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—

海 野 孝 (宇都宮大学) 杉 原 隆 (東京学芸大学)

(昭和63年10月7日 受付)

The learning effect of pattern recognition on a tennis net-player's anticipation
—Improvement in the speed and accuracy of motor response—

Takashi Kaino¹ and Takashi Sugihara²

Abstract

The purpose of this study was to investigate the learning effect of pattern recognition on a tennis net-player's anticipation. An experiment was conducted to determine whether the learning of pattern recognition with the film was significantly effective in improving the speed and accuracy of motor response to the film stimulus of the opposing passer's return. Subjects were 12 male beginners (less than 3 years experienced), 12 male intermediaries (3—8 years experienced), and 10 male advanced players (more than 8 years experienced). And the first two groups were given instructions and KR with the films in the learning session.

The major results are as follows:

1) In the pre-learning reaction time test to the film stimulus, the reaction time (the time from the impact to the moment of lifting a leg) of both the beginners and the intermediaries were significantly longer than that of the advanced. And no significant differences among three groups were found on the correct response rate in the film series of +8 (continue to show the film to the post-impact 8th frame). But in the film series of 0 (to the impact frame), both the beginners and the intermediaries showed significantly smaller values than the advanced.

2) During the learning session, the correct answer rates of both the beginners and the intermediaries on pass-lob and cross-straight anticipation were significantly increased.

3) In the post-learning reaction time test, the reaction time of both the beginners and the intermediaries were significantly shortened, and they showed smaller values than the advanced. And the correct response rates of both groups in the film series of 0 were also significantly increased.

4) The learning effect of the intermediaries was significantly greater than that of the beginners.

These results suggest that the learning of pattern recognition with the film has a noticeable effect on improvement in anticipation and the speed and accuracy of motor response to the opposing passer's return.

(Takashi Kaino and Takashi Sugihara, "The learning effect of pattern recognition on a tennis net-player's anticipation —Improvement in the speed and accuracy of motor response", *Japan J. Phys. Educ.*, 34—2 : 117—132, September, 1989)

1 Faculty of Education, Utsunomiya University, Utsunomiya City, Tochigi (321)

2 Department of Physical Education, Tokyo Gakuhei University, Koganei City, Tokyo (184)

緒 言

複雑な運動の学習と遂行に運動の場における認知の過程が非常に重要な役割を果たしていることは、経験的にも心理学的にも広く認められた事実である。しかしながら、これに関連する従来の研究は、熟練度の異なるプレーヤーの知覚的能力を比較するといった横断的研究が中心であった。たとえば、選択的注意の能力については水田ら^{16),17)}、金本ら^{11),12)}が、ゲーム状況の認知については調枝²⁾、中川¹⁹⁾が、予測については Enberg⁴⁾、大西ら²³⁾、海野・杉原^{7),8)}、Buckoltz, et al.¹⁾、前田ら¹⁵⁾、村上¹⁸⁾が問題にしている。そして、これらの研究のほとんどが熟練度の高いプレーヤーほど知覚的能力に優れていると報告している。このことは、運動場面の認知能力の向上が運動学習の重要な側面を形成していることを示しているものの、はたして認知情報処理の効率性が経験や学習によって変容するものであるか否かについては、直接検討を加えていない。

運動学習の情報処理モデルでは、通常、刺激同定、反応選択、反応プログラミングの3つの段階が想定されている²⁶⁾。ここでいうパターン認知とは、情報処理の最初の段階である刺激の同定に相当する。刺激同定の段階では、環境刺激の中から反応選択のための手掛かりとなる刺激に注意が向けられ、刺激パターンの解釈・意味づけがなされる。パターン認知の学習とはこの能力の変容の過程をさす。ノーマン²²⁾によれば、パターン認知における情報処理には2つの型があるとされている。1つは、感覚刺激の受容から出発して、次第に高次なレベルに細分化してゆく上昇型のシステムで、データ推進型の処理とよばれている。もう1つは、最高の水準に位置する期待から出発して、特定の感覚手掛かりに注意を向けさせる下降型のシステムで、概念推進型の処理と呼ばれている。テニスの場面を例にとれば、相手の打球動作や打球音や打球の飛び出す方向などの感覚刺激の受容から出発して、高次なレベルに細分化して最終的な認知へと進行するのが前者である。そして後者は、ラケットの面の向きやスイングの方向などの

違いと打球の種類（パスかロブか、スライスかドライブかなど）の関係についての知識が生み出す期待によって始まり、特定の感覚手掛かり（ラケットの面の向きやスイングの方向など）に注意を向けさせ分析を誘導するものである。そして、この2つの型の処理が並行してなされ、相互作用をすることによってパターン認知がなされることが考えられている。ナイサー²¹⁾はこの2つの型の処理とその相互作用を、期待（予期図式）に基づいて刺激を探索し、探索の結果に基づいて期待を修正するという知覚循環として理論化している。

このような情報処理心理学の理論に従えば、運動場面における感覚手掛かりについての知識を与えることによって、ノーマンのいう概念推進型処理、ナイサーのいう予期図式の機能が促進され、正確で素早いパターン認知がなされることになる。すなわち、テニスの場合であれば、どういう打球フォームからはどういう種類の打球がくるのかについての知識を与えることによってパターン認知が促進されるものと思われる。この点については、フットボールのフォーメーションの認知について Damron³⁾、Londeree, Jr.¹⁴⁾が、テニスのストロークについて海野・杉原⁹⁾、海野ら¹⁰⁾が検討を加え、その考えを支持する結果を得ている。そして、パターン認知の学習効果は認知のレベルに止まらず、的確な予測に基づいて素早い反応がなされるようになることが期待される。すなわち、運動学習における情報処理の最初のプロセスに含まれるパターン認知の学習を行なうことは、たとえ運動反応と切り離れたかたちであっても、運動学習を促進すると考えられるのである。

そこで、打球の方向に対して素早く反応する必要のあるテニスのネットプレーを取り上げ、フィルムを利用して教示及びKR（結果の知識）を与えるパターン認知の学習が、シミュレーション場面での打球に対する反応の速さと正確さの向上にどの程度有効であるかを、以下の4点から明らかにする目的で本研究が計画された。

1) パッサーの打球動作をフィルムで呈示し、フォアボレー、バックボレー、スマッシュのいずれかで反応させるというやり方で反応開始時間を

測定する。この学習前の反応の速さと正確さについて、初級者及び中級者と上級者との相違を明らかにする。

2) 初級者と中級者に対してパッサーの打球動作が途中で切断されているフィルムを呈示し、その打球の種類予測の仕方について教示・KRを与えるやり方でパターン認知の学習を行なう。そして、まず、予測能力の向上について学習効果を検討する。

