ゲーム学会第 19 回合同研究会
「ゲームと教育」研究部会
研究報告

Game Amusement Society Research Report
Vol.19, No.1 (September, 2021)
Game and Education Research Division Workshop
2020-GE-1 (February, 2021)

Game Amusement Society
19th Joint Research Conference
Kagawa University (Online)
September 4, 2021

Game Amusement Society
Game and Education Research Division Workshop
Kagawa University (Online)
February 27, 2021

ゲーム学会第 19 回合同研究会

開催日：2021 年 9 月 4 日（土）
会　場：香川大学（オンライン開催）

目　　次

【口頭発表】

1. ゲーム開発を専門とする大学生のゲーム利用方法と幸福度の関連性に関する探索的検討
福井昌則（徳島大学 高等教育研究センター），
大立博昭（鳥取大学医学部附属病院 脳神経医科学講座），
黒田昌克（神戸女子大学 文学部） …… 1

2. ゲーム要素を持つ Web ページ作成を可能とするブロックプログラミング環境の開発
萩倉丈（関西学院大学大学院 理工学研究科 情報科学専攻），
佐々木雄司（慶應義塾大学環境情報学部/Bridge UI, Inc. ），
福井昌則（徳島大学 高等教育研究センター） …… 5

3. RPA でプレイするためのデジタルゲームの制作
徐恒遠，藤井湧之介，松本貴裕，西岡知輝，
高見友幸（大阪電気通信大学） …… 8

4. 模倣学習エージェント構築のための機械学習実装
植野雅之，高見友幸（大阪電気通信大学） …… 10

5. 原摩訶大将棋のネットワーク対局版
井上悠斗，中根康之，水上遼太，松本貴裕，高見友幸（大阪電気通信大学） …… 14

6. 摩訶大将棋の復刻とルールの現状
水上遼太，中根康之，井上悠斗，高見友幸（大阪電気通信大学） …… 16

ゲーム開発を専門とする大学生のゲーム利用方法と幸福度の関連性に関する探索的検討

An Exploratory Study on the Relationship between the Uses for Gaming and Well-being among the University Students Majoring in Game Development

福井　昌則*
Masanori Fukui

大立　博昭**
Hiroaki Ohdachi

黒田　昌克***
Masakatsu Kuroda

*徳島大学
Tokushima University

**鳥取大学
Tottori University

***神戸女子大学
Kobe Women's University

要約：本研究の目的は，ゲーム開発を専門とする大学生のゲームの利用方法と幸福度の関連性について探索的に検討することである．ゲームの利用方法を把握する項目として，井口(2013)の「ゲームの利用と満足」尺度，幸福度を把握する項目として島井ら(2004)の「日本版主観的幸福感」尺度，1 日のゲームプレイ時間(1 週間平均)を準備し，ゲーム開発を専門とする学科に在籍する大学 2 年生 77 名を対象とした調査を行った．その結果，「承認」，「達成」，「友達」因子と主観的幸福度の間，「趣向」「達成」，「友達」，「気晴らし」因子とゲームプレイ時間との間に有意な相関関係が認められた．このことから，うまくなりたい，人に勝ちたい，人に認められたいといった向上心や承認欲求を持ってゲームをプレイする学生は，そうでない学生と比較して主観的幸福度が高い傾向が示唆された．また，ゲームプレイ時間の長い学生は，絵がきれい，ゲーム内の課題を達成したい，友達とプレイしている，他にすることがないからといった理由でプレイしている傾向が示唆された．

キーワード： ゲームの利用と満足，ゲーム利用方法，幸福度，ゲーム開発，大学生

１．はじめに

1.1　研究の目的

本研究の目的は，ゲーム開発を専門とする大学生のゲームの利用方法と幸福度の関連性について探索的に検討することである．本研究で対象とするゲームは，全て「デジタルゲーム」(ビデオゲーム，テレビゲーム)とする．

1.2　研究の背景

ゲーム開発者教育の充実化を行うために，様々な開発に対応できるコーディングスキルを身につけるだけではなく，ゲームの良さを引き出したデザインを行い，その上でそれらの内容を実現するために必要な様々なスキル(例えばデザイン力，企画力，マーケティングなど)を，各個人のポジションに合わせて高めていくとともに，協調的に問題を解決していくことが求められる．その中で，ゲームの良さを引き出すことは，ゲームに対するイメージ向上のみならず，ゲームを用いることでしか得られない体験を通じて，ゲーム以外では育成困難なスキル向上に向けた教育の実現にもつながると考えられる．さらに，ゲーミフィケーションの題材を開発する際の基礎的知見ともなり得る．このようなゲーム要素は，ゲームの利点として捉えることができる．ゲームの利点について検討することは，ゲーム要素を取り入れた教育の充実化に向けて重要な知見となり得る．その一方で，ゲームの欠点・悪い影響は決して無視できるものではない．今後，ゲームの欠点・悪い影響を無視するのではなく，それらが存在するということを踏まえた上で，ゲームの利点・良い影響を積極的に取り入れていくことが重要であると考えられる．

ゲームの利点・良い影響に着目した研究として，Jackson *et al.* [1] は，普段テレビゲームをプレイしている児童の方が，普段プレイしていない児童より創造性が高かったことを指摘している．また，現代のゲームに見られる複雑なキャラクタやストーリーの設定が，児童の問題解決能力やゲーム以外の場に応用する力を高めると述べている．Green *et al.* [2] は，アクションゲームをプレイすることで，ゲームが上達し，さらに複数のタスクをこなすマルチタスキング力，小さな文字を読む力・道に迷わなくなるなど，日常生活においても役立つスキルを向上させることができると述べている．Sanchez [3] は，ビデオゲームをプレイすることで，視空間的パフォーマンスを向上させることができると述べている．

一方，欠点・悪い影響に着目した研究として，Weis and Cerankosky [4] は，あるゲームを購入した群と購入していない群の比較実験で，購入した群の方が，成績が下がったと報告しており，理由としてゲームをプレイすることで，学習時間が減ったことをあげている．West et al. [5] は，FPS (First Person Shooter) をプレイすることは，脳に悪影響を及ぼすと述べている．World Health Organization [6] は，ゲーム障害を依存症として定義し，ICD-11 に当該項目を追加している．我が国においても香川県 [7] が香川県ネット・ゲーム依存症対策条例を制定したが，その条例に対して現在様々な議論がなされている．

Digital Culture [8] によれば，近年のゲームに関する政策立案においては，これまでの暴力的なゲームと攻撃性との関連性よりも，ゲームの持つ性質やゲ

表 1. ゲームの利用と満足尺度（井口, 2013）

因子I: 空想因子	因子IV: 達成因子
・ゲームは現実とは違う世界で楽しむことができるから	・ゲームの課題を達成することが嬉しいから
・現実にはできないようなことができるから	・難しい場面を乗り越えたら嬉しいから
・ゲームのキャラクターになりきるのが楽しいから	・遊んでいるうちに上達するのが楽しいから
・ゲームの世界観に興味を惹かれるから	因子V: 友達因子
・ストーリーが面白いから	・友人と一緒にゲームで遊ぶのが楽しいから
因子II: 承認因子	・友人を誘ったり誘われたりしてゲームで遊ぶことがあるから
・巧く操作すると他の人から尊敬されて嬉しいから	・友人とゲームのことで話題になることがあるから
・他の人より早くクリアして自慢したいから	因子VI: 学習因子
・友達の中で最も上手なゲームプレイヤーになりたいから	・ゲームを通じて難しいことでも理解できることがあるから
・対戦ゲームで相手に負けたくないから	・勉強になるから
・対戦ゲームで相手を打ち負かすことが楽しいから	・ゲームで遊んでいると新しい知識を得ることができるから
・世間で話題になっているゲームだから	因子VII: 気晴らし因子
因子III: 趣向因子	・時間つぶしになるから
・好きなイラストレーターが描いているから	・他にやることがないから
・好きな声優が出てくるから	
・好きなキャラクターが出てくるから	
・絵や映像が綺麗だから	
・音や音楽に惹かれるから	

表 2. 日本版主観的幸福感尺度 (島井ら, 2004)

1	全般的にみて，わたしは自分のことを( )であると考えている
2	わたしは，自分と同年輩の人と比べて，自分を( )であると考えている
3	全般的にみて，非常に幸福な人たちがいます． この人たちは，どんな状況のなかでも，そこで最良のものをみつけて， 人生を楽しむ人たちです．あなたは，どの程度，そのような特徴をもっていますか？
4	全般的にみて，非常に不幸な人たちがいます． この人たちは，うつ状態にあるわけではないのに，はたから考えるよりも， まったく幸せではないようです．あなたは，どの程度，そのような特徴をもっていますか？

ームプレイ時間と幸福度との関連，すなわちゲームのプレイ行動が主観的幸福，精神的健康に及ぼす影響について着目されている．ゲームと幸福度に関して，Johannes *et al.* [9] は，ゲームプレイ時間と幸福度の間には弱い正の相関関係があることを報告している．これは，ゲームプレイ時間が長いユーザほどゲーム依存症になりやすい，健康が損なわれるという従来の懸念に対する重要な反論であるとしている．

Johannes *et al.* [9] のゲームプレイ時間と幸福度には関連性があるという前提に立つと，実際にそのゲーム内容やゲームの利用方法，ゲームジャンル，ゲームのプラットフォームなどとの関連性などを検討していくことで，ゲームと幸福度との関連性をより詳細に把握できると想定される．ゲームプラットフォームやプレイしているゲームはユーザそれぞれで異なるため，前段の研究として，どのような動機でゲームをプレイしているかという意識と幸福度の関連性を検討することは，ゲームと幸福度の関連性を探る上で重要な知見となり得る．このことにより，ゲームプレイを充実化するだけではなく，開発者教育，ゲーム要素を取り入れた教育，ゲーミフィケーションの題材開発における重要な基礎的知見となり得る．しかし，それらについては十分に検討がなされていない．

よって本研究では，デジタルゲーム開発を専門とする学生を対象に，ゲームの利用方法と幸福度の間にはどのような関連性があるかについて探索的に検討を行った．

２．研究方法

2.1　調査対象者・調査の手続き

2019 年 10 月に，オンライン調査を実施した．対象者はゲーム開発を専門とする学科に所属する大学 2 年生 77 名，平均年齢は 19.73 歳(*SD* 0.75)，有効回答数は 77 名，有効回答率は 100.0%であった．調査の実施時間は 10 分程度であった．調査実施にあたり，被験者の氏名などの個人情報についての質問を設けなかった．調査実施前に本調査に回答するのは任意であること，回答の有無によって不利益が生じないこと，回答を持って同意とすることについて説明を行った．

2.2　用いた項目

調査対象者のゲームプレイ時間を把握するために，「1 週間平均で 1 日どのぐらいゲームをプレイいるか」．デジタルゲームの利用方法について把握するために，井口[10]の「ゲームの利用と満足」尺度 27 項目 (表 1)，幸福度を測定するために島井ら[11]の日本版主観的幸福感尺度 4 項目(表 2)を準備した(以下，「主観的幸福度」尺度と表記)．ゲームの利用と満足尺度については，以上の項目それぞれについて「5: とてもあてはまる」から「1: あてはまらない」の 5 件法，主観的幸福度尺度の項目 1,2 については，「7:非常に幸福」から「1:非常に不幸」の 7 件法，項目 3,4 については「7:とてもある」から「1:まっ

たくない」の 7 件法(項目 4 は逆転項目), ゲームプレイ時間については，1 日のゲームプレイ時間(1 週間の平均)を数字で入力させた.

2.3 分析の手続き

最初に，それぞれの項目について記述統計量を求めた．次にゲームの利用と満足の各因子，主観的幸福度，ゲームプレイ時間それぞれの項目間における相関係数および p 値を求めた. 統計的有意水準は 5%とし，分析には Stata MP 16 を用いた.

３．結果と考察

3.1 記述統計量

ゲームプレイ時間, ゲームの利用と満足の各因子, 主観的幸福度の単純集計結果を表 3 に示す．ゲームプレイ時間の平均は 4.38 時間(*SD* 1.99)と長かった．Yilmaz *et al.* [12]によれば，1 日 4 時間以上プレイしているユーザをヘビーゲーマーとしている．今回の調査対象者の所属する学科は 1 限から 5 限まで授業があり, 8 時間程度は大学の授業で占められている．またゲームを開発して提出するなど，課題を取り組むために時間が必要となっている．その現状を考慮すると，本調査対象者はヘビーゲーマーに近い群であると想定される.

ゲームの利用と満足尺度のうち，友達因子は平均値+*SD* が取り得る値の最大値である 5.00 より大きくなる天井効果が見られた．また,「空想」,「達成」因子は平均値が 4.00 以上と，他の因子より高い傾向が見られた.

表 3. 記述統計量

	平均	*S.D.*
ゲームプレイ時間	4.38	1.99
空想	4.14	0.77
承認	3.22	0.95
趣向	3.59	0.94
達成	4.06	0.87
友達	4.22	0.93
学習	3.73	0.98
気晴らし	3.59	0.97
主観的幸福度	4.38	1.20

(N=77)

3.2 各項目間の関連性

ゲームプレイ時間，ゲームの利用と満足尺度の各因子，主観的幸福度の関連性を把握するために，各項目間における相関係数および p 値を求めた．その結果を表 4 に示す．表 4 より，ゲームの利用と満足尺度の各因子間の関係を除き，有意な相関関係が認められたのは, 主観的幸福度と「承認」,「達成」,「友達」の各因子間，ゲームプレイ時間と「趣向」,「達成」,「友達」,「気晴らし」の各因子間であった.

その一方，今回の調査対象者では，ゲームプレイ時間と幸福度との間に有意な相関関係は認められなかった.

3.3. 考察

第 3.2 節で得られた結果を踏まえ考察を行う.

まず，ゲームプレイ時間と主観的幸福度との間に有意な相関関係は認められなかった．これは，今回の調査対象者は 1 日のゲームプレイ時間が 4 時間以上であり，1 日 4 時間以上ゲームをプレイするゲーマーをヘビーゲーマーと定義している研究[12]を踏まえると，本調査対象者はヘビーゲーマーが多いと想定される．今回の調査対象者は，全くゲームをプレイしないユーザはおらず，ライトゲーマーも少ない．そしてヘビーゲーマーが多く，各個人のプレイ時間に大きな差異はないことから，それほど幸福度に差異が見られなかった可能性がある．つまり，ヘビーゲーマーに近い学生間で比較した場合，プレイ時間がさほど幸福度に影響を与えていない可能性が想定される．Johannes *et al*. [9]の研究では,「Plants vs. Zombies: ネイバービルの戦い」,「あつまれ どうぶつの森」の 2 つのゲームでゲームプレイ時間と幸福度の間に弱い正の相関があると述べており，特定のゲームにおける結果である. 一方, 本研究の結果は, 大半がヘビーゲーマーの心理的な傾向として，ゲームプレイ時間と主観的な幸福度との関連性について検討しており，先行研究と違った結果が得られたと想定される.

