているのですが、私たちはそのうちの普通の光だけを見ているのです。

宇宙にはブラックホールやパルサーといった、変わった天体がたくさんあります。このような天体も電波からガンマ線まで出していま

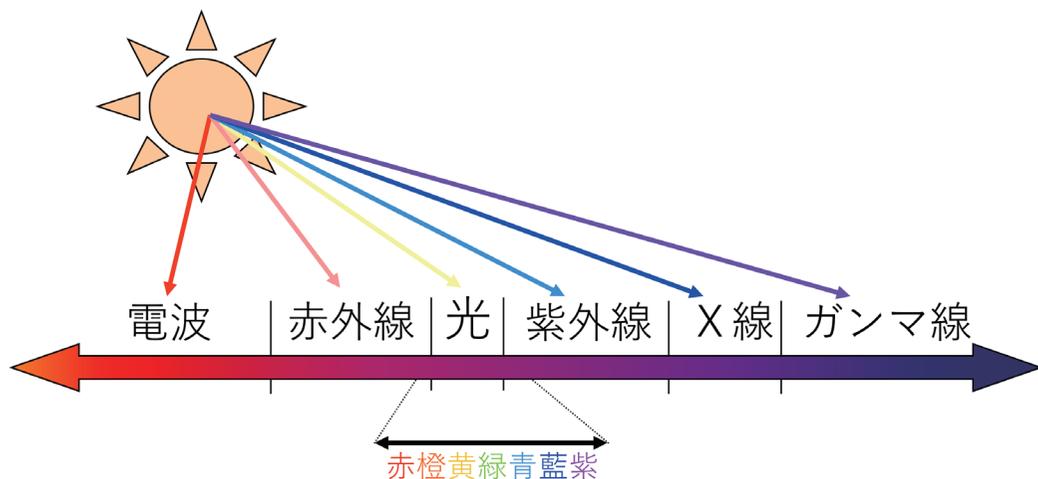


図1. 光の仲間＝電磁波

す。私たちの目では見ることはできないけれど、電波だけ出している天体もあります。もし私たちの目が電波を見ることができたら、宇宙はどのように見えるのでしょうか。

(3) 電波で宇宙を見る「電波望遠鏡」

電波で宇宙を見る道具が、電波望遠鏡です。西はりま天文台の敷地の入り口に、朱色の鉄骨に金属の網でできた大きな皿がのった装置が展示されていますね。あの装置が電波望遠鏡です。あれは太陽が出す電波を観測するために作られた太陽電波望遠鏡で、以前は長野県の野辺山で使われていました。

野辺山には多くの電波望遠鏡があります。口径（お皿の直径のこと）が45 mという巨大な電波望遠鏡がその中心で、この望遠鏡によって宇宙空間にある様々な物質の研究や、星ができる様子の研究、ブラックホールの研究など、いくつもの世界的な研究が行われてきました。建設されてから40年以上たっていますが、今でも世界トップクラスの性能を持つ素晴らしい電波望遠鏡です。

電波望遠鏡は単一でも観測ができますが、複数で1つの天体を観測すると、さらに性能が高まります。複数の電波望遠鏡を使う観測方



図2. 野辺山45 m電波望遠鏡

法を電波干渉計と言います。チリのアンデス山脈の山奥にアタカマ砂漠という平原があり、ここにALMA（アルマ）という電波望遠鏡66台からなる電波干渉計があります。ALMAは2013年に正式に完成して以来、電波天文学の研究をすっかり変えてしまうほど、優れた研究成果を次々と生み出しています。

また、2023年にはオーストラリアとアフリカにSKA（エス・ケー・イー）という電波干渉計の建設が始まりました。これまであまり注目されなかった低い周波数の電波を観測する世界最大の巨大電波干渉計で、2030年頃に完成する予定です。SKAもきっと電波天文学の研究を一新してくれることでしょう。

(4) 山口32 m・34 m電波望遠鏡

私たちは山口県にある口径32 mと34 mの電波望遠鏡を使って研究を行っています。この電波望遠鏡は、もとは人工衛星との通信を行うための通信用アンテナで、持ち主は通信会社のKDDIでした。

