科学的な根拠を基に考察できる中学校理科指導の在り方（第一年次）

―思考を可視化し，見通しをもたせる学習活動を通して―

長期研究員　弓 田　一 彰

《研究の要旨》

本研究では，中学校理科において，実験・観察を通して課題解決の科学的な根拠を明らかにし，それらを活用して考察する学習指導を目指した。解決の見通しを明確にするための導入の工夫，科学的な根拠を明らかにする意図的な対話活動の設定，思考を可視化し思考を整理するノート指導の工夫などを行うことで，科学的な根拠を基に考察できる生徒の割合が増加した。

Ⅰ　研究の趣旨

次期中学校学習指導要領解説理科編では，「問題を見いだし観察・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学習活動などが充実するようにすること」と示されている。これらの充実を図ることは，育成すべき資質・能力の中の思考力，判断力，表現力等を育成するためにも重要であると示されている。研究協力校の生徒の実態として，実験結果を分析・解釈した際に，規則性や関連性を読み取ることができず，科学的な根拠も曖昧で論理性に欠ける生徒が多く見られた。例えば，「実験がうまくいった」「教科書と同じ結果になった」など，実験の結果について感想を述べるだけの表現になっていることや，考察する視点がずれ，飛躍した内容になっていることなどが挙げられる。これは，生徒自身が課題を解決する必然性を感じず，見通しをもたないまま学習が進んでしまっていることや，思考を整理できず自分の考えをもてないこと，他者との関わりの中で科学的な根拠を明確にできていないことなどが原因として考えられる。そこで，本研究では，科学的な根拠を基に考察できる生徒を育むことを目指した。科学的な根拠を基に考察する姿を「自ら探究し，解決の過程で生まれた自分の考えや，他者の考えを取捨選択しながら課題に対する根拠を明らかにして結論を表現する姿」ととらえ研究を進めることとした。講じる手だては，考察に至るまでの学習過程を重視し，主題にせまる生徒の育成を目指した。

Ⅱ　研究の概要

1　研究仮説

以下の手だてを講じれば，科学的な根拠を基に考察することができるであろう。

【手だて１】解決の見通しを明確にする導入の工夫
【手だて２】科学的な根拠を明確にする対話活動の設定
【手だて３】思考を可視化し思考を整理するノート指導の工夫

2　研究の内容

(1)【手だて１】解決の見通しを明確にする導入の工夫

単元の導入で，既習の学習内容や生活体験と関連させる事象を提示し，学習課題につながる気付きや疑問を促す。それを基に学習課題を設定することで，課題を解決する必然性を見いだし，課題を追究するための見通しを明確にすることを目指した。

(2)【手だて２】科学的な根拠を明確にする対話活動の設定

探究の中で，課題解決の根拠を他者と伝え合う対話活動を，単元の中で意図的に設定する。対話活動を通して，自分がもっている根拠の妥当性を図ったり，自分にない情報や不足する情報を他者から収集し，それらを比較したり関係付けたりすることで，根拠をより明確なものにできることを目的とした。このような対話活動を通して明確になった根拠を生かし考察する姿を目指した。

(3)【手だて３】思考を可視化し思考を整理するノート指導の工夫

ノート内にリフレクションスペース（以下，Ｒスペース）を設定する（**図１**）。Ｒスペースとは，学習過程において，段階的に振り返り，自分の考えや，他者の考えなどを記述できるスペースである。自分の思考を言語化し記録したり，自分になかった他者の考えを記録したりすることで，思考の流れが可視化され，自分の考えを整理することができる。このスペースを活用して，思考を整理し考察させることを目指した。

