

# ディーラーをやっつけろ！

## 複雑系の数理とシミュレーション

1014207 菱田美紗紀 Hishida Misaki

### 1.概要

本プロジェクトでは、カジノで行われるゲームにおいて、情報技術を使用し優秀な戦略を探索する事を目標としている。

我々は、数あるゲームの中からブラックジャックに焦点を絞り研究を行った。今年度から新規に行うプロジェクトであり、前年度までの研究成果がなかったため、ルール・既存の戦略が単純であるブラックジャックを研究対象として選出した。

また、ブラックジャックの優秀な戦略を探索するうえで、我々は以下の2つの判断基準を設けた。

- ・最終的な利得が他の戦略よりも大きい
  - ・ただ単に勝率が高いだけで利益が出なければ、実際に戦略が使用されたときに意味がないためである。
  - ・人間が扱いやすい
- どんなに優秀な戦略が発見されたとしても、人間の記憶力に適っていなければ使用することができないためである。

### 2.研究背景

ブラックジャックの戦略の起源をたどると、第二次世界大戦が終結した5年後である1950年にまでさかのぼる。アメリカ合衆国、メリーランド州のとある米国陸軍の研究者が暇つぶしで研究したものが始まりである

とされている。[1]

ブラックジャックには現在、大きく3種類の戦略が存在している。

1つ目が、ベーシックストラテジーと呼ばれる戦略である。(表1参照)これは、現在場にある自分に配られた手札の合計値と、ディーラーの1枚目の手札から、自分が次にどの行動を取れば良いのか、確率計算によって導出された戦略である。

表1 ベーシックストラテジーの表

		ディーラーのアップカード									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	A
手札の合計	19以上	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	18	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	17	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	16	S	S	S	S	S	H	H	H	H	H
	15	S	S	S	S	S	H	H	H	H	H
	13-14	S	S	S	S	S	H	H	H	H	H
	12	H	H	S	S	S	H	H	H	H	H
	11以上	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

2つ目が、カウンティングと呼ばれる戦略である。これは、カードの数字を点数化し、そのゲームの中で使われたカードの点数を記憶しておき、自分が次にどの行動を取れば良いのかを決定する戦略である。現在の点数から、自分が不利か有利かを判断し、有利だと判断された時には賭け金の額を増やし利益を上げる手法である。

3つ目が、ベッティングシステムと呼ばれる戦略である。これは、勝率や現在の所持金をもとに、次に賭けるべき金額を決定する戦略のことである。この戦略は賭け事の全

般で使用されている。

### 3.活動内容

1年間を通して、我々は以下の活動を行った。

- ・ベーシックストラテジーの研究

まず我々は既存の戦略である、ベーシックストラテジーの研究を行った。いちから新しい戦略を生み出すのでは効率が悪いためである。

ベーシックストラテジーの表を改変したものを6つ用意し、それぞれに関して後述するシミュレータを使用して勝率を算出した。また、勝率だけではなくプレイヤーにとっての扱いやすさを測るために、後述する複雑性を定義し、性能について比較した。

この結果、ベーシックストラテジーは人間の扱いやすさを考慮していないことと、実際は有限個のデッキを使用してゲームが行われるが、ベーシックストラテジーでは使用するデッキ数の設定が無限である、という点に問題があるということがわかった。

そこで、我々改善の余地があると予測した。

- ・シミュレータの開発

我々が編み出した戦略と、既存の戦略間の利得を比較するために python でシミュレータを開発した。

- ・複雑性の検証と実験

プレイヤーにとっての戦略の扱いやすさを評価するため、複雑性を定義した。また、その複雑性が実際の人間の記憶力に即しているかを検証するために実験を行った。実験には未来大学の生徒から被験者を募集した。これらの結果から、我々が設定した複雑系というパラメータは、実際の人間が戦略を

扱いやすいかの指標に適していることがわかった。また、今回の実験では認知的判断能力テストも同時に行ったが、その結果とブラックジャックの戦略を記憶する能力に相関が見られなかった。

- ・遺伝的アルゴリズムを用いた戦略の探索

優先な戦略を探索する上で我々は遺伝的アルゴリズムを用いることにした。ブラックジャックの戦略表は、すべての組み合わせを考えると  $2^{180}$  通りありとても膨大な量であるため、総当たりで探索するのに向いていないためである。

遺伝的アルゴリズムを用いて戦略を探索した結果、後述するエラー率を考慮した場合に最も優秀と判断される戦略を見つけることができた。(表 2,3 参照)

表 2,3 遺伝的アルゴリズムを用いて導出された戦略表

プレイヤーの手札	ディーラーのアップカード									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	A
12	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
13	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
14	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
15	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
16	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
17	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
18	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
19	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
20	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

プレイヤーの手札	ディーラーのアップカード									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	A
AA	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
A2	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
A3	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
A4	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
A5	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
A6	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
A7	S	S	S	S	S	S	S	S	S	H
A8	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
A9	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

- ・賭け金の概念の導入

戦略の勝率はシミュレータによって導出できたが、利得の比較ができない。そのため、賭け金の概念を導入し、最終的な利得が導出できるようにした。また、ベット額を一定にし、導出した戦略や基本戦略などを用いて所持金の推移を導出した。

