

ゲーム学会第 18 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.18, No.1 (January, 2021)

Game and Education Research Division Workshop

2019-GE-1 (March, 2020)

Game Amusement Society
18th Joint Research Conference
Kagawa University (Online)
January 18, 2021

Game Amusement Society
Game and Education Research Division Workshop
Kagawa University (Online)
March 28, 2020

ゲーム学会第 18 回合同研究会

開催日：2021 年 1 月 18 日（土）

会 場：香川大学（オンライン開催）

目 次

【口頭発表】

1. 模倣学習エージェントによるゲーム戦略学習環境
～模倣学習エージェント構築のための棋譜データ収集～
植野雅之（大阪電気通信大学），和田慎二郎（プール学院大学），
高見友幸（大阪電気通信大学）…………… 1
2. 古代都城の設計と天門地方の思想 ―平安京正方形仮説の考察―
高見友幸（大阪電気通信大学）…………… 5
3. 平安大将棋と中国象棋の関連性
高見友幸（大阪電気通信大学）…………… 10
4. アプリ画面にバーチャル体を重畳表示する動画作成支援システムの開発
河原基紀，八重樫理人，藤本憲市，後藤田中（香川大学），裏和宏（愛媛大学），
米谷雄介，藤澤修平，林敏浩（香川大学）…………… 12
5. 小説設定支援のためのインタフェースの設計と開発
森穂乃佳，後藤田中，藤澤修平，林敏浩（香川大学）…………… 14
6. 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
福井昌則，黒田昌克（兵庫教育大学），野村新平（神奈川県立津久井浜高等学校），
山下義史（兵庫教育大学）…………… 16

模倣学習エージェントによるゲーム戦略学習環境 ～模倣学習エージェント構築のための棋譜データ収集～

The Game Strategy Learning Environment using Imitation Learning Agents Collection of game data for building imitation learning agents

植野 雅之^{*1}, 和田 慎二郎^{*2}, 高見 友幸^{*1}
UENO Masayuki^{*1}, WADA Shinjiro^{*2}, 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

^{*2} プール学院大学 短期大学部

^{*2} Poole Gakuin Collage

Email: ueno@osakac.ac.jp

あらまし: ディープラーニング技術を用いることで人間の学習者がある状況のとき、どのような振るまいをするかを機械に学習させることで、その振る舞いを模倣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。本発表ではこの模倣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ために模倣学習エージェントを少数の棋譜から構築するための技術について述べる。

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, 模倣学習

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、現時点の技術水準では、人間の教師をシミュレートする人工知能を作る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) として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により、教育の支援をおこなうという発想である。

本研究において提案するのは、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、自分が持っている戦略の問題点や見落としとしていた視点、思い込みなどに気付くことができるようになって考えられる。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によって体験的に学習することができるようになって考えられる。

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」

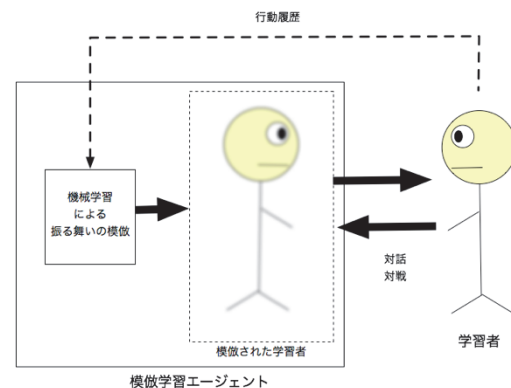


図 1 模倣学習エージェント

「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、学校教科的な内容から外れることとなるが、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

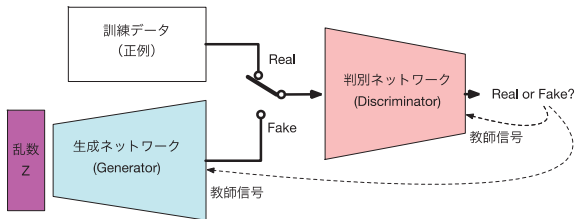


図2 敵対的生成ネットワーク (GAN)

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. 敵対的生成ネットワーク

敵対的生成ネットワーク(GAN)は、2つの競合する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ディープラーニング技術の一種である。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」を交互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面白い物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1)。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。

4. STGAN による論理的ボードゲームの模倣学習

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の名目に既に行われている。チェスに関するスタイル転移は(2)、将棋に関する

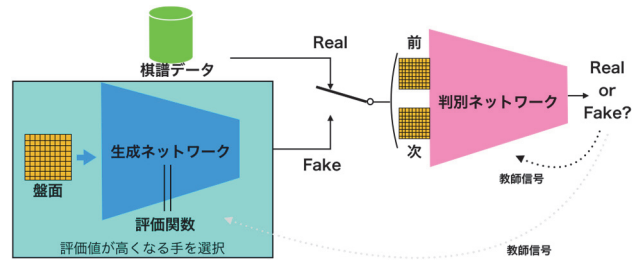


図3 STGANによる模倣学習

るスタイル転移は(3)などがある。

これらにおいては、先述の GAN を拡張した STGAN (Style Transfer GAN) と呼ばれる方法で模倣学習をおこなうことができる。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。

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できるようになるので、仮想プレイヤーとして機能させることができる。

5. 模倣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

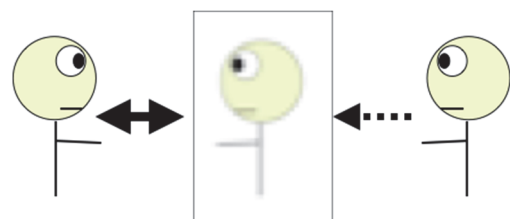


図4 他者の模倣エージェントとの対戦

[2]マルチユーザーでの利用

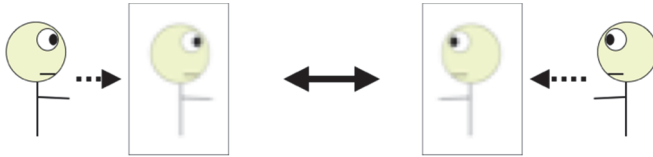


図 2 模倣エージェント同士の対戦

[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、自分が持つ戦略を立場を変えて見るができるため、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 4)、③模倣エージェント間の仮想対戦(図 2)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。

6. プレイ戦略分析システム

第 2 章末で先述したように対戦をおこなう両者に実力差がある場合、多くの場合、敗者側は勝者側の戦略を理解できないことが多い。プレイ戦略分析システムはこの問題に対応するための分析システムである。プレイ戦略分析システムは、棋譜データベースに登録された棋譜データを検索し、自分が持っている戦略や対戦相手が持っている戦略を概括するためのシステムである(図 6)。

プレイ戦略分析システムでは、主に敗者となったプレーヤーが単に敗北時の状況を振り返るだけでなく、相手の戦略を読み解いて、自分が持つ戦略を改善するためのシステムとして試行錯誤的に用いることができるシステムを目指す。

自分が持つ戦略は、模倣学習エージェント内に埋め込まれていると言えるので、各盤面に適用すれば、評価値を取り出すことが可能である。これを援用することで対戦における各手が模倣学習エージェントの評価として異質なものがなく、対戦相手の各手を模倣学習エージェントの評価値と比較し、相手がプレーヤーと異なる判断や評価をおこなっていると思われる場所を検出する機能を持たせる。

さらに相手の模倣学習エージェントを入手できていれば、どうやれば負けなかったかなどを再検討す

ることも可能なシステムとする。

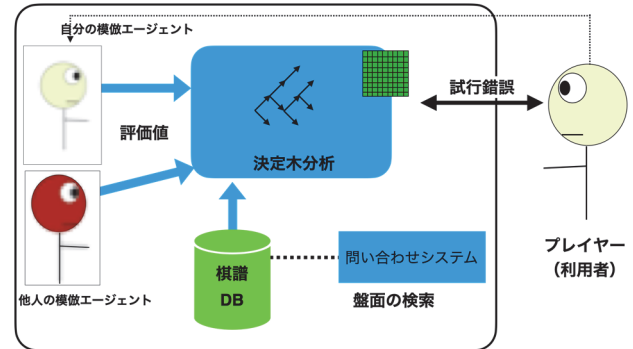


図 6 プレイ戦略分析システム

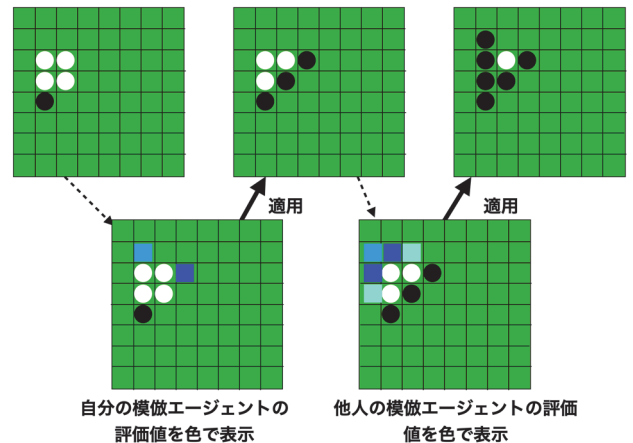


図 7 プレイ戦略分析システムを用いた試行錯誤例

7. 模倣学習エージェント生成のための学習戦略

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、人間プレーヤーの学習が進んでしまうことによる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。どのようなゲームであっても初心者の打ち方は、教則本を読み込むようなことが少なければ少ないほど、思い込みなどによって、多様性は低いものと考えられる。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。

- 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

模倣学習エージェントを作成する際に以下のことをおこなう

- 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

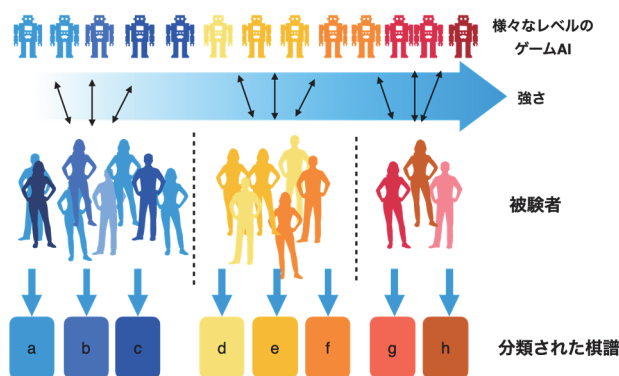


図8 棋譜収集戦略

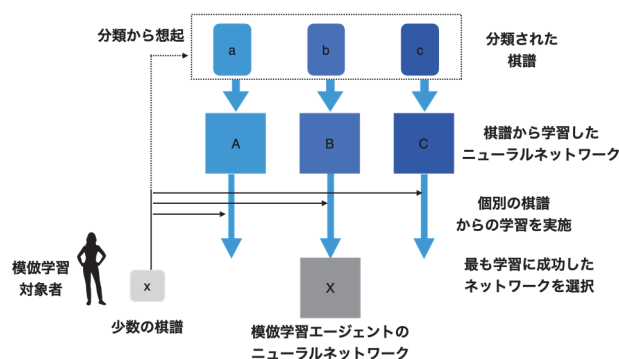


図9 模倣学習エージェントの構築

8. 結論と展望

技術的には3, 4章に述べた方法により、特定プレイヤーの棋譜を元にそのプレイヤーの戦略的スキルを模倣する仮想プレイヤーを作り出すことができると考えられる。

一方で棋譜からそのプレイヤー自身と同程度の仮想プレイヤーを作り出すことができれば、5章で述べたようなゲーム戦略を学習する闘技的な学習環境を構築することができる。さらに第6章で述べたよ

うなプレイ戦略分析システムを構築することができれば、戦略の分析に関する試行錯誤をかなり効率化できるのではないかと考えている。また、模倣学習エージェントを少数の棋譜から構築することは、技術的課題であったが7章に示したアプローチをとることにより解消できそうである。今後の研究にて、実装・検証していきたい。

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) Chidambaram, M. and Qi, Y.: Style Transfer Generative Adversarial Networks: Learning to Play Chess Differently, arXiv preprint arXiv:1702.06762 (2017).
- (3) Shanchuan Wan and Tomoyuki Kaneko. Style Transfer in Playing Shogi Based on Generative Adversarial Networks. GPW 2017, pp. 138-143(2017)
- (4) 植野, 和田, 高見, 人間プレイ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
- (5) 植野, 和田, 高見, 模倣学習エージェントを用いたゲーム戦略学習環境の構想, 教育システム情報学会第44回全国大会論文集, 2019, p.231-232
- (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) 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
- (8) 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),

古代都城の設計と天円地方の思想 — 平安京正方形仮説の考察 —

Design of Aincient Walled Cities and Thought of Ten-en-chi-ho

高見友幸

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： 平安京と平安宮はともに正方形の形状をなし、平安京は内部に正方形の階層構造を持つという復元仮説が最近提起されている。本論文はこの仮説に対していくつかの補足を加えた上で、再検証を行うものである。検証の際には、天円地方の思想に基づいた一定値 $p=1.273$ を仮定した。 p は高麗尺と天平尺を関連づけると同時に、X 尺（1 尺=28.1cm）および F 尺（1 尺=31.5cm）といった都城の設計に用いられる尺度とも関係する値であることを示した。詳細は今後の論文に譲り、本稿にてひとまず速報する。

キーワード： 初期平安京 周礼「考工記」 天円地方の思想 摩訶大将棋

1. はじめに

本論文は、文献[1][2]にて提起された初期平安京の復元に関する仮説を補足あるいは補強し、その上で再検証を試みるものである。仮説の詳細については原論文を参照されたい。

この一連の初期平安京の復元に関する研究は、大型将棋史の研究に端を発したものである[3][4][5]。これらの研究では、大型将棋の駒が陰陽五行思想に基づいて構成されていること、大型将棋の将棋盤が平安京の条坊の数に一致することから、平安京の条坊に関する呪術性、盤上遊戯の呪術性が究明の対象とされてきた。平安京の復元に関する研究に移行する転機となったのは瀧浪貞子氏が提唱した第一次平安京の仮説（以下、瀧浪説）である[6]。平安京は造営当初から同じ大きさであるとするのが通常の見方であるが、途中で大きさが変わったとするのが瀧浪説の着想である。ただ、瀧浪説の正否は、現在においても、結論が得られていない[7]。我々の研究は、瀧浪説から出発し、最終的には平安京の正方形仮説へと辿り着いた次第である。

文献[1]では、藤原京、平城京、平安京の大きさが3都城とも1辺1500丈の正方形であるとする。この仮説と合わせ、1 尺=28.1cm の尺度（以下、X 尺と呼ぶ。文献[1]では物差し X と記載）が導かれている。X 尺を使うことで、たとえば、平安京大極殿院の東西幅が40丈に（通説では、42.4丈）、

朝堂院の東西幅が60丈（通説では、64丈）に復元された。

文献[2]では、F 尺（1 尺=31.5cm）が導かれている。F 尺の存在を前提とすれば、藤原宮の周囲長は9里¹⁾となり、平城宮、平安宮の周囲長と等しくなる。つまり、3都城とも周礼「考工記」（以下、周礼とする）に記載される「方九里」の矩形なのである²⁾。また、F 尺を使うことで、藤原宮内に建つ大極殿や大極殿院が理にかなった寸法をもつことも明らかとなっている。

ところで、都城の設計においては、「数値の継承」に注目すべきである。たとえば、上述のとおり、京の正方形の1辺1500丈は、藤原京から平城京へ、さらに平安京へと引き継がれている。また、宮の周囲長9里についても同様で、都城が変わっても周囲長9里がそのまま厳密な数値で引き継がれていくのである。文献[2]では、この規則性をいくつかの事例で取り上げている。

