

<論文>

反対事例を導入した理科の授業が批判的思考態度に与える影響 —中学2年「電流と磁界」の学習を事例として—

植原俊晴 信州大学学術研究院教育学系

小林将也 赤穂市立赤穂西中学校

Effects of Introducing Opposite Cases in Science Lessons on Critical Thinking Attitudes: A Case Study of an Eighth-Grade "Electric Currents and Magnetic Fields" Lesson

UEHARA Toshiharu: Institute of Education, Shinshu University

KOBAYASHI Masaya: Ako-nishi Junior High School, Ako City

The effects of introducing scientific knowledge taught in opposite cases in an 8th grade science class on the critical thinking attitude of students were examined in this study. The opposite cases were derived from prior knowledge and does not seem to apply to the knowledge taught. A questionnaire was administered to lower secondary school students before and after the class, and the mean scores of each of the four factors of critical thinking attitude were examined. The results showed that the mean scores for "awareness of logical thinking" and "emphasis on evidence" were significantly higher after the class than before it. Conversely, there was no change in "spirit of inquiry," and the mean score for "objectivity" was significantly lower after the class. These results suggested that science classes with opposite cases have an effect on developing critical thinking attitudes among lower secondary school students.

【キーワード】 批判的思考態度 反対事例 電流と磁界 中学校理科

1. はじめに

OECD が示したラーニング・コンパスでは、2030年に求められるスキルを批判的思考力や創造的思考力などの認知的スキル、共感性や自己効力感などの社会・情動的スキル、身体・実用的スキルの3つに整理されている(白井 2020)。これらのスキルの中でも、批判的思考力の育成は科学的思考力の育成と不可分の関係にあるとされ、理科教育の領域において、批判的思考に関する研究が盛んに行われている(楠見・道田 2015)。

例えば、山中・木下(2011)は、高等学校物理で批判的思考力を育成するための指導法を考案し、その効果を検証している。具体的には、「因果関係マップ」を用いて原因と結果

の関係性を可視化し、吟味する活動を行わせることで、合理的に思考しようとする態度が養われたり、批判的思考を行っていると思わせる生徒が有意に増加したりしたことを報告している。また、高見・木下（2017）は、中学校理科における化学変化の単元で批判的思考を働かせることを促す指導法を開発し、その効果を検証している。グループで話し合いを行う際に、そのメンバーの1人に批判的思考を促す役割を与えて議論を進めさせる指導法を用いたところ、他者との関わりによる批判的な気づきや探究的・合理的に思考したり、反省的に思考したりする態度に望ましい有意な変化が認められたことなどを報告している。Baron and Sternberg（1987）によると、批判的に思考するためには、批判的思考のスキルだけではなく、批判的思考に対する態度のような情意的側面も必要であるとされていることを踏まえ、山中・木下（2011）や高見・木下（2017）では、批判的思考態度の変化を批判的思考力が養われているかどうかを判断する1つの指標としている。

ところで、中学校学習指導要領における理科の目標では、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成するために、理科の見方・考え方を働かせることや見通しをもって観察、実験などを行うことが強調されており、重視すべき学習過程のイメージが高等学校基礎科目を例として示されている（文部科学省 2018）。この学習過程に示された探究の過程に即して、発見や追究の文脈で、課題や仮説の設定に関する研究がそれぞれ盛んに行われている。例えば、坂本ら（2016）は発見の文脈で、小学生を対象に問いの生成を促す実践的研究を行っている。具体的には、実験で明らかにしたい問いを記述する場面で、実験の内容と既習事項との関連を確認できるような足場かけを提示したところ、科学的原理・法則に基づくレベルの高い問いが生成されることを明らかにしている。また、安部・山本・松本（2018）は追究の文脈で、小学生を対象に仮説形成を促す指導方略に関する研究を行っている。それによると、実験の素材を提示し実験方法を考えさせることで、形成される仮説の数が増加したことから、新たな仮説フレームへの気づきを促すという示唆が得られたことを報告している。

