

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 9 月 27 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24530197

研究課題名(和文) 公営賭博における裁定取引の可能性

研究課題名(英文) Risk-Free Arbitrage in the Japanese Racetrack Betting Market

研究代表者

芦谷 政浩 (Ashiya, Masahiro)

神戸大学・経済学研究科(研究院)・教授

研究者番号：10304057

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：日本の公営賭博では、「各馬について一番割安な方法で単勝馬券を合成し、1着・2着・3着の着順がどうなったとしても払戻金総額が馬券購入費用を上回るように馬券を買う」という裁定取引が可能である。本研究課題では、荒尾競馬場の2011年9月30日から12月23日までの175レースを分析し、「馬券の最小購入単位」や「裁定取引による馬券購入が裁定利益を減らす方向にオッズを変える効果」を考慮しても、10月20日の第5競争と11月25日の第11競争で上述の裁定取引が可能であったことを発見した。この研究成果は、J. of Sports Econ. という当該分野を代表する査読付き学術雑誌に掲載された。

研究成果の概要(英文)：This research project has found arbitrage opportunities in the Japanese racetrack betting market, where risk-free profits are guaranteed. There are 175 thoroughbred races operated by Arao city in the period of September 30 through December 23, 2011. Among them, arbitrage opportunities are found in Race 5 on October 20 and Race 11 on November 25. This result is published in Ashiya, M. (2015) "Lock! Risk-Free Arbitrage in the Japanese Racetrack Betting Market." Journal of Sports Economics, 16(3), April, pp.322-330.

研究分野：ミクロ経済学

キーワード：裁定取引

### 1. 研究開始当初の背景

株式などの金融市場における裁定取引については膨大な研究成果が蓄積されているが、その他の市場における裁定取引の研究は未だに発展途上である。そこで本研究では、公営賭博の勝者投票券が持つ金融商品としての側面に光を当てて、そこでの裁定取引の可能性を探ることとした。この種の研究は諸外国でも珍しく、本研究の研究代表者の知る限りでは国内初の試みであった。

### 2. 研究の目的

公営賭博における勝者投票券(馬券や車券など)は、的中したとき、そしてそのときに限り払戻金を獲得できる。すなわち、勝者投票券は「条件付き債券」の一種であるため、通常の金融市場と同様に、経済学的手法による分析が可能である。

公営賭博市場と株式市場の共通点を列挙すると、

- 1) 将来の損益が不確定である
  - 2) 市場参加者の人数が多い
  - 3) 潜在的に利用可能な関連情報が多い
- などが挙げられる。さらに、Thaler, R., and Ziemba, W. (1988) "Parimutuel betting markets: Racetracks and lotteries." *Journal of Economic Perspectives*, Vol.2, 161-174.によると、公営賭博市場には
- 1) 個々の賭けの結果が確定する時点が、前もって明示的に定められている
  - 2) 短い間隔で賭けを繰り返すことができ、かつ賭けの成否がすぐに明確になるので、最適な投資戦略に関する賭博者の学習が促進される

という利点が存在する。これらの観点を考慮すると、公営賭博市場は株式市場やその他の金融市場と比べて、相対的に効率性が高い可能性が示唆される。

その一方で、公営賭博市場は「空売り」や「信用買い」などの(金融市場では一般的な)投資手法が認められていない。この面からは、金融市場全般と比べて公営賭博市場の効率性が劣る可能性も存在する。

以上の点を鑑み、本研究では、公営賭博市場の効率性がどの様な水準にあるのか、具体的には、公営賭博において裁定取引による利潤獲得機会がどの程度残されているのかを、実証的に分析することを試みた。