ヨーロッパでサッカーの試合があるのを、私たちは日本のテレビで見ることができますね。これはヨーロッパで撮影された試合の様子を電波信号にしてインド洋上の人工衛星に送信し、人工衛星は日本に向けてその電波を送り返し、それを山口で受信して、日本各地のテレビ局に送る、という仕組みがあるからなのです。この電波の受信に使われていたのが、山口の2台のアンテナです。

山口の32 mアンテナの最後の仕事は、2000年にシドニーで開催されたオリンピックの中継でした。そのころから海底光ファイバーを使った国際通信が主役になったので、大型の衛星通信アンテナは不要になったのです。不要になってしまったアンテナですが、こわしてしまうのはもったいないですね。そこでKDDIはこのアンテナを国立天文台に譲り、国立天文台

はこのアンテナを改造して電波望遠鏡として使うことにしたのです。2016年からは口径34mのアンテナも改造され、2台の電波望遠鏡として使われるようになりました。

(5) 電波で見た宇宙の姿

山口の2台の電波望遠鏡を使って、私たちはいろいろな研究を行っています。まず星が生まれるところの研究です。生き物が生まれて一生を過ごしてやがて死ぬように、太陽のような星もあるときに生まれ、ゆっくりと変化し、最後には死んでゆきます。

太陽のような星は、宇宙空間をただよっている冷たいガスの雲が縮んでできます。そのようなガスはとても冷たいので、全く光を出しません。つまり光の望遠鏡で見ても真っ暗で何も見えません。しかし電波を出すので、電波望遠鏡で見るとよく見えます。特に私たちが研究をしているのは、メタノール・メーザーという電波です。メタノールというのはアルコールランプの燃料に使われる物質です。星が生まれるとき、その周囲には濃いガスの雲があり、その雲に含まれているメタノールの分子がメーザーという強力な電波を出すのです。しかもその電波の強さは日に日に変化していきます。いったい何がこの変化を起こしているのでしょうか？ その答えはまだわからないのですが、どうやら星が誕生するときに表面で爆発的な現象が起きて、それがメーザーの明るさを変えているようです。

もう一つ、天の川中心部の研究を紹介します。私たちの太陽系は、銀河系という、直径10万年に及ぶ巨大な天体の中にいます。銀河系は1000億個以上という膨大な数の星々が薄い円盤型に集まってできたものです。その中にいる私たちから見ると、星が帯のように天球を一周しているのが見えます。これが天の川です。

天の川には黒いガスの雲がたくさん浮かんで

いるので、円盤の中心部分を見ることができません。ところが電波を使えば黒いガスにさえぎられず、中心部分を見ることができるのです。皆さんのスマートフォンが、建物の中でも壁にさえぎられずに外と通信できるのと同じことです。

山口32m電波望遠鏡を使って見た、天の川の中心部分の画像をお見せしましょう。白で示された中心部分が電波が強いところで、赤、黄、緑、青、黒の順に電波が弱くなります。ところどころに環のような形が見えますね。これは星が爆発した残骸です。点々と明るい部分がありますが、その多くは星が生まれかかっているところですよ。実にいろいろな、光の望遠鏡では見えない天体たちがひしめき合っているのがわかりますね。

私たちは光を感じる目を使って夜空を見上げ、星がたくさんあることを知ります。でも、もし私たちの目が電波を見ることができたら、宇宙には冷たいガスや、できかけの星や、星が爆発した残骸などがたくさん光っているのが見えるでしょう。また宇宙全体が真っ暗ではなく、どの方向を見てもほんのり明るく電波で光っているのが見えるでしょう。これは138億年前に宇宙がビッグバンで始まったときの、熱かった宇宙の名残の電波なのです。

電波を使うと宇宙のあまり知られていない素顔を見ることができます。そのための観測装置が電波望遠鏡で、電波で宇宙を見る研究が電波天文学です。

(ふじさわ けんた・山口大学)