しかしながら、Popper（1980）は、科学者が理論に対して行う反駁は、既有知識に照らし合わせて、最も起こりそうであると考えられることでなされるとしている。つまり、この過程は、科学者が理論を探究し、理論に対する理解を強める科学的営みであると捉えられる。このことを中学校の理科教育にあてはめると、上述の探究の過程とは異なる科学的探究の1つの方法として、既有知識から導き出され教示された知識にあてはまらないと予想される事例（以下、「反対事例」と記す）で、教示された科学的知識を追究する機会を授業に導入することが考えられる。このような反対事例を導入した理科授業の過程を図1に示す。

平山・楠見（2004）は、大学生を対象とした調査を行い、批判的思考態度が「論理的思考への自覚」、「探究心」、「客観性」、「証拠の重視」の4因子からなることを明らかにしている。反対事例について話し合ったり、検証したりする過程で、中学生は教示された科学的知識または既有知識、あるいはその両方を用いて論理的に思考したり、反対事例につい

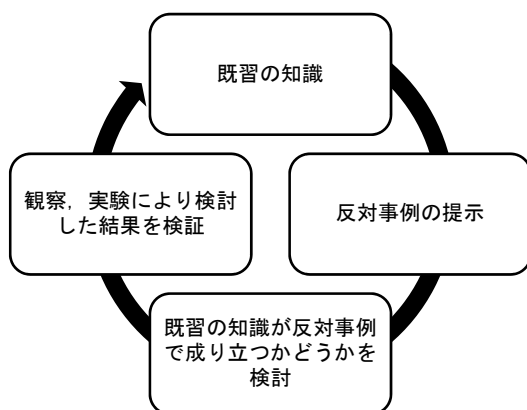


図1 反対事例を導入した理科授業の過程

て探究心を持って調べたりすることなどが予想される。つまり、反対事例で科学的知識について追究する機会を授業に導入することで、中学生の批判的思考態度を育成することが期待される。

2. 研究の目的

本研究の目的は、反対事例を導入した中学校理科の授業を行い、批判的思考態度の育成に与える効果を調べることである。

3. 研究の方法

3.1 調査の時期及び対象者

調査は、2022年2月上旬に公立中学校の2年生213名を対象として行われた。なお、後述の授業にすべて参加し、事前及び事後アンケートの回答に不備のなかった者を分析対象としたので、分析対象者数は152名であった。対象者数に比して、分析対象者数が少ないのは、新型コロナウイルス感染拡大に伴い欠席者が増加したためである。

3.2 調査方法

中学校理科「電流と磁界」の単元における「電流が磁界から受ける力」に関する学習について、第二著者が3単位時間の授業を行い、授業2の前後で批判的思考態度に関するアンケートを実施した。なお、アンケートは、平山・楠見(2004)による批判的思考態度尺度(全33問)を用い、「あてはまらない(1)」から「あてはまる(5)」の5件法で実施した。また、アンケートに対する学習の効果を妨げるため、事前と事後でアンケートの項目

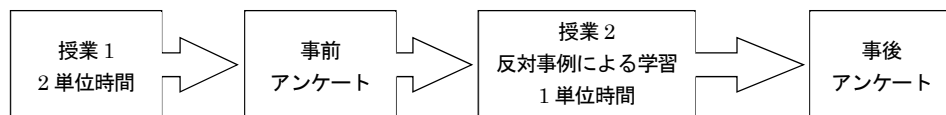


図2 調査方法の概要

を無作為に入れ替えた。授業実践の時期とアンケートの実施時期の概要を図 2 に示す。

3.3 授業の概要

一連の授業は、大矢ほか (2021) による教科用図書に即して行われた。中学生は「電流が磁界から受ける力」を学習するまでに、①磁界、②電流がつくる磁界について学んでいた。①については、教科書の写真や図を手がかりにして、磁力がはたらく空間に磁界があることや、磁界のようすは磁力線を用いて表されることを学習した。また、②については、まっすぐな導線・輪にした導線・コイルのまわりにそれぞれ 10 個弱の方位磁針をセットした上で電流を流し、方位磁針が指す方向や反応するかどうかなどから、電流がつくる磁界について調べた。そして、まっすぐな導線を通る電流がつくる磁界について、「導線を中心とした同心円状の磁界ができること」や「電流の向きを逆にすると、磁界の向きも逆になること」、「磁界の強さは、電流が大きいほど、また導線に近いほど強くなること」という定性的規則性を学習した。