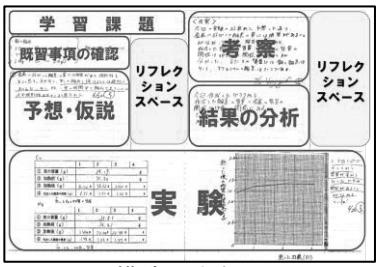

図１　構造化されたノート

3　授業の実際

対象学年	第２学年31名（１学級）
授業実践Ⅰ	「化学変化と物質の質量」（８時間）
授業実践Ⅱ	「天気とその変化」（14 時間）

(1)【手だて１】について

授業実践Ⅰ「化合する時の物質の割合」では，初めに演示実験（天秤にぶら下げたスチールウールの一方を加熱すると，酸化により質量が増え傾く現象）を提示し，直前に学習した内容の確認を行った。その後，既習内容とのずれを認識させる発問をした（**図２**）。多くの生徒は，もう一方も同様に酸化すると考え，「つり合う」と予想をしたが，実際にはつり合わない現象が生徒の目の前で起きた。このように予想を裏切られた事象から，ある生徒が「どちらのスチールウールもしっかり限界まで加熱（酸化）すればつり合うのでは」と発言した。その発言をきっかけに「金属に結び付く酸素の量に限界はあるのか」という課題を生徒自身が見いだした。

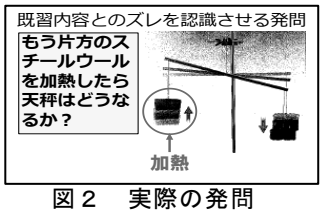

図２　実際の発問

また，授業実践Ⅱ「雲のでき方」では，雲の資料映像を見せた後，フラスコ内に雲を作る実験を提示した。空にあるはずの雲が，フラスコ内にできる現象を目の当たりにし，「なぜだろう」と疑問をもつ姿がみられた。また事象から生徒が疑問に感じたことを付箋に貼り出し他者と共有することで，学習課題につながる気付きや疑問を焦点化し，解決していくために何を調べるべきかを明確にすることができた（**図３**）。

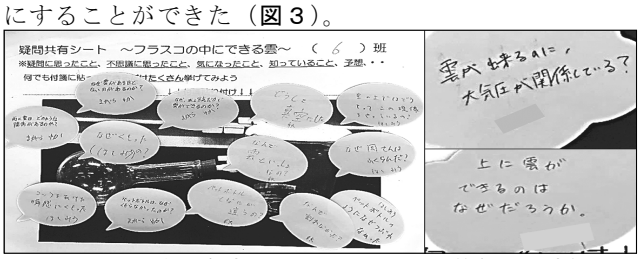

図３　疑問を共有するワークシートと付箋紙の記述例

このように，既習内容とのずれや生活体験を生かした事象提示を行うことで生徒が疑問をもち，さらにはその疑問を課題に結び付けていく活動を通して，課題を解決する必然性を見いだし，その後，自分なりの予想や仮説を積極的に記述する姿が見られた。

(2)【手だて２】について

授業実践Ⅰ「化合する時の物質の割合」では，金属と化合する酸素の質量の規則性を調べる実験を行った。この実験では，あえて使用する金属の質量を各班で変え，違う条件で実験した各班の結果から得られた根拠を伝え合うことで，より明確な根拠にするための意図的な対話活動を設定した。対話活動の場面では，「交流シート」というワークシートを用いて，集めた課題解決の科学的な根拠を可視化し，生徒が自分の考察に生かしやすいように工夫をした（**図４**）。

授業実践Ⅱ「雲のでき方」では，導入で生徒が抱いた疑問を解決するために，同じ疑問を抱いた生徒同士で小グループを編成し各々が設定した小課題を追究していく授業を展開した。雲ができる一連の過程については様々な要因が絡み合っており，生徒は探究していく中で，自分が調べた情報だけでは根拠が不足し解決できないことに気付いた。そこで，対話によって他者から不足していた根拠を引き出し，自分の根拠と関係付けることで課題解決につながる新たな根拠を生み出すことができた。このような対話活動を単元の中に位置付けたことで，課題を解決するための科学的な根拠が明確化され，それらを後の考察に生かす生徒の姿が見られた。