「数値の継承」は実用上からの要請ではなく、一種の信仰というべきものであろう。引き継がれるのは実測値ではなく、各都城の尺度で測った数値が一致するというだけである。文献[1]では、3都城の正方形に共通の1500が継承されたものとしている。この1500丈を実現するために、平安京の一条大路17丈、八条大路28丈が導かれた次第である。なお、二条大路は17丈、朱雀大路は28丈である。

2. 平安京における正方形と方九里

初期平安京の復原の概念図を図1に示した。主要な復原結果は次のとおりである。ただし、下記2)については、文献[2]とは異なる考え方を取った。

- 1) 平安京は1辺が1500丈の正方形である。
- 2) 平安宮は1辺が400丈の正方形である。
- 3) 大極殿院は1辺が40丈の正方形である。
- 4) 大極殿は平安宮のちょうど中央に建つ。
- 5) 平安京は図1のような8条8坊であり、北端の一条大路は幅17丈、南端の八条大路は幅28丈である。

詳細は文献[1][2]を参照されたい。本稿では、文献に提起されていない上記2)の復原案を紹介する。図2に、平安宮の復原案の2案（文献[2]の案と本稿で提示する案）を比較した。

図2の2案は南北長さについては同じであるが、東西幅の捉え方が異なる。文献[2]では、延喜式に記載される大宮大路の幅12丈をそのまま採用し、平安宮の周囲長を1616丈とする。この値が9里（1620丈）に非常に近いことから、周囲長が9里として設計されたものと考えた³⁾。

一方、本稿では次のような別案を提示する。要点は、

- 1) 東西の大宮大路の外側に川幅4丈の大宮川を想定し、東西の大宮大路の路面幅を8丈と考えた。延喜式の記載12丈は、路面幅と川幅を合わせたものである。これは、堀川小路が、路面4丈と堀川4丈を合わせることで、8丈になるのと同様である。
- 2) 平安宮の東西端を東西の大宮大路の路面端までと見ると（つまり、東西の大宮川を含まない）、平安宮の東西幅は400丈となり、平安宮は1辺400丈の正方形となる。
- 3) この場合、平安宮の周囲長は1600丈である。9里からの偏差は1.2%となるが、これも9里の想定内とみなす。

以上のとおり、1辺400丈の平安宮は、1辺40丈で設計されている大極殿院とよく呼応する。また、すでに文献[2]で指摘されているとおり、平安宮の範囲を周囲の道（一条大路・二条大路・東西の大宮大路）を含めない場合、周囲長が1500丈となり、平安京の一边と同じになる。このような非常にきれいな一致は、偶然ではなく、設計されたものと思わざるを得ない。

以上のような想定 of 平安宮は、周礼の「方九里」の記述どおりであるが、それだけでなく、「傍三門」、「九経九緯」にも則ることに注目されたい。

3. 平城京における正方形と方九里

図3の中図に平城京の復原案を示した。ただし、この案は文献[2]で提起された仮説と異なる別案である。以下、本稿の復原案の要点を示す。

- 1) 平城京は一辺が1350丈の正方形である。
- 2) 平城宮の周囲長は1350丈（9里）である。
- 3) 平城京の東西中央には、東区朝堂院・大安殿・壬生門が位置する。
- 4) 平城京は図3中図のような9丈9坊であり、東端を東五坊大路と想定する。

なお、文献[2]の復原では、平城京左京および右京における十条大路の発掘[8][9]が重要視されており、条坊は十条大路を含む10条10坊に復原されている。この結果は、藤原京と平安京の一边1500丈の正方形を強く意識したものである。

図3に示した本稿の復原案では、十条大路が含まれず、この案は、文献[2]で提起された初期平城京の時期から、ある一定期間後に、京城の東側と南側が各1坊分短縮されたものと考えてよいであろう。本稿の復原では、上記3)に挙げた、中央区よりも早期に造営された東区朝堂院・大安殿が平城京の東西中央に位置するという特徴が大きい。

以上のような想定 of 平城宮も、前節の平安宮と同様、周礼の「方九里」、「傍三門」、「九経九緯」に則る。

4. 天円地方の数学

図4aは一辺が $2r$ の正方形に内接する半径 r の円である。このとき、正方形と円の面積の比 p は

$$p = \frac{(2r)^2}{(\pi r)^2} = \frac{4}{\pi} = 1.273$$

（以下では、 $p_2 = \sqrt{p}$ 、 $p_4 = \sqrt[4]{p}$ とする）

である。ここで、何らかの操作をして、正方形と円の面積を等しくすることを考えてみよう。面積を等しくするためには、正方形を小さくするか円を大きくするかである。図4b、図4c、図4dの場合、どれも矩形と円の面積は等しい。各図における、矩形の寸法と円の半径は次のとおりである。
図4b：円の半径 r ，長方形の幅 $2r/p$ 高さ $2r$
図4c：円の半径 $p_4 r$ ，長方形の幅 $2r/p_2$ 高さ $2r$
図4d：円の半径 $p_4 r$ ，正方形の一边 $2r/p_4$
ここで、 p_2 と p_4 の値は

$$p_2 = 1.129 \quad p_4 = 1.062$$

さて、上で得られた p の値1.273は、実は、高麗尺とX尺(28.1cm)の比にほぼ等しい。つまり、

$$\frac{35.6}{28.1} = 1.265 \approx p$$

であり、 p からの偏差は 0.6%にすぎない。また、高麗尺と F 尺 (31.5cm) の比については、

$$\frac{35.6}{31.5} = 1.130 \approx p_2$$

となり、 p_2 とほぼ等しい (偏差 0.1%)。X 尺と天平尺の比については、

$$\frac{29.8}{28.1} = 1.059 \approx p_4$$

であり、 p_4 とほぼ等しい (偏差 0.3%)。高麗尺と天平尺の比 (つまり、大尺と小尺の比) は 1.2 であるが、実は、この比は次のように、 $(p_4)^3$ にほぼ等しいのである (偏差 0.3%)。

$$\frac{35.6}{29.8} = 1.195 \approx (p_4)^3 = 1.198$$

以上の結果は、尺度が時期によって多少変わっていくことを考えれば、十分にきれいな結果と言えるのではない。もちろん、 p 、 p_2 、 p_4 の値は、単に円と矩形の面積を一致させるための便宜から得られたものであり、実際上は何も意味を持たない。しかし、X 尺 (28.1cm)、天平尺 (29.8cm)、F 尺 (31.5cm)、高麗尺 (35.6cm) は、 $p_4 = 1.062$ を公比とした等比数列の項とみることができるのである。数列は次のとおりである。

28.1, 29.8, 31.5[31.6], (33.5), 35.6

各尺度が同一時期、同一地方で使用されたわけではないが、公比は一定値のまま変化させず、途中の項の計算値には 1%程度の修正を加えた数列としている。

5. まとめ

都城の設計には、建物を測る尺度と地面を測る尺度のふたつが存在する。藤原京においては、宮城内の建物は F 尺で測られ、地面は高麗尺で測られた。平安京においては、大極殿院や朝堂院の回廊は X 尺で測られ、地面は天平尺で測られたのである。従来の復原では、平安京の宮城図に残されていた 1 間 1.2 丈の記載を天平尺で考えた。1 間 1.2 丈を X 尺のものと見ることで、大極殿院の幅

は完数に復原される。また、大極殿が平安宮の中心に位置することになるのである。

X 尺の導入に比べ、F 尺の導入はさらに非論理的と言つてよい。高麗尺を使う限り、藤原宮の周囲長は 9 里にはならない。9 里にするために、尺度の方を恣意的に変更したというわけである。さて、その F 尺を使うと、藤原宮大極殿が 140 尺という完数となるのである (天平尺では 149 尺)。

歴史学が文献の解釈学という側面を許容するものとすれば、「数値の継承」に基づく推論もまた許容されるだろうと考える。平安京の区割りが 1 辺 40 丈の正方形で、大極殿院も 1 辺 40 丈の正方形、その上で、平安宮が 1 辺 400 丈に設計されている。そのためには、一条大路の幅は 17 丈でなければならない。この 17 丈は同時に平安京を 1 辺 1500 丈の正方形にし、別の 2 都城の 1500 丈とも一致する。こうした一連のシナリオは、平安京朝堂院における X 尺の仮説から得られるものである。

さて、4 節でみたとおり、3 都城で使われた 4 種の尺度は、 $p_4 = 1.062$ の数値で結びつく。これは天円地方の思想から来るものだろうと著者は考えている。F 尺は周礼の都城モデルから導かれた結果であるが、X 尺は周礼とは関係しない。思索する余地は大いに残されている。

我々の一連の研究からは、周礼の都城モデルが 3 都城ともに支配的であるという結果となった。この結果は平城京、平安京の従来の定説とは全く異なる。また、論理的観点ではないにしろ、「天円地方の数学」により数値 p が導かれ、それが周礼の都城モデルを引き出す尺度と強く関連する。大型将棋と平安京の条坊との関連を考え合わせれば、天円地方の思想は盤上遊戯の呪術性とも結びつくのである。妹尾達彦氏により提起された「都城の宇宙論」の視点[10]に立つことで、以上をひとまとめにして解釈できるものと考えている。

謝辞

本研究の一部は、2020 年度科研費：挑戦的研究 (萌芽) 「古代日本の大型将棋に関する研究」 (研究代表者：高見友幸) による助成を受けて行われている。

注記

1) 平安京では 1 里 = 180 丈 (天平尺) であり、9 里は 1620 丈 (天平尺) の長さである。藤原京と平城京では 1 里 = 150 丈 (高麗尺) であり、9 里は 1350 丈 (高麗尺) の長さである。したがって、9 里の実測値は、どちらの尺度でも同じである。

2) 藤原宮と平安宮は正方形、平城宮は長方形である。

3) 藤原宮と平城宮の周囲長がともに9里であり、「数値の継承」からは、平安宮の周囲長も9里とみるのが妥当であるという考え方による。しかも、藤原宮の周囲長は9里であるべきという前提、つまり、周礼「考工記」の方九里に倣った宮城であるという前提から、F尺の存在が導かれているということにも注意されたい。

参考文献

- [1] 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～, 国際 ICT 利用研究学会論文誌, Vol. 4, 18-28, 2020.
- [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, 2021. (投稿中)
- [3] 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産業研究所, 研究叢書第 19 巻, 2019.

- [4] 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, 13-24, 2020.
- [5] 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.
- [6] 瀧浪貞子, 初期平安京の構造-第一次平安京と第二次平安京-, 京都市歴史資料館紀要, 1984.
- [7] 末松剛, 初期平安京について:「第一次平安京」説の再検討, 社会科学 (同志社大学人文科学研究所), 50(1), 1-21, 2020.
- [8] 山川均, XT 調査区 (平城京十条発掘調査報告書-平城京左京一・二坊及び羅城の調査-), 大和郡山市教育委員会・(公財)元興寺文化財研究所, 2014.
- [9] 山川均, 平城京歴史講座, 2019. 6. 8.
- [10] 妹尾達彦, 長安の都市計画, 講談社選書メチエ, 2001.

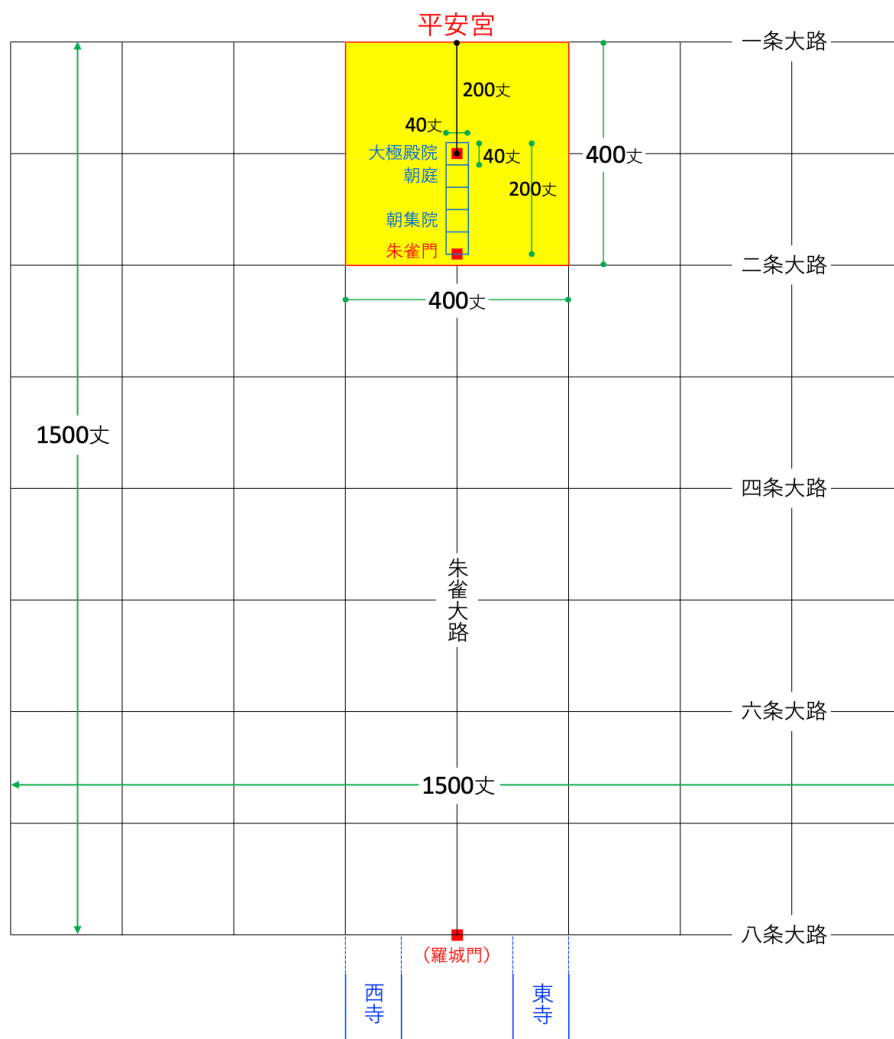


図1. 初期平安京の条坊の概念図.

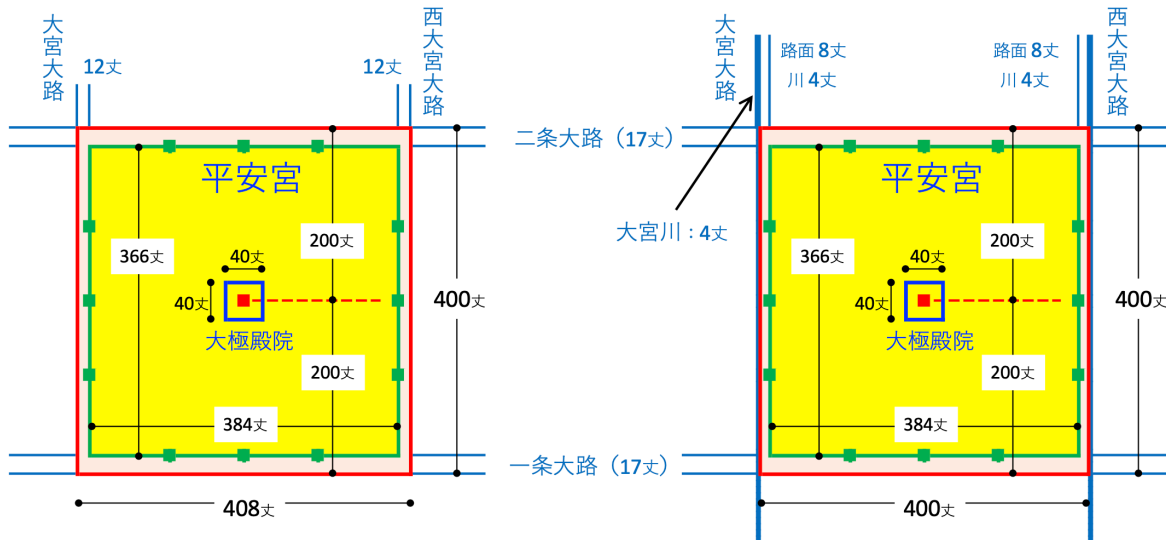


図2. 平安宮の範囲. 左) 文献[2]で復原された平安宮, 右) 大宮川を考慮した場合の平安宮.

