

理科における問題解決学習と探究学習

—理科授業における問題解決型学習と探究的な学習の今までとこれから—

Problem-solving and Inquiry Learning in Science Education:
Past and Future of Problem-solving Type Learning and Exploratory Learning in Science Education

門倉 松雄

Matsuo Kadokura

要旨:本研究は、2017・2018年に告示された学習指導要領の柱ともいえる「主体的・対話的で深い学び」を、理科教育で実現するための「問題解決学習」「探究学習」について、ジョン・デューイの研究や日本の問題解決学習の取り組み、実践者の講演などの分析を行い、その分析を踏まえて、これからの理科授業において、探究学習はどのように実践していくべきかを考察した。その結果、中学校、高等学校の授業内で本来の探究学習は様々な制約があり取り組むことは難しいが、その要素を授業内に計画的に組み込むことは可能であるとの結論に達した。そのために、これからの教員に重要となるのが、教科におけるカリキュラムマネジメントであり、その能力育成が重要となることが明確になった。

1. はじめに

2016年の中央教育審議会答申では、理科学習における探究の過程を通じた学習活動の重要性が示され、それを受けて、2017年に小・中学校学習指導要領が告示された。その中では、小学校では「問題解決学習」が、中学校では「探究的な活動」が児童・生徒の資質・能力の向上には重要であることが改めて示された。さらに、2018年に告示された高等学校学習指導要領では、「理数探究基礎」と「理数探究」が新たに創設され、「総合的な学習」は「総合的な探究の時間」と変わった。これらの変更を見ても、理科教育における探究的な学習（小学校では、問題解決的な学習）が生徒の資質・能力の育成には不可欠となる。（…的としたのは、完全に探究・問題解決の段階を踏むのでは無い場合もあり、その一部を授業の中に導入することも含めるため「的」を入れた）

では、その探究的な学習とはどのようなものであろうか。2017年告示の学習指導要領解説には「資質・能力を育むために重視する探究課程のイメージ」として示されているが、その詳細については、各指導者に任されている。そこで、日本が取り組んできた問題解決学習と探究的な学習について分析を行い、今後の理科教育のあり方について考えていく。

2. 研究の目的

「問題解決学習」「探究学習」は日本の理科教育において、戦前より様々な解釈をされながら取り組まれてきている。しかし、学校現場の先生方に「問題解決学習」「探究学習」と問うと、具体的な授業について説明できる教員が少ないのが現状であろう。更に、中学校・高等学校では、「探究学習」は、残念ながらあまり実践されていない¹⁾。これは、「探究学習」に対する理解だけでなく、具体的にどのように授業内で行うか、

実現可能な取り組みはどのようなものなのかが、明確に示されていないのが原因の一つに考えられる。そこで、中学校・高等学校の理科授業で「探究学習」又は「探究的な学習」を行うためには、どのようなことが必要なかを、過去の文献や実践家の取り組みから分析し、これからの理科授業における「探究学習」又は「探究的な学習」の方向性を示すことを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、最初に日本の探究の考えのもととなっているジョン・デューイの探究について、その著書である「論理学—探究の理論」を中心に分析を行う。次に、日本の学校における探究学習として進められた「問題解決学習」について分析を行い、2021年から中学校で、2022年から高等学校で実施される学習指導要領の探究について分析する。さらに、国際バカロレア（IB）の探究過程を基礎とした「課題研究メソッド」、最後に長年探究学習に取り組んでいるイギリスの状況を確認し、それらの分析をもとに、これからの学校、特に中学校・高等学校における探究的な学習について考察していく。

4. ジョン・デューイの探究

日本の探究学習を考える上で、ジョン・デューイの影響は大きく、まずここから分析する必要がある。永田によると日本の「問題解決学習」は、1900年代の始めアメリカのデューイが提唱した子供の経験から学習を進める方法が中等学校で「ジェネラルサイエンス」として広まり、それを奈良女子高等師範学校（現在の奈良女子教育大）の神戸伊三郎が「問題解決学習」として紹介したことから広がったとある²⁾。

