

## 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 5月11日現在

機関番号：13902

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21730693

研究課題名（和文） 論理的思考力・表現力を育成する『理科指導力』を培う教師教育プログラムの開発研究

研究課題名（英文） A Research for the Development of Teacher Education Program to Foster Teacher's "Science Teaching Ability" for Promoting Students' Logical Thinking and Representation Skill

研究代表者

平野 俊英 (HIRANO TOSHIHIDE)

愛知教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：70325033

研究成果の概要（和文）：本研究は、観察・実験に基づく討議・質疑等の検討を通じて学習者が科学的概念を実感を持って構築する理科授業を志向し、理科指導力を育成する教師教育プログラムを開発する基礎的研究である。文献研究と国際調査から、教員養成で目標に掲げる理科指導力のあり方を検討した。また、実態分析を総括して、教員養成の理科教育法科目や教員免許更新制講習での理科的指導力育成に向けたカリキュラムや評価指標を検討し、試行を行った。

研究成果の概要（英文）：It is hoped that students can build scientific concepts with some actual feelings through their examination such as questioning and discussion based on their experiment in science lessons. From that point of view, this research is a basic study to develop a teacher education program fostering teacher's science teaching ability for promoting students' logical thinking and representation skill. From the documents study and international investigation, the condition of science teaching ability is examined to advocate with the aim of the teacher training program. In addition, it is examined and tested the curriculum and assessment index for fostering teacher's science teaching ability in the university's science teaching method course or the renewing teaching certificates course, based on the actual situation analysis.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学、教科教育学

キーワード：各教科の教育、理科指導力、論理的思考力、表現力、教師教育

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 代表者はこれまでに、小学校電磁気領域での学習者の概念形成、カリキュラム構成と概念形成との関連性、実験・観察結果の論理性吟味と概念形成との関連性などに関する

研究を行った。これらより、理科という教科を性格づける「観察・実験」活動において、何を理解するために、何を課題として意識させ、どのように予測させ、どのような方法や結果によって検証に至らせるかという、すな

わち「科学の方法」と「科学的な思考」の働き如何で概念形成に有意差が生じること、現行の学習者ではこれら2つの働きが十分に機能できておらず、概念達成度が低下傾向にあることが指摘された。よって、学習者による教科の基礎・基本の完全習得を目指す学校理科教育は、これらの課題へ適切に対処することが急務であると考えられる。

(2) 教師が保持すべきものに提起する『理科指導力』は、高度経済成長期の日本の初等理科教育における授業研究協議活動を通じて見出されてきた実践的知見と、80年代以降の認知科学・科学哲学の影響を受けて理論展開されている社会構成主義的学習論との融合により規定される、学習者の主体的な観察実験活動とその後の学習集団構成員による討論活動からなる理科授業の中で発揮されるものと考えている。本研究で重視している『理科指導力』の中で重要な役割を果たすと考えられる、学習者の「論理的思考力」と「表現力」を育成することは現在、教育目標として学習指導要領等に掲げられることはあっても、実際には教育実践レベルでは定着されておらず、学習文脈や学習知識に依存しない単なる言語活動（コミュニケーション）の充実といった形で誤解して受けとめられている場合が少なくない。また、学習者を科学者のごとく見立てたうえで、探究心を生み出させるために初発の驚きや感動を大事にしたいという理由付けのもとで教科書等の情報を事前に提示せず、また、考えを持たせたり、掘り起こしたりさせずにゼロから自然の事物現象に向かわせる、といった根拠を伴わせない発見至上主義の授業も広く浸透している。この場合、発見に至った学習者にとっては確かに効果のある授業が展開されたと思われるが、その他の学習者にとっては理科的な意義を見出せない授業となっている。そのため、本研究が提起する『理科指導力』は科学の本質から離れた異質なものと、理科を専門とする教師からも誤解されている場合が多い。かえって、認知心理学的な教育アプローチを心得ている教師によって支持がなされる場合が多いようである。さらには、「論理的思考力」や「表現力」はどこか一時点で形成されるものではなく、学習者に意識付けを行う機会と日頃の指導の積み重ねとの相乗効果によってでしか獲得されない能力であると考えられるが、長期的なスパンで育成を考えるという視点はこれまでの教育課程や教員養成プログラムにおいて具体的には提示されてこなかったように思われる。

