

O-02: 「理科準備室へようこそ」-富士山頂での教材開発 V-

古田豊

学校法人立教学院 立教新座中学校・高等学校

1. はじめに

富士山頂の環境を活用して教材づくりを行い中等教育の学校現場に実装する本研究は5年目である。2016年度は高等学校の授業と部活動、および来校者への実験イベントを展開した。

2. 高等学校の理科授業での展開

2016年度本校高校3年生13名を対象に毎週1回100分、生徒が富士山頂と学校の自然環境を比較する実験を工夫する、理科選択科目「富士山のサイエンス」の授業を行った。同様の授業「物理実験」を2015年度には6名、2014年度には2名の受講生に対して実施したことに続く実践である。実験を試しては意見交換し、気づきを試す過程で自由な発想を促し進捗を発表する機会を設けた。

【ヘアドライヤーの送風で探る球体の浮上高比較実験】

送風量3段階のもとで、大きさと重さの異なるピンポン球と発泡スチロール球の浮上高を比較した。球体は回転、振動

を伴い浮上高を一意に決めにくい。高校生は多様な実験条件を発想した。空気の流入口に軽量球体を吸い付け送風量を小刻みに変える工夫(図1)、2つの球体を糸で繋ぎ運動の自由度を制限した工夫(図2)など、教員は生徒の試行と試みの多様なやりとりからヒントを得た。

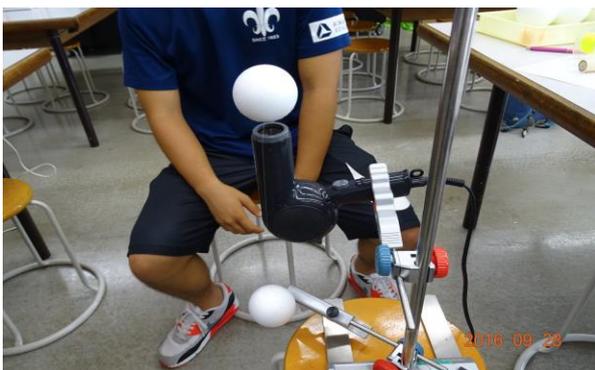
【赤外線ヘリコプターの上昇時重量限界で大気を探る実験】

富士山頂で上昇できる機体とできない機体があり、上昇パターンの多様さに直面した昨年までの経験を受け、機種と錘を選定した。機種は、赤外線コントロール マイクロヘリコプター3 モスキート(京商)、錘は金属製で数珠繋ぎの小球を切って異なる重さのものを、機体下部のスキッドの間隙に挿入した。満充電後に床上1.5mまで上昇するかどうかを同じ重さで3回ずつ測定した。目とヘリコプターを水平にして壁に貼った方眼目盛で高さを読み、動画記録と照合した(図3)。

8月22日、旧測候所滞在中に台風9号が通過した。最低気圧637hPaの環境を活かしたく本実験を行った。床から高さ1.5mまで上昇するヘリコプターは637hPaのとき3.4gの錘を運べ、3.6gの錘を運べなかった。前日の648hPaのときには3.6gの錘を運べた¹⁾。



(図1) 送風量を小刻みに変える工夫



(図2) 2つの軽量白球を糸で繋いで浮上させる工夫



(図3) 旧測候所での赤外線ヘリコプター
(写真中央上部の赤い機体)の上昇実験

3. 中学校・高等学校の授業外での展開

【軽量物体の落下で大気を探る実験】

4～11月まで本校高校生の部活動「観測部」の研究テーマとして展開した。マドレーヌを焼くアルミカップ30枚入りのカップを仕切る紙を落下させ多重露出撮影により運動を調べる実験を行った。高校生はまず目視でストップウォッチを用いて落下時間を計った。カップの大きさによって落下時間が異なることがこのやり方でも分かったと言う。

