

# カードゲームにおける エキサイティングなシャッフル機構の試作

鈴木 稜太郎<sup>1,a)</sup> 福田 直樹<sup>2,b)</sup>

概要：トランプのシャッフルはリフルシャッフルやウォッシュシャッフルなどの様々な特徴を有した手法があり、それぞれ状況に合わせて用いられている。しかしこれらのシャッフルはあくまで一般的なトランプにおける有用なシャッフル手法であり、TCG(トレーディングカードゲーム)のような同じ種類のカードを複数枚使うようなカードゲームにおける有用なシャッフル手法については明らかになっていない。そこで、同じ種類のカードゲームに想定し、ゲームとしての楽しみが最大限発揮するようなシャッフル手法を検討するとともに、ゲームがエキサイティングになるようなシャッフル機構の試作を行う。

## 1. はじめに

トランプのようなカードを用いるゲームでは、ゲームにランダム性をもたらすためにカードのシャッフルを行う。そのシャッフルの種類はいくつか知られており、それぞれ状況に合わせて利用されている。そしてどのシャッフルが有用なのかについての研究はいくつかされている。特に、52枚のカードが入ったトランプのデッキについては適度にカードを混ぜるためには、約七回であると数年前のニューヨーク・タイムズによって投稿された [1]。しかしこれらの研究はトランプのような同じ種類のカードが一枚しかないカードゲームにおける研究であり、TCG(トレーディングカードゲーム)のような同じ種類のカードを複数枚使うようなカードゲームを扱う場合についてはさらなる検討の余地があると考えられる。そこで本研究では同じ種類のカードを複数枚使うようなカードゲームでのシャッフルについて、シミュレーションを用いてそれぞれのシャッフルを考察し、エキサイティングなシャッフルの検討を行う。そしてゲームがエキサイティングになるようなシャッフル機構の試作について述べる。

## 2. 準備

各シャッフル手法をプログラムによるシミュレーションを行う。シミュレーションプログラムは Java 言語を用

いた。シャッフルカードを配列として実装し、20種類のカードを各3枚の計60枚とする。また本研究対象となるシャッフルとして、トレーディングカードゲームで一般的に使用されている以下のシャッフルを用いる [2][3]。

### 2.1 ヒンズーシャッフル

多くの日本人が使っているシャッフルある。山札から任意の枚数カードを抜き出し、その抜き出したカードからまた任意の枚数カードを抜き出し残っている山札の上に重ねる。これを最初に引き抜いたカードがなくなるまで繰り返す。シミュレーションプログラムの実装として抜き出すカードの枚数は正規分布  $N(10,5/3)$  に従うものとした [4]。

### 2.2 ファローシャッフル

別名としてリフルシャッフルやマシガンシャッフルとして知られている。山札を半分に分け、それぞれの両端互いに押し込むことでカードを互い違いに挿入する。シミュレーションプログラムの実装として山札を2に分ける方法は二項分布  $B(60,1/2)$  に従うものとしたまたそれぞれの山を互い違いに挿入する方法として、分けた山札を A,B とするしそれぞれ a 枚 b 枚とすると、山札 A から挿入される確率は  $a/(a+b)$  で、山札 B から挿入される確率は  $b/(a+b)$  となる [5]。どちらかの山が 0 になるまで繰り返す。

### 2.3 シャッフル手法の特性の違い

我々はこれまでに、これら2つのシャッフル手法によるシャッフルの特性の違いについて、可視化による確認などを行ってきている [6]。本節では、文献 [6] における本部分の内容について、簡潔にまとめる。それぞれのシャッフル

<sup>1</sup> 静岡大学 情報学部行動情報学科  
Faculty of Information, Shizuoka University

<sup>2</sup> 静岡大学 大学院情報学領域  
Department of Informatics, Shizuoka University

a) suzuki.ryotaro.18@shizuoka.ac.jp

b) fukuta@inf.shizuoka.ac.jp

手法のシミュレーション結果を観測するために、本研究では野瀬らの研究 [3] における可視化の手法をもとに、シャッフル後の配列の様子を散布図を用いて表す。シャッフル手法毎にシャッフルを 1 回、2 回、3 回、4 回と十分回数の多い 100 回のシャッフルを行う。本稿では、60 枚のカードが並んでいる様子を、横軸をカードの位置、縦軸をカードの種類で表している。図 1 はシャッフルを行う前のカードの並びの初期状態を示したものである。同じカードが 3 枚あるため、横軸が同じものが 3 つ連なって並んでいる。

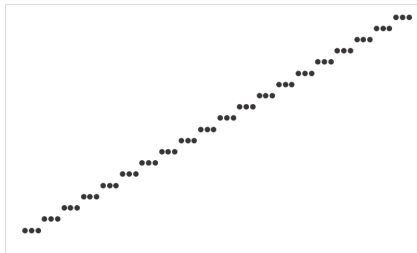


図 1 カード並びの初期状態 [6]

