

テニスの実戦におけるグランドストロークの深さの効果について

(The Effect of Deep Ground Strokes
in Real Tennis Game)

学習院大学

佐藤 陽 治

緒 言

テニスには、一般に正しいとされる戦術がいくつかあるが、それらの全てを、根本的に支えているのが合理的待機位置を意識したPosition Play (Fig. 1.) に基づく Percentage Tennis で

Ball ○ Player : A

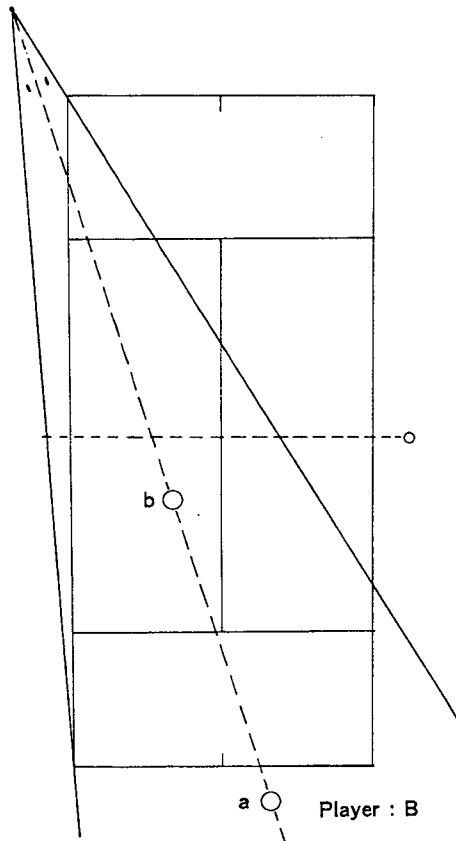


Fig.1. Reasonable Positioning

When the player A hit the ball, the player B must keep the position at "a" (baseline position) or "b"(net position).

ある。

すなわち、相手が返球しにくくしかも自分のエラーの危険性の少ないショットを使うことであり、また、相手の返球をカバーしやすい合理的待機位置に楽に到達できうるショットを駆使することである。

ジム・レイトン (Jim Layton) は、この Percentage Tennis 理論に基づいてグランドストロークにおける戦術の発展的段階として先ず、確実性 ("Steadiness") をあげ、次のレベルとしてボールの長さ、つまり、深さ ("Depth") をあげている。以下、 " Back Side " , " Weakness " と続くわけであるが、ここで一考を要するのは、これらの段階的戦術を裏付けるものとしてボールコントロール能力の精錬が不可欠であるということである。ボールコントロールを構成する要素としては、座標的三要素、すなわち、高さ、方向 (左右) 、長さ (深さ) と、それにボールの物理的二要素、すなわち、回転と速度 (スピード) が考えられよう (Fig. 2.) 。

したがってボールの配球の戦術というものは、この五つの要素を基本的打球技術 (大きくサーブ、グランドストローク、ボレー、スマッシュに分けられる) とどのように組み合わせてボールに与え、そしていかに構成するかということに他ならない。このボールコントロール能力については、オープンコート理論の分類整理及び一般化と併せて後で言及したい。

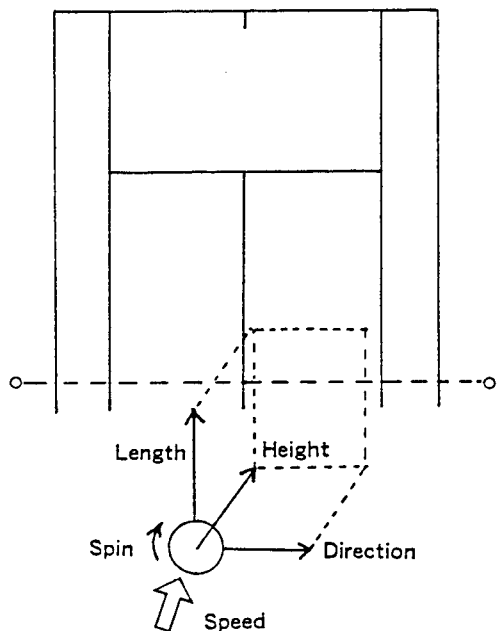


Fig. 2. Components in control of tennis

テニスには先に述べた Percentage Tennis 理論に基づいた“セオリー”と呼ばれるストロークの構成パターンがあるが、いずれも、英国で、1873年にウイングフィールド（Wingfield）が近代テニスを完成させて以来幾多の歳月を経て経験的、理論的に定着し、効果的とされて来たものであり、ゲーム分析を基にした統計的検証を受けてはいない。本論文はテニスにおけるボールコントロールを中心とした既存の戦術に、今後、統計的に実証を加えるための予備的研究であり、資料提供および分析方法の公開という意味をも含めて、ゲーム分析により、ボールコントロール能力がポイントの帰結に与える影響を、今回は特にグランドストロークの“深さ（Depth）”という点に着目して若干考察してみたい。

方 法

概 要

競技歴充分な成人男子 2 人に国際庭球ルールに基づいて、1 tie-break set match を実施させ、その試合経過、全ポイントをコート後方（サーヴィスセンターラインの延長上）14m、高さ約 7 m の位置から VTR 撮影をした。撮影カメラには Nac 社製の High Speed Video System (HSV)-400 を使用した。撮影したテープを再生し各ポイント毎の開始から終了までの

インパクト時（player がボールを打った瞬間）とボールが地面にバウンドした時の時間、そしてそれぞれの player の位置及びボールの位置を数値化した。画像処理には Nac 社製の XY-Recorder 及び、High Speed Video データ解析システム・ムービラス model 200 を使用した。撮影時の Frame rate は 200 Frame/sec であった。

競技者のプロフィールは Table 1 に示した。

Table 1. Profile of Players

player	name	sex	age	career	height	weight
A	Y. S.	male	29yrs	14yrs	172cm	66kg
B	M. A.	male	19yrs	8 yrs	167cm	58kg

画像の処理、分析法

モニターに写った画像の各打球時、ボールのバウンド時の静止画より、コート区画の各点 (a~i) と player のおおよその位置 (k、1) そしてボールの接地点、またはインパクト時のおおよその地面上の点 (j) の12点のモニター上の座標 (x軸、Y軸) を前述の XY-Recorder により Digitizing しコンピューター部に記録した。同時に時間経過も自動記録した (Fig. 3-1)。以上によって得られたデータをコンピューターにより変換式に代入してコート中央が原点 (0.0) になるようにしてコートの歪みを取り原寸大のコートの大きさ (8.22 × 23.77 m) に戻した (Fig. 3-2)。コート中央

を原点にしたのは座標の各 X, Y の付号 (±) により実際上のコート上の位置をわかりやすくするためと、本論文はストローク等の“深さ”を主に問題にしたいためにネットからのボールの距離を出しておきたかったための二点の理由による。尚、Fig. 3-2 の Y の値はモニター上の点と実際のコートとの歪みより求めた近似式に依っている (Fig. 4)。Fig. 5.は以上の処理を経て記録した原データのボールのバウンドした位置およびインパクト時のボールのおおよその位置を示した部分である。本論文はボールの深さと時間軸に興味を持っているので、この部分を主に分析に用いた。標本の種類をわかりやすく Fig. 6.に示した。

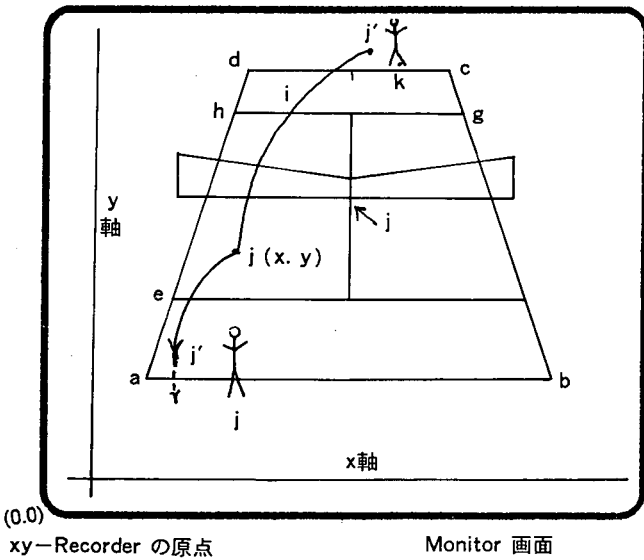


Fig. 3-1 Digitizing
12 point (a~j) are digitized by XY-Recorder and each datum is recorded.

