

特集

理科学習者としての自己効力感の向上を目指した

中学校での探究授業の実践

真野夏帆、雨宮司宜、内山秀樹、町 岳、落合哲也（静岡大学教育学部）

1. はじめに

PISA2015[1]によると日本の15歳生徒の科学に対する態度の指標は、全ての項目でOECD平均を下回っている。その中でも「理科学習者としての自己効力感」「科学の楽しさ」「科学に関連する活動」の指標が特に低い。これは、日本の中学生が、自身の興味を持つ具体的な（しかし理解・解決が一見困難な）問題に対して理科を適用し問題解決を行う、つまり理科を使いこなす経験に乏しいことが原因の一つではないかと考えた。

そこで本研究では、生徒が興味を持てる宇宙に関する（調査[2]によると、日本の中高生は科学分野の中では天文や宇宙開発へ興味が高い）ものの解決が難しい「大きな問題」を、生徒が理解し学校で学ぶ知識（理科や数学、プログラミング）を元に解決策を提案・検討できる「小さな問題」に分解する活動を生徒が行う実践を行った。これにより「理科学習者としての自己有用感」や「科学の楽しさ」の向上を目指した。

2. 授業デザイン

「遠い未来の新しい宇宙利用」を考えることを足掛かりとして、大きな問題を小さな問題に分割し解決するプロセス（科学的問題解決の過程）を体験することで理科学習者としての自己効力感を高めることを目的とした授業を構想した。「科学的問題解決の過程」、すなわち、理科（科学）を使いこなして問題解決する過程を、以下の「課題と理科を結び付ける5つのプロセス」として我々は具体化した。

- (1) 大きな問題を小さい問題に分解する。
- (2) 小さい問題を具体的な既存の知識と結び付ける。
- (3) 既存の知識を用いて小さな問題の解決手段を考える。
- (4) 実際に小さい問題を解決・検討する。
- (5) 小さい問題の検討結果をもとに、大きな問題について考える。

この5つのプロセスを体験し身につけられれば、理科学習者としての自己効力感が向上するのではないかと考え、そのための授業を構想・実践した。

3. 授業実践

令和5年度に、静岡大学教育学部附属静岡中学校3年生の総合的な学習の時間の中の「探究」の授業の中で、実践を行った（なお令和4年度の試行的な実践は[3]を参照）。

講座名は「未来の新しい宇宙利用のアイデアを考えよう」とした。本「探究」の授業では生徒はいくつかの講座から自身の希望するものを1つ選択する。本講座は24名が受講した。毎週50分ずつ、1年間全18回で実施した。「遠い未来の新しい宇宙利用のアイデアを考える」こと、そして、「その実現につながるCubeSat（超小型衛星）を実現性も考慮しつつ構想する」ことを講座の目的として生徒へ提示した。

授業の全体像を表1に示した。授業全体を通して、5つのプロセスを生徒に説明し、それを体験させる内容にした。第4回では、「遠い未来の本当に新しい宇宙利用」、すなわち、

表 1 授業の全体像

授業回	内容
1	導入、人工衛星についての説明
2,3	遠い未来の宇宙利用に関するディスカッション・仮テーマ決め
4	未来の宇宙利用を実現へ繋がるCubeSatを考える・課題と理科を結びつける5つのプロセスの提示
5,6	自分たちが選んだテーマへの5つのプロセスの適用（「大きな問題」の「小さな問題」への分解）
7~10	衛星デモ機を使った人工衛星への5つのプロセスの適用と実習
11	自分たちが選んだテーマへの5つのプロセスの適用しその実現に繋がるCubeSatを構想する
12,13	中間発表
14~16	CubeSat実現に向けた計算・実験・調査
17,18	最終発表

