



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

メタデータ	言語: jpn 出版者: 宮崎大学教育文化学部附属教育協働開発センター 公開日: 2014-04-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 徳永, 悟, 中嶋, 康尋, 田代, 見二, 金丸, 康臣, 矢野, 義人, 兼重, 幸弘, 野添, 生, 中山, 迅, Tokunaga, Satoru, Nakashima, Yasuhiro, Tashiro, Kenji, Kanemaru, Yasuomi, Yano, Yoshihito, Kaneshige, Yukihiro メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10458/5796

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

徳永 悟¹・中嶋康尋²・田代見二¹・金丸靖臣²・矢野義人²
兼重幸弘³・野添 生⁴・中山 迅³

Practical Study on Science Teaching to Enhance Students' Critical Thinking

Satoru TOKUNAGA¹, Yasuhiro NAKASHIMA², Kenji TASHIRO¹
Yasuomi KANEMARU², Yoshihito YANO²
Yukihiro KANESHIGE³, Susumu NOZOE⁴, Hayashi NAKAYAMA³

I. はじめに

平成24年度の新学習指導要領改訂, 理科においてはそれに先駆けた平成21年度からの先行実施を受けて, 本研究でも, 科学的表現力を育成するための学習指導方法のあり方について取り組んできた。平成25年度からは観察・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を行ってきた。本研究を通して, 見通しや目的意識をもった観察・実験に技能を位置付け, 操作の意味や有用性を考える場面を設定するなど, 習得の過程が重要であると考えた。また, 「知識基盤社会」の時代と言われている今日において, 未来を担う子どもたちに求められる資質の1つとして, 情報を鵜呑みにせず立ち止まって考え, 信頼できる情報を自分で判断する力, つまり批判的思考力が求められている。

そこで, 本年度より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について研究を進めてきた。具体的には, 批判的思考力を高めていくための場면을学習過程に位置付け, 実践を通して工夫・改善に取り組むことにした。小学校では, 「結果の整理」と「実験方法の見直し」の場面に焦点をあてて, 授業実践を行った。中学校では, 「考察」「結論」の場面に焦点をあてるとともに, アーギュメントを取り入れた授業実践を行った。本論文では, 小学校第3学年「風やゴムの働き」「太陽と地面の様子」「光の性質」の授業実践と, 中学校第2学年「化合する物質の割合」の授業実践を報告する。

¹宮崎大学教育文化学部附属小学校

²宮崎大学教育文化学部附属中学校

³宮崎大学大学院教育学研究科

⁴宮崎大学教育文化学部

II. 宮崎大学教育文化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結果の整理

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。

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、学級全体の結果を単に板書上に並べるだけでは、子どもは差異点ばかりに注目し、それぞれの結果の共通性や全体的な傾向性に目が向きにくい。そこで、客観性のある見方や考え方を養うためにも、共通性や傾向性に注目できるような結果の整理を行った。

①小学校第3学年「風やゴムの働き」における実践例

本単元は、風やゴムの働きについて興味・関心をもって問題解決する活動を通して、風やゴムの力を働かせたときの現象の違いを比較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、風やゴムの働き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「風の強さによる物の動く様子の違いの学習」において、送風機の「強」「弱」の風を車に当てたときのそれぞれの移動距離について調べた。随時、グループ毎に車の動いた距離を板書上にシールを貼って記録させた(図1)。図2のようにグラフにドットで整理することで、「弱い風 때에는、どの班も5mを越えなかった。」「強い風 때에는、ほとんどの班が5mを越えた。」「風が強いときの方が、弱いときよりも車が遠くまで動いた。」と、風の強さによる現象の違いを傾向として捉えることができた。



