

令和4年度(2022年度) 研究員派遣による学校支援に関する研究(理科)

児童の予想や仮説を基にした、 問題解決の力の育成を目指す小学校理科の指導改善

—見通しをもって観察、実験を行うことを通して—

内容の要約

本研究では、児童が「見通しをもつ」ことに重点を置いて指導改善を行った。その際、児童が児童向け達成基準としての理科プロカードを用いたり、指導者が1人1台端末を活用して児童の学習状況を見取ったりすることで、児童が見通しをもちやすくするための指導の検討と実践を繰り返した。その結果、児童が見通しをもつための四つの手立てである「表現の整理」「基準の設定」「妥当性の検討」「結果の見通し」を見いだすことができ、児童が主体的に観察、実験に取り組むことができるようになった。これにより、様々な視点から問題解決の方法を考えることを通して、問題解決の力を育成することを目指した。

キーワード

「見通しをもつ」
四つの手立て

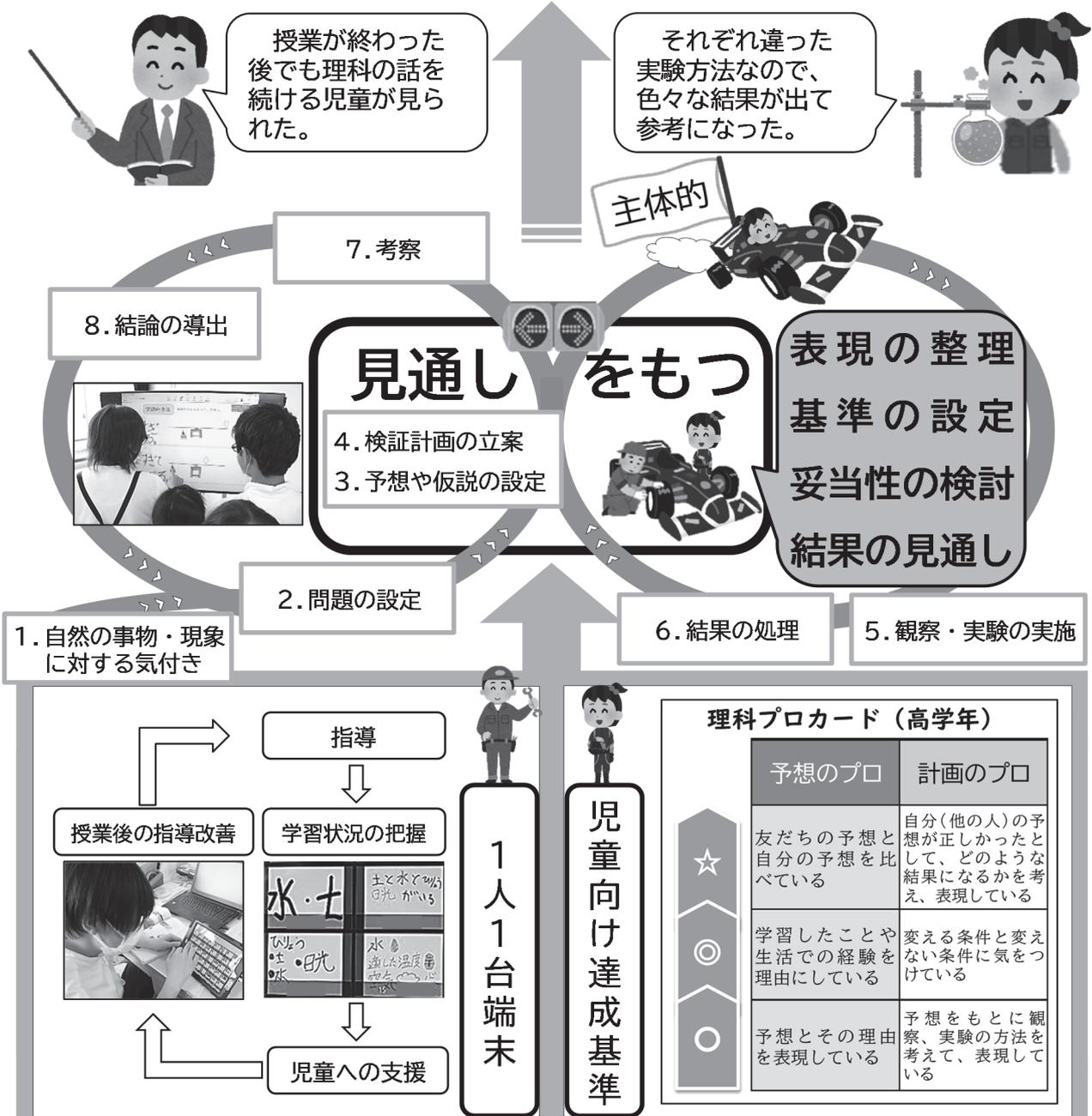
理科プロカード
問題解決の力

1人1台端末

| 目 | | 次 | |
|-----|------------------|-----|-----------------------|
| I | 主題設定の理由 | (1) | VI 研究の内容とその成果 (4) |
| II | 研究の目標 | (1) | 1 研究協力校の実態 (4) |
| III | 研究の仮説 | (1) | 2 児童が「見通しをもつ」ために必要 |
| IV | 研究についての基本的な考え方 | (2) | な四つの手立て (5) |
| 1 | 理科における問題解決の力の育成 | (2) | 3 「見通しをもつ」ことに重点を置い |
| | について | | た指導実践 (8) |
| 2 | 児童が「見通しをもつ」ことの意義 | (2) | 4 見通しをもてるようにするための |
| | について | | 手立ての成果 (10) |
| 3 | 児童が見通しをもてるようにする | (3) | 5 児童と指導者の変容 (11) |
| | ための手立てについて | | VII 研究のまとめと今後の課題 (14) |
| 4 | 研究成果の検証方法について | (4) | 1 研究のまとめ (14) |
| V | 研究の進め方 | (4) | 2 今後の課題 (14) |
| 1 | 研究の方法 | (4) | 文 献 |
| 2 | 研究の経過 | (4) | |

小学校理科

問題解決の力の育成



「調査対象学年の児童に対する理科の指導として、前年度までに、自ら考えた仮説をもとに観察、実験の計画を立てさせる指導を行いましたか」

「よく行った」と回答した学校の割合
19.7%(全国比-7.6)
【平成30年度全国学力・学習状況調査 滋賀県の結果】

「理科の授業では、自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てていますか」

「当てはまる」と回答した児童の割合
31.2%(全国比-6)
【平成30年度全国学力・学習状況調査 滋賀県の結果】

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・能力を育成することを目指す。

【小学校学習指導要領(平成29年告示)】

研究員派遣による学校支援に関する研究(理科)

児童の予想や仮説を基にした、
問題解決の力の育成を目指す小学校理科の指導改善

－見通しをもって観察、実験を行うことを通して－

I 主 題 設 定 の 理 由

小学校学習指導要領(平成29年告示)において、小学校理科の教科の目標は、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・能力を育成することとされている。そして、小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編(以下、学習指導要領解説という。)では、一連の問題解決の活動を児童自らが行おうとする主体的な問題解決の活動の、より一層の充実を図ることが大切であるとされている。加えて、資質・能力を育成する学びの過程について、「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」¹⁾であると述べられている。このことから、指導者は児童が主体的に問題解決の活動に取り組むようにするとともに、問題解決のそれぞれの過程でどのような資質・能力を育成するのか意識して指導改善を行うことで、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・能力が育成できるといえる。

