

## 投球予測における顕在的・潜在的知覚トレーニングの効果

田中 ゆふ<sup>1)</sup> 関矢 寛史<sup>2)</sup>

Yufu Tanaka<sup>1</sup> and Hiroshi Sekiya<sup>2</sup>: The effect of explicit and implicit perceptual training on anticipation of a pitched ball. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci. 55: 499-511, December, 2010

**Abstract** : The first purpose of this study was to examine the influences of explicit and implicit perceptual training on the reaction-time and accuracy of pitched ball anticipation. The second purpose was to examine transfer effects to a new pitcher. Twenty-eight varsity baseball players participated in this study. They were randomly assigned to an explicit instruction group, an implicit instruction group, or a control group. Forty-eight test trials and 72 perceptual training trials were administered on the first day of the experiment. On the second day, 48 test trials followed by 144 perceptual training trials were administered. The third day consisted of 48 test trials. The test consisted of evaluation of the pitch location, pitch type, and both pitch location and type. Anticipatory cues were introduced to the explicit instruction group only. Participants in the implicit instruction group were instructed to react intuitively. Participants in the control group performed only test trials. The results indicated that the level of awareness of anticipatory cues was significantly lower in the implicit instruction group than in the explicit instruction and control groups, whereas that in the explicit instruction group was significantly higher than in the control group. These findings suggest that instructions demanding an intuitive reaction inhibited awareness of anticipatory cues. Moreover, in both the explicit and implicit instruction groups, the speed of anticipation for pitch location and for both pitch location and pitch type were improved significantly by the 72 perceptual training trials, whereas no such change was observed in the accuracy of anticipation. No improvement in speed or accuracy was observed in the control group. These results indicate that explicit and implicit perceptual training yields similar improvements of anticipatory skills and different levels of awareness about anticipatory cues. No transfer effects were observed in this study.

**Key words** : explicit learning, implicit learning, instruction, anticipation skills, baseball

キーワード : 顕在学習, 潜在学習, 教示, 予測スキル, 野球

### I 序 論

外的な環境の変化に対し、瞬時に反応しなければならぬオープンスキルが多く含まれる競技では、迅速かつ正確な情報処理が要求される。例えば、野球の打撃においては、投球されたボールを

確認してから動作を開始するのでは反応に遅れが生じ、良いパフォーマンスを発揮できない。そのため、相手選手の動作等に内在する情報に基づいて事前に予測し、迅速かつ正確に動作を開始することが重要となる。これまで、野球 (e.g., Paull and Glencross, 1997; Ranganathan and Carlton, 2007), テニス (e.g., Jones and Miles, 1978; Sin-

1) 広島大学大学院生物圏科学研究科  
〒739-8528 広島県東広島市鏡山 1-4-4  
2) 広島大学大学院総合科学研究科  
〒739-8521 広島県東広島市鏡山 1-7-1  
連絡先 関矢寛史

1. Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University  
1-4-4 Kagamiyama, Higashihiroshima, Hiroshima, 739-8528  
2. Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University  
1-7-1 Kagamiyama, Higashihiroshima, Hiroshima, 739-8521  
Corresponding author hsekiya@hiroshima-u.ac.jp

ger et al., 1996), バドミントン (e.g., Abernethy and Russell, 1987a, 1987b), スカッシュ (e.g., Abernethy, 1990a, 1990b), サッカー (e.g., Savelsbergh et al., 2002; Ward and Williams, 2003) などの様々な競技を対象とした先行研究において、熟練者は未熟練者に比べて優れた予測スキルを有することが示されている。

この予測スキルの向上を狙い、相手選手の動画映像を用いて繰り返し結果を予測する方法が知覚トレーニングである。知覚トレーニングでは、実際の身体運動は殆ど伴わないため、怪我や過剰練習による身体的疲労、悪天候や練習相手の不足などの状況においても遂行できるという利点がある。知覚トレーニングによる予測スキルの向上は、野球 (e.g., Burroughs, 1984; Cassidy, 2000), ソフトボール (Gabbet et al., 2007), テニス (e.g., 海野・杉原, 1989; Farrow et al., 1998), バスケットボール (Raab, 2003, experiment 1), ハンドボール (Raab, 2003, experiment 2, 3), バレーボール (Raab, 2003, experiment 4) において示されている。さらに、実際の競技スキルやパフォーマンスの向上に効果を持つことも明らかとなっている (Farrow and Abernethy, 2002; Williams et al., 2002; 中本ほか, 2005; Smeeton et al., 2005; Gabbet et al., 2007)。

知覚トレーニングのように動画映像を観察する場合、映像に含まれる多くの情報から重要な情報を抽出するために、指導者の言語指示によって学習者の選択的注意を促し、適切な対象に意識を顕在化させることが重要であるという報告がある (Guadagnoli et al., 2002)。そして近年、スポーツにおける認知過程の意識の程度に関する問題は、顕在学習 (explicit learning) と潜在学習 (implicit learning) の効果の観点から注目され、研究が行われてきた。顕在学習は特定の指示を用いて、スキルの遂行に対する知識を意図的に獲得することを目的とした学習を意味する (Farrow and Abernethy, 2002)。対照的に、「潜在学習は対象または事象、結果の構造関係の知識についての非意図的で自動的な獲得」と定義されている (Frensch, 1998)。この顕在学習と潜在学習のど

ちらがどの程度学習を促進させるのかという問題は、実際のスポーツや運動の指導において、学習者に対してどの程度の知識を与えれば、学習がどの程度促進されるのかという問題に置き換えられる。

知覚トレーニングにおいて、顕在学習と潜在学習に着目して調べた先行研究では、顕在学習や潜在学習を導くために多様な方法が用いられている。顕在学習を促す方法では、相手選手の動作などに内在する予測手掛かりを教示する方法 (以下「顕在教示」とする) がある。また、直接的に顕在教示を与えることなく、学習者が自ら予測手掛かりを発見するように教示する発見学習 (discovery learning) や予測手掛かりが存在する部位など限定的な情報のみを与える誘導発見学習 (guided discovery learning) も用いられている。その中でも、直接的な顕在教示を与える知覚トレーニングの研究 (e.g., 海野・杉原, 1989; Farrow et al., 1998) によると、知覚トレーニングの学習効果が多くの研究で確認されている。