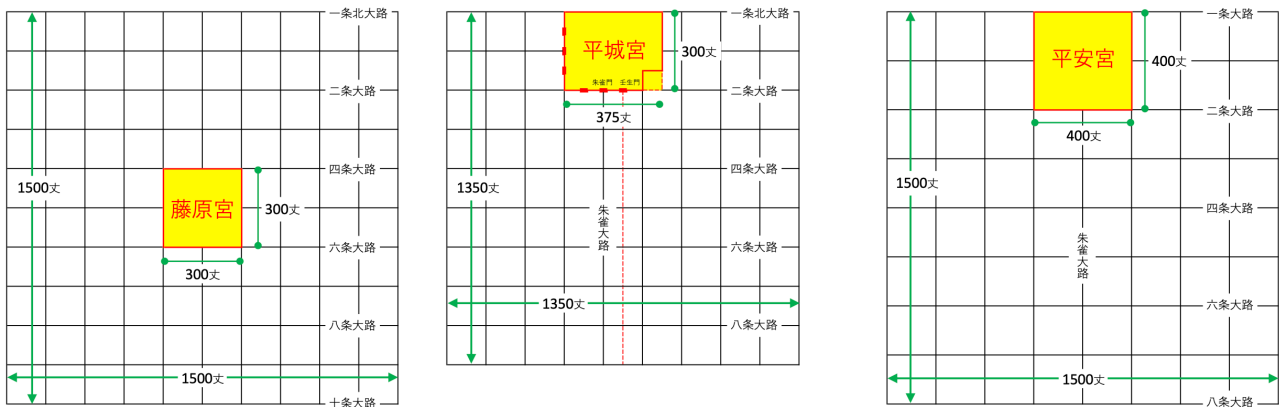


図3. 藤原京, 平城京, 平安京の条坊と各都城の宮の位置と形.

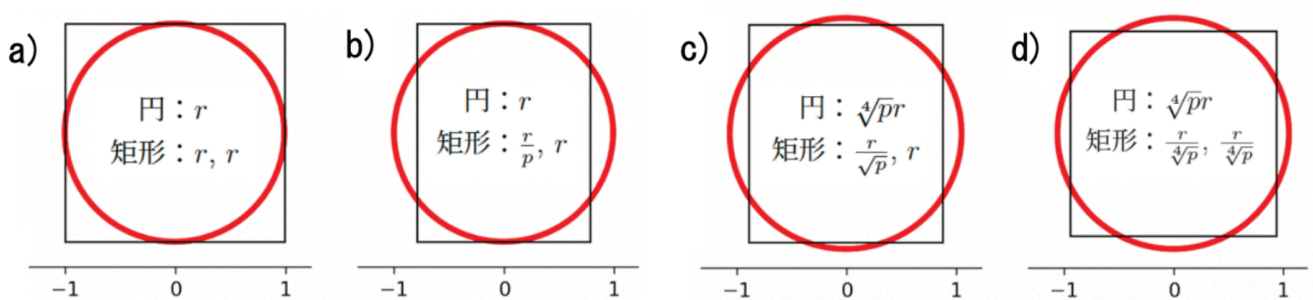


図4. 円と正方形の面積に関する考察. 横軸の目盛り1が r に対応する.

平安大将棋と中国象棋の関連性

Relationship between Heian Ohshogi and Xiangqi

高見友幸

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： 大型将棋を起源とする古代日本の将棋種は、その発展過程においては、一定の規則に沿う形で発展していくことが、これまでの研究でわかっている。摩訶大将棋から順次 31 枚の駒を取り除く操作によって、より駒数が少ない将棋種が作られていく。大将棋から平安大将棋が作られる際には、取り除かれた駒は、そこで消え去るのではなく成り駒として残されている。または、駒の名前は消えるにしても、駒の動きの方は残されるのである。大型将棋の最終形である平安大将棋は、以上の規則性に沿う形で、中国象棋と平安小将棋に、または中国象棋とチェスの原型に分割できることが導かれる。

キーワード： 平安大将棋 中国象棋 摩訶大将棋 将棋の歴史 チェスの歴史

1. はじめに

本論文は、2020 年 3 月に発表された論文[1]を補足するものである。論文[1]では、次の 2 点の可能性が提起されている。

1) 平安大将棋を祖先の将棋として、中国象棋と平安小将棋が作られていること。

2) 大将棋から平安大将棋が作られる際、取り除かれた駒は、成り駒として残される、または、名前は消えても駒の動きが残される。

本論文では、次の点を補足する。

3) 平安大将棋を祖先の将棋として、上記 1)とは別に、中国象棋とチェスの原型を作ることが可能である。

4) 上記 2) では、中国象棋の駒の動きがいかに作られるかを説明するが、これと合わせて、チェスの駒と同じ動きをする駒を作ることできる。

2. 平安大将棋の盲虎・銅将・鉄将

二中歴に記載される平安大将棋の盲虎、銅将、鉄将の動きを図 1 に示した。これらの動きは、大将棋や中将棋の動きとは異なるが、誤記ではない。記載のとおりで正しく、この点を出発点として、研究は大きく進展した。二中歴の信頼性は高いと見る。

平安大将棋の盲虎、銅将、鉄将の動きは、大将棋からの進化の際に消えた猫又、嚙猪、悪狼の動きと同じである。消えた駒は、駒の名前は消えるものの、駒の動きは残されるのである。

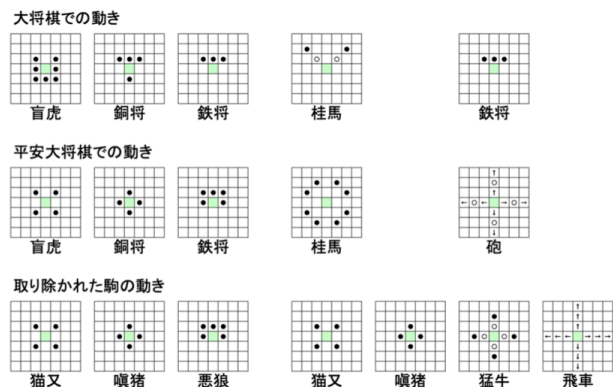


図 1. 問題となる駒の動き。

(以下、この規則を「動きの継承」と呼ぶ)。逆に、たとえば、銅将は、名前は残るが、もとの動きはなくなる。「動きの継承」は 2 駒の動きが融合して継承されることもある。この例が、図 1 の桂馬と鉄将の例であり、二中歴に記載の平安大将棋とは別種の将棋（駒の構成は同じだが、駒の動きが異なる将棋）にある駒と考えればよい。図 1 の桂馬と鉄将は象棋の馬と砲の動きを生み出している。詳細は文献[1]を参照されたい。

3. 中国象棋の卒・砲・将

駒の動きについては、ゲーム制作者の自由な創作の結果である。したがって、駒の動きが、なぜそういう動きなのかということは考察すべきものでもない。特に、中国象棋の駒の動きは、将棋

やチェスに比べて複雑であり、ゲーム制作者の意図が当然ながら強く現れたものとみることができよう。ところが、実際はそうではないようである。中国象棋の駒の動きは、前節で指摘した「動きの継承」に則り、平安大将棋の駒の動きから決められている。不可思議と言わざるを得ないが、いくつもの駒でこのルールが見られる。以下3例のみ示す。

- 卒の成ったときの動き：消えた仲人の動き
- 馬の動き：消えた猫又と嗔猪の動きの融合
- 砲の動き：消えた飛車と猛牛の動きの融合

4. チェスの駒の動きの出現

現代のチェスの駒の動きが、どの時代に出現したかは明らかではない。チェスの祖先は古代ペルシャのシャトランジとされているが、シャトランジは、駒数と配置がチェスに一致するものの、クイーンとビショップの動きをする駒がシャトランジには見られない。シャトランジにはナイトの動きをする駒があるが、この動きは古代の文献で確認されているわけではない。

中国象棋の駒と同様、チェスの駒の動きも平安大将棋からの「動きの継承」により、決めることができる。要点は以下のとおりである。

- ビショップの動き：銀将が担う
- クイーンの動き：金将の片方が担う。
- 成り駒としてのクイーン：酔象が担う。
- ルークの動き：香車が担う。
- ポーンが駒を取るときの動き：石将の動き

図2に平安大将棋の駒名と動きの対応を示した。玉将の上を横行でなく酔象としていることに注意されたい。中国象棋とチェスの駒の動きをすべて再現することができている。

5. まとめ

図3は、図2の平安大将棋（34枚）を、平安小将棋（16枚+成り駒1枚）と中国象棋（16枚+成り駒1枚）に分割した結果である。図2の上下図を対応させればわかるように、平安小将棋の金将の動きは奔王、銀将は角行、銅将は師子、香車は飛車となり、持ち駒の酔象は奔王の動きである。このように、「動きの継承」を適用することだけで、クイーン、ビショップ、ルークの動きを平安小将棋の配置で実現することができる。

なお、平安小将棋と中国象棋を配置する将棋盤としては初期平安京の条坊を使い、南北方向での対局とした[3]。このとき、平安小将棋の駒はマスの中に置くことになる。

本稿は速報であり、要点のみである。詳細は今年度のゲーム学会全国大会にて発表する。

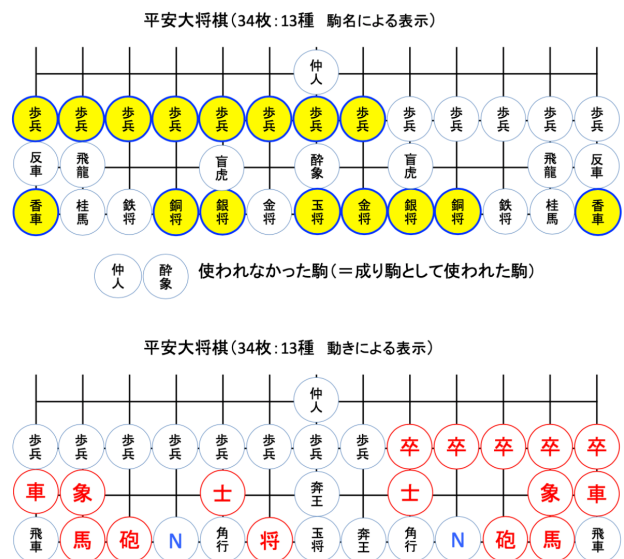


図2. 平安大将棋：駒名と動きによる表示。

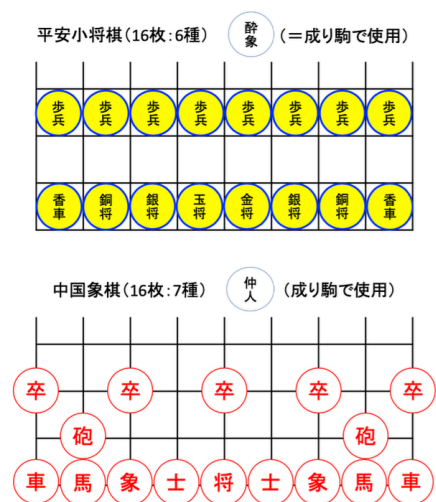


図3. 平安小将棋と中国象棋。

謝辞

本研究の一部は、2020 年度科研費：挑戦的研究（萌芽）「古代日本の大型将棋に関する研究」（研究代表者：高見友幸）による助成を受けて行われている。

参考文献

- [1] 高見友幸, 平安大将棋から中国象棋が作られたという可能性, 国際 ICT 利用研究学会第7回研究会講演論文集 (2020年3月).
- [2] 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産業研究所, 研究叢書第19巻, 2019.
- [3] 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, 13-24, 2020.

アプリ画面にバーチャル体を 重畳表示する動画作成支援システムの開発

Development of a Video Making System by Superposing a Virtual Body on Application Screen

河原 基紀^{*1} 八重樫 理人^{*1} 藤本 憲市^{*1} 後藤田 中^{*1}
Motoki Kawahara^{*1} Rihito Yaegashi^{*1} Ken'ichi Fujimoto^{*1} Naka Gotoda^{*1}

裏 和宏^{*2} 米谷 雄介^{*1} 藤澤 修平^{*1} 林 敏浩^{*1}
Kazuhiro Ura^{*2} Yusuke Kometani^{*1} Shuhei Fujisawa^{*1} Toshihiro Hayashi^{*1}

^{*1} 香川大学 ^{*2} 愛媛大学
^{*1}Kagawa University ^{*2}Ehime University

要約:近年、YouTube で動画を投稿する Vtuber が人気である。Vtuber による動画の需要は今後も拡大すると考えられる。しかしそのような動画を作るために必要な環境は PC 対応のみで、かつ、複雑なものである。本稿は、バーチャル体を重畳する動画の作成を支援するためにスマートフォンのみで動画作成できる動画作成支援システムの設計と開発について述べる。

キーワード: YouTube、Vtuber、バーチャル体、動画作成

1. はじめに

近年、YouTube で動画を投稿する Vtuber が人気になりつつある。Vtuber はバーチャル体と呼ばれる仮想のキャラクタを持つ。バーチャル体は仮想の顔を提供するので、自分の顔を晒さずに自身の反応や表情を表現できる個人の秘匿性の特徴を持つ。しかし、バーチャル体を画面表示させるには、PC で様々なソフトウェアを使用する必要がある。具体的には、カメラに映った顔から表情を読み取るもの、読み取った情報をもとにバーチャル体に表情を反映するもの、作成したバーチャル体を画面に映し、配信するものなどのソフトウェアである。誰でも持っているスマホ上で、これらの機能が利用できるようになれば便利であると考えた。しかし、現在、スマホでそのような機能を実行できる環境が整っているとは言えない。そのため、バーチャル体を表示させる動画をスマホで簡単に作成・編集できる環境提供を目指す。

2. システムの機能

動画作成支援システムを実現するには主に以下に示す 4 つの機能が必要である。

- (1) カメラで顔のパーツの状態（目が開いている、閉じている、や口角が上がっている）やその変化を読み取る機能：画像データから実際のユーザがどのような表情をしているかを判断する。この情報をもとにバーチャル体の表情を変化させる。
- (2) (1)の機能によって取得した表情のデータをバーチャル体に反映させる機能：(1)と(2)の機能を用いて、バーチャル体と実際のユーザ本人の表情をリンクすることができる。
- (3) ソフトウェアの連携機能：ソフトウェア自体をバックグラウンドで起動し、他のソフトウェアの画面上に(2)の機能によって生成した表情を反

