

実験の結果を基にして考察し、結論を導き出す力を育成する理科指導の工夫 — 問題解決の過程において各場面の関係を意識させることを通して —

東広島市立八本松中学校 湯口 浩臣

研究の要約

本研究は、問題解決の過程において、生徒に各場面の関係を意識させることによって、実験の結果を基にして考察し、結論を導き出す力を育成することができるとかを考察したものである。文献研究から、本研究において付けたい力を育成するには、教師が問題解決の過程に沿った授業づくりを行い、考察の場面で実験の結果と仮説を照らし合わせ仮説の真偽を検討させたり、結論の場面で問題に正対した答えを書かせたりするなど、問題解決の過程における各場面の関係を生徒に意識させることが大切であることが分かった。そこで、第1学年の生徒を対象に、「力と圧力」の単元で、問題解決の過程において各場面の関係を意識させる授業を行い、考察と結論の記述をさせた。その結果、実験の結果を基にして考察し、結論を導き出す力を育成することに有効であることが分かった。

キーワード：結論を導き出す力 問題解決の過程 各場面の関係

I 主題設定の理由

国立教育政策研究所「特定の課題に関する調査(理科)」(平成19年)において、観察・実験の結果や提示されたデータを基にして考察し、結論を導き出すことに課題があると報告された。また、中学校学習指導要領解説理科編(平成20年)では、目的意識をもって観察、実験を行い、得られたデータを分析して解釈し、適切な判断を行うような経験をさせることが重要であると示された。

しかし、平成24年度全国学力・学習状況調査において、観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明することについて課題があるとされた。すなわち、平成19年に示された観察・実験の結果や提示されたデータを基にして考察し、結論を導き出すことについての課題は、依然改善されていないということである。益田裕充(2014a)はその原因の一つとして、問題解決の過程において各場面の関係付けが適切になされておらず、ストーリー性のある授業が行われていないことを挙げている。

そこで本研究では、中学校理科を対象として、問題解決の過程においてストーリー性を重視した指導を行い、生徒が実験の結果を基にして考察し、問題に正対した結論を導き出す授業実践を試みる。授業を問題解決の過程に沿って段階的に進める中、問題・仮説・実験結果・考察・結論の関係について、生徒に往還的な過程を意識した思考を促す。このように、

問題解決の過程において各場面の関係を意識させることにより、実験の結果を基にして考察し、結論を導き出す力の育成を図ることができると考え、本主題を設定した。

II 研究の基本的な考え方

1 実験の結果を基にして考察し、結論を導き出す力とは

文部科学省「小学校理科における観察、実験の手引き」(平成23年)(以下、「観察、実験の手引き」とする。)では、問題解決の過程が示され、その考察の場面で「観察、実験の結果を吟味する」「予想や仮説の妥当性を検討する」を指導上留意すべき事項として挙げている。

村山哲哉(2013)は、考察の場面のポイントとして、①子供自身が予想や仮説、実験の目的、結果から言えることを見直し解釈すること、②個々の実験データを全体的に見直し共通性や傾向性を見ていくことを挙げ、結論については問題に対する解答と定義している。また、角屋重樹(2013)は、観察・実験は自分の考えである仮説を検討するために行うとしたうえで、考察を仮説と実験結果が一致しているか否かを検討することと定義している。

これらのことから、本研究では、結果を基にして考察し、結論を導き出す力を、実験の結果が仮説と

一致しているかどうかを検討し、問題に対する解答を導き出す力と定義する。

2 実験の結果を基にして考察し、結論を導き出す力を育成するために

(1) 問題解決の過程において各場面の関係を意識させることについて

平成25年度「基礎・基本」定着状況調査報告書では、何を検証する実験なのかを確認し仮説を立てさせてから観察・実験を行わせることや、考察においては目的や方法を振り返らせ、実験の目的に対する答えを示す必要性に気付かせることなど指導のポイントを挙げ、問題解決の過程の各場面の関係を意識させる指導の必要性が示された。

益田（2014a）は、問題解決の各ステップ間の関係付けを行い、課題と考察が正対し問題を解決する授業となっているか、予想と結果を踏まえた考察ができているかなどの「関係の成立」（授業のストーリー性）を大切にすることを提案している。

これらのことから、実験の結果を基にして考察し結論を導き出す力を育成するためには、理科授業がストーリー性のある問題解決の過程をたどり、さらにその過程において各場面の関係を意識させることが重要であると考えられる。

(2) 問題解決の過程について

「観察、実験の手引き」は、問題解決の過程を①自然事象への働きかけ、②問題の把握・設定、③予想・仮説の設定、④検証計画の立案、⑤観察・実験、⑥結果の整理、⑦考察、⑧結論の導出として、理科の学習展開と観察、実験の位置付けを示している。

