

## 視野反応計を用いた中心視反応と周辺視反応の比較検討

浅見高明・大崎多久満\*・石島 繁

### The Comparison and Discussion of the Center-seeing Response with Circumference-seeing Response by the Field of Vision Reaction Apparatus

Takaaki ASAMI, Takuma OSAKI and Shigeru ISHIJIMA

The authors made the field of vision-reaction apparatus to investigate a feature of center-seeing response and circumference-seeing response with horizontal field of vision 87.75° earsides, and analyzed each process of optical response process.

The following were the results;

1. The whole reaction time could be divided into 1, 3 block (left and right, 27°) and 2block (center, 58.5°) in the Exp. 2 (eye-pursuing discriminating condition), and divided into 1,3block (left and right, 36°), and 2block (center, 103.5°) in the Exp. 3 (eye-pursuing and head movement discriminating condition), but could not divided in the Exp. 1 (eye-fixing condition) on the basis of the significant levels of mean.
2. The eye peak movement time had most effect upon to delay the whole reaction time from center to ear side.
3. (The whole reaction time)-(the eye peak movement time) had most effect upon to speed up the whole reaction time.
4. When the subjects discriminated the position of stimuli with head movement, they were made late the whole reaction time.
5. There were not observed the characteristic difference between Judoist and baseball player on the whole reaction time and the optical response process in the experimental 1~3.

#### I 緒 言

球技選手の場合、選手はボールや相手プレーヤーといった対象を注視しながら、視野全体の情報処理を素早く的確に行うことが次の動作を決定するのに重要な要因になると考えられる。ヒトの場合、光の点滅や運動の変化に対しては広い視野を有する周辺部がまずその対象を見つけ出し、眼球運動によって対象を中心窩にとらえ、識別を行う<sup>21)</sup>。従って視野反応時間は、中心を固視した状態での反応時間<sup>12)</sup>16)<sup>19)</sup>、眼球運動-頭部運動をとも

なった反応時間<sup>11)45)</sup>に分けられ研究が行なわれてきた。

鈴木<sup>19)</sup>は、「中心を固視した状態で周辺視野内に生じる変化に反応する」といった能力に着目し、光標を網膜中心部及び耳側周辺視野に上、下、左、左上、左下の5方向に10度~60度まで10度間隔でとり、周辺視標の輝度変化に対する反応時間を測定した。その結果、下方の視野の反応時間が他方向に比べ速い傾向を示すことを認めた。さらに岩見<sup>12)</sup>大山<sup>16)</sup>は動体周辺視反応時間に関する研究の中で、動体視標の輝度変化に対する反応時間は、中心からの視標角度、視標距離によって異なるこ

\* 筑波大学体育研究科 研究生

とを報告している。またA.E. Bartz<sup>1)</sup>は、角膜電位差を利用した眼球電位記録法を用い、視覚反応過程を眼球潜時、眼球運動時間、音声発声によって視標の弁別を行う時間の各反応過程に分けてとらえた結果、視標角度の増加に伴い、各反応過程に遅延の傾向を認めた。

記録法の進歩にともない、周辺視標を眼球-頭部共同運動によってとらえる際の視線の制御に興味をもたれ始め、Bizzi<sup>4)</sup> Dichans<sup>5)</sup>は周辺視標を注視する条件づけをサルに行い、視標をとらえるまでの眼球-頭部共同運動のメカニズムを究明した。

しかしながら従来の研究報告では、水平視野内の視覚反応時間を、①中心を固視した状態で光刺激を「認知」し反応する単純反応時間、②中心を固視した状態から光刺激の位置を眼球運動・頭部運動を用い、弁別する反応時間に分けてとらえ、その視標追跡のメカニズムを追究し、視覚反応過程が反応時間に及ぼす影響をみた研究はない。また従来の研究報告<sup>1)3)20)</sup>は、視標角度が10~20度の間隔でとられていた。そこで本研究では、視野反応時間及び視覚反応過程をより厳密に測定するために視標角度を2.25度間隔でとり、左・右耳側87.75度の範囲内で測定できる視野反応計を作製し、以下のことを究明した。

- ① 水平視野内での単純反応時間・弁別反応時間の応答特性及び時間短縮の違いをみる。
- ② 広い視野内での素早かつ確かな判断を必要とする硬式野球選手と常に相手と対峙し広い視野を必要としない柔道選手を対象とし、差異を比較検討する。
- ③ 視標追跡のメカニズムから中心視反応と周辺視反応の応答特性を比較検討する。

