

小学校理科の実験における考察指導

ー植物の発芽と成長の実践からー

京都教育大学大学院 連合教職実践研究科

教職実践専攻 授業力高度化コース

186007 岡田 元至

小学校理科の実験における考察指導

ー植物の発芽と成長の実践からー

岡田 元至

授業力高度化コース

要約：実験は理科における問題解決の過程の中核をなすものであり、過程全体を意識することで初めて意味を持つ。本研究ではその中で考察に着目し、生命領域である単元「植物の発芽と成長」の実践を通して、考察時における話し合いを行うことによる児童の考えの深まりについて検討した。アンケートと授業実践を行った結果、児童は考察時の話し合いによる考えの深まりを実感した半面、中には考察を書くことができない児童もいた。考えの深まりについて、自分の意見を伝えたり友だちの意見を聞いたりすることで意見に自信を持つことができたと考えた。考察を書くことができなかった要因としては、授業において問題解決の過程を意識させることが徹底できなかったことや、考察とは何かわからなかったことなどが考えられる。本研究の課題として考察が書けない児童への対応があげられる。課題を解決するためには、問題解決の過程1つ1つを意識させることが重要である。

キーワード：小学校理科、問題解決の過程、生命領域、実験、考察

1. 研究の背景

理科を学習していく上で、実験は不可欠なものである。小学校学習指導要領解説 理科編（2017）の小学校理科の教科の目標（図1）からも、理科の学習の中で実験や観察が、学びを深める過程として位置付けられていることがうかがえる。また、実験に関して、「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解

自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

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

図1 小学校理科の教科の目標

積・考察し、説明すること」が課題として記されている。他にも、小学校理科の観察・実験の手引き（2011）には、理科で行われる観察・実験を含めた一連の活動について「問題解決の過程」としてまとめられている（図2）。ここでは、実験は問題解決の中核として位置づけられており、児童による意図的・目的的な行動とされている。これについて同書には、「観察、実験は、児童が目的を明確

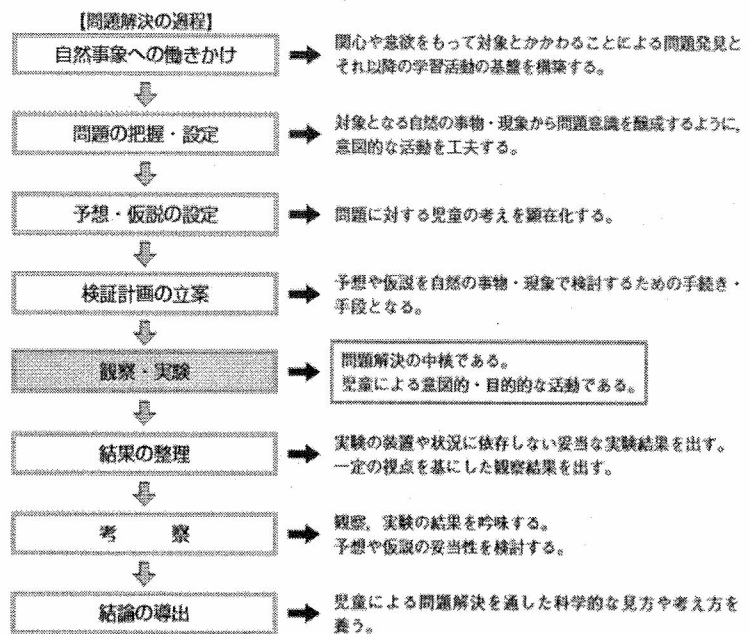


図2 理科における問題解決の過程

にもち、その結果を表やグラフなどに整理して考察することで、はじめて意図的、目的的な活動となり、意味や価値をもつものとなるのである」とあり、ただ実験を行うだけではなく、その前後にある活動が極めて重要であることがわかる。その過程の中で筆者は考察に注目した。その理由は2つある。1つ目は、考察することで自身の考えを整理できるので、最も重要な過程だと考えているからである。2つ目は、学習指導要領にも考察することが課題としてあげられており、課題を解決する手立てを考えたいからである。

