

学校教育における探究的な学習の在り方に関する考察 ～理科教育における理念等の変遷～

On Explorative Learning in School Education ～Transition of Ideals in Science Education～

青山 和弘* 金澤 昭良**

Kazuhiro Aoyama Akira Kanazawa

概要

2016(平成28)年12月に公示された「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」では、急速に情報化が進展する社会の中で、物事を多面的・多角的に吟味し見定めていく力や、問題を見いだし解決に向けて思考するために必要な知識やスキルなどを児童・生徒に育成することが求められている。小・中・高等学校では、児童・生徒の発達段階に応じて探究する資質・能力を育成していくことができるよう、各教科等の特質を生かし、教科等横断的な視点から教育課程の編成を図る必要がある。本稿では理科の学習における探究的な学習の具体的な事例を紹介するとともに、教育思想にも触れながら探究的な学習に係る理論的背景について考察する。

1. はじめに

小学校の理科教育では、以前から、問題解決の過程(児童が自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心をもち、そこから問題を見いだし、予想や仮説を基に観察、実験などを行い、結果を整理し、その結果を基に結論を導き出す活動)の中で、問題解決の力を育成する学習活動を重視してきたところである。現行の小学校学習指導要領では、問題解決のそれぞれの過程において、どのような資質・能力の育成を目指すのかを明確にし、指導の改善を図っていくことが重要であり課題となっている。

2016(平成28)年12月に公示された「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」では、急速に情報化が進展する社会の中で、物事を多面的・多角的に吟味し見定めていく力や、問題を見いだし解決に向けて思考するために必要な知識やスキルなどを児童・生徒に育成することを求めている⁽¹⁾。

この答申を受け、小・中・高等学校では、児童・生徒の発達段階に応じて探究する資質・能力を育成していくことができるよう、各教科等の特質を生かし、教科等横断的な視点から教育課程の編成を図る必要がある。

また、理科教育については、児童・生徒が知的好

奇心や探究心をもって、自然に親しみ、目的意識をもった観察・実験を行うことにより、科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的な認識の定着を図り、科学的な見方や考え方を養うとし、基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着、科学的な思考力や表現力の育成、観察、実験や自然体験等の体験の一層の充実、理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高めることなど、柱となる方針を示している⁽²⁾。

2. これまでの学習指導要領における探究的な学習の取扱い

戦後の我が国の学習指導要領における探究的な学習を含む学習内容の変遷を理科教育に着目して、以下のように整理してみた⁽³⁾。

1947(昭和22)年に公示された小学校、中学校の学習指導要領・理科編(試案)では、その基本方針として、子どもが様々な活動を通して問題解決を図り、科学的原理や法則を理解することを重視した。また、小学校においては自由研究が新設され、教員の指導のもとで、児童が個々の興味・関心等に応じ、教科を発展させた自発的なクラブ活動を行うこととされた。この試案は経験主義や單元ごとの学習に偏りすぎる傾向があったことから、各教科の系統性を重視すべきとの声が高まった^(4, 5)。

*北海道科学大学全学共通教育部基盤教育グループ

**北海道立教育研究所附属理科教育センター

その結果、1958（昭和33）年に公示された小学校の学習指導要領・理科編では、人間の生活について扱う側面が打ち出されるとともに、教育内容の系統性と科学性を重視することになった。自由研究については発展的に解消し、教科の学習では達成されない目標に対する諸活動を包括して教科以外の活動とすることとした。また、科学技術教育の質的向上を図るために、算数、理科の充実を図ることとし、各教科の目標及び指導内容を精選し、基本的な事項の学習に重点を置いた^(4, 5)。

1958（昭和33）年の改訂後、我が国の科学技術がめざましく発展するとともに、情報化や機械化が進展する社会への対応が求められた。

そのような時代の中、アメリカ合衆国では、科学教育の改革「理科教育の現代化」が進められた。特に、その支柱は、「探求の科学」である。これは、児童・生徒に問題を見いだし、探求する過程の中で、科学の概念や探求する技法を習得させることを主たるねらいとされている。この学習は、前述の問題解決の過程の中で問題解決の力を育成する学習活動とほぼ同義と考えられる。この支柱や開発されたカリキュラムが我が国に紹介され、影響を与えることになる^(4, 5)。