## II 方 法

### 1. 実験装置

(1) 視野反応計：図1はマイクロコンピュータシステムによる視野反応時間測定装置の概略を示したものである。図中④は、半円形、半径110cmの視野反応計の本体である。

本体の木製台には、光の波長が比較的近く、かつ暗室内での識別がしやすい赤色及び黄色の発光ダイオード（視標光度赤1~3 mcd, 黄0.5~1.5mcd）を選び、右から順に2.25度間隔で、赤色と黄色の発光ダイオードを交互に赤1

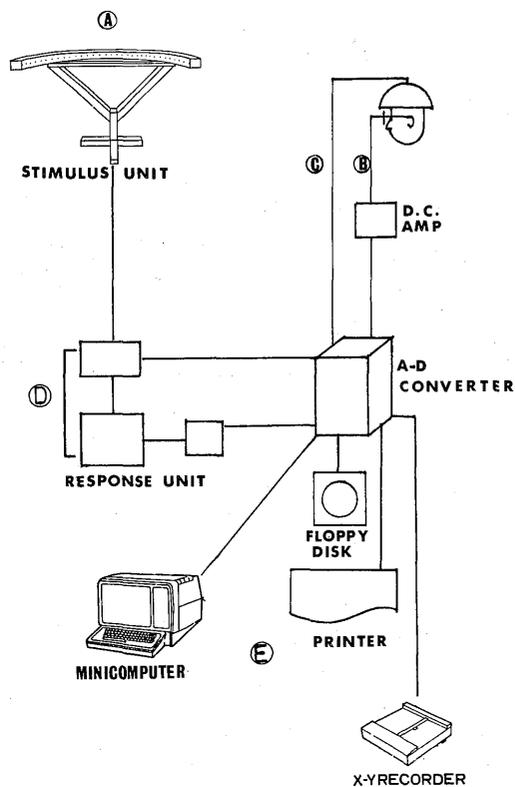


Fig. 1 The scheme of the experimental apparatus

~40番, 黄1~39番まで計79個設置してある。

- (2) 眼球運動モニター装置：図中⑧は、眼球運動モニター装置であり、眼鏡枠をとりつけた光学検出器から赤外線を、右眼の結膜を通してみえる強膜と、角膜を通してみえる虹彩との境目に投射し、眼球運動の際に生じる光量差を直流増幅器で増幅し測定した。
- (3) 頭部運動記録装置：図中⑨は、頭部運動記録装置であり、ヘルメットの頭頂にとりつけた可変抵抗器によって頭部の回転運動によって生じる電圧変化をとらえ測定した。
- (4) 手押し式スイッチ：図中⑩は、左・右の手押し式スイッチ及び刺激呈示スイッチであり、光刺激呈示から手反応を行うまでの時間をスイッチ回路のon-offにより測定した。
- (5) マイクロコンピュータシステム：図中⑥は、マイクロコンピュータシステムであり、⑧、⑨、⑩の電圧変化をインタフェース内のA-Dコン

パートによってデジタル変換し、CPUで演算処理した後、フロッピーディスクにデータ収録(変換電圧10V, 変換時間24 $\mu$ sec, 8chマルチプレクサー)し、プリンターによりデータをプリントアウトした。

### 2. 被験者, 日時, 場所

被験者は、筑波大学体育専門学群男子学生柔道選手7名, 硬式野球選手9名, 計16名であり, 各被験者の視力は表1に示した。またFörster式視野計で左・右耳側の単眼視野を測定した結果, 被験者はすべて左・右90度以上の単眼視野を有していた。測定は、筑波大学共同研究棟B, 2階体力測定室(室温23~25°C, 室内照度0.2lx)において昭和57年7月~8月の間に行った。

Table 1 The eye sight of each subject

Subj.		Eye	Left	Right
Judoist	F		1.5	1.5
	M		1.5	1.5
	K		1.5	1.5
	O		1.5	1.5
	N		0.3	0.4
	I.M		1.5	1.5
	D		1.2	1.2
		$\bar{X}$ SD		1.2 0.44
Baseball player	T		0.1	0.1
	U		0.2	0.1
	S		1.0	1.0
	A.M		1.2	0.6
	I		0.7	1.0
	K.F		1.5	1.5
	A		1.5	1.5
	A.N		1.0	1.0
	Y.M		1.0	1.0
		$\bar{X}$ SD		1.0 0.50

