

瞬間視の能力のトレーニング効果

入力系の体力

橋 本 晃 啓

(受付 2008 年 10 月 31 日)

はじめに

運動を、情報の入力から筋による出力までの過程ととらえた場合、「見ること」すなわち視覚による情報入力が運動パフォーマンスの要素であることは間違いない。したがって、「見ること」の能力が運動パフォーマンスの質を決める重要な要素であるかどうかを検討することは、競技力強化の観点から必要な作業である。質の高いパフォーマンスのために重要な要素であり、訓練が可能なものであれば、そのトレーニング方法を編み出さなければならないし、訓練が不可能であれば、先天的に能力の高いタレントを発掘しなければならない。反対に、パフォーマンスの質に大きな効果をもたらさないことが明らかになれば、訓練可能性は重要な検討課題にはならない。

「見ること」の能力といっても、サッカーやバスケットボールなどにおいてパスをするコースを見出すといったように、特有の文脈で「見ること」ができる、いわゆる領域に特殊なものと、一般的に視力検査として測定されている静止視力のように、領域特殊ではない能力がある。

領域に特殊な「見ること」、特に探索することの能力に関して、Ward and Williams (2003) は、サッカーについて、競技能力の高い選手がそうでない者よりも、パスを受けるのにより位置にいるプレイヤーを正しく探し出すことを明らかにしており、この能力が質の高いパフォーマンスに関係することを示唆している。彼らの実験課題は、映像が静止してから20秒間に最適なプレイヤーを探索するものであった。

一方 Starkes (1987) は、フィールドホッケーについて、1/60秒間にボールが静止画像に写っていたかどうかを正確に発見する課題で、競技能力による差は認められなかったとしている。ここでは、競技能力の異なるいずれの群も80%前後の非常に高い正答率を示した¹⁾。こ

1) Theeuwes (1992) は、緑色の円の中にあるターゲットを探索する課題で、赤色の円やダイヤモンド型の中から見つけるのは容易であるが、ひとつの赤色のダイヤモンド型と5つの緑色のダイヤモンド型の中から見つけるのは困難であることを示し、探索における色の優位性を明らかにしている。Starkes (1987) や Allard and Starkes (1980) の用いた静止画像がどのようなものか明らかではないが、ボールが他の要素と異なって際立った色であった場合、場面の構造や熟練度とは関係なく、Theeuwes が明らかにした効果に基づいて非常に高い正答率につながったという可能性は考えられる。

れは、一見して、競技能力と領域に特殊な視覚探索能力との関係について、Ward and Williams の結果を支持していないように見えるが、以下のように、より重要な示唆を含んでいる。

Starkes は同じ論文の中で、ゲーム場面の再生に関する実験では構造的な場面と非構造的な場面を8秒間提示しており、シュートコースの予測に関する実験ではVTRでの情報提示を行っている。この2つの提示条件は、Ward and Williams と同様に、プレイヤーとプレイヤーまたはプレイヤーとボールとの関係などを探索できる時間が長く、文脈的な情報を得ることができるとされるものである（結果としては、いずれも熟練者のほうがよい成績を示している）。

Starkes (1987) の研究の枠組みは、領域特殊-非特殊を対比させるというものであり、上述のボール発見課題の実験では、領域に特殊な瞬間視の能力を検討しようとしたようである。しかし、瞬間的なボールの探索でどの程度領域に特殊な文脈を「見ること」ができたかについては疑問が残る。

というのは、この研究より以前に彼女は、Allard との共同研究において (Allard and Starkes, 1980)、バレーボールについて、1/60秒間にゲーム場面とそれ以外の場面（タイムアウト・ウォーミングアップ中・開会式・テーピング中など）の静止画像にボールが写っていたかどうか正確に発見する課題で実験を行っている。このときの発見正答率は、熟練者と未熟練者の、それぞれゲーム場面とゲーム以外の場面のすべてにおいて85%を超えていた¹⁾。結果として、大学のバレーボール部員とそうではない大学生との間の正答率に差が認められなかったとしており、これは Starkes (1987) と同様の結果である。しかし重要なことは、ゲーム場面とそうではない場面での正答率に、バレーボールの熟練者と一般の大学生の両方とも、差が認められなかったことが明らかにされている点である²⁾。