長野県教育委員会「長野県中学校教育課程学習指導手引書理科編」（2010）は、生徒が主体的に追究する活動の最初の段階を「事象の観察」とし、生徒が問題を含む場面に直面する段階として示している。

角屋（2013）は、仮説の条件を、①問題となっている事象を説明するもので、②根拠があり、③実証可能なものと述べ、問題の見いだしの次の場面を「仮説の設定」として示している。

これらのことから、本研究においては、問題解決の過程を①事象の観察、②問題の把握・設定、③仮説の設定、④検証計画の立案、⑤観察・実験、⑥結果の整理、⑦考察、⑧結論の導出と定義する。

(3) 中学校理科の授業の実際

益田裕充（2014b）は、何が問題なのか分からないから子供は考察ができないのであり、考察において結果を繰り返し言わせているだけの授業が溢れてい

ると指摘している。さらに、小林和雄（2013）は、探究の正否の鍵をにぎる仮説設定の指導がほとんど実施されていないため、実際には仮説を立て目的意識や見通しをもって探究をしている生徒はほとんどいないという問題状況を指摘している。これらの指摘をより明確にするため、稿者自身の過去の授業実践を参考に、「問題とされる授業例」として図1に示す。

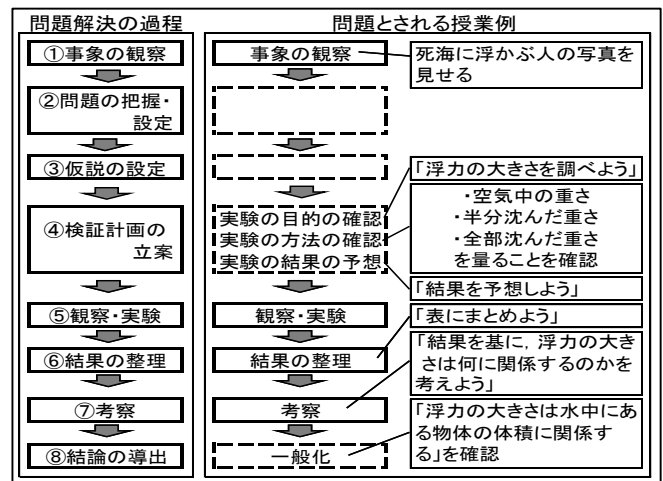


図1 問題解決の過程8段階と問題とされる授業の比較

問題とされる授業例では、本来あるべき問題の把握・設定の場面が省かれ、問題の設定が不明瞭なため仮説を立てることができず、実験の目的や方法を確認後、その実験の結果を直観的に予想するという流れになっている。また、「～を調べよう」という目的で結果の予想しかしていないため、考察の場面で得られた結果をどう考察しまとめればよいのか分かりにくく、改めて視点を示さなければならないという流れになってしまっている。このように、本来前提であるはずの問題解決の過程を軸とした授業展開が、中学校理科の授業の実際において正しく行われていないと考えられる。つまり、益田（2014a）が主張する「授業のストーリー性」が大切にされていないということである。そのために、生徒は作業として実験を行うことになり、その結果、適切な考察、結論の導出が困難になっていることが考えられる。

3 問題解決の過程において各場面の関係を意識させるための指導の工夫

(1) 導入で提示する事象と問題と仮説の関係を意識させるために

村山（2013）は、子供主体の問題解決を展開するためには、問題の把握・設定の場面で子供自らが問題を見いだす状況をつくる必要があり、子供のもつ

ている見方や考え方やズレが生じる事象を提示したり、生活経験の掘り起こしや既習事項の振り返りをさせたりすることで生まれる気づきや疑問を整理して問題へと高めていくことが大切であると述べている。さらに、仮説設定の場面においても、既習内容や経験を想起させる実物や写真を提示し、目の前の事象と既得の知識や経験を結び付けることが大切であると述べている。

このように、生徒が自ら問題を見だし、仮説を立てられるような事象を観察させることによって、導入で提示する事象と問題と仮説の関係を意識させることができると考える。

(2) 検証計画の立案の場面において仮説と実験の関係を意識させるために

群馬県教育委員会（平成26年）「はばたく群馬の指導プラン 実践の手引き」（以下、「実践の手引き」とする。）は、教師が実験をやることを目的化したり、実験結果のみを予想させたりする発問や指示をすることで、実験を他人事にしているという問題点を指摘している。そして実験が自分の考えを証明するための意図的な活動になるような問いかけをし、実験を見通しをもった自分事とすることが大切であると述べている。次に示すのはその具体の一例¹⁾である。

見通しをもたせ、実験を自分事にする発問
T: あなたの予想だとどのような結果になると思う？
S: 私の予想は、「糸の長さが長いと1往復の時間は長くなる」なので、糸の長さを短くして10往復する時間を測ると時間は短くなると思います。
結果のみを予想させ、実験を他人事にする発問
T: 教科書の実験を行うとどのような結果になると思う？
S: たぶん、膨らむと思います。
S: 膨らまないと思います。