デューイは、試行錯誤のプロセスの中に学習の目的があり、その過程そのものが学習であるとの考えからこの学習法を提唱し、日本では「問題解決学習」として紹介したものである。

まずデューイは、探究について次のように述べている。「おそらく、人間が地上にあらわれると同時に、ある種の探究が始まったであろう。」³⁾これにあるように、デューイは古代からの様々な哲学を調べることにより、人類は有史以前より探究を行ってきたと結論づけている。しかし、その探究は確立したものではないことも様々な著書の中で示している。この過去の哲学を研究する上でたどり着いたのがデューイの考える探究ではないかと推測する。では、デューイが考える探究とは何かを、その著書「論理学—探究の理論」を中心に分析をしていく。

デューイは、探究を次のようなパターンとして示している。まず初めに「探究の先行的条件—不確定な状況」がある。この中で、「探究」と「疑問」はある程度同意であり疑問を持つとき探究を行うと述べている⁴⁾。次の段階として「問題設定」がある。これは、不確定な状況が問題状況と受け取られ問題状況として決定されることであり、このことは混とんとした状況から問題が明確になることを示している⁵⁾。さらに第3段階として「問題解決の決定」が続くとしている。問題が設定されても、ひとつの可能な解決と結びつくように述べない限り意味はないとデューイは述べている⁶⁾。第4段階として「推論」を示し、これは「形式的推論」あるいは「合理的推論」の意味であると説明している。また科学では、仮説が他の概念構造と関連づけて展開され、実験を促し方向付けるとしている⁷⁾。第5段階では「事実と意味の操作的性格」、つまり観念（理科では仮説と考える）は観察された事実（同じく実験結果）と関連を持ち、それを整理することで観念が確認でき修正も行われる。修正された観念は、新たな観察を引き起こすこととなる⁸⁾。

以上のようにデューイは探究のパターンを示している。これを天間探究過程として次のように示している⁹⁾。

- ① 探究の第1局面「探究の先行的条件：不確定な状況」Stage1：問題意識
- ② 探究の第2局面「問題設定」Stage2：問題把握
- ③ 探究の第3局面「問題解決の決定」Stage3：問題解決の計画

④ 探究の第4局面「推論（推論による仮説の検証）」Stage4：問題解決の実行

⑤ 探究の第5局面「事実—意味の操作的性格（実験による仮説の検証）」Stage5：解決の検討・練り上げ

また、杉浦はデューイの考えを整理し探究の総合図式として表1のようにまとめている¹⁰⁾。

表1：探究の総合図式

探究の過程	探究の構造	命題の変換
(1) 不確定的状況		
(2) 困難の感得		
(3) 問題解決策の設定	観 察	存在命題（特定命題）
(4) 問題解決策の確定	推 断	存在命題（単一命題、種属命題、偶然条件命題）
(5) 推論—仮説の確立	推 論	普遍命題（普遍仮説命題、隣接普遍命題）
	回憶—推断	存在命題（単一命題、種属命題、偶然条件命題）
(6) 実験—仮説の検証	観 察	存在命題（特定命題）

杉浦はこの中で、観察—推断—推論—回憶—推断—観察…の流れが相互に行き来をしながら、スパイラル的に探究が進んでいくと分析している¹¹⁾。

5. 日本の問題解決学習

このような考えのもと導入された探究の考えが、戦後の教育改革の中で「生活単元学習」「問題解決学習」として、全国に定着していくこととなる。「生活単元学習」は、様々な批判を受けて縮小していったが、「問題解決学習」は、その後研究を重ねながら「問題解決的な学習」として小学校学習指導要領の指導法の中心となし、構成主義の考えも含めながら現在に至っている。

