

平成 30 年 5 月 25 日現在

機関番号：12501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K17395

研究課題名(和文) 認知的活動の促進を指向した実験計画の指導方法に関する国際的基礎研究

研究課題名(英文) Study on the teaching method of experimental plan oriented to encouraging cognitive activities

研究代表者

大島 竜午(Oshima, Ryugo)

千葉大学・教育学部・助教

研究者番号：40700414

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、子供の認知的活動を促進する「実験計画の指導方法」の在り方を、海外の複数の研究者らと協働し、明らかにすることであった。本研究を通して、子供が主体的に実験活動に取り組むための指導方法の開発に関して、日本のみならず国際的通用性のある示唆をすることが意図された。生徒実験活動では、教師が細部まで決めた実験活動に生徒が従うということが一般的で、生徒が受け身的に実験活動に取り組むことが問題視されてきた。そこで、生徒自身で実験方法を決定する必要がある実験活動に取り組む際の生徒の認識や実験計画能力を明らかにすることを目的に実態調査を行い、生徒実験活動の改善のための示唆を行った。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to find out some points to develop the teaching method of experimental plan oriented to encouraging cognitive activities with international researchers. It was intended to make suggestions on the way to encourage student's active learning. A problem in science education all over the world is 'recipe approach' to overcome. Teachers plan all of the details of an experiment and students just follow the procedures provided by the teacher. Teachers are afraid of giving an autonomy to students about deciding experimental method. We did some written questionnaire surveys and analyzed the results. We believe the findings can be used to develop the teaching method to overcome 'recipe approach'.

研究分野：理科教育学

キーワード：実験計画 認知的活動 妥当性

## 1. 研究開始当初の背景

平成24年度全国学力・学習状況調査では、中学生は条件を制御しながら実験を構想することに課題があるとされ、指導改善のポイントとして「課題を解決するための観察・実験を計画する指導の充実」が求められている(国立教育政策研究所, 2012)。すなわち、実験活動において、独立変数や従属変数、そして一定にすべき変数に着目させることによって、実験方法の妥当性や信頼性を吟味し、実験活動を計画させることが求められているのである。このような課題は、海外でも共通に存在している。

これまで、子どもの科学的探究能力の育成を指向して、1960年代の米国におけるS-PA (Science-A Process Approach) や1980年代の英国におけるWPS (Warwick Process Science) のように、科学的探究プロセスを、変数同定等、個々の科学的探究プロセスに分割し、指導することが提案されてきた。これらの科学的探究プロセスは、認知的プロセスとして捉えられているが、その一方で、操作的側面をも持ち合わせている。例えば、課題分から独立変数を抽出することは、技術的な「操作」と捉えることもできる。実際、Gott and Duggan (1995)によって指摘されているように、「子どもは吟味して変数同定するというよりも、形式的に同定する場合が多い」という。このように、科学的探究プロセスに取り組みさせることが、子どもの認知的活動を必ずしも促進するわけではなく、科学的探究プロセスの認知的側面に焦点を当て、指導することの重要性が指摘されてきた。

そこで、科学的探究プロセスの認知的側面に焦点を当てた教材もこれまで開発されてきた。例えば、Science Investigations 1, 2 & 3 や AKSIS Investigations 等である。これらにおける基本的な考えは、科学的探究プロセスの操作よりも、実験活動で得られる証拠の評価への重視 (Benett, 2003) である。しかしながら、これらの教材に含まれている活動は、科学的探究能力を高めることに特化され過ぎており、実験計画場面等、実際の実験活動の指導において子どもの科学的探究能力を育成することは想定されていない。

## 2. 研究の目的

以上の背景を踏まえて、本研究では、科学的探究プロセスの認知的側面に焦点を当て、子どもの認知的活動を促進する実験計画の指導方法の在り方を明らかにすることを目的とする。また、研究の成果が国際的通用性を確保できるように、海外の研究者とともに共同研究を行う。