一方、潜在学習を促す方法としては偶発学習 (incidental learning) がある。Farrow and Abernethy (2002) はテニスのサービスコースの予測課題において、予測手掛かりに直接意識を向けさせないようにするために、サービスのスピードを評価させた偶発学習条件を用いて顕在教示と比較した。その結果、偶発学習は顕在教示による学習に比べて予測手掛かりに関する知識の量が少なかったにも関わらず、サービスのインパクト直前時期において高い正確性が示されたことから、予測手掛かりへの意識化が少ない学習条件が優れた学習効果を示したと報告している。このように、知覚トレーニングによる予測スキルの向上は、学習者が持つ顕在知識の量と比例するとは限らず、潜在学習が顕在学習に比べて優れた学習効果を持つ場合がある。

そして、偶発学習条件は予測手掛かりへの意識化を抑制した潜在的知覚トレーニングを可能にする。しかし、Farrow and Abernethy (2002) の研究のようにサービスのコースを学習させるにも関わらずサービスのスピードを意識するように教示

するなど、学習者にとって予測したいことと直接関係のない情報に意識を向けることの必要性が理解され難いという問題や、課題によっては偶発学習の条件を作ることが困難であるという問題がある。そのため、学習者に対して、予測手掛かりに対する意識化の抑制を促すための直接的な教示を与える方法は、偶発学習に比べて学習者にとって理解し易い方法であると考えられる。しかし、潜在的知覚トレーニングを促すためにこのような教示を与える方法を用いて検討した研究は見られない。そこで、本研究では相手選手の動作などの予測手掛かりへの意識化を抑制させるために、感覚によって物事を捉えることを意味する「直感」という言葉を用い、学習者に「直感で反応せよ」という教示（以下「潜在教示」とする）を与えて、顕在教示を与えた知覚トレーニングの効果と比較することとした。しかし、潜在教示によって予測手掛かりの意識化をどの程度まで抑制することができるのかは不明である。特に競技経験者の場合、日頃の練習や試合によって予測手掛かりに関する知識を獲得していることが考えられる。それらの競技経験者が自ら意識化を抑制することが可能かについて調べることは、潜在教示がどの程度の潜在学習条件を導くのかを確認する上で重要となる。

また、これまでの知覚トレーニングの研究では、予測スキルを評価するために様々な手法が用いられている。刺激映像をある時点で遮蔽し、その時点における予測の正確性を評価する時間的遮蔽法を用いた研究では (e.g., Burroughs, 1984), 予測の正確性の変化から予測の成立時期をある程度推定することはできるが、素早く回答することを求めている。また、累進的な時間的遮蔽法を用いた上で実験参加者にできる限り早くかつ正確な反応を求めた研究もあるが (e.g., Farrow and Abernethy, 2002), どの時点までの視覚情報を利用するかについては、研究者が設定した遮蔽時間が基準となる。したがって、遮蔽時点における予測の正確性については検討できるが、予測の早さの変化については検討できない。さらに、遮蔽後に行う視覚情報リハーサル等の処理を反映してい

る可能性がある。また、相手選手の身体部位を遮蔽する空間的遮蔽法を用いた研究では (e.g., Jackson and Mogan, 2007), どの身体部位からの予測手掛かりの情報を抽出するかが研究者が設定した遮蔽部位によって規定される。しかし、実際の競技場面では、選手自らがどの時点まで、またはどの身体部位の情報を利用してどの程度の正確性で反応するかを自己決定する。したがって、時間的・空間的遮蔽などの操作を加えずに映像を呈示して学習者に委ねられた反応の早さと正確性を測定する反応時間測定法 (e.g., 羽島ほか, 2000; Raab, 2003) を用いて、予測の早さと正確性について検討する方法が実際の競技場面の予測時に近い状況であると考えられる。

そして、これまでの野球の打撃に関する先行研究においてはコースと球種の両方の予測 (Burroughs, 1984; Cassidy, 2000) や異なる球種におけるタイミング予測 (中本ほか, 2005) が重要であるという報告がされている。反応時間測定法を用いた場合、キー押し (e.g., 羽島ほか, 2000) や実際の運動 (e.g., Raab, 2003) などの学習者の反応によって予測成立時期を評価する。タイミング予測の測定では実際に打撃するタイミングを目指して、予測の早さの測定は実際の予測成立時期に反応を行うため、両方を同時に測定することは困難である。予測の早さと正確性はトレードオフし得る変数であり、予測の早さが向上しても正確性が損なわれる場合や、正確性が向上しても予測の早さが低下した場合は、両変数間でトレードオフが生じ予測スキルが向上したとは言えない。予測の早さと正確性の両方を要求し、予測の早さと正確性のどちらか一方を維持した上で他方が向上した場合や両方が向上した場合は両変数間でのトレードオフが見られず予測スキルが向上したと言える。したがって、本研究では予測スキルを予測の早さと正確性という2つの指標から評価し、コースと球種の予測について検討することとした。

最後に、知覚トレーニングを実施する際、ある1名の相手選手の攻略を目的とし、その選手に対してのみ行う場合もあるが、実際の競技場面で

は、知覚トレーニングを行った選手と異なる選手と対戦することがある。野球の試合場面においては、1人の投手が継続して複数球を投球した後に他の投手に交代することがある。そのため、知覚トレーニングを行った投手の身体運動の情報を、他の1名の投手に対する予測時に活用した場合にどのような転移効果が示されるのかを調べることは重要である。しかし、知覚トレーニングで用いた相手選手と異なる選手への予測スキルの転移効果については従来研究がなされてこなかった。また、野球の投手の投法では、オーバースロー投法が一般的である。そこで、本研究では、オーバースロー投法の投手間での知覚トレーニングの転移効果について検討することとした。

以上より、本研究では、投手の投球予測における顕在的・潜在的知覚トレーニングが、投球予測の早さと正確性に及ぼす影響を調べることを第1の目的とした。なお、顕在的知覚トレーニングを導くために顕在教示を、潜在的知覚トレーニングを導くために潜在教示の条件を設定し、予測手掛かりの意識化の程度を測定することとした。そして、第2の目的は、知覚トレーニングで用いた投手以外の投球映像に対する予測スキルの転移効果について調べることにした。なお、転移効果については、知覚トレーニングで用いた投手と同じオーバースロー投法の1名の投手を対象として検討することとした。