児童が見通しをもって観察、実験を行うことの意義について、学習指導要領解説には、観察、実験が児童自らの主体的な問題解決の活動になることや、児童が様々な視点から自らの考えを柔軟に見直し、その妥当性を検討する態度を身に付けるようになることが示されている。一方、理科が前回実施された平成30年度全国学力・学習状況調査における児童質問紙の「理科の授業では、自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てていますか」という設問に対して、最も肯定的な「当てはまる」と回答した児童の割合は、滋賀県は31.2%(全国比-6)であった。また、学校質問紙の「調査対象学年の児童に対する理科の指導として、前年度までに、自ら考えた仮説をもとに観察、実験の計画を立てさせる指導を行いましたか」という設問に対して、最も肯定的な「よく行った」と回答した学校の割合は、滋賀県は19.7%(全国比-7.6)であった。このことから、児童自らが考えた予想や仮説を基に、観察、実験の計画を立てることができるような指導が不十分であるという課題がうかがえる。

以上のことから、本研究では、児童が「見通しをもつ」ことに重点を置いて指導することにより、児童が主体的に問題解決の活動に取り組めるようにして、問題解決の力の育成を目指すこととした。

II 研 究 の 目 標

小学校理科において、児童が「見通しをもつ」ことに重点を置いて指導することにより、児童の主体的な問題解決の活動を促し、問題解決の力の育成を目指す。

III 研 究 の 仮 説

児童の予想や仮説を基にして、児童が検証計画の立案を行うという「見通しをもつ」ことに重点を置いて指導すれば、児童が既習の内容や生活経験を活用しながら主体的に観察、実験に取り組むことができるようになるであろう。それにより、様々な視点から問題解決の方法を考えるようになり、問題解決

の力が育成されるであろう。

IV 研究についての基本的な考え方

1 理科における問題解決の力の育成について

学習指導要領解説において、資質・能力の三つの柱のうち、「知識及び技能」の育成については、児童が「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」¹⁾ ことと示されており、児童が「自ら自然の事物・現象に働きかけ、問題を解決していくことにより、自然の事物・現象の性質や規則性などを把握する」¹⁾ こととされている。「思考力、判断力、表現力等」の育成については、「観察、実験などを行い、問題解決の力を養う」¹⁾ と示されており、「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、結果を整理して考察し、結論を導き出すといった問題解決の過程」¹⁾ の中で問題解決の力は育成されると示されている。「学びに向かう力、人間性等」の育成については、「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こと」¹⁾ とされており、「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」¹⁾ と示されている。

いずれも共通して問題解決について示されていることから、問題解決の力を育成することが、「思考力、判断力、表現力等」はもとより、三つの資質・能力の育成につながるといえる。

2 児童が「見通しをもつ」ことの意義について

学習指導要領解説において、問題解決の過程の例として、「自然の事物・現象に対する気付き」「問題の設定」「予想や仮説の設定」「検証計画の立案」「観察・実験の実施」「結果の処理」「考察」「結論の導出」といった過程が挙げられている。また、「見通しをもつ」とは、「児童が自然に親しむことによって見いだした問題に対して、予想や仮説をもち、それらを基にして観察、実験などの解決の方法を発想することである」¹⁾ と示されている。

本研究における「見通しをもつ」とは、問題に対して児童が「予想や仮説の設定」を行うことと「検証計画の立案」を行うことを指すものとする(図1)。

児童が「見通しをもつ」ことの意義は、次の二つと考え指導を行う。一つは、既習の内容や生活経験を活用して、新たな問題の解決に取り組めるようになることである。「見通しをもつ」場面において、児童が既習の方法を用いて新たな問題を解決しようとするのが考えられる。このような学習を繰り返すことで、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するといった問題解決の力を育成できると考える。もう一つは、児童が多様な意見を出し合うことで、自然の事物・現象を様々な視点から考えられるようになることである。児童一人ひとりが「見通しをもつ」ことで、同じ問題に対して異なる予想や仮説、検証計画が生まれることになる。自らの考えに加えて、他者の考えや意見にふれることで、より妥当な考えをつくりだし、表現する力が身に付くといった問題解決の力の育成ができると考える。

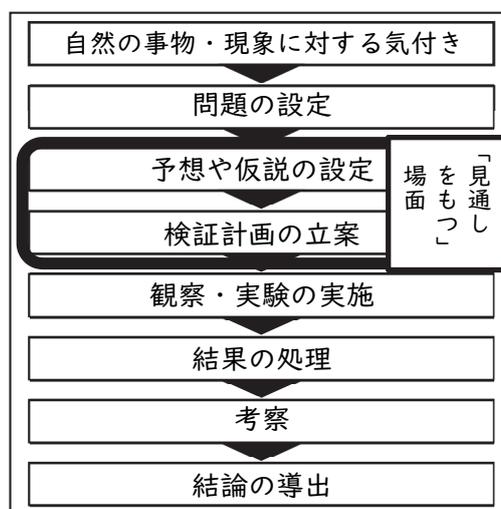


図1 問題解決の過程
(学習指導要領解説から整理)

3 児童が見通しをもてるようにするための手立てについて

(1) 理科プロカードの活用

本研究では、令和2年度小学校課題研究(理科)の成果物である児童向け達成基準を基にして、「見通しをもつ」場面で活用しやすいように、各段階を短い文で表して見やすくした理科プロカードを新たに作成した(図2)。

理科プロカードは、児童が自分の記述した内容を下の段から順に照らし合わせることで自らの表現を見直し、自己の目標を定め、主体的に学習に取り組むことができるようにした。例えば、「検証計画の立案」の場面では、児童は理科プロカードと検証計画を見比べながら、自分の予想を基にした観察、実験になっていけば一番下の段は達成しているということになる。一番下の段が達成されていけば、理科プロカードの二段目が達成されているかを確認する。このように、自分の記述した内容が、現在の段階に達しているのかを確認し、自己評価をすることで、主体的に問題解決の活動に取り組めるようにしている。この理科プロカードは、児童が「見通しをもつ」ことに慣れていない時期に使用し、児童の実態に合わせて使用を促すものとする。

| | 予想のプロ | 計画のプロ |
|---|-----------------------|---|
| ☆ | 友だちの予想と自分の予想を比べている | 自分(他の人)の予想が正しかったとして、どのような結果になるかを考え、表現している |
| ◎ | 学習したことや生活での経験を理由にしている | 変える条件と変えない条件に気をつけている |
| ○ | 予想とその理由を表現している | 予想をもとに観察、実験の方法を考えて、表現している |

図2 理科プロカード(「予想や仮説の設定」と「検証計画の立案」の場面で活用する)

(2) 1人1台端末を活用した指導改善

本研究で取り組む指導改善は、児童の学習状況を把握して評価し、授業および授業後に児童の思考を整理しながら行うこととする。「見通しをもつ」場面において、指導者が指導者用端末で児童の学習状況を把握し、児童が見通しをもてていないと判断した場合、個別の支援や補助発問などを行う。

