

大学と義務教育学校の連携による天体観望会の実施 —感動を伝えるために準備すべきこと—

吉富 健一・中村 達一*・久森 洸希**

(2019年12月9日受理)

Organizing an Astronomical Observation Activity in Cooperation with University and Compulsory Education School

Kenichi Yoshidomi, Tatsuhito Nakamura and Koki Hisamori

Through the observation of natural phenomena, the importance of children's understanding with actual feeling has been emphasized. In addition, the experience of actually seeing the star raises the interest of the children and the possibility of connecting to the learning volition afterwards. Fortunately, the cooperation between the university and the compulsory education school enabled us to carry out the astronomical observation activity. This paper reports how the preparation was shared in the execution of an astronomical observation activity.

Key words : Star, Astronomical Observation, University, Compulsory Education School

1. はじめに

平成20年3月に公示された学習指導要領から、理科の目標に「実感を伴った理解」という言葉が追加された。そのため特に自然現象の観察を通して、児童が“実感”することの大切さが重視されるようになってきた。さらに、本物の自然に触れて感動したり、疑問を抱いたりするという体験は、子供たちの自然の事物現象に対する興味関心を高めるとともに、その後の学習意欲へとつながる可能性を秘めている。

本物の自然に触れる活動の一環としての天体観測は、多くの場合、夜間の活動となるため、実施にあたっては安全面等の様々な配慮が必要となる。また、観測する対象の選定や、観測可能な時期に大きな制約があり、指導する教員側に深い知識と理解が必要とされる。

小中学生には星が好き、あるいは興味があるという子供たちは多いが、実際に星を観測するとなると、高額な光学機器が必要となり、観測機器の設置や導入に専門の知識が必要とされる。さらに、例えば機器が揃っていたとしても適切な指導者がいないことがハードルとなるため、実際に望遠鏡で

星を見たことがあるという児童生徒は、あまり多くない。

このような状況を打破すべく、天体観測を通して、児童・生徒に夜空に浮かぶ星を実際に見るといった感動を伝えるとともに、わかる喜び、学ぶ楽しさから生まれる笑顔あふれる児童生徒の育成を天体観望会の主たる目的として、この度、運良く広島大学教育学部自然系コースの地学研究室と、竹原市立吉名学園（義務教育学校）との連携で天体観望会（以下観望会と略）を実施することができた。観望会の実施にあたっては、吉名学園の方で、会場の設営や日程の調整、保護者への案内等を分担し、大学側で学習内容に関する事項や、機材の設置などを分担することで、台風8号通過後の悪天候にも関わらず、スムーズに観望会を実施することができた。

その際、どのように分担して準備を進め、どのように観望会を実施していったか記録の意味も含め、同様の活動を行おうとしている方々への情報提供として報告を行う。

2. 吉名学園における準備状況

吉名学園での観望会の準備は、筆者の一人であ

* 竹原市立吉名学園, ** 広島大学大学院教育学研究科博士課程前期

り理科担当の中村と、もう一人の理科担当である平原が行った。

2-1. 対象とする学年の設定

義務教育学校である吉名学園では、児童生徒を学年としては1~9年生と呼び、前期課程1~6年生（小学校1~6年生）、後期課程7~9年生（中学校1~3年生）と分類している。本報告中ではわかりやすくするため、小学校〇年生、中学校〇年生と記述する。

観望会の参加資格として、理科の授業で天体に関する内容を学習する学年（小学校4年生、中学校3年生）を中心に、小学校4年生から中学校3年生までを対象とした。

これより低学年となる小学校3年生以下の児童からも、観望会に参加したいという申し出があった。しかし、当日屋上で観測を行うことにしていたため、安全確保の理由から対象とする学年の変更を行わなかった。さらに、送迎のための保護者も一緒に観望会に参加できるよう配慮した。

2-2. 観測する天体の決定

観測する対象の天体として、月と太陽系の惑星である土星、木星および、夏の夜空を彩るベガ、デネブ、アルタイルからなる夏の大きな三角を想定した（惑星：中学校3年生、月と夏の大きな三角：小学校4年生で学習）。特に天の川を挟んで並ぶこと