3) 再びフィルム刺激に対する反応開始時間の測定を行ない、パターン認知の学習の有効性を、反応の速さと正確さの向上の2点から検討する。また、その効果の程度を、上級者のパフォーマンスと比較することによって明らかにする。

4) テニス経験年数による学習効果の差異を、初級者と中級者のパフォーマンスを比較することによって明らかにする。

方 法

1. 実験用フィルムの作製

1) 撮影^{※1)} モデルは右利きのオーソドックスなフォームと認められる上級者男子1名であった。Fig. 1に示したように、Toss machineによって送られたボールを右コーナーへ移動してフォアハンドで打ち返す。これを16mm cinecameraを用いて毎秒24コマで撮影した。撮影した打球の種

類はクロスパス、ストレートパス、クロスロブ、ストレートロブの4種類であり、打球後のボールがネットを通過する際の高さ、及び、コートへの落下地点に特定の成功基準が設けてあった。また、これらの打球をオーソドックスなフォームと相手に予測されないようなフォームの、2つのフォーム条件で打たせた。

2) 編集 上記の8種類のストロークについて、それぞれインパクトの正確に撮影されているものを2つずつ選択し、計16ショットのフィルムを実験で使用することにした。これらのフィルムを反応時間テスト用2組、予測能力テスト用5組、学習用8組コピーし、それぞれを後述する「フィルム呈示の時間条件」に沿って特定のコマで切り離れた。そして、これを後述する「呈示順序」に沿って、ブランクフィルムを挿入しながらつなぎ合わせた。さらに、学習用には切り離れた打球動作の続きをブランクフィルムの中間に挿入した。

3) ビデオテープへの録画及びタイマーを始動させる合図音の録音 反応時間を測定する際の装置の都合上、これらの16ミリフィルムをビデオテープに録画した。さらに、反応時間テスト用のテープには、タイマーを始動させるための合図音を録音した。録音にあたっては、編集コントローラー（ビクター製、RM-88）を用いて、インパクト20コマ前^{※2)}を目指して正弦波1キロヘルツを

Fig. 1. Filming of the passer's return action.

R : ready position. H : hitting position. Ca : camera. M : toss machine.

A criterion of going over the net-pass : below 0.5m and above the top of the post, lob : over 4.0m above the ground. A criterion of the ball bounce-C.P. : cross pass zone, S.P. : straight pass zone, C.L. : cross lob zone, S.L. : straight lob zone.

録音した。そして、実際に録音した音の立ち上がり何コマ目であるかを、エレクトロニック電圧計(ナショナル製, VP-9640A)を用いて調べ直した。その結果、フィルムによってインパクト前18~22コマに広がっていたが、これを分子とする18~22/30秒(合図音からインパクトまでの時間)を各フィルムで算出することによって、後述するインパクトを基準とする反応開始時間の値が求められた。

2. 被験者

被験者は、関東学生テニス選手権予選大会出場者で、テニス経験年数3年未満の初級者男子12名(Beg.: 0.5~2.9年, $\bar{x}=2.05$, $SD=0.78$), 3年以上の中級者男子12名(Int.: 3.2~8年, $\bar{x}=4.68$, $SD=1.59$)と、全日本テニス選手権または全日本学生テニス選手権本大会出場の上級者男子10名(Adv.: テニス経験年数8~19年, $\bar{x}=13.0$, $SD=3.77$)であった。

3. 実験手続き

実験手続きの概要をFig. 2に示した。初級者と中級者の学習効果を検討するために、フィルム刺激に対する反応時間テスト及び予測能力テストを、学習期間の前後に2度実施した。また、pre-testでは、ランプ刺激に対する単純反応時間と選択反応時間の測定も行なった。これらの2群の反応時間の値を評価する際の指標を得るために、上級者に対して、ランプ刺激及びフィルム刺激に対する反応時間テストを1度だけ実施した。なお、学習は3日間にわたって連続して行なわれたが、pre-testと学習第1日目の間隔は1~2週間、学習第3日目とpost-testとの間隔は1~2日間であった。

4. ランプ刺激に対する反応時間の測定

1) 装置 Fig. 3のstimulus 1に、ランプ刺激に対する反応時間測定装置を示した。Timing equipment(サンワ工業製)を操作して刺激ランプ(ランプ盤には左, 右, 上の3カ所にランプがある)を点灯すると、タイマー(Digitimer, 竹井機器工業製)が始動される。被験者は2枚の反応測定マット(Matswitch, 45cm×45cm)の上に片足ずつのせているが、刺激ランプに対する反応の際にどち

Fig. 2. Experimental procedure.

-6: continue to show the film to the pre-impact 6th frame, 0: to the impact frame, +8: to the post-impact 8th frame. Beg.: beginners. Int.: intermediaries, Adv.: advanced players.

Fig. 3. Measuring apparatus of reaction time to the light stimulus and the film stimulus.

らかの足がマットから離れると(荷重が10kg以下になると), タイマーが止る仕組みになっていた。なお、マットから刺激ランプまでの距離は2m, 刺激ランプ盤中央の高さは床上135cmであった。

2) 手続き 被験者は床上の2枚のマットの上に片足ずつのせ、「用意」の合図で膝を軽く曲げて

構える。そして、刺激ランプ盤の右のランプの点灯後、ただちにフォアボレーで返球する要領で右へ移動する。同様に左のランプに対してはバックボレー^{※3)}で返球する要領で左へ、上のランプに対してはスマッシュで返球する要領で後ろへ移動するように要求された。最初に、単純反応時間の測定を、各方向とも準備試行3回の後、本試行を5回実施した。次に、選択反応時間の測定を、準備試行4回の後、本試行を16回実施した。この16試行の内訳は、フィルム刺激の場合と一致するように左右各4回、後方8回とし、その呈示順序はランダムであった。なお、「用意」の合図から刺激ランプを点灯するまでの予告時間は2～3秒であった。

5. フィルム刺激に対する反応時間テスト

1) 装置 Fig. 3の stimulus 2にフィルム刺激に対する反応開始時間の測定装置を示した。フィルムはVTRを用いてモニターに映し出される。編集の項で述べておいた録音済みの合図音を、音入力用マイクがとらえてタイマーが始動される。そして、被験者のどちらかの足が反応測定マットから離れるとタイマーが止る仕組みになっていた。

2) フィルム呈示の時間条件及び呈示順序 インパクト後8コマまで(+8：打球後のボールが見える)と、インパクトのコマまで(0：打球の瞬間までしか見えない)の順に、この2条件で測定

