

スポーツ場面における ランダム事象の誤認知

——ペナルティキックを手掛かりにして——

安部 健太

[キーワード：①誤認知 ②*hot hand fallacy* ③ペナルティキック]

問題と目的

不確実下の判断について 人はしばしば認知的バイアスを犯すものとみなされる。例えば推論課題では、推論結果が正解から大きく逸脱することが指摘されてきた(Tversky & Kahneman, 1974)。本稿では、認知的バイアスの1つであるランダム性の誤認知をスポーツの場面から検討する。すなわち、客観的には連続した事象は独立であり、その前後関係に絶対的な因果関係があるとは限らないにも関わらず、主観的に事象に規則性があるものと解釈をすることを指す。人は偶発性を目にする、そこに秩序やパターン、密集性や粗密を発見しようとする(Myers, 2002)。この曖昧な条件に規則性を認める傾向は、関連性をすばやく発見するために欠かせない認知能力であり、この機能によって時間をかけずに推論をすることが可能となる。しかし、この自動的で素早い判断は人に偏った答えを導くこともある。

スポーツ場面における推論 スポーツ場면을研究対象とすることについてMlodinow(2008)は、能力を定義しやすく測定しやすいこと、試合のルールが明確であること、公開されているデータが豊富であること、そして興味深い状況が何度も繰り返されることを指摘している。しかしス

ポーツは偶然の連続でもあり、そうした結果から、誤差を含めて予測可能な場合もあるが、いつも実際の結果を予測できるわけではない。名選手が華麗なプレーで圧倒することもあれば、これまで目立った成績を残せていなかったとしても、大活躍をみせることは決して珍しいことではない。このようにスポーツ場面での結果は必ずしも条件確率が等しいわけではないが、スポーツ場面において実際には関係のない前後関係にパターンを見出すことが指摘されてきた(Gilovich, Vallone, & Tversky, 1985)。本稿では先行研究とは別の視点から、スポーツ場面においてなされる誤認知について検討した。あるランダムな連続が何か特別な能力によるものと考えて、連続する試行の成功率を過大評価することを*hot hand fallacy*と呼ぶ。

hot hand fallacy バスケットボールでは“彼は波に乗っている”、“波に乗っている選手にボールを回す”といった表現が多用され、多くの選手やファンに信じられている*hot hand belief*という信念がある。*hot hand*とは、シュートの成功が次の成功につながり、それが持続することである。この現象が信じられている理由は、連続してシュートを決めるとその試合中の選手は自分の調子に自信をもって挑戦することができるので、その後のシュートへの動きもスムーズになり、シュートが入りやすくなると考えられているからである。反対に何本かシュートを失敗してしまうと、自分のプレーに自信を失い緊張から動きは鈍くなり、シュートに挑戦することを即決できずまた失敗してしまうかもしれないと躊躇うため、その後のシュートも決まらなくなると信じられている。

これに対しGilovich et al.(1985)が、実際のNBAの試合データからシュートの成功と失敗は偶然によって起こりうる程度以上には連続しないと指摘した。すなわちこの現象は誤認知とされ、この傾向を*hot hand fallacy*という。Gilovich et al.(1985)は1980-1981シーズンのフィラデルフィア76ersの9選手のフィールドゴール、1980-1981・1981-1982シーズンのボストンセルティックスの9選手のフリースローを対象に、各選手の

シュートの成功・失敗はその前のシュートの成功・失敗とは無関係であることを示した。これは通算の成功率も高いセルティックスのスター選手だったラリー・バード選手にもあてはまり、フリースローに成功した後は88%、失敗した後は91%だったことを指摘している。またカーネル大学の26選手を対象としたシュート実験において、選手自身は*hot hand belief*に従って、前のシュートが成功したときの方が、失敗したときよりも次のシュートが成功しやすいと予測していた。しかし実際には成功した後のシュートの成功率よりも、失敗した後のシュートの成功率の方が高かった。Gilovich et al.(1985)以降、*hot hand belief*が誤認知であることがいろいろなスポーツを対象として研究が進められてきた(Siwoff, Hirdt, & Hirdt, 1988; Tversky & Gilovich, 1989; Albright, 1993; Albert & Bennett, 2001; Koehler & Conley, 2003; Clark, 2005)。一方で*hot hand belief*は誤認知ではなく、実在の現象だと主張する研究もある(Larkey, Smith, & Kadane, 1989; Adams, 1995; Klaassen & Magnus, 2001; Frame, 2003; Smith, 2003; Dorsey-Palmateer & Smith, 2004)。

Avugos, Köppen, Czienskowski, Raab, & Bar-Eli(2013)はメタ分析、Bar-Eli, Avugos, & Raab(2006)は記述的レビューによって*hot hand belief*は客観的に認められないことを示した。ただ、メタ分析に含められた1次研究をみると、実験のデザインや測定法の異なる研究が混在している。生データ同士で比較できるのはBorenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein(2009)が述べるように結果が意味のある尺度に基づいて報告されており、分析に含めた研究が全て同じ尺度を用いている場合であることから、*hot hand*現象が生起するか否かを断定することは難しい。またスポーツは競技によってその特性がそれぞれ異なる。本稿で扱う連続事象の観点から考慮すると、1点の重みづけに違いがあるため、状況によって得点の印象が変わってしまうのである。

ランダム性の誤認知 このような理由から本稿で焦点をあてるのは実際の結果ではなく、ある結果から偏った解釈をしてしまう認知的なバイ

アスである。*hot hand*と考える誤認知は、連続して生じた現象が持続すると考えるものだが、相反するランダム性の誤認知として、*gambler's fallacy*と呼ばれる誤認知がある。例えばコイン投げのような毎試行が独立であるランダム事象で、表が何回か出た後は、裏が出やすくなると考えてしまう傾向を指す(市川, 1996)。*gambler's fallacy*を支持する研究としては、実際のギャンブルデータを用いたものがあり(Clotfelter & Cook, 1993; Terrell, 1994)、条件確率が等しい事象が主な対象となる。

