

令和 2 年 5 月 28 日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01988

研究課題名(和文)「科学の有用性」を実感し科学的能力と科学的態度の育成を目指す学習モデル研究

研究課題名(英文) Learning model research aiming at fostering scientific ability and attitude by realizing "usefulness of science"

研究代表者

後藤 顕一 (GOTO, Kenichi)

東洋大学・食環境科学部・教授

研究者番号：50549368

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,800,000円

研究成果の概要(和文)：「科学の有用性」を実感し、科学的能力や科学的態度の育成につながる実効性のある学習モデルを提案し、教育課程編成等の基礎資料を得ることを目的とした。「科学の有用性」の実感にむけては、(1)日常生活や社会の文脈を基盤とする学習内容を重視する方向、(2)科学的能力や科学的態度の形成を志向した学習過程の検証・改善を重視する方向から研究を進めた。国内外の理論的研究、教材開発に関する研究、授業や評価についての実証的研究の三つの視点から研究を推進した。国内外の研究者、教育実践者とともに議論を重ね、学習過程の検証・改善を図り、学習モデルを共創・提案、学校教育に応用し、国内外の教員養成や教員研修での活用を図った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

平成31年度、報告書作成を行い、成果と課題について報告した。毎年、日本理科教育学会年会の課題研究において、本応募課題研究の進捗と成果について発表した。議論の中から得られた知見は常に研究に反映させた。国外の研究者との連携については、平成30年度にはマレーシアにて、平成31年度には日本にて、研究協議会の会合を開催し、授業実践・研究などをワークショップ形式で行い、その後、授業研究を行うと共に、各班のメンバーがそれぞれの研究成果を共有すると共に改善について協議し合った。また、全体会合としてシンポジウム形式で成果と課題を共有した。また、研究の成果を日本理科教育学会、日本科学教育学会査読付き論文で示した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to provide an effective learning model to realize the "usefulness of science", to develop scientific ability and attitude, and to obtain basic materials such as curriculum structure. Toward the realization of "usefulness of science", (1) the direction of emphasizing learning contents based on the context of everyday life and society, (2) the learning process aimed at the formation of scientific ability and attitude. The research proceeded from the direction of emphasizing verification and improvement. We promoted research from three perspectives: theoretical research in Japan and abroad, research on teaching material development, and empirical research on teaching and evaluation. We had discussions with researchers and educational practitioners both in Japan and overseas, and used the verification and improvement of the learning process, learning model in co-creation and proposal, school education, teacher training and teacher training.

研究分野：複合領域，科学教育・教育工学

キーワード：科学の有用性 教材開発 相互評価 表現力 授業研究

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

第5期科学技術振興計画における、科学技術イノベーション人材の状況として、若手研究者の人材の状況は危機的であるとし、「第4章 科学技術イノベーションの基盤的な力の強化」では、科学技術イノベーションを担う多様な人材の育成・活躍促進の必要性を示している。科学技術を担う多様な人材を育成するためには、国家的な戦略として、国民全体の科学技術への関心を高め、科学技術に対する理解を深め、科学的能力を育成し、科学技術に参画する意識と態度を育成する実効性のある具体的な取組が必要である（内閣府、2016）。ところが、現状では、国内外の大規模調査において、「科学の有用性」に関する学習者の意識に課題がある。例えば、科学教育の中心的な教科である理科においては、学齢が上がるに従い、「好き」が減少し、将来につなげて考えることができなくなり、「有用性」に関する質問項目においても、課題がみられる（PISA2006, TIMSS2011, 国立教育政策研究所, 2012）。また、早川（2014）によれば、「科学技術に対する関心が低い層は、科学技術が身近な存在となっておらず、科学技術の利便性よりも科学技術が引き起こす事故やリスクなどネガティブな面に注目しやすい。科学技術に対する関心が低い層に対しては、まずは日常生活における科学技術の利便性や科学技術に関する知識を身に付けていることのメリットなどを普及することが重要である」としている（文部科学省、科学技術政策研究所, 2014）。このようなことから、「科学の有用性」の意識を実感できるような持続可能な開発（以下SD）を志向する学びの構築、科学的能力や科学的態度の育成を目指す社会に開かれた教育課程の実現にむけた研究の推進が求められ、ひいては、科学技術を担う多様な人材の育成に向けた望ましい循環につながるものと捉えている。そこで、本研究では、学習者が「科学の有用性」を実感でき、科学的能力や科学的態度の育成につながる、自ら主体的に参画したくなるような学びを構想・実践・評価する。「科学の有用性」を実感できるようにするための研究については、科学教育学や理科教育学等の分野から様々な分野からの指摘があるが、本研究では、二つの方向性を意識して研究を進める。一つは、(1)日常生活や社会との関連を重視し、SDを志向する文脈を基盤とする学習を重視し、学習内容を構想することを目指す方向である（寺田、2016）。飯田・寺田（2010）は、「社会とつなぐ理科教育プログラムの開発」として、地域企業と学校教育をつなぐ意義と問題点を明らかにした。また、松原ら（2014～2016）は、「持続発展を題材としモデル化学習により科学知の活用と探究能力を育成する国際協働研究」により、「科学の有用性」を学ぶ意義と科学知の構築と探究能力の育成に関して国内外の学校実践、教員養成、教員研修の視点から示した。これらの先行研究は、「科学の有用性」について、科学技術が日常生活や社会を豊かにし、安全性の向上に役立っていること等を明らかにしているが、日常生活や社会との関わりを導入する際の困難性ととともに、単に導入するだけでは、「科学の有用性」の意識の向上につながらないことも指摘している。