図1 車の移動距離を記録する子ども

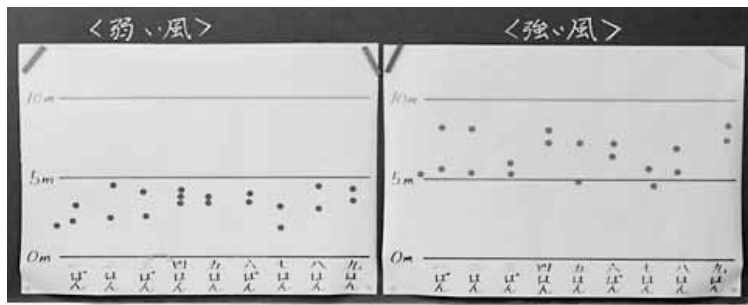


図2 車の移動距離をドットで表したグラフ

②小学校第3学年「太陽と地面の様子」における実践例

本単元は、太陽と地面の様子について興味・関心をもって問題解決する活動を通して、日陰の位置の変化と太陽の動きとを関係付けたり、日なたと日陰の地面の様子の違いを比較したり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、太陽と地面の様子との関係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がねらいである。

本単元の「太陽の1日の動きの学習」において、影の位置の変化を継続的に調べて記録した。その際、図3の透明なシートを用いて爪楊枝の影を記録した。記録後、他班のシートと重ね結果を比較できるようにした。そうすることで、どの班の結果においても同時刻の影が同じ方位を向いていることを明確に捉えることができた。また、影の長短についても比較することができ、太陽の高度の変化についても考察を深めることにつながった。

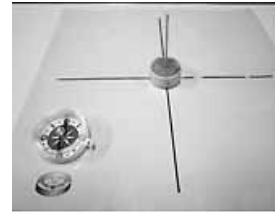


図3 透明な記録シート

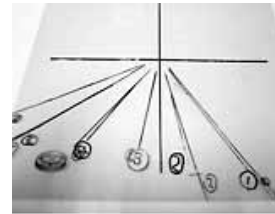


図4 他班との比較

2. 批判的思考力を高めるための実験方法の見直し

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困難である。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見直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。そこで、子どもの計画した実験を生かしながら、以下のような授業実践を行った。

①小学校第3学年「光の性質」における実践例

本単元は、光の性質について興味・関心をもって問題解決する活動を通して、光の明るさや暖かさの違いを比較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、光の性質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「日光を重ねたときの物の暖かさの違いを比較する学習」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、「氷の溶け方で調べる」と「温度計で調べる」という2つの考えが子どもから出された。そこで、まず実験①「氷の溶け方で調べる」を行った。多くの子どもは、鏡1枚と3枚のときを比較して、鏡3枚の方が「氷が早く溶けた」「氷が溶けて水になった量が多い」と結果を記録していた。しかし、中には「どちらもあまり変わらなかった」と、違いを明確に捉えられなかった子どももいた。次に、実験②「温度計で調べる」を行った。鏡1枚では「28℃」、3枚では「約32℃」という結果を得た。そして、実験①②の結果を基に考察し、「日光を重ねるほど、よりあたたかくなる」という結論を導き出した。ここで、実験①における「どちらもあまり変わらなかった」という結果を取り上げ、「実験①において、違いをはっきりさせるためにはどうすればよかったのか。」と全体に問いかけた。すると、「鏡の枚数をもっと増やせば、違いがはっきりするはず。」という考えが出された。そこで、氷が溶ける様子を鏡1枚と鏡5枚を用いて比較した。この実験によって「やっぱり、日光を重ねた方が、よりあたたかくなった。」というつぶやきなど、実感を伴って理解する姿が見られた。

Ⅲ. 宮崎大学教育文化学部附属中学校の実践事例

1. 批判的思考力を高めるアーギュメントを取り入れた授業

今まで科学的思考力・表現力の育成や観察・実験技能の育成について研究を進めてきた¹⁾。ここでは、「言語活動の充実」を柱に知識と技能を活用して、どのように思考したり、判断したりしたのか、その内容を文章や図で表現することを一体的に行ってきた。そこで、中学校ではこれまでの研究をもとに探究の過程のあらゆる場面において、批判的思考を意識した授業を構築し、実践した。

批判的思考力を育成する手立てとして注目されているのが、アーギュメントである。一般的には、複数の人々が対立する主張について議論に取り組むプロセスのことをいうが、ここでは授業の中に論証する場面を意図的に取り組むことをいう。実際、トゥールミンのアーギュメントモデルに基づいた論証を、主張・証拠・理由付けなどの要素でどのように構成するかという観点での研究が増えている(楠見・道田, 2015)。そして、その考察では、アーギュメントを授業に導入することで、批判的思考の促進に加え、科学概念の理解の促進、探究能力の発達、科学の認識論の理解、社会的実践としての科学の理解など、多様な学習効果が生じることが示唆されている。しかし、アーギュメントの教育効果を実証した研究はきわめて少なく、生徒たちのアーギュメントの質を評価する枠組みも、まだ開発途上にある。

