

宮城教育大学インターネット望遠鏡の紹介

高田 淑子（宮城教育大学）

Internet Telescope of Miyagi University of Education

Toshiko Takata (Miyagi University of Education)

Abstract

Internet Telescope of Miyagi University of Education was constituted in 2000. Since then, various features have been added for the purpose of educational use. Recent mobile technologies improve handy starry observations via internet.

1. はじめに

中学校の学習指導要領に示される実験・観察の実態調査（斎藤, 2009）によると、天文分野の実施率は演示実験含めて3割弱と全分野中で最低で、さらに、天体望遠鏡などの観察機器の充足割合も15%以下と、天文分野は観察をほとんど行わずに授業が進むという現実がうかがえる。小・中学校の学習指導要領に記載の天文分野の観察項目は、夕方や夜に観察する事象や、観察可能時期と授業実施時期の不一致、天候等、制約が多く、観察を含めた授業展開が困難であると旧来より指摘されている。

これらを解決する一手段として、宮城教育大学では、2000年よりインターネット望遠鏡を構築し、学校教育への応用を検討・実践している。インターネット望遠鏡とは、インターネットを介して遠隔から天体望遠鏡を操作して天体観測を行える望遠鏡であり、天体望遠鏡の資源の集約化、多地点設置による昼夜や天候問題の解決につながることが期待される。

宮城教育大学インターネット天文台では、できる限り安価な市販のものを活用し、特別な開発をせずに、代々構築・改修・運用している。今までの本学インターネット望遠鏡の深化と進化は卒業論文等としてまとめられている（表1）。

インターネット望遠鏡の様相も時代とともに変化し、特に通信回線の高速化やネットワーク化、PCの処理能力向上・大容量化など情報通信環境の進展と普及により、手軽にかつ汎用的に利用できる環境が整いつつある。そこで、宮城教育大学のインターネット望遠鏡の変遷を振り返り、今後の学校教育における活用と課題について考えたい。

2. 宮城教育大学インターネット天文台システム

（1）第一世代：2000年—2003年

この時期は、国内でインターネット天文台が構築されたインターネット望遠鏡草創期である（佐藤他 1999, 高田他 2001, 高田他 2003）。本学の初代インターネット望遠鏡は、Software Bisque 社のインターネット望遠鏡用ソフトウェア（IA : Internet Astronomy）を用いて遠隔操作端末上の THE SKY を用いて望遠鏡制御を行う方式である。当時一般的な通信手段であった PHS (Kbps) で制御コマンドの送受信が可能であった（表1）。天体を冷却 CCD カメラで撮像して、IA の一連のソフトウェアで遠隔から画像取得・閲覧の制御を行う。当時システムの導入・運用は容易であったが、望遠鏡を格納する天文台がなく、利用するたびに天体望遠鏡と冷却 CCD カメラを屋外に持ち出し調整・設置が必要なため、甚大な労力を強いられた。それにもかかわらず、屋外での観察が困難な方々を対象にした院内学級や障害者施設、時差を利用した海外の教育機関から利用され、インターネット望遠鏡の有用性について検証できた。

表1 各年代における利用機器システム

システム	第一世代(2000-2003年)	第二世代(2003-2009年)	第三世代(2010年-)
望遠鏡	カセグレン (LX200-30 : MEADE)	ニュートン反射 MT300-EM500 (高橋製作所)	
望遠鏡制御	THE SKY (Software Bisque)		ステラナビゲーター(アストロアーツ)
通信制御	Internet Astronomy (Software Bisque)		リモートデスクトップ機能
撮像	冷却 CCD カメラ (ST7:SBIG)	インターネットカメラ (ToUCam-Pro(II): Phillips)	高感度カラービデオカメラ (DFK : Imaging source)
撮像配信	Internet Astronomy	Windows メディアエンコーダ	ビデオエンコーダ (M7001:AXIS)
通信回線	PHS (4.8Kbps)	構内 LAN/携帯電話 (~Mbps)	Wi-Fi (~Gbps)
動作確認	ビデオカメラ (HandyCam : SONY)	ネットワークカメラ (KOREGA)	高感度ネットワークカメラ (IO-DATA)
遠隔操作	ノート PC		スマートフォン, タブレット
双方向会話	Yahoo! メッセンジャー	Skype	LINE
その他	ファインダーシステム (視野角約 2.5 度)	スライディングループ 全天モニター(カメラ)	
観望会等	太白ありのまま舎 : 2001 年 西多賀病院院内学級 : 2001 年 ニューデリー日本人学校 : 2003 年 東北大学病院院内学級 : 2002 年	仙台市立広陵中学校 : 2003 年 仙台市立桜丘中学校 : 2003 年 ロンドンアバコン学校 : 2006 年 金星ライブ・月ライブ	ひらめきときめきサイエンス (2010-2016 年)
関連論文	中堤(2002)・林(2003)	佐々木(2004)・千島(2007) 齋藤(2009)・門脇(2010) 菊地(2013)	桑原(2010)・佐藤(2013) 熊谷(2015)

(2) 第二世代：2003年—2009年

2003 年待望のスライディングループと、口径 30cm の反射望遠鏡 (MT300-EM50 高橋製作所) が設置され、インターネット経由で遠隔からスライディングループの開閉に始まり望遠鏡の制御に至る天体観測の一連の操作が可能となった。全天モニターも設置し、遠隔地から視覚的に天候が判断できるようになった (表1)。

誰でもインターネットでつながることが普及した時期もあり、安価なインターネットカメラが市販され始めた。その中でも、ToUCamPro(II) (Phillips 社) は、比較的高感度なカラー CCD のため、学校教育における観察対象天体や一等星程度の恒星であれば昼間でも本学の反射望遠鏡と組み合わせて撮像可能である。そこで、冷却 CCD カメラにかわり、インターネットカメラがとらえた天体の映像を Windows メディアエンコーダーでライブ配信してインターネット上で観察できるようにした。

遠隔地からインターネット望遠鏡を操作する手法として、リモートデスクトップ機能も取り入れた。リモートデスクトップ機能は、望遠鏡制御 PC の画面をそのまま遠隔地の操作 PC 上に再現し、遠隔の操作 PC 上から望遠鏡制御 PC を操作できる。当時のインターネット環境は、携帯電話の普及により通信速度も Mbps のオーダーまで高速化され、公立校も校内の情報通信設備が整備され始めていたが、Windows のリモートデスクトップ機能を使用すると、回線容量不足で PC がフリーズするなどの問題が発生する事例もあった。

システムの更新と並行して、インターネット望遠鏡の学校利用についてもさらに検討を加えた。たとえば、金星の満ち欠け等、特定の天体の観察を主たる目的とすると、インターネット望遠鏡の醍醐味である遠隔操作には時間を割きづらいという課題も挙げられたため、小・中学校で昼間

に肉眼で見難い観察対象である‘今の金星’、‘今の月’を期間限定でライブ配信した。太陽ライブを実施する天文台はあるが、金星や月などの天体ライブは見受けられない。金星は長期間ライブ配信を実施することにより満ち欠けの変化を追え、簡易に授業内に利用できることが評価された。月は、赤緯方向の追尾の精度が悪く、完全無人長期運用には現在でも課題が残っている。

(3) 第三世代：2010年—

通信回線の高速化とともに無線 LAN が普及し、スマートフォンや iPad (Apple 社) などのタブレット端末が隆盛となり、手元の情報端末から即座に天体望遠鏡にアクセスして天体観測ができる‘モバイル望遠鏡’の時代を迎えた。学校の授業においても、タブレット端末をもつ生徒が望遠鏡操作コマンドを入力してその画面をプロジェクターで投影することによりクラス全員で天体観察を共有するという授業展開が可能となる。また、OS のバージョンアップにより、望遠鏡制御ソフト、インターネットカメラのデバイス等、第二世代に構築したシステムを一から見直す機会となる。現在、望遠鏡制御はステラナビゲーター (アストロアーツ社) に変更し、遠隔端末の種類や OS によらず利用可能な Chrome リモートデスクトップ (Google 社) を使用して遠隔から望遠鏡を操作している。さらに、高感度カラーカメラで撮像した天体映像をビデオエンコーダーによってストリーム配信することで、高画質の天体映像が観察できるようになった (表 1, 図 1)。

