



「穴馬への過剰な選好 (longshot bias)」に関する サーベイ

芦谷, 政浩

(Citation)

国民経済雑誌, 202(2):13-28

(Issue Date)

2010-08

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81006950>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81006950>



「穴馬への過剰な選好 (longshot bias)」
に関するサーベイ

芦 谷 政 浩

国民経済雑誌 第202巻 第2号 抜刷

平成22年8月

「穴馬への過剰な選好 (longshot bias)」 に関するサーベイ

芦谷政浩

世界各地の競馬では、穴馬（＝的中確率が低く払戻倍率の高い賭け）に対する過剰な選好と、本命馬（＝的中確率が高く払戻倍率の低い賭け）に対する極端な忌避が恒常的に観察されている。本稿では、この「Favorite-Longshot Bias (穴馬バイアス)」に関する文献を紹介する。さらに、「穴馬バイアスは日本中央競馬会の複勝馬券でも観察される」「日本の中央競馬・地方競馬では一物一価の法則が成立していない」「日本の競馬には必ず儲かる馬券の買い方が存在する」ということを示す。

キーワード longshot bias, market efficiency, arbitrage

1 穴馬バイアス (longshot bias) とは

世界各国の競馬で「各馬の勝つ（事後的・客観的な）確率」に「その馬のオッズ（＝賭金の払戻倍率）」を乗じた値（＝期待払戻率）を比較すると、本命馬は値が大きくなり、穴馬は値が小さくなる。この穴馬への過剰な選好は「Favorite-Longshot Bias (穴馬バイアス)」と呼ばれ、Griffith (1949) 以降数多くの研究がなされている。サーベイ論文としては Snyder (1978), Thaler and Ziemba (1988: 邦訳あり), Hausch and Ziemba (1995), Sauer (1998), Vaughan Williams (1999, 2005), Coleman (2004), Jullien and Salanie (2008), Ottaviani and Sørensen (2008) があり、一般向け書物では Quirin (1979), Ziemba and Hausch (1984, 1986, 1987), Asch and Quandt (1986), Mitchell (1987), Quinn (1987) がある。

本稿第2節では、先行研究のうち「本命馬券の期待利益率が正」という実証結果を得たものを紹介する。第3節では、より複雑な投資戦略を解説する。第4節では、穴馬バイアスを説明する各種の理論を紹介する。第5節では、日本の競馬データを分析して、「穴馬バイアスの存在」「一物一価の不成立」を示す。また、有望な投資戦略についても議論する。

2 穴馬バイアスの具体例

日本中央競馬会 (JRA) のオッズは、「parimutuel」と呼ばれる方法で計算される。オッズの計算式は馬券（正確には勝馬投票券）の種類によって異なるが、単勝馬券では

的中馬券への払戻総額＝単勝馬券の総売上額×0.788＋的中馬券の総売上額×0.1

オッズ＝「的中馬券への払戻総額」を「的中馬券の総売上額」で割った値となる（諸外国ではこの値から1を引いた値をオッズと呼ぶ）。オッズと「当該馬の勝つ（事後的・客観的な）確率」の積が1より大きければ、期待利益率が正になる。

穴馬バイアスの「的中確率が高く、払戻倍率の低い賭けに対する極端な忌避」という傾向が極端に強いときは、本命馬券の期待利益率が正になる。具体例としては、Griffith (1961)（オッズ2.4以下の複勝）、Fabricand (1965, 1979)（オッズ1.4-1.55の単勝）、Dowie (1976)（オッズ1.6以下の単勝）、Ziembra and Hausch (1986)（オッズ1.3以下の単勝）、Ziembra and Hausch (1986)（1番人気を2着にした連勝単式）、Gjerde (1994)（1番人気の複勝）、Gramm (2005)（オッズ1.75以下の単勝）などがある。また、「穴馬バイアスは存在するが期待利益率は負」とする研究は膨大にある。第1節で紹介したサーベイ論文を参照されたい。

留意点として、Busche and Hall (1988)（香港競馬：Busche and Walls (2000) によるとマカオ競馬ではバイアスが存在）、Busche (1994)（香港競馬と日本競馬）、Swidler and Shaw (1995)（アメリカの地方競馬）、Gandar, Zuber, and Johnson (2001)（ニュージーランド競馬）は、穴馬バイアスを観察しなかった。また、競馬以外では「穴馬バイアスとは正反対のバイアス（＝逆穴馬バイアス）」が観察されることが多い（Sobel and Ryan (2008)）。

3 より複雑な利益獲得戦略

3.1 最終レースに投資する

McGlottlin (1956) によると、メインレース（最終レースの1つ前）では本命馬券の割安度が薄れ、最終レースでの期待収益率は大本命馬（＝「鉄板馬券」）が有意に正、中程度の穴馬が大きな負、極端な穴馬がわずかに正になる。Asch et al. (1982) は、「最終2レースでは穴馬バイアスが強まる」という結果を得た。ただし、Johnson and Bruce (1993)、Winter and Kukuk (2006)、Snowberg and Wolfers (2007) は、この傾向を観察しなかった。

3.2 オッズの変化に注目する

Mori and Hisakado (2009) によると、単勝馬券の約半数は投票締切10分前以降に購入される（2008年のJRAデータによる）。Asch et al. (1984, 1986) と Asch and Quandt (1986) は、「投票締切間際にオッズの低下した1番人気の複勝馬券」の期待利益が正になることを示した。Gandar et al. (2001) は、「締切直前30分でオッズが大きく低下した単勝馬券は、締切30分前のオッズで計算すると期待利益が正」という結果を得た。

