

プログラミング的思考力育成ゲームにおける学習に効果的なゲーム要素の調査

宅野勇輝ⁱ 齋藤大輔ⁱ 坂本一憲ⁱⁱ 鷲崎弘宜ⁱ

深澤良影ⁱ 内山宗一ⁱⁱⁱ Ramzi Ramziⁱⁱⁱⁱ

ⁱ早稲田大学 基幹理工学部 ⁱⁱ早稲田大学 グリーンコンピューティングシステム機構

ⁱⁱⁱ明治大学 サービス創新研究所 ⁱⁱⁱⁱ武蔵野大学附属 千代田高等学院

y-takuno@toki.waseda.jp, d.saito@fuji.waseda.jp, exkazuu@gmail.com, washizaki@waseda.jp
fukazawa@waseda.jp, shyu1tatunami@gmail.com, ramzi.education@gmail.com

概要:プログラミング的思考力の育成のためのゲームは数多くあるが、それらにおける学習に効果的なゲーム要素は不明である。この問題を解決するために、既存のプログラミング的思考力の育成ゲームに共通して用いられているゲーム要素を特定することで、学習に効果的なゲーム要素を調査する。本研究では、若年層向けの既存の 11 ゲームを対象として、プログラミング的思考力の育成に関係していると考えられるゲーム要素を特定した。

キーワード:ゲーム要素, プログラミング的思考力, 学習, プログラミング, 育成

A Survey of Effective Game Elements for Learning in Games for Developing Programmatic Thinking Skills

Yuki Takunoⁱ Daisuke Saitoⁱ Kazunori Sakamotoⁱⁱ Hironori Washizakiⁱ

Yoshiaki Fukazawaⁱ Motokazu Uchiyamaⁱⁱⁱ Ramzi Ramziⁱⁱⁱⁱ

ⁱFundamental Science and Engineering of Waseda University

ⁱⁱGreen Computing Systems Research Organization of Waseda University

ⁱⁱⁱInstitute for Service Innovation Studies of Meiji University ⁱⁱⁱⁱMusashino University Chiyoda High School

y-takuno@toki.waseda.jp, d.saito@fuji.waseda.jp, exkazuu@gmail.com, washizaki@waseda.jp
fukazawa@waseda.jp, shyu1tatunami@gmail.com, ramzi.education@gmail.com

Abstract Although there are many games for the development of programmatic thinking skills, the game elements that are effective for learning are unknown. By identifying the game elements commonly used in these games, we will investigate effective game elements for learning and use them in the development of future games that foster programming thinking skills. In this study, we identified game elements that are thought to be relevant to the development of programming thinking skills in 11 existing games for young people.

Keyword Game elements, Programing thinking, study, programming, development

1.はじめに

プログラミング的思考力を育成するための若年層向けのゲームは現在数多く存在している[1]。"プログラミング的思考力"は「プログラミングを通して実施される論理的思や問題解決能力」[2](齋藤他, 2018, p.41)と定義する。しかし、それらのゲームにおいて、どのゲーム要素が学習に効果的なかは不明である。先行研究[3](藤本徹, 2015, p.352)では"マクゴニガル(2011)はゲームの最も基本的な要素として、(1)ゴール(2)ルール(3)フィードバック(4)自発的参加の4点を挙げている"[4](マクゴニカル, 2011)とゲーム要素の記述がある。本研究ではこれに基づきゲーム要素を考える。不明である理由は、プログラミング的思考力育成ゲームのゲーム要素は相互的に作用しているため、個々のゲーム要素の学習に対する効果を評価することが困難なためである。また、学習に効果的なゲーム要素が不明であると、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にどのようなゲーム要素を必要とするかが分からないという課題がある。

そのため本研究では、プログラミング的思考力の育成に効果的なゲーム要素を特定することを目的とする。

本論文の2章以降の構成は次の通りである。2章では調査の方法を説明する。3章では調査結果を示す。4章では結果に基づく考察する。5章では本論文のまとめを行う。

2. 調査方法

本研究では、効果的なゲーム要素を特定するために以下の方法を用いる。

- (1) プログラミング的思考力育成ゲームにおける主なゲーム要素を選択する
- (2) 既存の若年層向けのプログラミング的思考力育成ゲームを11個選択する
- (3) (2)で選択したゲームを実際にプレイする
- (4) プレイしたゲームに(1)で選択したゲーム要素が利用されているか調査する

