

# STEAM 教育を通して行われる科学的探究力を育成する授業

## ～大分県立大分舞鶴高等学校の学校設定科目「舞 STEAMs」の授業実践～

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\*\*

予測が困難な変化の激しい社会が到来する中で、教育現場では、新たな時代をけん引する人材の育成が重要な課題となっている。大分県立大分舞鶴高等学校では、このような時代をけん引する人材の資質・能力の 1 つとして『科学的探究力』が重要であると考え、その素地を育成する手段として第 1 学年で STEAM 教育を行っている。本発表では、4 月から 9 月末まで行った STEAM 教育の授業実践と授業を通して生徒が探究の課程を理解し、『科学的探究力』の素地が育成されていく様子を報告する。

キーワード：科学的探究力の育成，授業実践，STEAM 教育，教科横断，探究活動，課題研究，

### 1. 背景と目的

近年、グローバル化の加速や人工知能、IoT、ロボティクスなどの先端技術の発達と利用により、多様な価値観が創出されている。加えて、コロナウイルスによる社会への影響に代表されるような、変化の激しい不確定な時代が訪れている。このような現状の中で、教育現場では、新たな時代をけん引する人材の育成が重要な課題となり、新たに様々な教育活動が始まっている。

発表者が勤務する大分県立大分舞鶴高等学校では、新たな時代をけん引する人材の資質・能力の 1 つとして、『科学的探究力』を考え、3 年間を通してその育成を目指している。本校では、『科学的探究力』を「①科学への興味・関心」、「②課題の解決に向けて科学的に思考する力」、「③科学的に表現する力」、「④科学の本質を理解し活用する力」の 4 つの要素からなるとした。そして、第 1 学年では、『科学的探究力』の素地を築き、第 2 学年以降の課題研究を行うためのスキルとマインドセットを育成するために STEAM 教育を実施している。本発表では、本校が実施している STEAM 教育の中で、特に『科学的探究力』の「②課

題の解決に向けて科学的に思考する力」と「③科学的に表現する力」の育成に焦点を当て、その授業実践について報告する。

### 2. 実践内容

#### 2.1. STEAM 教育に関わる教育過程

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』と称した 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 名の教員によるチ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である。また、いずれも構造化された課題解決型学習 (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、

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 年間指導計画

時間	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	—
1学期 ユニット1	吹矢の筒の長さとの飛距離の関係 色をめぐる研究	物理×数学×情報 家庭科×美術×理科
2学期 ユニットII	～天然染料での染色/色と人の記憶～	×地歴公民×情報
2学期 ユニットIII	動きを変化させる機械～リンク機構～	数学×情報×工学
3学期 ユニットIV	スポーツ科学～タグラクビー～	体育×数学×情報

### 2.3. ユニット I

ユニット I は、吹矢の筒の長さとの飛距離の関係性を、自らの実験結果から数理モデルを考えることで見出していくミニ課題研究を行った。このユニットの中で生徒は探究活動の過程を体験し、探究活動の各過程を理解する。また、探究活動における仮説の設定を独立変数と従属変数という視点から設定することを学習する。なお、本ユニットは、物理基礎の学習範囲と非常に親和性が高いが、教科指導の場面における STEAM 教育との大きな違いとして、生徒にその解を示すことはない。生徒が自己のプロセスを経て導きだした最適解を現段階で正しい解としている点が異なる。つまりは、正しい公式を見いだすことを目的とはしていない。

表 2 ユニット I の授業計画

時間	授業内容	関連分野
1	・探究活動の流れ(過程)の全体説明 ・変数を用いたリサーチエッセイと仮説についての学習	理科：探究
2	・実験の実施	理科(物)：エネルギー
3	・実験結果の処理/分析/考察 ・追実験の検討	理科(物)：エネルギー 数学：関数
4	・追実験の実施 ・実験結果の処理/分析/考察	情報：データの分析
5	・ポスターとその発表について説明 ・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	

### 2.4. ユニット II

ユニット II はユニット I での学習を踏まえ、色をテーマにした探究活動を行った。このユニットの前半では、既知の情報を収集し、独立変数と従属変数を意識しながらリサーチエッセイの作成を行う過程を学ぶ。一方、後半は、自然科学系の実験と人文社会科学系の実験を体験する。自然科学系の実験では、独立変数を各班で設定し、実験の計画を立案した後、計画に従って実験を実施する。人文社会科学系の実験では、実験結果の数値を、統計学的仮説検定を用いて科学的に分析する。なお、人文科学系の実験は、本

