

# UEC コンピュータ大貧民における 席換えルール導入の効果について

大久保誠也（静岡県立大学経営情報学部）

本研究の目的は、UEC コンピュータ大貧民大会（UECda）における席換えルール導入の妥当性の検証である。妥当性を検証するため、計算機実験により、席順が得点に与える影響の調査を行った。具体的には、代表的な大貧民クライアントプログラムである default ならびに snowl による、席替えを行わないゲームを複数回行うことで、席順と得点の関係を調べた。計算機実験の結果、席順がゲームに影響を与えることが示唆された。これらのことから、席換えルールの導入は妥当であることが示された。

キーワード：コンピュータ大貧民

## 1 はじめに

近年、コンピュータにゲームをプレイさせる研究が盛んに研究されている。特に、完全情報ゲームである将棋や囲碁においては、すでにコンピュータが人間を超える力を持っている。

将棋や囲碁等、伏せられている情報がなく、すべてのプレイヤーが同じ情報を持つゲームは、完全情報ゲームと呼ばれる。それに対し、一部の情報が伏せられていたり、各プレイヤーの持つ情報が異なっているゲームは、不完全情報ゲームと呼ばれる。不完全情報ゲームの研究も進められており、その題材として麻雀や大貧民等が用いられている。

大貧民をコンピュータにプレイさせるのがコンピュータ大貧民である。そして、大貧民をプレイするプログラムの優劣を競う大会として、UEC コンピュータ大貧民大会（UECda）が2006年より開催されている [3]。大貧民はローカルルールが多いため、UECda では UEC 標準ルールを定めている。コンピュータ大貧民に関する研究の多くは、このルールに基づいて行われている。特に、強いアルゴリズムの研究が行われており、年々、着実に強くなってきてい

る [1][5]。その他、伏せられた情報を推測する手法や、不完全情報がゲームに与える影響の評価、席順を考慮した戦略等、多人数不完全情報ゲームならではの研究が進められている [2, 4]。

UEC 標準ルールには UEC ルール 2006 と UEC ルール 2007 が存在する。第一回となる UECda-2006 では、席換えルールは導入されておらず、ゲーム開始から終了まで同じ席順で行っていた。しかし、席順がゲーム結果に影響を及ぼすことが指摘され、UECda-2007 から数試合ごとに席替えを行うルールが導入された。しかしながら、席順がゲームに及ぼす影響は経験的に指摘されているものであり、どの程度の影響があるのかは明らかとなっていない。

本研究の目的は、UECda における席替えルール導入の妥当性を評価することである。そこで、計算機実験により、席順がゲームに与える影響を調査した。具体的には、代表的なプログラムである default と snowl を用いた計算機実験により、席順と得点の関係の評価を行った。

## 2 コンピュータ大貧民

大貧民には数多くのローカルルールが存在しており、採用されるルールによって大きくゲー

ム性が異なる。そこで、UECda 運営委員会は UEC 標準ルールを制定した。UEC 標準ルールには UEC ルール 2006 と UEC ルール 2007 が存在しているが、席替え以外は同じルールである。主なルールは以下のようなものである。

**ゲームの流れ：** ゲームは 5 人で行われる。カードは、ハート・クラブ・スペード・ダイヤの A~K までの計 52 枚と、ジョーカー 1 枚の、計 53 枚を使用する。各ゲームの最初に、各プレイヤーには 10 枚もしくは 11 枚のカードが配られる。そして手持ちのカードを時計回り順に場に出して早く手札をなくすことを競う。

**ゲームの開始：** ダイヤの 3 を持っているプレイヤーから始める。

**カードの出し方：** 順番が回ってきたプレイヤーは、カードを場に出すか、パスを行なう。場にカードが無い場合は、好きなタイプ(単騎・ペア・階段)のカードを出すことができる。場にカードが出ているときは、同じタイプでより強いカードを出すことができる。

**順番の回り方：** 席に 0,1,2,3,4 の番号が振られている。そして、この番号順に順番が回る。席 0 の次は席 1 のプレイヤーの順番、席 4 の次は席 0 のプレイヤーの順番となる。最初の席順はランダムに決定される。その後、数試合ごとに席替えが行われる。

