

## 運動競技経験が運動視知覚能力に与える影響

Improvement effect of experience of competitive sports for motion-perception ability

門田浩二 中田有紀 岡本 敦

Koji KADOTA Yuki NAKATA Atsushi OKAMOTO

東海学園大学 人間健康学部 人間健康学科

Dept. of Human Wellness, Tokai Gakuen Univ.

キーワード：運動視知覚，コントラスト感度，競技スポーツ経験

Key words : motion perception, contrast sensitivity, experience of competitive sports experience

### 要約

本研究は、スポーツ経験が運動視知覚能力の発達に与える影響を解明する第一歩として、スポーツ経験の異なる被験者を対象とした視知覚感度に関する心理物理実験を行った。具体的には、高速度で移動するターゲットの輝度コントラストを変化させ、その移動方向の弁別可能なコントラスト閾値を計測した。実験は競技スポーツの経験者9名と非経験者9名を被験者として行った。その結果、スポーツ経験群は非経験群と比較して高いコントラスト感度（つまり低コントラスト閾値）を示した。また、コントラスト感度と年齢の間には有意な関係性は認められなかった。これらの結果は、視知覚機能の発達期以降であってもスポーツの経験により運動視知覚の処理系が発達する可能性を示唆している。

### Abstract

Here, we explored underlying mechanisms of developmental process of visual-motion perception by comparing perceptual contrast sensitivity for directional discrimination of a dynamic visual stimulus of participants, who were divided into two groups by competitive sports experience. Results showed a tendency that the more-experienced participants group showed higher contrast sensitivity than the non-experienced group. It may imply a possibility of training of motion-perception systems after growth and development of a visual system.

## 1 諸言

スポーツのほとんどは非常に動的な環境で行われる。選手は高速で飛び交うボールや多数の選手が入り乱れる状況を瞬時に把握し、その時々状況に応じて適切に動くことを要求される。時々刻々と変化する外界世界の状況を正確に把握することができなければ、パフォーマンスの向上が望めないことは一般的にも良く知られた事実であろう。

選手を取り巻く環境の変化は、身体に埋め込まれた種々の感覚器によって検出される。中でも視覚から得られる情報はフィールド上の選手やボール、コート状況などの時空間的な変化を把握するためには必要不可欠であり、その処理能力はパフォーマンスに特に大きく影響を与えられている。視覚情報に基づき運動を行うことは極めて日常的な行為であるが、実際にスポーツ場面で要求される視覚情報処理の時間圧の高さや複雑さは、日常生活のなかではほとんど経験しない高度なものである(門田, 2010)。このことは、球技や対人競技などのいわゆる開放型スキルを獲得するためには、非日常的な高速度の現象を視覚情報として捉えるためのトレーニングが必要不可欠であることを示唆している。

スポーツの競技力に関する視覚情報処理能力(いわゆる‘眼の良さ’)はスポーツビジョンと呼ばれている(真下, 2002)。現在普及しているスポーツビジョンの評価項目には、高速で移動するランドルト環の方位を弁別する課題のように、運動物に対する知覚能力(運動視知覚能力)の評価も含まれている。これまでに野球やサッカーなどの開放スキル型の競技においては、この項目の成績が競技パフォーマンスと有意な相関が認められることが知られている。またトレーニングによってこの機能の向上が見込まれることも明らかにされている(真下, 2002)。これらの結果は、運動視知覚能力が後天的なトレーニングによって改善する可能性があることを示唆している。

一般的に視覚刺激から知覚が生ずるまでには、網膜の視神経から脳の関連領域に至る多段階の情報処理が必要であるが(村上, 2010)、スポーツ経験により運動視知覚能力が向上するということは、この処理系のどこかで可塑的な変化が生じている可能性を示唆している。本研究では、その部位を特定するための第一歩として、視覚情報処理系のなかの初期段階(初期知覚)の変化を明らかにすることを目的とした。具体的には、初期知覚系の処理能力を運動物体の輝度コントラストに対する弁別閾値によって評価した\*1(Kadota and Gomi, 2006)。さらにスポーツ経験が異なる被験者群の結果を比較することで、初期知覚系の処理能力にスポーツ経験が与える影響を検討した。