授業と同様の学校設定科目『データサイエンス』で行うため、本発表では詳細を省略する。

表 3 ユニット II の授業計画(前半)

時間	授業内容	関連分野
1	・既知の事実の調査方法 ・先人の知恵(興味の提案)	全ての教科・科目
2	・既知の事実の調査方法 ・先人の知恵(興味の提案)	
3	・班内での情報共有(既知の知識・素朴な疑問/課題) ・リサーチエッセイの生成(1)	
4	・リサーチエッセイの生成(2) ・複数の学問分野への関連を意識 ・発表の準備(1)	
5	・発表の準備(2) ・クラス内共有(リサーチエッセイの共有)	
**	・序論の作成	国語：探究

表中の\*\*は、授業進度に考慮し授業内で行うか、課題で行うかを定める。

表 4 ユニット II の授業計画(後半 1：自然科学系 天然染料での染色)

時間	授業内容	関連分野
6	・染色方法の説明 ・染色の実施	化学 情報 家庭科
7	・結果の処理/分析/考察 ・仮説の設定 ・実験計画作成	探究
8	・実験の実施 ・結果の処理/分析/考察	
9	・個人でのミニポスター作成	

## 3. 探究活動の各過程における能力の変容

年度当初の 4 月と 10 月上旬に生徒に対して、探究活動の各過程における能力に係る調査を 5 件法により行った。調査項目は、表 5 の通りである。

表 5 探究活動の各過程における能力に係る質問

過程	質問No	質問
課題の設定	1	私は、疑問が生じたときに、その疑問を明確に言葉で表現することができる。
	2	私は、疑問が生じたときに、その疑問について書籍やインターネットなど様々な方法で調べることができる。
	3	私は、生じた疑問に対して、科学的に探究するためのリサーチエッセイ(問い)を作ることができる。
	4	私は、生じた疑問に対して、解決のために必要な情報を抽出・整理することができる。
	5	私は、生じた疑問に対して、実験(独立変数や従属変数)を抽出することができる。
	6	私は、解決したい疑問に直面したとき、解決のために仮説を設定することができる。
	7	私は、仮説を設定するときに根拠を持って仮説を設定することができる。
	8	私は、リサーチエッセイ(問い)に対応して変数を整理した仮説を設定することができる。
	9	私は、リサーチエッセイと仮説から、それに対応した観察・実験・調査の計画を立てることができる。
	10	私は、計画した観察・実験・調査を評価し、より適切な観察・実験・調査を選択・決定することができる。
	11	私は、実現可能な観察・実験・調査の計画を立てるよう心がけることができる。
	12	私は、観察・実験・調査の計画を立てるときは、変数を整理して立てることができる。
実験の観察・実施	13	私は、計画した観察・実験・調査について見直しをたてて行うことができる。
	14	私は、観察・実験・調査の記録を正確にとるよう心がけることができる。
	15	私は、計画した観察・実験・調査を正確に行うことができる。
	16	私は、観察・実験・調査を行うときに、独立変数のみが変化するように細心の注意を払うことができる。
	17	私は、観察・実験・調査結果を表・グラフにまとめることができる。
	18	私は、観察・実験・調査結果をパソコンなどの情報機器を用いて、処理することができる。
	19	私は、観察・実験・調査の結果を基本的な統計学的処理で表現することができる。 (※ここでの基本的な統計学的処理とは、平均・標準偏差・中央値などを指す。)
	20	私は、観察・実験・調査の結果を仮説検定などの統計学的処理で表現することができる。 (※ここでの仮説検定とは、t検定などを指す。)
	21	私は、観察・実験・調査の結果から仮説の妥当性を検討したり、考察することができる。
	22	私は、観察・実験・調査全体を振り返ってリサーチエッセイ⇒仮説⇒結論の流れを意識して考察・推論できる。
	23	私は、観察・実験・調査の結果から新たな知識やモデル等を思考したり、次の疑問を見つけることができる。
	24	私は、観察・実験・調査の結果から新事実や概念等に対する新たな知識を再構築したり、獲得することができる。
表科学的	25	私は、観察・実験・調査の方法を分かりやすく表現することができる。
	26	私は、観察・実験・調査の結果を適切にグラフで表現することができる。
	27	私は、スライドやポスターを作るときに、リサーチエッセイ⇒仮説⇒結論を対応させて示すことができる。

