

〔論文〕

## 理科教育研究のフレームワーク

——理論研究と実践研究の相関——

吉 田 淳

名古屋学院大学スポーツ健康学部

### 要 旨

我が国の理科教育は140年以上の歴史がありさまざまな変遷を遂げてきた。明治以来近代日本の科学技術の振興や児童生徒の知識技能の発達を目指して理科教育に関する研究も展開されてきた。近代的な学校制度の確立から国（文部省：現文部科学省）が中心となって教育要領（戦後は学習指導要領）を制定し、統一的な学校教育を確立してきた。理科教育研究は多くの場合欧米先進国の科学教育を日本の実情に合うようにして教育目標や内容を制定してきた。その間、さまざまな科学教育思想を取り入れながら、教育方法の改善に努めてきた結果、国際学力調査などにおいて科学学力は常に上位を維持してきた。しかし、我が国の理科教育研究は現代の欧米における科学教育研究と比較すると、我が国の科学教育研究に未熟な視点も多くこれからの科学（理科）教育を発展すべき課題が残されている。本報では、理科教育研究の将来を見据え今日の課題を提言する。

キーワード：理科教育研究，変遷，今日の課題，教育理論，教育実践

## Framework of the Research in Science Education

——Relationship between the Theoretical and Practical Researches——

Atsushi YOSHIDA

Faculty of Sports and Health  
Nagoya Gakuin University

---

本研究はJSPS科研費JP25282037「東アジア4か国における理科授業分析とその要因の解明」の研究の一部である。

発行日 2017年1月31日

## 理科（科学）教育研究の源流

我が国では明治から現代までの学校教育においては、文部省（現文部科学省）が学校における教育制度とともに、各教科の時間数と内容について法律で決定してきた。明治5年の学制、決められそのほとんどの時間を各教科の学習指導に当てている。理科教育を例にすると、教育制度の大改革<sup>1)</sup>において、明治5年（1872）の学制制定、明治12年（1879）以降の教育令、明治19年（1886）の小学校令においては、教育の目的・目標とともに取り扱う内容が規定されてきた。明治初期の時代には欧米の科学啓蒙書の翻訳書を国定教科書としていたので、教師自身も理解することは並大抵ではなく<sup>2)</sup>、教員養成機関である師範学校の教員でさえ、しっかりした科学教育を受けてこなかったことから<sup>3)</sup>、初期の科学教育は困難を極めたと言える。明治19年の小学校令において「理科」という教科名が使われ、小学校理科の内容については「日常、児童ノ目撃し得ル所ノモノ」として、自然現象や道具機械類を扱われるようになった<sup>4)</sup>。

その後も、科学者や科学教育に関心がある翻訳者が、欧米の科学読み物や科学教育を紹介するようになってきたが、理科教科書はあくまで「読み物」であり、理科は読み物を通して知識を得る教科であった。この考え方は、実に昭和16年（1941）まで50年以上にわたり大きく変わることなく、小学校や師範学校において引き継がれた。この間において、欧米の科学教育思想、特にドイツの科学教育であるユン下の「生活共存体主義」はその当時以降の科学教育研究（高等師範学校の小学校理科教授細目（1892））に強い影響を及ぼした<sup>5)</sup>。指導法に関する研究として、神戸伊三郎（1922）は「学習本位 理科の新指導法」を著し次の5段階の学習過程を提案した<sup>6)</sup>。第一段 疑問（問題の構成）、第二段 課程（結論の予想）、第三段 計画（解決方法の工夫）、第四段 遂行（観察、実験、考察、解決）、第五段 批判（検証、発表、討議）である。この理科学習過程については子ども側に観点をのいた指導法として注目され、その後、「理科学習（筆記）帳」の普及につながった。また、大正8年（1919）の理科教育研究会において、小学校中学年以降であった理科を低学年から始めるべきとする「低学年自然科（理科）」特設運動が始まってきた<sup>7)</sup>。この運動の成果は、昭和16年（1941）の国民学校令における低学年理科「自然の観察」<sup>8)</sup>の導入を持って実現したのである。

第二次世界大戦に敗れた日本は、アメリカ合衆国の教育使節団の指導の下、教育制度の改革が進められ、文部省から教育基準としての学習指導要領（案）が発表された。その後、我が国は学習指導要領に基づく学校教育が展開された。教育課程の改革（学習指導要領の改訂）は約10年ごとにおこなわれ、6回の改訂を経て現在に至っている。

