

高等学校における科学的探究力の育成を目指した STEAM 教育の実践

～1 学期間の活動を通して～

池 恩燮*, 小林優子**

大分県立大分舞鶴高等学校*, 筑波大学大学院・日本学術振興会特別研究員 DC**

昨今、Society5.0 の社会を生き抜く人材の育成として高等学校での STEAM 教育の必要性が述べられているが、高等学校で実施されている STEAM 教育の実践事例は少ない。そこで、発表者が勤務する高等学校では、本年度から STEAM 教育への挑戦とその実践事例の普及を図っている。1 学期間は、特に理科(物理)×数学×情報分野の構造化された課題研究を行い、その中で生徒は、仮説の設定を通して変数を意識し、実験のデータを振り返る中で実験を再設計し、数理モデルを作成する中で物理や数学で学んだ知識を関連付けていた。

キーワード：実践, STEAM 教育, 教科横断, 課題研究, 仮説の設定, 数理モデル, ICT

1. 背景と目的

近年、急速な科学技術の進歩にともない、グローバル化の加速、人工知能や IoT などの先端技術の利用が進む中で、社会が大きく変革している。このような時代の中で、教育現場では、新たな時代の中で社会を生き抜く人材の育成が重要な課題となっている。新たな時代を生き抜く人材像として、平成 30 年 6 月にまとめられた「Society5.0 に向けた人材育成」では、共通して求められる力として、①文章や情報を正確に読み解き、対話する力、②科学的に思考・吟味し活用する力、③価値を見つけ生み出す感性と力、好奇心・探究力としている。また、これらの力を育成する方法の 1 つとして、高等学校で STEAM 教育をすべての生徒に学ばせる必要があるとも述べている。しかしながら、現在の高等学校教育において、STEAM 教育の実践事例やそれを行う為の指導案等は非常に少ない為、STEAM 教育を行うことは教育現場では困難な状態である。そこで、発表者が勤務する高等学校では、手探りながら、STEAM 教育に挑戦し、他校においても実施可能な STEAM 教育の実践事例や指導案の開発を行っている。本発表は、発表者が勤務する高等学校に

における 1 学期間の STEAM 教育の実践事例の紹介とそ
の中での生徒の学びの様子とその中での変容を紹介
する。

2. 実践内容

2.1. STEAM 教育に関わる教育過程

発表者の勤務校である大分県立大分舞鶴高等学校は、令和 2 年度より文部科学省からスーパーサイエンスハイスクールの第 4 期の指定を受けた。それに伴い、学校設定科目として、第 1 学年 8 クラス(320 名)を対象に「舞 STEAMs」と呼ばれる 1 単位の STEAM 教育を実施する授業を開講した。なお、授業は、2 名の教員によるティームティーチングで行われている。

2.2. 舞 STEAMs の年間計画

本授業は、5 つのユニットと呼ばれる単元で構成されている。その構成は、表 1 に示す通りであり、ユニット I～IV は、STEAM 教育の中核となっている教科横断的な取組みとなっている。また、いずれも構造化された問題解決型学習(ミニ課題研究)であり、7 時間前後で完結するという特徴がある。その為、ユニットのうち、1 つだけを行うといったことも可能である。し

かし、一方で連続的に行うことで、より高い教育効果が期待できるカリキュラム設計にもなっている。

表 1：年間計画

	ユニット名	関連教科
1学期	ユニット0 オリエンテーション	—
	ユニットI ストローの長さやマッチ棒の飛距離の関係	物理×数学×情報
2学期	ユニットII 天然染料での染色“赤をめぐる研究”	家庭科×美術×化学× 地歴公民×情報
	ユニットIII スポーツ科学	体育×数学×情報
3学期	ユニットIV IOT×マスク 理想のマスク作り	すべての教科

2.3. ユニット0 オリエンテーション

ユニット0は、1時間で行われた。主な内容は、「科学と何か?」という点を生徒に問うことで、これから行うユニットI以降をどのような視点で学習を認識していくべきかを伝えた。

