STELLAR NO.40 XF5-511 LIGHT



見納めとなったISON彗星 (太陽接近直前2013年11月16日の姿)

天体列伝 ~ISON彗星~ 0

事業報告 ~ぐんま天文台秋祭り~

~デジカメや携帯で月を撮ろう~

望遠鏡だって視力回復 ~65cm望遠鏡の子守り~

観望棟で待ってます!! ~観察用望遠鏡~

ボランティア寄稿

NTENTS

Hello! 全国の天文台 ~自然科学研究機構 国立天文台~

世界の天文台 ~ALMA望遠鏡~

私と天文学 ~学問のすすめ~

Gunma Astronomical Observatory

県立じんま天文台



天体列伝 ~ISON彗星~

1. どんな特徴があれば彗星と呼ぶのか

2013年11月29日(日本時間)、C/2012 S1(アイソン 彗星)が太陽に最接近し、ばらばらになって多数の小 片となり、あるものは揮発して消滅し、あるものはさら に小さくなって元の軌道付近を巡ってきました。このよ うな現象を「崩壊」と呼んでいます。この現象は彗星 が脆くて気化しやすい天体であることを示しています。

彗星の画像を見ると、輪郭がほんやりした丸くて明るい部分と、青色の幅の狭い筋状の部分、そして淡黄色の幅の広い帯状の部分が写っています。それぞれ、コマ、イオン・テイル(またはプラズマ・テイル)、ダスト・テイルと呼びます。イオン・テイルとダスト・テイルは区別が判然としないときがあります。また、あるかないかわからないときもあります。そこで「コマがある太陽系の小天体」を「彗星」と呼ぶことにしています。

では、「コマがない太陽系の小天体」を何と呼ぶのでしょうか。それは「小惑星」です。もう少し正確に言うと、太陽以外の天体を巡る衛星でもなく、微小な塵でもないものを、コマの有無によって彗星と小惑星とに区別していることになります。後述するように、コマは彗星の活動の結果できるものですから、活動の有無によって彗星と小惑星とを区別していることになります。太陽系の中にこのような区別の仕方をする天体は他にはありません。

2. どのように発見し、命名し、観測をするのか

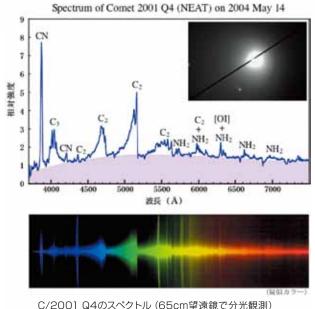
彗星も小惑星も時間をおいて写真を撮ると星々の間を移動していくことがわかります。このような天体を「移動天体」と呼びます。そこで、視野の広い双眼鏡などで日々星々を見つめたり写野の広い写真を撮ったりして、見慣れない天体がないかどうか注意深く見ます。また、写真の場合はさらに時間をおいて撮った複数枚を比べて、動いている天体がないかどうか調べます。どのような動きをしているか、つまり軌道がわかると新天体の発見ということになります。その天体が光

が集中せずぼんやりした姿をしていたら、彗星の発見 ということになります。

発見したら、今度は命名です。名前がないと他の彗星と区別ができず、どの彗星かを指し示すこともできません。発見者の名前が付いた彗星がたくさんありますが、彗星を区別するにはこのような名前ではなく「符合」を使います。どのように表記するかというと、「C/2011 W3」「C/2012 S1」などです。前者はラヴジョイ彗星(Comet Lovejoy)、後者はアイソン彗星(Comet ISON)を表しています。

「C/」は彗星一般を表す接頭語で、この他に周期彗星を表す「P/」、消滅した彗星を表す「D/」などがあります。その次に来る4桁の数字は発見年を西暦で表しています。W3、S1などに含まれるアルファベットは発見月を示します。15日までを月の前半、16日以降を月の後半として、1月前半からA、B、C、…と順にアルファベットを割り当てます。ただし、「I」は「I」とまぎらわしいので使いません。したがって、12月後半は「Y」になります。最後につく数字は発見順を表します。すると、ラヴジョイ彗星は2011年11月後半に3番目に発見された彗星、アイソン彗星は2012年9月後半に最初に発見された彗星であることがわかります。

では、彗星の観測にはどのようなものがあるのでしょうか。まず、大きく分けて撮像と分光があります。 撮像は文字通りその姿を写真に撮ることです。ただし、フィルターを使って光を選り分けて、特定の光だけを受け止めて撮ります(記録します)。分光も文字通り光を分けることです。空にかかる虹よりももっと細かく分け、時には可視光を10万分割するようなこともあります。フィルターを使うにしても分光するにしても、受け止めた光の強さや成分を量的に調べ、彗星の明るさ、物質の分布、発光または吸光している物質の種類や置かれた状態(温度、密度、運動など)などを明らかにしようとする観測です。これらは太陽からの距離の変化に伴って変化しますから、変化の様子を見ることに



C/2001 Q4の人ペクトル (65cm望遠鏡で分光観測)

よって太陽光と彗星物質との相互作用や彗星本体 (彗星核) の活動様式をも探ることができます。

撮像には単に光を選り分けるだけでなく、光の偏り (偏光)を記録する方法もあります。この方法を使う と、彗星から放出されるダスト(塵)の大きさや形状な どを調べることができます。そして、撮像も分光も可視 光で行うだけでなく、赤外線や電波、紫外線などでも 行われます。

