

平成 29 年度
広島市教育センター

小学校理科第 5 学年における 問題解決の見通しをもつことにつながる実験計画を立案するための指導の工夫

—実験計画に必要な 4 つの要素に基づいた指導を通して—

広島市立袋町小学校教諭 唐 井 美 沙 栄

研究の要約

本研究は、児童が問題解決の見通しをもつことにつながる実験計画を立案するための指導の工夫を考察したものである。児童が主体的な問題解決を実現するためには、児童自らが実験計画を立案し、見通しをもつことができるようになることが大切である。その際、見いだした問題を解決するために適切な実験計画にする必要がある。そこで、実験計画に必要な要素を明らかにし、その要素について指導することが必要であると考え、第 5 学年「電流が生み出す力」、「もののとけ方」の学習においてそれに基づいた指導を行った。その結果、児童は必要な要素を満たす実験計画を立案し、その後の問題解決に見通しをもち、適切な考察を書くことができた。

このことから実験計画に必要な 4 つの要素に基づいて実験計画を立案する指導は、見いだした問題に対して適切な実験計画を立案することに有効であることが分かった。

キーワード：問題解決、見通し、実験計画の立案、実験計画の立案の過程、
実験計画に必要な要素

I 問題の所在

平成 29 年 6 月に公示された『小学校学習指導要領解説理科編』では、より主体的に問題解決の活動を行うことを目指し、問題解決の力が具体的に示された。学年を通して育成を目指す問題解決の力として第 5 学年は「予想や仮説を基に、解決の方法を発想する力」とされた。目的を設定し、計測して制御するといった考え方に基づいた観察、実験などの活動を今後一層充実させ、そのために必要な力を育成することが求められることが明らかにされた。

平成 27 年度全国学力・学習状況調査では、小学校理科の課題として「予想が一致した場合に得られる結果を見通して実験を構想したり、実験結果を基に自分の考えを改善したりすることに課題がある」¹⁾ことが挙げられた。また、質問紙調査においても、「学校は『理科の指導として、観察や実験の計画を立てさせる指導を行った』と考えていても、『自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている』と思っていない児童が一定割合存在している。」²⁾という実態が示された。これに関わって、『平成 28 年度広島県学力調査報告書』によると平成 28 年度「基礎・基本」定着状況調査の小学校理科における授業中の活動に関する質問事項の中で通過率 30%未満の児童は通過率 60%以上の児童に比べて、「理科の授業では、自分の考えや予想をもとに観察や実験の計画を立てています。」という質問に対して肯定的な回答が少ない傾向にあることが挙げられている。これらのことは、児童が自ら予想を基に実験の計画を立てる活動について見直す必要があることを示唆している。

自身の実践における実験計画の立案の場面では、自分の仮説を検証するための実験方法を想定できない児童が多く見られていた。その要因として、変化の要因を見いだしたり、既存の知識や技能を活用したりするための指導が足りていなかったことが考えられる。また、実施

が難しい方法や問題を解決するために妥当でない方法を考える児童も多く見られた。そのため、計画が教師主導になったり教科書を参考に実験を実施したりすることが多くなり、児童自らが考えた方法を基に実験を実施する経験をもたせることは少なかった。

以上の課題や今後の動向を踏まえ、本研究では、小学校理科第 5 学年において、児童が自ら実験計画を立案できるようになることを目指し、そのための指導の工夫について探ることとした。

II 研究の目的

小学校理科第 5 学年において児童が問題解決の見通しにつながる実験計画を立案するための有効な指導の方法を探ることを目的とする。

III 研究の方法

- 1 研究主題に関する基礎的研究
- 2 研究仮説と検証の視点
- 3 検証授業の計画と実施
- 4 検証授業の分析と考察

IV 研究の内容

- 1 研究主題に関する基礎的研究

(1) 小学校第 5 学年における「問題解決の能力」

本研究では、主体的な問題解決となるよう児童自らが実験計画を立案できるようになることを目指している。これは、平成 20 年の『小学校学習指導要領解説理科編』で示された小学校第 5 学年で育成する問題解決の能力である「自然の事物・現象の変化や働きをそれらにかかわる条件に目を向けながら調べること」と関わる

ものである。

(2) 問題解決における「見通しをもつ」ことの重要性

問題解決の活動を意欲的で主体的なものにし、問題を解決することにつながるためには、「見通しをもつ」ことが重要であると考えられる。

「見通しをもつ」について、平成20年の『小学校学習指導要領解説理科編』では「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、実験などの計画や方法を工夫して考えることである。」³⁾と示している。また、「見通しをもつ」ことで、「観察、実験が意欲的なものになることが考えられる。」「観察、実験は児童自らの主体的な問題解決の活動となるのである。」⁴⁾と述べ、その意義を示している。

さらに、「予想や仮説と観察、実験の結果の一致、不一致が明確になる。」⁵⁾と示し、「見通しをもつ」ことによって予想や仮説を振り返る活動につながることも意義があると述べられている。これに関わって、角屋(2005)は、「児童の実態として、結果から結論を出す部分が弱いといったことがあげられる場合があるが、この部分だけを取り出して授業改善することは難しい。」⁶⁾と述べた上で、問題づくり、仮説(予想)、観察・実験計画の立案の過程を丁寧に授業で扱うことにより、はじめて結論の記述以降の過程が意味をもってくることを述べている。つまり、実験計画を立案し見通しをもつことはその後の問題解決の過程に大きく影響し、問題を解決することにつながることを示されている。

(3) 実験計画を立案する過程の整理

実験計画の立案の場面において、児童自らが実験計画を立案するために、必要な指導や活動とそれらの活動の順序の整理を行い、以下のとおり「実験計画を立案する過程」とした(図1)。

過程①～③について、平成29年の『学習指導要領解説理科編』では、解決の方法を発想するには、まず「自然の事物・現象に影響を与えると考えられる要因を予想する」ことを示している。また、角屋(2005)は、「仮説を立てるというこ