## 3. 研究の方法

本研究では、研究枠組みの補強のための文

献研究の他、中学生を対象とした実態調査が行われた。

本調査は、実験方法の妥当性を判断するために必要な基準に関するものであった。本研究では、実験計画を立てさせることそのものを目指しているのではなく、実験計画という場面を利用して、いかに子どもたちに実験方法について思考させることができるのかに関心が払われた。ところで、実験方法の妥当性には、決められた「答え」が存在するわけではない。実験者によって、このくらいであれば十分であるだろうという判断によって決められる、言い換えれば、実験者によって決定されることが異なるものである。実験活動の指導においては、実験者すなわち子どもによって、価値基準が異なる可能性があることを踏まえる必要があることになる。そこで、本調査では、中学生の妥当性の判断における基準には多様性があるのか、あるとすればどのような特質があるのかを明らかにすることを目的とした。調査対象者は、日本の中学生1年生から3年生、そしてフィリピンの7年生から9年生(日本の中学1年生から3年生に相当)を対象として質問紙調査を実施した。フィリピンでの調査は、英語で実施された(フィリピン以外にも、今後インドネシア、タイと同様の調査を行うことが決められている)。質問紙を作成するにあたり、質問の意味を正しく読み取ってもらえるようにするために、以下の4点に配慮した。

- ・ 読解力の負担を軽減するために、大問ごとに質問項目の表現の統一を図った。
- ・ 独立変数や従属変数という用語の代わりに「実験者が変えたこと」、「実験者が測定したこと」というように生徒が理解しやすい表現を用いた。
- ・ 科学的概念についての負担を軽減するために、比較的理解が容易な科学的概念として中学生で習う内容だけでなく、小学生で既習の内容を文脈として用いた。
- ・ 生徒が回答を行う上で圧迫感を与えないように、文字の大きさやフォントを調整した。

上記に加えて、作成した質問紙は調査協力校の理科の先生方にも、生徒たちにとって適切な表現かどうか確認してもらった。

## 4. 研究成果

日本の生徒を対象とした調査から明らかになったことは以下の通りである。

全体としては、生徒は、実験方法に関して誤った理解を有している部分はあるものの、実験方法を評価・判断するための自分なりの基準を持っていること、そしてその基準を基に測定間隔や測定回数を適切に設定できることが明らかになった。今後はさらに、その

基準を基に、生徒自身が実験方法を判断し、決定する機会を意図的に授業に組み込むことによって、生徒自身が実験方法やデータを意味づける、より能動的な実験活動の実現が可能であると考えられる。このような理科授業は、見通しをもった理科授業の実現、自由研究等の自由度の高い探究活動の促進につながる」と期待される。

#### 〈変数同定に関して〉

生徒は、変数の構造から実験活動を捉えることに困難を感じている可能性がある。小・中学校で取り扱われる内容でも、多くの生徒は変数の抽出を正しくできなかつた。また、独立変数の抽出に比べ、従属変数の抽出に課題が見られた。これは、日本の理科授業では、独立変数と制御変数を関連づけた学習はなされるが、独立変数と従属変数を関連づけた学習活動が少ないため、変数の取り扱いに関して十分に理解できていない、あるいは慣れていないことが原因として考えられる。今後独立変数と従属変数の関連づけを強調することにより、実験活動を見通すための枠組みの構築能力の育成が求められる。

#### 〈測定範囲と測定間隔に関して〉

多くの生徒は、測定間隔を一定にすることを理解している一方で、測定範囲を広くとることに関してあまり理解していない可能性があることが分かった。測定範囲とデータの質の関係について検討させることで、実験方法に関する妥当性の理解を高めることが期待できる。

半数以上の生徒は、測定範囲を広くとった方が良いという感覚は持っているが、その理由を科学的に正しく記述できる割合は小さかった。生徒の間隔を基に、科学的な記述の指導を充実させることによって、生徒自ら実験活動を推し進める能力・態度の育成が期待できる。

#### 〈測定回数とサンプル数に関して〉

生徒は、取り扱われている科学的現象や実験方法の性質から、測定回数やサンプル数を適切に決定することができた。その一方で、「ある値が2回出れば正解」や「過半数を占めた値が正解」という誤った考えを持つ生徒も多く見られた。実験計画において生徒自身に測定回数やサンプル数を提案させることにより、実験方法に関する生徒の後概念を表出及び自覚させ、それらを検討させることが期待できる。

生徒は測定回数やサンプル数として、3, 5, 10という数を多く選んだ。特に、5や10は「平均を計算しやすい」という理由で選ばれることが多かった。生徒は、度数分布から求めた方が良い場合でも、平均のみ言及する場面が見られた。多様な分析方法を計画的に授業に組み込むことによって、生徒の探究方法の選択肢を広げ、自由研究への取り組