後者の結果は、ゲーム場面に含まれている、ボールとプレイヤーその他の要素との間の文脈的または構造的意味の関係が、情報として被験者に伝わらなかったのではないかということ推測させる。Ward and Williams (2003) のいくつかの対象から最適なもの時間をかけて探索する課題と比較して、Starkes (1987) のたったひとつのボールがあるかないかを瞬間的に発見する課題は、領域特殊な課題としては妥当なものではなかったのではないかと思わ

2) Allard and Starkes (1980) は、第2実験において、ゲーム以外の場面を上下ひっくり返したものを素材として同じ実験を行い、ゲーム場面とこの場面との間に発見正確性の差が認められ、場面に構造上の違いがありゲーム場面には文脈があるように考察している。しかしながら、この実験では、ゲーム面で、バレーボール部員とそうではない大学生との間に発見正確性の差が認められたとしている。(ゲーム以外の場面を上下ひっくり返さないで素材とした) 第1実験で、ゲーム場面において認められなかった熟練者と未熟練者の間の差が第2実験ではあらわれたことになるのであるが、このことに関する考察がなされていない。この相容れない結果からすれば、提示素材の構成など、実験方法それ自体に何らかの問題があった可能性を否定できない。

れる。

領域に特殊なもので、構造的な関係を持つ瞬間視の実験課題を構成するとすれば、たとえばサッカーの場面で、どのオフenseプレイヤーがディフェンダーの背後に回っているかを瞬間的に探索する課題が考えられる。しかし現実には、その場面より時間的に前に出現した文脈的な情報がこの探索に及ぼす、いわゆる系列的効果があり、こちらのほうがより重要であるかもしれない。系列的情報を排除した課題を用いるのであれば、ことさらにプレイ場面を取り上げて領域特殊に固執するよりも、領域に特殊ではない実験課題で十分だと考える。領域に特殊な瞬間視の研究があまり見られないのは、このことによるのではないだろうか。

橋本（2003）は、領域に特殊ではない瞬間視の課題において、バスケットボールの競技能力の高い選手が一般の大学生よりも成績がよく、また格闘技の有段者が段位を持たない者よりも成績がよいことを明らかにしており、瞬間視の能力が質の高いパフォーマンスと関係していることを示している。Ward and Williams および橋本の結果は、競技能力が高い選手において、領域に特殊な「見ること」の能力および特殊ではない「見ること」の能力が高いことを示したものである。

しかし、Ward and Williams についても同様のことが言えるが、橋本のこの結果は、「見ること」に関する課題で成績がよいことと競技能力が高いことについて、どちらが原因でどちらが結果であるという因果関係を明らかにしたのではない。

真下（2002）は「視覚能力が優秀であると...（中略）...質の高いプレーが選択される。」と、前者が原因で後者が結果であるように言い、「競技力をアップ」させることを目的に領域に特殊ではない「視覚能力を向上」させるトレーニングを行うことを提唱している。しかし、このように言うためには、トレーニングによって、領域に特殊ではない「見ること」に関する能力が向上することを明らかにし、その上で、そのことに起因して競技力が向上することを明らかにする必要がある。逆の因果関係、すなわち競技力向上のための領域特殊な練習が、領域に特殊ではない「見ること」の能力の発達をもたらすという関係であれば、真下の言うような「見ること」のトレーニングを独立に行う意味は薄れる。しかし、領域に特殊ではない「見ること」の能力に関しては、いずれの因果関係についても明らかにした研究は見られない。

そこで、まずは領域に特殊ではない「見ること」の能力のトレーニング効果について検討する必要がある。このトレーニング効果に関しては、Wood and Abernethy（1997）が、視覚的トレーニングを行った群と行わなかった群を比較する実験条件のために、「瞬間視」のトレーニングを行ったものがある。結果として、トレーニングによって「瞬間視」の能力の向上は認められなかったとしている。しかしここでの課題は、真下（2002）が示しているものと同様に、瞬間的に6個程度の数字をタキストスコープによって露出して、いくつ再生でき