**場の流れ方：** 全員がパスしたら場が流れ、最後にカードを出した人が場にカードがない状態からカードを出すことができる。

**パスについて：** カードを出せない場合や出したくない場合はパスをする。パスすると、場が流れるまで順番が回ってこない。

**8 切り：** 8 を含んだ手を出すと、場が流れる。

**スペードの 3：** ジョーカーが単騎で場に出た場合、スペードの 3 を出すことができる。出した場合、場が流れる。

**革命：** 4 枚以上のペアもしくは 5 枚以上の階段で革命となる。革命中は、カードの強さ

が逆転する。

**しばり：** 場と同じマークが提出された場合“しばり”状態となり、場が流れるまで同じマークのカードしか出すことができない。

**カードの交換：** 大富豪は、大貧民から 2 枚のカードを貰い、大貧民に 2 枚渡す。富豪は貧民と 1 枚交換する。渡すカードの選び方は任意。逆に、大貧民は 2 枚、貧民は 1 枚一番強いカードを献上する。

**得点の獲得：** 1 回のゲーム毎に、各プレイヤーは身分に応じて得点を獲得する。得る得点は、大富豪は 5 点、富豪は 4 点、平民は 3 点、貧民は 2 点、大貧民は 1 点である。

UECda には、単純な動作をするプログラムから、モンテカルロ法を用いたプログラム、ディープリンングによる学習を行ったプログラム等、様々なプログラムが参加している。参加したプログラムの多くは、ソースが公開されており、後のプログラムに大きい影響を与えたプログラムも存在している。

snow1 は須藤郁弥氏が開発した、UECda-2009 優勝プログラムである [1]。UCB1-TUNED を採用しており、重みを細かく設定することにより強さを向上させている。ここで、UCB1-TUNED とは、平均値と分散を基に有望な手に多くのシミュレーションを割り振る、モンテカルロ法の手法である。また、相手の手札の推定も行っている。snow1 は、大きく分けて次の 2 つのステップにより提出するカードを選択する。

1. 相手の手札の推定を行う。もしくは、相手のカードをランダムに推定する。
2. UCB1-TUNED を用いたシミュレーションを行い、提出手を選択する。

2009 年当時では画期的に強く、モンテカルロ法を使用していないプログラムを圧倒する強さを持っていた。ソースが公開されて以降、多くの派生プログラムが作られるとともに、研究の題材としても多く用いられている。

default は、UECda 運営員会から配布されている開発キット同梱のプログラムである。その動作は単純なものであり、基本的に提出できるカードがあるときには提出する。具体的には、以下のように動作する。

- 場にカードがないときは多くのカードを提出できる手を提出し、
- 場にカードがあるときには提出可能な手の内で一番弱い手を提出する。

非常に単純な、if~then ルールにより記述されたプログラムである。カードを提出するため、上がりはするものの、本格的なプログラムと比較すると非常に弱い。

### 3 計算機実験

#### 3.1 計算機実験概要

席順がゲームに与える影響を、計算機実験により検証した。実験では、UECda ルールを用いている。サーバープログラムとして tndhms-dev-141113、クライアントプログラムとしては、snowl と default を用いた。

本実験では、席順が結果に与える影響を、各プログラムが取得する得点により評価する。具体的には、席順を固定した 5000 ゲームを 3000 試合行い、各プログラムの得点の平均値の比較を行う。ここで、1 試合あたりのゲーム数 5000 は、UECda におけるゲーム数が 3000~10000 であることと、多くの場合に結果の趨勢が決まるゲーム数であることから定めた。

各試合に参加するプレイヤーを、席順に player0,1,2,3,4 と表す。本実験では、以下の 4 つのパターンについて実験を行った。

1. player0:snowl, player1~4:default  
カード交換あり
2. player0:snowl, player1~4:default  
カード交換なし
3. player0~3:snowl, player4:default  
カード交換あり
4. player0~3:snowl, player4:default