2. 研究の目的

「科学の有用性」を実感し、科学的能力や科学的態度の育成につながる実効性のある学習モデルを提案し、教育課程編成の基礎資料を得ることを目的とする。「科学の有用性」の実感にむけては、(1)日常生活や社会の文脈を基盤とする学習内容を重視する方向、(2)科学的能力や科学的態度の形成を志向した学習過程の検証・改善を重視する方向から研究を進める。この二つの方向性について、国内外の知見を見据えた理論的研究、教材開発に関する研究、授業や評価についての実証的研究の三つの視点から研究を推進する。国内外の教員や教員志望者、教育行政・研究者とともに議論を重ね、学習過程の検証・改善を図り、学習モデルを共創・提案し、学校教育に活用した上で、国内外の教員養成や教員研修での活用を図る。

3. 研究の方法

研究目的に示した二つの方向、(1)日常生活や社会の文脈を基盤とする学習内容を重視する方向、(2)科学的能力や科学的態度の形成を志向した学習過程の検証・改善を重視する方向について検討し、三つの視点、A：背景にある学問領域を基にした理論的研究、教材開発に関する研究によるリソースの提供、B：理論研究と授業実践を関連付けるための教材開発に関する研究、C：理論研究と授業実践を関連付けるための授業や評価についての実証的研究について、A～Cの視点で研究を深め、具体的な学習モデルを提案する。得られた学習モデルは、既に研究協力が得られている国内外の学校現場、教員養成、教員研修での実践・活用を行い、レビューを受け、総括研究班Dを中心にカリキュラム・マネジメントにより改善を図る。

4. 研究成果

各分野での研究成果を示す。複数の論文を関係学会誌等に掲載した。

A「理論研究」の研究

松尾らは、これから求められる学びの理念を理論的に示している（業績1）。川崎らは、日常や社会との関わりからの視点から、理科教育の意義に関する研究を実証的な視点で成果と課題を理論的に示している（業績2）。寺谷らは、科学的能力と態度の形成を目指し、本研究の理論モデルであるモデル化学習を提唱し、その要素を抽出して整理をしている（業績3）。

理論研究では、本研究に関わる理論整理におけるための他の研究との関係を保ちつつ、示唆を与えてくれた。

- 1: 松尾知明, 後藤顕一他 (2016)『資質・能力』, 国立教育政策研究所編, 東洋館出版社
- 2: 西内舞, 川崎弘作, 後藤顕一 (2018)「理科学習の意義の認識」が「相互評価表を活用する学習活動への動機づけ」に与える影響に関する研究 - 理科学習の意義を「科学的能力」から認識させる有効性と「日常生活との関連」から認識させる危険性 - , 理科教育学研究, 59(1), 113-123【査読有】
- 3: 寺谷敬介, 後藤顕一, 松原憲治, 野内頼一, 松原静郎 (2016)「中等教育化学領域でのモデル化学習における要素の定型化の枠組 化学実験での一連の活動への適用」, 科学教育研究, 2016年40巻2号, 180-185【査読有】

B:「教材開発研究」の研究

- 高橋 (2017) は, 工学, 技術との融合を模索し, 科学の有用性と科学的能力と科学的態度の育成の視点から学校教材で使用可能な高橋式酸素センサを開発した(業績4)。さらに, 後藤ら (2018) は, 高橋式酸素センサの学校教育における成果を示した(業績5)。
- 4: 高橋三男 (2017) 酸素が見える! 楽しい理科授業, 日刊工業新聞社
 - 5: 後藤顕一, 飯田寛志, 高橋三男 (2018)「小学校理科教具の視点からの学習環境に関する一考察 - 酸素センサ導入の試行授業における評価分析を通して -」, 理科教育学研究 57(4), 325-336【査読有】

