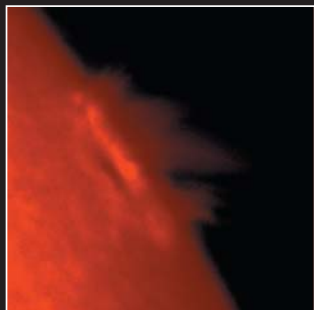


STELLAR NO.35 LIGHT

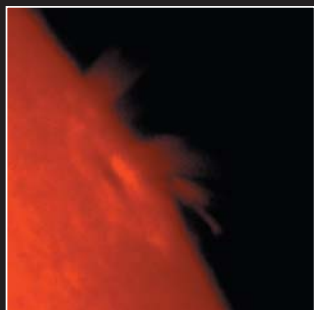
ステラーライト



9時49分53秒



9時53分00秒



10時00分00秒



10時21分00秒

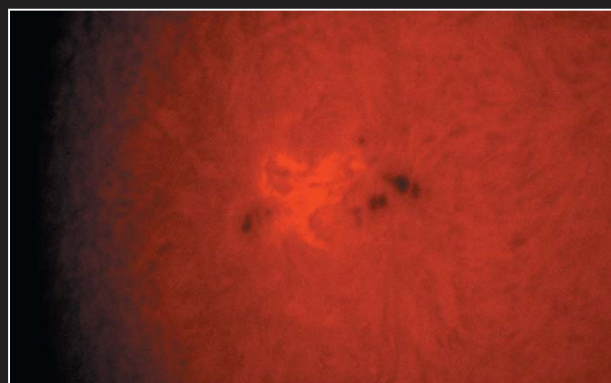
2011年10月7日午前（日本時間）に発生したポストフレアループ（フレアの直後に見られるループ）に似ている。しかし、この日には大規模なフレアは見られなかった。



2011年11月5日の黒点。

太陽の 活動期 再び！

ボクは元気だよ
この通り！
見に来てね！



同時刻に発生したフレア現象。同じ黒点がかすかにうつっている。

CONTENTS

台長室から
イベント報告
観測報告
天体列伝
事業報告

私と天文学

～東日本大震災に際し～

日時計を作ろう

星の分光観測から探る宇宙初期と化学進化史

M33 ～巨大な空のかけはし(?)とベビーブーム～

平成22年度子ども天文学学校

天文学学校2010 ～遠くの銀河を探そう～

天文授業サポート報告

"How I became an astronomer"

—余は如何にして天文学徒となりし乎—

GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

台長室から ～東日本大震災に際し～

台長 古在 由秀

群馬県には有名な温泉が多く、噴火の履歴のある火山も数ある。国立天文台編纂の『理科年表』で調べると、群馬県で過去一万年以内に噴火の記録がある火山として、赤城山、榛名山、草津白根山、そして県境の日光白根山、浅間山があげられている。天文台の傍にある子持山も、『理科年表』には火山として登録されているが、ここ一万年間には噴火の記録がないという。

一方、『理科年表』にある後述の被害地震の記録で、群馬県の名前が項目に出てくるのは、1916年2月22日の群馬県西部地震だけで、その時には浅間山麓で激しい揺れがあり、嬭恋村で山崩れがあったという。ぐんま天文台に来てから人々に聞いたところ、1964年6月16日の新潟地震の 때가、一番揺れたそうである。そこで、群馬県には火山は多いが地震が少ないと、安心した記憶がある。

そして、3月11日の東日本大災害と、12日早朝の長野県地震では、ぐんま天文台でもかなりの揺れを感じた。三陸海岸はもとより、東北地方・北関東に多くの被災者が出たことは、まことに痛ましく、心からお見舞い申しあげたい。ぐんま天文台では望遠鏡は使用中でなく、建物を含め、多少の災害に見舞われた程度ですんだが、その後の余震でも揺れを感じている。日本全体、特に東日本では、あの大地震の影響で、活断層やプレート境界でのひずみが大きくなり、地震が発生しやすくなっているとの警告も出されている。

『理科年表』には、「世界のおもな大地震・被害地震年代表」と「日本付近のおもな被害地震年代表」がある。日本の記録は416年から記載されており、1000年までが28項目、1500年までが61項目で、全体として400以上の項目が載っている。今回の地震で記憶が蘇ったのは、20番目にある「貞観地震」という869年7月13日のM8.3の地震で、三陸沿岸で、城郭、倉庫、門櫓、垣壁など崩れ落ち倒潰するもの無数、津波が多賀城下を襲い、溺死約千人とある。このことは三陸地方には言い伝えられていたが、福島原子力発電所をつくる時には考慮されなかったようである。地下の地層を探ると、このような地震がほぼ1000年おきに起きていた証拠のあることが分かるという。

日本では、地震、火山噴火、台風、津波など、各種の自然災害があり、夜の屋外の燈火としては、月に頼っている時代が長く続いた。そこで、自然法則の理屈は分かっているなくても、「明日の天気は西空を見れば分かる」、「三寒四温」などといった気象についての言い伝えもあり、「地震の時は竹藪に逃げろ」、「津波の危険があれば、とにかく高台に逃げろ」といったことも広く知られてきた。

最近では、気象衛星から天気図が入手でき、地震が起きると津波の予報が出て、自然災害についての情報が広く入手できるようになった。しかし、我々は自然からの災害から身を守るには、先達からの教えに頼る必要はなくならないと思う。そして、災害に対する対策は、我々は予め真剣に考えておかねばなるまい。



イベント報告 日時計を作ろう

2011年の夏休みに、新しいイベント「日時計を作ろう」を行いました。参加者は日時計についての簡単な説明を聞いた後、厚紙と竹ひごで日時計を作り、屋外で実際に時刻を計りました。イベントを行った8月12日から16日までは5日間とも晴天に恵まれ、参加者からは「楽しかった」「家でも時刻を計ってみたい」といった声が聞かれました。

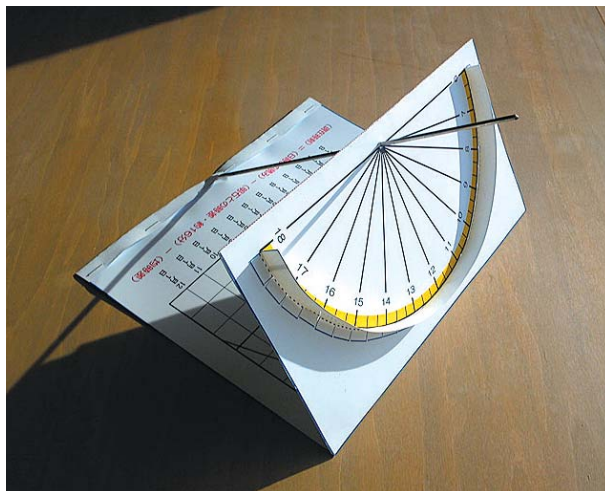
企画の動機

ぐんま天文台では2009年から、サービス向上と来館者数の増加を目指して、来館者が多くなるゴールデンウィークとお盆の時期に、特別イベントを開催しています。特別イベントとは、予約不要の天体観望を毎晩行うほか、昼間には3Dシアター、昼間の星の観察会、ガイドツアーなど、30分間程度の短いイベントを多数実施するものです。

イベントは好評であると考えていますが、毎回同じような内容で行ってきたため、このままでは集客力が低下していくと感じました。そこで、リピーターにも満足していただけるよう、今回は今までにない新しい企画を行うこととしました。