Crafts (1994) は、「新聞予想のオッズが8倍以下で、当日にオッズが大きく低下し、前走から間隔が空いた馬（＝インサイダー情報が有用になる）」の期待収益が正であることを示

した（但し、この条件は5年間で88回しか満たされなかった）。Schnytzer and Shilony (1995) も、当日にオッズが大きく低下した馬券の期待利益が正になることを示している（同論文の注8によると、オーストラリアでは広く知られた投資戦略らしい）。

Law and Peel (2002) は、オッズの低下が「みんなが高く評価する馬を買う」という横並び行動によって引き起こされている可能性もあることを指摘した。そして、第4.3節で紹介する Shin (1993) の理論を用いて「インサイダーがオッズを低下させた可能性が高い馬券」を抽出すると期待利益が正になることを示した。

3.3 異なる種類の馬券のオッズを比較する

Hausch et al. (1981) は Harville (1973) の公式に基づいて割安な単勝・複勝馬券を探し、期待収益率が正の馬券は毎日平均2つ以上あることを示した。Hausch and Ziemba (1995, pp. 563-565) によると、割安馬券の検索はデータ入力時間を含めて30秒で完了し、投票締切2分前のオッズを使用してもうまくいく (Kanto and Rosenqvist (1994) も同種の戦略が儲かることを示しているが、Ritter (1994) は否定的な結果を得た)。Lo et al. (1995) は、Harville (1973) の公式を精緻化すれば期待収益率が向上することを示した。但し、Lo et al. (1995, p. 1051) は「Ziemba and Hausch (1987) や Skinner (1989) の刊行後はこの投資戦略が広く用いられるようになったので、収益機会は減少しているかもしれない」と指摘している。

3.4 必ず利益が出るような馬券の組を構成できるか探す

どの馬の組が1着・2着になっても払戻額が10,000円を超えるように馬券を買ったとき、購入費用が10,000円未満になることがある。つまり、「競馬の結果によらず必ず利益が出る馬券の買い方」が存在することがある。この“lock”と呼ばれる可能性は Willis (1964) が最初に指摘し、*Sports Illustrated* 誌や *Fortune* 誌でも現実の例が紹介されている (Hausch and Ziemba (1990a, p. 42) による)。Edelman and O'Brian (2004) によると、オーストラリア競馬2,667レースのうち31レースでlockの機会があった。Hausch and Ziemba (1990b) と Shin (1993, p. 1150) は、複数のブックメーカーから割安な馬券を選んで買えばlockを実現できることを示した。ただし、Edelman and O'Brian (2004) は以下の問題点を指摘している。

(1) 強い馬ほど締切直前にオッズが低下する (第3.2節) ので、馬券購入時点ではlockの状態であっても、オッズ確定時には「必ず赤字になる馬券の組」になっているかもしれない。

(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オッズが急変して利益が消滅してしまう。よって、1レースあたりの利益額には上限がある。

(3) 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。そして、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。このため、lock の実現には多額の資金が必要となる。すると、上記(2)の問題が生じてしまう。

(4) 適切な馬券の種類・枚数を計算するには時間と労力が必要であり、大量の馬券を素早く購入するには入念な準備が必要である。

なお、Rosenbloom (1992) は、「馬場入場後に疾病を発症して競争除外となった馬を含む馬券は購入金額がそのまま返還される (JRA での発生頻度は約50レースに1回) ので、他の馬券のオッズが最終オッズからさらに変わってしまう (本命馬が競争除外となった場合は影響が大きい)」という問題点を指摘している。

4 穴馬バイアスが生じる理由

4.1 危険愛好的な効用関数

Friedman and Savage (1948) と Markowitz (1952) の議論をもとに、Weitzman (1965), Ali (1977), Quandt (1986) は「効用関数は局所的に危険愛好的である」という仮説を、Bird et al. (1987), Golec and Tamarkin (1998), Garrett and Sobel (1999) は「大きな尺度の払戻額分布が好まれる」という仮説を提唱した。Cain and Peel (2004) は、払戻金額が相対的に小さいときは穴馬バイアス、大きいときは逆穴馬バイアスをもたらす危険回避的な効用関数の存在を示した。但し、Golec and Tamarkin (1995), Sobel and Raines (2003), Snowberg and Wolfers (2007) の実証結果は、「人々は危険愛好的」という仮説を棄却している。

4.2 非合理的な行動

多くの人々は、手元資金を用途毎に区別して認識し (住居費・光熱費・食費・老後の貯蓄・競馬資金)、用途間の流用ができないものとして経済的な判断を下す傾向にある。McGlotlin (1956) は第3.1節の分析結果を、「その日の収支が赤字の人は、最終レースで中穴に賭けて収支をプラスにしようとするからだ」と解釈した (極端な大穴は的中確率が低すぎるので賭けの対象とならない)。また、Thaler and Ziemba (1988) は、人々が競馬資金については危険愛好的、老後の貯蓄については危険回避的な効用関数を持っている可能性を指摘した。

Gilovich (1983) や Gilovich and Douglas (1986) の実験によると、人々は外れくじの損失金額を割り引いて評価する傾向にある。Henery (1985) と Vaughan Williams (1999) は、人々が外れ馬券の損失額を割り引いて評価するときに穴馬バイアスが生じることを示した。

人間には、「生じる確率の高い事柄」の発生確率を過小に見積もり、「生じる確率の低い事

柄」の発生確率を過大に見積もる傾向がある (Preston and Baratta (1948), Yaari (1965), Rosett (1971), Piron and Smith (1995))。また、人々の効用は、資産額の水準よりも変化幅・変化方向の影響を強く受ける (Markowitz (1952))。Jullien and Salanie (2000), Bradley (2003), Snowberg and Wolfers (2007) は、この2つの議論を組み合わせた“prospect theory” (Kahneman and Tversky (1979), Tversky and Kahneman (1992)) が期待効用仮説よりもデータを良く説明することを示している。

