

小学校理科「探究の過程」の導入段階における問いの 形成から仮説の発想へ導く指導方略についての研究

大 前 暁 政¹

1. 研究の背景と目的

1.1 探究的な学習が求められている理由

2017年に小学校学習指導要領の改訂が行われ、その改訂の方向性を示した2016年の中央教育審議会答申（概要）では、学習指導要領等の改善及び必要な方策等として、理科において「小・中・高等学校教育を通じて、知的好奇心や探究心をもって、自然に親しみ、見通しを持って観察・実験を行い、その結果を整理し考察するなどの探究的な学習の充実を図る。（p.20）」としている¹⁾。そのため、2017年の小学校学習指導要領解説理科編では、探究的な学習の充実をも視野に入れた文言が見られ、例えば指導計画作成上の配慮事項において、「（前略：著者）その際、理科の学習過程の特質を踏まえ、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の、問題を科学的に解決しようとする学習活動の充実を図ること。（p.94）」、また内容の取扱いについての配慮事項にも、「主体的な問題解決の活動の充実（p.101）」が挙げられている²⁾。

また、2017年の小学校学習指導要領では、理科において探究的な学習を取り入れることによって、問題解決の力を高めることが求められていると考えられ、2017年小学校学習指導要

領解説理科編では、特に育てるべき力として、「思考力、判断力、表現力等」は各学年で重点的に育てるように示されている。新しく設定された力に相当する箇所を一覧（p.26）から抜粋すると、小学校3年生で「差異点や共通点を基に、問題を見いだし、表現する」、4年生で「既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想し、表現する」、5年生で「予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現する」、6年生で「より妥当な考えをつくりだし、表現する」となっている。さらに、教科の目標の解説部分には、目標の最初の箇所「自然に親しみ」について、「児童が関心や意欲をもって対象と関わることにより、自ら問題を見いだし、それを追究していく活動を行うとともに、見いだした問題を追究し、解決していく中で、新たな問題を見いだし、繰り返し自然の事物・現象に関わっていくことを含意している。（pp.12-13）」と示されている。

このように小学校学習指導要領では、育てるべき「資質・能力」を意識しながら、探究的な学習の充実という「授業の質」も高めていかなければならないことが示されている。これは単に探究の過程をそのままぞって授業を展開すればよいというものではなく、あくまで子どもが主体となって問題を探究する中で、資質・能

¹ 京都文教大学教育福祉心理学科

力を育てていくことが求められていると考えることができる。

1.2 問題の所在

一般的に探究的な学習や、探究学習と言えば、理科教育の歴史において 1970 年頃の教育の現代化の流れの中で取り入れられてきた学習方法である。探究学習の定義は様々あるが、子ども自身が問題を見つけ、できるだけ自分の力で解決していくという意味では共通していると考えられる³⁾。また、小学校理科授業における「探究の過程」は、大きく「導入の問題発見の場面」と、「問題解決の場面」と、「考察・活用の場面」の 3 つの過程がある⁴⁾。この探究の過程を、学習者自らが主体的に行っていくことこそが、すなわち、探究的な学習になると考えられる。

そこで本論文においても、「探究の過程」の「探究」という言葉を、「学習者が主体となって、問題を設定し、実験方法を考え、解決していくこと」と定義する⁵⁾。つまり、「探究の過程を取り入れた授業」とは、学習者ができるだけ自分の力で自然現象を明らかにしていく授業といえることができる。

なお、探究の過程の導入段階を、先ほど、「導入の問題発見の場面」という一言で表現したが、細かくみれば、導入段階では、「問いの形成」と、問題解決へ導くための「仮説の発想」の 2 つの過程があるので、本研究では、探究の過程の導入段階を、「問いの形成 + 仮説の発想」の 2 つでとらえていくこととする。先に示したように、小学校理科学習指導要領では、問題の発見から探究の過程が始まると言えるが、問題の発見のためには、まずは学習者が「問い」をもたなくてはならないと考える。本論文における「問い」とは、自然現象に対し「どうしてだろう」、「なぜだろう」という思いがわき、自分で自分に問いかける性質の疑問であると定義する。問いは、

不確かで未解決の疑問であるが、その疑問を何らかの方向性で解決ができそうだという、ある程度の見通しがもてたときに、その疑問が「問題」にまで高まるのだと考えられる⁶⁾。そのため、「問いの形成」と、「仮説の発想」の 2 つが、導入における問題発見につながると考えられる。

探究の過程を授業の取り入れる中で、重要になるのが、子ども自身が問題を自分のものとしてとらえ、主体的に解決していくということである。つまり「問いの形成のための指導」と、その後の解決への見通しをもたせるための「仮説の発想のための指導」との 2 つの指導方略が大切になると考えられる。

探究的な学習を行うには、探究の過程を授業に取り入れることが必要であるが、探究の過程を取り入れた授業実践は、主に中学校や高等学校で行われているのが現状である。小学校段階では、理科の基礎的な知識と技能の習得に時間を割かれる上に、探究のスキルの習得が不十分なことも多く、探究の過程の導入には課題が残されている。

探究的な学習が重視される近年、小学校でも少しずつ探究の過程を取り入れた授業実践が行われてきている。例えば、今村ら (2016) は、児童の探究能力の育成を目指して、小学校 5 年生の「ものの溶け方」において、探究の過程とスキルを重視した授業を行い、成果があったことを報告しているが、一方で、児童が「探究過程で難しいと思う事項」として、「探究の過程の 7 つの項目の中で、児童が難しいと考えているのは「実験結果を見通す」、「問題意識を持つ」、「仮説を立てる」、「実験方法を考える」の 4 項目であった。(p.51)」としている⁷⁾。

先に小学校学習指導要領で示したように、小学校において問題発見の力は、理科が始まる小学校 3 年生で重点的に育てることになってお

り、仮説を発想する力は、小学校4年生で重点的に育てることになっている。つまり、この2つの力は、理科において探究する上で、最も基本的な力であると考えられるが、先行研究で示した通り、児童も難しく感じていることが多い。

また、探究的な授業にするには、探究の過程を単に取り入れるだけでは難しいと思われる。これは、探究学習が取り入れられ始めた1970年頃の教育の現代化時代の反省として挙げられていることである⁸⁾。

すなわち、探究の過程を理科の授業で取り入れるとともに、それぞれの探究の過程の中で、指導方略の工夫によって、学習者が主体的に学習を進めていくことができなくてはならないと考えている。

探究の過程の中では、特に導入にあたる「問いの形成から仮説の発想へ導く」指導方略に工夫が求められると考えられるが、学習者の主体的な探究を実現するための探究の過程を取り入れた授業が少ないので、問いの形成から仮説の発想へ導く指導方略の工夫を分析し明らかにした研究は少ないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究では、小学校の理科授業で探究の過程を取り入れる際、探究の過程の導入段階である『「問いの形成」から「仮説の発想」へ導く過程』において、どのような指導方略を取り入れれば、学習者が主体的に探究することを促せるのかを明らかにしていく。なお、本論文では、より幅広い指導の計画や工夫という意味と、意図的・計画的な戦略という意味で、指導方略という言葉を使うこととする。