幸い、今年の春に新井指導主事が新しい学習教材として日時計工作キットを開発し、売店で1個100円にて販売を開始したところだったので、これを使うこととしました。

このイベントの狙いはもう1つ。新しい取り組みを



製作した日時計

行うことで、新聞やラジオなどのマスコミに話題として取り上げていただき、ぐんま天文台をより多くの人々に知っていただくことでした。

日時計工作キット

今回製作した日時計は、天の北極を向いた棒と、それに垂直な平面の文字盤からなる、コマ型日時計とも呼ばれる形です。コマ型日時計には、春分の日や秋分の日には文字盤の真横から日光があたり、棒の影が見えなくなるという欠点がありますが、今回製作した日時計には文字盤上にリング状の影受けが取付けられており、春分の日や秋分の日にも影受け上の影の位置から時刻が計れるようになっています。影受けには文字盤のゆがみを防ぐ役割もあります。

日時計工作キットの中身は文字盤などを印刷した厚紙1枚と竹ひご1本と説明書1枚。組み立てる時にははさみ又はカッター、のり、ホチキス、紙に穴をあける針を使います。厚紙からはさみで切る部分は全て直線になるよう工夫されていて、工作に要する時間は20分程度です。

企画の詳細

●定員の設定

会場である映像ホールには80名しか収容できません。参加者の大半は親子連れ、日時計を作るのは子ど

もだけ、親は同伴するだけ、と予想し、1日あたりの定員は30名とし、日時計を作らない人（同伴の親など）は定員に含めず会場への入場を可能としました。

●時刻の設定

受け入れ可能な人数に限りがあるので、比較的空いている時間帯である開館直後にイベントを開始し、11時までにイベントを終了することとしました。また、工作の時間を確保するため、屋外にある巨大な日時計を使った解説を、開館15分前から行うこととしました。

イベント当日

参加者が集まるかどうか、ドキドキしながら待っていると、開館30分前には屋外にお客様の姿が見えだし安心。とくに12日は早い時刻から待たれる方が多く、本館への入館受付を20分繰り上げて対応しました。

開館15分前に屋外で行った日時計の説明会への参加者数は、毎日10人から20人程度。駐車場から天文台の入口まで徒歩で15分かかることを知らず、間に合わなかった方も多かったのではないかと思います。

受付開始時刻とした10時より前に定員に達することはなく、12日は10時5分、14日は10時10分に定員に達しましたが、その他の日は予定通り10時15分まで受付を行いました。5日間の合計では125人が日時計を作成し、同伴の大人を含めた参加者総数は200名を

少し超えました。定員を考えると絶妙な時刻設定だったと思います。

参加者は予想通り、ほとんどが親子連れ。工作直前の説明は5分で済ませ、10時20分には工作を開始。日時計に影受けを接着する部分で時間のかかる人が多かったため、工作が遅い人は影受け部分を自宅に持ち帰ってから取り付けるようお願いしました。晴天に恵まれたため、10時45分からは工作を終えた人を屋外へ案内し、作った日時計で実際に時刻を計っていただきました。

竹ひごを北の方角に向けると、影は11時頃を指しました。明石との経度の差や均時差により、この時期の日時計は群馬県では10分程度進んだ時刻を表示するので、計算通りの結果です。中には時刻が大きく狂ってしまう参加者もいましたが、竹ひごの向きが正しくないことが、ずれの主な原因でした。厚紙が歪んでしまったり、日時計を置いた芝生が平らでなかったりと悪い条件もいくつかありましたが、多くの方が思ったよりも正確に時刻を計れたと思います。

工作に時間がかかった人も11時には作業を終え、イベントは遅延なく終了できました。参加者への対応は1人では無理で、ボランティアや博物館実習生などの協力を得て実現しました。協力いただいた大勢の方に感謝いたします。

今後

今回のイベントは参加者には好評であったので、今後も類似のイベントを実施したいと考えています。しかし天文台職員の数が大幅に減員となっているため、工作など人手のかかるイベントの実施は難しくなっています。制約はいろいろありますが、今後も何か「いつもと違うイベント」を実施できるよう工夫してまいりますのでご期待ください。

（観測普及研究員 大林 均）



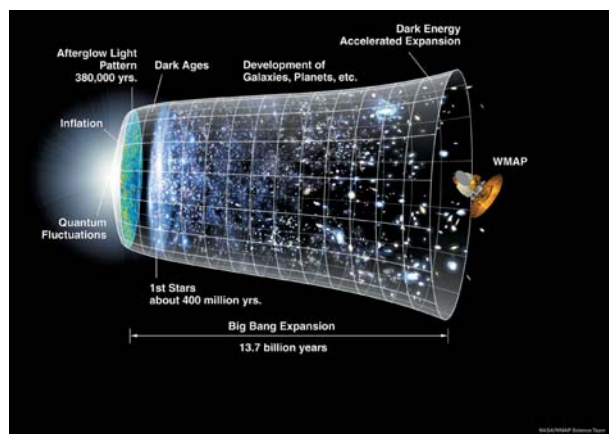


観測報告 星の分光観測から探る宇宙初期と化学進化史

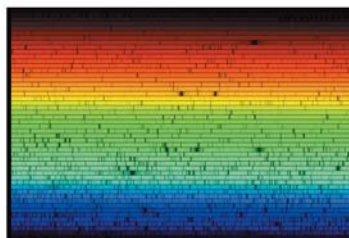
遠くを見て昔を知る

私たち天文学者は、宇宙がいつ誕生して、現在までどのように進化してきたのか?とといった謎の解明に取り組んでいます。私たちの宇宙は137億年前にビッグバンと呼ばれる大爆発によって誕生し、その後は広がり続けていることが分かってきましたが、宇宙の誕生から現在、そして未来までの宇宙史を明らかにしようと多くの天文学者がさらに研究を続けています。

人類の歴史の研究では、過去の様々な文献や資料の検証を基に事実の解明や背景などを探りますが、宇宙の歴史は人類の歴史よりはるかに長く、どんなに古い観測データを調べても、それは宇宙の歴史ではほんの一瞬にしかすぎません。しかし、天体観測ではタイムマシンを使わなくても過去の様子を直接見ることができるので、新たに発表される文献で昔の宇宙の出来事が明らかになることも多いのです。これは、天体から地球に光が届くまで何年もかかるので、現在見える天体の姿は何年も前の姿になり、遠い天体ほど昔の姿になるためです。ハワイにある国立天文台のすばる望遠鏡など、近年の大型望遠鏡による遠方天体の発見が、宇宙の歴史において、より昔の様子を次々と明らかにしています。



宇宙が誕生してから137億年の進化を示した図。宇宙は「インフレーション」と呼ばれる時代に急激に成長し（左端からラップが広がる部分）、その後WMAPが観測した38万年後からファーストスターが誕生するまでの「暗黒時代（Dark Ages）」が続き、現在の宇宙へ進化していったと考えられている。（NASA提供）



アメリカキットピーク天文台で観測された太陽のスペクトル。赤い（波長が長い）方から青い（波長が短い）方まで、スペクトルが並べて表示されている。縦の黒い線が吸収線（本文7ページ）。

暗黒時代とファーストスター

このように、遠くの日体を探して宇宙が誕生した137億年前の様子を明らかにしようとしているのですが、遠くの日体は暗く、観測は非常に大変です。宇宙が誕生して137億年なので、137億光年より遠くは見えませんが、宇宙が137億歳であることを示したNASAのWMAP（ウィルキンソン・マイクロ波異方性探査機）は、宇宙の誕生後わずか38万年後の様子を見明らかになりました。また現在では宇宙の誕生後約7億年の（地球から約130億光年離れた）日体も観測されています。しかし、WMAPが示した宇宙が誕生して38万年後から、最初の日体（ファーストスター）が誕生するまでの「宇宙の暗黒時代」と呼ばれる時期はほとんど解明されておらず、ファーストスターの誕生までのドラマが現在多くの天文学者が取り組む研究テーマです。

