

トレーディングカードゲームにおける 初期手札枚数差による勝率変化調査

高橋 昇太¹ 阿原 一志^{1,2}

概要: トレーディングカードゲーム (TCG) には、手札枚数や個々のカードの攻撃力など様々なパラメータが存在する。一般にこれらの値は勝敗に大きく関わるとされているが、科学的実証はほとんど報告されていない。そこで本研究では、パラメータ変更による勝率の変化についてサンプリング手法を用いた調査を試みた。本論文では特に、初期手札の枚数差を意図的に生じさせ、どのように勝率が変化するかをこの手法を用いて調査した。その結果、初期手札枚数が多いプレイヤーは勝率が高くなる傾向を数値化できることが分かった。

A Study on the Effect of the Number of Cards in the Starting Hand on the Winning Percentage in Trading Card Games

SHOTA TAKAHASHI¹ KAZUSHI AHARA^{1,2}

Abstract: In trading card games (TCG), there are various parameters, such as the number of cards in players' hands and the attack power of each card. Although we generally consider these values to play essential roles in winning or losing, little quantitative evidence has been researched. Therefore, in this study, we attempted to investigate the change in the win rate by changing the parameters using a sampling survey technique. In particular, this paper investigates how the winning rate changes when the number of cards in the starting hand is intentionally changed. As a result, it was found that the tendency that players with a large number of starting cards have a higher winning percentage can be quantified.

1. はじめに

トレーディングカードゲーム (以下、TCG) とは「Magic: the Gathering」などを例とする 2 人用不完全情報ゲームで、近年では「Hearthstone」や「Shadowverse」のようにオンライン上でプレーできるものもあり、その裾野が広がっている。TCG は囲碁や将棋のようにターン制が進むが、使用するカードを各プレイヤーが前もって選べ (使用するカードの束をデッキと呼び、デッキは非公開情報である)、デッキからランダムに引くカードの種類、いわゆる「引き」により戦局や戦略が左右されるという点が TCG の

大きな特徴である。ここで、大まかな TCG の流れを説明する。ゲームを始める際、お互い用意したデッキからそれぞれ手札としてカードを一定枚数引く。これを初期手札と呼ぶ。ターンの最初に山札から 1 枚カードを引き、ルールに基づき手札のカードを使用し、先に勝利条件を達成したプレイヤーの勝利となる。

TCG には様々なパラメータが存在する。手札の枚数やターン数、出したカードの攻撃力値やプレイヤーの体力、デッキの枚数などがそれにあたる。これらのパラメータの値は対戦結果に大きな影響を及ぼすとされている。実際に TCG 運営会社は、試合中のパラメータを考慮してルールやカード能力を設定している。例えば「Hearthstone」では、先手後手の有利差を少なくするためにコインというパラメータ調整カードを後手プレイヤーに初期配布するというルールになっている。同様の理由で「Shadowverse」で

¹ 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科
Department of Frontier Media Science School of Interdisciplinary Mathematical Sciences Meiji University
東京都中野区中野 4-21-1

² 情報処理学会
IPSJ, Chiyoda, Tokyo 101-0062, Japan

は、先手プレイヤーは手札を4枚、後手プレイヤーは手札を5枚から試合開始となる。またこれらのゲームでは、特定のカードやデッキの使用率、勝率が著しく高い場合や低い場合、ナーフやアッパーと呼ばれるカード能力の修正が行われるケースもある。このように、パラメータの値は試合結果に大きな影響を及ぼすことがわかっている。一方でこれらの事象(調整ルールやナーフ, アッパー)について、TCG 運営会社による定量的な検証方法などは公開されておらず、ルールの適切さを学術的に保証していない。

そこで本研究では、意図的なパラメータの変更による勝率変化を、サンプリング手法を用いた実験により測定した。この調査により、パラメータが試合に与える影響をより具体的な数値で観察できる。これは、カード能力調整をはじめとした運営開発に貢献できるほか、TCG 初心者へ向けた良質なハンデ調整などに応用できることが期待される。本論文では、種々のパラメータの中から特に初期手札の枚数差による勝率変化について詳細に記す。

