

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年4月16日現在

機関番号：32103

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010～2011

課題番号：22830069

研究課題名（和文） 理科教育における科学論的内容に関する教授・学習プログラムの開発と評価

研究課題名（英文） Development of Teaching and Learning Programs of the Nature of Science in Science Education

研究代表者

鈴木 宏昭 (SUZUKI HIROAKI)

常磐大学・人間科学部・助教

研究者番号：90581843

研究成果の概要（和文）：本研究プロジェクトは、日本の理科教育に対応した科学論的内容に関する教授・学習プログラムを開発し、その有効性を実証的に解明するため、日本の中学生の "Nature of Science" に関する理解状況、欧米の理科教育における "Nature of Science" の内容構成の一端を解明した。また、科学論的内容の教授・学習プログラムの開発を含めた学習指導方法の確立にむけて展望した。

研究成果の概要（英文）：The project obtains new interpretations and findings about validity of teaching and learning programs of the Nature of Science in Japanese science education.

This project probes the followings

- (1) Junior high school and high school student's views about the nature of science in Japan
- (2) Construction of Contents about "Nature of Science" in American Science Curriculum

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	750,000	225,000	975,000
2011年度	550,000	165,000	715,000
年度			
年度			
年度			
総計	1300,000	390,000	1690,000

研究分野：理科教育学

科研費の分科・細目：社会科学，教科教育学

キーワード：理科教育，理科カリキュラム，Nature of Science

## 1. 研究開始当初の背景

現在の社会は、科学や技術の成果によって成立しているともいえる。日本の児童・生徒は、現代社会を支えているといってもよい科学や技術についてどのように理解しているのだろうか。科学の持つ多様な側面は、科

学について言及する営みであるメタサイエンス、つまり、科学論の成果によって明らかにされてきたものである。こうした科学論内容は、“about Science”や、“Nature of Science”と呼ばれ、すでに多くの国の理科カリキュラムに導入されている。そもそも、この科学論

的内容を理解することとは、例えば、「科学は、実証的なデータに基づいている」という科学の実証性や、「観察や実験とは何か?」、「なぜ、科学や理科で観察や実験を行うのか」といった科学的探究のスキルについて理解することである。

近年の国際学力調査の結果から、日本の生徒は科学的知識などの理解度については高い数値を示しているが科学論的内容というべき"Nature of Science"についての理解は不十分であると指摘できる。こうした問題状況に対する解決策の一つとして、日本の理科カリキュラムに"Nature of Science"の内容を導入し、生徒たちに、こうした内容を直接的に教授することを挙げることができる。というのも、現在、欧米の国々の多くは、実際に、"Nature of Science"を内容として導入した理科カリキュラムが開発され、導入しているからである。このような国際的動向に鑑みると、日本も同様、理科カリキュラムに"Nature of Science"の内容を導入し、日本の生徒に教授することが有効であると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、日本の理科教育に科学論的内容に関する教授・学習プログラムを開発し、その有効性を実証的に解明することである。そこで、本研究プロジェクトでは、日本の中学生の"Nature of Science"に関する理解状況、欧米の理科教育における"Nature of Science"の内容構成の一端を解明した。

## 3. 研究の方法

- (1) 米国、英国等の科学論的内容の教授・学習に関する基本的枠組み(カリキュラム・教材・実践方法)を解明するため、米国・英国等の理科教育に関する文献調査を行う。
- (2) 小・中学生に対する科学論的内容の認識調査(質問紙調査・インタビュー調査)を行う。
- (3) 米国における科学論的内容に関する実際の理科授業の分析、具体的には、米国理科教育における教材(理科教科書、実験器具、インターネット教材)の分析を行う。