## Ⅱ 方 法

### 1. 実験用映像の作成

刺激映像の投手には右投げのオーバースロー投法の男子2名を用いた（野球経験年数は投手Aが8年、投手Bが9年）。なお、刺激映像で用いた投手は、投手が所属するチームの指導者2名が、そのチームの投手16名の中から右投げのオーソドックスなオーバースロー投法であると判断した2名であった。

投手にはホームベースから18.44 m離れたピッチャープレートから、キャッチャーに向かって投げさせた。ホームベースの先端からキャッチャー

の後方2 m、高さ1.53 mの位置にデジタルビデオカメラ（SONY製DCR-TRV70）を設置し、ピッチャープレートの方に向け、投手とホームベース上を通過するボールが画面に入るように撮影した。したがって、映像は投手の正面から撮影されたものであった。

そして、知覚トレーニングにおいて、予測の早さと正確性を調べた先行研究では、2選択（e.g., Farrow and Abernethy, 2002）や4選択（e.g., 羽島ほか, 2000; Smeeton et al., 2005）という予測条件において学習効果が示されていることから、本研究では2つのコースと2つの球種の組み合わせから成る4選択の予測条件を設定した。コース及び球種の組み合わせは、右打者から見てインコースとアウトコースの2コース、及びストレートとカーブの2球種の組み合わせである4種類であった。その映像を毎秒30フレームでコンピュータに取り込み、ボールのリリース前4秒（120フレーム）からリリース後1.5秒（44フレーム）までの計5.5秒の動画映像を抽出し、編集した。なお、撮影時の投球速度は投手Aのストレートが $129.74 \pm 6.85$  km/h、カーブが $98.30 \pm 5.61$  km/hであり、投手Bについてはストレートが $126.13 \pm 8.89$  km/h、カーブが $101.32 \pm 4.79$  km/hであった。実験用の映像は、投手Aについて、知覚トレーニング用として12試行×6ブロック分の計72を用意し、コース及び球種の4つの組み合わせが均等になるようにランダムに呈示した。各テストにおいては、練習用として4試行分を用意し、全てのテストでの練習試行で同じ映像を用いた。また、テストの本試行の映像は、1回のテストで投手Aについて12試行×3条件分の計36を用意し、各条件内でコース及び球種の組み合わせが均等になるようにランダムに呈示した。したがって、3回のテストの本試行108と練習4の計112の映像を用いた。さらに、転移条件用の投手Bについては本試行12×3回のテストの36と、練習4試行分の計40の映像を用いた。したがって、各テストで用いた刺激映像は繰り返しのないものであった。

## 2. 実験参加者及び実験群

実験参加者は事前に実験についての説明を受け、その内容に同意した地方の大学野球リーグに所属する男子28名であった（平均野球経験9年2ヶ月±2年11ヶ月，平均年齢19歳8ヶ月±1歳0ヶ月）。そして、投手の動作に内在する予測手掛かりを教示して知覚トレーニングを行わせた顕在教示群，予測手掛かりの教示を与えず，さらに自ら発見するなどの予測手掛かりの意識化を抑制することを狙って「直感で反応せよ」という教示を与えて知覚トレーニングを行わせた潜在教示群，知覚トレーニングを行わせない統制群の3群を設けた。実験参加者を各群にランダムに振り分けた結果，顕在教示群9名（右打ち7名，左打ち2名），潜在教示群9名（右打ち7名，左打ち2名），統制群10名（右打ち9名，左打ち1名）となった。

## 3. 実験装置

実験装置はコンピュータ及びカラーモニター（SONY社製CPD-E220 17インチ），テンキー（LOAS社製TNK-SU214MBL）であった。実験参加者とカラーモニターまでの距離は約32cm，モニターの視野角は約55°，刺激映像の視野角は約32°であった。

## 4. 実験課題

実験参加者には，コンピュータのカラーモニターに呈示された映像を見ながら「できる限り早くかつ正確に」対応するテンキーを押させた。予測条件はインコースとアウトコースの2選択反応を行うコース予測，ストレートとカーブの2選択反応を行う球種予測，コースと球種の組み合わせの4選択反応を行う混合予測の3条件であった。コース予測条件では，最初に右手の人差し指を「2」の上に合わせ，右打者の視点でインコース（画面上では左側）の場合は左隣の「1」を，アウトコース（画面上では右側）の場合は右隣の「3」を押して画面上のコースに対応するように左右で反応させた。また，球種予測条件では，最初に右手の人差し指を「6」の上に合わせ，スト

レートの場合は真下の「3」を，カーブの場合は真上の「9」を押させ，上下で反応させた。混合予測条件では，最初に右手の人差し指を中央の「5」に合わせ，インコース・ストレートの場合は左下の「1」を，アウトコース・ストレートの場合は右下の「3」を，インコース・カーブの場合は左上の「7」を，アウトコース・カーブの場合は右上の「9」を押させた。コース及び球種の種類については，各テストの練習試行において画面にて呈示し，さらに，映像を見て正しく理解できているかを口頭で確認した。したがって，映像が停止した時点において，正確性のフィードバックが行われており，反応時間も同様に映像の停止と同時に画面上に呈示した。反応時間は映像の開始からキーが押されるまでの時間としms単位でフィードバックを与えた。さらに，過度に遅い反応を防ぐために，この時間が4350msを超えた場合に「Late!」と表示した。この表示については各テスト及び知覚トレーニング前に教示した。各映像は，3秒間のインターバルを挟んでランダムに呈示した。

## 5. 実験手続き

実験は3日間連続で行い，全群の実験参加者に対して1日目にプリテストを，2日目にポストテスト1を，3日目にポストテスト2を行わせた（表1）。これらのテストは，転移テストを含む4つの条件で構成された。まず，コース予測条件，次に球種予測条件を行わせ，それぞれのテスト試行の前には4試行の練習を設けた。さらに，混合予測条件，転移映像に対する混合予測条件でテストを行わせた。混合予測条件については，コースや球種の予測条件の組み合わせである4選択の課題であったため，8試行の練習を設けた。なお，コース予測条件，球種予測条件，混合予測条件では知覚トレーニングと同じ投手A，転移テストでは投手Bの映像を用いた。テストは各予測条件で12試行であった。

