

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：32606

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K02745

研究課題名（和文）プログラミング的思考を育成するSTEM教育を担う初等教員養成カリキュラム開発

研究課題名（英文）Curriculum Development of Elementary School Teachers Training for STEM Education to Foster Computational Thinking

研究代表者

小原 豊 (OHARA, Yutaka)

学習院大学・文学部・教授

研究者番号：20375455

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）：本研究の成果として、STEM教育を通じたプログラミング的思考を育成できる確かな指導力を持った小学校教員を養成する関連カリキュラムを開発し、初等教員養成課程において検証した。その過程における試行及び論考は、学術研究論文及び国内外での学会発表として広く公開している。また、教職科目「ICT活用の理論と実践」及び「初等算数科教育法」において、科学・技術・工学・数学の教育分野を統合するような教材研究と模擬授業実践を軸とした過程を設計の上で実践した最終成果は、授業プロトコル分析及びコンピュータ・シンキングの評価規定を基軸として検証され、2024年度の国際数理学科教育学会において研究発表する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義や社会的意義は、Society5.0社会に対応する初等教員養成の在り方の解明と精緻化である。現在、子ども達の資質・能力育成が謳われ、初等教育及びその成立の根本を担う教職課程においてコンピュータベースの再編が求められている。我が国の産業競争力の源泉となる人材を育成する上で、科学・技術・工学・数学を領域横断的に学ぶSTEM教育の実現を図るといった喫緊の課題への教師教育の視座からの対応が必要である。本研究は、これらの社会的な要請や研究動向を鑑み、新世代の初等教育を担う小学校教員養成はいかなる条件の関連カリキュラムで実現するかという学術的かつ切実な問いを実証的に探究した。

研究成果の概要（英文）：Based on research findings, we designed and implemented a correlation curriculum for elementary school teacher training to foster computational thinking through STEM education. The curriculum's effectiveness was verified within teacher training program. Trials and discussions arising from this process have been extensively disseminated through academic publications at both domestic and international conferences. Furthermore, within "Theory and Practice of ICT Use" and "Elementary Mathematics Education Methods," we established and implemented a process centered on the integrated exploration of science, technology, engineering, and math through the research of teaching materials and the practice of mock lessons. The outcomes of this process are currently being validated through lesson protocol analysis and established evaluation criteria for computational thinking. The findings are slated for presentation at the International Society of Mathematics and Science Education in 2024.

研究分野：教師教育、算数数学教育

キーワード：プログラミング的思考 STEM教育 初等教員養成

1. 研究開始当初の背景

本研究の背景は、Society5.0 社会に対応する初等教員養成の在り方の解明である。令和 2 年より全面実施された学習指導要領改訂において、子ども達の資質・能力育成が謳われ、初等教育及びその成立の根本を担う教職課程においてコンピテシーベースの再編が求められている。我が国の産業競争力の源泉となる人材を育成する上で、科学・技術・工学・数学を領域横断的に学ぶ STEM 教育の実現を図るという喫緊の課題への教師教育の視座からの対応が必要である。この背景についての学術的な動向としては、日本教育情報学会や大学教育学会の研究特集において、従来のコンテンツベースの学習を超えた学びを教育課程に求めつつ、知識理解や意志疎通、社会参画を断片化させないカリキュラム開発の必要性が示唆されている。同時に、日本科学教育学会等の研究において、米国や技術立国を目指すアジア新興国と比して STEM 教育の実践的取り組みの遅れが懸念され、教材開発や検証に加えて、教師教育による実践力の向上が求められている。本研究は、これらの社会的な要請や研究動向を鑑み、申請者が組織的継続的に着手してきた教員養成実践と授業応答システム(ARS)を活かしつつ、「プログラミング的思考を育成する STEM 教育をいかに着実に実現するか」という問いを前提に「その実質化を担う小学校教員養成はいかなる条件の関連カリキュラムで実現するか」という学術的かつ切実な問いを実証的に探究することを企図した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、STEM 教育を通じたプログラミング的思考を育成できる確かな指導力をもった小学校教員を養成する関連カリキュラムを開発し、コンピューショナル・シンキングの評価規定を基軸としつつ、その成果を実証的に明らかにすることであった。

