

SSH 1 年生宿泊天体観測実習・野外巡検

研究開発の経緯

(1)準備

各研修場所へ電話・メールを使い予約・問い合わせをした。木曾観測所・野辺山観測所の都合を最優先して日程を決定した。小川村天文台は、本来休台の日になってしまったが、坂井天文台長に配慮していただき、実習に対応していただけることになった。

(2)参加生徒の募集

1 年生希望者 30 名を期間 1 週間で募集。インターネットから収集した研修地の情報を掲示し、6 月 23 日(月)締め切りとした。43 名(男子 21 名、女子 22 名)の応募があった。

(3)下見

6 月 25・26 日の 1 泊 2 日で高村・川口が下見をして、関係各所との打ち合わせを実施した。鹿塩温泉塩湯荘では、塩湯の試飲ができることになり、中央構造線博物館は休館日であったが特別に開けていただけることになった。

(4)選考テスト

7 月上旬に応募者を集め、意欲度を量る選考テストを実施することを伝えた。同時に下見のときに撮影してきた画像を見せ、簡単に研修内容を紹介して、出題内容の一部を伝えた。実施後すぐ採点をし、参加者を 30 名(男子 19 名、女子 11 名)に絞る。(実施直前に部活動との兼ね合いで女子 1 名のキャンセルがあった。)この中には 1 年地学部員 4 名を含み、スタッフとして 2 年地学部員 5 名を加え、計 34 名(男子 24 名、女子 10 名)で最終的には実施した。

(5)事前指導

7 月 17 日第 1 回事前指導を実施。詳細要項を配布し、日程の説明をした。また、星の生と死について講義を行った。

7 月 23 日第 2 回事前指導を実施。しおりを配布し、安全指導をした。また、地学部 OB である神田氏のサイトから許諾を得た上で「星の写真の撮り方(固定撮影編)」をダウンロードし、しおりに添付した。御岳伝上崩れ・中央構造線についても資料を添付。プロジェクターでも示しながらその内容について講義をした。レポートについても書き方を説明した。

(6)事業実施

平成 15 年 8 月 3 日(日)～5 日(火)

(7)事後指導

地学部員が、参加生徒が撮影したフィルムを、スキャナーで読み込みデジタルデータ化し、画像処理ソフトステライメージで処理をした。一部をプリントアウトし、文化祭の地学部の発表場所で展示した。個々の作品をデジタルプリントし、撮影者本人に配布した。また、冷却 CCD カメラで撮像した M31 の画像も疑似カラー化した上で、地学部作品として発表した。

(8)評価方法

レポートとアンケートを出校日の 6 日に提出。この分析をもって評価とした。

研究開発の内容

(1)実施目的

予備知識のない 1 年生に、「自然に学ぶ心を育てる」目的、具体的には 銀河系(天の

川)を自分の目で見ると、天体写真を撮る経験をする、地学現象に触れるの3点を目標に計画をした。天体観測の実習は夜間であるが、昼間も生徒にできる限り本物に触れてもらうために、本格的な施設を厳選し研修する。

- (2)実施日時 平成15年8月3日(日)～5日(火)
- (3)実施場所
- | | |
|---------------|---------|
| ア 東京大学木曾観測所 | 8月3日(日) |
| イ 御岳伝上崩れ | 8月3日(日) |
| ウ 名古屋市民休暇村 | 8月3日(日) |
| エ 国立天文台野辺山観測所 | 8月4日(月) |
| オ 小川村天文台 | 8月4日(月) |
| カ 鹿塩温泉 | 8月5日(火) |
| キ 中央構造線博物館 | 8月5日(火) |
- (4)移動手段 すべてバスで移動
- (5)対象生徒・人数 1年生希望者29名+2年地学部員5名 計34名
- (6)引率責任者 内藤 春彦校長
- (7)引率教員 高村 裕三郎 川口 一郎 梶川 彰子

