

平成21年 5月22日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18700631
 研究課題名（和文）
 実験レポートの指導を基盤とした科学的思考力育成に関する実践的・開発的研究
 研究課題名（英文）
 Study on Educate the Scientific Thinking Based on the Experiment Report
 研究代表者
 松浦 拓也（MATSUURA TAKUYA）
 広島大学・大学院教育学研究科・講師
 研究者番号：40379863

研究成果の概要：

理科教育における科学的思考力について、理論的枠組みを検討するとともに、レポート作成指導を基盤とし、児童・生徒の科学的思考力を育成する教授・学習プログラムの実践的開発を行った。その結果、レポートを作成する際には、Elements of Scientific Inquiry といった要素的能力と、これらを全体的に統括するメタ認知とが必要になることを明らかにした。また、クリティカルシンキングや継続的添削指導を取り入れることにより、児童生徒の科学的思考力を育成する教授・学習プログラムの開発を行った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,300,000	0	1,300,000
2007年度	800,000	0	800,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	270,000	3,270,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：実験レポート、科学的な思考、中学校理科、言語力

1. 研究開始当初の背景

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、国際的に大きな注目を集めている OECD/PISA の結果低迷が挙げられる。特に、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。

一方、理科における問題解決活動のなかで育成が求められている能力として、科学的思

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で表現されている例は少ない。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必要があるのではないかと考える。

また、実践者や研究者によって科学的思考力のとらえ方は異なっており、科学的思考力

の理論的定義そのものが不明確なのが現状である。

2. 研究の目的

理科教育においてその育成が求められる科学的思考力について、理論的枠組みを検討するとともに、理科において実験レポートの指導を行うことの意義を明確にする必要があると考えた。そして、本研究では、児童・生徒を、科学的に筋の通ったレポートが書けない状態から書ける状態へと変容させる指導を通して科学的思考力を育成することのできる、教授-学習プログラムを実践的に開発することを目的とした。

3. 研究の方法

まず、本研究における科学的思考力の理論的枠組みと課題を抽出するために、先行研究の整理を行った。そして、中学生を対象とした実践的調査を行うと共に、小学生および中学生を対象に、書く活動を基盤とした科学的思考力育成のための教授-学習プログラムの開発を行った。

4. 研究成果

4-1 理論的枠組みと課題の抽出

○科学的思考力について

理科教育において、科学的思考力を育成することの必要性について述べた文献は、既に1950年代においてみられる(中野, 1958)。中野は、主に米国における1920年代以降の科学的思考に関する研究を整理している。中野が取り上げた科学的思考力に関する研究としては、以下のCurtis (1934)の示した科学的方法の中に含まれると考えられる10の要素がある。

- (1) 問題を見つける。
- (2) 与えられた事実や観察事項から仮説や結論を作る。
- (3) 記述されている条件や実験の中に、誤りや欠陥を認める。
- (4) データや方法を吟味する。
- (5) 結論を出すのに基礎になった事項や観察に従って結論を批判する。
- (6) ある結論が完全であるかどうかをためすために新しい観察を計画し実施する。
- (7) 事実や観察から推論する。
- (8) 検証実験を工夫する。
- (9) コントロールを用いる。
- (10) 実験に関する因子を見分ける。

Curtis が示しているように、科学的思考力の具体的な検討に際して、科学的に問題を解決する場面において必要となる要素的能力に着目していることがわかる。さらに中野は、「反省的思考、生産的思考、科学的思考、科

学的方法、問題解決法の間には、微細な点では異なることがあるとしても、本質的な面では全く一致しているとみてさしつかえない。」と述べており、問題解決能力が独立した能力ではないことを指摘している。

また、米国の Science - A Process Approach (SAPA)における科学のプロセス・スキル (Process Skills) においても、基礎的スキル (Basic Science Process Skills) と、統合的スキル (Integrated Science Process Skills) に大別されている。そして、基礎的スキルでは「観察」や「分類」などが、統合的スキルでは「変数制御」や「実験の実施」などが、それぞれにおいて要素的能力として示されている。米国でシェアの大きい教科書出版会社が補助教材として作成している、前期中等教育用の Laboratory Manual (Pearson Education, 2006) では、実験室における技能を確認するセクションが設定されており、Hypothesis、Manipulated Variable、Responding Variable、Controlling Variable、Observation、Data、Conclusion という7つの Elements of Scientific Inquiry の定義を確認するようになっている。

このような状況より、科学的思考について具体的に検討する際には、科学的な問題解決場面において用いられる、科学の方法としての要素的能力が重要になってくると考える。本研究においては、主として観察や実験に基づくレポートに着目しているため、このレポートを作成する過程において必要となる要素的能力を明確にして取り組む必要があると考える。

○書くことの意義

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『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, p.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, p.108) と述べている。

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。

このため本研究では、生徒自身がじっくりと考えて文章を書く、という活動が、科学的な考え方や科学的概念の習得、ひいては科学的思考力の育成につながるのではないかと考え、実験レポートに着目している。

この実験レポートを書くという活動は、生徒にとっては、自分が行った実験を意識的に整理する活動であり、活動内容や自分の考えを意識化、客体化するきっかけとなる。このため、レポートを作成する際には、前項で示した **Elements of Scientific Inquiry** に相当するような要素的能力と、これらを全体的に統括するメタ認知能力とが必要になると考える。このメタ認知能力については、本研究では、その具体的な思考活動としてクリティカルシンキングを取り扱う。

