

# フェイントが含まれる事態におけるテニスプレーヤーの予測技能

宮本 晃希<sup>(1)</sup>

内藤 宏<sup>(1)</sup> (naito@hus.osaka-u.ac.jp)・木村 貴彦<sup>(2)</sup>・篠原 一光<sup>(1)</sup>・三浦 利章<sup>(1)</sup>  
〔<sup>(1)</sup> 大阪大学・<sup>(2)</sup> 関西福祉科学大学〕

Anticipation skill of tennis players in the presence of faked shots: Comparison between skilled players and novices  
Teruki Miyamoto<sup>(1)</sup>, Hiroshi Naito<sup>(1)</sup>, Takahiko Kimura<sup>(2)</sup>, Kazumitsu Shinohara<sup>(1)</sup>, Toshiaki Miura<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Graduate School of Human Sciences, Osaka University, Japan

<sup>(2)</sup> Faculty of Health Sciences for Welfare, Kansai University of Welfare Sciences, Japan

## Abstract

Although the anticipation skill of tennis players has previously been investigated, little research has focused on players' anticipation in a rally situation and in the presence of faked shots. In the present study, in order to compare temporal differences in anticipation between skilled players and novices, video clips of an opponent player who stroked straight or cross-course shots and faked shots were masked with a black screen 330, 165 or 99 ms before contact with the ball, at the moment of contact with the ball, or 99, 165 or 330 ms after contact with the ball. Eleven skilled players and 12 novices judged the direction of shots, indicated their confidence in their judgments and judged whether the shot was faked or not. The results indicated that regardless of when the clip was masked and whether the shot was faked or not, skilled players were more accurate than novices in judging the direction of shots. This suggests that skilled players utilized the opponent player's form before contact with the ball in addition to the course of the ball after contact. Moreover, signal detection theory was used to analyze the detectability ( $d'$ ) and criterion ( $\beta$ ) for judging faked shots. Skilled players judged shots as faked more frequently than novices before contact with the ball, although this difference decreases after contact with the ball. However,  $d'$  and  $\beta$ , did not differ between skilled players and novices. This suggests that skilled players prepare for faked shots based on the opponent player's form before contact with the ball. The present findings will contribute to future study of anticipatory skill and the development of coaching methods.

## Key words

tennis, skill, anticipation, temporal occlusion, signal detection theory

## 1. 序論

スポーツや楽器の演奏、自動車の運転など、我々は様々な技能に習熟していく。技能の習熟の過程には多くの要素が含まれるが、そのひとつに「予測」がある。例えば、スポーツにおいては、相手選手の次の動きを予測したり、ボールの弾道コースを予測することで、それに対応するための行動を計画し実行する。このような技能に関わる予測については、技能に習熟するにつれて、予測の正確性が向上したり、予測に必要な情報の取得の効率が良くなることが示されてきた（例えば Abernethy & Russell, 1984; Huys, Cañal-Bruland, Hagemann, Beek, Smeeton, & Williams, 2009; Land & McLeod, 2000; Land & Tatler, 2001; Mourant & Rockwell, 1972; Müller, Abernethy, Eid, McBean & Rose, 2010; Taliep, St Clair Gibson, Gray, van der Merwe, Vaughan, Noakes, Kellaway, & John, 2008; Shim, Carlton, Chow, & Chae, 2005）。

特に、テニスやクリケット、スカッシュ、バドミントンなどにおける、ボールやシャトルの弾道コースの熟練者の予測技能については、空間的特性と時間的特性の側

面から検討されてきた。これらの手法はいずれも、観察者の情報獲得を実験的に阻害し、その結果得られる予測性の高低から技能の習熟程度を検討するものである。

空間的特性を検討する場合は、ビデオ映像の中での身体の一部やラケットなどの道具といった特定の空間領域にマスクをかけ、その領域の情報を観察者に与えないで予測課題を課す（例えば Jackson & Mogan, 2007; Shim, Carlton, & Kwon, 2006; Shim, Miller, & Lutz, 2005; 武田・古田, 2004）。ある領域にマスクをかけ遮蔽したことが予測パフォーマンスの低下を招いたならば、その領域の情報は予測にとって必要な情報であると考えられる。Abernethy and Russell (1987) は、バドミントン選手の身体の一部やラケットを遮蔽したビデオ映像を提示し、熟練者と初心者との予測パフォーマンスを比較した。結果、熟練者は初心者に比べて、腕やラケットを遮蔽することで予測パフォーマンスの低下が大きかった。

