

バレーボールのサーブレシーブにおける 予測トレーニングに関する予備的研究

古田 久*

キーワード：知覚トレーニング、予測技能、ボール落下地点、時間遮蔽法

研究目的

球技系スポーツのようなオープンスキルを必要とするスポーツにおいて、効果的な知覚的情報処理（知覚的スキル）は、優れたパフォーマンスの必要条件である。この知覚的スキルに特化してトレーニングすることで、スポーツパフォーマンスの向上を試みるのが知覚トレーニングである。

この知覚トレーニングがスポーツパフォーマンスの向上に対して有効であるためには、次の3つの条件が満たされる必要がある（Abernethy and Wood, 2001）。それらは、第1にトレーニングを試みる知覚的要因とスポーツパフォーマンスの間に関連が認められること、第2にその知覚的要因がトレーニングによって向上すること、そして第3に知覚的要因の向上がスポーツパフォーマンスの向上に転移することである。

これまで、筆者は、主としてバレーボールにおいて上記の第1の条件について検討してきた（古田、2006；古田ほか、2004、2005、2006a、2006b）。バレーボールには、サーブ、アタック、レシーブなど幾つかの運動課題があるが、特に、サーブレシーブは相手チームのサービス

エースを防ぐためだけでなく、有利な攻撃を展開するための起点としても重要な運動課題である。一連の研究の結果、サーブレシーブのパフォーマンスに関連する知覚的要因は、動体視力等の視覚的能力（i.e., ハードウェア的特性）ではなく、予測技能や視覚探索方略といった情報処理方略（i.e., ソフトウェア的特性）であることが明らかになった。この情報処理方略の中でも最もパフォーマンスとの関連が強かったのが予測技能であった。これは、知覚トレーニングが有効であるための第1の条件を最も満たすのは、予測技能であることを意味している。

ところで、知覚トレーニングに関する先行研究を概観すると、未だに十分に検討されていない問題が残っており、それらは次の4点に集約される（Williams and Grant, 1999；Williams and Ward, 2003）。第1は、学習の転移に関する問題であり、実験室的な知覚トレーニングによる知覚的スキルの向上が実際のフィールドにおけるスポーツパフォーマンスの向上に転移するかという議論である。第2は、教示方法に関する問題であり、近年では、予測等の手がかりを明示的に教示して学習させる顕在学習と手がかりを教示しない潜在学習のどちらが有効かという議論が中心となっている。第3は、熟達段階（熟練度）に関する問題であり、知覚トレーニングはどの程度の熟達段階にある者に対して

* 埼玉大学教育学部保健体育講座

有効かという議論である。第4は、トレーニングスケジュールに関する問題であり、どの程度の期間、頻度、及び1回あたりのトレーニング時間（試行数）で知覚トレーニングの効果が現れるのかという議論である。

知覚トレーニングに関する研究は1990年代からさかんに行われるようになったが、バレーボールにおいてはほとんど研究が進められていない。そのため、上記の4つの問題についてもほとんど知見が得られていないのが現状である。また、知覚トレーニングが有効であるための第2及び第3の条件を検討するためには、実験的手法で研究を行うことが不可避である（古田ほか、2004）。そこで本研究は、バレーボール競技者を対象に予測技能に着目して実際にトレーニングを行い、指導現場に活用可能な予測トレーニングの方法を開発するための基礎的資料を得ることを目的とした。

方 法

1. 実験参加者

大学バレーボール選手12人（男子5人、女子7人）が参加した。参加者の年齢の平均及び標準偏差は 19.9 ± 0.9 歳、競技経験年数の平均及び標準偏差は、 8.3 ± 1.5 年であった。

2. 実験計画

不等価2群事前事後テストデザインを用いた。参加者のうち、ゲームにおいてサーブレシーブを担当するポジション（ウイングスパイカー、オポジット、リベロ）の選手をトレーニング群、担当しないポジション（ミドルブロッカー、セッター）の選手をコントロール群とした。トレーニング群が8人、コントロール群が4人であった。

事前テスト及び事後テストには、予測技能の指標として後述する予測正確性のテストを用いた。このテストは、古田（2006）で用いたテストを編集したものである。

実験は約2週間の期間に行い、その間、トレーニング群のみ後述する方法でトレーニングを行った。この期間中は両群ともサーブレシーブを含む身体的な練習を行っている。

3. 予測正確性のテスト

時間遮蔽法で参加者の予測正確性を測った。時間遮蔽法とは、参加者に呈示されるサーバーのサーブ動作等の映像をある特定の時間条件で遮蔽し、それ以降の映像を呈示しないで、参加者に最終的な結果を予測させる方法である。