なお、書くことを重視した指導は、どちらかという表現力の指導ととらえられがちである。しかし、上述のように本研究では、レポートの指導を通して科学的概念の習得や思考力の育成を行うことを意図している。

○理科及び国語の教科書分析

これまでの理科教育においては、実験レポートの指導に際して「何を」「どのように」書く必要があるのか、生徒に十分理解させることができなかつたと考えられる。そこで、このような生徒の実験レポートの書き方に影響を与えている要因の検討に際して、中学校理科および中学校国語の教科書におけるレポートの書き方に関する記述、及び理科におけるレポートの書き方に関する指導実態に着目することにした。

教科書の分析においては、平成 10 年度版の学習指導要領に準拠した中学校理科の教科書（4 社）及び中学校国語の教科書（2 社）を分析対象として用いた。そして、理科においては、実験レポートの書き方に関する具体的な解説や記述例の有無について分析を行った。また、国語においては、レポートの書き方を取り扱った単元について分析を行った。

一方、レポートの書き方に関する指導実態の調査においては、大学生を対象に質問紙調査を行い、指導を受けた経験の有無などについて回答を求めた。

その結果、理科の教科書の分析においては、レポートの書き方に関する記述の内容や程度が出版社によって異なっていることが明らかとなった。このことから、レポートの書き方に関する指導は必須のものとして考えられていないことが推察される。また、限定的な調査ではあるが、大学生を対象に行った質問紙調査から、小学校、中学校、高等学校において実験レポートの書き方に関する指

導がほとんど行われていないことが明らかとなった。このため、まず理科の授業においてレポートの書き方を指導する機会を設けることが必要であると考えられる。

また、レポートの構成（項目立て）については、理科と国語の教科書に大きな違いは見られなかった。しかし、理科のレポートは実験に基づくものが多いのに対して、国語のレポートは資料調べに基づくものとなっている。このため、国語で学習するレポートの考察が教科書の例においても感想中心となっているように、実験レポートの書き方とは若干異なっている。しかし、理科において実験レポートの書き方を指導していないために、学習者は国語で学んだスタイルのレポートを書いているのではないかと考える。

このように、理科における実験レポートの考察が感想文になっている事例が多いのは、調べ学習によるレポートとの違いが生徒に十分理解されていないことが一因ではないかと考える。このため、理科において実験レポートの書き方の指導を行う際には、観察や実験に基づくレポートと、資料調べなどに基づくレポートの違いについて、生徒に理解させながら指導を行うことが大切になってくるのではないかと考える。

4-2 事例的研究

5名の研究協力者と共に、レポート指導に関する3つの事例的研究を行った。

まず、中学生を対象に行った事例1では、(1) 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、(2) 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の改善は、継続的な指導が必要と考えられること、などが明らかとなった。

そこで、理科の授業においてレポート指導を継続的に行うために、小学生においてはクリティカルシンキングの「態度」の育成を基盤とした実践を行った（事例2）。また、中学生においては、同一単元の中で繰り返し添削を行う実践を行った（事例3）。なお、事例3では、レポート指導を行うことによって育成できる科学的思考力についても検証を行った。

小学校6年生、及び中学校1年生を対象として実践を行った結果、事例2では、班での話し合いにおいてクリティカルシンキングを促す指導を行ったところ、(1) 実験結果や考察の修正を児童自身が行うことができるようになった。また、事例3では、(1) 結果や予想の欄の記述が、ワークシートを基盤とした実験レポート及びその添削指導を繰り返すことによって改善すること、(2) 実験レポートにおける結果や考察を中心と

した指導を行うことによって、科学的思考力の要素である「結論を出す能力」と「解決方法を立案する能力」が向上すること、などが明らかとなった。

なお、小学校と中学校では授業の構造がやや異なるため、本実践では小・中学校に共通の書く活動を基盤とした科学的思考力育成のための教授-学習プログラムを取りまとめることができなかった。この点は、今後の課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

- ① 松浦拓也「理科のレポート指導に関する基礎的研究(Ⅱ)」『広島大学大学院教育学研究科紀要 第二部』Vol.57, pp.1-5, 2008, 査読無.
- ② 松浦拓也「理科のレポート指導に関する基礎的研究」『広島大学大学院教育学研究科紀要 第二部』Vol.56, pp.11-15, 2007, 査読無.

[学会発表] (計3件)

- ① 松浦拓也「書くことを重視した理科授業の試み」日本理科教育学会第58回全国大会(於:福井大学)、平成20年9月15日.
- ② 松浦拓也「中学校理科におけるレポート指導に関する基礎的研究」日本教科教育学会第33回全国大会(於:横浜国立大学)、平成19年10月28日.
- ③ 松浦拓也「中学校理科におけるレポート指導に関する基礎的研究」日本理科教育学会第57回全国大会(於:愛知教育大学)、平成19年8月5日.

6. 研究組織

(1)研究代表者

松浦 拓也 (MATSUURA TAKUYA)

広島大学・大学院教育学研究科・講師

研究者番号: 40379863

(2)研究分担者

(3)連携研究者

(4)研究協力者

二宮 力 (NINOMIYA CHIKARA)

尾道市立御調中学校・教頭

山根 洋一 (YAMANE YOUICHI)

尾道市立御調中学校・教諭

堀井 俊宏 (HORII TOSHIHIRO)

広島市立江波小学校・教諭

福島 裕之 (FUKUSHIMA HIROYUKI)

広島大学・大学院教育学研究科・院生

和泉 智也 (IZUMI TOMOYA)

広島大学・教育学部・学生