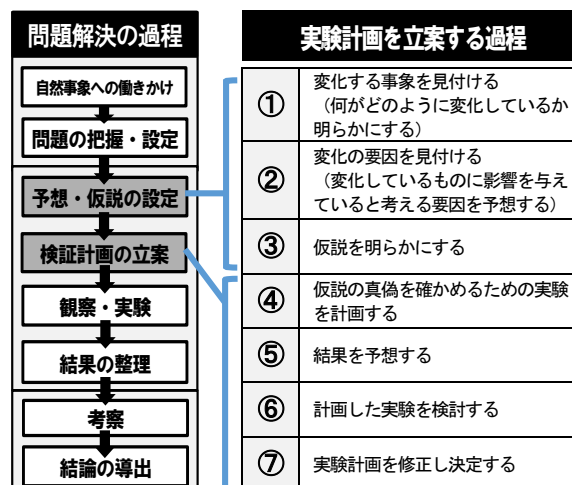


図1 問題解決の過程における実験計画を立案する過程

とは、すでに観察・実験の方法は見通されている。」⁷⁾と述べている。これらのことから、実験計画を立案するためには、現象に影響を与えると考えられる要因を予想し、仮説をもつことが必要となる。

過程⑤について、角屋(2005)は、「観察、実験の企画ができた段階では、自分の考えている仮説通りであるならば、計画した観察や実験を行ったとき、どのような結果が得られるかの予想を明確にできることが望まれる。」⁸⁾と示し、「見通しをもつ」ために結果を予想しておくことが必要であることを述べている。

過程⑥～⑦について、角屋(2013)は「問題解決過程は、互いに、自分の見通しを確認したり修正したりして、絶えず、他者とかかわりながら、他者とともに科学的により妥当な知を構築していく過程となる。」⁹⁾と述べていることから、児童の考えた実験計画が妥当であるか話し合う場面が必要であると考えた。

以上の必要な活動とその順序を整理し、実験計画を立案する過程①～⑦とした。

(4) 実験計画に必要な要素

問題に対して適切な実験計画を立案するために、実験計画に必要な要素を明らかにする必要がある。川崎他(2015)は、問題解決能力を問題解決の各過程で働く能力として捉え、実験方法を立案する際に働く能力を「実験方法立案力」とし、この力を測定するための4つの要素

を示している。この4つの要素を参考に、実験計画に必要な要素を指導するための視点として、以下のとおり設定した(表1)。

表1 実験計画に必要な要素

実験方法立案力を測定するための要素		本研究で指導する実験計画に必要な要素
①	仮説を検証する方法であるか	a 仮説を検証する方法である
②	具体的な実験操作等まで言及しているか	b 具体的な実験操作が決まっている
③	条件を制御しているか	c 条件が制御されている
④	客観性を保障しているか	d 客観性のある結果を出す方法になっている

2 研究仮説と検証の視点

(1) 研究仮説

実験計画を立案する場面に必要な4つの要素に基づいた指導を行えば、問題解決の見通しにつながる実験計画を立案できるであろう。

(2) 検証の視点とその方法

検証の視点と方法については表2に示す。

表2 検証の視点と方法

検証の視点	検証の方法
1 児童は実験計画に必要な要素を理解することができたか。	・ ワークシート、ノート記述の分析
2 実験計画を立案し、結果を予想することができたか。	・ プレテスト・ポストテスト①・②
3 問題意識をもって問題解決ができていたか。	・ 考察の記述分析

検証の視点3について、本研究は「問題解決の見通しにつながる実験計画の立案」を目指している。そこで、実験後の児童の考察の記述を通して、実験計画を立案した後に問題意識をもって活動できたかを見取る必要があると考えた。

3 第1回検証授業の計画と実施

実験計画に必要な4つの要素について継続して指導することを通して児童の能力の向上を図るため、2単元を設定し、検証を行う(表

3)。

表3 検証授業指導計画

第1回検証授業計画	期 間：平成29年10月12日～11月17日 対 象：小学校第5学年 32名 単元名：「電流が生み出す力」
第2回検証授業計画	期 間：平成29年11月21日～1月19日 対 象：小学校第5学年 32名 単元名：「もののとけ方」

※ 第1回検証授業における成果や課題を基に指導の改善を行う。

(1) 第1回検証授業計画

期 間：平成29年10月12日～11月17日

対 象：小学校第5学年 32名

単元名：「電流が生み出す力」

指導計画：全14時間(表4)

表4 第1回検証授業指導計画

次 時	学習活動	評価					
		関	思	技	知		
一	1 電磁石を利用したつりざおで鉄の付いた魚を釣る体験をし、気付きを交流する。	◎				電磁石の導線に電流を流したときに起こる現象に興味・関心をもっている。	発言 記述分析
	2 『コイル』や『電磁石』について知り、電磁石を使ったつりざおを作成する。		◎			導線や乾電池などを適切に使って、電磁石を作り、回路を意識して計画的につりざおを作成することができる。	記述分析 行動分析
	4 自分の作成したつりざおで魚釣り大会①を行い、気付いたことを基に問題づくりを行う。		◎			魚釣り大会の結果から、電磁石の働きについて問題を見いだししている。	記述分析
	5						
二	1 磁石と電磁石の性質は同じなのか調べる計画を立てる。【実験1】		◎			電磁石の性質についての仮説を検証するため、実験方法を計画することができる。	記述分析
	3 各自が立てた実験方法を基に実験し、結果や考察を交流して学習をまとめる。			◎		電磁石の極を調べることを通して、電流の向きが反対になると極が反対になることを理解することができる。	記述分析
	1 電流の強さを大きくすると電磁石の強さはどうなるか調べる計画を立てる。【実験2】			◎		電磁石の働きの大きさを電流の強さに対する仮説を検証するための実験方法を計画することができる。	発言 記述分析
三	2 各自が立てた実験方法を基に実験し、結果や考察を交流して学習をまとめる。			◎	○	電磁石の働きの大きさを電流の強さに注意しながら調べ、結果を定量的に記録することができる。 電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻数によって変わること理解することができる。	発言 記述分析
	3 コイルの巻数を変えると電磁石の働きは大きくなるのか調べる計画を立てる。【実験3】			◎		電磁石の働きの大きさを大きくする方法に対する仮説を検証するための実験方法を計画することができる。	記述分析
	4 各自が立てた実験方法を基に実験し、結果や考察を交流して学習をまとめる。			○	◎	電磁石の働きの大きさをコイルの巻数に注意しながら調べ、結果を定量的に記録することができる。 電磁石の強さやコイルの巻数を関係付けて考察し、自分の考えを表現することができる。	発言 記述分析
	1 2 学習したことを活かして、つりざおを作り、魚釣り大会②を行う。さらに電磁石が生活の中でどのように活用されているかを知る。			○	◎	電流の向きが変わると、電磁石の極が変わることや電磁石の強さは、電流の強さやコイルの巻数によって変わること理解することができる。 電磁石の性質や働きを利用した物の工夫を見直そうとしている。	発言 記述分析

