



|              |                                                                               |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 児童・生徒期の理科の自由研究経験と成人期の科学的推論能力・科学学習の課題価値との関連                                    |
| Author(s)    | 後藤, 崇志; 高津, 遥; 西森, 年寿                                                         |
| Citation     | 大阪大学教育学年報. 2025, 30, p. 51-62                                                 |
| Version Type | VoR                                                                           |
| URL          | <a href="https://doi.org/10.18910/100466">https://doi.org/10.18910/100466</a> |
| rights       |                                                                               |
| Note         |                                                                               |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# 児童・生徒期の理科の自由研究経験と 成人期の科学的推論能力・科学学習の課題価値との関連

後 藤 崇 志   高 津   遥   西 森 年 寿

## 要旨

本研究では、小・中学生の頃の理科の自由研究の経験と、成人になってからの科学的推論能力や科学学習の課題価値との関わりについて調査を行った。インターネット調査会社の登録モニタより、646名の有効回答が得られた。小・中学生の頃に自由研究を行った経験があるものは、成人になってからの科学学習の課題価値が高い傾向が示された。小・中学生の頃に実践的利用価値を見出すテーマで自由研究に取り組んだものは成人になってからの科学的推論能力が高かった。さらに、自由研究において「関係付ける」「条件を制御する」といった理科の考え方を発揮していたものは、成人になってからの科学学習の価値づけが高い傾向にあった。こうした教育効果の高い自由研究に取り組んでいたものは、理科の授業においてレリバンス焦点指導の経験が高く、自由研究を実施する際に指導者がおり、コンテストへの出展を志向していた。小・中学生の頃に理科の自由研究に取り組むことの発達への影響や、その影響を有効に引き出すために必要な教育支援について議論する。

## 問題

自由研究は、児童・生徒がみずから設定したテーマについて探究活動を行い、ポスターやレポートに整理して報告する活動である。夏休み等の長期休業の課題として設定されやすく、小学校3年生から中学校3年生の間に取り組まれることが多い（ベネッセ教育研究開発センター 2010; 小倉 2005）。また、自然や身の回りの事物を対象とした観察・調査・実験など、理科と関わりの深いテーマが設定されやすい。

理科の自由研究は児童・生徒自らが課題を設定し、実験・調査等の科学的探究プロセスに取り組む活動であることから、理科・科学への興味・関心が促されることが、科学の知識・技能が養われることが期待される（安藤 2007）。しかしながら、自由研究の経験とその後の科学への興味・関心や知識・技能との関連を体系的に検討しているものはほとんど見られない。全国の高校生を対象に理科の学習意欲を検討した小倉（2005）では、その一部で過去の自由研究経験と高校生の学習意欲の関連を検討し、自由研究を経験したことがある高校生は理科の学習意欲がおおむね高い傾向にあったことを報告している。しかし、学習意欲を複数の項目で測定しているものの、体系的な考察はされていない。また、自由研究の取り組み方の違いが学習意欲とどのように関わっているか、自由研究の経験の効果はより長期的な影響を持つのかについては検討されていない。そこで本研究では、過去の自由研究の経験が、成人になった後の科学への興味・関心や知識・技能とどのように関連しているかを検討した。

## 探究学習の自由度と教育効果

探究学習は科学の知識の習得に対してはおおむね促進的な影響がある。Minner et al. (2009) は、1984年

から2002年に行われた探究学習の研究についてメタ分析を行っている。その結果、指導に探究学習を取り入れることは受動的な講義のみを行う場合に比べて、概念理解を促進する傾向にあった。他方で、科学的な探究手法についての知識や、科学学習に対する意欲・関心といった態度的側面に対しては結果が混交していた。探究学習自体が課題の設定やプログラムの進め方等で多様なため、検討の上ではそうした多様さを考慮することが必要であると論じている。

自由研究と関わる探究学習の分類として、自由度に基づく分類があり、教育効果を調整する要因として機能することが示唆されている。例えば、探究学習の実践研究に関するメタ分析（Furtak et al. 2012）では、探究学習の教育効果は活動を学習者が主導する場合よりも、教師が主導する場合の方が高い傾向にあった。また、Lazonder & Harmsen（2016）のメタ分析によれば、探究学習のそれぞれの過程に教師らによるガイドがあることで、学習活動自体が促進され、教育効果も大きくなる傾向が見られた。PISAの公開データの二次分析もあり、フィンランド（Kang & Keinonen 2018）や台湾・オーストラリア（Wang et al. 2022）、イギリス（Jerrim et al. 2022）および日本（後藤 印刷中）の生徒データの分析からは、ガイドされた探究活動の経験は科学的リテラシーや科学への興味に促進的な影響が見られた一方で、ガイドのない探究活動の経験は抑制的な影響が見られていた。探究学習は一般に日常生活と密接に関連した課題を扱う積極的な学習活動として、ポジティブな教育効果が期待される。しかし、探究学習においてもある程度の指導・ガイドが必要であり、自由度の高い探究活動が望ましい教育効果をもたらすとは限らない。