このような指導改善を図るためには、児童の学習状況を的確に把握する必要がある。児童の1人1台端末の画面を、指導者用端末で一括して見ることで、児童の学習状況を短い時間で把握することができる。児童の情報を適宜得られることで全員の状況が分かるため、指導改善の必要性に気づきやすくなると考えられる。

ア 授業における指導改善

指導改善を行うにあたって、「見通しをもつ」場面における児童の様子や1人1台端末の記述を基に行う。例えば、予想を立ててはいるが、検証計画を立案することが困難な児童を1人1台端末によって把握する。児童の記述を基にして、表現の方法に困っているのか、必要な知識が足りていないことで困っているのかを判断し支援を行う。支援の方法として、困っている児童が少数の場合は個別に声を掛け、人数が多い場合には、補助発問を加えたり手掛かりとなる言葉や図を該当児童の1人1台端末に送ったりするなど、児童の学習状況に合わせて指導を変えるようにする。

イ 授業後における指導改善

「見通しをもつ」場面における児童の様子や1人1台端末の記述を基に、授業後についても指導改善を行う。例えば、児童の予想や検証計画によっては、多くの条件を制御する必要がある実験や繰り返し行う必要がある実験になることがある。そこで、あらかじめ指導者が指導者用端末で児童の学習状況を把握しておくようにする。そして、検証計画が児童にとって難しいものになると予測できた時には、手立てを工夫するようにする。

4 研究成果の検証方法について

研究の成果を二つの方法で検証する。一つは、授業中の児童の発言や行動、記述を手掛かりに、児童の変容を見取る。もう一つは、研究の始期と終期に質問紙調査と学力調査を行う。学力調査には、全国学力・学習状況調査等の問題を基に作成した記述式の評価問題を用いる。記述式の評価問題は、「見通しをもつ」場面に関する問題を2問出題し、記述内容の充実の度合を、また、考察に関する問題についても1問出題し、問題解決の力が育成されているかどうかを検証する。これらの変容を組み合わせることで、問題解決の力を育成できたかどうかを多面的に検証する。

V 研究の進め方

1 研究の方法

- (1) 研究協力校において質問紙調査を行う。児童には、観察、実験を行うにあたって、見通しをもって取り組んでいるかについて、指導者には、観察、実験を行うにあたって、見通しをもてるように指導しているかについて、それぞれの現状を把握する。
- (2) 問題解決の力の育成状況を検証するために、全国学力・学習状況調査等の問題を基に作成した記述式の評価問題を活用して、研究始期に学力調査を行う。
- (3) 観察、実験を行う前に、児童が「見通しをもつ」場面を取り入れることで、問題解決の力の育成を図る。
- (4) 1人1台端末による授業支援アプリを活用することで、児童の学習状況を把握し、指導改善を行う。
- (5) 児童自身が目指す姿を意識できる理科プロカードを作成し、児童に示す。児童が「見通しをもつ」場面において学びの道しるべとすることで、主体的に学習に取り組めるようにする。
- (6) 研究協力校で派遣研究協議会を実施し、取組について協議する。
- (7) 研究終期において、児童を対象に始期と同様の質問紙調査と学力調査を行う。始期と終期の変容を分析することにより、各校での取組内容、成果と課題についてまとめる。

2 研究の経過

| | | | |
|--------|----------------------------------|---------|---|
| 4月 | 研究構想、研究推進計画の立案 | 10月～11月 | 指導者・児童質問紙調査および学力調査 |
| 4月～11月 | 派遣研究(小学校2校、原則各校週1回派遣) | 11月 | (第2回)の実施と分析 第2回派遣研究協議会(研究の成果と課題、研究のまとめ方) |
| 5月 | 単元計画の作成 | 11月～12月 | 研究論文原稿執筆 |
| 6月 | 指導者・児童質問紙調査および学力調査(第1回)の実施と分析 | 1月 | 研究発表準備 |
| 7月 | 第1回派遣研究協議会(1学期の取組の成果と課題、2学期の方向性) | 2月 | 研究発表大会 |
| 夏季休業中 | 2学期に向けた単元計画の作成 | 3月 | 研究のまとめ |

VI 研究の内容とその成果

1 研究協力校の実態

研究協力校の児童と指導者を対象に、理科における学習状況についての質問紙調査を研究始期に行った(p.5の図3)(p.5の図4)。児童に対する「自分の予想を基に観察や実験の方法を考えている」の設問では、最も肯定的な「当てはまる」という回答は32%にとどまっている。また、指導者に対する「観察や実験の方法を考える場面で、観察や実験の方法を、児童自身で考えるように指導していま

すか」の設問では、「いつも、または、ほとんどいつも指導する」という回答は17%となっており、児童の結果に対して、指導者の結果はさらに低い値になった。

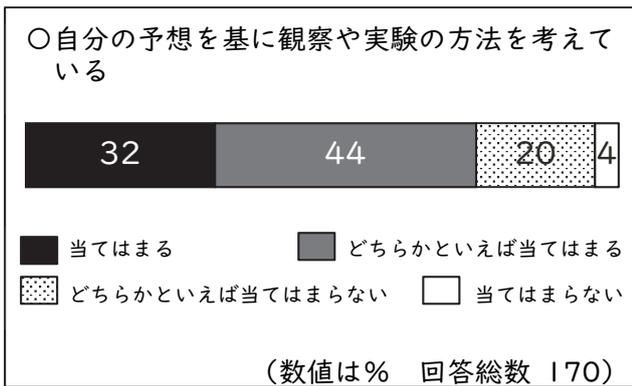


図3 児童対象質問紙調査(研究始期)の結果

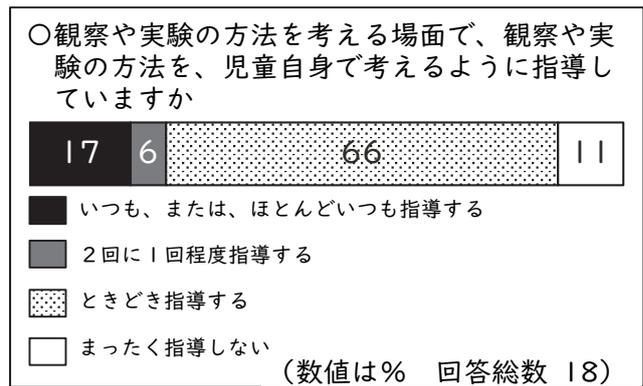


図4 指導者対象質問紙調査(研究始期)の結果

これらの結果から、指導者は授業に「見通しをもつ」場面を取り入れられていないと回答しているにも関わらず、児童は見通しをもって観察、実験を行っているという回答していることになる。この結果について、「見通しをもつ」場面で、観察、実験の方法を、児童自身で考えるように指導されていないことにより、どのような学習が「自分の予想を基に観察、実験の方法を考えている」ことであるかを児童が理解できていないのではないかと考えた。そこで本研究では、継続して児童の学習状況を基に指導方法を検討できる派遣研究の強みを生かして、研究協力員と共に児童が「見通しをもつ」場面を授業に取り入れる効果を検証することにした。

