

カードゲーム「籠城」の空列数と成功可能性の関係

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である「籠城」についてはランダムに初期局面をつくと成功可能性は約 7 割であることがわかっている. このゲームで成功することは 8 列の場がすべて空になることである. 筆者は文献[1]で空列の個数が 2 以上になればほぼ成功することを, 文献[2]で空列数が 3 になっても成功不可能な局面が存在することを示した. ここでは, 空列数を 2 以上とするための方法と空列数が 4 以上になっても成功不可能な局面があるかどうかについて考察した結果を報告する.

2. ルール

「籠城」のルールは文献[3]によると以下の通りである. 以下では, スートを H, D, S, C, Ace, Jack, Queen, King をそれぞれ A, J, Q, K, 10 は 0 のように表記する.

- (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 列の場札とする. それぞれの列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, 場の天の札を別の列の天の札の上に移動できる. ある列のカードがすべてなくなれば, その列に別の列の天の札を移動できる.

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. ルール(3)にある数下がり列を「連」と呼び, カードがすべてなくなった列を「空列」と呼ぶ. 空列ができるとカード移動の選択肢が増す. ある列の天の札の左側が長さ ℓ の連になっていて, 場に n 個の空列がある場合に次の性質が成り立つ. ⁽¹⁾

性質 1 「籠城」において, 場の空列の数を n とする. ある列 i に T_ℓ が天の札であるような長さ ℓ の連

$$R = T_1 T_2 \cdots T_{\ell-1} T_\ell$$

があったとする. さらに, 列 i と異なる列 j の天

の札の数値が T_1 より 1 だけ大きいとする. このとき n 個の空列のみを利用して列 i から列 j へ連 R が移動可能であるための必要十分条件は,

$$\ell \leq 2^n \quad (1)$$

が成り立つことである. 籠城では A は初期状態で台にあるので, 連の長さの最大値は 12 であり, 連の長さが 12 の場合は数値 2 のカードが天の札なので, 直ちに台に移動できる. 従って, 連の長さの最大値は 11 としてよい. また, 性質 1 で列 j を空列とすることにより, 空列数が $n (\geq 1)$ の場合, 長さ 2^{n-1} 以下の連を空列に移動可能である.

3. 空列数を増やす方法

ルールより, 空列ができるまでは K を他の列に移動することはできない. K は 4 個あり場は 8 列あるので, K がいない列が少なくとも 4 個ある. よって, 次のような方法が考えられる.

- 1) K がいない列から K がある列を含む他の列にカードを 1 枚ずつ移動していくことを繰り返して空列を 1 個つくる.
- 2) 空列数 n が 1 以上になると, 性質 1 より長さ $2^n (\geq 2)$ の連をまとめて移動していくことも利用する.

注意すべきことは, 空列数が性質 1 の条件を満たしていない場合でも図 1 のように連を分割して移動できる局面があることである.

```

0: S4 SJ
1:
2: CK SQ
3:
4: H5 DQ D0 CJ HK CQ HJ H0 H9
5: H7 D6 D9 S0 C9 S8 D7 C6 D5
6: DK H4 H8 C7 D8 S7 H6 S5 D4
7: SK D3 S6 HQ DJ C0 S9 C8
  
```

台 : C5, H3, D2, S3

図 1 連の分割移動が可能な局面例

図 1 では第 4 列に HK から始まる長さ 5 の連 X がある. 空列数が 2 なので性質 1 を用いた空列への移動はできないが, 第 2 列の天の札が SQ なので X の HJ~H9 までの長さ 3 の部分を第 2 列に移動した後に HK と CQ を第 1 列に移動する. 次に第 0 列の SJ あるいは第 4 列の CJ を利用して

第2列のHJ~H9を第1列に移動できる。その後第0列のSJを第2列に、S4を台に移動する。このような連の移動を「連の分割移動」と呼ぶことにする。結果として、空列数2を保ったまま、連のみで構成される列が2個となる。