### 自由研究の取り組み方の多様性

本邦での自由研究は、長期休業の課題として、フォーマルな指導のない状況で、児童・生徒自身が課題の設定から情報の収集、整理・分析、まとめ・表現のすべての過程を主導して取り組むものになっている。探究学習の知見を考えると、自由研究の経験は必ずしもポジティブな効果をもたらすものとは限らず、ポジティブな教育効果に繋がるかは取り組み方に依存する可能性がある。

本研究では、自由研究への取り組み方の多様性を生む要因について、児童・生徒が自由研究を実施する際に困難を感じる側面から着目する。児童・生徒が自由研究に取り組むことの困難を感じやすい点のひとつに、テーマ設定が挙げられる。自由研究を行わなかった子どもは、その主な理由として「むずかしそうだから」「どうしたらよいかわからなかったから」といった回答を挙げやすく（小倉 2005）、テーマの設定に困難を抱えやすい傾向が示唆される。中学生の自由研究への取り組みを調べた調査によれば、自由研究のテーマを決定した方法は本・雑誌やインターネットが多く、自分で決めたと回答した者の6倍程度であった（海野・安藤 2009）。自由研究に関するワードとともにウェブで検索されている内容を調べた研究からも、インターネットが自由研究のテーマ設定のために使われやすいことが示唆される（佐藤・栗原 2016）。このように自身の取り組みたい課題を見出すことに困難を抱えている様子が窺える。

理科・科学の学習を効果的に進めるためには、学習内容に価値を見出せているかが重要な要素のひとつである（Priniski et al. 2018）。学習動機づけとの関わりから、価値の概念類型について論じているものに、期待-価値理論がある（Eccles et al. 1983）。期待-価値理論では、学習者が取り組む課題に対して認める価値である課題価値を、学習内容に興味や楽しさといった感情的反応を期待する興味価値、学習することが自己の成長につながることを期待する獲得価値、学習内容が自身にとって役立つことを期待する利用価値に類型化している。本邦においてはさらに、利用価値は、日常生活での問題解決等に役立つと期待する実践的利用価値と将来のキャリアにとって役立つと期待する制度的利用価値に分類できることが論じられ（伊田 2001）、理科を学習することの課題価値について4つの価値の認識から捉えようとする尺度も作成されてい

る（解良・中谷 2014）。特に近年、学習した内容と自分自身の生活経験や目標との結びつきを意識させ、利用価値の認識を促すようなエッセイを書くことが学習者の興味や持続的な取り組み、深い理解を促進することが示されている（Goto 2024; Hulleman & Harackiewicz 2009）。自由研究に取り組む際に、テーマと自分自身との結びつきから価値を見出すために課題価値、特に実践の利用価値を認めるものを設定し、探究を進められることが、その後の科学に関する関心・意欲や知識・能力に対してポジティブな効果をもたらす可能性が考えられる。

また、児童・生徒は自由研究のテーマ設定だけでなく、研究の計画・実施においても困難を抱えることがある。自由研究の相談を受け付けた実践からは、児童・生徒は「研究課題は具体的であるが、実験方法がわからない」「漠然としたテーマはあるが、研究課題や方法がわからない」といった趣旨での相談が多かったとも報告されている（渡邊他 2014）。理科・科学の観察や実験・調査の方法や結果の表・グラフへのまとめ方などは授業内での実習でも扱われることが多いが、自身の問いを検討するために計画を立てたり、自分で取得したデータを図表で整理したりする経験は必ずしも十分であるとは限らない。仮に、児童・生徒が自ら取り組みたい課題やテーマを見出したとしても、観察・調査・実験を計画し、実施する段階へと進めることにも困難を抱えやすい可能性がある。

学習指導要領では、観察・調査・実験を計画し、実施する科学的探究の際に重要となる考え方を「理科の考え方」として整理し、科学的に問題解決を行う資質・能力の育成に必要な要素としている（文部科学省 2018）。理科の考え方は「比較する」「関係付ける」「条件を制御する」「多面的に考える」の4つが挙げられる。具体的には、「比較する」は、複数の事物・現象やその時間変化を比較し、差異点・共通点を明らかにすることとされる。「関係付ける」は、予想や仮説の発想において、事物・現象の差異や変化を関連する要因と関係付けることや、既習内容と生活経験を結びつけることとされる。「条件を制御する」は、因果関係を明らかにする際に、制御すべき要因と制御しない要因を区別して計画的に観察・実験を行うこととされる。「多面的に考える」は、観察・実験を組み合わせたり再検討したりしつつ、予想や仮説、考察について意見を交わしながら探究をすすめることとされる。自由研究において学習者がこうした「理科の考え方」を働かせた計画を立て、実施できたかは、自由研究がポジティブな学習効果を生み出すか否かと関わりと考えられる。

## 研究の目的と概要

以上を踏まえ、本研究では、小・中学生の頃の自由研究の経験が、科学への興味・関心や知識・能力とどのように関連しているかを検討することを目的とする。本研究の枠組みは図1に示した通りである。自由研究の経験については、まず、理科の自由研究の実施有無について回答を求める。その後、自由研究の経験があったものに対しては、テーマ設定の際に課題価値を認めていたかどうかや、理科の考え方を発揮していたかについて尋ねる。