では、この「問題解決学習（又は問題解決的な学習）」とは、どのような学習であるかをデューイが提唱した問題解決学習の考え方を基本に理科の授業に当てはめてみる。杉浦によると、デューイは「教育」とは「経験の意味を附加し、後続の経験の進路を方向付ける能力を増大させるところの、経験の改造ないし改組である」¹²⁾と考へ、教育における経験の重要性を示し、これを教育の現場で実践（シカゴ実験学校）したことで「実験的経験主義」と言われてきた。この教育を実現するための「教育目的」は、「探究の能力を発達させること」であると示し、「教育方法」は「子どもが主体的に学習する方法」であると示している¹³⁾。これらのことを踏まえて、デューイが提唱している探究を教室の授業に当てはめると「教室の子ども自らが問題に向き合い、その中から課題を見出し、その解決方法を考へ、実験・観察を行いながら、問題を解決していく」という学習方法となる。

そこで、この考えを理科における探究に当てはめてみると、次のように探究の過程を考へることができる。

- ① 児童・生徒がある事象と出会い、問題（疑問）を見いだす。（問題発見、気づき）
- ② 問題を解決するための様々な課題を検討する。（問題を明確にする）
- ③ 課題を解決するための方法を考へる。（解決計画、仮説の提案）
- ④ どのようになれば、解決となるのかを予測する。（仮説の意味の推論）
- ⑤ 解決に向けて、実験・観察を行う。（仮説の検討1、問題解決）
- ⑥ 実験・観察で得られた情報を分析し、客観的な知識・理解を得る。（仮説の検討2）
- ⑥の後に「解決された内容について相互に発信する（共有化）」や「得られた知識・理解から新たな問題を発見する（深化）」などの活動が加わる場合がある。さらに日本の小学校における「問題解決学習」に視

点を向けると、いくつかの問題解決学習における考え方が見えてくる。

小学校で長年問題解決学習に取り組んできた矢野は、問題解決の授業過程を次のような段階で説明している¹⁴⁾。

①問題を見いだす→②見通しを持つ→③解決方法を考える→④試したり調べたりする→⑤結果を処理する→⑥見通しに照らし考察する

さらに村山は、問題解決の過程を次の8ステップで示している¹⁵⁾。

①自然事象への働きかけ→②問題の把握・設定→③予想・仮説の設定→④検証計画の立案→⑤観察・実験の実施→⑥結果の処理→⑦考察の展開→⑧結論の導出

これらに共通している問題解決の過程は、次のように考えることができる。

- ① 問題の把握：自然事象などに直接、間接的に対面することを通して生まれてくる疑問から問題を見いだす。(問題解決学習では、学習者の疑問から端を発することを基本としている。)
- ② 仮説の設定：問題を解決するには、何を解明すればよいのか。また、それがどのようになれば解明できるのかの仮説を立てる。(小学校では単純に予想だけを行う場合もあるが、高学年や中学校以上になると、その科学的な根拠も明確にすることで、より充実するものとなる。)
- ③ 検証計画：仮説を検証するための、実験・観察はどのように行うのかを計画する。(これをしっかり行う事で、実験・観察の目的が明確になる。)
- ④ 観察・実験：検証計画に沿って、仮説を検証するための実験・観察を行う。
- ⑤ 結果の処理：実験・観察から得られた結果を理解しやすいようにグラフや表などを活用してまとめる。
- ⑥ 考察：結果を仮説と照らし合わせて分析し、仮説が妥当であったのかを検証する。(妥当であれば、そのことが示す内容を整理し、さらに一般化していく。もし妥当でなかった場合は、なぜなのかを分析し、次の仮説を設定していく。)
- ⑦ 新たな問題：問題解決を行う課程において新たに生まれた問題や、さらに問題を解決する上で深めていく必要があることを明確にし、つぎの問題解決の題材としていく。

また、小学校では日常に見られる自然事象に接することで、疑問が生まれてくるが、学習内容が高度となる中学校・高等学校では、日常からかけ離れた課題を解明する必要があるが出てくる。その場合には、教師側からある程度の課題を提示したり、課題となる事象を示したりする必要があると考える。デューイの考えを理科に当てはめると、学習者の潜在的能力(既習知識も含む)を活用しながら体験を通して科学的な智(概念と言っても良いかもしれない)を育成していくことが学習であり、その過程が探究であると考えられる。デューイが提唱している不確定的状況は、学習者が事象と向き合うことで起こる。この事象と向き合うことを教師が意図的に提示することも必要な場合も出てくる。特に、内容が高度になればなるほど、事象の中から問題を見いだすことが難しくなる。そこで、学習者に事象から得られる課題を提示し解決していく学習方法をとることも必要となる。これは、課題解決学習ともいえるだろう。その場合でも、教師が提示した課題が、学習者の課題になることで、学習者中心の学習となると考えられる。このように、内容によっては本来の意味での問題解決学習は難しくなる場合もあるが、課題が学習者の課題になることで探究的な学習が行われることとなる。

