

内表紙

東京工科大学

卒 業 論 文

賭け金を導入したブラックジャックにおける
カードカウンティングの有効性の検証

指導教員

Reijer Grimbergen	
-------------------	--

提出日 2016 年 1 月 19 日

提出者

学 部	コンピュータサイエンス学部
学籍番号	C0112556
氏 名	渡邊 亮

2015 年度 卒業論文概要

賭け金を導入したブラックジャックにおける
カードカウンティングの有効性の検証

コンピュータ サイエンス学部	氏 名	渡邊 亮	指 導 教 員	Reijer Grimbergen
学籍番号 C0112556				

ブラックジャックとは 18 世紀にフランスで流行し、現在ではカジノなどで広く行われているカードゲームの一種である。

ブラックジャックにはカードカウンティングと呼ばれる戦術が存在し、先行研究では Hi-Lo と呼ばれるカウンティング方式を用いてディーラーのバーストを狙う研究が行われた。本来カードカウンティングは利益を出す為に編み出された戦術であることから先行研究の問題点である「賭け金の導入」は、カードカウンティングの有効性を検証するには必要不可欠である。本研究ではこの問題点を主に、カードカウンティングの研究を行った。

今回使用するカウンティングの方式 Hi-Lo はカウントを 0 から始め 2~6 の数字のカードが出たら+1, 10~K と A が出たら-1 と値を累積していきプレイヤーにとって有利不利を判断するものである。

そのカウント値を利用してベット額を変動させ、被害を抑えて利益を上げるようプログラムを作成し、先行研究で作成された他 2 つの AI と合わせてブラックジャックを行わせた。

その結果、今回作成した AI では平均して見ると利益を上げることが出来なかったが、1 ゲームごとの結果を見ると 4 倍以上の利益が出ているゲームもあることが判明した。

だが、カードカウンティングを利用すると 1%~2%の利益が出ると言われている戦術であることを考えるとカウント値以外でもベット方法を判断させる必要がある。

今後の課題として、今回実装しなかった行動を追加しての検証、被害を抑え利益を上げる為のカウント値の追究、ベットの方法を検証することが求められる。

目次

1. 序論.....	1
1.1 背景.....	1
1.2 関連研究.....	1
1.3 本研究の狙い.....	1
2. 理論.....	2
2.1 ブラックジャックのルール.....	2
2.2 ブラックジャックの用語.....	3
2.3 ブラックジャックの得点.....	4
2.4 カードカウンティングとは.....	4
2.5 先行研究の問題点.....	7
3. 提案手法.....	8
3.1 検証方法.....	8
3.2 実装 AI の内容.....	8
4. 実験.....	14
4.1 実験の目的.....	14
4.2 実験の手順.....	14
4.3 実験の結果.....	15
4.4 考察.....	18
5. 結論.....	19
5.1 まとめ.....	19
5.2 これからの課題.....	19
謝辞.....	21
参考文献.....	21

1. 序論

この章では検証の背景の説明と先行研究の紹介、本研究の狙いを記述する。

1.1 背景

ブラックジャックにはカードカウンティングと呼ばれる戦術が存在する。この戦術はカードをグループ分けし場に出たカードをカウントしていく。カウントするたびに値を累積し、プレイヤーの有利不利を判断する戦術である。

本研究では先行研究で挙げられた問題点の解消を目的とし、利益を上げるのにカードカウンティングが有効な戦術かどうかを検証する。

1.2 関連研究

先行研究として「ブラックジャックにおけるカードカウンティングを活用したディーラーのバーストを狙う戦術の有効性の検証」があり、カードカウンティングと呼ばれる戦術を用いてどのような状況でディーラーのバーストを狙うのが有効かを検証する研究内容であった[1]。

先行研究の結果「賭け金の導入」「追加ルールの導入」「AIの改善」「複数のデッキを使用し、複数のプレイヤーとゲームを行った際の検証」「他のカードカウンティングの方式との比較」が問題点として挙げられた。

1.3 本研究の狙い

本研究では先行研究で挙げられた問題点「賭け金の導入」「AIの改善」「複数のデッキを使用しゲームを行った際の検証」に着目した。カードカウンティングとは本来自分の利益を上げる為に考えられた戦術であることからカードカウンティングの研究には賭け金の導入が不可欠であり、本研究で使用するカウンティング方式はカードの枚数が多ければ多いほど効果が発揮されることから[2]、本研究ではゲームのシステムに賭け金を導入、1個から10個までのデッキ数を用意し利益をどう上げるかを検証する。

2. 理論

この章ではブラックジャックのルール，カードカウンティングの説明を行う．

2.1 ブラックジャックのルール

ブラックジャックとはトランプを使用するゲームの一種で，カジノで行われるカードゲームでは人気の高いゲームである．プレイヤーとディーラーが勝負をし，プレイヤーは配られるカードの合計値が 21 を超えないようディーラーより高い点数を目指す．



図 2.1 ゲーム開始時の状況



図 2.2 ゲーム終了時の状況

次にブラックジャックの流れについて説明する[3]。なお、この中で出てくる用語に関しては 2.2 を参照。

1. プレイヤーは賭け金を賭ける。
2. プレイヤーとディーラーにカードを 2 枚ずつ配り、ディーラーに配られるカードの 1 枚目はアップカード、2 枚目はホールカードとする。
3. 配られたカードに応じてプレイヤーはスタンド、ヒットなどのアクションを選択する。図 2.1 を見てみると一番左のプレイヤーにはハートの 5 とダイヤの 5 の同じ点数のカードが配られており、ディーラーのアップカードがハートの A となっている。この場合一番左のプレイヤーはスプリット、プレイヤー全員がインシュランスを選択することが出来る。
4. プレイヤーがスタンドを行ったらディーラーは 17 以上になるまでヒットを行う。
5. ディーラーがスタンドを行ったらプレイヤーとディーラーは互いのハンドを比較して勝敗を判断する。ディーラーが勝った場合はプレイヤーの賭け金を没収し、プレイヤーが勝った場合はプレイヤーが賞金を得る。引き分けの場合プレイヤーは賭けた分が戻ってくる。

以上がブラックジャックの基本的な流れとなっている。

ゲームの結果プレイヤーが勝てば賭け金の倍額が得られ、負ければ全額没収。引き分けの場合は賭けた分が戻ってくる。ただし、最初に配られた 2 枚でナチュラルブラックジャックが成立した場合は賭け金の 2.5 倍が得られる。

2.2 ブラックジャックの用語

ブラックジャックで使用される用語を説明する[4]。

- バースト：ディーラーやプレイヤーの合計値が 21 を超えてしまったこと。バーストした時点で負けが確定する。
- ヒット：ブラックジャックのアクションのひとつで、カードを 1 枚要求することを指す。
- スタンド：ブラックジャックのアクションのひとつで、それ以上追加でカードを要求しないで終了すること。
- スプリット：最初に配布されたカードが同一の数字だった場合に起こるアクション。2 つに分けて独立したハンドにすることが出来る。
- ナチュラルブラックジャック：最初に配られた 2 枚のカードで合計値が 21 になる組み合わせ。
- インシュランス：ディーラーのアップカードが A の時に限り、そのハンドがナチュラルブラックジャックになるかどうか最初の賭け金の半額を保険として賭けるルール。ディーラーがナチュラルブラックジャックであれば賭けた額が倍付けで支払われる。
- アップカード：ディーラーの 2 枚のカードのうち表向きのカードを指す。

- ホールカード：ディーラーの2枚のカードのうち伏せたままの方のカードを指す。

2.3 ブラックジャックの得点

ブラックジャックにはカードごとに得点が付いている。ここではその得点を説明する[3].