(2) 指導方法の工夫

実験計画に必要な4つの要素の指導

表1で示した実験計画に必要な要素を、実験計画における指標とした。これは、実験方法を立案する際に働く能力を測定するための表現であるため、児童への指導における表現にする必要があると考えた。そこで、要素a～dについて言葉を置き換えて指導する。

4頁表5が示すとおり、要素a・b・cにつ

いては、指標の言葉を基に、指導に向けた言葉として置き換え、児童に示す言葉とした。

しかし、要素dについては、指標の言葉をそのまま置き換えるだけでは、児童が理解するのは困難であると考え、改めて設定した。川崎他(2015)は、「客観性を保障する」ことを一度の観測事実や結果から仮説を検証することの危険性から「多数の事例を収集するために複数回

実験を行うこと」としている。また、平成20年の『小学校学習指導要領解説理科編』では、客観性について「実証性や再現性という条件を満足することにより多くの人々によって承認され、公認されるという条件である。」¹⁰⁾と示している。これらのことから、要素d「客観性のある結果を出す方法になっている」とは、より「正確な結果である」と人々に認められ受け入れられる結果となるように、適切な方法で定量化したり、結果のばらつきを考慮して複数回実験を行ったりすることとした。

図2は、実験計画に必要な4つの要素の指導の中で児童が考えた実験計画である。仮説を基に、必要な要素を含む実験計画を立案する過程を視覚的に表した実験計画シートを作成し、使用した。実験計画に必要な要素について発問するとともに、教室の前面に掲示したり、実験計画シートに記載したりして、常に意識できるようにした。

表5 実験計画に必要な要素と児童に示す言葉

本研究で指導する 実験計画に必要な要素		児童に示す言葉
a	仮説を検証する方法である	<ul style="list-style-type: none"> 仮説どおりにする。 条件を変えて比べる。
b	具体的な実験操作が決まっている	<ul style="list-style-type: none"> だれでも実験できるように必要なことを書く。 使うものの大きさや量などを決める。 条件を変える方法やその順番が分かるようにする。
c	条件が制御されている	変える条件以外はすべて同じにする。
d	客観性のある結果を出す方法になっている	より正確な結果が出るようにする(数値化したり、結果のばらつきを意識したりする)。

