

鷹の眼

Kamiwazumi, Jun / 神和住, 純

(出版者 / Publisher)

法政大学体育・スポーツ研究センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学体育・スポーツ研究センター紀要 / 法政大学体育・スポーツ研究センター紀要

(巻 / Volume)

27

(開始ページ / Start Page)

7

(終了ページ / End Page)

12

(発行年 / Year)

2009-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00007556>

HAWK EYE SYSTEM

(鷹の眼)

神 和 住 純 (法政大学)
Jun Kamiwazumi

「スポーツにおける判定基準」

スポーツはルールに基づきプレーをし、何らかの判定が下される。その判定は、人間の眼と、最新技術による機械の両面で行われている。

タイムを競い合う、陸上競技や水泳では、以前から人間がストップウォッチを使い計測した時代もあったが、近年はコンピューターで計測し、0.00秒単位での計測が可能となった。コンピューター計測は99.9%の納得度である。

しかし、タイムではなく、美しさの採点を競うスポーツ(体操・フィギュアスケート・スキージャンプフォーム等)は人間の判定により順位が決まる。

また、球技(サッカー・テニス・バレーボール・バスケットボール・バドミントン・卓球・野球・その他)においては、ボールの判定・ボディへの接触での反則・コースの判定等は人間の眼でジャッジする為、選手はしばしば審判ともめることとなる。

中でも野球などのTV中継では、ストライクなのかボールなのか、視聴者は解りにくい。TVのスロー再生を見てある程度の判定は理解できる、審判も夫々、人にも癖があるようで疑問視される場合も起こる。

コンタクトスポーツにおいても、相撲・柔道・剣道・レスリング・ボクシングなど、どちらの攻撃が有効か、どちらが先に技を掛けたのか、どちらが先に倒れたのか、これらの判定も人間の判断で行うのであり、審判の判定は絶対正しいという、ルールでは泣き寝入りせざるを得ないケースもでてくる。しかし、審判制度があり、その職業もあるのも事実であり誤審も致し方ないのか。

近年、テニス競技において、2年ほど前から、ビデオ再生による画期的な判定方法が採用されたので、今回はそれをテーマに考えてみました。

「HAWK EYE (鷹の眼)」

近年、テニスのグランドスラム大会において、今までにない、ハイテクノロジーを利用した画期的な「審判自動判定機」のシステムが導入され、注目を浴びている。

その名も「Hawk Eye」鷹の眼と呼ばれている。テニスはテレビの衛星放送が現場から生中継で臨場感を映し出す、しかし、男子プロのサービスは時速 200km ~ 250km のスピー

ドで際どい場所を狙って打つので、ラインの線上か、あるいは、わずかに外れたかを、瞬時に判定するのは、人間の目では非常に困難である。ラインの幅はルールで 5 cm と決められており一瞬の判断で「IN」「OUT」は100%正確ではない。テニス選手ならば、過去に審判のジャッジで苦い思いをした選手は数多い。あの、ジャッジが勝負を分けたとか、そのジャッジで冷静さを失ったとか、世界中の大会でミスジャッジは起きている。

この「Hawk Eye」システムは、Player Challenge System が採用され、線審や主審の判断に選手が疑問を感じたら、「今のショットをビデオチェックしてください」とアピールできるルールです。

問題のシーンが、センターコートの大画面に映し出され、コンピューターグラフィックに処理されたボールの軌道のスロー再生映像で「IN」か「OUT」かが確認され判定が下される、その間、選手、観客も一喜一憂するのである。このシステムは賛否両論あるので、色々と考察してみたい。