座のベガとわし座のアルタイルは、7月7日の七夕の織女星と牽牛星であり、その七夕物語について児童・生徒もよく知る身近な天体である。

2-3. 観望会の日時・場所

対象学年と観測する天体を決定した後、観測する天体が観測可能な日程を探すこととなる。目的とする天体を観測可能な日程のうち、学校行事や講師の都合を考慮して日程を決定した。

観望会実施の日時としては、吉名学園の登校日となる2019年8月6日（火）とし、開始時刻は、日没付近となる19:00を設定した（日没時間19:08）。会場は吉名学園とし、天文に関する講演は体育館を利用し、天体観測の際には、校舎の屋上へ移動することとした。

2-4. 児童生徒の送迎

観望会の実施にあたっては、会の開始が19時、晴天時には終了が21時といずれも夜間となるため、児童生徒の登下校に関しては、保護者の送迎を必要とした。そのため、観望会実施1か月前に、児童および保護者に向けて「天体観望会のお知らせ」の配布を行った。その中に「天体観測の特性上、夜間に実施することになるため、児童・生徒の安全確保の観点から、保護者の方に必ず送迎をしていただくようお願いいたします。」と注意事項を添え、保護者の協力を要請した。

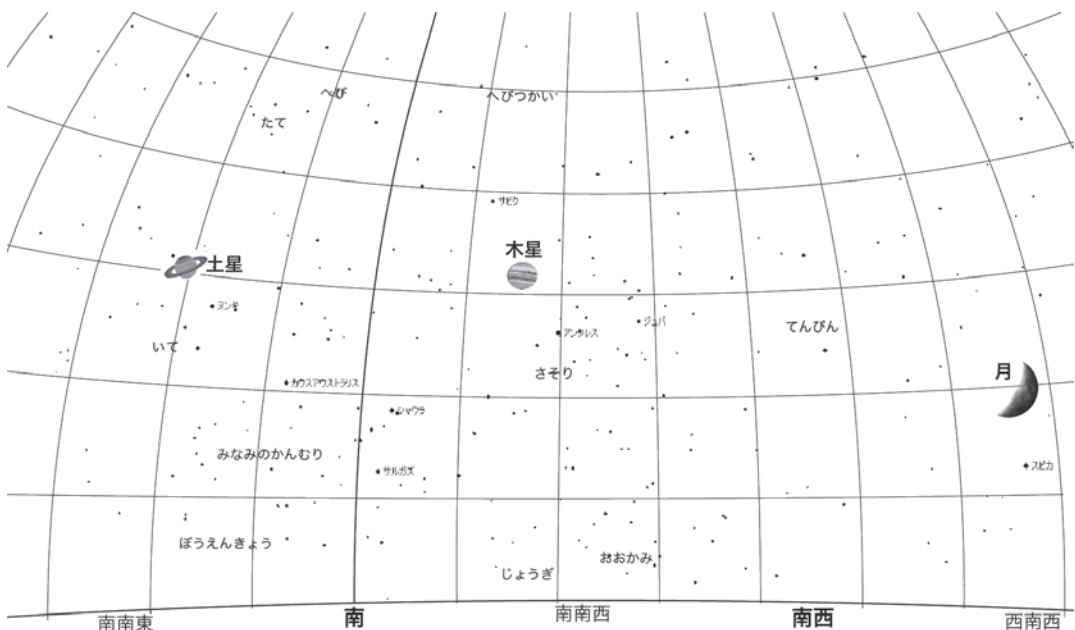


図1. 南天の星空（2019年08月06日） ステラナビゲーター9の画面に加筆

2-5. 当日の準備状況

観望会当日は、児童生徒の送迎に際し来校した、保護者も観望会に参加できるようにしたため、グラウンドを駐車場として設定し、車の順路も決定した。駐車場係として教員2名を配置し、登下校時の駐車場における事故防止に務めた。