3. 彗星は何者か

彗星核は揮発性の高い氷 (一酸化炭素、二酸化炭素、メタン、水など)と大量のダスト (鉱物、有機物)でできていて「汚れた雪玉」とも言われます。その汚れ方は半端ではなく、太陽光の反射率が4~5%であるとされています。ほとんど真っ黒と言って良いレベルです。このように黒い汚れた雪玉が太陽に接近すると、温度が上昇して氷がガス化します。こうしてガスが放出され、これに引きずられるようにダストも放出されます。ダスト混じりのガスは彗星のコマとして観測されます。コマからは太陽光の作用で電離したガスが流れ出しイオン・テイルとなります。また、ダストもコマを離れていき、ダスト・テイルとなります。こうして、彗星はぼんやりした姿の天体として発見されるのです。

4. 彗星はどこから来てどこへ向かうのか

彗星には太陽の周りを幾度も回るもの(周期彗星) もあれば、一度だけ近づいて二度と戻ってこないもの (長(非)周期彗星)やアイソン彗星のように壊れてな くなってしまうものもあります。このような彗星の起源 はどのようなものなのでしょうか。それは太陽系の始ま りに遡ります。

星間雲の高密度領域が収縮して誕生した原始太陽 の周りには、ダスト混じりのガスでできた回転円盤が できます。この中で地球や木星などの惑星が形成され ます。太陽から見て現在の火星までの距離では主とし て岩石が惑星の材料(岩石質の微惑星)になります。 こうした材料の名残や壊れて再び集まったものが小惑 星です。これより遠いところでは水や一酸化炭素など が氷 (揮発性の氷) になって惑星の材料 (氷質の微惑 星)として使えるようになります。地球よりはるかに大 きくなった原始惑星は周囲のガスを引き寄せて惑星本 体に加えてしまうほど重力が強くなり、巨大惑星となり ます。そして何らかの原因でガス円盤が失われた後、 惑星の材料にならなかった氷質の微惑星が惑星重力 によって海王星以遠に掃き集められたり(太陽系外縁 天体)、飛ばされたり(オールトの雲)してできた「彗 星の巣」と呼ばれる領域から、時を経て太陽近くまで 来たものが彗星だとされています。ですから、彗星は 太陽系初期の物質情報を保っている氷漬けの天体と も言うことができるので、これを観測することによって 惑星形成期の太陽系の姿を描き出すことができるは

現在周期彗星とされる彗星も、そうなる前は太陽系の低温領域にあったものです。いつまでも安定に回っているとは限らず、地球や金星、火星などの惑星の重力によって軌道が変化し、やがて太陽に落ち込んだり、太陽系外に去って行ったりするものが多くあります。そう、彗星は太陽系を飛び出して星間空間の旅を始めるのです。

5. 系外彗星はあるのか

そうなると、太陽系外からやってくる彗星(系外彗

星)があるのではないかという疑問と期待が沸き起こります。惑星は太陽の周りだけで形成されたのではなく他の恒星にもあることがはっきりした現在、彗星も太陽系独特のものだと考える理由はありません。もし系外彗星を観測したとすれば、それはおそらく太陽系の彗星とは異なる物質成分を示すことでしょう。少なくとも、まったく同じになるとは思えません。

これまでのところ、疑わしい例は1例のみです。それはC/1988 Y1 (Comet Yanaka) です。他の彗星と比べて圧倒的に炭素が少なかったのです。しかし、この彗

星は二度と戻ってこない彗星であり、詳しい観測をする間もなく太陽系外に去って行きました。

もし系外彗星を観測することができたら、「他の太陽系」の始まりについて知ることができるでしょう。それは、私たちが暮らす太陽系が他の太陽系と同じようなものなのかそうではないのかを明らかにしてくれるはずです。

彗星は小さな天体ですが、大きな夢を運んできてくれる天体である。そんな風に思えてなりません。

(観測普及研究員 濱根 寿彦)



事業報告~ぐんま天文台秋祭り~

ぐんま天文台では毎年、群馬県民の日(10月28日)にイベントを行っています。今年は観測普及研究員と指導主事が1人1企画を提案、実施し、盛りだくさんな内容となりました。晴天に恵まれ、月曜日にも関わらず、昼間に361名、夜間に91名が来館しました。

イベントの様子

★ バックヤードツアー 太陽望遠鏡の分光器、150cm望遠鏡の床下部分と制御室、防雷システムなど、 通常ご案内していない場所を巡るツアーを行いました。









★ 天体あてクイズ

参加者自身が望遠鏡を操作して、遠くの壁に掲示した天体 写真の内容を当てるクイズを行いました。





★ 試食会

高山村商工会によるブランド米「月あかね」の試食 会が行われました。



★ 光を分けてみよう

厚紙と回折格子フィルムを使って簡易分光器を作り、天文学の研究手法の1つ「分光」を体験しました。





★ 金星観察会

金星を観察しやすい時期であったことから、65センチ望遠鏡を使って昼間に金星の観察会を行いました。青空の中、半月のような形で白く光る金星が見えました。



★講演

接近中だったアイソン彗星、デジカメで彗星を撮影する方法、天文台での彗星の観測などについてお話ししました。

「150センチ望遠鏡を 用いた彗星の観測 ~アイソン彗星の接近に 向けて」





「アイソン彗星撮影講座」

ぐんま天文台では毎日「定時イベント」を開催していますが、連休や県民の日など来館者が多くなる日を中心に特別なイベントも開催しています。天文台に行ったことがある方も、イベントにあわせてもう一度来館してみてはいかがですか。 (観測普及研究員 大林 均)