- A：1点または11点(都合のいい点数にすることが出来る)
- J, Q, K：10点
- 2～10：数字通りの点数

2.4 カードカウンティングとは

カードをグループにわけてポイントを振り分けることで自分の有利不利を判断し、この戦術を利用して最終的に自分の利益を上げることを目的として編み出された戦術である。

いくつかの戦術が存在するが考え方はほぼ共通しておりトランプを3つのグループに分類してカウンティングを行う[5]。カードは図2.3、図2.4、図2.5の通りに分けられる。



図 2.3 ディーラーに有利なカード

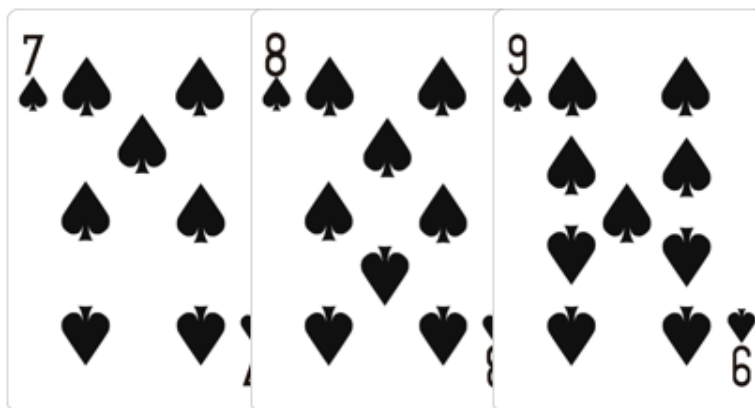


図 2.4 あまり影響がないカード



図 2.5 プレイヤーに有利なカード

ここでカウンティング方法をいくつか紹介する[2].

- カジュアル

カウント値が必要のないカウンティング方式で、プレイヤーが小さい数字のカードが多く場に出たと感じればベット額を上げ、大きい数字のカードが多く出たと感じればベット額を下げる.

- KO

カウント値を 0 からスタートさせ、カードを次の配点でカウントしていく. カウント値が+2 以上になればプレイヤーが有利と判断し、+2 未満であればプレイヤーが不利と判断するカウンティング方式. カウント方法は以下の通りとなる.

- 2, 3, 4, 5, 6, 7: +1
- 8, 9: ±0
- 10, J, Q, K, A: -1

デッキ 1 個で考えるとカード全体でプラス 24, マイナス 20 となっておりあまりバランスの取れたポイント配分とは言えない.

- Hi-Lo

カウント値を 0 からスタートさせ、カードを次の配点でカウントしていく. カウント値が正のプラスだった場合はプレイヤーが有利と判断し、マイナスだった場合は高確率でプレイヤーが不利だと判断. カウント方法は以下の通りとなる.

- 2, 3, 4, 5, 6: +1
- 7, 8, 9: ±0
- 10, J, Q, K, A: -1

先に説明した KO のカウンティング方式カード全体のポイントを考えてみるとプラスが 20, マイナスも 20 とバランスが取れた配分といえるだろう.

- レッド 7

このカウンティング方式を使用するにはカウントを始める際に適切なスタート値を

決定する。目安としては「 $-2 \times n$ (デッキ数) = $-2n$ 」のカウントから始めること。カウント方法は以下の通りとなる。

- 10, J, Q, K, A: -1
- 2, 3, 4, 5, 6, ダイヤの 7, ハートの 7: +1
- スペードの 7, クラブの 7, 8, 9: ± 0

このカウンティング方式の特徴としては名前の通り 7 に与えられるポイントである。カウント値がゼロに達した場合はプレイヤーにとって有利だと判断し、ベット額を上げることをお勧めするが一気に上げる必要はなくゲームの展開を見ながら慎重に判断しベット額をコントロールしていく。

● ハイオプト I

カウント値を 0 からスタートさせるこのカウンティング方式はデッキ数が 1 個の時用の方式で、カウント方法は以下の通りとなる。

- 3, 4, 5, 6: +1
- 10, J, Q, K: -1
- 2, 7, 8, 9, A: ± 0

この方式の特徴として A のサイドカウントと言うものが用いられており、デッキの 4 分の 1 が配布された時点で A が場に出たか否かでカウント値に加える。

- デッキの 4 分の 1 が配布された時点で A が出していない: +1
- デッキの 4 分の 1 が配布された時点で A が 2 枚配られた: -1

また、この方式では計算を行わせることで真の値を算出する。カウント値からデッキのカード枚数分割り、その結果に応じて有利不利を判断するのも大きな特徴のひとつである。

● ハイオプト II

カウント値を 0 からスタートさせるこのカウンティング方式は先に説明したハイオプト I と同じデッキ数が 1 個の時用の方式で、カウント方法は以下の通りとなる。

- 2, 3, 6, 7: +1
- 4, 5: +2
- 8, 9, A: ± 0
- 10, J, Q, K: -2

他のカウンティング方式とは違い高いポイントを使用することでカウンティングの効果を更に発揮させる。この方式でもハイオプト I と同じく A のサイドカウントを用い、デッキの 4 分の 1 が配布された時点で A が場に出たか否かでカウント値に加える。

- デッキの 4 分の 1 が配布された時点で A が出していない: +1
- デッキの 4 分の 1 が配布された時点で A が 2 枚配られた: -1

この方式でもハイオプト I と同じ計算を行わせることで真の値を算出する。

- ゼン

カウント値を 0 からスタートさせ、カードを次の配点でカウントしていく。

- 2, 3, 7 : +1
- 4, 5, 6 : +2
- 8, 9 : ±0
- 10, J, Q, K, A : -2

先に説明したハイオプトⅡと似た配点であるが、このカウンティング方式は A のサイドカウントを使用せずにカウント値とデッキのカード枚数を割り、その結果に応じてプレイヤーの有利不利を判断する。

