

# スポーツにおける知覚スキルトレーニング (1)<sup>1)</sup> (Williams & Grant, 1999より)

梶原 慶・佐々木 宏・杉之原正純

(受付 2002年5月10日)

## 1 イントロダクション

現在、専門的技能 (expertise) に関する調査は、スポーツ—運動科学 (sport and exercise science) の中の主要な研究領域の1つになっている。その証拠に、多くの科学者がこの領域の研究に携わるようになり、専門雑誌に発表される論文数も急速に増えている。このテーマを扱った専門書も多数出版されており、これには著名な雑誌で組まれる特集記事 (Rippoll, 1991; Housner & French, 1994) やさまざまな編集本 (edited texts: Starkes & Allard, 1993; Ericsson, 1996) も含まれる。

スポーツ専門技能に関する研究が人々の興味を直感的に惹きつけることは明らかである。スポーツをしている人であれば、その多くが自分もその競技のエキスパートになりたいと望むだろう。スポーツをやらないとしても、熟練した選手 (skilled performer) のプレイ、そのスタイルやフィットネスは私たちをしばしば驚嘆させるものだ。そうした直感的な魅力に加えて、エキスパートのパフォーマンスに関する科学的研究は、スポーツにおいてスキルがどのように獲得されるのかを理解する重要な糸口にもなっている。エキスパートと初心者とを分かつ本質的な属性 (attributes) について理解することによって、どのようなタイプの練習法を適用すれば最も効

---

1) 本稿は、A. M. Williams and A. Grant による Training perceptual skill in sport (International Journal of Sport Psychology, 1999, 30, 194-220) の前半部 (Pp. 194-207) を訳出したものである。

率的にスポーツ専門技能を向上させられるかを決定するための原理的基礎が得られる (Williams & Davids, 1998a)。つまり、専門技能に関する調査によって得られた知識は、スポーツ-運動科学者、コーチ、スポーツ専門医 (practitioners) が行う仕事、例えば、将来エリートになりそうな有望な競技者を見極めたり、トレーニングしたり、テストしたりすることと密接に関連し得るのである (Abernethy, 1993)。

スポーツ専門技能に関する調査では、ある競技のエキスパートと初心者がさまざまな測度上で比較される。使用されるのは身体的測度、生理学的測度、生体力学的測度、社会学的測度、心理学的測度と多様である。したがって、この領域は必然的に学際的な性質をもつことになる (例えば、Williams & Franks, 1998; Williams & Reilly, in press を参照せよ)。心理学的観点から行われた調査によって、エキスパートの知覚スキルや認知スキルを初心者のそれと比較した場合に認められるアドバンテージとはどのようなものかが (まだ概略的なものではあるが) 記述されている。スポーツ-運動心理学者は「エキスパートは非エキスパートよりも知覚スキルが優れているのか?」、「それらのスキルや能力がトレーニングや練習の結果として向上するものなのか?」といった問題について検討している (例えば、Williams, Davids & Williams, 1999を参照せよ)。スポーツにおける知覚スキルについては既に幅広い知識が得られているが、記述的なレベルにとどまっている。知覚スキルのトレーニング可能性についてより詳細な検討を試みた研究もあるが、その数は少ない。本稿は、今後このテーマに関する新しい独創的な調査が進められていくための手引きとしてまとめられたものである。ここでは、知覚スキルをトレーニングによって向上させることが可能かを検討した一連の調査に関する詳細なレビューが提供される。これまでにさまざまなトレーニング法が試されているが、今回は2つのアプローチを取り上げ、両者のトレーニング効果について考察する。一方は、主にスポーツオプトメトリストによって支持されている一般的視覚スキルトレーニングプログラム (generalized visual skill training)、もう一方は、主にス

スポーツ—運動心理学者の支持を受けているより認知的な側面への介入 (intervention) を強調するアプローチである。また、知覚トレーニングプログラムのデザイン、実施、評価に関する問題についても議論し、今後の調査の方向性について提言を行う。最初に、スポーツにおける知覚的専門技能を理解するうえで重要な調査結果をいくつか紹介する。

## 2 スポーツにおける知覚的専門技能についての主要な調査結果

スポーツにおける知覚的専門技能についての初期の調査では、「熟練者は非熟練者よりも優れた視覚システムを有することによって特徴づけられる」という仮説が検討された。スキルレベルの異なる被験者の静止視力、動体視力、深視力、色覚および周辺視野といった一連の視覚能力が比較された (Hazel, 1995; Hitzeman & Beckerman, 1993; Loran & MacEwen, 1995; Stine, Arterbrun & Stern, 1982などのレビューを参照せよ)。明確な結論は出していないが、多くの研究者は「スポーツにおいては、必ずしもエキスパートが初心者よりも高性能の視覚的《ハードウェア》を備えているという訳ではない」という結論を支持している (Abernethy, Neal & Koning, 1994; Blundell, 1985; Hughes, Blundell & Walters, 1993)。少なくとも、熟練者と非熟練者との知覚スキルの差を一貫して適切に説明することができる単一の眼球運動パラメータが存在しないことは確かである (Williams, Davids & Williams, 1999のレビューを参照せよ)。

