

小学校理科探究的な学習に適した発展的な学習内容と 指導方略に関する研究

大 前 暁 政¹⁾

キーワード：探究的な学習、発展的な学習内容、
指導方略

1. 研究の背景

1.1 探究的な学習が求められる背景

2017年に改訂が行われた小学校学習指導要領は2020年4月から全面実施されている。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、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⁾。

さらに、今後の教育の方針を示した2021年の中央教育審議会答申においては、「個別最適な学び」及び「協働的な学び」との関係で期待されるものとして、「修得主義の考え方と一定の期間の中で多様な成長を許容する履修主義の考え方を組み合わせ、「学習の個性化」により児童生徒の興味・関心等を生かした探究的な学習等を充実すること（p.28）」と示されている²⁾。

2017年の小学校学習指導要領解説理科編では、「思考力、判断力、表現力等」に関して、各学年で主に育成を目指す問題解決の力が具体的に示されており、主体的な問題解決を行うこ

とでそれらの資質・能力を養うことが期待されている³⁾。つまり小学校段階においても、探究的な学習によって、探究の能力を高めることが求められていると言える。

以上のように、今後の理科教育では、育成すべき「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」も高めていく必要がある。本論文でも、上記の学習指導要領や答申の趣旨に沿い、「探究（探究的な学習）」という言葉を、「学習者が主体となって、問題を設定し、解決の方法を考え、実験を行い、結論を導いていくこと」と定義する⁴⁾。

1.2 問題の所在

探究的な学習では、教師が問題解決の各過程における活動を指示することは避け、学習者が主体となって問題を発見し、仮説や予想を発想し、解決の方法を発想し、考察を進めていく形が望ましい。探究的な理科学習には、大きく二つの形態がある。一つは、単元全体において探究的な学習を進める形態である。単元の導入から、学習者主体で問題を設定し、仮説・予想の発想を行い、解決方法の発想を行った後に、実験・観察を実行し考察する展開になる。この場合、基礎的な知識・技能の習得場面や、習得した知識・技能の活用場面は、探究的な学習を進めながら適宜行っていく形となる（図1）。

¹⁾ 京都文教大学こども教育学部こども教育学科

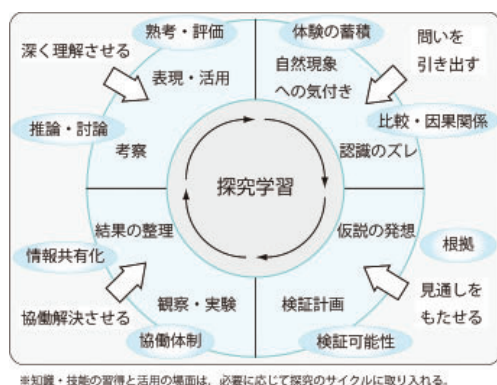


図1 小学校段階における探究のサイクル

もう一つの形態は、単元の中で基礎的な知識・技能の習得を教師主導で行い、単元のどこかの場面で発展的な学習内容を取り入れ、探究的な学習を進める形態である。この場合、単元の最初の段階で、基礎的な知識・技能の習得を教師主導で行い、単元の後半部分で、基礎的な知識・技能の活用や、探究を児童に促していくことが多い。

著者のこれまでの研究では、図1に示す通り、前者の「単元全体の探究的な学習」に焦点を当て、その指導方略を明らかにしてきた。単元全体において探究的な学習を進める場合は、児童主体での探究を促しながら、知識・技能の習得や活用を図っていく必要がある。それゆえ、知識・技能の習得と活用を、探究的な学習と並列に実施できる単元での実施が容易となる。つまり、単元全体の探究的な学習は、児童にとって知識や技能が理解しやすい学習内容の単元に限定されることとなる。学習内容の理解が難しい単元や、実験・観察などの技能の習得が難しい単元では、教師主導で教える必要があり、知識・技能が身に付いてから発展的な学習内容に関して探究させる展開となる。

発展的な学習内容を扱った探究的な学習は、単元の基礎的な知識・技能の習得後に行う方が、学習者にとって無理がないため、単元の最後に

行われる実践がよく見られる。単元途中で扱う場合も、基礎的な知識・技能は習得後であることが多い。いずれの展開においても、発展的な学習内容で探究的な学習を進めようと思えば、大きな視点で見れば、図1のようなサイクルで学習が展開すると考えられる。しかしながら、発展的な学習内容に関して探究を進める小学校段階の実践自体が少なく、探究的な学習に適した発展的な学習内容とはどのようなものなのかや、その場合の指導方略をどうすればよいのかは明らかになっていない。

かつて文部科学省は、2002年1月の「確かな学力の向上のための2002アピール「学びのすすめ」」において、2002年の4月から小中学校で学習指導要領が全面实施されることに伴い、発展的な学習を奨励し、「発展的な学習で、一人一人の個性等に応じて子どもの力をより伸ばす 学習指導要領は最低基準であり、理解の進んでいる子どもは、発展的な学習で力をより伸ばす」とした⁵⁾。

2002年4月に全面实施となった小学校学習指導要領は、平成10年(1998年)12月に公示されたものであり、ここにおいて、「また、第2章以下に示す内容の取扱いのうち内容の範囲や程度等を示す事項は、すべての児童に対して指導するものとする内容の範囲や程度等を示したものであり、学校において特に必要がある場合には、この事項にかかわらず指導することができる。」と示されている⁶⁾。児童生徒一人一人の個に応じた指導を充実する趣旨から、「発展的な学習内容」を充実する方向性が示されたのである。これを受けて、平成14年(2002年)8月に教科用図書検定基準が改正され、教科書への発展的な学習内容の記述が可能となった。その後の学習指導要領でも、発展的な学習の導入が推奨されており、2017年の小学校学習指導要領では、「指導方法や指導体制の工夫改善

など個に応じた指導の充実」において、「(4)児童が、基礎的・基本的な知識及び技能の習得も含め、学習内容を確実に身に付けることができるよう、児童や学校の実態に応じ、個別学習やグループ別学習、繰り返し学習、学習内容の習熟の程度に応じた学習、児童の興味・関心等に応じた課題学習、補充的な学習や発展的な学習などの学習活動を取り入れることや、教師間の協力による指導体制を確保することなど、指導方法や指導体制の工夫改善により、個に応じた指導の充実を図ること。(p.24)」としている⁷⁾。さらに、2017年の小学校学習指導要領解説総則編では、「(前略：著者)発展的な学習を取り入れた指導を行う際には、児童の負担過重とならないように配慮するとともに、学習内容の理解を一層深め、広げるという観点から適切に導入することが大切である。(p.105)」としている⁸⁾。

なお、本論文において「発展的な学習内容」とは、先に挙げた文献の定義に従い、「理科の小学校学習指導要領に示された内容を、より深めたり広めたりする内容」と定義する。つまり、学習指導要領に示されていない内容や、教科横断的な内容を含むものとしてとらえる。また学習指導要領に示された内容に関連していても、示された内容よりも深かったり、範囲が広がったりする学習内容であるととらえる。

発展的な学習を扱っている小学校理科の授業実践は、教科書において発展的な学習内容が積極的に取り入れられるようになった2000年代初頭に多く発表された。例えば、大上(2005)は、発展学習の類型として「①旧学習指導要領にあったものを復活するヒント」、「②単元の内容をさらに深める教材開発のヒント」、「③単元の内容に関連した新たな教材開発のヒント」の3つを挙げ、それぞれ教材開発と実践例を示している⁹⁾。①に関しては、第4学年の「月の観察」

で、月に対する豊かな心情を育てるため、クレーターの模様に注目させ日本や世界の月の模様の見え方を調べる授業を提案している。②に関しては、第6学年の「体のつくりと働き」において、心臓の働きを実感させるために、灯油ポンプを利用して人工心臓を作る授業を提案している。③に関しては、第4学年「生き物の様子と季節」において、感覚器官を働かせる力を育てるために、自然観察をゲームとして行う授業を提案している。いずれの実践も大上は、「指導時間は、多くても2時間ぐらいいしか取れないこと(p.9)」としており、探究的な学習とは趣旨が異なっている。