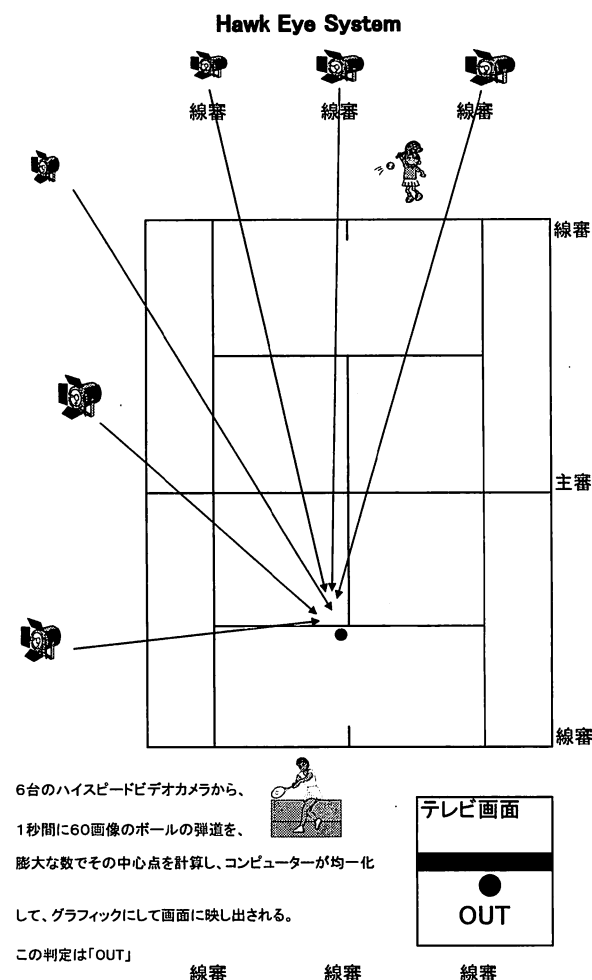
ホークアイシステムの概要

6台のハイスピードビデオカメラが、スタジアムの縦位置や横位置などから、色々な場所に設置してあり、その異なった角度から、選手の打ったボール全てのショットを撮影し映像化している。疑問視された、ショットの位置を、まず映像で絞込み、そのピンポイントを1秒間に60枚の画像を映し出す。1台のカメラが1秒間に60枚であるから、6台のカメラでは合計360枚の、異なった角度からの画像ができる。

これらの360枚の画像から、ボールの弾道を計算し、膨大な数(10億回の方程式)でコンピューターが均一化し、ピンポイント映像をスローで再生されて、ラインに触れたか、触れなかったかを。大画面にコンピューターグラフィックのボールの映像とラインが映し出され、「IN」「OUT」を判定する。

しかし、世界最速といわれているロディック選手が時速 240km のサーブを打ったならば、サーブのインパクトからレシーバーのラケットに当たるまでは、 $240\text{km} \div 60\text{分} = 4\text{km}$ (1分間に 4 km 進む) $\cdot 4\text{km} \div 60\text{秒} = 66.6\text{m}$ であるから、1秒間に 66.6m の速さで飛んでいくわけです。サーバーからレシーバーまでの距離は約 24m であるから、サーブから 0.33 秒でレシーバーに到達するのである、これは想像に絶するスピードである。

図 1



さらに、サーブが IN? OUT? のサービスラインまでは、約18mだから、サーブのあと、約0.28秒でサービスラインに到達する。

サービス以外の、ストロークの打ち合いでの速度は約時速140km～150km 前後であり、こちらの判定は、サーブより速度が遅いので、より正確であると考ええる。

問題点は、1秒間に60枚の画像をアニメのように、パラパラめくると、ボールの中心点は1枚目と2枚目では、空間が生じ、その空間がライン上であれば、正確なボールは写らない瞬間ができる。従って、6台のカメラ×60枚=360枚の全てのボールの中心点をコンピューターが計算して、1mm単位で想定し、INかOUTを判定する。

このシステムを更に正確に改良するとすれば、1秒間に1000枚～1万枚の画像を写すことの可能な超スーパースローカメラで撮影すれば、ボールの中心点が更に細分化し、線に近い状態になるという。このような超スーパースローカメラは自動車のエアバックの一瞬の撮影や、水の弾む映像などを映せる高性能カメラであるが、かなり高額である。

結論から言えば、1秒間に60枚では、ボールの中心点の間隔が広すぎて、多少の誤差が生じるということだろうと考え

られる。

このホークアイシステムの弾んだ地点の判定誤差は、3ミリメートル以内の正確さと言われているので、100%の正確さではない。

コンピューターの判定は、誰も覆すことの出来ない「最終判定」である。

但し、このシステムの設置は、現在「センターコート」及び「サブセンターコート」のみであるので、全部のコートに設置しているわけではないので、不公平さが生じている。

経費に関しても、1面に付き、このシステムを使用するのに、約50,000US\$ (約500万円) 以上かかるので、運営上のリスクは大きい。

PLAYER CHALLENGE SYSTEM

選手は1セットに3回まで、このチャレンジ権を与えられており、そのチャレンジが成功すれば、つまり人間のジャッジが間違いであれば、選手の勝ちで権利の回数は減らない。

但し、選手のチャレンジが失敗、人間（線審）の判定が正しいとされた場合は、選手の負け、チャレンジの回数は1回減らされる。

また、タイブレークになると1回追加され4回までとなる。1セットが終了した時点で、与えられた権利の回数は一度リセットされるので、次のセットへキャリーオーバーは出来ない。