みの幅を広げたい。

#### 〈複数回試行に関して〉(異常データ)

「実験結果はどのようなデータであってもすべて使う」という選択肢を選ぶ生徒が多く、異常データの取り扱いについて正しく理解できていないことが明らかとなった。異常データの処理の仕方は授業で扱っているかもしれないが、自分のみで判断するという責任が伴う状況下においては、異常データを取り除くという行為をデータ不正と混同し、正しい判断ができない可能性が考えられる。

自由研究等においては、このような異常データが多く出ることが考えられる。だからこそ、異常データと不正データの関連から、異常データの取り扱い方法について教えるとともに、自ら取り扱いについて判断するという態度を養うことが必要になる。

#### 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11件)

- ① Awaya Taichi, Fujita Takeshi, Pambit Raquel and Oshima Ryugo: Science Teachers' Self-assessment in Inquiry-based Learning and its Relationships with the Teaching of Process Skills in Japan and the Philippines, Proceedings of the International Conference on Science and Mathematics Education (CoSMEd), Refereed paper, 2017, pp.869-879.
- ② 野村純, 吉田恭子, 大島竜午, 他: アクティブ・ラーニングを主体とする海外教育インターシッププログラムの開発と評価—千葉大学ツインクルプログラム受講者の授業観の分析—, 『科学教育研究』, 査読あり, Vol.41, No.2, 2017年, pp.141-149.
- ③ 山下修一, Jennifer Yeo, 大島竜午, 他: 理科教育学の知見を生かしたシンガポールでの授業改善—授業計画・授業用スライド・教材・ワークシートの改善を通して—, 『科学教育研究』, 査読あり, Vol.41, No.2, 2017, pp.96-106.
- ④ Ton Quang Cuong, Koji Tsuji, Ryugo Oshima et al. : Teacher Education

Integrated Curriculum Mobility: Perspectives for Asean Countries, VNU Journal of Science Education Research, Refereed paper, Vol. 32, No. 4, 2016, pp.65-76.

- ⑤ 大島竜午, 山下修一: シンガポールの教育課程と理科の学習活動の特色, 『理科の教育 10月号』, 査読無し, 2016年, pp.35-40.
- ⑥ Sapto Ashardianto, Ryugo Oshima, Satoko Baba & Jun Nomura: ASEAN Student's Reflection: The Role of Japan's Higher Education in Fostering Global Human Resources through the Twin College Envoys Program, Proceedings of the Asian Conference on Education 2015, Refreed paper, 2015, pp.595-607.

〔学会発表〕 (計 12 件)

- ① 藤田剛志, 青木隆政, 大島竜午, ホーン・ベヴァリー, 林英子: 科学技術教員のためのリカレント教育プログラムの開発2—フィリピンの中等学校における探究学習の実践と評価—, 日本科学教育学会年会, 2017年。
- ② 粟谷泰知, 大島竜午, パンビト・ラッケル, 藤田剛志: 日本とフィリピンにおける探究的な学習指導法に対する教師の自己評価と実践との関連, 日本理科教育学会第67回全国大会, 2017年。
- ③ 大島竜午: シンガポールの理科授業における資質・能力の育成, 日本理科教育学会第67回全国大会, 2017年。
- ④ 大島竜午: 中学生の実験計画書作成能力の実態: 実験方法の妥当性を中心に, 日本理科教育学会第66回全国大会, 2016年。
- ⑤ 大島竜午, 馬場智子, サプト・アスハルディアント, 野村 純: 日本人学生にとっての ASEAN 大学生との協働科学授業づくりの効果, 日本科学教育学会年会, 2015年。

- ⑥ 大島竜午: 地学巡検実施能力育成のための研修, 日本理科教育学会第65回全国大会, 2015年。

〔図書〕 (計 2 件)

- ① Ryugo Oshima and Ros Roberts: Exploring 'the thinking behind the doing' in an investigation: students' understanding of variables, Springer Nature Singapore, eds. Yeo, J., Teo, T. W. and Tang, K.S., Science Education Research and Practice in Asia-Pacific and Beyond, 2017, pp.69-83.
- ② 大島竜午: 科学的探究能力の育成と生徒実験活動の改善, 協同出版株式会社, 編者: 大高泉, 『理科教育基礎論研究』, 2017年, pp.240-253.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大島 竜午 (OSHIMA Ryugo)  
千葉大学・教育学部・助教  
研究者番号: 40700414