8月12日スターダスト講演会「もし電波で宇宙を見たら」についてまとめていただきました。

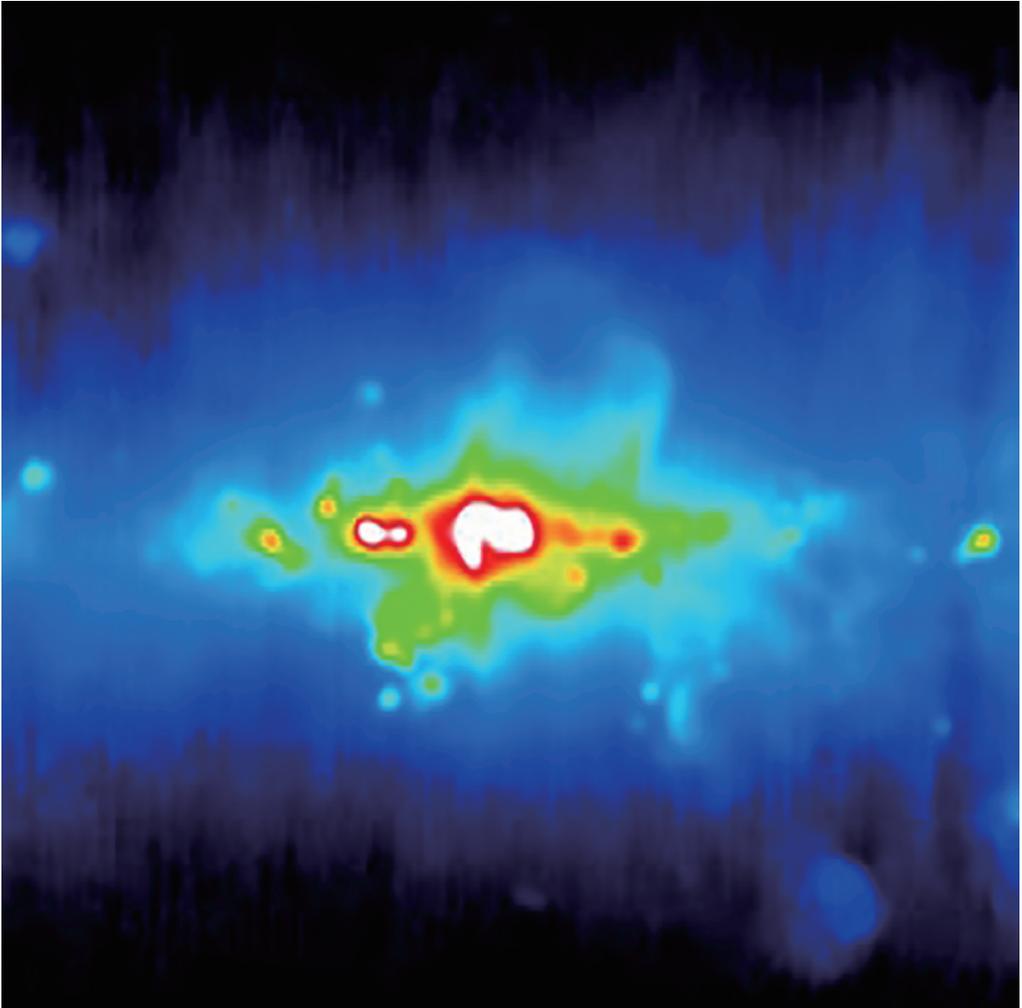


図3. 山口 32 m 電波望遠鏡で見た天の川の中心部 (5度 × 5度)

みなさまのご感想・リクエスト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。



ちょっと「コア」な天文学を楽しく！

おもしろ天文学

遠くの銀河の探し方

利川 潤

一瞬で届くように感じる光も有限の速さを持っていて、そのため天文学的スケールで遠くを観測することで、昔を見ることができます。宇宙の構造形成や銀河の誕生を調べるための方法の1つはより遠く(昔)の銀河を見つけることです。ではどのように見つければ良いのでしょうか？ 宇宙は膨張しているので、より遠くの銀河ほどより速い速度で遠ざかっています。遠方銀河から放射された光は空間膨張に伴うドップラーシフトによって波長がより赤い側にずれ、これを赤方偏移と呼んでいます。赤方偏移の値を正確に決めるためには分光観測によって、銀河のスペクトルを調べする必要があります(図1)。しかし分光観測は一般的に時間がかかり、一度にたくさんの銀河を観測すること