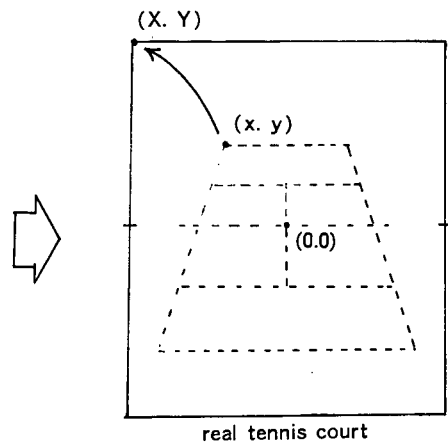


Fig. 3-2 Convert to the real size

$$\begin{cases} X = \frac{251(x - 328)}{\left| \frac{134(y' + 225)}{330} - 251 \right|} \times \frac{823}{502} \\ Y = 40.607 + 8.896 y' + 0.015 y'^2 \\ y' = y - 292 \end{cases}$$

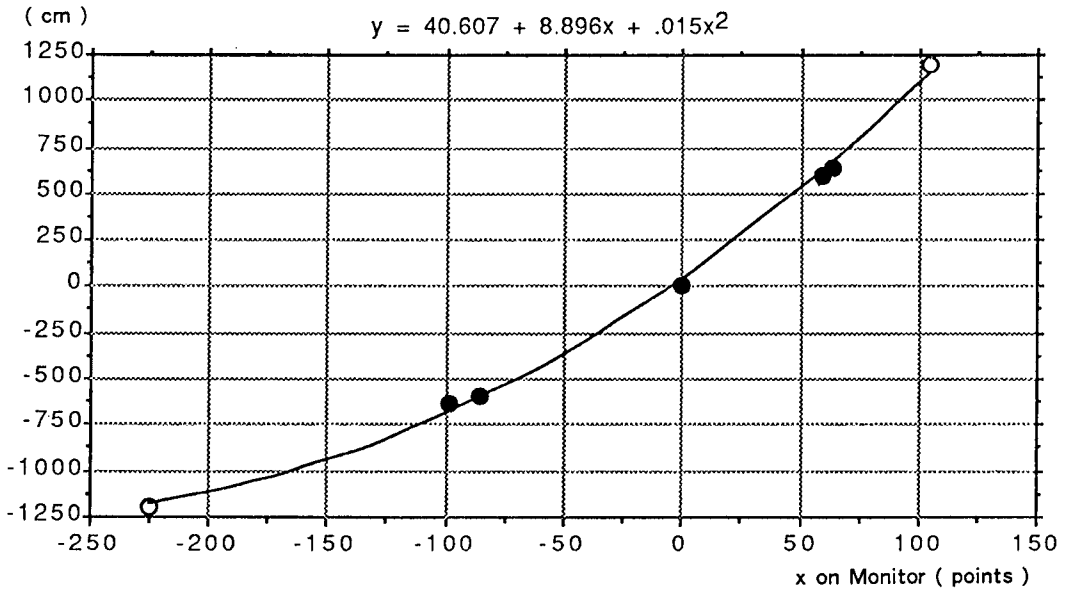


Fig. 4. Relationship between "x" on the monitor and the real court side.

REAL TIME	INTERVAL	P#	G#	S	P	PLAY	POINT	GAME	BL(x)	BL(y)	BL(X)	BL(Y)
495	55	1	1	A	A	S	00-00	0-0	375	213	101	-569
550	77								263	337	-189	471.3
627	108				B	BR			231	425	-378	1489
735	47								216	165	-218	-847
782	122				A	BST			215	120	-203	-1046
904	70								351	370	74	825.8
974	120				B	FST			361	411	122	1312
1094						OUT			89	34	-372	-1256

Fig. 5. Example of raw data

P# and G# mean Point number and Game number each. S column indicates the server. P column means hiter. BL (x) and (y) show the raw data from VTR. BL (X) and (Y) are the values converted to the real tennis court size. In PLAY column S is Service, BR is Backhand Recieve, BST is Backhand Stroke and FST is Forehand Stroke.

Data	Contents
1	ta : player A のサーヴィスのバウンドまでの時間
2	p (x, y) : player A のサーヴィスの接地点
3	tb : player B がボールのバウンドから打つまでの時間
4	tc : player B のリターンがバウンドするまでの時間
5	q (x, y) : player B のリターンの接地点
6	td : player A がボールのバウンドから打つまでの時間
7	te : player A が打ったボールがバウンドするまでの時間
8	r (x, y) : player A が打ったボールの接地点
9	tf : player B がボールのバウンドから打つまでの時間
(10)	tg(図略) : player B が打ったボールがバウンドするまでの時間 (tcに同じ)
(11)	q (x, y) : Data 5 に戻る (以下 5 →10に Data が集積される)

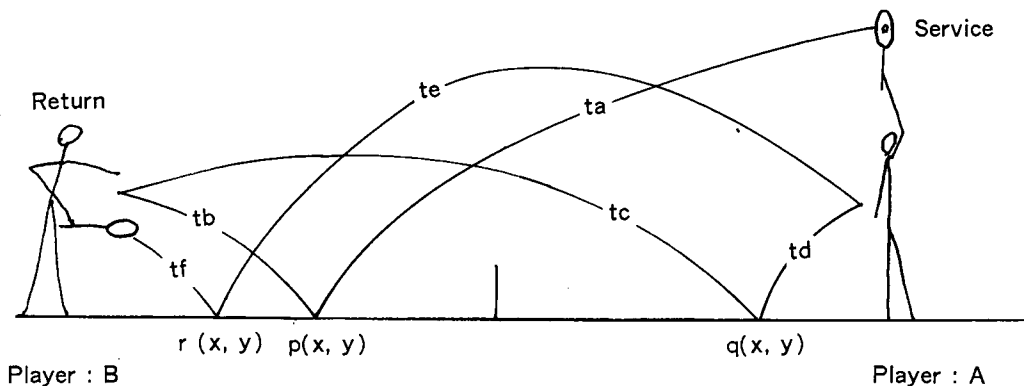


Fig. 6. Contents of columns

結 果

試合は6-4 gamesでplayer Aの勝ちであった。総ポイント数は66ポイント、その内訳はTable 2, 3の通りである。従来より一般的に用いられているポイントの帰結原因によるゲーム分析でのゲームの緒数値はTable 4に示した。全ポイントの83%がどちらかのミスに帰結しており、エースで決ったポイントは17%ほどであった。ミスの試合に占める割合は両者とも差がないこと(A=42%, B=41%)から、player Aがエースの数で勝ることが、Aが試合を制した理由と考えられる。ネットアプローチの成功率にも差はないが回数の差(A:14, B

=9)が微妙に勝敗に影響している可能性もある。両者とも第1サーブが入った時は過半数の得点を得ているが、2ndサーブになるとポイントを失う場合の多いことが注目される。Aの1stサーブの入る確率82.1%(一般的に高率)も勝敗に影響していることも十分考えられる。

Table 5にFig. 6に基づいた項目ごとの総計、データ数,平均そして標準偏差を示した。

各ストローク毎の分析結果は次の通りである。

Table 2 Content of Points

player	Service		Double Fault	hand	Recieve		G.Stroke		Approach		App.Volley	
	1st	2nd			miss	ac	m	a	m	a	m	a
A	23	5	1	fore	1	-	5	-	1	1	2	1
				back	3	-	8	1	2	2	1	
B	27	11	2	fore	4	-	10	-	-	-	-	-
				back	-	-	8	-	-	-	-	-

Volley		Smash		Pass		Lob		Total	
m	a	m	a	m	a	m	a	m	a
1								10	2
-	1			2	2	1	1	18	7
-	1	-	1	-	-	-	-	14	2
1		-	-	1	-	1	-	11	

Table 3. Point Numbers Divided by Services

Player	Service	total	get	lose
A	1 st	22	13	9
	2 nd	5	2	3
B	1 st	28	14	14
	2 nd	11	4	7

Table 4 Point Percentages

Player	1st Serve (%)	Df (%)	Miss (%)	Ace (%)	Occupied Points(%)	Game Keep(%)	1st serve to get Points(%)	2nd serve to get Points(%)	Net approach to get Points(%)
A	82.1	0.04	42.0	14.0	56.0	60.0	59.0	40.0	50.0
B	71.1	0.05	41.0	3.0	44.0	20.0	50.0	36.4	55.6

Table 5 data of Rally

	tc & tg	q(x)	q(y)	td	te	r(x)	r(y)	tf	tcbtg/td	te/ef
Sum	13666	8399	101533	5659	11454	10599	83359	4677	244.73	183.788
n.	123	123	123	107	105	102	102	83	107	83
Av.	111.105691	68.2845528	825.471545	52.8878505	109.085714	103.911765	817.245098	56.3483976	2.28719626	2.21431325
S.D.	25.5178539	218.016901	290.144631	16.2813281	25.7868908	192.103371	322.742715	22.4039597	0.75487163	0.82819638
	tc & tg	q(x)	q(y)	td	te	r(x)	r(y)	tf	tcbtg/td	te/ef
Sum	14086	13282	105417	5947	11918	4768	89839	4211	239.549	184.139
n.	125	123	123	106	106	101	101	80	106	80
Av.	112.688	107.98374	857.04878	56.1037736	112.433962	47.2079208	889.49505	52.6375	2.25989623	2.3017375
S.D.	25.2961224	181.714151	255.447273	22.9217839	25.7178903	253.261537	278.706678	17.9374749	0.88228	0.77620853

※cf. Fig. 6. "td" and "p(x,y)" and "tb" are omitted. Upper data are from the games of B-server. Lower one are of A-server.

○ Service と Recieve (Service Return)

Fig. 7.に両選手のサーヴィスのバウンド地点の分布の様子を示した。A, Bともに Deuce Side では比較的広くサーヴィスコートを使っているものの、 Advantage Side ではサイドライン付近の Service は見られなかった。この傾向は特にAに著しかった。

Fig. 8. は両者のサーヴィスリターンのバウンド地点の分布図である。両者とも相手のバックハンドサイドにボールが集っている。

Fig. 9. はサーヴィスの深さに対するレシーブの関係を示したグラフであるが、特に傾向はなかった。

Fig. 10. はサーバーがサーヴィスを打った瞬

間からそのサーヴィスのバウンドまでの時間と、そこからレシーバーが打つまでの時間の比とレシーブの深さの関係を示したものである。両者ともに有意な傾向はなかった。

Fig. 11. はサーヴィスの到達時間とレシーブの深さとの関係を示したものである。いづれのプレーヤーにも著しい傾向はない。

○Ground Stroke 間の Location について

Fig. 12. はサーヴィスレシーブを除いた G. Stroke のバウンド地点の分布図である。両者とも相手のバックハンドサイドにボールを集めていることがわかる。特に player B にその傾向が強いようである。