Sundali & Croson(2006)は、*gambler's fallacy*を犯す者は*hot hand fallacy*も犯しやすいこと、両者の間には有意な正の相関があることを示し、両者に単一の共通の原因がある可能性を指摘した。2つの相反する誤認知にどちらも共通していることは、実際にはランダム且つ独立な系列において規則性を誤認知することである。確率の誤認知の原因としては、代表性ヒューリスティクス(Kahneman & Tversky, 1972)や少数の法則(Tversky & Kahneman, 1971)による影響が指摘されてきた。

代表性ヒューリスティクスとは、ある事象と母集団がどの程度類似しているか、という評価に基づく判断である。代表性の高い事象が必ずしも確率論的に起こりやすいとは限らないため、代表性ヒューリスティクスに基づく判断は認知的バイアスを生起させる。コイン投げであれば、たとえ短い条件であっても表か裏がずっと続くより、表と裏がバラバラに出る方が、代表性が高いと誤認知するのである。*hot hand fallacy*はランダムである条件にも連続性を認知し、直前までの結果が成功した場合、続く試行も成功する確率を高いと予測することをいう。Keren & Lewis (1994)は、ルーレットを用いて、大学生などを対象に実験を行った。出る頻度が最も高いと認知した数に賭けると、信頼性をもって判断するためには非常に多くのデータが必要である。それにも関わらず参加者は、そのような数を実際よりも低く見積もってしまうことを指摘した。

これらの誤認知の生起要因についても分類されており、事象の連続性の長さが短ければ*gambler's fallacy*が生じることや、事象を生起させる過

程がどれくらいランダムと判断されるのかに依存することが指摘されてきた(Derks, 1963; Burns & Corpus, 2004)。またAyton & Fischer(2004)は、各事象が50%の確率で生起する、統計的には同一の特性をもったランダム事象を用いて、人の行動が生み出した条件であれば*hot hand fallacy*が生じるのに対し、自然事象であれば*gambler's fallacy*が生じることを指摘した。このように誤認知はランダムと判断される条件や人の行動が生み出した系列で生起すると指摘されている(Bar-Eli, Avugos, & Raab, 2006)。

本稿の目的 本稿ではチームの選手個人間の連続する成績に、規則性があるものとみなすかを分析することで、先行研究で取り上げられてきた条件をさらに検討することを目的とした。実際の結果はデータによって種目も状況も異なり、連続の証拠はチームとして分析すると認められるとする研究もあれば(Stern, 1995)、Wood(1992)やVergin(2000)は直後の勝敗は直前の結果とは無関係で、チャンスレベルでしか予期できないことを指摘している。人の認知的なバイアスに焦点を当てると、個人間の条件における誤認知を検討したRoney & Trick(2009)は、コイントスを用いてそのコイントスを行う実験者を入れ替えたときの参加者の判断を検討した。その結果、コイントスを行う実験者が変わる場合には*gambler's fallacy*に基づく判断がなされ、実験者が変わらない場合には*hot hand fallacy*に基づく予測が認められることを指摘している。Roney & Trick(2009)に基づけば、スポーツ場面において独立した個人間の予測をする際には、*hot hand fallacy*ではなく、*gambler's fallacy*が認められることが仮定できるが、Ayton & Fischer(2004)は人の行動が生み出した条件であれば*hot hand fallacy*が生じると指摘しており、見解に矛盾がある。そこで本稿では、先行研究でこれまで扱われていないサッカーのペナルティキックを対象に、予測判断におけるランダム性の誤認知は*hot hand fallacy*に基づくのか、それとも*gambler's fallacy*に基づくのかを探索的に検討する。例えば野球も異なる打者が続いて打席に入るが、1人の打者に対して何球も投げられることもあるし、ホームランとヒットでは成功

の重みづけが異なる。一方でサッカーのペナルティキックは成功と失敗の結果が単純に検出できる。規定時間(90分)内のサッカーは*hot hand*研究で扱われてきた他の研究と異なり、成功・失敗の指標となる得点が簡単には入りづらいため、規定時間内のサッカーの結果を取り上げるのではなく、規定の試合時間を終了して決着がつかなかった際に行うペナルティキックを対象とした。尚、*gambler's fallacy*は一方の結果が連続する*hot hand fallacy*に相反する信念といえるが、人の意図やコントロールが加わる現象は条件確率が等しくならない点で、本稿では正反対の誤認知とは捉えず、*gambler's fallacy*のように考えることを*hot hand fallacy*に相反する逆方向の誤認知と呼ぶ。

研究1

目的

サッカー、とくにペナルティキックで*hot hand belief*が浸透しているか、経験者を対象に検討した。また、その結果を予測するにあたって参加者がどのような要因をもとに予測しているかを調査した。

方法

手続き・調査時期 2012年10月に無記名・個別記入式の質問紙をサッカー部の顧問の教員を通じて配布し、配布から1週間後に回収した。

参加者 関東地方に所在する私立大学のサッカー部に所属する大学生29名(男子選手24名, 女子マネージャー5名; 年齢 $M = 20.03$ 歳, $SD = 1.21$; サッカーの経験年数 $M = 10.10$ 年, $SD = 5.54$) が調査に参加した。

調査内容

勝敗を左右する要因 サッカーについて、参加者自身がどのように考えているか、また判断するかを尋ねた。具体的には、サッカーの結果を

左右する要因を評価させるために、須田・高田・三宅・西条（2009）と佐久間・藤島（2011）を参考にサッカーの勝敗（以下、規定時間内の勝敗）を左右する要因として“選手の気分・モチベーション”など16項目と、ペナルティキックの勝敗を左右する要因として“読み・駆け引き”など7項目をそれぞれ選別し、どれくらい重要かを尋ねた。回答は“1. 重要ではない”から“5. 重要である”までの5件法で求めた。尚、ペナルティキックについては、“ここでは規定の試合時間を終了して決着がつかなかった際に行うペナルティキックを指します”と説明を加えた。また参加者全員に、“ペナルティキックは一般的にどのくらいの確率で成功すると思うか”をパーセンテージで回答を求めた（以下、全体成功率）。