「籠城」は完全情報ゲームなので、後戻りが許されるとしてよい。したがって上記1),2)と連の分割移動を繰り返し、行き詰ったら後戻りしてゲーム木の別の部分を探索する。空列数が増えることによって、カードの移動が容易になるので、列の底にある値の小さいカードを台に移動したり、場の天に移動したりできる。その結果、空でない場の列がすべて底から見て単調減少列になれば成功が確定する。文献[1]によると成功不可能な初期局面からは空列が2以上できることはまれなので、空列が2個できればほとんどの場合成功可能であると考えられる。

4. 空列が5個ある場合

この場合、空列でない3列のカードは初期局面の6枚とその上に積まれた連のカードである。初期局面の天の札がKの場合その上にQ~3の10枚が積まれて連の長さは11になる可能性がある。つまり場の列のカード数の最大値は6+10=16である。よって、空でない場の3列がすべてその状態の場合、すなわち場に16枚の列が3個と空列が5個、台は初期状態のままAのみ4枚、という局面を考えればよい。そのような局面の例を次に示す。

0: ~ 4: 空
5: C2 C4 C7 C0 CK SKS QS JS OS S9 S8 S7 S6 S5 S4 S3
6: D2 C3 C6 C9 CQ HKHQH JH OH9 H8 H7 H6 H5 H4 H3
7: H2 S2 C5 C8 CJ DKDQD JD OD9 D8 D7 D6 D5 D4 D3

図2 空列が5個ある局面例

空列が5個あるので、3つの連がそれぞれ同じスートのカードから構成されているとしても、一般性を失わない。また連の部分は詰めて描いている。

数値が2のカードの位置は3通り考えられる。図2では2のカードが3列すべてにある。図2の局面から第7列の連を第4列に移動してその下にあったカードを空列に移動してS2とH2を取り出し、第5列と第6列のSとHのカードをすべて台に移動する。そして第6列と第5列の天の札を空列に移動すると、図3になる。この局面で第4列以外の7列の天の札は数値が2からKまでの連続した12の値のどれかである。したがってすべてが2以上離れていることはありえず必ず別の列に移動して空列を増やすことができる。厳密

な証明は省略するが、場の底にある2のカードを取り出して、成功局面に至ることができる。

0: CQ
1: C5
2: C8
3: CJ
4: DKDQD JD OD9 D8 D7 D6 D5 D4 D3
5: C2 C4 C7 C0
6: D2 C3 C6 C9
7: CK

図3 空列が5個ある局面例の続き

図2の場合の2のカードの並び方を(2,1,1)と表すことにすると(4,0,0)と(3,1,0)の場合も考えられるが、(2,1,1)の場合と同様に成功可能である。空列数が6以上の場合も同様に成功可能なので、次の性質が成り立つ。

性質2 「籠城」において、場の空列の個数が5になれば成功可能である。

空列数が4の場合は、筆者の計算によると図4の局面から100億以上の局面を探索しても成功局面に至っておらず、この局面は成功不可能である可能性が高いと思われる。

0: ~ 3: 空
4: C2 S0 DK HK SK C9 C8 C7 C6 C5 C4 C3
5: D2 CQ DQ HQ SQ D9 D8 D7 D6 D5 D4 D3
6: H2 CJ DJ HJ SJ H9 H8 H7 H6 H5 H4 H3
7: S2 C0 D0 H0 CK S9 S8 S7 S6 S5 S4 S3

図4 空列が4個ある局面例

5. あとがき

本報告では、「籠城」において空列数を2以上にするための方法について考察したが発見的な方法にとどまっている。また、空列が5個以上ある場合には必ず成功することを示し、空列数が4の場合は成功不可能な局面が存在すると思われるという推測を得た。今後さらに検討していきたい。

文献

- (1) 新谷, 福山大学工学部紀要 Vol.33, pp.141-148 (2010)
- (2) 新谷, 第78回情報処理学会全国大会, 7B-01 (2016)
- (3) 野崎, トランプひとり遊び 88選, 朝日選書(1990)

Relation between the Number of Spaces and the Possibility of Success in the Card Game "Beleaguered Castle"

† Toshio Shintani, Faculty of Engineering, Fukuyama University