明治初頭以来の理科（科学）教育研究は、文部省が中心となって我が国の教育制度の確立とともに教育内容の開発が行われ、主に欧米の教育制度の導入やその当時欧米で主流であった内容や教育方法の導入が試みられた。明治以前の教育には初等中等教育における科学教育はほとんどなく、各藩で営まれた科学技術の導入に向けた教育はあったにせよ、明治政府が普通教育として科学教育（理数教育）に力を入れたことは当然であった。したがって、欧米の教育を学ぶこととその導入が科学教育にとって必要であった。明治中期（小学校令）は、小学生を対象とした身の回りの事象について博物教育としての傾向を強くしたことで、児童が目撃する様々な事象を扱うことから、小学校理科教育の普及が

図られたことは小学校教育として理科が定着したといえる。一方、その時代の理科教育の革新を進めるうえで、欧米の科学教育思想が紹介され、師範学校附属小学校などにおいて教育実践への反映が試みられたことは、この当時でさえ教育実践を研究として展開し、全国や地域の教員への啓蒙活動に寄与したと考えられる。この点では、優れた一部の科学教育研究者と研究を展開していた附属学校との関係は、新しい理科教育に改善したいとする同じ目的で発展したと思われる。

第二次世界大戦後の学習指導要領の下で、教育目標と内容が規定され、文部省一各県の教育委員会一地域の教育委員会という上意下達の手続きが作られた過程で、学校教育法施行規則は学習指導要領により各教科の目標、内容、方法までも基準化し、その基準に準拠した教科書が使用されるため、全国のどの小学校でも一定水準の教育が行われてきた。そこで、各小学校においてはすべての教科についてのカリキュラムを設定しているが、多くの場合、その地域が採択している教科書に基づいて決定されているのが現状である。

### 教科教育研究の二重構造

文部省主導の教育政策により各教科の教育研究は、大学教員等が行う教科教育研究と学校教員が行う学習指導要領の基準内の実践的研究に二分されているといえる。前者は大学等における教員が自身の研究範囲内で自由に進化発展しているが、学校教育に直接コミットするような実践化し評価することまで至らないことが多い。一方、後者は学校における教師自身が学習指導要領あるいは教科書の範囲内かそれを超えた内容や方法を自身の学校学級で試行することまで止まり、どんなに優れた教育実践であっても自身の自己研鑽の範囲として評価されるが、それを超えることはまれである。

我が国の教科教育の研究については、理論面を中心に展開している大学や研究施設の教員と実践面を中心に展開している小、中、高等学校現場の教員がそれぞれの立場や関心で教育研究を展開しており、相互の関連を図る試みは多くない。学部レベルの教員養成においては、卒業後の教職に就くことを想定した教材についての解説や学習指導要領についての説明が行われ、教育実習に向けた学習指導案作成について触れている程度である。また、教員養成系大学院では研究面が重視されているので、教科内容といってもその背景とする学術研究を中心に教育と研究が推進され、卒業後の教職業務との関連性は極めて低い。約10年前に発足した教職大学院は理論と実践の往還を図るように展開されたが、理論のない指導技術の教授であったり現職教員に依存した実践教育研究であったりし、真の意味で理論と実践の往還を展開することの困難さに直面している。

大学等の教科教育研究については実践に役立たないと教育現場から批判されて、教科教育学とは異なる教科内容学からは、理論のない教科教育と揶揄されることもある。このような状況の中で、教科教育研究として大学などの教育研究機関からも、小、中、高等学校の現場教員からも共有できる研究方策を確立する必要がある。

### 理科教育研究における基本要素

理科教育をはじめ教科教育の研究は、理科教育の背景となる理論研究と理科授業を構想する実践研究が想定される。教育研究が理論面を強調するあまり教育実践とかけ離れてしまうことは研究のため

の研究であり、研究としての価値はあってもさらに教育の実践に寄与できる部分がなければ空虚なものになる。一方、理論には目を向けない実践研究には、その実践者の個性を表現するだけで、研究者集団が共有できる知見にはならない。理科教育においては、図1に示す理科授業を基盤とする中で教育研究を想定することが必要と考える。

