

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 23 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26282038

研究課題名(和文)「個別」と「普遍」を区別する理科指導法の開発

研究課題名(英文) The development of the teaching method for distinguishing between universality and particularity

研究代表者

中城 満 (Nakajo, Mitsuru)

高知大学・人文社会・教育科学系・講師

研究者番号：80610956

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 6,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、小学校理科教師の発話において名辞の使用における「個別」と「普遍」の区別を自覚的に行い、同様の区別を児童に行わせるための指導法を開発することが目的である。科学的命題とは、全称命題として「普遍」に関わるものであるから、この区別は科学的思考の基盤である。教師の自覚的区別に対する実態調査を通して、「個別」と「普遍」の使い分けが厳密に行われていない実態が浮き彫りとなった。これを克服するためには、まず教師はこの使い分けの必要性を科学的思考の文脈において理解する必要がある。この理解は、個々に得られた実験や観察の結果から、児童自身がそれらの共通点を抽出するための支援となるはずである。

研究成果の概要(英文)：This study aims at developing a method of making primary science teachers realize the distinction between universality and particularity in their speaking terms in science classes. The method will lead students to that distinction. The distinction establishes a basis of the scientific thinking because scientific laws take the form of universal proposition. The present questionnaire survey tells that more than 80% of 42 responding teachers are not strictly in the distinction. In order to improve teachers' understanding about the distinction, they need to consider its role in the scientific thinking. Their consideration will support students in their attempt to abstract a conclusion from individual experiments or observations made by themselves.

研究分野：初等理科教育

キーワード：問題解決学習 結果と結論 科学的思考 西洋的自然観 日本的自然観

## 1. 研究開始当初の背景

わが国の学校教育における理科授業では、主に問題解決活動を基盤とした学習活動が展開される。それは、基本的に「問題の把握、予想の表明、検証(観察や実験)、考察、結論付け」という5つの過程から構成される。「個別」と「普遍」の混乱は、これらすべての過程において存在している。例えば、「考察」の場面においては、「検証」において得られた結果は、「個別」であるにもかかわらずそのまま「普遍」を主張する結論として学習のまとめをすとした場面に現れる。

しかし、実際の授業においては、グループごとの結果を一覧表などに整理しているにもかかわらず、その客観的傾向よりも自分たちのグループの結果を結論付けの根拠とする児童が存在する。そして何より、教師自身がこの混乱に気づくことができず、当然この混乱を解消するための適切な指導がおこなえないのである。

このような「個別」と「普遍」の混乱の一因として挙げられるのが、母語である日本語のもつ機能面にあるということ、科学が西洋的自然観のもとで発展してきたものであるということなどが指摘されている。英語には冠詞があり、一般的な名詞を表現しているのか、それとも個別の対象を指した名詞を表現しているのかを明確に区別する機能が文法的に備わっている。これに対して、日本語にはこの区別をおこなう機能はない。したがって、注意して言葉を使うか、別の言葉を補うかしないと、これらの区別をつけることは難しい。しかも、日本語による日常的な会話などにおいては、ある程度の文脈の流れなどからこの区別をしなくても対話が成立してしまう。学習活動においても、このような区別の無自覚が問題とならずに話し合いが進んでしまうことが日常的に起こってしまうのである。

また、川崎(2005)によれば、西欧自然科学を正しく理解する子どもを育てなければ、まず、西欧自然科学に特有の二重に構成された世界、物質界とアイデア界の両方を自由に往来して西欧自然科学の實在に迫る知の働かせ方を教え、次に、「自然」に迫る私たちの伝統的な知の方法を再把握することになる、と述べている。つまり、実験や観察の結果である物質界と、これらの結果から導き出せる一般化された結論にあたるアイデア界を明確に区別することによって、西欧自然科学に基づく解釈が可能になるのである。したがって、まず、われわれ日本人はこのような世界観をもたないという自覚を教師自身もつこと、これらの二重に構成された世界観を児童生徒が行き来する経験を理科授業において構成することが必要になってくるのである。

## 2. 研究の目的

本研究は、理科教師の発話において「個別」と「普遍」の使い分けを自覚的におこなうための指導法を開発することを主な目的としている。理科授業において「個別」と「普遍」を教師が自覚的に区別しなければならない局面は、実験や観察をおこなった後の「結果」から「結論」を導く場面において顕在化する。「結果」は実験や観察に直接基づいた「個別」の記述であり、「結論」は関連する現象の「普遍的」記述に他ならない。しかし、このような使い分けを厳密に区別した上で授業に臨んでいる理科教師は必ずしも多いとはいえない。小中学校の学習指導要領に定められている理科の目標である「科学的な見方や考え方を養う」ためには、「結果」と「結論」を厳密に区別しなければならないのである。