同時期の他の実践として、小学校第3学年では、太田(2005)は、葉と茎がつながっている箇所(葉柄)は、葉か茎かという問題や、じゃがいもやさつまいもは根か茎かという問題を扱った授業を、発展的な学習内容を扱った授業として紹介している¹⁰⁾。鈴木(2005)は、小学校第4学年で、ヘチマを育てた後で、ヘチマたわしを作る、ヘチマ水を作る、ヘチマを食べるという発展的な授業を提案している¹¹⁾。森(2005)は、小学校第5学年で、胎児の不思議を調べさせたり、巨大結晶作りをしたりする授業実践を紹介している¹²⁾。

比較的新しい実践として根本(2012)は、小学校第5学年「メダカのたんじょう」の発展学習として、「絶滅危惧種や外来種」の問題を考えさせる授業を2時間で行っているが、外部講師による教授や生き物を捕まえるわなをつくる体験などが中心であり、探究的な学習とは異なっている¹³⁾。他の多くの先行実践も、調べたら確かめられる問題であったり、より理解を深めるために実物模型を作成させたりといった内容が多く、探究的な学習に関する実践は少ない。学習指導要領の内容が削減されている時期に、発展的な学習内容を重視する動きが出てき

たことから、過去の学習指導要領に関わる内容を復活させ、取り扱っている例も見られる。このように、問題解決の力の育成が十分ではない小学校段階では、発展的な学習内容を扱った探究的な学習は少ないのが実情であり、研究の余地が残されている。

ただし、大上（2005）の実践の中で、②に関するものとして、第4学年の「空気や水の性質」において、確かな理解のために、ペットボトルロケットを遠くへ飛ばすという授業実践が提案されており、「ペットボトルを遠くに飛ばすための条件を、子供主体で明らかにする」という意味で、探究的に問題解決させる内容にはなっている。このように、過去の実践例を調べると、多くはないものの、探究的に問題解決を促す実践がしばしば見られるため、発展的な学習内容を扱った探究的な学習における指導方略を調べることは可能であると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、探究的な理科学習において、発展的な学習内容を取り上げている実践を調査し、探究的な理科学習に適した「発展的な学習内容の特性」や、発展的な学習内容で探究的な学習を進めるための「指導方略」を整理し、まとめていくことを目的とする。先にも述べたように、単元全体で探究的な学習を展開する場合と、習得や活用を経てから、発展的な課題を扱う中で探究させる展開とでは、指導方略が異なる可能性がある。そのため、すでに著者の研究で明らかになっている単元全体の内容を探究していく場合の指導方略と、今回の研究で調査する発展的な学習内容を探究していく場合の指導方略とで、どのような共通点、差異点があるのかを考える。

3. 調査方法

探究的な学習では、教師の直接的な指示を減らし、子供に主体的な問題解決を任せることが望ましい。どのような発展的な学習内容を扱い、どのような指導方略を取り入れたら子供主体の問題解決が可能なのかを明らかにする必要がある。探究的な学習に困難さを抱える教員が多くいる現状もあり、困難さを軽減していくためにも以下のことを明らかにしていく必要がある。

- ①探究的な理科授業に適した発展的な学習内容
 - ②発展的な学習内容の探究を可能にする指導方略

発展的な学習内容とは、学習指導要領に示された内容に関わってはいるものの、示された内容をより深めたり広めたりしたものである。そのため、学習指導要領に示された内容の理解を深める内容であったり、学習者の興味・関心を広げる内容であったりすることが多い。学習指導要領に示されていない内容を含むこともある。小学校学習指導要領(平成20年3月告示)では、内容等の取扱いに関する共通的事項の中で、「(前略：著者)各学年の目標や内容の趣旨を逸脱したり、児童の負担過重となったりすることのないようにしなければならない。(p.2)」とされている¹⁴⁾。

学習指導要領において発展的な内容の充実が図られるようになって以降、発展的な学習内容を扱っている理科授業の実践例はあるものの、探究的な学習で発展的な学習内容を取り扱う例は少ない。そこで、探究的な学習の範囲を広げて調べていく必要がある。完全に子供に任せる形でなくても、主体的に問題解決を促す実践であれば、それも広い意味で探究的な学習だととらえ調べていくこととする。

また、2021年の中央教育審議会答申でも示されているように、個々の興味・関心によって課題を選択させ、個人やチームで調べていく学習形態において、発展的な学習内容を扱っていることも想定される。つまり、通常の理科授業では、単線型と呼ばれる学習形態が多く、何らかの共通の問題に対して、全員で様々な予想・仮説を立て、同じ実験方法で調べていく形態が普通である。しかし、個々の興味・関心に沿って課題を選択して調べる場合、複線型の学習形態となり、難易度の高い問題を、個々の興味・関心に合わせて調べることになる。複線型の学習の場合、発展的な学習内容を含む場合がしばしば見られる。先に2021年の中央教育審議会答申で示したように、「個別最適な学び」を実現するには、「指導の個別化」だけでなく、「学習の個性化」が必要となる。つまり、子供の興味・関心に沿って、自由に問題を選択し、発展的な内容であっても、個別やチームで解決していくという形態をも取り入れていく必要がある。これがまさに探究的な学習になっていると考えることができる。

そこで、調査の視点として、「個別最適な学び」を行っている実践のうち「学習の個性化」を取り入れた実践も、広く探究的な学習であり、かつ発展的な学習課題を含む可能性が高い実践として、調べていくこととする。

以上をまとめると、次の視点に沿った実践例を中心に調査を進めていくこととする。

- ①単線型の形態で、発展的な学習内容に関して、探究を促している実践
- ②学習の個性化により、複線型の形態で、発展的な学習内容に関して、探究を促している実践

①も②も、両者とも発展的な学習内容を扱っている実践ではあるが、②に関しては、①より

も難易度が高くなるため、小学校段階ではほぼ見られない実践であり、「学習の個性化」が今後求められている背景からも、あえて分けて調べていくこととする。なお、①は、単元の一部に発展的な内容を取り入れて探究させていることが想定される。②は、単元全体を通して複線型の授業形態を取り入れている場合もあると考えられる。①や②で、もしも単元全体を通して発展的な学習内容を探究させている場合は、これまでに著者が明らかにしてきた指導方略と共通するものがあるかもしれないが、差異点がある可能性も含まれるため、調査を行っていくこととする。いずれにしても、発展的な学習内容に関して探究を促している実践を調査していくこととする。

学習者にとって思考を飛躍させる必要のある「ジャンプのある」発展的な学習内容は、一人では解決困難な内容が多く、探究が難しいことが予想される。指導方略の具体例としては、「教師の指導や支援の方法」だけでなく、「内容・教材の工夫」や、協働的に解決できるようにするなどの「授業形態・システムの工夫」なども考えられるため、幅広く明らかにしていくことが大切になると考えられる。

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を含め、指導方略という言葉を使用する。

4. 先行実践の調査

4-1 発展的な学習内容に関して探究を促している「単線型の授業実践」の調査

単線型の形態で、発展的な学習内容に関して探究的な学習を行っている実践を調べた。調べたところ、発展的な学習内容の解説に重点を置いている報告と、探究的な学習を行う上での指導方略の解説に重点を置いている報告とがあっ

たため、指導方略の抽出が難しいものもあった。よって、指導方略を抽出できにくいものは無理に抽出を試みていない。

古い実践で言えば、玉田（1992）の小学校第5学年「植物の繁殖」における理科授業実践がある¹⁵⁾。この実践では、植物の花から実ができ、種子をつくって増えるという、1989年の小学校学習指導要領に示された内容に沿って教えた後で、発展的な学習内容に移行するものである。具体的には、「チューリップに実（たね）ができるか。（p.55）」、「ムギに花があるか。（p.55）」、「花らしくない花を見つける。（p.55）」、「マツやトウモロコシの花のつくり。（p.55）」を調べる展開となっている。このうち、特に「花らしくない花」を見つける活動で、めしべやおしべを見つけることで、花であるかの判定を子供が行う観察を実施している。花がない植物もあるのではないかと、目立ちにういただけで花はあるのではないかと、という予想や仮説をもち、問題意識をもって探究を進めることが可能な学習だと言える。裸子植物のマツやイチヨウのように、花と分かりにくい植物や、シダ類のように花のない植物についても知るという発展的な内容になっているものの、身近な植物を調べていくことで解決が可能なため、子供主体の探究活動が行えと考えられる。

