

高校生の化学学習における自己認識と 科学観 (Nature of Science)

所属コース 教科領域コース
氏 名 上坂祐大
指導教員 隅田学 池田哲也

【概要】

高校生に対し、観察・実験の好き嫌い、化学基礎・化学の各単元の苦手意識・探究心、科学観に関する質問紙調査を実施した。観察・実験の好き嫌いについて、1年生は10%、2年生は6%、3年生は14%の生徒が「嫌い」と回答し、観察・実験が嫌いな理由として、技能的側面、知識的側面、興味・関心、恐怖感が影響していることが明らかとなった。各単元の苦手意識と科学観 (NOS: Nature of Science) 値の関係について、①苦手意識が高い生徒と低い生徒の両方の NOS 値が高い、②苦手意識を強く感じる生徒のみ NOS 値が低い、③苦手意識が強くなるにつれて NOS 値が低くなる、の主に3つのパターンを抽出することができた。また、各単元の探究心と NOS 値の関係についても同様に分析したところ、①探究心が高い生徒と低い生徒の両方の NOS 値が高い、②探究心の強さによらず NOS 値はほぼ一定、③探究心の高い生徒のみ NOS 値が高い、の主に3つのパターンを抽出することができた。

キーワード 化学基礎 化学 苦手意識 探究心 科学観 (Nature of Science)

1. 背景

原田ら(2018)により、中学生を対象とした理科の好き嫌いに関する調査がなされており、物理分野において好き嫌いが生じる。理科に好き嫌いが生じるタイミングには男女差がある。理科の好き嫌いの男女差は2年生で出現し3年生で拡大する。ということが報告されている。また、解良ら(2014)により、中学生を対象とした学習行動と教授法に関する調査がなされている。この調査では、教師による学習内容の日常生活での実用性の教授をすることにより、生徒の学習行動にポジティブな影響を及ぼす可能性があるということが報告されている。科学観 (NOS: Nature of Science) については、鈴木ら(2007)により、日本の中学生における NOS の実態が調査されており、中学生の多くは、科学知識に関して実証的なものであると理解しているが、観察活動は予想や仮説を立てずに行う活動であると考えているということが報告されている。

しかしながら、いずれも中学生を対象とした調査であり、高校生を対象とした調査報告例は少ない。

2. 目的

本研究では、高校理科の化学分野に着目した。化学の苦手意識はどの単元で生じるのかを

調査し、分析することを目的とした。その際に、観察・実験と苦手意識、探究心の関連性についても分析を行うとともに、高校生の NOS に対する理解との関連性についても分析を行った。

3. 方法

(1) 対象と期間

当該調査は、愛媛県内にある県立高校普通科に所属する1年生126名(男:53名,女:73名),2年生71名(男:33名,女:38名),3年生50名(男:31名,女:19名)を対象に、Google formにより実施した。

(2) 調査内容

観察・実験に関する認識を調査するために、「あなたは化学基礎・化学の授業で実施する『観察・実験』は好きですか。」という質問を設定した。この質問に関して、「はい」「いいえ」の2つの選択肢を設定し、「いいえ」と回答した生徒に関しては、その理由を問う記述形式の質問を設定した。

また、化学基礎・化学における各単元に対し、「①それぞれの『単元』に苦手意識を感じますか。」「②それぞれの『単元』をもっと深く学びたいと思いますか。」の2つの質問を設定した。①に関して、「強く感じる(5)」「感じる(4)」「どちらともいえない(3)」「感じない(2)」「全く感じない(1)」の5件法によって測定した。②に関して、「強く思う(5)」「思う(4)」「どちらともいえない(3)」「思わない(2)」「全く思わない(1)」の5件法によって測定した。

加えて、生徒の科学観を調査するに当たり、Liang et al. (2006)によって開発された Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSI)を日本語訳したものを使用した。SUSIはNOSのうち、「理論的負荷性」「暫定性」「科学法則と科学理論」「科学に対する社会的・文化的影響」「科学における想像力と創造性」「科学研究の方法」の6つの要素の理解度を測定することが可能である。各要素に対し、それぞれ4つの質問を設定し、それぞれに「強く思う」「思う」「どちらともいえない」「思わない」「全く思わない」の5つの選択肢を設定した。以下に質問項目を示す。

理論的負荷性

- ①科学者の持っている知識は観察に影響を与える可能性があるため、同じ事象に対する科学者たちの観察結果は異なる場合がある。
- ②科学者は客観的であるため、同じ事象に対する科学者たちの観察結果は同じになる。
- ③事実を観察しているため、同じ事象に対する科学者たちの観察結果は同じになる。
- ④科学者たちは同じ観察結果から異なる解釈をするかもしれない。

