

STELLAR LIGHT

ステラーライト【第42号】 NO. 42

CONTENTS

はやぶさ2への期待

アストロトピックス 彗星ランデブー

ALMAvsHST

巨大黒点の出現

活動報告 第5回「宇宙・私の夢」児童絵画展

私が見たぐんま天文台

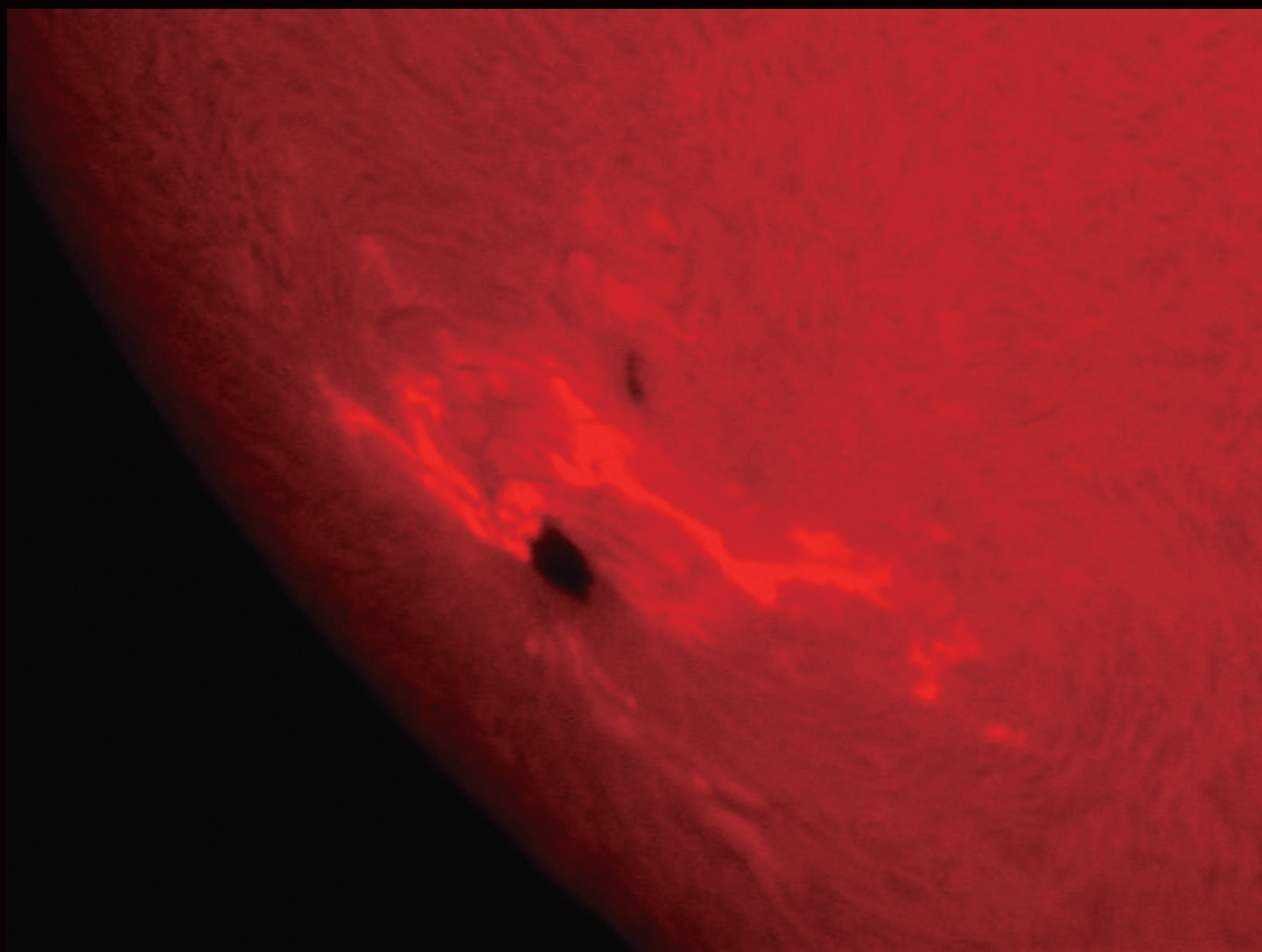
ぐんま天文台における高等教育

世界の天文台 ～宇宙望遠鏡「ガイア」～

私と天文台

天界四季折々

2014年10月21日14時10分（日本標準時）の太陽フレア（H α フィルターにより水素原子による光（約6563Å）を画像にしたもの）。明るい部分がフレア、暗い部分が黒点です。本文6ページ。



はやぶさ2 への期待



(c)JAXA, 池下章裕

2014年12月3日、午後1時22分4秒、種子島宇宙センターからH-IIAロケット26号機が打ち上げられました。その1時間47分21秒後、小惑星探査機「はやぶさ2」(Hayabusa2)がロケットから正常に分離したことが確認されました、以後、太陽電池パネルの展開、姿勢制御の確認等を行いながら、「はやぶさ2」は順調に飛行を続けています。

さて、日本中の感動を呼んだ先代の「はやぶさ」は、小惑星のかげら(試料)を地球に持ち帰る技術を確認するための「工学実験探査機」でした。その使命を考えると、地球に小惑星の試料を持ち帰ったことは、満点以上の出来だったと言えます。これに対して、「はやぶさ2」は、「はやぶさ」の経験を踏まえて、日本が世界をリードする技術として確立した小惑星への往復飛行と並行飛行(ランデブー)、そして試料採取の技術を駆使し、確実に試料を地球に送り届けることを使命に課された「小惑星探査機」です。「おつかい」そのものが課題であった先代に比べて、「おつかい」の質を問われる「はやぶさ2」は、背負う期待もまた質が高く、「はやぶさ」以上の成果を求められています。

では、なぜ「再び小惑星へ」なのでしょう。それは、そこに太陽系が誕生した頃の物証があるからです。業師(研究者)が手に取れば、昔々を語り出す太古の物質が眠っているのです。惑星誕生の遠い日々を語ってくれる物質が。

一つひとつの小惑星は、太陽系初期の日記帳のようなものです。整然と書き込まれているというよりも、断片のようになっていたり、複数の日記帳の断片が混ざり合っていたりします。書き残されやすい