そこで、中学校では生徒の批判的思考を促進するために、従来の探究的な学習の中にアーギュメントを取り入れることにした。これは、仮説の設定、観察・実験の計画、データの整理、考察、結論のどの過程でも取り入れることができ、ほとんどの題材や単元で可能である。本年度は、一般的に取り入れやすい考察や結論の場面に組み込むことにした。

アーギュメントの枠組みは、トゥールミンのモデルに基づいて、科学的原理を用いて主張と証拠を結びつける構造にした。また、アーギュメントによって、批判的思考力がどの程度高まったか評価する規準を設定し、単元指導計画の中に組み込むことにした。なお、その評価基準は、坂本・山口・西垣(2011)を援用し、主張(結論)、証拠(科学的データ)、理由付け(科学的原理を用いて主張と証拠を結びつける正当化)の各部に対応する記述の有無と、記述内容の科学的正しさで設定し、単元指導計画をもとに3段階の評価ルーブリックを作成することで、生徒の学習達成度を評価した。

2. 中学校第2学年「化合する物質の割合」における実践例

①授業デザイン

表1は、アーギュメントを取り入れた授業のデザイン指針を示している。準備段階では5つ、実施段階では5つのデザイン指針を設定して授業を行った。

表1 アーギュメントを取り入れた授業のデザイン指針

段階	準備段階	実施段階
教授方略	1 単元目標と目指す生徒像の設定	1 アーギュメントの説明
	2 単元指導計画の作成	2 アーギュメントの例示
	3 単元の評価ルーブリックの作成	3 相互評価
	4 アーギュメント構造の揭示物の作成	4 クラス全体での評価
	5 足場かけ用のワークシートの作成	5 フィードバック

準備段階でのデザイン指針1つ目の「単元目標と目指す生徒像の設定」では、生徒が学習を通して何ができればよいか、目指す生徒像を目標として設定した。

2つ目の「単元指導計画の作成」では、単元目標と目指す生徒像を元に、表2に示すように単元指導計画に評価規準を設けた。

表2 単元指導計画

単元	目標 (学習問題)	目指す生徒像	主となる 知識	評価規準
1. 化学変化と原子・分子 4章 化学変化と物質の質量 2 化合する物質の割合	金属を熱したとき、金属と結びつく酸素の質量は決まっているのだろうか。	金属を熱したときの質量の変化から、ある質量の金属と化合する酸素の質量には限度があり、いつも一定の質量比で化合することを、周りと協力して得た実験結果から説明できる。	<ul style="list-style-type: none"> 化学変化を原子・分子のモデルと化学反応式で表すことができる。 化学変化前後の質量を正しく測定し、その結果をグラフに表すことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 金属と結びつく酸素の質量について、質量の増加と限度を原子・分子のモデルと化学反応式から予想することができる。 実験の結果のグラフから、ある質量の金属と化合する酸素の質量の関係の規則性を見いだすことができる。

表3 ルーブリック

		とても良い (A)	良い (B)	もう一歩 (C)
批判的 思考力	金属と結びつく酸素の質量について、質量の増加と限度を予想することができる。	質量の増加と限度の予想について、ドルトンやアボガドロの考え方、化学反応式の2つをもとに説明することができる。	質量の増加と限度の予想について、ドルトンやアボガドロの考え方、または化学反応式をもとに説明することができる。	質量の増加と限度の予想について、ドルトンやアボガドロの考え方、または化学反応式をもとに説明することができない。
	実験結果のグラフから、ある質量の金属と化合する酸素の質量の関係の規則性を見いだすことができる。	縦軸の値が横軸の値に比例して増加していることを根拠に、ある質量の金属と化合する酸素の質量の関係の規則性を、化学反応式と関連づけて説明することができる。	縦軸の値が横軸の値に比例して増加していることを根拠に、ある質量の金属と化合する酸素の質量の関係に、規則性があることを説明することができる。	縦軸の値が横軸の値に比例して増加していることを根拠に、ある質量の金属と化合する酸素の質量の関係に規則性があることを説明することができない。