サッカーに対する評価 サッカーでは*hot hand*があると考えているか問うために、バレーボールを対象に検討したRaab et al.(2012)を参考に、実験者がサッカー用に改訂した質問をした（Table.1参照）。このとき*hot hand*の和訳として、“波に乗る”をあてた。

Table. 1 サッカーに対する評価の質問紙

質問文	
問1.	サッカーには“波に乗る”ことがあると思いますか。
問2.	サッカーの試合場面を想像してください。司令塔の選手は、“波に乗る”選手を中心に試合を組み立てるべきだと思いますか。尚、ここではチームの要となって試合を組み立てる中心選手を司令塔とします。
問3.	ペナルティキックにおいて、チームメイトが連続して成功した後の選手は成功すると思いますか。尚、ここでは規定の試合時間を終了して決着がつかなかった際に行うペナルティキックを指します。

質問紙では、“波に乗る”ということについて、参加者自身がどのように考えているかを尋ねた。“波に乗る”とは、連続して成功した後の方が、続けて失敗した後よりも、高い確率で成功する現象を指すと説明し、Table.1の3問について“1. はい”か“2. いいえ”の2件法で回答させた。

尚、問1で“1. はい”と答えた参加者のみ問2と問3の回答を求めた。回答に際しては、正しい答えや望ましい答えというものはなく、あまり深く考えず、長く時間をかけないようにしてありのまま答えるように教示した。

最後に、問3で“1. はい”と答えた参加者には“どのくらいの確率で成功すると思いますか”、“2. いいえ”と回答した参加者には“どのくらいの確率で失敗すると思いますか”と、ペナルティキックの成功率をパーセンテージで回答を求めた（以下、成功後の成功率）。

結果

勝敗を左右する要因 Table. 2はサッカーの規定時間内の勝敗を決める要因として挙げた16項目と、ペナルティキックの勝敗を決める要因として挙げた7項目の重要度の評定を表している。

規定時間内の勝敗を決める要因として、“選手の気分・モチベーション”が最も高く($M = 4.79$)、“相手選手の体調・調子”が最も低く評定された($M = 3.21$)。ペナルティキックの勝敗を決める要因は“読み・駆け引き”が最も高く評定され($M = 4.34$)、“選手の体調・調子”が最も低く評定された($M = 3.48$)。

サッカーに対する評価 サッカーが波に乗ることがあるスポーツかどうか回答を求めたところ、26名が波に乗るスポーツであると回答した(92.29%；有効回答28名)。

司令塔の選手は波に乗っている選手を中心にゲームを組み立てるべきだと回答したのは10名(35.71%；有効回答28名)、ペナルティキックにおいて別の選手が成功した後の選手は成功すると回答したのは11名だった(55.00%；有効回答20名)。全参加者のペナルティキックの全体成功率の平均値は70.71% ($SD = 16.60$ ；有効回答28名)、成功後の成功率の予測平均値は61.82% ($SD = 23.17$ ；有効回答22名)となった。全体成功率と成功後の成功率の予測に差があるか、2度の質問に回答した参加

者を対象に対応のある*t*検定を実施した結果、成功後の成功率が全体成功率よりも低い有意傾向が認められた($t(20) = 1.79, p < .10, \text{Cohen's } d = 0.44, 95\% \text{ CI} [-1.66, 22.14]$)。

Table.2 サッカーの勝敗を決める要因の重要度

規定時間内の勝敗		ペナルティキックの勝敗	
要因	平均値 (SD)	要因	平均値 (SD)
選手の競技経験	4.10 (0.94)	選手の競技経験	3.69 (1.17)
選手の気分・モチベーション	4.79 (0.41)	選手の体調・調子	3.48 (1.12)
チームメイトの実力・競技力	4.41 (0.63)	選手の気分・モチベーション	4.21 (0.98)
選手の実力・競技力	4.52 (0.63)	相手チームの結果・勢い	3.86 (1.19)
相手選手精神力	4.00 (0.93)	読み・駆け引き	4.34 (0.72)
選手の体調・調子	4.14 (0.88)	偶然さ・運の良し悪し	4.14 (0.69)
偶然さ・運の良し悪し	3.79 (0.94)	チームメイトの結果・勢い	4.00 (0.96)
サポーターの応援	3.76 (1.02)		
試合会場の気温や天候	3.48 (0.95)		
チームのまとまり	4.76 (0.44)		
チームの練習方法・戦術	4.38 (0.82)		
監督・コーチの采配	3.93 (0.96)		
選手精神力	4.48 (0.74)		
審判の判定	3.38 (0.94)		
相手選手の体調・調子	3.21 (1.11)		
相手選手の実力・競技力	3.66 (1.11)		

Table. 3では、ペナルティキックに対して波に乗ることがあると回答した参加者（以下、信念保持者）とそれ以外の参加者（以下、非信念保持者）の全体成功率と成功後の成功率を示した。信念保持者の全体成功率と成功後の成功率を比較するために対応のある*t*検定を実施した

結果、有意傾向が得られた($t(9) = -1.84, p < .10, \text{Cohen's } d = -0.26, 95\% \text{ CI} [-17.86, 1.86]$)。すなわち成功後の成功率を高く見積もる傾向が示された。一方で非信念保持者は、全体成功率と成功後の成功率の間に1%水準で有意な差が認められた($t(9) = 4.03, p < .01, \text{Cohen's } d = 2.04, 95\% \text{ CI} [12.94, 46.06]$)。すなわち、成功後の成功率が低く見積もられた。信念保持者と非信念保持者を比較するために独立な2群のt検定を実施したところ、ペナルティキックの全体成功率では差は認められなかったが($t(15) = -0.56, n.s., \text{Cohen's } d = -0.30, 95\% \text{ CI} [-24.32, 14.18]$)、成功後の成功率には1%水準で有意な差が認められた($t(16) = 4.89, p < .01, \text{Cohen's } d = 2.51, 95\% \text{ CI} [20.44, 51.76]$)。