## 2 方法

### 2.1 被験者

本実験は日本神経科学学会研究倫理委員会の定めるガイドラインに従い立案、実施された。また実験を実施する実験に先立ち、被験者に本実験の目的と詳細な方法を説明し、同意の署名を得

た。

実験に参加した被験者 18 名を、競技スポーツへの経験の有無によって経験者群（9 名、男性 5 名、女性 4 名）および非経験者群（9 名、男性 6 名、女性 3 名）に分割した。各群の平均年齢は経験者群  $30.7 \pm 3.7$  歳、未経験者群は  $28.1 \pm 5.5$  歳であった。また経験者群の競技種目は野球(3 名)、バレーボール (2 名)、アメリカンフットボール (1 名)、ラグビー (2 名)、スノーボード (1 名) であり、平均経験年数は  $15.2 \pm 6.7$  年であった。全ての被験者は裸眼もしくは矯正により正常な視力を有しており、視覚器官や脳神経系の既往歴はなかった。

## 2.2 装置

実験は外部光を遮断した暗室内で行った。被験者は高さ 83cm、幅 63cm のスクリーンの前に設置されたいすに座り、スクリーンから両眼の距離が 40cm となるようにあご台によって頭部を固定された(図 1)。さらにスクリーンの背後に刺激提示用 PC の出力を受けるプロジェクタを設置し、視覚刺激をスクリーンに呈示した。視覚刺激は専用のツールボックス (Cogent Graphics, UCL) を利用して Matlab (Mathworks) 上で作成した。刺激の制御も同様に Matlab で行った。

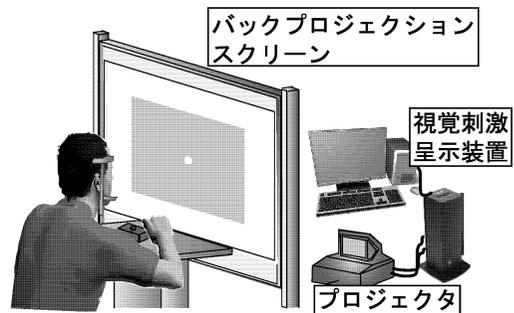


図 1 実験セットアップ

## 2.3 課題

本実験で利用した視覚刺激を図 2 に示す。まずグレーの背景 ( $46.7 \text{cd/m}^2$ ) の中央付近に準備刺激が呈示され、被験者はそこを注視する(図 2)。その後、画面中央に白 ( $88.9 \text{cd/m}^2$ ) からグレーの間の任意の輝度の円形 (直径  $7.0 \text{mm}$ ) のターゲットが呈示される。そこから 1.0~1.6 秒後に、ターゲットが左右どちらかに 5 cm ステップ移動し、0.33 秒後に消失する。被験者には自らが知覚したターゲットの移動方向を、左右のいずれかから強制的に選択し口頭で回答するよう求めた。

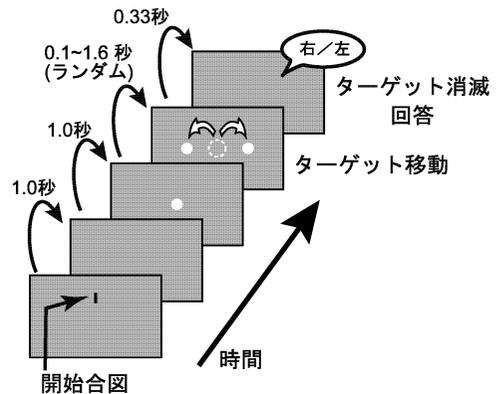


図 2 視覚刺激

指標の輝度は、被験者の回答の正誤履歴に基づき QUEST 法 (Watson and Pelli, 1983) に従って試行ごとに決定した。これらを 48 回繰り返すことで移動方向の正しい知覚が可能な輝度の閾

値を求めた。この閾値と視野背景輝度から Michelson コントラストを算出し、その逆数を運動視知覚のコントラスト感度とした。

### 3 結果

図3は一名の典型被験者における試行ごとに呈示されたターゲットのコントラストの変化である。コントラストの変化は20試行前後で収束し、その後はほぼ安定した値となっていた。この傾向は全被験者に共通して認められたことから、本実験の試行数(48試行)はコントラスト閾値を決定するために十分であったことが分かる。