このように実験の見通しをもたせ自分事として検証計画をしっかりと考えさせる発問・指示を行うことにより、検証計画の立案の場面において仮説と実験の関係を意識させることができると考える。

(3) 考察の場面において仮説と結果の関係を意識させるために

仮説と結果の関係を意識した考察の仕方をイメージさせるために、次に示す「考察におけるヒントカード」を提示する。

また、角屋(2013)は考察について、一般的に仮説と結

《考察におけるヒントカード》
仮説が正しかったかどうかを結果をもとに判断する
① どんな仮説を立てたか
② どんな結果が得られたか
③ 得られた結果は仮説と一致しているか、不一致か
④ 仮説は正しかったといえるか

果が一致した場合と一致しなかった場合の二つの場合が想定できると述べている。そこでこれを基に、図2のようなフローチャートを作成し、考察における基本的な思考の流れを生徒に示す。

このように、実験の結果を仮説と照らし合わせて、どのように考察すればよいのかを生徒に認識させることで、考察の場面において仮説と

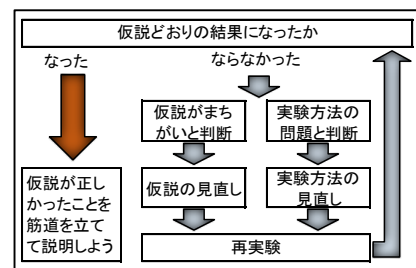


図2 考察における思考の流れ

結果の関係を意識させることができると考える。

(4) 問題と結論の関係を意識させるために

益田(2014b)は、生徒が適切な考察、結論が導けないことに対し、熟達した教師の指導案でさえ考察が課題に正対しておらず、「課題を解決する授業」となっていないことを指摘している。

「実践の手引き」は、問題解決の問題として適しているものと適さないものを、図3のように具体例を挙げて示している。

（例1）結論と正対したよい問題の例	（例2）取り組みにくい問題の例	（例3）取り組みにくい問題の例
問題 物の重さは、形を変えらるとどうなるか	問題 物の重さを形を変えて調べよう	問題 物の重さの秘密を調べよう
結論 物の重さは、形が変わっても変わらない	結論 物の重さを形を変えて調べた	結論 ????（秘密って何??）

図3 よい問題と取り組みにくい問題

ここでは、教科書の実験に見られる「～を調べよう」のような表題は、行動目標的に書かれており疑問文になっていないため、予想や考察、結論を表現しにくく問題解決の問題としては適さないとしている。そして、結論で書かせたいことが答えの文になるように疑問文の形で問うことが大切であると述べている。

このように、結論に正対した問いを問題として設定し授業をつくることで、結論の導出の場面において問題と結論の関係を意識させることができると考える。

(5) 問題解決の過程の各場面の関係と具体例

以上（1）から（4）に示した問題解決の過程における各場面の関係を、「浮力」の単元を例に具体的にイメージできるよう図4に図式化した。

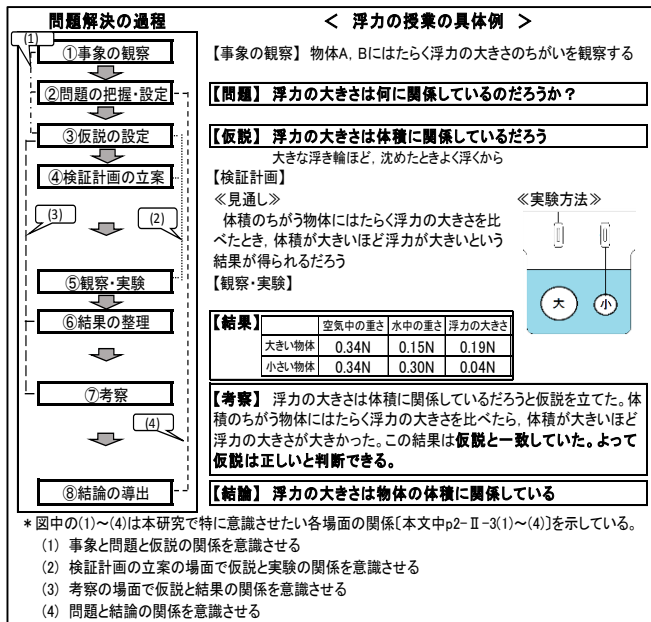


図4 問題解決の過程と各場面の関係の具体例

Ⅲ 検証授業について

1 研究仮説と検証の視点と方法

研究仮説及び検証の視点と方法を表1に示す。

表1 研究仮説及び検証の視点と方法

研究仮説	検証の視点	検証の方法
1	問題解決の過程において各場面の関係を意識させることができたか。	プレテスト ワークシート
2	実験の結果を基にして考察し、結論を導き出すことができたか。	ポストテスト アンケート