2.5 先行研究の問題点

先行研究のゲームシステムに賭け金の要素が入っていない。カードカウンティングとは最終的に自身の利益を上げるために考えられた戦術である為、有効性を確かめるには賭け金の導入は必要不可欠である。そのことは先行研究の問題点としても挙げられていることから本研究では先行研究のゲームシステムに賭け金の要素を追加して研究を行う。

研究に伴い先行研究で使用された単純 AI、カウンティング AI の他にカウント値に応じてベット額を変動させるカウントベット AI を作成する。それぞれの AI でブラックジャックを行わせ、それぞれの結果を比較し考察する。

3. 提案手法

この章では検証方法と本研究で使用する AI の仕様説明を行う。

3.1 検証方法

今回使用する Hi-Lo 方式のカードカウンティングはカードが多ければ多いほどその効果が発揮される戦術であることから先行研究の今後の課題で提示された複数のデッキも取り入れることにした。今回は 1 から 10 までの数を用意し、各デッキ数で各 AI を実行して記録を取っていく。

先行研究の問題点を改善する為に今回は先行研究で作成された単純 AI、カウンティング AI に加え、カウントベット AI を加えた 3 種類の AI を用意しプログラムを実行。結果の比較を行う。

単純 AI はほぼディーラーと同じ動きで、手札の合計値が 17 以上にならない限りヒットを行わせ 17 を超えたらスタンドを行う AI である。今回追加したベット行動は設定した額以外では振り込まないようにする。

カウンティング AI はカウントした数値を参考に自身の有利不利を判断してヒットかスタンドを行う AI である。ベット行動は単純 AI と同じく設定した額以外では振り込まないようにする。

カウントベット AI は先に説明したカウンティング AI を元に改善した AI で、自身の有利不利を判断しベット時のカウント値とヒット、スタンドの行動を判断する時のカウント値を比較して判断をする。ベット行動はカウント値から判断して賭け金を吊り上げ、吊り下げを行う。

3.2 実装 AI の内容

本研究では単純 AI、カウンティング AI、カウントベット AI の 3 つを用いて実験を進めていく。これから実装する AI の仕様について説明する。

最初に単純 AI について説明する。

単純 AI は自分の手札の合計値が 17 以上になるまでヒットし続けスタンドを目指す AI である。単純 AI はディーラーと同じ考えの AI で、各 AI の比較に必要と思い使用する。

単純 AI のフローチャートは図 3.1 に示す。

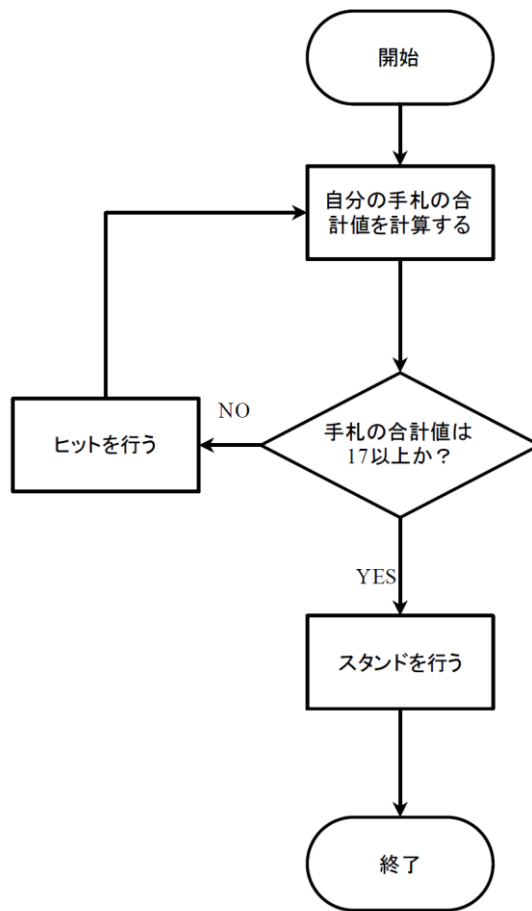


図 3.1 単純 AI のフローチャート

次にカウンティング AI について説明する。

カウンティング AI は先行研究で作成された AI を用いる。AI の仕様は手札の合計値が 17 以上であれば強制的にスタンドするようになっており、手札の合計値が 12 以下の場合にはヒットを行う。手札の合計値が 17 より小さく 12 以上の場合は現在のカウント値と設定された閾値を比較。閾値以上の場合はスタンドを行い、閾値より低ければヒットを行う。

