

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：12501

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K13148

研究課題名（和文）実験方法の妥当性及信頼性に関する生徒の評価・判断能力の解明とその向上

研究課題名（英文）Students' criteria for judgement on validity and reliability of an experiment

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） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、生徒実験活動改善のための基礎研究として、生徒自身による実験計画の立案における実験方法の妥当性及び信頼性の判断基準の解明と、生徒自身によって立案された実験計画における課題の解明であった。本研究の成果として、主に、変数同定に着目し、実験方法の妥当性及び信頼性に関する生徒の判断基準の解明、生徒自身によって立案された実験計画における課題の解明、そして生徒自身によって実験計画を立案し、それに基づいて実験とレポート作成を行うような授業に対する生徒の認識について明らかにした。本研究の成果は、主体的な実験活動の指導方法の開発に寄与できるものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

レシピアプローチに代表されるように、生徒自身が実験活動の見通しさをもてず、教師から与えられる実験手順に従うだけの実験活動から脱却することが、日本のみならず各国における共通の課題とされ、生徒の主体的な実験活動の実現が求められている。その一方で、限られた時間の中で、教えるべき内容は多く、生徒に自由に実験活動に取り組ませることに対するためらいがある。このような現実の中で、いかに生徒の主体性を高めるような授業を実現することが可能なのか。本研究では、生徒自身による判断の機会を設けた授業を試行した。本研究の成果は、生徒が主体的に実験活動に取り組むための指導方法を検討するための基礎的資料を提供する。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to investigate students' criteria for judgement on validity and reliability in designing procedures, and characteristics of experimental plans designed by students. The following results were obtained: students' criteria for judgement on validity and reliability of an experiment, characteristics of experimental plans designed by students and students' perceptions of an experiment which provides autonomy to students in designing procedures.

研究分野：理科教育学

キーワード：実験活動 妥当性 信頼性 評価能力 判断能力

## 1. 研究開始当初の背景

レシピアプローチに代表されるように、生徒自身が実験活動の見通しさえもてずに、教師から与えられる実験手順に従うだけの実験活動から脱却することが、日本のみならず各国における共通の課題である。このような課題を少しでも解決し、「真正の科学」(authentic science)の実現に向けて、これまで数多くの研究がなされてきた。代表的なものとして、1960年代の米国におけるSAPA (Science- A Process Approach) のように、科学的探究プロセスの認知的操作能力の育成に関する研究があった。しかしながらやがて、SAPAでは、認知的操作能力の指導としては不十分であり、より認知的要素に焦点を当てることが提唱されてきた。その具体的な形が証拠に関する概念である。証拠に関する概念に関する研究においては、実験方法の妥当性及び信頼性の検討のために理解すべき知識領域の確立に関心が置かれている。このように、科学的探究能力の育成として、生徒が実験方法に関して習得すべき認知的操作技術や知識理解に関する研究はなされてきたが、生徒はそれら能力をどのように用いて、実験計画を決定するのかとすることには焦点が当てられてこなかった。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、生徒実験活動改善のための基礎研究として、生徒自身による実験計画の立案における実験方法の妥当性及び信頼性の判断基準の解明と、生徒自信によって立案された実験計画における課題の解明であった。

## 3. 研究の方法

本研究では、第一に、先行研究における生徒実験活動の評価方法の解明を図ることにした。シンガポールは、日本と同じアジアに属し、国際調査において生徒の学力が高いことが明らかになっている。また、英国等、西欧諸国の教育システムの導入もスムーズに行われている。ただし、シンガポールの例を優れた実践として取り扱うのではなく、国レベルで実践的な試験に取り組む一例として取り上げ、評価方法の在り方について現状を明らかにすることを目的とした。

第二に、実験方法の妥当性及び信頼性に関する生徒の判断基準の解明を図った。妥当性や信頼性についての評価や判断において、生徒の基準について理解する必要がある。そのため、中学生を対象とした質問紙を開発し、調査を行った。

第三に、生徒の判断により決定された実験計画の特質の解明を図った。生徒自身に実験計画を立てさせた時に、どの程度実験計画を立案することが出来るのか、どのように実験計画を立てることが出来るのかについて、調査を行った。