Table. 3 ペナルティキックに対する予測成功率の平均値 (SD)

	信念保持者 (N = 11)	非信念保持者 (N = 7)
成功後の成功率	76.82 (10.93)	40.71 (18.60)
全体成功率	68.50 (20.98)	73.57 (9.53)

考察

サッカー、とくにペナルティキックで*hot hand belief*が浸透しているか、経験者を対象に検討することを目的とした。

ペナルティキックの成功率予測は参加者全体で7割を越えており、攻撃側に有利なものとして理解されていた。*hot hand fallacy*に基づけば、*hot hand*があると回答した参加者の成功率予測は連続して成功した後で高い成功率を回答するものと予想される。しかし研究1では、サッカーの試合自体に*hot hand*があると信じている人が多かったものの、ペナルティキックは含まれず、*hot hand*があるとは考えていない人の方が多かった。ペナルティキックにも*hot hand*があると回答した人を対象にした場合には、有意な差は認められなかったものの、成功率は高く予測された。これは、もともとペナルティキックの成功率が高いものとして理

解されていることから、成功率の過大評価に結びつかなかったといえる。一方で*hot hand*がないと回答した参加者は成功後の成功率を有意に低く予測し、全体としてペナルティキックでは*hot hand fallacy*は認められず、*hot hand fallacy*とは相反する逆の方向への誤認知が認められた。すなわち連続して成功すると、続く試行の成功率が低く予測された。

相反する予測となった理由は、参加者がおいた成功・失敗の要因にあると考える。サッカーの規定時間内の勝敗を左右する要因として、参加者は“選手の気分・モチベーション”、“チームメイトのまとまり”、“選手の実力・競技力”、“選手の精神力”、“チームメイトの実力・競技力”といった項目の重要度を高く評定した。サッカーの勝敗は、指定された時間内に相手チームよりも多くの点数をとることで決まる。規定時間の中で相手よりも多くの点数を取るためには、各個人の身体能力や局面ごとの適切な処理能力が求められるため、選手それぞれの能力の重要度が高く評価されたと示唆される。その他の要因も得点するためには欠かせない要因だが、“試合会場の気温や天候”といった不安定な要因が成功に結びつくとは考えていないことがわかる。

一方でペナルティキックの勝敗を左右する要因として、“読み・駆け引き”、“選手の気分・モチベーション”、“偶然さ・運の良し悪し”の重要度が高く評定された。ペナルティキックの成功率はとても高く見積もられ、偶然以上の確率で成功することが予測された。しかし偶然さや運によって結果が左右されるということは、選手の実力に関わらず、成功率が変わることがあると考えられていることを示唆する。このように不安定な運や偶然を重要な要因として挙げられたことが、ペナルティキックで連続して成功した後で成功率を低く見積もることに影響したといえる。ペナルティキックは人の行動によって結果が決まる事象ではあるものの、参加者には自然事象のようにみなされ、通常のプレーとペナルティキックでは異なる要因を重要なものと認知されているといえる。そのため、ペナルティキックの結果には連続性が認知されず、コインスルー

レットにおける*gambler's fallacy*のように、*hot hand fallacy*とは逆の方向の誤認知がなされたと考える。

以上より人の行動が生み出した系列では*hot hand fallacy*が起これると考えられ、成功の連続を過大評価すると指摘されてきたが(Ayton & Fischer, 2004)、ペナルティキックについては*hot hand fallacy*とは逆方向への信念が認められた。研究1の結果から、全体成功率の高さ、結果に及ぼす影響が大きいと認知された要因の違いによるものと示唆される。

研究2

目的

研究2では、成功・失敗の系列を呈示し、その後に予測を求める方法を用いた。研究1では成功の連続のみを対象にしていたが、異なる系列でも認められるか検討することを目的とした。またサッカー経験者に限らず、広く認められる誤認知なのかを検討するため、一般の大学生を対象とした。

方法

手続き・調査時期 2012年7月に無記名・個別記入式の質問紙を担当教員の了解を得た上で、授業時間を利用して教室で配布し、回答終了後その場で回収した。

参加者 大学生70名(男子学生24名、女子学生45名、性別不明1名；平均年齢19.26歳, $SD = 4.60$)が実験に参加した。

調査内容 参加者にサッカーのペナルティキックを想像させた。状況は同じチームの別の試合でのペナルティキックとして、4人目までの成功と失敗の結果を呈示し、5人目の選手Aさんの成功する確率を0～100%で率直に予測させた。4人目までの結果をそれぞれ成功と失敗の2条件で組み合わせ、16通り(=2⁴通り)の条件を設定した。規定の試

合時間を終了して決着がつかなかった際に行うペナルティキックは通常5人目までの結果で勝敗を決し、5人目以降についてはサドンデス方式になることから5人目を対象に予測させた。また、その回答にどれくらい自信があるかを0～100%で評価し、推測した理由を自由記述形式で回答させた。ペナルティキックについては直接ゴールを狙うことができ、ゴールキーパーと1対1で行われることを説明として加えた。

結果

実験者の不手際により1条件（成功・成功・成功・失敗）を重複して呈示し、別の1条件（成功・成功・失敗・失敗）が呈示されていなかった。重複した2条件は合算し、15条件として分析した。ペナルティキックの成功率予測の平均値は52.30% ($SD = 20.82$)だった。