カウンティング AI のフローチャートは図 3.2 に示す。

また、カードをカウントするフローチャートは図 3.3 に示す。

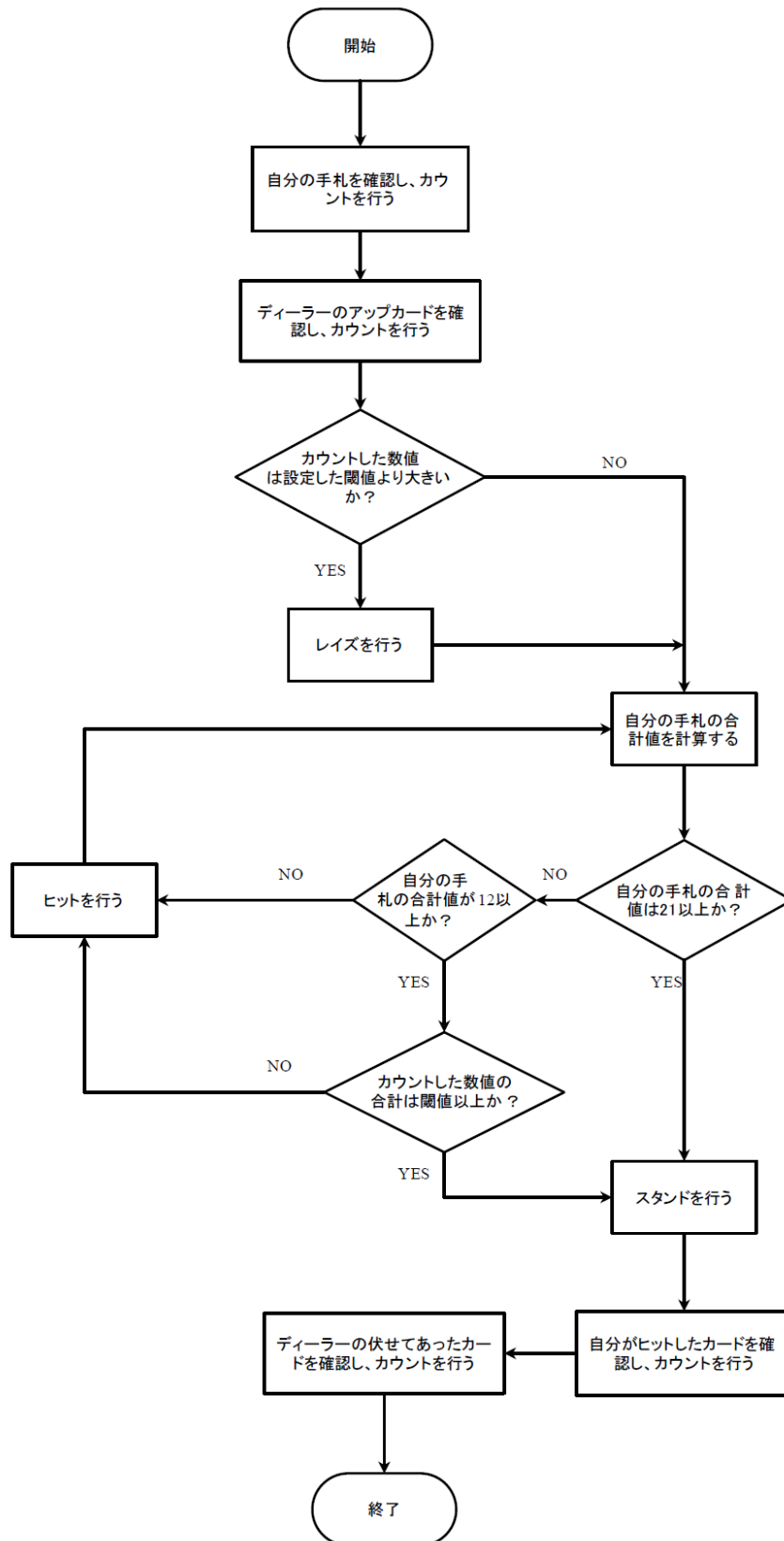


図 3.2 カウンティング AI のフローチャート

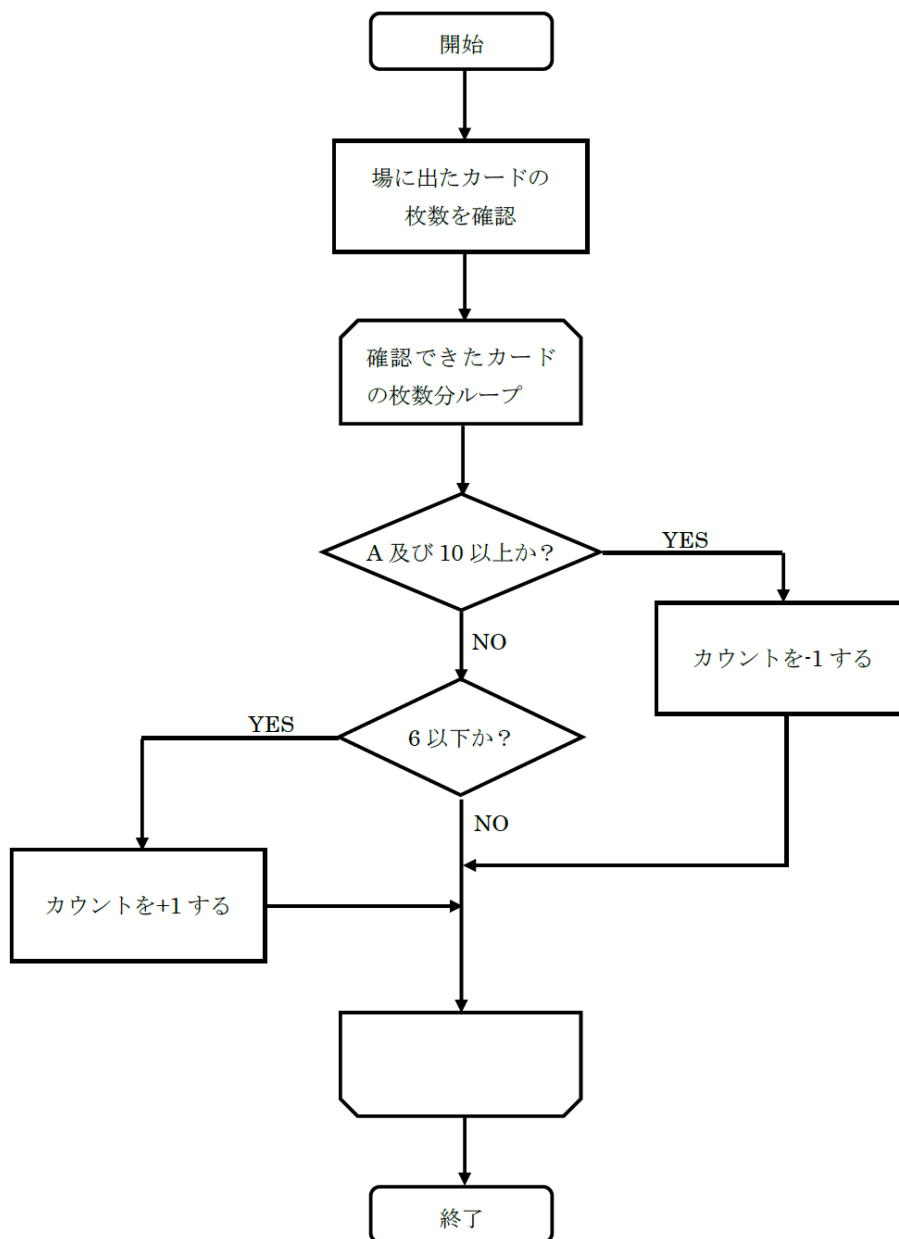


図 3.3 カードをカウントするフローチャート

次にカウントベット AI について説明する。

カウントベット AI は本研究の為に作成した AI である。AI の動きは先行研究の AI とほとんど同じだが、手札の合計値が 17 より小さく 12 以上の場合のカウント値と閾値の比較については仕様を変更し、ベット時のカウントと比較を行わせヒットの度にカウント値を更新し、ヒットとスタンドの行動を判断する。こうすることで慎重な判断が出来ると予想される。