2 児童が「見通しをもつ」ために必要な四つの手立て

1学期に児童が「見通しをもつ」場面を授業に取り入れた際、単元を終えるまでに多くの時間を費やした。その要因は、検証計画における条件制御が不完全であったり、目的が不明瞭のまま観察、実験を行っていたりすることであると分析した。このような状況を改善するために、問題解決の過程の「予想や仮説の設定」から「観察・実験の実施」までの間に、「表現の整理」「基準の設定」「妥当性の検討」「結果の見通し」という四つの手立てが重要なのではないかと考えた(図5)。これら四つの手立ては、これまで指導者によっては無意識の内に実践されてきたものであるが、これらを明確にして、意図的に指導に取り入れることで、全ての指導者の指導改善に資するものになると考える。

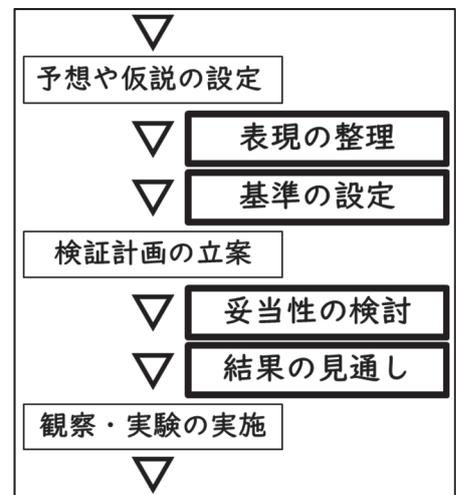


図5 「見通しをもつ」ために必要な四つの手立て

(1) 児童が着目したことをまとめる「表現の整理」

児童が予想や仮説の設定を行った後、指導者は様々な視点から問題解決の活動に取り組めるように、児童が発表した考えを板書した。しかし、他の児童の考えと自分の考えとの共通点や相違点を見つけ、考察に活用しようとする児童は少なかった。そこで、「予想や仮説の設定」の際、児童の考えを交流する時間を設けるだけでなく、何に着目して検証計画を立案するのかを整理することで、実験の目的を明確にし、様々な視点から考えられるようにした。第6学年「てこの規則性」(A物質・エネルギー)では、「作用点と力点を離す」「作用点を支点に近づける」「支点と力点を離す」「棒の端に力を加える」などの予想が出てきた。児童の意見を板書しただけでは他の児童の意見を知るだけにとどまってしまう。そこで、共通点や相違点を見つけやすくするように、児童が着目してい

る点を短い言葉で整理した。この時は、「作用点と力点を離す」「作用点を支点に近づける」「支点と力点を離す」という意見は「点と点の距離」に着目しており、「棒の端に力を加える」という意見は「力点の場所」に着目していることを児童と確認しながら板書した。これにより、「検証計画の立案」の際に、距離や場所に着目して条件の制御が行えているかを様々な視点から考えたり、「結論の導出」の際に、児童が「距離」に着目しながらまとめたりすることができるようになった。

(2) 変えない条件を考えやすくする「基準の設定」

条件を制御しながら結果を比較する観察、実験を行う場合、変える条件と変えない条件を整理する必要がある。児童にとって、変える条件は自分の予想を基にするため設定しやすいが、変えない条件は、児童が観察、実験をイメージできずに設定が難しかった。しかし、1学期に行った第5学年「植物の発芽、成長、結実」(B生命・地球)において、この課題に対する手立てを見いだすことができた。

この単元では、植物の発芽に水、空気および温度が関係していることを学習する際、児童が発芽に必要な条件を予想する場面がある(図6)。児童の予想には「水」「土」「肥料」「日光」「適した温度」「空気」が挙がり、児童は自分の予想を基にして検証計画を立案した。検証計画を立案する場合、変える条件が一つになるようにするため、他の条件は変わらないように条件を制御する。児童の学習状況を指導者用端末で把握した際、多くの児童は変える条件を一つに設定することができていたが、変えない条件の数は児童によって異なっていた。例えば、変えない条件を「水」だけにしている児童もいれば、「水と土」にしている児童もいた。児童によって変えない条件の数が異なる場合、条件の制御ができていないかを児童自身で検討することが困難であることが分かった。単元終了後にこの点を振り返り、どのような手立てができたかを指導者と検討した。そして、児童の予想から、「水、土、肥料、日光、適した温度、空気」の条件をすべて満たしたとき必ず発芽するといえるので、これを観察、実験の基準として設定することにした。基準となる方法があることにより、例えば、発芽には水が必要であると予想した児童は、残りの「土、肥料、日光、適した温度、空気」を変えない条件にすればよいということになり、それらの条件を満たすように検証計画を立案すればよいということになる。

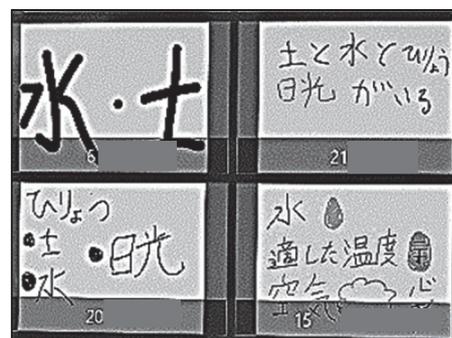


図6 児童の予想(一部)

以降の単元では、「基準の設定」の手立てを講じることにより、児童が条件を制御した実験方法を具体的に思考しやすくなると考えた。さらに、「基準の設定」により、検証計画の妥当性を検討したり、考察をしやすくなったりすると考えた。

2学期に行った第6学年「てこの規則性」(A物質・エネルギー)では、「基準の設定」を実際に取り入れて実践した。本単元では、てこを用いて可能な限り小さい力で物を持ち上げるためには、支点から力点までの距離を長くし、支点から作用点までの距離を短くするとよいことを観察、実験を通して確かめる学習がある。「支点から作用点までの距離」に着目している児童の場合、支点と力点の位置は固定して、作用点だけを動かしながら観察、実験を行う必要がある。そこで、この場

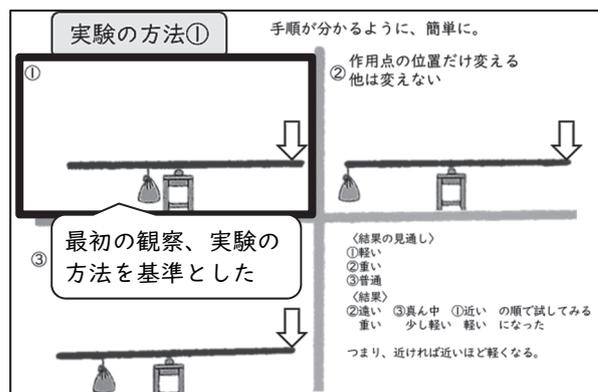


図7 児童が作成した検証計画の例(原文のまま記載)(四角の枠線は筆者)

合の基準は、自分達が最初に観察、実験を行う際の力点・作用点・支点の位置とすることとし、学級で共通理解を図った。ある班では、力点は棒の右端、作用点は支点に最も近い位置、支点は棒の中央という条件で最初に観察、実験を行うことを計画しており、これを基準にした(p.6の図7)。その後は、常に基準と比較しながら、変える条件を意識して計画を立案することができるようになり、条件を制御した計画を立案することができるようになった。

このように、「基準の設定」の手立てを講じることにより、児童は条件を適切に制御した検証計画を立案できるようになった。観察、実験によって基準の決め方は異なるが、条件制御を児童が意識できるようにするためには、比較対象が明確である必要がある。また、指導者が児童に対して一方的に基準を提示すると、児童が主体的に問題解決の活動に取り組めないことがあったので、基準を決める際は、児童の考えを生かした決め方になるように留意する必要がある。