## 3. 研究の方法

まず、教師自身の「個別」と「普遍」の混乱が学校現場で実際に生じていることを教師への質問紙調査とその分析により確認する。このことにより、教師自身の「個別」

と「普遍」の混乱を自覚する必要があることを示すことを計画している。次に「個別」と「普遍」の混乱を解消するための具体的な手法を開発する。ここでの具体的な手法は、主に問題解決学習における「考察」の場面に焦点をしばったものを想定している。

さらに、これらの実践事例の蓄積をもとに、「個別」と「普遍」の混乱を解消するための系統的カリキュラムを作成したうえで、実際に公立学校教員である研究協力者にこのカリキュラムを用いた授業実践を実施してもらおう。この実践の振り返りによるフィードバックをもとによりよいカリキュラムと指導法を構築していく。

#### 4. 研究成果

##### 1) 「個別」と「普遍」の混乱状況の把握 質問紙調査の内容

教師自身の「個別」と「普遍」の混乱が学校現場で実際に生じていることを教師への質問紙調査とその分析により確認した。このことにより、教師自身の「個別」と「普遍」の混乱を自覚する必要があることを示す。

本研究で使用された質問紙は、以下の内容についての質問で構成されている。理科授業において、「指導しやすい場面」はどこか、「指導しにくい場面」はどこか、「子どもの主体性が発揮されやすい場面」はどこか、「科学的な見方や考え方が最も育つ」と考えられるのはどこか、についての質問である。最後は、結果の整理から結論付けまでの過程において、実際の学習活動において混乱が生じた事例がなかったかについて、選択肢を選ぶ形での質問である。

これらの問いの集計をもとに分析をおこない、理科の指導者の「個別と普遍の区別」に関する意識を探った。

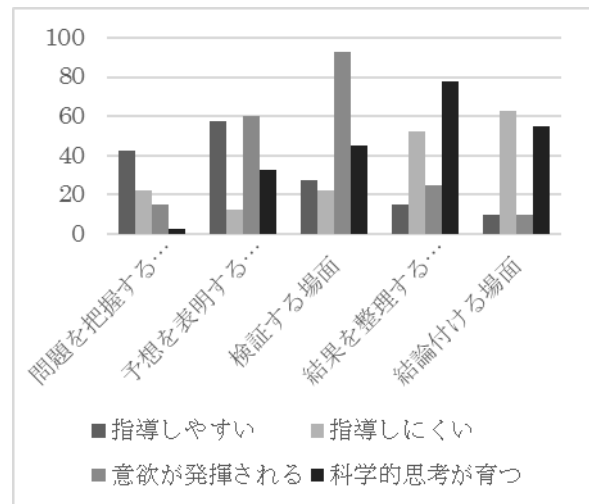
##### 質問紙調査の実施

本研究において作成された質問紙を用いて、高知県内の公立小学校2校(18名・20

名) 高知県内の理科学研究団体(4名)において2014年11月から2015年3月にかけて調査を実施した。

##### 質問紙の結果

質問紙における結果の中から、特徴的な結果を抽出する。抽出された結果は以下の通りである。



##### 考察と今後の課題

まず、「結果を整理・考察する場面」「結論付ける場面」に多くの指導者が困難さを感じていることがわかる。これと相反するように、「科学的な思考が育つ場面」として最も多かったのが、「結果を整理・考察する場面」であった。すなわち、指導者自身は「結果を整理・考察する場面」を大変重要な過程であると認識しているにもかかわらず、「指導しにくい場面」であり、「意欲が発揮される場」としてはみなされてはいないのである。

以上の考察から、小学校理科授業における観察や実験の結果から結論に至る過程が大変重要な過程であるという認識はあるが、そのための具体的な手法や考え方は明確になっておらず、現場での教育実践に困難さを感じている教員が多いことが明らかとなった。今後は、これらの実態をふまえて、具体的な手法の開発や啓蒙を進めていく必要があると考えている。

##### 2) 「個別」と「普遍」の混乱解消を意図し

## た具体的手法の確立 実践内容

次に、質問紙調査の結果をふまえ、小学校における理科学習で個別と普遍を区別するための手法を開発することを目的として実践研究を実施した。

具体的には、小学校第4学年「ものの温まり方」における「水の対流」を教材とし、本手法を用いた模擬授業を小学校教員養成課程の学生に対して実施した。そして、児童役である当該学生の模擬授業後の感想をもとに本手法の妥当性を検討した。

理科教科書における記述では、水の対流は次のように表現されている場合が多い。すなわち、ビーカー内の水をアルコールランプで熱する場合、熱源からまっすぐに上昇する矢印とそれが途切れることなく水面直下を水平に移動し、ビーカーの壁に達した地点から下へと向かう矢印で表されている。いわゆる水が循環している様子である。