を行なった(Fig. 4)。両系列とも通常スピードで再生され、16のフィルムの順序はそれぞれランダムであった。

3) 手続き 被験者はランプ刺激の場合と同じ姿勢で構えており、モニターに映し出されたフィルムを見てその打球がクロスパス、ストレートパス、ロブのいずれであるかを判断し、ただちにそれに応じた反応方向へ移動するように要求された。まず、+8, 0の両系列とも、本試行とは異なるモデルによるフィルムを用いて4回の準備試行を行ない、その後で本試行を16回実施した。なお、測定装置の都合上、反応前の予備動作^{※4)}は禁止した。

6. 予測能力テスト

1) 手続き パッサーの打球動作が途中で切断されているフィルムを呈示する。被験者は椅子に腰掛け、その打球がクロスパス、ストレートパス、ロブのいずれであるかを予測し、その結果を回答用紙に記述するように要求された^{※5)}。

2) フィルム呈示の時間条件及び呈示順序 インパクト6コマ前まで(-6)、4コマ前まで(-4)、2コマ前まで(-2)、インパクトまで(0)、インパクト後2コマまで(+2)の5条件で測定を行なった(Fig. 4)。-6～-2について打球動作の局面で説明を加えておくと、およそ-6はバックスイング終了、-4はフォワードスイング開始、-2はフォワードスイング途中であった。な

Fig. 4. Conditions of showing film.

Reaction time test : +8, 0. Anticipation test : -6, -4, -2, 0, +2.

Learning session : -6, -4, -2, 0,

お、被験者にKRを与えないようにするために、呈示時間の短い系列-6から始め、-4、-2、0、+2の順に測定した。いずれの系列も通常スピードで再生され、16のフィルムの順序はそれぞれランダムであった。

7. パターン認知の学習方法

1) 手続き あらかじめパス・ロブ、パスのコースそれぞれの予測の仕方について教示した上で、予測能力テストのときと同様に、バッサーの打球動作が途中で切断されているフィルムを呈示した。回答記述後はフィルムの続きを映すとともに、それぞれの予測の決め手について解説を加えた。被験者は教示・KRに基づいて反省し、正しく予測するためのポイントを把握するように要求された。学習は5セッション行なったが、第1回はパス・ロブ予測のみ実施し、第2回以降はパスのコース予測を加えて実施した。なお、第1回から第4回は予測した結果を回答用紙に記述させたが、第5回は移動させるやり方で行なった。

2) フィルムの呈示順序 第1回と第2回は、予測の仕方の要点が理解されやすいように呈示時間の長い系列0から始め、-2、-4、-6の順に4条件行なった。第3回及び第4回は、予測能力テストのときと同様に条件-6から始め、-4、-2、0の順に実施した。移動させるやり方で行なった第5回は、-2、0、+2の順に3条件だけ実施した。いずれも通常スピードで再生され、16のフィルムの順序はそれぞれランダムで、テスト時の順序とは異なっていた。

3) 教示の内容 被験者に与えた教示の内容は、予測の際の手掛かり(海野⁷⁾)、被験者の注視点(海野¹⁰⁾)などの資料や、先行研究(海野・杉原⁹⁾、海野¹⁰⁾)の結果に基づいて作成した。教示内容の作成にあたって特に留意した事項は以下の通りである。

①パス・ロブ予測では予想打点に対する右手の高さ、ラケット面の向き、動作の力強さなどから打球時の面の向きやスイングの方向を予想させる。②パスのコース予測は困難であるが、まず、フォワードスイングの方向やインパクト時の面の向きについての識別力を高めるようにする。③打

球前のパスのコース予測では、スタンスの向きよりも横向き姿勢の深さやラケットのひきの深さに注意を向けさせる。さらに、スイング開始のタイミングなどから、打点の前後やスイングの方向を予想させる。

結 果

1. 予測能力に関するパターン認知の学習効果

予測能力テストにおける初級者及び中級者両群のパス・ロブ予測(Pass-Lob)、パスのコース予測(Cross-Straight)それぞれの正答率の平均($\bar{x}$)と標準偏差(SD)を求めたものがTable 1である。パス・ロブ予測の正答率は、パスのフィルムに対してクロスまたはストレートと回答していれば、コースが間違っている場合でもパスの正答として扱い、これにロブの正答数を加えた数を総数16で除して求めた。また、パスのコース予測の正答率は、パスのフィルムに対してパスと回答した数に対するコースが正しかった数の割合を求めたものである。なお、Table 1には、打球後のボールが見えるフィルムで測定した条件+2(全被験者が100%の正答率を示した)を除く、-6~-0の4条件の値を示した。また、群間の検定には独立する場合のtテストまたはUテストを用い、パス・ロブ予測とパスのコース予測間の検定には、対応のある場合のtテストまたはサインテストを用いた。

学習前の予測能力テストにおける両群の正答率の平均は、-6~-0の4条件でパス・ロブ予測が75~97%、パスのコース予測は62~80%であった。本実験では上級者に対して予測能力テストを実施していないが、海野¹⁰⁾は、上級者の-6~-0の4条件の値として、パス・ロブ予測81~99%、パスのコース予測64~93%、また、大学正課体育テニス授業1年経験者の値としてそれぞれ61~83%、55~75%を報告している。本実験の被験者は大学テニス部の部員であり、技能、経験ともにこれらの被験者の中間に位置するが、正答率もこれらの中間の値を示している。これは、熟練度の高いプレーヤーほど知覚的能力に優れているという従来の研究結果と一致している。しかし、初級者と中

Table 1. Correct answer rates in the anticipation test.

			Pre-test				Post-test				Difference(Post-Pre)			
			-6	-4	-2	0	-6	-4	-2	0	-6	-4	-2	0
Pass-Lob	Int.	$\bar{x}$	77.6	85.4	95.3	95.8	95.8	99.0	100.0	100.0	18.2	13.5	4.7	4.2
		SD	9.4	5.9	4.5	4.7	5.9	2.3	0	0	9.4	6.2	4.5	4.7
	Beg.	$\bar{x}$	75.0	89.6	94.8	96.9	94.3	97.4	98.4	100.0	19.3	7.8	3.6	3.1
		SD	8.8	4.7	5.6	4.8	5.4	3.1	3.7	0	8.6	5.2	6.5	4.8
	I-B	t(22)	2.36*											
	CR													
Cross-Straight	Int.	$\bar{x}$	65.6	71.5	74.7	80.2	81.5	92.6	95.8	91.7	16.0	21.1	21.1	11.5
		SD	18.8	17.5	12.5	10.8	14.5	8.1	7.8	9.3	28.8	19.5	17.1	13.0
	Beg.	$\bar{x}$	69.6	72.6	61.8	75.0	75.4	74.1	87.2	78.1	5.8	1.5	25.5	3.1
		SD	16.3	10.6	13.3	16.9	13.8	17.2	10.2	12.6	23.6	19.1	15.9	19.8
	I-B	t(22)	2.34*				2.23*				2.87**			
	CR						2.66**				2.38*			
PL-CS	Int.	t(11)	2.37*	3.48**	6.13***	2.43*	4.26**	2.50*						-3.58**
		CR								2.04*				
	Beg.	t(11)		4.14**	10.76***	4.22**	3.85**	4.28**	3.49**					-5.54***
		CR								3.02**				

Int. : intermediaries (n=12). Beg. : beginners (n=12). -6 : continue to show the film to the pre-impact 6th frame, 0 : to the impact frame. Figures ($\bar{x}$, SD) are in percent.
 * : $p < .05$, ** : $p < .01$, *** : $p < .001$.