## 4. 研究成果

(1) 日本の中学生の"Nature of Science"に関する理解状況

最近、小・中学校学習指導要領が改訂され

た。この改訂において小・中学校理科では、目標の中で強調されている問題解決能力が一部変更、新設された。新設された問題解決能力は、小学校6年生の「推論」と、中学校の「分析・解釈」である。こうした問題解決能力は、これまでの理科教育の中でも強調されたものでもある。では、日本の理科で習得が強調されている問題解決能力についての現在の中学生の理解は、どのようなものだろうか。

日本では、生徒の問題解決能力とよばれるような探究スキルを育成するための研究は数多く行われているものの、問題解決能力がスキルとして習得されていれば、問題解決能力についても理解していると考えられてきたためか、生徒の探究スキルについての認識を調査した研究は、ほとんど行われていない。これまで、「観察」と「推論」の相違についての認識を調査した研究としては、岩谷(2003)や釜谷(2004)の研究がある。彼女たちの調査から、日本の小・中学生は「観察と推論の区別」を理解していることが明らかになっている。

今回の調査では、上述の先行研究を踏まえて、「観察とは何か」というような質問項目を中心に、探究スキルに対する回答を分析することとした。調査の目的は、これまで理科授業で観察や実験活動を行ってきた中学生を対象に、「観察と推論の相違」に関してどのような認識を持っているのか、その実態を明らかにすることである。今回の調査対象は、S市の公立中学校の2年生3クラス、約100名、調査期間は、2009年5月上旬であった。質問紙調査は、主に理科授業の中で実施した。

本調査では、以下の3点を解明した。第一に、「観察」と「推論」を中心に探究スキルについて、生徒の認識を調査し、その特徴を明らかにした。次に、それらの認識がどのような場面で形成されたかを確認した。さらに、生徒は、理科授業の中で行う観察や実験活動にどのような意義を見出しているのかを明らかにした。

### ①探究スキルについての認識

米国等で強調されているような、観察が「ただ見るだけでなく対象物の性質や特徴に関する情報を集めること」と捉えている生徒の割合は、わずか6%であった。観察は、

「ただ単に対象物を見ることと考えている」生徒の割合は、33%であった。つまり、日本の生徒は、「観察」という活動を見ることに限定して捉えている傾向にあった。「推論」については、「これまで考えたこともない」というような回答が目立った。

### ②探究スキル「観察」の認識の形成場面

中学生がどのような人から、また、どのような場面で「観察」についての考え方を聞いたかを調査した。その結果、「学校の先生から聞いて知った」と回答した生徒が8割であり圧倒的に多かった。また、理科授業の中で聞いた、考えたという回答も非常に多かった。そのような回答以外では、「そんなに深く考えたことがなかった」や「今自分で考えた」というような、今回の質問紙調査によって改めて考えたという回答が目立った。

### ③「観察」や「実験活動」の意義に関する認識

理科授業における観察や実験の意義に関する回答では、空欄や「わからない」等の回答が多く、その割合は、約4割に達した。その他の回答では、「くわしく知るため」や「みのまわりのものを良く知るため」という回答も多かった。その他、「理科だから」というように、理科という教科に対するイメージと関連させた回答もみられた。

## (2) 欧米の理科教育における"Nature of Science"の内容構成の特質

“Nature of Science”の内容を導入した理科カリキュラムに関する研究、教科書を中心とした教材に関する研究は、これまで十分に行われていない。そこで、まず“Nature of Science”の内容を導入した理科カリキュラムを開発するために必要な知見を得るため、現在、“Nature of Science”の内容を理科カリキュラムに導入している、米国初等理科教科書における単元“Nature of Science”の内容構成の特質を探ることとした。

米国のカリキュラム分析の研究、特に本研究で行った理科教科書の内容分析は、これまでも日本においていくつか行われている。例えば、Mansoor ら (2012) は、高校化学教科書 75 冊を分析し、それぞれの教科書の 9 つの内容が導入されているかどうか分析している。これまでの研究の多くが、米国のカ