図４　実践Ⅰの交流シート

(3)【手だて３】について

授業実践Ⅰ「化学変化と熱」において，「カイロが発熱する原因」について各班で予想し，実験，分析までを行った。A班では，酸素で満たされた密閉袋の中にカイロを入れて温度変化を調べる実験を行った。A班の分析は，温度の上昇とともに，酸素で満たされていた密閉袋が真空状態に変化したことから「発熱の反応により袋の中の酸素が減少する」という課題解決に重要な情報を示した（**図５**）。すると，この情報を科学的な根拠としてRスペースに書く姿が見られた。生徒Bの記述を見ると，A班の分析と，他班の「鉄粉を用いると温度が上昇した」という情報をRスペースに書き残し，自分の考察に生かしている様子が分かる（**図６**）。このようにRスペースを活用することで，自分の考えを整理し，科学的な根拠を基に考察する生徒の姿が見られた。

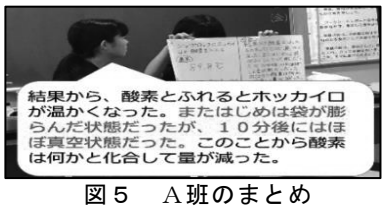

図５　A班のまとめ

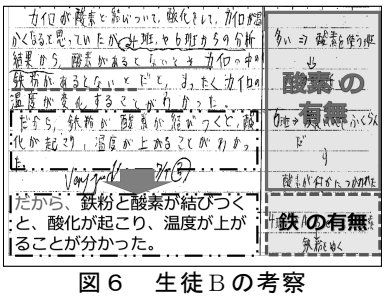

図６　生徒Bの考察

４　授業実践の考察

(1)【手だて１】について

授業実践後に，解決の見通しを明確にする導入の有効性について分析を行った。アンケート結果の変容から，事象提示から生徒自身が疑問を抱き，課題に結び付けることができた生徒の割合が48.3％から70.9％に増加した

（**図７**）。同様に，授業実践Ⅱで用いた疑問を共有するワークシートの付箋紙について分析すると，生徒が抱いた疑問の68.3%が課題に直結しており，アンケートによる意識調査（70.9%）と近い値を示した（**図８**）。また，「結果を予想して，実験・観察に取り組んでいるか」という意識調査の項目に対し，肯定的な回答の割合が増加した。これは，生徒の疑問が学習課題になったことで，解決する必然性を見いだし，明確な見通しをもてた生徒の割合が増えたととらえることができる。本研究で行った導入の工夫は，生徒の見通しを明確にする点で効果的であった。

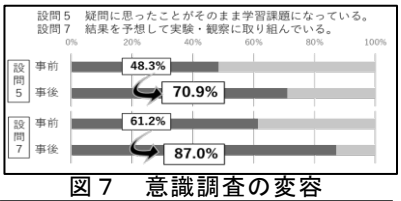

図７　意識調査の変容

学習課題「雲はどのようにしてできるのだろうか」	①総付箋紙数（一人あたり）	８２枚（２.６枚）
	②課題※に結び付く疑問が記述された付箋紙数	５６枚
	①に対する②の割合(%)	６８.３%

※ここでの課題は小課題も含む（手だて２の実際を参照）

図８　疑問の付箋紙についての分析

(2)【手だて２】について

授業実践後に実施した対話活動に関する意識調査についてクロス集計を行った（**図９**）。「自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりすることで自分の考えを広げ深めている」と回答した生徒が実践前の 36%から58%に増加した。また，点線囲みの部分の「対話活動で積極的に発表できなかったが，自分の考えを広げ深めることができた生徒」については０人から５人（16%）に増えた。これらの生徒は，他者から引き出した情報を自分の考えに生かすことができた生徒ととらえることができる。