「熟練したパフォーマンスは、視覚システムのハードウェア的側面、すなわち、視力測定学的 (optmetric)、身体的特性と関係している」という主張を支持する経験的な証拠が得られないことを踏まえ、最近の研究者の多くは「知覚スキルは経験を通じて獲得される特別な知識あるいは《ソフトウェア》に依存する」という仮説の検討を始めた。これらの調査ではより確かな結果が得られており、熟練者が非熟練者よりも視覚情報に対する選択的注意、再認、分析、解釈などを効率的に行えることが示されている。例えば、熟練者は(a)プレイのパタンをより速く正確に再認できる (Allard, Gra-

ham & Paarsalu, 1980; Starkes, 1980; Williams & Davids, 1995), (b)パフォーマンスに関連する対象 (例えば, ボール) を背景ディストラクション刺激の中からより速く正確に検出することができる (Allard & Starkes, 1980; Starkes & Allard, 1983), (c)より効率的な視覚的探索方略, より多くの視覚的手がかりを利用して相手の動きを予測する能力に優れる (Abernethy, 1990; Vickers, 1992; Williams & Davids, 1998b; Williams, Davids, Burwitz & Williams, 1994), (d)与えられた特定の状況下で次に何が起こるかの予測をより正確に行える (Alain & Proteau, 1980; Alain & Sarrazin, 1990; Alain, Sarrazin & Lacombe, 1986) といったことが経験的証拠によって確かめられている。「熟練者が優れた視覚的ソフトウェアによって特徴づけられる」という仮説を支持する証拠は豊富にあり, 優れたレビューもいくつか発表されている (Abernethy, 1987, 1993; Starkes & Allard, 1993; Williams, Davids & Williams, 1999)。

本来, エキスパートの知覚スキルを支える高水準の認知的知識ベースは, 実際のプレイや練習, すなわち, スポーツ特定の経験を積んだ結果として向上していくものであって, 観察を通じて獲得されるものでもなければ (Williams & Davids, 1995を参照せよ), 発達や成熟の結果として獲得されるものでもない (Abernethy, 1988を参照せよ)。実践的な立場から見た場合に重要なのは, 「知覚スキルを向上させるための方法として, 長期間に渡る課題特定の練習を積む以外に, 別のトレーニング法があり得るか?」という問題である。より肯定的に言い換えるならば「もっと効率的に知覚スキルを向上させることのできるトレーニング法があり得るか?」ということになる (Abernethy, 1993)。

### 3 何をトレーニングすることができるのか?

コーチ, スポーツ専門医, 選手にとって「効果的な練習法や教授法について検討するうえで, これまでの研究で明らかにされている知覚スキルのソフトウェア的側面やハードウェア的側面に関する知識をどのように利用

できるのか？」というの重要な疑問である。この疑問に答える試みは多いとは言えないが、視覚のハードウェア的側面の重要性に注目する一般的視覚トレーニングプログラムによって視覚能力を向上させようとする試み、より認知的あるいはソフトウェア的側面に注目し、ビデオを使ったシミュレーションを利用して課題特定の知識を向上させようとする試みなどがある。このセクションでは、これら2つのアプローチについて詳細にレビューし、練習法や教授法を考える者にとってそれらの調査結果がどのような意味をもつかという観点から考察する。

### 3-1 視覚的ハードウェアをトレーニングする：一般的視覚トレーニングプログラムは有効か？

スポーツオプトメトリストは、ここ10年ほどの間に、視覚機能やスポーツパフォーマンスの改善を目的とする視覚トレーニングの開発に参加するようになってきた。商業的に利用可能なプログラムの例としては、Revien & Gabor (1981) の“スポーツビジョン”や Revien (1987) の“アイロビクス”などが挙げられる。その宣伝文句によれば、これらの視覚トレーニングプログラムによって深視力、視力、周辺視といった臨床的テストにより測定される標準的な視覚能力を改善することが可能で、その改善はスポーツ領域に直接転移する（すなわち、スポーツパフォーマンスの向上につながる）とされている。これらのプログラムは一見魅力的であるが、その効果を支持する証拠の多くは逸話的なものであり、経験的な証拠は少ない。

これらのプログラムの有効性が支持されるには以下の3点が前提となる。(1) 熟練者は非熟練者よりも優れた視覚能力によって特徴づけられる、(2) 視覚スキルはトレーニングを通じて向上させることができる、(3) 視覚機能の改善はスポーツパフォーマンスの改善に転移する。視覚能力とスポーツパフォーマンスの関係はいくつかの調査によって検討されているが、第1の前提を支持する経験的証拠は少ない (Williams, Davids & Williams, 1999)。一般的視覚スキルトレーニングによって視覚機能が改善されるとい

う第2の前提について検討した研究も少ない。トレーニングによって視覚機能が改善されるとしても、それがスポーツの領域に転移するという第3の前提について検討した研究はさらに少ない。

視覚能力がトレーニングによって向上し得ることを示唆する証拠はいくつかある (Kluka, Love, Hammack & Wesson, 1996; Long & Riggs, 1991; Wood, Wild, Hussey & Crews, 1987; Worrell, 1996)。しかし、視覚トレーニングをスポーツに応用することで、どのような効果が得られるかを予想するのは難しい。例えば、そうしたトレーニングによって視覚機能に顕著な改善が認められるのは、ノーマルな視覚機能を有する健常者ではなく、視覚障害をもつ患者である (American Optometric Association, 1988)。既にノーマルかそれ以上のレベルの視覚機能を有する人々には“天井効果”が生じるため、あるレベル以上の改善は難しいだろう。また、大部分の研究では、視覚機能の改善度(トレーニング効果)をテストするための課題として、トレーニングで使用された課題かそれと類似した課題が利用されている。したがって、たとえトレーニングによって改善が見られたとしても、その変化が視覚機能の真の改善であるか、それとも課題に慣れたことによる副次的な効果なのかを判断するのが難しい。少数ではあるが、臨床場面で観察されたトレーニング後の視覚機能の改善がスポーツ領域に転移するかどうかを検討した研究もある。これは、そうしたトレーニングが実際にスポーツパフォーマンスの向上に有効なのかに関心をもつ人々にとっては重要な問題である。標準化された視覚トレーニングやセラピープログラムが、スポーツにおける知覚スキルを向上させる有効な方法として支持を得るためには、転移についての経験的な証拠が必要となる。