### 3. 測定手順

被験者は、入室してから約10分間の暗順応の後, 視野反応計の中心に位置する座席にすわり, 視野反応計の中心固視点が眼と同高になるように座席

の高さを調整した。従って, 各被験者とも視野反応計の視標距離は, 1.1mで一定であった。さらに被験者には膝の上に手押し式スイッチを乗せ, リラックスした状態で待つように指示し, 以下の3条件で実験を行なった。

実験1では, 用意の合図で眼と同高の位置にある中心点を固視した状態で, 左・右耳側85.5度の範囲内にランダムに発生するいずれか1つの黄色の光刺激の点滅を感じたらできるだけ速く手反応する固視単純反応時間を, 測定手続きにならすため, 15~20回の練習試行の後, 黄色の光刺激1~39番について各1回ずつ測定した。なお試行間隔は, 20~30秒であった。

一般にヒトが頭部を固定した状態で, 眼球運動のみによって視標を中心窩にとらえられるのは, 左・右約50度の範囲であるという<sup>7)</sup>。そこで実験1に続いて, 実験2では用意の合図で中心を固視し, 左・右耳側56.25度の範囲内にランダムに同時発生する黄色と赤色の光刺激の位置を頭部を固定した状態で眼球運動のみでとらえ, 赤色の光刺激が黄色の光刺激の右側にある場合は右手で, 左側にある場合は左手で, 手押し式スイッチで反応を行う注視弁別反応時間を, 15~20回の練習試行後, 黄色の光刺激8~32番について各1回ずつ, 計25回測定した。

実験2に続いて, 実験3では用意の合図で中心を固視し, 左・右耳側87.75度の範囲内にランダムに同時発生する2個の光刺激の位置を眼球運動または, 眼球-頭部共同運動によってとらえ, 注視弁別反応と同様の方法で弁別反応を行う注視-頭部運動弁別反応時間を, 15~20回の練習試行後, 1~39番について各1回ずつ, 計39回測定した。従って1日に行うセット数は3セット, 103回であり, 実験所要時間は約1時間であった。

なお, 1983年の日本体育学会第34回大会<sup>15)</sup>で同様の実験条件に基づき, 水泳選手を対象に6日間連続で測定を行った結果を報告したが, 測定3日目に各条件とも平均値, 標準偏差に安定性が得られたため, 本研究では実験1~3の反応時間の測定を4日連続で行い, 4日目に眼球運動変化, 頭部運動開始角度を総合反応時間とともに記録した。

### 4. 記録分析

実験1~3の視野反応条件において, 光刺激発

生から手反応終了までの総合反応時間を各反応条件の視野反応時間とし、インタフェース内のA-Dコンバータによってデジタル変換し、1/1000秒単位で収録した。

なお、測定4日目に注視弁別反応条件で、視標の弁別の際に眼球運動が生じた場合、図2に示すように、a. 光刺激発生から手反応終了までの総合反応時間の他に、実線で示した眼球運動変化、b. 光刺激発生から眼球が視標方向に向かって動き出すまでの眼球潜時、c. 眼球が視標方向に向かって動き出してから最大振幅に到達するまでの眼球運動時間、bとcの和、光刺激発生から眼球が最大振幅に到達するまでの眼球運動最大振幅到達時間、d. 眼球が最大振幅に到達してから手反応を終了するまでの(総合反応時間)-(眼球運動最大振幅到達時間)に分けて1/1000秒単位で分析した。

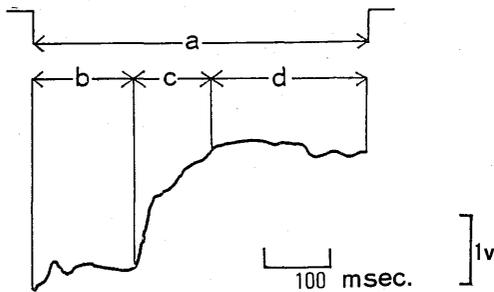


Fig. 2 Variation of eye movement under eye-pursuing discriminating condition

Note : a, whole reaction time  
 b; eye latency  
 c; eye movement time  
 d; whole reaction time-eye peak movement time

また、測定4日目に注視-頭部運動弁別反応条件で視標の弁別の際に眼球運動及び頭部運動が生じた場合、図3に示すように、a. 総合反応時間の他に、実線で示した眼球運動変化、b. 眼球潜時、c. 眼球運動時間、bとcの和、眼球運動最大振幅到達時間、d. (総合反応時間)-(眼球運動最大振幅到達時間)に分けて1/1000秒単位で分析し