() 年 () 級 () 番 ()

学習問題：
目指す生徒像：

証拠 (実験結果)

だ
か
ら
→

主張 (問題への答え)

理由づけ (「科学的原理」を用いて、主張と証拠を結びつけて正当化する。)

図5 アーギュメントを記述するワークシート

〈1時限目〉化学変化前後の質量変化を調べる実験結果を元に、アーギュメントの例示をする。

- 1 塩化バリウム水溶液とうすい硫酸の反応と炭酸水素ナトリウムとうすい塩酸の反応の実験結果を確認する。
- 2 アーギュメント構造について説明を聞く。 (アーギュメントの説明)
- 3 実験結果を用いたアーギュメントの例を知る。 (アーギュメントの例示)
- 4 証拠と主張が理由付けで結びついていることから、質量保存の法則が正しいことを確認する。

↓

〈2時限目〉金属と化合する酸素の質量に規則性がないか、実験とアーギュメントを通して見いださせる。

- 5 仮説を立てたのち、実験をして金属の質量変化を調べる。
 学習問題：銅を熱したとき、銅と結びつく酸素の質量は決まっているのだろうか。
- 6 実験結果をグラフ化したのち、ワークシートにアーギュメントを記述する。 (アーギュメント)
- 7 記述したアーギュメントをグループ内で交換し、相互に評価する。 (相互評価)
- 8 グループでホワイトボードにアーギュメントを記述する。

↓

〈3時限目〉クラス全体のアーギュメントを通して、金属と化合する酸素の質量に規則性があることを見いださせる。

- 9 グループごとに発表し、周りから意見をもらう。 (クラス全体での評価)
- 10 他グループの実験結果やグラフ、意見をもとに、グループで記述したアーギュメントを見直す。 (フィードバック)
- 11 証拠と主張が理由付けで正しく結びついていることから、銅と結びつく酸素の質量には規則性があり、銅と酸素は4：1の質量の割合で化合すること知る。

図6 アーギュメントを取り入れた授業展開 (化合する物質の割合)

3つ目の「単元の評価ルーブリック」では、批判的思考力が身に付いたかどうかを、観察・実験の実施という実演やアークギュメントの内容を記述したワークシートを用いて、表3に示すような評価基準となる3段階のルーブリックを用いて評価した。その観点は、考察・結論と観察・実験の結果を、科学的原理を用いて正当に結びつけているかで設定した。

4つ目の「アークギュメント構造の掲示物の作成」は、視覚的支援として、理科室に掲示した。

5つ目の「足場かけ用のワークシートの作成」では、アークギュメントを記述するワークシートを、図5のように主張、証拠、理由付けを分割して記述できるレイアウトにした。

②授業実践

実施段階では表1で示した5つのデザイン指針に沿って、図6のように授業を展開した。

1つ目の「アークギュメントの説明」では、教師や生徒が質問に答えたり他人を納得させた場面、日常的にアークギュメントを行っていることを実例で説明した。

2つ目の「アークギュメントの例示」では、化学変化する前後の質量変化に関する内容でアークギュメントの例示を行った。図7は、生徒が実験した結果とそれをグラフ化したものである。

3つ目の「相互評価」では、生徒が記述したアークギュメントをグループ内で交換し、相互評価させた。そして、グループ内での意見をまとめて別のワークシートにアークギュメントを記述した。図8は、そのときグループで記述したアークギュメントの記述例である。

4つ目の「クラス全体での評価」では、各グループから発表されたアークギュメントの適切さを全体で議論した。

5つ目の「フィードバック」では、他のグループの科学的データや意見を基に、自分たちの証拠は適切かどうか、主張は正しいかどうか、主張と証拠は正しく理由付けてきているか、アークギュメントの再評価をグループで行った。

