

# デジタルスタンプラリーにおけるゲーム理論を用いた誘導

芦田愛美<sup>†</sup> 北村泰彦<sup>‡</sup>

関西学院大学大学院理工学研究科<sup>†</sup>

関西学院大学理工学部<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

これまでのスタンプラリーは紙のものが主流であったが、現在はスマートフォン上でスタンプラリーを行うデジタルスタンプラリーが普及しつつある。デジタルスタンプラリーのメリットとしては参加者に合わせてスタンプの種類を変えることができること、参加者がどう動いたかのデータを取得できること、などがある。従来のデジタルスタンプラリーでは参加者はラリーポイントを自由にまわるものとなっているが、本研究では参加者に応じた誘導機能を実現する。そこで各ラリーポイントに価値を付加したスタンプを用いることによって参加者を誘導する。そのため本研究では、ゲーム理論[1]を用いてスタンプの価値や配置場所の決定手法を開発する。

## 2. デジタルスタンプラリーの定義

ラリーポイントの数を $n$ 、ラリーポイントを $R = \{r_1 \cdots r_n\}$ 、主催者のラリーポイントに対する価値を $S = \{s_1 \cdots s_n\}$ 、参加者のラリーポイントに対する価値を $T = \{t_1 \cdots t_n\}$ 、参加者のラリーポイントに対する最大価値を $a = \max_{1 \leq i \leq n} t_i$ 、参加者が最大価値を有するラリーポイントに対する主催者の価値を $b = s_j$ 、ただし $j = \operatorname{argmax}_{1 \leq i \leq n} t_i$ とする。

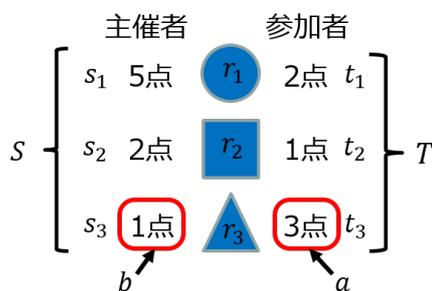


図1 ラリーポイントの例

図1はラリーポイントの数が3ヶ所あり、主催者のラリーポイントに対する価値が5点、2点、1点、参加者のラリーポイントに対する価値が2点、1点、3点の場合である。主催者が参加者に行ってほしいラリーポイントほど価値が高く、参加者は自分が行きたいラリーポイントほど価値が高い。 $a$ は参加者の価値の中で最大の価値を表しており、 $b$ は $a$ に対する主催者の価値を表している。スタンプはすべてのラリーポイントにあり、その価値は0以上の整数とする。価値が1以上のスタンプはすべてのラリーポイントのうち1ヶ所にあり、その1ヶ所以外にあるスタンプは価値が0であるとする。参加者はラリーポイントに行くとスタンプを獲得することができる。 $r_i$ を参加者が訪問したラリーポイントとし、そこで参加者が価値 $c_i$ のスタンプを獲得した際の主催者の利得は $s_i - c_i$ 、参加者の利得は $t_i + c_i$ になるとする。

### 2.1 スタンプの価値決定アルゴリズム

まず、参加者が利得最大のラリーポイントに行く状況についての議論を行う。本研究のデジタルスタンプラリーでは、それを繰り返すことで参加者が複数箇所のラリーポイントをまわるものとする。

主催者と参加者の利得が最大になるようにスタンプの価値割当アルゴリズムを示す。これはどのラリーポイントに価値がいくつのスタンプを置くのかを求めるアルゴリズムである。この際、主催者は必ず $b$ 以上の利得を手に入れるようにする。

まず、 $s_i + t_i$ が最も大きいラリーポイントに価値があるスタンプを置く。スタンプの価値の決め方は3パターンあり、それは以下の通りである。

- (a)  $s_i - (a - t_i) = b$ の場合は価値のあるスタンプを置かない
- (b)  $s_i - (a - t_i) = b + 1$ となる場所がある場合はそこに価値が $a - t_i$ のスタンプを置く
- (c)  $s_i - (a - t_i) > b + 1$ となる場所がある場合はそこに価値が $a + 1 - t_i$ のスタンプを置く

