

活用力を高める理科学習指導

～探究シートによる表現・交流活動を予想・考察段階に位置づけた学習過程を通して～

要約

新学習指導要領では、教科の目標の一つである「科学的な見方や考え方を養うこと」とは、自然を科学的に探求する能力や態度が育成され、自然についての理解を深めて知識を体系化し、いろいろな事象に対してそれらを総合的に活用できるようになることであると述べられている。さらに、指導計画には十分な観察や実験の時間、課題解決のために探究する時間などを設け、問題を見だし観察、実験を計画する学習活動、観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動が充実するよう配慮することが述べられている。

これまでの観察・実験において、課題に対する仮説を設定したり観察・実験結果から考察させたりする場面、そして自分の考えを他者と交流し共有したり発展させたりする場面を十分につくることができておらず、既習の科学的知識や科学的概念を活用させる場面を十分に仕組むことができていなかった。

そこで、観察・実験において生徒の活用力を高めるためには、予想・考察段階にそれぞれ、自分の考えを表現したり考えを他者と交流したりする活動を仕組むことが有効であると考えた。そこで、以下の2点の活動に重点をおいて、研究を進めていくことにした。

- ① 予想段階に、課題に対し既習の知識・技能を用いて、仮説を設定したり、観察・実験の方法を考えたりする活動。
- ② 考察段階に、実験の結果を分析したり、しくみや規則性を解釈したりするとともに、課題に対する結論を解説する活動。

本研究を通して、次の成果と課題が明らかになった（○：成果、●：課題）。

- 予想・考察段階で、既習知識や実験での気づき・考えたことなどを用いて、自分の言葉で表現する活動を繰り返すことで、知識を活用した考察を行うことができる生徒が多くなった。また、交流活動において、他者の考えと自分の考えとを視覚的に区別することで、交流で得た新たな考えを自分の考えに付加する活動がスムーズに進められ、自分の思考の過程が整理できた。
- 実践を終えた後の生徒の自己評価を分析すると、「既習知識を活用して仮説を立てることができた」、「交流活動をすることで、課題に対する考えを自分でまとめることができた」と実感した生徒が多かった。
- 仮説を設定する力の個人差が大きかった。活用するための知識が定着しておらず、仮説を立てられない生徒もいた。活用させるための「知識」を、生徒が選択・吟味しながら思考できるような手立てを今後の学習活動で積み重ねる必要がある。
- 生徒が自由に考え自由に実験できる探究活動を章末に仕組むことが、活用力を高めるのに有効であると考えた。指導計画に探究活動を適切に位置づけ、探究シートを用いた表現・交流活動をくり返し行わせることで生徒の活用力は高まっていくと考える。

キーワード：活用力、探究シート、表現・交流活動、予想・考察段階

1 主題設定の理由

(1) 社会的な観点から

OECD（経済協力開発機構）のPISA調査など各種の調査から、日本の児童生徒については、思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題、知識・技能を活用する問題に課題が見られると指摘されている（文部科学省、2008）。また、平成24年度に実施された全国学力・学習状況調査においては、A問題（「知識」に関する問題）よりもB問題（「活用」に関する問題）の正答率の方が小学校、中学校ともに低くなっていることや、無解答率が小学校よりも中学校の方が高くなっていることがわかっている。具体的には、「基礎的・基本的な知識や技能を活用して、観察・実験の結果などを分析し解釈すること」、「基礎的・基本的な知識や技能を活用して、仮説を検証するための観察・実験を計画すること」、「基礎的・基本的な知識を活用して、根拠を基に、他者の計画や考察を検討し改善すること」について課題があることが示されており（国立教育政策研究所、2012）、「活用」における課題が指摘されている。

(2) 学校・生徒の実態から

保護者の教育に対する関心は非常に高く、多くの生徒が塾に通っており、学習意欲も高い。学力検査等の結果では、暗記や基礎・基本が得意で高い正答率を出しており、現象の名称や、実験に関する内容（手順、結果、考察など）においては、知識として定着している。一方で、実験における現象の把握や条件が変化することによる見通しが立てられなかったり、理解した知識を応用として実生活の中に結びつけられていなかったりという課題がある。また、自然現象への理解が実生活と関連づけて理解できておらず、科学的に論を立てて表現できないという課題もある。