Morrison and Ordeshook (1975), Clotfelter and Cook (1993), Terrell (1994) によると、ギャンブラーは独立事象に関して「同じ結果は続かない」と誤って考える傾向を持つ。よって、本命馬が勝つと「次は穴馬」と考える人が増えるので、本命馬への投資が過小になる (Metzger (1985), Terrell and Farmer (1996), Terrell (1998))。

これらの議論の問題点として、Asch and Quandt (1990) は「穴馬に賭け続けると常に大きな損を出すので、いずれは自らの判断の歪みに気付くはず」「穴馬バイアスの存在は (1990年時点で既に) 一般雑誌などでも広く紹介されているので、自らの成績を省みる努力をしなくても穴馬への投資が損であることに気付くはず」と指摘している。

4.3 ブックメーカーが原因？

Shin (1992) は、ブックメーカーが穴馬バイアスの原因となる可能性を指摘した。インサイダー情報を持つ客は、ブックメーカーの提示するオッズが有利なときだけ馬券を買う。このインサイダー取引によるブックメーカーの損失は、本命馬券を大量に買われた場合よりも、穴馬馬券を大量に買われた場合の方が大きくなる。よって、ブックメーカーはインサイダー取引から受ける損害を減らすために、穴馬馬券のオッズを低く設定する誘因をもつ。Shin (1993), Vaughan Williams and Paton (1997), Law and Peel (2002), Smith et al. (2006) は、この議論をもとにインサイダー取引の比率を推計している。

この議論の補強材料として、Bruce and Johnson (2002) は同一の競馬について「ブックメーカーがオッズを設定する賭博市場」と「parimutuel 方式でオッズが定まる賭博市場」が併存しているイギリスの賭博市場を分析し、前者でのみ穴馬バイアスを観察した。また、Bruce and Johnson (2005) によると、格落ちのレース (世間に注目されず優勝賞金も少ないため賭博市場で不正行為をする誘因が強い) ではどちらの市場でも強い穴馬バイアスがあるのに対し、高賞金額のレースでは穴馬バイアスが観察されない。Vaughan Williams and Paton (1997) も、インサイダー取引がオッズ設定に有意な影響を及ぼしていて、その影響は格落ちのレースほど大きいことを示している (Vaughan Williams and Paton (1998) はこの結果を「大レースは世間が注目するので投資家間の情報の非対称性が小さいため」としている)。

4.4 大口投資家の独占力

parimutuel 方式の賭博市場では、自らの行動でオッズが変わってしまうので、穴馬を大量に買うことはできない。さらに、独占企業と同様の理由から、本命馬についても「追加的な1円の投資」の期待利益率がゼロになる手前で馬券購入をやめる必要がある (Isaacs (1953))。

4.5 人々の信念の異質性

Ali (1977) は、危険中立的な人々が同額の賭け金を2頭のどちらかに投資する状況を分析し、各馬の勝利確率に関する人々の信念が「真の勝利確率を中央値とする分布」に従うときに穴馬バイアスが生じることを示した。Blough (1994) はこの議論をn頭モデルに拡張し、Brown and Lin (2003) は人々が最終オッズを知らずに順番に賭ける場合でも穴馬バイアスが生じることを示した。

4.6 人々の選好の異質性

Gandhi (2007) は、人々が当初異なる情報を保有していたとしても、オッズにそれらの情報が全て集約されるような合理的期待均衡が(弱い条件のもとで)必ず存在することを示した。そこで、Gandhi (2007) は「人々は同一の情報を保有している」という仮定のもとに実証分析を行い、「競馬市場には危険愛好的な人と危険回避的な人が存在している」という結果を得た (Chiappori et al. (2007) はさらにこの分析を発展させている)。

4.7 情報弱者の存在と裁定取引のコスト

Hurley and McDonough (1996) は、「穴馬を買うことから効用を得る人々」が存在するモデルを分析した (Vaughan Williams and Paton (1998) や Bruce et al. (2009) も2種類の投資家が存在するモデルを分析している。Coleman (2004) も参照)。主催者の控除率がプラスのときは、合理的な投資家は「控除後の期待利益率」がゼロとなる水準までしか馬券を購入しない。また、期待利益率がマイナスの馬券を空売りすることはできない (Thaler and Ziemba (1988))。このため、均衡でもバイアスが残る。Gramm and Owens (2005) と Smith et al. (2006) は、「控除率の大きい賭博市場では穴馬バイアスも大きい」という結果を得ている。

Terrell and Farmer (1996) は、parimutuel 方式の賭博市場で情報弱者が「コストを掛けて完全情報を得る」という選択肢を持つとき、バイアスが消えるまで裁定を進めると情報コストを賄えない (第4.4節を参照) ので、均衡でもバイアスが残ることを示した。完全情報を得た人は割安な馬券だけを買うので、「買う人が少ない馬券 (= 穴馬) = 割高な馬券」という穴馬バイアスが生じる。また、市場規模が小さいときは利潤機会も小さくなるので、コス