知覚トレーニングは混合予測条件で行い，1ブロックを12試行とし，6ブロックの計72試行を1セッションとした。顕在教示群と潜在教示群には

表1 実験手続き

		顕在教示群	潜在教示群	統制群
1日目	プリテスト	1. コース予測条件（練習4試行とテスト12試行） 2. 球種予測条件（練習4試行とテスト12試行） 3. 混合予測条件（練習8試行とテスト12試行） 4. 転移課題における混合予測条件（練習4試行とテスト12試行）		
	知覚トレーニングセッション1	<ul style="list-style-type: none"> <li>24試行毎に予測手掛かりに関する顕在教示を与えた</li> <li>混合予測条件（計72試行）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>24試行毎に「直感で反応せよ」という潜在教示を与えた</li> <li>混合予測条件（計72試行）</li> </ul>	なし
2日目	ポストテスト1	プリテストと同じ		
	知覚トレーニングセッション2	セッション1と同じ		なし
	知覚トレーニングセッション3	セッション2と同じ		なし
3日目	ポストテスト2	プリテストと同じ		

表2 顕在教示群に与えた予測手掛かりの内容

項目		具体的な内容
コース	左足の踏み出し方向	<ul style="list-style-type: none"> <li>インコースよりに踏み出した場合、インコースに投げる</li> <li>アウトコースよりに踏み出した場合、アウトコースに投げる</li> </ul>
	身体の開き	<ul style="list-style-type: none"> <li>身体の開きが早い場合、インコースに投げる</li> <li>身体の開きが遅い場合、アウトコースに投げる（但し、ストレートの時は特に遅い）</li> </ul>
球種	重心の高さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>重心が低い場合、ストレートを投げる</li> <li>重心が高い場合、カーブを投げる</li> </ul>
	左足を踏み出す速さ	<ul style="list-style-type: none"> <li>速く踏み出す場合、ストレートを投げる</li> <li>遅く踏み出す場合、カーブを投げる</li> </ul>
	右腕の振り出しタイミング	<ul style="list-style-type: none"> <li>身体の開きに対して、右腕の振り出しタイミングが早い場合、ストレートを投げる</li> <li>身体の開きに対して、右腕の振り出しタイミングが遅い場合、カーブを投げる</li> </ul>
	動作中のボールの見え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>左足を踏み出す直前に身体の背後にボールが見えない場合、ストレートを投げる</li> <li>左足を踏み出す直前に身体の背後にボールがよく見える場合、カーブを投げる</li> </ul>

プリテストの後に1セッション、ポストテスト1の後に2セッションの知覚トレーニングを行わせた。なお、顕在教示群には1ブロック毎に30秒の休憩と2ブロック毎に予測手掛かり教示を与えた。予測手掛かり教示の内容は、投手AとBが所属するチームの指導者2名（野球指導歴12年及び9年）と他チームの指導者1名（野球指導歴3年）の計3名が投手AとBの投球を実際に観察した後にインタビューを行い、その回答に基づき作成した。インタビューの内容は、コースと球種のそれぞれについて一般的に利用する予測手掛かりと刺激映像に用いた投手の予測手掛かりを自由に回答することであった。このインタビューで挙げられた内容のうち2名以上が回答したのについて予測手掛かりとして採用した。予測手掛かり教示の内容は、1日目と2日目の知覚

トレーニング前にコース予測の手掛かりとして「左足の踏み出し方向」、球種予測の手掛かりとして「重心の高さ」、「左足を踏み出す速さ」、「右腕の振り出しタイミング」、「動作中のボールの見え方」の6項目であった。さらに、表2に示したように、各項目についてコースや球種別に具体的な内容を教示した。また、知覚トレーニングにおける各セッションの2ブロック毎には4種類の投球についてコース予測の手掛かりと球種予測の手掛かりの組み合わせの内容を教示した。例えば、インコース・ストレートの場合「身体の開きのタイミングが早く、低い重心でインコース寄りへ左足を速く踏み出す。左足を踏み込む直前に身体の背後にボールが見えない」であった。球種の予測手掛かりである「左足を踏み込む直前における身体背後のボールの見え方」に

については静止画像を画面上に呈示して説明を行った。潜在教示群には1ブロック毎に30秒の休憩を設け、2ブロック毎に潜在教示を与えた。さらに、顕在教示群、潜在教示群ともに各ブロックの前に「できる限り早くかつ正確に反応せよ」と教示した。

顕在的知識の量と予測手掛かりの意識化の程度を検討するために質問紙調査を実施した。質問紙調査は、顕在教示群には各テスト後と知覚トレーニング後の計5回行った。質問紙調査の内容は、例えば、インコース・ストレートの投球に対して、左足の踏み出し方向をどの程度意識したのかというように、4種類の投球それぞれに対してコース予測の手掛かりと球種予測の手掛かりの6項目について、試行中に意識した程度を項目ごとに9件法（1.全く意識しなかった～9.いつも意識した）で回答させるものであった。したがって、質問紙の項目は合計24項目であり、その平均得点を予測手掛かり意識化得点とした。各テスト後の質問紙については、テストの本試行中（混合予測条件）に実際に意識した程度について記入させた。さらに、上記以外の予測手掛かりを発見または利用した可能性を検討するために自由記述欄を設けた。質問紙への回答が予測手掛かりの意識化に繋がると予想されたため、潜在教示群と統制群にはポストテスト2後のみ顕在教示群と同様の質問紙に記入させた。