本研究で作成したカウントベット AI のフローチャートは図 3.4 に示す。

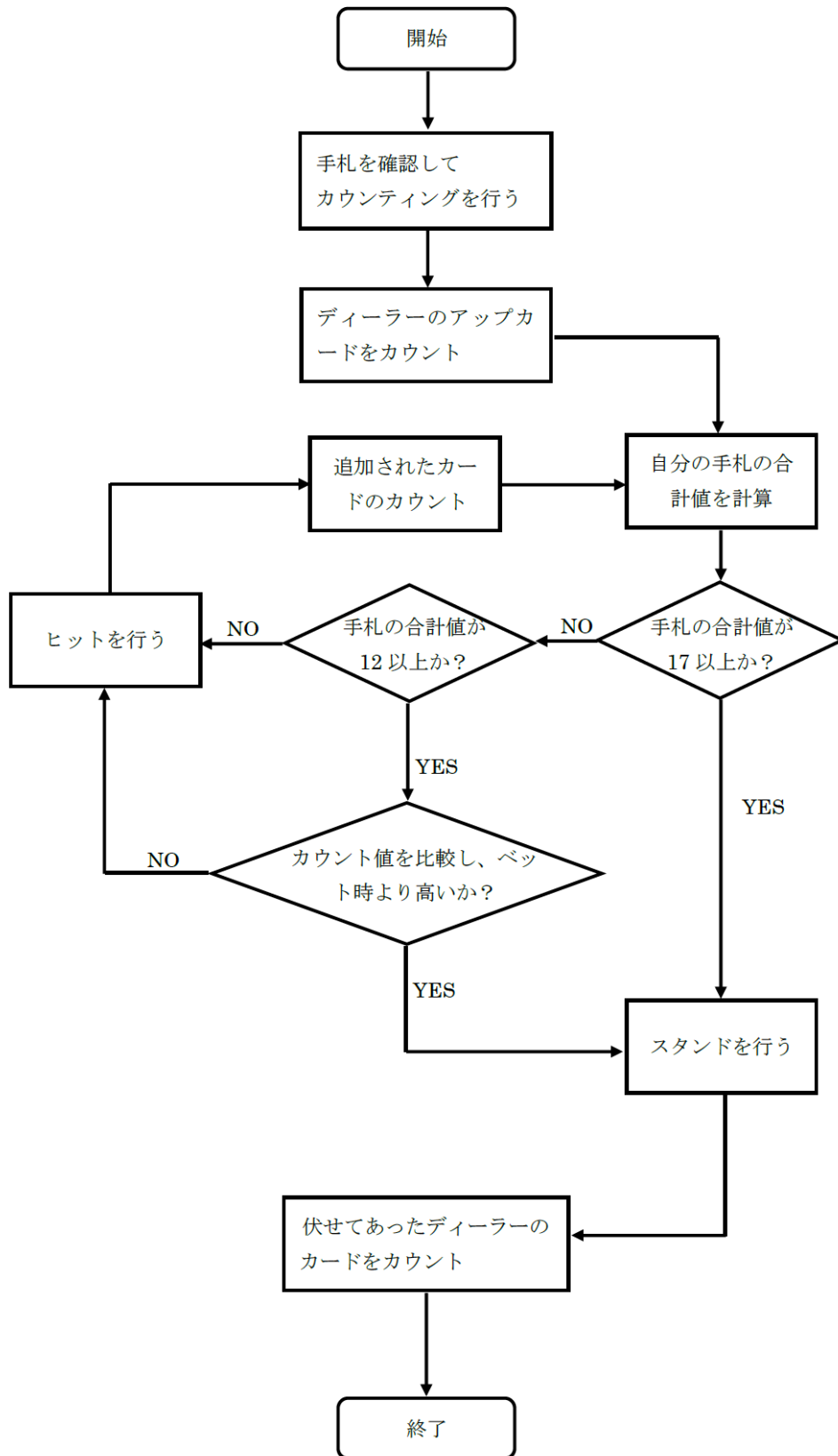


図 3.4 カウントベット AI のフローチャート

次にベット時の動作について説明する。

カウントベット AI に実装するプログラムとなっており、カウント値によってベット額を変更するプログラムとなっている。

カウント値が 0 以上 4 未満の場合は 30 ベットを賭け金としてベットする。単純 AI、カウンティング AI ではどんな状況でもこれをベット額とする。

先行研究でカウント値が 4 以上の時の勝率が高いという結果からカウント値が 4 以上の場合はベット額を吊り上げるようにする。吊り上げる額はまだ未確定なところがあることから今回は 50, 55, 60, 65, 70 の 5 つで検証を行う。

カウント値が 0 未満の場合はプレイヤーが不利だと判断し、半分の 15 ベットにして被害を抑えるようにする。

ベット行動のフローチャートは図 3.5 に示す。

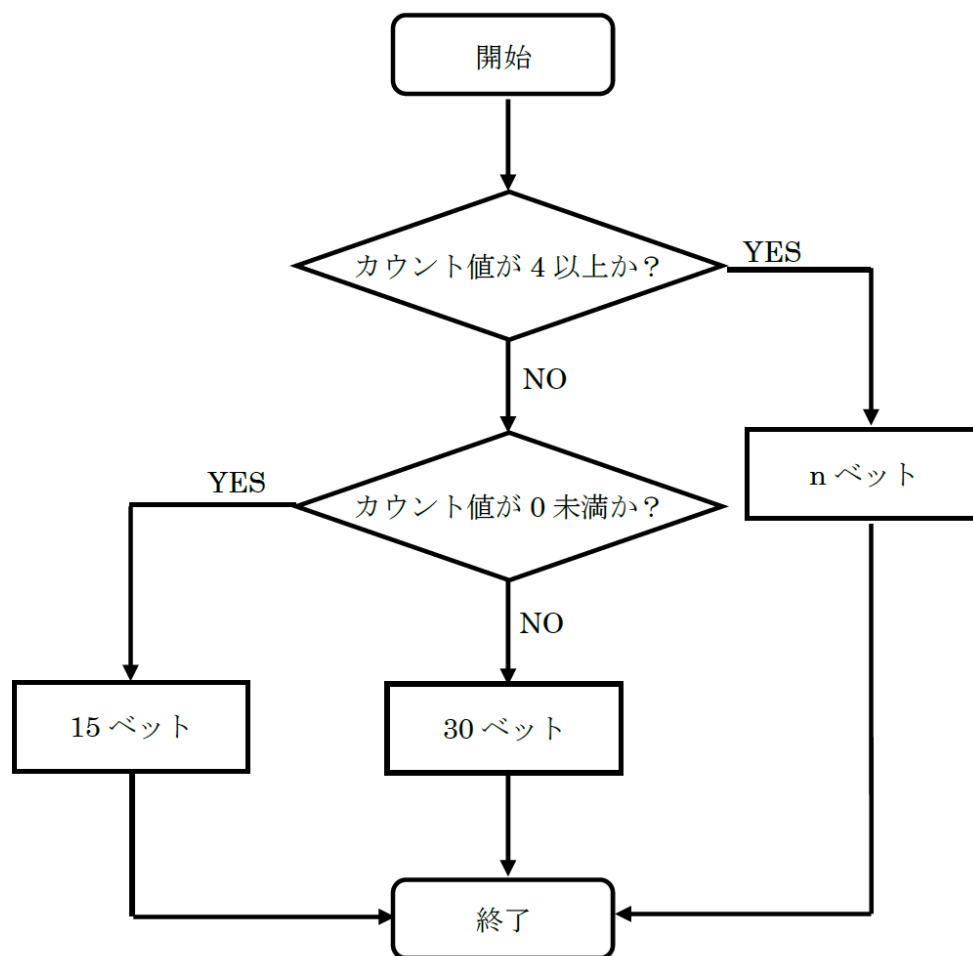


図 3.5 ベット時のフローチャート

4. 実験

この章では実験の目的，実験の手順，実験の結果とその考察について記述する．

4.1 実験の目的

本研究の目的はカードカウンティングを用いでどの程度被害額を少なくして利益が上げられるかを検証し，カードカウンティングの有効性を示す．その為に今回は単純 AI，カウンティング AI，カウントベット AI の三つを用意して結果を比較する．