C:「実証研究」の研究

後藤ら (2016) は, モデル化学習の理論の実証研究として, モデル化が具体的な学習場面の適応と効果の検証を示している(業績6)。また, 飯田・後藤 (2019) は, 科学の有用性における科学的能力の育成に向けた授業を通じた実践研究を示している(業績7)。伊藤 (2019) は, 教員養成過程大学生における実践研究を示した(業績8)。

- 6: 後藤顕一, 松原憲治, 野内頼一, 宮内卓也, 北川輝洋, 寺谷敬介, 松原静郎, (2016)「「モデル化学習」の考え方, 進め方に関する一考察」, 科学教育研究, 40(2), 166-179,【査読有】
- 7: 飯田寛志, 後藤顕一 (2019)「中学校理科実験における考察記述の論理的表現に関する一考察」, 理科教育学研究, (掲載決定),【査読有】
- 8: 伊藤克治 (2019)「大学の化学実験における相互評価表の活用」理科教育学会年会論集, 57(4) 325,【査読無】

D:「研究総括」の研究

後藤らは, 研究の進捗状況を日本理科教育学会での「課題研究」において, 開発段階, 実証研究段階, 研究総括をテーマに2017~2019年の3年間にわたり継続的に報告して議論を深めた(一例, 業績9)。さらに, 後藤 (2019) は, 国内研究とともに国際共同研究の成果と課題をまとめた研究成果報告書(業績10)を作成し, 国内外の教育機関, 研究機関からのレビューを受け, さらなる研究の改善発展に繋げた。

国外の研究者との連携については, 平成30年度にはマレーシアにて, 平成31年度には日本にて, 研究協議会の会合を開催し, 授業実践・研究などをワークショップ形式で行い, その後, 授業研究を行うと共に, 各班のメンバーがそれぞれの研究成果を共有すると共に改善について協議し合った。また, 全体会合としてシンポジウム形式で成果と課題を共有した。

- 9: 後藤顕一ら (2017, 2018, 2019) 日本理科教育学会全国大会「課題研究」
- 10: 後藤顕一 (2019)「科学の有用性」を実感し科学的能力と科学的態度の育成を目指す学習モデル研究」, 日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)課題研究番号(17H01988) 研究成果報告書

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 後藤顕一	4. 巻 796
2. 論文標題 高校化学における探究の必要性 高等学校化学領域の課題を踏まえた「化学基礎」の事例	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 理科の教育	6. 最初と最後の頁 46-49
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 -

1. 著者名 西内舞, 川崎弘作, 後藤顕一	4. 巻 59
2. 論文標題 「理科学習の意義の認識」が「相互評価表を活用する学習活動への動機づけ」に与える影響に関する研究: 理科学習の意義を「科学的能力」から認識させる有効性と「日常生活との関連」から認識させる危険性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 理科教育学研究	6. 最初と最後の頁 113-123
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11639/sjst.17035	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 後藤顕一, 高橋三男, 飯田寛志	4. 巻 40
2. 論文標題 工業技術と学校教育のつながりを目指して～酸素センサの学校教育現場での利用を一例として～	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 工業技術	6. 最初と最後の頁 74-79
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 後藤顕一・高橋 三男・飯田寛志	4. 巻 57(4)
2. 論文標題 小学校理科教具の視点からの学習環境に関する一考察 - 酸素センサ導入の試行授業における評価分析を通して -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 理科教育学研究	6. 最初と最後の頁 325-336
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11639/sjst.sp16021	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 -