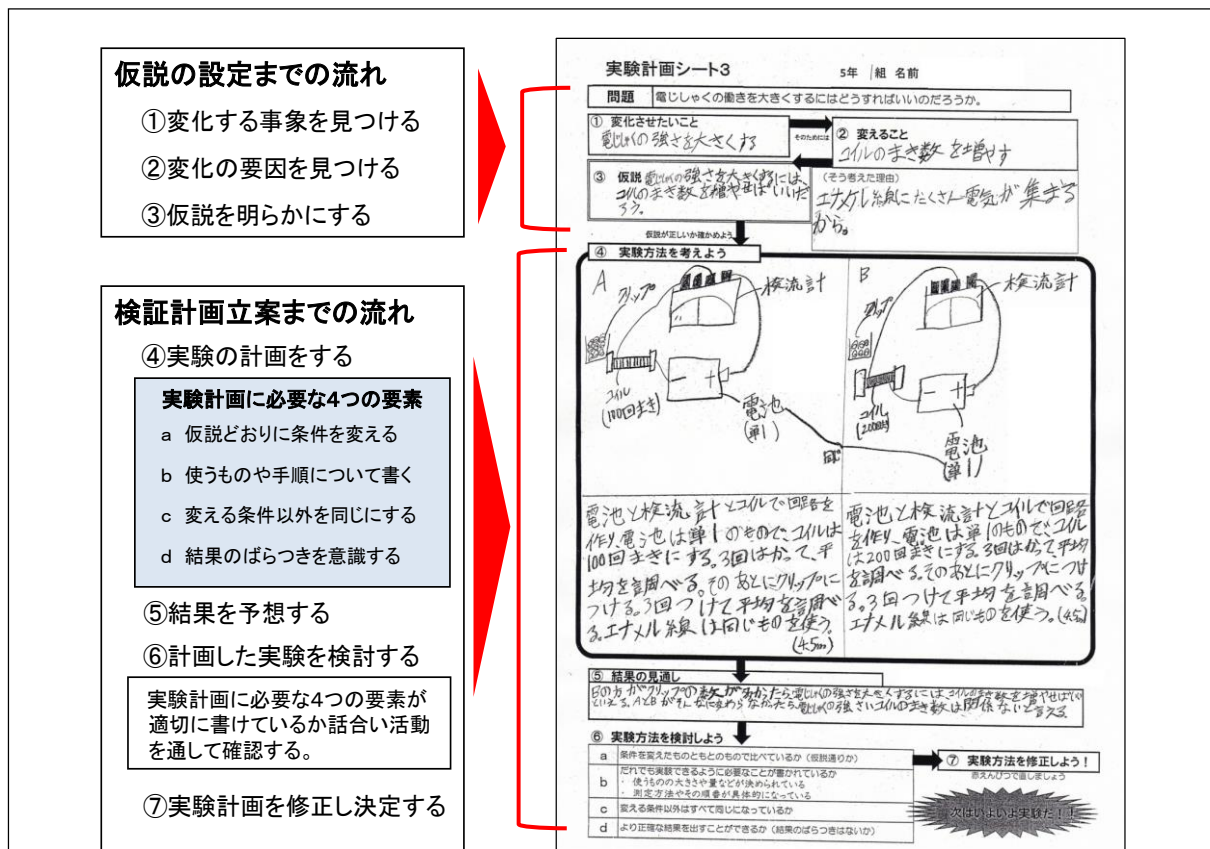


図2 実験計画シート

4 第1回検証授業の分析と考察

(1) 実験計画に必要な4つの要素についての理解状況

実験計画に必要な要素についての理解状況を児童の記述した実験計画から見取った。

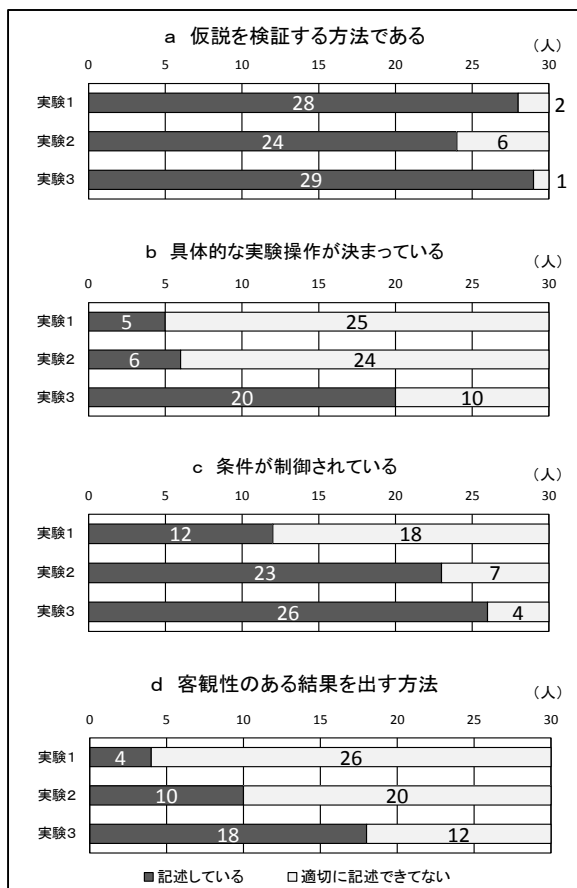


図3 要素別人数

図3が示すとおり、要素aと要素cについては、児童は概ね適切に記述できており、理解が進んだと言える。しかし、要素bと要素dについては記述が十分ではないものが多いことが見取れる。

要素bの記述の課題として次の2点が挙げられる。

- ① 実験に使う器具の図はあるものの説明が不十分である。(例: コイルの巻数や太さ等が示されていない)
- ② 実験器具の使用方法について理解できていない。(例: 電流計を「電磁石の働きを測定

する道具」として計画している)

しかし、実験3に関しては、記述できた児童が多かった。その背景として、実験3はコイルの巻き数と電磁石の働きの関係についての問題であり、仮説そのものが実験の方法を表していることから、児童は実験への具体的なイメージがもちやすいことで、適切に記述できた児童が多かったと考える。

また、要素dについては実験1から実験3まで記述できた児童は少なかった。

しかし、実験の実施や結果の交流などを通して要素d「結果のばらつき」を意識する必要があることを経験することで、記述できた人数は増加した。このことから、要素dの必要性を経験することが理解に影響していると考えられる。

次に、必要な4つの要素を全て含む実験計画を立案することができた児童について以下に示す。

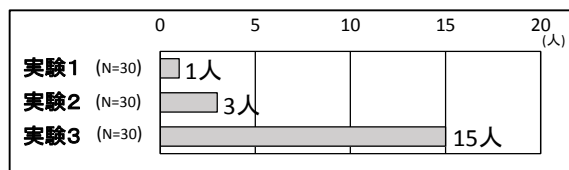


図4 必要な4つの要素を含む実験計画を立案した人数

図4が示すとおり、必要な要素を含む実験計画を立案した人数は、実験1では1人であったが3回の検証場面を通して、15人まで人数が増加している。このことから、実験計画を立案する経験を積むことで必要な要素への理解が進んだことが分かるが、その人数は全体の半数に留まっていることは課題であると考えられる。

(2) 実験計画を立案し、結果を予想することができたか

実験計画を立案することができたかを見取るために、平成27年度全国学力・学習状況調査(理科)の「活用」に関する問題(構想)を参考に、プレテストとポストテストを作成した。そして、川崎他(2015)が実験計画立案力を測定するために作成した評価基準を参考に、実験計画の立案について5点満点として評価基準

を作成した(表6)。

表6 実験計画の立案の評価基準

実験計画に必要な4つの要素	評価基準	得点
a 仮説を検証する方法である b 具体的な実験操作が決まっている c 条件が制御されている d 客観性のある結果を出す方法になっている	abcd	5点
	abc または abd	4点
	ab	3点
	ac または ad	2点
	a	1点
	その他	0点