これに対し、児童が実験を通して観察している水の対流は必ずしも教科書の記述にあるような循環している様子とは限らない。この点で、対流の学習においては、児童が触れる事実である「個別」とこれらの実験を通して導かれる対流という「普遍」には大きなギャップがある。

これらのギャップを埋めるために、適切な実験を通して児童に「個別」を提供するとともに、これらの「個別」を検討する場を工夫する。このような過程を構成することで、児童自ら「個別と普遍を区別する」ことができると考えた。

### 小学校教員養成課程学生を対象とした模擬授業

まず、小学校理科第4学年における「水の温まり方」の学習を扱う複数の出版社による教科書において、水の温まり方をどのような図で表記しているのかを明示した。この資料を用いて小学校教員養成課程の学生に比較検討させた上で、自分が「水の温

まり方」を指導するならどの出版社の教科書を採用するかについて選択させ協議した。

次に、実際にサーモインクを用いて実験させ、どのような現象がみられたかを確認させた。その上で、あらためて教科書を再度選択させた。

グループごとにおこなった実験の結果は「個別」である。それに対して「対流」という概念は「普遍」である。したがって、結果を考察し結論づける場面において「個別と普遍を区別」することが意識される。

そこで、考察の場面において、グループごとの結果を図示させること、その図を共有し共通点を見出させることを通して「個別と普遍を区別」させることができると考えた。

## 考 察

教科書の検討においては、最初の選択においては、より抽象性の高い図を選ぶ傾向があったが、実験後の選択では、具体性を考慮した図を選ぶことが確かめられた。

また、実験による結果を表現した図の比較において、学生自身が「個別と普遍を区別する」ことを意識的にこなうことができた。

### 3)「個別」と「普遍」の混乱解消のためのカリキュラム作成

#### カリキュラム作成のための基本的考え方

「個別」と「普遍」の混乱を解消し、明確にこれらを区別できるようになるためには、長期的な一貫した指導とこの指導のための系統性を重視したカリキュラムが必要となる。そこで、これまでの研究の成果をふまえたカリキュラム例を作成し、これらを活用することによって、「個別」と「普遍」の区別を可能にする指導を実現できる。

ここでは、小学校における電気の学習を例に、その実例を示す。現行の小学校学習指導要領理科編によれば、第3学年から第

6 学年まで全ての学年において扱われる内容は電気のみである。このことから、本研究におけるカリキュラム例としてこの学習内容を取り上げた。

ここでは特に、小学校第 4 学年「電池のはたらき」における「直列つなぎ」を教材とし、本手法を用いた研究授業を実施した。そして、この授業における児童の発言や記述内容、実験を通して児童が実際に記録した図などを分析、検討することを通して、本手法の妥当性を検討した。

### 本単元における問題の所在

「直列つなぎ」を学習し終えた学級において、直列つなぎを図示するように指示すると、多くの児童が図 1 のような回路を描いた。また、同じ児童たちに図 2 のような回路図を提示し、「このつなぎ方は何つなぎか」と質問すると、「直列つなぎ」と答えることができない児童が見られた。

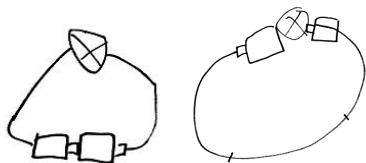


図 1：直列つなぎ 図 2：直列つなぎ

この問題は、児童の「直列つなぎ」に対する理解が表面的な記憶に基づくものである可能性が原因であると考えられる。

これらを解消するための方法の一つとして、パフォーマンス評価の手法を活用し、児童自らが体験的に複数の直列つなぎを作る活動を導入した。

### 授業展開

本研究授業の課題は次の通りであった。

乾電池を 2 個使って、たくさん直列つなぎを作ってみよう

本授業の実験においては、図 3 のような電気学習ボードを用いた。

### 考 察

直列つなぎを言葉で説明すること、比較し共通点を見出すことにより、「直列つな

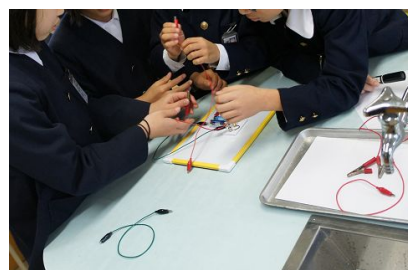


図 3

ぎ」の理解が促進された。これは、児童がまだ実際に作っていない形の直列つなぎを図示できたことなどから明らかとなった。

この研究授業実践を通じて、次のような点が明らかとなった。ひとつには、「個別」の対象である実験の結果をできるだけ多く、児童に見つけさせることである。児童が「個別」と「普遍」を明確に区別する前に、得られた結果 1 つ 1 つが「個別」であるということへの認識が必要となる。できるだけ多く見つけさせることは、この認識を児童に保障するというところに他ならない。もうひとつは、これらの「個別」の対象である「結果」を児童自らに比較検討させ、共通点のみを抽出させることである。このことにより、結果から抽出された要素がある現象の概念を説明することばであり、これらが「普遍」として位置づくということを児童自身に体験的に学ばせるということである。

