

大貧民におけるプレイスタイルの相性に関する研究

佐藤 裕紀、伊藤 毅志
情報工学科 電気通信大学

カードゲーム「大貧民」では、ローカルルールに応じて、プレイスタイルのバリエーションが増える。本研究では、電気通信大学で開催されている UECda2007 の基本的なローカルルールをもとに、考えるプレイスタイルを想定したプログラムを作成し、それぞれのプレイスタイル間の相性を詳細に調べた。その結果、階段処理を行い、単体とペアを最弱縛りで縛るのが最も強いアルゴリズムであることが明らかになった。

Congeniality between the play styles in DAIHINMIN

Yuuki Sato and Takeshi Ito

Department of Computer Science, The University of Electro-Communications

In a card game DAIHINMIN, that is the most popular Japanese card game, the variations of play styles increase according to adding local rules. In this research, we created the algorithms supposing the play style which can be considered based on the basic rule used in UECda2007 currently held in the University of Electro-Communications. And we examined the effective algorithm by many competitions with these variations of play style. As the result, we found that of "using KAIDAN algorithm" and "using a single or a pair with the weakest-SHIBARI" is the strongest algorithm.

1. はじめに

多くのカードゲームや麻雀などのように、相手の手や山の中身が見えないゲームは不完全情報ゲームと呼ばれる。本研究で扱うトランプゲーム「大貧民」も、多人数で行われる不完全情報ゲームに分類される。同種のゲームには、ブリッジ、ポーカー、麻雀などがある。

不完全情報ゲームの中で最も盛んに研究されてきたものはブリッジである。近年、最も強いとされるプログラムは Ginsberg による GIB であり、マスターレベルにまで達していると言われる[1]。また、ポーカーでは 2007 年 7 月 23 日～24 日にカナダのバンクーバー Alberta 大学の Schaeffer らが開発したプログラム Polaris と世界レベルの人間との対戦があった[2]。対戦の結果は、人間 2 勝、コンピュータ 1 勝、引き分け 1 だった。結果はコンピュータの負けであるが、コンピュータが世界レベルの人間に 1 回でも勝ったのは初の快挙である。

本研究で扱う「大貧民」は、日本では大変ポピュラーなカードゲームであるが、研究はまだ緒に就いたばかりである。一昨年から電気通信大学では年に 1 回、コンピュータ大貧民大会が開催されるようになり、コンピュータによる自動対戦プログラムを公開することで、強さを評価する枠組みを提供されるようになった[3]。この大会を契機に、大貧民を題材とする研究も徐々に現れるようになってきている[4]。

第 1 回大会に出場したプログラムの報告によると、多くの参加アルゴリズムは、知識ベースによる一定のアルゴリズムでプレーするものが主流であった[5]。これらのシステムでは、同様の対戦相手の

元では同様の戦略をとり、同様の場面では選択する手は一定となっていた。そのため、同じ対戦相手に対して不利な行動を繰り返すといった問題点があった。このプレースタイルの問題は、大貧民だけでなく対戦型ゲーム全般に当てはまる。不完全情報ゲームのプレースタイルに関する先行研究としては、とつげき東北による麻雀を題材にした研究がある。ネット対戦上の膨大な対戦データを集め解析することで、一般に有効とされてきた打ち方について分析を行い新しい知見を発表している [6]。

本研究では、大貧民を題材に、想定される様々なプレースタイルを作り自動対戦をさせることで、大貧民のプレースタイル同士の相性を調べ、その中で最適なプレースタイルについて検討することにした。

2. ゲームとしての大貧民

「大貧民」は、多人数（一般に5名程度）でプレーするトランプゲームの一種である。1970年代の学園紛争時代に日本で生まれたゲームといわれているが、その起源は定かでない。地域によっては「大富豪」、「ど貧民」、「階級闘争」などという呼称で呼ばれることもあるが、ほぼ日本全国で普及している国内で最もポピュラーなトランプゲームである。海外では殆どプレーされていないというのも特徴的である。