次に，主観的幸福度とゲームをうまくなりたいといった意識や，ゲームの課題をクリアしたいという意識との関連性が見られた．さらに主観的幸福度の高い学生は，友達と一緒にゲームしている傾向が強い可能性も想定されるが，友達因子については天井効果が見られたため，参考として記す．このことか

表 4. 各項目間の相関係数

	ゲームプレイ時間	空想	承認	趣向	達成	友達	学習	気晴らし	主観的幸福度
ゲームプレイ時間	1.00								
空想	0.20	1.00							
承認	0.03	0.31**	1.00						
趣向	0.32**	0.26*	0.02	1.00					
達成	0.24*	0.58**	0.48**	0.31**	1.00				
友達	0.23*	0.17	0.38**	0.06	0.36**	1.00			
学習	0.21	0.55**	0.33**	0.26*	0.58**	0.50**	1.00		
気晴らし	0.27*	0.07	0.18	-0.13	-0.06	-0.08	-0.04	1.00	
主観的幸福度	-0.09	0.04	0.24*	0.14	0.29*	0.36**	0.15	-0.17	1.00

**p <.01, *p <.05 (N=77)

ら，ゲームのプレイスタイルやゲームの利用方法によって幸福度が異なる可能性がある．仮にゲームを通して幸福度を高める場合は，ユーザが自身で課題をクリアしたいと思えるようなゲームをプレイさせることが有効である可能性がある．一方，ゲームをうまくなりたいと主体的にゲームを取り組んでいない状態，すなわち気晴らしでなんとなくプレイすることや，絵が綺麗だから，音楽が綺麗だからプレイするといったことは，幸福度の向上に寄与しない可能性が想定される．

さらに，ゲームプレイ時間が長い学生は，ゲームの課題をクリアしたいという意識が高い傾向が見られた．一方，好きなキャラや音楽で楽しむ，時間潰しでプレイする傾向があることも示唆された．このことから，課題をクリアしたいという主体性を持ってプレイする学生は，実際課題をクリアするために必要な時間を割いていることから，ゲームプレイ時間が長くなっている可能性がある．その一方で，ゲームの内容よりも絵が綺麗さを重視してプレイする，移動中や空き時間に気晴らしでプレイする学生は，主体性を持たずに漫然とプレイしている可能性が想定されることから，ゲームプレイ時間が長くなっている可能性がある．

以上のことから，ヘビーゲーマーの中で見れば，主観的幸福度を高めるために，ゲームプレイ時間に着目するのではなく，各学生のゲームの利用方法に着目することが有効である可能性が示唆された．

4. まとめと今後の展望

本研究では，ゲーム開発を専門とする大学生のゲームの利用方法と幸福度の関連性について探索的に検討した．その結果，今回の調査対象者(ヘビーゲーマー)の中で見れば，「承認」，「達成」，「友達」因子と主観的幸福度の間，「趣向」「達成」，「友達」，「気晴らし」因子とゲームプレイ時間との間に有意な相関関係が認められた．このことから，うまくなりたい，人に勝ちたい，人に認められたいといった向上心や承認欲求を持ってゲームをプレイする学生は，そうでない学生と比較して主観的幸福度が高い傾向が示唆された．また，ゲームプレイ時間の長い学生は，絵がきれい，ゲーム内の課題を達成したい，友達とプレイしている，他にすることがないからといった理由でプレイしている傾向が示唆された．また，ヘビーゲーマーの中では，ゲームプレイ時間は幸福度と関連性が認められないことが示唆された．

これらの結果は，特定のゲームにおいてゲームプレイ時間と幸福度について検討した Johannes *et al.* [9] の研究とは異なり，心理的な傾向としてゲームプレイ時間と主観的幸福度との関連性を見出している．また，幸福度とゲームの利用方法との関連性に着目しており，先行研究では見られなかった観点で分析を行なっていることから，本研究には独自性と新規性があると考えられる．

しかし本研究は，ゲーム開発を専門とする学科に所属するゲームプレイ時間の長い学生を対象とした研究であり，限定的な結果となっている．またゲームプレイ時間は自己申告であり，その信憑性については疑問が残る．よって今後，ゲームプレイ時間をどのように記述させるか検討していく必要がある．

他にも，ゲームを普段プレイしないノンゲーマー，ある程度ゲームをプレイしているライトゲーマーなども含めた大規模調査が必要である．またデジタルゲームを現実逃避のためにプレイしているユーザがいることも想定した調査を進めることや，主観的幸福度とゲームの利用方法以外との関連性も検討し，幸福度を高めうる開発者教育，ゲーム教育，ゲーミフィケーションの構築に向けた知見を蓄積していく必要があろう．これらについては今後の課題とする．

参考文献

[1] Jackson, L. A., Witt, E. A., Games, A. I., Fitzgerald, H. E., von Eye, A., and Zhao, Y., Information technology use and creativity: Findings from the Children and Technology Project. *Computers in Human Behavior*, **28**(2), pp.370-376, 2012.

[2] Green, C. S., Pouget, A., and Bavelier, D., Improved Probabilistic Inference as a General Learning Mechanism with Action Video Games, *Current Biology*, **20**, pp.1573-1579, 2010. doi: 10.1016/j.cub.2010.07.040

[3] Sanchez, C.A., Enhancing visuospatial performance through video game training to increase learning in visuospatial science domains. Psychonomic Bulletin & Review, **19**, pp.58-65, 2012. doi:10.3758/s13423-011-0177-7

[4] Weis, R., and Cerankosky, B. C., Effects of Video-Game Ownership on Young Boys' Academic and Behavioral Functioning: A Randomized, Controlled Study, *Psychological Science*, **21**(4), pp.463-470, 2010. https://doi.org/10.1177/0956797610362670

[5] West, G., Konishi, K., Diarra, M., Benady-Chorney, J., Drisdelle, B. L., Dahmani, L., Sodums, D., Lepore, F., Jolicoeur, P., and Bohbot, V., Impact of Video Games on Plasticity of the Hippocampus, *Molecular Psychiatry*, **23**, 2017. 10.1038/mp.2017.155.

[6] World Health Organization, *Gaming Disorder*, 2018. https://www.who.int/features/qa/gaming-disorder/en/

[7] 香川県, 香川県ネット・ゲーム依存症対策条例, 2020. https://www.pref.kagawa.lg.jp/documents/10293/0324gj24.pdf

[8] Digital, Culture, Media and Sport Committee., *2019 Immersive and addictive technologies*, 2019. https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmcumeds/1846/1846.pdf

[9] Johannes, N., Vuorre, M., and Przybylski, A.K., Video game play is positively correlated with well-being, g. *R. Soc. Open Sci*., **8**: 202049. 2021.

[10] 井口貴紀, 現代日本の大学生におけるゲームの利用と満足 -ゲームユーザー研究の構築に向けて-, 情報通信学会誌, **31**(2), pp.67-76, 2013.

[11] 島井哲志，大竹恵子，宇津木成介，池見陽，Lybomirsky, S.，日本版主観的幸福感尺度 (Subjective Happiness Scale: SHS) の信頼性と妥当性の検討，日本公衆衛生雑誌, **51**, pp.845-853, 2004.

[12] Yilmaz, E., Yel, S., and Griffiths, M. D., The impact of heavy (excessive) video gaming students on peers and teachers in the school environment: A qualitative study. *Addicta: The Turkish Journal on Addiction*, **5**, pp.147-161, 2018.

ゲーム要素を持つ Web ページ作成を可能とする ブロックプログラミング環境の開発

Development of a Block Programming Environment Enabling the Creation of a Web Page with Game Contents

萩倉　丈*
Jo Hagikura

佐々木　雄司**
Yuji Sasaki

福井　昌則***
Masanori Fukui

*関西学院大学大学院
理工学研究科
Kwansei Gakuin University

**慶應義塾大学環境情報学部
Bridge UI, Inc.
Keio University

***徳島大学
高等教育研究センター
Tokushima University

要約：本研究の目的は，ゲーム要素を持つ Web ページ作成を可能とするブロックプログラミング環境を開発することである．筆者らは，これまでに初学者が Web ページを作成できるブロックプログラミング環境を開発してきた．その環境に，簡単なゲーム要素を持つブロック，および乱数に関するブロックを準備し，初学者の興味関心を高めながら，HTML と JavaScript を用いた簡易なゲームプログラミングを行えるようにした．

キーワード： プログラミング，コーディング，乱数，Web ページ

1．はじめに

1.1　研究の目的

本研究の目的は，ゲーム要素を持つ Web ページ作成を可能とするブロックプログラミング環境を開発することである．

1.2　研究の背景

プログラミング教育の重要性が叫ばれるなか，学校教育において実施可能な授業を通してそのスキルを育成することは重要な課題である．

普通教育の中でプログラミングについて学ぶのは，小学校，中学校技術科，および高等学校情報科が該当する．小学校でのプログラミング教育は必修化されているが，必ずしもコーディングを行う必要はなく，実際にコーディングなどを伴うプログラミングは，中学校技術科から行われている．よって，中学校段階で小学校時代に培ったプログラミング的思考を踏まえ，コーディングを伴うプログラミングスキルの向上を行うことが重要である．

平成 29 年公示の学習指導要領[1]では，中学校技術科におけるプログラミング教育が拡充された．その中で「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決(以下，双方向性のあるコンテンツ作成と略記)」を行うことが明記され，その内容に該当する授業を実施することが求められている．

双方向性のあるコンテンツ作成の事例として，簡易なチャットシステムの開発，Web ページ作成などがあげられている[1,2]．それらの題材を多くの生徒が最後までやり遂げられるようにする手立てが必要であると考えられる．

筆者らは，Web ページ作成を支援することを目的としたブロックプロラグラミング環境を提案[3]し，その開発を行った．開発環境は，Scratch のようにブロックを動かすことで Web ページを開発することができる Web アプリケーションであり，Scratch を扱ったことがある学習者であれば問題なく操作できる．ブロックプログラミングを採用したことで，初学者が躓きやすいコーディングミスを回避することができるだけでなく，自身で考えた Web ページの作成に注力するとともに，作成に必要なアルゴリズムを考えることに時間を割けるようになることが期待できる．

開発環境は，中学生を含むプログラミング初学者に一定の有用性があると想定され，今後それらを用いた実践を通して評価を行なっていく必要がある．そして，その開発環境に学習者の興味・関心を高めるような Web ページを作成できるブロックを準備することが重要である．そのようなブロックとして，ゲーム要素を持つブロックが有効であると考えられる．ゲームを作りたいと考えている学習者が多いと想定される中，Web ページ上で簡易なゲームを作成できるような支援を行うことは，学習者のプログラミングに対する困難さを低減するとともに，興味関心を高め，学習効果を向上させることが期待できる．しかし，簡易なゲーム機能を備えた Web ページを作成できるブロックプログラミング環境は筆者らの知る限り存在せず，その開発には意義があると考えられる．

よって本研究では，筆者らが開発した簡易なゲーム機能を備えた Web ページを作成できるブロックプログラミング環境の概要について述べる．

2．システムの設計・開発

2.1　ゲーム要素を持つ Web ページ作成を支援するブロックプログラミング環境

筆者らが開発したブロックプログラミング環境は，①Scratch ライクのブロックを動かすことで Web ページを作成できるようにすること，②専用のソフトウェアをインストールせずとも使えるようにすること，③ゲーム要素を持つ Web ページ作成ができるようにすること，の 3 つの要件を満たすものである．①，②に関しては，これまでに筆者ら[3]が開発しており，その環境に③を追加実装した．

本ブロックプログラミング環境は，Scratch[4]ライクのブロックを扱うために，Google の Blockly[5]を用いた．Blockly で HTML と JavaScript を扱えるように，既存のライブラリをカスタマイズした(①)．そして，専用のソフトウェアをインストールしなくても動かすために，Web ブラウザ上で動く Web アプリケーションとして開発した．サーバサイドには Google Firebase[6]を用いた(②)．さらに，ゲーム要素を持つ Web ページ作成ができるように，簡易なゲーム開発に必要となる専用ブロックを準備した(③)．ここで，ゲーム要素として様々なものが考えられるが，学校教育の中でプログラミングを行う際に，アルゴリズム的思考の育成が重要であることから，今回はゲーム要素を持たせるために乱数に着目した．

実装したブロックとして，1 つ目は複数の要素からランダムに一つの要素を選択するブロックである．このブロックは，一つ目のテキストフィールドに要素をコンマ区切りで入力し，二つ目のテキストフィールドに各要素の生起確率を入力する．ここで，生起確率の合計は必ずしも 100 になる必要はない．これは，確率の学習をしていない小学生でも用いることができることを考慮しての実装である．具体的には，生起確率を 1, 2, 2 と入力した場合，それぞれの要素が 20%, 40%, 40%と与えられていることと同じ結果が得られる．2 つ目は，真偽を返すブロックである．このブロックは，真偽を等確率のランダムで返す．コインゲームや，あたり/はずれのような 2 つからどちらかが選ばれるというゲームを作成する際に用いることができる．

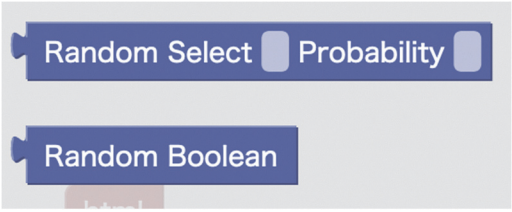


図 1. 準備した専用ブロック

乱数を用いたブロックを実装することによって，ゲームを作りながら，乱数確率の学習にも用いることができる．また，例示したゲームを生徒が改変しやすいという利点を有する．例えば，生起確率を変え，その変更がどのようにゲームに影響を与えるのか考えさせる活動などが考えられる．

2.2　本環境の利用方法

画面は大きく 4 つから構成されており，①格納エリア：左側にブロックが格納されているエリア，②コーディングエリア：ブロックを配置するエリア，③プレビューエリア：Web ページが表示されるエリア，④コードエリア：ソースコードが表示されるエリアからなる．

最初に①の格納エリアからブロックを選び，②のコーディングエリアにブロックを組み合わせて配置することで，③のプレビューエリアにプレビューが表示される．そして組み合わせて配置したブロックに対応したソースコードが④のソースコードエリア表示される．