・第1回、第12回、第18回で効果測定を実施。

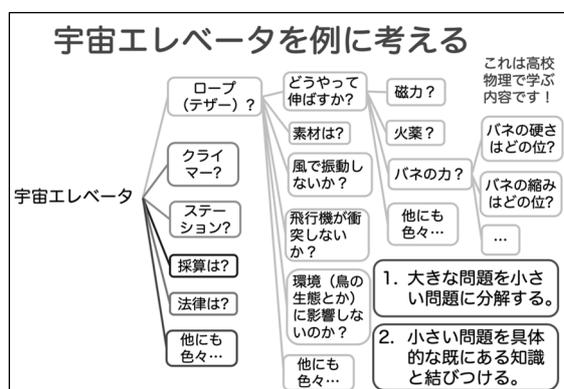


図 1 第 4 回での映写資料の例

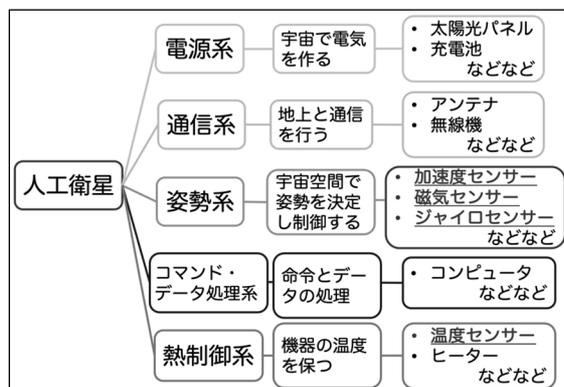


図 2 第 7 回での映写資料の例

中学生だけでなく社会（人類）全体に対しても解決困難な「大きな問題」の例として宇宙エレベータを取り上げた。これに5つのプロセスを適用し、中学生でも理解可能な「小さな問題」に分解していく過程を図1の様に解説した。そして静岡大学工学部が開発した

超小型衛星 STARS [4]を紹介し、超小型衛星を使ったテザー実験そのものがプロセス 3、4 に対応することを説明した。また、第 7～10 回では、衛星デモ機を使った実習を行った。衛星デモ機とは、10cm 角の超小型衛星 CubeSat を模した我々が開発した教材である。人工衛星と同様の各種センサーを持ち、プログラミング可能である（衛星デモ機の詳細は[3,5]を参照）。CubeSat を構想するための前段階として、中学生にとって理解・解決が難しい「大きな問題」である人工衛星を、学校で学ぶ理科で扱う「小さな問題」に分解する過程を図2の様に示した。その上で、「小さな問題」にまで分解できた人工衛星の要素を、デモ機を使って実際に実験して理解・活用する活動を行った。これにより5つのプロセスを擬似的に体験することを目指した。

これらを踏まえて、遠い未来の新しい宇宙利用のアイデアを考え、その実現につながる CubeSat を構想する探究活動を行った。第 2、3 回の段階で7つの班に分け、グループで活動を行った。生徒自身で「遠い未来の新しい宇宙利用」のアイデアを考え（第 2、3 回）、このアイデアを「小さな問題」に分解し（第 5、6 回）、この実現のための CubeSat を構想し（第 11 回）、CubeSat そのものを分解して実施可能な実験・結果・調査を行い（第 14～16 回）、結果を発表した（中間発表 第 12、13 回、最終発表 第 17、18 回）。

本授業では、生徒の伸ばしたい能力として表 2 に示した①～④を設定した。また、表 2 に示した様に、これらの能力の向上の効果測定の方法を検討し、実施した。この効果測定の結果については、投稿論文を現在準備している。効果測定方法の詳細を含め、そちらをご覧いただきたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP20H01742 の助成を受けたものである。

表 2 本授業での生徒の伸ばしたい能力とその効果測定方法

伸ばしたい項目	教育効果測定の方法
①科学的問題解決の過程に必要な能力に対する自己効力感	PISAでの質問を参考にしつつ、「5つのプロセスの各項目を自身でできそうか」を問うアンケートを作成し、事前事後で調査。
②理科に対する興味（日常生活関連型興味・思考活性型興味）	先行研究[6]における、理科に対する興味に関する調査の中の日常関連型、思考活性型、知識獲得型興味について事前事後でアンケートで調査。
③課題と理科を結びつける5つのプロセスを使う能力	探究活動内における各段階での成果物を定性的に分析し、評価。
④課題と理科を結びつける5つのプロセスの認知	「大きな問題を解決するための手順」を事前・事後で記述（事後に5つのプロセスについて書けていることを期待）。

文 献

[1] 国立教育政策研究所 (2016), 「OECD 生徒の学習到達度調査 ～2015 年調査補足資料～」

[2] 国立青少年教育振興機構 (2014), 「高校生の科学等に関する意識調査報告書」

[3] 真野夏帆ら (2023), 「『新しい宇宙利用』を題材とした探究授業の試行」, 天文教育, Vol.35, No.3

[4] STARS プロジェクト, <http://stars.eng.shizuoka.ac.jp/> (2024 年 4 月 8 日最終閲覧)

[5] H. Uchiyama et al. (2023), "Educational Practice for Junior High and High School Students Using a Model Simulating a CubeSat to Improve the Quality of Interest in STEM Subjects", ISTS2023, 2023-u-09

[6] 田中瑛津子 (2015), 「理科に対する興味の分類-意味理解方略と学習行動との関連に着目して-」, 教育心理学研究, 63 巻, 1 号, p. 23-36



真野 夏帆



雨宮 司宜
内山 秀樹
町 岳
落合 哲也

* * * * *