

数学及び物理課題を題材としたゲーム開発学習教材の開発と試用

Development and Trial Use of Game Development-based Learning Materials on the Subjects of Mathematics and Physics

岩本 朋也^{*1}, 松本 慎平^{*1}

Tomoya Iwamoto^{*1}, Shimpei Matsumoto^{*1}

^{*1} 広島工業大学工学系研究科

^{*1} Graduate School of Engineering, Hiroshima Institute of Technology

Email: {md18002, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし: 本研究ではゲーム開発学習に着目し, 物理や数学の学習要素を取り入れたプログラミング初学者向けの学習教材を開発した. 教材の特徴は, ゲーム開発の中で数学の方程式や物理の運動方程式の課題を取り入れ教材を設計した点である. このことにより, プログラミングの学習と並行して, 数学や物理への興味・関心の向上を試みている. プログラミング未経験の高校生を対象に教材を提供した結果, 物理の教材に学習効果がみられたと共に, 数学や物理の授業の中での導入を望む回答など高い評価が得られた.

キーワード: プログラミング, 初学者, 教育, 物理, 数学

1. はじめに

プログラミング学習を通じて様々な能力が身に付くと言われている⁽¹⁾. 例えば, プログラミングの思考過程の構造と問題解決の過程には相関があると報告されている⁽²⁾. プログラミングは他の学習課題においても効果的と考えられており, 数学や物理の学習においてもプログラミングを用いた学習が行われている^(3,4). しかし, プログラミング自体高い学習負荷を有するため, プログラミングを通じた数学・物理の学習は容易ではない. プログラミング教育では, 学習意欲を高める工夫など⁽⁵⁾ 学習者にとって少しでも学びやすい教材の提供が重要であるとされている. よって数学や物理を題材とした教材を構築する場合, より一層の工夫が必要であると考えられる.

ゲームを用いた学習は学習者の意欲促進につながるという報告がある⁽⁶⁾. これらのような先行研究の成果より, ゲーム開発の要素に数学や物理を取り入れることは, 学習者の意欲を高めながら数学や物理を学習可能なプログラミング教材として有効であると考えられる. そこで本研究では, プログラミングの学習効果に注目し, ゲーム開発を題材として, プログラミングと同時に数学や物理の知識の獲得が可能な学習教材の開発を目的とする. 提案教材では, プログラミング初学者がゲーム開発を通してプログラミングを学習できる. その中でゲームの要素に数学や物理の要素を取り入れることにより, 学習者が数学や物理に興味を持ちこれらを同時に学習できることを狙いとしている. プログラミング未経験の高校生を対象に教材を提供した結果, 物理の教材に学習効果がみられたと共に, 数学や物理の授業の中での導入を望む回答など高い評価が得られた.

2. 教材

2.1 学習プログラミング言語

本研究では, ゲーム開発のための学習言語として

enchant.js を利用した. enchant.js は HTML5 に準拠した JavaScript 用ゲーム開発フレームワークであり, 公式の学習サイトが提供されているなど, 学習に最適な環境が用意されている. また, enchant.js を用いたプログラミング学習は, プログラミング初学者にとって学習意欲の促進につながると報告がある⁽⁷⁾. 以上から, 本研究は enchant.js を利用した.

2.2 教材プログラム

本研究では, ゲーム開発にあたって数学や物理の重要性を学習者に伝えるため, ゲームに数学や物理の要素を追加した. ひとつの学習課題である関数方程式を学ぶゲームを例に説明する. ゲームは 2D 画面にプレイヤーとなるクマのキャラクター1 体と, アイテムとしてフルーツやハートのようなアイテムが複数, 0 から始まるスコアのラベル 1 つの要素が表示されている. このゲームは, キーボード操作でクマのキャラクターを上下左右に操作し, 画面左から一定間隔で出現し移動するアイテムを取得し, スコアを上げることが目的となっている. この時, アイテムの動作は数学の方程式をもとに作られている. たとえば, フルーツは三角関数の正弦の波の動きをしながら左から右へ動作する. 学習者はアイテムの動きに数学の知識からなる方程式をもとにした動作を追加して, ゲームの完成度を高めることを目指す. なお, 他のゲームも同様に, 物理や数学の方程式をもとにゲームのオブジェクトに適切な動作を与える. 以上の学習活動を通じて, 学習者はプログラミングの知識と共に数学や物理の理解を深め, かつそれらへの興味・関心を高めることを目指している.

