

「未知への挑戦 ―三田祥雲館高校天文部 9 年間の歩み―」

兵庫県立三田祥雲館高等学校
教諭 谷川 智康

1 取組の内容・方法

(1) 天文部の概要

私は 2009 年 4 月に三田祥雲館高校に着任した。そして準備期間を経て 2010 年 1 月に天文同好会を設立した。本校は今年度よりスーパーサイエンスハイスクール (SSH) にⅡ期目の指定を受けているが、私が本校に着任した 2009 年度は 1 期目の SSH がスタートする時であった。三田祥雲館高校の第Ⅰ期 SSH の目的の一つとして“理数系クラブ活動の支援”とあったため、天文部を立ち上げるには良いタイミングであった。

天文部は設立当初より「研究活動」と「天文普及活動」を活動の 2 本柱として活動を続けてきた。「研究」については、まだ誰も知らない事実 を世界で初めて手にする “未知への挑戦 “こそ、研究の醍醐味 であるとし、新しいテーマに果敢にチャレンジしてきた。「天文普及」については、“祥雲星空教室”を年に数回開き、地域の小中学生を中心に星空解説を生徒たちの手で行ってきた。天文普及と地域貢献が第一のねらいであるが、子供たちに天文現象を解説することで、



部員たちの知識、技能を向上させることもねらいの 写真 1 ACM2012 での発表 一つである。

「小惑星 sandahoukan」について

2012 年 5 月新潟市で太陽系小天体の研究者が集う国際学会 Asteroids, Comets, Meteors (ACM) 2012 がアジアで初めて開催された。ACM2012 に高校生としては初めて、三田祥雲館高校、小倉高校、一宮高校の 3 校が参加した。私たちは発表タイトル「Photometric observations of Comet C/2009P1 (Garradd)」で英語によるポスター発表を行った。この出場を記念してローエル天文台が発見した小惑星 2000F026 が Sandashoukan と名付けられた。

(2) 研究テーマと成果

今まで取り組んできた研究テーマで代表的なものは“太陽半径の測定”、“未知の小惑星の自転周期の測定”及び“宇宙天気予報への挑戦”である。

① “太陽半径の測定”

太陽半径は理科年表などでは 696,000km とされているが、これはおよそその半径であって、詳しい値の測定を試みた機会は少ない。2012年5月21日、日本の太平洋側を中心に金環日食が観測された。この金環日食の際に起こるベイリービーズを利用して太陽半径の測定に挑戦した。ベイリービーズの発生原因は、月の山や谷による地形である。月や太陽の中心の天球上での位置は極めて正確に予報される。月の山の高さ、谷の深さが正確にわかれば太陽の直径が計測できる。



写真2 金環日食の観測の様子

月を定規として太陽の直径を測ろうというのがこの研究の基本アイデアである。2007-2009年にかけて運用された日本の月探査機「かぐや」によって月面上の詳しい地形が数メートルの精度で測定された直後であり、その成果を活用する絶好の機会だったのである。本校の所在地である三田市の10km程南を金環帯と部分食帯の境界線が通ることが予想されていた。この境界線上はベイリービーズの観測に適している。私たちは境界線上に遠征して金環日食を撮像し、成功した。誰もまだ取り組んだことがない研究だったため、解析方法は試行錯誤を繰り返し、返り苦勞したが太陽半径 696,016km と求めた。この研究により第37回全国総合文化祭自然科学発表部門研究発表地学部門で優秀賞を受賞した。

② “小惑星 Sandashoukan の自転周期の測定”

現在発見されている小惑星は約70万個あるが、自転周期が判明しているのはその数%である。学校名がつけられた小惑星 Sandashoukan もそれらの自転周期が未知である小惑星の一つであった。小惑星 Sandashoukan は比較的大きな軌道傾斜角を持っており、命名当初は北半球からの長時間観測が難しい位置にあった。2014年秋より北半球でも観測できる位置に移動して来たため観測を開始した。小惑星の自転周期を決定するには長時間にわたる連続観測が不可欠である。そのため、ターゲットの小惑星の衝のシーズンに観測をする必要がある。私たちは2014年9月から11月、及び2016年1月から2月の衝に観測を行った。まず、2014年9月からの最初の観測で小惑星 Sandashoukan は30時間近い長い自転周期を持つことが予想された。かなり長時間の自転周期のため、日本からの観測だけ