出来事も違ったりします。だからこそいろいろな小惑星を調べる必要があり、「再び小惑星へ」となるのです。

「はやぶさ」が訪れた「イトカワ」は岩石質で、「S型」に分類されています。「はやぶさ2」が目指す「1999 JU3」も岩石質ですが、「C型」に分類され、「イトカワ」に比べると始原始的であると言われます。始原始的とは、小惑星の材料物質が熱による変化(熱変成)をあまり受けていないという意味です。なぜこんなことが言えるかというと、S型、C型小惑星には、それぞれ、「普通コンドライト」「炭素質コンドライト」と呼ばれる隕石が対応すると考えられているからです。小惑星と隕石を「表面色」(正しくは、「反射スペクトル型」)で分類すると、それぞれ似ているのです。そうして、隕石を調べる限り、炭素質コンドライトの方が始原始的で、有機物や含水鉱物(化合物の形で水を含む鉱物)など、熱変性を受けていれば失われてしまうはずのものが豊富に含まれているからです。ということは、C型小惑星にも、その表面に有機物や含水鉱物の存在が大いに期待できるわけです。これが、「はやぶさ2」が「1999 JU3」を目的地とする理由の一つです。「はやぶさ2」が持ち帰る試料からは、地球や他の惑星の材料になったのは、どのような物質なのか、地球の有機物や水は、どこからどのようにしてもたらされたのかなどの疑問を解く鍵が得られるはず。逆に、さらに謎が深まることも、あるかもしれません。

さて、小惑星はまた、惑星を組み上げる「レンガ」になった「微惑星」に似ているとも考えられています。惑星が今のようになるところまで、どのよう

な過程を経てきたかを調べるとき、微惑星同士が接触してくっつき合う、あるいは衝突して砕け散るという状況を避けて通ることができません。ところが、このような状況を理論的に記述するのは大変難しく、小物体の衝突実験などによって得られた、こういうときにはこれぐらいの大きさの破片がこれぐらいの割合で生じるという実験結果を、大きな物体にまで拡張して使っています。本当にそれで良いのか、誰も知りません。

「はやぶさ2」は、小惑星の表面に半球形の弾丸を撃ち込んで穴（小クレーター）を開けます。この

とき、物質が飛び出す様子を撮影し、粒子分布を調べます。微惑星に似ている小惑星を使った実験をするわけです。これによって、太陽系が誕生した頃の微惑星同士の衝突の様子を、今までよりも確からしさをもって記述することができるようになるでしょう。

まだまだ、期待できることはいろいろありますが、ぜひインターネットの関連サイトを覗いて、調べてみてください。「なるほど」がいっぱいあるはずです。

（観測普及研究員 濱根 寿彦）

アストロトピックス

彗星ランデブー

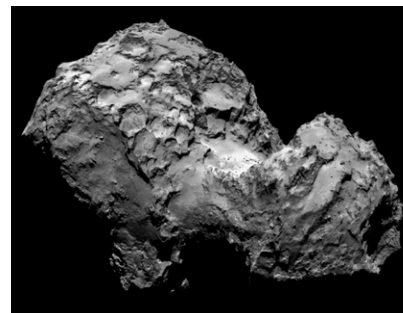
地球や月などの太陽系の「大きな天体」は、少なくとも一度は融けて、重い物質が下に沈み、軽い物質が浮き上がって、物質の分離が起こっています。それだけでなく、沈んだ物質に馴染みやすい元素と一緒に沈んで、地表からはほとんど失われていたり、逆に、軽い物質に馴染みやすい元素と一緒に浮き上がって、地表に過剰に含まれていたりします。後者の代表例がウランです。重い物質なので沈みそうですが、地殻を作り上げている物質に馴染みやすいので、人間の手が届くところにあるのです。

これに対して、彗星や小惑星などの「太陽系小天体」は、熱くなったり、部分的に融けたりしたことはあるものの、物質の「大移動」が起こるほど大規模に熔融したことはないと考えられています。ということは、地球や月などが失ってしまった、太陽系が誕生した頃の記憶が刻まれているはずです。

とりわけ、彗星は、氷と岩石の混合体で、水や二酸化炭素、メタン、アンモニアなどが凍りついて天体の主な材料（固体）になる場所で形成された天体です。地球ぐらい太陽に近い場所ではガスになる「揮発性物質」が主成分ですから、今は惑星間空間

にこれっぽかしも残っていない、初期太陽系のガス成分を、46億年間保存してきた天体と見ることもできます。喩えて言えば、氷漬けのシベリアのマンモスのようなものです。また、太陽のごく近くで融けた岩石（難揮発性物質）が何らかの機構で遠くに運ばれて、彗星の岩石成分として含まれていることが分かっているので、彗星は、岩石成分の太陽系規模の混合についても手がかりをもたらししてくれる天体だと言えます。マンモスの胃袋を調べると、食物片からその頃の気候が分かるようなものでしょうか。（この場合は、マンモスが移動して手がかり（食物）を集めてくれているのですが）

このように、宝の宝庫のような彗星ですが、探査機をもってしてもなかなか近寄れません。太陽の近くに来ると、盛んにガスや岩石（塵）を吹き出すからです。このとき、一時的な大気（コマ）に隠されて、彗星本体（彗星核）はよほど接近しないと見えません。だからといってずんずん接近すれば、秒速1kmを超える速さで飛んでくる塵と衝突して、故障する可能性が高くな



2014.8.3 長径約5km ©ESA

ります。

そこで、活動開始前の彗星に行って、活動の始まりから一部始終を近くで眺めようではないかという発想が生まれました。近くにいるからには、彗星に着陸機を降ろして、詳しく調べることでできるだろうとも。それが、ヨーロッパ宇宙機関（ESA）が打ち上げた探査機「ロゼッタ」です。

「ロゼッタ」は2004年3月2日、南米ギアナ宇宙センターから打ち上げられました。途中、2つの小惑星に接近通過して観測した後、2011年6月8日に冬眠モードに入りました。太陽電池パネルの発電量が不足するくらい太陽から離れてしまったためです。それから2年7か月あまり後、2014年1月20日に冬眠から目覚めると、「ロゼッタ」はチュリユモフ・ゲラシメンコ彗星（67P/Churyumov-Gerasimenko）彗星に向かいました。水の放出量や彗星の形（「アヒル」型でした）などを観測しながら、8月6日、つい