2 検証授業の実施について

- 期 間 平成26年12月17日～平成27年1月14日
- 対 象 所属校第1学年(4学級160人)
- 単元名 力と圧力
- 指導計画(検証授業10～12時の全3時間)

次	時	学習活動
一	1・2	力にはどんな性質があるのだろうか。
二	3・4・5	力の大きさはどのようにすればはかれるのだろうか。
三	6	力はどのようにして表すのだろうか。
四	7・8	なぜ紙コップはつぶれないのだろうか。
五	9	水中で物体にはどのような力がはたらくのだろうか。
		プレテスト
六	10・11	浮力の大きさは何に關係しているのだろうか。 (検証授業1・ワークシート1)
七	12	どうしてゴムシートは取れないのだろうか。 (検証授業2・ワークシート2)
		ポストテスト・アンケート

3 プレテスト、ポストテスト、ワークシートによる分析

検証授業前に実施したプレテストと、検証授業後に実施したポストテストの問題文を図5に示す。

＜プレテスト＞
図は植物の光合成に関する実験を行った時のレポートです。このレポートについて考察と結論を解答用紙に書きなさい。

実験レポート

【問題】植物の光合成ではどんな気体が使われているのだろうか？

【仮説】光合成では二酸化炭素が使われているだろう。
(理由)「植物が二酸化炭素を吸って酸素を出している」と勉強したから。

【検証計画】
《見通し》
植物が入った試験管の中に二酸化炭素を入れて密閉する。その植物に光を当ててしばらく置くと、試験管の中の二酸化炭素がなくなるだろう。

《実験方法》
① 図1のようにタンポポの葉を1枚入れた試験管Aと葉を入れていない試験管Bの両方に息を吹き込みゴム栓をし、30分間光を当てる。
② 光を当てた後、図2のようにそれぞれの試験管に石灰水を少し入れ、ゴム栓をしてよく振って石灰水の変化を調べる。

【結果】石灰水は次のようになった。
試験管A: 変化しなかった
試験管B: 白くにごった

【考察】(*解答は解答欄に記入しなさい。)

【結論】(*解答は解答欄に記入しなさい。)

＜ポストテスト＞
ひろし君は、窓際に飾ってあったチューリップの花が、13時には開いていて21時には閉じていたのを見て、その時の状況を表1のように整理した。そしてチューリップの開花に関する実験を行った。その時のレポートについて考察と結論を解答用紙に書きなさい。

時刻	花の状態	日光	室温(℃)
13時	開いていた	当たる	20
21時	閉じていた	当たらない	10

実験レポート

【問題】チューリップの開花には、何が必要なのだろうか？

【仮説1】チューリップの開花には、日光が必要だろう。
【仮説2】チューリップの開花には、温度が必要だろう。

【検証計画】
《見通し》
室温が20℃の部屋と10℃の部屋でチューリップに日光を当てると、20℃の部屋のチューリップは花が開き10℃の部屋は開かないだろう。

《実験方法》
①花が閉じているチューリップC、Dを用意する。
②温度以外の条件は同じにして、室温をCは20℃に、Dは10℃にしてしばらく時間をおいた後に、花の状態を観察する。
③同じ実験をあと2回繰り返し、結果の確かさを確認する。

【結果1】

チューリップ	日光	室温(℃)	花の状態
A	当てない	20	開いた
B	当てる	20	開いた

* 3回同じ実験を行い、3回とも同じ結果が得られた。

【考察1】(*解答は解答欄に記入しなさい。)

【結論】(*解答は解答欄に記入しなさい。)

【結果2】

チューリップ	日光	室温(℃)	花の状態
C	当てる	20	開いた
D	当てる	10	閉じたまま

* 3回同じ実験を行い、3回とも同じ結果が得られた。

【考察2】(*解答は解答欄に記入しなさい。)

【結論】(*解答は解答欄に記入しなさい。)

図5 プレテストとポストテストの問題文

これらは主題に示した力を育成できたかどうかを見取することをねらいとして作成した。問題文は問題解決の過程に沿ったレポート形式にし、考察と結論を記述させてその記述内容を分析することとした。

Ⅳ 検証授業の分析と考察

1 問題解決の過程において各場面の関係を意識させることができたか

- (1) 導入で提示する事象と問題と仮説の関係を意識させることができたか

生徒が自ら問題を見だし仮説を立てられるような事象として、検証授業1では大きさ、重さ、形、深さの異なる水中の物体A、Bにはたらく浮力の大きさに違いがあることを、そして検証授業2では机に置いたゴムシートが引っ張っても取れない現象を、導入で観察させた。

これらの事象と問題と仮説の関係を意識させることができたかを、アンケート結果から見取ることとした。アンケートは4クラス144人の生徒を対象として、検証授業前の自分の意識と検証授業後の自分の意識を、検証授業後に答える形で実施した（以後に示すアンケートはすべて同様の方法で行った）。