映したバーチャル体を表示させることで他のソフトウェアの画面に重畳する機能である。この機能はピクチャーインピクチャー機能を用いることで実現する。

- (4) バーチャル体の編集機能：実際のユーザ本人が希望するように、画面上に表示するバーチャル体の姿をカスタムする機能である。

図 1 に動画作成処理の流れを示す。カメラから取り込んだユーザの表情データとバーチャル体を合成してバーチャル体の映像を生成する。その映像を他のアプリ画面に重畳して必要な画像データを生成する。

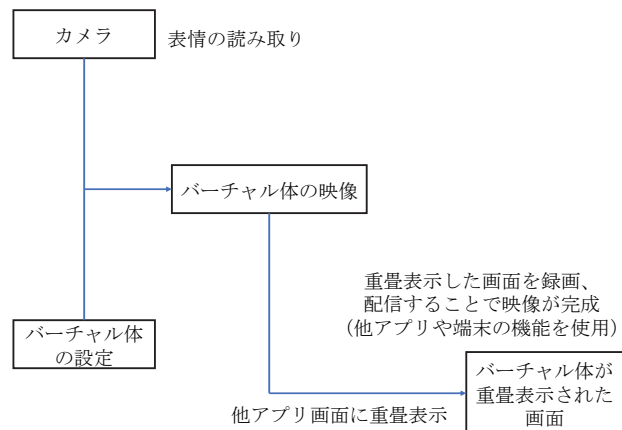


図 1 動画作成処理の流れ

3. プロトタイプシステム

動画作成支援のためのプロトタイプシステムでは 2. で述べた 4 つの機能を実装する。

(1)について、現在、種々の顔認識技術と実装手法がある[1,2]。本システムは、カメラを起動し表情を撮影する機能として、顔のパーツの位置や形などの情報が

取得する。(2)について、(1)の機能で取得した顔のパーツのデータをバーチャル体の表情とリンクさせる機能である。図1中央の処理によって実現する機能となる。(3)について、他のソフトウェアの画面上にバーチャル体を表示させる。このソフトウェア自体をバックグラウンドで起動し他のソフトウェアの画面上に表示する。(4)について、バーチャル体を専用の作成画面で編集する。バーチャル体を構成する各パーツの選択情報を保存しバーチャル体を作成する。図2にバーチャル体が表情を反映した時の表示イメージを、図3に重畳表示するバーチャル体の表示イメージを示す。

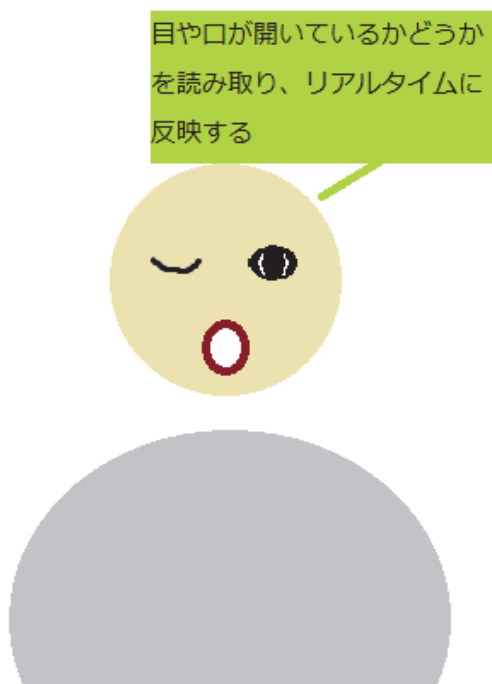


図2 バーチャル体の作成イメージ

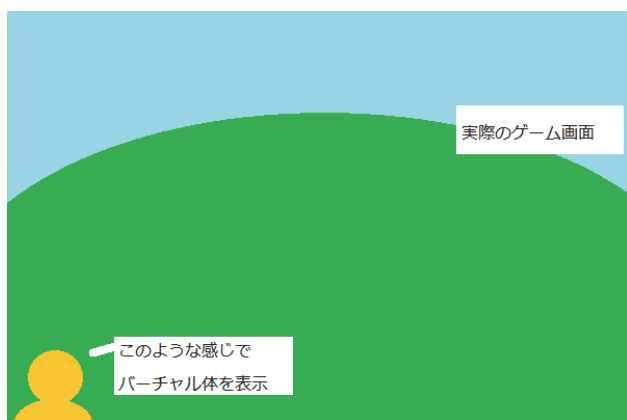


図3 バーチャル体の重畳表示イメージ

4. 類似アプリケーションとの違い

現在、他アプリ画面上にバーチャル体を表示する点

で本動画作成支援システムと似たようなアプリケーションシステムに「Mirrativ」[3]がある。Mirrativとは、スマホのみでできる、配信を行うことをメインとしたアプリである。このアプリの機能に「エモモ」[4]というバーチャル体を表示する機能がある。この機能は配信画面上にバーチャル体を重畳表示することができる。しかしこの機能は配信時にしか有効にならない。今回制作するこのアプリとエモモの違いは配信を行わない録画のみの時でもバーチャル体を表示できるという点である。このアプリは配信や録画などいろいろな場面や他の配信、録画を行うアプリや機能と組み合わせで使用することを前提としている。

5. おわりに

本稿では画面にバーチャル体を表示させる動画を簡単に作成・編集できる動画作成支援システムについて述べた。特に本システムの代表的な特徴について述べた。これら機能を持つプロトタイプを現在開発している。今後、プロトタイプを完了して、4つの機能の動作確認を行い、本運用システムを開発する。

また、我々は動画作成支援システム重畳表示機能に着目して、教師アバタ（実際の教師の場合と、擬人化エージェントの場合の2種類を想定している）がe-Learningコンテンツの中で解説を行う教育システムへの技術転用することを計画している。本研究は、2020年度科学研究費補助金基盤研究（C）「人間の心的特性に着目した教育支援システムの開発」（課題番号20K12109）の補助を受けている。

参考文献

- [1] 【顔向き推定】フェイスリグの仕組み「顔や頭の向き判定をする頭部姿勢推定」技術とは？
<https://materializer.co/lab/blog/3>
（参照 2020-7-26）
- [2] WEBカメラで利用できる顔認識技術まとめ（2015年4月）
<https://littlewing.hatenablog.com/entry/2015/04/13/124713>
（参照 2020-7-26）
- [3] ミラティブとは
<https://helpfeel.com/mirrativ/%E3%83%9F%E3%83%A9%E3%83%86%E3%82%A3%E3%83%96-5e6845449c11d80017a5c507>
（参照 2021-1-09）
- [4] エモモとは
<https://helpfeel.com/mirrativ/%E3%82%A8%E3%83%A2%E3%83%A2-5e26d3ad7b59ef0017fb49b7>
（参照 2021-1-09）

小説設定支援のためのインタフェースの設計と開発

Design and Development of an Interface for Editing Novel Configuration for Writing a Novel

森 穂乃佳
Honoka Mori

後藤田 中
Naka Gotoda

藤澤 修平
Shuhei Fujisawa

林 敏浩
Toshihiro Hayashi

香川大学
Kagawa University

要約: 自身が書いた小説を投稿できる環境も整っており、世間の関心も高まってきているが小説の書き方を学ぶ機会が少ないため、小説を書くことは難しいといえる。本研究は、小説を作成したことのない初心者を対象に、小説の設定部分のプロセスを整理し確実に小説の設定を作成できる支援システムを開発する。最終目標は、使用者に飽きを感じさせることなく簡単な操作で設定を完成させることである。本稿では支援システムのインタフェースの設計と開発について述べる。

キーワード: 小説投稿サイト, オンライン小説, 小説作成支援システム

1. はじめに

近年、小説サイトに投稿された小説がノベライズ、コミカライズ、さらには、アニメ化されることも多く、小説に対する関心が高まってきている。また、小説サイトも数多く開設され、書いた小説を投稿する環境も整ってきている。しかし小説の書き方を学ぶ機会はなく、書き方を知らない人も多い。初心者にはハードルが高いといえる。そのため、使用することで小説を書けるように誘導できるアプリケーションを開発する。本稿では、少しずつ書き進めていく「なろう系」^[1]と呼ばれる小説における骨組みとなる各種設定支援のインタフェースの設計と開発について述べる。

2. 小説作成プロセス

小説作成におけるプロセス^[2]は、「自己分析」「作風決め・土台作り」「プロット作成」「小説本文作成」「発表・評価」の流れとなっている。「自己分析」では自分の好きなジャンルや、影響を受けやすいジャンルを知ることができる。「作風決め・土台作り」ではジャンルやキャラクターなどの設定や作者の最も伝えたいことの決定など、小説の骨組み部分を作成する。「プロット作成」では、小説の道標となる「プロット」(ストーリーを短くまとめたもの)を、小説を書き進めるたびにその都度作成するプロセスとなっている。

「小説作成」では、誤字脱字の注意だけでなく作成途中での設定の追加や変更による矛盾に注意しなければならない。「発表評価」は、作者にとって作成意欲の向上や、達成感につながる。また、現在の流行も知ることができるプロセスとなっている。

本稿で開発した「作風決め・土台作り」部分は、小説作成における骨組み作成であり、最も重要な部分であると考えられる。プロセスは、「ジャンル決め」「テーマ決め」「キャラクター設定」「舞台設定」「あらすじ」の流れになっている。「ジャンル決め」では、その小説の内容部分の設定を行う。「テーマ決め」で

は、小説を作成する上での構成要素となる「題材」を設定する。この「題材」は創作論における「メッセージ」の意味合いが強く、作者がなぜその小説を書きたいのかという動機とも強く結びついている。「キャラクター設定」では、小説に登場するキャラクターの見た目の設定や、出身の設定や性格の設定を行うことができる。キャラクター同士の関係を設定するのもこのプロセスで行う。「舞台設定」では、小説の舞台となる場所の設定を行うことができる。土地としての設定だけでなく「政治・経済」といった「世界観」の設定や「時代背景」の設定も行う。最後の「あらすじ」では、その小説の筋書きを簡潔にまとめたものを作成できる。プロット程詳細ではないが手短かに物語の筋書きを把握できる文章量のことである。

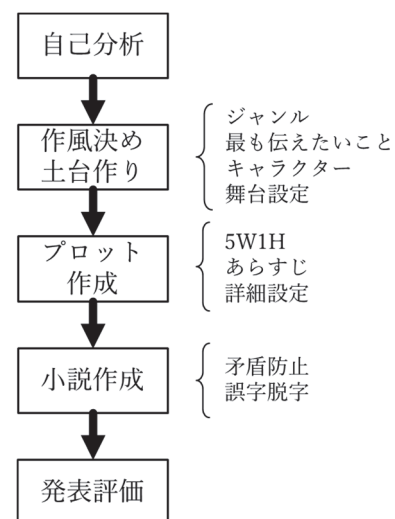


図1 小説作成プロセス

3. 設定支援システム

小説設定の項目ごとに入力できるインタフェースを作成する。最終的に小説を作成できるように細かく項目を設定する。あらかじめ代表的な項目を設定して

おくことで使用者の進行のつまずきをなくす。また、アバターを使用し、ゲーム感覚で使用でき、制作意欲を向上・継続させる。使用者の入力のためにテキストボックスやボタンを使用し、操作の単純化を実現する。

プロセスごとにシステムの内容を説明する。「ジャンル決め」と「テーマ決め」は同じような仕様になっており、選択することで設定できる。特に小説においての主題ともなるジャンルの設定（図2）では、項目それぞれに内容の説明を加え、初心者でも選択しやすくしている。選択した項目は色を変えることですぐに把握できるようにしている。「テーマ決め」（図3）では、選択項目は無限に存在するため使用者が自分で項目を増やせる。この仕様は以後の「キャラクター設定」と「舞台設定」でも使用されている。「キャラクター設定」では、名前や性格などの設定をテキストボックスに入力し保存することができる。それぞれのキャラクターにアバターを作成できる（図4）。これによって使用者がキャラクターを視覚的に認識できる。また、キャラクターそれぞれの関係性を矢印で表示できる（図5）。キャラクターの画像を選択することで現在の関係性にそのキャラクターを追加することができる。「舞台設定」（図6）では、「キャラクター設定」と同様に必要な項目を埋めることで設定できる。



図2 ジャンル設定

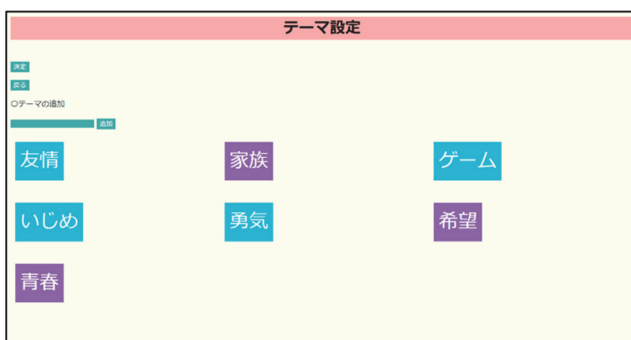


図3 テーマ設定



図4 キャラクター設定(アバター作成)

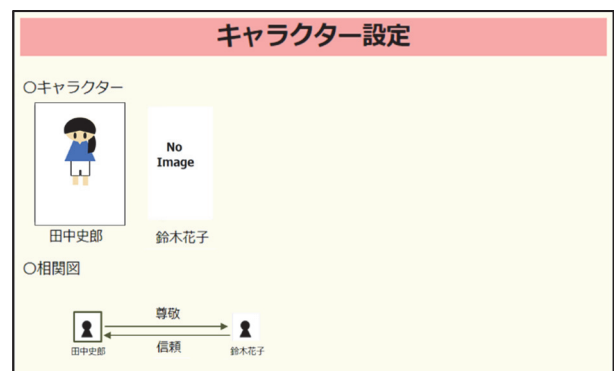


図5 キャラクター設定(関係図)

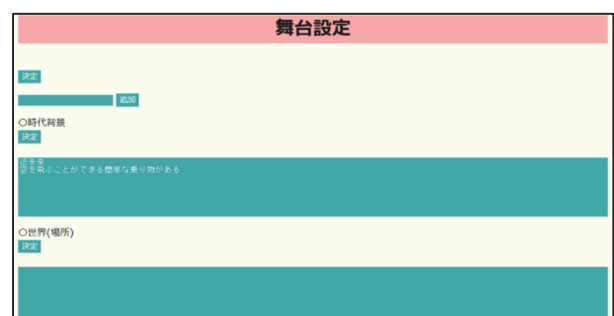


図6 舞台設定

4. おわりに

本稿では小説のプロセスにおける設定部分の支援方法について述べた。小説作成のプロセスを整理し、設定部分における支援をするためのシステムのインターフェースを設計・開発した。今後残された課題は、実際に運用した場合の有効性についての確認である。

参考文献

- [1] 株式会社ヒナプロジェクト, 小説家になろう, <https://syosetu.com/> (参照 2020-07-25)
- [2] 小説家情報局, 小説の書き方【良い作品を書きたい人へ】, <https://www.amgakuin.co.jp/contents/novels/column/method/> (参照 2020-07-25)

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

An Exploratory Study of the Relationship between the Preferences of Game Genre and Creativity

福井 昌則*
Masanori Fukui

黒田 昌克*
Masakatsu Kuroda

野村 新平**
Shimpei Nomura

山下 義史*
Yoshifumi Yamashita

*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、学生の好きなゲームジャンル(ゲームジャンルの選好性)と創造性の関連性について探索的に検討することである。関西圏の高校生、大学生 342 名を対象に、ゲームジャンル 19 項目のそれぞれについてどの程度好きか、そしてムンツァートの創造性について調査し、その関連性について検討した。その結果、アクション、アドベンチャー、リズムアクション、対戦格闘、戦略シミュレーション、シューティング、勉強・学習・サウンドノベル、MMORPG のそれぞれにおいて、それらの得点が高い被験者は、創造性が有意に高い傾向が見られた。このことから、ゲームを通じて創造性を高めうるジャンルの明らかにするための基礎的知見を得ることができた。