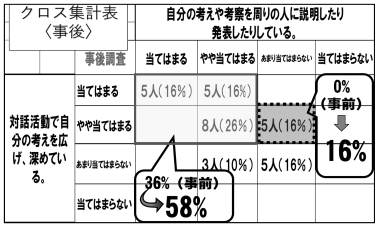

図９　クロス集計結果

このような生徒は，解決の根拠を伝え合う対話活動によって，より明確な根拠に近づけることができ，手だての有効性を示すことができた。

(3)【手だて３】について

「Ｒスペースが役に立つものだった」という問いに対し授業実践Ⅰ後には83.3%もの生徒が肯定的な回答を示しⅡ後には90.1%にまで増加した。生徒Ｃの実践前に行ったレディネステストと，実践での考察を比較すると，実践前は科学的な根拠が曖昧で論理性に欠ける記述だったのが，Ｒスペースの活用によって自分の考えを整理したことで，科学的な根拠に基づいた考察を記述できていることが見てとれる（**図10**）。このように，Ｒスペースに記述した内容を生かし，科学的な根拠を基に考察できていた生徒は，授業実践Ⅰ後で57.7%を示し，Ⅱ後で69.6%に増加した。このことから，Ｒスペースによって思考の流れが可視化されることで，自分の考えの形成や，考察をすることに有効であったと言える。しかし，まだ記述する機会を与えないと書けない生徒が多く，必要感を感じ自ら率先して利用する生徒は少なかった。

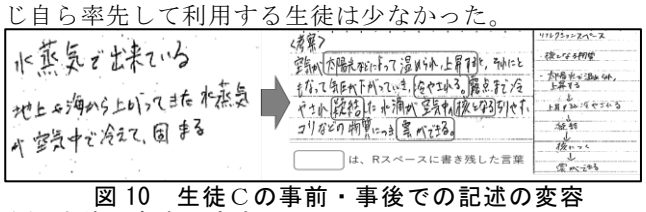

図 10　生徒Ｃの事前・事後での記述の変容

(4) 生徒の考察の変容について

実践前後の生徒の考察の内容を分析した（**図11**）。実践前（６月）と実践後（11月）を比較すると，本研究のねらいとなる科学的な根拠を基に正しい考察ができた生徒の割合が増加した（26%→41%）。しかし，根拠が曖昧だったり，不足があったりしている生徒の割合がまだ32%と多く，考察できていない生徒を含めると59%もの生徒がねらいを達成できていない状況が明らかになった。これらの生徒の考察を見ると，科学的な根拠を自分の考察に生かし切れていない曖昧な記述であった。科学的な根拠を自分の考察に生かしているかを振り返る活動やＲスペースを効果的に活用させることで，科学的な根拠を基に考察できる生徒を増やしていけると考える。

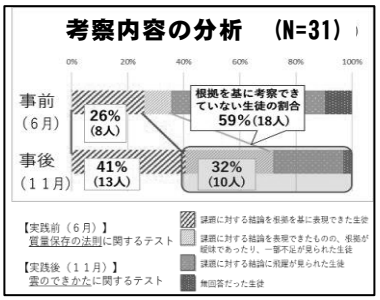

図 11　考察の分析結果

Ⅲ　研究のまとめ

１　研究の成果

単元の導入の工夫により，解決の必然性を感じ，見通しを明確にして自ら探究する姿が見られた。また，目的を明確にした対話活動によって，他者との対話から課題解決の根拠を引き出し，科学的な根拠をより明確にしていくことができた。さらには，自分の思考の過程や，集めた他者の考えを可視化できるＲスペースの活用によって，自分の考えを整理し，より確かなものにする姿が見られた。このような学習過程を通して，科学的な根拠を基に考察する生徒の割合がわずかではあるが増加したことから，本研究における手だては効果的であった。

２　研究の課題

科学的な根拠を基に考察できる生徒の割合は，実践前と比較すると増加したものの，まだ過半数の生徒ができていないのが現状である。本研究を継続して続けていくとともに，考察自体に目を向け，探究の中で得た科学的な根拠を自分の考察に生かしていけるような学習指導の工夫が必要である。