第四に、第三の調査において、そのような実験活動に生徒が取り組んだ際の、生徒の認識の解明を図った。選択肢式と自由記述式の質問用紙を開発し、調査を行った。

## 4. 研究成果

第一に、シンガポールのナショナルカリキュラムの分析と、シンガポールのジュニアカレッジ (日本の高等学校レベルに相当)の理科教員へのインタビューを行った。その結果、シンガポールでは、学習内容として探究スキルが明示されていること、進学の際にも使用される資格試験において、実験活動にかかわる実践的な能力も評価されていること、その試験は生徒の所属校で行われること、評価項目が明示されていることが明らかになった。教師インタビューからは、シラバスには科学的探究について一律に示されているが、学校間によって実施内容には差があることなどが明らかにされた。

第二に、5つの大問及び13の小問から構成された質問紙が開発された。大問1では、独立変数と従属変数の決定に関する問題、大問2は、測定範囲、測定間隔、サンプル数の決定、外れ値の扱いに関する問題、大問3は、サンプル数の決定に関する問題、大問4は、測定範囲、測定間隔に関する問題、大問5は、実験方法の記述内容についての総合的な判断に関する問題であった。質問紙により調査を行った結果、主に以下の4点が明らかになった。多様な基準と理由の表出。測定範囲と測定間隔についての一連の調査結果から、生徒は、多様な基準に基づき、測定範囲や測定間隔を設定できること、及びその理由づけができることが明らかとなった。しかも、測定範囲と測定間隔の決定においては、6割から7割の生徒が妥当と考えられる測定範囲あるいは測定間隔を設定することができた。エンドウマメの成長の問題において、2か月間という測定範囲

の基準が示されたにも関わらず、妥当ではあるが、それより短い範囲を選択した生徒がいたことは特筆すべきことであろう。6割から7割の生徒は、自分自身の妥当な基準に基づき、そして判断する能力があると言える。それ以外の生徒でも、妥当性は低いながら、自分自身の基準に基づき、判断することができていた。測定範囲と測定間隔における重要性の認識の違い。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については比較的 Understanding していない可能性があった。振り子の質問項目では、測定範囲を広く(60°以上)設定した生徒は約6割である一方、一定間隔に測定しようとした生徒の割合は約7割であった。また、同質問項目において、測定方法の設定理由を問うたところ、その理由が測定間隔のみに言及していた記述は32.7%であったのに対して、測定範囲のみに言及していた記述は13.1%であった。生徒は、測定範囲よりも、測定間隔を重視して測定方法を決定する傾向にあることが示唆された。

実験方法に関する正当化能力の不足。今回の質問項目では、多くの生徒は妥当な測定範囲や測定間隔を設定することができ、多様な理由づけをすることができた。ただし、実験データを証拠として位置づけるだけの理由づけかどうかという観点から捉えれば、十分な記述とは言えない場合が多かった。インゲンマメの質問項目では、測定期間(範囲)の選択理由の第1位は、「60日間は2か月だから」、「問題文(本)に約60日と書いてあったから」というものであった。この記述には、暗黙の了解として、「できるだけ広い期間(範囲)で観察することが良い」、「インゲンマメが2か月間成長すること」などが念頭にあるかもしれないものの、その言及が欠落している。測定範囲及び測定間隔の設定における学年変容。1・2年生、特に1年生は、測定範囲や測定間隔の設定及びその理由の記述において、未回答の割合が3年生に比べて高かった。今回の調査における質問項目には、唯一の正しい答えが存在しているわけではなく、このような質問項目に生徒は不慣れで、未回答の割合が高くなることは想定されていた。それでも学年が上がるにつれて、自分自身の考えを表明することができるようになってきていることが示唆された。