キーワード： ゲームジャンル、創造性、調査研究、大学生

1. はじめに

1.1 研究の目的

本研究の目的は、学生の好きなゲームジャンルと創造性の関連性を探索的に検討することである。

1.2 研究の背景

高度情報化社会が進展する現代において、テクノロジーやコンピュータのスペック向上、インターネット速度の向上、VR、AR などの技術の向上などから、ゲームも合わせて高度化している。

またゲームには、様々なジャンルやプラットフォーム、プレイ方法などがあり、自由度が高いゲームも多数存在する。そのような特徴を活かして様々な力の育成を目指すことは、ゲームの有効な利用方法を構築するために重要であると考えられる。さらに、ゲームの短所を把握しながら、ゲームの長所を活かすことが、ゲームの有効利用のために重要であり、ゲーム教育の充実化のためにも重要である。

ここで、ゲームを通して育成する力として、創造性に着目する。創造性は教育においてその育成が重要視されており[1,2]、これは我が国においても同様である。

ゲームで創造性を育成する研究はいくつか見られる。Jackson et al. [3]は、約 500 人の 12 歳の生徒を対象とした調査において、ビデオゲームのプレイは創造性と正の相関があることを明らかにしている。またフロー理論を研究している Csikszentmihalyi [4]は、好きなことに取り組むことでフロー状態に入り、創造性が発揮されると述べており、ゲームにおいてもフローは重要視されている [5]。これは、好きなゲームをプレイすることによって、創造性を高めることができる可能性を示唆している。

しかし、現在様々なゲームが存在しており、それ

を網羅的に取り扱うことは困難である。よって、好きなゲームとして個別のゲームに着目するよりもむしろ、ゲームの共通点に着目した分類を行い、その分類と創造性との関連性を把握することが、一つ重要であると考えられる。

ゲームの要素を明らかにしようとする研究は多く見られる。例えば、カイヨワ[6]は、アゴン、アレア、ミミクリ、イリンクスの 4 つに分類している。またマクゴニガル[7]は、ゲームの要素として、ゴール、ルール、フィードバック、自発的参加の 4 点があると述べている。他にも様々な研究が行われているが、現在のゲームは多様であり、詳細な分類は困難であると想定される。

他にゲームを分類するために、ゲームジャンルによる方法がある。ゲームジャンルの分類については、様々なものがある。例えば白井ら[8]は、被験者の主観評価をベースにし、多種多様化しているゲームジャンルの分類を試みている。井口[9]は、ゲームのイメージに着目した上で、ゲームジャンルと利用動機との関連性について検討している。ここで多種多様なゲームジャンルを厳密に分類はしておらず、あくまでも被験者のゲームに対するイメージで議論を進めている。

上述したように、現在のゲームは多様化しており、分類を詳細に行うことは、現状の研究成果だけでは困難である。また、複数のジャンルを掛け合わせたゲームが多数存在しており(例えば、パズル&ドラゴンズはパズルと RPG を組み合わせたもの、モンスターストライクはファンタジー、バトル、アクションを組み合わせたものであるとされている)、特定のゲームのジャンルを特定することは、現状困難である。井口[9]はゲームジャンルを厳密に分離せずに、ゲームのイメージでゲームジャンルに関する研究を進めていることから、本研究はこの立場に立脚し、

井口[9]のゲームジャンルを用いる。そして、そのゲームジャンルに対する選好性(好き嫌い)について把握することを試みる。

その上で、上述した「好きなゲームをプレイすることで創造性を育成する」ことを実現するために、ゲームジャンルに対する選好性と創造性の関連性を把握することが重要である。福井ら[10]は、井口[9]のゲームジャンルをベースに、ゲームジャンルに対する選好性の共通性を元にした「ゲームジャンルの選好性」尺度を開発し、その尺度とムンツァートの創造性[11]との関連性について把握することを試みている。しかしこの結果は、ゲーム開発を専門とする学生のみ調査した結果によるものであり、今後のゲームを利用した教育の充実化に向けて、多様な学生に調査を行う必要がある。そして、創造性を育成するゲーム利用方法の構築に向けて、ゲームジャンルと創造性の関連性をより詳細に検討することが重要であると想定される。よって本研究では、高校生および大学生に、ゲームジャンルと創造性の関連性を把握するための調査研究を行った。

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342名、平均年齢は19.16歳(S.D.0.85)、有効解答数は342名、有効解答率は100.0%であった。調査の実施時間は15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。そして複数回答を避けるためにメールアドレスは入力させたが、分析時にはそれらの情報を完全削除し、個人が特定できない形で分析を行った。

2.2 用いた項目

ゲームジャンルの選好性を把握するために、井口のゲームジャンル19項目を準備した。以上の項目それぞれについて「5: とても好きだ, 4: まあまあ好きだ, 3: どちらでもない, 2: あまり好きではない, 1: まったく好きではない」の5件法で回答を求めた。用いたゲームジャンルについて表1に示す。また、創造性を把握するために、ムンツァートの創造性尺度[11]について「5: とても, 4: まあまあ, 3: どちらでもない, 2: あまり, 1: まったく」の5件法で回答を求めた。用いた項目を表2に示す。

表1. ゲームジャンル

(1) ロールプレイング	(11) 戦略シミュレーション
(2) アクション	(12) シューティング
(3) 育成シミュレーション	(13) 恋愛シミュレーション
(4) アドベンチャー	(14) テーブルゲーム
(5) スポーツ	(15) ボードゲーム
(6) パズル・クイズ	(16) FPS
(7) レース	(17) 勉強・学習・トレーニング
(8) リズムアクション	(18) サウンドノベル
(9) パーティゲーム	(19) MMORPG
(10) 対戦格闘	

表2. 創造性尺度

1: 思考内容や行為が柔軟
2: 不確定要素があっても生活でき、処理できる
3: 着想、解決法などが豊富
4: 着想や解決法がユニークで独創的
5: 個人として独立している
6: 抑圧されていない
7: 大胆である
8: 発明の才がある
9: 幻想的、空想的である
10: 想像力がゆたか
11: 念入りなこまかい神経をよく使う
12: 人と違うことを恐れぬ
13: 冒険をする
14: 現状に疑問をもつ
15: 建設的な批判をする
16: 建設的な提案を示す
17: 変化、革新、改善に関心がある
18: 美に対して敏感
19: 他人に対して敏感
20: 自意識が強い
21: きわめて自分に正直
22: 鋭敏で特異なユーモアのセンスをもつ
23: 外交的、内面的にかかわらず、自分の計画に強い自信を持つ
24: 情緒が安定している
25: 興奮しやすい
26: 機嫌が悪い
27: 何かをしているとき中断されると、いらいらする
28: 決まりきったことや繰り返しを嫌う
29: 目標、成果を目指して働くのが好き
30: 「全体」を素早く見てとることができる
31: 調和、釣り合いのセンスが強い
32: 選択の自由を与えられると、創造的な努力を要する活動を選ぶ

2.3 分析の手続き

まず、ゲームジャンルそれぞれについての選好性と創造性について集計を行った。そしてゲームジャンルの選好性と創造性の関連性を把握するために、ゲームジャンルそれぞれの得点の平均値を基準に上位群・下位群を設定し、上位群・下位群の間で創造性の得点に差があるかについて、一元配置分散分析で評価した。統計的有意水準は5%とした。分析は、MATLAB 2018b[12]を用いた。

なお調査で用いたゲームジャンルそれぞれは単一項目である。よって、順序尺度として取り扱う必要があり、それに対応するノンパラメトリック検定を用いる必要がある。しかし、分散分析にはロバスト性があることが報告されていることから[13]、本研究では順序尺度であるゲームジャンルと創造性の関連性について、一元配置分散分析で評価を行った。

3. 結果と考察

3.1 単純集計の結果

ゲームジャンルと創造性に関する集計結果について、表3に示す。表3より、ロールプレイング、アクション、FPSについては、平均値とS.D.の和が取り得る値の最大値より大きい天井効果が見られた。サウンドノベルと勉強・学習・トレーニングは、相対的に見れば平均値が低い傾向が見られた。

表 3. ゲームジャンルと創造性の集計結果

ゲームジャンル	平均	S.D.
ロールプレイング	4.09	0.95
アクション	4.35	0.88
育成シミュレーション	3.76	1.06
アドベンチャー	4.01	0.98
スポーツ	3.25	1.14
パズル・クイズ	3.58	1.11
レース	3.36	1.14
リズムアクション	3.81	1.14
パーティゲーム	3.85	0.96
対戦格闘	3.48	1.21
戦略シミュレーション	3.50	1.17
シューティング	3.85	1.13
恋愛シミュレーション	2.85	1.19
テーブルゲーム	3.65	1.04
ボードゲーム	3.70	1.07
FPS	3.77	1.31
勉強・学習・トレーニング	2.68	0.99
サウンドノベル	2.99	1.11
MMORPG	3.48	1.16
創造性	3.31	0.49

3.2 ゲームジャンルの選好性と創造性の関連性

創造性とゲームジャンルの関係性を把握するために、ゲームジャンルそれぞれの平均値を基準に上位群、下位群を設定し、上位群・下位群における創造性の平均値に差があるかについて、一元配置分散分析で評価した。その結果を表 4 に示す。

表 4 より、アクション、アドベンチャー、リズムアクション、対戦格闘、戦略シミュレーション、シューティング、勉強・学習・サウンドノベル、MMORPG の上位群と下位群の創造性の得点には有意差が見られ、いずれも上位群の方が下位群よりも創造性の平均値が高かった(アクション: $F(1,340)=6.23, p<.05$; アドベンチャー: $F(1,340)=7.18, p<.01$; リズムアクション: $F(1,340)=6.70, p<.05$; 対戦格闘: $F(1,340)=5.97, p<.05$; 戦略シミュレーション: $F(1,340)=8.12, p<.01$; シューティング: $F(1,340)=7.08, p<.01$; 勉強・学習・トレーニング: $F(1,340)=9.55, p<.01$; サウンドノベル: $F(1,340)=5.34, p<.05$; MMORPG: $F(1,340)=5.89, p<.05$)。そして、スポーツ、テーブルゲームには有意傾向が見られた(スポーツ: $F(1,340)=2.79, p<.10$; テーブルゲーム: $F(1,340)=2.88, p<.10$)。一方、ロールプレイング、育成シミュレーション、パズル・クイズ、レース、パーティゲーム、恋愛シミュレーション、ボードゲーム、FPS には創造性と関連性が認められなかった(ロールプレイング: $F(1,340)=0.63, n.s.$; 育成シミュレーション: $F(1,340)=0.34, n.s.$; パズル・クイズ: $F(1,340)=0.42, n.s.$; レース: $F(1,340)=0.67, n.s.$; パーティゲーム: $F(1,340)=0.09, n.s.$; 恋愛シミュレーション: $F(1,340)=1.34, n.s.$; ボードゲーム: $F(1,340)=0.61, n.s.$; FPS: $F(1,340)=0.80, n.s.$)。

これらの結果から、特定のジャンルのゲームを好きな学生は、好きではない学生よりも創造性が高い傾向にあることが示唆された。

表 4. ゲームジャンルと創造性の関連性

ゲームジャンル	n	平均	S.D.	F 値
ロールプレイング	上位群 132	3.34	0.53	0.63, <i>n.s.</i>
	下位群 210	3.30	0.46	
アクション	上位群 184	3.37	0.51	6.23, *
	下位群 158	3.24	0.45	
育成シミュレーション	上位群 230	3.32	0.48	0.34, <i>n.s.</i>
	下位群 112	3.29	0.50	
アドベンチャー	上位群 118	3.41	0.53	7.18, **
	下位群 224	3.26	0.45	
スポーツ	上位群 155	3.36	0.49	2.79, †
	下位群 187	3.27	0.48	
パズル・クイズ	上位群 204	3.33	0.46	0.42, <i>n.s.</i>
	下位群 138	3.29	0.52	
レース	上位群 173	3.33	0.51	0.67, <i>n.s.</i>
	下位群 169	3.29	0.46	
リズムアクション	上位群 235	3.36	0.47	6.70, *
	下位群 107	3.21	0.51	
パーティゲーム	上位群 249	3.32	0.48	0.09, <i>n.s.</i>
	下位群 93	3.30	0.49	
対戦格闘	上位群 188	3.37	0.51	5.97, *
	下位群 154	3.24	0.45	
戦略シミュレーション	上位群 179	3.38	0.51	8.12, **
	下位群 163	3.24	0.44	
シューティング	上位群 224	3.36	0.50	7.08, **
	下位群 118	3.22	0.45	
恋愛シミュレーション	上位群 214	3.34	0.50	1.34, <i>n.s.</i>
	下位群 128	3.27	0.46	
テーブルゲーム	上位群 203	3.35	0.50	2.88, †
	下位群 139	3.26	0.46	
ボードゲーム	上位群 219	3.33	0.50	0.61, <i>n.s.</i>
	下位群 123	3.29	0.46	
FPS	上位群 212	3.33	0.52	0.80, <i>n.s.</i>
	下位群 130	3.28	0.43	
勉強・学習・トレーニング	上位群 204	3.38	0.47	9.55, **
	下位群 138	3.22	0.49	
サウンドノベル	上位群 236	3.35	0.49	5.34, *
	下位群 106	3.22	0.47	
MMORPG	上位群 165	3.38	0.50	5.89, *
	下位群 177	3.25	0.46	

(** $p<.01$, * $p<.05$, † $p<.10$)

($N=342, df=1,340$)

4. まとめと今後の展望

本研究では、学生のゲームジャンルと創造性の関連性について探索的に検討を試みた。その結果、アクション、アドベンチャー、リズムアクション、対戦格闘、戦略シミュレーション、シューティング、勉強・学習・サウンドノベル、MMORPG は、創造性と有意な関連性、そしてスポーツ、テーブルゲームには創造性との関連性が有意傾向であることが示された。一方、ロールプレイング、育成シミュレーション、パズル・クイズ、レース、パーティゲーム、恋愛シミュレーション、ボードゲーム、FPS では、創造性と関連性が認められなかったことを明らかにした。これらの結果は、創造性育成に着目したゲーム利用の方法を模索するための基礎的知見として重要となるのではないかと考えられる。

しかし今回の調査では、該当するゲームジャンルの具体例をあげたわけではなく、あくまでも被験者の持っているイメージに依拠した結果であることから、今後の調査では、該当するゲームジャンルに当てはまる代表的なゲームを例示してから調査を実施するなど、よりゲームジャンルに対する統制を図る必要があると想定される。福井ら[14], Fukui et al.[15]は、創造性とゲームの利用と満足との関連性について検討しているが、創造性と関連性を有するゲームの要因についてもさらに検討する必要がある。

また、創造性にも様々な尺度があり、それらも合

わせて活用することで、ゲームジャンルと創造性の関連性をより詳細に把握していく必要がある。そ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 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をいただきました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

- [1] Clegg, P., Creativity and critical thinking in the globalised university, *Innovations in Education & Teaching International*, **45**, pp.219–226, 2008.
- [2] Feldman, D., & Benjamin, A. C., Creativity and education: An American retrospective. *Cambridge Journal of Education*, **36**, pp.319–336, 2006.
- [3] 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.
- [4] Csikszentmihalyi, M., *Flow: The Psychology of Optimal Experience*, New York: Harper & Row. 1990.
- [5] 渡辺修司, 中村彰憲, なぜ人はゲームにハマるのか 開発現場から得た「ゲーム性」の本質, SB クリエイティブ, 2014.
- [6] カイヨワ, R., 多田 道太郎 (訳), 塚崎 幹夫 (翻訳), 遊びと人間, 講談社学術文庫, 1990.
- [7] マクゴニガル, J., 妹尾堅一郎 (監訳), 藤本徹, 藤井清美 (訳), 幸せな未来は「ゲーム」が創る, 早川書房, 2011.
- [8] 白井暁彦, 小池康晴, 佐藤誠, コンピューターゲームの興奮度定量化 (1) 主観評価を使用したゲームジャンルの分類, ゲームプログラミングワークショップ 2001 論文集, **14**, pp.33–40, 2001.
- [9] 井口貴紀, 大学生のゲーム利用実態 -ゲームジャンルと利用動機を中心にした考察-, 情報通信学会誌, **33**(2), pp.41–51, 2015.
- [10] ムンツァート, A.W., 松野武 (訳), 右脳左脳の IQ テスト -能力パワーアップ!!, 東京図書, 1982.
- [11] 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 (査読付きトラック), 2021. accepted.
- [12] MathWorks, MATLAB.
<https://jp.mathworks.com/products/matlab.html>
- [13] Khan, A., & Rayner, G.D., Robustness to Non-Normality of Common Tests for the Many-Sample Location Problem, *Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences*, **7**(4), pp.187–206, 2003.
- [14] 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.

