

ゲームの蘇生

中村太一¹⁾ 飯田弘之^{1,2)}

¹⁾静岡大学情報学部 ²⁾科学技術振興機構さきがけ研究

Abstract. コンピュータの導入とその処理能力の急速な進歩が原動力となって、伝統的なゲームが次々に解かれつつある。そのような波が押し寄せる前に、チェスや将棋のような千年以上もの長い歴史を持つゲームを精神的文化遺産と位置付け、このような人類の貴重な遺産を保護する方策を検討したい。本稿では、ゲームが解かれてしまうことの定義をゲームの不確定性という視点から再考した上で、解かれてしまったゲームを蘇らせる方法について提案する。

Revival of games

Nakamura Taichi¹⁾ Hiroyuki Iida^{1,2)}

¹⁾Department of Computer Science, Shizuoka University

²⁾PRESTO, JST

Abstract. Traditional games are being solved one after another by introduction of computers and rapid progress of throughput of computers. Before such a wave rolls in, I want to regard games with the long history for 1000 years or more like chess or shogi as a mental cultural heritage, and to find out the method of protecting such games that are human beings' precious inheritances. This paper considers the definition of games being solved from the viewpoint of the indefinite nature of games, and proposes the method of reviving the solved games.

1 はじめに

先行研究において「ゲーム = 不確定性」という視点からゲームが持つ不確定性を3つの側面から論じた[飯田 2005]。すなわち、(1)選択の難しさ、(2)勝負の結果、(3)理論値、に関する不確定性である。最善手を選択し続けることの難しさ、均衡状態を維持することの難しさ、お互いが最善を尽くしたときの結果に到達することの難しさにそれぞれ対応している。

ゲームを楽しむという観点では、2番目の不確定性がとりわけ重要であることが知られている[Iida et al 2003]。勝負の結果に関する不確定性は試合中に勝敗結果が徐々に明らかになるプロセスの重要性を強調している。このプロセスは B/D の値に反映されるので、この B/D 値をゲームの洗練度の指標として用いることも可能である。ここで B は合法手数であり、 D は終了手数を表す。一般に、ゲームが解かれると、1番目と3番目の不確定性が失われる[Allis et al 1991]。つまり、ゲームの戦略と理論値が明らかになる。

しかし、それでもゲームを楽しむことができるのは2番目の不確定性が残っているからである。

3つの不確定性が十分に存在し、しかもほどよい調和を保持するとき、ゲームは非常に魅力的なものとなる。特に、ゲームの公平性が感じられるようになる。

公平性はゲームの本質的な概念であることが指摘されている[飯田 2004a][飯田 2004b]。勝敗結果に関する公平性は「先後の勝率差」および「理論値」に現れる。先後の勝率差は実践的な公平性であり、理論値は理論的な公平性と言えるだろう。先後の勝率差が有意に大きい場合、そのゲームは手番を決めるゲームとみなされる。ゆえに、先後の勝率差はないことが望ましい。同様に、理論値が先手勝ちだとすると、そのゲームは手番を決めるゲームに帰着する。そこで公平性を保つためには、理論値は引き分けにならざるを得ない。

チェス、将棋、囲碁のように十分複雑なゲームでは実践的な公平性が成り立っている。ゲームの歴史は、公平性を保つために様々な工夫を重ねてきた進化論的変遷であり、結果としてゲームがより洗練されてきたのである[飯田 2004b]。

それではチェッカーやオセロのような比較的単純なゲームではどうだろうか。近年コンピュータの導入により様々なゲームが解かれ、これまで長く親しまれてきたゲームの理論値が明らかになった[Herik et al 2002]。ゲームが解かれてしまうとそのゲームへの関心が薄れてしまうことは否めない。

解かれてしまったゲームを墓に入れて葬ることもできるが、復活させるというのはどうだろう。それでは、解かれてしまったゲームを蘇らせるにはどうしたらよいだろうか。

本稿では、チェスや将棋といった手番を交代しながら進めていく完全情報ゲームを題材として、手番の交代をなくし両プレイヤーが同時に着手をするというルールに変更することで、ゲームを蘇らせる手法を報告する。特に、ゲームが解かれたこと、および、蘇ることの意義を考察したい。

