

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 元年 6 月 26 日現在

機関番号：13701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K16245

研究課題名(和文)意欲と探究能力をともに伸ばす中等教育の探究活動の指導法

研究課題名(英文)A study of teaching method for secondary education inquiry activities to develop both learners' motivation and inquiry ability

研究代表者

中村 琢(Nakamura, Taku)

岐阜大学・教育学部・准教授

研究者番号：70377943

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は中等教育の理科・数学の探究活動の取組状況を調査し、高校生の科学探究能力との関係を明らかにして、教育効果の高い指導法の開発と普及を目的としている。スーパーサイエンスハイスクール(SSH)指定校を中心に全国の高等学校の課題研究の取組状況と15校と中学校2校に対して実地調査を実施した。科学探究能力を調査する評価ツールを開発し、15000名の高校生に対して調査結果を分析した。探究活動の経験が科学に対する意欲、関心を向上させ、科学探究能力の育成に効果があることを検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究はこれまで明らかになっていない中等教育の理数の探究的活動について、その効果を同一の評価ツールを用いて異なる学校間で比較、検証するとともに、効果の高い指導法の要素を抽出した。また多様な指導法、実施形態、教育効果の実態を全国200校のSSHを対象とした大規模調査により明らかにした。探究的活動は現代の教育において、理数の教科だけでなく複数の教科や総合的な学習への普及が求められており、本研究で検証した指導法の普及が期待できる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to investigate the status of students' research activities of science and mathematics in secondary education, clarify the relationship with the scientific research ability of high school students, and aim to develop and disseminate teaching methods with high educational effects. We conducted field surveys of 15 high schools and 2 junior high schools, focusing on the status of research activities and teaching methods in high schools throughout Japan, including schools designated as Super Science High School (SSH). We developed an evaluation tool to investigate the scientific inquiry ability and analyzed the survey results for 15,000 high school students. It was verified that the experience of inquiry activity was effective in raising the interest and interest in science of high school students, and fostering scientific inquiry ability.

研究分野：科学教育

キーワード：探究活動 探究能力調査 高等学校理数課題研究 スーパーサイエンスハイスクール 科学探究能力

1. 研究開始当初の背景

研究開発当時はわが国の理科・数学の学力は高いが、意識意欲面では諸外国と比べて低く、その原因が不明であった。国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS)の結果によると、日本の小中学生の理科の学力は、1970～83年では世界で1～2位であったが、その後徐々に低下し2009年以降は世界約50国の中で4～5位に留まっていた。加えて、理科に対する意欲が学年進捗とともに低下し、理科を楽しいと強く感じる割合は小学4年56%、中学2年20%と激減していた。米国に目を向けると、学力の平均値は日本より劣るが意欲は高く、小学4年62%、中学2年37%と中学では日本の2倍近く高い。成績上位層の割合の日米の差は小さく、成績、意欲ともに高い層が世界レベルの科学者に成長すると推察した。

JSTの科学への学習意欲に関する調査では、「理科」の自由研究(探究活動)を体験した児童・生徒が、より高い「科学」への学習意欲を示していた。

2002年以降、科学技術系人材育成の教育に力を入れる高校として文部科学省から指定されたSSHは、独自の発展をしており、2004年のSSH意識調査では、生徒の科学全般に対する興味・関心・意欲が非SSHの高校生よりも顕著に高く、大きな成果を上げていると認めている。このようにSSH全体の評価は高く、26校で始まった指定校は2014年度には204校にまで増加された。同調査では、生徒の探究活動(課題研究)を含むSSHプログラムは、教育効果の学校間格差が大きいと指摘しているが、各校の指導法と効果についての調査はされていなかった。

一方、探究活動の評価法は、学習者の主観的な評価が多く、客観的に測る評価ツールが必要である。科学的思考力を評価するものはわずかで、PISA2006、Lawsonテスト(2000)があるが、探究活動の効果を測定するには、内容、レベル、量、妥当性が十分ではないことが問題として挙げられた。

2. 研究の目的

日本の初等・中等教育における理科では、自然の事物・現象に関わる中で、理科の見方・考え方を働かせて、見通しを持った観察、実験を行うことを通して自然の事物・現象を科学的に探究する能力を育成することを目標に掲げている。具体的な資質・能力については、小学校、中学校、高等学校のいずれにおいても、探究する力に結び付けられており、「探究」が現代の教育の主要なキーワードの一つとなっている。科学的な事象に対して知的好奇心を持ち、教科の枠にとらわれない多角的な視点で事象を捉え、科学的な思考力を活用することも重視されており、その手段として探究的学習が有効とされている。

中学校では、総合的な学習の時間に探究的な見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うことを通して主体的・協働的に課題解決に取り組むことが示されている。

高等学校では教科理数に理数探究基礎および理数探究が新設された。これまでの総合的な学習の時間に代わって「総合的な探究の時間」が設置され、従前の学習指導要領よりも探究活動に触れる機会の拡大と環境が整備された。各教科・科目や特別活動との関わりの中で、それぞれの特質に応じた適切な指導を行うことが求められている。