トを掛けて情報を得ようとする人が減り、バイアスが大きくなる (Sobel and Raines (2003), Gramm and Owens (2005), Gramm (2005) : ただし Winter and Kukuk (2006) は馬券売上額の影響を否定)。

greyhound レースを分析した Sobel and Raines (2003) は、穴馬バイアスが休日 (情報弱者の比率が高いと予想される)・新人戦 (有益な投資情報が存在しない)・複雑な賭け方 (最適投資戦略を発見しにくい) において大きくなり、平日と最高ランクのレースでは「逆穴馬バイアス」が生じることを示した (彼らはこれを「情報への過剰反応」と捉えている)。また、複勝 (リスクが小さい賭け方) でも三連単 (リスクが大きい賭け方) でも単勝より大きな穴馬バイアスを観察した。さらに、客観的勝利確率を固定したとき、客観的勝利確率が「出走頭数の逆数」よりも小さい (大きい) ときは期待払戻率が平均より小さく (大きく) なった。これらの結果は、「無情報の人 は全ての犬に等しく賭けるのが最適戦略なので、無情報の人が多いほど穴馬バイアスが強まる」という仮説で統一的に説明できるが、「人々は危険愛好的」という仮説では説明が困難である (Smith et al. (2006) も同様の主張をしている)。

4.8 馬券購入のタイミング

私的情報を持つ馬券購入者は、情報を世間から隠すために、締切直前に馬券を購入する誘因を持つ。このため、締切前のオッズは全ての私的情報を反映していないので、人々は他人の持つ私的情報を知らずに馬券を購入することになる。具体的には、皆が良い私的情報を持つ馬 (=最終オッズが小さい馬) については、他人が良い私的情報を持っていることを知らずに投資判断をするので割安な水準に放置される。逆に、皆が悪い情報を持つ馬については、他人がこの馬を嫌っていることを知らずに投資判断をするので割高な水準まで買われる。Ottaviani and Sørensen (2009) はこの議論で穴馬バイアスを説明した。ちなみに、私的情報が無価値の場合は、「皆が買った馬券」も「買わなかった馬券」も客観的中確率は等しくなる。つまり、逆穴馬バイアスが出現する (Ottaviani and Sørensen (2010))。

Koessler et al. (2008) は、私的情報を持つ人が順番に馬券を買う状況を考えた。人々の私的情報の精度が低いときは、「皆が買って自分の私的情報も支持する馬」であっても、ベイズ・ルールで更新した勝利確率はあまり高くない。このため、期待利益は「オッズの高い馬」の方が大きくなるので、穴馬が過剰に買われて穴馬バイアスが生じる。一方、人々の私的情報の精度が高いときは、「皆が買っている馬」の勝利確率が十分に (=オッズの低さを補うほどに) 高くなる。このため、自分の私的情報の内容にかかわらず「皆が買っている馬」を買う方が得になるので、本命馬が過剰に買われて逆穴馬バイアスが生じる。

4.9 データの不適切な取り扱い

穴馬バイアスの検証では、「市場参加者の考える各馬の主観的勝利確率」と「実際に各馬が勝つ確率」の一致度を比較する。前者は直接観察できないので、「各馬の単勝馬券売上額の比率」を代理変数とすることが多い。馬券売上額も観察できないときはこれをオッズから逆算するのだが、公表されるオッズは小数点以下第2位を切り捨てているので、売上額の逆算に誤差が発生する。Walls and Busche (2003) は香港と日本のデータを分析し、馬券売上額をオッズから逆算した場合は「本命馬券への投資が過少」という分析結果になるが、馬券売上額を入手して分析するとバイアスが消えることを示した。

O'Connor (2007) は、「穴馬に投じられる金額は非常に小さい（例：アメリカでは穴馬上位5%が単勝売上額の0.4%を占め、上位26%が売上額の5%を占める）ことを考慮するべきだ」と主張した。具体的には、「穴馬ポートフォリオ」を構築するときに、各馬に100円ずつ投資すると収益率は-60%になるが、各馬への投資額をオッズに反比例させると収益率が-13%になるので、穴馬バイアスは先行研究の分析結果より小さくなる。

5 日本における穴馬バイアス

5.1 本命馬の複勝にバイアスが存在

JRA では2008年から「JRA プラス10」という制度が導入されたため、2007年以前であれば払戻金が100円となっていた馬券の殆どについて、110円が払い戻されることになった。そこで Ashiya (2010) は、2008年と2009年の全レースにおける、オッズ毎の払戻率を計算した。下記の表は、本命馬券についての結果をまとめている。例えば2008年において、オッズが1.1倍の単勝馬券は15回出現し、払戻率は0.953であった（払戻率が1以上だと利益が出る）。また、「単勝オッズが1.1倍の馬」の複勝馬券は、払戻率が0.960であった。この表を見ると、「本命馬の複勝馬券」の殆どは払戻率が0.85以上であることが分かる。これは JRA の平均払戻率0.746（2009年実績値）と比べて明らかに大きな値であるから、「本命馬の複勝馬券」には穴馬バイアスが存在するといえる。

5.2 一物一価の不成立

2010年3月22日の高知競馬第1競争では、単勝1番人気のブイアタッカーがオッズ2.1倍であった。高知競馬の単勝売上額は300万円未満と推定される（2003年12月14日にハルウララが100戦目のレースに出走したとき、単勝馬券売上額が高知競馬場史上最高額（当時）の301万円であった）ので、単勝を5万円追加購入すると、オッズは2.0以下に低下する（通常の単勝総売上額は10万円未満であり、第1競争は特に馬券の売れ行きが悪い。仮に総売上額が7万円だったとすると、5万円の追加購入でオッズは1.3倍に低下する）。つまり、ブイア

表1 2008年 (全3,452レース)