た。なお点線は頭部運動変化を示したものであり、視標の弁別の際に生じる頭部運動開始角度を記録した。

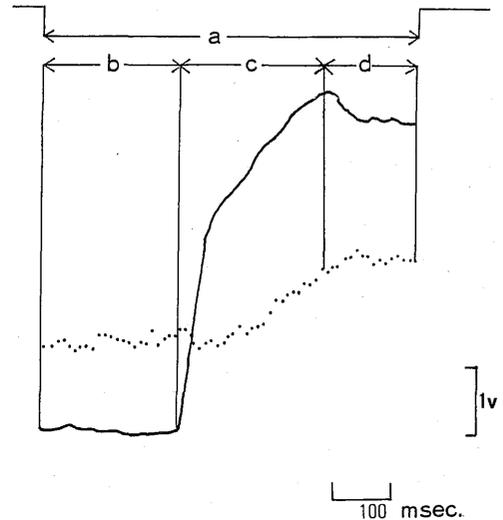


Fig. 3 Variation of eye and head movement under eye-pursuing and head movement discriminating condition

### III 結 果

#### 1. 各反応時間の応答特性及び短縮効果について

各被験者とも中心から周辺になるに従い、固視単純反応時間はわずかに遅延したのに対し、注視弁別反応時間、注視-頭部運動弁別反応時間では著しい遅延の傾向を示した。この傾向を明らかにするため、測定日毎に総ての測定値をもとに左・右対称分割を行い、ブロック別の平均値・標準偏差を求め、ブロック間のF値<sup>10)</sup>の最も高く生じたところで3つの分割角度を決定した。全測定日を通じて両種目とも、固視単純反応時間では全てのF値に有意性が認められなかったが、注視弁別反応時間では表2に示すように、右・1ブロック、左・3ブロック(27度)、2ブロック(58.5度)、注視-頭部運動弁別反応時間では表3に示すように、1, 3ブロック(36度)、2ブロック(103.5度)

Table 2. Three blocks of eye-pursuing reaction time in the experimental condition (2) which was divided on the significant levels of mean as shown by each block and every measurement day

	Day	1,3Block	2 Block	F,value
Judoist	1	27	58.5	5.00***
	2	27	58.5	6.00***
	3	27	58.5	3.47**
	4	27	58.5	7.39***
Baseball Player	1	22.5	67.5	8.25***
	2	22.5	67.5	9.61***
	3	27	58.5	4.61**
	4	27	58.5	8.68***

(degree)

\*\*\* P < 0.01

\*\* P < 0.05

Table 3 Three blocks of eye-pursuing and head movement reaction time in the experimental (3) which was divided on the significant levels of mean as shown by each block and every measurement day

	Day	1,3Block	2 Block	F,value
Judoist	1	36	103.5	9.27***
	2	36	103.5	7.93***
	3	36	103.5	9.10***
	4	36	103.5	5.81***
Baseball player	1	45	85.5	16.76***
	2	36	103.5	12.92***
	3	40.5	94.5	12.50***
	4	36	103.5	18.30***

(degree)

\*\*\* P < 0.01

に最も多く、高いF値 (P < 0.05~0.01水準) が認められた。

そこで固視単純反応時間では総ての測定値で、注視弁別、注視-頭部運動弁別反応両時間では、上記の最頻度のブロック分割角度毎に、各被験者の

平均値、運動種目別の平均値を測定日毎に求めて表4~6に示した。

Table 4 The mean of each subject's eye fixing reaction time as shown by every measurement day T-value shows significant difference of the mean between judoist and baseball player

Day		Day			
		1	2	3	4
Judoist	F $\bar{X}$	280	250	245	193
	M $\bar{X}$	338	323	302	251
	K $\bar{X}$	302	252	260	206
	O $\bar{X}$	350	268	232	260
	N $\bar{X}$	326	303	263	232
	I.M $\bar{X}$	279	246	275	219
	D $\bar{X}$	307	223	247	189
	Total $\bar{X}$	312	266	261	247
	Baseball player	T $\bar{X}$	323	307	263
U $\bar{X}$		282	257	231	245
S $\bar{X}$		229	210	206	218
A.M $\bar{X}$		321	312	319	294
I $\bar{X}$		286	254	244	256
K.F $\bar{X}$		273	266	260	257
A $\bar{X}$		284	259	214	218
A.N $\bar{X}$		237	215	232	210
Y.M $\bar{X}$	251	269	258	230	
Total $\bar{X}$	276	261	247	248	
significance	**	—	**	—	
T-value	6.61	0.99	3.18	-0.26	