他方、時間的特性に関しては、相手選手の一連の動作及びボールの動きをビデオ映像として提示し、その途中の任意のタイミングで画面全体にマスクをかけ遮蔽し、そこで映像の提示を終了するという方法が用いられる（例えば Abernethy, 1990a, b; Farrow & Abernethy, 2003; Farrow, Abernethy, & Jackson, 2005; Jones & Miles, 1978; Buckolz, Prapvevis & Fairs, 1988; Renshaw & Fairweather, 2000; Wil-

liams, Ward, Knowles & Smeeton, 2002)。例えば、Abernethy (1990b) では、スカッシュを行う際の相手選手のストロークの方向と深さを予測させ、この時にボールとラケットのインパクトを基準として数条件での遮蔽タイミングを設けた。その結果、熟練者の方が初心者よりもストローク方向の予測が正確にできることが示された。

本研究ではテニスにおけるラリー中のボール軌道についての予測性を扱うこととする。従来からテニスにおける熟練者の予測技能についての研究は多くなされてきたが、その多くでは、主にサービス（サーブ）時の動作が取り上げられている。テニスはサービスだけで勝敗が決まるのではなく、その後のラリーにおいても予測に基づいた戦略の決定、行動の実行が続く。さらに、これまでの研究で扱われなかった点として、フェイントがある。フェイントはボールを打つ方向を相手選手に「予測」させないためにプレー中に頻繁に行われるものである。また、フェイントは相手の予測を裏切る効果的な技能であり、逆に何らかの手がかりに基づいてフェイントを見破ることも、予測技能と言ってもよいだろう。しかしながら、ラリー中の予測技能、フェイントについての予測技能についての認知心理学的知見はほとんど報告されていない。そこで、本研究ではテニスにおけるラリー中のボール軌道の予測技能及びフェイントの予測について、熟練者と未経験者として比較することを目的とする。ラリー中のストロークの映像をいくつかの時点で遮蔽することで、特に時間的側面について検討した。

## 2. 方法

### 2.1 実験参加者

#### 2.1.1 テニス経験者

熟練者群として、テニスプレー年数が3年10ヶ月から9年（平均6年10か月）の大学生及び大学院生11名（男性7名、女性4名、平均年齢20.4 ± 1.5歳）と、テニスプレー年数が22年の社会人1名（男性、37歳）の計12名が実験に参加した。

#### 2.1.2 テニス非熟練者

非熟練者群として、テニスプレー経験がない（または、体育の授業でのみテニスをしたことがある）大学生及び大学院生11名（男性3名、女性9名、平均年齢22.6歳 ± 1.5歳）と、テニスを始めて6か月の社会人1名（女性、32歳）の計12名が実験に参加した。

### 2.2 刺激・装置

実験は室内にて、ビデオ映像を刺激として行った。学内のテニスサークルに所属する右利きの学生に依頼し、屋外のテニスコートでビデオカメラ（SONY DCR-PC110）を使用して、テニスのラリーの状況を想定した映像を撮影した。

刺激はプロジェクタ（Canon LV-7235）を用いて幅43.8°、高さ29.4°のスクリーンに提示された。観察距離は128.5 cmで、映像のプレーヤーの身長は視角で約11°であった。

### 2.3 手続き

課題は映像の中の相手プレーヤーが打ったショットが、コート内の左右どちらへ飛んだかを判断することであった。

映像には、相手プレーヤーがフォアハンドで打っているものと、バックハンドで打っているものの2種類があった。フォアハンドの場合、利き手の方向、バックハンドの場合、利き手とは逆の方向を向いてボールを打つことになり、通常のラリーの中では両方が用いられる。

フォアハンドとバックハンドの映像はランダムに提示されるので、映像が始まったらプレーヤーの立ち位置やネット中央のベルトなどを手がかりにして、フォアハンドかバックハンドのどちらであるかをまず確認してもらうようにした。

フォアハンドの場合には、相手プレーヤーは（実験参加者から見て）コート内の左側に立っており、右側へ飛ぶショットはクロス、左側へ飛ぶショットはストレートのショットであった。バックハンドの場合には、プレーヤーは（実験参加者から見て）コート内の右側に立っており、右側へ飛ぶショットはストレート、左側へ飛ぶショットはクロスのショットであった。