単勝オッズ	出現数	単勝払戻率	複勝払戻率	1着確率	2着確率	3着確率
1.1	15	0.953	0.960	0.867	0.000	0.067
1.2	23	0.574	0.883	0.478	0.304	0.043
1.3	40	0.910	0.998	0.700	0.175	0.050
1.4	73	0.825	0.885	0.589	0.164	0.055
1.5	102	0.676	0.875	0.451	0.216	0.121
1.6	135	0.924	0.890	0.578	0.141	0.089
1.7	132	0.773	0.861	0.455	0.182	0.136
1.8	163	0.718	0.831	0.393	0.227	0.123
1.9	137	0.804	0.819	0.423	0.212	0.073
2.0	136	0.794	0.885	0.397	0.213	0.147
2.1	151	0.640	0.762	0.305	0.212	0.113
2.2	137	0.626	0.861	0.285	0.263	0.161

表2 2009年 (全3,453レース)

単勝オッズ	出現数	単勝払戻率	複勝払戻率	1着確率	2着確率	3着確率
1.1	11	0.900	0.945	0.818	0.091	0.000
1.2	22	0.709	0.827	0.591	0.136	0.045
1.3	40	0.683	0.958	0.525	0.300	0.075
1.4	70	0.860	0.979	0.614	0.157	0.129
1.5	82	0.860	0.923	0.573	0.183	0.085
1.6	117	0.766	0.828	0.479	0.179	0.094
1.7	144	0.791	0.848	0.465	0.208	0.090
1.8	149	0.713	0.870	0.396	0.248	0.134
1.9	174	0.743	0.841	0.391	0.213	0.132
2.0	137	0.788	0.780	0.394	0.146	0.139
2.1	129	0.684	0.826	0.326	0.202	0.163
2.2	137	0.755	0.907	0.358	0.285	0.109

タッカーの優勝時に10万円の払戻を受けるには、単勝馬券を5万円以上（推定約9.0万円）購入する必要があった。これに対して、ブイアタッカーを頭に三連単を「総流し」で買うと、ブイアタッカーの優勝時に必ず10万円以上の払戻を受けられるようにするには、総額48,700円の馬券購入が必要であった（計算の詳細は Ashiya (2010) を参照。最も保守的な総売上枚数の推計値を用いて「自らの馬券購入によるオッズの低下」を計算し、オッズの小数点以

下第2位を切り捨てて、さらに馬券は100円単位で購入する必要があることも考慮している)。つまり、「ブイアタッカーの優勝時に10万円の払戻を受ける権利」が、単勝馬券市場では5万円以上、三連単馬券市場では48,700円で売られていた。

穴馬についても同様である。同日の高知競馬第7競争で単勝23.4倍（7頭中7番人気）のカミノスカーレットに着目すると、「この馬の優勝時に10万円の払戻を受ける権利」は、単勝馬券市場では4,300円（「自らの馬券購入によるオッズの低下」を補正していない値であるため実際にはこれよりずっと高くつく）で売られていたのに対し、馬単馬券市場では1,000円（上述の各種要因を補正しているので実際にはこれと同額以下）で売られていた。

このような「合成馬券の方が割安」となる現象は、毎レース観察されている。第4節で取り上げた理論の中でこのバイアスを説明できるのは、「非合理的な行動（人々は馬単や三連単で単勝馬券を合成できることに気付いていない）」と「裁定コスト（馬券は空売りや出走前のキャンセルができない+割安な合成馬券といえども期待利益率は負）」だけである。

5.3 有望な投資戦略

「本命馬の複勝馬券は割安（第5.1節）」「単純な馬券は複雑な馬券を組み合わせると割安に合成可能（第5.2節）」という2つの性質は、投資戦略を構築する有用な手掛かりとなる。実際に2009年10月には、「少数の穴馬を除いて全ての三連単の組を買う」という戦略で160億円以上の利益を得たグループが、脱税で摘発された。グループの具体的な戦略については、朝日新聞2009年10月9日朝刊39面などの新聞各紙を参照されたい。

また、「本命馬の複勝は割安だが単勝は割安ではない」ということは、「本命馬が2着になったときのみ払い戻される合成馬券」や「本命馬が3着になったときのみ払い戻される合成馬券」の期待収益率が正になっている可能性がある。ただし、上記の表から明らかなように、単勝オッズ別の「2着になる確率」や「3着になる確率」は、2008年と2009年でかなり異なっている。これらの確率を正確に求めるには、更なるデータの蓄積が必要である。

競馬固有の知識を用いると、馬場状態が悪いときはオッズの予測精度が下がるので、「良馬場」に限定した投資戦略も有効である。2008年の良馬場レースでは、複勝1.3倍の払戻率が1.0357と1を超えた（28レース）。同様に、2009年の良馬場レースでは、複勝1.4倍の払戻率が1.0091であった（44レース）。ただし、2008年と2009年のデータを合わせると、複勝1.3倍の払戻率は0.9932（59レース）、複勝1.4倍の払戻率は0.9561（98レース）であった。これらの複勝馬券、あるいは「芝」「ダート」「短距離」「重賞」「最終レース」などに限定した複勝馬券の期待払戻率を正確に求めるには、やはり更なるデータの蓄積が必要である（詳しくは Ashiya (2010) を参照)。

最後に、地方競馬は馬券売上額と発走頭数が少ないので、異なる種類の馬券の間で大きな価格の歪みがある（具体例は第5.2節）。このため、第3.4節で説明した「必ず利益が出るような馬券の組」を構成できる機会が豊富にある。例えば2010年5月24日の盛岡競馬第11競争では、「払戻額が必ず100,000円以上となる馬券の組」を購入する費用が93,900円以下であった（「自らの馬券購入によるオッズの低下」や「馬券の最小購入単位」も考慮した、最も保守的な推計値である。実際には93,300円前後であったと思われる）。