(3) 教科のねらいから

新学習指導要領では、教科の目標の一つとして挙げている「科学的な見方や考え方を養うこと」とは、自然を科学的に探求する能力や態度が育成され、自然についての理解を深めて知識を体系化し、いろいろな事象に対してそれらを総合的に活用できるようになることであるとしている。さらに、指導計画の作成に当たっては、十分な観察や実験の時間、課題解決のために探究する時間などを設けるようにし、その際、問題を見だし観察、実験を計画する学習活動、観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動が充実するよう配慮することが述べられている（文部科学省、2008）。また、中央教育審議会は「学習指導要領等の改善について」答申において、思考力・判断力・表現力等をはぐくむために、観察・実験、レポートの作成、論述など知識・技能の活用を図る学習活動を発達の段階に応じて充実させることを指摘している（中央教育審議会、2008）。

(4) これまでの教科指導の反省から

これまでの授業を振り返ると、すでに学習している科学的知識や科学的概念を活用させる場면을十分に仕組むことができていなかったと感じている。具体的には、実験に取り組ませる際に、それまでに身につけた基礎的・基本的な知識及び技能を確認する場面や、課題に対する仮説を設定したり観察・実験結果から考察させたりする場面、そして自分の考えを他者と交流し共有したり発展させたりする場면을十分につくることができていない。このことから、提示された課題に対し、既習の知識や概念を用いて仮説を設

定させたり、観察・実験結果を考察させたりする活動と、自分の考えを表現・交流する活動を授業の中に仕組み、活用力を高めようとする本研究は意義があると考えられる。

2 主題・副題の意味

(1) 主題の意味

本研究の主題における「活用力」とは、観察・実験などに際して計画を立て、いろいろな工夫を行うことで得られる、様々な情報を分析して解釈し表現することで養われる思考力や判断力、表現力のことでありと考える（文部科学省、2008）。

「活用力を高める」とは、課題に対して、習得した基礎的・基本的な知識及び技能をもとに事象を説明できるようになることである。具体的には、①課題に対して、習得した基礎的・基本的な知識及び技能を用いて仮説を設定する。②自分が立てた仮説をもとに、結果を分析・解釈する。③最後に、自ら分析・解釈した考えに新たな考えを付加したり、修正を加えたりして、文章で説明することができるようにすることである。

以上のことから、本研究の「活用力を高める」ための構成要素を以下の3つとする。

仮説設定力	提示された事象から、それまでの学習で習得した技能や知識を関連づけて、仮説を立てる力。
分析・解釈力	実験データや得られた結果と自ら立てた仮説を比較し、自然事象にあるきまりを見出す力。
解説力	仮説や結果、他者との交流活動をもとに自らの考えを付加・修正し、科学的な見方や考え方をもって文章にし、説明することができる力。

(2) 副題の意味

「探究シート」とは、「探る」編と「深める」編の2枚から構成されるワークシートで、課題解決に向けた生徒の思考の流れが視覚的に整理されるようになっている【次頁資料1】。「探る」編には、「仮説を立てよう」欄と「確かめよう」欄を設けている。「仮説を立てよう」欄は、課題に対する仮説を記入したり、観察・実験の方法を考えたりするための欄で、自分の考えと他者の考えを記入するようになっている。自分の考えと他者の考えを視覚的に区別するために、他者の考えを記入する際には赤色のペンを使用させるようになっている。「確かめよう」欄は、仮説検証のために行った実験の結果を記録する欄で、実験方法や注意事項を確認したり、結果の記録を記入するようになっている。また、「深める」編には、「分析しよう」欄、「考察しよう」欄、「交流しよう」欄、「解説しよう」欄、「まとめよう」欄、「振り返ろう」欄を設けている。「分析しよう」欄は、実験結果の記録を分析してわかることを記入する欄である。「考察しよう」欄は、課題に対して設定した仮説や実験結果から分析した内容などをもとにして、事象の原因を考えたり事象からきまりを見出したりして、自分の考えを記入する欄である。「交流しよう」欄は、「考察しよう」欄で述べた考えを他者と交流し、他者の考えを記入する欄である。ここでも、自分の意見と他者の意見を視覚的に区別するために、他者の考えは赤色のペンで記入する。「解説しよう」欄は、他者と交流した内容も踏まえ、再度自分の考えを整理し事象の原因や事象から見出したきまりを述べる欄である。ここでは、「考察しよう」欄で述べた自分の考えとの変容をみるために、赤色のペンで記入する。「まとめよう」欄は、事象の原因や事象から見出されるきまり、新たに生じた疑問などを、科学的な見方

