



遊びながら自律的にプログラミング的思考を育成可能なゲームの提案および学習効果の評価

早稲田大学 基幹理工学部
講師(任期付き) 齋藤 大輔

1. はじめに

プログラミング的思考力は、条件分岐や繰り返し処理などの論理的な考え方や、問題を分析する力などであり、プログラミングを学ぶことで身につく可能性のある能力である。これらの能力を育成するには、プログラミング的思考育成向けのゲームを用いることが効果的である。しかし、多くのゲームはパズルゲームや「前に進む」、「右に曲がる」といった、タートルグラフィックスの概念を用いたゲームである。これらゲームは、プログラミング的思考力を養うのに有効であるが、いくつかの課題がある。まず、パズル系のゲームは、一度解いてしまうと繰り返し遊ぶことが難しい。加えて、タートルグラフィックスの概念を用いたゲームの場合、キャラクターは「前に進む」などのプログラミングで制御される。そのため、キャラクターが動いている間は、ゲーム画面を見ることしかできず、遊びの要素が薄れてしまう。従って、これらの課題を解決するために、本研究では新しいプログラミング的思考力を養うゲームを提案した。

2. プログラミング的思考力

プログラミングを学ぶことで養われる能力を明確にする必要がある。本研究ではこれらの能力をプログラミング的思考力と定義する。プログラミング的思考力について、CSTAK12 Computer Science Standardsなどを参考にし、表1の20項目を定義した。

表1. プログラミング的思考力

| 順次 | 関数 | 関数化 | 推論 |
|----|---------|--------|-------|
| 分岐 | 演算子 | 問題の細分化 | 事象の分析 |
| 反復 | 論理代数 | 一般化 | 動作の構築 |
| 変数 | 演算子の使用 | 抽象化 | 動作の抽出 |
| 配列 | 論理代数の使用 | 設計書の作成 | 思考の表現 |

3. 既存プログラミング的思考力育成ゲーム

プログラミング的思考力を育成するためのゲームは数多く提案されている。例として表2を示す。表2から分かるように、既存のゲームではパズル形式が多い。また多くのゲームは上述した通り「前に進む」や「右に曲がる」といったコマンドをプログラミングするタートルグラフィック形式のゲームが多くある。

表2. 既存ゲームの一覧

| 名称 | ジャンル |
|-------------------------------|----------|
| Catos Hike | パズル |
| Robozzle | パズル |
| Ruby Warrior | アドベンチャー |
| Save the animals: Coding Game | パズル |
| Digital Puppet— Programming | パズル |
| Code Karts | パズル |
| トライビットロジック | パズル |
| トライビットラン | アドベンチャー |
| Rapid Router | パズル |
| Hackforplay | ロールプレイング |
| ぷよぷよプログラミング | テキスト教材 |

4. ゲーム要素

プログラミング的思考育成ゲームの開発においてゲームを構成する要素(ゲーム要素)が重要である。課題として学習効果の高いプログラミング的思考力育成ゲームを開発する際、どのようなゲーム要素を必要とするかが不明である。従ってゲーム要素をAdrianoらの研究[1]を基に「Level」、「Challenge」、「Restriction」、「Hint」、「Sound」、「Achievement」、「Point System」、「Avatar」、「Boss」、「Timer」、「Leaderboard」、「Rating」、「Fantasy」、「Badge」の14個定義し、表2で示したゲームに含まれるゲーム要素を調査した。結果として図1となった。図1から、「Level」、「Challenge」、「Restriction」の要素はそれぞれ1個のゲームを除きすべてのゲームで使われていた。さらに、「Hint」は2個のゲームを除いた9個のゲームで使われていた。故に、「Level」、「Challenge」、「Restriction」、「Hint」は多くのゲームで使われていることが確認できる。反対に「Badge」は11個のすべてのゲームで使われていなかった。加えて、「Leaderboard」「Rating」「Fantasy」は1個のゲームでしか使われていなかった。従って、プログラミング的思考育成ゲームとして重要な要素は「Level」「Challenge」