また、結果を予想することが問題解決の見通しをもつことにつながることから、結果を予想できるかについても同様に評価基準を作成し、2点満点とした(表7)。

表7 結果の予想の評価基準

結果の予想	評価基準	得点
ア 仮説と正対した結果の予想をしている イ 具体的に結果を予想している	アイ	2点
	ア	1点
	その他	0点

これらの評価基準を基に、事前に行ったプレテストと検証授業後に行ったポストテスト①の結果を分析した。

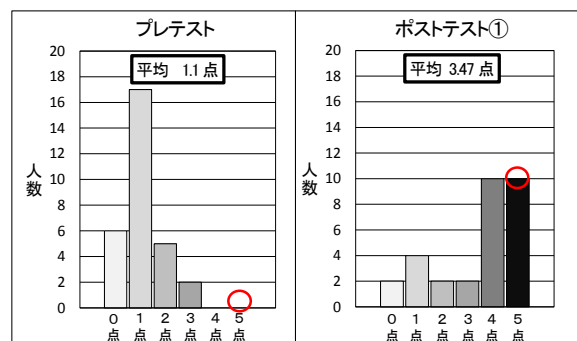


図5 実験計画の立案についての調査の結果

表8 実験計画の立案についてのt検定

	平均値	p値
プレテスト	1.1	1E-09 p<.05
ポストテスト①	3.47	

図5が示すとおり、第1回検証授業後は、実験計画の立案についての平均値が上昇した。平均値についてt検定を行った結果、プレテストとポストテスト①において有意な上昇が見られた。このことから、適切な実験計画を立案す

ることができるようになったと言える(表8)。

また、結果を予想することについては、図6が示すとおり、第1回検証授業後は平均値が上昇し、平均値についてt検定を行った結果(表9)、プレテストとポストテスト①において有意な上昇が見られた。結果を予想できない児童(0点)がポストテスト①では減り、仮説と正対した結果を予想できる児童が増えた。しかし、問題解決の見通しにつながる具体的な結果を予想することについては課題が残った。

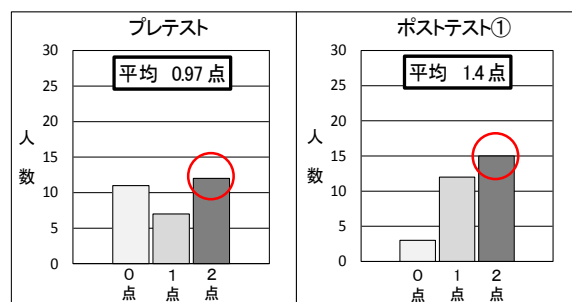


図6 結果の予想についての調査の結果

表9 結果の予想についてのt検定

	平均値	p値
プレテスト	0.97	0.0011 p<.05
ポストテスト①	1.4	

(3) 問題意識をもって問題解決ができていたか

本単元で実施する3つの実験を通して見ると、考察としては不十分なものが多い(表10)。その要因を探るため、考察の表現を取り出して考えることとする。

表10 考察の内容と人数

考察	実験	[実験1] (N=30)	[実験2] (N=30)	[実験3] (N=30)
○	本時の問題を正しく理解し、適切な表現で考察している。 (電流の向き、電流の強さ等)	11人	13人	25人
△	適切な表現ができていない。 (電池の向き、電池の数等)	14人	5人	2人
×	問題と正対していない。	1人	5人	0人
	結果のみ	2人	5人	3人
	記述が途中	2人	2人	0人

※ 適切な表現ができていない例として、「電流の向き」を「電池の向き」、「電流の強さ」を「電池の数」と記述されていたものがあつた。

実験1と実験2について、考察が適切な表現になっていないものが多く見られた。

また、問題に正対しておらず、考察が実験方法についての内容となっている児童が5人見られ、解決すべき問題への意識が薄れ、実験の目的が変わっていたという実態があった。その要因として、問題解決における指導が、実験計画の立案を中心としたものになっていたことが考えられる。

しかし、実験3では、児童は概ね適切に考察できている。その背景として、実験3における仮説は実験計画の内容を具体的に示すものであるため、問題に正対する考察を導出しやすかったと考えられる。

5 第1回検証授業におけるまとめと今後の方向性

(1) 第1回検証授業におけるまとめ

検証授業における指導を通して、児童は実験計画に必要な4つの要素を理解し、実験計画を立案できるようになってきた。

しかし、実験計画を立案することに意識が集中するという実態が見られ、問題意識を継続させる指導になっていなかった。これらの指導の改善を図り、第2回検証授業計画につなげていく。

(2) 第2回検証授業に向けた指導の改善と計画

上記のまとめを基に指導の改善を検討し、これまでの指導の工夫に以下の活動を加えることとした。

ア 具体的なイメージをもたせるための活動

仮説そのものが実験の方法を示す問題のとき、実験計画に必要な要素b「具体的な実験操作が決まっている」や考察の内容が適切に記述できている児童が多いという実態があった。このことから、仮説の設定場面において具体的な方法についてのイメージを児童にもたせることが有効であると考えた。そこで、以下の活動を取り入れる。

(7) 本時に類似する演示実験によるイメージ

本時の問題を捉え、解決へのイメージをもたせるため、既習内容を想起させる活動を行った。例えば、図7で示すように実験6「水溶液の重さ」の導入において、第3学年「ものと重さ」の演示実験を行い、既習内容を確認することを通して、仮説の根拠をもたせるとともに、実験計画のイメージをもつことにつなげることをねらった(図7)。

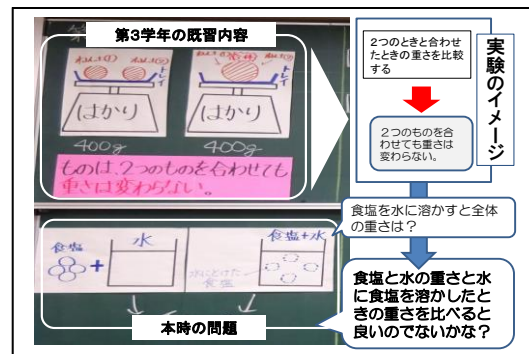


図7 本時の問題に類似した実験を使った導入

(イ) 既習内容の想起によるイメージ

実験計画を立案するためには、児童が予想をもち、仮説を明らかにすることが必要となる。実験4、実験5の「溶けたものが出てくるとき」の導入で、モデル図や折れ線グラフを使って既習内容を振り返った。水の量や温度と物の溶ける量の関係を視覚的に表した資料を示すことで、物の溶け方の特徴についてイメージもち、予想を発想するための根拠となるようにした(図8)。