- [15] Fukui, M., Sasaki, Y., Hagikura, J., Moriyama, J., & Hirashima, T., A Study on the Relationship between Motivation for Gaming and Creativity in Students who Major in Video Games Development or Design, *The 13th Digital Games Research Association Conference (DiGRA 2020)*. 2020.

ゲーム学会 研究報告

Game Amusement Society Research Report
Vol.18, No.1 (January, 2021)

発行日：令和 3 年 1 月 18 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（2019-GE-1）

2020 年 3 月 28 日

於 香川大学

（新型コロナウイ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.gameamusementociety.org/>

ゲーム学会「ゲームと教育」研究部会第 13 回研究会

テーマ：ゲームと教育／一般

開催日：2020 年 3 月 28 日（土）

会 場：香川大学幸町キャンパス研究交流棟 5 階研究者交流スペース

※新型コロナウイルス感染拡大防止のため現地開催は中止

目 次

1. 最小分散法による鉄拳プレイヤーの階層型クラスタリング

平井 和佳奈（東京進学セミナー） …………… 1

2. 拡張現実によるラグビー戦略学習支援システムの開発

筒井 隆一郎，片岡 佳耶，高田 航平，後藤田 中，林 敏浩（香川大学） …………… 6

最小分散法による鉄拳プレイヤーの階層型クラスタリング

The hierarchical Clustering of TEKKEN7 Players by Minimum Variance Method

平井 和佳奈

Wakana Hirai

要約：本論文では、3D対戦格闘ゲーム『鉄拳7』において、高い勝率を出すプレイヤーになるための条件を提案する。本論文では、プレイヤーから提供されたアンケート結果を集計し、プレイヤーの生活習慣について明らかにした。さらに、得られた結果をクラスター分析した。プレイヤーを複数のクラスに分類することで、ゲーム内でハイスコアを収めやすいプレイヤーの特徴を予測できると考えられる。

キーワード：対戦格闘ゲーム、クラスタリング、プレイヤー分析

1. はじめに

本研究は、3D 対戦格闘ゲーム『鉄拳7』プレイヤーにおける「強いプレイヤー」のもつ特徴は何か、統計的側面から探るものである。鉄拳7プレイヤー27名に協力いただき、ゲームスコア・学歴・業種・運動習慣・総プレイ時間数等、基本的な生活習慣を調査し、最小分散法を用いてデータのクラスタリングを行った。

2. 対戦格闘ゲームにおける『鉄拳7』の特徴

現在のe-sportsシーンにおいて、対戦格闘ゲームの最も人気のあるタイトルは『ストリートファイター5 アーケードエディション』(2016)である。1991年にカプコン製の『ストリートファイター2』が登場して以来三十年の歴史を持つ。ジャンルブームの起源となった作品である。

e-sports 認定された100タイトルから人気順をまとめたe-sports earingによると、①賞金金額②参加プロゲーマー数③公式試合数三つの観点から、『SF5』の36位に対し『鉄拳7』は43位と認知度に差がある。

以下、『SF5』と『鉄拳7』のシステムの差異を簡潔にまとめた(表1)。

表1 SF5 と TEKKEN7 の差異

項目	SF5	TEKKEN7
①操作方法	6ボタン制	4ボタン制
②戦術	必殺技重視	コンボ重視
③ジャンプでの攻防	有り	高ジャンプ
④奥行と操作感	無し	は無し／横移動の応用
	2D的	3D的
⑤飛び道具	一部有り	一部有り
⑥コマンド必殺技	有り	一部有り
⑦確定反撃	有り	有り
⑧ゲージ消費技	有り	一部有り
⑨必殺技選択の有無	有り	無し
⑩モデリング	3D	3D

前者が通常技とコマンド入力による攻略法なのに対し、後者は技の連携やステップ技術が求められる。

対戦格闘ゲームには①2D格闘②3D格闘の二種がある。グラフィックスの向上により『SF5』もキャラクターモデルは立体的である。しかし、基本的な戦略においては①の2D格闘的であると言える。

『鉄拳7』は②3D格闘ゲームに分類される。360度の奥行のあるステージが舞台となる事により、平面的な攻略法に加えて処理情報が増加する。例えば、相手の攻撃を「横移動」で避ける際の攻防などが攻略として加えられる。

3. 調査方法

『鉄拳7』プレイヤーが集結しやすいnamuco 巣鴨店内を主な調査会場とし、その他付近の会議室や、協力有志からの郵送も得た。

・実施日：2019年6月9日

・調査対象；『鉄拳7』プレイヤー27名

【調査内容】

- ①ゲームスコア
- ②プラットフォーム
- ③業種
- ④最終学歴
- ⑤運動習慣
- ⑥運動頻度
- ⑦ゲームプレイ頻度
- ⑧総プレイ時間
- ⑨どれくらい前からタイトルをプレイしているか

【事前予想】

調査結果の集計前に、強いプレイヤーがもつ特徴として、以下3点の予想を立てた。

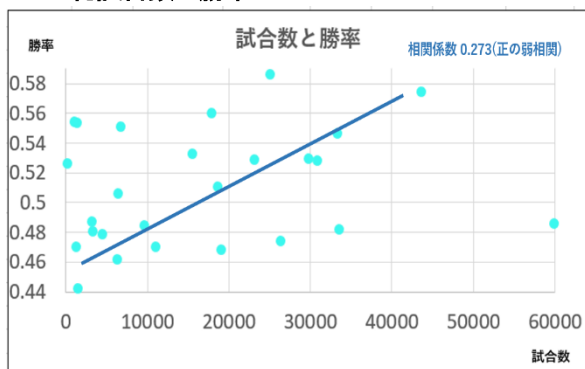
①試合数が多いほど、勝率が高い

②実際の肉体トレーニングが勝率に影響する

③プレイ時間が多く、プレイ頻度が高いほど勝率が高い

以下、各々の調査結果を3つの事前予想との関係を中心にとまとめた。

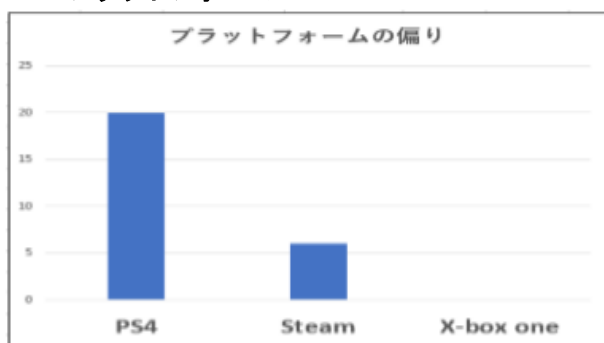
3.1 総試合数と勝率



総試合数の分布は、最小20 試合から最大試合。勝率60000 は40%台後半から60%未満に収まる。総試合数と勝率の相関係数は0.273 であり、正の弱相関がみられる。

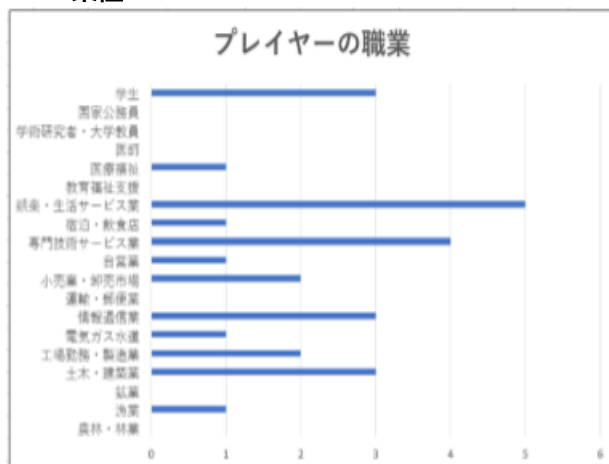
事前予想①試合数の多い熱心なプレイヤーの勝率は安定しているものの、勝率が最も高いのは20000～30000 試合のプレイヤーであり「試合数が多いほど勝率が高い」という予想は否定された。

3.2 プラットフォーム



Sony 製品のプレイステーション4が最多である。Microsoft 社のXbox-one は高性能であるが、国内のプレイヤーに所有者が少ないプラットフォームである。

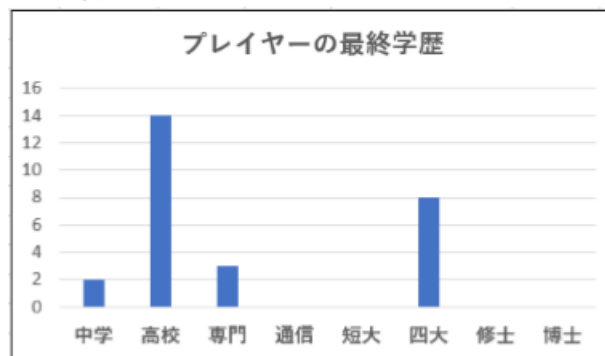
3.3 業種



プレイヤーの仕事内容は多岐に渡統計するため、統計からは明確な相関関係は分からない。

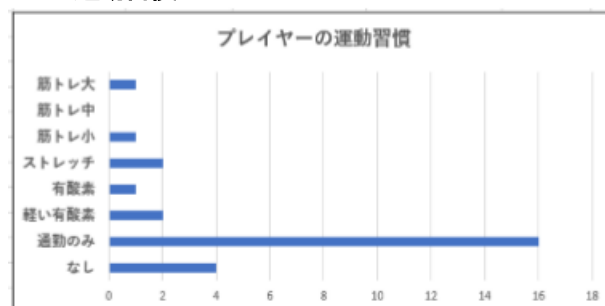
タイトルに時間を割くのは大学生が多く、各人の専攻の調査も視野に入れたい。(次の図に続く)

3.4 学歴



短期大学・四年制大学在学中の学生は「高校卒業」の項目に分類した。高卒者(現役大学生含む)の割合が最多。大学院修了者は不在。

3.5 運動習慣

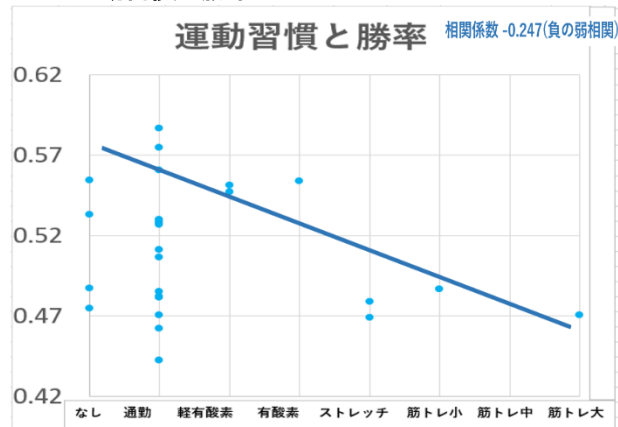


運動内容の詳細は「日本医療・健康情報研究所」による「三つの基本的運動」(ストレッチ・有酸素運動・筋力トレーニング)の分類を参照した。

運動は特にしていないプレイヤーが目立つ。機材を用いた専門的かつ高負荷な「筋肉トレーニング」にあたるプレイヤーは1名のみである。

「通勤以外は何もしない」という回答者が多い。

3.6 運動習慣と勝率

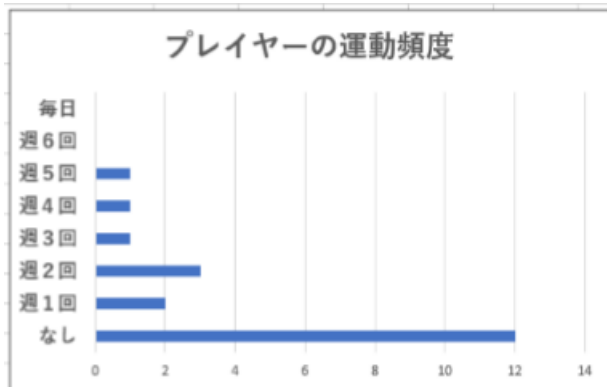


運動習慣と勝率の相関係数は-0.247 であり、負の弱相関がみられる。

ただし、運動習慣の無いプレイヤーが多く、事前予想②実際の肉体トレーニングが勝率に影響するか

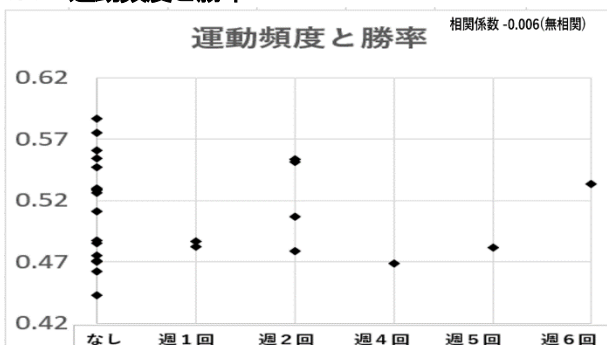
どうかは、この結果からは正確に判断できない。
回答の多かった通勤状況の仔細(徒歩なのか自転車なのか)も今後の視野に入れたい。

3.7 運動頻度



運動習慣がないプレイヤーが多い。
運動頻度も少なくなっている。
大半のプレイヤーは定期的な運動習慣が無いという事が判明した。

3.8 運動頻度と勝率



運動頻度と勝率の相関係数は-0.006。
無相関であった。
上の図と同様、プレイヤー自身が自分の肉体を鍛え上げる事と、ゲームそのもののスキルは相関関係が見られない。