ゲームは、一般に5名程度で行われ、プレーヤーは開始時に配られたカードを（場札より強いカードを出すという）ルールに従って出していき、先に持ち札がなくなった人から順に順位が決まる。上位者は富豪階級となり、下位者は貧民階級となり、次の回にその順位に従って、上位階級は下位階級者から強いカードを強制的に搾取する。この搾取ルールにより、ゲームを続けると富豪階級は勝ちやすく、貧民階級は負けやすいため不平等な状態が続くという特徴を持つゲームとなっている。

大貧民は、このような不平等なルールの中で上位を目指すというゲームであるが、カードの強さのみでカードを出すというルールでは、階級の変動は偶然性のみで左右され、ゲームとしての面白みに欠ける。そのため、階級の変動にスキルの影響が出やすくなるような形で、様々なローカルルールが作られてきたという歴史を持っている。

ローカルルールには、「ジョーカー」、「8切り」、「階段」、「ペア」、「革命」などがあり、地域や年齢層によって適用のされ方に微妙な違いがあり、これらのルールがプレーにバリエーションを与えている。このローカルルールは、一部ネットなどで統一化に向けた動きもあるが、今のところ統一されたルールといったものは存在しない。

3. UECda2007公式ルール

上述のように「大貧民」にはローカルルールが多いので、本研究では、第2回 UEC コンピュータ大貧民大会 (UECda-2007) の公式ルールを元にした [3]。具体的なルールは以下のようなものである。

- (1) プレーヤーの人数は5人。全部で53枚 (ジョーカー1枚含む) のカードを配り、自分の手札がなくなると勝ちというゲームである。プレーヤーは先に上がった順番に大富豪、富豪、平民、貧民、大貧民の階級になる。初回はすべてのプレーヤーが平民で始まる。
- (2) カードの強さの順番は $3 < 4 < 5 < 6 < 7 < 8 < 9 < 10 < J < Q < K < A < 2 < JOKER$ となっている。JOKER は単体の場合、最強カードとして扱われるが、他にもワイルドカードとして、他のカードの代わりとしても使うことができる。
- (3) カードの出し方には、「1枚出し」・「ペア」・「階段」の3種類がある。最初に場に出た出し方と同じスーツでかつそれより強い手ではないとカードは出すことができない。ペアは同じ数字の2枚以上の組、階段は同じスーツで3枚以上並びあった数字の組とする。
- (4) 一度パスをすると、場が流れるまでカードを出すことができない。全てのプレーヤーがパスをすると場が流れ、最後にカードを出した人が好きなカードを出して始めることができる。

- (5) ペアならば4枚以上、階段ならば5枚以上のカードを出すと「革命」が起こる。革命になると、カードの強弱が逆転する効果が現れる。1ゲームが終わるか、もう一度革命が起こらない限り、そのゲームのカードの強弱は元には戻らない。
- (6) 単体のジョーカーに対してのみ、「スペードの3」で勝つことができ、場を流すことができる。
- (7) 8を含んだ札を使うと「8切り」といって、その場を流すことができる。
- (8) 同じスーツのカードが2回連続で出ると「縛り」となり、場が流れるまでそのスーツのカードしか出せなくなる。
- (9) 初回以外のゲーム開始時で、大富豪と大貧民が2枚、富豪と貧民が1枚カード交換する。富豪達は渡すカードを選べるが、貧民達は選ぶことができず、必ず強いカードから渡さなければならない。
- (10) 上がるときに出すとペナルティになる禁止札はない。

4. プレースタイルとその比較

4. 1 基本アルゴリズムとプレイスタイル

本研究では、まず、様々なプレイスタイルのもととなる「基本アルゴリズム」を製作した。基本アルゴリズムとは、出せるときには最弱の合法手から出していくというアルゴリズムである。すなわち、すでに場にカードが出ていれば、その出し方に合わせた合法手を生成し、最弱の合法手を選ぶ。場に何も出ていない場合は、単体・ペア・階段全ての合法手を生成する。その合法手の中で一番最弱のカードを使用したものに注目し、階段、ペア、単体の順番で優先して出すカードを決定する。合法手が無い場合のみパスをするが、他のプレイヤー全員がパスをしている場合のみ例外とする。今回のルールでは、パスをしない限りずっと場が流れることがないため、確実に場が取れる場合に限り、戦略的パスをして場を取ることにする。