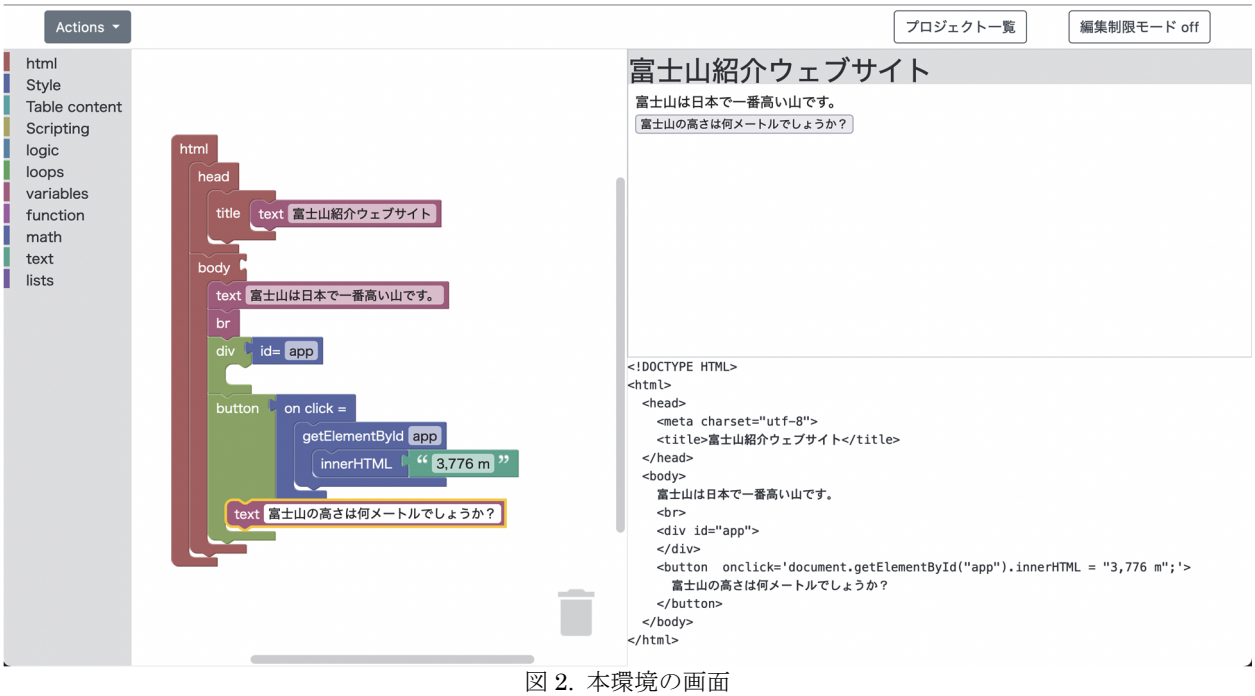


図 2. 本環境の画面

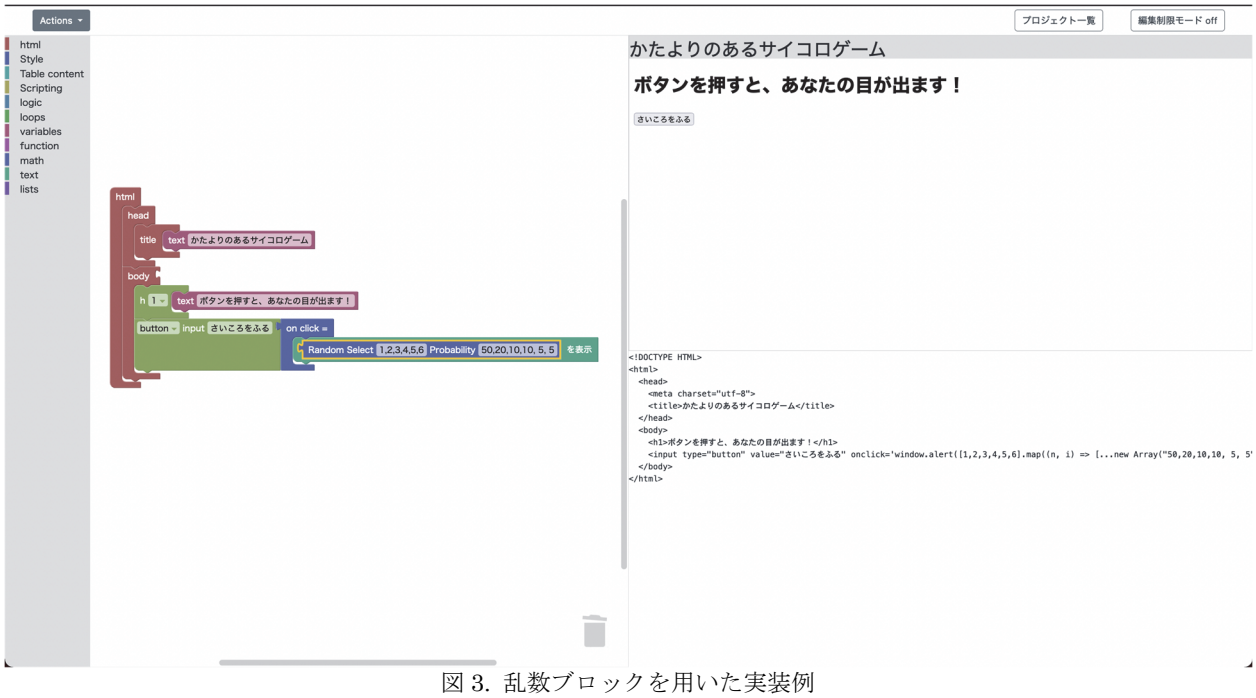


図 3. 乱数ブロックを用いた実装例

図 2 に本環境の画面，図 3 に乱数ブロックを用いた実装例を示す．

4. まとめと今後の展望

本研究では，ゲーム要素を持つ Web ページ作成を可能とするブロックプログラミング環境を開発し，その概要および実装例について述べた．

今後，一般のコーディングを用いた群と本環境を用いた群と学習効果を比較するといったことを通して，本環境の有用性を定量的に示していく必要がある．また，筆者ら[7]がこれまでに実装した同時編集機能なども利用しながら，プログラミング教育の充実化に向けた実践事例を蓄積していく必要があろう．

注

本稿は，Hagikura et al. [8]を日本語訳し，加筆修正を加えたものである．

謝辞

本研究の一部は，2020 年度科学技術融合振興財団補助金助成(代表，萩倉丈)によって実施されたものである．

参考文献

[1] 文部科学省，中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説：技術・家庭編, 2019. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_009.pdf (2021 年 8 月 18 日アクセス確認)

[2] 文部科学省，中学校技術・家庭科（技術分野)におけるプログラミング教育実践事例集, 2020. https://www.mext.go.jp/content/20200403-mxt_jogai01-000006333_001.pdf (2021 年 8 月 18 日アクセス確認)

[3] Fukui, M., J. Hagikura, J., Sasaki, Y., Hirashima, T., Yamashita, Y., Kuroda, M., and Moriyama, J., Development of a Block Programming Environment that Enables the Creation of Web Contents using HTML and JavaScript, *The International Conference on Technology Education in the Asia-Pacific Region 2021* (ICTE2021), pp. (2021)

[4] Scratch Imagine, Program, Share MIT. http://www.scratch.mit.edu/ (2021 年 8 月 18 日アクセス確認)

[5] Google, Blockly. https://developers.google.com/blockly/ (2021 年 8 月 18 日アクセス確認)

[6] Google, Firebase Realtime Database. https://firebase.google.com/docs/database?hl=ja (2021 年 8 月 18 日アクセス確認)

[7] Fukui, M., Hagikura, J., Sasaki, Y., Moriyama, J., Hayashi, Y., and Hirashima, T., Development of a Visual Programming Environment that Enables Simultaneous Editing to Promote Collaborative Learning, *Business Innovation and Engineering Conference* (BIEC 2020), 2020.

[8] Hagikura, J., Sasaki, Y., and Fukui. M., Development of a Block Programming Environment Enabling the Creation of Web Game Content Using HTML and JavaScript, *The 9th International Conference on Science and Mathematics in Education* (CoSMEd 2021), accepted.

RPA でプレイするためのデジタルゲーム

Digital Games for Playing on RPA

徐恒遠**), 藤井湧之介**), 松本貴裕**), 西岡知輝*), 高見友幸*) **)
H.Xu, Y.Fujii, T.Matsumoto, T.Nishioka, T.Takami

*) 大阪電気通信大学 総合情報学部
Faculty of Information Science and Arts, Osaka Electro-Communication University
**) 大阪電気通信大学大学院 総合情報学専攻
Graduate School of Information Science and Arts, Osaka Electro-Communication University

要約: PC 上で行う事務作業の効率化の手法として RPA をデジタルゲームのプレイの自動化に対して適用し、その可能性と発展方向について模索した。本稿では、Nintendo Switch のゲームプレイを Python プログラムを用いて RPA する手法を提案した。Nintendo Switch で動作するアクション系およびシューティング系のゲームを制作し、RPA の方法を検討した。RPA でゲームをプレイさせることの面白さを利用した、新しいプログラミング教材が実現することを期待する.

キーワード：RPA デジタルゲーム Python プログラミング Nintendo Switch

1. はじめに

PC 上にて行う事務作業の効率化の手法として RPA (Robotic Process Automation) が注目されている. RPA では, 人が手作業で行う作業を, コンピュータプログラムを用いることで自動化する. 図１にこうしたプロセスの概要を示した. 本研究では, RPA をデジタルゲームのプレイの自動化に対して適用し, その可能性と発展方向について模索した.

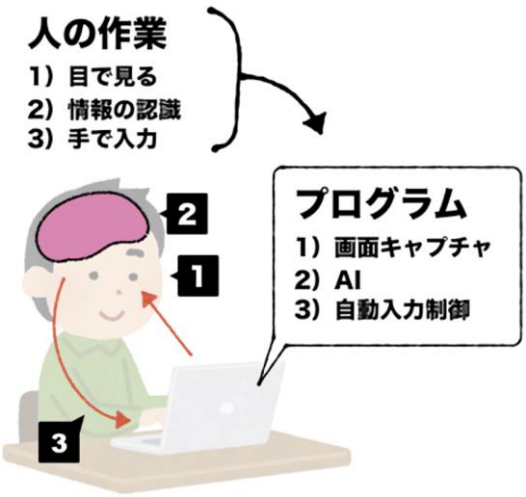


図１. RPA の概念図.

2. システム構成

RPA をするゲームに, Nintendo Switch のソフトウェアである「ナビつき！つくってわかる はじめてゲームプログラミング」を用いて制作したゲームを選んだ.

PC に Nintendo Switch のゲーム画面を取り込み, Python で画面キャプチャ, AI, コントローラーの自動制御を実行する.

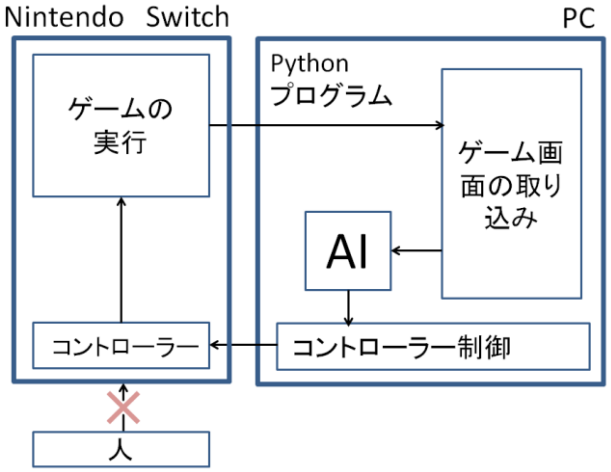


図２. システム構成の概要.

3. ゲームの制作事例

3.1 ジャンプゲーム

ジャンプと移動を組合せて緑のヒトを操作し, ボールを避けるゲームである. 図３にゲームの画面例を示した. 黄色のボールが, 右下から自動で

定期的に同じスピードで左下に移動する（図３の上図）．緑のヒトがボールに当たった場合，緑のヒトは壊れ（図３の下図），ゲームはリトライとなる．ボールが左下の穴に入ると，画面中央に表示された茶色の数字がプラス１される．

ゲームプレイ時の注意としては，ジャンプボタンの押し込み度合や位置の調整を緻密に操作する必要があるため，人がプレイすると難しいゲームだと言えよう．

3.2 シューティングゲーム

黄色の立方体を狙ってシューティングするゲームである．図４にゲームの画面例を示した．図４の中央付近に見えるピンクのオブジェクトが銃である．位置は固定だが，銃身は白の球体を軸に一定の速度で回転を続ける．

A ボタンを押すと弾丸が発射される．プレイヤーは銃身が立方体に向いているタイミングで弾丸を発射し，破壊する．立方体が消えると，右下から別の立方体がランダムな方向に飛び出してくる．ステージ上で今まで発射した弾丸と壊した立方形の数を表示する．少ない弾丸で多くの立方体を壊すことを目指す．

４．RPA の方法

ジャンプゲームの RPA について説明する．このゲームでは，等間隔でボールが転がってくるため，time.sleep 関数でジャンプボタンを押す時間間隔を調整する必要がある．この操作をくり返すことで，ゲームの RPA が可能となる．

ただし，この手法では，調整に時間のかかる場合や，ゲームの難易度が上がり，ボールが等間隔に転がらない場合に対処できない．別の手法として，ボールが出始める部分の色を取得する．そして，ボールの色である黄だった場合，ジャンプボタンを押せばよい．この手法により，難易度が上がったゲームに対しての RPA も可能である．

５．まとめ

RPA プログラムにプレイさせるためのデジタルゲームを試作した．人がゲームをプレイするときの面白さと同種の面白さがゲームの RPA プログラミングの際にもあると考える．この面白さが，プログラミングをする原動力にもなり，プログラミングにかける時間の増加にもつながるとすれば，ゲームの RPA は，プログラミングの教材として大きな意味をもつことになるであろう．

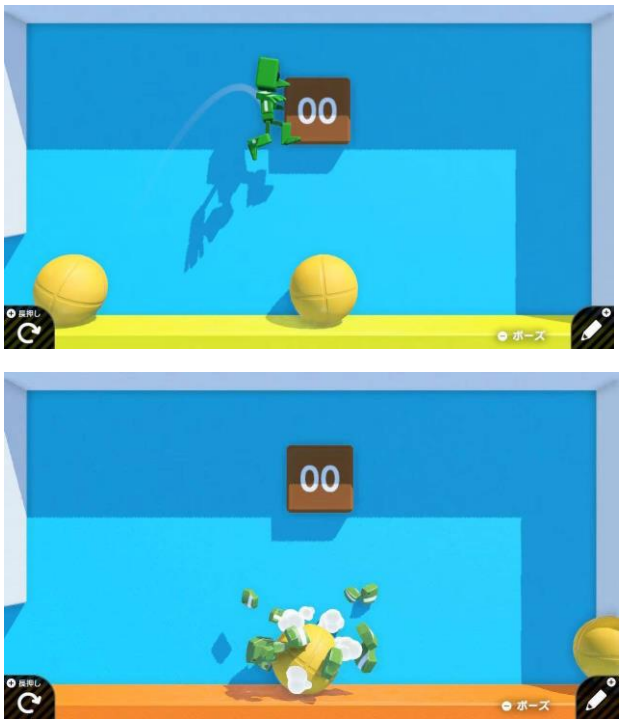


図３．ゲームの制作事例：ジャンプゲーム．

図４．ゲームの制作事例：シューティングゲーム

参考文献

[1] 松本貴裕，横山宏，福井昌則，森善龍，高見友幸，ゲームプレイの RPA をプログラミング教材として利用する，映情学技報，Vol.44，273-276，2020.