3. インターネット望遠鏡を用いた小学生の観察事例

最近の活用事例として、小学生 20 名を対象にした天体観察教室であるひらめきときめきサイエンス (2015 年 11 月 20 日午後 2 時 30 分—7 時開催) を紹介する。観察教室の内容は、まず、実際の天体望遠鏡のぞいて昼間でも星が輝いていることを体験する。次に、教室内で、生徒がタブレット端末から天文台のルーフを開け、インターネット望遠鏡を起動し、目標天体を導入して観察する。月面観察では、スクリーンに投影される月面映像を生徒全員で共有できるため、生徒がタブレット上で望遠鏡を動かすことでクレーターなどの観測位置を動かし、教師が机間で説明しながら情報共有できる点が授業として使いやすい (図 2)。時として雲がかかることもあるが、逆にそれがライブ感を醸し出す。日没後、屋外に移動し、星座など星空全体を肉眼で観察するとともに、望遠鏡でも恒星を観察して、インターネット望遠鏡で観察し難い内容、特に、昼に恒星の色、瞬き、などを補足する。

夜に集まることが困難な小学生に如何に‘本物’、‘準本物’を見せられるか、夜の体験学習につなげられるかが学校の授業で使われるインターネット望遠鏡の価値ではないかと考えられる。昨今、生徒がタブレット端末の操作に慣れて情報端末が生徒に身近になっているのを実感している。

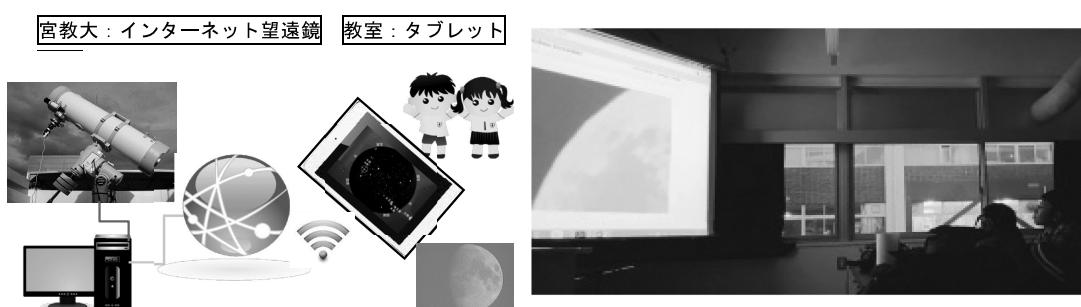


図 1 宮教大第三世代インターネット望遠鏡
概念図

図 2 モバイル望遠鏡による月面の観察
(2015 年度ひらめきときめきサイエンス)

4. おわりに

インターネット望遠鏡の活用は、もちろん、実体験としての天体観測の必要性を否定するものではなく、むしろ実体験のための架け橋という位置づけと考えたい。夜空の中で寒さを体感しながら五感を研ぎ澄ました観測の醍醐味を味わうことは特に幼少期には貴重な体験で代えがたいものがある。現在、小中学校には、タブレット端末がデジタル教科書などとともに配布され始め、生徒は苦も無く受け入れている現実がある。タブレットはインターネット検索やデジタル教科書だけのものではなく、天体観測のコントローラにもなりえ、一台の生徒のタブレットから時空を超えた天体観察も可能である。インターネット望遠鏡の観測体験が逆に本物の夜空の星空観察につながる架け橋になることを期待している。そして、タブレット端末等、学校のICT化とともに、今一度、現場での観察・実験機器の整備を期待したい。今後、新システムにおける学校現場における実践的研究も深める必要がある。

参考文献

- 門脇駿, 星空ライブカメラによるリアルタイム天体観察システムの開発, 2010, 宮城教育大学卒業論文.
- 菊地佳子, 月の位置・形撮像システムを活用した月の継続観察授業の開発, 2013, 宮城教育大学修士論文.
- 熊谷祐輝, インターネット望遠鏡システムの再構築と測光観測による変光星の光度曲線解析, 2015, 宮城教育大学卒業論文.
- 桑原永介, 宮教大インターネット天文台連続運用システムの開発, 2010, 宮城教育大学卒業論文.
- 齋藤弘一郎, 天文・気象分野における定点観測教材の開発と実践, 2009, 宮城教育大学修士論文.
- 佐々木芳恵, インターネット望遠鏡・IT機器を用いた天文教育教材の開発と中等教育への応用, 2004, 宮城教育大学卒業論文.
- 佐藤愛里, タブレット端末を活用した天体観測教材の開発, 2013, 宮城教育大学卒業論文.
- 佐藤毅彦, 坪田幸政, 松本直紀, インターネット天文台の構築: その1. 安く, 早く, 簡単に, 1999, 天文月報 92, PP312-317.
- 高田淑子, 中堤康友, 松下真人, 長島康雄, 伊藤芳春, 教室で行う宇宙の実験-2 : インターネット望遠鏡システムの構築とその教育現場での活用, 2001, 宮城教育大学紀要, 36, 83-89.
- 高田淑子, 中堤康友, 池田尚人, 長島康雄, 伊藤芳春, 林美香, 吉田和剛, 松下真人, 斎藤正晴, 宮城教育大学インターネット天文台の活用事例, 2003, 天文月報, 96, 572-578.
- 千島拓朗, IT機器を利用した天文教育プログラム開発, 2007, 宮城教育大学修士論文.
- 中堤康友, インターネット望遠鏡を用いた天文教育プログラムの開発, 2002, 宮城教育大学卒業論文.
- 林美香, インターネット天文台中継システムを利用した天文教育プログラム開発, 2003, 宮城教育大学卒業論文.

質疑応答

Q: 教員養成ではインターネットで星を見るというより、実際の星を見ることが大事であり、星の観察を実施してほしい

A: おっしゃるとおり。インターネット望遠鏡を構築する過程で実際には星の観察が欠かせない、アナログティックな観測を積み重ねないと実際には人に見せるところまではいかないのが現状である。また、学生実験を通して天体観測は実施している。実際に学生は小中学校での観測体験が皆無に近く、小中学校の教科書記載の天体観測を一通り実施するだけでもカリキュラム的には結構一杯である。

天文教育に係る免許更新講習の実施報告

星とのコミュニケーション

- 子どもたちの天体に対する興味・関心に応えるために - を終えて

宮川 祐一 (仁愛大学)

A Practice of Astronomical Education for the School Teachers.

Yuichi Miyagawa (Jin-ai University)

Abstract

As one lecture of the teaching license renewal program, the author performed astronomical education. Teachers had lack of astronomical knowledge. In the outdoors, teachers made astronomical observations with the telescope. By outdoor training, teachers were able to increase the interest in astronomy.

1. はじめに

仁愛大学では平成23年度から教員免許状更新講習を行っているが、子ども教育学科を持つ関係から幼稚園や保育園を勤務先とする受講者が多い。このことも踏まえて、初等教育における天文分野の教育に対する困難さ¹⁾を解消するために、選択領域講習の一つとして、天文教育分野の講習を平成28年8月5日(金)に初めて実施した。また、教員の天文分野に対する苦手意識や天体観測の経験が少ないことなどの指摘¹⁾²⁾もあることから、この講習では、講義と実習を組み合わせた内容とした。すなわち天体を直接観察することや望遠鏡を操作するという体験を重視するために野外での実習を含めた。このことによって、開催日時に条件が付くことになり、平日の実施および終了時刻にも配慮し、月齢や惑星の出没時刻等から14時から21時過ぎという時間帯に実施した。(当日の日の入り18時57分、薄明終20時34分、月齢2.6、月の入り20時19分である。)

2. 募集要項

対象者は、主に小学校教諭(幼稚園教諭も可)とし、定員 25 人を募集した 6 時間講習である。

目標・ねらい

小学校4年生では、天文に関する単元「夏の星」、「月や星の動き」、「冬の星」、6年生では「太陽と月の形」がある。しかし、これらの学習には、①昼間は星が見えない②天候に左右される③教師の苦手意識という3つの困難があるとされている¹⁾。この講習では、実習(星座早見盤の製作、望遠鏡の組立と操作、天体観測)を織り込んで星の学習指導ができるようになることを目指す。

