

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：14403

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2023

課題番号：20K22211

研究課題名（和文）理科教育の探究活動における仮説形成検証プロセスのモデル化と指導・支援方略の開発

研究課題名（英文）Modeling of the hypothesis formation-verification process and development of teaching and support strategies for inquiry activities in science education

研究代表者

向井 大喜（MUKAI, Daiki）

大阪教育大学・教育学部・特命研究員

研究者番号：50880639

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、主に理科教育における探究活動について、プロセスのモデル化と支援方略の開発を志向した。その過程で、検証過程における学習者の演繹的な思考過程の困難が明らかになり、作業仮説の形成において、支援が必要と分かった。また、成果達成型の探究の質的分析から、工学的問題解決が科学的问题解決を内包している探究モデルが構築された。これは、工学性と科学性の観点から学習者の問題解決過程を見とる視点となりうる。さらに、学習者の探究活動を振り返り、形成的評価を行うためのツール「4つの窓」を開発し、学習者の探究過程を可視化し、評価することが可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は、理科課題研究をはじめとした、学習者が主体的に進める探究活動に対し、学習者の探究の課題を明確化し、支援を行う上での視点を明確化し、学習者の探究活動を促進することに寄与する。また、本研究成果として得られた探究モデルは、探究活動を構築するうえでの枠組みとして機能しうるもので、課題研究に限らず、通常の理科の教科内で探究的な学びを構築するための指針となる。

総じて本研究成果は、探究的な活動の普及・促進に寄与し、さらに学習評価まで可能とするものである。これにより、「探究とは何か」「いかに探究を評価するか」という教育現場の声に応えうるものと考えている。

研究成果の概要（英文）：This study was oriented toward modeling the process and developing support strategies for inquiry activities in science education. In the process, difficulties in learners' deductive thinking process were identified, and the need to support the formation of working hypotheses became clear. In addition, qualitative analysis of inquiry activities led to the development of an inquiry model in which engineering problem solving encompasses scientific problem solving. This could provide a perspective on learners' problem-solving process from the engineering and scientific perspectives. Furthermore, we developed the "Four Windows" tool for reflection and formative evaluation of learners' inquiry activities, which enables us to visualize and evaluate learners' inquiry process.

研究分野：理科教育学

キーワード：探究的な学び 工学的探究 科学的探究 形成的評価 作業仮説

1. 研究開始当初の背景

近年の探究的な学びを志向する機運は、新学習指導要領に見て取ることができる。学習指導要領において、「課題の把握(発見)、課題の探究(追究)、課題の解決」という3段階を含む「探究の過程」が明示され、この過程を学習者が主体的に遂行することが求められていることから、その機運はうかがえる。

ところが、現行の「理科課題研究」において、SSHにおいて、課題研究に取り組む高校生に「仮説形成」の段階に課題があること、研究指導は模索的に実施されている現状が報告されている。仮説形成とは、探究活動における重要な段階であり、課題を見出す仮説形成段階から、仮説検証段階の成立と橋渡ししが、現場でうまく進行していない現状が読み取れる。

よって、課題研究をはじめとした探究的な学びにおいて、学習者にいかなる困難が生じ、それをどのようにして見取り、支援していくのかの方法論が求められていると考える。

2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の3つである。

理科教育において学習者の探究活動を評価できる仮説形成検証プロセスのモデルの確立
学習者に対し、科学的探究過程のメタ認知を促進させ、仮説形成検証プロセスの成立及び移行を促す指導・支援方略の開発と、その有効性の検証。

探究活動体験と探究活動指導・支援方略及び評価を盛り込んだ、学習プログラムの提案

3. 研究の方法

目的 については、自身のこれまでの研究成果である「仮説形成プロセス」のモデルを骨子とし、先行研究をレビューしながら、探究的な諸実践の分析をもって達成する。分析には、アンケート調査等の量的・統計的なアプローチと、感想文等の記述分析等の質的なアプローチの両方を用いる。

目的 については、これも自身の研究成果である「探究プロセスの経験学習モデル」を基に、探究活動の可視化ツールを開発する。これを実際の高等学校における課題研究で実践し、その有効性を検討する。

上記2つの方法で得られた成果を統合することにより、目的 の学習プログラムとして提案を行う。

4. 研究成果

本研究により、検証過程における学習者の演繹的な思考過程の困難が明らかになり、作業仮説の形成において、支援が必要と分かった。大学生を対象とした自由度の高い探究活動において、仮説検証と考察過程を記述させ、論理的観点から分析した。その結果、状況Aにおける現象Bを生じさせる要因Xについて、三段論法における小前提に当たる「AならばX」、もしくは大前提にあたる「XならばB」のどちらか、あるいは両方を妥当に推論できていない学生が相当数存在することが明らかになった。このことは、学習者の探究活動における検証過程に見られる困難であると考えられる。この推論過程の妥当性を支援することにより、探究活動が円滑に進む可能性がある。

また、成果達成型の探究の質的分析から、工学的問題解決が科学的問題解決を内包している探究モデルが構築された。大学生による、ものづくり等の成果物を志向する探究活動において、学習者のポートフォリオを質的に分析したところ、その過程には、工学的な問題解決過程である「エンジニアリング・デザイン・プロセス」が成立していた。そして、その工学的過程の中には、科学的な問題解決過程である仮説演繹法が内在していた。この、工学性と科学性の観点から学習者の問題解決過程を示した活動モデルは、探究活動を見取るうえで、新しい視点を提供しうる。