(1) 電流が磁界から受ける力の規則性について (授業 1)

最初の 2 単位時間で、U 字形磁石による磁界の中でコイルに電流を流したとき、コイルが磁界から受ける力について調べ、規則性を見出させた。具体的には、まず第 1 時で図 3 のような実験装置を用いて、U 字形磁石による磁界の中でコイルに電流を流すと、電流に力がはたらきコイルが前後に動くことを確かめさせた。次に、電流の大きさや向きを変えたり、磁界の向きを変えたりしたときのコイルの動き方を調べた結果をまとめさせた。そして、電流が磁界から受ける力の規則性について考えられることを、各自のデバイスにプレゼンテーションアプリを用いてスライドにまとめた上で、そのスライドを提出させた。なお、スライドを作成する過程において、グループ内で各自のデバイス上のスライドを見せ合わせ、自分の意見を述べたり、他者の考えを聞いたりする機会を設けた。

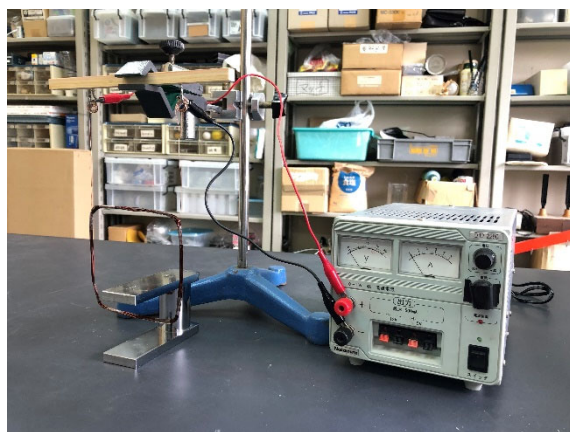


図 3 この授業で用いた実験装置

次に、第 2 時では、集めたスライドに即して生徒の考えを表出させながら対話的に、電流が磁界から受ける力の規則性として、「電流の向きを逆にすると、電流が受ける力の向き

が逆になること」「磁界の向きを逆にすると、電流が受ける力の向きが逆になること」「電流を大きくしたり、磁界を強くしたりすると、電流が受ける力は大きくなること」「電流が受ける力の向きは、電流と磁界の両方の向きに垂直であること」を教示した。この際、電流が受ける力の向き・電流の向き・磁界の向きの関係性を記憶する方法として、フレミングの左手の法則を紹介した。

(2) コイルでないものでも電流を流すと磁界から力を受けるのかについて（授業2）

最後の1単位時間が、図1に示した反対事例を導入した授業であった。具体的には、予めコイルの代わりにアルミニウム箔を用いた装置（図3参照）を準備し、アルミニウム箔に電流を流すと、コイルに電流を流したときと同じように、フレミングの左手の法則が成り立ち、アルミニウム箔が動くかどうかについて、グループごとに根拠のある予想をさせた。その後、各グループの予想を発表させ、U字形磁石の磁界の中でアルミニウム箔に電流を流すと、コイルに電流を流したときと同じように電流が力を受け、アルミニウム箔が動くことを演示実験で確かめた。そして、この実験の結果についてコイルを用いて行った実験の結果と比較し、共通点などをワークシートにまとめさせた。

なお、ここで取り上げた実験については、当初、グループごとに行わせることを予定していたが、新型コロナウイルス感染症まん延防止等重点措置発出のため、教育活動が制限されたことにより演示実験となったことを付言しておく。