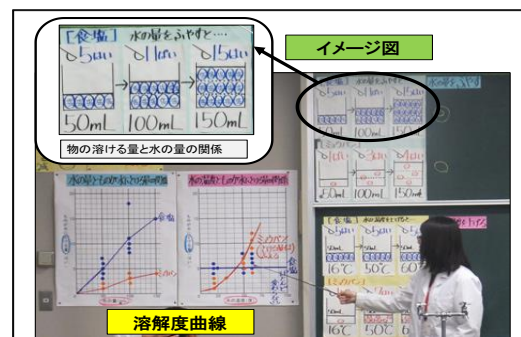


図8 イメージ図やグラフを用いた前時の振り返り

(ウ) 実験器具の提示と観察

机上に本時の実験に関係する器具を準備し、

観察する時間を設定した。実際に手に取り操作や使用目的を考えさせることで、実験に使用する器具の役割や手順を具体的にイメージできるようにした。

イ 実験方法に必要な4つの要素の計画的な指導

問題解決の過程の中で実験計画の立案に対する指導が中心となってしまったという課題

[左ページ]

もののとけ方(1/18)

問題
①変化する事象を見付ける
ものを水にとかす前後で全体の重さはどうなるのだろうか

予想
②変化の要因を見付ける
全体の重さは、変わらない理由が食塩は目に見えなくなっているだけではないか、増えたりしているわけではないので変わらないと思ってしまう。3年生のときに一つのものを一つにしてはなても重さは変わらないので全体の重さは変わらないと思っした。

結果
Aとがす前 = 103.2g
Bとがした後 = 103.0g
変わらない

考察
この結果からものを水にとかす前後で変わらないことが分かった。予想とは同じだった。実験の結果がおかしくなったので次はさをつけたい。

[右ページ]

本時に重点的に指導する実験計画に必要な要素を「ポイント」として記入し意識付ける。

仮説
③仮説を明らかにする
ものを水にとかす前後で全体の重さは変わらないだろう

実験計画
④仮説の真偽を確かめるための実験を計画する
⑤結果を予想する
⑥計画した実験を検討する
⑦実験計画を修正し決定する

結果の予想
⑦実験計画を修正し決定する
仮説が正しいればAとBの重さは変わらない。まちがってれば変わったろう

図9 問題解決の過程を意識したノート指導

から、実験計画に必要な4つの要素について重点的に指導する要素を決めることとした。実験内容から検討し、単元を通して実験計画に必要な4つの要素について指導できるように計画した(表11)。また、第2回検証授業においては、児童が「実験計画を立案する過程」に慣れてきたことから、実験計画シートではなくノートを使用し、問題解決の過程が見通せるようにした(図9)。

(3) 第2回検証授業計画

期間：平成29年11月21日～1月19日
対象：小学校第5学年 32名
単元名：「もののとけ方」
指導計画：全16時間(表11)

6 第2回検証授業の分析と考察

(1) 「実験計画に必要な4つの要素」についての理解状況

表11 第2回検証授業計画

次時	学習活動	4つの要素の重点指導内容				評価	
		関	思	技	知		
1	物が水に溶ける様子を観察し、物の溶け方への問題意識をもつ。		◎			物が水に溶ける様子に興味をもち、溶け方について進んで調べようとしている。	発言 記述分析
2	食塩やミョウバンは、水に溶ける量に限度があるかを調べる計画を立てる。			◎		物が水に溶ける量について仮説をもち、実験方法を計画することができる。	発言 記述分析
3	各自が立てた実験方法を基に実験し、結果や考察を交流して学習をまとめる。				◎	物が水に溶ける量には限度があり、物によって限度も違うことを理解している。	発言 記述分析
4	各自が立てた実験方法を基に実験し、結果や考察を交流して学習をまとめる。				◎	食塩やミョウバンの溶ける量を増やす方法について仮説をもち、実験方法を計画することができる。	記述分析
5	各自が立てた実験方法を基に実験し、結果や考察を交流して学習をまとめる。				◎	物の溶け方の規則性を調べ、その結果を定量的に記録することができる。	発言 記述分析
6	各自が立てた実験方法を基に実験し、結果や考察を交流して学習をまとめる。				◎	食塩やミョウバンの溶ける量と水の温度との関係について仮説をもち、実験方法を計画することができる。	発言 記述分析
7	各自が立てた実験方法を基に実験し、結果や考察を交流して学習をまとめる。				◎	物が水に溶ける量は水の量や温度、溶ける物によって違うことを理解することができる。	記述分析
8	各自が立てた実験方法を基に実験し、結果や考察を交流して学習をまとめる。				◎	水溶液に溶けている物を取り出す方法について仮説をもち、実験方法を計画することができる。	記述分析
9	各自が立てた実験方法を基に実験し、結果や考察を交流して学習をまとめる。				◎	ろ過器具、加熱器具などを適切に操作しながら仮説を確かめ、その結果を記録することができる。	発言 記述分析
10	各自が立てた実験方法を基に実験し、結果や考察を交流して学習をまとめる。				◎	水溶液を冷やしたり、水溶液から水を蒸発させたりすると溶かした物を取り出すことができることを理解することができる。	行動分析 記述分析
1	物を水に溶かす前後の重さについて結果や考察を交流して学習をまとめる。				◎	物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは溶かす前後で変わらないことを理解している。	記述分析
2	これまでの学習を適用して、ミョウバン、食塩、砂の混ざった水溶液から、ミョウバンを取り出す方法を考える。				◎	ミョウバン、食塩、砂の混ざった水溶液から、ミョウバンを取り出す方法を考えることができる。	記述分析