川上・釜屋（1999）は、小学校第6学年の「植物のつくりとはたらき」単元において、植物の体のつくりと働きに関して一通り学習した後、単元の最後の段階において、気孔の多様性を認識させることを目的とした発展的な内容で探究的な学習を実施している¹⁶⁾。具体的には、「いろんな葉の気こうを観察しよう（p.68）」、「マニキュアで葉の表皮のつくりをみてみよう（p.68）」、「ミカン、キュウリで気こうを探してみよう 2種の果実を用いて、表面に気孔があるかどうかを調べる（p.68）」、「気こうは葉の

うら側にはないのか？（p.68）」に関して探究させており、探究を補助するために、イラストつきで準備物や実験方法、スケッチの枠、気付きを書く枠などを示したワークシートを用意している。このワークシートに関して、川上・釜屋（1999）は、「本研究で開発した発展学習のワークシートは、授業の発展学習の場面で児童生徒がこれを使い、自主的に自然を探究することを支援する目的を持っている。（p.66）」としている。

続いて、比較的新しい実践を調べていく。正（2008）は、小学校第6学年「環境」の実践を報告しており、「生き物と植物の関わり」と「生き物と水の関わり」を学習した後で、「植物と空気の関わり」を学習し、単元の最後において、校庭の樹木を用いた二酸化炭素の吸収調べという発展的な学習内容で、学習者に調べ学習を行わせている¹⁷⁾。正（2008）の授業では、探究的な学習には完全にはなっていないが、探究的な学習に近い展開案は示されており、参考になる。今後の授業案として示された展開案では、校庭の樹木の二酸化炭素の吸収量を調べた後で、子供の疑問である植物が多くの二酸化炭素を吸収しているのに温暖化が進む理由や、人間の呼吸による二酸化炭素の排出量と比較するとどうなのかに関して、探究をさせるというものとなっている。正（2008）の実践の指導方略として特徴的だったのが、二酸化炭素の吸収を調べるための計算方法や植物の種類の分類の仕方など、探究を学習者だけで進められるようワークシートを用意して、探究に必要な知識と技能を補っているところである。

今村・丸山・元木（2011）は、小学校第3学年「ものと重さ」の単元において、物の形が変わっても重さは変わらないこと、物の種類によって重さは異なることを学習した後で、単元の最後の発展的な内容として、「ものの状態が

変わったときの重さについて考えてみよう (p.3)」という課題を出し、「水が氷になると重さは変わるのか考えよう (p.3)」という問題に関して2時間調べさせている¹⁸⁾。この発展的課題の特徴は、「物の形と重さ」という既習の知識以外の、「物の状態と重さ」という別文脈の問いに関して調べさせていることである。なお、指導方略としては特段示されてはいなかった。

清水 (2012) は、小学校第3学年「日なたと日陰を調べよう」の単元において、科学的な思考力を培うため、単元の最後に「地面の温度が一番高い場所と低い場所を見付けろ。いろいろな場所の温度を測り、地面の温度マップを作る。(p.231)」という発展問題を2時間にわたって探究させている¹⁹⁾。清水 (2012) の実践では、日なたは温度が高く、日陰は温度が低いという学習した知識と、温度の調べ方や結果のまとめ方といった学習した技能の活用を促しながら、探究を進めている。また、清水 (2012) の実践では、生活経験から予想する、調べる計画を考える、仮説を立てる、結果から分かったことをまとめる、といった問題解決の方法をも活用できるようにしているところにも特徴がある。

小池ら (2014) は、小学校第6学年「てこの働き」の単元において、1次元の「線」の形をした従来のてこを使用して「てこの原理」を学ばせた後、単元終了後に2時間の発展的な学習として、2次元の「面」の形をした新しい「てこの教材」を使用し、「てこの原理」をさらに探究させるという実践を行っている²⁰⁾。「面」の形をしたてこで、複数の重りを使ってバランスをとる探究的な学習であり、上下左右の重さのバランスを考えたり、重心を考えたり、作図をしたりすることが必要となる。解法は計算でできることや、作図でできることを教師が教授しており、探究に必要な知識・技能は教師が教

えなくてはならないことがわかる。この授業を通して小池ら (2014) は、「(前略：著者) 様々な解法 (上下左右法、作図法、計算法など) を用いた追究活動は、児童のてこに関する実感を伴った理解を、「重いものが持ち上げられる」という具体的な体験を通して形作られる理解から、「発見した、考えが変わった」という主体的な問題解決を通して得られる理解へと変容させる原動力となることが示唆された。(p.146)」としている。

貴志 (2017) は、小学校第4学年理科「空気と水の性質」において、単元で学んだ「空気は圧すと縮み、水は圧しても縮まない。縮んだ空気は元に戻ろうとする」という知識を基にして、「ペットボトルロケット大会」を行い、できるだけ遠くに飛ばすという探究的な学習を取り入れている²¹⁾。貴志は、時間の関係と発展的な内容であるがゆえに総合的な学習の時間で実施している。ロケットを何度も繰り返し飛ばせるという試行錯誤が可能であり、学習した知識だけでなく、ロケット内の空気と水の量の調整や、ロケットの角度という別の知識も必要になるため、別文脈の知識の活用を促す発展的な内容になっているのが実践の特徴である。貴志の報告では、探究を支援するための指導方略は特に示されていない。

肥田 (2021) は、小学校第3学年「物と重さ」の単元において、物の重さの保存を学習した後で、単元終末において、水中での物の重さや、空中での物の重さの保存に着目した発展的な学習内容によって探究をさせている²²⁾。具体的に肥田は、ビー玉が水に沈んだときの重さと、ゴム製品が水に浮かんできたときの重さの全体の重さが保存されるのかを探究させ、その後、磁石の力で鉄が空中に浮いている状態のときと、鉄以外の物で空中に浮いていない状態のときとで、全体の重さが保存されるのかを探究させて

いる。この実践の特徴は、「重さの保存」という概念以外の、水による浮力や磁石の力、重力などの概念も活用しながら探究する必要性が生じる点である。つまり、学習した知識以外の知識を使ったり、生活体験を思い出したりする必要性が生じる探究的な学習になっている。肥田(2021)の実践では、指導方略として、水の中でも重さは存在するという「科学的な見方」ができるようにしたり、他の物でも確かめさせて一般化を図るなどの「科学的な考え方」ができるようにしたりと、科学的な「見方・考え方」ができるよう教師が言葉かけを行っている。

続いて、発展的な学習課題のうち、最近になって新しいテーマのものが見られるようになったため、それらを挙げていく。例えば、「持続可能な社会の創り手」の育成を狙いとする SDGs や、ESD (Education for Sustainable Development) の取り組みとして、理科授業と防災教育に関連させた発展的な内容を扱っている実践例が見られる。

佐藤(2015)は、小学校第5学年「流れる水の働き」において、防災をより強く意識させる授業として、発展的な内容を扱った授業を行っている²³⁾。通常の授業では、川の水の働きを調べた後で、川の水による被害や災害に対する備えを調べ、流れる水の働きをまとめることで単元は完了するが、佐藤の実践では、単元の最初に洪水の映像を示して水のもつエネルギーに着目させ、水の働きを調べた後で、単元の最後に「洪水や土砂崩れなど、地域で起こるであろう災害について考える。(p.18)」活動を行っている。地域のハザードマップも活用しながら、地域で起こりそうな災害を考え、自分の行動を考えていく学習である。この単元の最後の活動では、学習した知識を地域という実際の場に当てはめて防災を考える展開になっており、子供の様々な問題意識を基にして観察や調査が可能

になっていると考えられ、探究的な学習を進めることが可能であると言える。

SDGs と直接関連させた実践として、松尾(2019)は、小学校第6学年の総合的な学習の時間において、理科教育と関連させる形で、地球規模の環境問題を取り扱い、「本実践では、環境問題を自分事として捉えるために、環境対策に向けたものづくりに取り組んだ。子どもたちはテーマとして地球温暖化とヒートアイランド現象を選んだ。(p.36)」としている²⁴⁾。松尾の実践では、学校には緑が少ないので、緑化率を求めて、運動場へミストを設置したり、学校での電気や水の使用量を調べて、電気を無駄にしないための教室の模型を作成したりと、発展的な学習内容を探究するという展開になっている。松尾の実践のように、理科教育の内容を発展させた場合、理科の授業だけでは時数が不足するため、総合的な学習の時間で取り扱う例も見られる。松尾(2019)は、実践への留意点として、「SDGs の内容重視で、子どもの思いが置き去りにになっていないか。(p.36)」と「子どもが解決する問題として能力的に適切か。また、支援する方略や校内外の支援体制は整っているか。(p.36)」の2点を挙げている。