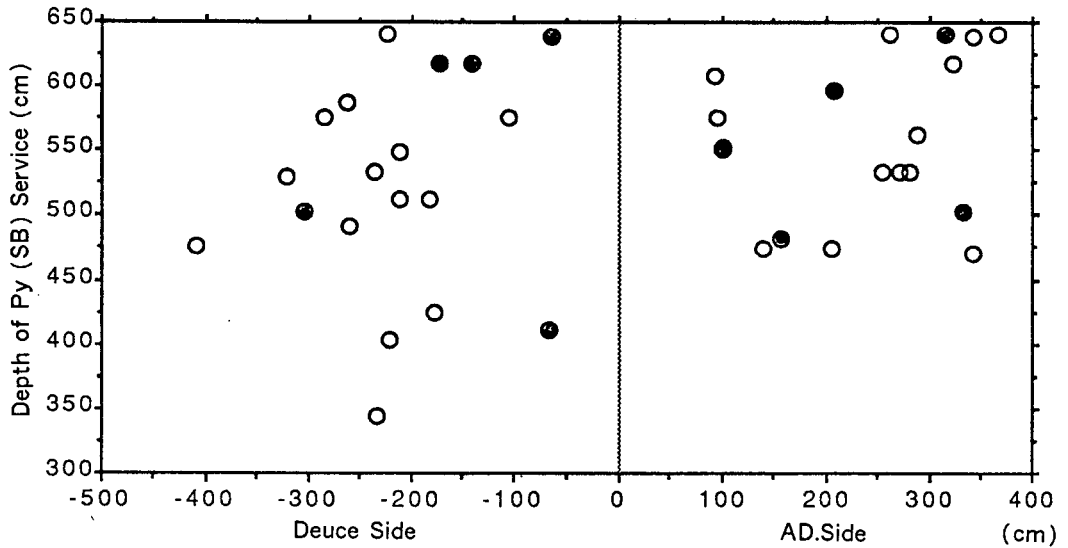
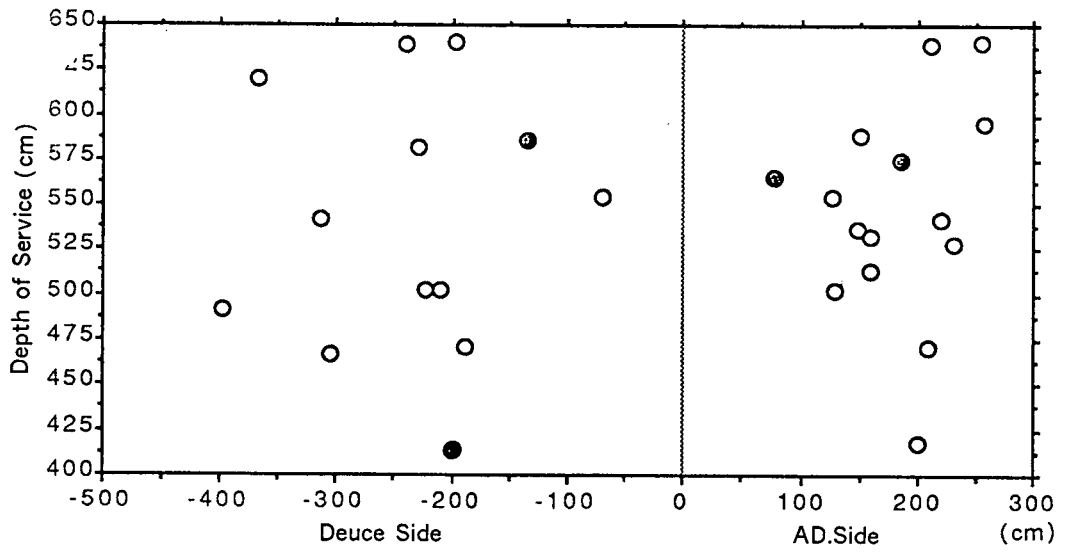


Fig. 7. Scattergram of Service

up : player A

Down : player B

The original point is the center of tennis court. Solid circles mean 2nd service.

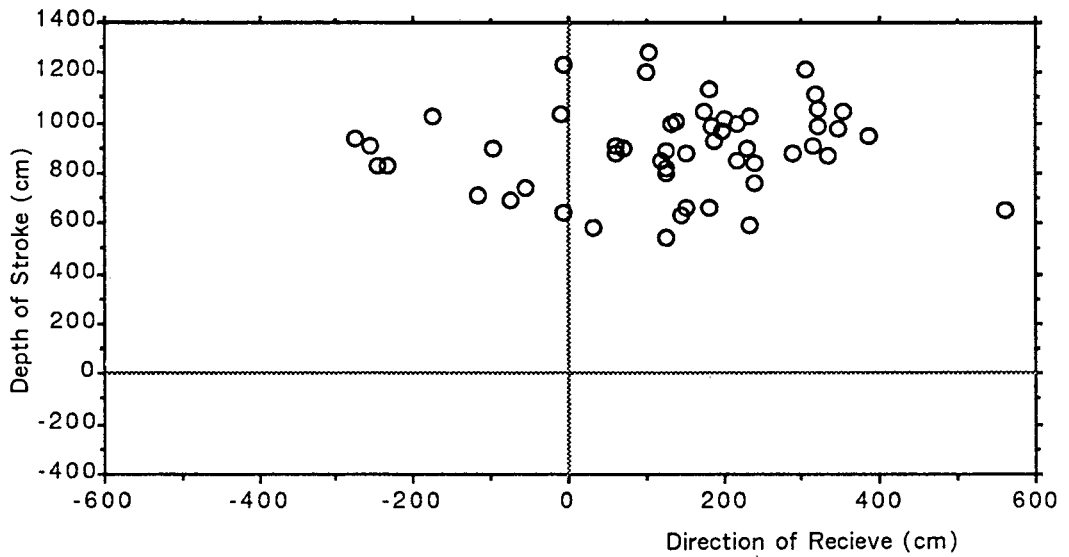
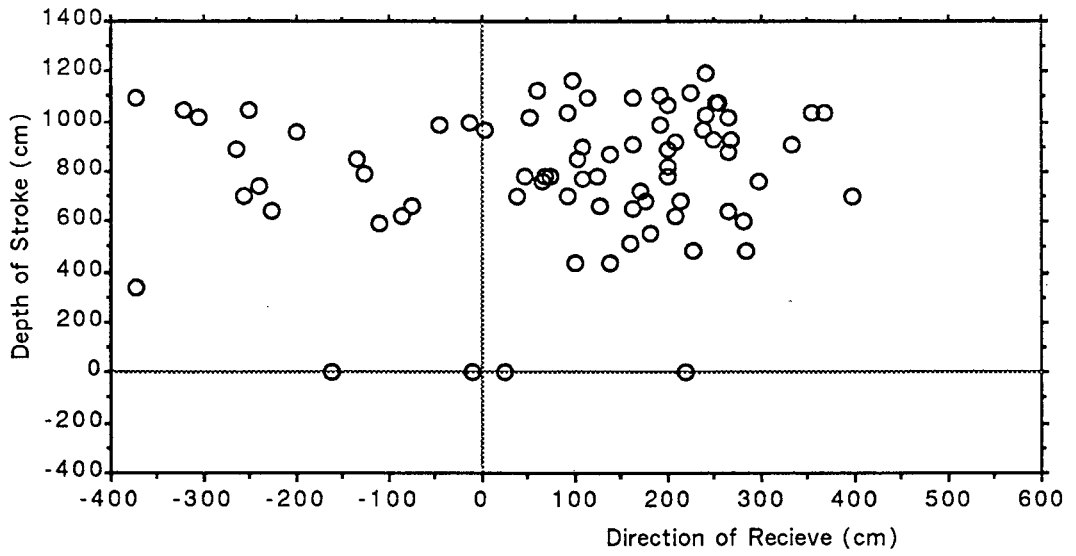


Fig. 8. Scattergram of Recieve
 Up : player A
 Down : player B
 (0, 0) is center of the court

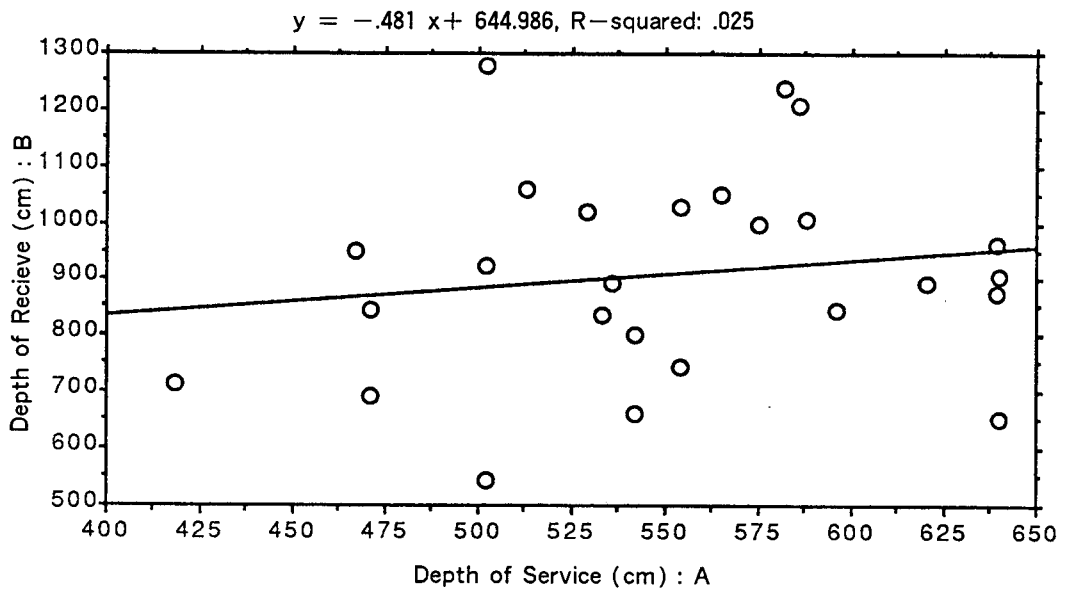
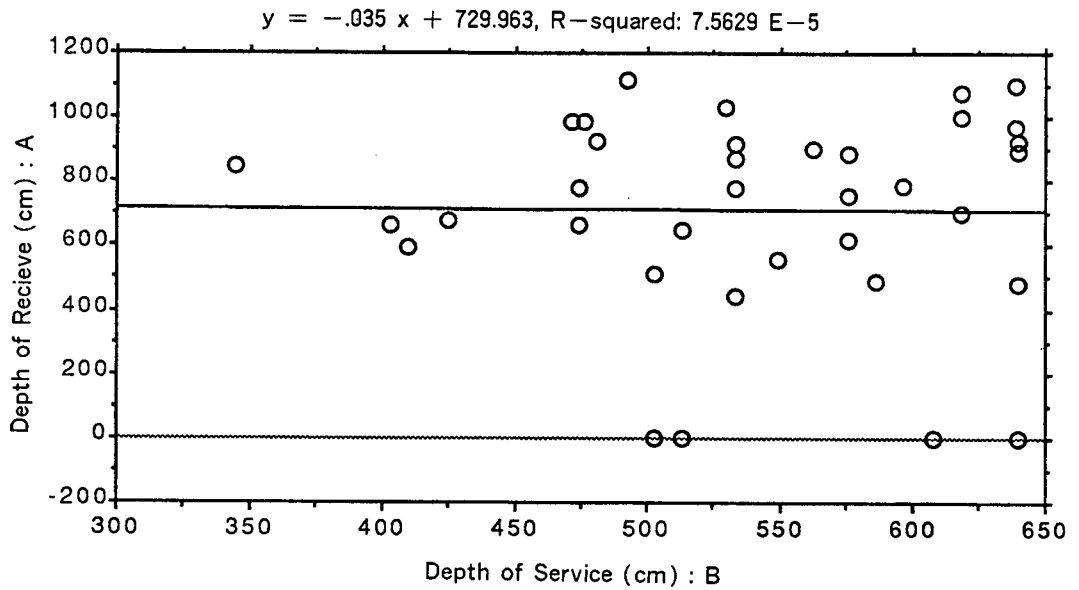