3. 調査方法

学習者が主体的に探究している小学校段階での理科授業を中心に先行研究を調査していく。ただし、探究の過程を取り入れた理科授業は小学校段階では少ないため、主体的な問題解決を目指す理科授業など、探究の過程に近い授業展開で実践や研究を行っているものも含め、やや幅広く先行実践を調査していくこととする。

先行実践を分析するための主な視点として、探究の過程の導入段階において、つまり、問いの形成から仮説の発想へ導く過程における、これまであまり明らかになっていなかった指導の課題点をまとめると、次のようになる。

1 主体的な探究を促すために、学習者に「問いを形成させる」ための指導方略

2 問題解決への見通しをもたせ、主体的な探究に導くための「仮説を発想させる」ための指導方略

上の2つの課題点は、問題の所在で述べた通りであり、本研究では、上の2つを中心に調べていくこととする。先行研究も、できるだけ上の2つの課題点に関するものを選んでいくようにする。

なお、小学校段階では、単元のどこかに学習者の探究活動を取り入れたとしても、基礎基本となる知識や技能をどこかで習得させていく必要がある。そのため、探究の指導の工夫を中心に調べてはいくものの、習得の指導がどのように探究の活動に関係しているのかも、視点としてもしながら先行研究を調べていくこととする。

なお、1については、導入で教師が発問したり、何らかの現象を提示したり、といったような工夫が考えられるため、特にそれに関係した先行研究を調べていく。2は、問いの形成から、どのように仮説の発想に導けばよいのかの指導

方略を中心に調べていくこととする。

4. 先行実践の調査

4.1 導入段階における「問いの形成」に関する指導方略

探究の過程における導入の指導では、学習者に主体的な探究を促すために、問いを形成させることが重要になる。問いを形成させる方法として、教師の発問を行う例が一般的に見られる。

また、理科においては、最初に自然体験を用意し、自由試行などの活動を取り入れ、自由に実験をさせることによって、その学習内容に関する体験を蓄積させた上で、興味や関心を引き出し、問いの形成を促すという工夫もある⁹⁾。

しかしながら、学習内容に沿う問いを形成させるという教師の意図が強すぎるゆえに、誘導的な発問になると主体性を引き出すことは難しくなると考えられる。

また、自由試行のような自然体験を用意し、自由に実験させるとしても、主体性を引き出すには、自然体験自体に目的をもたせたり、何らかの疑問をもたせたりする必要があると考えられ、無目的に自由に実験させるだけで、体験の中から解決したいと願う問いを形成することは難しいと考えられる。

では、探究の過程の導入段階において、主体的な探究を促す問いを生じさせるために、どのような発問や活動を取り入れればよいのだろうか。

丸山（2015）は、小学校段階の理科授業のあり方を改善し、子どもが主体的に自然を探究できるかを研究し、特に問題を見いだす場として、学びは「比較」から開始されることを指摘しながら、学習経験をも含んだ先行経験と未知の事象とのズレを生じさせ、半分わかるが半分はわからない状態にすべきだとし、「問題意識を醸

成し問題を見いださせるには、児童に「既有的知識や経験が生かせるように事象の比較・検討ができる場」を設定することが求められる。そのためには、「比較の操作から矛盾を意識させる投げかけ」が重要になる。（P.176）」としている¹⁰⁾。

また、吉良ら（2017）は、自ら探究していく理科の指導として、「①導入の段階で、児童の考えのズレを生じさせるために、比較を取り入れた事象提示を行う。（p.285）」とし、小学校5年生「ものの溶け方」で実践を行っている¹¹⁾。具体的に、1単位時間の授業の展開として、授業の最初に「・児童の考えにズレを生じさせるために、既習と未習の比較を取り入れた事象提示を取り入れる。（P.286）」とし、ペットボトル中の水 1.5 l の水に食塩が底にたまっている様子を提示して、「どこの方が味が濃いかと考えますか。（p.288）」と発問している。このように、溶液の均質さを教えるという、教科書の基礎基本に相当する知識を教える際に、これまでの知識や技能を生かしつつも、未習とのズレから導入し、探究させるという授業展開をとっていると考えられる。なお、吉良ら（2017）の実践では、単元展開として、まずは溶けるに関する知識や技能を習得させた後で、探究の授業を行い、再び溶けるに関する知識や技能を習得させた上で探究の授業を行うという工夫を取り入れている。

細谷（2001）は、何らかの実現を促したり、実際の工作はしなくても頭の中で条件を操作して目的とする状態を論理的に考えることを促したりする発問を、「工作的発問」と呼び、それを取り入れることで授業に熱中させられるとした¹²⁾。発問例としては、「うんと強い電磁石を作ろう（p.172）」や、「できるだけ遠くにアカリをつけよう（p.172）」などが挙げられている。

その後、この工作的発問を取り入れた授業も

行われており、例えば山崎ら（2012）は、小学校6年生「てこの規則性」の授業において、第1時の最初に「お米とペットボトルをつり合わせるためには、どうすればいいかな？（p.225）」という工作的発問を取り入れている¹³⁾。その結果、活発な探究活動がなされ、さらに「・実験方法を指示しなくても、目的をもった実験が成立すること（p.230）」が確認されたとしている。

何らかの自然現象と発問をセットにすることで、問いを形成する工夫を取り入れた先行研究もある。

例えば、理科における発問のあり方を研究した須藤（1987）は、発問づくりとのポイントとして、「①意表をつく、②あいまいさをつく、③易から難へと構成する（p.64-65）」の3つを挙げながら、現象提示と発問をセットにして意表をつくことが効果を発揮することを述べており、また、自然現象に対しての知識が少ない場合は、「こういう時は、遊びや試行活動、観察調査などを取り入れる。とにかく情報を与えること、共通体験化を図ることが是非とも必要である。（p.63）」としている¹⁴⁾。

また、学ぶ領域の性質によって導入段階の指導方略を変える工夫を取り入れている実践もある。例えば、熊本大学教育学部附属小学校の研究（紀要第67集、2019）では、「粘り強くともに学ぶ子どもの育成」をテーマとしており、子ども主体となって探究していく理科学習の実践と研究を行っている¹⁵⁾。この紀要の中で松山ら（2019）は、理科においては、領域によって問題設定の過程に違いがあることが明らかになったとし、導入の問題設定でそれぞれの領域ごとに導入の工夫を取り入れたとしている。具体的に松山ら（2019）は、「粒子」「エネルギー」領域においては、単元を貫く問題意識をもてるような教材開発を行う。単元導入では、子ども

