

STEAMによる学習教材のためのロボットシミュレータを課題とした プログラミング学習環境の構築

Developing Programming Learning Environment Focusing on Robot Simulator for a Learning Material of STEAM

神垣 智大^{*1}, 岩本 朋也^{*2}, 松本 慎平^{*1}

Tomohiro KAMIGAKI^{*1}, Tomoya IWAMOTO^{*2}, Shimpei MATSUMOTO^{*1}

^{*1} 広島工業大学情報学部

^{*1} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: {b215031, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

^{*2} 広島工業大学大学院工学系研究科

^{*2} Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology

Email: md18002@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし : Computational Thinking を養成する仕組みとして, STEAM 教育とプログラミング教育を組み合わせることは特に有効とされている. 我々はこれまで, 教育機関において STEAM 教育を容易に実践でき, 従来の一般的なプログラミング教育よりも学習効果が高い教材開発を目指して研究を進めている. 本質的な活動に学習者を集中させるため, 我々はビジュアルプログラミングの利用を検討している. そこで本研究では, まず, ビジュアルプログラミングを用いた教材の学習効果とその利用可能性を検討する. 次に, STEAM の主要な要素である「数学」の学習を題材としたプログラミング学習支援システムを開発する. これはロボットシミュレータとしての役割も果たす. 以上の後, LEGO Mindstorms EV3 の利用を想定し, STEAM すべての要素を含めたプログラミング教材の構想を示す.

キーワード : Computational Thinking, STEAM, ビジュアルプログラミング, 数学, ロボットシミュレータ, LEGO Mindstorms EV3

1. はじめに

昨今, プログラミングは社会的にも重要と広く認識されつつある⁽¹⁾. 特に, プログラミングそのものよりも, プログラミングの過程で行う Computational Thinking⁽²⁻⁴⁾が必要であるとされている. この思考力を養成する仕組みとして, STEAM 教育⁽⁵⁾とプログラミング教育を組み合わせることは特に有効とされている. STEAM に基づいたプログラミング教育を適切に実施するためには, 学習者が興味を持ち, 自ら手を動かし, 考え, 気づく仕組みを取り入れること, プログラミングの本質を科学や数学と関連付けて学習可能な数物系科学に適した学習の流れ(学習教材)を設計すること, STEAM それぞれの要素の学習効果を明確にすること, の3点が不可欠とされているが, その実現は容易ではない. そこで我々は, 教育機関において STEAM 教育を容易に実践でき, 従来の一般的なプログラミング教育よりも学習効果が高い教材開発を目的として研究を進めている⁽⁶⁾. 本質的な活動に学習者を集中させるため, 本研究ではビジュアルプログラミングの利用を検討している. そこで, まず, ビジュアルプログラミングを用いた教材の学習効果とその利用可能性について, 従来のコーディング方式と比較して明らかにする. 次に, ビジュアルプログラミングで十分な学習が可能であることを確認した後に, STEAM の主要な要素である「数学」の学習を題材としたプログラミング学習支

援システムを開発する. 同時に, LEGO Mindstorms EV3 の利用を想定し, STEAM すべての要素を含めたプログラミング教材の構想を示す.

2. STEAMによるプログラミング学習

STEAM による学習は, 工学基礎並びに理数基礎の理解・活用, さらに, 洞察力, 表現力までを同時に学習できる点で有効であるとされている. このような利点と共に, STEAM の要素を含んだ学習は, プログラミングに特化した学習を行う方式よりも, プログラミング自体の活動量が減少するにも関わらずプログラミングの本質を効率良く学べるという点に大きな意義があると本研究では考えている.

本研究での STEAM の枠組みについては, 模様の描画(Art)を実現するため, 観測・計測・記録(Science)を通じてモデルを組み立て, モデルからモータの速度伝達の方程式(Mathematics)を構築し, モータを制御して物理的空間で実現するためのロボットの設計及びモータの工学的理解(Engineering)を行い, 以上の機構を連携させるためのプログラミング(Technology)を行う, ものとする. STEAM 教材はこれら一連の課題を試行錯誤的に取りまぜる内容とし, 我々はこれまで, 5つの要素の学習課題を統合的に解決することを内容とした教材の開発を進めている. 以下に, 我々の教材における STEAM のそれぞれに対応する各学習活動をまとめる.