Fig. 9. Relationship between the depth of service and the recieve.

up : server is A, reciever is B

down : server is B, reciever is A

There is no significant relationship.

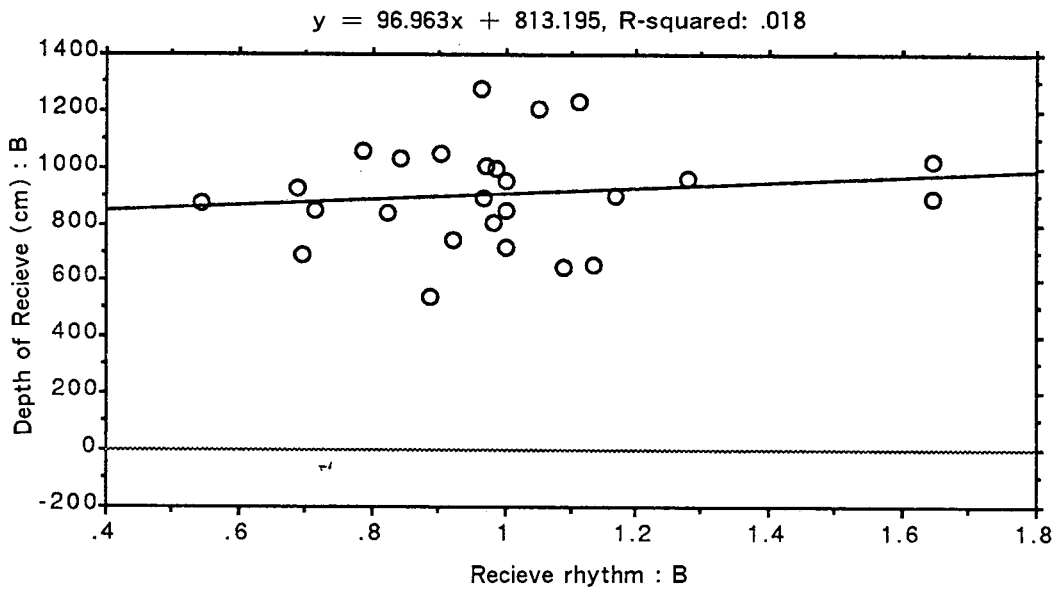
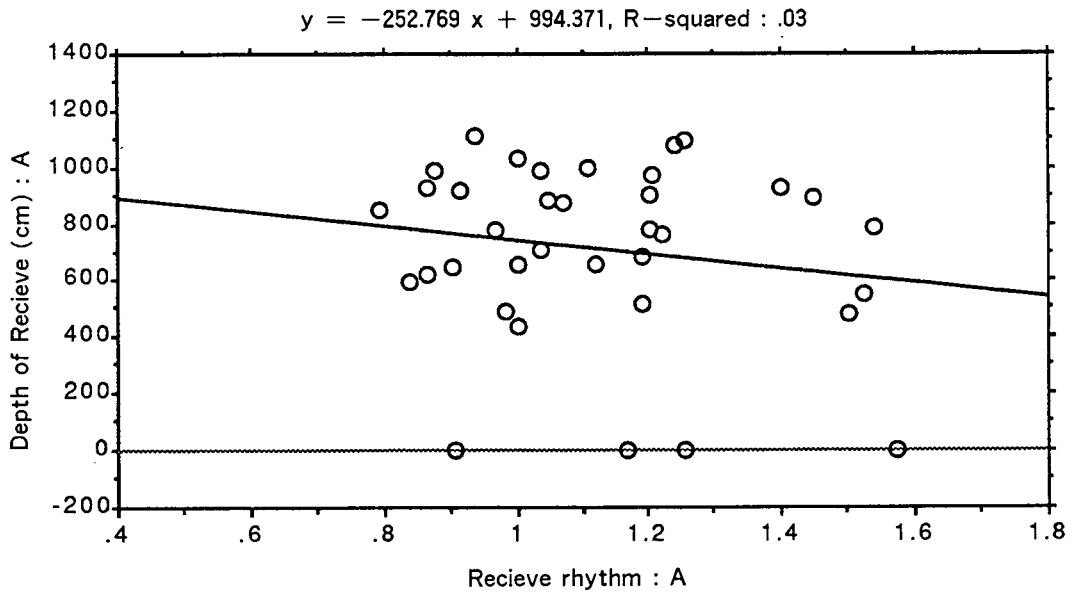


Fig. 10. Relationship between recieve rhythm and the depth of recieve.
 up : B serves and A recieves.
 down : A serves and B recieves.
 There is no significance.

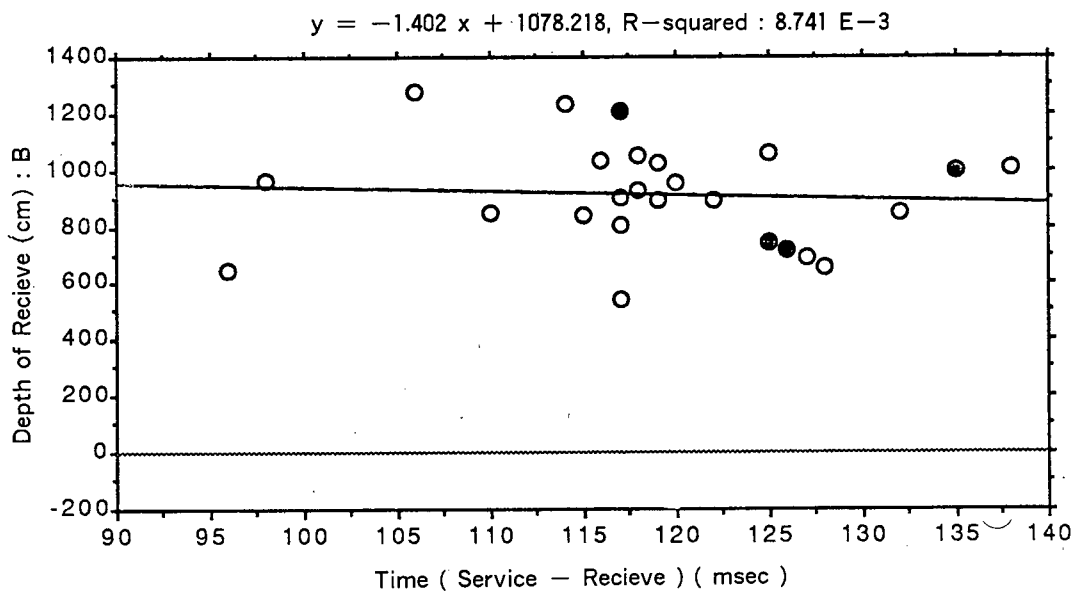
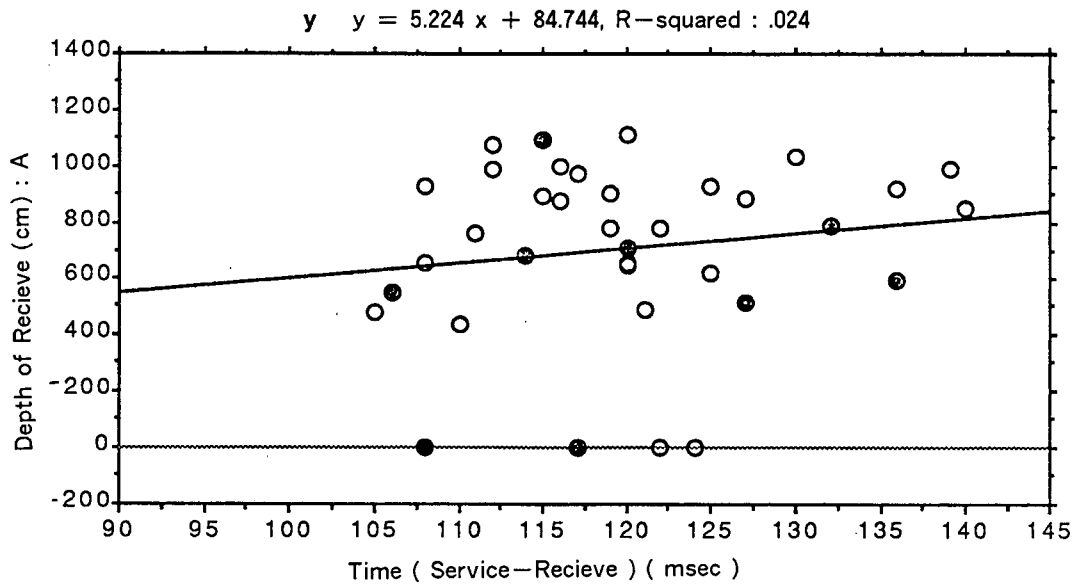


Fig. 11. Relationship between the time from service to recieve and the depth of recieve.
 Solid circles mean 2nd service.
 Up : A is the reciever.
 Down : B is the reciever.