デジカメや携帯で月を撮ろう

ぐんま天文台では、たくさんのボランティアが活動しています。活動の中心となっているのが、ボランティア自らが企画運営している自主企画です。星座解説やお月見などの季節行事で、来館者に親しみやすいイベントを提供してくださっていますが、中でも好評なのが「デジカメや携帯で月を撮ろう」というイベントです。皆さんがお持ちのコンパクトデジタルカメラや携帯電話に組み込まれているカメラと、ぐんま天文台の小型望遠鏡を組み合わせて月を撮影する体験型のイベントです。平成25年度は全部で5回開催されました。

このイベントは毎回とても好評です。自分のカメラで撮影できますので、より良く写そうと皆さん真剣に取り組んでいらっしゃいます。何度も並びなおして撮影したり、毎回参加されたりする方もいらっしゃいます。開催日によって月の形が違うため、写る模様やクレーターも違い、趣が異なりますので、何度も参加していただくとより楽しんでいただけます。

天体撮影というと難しいイメージがあるかと思いますが、月なら比較的簡単に撮影することができます。一部の明るい惑星などを除けば、星雲星団などの天体を撮影するには長時間露出が必要になります。そのため、三脚や赤道儀などの星を追尾する装置が必要です。また、カメラにも長時間露出機能が必要です。しかし、月は十分な明るさがありますので、手持ちで





パシャッとシャッターを切るだけでも撮影できます。 望遠レンズでも写せますが、天体望遠鏡と組み合わせることで、とてもきれいに写すことが可能です。実際の撮影は、天体望遠鏡の覗き口にカメラのレンズを押し当てて行います。いわゆるコンパクトデジタルカメラや、携帯電話、スマートフォンなどに内蔵されているカメラできれいに写すことができます(一部機種を除く)。一方で一眼レフ式やミラーレスなどのレンズ口径が大きいものは、視野が広すぎて一部しか写らないので適していません。できればシャッタースピードや露出が変更できる物の方が良いですね。携帯電話やスマートフォンのカメラよりも、コンパクトデジタルカメラの方が設定を細かくできるので、上手に写せることが多いようです。

多少コツはいりますが、すぐに上手に写せるようになります。最初は難しく感じるかもしれませんが、慣れると簡単です。うまく写せない方はボランティアの皆さんがサポートします。来年度も4回開催する予定です。まだ参加したことがない方は、ぜひ、挑戦してみてください。

(指導主事 倉林 勉)





画像は反転です



望遠鏡だって視力回復 ~65cm望遠鏡の子守り~

65cm望遠鏡はぐんま天文台の主力望遠鏡です。変 光天体、彗星、星団の研究で第一著者論文を8本も 生産しましたし、観望会では夏場に湿度が高くなった り冬に小雪が舞っているといって150cm望遠鏡が使 えないときでもぎりぎりまでがんばるのは65cm望遠 鏡。落語なら、一杯飲んですぐに横になってしまう亭 主の横で夜なべまで針仕事をいそしむ健気なかあ ちゃんのような望遠鏡です。「サンジョの三ツ星様も 横になったからそろそろ夜なべ仕事もこのくらいにし ようかね」。望遠鏡の筒の中は普段はお見せしていま せんが、基本的な構造は、鏡筒の底に65cmの鏡(主 鏡)が、筒の先に20cmの鏡(副鏡)が向かい合わせ に置かれる、という単純なものです。

ところで、人間の視力は1.0だとか0.3というように表現します。1.0だと、分度器のメモリ1度の1/60の角度、2.0だとさらに半分でメモリの1/120の角度が識別できます。望遠鏡では「視力」をハルトマン定数という数で表現しますが、65cm望遠鏡では過去のチャンピオンデータは0.175秒角くらいで(実際はその2倍の0.35秒角が限界になるため)、これは分度器1度の約1/10000に相当します。あえて視力に直せば、170くらい(検算してみましょう)。で、いつもチャンピオンデータではないだろうとはいえ、最初に書いたような

単純な構造の望遠鏡なのだから、いつもこのくらいの 視力になるのかといえば。

主鏡は約100kg。こんな重い鏡が鏡筒の中でじっと していることはないでしょう。望遠鏡がいろんな方向 を向くたびに「下」の方にずりおちようとするでしょ う。反対に向ければ反対に。空の同じところ戻しても 鏡の場所は同じではないでしょうね。さらに、鏡筒は 長さが約3mあり、3m先に副鏡があるのです。同様に して、3m先の鏡がいつも同じところにあるとはとても 思えません。長さ3mもの鏡筒が傾いたらその先につい ている鏡はやはり「下」の方にずりおちるでしょう。鏡 はガラスですからあまりがちがちに固定できません (気温が高くなって膨張したら割れるかもしれませ ん)から、逆にそれも「遊び」になってしまいます。温度 が変われば鏡筒の形もゆがむでしょう。むしろ、先に 書いたようなチャンピオンデータが実現できているの はとても奇跡的なことなのです。通常は、視力でいえ ば80~100くらいでしょうか。

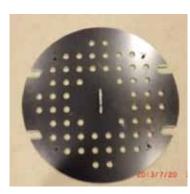
このように、むしろ「動き回って落ち着かない子供のような鏡」をどう調整、つまり「子守り」をするのか。有限で、可能な限り短時間で、ささっと調整するにはどうすればいいか。すばる望遠鏡のようなチャレンジングな大事業で日本天文学界すべてのリソース



が結集される望遠鏡 ならともかく、ぐんま の片田舎のふつうの 望遠鏡では夜な夜な の調整につきあってく れるる人はなかなか ありません。リソース が尽きれば結局は最 後は自分だけがたよ

りです。まずは「この調整は職人芸か魔術で、何か特殊知能がいるのではないか?」という呪縛から開放される必要があります。これは、最終目的は「2枚の鏡の中心が一本の線上(光軸)にあり、鏡が光軸に垂直な面に置かれるように傾きを調整する」と明確にしてみると、純幾何学的に考えればよく、中心を結ぶ直線は必ず存在し、それに垂直な面は必ずありますから、「必ず」できることなのです。ですから「職人芸かどうか」ではない。問題は単に効率的な実現法なのです。