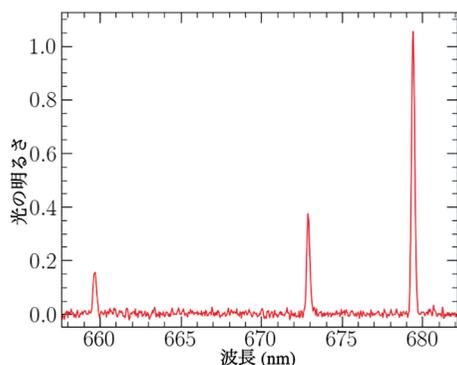


図1：赤方偏移0.36の銀河のスペクトル(波長毎の明るさのグラフ)の例。3つの鋭いピーク(輝線)が見えますが、水素原子と酸素原子から放射された光です。それぞれの原子がどの波長で強い輝線を放射するかは物理法則によって決まっているために、実際に観測された輝線の波長と比べることで赤方偏移の値を正確に決めることができます。この図に示されている3つの輝線は本来は486.1nm、495.9nm、500.7nmの波長での輝線ですが、全て1.36倍(=1+赤方偏移)だけ赤い(長波長)側にずれていることが分かります。このように銀河のスペクトルの中から複数の輝線などの特徴を見つけ出すことで、元の波長を特定し赤方偏移を決めることができます。

はできません。面白そうな特定の銀河をじっくり調べる場合には分光観測は適していますが、例えば宇宙の広い範囲で銀河がどのように分布しているのか調べたい場合は分光観測ではどれだけ時間があっても足りません。そこで撮像観測だけからある程度の精度で赤方偏移を決めることができる方法が考え出されました。それはライマンブレイク法(またはドロップアウト法)と呼ばれています。

図1では輝線という特徴から赤方偏移を決めましたが、ライマンブレイク法ではどのような特徴を使うのでしょうか？ それは遠方銀河と観測者の間の宇宙空間に存在する水素ガスが作り出すスペクトルの特徴を利用します。銀河と銀河の間の宇宙空間は真空の空っぽのように見えますが、ごく僅かの水素ガスが漂っています。遠方銀河からの光は数10億年から100億年以上の時間をかけて地球まで届くので、その間に水素ガスによって銀河の光の一部が吸収されてしまいます。例えば夕焼けが赤いと似たような原理です。太陽が昼間の頭上にある場合と日没前の地平線の近くにある場合では、太陽の光が通り抜けてくる地球大気の厚みが違うために赤色から青色まで含んでいる太陽の光のうち、青色は散乱されやすく赤色の光だけが地表まで届くことができます。同じように水素ガスにも吸収しやすい色(波長)があります。さらに水素ガスは遠方銀河から地球までの間に連続的に広がっているので、途中に存在する水素ガスがそれぞれの赤方偏移(距離)に対応した分

だけずれた波長で吸収を起こすために、図1のような鋭いピークではなく連続的な(幅の広い)吸収という特徴が遠方銀河のスペクトルに埋め込まれ、図2の赤いスペクトルのような階段状の形になります。撮像観測では波長を細かく分けて観測できないので、輝線のような鋭い特徴は見逃してしまいます。しかし図2のようなスペクトルであれば広い波長範囲の光をまとめて集めるような撮像観測でも見分けることができます(図3)。

この方法が発案されたことにより(1995年 Madauらによる)遠方銀河の探査は飛躍的に進み、すばる望遠鏡などを用いて100億年以上も昔の銀河も数多く発見されています。しかしこの方法だけで全ての遠方銀河を発見することができるのでしょうか? 答えはもちろん「できない」です。水素ガスに吸収されやすい121.6 nmより短い波長の光(紫外光)は温度の高い大質量星から放射されています。そのよ