直前の結果に基づく分析 推測する直前の結果により、条件を8つに分けた (Table. 4参照)。例えば2回成功は（失敗・失敗・成功・成功）、（成功・失敗・成功・成功）の2通りが該当した。直前の結果による成功率の予測に違いがあるか検討するため、直前の成功回数と失敗回数が等しい条件間で独立な2群の*t*検定を実施した結果、直前1回の条件間には有意な差が認められなかったが($t(619) = -0.65, n.s., \text{Cohen's } d = -0.05, 95\% \text{ CI} [-3.91, 1.96]$)、他の条件間には1%水準で有意な差が認められた(2回: $t(205) = 5.36, p < .01, \text{Cohen's } d = 0.78, 95\% \text{ CI} [57.28, 43.04]$; 3回: $t(136) = 6.47, p < .01, \text{Cohen's } d = 1.10, 95\% \text{ CI} [63.48, 41.38]$; 4回: $t(136) = 5.99, p < .01, \text{Cohen's } d = 1.02, 95\% \text{ CI} [17.85, 35.45]$)。すなわち、2回以上連続して成功した場合には、成功率が高く予測され、連続して失敗した場合には、成功率が低く予測された。これは研究1とは異なり、ペナルティキックにおいても*hot hand fallacy*に沿った予測がなされたことを示唆する結果だった。そこで、条件ごとの事前の成功率によってペナルティキックの成功率の予測に差が認められるかを続けて検討した。尚、直前の結果による成功率の予測の自信にはいずれも違いが認められなかった(1

回 : $t(627) = -1.01, n.s., \text{Cohen's } d = -0.08, 95\% \text{ CI} [-5.26, 1.69]$; 2回 : $t(208) = 0.12, n.s., \text{Cohen's } d = 0.02, 95\% \text{ CI} [-5.91, 6.71]$; 3回 : $t(138) = 0.61, n.s., \text{Cohen's } d = 0.09, 95\% \text{ CI} [59.42, 57.60]$; 4回 : $t(138) = 0.41, n.s., \text{Cohen's } d = 0.07, 95\% \text{ CI} [61.29, 59.64]$ 。

条件別成功率に基づく分析 条件ごとに平均成功率を算出し、事前の成功率をもとに5群に分けて分散分析を行った(Table.5参照)。その結果、事前の成功率が高い場合は相対的に成功率を高く見積もり、低い場合は相対的に低く予測された($F(4, 1099) = 62.90, p < .01, \eta^2 = 0.19$)。Tukey法による多重比較から100%と75%、25%と0%の条件間以外はすべて5%水準で有意な差が認められた。

Table. 4 直前の結果に基づくペナルティキックの成功率予測

直前失敗回数	成功率 (SD)	自信 (SD)	直前成功回数	成功率 (SD)	自信 (SD)
1回	53.09 (18.23)	56.98 (22.28)	1回	52.12 (18.86)	55.19 (21.81)
2回	43.04 (19.33)	55.71 (20.89)	2回	57.28 (17.32)	56.11 (22.35)
3回	41.38 (20.79)	57.60 (21.35)	3回	63.48 (19.33)	59.43 (20.51)
4回	37.68 (27.75)	59.64 (23.69)	4回	64.33 (24.41)	61.28 (23.69)

Table. 5 条件別成功率に基づくペナルティキックの予測成功率と自信

事前成功率 (例)	予測成功率	予測の自信
	平均値 (SD)	平均値 (SD)
0% (失敗・失敗・失敗・失敗)	37.68 (27.75)	59.64 (23.69)
25% (失敗・失敗・失敗・成功)	42.50 (18.79)	56.09 (21.15)
50% (失敗・失敗・成功・成功)	50.63 (14.81)	54.58 (22.45)
75% (失敗・成功・成功・成功)	62.63 (18.94)	58.67 (21.66)
100% (成功・成功・成功・成功)	64.33 (24.41)	64.33 (24.41)

同様に、条件によって成功率の予測の自信に差が認められるか検討するために、条件ごとの自信の平均値を算出し分散分析を行った。結果、事前の成功率によって予測の自信に有意な差が認められた($F(4, 1113) = 3.81, p < .01, \eta^2 = 0.01$)。また、Tukey法による多重比較から100%と25%条件の間に5%水準で、100%と50%の条件の間に1%水準で有意な差が認められた。

自由記述の検討 TinyTextMiner 0.86 (松村・三浦, 2009) を用いて、自由記述を対象に頻出単語の共起表現を求めた (Table.6参照: 回答有842件, 未回答278件)。TinyTextMinerはテキストマイニングツールであり、形態素解析にはMeCab (工藤・山本・松本, 2004) を利用して単語の出現件数を出力した。まず形態素解析の結果から、227件の名詞が得られ、いずれかの条件で出現頻度が5%以上の名詞が7件得られた。比率データを用いたのは、条件によって得られた自由記述の総数が異なるためである。ここで出力された名詞について、同義語とみなしうる語はすべて同一語として合算した (失敗:ミス, 負け, バツ, 負; プレッシャー: 緊張, 不安; 流れ: 連続, 波, 勢い, パターン, 規則性; キーパー: ゴールキーパー; 成功: 勝ち, ゴール, 勝利, 正)。尚, “人”という名詞は具体的な記述の中で“1人目”や“3人連続”といった表現から得られており、ここでは実験の条件である1人~4人を分けずに分析できるように操作した。また“全員失敗”という複合名詞が頻出単語として求められたが, “失敗”を1つの単語として扱ったため分析から外した。以上の操作に基づき5個の頻出単語を求めた。

条件ごとに、それぞれの頻出単語の共起表現を検討した。共起表現の条件としては、頻出単語の比率と同様に5%以上とした。ただし、25%条件と75%条件には該当する記述がなかった。0%条件の共起頻度が高いのは“失敗”と“全員”だった (6件, 8.57%; 例: “全員失敗していても自分が成功しないと、というプレッシャーになりそうだから”, “これまで全員失敗しているから”)。50%条件の共起頻度が高いのは“成功”と“失

敗”だった（22件，6.29%；例：“前の人たちが半分成功，半分失敗して
いて，そんなにプレッシャーもかかっていないと思うから”，“成功か失
敗かの2択だから，加えて，キーパーが同じでも1～4人目と別人だ
から”）。100%条件の，共起頻度が高いのは“成功”と“全員”だった（13件，
18.57%；例：“全員が成功していると逆にプレッシャーになりそうだか
ら”，“1～4人目まで全員成功だから”）。