[2] 横山宏， 福井昌則， 松本貴裕， 高見友幸，“デジタルゲームの RPA（序報）～プログラミング教材としての活用～”， IIARS 学術研究論文誌，vol.4， 29-34， 2020.

[3] 松本貴裕，中根康之，高見友幸，デジタルゲームの RPA: Python プログラミング教材の開発，大阪電気通信大学自然科学研究，Vol.56，61-70，2021.

模倣学習エージェント構築のための機械学習実装

The Implementation of Machine Learning for Building Imitation Learning Agents

植野　雅之[*1],高見　友幸 [*1]
UENO Masayuki[*1], TAKAMI Tomoyuki[*1]
[*1] 大阪電気通信大学 総合情報学部
[*1] Osaka Electro Communication University, Faculty of Informatics
Email: ueno@osakac.ac.jp

あらまし：人間の学習者がある状況のとき，どのような振る舞いをするかを機械学習させることができれば，それを用いて人間に似た振る舞いをするエージェントとして利用することが可能である.このような模倣学習エージェントは，様々な教育的な利用が考えられる.この模倣学習エージェントを論理的ボードゲームにおける戦略の学習のための教育環境として用いる場合に模倣学習エージェントを構築するための機械学習の実装方法について述べる.
キーワード：模倣学習エージェント，論理的ボードゲーム，ゲーム戦略学習，敵対的逆強化学習

1.　序

知識情報処理などの人工知能技術を教育システムに生かそうとする試みは，知的教育システム(Intelligent Tutoring Systems: ITS)研究として，様々なシステムが提案・開発されてきた．しかし，現時点での技術水準では，人間の教師をシミュレートできる人工知能を作ることは難しいと考えられるため，機械知と人間知の非対称性を越えて刺激を与えることができる知的教育システムが求められており，教育エージェント（Pedagogical Agent）の研究が進められている．これは，一定の役割を担うことのできるエージェントを用いて，教育に役立てようという発想であると言える．

本研究の提案は，機械学習を用いて，人間の学習者の振る舞いを模倣する能力を持つ教育エージェント「模倣学習エージェント」である（図１）．このエージェントに学習者が持つ様々なスキルだけでなく，学習者が持っている思い込みなど含めて反映させることができれば，学習者にとって自分を振り返る教育的な意味での一種の「鏡」として機能させることができるようになる．すなわち，これとの対話によって，自分が持っている戦略の問題点や見落としていた視点，思い込みなどに気付くことができるようになると考えられる．特に相手が必要な学習，例えば，討論，外国語会話，スポーツなどの対戦，ボードゲームなどの対局，教師教育などの学習においては, このような教育エージェントを用意することで，体験的・対話的な学習に用いることが期待できる．

2.　ゲーム戦略の学習

本研究の対象領域としては，「スポーツ」「討論」「外国語会話」等の領域への適用には技術的問題が多いと思われるので，将棋・リバーシなどの論理的ボードゲームの戦術・戦略的スキルの学習を扱うこととしたい．

ここで「論理的ボードゲーム」とは学術的には「二人零和有限確定完全情報ゲーム」と呼ばれるボードゲームであり，両者の駒の位置などの勝敗に関わる情報が相互にオープンで，有限の時間で勝敗が決着するタイプのゲームである．

このようなゲームでは，偶然の要素がないため，論理的かつ空間的な思考力を鍛える知育として用いられることもある．このような論理的ボードゲームでは，問題解決空間やそこでの行為が明確であるため，振り返りなどもおこないやすい．また，一般的な人間の能力を越えるレベルの AI プレーヤーが既に作られており，技術的にも利用しやすいというメリットがある．さらにボードゲームなどの戦略的スキルを学習することを目的とする教育システムはあまり例が見当たらず，新たな領域を切り開くものとして期待することができる．

また，論理的ボードゲームにおける戦略・戦術の学習における一つの教育上の問題として，対戦をお

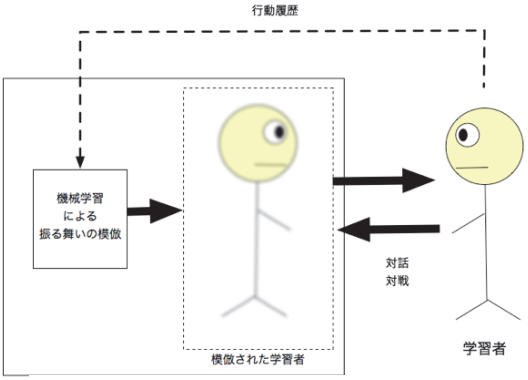


図 1　模倣学習エージェント

こなう両者に実力差がある場合，敗者側は勝者側の戦略をすぐに理解できないことが挙げられる．これはゲームにおける戦略は判断の優先順位の問題であり，相手がどのような戦略をとっているかを認識するためには，一定の分析が不可欠となる．この分析を可能にするシステムの構築もゲーム戦略学習では取り扱う必要がある．

3. 模倣学習エージェントを用いたゲーム戦略学習のための教育的対戦環境

模倣学習エージェントをゲーム戦略を学習するための対戦環境として用いる方法としては，次の 2 段階が考えられる．

[1]単独での利用
[2]マルチユーザーでの利用

[1]単独での利用では，仮想的な自己対戦をおこなうことができる（図 1）．①仮想的な自己対戦により，自己が持つ戦略を立場を変えて見ることができるため，様々な問題点を認識することができる可能性がある．

[2]マルチユーザーで利用する場合には，仮想的な自己対戦以外に②他人の模倣エージェントとの対戦（図 2），③模倣エージェント間の仮想対戦（図 3）をおこなうことができる．人間同士の対戦では，単にスケジュールを合わせる以外に強いストレスを与える可能性があり，簡単におこなうことが難しいが，模倣エージェントとの仮想対戦ではこれらの負担を無くすことができる．さらに模倣エージェント間の仮想対戦により，大体の力量の差などを推し量ることが可能となり，仮想的なランキングを作るなど，人間間の対戦をおこなう際の参考にすることができる．

模倣エージェントの導入により，このような多様な形での対戦が可能となり，一般的な人間同士の対戦以外の様々な体験を得ることができる学習環境，教育環境として機能させることが可能になると考えられる．

さらに模倣学習エージェントが持つ情報を利用することで特徴的な支援が行える可能性がある．

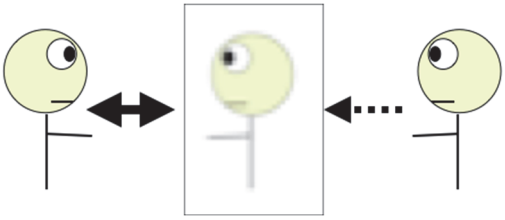
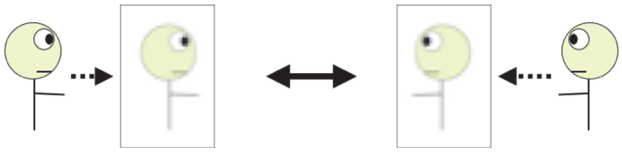


図 2 他者の模倣学習エージェントとの対戦



4. 模倣学習エージェント構築のための学習戦略

模倣学習エージェントを教育システムとして機能させるためには，できるだけ少数の対局で学習できることが望ましい．一方でプロプレーヤーの再現を目指した[Chidambaram, M. and Qi, Y. 2017]では，688 局, [Shanchuan Wan and Tomoyuki Kaneko. 2017]では，200 局とかなり大きな規模の棋譜からの学習の実施によって各論文のゴールを達成しており，単純に模倣学習をおこなった場合にはうまく模倣できないことが想定できる．また，参考文献のように多数の対局をおこなったとすると，そのことによって，それを扱う人間側の学習が進んでしまい，模倣学習がうまくいかない可能性もある．

本研究における模倣の対象はプロの棋士ではなく，多くは初心者に近いと考えると，別のアプローチによる模倣学習が可能であると考えられる．どのようなゲームであっても初心者の打ち方は，思い込みなどによって，多様性は低いと考えられる．このような状況では，当人の棋譜を多く蓄積するのではなく，同レベル程度の技能を持つ多くの人の棋譜を収集しておき，それを元にあらかじめ機械学習をおこなったニューラルネットワークを複数個用意しておけば，少数の棋譜からの模倣学習を成立させることができると考えられる．

すなわち，あらかじめ以下の処理をおこなっておく（図 4）．

①様々なレベルの GameAI を多数用意し，多くの人から棋譜を収集する

②GameAI のレベル，棋譜中の振る舞いなどを元に棋譜を分類する

③分類した棋譜を元に機械学習を実行し，あらかじめ学習したニューラルネットワークを構築する

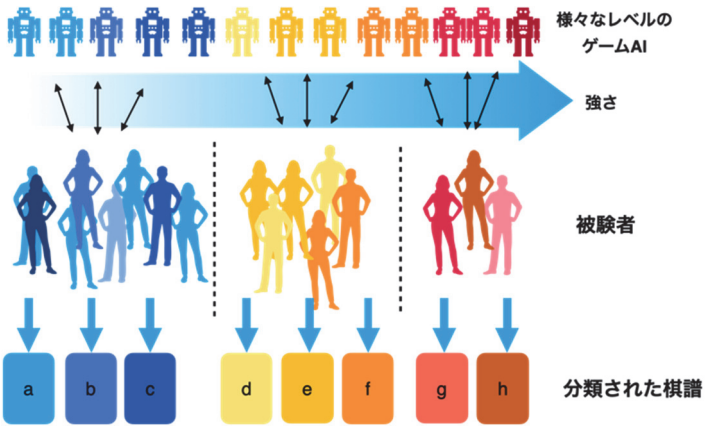


図 4 棋譜収集戦略

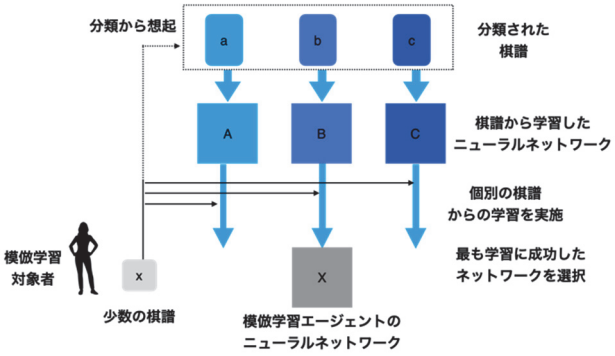


図 5 少数の棋譜からの模倣学習

模倣学習エージェントを作成する際には，以下のことをおこなう（図 5）

④①と同様にいくつかの GameAI と対戦させて棋譜を収集する

⑤④で収集した棋譜について，②と同じ分類をおこなう

⑥⑤の分類を元に③で構築した複数のニューラルネットワークをベースに④で収集した棋譜を学習させる

⑦最も学習に成功したニューラルネットワークを当人の模倣学習エージェントとする

5. STGAN による棋譜からの学習

特定の画家の絵画などのタッチや画風を学習させ，任意の画像に適用する試みはスタイル転移（Style Transfer）と呼ばれる．これを論理的ボードゲームの棋譜に適用しようとする試みは，プロのプレイヤーのための練習台を作ることを名目に既に行われている．[Chidambaram, M. and Qi, Y. 2017]，[Shanchuan Wan and Tomoyuki Kaneko. 2017]の論文では，敵対的生成ネットワーク(GAN を拡張した STGAN（Style Transfer GAN）と呼ばれる方法でそれぞれ，チェス，将棋に関する模倣学習によって実装したことが紹介されている．

GAN は２つのニューラルネットワークを構成することで少数のサンプルから教師なし学習をおこなう機械学習技術の一種である．GAN では訓練データに似たデータを生成するための「生成ネットワーク」と訓練データであるか，生成ネットワークが生成したフェイクであるかを判別する「判別ネットワーク」を互いに競わせる形で学習を進めていくことで，生成ネットワークが，訓練データに非常に近いフェイクのデータを生成できるように学習する．すなわち，訓練データと生成ネットワークが生成したフェイクのデータを判別ネットワークに交互に与え，その結果に応じて，判別ネットワークは訓練データか生成ネットワークが生成したものかどうかを正しく判別できるように学習させる．同時に生成ネットワークは判別ネットワークを騙すことができるように学習させる（図 6）．このように生成ネットワークの学習と判別ネットワークの学習を両輪でおこなうこと

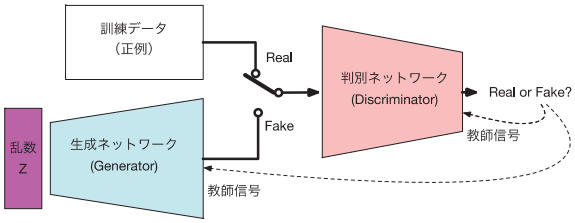


図 6 敵対的生成ネットワーク（GAN）

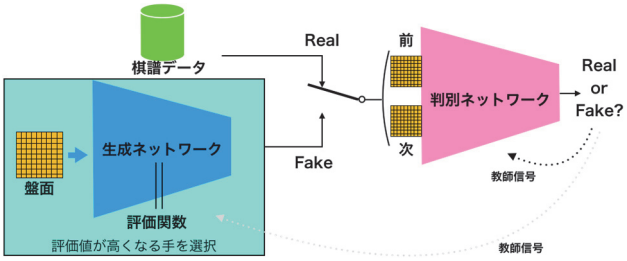


図7 STGANによる模倣学習

により，与える訓練データが非常に少なくても学習が成立する，という特徴がある．訓練データとして画像を扱うことにより，訓練データに似た画像を生成するなどの目的で画像処理・画像生成などの目的で，広く用いられる手法となっている．

STGAN においても GAN と同じく，生成ネットワークと判別ネットワークから構成されるが，生成ネットワークを盤面に対する評価関数として用いて，評価値が高くなる手を選択するように用いる点が一般的な GAN の実装と異なる（図 7）．