に彗星近くに到着しました。それから彗星核を詳細に撮影して、搭載した着陸機「フィラエ」の着陸点を選定し、11月12日には「アヒルの頭」に着陸させました。「フィラエ」は、接地の瞬間に打ち込むはずだった「銛」が発射されず、バウンドして日陰に入ってしまう事態に陥ったものの、予定通りの観測を実施し、現在は太陽電池パネルに光が当たるようになるまで、休眠モードに入っています。一方、「ロゼッタ」は彗星とランデブー（並行飛行）を続け、彗星が近日点を通り、再び木星軌道の外へと向かうまで、ずっと側で観測を続けます。太陽に近づくにつれて活発になる彗星の活動を、間近でモニターするのです。これまで誰も見たことがなかった、彗星の活動開始とその盛衰を私たちに知らせてくれるはずです。塵の標的にならず、うまく目的を果たしてくれることを祈りましょうか。

（観測普及研究員 濱根 寿彦）

アストロトピックス

ALMA vs HST

図1 オリオン大星雲M42の全体図(NASA提供)



最近、望遠鏡の分解能（解像度）のことを「視力」という表現に焼き直して記述されているのをみかけることが増えました。最初に目にした、というのか、記憶にあるのは、数年前に実は自分で使ったときですが、これは自分がそう思っているだけでしかなくて昔からそういう表現はされていたのかもしれない。表現で比喻を使うときは非常に神経を使います。わかりやすくなることもある反面、安易に使うと誤った考えも与えかねないからです。案外後者のケースも少なくないのです。そういう意味で、視力という言葉を最初に自分で使うときも結構気にはなりました。しかしこの表現をあちこちで見えるようになった最近では、まあそうひどい表現でもなかったのかもしれないと思います。

さて、ステラライトでは数号前からハッブル宇宙望遠鏡のものは何回か利用させてもらっています。ときおり、2mクラスの望遠鏡では光量は足りないのだと思うものがありますが、分解能（つまり視力）に関しては、ダントツで、切れ味というものは

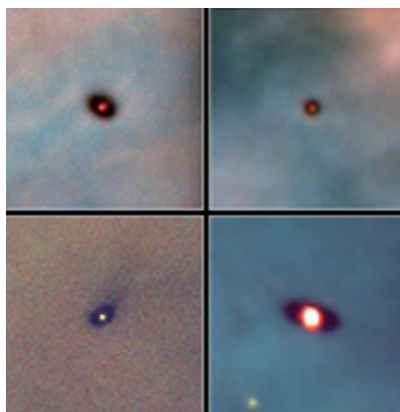


図2 オリオン大星雲にひそむ天体たち(NASA提供)

見るものに直接訴えかけるものがある、地上のなまされた画像では太刀打ちできないので、必然そうになっていったのです。過去には矮小銀河 NGC 1569、渦巻き銀河M51、M83、馬頭星雲Bernard 33を取り上げました。改めて見ても、驚愕としかいいようがありません。さて、馬頭星雲の近く（といっているのだろうか?!）にはオリオン大星雲M42があります（図1）。これがハッブルの驚愕の歴史でかなり初期を飾るものであったと思います（1995年ころ）。図1をみているだけではピンとこないかもしれませんが、図2の天体（鬼）が図1の中に隠れていると思ったらどうでしょうか。この鬼ごっこ、簡単に見つかるものもいれば、なかなか上手に隠れおおせている鬼もいます。一部を拡大した図3には図2の左上の鬼がい

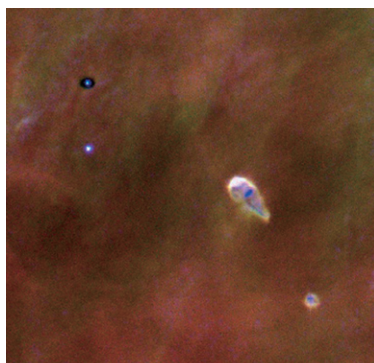


図3 図2の一天体の周辺(NASA提供)

ますが、右下すぐ近くにも普通の星ならぬ天体が二つもうつっています。なぜこれらの天体が注目されたかといえば、普通の星であれば、よく画像で見ると、その周囲はすっきりしていてやや広がった点状にうつるのが、図2あるいは図3の天体は星のまわりに何かがある、しかも影が、あるからです。この影はむしろ背後のM42の光を隠すことにより浮かび上がっています。そしてこの影の正体こそ今まさに惑星の誕生を準備している星周円盤と考えられるのです。しかも図3に写っている二つのまゆの中にある星と星周円盤は、まわりの物質をおしのけようとしてい

ると想像できます。想像はしていても、実際に画像としてみることはなろうとは。いずれにせよ、ハッブルなくしてこの時期にこの「鬼」の存在が捕らえられることはなかったでしょう。もしこれが視力の悪い望遠鏡でとった画像であれば、このような小さな（みかけの角度の）影は、背景光になまされて誰も気が付かなかったはずなのです。

はやいもので、このような、いわば1995年の衝撃から、すでに干支は二周近くなります。50年も前であれば、このような衝撃は一生にそう何度も見られることはなかったでしょう。つまりは、現代では次の衝撃がやってきたということです。ハッブルは視力でいえば600に相当します（地上の望遠鏡はよくて100程度、ぐんま天文台では60あるかどうか）。現代の衝撃はむしろこれを上回ります。視力2000。ただし、電波を観測する望遠鏡の場合です。以前ステラライトでも紹介したALMA望遠鏡です。ハッブルでみつけれられた星周円盤に比べ、天体こそ別です

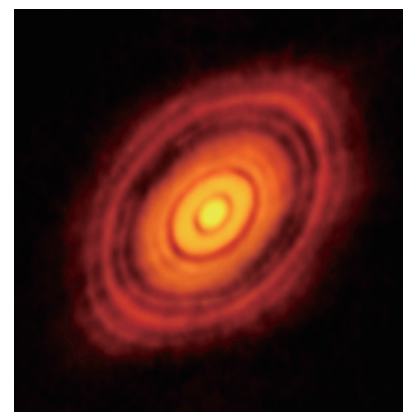


図4 ALMA望遠鏡によるおうし座HL星周の円盤
Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

が、図4にあるようにさらに細かい構造が疑いもなく直裁に示されたのです。ゆがみなどはほとんどみられない整然とした円盤で、一方で同心円状の濃淡はみられます。まさに太陽系が誕生する前夜のようにみえます。そういえば、すばる望遠鏡では星周円盤で渦巻き構造がみられるものもみつかっています（空で渦巻きを作るには暗黒物質はいらないらしい）。むしろそういう天体の観測も進んでいることでしょう。