講習内容

- ・ 14:00～14:10(10分) オリエンテーション(事前アンケート)
- ・ 14:10～15:00(50分) 講義「地球と月・太陽の動き」
- ・ 15:00～15:30(30分) 教材製作(星座早見盤、観測用赤色ライトの準備)
- ・ 15:30～15:40(10分) 休憩
- ・ 15:40～17:10(90分) 講義「望遠鏡の仕組み・選び方・活用法、まとめと試験」
- ・ 17:10～18:00(50分) 夕食、グラウンドに移動
- ・ 18:00～19:00(60分) 演習「望遠鏡の組立と設置(日没前に完了)」
- ・ 19:00～20:00(60分) 演習「月と惑星の観察(望遠鏡の操作、デジカメでの撮影と教材化)」
- ・ 20:00～20:10(10分) 休憩
- ・ 20:10～20:40(30分) 演習「夏の星座の観察」
- ・ 20:40～21:10(30分) 機材の後片付け、修了アンケートなど

3. 講習準備について

申込者には準備物として、天体望遠鏡(学校備品等)、双眼鏡、デジタルカメラ、カメラ用三脚などを伝えたが、特に望遠鏡・双眼鏡は数台しか集まらないためことが判明したため、レンタル望遠鏡(8cm屈折)3台を加えて、望遠鏡は合計7台(最小は5cm屈折、最大は28cmシュミットカセグレン)、8cm口径の双眼鏡も用意した。

ところで、野外での実習(日没以降)ができなかつた場合の代替案としては、「室内において①望遠鏡の組立と設置、②月・惑星観察の代行体験：壁面に小さな天体写真、またはパソコンで惑星動画を再生させて、それらを天体望遠鏡で導入することで、望遠鏡の操作および天体写真の撮影練習ができる。また、星空の観察の代用としては、シミュレーションソフトによるスクリーン投影で模擬体験をする。」ことなどを予定した。

4. 講習内容と今後の課題について

25人から申し込みがあったが、都合により3人は取り下げたため、22人の出席であった。勤務校の種別は小学校4人、特別支援学校1人、幼稚園・こども園・保育園等17人であった。事前課題、事前アンケート、事前テスト、評価試験等から浮かび上がった課題等を併せて記す。

当日の講習では、屋内講義はほぼ計画通りであったが、野外演習では南～東の空が曇っていて、南天の惑星や夏の星座観察には支障があった(待ち時間の有効利用に問題)。

事前アンケート・事前課題

アンケートでは、機材持参の可否や日の出・日の入り現象の観察経験、惑星や夏の大三角やさそり座などが見つけられるかどうか尋ねたが、わからないという回答が多かったため、見つけるための簡単な図を付けた事前課題を送付した。

事前課題として、「日の出」と「日の入」の方角(7月～8月初旬)観察確認を求めたが、北寄りの方角を正答として期待したが、真東や真西(さらには南寄り)の方角の回答も見受けられた。夏期の日の出の時刻は04時台と早く、観察依頼には無理があったことも窺えた。逆に日没の観察は容易であったことから、その正答である西北西6人が得られたが、観察できなかつた回答も6人からあった。方角の誤りについては、かなり甘い認識しか持たないことが影響しているものと考えられる。また、惑星(火星・土星)の確認は7人ができたが、観察できなかつたという回答も多く見受けられた。

事前テスト

北天の星の動き(図1)では、正答者は14人(64%)、恒星日に関する問題(図2)では正答者は0(14人が24時間と回答)であった。観察経験の少なさや知識の不確実さが現れる結果となつた。

事後テスト

恒星日に関する問題では、正答者は18人(82%)に向上了が、少し捻った問題として「図3 南半球での南天の星の動き(向き)」を問うと正答は10人であった。原因としては、講義時間の不足が考えられ、天球儀やシミュレーションソフト等を利用した丁寧な解説が必要であったことが分かつた。

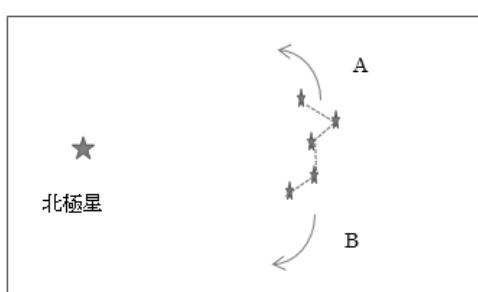


図1 北半球の北天の星の動き



図2 恒星日(1回転に要する時間は?)

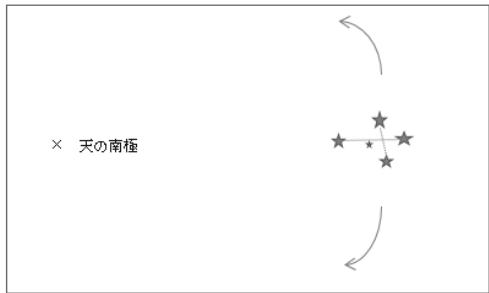


図3 南半球の南天の星の動き

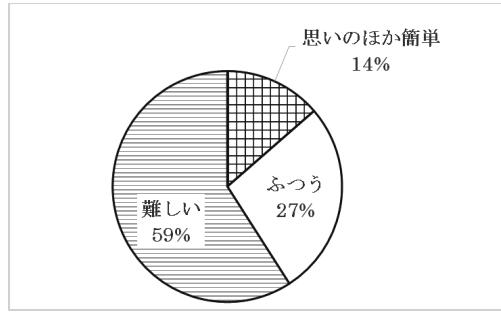


図4 天体望遠鏡の操作について

野外演習

天体望遠鏡の組立、設置、ファインダーの調整を行ったが、一連の準備作業は、お互いの不足部分を補うかたちの和やかな雰囲気で進行することができた。

日没前に設置が完了したため、西空では太陽・月・木星を肉眼・双眼鏡・望遠鏡にて確認、観察することができた。南の空は当初雲に覆われていたが、徐々に晴れ間が出てきて明るい星から少しづつ識別できるようになっていった。各種の望遠鏡による火星・土星の見え方の違いなどの観察やデジカメによる写真撮影(コリメート方式)を行った。写真撮影の場合には三脚利用が望ましかったが、ほとんどの参加者が手持ち撮影であり手振れ等の不安要素もあるが、撮影に要する時間は少なく済んだ。一方、専用アダプターやカメラマウントを準備することもできたが、安定した画像を得られる反面、撮影にかかる時間が長くなる欠点もあるため、今後の検討課題したい。

また、全天快晴という星空が得られなかつたこともあり、予定していた全天の星座確認はできなかつた。製作した星座早見盤の使用方法に戸惑いもあつたようで、実際の夜空との対比についての補足説明も行つた。

事後アンケート

実際の夜空を見るという演習については、全員が「たいへん有益であった」と回答しているが、天体望遠鏡の操作に関しては、「難しい」という回答が60%ほどを占めており、如何に解消していくかが今後の課題である(図4)。しかし、少人数であったため、望遠鏡を覗く時間が十分にとれたという感想や、実際に望遠鏡を使って自分の目で見るという体験(初めてだったという感想も複数)が感動であり、楽しさと興味を深めることにも繋がると答えていた。また、惑星の模様が確認できるような中口径の望遠鏡の必要性も改めて体感できたと思われる。

暗い夜空で星座の位置関係を一つ一つ確認していくことができると理想的だが、現地については「実習環境が余り良くないのでは?」という感想も寄せられていた。

5. 他大学の更新講習開設状況について

本年度の天文教育に関する教員免許状更新講習の開設状況を調べてみた⁶⁾。この検索サイトでは、講習概要等が掲載されており受講者の講習選択に有用な情報閲覧ができる。キーワードとしては、「天文」、「天体」、「星」、「宇宙」の4つを用いたが、表1のような件数であった。

表1 平成28年度更新講習の検索結果

キーワード	天文	天体	星	宇宙
ヒット件数	10	5	6	17
うち天文宇宙関連の対面講習	10	5	3	10

さらに得られた表1の講習数から重複する分や「宇宙」の中に含まれる物理や科学技術主体の講習などを除き、「地学」から検索された1件を加えて合計22件となる。今年度8月時点における