1) テスト用ビデオの作成

参加者に呈示するビデオ映像のモデルにはフロッターサーブを打つサーバー2人を用いた。サーブはサービスエリアの左右の両サイドから約1.5m内側の2ヶ所から行われた。その際、サーブボールの落下地点がコート上の特定のエリアに偏らないように打たせた。そして、この様子を3台のデジタルビデオカメラで撮影した。このうちの1台はレシーブ側コートのエンドライン中央の約2m後方の地点に設置した。これは参加者に呈示するサーバーの映像を撮影するためのものである。残る2台はレシーブ側コート後方の観客席に設置し、このコートの9m四方が撮影可能となるように設定した。こちらの2台は、サーブボールの落下地点を特定するために行う画像解析用の映像を得るためのものである。

上記のプロセスを経て撮影されたビデオ映像から1人のサーバーにつき8パターンずつ選び出し、ビデオ編集プログラムAdobe Premiere Pro2.0を用いて5つの遮蔽条件に編集した（サーバー2人×8パターン×5遮蔽条件=80試行）。その遮蔽条件は、t1：バックスイング終了時、t2：フォワードスイング中の肘の挙上後、t3：ボールと手のコンタクト直後、t4：フォロースルー終了後、t5：遮蔽編集なし、である（図1参照）。80試行のうちから各遮蔽条件につき無作為に8試行分抽出して計40試行分用意し、ランダムな呈示順序で編集した。な

お、事前テストと事後テストは、同じ映像を使用しているが、呈示の順序を組み替えて使用した。

実際の落下地点は画像解析プログラム ToMoCo II 1.14を用いて特定した。

2) 手続き

まず、参加者に回答方法などの教示と4回の練習を行い、その後40回の本試行に入った。試行間のインターバルは7秒間とし、その間に回答させた。サーバーの映像は白色の100インチ型スクリーン(日立 VL-S100E)に液晶プロジェクター(エプソン EMP-1715)で呈示され、観察距離は約2~3mとし、サーバーのイメージサイズは縦方向に約6~8度の視角であった。回答は、バレーボールのハーフコートを1/50に縮尺して記載した紙に、サーブボールの落下地点を予測して、記入することによって行われた。測定は複数名を同時に行った。

予測正確性の測度には、Abernethy and

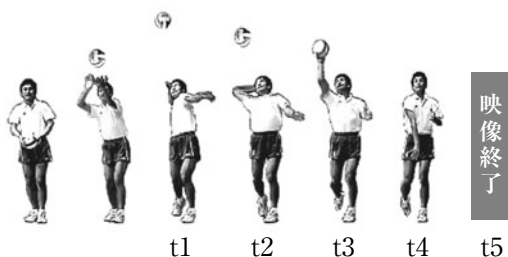


図1 遮蔽条件

Russell (1987) を参考に、実際の落下地点と参加者の予測落下地点との直線的なズレの大きさの平均であるMRE (Mean Radial Error)、横方向のズレの大きさの平均であるMLE (Mean Lateral Error)、及び縦方向のズレの大きさの平均であるMDE (Mean Depth Error) の3つを用いた。

4. 予測技能のトレーニング

1) トレーニングビデオの作成

時間遮蔽法を応用してトレーニングビデオを作成した。呈示するビデオ映像のモデルには、本研究の参加者自身を用いた。予測正確性のテストと同様に、1台のデジタルビデオカメラをレシーブ側コートのエンドライン中央の約2m後方の地点に設置し、参加者のサーブ動作を撮影した。また、レシーブ側コート後方の観客席にもう1台デジタルビデオカメラを設置し、ボールの落下地点を撮影した。

トレーニングビデオは、上記のプロセスを経て撮影されたビデオ映像から抽出して、ビデオ編集プログラムAdobe Premiere Pro2.0を用いて前述のt1、t2、t3の3つの遮蔽条件に編集した。図2に、トレーニングの1試行分の例を示した。このように、1試行は、①準備、②動作観察(特定の遮蔽条件まで)、③回答、④動作の再観察(遮蔽無し)、⑤落下地点の確認という流れになるように編集した。呈示順序はランダムに編集した。