4-2 発展的な学習内容に関して探究を促している「複線型の授業実践」の調査

学習の個性化が取り入れられた古い実践として、恩藤ら(1986)の実践がある。この頃の実践では、最初に自由試行などの観察や実験で体験を蓄積した後で、「学習課題づくり」を行い、課題を整理しながら学習計画を立て、課題を一つずつ、全員で一斉に調べていくという「単線型」の展開になるのが普通である²⁵⁾。恩藤らの書籍の中で様々な実践が紹介されており、その一つを紹介すると、生田(1986)は、小学校第5学年の単元において、食塩を水に溶かすと

いう自由試行を行った後で、調べてみたい課題を考えさせ、「温めて溶かしたい (p.125)」、「食塩を入れただけ水の量は、ふえるのか (p.125)」、「食塩水の中から、食塩をとり出したい (p.125)」といった調べたい課題を作成させ、学習計画づくりを行っている²⁶⁾。単線型の授業ではあるが、少しでも学習者の興味・関心を取り入れようとしたところに、この時代の新しさがあった。

またこの時代は、複線型の授業による学習の個性化を取り入れた実践であっても、一斉指導の割合が高く、問題解決の一部だけを子供に任せる形が普通である。例えば、作田・石井(1995)の小学校第5学年「ものの動き」報告では、一斉授業によって様々な体験をさせ、問題まで設定した後で、複線型の授業として、問題解決の順番だけ学習者に選択させるという展開を取り入れている²⁷⁾。

以上の実践は、学習の個性化を取り入れようと意図し、複線型の要素は入っているが、発展的な内容を探究させているわけではない。複線型の授業で、発展的な内容を扱い、かつ探究まで行っている実践は小学校段階では、大変少なかった。以下、複線型であり、発展的な内容を一部でも含み、探究まで行っている実践に当てはまると考えられた実践に関して、調査結果をまとめていく。

古い実践として、学習の個性化を意図した実践を白井(1994)は行っており、先ほどの恩藤ら(1986)に比べると、単元の最後に個別の課題を設定させ、探究させるという複線型の授業形態が一部取り入れられたものとなっている。具体的には、白井(1994)は、小学校第5学年「物の溶け方」において、第1次で食塩などの様々な物が溶ける様子を観察させた後、第2次では、ほう酸や食塩をたくさん溶かす方法を調べさせ、第3次で溶けている物を取り出す実験を行わせ、第4次で自由研究として、「ものの

溶け方でもっと調べてみたいことを追究し発表しよう (p.23)」という複線型の時間を4時間確保している²⁸⁾。この自由研究の時間に調べたい内容として挙げられたものは、例えば、取り出し方による結晶の大きさの違いや、砂糖の溶け方と取り出し方、入浴剤の取り出し方などがあり、個人で問題を設定させ、解決も個人でさせているところが特徴である。この頃の実践としては、単元の最後の段階で、「調べたいことや疑問」を子供に発表させ、個人で探究させていること自体に新しさがあった。指導方略としては、白井(1994)は、単元の最終段階までに、探究を進められるための実験技能や問題解決の方法を習得させたことを挙げている。

さらに、同時代の実践として、複線型の授業形態を、単元全体にわかって多く取り入れようとした角田ら(1996)の報告がある。角田ら(1996)は、単元の最初の自由試行によって発見された問題を子供達に確認し、個人やチームで探究させ、探究した結果を一斉指導によって共有したり、教師が補足説明したり、補足実験をさせたりしている。角田ら(1996)は、「児童の主体的な選択や思考が行われるように、複線型の授業展開を繰り返し導入した。(p.331)」としており、指導方略の工夫として「自由試行を取り入れた問題解決型の授業では、結果の発表の段階で実験内容の焦点化を行い、児童が行った実験を補足したり、一斉授業で対実験したりして、知識・理解・技能に関する基礎・基本の徹底を行った。(p.331)」としている²⁹⁾。ここで注目したい指導方略は、複線型の授業展開の場合、個別に問題を設定して、個別の解決方法で実験や観察を行うが、その後で、児童が行った実験を補足したり、一斉授業で対実験を行ったりしている点である。角田らの実践は、単元全体において個別の実験の場面を多くする複線型の形態を取り入れているものの、個別の

実験・観察・学習だけで終わらず、価値ある問題や実験は全員に体験させているところが特徴的である。

具体的な実践例として、角田ら（1996）は、小学校第5学年の「物のとけ方」の単元の導入において、「いろいろな物をとくしてみる（p.332）」という自由試行の課題を提示し、自由試行による気づきや疑問を学習課題として設定し、課題別に個別やチームで解決させたとしている³⁰⁾。角田らの実践で子供が設定した課題は、「温度と物の溶け方の関係、溶質の重さと溶液の重さの関係、溶質の重さと溶液の体積の関係、溶けるものの大きさと溶け方の関係など（p.332）」であり、発展的な内容を一部含むもので、実験で協力する人数は子供に任せたとしている。このように、単元全体を通して、複線型で探究させながら、発展的な内容を扱っている実践も見られた。

ただし、通常はまず単元の基礎的な内容を教授した後で、複線型の授業形態を取り入れ、興味・関心に合わせて探究を任せていくのが普通である。例えば、岡田ら（2003）は、複数の課題を教師が設定し、子供に課題を選択させながら、発展的な学習内容に関して探究させる実践を行っている³¹⁾。小学校第6学年「水溶液の性質」の単元において、水溶液が酸性・中性・アルカリ性に分類できることを学習した後、「指示薬を作ろう」、「自然界のpHを測定しよう」、「土の酸性・アルカリ性」、「酸性食品・アルカリ性食品」の4つのコースを設定して、観察・実験を促している。コースごとに学習した内容は、発表会によって情報共有していくという展開をとっている。この岡田ら（2003）の実践の中で、指示薬作りに関しては、紫キャベツやアサガオの花などで指示薬を作るという実験・観察を行うに留まっているが、他の3つに関しては学習者が何を明らかにしたいのかの問題をも

ち、主体的な解決を促すという探究的な学習に近いものとなっている。「自然界のpHを測定しよう」では、環境問題と関連させながら、酸性雨や海水、川、温泉など様々な場所のpHを測定して考察するという内容で展開が可能であると言える。

単元全体を通して複線型の学習形態を取り入れている実践はほぼ見られなかったが、先ほどの角田ら以外にも一部見られ、例えば、長島（2019）の実践では、「自分の考えをつくる「独自学習」→その独自学習を基に他者との交流に臨む「相互学習」→他者から得たことを基に自分の考えをより妥当なものにしようとする「さらなる独自学習」」（p.17より一部抜粋）を取り入れた、単元全体を通じた複線型の探究活動が示されている³²⁾。具体的に長島（2019）は、小学校第5学年「動物の発生や成長」において、通常はメダカを飼育するところを、子供の興味・関心に合わせた動物の飼育を行うことで、動物の発生や成長に関する不思議を各自が解決していくという探究的な学習を行っている。校庭や池で動物採集を行わせ、お気に入りの動物を見つけるよう促し、ダンゴムシやトカゲ、ドジョウ、ザリガニなど、様々な動物の飼育を行うよう展開している。各自が、それぞれの動物を観察し、資料で動物の生態を調べる活動を行いながら、自分なりの課題を調べていく。具体的に課題として設定されたのは、「雌雄の違いは何のためにあるのか（p.18）」という課題や、卵の数が違うのはどうしてか、胎生動物との違いは何か、ダンゴムシのように袋の中に産卵し抱えるように卵を育てるのはなぜかという課題、飼育が失敗したのはなぜかという課題がある。この課題のうち、「雌雄の違い」、「子孫の残し方の違い」は発展的な学習内容であると言える。長島の実践で特徴的な指導方略は、独自学習による各自の不思議を調べる活動と、相互学習に

よる気づきを共有する場面や、課題に関して相談する場面とがあり、独自学習と相互学習が適宜取り入れられている点である。また、発展的な内容であっても、実際の観察や調べ学習によって解決できる内容であるため、各自が自分から進んで探究が可能であると考えられ、また相互学習によって他の動物との比較ができるため、考察も自分達で行うことが可能であると考えられる。

