

生徒が取り組む校舎屋上での微隕石探索と その実物サンプルの分析及び分類

—宇宙から飛来する微隕石の探索から始まる天文学習— (実物教材としての探求実践)



実施担当者 鷹南学園三鷹市立第五中学校
教諭 白木 直溥

第3学年全生徒
4クラス 145名

成果報告発表者 3年生 丸山蒼羽
納野麻衣子

(双眼実体顕微鏡による微隕石探索の様子)

1 はじめに

中学校の天文の学習内容は主に観察やモデルをもとにしたものが中心で、生徒が自ら実践できる実物を、探究する活動は少ない。そこで、近年の研究から地球上に到達すると確認されている微隕石を校舎屋上で授業中に探索する。そして、屋上で確認された微粒子等が、実際に宇宙から飛来する物質である可能性があることを科学的に探究する。そのために、国立天文台で紹介される流星群の時期に、屋上で微粒子を採取し、先行文献にある顕微鏡画像との比較を実施する。

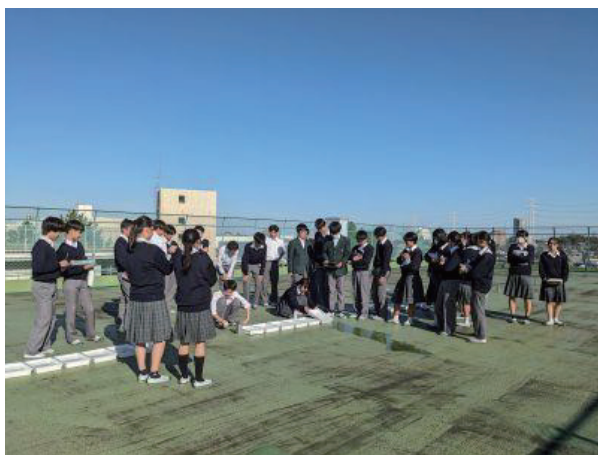
2 取り組みの現状および準備と方法

中学校では平成29年告示の学習指導要領の改訂により、中学1年生に行っていた天文学習を中学3年生に対し実施することになった。これにより深い学びができる発達段階の生徒に向けた授業が求められている。こうした状況から、探究的な天文学習の一環として微隕石の探索を行うこととした。

本探究学習では、国立天文台が示す日本で観察できる主要な流星群の時期(5月、7月、10月、12月)をターゲットとして、生徒実験観察班分の白いバット(トレイ)を屋上に設置した。このバットに飛来する微粒子を筆で集めペトリ皿に入れ、土壌分析用ふるいを使用し、微隕石の可能性が高い0.25 mm~0.50 mmの微粒子を中心に双眼実体顕微鏡で観察しデジタルカメラに記録する。これは、ヨン・ラーセン著の微隕石探索図鑑に示された手法を参考としている。得られた微粒子の画像と、このヨン・ラーセン著の文献にある、微隕石と認定されたサンプルの特徴と比較する。そして、大気圏通過による微隕石の形状に似た微粒子を見出し、各流星群による何らかの傾向があるかを調べる。また、定性分析を検査機関に依頼し、鉄隕石や石鉄隕石などの分類を試み、流星群の起源とされる彗星のデータと比較し、地球外から飛来した粒子であるか明らかにする。

2-1 調査観察の場所

東京都三鷹市新川1丁目7-20
鷹南学園三鷹市立第五学校
4階建て南校舎屋上



(本校屋上でのサンプリングバット設置の様子)

2-2 サンプリング白バット（トレイ）の個数とその面積

各屋上に設置したサンプリング用に白バット（トレイ）は、授業の実験班に1つとし、4クラス24班集体で、各流星群につき24個のバットを屋上に設置しサンプリングを実施した。

したがって、各流星群の時期において、屋上で微隕石を集めた総面積は、有効内寸による計算から2.48 m²となる。

ただし、雨水をためてしまったバットが生じたため乾燥に時間を要し、次のサンプリングに影響が出たため、別の24個のバットを使用している。そのため実際に使用した白バットの総数は48個となった。