従属変数として、科学への興味・関心については、成人になった現在における科学学習への課題価値の認識を尋ねる。価値の認識は学習動機づけを構成する重要な要因のひとつであり、科学学習の価値の認識の高さは科学への学習意欲を反映していると考えられる。また、科学に関する知識・能力としては、科学研究を実施する上での手続きに関する知識・能力を測定する尺度である科学的推論尺度の日本語版（後藤他 2023）を用いる。科学的推論尺度は科学的探究をおこなっている仮想シナリオが提示され、手続きに関して科学的に適切なものを問う、テスト形式の尺度である。自己報告式尺度に見られるポジティブティ・バイアスなどが混入しにくい形で、科学の探究手続きに関する知識・能力を測定できる。

本研究では自由研究におけるテーマの設定や理科の考え方の利用に影響を及ぼしていたであろう変数についても測定を行う。まず、自由研究が主に自宅などの学校外で行われる活動であることを踏まえ、小・中学生の頃の社会経済的状況を尋ねる。また、学校での理科指導に関する経験が自由研究の実施に影響を及ぼす可能性は大いに考えられるため、理科の被指導経験の質的な違いについても測定を行う。さらに、自由研究自体を指導する他者の存在の有無や、自由研究のコンテストへの出展を志向していたかは自由研究の質に大きな影響を及ぼすと考えられるため、これらの状況についても尋ねる。こうした過去の社会経済的状況や被指導経験は、自由研究のテーマ設定における価値の認識や理科の考え方の利用への関連を検討するとともに、自由研究の経験自体が現在の科学への関心・意欲や知識・能力に及ぼす影響を推定するための統制変数としても利用する。

## 方法

### 調査回答者

インターネット調査会社の登録モニタより、2024年3月の調査時点で18歳以上30歳以下の成人から募集した。1203名からの回答が収集されたが、調査内に設定していた2つの注意確認設問において不適切な回答をした者、および後述の自由研究の経験を問う設問において「理科の自由研究を行なったことがあり、テーマやタイトル、内容について思い出せるものがある」と回答しながら、具体的にテーマについて回答する際に「特になし」や「思い出せない」あるいは無意味な記号を回答していた者などを無効回答として除外した結果、有効回答が得られたのは646名（男性300名、女性340名、性別無回答6名／平均年齢25.26歳、 $SD = 3.28$ ）であった。三浦・小林（2016）によれば、インターネット調査会社の登録モニタでは不適切回答が発生しやすい傾向が示されている。有効回答の割合が50%程度となったことは協力依頼手法の限界として、考察において議論する。本研究の実施にあたっては大阪大学大学院人間科学研究科教育学系の研究倫理審査委員会の承認を得た（承認番号23025）。

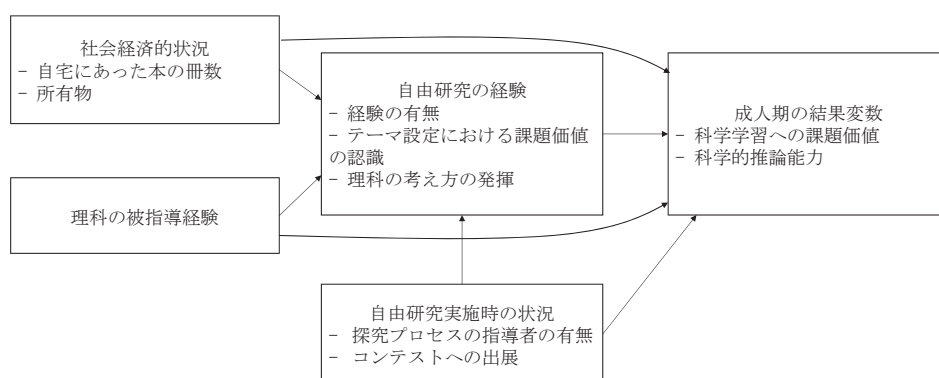


図1 本研究の分析枠組み

## 調査項目

**デモグラフィック変数** 回答者の性別、年齢、最終学歴、就労状況（学生、正規雇用、非正規雇用、就学・就労なし）、専門領域の区別（文系・理系）、居住都道府県について尋ねた。

**理科の自由研究に関する設問** 回答者の理科の自由研究経験を尋ねた。理科の自由研究を「夏休み等の長期休業の時間を使って、学校や家庭などで、自分で観察や実験、調査をおこない、わかった結果をレポートや論文、ポスターなどにまとめて、学校に宿題として提出するもの」と定義した上で、小・中学生のころに理科の自由研究を行なった経験があるかを尋ねた。なお、定義を明確化するため、「学校の授業（例えば理科や総合学習など）の一環として取り組んだもの」「科学部等のクラブ活動で取り組んだもの」「歴史・地理などの理科以外のテーマのもの」「自分で観察や実験、調査を行っていないもの」「理科の内容と関連の薄い工作・芸術（例えば貯金箱制作や書道、絵画等）」は除外することを補足した。その上で、「理科の自由研究を行なったことがあり、テーマやタイトル、内容について思い出せるものがある」（以降、「思い出せる」とする）「理科の自由研究を行なったことはあるが、テーマやタイトル、内容について思い出せるものはない」（以降、「思い出せない」とする）「理科の自由研究を行なったことはない」（以降、「経験なし」とする）の3つの選択肢から回答を求めた。