上記の方法を利用した結果、多くのプログラミング的思考力育成ゲームに利用されているゲーム要素は学習に関係していると考えられる。

まず、先行研究[5]で分類されているゲーム要素及び、[6]で評価された Code Combat と Code Hunt において利用されているゲーム要素を抜粋した。調査時間の関係上、本研究ではこれらのうち2個以上利用されているゲーム要素14個を本研究の調査の対象とした。先行研究[6]でゲーム要素を定義している表から、今回の調査対象のゲーム要素を抜粋し引用したものを付録1に示す。

次に先行研究[1]で紹介されている5個のゲーム、その他の無料で提供されている6個のゲームの合計11個の若年

層向けのプログラミング的思考力育成ゲームを対象としてプレイした。これらのゲームを表 1 に示す。

加えて、調査対象としたゲーム要素が利用されているかいないかを調査した。

表 1. 調査したプログラミング的思考力育成ゲーム一覧

名称	ジャンル
Catos Hike ⁽¹⁾	パズル
Robozzle ⁽²⁾	パズル
Ruby Warrior ⁽³⁾	アドベンチャー
Save the animals:Coding Game ⁽⁴⁾	パズル
Digital Puppet—Programming ⁽⁵⁾	パズル
Code Karts ⁽⁶⁾	パズル
トライビットロジック ⁽⁷⁾	パズル
トライビットラン ⁽⁸⁾	アドベンチャー
Rapid Router ⁽⁹⁾	パズル
Hackforplay ⁽¹⁰⁾	ロールプレイング
ぷよぷよプログラミング ⁽¹¹⁾	テキスト教材

※[1]Renny S. N. Lindberg , Teemu H. Laine , Lassi Haaranen(2019)から一部引用・和訳

3. 結果

実際に 11 個のゲームをプレイし、ゲーム要素の調査した結果を図 1 に示す。また、それぞれのゲームに対してのゲーム要素の結果は巻末の付録 2 に示す。

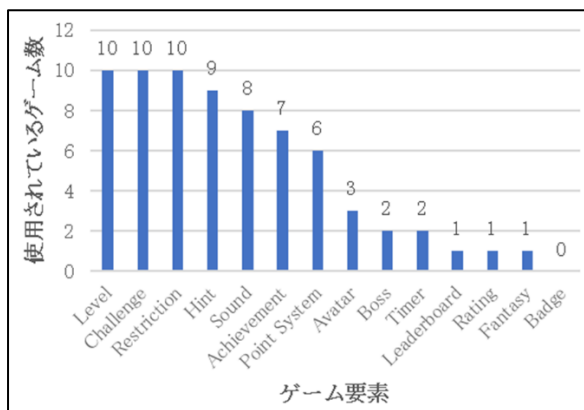


図 1. ゲーム要素と利用されていたゲーム数

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。

また、1 個のゲームあたり使われているゲーム要素の数は平均して約 6.4 個であった。

4. 考察

図 1 の結果より「Level」「Challenge」「Restriction」の要素はほとんどのゲームで利用されていることが確認できた。これより、これらのゲーム要素はプログラミング的思考力の育成に関係していると考えられる。

反対に、「Badge」「Leaderboard」「Rating」「Fantasy」はほとんどのゲームで使われていなかった。しかし、これらのゲーム要素がプログラミング的思考力の育成に関係が無いとは限らない。

5. まとめ

今回の調査の結果、プログラミング的思考力の育成に関係していると考えられるゲーム要素を特定した。この結果を活用し今後のプログラミング的思考力育成ゲームの開発に役立てていく。

また、今後の課題として今回特定したゲーム要素の効果を検証する必要がある。加えて、個々のゲーム要素だけではなく、相互作用によって学習に効果をもたらしているゲーム要素の特定が挙げられる。これにより、より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ができる。

参考文献

- [1] Renny S. N. Lindberg , Teemu H. Laine , Lassi Haaranen(2019), “Gamifying programming education in K-12: A review of programming curricula in seven countries and programming games”, *British Journal of Educational Technology*, volume 50, pp.1975-1995.
- [2] 齋藤大輔・佐々木綾奈・鷲崎弘宜・深澤良彰・武藤優介・田村麻里子・西澤利治(2018), 小学生を対象としたプログラミング教育のためのルーブリックの提案, *STEM 教育研究*(2018), Vol.1, pp.41-51.
- [3] 藤本徹(2015), 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* 2015, 38(4), pp.351-361.
- [4] マクゴニガル, J. (2011), 藤本徹・藤井清美(訳), 幸せな未来は「ゲーム」が創る, 早川書房.
- [5] Adriano Lages dos Santos, Mauricio R. A. Souza, Marcela Dayrell, Eduardo Figueiredo(2018), “Exploring Game Elements in Learning Programming: An Empirical Evaluation”, *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*.
- [6] Adriano Lages dos Santos, Mauricio R. A. Souza, Marcela Dayrell, Eduardo Figueiredo(2018), “A Systematic Mapping Study on Game Elements and Serious Games for Learning Programming”, *Computer Supported Education 2018*, pp.328-356.

