

テニス熟練者の予測技能 —フェイントが含まれる事態での検討—

内藤 宏*・宮本 晃希*・木村 貴彦**・篠原 一光*・三浦 利章*

* 大阪大学 大学院人間科学研究科
〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-2

** 関西福祉科学大学 健康福祉学部
〒 582-0026 大阪府柏原市旭ヶ丘 3-11-1

1. 背景・目的

スポーツや楽器の演奏, 自動車の運転など, 我々はさまざま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. このようなスポーツ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¹⁻³⁾.

空間的特性を検討する場合は, 提示刺激において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^{3,4)}. 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.

他方, 時間的特性に関しては, 相手選手の一連の動作およびボールの動きを提示し, 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て映像の提示を終了するという方法が用いられる^{1,2,5)}.

本研究ではテニスにおけるボール軌道および

2011年冬季大会. 本研究は宮本晃希が大阪大学大学院人間科学研究科博士前期課程に在籍時に, 修士論文研究の一部として行ったものである.

フェイントの予測パフォーマンスについて, 熟練者と非熟練者で, その時間的側面について比較することを目的とする.

2. 方法

2.1 実験参加者

テニス経験者

テニスプレー年数が3年10か月から9年(平均6年10か月)の大学生および大学院生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名が参加した.

テニス非熟練者

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)大学生および大学院生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名が参加した.

2.2 刺激・装置

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128.5cm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

映像の中の相手プレーヤーが打ったショット

が、コート of 左右どちらへ飛んだかを判断することが課題であった。

実験参加者は打球の方向を判断し、コート of 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、ショットの方向がわかった時点でできるだけ早く反応することが求められた。映像遮蔽タイミングは、映像中のボールとラケットが接触した時点（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 (330ms)、5 フレーム (165ms)、3 フレーム (99ms) 前または後に映像を遮蔽した。

フェイントあり試行で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、相手プレーヤーがフェイントをかけていたかどうか判断し、フェイントの有無を口頭で報告した。ブランク画面が 3 秒間提示された後、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, 330ms) の 3 要因であった。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。

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「インパクト後条件」の 2 水準とした。

2.5 従属変数

方向判断正答率、フェイントの有無の正答率、フェイントに対する検出力、判断基準を検討するため、 d' 、 β 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・330ms 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。

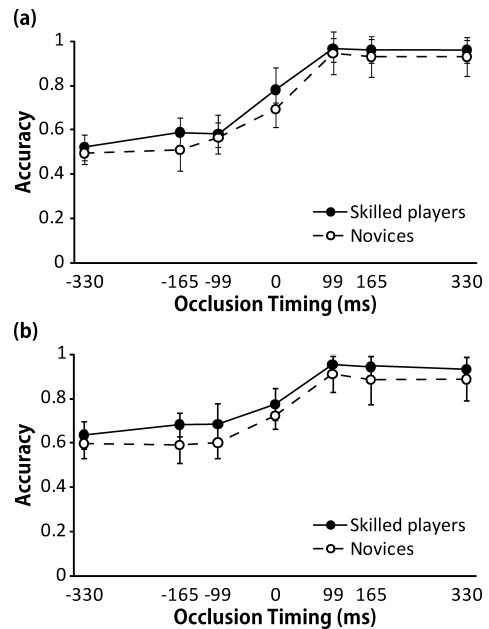


図1 方向判断の正答率。(a) フェイントあり条件、(b) フェイントなし条件。エラーバーは標準偏差を示す。

3.1 方向判断正答率

方向判断の正答率を図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) × 2 (フェイント) × 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 [$F(6, 126)=13.00, p<.001$]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。-330ms, -165ms, -99ms, 99ms, 165ms, 330ms の各条件でフェイントの単純主効果が見られた。-330ms, -165ms, -99ms の 3 つの条件ではフェイントなし条件の正答率が高く、99ms,

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 フェイントに対する検出力・判断基準

インパクト以前とインパクト後の 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 (表 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' および β 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 名および非熟練者 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 [$F(1, 16)=21.32, p<.001$], テニス経験と観察時間の交互作用が見られた [$F(1, 16)=16.03, p<.005$]。熟練者ではインパクトの前後で FA 率は変わらなかったが、非熟練者はインパクト前よりインパクト後の方が FA 率は高かった。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なかった。

次に、インパクト以前とインパクト後における熟練者と非熟練者の d' および β を算出した (表 2)。

d' および β について、テニス経験を被験者間

表 1 熟練者、非熟練者の Hit 率と False Alarm 率

	インパクト以前		インパクト後	
	Hit	FA	Hit	FA
熟練者	0.17	0.15	0.30	0.16
非熟練者	0.07	0.05	0.27	0.17

表 2 熟練者、非熟練者の d' と β

	インパクト以前		インパクト後	
	d'	β	d'	β
熟練者	0.06	1.07	0.50	1.56
非熟練者	0.16	1.38	0.37	1.58

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、 β についても観察時間条件の主効果に有意な傾向が見られ [$F(1, 16)=3.06, p<.10$], インパクト後の β がインパクト前に比べて大きい傾向が見られた。 d', β ともテニス経験の主効果およ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、インパクト前およ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。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。

4.2 フェイントに対する検出力と判断基準

フェイントに対する Hit 率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') および判断基準 (β) 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。 β 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できる。

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' 、 β 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いだすには至っていない、ということが考えられる。また、 d' 、 β 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 β 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 率および d' 、 β 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' 、 β がインパクト後に大きくなったと考えられる。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ることができ、先行研究⁵⁾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。

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。

文 献

- 1) B. Abernethy: Anticipation in squash: Differences in advance cue utilization between expert and novice players. *Journal of Sport Sciences*, **8**, 17–34, 1990.
- 2) D. Farrow and B. Abernethy: Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception*, **32**, 1127–1139, 2003.
- 3) R. C. Jackson and P. Mogan: Advance visual information, awareness, and anticipation skill. *Journal of Motor Behavior*, **39**, 341–351, 2007.
- 4) J. Shim, G. Miller and R. Lutz: Visual cues and information used to anticipate tennis ball shot and placement. *Journal of Sport Behaviour*, **28**, 186–200, 2005.
- 5) B. Abernethy: Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, **19**, 63–77, 1990.