

研究員 の眼

テニスの勝利確率

バレーボール、卓球、バドミントンに比べて番狂わせが少ないわけ

保険研究部 主席研究員 篠原 拓也

(03)3512-1823 tshino@nli-research.co.jp

秋の季節は、いろいろなスポーツが花盛りだ。特に、点をとったりとられたりする球技は、試合中の情勢がわかりやすく、観客が盛り上がりやすい。

球技には、大きく分けて2つのタイプがある。1つは、野球、サッカー、ラグビーのように、1プレイごとに対戦しているどちらかのチームに点が入るとは限らないもの。もう1つは、テニス、バレーボール、卓球、バドミントンのように、1プレイごとに必ず対戦しているプレーヤーやチームのどちらかに点が入るタイプだ。このタイプは「ラリーポイント制」と呼ばれ、ある点数に到達すると、セットやゲームを獲得する。そして、獲得したセットやゲームがある数に達すると、試合に勝利する。

少し細かい点だが、テニスの場合、ファーストサービスのフォルトは1プレイとみなさず、ダブルフォルトになったときに1プレイとみなす。また、テニスでは、ふつうは1点、2点、3点といわずに、15点、30点、40点というが、ややこしくなるので、ここでは1点、2点、3点と表すことにする。

テニスは、点数カウントの仕組みが複雑だ。先に4点を獲得したプレーヤーがゲームを取る。そして、先に6ゲームを獲得したプレーヤーが、セットを取る。ただし、ゲームカウントが5-5で並んだ場合は、ゲームを2つ立て続けにとって7-5にするか、もしくは、ゲームカウント6-6で並んでタイブレークという7点先取のゲームをとることで、そのセットを獲得できる。そして、3セットを先に獲得したプレーヤーが勝利する(5セットマッチの場合)。

ここで、デュースという点数カウントの仕組みがある。あるゲームで点数が3-3で並んだ場合は、2点差をつけて上回らないと、そのゲームを獲得できない。また、タイブレークにも、デュースがある。点数が6-6で並んだ場合は、2点差をつけて上回らないと、そのセットを獲得できない(※注)。デュースがあることで、試合の緊張感が高まり、1プレイごとに観客が大いに沸くこととなる。

(※注) 4 大会のシングルの試合では、最終セットでゲームカウントが 6-6 で並んだ場合、決着のつけ方がそれぞれ異なる。全米大会は、通常のセットと同様、7 点先取のタイブレーク。全豪大会は、10 点先取のタイブレーク。全仏大会はタイブレークを行わずにどちらかが 2 ゲーム差をつけて相手を上回るまで試合が決着しない。全英大会は、以前は全仏大会と同じだったが、2019 年から仕組みが変わった。2 ゲーム差がつかないままゲームカウントが 12-12 で並んだ場合、7 点先取のタイブレークで決着をつけることとなった。

なお、年間最終戦である ATP ファイナルズ(男子)や WTA ファイナルズ(女子)のシングルスは、3 セットマッチで、最終セットは通常のセットと同様、7 点先取のタイブレークで行われている。

実は、テニスの 1 ゲームのスコアは、確率的に計算できる。これは、1 つのゲームを獲得するまでのプレイの回数が、「負の二項分布」と呼ばれる確率分布に従うためだ。これ以後、算式が出てきて、やや難解かもしれない。算式をとばして、後の【計算結果】まで進んでいただいても構わない。

たとえば、プレーヤー A と B が対戦するとしよう。1 プレイで A が得点する確率を、 p と置く。A が得点できない確率(B が得点する確率)は、 $(1-p)$ だ。それぞれのプレイでの得点は、過去のプレイの結果とは無関係に、独立に決まると想定する。

さて、A が 4-0 のラヴゲームで、ゲームを獲得する確率はどれくらいか。これは、確率 p が 4 回続けて起こるのだから、 $(p \text{ の } 4 \text{ 乗})$ となる。

A が 4-1 のスコアでゲームを獲得する確率はどうか。B が 1 点を取るのが、A が 0 点、1 点、2 点、3 点のときの 4 パターンある。したがって、 $4 \times (1-p) \times (p \text{ の } 4 \text{ 乗})$ となる。