この実践と同様に、第 3 学年における「単純回路」の学習においても、第 5 学年における「電磁石」の学習においても適用できるものである。したがって、これらの手法を用いてそれぞれの学年で系統的な指導を行うことによって、「個別」と「普遍」を区別するための指導ができるのである。

### 5. 主な発表論文等 【雑誌論文】(計 5 件)

原田哲夫，遠見由美，藤田大輝，中城満，伊谷行，教員養成課程における臨海実習 発生学・生理学教材編，(2017)，黒潮圏科学 Kuroshio Science Vol.10 No.2 March 2017、P.176-183、査読なし  
Mitsuru Nakajo, Toshiki Tamura,

Shinya Maihara, Kazuo Miyoshi, Fumiko Kojima, Mika Yokota, Tetsuo Harada, (2016). 「Evaluation of materials on the curriculum theme “How can water striders float and stride on the water surface?” as an effective experimental teaching material in compulsory school」, 黒潮圏科学 Kuroshio Science Vol.9 No.2 March 2016, P.96-106、査読なし

大貫麻美 中城満 三宅志穂 (2015), 教職志望学生が保持する「科学」概念に関する基礎的研究, 帝京平成大学 児童学科研究論文集 第5号 p.71-81, 査読なし

中城満、伊谷行、邊見由美、赤松直、道法浩孝、岡谷英明、竹内日登美、原田哲夫, (2015), 「青少年のための科学の祭典」に参加した子どもと保護者の理科4分野に科学技術・工学を加えた5分野への意識と選択, 理科教育学研究 Vol.56, No.2, 日本理科教育学会 p.249-259, 査読あり

Tetsuo Harada, Yuki Osumi, Takashi Shiraki, Akane Kobayashi, Takero Sekimoto, Mitsuru Nakajo, Hitomi Takeuchi, Koki Iyota(2014), Abundance of oceanic sea skaters, *Halobates* in the tropical Indian Ocean with respect to surface chlorophyll and oxygen concentrations. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Vol.460, 32-36, 査読あり

#### 〔学会発表〕(計40件) 抜粋

Mitsuru Nakajo, Hiroaki Kusunose, Aya Kunisawa, Ken Kawasaki. (2016), ” Actual situation in science lessons conducted in Japanese” the TERSD conference 2016年10月21日, ドゥリケル(ネパール)  
Mitsuru Nakajo, Hiroaki Kusunose, AyaKunisawa, Ken Kawasaki. (2016),” Model-origin confusion as to waxing and waning of the moon.”

EASE 2016年8月27日 東京理科大(東京都)

中城満, 楠瀬弘哲, 国沢亜矢, 川崎謙, (2015), 「結果と結論の区別」に関する小学校理科教員の意識調査に関する考察, 日本科学教育学会年会論文要旨集 39 p.62, 2015年8月22日, 山形大学(山形県)

中城満、楠瀬弘哲、国沢亜矢、川崎謙, 「文系学生と理系学生による科学的思考力の比較」, 日本科学教育学会年会論文要旨集 38 p.60, 2014年9月13日, 埼玉大学(埼玉県)

#### 〔図書〕(計2件)

中城満, (2015), 子供が思考力を発揮しようとする場を構成するために～第6学年「月の満ち欠け」の学習をもとに～初等理科教育, 10月号, 農山漁村文化協会, 日本初等理科教育研究会 編集 p.19-22

中城満, (2014), 小学校理科で測定誤差はどのように克服されるべきか 第5学年「振り子の運動」を例に 理科の教育, Vol.63 通巻746号 執筆担当 p.15-17 日本理科教育学会 編集

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

中城 満(NAKAJO Mitsuru)

高知大学・教育研究部人文社会科学系・講師  
研究者番号: 80610956

##### (2) 研究分担者

なし

##### (3) 連携研究者

大辻 永(OTUJI Hisashi)

茨城大学・准教授(2016年より, 東洋大理工学部機械工学科・教授)

研究者番号: 20272099

##### (4) 研究協力者

川崎 謙(KAWASAKI Ken)

高知大学名誉教授

楠瀬弘哲(KUSUNOSE Hiroaki)

高知市立鴨田小学校指導教諭 2015年まで

斉藤竜夫(SAITO Tatsuo)

いの町立伊野小学校・教諭・2015年まで