



児童・生徒の批判的思考力を高める理科学習指導の  
在り方(2)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 宮崎大学教育学部附属教育協働開発センター 公開日: 2017-04-01 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 徳永, 悟, 金丸, 靖臣, 田代, 見二, 中嶋, 康尋, 河内, 埜雄也, 兼重, 幸弘, 野添, 生, 中山, 迅, Tokunaga, Satoru, Kanemaru, Yasuomi, Tashiro, Kenji, Nakashima, Yasuhiro, Kawauchino, Yuya, Kaneshige, Yukihiro メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10458/5962">http://hdl.handle.net/10458/5962</a>

## 児童・生徒の批判的思考力を高める 理科学習指導の在り方 (2)

徳永 悟<sup>1</sup>・金丸靖臣<sup>2</sup>・田代見二<sup>1</sup>・中嶋康尋<sup>2</sup>  
河内塾雄也<sup>2</sup>・兼重幸弘<sup>3</sup>・野添 生<sup>4</sup>・中山 迅<sup>3</sup>

### Practical Study on Science Teaching to Enhance Students' Critical Thinking (II)

Satoru TOKUNAGA<sup>1</sup>, Yasuomi KANEMARU<sup>2</sup>, Kenji TASHIRO<sup>1</sup>,  
Yasuhiro NAKASHIMA<sup>2</sup>, Yuya KAWAUCHINO<sup>2</sup>,  
Yukihiko KANESHIGE<sup>3</sup>, Susumu NOZOE<sup>4</sup>, Hayashi NAKAYAMA<sup>3</sup>

#### I. はじめに

宮崎大学の教育学部と附属小学校及び中学校理科部の共同研究では、平成25年度より観察・実験技能の育成に焦点をあて、小・中学校が連携した系統性のある学習指導方法のあり方を模索するとともに、観察・実験技能の育成を図った授業モデルの実践に取り組んできた。本研究では、これをさらに推し進め、「技能」を見通しや目的意識をもった観察・実験に位置付け、操作の意味や有用性を考える場面を設定するなど、習得の過程を重視することにした。さらに、次期学習指導要領で重視される資質・能力の中で、情報や情報手段を主体的に選択し活用していくために必要な情報活用能力、物事を多角的・多面的に吟味し見定めていく力（いわゆる批判的思考力（楠見・道田 編, 2015））が、特に重要であると考えた。批判的思考は、OECDのPISA2015年調査における評価枠組み（経済協力開発機構, 2016）においても重視されており、「科学的リテラシー」の習熟度レベル6の記述例は、「個人的、地域的、地球的な文脈において、説明、モデル、データの解釈、提案された実験計画を批判及び評価するために論（アークギュメント）を展開すること」と結ばれている。

そこで、昨年度から理科学習の過程における批判的思考力に焦点をあてて授業を構築、実践し、児童・生徒の批判的思考力を高める理科学習指導のあり方を模索してきた。本年度は、これまでの批判的思考力の研究を継続しながら、さらに学びの全体的な流れも考慮して、PISA評価枠組みの基盤をなす「文脈（コンテキスト）」や、次期学習指導要領で重視される「アクティブ・ラーニング」の視点を取り入れた学習指導方法を検討した。そして、児童・生徒の批判的思考力を高めるための授業実践及びその評価方法の構築を行った。

具体的には、小学校では、「再実験」と「観察・実験の工夫」に焦点をあてて、授業実践を行い、中学校では、批判的思考力を高めるために文脈を設定した授業の中にアークギュメントを取

<sup>1</sup> 宮崎大学教育学部附属小学校

<sup>2</sup> 宮崎大学教育学部附属中学校

<sup>3</sup> 宮崎大学大学院教育学研究科

<sup>4</sup> 宮崎大学教育学部

り入れた。またその高まりを評価するためにOPPAとルーブリックを併用する評価方法を構築した。本論文では、小学校第5学年「もののとけ方」小学校第6学年「月と太陽」の授業実践と、中学校第3学年「化学変化とイオン」の授業実践を事例として報告する。