6. 学習指導要領 中学校・高等学校の理科及び理数探究における探究の過程

2018年告示の「高等学校学習指導要領解説 各教科に共通する教科「理数」編」には、理数探究の過程として「資質・能力を育むために重視すべき学習過程イメージ」「高等学校の数学・理科にわたる探究的科目の学習過程(探究の過程)のイメージ」が示されている¹⁶⁾。特に前者のイメージは、小学校・中学校の各学習指導要領解説にも掲載されているイメージで、今回の学習指導要領のポイントともなっている学習の過

程である。学習指導要領では、この学習の過程を「探究の過程」として示している。その学習過程を示すと次のようになる。(育成すべき力を分析し目指す学習者の姿として表示)

- ① 自然事象に対する気づき：自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理し、そこから得られた情報の関係性（共通点・相違点など）や傾向を見いだす。
- ② 課題の設定：関係性や傾向から、課題を設定する。
- ③ 仮説の設定：課題を解決するための見通しを持ち、それが検証できる仮説を設定する。
- ④ 検証計画の立案：仮説を確かめるための観察・実験を立案する。
- ⑤ 観察・実験の実施：案にそって観察・実験の準備を行い実行する。
- ⑥ 結果の処理：観察・実験の結果を仮説検証のためにグラフや表等にまとめ整理する。
- ⑦ 考察・推論：結果を分析・解釈し、仮説の妥当性の検討を行う。その中で、理論立て、推論による検討、知識の再構築、モデル化、新たな発見、改善策、新たな課題の発見などを行う。
- ⑧ 表現・伝達：考察・推論や結果を発表したり、レポートにまとめたりする。

この探究の過程は①→⑧の一方向の流れではないこと（デューイの考え方と類似）や、一部を抜けても良いと注意書きがある。

さらに「高等学校の数学・理科にわたる探究的科目の学習過程（探究の過程）のイメージ」¹⁷⁾の過程を示すと、次のようになる。

- ① 様々な事象を知的好奇心を持って観察する。
- ② 多角的・多面的、複合的な視点で事象をとらえ問題を見いだす。
- ③ 数学や理科に関する課題として設定（課題化）
- ④ 課題解決：仮説の設定→検証計画の立案→観察・実験→結果の処理
- ⑤ 分析・考察・推論
- ⑥ 表現・伝達（報告書作成、発表会等）

これらをも、文部科学省が提唱している「探究的な学習」は、「問題解決的な学習」や次に示す「課題研究」と基本的には同一である。具体的には、生徒が事象から問題を見だし、その問題に対する仮説を考え、それを立証する実験・観察を行い考察し、その過程において新たな問題を発見することで次につながる流れは、ほぼ同じであると言える。さらに、探究として多面的・多角的、複合的な視点にたった理科における問題解決・探究的な学習は、次に示す「課題研究メソッド」のリサーチクエスチョンに該当する項目であり、研究者が研究を行う課程を授業内に組み込むことであるとも言える

では、実際にそのようなことができるのだろうか。次に、以前より授業で探究学習に取り組んでいるイギリスで研究を重ね、その成果として発行した岡本の「課題研究メソッド」を分析していく。

7. 「課題研究メソッド」における探究の過程

「課題研究メソッド」では、課題研究とは、先人たちが行った研究の諸業績を踏まえた上で、社会・学術の諸問題から自分が取り組むべき課題を見いだす。その課題に対して、客観的なデータをもとにしつつ、自分自身の考察やアイデアなどで新たな知見を創造、探究し課題解決を行う。またその内容を他者と共有することで、課題解決に貢献することであるとしている¹⁸⁾。さらに、この課題研究の過程を次のようなステップとして示している¹⁹⁾。これは、国際バカロレア（IB）の探究型概念学習の考え方にも通じている。次にその学習の流れを示す。