続いて、「思い出せる」と回答した者のみ、最も印象に残っている理科の自由研究のテーマ・タイトルを自由記述で求めた後、その自由研究を実施した学年を尋ねた。その後、自由研究のテーマの決め方、自由研究における理科の考え方の利用、コンテストの経験、自由研究の指導者の存在について尋ねた。

自由研究のテーマの決め方については複数の選択肢を提示し、思い出してもらった自由研究のテーマの設定に該当するものを全て選択してもらった。選択肢については、課題価値の概念分類を踏まえたものとして、興味価値（「おもしろい」「楽しい」「気になる」といった気持ちが湧くようなテーマにした）、獲得価値（すでに学んでいたことの中で、「もっと知りたい」と思ったことを調べるテーマにした）、実践的利用価値（普段の生活で直面していた問題を解決したり、生活に役立てたりできそうなテーマにした）、制度的利用価値（将来の進学や就職に役立ちそうなテーマにした）の4つを設定した。

自由研究における理科の考え方の利用については、思い出してもらった自由研究において、「比較する」（いくつかの物質や現象を比較して、似ている点や異なる点を整理した）、「関係付ける」（物質や現象の特徴の違いに関連が見られないかを考えた（例えば「大きさ」が変わると「温度」が変わるか、など））、「条件を制御する」（現象の原因を調べるために変化させるものと変化させないものを区別して、調査・実験を行った）の3つの項目について、それぞれ「十分にしていた(3)」～「まったくしていなかった(1)」の3件法で回答を求めた。

コンテストの経験については、企業や自治体が主催するコンクール／コンテスト等について、「出展し、受賞した(3)」「出展したが、受賞はしていない(2)」「出展していない(1)」の3つの選択肢から該当するものを選択してもらった。

自由研究の指導者の存在については、探究プロセスを踏まえ、「テーマの決め方」「調査や実験、工作の仕方」「データの分析・整理の仕方」「レポートやポスターのまとめ方」のそれぞれについて指導してくれる人がいたか否かを回答してもらった。

**科学学習への課題価値認知** 解良・中谷（2014）による理科を学ぶことの課題価値尺度の記述を修正し、科学学習の課題認知を問う質問を用いた。興味価値4項目（例、「科学を学ぶことは、面白い」）、獲得価値3項目（例、「科学について理解する事で、自分が成長できる」）、実践的利用価値3項目（例、「科学で学んだことは、私の身の回りで役に立っている」）、制度的利用価値3項目（例、「科学を学ぶことは、希望のキャ

リアを実現するために特に大事だ」)について、自分自身にあてはまるかを「よくあてはまる(4)」～「まったくあてはまらない(1)」の4件法で回答を求めた。

**過去の教育・学習環境** 小学生の頃の社会経済的状况を尋ねる目的で、小学生の頃の家にあった書籍の冊数を尋ねた。PISA2015の質問項目を参考に、雑誌、新聞、教科書は数に含めないとした上で、「本はなかった(1)」 「1～10冊(2)」 「11～25冊(3)」 「26～100冊(4)」 「101～200冊(5)」 「201～500冊(6)」 「501冊以上(7)」からあてはまるものを回答してもらった。また、石井他(2019)による所有物から社会経済的状况を推定する尺度を用いて、小学生の頃の家に「文学作品」「美術品」「食器洗い機」のそれぞれがあったかなかったかを回答してもらった。

続いて、過去の学校の理科の被指導経験を尋ねた。PISA2015の理科の学習活動の項目を参考に、受けてきた学校の理科の授業で、それぞれの項目に記述されている経験がどのくらいあったかを「いつもそうだった(4)」～「まったく、又はほとんどなかった(1)」の4件法で尋ねた。日本においては3因子構造をとることが示されており(後藤 印刷中)、開かれた探究指導(例:実験の手順を生徒自身で考える)4項目、実験ベース指導(例:生徒が実験室で実験を行う)2項目、レリバンス焦点指導(例:先生は、科学の考えが実生活に密接に関わっていることを解説してくれる)3項目の計9項目から構成される。

**科学的推論能力** 回答者の現在の科学的推論についての知識を測定するため、科学的推論尺度(後藤他2023)を用いた。11の科学探究に関わるトピックについて、架空の科学研究のシナリオを提示し、科学的な研究として正しい記述か誤っている記述かを回答してもらった。例えば、二重盲検法に関するものとしては「ある企業の研究員が、白いカップにコーヒーAを注ぎ、黒いカップにコーヒーBを注いで、参加者に飲み比べてもらう品質テストを行うことにした。品質テストでは、実験助手がコーヒーを参加者に渡し、表情からどちらが美味しいと感じているかを判断する。このテストを行う時、実験助手はカップにコーヒーが注がれているところを見てはいけない。」という教示文を提示した上で、下線が引かれた記述が科学的な研究として正しいか誤っているかを回答してもらった。なお、後藤他(2023)では翻訳の誤りにより問題の正誤が原版と異なっていたものが一問あったため、正誤が原版と同様になるように修正した。

