

## 列の完成を目的とするソリティアに関するひとつの仮説

新谷 敏朗†

福山大学工学部†

## 1. まえがき

トランプの一人遊びを意味するソリティアにはいくつかの種類があるが、その中で台札から始まる列の完成を目的とするものについて、ひとつの仮説を提示する。対象は、「籠城」とその変種である。(1) これらはすべてのカードを表向きにした状態でプレイするので完全情報ゲームである。特定の初期局面を根とするゲーム木を作成することによって解を求めることができる。初期状態によって、成功可能な場合とそうでない場合がある。ここでは、成功するためのひとつの十分条件を仮説として提示する。

## 2. ソリティアの分類

文献1によると、大別すると2種類になる。ひとつはここで扱う「籠城」や「とりで」のように「列の完成を目的とする」もので、もうひとつは「ピラミッド」や「モンテカルロ」のように「カードを捨てていく」ものである。それ以外に、「ひとりポーカール」や「ビル・ピアズ」のように得点を競うものもある。列の完成は、通常スート別にエースからキングまでのカードを順に並べることを意味する。ただし、「計算」のように、4つの列の並び順がすべて異なるものもある。また、すべてのカードを表向きにするものと裏向きのカードがあるものという分類もできる。文献2では、使用するカードの組数で分類している。さらには、難度による分類もあり得る。ここでは、一組のカードを用いてすべて表向きの状態で列の完成を目的とするゲームを扱う。

## 3. 籠城とその変種

「籠城」のルールは以下の通りである。(1) ここでは、スートを H, D, S, C と, Ace, Jack, Queen, King をそれぞれ A, J, Q, K と, 10 は 0 と表記する。

(1) 4枚の A を台札とし、残り 48枚のカードをよくシャッフルして、表向きに配り 6枚ずつ 8行の場札とする。それぞれの行で端に置かれた天の札のみが移動可能である。

(2) 台札に、同じスートの次のカードを移動できる。

(3) 場ではスートに関係ない数下がり列を作るように、場の天の札を別の行の天の札の上に

移動できる。

4つの台すべてが K までの数上がり列になれば、「成功」である。「成功」していない状態で、移動可能なカードが存在しなければ、「失敗」である。プレイの途中で場の行にカードがなくなって、行全体が空になることがある。そのような空いた行を「空行」と呼ぶ。

「籠城」の変種では A を台札とせずにプレイの途中で台に移動する。具体的には「城砦」では、6枚の行 2個と 5枚の行 8個を初期状態とする。(1) 「Streets and Alleys」では、7枚の行 4個と 6枚の行 4個を初期状態とする。(2) そして、「とりで」の場合は、場に配る途中で A とそれに続くカードを台に置くことができる。(1)

図1に「とりで」の初期局面例を示す。

0:HJ DQ — — —	4:SK D2 D7 S8 SJ
1:HK S5 SQ — —	5:C9 D3 S7 D9 —
2:CK D5 D8 CJ —	6:DK D6 C7 D0 —
3:CQ C6 S6 DJ HQ	7:S0 D4 C8 S9 C0

図1 とりでの初期局面例

図1では、C5,DA,H0,S4 までは既に台にある。この局面を局面 a とし、局面 a から成功が確定するまでの手順を次に示す。

```

-70<=-73<=-73<=-51<=-53<=050<=003<=053<=
050<=004<=034<=030<=007<=071<=005<=-41<=
040<=040<=003<=-40<=-30<=-33<=030<=001<=
-32<=030<=001<=-13<=010<=002<=012<=010<=
-02<=002<=026<=064<=031<=001<=003<=013<=
010<=030<=061<=001<=013<=040<=001<=025<=
020

```

手順の表示は、成功が確定した局面から初期局面までさかのぼるようになっていて、初手は 020 であって第 49 手の -70 で成功が確定している。ここで手の表記は、-XY の場合、場の行 X から台 Y への移動を表し、0XY の場合、場の行 X から行 Y への移動を表す。台番号は、0:C, 1:D, 2:H, 3:S であり、場の行番号は 0~7 である。例えば、初手は行 2 の CJ を台 0 に移動することを表す。上記手順の後、成功が確定した局面が次の図 2 である。場のすべての行が降順になっているので、残りの移動

は機械的に実行できる。

```

0:D9 -- -- -- 4:SK CQ DJ -- --
1:HK SQ SJ C0 -- 5:C9 -- -- --
2:CK DQ CJ D0 -- 6:DK D6 -- -- --
3:D8 D7 -- -- -- 7:D4 -- -- --
    
```

図2 成功が確定した局面例

4. 計算アルゴリズム

台と場のカードを配った状態を初期局面として、ルールに従って実行可能なカードの移動を枝に対応させて子局面を作成していくとゲーム木を作成することができる。ここで扱うゲームは全てのカードが表向きになっているので完全情報ゲームである。従って、筆者がこれまで研究してきたトランプの一人遊びのゲーム木の探索アルゴリズムを使用することができる。文献3のプログラムで、子局面を作成する部分と重複局面をチェックする際に使用するパトリシアでの局面に対応する整数値を計算する部分をそれぞれ対応するゲームのルールと局面にあわせて修正すればよい。

5. 計算結果

筆者は文献4で「籠城」について「失敗」する場合は空行が2個以下しかできないという結果を得ている。今回計算したのは、「Streets and Alleys」と「とりで」である。前者については、疑似乱数を用いて発生させた1000個の初期局面に対する成功数は、514であった。そして空行数の分布は以下のようであった。

表1 空行の分布(Streets and Alleys : 成功の場合)

空行数	局面数	割合
0	0	0.0%
1	0	0.0%
2	57	11.1%
3	163	31.7%
4	173	33.7%
5	92	17.9%
6	25	4.9%
7	4	0.8%
8	0	0.0%
合計	514	100.0%

表2 空行の分布(Streets and Alleys : 失敗の場合)

空行数	局面数	割合
0	459	94.4%
1	27	5.6%
2	0	0.0%
合計	486	100.0%

後者については、次のような結果になった。

表3 空行の分布(とりで : 成功の場合)

空行数	局面数	割合
0	0	0.0%
1	30	3.2%
2	392	41.4%
3	426	45.0%
4	91	9.6%
5	6	0.6%
6	2	0.2%
7	0	0.0%
8	0	0.0%
合計	947	100.0%

表4 空行の分布(とりで : 失敗の場合)

空行数	局面数	割合
0	50	94.3%
1	3	5.7%
2	0	0.0%
合計	53	100.0%

これらの表の空行数は成功確定までの最大値である。どちらについても、失敗する場合の空行数は0または1であった。

6. あとがき

本報告では、「籠城」の変種2種類について空行数を調べた。その結果、やはり失敗した場合の空行数は1以下であるという結果を得た。ただし、文献4ではわずかながら空行数2で失敗する例があるので、やや弱い仮説として「空行が3列できれば成功できる」という性質が成り立つと考えられる。このことは人間がプレイする場合にひとつの指針となる。今後この仮説を理論的に証明できるかどうかを検討していきたい。

文献

- (1) 野崎, トランプひとり遊び 88選, 朝日選書 (1990)
- (2) Morehead & Mott-Smith, The Complete Book of Solitaire & Patience Games, Bantam Books (1966)
- (3) 新谷, 情報処理学会シンポジウム論文集 Vol.99, No.14, pp.84-91 (1999)
- (4) 新谷, 福山大学工学部紀要 Vol33, pp.141-148 (2010)

A hypothesis on solitaires in which the object of play is to build upon foundations

† Toshio Shintani, Faculty of Engineering, Fukuyama University