観望会は通常の勤務時間外に行われるため、運営にご協力いただいた先生方の勤務時間の割振り変更を、管理職に依頼した。

望遠鏡など、当日使用する物品に関しては、事前にリストアップし、実際に使用できるかを確認を行った（天体望遠鏡3台、星座早見盤、プロジェクター、マイク、スピーカー、レーザーポインター等）。観望会で使用する天体望遠鏡は、学校所有のものと、理科担当教諭の個人所有のもの、大学の研究室所有のものを使用した。

2-6. 当日のプログラム

観望会の日時は決まっているため、曇天および雨天時には星を見ることができない。観測が行えない場合には、体育館内で実施できる簡単な学習会を全体の時間を短縮して実施することとし（表1）、内容に関しては、大学側での検討事項とした。

体育館での生徒の配置は、参加者の中で班を編成し、後期生が前期生の面倒を見るように並べさせた。班編成では、前期生と後期生のバランスを保ちながら、できるだけ話のしやすい生徒の組み合わせを考慮した。また、兄弟姉妹がいる場合には同じ班になるようにし、保護者が児童生徒と共に観測しやすいよう配慮した。

屋上では、体育館で説明を聞いた際の班のまま行動できるように観測する対象を、望遠鏡3台にそれぞれ割り振り、ローテーションで観察できるように計画した。

3. 大学側での準備状況

大学側では、地学研究室の大学院生であり筆者の一人である久森を中心に準備を行った。地学研究室では、持ち運び可能な天体望遠鏡および赤道儀を所有していること、また、所属する学部生や大学院生がそれらの機器の扱いに慣れていることが大きなメリットとしてあげられる。

また、地学研究室では平成19（2007）年より東広島市教育委員会と連携し、東広島市内の小学生を対象とした天体観測講座「ひがしひろしまスペースクラブ」を通年で実施し、研究室の学生が講師として活動している。長年にわたるこれらの

表1. 天体観望会のプログラム構成

晴天時プログラム

19:00	開会のあいさつ
19:02	講師紹介
19:10	天体に関する講演
19:40	観測開始

曇天および雨天時のプログラム

19:00	開会のあいさつ
19:02	講師紹介
19:10	天文に関する講演
20:00	閉会のあいさつ

活動を通して得られた、小学生を対象とする講座の内容・学習レベル・経験等の知見を生かして、今回の観望会においても実施内容の検討を行った。

3-1. 観望前におさえておきたい基礎知識

地学領域の特性として「時間・空間スケールの大きさ」が挙げられる¹⁾。学校現場で実施する観望会であることを踏まえれば、ただ望遠鏡を覗き、輝く天体の美しさに魅せられるだけではなく、観測対象である天体が広大な宇宙に浮かぶものであるという空間スケールを理解したうえで、実際に天体観測を行うことが重要であると考えた。

そこで今回は、観察対象とした月や木星、土星、夏の大三角をつくる3つの恒星の位置関係や空間的スケールの大きさに着目させることとし、表2に示すような講演内容を企画した。

3-2. 当日実施したプログラム

当日、台風通過直後で時折小雨の降る気象状況であったため、観望会開始時点では屋上での観望が可能かどうか不確かな状況であった。そのため、一旦屋上に天体望遠鏡を設置したものの、雨が降り始めたら機材を収容するために、屋上で待機する学生を2名おいた。

観望会の開始時刻には、ほぼ全天が雲に覆われた状態であったため、表2の曇天および雨天時の内容に沿ってほぼ50分かけて「iv Mitakaを使った擬似宇宙旅行」の内容まで実施した。通常であれば、そのまま閉会する予定であったが、屋上で待機していた学生より、星が見えるようになって

表 2. 天文に関する講演の内容

晴天時 (30 分を予定)

- i 惑星と恒星のちがい
- ii クイズ「地球からどちらが遠い？」
- iii 地球と天体の距離を体感！
- iv 観察する天体のおさらい

曇天および雨天時 (50 分を予定)

- i 惑星と恒星のちがい
- ii クイズ「地球からどちらが遠い？」
- iii 地球と天体の距離を体感！
- iv Mitaka を使った擬似宇宙旅行
- v ペルセウス座流星群の紹介

