

チケット販売におけるマルチプライス抽選販売

Multi-price lottery for ticket sales

原 舞子 真鍋 義文

Maiko Hara Yoshifumi Manabe

工学院大学 情報学部

School of Informatics, Kogakuin University

コンサートやスポーツ観戦等のチケット販売の新しい手法としてマルチプライス抽選販売を提案する。単純抽選販売と比較すると、チケットの評価額が高価格・低価格のいずれの購入希望者に対しても期待利得が高くなり、主催者の総売上も向上する。

評価額が高価格の購入希望者に対しては高い当選確率で高価格の抽選販売を、評価額が低価格の購入希望者に対しては低い当選確率で低価格の抽選販売を提供する。評価額が高価格の購入希望者は当選時の利得は小さいが高い当選確率により期待利得が向上する。評価額が低価格の購入希望者は当選確率は低いが高価格の当選時の利得が大きい期待利得が向上する。一部のチケットが低価格で販売されるが、残りのチケットが高価格であるので、総売上も向上する。

1. まえがき

コンサートやスポーツ観戦等のチケット販売の新しい手法としてマルチプライス抽選販売を提案する [Hara 26]。単純抽選販売と比較すると、チケットの評価額が高価格・低価格のいずれの購入希望者に対しても期待利得が高くなり、主催者の総売上も向上する。

従来の単純抽選販売は以下の通りである。主催者は定価 Y とチケット枚数 X を決定する。購入希望者は抽選に参加し、当選時に価格 Y でチケットを得る。これは単純で公平であるが、非常に人気のあるイベントに対しては支払額を増やしてもチケットを入手したい購入希望者が多く発生する。本稿では主に評価額が高価格の購入希望者と低価格の購入希望者という2種類の購入希望者がいる単純な場合を考察する。

人気のあるイベントのチケット販売に対してダイナミックプライシング [Drayer 12, Shapiro 12] やオークション [Budish 23, Fu 23] やオークションと抽選を組み合わせたシステム [Huang 19] などが考案されているが、人気のあるイベントでは価格が高騰しがちで、評価額が低価格の購入希望者は購入することができない。「このイベントは金持ちしか参加できない」というイメージを持たれることはミュージシャンやスポーツチームにとっては好ましくない場合もある。ある条件を満足する購入希望者の当選確率を高める重み付き抽選 [Vong 20] も存在するが、全購入希望者が納得する条件を設定することは難しい場合が多い。

本稿ではチケット販売の新しい手法としてマルチプライス抽選販売を提案する。基本的なアイデアは

- 評価額が高価格の購入希望者の当選確率を高める代わりに価格を高く設置する
- 評価額が低価格の購入希望者の当選確率を下げる代わりに価格を低く設定する

である。高評価額が高価格の購入希望者の期待利得は単純抽選販売より高くなり、低価格の購入希望者の期待利得も単純抽選販売より高くなる。一部のチケットが安く販売されるが、残り

のチケットは高く販売されるため主催者の総売上も単純抽選販売より高くなる。

この手法は有料ファンクラブのメンバーのような、固定メンバーに対する抽選販売として有効である。次節では購入希望者の価格が高価格と低価格の2つである場合について述べる、3節では主催者の総売上上の最大化について述べる。4節ではマルチプライス抽選販売の亜種について述べる。5節では購入希望者の評価額分布が一樣かつ離散的である場合を述べる。6節では購入希望者の評価額分布が連続的である場合を述べる。

2. 2種類の評価額の場合

2 - 4節では購入希望者の評価額が高価格と低価格の2通りであると仮定する。その他の仮定は以下の通りである。

仮定 1 Y をチケットの定価（経費などから決まる一定の価格）とする。 X をチケットの枚数とする。 $N(> X)$ を購入希望者の人数で固定とする。 $r(0 < r < 1)$ を、購入希望者のうちで評価額が高価格である人数の割合とする。本稿では $rN > X$ かつ $(1-r)N > X$ と仮定する。高価格の評価額を a_0Y 、低価格の評価額を a_1Y とする。ここで $a_0 > a_1 > 1$ を満足する。

N が固定の場合として、有料のファンクラブ会員への販売などを考える。

当選確率が p の場合、評価額が aY の購入希望者の期待利得は $p(aY - Y)$ となる。単純抽選販売を行った場合の当選確率は X/N となる。評価額が高価格の購入希望者の期待利得は $X(a_0 - 1)Y/N$ 、低価格の購入希望者の期待利得は $X(a_1 - 1)Y/N$ となり、主催者の総売上は XY となる。