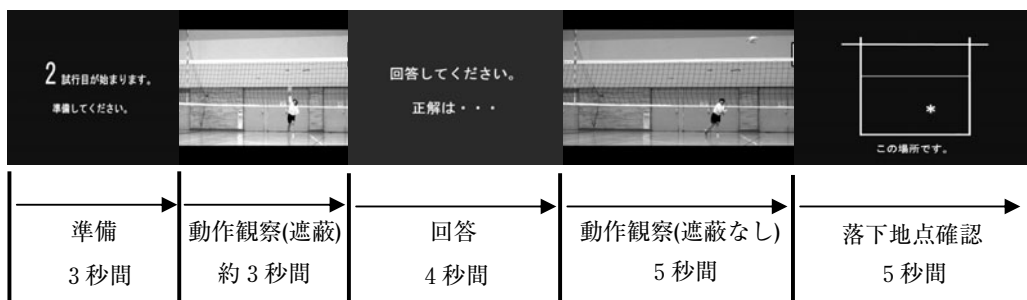


図2 トレーニングビデオの例(1試行分)

2) 手続き

予測正確性の測定と同様の機器と手続きでトレーニングを行った。トレーニング群に属する参加者は、特定の時間条件で遮蔽される映像を観察し、サーブボールの落下地点を予測して記入することが求められた。そして、その後に呈示される実際の落下地点を示した画面によって参加者自身の予測がどれだけ正確であったかを確認させた。

トレーニングは、1日目にt3条件で40試行、

2日目にt2条件で40試行、3日目にt1条件で40試行、計120試行を行った。このように、徐々に早い段階でサーブ動作が遮蔽されるようトレーニングを構成した。

結果と考察

図3に、トレーニング群及びコントロール群の事前及び事後テストにおける予測正確性を示した。トレーニングの効果を統計的に検討する

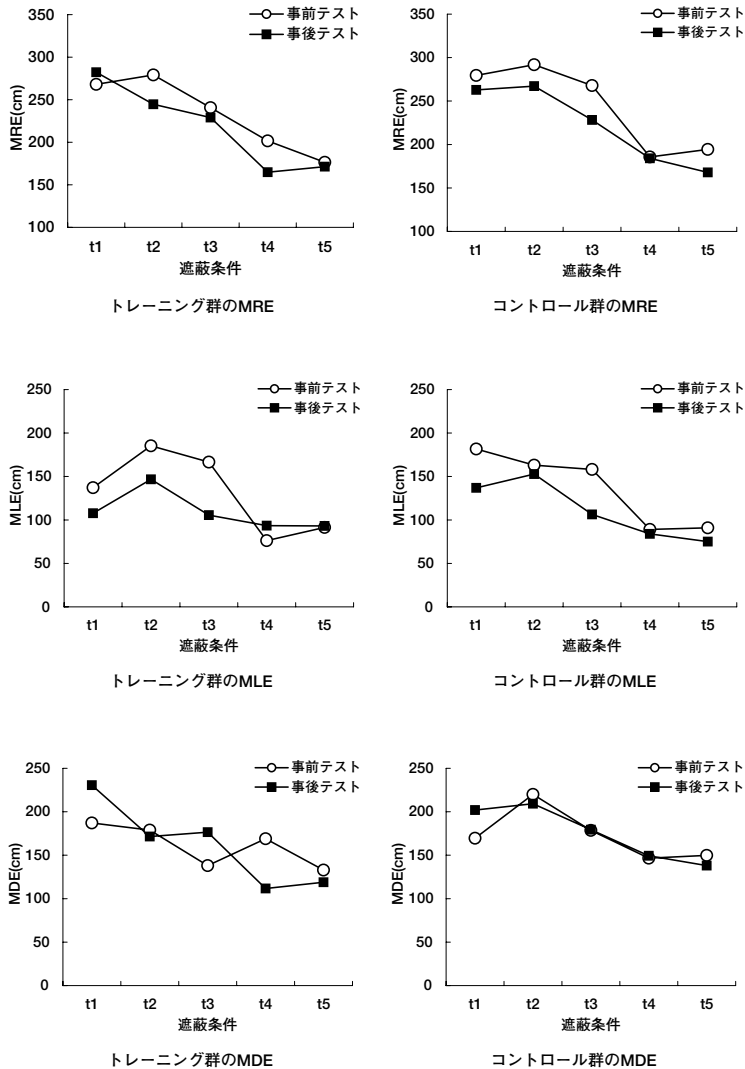


図3 事前テスト及び事後テストにおける2群の予測正確性

ために、南風原 (2001) を参考に、効果量 (Effect Size; ES) を次式によって定義し、計算した。

$$ES = (\bar{x}_t - \bar{y}_t) - (\bar{x}_c - \bar{y}_c)$$

\bar{x}_t 及び \bar{y}_t はそれぞれトレーニング群の事前及び事後テストの測定値の平均を示しており、同様に、 \bar{x}_c 及び \bar{y}_c はコントロール群の事前及び事後テストの平均を示している。 ES が統計的に有意かどうかを検査するために、有意水準を 5% 未満として t 検定を行った。表 1 ~ 3 に、MRE、MLE 及び MDE における遮蔽条件ごとの ES 及び t 検定の結果を示した。