暫定性

- ⑤科学理論は、継続的な検査と修正にさらされている。
- ⑥科学理論は、新しい証拠に照らして、新しい理論に完全に置き換えられる可能性がある。
- ⑦科学者は既存の観察結果を再解釈するため、科学理論は修正される可能性がある。
- ⑧正確な実験に基づく科学理論は、修正されない。

科学法則と科学理論

⑨科学理論は自然界に存在し、科学的調査を通じて明らかにされている。

⑩科学理論とは異なり、科学法則は修正される可能性はない。

⑪科学法則とは、証明された科学理論のことである。

⑫科学理論は科学法則を説明している。

科学に対する社会的・文化的影響

⑬科学者は、純粹で偏りのない研究を行うように訓練されているため、科学研究は社会や文化の影響を受けない。

⑭どういった科学が実施され、受け入れられるかは、文化的価値観と期待によって決定される。

⑮科学がどのように行われ、受け入れられるかは、文化的価値観と期待によって決定される。

⑯科学は普遍的であり、社会や文化から独立しているため、すべての文化圏において同じ方法で科学研究を実施している。

科学における想像力と創造性

⑰科学者は、データを収集するときに想像力と創造性を働かせる。

⑱科学者は、データを分析および解釈するときに、想像力と創造性をはたらかせる。

⑲論理的推論と矛盾するため、科学者は想像力と創造性をはたらかせない。

⑳客観性を妨げる可能性があるため、科学者は想像力と創造性をはたらかせない。

科学研究の方法

㉑科学者は様々な種類の方法を使用して科学的調査を実施する。

㉒科学者たちは同一の段階的な科学的方法に従う。

㉓科学者が科学的方法を正しく使用すると、その結果は真実で正確になる。

㉔科学的知識を発展させる際に使用される手段は実験だけではない。

NOS の 6 つの要素の理解度を測定する各質問は、正しい NOS 理解を示す正の質問と、誤った NOS 理解を示す負の質問に分類されており、「強く思う」～「全く思わない」の 5 つの選択肢について、正の質問には順に 5～1 点、負の質問には順に 1～5 点を付与し、各要素の合計点に着目し、分析を実施した。

調査内容で出てくる単元名については、高等学校学習指導要領(文部科学省, 2019)で使用されている表現を使用した。また、各単元の学習内容を想起しやすいよう、各単元名の横に 3 つ程度のキーワードを示した(e.g.)原子の構造(原子番号, 同位体, 質量数)。

加えて、調査への協力は任意であること。成績には影響しないこと。個人情報取得しないことの 3 点を明記して調査を実施した。

4. 結果

観察・実験の好き嫌いについて、1 年生は 10 %、2 年生は 6 %、3 年生は 14 %の生徒が嫌いと回答した。観察・実験が嫌いな理由として、使用する器具や薬品が多く実験操作が難しいといった技能的側面。理解が追い付かない、何をしているのか分からないといった知識的側面。結果が分かることをしても面白くないといった興味・関心面。薬品が危険で怖いといった恐怖感が挙げられた。また、時間内に実験を終わらせるための作業になってしまふといった体験授業の問題点を挙げた生徒もいた。

苦手意識について各単元の平均値を見たところ、苦手意識の強さが上位 2 つの単元に関

して、1年生は『酸・塩基と中和(3.39)』『化学反応式(3.26)』、2年生は『電離平衡(3.77)』『化学平衡とその移動(3.52)』、3年生は『電離平衡(3.72)』『溶解平衡(3.64)』であった(Fig. 1)。