【バット1号白】

- ・容量 (L) : 7.3
- ・色 : ホワイト
- ・外形寸法 (mm) 間口 : 446
- ・外形寸法 (mm) 奥行 : 327
- ・外形寸法 (mm) 高さ : 70
- ・有効内寸 (mm) 間口 : 387
- ・有効内寸 (mm) 奥行 : 267
- ・有効内寸 (mm) 高さ : 65



(本校屋上に設置したバットを回収する様子)

2-3 流星群の時期とその調査期間

国立天文台が示す流星の出現数※が多いとされる流星群の時期をターゲットとして、この各期間に白バット（トレイ）を屋上に強力な粘着テープで設置した。ただし、ふたご座流星群に関しては、流星群のピークとされる2日間のみでサンプリングを行った。

※ZHR：天頂出現数（Zenith Hourly Rate）

・みずがめ座エータ流星群	4月19日～5月28日	(ZHR50)
・ペルセウス座流星群	7月17日～8月24日	(ZHR100)
・オリオン座流星群	10月2日～11月7日	(ZHR20)
・ふたご座流星群	12月4日～12月20日	(ZHR150)

3 結果

中学3年生の理科の授業の中で、探究学習を活用し各流星群の時期に白いバットを設置した。(写真参照)5月のサンプルは梅雨の時期と重なり温暖な環境下でバットに雨水がたまり緑の藻類が繁茂していた。7月のサンプルは大雨と猛暑を繰り返し雨水がたまり、緑の藻類と紅色の藻類が繁茂した。10月のサンプルは秋雨の影響を受け雨水がたまり、褐色の藻類や紅色の藻類が繁茂した。これらを自然乾燥させた後に、筆で集め土壌ふるいにかけて。多くのバットには、こびり付いた藻類が残り、想定していた粉末サンプルとはかけ離れた状態の固形物が見られている。

そこで、12月のサンプルは流星群のピークとされる12月15日から17日の2日間のみでサンプルを採取した。

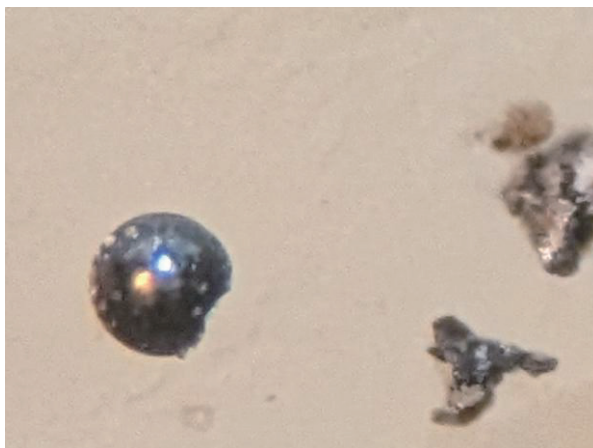
調べた流星群の種類	流星群の期間	ZHR(天頂出現数)※	生徒班発見報告数
・みずがめ座 η (エータ)流星群	4月19日～5月28日	50	8
・ペルセウス座流星群	7月17日～8月24日	100	12
・オリオン座流星群	10月2日～11月7日	20	8
・ふたご座流星群	12月4日～12月20日	150	15
※国立天文台データより			(12月18日現在)



(10月のオリオン座流星群のサンプルを乾燥させ、ふるい分けし、顕微鏡観察を行う様子)

3-1 発見した微隕石と考えられるサンプル

微隕石探索図鑑に紹介される地球外に由来する小球体として、2013年2月15日にロシアのチェラビンスクで多数発見された小球体と比較しながら微隕石と考えられるサンプルを見出した。発見したこのサンプルは、小球体の一部が欠けているもので、表面に斑状の模様を双眼実体顕微鏡でとらえた。大きさは、0.25 mm～0.50 mmで、斑状微隕石と呼ばれる分類がなされたものに近い。斑状の表面に樹状の模様が確認できれば可能性が高いが、そこまで判別できなかった。