（観測普及研究員 長谷川 隆）

巨大黒点の出現

現在、太陽活動は今の活動周期のピークにあります。そんな中2014年10月下旬、太陽では巨大黒点(活動領域NOAA12192)が観測されました。ぐんま天文台が開館してから一番大きな黒点です。それまで、ぐんま天文台で観測されたもっとも大きな黒点は、2003年10月29日のものでした。こちらかなり大きな黒点でしたが、今回の黒点はこれを上回りました。日食グラスなどで減光すれば、肉眼で簡単に見えました。この黒点は10月16日に太陽の端から現れ、だんだん発達しながら太陽の自転によって移動し、30日まで見えていました。

国立天文台が公表したデータによると、1990年11月18日以来24年ぶりの巨大黒点だそうです。

黒点の大きさは太陽半球の表面積を100万とし、黒点がそのうちのどの程度を占めているかで表します。単位はMSH (millionths of solar hemisphere) です。今回の巨大黒点は2014年10月26日に最大となり、2,750MSHでした。黒点群全体の面積は地球の断面積の約66個分となり、これは今の活動周期で最大となりました。過去の巨大黒点ランキングでは、

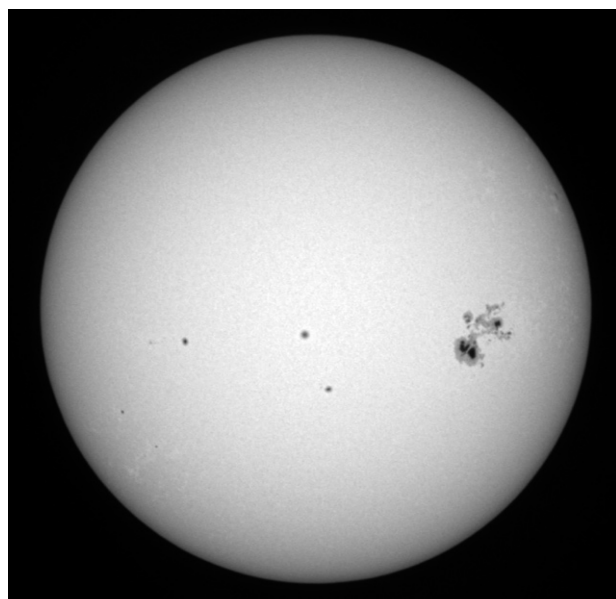
それでも、観測史上28番目で、過去の最大黒点は1947年4月8日で6,132MSHです(地球約146個分!)。ちなみに、2003年10月29日の黒点は2,610MSHで過去35番目でした。

この黒点は、大型であると同時に、非常に複雑な磁場構造を持っており、アメリカの衛星GOESの観測によると、Xクラスフレアを6回も起こしました。フレアは、太陽表面で起こる巨大な爆発現象です。エネルギーの規模に応じて、弱い方からAクラス、Bクラス、Cクラス、Mクラス、Xクラスと分類されます。今回は一番大きいクラスです。黒点の持つ磁力線が関係していると考えられています。このような大きな黒点になると、構造が複雑になり、磁気エネルギーをたくさん蓄えていると考えられ、時に巨大な爆発を起こします。

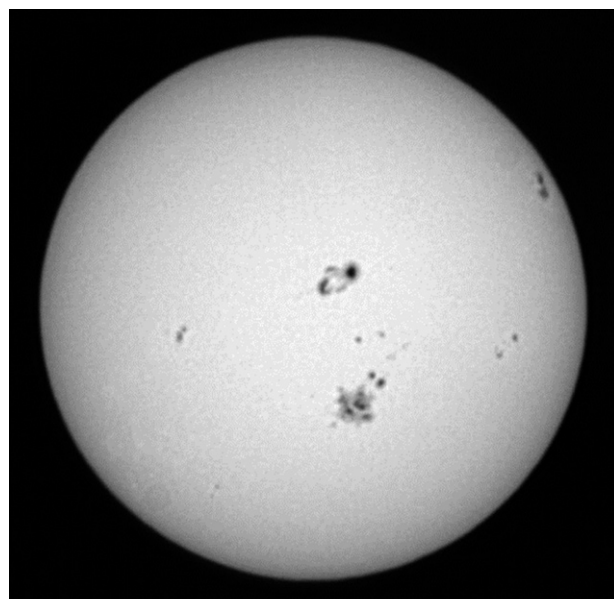
この黒点は、さらに太陽が自転して1周し、11月にも再び見られました。でも、そのときにはひところよりもかなり小さくなっていました。その後、再び発達して大きくなりましたが、その間、Xクラスフレアは起こりませんでした。

次にこのような大きな黒点が出現するのはいつでしょうか。楽しみです。

(指導主事 倉林 勉)



2014年10月26日の太陽面



2003年10月29日の太陽面

第5回「宇宙・私の夢」児童絵画展



ぐんま天文台では、県内の小学校3～6年生を対象とした「宇宙・私の夢」児童絵画展を実施しています。夏休み期間中に描いた作品が応募され、天文台には各小学校での選考を経た代表作品が、10月～11月にかけて展示されました。

今年は県内の小学校114校から、合計1811点の応募がありました。そのうち、373点が天文台に展示されました。「宇宙でこんなことがやりたいな」という夢のある作品がたくさん集まり、毎年この時期の来館者をほほえましく迎えてくれます。

審査の結果、各学年1点の最優秀賞と、各学年5点の優秀賞が選ばれました。この中から、最優秀賞の4点の作品と、受賞者の作文をご紹介します。

(指導主事 長井 隆行)



表彰式の様子

(左から、五十嵐ぐんま天文台長、増田優輝くん、高橋旺太郎くん、高橋愛翔くん、田谷千尋さん)

第3学年 最優秀賞

「土星の回てんわっかレストラン ドーナツたべたいな。」

伊勢崎市立殖蓮第二小学校 3年
田谷 千尋さん



わたしは、天文台の絵でさいゆうしゅうしょうを受
しょうしたという事を聞いた時、うれしくてとび上が
りそうになりました。

この絵は、うちゅうに土星のわっかレストランがあ
ったらどうなるかをわくわくしながらそうぞうしてか
きました。土星のわっかの上ののっているたくさんの
りょう理を細かくていねいに、おいしそうにみえるよ
うにがんばってかきました。

