

第3章 重点枠の活動

A 地学部

1.1 重点枠の概要

平成 18 年度以来、岐阜県立岐山高等学校地学物理部、岐阜県立大垣東高等学校理数科天文研究班と本校地学部の県を越えた 3 校で、「ハートピア安八高校生観測チーム」(AstroHA)を結成し、高校生が天文学に関する本格的な観測を、ハートピア安八天文台の協力の下に続けている。この地域連携の活動が、SSH重点枠として昨年度から指定を受け、2 年目の本年度は以下のテーマの研究に取り組んだ。

1.2 観測テーマ

(1) 皆既日食コロナ観測・空の明るさ変化

海上以外の国内では 46 年ぶりに起こった 2009 年 7 月 22 日の皆既日食を種子島前之浜海浜公園（鹿児島県南種子町）で観測した。昨年度導入した SBIG 社 SGS 分光器と ST-7XE 冷却 CCD によるコロナ分光観測を中心に、写真・ビデオ・照度計・温度計など様々なテーマで観測を計画した。

(2) 屋久島植物分布調査

皆既日食時の悪天に対応するサブプログラムとして、鹿児島宇宙センター（種子島）の見学と、「海上アルプス」とも呼ばれる屋久島の沿岸部の亜熱帯から亜高山帯に及ぶ植物の垂直分布変化の調査を実施した。7 月 19・20 日の 2 日間で、標高 0m から標高 1830m の黒味岳山頂までハンディ GPS とデジカメを持参して調査した。

(3) 小惑星 Olympia の立体形状

10 月 15 日、ハートピア安八天文台の 70cm 望遠鏡で小惑星による恒星の掩蔽を観測した。予報通りに恒星が約 3.5 秒減光するのを観測することができた。後に同じ小惑星の測光観測を 2 回実施して、2 つの観測から立体形状を推測した。

1.3 今年度の活動内容

(1) 準備

4 月 22 日、5 月 22 日、6 月 14 日、7 月 5 日の 4 回に渡り、3 校の生徒・顧問で集まり、日食観測の活動計画について相談を重ね、同時に観測リハーサルも実施した。皆既時間は約 90 秒と短く、余裕がない。いろいろなテーマの観測が、効率良く行えるように観測タイムテーブルを作り、詳細な作業を書き込んでいった。ただし、「本物を見せる」の原則に従い、「皆既時間の半分は自分の目で見える」ことができる計画とした。全くコロナを見ることなく、ディスプレイばかり見ていたというのは悲しすぎる。また、昨年度太陽観測研修を受けお世話になった国立天文台太陽観測所所長末松芳法准教授には、メールで分光観測についてアドバイスを頂いた。

15 名の観測参加生徒が 1 人 1 役となるように、コロナ分光観測を柱に広角から望遠まで様々な画角による写真・ビデオ観測を計画した。観測用の減光フィルターはレンズの径に合わせて一部は製作準備した。また、曇天・雨天対策で、照度計・温度計・太陽電池の起電圧・スカイクオリティメーター（以下 SQM と表記）による空の明るさ・オジギソウの観察まで多様なテーマで観測を計画した。

- B 白谷雲水峡周辺 4 時間徒歩
 C ヤクスギランド周辺 2 時間半徒歩
- 21 日 民宿――宮之浦港――高速船――種子島西之表港――
 ――ホテル（機材準備）――前之浜海浜公園（観測リハーサル）――
 ――宇宙センター（見学ツアー・宇宙科学館見学）――
 ――ホテル――数名は前之浜海浜公園で場所取り
- 22 日 前之浜海浜公園集合――皆既日食観測（10:58 より 90 秒の皆既時間）
 ――ホテル（データ整理・機材梱包・輸送）
- 23 日 ホテル――種子島西之表港――高速船――鹿児島本港――
 ――鹿児島中央駅――JR 新八代・博多経由――名古屋駅（解散）

(4) 参加者

一宮高校地学部 4 名 生物部 1 名
 岐山高校地学物理部 6 名
 大垣東高校理数科 4 名 以上生徒 男子 10 名女子 5 名 計 15 名
 引率スタッフ 一宮高校 2 名 岐山高校 1 名 大垣東高校 1 名
 ハートピア安八 1 名 計 20 名