### 3. 研究の方法

株式市場において「日経平均指数」と「日経平均バスケット(日経平均構成銘柄を個別

に購入したもの:購入比率を調整すれば日経平均指数を複製できる)」の間での裁定取引が可能であるように、競馬においても「単勝1番」と「1番の流し(1番の馬を1着、他の馬を2着に指定した連勝単式馬券を、1-2, 1-3, 1-4, ...と全ての組み合わせについて購入すること:購入比率を調整すれば単勝馬券を複製できる)」の間での裁定取引を考えることができる。但し、公営賭博においては勝者投票券の空売りが認められていないので、金融市場のように「割高な指数を空売りし、割安なバスケットを現物買いする」といった単純な裁定手法は使えない。そこで本研究では、各馬について一番割安な方法で単勝馬券を合成し、「1着・2着・3着の着順がどうなったとしても、払戻金総額が勝者投票券の購入費用を上回る」ような勝者投票券の買い方が存在するかを検討した。この「レースの結果によらず必ず利益が出る勝者投票券の買い方」は、業界用語で“lock”と呼ばれている。

“lock”については、Willis (1964) “Optimum No-Risk Strategy for Win-Place Pari-Mutuel Betting,” *Management Science*, 10(3), 574-577.がその可能性を最初に指摘し、*Sports Illustrated* 誌や *Fortune* 誌で具体的事例が紹介されている。また、オーストラリア競馬 2,667 レースを分析した Edelman and O’Brian (2004) “Tote Arbitrage and Lock Opportunities in Racetrack Betting,” *European Journal of Finance*, 10(5), 370-378.は、31 レースで lock の機会を観察した。

しかし、これらの先行研究は、実際に裁定取引を行ったときに生じる下記の2つの問題点を考慮していないため、非現実的な分析である。

- 1) 馬券には最小購入単位があるので、「穴馬を0.001枚」といった買い方はできない。そして、lockを実現するには、穴馬と比べて本命馬券を大量に買う必要がある。このため、lockの実現には多額の資金投入が必要となる。
- 2) lockが存在するレースの多くは馬券総売上額が少ないので、多額の資金を投入すると自らが購入した馬券のオッズが急落してしまう。これはlockによる利益を減らす方向に作用するので、馬券購入時点のオッズを基に「lockを実現する馬券の組合せ」を計算し、その組合せを正しく購入したとしても、馬券購入後にはそれが(オッズ変化の悪影響を受けて)「必ず赤字にな

る馬券の組合せ」になってしまっているかもしれない。

これらの点を考慮していない先行研究は、公営賭博において実際に確実な利益を得ることができるのか否かを明らかにしていないことになる。

本研究ではこれらの懸念材料に対して、競馬の最終オッズ表から勝者投票券の種類別売り上げデータを復元することで対応した。諸外国の先行研究も含めて、上記2つの問題点を明示的に考慮した分析は、本研究の研究代表者の知る限りでは世界初の試みであった。

具体的には、以下の順番で裁定取引の余地を探った。

(1) まず最終オッズ表を用いて、上記2つの問題点を考慮しない場合に裁定取引をする余地があるかどうかを、すべてのレースについて検討した。具体的な手法は下記の芦谷政浩(2012, 2013, 2014)とAshiya(2015)に譲るが、第一に、三連勝単式馬券を組み合わせる「的中時に1円の払戻金となる連勝単式馬券」を合成するのに必要な馬券購入費用を計算した。第二に、連勝単式馬券の全種類について、上記の「合成した連勝単式馬券」の購入費用と、単純な「的中時に1円の払戻金となる連勝単式馬券」の購入費用を比較した。以下では、両者のうち割安な方の馬券を「割安連勝単式馬券」と呼ぶことにする。第三に、この「割安連勝単式馬券」を組み合わせる「的中時に1円の払戻金となる単勝馬券」を合成するのに必要な馬券購入費用を計算した。第四に、単勝馬券の全種類について、上記の「合成した単勝馬券」の購入費用と、単純な「的中時に1円の払戻金となる単勝馬券」の購入費用を比較した。以下では、両者のうち割安な方の馬券を「割安単勝馬券」と呼ぶことにする。第五に、この「割安単勝馬券」の購入費用をすべての出走馬について足し合わせた。この合計額が1円以上であるならば、そのレースには裁定取引の余地が無い。逆に、この合計額が1円以下であるならば、そのレースには裁定取引の余地がある。