\*\*\* P < 0.01

(msec)

固視単純反応時間は表4に示すように、測定1日目と4日目を比べると、被験者すべてに反応時間の平均値の短縮が認められた。

反応時間の短縮効果をみるため、被験者条件、日次条件の2要因で運動種目別に2元配置分散分析<sup>11)</sup>を行った。その結果、表7に示すように両種目とも被験者条件、日次条件ともに有意性が認められ、両者の交互作用にも有意性が認められた。

また表4に示すように測定日毎に、種目間の平均値で比較<sup>9)</sup>を行った結果、測定1, 3日に硬式野

Table 5 The mean of each subject's eye-pursuing discriminating reaction time as shown by each block and every measurement day

Block		1				2				3			
Subj.	Day	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Judoist	F $\bar{X}$	609	412	364	469	473	377	355	416	535	493	401
M $\bar{X}$		630	538	570	584	514	440	452	448	695	544	559	587
K $\bar{X}$		674	608	633	678	523	464	495	495	676	663	630	631
O $\bar{X}$		642	574	553	589	542	475	424	461	694	579	512	566
N $\bar{X}$		561	594	587	624	461	439	437	456	570	560	554	637
I.M $\bar{X}$		695	639	563	552	564	482	470	477	610	710	571	639
D $\bar{X}$		609	514	513	520	452	403	380	368	604	552	504	593
Total $\bar{X}$		631	554	540	573	406	440	430	446	626	586	533	591
Baseball player	T $\bar{X}$	594	582	431	576	449	461	396	428	571	567	468	583
	U $\bar{X}$	528	514	418	538	494	407	360	388	597	553	433	548
	S $\bar{X}$	613	529	503	597	469	404	411	457	628	477	489	530
	A. M $\bar{X}$	680	587	541	600	474	427	465	482	642	599	590	700
	I $\bar{X}$	612	631	521	680	530	459	420	455	687	669	589	630
	K. F $\bar{X}$	659	616	663	608	490	455	507	464	677	621	620	594
	A $\bar{X}$	657	639	515	553	540	505	459	470	672	643	531	572
	A. N $\bar{X}$	590	539	590	517	461	406	425	393	643	539	564	539
	Y. M $\bar{X}$	612	582	587	609	460	471	450	463	646	557	583	563
	Total $\bar{X}$	616	580	530	586	485	444	432	445	640	580	540	584
significance	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
T-value	0.74	-1.28	0.45	-0.64	-1.10	-0.44	-0.20	-0.001	-0.59	0.26	-0.38	0.47	

(msec)

球選手は柔道選手よりも有意に速い値 ( $P < 0.01$  水準)を示したが、測定2、4日では種目間に有意差はなかった。

注視弁別反応時間では、中心から周辺になるに従い著しい遅延の傾向がみられたため、1~3ブロックに分け、各被験者の反応時間の短縮をみた。なお、測定4日目は眼球運動モニター装置の装着により実験条件が異なるため、4日目を除き測定1~3日までの比較を行った。

表5に示すように測定1日目と3日目を比べると、1ブロックでは柔道選手7名中6名、硬式野球選手9名中7名に、2ブロックでは柔道選手のすべてに、硬式野球選手では9名中8名に、3ブロックでは両種目とも16名すべての被験者に反応時間の短縮が認められた。

反応時間の短縮効果をみるため、固視単純反応時間と同様に2元配置分散分析を行った結果、表8に示すように被験者条件、日次条件ともに有意性が認められた。なお、両者の交互作用に有意性が認められたのは、柔道選手では1、3ブロック、硬式野球選手では2ブロックのみであった。

また、測定日毎に、種目間でブロック毎の平均値の比較を行った結果、表5に示すように測定1~3日を通じ、有意差はいずれも認められなかった。

注視-頭部運動弁別反応時間でも、注視弁別反応時間と同様、中心から周辺になるに従い著しい遅延の傾向がみられたため、1~3ブロックに分け被験者の反応時間の短縮をみた。なお、測定4日目は注視弁別反応時間と同様の理由で除いた。

Table 6 The mean of each subject's eye-pursuing and head movement discriminating reaction time as shown by each block and every measurement day