## 2. 研究の目的

(1) 本研究は、初等・中等教育段階にある学習者が『誰から見ても根拠が明確で、納得して使用ができる』科学的概念を『観察・実験

の結果に基づいて学習集団内での討議や質疑の活動での検討を通じて』実感を持って構築していくことに『意義を見いだす』理科授業づくりに向けて、このような授業を推進していくための『理科指導力』を備えた理科教師を育成するプログラムのカリキュラムと学習評価指標を開発するために基礎的研究を行うことを目的としている。なお、『理科指導力』において重要な役割を果たすと考えて本研究で重視していくものは、既知の科学的概念に裏打ちされた論理的思考力と表現力の獲得、ならびにその獲得支援方略の理解である。

(2) 戦後に日本の理科教育動向の影響を受け、経済成長後は欧米の学習論に軸足をシフトしてきた韓国や台湾などの東アジア諸国と日本の間で、理科授業や教師教育プログラムの比較分析を行い、その結果から『多人数学級編制による観察・実験を通じた学習指導』という東アジア型の理科授業様式において本研究が重視する『理科指導力』の有用性とその開発のあり方についての検証を試みる。

## 3. 研究の方法

本研究は設定した2つの目的を鑑みて、次のような、文献研究・実態調査・外国調査から構成する。これらを踏まえて総括的に、『理科指導力』を育成するプログラムのカリキュラムと学習評価指標を作成し、提案する。

### [文献研究]

- ・教大協等が提案している理科教員養成モデルカリキュラムにおける「論理的思考力」・「表現力」の育成の位置づけや・学習評価指標の設定等の現状分析
- ・Pedagogical Content Knowledge（授業を想定した教材化のための知識）研究から得られる知見に基づいた、「論理的思考力」「表現力」の育成時における学習内容文脈の設定に関する研究
- ・授業ビデオや学習者の筆記物等の記録に基づいた授業分析方法、ならびに論理的思考力や表現力という分析観点の設定に関する研究

### [実態分析]

- ・教員養成系学部学生や理科教師における生徒の「論理的思考力」・「表現力」の育成意識に関する実態分析
- ・学校理科を履修する学習者や教員養成系学部学生における「論理的思考力」・「表現力」の獲得意識に関する実態分析
- ・『理科指導力』を意識して教育実践を行っている教師の理科授業実践の実態分析、ならびに指導力獲得に関するエピソードのインタビュー

### [国際調査]

- ・台湾の学校教育・教師教育のシステムと教育プログラム・学習評価指標の分析

## ・台湾の理科授業実践の実態分析

### 4. 研究成果

#### (1) 理科指導力に対する捉え方

教大協「モデル・コア・カリキュラム」研究プロジェクトによって、中学校教員養成における教科の到達目標・確認指標の検討がなされ、2007年3月に報告されている。理科においては、教材の提示、わかりやすい知識の伝達、適切な観察実験活動の運営、的確な授業設計・準備・運営ができていないかを判断する項目で構成されており、目指す授業実践は教師主導の一斉指導型を想定したものであると受け止めることができる。そのため、本研究で扱うような、生徒の「論理的思考」や「表現力」の育成に関わる事項の記載は無い。これらを重視する授業実践を行うには生徒同士の考えに基づき討議やコミュニケーションによって展開する必要がある。単に教育臨床的な見地から「学習者の把握と指導へのフィードバック」を行う意味でコミュニケーションを重視するのではなく、理科という教科が問題解決的な学習活動を理念に置き、見通しや目的意識のある観察・実験を実施してきまりや法則を見出したり、概念や理論の適応度を吟味したりすることによって、科学の説明体系が社会的に構成されていることを知る意味でも重視するのである。学習指導要領の目標分析によって「論理的思考」や「表現力」は考慮が必要な事項として理科指導者に意識されるべきものであるものの、教育実習生の力量判断には不向きとして設定が敬遠されているか、学校教育と教員養成に整合が無く断裂状態にあるのではないかと考えられる。到達目標や確認指標において蔑ろにされることは、生徒に適切な科学観を育成する上で課題になりうる状況である。