2 蘇生方法

本研究では、非常に単純なゲームである「三目並べ」を題材とする。お互いが最善手を選択すると引き分けになる。すなわち、ゲームとして解かれてしまっている。「同時に手を打つ」という新たなルールを導入することで、このような単純なゲームでも蘇る可能性があることを示す。三目並べ、および、新たなルールを導入したゲーム（同時手番三目並べ）を比較するため、ゲームの統計として「終了手数」、「合法手数」、「引き分け率」に着目する。

2.1 特殊ルール

同時に着手するルールを実装するためには、いくつかの特殊事情を配慮しなければならない。それらを以下に列挙する。

- ・合法手は現在の局面に対する「手番を交代するルールでの合法手」と同じである。
- ・両プレイヤーは同じマスに着手できる。そのマスには両プレイヤーのマークが存在するものとする。
- ・両プレイヤーが同時に三目並べた時は引き分けとする。

2.2 実験の方法

- ・先読みの深さが異なるコンピュータプレイヤーを用意し、同じプレイヤー同士を10,000回対戦させ、

「終了手数」、「合法手数」、「引き分け率」の平均値を求める。

- ・各プレイヤーは各々の強さに応じて、負けを悟った時点で投了する。
- ・プレイヤーのモデルについては、セミランダムプレイ[Kajihara et al 1999]の考え方に従い、先読みで決められた深さを超えても勝ち負けがわからない場合はランダムに手を選択する。
- ・プレイヤーの強さを決定する「先読みの深さ」は0,2,4,6の四種類とする。ただし、同時に手を打つルールでは両プレイヤーが同時に手を打つため、通常感覚では一度に二手ずつ進むことになり、「先読みする深さ」は偶数となる。

2.3 実験の結果と比較

実験によって出た「同時に手を打つルール」の結果と「手番を交代するルール」の場合の比較を表1に示す。

表 1:比較実験の結果

	先読みの深さ	0	2	4	6
終了手数 D	手番を交代	7.62	6.31	4.33	3
	手番を同時	8.4126	4.558	4.045	4.2708
合法手数 B	手番を交代	5.69	6.345	7.335	8
	手番を同時	5.9087	7.6711	8.0314	8.3294
引き分け率	手番を交代	0.1308	0.5208	0.5442	1
	手番を同時	0.3061	0.3649	0.8354	1

2.4 考察

同時に手を打つルールの導入によって、先手後手の有利不利はなくなる。相手の打つ手が確定できなければ最善手は選択できないので、完全に読みきる事ができなくなる。よって、当初の目的である、解かれたゲームを蘇生させることに成功した。ただし、「引き分け率」全体を見ると「手番を交代するルール」とあまり変わらず、先読みの深さが6以上では100%引き分けになるというようにゲームとしての公正性は低いままである。

3 引き分け率と公平性

「引き分け率」の低下による、ゲームとしての公正性の増大を実現するために「同時に手を打つルール」にさらなるルールを追加してみる。

3.1 新しいルールの追加

- ・連続する二手をまとめて宣言し、その二手の中の一手目と二手目をそれぞれ両プレイヤーが同時に打っていく。以下、「連続する二手をまとめて宣言して同時に手を打つルール」を「手番 LV2」、
- 「同時に手を打つルール」を「手番 LV1」、
- 「手番を交代するルール」を「手番 LV0」と区別する。
- ・二手の中の一手目は現在の局面に対する「手番を交代するルールでの合法手」の中から選ぶ。

- ・ 二手中の二手目は現在の局面に，二手中の自分の一手目を加えた局面に対する「手番を交代するルールでの合法手」の中から選ぶ。
- ・ 両プレイヤーが二手中の一手目を打った時点の局面に対して，二手中の二手目が「手番を交代するルールでの合法手」にならない場合，その二手目は着手しないものとする。

3.2 実験の方法

- ・ 「2.2 実験の方法」と同じ方法を使う。

3.3 実験の結果と比較

実験によって出た「手番 LV2」の結果と「手番 LV1」「手番 LV0」の場合の比較を表 2 と図 1 に示す。また，ゲームの特徴とその変化を調べるために，それぞれのルールでの B/D ， $B^{\wedge}D$ （グラフではその対数）の値も計算した。ただし， B は平均合法手数， D は平均終了手数を表す。