## 結果

### 自由研究の経験の有無の影響

自由研究経験への回答について集計したところ、「思い出せる」と回答した者は156名、「思い出せない」と回答した者は210名、「経験なし」と回答した者は280名であった。「思い出せる」あるいは「思い出せない」を選択したものを理科の自由経験研究ありとした上で、過去の教育・学習環境に関する変数と合わせて重回帰分析を行い、課題価値・科学的推論能力との関連を検討した。重回帰分析を行う際には、年齢、性別(女性=1、男性・無回答=0とした女性ダミー)、就学・就労状況(学生ダミー、正規雇用ダミー)、学歴(大卒ダミー)、社会経済的状况を統制変数として投入した。現在の状況・社会経済的状况や理科の被指導経験を統制した上で、自由研究経験は、全ての課題価値を正に予測していた(表1)。理科の自由研究を経験することは科学学習の価値を認める方向へ促すことが示唆された。他方で、科学的推論能力の向上への寄与を示唆する結果は得られなかった。

### 自由研究の取り組みの違いと教育・学習環境の関連

「思い出せる」と回答した者を対象に、自由研究の取り組み方の違いの集計を行なった。テーマの設定の

際にどの課題価値にもとづいて決めたかは、興味価値を選択した者が61名（39.1%）と4割近かった一方で、獲得価値は11名（7.1%）、実践の利用価値は13名（8.3%）、制度的利用価値は1名（0.1%）と興味価値以外の価値に基づいてテーマを設定した者は少数派であった。理科の考え方の利用状況については、どの考え方も7割程度の者が少なからず利用していた。

続いて、自由研究の取り組み方の違いと、過去の教育・学習環境や自由研究に取り組む際の状況との関連を検討する分析を行なった。従属変数としたのは、自由研究のテーマ設定における課題価値の認識と、理科の考え方の利用である。テーマについては複数選択であったため、各種課題価値に対応する記述が選択されていた(1)か選択されていない(0)かの二値変数に変換したものを従属変数として、ロジスティック回帰分析を行なった。なお、制度的利用価値については選択したものが1名のみであったため、以降の分析では扱っていない。理科の考え方については回答で得られた評定値をそのまま用いて、重回帰分析を行なった。統制変数として年齢、性別を加えた上で、自由研究を実施した時の学校種（小学生ダミー：小学校=1，中学校・覚えていない=0）、小学生のころの社会経済的状況（本の冊数，所有物），学校での被指導経験，自由研究実施時の指導者の有無，自由研究のコンテスト出展の有無を独立変数とした。コンテストの出展経験については、「出展し，受賞した(3)」「出展したが，受賞はしていない(2)」のいずれかを選択したものを「出展経験あり(1)」，「出展していない(1)」を選択したものを「出展経験なし(0)」とするダミー変数に変換して用いた。指導者の存在に関しては，4つの探究プロセスそれぞれについて尋ねていたが，ポリコリック相関を求めたところ相互の相関係数が.76～.90と非常に高かったため，4つの探究プロセスのうちひとつでも指導者がいたと回答したものを「指導者あり(1)」，いずれも指導者がいなかったと回答したものを「指導者なし(0)」とする二値変数に変換した。

表1 過去の教育・学習経験および理科の自由研究経験を独立変数とした重回帰分析の係数推定値

|            | 科学学習の価値 |        |         |         | 科学的推論能力 |
|------------|---------|--------|---------|---------|---------|
|            | 興味価値    | 獲得価値   | 実践の利用価値 | 制度的利用価値 |         |
| (切片)       | 1.62    | 1.52   | 1.68    | 1.30    | 4.79    |
| 年齢         | 0.00    | -0.00  | -0.01   | -0.00   | 0.08*   |
| 女性ダミー      | -0.24*  | -0.15* | -0.11*  | -0.20*  | -0.00   |
| 学生ダミー      | 0.16    | 0.17*  | 0.23*   | 0.20*   | 0.58*   |
| 正規雇用ダミー    | -0.01   | 0.03   | 0.01    | 0.07    | -0.18   |
| 大卒ダミー      | 0.06    | 0.10   | 0.13*   | 0.04    | 0.48*   |
| 小学生の頃の本の冊数 | 0.06*   | 0.04*  | 0.05*   | 0.04    | 0.18*   |
| 小学生の頃の所有物  | 0.14*   | 0.12*  | 0.11*   | 0.09*   | -0.08   |
| レリバンス焦点指導  | 0.07    | 0.20*  | 0.16*   | 0.08    | 0.10    |
| 実験ベース指導    | 0.12*   | 0.10*  | 0.21*   | 0.06    | -0.01   |
| 開かれた探究指導   | 0.02    | 0.01   | -0.04   | 0.26*   | -0.45*  |
| 自由研究経験     | 0.30*   | 0.31*  | 0.29*   | 0.27*   | -0.04   |
| $R^2$      | 0.25*   | 0.33*  | 0.33*   | 0.30*   | 0.07*   |