観測チームは、昨年度より継続的に活動している 2 年生・3 年生に限り、屋久島植物分布調査をふまえ、生物部 3 年生に参加を依頼した。また、ハートピア安八天文台長船越浩海氏に現地での観測指導をお願いした。

(5) 7 月 19 日屋久島植物分布調査 1 日目

持参した 4 台のハンディ GPS を比較、誤差の少ない 3 台を選び、2 日間の自然観察では場所が変わるたびに GPS 画面と対象を撮影することとした。

宮之浦から海岸沿いの道路脇には、亜熱帯地方特有のハイビスカス、バナナ、などの樹木を見ることができた。粟生地区のメヒルギは、生息地の北限で保護地域となっていた。



↑メヒルギ(粟生)

ガジュマル(中間)→

次に NHK 朝の連続ドラマ「まんてん」のロケ地にもなった中間地区のガジュマルを観察した。ガジュマルの特徴は、幹から



多数の太い「気根」と呼ばれる根を陸上に伸ばすことである。ここのガジュマルは、かなりの大木で気根がアーチ状になっていた。

夜は晴れていたなので、民宿から徒歩10分の空き地に移動して、天体観測をした。写真のようにさそり座が東海地区で見るよりかなり高く見え、空がかなり暗いので天の川がはっきりと見られた。残念ながら4泊の内、星がよく見えたのはこの晩だけであった。（写真中央に鉄塔が写っているが、星を基準に晴れているコマを合成したので二重に見えている）



屋久島で見たさそり座と天の川



高層湿原「花之江河」

(6) 7月20日 屋久島植物分布調査2日目（3班編成で実施）

A班 淀川登山口～黒味岳登山

黒味岳は標高1830m、屋久島で3番目に高く、屋久杉、ヤクシマシャクナゲなどの植物が多く見られる。登山口付近では数mあった木々も、山頂付近では1mほどの大きさになり、九州にはないはずの森林限界になっていた。雨が多く、風が強いため山頂には土が少ないという特殊な条件が大きな要因になっているようだ。ヤクシマシャクナゲは写真のように、標高が低いところでは、手のひら大の葉をつけ質感はカサカサしているが、標高が高くなると葉の大きさは小さくなり、葉に雪が積もらないようにするために葉が丸みを帯び、低温にも耐えるため葉には厚い毛が生えていた。



ヤクシマシャクナゲ 登山口付近



ヤクシマシャクナゲ 山頂付近



紀元杉→

中腹には標高 1640m の高層湿原「花之江河」がある。ここは標高の高さから、地下水ではなく雨水で地表が覆われている日本最南端の高層湿原であり、白骨樹となった屋久杉などの樹木が見られ、自然の日本庭園のようであった。ここで、「屋

久杉」とは標高500m以上に自生し樹齢1000年以上のものを指し、樹齢1000年未満のものは「小杉」と呼ばれている。栄養分の少ない花崗岩の島に生える屋久杉は、ゆっくり成長し非常に樹齢が長い。樹脂分が多く腐りにくい性質を持つ。有名な屋久杉の1つ「紀元杉」を見学した。樹齢が3000年と伝えられ、縄文杉よりも、古いのではないかとみられる。幹の先端は雷にでも打たれたのであらうと思われる白骨化が進行しつつある。また、周囲には根を保護する足組みが組んである。

B 班 白谷雲水峡周辺

白谷雲水峡は、白谷川の上流に位置する自然休養林である。屋久杉林の他に、ハイゴケ、ヒノキゴケのような苔類も広く分布している。標高710mには樹齢およそ3000年といわれる弥生杉がある。これには、ナナカマドやサクラツツジなどの植物が着生し、まるでひとつの木のように生長している。

標高780mに二代杉がある。この杉は切り株の上に種子が落下して発芽生育したもので、このような世代交代を切株更新という。標高900m付近には宮崎駿監督の映画「もののけ姫」の舞台にもなった「もののけ姫の森」が、標高1050mには太鼓岩がある。太鼓岩からは、晴れていれば屋久島で最も高い宮之浦岳を望むことができる。