(3) 検証計画を様々な視点から見直す「妥当性の検討」

1学期に行った第5学年「植物の発芽、成長、結実」(B生命・地球)では、種子が発芽するために必要な環境条件に対して、児童が予想や仮説を基に検証計画の立案を行う場面がある。授業では、土や水を変える条件にして検証計画を立案した児童が多数だったが、中には空気や温度を変える条件にして立案している児童が少数見られた。指導者は、個人で複数の計画を立案した場合は、その中から一つに絞り込むように指示したところ、空気や温度を条件に挙げていた児童の中には、周囲の児童に合わせるように、土や水を変える条件にする姿が見られた。また、空気や温度を変える条件にする計画を選んだ児童が少なく、様々な視点から検討する機会がないという状況に陥った。

そこで、検証計画を立案した後、学級で検証計画の妥当性を検討する手立てを取り入れることにした(図8)。

2学期に行った第5学年「流れる水の働きと土地の変化」(B生命・地球)では、流れる水の速さや量が変化すると、土地を侵食したり、石や土などを運搬したり堆積させたりする働きも変化することを学習する。その中で、水の量が少ない場合と多い場合を比較するための検証計画を立案する場面がある。授業中に児童の検証計画を見ると、水の量を増やすために使用する道具が班によって異なっていた。水の量を調節するための道具として、洗浄瓶とじょうろを使って比較する計画を立てている班もあれば、洗浄瓶の数が一つの場合と二つの場合で比較する計画を立てている班もあった。指導者は各班の立案した検証計画の妥当性を、学級で検討することにした。学級で検討する理由は、立案した児童の人数などに偏りがあった場合でも、様々な視点から計画を見直せるようにするためである。妥当性を検討する際は、変える条件と変えない条件を整理した表と観察、実験の手順を比較しながら行った。そうすることにより、班ごとの条件の違いが一目で分かり、制御できていない条件があれば気づきやすくなった。

この「妥当性の検討」の手立てを講じたことで、児童から洗浄瓶とじょうろを使って比較することへの疑問が生まれた。道具を変えてしまうと、水の量だけでなく、水の

- | |
|--|
| ①変える条件と変えない条件を整理した表と観察、実験の手順を個人で作成する。 |
| ②予想や検証計画が似ている児童同士で班をつくる。 |
| ③個人が考えた検証計画を基にして、班で変える条件と変えない条件を整理した表と観察、実験の手順を改めて立案する。(少数意見を大切にするために、検証計画は複数になってもよいことを伝える。) |
| ④班ごとに立案した検証計画の妥当性を、学級で検討する。 |

図8 妥当性の検討を行うための手順



図9 川の形状を、変えない条件に付け足し、実験を行っている児童

勢いも変わってしまうという指摘から、検証計画を修正する機会をつくることができた。さらに、学級での検討を踏まえて、自分たちが条件を制御できているかを見直している班があり、川の形状を変えない条件として付け足していた。その班では同じ川の形状がつけられるように、透明なフィルムを川の形に切り取って、人工の川をつくるように検証計画を修正した(p.7の図9)。

このように、妥当性を検討する活動を取り入れることで、他の人の計画を検討するだけでなく、そこから自分の考えを見直す機会にもなった。また、あらかじめ観察、実験の条件を十分に練ることで、集中して観察、実験に取り組むことができた。

(4) 予想が確かめられた場合に得られる「結果の見通し」

児童が自身の予想や仮説を基にして検証計画の立案を行ったことにより、実験を実施している間は主体的に取り組むことができた一方で、考察を行う場面で、結果から分かることを見いだすことができずに困っている児童が見られた。その原因の一つとして、「検証計画の立案」の場面や「観察・実験の実施」の場面では、条件の制御に注意を向けることが必要であることに対して、実験後は結果を基に推論する思考が必要になることが挙げられる。児童には思考の切り替えをすることが求められるが、それがうまくできていないのではないかと考えた。

そこで、計画した実験を実際に行った場合、自分の予想が正しかったとすれば、どのような結果になり、そこから何が分かるのかを児童自身が事前に見通せるようにした。第6学年「月と太陽」(B生命・地球)において、月が新月になるときの月と太陽の位置関係について調べる学習を行った。ある児童は、地球から見て、月と太陽の位置が反対側にあるとき、地球が太陽の光を遮るため新月になるのではないかと予想し、それを図式化して表現した(図10)。実験後、この児童は、「図の時に新月になった。だから、月・地球・太陽の時に新月になるという予想は間違っていた」と記述した(図11)。

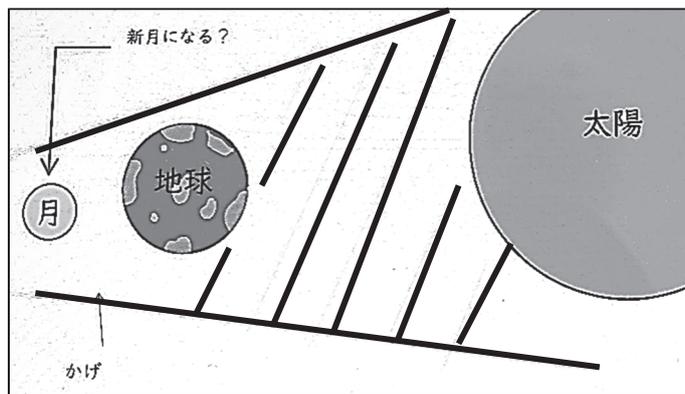


図10 月が新月になるときの月、地球、太陽の位置関係を児童が1人1台端末を用いてかいた図

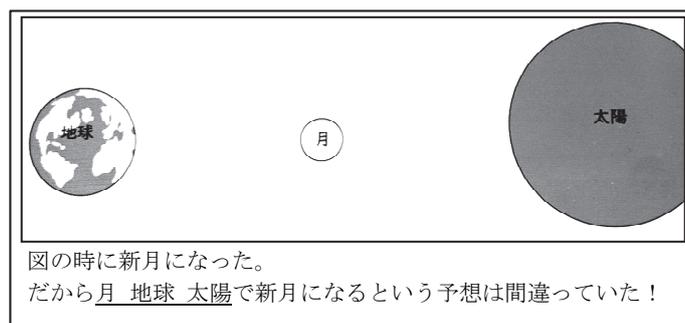


図11 実験後の児童の記述

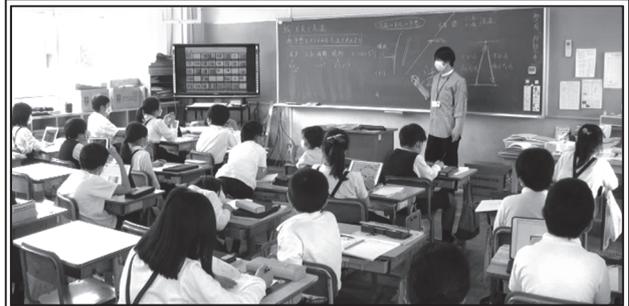
このように、自分の予想が確かめられた場合の観察、実験の結果をあらかじめ見通す手立てを講じることで、実験の目的が明確になり、考察を表現しやすくなった。また、自分の見通しと異なる結果になった場合であっても、結果を踏まえた考察を行ったり、実験方法の再考をしたりすることにつながった。