(アンケート1)導入で提示された事象から疑問をもって自分なりに仮説を立てることができましたか。

その結果、肯定的回答の割合は次のようであった。

検証授業前57.8% → 検証授業後93.4%

この結果から、検証授業における指導の工夫によって、事象と問題と仮説の関係を意識させることは概ねできたと考えられる。

(2) 検証計画の立案の場面において仮説と実験の関係を意識させることができたか

実験の見通しをもたせ自分事として検証計画を考えさせるため、ワークシートに《見通し》欄を設け記述させ、その際、次のような発問を行った。

検証授業1：「浮力の大きさは物体の重さに関係しているだろう」という仮説に対して「この仮説を証明するために変える条件は何だろうか？」

検証授業2：「空気の重さによって押さえつけられているからだろう」という仮説に対して「その仮説を証明するためにはどんなことを調べればよいだろうか？」

これらの工夫により検証計画の立案の場面において仮説と実験の関係を意識させることができたかを、アンケートの結果から見取ることとした。

(アンケート2)仮説を証明することを意識して実験を計画することができましたか。

(アンケート3)「この実験をすればおそらくこういう結果が得られるだろう」という見通しをもって実験を行うことができましたか。

その結果、肯定的回答の割合は次のようであった。

(アンケート2) 検証授業前47.2% → 検証授業後92.7%

(アンケート3) 検証授業前61.3% → 検証授業後92.6%

このことから、検証授業における指導の工夫によって、検証計画の立案の場面において仮説と実験の関係を意識させることは概ねできたと考えられる。

(3) 考察の場面において仮説と結果の関係を意識

させることができたか

実験の結果をどのように考察すればよいのかを認識させるため、「考察におけるヒントカード」や「考察における思考の流れ」を生徒に示した。これらの工夫により考察の場面において仮説と結果の関係を意識させることができたかどうかを、アンケートの結果とプレテスト、ポストテスト、ワークシートの分析から見取ることとした。

ア アンケート結果による分析

(アンケート4)考察の時、実験結果が仮説通りだったかに着目して、仮説の正誤を検討することができましたか。

その結果、肯定的回答の割合は次のようであった。

検証授業前45.3% → 検証授業後90.0%

イ プレテスト、ポストテスト、ワークシートによる分析

プレテストとポストテストにおいて、仮説と結果の関係が「意識できている」または「意識できていない」と評価した生徒の記述の例を図6に挙げる。

	【問題】植物の光合成ではどんな気体が使われているのだろうか？
プレテスト	<div>結果を基に仮説の真偽を検討している記述の例</div> <p>・光合成では二酸化炭素が使われているだろうと仮説を立てた。結果は葉を入れたAは石灰水を入れて振っても変化しなかったが、Bは白くにごった。このことから仮説は正しく、光合成で二酸化炭素が使われた。</p>
ポストテスト	<div>結果を基に仮説の真偽を検討している記述の例</div> <p>・チューリップの開花には日光が必要だろうという仮説を立てた。結果は光を当てても当てなくても花は開いた。この結果は仮説と一致していなかった。仮説は間違っていた。</p>
	<div>仮説の真偽を検討していない記述の例</div> <p>・Aはタンポポの花が光合成したから、二酸化炭素が吸収された。Bは何も入れてないから二酸化炭素がそのままあって石灰水が白くにごった。</p>
	<div>仮説の真偽を検討していない記述の例</div> <p>・チューリップは日光がないときは閉じていた。ということは、日光は必要ではない。</p>
	<div>「意識できている」と評価する</div> <div>「意識できていない」と評価する</div>

図6 考察の場面における生徒の記述例と評価

図6中の下線部のように、仮説の真偽を検討している記述がある場合を「意識できている」と評価し、そうでない記述の場合を「意識できていない」と評価した。4クラス144人のプレテスト、ワークシート1、ワークシート2、ポストテストごとの集計結果を図7に示す。

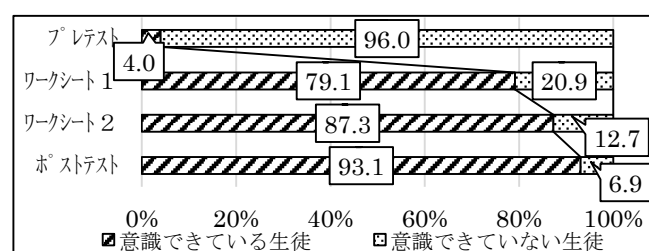


図7 仮説と結果の関係が意識できている生徒の割合

図7から分かる通り、プレテストでは仮説と結果の関係が意識できている生徒はわずか4.0%であった。しかし、ワークシート1以降急激に増加し、検証授業後のポストテストでは93.1%の生徒が仮説と結果を照らし合わせて考察を行っていた。