生成ネットワークは各駒の位置に対応した入力と評価値として実数の単一の出力を持つ．これに初期状態の駒配置を入力した場合の評価値 G(x)，棋譜の駒の動きを入力した場合の評価値 G(y)，ランダムに駒を動かした場合の評価値 G(r)を計算し，G(x)=G(y)かつ，G(y)>G(r)※となるように学習させる（※相手番のときは．G(y)<G(r)となるように学習させる）．

判別ネットワークは盤面状態の前後の状態を入力として受け取るように構成される．判別ネットワークには，棋譜に沿った盤面の移動ペア，もしくは，1 手のみ先読みをおこなって，生成ネットワークを評価関数として用いることで示される偽の移動ペアを入力し，棋譜由来かそうでないかを判定して，その結果を基に学習をおこなわせる．

学習の結果として，生成ネットワークはプレイヤーが持つ評価関数として機能させることが出来るようになるので，仮想プレイヤーとして機能させることができる．

6. 敵対的逆強化学習モデルによる棋譜からの学習

4 章で述べた STGAN による模倣学習では，次の手を生成・計算するために，GAN の生成ネットワークを盤面評価関数として用いて，可能な手を全て入力，それを比較して，最大の手を選出するという，

回りくどい手続きが用いられている．しかし，ボードゲームでの次の手の計算は，強化学習の枠を当てはめることでこの回りくどい手続きを整理することが可能である．

強化学習では，①ある環境内に学習するエージェントが存在する．②環境は状態を持ち，エージェントが正確に観測できる．③エージェントは環境に対して何らかの行動を取ることができる．④行動の結果として，環境の状態は変化し，エージェントは報酬を受け取る場合がある．といったモデルを想定し，エージェントにとっての報酬を最大化するという目的の中で学習を定義するものである．たとえば，強化学習の一手法である Q 学習では，状態と行動に対する報酬の関係の表(Q-Table)を作成し，多数回，試行することで得られる報酬を最大化する．AlphaGo などでの利用が有名な Deep Q-Learning では，この Q-Table の部分をニューラルネットワークに置き換えることで深層強化学習を実現している．

いずれにせよ，強化学習は報酬関数と方策から最適な行動を得るための学習をおこなうものと解釈することができる．対象者の行動から報酬関数と方策を導き出す模倣学習は，逆強化学習と解釈される．逆強化学習の手法としては，Deep IRL，Guided Cost Learning, AIRL，GAIL などが知られている．少ない棋譜からの模倣学習を目指す目的から，GAN を用いる敵対的逆強化学習として，GAIL(Generative Adversarial Imitation Learning)[Jonathan Ho and Stefano Ermon,2016]を採用することにする．

GAIL では，通常の GAN と同様に生成ネットワークと判別ネットワークの 2 つのニューラルネットワークを用いる（図 8）．生成ネットワークは現在の状態を入力された場合の行動の確率分布を出力する．判別ネットワークは現在の状態と行動のペアを入力し，そのペアが学習するサンプルである確率を出力する．学習時には，判別ネットワークはサンプルされた状態と行動のペアが学習サンプルであるか，生成ネットワークが生成したものかを見分けるようにパラメータを更新し，生成ネットワークは判別ネットワークの出力をその状態と出力した行動に対する報酬として受け取り，通常の強化学習の要領で学習をおこなう．すなわち，判別ネットワークが出力した「学習サンプルに近い確率」が高い行動に対しては得られる報酬が高く，そうでない行動に対しては得られる報酬が低いものとして学習をおこなうことで，生成ネットワークはより判別ネットワークが騙されやすい方策を学習することになる．

7. 結論と展望

4 章で棋譜収集方法を述べ，模倣学習エージェントを構築するための機械学習方法の実装について，5, 6 章に述べた．GAIL を用いることで学習効率が大幅に向上する可能性があり，4 章で述べたような大がかりな方法を採用しなくても少数の棋譜からの模倣学習エージェントの構成は実現できる可能性もある．実装して実際の性能を確認しながら進めていきたい．

一方で機械学習は新手法が数多く提案される分野

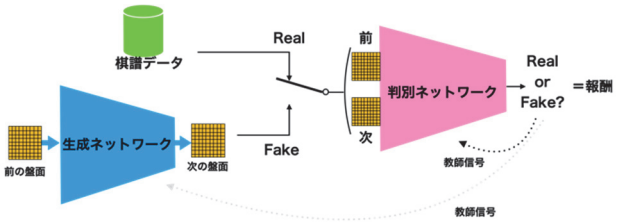


図8 GAILによる模倣学習

である．新手法を広く取り入れて，第 3 章で述べたような教育環境に取り組めるよう努力したい．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP19K12260 の助成を受けたものです．

参考文献

(1) エージェント技術の教育応用,吉川,高橋,教育システム情報学会誌, Vol.35, No.1, 2018, pp5-12
(2) Jonathan Ho and Stefano Ermon: Generative Adversarial Imitation Learning,arXiv:1606.03476v1 [cs.LG] (2016)
(3) Chidambaram, M. and Qi, Y.: Style Transfer Generative Adversarial Networks: Learning to Play Chess Differently, arXiv preprint arXiv:1702.06762 (2017).
(4) Shanchuan Wan and Tomoyuki Kaneko. Style Transfer in Playing Shogi Based on Generative Adversarial Networks. GPW 2017, pp. 138-143(2017)
(5) 植野，和田，高見，人間プレーヤーの振る舞いを模倣する対戦エージェントの可能性,ゲーム学会第 17 回全国大会論文集，2018,p.21-22
(6) 植野，和田，高見，模倣学習エージェントを用いた教育的対戦環境とプレイ戦略分析システム，ゲーム学会第 18 回全国大会論文集,2019
(7) 植野，和田，高見，模倣学習エージェントを用いた教育的対戦環境とプレイ戦略分析システム，ゲーム学会第 19 回全国大会論文集,2020
(8) Ueno,M., Wada,S., Takami T., The Education Environment for Strategy using the Imitation Learning Agent that Mimics the Behavior of Human Player , Proc. of 2019 IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) , DOI: 10.1109/GCCE46687.2019.9015289
(9) Ueno,M., Wada,S., Takami T., A Virtual Play Environment and Game Strategy Analysis System Using Imitation Learning Agents, Proc. of 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) , DOI: 10.1109/GCCE50665.2020.9291746

原摩訶大将棋のネットワーク対局

Network Game Play of Original Maka-O-Shogi

井上悠斗*)，中根康之*) **)，水上遼太*)，松本貴裕**)，高見友幸*) **)
Yuto Inoue, Yasuyuki Nakane, Ryota Mizukami, Takahiro Matsumoto, Tomoyuki Takami

*) 大阪電気通信大学 総合情報学部 デジタルゲーム学科
Faculty of Information Science and Arts, Osaka Electro-Communication University
**) 大阪電気通信大学大学院 総合情報学専攻 デジタルゲーム学コース
Graduate School of Information Science and Arts, Osaka Electro Communication University

要約： 古文書で伝わる摩訶大将棋は縦横 19 マスの将棋盤を用いるが，伝来当初の将棋である原摩訶大将棋（仮名）は縦横 17 マスであった可能性が指摘されている．摩訶大将棋から横飛と瓦将の 2 種が除かれ，原摩訶大将棋の駒は 48 種，総数 180 枚である．本研究の目的は，原摩訶大将棋の存在可否を遊戯性の観点から検証することである．コンピュータ摩訶大将棋にネットワーク対局機能を付加することで，大型将棋愛好者諸氏に対局していただき，広く見解を求めていきたい．

キーワード：摩訶大将棋　将棋の歴史　ネットワーク対局　原摩訶大将棋

1．はじめに

古文書で伝わる摩訶大将棋（まかおおしょうぎ）は，縦横 19 マスの将棋盤を用いる[1]．本論文が対象とするのは，日本に伝来した当初の摩訶大将棋であり，その将棋盤は縦横 17 マスの可能性が指摘されている[2]．本稿では，この将棋を原摩訶大将棋と呼ぶことにする．図 1 に原摩訶大将棋の初期配置を示した．象戯圖に記載される摩訶大将棋の駒 50 種から横飛と瓦将の 2 種が取り除かれ，駒の総数は 180 枚となる．48 種の駒数となったことにより，すべての駒で六十干支の表を構成することができる[3]．

現状では，いくつかの根拠をもつとはいうものの，原摩訶大将棋の存在は仮説の域を出ない．また，図 1 では，駒はマス置きとして復刻されているが，実際は交点置きと考えられている．詳細は，文献[1]を参照されたい．なお，原摩訶大将棋の縦横 17 マスは，初期平安京における縦横 17 目の条坊に相当するものと考えている[4][5]．

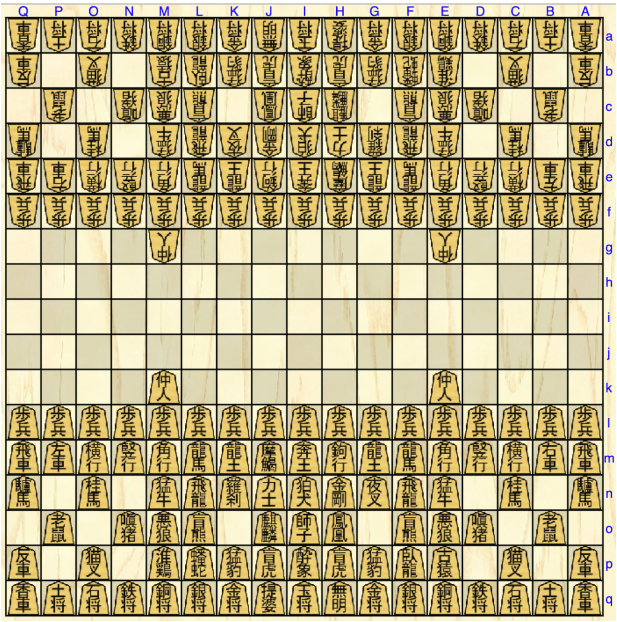


図 1．原摩訶大将棋の初期配置と将棋盤．

2．Python プログラムによる実装

コンピュータ摩訶大将棋の機能は，対局機能と対局再生機能に大別できる．原摩訶大将棋（縦横 17 マス：初期平安京版）の他，後世の摩訶大将棋（横 19 マス縦 16 マス：第 2 次平安京版）の対局も可能である．主要な機能を以下に列挙する．

1）対局機能：・通常対局とネットワーク対局・指し手の表示・経過時間の表示・取った駒の表示・棋譜の保存・リセット機能・指し手の undo

2）対局再生機能：・棋譜の作成・棋譜の自動保存・棋譜の再生

マスをクリックすると，マスが赤線で囲われる．

今このマスを選択しているということを意味する．クリックしたマスに駒がある場合，その次に他のマスをクリックすることで駒を移動させることができる．駒をダブルクリックすることで駒を取ることができる．駒を右クリックすることで駒の成りが実現する．ダブルクリックで選択した駒は取られたことを明確にするために青丸が表示される．

居喰いの操作については通常の駒の操作とは異なる．まず居食いする駒をダブルクリックで選択する．その後狛犬の駒（または師子）をクリックで選択して，今いるマスをクリックすることになる（図２）．なお，師子と狛犬のルールは最近になって新しい復刻結果に変更されていることに注意されたい．狛犬や師子が動く場合，敵駒を取ることはできない．駒は居喰いでのみ取ることができるのである．

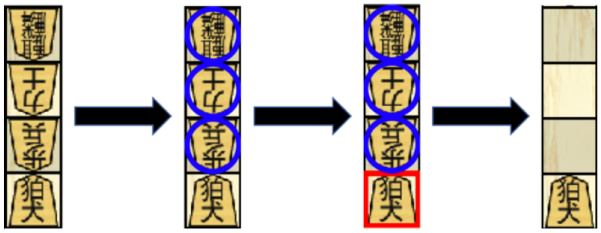


図２．居喰いに関する操作手順

棋譜はアプリケーション画面の左フレームに表示される．棋譜のフォーマットは，手数・先手後手の区別・起点座標・終点座標・成ったかどうか・取った敵駒の順である．たとえば，001:▲HlHk の場合，１手目で Hl の歩兵が Hk の位置に動いたことになる．このように棋譜はアルファベットで表現されており，列は大文字 A, B, C... Q で，段は小文字 a, b, c.. で表示される．成れば「+」が追記される．取った駒がある場合，最後の[ ]の中に取った駒の名称と座標が記述される．

３．原摩訶大将棋

象戯圖に記載される縦横 19 マスの摩訶大将棋には，対局する上で，大きな難点（横飛の前の歩兵の位置に利いている駒がない）のあることがわかっている．この詳細については，文献[6]を参照されたい．原摩訶大将棋では，横飛と瓦将の列がなくなり横 17 マスとなっている．

図３は序盤の盤面例で，後手△Ig 狛犬と飛んで先手の Ij 龍馬に当て，先手は▲Jk 龍馬と逃げたところである．後手は次に△Hh 狛犬と出れば，歩兵と鳳凰の居喰いを狙うことができる．ここで，先手▲Ij 師子と飛べば，狛犬の居喰いを防ぐことができる．居喰いすれば狛犬は動けないため，次の手で，逆に，師子に居喰いされてしまう．

４．おわりに

原摩訶大将棋では，19×16 マス盤の対局でよく見られた横飛の前のマスへの攻防はなく，本格的な合戦模様が出現する．

勝敗に玉将が関係しないことで，酔象の成りである王子のルール（玉将が取られても王子があれば負けにはならない）は意味をなくす．つまり，このルールは後世に追加されたルールだと推測できよう．同様に，提婆と無明のルール（敵駒を取ったときに成る）も後世の追加と見られる．

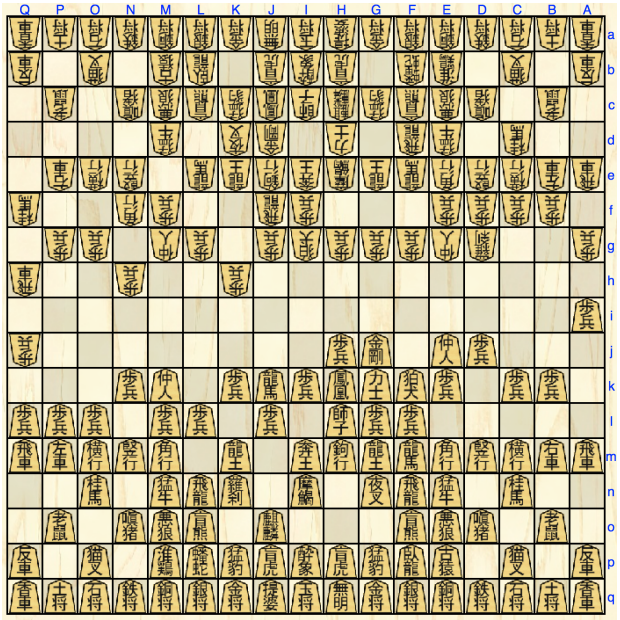


図３．原摩訶大将棋の序盤の盤面例．

参考文献

[1] 高見友幸，摩訶大将棋の復刻 ～古代日本の大型将棋に関する考察～，大阪商業大学アミューズメント研究叢書第 19 巻，2019.
[2] 高見友幸，大型将棋の将棋盤と平安京の条坊：初期平安京の復原，大阪電気通信大学人間科学研究，Vol.23，1-13，2021.
[3] 高見友幸，「摩訶大将棋起源説反駁」に対する返答，大阪商業大学アミューズメント産業研究所紀要，第 23 号，1-19，2021.
[4] 高見友幸，初期平安京の復原 ～都城の思想と大型将棋の将棋盤～，IIARS 学術研究論文誌，Vol.4，18-28，2020.
[5] 高見友幸，初期平安京の復原再考 ～都城における設計数値の継承～，IIARS 研究会論文誌，Vol.2，23-30，2021.
[6] 水上遼太，井上悠斗，高見友幸，摩訶大将棋の復刻 ～ルールの現状～，ゲーム学会第 19 回合同研究会予稿集，2021.