では、このファーストスターとはどんな日体なのでしょう？最近の研究では太陽の100倍以上の重さを持つ巨大な星であると示唆されていますが、観測による情報がまだ不十分です。もし暗い日体であれば遠方の観測は困難ですし、また、太陽より非常に重い星であればすぐに進化して超新星爆発を起こすので、いくら遠くを見ても発見するのは容易ではありません。それでは、ファーストスターが誕生した時の宇宙を調べる他の方法はないのでしょうか？実は直接ファーストスターを観測できなくても、その痕跡を我々の銀河系で探し、宇宙初期の様子を探る可能性があるのです。

私たちは星の子！？

ところで、私たちの身体や身の回りの様々なものは「元素」によって構成されていることはご存知でしょうか。例えば、水は水素と酸素から構成され、空気には



150cm望遠鏡によって撮られた超新星残骸M1。星の内部で合成された様々な元素が宇宙空間にばらまかれ、次世代の星の材料となる。超新星爆発は星の最期だが、星の誕生にもつながる。

窒素と酸素、そして炭素と酸素からなる二酸化炭素などが主に含まれます。また、地球はケイ素や酸素など、太陽は主に水素とヘリウムから構成されています。このように宇宙に存在する星や銀河も元素によって構成されているのです。しかし、これら様々な元素は宇宙が誕生した時から現在と同じように存在したわけではありません。ビッグバンで宇宙が誕生した直後には水素とヘリウムが主で、それ以外にはリチウムなどの軽い元素がごくわずかに存在するのみでした。それでは、元素の周期表に見られるヘリウムより重い元素、酸素や炭素、鉄といった様々な元素（天文ではすべて金属と言います）は、いつ、どこで作られたのでしょうか？実はほとんどの元素が星の内部で作られたものなのです。太陽などの恒星は、その中心部で水素による核融合反応のエネルギーによって輝いていますが、このときに水素からヘリウムが合成されます。そして太陽より歳をとった星では、ヘリウムが多くなりヘリウムから炭素に変わる反応（トリプル α 反応）がおこります。さらに反応が進んでいくと、次々とより重い元素が合成され、鉄までが星の内部で合成されます（鉄より重い元素は別の合成過程による）。このようにして恒星の内部で合成された様々な元素は、重い星が最期に引き起こす超新星爆発や、星からの質量放出などによって宇宙空間にば

らまかれます。ばらまかれた元素は次の星が誕生するための材料となるため、宇宙では元素のリサイクルが行われるのです。次に誕生する星はそれ以前の星と比べると、その星の材料に水素とヘリウム以外の様々な元素が含まれるのです。つまり、時間と共に宇宙のリサイクルが進めば進むほど、誕生する星にはヘリウムより重い元素が多く含まれます。私たちの太陽も何世代かにわたる星の死と誕生によって作られた元素がもとになっており、私たちの身体に含まれる様々な元素も、何十億年以上前にどこかの星で合成されたものです。つまり、宇宙が誕生して最初に生まれたファーストスターは、水素とヘリウムだけを材料とした星なのです。ですから、星に含まれる元素を調べ、水素とヘリウムしか存在しない星を探せばファーストスターを発見できるかもしれません。ではどのようにして、星に含まれる元素を調べればいいのでしょうか。

星のスペクトル

スペクトルという言葉聞いたことがあるでしょうか？スペクトルとは光を波長（色）ごとの強度で表したもので、天体の光をプリズムなどを使って色ごとに分解（分光）することで得られます。例えば、雨の日の後に見られる虹は、大気中の水蒸気が太陽の光を色に分解して見られる太陽のスペクトルです。太陽の光は白色単色ではなく、様々な色が含まれていることがわかります。虹は、赤橙黄緑青藍紫、と7色に分かれるとよく言われますが、高分散分光器と呼ばれる観測装置を使うともっと細かく分けることができます。例えばぐんま天文台の150cm望遠鏡に搭載されている高分散分光器（GAOES）を使えば、星の光を10万の成分にまで分けることができるのです。



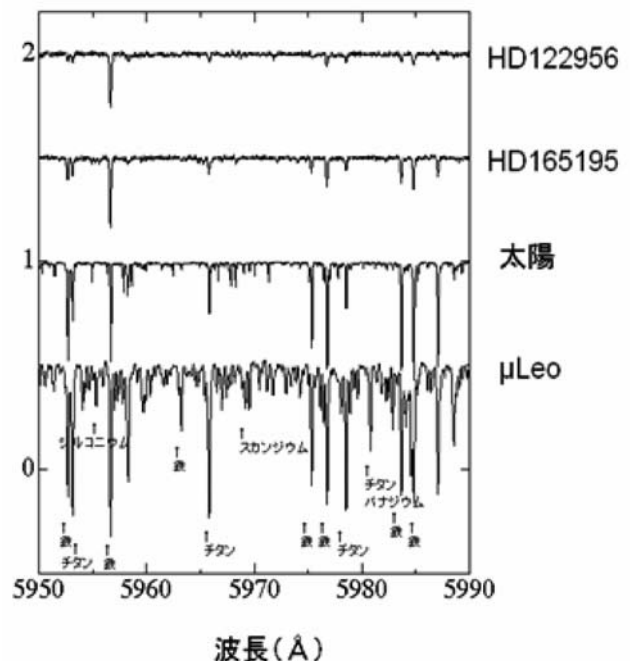
天体の光を色に分けて調べると、その中にところどころ暗くなっている部分を見つけることができます。(5ページの太陽のスペクトルを参照) これは、吸収線と呼ばれ、天体からやってくる光を観測したときに、途中に存在する元素が特定の色の光を吸収するために見られるもので、その色からその吸収線はどの元素によるものなのか知ることができます。つまり太陽のスペクトルに見られる吸収線は、太陽の表面から出た光が私たちの目に届くまでの間に存在する元素によるものとなります。太陽と地球の間にはほとんど元素は存在しませんし、地球の大気に含まれる元素はよくわかっていますので、太陽に含まれる元素が分かります。ですから、高分散分光器を使って天体からのスペクトルを調べれば、その天体に存在する元素を調べることができます。

金属欠乏星

このようにして、ファーストスターやできるだけ古い時代の星を見つけるためには、片っ端から星のスペクトルを調べて、その星に含まれる水素、ヘリウム以外の元素が少ないものを探せばいいのです。対象となる星はそれこそ星の数ほど存在し、一つ一つのスペクトルを調べていくのはとても大変な作業ですが、世界中にあるいくつかの望遠鏡を使って多くの研究者と協力して探査を行った結果、私たちは太陽に比べて鉄(元素の量を調べるときには、鉄をその星のヘリウムより重い元素の代表として使われることが多い)の量が25万分の1しかない星を発見しました。それまでに発見されていた鉄が少ない星はせいぜい太陽の数1千分の1程度だったので、大幅に記録を更新したことになります。果たしてこの星はファーストスター、または宇宙初期に誕生した星なののでしょうか? さらに詳しくその星に含まれる元素を調べた結果、この星の鉄は少ないものの、炭素や窒素はそれほど少なくはないことがわかりました。また、リチウムがこの星では全く見当たらないことがわかりました。これらの観測結果から、この星の起源についていくつかの説が考えられました。例えば、この星はファーストスターではなく、ファーストスターが進化して、そこで作られた元素を反映した第二世代の星であるというもの、また、この星はファーストスターであ