3 「見通しをもつ」ことに重点を置いた指導実践

児童が「見通しをもつ」ことに重点を置いて指導したことにより、児童は既習の内容を活用して新たな問題に取り組めたり、対話的な活動を通して妥当な考えをつくりだしたりすることができた。予想や仮説を基にして、検証計画を立案した場面から二つの事例を取り上げる。

(1) 「見通しをもつ」ことで既習の内容を活用して新たな問題に取り組めるようになった事例

第4学年「天気の様子」(B生命・地球)では、天気の様子と気温との関係を調べる学習がある。児童は天気によって1日の気温の変化はどのように変わるのかを予想した後、児童の実態を考慮して、学級全体で検証計画の立案を行った。児童が具体的に考えられるように、指導者はどのような道具が必要かと尋ねると、「棒温度計が必要である」と児童が答えたので、指導者は「道具があれば他は大丈夫か」と問い返した(図12)。児童は時間や場所等、道具以外について答える中、児童cが「雑巾」と答えた。指導者が理由を尋ねると、児童は第3学年「太陽と地面の様子」(B生命・地球)で、雑巾によって日光が当たらないようにした学習経験を話した。指導者が同じように温度を測ればよいか尋ねると、児童cは「地面の温度を測るなら置いて測るけど、空気の温度だったら棒温度計を持って測るべき」と発言した。このように、児童が「見通しをもつ」場面を授業に取り入れることで、これまでの学習で身に付けた事柄を思い返すとともに、それを活用して新たな問題を解決しようとする態度を育成することができた。

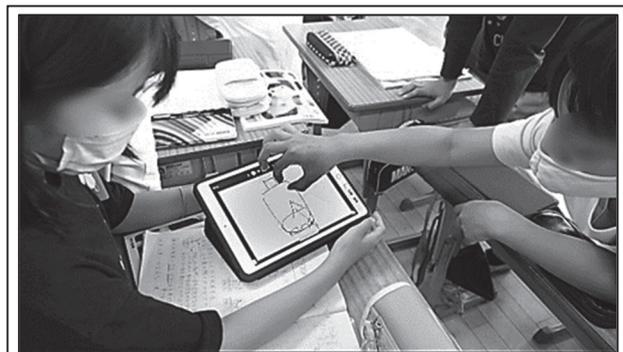


指導者：道具があれば他は大丈夫？
 児童a：そうじゃない。
 指導者：予想を確かめるには何に気を付ければいい？
 児童a：毎回同じ時間に測る。
 児童b：同じ場所で測る。
 児童c：雑巾。
 指導者：雑巾？何のために使うの？
 児童d：棒温度計に乗せるのでは？
 児童e：棒温度計に当たる日光を遮るため。
 指導者：3年生の学習のことを思い出したのだね。今回も棒温度計の上にかけるということかな？
 児童d：今回は空気。気温だから、それでは駄目。
 児童c：それなら棒温度計を持って測らないと。
 指導者：どういうこと？
 児童c：地面の温度を測るなら置いて測るけど、空気の温度だったら棒温度計を持って測るべき。

図12 「見通しをもつ」ことで、主体的な学習を実現できた場面

(2) 「見通しをもつ」ことで様々な考えが生まれ妥当な考えをつくりだそうとした事例

第5学年「植物の発芽、成長、結実」(B生命・地球)では、種子が発芽するために空気が必要ではないかと予想した児童が、立案した検証計画を基に観察、実験を行ったが、自分達の予想とは異なる結果となり、再度検証計画を立案する場面があった。ある班では、条件を制御しながら空気だけを容器から抜く方法を立案し、班で相談していた(図13)。児童gが考えたのは、ペットボトルに土を入れて種を植え、水を満たすことで空気を抜いて蓋をし、ペットボトルの底に穴をあけて水だけを抜くという方法である。これを聞いた同じ班の児童fは、1人1台端末に示されている図を指さしながら、水が抜けたら空いている空間に空気が入るのではないかと指摘をした。児童gは、下には穴があいているが、土があるので空気は入らないのではないかと意見を述べた。実験を実施した際、ペットボトルの中の種子は発芽



児童f：水を吸い込んで底から水が出たら、水があった部分に空洞ができる。この空洞に、空気が入っていくと思う。
 児童g：そこに空気が入っていくことってあるかな？最初は水がたぷたぷで空気は入っていないと思う。
 児童f：うん。
 児童g：穴から水が出るときに空気が入ると思うと考えるかもしれないけど、土があるから空気は入らないと思う。土の隙間から空気が入るのは難しいのではないかと？あつ、じゃあ、容器の底に穴を開けることにしようか？

図13 「見通しをもつ」ことで、対話的な活動に発展した場面

し、児童 g の予想とは異なる結果となった。この結果から、空気がなくても発芽する、または、ペットボトルに空気が入ってしまったということが考えられた。児童 g は、他の班が行った実験の結果と児童 f との会話を基に、植物の発芽には空気が必要であることを理解することができた。このように、児童一人ひとりが自分の考えをもつことで「個別最適な学び」が実現し、それらを伝え合うことにより「協働的な学び」が生まれた。「個別最適な学び」と「協働的な学び」が往還することにより、検証計画を様々な視点から見直し、より妥当な考えをつくりだそうとすることができた。

4 見通しをもてるようにするための手立ての成果

(1) 理科プロカードの活用

研究始期では「見通しをもつ」場面において、指導者から理科プロカードの使用を促していたが、研究後期になると、指導者の声掛けがなくとも理科プロカードを取り出し、自らの学びを調整しながら主体的に学習する姿が見られた。さらに、「妥当性の検討」の場面でも有効性が見られた。当初は、他の班の検証計画を検討する際、児童の意見が出ないことがあった。そこで、指導者が検証計画と理科プロカードを見合わせながら相互に評価するように促すことで、互いの検証計画を吟味し、検証計画の妥当性を検討することができた。

(2) 1人1台端末を活用した指導改善

第4学年「電流の働き」(A物質・エネルギー)では、電流はどのように流れているかについて調べる学習を行う。「検証計画の立案」の場面において、指導者が指導者用端末で児童の学習状況を把握すると、電流の向きを表す矢印を記述しているが、検流計を書き込む段階で困っている児童が多数いることに気付いた。その際、児童は検流計と導線をつながなければならないという発想ができておらず、検流計についての理解が不十分であると指導者は判断した。そこで、指導者は一旦作業を止めるように声をかけ、検流計の仕組みや使い方を再度確認した。そうすることで、児童は検流計の印を記述することができた。

授業後には指導者用端末で児童の学習状況を確認し、一人の児童に注目した(図14)。この児童は、予想した電流の向きを表す矢印や検流計の位置を迷うことなく書き込み、時間を持て余していた。しかし、実際に扇風機型の実験器具を使って準備する際、計画のように導線をつなぐことができず、指導者の支援が必要となったことから、本児童は実際の観察、実験をイメージして検証計画を立案できていないのではないかと分析した。このような状況であれば、実験器具の写真を児童の1人1台端末に送り、導線や検流計を写真に書き込むようにすることで、実際の観察、実験をイメージしやすくなり、準備に戸惑う児童が減るのではないかと考えた。また、実験器具に装着されている余分な部品は外しておくことで、児童が考えやすくなるのではないかと結論付けた。