3.4 アンケートの内容

前述の通り、平山・楠見（2004）が作成した批判的思考態度尺度を質問項目として、事前及び事後アンケートで用いた。この尺度は、大学生を対象として開発されたものであるが、質問の文章そのものは平易であったので、中学生を対象とした本研究でも使用できると考えた。この尺度は、①論理的思考への自覚、②探究心、③客観性、④証拠の重視の4因子で構成されている。各因子の具体的な質問内容は、①では「複雑な問題について順序立てて考えることが得意だ」や「考えをまとめることが得意だ」など11問（内3問は反転項目）、②では「いろいろな考え方の人と接して多くのことを学びたい」や「生涯にわたり新しいことを学びつづけたいと思う」など10問、③では「いつも偏りのない判断をしようとする」など7問（内2問は反転項目）、④では「結論をくだす場合には、確たる証拠の有無にこだわる」など3問である。

4. 結果と考察

4.1 アンケートの結果

事前及び事後調査における批判的思考態度尺度の4因子について、それぞれの平均点と標準偏差を調べた。その結果を表1に示す。因子ごとに対応のある t 検定を行ったところ、事前から事後調査にかけて「論理的思考への自覚」と「証拠の重視」では有意な平均点の上昇が認められた（論理的思考への自覚： $t(151)=2.18$, $p=.030$, $d=0.177$ ；証拠の重視： $t(151)=8.21$, $p<.001$, $d=0.666$ ）。一方、「探究心」に変化は認められず（ $t(151)=1.07$, $n.s.$ ）,

表 1 批判的思考態度尺度における因子ごとの平均点と標準偏差

| 因子 | 論理的思考への自覚 | | 探究心 | | 客観性 | | 証拠の重視 | |
|------|-----------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | 事前 | 事後 | 事前 | 事後 | 事前 | 事後 | 事前 | 事後 |
| Mean | 36.5 | 37.5 | 33.9 | 33.5 | 24.1 | 22.4 | 8.62 | 10.1 |
| SD | 8.59 | 9.34 | 6.42 | 6.19 | 4.60 | 4.69 | 2.10 | 1.89 |

「客観性」については有意に平均点が低くなった ($t(151)=5.44, p<.001, d=0.441$)。

平山・楠見 (2004) によれば、批判的思考態度の 4 因子はたがいに正の相関があるとされている。しかしながら、この授業を通じた中学生の批判的思考態度の変化については、その相関が認められなかった。そこで、その要因を明らかにするため、授業中に生じた発話を分析することにした。

4.2 反対事例を導入した授業の発話分析

一連の授業は当該の学年すべての通常の学級 (6 学級) で行われた。以下の分析は、その内の 1 学級における発話を対象としている。

(1) 授業の課題提示場面における教師の発話

この授業で教師が提示した課題を生徒に考えるよう指示する場面の発話を図 4 に示す。再度、教師はこの授業における課題を確認した上で、フレミングの左手の法則が成り立つと予想するにせよ、成り立たないと予想するにせよ、その根拠を考えて説明することが重要であると述べている。ここから、根拠に基づいて論理的に予想させるという教師の企図が窺える。また、教師はコイルとは外見がまったく異なるアルミニウム箔を用いることで、生徒にこれまで学習した内容との間に意外性を持たせ、学習に対する探究心を持たせるとともに、電流と磁界の関係性について概念的な理解を目指していることが窺える。

コイルの代わりにアルミ箔を使った場合、フレミングの左手の法則は成り立つ…でしょうか。ね。理由とともに、()理由とともに、ね、ええと、考えてほしいと思います。で、ええと、大事なのは理由ね。理由。成り立つか成り立たへんっていうのは二択でね、あの、フィフティフィフティの、あの、確率で当たると思うけども、大事なのは、なぜ成り立つと思うか、もしくは、なぜ成り立たないと思うか。ね。そこが大事ですので、論理的に考えてください。

：直前の音が引き延ばされておりコロンの数は相対的な引き延ばしの長さ () 0.1 秒前後の間隙がある

図 4 教師が生徒に指示する場面の発話

(2) 実験結果を予想する場面における対話

この授業で反対事例に関する実験結果を予想するための話し合いにおける生徒の対話の例を表 2 に示す。なお、Berkowiz and Gibbs (1983) は対話の方向性として、表象的トランザクションと操作的トランザクションを見だしており、高垣 (2004) は、討論過程における相互作用の変化を引き起こす重要な要因は操作的トランザクション対話の生成にあることを指摘していることから、その分類基準に則り発話事例を分類した。