表 1 MRE におけるトレーニングの効果量と検定結果

	遮蔽条件				
	t1	t2	t3	t4	t5
ES	-31	10	-28	35	-21
t	-0.67	0.17	-1.03	1.10	-0.91
検定結果	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<i>n.s.</i> nonsignificant					

表 2 MLE におけるトレーニングの効果量と検定結果

	遮蔽条件				
	t1	t2	t3	t4	t5
ES	-15	28	9	-22	-18
t	-0.44	0.41	0.35	-1.47	-0.95
検定結果	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<i>n.s.</i> nonsignificant					

表 3 MDE におけるトレーニングの効果量と検定結果

	遮蔽条件				
	t1	t2	t3	t4	t5
ES	-11	-3	-38	60	2
t	-0.24	-0.07	-0.85	2.07	0.07
検定結果	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<i>n.s.</i> nonsignificant					

分析の結果、MRE、MLE、及び MDE の予測正確性の 3 つの測度のどれについても、統計的に有意な効果は認められなかった。以下、トレーニング効果が認められなかった理由も含めて、今後、バレーボールのサーブプレシーブにおける知覚トレーニングの研究を進める上での課題を、研究目的の頁で述べた 4 つの問題 (Williams and Grant, 1999; Williams and Ward, 2003) を踏まえて考察する。

第 1 に、学習の転移に関する問題についてである。この問題において特に重要なのは、実験計画の中に転移テストを導入することである。Williams et al. (2002) や中本ほか (2005) の研究では、実験室的な知覚トレーニングによる予測技能の向上がフィールドにおける反応の速さやパフォーマンスの向上に転移することが認められている。本研究では、トレーニング用のビデオ映像とテスト用のビデオ映像では異なるサーバーを用いているが、フィールドにおけるパフォーマンステストや予測技能のテストは導入していない。バレーボールのサーブプレシーブにおいても適切な転移テストをデザインし、実験計画に導入することが必要である。

今回、トレーニング効果が認められなかった理由として、コントロール群の事前及び事後テスト間における予測正確性の向上の影響が大きい。事前及び事後テスト間で、テスト映像の呈示順序の組み替えをしているが、基本的には同じテスト映像を用いている。そのため、コントロール群の予測正確性の向上は、同じテストを反復して使用したこと起因すると考えられる。したがって、転移テストの導入も必要であるが、予測技能の変化を適切に測る平行テストの開発も必要かもしれない。

第 2 に、教示方法に関する問題についてである。先に述べたように、近年では、顕在学習と潜在学習のどちらが有効かという議論がある (e.g., 三木ほか, 2007)。羽島ほか (2000) や Farrow and Abernethy (2002) を始め、潜在学習は顕在学習と同等か、それ以上の効果がある

とする研究成果がある。今回のトレーニング実験では、予測の手がかりについての指示を行っていないので、潜在学習を重視したトレーニングといえる。今後は、顕在学習と潜在学習を二者択一的に用いるだけでなく、これらを組み合わせた学習法の有効性も選択肢の1つとして検討していく必要がある。

第3に、熟達段階（熟練度）に関する問題についてである。知覚トレーニングに関する研究において、熟練者あるいは競技経験者の予測技能に改善が認められたとする先行研究は比較的少ない。それは、先行研究の多くが競技経験のない非熟練者（novice）を参加者に用いているからである。非熟練者は学習に対して大きな潜在能力を持っているため効果の検討が行いやすいが、知覚トレーニングを競技力向上の手段として考える場合には、参加者も競技経験者を用いて検討すべきである。本研究の参加者は、7～11年の競技経験を持つ者であったが、可能ならば幅広い競技経験年数の参加者を多数確保し、競技経験によるトレーニング効果の違い等も検討する必要がある。