このサンプルはペルセウス座流星群の時期に回収したもので、双眼実体顕微鏡でとらえた画像から、最も微隕石に近いサンプルとして載せた。ただし、定性分析を行っていないため断定はできない。

微隕石探索図鑑には人間の活動に由来する小球体も紹介されている。このサンプルは花火により生じる小球体のものと形状が似ている。この場合、樹状の微細構造があれば微隕石としての可能性が高まるとされるが、この画像データではその構造は見られない。

(40倍で観察した微隕石と考えた小球体)

3-2 人間活動による小球体 (図1~3)



図1. 金属光沢を持つ炭素質の灰



図2. 白色やガラス質の球体

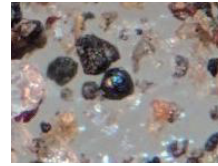


図3. 黒色の球体が重なったもの

4 考察

ヨン・ラーセン著の微隕石探索図鑑によると、飛来する微粒子の中には球体に近い状態で発見されるものがあると示されている。こうした球体に近いサンプルは、どの時期のバットからも発見された。0.25 mm~0.50 mmの粒子から微小の球体が確認できた。それより大きな粒子からは確認できなかった。また、球体発見報告が最も多かったのは、ふたご座流星群の12月のサンプルで、次いでペルセウス座流星群の10月のサンプルであった。これは、国立天文台が示す流星の出現数 ZHRの数値と関係があると考えられる。ただし、人間活動由来と見られる小球体が多く、単純に断定はできない。定性分析を行い知られている隕石の化学組成と比較する必要がある。

5 今後の課題

今年度は、取り組めていなかった宇宙から飛来するとされる微隕石の探索を校舎屋上で実施することができた。理科の授業で実施する制約の中で、計画的に流星群の出現数の高い時期を調査期間と定め、初めて隕石ではないかと考える小球体を見つけ出すことができた。

教材としての課題は、今回使用した採取用のバット(トレイ)は雨水をためてしまい、1か月後には藻類が繁茂し、乾燥の手間と干からびた藻類の除去が必要になった点である。流星群の時期が温暖で1か月以上屋上に設置したサンプルは前処理に時間を要している。これに対し、冬の期間となるふたご座流星群のサンプルでは、降雨も少なく、寒冷な時期であり藻類も見られず観察に適していた。そのため、白バット(トレイ)に飛来した微粒子を目視で確認することもでき、顕微鏡観察が容易であった。この流星群は、国立天文台が示す流星の天頂出現数が最も多いとされていることから、本実験観察は、ふたご座流星群の時期12月4日~12月20日の中の数日間で行うことが望ましい。また一人につき1個のバットでサンプリングできると良い。

研究課題としては、生徒が発見した球体サンプルの多くが、微隕石探索図鑑と比較すると人間活動由来の球体の特徴が認められるものであり、結果で示した表にある生徒発見報告数は、この人間活動由来のものも含まれている。この中で、微隕石探索図鑑との形状比較から微隕石の可能性が高いものを確認した。今後、この微隕石の特徴を示すサンプル数を増やしながらか、定性分析を検査機関に依頼し、鉄隕石や石鉄隕石などの分類を試みたい。その上で、流星群の起源とされる彗星の成分データと比較し関連性を探ることができると考える。

謝 辞

この探求実践の活動は、公益財団法人中谷財団の助成を受け実施することができたものである。予算を理由に実行できないとしていたものを実現させることができた。この活動に参加した生徒のみならず、指導者である私自信も探求する喜びを実感することができた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) ヨン・ラーセン (2018) 『微隕石探索図鑑』 創元社
- 2) Jon Larsen (2017) In search of stardust, Minneapolis, MN : Voyageur Press
- 3) M. J. Genge. The classification of micrometeorites, *Meteoritics & Planetary Science*, Vol. 43, Issue 3, mar. 2008, pp435-634