〔学会発表〕 計22件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 後藤顕一
2. 発表標題 資質・能力の育成を目指した学習活動と評価 -相互評価表を活用した学習活動を通して-
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宇谷亮介, 高橋三男, 後藤顕一
2. 発表標題 反応速度の実験における隔膜ガルバニ電池式酸素センサの導入 高等学校化学における教材化を目指して
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤顕一, 林優子, 寺田光宏
2. 発表標題 初等・中等教育における化学の資質・能力
3. 学会等名 日本科学教育学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯島正人, 神孝幸, 後藤顕一, 野内頼一
2. 発表標題 高等学校「化学基礎」における探究的な学習展開の考案 - ダニエル電池をテーマに -
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤友介, 佐藤大, 後藤顕一, 野内頼一
2. 発表標題 探究的活動を取り入れた授業モデルの考察～中学校との接続を視野に入れた酸・塩基分野をテーマに～
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松高和秀, 佐藤大, 後藤顕一, 野内頼一
2. 発表標題 「化学びらき」で伝えたいこと
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mitsuo Takahashi, Kenichi Goto, Yoshihiro Hada, Norimichi Kawashima
2. 発表標題 Development of science teaching tools for visually impaired students Studies on voice generating system using liquid crystal display (7segLED) and palpable system using capsule paper
3. 学会等名 I C C E 7月10日～14日 シドニー大学(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 熊田憲明
2. 発表標題 探究の過程に相互評価を導入することによる表現力の育成 中学校理科第一分野での事例
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上村礼子, 飯田寛志
2. 発表標題 相互評価表を活用した表現力の育成 中学校理科での事例
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北川輝洋
2. 発表標題 資質・能力の育成を目指した学習活動と評価 高等学校化学での実践と分析
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 生田依子, 真井克子
2. 発表標題 学習意欲を高めるSSH「探究科学」の評価について
3. 学会等名 日本理科教育学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤克司
2. 発表標題 小学校教員養成教育における相互評価表の活用
3. 学会等名 日本理科教育学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤顕一
2. 発表標題 化学教育における高大接続
3. 学会等名 分子科学研究所所長招聘シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 GOTO Kenichi
2. 発表標題 IWS9 Study Materials on Sustainable Development from the Perspective of Chemistry Trial Use of Study Materials on Water and the Observation of the Result
3. 学会等名 IWS9 フィリピン大学
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤顕一
2. 発表標題 中・高等学校化学における探究の必要性 新学習指導要領における化学
3. 学会等名 日本化学会関西支部（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤顕一
2. 発表標題 国際バカロレアIBが日本の化学教育にもたらすもの
3. 学会等名 国際バカロレア教育フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤顕一
2. 発表標題 これからの学びを考える ロジカルシンキング, クリティカル・シンキングの育成
3. 学会等名 広島ESDコンソーシアム事業, ESD研修会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤顕一
2. 発表標題 これから求められる評価とは - 課題研究の趣旨 -
3. 学会等名 日本理科教育学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 上村礼子
2. 発表標題 中学校化学分野での実践的研究 「化学変化とイオン」の単元の実践を通じて
3. 学会等名 日本理科教育学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 北川輝洋
2. 発表標題 学習としての評価活動を導入した事例 高等学校化学における相互評価
3. 学会等名 日本理科教育学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤克治
2. 発表標題 ，大学の化学実験における相互評価表の活用
3. 学会等名 日本理科教育学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 飯田寛志
2. 発表標題 相互評価表を用いた授業の実践とその分析 中学校理科授業における実験結果の考察記述の変容
3. 学会等名 日本理科教育学会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 山口 晃弘、江崎 士郎編著，後藤顕一分筆	4. 発行年 2017年
2. 出版社 東洋館出版社	5. 総ページ数 200
3. 書名 新学習指導要領対応！中学校「理科の見方・考え方」を働かせる授業	

1. 著者名 後藤顕一，田代直幸，小林辰至，江崎士郎	4. 発行年 2017年
2. 出版社 明治図書出版	5. 総ページ数 208
3. 書名 平成29年版 中学校新学習指導要領の展開 理科編	

1. 著者名 小林辰至 編著, 後藤顕一分筆	4. 発行年 2017年
2. 出版社 ぎょうせい	5. 総ページ数 259
3. 書名 平成29年改訂 中学校教育課程実践講座 理科	

〔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
研究分担者	伊藤 克治 (Ito Katsuji) (10284449)	福岡教育大学・教育学部・教授 (17101)	
研究分担者	二井 正浩 (Ni Masahiro) (20353378)	国立教育政策研究所・教育課程研究センター基礎研究部・総括研究官 (62601)	
研究分担者	高橋 三男 (Takahashi Mitsuo) (40197182)	東京工業高等専門学校・物質工学科・教授 (52601)	
研究分担者	生尾 光 (Ikuo Hikaru) (50159589)	東京学芸大学・教育学部・准教授 (12604)	
研究分担者	松尾 知明 (Matsuo Tomonori) (80320993)	法政大学・キャリアデザイン学部・教授 (32675)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	松原 静郎 (Matsubara Shizuo) (50132692)	桐蔭横浜大学・スポーツ健康政策学部・名誉教授 (32717)	
連携研究者	寺谷 寺谷 (TERATANI KEISUKE) (60087533)	東京学芸大学・教育学部・名誉教授 (12604)	
連携研究者	野内 頼一 (NOUCHI YORIKAZU) (00741696)	国立教育政策研究所・教育課程研究センター・研究官 (62601)	
連携研究者	寺田 光宏 (TERADA MITSUHIRO) (40514641)	岐阜聖徳学園大学・教育学部・教授 (33704)	
連携研究者	宮内 卓也 (MIYAUCHI TAKUYA) (60791663)	東京学芸大学・教育学部・教授 (12604)	