現在、アメリカ合衆国の全米科学教育スタンダードの改訂が進められているが、この改訂での理念的背景の1つに「科学と工学の実践」の理解について推進していくことが位置づけられている。科学と混同・誤解が多い工学も取り扱い、これらの本質的な性格やプロセスの違いを教員に理解させるとともに、そのうえで科学や工学の本質やその実践の特質に根ざした授業実践を初等・中等科学教育で行わせていくことで一般市民の理解や科学・工学分野の人材育成を進めようとしている。これまでの探究(Inquiry)から実践(Practice)へと科学教育振興のキーワードが変わることによって、科学者の個人的な問題解決活動だけでなく、社会的活動の側面を含めたものへと科学のプロセスの捉えが再定義され、これを重視するように科学教育の目標修正がなされたわけである。この傾向は、本研究で国際調査を行った台湾においても

見られる。2003年に義務教育段階の小・中学校9年間の一貫教育課程が公布されたが、2008年には改訂されて2011年から施行されている。科学教育は「自然と生活科技」学習領域で行われるが、この学習領域は科学と技術・家庭、情報が統合された合科的性格をもつものである。8つの科学素養として挙げている、①プロセススキル、②科学と技術の知識理解、③科学と技術の本質、④科学技術の発展、⑤科学的態度、⑥思考知能、⑦科学の応用、⑧設計と製作を育成することがねらいとされる。合科による必然ではあったものの、科学と技術の対比的な理解や思考技能の育成、実践的活動の重視が位置づけられている。台湾で訪問視察した小・中学校の理科授業実践からは、30人弱の定員による学級編成のもとで普段はプロセススキルや問題解決を重視した観察・実験活動の実施や問いへの応答が中心であるが、特にSTS(科学・技術・社会)に関連する学習を導入・実施する場合には、思考知能や創造的な議論、応用的実践を反映した授業実践が展開されていた。また、台湾の教員養成においては、例えば国立新竹教育大学教育学院が初等教育教員の育成目標に掲げるコア・コンピテンシーに探究と創造力、内省と批判的思考力、コミュニケーションと協調力などを挙げているように、児童生徒だけでなく教師にも、指導実践において「論理的思考」や「表現力」を働かせた反省的実践家としての職能発達を求めていることがうかがえる。政府教育部によって実証的な教育実施記録や学習者の成績に基づいた教育評価が学校や大学に対して実施されることから、台湾でのこれらの取り組みは、教師達によって熟慮されたうえで行われていることが考えられる。

教員養成の段階で、児童生徒の理科での「論理的思考」や「表現力」の育成に関する教師希望者の意識を促すには、これらの必要性を伝えるだけではなく、理科指導における観察・実験の位置づけの理解や、観察・実験結果によるきまり・法則の推論と概念・理論の吟味との違いの理解、また、言語的表現に基づいた評価活動の必要性の理解について総合的に意識化できるかが重要になるものと思われる。

#### (2) 理科指導力育成のための教育環境

本研究で設定した理科指導力を意識した教育実践をしておられる小・中学校教師の理科授業実践について実態分析を行った。その結果、次のような「児童生徒の考えを表出させたうえで繋ぐ」ための特徴が、教育環境の中で見られた。①納得的理解のために行う探究的な活動を授業展開内に位置づけ、児童生徒の主体的な意欲や計画に基づく活動の出現を支援している、②探究的な活動に関わる