Block		1				2				3			
Subj.	Day	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Judoist	F $\bar{X}$	545	526	576	517	446	425	413	418	533	547	474
M $\bar{X}$		708	723	760	815	521	533	504	564	734	759	717	817
K $\bar{X}$		668	680	676	642	540	518	520	444	696	639	668	635
O $\bar{X}$		674	663	631	740	588	515	463	480	745	611	616	685
N $\bar{X}$		778	744	713	837	515	521	504	576	695	694	743	852
I.M $\bar{X}$		763	692	631	629	554	545	515	480	790	701	686	666
D $\bar{X}$		727	793	668	707	440	451	439	476	737	710	614	693
Total	$\bar{X}$	698	689	665	698	515	501	480	491	704	666	645	690
Baseball player	T $\bar{X}$	706	715	610	664	525	451	434	517	778	709	715	854
	U $\bar{X}$	703	641	504	747	595	476	397	454	762	629	536	734
	S $\bar{X}$	759	640	612	771	535	488	432	483	665	591	660	764
	A.M $\bar{X}$	714	646	735	830	524	525	521	509	781	659	701	732
	I $\bar{X}$	809	756	729	773	565	498	510	543	814	672	760	790
	K.F $\bar{X}$	746	771	758	741	555	546	555	586	762	747	712	777
	A $\bar{X}$	767	763	684	792	574	546	492	552	756	730	655	810
	A.N $\bar{X}$	728	725	676	819	493	504	487	464	646	682	659	707
	Y.M $\bar{X}$	735	686	709	709	528	536	510	516	675	723	704	775
Total	$\bar{X}$	751	705	669	761	544	508	482	514	738	682	675	770
significance		**	—	—	**	**	—	—	*	—	—	—	**
T-value		-2.84	-0.88	-0.20	-2.91	-3.14	-0.79	-0.23	-2.17	-1.60	-0.83	-1.50	-3.53

\*\* P < 0.01

\* P < 0.05

(msec)

Table 7 Analysis of variance of whole reaction time under eye-fixing condition

	Source	df	F
Judoist	S	6	19.3**
	D	2	76.9**
	S×D	12	6.4**
Baseball player	S	8	60.2**
	D	2	25.9**
	S×D	16	3.1**

\*\* P < 0.01

Note: S; Subject

D; Day

S×D; Subject × Day

Table 8 Analysis of variance of whole reaction time under eye-pursuing discriminating condition as shown by each block

	Block	1	2	3
	Source df	F	F	F
Judoist	S 6	9.6**	13.6**	9.3**
	D 2	15.2**	29.4**	13.9**
	S×D 12	2.0*	1.7 —	1.9*
Baseball player	S 8	4.2**	8.9**	3.6**
	D 2	11.2**	27.1**	13.0**
	S×D 16	1.2 —	3.4**	0.7 —

\*\* P < 0.01

\* P < 0.05

表6に示すように、測定1日目と3日目を比べると、1ブロックでは柔道選手7名中4名、硬式野球選手では9名中7名、2ブロックでは柔道選手の全てに、硬式野球選手9名中8名、3ブロックでは柔道選手7名中6名、硬式野球選手9名中7名の被験者に反応時間の短縮が認められた。

反応時間の短縮をみるため、2元配置分散分析を行った結果、表9に示すように被験者条件は両種目とも1~3ブロックすべてに有意性が認められたが、日次条件は柔道選手では、2、3ブロックに、硬式野球選手では1~3ブロックすべてに有意性が認められた。

Table 9 Analysis of variance of whole reaction time under eye-pursuing and head movement discriminating condition as shown by each block

	Block	1	2	3
	Source df	F	F	F
Judoist	S 6	14.7***	26.5***	13.4***
	D 2	2.2 —	10.2***	5.1***
	S×D 12	1.6 —	2.2*	1.4 —
Baseball player	S 8	5.7***	8.1***	5.1***
	D 2	13.0***	31.6***	9.0***
	S×D 16	2.1*	4.3***	2.0*

\*\*\* P < 0.01

\* P < 0.05

なお、両者の交互作用に有意性が認められたのは、柔道選手では2ブロックのみ、硬式野球選手では1~3ブロックすべてであった。

また、測定1~3日まで種目間でブロック毎の平均値の比較を行った結果、表6に示すように有意性が認められたのは、測定1日目の1、2ブロックのみであった。

## 2. 注視弁別反応条件及び注視-頭部運動弁別反応条件における視機能の分析について

注視弁別、注視-頭部運動弁別反応両条件における視覚反応過程は、L：眼球潜時 (eye latency), M：眼球運動時間 (eye movement time), P：眼球運動最大振幅到達時間 (eye peak

movement time), W-P：(総合反応時間)-(眼球運動最大振幅到達時間) [(whole reaction time) -(eye peak movement time)] に分けてとらえた。