Fig. 5. Changes of the mean correct answer rates in the learning session.
 -6 : continue to show the film to the pre-impact 6th frame, 0 : to the impact frame. Int. : intermediaries (n=12), Beg. : beginners (n=12).

級者との間にはほとんど差がみられず、検定の結果、バスのコース予測の条件-2で有意な差が認められたただけであった。これは、本研究における初級者と中級者の分類が熟練度によるものではな

く、経験年数に基づくものであったことと関係しているものと思われる。なお、バス・ロブ予測に比べてバスのコース予測の正答率が低い、検定の結果、初級者の条件-6以外はすべて有意で

あった。従って、パスのコース予測の困難さを指摘できる。

学習期間中の両群の正答率の平均の変化を Fig. 5 に示した。パス・ロブ予測の正答率は極めて高く、既に第2回において両群とも条件-6で90%を、条件-4では95%を越えた。一方、パスのコース予測の正答率も学習が進むにつれて高くなり、第4回では中級者が条件-4で88%、初級者は条件-2で86%の値を示した。両群の値を比較すると第3回まではほとんど差がみられないが、第4回のパスのコース予測で中級者のほうがやや高い値を示している。

学習後の予測能力テストにおける中級者の正答率の平均は、-6～0の4条件でパス・ロブ予測が96～100%、パスのコース予測は82～96%であ

り、初級者の値はそれぞれ94～100%、75～87%であった。学習期間中と異なり、KRを与えずに測定されたにもかかわらず、両群とも第4回の学習時のレベルを十分に維持している。Fig. 6は、学習前と学習後の正答率の平均を比較したものである。対応のある場合のtテスト（両群とも $df=11$ ）、またはサインテストを用いて検定した結果、パス・ロブ予測においては、中級者は-6 ($t=6.45$, $p<.001$), -4 ($t=7.29$, $p<.001$), -2 ($CR=2.27$, $p<.05$), 0 ($CR=2.01$, $p<.05$) の4条件すべてで、初級者は-6 ($t=7.40$, $p<.001$) と-4 ($t=5.00$, $p<.001$) の2条件で有意な向上が認められた。また、パスのコース予測においても、中級者は-4 ($t=3.59$, $p<.01$), -2 ($t=4.11$, $p<.01$), 0 ($t=2.93$, $p<.05$) の3条件で、初級者は条件-2 ($t=5.32$, $p<.001$) にのみ有意な向上が認められた。学習後の両群の正答率を比較すると、パス・ロブ予測ではほとんど差がみられないが、パスのコース予測では、中級者が初級者を約10～15%上回る値を示している。検定の結果は Table 1 に示した通り、パスのコース予測の-4, -2, 0の3条件で群間に有意な差が認められた。

2. 反応の速さに関するパターン認知の学習効果

最初に、ランプ刺激に対する反応時間の測定結果をみる。Table 2は、単純一選択の条件別、右一左一後方の反応方向別に本試行の平均反応時間

Fig. 6. Comparisons of the mean correct answer rates between pre-learning and post-learning in the anticipation test.

-6: continue to show the film to the pre-impact 6th frame. 0: to the impact frame. +2: to the post-impact 2nd frame.

Table 2. Simple and choice reaction time to the light stimulus.

		Simple R.T.			Choice R.T.		
		Right	Left	Back	Right	Left	Back
Adv.	$\bar{x}$	225.4	229.4	293.1	311.4	309.1	380.8
	SD	27.6	30.7	40.2	30.8	31.3	40.6
Int.	$\bar{x}$	230.3	237.6	314.1	320.1	315.8	389.3
	SD	34.6	29.5	56.9	47.2	39.0	41.8
Beg.	$\bar{x}$	236.9	239.6	322.5	322.6	344.3	418.5
	SD	23.7	32.2	73.0	46.2	53.9	47.9

Adv.: advanced players ($n=10$), Int.: intermediaries ($n=12$), Beg.: beginners ($n=12$). Figures ($\bar{x}$, SD) are in msec.

Table 3. F-ratios resulting from the ANOVA performed for each group on the reaction time to the light stimulus.

	Advanced players		Intermediaries		Beginners	
	F	(df)	F	(df)	F	(df)
Simple-Choice	126.28***	(1,9)	262.35***	(1,11)	45.85***	(1,11)
Right-Left-Back	25.60***	(2,18)	21.76***	(2,22)	33.11***	(2,22)
S×R interaction	0.19	(2,18)	0.60	(2,22)	0.79	(2,22)

*** : $p < .001$

を求めたものである。tテストによる検定の結果、いずれの条件、いずれの反応方向においても、群間には有意な差がみられなかった。次に、群別に3要因（処理×処理×被験体I）の分散分析を行ったところ、Table 3に示した通り、いずれの群においても2つの処理の主効果が有意であった。そこで、さらに個々の平均差を検定した結果、Table 4に示したように、いずれの反応方向においても選択反応時間のほうが単純反応時間よりも遅いこと、また、単純、選択のいずれにおいても、右方及び左方への反応時間よりも後方への反応時間のほうが有意に遅いことが認められた。なお、右方と左方の反応時間の間には初級者の選択反応においてのみ有意な差が認められた。

次に、フィルム刺激に対する反応時間テストの結果をみる。まず、タイマーに記録された値をインパクトを基準とする反応開始時間の値に変換した（「合図音から反応開始までの時間」－「合図音からインパクトまでの時間」＝「インパクトから反応開始までの時間」）。そして、誤反応を除く正反応について、バスのフィルム、ロボのフィルム別に平均反応開始時間を求め、これをTable 5に示した。なお、群間の検定には独立する場合のtテストまたはUテストを用い^(*)、バスフィルムとロボフィルム間、及びフィルム呈示条件+8と条件0間の検定には、対応のある場合のtテストを用いた。

打球後のボールが見えるフィルムで測定した条件+8における上級者の反応開始時間の平均は、バスフィルムに対してが248msec、ロボフィルムに対しては282msecであった。これは、ランプ刺激に対する単純反応時間の左右方向への値

Table 4. Multiple comparisons for each group on the reaction time to the light stimulus.