2005年の年末にはG社の調整で一度チャンピオンデータに迫る視力が実現さされました。調整には格子状に穴が開いている「ハルトマン板」を使います。これを望遠鏡の先につけて星の光を入れ、後ろからみる。格子状の穴から光は入りましたから、出てくる光も格子状になれば完全。鏡が傾いていれば格子がくずれてゆがむ。このゆがみの「量」が実は先のハルトマン定数です。2005年のときはこの格子をみて肉眼で調

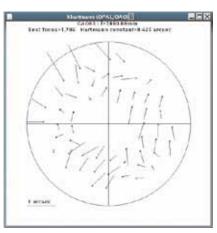


ハルトマン板 (直径約70cm)

整してほぼチャンピオンデータになった。自分の肉眼でやっても全くできませんでしたから、G社の(この社員の?)眼力は今でも敬服しています(彼が乱視や老眼になりません

ように!)。ただこのときは鏡の傾きの記録手段がなかったため、3ヶ月くらいで「視力」は落ちていきました。自分の肉眼にその神通力がなければ計算機で計測するしかありません。するとハルトマン板の各入り口から入った光が出口でどの程度ずれているか示すプロット(ベクトル図)が出てきます(ハルトマン定数の数字も読めますね)。望遠鏡の教科書にも出てきます。この図をみていると状況がわかったような気になる。ところが、これが案外罠なのです。主鏡副鏡のどちらの傾きをどのように変えればいいかは読みきれない。教科書にも書いてない。それもそのはずで、教科書ではコマ収差、非点収差という2種類の収差のベク

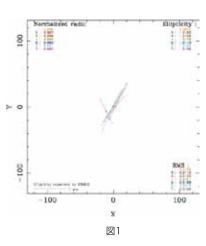
トルパタにます。として、大いないでは、かないでは、かなら目収むのでで、かなら目収むがなら目収むがある。

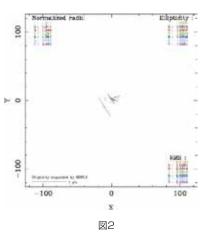


ハルトマン図 (調整中)

ん最後の微調整ではこんなにはっきりした収差はない)。それならブラインドサーベイをやるか。2枚の鏡だけなのだからいろいろ傾けているうちにいい傾きが見つかるだろう、という「方針」です。しかしこれは名前からして盲目的というのですから、方法がわからないと白状しているわけで、「方針」かもしれないが、あまりにもくやしい。かつ、案の定これは労多いものでした。しかしさらにここでも罠があり、ときどきはうまくいったのです。だが、ほぼ同じ位置に鏡を戻しても同じ状態になるわけでもない。これはまぁ早々に見切りはつけたものの、次の一手がどれも実現性に乏しく、くすぶっていたのでした。わかってみれば、たとえば副鏡は0.02mm単位で追い込まないといけなかったのですから、それもそのはずです。

霧が晴れるときはあっけないものです。別の用途のため、24年度の冬に、黙々、非点収差とコマ収差を表示するプログラムを作っていました(注1)。この5月に、応用してみたのでした。初期の状態が下図1、調整終了後が下図2です。斜めの線が非点収差の大きさ方向を示し、中点のばらつきがコマ収差に対応するので、こうなれば調整の方針は大変明確。一回つまみを回せば収差の変化のセンスがわかり、回す量から期待されるとおり反応し、2、3回つまみを調整して思うように動いたのがみえてきたときには、もうこれでいけるという期待が強まっていました。しかもハルトマン画像が取れてから1、2秒で図示されるので、リズ

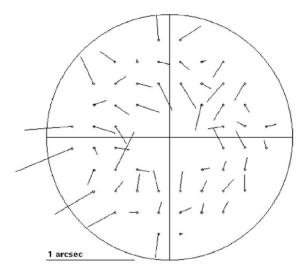




ムもよい。図2で は、もうこれら の収差はないと いいたいくらい です。調整作業 は実質わずか3 時間の作業で した。次の日に ハルトマン図を 作ってみたら予 想通り、いや予 想以上で実用 には十分おつり がくる状態でし た。それまでに 調整に費やした のが、記録では 6年間で延べ45 日。晴れと長い 一晩を求めて

(とはいえ強い季節風で本来は調整向きではない) 厳冬期の調整でうなだれうなだれしては時折光明が さす毎日が思い起こされると同時に、調子が悪い時 期に来られた方に対する申し訳ない気持ち、一方でこ

GA 065 : f=7800.00mm Best focus=2.066 Hartmann constant=0.209 arcsec



ハルトマン図 (調整後)

れでもう大丈夫だ (再現できる) という安心、重圧からの開放感が渦巻きました。歴史は繰り返す、「コロンブスの卵」。もっとはやくできなかったのかとも思う反面、スクリプトをあやつるための慣れ、教科書にない方針での開発 (当然失敗のリスクを伴う) に必要な時間でした (注2)。次の日の観望会は、視力手術完成を祝うような新月快晴無風の中、「シーズン開始」の土星や球状星団は、望遠鏡の中に絵がはってあるのではないかという疑惑とともに、ドームじゅうに満ち満ちる大熱狂で迎えられたのでした。ただ、子どもの「きをつけ」の姿勢は瞬間的にはできたわけですが、あとは少しでも長く (数ヶ月は)「子どもがおとなしくなるようにする」ことが次の課題です。

- (注1):通常は、Zernike多項式というものに展開します。その 多項式の一つ一つが各収差に対応します。C++など高 級言語は必要なかったのですが、天文台の計算機には Fortran 95がなくて閉口しました。
- (注2):本来は機械的にある程度追い込めてそれから微調整というのが理想ですが、これを業者さんと本格的にやれば治具だけでたいへんかかってしまいます。それでも治具は作ったから「最後はあんたやって頂戴」にもなったかもしれません。ただ、あらゆる調整が職員だけでやれるとも思わないほうがいいでしょう。

(観測普及研究員 長谷川 隆)



観望棟で待ってます!! 〜観察用望遠鏡〜

1. "観察用望遠鏡"って??