最近、この重要な問題を扱った研究が実施された (Cohn & Chaplik, 1991; McLeod, 1991; West & Bressan, 1996)。これらの研究では、適切な統制群を設けるとともに、スポーツ特定の測度を利用してトレーニングがパフォーマンスに及ぼす効果(転移効果)の検証が試みられている。しかし、視覚トレーニングの有効性を支持する結果はほとんど得られていない。例

例えば、Wood & Abernethy (1997) では、4週間に渡る臨床ベースのスポーツビジョントレーニングプログラムがテニスのパフォーマンスに及ぼす効果が検証された。被験者として、トレーニング群 (視覚トレーニング)、プラセボ群 (文章を読む) および統制群 (フィジカルトレーニング) の3群が設けられた。トレーニング効果の査定には、標準的な視覚検査に加え、テニスに特定の知覚テスト、運動熟練度テスト (フォアハンドドライブなどの運動課題) が使用された。トレーニング後の視覚機能や運動パフォーマンスの改善は明らかであったが、トレーニング群と他の2群の間に有意差は認められなかった。この結果から、観察された改善が有意なトレーニング効果ではなく、テスト場面への慣れによるものであったことが示唆される。類似の調査デザインを用いた Abernethy & Wood (in press) の追跡研究では、2種類のスポーツビジョンセルフトレーニングの効果が検証された。その結果、視覚機能、知覚スキル、運動パフォーマンスに関する測度のいくつかに有意なトレーニング効果が認められたが、群の効果はやはり認められなかった。これら2つの研究に対して批判がない訳ではないが (例えば、サンプルサイズが小さい; 初心者のみを被験者にしている; トレーニング期間が比較的短い; 運動スキルの測定に使用された測度の妥当性への疑問)、スポーツオプトメトリストが支持している一般的視覚トレーニングプログラムによる視覚機能や運動パフォーマンスの改善が、テストへの慣れ以上のものでないことを示唆する結果と言える。

Abernethy & Wood (in press) は、これらのプログラムによって視覚機能、知覚スキル、運動パフォーマンスが向上しにくい理由をいくつか指摘している。第1に、必ずしも熟練者が非熟練者よりも優れた視覚的システムを備えている訳ではなく、スポーツパフォーマンスが視覚的ハードウェアによって大きく制約されるものではないという可能性が考えられる。第2に、こうしたトレーニングでしばしば推奨されている標準的な視覚エクササイズでは、視知覚システムと行為システムとが分離されているため、学習者はパフォーマンス向上にとって重要な知覚変数と行為変数との密接な

機能的カップリングを成立させることが難しい (Gibson, 1979; Michaels & Carello, 1981)。第 3 に、それらのトレーニングは特定のスポーツに特化したものではないため、スキル獲得にとって本質的に不可欠な“練習の状況特異性”が欠けている (Proteau, 1992; Proteau, Teremblay & Dejaeger, 1998)。結論として、少なくともこれらの視覚促進プログラムの妥当性が逸話的証拠ではなく経験的証拠による十分な支持を得るまでは、スポーツオプトメトリストは視覚的パフォーマンスのスクリーニングや視覚矯正といった通常業務以上のサービスの提供には慎重な態度をとるべきである。

### 3-2 視覚的ソフトウェアをトレーニングする：スポーツ特定の知覚トレーニングプログラムは有効か？

スポーツにおける知覚スキルの基盤となる視覚的ソフトウェアのトレーニング可能性については、これを支持する経験的証拠が数多く提出されている。前述したように、熟練者は初心者と比較して、文脈的情報（例えば、視覚的手がかり、パターン再認）に基づいて相手の動きを予測する能力に優れ、所与の状況セット（例えば、状況的可能性についての知識）に基づいて「次に何が起こりそうか」を正確に予測することができる。こうした知覚スキルの差は、エキスパートが経験を通じてそのスポーツに特定の知識ベースを拡張してきた結果だと考えられることから、この視覚的ソフトウェアの向上がパフォーマンスの制約要因である可能性は高いと言える。この《ソフトウェア》仮説は経験的な証拠によって支持されている。また、この仮説に基づいた、スポーツに特定の知覚スキルの改善を目的とした介入的なトレーニングプログラムも考案され、その実践的な有用性の検証が試みられており、その多くで肯定的な結論が得られている。Table 1 は最近実施された研究のデザイン上の特徴と実験結果をまとめたものである。

フィールドベースのトレーニングもいくつかあるが (Adolph, Vickers & Laplante, 1997; Day, 1980; Grant & Williams, 1996), 典型的なアプローチはビデオベースシミュレーションである。このアプローチでは、ゲーム中の