この経験を生かして、第4学年「空気と水の性質」(A物質・エネルギー)では、閉じ込めた水は押し縮められるかどうかを調べる学習を行う際、「検証計画の立案」時に実物を児童に渡しておき、児童が具体的に計画を考えられるようにした。それにより、器具の目盛りを使って水の体積の変化を捉えようとするなど、水を押し縮められたかどうかを客観的に証明しようとすることができた。また、児童が前時に考えた検証計画の記述を、あらかじめ指導者が指導者用端末にて把握していたことで、実験の様子を児童に撮影しておくように促した。これは、児童の検証計画に、水の入れ方

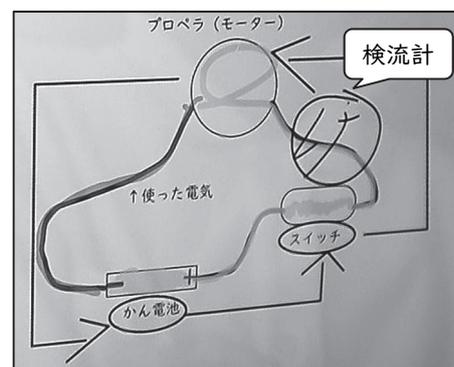


図14 電流の向きを調べるために児童が考えた方法

についての記述がないので、水と空気が器具に入ってしまうことを予期したためである。実際に、水と空気が器具の中に入った状態で実験を行い、水は押し縮められると考えている児童が複数見られた。しかし、実験の映像を全体で共有し合うことにより、器具に空気が入っていることに気付くことができ、実験をやり直して考えを修正することができた。

5 児童と指導者の変容

(1) 児童の意識の変容

研究協力校の児童(A小学校第5学年、B小学校第4学年・第6学年)を対象に実施した質問紙調査の結果を、研究始期と終期で比較した(図15)。児童が「見通しをもつ」ことに重点を置いて指導することで、「自分の予想を基に観察や実験の方法を考えている」という設問に対して、最も肯定的な「当てはまる」と回答した児童の割合が32%から47%に増加した。それに伴い、「観察や実験の結果から分かることについて考えている」という設問に対して、最も肯定的な「当てはまる」と回答した児童の割合が36%から46%に増加した。ここから、自ら検証計画を立案することで、主体的に問題解決の活動に取り組むことができたのではないかと分析する。さらに、「自分以外の人または班の観察や実験の結果を確認している」という

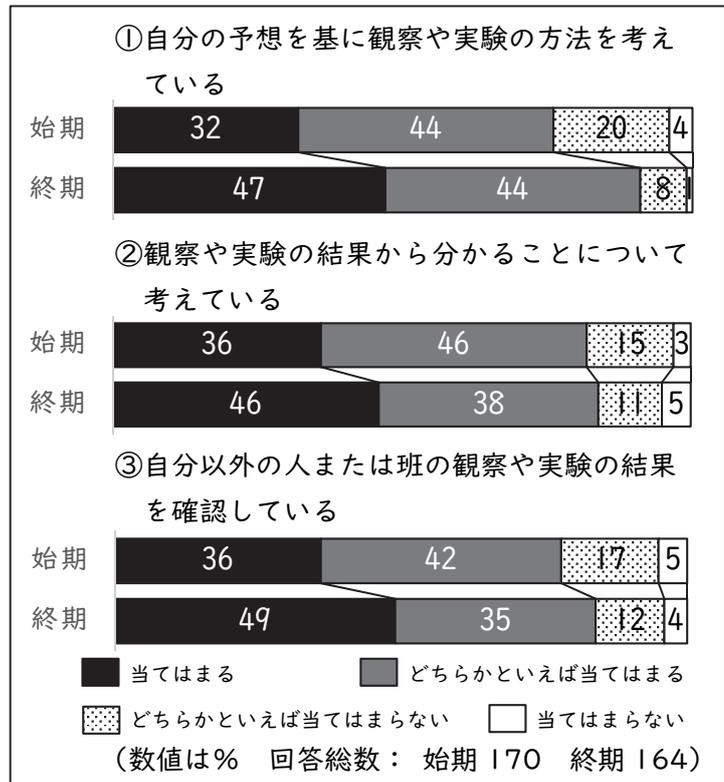


図15 質問紙調査の結果

設問に対して、最も肯定的な「当てはまる」と回答した児童の割合が36%から49%に増加した。ここから、観察、実験の方法が班によって異なるため、複数の結果を確認して、より妥当な考えをつくりだそうとしているのではないかと考える。

「見通しをもつ」ことに重点を置いて指導することで、児童が主体的に問題解決の活動に取り組むようになり、様々な視点から問題解決の方法を考えるようになったことがうかがえる。

(2) 見通しをもって観察、実験を行うことができるようになったことを児童が実感している様子

第6学年「てこの規則性」(A物質・エネルギー)の学習では、児童が予想や仮説を基に検証計画の立案を行った後、振り返りの場面を取り入れた(図16)。これまでの理科の学習では、「見通しをもつ」ことに苦手意識をもっていたため、主体的に取り組むことができなかったが、今回の学習では自ら「見通しをもつ」

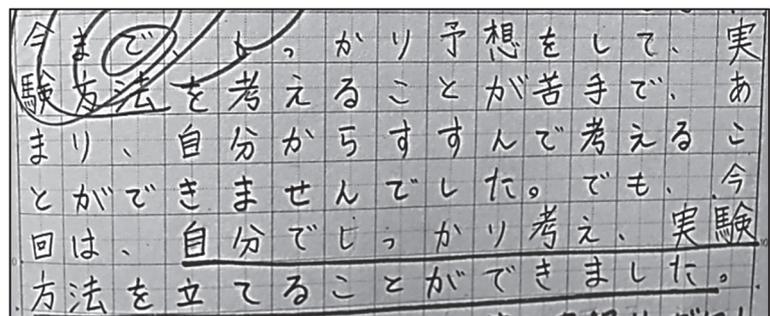


図16 研究終期における児童の振り返りの文章

ことができたことが記述されていた。

本児童はこれまでの振り返りにおいても、理科が苦手であるという記述を何度かしていた。しかし、「見通しをもつ」場面を取り入れたことで、これまでは理科を苦手だと感じていた児童が、納得のいく検証計画を立案できた喜びを感じるまでに変容したことがうかがえた。

(3) 評価問題における児童の記述の変容

研究始期と終期に、研究協力校の児童(A小学校第5学年、B小学校第4学年・第6学年)を対象に全国学力・学習状況調査等の問題を基に作成した記述式の評価問題¹⁾を実施した。出題内容は研究始期と終期で同一問題とし、記述の変容の検証を行った。その結果、研究始期において記述が十分でなかった児童の多くに、研究終期では記述の充実を見取ることができた。その例として、B小学校第6学年のある児童の研究始期と終期の記述を示す(図17)。

| 研究始期 | 研究終期 | |
|---|--|-------------------|
| <p>1. 実験方法</p> <p>この方法で調べよう</p> | <p>1. 実験方法</p> <p>Bのところで、めばなのつぼみのところがかぶせておく。</p> <p>この方法で調べよう</p> <p>つぼみのとこに花粉がついてしまっているから。</p> | 条件を制御して調べようとしている |
| <p>2. 検流計の針の振り</p> <p>検流計</p> <p>図1</p> <p>「-だから+の逆だと思っ たから。」</p> | <p>2. 検流計の針の振り</p> <p>検流計</p> <p>図1</p> <p>検流計①の方とは電流の向きがちがうから、検流計①のはりの向きとは逆になる。電流の強さも同じだから。</p> | 予想を基にして結果を見通している |
| <p>3. 砂糖水や食塩水がすべてこおる温度は、水がすべてこおる温度より低い。</p> | <p>3. 砂糖水や食塩水がすべてこおる温度は、水がすべてこおる温度より低い。</p> <p>水より砂糖水や食塩水のほうがすべてこおる温度は低かった。つまり砂糖水や食塩水は、水がすべてこおる温度より低い。</p> | 結果を考察の根拠にしようとしている |