るが、連星で隣の星が進化してその影響を受けたものではないか、などが考えられました。これらの研究結果から、ファーストスターがどのような星がどういった進化をしたのか、などさらに様々な研究が進められましたが、これらは観測による検証が必要です。また、リチウムの一部(${}^7\text{Li}$)はビッグバンで宇宙が誕生した時から変わらないと考えられているため、古い星ではどれも同じ量を示すはずなのになぜこの星では全く見られないのか、と言った点についても謎のままです。やはり、宇宙や銀河系が誕生した大昔の様子を明らかにするためには、引き続き元素の少ない星の探査を進めなければならないのです。

このように、星のスペクトルを調べる分光観測によって、銀河系に存在する古い星を探し出し、時間と共に銀河や宇宙がどのように進化してきたのかを探る研究が近年盛んに進められています。近い将来、私たちは宇宙の歴史をすべて理解し、宇宙の未来がどうなるか予想できる日が来るでしょう。



150cm望遠鏡に搭載されている高分散分光器 (GAOES) で得られた星のスペクトル。太陽と比べて、 μLeo では吸収線が強く見え、上の2つでは弱く見えることから、それぞれの元素量が違うことがわかる。

(前観測普及研究員 本田 敏志)

春はあけぼの、秋はアンドロメダ。そういうようになれば、もうほとんど天文学者です。アンドロメダは我々の天の川銀河系の兄貴分に当たる銀河。肉眼でも秋の四辺形から四つ星をたどると、楕円形のかすかな光芒がみえます。その近くに、アンドロメダ銀河 (M31) よりはややこぶりで、肉眼で見える銀河では最もみかけが暗い銀河、M33 (約230万光年) があります。私個人はぐんま天文台の敷地でM33が肉眼で見えたことはなく、望遠鏡を通して見ても月あかりがなくよい条件の時にかすかな光芒がみえる程度ですが、それでも広大な宇宙の中ではもちろん裏庭中の裏庭、手を伸ばせば届くといった感覚です。すばる望遠鏡で画像にとれば、ご覧のとおりくっきり。近くにある天体は、大きく明るく見えますから、詳しく精度よく調べられます。4mクラスの測光観測にひき続き、すばる望遠鏡をはじめとした8mクラスの世界最大級の望遠鏡でも成果があたりはじめましたし、電波観測の新時代ALMA望遠鏡でも世界中の競争が始まります。

我々の銀河系が星の「都会」であるように(「人口」が約一千億)、M31やM33も星の都会で、これらが局所銀河群という銀河の群団の中心です。大都会にはベッドタウンがあってそこで人口が増えるように、銀河の中にも星が生まれる場所があります。都市の人口調査で何歳の人がどこにいるか調べられるように、銀河でも星の人口調査を行い、どこで星がたくさんうまれたか、銀河の真ん中や端での年齢分布などが調べられます。人口調査から社会の歴史とその発展の原動力が調べられるのと同様、星の人口調査も銀河が今の姿となるまでの進化を支配した法則を推定する基本情報なのです。

すばる望遠鏡による観測では、M33銀河のはしにたたずむ小さな古い星の集団(星団)がみつかりました(図1)。ただ、その星団は普通の星団より星の密集度が低く、広がっているため、M33の中で普通に生まれた星団とは重力分布が異なるだろうと考えられ、そのような星団の起源は、銀河が現在のような星の大都会となったプロセスを調べる上での重要な手がかりです。また、M31とM33の間の空間は古い星々が埋めつくしており、天空の巨大なかけはしのようになっていることがわかってきました(図2)。肉眼でみるたびに、M31とM33の間のさしわたし60万光年もの空間に古い星がかけはしのようにひしめいていることに、感慨を覚えます。どんなことから調べてみましょうか。

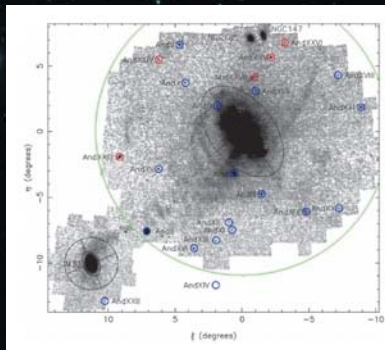


図2 M31(中央右)とM33(左下)の間の空間をうめつくす星々。濃淡は星の数を反映し、M31とM33の間に星がまわりより過剰な部分があるのがわかる。なお、大写真のM33のさしわたしはメモリひとつ分くらいである。(J.Richardsonらによる。Astrophysical Journal誌732巻、76頁より、AASの許可を得て転載)



図4 ハッブル宇宙望遠鏡によるM33の最大の星形成領域NGC 604(NASA提供)

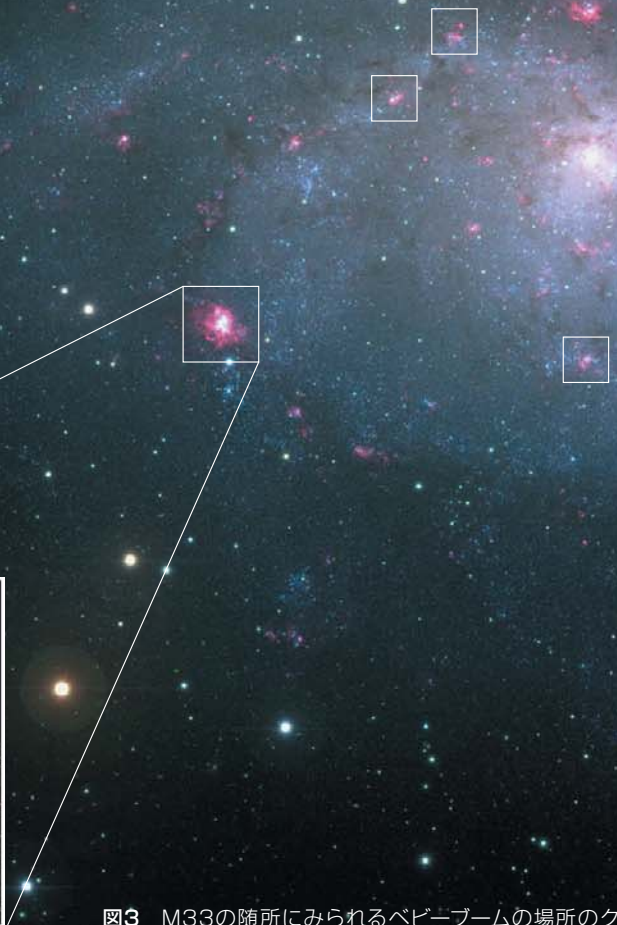


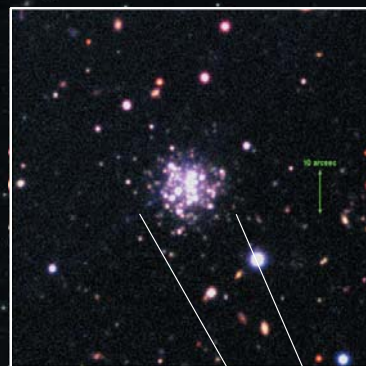
図3 M33の随所にみられるベビーブームの場所のクローズアップ。銀河本体のどこにあるか、対応をつけてみよう。



のかけはし(?)とベビーブーム～

電波でも新しい展開が生まれそうです。電波では宇宙空間のガス（気体）をとらえることができ、水素ガスはこの画像のM33の大きさの2倍くらい広がっている一方、一酸化炭素などは、ガスが集積して星が生まれる場所（星形成領域）で強く検出されます。銀河にはたくさんの星形成領域があり、とりわけめだつベビーブームの場所もあります（図3）。電波の観測から、どういう条件でどのようなきっかけでどのようなプロセスでそのような巨大な星形成が起きるのか、視力（解像度）も感度も向上したALMAで観測を進めたいと日本のグループは考えています。こういった望遠鏡の特徴をいかすには、広く浅く観測するか、狭く深く観測するか、議論がありました。これは光でも電波でも同じです。とりわけ注目されているのは、NGC 604（図4）で、これは光で見える星の円盤のかなり片田舎にあります。