第4に、トレーニングスケジュールに関する問題についてである。本研究では2週間の期間中に3回（日）という少ない回数でトレーニングを行った。先行研究を概観すると、非熟練者を対象とした場合で、1回45分間のトレーニングのみで効果があったとする報告（Williams et al., 2003）や4週間の期間中8回のトレーニングで効果があったとする報告（Farrow et al., 1998）があるなど、散らばりは少なくない。また、本研究と同様にバレーボール選手を対象にサーブプレシープにおける知覚トレーニングを行ったAdolphe et al. (1997) は、6週間のトレーニングの結果、パフォーマンスの改善が認められたと報告している。本研究において、トレーニングスケジュールに関する要因（期間、回数等）は、トレーニング効果が認められなかった理由の重要な候補である。そのため、今後、実験計画を立てる際には、十分なトレーニング期

間と回数を確保することが必要である。

また、トレーニングスケジュールに関する要因は、これまで述べてきた学習の転移、指示方法、熟達段階に関する要因との交互作用効果が認められる可能性もある。その点からもトレーニングスケジュールについては、知覚トレーニングの研究を行う上で特に慎重に検討して実験を進める必要がある。

なお、十分なサンプルサイズを確保することが、トレーニング効果の検出力を高める上で必要なことは言うまでもない。

文 献

- Abernethy, B. and Russell, D.G. (1987) Expert-novice differences in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology*, 9: 326-345.
- Abernethy, B. and Wood, J.M. (2001) Do generalized visual training programmes for sport really work? An experimental investigation. *Journal of Sports Sciences*, 19: 203-222.
- Adolphe, R.M., Vickers, J.N., and 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.
- Farrow, D. and Abernethy, B. (2002) Can anticipatory skills be learned through implicit video-based perceptual training? *Journal of Sports Sciences*, 20: 471-485.
- Farrow, D., Chivers, P., Hardingham, C., and Sachse, S. (1998) The effect of video-based perceptual training on the tennis return of serve. *International Journal of Sport Psychology*, 29: 231-242.
- 古田 久 (2006) バレーボールのパフォーマンスに関係する知覚的要因の検討. 広島大学大学院教育学研究科博士論文.
- 古田 久・梶山俊仁・黒川隆志 (2006a) バレーボールのサーブプレシープパフォーマンスと視覚的能力の関係 —大学選手を対象とした再検討—. 広島大学大学院教育学研究科紀要第二

- 部, 55: 319-324.
- 古田 久・梶山俊仁・大塚道太・菅尾尚代・黒川隆志 (2006b) 高校バレーボール選手の視覚的能力とサーブレシーブパフォーマンスの関係. 臨床スポーツ医学, 23: 855-860.
- 古田 久・武田守弘・大場 渉・坂手照憲 (2004) バレーボールのサーブレシーブパフォーマンスに関係する知覚的要因 —多次元的多変量的アプローチによる検討—. スポーツ心理学研究, 31 (2): 29-41.
- 古田 久・武田守弘・大場 渉・坂手照憲・黒川隆志 (2005) バレーボールのアタックパフォーマンスに関係する知覚的要因. スポーツ方法学研究, 18: 49-59.
- 南風原朝和 (2001) 準実験と単一事例実験. 南風原朝和・市川伸一・下山晴彦編 心理学研究法入門—調査・実験から実践まで. 東京大学出版会: 東京, pp.123-152.
- 羽島真紀・関矢寛史・坂手照憲 (2000) テニスのサービスリターンの知覚トレーニングにおける予測手掛かり教示の有無とトレーニング期間の効果. 広島体育学研究, 26: 51-58.
- 三木ゆふ・武田守弘・関矢寛史 (2007) テニスのサービスリターンにおける知覚トレーニングの効果. 人間科学研究 (広島大学総合科学研究科紀要 I), 2: 81-92.
- 中本浩輝・杉原 隆・及川 研 (2005) 知覚トレーニングが初級打者の予測とパフォーマンスに与える効果. 体育学研究, 50: 581-591.
- Williams, A.M. and Grant, A. (1999) Training perceptual skill in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 30: 194-220.
- Williams, A.M. and Ward, P. (2003) Perceptual expertise: Development in sport. In: Starkes, J.L. and Ericsson, K.A. (Eds.) *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise*. Human Kinetics: Champaign, pp. 219-247.
- Williams, A.M., Ward, P., and Chapman, C. (2003) Training perceptual skill in field hockey: Is there transfer from the laboratory to the field? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74: 98-103.
- Williams, A.M., Ward, P., Knowles, J.M., and 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.

(2009年3月31日提出)

(2009年4月17日受理)