たちが事象と自分の捉えにずれを感じたり、他者の考えとの違いが見えたりするような「壁」に出合う場を設定する。（p.51）」、また、「「生命」「地球」領域においては、じっくりと観察を行う中で生まれた疑問をもとに問題を設定し、解決を図っていくようにする。複数の要素が重なり合うこれらの領域においては、1つの問題解決を行う中で新たな疑問が生まれることが多い。（P.51）」と述べている。つまり、領域ごとに問題設定のやり方を工夫するということであるが、子ども自身が問題を発見して、解決方法を探し、追究していくという授業には変わりはないことがわかる。また、領域ごとに問題設定の過程に違いがあることで、問いを形成するための指導方略もやや変わることが予想される。具体的には、粒子・エネルギーの領域では、「壁」に出合わせることであり、生命・地球領域では、1つの疑問から次の疑問が生まれるようにすることを意味している。さらに、教材の工夫として、粒子・エネルギー領域では、単元を貫く問題設定が望ましいとしている。

一方、問いの形成のためには、問いを形成するための学習方法自体を学習者に教えることが必要だとする研究もある。つまり、学習者に「学び方」という「方法知」をも習得させる場面を用意しなくてはならないとする研究もある。

例えば、坂本ら（2016）は、科学的な問いには、観察や実験を通して実証可能な問いと、何らかの原理・法則を吟味することによってつくられる問いの大きく2種類があるとし、特に後者の問いを生成するのは学習者にとって困難であるとし、小学校6年生理科「燃焼の仕組み」において、どうすれば原理・法則を吟味することによってつくられる問いの質が向上するのかを研究している¹⁶⁾。例えば、燃焼の条件として、燃える物があること、十分な酸素があること、十分な温度があることの燃焼の3要素に関する

原理・法則を確実に理解できていて、未知の現象にも適応することができるほどのメタ理解まで達していれば、水を入れた紙コップをバーナーの火であぶっても燃えないという一見不可解な現象に対しても、原理・法則を当てはめながら問いを生み出せ、探究ができるはずだとして、燃焼の3要素をきちんと教示した後で、不可解な現象を示した探究活動を行った結果、科学的な問いの質が高まったとしている。さらに、「(1) 科学的原理・法則に基づく問いの特徴を理解させること (p.110)」と、「(2) 科学的原理・法則に基づく問いを生成する経験を全ての学習者に保証すること (p.110)」という問いの形成に教師が介入するという工夫2点を、先の理科授業に付加した結果、先の探究活動の工夫だけよりも、より科学的な原理・法則に基づく問いの生成の質が向上したとしている。

科学的な問いを形成する重要性は、外国でも同じである。例えば、内ノ倉・廣 (2017) は、アメリカの科学スタンダードと考えられる *Next Generation Science Standards* (NGSS) (NGSS Lead States, 2013) を検証し、NGSS においては、科学的な問いとして、主に小学校後期段階 (3-5 学年) で、「設定する問いの種類」として「・もしある変数が変化すれば、何が起こるのかについての問いを立てる。(p.43)」があり、「設定する問いの条件」としては、「・科学的な (検証可能) 問いと非科学的な (検証不可能) 問いを特定する。・調査できる問いを立て、因果関係のようなパターンに基づいて、理にかなった結果を予測する。(p.43)」を挙げている¹⁷⁾。つまり、問いを設定する際に、問いの設定をすること自体に関わる、手続き的知識や、メタ科学的知識の習得が図られるようになっていることが示されているのである。なお、中学校や高等学校では、議論の前提や結果の解釈への疑義を話し合い、それをもとに問いの形成を促すと

いう「議論に係わる問い (p.43)」も挙げられていることに注意したい。ここで注目されるべき点は、問いが科学的なものになっているかどうかを、メタ認知するような、振り返るような手続きを教えているという点である。また、因果関係と変数に着目させている点も注目される。

なお、発展的な課題を単元の最後にもってきて探究を促す工夫を取り入れた実践もあるのでいくつか先行研究を取り上げる。つまり、教科書レベルの基礎的な知識や技能をまず教えた上で、単元の最後で、発展的な課題を授業に取り入れる実践例である。

真山・中西 (2007) は、小学校理科に新しい形で遺伝子に関わる内容を取り入れる実践を行っており、例えば、メダカの受精において取り入れる際に、精子の役割について問いかけても遺伝情報に関する答えが出てこないの、ここで教師の指導の工夫が必要になると紹介されており、教科書レベルの知識を習得させた上で、できるだけ学習者主体の授業にするため、発問を工夫すべきだと述べられている¹⁸⁾。具体的には、「つまり、「親と精子 (卵子) は形が違うのに、なぜ子孫では親と同じような特徴をもつのだろうか」という発問と、「精子 (卵子) の中には何があるのだろうか」といふ2つの発問を組み合わせることで、この過程で情報の受け渡しがあること、また、精子 (卵子) の中には情報が入っていることを気付かせるのである。(p.45)」としている。さらに、真山・中西 (2007) は、上の発問に対して考えることができやすくするために、発問前に、親と精子 (卵子)、子孫の特徴を、絵や文字などで示しておくことも有効だろうと述べている。

降旗ら (1976) は、探究的な理科授業の諸条件を解明する実践研究を行い、小学校5年生「水溶液の性質」の授業において、第1次に「食塩

水と酢の見わけ方」を扱い、味やにおい、加熱によって分類できることを習得させた後で、第2次では、五感や加熱の方法では見わけられない4つの液を扱い、同じ液体を選ぶという課題を取り上げ、リトマス紙の変化や電流の通り方で分類する方法を習得させ、最後に第3次で6つの液の性質の仲間わけを行うという応用課題を取り上げ、探究させている¹⁹⁾。第1次から第3次まで、最初は習得が主となるとはいえ、未知の水溶液を探究的に調べるといった活動が随所に取り入れられており、そのことによって、探究的な態度が養われたことが報告されている。

4.2 導入段階における「仮説の発想」に関する指導方略

何らかの課題や質問を提示し、その後、予想や仮説を発想させてから、検証していく実践として代表的なものに仮説実験授業がある。

この授業では、教師が課題や質問を提示し、それに対して予想や仮説を考えさせながら、討論や話し合いを取り入れ、その上で実験で検証させるのが主な展開となっている。

この実践を行う上でのやや難しい点は、予想や仮説を考えるためには、その前に経験や知識の蓄積が必要という点である。知識や経験のない、もしくは少ない、自然現象に対して、何らかの予想や仮説を立てることは難しいと考えられるからである。

仮説実験授業では、教師が課題や質問を提示し、学習者に仮説を考えさせ、主に教師実験によって仮説の検証を促すことで、知識を系統的に学ぶことができ、さらに次の課題や質問に対して仮説を考案しやすくなるというところに利点や新しさがあつたと考えられる²⁰⁾。一方で、単元最初の仮説立案の段階では、どうしてもこれまでの学習内容や生活経験に頼った仮説の発