絵の中でくふうしたのは、星の所です。金や銀の絵

の具を使ってかきました。とくに天の川のようにする
所がむずかしかったです。白鳥ざや、ペガサスざなど
は、図かんや本などを見てかきました。

何日もかけてがんばってかいたので、うちゅうの事
がもっとすきになり、もっと知りたくなりました。け
い品でもらったぼう遠きょうで月を見てみたら、クレ
ーターまではっきり見えました。今どは、オリオン大
星雲も見てみたいです。ありがとうございました。

第4学年 最優秀賞

「宇宙で星釣り」

伊勢崎市立あずま南小学校 4年
高橋 愛翔くん



ぼくは、「宇宙・私の夢」というテーマを聞いた時に、
すぐに宇宙で遊んでいる自分をそうぞうしました。特
に、夏休み中何回もお父さんにつりにつれて行っても
らったので、つりをテーマにしたらおもしろいかなと
思いました。

この絵は、ぼくとお父さんが宇宙でつりをしている
ときに、緑色のかawaii宇宙人が遊びにきて、一緒に
つりをしたり、にじ色のカラフルなわく星に乗ってつ
りをしたりしています。みんなで楽しく遊んでいます。

ぼくは、最優秀賞に選ばれると思っていたので、話
を聞いた時はびっくりしました。表しょう式に出るの
もきんちょうしていたけどあんなに大きな賞状を
もらうのは初めてだったので、すごくうれしかった
です。

大好きな宇宙や宇宙人の事を、これからもっと調べ
ていきたいです。

第5回「宇宙・私の夢」児童絵画展

第5学年 最優秀賞

「ぼくが育てた星座たまごを 宇宙へかえす」

藤岡市立神流小学校 5年
高橋 旺太郎くん



ぼくは、星座や天体が大好きです。なので、よく星座や天体について調べたり、ギリシャ神話を読んだり、プラネタリウムに行っています。

そこで、ぼくは、今実際にある星から新しい星座や惑星を発見するのではなく、自分の力や自分の手で新しい星座を作り出すことが出来ないかなと考えるようになりました。

そんな時に、この絵をかく機会があり、「ぼくが育てた星座たまごを宇宙へかえす」夢を絵にかいてみるこ

とにしました。受賞したと聞いた時は、ぼくの夢が、この絵を見てくれた人にも伝わったのかなと思い、とてもうれしかったです。夢が現実になんげ近づいたような感じがしました。

これからも、まだまだ知らない星座や天体の事を見たり、聞いたり、調べたりして、いろいろなことを知りたいです。

第6学年 最優秀賞(ぐんま天文台台長賞)

「カラフル船に乗りたい」

群馬県立聾学校小学部 6年
増田 優輝くん



5年生の時から、宇宙の絵に参加していました。今年、初めて最優秀賞をもらえて、とてもうれしかったです。まさかぼくが選ばれるとは思わなかったです。とてもびっくりしました。

ぼくは、カラフルな宇宙船に乗って、惑星を見てみたいと思いながら描きました。宇宙船の模様を描いたり、惑星を描いたり、細かい所までカラフルに色をぬるのが大変でした。ぼくは、惑星がどのような星なのか調べたり、自分が宇宙の知らないことを発見するこ

とが楽しいです。

これからも宇宙の勉強をしたいと思います。最優秀賞はとてもうれしかったです。ありがとうございました。



私が見た ぐんま天文台

天文台って、どう「入学」すればいいのかな？と思うことはないでしょうか？一応、星空への期待をもって勇気をだして入館料は払ったのだけど、入口の天体写真は豪華だけど、どう向き合っているかわからない。どこに「私の」宇宙の入り口はあるの？こういうココロの叫びが、とてもよく聞こえます。結局は、時間をかけて、たくさんのもろもろを理解するしかないのですが、参考までに先人たちの足跡を伺ってみました。



日頃、ぐんま天文台を利用させていただいている一県民ですが、天文台についての感想などを書いてみませんか、とのお話をいただき、開台当初から今までのことを思い出しながら思うままに書いてみることにしました。

出 会 い ぐんま天文台との出会いは、1999年のゴールデンウィークを迎える頃、天文台のオープニングの新聞記事が目にとまり、ちょうど娘が小学生で学校の理科の授業で星の勉強を始める頃であったため、家族で見学に行ったのがきっかけとなりました。県内外から大勢の見学者が訪れ、真新しい設備と初々しい職員の方々と150cm望遠鏡の大きさに圧倒されたことを今でも覚えています。私自身、小中学生の頃、一度は興味を覚えた分野でしたので、懐かしくもあり、また、子供に生の科学知識を学習させようという意気込みもあり、群馬県に住む私としては、良い施設ができたと喜んだものです。

占有利用 それからしばらくして、天文台のホームページを何気なく見ていたときだったでしょうか、「占有利用」と題して天文台の設備が使えます！という目を疑うような案内が目にとまり、これは操作資格を取らねば、と早速申し込みました。この頃になると、子供の学習と言うより自分自身に熱が入り、子供そっちのけで天文台へ通うようになり

ました。占有利用はいつの頃からか観測体験時間と名前を変えて利用のルールが変更され、設備の利用にもさまざまな制約がつくようになり、利用する側からすると大分利用時間が窮屈になりましたが、いつしか当初のような利用形態が訪れることを願いながら使わせていただいています。

天 文 学 校 占有利用で望遠鏡を覗いて惑星を眺めたり、天体写真を撮影したり、と楽しんでいるうちは、ただ楽しくて遊び感覚だったのですが、しばらくして今度はホームページに天文学校という文字が目にとまりました。美しい天体を眺めたり撮影したりと言うだけでなく、科学的な視点で天文現象を解析、研究してみましよう、という企画でした。天文学者と同じ視点で観測、研究が体験できる！と喜び勇んで参加しましたが、慣れない解析ソフトと悪戦苦闘し、こちらの意図通りに動かないパソコンと格闘するなど苦労の連続で大変ではありましたが天文学者はこういうことをやっているんだ、という実感を味わうことができ毎年楽しく参加させていただいています。いまでは、天文学校で一緒になった方々とも親交を深めることができ、参加メンバーで独自に勉強会を開くなど活発に活動するまでになっています。

ゼミ・輪講 占有利用、天文学校と利用を重ねるにつれ、職員の方々とも顔なじみになり、その中に放送大学で指導されている先生がおられ、思い切って大学のゼミへの参加を懇願いたしました。先生の快諾をいただき、ゼミに足を運ぶようになり、英語のテキストとの格闘が始まりました。それとほぼ同時に天文台での輪講も始まりました。共に英語はもとより、微積分などの数学や力学、電磁気といった物理などあらゆる知識をフル活用し、見覚えのある数式などにも別の解釈を発見するなど、常に刺激を受けています。天文学がすべてのサイエンスを総動員する分野であることを身に染みて感じています。

最 後 に ぐんま天文台が稼動し始めてから15年になりますが、開台時に一緒に天文台を訪れた娘たちも自立して私も第二の人生を歩み始める年齢

になってきました。天文学との出会いは常に新鮮な刺激を与えてくれます。「星を眺めて楽しむ」から「感動できるサイエンス」にまで意識を高めてくれた天文台の方々に感謝するとともに、この広大な宇宙の現場で何が起きているかをサイエンスを基に解

き明かそうとする醍醐味ある世界ををひとりでも多くの人に普及していただけるようエールを送りつつ筆を置くこととします。

(群馬県在住 N. K.)