#### カード交換なし

影響は、プログラムのアルゴリズム的な強さに依存するのか、手札の強さに依存するのかを調べるために、カード交換あり・なしの場合の実験を行った。席順が得点に影響を与えないならば、同じプレイヤーは同程度の得点となる。一方で、席順が得点に影響を与えるならば、同じプレイヤー間でも異なる点数となる。

#### 3.2 実験 1: 強いクライアントの影響について (カード交換あり)

強いクライアント 1 つと弱いクライアント 4 つがあった場合、強いクライアントが弱いクライアントにどのような影響を与えるかを検証した。使用したクライアントは、強いクライアントとして snowl、弱いクライアントとして default である。

結果を表 1 に示す。併せて、各プログラムの母平均について、95% の信頼区間で求めたものを示す。また、各 default の平均値と 95% 信頼区間を、図 1 に示す。平均値は、snowl の直後の player1 がもっとも高く、その後、ゆるやかに下がっている。ただし、信頼区間を見ると、player2 と player3 の間の差は少なく、優位な差はない。一方で、他のプレイヤー同士は差が大きく、有意な差があることを示している。

分散や信頼区間の値は、player0(snowl) は大きく、default 達は小さい。また、default の中でも、snowl の直後に座っている player1 の分散は、やや大きい値となっている。

以上より、本実験の場合では、席順は得点に影響がある結果となった。また、snowl の影響は直後のプレイヤーに非常に大きいのが、その後のプレイヤーに与える影響には大きな差はないことが示唆される。

#### 3.3 実験 2: 強いクライアントの影響について (カード交換なし)

実験 1 では、席順と得点の影響が、プレイヤーの強さ等に依存しているのか、初期手札に依存しているのかの区別がつかない。そこで、カード交換を行わないルールで、実験 1 と同様の組

み合わせの実験を行った。

結果を表2に示す。併せて、各プログラムの母平均について、95%の信頼区間で求めたものを示す。また、各 default の平均値と95%信頼区間を、図2に示す。平均値は、カード交換がないため、snowl と default の差は縮まっている。しかしながら、全体の傾向はカード交換ルールがあるときと大きく変わらない。すなわち、snowl の直後の player1 がもっとも高く、その後、だんだんと下がっている。信頼区間も実験1と同様であり、player2 と player3 の間の差は少なく有意な差はない。

以上より、本実験の場合では、席順は得点に影響がある結果となった。また、実験1と同様に、snowl の影響は直後のプレイヤーには非常に大きいですが、その後のプレイヤーに与える影響には大きな差はないことが示唆される。

### 3.4 実験3：弱いクライアントの影響について (カード交換あり)

強いクライアント4つと弱いクライアント1つがあった場合、弱いクライアントが強いクライアントにどのような影響を与えるかを、計算機実験によって検証した。使用したクライアントは、強いクライアントとして snowl、弱いクライアントとして default である。