第三に、中学校第1学年の「力の大きさとばねののび」において、生徒自身に実験計画を立案させ、それに基づいて実験及びレポート作成を行うという2時間の授業を実施した。その結果、大部分の生徒は、自分なりに実験計画を立案することが出来た一方、変数同定能力における問題点として、以下の3点が明らかになった。生徒自身による独立変数と従属変数の同定。「力の大きさとばねののびの関係を調べよう」という課題を提示したところ、それに対して生徒は頷いて理解した様子を見せていたものの、実際に、生徒自身によって正しく変数同定できたのは66.8%の生徒だけであった。制御変数の同定の必要性の理解。先行研究において、制御変数の同定を求められたときに生徒は十分に変数同定できることが報告されている。しかしながら、今回の調査のように、制御変数を同定することについて言及せずに、自由に実験計画を作成させた場合、制御変数を同定した生徒の割合は、5.3%のみであった。変数の連続性についての記述能力。実験結果を予想させ、それを簡単なグラフで表現させたとき、大部分の生徒は正しく、比例、すなわち連続変数のグラフを描いた。しかしながら、実験計画における文章では、その連続性の部分について十分に表現できていなかった。

第四に、上記の授業を実施した後、当該授業についてのアンケート調査を実施した。その結果、妥当性にかかわる判断を伴う実験活動に対する生徒の意識として、能動的に実験活動に取り組む、満足していたという意識と、実験計画の立案は難しく不安にさえ感じるという意識があったことが明らかになった。相反する2つの意識についての関係を分析したところ、実験計画は難しく不安ということについて記述した生徒の内91.0%が、実験活動に関して肯定的な記述もしていたことが明らかになった。また、実験計画に能動的に取り組むことで、認知的活動が促されたことにより、実験計画の進行に伴い、実験の目的や方法が明確になったと捉えた生徒が多かったことが明らかになった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 大島竜午	4. 巻 61 (2)
2. 論文標題 実験方法の妥当性に関わる判断を伴う実験計画に対する生徒の意識: 中学校第一学年「力の大きさ」とばねの「のび」を事例として	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 理科教育学研究	6. 最初と最後の頁 219 ~ 228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11639/sjst.20002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Huang YuanLing and Oshima Ryugo	4. 巻 69
2. 論文標題 Lessons for content delivery with emphasis on elements of Nature of Science in the teaching of middle school science	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 千葉大学教育学部研究紀要	6. 最初と最後の頁 77-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20776/S13482084-69-P77	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 野村純, 芳賀瑞希, 谷恭子, 藤田剛志, 加藤徹也, 山下修一, 大島竜午, 辻耕治, 林英子, 大和政秀, 米田千恵	4. 巻 Vol.42, No.2,
2. 論文標題 教育のグローバル化に対応した留学生受入れプログラムの開発と評価	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 科学教育研究	6. 最初と最後の頁 112-119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 大島竜午	4. 巻 Vol.67, No.795
2. 論文標題 「問題を見いだす」から考える理科指導	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 理科の教育	6. 最初と最後の頁 10-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 大島竜午, 菊次健太
2. 発表標題 中学生の実験方法の妥当
3. 学会等名 日本理科教育学会第68回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大島竜午, 北田真子
2. 発表標題 自由度の高い実験活動における小学生の科学的探究能力
3. 学会等名 第42回日本科学教育学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 芳賀瑞希, 野村純, 藤田剛志, 加藤徹也, 山下修一, 飯塚正明, 大島竜午, 高木啓, 辻耕治, 林英子, 大和政秀, 米田千恵
2. 発表標題 ASEAN留学生受け入れプログラムにおける科学・教育コンテンツの評価
3. 学会等名 第42回日本科学教育学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryugo Oshima and Kenta Kikutsugi
2. 発表標題 Students' criteria from judgment in designing procedures
3. 学会等名 2018 International Conference of East-Asia Association for Science Education (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Fujita, Takamasa Aoki, Ryugo Oshima and Hideko Hayashi
2. 発表標題 Practice and Evaluation of Japanese Inquiry-based Learning in the Philippines Secondary School: Identification of Mysterious White Material X
3. 学会等名 2018 International Conference of East-Asia Association for Science Education (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryugo Oshima
2. 発表標題 Manufacturing in Science Education in Japan
3. 学会等名 1st International Conference on STEM Education (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 吉田武男監修, 大高泉編者, 大嶌竜午他	4. 発行年 2018年
2. 出版社 ミネルヴァ書房	5. 総ページ数 367
3. 書名 初等理科教育	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関