理科授業を基盤とすれば、研究すべき対象は教師、子どもと教材である。授業成立の要因からすると、教育の目的と目標であり、学校教育全体からの位置づけとすると理科という教科の役割についての省察が必要である。

- (1) 理科目標の研究：我が国は、学習指導要領の範囲内で各教科の目標と内容が規定されている。しかし、教育目的の全体が、その時代や未来社会を形成する人間を育成することから、どんな目的の下に各教科の目標の在り方を研究することは極めて重要である。これは、第二次世界大戦後の我が国が学習指導要領の根幹を論議され、その時代の現状とこれからの日本社会の在り方を探る中で改定されてきた。社会の変化や社会からの要請が教科の目標や教科ごとの内容構成に影響してきた。この点では、欧米諸外国の科学教育を直接的または間接的に参照しながら、日本の学校にふさわしい目標や内容を取り入れてきた。多くの理科教育研究者は欧米諸国のさまざまな教育思想を研究し紹介するとともに、学習指導要領に組み入れてきた。一方、日本独自の教育諸問題や社会変化に応じて、高度な内容や方法への批判も生じ、「ゆとり教育」の導入のもとに、人間性の育成や個性化時代、生きる力の育成などの全体的な教育方針が打ち出され、授業時間数の削減や教科内容の縮減などが約30年間にわたり繰り返されてきた。国も教育政策に対して、科学教育の思想が検討され理科教育研究の立場から十分な反論があったとはいえない。1970年代に普及した探究的学習の重視から、1980年代後半には理科嫌い・理科離れの風潮が、低学年理科の廃止やゆとり教育の拡大につながった。

- (2) 教師の資質に関する研究：教員の養成は多くの場合教職課程を設置している大学の教職課程で行われている。教員養成を主目的としている課程や学科においてさえ、教員免許法の範囲（最低履修単位）内で教育課程が設置されており、選択科目や副専攻の科目などで卒業要件を補っ

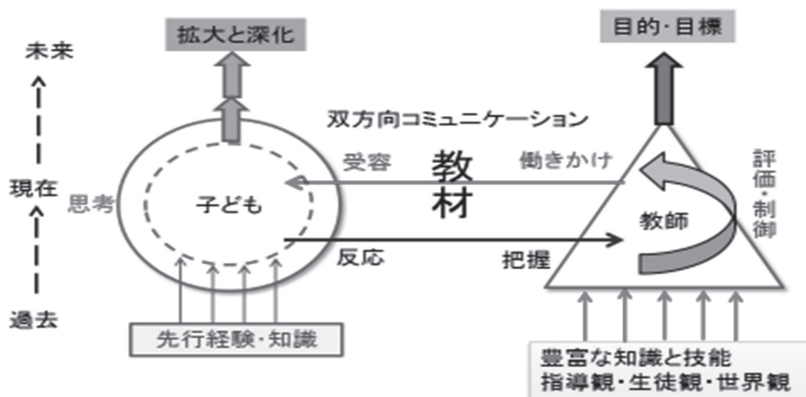


図1 理科授業を基盤とする教育研究のフレーム

ている。教員免許法は、それぞれの科目（現在はシラバスの範囲を要求）の単位数を規定しているため、教職課程の具体的な内容や方法、評価基準などは各大学の設置にゆだねられている。この点では、真に必要とする教員の資質を十分に検討したうえで教職課程が設置されていないため、大学間あるいは大学内においても統一されていない。教員として必要とする資質能力の育成は、養成段階の発展として、採用と研修に依存している。残念ながら、我が国では養成段階と研修段階の整合性、連続性に関する研究は未成熟で、教科指導の専門性育成は大きな課題である。