マルチプライス抽選販売において、主催者は2つの抽選販売を準備する。一方は高価格 b_0Y で販売枚数 r_0X が多く（当選確率が高く）、他方は低価格 b_1Y で販売枚数 $(1 - r_0)X$ が少ない（当選確率が低い）。これらの値は $b_0 > 1 > b_1$, $a_0 > b_0$, $a_1 > b_1$, $r < r_0 < 1$ を満足する。

評価額が高価格の購入希望者が高価格の抽選販売に参加した場合の期待利得が単純抽選販売の期待利得よりも高くなる条件式は $r_0X(a_0 - b_0)Y/(rN) \geq X(a_0 - 1)Y/N$ と書ける。この式を簡略化すると

$$r_0(a_0 - b_0)/r \geq a_0 - 1 \quad (1)$$

連絡先: 工学院大学情報学部情報科学科, 〒163-8677 東京都新宿区西新宿1-24-2, manabe@cc.kogakuin.ac.jp

となる．評価額が低価格の購入希望者が低価格の抽選販売に参加した場合の期待利得が単純抽選販売の期待利得よりも高くなる条件式は $(1-r_0)X(a_1-b_1)Y/((1-r)N) \geq X(a_1-1)Y/N$ と書け，この式を簡略化すると

$$(1-r_0)(a_1-b_1)/(1-r) \geq a_1-1 \quad (2)$$

となる．

評価額が高価格の購入希望者が必ず高価格の抽選販売に参加するためには，低価格の抽選販売に参加した場合の期待利得よりも高い必要がある．この条件式は $r_0X(a_0-b_0)Y/(rN) \geq (1-r_0)X(a_0-b_1)Y/((1-r)N)$ となる．ここで N は十分大きく，1名の購入希望者が参加する抽選販売を変更することにより，当選確率は変動しないと仮定している．この条件式を簡略化すると

$$r_0(a_0-b_0)/r \geq (1-r_0)(a_0-b_1)/(1-r) \quad (3)$$

となる．

同様に，評価額が低価格の購入希望者が必ず低価格の抽選販売に参加するためには，高価格の抽選販売に参加した場合の期待利得よりも高い必要がある，この条件式は $(1-r_0)X(a_1-b_1)Y/((1-r)N) \geq r_0X(a_1-b_0)Y/(rN)$ となる．ここでも1名の移動により，当選確率は変動しないと仮定している．この条件式を簡略化すると

$$(1-r_0)(a_1-b_1)/(1-r) \geq r_0(a_1-b_0)/r \quad (4)$$

となる．ここで $b_0 > a_1$ の場合には，右辺が負になり，この式は必ず成立する．

主催者の総売上は単純抽選販売の場合よりも高くなる必要がある．この条件式は

$$r_0Xb_0Y + (1-r_0)Xb_1Y \geq XY \quad (5)$$

となる．この式を簡略化すると

$$r_0b_0 + (1-r_0)b_1 \geq 1 \quad (6)$$

となる．

(例) $a_0 = 10, a_1 = 1.5, r = 0.6$ の場合に主催者が $b_0 = 2, b_1 = 0.5, r_0 = 0.7$ と設定すると．式 (1)(2)(3)(4)(6) はすべて不等号で成立する．すなわち購入希望者と主催者全員にとって単純抽選販売よりも好ましい方式となる．

一般に， $\delta < 1-r$ を満足する任意の $\delta > 0$ に対して， $r_0 = r + \delta, b_0 = 1 + \delta(a_0 - 1)/(r + \delta), b_1 = 1 - \delta(a_1 - 1)/(1 - r - \delta)$ と設定すると，式 (3)(4)(6) は不等号で成立し，式 (1)(2) は等号が成立する．

定理 1 任意の (a_0, a_1, r) および $\delta < 1-r$ を満足する任意の $\delta > 0$ に対して $r_0 = r + \delta, b_0 = 1 + \delta(a_0 - 1)/(r + \delta), b_1 = 1 - \delta(a_1 - 1)/(1 - r - \delta)$ とするとすべての購入希望者に対して期待利得が単純抽選販売以上で，総売上が単純抽選販売を下回らない抽選販売が得られる．

主催者が a_0 と a_1 の値を知っている場合には，主催者は購入希望者の参加希望を失うことなく，単純抽選販売の価格を $(1-\epsilon)a_1Y$ まで上げることが可能である．その場合にも上記の定理は， $a'_1 = 1/(1-\epsilon), a'_0 = a_0/(1-\epsilon)a_1$ という値に対して成立するため，よりよいマルチプライス抽選販売が存在する．