るかを測るという、短期記憶実験の課題を含んだものであった。この課題に関しては、橋本(2003)が正しく指摘するように、再生数が少なかった場合、読み取ることができなかったのか、記憶範囲を超えて憶えきれなかったのかが明らかではないという問題がある。

石垣(2002)も、「瞬間視」のトレーニングを行い、トレーニング効果が認められたとしている。しかし、彼の課題は、探索刺激提示後に妨害刺激が提示され、その後に探索図形がどの位置にあったかを再生する、やはり記憶の課題であった。ここで提示刺激とされた図形は、「○」「×」「△」「□」であった。これらの図形が何種類か混在する中でそのうちの1種類を探索する場合、Treisman and Gelade(1980)が、「T」と「X」が混在する中の「S」は探索しやすいことを明らかにした、いわゆる「ポップアウト」が生じ、探索が容易になることが考えられる。このような効果を避けるために、石垣では妨害刺激を挿入する条件を取り入れ、視覚的探索の能力というよりは、記憶検索の能力が加わった実験課題になってしまったものと思われる。

以上のことから、領域に特殊ではない瞬間視の能力のトレーニング効果について、記憶処理にともなう特有の効果がもたらされないように、橋本(2003)と同様の数字の探索課題を用いて検討することにした。ただし、トレーニング効果には、トレーニングを継続して、その能力が向上するかどうかを検討するものと、トレーニングを休止して、その能力が持続されるかどうかを検討するものが考えられる。ここでは、その両者について検討するものとした。

研 究 方 法

1) 被 験 者

被験者は、大学の空手道部に所属する男性9名、女性5名であった。有段者は、男性が3名、女性が1名であった。

2) 実 験 課 題

実験課題は、3行×3列の9つの位置のうち、7箇所に数字の「6」が、残りの2箇所に数字の「9」が提示され、「9」がどこどこに提示されたか探索するというものであった。その理由は以下のとおりである。

橋本(2003)は、同様な9つの位置のうち、7箇所に数字の「8」を、残りの2箇所に数字の「9」を提示している。これは、先述のTreisman and Gelade(1980)が示した「ポップアウト」の効果を排除するためとされている。ここで、「ポップアウト」の効果を検討するために以下のような予備実験を行った。

男女大学生16名を被験者として、3行×3列の9つの位置のうち、7箇所に数字の「6」、残

りの2箇所には数字の「7」を提示して、「7」を探索する課題を5試行行った。「7」の提示位置はランダムであったが、被験者全員が全試行とも正しく2つの「7」の位置を特定し、「6」の中の「7」では「ポップアウト」が起こることが明らかになった。

一方 Wolfe et al. (1989) は、回転した「L」の中から回転した「T」を探索させ、類似した文字を回転させると「ポップアウト」が起きにくいことを明らかにしている。そこで、「8」ではなく、「9」を180度回転させた「6」の中から「9」探索させることにした。「6」と「9」の個数は、橋本(2003)と同様に、それぞれ7個と2個とした。

用いた数字は明朝体の半角文字で、「9」のあらわれる位置はランダムに設定した。用意の合図として「ピーッ」というブザー音を鳴らし、数字行列の提示時期を知らせるために、約1秒の間隔で「ピッ、ピッ、ピッ」とピープ音を3回鳴らして、その約1秒後に数字行列を提示した。提示時間は100 msecであった。図1は提示した数字行列の例を示している。

6	6	9
6	9	6
6	6	6

図1 数字行列の例

3) 装 置

数字行列の提示はパーソナルコンピュータによって制御し、これに接続した液晶プロジェクタによって空手道場の壁面に投影した。液晶プロジェクタは、3行×3列の数字行列の下端の高さが床から約1 mに、数字行列の大きさが約2.5 m四方になるように調整された。被験者は、全員が道場の任意の位置からこれを注視した。これは、予備実験において、被験者の位置を統制したことについて、任意の位置のほうがよいという聞き取り調査の結果に基づいたものであった。