たとの連絡があったため、急遽屋上へ移動し、観望を開始することとなった。屋上での観測の様子に関しては後述するとして、ここでは天体に関する講演を行った際の児童生徒の反応を述べることにする。

i. 惑星と恒星のちがい

現行の学習指導要領では、惑星と恒星については中学校第 3 学年で学習する内容となっている。今回の観望会では理科の授業で学習していない児童生徒の参加が予想された。そのため、今回の講演ではまず、太陽や地球を中心として宇宙の広がり認識させるため、恒星である太陽と、その周りを公転する惑星である地球・木星・土星の関係を理解することが必要だと考え、講演の最初に解説を行った。

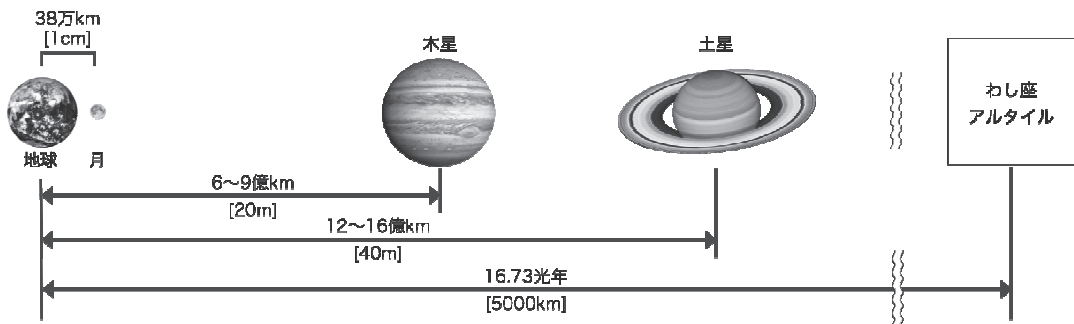


図 2. 地球と天体との距離 (括弧内は地球と月の距離を 1 cm としたときのおよその距離)

太陽や星座を形作る恒星は「自ら光かがやく星」、惑星は「恒星の周りを公転する自ら光らない星」であることを写真を提示しながら紹介した。これら基礎知識に関して説明した上で、次のクイズに移った。

ii. クイズ「地球からどちらが遠い？」

今回観測対象とした月、土星、木星、夏の大きな三角を作る 3 つの恒星について、地球からの距離を比較 (図 2) する簡単なクイズを実施し、宇宙の広がり数値的關係を用いて紹介した。実際に用いたクイズとそのとき見られた児童生徒の反応を表 3 に示す。

Q1 の木星と月までの距離の違いでは、ほぼ全員が正解しており、夜空で見た天体の大きさの違いから、月のほうが近くにあることが容易に推測できたと思われる。

Q2 の木星と土星ではどちらが遠いか、では「水金地火…」と惑星の並び順を唱える児童生徒もいたことから、日常生活のなかでの経験や得た知識をもとに正答にたどり着くことができたと考える。

以上の結果から、児童生徒は太陽系内の天体の空間的広がりについておおよそ理解していたと言える。

Q3 の夏の大きな三角と土星ではどちらが遠くにあるか尋ねたところ、約 3 割の児童生徒が土星と答えた点は大変興味深い。

このことは、太陽系が恒星である太陽を中心とした惑星の集合であるのに対して、星座を形作る恒星が太陽系外にある太陽と同じ恒星であるということの 2 つの関係性が理解できていなかったことに起因すると考えられる。このことから、太陽系外の天体を含めた空間的広がりについては理解が不十分であった可能性がある。

表 3. クイズの内容と児童生徒の反応

Q	内容	児童生徒の反応
1	木星・月の地球からの距離	約 9 割の児童生徒が木星のほうが遠いと回答
2	木星・土星の地球からの距離	ほとんどの児童生徒が土星のほうが遠いと回答
3	夏の大三角と土星の地球からの距離	約 3 割の児童生徒が土星のほうが遠いと誤答
4	ベガとアルタイルの地球からの距離	どちらも同じ距離と答えた児童生徒は約 1 割

iii. 地球と天体の距離を体感！

ii で紹介した地球と観測対象の天体との数値的關係だけでは、空間的スケールを理解するために不十分であると考えた。そのため今回は、広大な宇宙について体感的に理解できるように、縮小したスケールで地球と天体との距離を再現した。