表 2: 「手番 LV2」「手番 LV1」「手番 LV0」の比較

		先読みの深さ	0	2	4	6
手番 LV0	終了手数 D		7.62	6.31	4.33	3
	合法手数 B		5.69	6.345	7.335	8
	引き分け率		0.1308	0.5208	0.5442	1
	B/D		0.313041	0.399196	0.625478	0.942809
	$B^{\wedge}D$		567486.4	115702.7	5587.049	512
手番 LV1	終了手数 D		8.4126	4.558	4.045	4.2708
	合法手数 B		5.9087	7.6711	8.0314	8.3294
	引き分け率		0.3061	0.3649	0.8354	1
	B/D		0.288945	0.607651	0.700611	0.675768
	$B^{\wedge}D$		3092097	10793.97	4569.626	8545.885
手番 LV2	終了手数 D		10.008	5.1976	5.1612	4.4368
	合法手数 B		5.7336	7.6811	7.7097	8.2171
	引き分け率		0.2657	0.322	0.447	0.4888
	B/D		0.239258	0.533223	0.537982	0.646085
	$B^{\wedge}D$		38935104	40001.54	37859.76	11439.93

3.4 考察

・ 「手番 LV1」「手番 LV0」の先読みの深さ 6 では引き分け率は 100%であるが，「手番 LV2」ルールの場合 50%以下になる。先読みの深さ 0 以外の場合では引き分け率が最低となり，実践的な視点でのゲームの公正性が高まる。これは二手を一度に決定しなければならないために先読み探索がより難しくなり，双方が最善を尽くしても引き分けに収束しないことに起因する。手番レベルを上げる事で引き分け率が減少したのは，二手中の二手目が「手番を交代するルールでの合法手」でなくなっていたらその二手目は打たないものとしたことにより，着手できない側のプレイヤーが大きく損するためである。

・ゲームの洗練度の指標としての B/D の値について注目する。「手番 LV1」から「手番 LV2」になると B/D は減少する。これはゲームの勝敗結果に関して、スキル依存の度合いが高まっていることを意味する。よって、手番レベルを上げるとゲームをよりスキル依存へと近づける事ができるのではないかと予想できる。ただし、B/D が減少したのは、二手の中の二手目が合法手ではなければコマを置けないというルールのために、三目並べるまでの手数が延びて、終了手数が増えたためだとも考えられる。