結果を表3に示す。併せて、各プログラムの母平均について、95%の信頼区間で求めたものを示す。また、各 default の平均値と95%信頼

区間を、図3に示す。default の前後のプレイヤーの点数は低く、default から離れているほど高い点数となった。信頼区間を見てみると、順

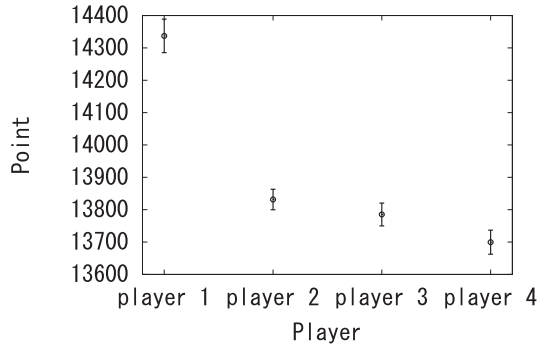


図2 snowl×1, default × 4, カード交換なしの平均得点

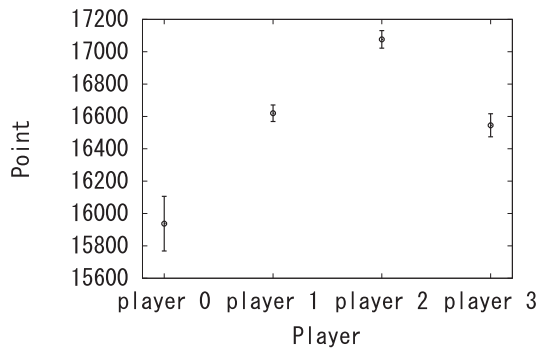


図3 snowl×4, default × 1, カード交換ありの平均得点

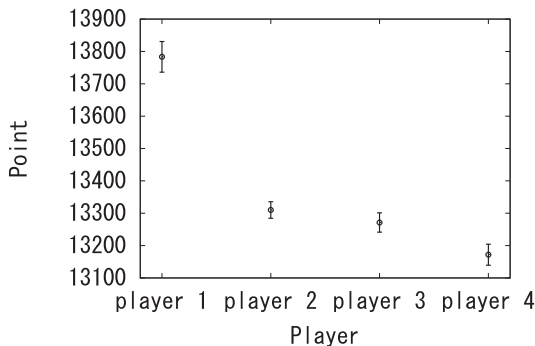


図1 snowl×1, default × 4, カード交換ありの平均得点

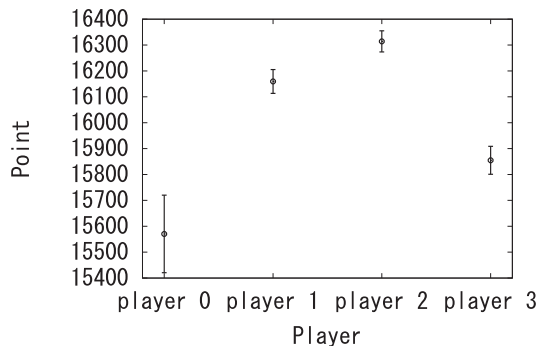


図4 snowl×4, default × 1, カード交換なしの平均得点

番の前後で区間が被っているものはない結果となった。

以上より、本実験の場合では、席順は得点に影響がある結果となった。default の影響は前後のプレイヤーに大きく、席が離れるほど緩やかになることが示唆される。

### 3.5 実験4：弱いクライアントの影響について (カード交換なし)

席順の効果が、プレイヤーの強さ等に依存しているのか、初期手札に依存しているのかを明らかにするために、カード交換を行わないルールで、実験3と同様の組み合わせの実験を行った。

結果を表4に示す。併せて、各プログラムの母平均について、95%の信頼区間で求めたものを示す。また、各defaultの平均値と95%信頼区間を、図4に示す。結果、実験3と同様の結果が得られた。ただし、各プログラム間の差は実験3より縮まっている。

以上より、本実験の場合では、席順は得点に影響がある結果となった。また、得点差は縮まっているものの、実験3と同様の傾向となった。

## 4 考察

すべての実験において、席順は得点に影響を与える結果となった。したがって、アルゴリズムの強さを競う大会としては、席替えルール導入は必要であったといえる。

実験3と4では、default前後のsnowlは点数が低くなり、defaultから席が離れるほど点数が高くなる傾向となった。この原因としては、合理的に行動しないクライアントが周りになると、snowlのように合理的に行動するプログラムは行動が乱される等が考えられる。ただし、これはsnowl独自の特性であり、他のプログラムには当てはまらない可能性もある。

実験1と実験2、実験3と実験4の比較から、席順の効果は初期手札の強さによる影響よりも、プログラムのアルゴリズムや強さに依存している割合が高いのではないかと考えられる。

今回の実験では、限定した組み合わせでしか

影響を評価しておらず、プログラムの強さと席順、得点の傾向が一般化できるかは、明らかには無い。席順の影響を詳細に評価するためには、他のプログラムでも同様の傾向があるのかや、どのような行動が影響を与えるのかを明らかにする必要がある。

## 5 おわりに

本研究の目的は、席替えルール導入の効果を検証することである。そこで、snowlとdefaultを用いた幾つかの計算機実験により、席順が得点に与える影響についての評価を行った。その結果、すべての計算機実験で、得点は席順に影響を受けるという結果が出た。このことから、席替えルール導入は妥当であったと言える。