リキュラムに導入されている同様の教育内容の比較を行ったものがほとんどであった。そこで、本調査は、米国初等理科カリキュラムにおける“Nature of Science”の内容構成を明らかにすることを目的とする。米国理科カリキュラムとして、全米レベルの内容スタンダードである『全米科学教育スタンダード』、さらに、米国理科教科書では、Pearson 社が発行する“Interactive Science”を分析対象として選択した。この理科教科書は、全米科学教育スタンダードが出された 1996 年以降に出版された初等理科教科書の中で、初めて単元として“Nature of Science”を構成した教科書である。そのため、その単元全体の構成を分析した。

まず、米国の理科教育における全米科学教育スタンダードにおける“Nature of Science”の内容を調査した。全米研究審議会によって作成された全米科学教育スタンダードは、教育内容から評価まで理科教育に関わる様々な点に関して、文字通り一つの基準を提案している。教育内容を提案している内容スタンダードは、8 つ内容領域によって構成されている。「科学における統合概念とプロセス」の内容領域をのぞく 7 つの内容領域は、K (幼稚園) から第 12 学年を、K から第 4 学年、第 5 学年から第 8 学年、第 9 学年から第 12 学年と 3 つの段階に分けられており、生徒の発達段階に応じて教育内容が配列されているという。“Nature of Science”の内容は、内容スタンダードの 8 つに分けられた内容領域のうち、「科学における統合概念とプロセス」、「探究としての科学」、「個人的、社会的観点から見た科学」、そして「科学史と“Nature of Science”」4 つの内容領域に横断的に導入されている。

“Nature of Science”の内容は、その内容によって教授・学習の開始時期が異なっている。例えば、「科学の実証性」や「探究スキルについての理解」のような内容は、初等段階から導入されている。その一方で、「観察と推論の相違」や「科学理論と科学法則の相違」などは、第 5 学年から第 8 学年の間で教授・学習するよう設定されている。そのほか、例えば、イギリスでは、1989 年からイングランド・ウェールズを対象としたナショナル・

カリキュラム理科に、”Nature of Science”の内容をカリキュラムに導入している。

理科カリキュラムの分析だけでなく、理科教材に関する分析も行った。本調査では、理科教科書“interactive Science”における単元“Nature of Science”の内容構成を分析した。

①「探究スキルについての理解」を中心とした内容選択

理科教科書では、「探究スキルについての理解」を中心に内容構成されていた。その内容は、「科学者はどんなスキルを使用しますか」、「科学者は、何種類のスキルを使用しますか」など単元”Nature of Science”の中での主な内容は、「探究スキルについての理解」となっている。

②科学者の活動を事例とした説明

この単元では、多くの科学者の活動が紹介されている。科学者の活動を事例に、実際に科学者が実施している探究スキルについて説明している。例えば、第1学年の理科教科書の中でも、米国の植物学者ジョージ・ワシントン・カーバー (1861-1943)をはじめ、たくさん科学者が紹介されている。

③スパイラルカリキュラム方式の構成

単元“Nature of Science”の主題は、第1学年から第4学年まですべて「科学とは何か」である。その上、表1の単元の内容に示されているように各学年で「科学者はどんな問いをたてますか」が導入されている。各学年で同じ主題を取り扱うことで繰り返し学習することとなっている。

## 5. 主な発表論文など

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計2件)

- ①鈴木宏昭, 中学生の“Nature of Science”に関する認識の特徴—探究スキルに関する認識に着目して—, 日本理科教育学会, 平成23年8月20日, 島根大学
- ②鈴木宏昭, 米国の初等理科教科書における単元“Nature of Science”の内容構成—Pearson社の理科教科書を事例として—, 教育実践学会, 平成23年12月4日, 大正大学

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木宏昭 (SUZUKI HIROAKI)  
常磐大学・人間科学部・助教  
研究者番号：90581843

(2) 研究分担者

なし ( )  
研究者番号：

(3) 連携研究者

なし ( )  
研究者番号：