		Adv.	Int.	Beg.
Simple-Choice	Right	**	**	**
	Left	**	**	**
	Back	**	**	**
Right-Left	Simple Choice			.
Right-Back	Simple	**	**	**
	Choice	**	**	**
Left-Back	Simple	**	**	**
	Choice	**	**	**

* : $p < .05$, ** : $p < .01$.

225～229msec、後方への値293msecに近い。一方、学習前の中級者の条件+8におけるバスフィルムに対する反応開始時間の平均308msec、初級者の332msecは、むしろ選択反応時間の左右方向への値316～344msecに近く、ロボフィルムに対する中級者の347msec、初級者の363msecは、後方への単純反応時間314～323msecと選択反応時間389～419msecの中間の値を示した。

一方、インパクトまでしか見えないフィルムで測定した条件0においては、いずれの群も条件+8の場合よりも小さな値を示している。検定の結果、上級者のバスフィルム、及び初級者のロボフィルムに対する値で条件間に有意な差が認められた。これは、予測困難なフィルムに対してもすべて打球後のボールを見ないで反応させられたために、反応決定の時期が早くなったものと推察される。なお、この場合、反応の正確さが問題にされるが、これについては次節で検討する。

次に、学習後の値をみる。学習後の中級者のバ

Table 5. Reaction time to the film stimulus of the opposing passer's return.

			Pre-test			Post-test			Difference(Post-Pre)	
			+8	0	t(df)	+8	0	t(df)	+8	0
Pass film	Adv.	$\bar{x}$	247.5	221.7	2.71*(9)	—	—	—	—	—
		SD	47.0	45.3						
	Int.	$\bar{x}$	308.3	304.3		185.0	185.3		-123.3	-118.9
		SD	24.5	73.6						
	Beg.	$\bar{x}$	331.9	293.8		235.4	211.5		-96.3	-82.3
		SD	76.5	72.8						
	A-I	t(20)		-2.95**	—	(2.45*)		—		
		CR	-2.90**							
	A-B	t(20)	-2.90**	-2.60*	—			—		
		CR								
	I-B	t(22)			—			—		
		CR								
Lob film	Adv.	$\bar{x}$	281.5	257.7		—	—	—	—	—
		SD	74.1	62.0						
	Int.	$\bar{x}$	347.0	317.8		136.5	117.3		-211.0	-200.4
		SD	48.7	67.1						
	Beg.	$\bar{x}$	363.1	299.3	3.18**(11)	203.1	166.9	2.23*(11)	-160.2	-132.3
		SD	77.3	60.1						
	A-I	t(20)	-2.37*		—	(4.46***)	(5.62***)	—		
		CR	-2.40*							
	A-B	t(20)			—	(2.63*)	(3.39**)	—		
		CR								
	I-B	t(22)			—	-2.40*	-2.16*	—		-2.08*
		CR								
P-L	Adv.	t(9)		-2.83*	—	—	—	—	—	—
	Int.	t(11)	-3.01*							
	Beg.	t(11)								
									5.13**	3.76**
									2.69*	

Adv.: advanced players (n=10), Int.: intermediaries (n=12), Beg.: beginners (n=12).

+8: continue to show the film to the post-impact 8th frame, 0: to the impact frame.

Figures ($\bar{x}$, SD) are in msec. *: $p < .05$, **: $p < .01$, ***: $p < .001$.

スフィルムに対する反応開始時間の平均 (+8, 0のいずれの条件においても185msec)は, ランプ刺激に対する単純反応時間の左右方向への値を約50msecも上回っている。また, ロブフィルムに対する反応開始時間の平均(条件+8で136msec, 条件0で117msec)は, 後方への単純反応時間の値を約180~200msecも上回っている。一方, 学習後の初級者の反応開始時間の平均(パスフィルムに対しては条件+8で235msec, 条件0で212msec, ロブフィルムに対してはそれぞれ203msec, 167msec)は, 中級者よりは劣るものの, やはりランプ刺激に対する単純反応時間の値をやや上回っている。

初級者, 中級者両群の反応開始時間の値を上級者の値と比較すると, 初級者と中級者も学習前は上級者よりも反応開始が遅かったが, 学習後は逆に両群とも上級者よりも反応開始が早くなっている。検定の結果, 学習前は, 条件+8のパスフィルム及びロブフィルムに対する値で, また, 条件0のパスフィルムに対する値で, いずれも初級者, 中級者両群と上級者との間に有意な差が認められた。学習後は, 条件+8のパスフィルムに対する値で中級者と上級者の間に, また, 条件+8及び条件0のロブフィルムに対する値で, 初級者, 中級者両群と上級者との間に有意な差が認められた。次に, 初級者と中級者の値を比較すると, 学

Fig. 7. Changes of the mean reaction time to the film stimulus of the opposing passer's return.
+8 : continue to show the film to the post-impact 8th frame, 0 : to the impact frame. Adv. : advanced players (n=10), Int. : intermediaries (n=12). Beg. : beginners (n=12).

習前はほとんど差がみられなかったが、学習後は中級者のほうが初級者よりも反応開始が早くなっている。検定の結果、学習後の条件+8及び条件0のロブフィルムに対する値で両群の間に有意な差が認められた。

Fig. 7は、学習前と学習後の反応開始時間の平均の変化を示したものである。対応のある場合のtテスト（両群ともdf=11）を用いて検定した結果、両群ともいずれの条件においても有意な反応の速さの向上が認められた。初級者の条件+8のパスフィルムに対する反応開始時間の短縮は96 msec ($t=7.40$, $p<.001$), ロブフィルムに対する短縮は160 msec ($t=6.35$, $p<.001$), 条件0での短縮は、それぞれ82 msec ($t=3.83$, $p<.01$), 132 msec ($t=5.84$, $p<.001$)であった。中級者における反応開始時間の短縮はこれよりもさらに大きく、条件+8のパスフィルムに対しては123 msec ($t=5.83$, $p<.001$), ロブフィルムに対しては211 msec ($t=9.73$, $p<.001$), 条件0ではそれぞれ119 msec ($t=4.86$, $p<.001$), 200 msec ($t=8.51$, $p<.001$)であった。両群とも、ロブフィルムに対する反応開始時間の短縮のほうがパスフィルムに対する短縮よりも著しく、検定の結果(Table 5), 中級者では+8, 0の両条件で、初級者では条件+

Fig. 8. Changes of the mean correct response rates in the reaction time test to the film stimulus.
+8 : continue to show the film to the post-impact 8th frame, 0 : to the impact frame. Adv. : advanced players (n=10), Int. : intermediaries (n=12). Beg. : beginners (n=12).