隅田ら（2015）は、「21 世紀型探究・発見学習」の理科授業として、小学校第 5 学年「ものの溶け方」において、「特に探究に関わる知識・技能の共有、探究の個性化に工夫をした授業構成（p.19）」による授業実践を報告している³³⁾。具体的には、単元の前半に探究に関わる知識・技能の共有を図り、単元の後半に各自が自力で問題を設定し、自力で解決することを促す展開になっている。探究に関わる知識・技能としては、単元で学ぶ学習内容である、ものの溶け方に関する科学概念としての「科学のきまり（科学のコトバ・法則）」（p.20）と、科学的な思考様式としての「科学のたとえ（科学のモデル・メタファー）」（p.20）の 2 つがあり、その 2 つを共有させ、活用させながら探究を促すという実践である。また、「探究の個性化」の工夫に関しては、単元の前半で溶けることに関する科学的概念を共有させ、そして、実験操作の基本技能を教えた後、第 7 時において、「研究（初級）」として教師が与えた問いと方法に対して、準備物を考えて実験を行わせている。第 8 時において「研究（中級）」として、与えられた複数の問いから一つ選択させ、準備物・予想・方法を考えさせて実験を行わせている。第 9 時には、「研究（上級）」として、各自にオリジナルな問いと解決方法の両方を考えさせ、実験を行わせている。

岩本（2021）は、小学校第 6 学年「燃焼の仕

組み」において、「「学習の個性化」を図るために、子どもの「様々な問題の解決」を保障する。つまり、学びの「多様性」を認めることを心掛けた。（p.25）」とし、集気瓶の中でろうそくを燃やし続ける実験や、窒素、酸素、二酸化炭素にはろうそくを燃やす働きがあるかを調べる実験、ろうそくの燃焼前後における空気の組成の変化を調べる実験の 3 つに関して、共通課題として問題解決を全員で行う中で、見いだした新たな問題の解決を促したとしている³⁴⁾。指導方略の工夫としては、実験を授業時間外でもできるよう理科室を使用できるようにしたり、新たな問題を見出すことと、解決の発想を行うことに困っている子供に個別の声かけをしたりしたとしている。子供の新たな問題としては、集気瓶の代わりに空き缶、ろうそくの代わりに割り箸を使って調べることや、ろうそくの長さを変えて調べること、七輪で物を燃やして空気の流れを調べること、ろうそくの火が消えた後の二酸化炭素は瓶のどこにたまるか調べること、などがあった。

5. 考察

5-1 探究的な学習に適した「発展的な学習内容」の特徴に関する考察

発展的な学習内容を扱っている実践の多くが、教材やおもちゃを作るといった活動中心のものや、知識をより深める内容を教師主導で教える形であり、幅広く小学校の理科授業実践を調査したにも関わらず、発展的な学習内容を扱った探究的な学習は少ないのが現状であった。発展的な内容に関して教師主導で知識を教授しながら、実験方法を教え、さらに知識や技能を習得させるという「習得」に力点が置かれた実践が多く、「探究」に力点を置いて実施されている実践は少数に留まっていた。

発展的な学習内容を扱った探究的な学習が少ない原因は、学習内容の難易度が高まるため、子供主体で探究を進めることが小学校段階では困難なことが考えられる。教師主導で知識や技能を教えないと解決できない課題は、子供が主体的に探究を行う上では不向きだと考えられる。そのため、発展的な学習内容を探究的な学習で扱う場合は、難易度が高すぎることがないように注意が必要である。

一方で、たとえ発展的な内容であっても、少し調べれば問題が解決される平易な内容は、探究に不向きである。例えば、月の模様が何に見えるのかを調べる課題では、資料を見ればすぐに明らかになるため、探究には向いていないと考えられる。

よって、予想や仮説が分散し、結果が予測困難であるが、子供主体で解決可能である難易度の問題が適している。そのため、単元で学習した知識や技能が活かせる内容が望ましく、単元で学習した内容をさらに深めたり広げたりする問題が探究に向いていると言える。例えば、花のつくりを観察した後で、花らしくない花を探す、花が咲かない植物を探すなどの問題を設定するなどである。

なお、発展的な学習内容を探究させる場合は、解決が困難であるがゆえに、単元展開のどこかで基礎的な知識・技能を十分に習得させてから、探究を促す実践が多く見られた。技能の中には、実験・観察の技能だけでなく、問題解決の技能や、見方・考え方を働かせる技能などが含まれていた。

発展的な学習内容の典型として、単元で学習した知識・技能を活用して調べる内容がよく見られた。例えば、清水（2012）の小学校第3学年「日なたと日陰を調べよう」での課題のように、既習の知識の活用を促す発展的な学習内容を扱った実践である。

同趣旨の事例の変化型として、単元で学習した知識・技能の中で、より高度な知識・技能を活用して調べていく内容もあった。例えば、小池ら（2014）の、小学校第6学年「てこの働き」の2次元でこに見られたような、1次元のてこで学習した「てこの原理」から、さらに、重心の位置や、面としてのバランスなどの、より高度な知識を求められる発展的な内容である。このような内容は、単元の最初に学習した知識をより深めた知識を活用しながら探究を進めていくこととなる。つまり、単元で学習した知識の中で、重心というより本質的な内容を学習できる探究活動を行っている例が見られたのである。

一方で、単元で学習した知識とは異なる「別文脈」の知識を活用させる探究的な学習も見られた。例えば、肥田（2021）の実践にあったように、第3学年「物と重さ」の単元において、「重さの保存」に関して学習した後で、水中や空中での重さの保存に関して追究させる実践は、磁石の力の概念や、重力、浮力、作用反作用の概念も学ぶこととなるため、学習した知識とはやや文脈が異なる「別文脈」の要素が入っていると考えられる。今村・丸山・元木（2011）も同様であり、小学校第3学年「ものと重さ」の単元の発展的内容として、「物の形と重さ」という既習の知識以外の、「物の状態と重さ」という別文脈の問いに関して追究させていた。このような別文脈からの問題を、つまり、学習した知識だけでなく、他の知識の活用も促すような発展的な学習内容に関して探究させる実践は、より深い・広い学びを促すと考えられる。

佐藤（2015）や松尾（2019）の実践のよう、ESDを取り入れた実践や、SDGsと関連させた実践が見られた。教科横断的な内容になると、総合的な学習の時間で扱う例も一部見られたが、理科授業として単元の最後に発展的な学習

内容として扱う例も多かった。ESD や SDGs に関する学習内容も探究にふさわしい発展的な内容が多くあると考えられる。

解決の方法として、実験と観察が容易な内容の方が、探究に適していると言える。つまり、実験と観察が難しく、危険な実験や、手続きが多くある実験になると、子供だけの探究が難しくなるため、教師主導で実験方法を指示・指定しなくてはならなくなり、解決の自由度が下がってしまう。手続きが多くある実験でも、実験のやり方を「手引き」に示しておき、子供だけで安全に実験ができるようにしておく必要がある。また、実験を繰り返してき、試行錯誤できる内容が、自由度が高く望ましい。

5-2 単線型の授業における指導方略に関する考察

単線型の授業における、指導方略に関してまとめていく。単線型の授業において、発展的な学習内容を扱っての探究的な学習は、基礎的な学習内容を習得させた後に行っているのが通常であった。

玉田（1992）の実践で見られたように、おしべやめしべなど、花のつくりに関して学習した内容を基に、他の植物に広げて花があるかどうかを判定していくという学習の展開は、既習の学習を基に子供だけでも判定が可能であり、子供主体で問題を解決することができると言える。指導方略としてのポイントは、既習の知識・技能を活用できるように展開させているところである。さらに、マツやイチヨウなどの裸子植物や、つくしなどのシダ植物のように明らかに花とは思えないようなものまで調べさせることで、花はどの植物にもあるに違いないと予想していた子供達が、難問につきあたり、どう実や種をつくるのかという新しい疑問が生まれ、さらに探究を促せる展開になっている。