図1 すばる望遠鏡で発見された星団



なぜ銀河の中央部ではなくてこのような端の場所で星が生まれるのか、端は端でもなぜ他の端の場所ではベビーブームは起きないのか興味がつきません。星が誕生する場所として、局所銀河群で一番目立つ星形成領域は実はNGC 604ではなく、大マゼラン星雲にある30 Dorですが、ここではガスが一気に星になっていますが、NGC 604の場合はベビーブームのピークには数百万年の間隔があり（ハッブル宇宙望遠鏡で、前号で記事があったWR星の明るさを分析した結果による）、同じベビーブームでもなぜこのちがいが生じるか興味もたれます。銀河のもっと外側の領域はある意味で宇宙の初期と状況がにている（銀河の重力が非常に強くはない、物質が金属により汚染されていない）ため、NGC 604の研究は、ある種、宇宙初期の星の誕生の様子を探るスタートにもなるでしょう。（出典が明示されていない画像は国立天文台 提供）

主幹（観測普及研究員 長谷川 隆）



事業報告 平成22年度子ども天文学校

平成21年度までの8年間、ぐんま天文台では独自の科学教育事業『子ども天文学校「少年少女研究員」』を行っていました。太陽や月などの子どもたちが馴染みやすい天体に注目し、自分たちでとった記録から子どもたち自身が“目で見てわかる変化”を見つけ出し、「なぜ」を探究するものです。そのねらいは、観察・観測から考察・発表までの継続的な活動を通して、観察・観測技術を習得することや科学的に考える態度を身につけることにありました。

対象は群馬県在住または在学の小学校4年生から高校3年生まで。ねらいを達成するために、一人ひとりの活動を単位とするのではなく、学年の違う子どもたちをまとめたグループを単位としての活動としました。これにより、コミュニケーションを活発にし、共同で探究する楽しさを体験するとともに、その利点（多様な視点からのオープンな議論など）を体感して、議論を通じて思考を深める態度を身に付けられるようにしたのです。

この事業には毎年20人から40人程度の子どもが参加し、何年も続けて参加する子や、対象年齢に達すると兄妹に続いて参加する弟妹もいました。

さて、上記のねらいを達成するためには、子どもたちの発想を大切にしながら2～3人の職員が丁寧にサポートする5～6回程度の時間をかけた探究活動が必要です。しかし、“効率よい運営と来館者増”を目指して職員定数と予算の大幅な削減が平成21年度から始まり、参加者数に対する職員数の比率が高く全来館者数への寄与も低い“効率が悪い”この教育事業の開催は不可能になりました。

そこで、平成22年度は、技能の習得だけを目標として、相互に関連性を持たせた各回完結型の事業として、全3回の新たな「子ども天文学校」を行うことにしました。名称こそ継承していますが、内容は教育事業とは言い難い「お楽しみイベント」です。対象者は小学校4年生から中学校3年生まで。一人ひとりの活動が単位となるので年齢層を限定した方が対応しやすく、職員数も少なくても（1人で）済むからです。以下に各回の概要を紹介します。

第1回は「君も星空散歩名人？ ～星座早見と双眼鏡を使いこなそう～」で、11月7日（日）午後4時～

7時に開催しました。参加費無料、定員15名のところ、参加者は8名でした。天文台オリジナルの星座早見盤を製作して星座早見盤の仕組みや使い方の講習を行ったほか、これを活用しながら、双眼鏡を使っての天体観察を行いました。

第2回は「君もガリレオ？ ～望遠鏡を作って宇宙を見よう～」で、12月19日（日）午後4時～7時に開催しました。定員15名のところ、参加者は10名でした。市販の組立望遠鏡キットを使用したので、参加費としてその購入費が必要となりました。望遠鏡キットを組み立てて望遠鏡の基本的な仕組みを学び、使い方を屋内で練習した後、日が暮れてから屋外に持ち出して、月や木星、すばるなど、星空観察を行いました。

第3回は「星空の記念写真 ～星空を撮ってみよう～」で、平成23年1月29日（土）午後2時～7時に開催しました。宿泊を入れた2日間を予定していましたが、応募者数が少なかったため、日帰りに変更しました。定員15名のところ参加者は数名。昼間は太陽、夜は星空や星の撮影を予定していましたが、昼間は天気が悪かったためカメラの使い方実習となりました。夜は天気に恵まれ、カメラを三脚に載せての固定撮影、赤道儀に載せての追尾撮影、さらにカメラを望遠鏡に取り付けての直焦点撮影（望遠鏡をカメラのレンズとして使う撮影）ができました。

各回の位置づけは、第1回が「星空観察の時期や星空の様子を知り、星空に親しむ機会」、第2回が「天体望遠鏡で天体観察をする機会」、第3回が「探究の基礎としての天体写真撮影（記録）を体験する機会」で、かつての「少年少女研究員」であれば、探究活動を展開していく基礎となる部分でした。ここに関心があれば定員（総数45名）を超える応募があったはずですが、全体の参加者数は20名程度でした。このことは、“人集め”の要請に基づく継続性も知的体験もないこの種の「お楽しみイベント」はニーズを外していることを示しているともいえます。参加者数に対する職員数の比率がますます高くなり、いよいよ“効率が悪くなった”「子ども天文学校」事業は、真のニーズを見失った今、終焉を迎えたと言って差し支えないでしょう。（主幹（観測普及研究員）濱根 寿彦）



事業報告 天文学校2010 ～遠くの銀河を探そう～

天文学校は高校生以上が対象で、現在進行形の天文研究の実際を追体験できる事業です。昨年まで10年の歴史を重ね、ほとんどの方がぐんま天文台にある観測装置は一度は使ったことがある状況となってきたため、今年はすばる望遠鏡のデータを使うこととしました。

すばる望遠鏡には優れた最先端の装置がたくさんあり、どれも魅力的なデータをもっているわけですが、やはり天文観測の基本中の基本は撮像（撮影）であり、参加者にとっても他のいろいろな応用もきくだろうということで今回はすばる望遠鏡の主焦点にある広視野カメラ（Suprime-Cam）のデータを利用することにしました。

もちろん、8mもの大型望遠鏡ですし、立地はあこがれのハワイの山の上4200mとあって、ぐんま天文台のカメラの画像の切れ味とは桁違いです。しかも視野も9倍も広いですから、4畳半の部屋と40畳の部屋の居心地の違いがあるわけで、狭い居室から宇宙に航海に出て、目からうろこが落ちた上にさらにコンタクトレンズをつけるような違いを体験しました。

もちろん、すばる望遠鏡のサイト（SMOKA）からデータ

を持ってくればすぐに使えるわけではありません。様々な画像のプロセスが必要ですし、そのための計算機の操作はかなり大変でした。しかし、ぐんま天文台のカメラで基礎的な画像処理などの研鑽をし、その概念をおおよそ押さえていたからこそ、かなりの人がなんとかこれを乗り越えました。メーリングリストを活用して互助が進みました。画像をプロセスして、3色合成したものを上の図に示します。広さは満月が入るくらいの広さです。10000×8000画素の雰囲気は伝わるでしょうか？普通の画像なら2,3回拡大したら画素がみえてきてしまうものですが、少々拡大しても画素がみえない解像度であることをお示しできないのは残念です。しかし、この画像の一角を拡大したものを下の図に示します。