「これくらいの望遠鏡が自分専用にあったらいいなぁ…。でも贅沢だなぁ。ちょっと手が出ないなぁ…。 だけど使ってみたいなぁ…。」そんな方々の願いを叶えてくれる望遠鏡がぐんま天文台にはあります。気軽な観望から本格的な観測までできる望遠鏡。それが"観察用望遠鏡"です。

2. "観察用望遠鏡" はどこに……??

駐車場から遊歩道を進み、上りきる頃、右手に本館やドームたちが、そして正面には屋外モニュメントのサムラート・ヤントラが見えてきます。来館されたお客様方は、本館北の玄関から入館され、太陽望遠鏡スペースや、口径150cm・65cmの各大型望遠鏡、展示コーナー、屋外モニュメントなどを見学され……。とまぁ、昼間の施設見学といえば、おおかたこのようなところでしょうか。土日や祝日の晴れた夜に行われている天体観望会も、2台の大型望遠鏡が主役です。

ところが、これらのほかにも、ぐんま天文台には見所があるのです。その一つが「観望棟」です。本館からさらに奥まったところの観測広場の脇にある建物です。 普段は見学コースに入っていません。この中に納められている望遠鏡が"観察用望遠鏡"です。



3. 観望棟と観察用望遠鏡の特徴は??

観望棟の特徴は、何といってもその"屋根"にあります。150cm望遠鏡や65cm望遠鏡はいわゆる"ドーム"に納まっていますが、その目的や性格上、丸屋根の一部しか開けられません。これに対し観望棟は、その独特な屋根全体を横にスライドさせて動かしてしまい、満天の星空を眺めながらの天体観測ができる施設なのです。その機構から"スライディングルーフ"とも呼ばれています。

観察用望遠鏡は、全部で6台設置されています。赤道儀は「ドイツ式」と呼ばれるタイプのもので、隣接する制御室内のコンピューターと接続され、天体の自動導入が可能です。同架されている望遠鏡は、一見するとどれも同じものが並んでいるように見えますが、実は少しずつ性格や味付けが違います。1号機から6号機までの望遠鏡について、下表に紹介します。

観察用望遠鏡の機材

	1号機 5号機	25cmF5反射望遠鏡 (BRC-250) 15cmF7屈折望遠鏡 (FCT-150)
	2号機 6号機	25cmF3.4反射望遠鏡 (ε-250) 15cmF7屈折望遠鏡 (FCT-150)
	3号機	30cmF12カセグレン式反射望遠鏡 (C-300) 15cmF7.3屈折望遠鏡 (TOA-150)
	4号機	30cmF6ニュートン式反射望遠鏡 (MT-300) 15cmF7屈折望遠鏡 (FCT-150)

· 赤道儀はいずれもEM-2500型ドイツ式赤道儀で、コンピューターによる自動導入式。 · 赤道儀、鏡筒ともに高橋製作所製

4. 活用例

観察用望遠鏡は、アマチュア天文愛好家による利用 や、教育・学習の場面での活用を想定して設置されていま す。主な活躍の場面には、以下のような例があります。

①小中学校の児童生徒が学習目的で来館した際

の、さまざまな天体の観察や体験活動の支援

- ②高校で実施されているSPP (サイエンス・パートナーシップ・プログラム) やSSH (スーパーサイエンスハイスクール) などの事業にかかわる観測や研究の支援
- ③望遠鏡使用資格取得者による「観測体験時間」 での利用
- ④土日や祝日などに実施する、一般来館者向けイベント「昼間の星の観察会」での活用
- ⑤大型望遠鏡では不可能な、天体の姿の撮影や、 天文現象の記録・観測

5. 観測体験時間での利用

前述の活用例のうち特に③は、他の天文施設にはあまり例の無い、ぐんま天文台ならではの特筆すべき利用形態といえます。眼視による観望・観察はもちろんで

すが、天体撮像用の冷却CCDカメラや一眼レフカメラによる撮像、小型分光器による分光観測なども可能です。 利用者自身による機材の持ち込みの



「昼間の星の観察会」の様子

ほか、無料貸し出し用の観測機材も揃っており、アマチュアから研究者まで幅広い活動を支えています。これは、ぐんま天文台が群馬県教育委員会に所属する施設であり、生涯学習や社会教育を支援していくことを意識した重要な活動の一つとなっています。個人、グループ、家族や親子など、利用の仕方はさまざまですが、天文台開館当時から愛されている事業です。

(指導主事 新井 寿)



天文台ボランティア寄稿 今すぐできる本物の体験って? ~空を仰ぎみて想う~

■ボランティア目線での楽しみ方をご紹介

私は、平成13年度にぐんま天文台ボランティア登録 し、自主企画イベントを中心に活動させていただいて いる群馬県民ですが、この紙面をご覧の皆さんの様 子を勝手に想像しながら、ぐんま天文台の楽しみ方を ご提案してみます。そして、天文台で本物の体験って 難しい、面倒!そもそも本物の体験をする意味は?と いう誤解を、よし天文台に行ってみよう!と解いていた だければ幸いです。