や考え方をもちて整理してまとめる欄である。「振り返ろう」欄は、課題に取り組んだ自分を振り返り、どれだけ学習を深められたかを、4つの項目を4段階で自己評価する欄である。

探求シート「探る」

めあて みりんからとり出せる物質を考えよう

観察を立てよう

【自分】
 1本目【エタノール】 2本目【エタノール】 3本目【水】
 理由 みりんはアルコール濃度が高いからエタノールが2本使ってしまう。3本目になるとエタノールがなくなってきた

【 さん】
 1本目【エタノール】 2本目【エタノール】 3本目【水】
 理由 アルコール分が多いから、でも3本目はエタノールがなくなってきたので残りの水が出てくる

【 さん】
 1本目【エタノール】 2本目【エタノール】 3本目【水】
 理由 エタノールが2本使ってしまうから。3本目水が出てくる

【 さん】
 1本目【エタノール】 2本目【エタノール】 3本目【水】
 理由 エタノールが2本も使うのはアルコールがなくなっているから。水も減って出てくるから

【 さん】
 1本目【 】 2本目【 】 3本目【 】
 理由

1年(2)組()番 名前()

確かめよう

実験 みりんを加熱・冷却して、純粋な物質をとり出す

① 器のような装置で、みりんを加熱する。
 試験管Aに入ったみりんを、蒸気で加熱する。

② 試験管Bに液体を集める。
 3本の試験管1、2、3の順に目印のところにまで液体を集める。

③ 集めた液体の性質を調べる。
 試験管1、2、3に集めた液体の性質を、A~Cのように調べる。
 A 【におい】を調べる
 B 【変色】をつける
 C 試験管につけ、【火】をつける



<注意> 液体の逆流を防ぐために、火を消す前にガラス管を液体からぬいておくこと!

<実験の記録>

試験管	A におい	B 変色をつける	C 火をつける
1	消毒液のにおい	ヌースーとした	全体的に燃えた
2	無臭	何も感じない	液体がついたところは燃えない
3	少しくさけた臭いにおい	何も感じない	液体がついたところは燃えない

探究シート「深める」

めあて みりんを蒸し、均等に出てくる物質を調べよう。

分析しよう ※実験の記録から、3本の試験管の物質はそれぞれどう考えられるか調べよう

1本目【エタノール】 2本目【エタノール】 3本目【実験しがい】

なぜ1本目にエタノールが別く集まったか。

考察しよう ※今までに学習した内容をあわせて考えてみよう

【自分】
沸点をとおると一定のふつとりを保ったから。

交流しよう ※互に自分の意見を交換して、互に自分の意見を記録しよう
 ※互に自分が述べた意見が表で記入してください!

【 さん]
お酒のにおいだったから。
エタノールはいい匂い物質で沸点が小さいから。

【 さん]
? 分からない?

【 さん]
? 分からない?

1年(2)組()番 名前()

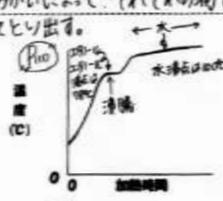
調べる

※実験した内容をあわせて、今回の実験からわかることを整理して説明しよう
 ※表で記入してください!

加熱をすれば、糖類と^{水分}に分けられ、冷却すると(エタノールも)目に見えなくな。気体が液体になり、目に見えるものになったから。1本目にエタノールが別く集まる。(エタノール)

まとめよう

- 【蒸留】... 液体を沸騰させ気体にし、再び液体にして集める方法。
 → 沸点のちがいで、それぞれの物質を分けてとり出す。
- みりんを加熱したときの温度変化
 (* 混合物は沸騰がはじまっても温度は少しづつ上昇する。)
- 【蒸留】の利用
 酒のアルコール分をとり、石油の精製



振り返ろう

できた - - - できない

○課題に集中を持ち、意図的に取り組めた。 4・③・2・1

○学んだことをいかにして、実験を立てることができた。 4・3・②・1

○実験結果から、考察することができた。 4・③・2・1

○交流活動を通して、めあてに対する考えを導き出すことができた。 4・3・②・1

【資料1】探究シート（上：「探る」編、下：「深める」編）

「探究シートによる表現・交流活動」とは、上述の探究シートを用いて、体験などから得た事実や気づき、考えを記述し、それをもとに、考えを説明したり意見を述べ合ったりすることである。