Science: 観察・計測・記録
 Technology: プログラミング
 Engineering: モータ制御, ロボットの工作
 Art: 関数による模様を描画
 Mathematics: 速度伝達の計算式

STEAMのそれぞれに対応する学習活動において、本研究にて新たに開発するビジュアルプログラミング教材では、プログラミング(Technology)と計算式(Mathematics)について学ぶことを目的としており、Google Blockly及びenchant.jsを用いたWebアプリケーションとする(図1参照)。これは、Mindstorms EV3の動作を事前に再現するためのシミュレータであり、学習ログを記録できるため学習過程の調査にも活用可能である。なお、観察・計測・記録(Science)とモータ制御(Engineering)、模様を描画(Art)に関しては、マサチューセッツ工科大学とレゴ社が共同開発したロボット教材のLEGO Mindstormsの3代目であるMindstorms EV3を用いた学習を課題として教材を開発する(図2参照)。



図1 提案システムの外観

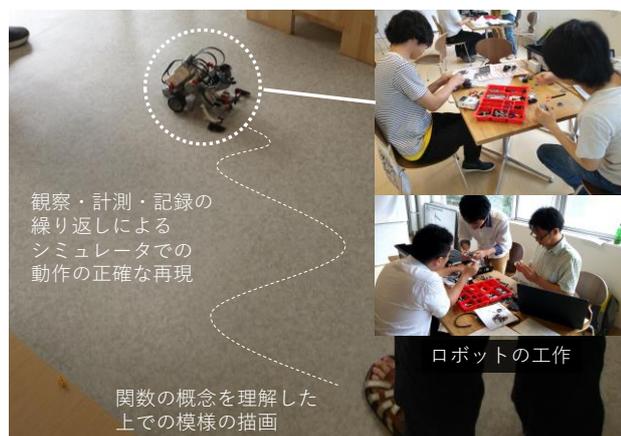


図2 ロボット工作のイメージ

3. 予備的実験

ビジュアルプログラミング方式の有用性を明らかにするため、情報学を専攻する大学生14人を被験者として動員し実験を行った。実験群と統制群とでスキルレベルが同一になるよう被験者をそれぞれ7人ずつ分けた。実験での学習目標は、再帰処理によるフラクタル模様の記述技能の習得とした。実験群はビジュアルプログラミング、統制群は一般的なコー

ディングでコード設計しプログラムを組み立てた。授業終了後、学習効果を確認するための30分のポストテストを行った。

実験の結果、実験群のポストテストの得点の平均点について、Welchのt検定によると両群の間に有意な差は確認されなかった。以上から、ビジュアルプログラミングでの演習は学習方法として問題ないことを確認した。ただし、実験群の中には、ブロックについての理解はできた一方で、学んだ知識をコーディングでのコード設計に活かせなかった被験者が存在していた。よって、同一画面内でブロックとコードとを対応付けながら学習可能な機能が必須と位置付け、その機能を開発システム(図1参照)に実装した。

4. おわりに

本研究では、我々が開発を進めるSTEAM教材の中でビジュアルプログラミング方式を採用するにあたり、その有用性を従来のコーディング方式と比較し実験により調査した。実験の結果、コーディングとビジュアルプログラミングとの間に有意な差は認められなかった。以上から、ビジュアルプログラミングでの演習は学習方法として問題ないことを確認した。次に、この結果を踏まえて、同一の画面内でビジュアルプログラムとコードとを対応付けながら学習可能なシステムを構築し、数学を題材としたWebベースの学習支援システムの開発を達成した。これについては被験者から高い主観評価を得たため、数学を題材とした開発システムは有用と結論付けた。以上を踏まえ、LEGO Mindstorms EV3を用いたSTEAM教材の構想を明らかにした。

謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)16K01147, 17K01164)、公益財団法人日本科学協会 2018年度笹川科学研究の助成を受けて実施した成果の一部である。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- (1) S. Furber, Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. The Royal Society, London (2012).
- (2) Google, Computational Thinking for Educators
- (3) J. Wing, Computational Thinking: What and Why? (2010).
- (4) K. Brennan, M. Resnick, New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking (2012).
- (5) X. Ge, D. Ifenthaler (Eds.), Emerging Technologies for STEAM Education: Full STEAM Ahead (Educational Communications and Technology: Issues and Innovations), Springer (2015).
- (6) 神垣智大, 岩本朋也, 松本慎平, プログラミング初学者のためのSTEAM教材の開発に関する研究 -プログラム組み立て方式の検討-, 2018 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会 講演論文集, pp.125-126 (2018).