- ① 課題から研究テーマ決め：情報を集め、社会・学術に存在する課題を知り、自分自身が興味ある研究テーマを決める。
- ② リサーチクエスチョン設定：先行研究・事例を学びながら、研究テーマに関する理解と知識を深め、

この研究で明らかにする具体的なリサーチクエスチョン、つまり研究で何を明らかにしたいのかを示す「問い」を設定する。

- ③ 仮説設定：これまでの先行研究・事例をもとに、リサーチクエスチョンの「答え」の予想（見通し）となる「仮説」を立てる。仮説をたてる際に気をつけなければいけないことを、次のように示している。
 - ①可能な限り根拠を示す。②検証可能な仮説を立てる。③複数の仮説を立てる。
- ④ 研究手法、研究計画：実際の調査・実験を行う前に関連する研究手法を学び、それをもとに仮説の検証方法およびリサーチクエスチョンへの答えを導く手法を決める。可能であれば、手法を決めるために予備実験・調査を行う。手法が決まれば、研究自体の説明と、どのように答えにたどり着いていくのかを「研究計画書」にまとめる。
- ⑤ 調査・実験：④で作成した研究計画をもとに、調査・実験を行う。調査・実験では、研究記録をこまめにとり、分析、発表、さらに問題がある場合の軌道修正に活用できるようにする。
- ⑥ 結果・考察：調査・実験によって得られた結果から仮説を評価し、仮説の段階では想定できなかった点や、どの程度、仮説と整合性があるのかなど、それぞれの理由とともに考察を行う。その中で、新たな問いを立てられるような、十分な考察を行う。（考察とは、調査・実験によって得られた結果を分析することで、結果に含まれる事実や次の研究につながる問い、そしてリサーチクエスチョンの答えとなる結論を導く重要なステップである。）
- ⑦ 他者と共有：研究成果を外部に発信する。その手法は、研究論文にまとめて発表することや、プレゼンテーション、ポスターセッションなど、様々な方法がある。

「課題研究メソッド」では、課題研究で身につく力・身につけるべき力として次の7つの力を上げている²⁰⁾。

- ① 情報収集力：自分の欲しい情報を引き出す力
- ② 課題発見力（問いを見つける力）：自ら問いを発見する力
- ③ 連携力：他者と連携する力
- ④ 理論的思考力：客観的な根拠を示したうえで主張を組み立てる力
- ⑤ 批判的思考力：与えられた情報を鵜呑みにするのではなく、自ら理論的に考え、答えを導く力
- ⑥ 文章表現力：論理的・具体的で、説得力のある文章を作成する力、学術の世界や社会を動かす原動力として、最も重要な力の一つである
- ⑦ 表現力・発信力：自分の言葉で人に考えや思いを伝える力

これらの過程を通して、課題研究の力を総合的に育成し、総合的な探究力をつけるとしている。

いままでの内容をデューイの探究の過程と比較してみると、表2のようになる。

表2：探究の過程の比較

デューイの過程	問題解決学習	課題研究メソッド	指導要領探究の過程
不確定的状況 困難の感得 問題解決策の設定 問題解決策の確定 推論—仮説の確立 実験—仮説の検証	事象との出会い 問題の把握 仮説の設定 検証計画 観察・実験・結果・考察・ 新たな問題	課題から研究テーマ リサーチクエスチョン 仮説設定 研究手法、研究計画 調査・実験・結果・考察 他者との共有	自然に対する気づき（問題把握） 課題の設定 仮説の設定 検証計画の立案 観察・実験・結果の処理・考察・ 推論 表現・伝達