同様に、A が 4-2 のスコアでゲームを獲得する確率は、 $10 \times \{(1-p) \text{ の } 2 \text{ 乗}\} \times (p \text{ の } 4 \text{ 乗})$ となる。ここで、10 という数字は、B が 2 点を取るパターンの数だ。

ややこしいのが、点数が 3-3 で並んで、デュースの末に A がゲームを獲得するケースだ。まず、点数が 3-3 になる確率は、先ほどまでと同じように、 $20 \times \{(1-p) \text{ の } 3 \text{ 乗}\} \times (p \text{ の } 3 \text{ 乗})$ となる。

これに、デュース後に A が 2 点差をつけて B を上回る確率をかける。

まず、A が 2 点続けて取る確率は、 $(p \text{ の } 2 \text{ 乗})$ 。デュース後の 2 つのプレイで A と B が 1 点ずつを取り合って、1 回デュースに戻ってから、A が 2 点続けて取る確率は、 $2p(1-p) \times (p \text{ の } 2 \text{ 乗})$ となる。

2 回デュースに戻ってから、A が 2 点続けて取る確率は、 $[2p(1-p)] \text{ の } 2 \text{ 乗} \times (p \text{ の } 2 \text{ 乗})$ 。

3 回デュースに戻ってから、A が 2 点続けて取る確率は、 $[2p(1-p)] \text{ の } 3 \text{ 乗} \times (p \text{ の } 2 \text{ 乗}) \dots\dots$ 。

高校の数学で出てきた等比数列の和の計算法を使って、これらを足していく。初項は $(p \text{ の } 2 \text{ 乗})$ 、公比は $2p(1-p)$ だ。その結果、デュース後に A が 2 点差をつけて B を上回る確率は、 $(p \text{ の } 2 \text{ 乗}) \div \{1-2p(1-p)\}$ となる。

したがって、A がデュースの末にゲームを獲得する確率は、以下ようになる。

$$20 \times \{(1-p) \text{ の } 3 \text{ 乗}\} \times (p \text{ の } 3 \text{ 乗}) \times (p \text{ の } 2 \text{ 乗}) \div \{1-2p(1-p)\}$$

つまり、A がゲームを取る確率は、4-0 のラヴゲーム、4-1 のスコア、4-2 のスコア、デュースの末、のそれぞれでゲームを取る確率を、全部足し算して、

$$(p \text{ の } 4 \text{ 乗}) + 4 \times (1-p) \times (p \text{ の } 4 \text{ 乗}) + 10 \times \{(1-p) \text{ の } 2 \text{ 乗}\} \times (p \text{ の } 4 \text{ 乗}) + 20 \times \{(1-p) \text{ の } 3 \text{ 乗}\} \times (p \text{ の } 5 \text{ 乗}) \div \{1-2p(1-p)\}$$

となる。かなりごちゃごちゃしているが、 p が決まれば、なんとか計算できるわけだ。

そして、これを何ゲームも繰り返していったら、6 つのゲームを取るとセットが得られ、獲得したセットの数が 3 つになると、試合に勝利することになる (5 セットマッチの場合)。

【計算結果】

1 プレイの得点確率に対して、ゲームやセットを取る確率、試合に勝つ確率はどれくらいなのか。1 プレイの得点確率を 60%、55%、53%、51% の 4 通りにおいた計算結果は、つぎの表のようになった。

テニス (5 セットマッチで、最終セットの決着は全米大会の方式の場合)

1プレイの得点確率	ゲーム獲得確率	セット獲得確率	試合に勝利する確率
60%	73.6%	96.3%	99.95%
55%	62.3%	81.5%	95.3%
53%	57.5%	70.5%	84.3%
51%	52.5%	57.1%	63.2%

(3 セットマッチの場合)

試合に勝利する確率
99.6%
91.0%
79.0%
60.6%

1 プレイの得点確率が 60% ある場合 (相手の得点確率が 40% にとどまる場合)、ゲームを獲得する確率は 73.6%、セットを獲得する確率は 96.3%、そして 5 セットマッチの試合に勝利する確率は 99.95%。