2.4. ユニットI ストローの長さやマッチ棒の飛距離の関係

ユニットIは、主に物理・数学・情報分野の要素を持ち、ストローの長さやストローから発射されたマッチ棒の飛距離の関係を実験し、その結果を分析・考察し、結論を出す構造化された課題研究を行った。このユニットIは、表2の通りに行った。また、生徒が「理解する」・「できよ」ようになることとして、表3で示す4つのことを目標とした。加えて、生徒にストローの長さやマッチ棒の飛距離の関係を数理モデルで示すように課題を提示した。

表 2：授業計画

時間	授業内容	関連分野
1	・課題研究の流れについて ・仮説の設定	探究
2	・実験の実施	理科(物)
3	・実験データの処理と分析 ・追実験の検討	理科(物)
4	・追実験の実施 ・実験データの処理と分析	数学・情報
5	・ポスターの作成について ・ポスターの作成	全ての 教科・科目
6	・ポスターの作成	
7	・ポスターの発表 ・まとめ	

表 3：生徒が「理解する」・「できる」ようになること

- ①課題研究について理解し、その流れを具体的にイメージできる。
- ②課題研究を行うときに仮説を設定できる。
- ③グラフを用いて結果(データ)を分析し、分析結果から科学的に結論を導きだせる。
- ④ポスターセッション用の科学的なポスターを作れる。

2.4.1. 探究との関連について

図1に示すような探究活動の流れを意識させた。また、仮説の設定においては、中村(2018)が示した手法を基に変数に注目し論理的な仮説設定の手法を試

みた。それにより、今後の探究活動への活用を期待した。

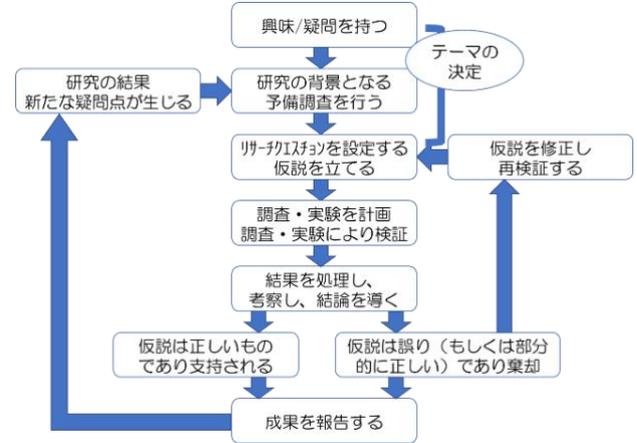


図 1：探究活動の過程

2.4.2. 物理との関連について

水平投射・加速・エネルギーなどの様々な面で関連を持つ。実際、生徒は本ユニットの実施中に水平投射などの学習を物理基礎で行っていた。しかし、本授業では、生徒たちが自ら考え自身の最適解を導くことが大切であると考え、これらの学習したことを活用することは促さなかった。

2.4.3. 数学との関連について

3時間目以降から実験の測定数値をもとに数理モデルの作成を行わせた。

2.4.4. 情報との関連について

3時間目以降から各班に1台iPadを配布し、利用を許可した。利用については、アプリのインストールの禁止以外は、特に制約を設けなかった。また、実験での測定値を分析するための方法の1つとしてiPadにインストールされているNumbersとExcelの使用について簡単なサポートを行った。

3. 生徒の学びの様子とその中での変容

ユニットIにおいてそれぞれの時間で生徒に次のような様子が見られた。

3.1. 1時間目

仮説を立てるときに変数を用いることについては、

こちらが想定していた以上に生徒は順応し、ワークシート上で論理的にいくつかの仮説を立てていた。しかし、以降の授業の様子から実際に調査・実験を行ったり、分析・考察を行う様子を観察すると変数という概念を十分に理解できていないことが見取れた。

3.2. 2 時間目

「マッチ棒をストローから押し出す人が変わっていいの?」や「ストローを長くするとストローの先が揺れてしまう・・・」などの発言が実験中に聞かれ、変数以外の条件を整えようと努力する様子が観察された。しかし、問題は発見したもののこれらの課題を十分に解決しないまま実験を行っている班が多かった。班によっては、マッチ棒を遠くに飛ばすことが目的に変わってしまっている班も見られた。