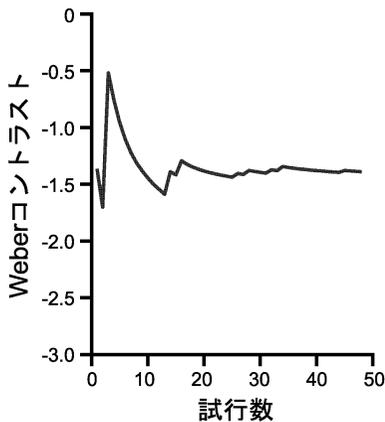


図3 コントラスト感度計測値の典型被験者の例：  
コントラスト値が対数変換されていることに注意

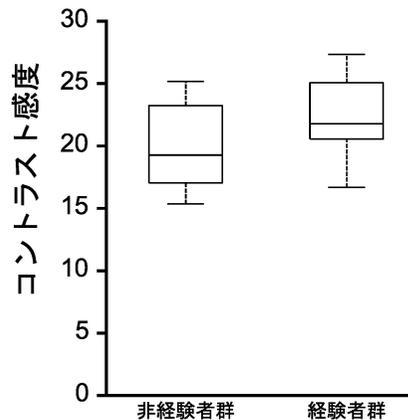


図4 経験者群と非経験者群における  
コントラスト感度の分布の違い

図4は各群における被験者のコントラスト感度の分布である。ボックスプロットの中央線は各群の中央値、ボックスの上・下辺はそれぞれ第1四分位点および第3四分位点、上下の誤差線はそれぞれ最大値、最小値を示している。両群の分布を比較すると、経験者群のほうが感度の低い方に裾をひく傾向が強いことが分かる。両群の平均値の差を Student's *t*-test によって検討した結果、統計学的な差は認められなかったものの経験者群 ( $22.5 \pm 3.5$ ) は非経験者群 ( $19.8 \pm 3.5$ ) よりも高い傾向を示した ( $p = .052$ )。

運動視知覚におけるコントラスト感度は加齢に伴い低下する傾向があることが知られている (Porciatti et al., 1999)。そこで各被験者の年齢と運動視知覚感度の関係性を検討した(図5)。しかしながら、両者の間には有意な相関関係は認められなかった ( $r = .06, n.s.$ )。

経験者群の中でも特に競技歴が長い被験者(図5中の矢印)に着目してみると、群内においてはコントラスト

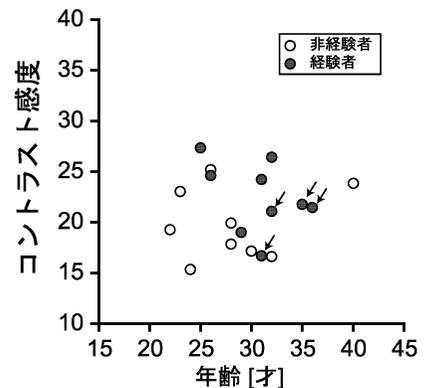


図5 コントラスト感度と年齢の関係性：矢印は長期間(20年以上)の競技歴を有する者を示す

感度はむしろ低いことが確認された。つまり、競技期間の長さがコントラスト感度にそのまま反映されている訳ではないことが推察される。

#### 4 議論

本実験の結果は、競技スポーツ経験者が非経験者と比較して初期知覚系の処理能力が高い可能性を示唆している（少人数の被験者のため限定された結果ではあるが）。この原因は次の二つに大別できる。まず、スポーツ環境のように高速度で複雑な視覚情報処理を要求される環境に日常的に暴露されることが、初期知覚系の処理能力の向上を引き起こした可能性がある。視知覚能力は、その機能にもよるが7~9歳までに急速に発達し、おおよそ成人に近くなる。これに対して経験者群の被験者が本格的にスポーツを始めた年齢は、9名中8名が12歳以降であり、この発達期終了後である。自然な発達の場合には、この期間以降に処理能力が劇的に改善することはほとんどないと考えられている。しかしながら、その後のスポーツ経験が初期知覚系の機能を改善するのであれば、視知覚系の発達メカニズムに対して重大な意味を持つことになる。この点に関しては、さらに被験者数を増やして慎重に検討する必要がある。