でなく地球の夜を追いかけるように、欧米のリモート望遠鏡も用い連続観測を行った。長時間の解析の末、自転周期を 33.6 時間と決定した。この研究成果を発表するには専門誌に英文で結果を報告する必要があった。かなり高いハードルであったが、英語による論文執筆に挑戦した。世界中の小惑星の観測報告は Minor Planet Bulletin (MPB) に集まる。いきなり何もないところから論文の執筆には困難が伴う。そこで、MPB に発表されている他の研究者の論文を読み、英“借”文の手法で論文作成に取り組んだ。そのようにして論文を作成、投稿し査読の末、掲載された。また、2016 年 1 月から観測でも地球の夜を追いかけるように長時間連続して観測する方法を継続した。2014 年の観測ではリモート望遠鏡を用いたが、リモート望遠鏡は長時間独占使用ができない上、予約を入れても機材の不調で満足の行く画像がえられないことがある、などの障害があった。そこで、小惑星の観測者のメーリングリストに依頼し共同観測者を募った。その結果 5 カ国 5 名の方々より協力の申し出があった。これら協力の依頼などは生徒たちが英文メールを作成し、メーリングリストに投稿した。このようにしてリモート望遠鏡に代わり、共同観測者による長時間観測を実施し、小惑星 Sandashoukan の自転周期を 31.12 時間とさらに詳しく求めた。小惑星の自転周期についてはこの Sandashoukan の他にも 5 つの小惑星について求めて結果を MPB に報告した。そのうちのひとつ小惑星 Nishiharima の自転周期は未知であって私たちの手で初めて求められた。

ちなみに Nishiharima は私達が観測でよく訪れている兵庫県立大学西はりま天文台にちなんで名付けられた小惑星である。

③宇宙天気予報への挑戦

地球に重大な影響を及ぼす太陽フレア発生予測をする宇宙天気予報の手法を研究した。太陽活動の研究を行うにはできるだけ長期間のデータを必要とし、私たちの学校で観測した数年間のデータでは情報が不足している。そこで、アメリカ空軍やウィルソン山天文台など世界各地の観測機関のデータアーカイブを活用した。それらデータアーカイブを元に 1 万個以上の黒点について最大面積、発達した最大の磁場タイプ及びそのフレア指数を計算した。その結果、大規模フレアを発生させやすいのは $\beta\gamma\delta$ タイプなどの複雑になった磁場タイプ（この論文では“ $\beta\gamma\delta$ 複合タイプ”と呼ぶ）の黒点であることがわかった。さらに $\beta\gamma\delta$ 複合タイプの黒点は太陽活動サイクルで黒点相対数がピークを迎えるのと同じか、それより 2, 3 年



写真 3 全国総合文化祭表彰式の

後に発生しやすいことがわかった。そこで、過去に地球に影響を及ぼした太陽フレアが発生した位置、太陽経度を調査した。その結果、太陽中央経度よりやや東側に発生するフレアに注目をすればいいことがわかった。ただし、Xクラスフレアについては全経度で警戒が必要である。また、大規模フレアを発生させる黒点の特徴としてその直前に黒点の面積が急激に増加をしている場合が多いこともわかった。この研究によって、大規模フレアが発生しやすい時期、警戒すべき太陽面経度、及びその太陽黒点の特徴が明らかになり、宇宙天気予報の有力な情報を提供できることになった。この研究成果は第41回全国総合文化祭自然科学発表部門研究発表地学部門で最優秀賞を受賞した。また研究内容をまとめた論文は学術的な価値も認められ京都大学が出版するELCAS Journal Vol13 2018に掲載された。

2 取組の成果

(1) 各種の発表会に積極的に参加し研究成果を発表した。その結果を表1にまとめた。

(2) また研究の付随的な効果として科学英語力の育成があげられる。研究成果を英語により論文、口頭の形で積極的に発表した。2015年12月にはタイ、チェンマイ市で行われた2nd Thai Astronomical Conference (student session)に参加し部員10名が英語で口頭及びポスター発表を行った。これらの活動を通じ生徒たちの英語力が飛躍的に向上し、また英語に対する姿勢が積極的になった。

(表1) 主な受賞記録

2011年	第35回	兵庫県高等学校総合文化祭自然科学発表会地学分野	優秀賞
2012年	第36回	兵庫県高等学校総合文化祭自然科学発表会地学分野	最優秀賞
2013年	第37回	全国高等学校総合文化祭自然科学発表会地学部門	優秀賞
	第37回	兵庫県高等学校総合文化祭自然科学発表会地学分野	優秀賞
2014年	第38回	兵庫県高等学校総合文化祭自然科学発表会地学分野	優秀賞
2015年	第59回	日本学生科学賞 兵庫県コンクール	兵庫県知事賞
	第39回	兵庫県高等学校総合文化祭自然科学部門発表会地学分野	最優秀賞
2016年	第40回	全国高等学校総合文化祭自然科学発表会 地学部門	奨励賞
	第40回	兵庫県高等学校総合文化祭自然科学部門発表会地学分野	最優秀賞
2017年	第41回	全国高等学校総合文化祭自然科学発表会 地学部門	最優秀賞
	第61回	日本学生科学賞 兵庫県コンクール	兵庫県教育長賞
	第41回	兵庫県高等学校総合文化祭自然科学部門発表会地学分野	最優秀賞

3 課題及び今後の取組の方向

「未知への挑戦」をテーマに指導を続け上記の成果をあげることができた。その要因の一つには私自身が研究を継続し続けていることがある。自分自身が楽しみながら探究できるテーマを持ち、生徒たちと一緒に楽しみながら「未知への挑戦」を続ける姿勢を忘れずに今後も活動したい。