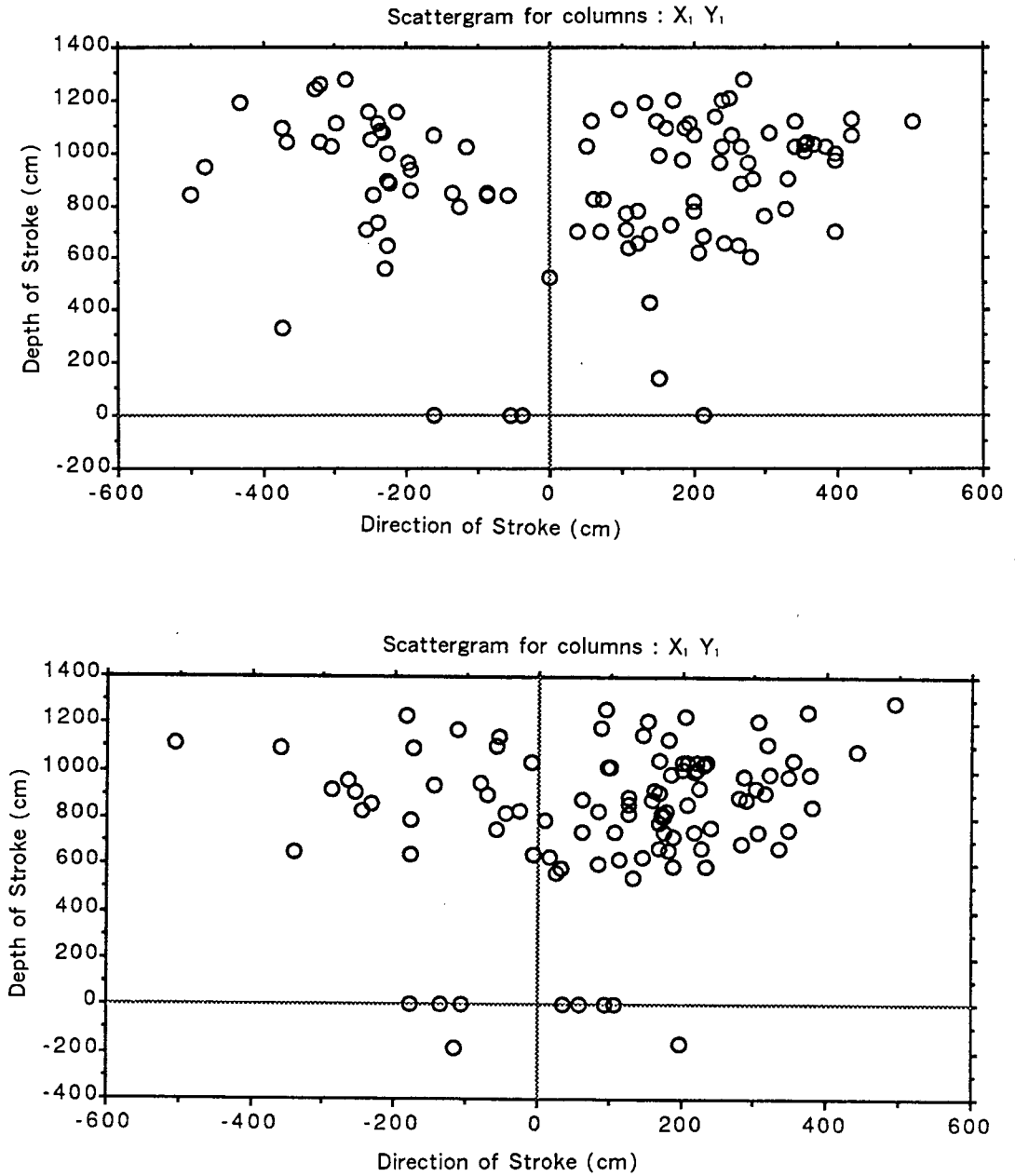


Fig. 12. Scattergram of G. Stroke
 up : player A's G. Strokes
 down : player B's G. Strokes
 The original point (0, 0) is the same
 as the center of tennis court.

Fig. 13.は相手の打った G. Stroke (Service 球 Stroke の深さの相関を調べてみたものであるが、有意な傾向はなかった。
 Recieve を含む) の深さと、各プレイヤーの返

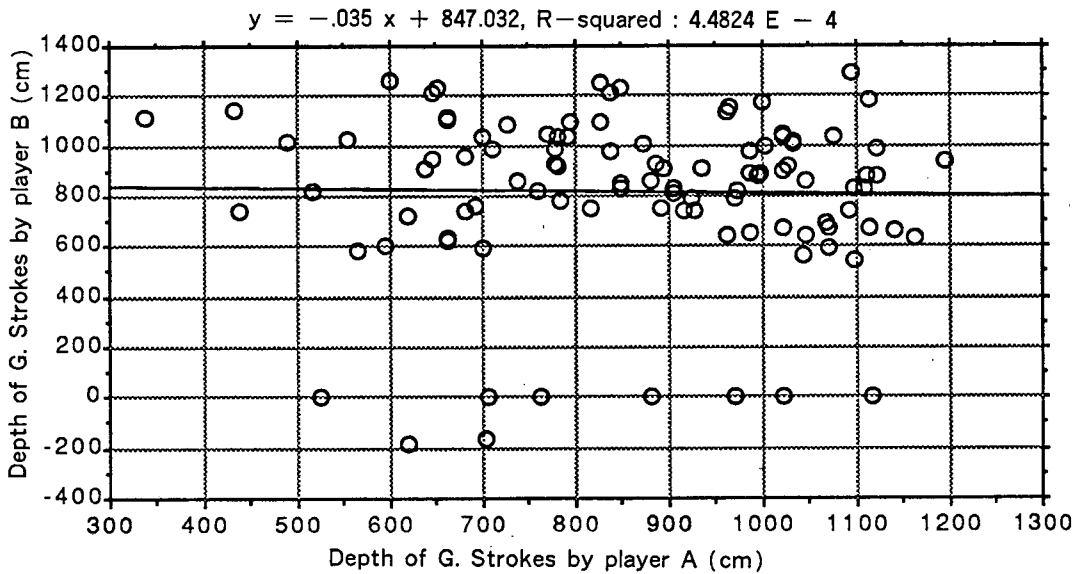
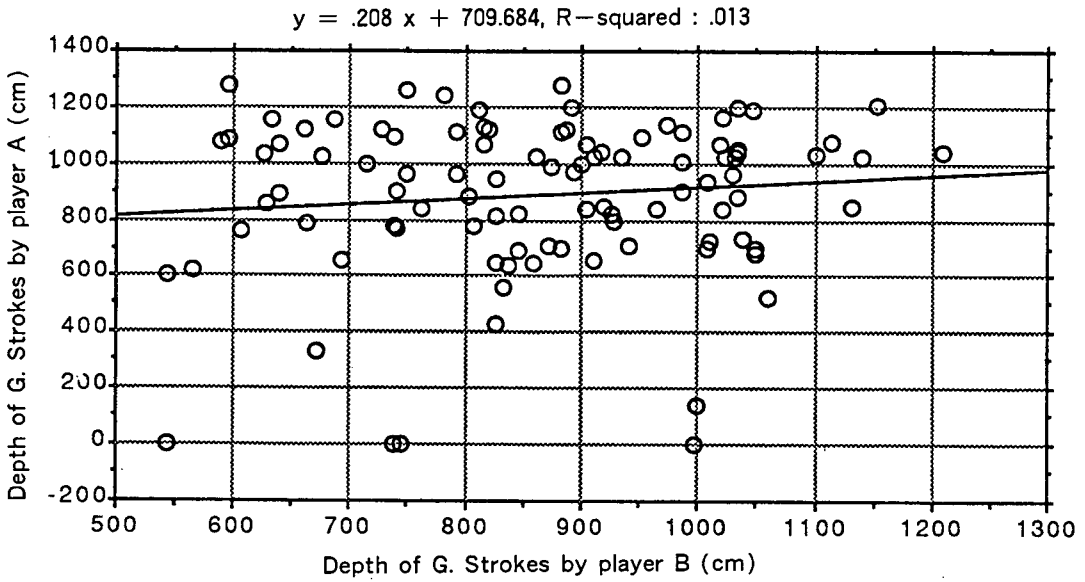


Fig. 13. Relationship on the length of G. Stroke.

up : Player A hits the ball stroked by player B.
 down: Player B hits the ball stroked by player A.