現在、回答を得ている 38 名の内、37 名について 4 月と 10 月の調査結果を比較すると、表 6 の通りであった。質問 No. 22 以外は、全ての質問で平均値の上昇がみられたが、有意な差がない項目もあった。特徴的なところでは、「観察・実験の実施」や「科学的表現力」について、有意な差が見られる傾向があった。一方、「仮説の設定」「検証計画の立案」「結果の処理」では、課題が残った。

表 6 探究活動の各過程における能力の変容 (生徒自己評価)

過程	質問No	4月		10月		t 検定
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
課題の設定	1	3.08	1.06	3.78	0.67	**
	2	3.05	1.05	3.38	0.98	n. s.
	3	3.05	1.00	3.57	0.90	*
	4	3.24	1.09	3.57	0.93	n. s.
	5	3.35	1.09	3.81	1.02	*
仮説の設定	6	2.97	0.94	3.33	0.83	n. s.
	7	3.08	1.09	3.46	0.96	n. s.
	8	3.97	1.14	4.49	0.61	*
検証計画の立案	9	3.43	0.83	3.95	0.91	**
	10	3.05	0.97	3.43	0.96	n. s.
	11	3.35	0.89	3.59	0.90	n. s.
	12	4.05	1.18	4.35	0.72	n. s.
実験の観察・実施	13	2.86	1.13	3.27	1.07	n. s.
	14	2.92	0.83	3.59	0.96	**
	15	3.11	0.97	3.59	1.01	**
	16	2.66	0.91	3.26	0.92	**
結果の処理	17	2.34	1.07	2.44	1.01	n. s.
	18	3.72	0.85	4.03	0.81	n. s.
	19	3.35	0.89	3.84	0.65	**
	20	3.11	1.20	3.49	0.93	n. s.
考察・推論	21	3.08	0.86	3.54	0.87	*
	22	3.51	0.80	3.43	0.96	n. s.
	23	3.00	0.85	3.59	0.83	**
	24	2.30	0.88	3.15	1.09	**
科学的表力	25	2.39	1.06	3.33	1.08	**
	26	2.34	1.04	3.22	0.94	**
	27	2.26	0.93	3.71	0.90	**

5件法 N=37 \* \*p<.01 \*\*p<.05

#### 4. 今後の展開

現在、表 1 に示したユニットⅢが始まりつつある。「1. 背景と目的」で述べたように本授業は、課題研究に向けてスキルとマインドセットの育成を目的にしている。ユニットⅢでは、モノづくりに焦点を当てた工学的な内容となっている。ユニットⅠ・Ⅱとは違った課題研究の切り口を生徒の提示することで、生徒の『科学的探究力』にどのような変容が生じるのか、引継ぎ調査をしていく。また、本発表では、特に示さなかったが、『科学的探究力』の下位要素の 1 つである「④科学の本質を理解し活用する力」の育成については、先日の日本理科教育学会第 71 回全国大会で発表され、この継続調査も行われる。これらの継続調査の結果について、後日、どこかの機会でご報告したいと

考えている。

#### 5. 謝辞

本実践と調査は、発表者の勤務校の各教科の先生方、発表者と議論を重ねて頂いた大学の先生方、他校の先生方によって形になったものであり、協力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)
- 石崎友規 (2012). 科学的探究における「検証可能な問いの生成」を指向した理科教材. 教材学研究, 23, 67-74.
- 河原井俊丞・宮本直樹 (2018). 理科授業における科学的探究可能な「問い」の生成モデル構築に関する基礎的研究. 日本科学教育学会研究会研究報告, 32(7), 5-10.
- 丸山雅貴・森田裕介 (2020). 科学教育の研究における STEM/STEAM 教育を指向した取り組みの動向に関する整理. 日本科学教育学会第 44 回年会論文集, 289-292.
- 中村大輝・松浦拓也 (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, 58(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, 67(795), 50-51.