競技者の視点から撮影された適当な場面（例えば、テニスのサーブ、フィールドホッケーのペナルティフリック）が、さまざまなレベルの教示やフィードバックとともに被験者に提示される。フィードバックの種類や提示の仕方はプログラムによって異なる。プログラムの全セッション終了後に反応の正確性に関する結果がフィードバックされるだけのプログラムもあれば (Burroughs, 1984; Haskins, 1965), セッション毎に「キーとなる手がかりは何か」、「その手がかりと後続のパフォーマンスとはどのように関連しているのか」といった明確な教示がフィードバックされるプログラムもある (Christina, Baressi & Shaffner, 1990; Farrow, Chivers, Hardingham & Sachse, 1998; Williams & Burwitz, 1993)。後者のアプローチでは、特定のタイミングでビデオを停止して学習者にその後続く結果を特定させることによって、さまざまな情報手がかりと最終的な行為の結果とがどのようにリンクしているかを明確に理解させることができる。例えば、初心者のサッカーゴールキーパーを対象とした Williams & Burwitz (1993) では、ビデオシミュレーションを使って、ペナルティキックのコースとそれを予測するうえでキーとなる姿勢手がかりとの関係が強調された。予測のキーとなる手がかりとは、キッカーの腰の位置およびボールに触れる直前の胴と足の角度であった。90分間のビデオシミュレーション終了後、被験者の予測能力はセッション前と比較して有意に改善された。

より最近行われた Farrow, Chivers, Hardingham & Sachse (1998) では、テニスプレイヤーのサーブ場面が実物大のビデオ映像として被験者（トレーニング群）に提示された。被験者は、サーブ前の準備的な動作やサーブアクションを手がかりにしてサーブのコースを予測し、それに応じたシャドウストローク反応を行うことを求められた。従属変数として、反応開始時間と判断の正確性が記録された。4週間以上に渡るトレーニングでは、ビデオの一時停止機能を使ってコースを予測するうえでキーとなる手がかり（相手の姿勢、ボール、ラケット）が強調された。被験者はそれらを手がかりにしてサーブのコースやタイプを予測するよう求められた。1試行終わる毎

Table 1<sup>2)</sup> 最近発表された知覚トレーニング研究の要約, 調査デザインおよび主な調査結果

著者	発表年	スポーツ	被験者	群			実験室テスト	転移テスト	結論
				実験群	統制群	ラセボ群			
Farrow Chivers Hardingham Sachse	1998	テニス ・サーブ	初心者 24人	・15分間のセッション×8 (4週間) ・ビデオベースシミュレーション トレーニング ・キーとなる手がかりを強調 ・試行毎にフィードバック提示	・事前/事後テストのみ参加 (4週間) ・プロの試合をビデオ観戦 ・観戦した試合に関する質問	・ビデオベースの予測 テスト ・運動反応のテスト	なし	・ビデオベースの予測テストにおいて、実験群のみ反応速度が有意に改善された ・反応の正確さについては群間に差は認められなかった	
McMorris Hauxwell	1997	サッカー ・ペナルティキック	初心者 30人	・トレーニング (250 or 500 試行) ・キック直前の場面で観戦可能な手がかりに関する教示文を提示	・事前/事後テストのみ参加	・ビデオベースの予測 テスト ・筆記テスト	なし	・予測テストにおいて、実験群のみパフォーマンスが有意に改善された ・250試行群と500試行群の間に差は認められなかった ・事後テストにおいて、実験群のみ有意な改善が観察された	
Williams Burwitz	1993	サッカー ・ペナルティキック	初心者 10人	・ビデオベースシミュレーション トレーニング (90分間) ・キーとなる手がかりを強調 ・試行毎にフィードバック提示	・事前/事後テストのみ参加	・ビデオベースの予測 テスト ・筆記テスト	なし	なし	
Singer Cauraugh Chen	1994	テニス ・サーブ ・パッシング	初心者 34人	・実験室セッション (20分間) ×3 ・ビデオベースシミュレーション トレーニング ・オンコートセッション (20分間) ×6 ・キーとなる手がかりを強調 ・試行毎にフィードバック提示	・実験室セッション (20分間) ×3 ・ビデオベースシミュレーション トレーニング ・試行毎にフィードバック提示 動作の模倣さ・軽快さについて指導	・ビデオベースの予測 テスト ・言語反応	なし	・予測テストにおいて、実験群のみパフォーマンスが有意に改善された ・オンコート判定では、いずれ群にもトレーニング前後でパフォーマンスに差は認められなかった	
Stenberg Frehlich Wang		シヨット							
Taylor Burwitz Davids	1994	バドミントン ・サーブ	初心者 16人	・トレーニングセッション (60分間) ×1 ・ビデオベースシミュレーション ・キーとなる手がかりを強調 ・フィードバックを提示	・トレーニングセッション (60分間) ×1 ・ビデオベースシミュレーション ・試行毎にフィードバック提示	・ビデオベースの予測 テスト ・運動反応	ビデオ分析による評定 (オンコート)	・実験室テスト、オンコート評定のいずれにおいても、実験群のみパフォーマンスが有意に改善された	
Adolphe Vickers La Plante	1997	バレーボール ・サーブ ・リターン	国際レベル選手 9人	・オンコートトレーニングプログラム (6週間) ・視覚的注意およびボール追跡能力の改善に焦点を絞る	なし	なし	なし	・事後テストにおいて、ボールへのコンタクト直前の視覚的追跡と注視注視と身体運動を記録	
Franks Hanvey	1997	サッカー ・ペナルティキック	経験者 18人	・キーとなる手がかりを強調 ・ビデオベースシミュレーション	・シミュレーション用のビデオを視観するだけ	・ビデオベースの予測 テスト ・ボタン押し反応	なし	・事後テストにおいて、予測の正確性が有意に向上した	
*Starkes Lindley	1994	バスケット ・オーブンプレイ	初心者 18人	・トレーニングセッション (30分間) ×6 ・ビデオベースシミュレーション ・フィードバックを提示	・事前/事後テストにのみ参加	・ビデオベースの予測 テスト ・言語反応	なし	・実験群のみ、正確性と反応時間が有意に改善された	

