

初等・中等教育のプログラミング教育における STEAM 要素の研究

大阪芸術大学 教養課程 教授 武村 泰宏

近年、今までにない変化に適応するためのビジネスモデルが試行されるなど、国際的な競争力維持・強化のために必要なスキルが検討されている。文部科学省においては、学校教育モデルや実施方法が試行され、学習者の資質・能力を体系的に育成するためのSTEAM教育の充実が提唱されている。また、K-12のプログラミング教育では、Computational Thinking(以下、“CT”と呼ぶ)の観点から多様な議論が展開されている。Barrらは、プログラミング教育とCTとの関連に注目し、CTの概念をData analysis, Data representation, Problem decomposition, Abstraction, Algorithms, Procedures, Automation, Simulation, Parallelizationといった9項目で定義して学習効果を評価するための指標を示している。2014年にはOliveiraらが、小学生と中学生の計算能力および、その処理量に関する相関関係と問題について報告している。2016年のRodriguesらの報告は、高等学校のプログラミング教育で育成されるCTに関する技能と学業成績および問題解決能力の相関に関する解析である。国内においては2020年4月から小学校で「プログラミング的思考」を中心とした「情報活用能力」を育成するためにプログラミング教育が必修化されたことで、いろいろな分野におけるプログラミング教育の実施事例が紹介されている。多様なプログラミング教育形態が試行されているが、これらプログラミング教育においては定量的な学習効果が示されていないのが現状である。このように国内外において、プログラミング教材やその学習効果が解析されているが、プログラミング教育の定量的な知見によるSTEAM教育の実現を目指した議論が見当たらない。加えて、初等・中等教育のプログラミング教育は、STEAM教育の充実の観点から、多様な領域で学習効果が期待され必要性が叫ばれているが、適切適量な教材や効果的なカリキュラムの検討が見当たらない。

このような状況に鑑み本研究では、STEAM教育の実現に向けて、初等・中等教育のプログラミング教育で育成されるSTEAM要素を分析し、eラーニングシステム Moodleの問題バンク上にプログラミング的思考評価ツール(以下、問題バンクと呼ぶ)を試作した。GIGAスクール構想によってiPadやChromebookなどの一人一台の情報機器の使用が実現したことは、eラーニングシステムを活用した紙を使わない情報機器での学習作業を可能にした。STEAM要素は、プログラミングの3つのアルゴリズム(順次処理、条件分岐処理、繰り返し処理)に対応させ、問題バンクを用いてSTEAM要素のレベルを評価した。3つのアルゴリズムの、順次処理は“プログラミング的思考”、条件分岐処理は“構想”、繰り返し処理は“CTおよび問題

発見”に対応させている。STEAM要素に対するアセスメント尺度を次のように提案し、プログラミング教育の実施前後において活用して、アルゴリズム的思考のレベルを測定した。順次処理は、開始地点から特定の作業を順番に行った結果を回答する。条件分岐処理は、直進する物体が壁にぶつかれば、壁の色によって右に曲がるか、左に曲がるかの分岐結果を回答する。繰り返し処理は、開始地点から特定の作業を繰り返して結果を回答する。それぞれのアセスメント尺度は、フィッシャーの検定によって修正すべき事項を導出した。また、アセスメント尺度の回答において間違いが多い項目を参考にし、教材の改善が必要な箇所も導出した。これらの知見より、対象学年に適応した教材およびコーディングシートを制作し、問題バンクを構築した。電子化された問題の回答は、ディスプレイに表示されたマス目画面にマーカーを移動してプロットする。マーカーは、マス目画像の下部に“○”、“×”、“△”が配置され、それをドラッグしてマス目の中に配置する。

問題バンクにおける問題は、問題のカテゴリごとに分類され、それぞれのカテゴリに属する問題をランダムに学習者へ出題する。本機能は、学習者から見える複数のカテゴリから一つを選択して、受験ごとに難易度が同じで異なる問題を提示できる。アセスメント尺度の難易度は、教材とアセスメント尺度を相互に改善する手法を用いて学年に適合したレベルに設定した。問題バンクでは、難易度が同じで異なる問題を提示することができることから、一人の学習者が問題バンクを繰り返し利用して学習できる。

これまでに開発した教材を用いて、小学生対象のプログラミング体験教室および教員対象のプログラミング講習会を試行した。ここでは、2人1組のグループ学習、講師がプログラミング指導を行わない、各ステップが修了したグループは未修了グループをサポートする、という教授法を採用した。その結果、小学5・6年生のプログラミングにおいては、教授者の支援が無くても展開できることを確認した。さらに問題バンクを活用して、小学校のプログラミング体験教室における教材の定量的評価を行った。その結果、アセスメント尺度では、学年ごとの難易度設定の必要性が確認された。今後は、問題バンクを初等・中等教育のプログラミング教育で活用し、その結果を分析しながら問題バンクおよび教材の改善を進めていきたい。

参考文献

- [1] D. Barr, et al., “Computational thinking: A digital age skill for everyone,” in Proc. International Society for Technology in Education (ISTE), 2011, pp. 20-23.
- [2] J. M. Wing, “Computational thinking and thinking about computing,” Phil. Trans. R. Soc. A, 2008, pp. 3717-3725.