ここからプレイスタイルのバリエーションを作るが、すべてのアルゴリズムはこの基本アルゴリズムをもとに、例外処理を加えていったものである。以下では、プレイスタイル変更時に基本アルゴリズムに追加する処理について説明する。

※カード履歴の使用について

カード履歴を使用するにあたり、「評価値」という概念を利用した。評価の基準としては、合法手のカードを出した後に他プレイヤーが出すことのできる合法手の数である。すなわち、既に場に出たカード（カード履歴）と自分の持っているカードを除外した値が評価値となる。

評価値が小さいほど場を取れる可能性の高い強いカードになり、評価値=0のとき確実に場を流せるカードとなる。そのため、例えば8切りのできるときの8のカードの評価値は0になるようにしてある。この評価値を利用し、カードの残り枚数が2枚になったときに連続でカードを出して確実に上がれるようにした。このアルゴリズムの追加は、プレイスタイルに関わらず、常に有効なアルゴリズムであるので、ここまでの追加を拡張基本アルゴリズムと呼び、以降すべてのアルゴリズムに含まれている。

1. 縛りについて

縛り方について二つのバリエーションを作った。一つ目は、最弱縛りである。これは、最弱の合法手で縛れる場合は、そのまま最弱合法手で縛り、最弱合法手で縛れない場合は、最弱合法手よりも強いカードで縛れたとしても強いカードを選択せず、縛れなくとも最弱の合法手を必ず選択するというものである。

二つ目は、縛り優先縛りである。その名の通り、縛りを優先させる縛り方である。すなわち、縛れ

るときには、たとえ強いカードでも縛る手を優先するという縛りである。強いカードでも縛れないときには、縛れなくても最弱の合法手を選択する。

2. 階段について

階段を出すときの手数が少なくなる組み合わせを積極的に作り、自分の場のときに階段を出すようにした。階段を使う条件を、(階段を使ったときの手数) < (階段を使わなかったときの手数) のときとした。ただし、Q以上の階段の場合は、階段の一部を単体やペアとして出しても、場が取れる可能性があるため除外した。Q未満の上の式を満たす階段のカードは、階段の一部を単体やペアとして出せず、階段としてしか出せないようにした。

場合によっては、階段の範囲が被る可能性があるため、そのときを考慮するようにした。図1は、階段の範囲が被った例である。図1のように、階段を使用した場合は4手、使用しない場合も4手となる。このような場合、以前のままの条件では階段は使用されないようになっているが、階段が2つ以上あり、階段の範囲が被っている場合には条件を甘くして出すようにした。すなわち階段を出す条件の式としては、(階段を使ったときの手数) ≤ (階段を使わなかったときの手数) のときとした。

♠ 5	♠ 6	♠ 7	
♥ 5			
	♦ 6	♦ 7	♦ 8
	♣ 6		

図1 階段の一部の範囲が被った場合

4. 2 実験

<目的と方法>

対戦データを集め解析することで、4. 1で提案したプレーバリエーション間の相性を調べることにした。実験は、第2回UECコンピュータ大貧民大会(UECda-2007)のホームページ[3]で公開されているサーバーtndhms-0.27を利用することにした。このサーバーに対応した思考部分のクライアントプログラムも公開されていて、ともにC言語で書かれている。このシステムの概念を示したものが図2である。

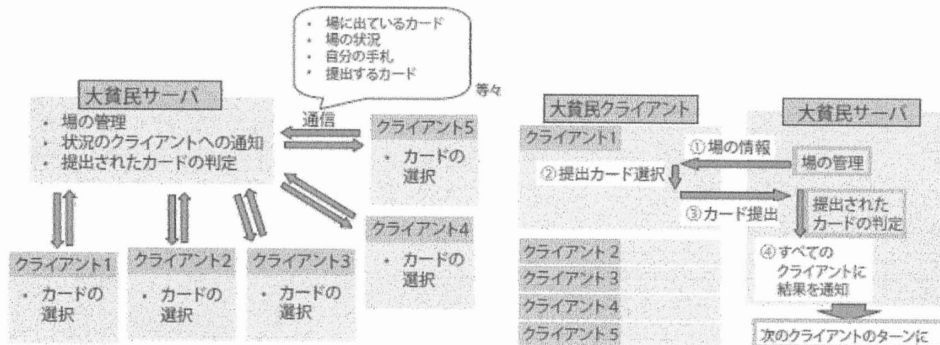


図2 UEC コンピュータ大貧民大会のシステム構成図 (参考文献[5]より図を引用)