## II. 宮崎大学教育学部附属小学校の実践事例

### 1. 批判的思考力を高めるための再実験

理科学習において、観察・実験の過程や結果を的確に記録し整理したものに基に考察することは、科学的な手続きとしてとても重要なことである。子どもの批判的思考力を高める学習を展開するためにも、科学的な証拠を基に考察を進めていかなければならない。さらに、考察の段階では、予想・仮説と観察・実験の結果を照らし合わせることで、個々の観察・実験のデータを全体的に見直し、解釈していくことがポイントとなる。しかし、時間的、物的な制約等の条件のもと、ややもすると1回の観察・実験のデータのみで考察を行い結論に至ってしまいがちである。しかし、それでは結果の共通性や全体的な傾向性に目が向きにくく、客観性のある見方や考え方を養うことが難しい。そこで、本年度は子どもの思考に寄り添いながら繰り返し観察・実験を行うことに力を入れ、授業実践に取り組んだ。

#### ① 小学校第5学年「もののとけ方」における実践例

本単元は、物の溶け方について興味・関心をもって追究する活動を通して、物が水に溶ける規則性について条件を制御して調べる能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、物の溶け方の規則性についての見方や考え方をもちことができるようにすることをねらいとしている。

本単元の「水の温度が変化したときの食塩の溶ける量を比較し、溶け方の変化とその違いを捉える学習」において、一定量の水の温度を変えたときの溶ける食塩の量について調べた。その際、子どもの「温度が高くなれば、たくさん溶けるはずだ。」という予想を大切にしながら実験に取り組ませた(図1)。しかし、予想したほど温度変化に対して食塩が溶けず、「もう1回やってみよう。」という思いから、再度実験に取り組ませた(図2)。

1回目の結果をグラフに表し、検討したところ、温度が上がっても思ったほど食塩が溶けない、という考えが多かった。そこで、「もう1度実験をしてみよう。」という子どもの思いを大切に、2回目の実験に取り組んだ。条件面での不備がなかったかを確認した後、再実験に取



図1 1回目の実験の様子



図2 2回目の実験の様子(再実験)



図3 結果の検討の様子

り組み、同様に結果を記録した。1回目の実験結果と2回目の実験結果を比べて検討した結果、再実験しても、食塩の溶ける量はほとんど変わらないという考察がみられた（図3）。

このことから、追究していく中で、繰り返し実験した結果からより妥当性のある結果を残し、問題の解決にあたることができた。

## 2. 批判的思考力を高めるための実験方法の工夫

解決すべき問題に対し、観察・実験を子ども自身によって計画することが理想ではあるが、小学校段階において条件を十分に制御した観察・実験を計画していくことは非常に難しい。また、実際に観察・実験を行う過程においても様々な要因によって条件が揃わず、結果に違いが生じることが多々ある。このことを踏まえ、教師がともに実験方法を工夫しながら問題解決の活動を展開していくことで、批判的な思考力を高めていくことができると考える。

### ① 小学校第6学年「月と太陽」における実践例

本単元は、天体について興味・関心をもって追究する活動を通して、月の位置や形と太陽の位置の関係を推論する能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、月や太陽に対する豊かな心情を育て、月の形の見え方や表面の様子についての見方や考え方をもちつことができるようにすることをねらいとしている。

本単元の「月の形の見え方の学習」において、課題を解決するための実験方法について話し合ったところ、「暗くした部屋で、太陽に見立てた電灯の明かりを月に見立てたボールにあて、その時の見え方を記録すればよい。」という考えが子どもから出された。そこで、実際に試してみたところ、「観察・実験場面が設定しにくい。」「結果が分かりにくい。」などの発言があった。そこで、「発砲ポリスチレンの球を半分黒くぬって、白い部分の見え方を調べてみてはどうか。」と提案し、その実験方法を子どもたちに考えさせた。発砲ポリスチレンの球の置き方等をグループで検討させ、30cm程度の筒を使い、月の形の見え方を記録した（図4）。

この取り組みを通して、月の位置と見え方の関係を正しく捉えることができた。したがって、この学習から、実際の空にある月を見て、「今、太陽はこの方向にあるので、このような形の月が見える。」ということをも、モデル実験と関係づけて説明できる力をつけておくことが大切であると考える。