(8)実施内容

ア 東京大学天文学教育研究センター木曾観測所見学

口径105cmのシュミット望遠鏡による銀河系内外の諸天体の観測をしている木曾観測所の施設見学をした。三戸先生から補正板の直径が105cm、球面反射鏡の直径が150cmのという巨大望遠鏡の構造等を解説していただいた後、手の届くような距離から補正板を覗き込んだり、点検窓から鏡筒内部に1人ずつ顔を入れさせてもらうという、二度と体験できないようなところまで詳しく見せていただいた。解説も丁寧で分かり易く、質問にも親切に答えていただいた。



シュミット鏡筒内部の見学

この望遠鏡には、眼視観測用の装置は用意されてなく、以前は大型写真乾板を使用することによって広い視野を確保していたが、最近は写真乾板のかわりに CCD(個体撮像素子)カメラを用いて、短時間で暗い天体まで観測するように変化している。このSSH事業で地学部研究活動にも冷却 CCD カメラを導入したので、フラットフィールド撮影法など顧問からの細かい質問にも親切に指導していただき、大変参考になった。

昼食後、三戸先生に「観望 観測 天文学」という題の講義をいただいた。星を見て「明るい・赤い」と思うところまでは観望、「明るさや色を数値としてデータを採る」ところまでが観測、そして一歩踏み込んで「データを解析」すれば立派な天文学という内容のお話で、予備知識のない一年生の生徒にも分かり易い内容のものであった。



講義の様子

等級の定義や絶対等級・スペクトル・HR 図の基本から、HR 図の作成方法・恒星の年齢・南半球の星座の名前まで学ぶことができ、とても有意義なものであった。次々に出てくる生徒の質問にも丁寧に答えていただいた。ポストカードの配布もしていただいた。

かなりの生徒がシュミットカメラに興味を持ち、販売している天体写真を購入する者が多かった。アンケートでは、印象に残ったものは「ベガがすべての基準になること」「本当の明るさと等級は違う」「-200 °ものCCD冷却温度」「星の色をフィルターを活用して測ること」などであった。

イ 御岳伝上崩れ見学

事前に御岳火山の歴史・構造、長野県西部地震についての資料を説明し、バス内でも伝上崩れに関するビデオを見せて現地に望んだ。現地は、約20年を経過した今も立ち入り禁止区域に指定されており近づけないため、田の原駐車場からの見学となったが、伝上崩れの規模や、地盤の滑りが溶岩流層の下で起きていること、外輪山が無ければ牧尾ダム崩壊につながり大災害になっていたことなどを確認することができた。



田の原駐車場より崩壊地の見学

ウ 名古屋市民休暇村実習

夕食後、1階第2会議室で実習直前の研修を実施。国立天文台提供の天体画像を見せ、天体写真撮影（静止撮影）の実習の事前指導を行った。地学部員がスタッフとなり、部員1人に4～5人の生徒が付き、撮影の補助・データ記録を指示した。また、撮影の邪魔をしないよう赤セロファンで減光した懐中電灯と、レンズに装着する曇り止めの灰式カイロと、データ記録用紙をスタッフの部員に配布した。

天候は、時々雲が通過するもののほぼ快晴の状態、外に出てから目が暗闇になれるに従って天の川をはっきり見ることができ、当初の目標をこの時点で1つ達成できた。スタッフの指導の元、1人1コマ以上の撮影を実施した。参加生徒は、暗いカメラのファインダーを覗き込みながら思い思いの構図を描いていた。できあがった作品は、天の川や火星をねらったものが多かったが、中には星座の知識がある生徒もいるようで、こと座・わし座・カシオペア座などの立派な星座写真の作品もあった。

また、当日はみずがめ座流星群とやぎ座流星群の活動が見られたようで、ペルセウス群と合わせ、かなりの数の流星を見ることができた。流星を数多く見るのは初めての生徒も多かったようで、生徒の印象にも「流星」「天の川」という声が大きかった。

