

科学技術の開発や科学理論の発見過程から

創造的な思考力の育成を目指す理科学習

東京学芸大学附属竹早中学校 中込 泰規

1. 問題の所在

平成 29 年告示の学習指導要領（文部科学省、2018）では、「主体的・対話的で深い学び」が求められ、本校においても、その実現に向けた理科学習を行なっているところである。本校では、「多様性を活かす実践」を目指しており、図 1 のように他県の学校と zoom を接続して、より多くの考えを包含しながら、自らの考えを構築していく学習や、実験計画など多様な考えを共有する機会を積極的に設定し、それらをグループ内で調整していく学習に取り組んできた。

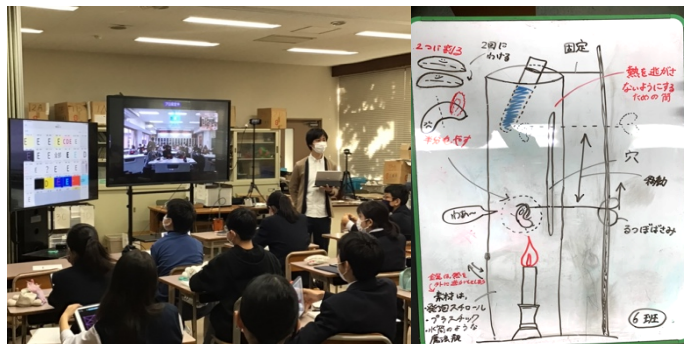


図 1 本校での実践の様子

しかし、自分たちで実験計画を立てたものの、失敗を恐れ教科書に掲載されているものを採用した

り、創造的に考えてみるものの、自分の考えに自信が持てず却下したりする姿が、しばしば見られた。その原因の一つとして、「自分」と「他者（級友）」の思いや考えを基にした学習活動しか行えておらず、科学的、創造的に思考する視点を、授業実践に十分に取り入れることができていなかった。そこで、創造的な活動に従事する「科学者」の視点を授業へ取り入れることで、創造的に思考する価値を生徒に見出させることができ、延いては、創造的に思考する力の育成に繋がっていくのではないかと考えた。すなわち、「自分」や「他者（級友）」に加えて、「科学者」の思いや考えを含めた理科学習を展開することが重要と考えたのである。

2. 研究の目的

1 で述べたことから、本研究の目的を以下のように設定した。

生徒が「科学者」の視点に立って問題解決していく科学的な探究が、生徒の創造的な思考を育むことによりどのように寄与するか明らかにする。

3. 研究の概要

（1）本テーマに迫るために各学年で重視するテーマを設定

1 で述べた生徒の実態をふまえ、創造的な思考力を育む上で、改めて課題を整理する必要があった。また、各学年で行なった実践成果の蓄積から、テーマを実現する授業の具体を提案することを目指した。そのため、図 2 のように各学年で重視するテーマを設定した。

（2）「科学者」になろう Project の設定

1 年生と 3 年生は、共通して「科学者」視点から思考を働かせることをテーマとした。そこで、年間を通して『「科学者」になろう Project』を設定し、理科授業の中で常に科学者の視点から活動する意識を促した。具体的に取り組んだ例を表 1 に、実践の様子を図 3～5 に示す。

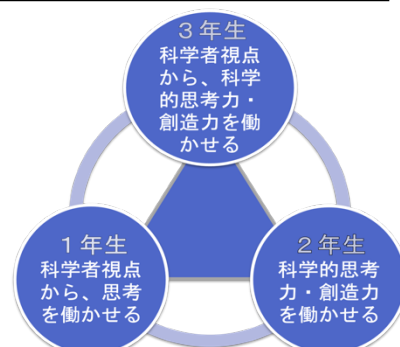


図 2 各学年で重視するテーマ

表 1 科学者になろう Project の具体

中 1	中 3
・物体の転がりやすさについて、法則を導き出すプロジェクト（図 3） ・虹ができる条件を導き出すプロジェクト（図 4）	・化学電池が開発された歴史を参考に、オリジナル電池を発明するプロジェクト ・エネルギーに関する社会科学的な問題を解決するための提言を行うプロジェクト（図 5）
【特徴】帰納的なアプローチから、一般的特性や理論、法則を自分たちで導き出す活動。	【特徴】帰納的に導き出した一般的特性や理論、法則を用いて、改めて演繹的なアプローチから具体を見出していく活動。



図 3



図 4

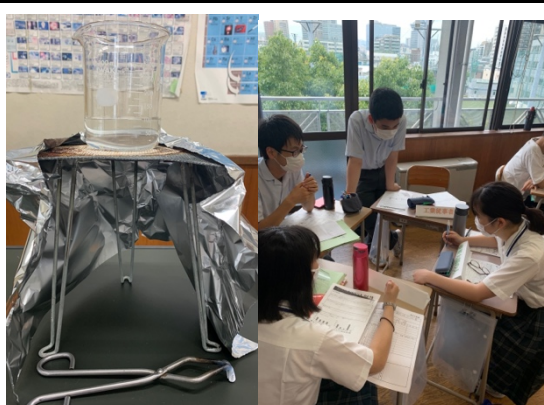


図 5

4. 本研究における「科学的な思考」と「創造的な思考」の定義

（1）科学的な思考力

川崎ら（2010）が示した、以下のものを援用した。

問題解決過程における以下の 5 つの下位能力から構成される思考力

- ①科学的に実証可能な問題を認識する能力
- ②仮説を設定する能力
- ③検証方法を立案する能力
- ④仮説あるいは根拠をもとに結論を出す能力
- ⑤科学的に実証された結論を認識する能力