Fig. 14.は相手の打った G. Stroke (Service Recieve を含む) の入ってきたサイドとその返球の深さを観た図である。両者ともバックサイドコートでの返球にミス (ネットとアウト) の多いことがわかる。深さに関しては著しい傾向は見られない。

Fig. 15.は相手の G. Stroke の入って来たサイドとその返球の方向を示したものである。両者とも、両サイドに来たボールともに相手のバックサイドに返球する頻度が高く、フォアサイド間のラリーは少なかった。

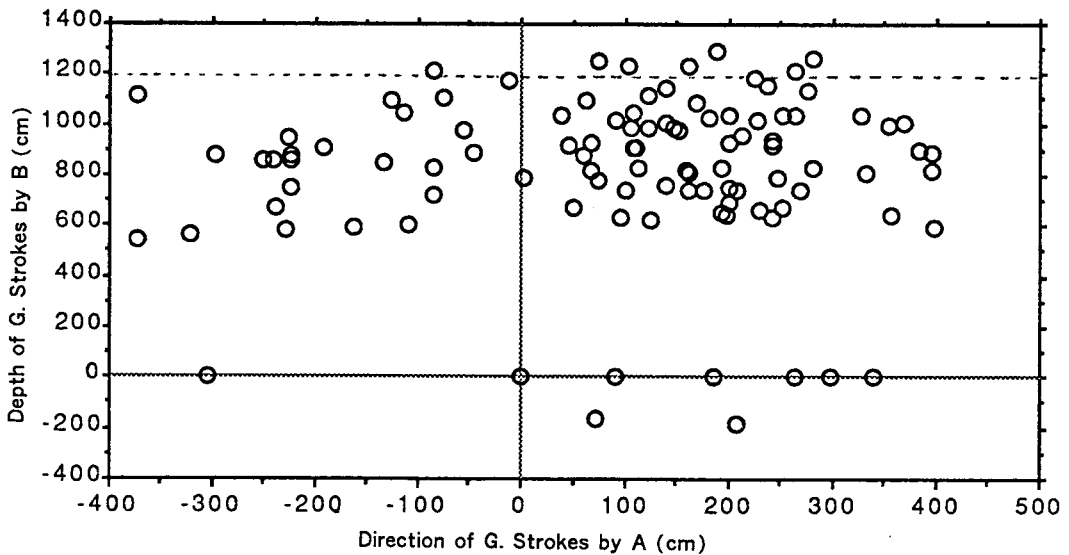
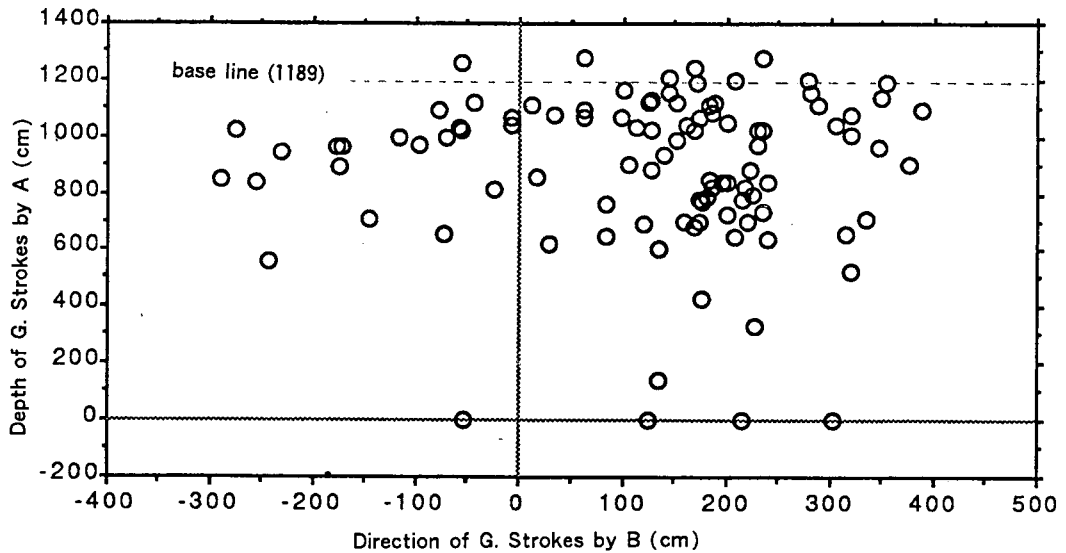


Fig. 14. Scattergram of the strokes plotted with the direction of strokes by opposite player.

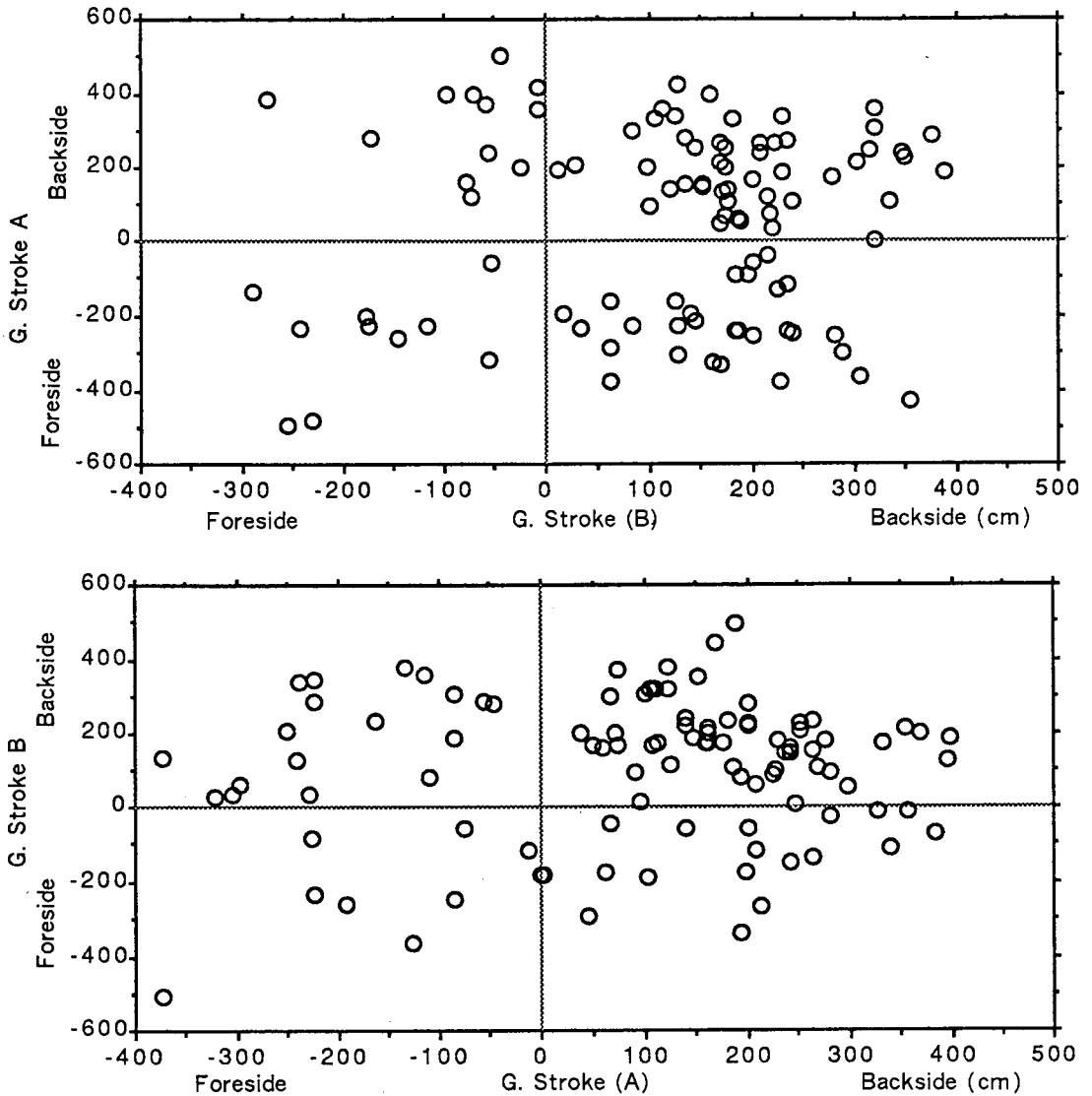


Fig. 15. Scattergram of direction.

up : A hits the ball stroked by B.
 down: B hits the ball stroked by A.

○インパクトのタイミングと G. Stroke の深さの関連

Fig. 16.は相手がボールを打った時からそのボールがバウンドするまでの時間とバウンドしてから自分が打つまでの時間の比（インパクト間の時間をバウンド時を境にして比にした）とその返球の深さをグラフにして相関を求めたも

のである。Aのプレーヤーにはややタイミング、返球の深さに不安定性が目立つが、両プレーヤーにおいては有意な相関は求められなかった。

Fig. 17.はボールがバウンドしてからインパクト時までの時間とその返球の深さとの相関をみたものである。プレーヤーBにやや打点のまとまりが見られる。深さとの有意な相関はない。