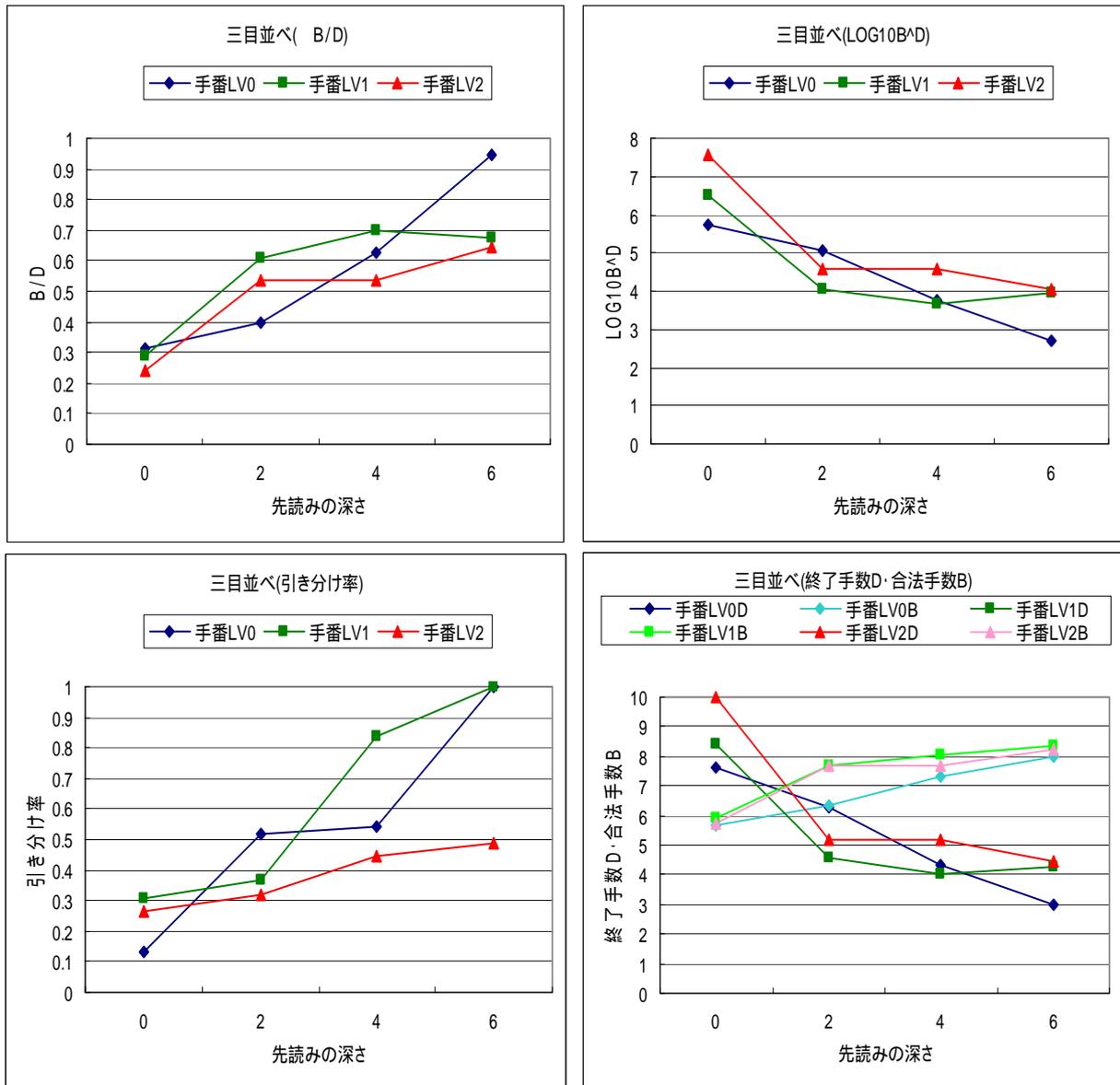


図 1: 「手番 LV2」「手番 LV1」「手番 LV0」の比較のグラフ

4 今後の発展

本稿では、三目ならべを題材として、「同時に手を打つルール」を新たに導入することで生じるゲームの性質の変化について調べた。「先手後手に有利不利が現れること」と「先読みによって完全に読みきられること」を防ぐと共に、「手番 LV2」になれば引き分け率が減少し、ゲームとしての

公正性を高めることができることが確認された。今後は三目並べより複雑なゲームを題材に研究を進めていく予定である。また、次の段階として「チェッカー」を題材にして、より複雑なチェスや将棋といったゲームの蘇生法にも取り組んでゆきたい。

参考文献

- L.V. Allis, H.J.v.d.Herik and I.S. Herschberg (1991) Which games will survive?, in: D.N.L. Levy, D.F. Beal (Eds), *Heuristic Programming in Artificial Intelligence 2: The Second Computer Olympiad*, Ellis Horwood, Chichester, pp.232-243.
- 飯田弘之 (2004a) ゲームの均衡, 情報処理学会研究報告 GI-12, pp.25-32.
- 飯田弘之 (2004b) 究極のゲーム「サムライチェス」, 中日新聞, 2004/10/24
- 飯田弘之 (2005) 名人の心理, 心理学シリーズ「芸術心理学という新しいかたち」(子安増夫編)
- H. Iida, N.Takeshita and J.Yoshimura (2003). A Metric for Entertainment of Boardgames: its implication for evolution of chess variants, *Proceedings of IWEC2002*, pages 65-72.
- H.J.v.d.Herik, J.W.H.M. Uiterwijk and J.v.Rijwijck (2002) Games solved: Now and in the future, *Artificial Intelligence*, Vol.134, pp.321-356.
- Y. Kajihara, M. Sakuta and H. Iida (1999) Semi-Random Play in Game Playing,