左から
弥生杉 二代杉 ものけ姫の森
(白谷雲水峡)



七本杉
←千年杉 (ヤクスギランド)

C 班 ヤクスギランド周辺

ヤクスギランドは屋久島中央から少し東寄りに位置する、屋久島自然養林である。

樹齢が数千年の屋久杉を含む苔むした豊かな原生林となっている。杉の大木はもちろん、藩政時代の切り株、試し切り跡などが見られる。ヤクスギランドの4つの探索コースから今回は、もっとも長い150分コースを選択し、植生の観察をした。ヤクスギランド内で観察された主な屋久杉は、千年杉、仏陀杉などとよばれている巨木である。また、「切株更新」によって形成された七本杉などの屋久杉も多く見られた。

(7) 7月21日 日食観測リハーサル・鹿児島宇宙センター見学

ホテルで輸送されてきた機材の梱包を開き、天気を心配しながら観測リハーサルに必要なものを抜き出し、観測予定地の前之浜海浜公園に向かった。公園内には他の観測者や報道関係者もいたので、観測機材が干渉しないよう配慮しながら観測場所を決定し、最終調整を行った。

リハーサル後は種子島宇宙センターを訪問し、宇宙科学技術館の見学とロケット発射場のバス見学ツアーを実施した。この日は本来休館日に当たるが、日食観測の観光客も多いことから特別に開館し、バスツアーも一般の方とは別にマイクロバスを用意して頂いた。また、ガイドにはJAXA研究職の方も同乗して下さり、生徒達の細かな質問にも専門的に答えていただいた。



ロケットの丘から発射場を望む



司令室



ロケット展示



雨の中カメラをセット

宇宙科学技術館内の国際宇宙ステーション実験棟「きぼう」実物大モデルを生徒に紹介して、バスの集合まで技術館内を自由に見学とした。ツアーは、ロケット発射時カウントダウンで使われる総合司令棟、ロケットの丘展望所、H-IIロケットの展示施設の順に広いセンター内を案内してもらった。展望所からは美しい海岸線

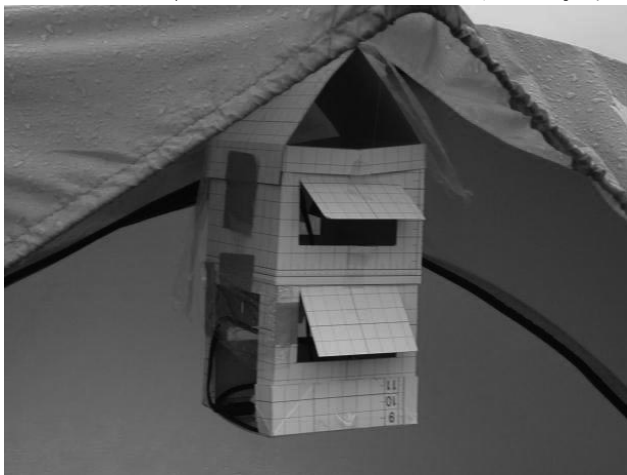
と大型ロケット発射場をほどよい角度で望め、世界一美しい発射場と言われるのがよく分かった。また、実物大のロケットを間近に詳しい説明も受け、宇宙科学技術の一端に触れることができる良い機会となった。

(8) 7月22日 皆既日食観測当日

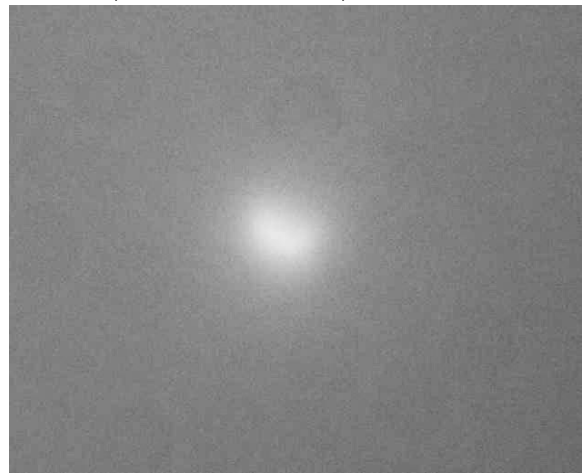
一部生徒とスタッフは前之浜海浜公園に夜半頃から向かい、場所取りをした。他の観測者は思ったほど多くはなかったが、昼間に決定した観測場所には既にテントが張られていて、ロケハンからやり直した。最初見えていた星々も薄明前には姿を消し、時折小雨がぱらつくという残念な天候になってしまった。