具体的には地球と月の平均距離 38 万 km を 1 cm としたとき、地球と木星や土星、夏の大三角を構成する恒星との距離は図 2 に示すような関係になることを示すと同時に、木星をソフトボールの大きさに見立てて、体育館の前と後ろで約 20 m の距離を再現し、宇宙空間がどれほど空虚に広がっているかを体験する活動を行った。

iv. Mitaka を使った疑似宇宙旅行

天体観望会等の企画・運営を数多く行っていると、天候が優れずに観測が困難となった場合、実際の夜空を眺めることができずがっかりする参加者の姿を目にすることは少なくない。曇天や雨天時であっても、少しでも星空の美しさや宇宙の魅力に触れてもらえるよう、観望会の企画においては、プログラムを工夫する必要がある。

そのような工夫のひとつとして、フリーソフトウェア「Mitaka」²⁾の活用が挙げられる。「Mitaka」は国立天文台 4 次元デジタル宇宙プロジェクトが提供する、PC の中に宇宙空間を再現し、天文学の様々な観測データや理論的モデルを見るためのソフトウェアである。このソフトウェアは、Windows 版として提供され、同プロジェクトの Web サイトから簡単にダウンロードすることが可能である。教育研究目的の利用であれば、クレジット表示のみで使用できることから、今回の観望会でも用いることとした。

「Mitaka」を利用することで、地上から見た夜空を再現できることはもちろん、地球から飛び出

して宇宙空間を自由に移動したり、表示スケールを変更することが可能である。これらの機能を用いて、太陽系内の惑星の配置と、太陽系外の夏の大三角をつくる 3 つの恒星の位置関係について、プラネタリウムであっても体験できないような視点として、スクリーンに映し出すことができた。

今回の観望会では、曇天からの天候の好転により、偶然ではあるが屋上での観測前に「Mitaka」を用いることができた。結果として i から iii で紹介した地球と天体との距離やその広がりについて視覚的に理解することができたと考える。

4. 屋上での観察

観望会を実施した当日 (8/6) は台風 8 号通過後の悪天候であり、夕方もあいにくの曇天であったため、観測が実施できないことが見込まれた。しかし幸いなことに、次第に雲が取れてきたため、途中で予定を変更し、時間を延長して屋上での観測を実施する運びとなった。

当日、屋上では班ごとのローテーションでそれぞれの望遠鏡で観察する予定にしていた。しかし、観察対象に雲がかかって見えない時間帯が発生したり、再び見えるようになっても、望遠鏡に対象を導入するのに時間がかかったりすることが想定された。そのため、観測は班ごとではなく、目的となる天体を導入してきた望遠鏡から流動的に観測を行うように急遽変更した。児童・生徒は、それぞれの望遠鏡で見られるものを自分たちで確認し、きちんと整列して観測を行い、特に混乱等は見られなかった。このことから、屋上での児童生徒の配置や動きは、特に決めておく必要がないということが明らかになった

また、児童生徒が一通り見終わった後、それまで遠慮がちに遠巻きにいた保護者も望遠鏡をのぞき始め、子供たちと感動を分かち合うとともに、携帯電話やスマートフォンを用いて撮影を行ったりしていた。

4-1. 今後の改善点

当日、屋上にマイク及びスピーカーを用意していなかったため、説明の音が通らないことがあった。このことから、観測する場所へマイク、及びスピーカーを用意する必要があるということも分かった。

使用する望遠鏡は出来る限り天体を自動で追尾できる赤道儀付きのものを用意することが望ましい。水平方向と垂直方向の 2 方向に移動できるだ

けの経緯台式の望遠鏡では、日周運動のため、天体が少しずつ動いて視野の外に出て行ってしまふ。その場合、再導入に時間を要してしまうことと、児童・生徒が望遠鏡をのぞいた際に、自分の見方が悪いのか、それとも目的となる天体が視野から外れているのかわからない状態になる。それ以外でも、夜間で人数が多いと、望遠鏡の三脚の足などを蹴ってしまい、再導入を行う必要がある。