分析対象とした班は、A から D の 4 名で構成されていた。話し合いは、A の「同じになると思う」という考え (主張) に対して、B がその理由を問い返すこと (正当化の要請)

表2 実験結果を予想する過程における対話の例

| 時間 | 発話者 | 発話事例 | TD の分類 |
|------|-----|--|--------------|
| 5'32 | B1 | あの、その理由は？ | <正当化の要請> |
| 5'34 | A1 | その理由は(3.0)やっぱり、電気が流れることについて はまったく一緒だと思うから、違うところが無い(1.0) んじゃないかな。 | <主張> |
| 5'46 | B/C | (……)= | |
| | A2 | =確かに。 | <主張> |
| 5'49 | D1 | アルミホイルって金属ちゃうん？確か。 = | <主張> |
| | A3 | =アルミホイルは電気を通すねん。 = | <<拡張>> |
| | D2 | =じゃあ、一緒じゃねえ？ | <主張> |
| 5'58 | A4 | いやまあ、巻いてない。(1.0)コイルは()巻いてる。アル ミホイル巻いとらん。 | <<批判的比較>> |
| 6'04 | C/D | う()うん。 = | <正当化の要請> |
| | A5 | =つまり、どういうことかっていうと、()まあ、そうい うことだよな。(2.0)電気がこうさ:: こう()流れていっ てるやん。 こう。(.)コイルの場合はな。巻いてるから。 でも、アルミホイルの場合はこんな訳やん。だから、 どういうことかって言うと。 すごいこと。 | <言いかえ> |
| | B2 | [でも]流れるっていう性質は同じだと思うな。 | <<矛盾>> |
| 6'30 | A6 | おう。でも、巻くことで、やっぱり、何かが変わるか もしれないっていう可能性も捨てきれないと思うんだ よね。 | <<比較的批判>> |
| 6'43 | B3 | 一応、なんか理由。何でなんだろう？ | <課題の表示> |
| 6'46 | C1 | 何で()ちがう？ | <正当化の要請> |
| 6'48 | A7 | 電流。 = | <主張> |
| | C2 | =同じになるっていうこと？ | <フィードバックの要請> |
| 6'52 | B4 | それじゃあ、だめだよ。 | <主張> |
| 6'54 | C3 | えっと。だからさあ、磁界の向きで磁石の向きはわか ったんやけど(……)。 | <<拡張>> |
| 7'00 | B5 | それだから、あつ(……)。 | <<拡張>> |
| | C4 | [(……)]ではなくて、電流は流れるんだよ。 | <<統合>> |
| 7'07 | A8 | おう。 | <主張> |
| 7'11 | D3 | 同じ金属だからにした。理由は？ = | <フィードバックの要請> |
| | B6 | =うん。 | <主張> |

[オーバーラップの開始位置] オーバーラップの終了位置 = 発話間に感知可能な間隙がまったくない
(数字) 数値が示す秒数の間隙がある (.) 0.1 秒前後の間隙がある ? 直前の発話が上昇調の抑揚である
: 直前の音が引き延ばされておりコロンの数は相対的な引き延ばしの長さ (…) 聞き取れなかった発話
X/YX か Y のいずれかによる発話 <○○> 表象的トランザクション <<○○>> 操作的トランザクション

から始まり、2分弱の間続いていた。表象的トランザクションとみなした発話は15回、操作的トランザクションとみなした発話は7回であった。参考までにそれぞれの発話回数について直接確率計算を行ったところ、発話の回数に有意な差は認められなかった(両側検定 $p=0.134$, $n.s.$)。したがって、話し合いの中で一定数の操作的トランザクション対話が出現しており、根拠を示して実験結果を予想する課題に対する議論は、グループのメンバーそれぞれの意見が相互作用し変化を伴いながら、予想の生成に向け進んでいると捉えら