「Restriction」、「Hint」であり、当該要素を含んだゲームを開発することが重要である。

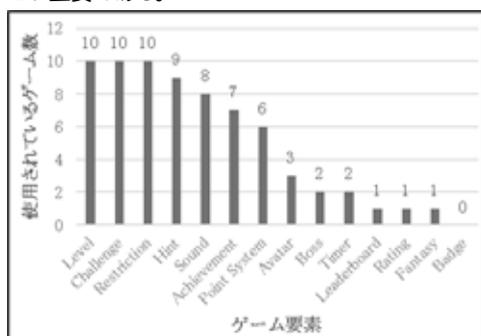


図1. ゲーム要素の数

5. プログラミング的思考ゲームの提案

本研究では図2に示すようなプログラミング的思考育成ゲームとして、プログラミングで攻撃コマンドや防御コマンドを作るダンジョン攻略型のゲーム「CpdeLoad」を提案した。本ゲームはダンジョン内に様々なパターンで出現する敵を倒すことが目的である。本ゲームの流れは以下の通りであり、これらの流れは上述したゲーム要素と対応している。

- ① ステージと敵が表示される。
- ② 学習者は敵のプログラムを確認する。(Hint)
- ③ 敵の行動を見て、プログラムの処理を理解する。
- ④ 学習者はプレイヤーキャラクターの決められたプログラミング要素でコマンドをプログラムする。(Restriction)
- ⑤ 学習者が作成したコマンドを使用し、ダンジョン内の敵を全て倒す。(Challenge)
- ⑥ プログラミング要素の増えた新たなダンジョンの攻略を検討する。(Level)

本ゲームでは敵の使用するコマンドのプログラムを見ることができ、それを参考にして、プログラミングで攻撃コマンド、回復コマンドを作成する必要がある。プログラミング言語はGoogle社のBlocklyを用いる。本ゲームのコマンドの例を図3に示す。

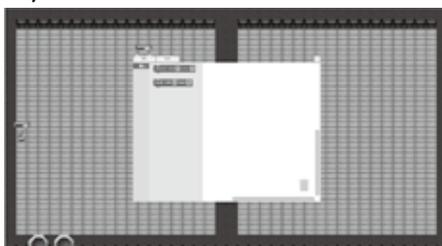


図2. ゲーム画面の例



図3. コマンドの例

6. 提案ゲームの学習効果

提案したゲームの有用性を確認し、今後の改善につなげるため、調査として学生や教員等の13名にゲームを遊んでもらった。その後、次のようなアンケート()内は回答形式)を実施した。

1. 年齢を教えてください(10代, 20代, 30代, 40代, 50代)
2. ゲームは楽しかったですか?(1-5の点数評価)
3. ゲームはプログラミングの勉強になると感じましたか?(はい or いいえ)
4. 敵キャラクターのプログラムの意味は理解できましたか?(はい or いいえ)

1名についてアンケートからゲームを未プレイと判明したため結果から除外した。結果として図4の通りであった。Q1について、12人中5人が10代、1人が20代、2人が30代、4人が40代と回答した。Q2は、5点満点の評価で回答し、平均点は約3.7点だった。Q3については、全員が「はい」と答えた。Q4については、9人が「はい」と答え、3人が「いいえ」と答えた。アンケート結果としてプログラミング的思考育成に効果的であることが示唆される。

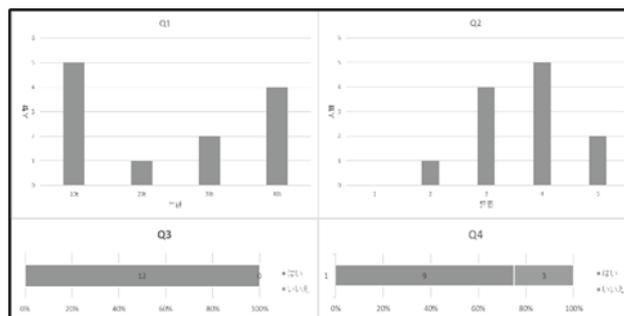


図4. アンケート結果

7. まとめと今後について

本研究では、プログラミング的思考力を育成するためのゲームを提案した。提案したゲームの有用性を確認するため12名の方に遊んでもらいアンケート結果を分析した。結果、本ゲームはプログラミング的思考力育成に効果があることが示唆された。しかし、プログラミング思考力への効果の検証については不十分である。従って、今後はプログラミング的思考力への効果を検証する。

参考文献

[1]. dos Santos, A. L., Maurício, R. D. A., Dayrell, M., & Figueiredo, E. (2018, October). Exploring game elements in learning programming: an empirical evaluation. In 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-9). IEEE.

共同研究者

坂本一憲, 鷲崎弘宜, 深澤良影 (早稲田大学), 内山宗一 (明治大学サービス創研研究所), Ramzi Ramzi (私立高校教師)