（2）創造的な思考力

Denneff(2012)や Lubart(2000)が定義する創造的な思考を参考にすると、「目新しく、適用性のあるものを、しかるべき理由に基づいて、確立されたシステムから産生にいたる一連の思考」とまとめることができる。これを基にして、本研究には以下のように定義した。

科学理論や法則を参考にしながら、独自の発想をもとにして、斬新かつ妥当な考えを、科学的な探究を通して創り出そうとする。

5. 成果発表を行う実践の概要

（1）実施時期、調査対象および学習内容

- ・実施時期：2022 年 5 月～7 月
- ・調査対象：中学 3 年生 4 クラス（124 名）
- ・学習内容：「化学変化とイオン」単元内の「電池とイオン」

→表 1 の「化学電池が開発された歴史を参考に、オリジナル電池を発明するプロジェクト」

（2）調査方法

【調査 1】以下の 2 点の理由より、科学の認識論的知識である「科学の本質（以下、NOS と示す）」から、「創造的に思考することの必要性や重要性」について、生徒の考え方がどのように変容したかで成果を測定することとした。

- 理由①「創造的な思考力」を客観的、定量的に評価することが難しいこと。
- 理由②「科学者視点」から科学的な探究を行なっていくことで、「創造的な思考力」に關与する NOS の理解が深まることが期待でき、その点からも評価ができる可能性があること。

表 2 本研究で用いた NOS の理解を評価する質問紙（中山・小倉，2020）

NOS の要素	質問内容
観察と解釈	一つの現象に対する科学者の観察は、常に同じである。【逆転項目】 あなたが現象を観察する時、客観的に観察しようとしているはずだ。いつ見ようが、何回見ようが、観察に違いはない。
科学の暫定的性質	科学理論は、変更されることはない。【逆転項目】 科学者は科学理論を基に実験を進める。よって、科学理論は絶対的なものである。今後、変更されることはない。
科学に関する社会的影響	科学研究は、社会の影響を受ける。 社会の影響を受け、科学研究が行われていると感じることは多々ある。社会から独立しては、科学研究は行われていない。
科学研究における想像力・創造力の役割	科学者は、想像力・創造力を用いる。 実験をするときには、様々な場面（データ収集や推論）で想像力・創造力を用いる。全て論理的に実験を進めることはできない。
科学研究における手法	同じ目的に対し、科学者たちの実験方法は一つである。【逆転項目】 人々が同じ目的で実験をする場合、最良なただ一つの方法を用いるべきだ。人々がそれぞれ様々な実験方法を用いるべきではない。
科学の限界	科学は、世界の全ての問題に答えることができる。【逆転項目】 科学が研究対象とするものは、世界のあらゆる事象であるので、あらゆる問題について答えを出すことができる。

【調査 2】表 1 の NOS の要素について、授業時間内で意識したことがあれば、振り返りシートに記入させるようにした。

◆本研究で NOS を取り扱う意義◆

- ①NOS の理解によって、科学的な思考力と創造的な思考力を相互に機能させることを促し、生徒が主体的に行う科学的探究の充実につながっていく。
- ②科学者の視点から、自分の学習をメタレベルで振り返ることが期待できる。

(3) 科学者視点に立つためのカリキュラムの工夫

本実践は、「科学史」の観点から**科学者の見方・考え方**について注目させる。それをふまえ、「STEAM」の観点から**科学者の研究と近似した活動**を行なっていく。

6. 授業実践の実際

時間	内容
1	ボルタ電池の構造や仕組みについて、実験を行い考察する。
2	ボルタ電池が開発された背景を学び、その後開発されたルクレンシェ電池について実際に作成し、どのような背景で開発されたのか考察する。
3・4	ボルタ電池とルクレンシェ電池の特徴や開発背景をまとめ、両電池間に開発された電池の構造や仕組みを創造的に考え、「電池開発案」を作成する。

非水素式電池

ボルタ電池の欠点

電流が安定しない
(すぐに弱くなる)
Cu板に水素の膜ができて、H⁺が電子をもらいに行けないため、回路の消費も分散し、持ち運びにくい

非水素式電池をつくる過程

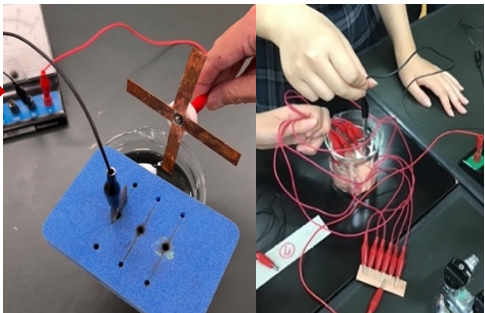
改善する点(水内電池の欠点の解決策)
発生する物質はH₂→Cu
イオンの偏りをなくす
(持ち運びはあとからしる工夫でOK)

Cu板の代わりに
Cu²⁺+2e⁻→Cuの反応が
起こる方にした
→水溶液にCu²⁺を溶かして、
→CuCl₂・CuSO₄など
(SO₄の方が強くて今日はCuSO₄)

イオン化傾向

イオン化傾向により
イオン化傾向が同じ
は溶けず
→銅板を溶かして
ZnSO₄やCuSO₄を溶かす
(今日はCuSO₄)

時間	内容
5・6	電池開発案でまとめた電池を実際作成して実験を行い、結果や参考意見をもとに随時改善を加えながら電池の完成を目指す。



- (科学者の視点)
- ・ボルタやルクレンシェが、どのような思いや考えから化学電池を開発したか検討する。
 - ・ボルタやルクレンシェの考え方を参考にして、作成する電池の具体を検討する。

- (科学者の視点)
- ・自分が考案する電池の開発に向けて、連続する科学的な探究過程をたどる。

