

書く活動を基盤とした科学的な思考力の育成

松浦 拓也

広島大学大学院教育学研究科 准教授

1. はじめに

近年、思考力や表現力といった高次の能力の育成がこれまで以上に求められている。このような状況となった背景の1つとして、OECD実施の国際的な調査であるPISAの結果低迷が挙げられる。PISAでは、生徒の学習到達度をリテラシーという視点から調査しており、国際的に大きな注目を集めている。この調査において、日本の生徒は、Reading Literacy（読解力）得点がPISA2003（OECD 2004）以降低下していることなどから、「言語力育成協力者会議」が設置され国レベルで対応策が検討されるまでになっている（PISA 2009では、PISA2000と同程度に回復している）。そして、中央教育審議会答申「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等の改善について」（2008年1月17日）においても、「言語力育成協力者会議」の検討結果に基づき、『小・中・高等学校を通じ、国語科のみならず各教科等において、記録、要約、説明、論述といった言語活動を発達の段階に応じて行うことが重要である。（p. 26）』と述べられている。このため、2008年3月28日に告示された小・中学校の新学習指導要領においては、国語科のみでなく幅広い教科等において言語力の育成を行うことが

示されている。

2. 理科における書く活動

理科における問題解決活動を通して育成が求められている能力として、科学的な思考力が挙げられる。しかし、理科における問題解決の結果をまとめたワークシートやレポートを見ると、短文の羅列やイラストが中心となっているものが多く、科学的、論理的に筋の通った文章としてまとめる能力に課題があると考えられる。このような、高次の能力を理科において育成するためには、観察や実験の過程を意識的・随意的に整理する活動として、実験レポートなど文章を書くことを大切にすることが必要なのではないかと考える。

また、柴田（2006）は、ヴィゴツキーの理論を解説するなかで「書く」ことの難しさ、大切さについて以下のように述べている。

『子どもは、学校で書きことばを学習するなかで、自分の話していることを意識すること、すなわち自分の言語能力を随意的に操作することを学びます。子どもの言語活動は、こうして無意識的・自動的の局面から意識的・随意的・意図的な局面へと移行していくのです。』（柴田、2006：77）

『人間の高次の精神活動、すなわち論理的記憶、随意的注意、反省的思考、科学的概念の習得などの活動は、すべてことばの自覚性の発達と結びついています。』（同上：108）

柴田が述べているように、論理的・反省的に考えたり、科学的概念を習得したりする際には、言語を媒介として意識的・随意的に考える必要がある。このため、科学的概念の習得や科学的な思考力の発達と、書きことばの随意的使用の発達は密接に関わっていると考えることができる。理科の授業においても、書く活動を単なる記録や表現活動としてとらえるのではなく、科学的概念の習得や科学的に思考する能力の育成と密接に関わる活動としてとらえる必要があると考える。

このような考え方は、新学習指導要領に対応した評価にも現れており、2010年3月24日の教育課程部会報告「児童生徒の学習評価の在り方について」（教育課程部会、2010）においても、「思考・判断・表現」の評価に関する考え方として次のように述べられている。

『この観点を評価するに当たっては、単に文章、表や図に整理して記録するという表面的な現象を評価するものではなく、例えば、自ら取り組む課題を多面的に考察しているか、観察・実験の分析や解釈を通じ規則性を見いだしているかなど、基礎的・基本的な知識・技能を活用しつつ、各教科の内容等に即して思考・判断したことを、記録、要約、説明、論述、討論といった言語活動等を通じて評価するものであることに留意する必要がある。』

3. 理科における実験レポート指導

理科における実験レポートの指導に関しては、これまでも研究が行われてきている。例えば、有元・吉田（1997）は、実験レポートでの記述、特に定型文を使った記述をチェックする観点として「目的に対応した考察がなされているか」「考察する文が定型文にあっているか（結果と結論、根拠の要素が入っているか）」など、以下の12のチェックポイントを示している。

【全体に関するチェックポイント】

- 1 説明を求められたことに答えているか。
- 2 「何が・何を、どうなるか・どうしたか」が明示されているか。
- 3 主語と述語が対応しているか。
- 4 一つの文の中に、多くの情報を詰め込みすぎているか。