上記の議論において購入希望者の評価額は2種類で，その値を主催者は知っているものと仮定した．しかしその仮定は成立

しない場合が多い．その場合にも上記の定理を利用可能な場合は多い．例えば購入希望者を2つのグループ M_0 と M_1 に分けることができ， M_0 の評価額の下限が a_0 で， M_1 の評価額の上限が a_1 である場合を考える．式 (1)(3) が a_0 に対して成立している時にこの式は M_0 の任意のメンバの評価額 $a' \geq a_0$ に対しても成立する．同様に，式 (2)(4) が a_1 に対して成立している時にこの式は M_1 の任意のメンバの評価額 $a'' \leq a_1$ に対しても成立する．従って購入希望者を2つのグループに分けることができる場合にもこの定理を利用可能である．

次に，評価額が高価格の購入希望者の割合 r を主催者が正しく知ることができない場合を考える．主催者は r の上限値 r_h と下限値 r_l を推定し， r は $r_l < r < r_h$ であると仮定する．式 (1)(3) を任意の正しい値 r に対して成立させるため，主催者は r_h を使用して条件式を設定する．同様に，式 (2)(4) を任意の正しい値 r に対して成立させるため，主催者は r_l を用いて条件式を設定する．このようにしてマルチプライス抽選販売を実行可能である．

この方式を固定メンバーに対する販売ではなく一般の抽選販売に対して適用する場合には以下の問題点が存在する．低価格の抽選販売の価格を下げるため，評価額が Y より小さいために今まで購入希望がなかった者が新たに低価格の抽選販売に参加する可能性がある点である．このような新規参加者の可能性がある場合の抽選販売のデザインは今後の課題である．

他の大きな課題は低価格抽選の当選者のチケット転売である．高価格抽選販売の販売価格で転売できると低価格当選者は考えることができる．この問題に対する解決法の一つは，購入希望者は身分証明書を提示して抽選に参加し，転売を防止する手法 [Ondato] を用いることである．

また，一部の購入希望者は抽選販売に複数参加することで購入確率を上げることが考えられる．この問題に対する一つの解決法は，前述の身分証明書提示のシステムを用いて1人の参加は1回であるようにすることである．

3. 総売上の最大化

本手法では主催者が価格とチケットの配分を決定するので主催者は上記の条件のもとで総売上を最大化しようとする．総売上の最大化について本節では考察する．

まず，式 (1)(2) において不等式が成立している場合には主催者は b_0, b_1 を増加させることができる．従って式 (1)(2) は以下の等式となる．

$$r_0(a_0 - b_0)/r = a_0 - 1. \quad (7)$$

$$(1-r_0)(a_1 - b_1)/(1-r) = a_1 - 1. \quad (8)$$

この式から得られる b_0, b_1 の値を代入しても式 (3)(4) は満足される．この b_0, b_1 の式を，総売上を表す式 (6) の左辺に代入すると以下の式

$$(r_0 - r)(a_0 - a_1) + 1 \quad (9)$$

が得られる．この式に変数は r_0 のみで $a_0 > a_1$ であるので，総売上は r_0 を最大化することにより得られる． r_0 が1であると b_1 が $-\infty$ となるので $r_0 = 1 - \epsilon$ とおくと， $b_0 = (1 - r)/(1 - \epsilon)a_0 + r/(1 - \epsilon)$ ， $b_1 = (1 - (1 - r)/\epsilon)a_1 + (1 - r)/\epsilon$ となる．

r_0 が大きい場合に $b_1 < 0$ となる場合がある．負の価格 b_1Y は，当選者にチケット以外にプレゼントを与えることで

実現可能である。負の価格を避ける場合には主催者は $r_0 = 1 - (a_1 - 1)(1 - r)/a_1$ とすると $b_1 = 0$ となる。

他の特殊ケースは高価格の購入希望者数が少ない、すなわち $rN < X$ の場合である。この場合高価格抽選の当選確率は r_0 が 1 になる前に 1 になる。この場合、 r_0 は rN/X まで上げることができる。