4.2 実験の手順

使用するデッキ数は 1 個から 10 個までを用意しカードはジョーカーを除くものとし，デッキの枚数が 10 枚以下になったらデッキをリセットする．デッキがリセットされるまでを 1 ゲームとし，これを 10000 回行う．

賭け金の導入についてだが，今回はゲーム開始時の所持金は 500[6]としゲームを進めていく．

デッキがリセットされた時点でカウント値を 0 に，所持金を 500 にリセットする．

カウントベット AI は閾値を超えた時点でベット額を上げると判断させ，0 未満であればベット額を下げるよう判断させる．

デッキを増やすことでデッキ数ごとに適した閾値があるのではないかと考え，一度プログラムを実行し勝率の高いカウント値を割り出した結果，デッキが増えても閾値の変化はほとんどないということが判明したので全てのデッキ数の閾値を 4 とする．

デッキ数ごとの単純 AI，カウンティング AI，カウントベット AI の勝率とゲーム終了時の所持金の平均を比較．カウントベット AI に関しては賭け金を吊り上げる際の額ごとにも比較をする．

4.3 実験の結果

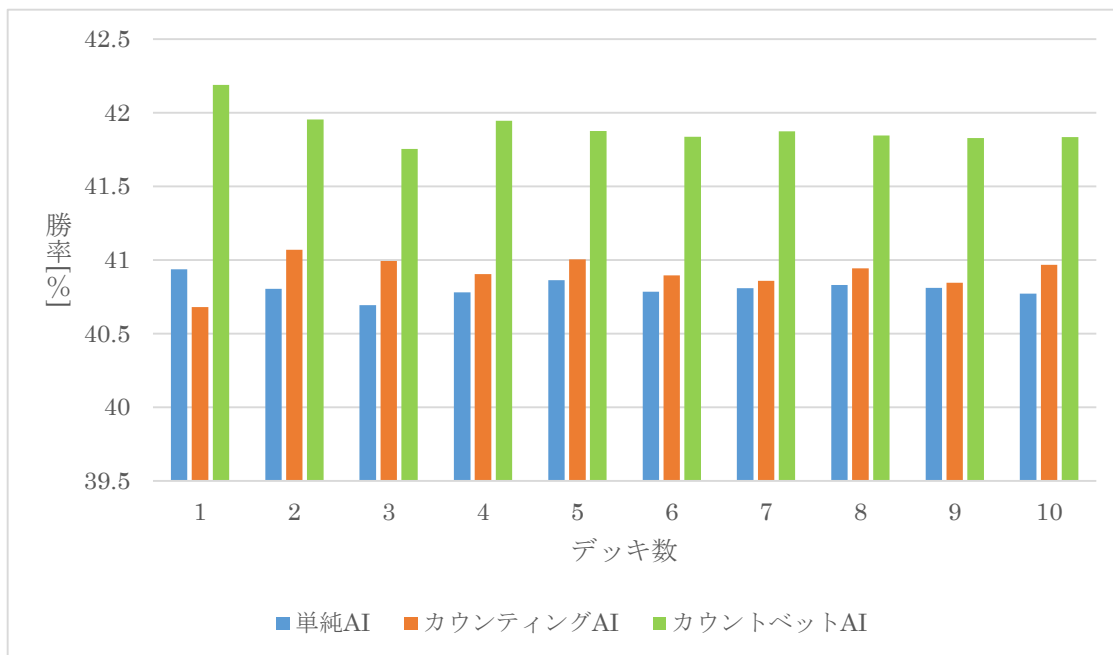


図 4.1 各 AI の勝率

図 4.1 のグラフは AI の勝率を表しており、各 AI の全体平均勝率は単純 AI が 40.8%、カウンティング AI が 40.9%、カウントベット AI が 41.9%となっている。

カウントベット AI のデータは 60 のデータである。

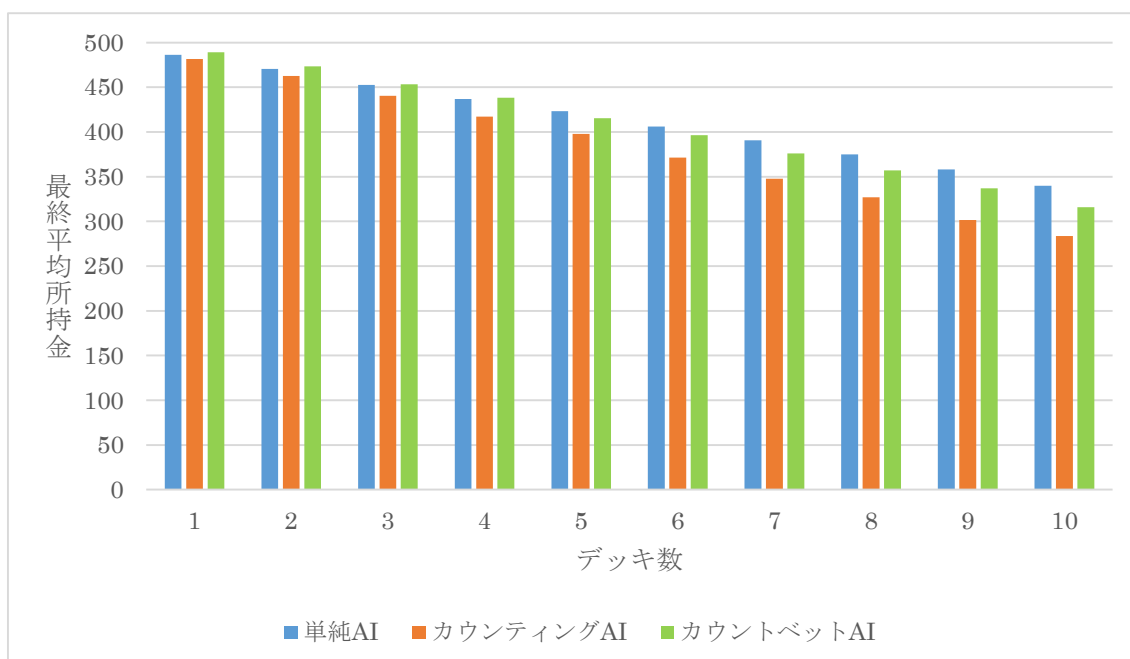


図 4.2 各デッキの平均最終所持金

図 4.2 のグラフはゲーム終了時の所持金の平均を表しており、各 AI の全体の平均は単純 AI が 413、カウンティング AI が 383、カウントベット AI が 405 となっている。