注意事項

主審は選手が疑問視されたポイントに対して、瞬時にラリーを中断して「アピール」した場合は、このシステムの判断を使用できるが、ラリーが続いており、ポイントが終了してから、明らかに「アピール」が遅い場合は選手のチャレンジを却下できる。

選手の「アピール」がなくても、主審は線審の判定が疑問であれば、映像を見る権利がある。

2008年度 ウィンブルドンのチャレンジ結果

男子シングルス

チャレンジ回数	224回
選手のチャレンジ成功回数	160回
選手のチャレンジ失敗回数	64回
成功率	28.57%
1試合の平均チャレンジ回数	6.59回

人間（審判）の判定ミスは28.57%であり、10回のアピールに対して約3回は誤審という結果であった。このことは、いかに人間の目で瞬時に判断することが難しいかを物語っている。

男子の結果	挑戦回数	成功回数	成功確率
1. Andreas Seppi	2	2	100%
2. Lleton Hewitt	3	2	66.67%
3. Mardy Fish	3	2	66.67%
4. Eduardo Schwank	4	2	50%
4. Igor Andreev	4	2	50%
4. Nonak Djokovic	4	2	50%
8. Stanislas Wawrinka	9	4	44.44%
9. Rafael Nadal	22	9	40.91%
10. David Ferrer	8	3	37.5%
11. Janko Tipsarevic	3	1	33.33%
11. Tommy Haas	3	1	33.33%
11. Andreas Beck	3	1	33.33%
15. Arnaud Clement	13	4	30.77%
15. Richard Gasquet	13	4	30.77%
17. Rainer Schuettler	11	3	27.27%
17. Mario Ancic	11	3	27.27%
19. Roger Federer	23	6	26.09%
20. Ernests Gulbis	4	1	25%
21. Marat Safin	22	5	22.73%
22. Andy Roddick	5	1	20%
24. Andy Murray	17	3	17.65%

データ分析

男子シングルのデータ結果から、選手の意外な性格が解るのでしょいか、優勝したナダル選手は、22回のチャレンジで9回の審判に勝ち、自分の判断がかなりの確率で正確であり、40%正しかったことになる。それだけ自分のショットに自信を持っているということは、超一流選手ということにもなる。彼は、コートチェンジのベンチでの行動はかなり几帳面な様子が伺える、例えば飲み物のペットボトルの置く位置もきちんと決まっているし、タオルなども丁寧に扱っている。

一方、長い期間、世界一のフェデラー選手は、ナダルと同じように23回のチャレンジで6回成功と26%の確率、ナダルよりも確率が低いので、本当は少し審判に対して疑り深い性格なのだろうか？ 真面目で大変紳士という評判であるが、本当の性格はどのようであろうか興味深い。

この確率の差が、直接勝敗に影響するとは思わないが、私が想像していたのは、フェデラー選手の方がチャンピオンタイプであったので、わりと冷静に見えたのであるのは意外であった。