8. イギリスにおける探究学習

イギリスでは、以前より探究学習を推進しており、多くの実績を積んできている。イギリスのナショナルカリキュラムでは、理科を領域1「科学的探究」、領域2「生命のプロセスと生物」（生物分野）、領域3「物質とその特性」（化学分野）、領域4「物理的プロセス」（物理分野）の4つの領域に分けられている。これは、化学、物理、生物などと同等に「探究活動」が領域の1つとして扱われ、それぞれKey Stage（学年）ごとの到達規準を設けて学習している。領域1「科学的探究」は、他の3領域の学習に併せて学習されるが、Key Stageごとに「科学での考え方と証拠」「調査能力」「証拠を得ることと提示すること」「証拠を検討し、評価すること」という4項目ごとに到達規準を設けて評価している²¹⁾。

英国の高等学校探究的な物理教科書として作成された「アドバンシング物理」の統括責任者であるL. J. Herklotsは講演の中で、探究学習をおこなうことで学習者の思考の成長が行われ、これは教え込みでは育たないと言っている。また、探究には①検証するだけの探究、②課題に対して指定されたように行う探究、③リサーチクエスチョンから課題を設定して行う探究、④自らの課題で行う探究の4つのレベルがあり、Stageによって段階的に探究学習をあげていく。具体的には、小学校でレベル①から順次育成し、高校ではレベル④の探究を2週間かけて行い、それが大学入試の資料となると説明している²²⁾。この講演の中で、探究活動を推進している英国においても、全ての学習で探究活動を行うことは理想であるが、時間的な制約や指導条件により現実には実施が困難なため、段階的に探究の考え方を取り入れていることや、授業の中で探究活動の一部を入れたり探究の考え方を導入したりすることで探究の力を付けていることが強調されていた。そのためにも、どこで探究活動を取り入れるかカリキュラムづくりが重要となる。さらに、Herklotsは探究活動を行うためには学習者個々に対応した指導が必要となるため、指導人数は十数人でも多いと説明している。これを考えると、日本のように30人以上を一人の教師で探究学習の対応をするのは非常に困難であると考えられる。

9. これからの理科における「探究的な学習」について

2020年度より新学習指導要領が小学校から順次完全実施となる。今回の改訂では、指導内容に加えて指導法が示されている。指導法の中心が、「主体的・対話的で深い学び」であり、理科においては「探究的な学習」を推進することが強く求められている。この探究的な学習は、今までも示されてきたことではあるが、学校現場、特に中高においては受験対応も含めて系統的な知識重視の学習が中心となり、探究的な取り組みが軽視される傾向にあった。そこで、系統的な学習と探究的な学習をバランスよく授業に取り入れる意味で、探究的な学習の重視が盛り込まれることとなった。

ただ、今回の分析でも示したように、探究学習は課題の設定から行い研究者のように研究を進めて結論を導くことが本来の形式である。しかし、中高生においては新たな課題設定をすることは難しく、理科の授業においても時間の設定や対応する教員の問題など課題が多い。さらに、文部科学省が示している「自然事象から問題を見いだす」ことは、中高の学習内容を考えると、自然事象に単純に向き合うだけでは教員が意図とする問題（学習課題）を見いだすことが難しい。そこで、指導者が意図的に自然事象を提示し、ある程度学習者を導かなければ、意図する問題まで到達しないことが多い。しかし、デューイも示しているように、教え込みの学習では本来の学習能力が育たないのも明確である。

その解決策として、英国の例でもあるように探究活動を発達段階に即して計画的に取り入れていくことで探究の技能や精神を習得していくことが考えられる。そのためには、カリキュラムづくりが重要となるが、日本においては、学習指導要領があるため教員のカリキュラム作成能力があまり育っていない現状がある。本来であれば、教員一人ひとりが単元分析を行い、学習内容だけでなく授業法も含めて授業展開を計画し授