想になり、直感や当て推量になる面も否めないと考えられる。

仮説の発想では、単に「仮説を考えなさい」と教師が指示を出すだけでなく、何らかの意図的な指導方略が必要になると考えられる。では、主体的な探究に導く仮説の発想には、どのような指導方略があるのだろうか。主に主体的な探究を進めている研究や実践から指導方略を探っていくこととする。

例えば、埴岡ら(2016)は、「[「仮説を立てて検証する。」探究学習をめざし、小学校理科の学習において、「予想」の段階を「仮説」に高めることで探究学習が進むと考え、「仮説の過程」に着目した授業を行った。(p.57)」とし、予想を仮説に高めるための指導の工夫として、予想の根拠まで考えてから検証するという学習をルーブリックを活用して行うことと、また、根拠となる事実をICTを活用して利用することの2つを取り入れている²¹⁾。具体的に、ルーブリックは、例えば「再考する」、「批判的に判断する」などの考え方を児童と共有することで、仮説の質を上げることを意味している。この実践では、根拠となる事実をもとに仮説を立てられる姿が報告されているが、一方で、関係する学習への経験不足があると、仮説を立てることに困難を感じることも報告されている。

山本(2011)は、小学生の児童の中には、仮説同士が矛盾していても、複数の仮説を同時に信じる傾向があるとしながら、複数の仮説を支持することを推奨しながらも、仮説を実証や反証して、やがて仮説を淘汰するための話し合い活動を取り入れる工夫を、小学校4年生「よくとぶ空気でっぽうのなぞにせまる」の授業に取り入れている。そして、複数の仮説をもっていることで、1つの仮説を破棄したとしても、残った仮説への信用度が高まるので、仮説の破棄がネガティブではなく、前向きなものになること

を指摘している²²⁾。

細谷 (2001) は、教科学習の心理学として、発問の研究を行っており様々な発問例を提案している²³⁾。中村 (1983) は、細谷の発問の型分けを調査した上で、細谷の発問の型分けを発展させ、理科授業における発問の型分けを次のように提案している²⁴⁾。

- 1 When, Where, Who, What 型の発問
 - 2 Why 型発問
 - 3 How 型の発問
 - 4 Yes-No 型の発問
- (中村 (1983) より著者が整理して抜粋した。)

これらの発問の機能としては、1 は、事実を問う機能があり、2 は、原因や理由を問う機能があり、3 は、「○○するにはどうしたらよいか」を問う機能があり、4 は、何らかの仮説や原案を含み、「○○は○○だろうか？」と問う機能がある。特に 2 については、原因や理由を問う機能の他にも、考えの根拠を問うことや、疑問を出させるような機能も含まれるとされている。つまり、教師の意図によって発問は変わるわけだが、注目されるのは、4 のように、仮説や原案を含んだ形で教師が発問することで、学習者の視点の焦点化が図られているのではないかと考えられることである。

似た研究として、発問は、学習者の回答がある程度可能なものでなければならず、さらに、教師が教えたい内容に焦点化する必要があるとされる研究もある。例えば、福岡・村上 (2010) は、小学校「水溶液の性質」の単元において、二酸化炭素が水に溶ける実験を取り上げ、「プラスチック容器がなぜへこんだのか? (p.51)」という発問は、学習者の思考の足場がない発問であり、思考の足場まで考えた発問として、水を沸騰させることで溶けた気体を追い出した後、冷ました水をプラスチック容器に入れ、水

上置換法で二酸化炭素を泡 1 つ分入れることで、泡が小さくなったことを示した上で、「二酸化炭素の泡はなぜ消えたのか? (小さくなったのか?)」と発問した方がより二酸化炭素に着目して考えることができるとしている。このことは、もたせたい問いや予想、仮説の焦点化が大切なことと、教材開発と、発問づくりはセットで考える必要があることも、示していると言える²⁵⁾。

問いを考え、そしてさらに仮説を考える際、論理的な思考の方法として、帰納と演繹が考えられる。そこで帰納と演繹を小学校段階でどう考えていけばよいのか、先行研究を調べていく。

小学校で理科を学習が始まる 3 年生では、特に帰納的な考え方を育てる指導を行うのが一般的である。例えば、今村・大池 (2017) は、「科学的思考の中核をなす論理的思考には帰納と演繹があり、小学校第 3 学年の理科導入期では、まず帰納的な思考の育成が重要である。(p.29)」とし、小学校 3 年生の「光の性質」において、仮説の検証をさせたり、法則を発見させたりといった、帰納的な思考を促し、学習者が主体的に観察や実験を行う授業を計画・調査し、このような授業が、小学校 3 年生段階での帰納的な思考を中心とした科学的な思考力の向上になるという有益性を報告している²⁶⁾。

一方、白敷・小川 (2013) は、科学的探究を取り入れた理科授業として、自由試行を取り入れた「自由な探索」のステージから、何らかのきまりを用いて解決しなくてはならない発問を行い、科学的概念を子どもが活用して課題を解決していく「体験的な学び」のステージに移り、新たな課題や科学読み物を取り入れた「科学的概念との結びつけ」というステージに至るといって展開を、小学校 3 年生「じ石」の単元において実践している²⁷⁾。注目されるのは、最初の自由な探索において、ある程度、磁石の性質と

生活的概念との関係づけて知識や体験を蓄積させた後で、何らかのきまりを用いて課題を解決することを促すための発問を教師が行っていることであり、具体的には、「ホワイトボードの中には何が入っているか。(p.43)」と発問し、きまり、つまり何らかの「仮説」に近いものを意識させながら、それを確かめさせるという指導の工夫が取り入れられていることである。きまりを活用させる活動は、演繹的な授業とも言えるもので、体験からきまりを得るという帰納的に知識を得る段階と、得たきまりを演繹的に確かめてみる段階と、どちらも含まれているものと考えられる。

先に先行実践として挙げた吉良ら(2017)は、導入でのズレから探究させる授業を展開しているが、その後、仮説の立案にも指導の工夫が必要なことを述べている²⁸⁾。具体的には、「②観察実験計画立案の段階で、目的をもった活動へ向かわせるようにするために、仮説の立案や結果のまとめ方を考えさせる場を設定する。(p.285)」とし、仮説をもたせるための手立てとして、「①実験の方法を考えさせる。(学級全体) ②実験の方法で確かめられることを考えさせる。(学級全体) ③実験結果の予想を立てさせる。(個人) ④結果のまとめ方を考えさせる。(学級全体) (p.289)」を挙げている。