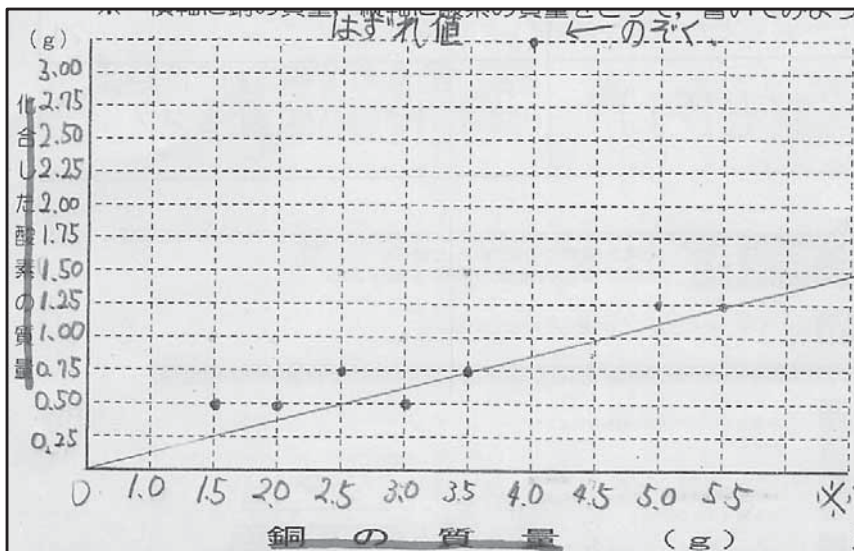


図7 実験結果と作成したグラフ

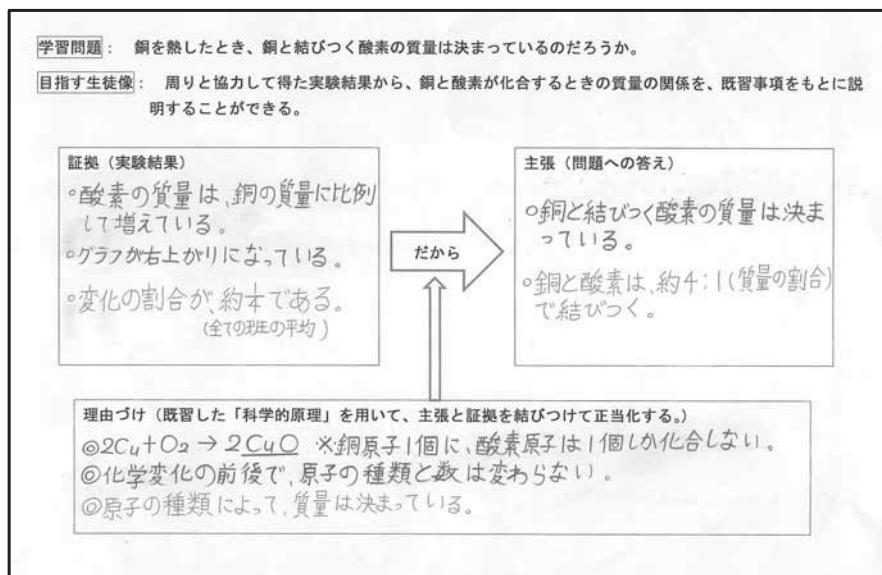


図8 ワークシートに記述したアーギュメント

アーギュメントを取り入れることで、習得した知識(科学的原理)を使って主張(問題への答え)と証拠(観察・実験結果)を結び付けて意欲的に説明する姿が全体的に見られた。また、アーギュメントの構造を示すことで、どのように主張すれば論理的説明なのか、納得ができない場合はどの点を指摘すればよいのか理解することができたという感想が得られた。しかし、批判的思考力の高まりを個別に評価するために、ワークシートに記述したアーギュメントだけでは不十分であり、実践例を増やしながら評価ルーブリックの形式や活用方法を検討していく必要がある。

IV. おわりに

本年度は、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、「結果の整理」と「実験方法の見直し」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共通性や傾向性に注目できるような結果の整理を行うこと、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見直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、指導方法として、アーギュメントの枠組みを、科学的原理を用いて主張と証拠を結びつける構造にすることが、証拠の適切さ・主張の正しさ・理由付けの正しさを批判的に吟味する上で有効だと考える。

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27年度宮崎大学教育文化学部・学部附属共同研究補助金の支援を受けた。

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

- 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.
- 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.
- 岡村定矩・藤嶋昭他 (2012)『新しい科学2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.