実験参加者は打球の方向を判断し、コート内の右側に飛んだと思う場合はキーボードの「N」を、左側に飛んだと思う場合はキーボードの「B」を使いやすい方の手の人差し指と中指で押した。映像は途中で遮蔽されたが、映像がいつ遮蔽されるかに関わらず、実験参加者は、ショットの方向がわかった時点でできるだけ早く反応キー押すことが求められた。映像遮蔽タイミングは、映像中のボールとラケットの接触した時点（インパクト）を基点とし、インパクトの瞬間（0）あるいは10フレーム（330 ms）、5フレーム（165 ms）、3フレーム（99 ms）前または後に映像を遮蔽した。

刺激映像の提示後、ブランク画面が提示された。その間にキー押し反応についての確信度（自信の程度）を3. 非常に自信がある、2. 自信があるともないともいえない、1. まったく自信がない、の3段階で口頭により答えた。

フェイントあり試行においては、相手プレーヤーがフェイントを行った。実験参加者は、各試行において提示された映像で、映像中の相手プレーヤーがフェイントをかけていたかどうかを判断し、フェイントの有無を口頭で報告した。ブランク画面が3秒間提示されると、自動的に次の試行に移った。

### 2.4 要因計画

テニス経験（2; 経験者、未経験者）×フェイント（2; あり、なし）×映像遮蔽タイミング（7; -330、-165、-99、0、99、165、330 ms）の3要因で実験は行われた。練習を28試行行った後、本試行を112試行×4ブロック行った。すなわち、同一条件での繰り返し数は32試行であった。実験に要した時間は1人70～80分程度であった。

フェイントに対する検出力、判断基準の検討においては、映像遮蔽タイミング要因を7水準ではなく、インパクトの瞬間を含む「インパクト以前条件」と「インパクト

ト後条件」の2水準とした。

## 2.5 従属変数

方向判断正答率、確信度、反応時間を従属変数とした。反応時間はボールとラケットが接触した時点を基点として算出した。

また、フェイントに対する検出力、判断基準を検討するため、 $d'$ 、 $\beta$ を、フェイントに対するHit率、False Alarm (FA)率から算出した。

## 3. 結果

熟練者群の実験参加者のうち、フェイントなし・330 ms条件においても正答率がチャンスレベルであった者のデータは全ての分析から除外した。

### 3.1 方向判断正答率

方向判断の正答率をFigure 1に示す。フェイントあり条件、なし条件それぞれにおいて、遮蔽タイミング要因の水準ごとに、実験参加者ごとに平均正答率を算出し、それに逆正弦変換を施した値に対して2 (テニス経験)  $\times$  2 (フェイント)  $\times$  7 (映像遮蔽タイミング) の3要因分散分析を行った。

テニス経験の主効果が見られ [ $F(1, 21) = 4.83, p < .05$ ]、熟練者の正答率が非熟練者に比べて高いことが示された。また、遮蔽タイミングの主効果 [ $F(6, 126) = 161.60, p < .001$ ]が見られ、フェイントと遮蔽タイミングの交互作用

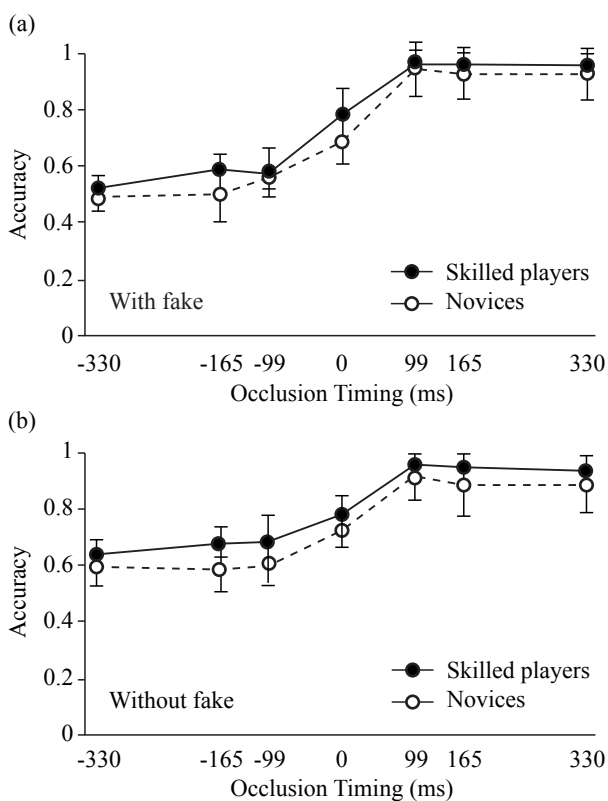


Figure 1: Judgment accuracy as a function of tennis skill and occlusion timing. Error bars represent standard deviations.