4. マルチプライス抽選販売の亜種

マルチプライス抽選販売において、高価格抽選販売の当選者は低価格抽選販売の当選者に対する羨望が発生する。この羨望を防止するための 2 つの亜種を示す。

1 つ目の亜種はマルチオプションマルチプライス抽選販売である。各購入希望者は以下の 2 つの選択肢のうち 1 つだけを選択肢して抽選販売に参加する。選択肢 1 は低価格抽選販売に参加することで、選択肢 2 は低価格抽選販売に参加して落選した場合に自動的に高価格抽選販売に参加することである。評価額が低価格の購入希望者は選択肢 1 を、評価額が高価格の購入希望者は選択肢 2 を選ぶように設計する。

前節と同様に、高価格抽選と低価格抽選の価格を b_0Y と b_1Y とし、チケットの枚数を r_0X と $(1 - r_0)X$ とする。

評価額が低価格の購入希望者にとって選択肢 1 が単純抽選販売よりも期待利得が高くなる条件式は $(1 - r_0)X(a_1 - b_1)Y/N \geq X(a_1 - 1)Y/N$ であり、この式を簡略化すると

$$(1 - r_0)(a_1 - b_1) \geq a_1 - 1. \quad (10)$$

となる。

低価格抽選販売の当選確率 $(1 - r_0)X/N$ を p とおく。評価額が高価格の購入希望者にとって選択肢 2 が単純抽選販売よりも期待利得が高くなる条件式は $p(a_0 - b_1)Y + (1 - p)r_0X(a_0 - b_0)Y/((1 - p)rN) \geq X(a_0 - 1)Y/N$ であり、この式を簡略化すると

$$(1 - r_0)(a_0 - b_1) + r_0(a_0 - b_0)/r \geq a_0 - 1. \quad (11)$$

となる。

評価額が高価格の購入希望者は選択肢 1 ではなく選択肢 2 を選択する、なぜならば選択肢 1 の期待利得は $p(a_0 - b_1)Y$ であり、選択肢 2 の期待利得はそれよりも大きい ($a_0 > b_0$ であるため) からである。主催者が $b_0 > a_1$ と設定すると評価額が低価格の購入希望者は選択肢 2 ではなく選択肢 1 を選択する。総売上に関する条件式は前と同じ

$$r_0b_0 + (1 - r_0)b_1 \geq 1. \quad (12)$$

となる。

前述の $a_0 = 10$, $a_1 = 1.5$, $r = 0.6$ の場合に前の例の値 ($r_0 = 0.7$, $b_0 = 2$, $b_1 = 0.5$) では新たな条件式は満足されず $r_0 = 0.65$, $b_0 = 2$, $b_1 = 0.05$ で式 (10)(11)(12) が満足される。

一般に、 $\delta < 1 - r$ を満足する任意の $\delta > 0$ に対して、 $r_0 = r + \delta$, $b_0 = (1 - r)a_0 + ra_1$, $b_1 = 1 - (a_1 - 1)(r + \delta)/(1 - r - \delta)$, とすると、 $b_0 > a_1$ が成立し、式 (12) は不等号で成立し、式 (10)(11) は等号で成立する。

定理 2 任意の (a_0, a_1, r) および $\delta < 1 - r$ を満足する任意の $\delta > 0$ に対して $r_0 = r + \delta$, $b_0 = (1 - r)a_0 + ra_1$, $b_1 = 1 - (a_1 - 1)(r + \delta)/(1 - r - \delta)$ とすると、すべての購入希望者に対して期待利得が単純抽選販売以上で、総売上が単純抽選販売を下回らない抽選販売が得られる。

この販売法における総売上を最大化を考える。式 (10)(11) の不等号を等号でおきかえると以下の式が得られる。

$$(1 - r_0)(a_1 - b_1) = a_1 - 1. \quad (13)$$

$$(1 - r_0)(a_0 - b_1) + r_0(a_0 - b_0)/r = a_0 - 1. \quad (14)$$

これらの式から得られる b_0 と b_1 を式 (12) の左辺に代入することにより、総売上を表す以下の式が得られる。

$$r_0b_0 + (1 - r_0)b_1 = r_0(1 - r)(a_0 - a_1) + 1 \quad (15)$$

r_0 を最大化することにより総売上は最大化される。 b_1 が $-\infty$ となることを防止するには、 $r_0 = 1 - \epsilon$ として $b_0 = (1 - r)a_0 + ra_1$, $b_1 = (1 - (1 - \epsilon)a_1)/\epsilon$ と設定する。負の価格を避けるには、 $r_0 = 1/a_1$, $b_0 = (1 - r)a_0 + ra_1$, $b_1 = 0$ とする。