「予想・考察段階」とは、「解決しようとする課題に対し、既習の知識や技能を用いて、仮説を設定する段階」と、「実験の結果を分析し、しくみや規則性を解釈するとともに、課題に対する結論を解説する段階」のことである。

「探求シートによる表現・交流活動を予想・考察段階に位置づけた学習過程」とは、探究シート「探る」を用いて、問題解決学習の中の予想段階において、習得した知識や概念を用いて問題解決のための仮説を立て記述したり、自分の考えを説明したり意見を述べ合ったりする活動と、探究シート「深める」を用いて、考察段階において、観察・実験から得た事実や気づき、考えを記述したり、自分の考えを説明したり意見を述べ合ったりする活動を行うことである。

3 研究の目標

探究シートによる表現・交流活動を予想・考察段階に位置づけた学習過程を通して、活用力を高める理科学習指導方法を究明する。

4 研究の仮説

理科の学習指導において、探究シートによる表現・交流活動を予想・考察段階に位置づけた学習を行えば、提示された事象から、既習の知識や技能をもとに仮説を立て、結果と仮説の比較から自然事象にあるきまりを見出し、仮説や結果、交流活動をもとに自らの考えを付加・修正し、文章にまとめることができるので、活用力が高まった子どもを育成することができるであろう。

5 仮説検証の内容と方法

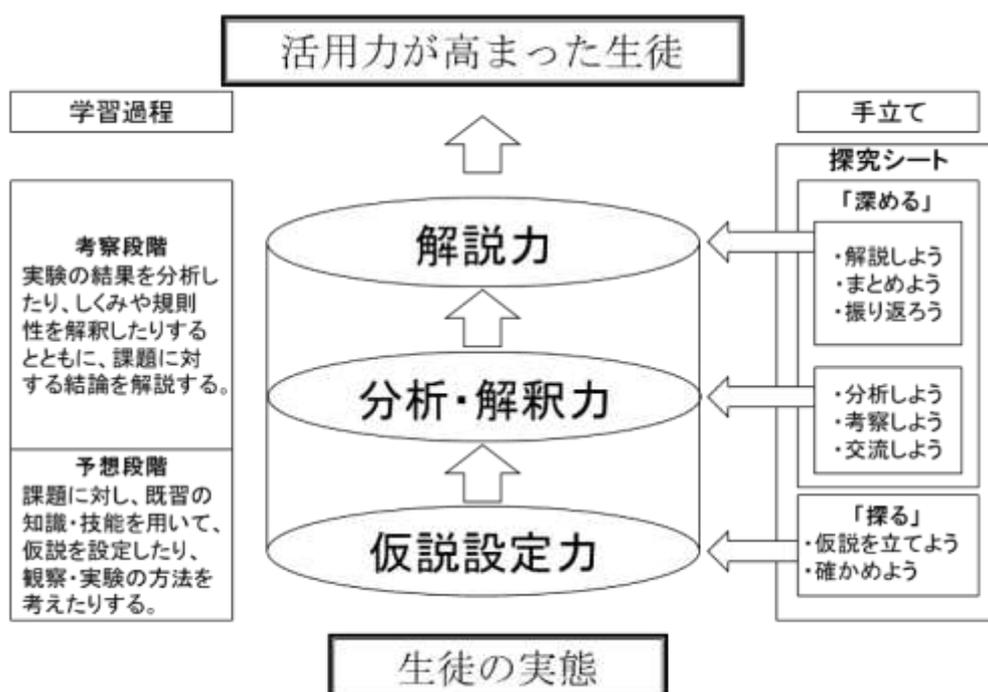
	検証内容	検証方法
仮説設定力	仮説の根拠として既習の基礎的・基本的な知識や技能を用いて、文章で表現しているか。	探究シート「探る」
分析・解釈力	実験で得られた結果と仮説を比較し、自然事象にあるきまりを見出すことができているか。	探究シート「深める」
解説力	仮説や結果、他者との交流活動を通して、自らの考えを付加・修正し、文章にまとめることができているか。	探究シート「深める」