Table 1 のつづき

*Christina Baressi Shafner	1990	アメリカン フットボール	経験者 1人	・4週間のトレーニングプログラム ・ビデオベースシミュレーション ・質疑応答セッション ・フィードバックを提示	なし	なし	・ビデオベーステスト ・ジョイスティック反応	・反応時間にはトレーニングによる 変化は認められなかった ・反応の正確性は有意な改善された
*Grant Williams	1996	サッカー ・オープン プレイ	初心者 16人	・トレーニングセッション (2時間) ×3 ・スキル練習 ・ミニゲーム ・キーとなる手がかりを強調 ・フィードバックを提示	なし	なし	・オンコートで ・トレーニング後、実験群のみ、反応 の正確性が有意に改善された (ミニゲーム)	

\*これらは知覚スキルではなく意思決定スキルのトレーニングを扱った研究であるが、内容的に今回のレヴェューの目的と重なる部分が多いため、まとめて掲載  
することにした。

2) ビデオベースシミュレーションとは、撮影・編集されたプレイ場面のビデオを教材として、特定の場面での適切なプレイにつ  
いての判断、次に起こりそうな状況を予測するうえで重要な手がかりの知覚などを向上させるとを目的としたトレーニングであ  
る。被験者に与えられる教示(フィードバック)の内容や種類は各トレーニングにより異なる。ビデオベーステストとは、ト  
レーニングに使用されたものと類似のビデオを被験者に観察させ、その判断能力や予測能力を測定するテストである。オンコー  
トテストとは、ビデオではなく実際のプレイ場面を被験者に観察させ、同様の能力を測定するテストである。

に、実際のストローク結果（正解）がフィードバックされた。トレーニングが進むにしたがって画像の呈示時間は徐々に短縮された。トレーニングの効果を明確にするためプラセボ群と統制群という 2 つの対照群も設けられた。前者は、トレーニング群がトレーニングに費やしたのと同じ時間、プロテニスプレイヤーの試合をビデオで観戦した。後者はトレーニング実施前と実施後に行われるテスト（それぞれ、事前テスト [pretest]、事後テスト [posttest] と呼ぶ）のみに参加した。その結果、事後テストにおけるトレーニング群の反応時間は、予測力の改善を反映して、統制群やプラセボ群よりも速かった。ただし、反応の正確性については群間で差は認められなかった。

Farrow *et al.* (1998) は方法論も独創的であり、肯定的な研究結果も得られているので、知覚トレーニングを扱った研究としては重要なものであるが、いくつかの問題点も残されている。例えば、この調査ではトレーニングの前後でテストが行われているが、統制群とプラセボ群では、事前テストよりも事後テストの方が反応時間は遅延し、正確性も低下した。事後テストにおいてトレーニング群との間に認められた有意差は、プラセボ群と統制群の動機づけの低下に起因しているのかもしれない。別の可能性として、テストのそのものの信頼性が低いことも考えられる。事後テストのデータを見ると、事前テスト時に比べて、プラセボ群の反応時間は 80 ms 遅延、正確性は 8.9% 低下、統制群では反応時間は 40 ms 遅延、正確性は 14.9% 低下という結果であった。テストの信頼性の低さは、トレーニング群のデータに明らかなスピードと正確性のトレードオフが認められることから示唆される。事後テストにおいて、トレーニング群の反応時間は事前テスト時に比べて 80 ms 速くなったが、逆に、正確性は 20% 低下した。また、トレーニング群の事後テストにおける成績は、プラセボ群および統制群の事前テストにおける成績を有意に上回るものではなかった。その他の問題として、ビデオ（サンプリング周波数 50 フレーム/秒）を使って反応時間が記録されたこと（測定誤差 =  $\pm 28.3$  ms）、運動開始時間を査定するための

客観的な基準が査定者内あるいは査定者間で一定していなかったことなども挙げられる。

ここまで紹介してきたのはいずれも介入的プログラムによって知覚スキルを向上させることができるという潜在的な可能性を強調した研究である。ただし、調査手続き等に関して批判的な指摘を受けている研究も多いため、トレーニングの有用性に関する評価は未だに確立されているとは言えない。例えば、プラセボ群（例えば、文章を読む）や統制群（例えば、トレーニングビデオを単純に観賞する）を設けるという手続きが軽視される傾向が最近の研究にも見られる。対照群の設定は、事後テストで認められた改善が、テスト状況への慣れではなく有意なトレーニングの効果であることを保証するための重要な手続きである。また、トレーニングが実際のスポーツ場面におけるパフォーマンスを促進するかどうかを検証するための適切な転移テストが行われないことも多い。転移テストは、トレーニングによる何らかの改善がゲーム状況に転移するかを検証するための基本的な手続きである。幸い、これらの問題点を考慮した研究もいくつかあり、スポーツ特定のトレーニングプログラムの実践的な有用性を支持するさらなる証拠を提供している (Adolph, Vickers & Laplante, 1997; Franks & Hanvey, 1997; Singer, Cauraugh, Chen, Steinberg, Frehlich & Wang, 1994; Starkes & Lindley, 1994; Tayler, Burwitz & Davids, 1994)。