## 6. 分析方法

各テストの正反応の割合を正反応率とした。また、投手のリリース時からキー押しまでの時間を反応時間とし、各テストにおける平均値を求めた。また、反応時間の $\pm 3$ SDの範囲外のデータを、極度に早いまたは遅い反応として分析の対象外とした。コース予測条件、球種予測条件、混合予測条件、転移映像に対する混合予測条件の各条件の反応時間と正反応率のそれぞれについて群(3)×テスト(3)の2要因分散分析を行った。テストは繰り返しのある要因であった。なお、下位検定には Bonferroni の方法を用いた。さらに、分散分析の繰り返しのある要因に対する Mauch-

ly の球面性検定において等分散が仮定できない場合には、Greenhouse-Geisser による自由度と誤差の補正值を使用した。また、正反応率について、チャンスレベルとの比較を検討するために1サンプルのt検定を行った。チャンスレベルはコース予測条件ならびに球種予測条件が50%、混合予測条件が25%であった。

ポストテスト2後における各群の予測手掛かり意識化得点の比較については、群(3)を要因とした1要因分散分析を行った。下位検定には Bonferroni の方法を用いた。顕在教示群の予測手掛かり意識化について、回数(5)を要因とした1要因分散分析を行った。回数は対応のある要因であった。そして、顕在教示の効果調べるためにア・プリオリな比較として、プリテスト後における予測手掛かり意識化得点とプリテスト以降の知覚トレーニング及びテスト後の平均得点を比べる多重t検定を行った。なお、全ての分析における有意水準は5%とした。

## III 結 果

### 1. 予測手掛かり意識化得点

ポストテスト2後の質問紙における予測手掛かり意識化得点について、顕在教示群は $5.03 \pm 1.05$ 、潜在教示群は $1.74 \pm .93$ 、統制群は $3.23 \pm 1.45$ の値を示した。分析の結果、群の主効果が認められた ( $F(2, 27) = 15.87, p < .001$ )。下位検定の結果、顕在教示群に比べて潜在教示群 ( $p < .001$ ) と統制群 ( $p < .001$ ) が低い値を示し、統制群に比べて潜在教示群が低い値を示した ( $p < .001$ ) (図1)。また、予測手掛かりに関する教示の内容以外に意識したことについての自由記述は、顕在教示群ではプリテスト後で2名、2日目の知覚トレーニング後とポストテスト2後において各1名見られた。統制群では2名であった。潜在教示群には見られなかった。

顕在教示群の予測手掛かり意識化得点について、分析の結果、回数の主効果が認められた ( $F(4, 32) = 8.50, p < .001$ )。そして、プリテスト後の得点 ( $2.59 \pm 1.41$ ) とプリテスト以降の知覚ト

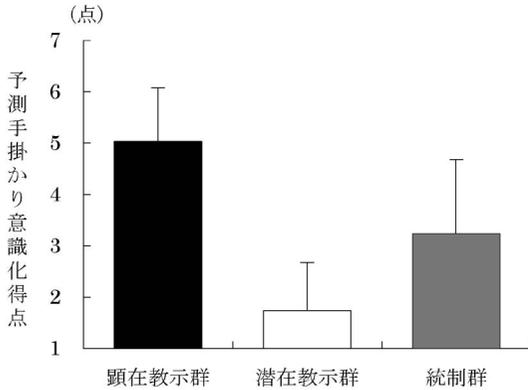


図1 ポストテスト2後の質問紙による各群の予測手掛かり意識化得点

レーニング及びテスト後の平均得点 (4.81±.93) を比べた結果, 有意差が認められ ( $t=5.67, p<.01$ ), プリテスト後に比べてプリテスト以降の知覚トレーニング及びテスト後では高い意識化得点を示された。

2. 反応時間及び正反応率

表3に, 各群の各予測条件及びテストの反応時間と標準偏差を示した。また, 表4に正反応率と標準偏差及び $t$ 値を示した。正反応率についてチャンスレベルと比較した結果, 全て有意に高い値であった ( $p<.001$ )。以下, 各予測条件に沿

表3 各群の各テストにおける予測条件別の反応時間 (ms)

予測条件	群	プリテスト	ポストテスト1	ポストテスト2
コース予測条件	顕在教示群	283.68 ( 52.12)	112.71 ( 60.65)	72.22 ( 82.02)
	潜在教示群	280.72 ( 33.19)	156.80 (136.09)	80.32 (168.32)
	統制群	219.99 (110.21)	191.60 (107.55)	186.65 (102.65)
球種予測条件	顕在教示群	276.59 (107.82)	1.56 (187.18)	-11.13 (248.44)
	潜在教示群	272.38 ( 55.80)	141.80 (189.43)	47.21 (244.73)
	統制群	227.07 (176.60)	209.81 (114.58)	165.66 (159.16)
混合予測条件	顕在教示群	359.52 ( 64.15)	262.80 (104.05)	170.73 (170.60)
	潜在教示群	361.17 ( 62.80)	219.28 (155.83)	205.62 (196.01)
	統制群	326.78 (130.57)	323.36 ( 90.98)	295.15 ( 67.26)
転移映像を用いた混合予測条件	顕在教示群	357.64 ( 93.37)	280.45 (113.81)	181.15 (210.89)
	潜在教示群	340.05 ( 61.98)	227.01 (192.06)	184.17 (198.09)
	統制群	318.68 ( 68.17)	316.01 ( 91.97)	312.77 ( 89.63)

注) 投手のリリース時を基準とした値を示す。( )内は標準偏差を示す。

表4 各群の各テストにおける予測条件別の正反応率(%)

予測条件	群	プリテスト		ポストテスト1		ポストテスト2	
		正反応率	$t$ 値	正反応率	$t$ 値	正反応率	$t$ 値
コース予測条件	顕在教示群	85.44 (14.82)	6.77	90.66 ( 8.28)	13.89	77.26 ( 9.80)	7.87
	潜在教示群	86.87 ( 8.80)	11.85	86.95 (11.83)	8.84	85.77 (12.00)	8.43
	統制群	85.00 (12.26)	8.57	84.70 (17.34)	6.00	82.50 (14.65)	6.66
球種予測条件	顕在教示群	85.19 (10.96)	9.08	77.78 ( 9.62)	7.17	75.00 ( 8.78)	8.05
	潜在教示群	85.02 ( 9.49)	10.44	81.90 (10.52)	8.57	85.24 ( 7.44)	13.40
	統制群	88.33 ( 6.67)	17.25	81.67 ( 8.17)	11.64	79.62 (11.47)	7.75
混合予測条件	顕在教示群	75.34 (19.74)	7.21	65.49 (10.52)	10.88	65.86 (11.98)	9.65
	潜在教示群	76.85 (14.58)	10.06	68.10 (13.85)	8.80	75.76 (13.21)	10.87
	統制群	72.50 (22.38)	6.37	68.86 (17.66)	7.45	70.02 (19.82)	6.81
転移映像を用いた混合予測条件	顕在教示群	67.59 (20.03)	6.02	63.23 (16.12)	6.71	70.96 (15.40)	8.44
	潜在教示群	70.34 (21.93)	5.85	72.90 (17.01)	7.96	73.74 (11.83)	11.65
	統制群	65.68 (15.40)	7.92	70.23 (18.55)	7.32	67.20 (18.18)	6.97