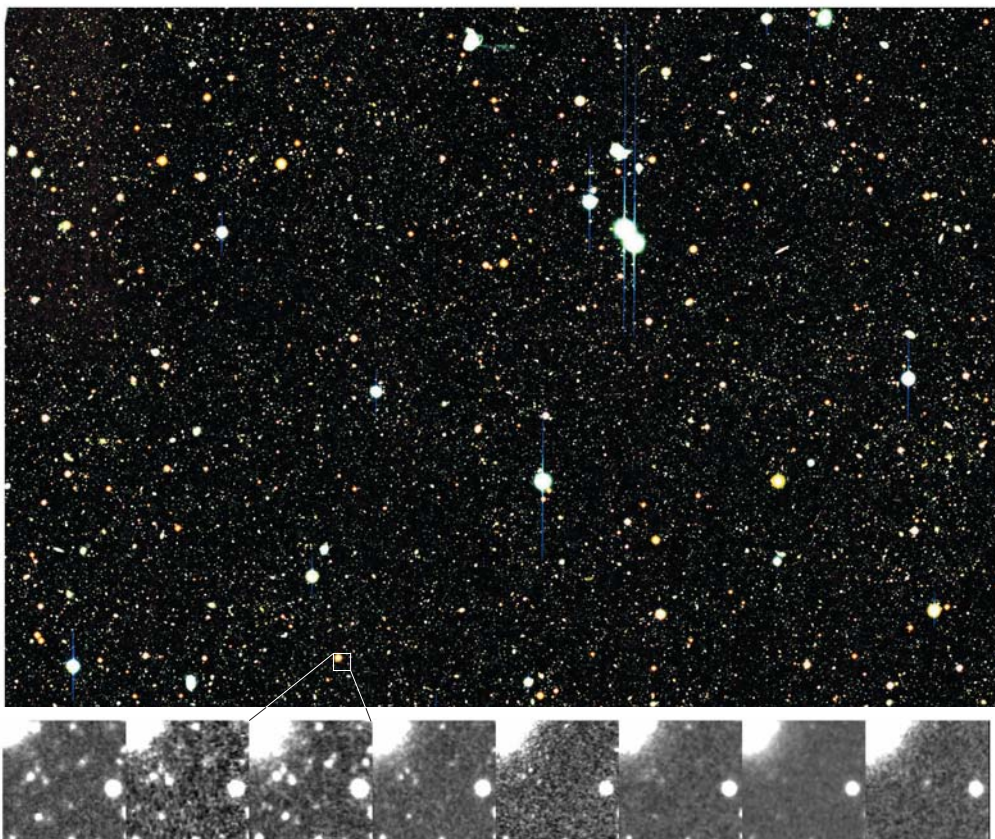
この領域は多くのフィルターで観測されており、遠くの日体は光が「赤く」見えることを利用して、どのくらい「赤い」かによって距離を推定します。下の図では同じ領域を、左から右にいくにつれより赤いフィルターで写したものを示しており、中心にある天体（IOK-1）は一番赤いフィルターのみでうつっており、最近まで長いこと人類が

知る限り宇宙のもっとも遠くの日体でした。もっと遠くの日体がないか参加者一九二十四の瞳で探しましたが、みつきませんでした。また、うまくいけば、同じ距離の銀河の集団～銀河団～もみつかるともかもしれない、これも試しましたが、こちらはいろいろノウハウがあるようで、一筋縄ではいかないという結論になりました。

謝辞：すばる望遠鏡のデータの利用にあたってはデータ公開システム（SMOKA）を利用させていただきました。

（主幹：観測普及研究員）

長谷川 隆）





事業報告 天文授業サポート事業

1. はじめに（事業のねらいと背景）…【図1】参照

学校現場における天文分野の学習は、教師にとっては最も学習指導が難しい内容の一つです。また、授業時数の確保や学校行事などによる多忙もあり、理科教育にとって最も重視されるべき体験的な学習（「本物」の観察）が疎かになりがちで、図やシミュレーションによる説明（知識の詰め込み）で終わってしまう恐れも大きいといえます。

これまでぐんま天文台が取り組んできた「学校利用」（児童生徒を教師が引率して天文台に来館し、施設を利用して学習する利用）においてもこれらの教師の悩みの実態は明らかで、「どう教えていいのか分からない。」や「うまい観察の仕方が見つからない。」等の声が多いのが現状です。加えて、小学校・中学校の学習指導要領の改訂に伴い、理科の移行が平成21年度より先行実施され、天文分野では、小学校6年生での太陽と月の観察等の追加、中学校3年生での学習内容の増加等が行われました。教材研究や自分自身の観察・実験の技能の習得など、教師の負担はさらに増えることが予想されました。このことは、ひいては児童生徒の学習、学力向上を保障するうえで大きな支障となり、改正されたばかりの学校教育法の理念を達成するうえでも解決しなければならない課題といえます。

そこで、天文分野における子どもたちへの学習支援や、教師への学習指導支援、指導力向上への支援を積極的に行う

目的として、平成21年度から本事業を立ち上げました。本事業を通して、多忙な教師の負担軽減を図りつつ、少しでも多くの子どもたちに“本物の観察”をする機会を提供し、次代を担う子どもたちの育成に寄与したいと考えたものです。

2. 事業の概要

（天文授業サポート事業の“3つの柱”）…【図2】参照

①天体観察会の支援

学校行事（宿泊体験学習など）や親子行事などの一環で実施される天体観察会の支援を行うものです。会場が学校以外の宿泊先などの場合でも、職員を派遣して対応しています。事前に学校側と連絡を取り合い、要望などを確認したうえで観察会の実施計画案（学習指導案に準じたもの）を作成して提示しています。学習指導要領に沿った内容での依頼も多く、星座の日周運動、恒星の色の違い、二重星や月・惑星の観望など、当日の観察時間や星空の条件に応じて計画を立案します。

天体望遠鏡が学校側に無い場合は、ぐんま天文台から望遠鏡を持参します。学校側の教員も実際に望遠鏡操作を体験できるような場面を設定することが多いです。また天候不良の場合でも、学校側の求めに応じて天体の画像を交えたプレゼンテーションを準備しておき、液晶プロジェクターで大画面に投影しながらレクチャーを実施しています。

②授業支援

日中の通常授業の支援です。学校現場の教師とのチーム・ティーチングによる児童生徒への直接指導をはじめ、月の動き、太陽面や月面、プロミネンス、日中の金星の観察など、学校側の求めに応じた観察支援を行うものです。また、授業で用いる教材の作成支援や提供、単元や題材の指導計画の立案相談などにも対応しています。なお、特に授業支援や観察支援といった児童生徒の直接指導に関わる場合は、学校側と綿密な連絡を取りながら学習指導案を作成し、事

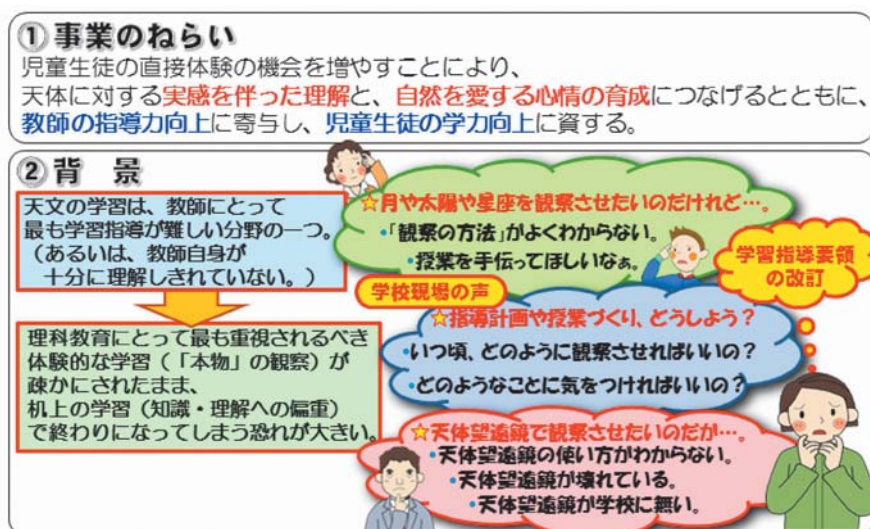


図1 事業のねらいと背景



図2 天文授業サポート事業の“3つの柱”