川上・釜屋（1999）の気孔の多様性を探究させる学習で見られたように、難しい実験や観察の場合は、準備物や実験方法を簡単に示したワークシートを用意することで、探究を支援する指導方略は有効であると考えられる。このようなワークシートや手引き書を用意する指導方略は、正（2008）の、小学校第6学年「環境」の実践でも見られたものである。正（2008）の「環境」に関する実践の指導方略として特徴的だったのが、二酸化酸素の吸収を調べるための計算方法や植物の種類の分類の仕方など、探究を学習者だけで進められるようワークシートを用意し、探究に必要な知識と技能を補っているところである。学習内容の難易度が高まると、学習者だけで探究を進めるために必要な知識・技能が高度になるため、このような探究に必要な知識・技能を補う指導方略も必要になると考えられる。

清水（2012）の小学校第3学年「日なたと日陰を調べよう」の単元に見られたように、学習した内容に関する知識や、実験・観察の技能、グラフなどにまとめる技能などを、探究的な学習の場面で活用できるようにすることで、子供主体の探究が進められると考えられる。また、単元の最後で発展的な学習内容を探究させる前に、問題設定の仕方や、予想・仮説の発想の仕方、問題解決の方法の発想の仕方、考察の仕方などをあらかじめ教えておくか、体験させておく、その後の探究活動が学習者主体で行えるようにしておく布石を打っておくのも有効な指導方略だと考えられる。

小池ら（2014）の、小学校第6学年「てこの働き」の実践で見られたように、探究に必要な知識・技能を教師が積極的に教授するという姿勢も必要になると考えられる。

佐藤（2015）の地域の防災を考える実践では、学習内容を地域という実際の場に当てはめ、災

害が起きそうな場所を想定し、ある状況下でどのように行動すべきなのかを考えさせるものであり、学習した知識や観察などの技能を活用しながら、探究を進めることが子供主体で行えるようになっている。知識・技能の活用を、より広い範囲で促すことで探究させているため、単元の中で、探究に必要な知識と技能を習得させるという意識が教師に求めらえると言える。また、肥田（2021）の実践で見られたように、科学的な「見方・考え方」ができるよう、教師が言葉かけを行ったり、教材や実験の準備物を用意したりすることが必要である。

5-3 複線型の授業における指導方略に関する考察

複線型の授業における指導方略に関してまとめていく。複線型の授業において、発展的な学習内容を扱っての探究的な学習は、基礎的な学習内容を習得させた後に行っている実践が多かったものの、単元全体を通して行う実践も一部見られた。複線型の授業形態が一部であっても、単元全体であっても、指導方略として大きな違いはなかったと考えられる。そこで、以下、複線型の授業形態を取り入れた実践を全て含めて考察していく。

発展的な学習内容を扱い、かつ、複線型で探究的な学習を取り入れている実践では、「仮説や実験方法の違いによって、それぞれの実験方法で解決させる」という「解決方法をそれぞれに任せる場合」と、「解決する問題そのものが異なり、問題設定も解決方法も両方任せる場合」との二つに大別できた。

また、個別に一人一人に解決させる場合と、少人数のチームを組んで解決させる場合とがあった。個別での探究は、チームでの探究よりも難易度が高くなると考えられるため、子供が設定した問題や、教師が提示した問題が一人で

も解決可能かどうかを、教師が判断する必要がある。

複線型の場合、個人や各チームが問題を設定して解決するため、全体への情報共有の場が必要になる。チームでどんな問題を設定し、解決方法をどう考え、結果をどう考察したのか、発表会や話し合い、討論などの形式で情報共有していくことになる。

白井（1994）の指導方略に見られたように、単元の最後に複線型を取り入れて、各自や各チームで探究をさせる場合は、それまでの授業において「探究に必要な実験技能」と、「探究に必要な問題解決の力」を習得させておく必要があると考えられる。ここで重要なのは、「問題解決の力」が、問題発見の力や、仮説の発想の力、解決方法の発想の力、考察の力など多岐にわたることであり、ノートに結果を記録する力や仲間と話し合う力など汎用的な能力も含まれると考えられることである。

また、角田ら（1996）の指導方略に見られたように、複線型の授業形態を単元全体を通して取り入れるならば、個別の実験後に、各自が行った実験を補足したり、一斉授業で対実験を行ったりすることも重要になる。つまり、複線型の学習と単線型の学習を併用していくことが効果的だと考えられる。

長島（2019）の小学校第5学年「動物の発生や成長」の実践においても、独自学習と相互学習が随所に取り入れられている。特に、課題を設定する際に、不思議や興味をもったことなどを相互学習で話し合うことで、不思議なことや課題が明確になるというのは、効果的な指導方略だと考えられる。また、様々な動物を飼育した上で、その動物の生態の特徴を比較するように情報共有させている点も、考察を進めやすくなる指導方略の工夫だと考えた。比較という「見方・考え方」を使いながら探究を進めるよう促

すことは、重要だと考えられる。

隅田ら（2015）の「21 世紀型探究・発見学習」の実践で見られたように、「学習の個性化」を取り入れて、「問い」も「解決方法」も全て任せて探究させていく前段階として、「教師が与えた問い・方法に関して、準備物だけ考えさせる」、「教師が与えた複数の問いから一つ選択させて、後は解決方法を考えさせる」といった場合に、段階を踏むというのはスモールステップの大切な工夫と考えられる。また、隅田ら（2015）の、「21 世紀型探究・発見学習」では、探究に必要な「科学的な概念」と、「科学的な思考様式」の 2 つを活用できるように、繰り返し確認したり、共有させたりと、教師が教えている点が重要である。小学校段階では、学習者の探究の技能が未熟である可能性が高く、個別に探究を促して複線型の授業を行う場合は、特に探究の技能を補助する工夫が必要になると考えられる。

発展的な内容を扱う場合、内容の難易度が高まるため、内容を理解させることに主眼が置かれることがある。松尾（2019）が、実践への留意点として指摘したように、子供の問題意識を大切にすることと、子供が自力で探究可能な問題を扱っているかどうかを教師が意識する必要があると考えられる。

岩本（2021）の、小学校第 6 学年「燃焼の仕組み」における複線型の授業実践では、単元を中心となる問題は全員の共通課題として調べ、全員一斉に解決に取り組ませながらも、解決の途中で気になった問題や調べたい問題を記録させ、それぞれ自由に確かめてもよいことにしている指導方略が見られた。この指導方略を取り入れることで、基礎基本となる概念の習得を促しつつ、発展的な内容を探究させる活動が同時に可能であると考えられる。さらに、岩本（2021）の実践では、個別に教師が問題の発見や解決方法の発想を指導しているところも、重要な指導

方略だと考えられる。

先行研究に見られたように、全てを探究させる前段階として、例えば以下のように、探究を任せる範囲を限定させるのも効果的な指導方略である。

- ①問題と解決方法は教師が示し、準備物だけ考えさせる。
- ②問題は教師が示し、解決方法と準備物を考えさせる。
- ③問題・解決方法・準備物の全てを子供に考えさせ、効果的な方法を探り上げて、全員で解決させる。（単線型）
- ④問題・解決方法・準備物の全てを子供に考えさせ、情報共有させたあと、各自が問題・解決方法・準備物を選択し、個人（またはチームで）解決させる。（複線型）

6. 研究の総括と発展的な学習内容を扱った探究的な学習の提案

問題解決の力の育成が不十分であると考えられる小学校段階の子供でも探究が可能である発展的な内容として、以下のような条件が必要だと考えられる。

- ①単元で学習した知識・技能を活かせる
- ②自力で問題解決できる難易度である
- ③「問題設定・解決方法の発想」のどちらか、または、両方に対して、見通しをもてる
- ④繰り返し実験・観察が可能であり、試行錯誤が可能である
- ⑤既習の知識をより深く・広く学べる

さらに、探究的な学習に適した「発展的な内容の性質」に関しては、以下の 3 種類に分類できる。

- ①学習した知識・技能のより深い・広い活用を必要とする問題
- ②学習した物以外の自然に、学習した知識を適用できるか確かめる問題
- ③学習した知識・技能の活用と共に、さらに別の知識・技能が必要となる別文脈の問題

①でいえば、日なたが温かく日陰が涼しいという知識と、温度計で測定するという技能を活用して、運動場の温度調べを行うという発展的な課題を想定した。他にも、物の溶け方の学習後に、3種類の物が混ざった場合の分離の仕方という、学習した知識・技能を駆使して解決していく活動が考えられる。また、SGDsのような、防災や教科横断的な内容を含む場合も想定した。