項目	評価	評価の観点
仮説設定力	A	既習知識を用いて、検証可能な方法を挙げて表現できている。かつ、結果を予想して、正しく仮説を設定することができている。
	B	既習知識を用いて、検証可能な方法を挙げて表現できている。又は、結果を予想して、科学的な見方・考え方に基づいて仮説を設定することができている。
	C	A、B以外。
分析・解釈力	A	実験結果から、規則性や法則性を見出している。かつ、理由を科学的な見方・考え方に基づいて文章で表現している。
	B	実験結果から、規則性や法則性を見出している。又は、理由を科学的な見方・考え方に基づいて文章で表現している。
	C	A、B以外。
解説力	A	自らの考えに付加・修正を加えたりして、科学的な見方・考え方に基づいてまとめることができている。
	B	自らの考えを、まとめることができている。
	C	A、B以外。

6 研究計画

	研究内容	9月	教材構成、教材作成
4月	研究計画の審議	10月	検証授業Ⅰ及びデータ収集・分析
5月	研究主題の設定	11月	検証授業Ⅱ及びデータ収集・分析
6月	理論研究	12月	研究のまとめ
7月	理論研究	1月	研究のまとめ
8月	仮説の設定、教材分析	2月	研究報告会

7 研究構想図



8 研究の実際

実践 I 「みりんを加熱・冷却した後、得られる物質はなんだろう」

液体の混合物から得られた物質の性質と沸点の違いから、物質が分離できるということを自ら導き、考えをまとめて表現できることをねらいとしている。

① 予想段階

導入として、前時までに学習している「沸点」と「純粋な物質と混合物」について全体で確認した。その後、身近な混合物である「本みりん」とその原材料表示を提示し、本みりんを加熱・冷却することで純粋な物質が得られることを説明した。さらに、加熱・冷却の際、3本の試験管に純粋な物質を集めることを説明し、「3本の試験管にはどんな物質が集まるか」ということについて、探究シート「探る」に仮説を立てさせた。ここでは、みりんから集まる物質の色と名称について予想させ、そう考えた理由についても記入させた。まずは自分の考えを記入させたあと、班でそれぞれの仮説を交流させた。自分の考えに、1本目にエタノール、2本目・3本目に水が集まると考え、その根拠に既習事項である「沸点のちがい」を挙げている生徒がいた。一方で、集まる物質に水やエタノール以外の物質を挙げ、その根拠に既習事項をどのように用いたらよいかかわからず、うまく仮説を立てられない生徒が多かった。

仮説を交流した後、実験方法について、拡大図を用いて説明し、注意事項の確認を行った。

② 考察段階

みりんを加熱・冷却する実験を行い、3本の試験管に液体を集めさせた。3本の試験管内の液体に対し「皮ふにつける」、「においを嗅ぐ」、「火をつける」の操作を行い、その結果を探究シート「探る」の<実験の記録>に記録させた【資料2】。その後、探究シート「深める」の「分析しよう」に、3つの液体が何なのかについて<実験の記録>から分析させ、全体で分析結果について確認した。どの班でも、「1本目の試験管にはエタノールが集まる」という結果が得られ、「なぜ1本目にエタノールが集まったのか」について「考察しよう」で考察させた。ここでも、

自分の考えを記入させた後に、班でそれぞれの考察を交流させた。自分の考えに、「沸点のちがい」を用いて考察する生徒が多かった【資料3】。しかし、「沸点のちがい」を用いて考察できていない生徒や、何も書けなかった生徒もいた。

<実験の記録>

試験管	A におい	B 皮ふにつける	C 火をつける
1	アルコールのにおい	蒸発した	全体が火燃えていた
2	少しかだけアルコールのにおい	少しかだけ蒸発した	火燃えなかつた
3	あまりにおいはない	残った	火燃えなかつた

【資料2】生徒の<実験の記録> (実践 I)

【資料3】生徒の考察 (実践 I)

エタノールは78℃で水は100℃で
沸点がエタノールが低いから。

【資料3】生徒の考察 (実践 I)

これまでの「仮説」「分析」「考察」と他者との交流活動を踏まえ、課題に対する結論を文章で解説させた。エタノールが最初に多く集まる理由を「沸点のちがい」で説明するとともに、「蒸留のしくみ」にまで触れて解説する姿が見られた【資料4】。また、ほとんどの生徒が「沸点のちがい」を用いて解説することができていた。