- (3) 理科の内容—教材研究：教科目標の変遷とともに教科内容の規定も時代とともに変化してきた。学習指導要領で規定された内容から具体的な学習指導で取り扱う教材は、ある態度の範囲内で自由な部分がありその地域や児童の関心などにより、教師が創意工夫してきた。理科学習における直接経験を重視し、内容に合わせた観察実験の器具装置などが開発され、同時に補助的な教育メディアについても、模型やモデル、スライド、動画などさまざまなものが使用されるようになった。開発され教材教具をどのように活用するかは、教師の学習指導の考え方や指導スキルにより、適切に導入されてきた。理科の場合には教師や教材供給企業が開発した教材教具の使用が盛んになってきた。また、各地の教育センターなどが教員向け「観察実験講座」が盛んに開催され、多くの小・中学校教員が研修を通して授業への導入が図られた。教材の開発は、大学における理科教育研究者のみならず小、中学校の教員は自身が開発工夫した教材を、積極的に理科授業に導入し教育的成果をあげてきた。小学校に限れば、地域の自然の事象を取り入れたり、身近な物を使ったモノづくりを工夫したりしている。一方、小学校には理科の指導を得意としない教員も多数おり、教科書に掲載された教材の取り扱いが十分ではないこともある。
- (4) 子どもの学習に関する研究：教材研究を進める上で、子どもたちが教材とかわりどのように学習するかについて研究することは重要である。子どもの学習については心理学（教育心理学・発達心理学など）を基盤に研究が進められてきたが、その教科ならではの学習については心理学を応用発展しながら展開している。理科では自然の事物・現象を対象としているので、子どもがそれらをどのように見て学ぶかを解明する必要がある。その学習過程においては、子どもの記憶（具体的にはイメージや言葉、比喩）やものの見方や考え方（対象との比較関係づけ、因果関係、時系列の認識など）に依存し、子どもの持つ背景や傾向により子ども固有の学習が展開される。

子どもの学習実態や傾向は、授業から離れて行う場合と授業直後の学習状況の評価として調査する場合がある。前者の場合は、国際学力調査や全国学力調査など全体の学習状況を把握する中で問題点や課題を抽出し、カリキュラムや学習指導の改善を図る。地域や学校レベルで行われる場合も、学習指導の効果や改善への方策を導くために研究される。後者は、学校における学習指導の一環として、一般的に子どもの学習状況を把握し評価する活動として研究される。

一方、子どもの学習自体に焦点を当て、心理学的な追及から「子どもの学び方」を解明する研究も盛んになってきた。学級集団あるいは特定の子どもが、どのような内容をどのような過程で理解したり、あるいは、間違った理解に至ってしまったのかを詳細に研究する。この場合

には、筆記式の調査よりもインタビュー調査などを通して、詳細な分析を行い子ども固有の理解の仕方を追及する方法である。この研究により、教師のはたらきかけや評価など学習指導の改善に効果をあげている。

- (5) 学習指導と評価に関する研究：この研究は、学校教員が独自にまたは同僚教員と連携して学習計画から授業実践、評価を研究する。学校独自に自らの教育課題や目標を掲げ、教材研究から子どもの学習状況調査などを基盤に、学習指導法の改善を目指す実践的な研究である。学校や地域の学校が「授業研究」として、組織的継続的に取り組む研究で、研究指定校などが中核となって展開される。この実践的研究は、教育の質的改善を目指し、革新的な教材や学習指導を目指すことが多く、大学等の教育研究者との共同で推進されることもある。

学校の教員による授業研究は、欧米の学校教育においてはあまり展開されてこなかったが、教員の資質能力の改善を図る目的で導入されるようになってきた。我が国では長い間授業研究やその基礎としての教材研究を熱心に推進してきた教員が多く、学校教育の水準を高めてきた。しかし、昨今では教師自らが実践を通して授業研究を展開する機会が減少してきた。

- (6) 学習環境に関する研究：授業は、教師、子ども、教材のほかに学習を支える環境の整備充実が必要である。理科授業は、理科室で行われる場合と通常の学級の教室で行われる場合がある。物的環境としての教室には、理科だけではなくさまざまな教科等に関する掲示物は、教科への関心を高めたり、学習過程を振り返ったりする役割を持つ。理科室の環境は子ども自身が観察、実験などを行うために機材や器具装置・薬品などを機能的に配置し、利用しやすさと安全面を研究する必要がある。このほかに、コンピュータや携帯端末、電子黒板や映像投影装置などは授業を進めるうえで必要な情報を検索したり、情報などを提示したりするために欠くことができない。最近では、子ども一人一人が情報端末を活用し、情報収集や発表・交流の手段として活用する研究が求められる。