マルチプライス抽選販売のもう一つの亜種はマルチフェーズマルチプライス抽選販売である。すべての購入希望者が低価格抽選に参加する。落選者は高価格の抽選に参加するかしないかを選択可能とする。この方式において、参加者の期待利得が単純抽選販売より高くなるための条件式 (11)(12) は上記マルチオプションマルチプライス抽選販売と同じになる。

定理 3 任意の (a_0, a_1, r) および $\delta < 1 - r$ を満足する任意の $\delta > 0$ に対して、 $r_0 = r + \delta$, $b_0 = (1 - r)a_0 + ra_1$, $b_1 = 1 - (a_1 - 1)(r + \delta)/(1 - r - \delta)$ とするとすべての購入希望者に対して期待利得が単純抽選販売以上で、総売上が単純抽選販売を下回らないマルチフェーズマルチプライス抽選販売が得られる。

5. 離散的な一様分布の評価額の場合

本節では購入希望者の評価額が離散的かつ一様な場合を考察する。

購入希望者数を $N = sn$ とし、集合 $M_i (0 \leq i \leq n - 1)$ に属する購入希望者の評価額は a_iY であるとする。 $a_0 > a_1 > \dots > a_{n-1}$ と $|M_i| = s$ を満足する。 $N > X$ を仮定する。 $r = X/N$ とする。

主催者は n 個の抽選販売を用意する。ある $k (0 < k < n - 1)$ を決めて、 $M_i (i \leq k)$ に対する、高価格 $b_iY (b_i > 1)$ かつ高確率 $r_i (r_i > r)$ の抽選販売と $M_i (i > k)$ に対する、低価格 $b_iY (b_i < 1)$ かつ低確率 $r_i (r_i < r)$ の抽選販売を用意する。各購入希望者は 1 つの抽選販売にのみ応募可能とする。 M_i に属する購入希望者は i 番目の抽選販売に参加するように設計する。

M_i が i 番目の抽選販売に参加することが最も期待利得が高くし、かつ単純抽選販売よりも好ましくなるための条件式は同様に、以下のように求められる。

$$r_i(a_i - b_i) - r(a_i - 1) \geq 0 (0 \leq i \leq n - 1) \quad (16)$$

$$r_i(a_i - b_i) - r_j(a_i - b_j) \geq 0 (j \neq i) \quad (17)$$

総売上に関する条件式は以下のものとなる。

$$\sum_{i=0}^{n-1} r_i b_i - nr \geq 0 \quad (18)$$

これらの式を満足する値の一例を示す。

$$\sum_{i=0}^k \delta_i < 1 - r, \quad \sum_{i=k+1}^{n-1} \delta'_i < r$$

を満足する $\delta_i > 0 (0 \leq i \leq k)$ と $\delta'_i > 0 (k+1 \leq i \leq n-1)$ を考える。このとき、

$$r_i = r + \sum_{j=i}^k \delta_j, \quad b_i = \frac{r + \sum_{j=i}^k \delta_j a_j}{r + \sum_{j=i}^k \delta_j} (i \leq k)$$

$$r_i = r - \sum_{j=k+1}^i \delta'_j, \quad b_i = \frac{r - \sum_{j=k+1}^i \delta'_j a_j}{r - \sum_{j=k+1}^i \delta'_j} (i > k)$$

とすると式 (16)(17)(18) を満足する。総売上を最大化するには、式 (16)(17)(18) を満足する最大値を求める必要があるが、パラメータが多いため最適値の計算は容易ではないと思われる。この場合のマルチオプション・マルチフェーズ抽選販売も同様に考えることができる。

6. 連続的な評価値分布の場合

本節では購入希望者の評価額分布が連続的である場合について考察する。評価額の分布密度関数を $f(x)$ とし、評価額の上限値と下限値をそれぞれ $a_0 Y$, $a_1 Y$ とする。購入希望者数を N とすると $\int_{a_1 Y}^{a_0 Y} f(x) dx = N$ を満足する。

最も単純な、2つの抽選販売 L_0 と L_1 を提供する場合を考える。それぞれの価格を $b_0, b_1 (b_0 \geq 1 \geq b_1)$ とする。 $aY (a_1 < a < a_0)$ を、 L_0 と L_1 のどちらに参加するかの境界となる評価額とする。 $r = \int_{aY}^{a_0 Y} f(x) dx / N$ とする。 r は評価額が aY 以上の購入希望者の割合を表す。 $0 < r < 1$ を満足する。チケットの枚数を X とし、 L_0 で販売されるチケットの割合を $r_0 (0 < r_0 < 1)$ とする。