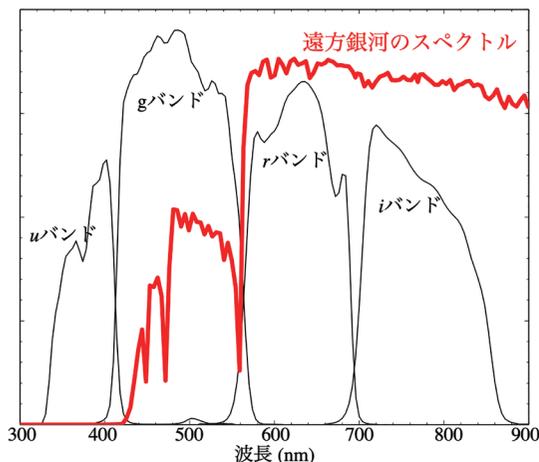


図2：赤方偏移がおよそ3.5の遠方銀河のスペクトルの例。宇宙空間に存在する水素ガスの吸収により約550 nmより短い波長側で銀河からの光が大きく吸収されている。より短い側ではより強く吸収されるために階段状のスペクトルになる。このように階段状に明るさが急落している特徴をライマンブレイク(Lyman break)と呼び、この特徴を持つ銀河を「ライマンブレイク銀河」と呼んでいる。最初の落差の波長は本来は121.6 nmであるため、この銀河のスペクトルは約4.5倍も引き伸ばされるほど遠くの宇宙(赤方偏移3.5)からやってきたことが分かる。4つの黒線の山は光をひとまとめに集める際の波長範囲を表す。実際の撮像観測では赤い線を直接見ることはできず、黒線の山で示されるような波長範囲での平均的な明るさが観測される。

うな星は寿命が短くすぐにいなくなってしまう。つまり年老いた銀河からはそもそも宇宙空間に漂う水素ガスに吸収されるような光を出していません。ライマンブレイクのような特徴を持たない銀河はもちろんライマンブレイク法では見つけることができません。一部の偏った銀河サンプルだけでは、銀河の一般的な性質を知ることにはできないどころか間違った結論を導いてしまう恐れもあります。ライマンブレイク法に頼りつつも過信はせず、様々な遠方銀河の探査方法を組み合わせることで銀河や宇宙の理解に挑んでいます。最後に、タイトル図はとある天域の3色合成図です。長波長の広帯域フィルターを赤として、中間・短波長域をそれぞれ緑・青としています。この中には127億年も昔の銀河も写っています。ライマンブレイク法の考え方でぜひ見つけ出してください。

(としかわ じゅん・特任助教)

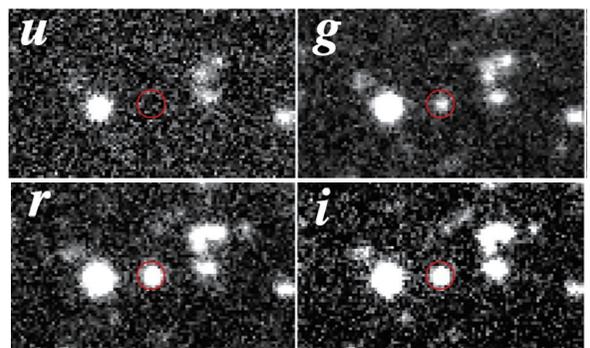


図3：実際の撮像観測によって取得された画像。同じ天体を複数の波長範囲(広帯域フィルター)で撮像することにより、長波長側(r,iバンド)では明るく、中央の波長帯(gバンド)で急に暗くなり、短波長側(uバンド)では完全に見えなくなっている。このように波長を細かく分解できない撮像観測であってもライマンブレイクのような波長範囲の広い特徴を活用することで、分光観測なしに遠方銀河を見つけ出すことができるようになる。uバンドで完全に見えなくなった事を「ドロップアウト」と表現し、ライマンブレイク銀河の事を「ドロップアウト銀河」と呼ぶ場合もあるが、両者はほぼ同一種類の銀河の事を意味している。研究者の好みで使い分けられている場合が多い。

タイトル図：研究観測で取得された撮像画像から作った3色合成図。

「Space Climate 9 Symposium」に 参加しました！

永田 晴飛



はじめまして。兵庫県立大学の学生の永田と申します。10月1日から4日に名古屋大学で開催された国際学会「Space Climate 9 Symposium」にて、ポスター発表をさせていただいたので、感想をこれまで参加した学会や研究会の話も交えながらご紹介したいと思います。