参 考 文 献

- Ali, M. M. (1977) "Probability and utility estimates for racetrack bettors," *J. of Political Economy*, 85, 803-815.
- Asch, P., Malkiel, B. G., Quandt, R. E. (1982) "Racetrack betting and informed behavior," *J. of Financial Economics*, 10, 187-194.
- Asch, P., Malkiel, B. G., Quandt, R. E. (1984) "Market Efficiency in Racetrack Betting," *J. of Business*, 57, 65-75.
- Asch, P., Malkiel, B. G., Quandt, R. E. (1986) "Market Efficiency in Racetrack Betting: Further Evidence and a Correction," *J. of Business*, 59, 157-60.
- Asch, P., Quandt, R. E. (1986) *Racetrack Betting: The Professors' Guide to Strategies*. Dover, MA, Auburn House.
- Asch, P., Quandt, R. E. (1990) "Risk love," *J. of Economic Education*, 21 (4), 422-426.
- Ashiya, M. (2010) "The Favourite-Longshot Bias in Japan Revisited," mimeo.
- Bird, R., McCrae, M., Beggs, J. (1987) "Are gamblers really risk takers?" *Australian Economic Papers*, 26(49), 237-253.
- Blough, S. (1994) "Differences of opinions at the racetrack." In Hausch, D. B., Lo, V. S. Y., Ziemba, W. T. (eds.), *Efficiency of Racetrack Betting Markets*. Academic Press, London, 323-341.
- Bradley, I. (2003) "The representative bettor, bet size, and prospect theory," *Economics Letters*, 78, 409-413.
- Brown, L. D., Lin, Y. (2003) "Racetrack betting and consensus of subjective probabilities," *Statistics and Probability Letters*, 62, 175-187.
- Bruce, A. C., Johnson, J. E. V. (2002) "Investigating the Roots of the Favourite-Longshot Bias: An Analysis of Decision Making by Supply- and Demand-Side Agents in Parallel Betting Markets," *J. of Behavioral Decision Making*, 13, 413-430.
- Bruce, A. C., Johnson, J. E. V. (2005) "Market ecology and decision behaviour in state-contingent claims markets," *J. of Econ. Behavior and Organ.*, 56, 199-217.
- Bruce, A. C., Johnson, J. E. V., Peirson, J. D., Yu, J. (2009) "An Examination of the Determinants of Biased Behaviour in a Market for State Contingent Claims," *Economica*, 76, 282-303.
- Busche, K. (1994) "Efficient market results in an Asian setting," in Hausch, D. B., Lo, V. S. Y., Ziemba, W. T. (eds.), *Efficiency of Racetrack Betting Markets*. Academic Press, London, 615-616.

- Busche, K., Hall, C. D. (1988) "An exception to the risk preference anomaly," *J. of Business*, 61, 337-346.
- Busche, K., Walls, W. D. (2000) "Decision costs and betting market efficiency," *Rationality and Society*, 12, 477-492.
- Cain, M., Peel, D. (2004) "The utility of gambling and the favourite-longshot bias," *European J. of Finance*, 10(5), 379-390.
- Chiappori, P. A., Gandhi, A., Salanie, B., Salanie, F. (2007) "Heterogeneous Preferences Towards Risk: A Study on Horse Races," mimeo.
- Clotfelter, C. T., Cook, P. J. (1993) "The 'gambler's fallacy' in lottery play," *Management Science*, 12, 1521-1525.
- Coleman, L. (2004) "New light on the longshot bias," *Applied Economics*, 36(4), 315-326.
- Crafts, N. F. R. (1994) "Winning systems? Some further evidence on insiders and outsiders in British horse race betting," in Hausch, D. B., Lo, V. S. Y., Ziemba, W. T. (eds.), *Efficiency of Racetrack Betting Markets*. Academic Press, London, 545-549.
- Dowie, J. (1976) "On the efficiency and equity of betting markets," *Economica*, 43, 139-150.
- Edelman, D. C., O'Brian, N. R. (2004) "Tote arbitrage and lock opportunities in racetrack betting," *European J. of Finance*, 10(5), 370-378.
- Fabricand, B. P. (1965) *Horse Sense*. New York, McKay.
- Fabricand, B. P. (1979) *The Science of Winning*. New York, Whitlock.
- Friedman, M., Savage, L. J. (1948) "The utility analysis of choices involving risk," *J. of Political Economy*, 56, 279-304.
- Gandar, J. M., Zuber, R. A., Johnson, R. S. (2001) "Searching for the favourite longshot bias down under: an examination of the New Zealand pari-mutuel betting market," *Applied Economics*, 33(13), 1621-1629.
- Gandar, J. M., Zuber, R. A., Johnson, R. S., Dare, W. (2002) "Re-examining the betting market on Major League Baseball games: is there a reverse favourite-longshot bias?" *Applied Economics*, 34(10), 1309-1317.
- Gandhi, A. (2007) "Rational Expectations at the Racetrack: Testing Expected Utility Using Prediction Market Prices," University of Wisconsin-Madison, mimeo.
- Garrett, T. A., Sobel, R. S. (1999) "Gamblers favor skewness, not risk: Further evidence from United States' lottery games," *Economics Letters*, 63, 85-90.
- Gilovich, T. (1983) "Biased evaluations and persistence in gambling," *J. of Personality and Social Psychology*, 44, 1100-1126.
- Gilovich, T., Douglas, C. (1986) "Biased evaluations of randomly determined outcomes," *J. of Experimental Social Psychology*, 22, 228-241.
- Gjerde, O. (1994) "Market efficiency in scandinavian racetrack betting," *Scandinavian J. of Management*, 10(4), 409-420.
- Golec, J., Tamarkin, M. (1995) "Do bettors prefer long shots because they are risk-lovers, or are they just overconfident?" *J. of Risk and Uncertainty*, 11, 51-64.