2. 関連研究

[1] では、カード間の相性測定の提案並びにその有効性について実験を行った。相性の数値化による比較は、パラメータの比較と関連があり、今後の実験において検証する要因になりうる。

[2] では Magic:The Gathering において、お互いにデッキの構成がわかっている場合、モンテカルロ木探索 (MCTS) と Determinization を用いることが有効な手法であることを明らかにした。本実験でも、この手法を参考にプレイヤーエージェントの作成を行った。

3. システム説明

本研究の実験は、Hearthstone のシミュレーションエンジンである fireplace を基に、筆者らが独自に改良を加えた fireplaceAharalab[3] を用いた。このシミュレーションエンジンは、2019 年の Hearthstone 通常プレイのルールに沿って実装したもので、ハンター、ドルイド、メイジ、ニュートラルカードの 95 パーセント以上のカード効果を再現した。これにより、Hearthstone のルールを基にした汎用的なプレイの実験が可能である。

4. 評価実験

本実験では、標本標準偏差を出すためにサンプリング手法を用いた調査をした。以下にその手法を解説する。

同じアルゴリズムを持つ2つのプレイヤー A と B を用意する。A の初期手札は4枚、B の初期手札は $4+\alpha$ 枚とする。ここで α を枚数差と呼ぶことにし、 α は $1 \leq \alpha \leq 5$ の整数であるとする。 α の範囲は、ゲームのルール上手札の枚数の上限が10枚であることを考慮し、最初のターンに上限を超えない範囲を指定した。本実験ではプレイ環境

の違いを顕在化させるため、使用したデッキは A と B とともに同じデッキである。1セット30戦として、これを各枚数差ごとに30戦×10セット分試合を行う。これは、標本数30の標本調査を10回行う事と同義である。本実験で使用するプレイヤーは A と B とともに Vector エージェント [4] である。これは、自身の体力や相手の場にいるカードの攻撃力などいくつかのデータを取り出し、これらの重みづけ和によって一手読みを実行し、その結果最も良い点数の行動を行うエージェントである。試合開始時に行われる手札交換(マリガン)は行わない。先攻後攻については固定せずランダムに決定した。これは、本実験において枚数差というパラメータのみに着目して調査を行うためである。また、ハースストーン特有のコインは使用しない事とした。同条件下において差が生じるかを検証するためである。実験の結果に対し平均勝率と分散を計算し、実際に初期手札枚数差による勝率変化を見る。

5. 結果と考察

実験結果を以下に示す。

表 1 初期手札枚数差による B の 1 セットあたりの平均勝利数と分散

α	平均勝利数 (勝)	分散
1	16.50	15.17
2	16.70	6.01
3	20.10	3.88
4	22.30	12.23
5	22.30	2.21

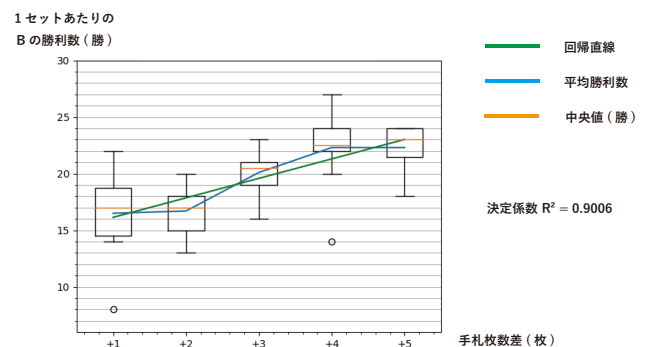


図 1 A と B の手札の枚数差と B の勝利数の箱ひげ図

表 1 は、 α の値による平均勝率と分散をまとめたものである。 α が大きくなるにつれて分散が小さくなる傾向があり、高い勝率を維持できることが分かった。また、図 1 は A と B の手札の枚数差と B の勝利数を箱ひげ図で表し、回帰直線と平均勝利数、決定係数を表示したものである。手札枚数差と勝率の相関係数は 0.949 と非常に高く、手札枚数差が大きくなるほど B が勝つ傾向が見られた。