\*  $p < .05$

テーマの設定における課題価値の認識を従属変数としたロジスティック回帰分析を行なった<sup>(1)</sup>。自由研究実施時の指導者の存在は興味価値を負に予測しており（ $b = -1.19$ ,  $SE = 0.40$ ,  $p < .05$ ），指導者がいることで興味に従ったテーマを設定しにくかった傾向が見られた。レリバンス焦点指導が獲得価値を正に予測した（ $b = 2.38$ ,  $SE = 0.95$ ,  $p < .05$ ）一方で，開かれた探究指導は獲得価値を負に予測していた（ $b = -2.00$ ,  $SE = 0.85$ ,  $p < .05$ ）。学んだ内容と日常生活との関連をつなぐような指導をうけていた者は，自身の知識を拡張させ

長でできるようなテーマを設定しやすかった一方で、自由にテーマを設定する探究の指導をうけていた者はそうしたテーマを設定しにくかった傾向が見られた。

理科の考え方を従属変数とした重回帰分析を行なった。被指導経験に関しては、レリバンス焦点指導が「比較する」を正に予測した ( $b = 0.32, SE = 0.14, p < .05$ ) 一方で、実験ベース指導は「関係付ける」を負に予測していた ( $b = -0.22, SE = 0.10, p < .05$ )。学んだ内容と日常生活との関連をつなぐような指導をうけていた者は事物を比較して類似点・相違点を整理する活動を行いやすかった一方で、実験の体験を中心とした指導を受けていた者は結果や日常生活を関連づけながら仮説の立案や考察を行いにくかった傾向が見られた。指導者の存在は「関係付ける」( $b = 0.37, SE = 0.12, p < .05$ )と「条件を制御する」( $b = 0.37, SE = 0.12, p < .05$ )を正に予測し、コンテスト出展経験は条件制御を正に予測していた ( $b = 0.29, SE = 0.13, p < .05$ )。理科の考え方は「比較する」「関係付ける」「条件を制御する」の順に高次な考え方と位置付けられているが、比較よりも高次な考え方を自由研究で取り入れていたのは、自由研究実施時の指導者がいた者やコンテストを意識した計画・実施をしていた者であった。

### 自由研究の取り組みの違いの影響

「思い出せる」と回答した者を対象に、自由研究の取り組み方の違いと課題価値・科学的推論能力との関連を検討する重回帰分析を行なった。統制変数として、年齢、性別、就学・就労状況、学歴に加え、先の分析でも関連が見られていた過去教育・学習環境に関する変数を同時に投入した。独立変数として、理科の考え方については回答で得られた評定値をそのまま用いた。テーマの設定については先の分析で作成したダミー変数を用いた。実践的利用価値を感じるテーマを設定していたことは、科学的推論能力を正に予測していた ( $b = 1.40, SE = 0.54, p < .05$ )。日常的な問題解決を志向したテーマを設定して自由研究に取り組むことは科学的推論能力の向上に寄与することが示唆された。また、「関係付ける」が興味価値を正に予測し ( $b = 0.19, SE = 0.10, p < .05$ )、「条件を制御する」が獲得価値を正に予測していた ( $b = 0.19, SE = 0.08, p < .05$ )。関係付けながら仮説の立案や予想を立てる活動を行うことが科学学習への興味を促し、条件の制御を考慮した計画を立てて実施することが科学学習は自己の成長に価値のある活動であるという認識を促すことが示唆された。

### 考察

本研究の目的は、小・中学生の頃の理科の自由研究の経験が、大人になってからの科学への興味・関心や知識・能力とどのように関連しているかを検討することであった。理科の自由研究を実施した背景にある社会経済的状況や教育経験についても尋ねることで、自由研究の経験の多様さを生む背景も検討した。

理科の自由研究経験の有無について尋ねたところ、「経験なし」と回答したものは回答者の4割程度であり、理科の自由研究に取り組むことは比較的多数の人々に経験されるものであった。また、自由研究の経験があった人は、経験がなかった人に比べて科学を学ぶことの価値を、興味価値・獲得価値・実践的利用価値・制度的利用価値のすべての側面で高く感じており、科学学習への関心・意欲が高い傾向にあった。科学的推論能力との関連は示されなかったものの、少なくとも科学学習への価値の認識を促す働きはあったものと考えられる。これらの結果は、自由研究の経験がある生徒は理科を学ぶことの学習動機づけが高かったとする小倉(2005)の結果とも整合する。

理科の自由研究について具体的に思い出せる人に対して詳細を尋ねたところ、テーマ設定における価値の

認識や理科の考え方の発揮と、成人になってからの科学への興味・関心や知識・能力との間に関連が見られた。日常生活における問題解決に役立つようなテーマを設定するという実践の利用価値を見出すテーマ設定を行った者は、成人になってからの科学的推論能力が高い傾向が見られた。学習内容の個人的・実践的な利用価値の認識を促すような介入は、取り組む課題への興味や深い理解を促すことが示されており (Goto 2024; Hulleman & Harackiewicz 2009)、実践の利用価値が高く認識されるテーマに取り組むことで探究プロセスへの深い理解が促され、科学的推論能力の向上へとつながったと考えられる。本邦の探究学習は海外の実践と比べて、自主的な課題設定を重視する傾向が強く、探究プロセス自体の学習が曖昧になっている現状が指摘される (深見・森永 2021)。本研究の結果は、探究プロセスの学習のためには、実践の利用価値を認識できるようなテーマ設定の支援を行うことが必要なことを示唆する。