[ $F(6, 126) = 13.00, p < .001$ ]が見られた。テニス経験とその他の要因との交互作用は見られなかった。

フェイントと遮蔽タイミングの交互作用が見られたので、単純主効果の検定を行った。

-330 ms、-165 ms、-99 ms、99 ms、165 ms、330 msの各条件でフェイントの単純主効果が見られた。-330 ms、-165 ms、-99 msの3つの条件ではフェイントなし条件の正答率が高く、99 ms、165 ms、330 msの3つの条件ではフェイントあり条件の正答率が高いことが示された。

また、フェイントあり条件、なし条件ともに、-330 ms、-165 ms、-99 msの3つの遮蔽条件間には有意差がなく、それらと0 msの間に有意差が見られ、0 ms条件で正答率が高かった。0 msと99 msの間にも有意差が見られ、99 ms条件で正答率が高かった。99 ms、165 ms、330 msの3つの条件間には有意差が見られなかった。

### 3.2 確信度

確信度について、テニス経験を被験者間要因、フェイントの有無と遮蔽タイミングを被験者内要因として3要因の分散分析を行った。

テニス経験の主効果が見られ [ $F(1, 21) = 15.55, p < .001$ ]、熟練者の確信度が非熟練者に比べて高いことが示された。フェイントの主効果 [ $F(1, 21) = 5.19, p < .05$ ]及び遮蔽タイミングの主効果 [ $F(6, 126) = 183.51, p < .001$ ]が見られた。さらに、テニス経験と遮蔽タイミングの交互作用が見られ [ $F(6, 126) = 6.84, p < .001$ ]、フェイントと遮蔽タイミングの交互作用の傾向が見られた [ $F(6, 126) = 2.02, p < .10$ ]。

テニス経験と遮蔽タイミングの交互作用が見られたため、単純主効果の検定を行った。

-330 ms、-165 ms、-99 ms、0 msの各条件でテニス経験の単純主効果が見られた。すなわち、-330 ms、-165 ms、-99 ms、0 msの4つの条件では熟練者の方が確信度が高いことが示された。

また、非熟練者では、-330 ms、-165 ms、-99 msの3つの遮蔽条件間には有意差がなく、-99 msと0 msの間に有意差が見られ、0 msで確信度が高かった。0 msと99 msの間にも有意差が見られ、99 msで確信度が高かった。99 ms、165 ms、330 msの3つの条件間には有意差が見られなかった。

熟練者も非熟練者と同様の結果であった。すなわち、-330 ms、-165 ms、-99 msの3つの遮蔽条件間には有意差がなく、-99 msと0 msの間に有意差が見られ、0 msで確信度が高かった。0 msと99 msの間にも有意差が見られ、99 msで確信度が高かった。99 ms、165 ms、330 msの3つの条件間には有意差が見られなかった。

### 3.3 反応時間

Figure 2に反応時間を示す。反応時間について、テニス経験を被験者間要因、フェイントの有無を被験者内要因として2要因分散分析を行った。フェイントの主効果が見られ [ $F(1, 21) = 197.31, p < .001$ ]、フェイントあり条件

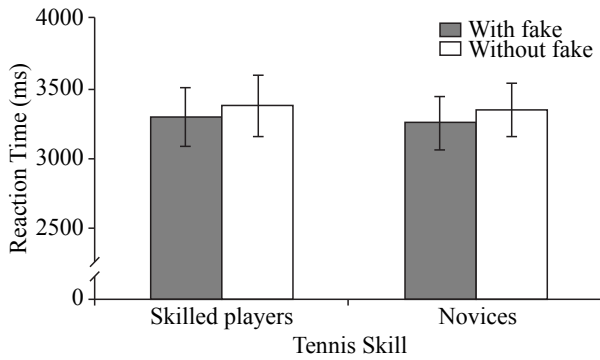


Figure 2: Reaction time as a function of tennis skill and whether shots were faked or not. Error bars represent standard deviations.