■ホームページでご覧いただいている皆さん

ぐんま天文台のホームページに限らず、インターネット上で情報が豊富に公開されている現在では、美しい映像や様々な専門分野の発表を簡単に入手できます。一方で、その情報は『書き手の実体験を、伝えたいという思い=フィルターを通して公開された情報について、読み手が自身の類似体験と照合し、自分なり

に解釈した結果』ではないでしょうか。つまり、ほとんどの正確な情報は過去の内容ということと、読み手の実体験が、受け止めることのできる情報量を決めていると思うのです。

そこで、まだ一度もご来台いただいていない皆さんは、昼でも夜でも構いませんのでぜひ足をお運びください。そこには天文に関する豊富な情報があり、これらを現代に生きる皆さんに実体験していただくこと。また、その実体験をきっかけに、今後の日常生活でさらに心豊かな時間が増えるよう、皆さんのおもてなしに心を砕く職員の心意気を感じていただけることと思います。さらに、天気やタイミングに恵まれれば、太陽、月や星のライブを感じながら、職員の専門分野での最新情報の一端に触れていただく、チャンスもあります。私は、職員の話は難しいからと尻込みせずに、最先端の話題を全て理解しようとも考えないで、その話題について「新しい世界を切り拓こうと寝食を忘れ

て奮闘している、活き活きとした職員の姿」を目の当 たりにすることが、「自分の身の丈に合った、今必要 な迫力ある実体験」だと思います。

■学校や科学館などでご覧いただいている皆さん

ご近所の学び舎から得られる実体験をさらに幅広くするきっかけとして、ちょっと気分転換に専門の施設へ足を運んでみてはいかがでしょう。ぐんま天文台は山の中にあり、お子さんが公共交通機関だけで来るのは無理ですから、大人の皆さんの出番です。家庭学習となった観察や、夏休みの宿題を行うなど、行楽のついでにぜひ足をのばしてみてください。お子さんの興味を引く話題を選び、対話によりお子さんの理解が深まるような解説のある催しもあります。太陽に関する基礎的な知識と、美しい自然を目の当たりにする感動と、澄んだ空気のなかでのちょっとした運動により、お子さんの「生きる力」を伸ばす一日として過ごせるはずです。なかには、お手軽な子供会の行事としてご来台いただくこともあります。

■遊歩道をうつろいゆく季節の落とし物を見つけ ながら

最後に、具体的にお勧め体験ポイントをご紹介します。まず遊歩道では、惑星の太陽からの距離と大きさを実感しながら、里山を渡る風や季節の草花、ドン



グリや落ち葉、小動物の落とし物を見つけるなどして、街なかの生活からちょっと自然の中に分け入る体験ができます。やがて木星が見えてくるあたりで、天文台のドームが目に飛び込んでくる景色は、これからのワクワク体験を連想するためか、とても印象に残ります。

また、一番のおすすめは、刻々と変化する活動している太陽の姿と、太陽から放射されるエネルギーに含まれているメッセージについて、職員の解説を受けながら生の光を目の当たりにできる太陽望遠鏡スペース (太陽展示コーナー)です。季節に関係なく、昼に屋内で体験できますので、どなたでもお気軽に楽しめることでしょう。

さあ今度は、皆さん自身にお勧め体験ポイントを見つけていただく番です。その場所を、クイズラリーのご意見欄に記入いただくなど教えていただけると嬉しいです。

(ぐんま天文台ボランティア 岡田 寿史)



Hello! 全国の天文台 ~自然科学研究機構 国立天文台~

全国に天文台を冠する施設はかなり多数あります (関西に多い感じがするのは気のせいかもしれませんが)。むろん学術研究専門の施設もありますが、存外門 戸を開放している施設が多いのも天文の業界だといわれており、それぞれの施設が独自の方針と工夫をもって 天文普及の道を切り開こうとしています。この連載では、すべてとはいきませんが、そんな全国の諸施設を紹介していきたいと思います。初回は日本の天文学界の総本山ともいうべき自然科学研究機構の国立天文台です。

国立天文台は、ALMAやすばる望遠鏡、野辺山45

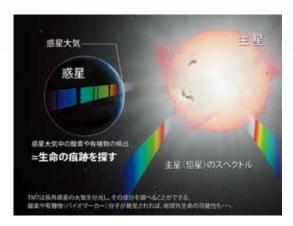
メートル電波望遠鏡、スーパーコンピュータなどの観測・研究装置を有する天文学のナショナルセンターです。江戸幕府の天文方・浅草天文台に端を発し、長く東京大学の附置研究所(東京天文台)でしたが、現在は大学共同利用機関法人自然科学研究機構の一員として、全国の大学教官や大学院生をはじめとする天文学研究者との共同利用・共同研究を広く進めています。ぐんま天文台の皆さんとの共同研究も数多く実施されてきました。現在の国立天文台は特に光・赤外線天文学、電波天文学、理論天文学、太陽プラズ

マ研究等の分野で観測・研究・開発を広く推進しています。また国際協力や大学連携の窓口として、天文学および関連分野の発展のために活動しています。

国立天文台の職員は現在約500名。そのうち研究教育職員(教授・准教授・助教)は155名、エンジニアが33名、事務職員が51名、ポスドク研究員が60名、さらに全体の約4割の契約職員によって運営と研究が支えられています。国立天文台では積極的な研究者の交換・交流を推奨していますので、ぐんま天文台から国立天文台に移られた方がいらっしゃいます。このため、数多い国内の公開天文台の中でも、国立天文台にとってぐんま天文台はもっとも身近な天文台と言える存在です。これからも天文学研究や天文教育・普及の分野での両天文台の協同がさらに加速することを期待しています。