注) コース予測条件, 球種予測条件は50%, 混合予測条件, 転移映像を用いた混合予測条件は25%のチャンスレベルと比較した。全てにおいて $p<.001$ を示した。( )内は標準偏差を示す。

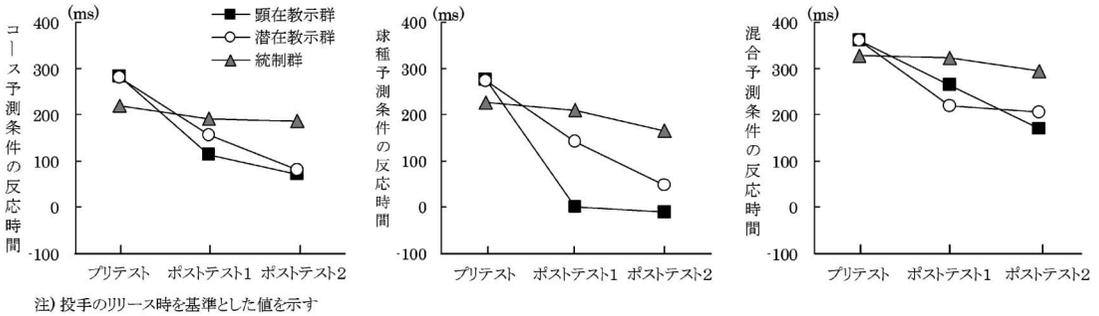


図2 各群の各テストにおける反応時間

って結果を示す。

1) コース予測条件

コース予測条件の反応時間 (図2, 左パネル) にテストの主効果 ( $F(2, 50) = 21.83, p < .001$ ), ならびに群とテストの交互作用が見られた ( $F(4, 50) = 3.52, p < .05$ ). 群とテストの交互作用において, 顕在指示群におけるテストの単純主効果が認められ ( $F_s(2, 24) = 17.59, p < .001$ ), 下位検定を行った結果, プリテストからポストテスト1 ( $p < .001$ ) ならびにポストテスト2 ( $p < .001$ ) にかけて短縮が認められた. さらに, 潜在指示群におけるテストの単純主効果が認められ ( $F_s(2, 24) = 11.99, p < .001$ ), 下位検定によれば, プリテストからポストテスト1 ( $p < .01$ ) ならびにポストテスト2 ( $p < .01$ ) にかけての短縮が認められた. 統制群に有意な変化は見られなかった. 正反応率に群とテストの主効果及び交互作用は見られなかった.

2) 球種予測条件

球種予測条件の反応時間 (図2, 中パネル) にテストの主効果 ( $F(1.43, 35.79) = 22.18, p < .001$ ), ならびに群とテストの交互作用が見られた ( $F(4, 50) = 3.20, p < .05$ ). 群とテストの交互作用において顕在指示群にテストの単純主効果が認められ ( $F_s(2, 24) = 11.57, p < .001$ ), 下位検定を行った結果, プリテストからポストテスト1 ( $p < .001$ ) ならびにポストテスト2 ( $p < .01$ ) にかけての短縮が認められた. さらに, 潜在指示群におけるテストの単純主効果が認められ ( $F_s(2, 24) = 4.38, p < .05$ ), 下位検定によれば, プ

リテストからポストテスト2にかけての短縮が示された ( $p < .05$ ). 統制群に有意な変化は見られなかった. また, ポストテスト1において群の単純主効果が認められ ( $F_s(2, 25) = 3.43, p < .05$ ), 下位検定によれば, 顕在指示群が統制群に比べて早い反応を示した ( $p < .05$ ). 正反応率にはテストの主効果 ( $F(2, 50) = 9.02, p < .001$ ) が見られ, 下位検定の結果, プリテストからポストテスト1 ( $p < .05$ ) ならびにポストテスト2 ( $p < .05$ ) にかけての低下が見られた. 正反応率に群の主効果及び交互作用は見られなかった.

3) 混合予測条件

混合予測条件の反応時間 (図2, 右パネル) にテストの主効果 ( $F(2, 50) = 16.40, p < .001$ ), ならびに群とテストの交互作用が見られた ( $F(4, 50) = 3.14, p < .05$ ). 群とテストの交互作用において顕在指示群にテストの単純主効果が認められ ( $F_s(2, 24) = 7.71, p < .01$ ), 下位検定を行った結果, プリテストからポストテスト1 ( $p < .05$ ) ならびにポストテスト2 ( $p < .01$ ) にかけて短縮を示した. また, ポストテスト1からポストテスト2 ( $p < .05$ ) にかけても短縮を示した ( $p < .05$ ). さらに, 潜在指示群にテストの単純主効果が認められ ( $F_s(2, 24) = 8.09, p < .01$ ), 下位検定によれば, プリテストからポストテスト1 ( $p < .01$ ) ならびにポストテスト2 ( $p < .05$ ) にかけての短縮が示された. 統制群に有意な変化は見られなかった. 正反応率に群とテストの主効果及び交互作用は見られなかった.