- Golec, J., Tamarkin, M. (1998) "Bettors love skewness, not risk, at the horse track," *J. of Political Economy*, 106(1), 205-225.
- Gramm, M. (2005) "Betting Market Efficiency at Premiere Racetracks," *Southern Western Economic Review*, 32, 85-92.
- Gramm, M., Owens, D. H. (2005) "Determinants of betting market efficiency," *Applied Economics Letters*, 12(3), 181-185.
- Griffith, R. M. (1949) "Odds Adjustment by American Horse-Race Bettors," *American J. of Psychology*, 62(2), 290-294.
- Griffith, R. M. (1961) "A Footnote on Horse Race Betting," *Transactions, Kentucky Academy of Science*, 22, 78-81.
- Harville, D. A. (1973) "Assigning Probabilities to the Outcome of Multi-Entry Competitions," *J. of the American Statistical Association*, 68, 312-316.
- Hausch, D. B., Ziemba, W. T. (1990a) "Locks at the racetrack," *Interfaces*, 20, 41-48.
- Hausch, D. B., Ziemba, W. T. (1990b) "Arbitrage Strategies for Cross-Track Betting on Major Horse Races," *J. of Business*, 63(1), 61-78.
- Hausch, D. B., Ziemba, W. T. (1995) "Efficiency of Sports and Lottery Betting Markets," in Jarrow, R. A., Maksimovic, V., Ziemba, W. T. (eds.), *Handbooks in Operations Research and Management Science*, 9, Elsevier Science B. V.
- Hausch, D. B., Ziemba, W. T., Rubenstein, M. (1981) "Efficiency of the market for racetrack betting," *Management Science*, 27, 1435-1452.
- Henery, R. J. (1985) "On the average probability of losing bets on horses with given starting price odds," *J. of the Royal Statistical Society*, 148(4), 342-349.
- Hurley, W., McDonough, L. (1996) "The favourite-longshot bias in parimutuel betting: A clarification of the explanation that bettors like to bet longshots," *Economics Letters*, 52, 275-278.
- Isaacs, R. (1953) "Optimal Horse Race Bets," *American Mathematical Monthly*, 60, 310-315.
- Johnson, J. E., Bruce, A. C. (1993) "Gluck's second law: an empirical investigation of horserace betting in early and late races," *Psychological Reports*, 72, 1251-1258.
- Jullien, B., Salanie, B. (2000) "Estimating preferences under risk: The case of racetrack bettors," *J. of Political Economy*, 108(3), 503-530.
- Jullien, B., Salanie, B. (2008) "Empirical Evidence on the Preferences of Racetrack Bettors," in Hausch, D. B., Ziemba, W. T. (eds.), *Handbook of Sports and Lottery Markets*. North-Holland, Amsterdam.
- Kahneman, D., Tversky, A. (1979) "Prospect theory: An analysis of decision under risk," *Econometrica*, 47, 263-291.
- Kanto, A., Rosenqvist, G. (1994) "On the efficiency of the market for double (quinella) bets at a finnish racetrack," in Hausch, D. B., Lo, V. S. Y., Ziemba, W. T. (eds.), *Efficiency of Racetrack Betting Markets*. Academic Press, London, 485-498.
- Koessler, F., Noussair, C., Ziegelmeyer, A. (2008) "Parimutuel betting under asymmetric information," *J. of Mathematical Economics*, 44, 733-744.
- Law, D., Peel, D. A. (2002) "Insider trading, herding behaviour, and market plungers in the British

- horse race betting market," *Economica*, 69, 327-338.
- Lo, V. S. Y., Bacon-Shone, J., Busche, K. (1995) "The application of ranking probability models to race-track betting," *Management Science*, 41(6), 1048-1059.
- Markowitz, H. M. (1952) "The utility of wealth," *J. of Political Economy*, 56, 151-154.
- McGlotlin, W. W. (1956) "Stability of choices among uncertain alternatives," *American J. of Psychology*, 69, 604-615.
- Metzger, M. A. (1985) "Biases in betting: an application of laboratory findings," *Psychological Reports*, 56, 883-888.
- Mitchell, D. (1987) *A Winning Thoroughbred Strategy*. Cynthia Publishing Co.
- Mori, S., Hisakado, M. (2009) "Emergence of scale invariance and efficiency in a racetrack betting market," mimeo.
- Morrison, R. S., Ordeshook, P. (1975) "Rational choice, light guessing and the gambler's fallacy," *Public Choice*, 22, 79-89.
- O'Connor, P. (2007) "The Economic Significance of the Longshot Bias in Horse Race Wagering," mimeo.
- Ottaviani, M., Sørensen, P. N. (2008) "The Favorite-Longshot Bias: An Overview of the Main Explanations," in Hausch, D. B., Ziemba, W. T. (eds.), *Handbook of Sports and Lottery Markets*. North-Holland, Amsterdam.
- Ottaviani, M., Sørensen, P.N. (2009) "Surprised by the Parimutuel Odds?" *American Economic Review*, 99(5), 2129-2134.
- Ottaviani, M., Sørensen, P. N. (2010) "Noise, Information, and the Favorite-Longshot Bias in Parimutuel Predictions," *American Economic J.: Microeconomics*, 2(1), 58-85.
- Piron, R., Smith, L. R. (1995) "Testing risklove in an experimental racetrack," *J. of Economic Behavior and Organization*, 27, 465-474.
- Preston, M. G., Baratta, P. (1948) "An experimental study of the auction value of an uncertain outcome," *American J. of Psychology*, 61, 183-193.
- Quandt, R. E. (1986) "Betting and Equilibrium," *Quarterly J. of Economics*, 101, 201-207.
- Quinn, J. (1987) *The Best of Thoroughbred Handicapping 1965-1986*. New York, Morrow.
- Quirin, W. L. (1979) *Winning at the Races: Computer Discoveries in Thoroughbred Handicapping*. New York, Morrow.
- Ritter, J. (1994) "Racetrack betting: An example of a market with efficient arbitrage," In Hausch, D. B., Lo, V. S. Y., Ziemba, W. T. (eds.), *Efficiency of Racetrack Betting Markets*. Academic Press, London, 431-441.
- Rosenbloom, E. S. (1992) "Picking the Lock: A Note on 'Locks at the Racetrack'," *Interfaces*, 22(2), 15-17.
- Rosett, R. N. (1971) "Weak experimental verification of the expected utility hypothesis," *Review of Economic Studies*, 38, 481-492.
- Sauer, R. D. (1998) "The economics of wagering markets," *J. Econ. Literature*, 36(4), 2021-2064.
- Schnytzer, A., Shilony, Y. (1995) "Inside Information in a Betting Market," *Economic Journal*, 105(431),