【結果に関するチェックポイント】

- 5 結果を説明する文が定型文にあっているか（操作と結果の要素が入っているか）。
- 6 結果を説明する文に、考察が混じっていないか。

【考察に関するチェックポイント】

- 7 目的に対応した考察がなされているか。
- 8 考察する文に根拠が欠けていないか。
- 9 考察する文に必要な根拠があがっているか。
- 10 考察する文が結論+根拠の順になっているか。
- 11 考察する文が定型文にあっているか（結果と結論、根拠の要素が入っているか）。
- 12 考察するときに実験結果の原因（実験結果となるのは、～だからである）として書いていないか。

有元・吉田（1997）より

平賀（1998、2001）は、次に示すように、実験レポートの作成において「事実と考えを分けて記述できる」「理由を明らかにして記述できる」「筋道を立てて記述できる」といった目標を設定し、実験レポートに定型文を導入することによってレポート作成とその指導の定式化を試みている。

評価1. 項目に分けて記述できたか

- 観点1-1: 「目的」がある
- 観点1-2: 「実験計画」がある
- 観点1-3: 「実験方法」がある
- 観点1-4: 「結果」がある
- 観点1-5: 「考察」がある

評価2. 事実と考えを分けて記述できたか

〈「結果」について〉

- 観点2-1: 操作と結びつけて結果が書いてある
- 観点2-2: 考えを含めず、結果だけが書いてある
- 観点2-3: 結果が過去形で書いてある

〈「考察」について〉

- 観点2-4: 結果と結びつけて結論が書いてある

評価3. 理由を明らかにして考えを記述できたか

〈「実験計画」について〉

- 観点3-1: 見通しを立てた理由が書いてある
- 観点3-2: 見通しの後ろに理由が書いてある

〈「考察」について〉

- 観点3-3: 結論した理由が書いてある
- 観点3-4: 結論の後ろに理由が書いてある

平賀（1998）より

また、二宮・松浦（2005）においては、中

学校理科における実験レポートの指導に関する実践研究を行い、予想や方法の欄の記述については、1回の指導でもある程度改善できることを明らかにしている。しかし、結果の記述が不十分であったり、考察が感想文になっているなどの課題については、指導を行っても容易には改善しないことを明らかにしている。

4. 実験レポートの継続的指導

実験レポートの指導を継続的に行うことによる効果について調査を行った結果を示す。

4-1 方法

実験レポートの指導とその評価に関する調査を、公立中学校1年生57名を対象に、2006年11月から2007年1月にかけて実施した。具体的には、以下に示す流れでそれぞれの調査を行った。

4-1-1 レポート用ワークシート

生徒が実験レポートを書く用紙として、B4サイズ1枚のワークシートを用意した。このワークシートでは、課題・目的、予想、実験の方法といった項目を示すと共に、それらの項目において何をどう書くのかについての説明書きをワークシート下部に記した（Appendix参照）。そして、このワークシートを用いながら、初歩的なレポートの書き方に関する指導を行った。

4-1-2 課題I

初歩的なレポートの書き方に関する指導を行った後、課題Iとして、通常の授業において行った気体の同定を行う実験について、実験レポートを書くように指示した。この実験では、まず班ごとに加熱操作などによって気

体を発生させる物質を決め、どのような気体が発生するのかについて予想をする。そして、班ごとに実験を行って気体を発生させ、発生した気体が何であるかを同定するというものであった。

4-1-3 評価と指導

実験レポートの評価においては、生徒が作成したレポートをa) 課題・目的、b) 予想、c) 方法、d) 結果、e) 考察の5つの欄について、それぞれ分析を行った。その際の評価の観点を表1に示す。分析においては、表1に示した観点について、それぞれ3段階（2.十分に書けている、1.書けているが不十分な箇所がある、0.書けていない）で評価を行った。

表1 レポートの評価観点

観点	内容
①課題・目的	課題や目的が明確に示されている
②予想	理由を伴った予想を行っている
③方法1	具体的に説明している
④方法2	図や表などを用いている
⑤結果	目的や方法に対応した結果を、適切に記述している
⑥考察1	結果やそれらを整理したものから、目的に対応した結論を導出している
⑦考察2	予想と結果の関連について考察している

そして、この課題Ⅰの分析結果に基づき、各項目の書き方について、定型文などを示しながら再度実験レポートの書き方に関する指導を行った（Appendix参照）。

4-1-4 課題Ⅱ

実験レポート作成能力を最終的に評価するために、ミョウバンの結晶を各自で作成し、それをレポートにまとめるという課題を、レ

ポート課題Ⅱとして課した。この課題Ⅱでは、ミョウバン結晶の作成方法について説明し、粉末状のミョウバンを生徒一人ひとりに配布した。そして、生徒が各自でミョウバン結晶を作成し、その結果をレポートにまとめて提出することを求めた。