ロシアのサフィン選手は22回中、22%しか成功していない、彼のプレースタイルやコートマナーなどから分析して、心理面から見ても、当然のような結果で面白い。

イギリス人選手のマレーも17%と低く、紳士の国の性格はどうでしょうか？

データから見ても、人間の眼での判断は、10回中約3回は判定ミスという結果を見ても、このホークアイシステムがい

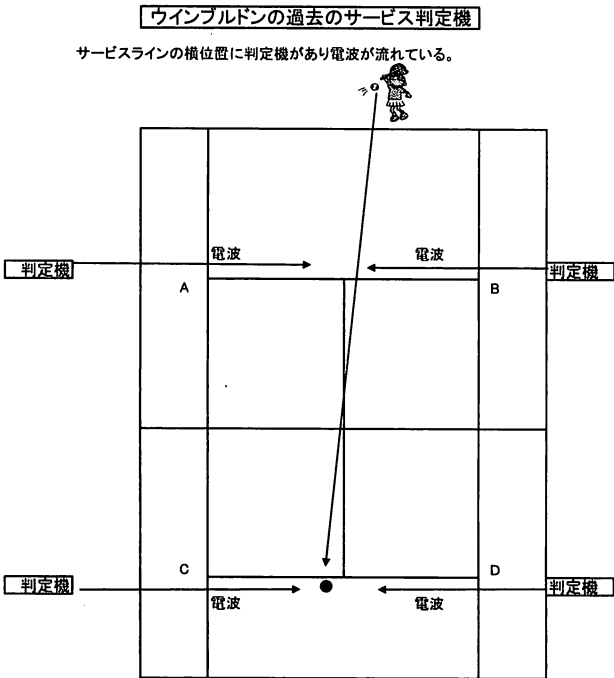
かに正確であるかを物語っている。

ウインブルドンの過去のサービス判定機

1970年代中頃から、ウインブルドンではサービスラインに限って、自動判定機を導入し、長い間ウインブルドンの名物ジャッジとなっている。

サービスラインの真横から、ラインに沿って、おそらく外側（フォルトの位置）20センチメートルから30センチメートルくらいの幅で、電波を流し、その電波にボールが通過すると、ピーと音がして、そのサービスはフォルトと判定される。つまり、自動ドアの原理と同じらしい。

図 2



A～B及びC～Dのサービスラインのみの判定、その他のラインは線審がジャッジしている。サービス判定機がサービスラインの外に20cm～30cmの幅で、電波を流している。ボールがその電波に反応して、ピーと音が鳴る。審判はその音を聞いて、フォルトの判定を下す。

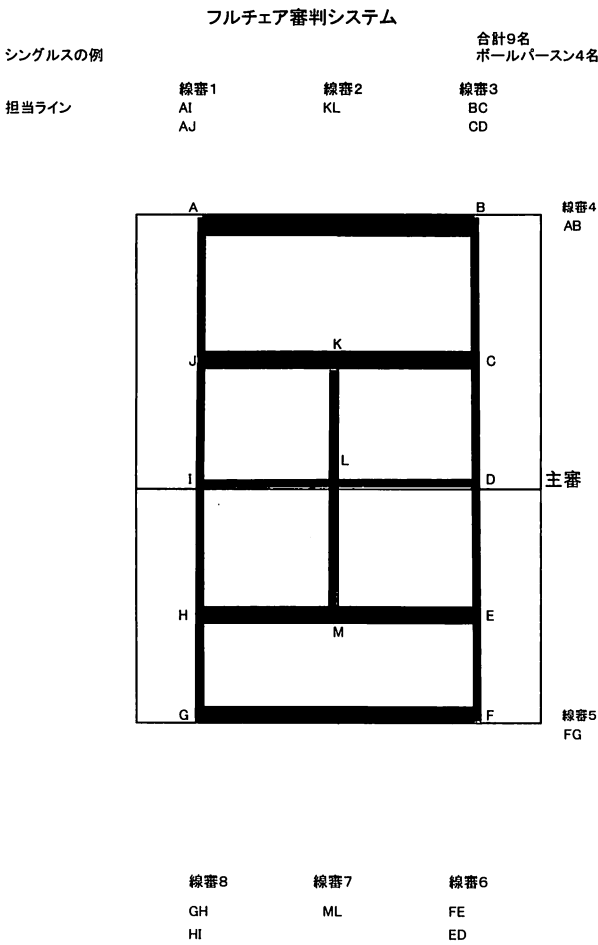
現在の公式戦で配置されている、フルチェア審判システムである。

主審が1人、線審が8人で合計9名の審判団が、夫々の担当するラインの判定を行うのである。テニスの試合は長時間かかるので、審判も疲れるし緊張感を保つことの為に、1時間単位で交替し、いくつかの審判クルーを準備している。

大会期間中、審判クルーの評価がレフェリーサイドで決められて、特に決勝戦のジャッジをすることが、審判団の誇りでもある。

最終日には優勝者の表彰の前に、皇室から記念品を授与されることが、主審にとって大変名誉なこととなっている。

図 3



フルチェア審判システムの役割分担である。

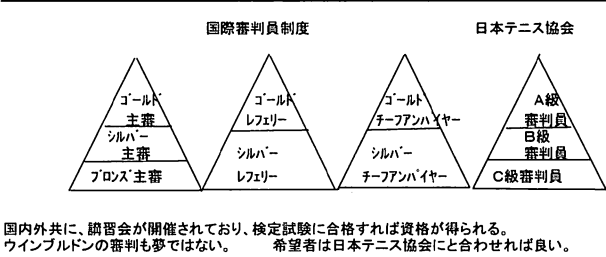
ITF（国際テニス連盟）では、審判資格制度を設けており、スーパーパイザー・レフェリー・チェアアンパイヤー（主審）・ラインコール（線審）の順に資格があり、一定の訓練やテストなどを経て審判に技術を磨いている。プロの審判になっている日本人も何人かいる。