図4 モデル実験の様子

### Ⅲ. 宮崎大学教育学部附属中学校の実践事例

#### 1. 「文脈（コンテキスト）」や「アクティブ・ラーニング」の視点を取り入れた学習指導方法及びその評価方法の構築

「文脈（コンテキスト）」や「アクティブ・ラーニング」の視点を取り入れた学習指導方法や評価方法として注目したのが、OPPA（一枚ポートフォリオ評価法）（堀，2013）である。OPPAとは、教師のねらいとする授業の成果を、生徒が一枚の用紙（OPPシート）の中に授業前・中・後の学習履歴として記録し、その全体を生徒自身に自己評価させる方法である。その概要は、①生徒が書いた学習履歴に対し、教師がコメントを書き学習の質を高めるとともに、教師は授業の評価と改善を行うこと、②学習や授業の進展とともに、生徒の既存の知識や考えが変容し、それを学習履歴としてOPPシートに記録すること、③その変容を教師が確認し、授業の中で適切な指導を行っていくとともに、学習者が自分の学習目標に対して、学習状況がどのようになっているか把握（自己評価）することである。また、一般的なポートフォリオ評価と違って、OPPAは一枚の用紙のみを用いるので、評価のために必要最小限の情報を最大限に活用することをねらいとしている。よって、この評価法をもとに授業をデザインすれば、指導者と生徒ともに一枚のワークシートの記述内容で基礎力・思考力・実践力を評価できると考えた。

特に、中単元を貫く課題を設定し、それに対する考え（主張・証拠・理由付け等）が中単元の学習前後でどのように変容したか、また、小単元ごとに学習した内容をまとめたもので、基礎力・思考力の高まりを評価するようにし、文脈（コンテキスト）の視点を取り入れた。また、実践力の高まりは、アクティブ・ラーニングの視点からグループ活動（観察・実験・アーギュメント）の様子や、学習前後で自然の事物・現象への関心と見方がどのように変容したか、学習の振り返りの記述内容で評価するようにした。ワークシートは、OPPAを参考に全ての記述内容を1枚（OPPシート）にまとめる形式にした。評価ルーブリックは、坂本・山口・西垣（2011）を参考にして、評価規準を平易な箇条書きにし、その項目を達成した個数で評価できるような基準で作成した。

#### 2. 中学校第3学年「化学変化とイオン」（水溶液とイオン）における実践例

本単元は、化学変化についての観察・実験を通して、水溶液の電気伝導性や中和反応について理解するとともに、これらの事物・現象をイオンモデルと関連付けて見る見方や考え方を養



## 2) OPPシートの活用 (裏面)

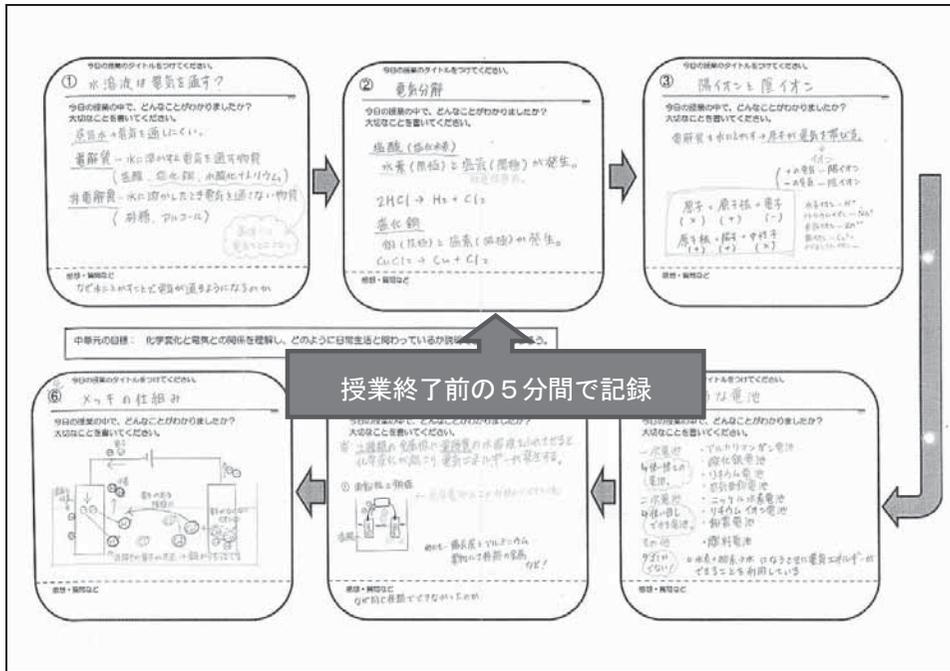


図6 生徒が記述したOPPシート (裏面)

OPPシートの裏面には、授業ごとに授業終了前5分間の時間で記録させた(図6)。ここでは、学習や授業の進展とともに変容した生徒の既存の知識や考えを学習履歴として記述させた。