そうした中、我が国では、社会の要請に応えるために、膨大な自然科学の知識を全て理解させることへの限界が指摘されるとともに、情報化・機械化が進展する社会の中で、理科教育が児童・生徒の論理的な思考力・判断力等の育成を担うことについて支持されるようになった。そのためには、知識重視の学習に替り、問題解決的な学習を通してそれらの能力等を育成することが要請されることとなり、次期学習指導要領の検討・改訂につながった^(4, 5)。

1968（昭和43）年に公示された小学校、中学校の学習指導要領・理科編では、発見学習、探究学習が広く実践されることになり、教育内容の向上を図った。特に小学校では、それまでの人間の生活についての学びが排除されることになった^(4, 5)。

科学技術や産業の発展の中で、我が国の社会では公害問題等の環境破壊や石油などの資源確保に対する危機意識等が生じてきた。公害問題や人間性の育成等への危機意識の高まりから、1977（昭和52）年に公示された小学校、中学校の学習指導要領・理科編では、豊かな人間性の育成、ゆとりあるしかも充実した学校生活、児童・生徒の個性や能力に応じた教育が打ち出されることになった^(4, 5)。

1989（平成元）年3月には学校教育法施行規則の一部が改正され、小学校学習指導要領が全面的に改訂された。この改訂においては、生涯学習の基盤を培うという観点に立ち、21世紀を目指し社会の変化に自ら対応できる心豊かな人間の育成を図ることを基本的なねらいとした。理科に関しては、自然に親しむことや観察・実験等を一層重視して、問題解決能力を培い、自然に対する科学的な見方、考え方及び関心や態度を育成する指導を充実することとされた^(4, 5)。

しかしながら、子供の自主性を尊重する余り、教員による児童・生徒への指導を躊躇する状況や、小・中学校において習得・活用・探究という学びの過程を実現するには教科の授業時数が十分ではないなどの危機感の高まりを受け、生涯学習の基礎を培う観点から、1998（平成10）年に公示された小学校、中学校の学習指導要領・理科編では、学ぶことの楽しさや成就感を体得させ自ら学ぶ意欲を育てるため、体験的な学習や問題解決的な学習を重視して各教科の内容の改善を行った⁽⁴⁾。

2008（平成20）年に行われた小学校、中学校の学習指導要領の改訂では、各教科において基礎的・基本的な知識・技能の習得を重視するとともに、観察・実験やレポートの作成、論述など知識・技能の活用を図る学習活動を充実させることとした。また、総合的な学習の時間を中心として行われる、教科等の枠を超えた横断的・総合的な課題について各教科等で習得した知識・技能を相互に関連付けながら解決するといった探究活動の質的な充実を図ることなどにより、思考力・判断力・表現力等を育成することとした⁽⁴⁾。

このように、これまでの学習指導要領等での探究的な学習に関する記述内容を読み解くと、理科の学習では、一貫して探究的な学習を重視する姿勢が貫かれていると考えられる。しかしながら、教員の指導や学校現場での導入の在り方等について、その時々時代の時代や社会等の環境を踏まえ、種々の意見、反省等が過去、繰り返し唱えられてきており、現在においてもそれぞれの立場で議論がなされ、試行が繰り返されているのである。

3. 探究的な学習に係る教育論

探究的な学習は、デューイの理論に遡ることができる。デューイによると、知識は探究の結果として構成されるとされ、探究とは、児童・生徒が主体的

に生活上の課題を解決する過程で知識を獲得する学習理論とされる。デューイが唱えた探究の過程は、主に次の6つからなると考えられる⁽⁶⁾。

- 1 課題の把握
- 2 課題の認定
- 3 仮説の設定
- 4 仮説の理論的吟味
- 5 実験
- 6 実験結果を踏まえた仮説の評価

一見、この理論は児童・生徒の経験を重視したことから、児童・生徒まかせの印象をもたれる可能性をもつことになるが、デューイは教師の指導があつての学習であることを指摘している^(7,8)。

デューイの理論は理科教育に限定したものではないが、アメリカ合衆国の科学教育の探究的な学習の基盤になっていることに留意しておきたい。

次に、ブルーナーは「教育の過程 (The Process of Education)」(1960)の中で、課題の把握、仮説設定やその検証、まとめ等の過程から構成される「発見学習」を定義し、いわゆる「探究の過程」、「科学の方法」を重視した学習により科学を学習することを目指すとした⁽⁹⁾。