木村(2016)は、小学校における探究活動の充実を目指した理科授業研究において、特に仮説の設定に着目して小学校3年生「物と重さ」の単元で実践を行い、課題を提示しただけで、情報の蓄積を行わない状態で仮説を設定しても、仮説づくりは困難であり、思考の土台となる実物へ触れさせる体験と、課題に関する事象に関わる意見や情報を集め、整理し、学習者に示す必要があることを明らかにしている²⁹⁾。すなわち、仮説づくりのためには、知識や経験と事象とを関係付けたり、事象の因果関係を明

確にして、何らかの知識や経験と結びつけて根拠を明確にしたりといった指導が必要なことを意味していると考えられる。

安部ら(2018)は、特定の仮説フレームの仮説に固着してしまうと、他の仮説フレームの仮説を形成することが困難になるとして、幅広い仮説形成を促す指導の工夫として、何らかの実験素材を提示し実験方法を考えさせることが、様々な仮説フレームへの気づきが促されるとして、小学校6年生「ものの燃え方と空気」の単元において実践をしている³⁰⁾。具体的には、単元の学習の後に、燃烧に関する問題解決の授業を行っており、逆さにした集気瓶を2個の積み木の上に置き、ろうそくの火を入れた状態にしておき、「どうすれば集気瓶をどけることなく、中のろうそくをもっと長く燃やせるか。(p.213)」と問いかけ、1回目の仮説をつくらせた後で、うちわ、ストロー、風船などの実験素材を提示し、どうすれば火はもっと長く燃えるかの実験方法を再度考えさせるという指導の工夫を取り入れることで、「以上の結果から、学習者が仮説を形成する場面において実験素材を提示し、実験方法を検討させる支援を含んだ指導方略が、形成される仮説の数の増加に有効であることが明らかになり、それは新たな仮説フレームへの気づきを促したことによるものではないかという示唆が得られた。(p.218)」としている。

5 考察

5.1 導入段階における「問いの形成」に関する指導方略についての考察

先行研究の調査をもとにして、理科の探究の過程の導入段階において、問いの形成に関してどのような指導方略を取り入れればよいのかを考えていく。

大切な指導方略は、主に 3 つあると考えられる。

- 1 自然体験と知識の蓄積
- 2 既習と未習とのズレに気付かせる事象提示
- 3 教師の発問

この 3 つの指導方略の目的と関係、そして、指導の順序が問題となるが、今回の研究では、その内容をも明らかにすることができたと考えられる。

1 の指導方略は、問いを形成するためにも、また仮説を発想するためにも必要なものである。目的としては、ある現象に対しての認識を向上させることと、認識を向上させた後に、学習者同士の「認識の相違」があるかどうかを確かめることの 2 つがある。この時点で、教師が学習者に形成したいと願っている問いが形成されていれば、そのまま探究課題として探究させることが可能であると考えられる。

2 は、1 によって「わかっていた」という状態にあった学習者から、「わからない」とか「おかしい」といったズレを生じさせる目的がある。そのため教師は、子どもに「本当はわかっていた」という事象を提示する必要がある。この時点で教師が教えたい内容に関する問いが形成されれば、そのままそれを探究課題として設定し、探究に移ることができると考えられる。

3 に関しては、単に「疑問をもたせる」という目的や機能だけでなく、様々な目的・機能があることが明らかになった。その中で、特に重要なのは、「大切な内容に焦点化する」発問の目的と機能である。

問いが拡散しやすい小学校段階では特に、素朴な疑問が次々と出てくる可能性があるため、焦点化を図る発問は、効果を発揮すると思われる。すなわち、1 と 2 の指導方略を取り入れ

ても、教師が教えたいと願っている良質な問いが学習者から形成されなかった場合、もしくは、問いが拡散しすぎた場合に、問いの焦点化が図られなかったとしたら、3 の教師による発問を取り入れていけばよいのだと考えられる。なお、発問の機能は多くのものがあることが明らかになったので、指導方略にどう取り入れるかは、後に行う指導方略の全体像の考察で、さらに詳述することとする。

また、先に示した 3 つの指導方略とはややカテゴリーが異なる指導方略として、問いを形成するための方法知も教えることが必要になると考えられる。坂本ら（2016）の研究では、探究的な学習活動だけよりも、問いの形成に直接的に教師が関わり、どのような問いが科学的な問いなのかを教えることが有効であることを示しており、小学校、特に理科が始まる初期段階では、学習者の問いの形成自体に、教師が支援を行い、より科学的な問いはどのような問いなのかを直接的に指導することが有効であると考えられる。

5.2 導入段階における問題解決に導くための「仮説の発想」に関する指導方略についての考察

探究の過程の導入段階においてまず大切になるのが、一体何が問題なのかをはっきりさせることであると考えられる。学習者の形成した「問い」に関して、何らかの事象を解き明かすために価値のあるものであることを共有し、学習者自らが解決可能なもの、検証可能なものにまで高めていく必要があると言える。その意味で、問いの形成だけではなく、単なる問いから少し進んで、「○○なのは どうしてだろう。それはきっと○○だからだろう」といった仮説を発想させることが必要なのであるが、仮説をどのように発想させればよいのかの指導方略を指導

の順に大きく見れば、次の3つになると考えられる。

- 1 考えの共有場面をつくる
- 2 確からしいことを探す場面をつくる
- 3 確かめられそうかを検討させる

ただし、それぞれの指導方略には、細かな指導方略が内包されていることに注意したい。まず、問いから仮説にまで考えを進めるためには、学習者同士の話し合いを取り入れることは有効であると考えられる。つまり、先に述べた問いを形成するための指導方略の1から3を行った上で、一人一人が考えた「気付いたこと、疑問」などを共有する時間をとるのである。その結果、「どうやら確からしい」と思える「仮説」が見えてくるのだと考えられる。

さらに、学習者自身が問題解決をすることで、自然現象のきまりを解き明かすことになる仮説を設定するには、仮説が検証可能なものになっているかや、この仮説を検証することで一体何がどこまでわかるのかを検討させるなど、仮説の発想の方法自体を習得させていく必要があるだろう。

そして、仮説が考えにくい場合や、単一の仮説に固執するような状況では、実験のための教材を限定するのではなく、様々な教材を示すことで、別の仮説にまで考えがいくよう導くことも必要であろう。

また、発問の機能にも注目したい。発問は、ある程度知識と経験が蓄積されている状況で、問いを明らかにする焦点化にも使うことができたが、それが仮説の発想にも機能を発揮することが考えられる

上記のことを、授業を例に考えてみる。例えば、「冬の間、どうやって動物は寒さを乗り越えているのですか。」という発問があったとする。このとき、何の経験も知識も蓄積を図らず

に発問するだけだと、あまり予想や仮説は出てこない。仮説が出てきたとしても、単なる当て推量になっているケースも考えられる。しかし、冬は気温が何度まで下がる、冬に動物はほとんど見られない、夏や秋にいた場所に動物はいなくなっている、動物は冬になると活動がにぶる、食べ物もなくなる、冬になると冬眠する動物もいる、といったような知識や経験が蓄積されていれば、話は別である。様々な予想が出てくるし、中には仮説にまで高まったものも出てくるだろう。もし仮説が出てこないとしても、発問によって、仮説の発想を促せばよいのである。例えば、「動物の種類によって、冬の過ごし方は違うのですか。」「違うとしたら、どんな違いがあるのですか。」のように発問を続けていけばよいのだと考えられる。