考察については、結果と考察を混同していることがしばしば課題としてあげられる。これは小学生に限ったことではない。平賀（2004）は、中学校第1学年を対象として、考察することにおいて「事実である実験結果とそれにもとづく考え（考察）を分けて記述することができていない」「根拠を明らかにして結論することができていない」という課題があることを明らかにしている。また、大場（1977）は理系大学生に向けて書かれた書籍で、レポートを書く際の注意点として結果と考察を区別することをあげており、具体的な例をあげながらこれらの違いについて説明している。このことから、結果と考察を分けて記述することは大人でも困難であることがわかる。したがって、小学生のころからこのことを意識する必要があると考えた。

課題を解決する方法として、平賀（2004）は、物質の同定を行う実験において、生徒に考察を記述させる際に定型文を与えることを提案し、その効果を実証している。また、清

水（2005）は、小学校第4学年の水の状態変化の学習において考察時に小グループで話し合いを設けることで、児童同士の会話によって考察が深まり、児童の科学的概念の形成に影響を与えることを明らかにしている。

平賀と清水の実験はいずれも「A 物質・エネルギー」の内容である粒子領域の実験であり、理科における実験の多くが「A 物質・エネルギー」の内容に該当する。しかし、筆者が授業実践を行った単元は植物の発芽と成長であり、「B 生命・地球」の内容に該当する単元である。異なる内容・領域である本単元の実験ではどのようなことが言えるのだろうかと考えた。

2. 研究の目的

生命領域である本単元においても、児童の考察を深めるためには、考察時における話し合いが有効であるかどうかを検討することを研究の目的とした。

3. 研究の方法

本研究を進めるにあたって、次の2つの方法で行った。1つ目は、実験における児童の考えが深まる場面についてのアンケートである。2つ目は、植物の発芽と成長の単元の授業実践である。本項では、それぞれの方法について述べる。

3.1 考えが深まる場面についてのアンケート

本研究では、考察において児童の考えがどのように深まったかを検討するために、京都府の小学校第5学年の1クラス 30 名に対して、理科における問題解決の過程の中で自身の考えが深まったり変わったりする場面についてのアンケートを実施した。

本アンケートは松原（2002）をもとに作成した。松原は、理科の学習場面 38 項目について「①その学習場面が多いかどうか ②その学習場面が好きかどうか ③児童の考えが深まったり変わったりすることがあるかどうか」を質問した。また、各項目に対して「1. ほとんどない 2. あまりない 3. どちらでもない 4. ややある 5. かなりある」のような5段階の選択肢と、欄外に「経験がなく分からない」の選択肢を用意した。本研究では、問題解決の過程である考察に注目し、話し合いによる児童の考えの深まりについて検討することが目的であるから、アンケートで問う学習場面を、理科における問題解決の過程である8項目に限定し、質問の内容も、③の「児童の考えが深まったり変わったりすることがあるかどうか」のみにした。また、理科における問題解決の過程において経験がないも

のがあるとは考えにくいことから、各項目に対して、「1. ほとんどない 2. あまりない 3. ややある 4. かなりある」の4段階の選択肢で質問することとした。実際に作成したアンケートを図3に記す。

理科の実験に関するアンケート				
私は、京都教育大学大学院連合教職実践研究科教職実践専攻授業力高度化コース2年の岡田元至です。 このアンケートは、みなさんが理科の実験についてどのように考えているか検討するために行うものです。 個人のプライバシーの保護については十分注意し、研究目的以外には使用しません。このことを理解 いただき、ありのままの考えをご回答ください。なお、回答内容は成績とは一切関係ありません。				
【問】				
理科の授業で、次のような学習場面では、自分の考えが深まったり、考えが変わったりすることがあり ますか。当てはまる番号を1つ選び、番号に○をつけてください。				
1. 自分が実験の予想をすること。	1	2	3	4
	ほとんどない	あまりない	ややある	かなりある
2. 自分の予想や考えなどを発表すること。	1	2	3	4
	ほとんどない	あまりない	ややある	かなりある
3. 自分が実験の方法について考えること。	1	2	3	4
	ほとんどない	あまりない	ややある	かなりある
4. 自分が、個人またはグループで実験をすること。	1	2	3	4
	ほとんどない	あまりない	ややある	かなりある
5. 実験の結果から、わかったことをノートやプリントにまとめること。	1	2	3	4
	ほとんどない	あまりない	ややある	かなりある
6. 実験の結果、わかったことなどを発表すること。	1	2	3	4
	ほとんどない	あまりない	ややある	かなりある
7. 思ったことや考えたことをグループや全体で話し合うこと。	1	2	3	4
	ほとんどない	あまりない	ややある	かなりある
8. クラス全体の実験の結果から、何がわかるか考えること。	1	2	3	4
	ほとんどない	あまりない	ややある	かなりある
アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。				