カウントベット AI のデータは 60 のデータである。

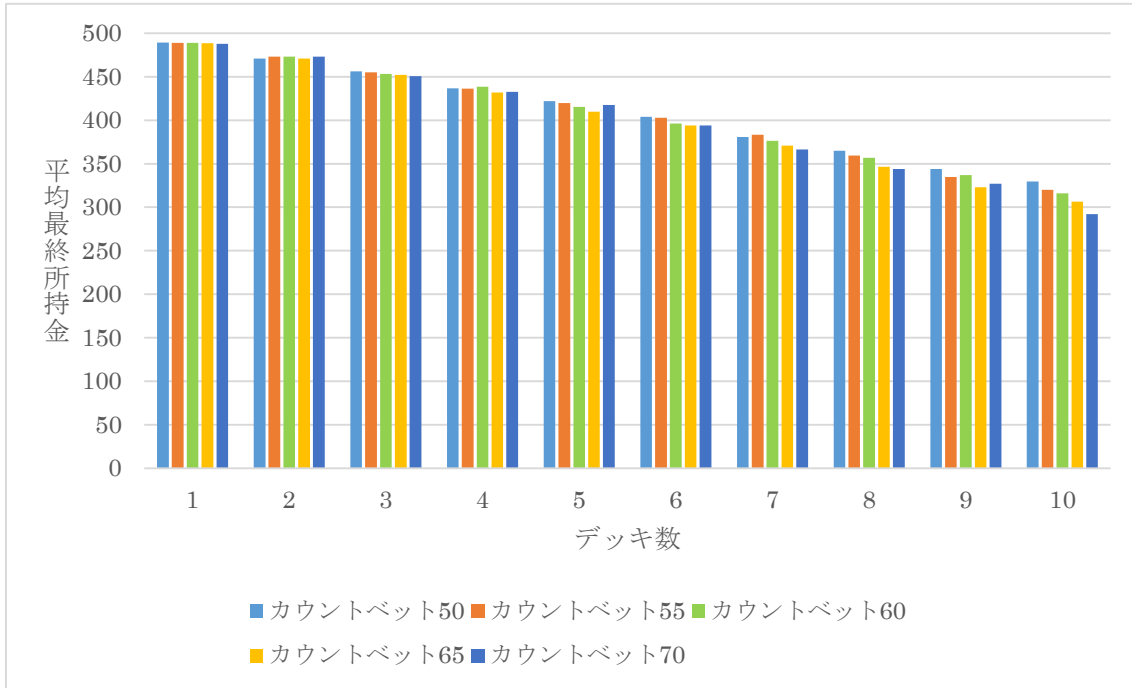


図 4.3 ベット額を変更したデータとの比較

カウントベット AI が有利だと判断した時に吊り上げるベット額を 5 つに分け、その結果が図 4.3 のグラフとなっている。吊り上げるベット額は 50、55、60、65、70 の 5 つに分けられている。

各ベット額の全体の平均は 50 の場合が 409、55 の場合が 407、60 の場合が 405、65 の場合が 399、70 の場合が 398 となっている。

表 4.1 カウントベット AI の所持金変動

所持金変動	deck01	deck02	deck03	deck04	deck05	deck06	deck07	deck08	deck09	deck10
上がった回数	4244	4110	3935	3775	3666	3493	3363	3268	3180	2984
下がった回数	5168	5667	5964	6160	6293	6472	6620	6714	6809	7002
変わらない	588	223	101	65	41	35	17	18	11	14
上がった平均	42.44	41.1	39.35	37.75	36.66	34.93	33.63	32.68	31.8	29.84

表 4.1 はカウントベット AI でのゲーム終了時に所持金の変動回数を表したものである。表にするのに採用したベット額は 70 である。理由としてはゲーム開始時と終了時に所持金が増えた割合が全デッキ数で約 36%と今回のカウントベット AI の中では高いことから採用した。

表 4.2 各デッキの所持金増加額

70ベット	deck01	deck02	deck03	deck04	deck05	deck06	deck07	deck08	deck09	deck10
2001～	0	0	0	0	0	1	0	1	3	5
1901～2000	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1
1801～1900	0	0	0	0	1	3	1	3	2	3
1701～1800	0	0	0	0	0	0	4	4	5	9
1601～1700	0	0	1	0	0	2	4	8	8	11
1501～1600	0	0	0	2	1	6	9	8	12	12
1401～1500	0	0	1	4	8	16	14	9	25	37
1301～1400	0	0	3	7	14	26	27	35	34	36
1201～1300	0	0	3	14	34	39	35	52	59	52
1101～1200	0	9	11	50	45	74	77	76	99	91
1001～1100	0	16	50	87	98	110	139	149	151	162
901～1000	1	50	90	145	170	192	205	185	213	204
801～900	19	146	203	269	317	278	346	345	314	311
701～800	119	347	467	500	546	514	535	527	493	445
601～700	803	1132	1051	1013	974	914	806	792	743	683
501～600	3302	2410	2055	1684	1458	1318	1161	1074	1016	922

表 4.1 では所持金の変動回数を表にしたが、表 4.2 は所持金が上がった際にいくら上がったかを表にしたものである。

表 4.3 各 AI の所持金変動回数

所持金変動	単純AI	カウンティングAI	カウントベットAI
上がった回数	2646	2149	2984
下がった回数	7185	7703	7002
変わらない	169	148	14
上がった平均	26.46	21.49	29.84

表 4.4 各 AI のデッキ数 10 個の所持金増加額

	単純AI	カウンティングAI	カウントベットAI
2001～	0	0	5
1901～2000	0	0	1
1801～1900	0	0	3
1701～1800	0	0	9
1601～1700	0	0	11
1501～1600	0	0	12
1401～1500	0	0	37
1301～1400	3	1	36
1201～1300	4	6	52
1101～1200	16	10	91
1001～1100	58	29	162
901～1000	130	101	204
801～900	250	166	311
701～800	480	372	445
601～700	763	637	683
501～600	942	827	922

表 4.3 と表 4.4 は各 AI のデッキ数 10 個に対する所持金の変動回数とその増加額である。カウントベット AI のデータは表 4.1, 表 4.2 と同じく 70 ベットのデータを採用した。

4.4 考察

図 4.1 のグラフを見てみるとカウントベット AI の勝率が他の AI の勝率を上回っていることがわかる。ディーラーのバースト率が 30%程[7]と言われているところ平均勝率が約 41.8%であることから、今回作成した AI は先行研究の AI と比べて改善できたと考えられる。カウンティング AI とカウントベット AI の勝率がここまで広がった理由としてはヒットを行う際に判断する処理を変更したことが原因であると思われる。