3. 実施概要

プログラミング未経験の高校 1-3 年 8 名を対象に教材を提供した. 学習内容は表 1 に示すとおりである. これらの学習内容を 1 日あたり 180 分の計 5 日

間の 900 分で学習者に提供した。各学習課題はおよそ 150 分ずつとした。学習者には、ゲームごとに開発に必要なライブラリや画像データがまとまったフォルダを提供し、1 つのスクリプトファイルにゲームの各要素の記述を求めた。表 1「チュートリアル」では、数学や物理の要素は取り入れず、繰り返し処理や条件処理といったプログラミングの基本要素を学習させた。その後、ゲームのオブジェクトの動作に数学や物理の要素を追加したプログラムを作成させた。なお、学習者には事前に数学、物理の知識に関するテストへの回答をそれぞれ 15 分ほどで求めた。プログラミング学習の終了後、参加者には同様のテストを再び与えた。テストの点数は 1 問 1 点とし、数学が 18 点、物理が 16 点とした。どちらも中学校までの知識で解ける難易度とした。また、最終日の講義終了後に 6 段階リッカート尺度のアンケートへの回答を学習者に求めた。

表 1 学習内容

ゲーム題目	学習課題
チュートリアル	プログラミングの基礎
バスケット入れ	つるかめ算
フルーツ取りゲーム	関数方程式
ボールのかご入れ	運動方程式
箱止め	摩擦運動
釣り合いゲーム	力の釣り合い

表 2 テストの点数

	事前テスト	事後テスト	p 値
数学	9.375	8.375	0.5281
物理	6.125	7.875	0.1443

表 3 アンケート結果

アンケート内容	評価点
プログラミングは楽しかったですか	5.125
本講座のような物理と数学に関連付けたプログラミング学習教材についてどう思いますか？	5.125
本講座内容を物理の教材として使うことはよいことであると思いますか？	5.500
本講座内容を数学の教材として使うことはよいことであると思いますか？	5.500
機会があれば、本講座のようなプログラミングの授業を受けてみたいですか？	5.250
本講座でプログラミングの基礎が理解できましたか？	4.875

4. 結果

テストの点数を表 2 に示す。数学のテストの点数は事後テストの方が低かったが、対応のある t 検定の結果有意な差は確認されなかった。また、物理のテストに関してはテストの点数が上がっていた。有

意な差は確認されなかったが、p 値は比較的小さい値であった。このことから、ゲーム開発学習が物理学習において知識の獲得に役立った可能性を示唆した結果と考えられる。物理の事象に対する学習者の考えを画面で表示することは学習者の物理の概念の理解の助けになるとの指摘があり⁽⁸⁾、ゲーム開発においても同様の効果が確認されたと考えられる。

学習後に得たアンケート結果の平均を表 3 に示す。アンケートの評価は 6 に近いほど評価は高いものになっている。アンケート結果より、全ての項目において高い結果が得られていることが確認できる。この結果より、学習者の意欲を高めながら学習できていたと考えられる。

5. まとめ

本研究では、`enchant.js` を用いたゲーム開発学習と数学・物理学習に着目し、学習教材を開発した。その結果、プログラミング初学者にとって好意的な教材であることが明らかになった。

今後の方針として、教材の改良、学習者がファイル等の準備をせずに Web ブラウザのみで簡易学習可能なシステム開発などを行う予定である。

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)17K01164, 19K02987)及び FOST 公益財団法人科学技術融合振興財団平成 30 年度補助金助成による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) 鈴木克明: “魅力ある教材”設計・開発の枠組みについて”, 教育メディア研究, Vol.1, No.1, pp.50-61 (2005)
- (2) 山本利一, 本郷健, 本村猛能, 永井克昇: “初等中等教育におけるプログラミング教育の教育的意義の考察”, 教育情報研究, 第 32 巻, 第 2 号, pp.3-12 (2016)
- (3) 杉野裕子: “数学教育におけるプログラミングの利用”学校図形 Logo”を通して”, 教育情報研究, 第 5 巻, 第 1 号, pp.79-89 (1989)
- (4) K. Aho, K. Chandra, and E. Robers: “Introducing Programming into the Physics Curriculum at Haverhill High School Using the R Language”, ASEE 2014 Zone I Conference (2014)
- (5) 文部科学省: “諸外国におけるプログラミング教育に関する調査研究”, 文部科学省ホームページ(2012)
- (6) 藤本徹: “ゲーム要素を取り入れた授業デザイン枠組の開発と実践”, 日本教育工学会論文誌, 第 38 巻, 第 4 号, pp.351-361 (2015)
- (7) 室谷心, 矢野口聡, 浅見(林)大輔: “JavaScript を使った 1Day プログラミング教室用教材の開発と試用 II”, 教育システム情報学会 JSiSE2017 第 42 回全国大会, B3-2, pp.197-198 (2017)
- (8) 今井功, 東本崇仁, 堀口知也, 平嶋宗: “中学理科における Errorbased Simulation を用いた授業実践”, 教育システム情報学会学会誌, Vol.25, No.2, pp.194-203 (2008)