図3 実施したアンケート

授業実践を行う前後にこのアンケートを実施したことで、問題解決の各過程における児童自身の考えの深まりについて、どのように変わったかを調べた。この変化をみることによって、実践授業による効果を検討することとした。

3.2 授業実践

授業実践は3.1と同様のクラスで行った。授業実践の概要は以下の通りである。

・対象学年：第5学年 ・教科：理科 ・単元名：植物の発芽と成長（全9時間）

また、表1に授業実践の単元計画を示す。

表1 実践授業の単元計画

次	時	学習目標
1 導入	1	植物の発芽や成長のようすに興味をもち、それらの変化にかかわる条件を調べようとする。
2 植物の発芽条件（実験1）	2	植物の発芽について、条件に着目して実験を計画する。
	3	植物の発芽の条件を統一しながら実験できる。
	4	植物の発芽にかかわる条件を関係付けて考察し、自分の考えを表現している。
3 種子の発芽と養分（実験2）	5	実験器具を適切に使って、種子のつくりや種子に含まれている養分を観察する。
4 植物の成長条件（実験3）	6	植物の成長について、条件に着目して実験を計画する。
	7	植物の成長の条件を統一しながら実験できる。
	8	植物の成長にかかわる条件を関係付けて考察し、自分の考えを表現している。
5 まとめ	9	植物の発芽、成長の条件に注目し、課題を解決する方法を提案できる。

本単元における実験は全部で3つある。それは、（1）植物の発芽条件を検討する実験（2）植物の発芽に必要な養分はどこにあるのかを調べる実験（3）植物の成長条件を検討する実験である。以下ではこれらの実験を実験1 実験2 実験3ということとする。本単

元における実験は、植物を用いて行うことが大きな特徴である。実験1と実験3では、検討する条件に合わせて植物を発芽（成長）させ、発芽（成長）した植物を観察し、異なる条件のものと比較することで結果を出して考察をし、検討した条件が発芽（成長）に必要であるかどうかを結論づけるものである。実験2では、実験1で発芽した植物の種子と発芽する前の植物の種子のデンプンの有無を比較することにより、発芽における養分は種子の中にあることを結論付けるものである。

実験班は1班5人の6班編成とした。その理由として、①このクラスでは普段の授業においても5人班で活動することが多く、活発な話し合いが期待できたから ②実験において検討する条件として、実験1では「水、空気、適当な温度」の3条件、実験3では「肥料、日光」の2条件があり、6班編成であればそれぞれの実験において比較検討が行いやすいからなどがあげられる。

また、本單元における実験では、結果を出す際にはグループで集まって植物を観察するため、その後の考察時に話し合いが行われることは自然な流れであると考えた。よって、清水（2005）をもとに、第4時、第5時、第8時の考察の場面において、グループによる話し合い活動を取り入れ、それによる児童の考えの深まりについて検討することとした。

4. 研究の結果

4.1 考えが深まる場面についてのアンケート

考えが深まる場面についてのアンケートの結果を表2に記す。それぞれのアンケートについて、各項目の平均値を算出し、事後アンケートの平均値から事前アンケートの平均値を引いたものを変化とし、授業による効果を検討する材料とした。

表2 考えが深まる場面についてのアンケート結果

項目	事前（平均）	事後（平均）	変化
1 自分が実験の予想をすること。	3.17	3.10	-0.07
2 自分の予想や考えなどを発表すること。	2.45	2.45	0.00
3 自分が実験の方法について考えること。	2.76	2.93	0.17
4 自分が、個人またはグループで実験をすること。	3.25	3.38	0.13
5 実験の結果から、わかったことをノートやプリントにまとめること。	3.59	3.62	0.03