転移テストを含んだ初期の研究の1つは Starkes & Lindley (1994) によって行われた。競技はバスケットボールであり、被験者はトレーニング群と統制群のいずれかに振り分けられ、両群のトレーニング前後の反応の差がビデオベーステストとオンコートテストによって査定された。ビデオベーステストでは、被験者に短いビデオクリップが提示された。ある時点で映像が停止され、その時ボールを持っている選手が次に行うべき適切な攻撃動作（例えば、シュート、ドリブル、パス）は何かを答えるのが課題であった。判断の正確性と回答までの反応時間という2つの従属変数が測定された。オンコートテストでは、被験者はバスケットコートで一連の《生の》

攻撃的プレイを観察した。実験協力者であるプレイヤーは予め決められている一連のプレイを行い、それを終えた時点でその位置に《一旦停止》するよう求められた。被験者の課題は、そのプレイヤーが次に行うべき適切な動作は何かを答えることであった。被験者のパフォーマンスの正確性は、経験豊かなコーチ群が定めた反応適切性の基準と比較することで査定された。トレーニング群は30分間のトレーニングセッション（ビデオベースシミュレーション）を受けた。トレーニング用ビデオはテストで使用されるものとほとんど同じであった。ただしトレーニングでは1つのクリップ（試行）が終了する毎に、反応時間と正確性に関するフィードバックが与えられた。統制群は事前および事後テストにのみ参加した。

ビデオベーステストにおいて、トレーニング群の事後テストにおける反応の正確性と反応時間は、統制群に比べると有意に改善された。しかし、この研究の統制群はトレーニングビデオを観ていないことから、トレーニング群における反応時間や正確性の改善が真のトレーニング効果ではなくテスト場面への慣れに起因している可能性が残る。この可能性を否定するためには、より適切な統制群（トレーニングビデオを観るだけでフィードバックは何ら与えられない）を設ける必要がある。また、オンコートテストでは、反応の正確性および反応時間に改善はいずれの群にも認められなかった。

Starkes & Lindley (1994) は、オンコートテスト（転移テスト）でトレーニング効果を支持する結果が得られなかった理由をいくつか指摘している。サンプルサイズが小さかったこと、事後テストの試行数が少なかったこと、事前テストの時点で既に両群間に差が認められていたこと、そして、転移テストで使用された測定法のセンシティブリティが低かったこと等である。ここで指摘されている問題点を見ると、適切な転移テストを作成することがいかに難かしいかが分かる。転移テストは、容易に実施することができて、実際のゲーム場面であるかのような現実的な感覚をもち、さらに、トレーニングとテストいずれの場面でも同じ従属変数が測定可能でなければならない。

転移テストを含む調査は Singer *et al.* (1994) や Tayler, Burwitz & Davids (1994) によっても行われている。Singer とその共同研究者たちは、3 週間に渡るトレーニングプログラムを実施し、その前後で知覚スキルを査定した。スキルの査定には、実験室でのテニスシミュレーションテストとオンコートテストが使用された。実験室ベースのテストにはビデオベースのシミュレーションも含まれていた。被験者はサーブのタイプや方向、グラウンドストロークの方向などを速く正確に予測することを求められた。別のテストでは、実際の試合のビデオ映像から選択された一連のシーケンスが被験者に提示され、プレイ途中のある時点で映像が一時停止された。ここで被験者は、映像停止時点から後に何が起こりそうかを予測することを求められた。オンコートテストでは、11項目からなる主観的評価尺度によって知覚スキルが査定された。被験者は3種類のゲーム状況でテストを受け、2人の評定者がそれを観察した。被験者は知覚トレーニング群とフィジカルトレーニング群のいずれかに振り分けられた。知覚トレーニング群は、事前および事後テストで使用されるものとよく似た試合のビデオを観戦しながら、パフォーマンスに関するフィードバックやショットのタイプや方向を予測するのに有用な視覚的手がかりについてアドバイスを受けた。オンコートトレーニングでも、2人のインストラクターからほぼ同様のアドバイスを受けた。これに対し、フィジカルトレーニング群は、知覚トレーニング群と同じテープを観戦したが、手がかりに関するアドバイスは受けなかった。オンコートトレーニングでは、身体的な敏捷性やコンディション調整に関するアドバイスを受けた。

その結果、実験室で行われた事後テストにおいては、知覚トレーニング群の方がフィジカルトレーニング群よりも速く正確な判断を行えるようになった。知覚トレーニング群には、テスト場面に慣れてはいるが知覚スキルについて具体的なアドバイスを受けていないフィジカルトレーニング群と比較して、予測スキルの有意な改善が観察された。しかし、オンコートテストでは有意なトレーニング効果は認められなかった。これは、ビデオ

を使ってトレーニングされた知覚スキルがパフォーマンスの文脈には転移されない可能性を示す結果と見ることもできる。しかし Singer *et al.* (1994) はトレーニング効果が認められなかった原因を、測定法のセンシティブティの低さや評定の主観性 (2 人の評定者間の信頼性係数が  $r=.73$  と低かった) に帰している。

Taylor とその共同研究者たち (1994) によるバドミントン初心者を対象とした研究では、より有望な結果が得られている。トレーニング前後で、サーブの方向や深さについての予測能力がどの程度改善されるかが、ビデオテストおよびフィールドテストで査定された。被験者は、実験室内ではほぼ実物大の映像として提示される相手プレイヤーのサーブに対応して、適切な動作をすることを求められた。すなわち、被験者の目前には天井から 5 つのシャトルコックがぶら下げられており、相手からのサーブと位置的に一致するもの 1 つを適切なタイミングで打つよう求められた。被験者の背後に設置されたビデオカメラで、運動開始時間とその正確性が記録された。オンコートテストでは、実際のゲーム状況でのサーブリターンを求められ、ビデオテストと同じ測度が記録された。トレーニング群は 60 分間のビデオシミュレーションに参加し、サーブの方向や深さを予測する手がかりを指導された。統制群にも同じプロトコルが与えられたが、手がかりの利用の仕方は指導されなかった。