テニスを知らない人が、たった2人で試合をするのに、何故そんなに多い人が審判なのか不思議がって、私に質問したことがあるが、どの様に答えてよいのか解らなかった。

図 4

フルチェア審判システムの分担		
主審	全般のジャッジ DIのネットセンサー(サーブスレット) 選手の倫理規定[暴言など] インジュリータイム (トレーなどを呼ぶ) ゲームの遅延	選手チャレンジシステムの判定 スコアのコール 雨天などレフェリーとの連絡
線審1	A～Iのサイドラインの判定 J～Iのサービス判定	試合のラリーの判定 サービスの判定
線審2	K～Lのサービスの判定	サービスラインだけの判定
線審3	B～Dのサイドラインの判定 C～Dのサービス判定	試合のラリーの判定 サービスラインの判定
線審4	A～Bのベースラインの判定 フットフォルトの判定	ベースラインの判定及びフットフォルトの判定
線審5	F～Gのベースラインの判定 フットフォルトの判定	ベースラインの判定及びフットフォルトの判定
線審6	F～Dのサイドラインの判定 E～Dのサービスラインの判定	試合のラリーの判定 サービスの判定
線審7	M～Lのサービスラインの判定	サービスラインだけの判定
線審8	G～Iのサイドラインの判定 H～Iのサービスラインの判定	試合のラリーの判定 サービスの判定

主審以外は、線審8名+ボールパーソン4名=12名



賛否両論

このシステムに関して、観客には大好評であり、コンピューターの判定に一喜一憂している。人間の目で判定したジャッジが、正しいかをこのコンピューターが正確に計算して判定してくれる。

線審にとっては、自分のジャッジの正確さを裁判されるので、厳しい立場に立たされる。

全豪のレフェリーであるマックエン氏は、興味深くておおむね審判団にも、好評であると語っている。

選手の声

- アンディ・ロディック（米国No1・世界ランキング6位
‘08年11月現在）
もめたジャッジに対して、このシステムが何故、他のコートに設置しないのか、とアピールしている。つまり不公平さを指摘している。概ね彼は賛成している。
- ジェームス・ブレイク（米国No2・世界ランキング10位
‘08年11月現在）
最近はボールの速度が速く、人間の眼では判断が難しく、

不可能に近いことも、しばしばある。審判に演技をしながらか文句を言わずに済むので、心理面で少し安定するようになった。選手も審判も、時々判断が間違ふ時があるので、機械が判定してくれることにより問題解決できる。ドラマチックにファンと同時に一瞬を楽しめる。

3. ロジャー・フェデラー（スイス・世界ランキング2位 '08年11月現在）

このシステムはナンセンスである、審判の権威を傷つけることになる。

審判の判定に関して、機械に頼ることは、審判の技術の向上にならないし、審判の隠れ蓑にならないか。経費の無駄使いであるし、将来に向けて更にシステムを改良する必要がある。

解説者の声

1. アンドレア・アガシ（グランドスラム優勝経験者）

プロテニス歴20年の中で、選手にとってこのシステムは最高に興奮できる優れものである。観客とTV視聴者が、同時にこのテクノロジーを試合の中で楽しめる。

2. ジョン・マッケンロー（グランドスラム優勝経験者）

もし誰かが、私の解説を聞いていれば、この再生を私が喜んで見るのがお解かりでしょう。テニスの観戦がより興味深くなるでしょう。

3. クリフ・ドライスデール（初代ATP選手会長）

テニスのゲームは長いので、どこかでこのようなスリルの場面があってもよいのではないか。

ウィンブルドン面白話

ウィンブルドンはテニスクラブの名前ではなくロンドン郊外に位置する地名である。

テニスクラブの正式名称は、The All England Lawn Tennis and Croquet Club という民間の倶楽部組織であり、倶楽部の周辺は緑が多く高級住宅地である。鳥が飛び廻りのどかな雰囲気ですが、この鳥が曲者でテニスコートを自由に飛び、時には芝生のコートに降りてきてうろうろし、しばしばプレーの邪魔になり選手はその度にプレーを中断しなければならないこともありました。

過去には、電波が流れるサービス判定機の間に、すずめが止まって誤作動の原因になったり、糞を撒き散らしたりして、特に平和のシンボルである鳩が多く大会側も困惑していた。