業づくりを行うはずであるが、日本の学校の忙しさもあり学習指導要領の解説の内容や例示そのままの授業が多く行われているのが現状である。

そこで、2018年に告示された学習指導要領解説にある「探究の過程」を基本におきながら、探究的な活動をどのように組み合わせることができるかが重要となってくる。今回の研究で示したように、中学校や高等学校の理科の授業では、学習指導要領で提示されている「自然に対する気づき」からの問題把握は、とても難しいものがある。そこで、生徒が教員の意図する問題を自ら導き出すような自然事象を教員から提示し、ある程度の軌道をもって問題把握を行わせる必要がある。さらに、その問題に対して課題を設定し、仮説を設定、検証計画の作成、検証計画の立案、観察・実験、考察・推論、表現・伝達と続くが、それぞれの過程については、毎授業で行うのではなく、単元全体を通して育成できるように分割しながら配置していくことが現実的である。具体的には、ある教材においては仮説に時間を使い仮説設定能力の育成を図る。また、ある教材においては、検証計画の立案に時間を使い、様々な検証過程を考慮しながら計画立案の能力の育成を図る。表現・伝達についても、教材の特質を考慮して様々な手法を取り扱い生徒の探究能力の育成を図る。このように、単元全体、又は年間を通して探究的な活動の各部分を組み込むことにより、探究的な学習に対する能力と考え方が育成される。

本研究では、探究学習としては本来の形ではないかもしれないが、実際の授業においては、このような形態が効果的であり、実現可能な探究的な学習であるという結論に至った。この学習過程を繰り返し行うことで、スパイラル的に探究に対する能力と考え方が育成され、将来において自ら問題を見だし、探究に取り組む人間育成になるものと考えている。

【註】

- 1) 理科カリキュラムを考える会「シンポジウム 小中高で思考力・判断力・表現力をどう育てるか?—問題解決・探究活動を通して—」2019年での意見交換より
- 2) 永田英治著『新理科教育入門』星の環会、2003年、p. 49
- 3) ジョン・デューイ著、魚津郁夫訳『論理学—探究の理論』世界の名著48、中央公論社、1968年、p. 396
- 4) Ibid., p. 492
- 5) Ibid., p. 494
- 6) Ibid., p. 495
- 7) Ibid., p. 498 ~ 499
- 8) Ibid., p. 499 ~ 500
- 9) 天間環「主体的な学び、深い学びが成立する探究過程の創造—デューイの探究論」尚絅学院大学紀要第74号、2017年、p. 68 ~ 69
- 10) 杉浦美朗著「デューイにおける探究としての学習」風間書房、1984年、p. 487
- 11) Ibid., p. 484
- 12) Ibid., p. 32
- 13) Ibid., p. 14、p. 23
- 14) 日置光久・矢野英明編著『理科でどんな「力」が育つか』東洋館出版社、2007年、p. 14
- 15) 村山哲哉著『「問題解決」8つのステップ』東洋館出版社、2013年、p. 25
- 16) 文部科学省『高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 理科編 理数編』実教出版社、2018年、p. 10、p. 20
- 17) 文部科学省「高等学校学習指導要領解説 各学科に共通する教科『理数』編」、2018年、p. 18
- 18) 岡本尚也著『課題研究メソッド』啓林館、2017年、p. 8
- 19) Ibid., p. 12 ~ 13

- 20) Ibid., p. 21
- 21) 小倉康研究代表「英国における科学的探究能力育成のカリキュラムに関する調査」国立教育政策研究所、2004年、p. 12～17
- 22) L. J. Herklots 「理科カリキュラムを考える会シンポジウム講演」、2020年

【主な参考文献】

- デューイ著、宮原誠一訳『学校と社会』岩波書店、1957年
- デューイ著、魚津郁夫訳『論理学—探究の理論』中央公論社世界の名著48、1968年
- 杉浦美朗著『デューイにおける探究としての学習』風間書房、1984年
- 永田英治著『新理科教育入門』星の環会、2003年
- 日置光久・矢野英明編著『理科でどんな「力」が育つか』東洋館出版社、2007年
- 村山哲哉著『「問題解決」8つのステップ』東洋館出版社、2013年
- 岡本尚也著『課題研究メソッド』啓林館、2017年
- 文部科学省「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編」、2018年
- 文部科学省「中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編」、2018年
- 文部科学省「高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 理科編 理数編」、2019年
- 文部科学省「高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 各教科に共通する教科「理数」編」、2019年