L_0 に参加した、評価額 vY が高価格 ($v > a$) である購入希望者の期待利得が単純抽選販売より高くなるための条件は $r_0 X(vY - b_0 Y) / rN \geq X(vY - Y) / N$ であり、簡単化すると

$$r_0(v - b_0) / r \geq v - 1 \quad (19)$$

となる。

L_1 に参加した、評価額 vY が低価格 ($v < a$) である購入希望者の期待利得が単純抽選販売より高くなるための条件は $(1 - r_0)X(vY - b_1 Y) / (1 - r)N \geq X(vY - Y) / N$ であり、簡略化すると

$$(1 - r_0)(v - b_1) / (1 - r) \geq v - 1 \quad (20)$$

となる。式 (19)(20) において $v = a$ とすると以下の2つの不等式が得られる。

$$r_0(a - b_0) / r \geq a - 1 \quad (21)$$

$$(1 - r_0)(a - b_1) / (1 - r) \geq a - 1 \quad (22)$$

$b_0 \geq 1$ であるので、式 (21) より $r_0 / r \geq 1$ となる。従って $r_0 \geq r$ となり、 $(1 - r_0) \leq (1 - r)$ が成立する。 $b_1 \leq 1$ であるため、式 (22) が成立するのは $b_1 = 1$ の場合に限られる。このとき、 $r_0 = r$ となる。従って、上記の条件を満足するマルチプライス抽選販売は存在しない。

3つ以上の抽選販売を用意する場合にも、価格が隣り合う2つの抽選販売 b_0, b_1 において $b_0 \geq 1 \geq b_1$ が成立するため、同様の議論が成立する。従って、購入希望者の評価額が連続的に分布している場合、単純抽選販売よりもよいマルチプライス抽選販売は存在しない。

同様の議論により、購入希望者の評価額が連続的な場合には単純抽選販売よりも好ましいマルチオプション・マルチフェーズマルチプライス抽選販売も存在しない。

7. あとがき

本稿ではチケットに対する新たな販売方法としてマルチプライス抽選販売を提案した。今後の課題として、以下のようなものが考えられる。

- 現実の評価額分布のもとでの方式比較
- 購入希望者集合が固定でない場合の解析手法。低額の抽選販売が行われることにより、今まで購入希望していなかった者が抽選販売に参加する場合の考察
- 一般的な離散の評価額分布の場合の価格設定法 [藤崎 26]
- 評価額分布が連続である場合の新たな手法

参考文献

- [Budish 23] Budish, E. and Bhawe, A.: Primary-Market Auctions for Event Tickets: Eliminating the Rents of “Bob the Broker”?, *American Economic Journal: Microeconomics*, Vol. 15, No. 1, pp. 142–170 (2023)
- [Drayer 12] Drayer, J., Shapiro, S. L., and Lee, S.: Dynamic ticket pricing in sport: An agenda for research and practice, *Sport Marketing Quarterly*, Vol. 21, No. 3, pp. 184–194 (2012)
- [Fu 23] Fu, B.: Increasing Ticketing Allocative Efficiency Using Marginal Price Auction Theory, *arXiv preprint arXiv:2309.11189* (2023)
- [Hara 26] Hara, M. and Manabe, Y.: Multi-price lottery: A new pricing for ticket lottery sales, in *Proc. of 22nd European Conference on Multi-Agent Systems (EUMAS 2025)*, LNCSSpringer (2026)
- [Huang 19] Huang, Y. and Wen, Q.: Auction-Lottery Hybrid Mechanisms: Structural Model and Empirical Analysis, *International Economic Review*, Vol. 60, No. 1, pp. 355–385 (2019)
- [Ondato] Ondato, : The Benefits of Ticket Verification and Authentication: <https://ondato.com/blog/the-benefits-of-ticket-verification-and-authentication/> Accessed: 2025-05-08
- [Shapiro 12] Shapiro, S. L. and Drayer, J.: A new age of demand-based pricing: An examination of dynamic ticket pricing and secondary market prices in Major League Baseball, *Journal of Sport Management*, Vol. 26, No. 6, pp. 532–546 (2012)
- [Vong 20] Vong, G.: Weighing up weighted lotteries: Scarcity, overlap cases, and fair inequalities of chance, *Ethics*, Vol. 130, No. 3, pp. 320–348 (2020)
- [藤崎 26] 藤崎漱, 真鍋義文: マルチプライス抽選販売における販売価格設定メカニズム, 情報処理学会第88回全国大会, pp. 2N-07 (2026), (In Japanese)