摩訶大将棋の復刻　～ルールの現状～

Revival of Maka-O-Shogi ～Current Rule～

水上遼太*，中根康之*，井上悠斗*，高見友幸*
Ryota Mizukami, Yasuyuki Nakane, Yuto Inoue, Tomoyuki Takami

*大阪電気通信大学 総合情報学部 デジタルゲーム学科
Faculty of Information Science and Arts, Osaka Electro-Communication University

要約：　摩訶大将棋の復刻は 10 年にわたり行われてきたが，この間に古文書の解読が進むとともに，新しい古文書の発見や歴史学からの寄与もあり，いくつかの大きなルール変更がなされている．本稿では，これまでのルールと対比させて，現状のルールを明記する．特に，勝敗の決まり方は重要であり，盤面例と合わせ具体的に解説した．

キーワード：摩訶大将棋　ルールの復刻　居喰い　踊り駒

１．はじめに

摩訶大将棋の復刻研究は今年で 10 年目を迎える．復刻の大部分は 1592 年の写本，「象戯圖」の解読に基づいて行われた[1]．ただ，この解読作業が 10 年をかけて少しずつ段階的に進んでいったわけではない．復刻は数年の研究期間を経て，何度かの終了を見ている．つまり，ルールは最終版として，その都度，確定したものとされてきた．ところが，ルール確定後に新たな発見や解明があり，その都度ルールが更新されるということのくり返しであった．

さて，最近の復刻研究においても大きなルール変更がなされている．駒の動き方の変更については，１）将棋と陰陽五行思想の間にある強い関連性[2]，２）新しい古文書（摩訶大将棋之圖）の発見[3]がその要因となった．また，将棋盤のマス数の変更については，将棋の呪術性と平安京の条坊との関係性によるものである．本稿では，摩訶大将棋のルールの現状を示すとともに，これまでに発表された復刻でどの点が正しくなかったのかを明記しておきたい．個々の駒の動きについては文献[1]を参照されたい．

２．これまでのルール

2.1 勝敗の決まり方：　復刻の当初は，現代将棋や中将棋と同様に，玉将を詰ませた方が勝ちというルールであった．ただ，中将棋以外の大型将棋では，勝敗に関連する記述は古文書にはなく，これまでの勝敗のルールは仮説にすぎない．

2.2 将棋盤のマスの数：　古文書で伝わる摩訶大将棋の将棋盤は縦横 19 マスである．古文書によれば，大型将棋のすべてが縦横同数のマスとなっている．通説に従えば，摩訶大将棋では初期配置での敵味方の歩兵の間隔は 7 マスと広すぎるのが遊戯としての難点で，古文書の記述が疑われる．また，大型将棋では，駒の動きにも多数の間違いが見つかっている．

2.3 師子と狛犬の居喰い：　同時に 2 駒（師子），3 駒（狛犬）の居喰いルールが「象戯圖」から導かれている．ただし，古文書の記述からは，居喰いルールの完全な解読は困難である．

2.4 成りのルール：　古文書には大型将棋の成りのルールについての記述はない．当初は，敵駒をとったときに成るというルール（通説）が適用された．この場合，強い駒の成りがどれも金将であるという不自然さが大きな疑問となっていた．

2.5 仲人のルール：　仲人は居喰いでしか取れないというルールが「象戯圖」から導かれている．つまり，仲人を取ることができるのは，師子と狛犬のみである．

2.6 踊り駒の動き：　踊り駒は飛び越した駒を取ることができる．このルールは「象戯圖」の解読から導かれている．なお，踊り駒は現代将棋にも中将棋にもない駒であり，通説や江戸時代の古文書に記載された動きは間違っていることに注意されたい．

３．現状のルール

前節で述べたこれまでのルールのうち，現時点でも残るのは 2.5 仲人と 2.6 踊り駒に関するルールだけである．以下に変更点を述べる．変更の経緯については文献[1]を参照されたい．

3.1 勝敗の決まり方：　不成の駒（奔王・龍王・龍馬・師子・狛犬）が敵陣に侵入した後，無事に

敵陣から戻ることができれば勝ちとなる．図１は▲Ij 歩兵，△Gg 狛犬，▲Df 奔王の３手で，先手が勝ちを決めた盤面である．後手は奔王の戻りを防ぐことができない．

3.2 将棋盤のマスの数：　図１に示されるとおり，縦 16 マス横 19 マスの将棋盤を使う．なお，将棋盤は平安京の条坊に対応している．

3.3 師子と狛犬の居喰い：　師子と狛犬は，動くときには敵駒を取ることができない．つまり，敵駒のいるマスに動くことはできない．敵駒は居喰いでのみ取ることができる．

3.4 成りのルール：　歩き駒，麒麟，鳳凰，桂馬，香車は敵陣に入ったときに成る．その他の走り駒と踊り駒は敵陣から出たときに成る．

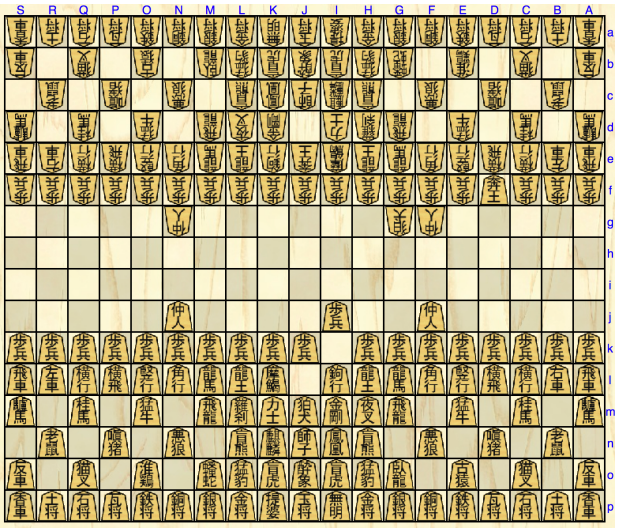


図１．摩訶大将棋の勝敗の決まり方．先手が▲Df 奔王と敵陣に入ったところ．次の手で奔王は敵陣から戻り，先手の勝ちとなる．

４．序盤の対局事例

図２は序盤の盤面例を示した．図２までの棋譜は次のとおりである．▲Ij 歩兵，△Eg 仲人，▲Gj 狛犬，△Kg 歩兵，▲Lj 歩兵，△Kh 歩兵，▲Eh 狛犬，△Ki 歩兵．先手の Jl 奔王は Df への敵陣侵入を目指すが，後手は Eg 仲人でそれを防いでいる．図２では，先手の Eh 狛犬が居喰いで後手の Eg 仲人，Ef 歩兵，Ee 竪行の３駒全部を取ることができる．ただし，居喰い直後に，この狛犬は Ke 鉤行（１手で飛車の動きを２回続けて動くことができる）に取られることになる．したがって，狛犬は居喰いをせずに，たとえば，▲Ej 狛犬と逃げることになるだろう．

この後，先手は Eg 仲人を居喰いすれば，奔王の敵陣侵入が実現する．後手は鉤行か摩羯の利きを作ることでこれを防がねばならない．

なお，図２で後手の Je 奔王は Pk の位置に突入することはできない．先手の Kl 摩羯（１手で角行の動きを２回続けて動くことができる）が効いているからである．

５．おわりに

摩訶大将棋の復刻における最大の成果は，玉将が勝敗には関係しないということであろう．これは，駒の成り不成の考察から導かれたものである．また，この考察からは走り駒と踊り駒の奇妙な成りのルールを説明することもできる（文献[1]を参照されたい）．図１の指し手からもわかるとおり，横飛の前のマスに利きがないため，序盤ではこの位置が狙われる．序盤のこの単調さが遊戯の設計という点からは多少とも問題点であろう[4]．

なお，摩訶大将棋のルールや歴史性については異論も提出されているが，この点については研究者諸氏にご教示いただきたく思う[5][6]．

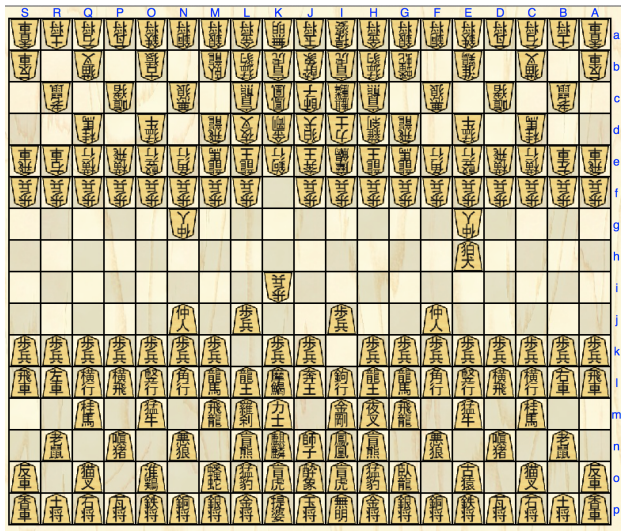


図２．摩訶大将棋の序盤の盤面例．後手が△Ki 歩兵と進め，鉤行を先手の狛犬に当てたところ．

参考文献

[1] 高見友幸，摩訶大将棋の復刻 ～古代日本の大型将棋に関する考察～，大阪商業大学アミューズメント研究叢書第 19 巻，2019.

[2] 高見友幸，中根康之，木子香，原久子，呪術としての大型将棋に関する考察，大阪電気通信大学人間科学研究，Vol.22，1-13，2020.

[3] 高見友幸，最近発見された摩訶大将棋に関する古文書，IR＊ゲーミング学会ニューズレター，No.38，8-11，2019.

[4]井上悠斗，中根康之，水上遼太，松本貴裕，高見友幸，原摩訶大将棋のネットワーク対局，ゲーム学会第 19 回合同研究会予稿集，2021.

[5] 清水康二，摩訶大将棋起源説反駁，大阪商業大学アミューズメント産業研究所紀要，第 22 号，111-131，2020.

[6] 高見友幸，「摩訶大将棋起源説反駁」に対する返答，大阪商業大学アミューズメント産業研究所紀要，第 23 号，1-19，2021.

ゲーム学会　研究報告
Game Amusement Society Research Report
Vol.19, No.1（September, 2021）

発行日：令和３年９月４日
発行：ゲーム学会

（事務局）〒575-0063 大阪府四條畷市清滝 1130-70
大阪電気通信大学四條畷キャンパス ゲームサイエンスラボ内
TEL. 072-876-3317（内線 5168）FAX. 072-876-5408
Mail：entry001@GameAmusementSociety.org
Web：http://www.gameamusementsociety.org/

ゲーム学会「ゲームと教育」研究部会
研究会報告（2020-GE-1）

2021 年 2 月 27 日

於 香川大学

（新型コロナウィルス感染拡大防止のため現地開催は中止）

ゲーム学会

http://www.gameamusementsociety.org/

ゲーム学会「ゲームと教育」研究部会第 14 回研究会

テーマ：ゲームと教育／一般
開催日：2021 年 2 月 27 日（土）
会　場：香川大学幸町キャンパス
※新型コロナウィルス感染拡大防止のため現地開催は中止

目　　次

1.　学生のデジタルゲームに対するイメージ尺度の作成の試み
福井昌則，黒田昌克，山下義史（兵庫教育大学），
野村新平（神奈川県立津久井浜高等学校）　…… 1

学生のデジタルゲームに対するイメージ尺度の作成の試み

Development of a Scale of the "Images and Consciousness about Digital Game in Adolescents"

福井　昌則*　Masanori Fukui
黒田　昌克*　Masakatsu Kuroda
山下　義史*　Yoshifumi Yamashita
野村　新平**　Shimpei Nomura

*兵庫教育大学
Hyogo University of Teacher Education

**神奈川県立津久井浜高等学校
Kanagawa Prefectural Tsukuihama High School

要約：本研究の目的は，高校生，大学生のデジタルゲームに対するイメージ尺度開発を試みることである．予備調査として，デジタルゲーム開発を専門とする大学生 112 名に予備調査を行い，デジタルゲームに対するイメージを測定する項目(115 項目)を抽出した．その 115 項目を用いて, 関西圏の高校生, 大学生 360 名を対象に調査を実施した. その結果, デジタルゲームに対するイメージとして,「個人的・社会的悪印象」,「特別体験・肯定的印象」,「スキル向上」,「広範的コミュニケーション」,「健康被害・依存誘発」,「思想的悪影響」,「運動不足」の 7 因子(74 項目)が抽出された.