大貧民サーバープログラムは、各クライアントプログラムにカードを配布するなどのカードの送受

信、出されたカードが正当なものか判断するなど場の管理を行っている。大貧民クライアントは、大貧民サーバーからカード情報を受け取り、提出するカードを決定するとその情報をサーバーに送り返す。サーバーはクライアントからカードを受け取るとルールに沿っているか判定をし、提出されたカードの結果を全てのクライアントに通知するようになっている。

このシステムは、1回の起動で対戦を1万回連続で行うことができる。席順による不公平が起らないように席替え機能がついていて、対戦を3回終えるごとに席順がランダムに入れ替わるようになっている。順位によりそれぞれ、大貧民1点、貧民2点、平民3点、富豪4点、大富豪5点と点数が与えられ、上位に居るほど高得点が得られるようになっている。また、1千回毎に、全順位が平民に戻されるようになっている。

実験では、大貧民クライアントプログラムをベースに、Playerプログラムと同様の動作をするようにプログラムを移植し、tndhms-0.27 によって対戦させる実験を行った。比較としては、1万回の対戦を1セットとして、7セット対戦し7万回における得点の差に対してT検定により有意差検定を行い、強さを比較した。

<結果>

カード履歴の使用の有無についても、実験によりその有為差を調べた。その結果、棄却率1%で使用したほうが強かった。この結果から今後の実験では、すべてのプレイヤーがカード履歴を使用している。

縛り方についての実験では、下記のようなプレイヤーと縛りを考慮しないプレイヤーbaseも含む、7種類のプレイヤーの様々な組み合わせで実験した。

- ・最弱縛り {
 - 単体のみに最弱縛り **single**
 - ペアのみに最弱縛り **pair**
 - 両方に最弱縛り **all**
- ・縛り優先縛り {
 - 単体のみに縛り優先縛り **single-s**
 - ペアのみに縛り優先縛り **pair-s**
 - 両方に縛り優先縛り **all-s**

結果として、縛るプレイヤーの相性関係は、表1のようになった。記号の意味は、以下に示した。

	single	pair	All	base	single-s	pair-s	all-s
single		○	※1	○	◎	○	◎
pair	×		×	△	◎	○	◎
all	※1	○		○	◎	○	◎
base	×	△	×		◎	△	◎
single-s	××	××	××	××		××	△
pair-s	×	×	×	△	◎		◎
all-s	××	××	××	××	△	××	

◎…必ず有意差が出て勝つ。○…有意差が出ないこともあるが勝つことが多い。△…有意差が出ず、強さに差はない。

×…有意差が出ないこともあるが負けることが多い。××…必ず有意差が出て負ける。

※1…例外的な結果、基本的に all は single に勝つが、対戦相手にペアを縛るプレイヤーが多い場合は single が強い。

表1 縛りに関する相性関係

表1の結果から総合的に **all** が一番強かった。いろいろ実験してみると、**all** が強かった理由は、単体縛りが大きく影響しているとわかった。最弱縛りのペアだけ縛る **pair** の結果が **single** よりも悪かったからだが、決してペア縛りが有効でないわけではなかった。**all** が強かったことから、単体縛りとペア縛りを組み合わせると強くなることがわかった。しかし、縛りのプレイヤー上位5つとの対戦では、**single** に負けた。負けた理由として、ペアを縛るプレイヤーが多く、ペア縛りが有効に活用できなかったためと考えられる。

	single	Pair	all	base	single-s	pair-s	all-s
Single-k	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
pair-k	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
all-k	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
base-k	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
Single-sk	××	××	××	××	◎	××	◎
pair-sk	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
all-sk	××	××	××	××	△	××	○