まず、今回参加した学会は主に太陽活動に伴う宇宙天気をテーマに、様々な国から研究者が集まり講演やポスターセッションを通して知識を深めあうことを目的で、私は太陽ではないものの「太陽型星の活動性」をテーマに発表させていただきました。

私がこれまで研究会や学会に参加したことがあるのは、卒研発表の翌日に京都大学で開催された「Stellar Magnetic Activity workshop」、それから、夏に開催された全国の天文学を研究している大学生が数日間ひたすらディスカッションを行う「夏の学校」、そして9月11日から14日に関西学院大学で開催された「日本天文学会 秋季年会」でした。これらの学会や研究会の良いところは、自分の分野だけでなく分野外の様々な知識を深めることができる点です。実際、参加してみてもその点を感じることができ、とても充実したものになりました。

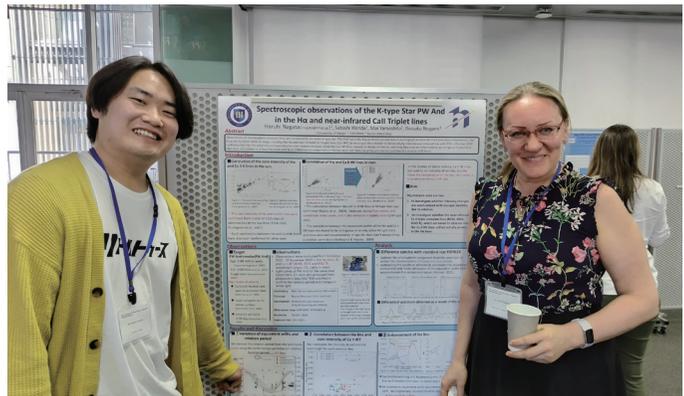
しかし、同時に感じたのは「太陽・恒星」の分科会の世界は狭いということです。学会や研究会の機会が増えると参加している方々の顔に見覚えのあることが多く、実際、「太陽・恒星」の発表者数は他分科会に比べ

てとても少ないのです。顔なじみが多く、初めての研究会での緊張が和らぐ機会が多い一方、少し寂しいといえばその通りでした。

今回「Space Climate 9 Symposium」に参加して、太陽活動による宇宙天気を研究している方だけでも世界にはこんなにいるのかと驚きました。太陽や恒星の研究者が、自分が想像しているより多いことを実際に感じる事ができたのは非常に良かったです。また、英語での発表自体も初めてで、研究室の卒業生のYさんやご指導をいただいている本田さんに助けていただくことが多かったですが、非常にいい経験になりました。

世界中の研究者からの太陽活動についての面白い話をたくさん聞けたとても良い機会であったと同時に、「英語力」を高めようと心に決めた4日間となりました。(名古屋飯もおいしかったです。)

(ながた はるひ・博士前期課程1年)



「ポスター発表の様子」

★2日(月) 毎年恒例、県立大理学部の実習(3日間)が始まった。今年は天気が味方したお陰で数年ぶりに見えそうな観測データを取得できた。

★4日(水) 筆者が観望会解説担当の日。土星に向けると「串団子みたい」との声が挙がった。なるほど、今年は土星の輪が真横に近い角度のため、串団子のようにも見える。筆者は最近「お客さん自身にはどのように見えますか?」と問うようにしている。すると予想外の答えが返ってきて面白い。例えば星団は筆者にとって宝石箱なのだが、人によっては万華鏡だったり、雪の日に空を見上げた景色だったり、様々な表現が返ってくる。これこそ「天」の「文学」だ、と一人納得する筆者である。

★11日(水) 天文台付近に雷雲が接近。利川特任助教、斎藤、戸塚研究員がなゆた望遠鏡のブレーカーを落とし、電源と通信のケーブルを抜いて回る。今年是一体いつまで雷に怯えなければならないのか。

★12日(木) この日の観望会は100名を超

える自然学校の貸切状態。にもかかわらず雲が目まぐるしく通過する難しい空模様。解説担当の石田副センター長と望遠鏡担当の戸塚研究員が始終空を見上げ、苦労しながらもなんとか全員に月を見せることができた。

