

平成 25, 26, 27 年度 笹川科学研究助成 実践研究部門  
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～  
(研究番号 25-812, 26-815, 27-817)  
学校法人立教学院 立教新座中学校・高等学校 教諭 古田豊

〈研究の目的〉 日本の極地、富士山頂の自然を  
観照し、自然の振る舞いに応じ得る教材を開発し、  
教育現場に実装し、その実践方法を開拓し教育効果  
を検証する。自然災害への対処を映像や資料から抽  
出し、短詩形式で詠む実践を行う。

〈研究機会〉 「NPO 法人富士山測候所を活用する  
会」が気象庁から借用している「富士山特別地域気  
象観測所」旧富士山測候所を利用した研究計画、活  
用計画等の公募に平成 24 年から毎年応募して採択  
され、その利用機会を得た。同 NPO 法人は、「富士  
山測候所を学術研究・教育等の分野において、広く  
国民に開かれた施設として有効活用することを目的  
とする。」と定款に記し、平成 17 年 11 月に設立さ  
れ、平成 28 年 1 月に認定 NPO 法人となっている。  
同測候所の利用は、7, 8 月、平成 25 年に 3 回合計 13  
日間、平成 26 年に 2 回合計 9 日間、平成 27 年に 3  
回合計 14 日間であった。教育現場への実装は、本研  
究者の授業、校務分掌、研究協力者の勤務校で可能  
な働きかけの機会を活用した。

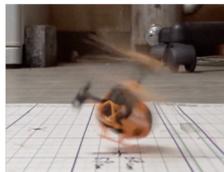
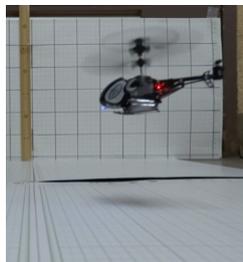
〈実践方法の開拓〉 教育現場の授業外への実装  
は 25 年度から行い、立教新座高等学校の部活動「観  
測部」の研究テーマ、十文字高等学校の有志生徒の  
研究テーマ、両校生徒による実験検討会、本研究者  
と十文字高等学校生徒による Skype を用いた富士山  
頂からの中継として行った。授業への実装は 26 年度  
から行い、立教新座高等学校 3 年生理科選択科目「物  
理実験」の教材を研究開発とし、2 年生理科必修科  
目「物理基礎」では富士山頂で研究する教員の映像  
を紹介した。実践方法の開拓は、授業の教材と部活  
動の研究テーマを同一にして、本研究者が各研究開  
発の進捗を双方の高校生に伝え、発想を刺激し吹き  
や試作装置の工夫から示唆を受け合えるよう、研究

の大局を踏まえ、隘路に陥らないように工夫した。  
大局とは富士山頂の自然を観照するに相応しい実験  
であること、隘路とは富士山頂では本研究者が単独  
で実験するという条件を超えていることである。

〈実践方法の実証〉 「物理実験」の授業は水曜  
の午前中 100 分、6 人の履修者を 3 人 1 組にし、赤  
外線ヘリコプターを鉛直に上昇させる補助装置を試  
作する教材と、ピンポン球をヘアドライヤーの送風  
で浮かせる教材を取り上げた。進捗を発表し、工夫  
した試作品を動かしてもらった。各自がプレゼンテー  
ションを行い、複数の観点で互いに評価し合った。  
プレゼンテーションを取り入れた授業は未経験で、  
生徒の評価が高かった。「観測部」の部活動は月曜  
と水曜の午後約各 180 分である。

〈実験教材の開発〉 最も時間を費やした実験教  
材は、ヘリコプターが富士山頂では低地より軽い荷  
物しか運べないことの実証実験である。このテーマ  
は昭和 39 年に運用が開始された富士山測候所のレ  
ーダードーム建設時の出来事に端を発する。プロペ  
ラで浮上する仕掛けを探し、「ドラえもん ふしぎ  
のサイエンス 1 手回し発電タケコプター」(小学  
館)と、赤外線コントロールヘリコプター数機種を入  
手した。高校生は、夏以前に安定飛行をさせる操縦  
練習を重ね、荷物の取り付け法と記録方法等の実験  
条件を探し、うまくいく方法を本研究者に伝授した。  
教員は夏に富士山頂で実験を行い、高校生は 9 月以  
降にデータの検討と実験をまとめ研究発表の準備を  
した。高校生と教員とはそれぞれ関心の高い得意部  
分で協力した。毎年、富士山頂に持参する赤外線ヘ  
リコプターの機種を変えた。平成 27 年夏に持参した  
機種は、新品 6 機のうち 1 機だけが高さ約 1.7m まで  
ゆっくり上昇したが、他の 5 機は数十 cm 以下まで