また、各シミュレーションの特徴の比較を行うために、複数回シミュレーションを行った結果の分布を、確率の分布とするために散布図を用いて表す。シャッフル後のカードについて、 $i$  番目にどのカードがあるのかの集計を行い割合を求め、その割合を濃さで表現する。今回はシャッフルの回数毎に 1000 回分のシャッフルを行い分布を作成する。図 2 は仮に完全に均一に混ざる理想的なシャッフル手法が存在した場合の確率分布の散布図を示したものである。すべてのカードが全ての位置に均等に混ざるため、すべての場所が同じ灰色で塗られていることが確認できる。以上の 2 つの観点から各手法のシミュレーション結果を示し、考察を行っていく。



図 2 理想的なシャッフルの確率分布

### 2.3.1 ヒンズーシャッフル

ヒンズーシャッフルの結果を図 3 および 4 に示す。それぞれの図は、1 回、2 回、3 回、4 回、100 回ヒンズーシャッフルを行ったあとのカードの配置とその確率分布を示した図である。まずシャッフルの回数が少ない場合を考える。シャッフルの回数が偶数回の場合、カードの並びは初期状態に近いものになっている。シャッフルの回数が奇数回の場合、初期状態を分割した配列の順番を入れ替えた状態になっている。これは確率分布と比べても、偶数回では初期状態と同じ右上がりの斜線に、奇数回では初期状態の逆順

に近似していることが確認できる。そのため、一般的にはシャッフル回数が少ない場合、良いシャッフルとはいえない。

次にシャッフルの回数が多い場合を考える。シャッフルの回数多い (100 回) 場合、連続している部分があくつが見受けられるが、混在していることが確認できる。確率分布を見ても混ざりが良いシャッフルと言える。回数が多くなるに連れて混ざりが良くなるシャッフルである。

### 2.3.2 ファローシャッフル

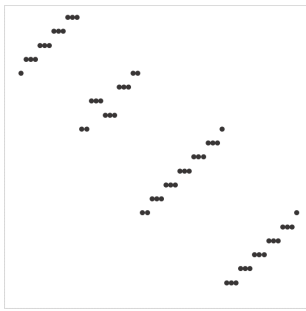
ファローシャッフルの結果を図 5 および 6 に示す。シャッフル回数を重ねる毎に初期状態を上下に分割するような混ざり方をしている。二回目までは初期状態の様子が顕著にでているため良いシャッフルとは言えないが、三回目以降は確率分布を見ても良いシャッフルと言える。混ざりが良くなるのに回数が必要なく短時間で行うことができるため、不規則性と時間ともに良いシャッフルである。またシャッフル回数が多い状態 (100 回) でも良いシャッフルである

## 3. エキサイティングとは

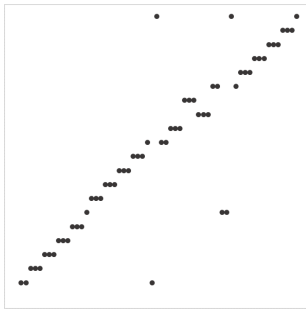
一般的にカードゲームではシャッフル法をカードの並びを不規則なものにするために用いられる。これはカードを不規則に並び変えることによってゲーム自体が予測不可能なものになり、期待感と緊張感を生みゲームとしての楽しさを増させることが目的であると考えられる。そのためカードゲームにおいてゲームとしての楽しさを最大限発揮するための 1 つとして、少なくとも多少は不規則に並べる必要がある。不規則に並び替えるのであれば、単純に混ざりの良いシャッフルが有効であり、可視化の結果から 3 回以上のファローシャッフルが有効であると考えられる。一方で、ゲームとしての楽しみ方というものはこれだけではなく、例えば「必要なときに必要なカードが揃う熱い展開」のような不規則性による楽しみではなく、プレイヤーにとって都合の良い進行をするゲームも、当事者からすればゲームとしての楽しさを最大限発揮していると言える。ヒンズーシャッフルでは回数が少ないときに限り、偶数回では初期状態に、奇数回では初期状態の逆順の並びになる。初期状態の並びを自分で組み替えることで、自分の思い描いたエキサイティングなゲーム進行にすることができる。このように一言エキサイティングといっても人や状況によってエキサイティングが異なる。エキサイティングなシャッフルというものの捉え方は一意に定まらないと仮定すれば、ゲームとしての楽しさを最大限発揮する有用なシャッフルも一意には決まらなると考えられる。