4) 手 続 き

トレーニング期間は50日間であった。被験者は、この間に平均で約12.1回(標準偏差2.28)、およそ4日に1回の割合でトレーニングを行った。1回のトレーニングでは上記の数字探索課題を20試行行った。各試行において被験者は、数字行列が消えてから「9」があったと思われる位置を回答用紙に記入した後、再度の画面提示によって正しい「9」の位置のフィードバック情報を得た。

トレーニング期間終了後、トレーニング休止期間を100日間において、トレーニング期間と同じ数字探索課題20試行が1回だけ行われた。

結果と考察

被験者の回答は、試行ごとに、2つとも正しく位置を示したもの（2個正答、以下同じ）、1つだけ正しく位置を示したもの（1個正答、以下同じ）、1つも正しく位置を示すことができなかったもの（0個正答、以下同じ）に分類された。

図2は、トレーニング前、トレーニング後、およびトレーニング休止後における、2個正答、1個正答、0個正答の20試行あたりの平均回数をあらわしている。図中の「訓練前」は、トレーニング期間開始第1回目20試行のデータ、「訓練後」は、トレーニング期間終了直前の60試行のデータ、「休止後」は、トレーニング休止期間後の20試行のデータである。

2個正答、1個正答、および0個正答のそれぞれについて、テスト時期（訓練前、訓練後、休止後）に関する1要因の分散分析を行った。その結果、いずれにも有意な主効果が認められた（2個正答 $F(2,26)=22.34$ $P<0.01$ 、1個正答 $F(2,26)=16.42$ $P<0.01$ 、0個正答 $F(2,26)=5.16$ $P<0.05$ ）。

このことからテューキーのWSD検定を行ったところ、2個正答について、訓練前（約6.9回）よりは訓練後（約11.3回）のほうが平均値が高いこと、休止後（約9.4回）は訓練後よりは平均値が低い、訓練前よりは高いことが明らかになった。また1個正答について、訓練後（約8.0回）は訓練前（約11.2回）および休止後（約10.1回）のいずれよりも平均値が低いことが明らかになった。さらに0個正答では、訓練前（約1.9回）は訓練後（約0.7回）および休止後（約0.4回）のいずれよりも平均値が高いことが明らかになった。

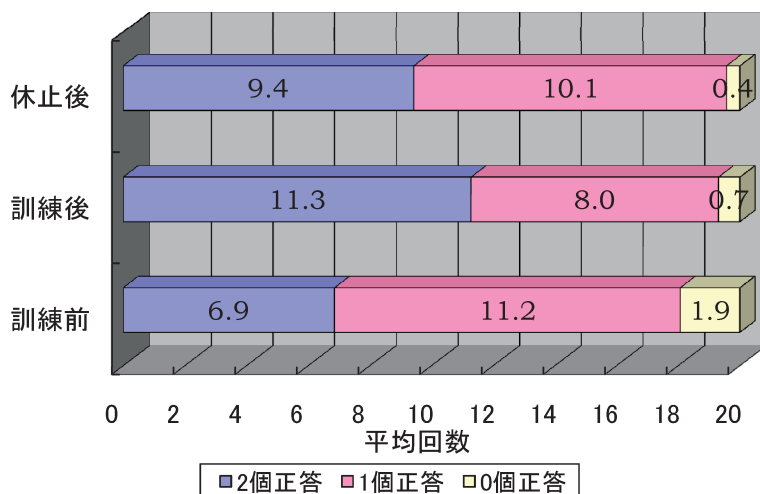


図2 訓練前・訓練後・休止後の探索正答数

瞬間視の能力のトレーニング効果

このことは、トレーニングすることによって、2個正答の回数が増加し、1個正答および0個正答の回数が増加したことを示している。また、トレーニングを休止することによって、2個正答の回数は、トレーニング前よりは多いがトレーニング後よりは減少し、1個正答の回数がトレーニング後より増加すること、0個正答の回数は、トレーニングを休止してもトレーニング前ほど多くはならなかったことを示している。