これは、検証授業を通して、考察の場面において仮説通りの結果になったかを振り返らせ、意識させる指導を行ったため、ワークシート1で多くの生徒が意識するようになり、さらにそれを繰り返すことによりほとんどの生徒が意識することができたためと考えられる。

(4) 問題と結論の関係を意識させられたか

問題に正対した結論を導き出させるために、授業の構成を考える際、結論で書かせたいことが答えの文になるように問題を吟味した。このようにして設定した問題により、結論の導出の場面において問題と結論の関係を意識させることができたかどうかを、アンケートの結果と、プレテスト、ポストテスト、ワークシートの分析から見取ることとした。

ア アンケート結果による分析

(アンケート5)問題の答えとなるように意識して結論を書くことができましたか。

その結果、肯定的回答の割合は次のようであった。

検証授業前47.3% → 検証授業後94.6%

イ プレテスト、ポストテスト、ワークシートによる分析

プレテスト、ポストテスト、ワークシートの結論の記述について、問題と結論の関係を意識したものになっているか評価した。図8はプレテストとポストテストにおいて問題と結論の関係を「意識できている」または「意識できていない」と評価した生徒の記述の例である。

プレ テ ス ト	【問題】植物の光合成では、 <u>①</u> どんな気体が使われているのだろうか？	問題に正対した解答になっている記述の例 ・光合成では二酸化炭素が使われている。	問題に正対した解答になっていない記述の例 ・Aの試験管は光を当てた葉に二酸化炭素が入っているから、 <u>②</u> 二酸化炭素はなくなった。 ・タンポポの葉は光合成をして二酸化炭素を <u>③</u> 酸素に変えることが分かった。
	【問題】チューリップの <u>④</u> 開花には、何が必要なのだろうか？	問題に正対した解答になっている記述の例 ・チューリップの開花には、日光ではなく、適度な温度が必要である。	問題に正対した解答になっていない記述の例 ・日光を当てても当てなくても、室温が同じだと開くことが分かったので、この <u>⑤</u> 仮説は正しい。 ・仮説1は違う結果になって、仮説2は正しい結果になりました。
「意識できている」と評価する		「意識できていない」と評価する	

図8 結論の場面における生徒の記述例と評価

「意識できていない」と評価した生徒の記述につ

いて、プレテストでは、下線①のように「どんな気体が使われているのか」を問うているにも関わらず、下線②の「二酸化炭素はなくなった」や下線③の「酸素に変えることが分かった」というように、また、ポストテストでは、下線④のように「開花には何が必要なのだろうか」を問うているにも関わらず、下線⑤の「仮説は正しい」というように、問題に正対していない解答が見られた。図9に、問題と結論の関係が「意識できている」または「意識できていない」と評価した4クラス144人の生徒の割合を、プレテスト、ワークシート1、ワークシート2、ポストテストごとに示す。

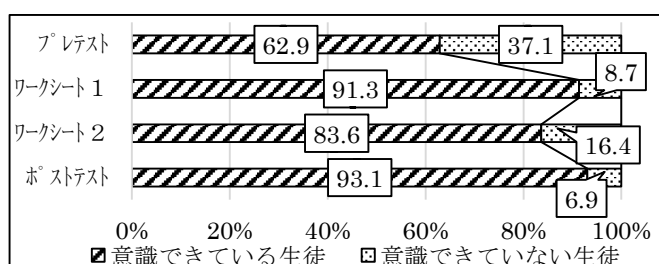


図9 問題と結論の関係が意識できている生徒の割合

プレテストにおいて、意識できている生徒は62.9%いたが、ポストテストでは93.1%の生徒が意識した記述をしていた。これは、検証授業を通して、結論の導出の場面において問題に正対した解答が結論になることに気付かせる指導を行ったため、多くの生徒に改善が見られたためと考えられる。

以上、(1)から(4)から、問題解決の過程において各場面の関係を意識させることが概ねできたと判断できる。

2 実験の結果を基にして考察し、結論を導き出すことができたか

実験の結果を基にして考察し、結論を導き出すことができたかを見取るため、プレテストとポストテストを次の二つの視点で検討することとした。

(1) 結論を正しく導き出すことができたか

(2) 実験の結果を基に考察することができたか

(1) 結論を正しく導き出すことができたか

まず、(1)の視点について検討する。プレテスト、ポストテストにおいて、結論に書かれた生徒の記述が正しいか、正しくないかを判断し、4クラス138人の結果を集計したものを次ページ図10に示す。

結論の内容が正しく書けている生徒の割合は、プレテストでは全体の44.9%であったのに対し、ポストテストでは90.6%であった。この結果は、プレテストとポストテストの間に行われた検証授業によっ