学習環境の中で、教師を含めた人的環境についても学習を展開するうえで重要である。特に、学級における人間関係の確立は、学級内の学習の雰囲気や学習集団として協働的な取り組みができる条件や方法を研究する必要がある。人間関係や学習習慣を構築する役割は教師自身にある。担任教師や教科の教師が子どもの状況をとらえ相互の信頼関係の確立する学級経営と教科指導の研究を深めるべきである。

これまで、理科授業を中心とする要素について論じてきたが、理科教育の理論と実践を対比させて考察すると、表1のように考えることができる。

教科教育の研究は、理論的側面を実践の中でどのように応用するか、実践を通して理論の修正や限界を評価し、より良い理論の構築が求められる。すなわち、教科教育の発展深化には、理論と実践の往還させる研究が必要不可欠である。

## 日本と欧米における科学教育研究のパラダイム

- (1) 我が国の理科教育研究は明治来行われてきたが、現在においても継続している「日本理科教育学会」は60数年の歴史を持ち、理科教育研究を充実発展させてきた。毎年全国大会が開催されているが、

表1 理科教育研究における理論的側面と実践的側面の対比

| 理論的側面                                                         | 実践的側面                                                                            |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| ●理科教育論（目的・目標）<br>なぜ理科教育が必要か？<br>理科学習指導における目標構成                | ◆学習指導要領の解釈<br>学校教育における理科<br>教科書，資料の活用                                            |
| ●科学論<br>科学とは何か？<br>科学の本質（Nature of Science）                   | ◆理科の特徴は何か？<br>理科と他教科の関連<br>総合的な学習との関連                                            |
| ●理科学習論<br>科学をどのように学ぶか？<br>認知論，構成主義，経験主義                       | ◆学習の方法<br>探究の過程，問題解決，わかり方<br>理科における「学び」の実態                                       |
| ●カリキュラム論<br>理科の目標や内容は？<br>子どもの発達／社会からの要請<br>内容構成              | ◆理科学習指導計画<br>理科の学習をどのように展開するか？<br>子どもの学習経験／単元の意義<br>単元目標，授業目標<br>単元構成の具体 授業構成の具体 |
| ●学習指導論<br>どのように学習指導を展開するか？                                    |                                                                                  |
| ●理科教材論<br>どのような教材がふさわしいか？                                     | ◆教材の具体<br>観察・実験／教育メディアの使用<br>ワークシートの作成……<br>デジタルコンテンツ開発と活用研究                     |
|                                                               | ◆授業実践と創意工夫＝指導技術<br>子どもの関心・意欲の喚起<br>授業のストラテジー（発問，応答）<br>人間関係，個人差，性差への対応           |
| ●学習評価論<br>評価の意味と方法<br>どのように評価するか？                             | ◆学力評価<br>観点別評価／子どもへのフィードバック<br>学力診断                                              |
|                                                               | ◆授業研究<br>学校における研究の取り組み<br>どのように授業改善を図るか？                                         |
| ●教師教育<br>理科の教師の資質とは何か？<br>教員養成と現職教育<br>教員研修の意味と方法<br>研究会や関連学会 | ◆理科教育の実践研究<br>学校としての取り組み（校内研修）<br>教育組織としての研修（悉皆研修）<br>教員による教育技術などの改善             |

研究分野としては次の13分野<sup>9)</sup>を設定し，発表者はそのどれかを選択している。

①教員養成

②理科教育論，理科教育史

③諸外国の科学・理科教育

- ④教育課程, カリキュラム
- ⑤学習心理, 教育評価
- ⑥授業研究, 学習指導
- ⑦幼児教育領域環境, 生活科
- ⑧物理教材, 教育法
- ⑨化学教材, 教育法
- ⑩生物教材, 教育法
- ⑪地学教材, 教育法
- ⑫総合理科, 環境教育, STS教育
- ⑬教育工学, 視聴覚教育

この中で、⑦に生活科教育が追加され、⑫の総合理科、環境教育にSTS教育が加えられたが、他の分野は過去40年間ほとんど変更されていない。

(2) 全米科学教師協会 (NSTA) 50周年を記念して出版された科学教育と学習における研究ハンドブック<sup>10)</sup>において、全米を代表する科学教育研究者が次の5部門, 19分野の科学教育研究をあげている。