(2) (1)で「裁定取引の余地あり」となったレースについては、最終オッズ表から勝者投票券の種類別売り上げデータを復元した。具体的な復元手法は下記の芦谷政浩(2012)とAshiya(2015)に譲るが、第一に、最終オッズ表の中でオッズが一番高い馬券を選び出し、この馬券の売上枚数が1枚だとすると馬券の総売上枚数が何枚になるのかを計算した。第二に、最終オッズ表の中でオッズが二

番目に高い馬券を選び出し、この馬券の売上枚数が2枚だとすると馬券の総売上枚数が何枚になるのかを計算した。第三に、上記2つの作業で求めた馬券の総売上枚数を比較した。両者が一致すれば、正しい馬券の総売上枚数は、この一致した値であることになる(正確には「一致した値の整数倍」であるが、馬券の総売上枚数が多いほど、裁定取引戦略の実行に伴うオッズの不利な動きは小さくなる。このため、「馬券の総売上枚数は『一致した値』の1倍」と仮定して裁定取引戦略の実現利益額を計算する本論文の手法は、利益額を過少に見積もる可能性はあっても過大に見積もることはないので、保守的な分析手法だと言える。なお、本論文の手法で「裁定取引が可能」とされたレースについては、レース主催者に問い合わせで正確な馬券の総売上枚数を確認済みである。ちなみに、確認した値はどのレースについても、本論文の分析で仮定した「『一致した値』の1倍」と同値であった)。一致しなかった場合は、「オッズが一番高い馬券の売上枚数が2枚、オッズが二番目に高い馬券の売上枚数が3枚」であると仮定して馬券の総売上枚数を計算し、矛盾が生じるかを調べた。矛盾が生じた場合は、矛盾が解消されるまでこの推論過程を繰り返した。第四に、上記の手法で判明した馬券の総売上枚数と、個別馬券のオッズを用いて、個別馬券の売上枚数を計算した。

(3) (2)で求めた「総売上枚数」と「個別馬券の売上枚数」を用いて、「自らが馬券を購入することでオッズはどう変化するか」を計算した。

(4) (3)で求めた「変化後のオッズ」を用いて、「目標払戻金額を確保するのに必要な馬券の購入枚数」を計算し、さらに「最も割安な馬券の組合せ」を求めた。

(5) (3)と(4)の手続きを繰り返すことで、「馬券購入 オッズ低下 払戻額確保のため馬券を追加購入 さらにオッズ低下」という悪循環を考慮したうえでもなお利益が出るような裁定取引戦略が存在するのかを、(1)で「裁定取引の余地あり」となったレースについて検討した。

本研究では、(1)から(5)の手続きを、日本の地方公営競馬の荒尾競馬175レース、佐賀競馬134レース、大井競馬135レース、川崎競馬130レース、船橋競馬131レース、浦和競馬104レースに繰り返し適用し、裁定取引の可能性を調査した。

分析の結果、大井競馬 135 レース、川崎競馬 130 レース、船橋競馬 131 レース、浦和競馬 104 レースには、裁定取引の余地が存在しなかった。

その一方で、荒尾競馬 175 レースのうち 2011 年 10 月 20 日第 5 競争と 11 月 25 日第 11 競争には、裁定取引の余地が存在した。裁定取引によって獲得可能な保証利益額 (= 自らにとって最も都合の悪い着順が実現したときの利益額) は、それぞれ 340 円と 5,120 円であった (ちなみに最も都合の良い着順が実現したときの利益額は、それぞれ 93,150 円と 28,920 円だった)。

また、佐賀競馬 134 レースのうち 2010 年 6 月 13 日第 2 競争と 6 月 19 日第 8 競争と 7 月 25 日第 4 競争にも、裁定取引の余地が存在した。裁定取引によって獲得可能な保証利益額は、それぞれ 490 円、1,180 円、2,900 円だった。