る更新講習の選択領域では、510の大学等で全講習数が7576に上るということを勘案すると、天文教育分野が22という数値は少ないと言える(22講習の中には、同一内容を複数回実施されるものも含まれる)。

さらに、講習シラバスや検索サイトから確認できたものからその講習内容を調べると、講義主体の講習が12件である。その他の10件は、望遠鏡の製作やその操作実習を取り入れた講習となるが、ほとんどは昼間の講習となっている。天体ソフトウェア操作も含まれている場合も少なくないが、中には天体望遠鏡実習に特化した講習²⁾(東京学芸大学)も行われている。しかし、夜間の実習を取り入れた講習は、琉球大学と仁愛大学の計3講習のみであった。

6. おわりに

今回の講義3時間と実習3時間(合計6時間)という講習時間は、内容理解を深めるには少し無理があつたが、他の講習との兼ね合いや受講者の便を考えると安易に延長はできない。しかし、講習に野外実習を含めたことによって、教員の意識に変化を促すことができ、教育現場に還元するという道筋にも繋がる期待も含め、内容の妥当性を確認できたと思う。また、野外実習を含めた講習の場合には、月齢(星空の観察と併せるには、小さい月齢が望ましい)を考慮して開催日を計画することと、晴天以外の代替策を準備しておくことが肝要である。

今後に向けては、天文教育分野の免許状更新講習の開講数が全国的に増加していくことを期待したい。

引用文献

- 1.中山健二,「小学校理科担当教員を対象にした天文教育研修会の実践報告」,2014,第28回天文教育研究会集録
- 2.下井倉ともみ,土橋一仁,秋里昂「免許状更新講習を活用した教員対象の天体望遠鏡実習の効果」,2010年5月,地学教育第63巻第3号

参考文献

- 3.亀谷光,「小学校と天文台の連携による単元まるごと学習の実践」,2014,第 28 回天文教育研究会集録
- 4.加藤明良,「平成 27 年度用小学校理科教科書天文単元の分析」,2014,第 28 回天文教育研究会集録
- 5.更新講習検索サイト「教員免許管理システム」,教員免許管理システム運営管理協議会,H28 年度版
http://www.kyoin-menkyo.jp/menkyo-pubsys-web/pubuser/G010IIS_Search.jsp
- 6.平成 28 年度免許状更新講習の認定一覧,文部科学省
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/koushin/004/1365796.htm
- 7.一小望遠鏡による天体観測ー JAXA 宇宙教育センター
<http://edu.jaxa.jp/materialDB/detail/78848>
- 8.ーめがね望遠鏡ー JAXA 宇宙教育センター
<http://edu.jaxa.jp/materialDB/detail/78865>
- 9.天文学検定委員会,「天文学検定公式テキスト 2015~2016 年版 3 級」,2015,恒星社厚生閣

質疑応答

なし

横浜サイエンスフロンティア高校「課題研究」における研究活動の紹介Ⅱ

石田 光宏（横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校）

The Introduction of the scientific research by the students of

Yokohama Science Frontier High School II

Mitsuhiko Ishida (Yokohama Science Frontier High School)

Abstract

The second-year students of Yokohama Science Frontier High School work on research for one year in the class of “Science Literacy II”. This report shows how our students have worked on their three years of research activities and also shows you what research they have mainly worked on.

1. はじめに

本校には、課題研究型の 95 分授業を行う学校設定教科「サイエンスリテラシー(以下 SL)」が存在する(図 1)。1 年次に履修する SL I では、主に大学や企業の方の話を聞いて、様々な研究分野を知る。2 年次に履修する SL II では、生徒は理科(物理、化学、生物、地学)、数学、情報の中から希望分野を選択し、その分野の中で一人一人が研究テーマを決め、一年間かけて研究活動を行う。3 年次の SL III(自由選択)では、2 年次に行った研究をさらに発展させ、より高度な研究活動を行う。本校のカリキュラムでは、SL I の履修をもって、「総合的な学習の時間」の履修に SL II の履修をもって、「課題研究」の履修の全部に替える。本講演では、2 年次に行う SL II における天文分野の取り組みについて紹介する。

図 1 本校の教育課程(H26 年度～)

2. 理数科「課題研究」について

「課題研究」は、文部科学省の学習指導要領解説理数編によると「生徒自らが科学や数学に関する課題を設定し、その課題の解決を図るために個人又はグループで研究を行い、専門的な知識と技能を関連付け、その深化、総合化を図るとともに、問題解決の能力や自発的、創造的な学習態度を育てるという点に特色をもつ科目である。」というものである。また、「社会の変化に対応し、生徒一人一人の興味・関心を深め、能力等を一層伸長する観点から、原則としてすべての生徒に履修させるものである。」という特徴もある。

3. SLII 一年間の流れ

生徒が研究する分野は、希望を考慮し、1年次の1~2月に決まる。2年次の4月から研究がスタートし、8月下旬~9月上旬に、分野別中間発表会(口頭発表)がある。10月中旬にはマレーシア海外研修があり、マレーシアにある本校の交流校でポスター発表(英語)を行う。1月上旬に分野別最終発表会(口頭発表)がある。その後、研究内容をレポートにまとめ、2月上旬に提出して、研究活動が終わる。

4. 天文分野における目標、研究活動の紹介

SLIIには、大きく分けて物理、化学、生物、地学、数学、情報、人文科学の領域があり、天文分野は地学の領域に属する。本分野では、研究テーマは最初から生徒が決め、生徒自身が考えながら研究を行う形式をとっている。ただし、行うのが困難だと判断したテーマは教師が助言し、実現可能なものに変更していく。2で示した「課題研究」の特徴を踏まえて講演者が本分野の目標としていることは

- ① 問題解決能力の養成
- ② (可能なら) 将来の天文学者の養成

である。これらの目標の達成度に関しては、5で述べる。

次に、本分野の活動の紹介をする。テーマは以下の二つがある。それぞれ簡潔に説明する。

(A)太陽の観測

(B)マカリを使った天体の解析

(A) 太陽の観測

過去に行われた主な研究テーマは以下の3つである。

1. 投影法による太陽黒点の観測
2. コロナドフィルターによるプロミネンスの観測
3. 太陽のスペクトル観測

1では、生徒はSLIIの時間中や昼休みを利用して、本校屋上にある天体望遠鏡(図2)で太陽を投影し、黒点をスケッチする。観測後、太陽面経緯度図を用いて黒点・黒点群の経度・緯度などを割り出す。この作業を繰り返し、毎日の黒点相対数の推移、緯度ごとの自転周期の算出などをしている。2でも1と同様に屋上に行き、H α 線のみを通すコロナドフィルターを用いて観測・撮像を行う。撮像したプロミネンスの例を図3に示す。撮像後、プロミネンスの数を数えるなど、解析を行う。3ではファイバーマルチチャンネル分光器を用いてスペクトルを得る(図4)。そこから吸収線の元素同定、カウント値が最大となる波長から表面温度の見積もり、太陽定数の計算、時間・季節ごとのスペクトルの変化の観察などを行っている。

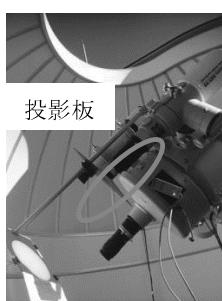


図2 黒点の観測

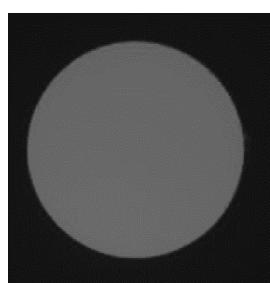


図3 プロミネンスの観測

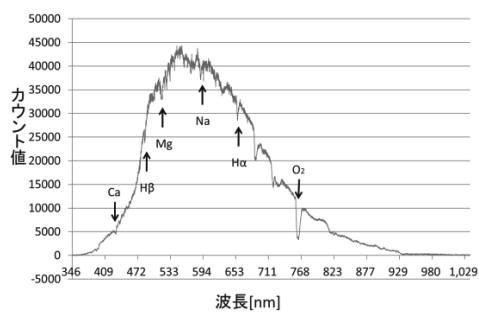


図4 スペクトルの観測

(B) マカリを使った天体の解析

すばる画像解析ソフト マカリ(Makali'i)とは、国立天文台が配布している、すばる望遠鏡などで得られた FITS データを解析することができるソフトである。本校のパソコン実習室にインストールされている。