- 第1部 教育 (Teaching) : (1) 教師教育 (Teacher Education), (2) 科学教育における教授方略 (Instructional Strategies for Teaching Science), (3) 科学における実験教育 (Using Laboratory Instruction in Science)
- 第2部 学習 (Learning) : (4) 科学知識の獲得: 認識における経験的基盤 (The Acquisition of Science Knowledge: Epistemological Foundation of Cognition), (5) 科学における代替概念 (Alternative Conception in Science), (6) 科学学習における情意的次元 (The Affective Dimension of Science Learning)
- 第3部 問題解決 (Problem Solving) : (7) 小学校における問題解決 (Problem Solving: Elementary School), (8) ミドルスクールにおける問題解決 (Problem Solving: Middle School), (9) 地球科学における問題解決 (Problem Solving: Earth Science), (10) 遺伝における問題解決 (Problem Solving: Genetics), (11) 化学における問題解決 (Problem Solving: Chemistry), (12) 物理における問題解決 (Problem Solving: Physics)
- 第4部 カリキュラム (Curriculum) : (13) 科学カリキュラムの目的 (Goals for the Science Curriculum), (14) 科学における評価 (Assessment in Science), (15) 科学の歴史と原理 (The History and Philosophy of Science), (16) 科学教育における教育技術の使用 (The Uses of Technology in Science Education)
- 第5部 文脈 (Context) : (17) 学校および学級の雰囲気 (Classroom and School Climate), (18) 学級におけるジェンダーの問題 (Gender Issues in the Classroom), (19) 学級における文化多様性 (Cultural Diversity in the Classroom)

(3) N. G. Lederman, A. K. Abell (2014: Roulledge) が編集した Handbook of Research on Science Education, Volume II では、次の6部門44の研究が集約されている<sup>11)</sup>。

第1部 科学教育研究の理論と方法 (Theory and Methods of Science Education Research) : (1)

- 科学教育研究のパラダイム (Paradigms in Science Education Research), (2) 質的研究のデザインとアプローチ (Quantitative Research Designs and Approaches), (3) 現代の質的研究: 必要とされる研究の展望 (Contemporary Qualitative Research: Towards An Integral Research Perspective)
- 第2部 科学学習 (Science Learning) : (4) 生徒の概念と概念変容 (Student Conceptions and Conceptual Change), (5) 科学的態度, 科学への認識と抱負 (Attitudes, Identity and Aspirations Towards Science), 学習環境: 歴史的, 現代的展望 (Classroom Learning Environments: Historical and Contemporary Perspectives), (7) 校外における化学学習 (Learning Science Outside of School), (8) 教育・学習の進歩: 国際的展望 (Teaching Learning Progressions: An International Perspective)
- 第3部 科学学習における多様性と公平性 (Diversity and Equity in Science Learning) : (9) 科学教育における人種と民族文学への解放と批判的統合 (Unpacking and Critically Synthesizing the Literature on Race and Ethnicity in Science Education), (10) ジェンダー: これまでの経緯, 現状, 将来への期待 (Gender Matters: Building On The Past, Recognizing The Present, And Looking Towards the Future), (11) 科学教育における英語を言語とする学習者 (English Language Learners in Science Education), (12) 科学学習における特別な要求と才能 (Special Needs and Talents in Science Learning), (13) 都会の状況における科学教育: 新しい概念ツールと実現の可能性 (Science Education in Urban Contexts: New Conceptual Tools and Stories of Possibilities), (14) 地方の科学教育: 新しい知見, 転換, 定義の拡張 (Rural Science Education: New ideas, Redirections, and Broadened Definitions), (15) 原住民や少数民族の生徒のための文化的道義的な科学教育 (Culturally Responsive Science Education for Indigenous and Ethnic Minority Students)
- 第4部 科学教授 (Science Teaching) : (16) 一般的な教育方法と方略 (General Instructional Methods and Strategies), (17) 科学教育と学習における対話実践 (Discourse Practices in Science Learning and Teaching), (18) 遠隔科学学習の有望挑戦的技術 (Promises and Challenges of Using Learning Technologies to Promote Student Learning of Science), (19) 小学校の科学教育 (Elementary Science Teaching), (20) 学際的科学教育 (Interdisciplinary Science Teaching), (21) 高等学校生物教育カリキュラムの開発: 20世紀から21世紀の実行, 教育および評価 (High School Biology Curricula Development: Implementation, Teaching, and Evaluation from the Twentieth to the Twenty-First Century), (22) 物理教育 (Teaching Physics), (23) 高等学校化学教育のさまざまな側面 (The Many Faces of High School Chemistry), (24) 地球システム科学の教育 (Earth Systems Science Education), (25) 環境教育 (Environmental Education), (26) 理科授業における探究から科学的実践 (From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom)
- 第5部 科学におけるカリキュラムと評価 (Curriculum and Assessment in Science) : (27) 科学的リテラシー, 科学リテラシーと科学教育 (Scientific Literacy, Science Literacy, and