図17 評価問題における第6学年児童の記述の変容(原文のまま記載)
(左は研究始期、右は研究終期に実施)

設問1は、スイカの受粉と結実の関係を調べる実験において、適切な実験方法とその理由について記述する問題である。研究始期の段階では無記入だったが、研究終期には実験方法と理由について記入している。また、実験方法について、「Bのところで、めばなのつぼみのところがかぶせておく」と記述しており、Aのめばなのつぼみに対して袋を被せる部分の記述は不足しているが、条件を制御しながら実験を行うために思考していることがうかがえる。

設問2は、回路を流れる電流の流れ方について、他者の予想を基に、検流計の針をかき、その理由を記述する問題である。研究始期の段階で、検流計の針の図に関しては正答であったが、理由については「-だから+の逆だと思ったから」という不十分な記述であった。一方、研究終期には、「検流計①の方とは電流の向きがちがうから、検流計①のはりの向きとは逆になる。電流の強さも同じだから」と記述しており、予想が確かめられた場合に得られる結果について、電流の向きや強さといった根拠を用いて表現することができた。

設問3は、水溶液の凍り方について、実験の結果を基に、それぞれの水溶液が凍る温度を見だし、「砂糖水や食塩水が全て凍る温度は、水が全て凍る温度より低いのだろうか」という問題に対するまとめを記述する問題である。研究始期の段階では、「砂糖水や食塩水がすべてこおる温度は、水がすべてこおる温度より低い」と書かれており、結論のみが記述されていた。一方、研究終期に

¹⁾ 作成した記述式の評価問題については、当センターHP参照。

は、「水より砂糖水や食塩水のほうがすべてこおった温度はひくかった。つまり、砂糖水や食塩水は水がすべてこおる温度より低い。」と書かれており、具体的な数値の記述には至らなかったが、観察、実験の結果を根拠として示そうとしていることがうかがえた。

また、質問紙調査の「観察や実験の結果から分かることについて考えている」の設問において、本児童の研究始期の段階では「どちらかといえば当てはまらない」という結果であったが、研究終期には「当てはまる」という結果となった。さらに、「理科の授業では、観察や実験の結果から分かったことを書くとき、自信をもって書くことができる」の設問において、本児童の研究始期の段階では「どちらかといえば当てはまらない」という結果であったが、研究終期には「どちらかといえば当てはまる」という結果となった。

これらのことから、児童が「見通しをもつ」場面を取り入れることで、問題解決の活動に必要な力が身に付き、考察をすることに対する実感が変容していることがうかがえる。

(4) 指導者の変容

本研究での取組について、研究終期に研究協力員から聞き取り調査を実施した。指導者は、児童が「見通しをもつ」ことに重点を置いて指導したことにより、児童の理科に対して取り組む態度が変容したと感じていた(図18)。

- ・この研究を始めるまでは、予想が合っていないかもしれないから自信がないと考える児童が見られたが、「見通しをもつ」場面を取り入れることで、自分の考えに自信をもてるようになった児童が増えた。
- ・自分の予想と比べながら、観察、実験を行う児童が増えた。
- ・他の児童の意見を聞こうとしたり、他の児童が考えた実験を試したりしている児童が増えた。
- ・目的が明確になり、問題を意識した考察が書けるようになった。
- ・授業が終わった後でも理科の話続ける児童の姿が見られるようになった。
- ・観察、実験の方法を自分で考えたいという発言が増え、次時を楽しみにするようになった。
- ・理科が好きになってきたという発言が多くなった。

図18 児童の理科に対する取組の変容に関する指導者の所感(一部)

さらに、児童が「見通しをもつ」ことに重点を置いた指導において、理科プロカードや1人1台端末を活用した指導改善の有用性を感じていた(図19)。

- ・検証計画を立案する際、自分が立案した計画を、理科プロカードを用いて見直すことで、児童が条件制御等の見落としに気付くことができた。
- ・予想や仮説、検証計画を1人1台端末に記述するようにしたことで、机間指導よりも児童の学習状況を素早く確認することができ、発問の訂正や個別支援がしやすくなった。また、児童の記述を指導者用端末で一斉に確認することができることで、記述内容を基に班分けすることが容易になった。
- ・予想や検証計画が似ている児童同士であらかじめ班をつくるのに、指導者用端末が便利だった。一斉に児童の記述を確認できることで、班がいくつできるか見当を付けることができた。児童に班を伝える際にも一斉に送信できたのでよかった。

図19 児童が見通しをもてるようにするための手立てに関する指導者の所感(一部)

Ⅶ 研究のまとめと今後の課題

1 研究のまとめ

- (1) 問題解決の過程において「見通しをもつ」場面である「予想や仮説の設定」から「観察・実験の実施」までの過程の中に、「表現の整理」「基準の設定」「妥当性の検討」「結果の見通し」という四つの手立てを取り入れた。そのことで、児童が主体的に問題解決の活動に取り組んだり、様々な視点から検証計画を立案したりする活動となり、問題解決の力の育成につながった。
- (2) 児童が見通しをもって観察、実験を行うことで、児童が既習の内容を活用して新たな問題に取り組んだり、様々な考えが生まれて妥当な考えをつくりだしたりすることができた。
- (3) 「見通しをもつ」場面において1人1台端末を活用することで、指導者は児童の学習状況を効果的に把握することができ、支援の必要な児童を素早く判断することができた。また、授業後にも、指導者用端末上で児童の学習状況を一括して把握することで、児童の観察、実験方法の比較や類型化をしやすくなるなど、指導改善の方向性を見いだすことができた。

2 今後の課題

- (1) 「見通しをもつ」ことに重点を置いて指導することで、一単元の学習時間が長くなり、全ての単元で取り入れることは困難であった。「見通しをもつ」場面において、更に効率よく学習を進める方法を開発する必要がある。
- (2) 「見通しをもつ」場面を取り入れて観察、実験の目的が明確になったり、主体的に取り組めるようになったりしたが、児童が考察の記述内容に納得できていないと思われる場面が何度も見られた。「見通しをもつ」場面を取り入れるだけでなく、考察の場面における手立てを講じる必要がある。

文

献

1) 文部科学省「小学校指導要領(平成29年告示)解説 理科編」、平成30年(2018年)

トータルアドバイザー

国立大学法人滋賀大学教育学部教授

加納 圭

研究協力校

東近江市立五個荘小学校

大津市立膳所小学校

研究協力員

東近江市立五個荘小学校

大津市立膳所小学校

藤居 聖一

大川 祥子

川村 英士