生徒の撮影実習と平行して、持参した望遠鏡2台を組み上げ、星雲・星団を観望。M8千渦星雲、M17白鳥星雲などの散光星雲やM31アンドロメダ銀河などを写真撮影の合間に観望した。



生徒作品 カシオペア座

その後、一般客の観望会が終了した頃から天文館60cm望遠鏡による観望を2交代で実施した。60cmの集光力と解像力を存分に楽しみ、M15球状星団などは中心部までびっしり

と微光星に分離し、M 2 0 三裂星雲の暗黒帯が何本見えるかまで話題となった。他にも惑星状星雲のM 5 7 リング星雲や、27日の再接近を控えた火星の極冠・模様などを見せていただいた。火星はサブ望遠鏡の20cm屈折にデジカメをつないで撮影したが、シンチレーションがもう一つの状態で、きれいな画像にはならなかった。残念であった。天文館では、名古屋市科学館の天文クラブの方が夏休み期間中ボランティアで指導して下さっていて、機材を大切に扱うことや、暗い星雲の見方まで丁寧に教えていただけた。

日付が変わる頃一応実習は終了となり、地学部員と一部有志の生徒でもうしばらく観測を続けた。この時間帯に冷却CCDカメラのテスト撮影を実施し、アンドロメダ銀河を90秒露出で撮像することができた。架台EM-200Temma2Jの自動導入装置はパソコンとのリンクがうまくいかず、後の地学部観測会になりやっと実現した。機材の納入が事業実施直前であったため、残念ながら完全にはうまく使いこなすことはできなかった。機材の片付けをスタッフに指示して、実習は完了した。



冷却 CCD によるアンドロメダ銀河中心部

エ 国立天文台野辺山電波観測所見学

澤田先生から「電波で見る宇宙」という題の講義をいただいた。野辺山観測所の紹介・電磁波の基本・電波天文学から分子雲・宇宙背景放射の話まで触れられ、電波で何が見え、何が分かってきたかという内容であった。南半球で計画されているALMA計画についても説明を受けた。また、天文学者の仕事やその内容についても解説され、天文学を学ぶためにはどの大学へ行けばよいかまで理解することができた。

生徒はまだ物理の知識がないので、「ドップラー効果」についても知らず、初歩的な質問が多かったが、あらかじめ生徒に書いてもらった質問集をメールで送っておいたところ、「Q & A」の形でまとめてプリントしていただけて、分かりやすかった。また、プリントには実際の観測データまで付けてあり、天文研究現場の一端を窺うことができ、貴重な体験をした。

その後の施設見学では、パネルを見ながら適切な説明を聞き、各観測機器の概要を理解することができた。ミリ波干渉計では、小さな望遠鏡を組み合わせることで大望遠鏡に匹敵する解像度を得る工夫をしていること。電波ヘリオグラフでは、84台の望遠鏡で太陽の観測をし、フレアの研究をしていること。そして、世界最大の45m電波望遠鏡では、ミリ波を用いてブラックホールの観測や惑星系の研究をしていること。パラボラアンテナは自身の重みで変形するので、0.1~0.2mmという、その大きさからすると驚異的な鏡面精度を保つため、アンテナを構成するパネル1枚ごとに制御をしていること。受信機はノイズを減らすため絶対温度4Kまで冷却していること。等々教員にとっても新鮮な内容が多かった。



45m電波望遠鏡観測室の見学

最後に、通常の見学者では入ることのできない4.5m電波望遠鏡の観測室にまで入れていただいた。ヘルメットを着用して入室した観測室内には、各波長ごとの測定機器が何台も並んでおり、巨大電波望遠鏡の構造を少しは理解することができた。

生徒の印象では「レールで望遠鏡を移動すること」「ALMA計画」「ケ-タイを月面に置くと宇宙のベスト10の電波源になる」などで、内容はやや高度で理解できなかったものが多かったようである。