ホテルに残った生徒達は、タイムテーブルに従ってバッテリーの充電など観測に向けての準備をして、朝6時に海浜公園に全員集合した。交通規制前に車を止めるためである。天候は雨時々曇り。しばらく待機をして、雨のやんでいる隙に機材を少しずつ準備し、望遠鏡等は三脚のみ組み立てて、ビニールをかぶせた。分光観測等の精密機器はついにケースから出すことはなかった。

太陽電池と照度計の担当生徒は車のフロントガラス近くに機材をセットし、オジギソウは南向きに止めた車の北側、リアガラスの下に置いた。(残念ながらオジギソウは反応しなかった。) デジタル温度計は、自作してきたミニ百葉箱を組み立てて、テントの入口にぶら下げた。以上の担当生徒とSQMの担当生徒は予定通り 9:30



デジタル温度計を入れたミニ百葉箱



わずかに見えた部分食



昼の間（皆既中 北の空）



皆既中の空（魚眼レンズ）

に観測を開始し、**SQM**だけは自動観測できないので、雨の中機械を空に向け5分毎にボタンを押して記録を続けた。

第1接触の9:37を過ぎても雨は降り続け、ひたすら晴れ間を待ち続けた。10:00頃から少し空が明るくなり、一瞬部分食が見えたりもした。雨は上がり、全天（魚眼）カメラも撮影を開始した。

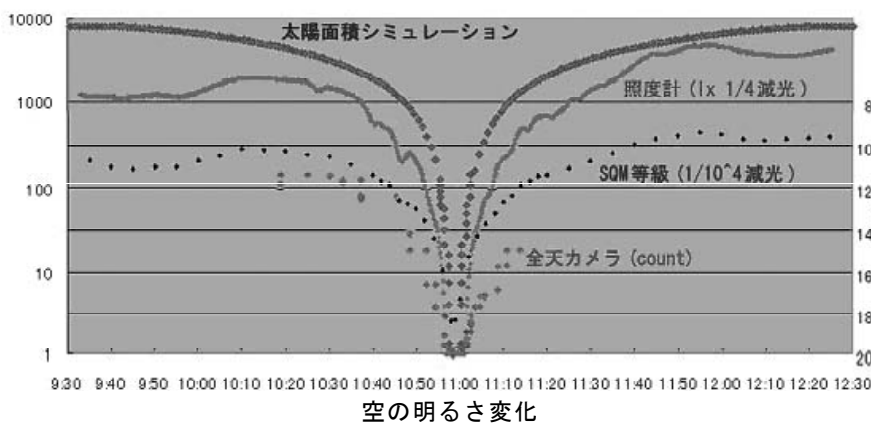
第2接触直前の10:55、空は暗くなったものの晴れ間はない。そして皆既の時間となる。昼間の闇がやってきた。南の空は暗い。しかし、北の空低空には明るい部分があるという異様な光景である。公園に特設された屋台にも灯がともる。90秒はあっという間で、ついに晴れ間はやって来ることなく、再び空は明るくなっていった。

分光観測・写真・ビデオ・シャドーバンド観測の担当生徒はほとんど仕事がなかったが、一番忙しかった**SQM**担当を始めとする空の明るさ関連担当の生徒達は無事データを取ることができた。

残念な天候に終始したが気を取り直し、午後はホテルに戻り、200kgの機材を再び梱包し近くの輸送業者に持ち込んだ。また、大量のデータをPCに保存して、データの紛失を防止した。