Table. 6 頻出単語の出現頻度と出現率

	0%	25%	50%	75%	100%
頻出単語	頻度 (比率)	頻度 (比率)	頻度 (比率)	頻度 (比率)	頻度 (比率)
失敗	8 (11.43%)	27 (9.64%)	25 (7.14%)	21 (6.00%)	4 (5.71%)
プレッシャー	6 (8.57%)	19 (6.79%)	28 (8.00%)	13 (3.71%)	11 (15.71%)
流れ	6 (8.57%)	9 (3.21%)	15 (4.29%)	23 (6.57%)	5 (7.14%)
キーパー	6 (8.57%)	15 (5.36%)	8 (2.29%)	8 (2.29%)	4 (5.71%)
成功	3 (4.29%)	26 (9.29%)	38 (10.86%)	45 (12.86%)	7 (10.00%)

考察

研究2では一般の大学生を対象に，異なる成功・失敗場面でのペナル
ティキックに対する誤認知を検討した。

直前の結果に基づく分析の結果，2回以上成功が続いていれば，成功
の確率を高く，失敗が続いていれば，失敗の確率を高く予測がなされ
た。この結果は研究1とは異なり，ペナルティキックにおいて*hot hand*
*fallacy*に沿った予測がなされたことを示唆する結果である。

研究1と異なる結果が得られた理由として3点挙げられる。第1に，
研究1と研究2の最も大きな相違点は，参加者がサッカー経験者（以下，
競技者）と，一般の大学生（以下，非競技者）だったことにある。研究
1で競技者を参加者としたことは，先行研究でも競技者を採用していた
ことによる。実際に競技に精通していても，実際には必ず観測されるわ
けではない*hot hand*という現象を，ほとんどの競技者が信じているとい

うことに面白さがある。そして、この信念が選手であれば試合中のプレー、監督であれば戦術に関わってくる問題に関わる。研究2では、競技者に限らず広く観察できる誤認知なのかを検討するため一般の大学生を対象としたが、同じ結果とはならなかった。次に、第1の理由と関連して、一般の大学生がペナルティキックの成功率をそこまで高くないと考えていたことが、研究1と異なる点として挙げられる。ペナルティキックの成功率予測の平均値が52.20% ($SD = 20.82$)だった一方で、サッカー部員を対象とした研究1では、ペナルティキックの成功率は70.71% ($SD = 16.60$; 有効回答28名)と予測された。第3に、研究2では前後の回答が参照できる質問紙だったことは考慮しなければいけない。すなわち、研究2では条件の比較がなされていたことが示唆される。他の条件でどう回答したかが確認できたため、研究1とは異なる結果が得られたことが考えられる。

直前の結果に基づけば研究1とは異なる結果が得られたが、条件ごとの平均成功率を算出し、事前の成功率に基づいた比較をすると示唆に富んだ結果が得られた。条件として呈示されていた成功率が50%よりも高い場合には事前の成功率よりも低く、成功率が50%よりも低い場合には事前の成功率よりも高く予測された。*hot hand belief*に基づいて予測が歪められるとすれば、成功率は事前の条件よりも高く予測されると仮定できるが、本実験では成功率は低く見積もられた。研究2の結果は100%条件の成功率が最も高く、0%条件の成功率が最も低く予測されていた。ここではベースレートの成功率しか与えられていないので、与えられたベースレート情報に基づいて、適切に成功率の予測がなされていたとも読み取れる。しかし、適切にベースレート情報に基づく判断するのは次の2点で難しい。第1に、事前の成功率の近似値が得られたわけではない。ベースレート情報が例えば75%条件(失敗・成功・成功・成功)であれば、この結果に基づいて、次は75%の確率で成功すると回答されることになる。第2に、条件によって予測の自信に差が認められたこと

からも、ベースレート情報に基づいて判断したとはいえない。事前の成功率が100%の条件では、25%と50%の条件に比べて予測の精度に自信をもって回答していたことから、条件に関わらず同様の判断をしたわけではなく、事前成功率に基づいた予測がなされたといえる。また、自由記述で得られた回答に重複する頻度は少なかったものの、事前の条件によって異なる判断がなされたことがわかる。0%条件と100%条件では、とくに全員が失敗、あるいは成功していたことに言及する回答が多く、*hot hand belief*とは異なり、連続して成功することでリラックスするわけではなく、プレッシャーを感じるといった回答も認められた。

研究2の結果から、直前の結果に基づいた分析を行うと、成功の後には成功の確率が高いものとして認知されていたことがわかった。ただし予測の材料となるベースレート情報の4本の成功率を考慮すると、成功率が高い場合には事前の成功率よりも低く、成功率が低い場合には事前の成功率よりも高く予測された。研究1では成功の連続のみを対象としたので、ベースレートの成功率が低い場合にも逆の予測がなされたことは新たに得られた結果である。すなわち成功率が低い0%条件のように、4本のペナルティキックを失敗したとしても、直後には成功する確率が上がる、*hot hand fallacy*とは相反する逆方向への予測がなされた。

総合考察

本稿は、前後の関係が独立であり、且つその試行ごとに異なる選手が対象となるペナルティキックにおける成功率の予測の誤認知について検討することを目的した。2つの実験結果から、独立の異なる選手の成功率を予測するペナルティキックであっても誤認知が認められた。

研究1の結果から、ペナルティキックでは*hot hand belief*はほとんどの経験者に共通しているものとはいえなかった。そしてペナルティキックの成功率は連続して成功した後には成功率が低く予測された。Bar-Eli

et al.(2006)やAyton & Fischer(2004)が指摘したような人の行動が生み出した系列での*hot hand fallacy*はペナルティキックでは認められず、反対に*hot hand fallacy*とは逆の方向に予測がなされた。これはペナルティキックの成功において、偶然や運を重要なものとみなしていることによるものだった。ペナルティキックは人がボールをゴールに目掛けて蹴ることで結果が生起するが、ペナルティキックの成功率を予測する場合、各選手の安定した実力ではなく、不安定な要素に基づいて判断がなされた。そのため、ルーレットやコイントスの予測にみられる*gambler's fallacy*のように、*hot hand fallacy*とは逆方向の誤認知がなされたといえる。また、ペナルティキックが攻撃側に有利であり、成功率がチャンスレベル以上に高いことも影響していることが考えられる。連続して成功したとしても、もともとの成功率が高いために頭打ちとなり、一方で連続して失敗することは考えにくく、本稿のような予測が成り立つといえる。

