

学 位 論 文 要 旨

氏 名 中尾 尊洋

題 目 中学生のプログラミングにおける試行錯誤による問題解決を促す支援方略の検討

本研究の目的は、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）内容「D情報の技術」において、中学生（以下、生徒）が試行錯誤によってプログラミングを行う問題解決的な学習活動を支援する方略について実践的に明らかにすることである。

本論文の構成は、緒論と結論を含め全6章で構成されている。第1章では、中学校におけるプログラミング教育の概念や位置づけを確認した上で、Computational Thinking育成の観点から、試行錯誤の必要性を指摘した。その上で、関連する先行研究を整理し、本研究の研究課題を設定した。設定した研究課題は、①技術的な活動経験と試行錯誤との関連性を明らかにし、プログラミングと試行錯誤との親和性を確認すること（研究課題1）、②プログラミングにおける試行錯誤の効果について探索的に明らかにすること（研究課題2）、③効果的な試行錯誤のプロセスといわゆる「はいまわり」との差異を明らかにすること（研究課題3）、④プログラミングにおいて生徒の効果的な試行錯誤を促す支援方略を明らかにすること（研究課題4）、の4点である。これらの研究課題は、第2章から第5章において対応し、第6章において結論としてまとめた。

第2章では、研究課題1に対応し、生徒の技術的な活動経験と試行錯誤に対する意識との関連性を検討した。質問紙調査により、試行錯誤に対する肯定的な意識の形成と関連する技術的な活動経験を探索した。その結果、試行錯誤に対する肯定的な意識の高い生徒は、紙工作、プログラミングなどの技術的な活動経験が多い傾向が把握された。これらの技術的な活動経験は、その問題解決において即時的にフィードバックが得られやすい点に特徴が見られ、この意味においてプログラミングは、試行錯誤と一定の親和性を有することが確認された。このことを踏まえ本研究では、以降、試行錯誤において物理的な現象としてフィードバックが得やすい計測・制御システムのプログラミング（以下、計測・制御プログラミング）に焦点を当てることとした。

第3章では、研究課題2に対応し、生徒に計測・制御プログラミングにおいて試行錯誤させる授業を実践し、生徒が自覚した資質・能力の獲得感等を分析した。生徒による試行錯誤を取り入れた授業（試行錯誤群）と、教師が方法を教授する授業（方法教授群）を実践し、事後に自由記述のコメントに対するテキストマイニングを行った。その結果、両群ともに「試行錯誤をした」という意識を持っていた。しかし、試行錯誤群では、困難さを感じ

つも意欲的に取り組み、かつ知識・技能の獲得感が得られていることが明らかになった。これに加えて、システムの仕組みの分析を通して解決方法を創造する力、作業に必要なツールを使いこなす力、自分の力で思い通りに解決方法を構成する力の獲得が高まることが示唆された。

第4章では、研究課題3に対応し、効果的な試行錯誤のプロセスと「はいまわり」との差異を検討した。生徒に計測・制御プログラミングの実験課題を与え、試行錯誤によって解決するプロセスを画面記録や発話等を用いてプロトコル分析した。シーケンシャルパターンマイニングの結果、プログラミングのプロセスをPDCAのフェーズに分類した際、D及びAのフェーズで「はいまわり」が生じやすいことが明らかとなった。また、その原因として、場当たりの局所的なプログラミングになっていること、修正が直感的になっていることが示唆された。これに対して、試行錯誤によりプログラミングを自立的に進めることができた生徒は、演繹的にプランニングし、アブダクションを働かせて修正している様相が把握された。これらの思考を促すことが、プログラミングにおいて生徒に効果的な試行錯誤を展開させる上で重要な要因になることが示唆された。

第5章では、研究課題4に対応し、第4章で得られた知見に基づいて生徒の試行錯誤を支援する手立てを構想し、その効果を実践的に検証した。第4章の知見から、演繹的なプランニングを支援するために、アンプラグドにプログラムを構想するカード教材を開発した。また、試行錯誤時に参照できる命令のリファレンス(正引き、逆引き)を作成した。加えて、アブダクションを働かせた修正を支援するために、「観察」、「問題の切り分け」、「原因仮説の推測」、「原因仮説の検証」、「原因への対応」等のプロセスを方向づけるガイド教材を開発した。実践の結果、生徒の自立的な試行錯誤を希望する意識に加え、見通しを持ってプログラミングの方法を考えること、失敗の原因について仮説を立てること、考えた原因に関する仮説を検証すること等の項目に有意な水準の伸びが確認された。これらのことから、本実践の条件下では、講じた手立てによって生徒の演繹的なプランニングやアブダクションを働かせた修正を含む効果的な試行錯誤を適切に支援しえたことが示唆された。

第6章では、第2章から第5章で得られた知見を整理するとともに、プログラミングにおける試行錯誤の効果について実践的な視点から考察し、①プログラミング教育における生徒の問題解決を促進するために、試行錯誤フェーズに対応した手立てを適時的に講じることの重要性、②プログラミング教育における生徒の問題解決を促すための、プランニングやアブダクション等の思考を方向づける認知的な方略に係る支援の重要性等、今後の実践の方向性と課題を展望した。