## 4. エキサイティングなシャッフル機構の試作

一般的にあるカードゲームではシャッフル手法やそのシャッフルの回数を自ら選択することのできるカードゲームはほとんど確認することができない。しかし先程述べた



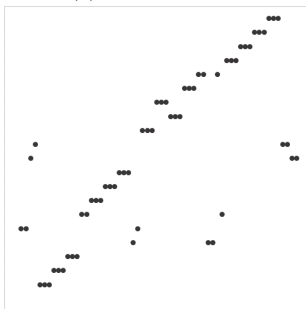
(a) シャッフル 1 回



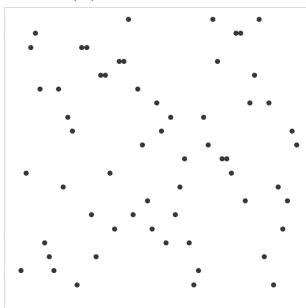
(b) シャッフル 2 回



(c) シャッフル 3 回



(d) シャッフル 4 回



(e) シャッフル 100 回



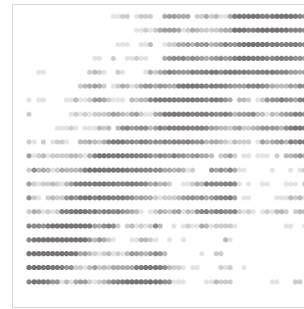
(a) シャッフル 1 回



(b) シャッフル 2 回



(c) シャッフル 3 回



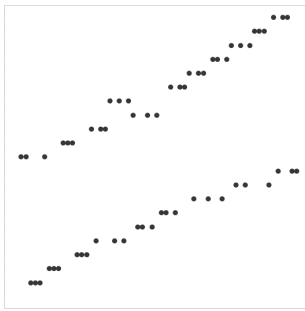
(d) シャッフル 4 回



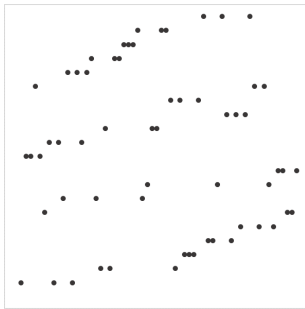
(e) シャッフル 100 回

図 3 ヒンズーシャッフルの回数とそれに対するカードの分布 [6]

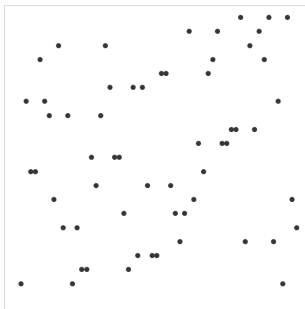
図 4 ヒンズーシャッフルの回数とそれに対するカードの確率分布 [6]



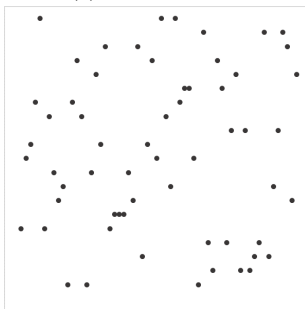
(a) シャッフル 1 回



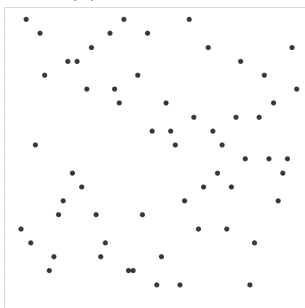
(b) シャッフル 2 回



(c) シャッフル 3 回



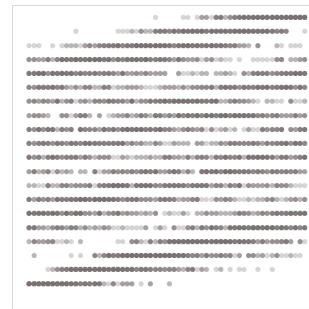
(d) シャッフル 4 回



(e) シャッフル 100 回



(a) シャッフル 1 回



(b) シャッフル 2 回



(c) シャッフル 3 回



(d) シャッフル 4 回



(e) シャッフル 100 回

図 5 ファローシャッフルの回数とそれに対するカードの分布 [6]

図 6 ファローシャッフルの回数とそれに対するカードの確率分布 [6]

とおりカードゲームにおけるエキサイティングというものの捉え方は一意に定まらなると考えられる。そこでそれぞれのシャッフル手法の特徴が可視化されているため、自分のプレイスタイルに合ったシャッフル手法とそのシャッフル回数を選択することができるシャッフル機構を考えることができる。これはそれぞれの求めるエキサイティングに合ったシャッフルを選択することができるためエキサイティングなシャッフル機構である。図7, 8, 9および10