オ 小川村天文台実習

この日は天気が悪く、夕刻一部晴れ間があったものの夜は時折雲を通して一等星がうっすらと見えた程度であった。観測実習をプラネタリウム実習に切り替えて実施することにした。

最初に天文台内望遠鏡の見学。写真の60cm反射望遠鏡の主鏡は、天文台長坂井先生自身が何年もかけて研磨されたもので、全体としては半自作のシステムである。次にプラネタリウム館に移動し、一般客と共にプラネタリウムを鑑賞した。坂井先生のプラネタリウム解説はユニークであり、日本の神話がテーマになっている。今回はこと座におけるギリシア神話との共通点に焦点を当てられたものであった。また、黄道12星座や子午線などの基本用語についても説明を受け、非常に教育的な内容であった。説明の終わりに南半球の星空についても解説していただき、木曾観測所での説明とプラネタリウムの空がつながり、生徒の理解が深まったと思われる。



小川村天文台望遠鏡

その後一般客が抜けてから、地学部員によるプラネタリウム実習を実施した。部員は持つ知識を存分に発揮し、前週に実施した地学部合宿で積んだ練習を生かすことができた。操作盤がプラネタリウムドームの端に位置することから、ゆがんで見える一部の星座が繋がらず苦労することもあったが、ほぼ星座の説明を正しくすることができた。また、前夜撮像したM31の画像処理する過程を紹介した。後に擬似カラー処理したものが、前ページに掲載した写真である。

再び坂井先生から生徒向けの講義。火星探査の話題と太陽について説明を受けた。特に、太陽面フレアを捉えたビデオは、大変珍しく興味深いものであった。巨大プロミネンスも写っていて、太陽についての理解を深めることができた。地学部員にとっても「高校生天体観測ネットワーク(AstroHS)」からコロナ観測セットの貸与を受けているところなので、タイムリーな内容であり、非常に参考になった。生徒は「神話の共通点」「太陽面フレア」「黄道12星座」などが印象に残ったとしている。

外に出てしばらく待機したが、天候の回復は見込めず、生徒の疲れも配慮してやや早めの実習終了とした。

カ 塩湯荘見学

日本の山中には、高濃度の塩水の湧出がまれにみられ、大塩や鹿塩などの地名が残されている。大鹿村鹿塩もそのような地点の一つである。ここでは、旅館塩湯荘のご主人から塩湯についての説明を受けたのち、各自が手動式の井戸で塩水を汲み、試飲した後にはペットボトルに入れて持ち帰った。通常では、塩水の濃度は海水より濃く、口にした瞬間に塩辛さに驚くほどであるが、濃度は日によって変化があるそうで、この日は、残念なことにそれほど塩辛くなかったが、それでも、山中から塩水が出ることの不思議



ペットボトルに塩湯を採取

さは生徒に強い印象を残した。

キ 中央構造線博物館見学

中央構造線やそれに伴う地帯区分については事前に学習して巡検に臨んだ。現地では、始めに本校教員が外の岩石庭園において、断層が作るケルンバット等の地形や周囲の地滑り地形について、中央構造線に伴って現れるマイロナイト等の特徴的な岩石についての説明を行った。その後、博物館内展示室において、大鹿村中央構造線博物館学芸員の河本和朗先生より、中央構造線の形成過程



