JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	人間相手のゲーム実験における時間と場所の制約を緩和するアプリの検討と Hanabiでの試行
Author(s)	奥田, 真
Citation	
Issue Date	2025-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/19882
Rights	
Description	Supervisor: 池田 心, 先端科学技術研究科, 修士 (融合科学)

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

人間相手のゲーム実験における時間と場所の制約を緩和するアプリの検討と Hanabi での試行
（Investigation of an App to Alleviate Time and Location Constraints in Human-Subject Game Experiments: A Trial with “Hanabi”）

北陸先端科学技術大学院大学　学生番号 2350002
氏名　奥田 真
主任研究指導教員氏名　池田 心

1.　はじめに

近年，人工知能（AI: Artificial Intelligence）技術の進展はめざましいものがあり，ゲーム AI も同様に，チェスや将棋，囲碁，ポーカーなどのゲームでプロプレイヤに勝利するなどの成果が報告されている．ゲーム AI の研究は，従来は「強さ」を追求する方向性が主流であったが，それ以外の方向性の研究として「人間らしいゲーム AI」や「楽しいコンテンツの自動生成」にも関心が高まっている．そうした人間らしいゲーム AI の研究では，AI プレイヤの人間らしさや，コンテンツの楽しさを，人間目線で評価することがある．しかしこういった人間が介在する評価手順には，実験用インターフェースの準備や対面での評価実施に伴う一定時間の拘束など，人的・時間的コストが課題となることがある．

同様の課題を持つと予想されるゲームの 1 つに協力ゲーム「Hanabi」がある． Hanabi はプレイヤ自身の手札を直接見ることができない独特な不完全情報性，見えない手札を明らかにしていくために限られた回数だけ行えるプレイヤ間の情報伝達，その限られた情報から最大限価値ある行動を行うための意図推測が特徴の協力ゲームである．これらの特徴を併せ持つ Hanabi は，意図推測を伴う協調行動を行うゲーム AI を実現するうえで，興味深い研究題材となっている[1]．Hanabi のゲーム AI 研究は AI プレイヤ同士のゲームプレイにおける成果は多く報告されているものの，人間相手のゲームプレイに関する成果の報告は限定的であり，人間らしいゲーム AI 研究同様，人的・時間的コストが課題の 1 つとなっている[2]．そこで本研究では AI プレイヤと人間のゲームプレイ実験の負担を軽減し，プレイデータ収集を効率化する枠組みの検討を目的とする．

2.　研究方法

枠組みに求められる機能検討を経て，枠組みのプロトタイプとして「Hanabi アプリ」を提案する．Hanabi アプリは，研究者がサーバを立ち上げることで，被験者は AI プレイヤと Hanabi をプレイし，アンケートに回答するまでをオンラインで，自身の都合のいい時間に行えることを特徴とする．さらに，seed 値の固定，データベースの構築，マルチデバイス対応， 標準的に用いられている AI 入出力フォーマットへの対応，CUI 上での AI 同士のゲームプレイ機能を実装し，研究者が容易に実験を実施できる環境を整えた．実際のゲーム画面を図 1 に示す．

図 1　Hanabi アプリのゲーム画面

被験者は事前に発行された ID・パスワードでログインし，実験参加同意とは事前アンケート回答後，2 人プレイの Hanabi ゲームを開始できる．ゲーム終了ごとにアンケート回答した後，再度被験者自身のタイミングでゲームを開始できる．また，AI プレイヤはベースラインとして単純な行動を行うものと，ある工夫により現在人間相手のゲームプレイにおいて高得点を修めているものの 2 種類（Alpha, Beta）を搭載している．被験者への AI プレイヤの割り当てについても，ランダム，交互，決まった順での割当てが可能である．

Hanabi アプリを用いて AI プレイヤの性能評価と AI プレイヤに対する被験者の主観調査，およびこれに伴うプレイデータ収集を試験的に実施した．本研究ではこの実験において，AI プレイヤの性能評価の結果だけでなく，行った実験の詳細な条件とともに集まったゲームプレイデータ，およびアンケート結果についてその全体的な傾向を述べる．また，被験者の募集具合など実験実施にあたる結果についても報告する．これは，実験実施に関する知見や今後の課題を明らかにすることを目的としたものである．被験者は Alpha（ベースライン）と Beta（工夫あり）を交互に相手にして最低 2 時間ゲームプレイした．実験時間は累計ゲームプレイ時間をもとに算出され，1 時間あたり 1,000 円の謝金が支払われた．また，実験は 3 日間にわたり，被験者は