Figure 1 と Figure 2 は予測能力についての実験室 (ビデオ) テストとフィールド (転移) テストの結果で、トレーニング前後で運動開始時間や反応の正確性がどの程度改善されたかを示している。統制群にはパフォーマンスの改善が認められないことから、トレーニング群におけるパフォーマンスの有意な改善は、テストへの慣れあるいはプラセボ効果ではなく、有意なトレーニング効果であると言える。ただし、この研究には測定機器の時間解像度の低さという問題点が残されている。トレーニング群の運動開始時間がトレーニング後の方が速くなったことは実験室テストとフィールドテストの両方で確かめられており、事前テストと事後テストでの運動開



始時間の差の平均値は 16 ms であった。しかし、この値は、ビデオ分析によって運動開始時間を測定する場合の典型的な測定誤差 ( $\pm 28.3$  ms) よりも小さい値である。これが今後の調査において解決されるべき問題の 1 つ

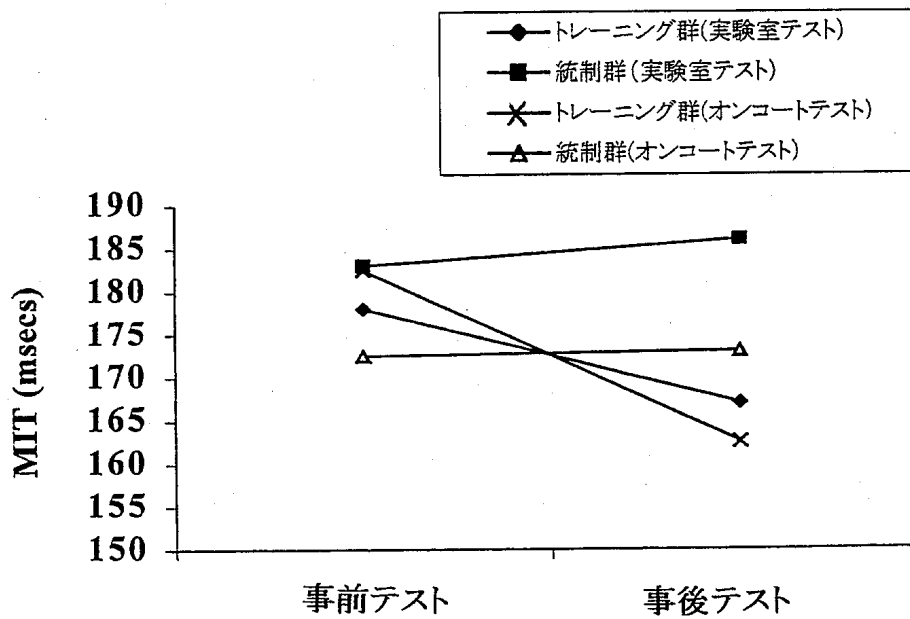


Figure 1. トレーニング群および統制群の事前テスト・事後テストにおける運動開始時期 (movement initiation times: MIT).

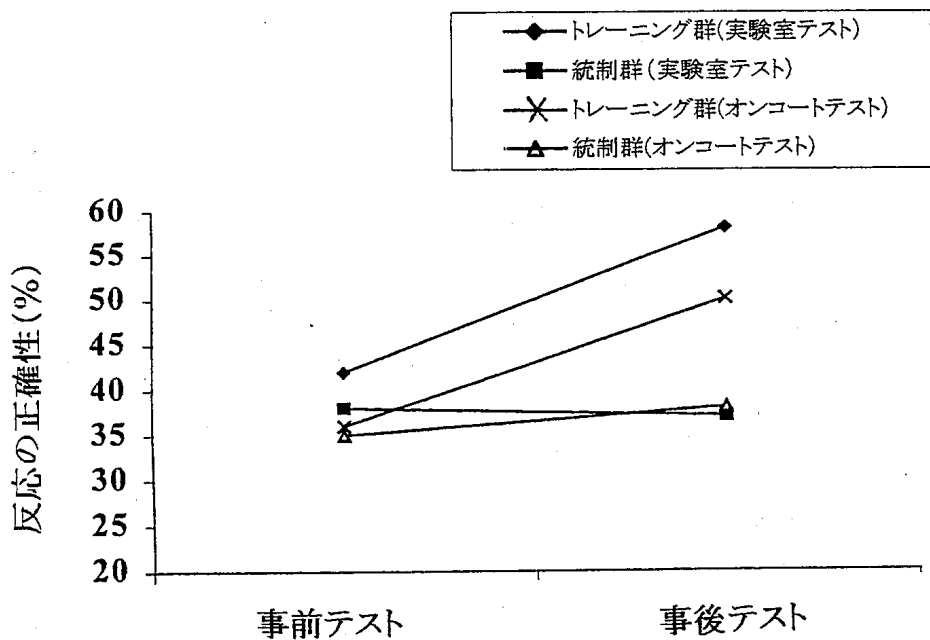


Figure 2. トレーニング群および統制群の事前テスト・事後テストにおける反応の正確性 (response accuracy).