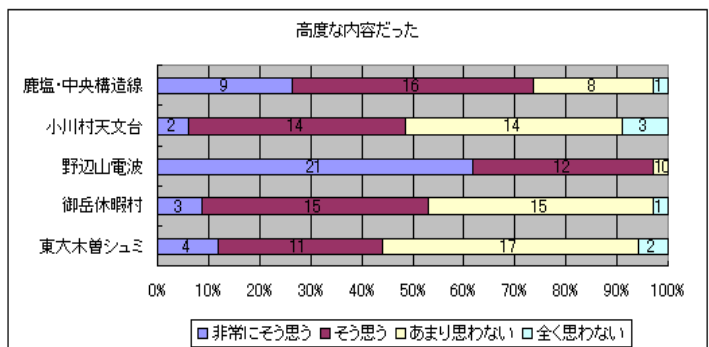
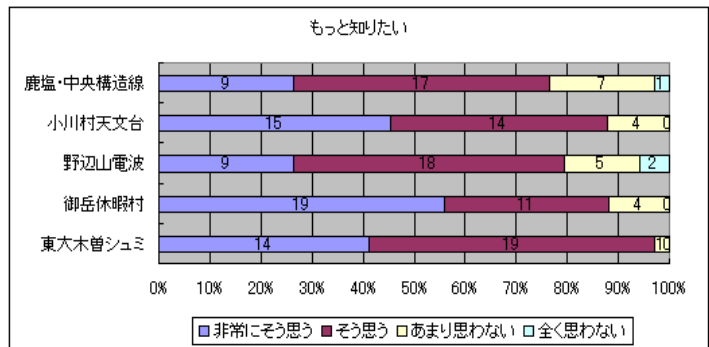
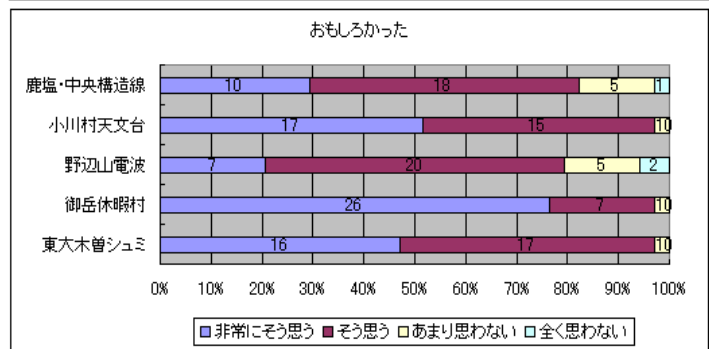
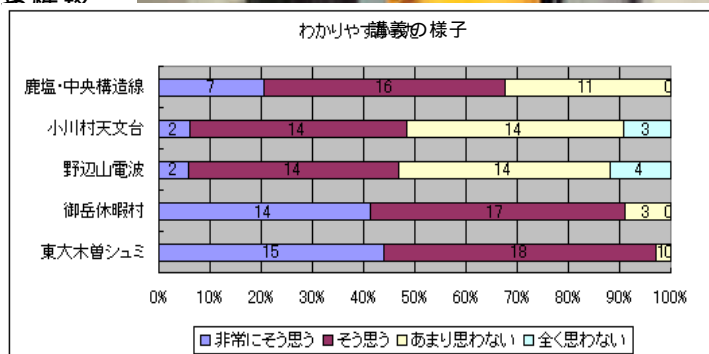
日本の地帯区分、中央構造線はぎ取りについて詳細でわかりやすい説明を頂き、生徒からは、はぎ取り標本の作り方、濃尾平野の地下構造等についての意欲的な質問が出された。その後は博物館内の自由見学とした。当日は休館日であるにもかかわらず本校行事のために特別に開館して頂き、ご説明を頂いた河本先生に感謝したい。

実施の効果とその評価

(1) 事業実施による成果

目標に掲げた 銀河系(天の川)を自分の目で見る 天体写真を撮る 経験をする 地学現象に触れる の3点は達成でき、一定の成果を収めたと考えられる。SSHでなければ体験できない講義・特別な見学も多くあり、「本物」の迫力が、生徒にかなりインパクトを与えたと考えられる。

右図の生徒のアンケート集計結果にも、御岳休暇村での実習に興味・関心の高さが読み取れ、感想にも「すごい星の数で、天の川も肉眼でははっきり見え、60cm 望遠鏡では様々な星雲がきれいにみる事ができて感動した」「初めて星の写真が撮れてうれしかった」「流れ星がスゴクスゴクたくさん見えたのにはびっくりした」「地学部のスタッフの方が手伝ってくれたおかげで、すべてとは言