第1回検証授業のときと同様に、児童の考えた実験計画の記述から、4つの要素についての理解状況を見取る。しかし、小林・橋本(2017)が、実験計画の立案に必要な力は、「すべての学年のすべての実験で効果的な育成が期待できるものではない。」¹¹⁾と述べていることから、実験4、実験5(溶けている物が出てくるとき)について検討すると、実験計画に4つの要素を全て含む必要はないため、検証場面にはならないと考えた。そこで本単元では、実験1、実験2、実験3、実験6の4つの実験を検証場面とする。検証場面における4つの要素についての理解状況を図10に示す。

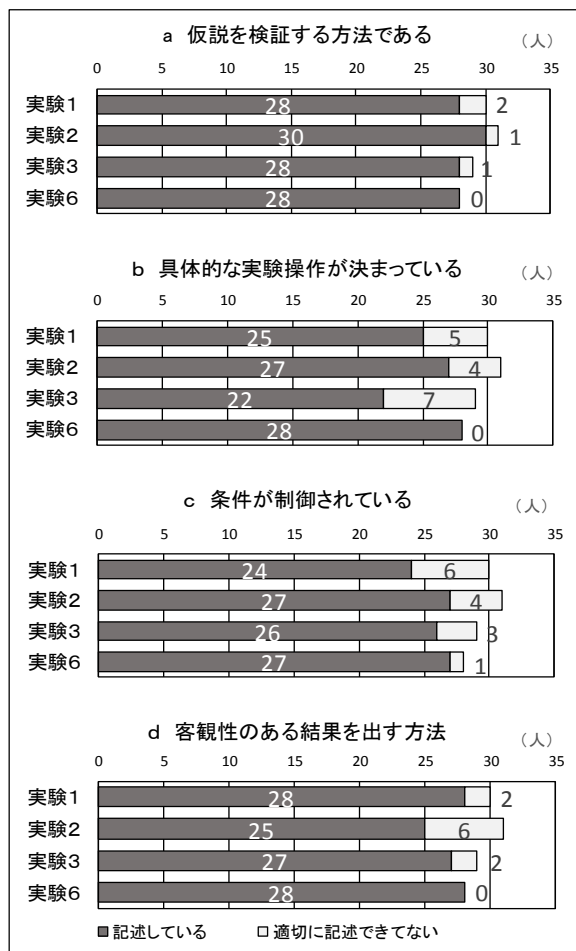


図10 要素別人数

図10のとおり、実験計画に必要な4つの要素のどの要素についても適切に記述できた児童は多い。

さらに、必要な4つの要素を含む実験計画を

立案できた児童について分析を行ったところ、図11が示すとおり第2回検証授業において必要な4つの要素を全て含む実験計画を立案した人数は増加した。

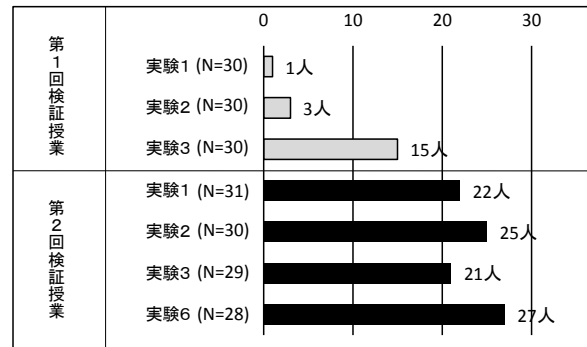


図11 必要な4つの要素を含む実験計画を立案した人数

これらの要因として、第1回検証授業から継続して実験計画に必要な4つの要素について意識付けを行ったことで理解が進んだと考える。

(2) 実験計画を立案し、結果を予想することができたか

第2回検証授業後、ポストテスト②を行った。実験計画の立案と結果の予想について分析し、ポストテスト①と比較する。

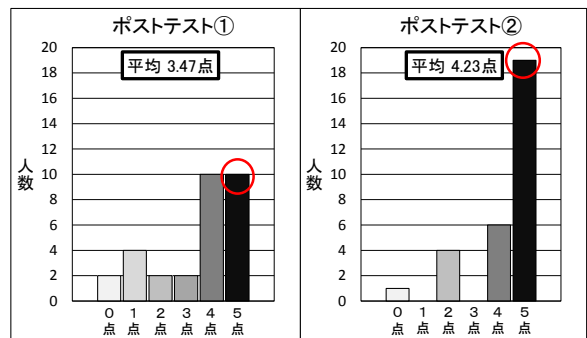


図12 実験計画の立案についての調査の結果

表12 実験計画の立案についてのt検定

	平均値	p値
ポストテスト①	3.47	0.00071 p<.05
ポストテスト②	4.23	

図12より、第2回検証授業後は、実験計画の立案について平均値が上昇した。平均値についてt検定を行った結果、ポストテスト①と②に

において有意な上昇が見られることから、実験計画を立案できるようになったと言える（9 頁表 12）。

また、結果を予想することについては、図 13 が示すとおり、第 2 回検証授業後は平均値が上昇した。結果を具体的に予想できる児童（2 点）がポストテスト②で増えた。平均値について t 検定を行った結果から、ポストテスト①と②において有意な上昇が見られた（表 13）。

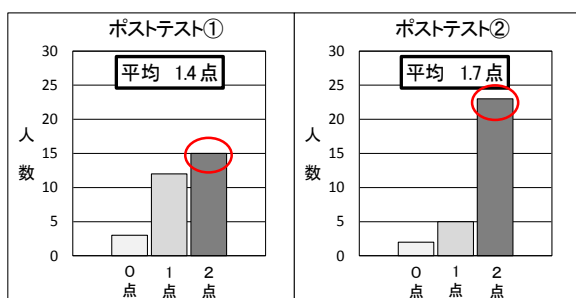


図 13 結果の予想についての調査の結果

表 13 結果の予想についての t 検定

	平均値	p 値
ポストテスト①	1.4	0.0295 p < .05
ポストテスト②	1.7	

これらの要因として、実験計画に必要な 4 つの要素への指導が、単元内で計画的に焦点化されたことで、それぞれの要素への理解が進んだことが考えられる。また、具体的なイメージをもたせる指導により、結果を具体的に予想できるようになったと考える。