過去に行われた主な研究テーマは以下の 2つである。

1. すばる 三鷹 岡山 木曽アーカイブシステム (SMOKA) を使用したデータの解析
2. 本校の天体望遠鏡による観測

SMOKA とは、すばる望遠鏡などの日本の光赤外大口径望遠鏡のデータを公開しているデータアーカイブシステムである。1 ではここから必要なデータをダウンロードし、マカリで解析を行う。主なテーマとしては、星団の B・V バンドデータから色一等級図を作成し、星団までの距離や星団年齢を推定する、銀河のスペクトルデータからハッブル定数の算出や銀河までの距離を算出する(図 5)、などがある。2 では本校の天体望遠鏡を用いて観測を行う。主なテーマとしては、変光星の観測、恒星のスペクトル観測(図 6)などがある。

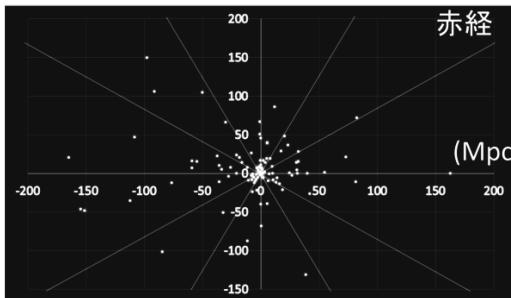


図 5 銀河までの距離の算出
原点が地球の位置、白の点が銀河の位置を表す

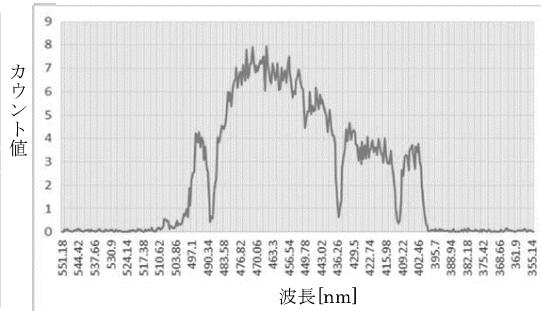


図 6 本校の望遠鏡で観測された
ベガのスペクトル

5. 指導から分かったこと、今後の課題

講演者がこの分野を担当するようになって、今年で 4 年目である。この間に、指導をしていて分かってきたこと・課題などを述べる。

まず、今まで生徒が選んだテーマについて分析した(図 7,8)。(A) 太陽の観測では「黒点」が最も多かった。しかし、過去 2 年間で(A)のテーマ自体を選択する生徒が急激に少なくなってきたことが気がかりである。(B)に関しては、テーマが多岐に渡っている。その中でも「銀河」が最も多く、次に「宇宙年齢」と「星団」がきた。一方で、「太陽系」は一人もいない。このことから、生徒ははるか遠方で起きている天文現象を研究したがる傾向があると言えるかもしれない。(B)の研究手法に関しては、「分光」が半分以上を占めた(図 9)。このことから、天体のスペクトルに興味を示すことが多いことが分かった。

次に、毎年 SL II 終了後に行っているアンケートの結果を分析してみた。以下、一部抜粋する。
<良かった点>

- ・テーマの選択肢が幅広い
- ・一般の人よりも詳しく、また自信を持って話せるものができたこと
- ・天体望遠鏡を操作できるようになった

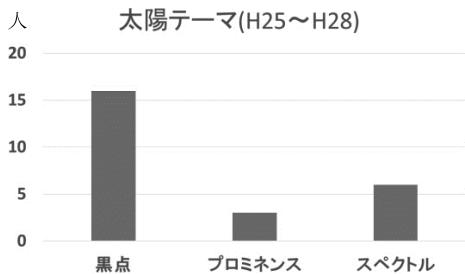


図 7(A) テーマ別入数

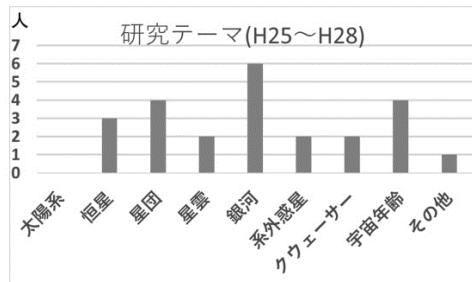


図 8(B) テーマ別入数

- ・観測の際、他のクラスの人とコミュニケーションが取れ、新しい友達が増えた
<辛かった点>
- ・研究で夏休みや休日がなくなる
- ・元々の知識が少ないため、勉強が大変
- ・マカリの測光画面を見続けると、気が狂いそうになる
- ・天候が悪い日が続き、なかなか観測できなかったとき

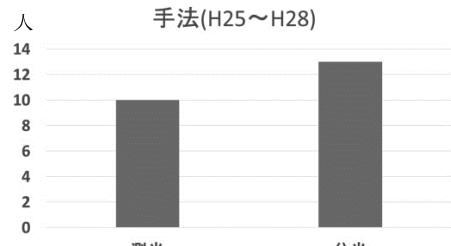


図 9(B) 研究手法

これらの結果から、生徒は研究テーマが見つかるとどんどん研究にのめり込んでいく様子がうかがえた。一方で、本校では地学は必修ではないので、天文の知識を入れる時間の必要性を感じた。また、過去 3 年間で、天文学会ジュニアセッションなどの学会で発表した生徒は 3 名のみであった。以上より、4 で述べた本分野の目標「①問題解決能力を養う」は、大部分は達成できているのではないかと考える。しかし、「②将来の天文学者の養成」については達成度が低いと考える。

4. おわりに

高校で天文学の研究を経験できることは、大変貴重である。毎年様々なテーマが出てきて、教員自身も勉強になっている。生徒には、本校での SLII の経験を活かし、今後も天文学を学び続けていってほしい。

参考文献

マカリホームページ <https://makalii.mtk.nao.ac.jp/index.html.ja>

「SMOKA の利用とその成果」2015, Vol108, No.9, 天文月報

文部科学省 学習指導要領解説理数編

青翔高校における天文分野の探究活動

山田 隆文（奈良県立青翔高等学校）

Student Research in Astronomy at Seisho High School

Takafumi Yamada (Nara Prefectural Seisho High School)

Abstract

At Seisho High School, student groups conduct research in the course, "Research Science," on varied topics of interest self-selected by the students. Student groups in astronomy perform research activities such as acquiring and analyzing data using telescopes at public observatories in Nara prefecture. The students proactively report their research findings and achievements at academic conferences. In this paper, we present current examples of student research projects in astronomy and discuss specific problems that each project encountered during its experimental course.