いま、天文学は旬を迎えています。人類の根源的な問いでもある「私たちはどこから来てどこに行こうとしているのか?」、「私たちは何者で、宇宙には私たちのような生命が住む星は他にあるのか?」という二大テーマが、いよいよ解き明かされそうとしています。といっても、どちらの謎解きもうまく行けば今世紀中にはといった段階ですが、目を見張るような研究成果が





すばるやALMAなど国立天文台も参加する形で、近 年、次々と明らかになっています。

宇宙における一番星誕生の現場を見たい。ダークエ ネルギーの時間変化を調べたい。さらに太陽に近い ご近所の恒星たちを詳しく調べ、ハビタブルゾーンに 存在する地球サイズの惑星を探し出し、その大気の 温度や組成を調べ、宇宙生命の存在を確認したい。 これらの野望を実現するために、国立天文台では、米 国、カナダ、中国、インドとの国際協力によって次世代 大型望遠鏡TMT(サーティー・メーター・テレスコー プ)の建設を始めました。もし、近い将来、TMT等の 活躍によって知的生命体の発見が現実のものとなれ ば、私たち人類の価値観は大きく転換し、1年先とか 目先にのみとらわれてしまっている今の生き方を問い 直すことになるでしょう。2021年、東京オリンピックの 翌年にTMT望遠鏡は完成予定です。オリンピックの 次には、宇宙の中で地球以外の星に生命体発見の夢 を、群馬県民や子どもたちはもちろん世界中の人々と 共有できればと願っています。

(寄稿:国立天文台天文情報センター

准教授 縣 秀彦)



世界の天文台 ~ALMA望遠鏡~

ステラーライトでは、ぐんま天文台の話題を提供していますが、こうしている今も世界の天文台はさらに長足の 進歩をとげ飛躍しています。このコーナーではそんな世界 の最先端の天文台の熱気を逐次ご紹介します。

初回はALMA望遠鏡です。Atacama Large Millimeter/

submillimeter Arrayの頭文字を続けたものです。南米チリ共和国のアタカマ砂漠に設置され、天体の電波を捉える天文台で、図1が全アンテナ66台がそろった最終形です。地球大気による天体(そして宇宙空間)の電波への影響をなるべく減らすために標高5500mの高地にあり、



図1 Credit: Clem & Adri Bacri-Normier (wingsforscience.com)/ESO

分解能をあげるベくアンテナは18.5 kmもの広範囲に配置され、まさに次元の異なる視力 (解像度)と精度 (厳しい環境の中での高性能の受信機、アンテナ鏡面)をもち、また電波より短い周波数 (サブミリ波)という新しい「窓」が特徴で、アメリカ、欧州と日本などが力をあわせた望遠鏡です。日本も野辺山宇宙電波研究所や富士山での観測経験 (開発や運用など) などをいかして各方面で大きく貢献をしました (図2)。

2001年に建設計画が始まり、2011年9月から科学観測が始まりました。この年はまだアンテナも全部そろわず、サイクルゼロとよばれる科学目標を達成するのに必要な性能の検証観測が含まれました。しかし、この段階から、高性能ぶりは明らかでした。光の望遠鏡でいえば、まるで地上の望遠鏡でみなれていた天体をハッブル望遠鏡で見たときのような感覚とでもいえるでしょうか。初期の成果の記事ではよく「今まで数日かかったものがわずか数分の観測で答えが出た」と記されていました。新しい望遠鏡、新しい観測手法の初期で典型的な感覚だといえるでしょう。かつてぐんま天文台におられた濤崎さんも、「今まで(一酸化炭素など)一つの分子輝線で観測していたのが複数の分子輝線を使えるようになり天体の中の分子の量だけではなく温度や密度などその状況も同時に手に取るようにわかるようになってきた。」

現在は初期の成果ラッシュといえるでしょう。今後の 観測課題は大きく5つの分野に分けられています。

1. 宇宙論、高赤方偏移天体

宇宙初期の天体は必然的に遠くにありますが、 ALMAにより電波帯では遠くなっても暗くならない性質 があり、初代銀河の誕生現場を調べられます。すばる望 遠鏡で発見された銀河がまさに始原的な状況らしいこと も示されました。

2. 銀河とその中心

天の川銀河をはじめ銀河は多数の星だけでなく、星と

星の間の膨大な空間に多量の星間ガスを含みます。銀河が進化する間にこのガスには一酸化炭素、シアン化物、メタノールなど身近な分子が満ちてきます。ALMAではこれらを効率よく観測し、また高解像度で銀河中心核周辺の現象を探ります。

3. 星間物質、星形成、化学進化

星間ガスは新たな星を作る原材料でもあります。例えば、グリコアルデヒドを含むガスが生まれたての星で検出されています。私は生物のことは詳しくないのですが…。

4. 星周円盤、系外惑星、太陽系

かのように生まれてきた星がそのまわりに惑星を 作る多様な現場が捉えられるでしょう。惑星のもと となる円盤状の構造や想定以上に遠い場所で生まれ る惑星がみつかっています。

5. 星の進化と太陽

ぐんま天文台の望遠鏡で恒星の表面模様をみることはできませんが、ALMA望遠鏡では星の中でサイズの大きい超巨星の表面の構造を調べることができます。

2013年3月には開所式が行われました。予想される成果以外の成果も出てきてその後の意外な進歩につながるでしょう。

(観測普及研究員 長谷川 隆)