アメリカ合衆国の代表的な科学教育の基準の一つに、米国科学アカデミーが作成した「全米科学教育スタンダード」がある。その1996年版では、科学の学習では探究活動を中心とするとしている。探究活動においては、児童・生徒は、観察した事物を表現したり、他者に疑問を呈したり、仮説を論理立てて説明したり、既習の知識等を活用して検証することになる。また、そうした学習を行う際には、批判的・論理的思考をし、他に説明可能な理論がないか検討することが児童・生徒に求められるとされた。こうして、科学についての理解が深まるとされた。

更に、2013年に、新しい教育基準、次世代科学スタンダード (NGSS) が公開された。そこでは、児童・生徒に科学の過程を身に付けさせることを重視しており、具体的には、児童・生徒が問題解決する際に必要な方法を理解することはもとより、批判的・論理的思考を行うことができるようになることを目指した。

アメリカ合衆国には、上記以外の教育プログラムとして、「Full Option Science System」(以下「FOSS」という。)が知られている。このプログラムの2008年版の教師用指導書では、「科学的探究」について解説されており、探究活動が理科教育の柱の一つで

あり、体験を通して学習したり、同一教材を共有したりすることや、読み物を読んだり調べたりすることにより、「科学的探究」が進められていくことなどが記されている^(4,8)。

次に、児童・生徒の発達についての理論に触れておく。ヴィゴツキーによれば、児童・生徒がその時点で到達している発達段階を「現下の水準」、他者の援助のもとで到達可能な発達段階を「明日の発達水準」と定義した。そして、両者の間の領域を「Zone of Proximal Development」(以下「最近接領域」という。)と呼んだ。ヴィゴツキーは、この「最近接領域」に働きかけることにより、児童・生徒の発達を促進すべきと考えた^(8,10)。

白敷、小川は、前述のFOSSの考え方を踏まえ、ヴィゴツキーの「最近接領域」における「科学的探究」の教授・学習モデルを提唱した。そこでは、科学的概念は、「最近接領域」において、「自由な探索」、「体験的な学び」、「科学的概念との結びつけ」の三つの過程を通して構築されるとした。

「自由な探索」では自己の知識の把握を行い、「体験的な学び」では観察・実験を通して疑問を解決していき、「科学的概念との結びつけ」では、既習事項を活用して課題に取り組んだり、自己の考えを表現したりすることにより、「現下の水準」と「明日の発達水準」を結びつけ、科学的概念を構築していくとされた⁽⁸⁾。

以上の各教育論に共通するのは、児童・生徒が主体的に課題を解決する過程で知識を獲得する学習、すなわち「探究的な学習」を教育の中で実施することの重要性の認識であろう。特に、理科教育は観察・実験を通して真理を追究していく学習過程を含むことから、「探究的な学習」を実施しやすい教科といえる。

ただし、「探究的な学習」を実施するためには、次の①～③に留意することが必要であると考えられる。

- ①小・中・高等学校の教育課程上のどの教科等のどの場面で実施するかを検討して実施すること
- ②指導に当たる教師の資質・能力を高めること
- ③児童・生徒の発達段階を的確に把握すること

4. 理科の授業における探究的な学習

現行学習指導要領における小学校理科では、「自然に親しみをもって、観察、実験などを行い、問題

解決の能力と自然の事物・現象についての実感を持った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」とされ、問題解決の能力を育成することはもとより、「科学的な見方や考え方を養う」ことが目標とされていた⁽¹¹⁾。

2017（平成 29）年に公示された小学校の学習指導要領・理科編では、小学校理科の目標を「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す」としている。問題を科学的に解決する力を育成することはもとより、「理科の見方・考え方を働かせて、観察、実験を行う」と記されている通り、「理科の見方・考え方」は、問題を解決する手段とされた。具体的には、次の①～③の三つの技能や態度を身に付けさせることとしている⁽¹²⁾。

- ①自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする
- ②観察、実験などを行い、問題解決の力を養う
- ③自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う

①について、児童が問題解決の過程において、解決したい問題に対して結論を導き出す際に重要になるのは、観察、実験の結果である。観察、実験などに関する技能を身に付けることは、自然の事物・現象についての理解や問題解決の力の育成に関わる重要な資質・能力の一つである。

②について、児童が自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心をもち、そこから問題を見だし、予想や仮説を基に観察、実験などを行い、結果を整理し、その結果を基に結論を導き出すといった問題解決の過程の中で、問題解決の力が育成される。