8において有意な差が認められた。

3. 反応の正確さに関するパターン認知の学習効果

次に、フィルム刺激に対する反応時間テストの際に被験者がどの程度正しく反応していたか、その結果についてみる。反応時間テストにおけるパス・ロブに関する正反応率とパスのコースに関する正反応率を、予測能力テストにおける正答率と同様に求め、これをTable 6に示した。なお、検定に用いたテストはTable 5の反応開始時間の場合と同様であった。

条件+8においては、初級者及び中級者の両群とも学習前のテストで既に90%を越える高い正反応率を示し、上級者との間にはほとんど差がみられなかった。これは、条件+8では打球後のボールが見えるために、反応の正確さに予測能力の差異が反映されなかったからと推定される。しかし、インパクトまでしか見えない条件0においては、両群とも条件+8のときよりも有意に低い値を示し、上級者との間にも、中級者はパスのコースで、初級者はパス・ロブ及びパスのコースのいずれにおいても有意な差が認められた。条件0では打球後のボールを見ないで反応するために反応開始は早められるが、反応の正確さに予測能力の差異が

反映されることになる。実験の結果は、学習前の中級者及び初級者の予測能力が上級者よりも劣っていたことを示している。また、パス・ロブに関する正反応率（中級者88%，初級者86%）に比べてパスのコースに関する正反応率（64%，73%）が低いことより、パスのコース予測の困難さを指摘できるが、これは予測能力テストでみられた結果と一致している。

しかしながら、この条件0における正反応率も学習後のテストでは高い値を示した。学習後のパス・ロブに関する正反応率の平均は両群とも96%であり、パスのコースに関する正反応率の平均はこれよりもやや低く、中級者92%，初級者85%で

あった。Fig. 8は学習前と学習後の正反応率の変化を示したものである。対応のある場合のtテスト（両群とも $df=11$ ）を用いて検定した結果、学習前から比較的高い値を示した条件+8においては、中級者のパス・ロブに関する正反応率にのみ有意な向上（ $t=2.55$, $p<.05$ ）が認められた。一方、学習前に低い値を示した条件0では、中級者のパス・ロブ（ $t=2.97$, $p<.05$ ）、パスのコース（ $t=5.77$, $p<.001$ ）、初級者のパス・ロブ（ $t=2.46$, $p<.05$ ）、パスのコース（ $t=2.21$, $p<.05$ ）に関する正反応率のいずれにおいても有意な向上が認められた。

Table 6. Correct response rates in the recation time test to the film stimulus.

			Pre-test			Post-test			Difference(Post-Pre)	
			+8	0	t(df)	+8	0	t(df)	+8	0
Pass-Lob	Adv.	$\bar{x}$	95.0	95.6		—	—	—	—	—
		SD	3.8	4.0						
	Int.	$\bar{x}$	95.3	88.0	3.19** (11)	99.0	96.4		3.6	8.3
		SD	4.5	9.4		2.3	4.7		4.7	9.3
	Beg.	$\bar{x}$	94.8	85.9	3.14** (11)	93.8	95.8		-1.0	9.9
		SD	4.3	10.6		2.6	4.7		5.0	14.5
	A-I	t(20) CR			—	(-2.87**)		—		
	A-B	t(20) CR		2.37*	—			—		
	I-B	t(22) CR			—	4.98***		—	2.26*	
Cross-Straight	Adv.	$\bar{x}$	98.8	88.8		—	—	—	—	—
		SD	3.8	8.8						
	Int.	$\bar{x}$	94.2	63.5	4.81*** (11)	94.6	91.5		0.4	28.0
		SD	9.0	17.5		8.2	7.9		5.9	16.1
	Beg.	$\bar{x}$	92.7	72.6	3.75** (11)	91.1	85.0		-1.6	12.4
		SD	11.9	16.8		6.4	10.3		12.9	18.6
	A-I	t(20) CR		3.96***	—			—		
	A-B	t(20) CR		2.62*	—	(3.21**)		—		
	I-B	t(22) CR			—			—		
PL-CS	Adv.	t(9)			—	—	—	—	—	—
	Int.	t(11)		4.65***	—			—		-4.34**
	Beg.	t(11)			—		2.68*	—		

Adv : advanced players (n=10), Int. : intermediaries (n=12), Beg. : beginners (n=12).

*8 : continue to show the film to the post-impact 8th frame, 0 : to the impact frame.

Figures ($\bar{x}$, SD) are in percent. * : $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$.

考 察

ランプ刺激に対する反応時間には3群の間に有意な差がみられなかったが、フィルム刺激に対する反応時間には有意な差が見出された。上級者の反応開始時間がランプ刺激に対する単純反応時間の値に近かったことより、上級者ではバッサーの打球前の動作から、その後の動作について、さらに結果としての打球の種類について予測が成立していて、あらかじめどの方向へ動くかの準備がなされていたのではないかと推察される。一方、学習前の初級者及び中級者の反応開始時間は、パスフィルムに対してはむしろ選択反応時間の値に近く、ロブフィルムに対しては単純反応時間と選択反応時間の中間の値を示した。従って、初級者や中級者ではロブに対しては多少予測が成立しているようであるが、パスに対してはコースの予測が困難なために、打球後のボールを見た上で反応の方向を決定していたのではないかと推察される。これは、学習前の予測能力テストにおいてパス—ロブ予測よりもパスのコース予測が困難であった結果と一致している。また、打球後のボールの行方が見えないフィルムで測定した条件0における正反応率にも有意な差がみられ、初級者及び中級者は反応の正確さにおいても上級者よりも劣っていることが明らかにされた。

これらの結果は学習前の初級者及び中級者の予測能力の低さによるものと考えられるが、パターン認知の学習を通じて両群の予測能力は有意に向上した。本実験では学習を行わない統制群が用意されていなかったが、海野・杉原⁹⁾は先行研究において統制群の予測能力には有意な変化がみられなかったと報告している。また、海野・杉原⁹⁾、海野ら¹⁰⁾は、KR 条件だけではパス—ロブ予測はともかくパスのコース予測には学習効果がみられず、手掛かり教示を与える必要があると指摘している。これらの成果を踏まえると、本実験でパス—ロブ、パスのコースのいずれの予測においても有意な正答率の向上がみられた結果については、課題に対する慣れや単なる記憶によるものではないことが示唆される。つまり、学習セッション時