研究2では、4名の選手のペナルティキックの結果を複数設定し、それぞれの条件でどう予測するかを検討した。結果、研究1の結果とは異なり、*hot hand fallacy*に基づき、成功後の成功率を高く、失敗後の成功率が低く見積もられた。ただし事前のベースレート情報が高い場合にはベースレート情報よりも低い確率に、低い場合にはベースレート情報よりも成功率が高い確率になるものと予測されたことは、*hot hand fallacy*とは逆方向の誤認知がなされたといえる。Tversky & Kahneman(1974)は、他の情報がまったく与えられていない場合、参加者は事前確率を適切に活用したことを指摘しており、事前の情報が成功・失敗だけであれば問題ごとの成功率にもとづいて回答できることが仮定できるが、必ずしもベースレート情報とまったく同じ値が回答されるわけではなく、誤認知が認められた。

本稿のオリジナリティとして、ペナルティキックを条件としたことにある。ペナルティキックは独立な条件で且つ1球ごとに選手が入れ替わる。同様の条件であれば例えば野球のバッターがあるが、これまでの研

究ではバッターについても*hot hand belief*が適用されるものとして考えられてきた。ただし、3割で優秀なバッターとみなされる野球と異なり、基本的な成功率が高く認知されたペナルティキックでは*hot hand fallacy*とは逆の方向の予測が認められた。またサッカーの経験者だけでなく、一般の大学生を対象にした場合にも誤認知が認められることがわかった。先行研究で示されてきたことは、選手、監督、コーチや観客を対象にして、*hot hand belief*が広く浸透しているにも関わらず、実際にはそのような現象が起きていないという点がユニークなものであった。本稿の結果は、確率推測の場面では経験の有無に関係なく、誤認知が生起することを示した。ただし、競技者と非競技者の違いによる誤認知の方向については更なる検討が必要であり、スポーツ場面の誤認知について検討することは、スポーツの参加や継続の問題に発展することができる。

*hot hand fallacy*のような歪みがあることがわかっているにもかかわらず、現場の回答は一貫性バイアスによって、簡単に変容することはない。Gula & Raab(2004)は、*hot hand belief*に影響された行動が必ずしも現実場面において非適応的であるとは限らないと主張している。常に*hot hand*現象が起きていないとは断定できないことから、知識として、現場の経験以外の観点をもつことが重要だといえる。また、新人選手が極めてよい成績を残した翌年は、成績が伸び悩むことを表す“2年目のジンクス”に代表されるように、本稿で示したような誤認知は現場でもしばしば指摘される。“2年目のジンクス”は平均の回帰によるものとして説明できるが、調子の波が存在するように解釈される。悪い結果が続くこともあるかもしれないし、良い結果が続くこともあるかもしれない。しかし、それはあくまでそのように解釈しているにすぎない。現実には、本稿のように成功・失敗だけの2択ではなく、いろいろな情報が混在しているものの、そこに規則性を解釈したときには深刻な問題となることが示唆される。本稿の結果では、サッカーの経験者の中で、通常のプレーでは*hot hand belief*は浸透していたものの、ペナルティキックでは成功が続いて

も、失敗してしまうこともあるという回答がなされた。すなわち、競技者の方がスポーツ場面においてランダムなこともあることを知っていたといえる。そこで競技者が研究2のように失敗の連続に対して、どのような認知がなされるのか検討することの重要性が指摘できる。競技者と非競技者で誤認知の方向が異なるとすれば、失敗の連続はいつか止まると理解していることが、失敗の結果を受け入れて競技に参加・継続するために重要になるだろう。

最後に本稿の限界点を挙げる。第1に質問紙の構成に問題があったことが挙げられる。研究2ですべての系列を準備できなかった他に、研究1ではペナルティキックの波に乗るか否かの有効回答が少なくなってしまった。これは、問2で“波に乗ることがない”と回答した参加者（7名該当）が、続くペナルティキックの質問を回答する必要があると回答手順を読み違えた可能性が考えられる。予備実験を行い、すべての質問に確実に回答できる質問紙を準備する必要がある。第2に、前述の考察と重複するがスポーツは局面ごとに条件が異なる。研究2の自由記述において相手の強さや結果を成功率予測の要因の1つとして挙げた参加者がおり、本稿においても、そういった誤差の要因を差し引いた議論ができていないことは限界である。

付記

本稿は、著者が提出した平成24年度卒業論文を加筆修正したものであり、一部は日本社会心理学会第53回大会・日本心理学会第77回大会において発表した。本稿の実験にご協力いただきました皆様、そして本稿の執筆にあたってご指導いただきました外山みどり教授に心より御礼申し上げます。