(a)は主催者の価値が最大のラリーポイントと参加者の価値が最大のラリーポイントが一致している時であるので、価値を付加したスタンプを置く必要がない。(b)は誘導したいラリーポイントの参加者の利得をスタンプの価値によって $a$ と同じにしても、

Inducement in Digital Stamp Rally Using Game Theory  
<sup>†</sup>Aimi Ashida, Graduate School of Science and Technology, Kwansai Gakuin University  
<sup>‡</sup>Yasuhiko Kitamura, School of Science and Technology, Kwansai Gakuin University

主催者の利得が  $b + 1$  になる場合である。この時、主催者の利得の期待値は  $\frac{2b+1}{2}$  となる。(c)は誘導したいラリーポイントの参加者の利得をスタンプの価値によって  $a$  より大きい値にしても、主催者の利得は  $b + 1$  より大きくなる場合である。この時、スタンプの価値を  $c(= a + 1 - t_i)$  より小さい  $c - k$  ( $k$  は 1 以上の整数) とすると、参加者の利得が  $t_i + (c - k) \leq a$  となるため、参加者が主催者の誘導したいラリーポイントに行かない。逆に、スタンプを  $c$  より大きい  $c + k$  にした場合は、主催者の利得は必要以上に小さくなる。

### 3. 考察

関西学院大学三田キャンパス内でデジタルスタンプラリーをすることを想定する。ラリーポイントは7ヶ所で4号館、2号館、第一厚生棟、第三厚生棟、アカデミックcommons、グラウンド、6号館とする。それぞれに番号を与え、地図上で赤いマーカーで表したものを図2に示す。緑のマーカーは参加者のスタート地である。

参加者のラリーポイントに対する価値を  $\frac{\alpha}{d}$  と表すとする。 $d$ は参加者の現在地からラリーポイントまでの距離、 $\alpha$ は個人差を考慮するパラメータとし、小数点以下は切り上げる。 $\alpha$ の値によって参加者の距離に対するラリーポイントの価値を変えることができる。 $\alpha$ が大きいほど距離を価値に変えた時の値段が大きくなるので、参加者のラリーポイントの価値は大きくなる。

主催者と参加者の価値を表したものが図3である。ここでは  $\alpha = 5000$  と推定し、主催者はそのラリーポイントにどれくらいの予算をかけるかを示し、参加者は  $\frac{\alpha}{d}$  から算出したものとなっている。そして、2.1で述べたアルゴリズムに則り、⑦のラリーポイントに57円のスタンプを置くとする。これで参加者が1番近い①のラリーポイントよりも⑦のラリーポイントに行けば、 $\alpha = 5000$  から計算されたスタンプの価値は、その参加者に対して十分に大きいと考えられる。

逆に①に行けば、スタンプの価値は十分ではなかったと考えられ、その算出根拠となるパラメータ  $\alpha$  は 5000 だと小さすぎると考えられる。 $\alpha = 6000$  と推定すると、参加者のラリーポイントに対する価値が  $\alpha = 5000$  の時と比べて大きくなる。つまり、スタンプの価値も大きくしなければならぬ。

次に  $\alpha = 5000$  の推定が大きすぎた場合を考察する。真のパラメータが  $\alpha = 4000$  の場合は、参加者のラリーポイントに対する価値が低くなり、①の価値は 87 円、⑦の価値が 43 円となる。したがって、⑦に誘導するには 45 円のスタンプで十分であり、57 円のスタンプは大きすぎ、主催者の利得を減少

させることになる。



図2 ラリーポイントへの距離

主催者	参加者	主催者	参加者
300円①	109円	300円①	109円
400円②	21円	400円②	21円
500円③	43円	500円③	43円
600円④	53円	600円④	53円
100円⑤	104円	100円⑤	104円
200円⑥	20円	200円⑥	20円
700円⑦	53円	643円⑦	110円

⑦に57円のスタンプ

図3 主催者と参加者の価値

以上のことから、本研究において、参加者のラリーポイントへの価値を正しく推定することが重要になる。

### 4. 今後の課題

考察で述べたような動きを参加者が実際にするのかを被験者実験を通して確かめる必要がある。また、距離をもと参加者のラリーポイントに対する価値を求めていたが、参加者の興味などを価値に変換する必要がある。

### 参考文献

[1] 天谷 研一. 図解で学ぶゲーム理論入門, 日本能率マネジメントセンター, 2011.