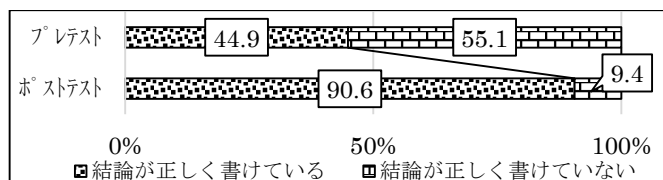


図 10 結論が正しく書けている生徒の割合

て、結論を正しく導き出す力が育成されたことを表していると考えられる。

更に詳細に検討するために、図11のAからDのように分類して考えることとした。

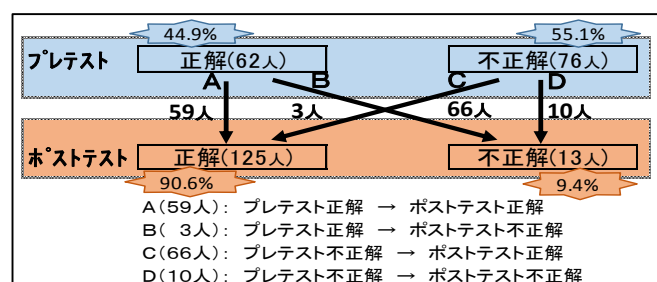


図 11 結論の記述内容の正解・不正解に関する分類

例えば分類群Cの生徒 (66人) は、プレテストでは結論を正しく導き出せなかったが、ポストテストでは結論を正しく導き出したことを示している。

図11から次の3点のことが読み取れる。

- ・分類群Aより、プレテストで正しく結論を導き出した生徒はポストテストでも正しく結論を導き出していた (62人のうち59人)。
- ・分類群Cより、プレテストで正しく結論を導き出せなかった生徒も、多くがポストテストで正しく結論を導き出していた (76人のうち66人)。プレテストより難易度の高いポストテストで正しい結論を導き出した生徒の割合が増加したことは本研究の成果であると考えられる。
- ・分類群Dより、10人の生徒がプレテスト、ポストテストともに正しく結論を導き出すことができず、本研究の課題であると考えられる。

(2) 実験の結果を基に考察することができたか

次に、AからDに分類された生徒が、考察においてどのような記述をしていたかについて、詳細に検討することとした。その作業により、正しい結論を導き出すことと、考察の記述の仕方との関係について明らかにできると考えた。

ア 分類群Aの生徒の考察の記述について

分類群Aの生徒の考察の典型的な記述例を表2に挙げる。

この生徒はプレテストでは仮説に全く触れておらず、結果から考えられることを述べただけであった。

表 2 分類群Aの生徒の考察の典型的な記述例

	考察の記述内容
プレテスト	【問題】植物の光合成ではどんな気体が使われているのだろうか？
	【仮説】光合成では二酸化炭素が使われているだろう。
ポストテスト	【考察】試験管Aの石灰水が変化しなかったのは、タンポポが光合成をしたときに、二酸化炭素が使われたからと考えられる。
	【問題】チューリップの開花には何が必要なのだろうか？
ポストテスト	【仮説】チューリップの開花には、日光が必要だろう。
	【考察】①チューリップの開花には日光が必要だという仮説を立てた。日光以外の条件を同じにして実験を行った結果、日光を当てた方も当てない方もどちらも花が開いた。②同じ実験を3回行ったが同じ結果だったので実験方法に間違いはなく、①仮説が間違っていた。

しかし、ポストテストでは下線①のように仮説と結果を照らし合わせ、仮説の真偽を検討していた。また、下線②のように仮説の真偽に関する判断の確かさを示す記述も見られた。このような記述内容の深まりは分類群Aの多くの生徒で見られた。分類群Aの生徒は次のような傾向にあると整理できる。

- ・プレテスト時点では、正しく結論を導き出すことができているものの、考察の場面で仮説と結果の関係を意識して考えていない。
- ・ポストテスト時点では、考察の場面で仮説と結果の関係を意識して考えられるようになり、考察の記述を筋道を立てて分かりやすく記述することができるようになった。

イ 分類群Bの生徒の考察の記述について

分類群Bの生徒は3人であるが、その記述内容を詳しく検討すると次のように整理できる。

- ・プレテスト時点では考察の場面で仮説と結果の関係を意識して考えることができていなかったが、ポストテストの時点では意識して考えられるようになった。
- ・ポストテストの時に正解が書けなかった理由は、考察を丁寧に書きすぎたため時間内に結論が書ききれなかったり、結果の読取りを間違えたりしたためであった。

ウ 分類群Cの生徒の考察の記述について

分類群Cの生徒の考察と結論の典型的な記述例を表3に挙げる。

表 3 分類群Cの生徒の考察と結論の典型的な記述例

プレテスト	【問題】植物の光合成では①どんな気体が使われているのだろうか？
	【考察】①葉の役割は、二酸化炭素を吸って酸素を作り出していることが分かった。このことを光合成という。
ポストテスト	【結論】光合成によって酸素を作り出すことができるということが分かった。そして光合成に必要なものは、二酸化炭素と②水と日光が必要だということが分かった。
	【問題】チューリップの開花には何が必要なのだろうか？
ポストテスト	【考察1】チューリップの開花には光が必要だろうという仮説を立て、実験をした。結果はAも開いた。仮説は間違っていたといえる。(考察2は省略)
	【結論】チューリップの開花には温度が必要となる。