つまり、1 プレイの得点確率が 60% あると、ほぼ確実に試合に勝てる。この確率が 55% や 53% の場合でも、試合には 95.3% や 84.3% とかなり高い確率で勝てる。それどころか、両者がほぼ互角で、1 プレイの得点確率が 51% (相手の得点確率は 49%) とわずかに相手を上回るような場合でも、試合に勝つ確率は 63.2% とけっこう高い。

これをバレーボール (6 人制、5 セットマッチ)、卓球 (7 ゲームマッチ)、バドミントンと比較したい。ここで、それぞれの球技の点数カウントの仕組みについても、簡単にみておこう。

バレーボールは、先に 25 点を獲得したチームがセットを取る。ただし、点数が 24-24 で並んだ場合は、デュースとなって 2 点差をつけて相手を上回った場合にセットを取る。そして、先に 3 セットを獲得したチームが勝利する。

ただし、セットカウントが 2-2 で並んだ場合は、第 5 セットは、15 点を獲得したチームがこのセットを取って試合に勝利する。なお、第 5 セットの点数が 14-14 で並んだ場合は、デュースとなって 2 点差をつけて相手を上回ったチームが試合に勝利する。

卓球は、先に 11 点を獲得したプレーヤーがゲームを取る。ただし、点数が 10-10 で並んだ場合は、デュースとなって 2 点差をつけて相手を上回った場合にゲームを取る。そして、先に 4 ゲームを獲得したプレーヤーが勝利する (7 ゲームマッチの場合)。

バドミントンは、先に 21 点を獲得したプレーヤーがゲームを取る。ただし、点数が 20-20 で並んだ場合は、デュースとなって 2 点差をつけて相手を上回った場合にゲームを取る。なお、デュースが續いて点数が 29-29 で並んだ場合は、30 点目の点を獲得したプレーヤーがゲームを取る。そして、先に 2 ゲームを獲得したプレーヤーが勝利する。

さて、4 つの球技の計算結果を比べてみよう。1 プレイの得点確率を 55%とした場合、試合の勝利確率は、テニス(5 セットマッチ)が 95.3%なのに対し、バレーボールが 90.1%。卓球が 85.6%、そしてバドミントンが 83.9%という結果となった。つまり、テニス、バレーボール、卓球、バドミンツンの順番に、試合に勝利する確率が高いことになる。この順番は、1 プレイの得点確率を 60%、53%、51%にした場合も同じだ。

バレーボール(6人制で、5セットマッチの場合)

1プレイの得点確率	セット獲得確率	試合に勝利する確率
60%	92.6% (87.2%)	99.5%
55%	76.4% (71.3%)	90.1%
53%	66.7% (63.2%)	78.0%
51%	55.7% (54.5%)	60.2%

※ セット獲得確率のカッコ内は、第5セットの数値

卓球(7ゲームマッチの場合)

1プレイの得点確率	ゲーム獲得確率	試合に勝利する確率
60%	83.6%	98.4%
55%	68.7%	85.6%
53%	61.5%	73.8%
51%	53.9%	58.4%

バドミントン

1プレイの得点確率	ゲーム獲得確率	試合に勝利する確率
60%	90.9%	97.6%
55%	74.6%	83.9%
53%	65.4%	72.4%
51%	55.3%	57.8%

つまり、この 4 つの球技のなかで、テニスは、相手との 1 プレイの得点確率の差が、試合の勝敗にもっとも影響しやすいといえる。これは、劣勢とみられていたプレーヤーが勝つ、いわゆる“番狂わせ”が起きにくいともいえる。

最後に、1 つ重要な注意点を述べる。今回取り上げた 4 つの球技では、サービスをするか、レシーブをするかで、1 プレイの得点確率は全く違ったものになることが多い。特に、テニスはその傾向が顕著だ。しかし、上記の分析では計算が複雑になることを避けるために、サービスかレシーブかの違いは考慮せずに 1 プレイの得点確率を置いている。その点にご注意いただきたい。

こんどラリーポイント制の球技をプレイしたり、観戦したりするときには、得点のカウントの仕組みが試合に与える影響を、少し考えてみてはいかがだろうか。