3.9 運動習慣と運動頻度と勝率の関係

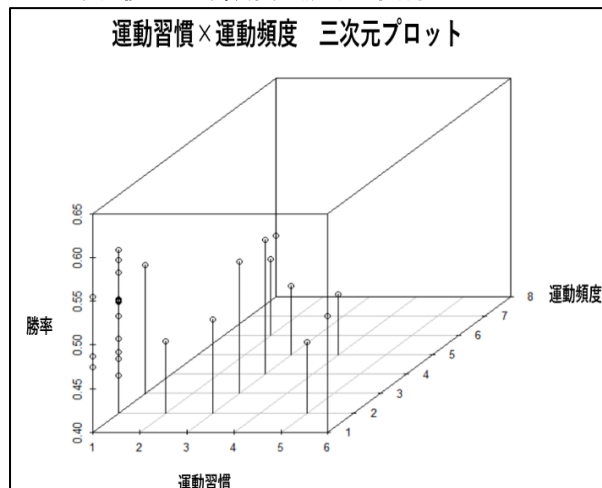
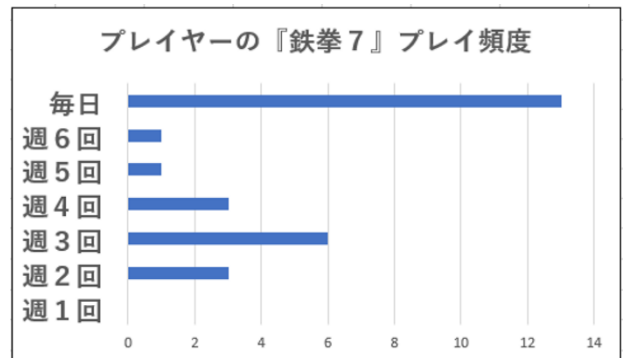


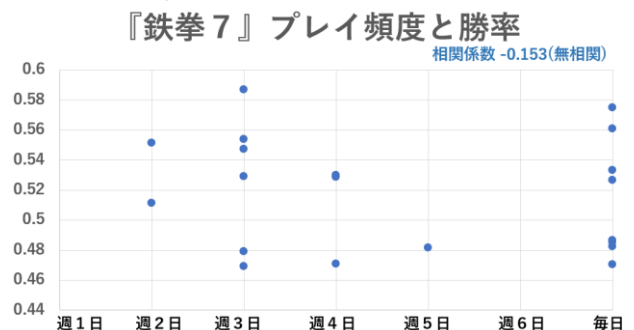
図 3.6 「運動習慣と勝率」および図 3.8 「運動頻度と勝率」の同時分布である。

3.10 『鉄拳7』プレイ頻度



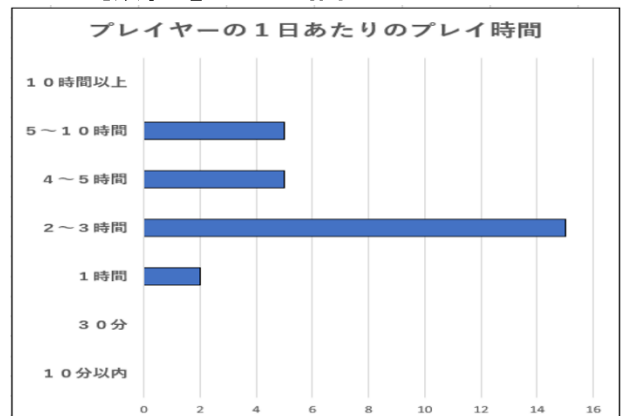
「毎日」と回答したプレイヤーが圧倒的に多い。

3.11 プレイ頻度と勝率



ゲームプレイ頻度と勝率の相関係数は-0.153であり、関連がみられなかった。

3.12 『鉄拳7』プレイ時間

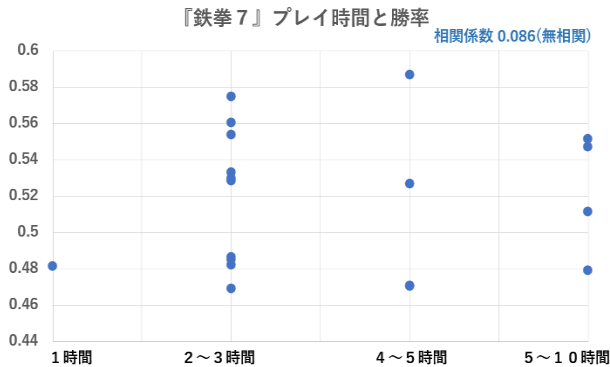


1日あたりの総プレイ時間数は「2～3時間」に集中した。

特筆すべきは一日30分未満のプレイヤーが存在しないことである。「毎日・2～3時間」で楽しむプレイヤーがアーケードコミュニティに多い事実が調査結果からわかった。

プレイヤーに多いのは学生であるが、社会人の場合、娯楽に割く時間がそもそも限られており、長時間・同じゲームを続けられるプレイヤーは、少ないのかも知れない。

3.13 プレイ時間と勝率

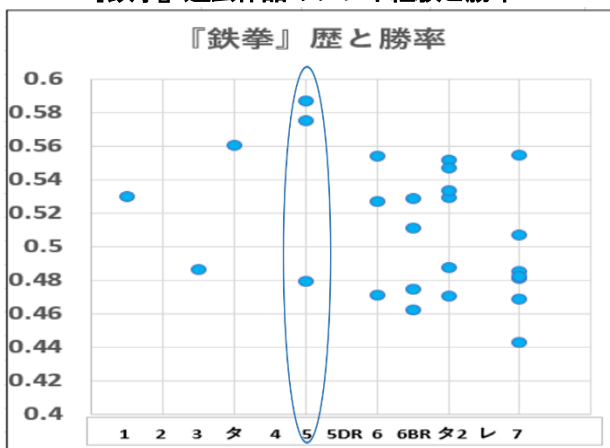


ゲームプレイ時間と勝率の相関係数は 0.085 であり、関連がみられなかった。

このことから、事前予想③プレイ時間とプレイ頻度が高いほど勝率も高いという予想は否定された。

短期的な長時間を練習に費やしたとしても実践に直接反映されるかは疑問が残る、毎日その人物に合った時間を練習に当てる方が勝率が見込めるかも知れない。特に、鉄拳プレイヤーには毎日プレイする者が目立つ。

3.14 『鉄拳』 過去作品のプレイ経験と勝率



今回の調査結果では、『鉄拳 5』から鉄拳に着手したプレイヤーの勝率が最も高かった。

この原因として、空中コンボなどのゲームシステムが『鉄拳 5』と『鉄拳 7』の間で近似性が高いこと等が考えられる。

4. 最小分散法に基づくクラスタリング分析

プレイヤーの生活習慣に関する調査結果では、「強いプレイヤー」の条件として考えられる三つの予想が、正しいとは言えないことがわかった。ところで、今回の調査では、『鉄拳 7』で生計を立てている、いわゆるプロプレイヤー 1 名の協力をあおぐことができた。

そこで、プロプレイヤーと生活習慣の類似度が高いプレイヤーがどれくらい含まれているのか、クラスタリング分析によって割り出すことにした。

4.1 ユーグリッド距離による類似度判定

まず基本的なクラスタリングである、ユーグリッド距離による類似度判定を試みた。プレイヤー A の回答結果を $(a_1, a_2 \dots a_i)$ 、プレイヤー B の回答結果を $(b_1, b_2 \dots b_i)$ とすると、AB のユーグリッド距離 d は、

$$d = \sqrt{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + \dots (a_i - b_i)^2}$$

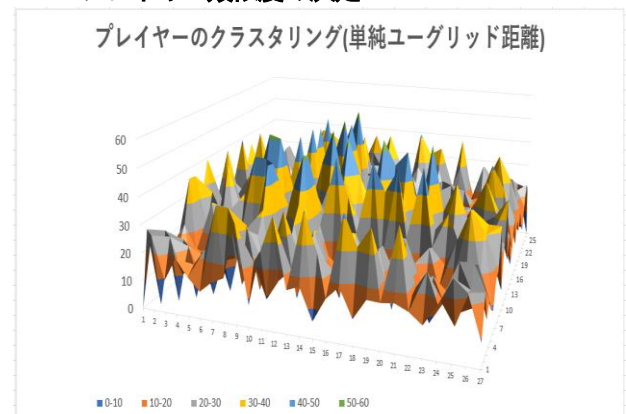
で表される。調査における間隔尺度・比率尺度にあたる項目を全て計算に盛り込み、27名のプレイヤーそれぞれの 2 プレイヤー間のユーグリッド距離を計算した。

数字が小さいほど、2名のプレイヤーは似ていることになる。

コンフュージョンマトリクス

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000
26	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000
27	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0

4.2 プレイヤー類似度の決定



次に、類似度の決定を行った。ユーグリッド距離の最小値は 0 で、最大値は 53.84 であった。

ここから、ユーグリッド距離が 10 以下のプレイヤー同士を、「類似度が高いプレイヤー」とであると決定した。

4.3 プロプレイヤーとの類似度判定

No.20 のプロプレイヤーとのユーグリッド距離が 10 以下のプレイヤーを選出した。

	19	16.2789	38.2231	24.1455	27.8747
20	16.0316	14.6632	15.8433	7.41636	
21	16.6433	40.3856	22.0227	31.1288	

No.4, No.16, No.22, No.24 の 4 名のプレイヤーが「類似度が高いプレイヤー」といえる。

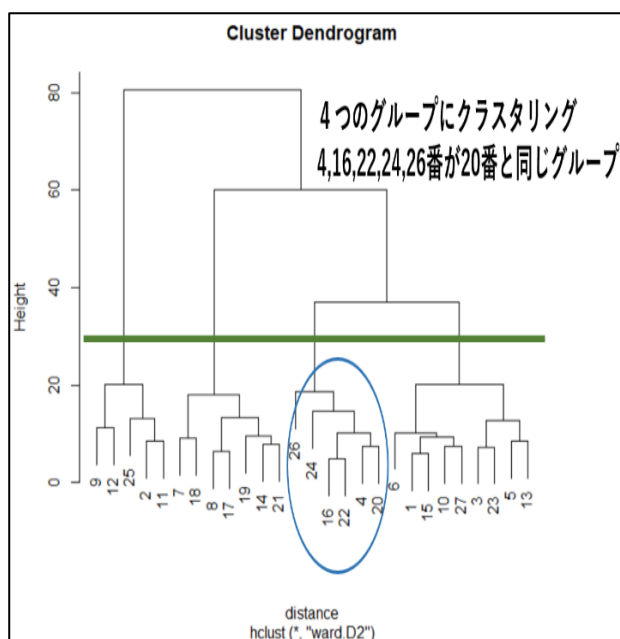
4.4 最小分散法によるデンドログラムの利用

最小分散法は、類似度計算にユークリッド距離を用いている。確認のため、27名の各プレイヤーにたいし、最小分散法によるグループ分けを行い、デンドログラム(樹形図)で可視化した。

Excel データを csv ファイルに保存し、Windows10 環境で R 3.6.1 にて以下のプログラムを実行した。

```
data <- read.csv("sugamo.csv")
distance <- dist(data)
hc <- hclust(distance, "ward.D2")
plot(hc)
```

デンドログラム



この結果から、27名のプレイヤーは、No. 20 のプロプレイヤーを含むグループの他に、3つのグループ分けが可能であることがわかった。

5 考察

単純集計結果からは、『鉄拳5』からのゲーム歴をもつプレイヤーが最も勝率が高いことがわかった。これは、各ナンバリングにおいて「空中コンボ」「スクリュウコンボ」といったコンボシステムの性能差に要因があると考えられる。また、意外にも、運動習慣は勝率に影響しなかった。これは、自身の肉体を鍛えるよりも、単純にゲームに打ち込むほうが勝率に影響するからであると考えられる。

クラスタリング分析からは、単純ユークリッド距離の比較からみても、また、最小分散法におけるデンドログラムから視覚的に判断しても、No. 20 のプロプレイヤーと同じグループにクラスタリングされる回答者が数名いることがわかった。このクラスのプレイヤーにはどのような特徴があるか、また、プ

ロプレイヤーが複数いた場合に、プロプレイヤー間の類似度と一般プレイヤー間の類似度では有意差があるのかどうか、追加調査が今後の課題といえる。

以下参考文献

- (1) Bandai Namco Entertainment TEKKEN7 公式サイト
<https://www.tekken-official.jp/>
- (2) 松永伸司 “ビデオゲームの美学” 慶応義塾大学出版会2018,11.
- (3) Jesper Juul, 松永伸司 “HALF-REAL” 原題 “Video games Between Real Rules and Fictional Worlds” 合同会社ニューゲームズオーダー,2016,8.
- (4) 二見普平, 藤本貴之 “実世界上の身体性を拡張するための e-Sports Learning システムの提案” 情報処理学会研究報告, 2010, 3. “Proposal of e-Sports Learning System to improve physical strength in Real World”
- (5) The 32nd Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence “格闘ゲームにおけるモンテカルロ木探索の探索時間と応答性のトレードオフ” 名古屋工業大学, 2018.
- (6) Miguel Angel Sicart, 松永伸司 “プレイ・マターズ 遊び心の哲学” 原題 “Playful Thinking” 株式会社フィルムアート社2019,4.
- (7) 杉山淳一 “e-Sports文化の将来性と現状について コンピュータゲームコミュニティの新しい方向性 “エンタテインメント感性特集 Vol.5 No.3 pp.3-10,2005.
- (8) 服部裕介, 田中彰人, 星野准一 “格闘ゲームキャラクターの模倣学習” 情報処理学会研究報告,2007,11.
- (9) 田中彰人 “対戦型アクションゲームにおけるプレイヤーの模倣行動の生成” 筑波大学大学院博士課程修士論文
- (10) 中川大地 “現代ゲーム全史 文明の遊戯史観から” 早川書房,2016,8.
- (11) “日本標準産業分類”
http://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/index/seido/sangyo/H25index.htm 2013, 10.
- (12) “健康運動の知識と実践” 日本医療・健康情報研究
<http://www.jhei.net/exer/basics/ba01.html>1996-2019.
- (13) TopGames Awarding Prize Money Esports Ranking “e-sports earning” <https://www.esportsearnings.com/games>
- (14) CAPCOM: Street Fighter V 公式サイト
<http://www.capcom.co.jp/sfv/>
- (15) “鉄拳7 FR 段位表” <http://worknothard.com/danihyou-185>
- (16) 松井広志, 井口紀州他 “多元化するゲーム文化と社会” ニューゲームズオーダー,2019,5.