③について、主体的に問題解決しようとする態度とは、一連の問題解決の活動を、児童自らが行おうとすることによって表出された姿である。さらに、小学校の新学習指導要領における社会の目標として、「社会的な見方・考え方を働かせ、課題を追究したり解決したりする活動を通して（以下、略）」と記されており、問題を解決する力を育成することがここでも示されていることを注視しておきたい。

小・中学校の各学年で主に育てたい力が過去三回の学習指導要領改訂においてどのように変化していったのかをまとめると次のようになる（表 1）。

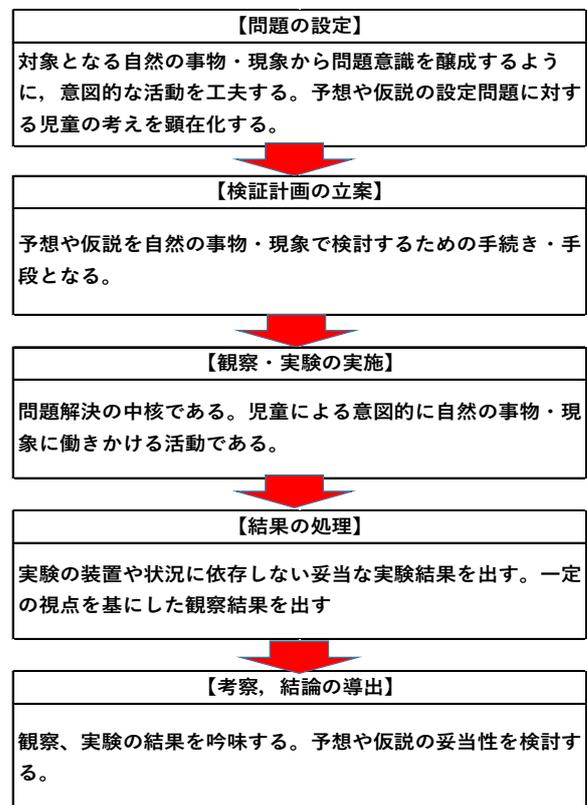
表 1 小・中学校の各学年で主に育てたい力

校種	学年	平成 10 年告示	平成 20 年告示	平成 29 年告示
小学校	3 学年	比較	比較	問題を見いだす力
	4 学年	関係付け	関係付け	根拠のある予想や仮説を発想する力
	5 学年	条件制御	条件制御	解決の方法を発想する力
	6 学年	多面的追究	推論	より妥当な考えをつくりだす力
中学校	1 学年	科学的な見方・考え方	分析・解釈	問題を見いだす力
	2 学年			分析・解釈
	3 学年			探究の課程を振り返る力

（角屋等，2016 を改変）⁽⁴⁾

今回の改訂（平成 29 年公示）を見ると、小学校では問題解決を、中学校では探究的な学習を行うに当たり必要な力をより具体的に提示しているのが特徴であることがわかる。