われないけど一通りの技術を身につけることができた」などとあり、目標を達成した成果が表れている。

また、アンケートでは「もっと知りたい」という声も非常に高く、生徒の興味付けはできたと考えられる。光学（木曾観測所）・電波（野辺山観測所）の両面から天文学について学び、最新の天文学に対する良いアプローチになったと考えている。もしも参加した生徒の中から、天文学者や地質学者を目指す生徒が出てくれば、計画した職員にとってこれほどうれしいことはない。

日程的には、時間に追われた大変に忙しい活動であったが、スタッフの生徒以外の生徒も、各自で自然発生的に機材運搬をこなし、このような協力的な姿勢のおかげで厳しい条件を克服することができたと考えられる。これも、生徒の意欲や関心の高さを示している。また、スタッフの地学部の生徒にとっても、入学当初は天文の知識のない部員ばかりであったことからすれば、高度な天文知識に触発されたといった成果はもちろんであるが、一人一人が一般の生徒に対して天体写真撮影の指導に当たるといった責任を果たしたことにより、この活動を通して、各自が自信を持ち、部活動における行動に積極性が見られるようになったことも特筆できる。今後、巡検のために購入した機材を利用した高度な観測が期待できるものと考ええる。

また、行事を企画した職員の側からすれば、多くの機関にお手数をおかけしたが、事前準備の過程を通して、各施設との連携方法を学び、幅広く高度な知識に触れることができて、大変参考となった。

(2) 事業内容全体の評価

(1)で述べたように、この事業の成果は、一般の生徒、スタッフとして活躍した生徒、担当した職員と幅広く多岐にわたり、十分な成果を上げることができた。それは、授業等で知識を学ぶといった形式の他に、各自が、「肉眼で天の川を見る」、「星の写真を撮る」、「塩湯を飲む」といった感動を伴う体験活動が多く含まれていたことに起因すると考えられる。また、電波天文学を筆頭に高度な内容の講義も多く、生徒のみならず職員もおおいに研修になったと考えられ、今後の指導に十分に生かしていきたい。しかし、この行事の価値を左右するものは、活動を終えた後に、ここで得られた科学への興味・関心の芽をいかに支援していくかにあると考えられる。今後も、天文や地学の分野で、教科や部活動において、興味を持った生徒への積極的な支援を試みたい。

今後の研究開発の方向

この事業をより効果的なものにするためには、以下の点を考慮すべきであったと考える。

(1) 日程と天候の問題

野外活動には夏期休業の日程は適しているが、星を見るのには夏は晴天率が悪く適していない。この行事においても2日とも晴天に恵まれていれば、一步踏み込んだより感動的な行事とすることができたと考えられる。実施時期の問題は検討されるべきであろう。

(2) 行程と内容の問題

見学地を欲張ったために移動距離が多くなり、あわただしい日程になったというのが反省点の一つである。移動を少なくして、昼間に、予備学習や観測準備を充実させるなどの工夫ができればより効果的な活動になったものと考えられる。そのためにも、適切な野外巡検地を探すことが必要である。

電波天文学のアプローチは必要ではあるが、1年生の生徒には敷居が高すぎた。高校生に適切な光学関連の研修地をやはり中心にすべきである。光学天文学であれば、わかりやすいのもう一步踏み込んだ内容まで手が届くであろう。

(3) インターネットの利用

本校では、回線速度の問題もあり、各生徒がインターネット等を利用して、研究機関等の様子を自由に学ぶ条件が満たされているとはいえないが、このような条件を整えば、興味に応じた事前学習をさせることができ、より一層の効果が期待できる。

最後に、今回の活動を通して、東大木曽観測所をはじめ各研究機関等の方々には、お忙しいところを大変にお世話になりました。この場をお借りしてお礼を述べさせていただきたいと思います。