他方、視覚刺激によって誘発される眼球運動（跳躍眼球運動や追従眼球運動）の発達期間は知覚よりも長く続く。実際に15歳前後まで発達が認められる場合もある(山下, 2000)ことから、この処理系は視知覚の処理系とは異なった経路で処理されているとされてきた。しかしながら、最近になって眼球運動の処理系の情報も知覚経験に利用されている可能性が指摘されるようになってきた(Spering and Montagnini, 2010)。この処理メカニズムは十分に解明されていないが、10歳以降のスポーツ経験によって運動視知覚能力が改善するのであれば、この眼球運動に関与する処理系の発達と何らかの関係性があるのかもしれない。

もう一つの可能性は、個人の運動視知覚能力が運動系経験を決定している、というものである。つまり、そもそも運動視知覚能力が低い者は競技スポーツを苦手としており、競技スポーツに参加する者の割合が少ない可能性がある。もしそうであれば、今回の結果は被験者のサンプリングに偏りがあったことに起因しており、スポーツ経験の差が原因ではない可能性もある。しかしながら本実験では、スポーツ経験期間が長い被験者の中には非経験者と大差ない者が多く（図4中の矢印で示した者）、必ずしも前述のようなサンプリングバイアスが原因であるとは考えにくい。この点に関しては、被験者を増やしてさらに詳細な検討を加える必要がある。

本実験の結果は、実験の規模としても検討した項目としても限定的であり、スポーツ経験が運動視知覚機能に与える影響は不明な点が未だ多く残されている。今後は脳神経系の可塑的な変化に関して、さらに洗練された心理物理実験や脳活動計測などによってアプローチする必要があると考えられる。しかしながら、これまでの体育・スポーツ科学領域における発達・発育研究は、筋力や循環器系の機能などといった体力側面に重点が置かれており、運動スキルや感覚知覚能力

に関する発達メカニズムは行動観察的な報告が散見されるのみである。つまり、実際に運動スキルを決定している感覚から運動に至るまでの一連の情報処理における発達メカニズムの解明が十分に進んでいるとは言い難い。このような現状に対して、本実験で試みたような心理物理実験による知覚機能計測の果たす役割は少なくないと考えられる。種々の知覚機能計測と体力要素の計測を同時に行い、両者の相互作用に着目した分析を行うことで、運動機能の発達に関するより深い理解が可能となることが予想される。本研究の結果はそのような測定評価手法の萌芽となりうる。

## 5 まとめ

本研究は競技スポーツの経験の有無が運動視知覚の能力に与える影響を検討した。その結果、スポーツ経験群は非経験群と比較して高いコントラスト感度を有している可能性が示唆された。また各被験者のコントラスト感度と年齢の間には有意な関係性は認められなかった。これらの結果は、視知覚機能の発達期以降であってもスポーツ経験によって運動視知覚の処理系が発達する可能性を示唆していると考えられる。

## 文献

- Kadota, K. and Gomi, H. (2006). Aging effects on rapid manual responses to a target shift and a background motion during a hand reaching. *Proceeding of The 36th annual meeting of Society of Neuroscience*.
- 門田浩二(2010). 潜在的な視覚運動制御からみたスポーツ動作. *スポーツ心理学研究*, 37 (2), 123-131.
- 村上郁也(2010). 視覚. *認知神経科学*, オーム社.
- 真下一策(2002). *スポーツビジョン*. スポーツビジョン, ナップ.
- Porciatti, V., Fiorentini, A., Morrone, M. C., and Burr, D. C. (1999). The effects of ageing on reaction times to motion onset. *Vision Research*, 39 (12), 2157-2164.
- Spering, M. and Montagnini, A. (2010). Do we track what we see? Common versus independent processing for motion perception and smooth pursuit eye movements: A review. *Vision Research*.
- Watson, A. B. and Pelli, D. G. (1983). QUEST: a Bayesian adaptive psychometric method. *Perception & Psychophysics*, 33 (2), 113-120.
- 山下精次(2000). *眼球運動の発達*. 視覚情報処理ハンドブック, 朝倉書店.

---

\*1 観察者が運動方向を判別できる最も低いコントラストの値