都合のよい時間帯を選択し実験参加できる形式とした．

3. 結果と考察

予想以上の応募があり，短期間で想定していた人数の 24 名に達したため，募集を打ち切った．ただし，実験参加条件を満たし，かつ謝金給付に同意した有効な被験者は 17 名であり，これを見越して募集人数を多めにとるべきあった．

実験期間中に行われたゲームの総数は 779 ゲームであったが，通信切断や予期せぬ終了により 9 ゲームが除外され，有効なゲーム数は 770 ゲームで，これと同じ数アンケート結果も得られた．各被験者の総ゲームプレイ時間は平均 196.55 分（標準偏差 67.85 分），総ゲーム数の平均は 45.89 ゲームであり，被験者全体としても，被験者 1 人あたりとしても，十分量のデータを収集できたと考える．

ただし，1 ゲームあたりのプレイ時間に被験者間で大きな差があり，最大で 16.97 分（8 ゲームを 135.98 分かけて実施），最小で 3.27 分（92 ゲームを 301.15 分かけて実施）という幅広い分布が見られた．これは今後の分析の際に考慮が必要な要因を増やすため無視できない．1 ゲームあたりのプレイ時間のばらつきを抑えるためには，長時間のプレイと短時間のプレイの双方に対策を講じる必要がある．前者は持ち時間に一定の時間が追加されるフィッシャー方式の導入が，後者は早指しを防止する仕組みが有効であると考える．

1 ゲームあたりの平均プレイ時間は 4.39 分（標準偏差 3.59 分）であり，事前の情報収集では，Hanabi は 1 ゲーム 10 分程度であるとされていたが，今回これよりも短い結果となった．相手が AI プレイヤであったこと，報酬制度が得点と無関係であったため被験者のモチベーションが維持できなかったことから，慎重にゲームプレイしなかったことが原因の 1 つであると考えた．対策として，公平かつ適当な得点へのインセンティブが有効であると考える．

また，1 手ごとの平均思考時間は 8.12 秒であるが，2 秒程度のより短時間で済むケースが最も多かった．．一方，一手の制限時間である 50 秒直前に駆け込みで手を決める傾向も見られ，意思決定のパターンに一定の傾向があることが確認された．加えて，被験者の獲得得点を AI プレイヤごとに分析したところ，Beta とのゲームでは Alpha とのゲームに比べてより高得点を獲得する傾向が見られた．Beta の得点に関しては，提案元の論文[3]で報告された結果と実験条件に多少の違いはあるものの，結果的にはほぼ一致していた．アンケート結果によると，Beta は Alpha よりも「ヒントの有益性」「挙動の予測しやすさ」「ゲームの楽しさ」の各項目で高評価を得ており，被験者の好むプレイスタイルと適合していることが示唆された．

一方，被験者のルール理解に関する課題として，事前に送付されたルール説明の PDF を必ず読む仕組みがなかったため，一部の被験者がルールを十分に理解せずにゲームを開始していた可能性があった．今後の改良として，ルール説明の閲覧を必須とする仕組みを導入するなどして，ルールの未理解による影響を低減できると考える．

4. まとめ

実験開始日初日からは，サーバを立てるだけで，十分量のゲームプレイデータ，アンケート結果を得ることができた．そのうえで，ゲームプレイ時間の管理，ルール理解の担保といった今後の実験設計において考慮すべき要素が具体的に明らかとなった．これらの課題と知見の報告結果は Hanabi に限らず活用可能な部分もあり，ゲーム AI を人間相手に評価したい研究者にとって，より負担の少ない実験環境の構築に貢献できる可能性を示唆する．本研究の被験者実験のプレイログを蓄えたデータベースは公開し活用できるようにした．今後，人間を相手にしたゲーム AI の実験が盛んにおこなわれることを期待する．

参考文献

[1] N. Bard et al., “The Hanabi challenge: A new frontier for AI research,” Artif. Intell., vol. 280, p. 103216, Mar. 2020.
[2] H. Siu et al., “Evaluation of human-AI teams for learned and rule-based agents in Hanabi,” NeurIPS, Jul. 2021.
[3] M. Eger, C. Martens, and M. A. Cordoba, “An intentional AI for hanabi,” in 2017 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG), IEEE, Aug. 2017, pp. 68–75.

発表論文・口頭発表

[1] 奥田真, 池田心, シュエジュウシュエン, 2025, 人間相手のゲーム実験における時間と場所の制約を緩和するアプリの検討と Hanabi での試行: 情報処理学会　第 54 回ゲーム情報学研究会，2025-GI-54, 8, pp1-8.