そして、探究的な活動を年間を通して行う中学生に対しアンケート・インタビュー調査を行うことにより、探究的な学びを通じた学びと困難が同定された。3年間を通じた探究活動「自由研究」を実践する国立大学附属中学校の全校生徒に実施した自由記述アンケートより、10カテゴリにわたる自由研究における学びあるいは困難が抽出された。この10の学びや困難は、広く探究的な学習を学習者が自己評価する観点として機能する可能性がある。そして「自由研究」にお

いては、特に研究活動を主体的に進めていくための技能や、研究発表等を通し研究成果を発信する技能、そしてそれらを通し研究対象への理解を深め、主体的に問題解決を行う能力を学びとして挙げる生徒が多いことが明らかになった。しかし、満足度調査で否定的回答をしていた低満足度群では、研究対象への理解や研究成果を発信する技能を学びとして挙げる割合が高満足度群と比べて低く、探究的な学習を阻害する要因、あるいは学びに課題を抱える学習者の特徴である可能性が示唆される。

さらに、学習者の探究活動を振り返り、形成的評価を行うためのツール「4つの窓」を開発し、学習者の探究過程を可視化し、評価することが可能となった。「4つの窓」とは、探究活動における自由試行の過程について、時系列に整理、可視化するものであり、「悩んだこと、目指したこと(目標)」、「試したこと、行動したこと(行動)」、「行動してみて起こったこと(結果)」、「わかったこと、手がかり(考察)」の4つの要素を記入するものである。学習者はマスを左上から右下へ向かって埋めていくように記述し、矢印で関係をつなぐことで、探究の過程を可視化することができる。この4つの窓を、大阪府下の公立高校(SSH校)で課題研究に取り組む生徒に実践し、ルーブリック評価を試みたところ、4つの窓の記述の量や内容から、生徒の活動状況を段階化できた。この段階は、生徒へのインタビューから妥当であることがわかり、4つの窓による探究活動の評価が可能となった。

本研究成果は、理科課題研究をはじめとした、学習者が主体的に進める探究活動に対し、学習者の探究の課題を明確化し、支援を行う上での視点を明確化し、学習者の探究活動を促進することに寄与する。また、本研究成果として得られた探究モデルは、探究活動を構築するうえでの枠組みとして機能しうるもので、課題研究に限らず、通常の理科の教科内で探究的な学びを構築するための指針となる。総じて本研究成果は、探究的な活動の普及・促進に寄与し、さらに学習評価まで可能とするものである。これにより、「探究とは何か」「いかに探究を評価するか」という教育現場の声に応えうるものとする。

本研究の課題としては、目標の学習プログラムの構築には至らず、トータルな探究活動のプログラムを提案するまでには達していない。今後は本研究成果を統合し、探究的な学びの学習・評価プログラムの開発と提案を行っていく。

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 向井大喜, 山下隼弥, 石川聡子, 上出吉則, 江藤亮, 吉岡利浩, 渡邊美香	4. 巻 20
2. 論文標題 STEAM教育実践の質的分析による探究過程のモデル化	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 教科教育学論集	6. 最初と最後の頁 37-45
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 向井大喜, 松本伸示	4. 巻 61
2. 論文標題 大学生の仮説検証活動における演繹的推論過程の分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 理科教育学研究	6. 最初と最後の頁 515 ~ 526
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11639/sjst.20066	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4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 向井 大喜
2. 発表標題 科学性と工学性に着目した探究活動の分類と評価のあり方：大学生対象の STEAM 教育実践の分析を基に
3. 学会等名 日本理科教育学会 第72回全国大会（旭川大会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 向井 大喜
2. 発表標題 大阪教育大学附属天王寺中学校「自由研究」実践の評価：生徒アンケート分析とインタビュー調査より
3. 学会等名 日本理科教育学会 近畿支部大会（大阪大会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 向井 大喜, 村上 忠幸
2. 発表標題 活動の省察を促す振り返りシートによる探究活動の評価
3. 学会等名 日本理科教育学会第71回全国大会(群馬大会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 河井 昇, 向井 大喜
2. 発表標題 探究活動における主体的に学習に取り組む態度をいかに評価するか
3. 学会等名 日本理科教育学会 近畿支部大会(奈良大会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 広谷 博史, 鈴木 真由子, 田村 知子, 田中 真秀, 陸奥田 維彦, 向井 大喜, 平川 尚毅, 森本 和寿, 日高 翼, 平井 裕也, 篠崎 文哉, 村井 隆人, 松山 鮎子, 國光 妙子, 廣瀬 明浩, 眞田 巧	4. 発行年 2023年
2. 出版社 国立大学法人大阪教育大学	5. 総ページ数 221
3. 書名 カリキュラム・マネジメントの手引き	

1. 著者名 石川 聡子, 上出 吉則, 江藤 亮, 向井 大喜, 吉岡 利浩, 渡邊 美香	4. 発行年 2022年
2. 出版社 大阪教育大学STEAM教育研究会	5. 総ページ数 33
3. 書名 つくりながら考えたはじめてのSTEAM教育 - 大阪教育大学「課題探究型STEAM教育」の実践から -	

〔産業財産権〕

〔その他〕

これからの時代に求められる資質・能力を育むためのカリキュラム・マネジメントの在り方に関する調査研究
<https://osaka-kyoiku.ac.jp/university/center/school/kenkyu/karimane.html>

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
---------	---------