#### 4) 転移映像を用いた混合予測条件

転移映像を用いた混合予測条件における反応時間にテストの主効果 ( $F(1.45, 36.43) = 11.10, p < .01$ ) が見られ、下位検定の結果、プリテストからポストテスト1 ( $p < .01$ ) ならびにポストテスト2 ( $p < .01$ ) にかけての短縮が認められた。群の主効果及び群とテストの交互作用は見られなかった。正反応率に群とテストの主効果及び交互作用は見られなかった。

## Ⅳ 考 察

本研究の第1の目的は、投手の投球予測における顕在的・潜在的知覚トレーニングが、投球予測の早さと正確性に及ぼす影響を調べることであった。そのために、顕在指示と潜在指示を用いて予測手掛かり意識化の程度を調べた結果、潜在指示群は顕在指示群と統制群に比べて低い意識化を示した。偶発学習条件を用いて潜在的知覚トレーニングを検討した先行研究 (Farrow and Abernethy, 2002; Raab, 2003) では、顕在指示に比べて偶発学習条件が予測手掛かりの意識化を抑制することに成功しているが、本研究の結果から「直感で反応せよ」という潜在指示によっても意識化を抑制することが可能であることが明らかになった。偶発学習は学習者の注意を予測したい対象と異なる対象に向けさせる条件であり、知覚トレーニングでは利用できても競技場面での利用は難しい。それに対して潜在指示は学習者が自ら意識化を抑制することを促す方法であり、競技場面でも利用可能であると考えられる。また、知覚トレーニングにおいても、予測したいことと関連のないことに注意を向けなければならない偶発学習に比べて利用し易い方法であると考えられる。

また、本研究では、顕在指示群において予測手掛かり意識化の程度を各テスト及びトレーニングの期間に測定した。その結果、顕在指示を与える前に比べて、顕在指示を与えた後は高い予測手掛かりの意識化が見られた。さらに、ポストテスト2後においては潜在指示群に比べて高い予測手掛かりの意識化を示した。このことから、顕在指示

群は一貫して予測手掛かりの意識化を伴った知覚トレーニングを行っていたことが確認された。潜在指示群に対しては、予測手掛かりの意識化を誘発する可能性があるために知覚トレーニング期間中に意識化に関する質問紙への回答は求めなかったが、プリテストでは顕在指示群と潜在指示群は同じ指示条件 (顕在指示ならびに潜在指示を与えず、できる限り早くかつ正確に反応せよという条件) で予測反応を行った。そのため、プリテストの段階では顕在指示群と潜在指示群における予測手掛かりの意識化は同程度であったと推測され、意識化の違いはトレーニング期間を通して存在したと考えられる。また、顕在指示ならびに潜在指示を与えずに反応の早さと正確性を要求した統制群は、知覚トレーニングを行っていないにも関わらず、ポストテスト2後の質問紙において顕在指示群と潜在指示群の中間に値する予測手掛かり意識化得点を示した。したがって、「直感で反応せよ」という潜在指示を与えずに知覚トレーニングを行わせた場合、予測手掛かりの更なる意識化が見られたと考えられる。これらのことから、顕在指示が顕在的知覚トレーニングを導き、潜在指示が予測手掛かりの意識化を抑制させ、その結果、潜在的知覚トレーニングを導いたと言える。

予測スキルについて、コース予測条件と混合予測条件における各群の予測スキルの向上はほぼ同様の傾向を示した。どちらの条件においても全ての群の予測の正確性には変化が見られず、顕在指示群と潜在指示群の予測の早さが72試行の知覚トレーニングによって向上した。その後の144試行の知覚トレーニングによって、顕在指示群が混合予測条件において更なる反応時間の短縮を示した以外には予測スキルの向上は見られなかった。したがって、72試行の知覚トレーニングの量で顕在指示と潜在指示の両方が正確性の維持を伴った反応時間の短縮という予測スキルの向上を導いたと言える。

しかし、球種予測条件においては、反応時間の短縮に伴う正確性の低下というトレードオフが生じた。予測の正確性が群を問わずプリテストから以降のテストにかけて低下した一方で、反応時間

は顕在教示群ではプリテストから両ポストテストにかけて、潜在教示群ではプリテストからポストテスト2にかけて短縮を示した。このトレードオフが生じた原因として、「左足を踏み込む直前における身体背後のボールの見え方」という予測手掛かりが予測反応方略に影響を及ぼした可能性が考えられる。このような、投球動作の早い時点で生起する予測手掛かりが実験参加者によって顕在的または潜在的に利用され、早い時点で意思決定を導いたと考えられる。そして、この早期の意思決定は、それ以降に呈示される予測手掛かりの利用を抑制し、これまで利用していた予測手掛かりに関する情報よりも少ない情報に委ねた予測反応を導き、その結果、反応時間の短縮と正確性の低下というトレードオフが生じたと推察される。しかし、球種予測において見られたこのような特徴も、予測手掛かりが投球動作の早期に生起しないコース予測条件や、混合予測条件においては見られなかった。混合予測条件は球種予測も含んでいたが、コース予測についての予測手掛かりの発現を待って意思決定を行う必要があるため、球種予測のみの条件で発現した予測反応方略の特徴が消失したのではないかと考えられる。

このように、球種予測条件において異なる傾向が見られたが、コース予測条件及び混合予測条件においては統制群に全く変化が認められなかったことに対して、顕在教示群と潜在教示群はほぼ同様に予測スキルを向上させた。したがって、顕在教示群と潜在教示群において異なる予測手掛かり意識化が認められたにも関わらず、予測スキルについては同程度の学習効果を示したと言える。これは相手選手の動作に内在する予測手掛かりについて顕在教示を与えて意識化させなくても、「直感で反応せよ」という潜在教示を与えることで同程度の予測スキルの学習が可能であったことを意味する。顕在教示を与えることには労力や時間的負荷を伴うが、このように人間の潜在的認知過程を利用した知覚-運動学習においては、それらの負荷を軽減させることも可能となる。これまで、知覚-運動スキルを用いて顕在学習と潜在学習の効果と比較した研究では、潜在学習が顕在学習と

同等以上の学習効果を示したという報告があり (e.g., Green and Flowers, 1991), 本研究の結果も予測スキルの学習における潜在的認知過程の効果の強さを示すものであったと言える。また、正確性に向上が見られなかった原因として、プリテストの段階でコース予測条件と球種予測条件は約80%、混合予測条件については約70%を示しており、既に高い値であったことが挙げられる。そのため、正確性の更なる向上が困難であり、反応時間の短縮という予測反応方略が生じたと考えられる。