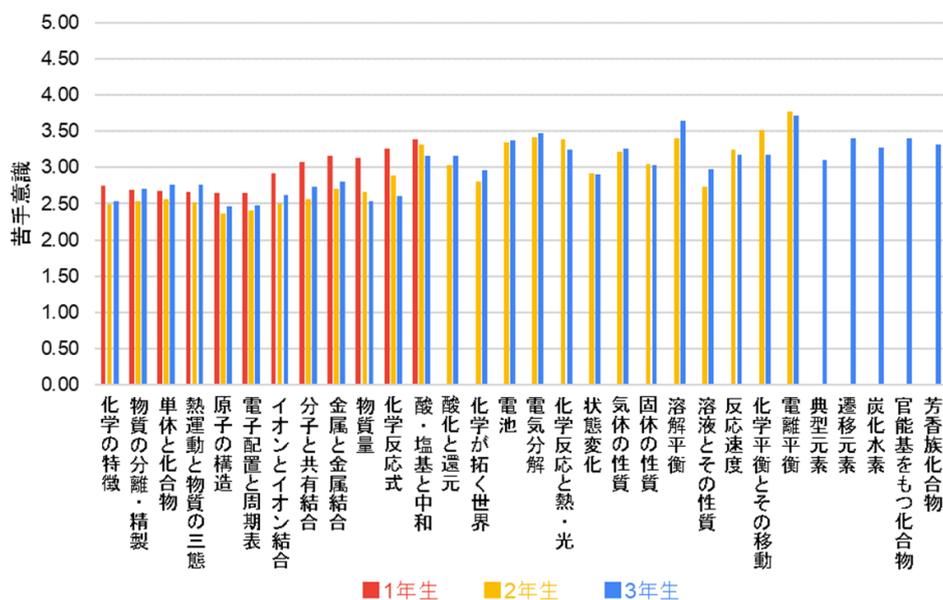


Fig. 1 化学基礎・化学で履修する各単元と苦手意識の関係

探究心に関して、単元・学年における特徴的な差は見られなかった(Fig. 2)。

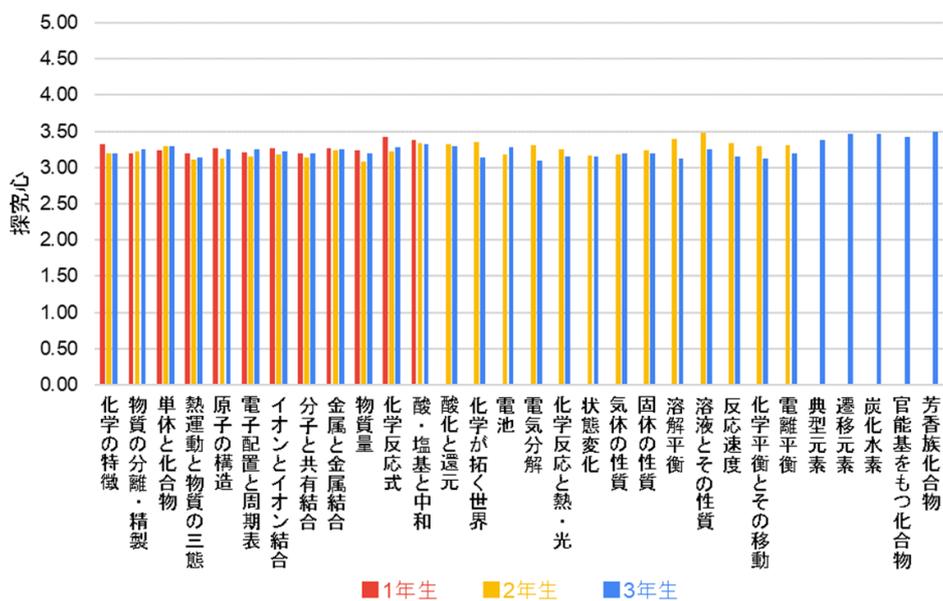


Fig. 2 化学基礎・化学で履修する各単元と探究心の関係

NOS に関しては、各要素の点数が最大で 20 点、6 つの要素の合計点が最大で 120 点である。理論負荷性のような要素別、そして合計点について、各学年の平均値を算出して表に示す(Table 1)。その結果から、暫定性の要素の得点が高く、科学の法則と科学理論に関する得点が高いように見られた。合計点の平均値として、1年生は 80.22、2年生は 80.27、3年

生は 79.58 となり，学年による NOS の差は見られなかった (Fig. 3)。

Table 1 各学年の NOS の 6 つの各要素の平均値とその合計

	1 年生	2 年生	3 年生	Max
理論負荷性	13.52	14.18	13.31	20.00
暫定性	14.41	14.59	14.14	20.00
科学法則と科学理論	11.75	11.85	11.84	20.00
科学に対する社会的・文化的影響	13.78	13.79	14.22	20.00
科学における想像力と創造性	13.36	13.72	12.80	20.00
科学研究の方法	13.40	12.14	13.27	20.00
合計	80.22	80.27	79.58	120.00