仮説を発想できることは、そのまま問題解決の方法を考えることにもなり、問題解決への見通しをもたせることができると考えられる。例えば、2017年の小学校学習指導要領に示された4年生の新しい単元において、水のしみ込み方の違いを学ぶ内容がある。雨の日のグラウンドの様子を見れば、場所によって水のしみ込み方に違いがあることは生活経験上気付くことができる。そのため、生活経験の蓄積があれば、土の性質によって、水のしみ込み方にどのような違いがあるのか予想や仮説が立てられると考えられる。

つまり、砂のようなざらざらしたものはしみ込みやすく、泥のようなねばねばしたようなものはしみ込みにくいのではないかと、いった予想があり、「土の粒の大きさによって水のしみ込み方に違いがあるのではないかと」という仮説が考えられると想定できる。もし生活経験が足りないなら、体験の蓄積を経た上で、場所によって水たまりの量が違うというズレを提示し、さらに発問によって問いを形成させた後で、仮説

を考えさせるとよいだろう。問いを仮説にまで高めることができないなら、例えば「雨が降った後、校庭には水はけがよいところと悪いところがあります。水はけがよいところと悪いところでは、土の何が違うのですか。」と仮説の発想を促す発問すればよいだろう。仮説が立てられるなら、砂や泥、大きな粒の土などでしみ込み方の違いを調べるという実験方法も容易に考えられると想定できる。

5.3 探究の過程における「単元展開」と「指導方略」に関する総合的考察

最後に、探究の過程における単元展開の問題を取りあげ、指導方略と合わせて総合的な考察を行う。

先行研究を調査して明らかになったのは、単元の最初から探究の過程を取り入れ、学習者が探究を進めていく実践もあれば、単元の最後に発展課題を取り入れて探究を進めていく場合もあり、習得と探究とを繰り返すような実践もあるということである。注目されるのは、吉良ら(2017)の実践で見られたように、基礎基本となる知識や技能の習得をさせた上で探究させ、再び知識や技能の習得をさせた上で別の問題で探究させるという、習得と探究の繰り返しの実践が見られたことである。似た展開として、降旗ら(1976)のように、水溶液を見わけるという柱となる問題を用意し、基礎基本を習得させながらも探究をさせていくという単元展開が見られた。

小学校段階では、基礎基本となる教科書レベルの知識や技能は、教師主導で単元の最初に教えることが多い。しかしながら、探究の過程を取り入れ、学習者が主体となって探究しながらも、その中で必要に応じて基礎基本となる知識や技能は教師が教えていくという授業展開も可能なことを示していると考えられる。また、探

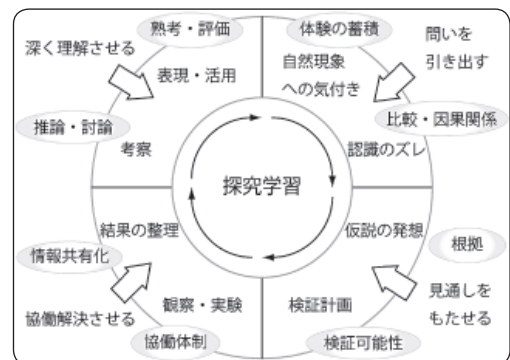
究の過程を単元の最初から取り入れ、探究をさせながらも、問いの形成や仮説の発想に必要な知識や技能、そして問題解決に必要な知識や技能の習得を随時取り入れていくことも可能であろう。

先に述べた4年生の新しい単元に見られる「水のしみ込み方の違い」のように、ある程度その単元に関わる知識や経験が蓄積されている場合には、特に基礎基本となる知識や技能の習得を意識することなく、探究の過程を単元の最初から取り入れることができると考えられる。

反対に、単元に関する知識や経験の蓄積が少ない場合は、単元の最初から探究の過程を取り入れ、無理なく探究をさせようと思えば、必要となる基礎的な知識や技能の習得を適宜図っていく必要がある。

今回の研究で明らかになったこととして、知識や経験の少ない単元において、単元の最初に習得がくる場合でも、「学習者が主体となって問題を設定し、実験方法を考え、解決していくこと」の中で知識や技能の習得ができればよいので、教師の指導の工夫次第では、単元の最初から探究の過程を取り入れることは可能であるということである。

このことを、「習得」、「活用」、「探究」のそれぞれ異なった学習活動で考えていく。まず「活



※知識・技能の習得と活用の場面は、必要に応じて探究のサイクルに取り入れる。

図1 小学校段階における探究のサイクル

用」であるが、知識や技能の活用場面は、様々な授業展開の中で、適宜取り入れられていると考えることができる。単元の最初に知識や自然体験を蓄積した後で、その知識や技能を活用しながら、次の問いを解決していくのが普通だからである。また、単元の終末において発展的な課題を解決する際にも、それまでに得た知識や技能を活用する必要があるからである。

次に習得であるが、これも活用と同じく、様々な授業展開の中で、適宜取り入れることができると考えられる。小学校段階においては、単元の最初から探究の過程を取り入れる場合、探究に必要な知識や技能はその都度習得させていく必要があるからである。小学校段階で無理なく探究させようと思えば、多くの場合、探究をさせながらも、必要なら習得の場面を取り入れていくのがよいであろう。つまり、教科書レベルの基礎基本であっても、学習者にとっては未習の内容を含むことから、未習の内容について問いを形成させ、その上で、未習の内容を探究させつつも、必要に応じて随所に、基礎基本となる知識や技能の習得を図っていき、単元の最後には学んだ知識や技能を大いに活用するための探究を行えばよいのだと考えられる。その単元に関わる知識や経験の有無に関わらず、無理なく小学校段階において探究の過程を取り入れた単元展開を考えるとすれば、図1のようになると言える。1つの問いが解決しても、その結果新しい問いが形成される場合もあるので、探究のサイクルは繰り返されるように表現してある。

なお、基礎基本となる知識や技能の習得内容としては、単に教科書レベルの知識や実験技能だけを意味しているのではなく、探究を進めていくための、「問題の設定の仕方」や「仮説の考え方」、「検証方法の考え方」、「考察の仕方」などの探究的な能力に関する内容も含まれるこ

とに注意したい。

次に、図1に示した授業展開に沿って、具体的に、探究の過程を進めていくために、どのような「指導方略」を踏まえばよいかを考察していく。

まず、自然体験や知識の蓄積がなければ、問いを形成して問題を設定することも、仮説を発想することも難しいと考えられる。そこで、体験や知識の蓄積を図るための自然体験を用意しないといけませんが、あまりに自由に実験・観察をさせると、問いが拡散してしまう恐れがある。また、自由に試行させるというだけでは、その自然体験そのものに興味・関心を寄せることは難しい。