★14日(土) 天文講演会の日。「なゆた望遠鏡で捉えた「地球の海のきらめき」のタイトルで高橋特任助教が講演。偏光と呼ばれる現象に着目した研究成果について解説。一方観望会直前、なゆた望遠鏡が異常をきたす。伊藤セン

ター長と本田准教授が急いで対応にあたり、観望会はなんとか実施することができた。

★16日(月) 大島研究員著「西はりま天文台の星空日記(あけび書房)」発売の日。西はりま天文台の夜の顔(観測モードのなゆた望遠鏡)とそこに携わる大島研究員の日々が綴られており、筆者は

大変面白いと思った。

★29日(土) 「はりま宇宙講座」が開講された。竹内専門員が担当。この日の観望会は戸塚研究員による銀河のミニ企画、の予定が曇天のため銀河は見れず。残念。



秋の気配どころか今月も真夏のように暑く、おまけに湿気の多い日が続いた。カラッと晴れた秋空の下、気持ちよく屋根を開けられる日々が待ち遠しい。ドームも、車も。(撮影協力: 筆者知人)

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ひます。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。よろしくお願ひいたします。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



Come on! 西はりま

11/9

なゆた20周年特別観望会

なゆた望遠鏡は11月9日、20周年を迎えます。

記念イベントをひょうご環境体験館とコラボして実施します。

2004年に完成したなゆた望遠鏡は11月9日、20周年を迎えます

NAYUTA

20



ひょうご環境体験館
コラボイベント
13:00~15:00
空を見よう、宇宙を見よう
牛乳パックで紙飛行機を作ろう!」
こちらは、ひょうご環境体験館にて開催いたします

なゆた望遠鏡20の謎を
解き明かせ!
16:00~17:00 探索編
17:00~18:00 解決編

18:00~20:00
20周年記念観望会 I
20台のいろんな望遠鏡が登場!

19:30~21:00
20周年記念観望会 II
なゆたで星を見よう!

お問い合わせ
兵庫県立大学西はりま天文台
〒679-5313
兵庫県佐用郡佐用町西河内407-2
TEL: 0790-82-3886
E-mail: harima@nhao.jp

望遠鏡をもって参加くださる方を募集しています。
もってなくてもお手伝いいただける方を募集しています。
一緒になゆたの20歳をお祝いしてくださる方、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



11/9

第206回 友の会例会 ※友の会会員限定

日時 11月9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: A 2mで惑星を撮ろう(要スマートフォンか小型カメラ)
 B 60cmで惑星状星雲を撮ろう(要一眼レフ)
 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、シート代込の料金で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「Nov」に)
 締切: グループ棟宿泊、日帰り 11月2日(土)
 家族棟宿泊 10月12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	()	()	()
シート数	()	()	()
	男性	女性	家族
部屋割り	()	()	()
観望会参加人数	()		
テーマ別観望会の希望	()		

12/14

友の会観測デー ※友の会会員限定

日時: 12月14日(土) 19:00 受付
 内容: 60cm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、シート代込の料金です。

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「Dec」に)

締切: 12月7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	()		