脚注 1:http://alma.mtk.nao.ac.jp/j/を参照。

脚注2:もっとも天文学は北半球で長い蓄積があることもあり、北半球から詳しく調べられた天体が観測できないのは残念なことです。

脚注3:課題の公募が一年に一回しかないことから、倍率も 当初は約10倍でした。

脚注4:この望遠鏡での成果は、とりわけ遠赤外線のSpitzer天 文台など、波長(周波数)が近く親和性のある天文台 など、他の望遠鏡との連携が目立ちます。それらの望 遠鏡で入念に下準備をしてあるのが印象的です。



図2 日本が分担した16台の望遠鏡(アタカマコンパクトアレイ)。 (国立天文台教授 川辺 良平教授提供)

私と天文学 ~学問のすすめ~

掃除をしていたら、1993年の古い冊子が出てきた。大手予備校が受験生向けに進路情報を提供するものである。天文・宇宙科学に関する特集号で、この学問の特徴や研究の実際に加え、卒業後の進路などについての紹介がなされている。わが国でこの分野に関連するほぼ全ての大学や研究機関に対する調査が行われ、現役の研究者から得られた生々しい情報が満載されている。その中に、卒業後の就職についての展望をまとめた頁があった。

大学や天文台の研究者以外にも教育機関や技術系メーカー、或は情報やマスコミ関連などへの就職があるとの回答が数多く寄せられていた。バブルの空気もある中、統計や時系列解析などを武器に銀行に就職した例もあるなどとの記述もある。そして、この項目の最後に、「こんな意見もあったので紹介しておく」として、次のような記述があった。

「大学は就職のための予備校ではありません。大学での勉強は純粋にアカデミックであって構わない。就職のために大学に行く学生には天文学は向かないと思う。」

この回答を寄せた研究者の名前も明記されていた。若き日の自分である。当時は大学の教員であった。私立の工学部であったためか、実学指向が強く、基礎科学の研究を軽視するような風潮を感じていた。また、就職活動と称して授業を休み、企業訪問を優先する学生や進路指導の態度にも疑問を感じていた。大学とは学問を実践、教育する場ではないのか。そのような思いの中で調査を受け、前述のような回答となった次第である。何とも正直で率直な回答である。当時のことを思い出した。

それから20年以上を経た今日でも、この考え方は間違っていないと信じている。そもそも、現代につながる近代的な大学の形態は、19世紀ドイツのフンボルトによって提唱されたものである。学術研究の場を師と共有し、学問を推進する中で学生が「陶冶」されることこそが大学教育であるとされたのである。研究と教育は不可分な表裏一体のものとなっている。教科書に記述された事項や技能を無批判に伝承する場ではないところに本質がある。自ら専攻する学問をその道の先輩研究者と追求することが、学生の本分である。それを究めた結果が卒業や学位としてしての実績となる。その実績に裏付けされ

た能力や経験を社会に還元することがその後の職業である。

全ての学問でそれは共通である。昨今の大学生の間では、学問よりも就職活動の方が重要であると言う意識が昔以上に強いと聞く。しかし、それは、研究や大学教育を否定するだけでなく、学問を通じて陶冶された理性ある個人としての自己の価値をも否定することになる。 実利的な視点からも、国際感覚の希薄な外国文化専攻や、数学を知らない経済学専攻が有利になるはずがない。やはり、自らの学問をどこまで追求したかが、自らを助けることになる。

確かに、天文学の研究者として職を得ることは著しく 困難である。しかし、天文学は非常に興味深い魅力的な 学問であり、それを究めることは多くの若者にとって他に 代え難い人生の目的となる。

それほど悲観することもあるまい。予備校の調査に回答が寄せられていたように、天文学は意外につぶしがきく。物理学の基礎を習得しているため、多くの科学分野への応用が可能であり、転向は容易である。様々なデータの取扱いや分析技能、或はその基礎となる計算機関連の高度な技術も備えている。論文は英語で書かれ、また学会などでは国際的な交流の中で議論が行われるので、語学や国際的なコミュニケーション能力は鍛えられている。その気になれば、様々な分野の第一線で活躍することが可能である。

天文の卒業生が就く天文学と関連しない職業で最も 多い例のひとつが医師である。天文学科の定員は10名 にも満たない程度であるが、医師を輩出している代は少 なくない。医師となるためには専門教育を受ける必要が あるものの、学士入学を受け入れている医学部もあり、必 ずしも大きな回り道とはならない。天文学を学んで獲得 した資質も結構役立つようである。

天文学に限らず、興味を持った学問があってそれを専 攻する機会があれば、将来のことはひとまず楽観的に忘れ、是非その学問に専念することをお薦めする。結局は、 それが充実した未来にも直結しているはずである。

(観測普及研究員 橋本 修)



★これからの主な観望天体(4~9月) **時期により見えないこともあります

惑 星: 土星、火星

星 な ど:アークトゥルス、スピカ、北斗七星

星 団: M13、M11

 惑星状星雲: M57 (リング状星雲)

 星形成領域: M8 (干潟星雲)

 銀 河: M51、M81

★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てよい。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。

恒 星:太陽と同様、みずから光る星。一等星は、ほとんどが数百光年以内である。望遠鏡でみると二つ以上見える ものが重星であるが、単に同じ方向にみえるが距離はまったく異なることもある。

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。

惑星状星雲:星の一生の最後のステージである。太陽系の惑星とはまったく関係がない。なお、重い星の最後は超新星爆発と考えられている。

銀 河:恒星の大集団で、他に水素や一酸化炭素のガス、暗黒物質などを含む。星団は銀河の中に含まれ、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。

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)。こと座のベガ (織姫星)は(ほぼ)0等級で、明るさはこれを基準に測られる。



発行日 ■ 2014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 Inttp://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。