②で言えば、例えば、植物の酸素と二酸化炭素の排出量を調べた後で、他の植物と比較してみるという活動が考えられる。他にも、植物の体のつくりや水の通り道に関して学んだ後で、他の植物にも気孔があるのかや、水の通り道がどうなっているのか調べる活動、光合成を学んだら他の植物も葉で光合成をしているのか、他の植物でも根や茎などにでんぷんを貯蔵することがあるのかを調べる活動が考えられる。

③で言えば、小学校第3学年で「物の形が変わっても重さは変わらない」ことを確かめさせた後、「物の状態が変わっても重さは変わらないか」を追究させる活動が考えられる。また、第4学年で、空気は圧すと縮むが水は圧しても縮まないことを学習した後で、ペットボトルロケットを遠くに飛ばすという活動が考えられる。ペットボトルロケットが遠くに飛ぶかは、ロケットの出力の鍵となる空気と水の量の適切さ、ロケットの角度の適切さなどの別の知識が必要となるためである。

もちろん、性質の①から③の要素が複合している発展的な内容もあると考えられる。

続いて主な指導方略を以下にまとめていく。特に、著者がこれまでに明らかにしてきた「単元全体を探究させる場合の指導方略」とはやや異なる指導方略を以下に挙げる。

【単線型で発展的な内容を扱う場合の指導方略】

- ①単元の前半で基礎的な知識・技能を習得させ、単元の後半でその知識・技能を活用しながら探究できるようにする。
- ②探究の際、活用する知識・技能の難易度が高ければ、「手引き書」や「ワークシート」などで、解決の手順を示す。
- ③発展的な学習内容に対する知識と、探究のための技能（問題解決の力や、見方・考え方を使いこなす力）が不十分な場合、教師が積極的に教授し、習得させる場面を用意する。

【複線型で発展的な内容を扱う場合の指導方略】

- ①問題設定・解決方法の発想の両方を任せるのか、問題は教師が提示し、解決方法の発想だけ任せるのかを教師が判断する。
- ②個別かチームで解決させるのかは、問題の難易度によって教師が判断する。
- ③個別やチームで解決させた後で、全体の場で情報共有や意見交流をする場面を用意する。
- ④問題意識を継続してもたせるため、単元の最初に基礎的な知識・技能を習得させる段階で、「疑問や調べたいこと」をノートに記録させておく。

上記のように、単線型と複線型の授業でも、指導方略はやや異なることが分かった。また、著者のこれまでの研究で明らかにしてきた「単元全体を探究的な学習で進める場合」の指導方

略と、授業の展開という大きな視点で見ると、指導方略で共通するものは多く見られた。つまり、基本は図1のような展開と、指導方略で進めていき、上記でまとめたやや異なる指導方略への意識をもつことが教師に求められると言える。発展的な学習内容を扱う場合の探究的な学習を成立させるための指導方略の工夫として、「教師の指導・支援」、「学習内容」、「学習形態」の3つの視点から整理すると、図2のようになる。

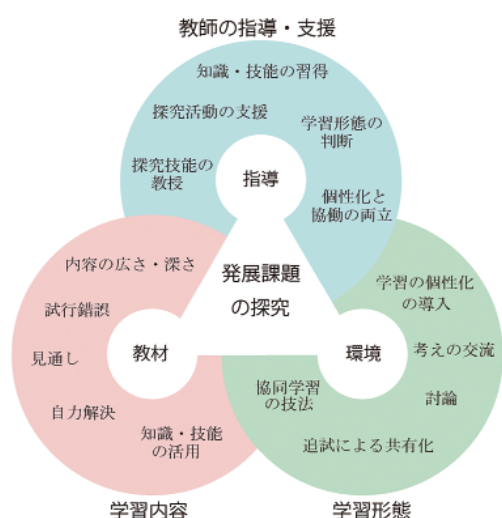


図2 無理なく発展的な内容を探究するための指導方略の工夫

これまでの調査結果と考察を基に、小学校理科において、どの単元でどのような発展的な学習内容を扱い、どのように探究活動を進められるかがある程度明らかになったと考えられる。そこで具体的に、発展的な内容を扱い、かつ、探究活動も可能な事例を、各学年で以下に提案していくこととする。

【単線型で探究的な学習を進める場合】

【第3学年】「植物の体のつくり」

（内容）根・茎・葉の体の構造を学習後、どんな植物にも根・茎・葉があるのか調べる。例えば、地下茎や葉の形、花柄・花茎が特徴的なものを調べる。

【第4学年】「雨水の行方と地面の様子」

「水は高い場所から低い場所へ流れて集まる」、「土の粒の大きさで水のしみ込み方が異なる」の2つに関して学習した後で、運動場や庭、道路など他の場所での雨水の行方を調べる。地面の傾きの工夫や、排水溝や排水性舗装のアスファルト、透水性のコンクリートなどの工夫を調べる。特に、透水性舗装と排水性舗装を調べる。接着剤と砂利、傾きを利用して、水はけのよい舗装道路をつくる活動、雨が降っても水はけがよい家（庭）づくりを考える活動を行う。

【第5学年】「流れる水の働きと土地の変化」

流れる水の働きを学習後、「大雨に強い町づくり」をテーマとして、水のエネルギーの強さを考慮した堤防の補強、高台の設置、用水路や遊水池の設置、ダムの設置など、水害を防ぐ工夫を考える。流れる水の働きの知識と実験技能を活用しながら、さらに、舟形屋敷、輪中、用水路などの発展的な内容を調べながら解決する。

【第6学年】「土地のつくりと変化」

水の働きで堆積してできた土地のつくりや、火山灰が降り積もってできた土地のつくりを学習した後で、溶岩が固まってできた地質や、もともとの岩石が変成してできた地質など、その他の地質を調べる。また、岩石だけでなく、主要な鉱物の種類も調べる。

【複線型で探究的な学習を進める場合】

【第3学年】「昆虫の成長と体のつくり」

昆虫の体のつくり「頭、胸、腹」を学習した後で、「羽、触覚、足の形、敵から身を守る工夫などの体のつくりを調べる」、「クモやダンゴムシ、ムカデなど昆虫以外の節足動物の体のつくりを調べる」、「完全変態と不完全変態の違い、食べ物の違いによる体のつくりの違い、保護色などの工夫、生存戦略の工夫、色の違いを調べる」など、自分の興味・関心に沿って解決したいテーマを考え、個人やチームで調べる。

【第6学年】「人と環境」

環境問題に関して基礎基本となる知識・技能を一斉授業で学ばせる。その後、「水、空気、食料、プラスチックフリー、エネルギー」などの分野で興味・関心のある課題に関して、自分なりに問題を設定し、実験方法を考えて解決させる。

発展的な学習内容で、かつ複線型の授業形態を取り入れて学習の個性化を図り、探究的な学習を取り入れるのであれば、難易度は高くなる。そのため、どの単元でも取り入れられるわけではないと考えられる。取り入れるのであれば、単元の最初の段階で、探究に必要な知識を確実に教師主導で習得させる必要があると言える。また、実験・観察技能だけでなく、探究に必要な問題解決の力や、科学的な見方・考え方を使えるようにしなくてはならない。その上で、試行錯誤が可能な教材の用意が必要になるだろう。もし実験が難しいなら、児童だけで探究できる「手引き書やワークシート」も必要になる。

例えば、第6学年の環境問題に関して学習するなら、環境問題の代表例に関しては、一斉指導によって教師主導で知識を習得させる必要が

ある。知識が確実に習得されるからこそ、問題も個別に設定が可能になると考えられるからである。さらに実験で確かめるやり方も習得させておく必要がある。酸性度を測定する方法や、水の汚れを測定する方法などである。学習者が科学的な「見方・考え方」ができるよう、教師が言葉かけを行う必要もある。

その後、例えば、「水問題」、「エネルギー問題」など、個別の興味・関心に合わせて調べていく展開になる。「水問題」の中でも、例えば、水をきれいにする方法を調べたい、水の汚れの原因を調べたいと細分化された問題が出てくることが予想される。どの問題が解決可能であり、解決する価値のある問題なのかを教師が判断する必要があるだろう。