図3および図4は、この結果を典型的にあらわした被験者のトレーニング曲線である。縦軸は、各試行における2個正答、1個正答、0個正答の回数である。図3に示す被験者Iも図4に示す被験者Nもいずれも女性であるが、被験者Iは有段者で、被験者Nはいまだ段

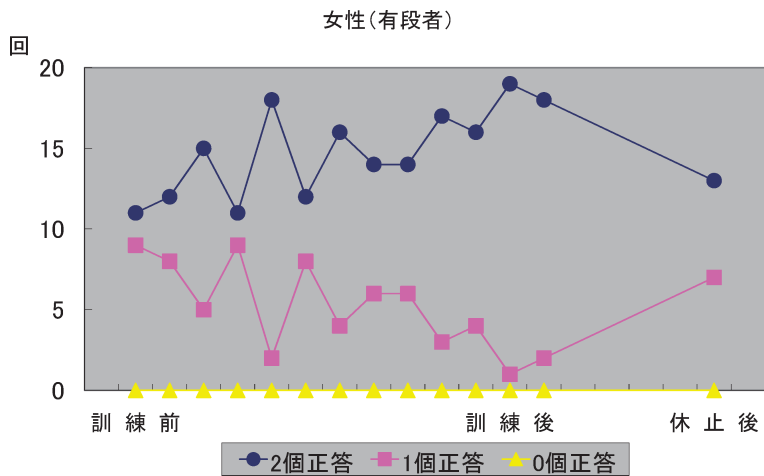


図3 被験者Iのトレーニング曲線

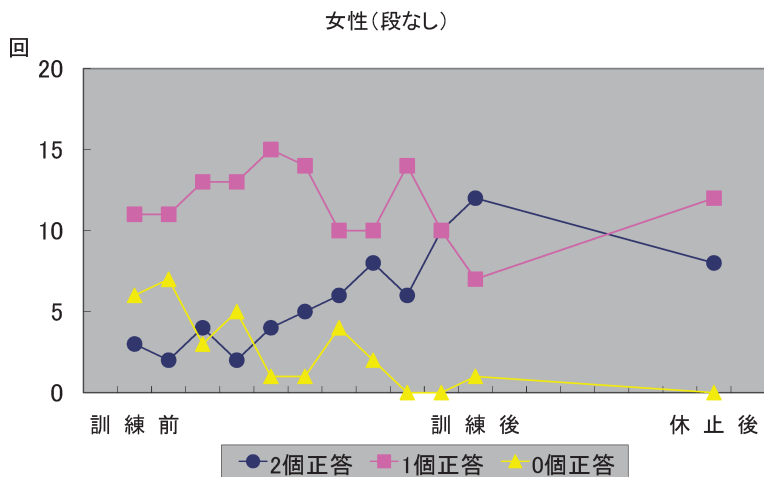


図4 被験者Nのトレーニング曲線

位を取得していない者である。

この図を見ると、被験者 I では、トレーニング前から 2 個正答の数が 1 個正答の数より多く、0 個正答は見られない。一方被験者 N では、トレーニング前では 1 個正答の数のほうが 2 個正答の数より多く、0 個正答も見られる。これは、有段者のほうが段位を持たない者よりも成績がよいという橋本（2003）の結果を支持するものである。

しかしながら、トレーニングを行うにしたがって、両者とも 2 個正答の数が増加し、それに伴って 1 個正答の数が減少していることがわかる。特に被験者 N では、2 個正答の数と 1 個正答の数が逆転し、0 個正答が見られなくなっている。

トレーニング休止後を見ると、両者とも、トレーニング後と比較して、2 個正答の数の減少とこれに伴う 1 個正答の数の増加が認められる。ただし被験者 N にあらわされるように、0 個正答の数がトレーニング後より増加してトレーニング前に戻るといったことはないようである。

このことは、7 個の「6」の中にある 2 個の「9」を瞬間的に探索することについて、トレーニングによって 2 個とも見つけ出すことができるようになること、そしてトレーニングを中止すると、1 個も見つけ出すことができない状態にまで減退することはないが、2 個とも見つけ出すことが多少困難になることを示している。