上昇後にきりもみ状態で落下するなどした。学校では6機とも正常に上昇した。ゆっくり上昇するという仮説は想定外の結果になった。



2つ目の開発教材は霧箱による放射線の飛跡映像の取得である。ドライアイス冷却方式とペルチェ素子冷却方式の装置を用いた。ペルチェ素子冷却方式で平成25年だけ風変わりな飛跡が記録できた。動画からパソコンのスクリーンショットで飛跡を切り出し、また動画を1分ごとに分けて頻度を見る教材にした。学校では放射線源なしで飛跡の観察は難しい。



3つ目の開発教材はボイル・シャルルの法則を学ぶために富士山頂の空気を採取して学校に持ち帰り、大気圧と気温の変化に伴う気体の体積変化を探る。2,000mL, 550mL, エコボトル, 応援用バルーンと毎年主な容器を替えた。飲み終えてゴミになるペットボトルを実験に活用する。ペットボトルはエコボトルになり同じものが入手できない。下山時に大気圧と気温が増すにつれて容器がへこみボコッと音を発する。大気圧と気温の連続変化に対して容器の形は断続的に変化する。蓋をすると一定量の空気採取ができるが、応援用バルーンでは採取した量を計らねばならない。次々に新たな課題解決に迫られる。

4つ目の開発教材は、火山噴火の動画を視聴し、自然災害への対処を短詩のフォーマットで詠む作品例を挙げる。「マスクして 灰を肺には 入れさせない」

「登山中 噴火にあったら 風上へ 火山灰とは 逆へ 走ろう」「山中で 噴煙見たら すぐ下山 ビデオ回すも 写真は撮らず」

このほか、9つの教材開発を行った。

〈教育効果の検証〉 部活動への実装は7月にオープンキャンパスで中間発表、9月に富士山表口六合目で実験合宿、10月に学園祭で研究発表を行った。11月の私学文化祭の研究発表では「高度による落下物体への影響について-富士山と学校での対照実験-」が第41回埼玉県私学文化祭作品展研究発表部門(2012)で佳作、「標高の異なる三地点での空気の体積変化」と「空気加圧に伴う圧力弁」が第42回埼玉県私学文化祭作品展研究発表部門(2013)で佳作、「プロペラで浮上できる重量と気圧の関係」が第43回埼玉県私学文化祭作品展研究発表部門(2014)で佳作、「富士山と学校で比較したボイル・シャルルの法則の実験精度向上の工夫」が優秀賞、「標高の異なる場所でプロペラ浮上できる重量と大気圧の関係」が佳作を、共に第44回埼玉県私学文化祭作品展研究発表部門(2015)で受けた。実験を通じた自然観照への接近が、外部評価と共に深化し、9月の合宿で富士山を感じてもらった。十文字高等学校の有志生徒は、「音速と気圧の関係」の研究テーマで、2014年度日本物理学会 第10回 Jr. セッション ポスター発表(2014)を行った。高校物理の教科書では気温と共に音速が速くなる式は出ているが気圧には言及していない。両校とも、1月または3月に行われた「NPO 法人富士山測候所を活用する会」成果報告会で立教新座高等学校は3回、十文字高等学校は1回発表し、同法人会員の科学者から示唆を受ける機会を得た。

「物理実験」の授業を履修した高校生の評価を挙げる。「実験は想像力の玉手箱」「実験を行うだけでなく得たものを発信するプレゼンテーションという事を体験できた」「実験で検証するとなぞ解けるしかしそれには何度も挑戦」

本研究は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。