この結果、基本戦略を含めたどの戦略でも

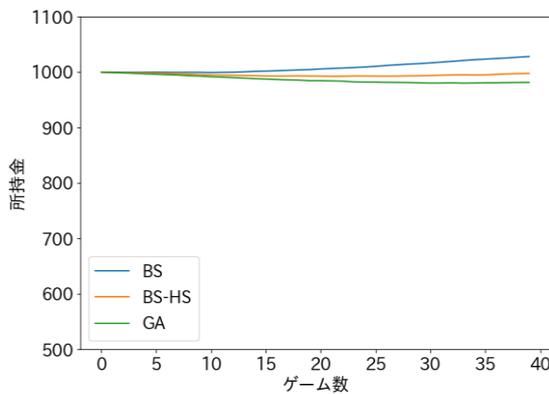
もとの所持金を超えた利益を出すことはなかった。このことは、カウンティングを用いて賭け金を変化させることで利益を出すことができるという可能性をあらわしている。

・カウンティングの概念の導入

先ほどの結果から、勝率を良くするだけで利益を出すことは難しいと判断されたため、賭け金の賭け方を変化させることで利益を出すため、カウンティングの概念を導入した。

この結果、遺伝的アルゴリズムを用いて導出した戦略の利益が一番低くなった。

表4 カウンティングの概念を導入した場合の所持金の推移



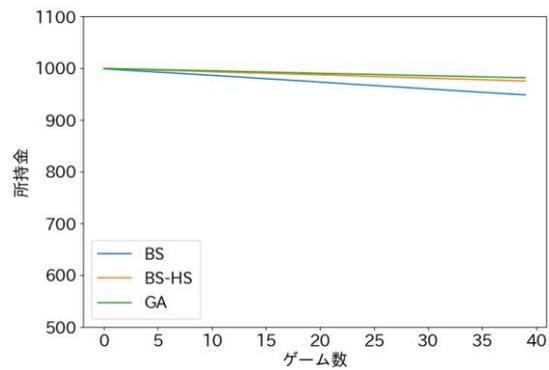
・エラー率の導入

遺伝的アルゴリズムを用いて導出した戦略の利益が一番低かった理由として、複雑性を考慮してシミュレーションしていなかったことが考えられた。そこで、複雑性から割り出した、人間が戦略を間違えて覚える確率であるエラー率という概念を導入しシミュレーションを行うことにした。つまり、複雑性が低い、つまり覚えやすい戦略については間違える確率が低くなるように、逆に

複雑性が高い、つまり覚えにくい戦略については間違える確率が高くなるように設定しなおし、シミュレーションを行った。

この結果、遺伝的アルゴリズムを用いて導出した戦略を使用した場合に一番利益が高くなることが判明した。しかし、依然として利益が最初の所持金を超えることはなく、当初の目的は未だ達成することはできなかった。

表5 エラー率を導入した場合の所持金の推移



4. 今後の課題

我々が一年を通して活動した結果、今後の課題は以下の2点であると判断した。

- ・利得をプラスにできる戦略の探索
- ・ブラックジャックをプレイする際に重要な能力の調査

このプロジェクトで最終的に一番優秀と判断された戦略を用いてシミュレーションをしたところ、最終的なプレイヤーの利得はマイナスであった。また、賭け金の賭け方からアプローチするため、High-Low 法と KO 法というカウンティング手法を、基本戦略、ヒットとスタンドのみの基本戦略、今回導

出された GA 戦略の 3 つの戦略を用いて賭け金のシミュレーションを行ったが、いずれも利得がプラスになることはなかった。我々のプロジェクトの目的は、ディーラーをやっつける、すなわちカジノ側から利益を得ることが大本の目的であるため、まだ目的を達成したとは言えない。

なぜこのような結果となったのか、我々の予想としては、今回の遺伝的アルゴリズムのシミュレーションにはエラー率という概念が導入されていないためと思われる。

複雑性は単にその戦略の複雑さを数値にただただであるが、エラー率はそれに加え、人間がどれだけ戦略を間違えやすいかという要素が含まれている。

戦略の勝率を導出するために作成したシミュレータには、エラー率の概念が導入されているが、その戦略を探索する遺伝的アルゴリズムのプログラムには導入されていなかった。つまり、戦略を作成する段階と、その戦略を評価する段階で、評価指標が異なるものであったのである。そのため、作成段階では優秀とされた戦略が、評価するにあたって性能が良くないと判断されてしまったのである。

以上のことより、利得をプラスにするためには、勝率が 50 %以上の戦略を見つけだしゲームを行うか、カウンティングの手法を改変して利益を出すようにしなければならない。

そこで今後の課題として、遺伝的アルゴリズムにエラー率の概念を導入し、より勝率の高い戦略を見つけ出すことと、カウンティングの手法の中で優秀なものを、今回使用した遺伝的アルゴリズム、もしくは他の技術を用いて探索する事が挙げられた。

また、今回の複雑性の検証実験により、ブラックジャックをプレイする際、戦略表を記憶する上で、一般的な認知的判断能力は関係がないことがわかった。つまり、別の指標を用いて、戦略表を記憶する能力を測ることができる可能性があるということである。その能力とは何であるのかを調査することが 2 つ目の課題として挙げられた。

#### 4.参考文献

- [1] 斎藤隆浩(1999)『新訂ブラックジャック必勝法』株式会社データハウス