前に提示してから授業の当日を迎えるようにしています。

これらに関連し、群馬県内で実施される教員対象の研修会（教材研究や実技研修）などでの講師の依頼も受け付けています。群馬県教育委員会主催事業や市町村教育委員会主催の教員研修等でも活用されるようになってきています。

③天体望遠鏡の操作支援・メンテナンス

学校現場では、顕微鏡はそれなりに活用されていると思われませんが、天体望遠鏡はそれほど活用されていないのが現実といえます。学校が所有していない場合も多いですが、組み立て方や操作の仕方が分からないなどの理由から、理科準備室の中で眠ってしまっている場合も多いです。また、望遠鏡を所有してはいても、長い年月の間に部品が散逸してしまったり、部品の破損や汚れのために使用に耐えない状況で放置されてしまっている例も多く見受けられます。このような状況を打開し、学校の財産ともいえるべき望遠鏡を活用しつつ、教師の観察技能の向上を目指そうという目的から取り組んでいます。教師の観察技能の向上は、児童生徒の直接観察の機会を増やすことにつながり、また同僚教師への技能の継承も期待できると考えています。

3. 実践事例……………【図3】参照

前述のとおり、授業サポートの対象は、夜間の「親子天体観測会」をはじめ、天体望遠鏡の操作講習などさまざまですが、ここでは昼間の授業支援についての実践事例を紹介します。

事例①

学習指導要領の改訂に伴い、小学校6年生の学習では「月と太陽」という単元が新設されました。ここでは、「太陽は自ら光を放っているが、月はその太陽の光を受けて光っており、月と太陽の位置関係によって月の形の見え方が決まること」などを見いだします。また、月面のクレーターの観察なども扱います。

この授業では、地球照の画像から月が球体であることをとらえさせたり、発泡スチロールの球体を使ったモデル実験を取り入れながら、太陽投影板を用いた太陽の観察や、月面の直視観察などの機会も提供しました。そして、月の形の変化のしくみについて、実物の

観察とモデル実験を通して推論しながら理解していけるような授業展開としました。天体望遠鏡はぐんま天文台から持参しました。

事例②

中学校3年生の2学期に学習する「地球と宇宙」では、

事例①

M a 市 A 小学校 6 年生 「月と太陽」

「月の形と太陽との位置関係」「太陽と月の表面のようす」の観察・学習支援

1. 太陽と月の類似点と相違点について考える。	・既習事項や生活経験をもとに太陽と月の類似点と相違点について話し合う。 ・地球照の写真を観察することにより、月は球形をしており、太陽の光の当たり方によって形が変わって見えるということを見いだす。
2. 月の形と太陽の位置との関係について、実際の月の見え方や、ボールを使ったモデル実験をもとに考える。	・現在の月（ほぼ下弦）を肉眼で観察し、その形と太陽の位置との関係について考えとともに、月の方向に掲げたボールの見え方と比較することにより、太陽に照らされた側が光って見えていることを実感する。
3. 天体望遠鏡を使って、太陽と月の表面のようすを観察する。	・天体望遠鏡を使って太陽と月の観察を行い、太陽と月とは表面のようすに違いがあることや、月の表面にはクレーターが存在することについて見いだす。

事例② M a 市 F 中学校 3 年生「地球と宇宙」

太陽系と恒星 「太陽のようす」「金星の見え方」の授業支援

- ・太陽投影板を使った太陽黒点の観察
- ・H α 太陽望遠鏡によるプロミネンスの観察
- ・金星の見え方の観察



図3 実践事例

小学校での観察に比較して内容がかなり高度になります。天体望遠鏡の所有率は小学校に比べると高いですが、実際に有効活用されている割合は低いといえます。太陽黒点の観察程度であれば学校所有の望遠鏡でも観察できるはずですが、太陽投影板が無かったり、赤道儀の操作や設置方法に慣れていなかったりなどの課題が多いのが現状です。また「金星の見え方」の学習では、一般に朝方か夕方の薄明中しか金星の観察ができないと思われており、満ち欠けや見かけの大きさの変化を図や映像で説明するだけで終わらせてしまう場合がほとんどであるといえます。

ここでは、太陽投影板による太陽面の観察だけでなく、H α 単色光によるプロミネンスの直視観察、赤道儀の目盛環を活用した日中の金星の観察などを提供しました。とりわけ金星については、年によっては3年次での学習時期に観察ができない場合もある(2011年秋など)ため、学校側

と相談し、2010年秋の2年生のうちに、当時の3年生と一緒に観察する機会を設けたりもしました。

4. 利用実績と評価………【図4】参照

2010年度の利用状況、実績等の概要は右グラフ群のとおりです。利用学校・団体数は、のべ54校(天候不良等による中止の場合を含まない実績数)、また利用人数は、教員、保護者も含めてのべ3,506人(同)でした。なお2011年度(今年度)の利用実績は、8月末現在でそれぞれ16校、909人となっています。

利用内容は、通常の授業支援と夜間の天体観察会を合わせて、全体の3分の2を占めています。市町村等における教員向け研修は、2010年度は3件でしたが、2011年度は8月末現在で、予定も含めて7件となっています。

天体観察会の実施会場は6割が学校で、そのほとんど

が親子観察会でした。学校以外の会場は、宿泊体験学習等での宿泊先でした。利用人数の内訳は、児童生徒が全体の約4分の3、保護者が約6分の1でした。

授業サポート実施後、改善点や要望、利用に対する満足度などの項目でアンケートを実施しています。満足度は下段右のグラフのような結果でした。

5. 今後の課題

教員を対象とした研修会をさらに拡充させることで、教師のスキルアップの機会を増やしたいと考えています。これにより、地域における指導的役割を担える人材の育成にもつなげたいと考えています。また、アンケート結果等を参考に、これまで提供してきた授業や観察会における指導形態や内容を再検討し、学習効果をさらに高められるように改善・発展させていきたいと思っています。なお、本事業の必要性がいつの日か無くなるのが究極の目標であることも忘れてはならないでしょう。

(指導主事 新井 寿)