9月に観測部活動の一環として富士山表口六合目で1泊の実験合宿を行い、学校、富士山頂を併せて3ヶ所の比較実験を行った。11月に「山岳地帯の自然を探った実験の工夫～空気抵抗を受ける物体の落下実験～」と題して第45回私学文化祭（(一社)埼玉県私立中学高等学校協会主催）でポスター発表を行った。旧測候所内(図4)と雲海荘内(図5)で秒10コマの多重露出写真を比較し、標高差約1,280mの違いを探るデータを得た。



(図4) 標高3,776m地点での落下



(図5) 標高2,493m地点での落下

【ヘアドライヤーの送風で探る球体の浮上高比較実験】

7月のオープンキャンパスで受験前の児童生徒とその保護者などが本校の教育活動を体験できる機会に、「理科の実験で探る富士山頂とは」と題して軽い球体を浮かせる実験を体験してもらった。家庭でも実験ができ、見えない空気の動きを類推する手掛かりを、目の前で浮く球体の挙動から探る教材である。(図1)の工夫は小学生がヘアドライヤーを定位置に保つ力が弱く、机の上に置いて実験をしていたこともヒントになった。

10月の学園祭でも同様の実験を体験してもらった。小学生以上大人までの来校者は球体2,3個の同時鉛直浮上、斜方からの送風による浮上等を試み、空気の動きを探るやりとりの場集った。幼児の中には床に座り込み、飽きずに何度も球体を浮かせようと試みていた。

4. 他の教材候補

台風9号通過前、台風対策を施す山頂班の動きが忙しい。窓を木の板で室内から塞ぎ外の様子を見ることはできなかった。風雨が建物を打つ音が微かに数時間続いたが、録音、動画を長時間記録する見通しが問われた。気温・気圧・湿度等を測るデータロガーをポリ袋である程度包み風雨対策を施して屋外に固定したが台風通過後、動作不能になった。

5. 3年間の研究報告

笹川科学研究助成を3年間戴き、平成27年度笹川科学研究奨励賞を受け、実践研究「富士山頂の環境を教育に活用するための実践方法の開拓と実証～富士山頂の自然から学ぶ実験教材の開発と教育効果の検証～」を発表する機会を得た²⁾。

6. おわりに

1つの授業で1年間を全て富士山と学校の環境を探る実験開発に費やして探究活動を行ったが、自由な発想を促す際に相反する2つの側面があった。実験の多様な工夫を共有できた反面、現象の多様な振る舞いに直面し記録が不統一になる傾向があった。例えば浮上球体の振動のために浮上高を決めにくい。軽量物体を落下させる実験者の動作に伴う空気の乱れなどである。統一するには実験方法を確定する必要があり自由な発想による工夫の多様性は失われる。

本研究は、認定NPO法人「富士山測候所を活用する会」が富士山頂の測候所施設の一部を気象庁から借用管理運営している期間に行われた。その間、同法人事務局、山頂班、御殿場班等の方々に支援を受けた。特に生越正文氏には山頂での現象の生起に関して示唆を戴いた。また、「富士山頂の自然に学ぶ教材開発～教員と高校生の参画型探究学習手法の創発」のテーマに対して、公益財団法人中谷医工計測技術振興財団平成28年度科学教育振興助成を受けた。高校生の9月実験合宿時に富士山表口六合目「雲海荘」の渡辺義彦氏にご配慮を戴いた。立教新座中学校・高等学校の綾部俊二教諭、齊藤太郎教諭、林壮一教諭、渡部智博教諭、十文字中学・高等学校の島野誠大教諭には実験の相談に乗って戴いた。記して感謝を申し上げる。

参考文献

- 1) 古田豊(2016). 気圧637hPa 台風9号通過中の富士山頂を教材にする。NPO法人ガリレオ工房通信, 343, 9.
- 2) <http://www.jss.or.jp/ikusei/sasakawa/shoureishou/shoureishou27.html>