はフェイントなし条件に比べて反応時間が短いことが示された。テニス経験の主効果及びテニス経験とフェイントの交互作用は見られなかった。

反応時間にテニス経験の効果が見られなかったことより、熟練者は非熟練者と同じ早さで反応を行っていたにもかかわらず正答率が高かったということが明らかになった。予測の早さと正確性にはトレードオフの関係があることを考えると、もし熟練者の方が反応が遅いという結果であれば、彼らは非熟練者よりも長く映像を見ていたために正答率が高かったということになるが、上記の結果からその可能性は否定された。

なお、本実験では、予め相手プレーヤーがフェイントをかけて打つ試行があることを実験参加者に教示していた。このような教示は、参加者が遮蔽前に反応することを減らす結果につながったと思われる。なぜなら、インパクト前の早い段階で打球方向が予測できたとしても、それがフェイントである可能性がある場合には、映像を最後まで見て判断した方が正答率が上がるからである。全 448 試行のうちで映像が遮蔽される前にキーを押した回数は、熟練者で平均 14 回（フェイントなし条件とあり条件の合計）、非熟練者では 5 回であった。おそらくフェイントの条件がなければより早い段階で反応した実験参加者がいたであろう。この結果から、たとえ予測ができたとしても、確実に正解するためには最後まで相手をよく見ることが望ましいと実験参加者が考えたのではないと思われる。そこで、このような実験参加者の内的な判断基準がフェイントの有無によってどのように変化するかについて検討するために、信号検出理論（Green & Swets, 1966）を用いて分析することとした。信号検出理論は外界情報（刺激）としてノイズと信号を考え、それぞれを弁別する観察者の感受性と、態度や動機、反応バイアスなどの判断基準を区別して評価する際に用いられるものである。

### 3.4 フェイントに対する検出力・判断基準

相手プレーヤーのフォームの情報しか利用できないインパクト前と、ボールの弾道情報が利用できるインパクト後それぞれにおいて、フェイントに対する検出力、判

Table 1: Hit and False Alarm (FA) ratio in skilled players and novices

	Before Impact		After Impact	
	Hit	FA	Hit	FA
Skilled players	0.17	0.15	0.30	0.16
Novices	0.07	0.05	0.27	0.17

断基準を熟練者と非熟練者で比較した。7つの遮蔽タイミング条件について、インパクト以前（-330 ms、-165 ms、-99 ms、0 ms）とインパクト後（99 ms、165 ms、330 ms）の 2 水準を観察時間要因として設定した。熟練者と非熟練者の Hit 率、FA 率を算出し（Table 1）、逆正弦変換を施した上でテニス経験を被験者間要因、観察時間を被験者内要因とする 2 要因分散分析を行った。なお、データの偏りを考慮し、 $d'$  及び  $\beta$  を算出するため、ここでの分析には 0 ms までと 99 ms 以降の両方で Hit 率と False Alarm 率が計算できた熟練者 9 名及び非熟練者 9 名のデータを用いた。

Hit 率について観察時間の主効果が見られ [ $F(1,16) = 57.00, p < .001$ ]、インパクト後の方が高かった。テニス経験の主効果 [ $F(1,16) = 3.40, p < .10$ ]、交互作用に有意な傾向が見られた [ $F(1,16) = 4.12, p < .10$ ]。インパクト以前では熟練者の方が高いがインパクト後では両群に差が見られない傾向であった。また、熟練者、非熟練者ともにインパクト以前よりもインパクト後の方が高い傾向であった。

FA 率について、観察時間の主効果が見られ [ $F(1,16) = 21.32, p < .001$ ]、テニス経験と観察時間の交互作用が見られた [ $F(1,16) = 16.03, p < .005$ ]。熟練者においてはインパクトの前後で FA 率は変わらなかったが、非熟練者においてインパクト前よりインパクト後の方が FA 率は高かった。また、インパクト前には非熟練者よりも熟練者で FA 率が高く、インパクト後では両群に差は見られなかった。

次に、インパクト以前とインパクト後それぞれにおける熟練者と非熟練者の  $d'$  及び  $\beta$  を算出した（Table 2）。

$d'$  及び  $\beta$  について、テニス経験を被験者間要因、遮蔽タイミング（インパクト以前、インパクト後）を被験者内要因として 2 要因の分散分析を行った。 $d'$  について観察時間条件の主効果が見られ [ $F(1,16) = 19.20, p < .001$ ]、インパクト後の  $d'$  がインパクト前に比べて有意に大きいことが示された。また、 $\beta$  についても観察時間条件の主効果の傾向が見られ [ $F(1,16) = 3.06, p < .10$ ]、インパクト後

Table 2:  $d'$  and  $\beta$  in skilled players and novices.