ぐんま天文台に おける高等教育

～大学、大学院などへの教育活動～

幅広い利用者に対する開かれた利用を目指すぐんま天文台では、大学や大学院などの高等教育に対する教育活動でも利用されています。その多くは、博士や修士の学位取得を目的とした高い水準での学術研究です。高度な観測装置を備えた150cm望遠鏡のような最先端の研究施設が整備されているからこそ実施できる性質のもので、この種の施設・設備を最も有効に活用できる教育活動の形態です。これまでに東京大学、京都大学、東北大学、神戸大学、広島大学、群馬大学、中央大学、放送大学などの学生が、ぐんま天文台を利用して学位を取得しています。また、放送大学については、一般の大学院教育に留まらない、高度な生涯学習の実践としての意味も持ち合わせています。その他にも、長年連携活動を行ってきたインドネシアのバンドン工科大学の大学院生も、ぐんま天文台での観測をもとに学位を取得しており、文字通り幅広い活用となっています。

最近では、大学間連携を基礎とした利用も増えています。これは、国立天文台と複数の大学によって展開されている文部科学省の事業で、正式には、「大学間連携による光・赤外線天文学研究教育拠点のネットワーク構築」事業と呼ばれています。大学などが国内外で運用する中小の望遠鏡を有機的に結びつけ、すばる望遠鏡のような超大型望遠鏡では達成困難な観測を共同で行い、独創的な教育と研究を促進することを目指しています。大学共同利用機関であ

る国立天文台の他、北海道大学、埼玉大学、東京大学、東京工業大学、名古屋大学、京都大学、兵庫県立大学、広島大学、鹿児島大学がこの連携に参加しています。ぐんま天文台は大学組織ではないため、同じ県立であっても、県立大学の組織である兵庫県の西はりま天文台のように正式のメンバーとしては参加できませんが、国内最高峰の観測性能を持つ150cm望遠鏡の存在意義は大きく、限定的ながら活動に協力しています。観測、研究での貢献に加え、将来を担う若手の教育や広い人的交流もこの事業に求められた重要な活動であり、このような側面からの学生や若手研究者の教育的支援も行っています。

学部教育に関しても、東京大学理学部天文学科の正規の教育課程である観測実習を150cm望遠鏡を用いて実施してきた実績があります。日本で唯一「天文学科」を名乗るこの学科は、プロの天文学者を育てることを主目的とした教育組織です。その学生の教育にも活用されてきた事実は、ぐんま天文台が如何に「本物」の天文台としての特性を備え、それが社会にも貢献しうるのかを典型的に示す事例となっています。先日、ドイツのボン大学で活躍する若手研究者と一緒に仕事をしましたが、学部生時代にぐんま天文台で実習を受けたひとりだと告白されて驚きました。この天文台で経験を積んだ若者が学術研究の最先端で活躍していることを誇りに思ったものです。

学部生を主体とした教育活動としては、研究者や専門家の養成に限らず、中学や高校の教員養成を目的とした教育プログラムとしての観測実習なども実施しています。本格的な装置・機器を利用した観測を行い、最前線での研究の現場を体験して、教科書に記述されている事実がどのように導き出されてき

たものかを体得するような機会となっています。このような教育プログラムは、成蹊大学理工学部と埼玉大学教育学部に対して実施しており、それぞれ9年および6年間連続での利用となっています。参加する学生数は毎年増加する傾向にあり、既に教員となって現場で活躍している元学生もかなりの数に昇っています。

また、放送大学と群馬大学とが共同で行っている天文学の輪講や、国立群馬工業高等専門学校における「宇宙科学」の講義に天文台の研究職員が個人的な活動として参加するなど、地域の高等教育機関に

おける天文学の教育にも一役買ってきました。ただ、群馬大学に所属していた天文学の教授が定年退官して以降、天文学や関連する分野を専門とする研究室や教員が群馬県内存在しない状態が続いています。口径が130cmを超える本格的な光学望遠鏡は現在国内に8基存在し、その中でもぐんま天文台の150cm望遠鏡は最高度の観測性能を誇りますが、関係する地域の高等教育機関が存在しない状態となっています。

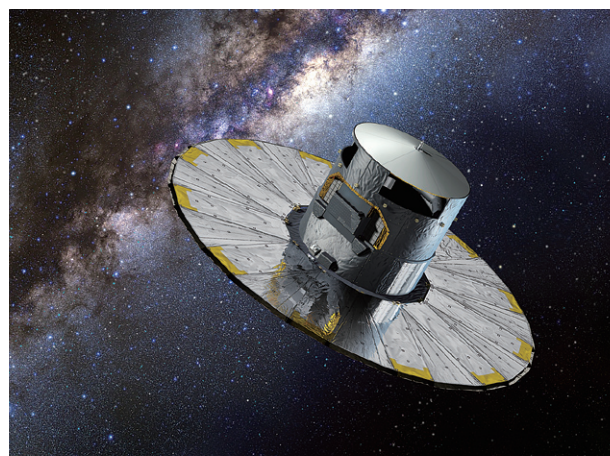
(観測普及研究員 橋本 修)

世界の天文台 宇宙望遠鏡 「ガイア」

～視力800万で星の位置を測る～

「ガイア」はヨーロッパ宇宙機関（ESA）が2013年に打ち上げた宇宙望遠鏡です。この望遠鏡は星の位置を精密に測定でき、その精度は5億分の1度（＝7マイクロ秒角）に達します。これは髪の毛の太さを1000 km離れた場所から測る角度に相当します。角分解能が視力1.0の人の目の800万倍、視力800万！