後に解析した結果、どのデータも皆既時間を中心に空は暗くなることが分かった。

Excelで月の掩蔽による太陽面積シミュレーションを作り比較させたが、雲の影響のブレを除いて大体似たグラフとなった。縦軸は対数軸とした。

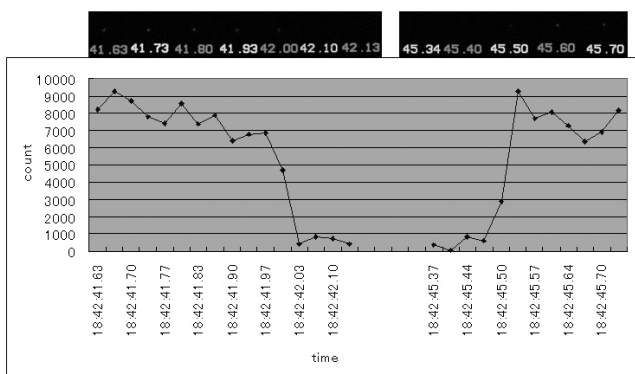


空の明るさ変化

(9) 小惑星 Olympia (14.7 等) による恒星 (10.3 等) の掩蔽観測

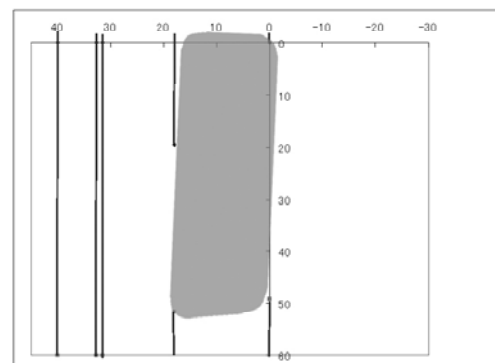
10月6日に3校で集まり、日食データ集約のまとめと上記の観測計画を立てた。

10月15日には観測を実施。ハートピア安八天文台の70cm望遠鏡の主焦点にWatec100N高感度ビデオカメラを設置し、1/100秒表示のタイムインポザー（TIVi）を使ってデジタルビデオに録画した。



観測結果（カウント値）

ちょうどタイからの留学生 Kanpatom Kasonsuwan がハートピア安八を中心に天文留学に来日中で、彼女も観測に加わり、観測チームと合わせて10人でモニターを

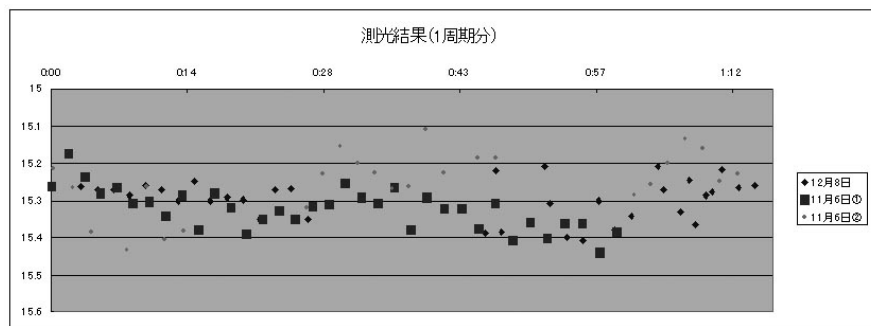


掩蔽・測光から考察した Olympia の断面図

凝視した。結果、18:42:42.02 ～ 45.49 の 3.47 秒間の減光時間を得た。これは生徒の計算によると、小惑星断面の弦 49.2km にあたる。メーリングリスト JOIN からデータを提供して頂き、整約図を作成した。11 月 6 日にも Helfenstein による恒星の掩蔽を天文台と遠征チームの 2 点で観測したが、こちらは減光を認められなかった。

(10) 小惑星 Olympia の測光観測

11 月 6 日 Helfenstein の観測の後、天文台で Olympia の測光観測に臨んだ。低空ということと 15 等星と暗いことから、ノーフィルタでの観測である。測光結果から周期性を見つけたので、12 月 8 日に再観測した。2 回目の観測はさらに低空の条件も重なり、あまりきれいな



ライトカーブは得られなかったが、一応周期解析をして、Olympia の立体形状を生徒に議論させた。かまぼこの片方が細くなった形状だと仮定すれば、一応ライトカーブにフィットする結論を得た。