6 実験の結果、わかったことなどを発表すること。	2.62	2.57	-0.05
7 思ったことや考えたことをグループや全体で話し合うこと。	2.79	3.17	0.38
8 クラス全体の実験の結果から、何がわかるか考えること。	2.76	2.97	0.21

事前アンケートでは、項目1、項目4、項目5で平均値が3.00を上回る結果となった。この結果から、児童は、実験の予想を立てることや実際に実験を行うこと、ノートやプリントに記入するときに自身の考えの深まりや変化を感じていることが多いとわかった。一方、項目2、項目6では他の場面と比べて平均値が低く、このような場面では自身の考えの深まりや変化を感じにくいということがわかった。また、事後アンケートの結果からは、これらに加えて項目7において平均値が3.00を上回り、さらに項目3、項目8の平均値も2.90を上回る結果となった。

また、変化を見ると項目7の値が最も大きくなっており、項目8、項目3と続いていることがわかった。項目7は考察における話し合いについて、項目8は考察することについて質問している項目であることから、児童は考察において考えの深まりや変容を感じていることがわかった。また、他の項目の変化をみると項目1、項目6においてはわずかながら減少しており、項目2、項目5においてはほとんど変容がみられなかった。このことから、本実践では、児童が考えを発表する場面において特別に児童の考えの深まりや変容を感じさせることはできなかったと言える。

4.2 授業実践

授業実践を通して、どの班でも考察をするときに話し合いを行い、そこから考察している様子が見られた。実験結果として得られた植物の葉の大きさや枚数、茎の長さなどに注目しながらどのようなことが言えるのかを話し合ったり、あまり差が出なかった班はその理由について話し合ったりしていた。納得がいかなかったときには自分たちと同条件を検討している班のところに行って話し合う様子も見られた。

その一方で、結果は書けるが考察を書くことができない児童もいた。考察を書くことができなかった児童は班での話し合いに消極的であった児童に限らず、積極的に話し合いをしていた児童の中にも見られた。また、実験結果がうまく出なかったことに対して、話し合い活動の中では、「A君が肥料やり忘れたからうまくいかんかったんちゃうん？」のような会話もあった。これは、期待していた結果が得られなかったことに関する考察と捉えら

れる。このように、話し合いの中で考察することはできても、考察として記述するに至らなかった児童もいた。

5. 考察

5.1 考えが深まる場面についてのアンケート

事前アンケートと事後アンケートの平均値の変化から、項目7「思ったことや考えたことをグループや全体で話し合うこと」項目8「クラス全体の実験の結果から、何がわかるか考えること」の数値が上昇した。考察時における話し合いを意識した授業を実践し、その後のアンケートでこれらの項目の数値が上昇している。特に、考察時における話し合いである項目7において上昇していることから、児童は話し合うことで考えの深まりや変容を感じていると言える。これは、自分の考えを友人に話すことや、友人の考えを聞いたりすることなどを通して、自分の意見に自信を持ったり別の考えに至ったりしたと考えられる。そして、自身の考えの深まりを感じることに繋がったと考えた。これらのことから、本単元においても考察における話し合い活動に有用性があると考えた。

他の項目の変化について考える。項目1「自分が実験の予想をすること」項目6「実験の結果、わかったことなどを発表すること」においてはわずかであるが減少しており、項目2「自分の予想や考えなどを発表すること」項目5「実験の結果から、わかったことをノートやプリントにまとめること」においてほとんど変化がみられなかった。この理由としては大きく2つある。1つ目は、事前アンケートの数値が高かったことが考えられる。これは、項目1、項目5に当てはまることである。事前アンケートの時点で平均値が3.00を上回っていることから他の項目に比べて変化しにくかったのではないかと考えた。もう1つは、その場면을十分に与えられなかったことが考えられる。これは、項目2、項目6に当てはまることである。班で実験を行ったため、全体場で発表することができる児童が限られてしまうことになり、あまり発表できない児童もいたので、このような結果になったと考えた。