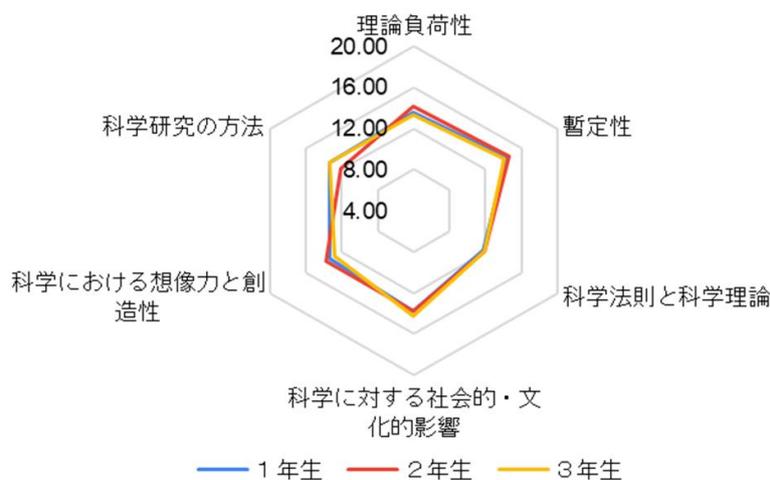


Fig. 3 各学年の NOS の 6 つの各要素の平均値の比較

5. 考察

各単元の苦手意識の高さと NOS 値の関係について見たところ，①苦手意識が高い生徒と低い生徒の両方の NOS 値が高い。②苦手意識を強く感じる生徒のみ NOS 値が低い。③苦手意識が強くなるにつれて NOS 値が低くなるの 3 つのパターンを抽出することができた (Fig. 4)。

これらの単元は，モデル等の図による視覚的イメージを活用する単元である。①では，苦手意識の強さが中間層の生徒の NOS が低く，苦手意識が高い層と低い層の NOS が近い値を示すパターンである。同様な傾向を示す単元として，『イオンとイオン結合』『化学反応式』の他，『電子配置と周期表』『分子と共有結合』『金属と金属結合』『物質』『酸・塩基と中和』『酸化と還元』があった。

②のパターンは『物質の分離・精製』『溶液とその性質』の他，『単体と化合物』『熱運動と物質の三態』の単元で見られた。これらの単元は，過去に観察・実験を実施したことのある単元であるため，体験的な活動が NOS に関係している可能性が考えられる。

③のパターンの特徴は，苦手意識の強さと比例する形で NOS 値が減少していることである。『化学の特徴』『化学が拓く世界』でのみ確認され，これらの単元は，化学という学問に関する導入やまとめに関する内容であった。

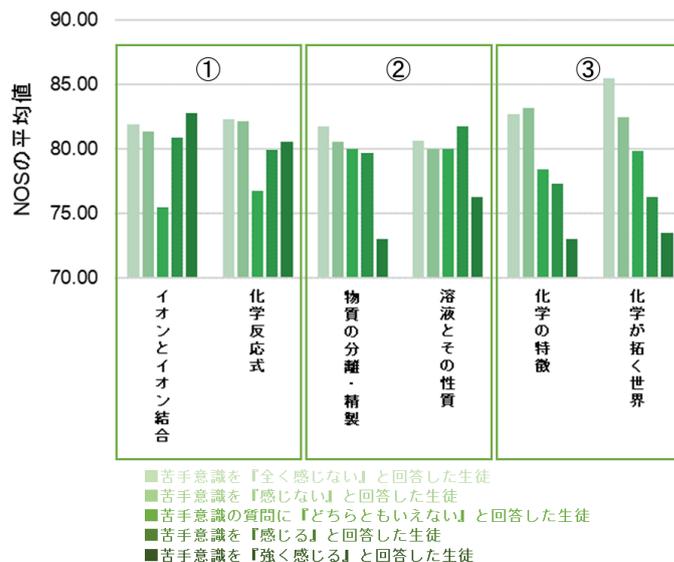


Fig. 4 苦手意識の強さと NOS 値の関係

同様に、各単元の探究心の高さと NOS 値の関係について見たところ、①探究心が高い生徒と低い生徒の両方の NOS 値が高い。②探究心の強さによらず NOS 値はほぼ一定。③探究心の高い生徒のみ NOS 値が高いの 3 つのパターンを抽出することができた (Fig. 5)。