みりんを^(70度)熱くすると、沸騰して^(水、エタノール)液体の中で沸点が低い(78℃)のアルコールが最初に気体になるので気体として出てきて、~~冷却~~冷却させて液体となった。

【資料4】生徒の解説（実践Ⅰ）

実践Ⅱ 「白い粉末はなんだろう」

既習の知識・技能を用いて、4種類の白い粉末の正体を調べる方法を考えるとともに、考えた方法で調査を行い、その結果からそれらの粉末の正体を自ら導き、考えをまとめて表現できることをねらいとしている。

① 予想段階

4種類の白い粉末（食塩、砂糖、片栗粉、ベーキングパウダー）を用意し、「自宅の台所に白い調味料が4つあるのだが、どれも正体がわからない。どのようにして調べるか。」という課題を提示した。その課題に対し探究シート「探る」を用いて、仮説を立てさせた



【資料5】仮説を立てる生徒のようす（実践Ⅱ）

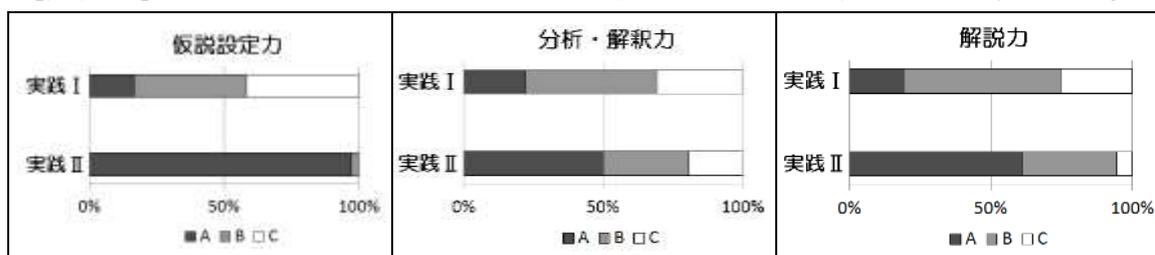
【資料5】。これまでの既習事項や生活体験から思い出されることをもとにして、「〇〇（方法）をしたら、△△（結果）なる」という視点で、自由に書かせた。ここでも、自分の考えを記入させた後、班で交流させた【資料6】。生徒たちは、「水に溶かす」や「加熱する」、「ヨウ素液をかける」などのこれまでの学習で用いた科学的な方法を挙げたり、「触れたときの感覚がちがう」や「食塩ならばナメクジにかけると溶ける」、「砂糖ならば地面にまくとアリが寄ってくる」などの生活体験から得た知識を挙げたりと活発

物質名 方法	砂糖	食塩	片栗粉	ベーキング パウダー
せざる	せざる	じや(じや)	こしがある	せざる
水に溶かす	とける	とけない	とけてなる	とける
↓ 冷やす	出てくる	出たない	?	?
↓ 蒸気させる (モヤす?)	とける	?	?	?
加熱する	とえる	とえる	とえない	とえない
フタのこぼれ	とける	はとける	?	?
少しだけ水で加熱したら 溶かす。	とける量は 少なくていい	とける量は あまりがらう	?	?
はよひをか	なし	なし	なし	なし

【資料6】生徒の仮説（実践Ⅱ）

9 研究の成果と課題

【資料10】は学級全体の3つの能力について評価基準表をもとに、実践ごとに分析した。



【資料10】検証結果

(1) 研究の成果

- 仮説設定力、分析・解釈力、解説力のいずれも【実践 I】より【実践 II】の方が高まっていることが分かる。このことより、活用力が高まったと考えられる。
- 予想・考察段階に探究シートを用いて、自分の考えを表現する活動と考えを交流する活動を仕組むことで、活用力が高まったと考えられる。「仮説」「考察」「解説」の各活動の中で、既習知識や実験での気づき・考えたことなどを用いて、自分の言葉で表現する活動を繰り返すことで、知識を活用した考察を行うことができる生徒が多くなった。また、交流活動において、他者の考えを赤色のペンで記入させることで、自分の考えと視覚的に区別できるとともに、交流で得た新たな考えを自分の考えに付加する活動がスムーズに進められ、自分の思考の過程が整理できたと考えられる。
- 実践 II の最後に、この学習のまとめとして「気づいたことやもっと調べてみたいと思ったこと、感想」を書かせた。興味・関心が高まった感想がとても多かった【資料11】。また、「様々な視点で調べていくことが大切なことに気づいた」や、「思っている以上にこれまでの学習で知識を獲得していることを実感した」などの感想が出てきた【資料12】。そして班活動を通してそれぞれが持つ知識が活用されたという感想が出てきた【資料13】。