これらのことから、授業で行った活動によって児童の考え方は大きな影響を受けるのではないかと考えた。

5.2 授業実践

授業実践をしたところ結果は書けるが考察を書くことができない児童がいた。その理由として2つのことを考えた。

1つ目は、授業をするうえで、理科における問題解決の過程を児童に意識させることができなかったということである。毎時間の導入で、自分たちはどのような実験をしていて今はどの段階であるかを確認することは行っていたが、これだけでは不十分であったのではないかと考えた。また、理科における問題解決の過程を意識させるためにレポートに書く内容とそれぞれの詳細を記したプリントを配布し説明を行ったが、書かれている内容が小学生にとって難しかったのではないかと考えた。このように、理科における問題解決の過程を児童に意識させるために様々な手立てを行ったが、その手立てが効果的なものではなかったことが原因ではないかと考えた。

2つ目は、本単元の特性である。本単元の実験は植物を用いて、その成長の様子を観察し比較することが主である。よって、実験を始めてから結果が出るまでに植物の成長を待たなければならず、他の単元と比べても1つの実験にかかる時間が長い。このことから、理科における問題解決の過程を意識しにくく、考察もしにくかったのではないかと考えた。それに、本単元では、植物の成長具合によって結果が左右されやすい。特に実験3の植物の成長条件については、肥料の有無による差があまり出なかった班があり、結果がうまく出ず、考察を書くことをあきらめてしまった児童もいたのではないかと考えた。

また、考察を口には出していながら記述できなかったことに関して、実験がうまくいかず考察を書くことをやめてしまった、つまり、考察がどのようなものであるかわかっていないからだと考えられる。考察とは、得られた結果に対してどのようなことが言え、それが自分の予想や既知の事実と比べてどうかということを検討することである。つまり、実験が成功したかどうかにかかわらず考察することはできる。このため、考察がどのようなものかを押さえなおすことによって、結果から考察したことを記述することができるようになるのではないかと考えた。

6. 成果と課題

本研究における成果としては、生命領域である本単元において、考察時における話し合い活動の有用性を児童に感じさせることができたということである。話し合いの中で考察することができていたということからもこのことがうかがえる。

本研究における課題としては、考察を書くことができない児童への対応である。考察を書くことができない理由として単元全体を通して理科における問題解決の過程を意識させられなかったことをあげた。このことの解決に向けて2つのことを考えた。1つ目は、単

元の導入で、単元を貫く学習課題を設定するということである。単元の導入で児童に単元全体の意識を持たせることができれば、理科における問題解決の過程についても意識させやすい。すなわち、考察に関しても記述することができるようになると思った。2つ目は、考察がどのようなものかを押さえなおすことである。話し合い活動において考察することができていたが記述することはできなかったということから、考察とはどのようなものかわかっていないと考えた。このことを解決するためには、「実験がうまくいかなかったと思うなら、どうしてそうなったのか考察してみよう」のように、どのような結果であっても考察できるような指導を行えばよいと考えた。また、平賀の行ったように定型文を提示することも1つの方策である。考察として「(結果)から(結論)と考えた。その理由は(理由)だからである」のような定型文を与えることによって児童は、考察について捉えなおすとともに、問題解決の過程のつながりについても意識することができると考えた。

問題解決の過程において考察を行い記述するためには、その過程1つ1つを意識することが重要であると考えた。このことで養われる力は、理科だけに限らず、社会で生きる上での様々な場面において、原因と結果を結びつけ自身の思考を整理するのに役立つと考える。

引用文献・参考文献

- ・ 平賀伸夫 (2004) 「科学的表現力の育成をねらいとした実験レポート作成に関する指導」『愛知教育大学研究報告』第53号, pp. 115-122
- ・ 松原道男 (2002) 「理科の学習場面に対する小学生の意識」『金沢大学教育学部紀要 (教育科学編)』第51号
- ・ 文部科学省 (2011) 『小学校理科の観察・実験の手引き』
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/fieldfile/2012/01/12/1304649_1_1.pdf (2019. 12. 19 確認)
- ・ 文部科学省 (2017) 『小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 理科編』東洋館出版社
- ・ 大場勇治郎 (1977) 『実験の整理とレポートの書き方』工学図書株式会社
- ・ 清水誠 (2005) 「小グループで話し合い、考えを外化することが概念変化に及ぼす効果 —お湯の中から出る泡の正体の学習を事例に—」『理科教育学研究』第46号, pp. 53-60