であることは明らかである。とは言え、この研究で反応の正確性がトレーニングによって有意に改善されることが確認されたことにより、適切な統制条件を設けることの重要性が改めて示唆されたと言える。

以上をまとめると、「視覚的ソフトウェアを向上させるうえでシミュレーションが有効な役割を果たす」という主張を支持する証拠は、一般的視覚トレーニングプログラムの有効性を支持する証拠より強力だと言える。第 1 に、パフォーマンスレベルの異なる被験者を比較すると、知覚スキルを支える視覚的ソフトウェアに一貫した差が認められることが多くの調査によって確認されていることから、ソフトウェアがスポーツパフォーマンスのレベルを制約する重要な要因であることが示唆される。第 2 に、事後テストにおいて認められたパフォーマンスの改善がトレーニングによる有意な効果であることが、トレーニング群と統制群を実験室条件下で比較した研究によって示されている。しかし、学習の転移をどのように査定するかという重要な問題については未だに有効な解決策は示されていない。妥当性の高い転移テストを作成しようという試みは、少数の研究者によって開始されたばかりである。いずれにしても、知覚トレーニングの有効性について確かな結論を得るためには更なる調査が必要となる。本稿の最後のセクションでは、今後調査を進めていくうえで有望と考えられる研究手法のいくつかに焦点を当てる。

### References

- Abernethy, B. (1987) Anticipation in sport: A review. *Physical Education Review*, **10**, 5-16.
- Abernethy, B. (1988) The effects of age and expertise upon perceptual skill development in a racquet sport. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, **59**, 210-221.
- Abernethy, B. (1990) Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, **19**, 63-77.
- Abernethy, B. (1993) The nature of expertise in sport. *Paper presented at the 7th International Society of Sport Psychology Conference*, Lisbon, Portugal.
- Abernethy, B. & Wood, J. M. (in press) Do generalized visual training programs for

- sport really work?: An experimental investigation. *Journal of Sports Sciences*.
- Abernethy, B., Neal, R. J., & Koning, P. (1994) Visual-perceptual and cognitive differences between expert, intermediate, and novice snooker players. *Applied Cognitive Psychology*, 8, 185-211.
- Adolphe, R. M., Vickers, J. N., & Laplante, G. (1997) The effects of training visual attention on gaze behaviour and accuracy: A pilot study. *International Journal of Sports Vision*, 4, 28-33.
- Alain, C., & Proteau, L. (1980) Decision making in sport. In C. H. Nadeau, W. R. Halliwell, K. M. Newell, & G. C. Roberts (Eds.), *Psychology of motor behavior and sport* (pp. 465-477). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Alain, C., & Sarrazin, C. (1990) Study of decision-making in squash competition: A computer simulation approach. *Canadian Journal of Sport Science*, 15, 193-200.
- Alain, C., Sarrazin, C., & Lacombe, D. (1986) The use of subjective expected values in decision making in sport. In D. M. Landers (Ed.), *Sport and elite performers* (pp. 1-6). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Allard, F., & Starkes, J. L. (1980) Perception in sport: Volleyball. *Journal of Sport Psychology*, 2, 22-33.
- Allard, F., Graham, S., & Paarsalu, M. L. (1980) Perception in sport: Basketball. *Journal of Sport Psychology*, 2, 14-21.
- American Optometric Association (1988) Future of visual development/performance task force. Report on the efficacy of optometric vision therapy. *Journal of American Optometric Association*, 59, 95-105.
- Blundell, C. & Fleury, M. (1985) The contribution of vision to the learning and performance of sports skills: part 1: The role of selected visual parameters. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 17, 3-11.
- Burroughs, W. A. (1984) Visual simulation training of baseball batters. *International Journal of Sport Psychology*, 15, 117-126.
- Christina, R. W., Baressi, J. V., & Shaffner, P. (1990) The development of response selection accuracy in a football linebacker using video training. *The Sport Psychologist*, 4, 11-17.
- Cohn, T. E. & Chaplik, D. D. (1991) Visual training in soccer. *Perceptual and Motor Skills*, 72, 1238-1240.
- Day, L. J. (1980) Anticipation in junior tennis players. In J. Groppe & R. Sears (Eds.) *Proceedings of the International Symposium on the Effective Teaching of Racquet Sports* (pp. 107-116). Champaign, IL: University of Illinois.
- Ericsson, K. A. (1996) (Eds.) *The road to excellence*. New Jersey: Lawrence Erlbaum

Associaters.

- Farrow, D., Chivers, P., Hardingham, C., & Sachse, S. (1998) The effect of video-based perceptual training on the tennis return of serve. *International Journal of Sport Psychology*, **29**, 231-242.
- Franks, I. M. & Hanvey, T. (1997) Cues for goalkeepers: high-tech methods used to measure penalty shot response. *Soccer Journal*, May/June, 30-38.
- Gibson, J. J. (1979) *An ecological approach to visual perception*, Boston, MA: Houghton-Mifflin.
- Grant, A. & Williams, A. M. (1996) Training cognitive decision-making in intermediate youth soccer players. *Unpublishd manuscript, Liverpool John Moore University*.
- Haskins, M. J. (1965) Development of a response-recognition training film in tennis. *Perceptual and Motor Skills*, **21**, 207-211.
- Hazel, C. A. (1995) The efficacy of sports vision practice and its role in optometry. *Clinical and Experimental Optometry*, **78**, 98-105.
- Hitzeman, S. A. & Beckerman, S. A. (1993) What the literature says about sports vision. *Optometry Clinics*, **3**, 145-159.
- Housner, L. D. & French, K. E. (1994) (Eds.) Expertise in learning, performance and instruction in sport and physical activity. *Quest*, **46**, 2.