保護者のスマートフォンに、星座表のアプリケーション（無料）を事前にインストールしてもらっておくと、望遠鏡をのぞく順番が来るまでの時間を有効に活用することができる。

5. まとめ

地層観察のために野外実習など、地学の他の学習分野の体験活動は、大雨が降らない限り小雨程度なら実施可能である。ところが、天体観察だけは、夜間でかつ晴天の時にしか実施できないという強い制約がある。雨が降るか降らないかの降水確率に関しては、さまざまな情報がインターネット上で提供されているが、空に雲があるかないかという情報はあまり多くない。

そのため実際に観測が可能かどうかは、以下のWeb情報が有用となる。

- ・気象庁：天気図
- ・気象庁：気象衛星（高頻度）
- ・Windy: Wind map & weather forecast
(<https://www.windy.com/>)
- ・GPV 気象予報 (<http://weather-gpv.info>)
- ・SCW – 天気予報 / 観測情報
(<https://supercweather.com>)

これらのホームページから得られる情報を活用して、当日の風向きや雲量を確認し、星が見えるようになるか予測することが望ましい。

また、観測する場所が学校に縛られず、自由に移動可能な場合には、国立研究開発法人産業技術総合研究所が公開している、地質図 Navi の項目の一つである「夜空の明るさマップ」が参考になる。ここで公開されている夜空の明るさを参考に、最も観測に適した場所を選ぶことが可能である。

きれいな星空や月面を見たいというだけでなく、写真愛好家の手によって様々な天体写真や鮮やかな天の川が写った星景写真が公開されている。また、ハッブル宇宙望遠鏡や1997年に打上げられた土星探査機カッシーニ、2011年に打ち上げられた木星探査機ジュノーから得られた鮮やかな写真が図鑑や資料集に掲載されている。

そのような時代に、厚い大気層を通して地表から望遠鏡をのぞくことにどのような意義があるかについて考えてみると、筆者は1986年に地球に接近したハレー彗星（公転周期75.3年）の観望会に家族で参加し、望遠鏡のレンズを通してぼんやりとした彗星が見えた瞬間のことを鮮明に覚えている。前後のことはほとんど覚えていないし、きれいに尾が見えるような状態でもなかったが、76年に一度しか見えないものを見ることができたことに感動したことを覚えている。

同じように子供たちの中で、夏休みの夜の学校という非日常的な空間で、みんなで楽しく星空を見上げるという体験を通して、星についてもっと知りたいという探究心が芽生えることを期待するとともに、知識が蓄えられることによって、より多くの体験を求めるようになり、これらが両輪のように子供たちの成長を促すことを期待する。

「涸沢の紅葉見ずして穂高を語ることなかれ」とは、穂高岳の中腹に広がる涸沢カールで一年にほんの数日間だけ見られる紅葉の素晴らしさを表す名言である。涸沢の紅葉の写真自体は、インターネット上に数多く掲載されているが、その写真を見た人全てに感動がもたらされる訳ではない。

それでも涸沢の紅葉を見る人に感動をもたらすのは、何kmもの長い道のりを、重い荷物を背負って何時間も頑張って歩き続けた人だけが見られる景色、ということが非常に重要であり、苦労した人にだけに与えられる感動というものが少なからず存在する。

近年、ICTの普及により、容易にVR (Virtual Reality) を体験できるようになってきた。このこと自体は否定されるものではなく、学習の導入や、動機付けとして非常に有用であると考えられる。しかし、あくまで子供たちの成長を促すのは、本物を見たり体験したりすることを通して得られる感動と、そこから生まれる疑問である。それを伝えるためには、我々は、その手間を省かずに努力し続ける必要があることを痛感する。

引用文献

- 1) 林 慶一 (2004)：地学教材の特性と開発の視点. 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会特別公開セッション講演要旨, 42-52.
- 2) 4D2U 国立天文台4次元デジタル宇宙プロジェクト, 大学共同利用機関法人自然科学研究機構国立天文台
<<https://4d2u.nao.ac.jp/t/index.html>>