Science Education), (28) 合衆国における科学カリキュラム改革史 (The History of Science Curriculum Reform in the United States), (29) 科学授業における科学的実践と探究 (Scientific Practices and Inquiry in the Science Classroom), (30) 科学の本質についての教育と学習の研究 (Research on Teaching and Learning of Nature of Science), (31) 科学の本質の評価に関連する発展的展望 (The Evolving Landscape Related to Assessment of Nature of Science), (32) 科学教育における文化的な展望 (Cultural Perspectives in Science Education), (33) 世界の原住民のための科学における文化的に適切な学校教育: すべての人々のための科学リテラシーのストレス (Culturally Relevant Schooling in Science for Indigenous Learners Worldwide: Stressing the All in Science Literacy for All), (34) カリキュラムの重点としての社会-科学的問題: 理論, 研究と実践 (Socioscientific Issues as a Curriculum Emphasis: Theory, Research and Practice), (35) プロジェクト評価: その歴史, 評価と現状 (Project Assessment: Its History, Evolution, and Current Practice), (36) 大学以前の工学教育 (Precollege Engineering Education), (37) 科学教育評価の批評 (Review of Science Education Program Evaluation), (38) 教授評価の中核的役割 (The Central Role of Assessment in Pedagogy), (39) 科学教育の大規模評価 (Large-Scale Assessments in Science Education)

第6部 科学教師教育 (Science Teacher Education): (40) 教育実践理解の発展: 科学教師学習 (Developing Understandings of Practice: Science Teacher Learning), (41) 理科教師の態度と信念: 実践の改善 (Science Teacher Attitudes and Beliefs: Reforming Practice), (42) 理科教師の知識研究 (Research on Science Teacher Knowledge), (43) 科学を教えるための学習 (Learning to Teach Science), (44) 科学の現職教育プログラム研究 (Research on Teacher Professional Development Programs in Science)

我が国の (1) 理科教育研究分野と (2) および (3) アメリカの科学教育研究分野を比較すると, アメリカの科学教育研究分野が詳細に分類されているのに対して, 我が国は分類が詳細ではない。また, 「科学教育研究のパラダイム」のように研究分野や研究方法の定義とその広がりや「科学学習における多様性と公平性」など多民族国家であるアメリカならではの研究がみられる。さらに, カリキュラム研究については, アメリカは1990年代まで統一的な教育基準が設定されてこなかったため, 自由で多様なカリキュラム開発がさまざまな研究機関で展開されてきた。1995年に全米科学教育基準 (National Science Education Standards) が提案されるまでは, 伝統的に各州が基準を設け従っていたため, 州ごとで目標や内容が異なっていた。教育基準が提案されてからも, 全米基準を参考にしながらアメリカの50州はそれぞれのスタンダードを設定してきた。

一方, 我が国の理科教育研究は伝統的であったが, 授業実践に関する研究として授業研究は独特であった。この授業研究に関しては「学習指導と評価に関する研究」において前述したとおり, 現職教育として小, 中学校の教員間で展開され教員の資質能力の向上に寄与してきた。この点は, アメリカにおいても着目されるようになって「科学授業における科学的実践と探究」として研究分野になってきた。

## 提言：理科教育研究の今日的課題

これまで述べてきたように、我が国の理科教育研究は欧米の科学教育を、日本流に取り入れて発展してきた。教育政策としては、今日の学習指導要領による学校教育の標準化はある程度成功してきた。一方、理科教育学研究として理論面、実践面において次の分野については、研究が充実しているとは言えない。