次にこの結果に至った経緯を考察する。

手札が多いことのメリットとしてプレイ行動の選択肢の多さが挙げられる。今回の分散と相関係数の結果から、手札が多くなるほど安定して勝利数が増えることが観察された。これは、選択肢が多いと状況に応じた柔軟なプレイができ、より安定した戦略で対戦を進めることができると考えられる。特に、 α が4から5にかけて分散がより小さくなっていった。このことから、一定の初期枚数差があるとより顕著に勝利しやすくなることが考えられる。一方で、 α が3から4にかけて分散が著しく大きくなっていった。手札枚数差が大きいだけでは必ず大きく勝ち越せるわけではなく、手札枚数が少なくても、状況により勝てるゲームがTCGにはあることが考察される。

また、回帰直線の傾きが1.72であることから、初期枚数1枚の増加につき30戦当たりおよそ1.7勝分の平均勝率の上昇が見込める。以上より、初期枚数の違いによる有利さを定量化することができたと考えられる。

6. 議論と結論

本論文は、初期手札枚数差と勝率の関係についてサンプリング手法を用いて実験及び考察を行った。その結果、同様なプレイヤーであれば、初期手札枚数が多い程ゲームに安定して勝つ傾向を数値化できた。この結果から一般のTCGのパラメータ変更において、パラメータの変更が試合に与える影響の定量化も同じ手法により測定することが期待できる。つまり、他のパラメータについても、同様の実験でハンディキャップの有効性を検証することができると考えられる。

一方で議論すべき点もある。第一に、片方のプレイヤーにしか手札を増やして実験していない点である。実際のTCGでは、一部例外はあるものの、カードのルールによってお互いに手札を増やしながらかつて対戦することが想定される。今後、手札枚数による調査を行うときは、両プレイヤーの手札を増やしつつ手札枚数差がある際の勝率を観測することも検討すべきである。また、本実験では手札枚数差を生じさせたのは対戦開始前であった。手札枚数差を生じさせるタイミングを変更した場合の実験も検討が必要である。

第二に、特定のデッキ、プレイヤーエージェントを固定して実験を行った点である。プレイヤーごとに異なるデッキ、エージェントを用いても同様の結論は見込めるものの、初期手札1枚当たりの勝率への寄与のばらつきはさらに実験によって確かめなければならない。これらの実験も検討すべきである。

第三に、安定的に数値を得るための標本規模、標本調査回数の評価についても考察が必要である。本実験では、1つのパラメータ変更につき標本数30の標本調査を10回行ったが、この調査数が適切であるかは定かではない。今後の課題として、今回のサンプリング手法の正当性を標本調査数を増やすことで検証することを検討している。

7. まとめ

本実験では、TCGのパラメータの1つである手札の初期枚数差による勝率変化をサンプリング手法を用いて観察した。その結果、初期手札枚数が多いプレイヤーは勝率が高くなる傾向を数値化できることが分かった。また、サンプリング手法を用いることでパラメータ変更による有利性を定量化できた。一方で、サンプリング手法の正当性についての課題も見つかった。

参考文献

- [1] 山田豊大, 阿原一志 (2020) "トレーディングカードゲームにおけるバニラカードを用いたカード間の相性計測", ゲームプログラミングワークショップ2020 論文集.
- [2] Peter I. Cowling [ほか]. (2012). "Ensemble Determinization in Monte Carlo Tree Search for the Imperfect Information Card Game Magic: The Gathering". IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games (241-257),4(4)
- [3] fireplaceAharalab, Github
<https://github.com/aharalabMeiji/fireplaceAharaLab> (2021年10月12日)
- [4] Vector エージェント, Github
<https://github.com/aharalabMeiji/fireplaceAharaLab/wiki>, (2021年10月12日)