の教示とKRによって、バッサーの打球動作の違いと打球の種類についての知識が獲得され、その知識に基づいて打球前の特定の感覚手掛かりに注意を向けることや、その違いを識別することが可能になったからと考察することができる。とくに、学習後の予測能力テストにおける正答率で注目しておきたいのは、パス—ロブ予測は両群とも条件—6で、また、パスのコース予測は中級者が条件—4で、いずれも90%を超える高い値を示したことである。これは、海野ら¹⁰⁾が報告している上級者の値(パス—ロブ予測は条件—4で、パスのコース予測は条件0で90%を超えた)を上回っており、著しい学習効果があったことがわかる。

予測能力の向上と対応して、学習後の両群のフィルム刺激に対する反応開始時間は有意に短縮した。しかも、学習後の反応の速さは、上級者のレベルやランプ刺激に対する単純反応時間の値を上回っていた。これは、学習を通じて、バッサーの打球前の動作から早い時点でのパターン認知が可能になり、あらかじめ反応のための準備がなされるようになったからと考えられる。また、フィルムによっては、予測の正確さについての確信が高まり、インパクトや打球後のボールの行方を確かめずに反応していたのではないかと推察される。このことを情報処理モデルに沿って考察すると、刺激同定段階でのパターン認知が早い時点で行われるようになり、結果としてこの段階の処理時間が短縮されたものと解釈することができる。また、自動処理の知見によれば、予期を働かせている場合には意志決定のためにほとんど時間を必要とせず、ときには反応選択の段階が省略されることもあると考えられている⁶⁾。従って、本実験の反応開始時間の短縮には、反応選択段階の処理時間の短縮も関与していたのではないかと推察される。

また、ロブフィルムに対する反応開始時間の短縮のほうがパスフィルムに対してよりも著しいことが見出されたが、これは、パス—ロブ予測の能力が著しく向上し、学習後の予測能力テストにおいて、条件—6で96%もの高い正答率を示した結果と一致している。本実験ではパスに対してはそ

のコースを判断させた上で左右どちらかへ反応させているが、現実のコート場面ではパスと判断した時点でネットに近づくことが可能であり、パス・ロブ予測の向上による実際的な効果は極めて著しいことが示唆される。

学習後の両群の条件0における反応の正確さも有意に向上したことより、パターン認知の学習によって予測能力を向上することは、シミュレーション場面における反応の速さと正確さの向上に有効であることが示された。また、テニス経験年数による学習効果の差異については、テニス経験の多い中級者のほうが経験の少ない初級者よりも学習効果が著しいことが見出されたが、このことについては、教示や解説の内容を理解したり、その内容に沿ってスイング方向やラケット面の向きを識別したり、あるいは様々な情報から総合的な判断をする能力が、テニス経験年数によって異なっていたのではないかと推察される。

なお、パターン認知の学習が認知情報処理の効率化を促するという知見は、これまでにドットによる図形や文字や数字のパターン認知を問題にした研究^{24),25),27)}によって得られているが、運動場面におけるパターン認知の学習を問題にした研究は非常に少ない。ましてや、パターン認知の学習効果が、認知のレベルに止まらず、運動反応の速さや正確さの向上に有効であることを実証した研究はほとんどない。その中で、Haskins⁵⁾は、フィルムを用いた学習がテニスのラリーにおける反応の速さの向上に有効であることを報告している。しかしながら、この研究では打球後のボールが見えるフィルムを使用して学習させており、予測能力と打球後のボールの知覚能力のいずれに効果があったかが明確でない。また、感覚手掛りについて知識を与えるといった手続きもなされていない。これに対して、本研究は打球前の動作に基づく予測の側面に限定し、予測の仕方について教示・KRを与えて学習させた点が評価される。

本実験の結果より、従来とかく経験にたよっていた予測能力の向上を、パターン認知の学習によって促進できることが示された。従来の運動学習についての研究は単純な課題を使ったものがほ

とんどであったが、これらと異なり、本研究の結果はただちに実際のプレーの学習・指導に応用できそうに思われる。ただし、その場合、いつ、何に注意を向けさせるかが重要になる。つまり、実際のプレー場面で、常にボールを見ていたのではこの学習は役立たない。ボールが相手に近づいたときに、相手の動作やラケットにも注意を向けるといった指導が大切である。

今後の課題としては、一層の学習効果を得るために、個々のフィルムの難易度を考慮して教示や解説の内容を吟味したり、困難なフィルムについては学習回数を増加したり、スロースピードによる再生を含むなど、より効果的な学習方法の検討が望まれる。また、本研究ではオーソドックスなフォームの熟練者をモデルに用いて実験を行なったが、研究成果をより一般的なレベルで確かめるためには、テスト時と学習時とで異なる刺激やモデルを用いた実験計画が必要であるかもしれない。なお、本研究では予測の問題を相手プレイヤーの打球動作に基づく予測の側面に限定して扱ってきたが、この他、打球前のゲーム状況（相手の特徴、配球のセオリー、相手と自分との相対的なポジション、環境条件など）に基づく予測、また、打球後のボールのバウンド地点や弾み方の予測といった側面もあり、これらの予測に関する学習プログラムの開発も重要である。さらに、本研究では経験年数による学習効果の差異が認められたが、中川²⁰⁾が指摘しているように、学習の実施時期の問題にも取り組んでいかなければならない。どの年齢で、あるいは、どの技能水準で、どのような内容の学習を行なうのが効果的かについて研究が期待される。

要 約

本研究の目的は、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を検討することであった。フィルムを用いたパターン認知の学習が、シミュレーション場面でのパッサーの打球に対する反応の速さと正確さの向上に、どの程度有効であるかを明らかにするために実験が行なわれた。被験者は初級者男子12名（テニス経験

3年未満), 中級者男子12名(経験3~8年), 上級者男子10名(経験8年以上)であった。前者の2群には, 学習期間にフィルムを用いて教示・KRが与えられた。

主な結果は以下の通りである。

1) 初級者及び中級者両群の, 学習前のフィルム刺激に対する反応開始時間(インパクトから足を挙上するまでの時間)は上級者よりも有意に遅かった。また, フィルム呈示条件+8(インパクト後8コマまで)の正反応率には3群の間に有意な差がみられなかったが, 条件0(インパクトまで)における正反応率には有意な差がみられ, 初級者及び中級者は反応の正確さにおいても上級者よりも劣っていた。

2) パターン認知の学習を通じて, 初級者及び中級者両群の, パス・ロブ予測及びパスのコース予測の正答率はいずれも有意に向上した。

3) 初級者及び中級者両群の, 学習後の反応開始時間は有意に短縮した。しかも, 両群とも上級者よりも反応開始が早くなった。また, 両群の条件0における正反応率も学習後は有意に向上し, 反応が正確になった。