- (1) 理論的研究と実践的研究の往還：大学等における研究者は理論的研究を推進するあまりに教育実践へ反映することを考慮していないことが多い。反対に、学校の教師は理論的背景を検討しないまま経験的に実践的研究を展開する。双方の研究が十分に交流するために、学会等においては理論面を実践者に理解しやすいような環境や情報提供を図るべきである。
- (2) カリキュラム研究の開発：これまで述べてきたように、我が国は学習指導要領という統一的な基準が設けられており、教科書においてもその基準に対する検定が行われている。したがって、独創的なカリキュラムを開発しても反映すべき実践がない。カリキュラム研究では特定分野領域の知識技能を伸長するカリキュラムの構築と実証する学校教育の実現が求められる。
- (3) 科学の文化社会的側面と科学教育の関連についての研究：科学の発達が技術や社会に与えた影響は大きい。また、環境問題や人間にたいする様々な影響が現代社会にもたらされた。物理学、化学、生物学を背景としてきた伝統的な理科の内容構成は、将来自然科学を学ぶエリートにとっては必要であったが、ほとんど多くの国民にとっては自然科学の知識技能を活用できない。また、その事実を見据えた生徒は理科離れ理科嫌いになっている。科学そのものは文化社会的側面を強く持っている。理科教育では自然科学の概念や法則の理解だけではなく、科学の社会文化的な意義や人類に与えた影響などについても取り扱う必要があり、そのための基本的な研究から教育実践に向けた研究を深める必要がある。
- (4) 理科教育における社会的文脈：理科の授業では、児童生徒はさまざまな背景がある。これまでわが国では比較的単一の価値観を背景とする集団である国民を扱ってきた。社会の格差が広がるとともに、外国人子女が通常学級に加わり日本語を母語としない児童生徒が急増している。国語上の問題だけではなく、その民族の文化歴史的背景や価値観の相違がある。人口の減少が急速に進むと、このような社会の多様化は今後急速に進展する。そのための多様性を理科教育の中でどのように扱い方についての研究が求められる。また、理科学習では他国に比べてもジェンダーによる関心意欲の差異が大きい。このことも、女性がさまざまな分野で活躍することを期待するなら、理科教育がジェンダーを解消、あるいはジェンダーによる格差を生かす教育の確立が必要で、そのための基本的研究が求められる。
- (5) 授業研究：学校教員による授業研究は教員の自己研修や悉皆研修として行われている。しかし、大学等の研究者が授業研究に関与する機会は多くはない。大学等の研究者と学校教員の共同研究で、教育理論学習理論とその実践化について検討し、実践を通じた分析・考察により、理論の妥当性と学習効果を評価する研究が求められる。大学等の研究者と学校教員の共同研究が授業研究の質の向上を図ることができる。

- (6) 教科に関する教育学・心理学と一般（原理としての）教育学・心理学の相互作用：教育学や心理学の研究者には、学校教育の教育実践にコミットして指導助言している例は少なくない。教育方法学や教育心理学の分野では、教育実践に関与しながら分析考察する研究が展開されている。教科教育学の研究者も特定教科について学校教育にコミットし、授業の分析や評価に携わっている。しかし、教育方法学や学習心理学分野の研究者が、教科教育学の研究者と研究交流する機会はまれである。相互に補完し合いながら優れた研究に発展させることが求められる。

## 付記

本報は、2015年12月に開催した「第1回名古屋学院大学教科・教職研究会」において筆者が提案した内容を、理科教育科学教育に限ってさらに詳細に言及したものである。また、本研究は、平成25-28年度科学研究費補助金 基盤研究（B）課題番号25282037「東アジア4か国における理科授業分析とその要因の解明」の研究の一部である。

## 引用文献

- 1) 板倉聖宣（1968）「日本理科教育史」，第一法規，PP. 72-87，PP. 119-126，PP. 159-169
- 2) 同上，PP. 91-100
- 3) 同上，PP. 100-101
- 4) 同上，PP. 169-180
- 5) 同上，PP. 195-197
- 6) 同上，PP. 296-302
- 7) 同上，PP. 321-326
- 8) 文部省（1939）「自然の観察」復刻版（1976）広島大学出版会
- 9) 日本理科教育学会（2016）「日本理科教育学会第64回全国大会論文集」
- 10) D. L. Gabel (1994) Handbook of Research on Science Teaching and Learning, National Science Teachers' Association.
- 11) N. G. Lederman, A. K. Abell (2014) Handbook of Research on Science Education, Volume II, Roulledge.