注視弁別、注視-頭部運動弁別反応両条件とも、L：眼球潜時及びW-P：総合反応時間と眼球運動最大振幅到達時間の差は、中心視野から周辺視野になるに従わずかに遅延の傾向を示したが、M：眼球運動時間、P：眼球運動最大振幅到達時間は、周辺になるに従い著しい遅延の傾向を示した (以下記号で示す)。

この傾向を明らかにするため、運動種目別にL, M, P, W-Pの4つの反応過程を中心からの左・右対称分割によりF値の最も高く生じたところでブロック分割角度を決定し、その結果を表10, 11に示した。なお、両条件とも両種目のF値に有意性が認められたのは、M, Pの反応過程 (P < 0.05水準) であり、W-Pの反応過程に有意性は認められなかった。Lの反応過程で有意性が認められたのは、硬式野球選手の注視-頭部運動弁別反応条件のみであった (P < 0.05水準)。

また、1、3ブロックの総合反応時間の遅延にどの反応過程の遅れが最も大きく影響しているのかをみるため、a) の公式により、各反応過程の遅れを指数化して表12に示した。

その結果、表12に示すように両条件とも、眼球運動最大振幅到達時間のしめる割合が最も大きく、総合反応時間の遅延に最も影響していることがわかった。

また、表13に示すように注視弁別、注視-頭部運動弁別反応条件の1~3ブロックの視覚反応過程について種目間の比較を行った。

その結果、注視弁別反応条件では1ブロックのW-Pと3ブロックのMに、注視-頭部運動弁別反応条件では1~3ブロックのW-PとWに有意性が認められた。このことから注視-頭部運動弁別反応条件で柔道選手が硬式野球選手に比べWが有意に速かったのは、W-Pの過程の短縮によることがわかった。

次に視覚反応過程中、どの値が最も総合反応時間の遅速に影響しているのかをみるために、総計16名中、総合反応時間の最大値と最小値をもつものの反応過程を、注視弁別反応条件1、3ブロック (27度)、2ブロック (58.5度) に、注視-頭部

Table 10 Three blocks of optical response time in the experimental (2) was divided on the basis of the significant levels of mean

Group	Pro. block	L	M	P	W-P	W
		Judoist	1,3Block	22.5	18	22.5
	2Block	67.5	76.5	67.5	58.5	58.5
Baseball player	1,3Block	36	22.5	27	13.5	27
	2Block	40.5	67.5	58.5	85.5	58.5

(degree)

Note:L; eye latency

M; eye movement time

P; eye peak movement time

W-P; whole reaction time—eye peak movement time

W; whole reaction time

Table 11 Three blocks of optical response time in the experimental condition (3) was divided on the basis of the significant levels of mean

Group	process block	L	M	P	W-P	W
		Judoist	1,3Block	27	54	36
	2Block	121.5	94.5	103.5	76.5	103.5
Baseball player	1,3Block	40.5	36	36	36	36
	2Block	94.5	103.5	103.5	103.5	103.5

(degree)

Table 12 The index which was formulated by formula-a of each optical response time under Exp. 2 and 3

Block	1				3			
	L	M	P	(W-P)	L	M	P	(W-P)
process Con.								
Exp. 2	24.6	47.0	71.6	28.4	23.0	40.2	63.3	36.7
Exp. 3	22.7	51.5	74.2	25.8	18.9	66.8	85.7	14.3

(%)

Note: 
$$\frac{\left( \frac{\text{The mean of 1,3 block's each optical response time}}{\text{The mean of 1,3 block's whole reaction time}} \right) - \left( \frac{\text{The mean of 2 block's each optical response time}}{\text{The mean of 2 block's whole reaction time}} \right)}{\left( \frac{\text{The mean of 1,3 block's whole reaction time}}{\text{The mean of 2 block's whole reaction time}} \right) - 1} \times 100 - \text{formula a)}$$

$$\frac{(1, 3 \text{ ブロックの各反応過程の平均値}) - (2 \text{ ブロックの各反応過程の平均値})}{(1, 3 \text{ ブロックの総合反応時間の平均値}) - (2 \text{ ブロックの総合反応時間の平均値})} \times 100 \text{ a) 式}$$