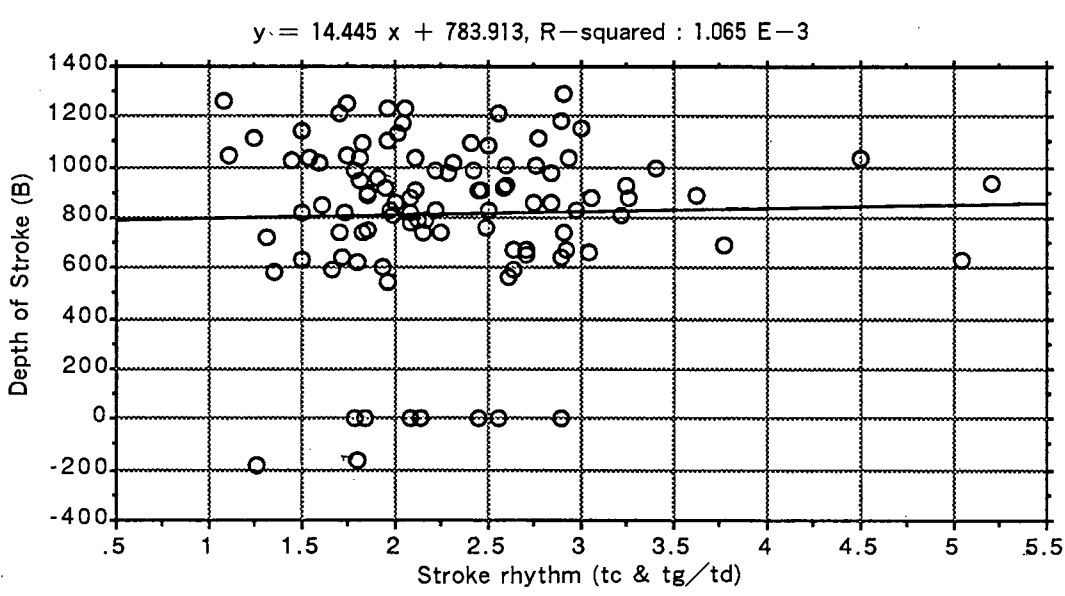
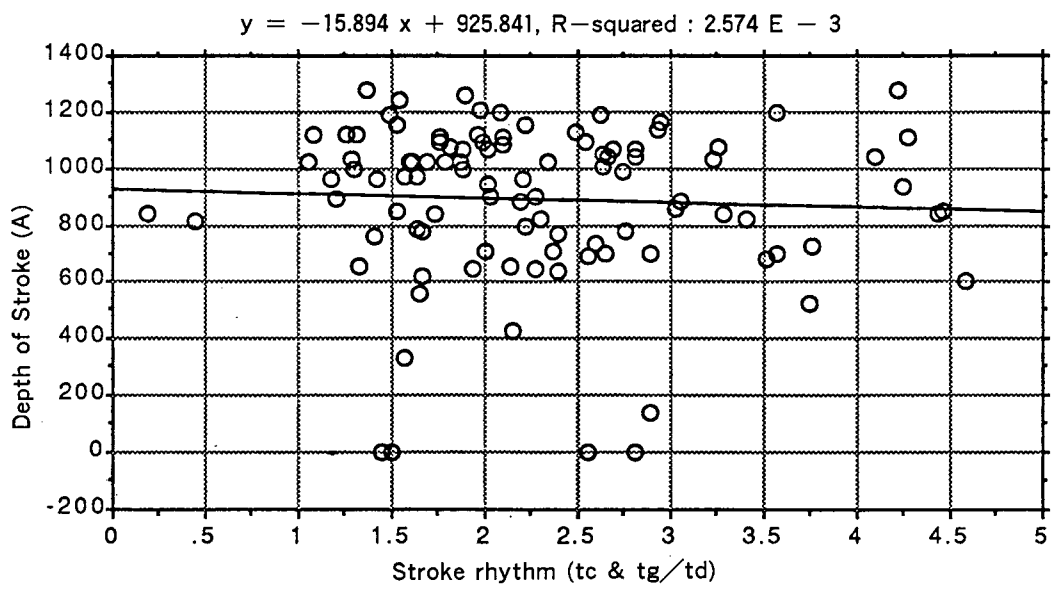


Fig. 16. Relationship between the G. Stroke rhythm and the depth of G. stroke.

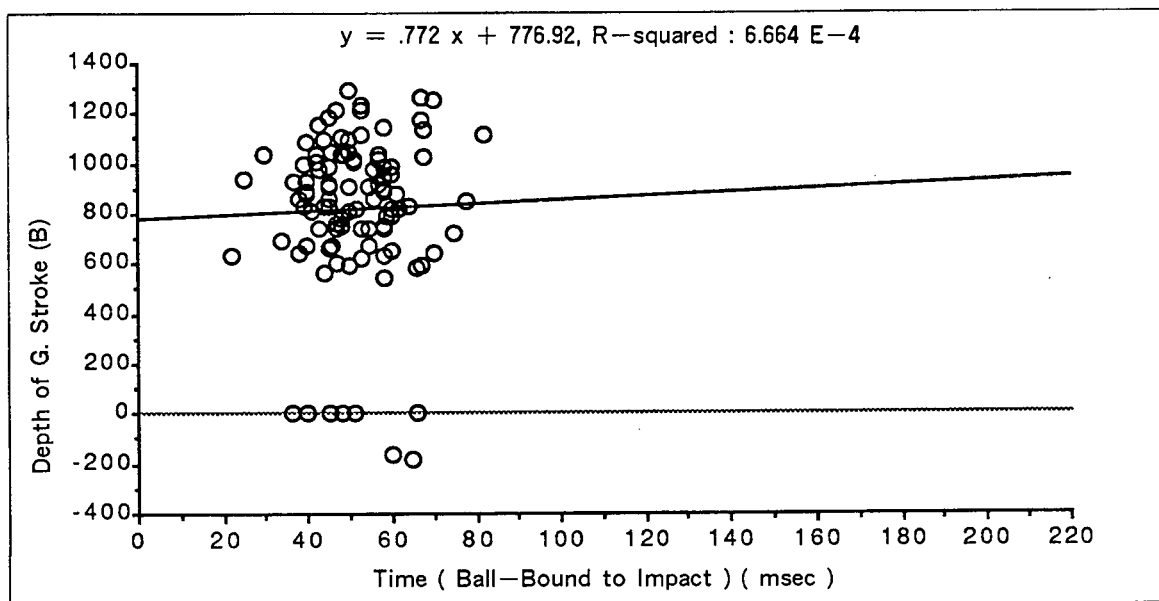
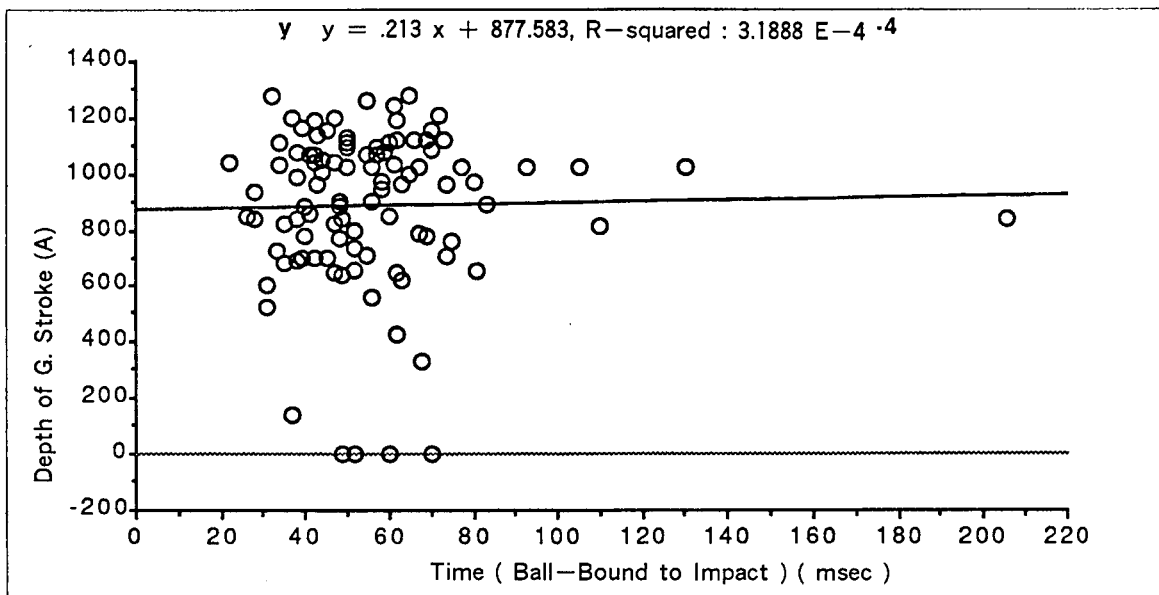


Fig. 17. Relationship between the time (from the ball-bound to impact) and the depth of G. stroke.

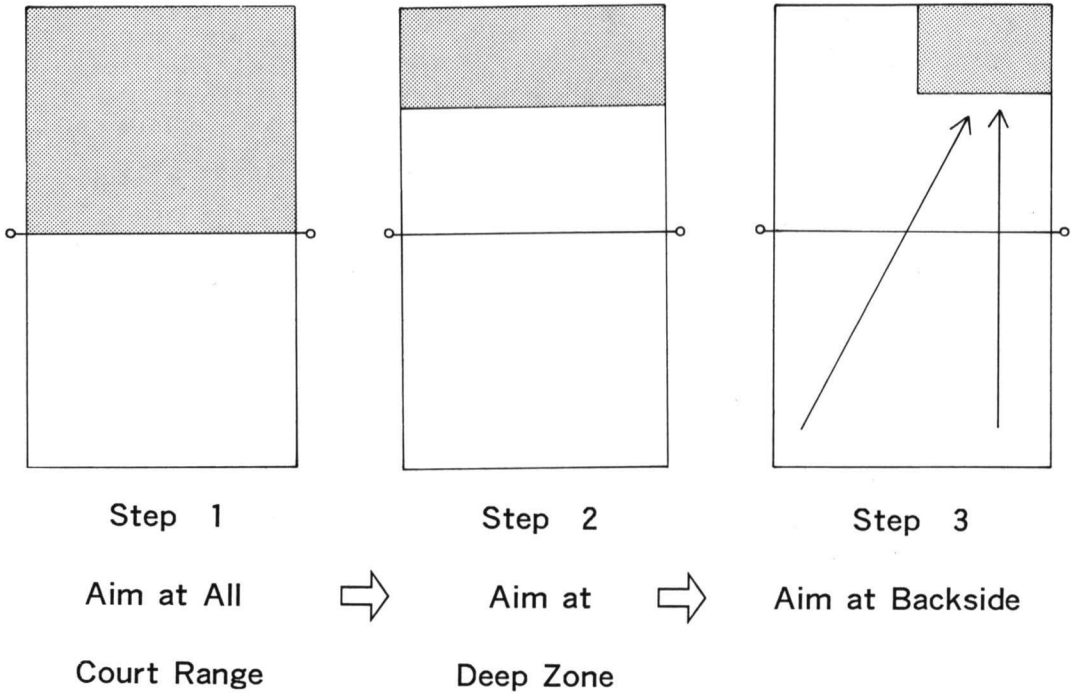


Fig. 18. Elementary Tactics in Tennis, which is developed according with the ball control ability.