## 3) 探究後におけるアーギュメント

また、この中単元での最後の授業では、グループ内で合意形成した仮説をホワイトボードに記述した後、2人組で他グループに移動してアーギュメントをさせた。自他の仮説を批判的に吟味する機会を増やすことで、「思考力」に係る論理的・批判的思考力や「実践力」に係わる人間形成力の高まりを図った。身の回りの事象の見方や考え方がどのように変容したか、社会参画への意欲が高まったかどうかをOPPシートに記述させた。その記述の一例を表1に示す。



図7 アーギュメント風景

表1 生徒の記述

「最初、めっきは人工的にコーティングしたものと思っていたけれど、化学変化を利用しているということを理解した。燃料電池に関してはまだ環境に良いとしか分からないので、これから自分で復習してみたい。」

4) ルーブリックによる評価

OPPシートの全ての欄を記入し終えた後、生徒にルーブリックを配付して自己評価をさせた(表2)。ここでは、基礎力・思考力・実践力ごとに箇条書きした評価規準を達成できたか、生徒自身がOPPシート等をもとに判定する。評価規準は箇条書きで示した(枠A)。基準は達成した評価規準の個数とし、項目数の約80%以上の達成をA、約50%以上の達成をB、約50%以下の達成をCというように、3段階で評価させた(枠B)。

この授業におけるルーブリックによる自己評価の結果(3年生:157名)は、基礎力の(A)と(B)を合わせて約90%を占めていた。思考力も98%、実践力では96%であった。また、それぞれの評価規準でみると、基礎力と思考力の(A)が約40%に対し、実践力では65%であった。つまり、この授業を学習したことで実践力の高まりが期待できたと考えられる。

表2 ルーブリック

汎用的な 資質・能力	評価規準	とても良い (A)	良い (B)	もう一歩 (C)	自己 評価
		①～⑦の6つ以上について、その意味・内容・特徴を、学習した用語や図などを用いて、説明することができる。	①～⑦の4つ以上は、その意味・内容・特徴を、学習した用語や図などを用いて、説明することができる。	①～⑦の3つは、その意味・内容・特徴を、学習した用語や図などを用いて、説明することができる。	
基礎力	① 水溶液にとけている物質には電解質と非電解質があり、それぞれの物質名を2つ以上と電気的性質を言うことができる。 ② 塩酸は、塩化水素の水溶液であり、塩素と水素に電気分解できることを言うことができる。 ③ 塩酸に電流が流れるときの様子をイオンのモデルを使って表すことができる。 ④ 原子中の電子と陽子の数は、ふつう同じなので、 <u>全体として電気を帯びていない状態であること</u> を言うことができる。 ⑤ 原子が電子を失ったり、受けとったりして電気を帯びたものを、陽イオンと陰イオンと言うことができる。 ⑥ 陽イオンと陰イオンを数種類、イオン式を使って表すことができる。 ⑦ 塩化ナトリウム、塩化銅、塩化水素の電離の様子を、イオン式を使って表すことができる。				

思考力	<p>① 実験結果から、電流が流れる水溶液と流れない水溶液があることを見だし、表に分類して説明できる。</p> <p>② 電極から出てきた物質の特徴から、陰極から銅が、陽極から塩素が発生したことを指摘できる。</p> <p>③ 実験結果から、塩化銅水溶液の中に銅原子のもと、塩素原子のもとになるものが存在し、それぞれ+の電気と-の電気をおびていることを指摘できる。</p> <p>④ 電解質の水溶液に電流が流れる理由を、イオンと関連づけて説明できる。</p> <p>⑤ 電解質の水溶液中のイオンを陽イオンと陰イオンの割合に気をつけてモデルで表すことができる。</p>	<p><u>①～⑤の4つ以上について、現象の規則性や各要素の関連性を、理由をつけて（根拠をもとに）、説明することができる。</u></p>	<p><u>①～⑤について3つは、現象の規則性や各要素の関連性を、理由をつけて（根拠をもとに）、説明することができる。</u></p>	<p><u>①～⑤について2つは、現象の規則性や各要素の関連性を、説明することができる。</u></p>	
実践力	<p>① 級友と積極的に係わりながら、身近な水溶液の電導性に関心をもって、仮説を立てたり、実験に取り組んだりしている。</p> <p>② 級友と積極的に係わりながら、電離・めっき・電池のしくみについて、仮説を立てたり、討論をしたりしている。</p> <p>③ イオンがもつ性質がめっきや電池など、日常生活で利用されていることに興味もち、この知識を社会発展に活かす方法を考えたりしている。</p>	<p><u>級友と積極的に関わりながら、観察・実験を計画・実行したり、討論をしたりすることができた。また、この学習を通して、周囲の事物・現象への関心をとても高めることができた。</u></p>	<p><u>級友と関わりながら、観察・実験を計画・実行したり、討論をしたりすることができた。また、この学習を通して、周囲の事物・現象への関心を高めることができた。</u></p>	<p><u>級友と関わりながら、観察・実験を計画・実行したり、討論をしたりすることが時々できた。また、この学習を通して、周囲の事物・現象への関心をもつことができた。</u></p>	