このように探究活動の可能性が認められ、環境が整ってはいても、具体的な教科における指導内容や指導の方法については明示されておらず、教員側に指導方法の工夫と実践および評価が委ねられている。加えて、探究活動を通常の授業とは独立して設定するのは、カリキュラムに時間的な余裕のない多くの学校にとって困難である。本来、正課の教科の授業内で探究的な要素を含む授業展開に普及の可能性があると考える。

文部科学省は理数教育をはじめとするカリキュラムの開発および先進的教育研究を推進する学校としてSSHを指定し、支援を行っている。2002年に26校で始まったSSHは200数校に広がり、独自の発展を遂げながら現在に渡って事業を続けている。SSH指定校は課題研究として探究活動をカリキュラムに位置付けており、多様な活動が行われている。

そこで本研究ではこれまで、高等学校の探究活動の教育効果を明らかにするために、SSH指定校を中心に高等学校を実地訪問し、指導方法や内容を調査する。併せて、SSHの研究開発実施報告書による文献調査を行い、指導方法等について比較検討する。また、意識・意欲、科学探究能力と、指導法との関連を調査するための評価ツールを開発し、課題研究を実施している高校と実施していない高校に対して調査する。併せて探究活動の指導にあたる高校教員にインタビュー調査を実施し、指導の詳細と問題について明らかにする。これまで複数の学校間の比較が難しい指導法と効果の関係について、実態を整理したうえで大規模データを基に分析し、探究能力への効果の高い指導法の要素を抽出することを目的とする。

3. 研究の方法

上記の目的を達成するために、次の方法で本研究を実施する。

- (1) 生徒の科学に対する意欲、探究の能力を測定する評価ツールを作成する。
- (2) 課題研究等の探究活動を実施しているSSHの生徒および、一般の非SSH高校、また、探究活動を実施していない高等学校の生徒に対して評価ツールを試行して問題点を改善し、教員および生徒にインタビュー調査を行い妥当性の高いツールとして完成させる。
- (3) SSHの探究活動の指導法と効果について、教員・生徒の活動を長期間追跡調査する。

- (4) 教育効果の高い指導法を高校と中学校および大学で試行してその効果と問題点を明確にし、指導法を改善する。一般の理科教員が実施できる指導書を完成させる。
- (5) 研究成果を学会、論文、研究会等で発表し、指導法の提案と普及活動を行う。

4. 研究成果

本研究は高等学校における理数の探究活動の実施状況および教員による指導状況を調査し、高校生の科学探究能力との関係を明らかにして、教育効果の高い指導法の開発と普及を目的としている。

(1) 平成 26～30 年度の全国約 200 校のスーパーサイエンスハイスクール(以下 SSH)の研究開発実施報告書と SSH 生徒研究発表会の要旨集等の研究報告書、高等学校の探究活動の指導現場の視察、指導教員へのインタビュー調査を実施した。課題研究等の探究活動の実施状況は、実施時期や方法について共通性は見られるものの、各校独自の指導方法で行われており、指導体制や評価方法、成果、課題の多様性が明らかとなった。

(2) 高校生の科学探究能力を定量的に評価する「探究能力調査」を開発し、平成 28 年度に調査を開始した。平成 30 年度までに高等学校 15 校、14,500 名を超える規模で実施し、回答を分析した。科学探究能力を 6 カテゴリーに分類した解析において、各カテゴリーの能力間にいずれも正の相関があることを明らかにした。追跡調査の可能な学校の多くで、1 年ほどの探究活動の経験によって、高校生の科学探究能力が向上していることを明らかにした。学習意欲と科学探究能力に相関がないこと、探究方法の系統的な講義が科学探究能力向上に有効であること、を明らかにした。

(3) 探究能力調査の結果と指導法の関係から、探究能力向上に効果のある指導法の要素を抽出し、高等学校にフィードバックした。高等学校で全教員対象のワークショップを開催した。大学初年次生対象の物理学授業で指導法を検証し、初等中等教育の教員にも紹介した。ミャンマーとカンボジアの教員対象ワークショップを開催し、指導法を普及させた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

- 1) 松浦亮太, 中村琢, パフォーマンス課題により探究能力を育成する理科授業の開発 - 浮沈子を用いた圧力と浮力の授業研究から, 岐阜大学カリキュラム開発研究, 査読無し, 34, 1, pp34-40, 2018.
- 2) 中村琢, 「見方・考え方」を働かせた「エネルギー」を柱とする領域の授業 - 中学校 - 「放射線の性質と利用」小学校・高等学校の実践比較から, 査読無し, 66, 783, pp27-29, 2017.
- 3) 青木一真, 中村琢, 協働的な学びにおける学習者間の対話と教育効果, 日本科学教育学会研究報告, 査読無し, Vol131, 8, pp61-64, 2017.
- 4) 長尾洋樹, 中村琢, 高等学校における探究型授業の実践と評価法の開発, 日本科学教育学会研究会報告, 査読無し, Vol130, 9, pp41-44, 2016.
- 5) 中村琢, 渡邊一矢, 物理学講義における学習者の主体的学びを促進させる力学授業, 日本科学教育学会研究報告, 査読無し, Vol129, 9, pp31-34, 2015.