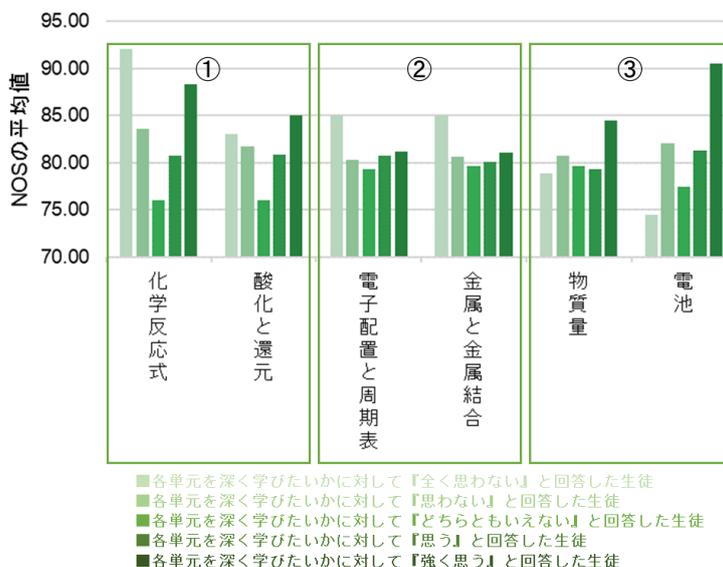


Fig. 5 探究心の強さと NOS 値の関係

①のパターンは、『化学反応式』『酸化と還元』の他、『単体と化合物』『酸・塩基と中和』の単元で見られた。これらの単元は、モデル等の図による視覚的イメージを活用する単元であり、苦手意識と同様の傾向があるのではないと思われる。

②のパターンは、『電子配置と周期表』『金属と金属結合』の他、『原子の構造』『分子と共有結合』の単元で見られた。これらの単元は、化学的概念の理解に関して基礎となる単元であり、NOS 値は探究心の強さに依存しないと考えられる。

③のパターンは、『物質量』『電池』の他、『状態変化』『官能基をもつ炭化水素』の単元

で見られた。これらの単元は、発展的な化学的知識を活用する単元であることから、探究心の強い生徒の NOS 値が高くなった可能性が考えられる。

6. 結論

本研究から、各単元の苦手意識と NOS 値の関係について、主に以下に示す 3 つのパターンを抽出することができた。

- ① 苦手意識が高い生徒と低い生徒の両方の NOS 値が高い。
- ② 苦手意識を強く感じる生徒のみ NOS 値が低い。
- ③ 苦手意識が強くなるにつれて NOS 値が低くなる。

また、各単元の探究心と NOS 値の関係について、主に以下に示す 3 つのパターンを抽出することができた。

- ① 探究心が高い生徒と低い生徒の両方の NOS 値が高い。
- ② 探究心の強さによらず NOS 値はほぼ一定。
- ③ 探究心の高い生徒のみ NOS 値が高い。

しかしながら、本調査は、愛媛県内にある県立高校 1 校のみで調査を実施したため、その結果がすべての高校生に当てはまるとは言えない。また、SUSSI の質問項目を日本語訳した際に、高校生が理解しづらい言い回しになってしまったことは否めず、正確な科学観を測定できていない可能性も考えられる。また、それぞれのパターンの特性に応じた化学指導の在り方については十分な考察ができていない。

今後の展望として、NOS の質問項目の見直しに加え、対象を拡大した調査を実施していきたい。また、NOS を活用した教材開発や、NOS を向上させる効果的な授業方法の模索を実施していきたい。

引用・参考文献

日本語文献

- 解良優基・中谷素之 (2014). 認知された課題価値の教授と生徒の課題価値評定, および学習行動との関連 日本教育工学会論文誌, 38, 1, 61-71.
- 鈴木宏昭・大高泉 (2007). 日本の中学生における”Nature of Science”の理解に関する研究—科学知識と探究スキルの性質に関する理解に着目して— 日本科学教育学会研究会研究報告, 21, 5, 117-120.
- 原田勇希・坂本一真・鈴木誠 (2018). いつ, なぜ, 中学生は理科を好きでなくなるのか?—期待—価値理論に基づいた基礎的研究— 理科教育学研究, 58, 3, 319-330.
- 文部科学省 (2019). 高等学校学習指導要領(平成 30 年度告示)解説 理科編 理数編

欧文文献

- Liang, L. L., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2006). Student understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSSI): Revision and further validation of an assessment instrument. *Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST)*, San Francisco, CA.

謝辞

本研究を実施するに当たり、協力いただいた生徒の皆さんや先生方に御礼申し上げます。研究活動全般にわたり御指導賜りました愛媛大学大学院教育学研究科 隅田学教授には厚く御礼を申し上げます。教職に関する様々な知識や経験を教授いただきました愛媛大学大学院教育学研究科 池田哲也教授に厚く御礼申し上げます。また、調査項目の作成に当たり、多大なる御助言をいただいた北海道教育大学旭川校 高橋一将准教授にも厚く御礼申し上げます。