	Before Impact		After Impact	
	$d'$	$\beta$	$d'$	$\beta$
Skilled players	0.06	1.07	0.50	1.56
Novices	0.16	1.38	0.37	1.58

の $\beta$ がインパクト前に比べて大きい傾向が見られた。 $d'$ 、 $\beta$ ともテニス経験の主効果及びテニス経験と観察時間の交互作用は見られなかった。

## 4. 考察

### 4.1 打球方向の予測

熟練者はフェイントの有無や遮蔽タイミングに関わらず、非熟練者よりも正確に打球の方向を予測できることが明らかになった。まず、インパクト前及びインパクトの瞬間については、熟練者が相手プレーヤーのフォームから打球の方向を予測できることが関係していると考えられる。そして、インパクト後の正答率にも両群で差が見られたことは、熟練者がボールの実際の軌道から情報を得る能力に優れていることを示唆する。

打球方向の正答率は、 $-99$  ms から  $0$  ms にかけて向上することが示され、インパクトの瞬間の映像を観察すれば打球方向を予測できるということが明らかになった。さらに、インパクト後  $99$  ms まで観察すればさらに成績が向上していることから、インパクトから約  $100$  ms という短い時間で打球方向について判断できることが示された。

また、 $-330$  ms、 $-165$  ms、 $-99$  ms の3つの条件でフェイントあり条件の正答率が低かったことは、相手プレーヤーによるフェイントがうまく機能していたことを示している。たとえば、クロスに打つフォームでストレートへ打つという試行であった場合、相手プレーヤーはインパクト前の時点ではクロスへ打つ構えをしている。しかし、最終的なショットの方向はストレートなので、この時点でクロスと予測した場合は誤答になる。前述の通り、プレーの最終的な結果が決まるのはインパクトの瞬間であり、どのようなフェイントをかけようともインパクト時には打つべき方向へ打てるような体勢を作らなければならない。インパクトの瞬間というのはいわばフェイントが解除される瞬間である。それゆえ、それ以前の情報までしか与えられなかったインパクト前の3つの条件では、相手プレーヤーのフェイントの通りに打球方向を誤って判断してしまったのであろう。

予測技能を検討した従来の先行研究（例えば Abernethy, 1990b）では、熟練者はインパクトよりも前の時点でショットのコースを予測できるということが明らかにされてきた。このことは、本研究で得られたインパクトの瞬間の映像を観察することの重要性を示す結果と必ずしも一貫しない。しかしながら、従来の研究では、プレーヤーがフェイントをかけて打つということを考慮に入れていなかった。実際のラリーを考慮した場合、このことは大きな意味を持つと考えられる。例えば、相手プレーヤーがクロスへ打ってくる予測しても、あまりに早くその方向へ動いてしまえば、相手は逆にストレートの打球を打つだろう。ゆえに、熟練者はたとえインパクトの前にコースが予測できたとしても、最終的な結果が決定するインパクトまでは相手のプレーをよく見る必要があると考えられる。したがって、フェイントという実際場面で見られる状況を条件に設定した本実験の結果は、熟練者が相

手のプレーについての最終的な予測をインパクトの時点で行っていることを示唆するものと考えられる。すなわち、従来研究で指摘された「熟練者は予測の時点が早い」ということに加え、実際のプレーでは、熟練者はより効果的なパフォーマンスを得るために相手の動きを最後までよく見ているということを本研究の結果から指摘できよう。

なお、インパクト後ではフェイントあり条件の方がフェイントなし条件よりも方向判断の正答率が、 $1 \sim 5\%$ 程度高かった。本来、両条件の刺激映像におけるボールのコースや相手プレーヤーの打った後の姿勢が同一であれば、有意差が出るほどの正答率の差が見られないと考えられる。この点については、フェイントなし条件に比べてフェイントあり条件で、相手プレーヤーの打った後の姿勢等がより有効な手がかりとなったのではないかと考えた。

### 4.2 予測までの反応時間

反応時間の分析からは、テニス経験に関わらずフェイントあり条件はフェイントなし条件に比べて反応が早いという結果が得られた。これは、相手プレーヤーがフェイントをかけるために通常よりもコースを意識した構えをしたためではないかと考えられる。実験参加者はその様子を見て相手プレーヤーのフェイントに従い、早めにキーを押してしまったのではないかと考えられる。また、反応時間にテニス経験の効果が示されなかったことから、予測の早さと正確性にはトレードオフの関係は見られなかった。