れる。また、他者の意見に同調するだけでなく、根拠を示して批判したり、他者の考えに自分の考えを付加し精緻化させたりしながら、予想が生成されていると言えよう。

話し合いの前半の焦点は、コイルの代わりにアルミニウム箔を用いた場合、フレミングの左手の法則が成り立つかどうかにあると窺える。Aは当初、「同じになる」と主張していたが、自分の主張に対してコイルとアルミニウム箔の形状の違いを理由に批判している(発話A4)。Aが形状の違いに着目した理由は、対話の一部が聞き取れず定かではないが、発話A2の直前のBまたはCの発話にあると推察される。比較的短い発話であるが、Aが「確かに」と応じていることから、アルミニウム箔とコイルの形状に関することが指摘されたものと思われる。

話し合いの中盤では、アルミニウム箔とコイルの形状の違いが焦点化されている。Aはこれまでの自分の考えを批判し別の主張を試みようとし(発話A4)、グループのメンバーから詳しく説明することを求められている(発話C/D)。すかさずAは説明を試みるものの上手く言語化できずにいると(発話A5)、Bはアルミニウム箔もコイルも電流を流す性質が同じであることを指摘している(発話B2)。これにより、電流を流すという共通点と形状が異なるという相違点とがフレミングの左手の法則に対してそれぞれどのように関わるのかを吟味する必要に迫られたと推察される。

話し合いの後半は、前回と今回の実験との間にある共通点と相違点を認識しながら、フレミングの左手の法則が成り立つか、成り立たないかにかかわらず、その理由が議論の中心となっており、それを議論する過程で電流を流すという共通点に焦点を合わせ、コイルの代わりにアルミニウム箔を用いた場合も、フレミングの左手の法則が成り立つという結論に至ったことが窺える。具体的には、BとCの間で、たがいの主張に別の内容を付け加える発話が見られ(発話C3, B5)、最終的にアルミニウム箔が電流を流すことからフレミングの左手の法則について説明している(発話C4)。この場面では、話し合いの前半から中盤のようにAの発話はほとんど見られないが、BとCの考えを聞くことを通して、アルミニウム箔とコイルの形状ではなく、それぞれの電流を通す性質を根拠とすることに同意したと推察される。

以上より、このグループにおける対話は、反対事例に関する実験結果の予想に対するそれぞれの考えをたがいに批判的に検討し、グループとして根拠のある意見をまとめていると考えられた。

5. 総合考察

本研究の目的は、反対事例を導入した中学校理科の授業を行い、批判的思考態度の育成に与える効果を調べることであった。

アンケート調査により、批判的思考態度の構成要素である「論理的思考への自覚」と「証拠の重視」については、事後に平均点が有意に高くなっていることから、反対事例を導入した授業にそれらを育成する効果があったと考えられる。その要因として、反対事例に関

する実験でどのような結果が得られるかをグループ内で議論する際、教師が根拠を示して予想を述べられるようにすることを、中学生に強く求めていたことが関係していると考えられる。つまり、中学生は根拠のある予想を立てるために、根拠とする事実に向けられる必要性に迫られたことが窺える。また、この事実に基づき、最終的にどのような現象が起こるかを考える過程で、中学生は論理的に思考することを求められたと推察される。加えて、中学生が自他の考えを批判的に検討し、予想を生成している様子が窺われ、それらが影響を及ぼし、「論理的思考への自覚」や「証拠の重視」が高まったと考えられる。