(11) 研究発表

以上の研究をまとめ、屋久島植物分布調査の結果を 11 月 15 日に AIT サイエンス大賞で「屋久島植物見聞録」として発表した。1 日半の調査のみで屋久島植物の特徴を大体まとめることができたが、ガイド的なものに終始して考察的なものはできなかった。また、一宮高校が代表して、一部 SQM 等のデータを中核枠での自然科学部交流会（名古屋大）と科学三昧 in あいち（岡崎）で発表した。そして、「皆既日食時の空の明るさ」と「小惑星 Olympia の立体形状」を 3 月の天文学会ジュニアセッション（広島大）で発表を予定している。

1.4 生徒アンケートの結果

皆既日食コロナ観測についてのアンケートを参加生徒 15 名に実施した。興味を持つことができたか等を 4 段階で答えてもらった。コロナを見ることができなかった割には、以下のようなよい感触の回答を得ることができた。「本物」を体験することはやはりすばらしいことである。

マングローブ・ガジュマル（できた 9 どちらかといえば 5 あまりできず 1）

班別自然観察研修（できた 12 どちらかといえば 3 あまりできず 0）

JAXA宇宙センター（できた 10 どちらかといえば 5 あまりできず 0）

皆既日食で昼間の夜を体験（とても感動 10 どちらかといえば 5 あまりできず 0）

また、次の 2 点にも具体的に答えてもらった。

屋久島で一番興味関心を持ったのは

（道沿いのハイビスカスや、バナナなど普段見られないような植物に驚いた／ヤクザル・ヤクジカを目にしたこと／樹齢 1000 年を超える屋久杉を見て、自然の力強さを感じた／夜、短い間だったが天体観測をしたとき、よく星が見えて岐阜とは違った空を見ることができた。撮影したので、ぜひ画像処理がしたい／森林限界まで険しかったが、登りきったときの感動は大きかった／ヤクシマシクナゲの標高による変化／圧倒される大きさと美しさの自然／亜熱帯から高山までの多様な植生を体感し、異なる気候帯が連続する特殊な状況について興味をもった）

皆既日食観測の感想

(屋台の光が夕方のように明るく見えた。皆既後に非常に暑くなったから、皆既のときはあまり気温上昇がなかったと思う／日中に真っ暗になるという初めての体験ができて感動／周りの動物(セミ)が皆既中は鳴き止んだことに驚いた／食分 0.8 までは空の明るさの変化がなかったが、その直後急に暗くなって驚いた／気温の低下は感じることができた。照度計・太陽電池・SQM・温度計については結果を得ることができたので、まとめたいと思う／気温はだんだん下がっていったので、はじめはあまり気づかなかったが、皆既が終ってから蒸し暑くなったり、セミがなきだしたりトンボが飛び回ったりしだしたのに気がついた／真っ暗になったときすごい怖かった。寒くなった気がした／薄雲のなかからのぞいた部分食の姿には感動を覚えた。次の皆既日食にはコロナが見たい)

1.5 来年度以降の予定

ハートピア安八高校生観測チームを、天文台に高校生が集まり、学術観測と研究を行なう永続的なシステムとしていきたい。幸い天文台からは最大限の協力を得られている。入手することのできた高価な機材を継続的に活用し、いずれは分光器などの専門的な機材は学校備品扱いから天文台の備品として移行したい。また、来年度から「コア SSH」となり規模が大きくなることから、この2年間の重点枠スタイルでの申請をする予定はなく、観測チームには通常枠からの支援のみとなるが、原点に帰って地道に観測を重ね、天文普及にも役立てるように活動をしていきたい。

1.6 謝辞

本研究を進めるにあたり、国立天文台太陽観測所所長 末松芳法准教授、ハートピア安八 船越浩海副館長には、多くのご指導・ご助言をいただきました。また、施設の利用に際してご配慮をいただいた宇宙航空研究開発機構 鹿児島宇宙センターと生涯学習施設ハートピア安八の梶井芳景館長、データを提供して頂いたJOINの皆さまにこの場を借りてお礼申し上げます。