ゲーム

- (1) 『Catos Hike』, Hesham Wahba, 2012. (iOS)
- (2) 『Robozzle』, Bridger Maxwell, 2010. (iOS, Android)
- (3) 『Ruby Warrior』, Bloc, 2012. (PC)
<<https://www.bloc.io/ruby-warrior/#/>>
- (4) 『Save the animals:Coding Game』, FifthWisdom Technology Limited, 2016. (iOS)
- (5) 『Digital Puppet—Programming』, TAKOYAKING, Tatsuya Nakano, 2016. (iOS, Android)
- (6) 『Code Karts』, EDOKI ACADEMY, 2017. (iOS, Android)
- (7) 『トライビットロジック』, HIMACS, Ltd, 2017. (iOS, Android)
- (8) 『トライビットラン』, HIMACS, Ltd, 2017. (iOS, Android)
- (9) 『Rapid Router』, Ocado Technology, 2014. (PC)

< <https://www.codeforlife.education/rap> >

(10)『Hackforplay』, ハックフォープレイ株式会社, 2014. (PC)

< <https://www.hackforplay.xyz/> >

(11)『ぷよぷよプログラミング』, SEGA, 2020. (PC)

< https://puyo.sega.jp/program_2020/ >

Appendix

A. 調査資料一覧

付録 1. ゲーム要素の説明

ゲーム要素	説明
Level	ゲームのレベルは、それをより組織化しプレイヤーに進行感を与えるためのゲームの分割
Challenge	パズルなど、解くのに努力が必要な作業
Restriction	問題の一部を解決して次の部分に進むなどのゲームレベル中にプレイヤーに課せられる制限
Hint	特定の問題を解決するための手がかりをプレイヤーに提供する
Sound	ゲーム内でのキャラクターの動きや相互作用の音またはユーザーの動作が正しいか正しくないかを示す音
Achievement	明確な目標を達成したことに対する報酬
Point System	他のユーザーに対してプレイヤーをランク付けするために使用する さらに、ユーザーがゲームの特定のレベルのロックを解除するための閾値として使用できる
Avatar	プレイヤーキャラクターの視覚的な表現
Boss	レベルの最高点で難しい課題を示すためのもの
Timer	難易度を設定するためにタイマーを用いて特定の時間以内にプレイヤーをクリアさせる
Leaderboard	完了した課題に関するプレイヤーの進行状況を表示する また、プレイヤーが他のプレイヤーに対してどのようにパフォーマンスを発揮しているか示す
Rating	ゲームのある段階でのプレイヤーの反応の推定や評価をする また、ゲーム中のプレイヤーのパフォーマンスの指標として機能する
Fantasy	たとえば、宇宙テーマや中年テーマのようなプレイヤーが入る環境
Badge	ゲーム内でのユーザーのクリア状況を視覚的に表現

※[6]Adriano Lages dos Santos, Maurício R. A. Souza, Marcela Dayrell, Eduardo Figueiredo(2018)から一部引用・和訳

付録 2. 11 個のゲームとゲーム要素の調査結果(その 1)

ゲーム要素	Catos Hike	Robozzle	Ruby Warrior	Save the animals: Coding Game	Digital Puppet— Programming	Code Karts
Level	○	○	○	○	○	○
Challenge	○	○	○	○	○	○
Restriction	○	○	○	○	○	○
Hint	○		○		○	○
Sound	○		○	○	○	○
Achievement			○	○	○	○
Point System			○		○	
Avatar	○		○			
Boss			○			
Timer						
Leaderboard						
Rating						
Fantasy						
Badge						

付録 2. 11 個のゲームとゲーム要素の調査結果(その 2)

ゲーム要素	トライビットロジック	トライビットラン	Rapid Router	Hackforplay	ふよぶよプログラミング
Level	○	○	○		○
Challenge	○	○	○	○	
Restriction	○	○	○		○
Hint	○	○	○	○	○
Sound	○	○	○		
Achievement	○		○		○
Point System	○	○	○	○	
Avatar				○	
Boss				○	
Timer	○			○	
Leaderboard	○				
Rating	○				
Fantasy				○	
Badge					