計画や結果・理由等について詳細な記録を児童生徒に求めており、さらにグループや学級内で記録内容を紹介し合ったり共通性や差異性等について議論したりしている、③教師が児童生徒の発言やそれらの関係性を板書等で記録・補足説明しており、いつでも振り返って辿ることができるようにしている、④児童生徒の使用する言葉に注意が向くように、教師等によって問い返しや翻訳、他者意見の要求を行っている、⑤探究的な活動によって理解したことを活かして他課題を解決するような応用場面を導入しており、他者意識のある科学的説明の構築・展開をねらっている。

これらの教育環境要素は、取り扱う学習領域（例えば、物理・化学か、生物・地学か）や学習事項（きまり・法則の導出など帰納的学習活動か、概念・理論を吟味する演繹的学習活動か）、学習素材（身近な素材か、初見の素材か）の違いによって影響を受けており、実際の構成方法は文脈に依存して判断される必要があるため、習得することは難しいものと考えられる。

### (3) 理科指導力を育成するカリキュラム・学習評価指標の検討

理科指導力の育成をめざして、学校教育や教員養成の実態から捉えた課題事項について解消をねらうカリキュラムやそこの学習評価指標について検討を行った。その一部について紹介する。

教育学部理科専攻の学生は観察・実験の意義を発見的な探究活動や、理科学習への興味関心付けにあると捉える傾向が強い。理科学習は観察・実験の行為だけでは完結しない事実直視できていない。このことから、教員養成の理科教育法科目において「知識習得における観察・実験の位置づけの再考」や「演繹的アプローチによる検証的実験の学習者への有効性の理解」を提示、理科授業の構成方法について視野を広げることを意図した演習をカリキュラム内に導入して試行した。学習内容についての予習活動を授業前に導入した、学生にとって異質と受け止めるタイプの理科授業VTRを視聴させると共に、その前後で知識習得に向けた指導に関する学生自身の考え方を問うアンケートを実施し、視聴前後での回答変化から児童生徒にとっての有効な学習方法やその内容依存性、観察・実験を伴う論理的な思考展開の多様性、さらには児童生徒の表現力の育成とそれに基づく評価の必要性に関する意識変化を自覚させるようにした。用意した理科授業VTRが提供する学生の認知的ギャップが大きかったことにより、学生にとって印象深く意識変化をもたらし、理解を広げるきっかけとなっていることが得られた。

## 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3件)

- ① 平野俊英、愛知教育大学の主免実習における到達目標の構築に向けて、愛知教育大学教育創造開発機構紀要、査読有、第2号、2012、pp.1-7. (DOI <http://hdl.handle.net/10424/4546>)
- ② 平野俊英、教科教育法科目における実践的能力育成の捉え方、愛知教育大学研究報告、教育科学編、査読無、第61輯、2012、pp.213-217. (DOI <http://hdl.handle.net/10424/4364>)
- ③ 平野俊英、アジア諸国の科学教育改革と日本への示唆—台湾、教育の質の向上に向けた取り組み、『現代理科教育改革の特色とその具現化』東洋館出版社発行単行本所収論文、査読無、2010、pp.210-216.

〔学会発表〕(計3件)

- ① 平野俊英、台湾の『自然與生活科技』にみられる理科学力の形成、日本理科教育学会第57回東海支部大会、2011年11月26日、名古屋女子大学.
- ② 平野俊英、科学リテラシーの育成に向けた教員養成プログラムの検討—物理領域を中心に—、日本理科教育学会第56回東海支部大会、2010年11月27日、岐阜聖徳学園大学教育学部.
- ③ 平野俊英、王 子華、楊 凱悌、台湾の理科教育改革—教育の質の向上に向けた取り組み、日本理科教育学会第60回全国大会、2010年8月7日、山梨大学.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

平野 俊英 (HIRANO TOSHIHIDE)  
愛知教育大学・教育学部・准教授  
研究者番号：70325033