このような変態的高性能を実現した理由はマッド

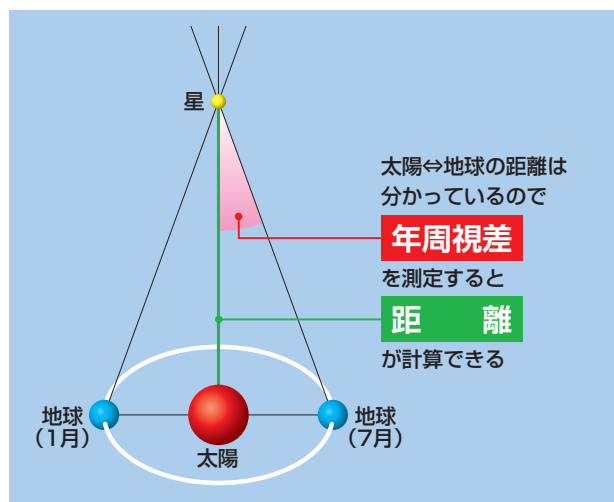


宇宙望遠鏡「ガイア」

サイエンティストが技術力を誇示するためではなく、遠くの星までの距離を正確に測るためです。地球が太陽の周りを移動するため、星が見える方向が1年周期で僅かに変化すること（年周視差）を利用し、星までの距離を求めます。遠い星ほど年周視差は小さくなるので高精度な観測が必要なのです。

「ガイア」は一世代前の宇宙望遠鏡「ヒッパルコス」に比べ、100倍の角分解能を持ちます。ヒッパルコスは250万個の星の距離を求めましたが、観測できた範囲は銀河系の中でも太陽系の近くだけでした。ガイアは銀河中心のような遠い所まで観測範囲を広げ、10億個の星の距離を測ります。文字通り、桁違いの進歩です。

距離を正確に知ることはとても重要です。なぜなら、観測データから星や宇宙の様々な物理量を求め



年周視差

る際に、距離の値が影響するからです。ガイアによる高精度な距離測定は天文学の様々な分野の進展に貢献すると期待されます。

数年間かけて位置の変化を観測すると、星までの距離だけでなく、その星が銀河系の中を移動する速度も求まります。これにより銀河系がどのように形成されたのかを知る手がかりも得られます。

精密な測定が可能になることで、系外惑星の発見も期待されます。惑星の運動による恒星の位置のずれを検出するのです。恒星の一部を惑星が隠しておきる明るさの変化からも、惑星が検出されるでしょう。

ガイアは地球を周回する軌道ではなく、太陽と地球のL2ラグランジュ点(脚注1)付近で運用されます。試験運用時を除き、ハッブル宇宙望遠鏡のような画

像データ(天体写真)は地上に送られず、個々の星の位置と明るさなどのデータのみが送られます。通信で送れるデータ量に限りがあるので、機上でデータを処理しているのです。

ESAのWebサイト(英語、脚注2)には、「ガイア」の観測で期待される科学的成果だけでなく、観測装置や観測方法についての解説があります。動画による解説も分かりやすくお勧め。観測結果を正しく理解するには観測装置、観測方法についてもある程度の理解が必要です。ハードウェアにも関心を持つ人が増えると嬉しいです。

(観測普及研究員 大林 均)

(脚注1) 地球から太陽の反対側に150万km離れた位置

(脚注2) <http://sci.esa.int/gaia/>

私と天文台

このお題は2年前から全員に降ってきたお題なのであるが、ついに2年間、これを書こう、ということがフォーカスしなかった。最後に分担となって他の人に先を越されたものもある。別稿でもいくつか書いてしまった。そこで、二つほど、ややしょぼい話題ではあるが、ふれてみたい。

天文台は、外からの利用ということでは、自分の肉眼で天体観察ができる数少ない場所である。百聞は一見にしかずという通り、何時間だらだら話を聞くより自分の眼で3秒みる天体の説得力は桁が違うのである。我々からすれば、その場でサポートとしていくつかのヒントをお伝えできる場所ということになる。たとえばオリオンのトラペジウムは有名である。トラペジウムは本来台形を意味する言葉であるから4つの星をみつけて満足することになりがちだが(私も長らくそうだった)、よくみると脇にもう一つ暗めの星がみえることがある(むろん見方を工夫すれば、つまり赤外線を見られる目にな

ることができれば、、、もっと多くの星がそこにはみえるはずなのだが)。こういう暗い天体にも気がつけるのが観測家のセンスの一つだ。ややおまけだが、約2割の方は自分で気づくが、そうでなさそうであれば、これに気づいてもらえるよう、あれこれ言葉



NGC346 (NASA提供)

を發して誘導する。言葉で直接答えを言ってしまつては自分で見つける楽しみはなくなってしまうから、どうにも間接的な誘導となり、これが案外難しい。いずれにせよ、とりわけ子どもたちには、いつかは他の似たような場面でも誰に言われなくとも自分でみつけられるようになってほしいものである。そして望遠鏡で3秒見たらぱっといなくなってしまう子供たちでも、少しでも長く観察する感覚を、そして何かに気が付いたという記憶が、本能として残ってくればとも思う。

そしてこういう直接のやりとりは、やっぱり本を読みながら勉強するのとはまったく直接度が異なる。昔の人は本から学んだのだろうし、私も大半、というより80%くらいは独学だという感覚もあれば、本で知っていたことを自分で確かめた時のシメシメ感も知っているが、直接聞いた方がどれだけ自分に入りやすいかというのも理解できるので、これは天文台がある限り大切にすべき側面であると思う。もっとも、文脈は紆余曲折して申し訳ないが、これをやりすぎると、一方では独学にふさわしい本や教材の枯渇、そしてさらには独学根性の枯渇も見逃せない問題になるのではないかととも思うのである。マニュアルがないからこれはできません、というか、できなくていいんです、さらには、できるようなマニュアルを書かないのが悪いのです、といったマニュアル文化の側面と似てしまいやしないか心配である。独学根性は我々がこの環境で仕事を続ける上での生命線でもあるのである。「井の中の蛙大海を知らず」となるガラパゴス危険性と背中合わせではあるが。



先日とある文化会館での講演の仕事があった。話しやすい内容でよいとの「お題」なのだが、これが宇宙をつかむようで一番難しい。これまたフォーカスが結ばず、期限ころになにがしかのタイトルはお伝えしたものの、それでも言葉にするのも漠然としていたのだが、スライドを準備していくうちに、結局「宇宙のいりぐちさがし」というのがキーワード