表2 階段の処理に関する相性関係

	single-k	pair-k	all-k	base-k	single-sk	pair-sk	all-sk
Single-k		△	△	○	◎	○	◎
pair-k	△		××	△	◎	○	◎
all-k	△	◎		◎	◎	◎	◎
base-k	×	△	××		◎	△	◎
single-sk	××	××	××	××		××	△
pair-sk	×	×	××	△	◎		◎
all-sk	××	××	××	××	△	××	

表3 階段の処理に関する相性関係

階段の処理の有無の実験では、縛りについての実験で使用したプレイヤーと、それらに階段の処理を追加したプレイヤーで実験を行った。**single**、**pair**、**all**、**base**、**single-s**、**pair-s**、**all-s**にそれぞれ階段の処理を追加したものの名前を **single-k**、**pair-k**、**all-k**、**base-k**、**single-sk**、**pair-sk**、**all-sk** とし、結果を表2、3に示した。見やすくするため、階段処理が追加されたものは灰色にした。

これらの結果から、階段の処理があるほうが強く、有用性があった。他にも、総合的に見て **all-k** が一番強く、次に **single-k** が強いことがわかった。表2から、縛りだけよりも階段の処理だけのほうが強いことがわかった。階段が必ずしも場を取れるわけではないが、今回の階段の処理は手数の減少を目的としているので、早く上がることができたのだと考えられる。以前行った縛りだけの比較実験と同じ組み合わせで、全てのプレイヤーに階段の処理を入れた実験を行った。表1と表3を見比べてわかるように多少結果に変化が現れたが、急に強くなったプレイヤーはいなかった。しかし、ひとつだけ階段の処理をつけないようにすると、弱いプレイヤーになるためか有意差が顕著に現れた。

5. おわりに

最終的に、カード履歴を使用し、階段処理を追加し、単体とペアを最弱縛りで縛る all-k が一番勝てることがわかった。しかし、他のプレイヤーとの相性のためか all が single に負けたため、必ず勝てるとはいえない。縛るプレイヤーが多いときに all-k で勝てない場合は、カード履歴を使用し、階段処理を追加し、単体のみを最弱縛りで縛る single-k に変更するという方法が考えられる。

このように、比較対象以外に極端に弱いプレイヤーや特殊なプレーをするプレイヤーが入ってきたときに、勝率が変化するという事は起こりうる。対戦グループ内に特に弱いプレイヤーが紛れ込んだ場合、ある特定の最適プレーをするよりも、特定の弱いプレイヤーに狙いを定めて搾取するような戦略を採ると有効であることが経験的に知られている。このような相性関係については、今回調べる事が出来なかった。

また、今回の実験では、「革命」を戦略的に用いる方法については考慮しなかった。革命自体は、それほど多く起こらないが、革命を起こすべきか起こさないようにするべきか、革命が起こりそうなどきの処理など、検討するとより良い戦略が見つかるかも知れない。

ともあれ、今回検証した、カード履歴、階段、縛りに関しては、考慮してプレーすることで有効に働くことが明らかになった。縛りを単に優先するだけの縛りは良くないことが明らかになった。強いカードを温存するような、より戦略的な縛り優先に改良すれば、最弱縛りよりも強くなる可能性があるため、今後も改良していきたい。

また、今回のカード履歴の利用では、ペア・階段の手も評価するようなアルゴリズムも検討していたが、実装が間に合わなかった。より強いアルゴリズムを見つけるためにも、単体だけではなくペア・階段の出し方にも対応できるようにしたい。

参考文献

- [1] 作田誠：不完全情報ゲーム研究の現状、情報処理学会誌、Vol.44、No.9、pp.916-920(2003)
- [2] The First Man-Machine Poker Championship, <http://www.cs.ualberta.ca/~games/poker/man-machine/>
- [3] 第2回 UEC コンピュータ大貧民大会 (UECda-2007), <http://www.tnlab.ice.uec.ac.jp/daihinmin/2007/>
- [4] 西野順二：大貧民における手の構造、情報処理学会ゲーム情報学研究会、GI-17-5、pp.33-39 (2007).
- [5] 大久保誠也ら：第1回コンピュータ大貧民大会 (UECda-2006) の報告、情報処理学会ゲーム情報学研究会、GI-17-4、pp.25-32 (2007).
- [6] とつげき東北：科学する麻雀、講談社 (2004).