### 4.3 フェイントに対する検出力と判断基準

フェイントに対しては、Hit 率、すなわちフェイントあり試行で正しく「フェイントあり」と回答した割合は、インパクト以前において非熟練者に比べて熟練者の方が高く、インパクト後には両群の差が見られない傾向が示された。FA 率、つまりフェイントなし試行で「フェイントあり」と回答した割合も、インパクト前では非熟練者よりも熟練者の方が高く、インパクト後では熟練者と非熟練者で差が見られなかった。すなわち、Hit 率、FA 率からは、インパクト以前では熟練者がより積極的に「フェイントあり」と回答するということが示唆された。

フェイントに対する検出力 ( $d'$ ) 及び判断基準 ( $\beta$ ) は、熟練者と非熟練者でこれらの値に差は見られなかった。 $d'$  の値に差がなかったことは、熟練者と非熟練者でフェイントの検出は同程度に難しかったことを意味している。 $\beta$  にテニス経験の効果が見られなかったことより、どのようなときに「フェイントあり」と回答するかという基準に熟練者と非熟練者で差はなかったということが出来る。

ここで、インパクト以前とインパクト後のフェイントの有無の判断がそれぞれ何に基づいているかについて述べる。インパクト前では、本研究では主に相手のフォームの情報に基づき、フェイントについての「予測」がなされると考えられる。一方でインパクト後は、フォームから予測したボールの弾道コースと実際に提示されてい

る弾道のコースの違いから、フェイントの有無を判断することになる。インパクト後ではHit率、FA率、 $d'$ 、 $\beta$ が両群で異なることから、非熟練者もインパクト以前でコースの予測は行っていることが示唆される。ただし、インパクト前におけるHit率、FA率が熟練者よりも低いことから、非熟練者はコースの予測は行っている、そこにフェイントの可能性を見出すには至っていない、ということが考えられる。また、 $d'$ 、 $\beta$ は、両群においてインパクト前に比べてインパクト後の方が高いことが示された。熟練者ではFA率はインパクトの前後で変わらず、Hit率がインパクト後に良くなり、 $d'$ が上昇した。このことから、インパクト後に $\beta$ が大きくなった原因に、フェイントに対する検出力がインパクト後では上がり、フェイントあり試行においてより正確に判断ができるようになったことが考えられる。前述の通り、インパクト以前にもフェイントの有無の予測を積極的に行い、インパクト後にボールの弾道が見えた時点でその予測の検証が可能となり、インパクト後にHit率及び $d'$ 、 $\beta$ が上昇したのではないだろうか。一方で非熟練者は、インパクト前に比べてHit率、FA率ともに上昇した、すなわち、「フェイントあり」と判断する割合が高くなった。ゆえに、Hit率の上昇がFA率の上昇よりも大きかったために、 $d'$ 、 $\beta$ がインパクト後に大きくなったと考えられる。Hit率、FA率、 $d'$ 、 $\beta$ の結果とフェイントあり試行の $-330$  ms、 $-165$  ms、 $-99$  msで熟練者の正答率は非熟練者よりも有意に高かったという結果と合わせると、熟練者はインパクト前の時点で相手プレーヤーの動作にフェイントが含まれていることを判断した上で、最終的な打球の方向を非熟練者よりも高い確率で予測していたということができると考えられる。インパクト前の時点で、熟練者は非熟練者にはないフェイントの検出方法を持っていると考えことができ、先行研究（例えばAbernethy, 1990b）で報告されたような熟練者と非熟練者の間のパフォーマンスの違いにつながっていると考えられる。

実験後の言語報告では、「フェイントあり」の判断について「無理な姿勢で打っていたとき」というものと、「自分が予測した方向と違う方へ飛んだとき」という2種類の報告があった。このうち、「自分の予測と違っていたとき」という回答については熟練者12名のうち5名、また非熟練者でも12名のうち5名から得られている。このことは、本研究で用いられたフェイントにおいて、相手プレーヤーが実際にフェイントをかけているように見えたのかどうか疑わしい試行が存在した可能性を否定できず、今後同様の研究を行う場合はフェイントの定義をより明確にして取り組む必要がある。

## 5. 結語

本研究はテニス熟練者の予測技能について、時間的遮蔽パラダイムを用いて検討した。予測パフォーマンスは、(1) 熟練者は非熟練者よりも良いこと、(2) 両者ともにインパクト後約100 msの情報から高い予測パフォーマンスを示すことが示された。また、熟練者はフェイントに対す