2010年度の利用状況

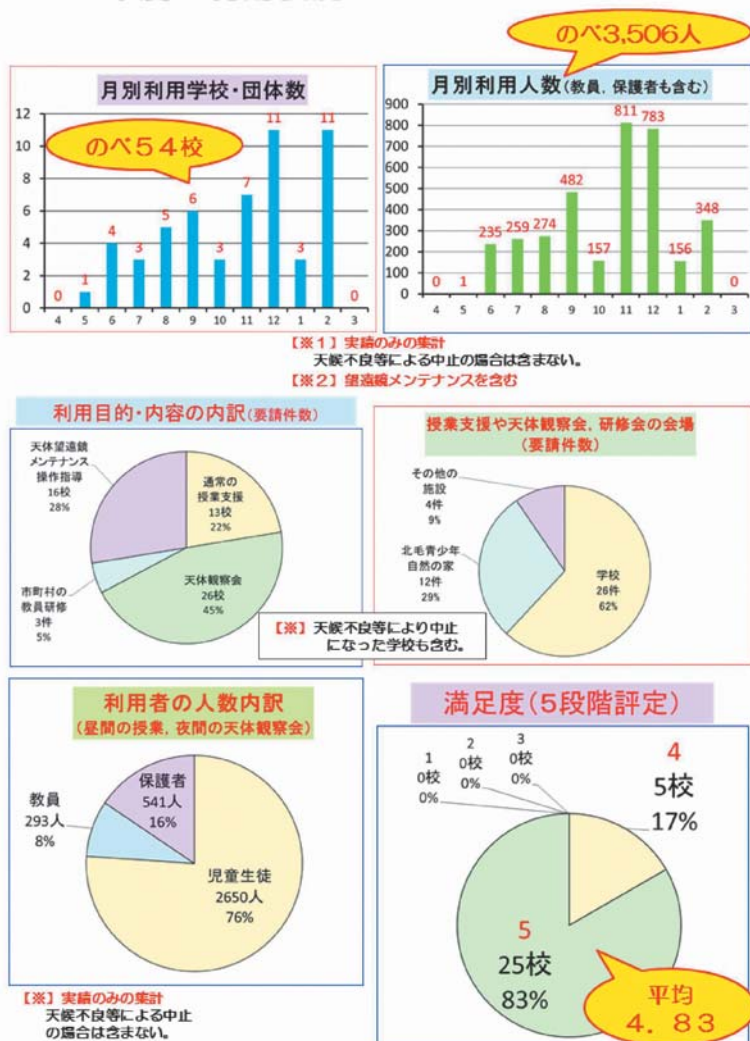


図4 利用実績と評価



私と天文学 "How I became an astronomer" — 余は如何にして天文学徒となりし乎 —

小学校1年の夏、人類が初めて月面に到達した。多くの子供が、宇宙や天文に興味と憧れを持つ時代であった。自分もそのひとりであったが、虫取りや友達との悪戯など、他にも熱中するものは多かった。2年生の夏、小さな望遠鏡を買ってもらった。暫くは月を見たりしていたものの、それ以上夢中になることはなかった。その後、5,6年生の頃、天文に対する興味が少しだけ復活した。望遠鏡を持ち出し夜中に観察するようなことをしていた。しかし、天体の観察そのものよりも、仲間との夜の活動がむしろ楽しかったようである。

中学生になると、クラブ活動中心の体育会系の生活になる。中学3年生になった時には桐生市に住んでいた。その頃は、地元の高校に進学して、そこそこの大学を出てから技術系のサラリーマンにでもなろうかと漠然と考えていた。ただ、高校に入学して間もなく、父が東京に転勤することが確実となっており、その後どうやって下宿生活をするかが不安だった。

そんな折、家庭訪問があり、尋ねてきた担任教師に父はそのような事情を相談した。担任教師は、東京の高校に進学することを強く推めてくれた。群馬に居ては可能性を無駄にしようと言うのだ。その結果、中学3年の秋から一足早く単身東京に帰ることを決断する。人生で最大の転機だったと思う。

進学した都立高校は、何でも自由にやれる雰囲気のところであった。制服はおろか校則もなかった。授業には選択科目が多く、3年生では約半数の授業が選択科目となる。好きな教科が選べるだけでなく、うまく選択すると、週に何日かは1時間目の授業をなくして朝寝坊することが可能であった。中には大学のゼミのような科目もあった。日本近代文学の講座では、様々な作品を読んで、それを皆で研究・検討すると言うものだった。そこでは、内村鑑三や田山花袋の作品にも出会った。

生物学の講座は、独自にテーマを決め、半年間程、自由に実験・研究を行い、その結果をレポートに纏めると言うものであった。図書館で調べた結果、ラッパムシの再生の実験をすることにした。日本語で書かれた本ではあったが専門書を読むのは初めての経験だった。

ラッパムシは、書物で知った都立研究所の研究者に手紙を書き、事情を説明して分けてもらった。全く面識のない相手であった。実験を始めてみると、再生どころか飼育すら難しい。最初に分けてもらった分は全滅してしまった。途方に暮れた挙句、再度手紙を書く。暫くして、新しいラッパムシと飼育のこつを丁寧に説明した文書が送られてきた。結局実験は中途半端に終わってしまったが、手紙の遣取りが暫く続いた。これがきっかけになって、プロの研究者の存在を強く意識するようになった。

高校生活は楽しかった。日本文学や生物学の他、数学や物理学そして天文学にも興味を持っていた。その結果、進路の希望は拡散して行く。本気で船乗りになろうとも考えた。何故か子供の頃から船も大好きだったのだ。

流石に船乗りは諦めたが、大学受験の時にはまだ方向を決め切れずにいた。そこで、教養学部のある大学に進学することにした。猶予期間を得るとともに、さらに勉強をした上で決断しようと考えたわけである。最初は受験に失敗したが、同時に受けた私立大学にはどうしても魅力を感じられず、1年浪人した後進学した。

その教養学部で受けた天文学の実習が人生を決定した。太陽の分光観測の他、恒星大気モデルの数値計算などが課題であった。かなり根気のいる作業であったが、やってみると実に面白い。何日も徹夜して取り組んだ。苦になるどころか、むしろ楽しく、幸福さえ感じた。学問としての天文学の魅力に取り付かれたようである。2年生の秋、進路希望を提出する際、それまで考えていた造船工学やその他の選択肢を放棄し、天文学科に進学することを決意した。

その当時から、天文学を専攻すると将来の就職口は無いと言われていた。しかし、大学は学問を追求するところであり、就職のための予備校ではない。迷いは無かった。行き着けるところまでこの学問を学ぼうと決心した。就職はおろか、大学院への進学や、学位の取得も保証されているわけではない。実力がなければ淘汰されるのみである。それでも、天文学と言う学問には人生を投じてみる魅力を感じた。

(主観(観測普及研究員) 橋本 修)

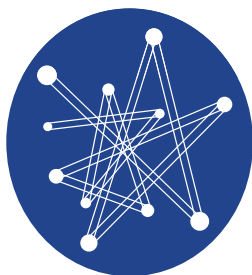
天界四季折々

★主な観望天体

- 惑星：木星、金星（1月～）
恒星：冬のダイヤモンド（ベテルギウス、リゲル、アルデバラン、カペラ、ポルックス、プロキオン、シリウス）
アンドロメダγ（2重星）
星団：M15、h-χ、M37
惑星状星雲：NGC2392（エスキモー星雲）
星形成領域：M42（オリオン大星雲）
銀河：M31（アンドロメダ銀河）、M33

★観望マメ知識

- 惑星：太陽系の惑星は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、海王星である。2006年までは冥王星も惑星と分類されたが、現在では準惑星と分類されている。可視光では、実質、太陽の光を反射して光っている。木星から海王星まで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。木星の四大衛星も観望会では目玉の一つである。
- 恒星：太陽と同様、中心の核融合反応でえられたエネルギーにより光る星。一等星は、ほとんどが数百光年以内である。有限の時間で終焉をむかえ、質量により白色矮星や超新星などとなる。望遠鏡でみると二つ以上見えるものが重星であるが、同じ方向に見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。天の川の星団をあえて分ければ、古い星の大規模（典型的には数十万個）集団の球状星団と、これよりは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、夏でも冬でも見られる。
- 星形成領域：星が集団で誕生している場所で、まわりのガス（星間物質）がその母体である。
- 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。
- 銀河：恒星の大集団で、他に水素や一酸化炭素などのガス、暗黒物質を含む。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。形態により、楕円銀河、渦巻銀河、不規則銀河がある。天の川は銀河の一つで天の川銀河ともよばれる。
- 一光年：光が一年かけて進む距離。光速は毎秒30万kmで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、これを基準に明るさは測られる。



GUNMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

県立ぐんま天文台

発行日 ■ 2011年12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。