(3) 問題意識をもって問題解決ができていたか

表 14 考察の内容と人数

考察	【実験1】 (N=30)	【実験2】 (N=30)	【実験3】 (N=30)	【実験4】 (N=31)	【実験5】 (N=28)	【実験6】 (N=28)
○ 本時の問題を正しく理解し、適切な表現で考察している。	26人	21人	26人	28人	26人	27人
△ 適切な表現ができていない。 (溶けやすくなる 等)	0人	6人	0人	0人	0人	1人
×	問題と正対していない。	4人	1人	0人	1人	0人
	考察が誤っている。	0人	0人	0人	1人	1人
	結果のみ	1人	3人	0人	1人	0人
	記述が途中	0人	0人	3人	0人	2人

※ 適切な表現ができていない例として、「溶ける量」を「溶けやすさ」と記述されていたものがあった。

実験後の児童の考察の記述を通して、実験計画を立案した後に問題意識をもって活動できたかを見取った結果について表 14 に示す。本時の問題を正しく理解し、適切な表現で考察することができた児童は多い。このことから、見通しをもった問題解決ができたことが分かった。その要因として、実験計画に必要な 4 つの要素について、計画的に指導するようにしたことで、実験計画の立案以外の思考する場面にも十分な時間を確保することができたことが考えられる。

7 第 2 回検証授業におけるまとめ

実験計画に必要な 4 つの要素について継続的に指導することで、4 つの要素についての理解を深めることができた。また、4 つの要素の指導を各時間で焦点化することで、思考場面における時間の保障ができることにより、問題意識を継続させて問題解決につなげていくことができた。

しかし、児童の考えた実験計画には、実験計画に必要な 4 つの要素について理解できているものの、必要な説明が足りない表現になっているものが見られた。表現したものを振り返るための活動や手立てを充実させる必要があると考える。

V 研究のまとめ

1 成果

本研究において、実験計画に必要な要素について指導を行うことは、問題に対して適切な実験計画を立案することに有効であった。また、検証授業の中で、児童に 4 つの要素への理解を促す指導について次の 2 点を見いだすことができた。

(1) 実験イメージをもたせる活動の重要性

実験計画の立案には、既習の実験や学習がヒ

ントとなる。そのことから、導入において既習を想起する活動を意図的に取り入れ、実験イメージをもたせた。この活動によって、児童は既習実験における4つの要素について確認ができ、効果的に働いた。

(2) 経験による習得の必要性

2つの検証授業において必要な要素について継続的に指導を行った。実験計画を立案する経験を多くもつことで、実験の実施を通して4つの要素の意味や必要性を実感させることができる。より多くの経験が、実験計画に必要な要素についての理解を深めることにつながった。

そのことから、より主体的な問題解決を目指し、児童の理解状況に合わせて指導をすることで、児童は実験計画シートを活用しなくてもノートに実験計画を立案し、問題解決の見通しにつなげることができるようになった。

2 課題と今後の展望

(1) 実験計画に必要な4つの要素の指導の向上

本研究の成果として述べた様に、実験のイメージをもたせることが重要であると分かった。そのイメージをもたせる場面として、問題を見いだしてから仮説設定に至る過程が重要である。そのことから、実験計画に必要な4つの要素を効果的に指導するため、今後はその過程についてより工夫していきたい。

(2) 他領域への汎用性

本研究において、第5学年のエネルギー領域「電流が生み出す力」、粒子領域「もののとけ方」の単元で指導を行い、実験計画の立案について一定の成果を得ることができた。今後はさらに、他学年や多領域においても実験計画に必要な4つの要素の指導が汎用できるか探っていきたいと考えている。

引用文献

1) 文部科学省・国立教育政策研究所『平成27年全国学

- 力・学習状況調査の結果(概要)』平成27年, 3頁
- 2) 文部科学省・国立教育政策研究所『全国学力・学習状況調査報告書』平成27年, 80頁
- 3) 文部科学省『小学校学習指導要領解説理科編』大日本図書株式会社, 平成20年, 7頁
- 4) 前掲書 3), 7頁
- 5) 前掲書 3), 8頁
- 6) 角屋重樹『小学校 理科の学ばせ方・教え方事典 改訂新装版』教育出版株式会社, 2005年, 100頁, 101頁
- 7) 前掲書 6), 96頁
- 8) 前掲書 6), 96頁
- 9) 角屋重樹『なぜ, 理科を教えるのか』文溪堂, 2013年, 65頁
- 10) 前掲書 3), 10頁
- 11) 小林辰至, 橋本直信『探究する資質・能力を育む理科教育』大学教育出版, 2017年, 実践編 第3章 268頁

参考文献

- ① 角屋重樹『小学校 理科の学ばせ方・教え方事典 改訂新装版』教育出版株式会社, 2005年
- ② 角屋重樹『新理科の考え方と授業展開』文溪堂, 2009年
- ③ 角屋重樹『なぜ, 理科を教えるのか』文溪堂, 2013年
- ④ 川崎弘作, 角屋重樹, 木下博義, 石井雅幸, 後藤頭一「初等教育教員養成課程学生の理科における問題解決能力の実態に関する研究—小学5, 6年生・大学1年生の比較を通して—」理科教育学研究 Vol.56 No.2, 2015年
- ⑤ 小林辰至, 橋本直信『探究する資質・能力を育む理科教育』大学教育出版, 2017年
- ⑥ 小林辰至『問題解決能力を育てる理科教育』梓出版社, 2009年
- ⑦ 日本教科教育学会『今なぜ, 教科教育なのか』文溪堂, 2016年
- ⑧ 広島県教育委員会『平成28年度 広島県学力調査報告書』平成28年
- ⑨ 文部科学省『小学校学習指導要領解説理科編』大日本図書株式会社, 平成20年
- ⑩ 文部科学省『小学校学習指導要領解説理科編』東洋館出版社, 平成29年