3.3. 3 時間目

2 時間目の実験データの処理と分析を行わせる中で、実験の信ぴょう性と妥当性について改めて自己評価をさせた。これによって 2 時間目の実験方法の改善を考える班や、新たな実験を行うことで必要な実験データを補足しようとする班が観察された。実験データの処理においては、iPad を積極的に使う班が多かった。主には、電卓機能・表計算機能 (Numbers・Excel) であった。しかし、多くの班がグラフの横軸を実験回数、縦軸をマッチ棒の飛距離とし、縦軸と横軸を正しく決めることが出来なかった。これは、3.1. で述べたように変数という概念を十分に理解できていないために起きたと考えた。

3.4. 4 時間目

全ての班が実験方法の改善を行っていた。主な改善は、マッチ棒を発射する空気入れとストローの安定性の向上であった。他に一部の班は、ストローを切断し、前回の中間の長さのストローでマッチ棒の飛距離を測定していた。結果の分析では、改めて実験の信ぴょう性と妥当性を確認し、大きく測定値が異なるものについての判断や、ストローが 0 本だとマッチ棒の飛距離はどうなるかの判断などの深い議論を行う班もあった。

3.5. 5~7 時間目

実験の分析結果や考察・結論をまとめる中で深く思考する様子が観察された。特徴的だったことは、実験の数値から数理モデルを作成するにあたり、物理基礎で学習した内容や数学で学習した一次関数・二次関数の活用を試みていた。生徒の中には自分たちが持っている全ての知識を利用して一般化できる数理モデルができないことを伝えてくる生徒も存在し、多くの生徒があらゆる方法を使いながら非常に創造的な活動を行い、図 2 に示すようにポスター発表では様々な数理モデルが提案された。

x: ストローの本数	y: マッチ棒の飛距離
比例すると考えた班の例	
① $y = 0.46x + 0.42$	
② $y = 0.45x + 0.25$ (ただし x は自然数とする)	
③ $y = 0.3x$ ($1 \leq x \leq 4$), $y = 0.8x$ ($4 \leq x \leq 6$)	
二次関数を考えた班の例	
① $y = 1$ 本の平均 $+ 0.2(x - 1)^2$	
② $y = -(x - 3)^2 + 2.5$ ($0 < x \leq 3$), $y = 2.5(x > 3)$ (*ある長さになると飛距離に変化みらないので)	
その他班の例	
①ストローの長さ2倍になると飛距離は $\sqrt{2}$ 倍となる	

図 2 : 生徒が考えた数理モデルの一部(そのまま掲載)

4. 2 学期以降の展開

現在、表 1 に示したようにユニット II が始まっている。ユニット II では、ユニット I で学習した内容を踏まえて、科学的な問い(リサーチクエスト)の生成と変数の積極的な操作を天然染料での布への染色を題材に行っている。また、ユニット III・IV の開発と教育現場では欠かせない生徒の評価についての研究も行っている。これらの報告については、後日、どこかの機会でも報告したいと考えている。

5. 謝辞

本実践は、発表者の勤務校の各教科の先生方からも

日本 STEM 教育学会 第 3 回年次大会 (2020 年)

ちろん発表者と議論を重ねて頂いた大学の先生方や他校の先生方によって形になったものであり、関係して頂いた皆様に心から感謝の気持ちとお礼を申し上げます。

6. 参考文献

- Tracey, G., Lissa, B.S., Kent, P., & Richard, A.(2011). *Skills Biology Third Edition*. Biozone International Ltd(後藤太一郎(監訳)(2014). ワークブックで学ぶ生物学実験の基礎. オーム社)
- 中村大輝・松浦卓也(2018). 仮説設定における思考過程とその合理性に関する基礎的研究. 理科教育学研究 Vol. 58 No. 3, 279-290.
- 中村大輝(2018). 仮説設定の合理性を高める指導の提案-仮説設定の思考過程に基づく介入-. 理科の教育第 795 号, 50-51.