一方、「探究心」については変化が認められず、「客観性」については事後の平均点が有意に低くなっていた。「探究心」に変化がなかったことについては、反対事例として取り上げた事例の意外性が小さかったことが影響したと推察される。Dehaene (2021) は、脳による学習は予測することと受け取ることのずれを知覚した場合に限られ、意外性が学習の根本的原動力の一つであることを指摘している。これらから、学習者にとって意外性の小さい事例では、「探究心」を十分に育めないと考えられる。しかしながら、一定数の中学生が実験で現象を観察して確認する必要性を感じていると思われ、「探究心」を高める要因と低める要因とが影響し合い、結果として「探究心」には変化が生じなかったと考えられる。次に、「客観性」については、中学生が反対事例に関する実験結果を予想する際、フレミングの左手の法則について、親指が電流に働く力の向き、人差し指が磁界の向き、中指が電流の向きであったことを示唆する教師の発話が影響していると考えられる。つまり、この発話により、フレミングの左手の法則が示すことだけに基づいて考えればよく、多くの可能性どうしを比較したり、考慮したりする必要性はないという認識に至ったと考えられ、反対事例に関する実験結果を予想する根拠として、アルミニウム箔が電流を通すかどうかには焦点化されたと推察される。言い換えると、中学生の考えは多様な可能性から証拠を重視して論理的に収束したものではなく、フレミングの左手の法則が示していることを前提とし、反対事例に関する実験結果の予想を半ば強制されたと捉えられる。その結果、多くの可能性について客観的に検討する機会がなくなり、「客観性」は低くなったと考えられる。

以上より、反対事例を導入した理科の授業を行うことで、批判的思考態度の育成に対する一定の効果が認められたと言える。しかしながら、改善すべき課題も残されており、これを検討した上で、授業実践を積み重ねる必要がある。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP21K20263 の助成を受けたものです。また、本研究にご協力いただいた中学生のみなさまをはじめ、関係者各位に感謝申し上げます。We would like to thank Editage (www.editage.com) for English language editing.

付記

本論文は、日本科学教育学会第 46 回年会で発表した内容に加筆・修正を加えたもので

ある。

文献

- 安部洋一郎, 山本智一, 松本伸示, 2018, 小学校理科授業における仮説の形成を促す指導
法略—仮説フレームを視点にアダクティブな示唆を形成することに主眼を置いて—,
理科教育学研究, 2018, 58(3), pp.211-220
- Barton, B. J., & Sterenberg, J. R., 1987, Teaching thinking skills: Theory and practice,
W.H. Freeman and Company, N.Y., pp.9-26
- Berowitz, M. W., & Gibbs, J. C., 1983, Measuring the developmental features of moral
discussion, Merrill-Palmer Quarterly, 29(4), pp.399-410
- Dehaene, S., 2021, 脳はこうして学ぶ 学習の神経科学と教育の未来, 森北出版, 東京,
pp.260-287
- 平山るみ, 楠見孝, 2004, 批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響—証拠評価と
結論生成課題を用いての検討—, 教育心理学研究, 52(2), pp.186-198
- 楠見孝, 道田泰司, 2015, ワードマップ 批判的思考 21 世紀を生きぬくリテラシーの基
盤, 新曜社, 東京, pp.134-139
- 文部科学省, 2018, 中学校学習指導要領(平成 29 年告示) 解説理科編, 東京, 学校図書,
pp.10-14
- 大矢禎一, 鎌田正裕ほか, 2021, 未来へひろがるサイエンス 2, 新興出版社啓林館, 大阪,
pp.260-271
- Popper, R. K., 1980, 推測と反駁—科学的知識の発展, 法政大学出版社, 東京, pp.362-
479
- 坂本美紀, 山口悦司, 村山功, 中新沙紀子, 山本智一, 村津啓太, 神山真一, 稲垣成哲,
2016, 科学的な問いの生成を支援する理科授業—原理・法則に基づく問いの理解に着目
して—, 教育心理学研究, 64(1), pp.105-117
- 白井俊, 2020, OECD Education2030 プロジェクトが描く教育の未来—エージェンシー,
資質・能力とカリキュラム—, ミネルヴァ書房, 京都, pp.99-149
- 高垣マユミ, 中島朋紀, 2004, 理科授業の協同学習における発話事例の解釈的分析, 教育
心理学研究, 52(4), pp.472-484
- 高見健太, 木下博義, 2017, 他者との関わりを通じて批判的思考を働かせるための理科学
習指導法の開発と評価—中学校理科「化学変化」の単元における授業実践を通して—,
理科教育学研究, 58(1), pp.27-40
- 山中真悟, 木下博義, 2011, 批判的思考力育成のための理科学習指導に関する研究—高等
学校物理における授業実践を通して—, 日本教育工学会論文誌, 35(1), pp.25-33

(2022 年 9 月 20 日 受付)