考 察

ジム・レイトンは著書“インサイドテニス”の中でシングルス戦術の初歩として、G. Stroke の“確実性 (Steadiness)”, “深さ (Depth)” “相手のバックサイド (Backhand side)” の段階を順に上げているが、これは取りも直さず、プレーヤーのボールコントロール能力に負う所が大きい。確実性の段階は $8.23 \times 11.9\text{m}$ の相手コート全面が的であり、とにかくそこへ返球することである。次の“深さ”が問題となる段階においては、深いということサーヴィスラインよりも後ろ、すなわち“Dead zone”ということに仮定してもコート上の的は $5.5 \times 8.23\text{m}$ という約半分になり、コントロール能力としては倍の精度を要求される。実際のレベルの高い試合ではもっと深さが（少なくとも dead zone の半分以上後方）必要となる。相手のバックサイドを狙うという段階となるとさらに幅が半分になるので、 $5.5 \times 4.11\text{m}$ となり、さらに的は小さくなるのでかなり難しくなる (Fig. 18.)。この段階ではバックハンドのクロスショットとフォアハンドのストレートショットが有力な武器になる。現に本論文の試合でも、お互いのバックサイドにボールを集める傾向が見られており (Fig. 8., 12., 14., 15.)、初歩的戦術の第三段階は表われていると考えられる。プレーヤーBは多少バックハンドを苦手をしているためバックサイドに入って来たボールを回り込んでフォアハンドで打つ場面が多く、バックハンドのクロスショットの不安定性をフォアの逆クロスショットで補う動作が見られた。バックサイドへのボールの集中が多

い割にフォアハンドストローク系のミスが14ヶ (Table 2) と多い理由はここにある。G. Stroke の深さがこれから打つストロークの深さに及ぼす影響については、この試合からは有意な傾向は得られなかった。深いボールは相手の攻撃を防ぐことは明らかであるがもっと積極的に相手の返球が短かめになることを仮定していただければ、今後データの数を増やしてさらに検討を重ねる必要があろう。

それぞれのインパクト時とボールのバウンド時点の3点に注目した時間軸と G. Stroke の打球のタイミング、そしてタイミングと G. Stroke の深さに関して有意な傾向は得られなかったが、試合からの分析ではなく条件を設定した試行によりさらに検討しなおす必要があろう。打球のリズムに関しては、G. Stroke の“1・2・3”の三拍子がテニス指導上での常道であるが、“2”のタイミングがボールのバウンドした時点、“3”がインパクト (打球) であることは動かさないのでより厳密な試行により逆算し分析してみる必要がある。指導上よく使われる、相手が打った時がリズムの始動“1”であるという事実は実戦の分析からは無いということが今少なくとも言えそうである (Fig. 16.)。始動“1”のタイミングは、Fig. 16. の x 軸の値が1.0よりも大きいことから、相手が打った時よりも後にあることも確かなので、相手の打ったボールがフォアサイドに来るかバックサイドに来るかを判断した時が、G. Stroke のリズムの始動“1”ではないだろうかという仮定は有力に思われる。

打球のタイミングに関しては、あくまで打点の高さを一定に保とうと努力するタイプと特に上達する過程で“バウンド1，ヒット2”の二拍子に移行していくタイプがあることは知られているが、当該試合のプレーヤーも競技歴が長いことを考えると、すでにバウンド・ヒットの二拍子のリズムでタイミングを取っていることが十分に推察できる。

——初歩的戦術段階から

より高度な戦術への展開——

相手のバックサイドを狙う理論までは前述したが、ボールコントロール能力がつき、より精密なボール支配が可能になるに従ってどのような戦術の広がりが見られるかをここで少し展開してみたい。

“相手の弱点（Weakness）を攻める段階”

考えようによってはこのひとつ前の段階、相手のバックサイドを攻めることがすでに相手の弱点を攻めていることになると言える。ここではコートをも4×4の16分割ほどの広さに区切ってそれぞれの的を選択的に狙えるコントロール能力程度を考えてみたい（この必要なコントロール能力については実験による分析が必要であることをここでことわっておく）。相手がサウスポーである、足が遅い、ネットプレーが下手などの諸条件によって打ち分ける能力が求められる段階である。

“相手のオープンコート（Open Court）を攻める段階”

オープンコートには3種類あることをここで提言したい。まずは“空間的オープンコート（Spatial Open Court）”である。これは文字

通り地域的な空きであり、相手のポジションの乱れについてそこに打っていくことが要求される。いいサーブが入って相手がサイドに追い出された時にできる逆サイド、相手が後ろ気味に構えている時のネット際、相手がネットポジションにいる時のバックコートなどである。次は“時間的オープンコート（Temporal Open Court）”である。これは相手の短い返球を偶にちゃんと打てること（後ろで打ったのでは効果のない範囲でも前から打てば同じボールのスピードでも時間的に追いつめることができる）、逆に後方からのショットでも速いボールならば同様の効果が可能であろう。またボレーというネットプレーを加えることも考えられよう、ベースライン付近にいて G. Stroke を打っていたのではポイントできない相手の G. Stroke でももしネットポジションにいてボレーが可能ならば相手がポジショニングを正確にしても時間的に圧迫することは明白である。短いボールを特にドロップショットすることもバックコートからのドロップショットするよりも時間的に圧迫することも考えられよう。相手の中ロブをハイボレーでカットしてネットへ出て行く場合など色々な場面が考えられよう。相手のポジショニングが正確で空間的オープンコートが消されている場合でも時間的オープンコートをつくことで攻めることが可能であるということだ。最後は“心理的オープンコート（Mental Open Court）”である。一般にセオリーと呼ばれているパターンの逆をついたりなど、相手の読みの逆を行うことである。ポジションの大きく外れた相手の空間的なオープンコートを攻めずに意識的に狭い方に打ったり、アプローチショットでたまにクロスに打ったり

とか、ネットポジションに来つつある選手の足許に打つということなどもこれに含めて考えてよかろう。以上、相手のオープンコートを進める段階の戦術をオープンコートの分類とともに述べた。

“相手のオープンコートをつくる段階”

これが最後の戦術段階である。空間的なオープンコートをつくる方法としては、ショートクロス (short cross) ショットで相手を外に出して逆サイドを空ける。ドロップショットや短い誘い球で相手をネットポジションに引きづりだしてパスやロブのコースをつくる。深いボールを送りつけてドロップショットのチャンスをつくる。サーヴィスダッシュやアプローチボレーなどで相手のポジショニングが終了する前に打つなどがある。時間的オープンコートをつくる方法は、短いボールを打たせる行為の全てがまず含まれているといていいだろう。その他としてはボールをライズイングで捕え (rising shot)、相手のコートに早く返球する

などが典型的に考えられる。ネットポジションにつくこと自体も時間的オープンコートをつくることになる。心理的オープンコートをつくる方法としては、サーヴィス、ストロークなどにおいて配球パターンを工夫することなどが上げられよう。大切な時だけサーヴィスをセンターに入れていく作戦などがそれに当たるであろう。そのポイントだけではなく試合を通じての何ポイントにかかわる作戦行為が全て含まれると考えてよい。パスと見せかけてロブを読みから外す、逆にロブしか上げられないと思うボールをパスするなどのフェイント行為も含まれよう。

以上、より高度な戦術の展開として、相手の弱点を攻める段階から、オープンコートを進める段階、そしてそれをつくる段階と順を追って説明してきたが、それらの戦術展開を支えるものとして各段階順に、より精練されたボールコントロール能力が要求されるということは言うまでもない。

結 論

実戦を撮影したVTRにより、コート中央を原点としてテニスコートを座標として考え、インパクト時、ボールがバウンドした時の時間とボールがバウンドした時のその地点の座標を全てのラリーについて抽出し分析した結果は次のようである。

- G. Stroke の長さとの次の相手の G. Stroke の長さとの間に有意な傾向はない。
- インパクト時とボールのバウンド時の時間の間にはリズム的な有意な傾向はなかった。またそれらと G. Stroke の長さとの間にも有意な傾向はなかった。

- Service Recieve, 及び G. Stroke において両者とも相手のバックサイドにボールを集める戦術的な傾向が見られた。

今後の課題

ストロークリズムの解明にあたっては、弁別反応時間を含めた実験が必要であろう。ボールの深さの効果の測定については数多くのゲーム分析のデータと、条件を設定した実験室実験が

必要であろう。本論文ではボールの位置にのみ注目して分析を行ったが、両プレーヤーの位置をも含めた分析を行えばより総合的な戦術論の展開に役立つであろう。

参考文献

- ジム・レイトン著、小山秀哉訳“インサイド・テニス”ベースボールマガジン社 1976
- 海野 孝著“硬式テニスの技術”日東書院 1974
- USAテニス・マガジン編“最新テニス百科”ベースボール・マガジン社 1977
- 藤善尚憲著“スポーツ作戦講座4, テニス”大永舎 1980 (第4版)
- 日本庭球協会著“テニスの基礎技術”ベースボール・マガジン社 1976
- USAテニス・マガジン編、小山秀哉訳“テニスの技術と戦法”米国ベースボールマガジン社 1982
- W・ティモシー・ガルウェイ著“インナーゲーム, 三秀舎 1978
- マルセル・ガウチ著“テニス戦略ノート”日刊スポーツ出版 1980
- ジャック・クレーマー著“確率のテニス”日刊スポーツ出版社 1981
- 蝶間林利男著“図解硬式テニス”日東書院 1979
- D・ストックトン, W・オーバトン解説USAテニスマガジン編“理想のテニス”日刊スポーツ出版社 1979