【学術的独自性】

本研究の学術的独自性は、以下 3 点である。第 1 に、初等教育における児童のプログラミング的思考の育成と小学校教員のその授業実践力の養成を相互にメタ的な視座で捉えることで現実的な教員養成カリキュラムを開発する点である。第 2 に、理工系でのプログラミング教育との対比によって教育系におけるプログラミング的思考の育成の特性を明確化した上で、Brennan と Resnick (2012)が提起するコンピューショナル・シンキングの評価規定を用いて発達段階別に学びの質保証を行う点である。第 3 に、授業において児童及び初等教育系学生に過度の負担を課さない為に、配付方式のデジタルデバイスを用いて、STEM 教育での授業意見集約と思考共有を行う過程を円滑にするアプリケーションの利活用法(ARS)を教員養成カリキュラムに組み込む点である。

【創造性】

本研究の創造性は、以下 3 点である。第 1 に、現行の初等教科教育法(算数/理科)と教育工学、教職演習(総合的な学習)の各授業の反省的検討に基づいて、単に教材共有だけでなく領域横断的な課題解決能力を確立する関連カリキュラムを創出する点である。第 2 に、将来の小学校教員たる初等教育系学生が STEM 教育を授業実践する学習環境をデザインする資質・能力を複線的に具体化する点である。第 3 に、Wing (2010)らが提唱した広義の思考プロセスであるコンピューショナル・シンキングを自信と共に育成できる優れた教員養成課程の在り方を波及させる点である。

3. 研究の方法

前記の目的に対して、本研究を以下の計画及び方法によって実施した。

既存シラバスの収集と範囲 (Scope)と配列 (sequence)の分析及び、初等教科教育法、教育工学(ICT 教育の理論と実践),教職演習担当者への聞き取り実施とその問題意識の分析。

現行カリキュラム内容のコンピューショナル・シンキングの評価規定(Brennan &

Resnick 2012)との照合と相関化による拡充可能性の模擬授業を通じた事例検証。
STEM 教育の国際研究動向分析と教育課程編成への反映度の相互比較検討と国際研究課題の抽出及びその解消方法の実践的探究。

関連シラバス試行前後による初等教育系学生のプログラミング的思考育成に関する知識理解、技能、指導観の変容に関する統計的手法による検証。

STEM 教材組み込みを通じた教職課程科目の相関化によるプログラミング的思考の育成手法修得へのベンチマーク設定と授業プロトコル分析を通じた実態の解明。

より具体的な研究の年度別の実務作業（年次計画）は以下の通りである。

【令和2年度(2020)】プログラミング的思考を育むSTEM教育の実質化スタートアップ
上記手順 及び に対応する。併せて基幹校(関東学院大)内外における協力体制の再確認と作業課題設定、コンピューショナル・シンキングに関わる論点整理を行う。

【令和3年度(2021)】STEM教材選定と組み込みによる関連カリキュラム実装
上記手順 及び に対応する。併せて海外研究者との専門家会合による小学校教員養成施策の国別比較検討と、既存STEM教材の効果検証と具体的修正点の明確化を図る。

【令和4年度(2022)】授業応答システム(ARS)を伴う関連カリキュラム試行と分析評価
上記手順 に対応する。授業応答システムの適用に併せて理工系プログラミング教育との成果対比による教育系におけるプログラミング的思考育成の特性を解明する。

【令和5年度(2023)】教員養成関連カリキュラムの成果の指導検証及び提言
上記手順 に対応する。研究の総合的成果の集約に伴い複線化に向けた更なる課題点の抽出、及び科研報告書作成、並びに中心的知見の国際学会誌への投稿を行う。

特に、関連する国内外の研究動向と本研究の位置づけは以下の通りである。

プログラミング的思考がコンピューショナル・シンキング(Wing 2010)を基底に提言されたことが有識者会議（文部科学省 2016）で示されており、その育成は日本教育情報学会や日本教育工学会等において Scratch 3.0 やプログラミン等のビジュアル型プログラミング言語使用によって思考過程を可視化するSTEM教材開発を軸に集約されつつある。同時に、教職課程学生のプログラミング教育に関する経験や印象、信念を分析する研究（島田ら 2018）が報告されている。しかし、これらの領域横断的な教材研究や現状報告がありつつも、初等教員養成関連カリキュラムとしての開発と検証は着手されておらず、本研究はこの先導的な実践として位置づく。またその実践の検証においては、ブレナンとレズニックによるコンピューショナル・シンキングの評価規定（Brennan & Resnick 2012）とMITメディアラボが開発した分析枠組み（Dasgupta, et al. 2016）を援用するが、本研究の意図に基づいて、指導者養成の視点から上記フレームワークを実践者-指導者の二重構造に補完することで発展版として位置づける。