理科の考え方の発揮に関しては、「比較する」については関連が見られなかったものの、「関係付ける」を発揮していた人は科学学習への興味価値が高く、「条件を制御する」を発揮していた人は科学学習への獲得価値が高い傾向が見られた。科学への好奇心を生む要因のひとつに、既有知識と直面する学習内容との葛藤とその解決がある (Litman & Jimerson 2004; Loewenstein 1994)。自身のこれまでの理解では説明できない事態に直面した際に、その曖昧さを解決する説明を得る経験をするとは、対象への好奇心を促すように作用する。「関係付ける」は、まさに事象間の類似点・相違点を他の観点から理解可能な説明に出会うことができる経験であり、好奇心を促すものとして、科学学習への興味価値を高めていたと考えられる。また、「条件を制御する」は科学的知見の蓄積には不可欠な手続きであり、適切な条件制御を行った研究に取り組むことは、自身の知識の進展の実感に繋がり、獲得価値を高めていたと考えられる。

本研究の結果からは、こうした成人になってからの科学への関心・意欲や知識・能力の向上につながるような自由研究を経験できるかは、自由研究を実施する際の環境の影響が大きいことが示唆される。自由研究を実施する際の指導者の存在やコンテスト出展の志向は、理科の考え方の中でも高次な処理である「関係付ける」「条件を制御する」を促すような関連が見られていた。自由研究は一般的には児童・生徒が自主的に取り組む課題として課され、教師の介入が少ない傾向にあるが、インフォーマルなものであっても指導者が存在することや、コンテストのような評価される機会への志向性があることで、より探究プロセスに丁寧に着目した実践として遂行される傾向があると考えられる。問題で述べたように、探究学習において、開かれた探究学習の被指導経験は、ガイドのある探究学習の被指導経験に比べて、教育効果が見られにくく、逆効果であることも繰り返し示されている。自由研究においても学習者の自由に任せてしまうような体制は学習者自身の科学への関心・意欲や知識・技能にネガティブな影響をもたらす可能性があり、適切な支援を構築することが必要と考えられる。

以上のように、本研究では小・中学生の頃の理科の自由研究の経験が成人になってからの科学を学ぶ関心・意欲や知識・能力に与える影響について示唆的な結果を提供するものであるが、いくつかの限界点も存在する。まず、本研究は回顧的な調査であり、科学への関心・意欲が高い人や、知識・能力を備えている人が、自由研究について鮮明に思い出しやすいという想起バイアスが存在していた可能性は否定できない。今後は、実際に提出された自由研究の評価と、追跡調査で得られた科学学習への関心・意欲や知識・能力との関連を検討するような縦断的デザインからの調査も必要である。また、本研究では科学への関心・意欲や知識・能力の向上に寄与するような自由研究の実施には指導者の存在や学校内での探究学習の経験が関与することを示したものの、具体的にどのような指導が必要であるかまでを検討したものではない。今後は自由研究の実施を支援するような実践研究の知見を蓄積しながら、生涯にわたって科学を学び続ける人材の育成につながるような自由研究や探究学習のあり方について検討を重ねていく必要がある。最後に、本研究では不

適切回答を基準にデータクリーニングを行った結果、有効回答率が50%程度と低いものとなってしまったため、調査回答者の偏りが生じている可能性が考えられる。ひとつにはインターネット調査を通した調査回答者の募集を行ったことによる理由が考えられるが、無作為抽出形式で行われる郵送調査や訪問調査においても不在・回答拒否といった回答者に依存する理由により有効回答率が低下してしまうこともあり、調査手法のみで回答者の偏りを解消することは難しい。複数の手法による調査から現象の再現性を精査できるよう、自由研究が持つ教育効果についての知見の蓄積が必要である。

## 注

- (1) 紙幅の都合により、以降の重回帰分析の結果については有意であった関心変数の係数推定値のみを報告している。すべての係数推定値はweb付録として <https://osf.io/q8r95/> に公開している。