11/16

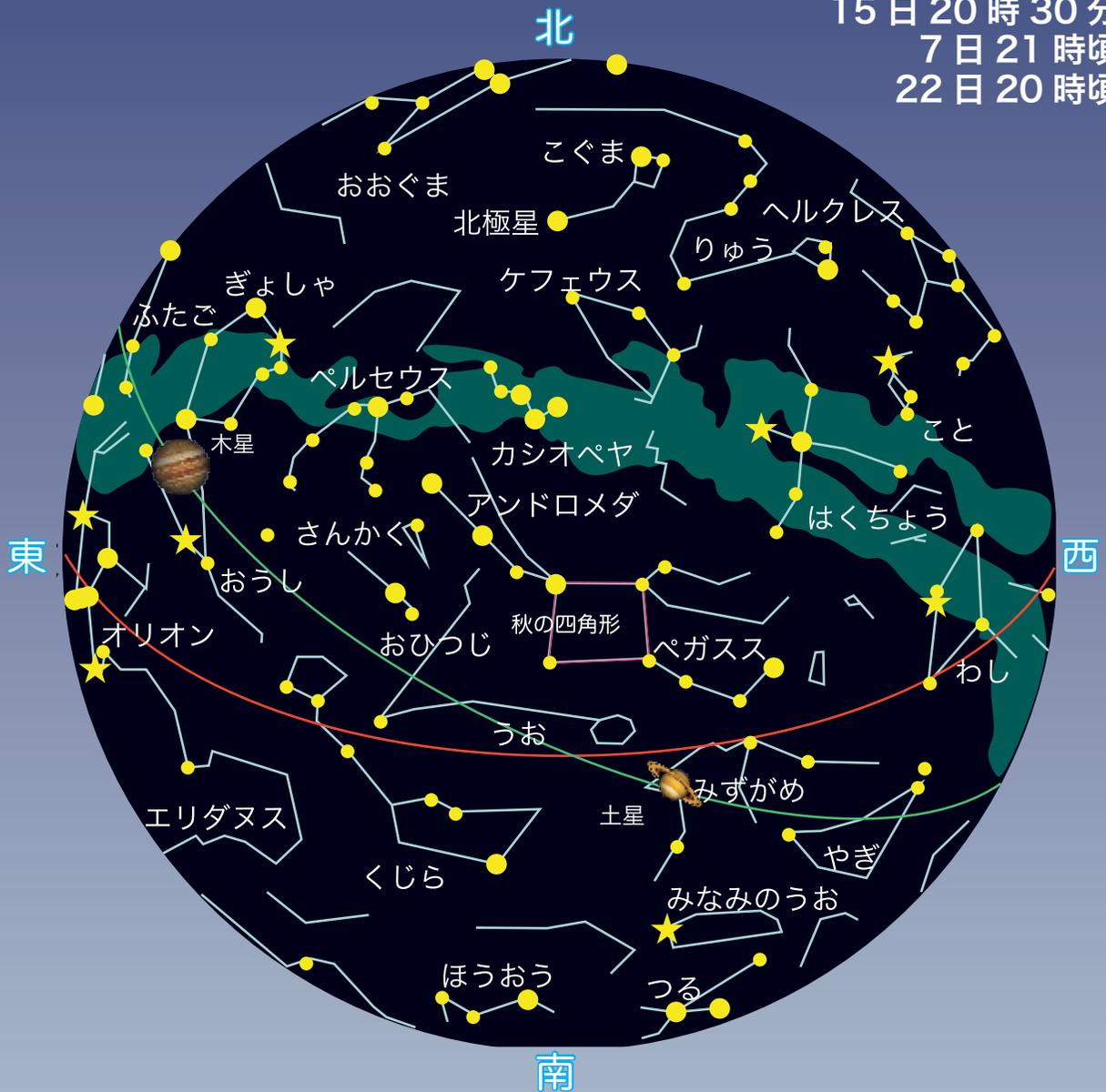
コズミックカレッジのお知らせ

【光の科学】空き缶を磨いて凹面鏡をつくらう

日時: 11月16日(土) 15:30～16:30
 場所: 西はりま天文台北館多目的ルーム
 申込不要、費用無料、定員20名
 凹面鏡のできることを探してみよう!



15日 20時30分
7日 21時頃
22日 20時頃



11月のみどころ

太陽系の惑星の王様、木星が登場です。真夜中には火星や冬の星座たちも上がってきて、今年1番の賑やかな空となります。8日、月面Xが現れます。23日勤労感謝の日には各地で「ブラ寝タリウム」が開催されます。ぐっすり休んでこの華やかな夜空に備えましょう。

今月号の表紙

土星と土星状星雲が接近しています

会員番号：3766 氏名：清水正雄
土星：2024年9月6日
NGC7009：2024年9月27日（30分露光）
機材：eVscope
場所：佐用町下石井
背景の星空は「ステラリウム」で描画

「十三夜の月」の近くに「みずがめ座」があります。その中で一際、明るく輝いているのが、来年（2025年）、リング消失現象が起こる土星です。リングも棒状に見えています。みずがめ座には「土星状星雲」と呼ばれるNGC7009があることを思いだし、早速、望遠鏡を向けると、リング消失を控えた土星を思わせる姿の天体が浮かび上がってきました。なるほど「土星状星雲」とは良く云ったものだなあ～と思いました。