

抽選結果履歴を考慮した座席割り当て問題

2019SS045 森島里帆

指導教員：佐々木美裕

1 はじめに

私が複数のアイドルのファンクラブに数年間入会し、毎年ほぼすべての日程のコンサートの申し込みしてきたなかで、抽選結果に対し気になることがある。予約抽選制のコンサートでは、抽選によって当選落選が決まる。ランダム抽選のため各申し込み者の長期的に見た際の当選確率には本来大きな差はないはずである。しかし、数年間にわたりすべての日程に申し込んだにも関わらず一度も当選していない申し込み者もいれば、何度もまたは連続で当選する申し込み者も存在するのが現状である。一定期間における当選確率（当選回数/申し込み回数）という点で平等とは言えない。各申し込み者の（当選回数/申し込み回数）を平均化するような当選者の決定方法を提案し、申し込み者の満足度を上げることを実現したい。そのため、全応募者の当選確率に長期的に見た際に大きな差がないような座席割り当てが行われるようにシミュレーションを行う。

2 コンサートチケットの購入方法の種類

コンサートチケットの購入方法については大きく分けて3種類存在する。

1. 先着順で好きな座席を選択し、チケットを購入する
2. 先着順にチケットを購入できるが、座席は自動で割り当てられる
3. 予約抽選制で後日抽選結果が届き、当選した場合のみチケットを購入することができ、その際座席は自動で割り当てられる。

本研究では3つ目の購入方法について扱う。

3 コロナ禍における鑑賞について

東京ディズニーリゾートでは座席に着席して鑑賞する室内型のショーが複数存在する。それらのショーの座席は新型コロナウイルス流行前は空席なく全席に観客が割り当てられていた。新型コロナウイルス流行後から2022年4月24日までは、図1のように申込者と家族や友人など、ともに鑑賞する人（これを以後同行者と呼び、以下このまとまりをグループと呼ぶ。）とは同じ列に隣の席に配置されていた。また、ソーシャルディスタンスを保つために他の申し込みの観客とは必ず1席の間隔を設けるように座席が割り当てられていた。

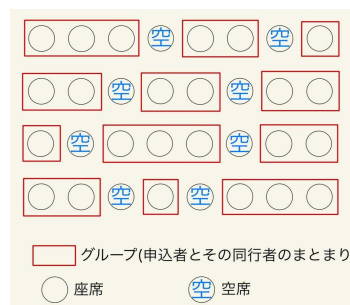


図1 新型コロナウイルスの流行後から2022年4月24日までの東京ディズニーリゾートにおける室内ショーの座席割り当ての様子

現在はほとんどのコンサート会場で、機材席や通路を除いてすべての座席を観客に割り当て、新型コロナウイルス感染症対策として、マスクの着用等が徹底されている [1]. 東京ディズニーリゾートで実施していた他グループと1席の距離を開けた座席割り当ては、イベントホールでも新型コロナウイルス感染症対策として、観客が安心してコンサートに参加するために活かすことができると考え、本研究ではこの座席割り当て方法を採用する。

4 抽選結果履歴を考慮した抽選方法

抽選の際に申し込み履歴により当たりやすさを調整して座席を割り当てるプログラムをC++で作成した。このプログラムのアルゴリズムに関して記述する。用意された申し込みデータを入力として、全ての座席に観客の割り当てを行う。座席が割り当てられたグループを当選とする。応募グループの中から当選グループを抽選で複数決定する。当選したグループには必ず横並びで人数分連続している座席を割り当てる。各グループ間にはソーシャルディスタンスの確保のためこの実験では必ず一席の間隔をあける。この座席の間隔はパラメータとし、コロナ感染者数が増加した場合は大きくすることによってソーシャルディスタンスを大きくとることができる、また、減少した場合は0と設定することによって多くの観客に座席を割り当てることができる。

<入力>

m : 座席の行数

n : 座席の列数

座席の位置を (i, j) で表す。 $(i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n)$

d : グループ間の空席

p_k : グループ k の人数 $(k = 1, \dots, g)$

x : 申し込みグループ数

$a(k)$: グループ k の申し込み回数

$e(k)$: グループ k の当選回数

Y : 申し込みをするグループの集合

<出力>

u_k : グループ k の状態 ($k = 1, \dots, g$)

$= \begin{cases} 1: \text{当選} \\ 0: \text{落選} \end{cases}$

$s_{i,j}$: 座席 (i, j) の状態

$= \begin{cases} 1 \sim g: \text{座席に割り当てられたグループの番号} \\ 0: \text{空席} \\ -1: \text{未登録} \end{cases}$

W : 当選したグループの集合 L : 落選したグループの集合

($Y = W \cup L$)

<プログラムの手順>

ステップ (0) 初期化

$s_{i,j} = 0; i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$

$u_k = 0; k = 1, \dots, g$

$W := \varphi; L := \{1, \dots, g\}$

$i = 1; j := 1$

ステップ (1)

$r := n - j + 1$

ステップ (2)

① $k \in Y$ をランダムに選択する.