## 引用文献

- 安藤秀俊 2007「理科の自由研究における教師の認識に関する一考察」『理科教育学研究』48, 127-134頁。
- ベネッセ教育研究開発センター 2010「小学生の夏休み調査—小学生の保護者を対象として」[https://berd.benesse.jp/up\\_images/research/syo\\_nastu.pdf](https://berd.benesse.jp/up_images/research/syo_nastu.pdf) (2024年11月1日確認)
- Eccles, J. S., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L., & Midgley, C. 1983 "Expectancies, values and academic behaviors", in Achievement and Achievement Motivation, ed. by J. T. Spence (pp. 75-146). W. H. Freeman.
- 深見俊崇・森永遥香 2021「小・中学校の探究的な学習の過程における「課題の設定」に関する研究」『日本教育工学会研究報告集』, 47-53頁。
- 深谷達史・三戸大輔 2021「課題の設定を支援する自由研究の授業実践とその効果検証」『日本教育工学会論文誌』45, 213-224.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Biggs, D. C. 2012 "Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis", Review of Educational Research, Vol. 82, pp. 300-329.
- Goto, T. (2024). "Brief research report: The impact of a utility-value intervention on students' engagement", The Journal of Experimental Education, Vol. 92, pp. 713-722.
- 後藤崇志 印刷中「PISA2015日本人生徒データの二次分析による理科の被指導経験の学習効果の検討」『日本教育工学会論文誌』
- 後藤崇志・塩瀬隆之・加納圭 2023「日本語版科学的推論尺度の心理測定的特徴の検討」『大阪大学教育学年報』28, 1-10頁。
- Hulleman, C. S., & Harackiewicz, J. M. 2009 "Promoting interest and performance in high school science classes", Science, Vol. 326, pp. 1410-1412.
- 伊田勝憲 2001「課題価値評定尺度作成の試み」『名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要心理発達科学』48, 83-95頁。
- 石井僚・村山航・福住紀明・石川信一・大谷和大・榊美知子・鈴木高志・田中あゆみ 2019「家庭の所有物を用いた中学生用簡易版社会経済的地位代替指標の作成」『心理学研究』90, 493-502頁。
- Jerrim, J., Oliver, M., & Sims, S. 2022 "The relationship between inquiry-based teaching and students' achievement. New evidence from a longitudinal PISA study in England", Learning and Instruction, Vol. 80, 101310.
- Kang, J. & Keinonen, T. 2018 "The effect of student-centered approaches on students' interest and achievement in science: Relevant topic-based, open and guided inquiry-based, and discussion-based approaches", Research in Science Education, Vol. 48, pp. 865-885.
- 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, 61-71頁。
- 楠見孝・道田泰司（編）2016『批判的思考と市民リテラシー教育，メディア，社会を変える21世紀型スキル』誠信書房。
- Lazonder, A. W. & Harmsen, R. 2016 "Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance", Review of

- Educational Research, Vol. 86, pp. 681-718.
- Litman, A. J. & Jimerson, T. L. 2004 "The measurement of curiosity as a feeling of deprivation", Journal of Personality Assessment, Vol. 82, pp. 147-157.
- Loewenstein, G. 1994 "The psychology of curiosity: A review and reinterpretation", Psychological Bulletin, Vol. 116, pp. 75-98.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. 2010 "Inquiry-based science instruction – What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002", Journal of Research in Science Teaching, Vol. 47, pp. 474-496.
- 三浦麻子・小林哲郎 2016「オンライン調査における努力の最小限化（Satisfice）傾向の比較—IMC違反率を指標として」『メディア・情報・コミュニケーション研究』 1, 27-42頁.
- 文部科学省 2018「小学校学習指導要領（平成30年告示）解説 理科編」
- 小倉康 2005「科学への学習意欲に関する実態調査 調査結果報告書」<https://www.nier.go.jp/ogura/Rep05All.pdf> (2024年11月1日確認)
- Priniski, S. J., Hecht, C. A., & Harackiewicz, J. M. 2018 "Making learning personally meaningful: A new framework for relevance research", The Journal of Experimental Education, Vol. 86, pp. 11-29.
- 佐藤綾・栗原淳一 2016「子どもが理科の自由研究を進める上で必要とする指導・支援—ウェブ検索解析と小・中学校教科書の比較から」『教材学研究』 27, 143-150頁.
- 海野桃子・安藤秀俊 2009「中学校における理科の自由研究の現状—教科書での取り扱いと中学生の意識」『理科教育学研究』 50, 11-19頁.
- Wang, H.-H., Hong, Z.-R., She, H.-C., Smith, T. J., Fielding, J., & Lin, H.-S. 2022 "The role of structured inquiry, open inquiry, and epistemological beliefs in developing secondary students' scientific and mathematical literacies", International Journal of STEM Education, Vol. 9, 14.
- 渡邊重義・飯野直子・福島和洋・岸本敬太・島田秀昭・村田貴広・正元和盛・田辺力・田中均・宮縁育夫 2014「夏休み自由研究相談教室における児童・生徒の相談内容の分析」『熊本大学教育学部紀要』 63, 375-382頁.

## The relationship between experiences on *Jiyu-Kenkyu* (independent inquiry assignments) in childhood on scientific reasoning ability and perceived task values of learning science in adulthood

GOTO Takayuki, TAKATSU You, and NISHIMORI Toshihisa

**Abstract:** This study explores how engaging in *Jiyu-Kenkyu* (independent inquiry assignments) focused on scientific themes during elementary and junior high school impacts adults' scientific reasoning ability and their perception of the value of science learning. We collected 646 valid responses via an online survey. The findings indicated that individuals who participated in *Jiyu-Kenkyu* tended to view science learning as more valuable in adulthood than those who did not. Moreover, those who undertook *Jiyu-Kenkyu* projects aligned with their practical interests demonstrated higher scientific reasoning abilities. Furthermore, individuals who emphasized "finding relationships" and "control-of-variables" in their *Jiyu-Kenkyu* projects were more likely to appreciate the value of science learning in adulthood. Those who engaged in meaningful educational experiences typically received relevance-oriented instruction in science classes, had mentorship support during their projects, and aimed to present their findings in relevant contexts. We explored the educational implications of *Jiyu-Kenkyu* on the development of both ability and motivation in science learning and the necessary educational support for meaningful experiences in *Jiyu-Kenkyu*.