### 3. 考察

この実践を通して、指導計画を練り直し、中単元を貫く課題を設定したことで、教師と生徒がともに中単元の目標を意識して、授業を進めることができた。また、OPPシートは、評価のために必要最小限の情報を、用紙一枚まとめて活用できる形式にできた。評価ルーブリックは、評価規準を箇条書きにし、その項目の達成個数を評価基準にしたことで、教師と生徒ともに評価しやすく、作成しやすい形式にできた。OPPシートと評価ルーブリックを併用することで、基礎力・思考力・実践力の高まりを評価しやすくなったと考えられる。

しかし、基礎力・思考力・実践力の高まりを裏付けるエビデンスを得るためには、生徒が記述したOPPシートと自己評価をした評価ルーブリックを、細かく分析・データ化する必要がある。さらにOPPAを評定に反映させる方法も、今後検討する必要がある。

#### IV. おわりに

昨年度からの継続研究として、本年度も、批判的思考力を高める学習指導方法の在り方を、小・中学校で連携して模索・実践した。問題解決・探究的な学習の過程の中に、意識して批判的思考をする場面を位置付けることで、児童・生徒が、観察・実験データの適切さ、仮説や考察の正しさを自ら吟味できることを目指した。

小学校では、「再実験」と「実験方法の工夫」の場面に焦点をあて、客観性のある見方や考え方を養う為に繰り返し観察・実験を行いより妥当性のある結果を得て結論付けしていくこと、子どもの計画した実験を生かしながら、教師がともに実験方法を工夫し問題解決の活動を展開していくことで、批判的な思考力を高めていくことができると考える。

中学校では、「文脈（コンテクスト）」や「アクティブ・ラーニング」の視点を取り入れた学習指導方法及びその評価方法の構築に取り組み、その中でも、OPPAに着目して学習を展開していくことで生徒一人一人の基礎力・思考力・実践力の高まりを評価することができたと考える。

本研究をもとに、批判的思考力の育成を図った授業モデルの実践と評価を継続的に行うことで、小・中学校が連携した批判的思考力育成の学習指導方法の構築と改善をさらに進めていきたい。

#### 附記

本研究は、平成28年度宮崎大学教育学部・学部附属共同研究補助金、及び、科研費（16H03063）の支援を受けた。

#### 註

- 1) 宮崎大学教育文化学部附属教育実践総合センター研究紀要、第15号～23号（2007-2015）

#### 引用文献

- 堀 哲夫（2013）「教育評価の本質を問う 一枚ポートフォリオ評価OPPA」, 東洋館出版社  
経済協力開発機構（OECD）編著 国立教育政策研究所監訳（2016） 「PISA2015年調査 評価の枠組み OECD生徒の学習到達度調査」, 明石書店  
楠見 孝・道田泰司 編（2015）「批判的思考—21世紀を生き抜くリテラシーの基盤—」, 新曜社.  
岡村定矩・藤嶋昭他（2012）「新しい科学3年」, 東京書籍.  
大隅良典・石浦章一・鎌田正裕他（2011）「わくわく理科3」, 新興出版社啓林館.  
大隅良典・石浦章一・鎌田正裕他（2011）「わくわく理科4」, 新興出版社啓林館.  
大隅良典・石浦章一・鎌田正裕他（2011）「わくわく理科5」, 新興出版社啓林館.  
大隅良典・石浦章一・鎌田正裕他（2011）「わくわく理科6」, 新興出版社啓林館.  
坂本美紀・山口悦司・西垣順子（2011）「アーギュメント・スキルを育成する理科授業と評価枠組みの開発」第6回児童教育実践についての研究助成事業 児童教育実践の質を向上させる研究の部 優秀賞.