本研究の第2の目的は、知覚トレーニングで用いた投手以外の1名の投球映像に対する予測スキルの転移効果について調べることであった。そして、知覚トレーニングで用いた投手Aについては予測スキルの向上が認められたが、転移課題として用いた投手Bに対する予測の早さや正確性に変化は見られず、予測スキルの有意な転移効果が確認されなかった。これは、投手Aの予測手掛かりを、投手Bに対する予測時に活用した場合には効果的に予測スキルを遂行することができなかったことを意味する。Osgood (1949)によれば、運動学習における転移効果について、反応に対する刺激が類似する程度に応じて正の転移が生じる。そして、本研究において転移効果が確認されなかった理由として、知覚トレーニングで用いた投手Aと転移課題で用いた投手Bはオーバースロー投法という基準での運動パターンの類似性は満たしていたが、コースや球種の予測手掛かりの類似性については正の転移が生じる程の高さではなかったことが考えられる。つまり、投手Aのみに利用可能な予測手掛かりが存在し、投手Bに対する予測スキル遂行時にその予測手掛かりを利用することができなかったと言える。また、両投手間に共通する予測手掛かりが存在したが、投手Aのみに利用可能な予測手掛かりを優先的に活用したため、投手Bにも有効であった予測手掛かりの利用が阻害された可能性も推察される。

## V ま と め

本研究では、野球の投球におけるコース及び球種予測反応を課題とし、反応の早さと正確性という両側面と予測手掛かりに対する意識度に着目して、顕在的・潜在的知覚トレーニングの効果を検討した。第1の目的は、顕在的・潜在的知覚トレーニングが予測の早さと正確性に及ぼす影響を調べることであった。第2の目的は、知覚トレーニングで用いた選手以外の投球映像に対する予測スキルの転移について調べることであった。結果、顕在教示を用いた知覚トレーニング群に比べて潜在教示を用いた知覚トレーニング群の予測手掛かりの意識化は低いことが示された。球種予測条件については反応の早さと正確性にトレードオフが生じたが、コース予測条件ならびにコースと球種の両方を予測する条件においては反応の正確性の維持を伴った反応時間の短縮が見られ、予測スキルが向上した。したがって、予測手掛かりに関して異なる意識度の学習群において同程度の予測スキルの向上が示された。しかし、転移条件の投手において反応の早さと正確性に変化は見られなかった。

## 文 献

- Abernethy, B. (1990a) Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, 19: 63-77.
- Abernethy, B. (1990b) Anticipation in squash: Differences in advance cue utilization between expert and novice players. *Journal of Sports Sciences*, 8: 17-34.
- Abernethy, B. and Russell, D.G. (1987a) Expert-novice differences in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology*, 9: 326-345.
- Abernethy, B. and Russell, D.G. (1987b) The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6: 283-319.
- Burroughs, W.A. (1984) Visual simulation training of baseball batters. *International Journal of Sport Psychology*, 15: 117-126.
- Cassidy, P.E. (2000) The use of digital video pitch simulators for training expert baseball batters to improve their abilities to detect optical anticipatory pitch information. *Dissertation abstracts international section A: Humanities and Social Sciences*, 60: 4362.
- 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 Sports Psychology*, 23: 231-242.
- Frensch, P.A. (1998) One concept, multiple meanings: One how to define the concept of implicit learning. In M.A. Stadler and P.A. Frensch (Eds.), *Handbook of implicit learning* (p. 47-104). London: Sage Publications.
- Gabbet, T., Rubinoff, M., Thorburn, L., and Farrow, D. (2007) Testing and training anticipation skills in softball fielders. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2: 15-24.
- Green, T.D. and Flowers, J.H. (1991) Implicit versus explicit learning process in a probabilistic, continuous fine-motor catching task. *Journal of Motor Behavior*, 23: 293-300.
- Guadagnoli, M., Holcomb, W., and Davis, M. (2002) The efficacy of video feedback for learning the golf swing. *Journal of Sports Sciences*, 20: 615-622.
- 羽島真紀・関矢寛史・坂手照憲 (2000) テニスのサーブ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.
- Jackson, R.C. and Mogan, P. (2007) Advance visual information, awareness, and anticipation skill. *Journal of Motor Behavior*, 39: 341-351.
- Jones, C.M. and Miles, T.R. (1978) Use of advance cues in predicting the flight of a lawn tennis ball. *Journal of Human Movement Studies*, 4: 231-235.
- 海野 孝・杉原 隆 (1989) テニスのネットプレーにおける予測に関するパターン認知の学習効果: 反応の速さと正確さの向上について. *体育学研究*, 34: 117-132.
- 中本浩揮・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影響. *体育学研究*, 50: 581-591.
- Osgood, C.E. (1949) The similarity paradox in human learning: A resolution. *Psychological review*, 56: 132-143.
- Paull, G. and Glencross, D. (1997) Expert perception

- and decision making in baseball. *International Journal of Sport Psychology*, 28: 35–56.
- Raab, M. (2003) Implicit and explicit learning of decision making in sports is effected by complexity of situation. *International Journal of Sport Psychology*, 34: 273–288.
- Ranganathan, R. and Carlton, L.G. (2007) Perception-action coupling and anticipatory performance in baseball batting. *Journal of Motor Behavior*, 39: 369–380.
- Savelsbergh, G.J.P., Williams, A.M., Kanp, J.V.D., and Ward, P. (2002) Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20: 279–287.
- Singer, R.N., Cauraugh, J.H., Chen, D., Steinberg, G.M., and Frehlich, S.G. (1996) Visual search, anticipation, and reactive comparisons between highly-skilled and beginning tennis players. *Journal of Applied Sport Psychology*, 8: 9–26.
- Smeeton, J.N., Williams, A.M., Hodges, N.J., and Ward, P. (2005) The relative effectiveness of various instructional approaches in developing anticipation skill. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11: 98–110.
- Ward, P. and Williams, A.M. (2003) Perceptual and cognitive skill development in soccer: The multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 25: 93–111.
- Williams, A.M., Ward, P., Knowles, J.M., and Smeeton, N. (2002) Anticipation skill in a real-world task: Measurement, training, and transfer in tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8: 259–270.

(平成21年9月7日受付)  
(平成22年7月19日受理)

Advance Publication by J-STAGE  
Published online 2010/08/31