1. はじめに

青翔高等学校は、平成16年度に全国初の理数科単科高校として開校した。平成23年度には、文部科学省よりスーパーインセンスハイスクール（SSH）の研究指定を受け、平成28年度は第2期目の1年次に当たる。また、平成26度には、中学校が併設され、中学校・高校合わせた6年間の理数教育を取り組んでいる。本校は、開校当初より、生徒達が自らテーマを設定し、実験・観測等を行い、研究成果を発表するといった内容の「探究科学」という科目を全校生徒に課していたが、SSHの指定を機に1学年1クラスをSSコースとし、そのクラスの科目名を「スーパー探究科学」と変え、大学や研究機関との連携をより重視した内容とした。

「スーパー探究科学」では、第1学年で探究活動を行うまでの基礎・基本、すなわち仮説の設定やデータの処理等について学び、第2・3学年で本格的な班別探究活動を実施する。この班別探究活動では、1クラス40名を数学・物理・化学・生物・地学の5分野に分け、各分野毎に4人の班を2つ設け、それぞれ各分野専門の教員が指導する。また、本校の教員が独自に作成した『スーパー探究科学《基礎・基本編》』・『スーパー探究科学《研究・発展編》』をテキストとして使用し、生徒には本校独自の研究ノートである『NOBEL Note』に毎時間の活動内容を記録させ、担当教員がコメントを記入している。研究を進めるにあたっては、近隣の大学や地元企業と連携し、適宜指導・助言を頂いている。研究成果は生徒が各種学会の高校生セッションで積極的に発表しており、大学のAO入試や推薦入試でも高い評価を頂いている。なお、SSH第2期目の現在は、SSHの取組を全生徒に広めるべく、すべてのクラスに対して「スーパー探究科学」の授業を行っている。

2. 天文分野の探究活動と公開天文台等との連携

地学分野では、毎年大多数の生徒が天文を研究テーマとして希望するため、平成24年度から平成27年度まですべての班の研究テーマは天文となった。しかし、青翔高等学校には天体ドームが無く、暗い天体の継続観測は非常に困難である。そこで検討した結果、近隣の大学や公開天文台の望遠鏡を借りて観測を行うこととした。幸い、連携先の大坂教育大学には、口径51cmの望遠鏡を有する天文台があり、生徒の観測を快く受け入れてもらえた。しかし、生徒の研究テーマの多様化等の問題のため、大阪教育大学の天文台だけではデータの取得が難しいことに気づいた。そこで、近隣の公開天文台での観測を並行して行うこととした。本校が現在利用しているのは、兵庫県立大学西はりま天文台と岡山県美星天文台である。西はりま天文台は、現在では大学の研究機関となっているが、口径2mのなゆた望遠鏡と口径60cmの望遠鏡を有し、公募観測や共同研究観測という形で、日数限定で教育利用での観測を受け入れている（写真1）。美星天文台は、



写真1 西はりま天文台での観測風景

口径101cmの望遠鏡を有する岡山県井原市の施設である。古くから公募観測制度を取り入れており、操作資格を与えた成人に有料で貸し出している。本校では、担当教員である筆者が操作資格を有しており、公募観測を利用している。なお、取得したデータは学校に持ち帰って、生徒が一次処理や測光は『Makali'i』（国立天文台・（株）アストロアーツ）で、スペクトル解析は『Be Spec』（川端哲也氏）を用いて処理している。

3. 生徒による探究活動事例

続いて、平成24年度から平成27年度に、生徒が行った探究活動の概要について述べる。

① 「いて座で発見された2つの新星の測光観測」（平成24年度）

2012年の春から夏にかけて、いて座で立て続けに発見された新星のうちの2つについて、大阪教育大学天文台で約50日間にわたる多色測光観測を行った。そのデータをもとに各新星の光度曲線（図1）を作成し、スピードクラスから絶対等級を求め、結果から地球からの距離を計算した。

② 「変光星の分光観測」（平成24年度）

夏から秋にかけて観測可能な代表的な変光星6つについて、美星天文台で低分散分光観測を行った。その結果から、天体表面にあるガスの組成を調べ、更に前出の新星については水素の輝線H α の幅からガスの膨張速度も求めた。なお、本研究と①の研究を合わせて、生徒が第15回日本天文学会ジュニアセッションで口頭、SSH生徒研究発表会でポスター発表を行った。

③ 「ブラックホール連星 SS433 の観測的研究」（平成25年度）

わし座にあるブラックホール連星と考えられている SS433 について、大阪教育大学天文台で約40日間にわたる多色測光観測を行い、光度曲線（図2）から公転周期を約13.1日と求めた。また、西はりま天文台で低分散分光観測を行い、H α 線のずれよりブラックホールから放出される宇宙ジェットの視線速度を求め、前年度のデータとの比較により、その歳差運動の周期が約163日であることを確認した。第16回日本天文学会ジュニアセッションで口頭発表を行った。

④ 「宇宙膨張速度の測定」（平成25年度）

美星天文台で3夜にわたり自分達で取得した銀河の低分散分光観測データとSMOKAのデータを用いて、ハッブル定数を求めた。更に、この値を用いて、クエーサー3C273の距離を算出した。第16回日本天文学会ジュニアセッションでポスター発表を行った。

⑤ 「2つの系外惑星のトランジット観測」（平成26年度）

TrES-1とHAT-P-43という2つの系外惑星をもつと考えられる恒星について、美星天文台でトランジット観測を行った。その結果からそれぞれの光度曲線（図3）を作成し、トランジット中の減光率と母星のスペクトル型（または色指数）からそれぞれの系外惑星の実半径を求めた。第17回日本天文学会ジュニアセッションで口頭、日本地球惑星科学連合2015年大会高校生セッションでポスター発表を行った。

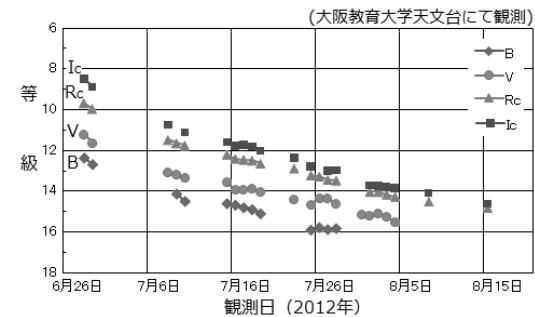


図1 Nova Sgr 2012 No.3 の光度曲線

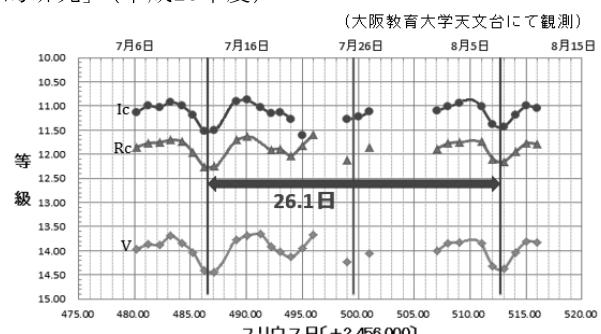


図2 ブラックホール連星 SS433 の光度曲線

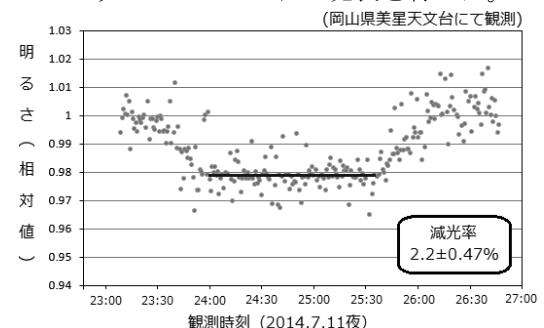


図3 TrES-1の光度曲線

- ⑥ 「分光観測による3彗星の比較」(平成26年度)
パンスターズ彗星(C/2012 K1)について、美星天文台で低分散分光観測を行った。そのデータと、以前、同天文台で得られたアイソン彗星(C/2012 S1)及びラブジョイ彗星(C/2013 R1)の観測データから、それぞれの彗星の化学組成やコマのガス放出速度の分布を求めた。第17回日本天文学会ジュニアセッションでポスター発表を行った。
- ⑦ 「多色トランジット観測による系外惑星の半径算出」(平成27年度)
系外惑星をもつ天体 WASP-80について、西はりま天文台で測光観測を行い、作成した光度曲線から惑星半径を求めた。また、別の系外惑星をもつ天体 HAT-P-43について美星天文台で多色測光観測を行い、使用フィルターによる算出半径の違いを調べた。第18回日本天文学会ジュニアセッション、日本地球惑星科学連合2016年大会高校生セッションでそれぞれポスター発表を行った。
- ⑧ 「惑星大気の成分分析」(平成27年度)
太陽系内の5惑星について、西はりま天文台や美星天文台で低分散分光観測を行い、スペクトル図(図4)中の吸収線の現れ方の違いから惑星大気の成分を調べた。第18回日本天文学会ジュニアセッション、日本地球惑星科学連合2016年大会高校生セッションでそれぞれポスター発表を行った。