先に見てきたように、教師の発問の機能は例えば「子どもの考えを確認して共有させ、考えの相違に気付かせること」の他にも、「達成するためには思考や試行を必要とし、達成感のある課題を与えて挑戦の気持ちを高めること」、「すでに知っている知識と知らない知識とのズレを生じさせること」や、「検証可能な仮説に導くもの」のように、様々な機能があったことから、教師の発問は探究の過程の随所に使用していくことがよいと考えられる。

そのため、教師の発問は、自然体験の前には、主に自然体験に興味をもたせるために行い、自然体験の後には、知っている知識と知らない知識のズレを生じさせ、問いを焦点化するために行い、問いを形成した後には、検証可能な仮説の発想に導くために行うというのがよいであろう。

このことを踏まえ、単元の最初から探究の過程を取り入れ、学習者に探究させる場合、2017年小学校学習指導要領に示されている小学校5年生の「流れる水の働きと土地の変化」の単元を例に具体的な指導過程を考えてみる。

①自然体験に興味付けるための発問を行う。

「川の流れてどこが速いのだろうね。」

「川の深さはどこでも同じなのかな。」

「川の広さはずっと一緒かな。」

(様々な川の写真を見せる。特に蛇行した川の写真を使いながら発問する。)

②自然体験と知識を蓄積させる。

「運動場の盛り土を使って、自由に川をつくってみよう。」

「写真で見たような S 字の川をつくることのできるかな。」(決壊してなかなかつくることができない。既習と未習とのズレに気付かせる。)

「どんな形の川がつかれるかな。」

③気付いたことや疑問を書かせ、共有させる。

「似たような気付きは集めて、何らかのきまりになるか考えてごらん。」

「考えの違いはあったかな。」

④問いに関する自分なりの答え(仮説)を書かせる。

「どうしてその答えになったか、理由(根拠)を書きなさい。」

「その問いは、確かめることができるかな。確かめられそうなら、どうやって確かめたらいいかな。」

「何らかのきまりに気付いたら、そのきまりが本当に正しいかどうか、どうやって確かめたらよいか考えてごらん。」

「川が下流に向けてだんだんと広がっていくのが普通だとしたら、下流が狭いという川はつくることができるかな。(気付いたきまりを確かめさせる発問)」

「(蛇行している川が途中で切れて分離してしまった写真を見せながら)途中で切れている川はどうやってできたのかな。(気付

いたきまりを確かめさせる発問)」

「川の上流と下流で何が違うかな。上流と下流で何か特徴はあるかな。(仮説を発想させる発問)」

「川の深さや流れる速さにきまりはあるかな。(仮説を発想させる発問)」

このようにして、何らかのきまりに気付かせようように導いたり、仮説の発想の段階で、検証可能性を考えさせたりすることで、問いを形成し、仮説を発想することを援助できると考えられる。

もしこの授業展開で問いが拡散したのなら、教師がこれだけは教えたいという内容に関する発問を行うことで、問いを焦点化することが必要であり、例えば、「川の内側と外側でどちらの流れが速かったですか」のような発問が必要であろう。

また、問いの焦点化や、仮説の発想のためには、グループや学級全体での意見の共有や話し合いは随所に取り入れていく必要がある。1つの仮説に固執してしまい、その他の仮説に目を向けることができない場合は、新たな教材や実験などを提示することで、別の仮説への気付きが促されることが考えられる。

なお、先行研究の中には、単元の最後の段階で発展的な課題を取り入れ探究させるものもあったが、単元の最後の探究の場合においては、「自然体験と知識の蓄積」と、「基礎基本となる知識・技能の習得」の指導方略が必要なくなるだけであり、図 1 において示したような探究のサイクルは適用可能であると考えられる。

また、熊本大学教育学部附属小学校の研究(2019)で見られたように、単元の内容や、もしくは領域の違いによって、柱となる問題を設定できたり、1つの疑問から次の疑問が生まれるように導いたりといった指導方略の変化を意

識しておくことも大切になると考えられる。ただし、単元内容や領域が違っていても、疑問をもちながら追究を続けていくという意味では、探究のサイクルは同じであるので、図1で示した探究のサイクルと、特に問いの形成から仮説の発想へ導く過程における指導方略が適用可能であると考えられる。

なお、坂本ら（2016）の研究に見られたように、科学的な原理や法則をきちんと理解、習得させた上で、その原理や方法をもう一度吟味させていくような、発展的な課題を提示して探究させる場合もあった。

すなわち、実験や観察によって、実証や反証が可能な問いに関しては、主に習得段階において、探究させるために必要であり、発展的な課題を提示した場合は、習得段階において得た知識を、もう一度吟味せざるを得ない方向での問題を探究させていくのが1つの方向となるのだと考えられる。このことへの意識も教師はもっておく必要があるだろう。

6. 結論と今後の課題

今回の研究では、探究の過程における導入の段階の指導方略として、特に、問いを形成する過程から仮説の発想に至るまでに、様々な機能をもった発問を取り入れることや、「1 自然体験と知識の蓄積、2 既習と未習とのズレに気付かせる事象提示、3 教師の発問」の関係を示したこと、そして教材提示や、話し合いなどの工夫や知識や技能の習得だけでなく、問いの形成や仮説の発想の仕方自体に関わる学び方の習得を随所に取り入れるなどのことを、新たに明らかにすることができた。小学校段階で、探究の過程の導入段階における指導方略と展開がある程度まで「システム化」できたことは、今後につながる有益な研究になったと考えられ

る。

今後の研究の課題点や視点としては、学習者の探究能力の育成をどう図っていくのかが挙げられる。

探究の過程を取り入れた理科授業では、基本的に子どもが問いを形成し、それを検証可能な仮説にまで高めていき、そして、問題を解決することが必要であるが、検証可能な問題を設定するとなると、そもそも学習者に、比較をしてから問いを見つける技能や、物の見方や考え方を習得させておく必要があるかもしれないということである。例えば、小学校学習指導要領解説理科編（2017）で挙げられているような、「原因と結果」、「部分と全体」、「定性と定量」などの見方や、「比較」、「関係付け」、「条件制御」、「多面的に考える」などの考え方などの技能を身に付けることが必要だと考えられる。他にも、学習者が見つけた「問い」がよい問題に発展するかどうか、多数の問いから何を明らかにしたらそれらが解決できるのかの問いの絞り込みや、問いや仮説に対するメタ認知の方法も教えなくてはならないと考えられる。つまり、理科授業に探究の過程を取り入れながら、こういった「探究の技能」も同時に育てていくことが求められており、探究の過程の全体の中で、どのような技能が求められているのかをも、今後明らかにしていくことが必要であろう。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP 17K12936 の助成を受けて行った。なお、本論文の一部は日本理科教育学会第 69 回全国大会にて発表したものである。