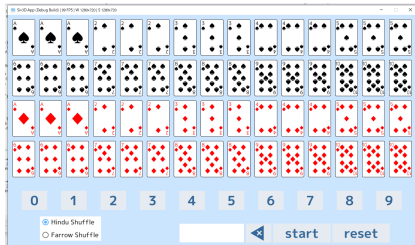


図7 シャッフル実行前の動作例

は実際に作成したエキサイティングなシャッフル機構の試作の様子である。図7はシャッフル前の初期状態で、使用するシャッフル手法とシャッフル回数を選択することができる。図8は実際にヒンズーシャッフルを少ない回数の2回行ったあとの様子である。図9はシャッフル前の状態でカー

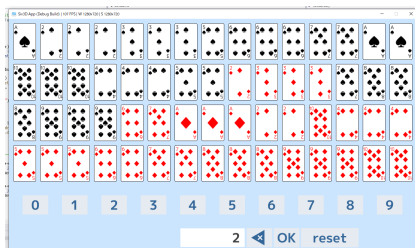


図8 シャッフル実行時の動作例

ドの配置を実際に入れ替えた様子である。ここでは例として初期状態の2段目と3段目を入れ替えた。図10は図9の入れ替えた状態でヒンズーシャッフルのシャッフル回数2回を指定して神経衰弱ゲームをプレイしている様子である。このように、ゲーム開始前にカードの配置を入れ替えることができ、使用するシャッフル手法をヒンズーシャッフルとファローシャッフルの中から選択をし、そのシャッフル回数も入力して指定しゲームプレイできものである。

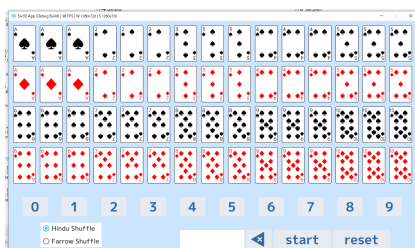


図9 手動でのカード入れ替えの動作例

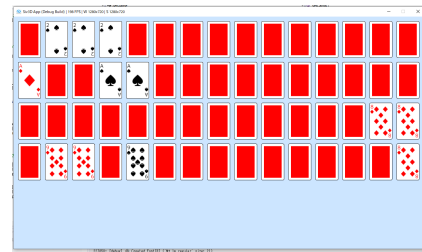


図10 実際のプレイ画面の動作例

## 5. まとめ

本研究では、同じ種類のカードを複数枚扱うTCGのようなカードゲームにおけるシャッフル機構の試作を目的とし、各シャッフル法の特徴をシミュレーションをもとに可視化を行うことで、エキサイティングなシャッフル機構について試作を行った。一般的にTCGで利用されるヒンズーシャッフルとファローシャッフルについて、シミュレーションの結果を並びの分布と確率分布を用いて可視化をし、各シャッフル手法をシャッフル回数の少ない場合と多い場合にわけ、それぞれ特徴の考察を行った。少ないシャッフル回数の状態ではそれぞれのシャッフルの特徴が顕著に現れており、特徴を可視化することでその様子を分かりやすくした。多いシャッフル回数の状態ではそれぞれのシャッフルの混ざり方の分布図が一様になることを確認した。

また、ゲームとしての楽しみを最大限発揮するシャッフル法については、楽しみの捉え方で有用なシャッフルが異なり、本稿ではその一例を示した。各シャッフルの特徴を可視化することができたため、プレイヤーのプレイスタイルに合わせてシャッフルの種類と回数を選択することができるシャッフル機構を用いたゲームの試作を行った。

## 参考文献

- [1] Kolata, Gina.: In Shuffling Cards, Seven is Winning Number, New York Times, Jan. 9 (1990)
- [2] 井手広康, 奥田隆史: トランプにおける最適なシャッフルの組合せ, 情報処理学会論文誌, Vol.59 No.11 2054-2062(Nov.2018)
- [3] 野瀬彰大, 深川大路: TCGにおけるシャッフル手法に関する計算機実験を用いた考察, 情報処理学会研究報告ゲーム情報学, Vol.2011-GI-25, No.4, pp.18 (2011).
- [4] Ueda I., Nishimura A., Hayashi Y., Mizuki T., Sone H.: How to Implement a Random Bisection Cut, Martn-Vide C., Mizuki T., Vega-Rodriguez M. (eds) Theory and Practice of Natural Computing. TPNC 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 1007 (2016)
- [5] Daniel Scully.: Perfect Shuffles through Dynamical Systems, Mathematics Magazine, 77:2, 101-117 (2004)
- [6] Suzuki Ryotaro., Fukuta Naoki.: A Preliminary Approach on an Exciting Shuffling Method in Card Games, 10th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI AAI2021 / IDDC2021), 2021. (poster paper)
- [7] 鈴木稜太郎, 福田直樹: カードゲームでのエキサイティングなシャッフル法の検討, 情報処理学会 第83回全国大会, 2Q-06, 365-366(2021)