ところが、今年は大会期間中、鳥の姿が全く見えないという状態で、大会も鳥に邪魔されない状況を考え出したのである。

それは、ウィンブルドンテニス倶楽部の横にある空き地から、なんと本物の鷹を、上空に自由自在に飛ばしているという、そこには1人の鷹師がコントロールしていた。

なんでも、ウィンブルドンの中継をテレビで見ていた、鷹師の奥様が鳥に困惑しているという解説者のコメントに同情

し、アイディアがひらめき、大会側に鷹を提案したところ、実際に鷹を飛ばしたら、天敵の鳩や小鳥たちは逃げ回って、大会の上空に集まらなくなったというお話であります。この鷹師はボランティアでしょうか、商売になったかは愚問です。

ところが、英国のある動物保護団体からは、鷹師以外に、大会周辺では何者かが鳥を銃で撃ち落していると抗議を大会側にしたそうだが、大会側は、特にこちらから依頼したことはないといったそうです。ドサクサ紛れで質の悪いハンターもいるようです。

ウィンブルドン決勝未来予想図

今から10年後の、2019年ウィンブルドン決勝はどうなっているでしょうか？

男子シングルス決勝はスペインのナダル選手と、日本人として始めて錦織圭選手が進出しているのです、夢を見ているのでしょうか、日本人男子が歴史上、初めてのウィンブルドンチャンピオンに王手を掛けているのです。

センターコートにはナダルと錦織圭選手の2人以外は、主審、線審、ボールパーソンもいないのです、試合はすでに始まっていた。

審判制度も進化し、全てのポイントはコンピューター画像で判定し、大画面に映し出されている、スコアの声もコンピューター化されている。10年前のフルチェア審判システムは廃止され、1人のコンピューター技師が全て1台のパソコンで操作している。

そうボールパーソンも1人もいない、コートに散らばったボールは自然とコートの隅に動くシステムを作った、何でもボールのフェルトに細かい磁気が仕組んであり、その影響で、自然とコートの隅に吸い寄せられていく。選手がサーブを打つとき、コーナーへ合図をすれば、自動的にボンと正確に胸元にボールが送られる。

観客の数は5万人とサッカー並みのスタジアムに改装され超満員で、いまやテニス人気はサッカーを凌いでいる。

試合は大接戦を繰り広げている、28歳になった錦織は悲願のウィンブルドンチャンピオンに王手を掛けて、素晴らしいプレーを展開し、ベテランのナダルを次第に追い詰めていた。

ハイテクも進化し、ナダルが錦織に暴言をスペイン語で話したということで、ペナルティを課されていた、自動音声翻訳システムは100ヶ国以上の言葉を訳すのであり、現に錦織もナダルに対して「おたんこなす」と叫びペナルティを課されていた。

何故テニス人気がこのように世界中に浸透したかは、何年か前に「テニスロト」が承認され、世界中の人々が簡単にパソコンで100円から購入できる、1試合ごとに色々な「テニスロト」が楽しめるのである。テニスロトには1回戦から優勝者を当てる、「テニスロト128」が高額配当金で100円が100億円になるのである、庶民にはたまらない魅力である。

その他のテニスロトで、最も簡単なのは、その日の対戦で

どちらが勝つかとか、またそのスコアを予想して当てれば配当金は高い。「テニスロト8」はベスト8を予想する、「テニスロト4」はベスト4の予想など、競馬よりも複雑で、数多い内容が一層興味を沸かたてている。

私も71歳になり、ウインブルドンのテニス中継を見ながら、「テニスロト128」を購入するのが趣味で、決勝戦のテレビ中継を観戦していた。

錦織とナダルは大接戦となり、ファイナルセットに突入し、錦織が9－8とリードし40－30のマッチポイントを向かえ、サーブを打とうとしている、もし錦織が勝てば、私の購入した「テニスロト128」が1回戦から127試合の全てが的中するので、配当は100億円である。

気が遠くなるような高まり、胸がドキドキしていた。マッチポイント、錦織が速いサーブを打った、際どいサーブが「IN」「OUT」どちらか？

判定が大画面に映し出る、どっちだ、どっちだと叫んだ、判定が出る直前に、夢から覚めました。

参考資料

Wimbledon Home Page

US Open Tennis News

Japan Times

BBC sports Tennis

Jason Tsang's Blog

ご協力

川廷栄一氏 (財)日本テニス協会 副会長
ウインブルドン名誉会員

小林尚登教授 法政大学 デザイン工学部