4-2 結果および考察

4-2-1 レポート課題の変容

課題Ⅰ、課題Ⅱそれぞれについて、表1に示した観点から評価を行った。その結果を並べて整理したものを表2に示す。

表2 レポート評価の変化

観点	課題	評価		
		0	1	2
①課題・目的	課題Ⅰ	8	26	10
	課題Ⅱ	0	13	31
②予想	課題Ⅰ	2	31	11
	課題Ⅱ	2	15	27
③方法1	課題Ⅰ	6	29	9
	課題Ⅱ	0	15	29
④方法2	課題Ⅰ	25	18	1
	課題Ⅱ	20	10	14
⑤結果	課題Ⅰ	1	33	10
	課題Ⅱ	3	31	10
⑥考察1	課題Ⅰ	12	18	14
	課題Ⅱ	8	31	5
⑦考察2	課題Ⅰ	40	4	0
	課題Ⅱ	17	15	12

〈注:0.書けていない、1.不十分、2.十分に書けている〉
(単位:人)

初歩的な書き方の指導後に実施した課題Ⅰを分析した結果、理由を伴った予想ができていない、実験の方法が不明確、結果の記述が不十分、結果の欄に考察を記述、予想や結果に基づく考察ができていない、といった事例が数多く見られた(表2上段)。一方、課題Ⅱ

を分析した結果、理由を伴った予想ができていない、実験の方法が不明確、結果の欄に考察を記述、といった事例は減少していた（表2下段）。

そこで、これらの変化について統計的に検討するために、符号付き順位検定を直接確率計算によって行った。その結果、理由を伴った予想ができていない、実験の方法が不明確、結果の欄に考察を記述、といった事例は統計的にも有意に減少していた ($p < .000$)。しかし、結果の記述が不十分、予想や結果に基づく考察ができていない、の2点については有意な改善は確認できなかった。

4-2-2 考察

実験レポートの初歩的な書き方を指導した後に実施した課題Iと、課題Iの結果に基づいて実験レポートの書き方を具体的に指導した後に実施した課題IIの結果の比較を行った。その結果、理由を伴った予想ができていない、実験の方法が不明確、結果の欄に考察を記述、といった事例は統計的にも有意に減少していた。しかし、結果の記述が不十分、予想や結果に基づく考察ができていない、の2点についてはあまり改善されていなかった。この結果より、予想や方法の欄の記述については、1回の指導でもある程度改善できると考えられる。しかし、自分の予想を検証するためにはどのような結果（データ）や考察が必要なのかという、科学的思考力と密接に関わる記述については、さらに丁寧な指導を行っていく必要があると考える。

5. おわりにかえて

本研究における実践では、実験レポート作成に関する指導を、実験レポートを作成する

場面の前後においてのみ行っている。そのため、生徒にとっては途切れ途切れの指導となり、レポートにおいて重要な箇所となる結果や考察の記述に課題が残る結果となったのではないかと考える。このため、実験レポートまでは作成しない実験結果などをノートやワークシートにまとめる場面において、継続的に指導を行っていくことが必要になると考える。そして、このようなきめ細かく継続的な指導を積み重ねておくことによって、実験レポートを作成する場面においても、結果や考察の欄を適切に記述することができるようになるのではないかと考える。

引用・参考文献

- 有元秀文・吉田繁（1997）「科学の学習における論理的表現力の評価方法に関する研究」『中等化学教育における個人実験を通しての科学的表現力の育成に関する調査研究』科学研究費研究成果報告書（代表：松原静郎，課題番号07458027），pp. 16-35.
- 中央教育審議会（2008）『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等の改善について（答申）』（2008年1月17日）.
- 平賀伸夫（1998）「中学校における実験レポート作成の指導」『理科の教育』10月号，pp. 42-47，東洋館出版.
- 平賀伸夫（2001）「レポート作成についての指導法の検討」『理科の教育』2月号，pp. 26-29，東洋館出版社.
- 教育課程部会（2010）『児童生徒の学習評価の在り方について（報告）』（2010年3月24日）.
- 二宮力・松浦拓也（2005）「科学的思考力を育てるレポート指導に関する実践的研究」、『日本理科教育学会全国大会発表論文集』.