また、具体的な探究の過程について整理してみたい。先ず、理科における問題解決を目指す探究の過程を、高等学校を例に次のように、整理してみた



（図 1）。

図1 理科における探究の過程

(中教審答申の別添資料5-4, 2016を改変)⁽¹⁾

さらに、小・中・高等学校での、社会、地理歴史、公民における課題追究の過程を、次のように整理してみた(図2)。

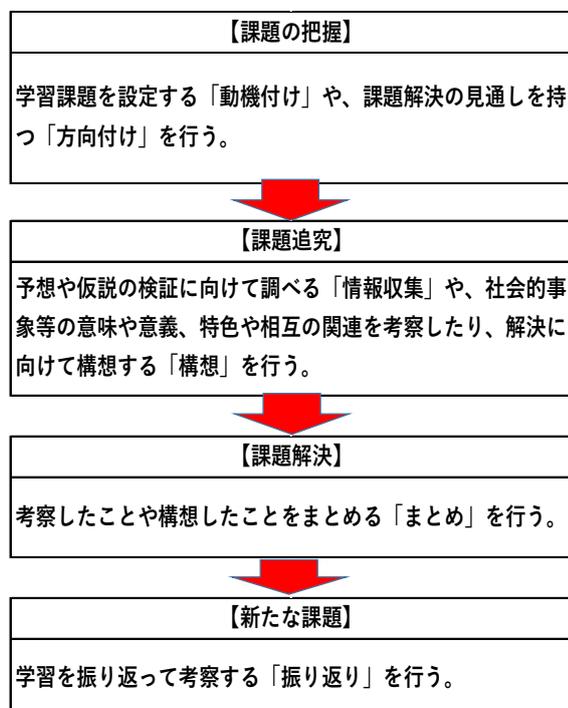


図2 社会における課題追究の課程

(中教審答申の別添資料3-6, 2016を改変)⁽¹⁾

5. まとめ

事物を多面的・多角的に吟味し見定めていく力や、問題を見だし解決に向けて思考するために必要な知識やスキルなどを児童・生徒に育成するためには、小・中・高等学校での発達段階に応じて探究する資質・能力を育成する観点で教育課程を見直すことが必要である。

その際に留意すべきこととしては、各学校及び児童・生徒の状況を踏まえ、すべての教育活動の中で、教師の共通認識の下、探究の過程の実施を重視することではないだろうか。

教科教育の中でも、とりわけ理科教育は、観察・実験を通して真理を追究していく学習過程を含むことから、「探究的な学習」を実施しやすい教科といえる。

例えば小学校理科においては、児童には、自然の事物・現象に対して、自ら積極的に関わるとともに、問題を見いだしたり、見通しをもって追究したりし

ていくことが求められている。その過程で、問題を見だし解決に向けて思考するために必要な、小学校段階の知識やスキルを児童に身に付けさせていくのである。

2016(平成28)年に公示された「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」の別添資料5-1では、小学校理科における探究の過程で、学年ごとに育成を目指す資質・能力を次のように整理している(表2)。

表2 小学校理科における探究の過程における学年ごとに育成を目指す資質・能力

学年	育成を目指す資質・能力
3年	自然事象の差異点や共通点に気づき問題を見いだす力
4年	見いだした問題について既習事項や生活経験をもとに根拠のある予想や仮説を発想する力
5年	予想や仮説などをもとに質的変化や量的変化、時間的変化に着目して解決の方法を発想する力
6年	自然事象の変化や働きについて、その要因や規則性、関係を多面的に分析し考察して、より妥当な考えをつくりだす力

小学校で段階的に育成したこのような資質・能力を、中学校、高等学校で更に伸ばさせていくことが求められている。

本稿では理科教育に着目して探究的な学習の在り方について述べてきたが、各学校では、異校種間の接続を図るとともに、教育課程の編成・実施に当たっては各教科等の特質を生かしつつ、教科等横断的な視点を踏まえ、探究的な学習をこれまで以上に重視することが大切である。

参考文献

- (1) 中央教育審議会：幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申), p. 35, 2016年12月21日, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm.
- (2) 中央教育審議会：幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の

改善及び必要な方策等について（答申），
pp. 116-117, 2016 年 12 月 21 日，
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm.

- (3) 文部科学省：小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説総則編，東洋館出版社，pp. 146-157, 2018.
- (4) 角屋重樹他：新しい学びを拓く理科授業の理論と実践－小学校編－，ミネルヴァ書房，pp. 4-9, pp. 12-17, p. 76, 2011.
- (5) 古谷庫造・山本修一：戦後の教科教育 50 年理科教育，創大教育研究第 5 号，pp. 75-80, 1996.
- (6) 松山友之：小学校理科における問題解決の過程に関する一考察，富山国際大学子ども育成学部紀要第 8 巻，pp. 116-117, 2017.
- (7) 柳久雄：プラグマティズムの理論と教育－デュエーイの探究理論を中心に－，プール学院短期大学研究紀要 I，p. 24, 1958.
- (8) 白敷哲久，小川哲男：「科学的探究」学習による科学的概念の構築を図るための理科授業デザイン，理科教育学研究 Vol. 54, No. 1, pp. 75-80, 2013.
- (9) 白敷哲久，小川哲男：科学的リテラシーを育成する探究的な学習のあり方，昭和女子大学学苑・初等教育学科紀要 No. 824, pp. 19-20, 2009.
- (10) ヴィゴツキー（土井・神谷訳）：「発達の最近接領域」の理論，三学出版，p. 179, 2003.
- (11) 文部科学省：小学校学習指導要領解説理科編，大日本図書，pp. 4-5, 2008.
- (12) 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，東洋館出版社，pp. 12-19, 2018.
- (13) National Research Council：The National Science Education Standards，National Academy Press, 1996.