4. 研究成果

本研究の成果として、STEM教育を通じたプログラミング的思考を育成できる確かな指導力をもった小学校教員を養成する関連カリキュラムを開発し、初等教員養成課程において検証した。その過程における多様な試行及び論考は、学術研究論文及び国内外での学会発表として既に広く公開している。また、教職科目「ICT活用の理論と実践」及び「初等算数科教育法」において、STEM即ち科学・技術・工学・数学の教育分野を統合するような教材研究と模擬授業実践を軸とした過程を設計の上で実践した最終成果は、授業プロトコル分析及びコンピューショナル・シンキングの評価規定を基軸として検証され、2024年度の国際数学科教育学会において研究発表する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0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 小原 豊	4. 巻 9
2. 論文標題 教職課程における科目「ICT活用の理論と実践」実施に伴う諸課題	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 学習院大学教職課程年報	6. 最初と最後の頁 1-6
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 Yutaka OHARA	4. 巻 33
2. 論文標題 Reciprocalization of Mathematics Learning in Web Collaboration System	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 関東学院大学人間環境学会紀要	6. 最初と最後の頁 23-28
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 Yutaka OHARA	4. 巻 34
2. 論文標題 Aspects of Prospective Elementary Teachers' Views on Authentic Learning in Mathematics via Case Method	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 関東学院大学人間環境学会紀要	6. 最初と最後の頁 37-43
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 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件/うち国際学会 4件）

1. 発表者名 赤羽泰、小原豊
2. 発表標題 小学校教員による授業支援アプリの使用傾向の規定因
3. 学会等名 日本科学教育学会第46回年会
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 堀田しおり、井口泰斗、木村竜也、小原豊
2. 発表標題 VRによる模擬修学旅行の教育効果
3. 学会等名 日本情報教育学会第5回研究会発表
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 Yutaka OHARA
2. 発表標題 Prospective Teachers' Views on Cloud-Based Platform in STEM Education
3. 学会等名 International Conference of Society for Mathematics and Science Education (ICSME2021) (国際学会)
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 Tai AKAHANE, Yutaka OHARA
2. 発表標題 A Practice of Computer Supported Collaborative Arithmetic Learning using Log Analysis
3. 学会等名 International Conference of Society for Mathematics and Science Education (ICSME2021) (国際学会)
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 Yutaka OHARA
2. 発表標題 Perspective on STEM Education for Computational Thinking in Primary Teachers Training
3. 学会等名 The 9th Conference of International Society for Science and Mathematics Education (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木愛加, 嘉松稜也, 岡田琉星, 新井鈴菜, 笹川桃花, 大森勇弥, 赤羽泰, 小原豊
2. 発表標題 小学校児童のコンピューショナル・シンキング促進に関する実践研究
3. 学会等名 日本情報教育学会第4回研究会発表大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小原 豊
2. 発表標題 小学校算数における連比の教材化再考に関する意義と課題
3. 学会等名 日本科学教育学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小原 豊
2. 発表標題 生成AIの教育利用の試案における数学科教員志望学生の解釈
3. 学会等名 数学教育学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小原 豊
2. 発表標題 ウェアラブル型アイトラッカーの教育臨床的可能性
3. 学会等名 日本児童学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Yutaka OHARA
2. 発表標題 Practical Research on Performance in STEM Education: Focusing on Awareness of Auxiliary Lines for Geometric Problems using an Eye-Tracker
3. 学会等名 Asian Technology Conference in Mathematics: ATCM 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 小原豊、北島茂樹	4. 発行年 2024年
2. 出版社 東洋館出版	5. 総ページ数 200
3. 書名 未来を拓くICT教育の理論と実践	

〔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	磯田 正美 (Isoda Masami) (70212967)	筑波大学・人間系・教授 (12102)	

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