- 963-971.
- Shin, H. S. (1992) "Prices of State Contingent Claims with Insider Traders, and the Favourite-Longshot Bias," *Economic Journal*, 102(411), 426-435.
- Shin, H. S. (1993) "Measuring the Incidence of Insider Trading in a Market for State-Contingent Claims," *Economic Journal*, 103(420), 1141-1153.
- Skinner, M. (1989) "Easy Money," *OMNI*, May, 42-49.
- Smith, M. A., Paton, D., Vaughan Williams, L. (2006) "Market efficiency in person-to-person betting," *Economica*, 73, 673-689.
- Snowberg, E., Wolfers, J. (2007) "Explaining the Favorite-Longshot Bias: Is it Risk-Love or Misperceptions?" mimeo.
- Snyder, W. W. (1978) "Horse racing: Testing the efficient markets model," *J. of Finance*, 33, 1109-1118.
- Sobel, R. S., Raines, S. T. (2003) "An examination of the empirical derivatives of the favourite-longshot bias in racetrack betting," *Applied Economics*, 35, 371-385.
- Sobel, R. S., Ryan, M. E. (2008) "Unifying the Favorite-Longshot Bias with Other Market Anomalies," in Hausch, D. B., Ziemba, W. T. (eds.), *Handbook of Sports and Lottery Markets*. North-Holland, Amsterdam.
- Swidler, S., Shaw, R. (1995) "Racetrack wagering and the uninformed bettor: A study of market efficiency," *Quarterly Review of Economics and Finance*, 35(3), 305-314.
- Terrell, D. (1994) "A test of the gambler's fallacy: Evidence from parimutuel games," *J. of Risk and Uncertainty*, 8, 309-317.
- Terrell, D. (1998) "Biases in assessments of probabilities: New evidence from greyhound races," *J. of Risk and Uncertainty*, 17, 151-166.
- Terrell, D., Farmer, A. (1996) "Optimal Betting and Efficiency in Parimutuel Betting Markets with Information Costs," *Economic Journal*, 106(437), 846-868.
- Thaler, R. and Ziemba, W. (1988) "Parimutuel betting markets: racetracks and lotteries," *Journal of Economic Perspectives*, 2, 161-174. (邦訳: リチャード・H・セイラー (1998) 「市場と感情の経済学」ダイヤモンド社の第10章, あるいは同 (2007) 「セイラー教授の行動経済学入門」ダイヤモンド社の第10章)
- Tversky, A., Kahneman, D. (1992) "Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty," *J. of Risk and Uncertainty*, 5, 297-323.
- Vaughan Williams, L. (1999) "Information efficiency in betting markets: a survey," *Bulletin of Economic Research*, 51(1), 307-337
- Vaughan Williams, L. (2005) "Weak form information efficiency in betting markets," In Vaughan Williams, L. (ed.), *Information Efficiency in Financial and Betting Markets*. Cambridge University Press.
- Vaughan Williams, L., Paton, D. (1997) "Why is There a Favourite-Longshot Bias in British Racetrack Betting Markets?" *Economic Journal*, 107(440), 150-158.
- Vaughan Williams, L., Paton, D. (1998) "Why are some favourite-longshot biases positive and others negative?" *Applied Economics*, 30(11), 1505-1510.

- Walls, W. D., Busche, K. (2003) "Broken odds and the favourite-longshot bias in parimutuel betting: a direct test," *Applied Economics Letters*, 10(5), 311-314.
- Weitzman, M. (1965) "Utility analysis and group behavior: An empirical study," *J. of Political Economy*, 73, 18-26.
- Willis, K. E. (1964) "Optimum no-risk strategy for win-place pari-mutuel betting," *Management Science*, 10(3), 574-577.
- Winter, S., Kukuk, M. (2006) "Risk Love and the Favorite-Longshot Bias: Evidence from German Harness Horse Racing," *Schmalenbachs Business Review*, 58, 349-364.
- Yaari, M. E. (1965) "Convexity in the theory of choice under risk," *Quarterly J. of Economics*, 79, 278-290.
- Ziemba, W. T., Hausch, D.B. (1984) *Beat the Racetrack*. Harcourt Brace Jovanovich.
- Ziemba, W. T., Hausch, D.B. (1986) *Belting at the Racetrack*. Dr. Z. Investments, Inc.
- Ziemba, W. T., Hausch, D.B. (1987) *Dr. Z's Beat the Racetrack*. William Morrow.