今後、より詳細に席順の影響を明らかとするため、さまざまな組み合わせで実験を行うとともに、行動の詳細の評価も行う必要がある。

## 参考文献

- [1] 須藤郁弥, 成澤和志, 篠原歩: UEC コンピュータ大貧民大会向けクライアント「snowl」の開発, 第2回 UEC コンピュータ大貧民シンポジウム (2010).
- [2] 西野順二, 西野哲朗: 大貧民における偶然手番感度, 情報処理学会研究報告. GI, [ゲーム情報学], Vol. 2013, No. 5, pp. 1-8 (2013).
- [3] 西野哲朗, 大久保誠也: コンピュータ大貧民 (〈特集〉思考ゲーム), 人工知能学会誌, Vol. 24, No. 3, pp. 361-366 (20090501).
- [4] 大田観, 但馬康宏, 菊井玄一郎: コンピュータ大貧民における場の流しやすさと席順の関係調査, 情報処理学会研究報告. GI, [ゲーム情報学], Vol. 2016-GI-36, No. 5, pp. 1-7 (2016).
- [5] 大渡勝己, 田中哲朗: 方策勾配を用いた教師有り学習によるコンピュータ大貧民の方策関数の学習とモンテカルロシミュレーションへの利用, 情報処理学会研究報告. GI, [ゲーム情報学], Vol. 2016-GI-35, No. 10, pp. 1-8 (2016).

表1 snowl×1, default × 4, カード交換ありの結果

プレイヤー名	下界	上界	平均	信頼区間幅	標本分散	不偏分散
player0(snowl)	21357.96	21568.77	21463.37	105.41	2943.95	2944.44
player1(default)	13736.03	13830.60	13783.32	47.29	1320.65	1320.87
player2(default)	13284.51	13335.62	13310.06	25.55	713.79	713.91
player3(default)	13241.54	13301.18	13271.36	29.82	832.88	833.02
player4(default)	13139.43	13204.35	13171.89	32.46	906.56	906.71

表2 snowl×1, default × 4, カード交換なしの結果

プレイヤー名	下界	上界	平均	信頼区間幅	標本分散	不偏分散
player0(snowl)	19199.95	19443.55	19321.75	121.80	3402.45	3403.01
player1(default)	14285.33	14388.99	14337.16	51.83	1447.75	1447.99
player2(default)	13799.80	13863.13	13831.47	31.67	884.50	884.65
player3(default)	13749.86	13820.37	13785.11	35.25	984.92	985.08
player4(default)	13662.32	13736.71	13699.52	37.20	1038.97	1039.14

表3 snowl×4, default ×1, カード交換ありの結果

プレイヤー名	下界	上界	平均	信頼区間幅	標本分散	不偏分散
player0(snowl)	15733.47	16122.90	15928.18	194.71	4734.90	4735.94
player1(snowl)	16555.39	16677.67	16616.53	61.14	1486.71	1487.04
player2(snowl)	16999.18	17127.33	17063.26	64.08	1558.09	1558.43
player3(snowl)	16455.81	16620.67	16538.24	82.43	2004.48	2004.92
player4(default)	8754.69	8854.541	8804.62	49.93	1214.05	1214.32

表4 snowl×4, default ×1, カード交換なしの結果

プレイヤー名	下界	上界	平均	信頼区間幅	標本分散	不偏分散
player0(snowl)	15377.23	15752.80	15565.02	187.79	4203.22	4204.31
player1(snowl)	16100.30	16219.34	16159.82	59.52	1332.20	1332.55
player2(snowl)	16247.25	16354.59	16300.92	53.67	1201.25	1201.57
player3(snowl)	15782.89	15919.54	15851.22	68.33	1529.28	1529.67
player4(default)	11023.54	11144.72	11084.13	60.59	1356.21	1356.57

## Evaluate the Rule to Shuffle the Order of Playing in the UEC Computer Daihinmin Competition

Seiya OKUBO

School of Management and Information, University of Shizuoka

Abstract:

The purpose of this study is to verify the rule to shuffle the order of playing in the UEC Computer Daihinmin competition. Specifically, by some computer experiments, I show that the order of playing influences the score.