7. 結論と今後の課題

発展的な内容を扱う探究的な理科学習は小学校段階では未だ少なかったが、探究的な要素が入った実践を調べることで、一定程度、指導方略や適した内容の特性などを明らかにすることができた。このことは、今後小学校段階で探究的な理科学習を進める上で、大きな意義があったと考えられる。

今後の課題として、本研究で提案した授業案を実践し、問題解決の力を中心とした思考力・判断力・表現力等が育成できるかを検証する必要がある。また、他の単元でも、発展的な内容を扱った探究的な学習が可能かどうかを検証する必要がある。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP 20K03261 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73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 (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 (答申) 【概要】」
- 2) 中央教育審議会 (2021) 「『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す, 個別最適な学びと, 協働的な学びの実現～ (答申)」
- 3) 文部科学省 (2017) 「小学校学習指導要領解説理科編」
- 4) 大前暁政 (2019) 「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」, 心理社会的支援研究 10, pp.19-36
- 5) 文部科学省 (2002) 「確かな学力の向上のための 2002 アピール「学びのすすめ」」
- 6) 文部科学省 (1998) 「小学校学習指導要領」
- 7) 文部科学省 (2017) 「小学校学習指導要領」
- 8) 文部科学省 (2017) 「小学校学習指導要領解説総則編」
- 9) 大上裕司 (2005) 「発展学習の類型に応じた次作教材開発のヒント」, 楽しい理科授業 37 (10), pp.8-11
- 10) 太田政男 (2005) 「年間計画にどんな発展学習をどう入れるか 3 年の年間計画」, 楽しい理科授業 37 (10), pp.20-23
- 11) 鈴木雅行 (2005) 「年間計画にどんな発展学習をどう入れるか 4 年の年間計画」, 楽しい理科授業 37 (10), pp.24-27
- 12) 森康行 (2005) 「年間計画にどんな発展学習をどう入れるか 5 年の年間計画」, 楽しい理科授業 37 (10), pp.28-31
- 13) 根本滋之 (2012) 「理科を学ぶ有用性を実感する授業づくりー5 年『メダカのたんじょう』の発展学習を通してー」, 千葉県総合教育センター科学技術教育 223, pp.5-7
- 14) 文部科学省 (2008) 「小学校学習指導要領」
- 15) 玉田泰太郎 (1992) 「新たのしくわかる 理科 5 年の授業」, あゆみ出版
- 16) 川上昭吾, 釜屋雄一 (1999) 「理科学習における発展学習と自由研究のワークシート開発及びその有効性に関する実証的研究ー気孔に関する学習を例としてー」, 愛知教育大学教育実践総合センター紀要 2, pp.65-72
- 17) 正祐弘 (2008) 「環境を考える小学校 6 年理科の発展学習ー校庭の樹木を用いた二酸化炭素の吸収調べと環境ー」, 香川県立五色台少年自然センター自然科学館研究報告 31, pp.1-9
- 18) 今村哲史, 丸山陽子, 元木徹 (2011) 「小学校理科における物質概念育成のための実践的研究」, 日本科学教育学会研究会研究報告 26, pp.1-6
- 19) 清水秀夫 (2012) 「科学的な思考力を培う発展的学習課題の設定とその効果ー小学校理科 3 学年『日なたと日陰を調べよう』の実践を通してー」, 群馬大学教育実践研究 29, pp.229-235
- 20) 小池守, 小松田勇樹, 鴨下央, 永沼充, 高津戸秀 (2014) 「2 次元でこの教材化に関する研究ー小学校 6 年理科発展学習での実践を通してー」, 科学教育研究 38 (2), pp.135-147
- 21) 貴志年秀 (2017) 「理科から総合的な学習の時間への発展 (知識の活用: ものづくりを通して)」, 学校教育実践研究 2, pp.53-57
- 22) 肥田幸則 (2021) 「単元構成を意識した事象提示の工夫ー第 3 学年『物と重さ』『磁石の性質』の実践を通してー」, 理科の教育 70 (822), pp.26-28
- 23) 佐藤哲 (2015) 「小学校理科における防災教育の試みー第 5 学年『流れる水のはたらき』の授業構想からー」, 理科の教育 64 (756), pp.16-18
- 24) 松尾健一 (2019) 「将来の持続可能な社会の担い手である子どもと SDGsー小学校教育に SDGs の視点を取り入れる意味と留意点について考えるー」, 理科の教育 68 (807), pp.34-36
- 25) 恩藤芳典, 井藤芳喜, 元廣賢吾, 野々村雅美, 生田一人, 平原榮 (1986) 「理科学習の個性化と学習課題づくり」, 明治図書出版
- 26) 生田一人 (1986) 「未知のものを探る学習課題づくりとその展開 カード法の活用による『食塩水のこさと重さ』の学習づくり (5 年)」, 恩藤芳典, 井藤芳喜, 元廣賢吾, 野々村雅美, 生田一人, 平原榮 (1986) 「理科学習の個性化と学習課題づくり」, 明治図書出版,

pp.122-129

- 27) 作田晃一, 石井詩都夫 (1995) 「理科における複線型問題解決の学習効果に関する研究」, 筑波大学学校教育論集 18, pp.15-24
- 28) 白井貞一 (1994) 「見通しをもたせ学習の個別化を図る理科指導 第 5 学年「もののとけかた」の指導を通して」, 新潟県立教育センター研究報告 156, pp.21-30
- 29) 角田秀晴, 渡邊重義, 山下伸典 (1996) 「「自分で考える」理科授業の構想と実践 (1) -学習の個別化と通年レベルでの授業計画-」, 日本理科教育学会全国大会要項, p.331
- 30) 角田秀晴, 渡邊重義, 山下伸典 (1996) 「「自分で考える」理科授業の構想と実践 (2) -個別化学習の実践と評価-」, 日本理科教育学会全国大会要項, p.332
- 31) 岡田篤, 水谷恒雄, 澤野誠, 野々垣春瑞, 戸田山正宏 (2003) 「新理科教科書を補う発展学習実践集 5 ～ 6 年編」, 明治図書出版
- 32) 長島雄介 (2019) 「一人一人の飼育を活かして探究する能力を育む-第 5 学年:動物の発生や成長について追究する学習を通して-」, 理科の教育 68(808), pp.17-19
- 33) 隅田学, 和田敬行, 坂本定生, 今林義勝, 石田靖弘, 大橋淳史 (2015) 「「21 世紀型探究・発見学習」による理科授業の開発 (I) -小学 5 年「ものの溶け方」での試行-」, 日本科学教育学会研究会研究報告 29 (6), pp.19-22
- 34) 岩本哲也 (2021) 「子どもの「個性や多様性」を認める理科授業-第 6 学年「燃焼の仕組み」の実践を通して-」, 理科の教育 70 (832), pp.25-27

Abstract

A study on “progressive content of scientific study” and “instructional strategies” to encourage inquiry-based learning in Japanese elementary schools

Akimasa OMAE ¹⁾

Curriculum guidelines for elementary schools in Japan require children to develop problem-solving skills through proactive activities. Therefore, even in elementary school science classes, teachers must devise ways to encourage learners to take the lead in inquiry-based learning. The author's previous research has elucidated teaching strategies for promoting exploratory learning throughout the entire unit of elementary school science. However, at the elementary school level, although learning about progressive content of scientific study is emphasized, there are few examples of exploratory science classes dealing with advanced learning content, leaving room for further research. Therefore, this research aimed to examine numerous previous studies to clarify the following points: “characteristics of progressive content of scientific study” and “teaching strategies that should be applied to inquiry-based learning.”

The analysis helped to understand the conditions for progressive content of scientific study that enable exploration even in elementary school children, who are considered to have insufficient problem-solving skills. In addition, the characteristics of progressive content suitable for inquiry-based learning at the elementary school level were clarified.

Teaching strategies were divided into two categories as follows: “teaching strategies when dealing with advanced content in a single inquiry-based learning,” and “teaching strategies when dealing with advanced content in a multiple inquiry-based learning.” The study findings enabled the author to create a lesson plan on how to proceed with inquiry-based learning that deals with progressive content of scientific study in units of each grade in elementary school. At the elementary school level, promoting inquiry-based learning regarding the progressive content of scientific study is considered to be of great significance in fostering students' ability to solve problems and work together.

Keywords: Inquiry-based learning, progressive content of scientific study, teaching strategies

¹⁾ Faculty of Child Education, Kyoto Bunkyo University, Uji, Kyoto, Japan