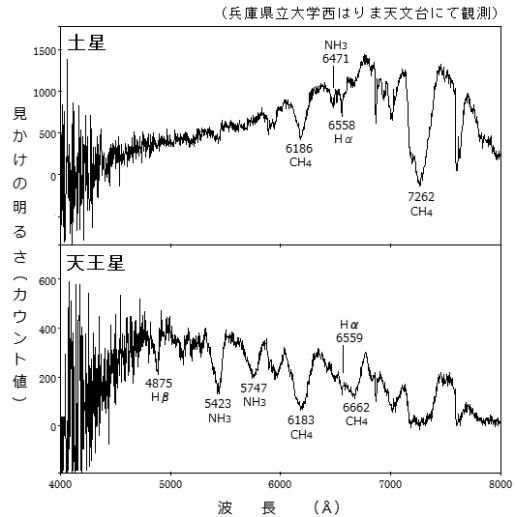


図4 惑星のスペクトル図

4.まとめと今後の課題

参加した生徒の感想としては、「大学院生や研究員の方が親切に教えてくれたので、観測方法がよく分かった。」(平成24年度)、「データ処理は慣れるまでに時間がかかったが、完成したときの達成感は大きかった。」(平成24年度)、「口径1mや2mといった大きな望遠鏡を自由に使って感動した。」(平成25年度)、「大学院生から観測以外にも様々な話をしてもらい、進路選択の参考になった。」(平成25年度)等の肯定的なものが多くあったが、中には「かなり前から準備していたのに、当日曇ってしまった。やはり天気には勝てない。」(平成26年度)というものもあった。

最後に、5年間にわたり天文分野の探究活動を指導して感じた課題を3点述べることとする。まず1つめは、観測実施における課題である。本校のように天体ドームを持たない学校にとって、精度の高い観測を行う場合は、公開天文台等を利用せざるを得ない。だが、観測を受け入れてもらえる公開天文台はかなり少ないとと思われる。これについては、一度調査をしてみたいと考えている。また、学校からの距離が離れているため、生徒の費用負担が大きくなったり、天候不順のリスクが大きいといった問題点がある。2つ目は、データー分析に於ける課題である。測光については『Makali'i』を用いれば問題なく行えるが、スペクトル解析については、『Be_Spec』以外に高校生が使いやすい処理ソフトがないようである。このソフト自体は良くできているが、最近の高性能のパソコンに対応していないことがある。また、指導者側のスキルにもよるが、吸収線による成分分析は、適切な解説書が無いため指導が難しいと言える。3つ目は、奈良県では地学を開講している高等学校が少なく、本校でも地学は必履修ではないため、天文や地学の研究が校内の他の先生方や生徒に馴染みが薄い点である。これについては、今後、普及の方法について考えていきたいと思う。

参考文献

- 「8期生スーパー探究科学論文集」, 2014, 奈良県立青翔高等学校
- 「9期生スーパー探究科学論文集」, 2015, 奈良県立青翔高等学校
- 「10期生スーパー探究科学論文集」, 2016, 奈良県立青翔高等学校

質疑応答
なし

高等学校理科 総合基礎科目の新設は可能か？

縣 秀彦（国立天文台），
松本直記（慶應義塾高等学校）

Possibility of new comprehensive basic science subject in high school

Hidehiko Agata (National Astronomical Observatory of Japan),
Naoki Matsumoto (Keio Senior High School)

Abstract

In this paper, we introduce about Japan Science Council recommendation on "the future of high school the way of science education." This recommendation insists installation of the science foundation courses compulsory. We will show the policy towards the revision of the after next.

1. はじめに

2020 年度からの順次改訂が予定されている次期学習指導要領について、当会、天文教育普及研究会は、学校教育分野運営委員及び時期学習指導要領検討 WG が中心となって検討を進め、2015 年 3 月 4 日に中央教育審議会宛に要望書を提出しました(1)。時を同じくして、同日、日本天文学会も中央教育審議会宛に要望書を提出しています(2)。両者の提案は相反する内容ではなく、天文教育、天文学それぞれを推進する立場からの期を得た主張となっています。

一方、日本学術会議では、2016 年 2 月 8 日に提言「これからの中高理科教育のあり方」を発表しました(3)。こちらは、高等学校への提言のみではありますが、(1)(2)とは異なり、必履修の基礎科目的設置のみを提言しています。

本稿においては、(3)の趣旨・内容等を紹介するとともに、その後の文部科学省の動向について述べ、次々回の改定に向けての取り組みを提案したいと思います。

2. 日本学術会議 提言「これからの中高理科教育のあり方」について

日本学術会議は、高校理科教育検討小委員会を科学と社会委員会科学力増進分科会の下に設置し、2014 年 3 月～2016 年 1 月までの期間、ほぼ毎月 1 回の議論を経て、提言を取りまとめました。委員 13 名は表 1 の通りです。

表 1 日本学術会議 高校理科教育検討小委員会 委員リスト

高校理科教育検討小委員会

委員長	須藤 靖	(第三部会員) 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻教授
副委員長	伊藤 卓	横浜国立大学名誉教授
幹事	縣 秀彦	自然科学研究機構国立天文台准教授
	渡辺 政隆	筑波大学教授
委員	柴田 徳思	公営社団法人日本アイソトープ協会専務理事
	西原 寛	東京大学大学院理学系研究科化学専攻教授
	大野 弘	東京都立戸山高等学校校長
	小河 文雄	渋谷教育学園幕張中学校高等学校教頭
	辻 篤子	朝日新聞記者・東大総合文化研究科客員教授

鳩貝 太郎 首都大学東京客員教授
廣井 稔 元筑波大学附属高等学校副校長
松原 静郎 桐蔭横浜大学スポーツ健康政策学部教授
宮嶋 敏 埼玉県立深谷第一高等学校教諭

本提案の骨子は、「高等学校理科の現状と課題を「現行では、理科は、物理・化学・生物・地学の4領域に分けられており、それらをすべて学ぶ高校生は極めて例外的である。しかしながら、地震や津波などに代表される様々な自然災害、地球温暖化とエネルギー問題、放射線・食品・医薬品などの安全性、遺伝子診断・生殖医療など、最先端の科学・技術が直接、我々の日常生活に深く関わっている現代社会においては、それらの基礎的な概念をすべての高校生が学べるような理科の基礎教育が不可欠である」と捉え、具体的には要旨として、次のことを文部科学省に対し提言しています。

単なる断片的知識の詰め込みでなく、理科の4領域が相互に関連しながら現代社会に密接に影響を及ぼすことに着目して、科学の意義と社会におけるその役割を理解し、課題解決型の能力が育成されるように高校理科の内容を見直すべきである。

具体的には、現在の領域別の4つの基礎科目を再編し、「理科基礎（仮称）」という必修科目を新設すべきである。

提言の具体的な中身や根拠については(3)を是非お読み下さい（天教年会においては、提言全文を参加者全員に印刷して配布しました）。

日本学術会議が小委員会を設置した経緯としては、日本天文学会と本会が共催している「天文教育フォーラム」2012年秋季年会での議論がそのきっかけとなっています。ここでの議論を受けて、日本学術会議委員で天文学・宇宙物理学分科会の須藤靖さんと縣が小委員会の編成を企画しました。また、提言の基礎データのいくつかは、松本・縣(4)が提供した調査データの集約が根拠資料として利用されています。ただし、小委員会の議論は天文や物理、または地学といったカテゴリー・領域を超えての議論であり、現状の基礎科目選択式の履修方法がよいのか、4つの基礎科目の再編・統合を目指すのか、委員の中でも大きく意見が分かれ大きく紛糾しながらも粘り強く真摯な調査と議論によって、提言をまとめるに至りました。