友達の意見を聞くことで、いろいろな考えや、実験法を知ることができたので、楽しく、いい勉強になった。他の物質でも、実験をしてみたいなと思った。
砂糖と食塩を調べ方がみんな同じだから、他の方法でも調べたい。

【資料11】探究シート「深める」に生徒が書いた感想

自分たちで出来る実験(今までに習ってきたもの)がこんなにかく上手になることに、実感しました。

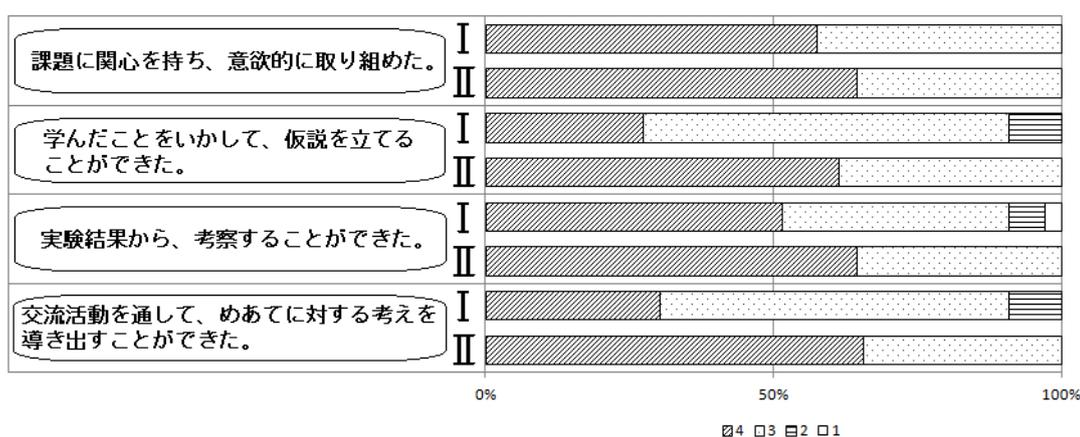
【資料12】探究シート「深める」に生徒が書いた感想

班でやることで4人の知恵がいかされました。

【資料13】探究シート「深める」に生徒が書いた感想

さらに、【資料 14】は、実践 I と II における生徒の 4 段階の自己評価を分析した結果である。分析の結果、それぞれの項目で、実践 I よりも II の方が「4」や「3」の評価をつけた生徒の割合が多かった。特に「学んだことをいかして、仮説を立てることができた」と「交流活動を通して、めあてに対する考えを導き出すことができた」については大きく増加しており、「既習知識を活用して仮説を立てることができた」、「交流活動をすることで、課題に対する考えを自分でまとめることができた」と実感した生徒が多かったと考えられる。また、「2」や「1」の評価をつけた生徒の割合が、この実践を通して減少した。

このように、生徒たち自身の感想や自己評価からも、本研究の実践によって活用力が高まったことが考えられる。



【資料 14】 実践 I と II における生徒の 4 段階自己評価の分析結果

(2) 今後の課題

- 活用するための基礎知識の定着に課題が見られる。そのため、仮説設定力の個人差が大きかった。活用するための知識が定着しておらず、どのように仮説を立てればよいのかわからない生徒もいた。活用させるための「知識」を、生徒が選択・吟味しながら思考できるような手立てを今後の学習活動で積み重ねる必要がある。
- 実践 II のような、生徒が自由に考え自由に実験できる探究活動を章末に仕組むことが、生徒の活用力を高めるのに有効であると考え。今後、指導計画を立てる段階で、このような探究活動を適切に位置づけて、探究シートを用いた表現・交流活動をくり返し行わせることで生徒の活用力は高まっていくと考える。

《参考文献》「中学校学習指導要領解説 理科編」大日本図書（2008 年）、「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の改善について（答申）」中央教育審議会（2008 年）、「平成 24 年度全国学力・学習状況調査 調査結果のポイント」国立教育政策研究所（2012 年）