【引用・参考文献】

- 1) 中央教育審議会答申 (2016)『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』(概要)
- 2) 文部科学省 (2017)『小学校学習指導要領解説理科編』
- 3) 日本理科教育学会編 (1992)『理科教育学講座 5 理科の学習論 (下)』, 東洋館出版社
- 4) 大前暁政 (2018)『小学校理科授業における「探究の過程」の検討—「授業の展開方法」と「授業技術・方法」に焦点を当てて—』, 心理社会的支援研究 9, pp.15-37
- 5) 大前暁政 (2014)『小学校理科における探究学習の成立に必要な諸条件の検討』, 心理社会的支援研究 4, pp.67-80
- 6) 角屋重樹・林 四郎・石井雅幸編 (2005)『小学校理科の学ばせ方・教え方事典』, 教育出版
- 7) 今村哲史, 會田晃子, 武田重泰 (2016)『児童の探究能力の育成を目指した理科授業の実践: 一 単元「ものの溶け方」を題材として—』, 日本科学教育学会研究会研究報告 31 (3), pp. 49-54
- 8) 前掲書, 3)
- 9) 東京都立教育研究所 (1973)『I 探求過程を重視する学習指導の研究』, 東京都立教育研究所紀要 13 号, pp.18-19
- 10) 丸山綱男 (2015)『自然を主体的に探究する力を育てる理科授業改善の一考察: 幼児の科学する心と児童の問題解決の活動を通して (研究ノート)』, 聖学院大学論叢 28 (1), pp.173-182
- 11) 吉良宏一郎, 谷口重広, 世波敏嗣 (2017)『自ら探究していく理科の指導の一考察』, 佐賀大学教育実践研究 34, pp.285-290
- 12) 細谷純 (2001)『教科学習の心理学 第 3 章 大 自然の知的探検における「きまり」の役割 5 知識の構造化』, 東北大学出版会, pp.166-174
- 13) 山崎健史, 後藤聡, 神田憲興, 小川まゆ, 速水二葉, 山本真人, 益川弘如, 村山功 (2012)『授業実践による教師の信念変化に向けて: 工作的発問の活用』, 静岡大学教育実践総合センター紀要 20, pp.223-230
- 14) 須藤芳文 (1987)『こうすれば発問づくりの腕があがる 理科の発問づくり = 定石とプロのコツ』, 授業研究 No.316, pp.60-67
- 15) 松山明道, 近藤祐樹, 牛嶋克宏 (2019)『「自ら問題を追究する理科学習」』, 熊本大学教育学部附属小学校紀要第 67 集 (1 年次)「粘り強くともに学ぶ子どもの育成～各教科等の本質に迫る「主体的・対話的で深い学びの姿」とは～」, p.50-51
- 16) 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
- 17) 内ノ倉真吾, 廣 直哉 (2017)『理科教育における「問いの設定」の学習内容の構成:—アメリカの科学スタンダード・教科書に着目して—』, 日本科学教育学会研究会研究報告 32 (3), pp.41-46
- 18) 真山茂樹, 中西 史 (2007)『小学校理科に新しい形で遺伝子に関わる内容を導入する: その理念と方策』, 東京学芸大学紀要自然科学系 59, pp.43-48
- 19) 降旗勝信, 田沢時雄, 菊田英一 (1976)『理科における探究学習の研究 (I): 小 5「水溶液の性質」を例として』, 東京学芸大学紀要・第 4 部門数学・自然科学 28, pp.275-284
- 20) 板倉聖宣 (1974)『仮説実験授業—授業書ばねと力によるその具体化』, 仮説社
- 21) 埴岡靖司, 及川浩和, 加藤直樹 (2016)『仮説の過程で ICT を活用した小学校理科の探究学習』, 日本科学教育学会研究会研究報告 31 (8), pp.57-60
- 22) 山本智一 (2011)『仮説を淘汰する理科授業開発の事例的研究: 小学校 4 年生理科「よくとぶ空気でっぼうのなぞにせまる」の実践から』, 研究論文集 - 教育系・文系の九州地区国立大学間連携論文集 4 (2)
- 23) 細谷純 (2001)『教科学習の心理学 第 1 章 教科学習の心理学 9 学習や学習援助における「発問」の役割』, 東北大学出版会, pp.80-91
- 24) 中村敏弘 (1983)『理科授業における発問の型分

けとその働きについて』, 日本科学教育学会年会
論文集 7, pp.79-80

- 25) 福岡亮治, 村上忠幸 (2010) 『教師の発問まで考える実践的な理科教材の研究』, 日本理科教育学会近畿支部大会 (大阪大会) 発表要旨集, p.51
- 26) 今村哲史, 大池清士 (2017) 『理科導入期における児童の授業に関する意識調査－科学的な思考と探究活動に着目して－』, 日本科学教育学会研究会研究報告 32 (3), pp.29-34
- 27) 白敷哲久, 小川哲男 (2013) 『「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ー第3学年「じ石」を事例としてー』, 理科教育学研究 54 (1), pp.37-49
- 28) 前掲書, 10)
- 29) 木村孝真 (2016) 『小学校における探求活動の充実を目指した理科授業の研究: 仮説設定に着目して』, 山形大学大学院教育実践研究科年報 7, pp.204-207
- 30) 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方略: ー仮説フレームを視点にアブダクティブな示唆を形成することに主眼を置いてー』, 理科教育学研究 58 (3), pp.211-220

Abstract

Teaching Strategies to Encourage Learners to Create Questions and Hypotheses in the Inquiry-Based Learning Science Curricula of Elementary Schools

Akimasa OMAE ¹

In order to incorporate an inquisitive class process into elementary school science classes, it is necessary to have a teaching strategy for the learners. For learner-centered inquiry, a teaching strategy that leads from the formation of a question to the development of a hypothesis, which is the introductory stage of the inquiry process, is important.

What became clear based on the research of inquiry-based learning is that, in the stage where the learner forms a question, a teaching strategy is required focusing on “1) Accumulation of natural experience and knowledge, 2) Event presentation to determine the gap between what has been learned and what remains unlearned, and 3) Asking questions of the teacher.” In addition, the survey results showed that, at the stage of encouraging learners to think about hypotheses, teaching strategies such as “talk strategies among learners, questions that encourage them to think about hypotheses, and the presentation of various teaching materials” are necessary. Furthermore, what is necessary as a teaching strategy of another category is teaching that trains students on methods for forming a question and developing a hypothesis. A cycle diagram with the process of inquiry and the teaching strategies at each stage is provided as an integrated outcome of the research.

Keywords: Inquiry-based learning, formation of learners' questions, developing learners' hypotheses

¹ Faculty of Education and Psychology, Kyoto Bunkyo University