引用文献

- Adams, R. M. (1995). Momentum in the performance of professional tournament pocket billiards players. *International Journal of Sport Psychology*, **26**, 580–587.
- Albert, J., & Bennett, J. (2001). Curve ball: Baseball, statistics, and the role of chance in the game. *New York : Copernicus*.
- Albright, S. C. (1993). A statistical analysis of hitting streaks in baseball. *Journal of the American Statistical Association*, **88**, 1175–1183.
- Ayton, P., & Fischer, I. (2004). The hot hand fallacy and the gambler's fallacy: Two faces of subjective randomness? *Memory and Cognition*, **32** (8), 1369–1378.
- Avugos, S., Köppen, J., Czienskowski, U., Raab, M., & Bar-Eli, M. (2013). The “hot hand” reconsidered: A meta-analytic approach. *Psychology of Sport and Exercise*, **14**, 21–27.
- Bar-Eli, M., Avugos, S., & Raab, M. (2006). Twenty years of “hot hand” research: Review and critique. *Psychology of Sport and Exercise*, **7**, 525–553.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R., (2009) Introduction to Meta-Analysis. *Wiley*.
- Burns, B. D., & Corpus, B. (2004). Randomness and inductions from streaks: “Gambler's fallacy” versus “hot hand”. *Psychonomic Bulletin and Review*, **11** (1), 179–184.
- Clark, R. D. (2005). Examination of hole-to-hole streakiness on the PGA tour. *Perceptual and Motor Skills*, **100**, 806–814.
- Clotfelter, C. T., & Cook, P. J. (1993). The “gambler's fallacy” in lottery play. *Management Science*, **39** (12), 1521–1525.
- Derks, P. L. (1963). Effect of run length on the “gambler's fallacy”. *Journal of Experimental Psychology*, **65** (2), 213–214.
- Dorsey-Palmateer, R., & Smith, G. (2004). Bowlers' hot hands. *The American Statistician*, **58**, 38–45.
- Frame, D., Hughson, E., & Leach, J. C. (2003). Runs, regimes, and rationality: The hot hand strikes back. *Working paper*.
- Gilovich, T., Vallone, R., & Tversky, A. (1985). The hot hand in basketball : On the misperception of random sequences, *Cognitive Psychology*, **17**, 295–314
- Gula, B., & Raab, M. (2004). Hot hand belief and hot hand behavior: A comment on Koehler and Conley. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, **26**, 167–170.
- 市川伸一 (1996). 確率判断 市川伸一 (編) 認知心理学 4 思考. 東京大学出版会, 61–79.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1972). Subjective probability: A judgement of

- representativeness. *Cognitive Psychology*, **3**, 430-454.
- Keren, G., & Lewis, C. (1994). The two fallacies of gamblers: Type I and Type II. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, **60**, 75-89.
- Klaassen, F. J. G. M., & Magnus, J. R. (2001). Are points in tennis independent and identically distributed? Evidence from a dynamic binary panel data model. *Journal of the American Statistical Association*, **96**, 500-509.
- Koehler, J. J., & Conley, C. A. (2003). The “hot hand” myth in professional basketball. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, **25**, 253-259.
- 工藤拓・山本薫・松本裕治 (2004) . Conditional Random Fieldsを用いた日本語形態素解析. 情報処理学会研究報告. **47**, 89-96.
- Larkey, P. D., Smith, R. A., & Kadane, J. B. (1989). It's okay to believe in the “hot hand”. *Chance*, **2**, 22-30.
- 松村真宏・三浦麻子 (2009) . 人文・社会科学のためのテキストマイニング. 誠信書房.
- Mlodinow, L. (2008). *The Drunkard's Walk: How Randomness Rules Our Lives*. Pantheon books.
- Myers, D. G. (2002). *Intuition: Its Powers and Perils*. Yale University Press.
- Roney, C. J. R., & Trick, L. M. (2009). Sympathetic magic and perceptions of randomness: The hot hand versus the gambler's fallacy. *THINKING & REASONING*, **15** (2), 197-210.
- Raab, M., Gula, B., & Gigerenzer, G. (2012). The Hot Hand Exists in Volleyball and Is Used for Allocation Decisions. *Journal of Experimental Psychology*, **18** (1), 81-94.
- 佐久間勲・藤島喜嗣 (2011) . ワールドカップサッカー・ドイツ大会における日本代表の成績の原因帰属：愛国心とナショナルリズムの影響 湘南フォーラム：文教大学湘南総合研究所紀要, **2**, 117-126.
- Siwoff, S., Hirdt, S., & Hirdt, P. (1988). *The 1988 Elias Baseball Analyst*. New York: Collier.
- Smith, G. (2003). Horseshoe pitchers' hot hands. *Psychonomic Bulletin & Review*, **10**, 753-758.
- Stern, H. S. (1995). Who's hot and who's not: Runs of success and failure in sports. In 1995 Proceedings of the section on statistics in sports. *American Statistical Association*, 26-35.
- 須田和也・高田正義・三宅信花・西條修光 (2006) . 競技スポーツ選手の内心と発言、および原因帰属の自己呈示の関連について 共栄大学研究論集, **5**, 99-111.
- Sundali, J., & Croson, R. (2006). Biases in casino betting: The hot hand and the gambler's fallacy. *Judgement and Decision Making*, **1** (1), 1-12.

- Terrell, D. (1994). A test of the gambler's fallacy: Evidence from pari-mutuel games. *Journal of Risk and Uncertainty*, **8**, 309-317.
- Tversky, A., & Gilovich, T. (1989). The "hot hand": Statistical reality or cognitive illusion? *Chance*, **2**, 31-34.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1971). Belief in the law of small numbers. *Psychological Bulletin*, **76** (2), 105-110.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, **185**, 1124-1131.
- Vergin, R. C. (2000). Winning streaks in sports and the misperception of momentum. *Journal of Sport Behavior*, **23**, 181-197.
- Wood, G. (1992). Predicting Outcomes: Sports and Stocks, *Journal of Gambling Studies*, **8**, 201-222.

Miscognition of random sequences in sports scene:
Penalty kicks as a clue

ABE, Kenta

The hot hand fallacy refers to the expectation of streaks in sequences of hits and misses whose probabilities are, in fact, independent. In basketball, the belief in the hot hand occurs when people think a player is more likely to make a hit if he or she has made previous shots. However, the research has shown that players' successive shots are independent events (Gilovich, Vallone, & Tversky, 1985). Does hot hand fallacy exist in football? To address this question and extend that exploration, I conducted two studies in penalty kicks. First, undergraduate football players filled out questionnaires. The questionnaire examined football players' beliefs in football and the results suggested that they believed in the hot hand streaks in football game. However, they didn't believe the existence of hot hand belief in penalty kicks. Second, in the experiment, undergraduate participants were asked to predict the hits or misses of the penalty kicks following several sequences. As a result, contrary to the hypothesis, participants exhibited the hot hand fallacy in penalty kicks. However, it has to be noted that their predictions were lower if the base rates were higher and vice versa. The implications of the inconsistency in these results were needed further studies.

(心理学専攻 博士後期課程2年)