拡張現実によるラグビー戦略学習支援システムの開発

Development of Rugby Strategy Learning Support System with Augmented Reality

筒井 隆一朗[†] 片岡 佳耶[‡] 高田 航平[†] 後藤田 中[†] 林 敏浩[†]
Ryuichiro Tsutsui Keiya Kataoka Kohei Takata Naka Gotoda Toshihiro Hayashi

香川大学[†]
Kagawa University

香川大学大学院工学研究科[‡]
Kagawa University Graduate School of Engineering

要約：集団で行われるチームスポーツにおいて戦略や戦術は非常に重要である。その中でもラグビーは15人と他のチームスポーツに比べても比較的プレー人数が多く、特に戦略や戦術が勝利の鍵となる。また、チームワークも必要であり、戦略の把握と意識統一が必要不可欠である。しかし、戦略にはチーム独自のものや複雑なものが存在するため、口頭説明や机上での説明では不十分になる場合がある。そこで、本稿では選手が実践の中で戦略に対する理解度を深めることを目的とし、仮想実践環境を用いた戦略の学習を支援するシステムの開発を行った。

キーワード：拡張現実, ラグビー, 戦略, 学習支援

1. はじめに

スポーツの種類は数多くあり、そのスポーツごとにも様々な戦略や戦術がある。すなわちスポーツにおける戦略や戦術などは重要である^[1]。特に集団で行われるスポーツでは個人スポーツよりも戦略や戦術の重要度は上がる。集団スポーツの中でもラグビーは1チーム15人で構成されるため、個人個人のプレースキルや身体能力だけでは相手チームとの差が生まれず、戦略や戦術が勝敗を分ける。ラグビー選手が戦略を理解する上では空間把握能力が必要となってくる。また、戦略にはチーム独自のものも多く、チーム全体で戦略についての完全な把握と意識統一は必須である。近年ではスポーツにおけるICT技術の進歩もあり、ラグビーでも映像解析システム^[2]などの導入も進んでいる。しかし、戦略は数多く、未経験者が見てもなんとなく理解ができるものもあれば、初心者だけでなく中級者レベルの選手でも理解が不十分になってしまうような複雑なものがある。それらを口頭説明や机上やボードでの説明といった従来の説明や3Dシミュレータなどの既存のシステムを用いた場合、イメージが困難ということや実際のプレーの中でしか上達しないといった問題点がある。口頭説明を用いた場合、全体の動きが分からず、1人の動きしか頭に入っていないといったことや指導者と選手で動きのイメージが異なってしまうという問題点がある。図1に示すように、ラグビーではただルート通り動くだけでなく、緩急をつけたりステップを踏むといったランプレーも絡んでくるので指導者と選手で動きのイメージが異なってくる。机上やボードを用いた説明を行った場合、選手移動の同時性に限界があるので正確な動きが分からないといったことや、選手間の位置やパスのタイミングがわからないという問題がある。また、図2に示すように、俯瞰視点での説明になるので試合のイメージが沸かないということが起きる。どのような説明においても実際のプレーのようにフィールドへの没入

感がなければ空間把握が困難になる。また、既存のシステムを使用した場合、立体的にフィールドを捉えることもでき、選手移動の同時性の問題も解消できるが、あくまで選手のイメージが沸きやすくなるというだけで選手自身はその動きを習得したわけではない。そこで本研究では、指導者の提案した戦略について選手が同一のイメージを持ち、実際の試合を意識した上で可視化された戦略を、実践練習の中で実際に体感することで理解度を深めることを目指す。そこで本稿では、ラグビーの練習にICT技術を取り入れることで、選手に1人でも全体の戦略を確認しながらサインプレーなどを習得できる環境を提供するためのシステムを開発する。

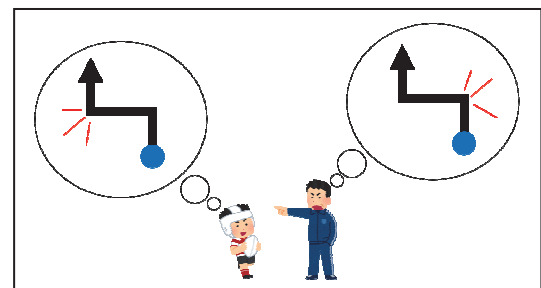


図1 口頭説明例

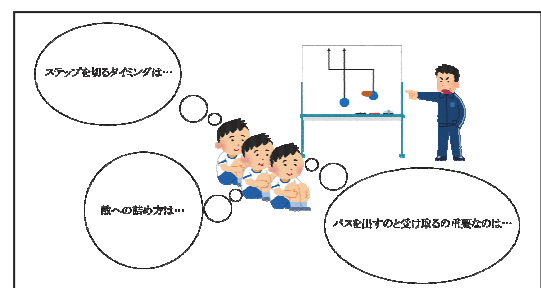


図2 ボード説明例

2. 関連研究

この章では、本研究で開発したシステムを実装していく上で関連がある2つの既存システムの概要の説明と本研究との違いについて説明する。

2.1 サッカーの戦略分析支援システム

樽川ら^[3]や権藤ら^[4]の研究ではサッカーにおける戦略分析に焦点を当てた、複数視点を用いた戦略分析会議を行う環境を提供するシステムを提案、開発を行った。サッカーにおいてもICT技術の加入は注目されており、試合映像などにより選手の位置のログであるトラッキングデータを用いた戦略分析が行われている。戦略分析の会議の現場では、複数人が一連のプレーを吟味しながら意見交換を行うという形で議論が進められていく。空間認識が必要となってくるサッカーにおいて、議論の中で俯瞰視点と個別視点を用いて可視化されたトラッキングデータや選手目線からの情報を同時に利用することは有効になってくる。しかし、既存のシステムでは複数視点を用いるには静止した場面しか再現することができないという問題点があった。そこで関連研究では、仮想空間を用いて選手オブジェクトを時間軸情報と同期させることで自動化させ、複数視点で操作、閲覧可能な会議システムを提案した。そして、提案システムと映像を用いた提案方式と映像のみ、複数視点環境^[5]のみを用いた従来の方式の2種類d評価実験を行った結果、従来の方式と比べ、提案方式の方がユーザにとって有効的に働いた。

2.2 ラグビーの映像解析システム

ICTの発展により、スポーツにおいてICTを活用したトレーニングや戦術分析の導入が進んでいる。小林ら^[6]は、2019年にワールドカップが日本で開催されることや、2020年に開催される東京オリンピックでもラグビーが競技種目に入っていることなどにより、画像認識技術を活用したラグビー映像解析システムの開発を進めている。ラグビーというスポーツは選手の数が1チーム15人と多く、コンタクトプレーなどにより接触や密集が多くなるので、映像による分析には技術的な課題が多い。しかし、選手にセンサを装着すること無くカメラでプレーの様子を撮影するだけで選手やボールの動きやプレーの自動分類を行うことが可能になれば、練習や試合の現場で手軽かつ詳細な戦術分析が可能になる。さらに、技術的な課題が多いラグビーにおいて、画像認識の基盤技術が強化されれば他のスポーツやスポーツ以外の産業分野などでも幅広く応用されることが期待される。従来の手法は、選手のトラッキングデータを取得するのに複数台のカメラをフィールド全体に設置し、選手やボールの動きを追跡してデータ化するというものである。しかし、この手法は大幅にコストがかかり、システムに制約があるため、使用できる競技場も限られるので汎用性が低い。

2.3 本研究と関連研究の違い

本研究と関連研究との違いについてはラグビーのシステムではなく、システムとして近い部分があるサッカーの戦略分析支援システムとの違いを述べる。

研究のコンセプトとなる部分の違いについて、先行研究では複数視点を用いたサッカーの戦略分析支援を目的としたシステムを提案した。しかし、本研究では、俯瞰視点ではなく、関連研究での個別視点に重点を置き、実践の中でラグビーの戦略学習の支援を目的としたシステムの提案である。また、本研究ではミーティングなどの会議を想定したものではないので議論を進める環境を提供することが目的とはなっていない。そのためシステムの使用人数は先行研究のように複数人で使用するものではなく、基本的には1人で使用するシステムとなっている。

システムの設計に関して、先行研究では俯瞰視点の表示にテーブル型タッチパネルを使用し、個別視点の表示に電子黒板を用いている。どちらもユーザが操作可能であり、オブジェクトの動きなど同期されているので情報のギャップが生じることがない。本研究では俯瞰視点に関しては従来の指導方法での説明を行い、机上やボードなどによって用いることで戦略や戦術を可視化する。従来の方法での説明になるので選手オブジェクトの自動化などは不可能である。そこで、個別視点はHoloLens^[7]を用いることでAR環境にて再現する。個別視点ではAR環境を用いるので現実世界に自動化された仮想選手オブジェクトを表示し、会議的に視聴、操作するのではなく、選手自らが疑似的に実践する。

3. ラグビー戦略学習支援システムの設計

本章では、開発したシステムの設計の概要とAR(拡張現実)についての説明を述べる。

3.1 システムの設計

本研究では、ユーザに拡張現実によって仮想的な実践環境を提供するためのデバイスとしてMicrosoft社のHoloLensを使用する。可視化された戦略を、HoloLensを使用することで現実世界に重畳させる。表示内容は自動化された選手オブジェクトとボールオブジェクト、選手オブジェクトの移動軌跡となる。図3に俯瞰的に見たシステム利用のイメージ図、図4にHoloLens目線のシステム利用のイメージ図を示す。青色の選手オブジェクトが仮想味方選手、赤色の選手オブジェクトが仮想敵選手、黄色の選手オブジェクトがHoloLensユーザである。また、黒色のラインが選手の移動軌跡である。本システムは実践練習の中で使用されるものなので、スムーズなインタラクションを実現するために可能な部分を音声入力とし、移動の開始を「Go」、停止を「Stop」とした。プロトタイプとして作成したシステムのオブジェクト配置の例を図5に示す。選手オブジェクトは20歳から24歳の男性の平均身長である約171cmとし^[8]、グラウンドの大きさは日本ラグビーフットボール協会の基準を参考にインゴールま

での距離を約 100m とし、横の距離を約 70m とした^[9]。本システムでは選手オブジェクトとともに仮想的に実践練習を行うことを前提としているので、スケールをできるだけ実物大のものに近づけた。

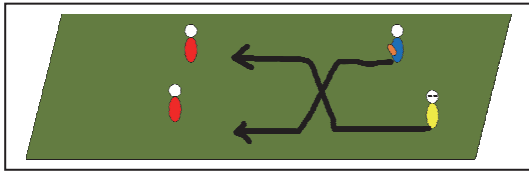


図 3 システムの俯瞰視点図

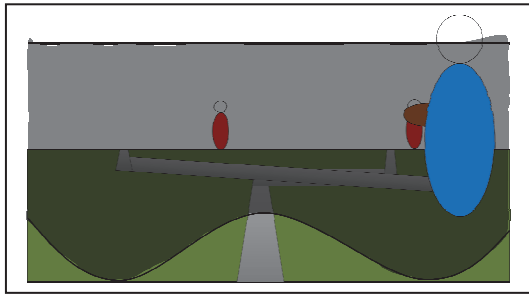


図 4 システムの HoloLens 視点図

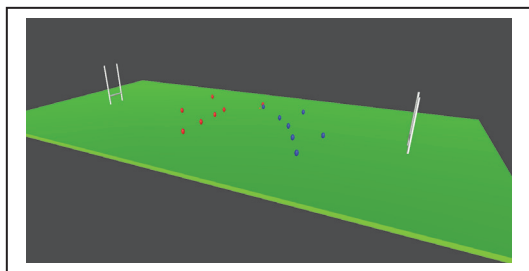


図 5 選手オブジェクトの配置例

3.2 AR について

AR (Augmented Reality, 拡張現実) は XR (X Reality) の一種である^[10]。XR とは現実にはないものを表現、体験する技術の総称である。XR には AR の他に VR (Virtual Reality, 仮想現実) や MR (Mixed Reality, 複合現実) などがある。AR とはスマートフォンや AR レンズなどのデバイスを通して現実世界に仮想物体を表示させる技術である。そして、VR とはヘッドマウントディスプレイを着用し、現実世界を遮断することで完全な仮想世界を体験する技術のことである。最後に MR とは MR グラスなどのデバイスを通して現実世界に仮想世界を重畳させ、実際に作業等を行う技術のことである。この中でも AR は特に現実感が強く、MR ほど仮想物に対する直接的な干渉も少ないため、没入感は低い部類となる。VR に比べると聞きなじみがない AR であるが、実際は様々な場所で使用されており、仮想世界主体ではなく、現実世界の介入が強く没入感が低いということをメリットとして活用されている。

4. ラグビー戦略学習支援システムの実装

本章では、ラグビー戦略学習支援システムの利用手順と行ったデモの結果について述べる。

4.1 システムの利用手順

システムの利用手順は以下のようになる。

- I. 机上やボード(俯瞰視点)にて指導者は選手に戦略の可視化を行って指導を行う。
- II. 本システムでは基本的なサインプレーをあらかじめ組み込んで再現を行う。
- III. 選手は HoloLens を着用し、実際のグラウンドに出てシステムを起動する。
- IV. 選手は自分のポジションに立ち、指導された動きを行う。自動化された選手オブジェクトの移動軌跡が表示されるので、他の選手オブジェクトに合わせて自分のルートを動く。

実際に行ったシステムのデモンストレーションの様子を図 6 に示す。黒いラインが軌跡となっている。



図 6 システムのデモの様子

4.2 デモを行った結果

本システムで簡単なサインプレーのデモンストレーションを行ったが、指導内容に対応し、チーム独自の戦略を正確に理解していくという点では、現段階ではまだ実用性としては乏しい。また、スピード感のユーザの自由調整や使用場所に合わせたオブジェクトの配置調整の改善の他、移動ルートの表示の不完全さやシンプルな選手オブジェクトゆえに、プレーの中で選手の向いている方向が分からないといった改善の余地ができた。しかし、現段階の簡単なサインプレーであれば理解することは可能であった。

5. おわりに

スポーツにおいて戦略や戦術は重要となる。その中でも人数が多いラグビーでは戦略の差が勝利につながる。そのため、選手同士での戦略の同一の認識と意識統一は必要不可欠となる。しかし、中には複雑なものも存在するため、理解が困難になる場合や選手同士で認識のずれが生じ、実際の試合においてもミスが起きることがある。既存の指導方法やシステムを利用した場合であっても選手が実際に体感することはできないのでイメージと自分のプレーは異なってくる。それゆえ、本研究では選手が実践の中

で戦略の理解度を深めることができる環境を提供するシステムを開発した。そこで、デモを行ってみた結果、まだ改善の余地はあったが、使用感としてはサインプレーや他の選手の動きが可視化された状態でプレーすることができるので動きを理解しながら全体を把握することはできた。

参考文献

- [1] 筒井隆一郎, 片岡佳椰, 高田航平, 後藤田中, 林敏浩: “MR を用いたラグビー戦略の可視化による情報共有システム”, 令和元年度電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, 18-18, pp224, 2019.
- [2] 東芝デジタルソリューションズ株式会社: スポーツおよび接客作業の映像解析, https://www.toshiba-sol.co.jp/tech/sat/case/1712_1.html,
(参照 2020-02-11)
- [3] 樽川香澄, 井上智雄, 岡田謙一: “空間情報把握を支援する直感的なオブジェクト操作可能な複数視点環境の提案”, 研究報告デジタルコンテンツクリエーション (DCC), 2012-DCC-1, 13, pp.1-7, 2012.
- [4] 権藤聡志, 樽川香澄, 井上智雄, 岡田謙一: “トラッキングデータを可視化したサッカーの戦略分析支援システム”, 情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ (DCON), 2, 1, pp.8-15, 2014.
- [5] 樽川香澄, 井上智雄, 岡田謙一: “サッカーの戦略会議を支援する複数視点を用いた協調作業空間”, 情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ (DCON), 1, 1, pp.19-26, 2013.
- [6] 大内一成, 小林大祐, 中洲俊信, 青木義満: “ラグビー映像解析システムの開発とその応用”, インタラクシオン 2018 論文集, 3B20, pp.938-941, 2018.
- [7] Microsoft: HoloLens, <https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens>,
(参照 2020-02-07)
- [8] 文部科学省: 平成 15 年度体力・運動能力調査, https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/001/022/2003/002/image/001.gif,
(参照 2020-02-07)
- [9] 公益財団法人日本ラグビーフットボール協会: ラグビー基本情報, <https://www.rugby-japan.jp/guide/rugby/>,
(参照 2020-02-11)
- [10] 総務省: 総務省 ICT スキル総合習得プログラム, https://www.soumu.go.jp/ict_skill/pdf/ict_skill_1_3.pdf,
(参照 2020-02-07)

本報告は、ゲーム学会「ゲームと教育」研究部会第 13 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。本報告につい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@eng.kagawa-u.ac.jp