図 3.2 と図 3.3 の各フローチャートを比較してみるとカードの合計値が 12 以上 17 未満の際にカウント値によってヒットかスタンドの判断を行わせるようにしているが図 3.2 の方は閾値との比較, 図 3.3 はベット時との比較となっている。今回この変更を検討したのはヒットかスタンドを行わせる際に慎重に判断させるべくカウント値をヒットの度に更新し, ベット時と比較をさせたことでその結果が出たと思われる。

次に図 4.2 を見てみるとデッキ数が増えるごとにグラフが右肩下がりとなっている。試しに有利の時に上げるベット額を変更して先に記録したデータと比較を行った結果が図 4.3 となっている。

デッキ数が増えプレイヤーの所持金が減った原因としてはカードの総量が多すぎたことであると思われる。デッキ数が多ければカードカウンティングの効果が発揮される[2]と記述している方もいればカードの総量が多いため偏りが分散して効果が薄まる[5]と記述している方もいるが、今回の研究で後者の方が有力だと考えられる。この対策としてはデッキ数に応じてゲーム開始時のカウント値を変更させることで改善されると思われる。

次に、表 4.1 と表 4.2 を見てみるとカウントベット AI で各デッキ数 10000 回ゲームを行わせた際に利益が出た回数とその金額があるが、デッキ数が 10 個の場合にもなるとゲーム開始時と比べて 4 倍以上所持金が 5 回出ていることがわかる。表 4.3 と表 4.4 では他の AI のデッキ数 10 個のデータと比較をしているが、差はかなりのもので他二つの AI の最高額はともに 1301~1400 となっており到達回数が単純 AI は 3 回, カウンティング AI は 1 回となっている。4 倍以上でなくても、平均して 1%~2%程度の利益を出す方法を模索する必要がある。

5. 結論

この章では本研究のまとめとこれからの課題について記述する。

5.1 まとめ

カードゲームのブラックジャックには最終的に自身の利益を上げる為に編み出されたカードカウンティングと呼ばれる戦術が存在する。

本研究では先行研究で使用したカードカウンティングの戦術のひとつである Hi-Lo を使用し、利益を上げるのにカードカウンティングが有効であるかを検証した。

手札の合計値が 17 以上になるまでヒットをし続ける単純 AI, Hi-Lo の手法に基づいてカウントしていき自身の有利不利を判断するカウンティング AI, 先行研究で作成されたカウンティング AI を改良し自身が有利だと判断した時にベット額を吊り上げるカウントベット AI の 3 つを用意し、その勝率、最終的な所持金の平均を比較して、利益を出すのにカードカウンティングが本当に有効なのかを検証した。

その結果、平均して見ると今回の AI では利益を上げるのに有効な戦術だとは言えない結果となったが、その理由としては当然、ゲーム終了時に利益が出た低さだと思われる。カードカウンティングを利用すると利益が 1%~2%上がると言われているが今回の結果を見るとゲーム開始時の所持金とゲーム終了時の所持金の平均を比較すると高くても 91%程度、平均して 71%と大損害であった。

しかし、1 ゲームごとの結果を確認すると利益が 4 倍以上出ているゲームも存在しており、他 2 つの AI と比べてかなりの差が出ていたがいずれにしても安定しない結果となっていることは事実である。

今回作成したカウントベット AI の最終所持金の平均が単純 AI よりも下回っていると言うことはカウント値の更なる追究が必要と思われる。

5.2 これからの課題

今回の結果から課題が主に 3 つ挙げられる。

ひとつはカウント値の更なる追求である。

今回参考にしたカウント値はあくまでもディーラーのバーストを狙う時のカウント値であったが、被害を最小限に抑え利益を上げる為に考えられてはいない。その解決としてカウント値が負の場合の勝率や正の数の場合の勝率を細かく調べ上げ、その結果を踏まえてベット額の変更をおこなわせることが重要だろう。また、2.4 でカードカウンティングについて説明したが、レッド 7 の様なデッキ数に応じてゲーム開始時のカウント値を設定する必要が今回使用した Hi-Lo にもあるかもしれないことから、そのあたりも研究する必要がある。

もうひとつはベットの際の判断基準の細分化である。

今回は 0 未満, 0 以上 4 未満, 4 以上の 3 つでベット額の変動を行わせたが、カウント値

だけでは不十分であると思われる。ハイオプト I・II, ゼンと言ったカウンティングのようにデッキに残っているカードの枚数からも判断する必要があると思われる。

他にも今回実装しなかったスプリット, インシュランスといった追加行動の実装, 他のカウンティングを利用してその結果がどう変わるかも検証する必要がある。

また, 利益を上げる際にダランベール法[8]と呼ばれる方式を調べるのもひとつの課題であると思われる。これはベット数をコントロールする方式で, 負ければ+1, 勝てば-1 を繰り返していき利益を出す方式である。これとカウンティングを組み合わせることが出来れば利益を上げることが可能かもしれない。

最後のひとつは AI の改善である。

今回は AI の改善を行ったかが, 図 4.1 のグラフを確認すると確かに勝率が上がり改善できたと思われるが, 勝率を上げる為の改善であって利益を上げる為の改善ではなかったことから, 次回の課題として利益を上げる AI に改善する必要がある。

謝辞

本論文を執筆するにあたり指導をしてくださいましたグリムベルゲン先生へ深くお礼を申し上げます。また、相談にのってくださいました同僚の皆様にも感謝いたします。

参考文献

- [1] 明石 賢一：「ブラックジャックにおけるカードカウンティングを活用したディーラーバーストを狙う戦術の有効性の検証」
東京工科大学コンピュータサイエンス学部グリムベルゲン研究室，2014 年度卒業論文
- [2] 必勝!カジノオンライン! ブラックジャック カウンティング(必勝法・攻略法)
http://www.casinoonline.jp/bj_counting.php
(2016 年 1 月 14 日 参照)
- [3] トランプスタジアム ブラックジャックのルール
<http://playingcards.jp/gamble/blackjack/rule.html>
(2016 年 1 月 11 日 参照)
- [4] ブラックジャックの専門用語完全マニュアル
<http://www.xn--jp-kh4aa8bwdc2mye8b.com/words/>
(2016 年 1 月 11 日 参照)
- [5] 東京カジノラボ - 禁断のブラックジャック必勝法、カードカウンティング!
<http://www.casinolabo.com/cardcount/>
(2016 年 1 月 14 日 参照)
- [6] ベット方法で左右するブラックジャックのマネーシステムの導入
<http://www.xn--jp-kh4aa8bwdc2mye8b.com/bjstrategy/bj176.html>
(2016 年 1 月 11 日 参照)
- [7] 香港マカオカジノがラスベガスを抜いて世界一のカジノ都市に!
<http://www.casino7-online.net/06/0038.html>
(2016 年 1 月 16 日 参照)
- [8] 東京カジノラボ - 勝率五割以下でも利益が出る! 不思議な「ダランベール法」
<http://www.casinolabo.com/system-10/>
(2016 年 1 月 18 日 参照)