キーワード： デジタルゲーム，ビデオゲーム，大学生，高校生，調査研究

１．はじめに

1.1　研究の目的

本研究の目的は，高校生，大学生のデジタルゲームに対するイメージ尺度開発を試み，その妥当性について検討することである．

以下，ゲームと表記している部分があるが，特に断りのない限り「デジタルゲーム」のことを示すとする．

1.2　研究の背景

テクノロジーの進展とともに，ゲームも複雑，多様化しており，かつては実現が困難であった機能を有するゲームが多く開発されている．画質の向上やプレイの複雑化などによるゲーム容量の増加，オンラインでの対戦・協力プレイ，VR ゴーグル，Kinect などといった外部デバイスとの連携など，ゲームはより複雑化，多様化している．このような変化に加え，ゲームのプラットフォームも変化している．

さらに，ゲームに関する様々な研究が進められ，世代によるゲーム時間の違いやゲームに使う金額についての調査のみならず，人間に対する良い影響，悪い影響など多様な研究がなされている．また，ゲームの教育利用の有効性が指摘されており[1]，ゲームの特徴を踏まえた教育をどのように実現するかについて検討することは，これまでの学習の充実化のみならず，これまでに実現できなかった教育の実現に向けて重要となると考えられる．

若者のゲームプレイの実態について，内閣府の資料[2]によれば，インターネット利用率は小学生 86.3%，中学生 95.1%，高校生 99.1%であり，スマートフォンでインターネットを利用している割合は高校生だと 91.9%であると報告されている．また，インターネットを利用すると回答した児童・生徒の利用内容の内訳について, ゲームについて着目すると, 高校生 78.7%, 中学生 76.4%, 小学生 81.7%であった．また，スマートフォンでインターネットを利用する児童・生徒だけで見ても，いずれの校種においても 70%を上回る児童・生徒がゲームをプレイしており，その割合は増加し続けている．

株式会社アスマーク[3]は，3 歳から小学生の子どもと同居しており，その同居している子どもがゲームで遊んでいるという条件を満たす保護者に対して調査を行い，父親にとってゲームは子どもとのコミュニケーションツールであること，父親はゲームに対して肯定的である一方, 母親は否定的であること, 考える能力が養われるとう良い側面がある一方，気持ちやコミュニケーション面で悪い影響があると考えている実態があることについて報告している．

これらのことから，現在の若者にとって，ゲームは非常に身近でありふれた娯楽，メディアの一つになっていることが想定され，スマートフォンの世帯保有率が 9.7%(2010 年)から 83.4%(2019 年)に急増する実態も踏まえると[4]，ゲームに対する意識も急速に変化している可能性が想定される．また，ゲームに対する意識には性差がある可能性も指摘されており，これらの実態も踏まえた上でゲームの教育利用の道を模索することが重要であると考えられる．

ここで，ゲームには良い影響，悪い影響それぞれについて多くの研究がなされている. 例えば Bavelier and Green[5]は，ゲームをプレイすることで反応速度を向上させることができるなどの認知能力が見られると指摘している．他にも創造性が高まるといった報告も見られ[6]，DS や Switch などで「脳トレ」に関するソフトが発売されるなど[7,8]，ゲームのポジティブな側面に着目した商品も開発されている．

一方，West et al.[9]は，FPS などをプレイすることで，脳に悪影響があると指摘している．また我が国のゲーム障害に関する研究で知られている樋口[10]は，厚生労働省の資料の中で，中学・高校生のネット依存が疑われる者の割合が増えていることを指摘している．他にもゲームをプレイすることで悪影響

があるという「ゲーム脳」に関する書籍[11]や，WHO[12]によるゲーム依存症であるゲーム障害，香川県ネット・ゲーム依存症対策条例[13]などもみられ，実際には単にゲームプレイ時間を家庭できちんと管理することや，依存症にならないように気をつけるなどが主眼でありながらも，ゲームの持つ悪いイメージを助長してしまう可能性も想定される．

1.3　問題の所在

1.2 節では，ゲームに関する様々な調査があること，ゲームには良い影響に関するものや悪い影響に関するものなどがあることを確認したが，ゲームの有効性が指摘されていながらも，ゲーム時間を制限しようとするような条例の制定が行われるなど，ゲームの(教育的な)有効利用はまだこれからの課題と考えられる．その有効利用の推進は，テクノロジーの進展によって実現されるだけではなく，ゲームに対する意識，イメージの変化によって起こるのではないかと想定される．例えば，普段ゲームをプレイしない人の中には，ゲームのイメージが学生の実態と乖離している場合が想定され，教育的にゲームを有効利用しようという考えには至り難いという可能性も否定できない．また，ゲームに対して非常に悪いイメージを有している人であれば，むしろゲームの有効利用に対して否定的である可能性も想定される．

しかし前述したように，若者の中ではゲームをプレイすることがある程度一般的になっていると想定されることから，実際に今の若者がゲームについてどのように考えているか，どのようなイメージを有しているかを把握することは，実態に則したゲームの有効利用の道を拓く上で重要であると考えられる．そして，ゲームの良い点だけ，悪い点だけを見るのではなく，悪い点があることを知りながら良い点を活用することは，ゲームリテラシーの育成にも有用であると想定される．

しかし，実際に今のゲームに触れている高校生，大学生がデジタルゲームに対してどのようなイメージを有しているかについて，詳細に明らかにされていない．よって，デジタルゲームに対してどのようなイメージを持っているかについて把握することは，今後のデジタルゲームを用いた教育方法の確立に向けて，重要な知見となるのではないかと想定される．

以上のことから本研究では，高校生，大学生のデジタルゲームに対するイメージ尺度を開発し，その妥当性を検討することを試みた．

２．研究方法

2.1　調査対象者・調査の手続き

2021 年 1 月に，オンライン調査を実施した．対象者は 2 校の高校 3 年生，3 校の大学 1,2 年生の計 360 名，平均年齢は 19.20 歳 (S.D.0.84)，有効解答数は 360 名，有効解答率は 100.0%であった．そのうち，普段から日常的にデジタルゲームをプレイしている被験者は 348 名 (96.7%)，プレイしていない被験者は 12 名 (3.3%)であった．

調査の実施時間は 20 分程度であり，調査において，被験者の氏名などの個人情報を含む質問項目を設定しなかった．

2.2　用いた項目

「デジタルゲームに対するイメージ」尺度を構成するための項目作成のために，予備調査を実施した．予備調査は 2020 年 12 月，デジタルゲーム開発を専門とする大学生 112 名に，デジタルゲームに対する良いイメージ，悪いイメージそれぞれについて自由記述で回答を求めた．そして，得られた自由記述 324 項目を Ward 法によるクラスタ分析を用いて，19 カテゴリに分類した．この分析には，KH Coder 3[14]を用いた．そして重複している項目をカットし，理解しやすい表現に修正した．そのことによって得られた 155 項目を質問項目とした．

それぞれの項目について「5: とてもあてはまる，4: まあまあてはまる，3: どちらでもない，2: あまりあてはまらない，1: まったくあてはまらない」の 5 件法で回答を求めた．

2.3　分析の手続き

事前調査で準備した 155 項目に対し，最尤法・Promax 回転を用いて探索的因子分析を行い，「デジタルゲームに対するイメージ」尺度を作成した．因子数の決定には平行分析を用いた．そして，得られた因子の妥当性を評価するために，確証的因子分析を行った．平行分析には R version 4.0.0，探索的因子分析，確証的因子分析には Stata MP16[15]を用いた．

3. 結果と考察

3.1　デジタルゲームに対するイメージ尺度の開発

準備した 155 項目の得点を元に，探索的因子分析を行った．因子数の決定には，平行分析を用いた．平行分析の結果，因子数は 9 と算出された．その結果を踏まえ，因子数 9 で最尤法，Promax 回転を用いて探索的因子分析を行った．分析に際し，因子負荷量が 0.35 未満の項目を削除し，再度探索的因子分析を行った．また複数の因子で因子負荷量が大きくなる項目を削除した．それらの操作を繰り返し，因子の解釈可能性から，最終解として 7 因子構造が妥当であると判断された．探索的因子分析によって得られた結果を表 1，因子間相関を表 2 に示す (表 1 は，本稿の最後を参照．ギリシャ数字は因子の番号を示している)．

表 2. 因子間相関

	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ
Ⅰ	-0.42	-0.22	-0.39	0.39	0.51	0.34
Ⅱ	1.00	0.45	0.61	0.14	-0.23	-0.13
Ⅲ		1.00	0.48	-0.02	-0.11	-0.22
Ⅳ			1.00	0.07	-0.20	-0.19
Ⅴ				1.00	0.32	0.39
Ⅵ					1.00	0.36

(N=360)

表 1 より，第 7 因子は 2 項目から構成されているが，因子を構成する項目は 3 以上が望ましいとされ

ている(例えば[16]). しかし第 7 因子は他の因子と違った内容を示していること，後述するように，内的整合性が高く，確証的因子分析の結果も妥当であることから，第 7 因子を採用することとした.

第 1 因子は，ゲームをプレイする人に対して「社交性が低い」,「性格が悪い」などの悪いイメージを抱く項目や，ゲームは教育に悪い，金銭感覚を狂わせるなど，ゲームそのものが個人に対しても悪影響を及ぼすだけではなく，社会的に問題があるような帰結に繋がるという因子である．よって第 1 因子を「個人的・社会的悪印象」因子と命名した.

第 2 因子は，ゲームを通して普段体験できないこと，自分の知らない世界を経験できるといった項目や，ゲームは距離が離れていても遊べる，夢中になれる，知的要素があるなど，ゲームそのものが持つ肯定的側面に着目した因子である．よって第 2 因子を「特別体験・肯定的印象」因子と命名した.

第 3 因子は，ゲームを通して頭が良くなる，論理的に考える力や集中力が高まるなど，ゲームをプレイすることで高まるスキルに関する因子である．よって第 3 因子を「スキル向上」因子と命名した.

第 4 因子は，ゲームを通して友人といつでもコミュニケーションが取れることや，ネット上の友達が増えるなど，多様なコミュニケーションが可能であるという因子である．よって第 4 因子を「広範的コミュニケーション」因子と命名した.

第 5 因子は，ゲームをプレイすることで姿勢が悪くなる，疲れてしまう，目が悪くなるといった健康被害に関する項目や，およびゲーム依存症に陥る可能性があるなど，ゲームに依存してしまうといった因子である．よって第 5 因子を「健康被害・依存誘発」因子と命名した.

第 6 因子は，暴力的なゲームが性格や思想や，現実に悪影響があるなど，ゲームによって自身の性格や思考に悪い影響があるといった因子である．よって第 6 因子を「思想的悪影響」因子と命名した.

第 7 因子は，ゲームをすることにより，外で遊ばなくなる，運動不足になるといった項目からなっており，ゲームをプレイすることで体力面などに不安が生じる可能性を示す因子である．よって第 7 因子を「運動不足」因子と命名した.

3.2 尺度の妥当性

探索的因子分析の結果を踏まえ，想定した 7 つの潜在因子から各因子に該当する項目がそれぞれ影響を受けるモデルを想定し，その妥当性を確証的因子分析で検討した．また当モデルは，潜在因子間にはすべて共分散が存在すること，誤差項には相関が存在しないことを仮定している.

分析の結果，適合度指標は，CFI = .842，RMSEA = .050，SRMR = .067 であり，CFI はやや低い値となったが, RMSEA, SRMR は妥当性の高い値が得られ，許容できる適合度であると判断できる．よって，本モデルが妥当であると判断された.

次に，抽出された 7 因子の内的整合性を確認するために，Cronbach の α 係数を求めた．その結果，第 1 因子：.934，第 2 因子：.933，第 3 因子：.928，第 4 因子：.933，第 5 因子：.800，第 6 因子：.829，第 7 因子：.838 であり，いずれの項目も.700 より大きく，内的整合性が高いことが確認された.

ここで，デジタルゲームに対するイメージ尺度それぞれの因子について算術平均を求め，その値を各因子の得点とした．算出結果を表 3 に示す．表 3 より，第 2 因子と第 4 因子が相対的に見て高い得点であった．一方，第 6 因子の得点は相対的に低い傾向があることが把握された.

表 3. 因子得点

	Mean	*S. D.*
個人的･社会的悪印象	2.40	0.73
特別体験･肯定的印象	4.47	0.52
スキル向上	3.60	0.74
広範的コミュニケーション	4.26	0.74
健康被害･依存誘発	3.34	0.81
思想的悪影響	2.82	0.99
運動不足	3.31	1.06

（N=360）

今回抽出された因子を見ると，デジタルゲームの良いイメージとして,「特別体験・肯定的印象」,「スキル向上」,「広範的コミュニケーション」の 3 因子，デジタルゲームの悪いイメージとして,「個人的・社会的悪印象」,「健康被害・依存誘発」,「思想的悪影響」,「運動不足」の 4 因子が該当している．これらの結果から，学生の意識から「デジタルゲームに対するイメージ」として，肯定的・否定的側面のいずれも抽出することができた.

4. まとめと今後の展望

本研究では，学生のデジタルゲームに対するイメージ尺度の開発を試みた．その結果，デジタルゲームに対するイメージ尺度の因子として,「個人的・社会的悪印象」,「特別体験・肯定的印象」,「スキル向上」,「広範的コミュニケーション」,「健康被害・依存誘発」,「思想的悪影響」,「運動不足」の 7 因子が抽出された.

これらの因子は，学生のデジタルゲームに対する実際のイメージを捉えたものである．このような先行研究は筆者らの知る限り存在しないことから，本研究には独自性・新規性があると考えられる．また本研究の知見は，今後のデジタルゲームを用いた教育の充実化などに貢献すると想定され，その有用性が示されたと考えられる.

しかし，本研究にはいくつかの課題が残されている．1 点目として,「デジタルゲームに対するイメージ」の世代間格差などを把握する必要性があることである．香川県ネット・ゲーム依存症対策条例[13]に代表されるように，デジタルゲームには悪いイメージが付き纏っている可能性が想定されるが，今回の調査では，学生がゲームの良い面も悪い面も把握している可能性が見られた．よって，今回開発した尺度を用いて，様々な世代，特に教員に対する調査を行い，学生との意識の差異について検討すること

が重要であると考えられる．

2 点目として，ゲームに対する性差も合わせて検討し，デジタルゲームに対するイメージを再検討することである．今回の調査では性別要因を取り入れなかったが，ゲーム時間やゲームの種類に性差があるといった報告も見られ[17,18]，デジタルゲームに対するイメージにも違いがある可能性は否定できない．今後，世代間の差と合わせて詳細に検討を進める必要性が想定される．

3 点目として，「デジタルゲームに対するイメージ」尺度と他のゲームに関する尺度や項目との関連性を検討する必要があることである．例えばゲームのプレイスタイルやゲームプレイ時間，ゲームにどのぐらいのお金を使っているかなどとの関連性を把握することで，ゲームに対するイメージと行動様式との関連性を明らかにできる可能性がある．

他にも，ゲームを普段プレイしない被験者におけるデジタルゲームに対するイメージを把握すること，ゲームジャンルや創造性との関連性[19,20]，ゲームの利用と満足との関連性について検討すること[21,22]，ゲーム障害児に対する治療への応用など，ゲームを用いた様々な活動の充実化に向けて今後さらに検討を行っていく必要があろう．これらについては今後の課題とする．

謝辞

本研究の一部は，科研費 20K22187，科学技術融合振興財団 2020 年度調査研究助成によって実施されたものである．研究実施にあたり，大阪電気通信大学の横山宏先生，森善龍先生，高見友幸先生にご協力いただきました．感謝申し上げます．

参考文献

[1] 藤本徹・森田裕介(編)，ゲームと教育・学習 (教育工学選書 II)，ミネルヴァ書房, 2017.