る準備を早い段階から行っていること、フェイントの検出力、判断基準は、インパクト以前、インパクト後に関わらず、熟練者と非熟練者の間で差は見られないことが示された。

熟練者の予測パフォーマンスは非熟練者よりも優れていることが示されたが、その背景には早い時点で予測できていることに加え、フェイントにも柔軟に対応できる構えが備わっていることが示唆された。本研究で得られた知見は、従来暗黙知として扱われることも多かった技能習熟者が有する技能がどのような構造から成立しているのかという点を解明していくことに寄与できると考えられ、さらに研究を進展させていくことで、より有効なコーチング技術やトレーニング手法の開発に貢献していくことが可能であると考えられる。

## 謝辞

本研究は科学研究費補助金挑戦的萌芽研究（課題番号20653053；代表者 三浦利章）による援助を受けた。

## 引用文献

- Abernethy, B. (1990a). Anticipation in squash: Differences in advance cue utilization between expert and novice players. *Journal of Sport Sciences*, 8, 17-34.
- Abernethy, B. (1990b). Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, 19, 63-77.
- Abernethy, B., & Russell, D. G. (1984). Advanced cue utilisation by skilled cricket batsmen. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 16, 2-10.
- Abernethy, B., & Russell, D. G. (1987). Expert-novice differences in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology*, 9, 326-345.
- Buckolz, E., Prapavesis, H., & Fairs, J. (1988). Advance cues and their use in predicting tennis passing shots. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 13, 20-30.
- Farrow, D., & Abernethy, B. (2003). Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception*, 32, 1127-1139.
- Farrow, D., Abernethy, B., & Jackson, R. C. (2005). Probing expert anticipation with the temporal occlusion paradigm: Experimental investigations of some methodological issues. *Motor Control*, 9, 332-351.
- Green, D. M., & Swets, J. W. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. New York: Wiley.
- Huys, R., Cañal-Bruland, R., Hagemann, N., Beek, P. J., Smeeton, N. J., & Williams, A. M. (2009). Global information pickup underpins anticipation of tennis shot direction. *Journal of Motor Behavior*, 41, 158-170.
- Jackson, R. C., & Mogan, P. (2007). Advance visual information, awareness, and anticipation skill. *Journal of motor behavior*, 39, 341-351.
- Jones, C. M., & Miles, T. R. (1978). Use of advance cues in predicting the flight of a lawn tennis ball. *Journal of Human*

- Movement Studies*, 4, 231-235.
- Land, M. F., & McLeod, P. (2000). From eye movements to actions: How batsmen hit the ball. *Nature Neuroscience*, 3, 1340-1345.
- Land, M. F., & Tatler, B. W. (2001). Steering with the head: The visual strategy of a racing driver, *Current Biology*, 11, 1215-1220.
- Mourant, R. R., & Rockwell, T. H. (1972). Strategies of visual search by novice and experienced drivers, *Human Factors*, 14, 325-335.
- Müller, S., Abernethy, B., Eid, M., McBean, R., & Rose, M. (2010). Expertise and the spatio-temporal characteristics of anticipatory information pick-up from complex movement patterns, *Perception*, 39, 745-760.
- Renshaw, I., & Fairweather, M. M. (2000). Cricket bowling deliveries and the discrimination ability of professional and amateur batters. *Journal of Sports Sciences*, 18, 951-957.
- Shim, J., Carlton, L. G., Chow, J. W., & Chae, W. S. (2005). The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal of Motor Behavior*, 37, 174-175.
- Shim, J., Carlton, L. G., & Kwon, Y. (2006). Perception of kinematic characteristics of tennis strokes for anticipating stroke type and direction. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 77, 326-339.
- Shim, J., Miller, G., & Lutz, R. (2005). Visual cues and information used to anticipate tennis ball shot and placement. *Journal of Sport Behaviour*, 28, 186-200.
- 武田守弘・古田久 (2004). テニスのサービスコース・球種予測における有効な手がかり—反応時間計測手法と空間的遮蔽手法を用いて— . 広島大学大学院教育学研究科紀要, 第二部, 53, 327-334.
- Talip, M. S, St Clair Gibson, A, Gray, J., van der Merwe, L., Vaughan, C. L., Noakes, T. D., Kellaway, L. A., & John, L. R. (2008). Event-related potentials, reaction time and response selection of skilled and less-skilled cricket batsmen. *Perception*, 37 96-105.
- Williams, A. M., Ward, P., Knowles, J. M., & Smeeton, N. J. (2002). Anticipation skill in a real-world task: Measurement, training, and transfer in tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8, 259-270.

#### 付記

宮本晃希の現在の所属は大阪大学工学部である。

(受稿 : 2010 年 11 月 17 日 受理 : 2011 年 1 月 14 日)