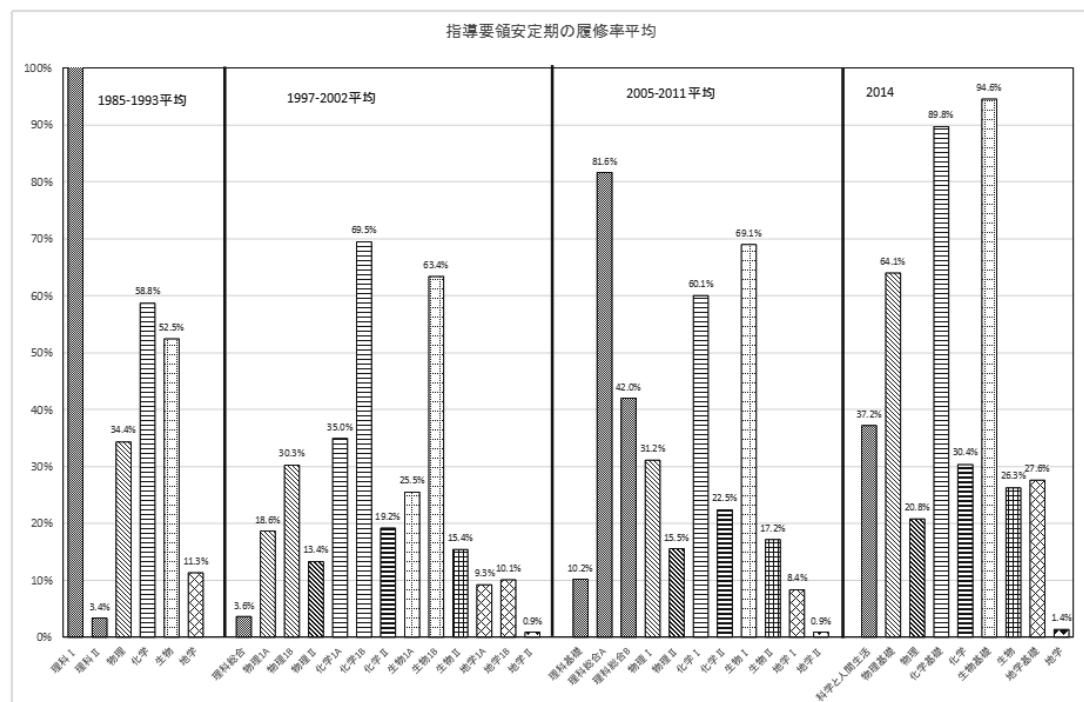
提言を取りまとめる過程で、小委員会が注視したのは、今までの高校理科教育の変遷及び中学校・高校・大学間の連携の在り方、教員養成の現状や学校教育現場の実情把握、そして海外の理科教育の動向調査等でした。

特にイギリスの「21世紀サイエンス」("21st century science")と韓国の「統合的科学」について調査・検討した結果、「理科基礎（仮称）においては、イギリスや韓国の取り組みを参考に、これまでの物化生地の領域区分を取り払い、自然そのものや実社会や実生活で触れる現象を題材としながら、データの扱いやリスク・マネジメントなどの科学の考え方を身につけることが望ましい」という結論に至りました。また、「科学・技術を理解しつつ、それをどの程度社会に取り込んでいくのかの判断には、専門家だけでなく、一般市民が等しく責任をもつべきである。そのためには必要な科学リテラシーを身につけることを義務教育+高等学校での基礎科目にて目指す」としました。

表2 高校理科学習指導要領の変遷 (鳩貝(2014)に加筆)

告示	施行	科目と単位	履修形態(最低単位)	中学校	キーワード
1955(S30)	1956(S31)	物・化・生・地 各(3)or(5)	2科目選択(6)	4,4,4	系統学習・スポーツニクシヨック
1960(S35)	1963(S38)	物A(3)B(5)・化A(3)B(4) 生(4)・地(2)	普通科4科目(12)・専修科2科目(5)	4,4,4	科学技術の発展・生徒の多様性
1970(S45)	1973(S48)	基礎理科(6) 物・化・生・地 各 I (3) II (3)	基礎理科or物化生地から2科目(6)	4,4,4	高校進学9割超、つめこみ、落ちこぼれ
1978(S53)	1982(S57)	理科 I (4)・理科 II (2) 物・化・生・地 各(4)	理科 I 必修(4)	3,3,4	ゆとり教育、学習の精選
1989(H01)	1994(H06)	総合理科(4) 物・化・生・地 I A各(2) 物・化・生・地 I B各(4) 物・化・生・地 II 各(2)	総合・物・化・生・地の5区分から 2区分2科目以上(4)	3,3,3～4	新学力観、個性、学校5日制
1999(H11)	2003(H15)	理科基礎(2) 理科総合A・B 各(2) 物・化・生・地 I 各(3) 物・化・生・地 II 各(3)	基礎・総合A・B・物・化・生・地 I から 2科目(基礎・総合を1以上)(4)	3,3,2,3	ゆとり、5日制完全実施、厳選、PISAショック
2009(H21)	2012(H24) 理数先行	科学と人間生活(2) 物・化・生・地 基礎 各(2) 物・化・生・地 各(4)	基礎3科目or科人+基礎1(4)	3,4,4	生きる力、脱ゆとり

「科目と単位」の太字は必修科目を示す。「中学校」の数字は学習指導要領で定める週の授業時数を中1～3の順に列記したものである。 松本・縣(2016, 投稿中)



松本・縣 (2016, 投稿中) 図1 各学習指導要領定期における理科各科目の履修率推算

3. 文部科学省の動向と今後

本提案に対し、文部科学省初等中等教育局教育課程課は敏感に反応しました。学習指導要領改訂の担当課長等は、日本学術会議を訪れ、本提言を出さないでほしい旨の要望を小委員会に対し行いました。

2012 年度から実施されている高等学校学習指導要領の教科「理科」においては、科学そのものに対する興味・関心を高めるための科目として「科学と人間生活」2 単位が設置され、さらに物理・化学・生物・地学の 4 領域においても科学の基礎的な素養を身につけることを目指す「基礎を付した科目」各 2 単位と、より高度な概念や探究方法を学習する各 4 単位科目とが選択科目として置かれています。さらに「理科課題研究」1 単位も選択科目として設置されていますが、現行の学習指導要領では、高等学校修了の前提となる理科科目の履修条件は、「科学と人間生活」2 単位と基礎科目 4 領域から 1 科目 2 単位の計 4 単位を履修するか、または基礎科目 2 単位を 3 領域選んで 6 単位履修するかのどちらかとなっています。科学と人間生活がセンター試験から外されたこと等の理由から、多くの学校では後者の 6 単位履修が多く、結果として履修時間数として理科は得をしているので、その現状を何としても死守したいというのが文部科学省担当課の考え方です。同様に考える高校理科の先生も多いと聞きます。

2016 年 8 月、文部科学省は次期改定案の骨子をまとめ発表しました。それによると、今まで基礎科目が必履修であった国語、数学、英語、情報等に加えて、歴史総合（仮称）、公共（仮称）、家庭基礎（仮称）など、理科を除くほぼすべての教科において、全員が必履修する共通基礎科目を置く案なのに対し、教科理科のみが新たに「理数探究（仮称）」という応用科目的な選択科目の設置が検討されているほかは現状とほぼ同じ共通必履修科目を置かない案となっています。

今後、中教審の担当分科会での審議やパブリックコメント等の手続きを経て、2020 年度以降の改定については、高校理科に限っては現状とほぼ変わらない学習指導要領内容となると予想されます。そこで、2030 年代の次々回改定に向けて、本提言を実装するような教科書や教材の作成、教員養成や教員研修の中身の見直し、さらには最も重要なこととして高校の先生方とのより突っ込んだ意見交換と理念の共有を目指していきたいと思います。

天文教育普及研究会でも学校分野運営委員を中心に、必要であれば新しいワーキンググループを組織するなどして、私たちの共通理念の達成を目指してさらに研究・実践活動を深めていきましょう。

参考文献

- (1) 天文教育普及研究会, 2015, 中教審宛要望書 <http://tenkyo.net/seimei/shidou2015.pdf>
- (2) 日本天文学会, 2015, 中教審要望書 <http://www.asj.or.jp/news/150325.pdf>
- (3) 日本学術会議提言, 2016, <http://www.sch.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t224-1.pdf>
- (4) 松本直記, 縣秀彦, 2016, 地学教育, 投稿中

質疑応答

- 服部：日本学術会議でこのような動きがあることを知らなかった。この提言の趣旨に賛同する。共通基礎科目の教科書を作るなどアピールしたらどうか？
- 縣：ぜひ、そのようにしたいと考えています。関心のある皆様に協力していただければ有難いです。よろしくお願ひします。