[2] 内閣府，令和元年度 青少年のインターネット利用環境実態調査 調査結果(概要), 2020. https://www8.cao.go.jp/youth/youth-harm/chousa/r01/net-jittai/pdf/kekka_gaiyo.pdf (最終確認日: 2021.2.10)

[3] 株式会社アスマーク，ゲームと子供に関するアンケート調査, 2019. https://www.asmarq.co.jp/data/ex201911game/ (最終確認日: 2021.2.10)

[4] 総務省，令和 2 年版情報通信白書: 第 2 節 ICT サービスの利用動向, 2020. https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/pdf/n5200000.pdf (最終確認日: 2021.2.10)

[5] Bavelier, D., & Green, C. S., *The Brain-Boosting Power of Video Games*, Scientific American, 2016.

[6] Jackson, L. A., Witt, E. A., Games, A. I., Fitzgerald, H. E., von Eye, A., & Zhao, Y., Information technology use and creativity: Findings from the Children and Technology Project. *Computers in Human Behavior*, **28**(2), pp.370-376. 2012.

[7] 任天堂，脳を鍛える大人のトレーニング, 2019. https://www.nintendo.co.jp/switch/as3ma/index.html (最終確認日: 2021.2.10)

[8] バンダイナムコエンターテインメント，ことばのパズル もじぴったんアンコール, 2020. https://encore.mojipittan.jp/ (最終確認日: 2021.2.10)

[9] West, G., Konishi, K., Diarra, M., Benady-Chorney, J., Drisdelle, B. L., Dahmani, L., Sodums, D., Lepore, F., Jolicoeur, P., & Bohbot, V., Impact of Video Games on Plasticity of the Hippocampus, *Molecular Psychiatry*, **23**, 10.1038/mp.2017.155, 2017.

[10] 厚生労働省ゲーム依存症対策関係者会議，資料 2「ゲーム障害について」, 2020. https://www.mhlw.go.jp/content/12205250/000616333.pdf (最終確認日: 2021.2.10)

[11] 森昭雄, IT に殺される子どもたち 蔓延するゲーム脳, 講談社, 2004.

[12] World Health Organization, *Gaming Disorder*, 2018. https://www.who.int/features/qa/gaming-disorder/en/ (最終確認日：2021.2.10)

[13] 香川県，香川県ネット・ゲーム依存症対策条例, 2020. https://www.pref.kagawa.lg.jp/documents/10293/0324gj24.pdf (最終確認日：2021.2.10)

[14] 樋口耕一, KH Coder 3. https://khcoder.net/ (最終確認日: 2021.2.10)

[15] ライトストーン, Stata release 16. https://www.lightstone.co.jp/stata/ (最終確認日: 2021.2.10)

[16] 堀啓造，因子分析における因子数決定法 -平行分析を中心にして-，香川大学経済論叢, **77**, pp.65-70, 2005.

[17] 西方毅，テレビゲームにおける個人差の研究(I) -男女におけるゲームの好みの相違-，目白大学 人文学研究, **7**, pp.201-213, 2011.

[18] 佐藤香，第 1 回 放課後の生活時間調査，第 1 部 学年別や性別にみる生活時間と意識 第 2 章 自由時間の使い方にみる男女の違い，ベネッセ教育総合研究所, 2009. https://berd.benesse.jp/berd/center/open/report/houkago/2009/hon/pdf/data_04.pdf (最終確認日:2021.2.10)

[19] 福井昌則，黒田昌克，野村新平，山下義史，森山潤，大学生の選好性に基づいたゲームジャンル尺度の開発およびその尺度と創造性との関連性についての探索的検討，日本デジタルゲーム学会第 11 回年次大会(特選トラック), 2021. accepted.

[20] 福井昌則，黒田昌克，野村新平，山下義史，ゲームジャンルの選好性と創造性の関連性についての探索的検討，ゲーム学会第 18 回合同研究会研究報告, pp.16-19, 2021.

[21] 福井昌則，佐々木雄司，森山潤，平嶋宗，デジタルゲーム開発を専門とする学生の「創造性」と「ゲームの利用と満足」の関連性についての検討，デジタルゲーム学研究, **14**(1), 2020. accepted.

[22] 井口貴紀，現代日本の大学生におけるゲームの利用と満足 -ゲームユーザー研究の構築に向けて-，情報通信学会誌, **31**(2), pp.67-76, 2013.

表 1．ゲームに対するイメージ尺度の因子分析結果（最尤法，Promax 回転，*N*=360）

	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ
ゲームは，多くの人の人生を悪い方向に変える	0.93	0.10	0.03	-0.03	-0.12	-0.02	-0.04
ゲームをプレイする人は，社交性が低い	0.89	0.03	0.00	-0.13	0.02	-0.01	-0.08
ゲームばかりしている人は性格が悪い	0.82	0.06	-0.03	-0.08	-0.04	-0.08	-0.01
ゲームは，暗い趣味という印象がある	0.82	-0.04	-0.05	-0.03	-0.03	-0.08	-0.01
ゲームは教育に悪い	0.79	-0.13	-0.06	0.16	0.01	0.07	-0.07
ゲームをすることは，時間の無駄である	0.78	-0.04	-0.03	0.14	-0.03	-0.06	0.00
ゲームをプレイすることで，頭が悪くなる	0.74	0.06	0.01	0.07	0.06	0.01	0.07
ゲームは，集中力の妨げになる	0.69	0.03	-0.06	0.01	0.24	-0.23	-0.11
ゲームをプレイする人に対して悪いイメージを抱く	0.65	-0.05	0.05	-0.03	-0.07	0.08	0.10
ゲームをプレイすることで，犯罪に走るようになる	0.60	0.05	0.14	-0.06	-0.04	0.28	-0.05
ゲームを通して，ゲーム以外に興味がなくなってしまう	0.56	-0.08	-0.01	0.17	0.04	0.02	0.11
ゲームは，社交性を欠いた娯楽である	0.56	0.03	-0.03	-0.08	0.05	0.11	0.04
ゲームを子供にやらせるべきではない	0.53	-0.08	-0.03	0.01	-0.16	0.06	0.08
ゲームをすることで，人生を損してしまう	0.52	-0.06	-0.02	0.14	-0.07	0.12	0.04
ゲームをプレイしている人は，オタクである	0.52	-0.02	0.08	-0.08	0.07	-0.10	0.13
ゲームは，結局ゲーム会社の金儲けにすぎない	0.51	0.07	0.03	-0.07	0.10	-0.14	0.03
ゲームで提供される情報は，信用できない	0.51	0.01	-0.13	0.07	-0.10	0.18	0.07
ゲームは，操作が複雑でわかりにくい	0.50	0.01	0.12	-0.05	0.08	-0.04	-0.13
ゲームは，金銭感覚を狂わせる	0.49	0.04	0.02	-0.03	0.28	-0.06	-0.05
ゲームは，引きこもりやニートを生産する	0.46	-0.01	0.06	-0.03	0.23	0.19	0.04
ゲームは，日常で体験できないような体験を提供してくれる	-0.01	0.88	-0.10	-0.08	-0.10	-0.01	0.10
ゲームは，自分の知らない世界を体験できる	0.00	0.87	0.03	-0.09	-0.01	-0.03	0.01
ゲームを通じて，現実と違う世界を見ることができる	0.00	0.86	-0.02	-0.06	0.03	0.02	0.01
ゲームでは，現実で不可能なことが可能になる	-0.07	0.86	-0.05	-0.07	-0.04	0.07	0.02
ゲームでは，普段経験できないようなことを疑似的に体験できる	0.03	0.85	-0.07	-0.03	-0.07	-0.04	0.05
ゲームでは，現実ではできないような難しい遊びが可能である	0.12	0.64	0.10	0.06	-0.04	-0.03	0.03
ゲームは，距離が離れていても遊べるツールである	0.07	0.63	-0.02	0.05	-0.01	0.00	0.03
ゲームは，プレイする以外の方法でも楽しむことができる	-0.09	0.60	0.06	-0.01	-0.01	0.09	0.01
ゲームは，一人から複数人まで楽しめる	-0.06	0.57	-0.24	0.19	0.01	0.07	-0.04
ゲームには，戦略性などの知的要素がある	0.05	0.56	0.03	-0.01	-0.05	0.07	-0.04
ゲームは，AIや物理，数学などの知見が多く使われている	0.15	0.54	0.01	0.08	-0.01	-0.06	-0.04
ゲームは，夢中になれるメディアである	-0.05	0.49	-0.06	0.05	0.11	-0.11	-0.03
ゲームは，作り込まれた娯楽だ	0.02	0.41	-0.04	0.31	0.08	0.04	-0.10
ゲームをすることで，主人公に感情移入できる	0.01	0.41	0.29	0.01	0.06	-0.05	-0.02
ゲームは，自分の世界を広げてくれる	0.00	0.40	0.26	0.18	0.07	-0.13	0.00
ゲームをプレイすることで息抜きしたりリラックスしたりできる	-0.10	0.39	-0.05	0.12	0.03	0.02	0.00
ゲームには壮大なストーリー性がある	0.04	0.39	0.14	-0.04	0.08	0.05	-0.17
ゲームは，時間を忘れて楽しむことができる	-0.07	0.36	0.05	0.19	0.09	-0.06	-0.01
ゲームをプレイすることで，頭が良くなる	0.09	-0.21	0.85	0.06	-0.07	0.02	-0.02
ゲームをすることで，論理的に考える力が高まる	-0.08	-0.10	0.80	-0.03	0.06	-0.02	0.05
ゲームをすることで，様々な問題の構造を理解できるようになる	0.05	-0.08	0.78	0.05	0.00	-0.08	-0.02
ゲームは，手や目を多用するので，頭に良い	0.02	-0.05	0.76	0.02	-0.05	-0.05	0.07
ゲームから様々な基礎教育を身につけることができる	0.08	-0.03	0.76	-0.03	-0.12	0.08	0.03
ゲームを通して，様々な力を向上させることができる	-0.09	0.04	0.73	-0.02	0.01	-0.04	0.01
ゲームを通して，数学の勉強ができる	0.11	0.05	0.71	-0.12	-0.15	0.11	-0.03
ゲームを通して，学校で習うことも学ぶことができる	0.07	0.10	0.69	-0.07	-0.05	0.07	-0.13
ゲームを通して，他でも使える力が身に付く	-0.18	0.02	0.63	0.01	0.25	-0.02	0.04
ゲームは，集中力を高める	-0.06	-0.02	0.55	0.12	-0.06	0.10	-0.02
ゲームは，思考力を高めてくれる	-0.13	0.12	0.53	0.00	0.11	0.02	0.01
ゲームは，多くの人の人生を良い方向に変える	0.01	0.06	0.52	0.10	0.03	-0.15	0.01
ゲームは，判断能力を鍛えることができる	-0.03	0.29	0.51	0.02	-0.09	0.07	0.06
ゲームをすることで，動体視力や瞬発力などの身体機能が高まる	0.04	0.00	0.51	0.13	-0.06	0.00	0.00
ゲームをプレイすることで，背景のメカニズムに興味を持つようになる	-0.06	0.22	0.36	0.01	-0.07	0.06	0.02
ゲームを通して，たくさんの友達ができる	0.01	-0.12	0.03	0.93	-0.03	0.07	-0.03
ゲームを通じて，いろんな人とつながりを持てる	-0.04	0.03	-0.03	0.84	0.03	0.05	-0.02
ゲームを通じて，コミュニケーションが取れる	-0.02	0.12	-0.04	0.80	0.02	0.01	-0.04
ゲームを通して，友達といつでもコミュニケーションが取れる	-0.01	0.03	0.07	0.79	0.03	0.05	-0.05
ゲームを通して，ネット上の友達が増える	0.12	-0.06	0.15	0.74	0.00	-0.12	0.05
ゲームを通して，共通の趣味の友達ができる	0.05	0.13	-0.04	0.73	0.00	-0.05	0.02
ゲームを通して，仲間が作りやすい	-0.07	0.15	-0.11	0.69	-0.06	0.02	0.06
ゲームを通じて，多国籍交流が可能である	0.00	0.16	0.09	0.60	-0.07	-0.06	0.07
ゲームは，コミュニケーションツールとしても有用である	0.01	0.18	0.10	0.49	0.06	0.02	-0.02
ゲームをプレイすることで，姿勢が悪くなる	-0.02	-0.10	-0.06	0.04	0.68	0.06	0.01
ゲームは，ゲーム脳やゲーム依存症に陥るといった悪影響がある	0.13	0.06	-0.09	-0.05	0.57	0.18	0.01
ゲームはハマってしまうと，やめどきがわからなくなってしまう	0.04	0.08	-0.03	-0.06	0.54	0.01	0.14
ゲームをプレイすると，さらに疲れてしまう	0.27	-0.11	0.05	-0.07	0.50	0.02	0.05
ゲームには，お酒やタバコと同じような依存性がある	0.05	0.08	0.04	0.00	0.40	0.17	0.05
ゲームをプレイすると，負けず嫌いになる	0.04	-0.06	-0.02	0.09	0.39	0.06	-0.01
ゲームをプレイすることで，目が悪くなる	0.00	0.05	-0.26	0.03	0.39	0.04	0.04
暴力的なゲームは，性格や思想に影響を与える	-0.04	0.05	0.01	-0.01	0.21	0.86	-0.06
ゲームの残虐な表現は，現実に悪影響を与える	0.13	0.01	0.06	-0.02	0.02	0.69	0.06
ゲームは，偏見や特定の思想を植え付ける	0.14	-0.07	0.02	0.10	0.13	0.56	-0.02
ゲームをすることで，外で遊ばなくなる	0.09	0.04	0.01	-0.01	0.13	-0.01	0.77
ゲームをプレイすることで，運動不足になる	0.02	-0.02	0.03	0.00	0.28	-0.02	0.74
因子負荷率平方和	18.43	8.43	4.44	2.28	1.84	1.19	0.84
因子寄与率（%）	24.90	11.39	6.00	3.08	2.49	1.61	1.13
累積寄与率（%）	24.90	36.30	42.29	45.37	47.86	49.47	50.60

本報告は、ゲーム学会「ゲームと教育」研究部会第 14 回研究会当日配布用に用意したものです。本報告に掲載されている予稿は、ゲーム学会合同研究会論文集に合本掲載される予定です。本報告に関してお問い合わせなどがありましたら、下記の研究部会幹事までご連絡ください。

「ゲームと教育」研究部会幹事　林敏浩（香川大学）
TEL: 087-832-1525
E-mail: hayashi.toshihiro@ kagawa-u.ac.jp