〔学会発表〕(計 24 件)

- 1) 池戸渉, 磯野浩士, 犬飼騰浩, 長野滉平, 松下未緒, 中村琢, 高等学校における理数探究活動と活動前後の探究能力の変容比較, 日本理科教育学会第 64 回東海支部大会, 2018.
- 2) 中村琢, 高等学校における探究活動の指導と教育効果の変容, 日本物理学会 2018 年秋季大会, 2018.
- 3) 長野滉平, 松浦亮太, 古川貴之, 三橋直哉, 伏屋英幸, 中村琢, 中学校理科授業の対話活動における教員の関わり方, 日本理科教育学会第 64 回東海支部大会, 2018.
- 4) 磯野浩士, 佐藤秀行, 藤井祐矢, 柏崎久美子, 中村琢, 小学校理科授業における対話活動の位置づけ, 日本理科教育学会第 64 回東海支部大会, 2018.
- 5) 犬飼騰浩, 間々田和彦, 中村琢, カンボジアと日本の初等・中等教育における理科教育の比較研究, 日本理科教育学会第 64 回東海支部大会, 2018.
- 6) 間々田和彦, 中村琢, カンボジア王国の教員養成研修の課題 - 小中高教員へのインタビュー調査を中心に -, 日本科学教育学会 第 42 回年会, 2018.

- 7) 中村琢, 犬飼騰浩, 間々田和彦, カンボジアの中等教育における理科教育－中学校理科物理分野における教科書分析から－, 日本科学教育学会 第 42 回年会, 2018 .
- 8) 中村琢, 物理学講義における対話的学習, 日本化学会東海支部平成 30 年度東海地区化学教育討論会 (招待講演), 2018 .
- 9) 中村琢, 長野滉平, 力学講義の対話学習における発問分析, 日本物理学会 第 74 回年次大会, 2018 .
- 10) 青木一真, 大串爽太郎, 深瀬未紗樹, 細田佳佑, 中村琢, 科学探究能力の変容 - 中高理科課題研究の取組調査 -, 理科教育学会第 63 回東海支部大会, 2017 .
- 11) 中村琢, 青木一真, 長尾洋樹, 探究活動の指導および取組状況と科学探究能力－中学校・高等学校の理科課題研究の取組状況調査から－, 日本科学教育学会 第 41 回年会, 2017 .
- 12) Taku Nakamura, Discussion method and educational effect in physics mechanics Lectures, 2017 American Association of Physics Teachers Summer Meeting (AAPT 2017), 2017 .
- 13) 中村琢, 青木一真, 大串爽太郎, 深瀬未紗樹, 細田佳佑, 高等学校の科学探究活動と探究能力, 日本物理学会 2017 年秋季大会, 2017 .
- 14) 青木一真, 大串爽太郎, 中村琢, グループ間交流を取り入れた力学授業における学習者の概念理解の変容, 日本物理学会 2017 年秋季大会, 2017 .
- 15) 中村琢, 青木一真, 力学授業における対話的学習, 日本物理学会第 73 回年次大会, 2017 .
- 16) 青木一真, 中村琢, 協働的な学びにおける学習者間の対話と教育効果, 日本科学教育学会研究会(東海支部開催), 2017 .
- 17) 中村琢, 長尾洋樹, 青木一真, 池戸亮平, 岩田将行, 道上雄陽, 高等学校の科学探究活動の指導法と教育効果の変容, 日本物理学会第 72 回年次大会, 2017 .
- 18) 長尾洋樹, 池戸亮平, 岩田将行, 道上雄陽, 青木一真, 中村琢, 高等学校理科課題研究における科学探究能力の実態および評価 大規模調査の分析から, 日本理科教育学会第 62 回東海支部大会, 2016 .
- 19) 長尾洋樹, 中村琢, 高校生の科学探究能力の評価法の開発, 日本物理学会 2016 年秋季大会, 2016 .
- 20) 長尾洋樹, 中村琢, 高等学校における探究型授業の実践と評価法の開発, 第 5 回日本科学教育学会研究会(東海支部開催), 2016 .
- 21) 中村琢, 青木一真, 池戸亮平, 物理学講義における話し合い活動の効果, 日本科学教育学会第 40 回年会, 2016 .
- 22) 中村琢, 長尾洋樹, 渡邊一矢, 高等学校における探究活動の取組状況と評価, 日本物理学会第 71 回年次大会, 2016 .
- 23) 長尾洋樹, 渡邊一矢, 中村琢, 高等学校理科課題研究の取り組み状況調査, 日本理科教育学会第 61 回東海支部大会, 2015 .
- 24) 中村琢, 渡邊一矢, 物理学講義における学習者の主体的学びを促進させる力学授業, 第 4 回日本科学教育学会(東海支部開催), 2015 .

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：
ローマ字氏名：
所属研究機関名：
部局名：
職名：
研究者番号（8桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。