といえるのではないかと思うようになり、サブタイトルに入れさせてもらった。つまりはこういうことである。最近たとえば宇宙空間を飛び交う望遠鏡のおかげで、視力600の画像がみられるようになった（前頁図にサンプル）。むろん昔の白黒写真とは雲泥である（NASAが何兆円という投資をして人間を集めた粹なのだから当然かもしれないが。41号の記事「世界の天文台」参照）。ただ、それを見る人間の側はどうなのだろうか。これをみて3分、もろもろのことを考えられれば、立派な天文学者である。ほとんどの場合、たぶん、見事だ、とは思っただろうが、一分たてばその感激もややおさまリ、さらに一分たてば思考停止となるだろう。技術やノウハウはいかに進もうとも宇宙との会話の「入口」は相変わらず簡単にはみえないのである。だから星座や昔話も入口として有効なこともあるだろう。が、往々にして普遍的でもない。裏返せば、基本は、自分で宇宙の物語を創るしかないのである。そのための宇宙との会話の入口というものが要になる（注）。星座でなければどうするか。天体物理学が求めるところの数値、たとえば銀河の距離であり、星の質量であり、...といったものはまったくもって必要「不」十分としかいいようがない。

宇宙の物語といえば、日本人なら銀河鉄道になるだろう。90年前の東北の漆黒の空のもと、無限の想像力のかたまりの作品である。90年後、地平線がおそらく数千倍広がり（でもまあそんなもんか、という気もしなくはないが）、天の川の舞台でおきていることを詳細に承知することができ、さまざまな知見が爆発的に増えている我々に、だがしかし同じくらいインパクトのある作品がはたして書けるのか、挑戦状をつきつけられている感じがする。宇宙の物語は有意に増えたのか。我々各人がもつ入口の数ははたしてどのくらい増えたのか、まさか減ったのではないと思うが。

（注：宇宙人と通信をしましょうという意味ではありません、念のため）

（観測普及研究員 長谷川 隆）

天界四季折々

～季節の主な観望天体～

時期、時間帯により見えないことがあります

4～8月

惑星 金星☆、木星☆、土星#

星など カペラ、ポルクス、レグルス、アークトゥルス、スピカ、デネボラ、プリケリマ

星団 M37☆(散開星団)、M67 (散開星団)、M13#(球状星団)

惑星状星雲 NGC2392 (エスキモー星雲)

星形成領域 M8#(干潟星雲)

銀河 M81、M51、M104 (ソングレロ)

おそい時間帯

☆ はやい時間帯

観望マメ知識

惑星

太陽系の天体で、地球もそのひとつ。みな太陽のまわりをまわっており（公転）、その軌道の内側から順に、水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星となる。2006年までは海王星の外をまわる冥王星も惑星と分類されたが、現在では準惑星という分類になっている。可視光では、太陽の光を反射して光っているといっぴよい。木星から外の巨大惑星には環があるが、観望会では土星の環しかみえない。最大の惑星は木星（地球半径の10倍）。土星の環は半径約20倍だが、厚みは1km程度といわれる。すばる望遠鏡の活躍もあり、木星、土星の衛星は80個程度が知られる。

恒星

中心での核反応をエネルギー源として、みづから光る星。太陽は恒星の中では標準的で、半径は地球の109倍、質量は33万倍（密度では何倍になるか?）。一等星は、数百光年以内の太陽のような普通の星も多いが、デネブ、リゲルなどもっと遠くのものもある。望遠鏡でみると二つ以上見えるものが重星であるが、単に同じ方向に見えるが距離はまったく異なるものもある。星の一生のうち最後の短い期間は赤色巨星とよばれる赤く巨大で明るい星として過ごす。

惑星状星雲

太陽系の惑星とはまったく関係がなく、星の一生の最後のステージである。質量により終末現象は異なる。惑星状星雲は太陽程度の軽い星の終末。なんらかの対称性が見えることが多い。重い星の終末は超

新星爆発と考えられている。恒星内部で生産された元素はこのプロセスで宇宙空間に広がる。

星団

恒星の集団。あえて大きく分ければ、古い星の大規模（典型的には数十万個）集団の球状星団と、若い星の小規模集団の散開星団となる。散開星団は天の川沿いにあり、夏の空にも冬の空にも見られる。カタログなどで知られる星団は多くは天の川でできたものだが、例外もあって、これらは天の川の形成の歴史の研究には重要である。

銀河

恒星の大集団であるが、恒星間の空間には水素や一酸化炭素のガス、暗黒物質などを含む。階層構造としては銀河は上記の諸天体を含んだ一ランク大きな階層になる。楕円銀河、渦巻き銀河、サイズの小さな矮小銀河に大別される。天の川は我々の太陽が所属する銀河で、約1000億個の星を含み、典型的な大きさの渦巻き銀河である。

単位

1 光年

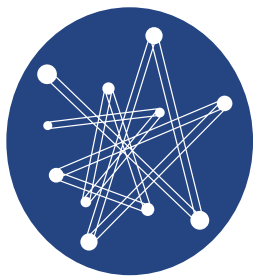
光が一年かけて進む距離。光速は毎秒30万kmであるから一年の秒数（ほぼ円周率かける千万）をかけると約10兆kmと求まる。

等級

天体の明るさを示す。数字が1つ大きくなるごとに約2.5分の1の明るさになる（暗くなる）。5等級の違いが明るさの100倍に相当する。伝統的にはこと座のベガを（ほぼ）0等級としてこれを基準に明るさを測ってきた。



散開星団NGC1893（ぐんま天文台65cm望遠鏡にて）。縦横2×2の画像を合成（合成跡がみえますが、初めてのことでしたので、習作ということでご容赦いただければと思います。中開きページの小学生の絵に負けたかもしれません。製作者談）。



GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY
県立ぐんま天文台

発行日 ▶ 2015年3月 発行 ▶ 県立ぐんま天文台 電話 ▶ 0279-70-5300 FAX ▶ 0279-70-5544
所在地 ▶ 〒377-0702 群馬県吾妻郡高山村中山6860-86
ホームページ ▶ <http://www.astron.pref.gunma.jp/>
※広報誌のバックナンバーは上記ホームページからお取りいただけます。
※広報誌や天文台の利用について、ご意見をお寄せください。