② 選択した k が,

- $P(k) < r$ であればステップ (3) へ.
- $P(k) > r, k \in Y$ のとき, $i := i + 1$ として, ステップ (2)- ① へ戻る.
- そうでないとき, ステップ (2)- ① へ戻る.

ステップ (3)

$0 \leq$ 乱数 $z \leq 1$ を求め乱数 $z < e^{-ax}$ (a はパラメータ) のとき, ステップ (4) へ

※ 抽選結果履歴を考慮しない座席割り当ての場合は, このステップ (3) を飛ばして, ステップ (4) へ

ステップ (4)

for $l = 0$ to $p_k - 1$

| $s_{i,j+l} = k$

end

$s_{i,j+p_k-1+d} = 0; u_k := 1$

$W := W \cup \{k\}, L := L \setminus \{k\}$

$a(k) := a(k) + 1, k \in Y$

$e(k) := e(k) + 1, k \in L$

$j := j + p_k$

$j = n$ ならば, $i := i + 1$

$j \leq m$ ならばステップ (1) へ, そうでなければ終了.

5 実験結果と考察

C++ をの用いて計算実験を行った. 計算環境の CPU は Intel(R) Core(TM) i9-10900K, メモリは 32GB である. また, 計算実験の際に席の行数と列数は 5×20 , 全体のグ

ループ数は 400, 事前にランダムに申し込む 100 グループを決定する. その後抽選を行い座席を割り当てる. 以上を試行 1 回につき 100 回繰り返す. 抽選結果履歴を考慮しないもの, $y = e^{-ax}$ の $a = 0.5, 1, 2$ の 4 パターンを各 20 試行ずつ行い調査した. 表 1 は抽選結果履歴考慮なしの (当選回数 / 申し込み回数) の標準偏差, 表 2 は $y = e^{-2x}$ で抽選結果履歴考慮済みの (当選回数 / 申し込み回数) の標準偏差であり, 標準偏差が 10 以上のセルに青色, 3 未満のセルに赤色の印をつけた.

表 1 抽選結果履歴考慮なしの (当選回数 / 申し込み回数) の標準偏差

申し込み回数 \ 試行回数	1回目	5回目	10回目	11回目	15回目	20回目
11~15	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00	2.56
16~20	12.65	11.47	9.97	10.70	14.48	11.11
21~25	10.44	9.75	10.39	10.29	10.52	10.53
26~30	9.25	9.19	9.80	8.61	9.87	9.26
31~35	8.46	8.69	9.31	9.44	9.17	9.36
36~40	5.60	5.35	5.90	6.86	5.55	8.76
41~45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1回目	5回目	10回目	11回目	15回目	20回目
全体の標準偏差	10.03	9.71	9.96	9.65	10.45	9.95

表 2 $y = e^{-2x}$ で抽選結果履歴考慮済みの (当選回数 / 申し込み回数) の標準偏差

申し込み回数 \ 試行回数	1回目	5回目	10回目	11回目	15回目	20回目
11~15	0.00	3.57	5.83	0.00	5.12	0.00
16~20	9.02	6.61	7.29	8.92	7.26	7.50
21~25	7.25	7.89	7.00	7.61	7.22	6.78
26~30	6.98	6.55	6.99	6.40	6.69	7.09
31~35	5.53	6.70	6.90	7.00	5.76	6.45
36~40	4.38	3.50	1.22	3.71	6.19	4.69
41~45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1回目	5回目	10回目	11回目	15回目	20回目
全体の標準偏差	7.14	7.05	7.00	7.28	6.85	6.98

ランダム抽選で (当選確率 / 申し込み回数) の標準偏差を小さくするにはループ数が 100 回では足りないが, $y = e^{-ax}$ の a の値を大きくすれば 100 回という数年間のコンサート公演数として考えられる抽選回数で (当選確率 / 申し込み回数) の全体の標準偏差や, 階級ごとの標準偏差の振れ幅を小さくすることができた.

6 おわりに

今後の課題として次の二点が挙げられる. 一つ目としては, 座席の規模感である. コンサート会場は収容人数数十人ものから数万人の会場など様々なため, 収容人数が大きな会場を想定した場合に座席数や申し込みグループ数を大幅に増やすことで客席数が多い会場でも本研究を活かすことができる. 二つ目としては, モデルの改良である. 実際は同じ申し込み者でも, 同行者数が都度変化する可能性がある. その場合に対応する必要がある.

参考文献

- [1] 一般社団法人コンサートプロモーターズ協会. 音楽コンサートにおける新型コロナウイルス感染予防対策ガイドライン. <https://www.acpc.or.jp/pdf/COVID-19/20221104.01.pdf>. 2022 年 11 月 22 日閲覧.