このような、トレーニングに関する可逆的性質は、「全身持久性」と言われる呼吸循環器系の機能や筋力・筋持久力で示される筋の機能など、いわゆる「体力」に見られる性質である。一方で、長期間乗る機会がなくても自転車に乗れなくなることはほとんどないといったように、制御にかかわる運動スキルは不可逆的な性質を持つ。

この観点から人間の運動能力を分類すると、乾（1994）も正しく指摘しているように、いわゆる「体力」は、握力が何 kg であるとか、最大酸素摂取量が何 ml/min・kg であるとか、長座体前屈が何 cm であるとかいったように最大値で評価される。そして、秩序ある状態と乱雑な状態が等価で方向性を持たないため、この最大値がいかに高かろうと、身体各部位の動きがバラバラな運動に用いられるか、精緻化された協応動作に用いられるかは決められない。

一方スキルは、秩序ある状態へと方向づける能力で、秩序ある状態と乱雑な状態が区別され、目標値にどの程度近づいているかという最適値で評価される。20 kg という目標を与えられ、19 kg や 21 kg といったように ± 1 kg の範囲内で変動するほうが、10 kg ~ 30 kg のように変動が大きいよりも能力が高いとされる。たとえ、前者の最大値が 30 kg で後者の最大値が 60 kg であったとしても、これとは無関係にである。

今回研究対象とした瞬間的な数字探索課題に関する能力は、いわゆる「体力」と同様、トレーニングについて可逆的な性質を示した。この能力は、トレーニングによって向上するが、

これを維持するためには継続的にトレーニングを行う必要があることが明らかになったのである。

ここで、スポーツの場面で「見える」ためには、眼をその対象の方に向けることが必要であり、たとえ眼がその方に向いていたとしても、見ようとする構えがない場合は見えないことがある。これは「選択的注意 (selective attention)」という概念で説明されており、意識的か無意識的にかかわらず、注意すなわち情報処理の容量を方向づける操作が知覚に影響することを示している。

このことは、いわゆる「体力」トレーニングによって得られた方向性のないエネルギーが、スキルで制御されることによってはじめて使い物になるように、ここでの瞬間視の能力も、最適な方向づけがなされてはじめて質の高い運動パフォーマンスとしてあらわされることを示唆している。その意味で、瞬間視の能力は、いわゆる「体力」と同じ種類の能力として分類されるべきものである。ただし、筋の機能、呼吸循環器系の機能、「柔軟性」で示される関節の機能はいずれも出力系の機能である。これに対して、瞬間視は、いわば「入力系の体力」と呼べるものであろう。

領域に特殊ではない瞬間視の能力は、出力系の体力が質の高い運動パフォーマンスのために重要な要素であると言える限りにおいて、同様に重要であると言えよう。しかしながら、方向性があり、不可逆的性質を持つ制御スキルとは異なることを銘肝しておく必要があると思われる。

文 献

- Allard, F. and Starkes, J. (1980) Perception in sport : Volleyball. *Journal of Sport Psychology*, 2: 22-33.
- 橋本晃啓 (2003) 競技レベルが高い選手の瞬間視能力. *修道法学*, 26(1): 183-192.
- 乾 信之 (1994) 運動制御研究から体育科教育学を求めて. 新体育社: 東京: pp. 103-104.
- 石垣尚男 (2002) スポーツビジョンのトレーニング効果. *愛知工業大学研究報告*, 37: 207-214.
- 真下一策 (2002) *スポーツビジョン 第2版*. ナップ: 東京: p. 38.
- Starkes, J. (1987) Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9: 146-160.
- Theeuwes, J. (1992) Perceptual selectivity for color and form. *Perception & Psychophysics*, 51: 599-606.
- Treisman, A. M. and Gelade, G. (1980) A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12: 97-136.
- Ward, P. and Williams, A. M. (2003) Perceptual and cognitive skill development in soccer: The multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25: 93-111.
- Wolfe, J. M. , Cave, K. R. and Franzel, S. L. (1989) Guided search: An alternative to the feature integration model for visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15: 419-433.
- Wood, J. M. and Abernethy (1997) An assessment of the efficacy of sports vision training programs. *Optometry and Vision Science*, 74: 646-659.