本研究によって、日本の地方公営競馬では、「馬券の最小購入単位」と「裁定取引による馬券購入が裁定利益を減らす方向にオッズを変える効果」を考慮しても、裁定取引が可能なレースが存在することが明らかになった。この研究成果は学術論文にまとめられて、下記の芦谷政浩(2012, 2013, 2014)と Ashiya (2015)として公表された。特に Ashiya (2015)は、当該分野を代表する査読付き英文学術雑誌であり、学会に多大な影響を与えた。

公営賭博市場は、「将来の収益が不確実」「多数の市場参加者」「多くの潜在的に利用可能な関連情報の存在」といった点で、株式市場などの金融市場と数多くの共通点がある。故に、公営賭博市場において裁定取引の余地が存在するということは、金融市場全般の効率性にも疑いを差し挟む余地があることになる。この意味で、本研究の成果は「市場の効率性」全般に関する理解を大きく前進させるものである。

今後の展望としては、公営賭博市場における「市場の効率性」を左右する要因について、更なる分析を進めていきたい。例えば、レースの出走頭数が少なければ馬券の種類 (= 可能な賭け方) が減少する。三連勝単式で可能な賭け方は、12 頭立てのレースだと  $12 \times 11 \times 10 = 1320$  通りであるのに対し、6 頭立てだと  $6 \times 5 \times 4 = 120$  通りである。馬券の種類が少なければ、「同じ払戻条件の馬券」を発見・比較することが容易になるので、馬券購入者は相対的に割安な方の馬券を購入するようになる。この行為はオッズの歪みを是正する方向に働くので、レースの出走頭数が少

ないほどオッズの歪みは小さくなることが予想される。また、レースの出走頭数が多いと、裁定取引戦略の構築に必要となる馬券の種類が増加する。例えば、連勝単式馬券で単勝馬券を合成するには、「出走頭数マイナス 1」種類の連勝単式馬券を購入する必要がある。もし、「裁定取引に必要となる馬券の種類が増加」が「裁定取引に必要となる馬券の総購入金額の増加」をもたらすのであれば、出走頭数の多いレースにおいて裁定取引が活発に行われると、馬券の総売上金額は極めて大きくなるはずである。よって、馬券の総売上金額が同じであるならば、出走頭数の多いレースは少ないレースと比べて裁定取引が不十分にしか行われていないことになるので、オッズの歪みは大きくなることが予想される。他の要因としては、場外売場で馬券を購入する人は、(競馬観戦から楽しみを得ることよりも) 儲けることを目的として馬券を購入している可能性が高いので、オッズの歪みがある状況では相対的に割安な方の馬券を購入すると思われる。この行為はオッズの歪みを是正する方向に働くので、場外売場での馬券売上額が多いほどオッズの歪みは小さくなることが予想される。さらに、競馬場への入場者数が多いほど、オッズ表が多様な視点に晒されるので、オッズの歪みは小さくなることが予想される。これらの仮説を実際のデータで検証することが、本研究に残された課題である。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 4 件)

- 1) Ashiya, M. (2015) "Lock! Risk-Free Arbitrage in the Japanese Racetrack Betting Market." *Journal of Sports Economics*, 16(3), April, pp.322-330. 査読あり
- 2) 芦谷政浩 (2014)「大井競馬・川崎競馬・船橋競馬・浦和競馬における裁定取引の実行可能性」*国民経済雑誌* 第 209 巻第 5 号、5 月、pp.59-63. 査読無し
- 3) 芦谷政浩 (2013)「佐賀競馬における裁定機会の出現頻度」*国民経済雑誌* 第 207 巻第 6 号、6 月、pp.53-59. 査読無し
- 4) 芦谷政浩 (2012)「日本の公営競馬における『競馬必勝法』の具体例」*国民経済雑誌* 第 205 巻第 6 号、6 月、pp.81-91. 査読無し

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

なし

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

芦谷 政浩 (ASHIYA, Masahiro)

神戸大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：10304057

(2)研究分担者：なし

(3)連携研究者：なし