4) 学習効果は, 中級者のほうが初級者よりも著しかった。

これらの結果から, フィルムを用いたパターン認知の学習が, パッサーの打球に対する予測能力及び反応の速さと正確さの向上に極めて有効であることが示された。

本研究は昭和62年度文部省科学研究費補助金(一般研究C: 61580093)の援助を得て行われた。また, 本研究の一部は第39回日本体育学会において報告された。

注

(注1) 本実験で使用したフィルムは海野・杉原^{7), 8)}が撮影したものであり, これをコピーして用いた。

(注2) 合図音の録音の際のコマ数は, ビデオテープのコマ数(30fps)を指している。一方, 後述するフィルム呈示の時間条件(-6, -4, 0, +8など)のコマ数は, 16ミリフィルムのコマ数(24fps)を指している。

(注3) 左利きの被験者はフォアとバックが逆になる

が, 移動の方向は同じである。なお, 左利きの被験者は, 初級者に1名, 中級者に2名, 上級者に1名であった。

(注4) 実際のコート上では, 相手の打球前に軽くジャンプするなど, あらかじめ足を動かして反応するのが普通である。衣笠ら¹³⁾は事前ジャンプが選択反応時間を有意に短縮すると報告している。

(注5) 海野・杉原^{7), 8)}の先行研究ではロブのコースについても判断を求めているが, 滞空時間の長いロブについてはコースの予測の重要性は低いという経験的見地から, 本実験ではロブのコース予測は問題にしないことにした。

(注6) 本実験では, 初級者と中級者の学習効果の程度を評価するために上級者の値を得た。従って, 群間の検定にあたっては, 初級者と中級者との差, これら2群のそれぞれと上級者との差が問題にされるので, Fテストではなく, tテスト(分散の差が有意でない場合)またはUテスト(分散の差が有意な場合)を用いた。

引用・参考文献

- 1) Bucholz, E., Prapavasis, H. and Fairs, J., "Advance cues and their use in predicting tennis passing shots," *Canadian Journal of Sport Science*, 13-1: 20-30, 1988.
- 2) 調枝孝治「ボールゲーム事態における予測の研究—バスケットボールにおける対人予測の能力について—」横浜国立大学教育紀要, 7: 121-29, 1967.
- 3) Damron, C.F., "Two and three-dimensional slide images used with tachistoscopic training technique in instructing high school football players in defenses," *Research Quarterly*, 26-1: 36-43, 1955.
- 4) Enberg, M.L., *Assessing perception of object directionality in tennis*, Doctoral Dissertation, Purdue University, 1968.
- 5) Haskins, M.J., "Development of a response-recognition training film in tennis," *Perceptual and Motor Skills*, 21-1: 207-11, 1965.
- 6) 伊藤政展, 「運動と注意」松田岩男・杉原 隆(編), 新版運動心理学入門, 大修館書店, 1987. pp. 122-27.
- 7) 海野 孝, 「テニス—認知・反応の観点からの考察—」松浦義行(編), スポーツの科学, 朝倉書店, 1985. pp. 63-76.
- 8) 海野 孝・杉原 隆「テニスにおけるパス・ロブ及びそのコースの予測に関する研究」日本体育学会第32回大会号, 240, 1981.
- 9) 海野 孝・杉原 隆「テニスにおけるパス・ロブ及びそのコースの予測に関する研究—その2. 初級者における知覚的トレーニングの効果について—」スポーツ心理

- 学研究, 10-1: 63-66, 1983.
- 10) 海野 孝・杉原 隆・山田幸雄・徳田潤子「テニスのネットプレーにおける予測に関する認知学習の効果—予測能力の向上と注意の変化について—」宇都宮大学教育学部紀要, 39-1: 125-41, 1989.
 - 11) 金本益男・中村 誠・磯川正教「ゴールキーパーの注視点に関する研究」東京都立大学体育学研究, 2-1: 29-34, 1979.
 - 12) 金本益男・中村 誠・磯川正教「ゴールキーパーの注視行動に関する研究」東京都立大学体育学研究, 2-2: 103-10, 1979.
 - 13) 衣笠 隆・藤田紀盛・田中英彦「全身反応時間に及ぼす事前のジャンプの効果」体育学研究, 30-1: 45-53, 1985.
 - 14) Londeree, Jr., B.R., "Effect of training with motion pictures versus flash cards upon football play recognition," *Research Quarterly*, 38-2: 202-07, 1967.
 - 15) 前田明伸・柳原英児・山中邦夫「キックの方向予測に関する実験的研究—サッカーのドリブルシュートについて—」日本体育学会第33回大会号, 689, 1982.
 - 16) 水田拓道・大木保夫・石田俊丸・桐生武生・藤江 学・松永尚久・芳賀脩光・鯛谷 隆「選択反応時の注視点の研究—バスケットボールのチェストパスによる—」体育学研究, 13-5: 256, 1969.
 - 17) 水田拓道・大木保夫・石田俊丸・桐生武生・藤江 学・松永尚久・藤巻公裕・鯛谷 隆「選択反応時の注視点の研究(その2)—バスケットボールのフィールドチャンスにおける—」体育学研究, 14-5: 270, 1970.
 - 18) 村上 純, ラグビーにおけるフォワードプレイヤーの予測に関する研究, 筑波大学体育研究科修士論文, 1983.
 - 19) 中川 昭「ボールゲームにおけるゲーム状況の認知に関するフィールド実験—ラグビーの静的ゲーム状況について—」体育学研究, 27-1: 17-26, 1982.
 - 20) 中川 昭「ボールゲームにおける状況判断研究の現状と将来の展望」体育学研究, 30-2: 105-15, 1985.
 - 21) ナイサー(古崎 敬・村瀬 旻 共訳), 認知の構図, サイエンス社, 1978. pp. 53-82.
 - 22) ノーマン(富田達彦 監訳), 記憶の科学, 紀伊国屋書店, 1978. pp. 69-98.
 - 23) 大西武三・笠井恵雄・多和健雄・江田昌佑・武井光彦・平岡秀雄・土井秀和「ハンドボールのゴールキーピングに関する基礎的研究」日本体育学会第27回大会号, 481, 1976.
 - 24) Posner, M.I. and Keele, S.W., "On the genesis of abstract ideas," *Journal of Experimental Psychology*, 77-3: 353-63, 1968.
 - 25) Posner, M.I. and Keele, S.W., "Retention of abstract ideas," *Journal of Experimental Psychology*, 83-2: 304-08, 1970.
 - 26) Schmidt, R.A., *Motor control and learning*, 2nd ed., Human Kinetics: Champaign, 1988. pp. 75-98.
 - 27) Schneider, W. and Fisk, A.D., "Concurrent automatic and controlled visual search: Can processing occur without resource cost?" *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and cognition*, 8-4: 261-78, 1982.