プレテストにおけるこの生徒の考察は、下線①の

ように授業で習った既習事項を記入したにすぎず、問題文に書かれた実験結果を無視したものである。つまり、考察は仮説と実験結果を比較して書くことなどを理解しておらず、考察で何を書けばよいのかが分かっていないと考えられる。また、結論では下線②のように「水」と「光」について触れており、下線③の「どんな気体が使われているのか」という問いに対して必要のないことを答え、問題に正対した解答をしていない。

そこで、「考察におけるヒントカード」や「考察における思考の流れ」を提示し、考察の場面で仮説と結果の関係を意識させる指導を繰り返した。その結果、この生徒の考察は表3のポストテストのように変容し、結論も正しく導き出すことができた。

この生徒に限らず、分類群Cの生徒の多くは同様の傾向であった。分類群Cの生徒が書いた検証授業後の感想を表4に示す。

表4 分類群Cの生徒が書いた授業後の感想

S1	考察を書くとき、今まで一つも手をつけられなかったのが、今では前より手をつけられるので嬉しくなりました。
S2	今まで考察を書いていて「書くことないなあ」と思っていたけど、この授業を通して考察の内容を順序立てて書くことができてよかったです。
S3	最初と全然違ってとてもスラスラたくさん書けるようになり、とてもうれしかったです。

以上のことから、分類群Cの生徒は次のような傾向にあると整理できる。

- ・プレテスト時点では考察の場面で仮説と結果の関係を意識して考えることができておらず、考察で何を書けばよいかわかっていなかった。
- ・ポストテスト時点では考察の場面で仮説と結果の関係を意識して考えることができるようになり、その結果、結論を正しく導き出すことができるようになった。

エ 分類群Dの生徒の考察の記述について

分類群Dの生徒10人の記述内容を詳しく検討すると次のような傾向が見られた。

- ・ポストテストでは記述量の増加や記述内容の深まりが見られ、仮説に触れた記述が多かったが、正しく書けている生徒はいなかった。
- ・正しく書けなかった主な理由は、結果を正しく読み取れていないことや、仮説の真偽を正しく検討できていないことであった。

これらのことより、分類群Dの生徒は、考察の場面で仮説と結果の関係を意識してはいたが、それらをうまく関係付けられず、正しい考察ができなかったため、結論を正しく導き出すことができな

かったと考えられる。

以上(ア)から(エ)より、考察の場面において仮説と結果の関係を意識して考えることが、正しい結論を導き出すために重要であることが分かった。

よって(1)及び(2)から、問題解決の過程において各場面の関係を意識させることで、実験の結果を基にして考察し、結論を導き出すことができるようになるということが明らかになった。

V 研究の成果と今後の課題

1 研究の成果

問題解決の過程の各場面の関係を成立させた授業（ストーリー性のある授業）を行い、生徒にその各場面の関係を意識させる指導を行った。その結果、生徒は考察の場面において仮説と結果を照らし合わせて仮説の真偽を検討し、結論の導出場面において問題に正対した解答を導き出すことが概ねできるようになった。

このことから、問題解決の過程において各場面の関係を意識させることは、実験の結果を基にして考察し、結論を導き出す力を育成するために有効であることが本研究で分かった。

2 今後の課題

- 「力と圧力」の単元で検証授業を行ったが、他単元における授業モデルの作成などにより汎用性を高めていく必要がある。
- 考察の場面において、自分の言葉で筋道を立てて分かりやすく説明できるようになるには、きちんとした問題解決の過程を軸とした授業を繰り返し行い指導していく必要がある。

【引用文献】

- 1) 群馬県教育委員会（平成26年）：『はばたく群馬の指導プラン 実践の手引き』 p. 56

【参考文献】

- 益田裕充（2014a）：「教師の成長と授業の研究」『埼玉教育第3号』
 村山哲哉（2013）：『小学校理科「問題解決」8つのステップーこれからの理科教育と授業論ー』東洋館出版社
 角屋重樹（2013）：『なぜ、理科を教えるのかー理科教育がわかる教科書ー』文溪堂
 長野県教育委員会（2010）：『長野県中学校教育課程学習指導手引書理科編』しんきょうネット
 益田裕充（2014b）：「考察とは何か」『教科研究理科 No. 199』学校図書
 小林和雄（2013）：「第3節 探究活動の指導：仮説設定」『新しい学びを拓く理科授業の理論と実践 中学・高等学校編』