Table 13 Test results of significant difference applied to the mean of each optical process between Judoist and Baseball player under Exp. 2 and 3

Group	Block Process	1					2					3				
		L	M	P	(W-P)	W	L	M	P	(W-P)	W	L	M	P	(W-P)	W
Exp. 2	Judoist $\bar{X}$	208	122	331	242	574	178	50	229	217	445	204	92	296	295	592
	Baseball player $\bar{X}$	208	101	309	277	586	173	45	219	225	445	210	113	323	260	584
	T-value	0	2.0	1.40	-2.20	-0.64	0.59	0.92	0.94	-0.78	0	-0.48	-2.20	-1.68	1.93	0.47
	Significance	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	
Exp. 3	Judoist $\bar{X}$	246	196	443	255	698	196	80	277	214	491	233	223	456	234	690
	Baseball player $\bar{X}$	240	191	431	329	761	187	72	260	253	514	236	236	472	298	770
	T-value	0.68	0.38	0.77	-4.07	-2.91	1.55	1.32	1.96	-4.21	-2.17	-0.34	-0.54	-0.62	-2.74	-3.53
	Significance	—	—	—	**	**	—	—	**	*	—	—	—	**	**	

\*\* P < 0.01 P < 0.05

(msec)

運動弁別反応条件 1, 3 ブロック (36度), 2 ブロック (103.5度) に統一し, 平均値, 標準偏差及び (各反応過程の個人値) - (各反応過程の平均値) を求め表 14, 15 に示した。

注視弁別反応条件で, 1, 3 ブロックの総合反応時間に最も速い値を出した被験者 F, 2 ブロッ

クで最も速い値を出した被験者 D は, 総合反応時間と眼球運動最大振幅到達時間の差が, 1 ブロックで順位 1 位, 2, 3 ブロックで順位 2 位で速かった。また各反応過程中, 個人値と平均値の差が最も大きいことから, 総合反応時間と眼球運動最大振幅到達時間の差が, 総合反応時間を速くするの

Table 14 The mean and standard deviation of first and last each optical response time and the difference between first and last response time under eye-pursuing discriminating condition

Block		1					2					3				
		L	M	P	(W-P)	W	L	M	P	(W-P)	W	L	M	P	(W-P)	W
First	$\bar{X}$	189	107	296	172	469	159	41	200	167	368	188	100	288	202	490
	S. D	86.3	54.2	138.3	77.5	86.4	52.3	29.2	72.9	56.2	34.2	87.9	84.5	152.3	121.7	78.1
	D.	-19	-3	-22	-89	-111	-16	-6	-23	-26	-49	-19	-3	-23	-73	-96
	Subj.	F					D					F				
Last	$\bar{X}$	213	121	335	345	680	207	60	267	227	495	285	138	424	276	700
	S. D	38.0	30.5	63.2	62.1	82.1	34.7	37.8	25.9	44.3	38.3	79.1	38.2	104.5	100.3	101.7
	D.	5	11	17	84	101	32	13	44	34	78	78	35	113	1	114
	Subj.	I					K					A. M				

(msec)

Note: D; (first each optical response time) or (last each optical response time) - (mean each optical response time)

Table 15 The mean and standard deviation of first and last each optical response time and the difference between first and last response time under eye-pursuing and head movement discriminating condition

Block		1					2					3				
		L	M	P	(W-P)	W	L	M	P	(W-P)	W	L	M	P	(W-P)	W
First	$\bar{X}$	239	182	422	95	517	224	71	295	122	418	243	145	389	94	483
	S. D.	26.8	51.3	48.8	35.6	60.1	35.6	35.6	78.8	71.7	75.0	21.0	77.4	82.0	75.2	91.2
	D.	-3	-11	-14	-201	-215	34	-4	-29	-113	-84	9	-85	-76	-176	-252
	Subj.	F					F					F				
Last	$\bar{X}$	284	197	481	356	837	210	69	280	306	586	300	348	649	202	852
	S. D.	52.9	32.6	63.8	75.7	63.7	56.3	37.0	77.6	72.5	101.5	56.8	106.0	119.7	85.8	84.0
	D.	42	4	45	60	105	20	-8	13	71	84	66	118	184	-68	116
	Subj.	N					K. F					N				

(msec)

に最も影響することがわかった。また、1ブロックの総合反応時間で最も遅い値を出した被験者Iも、総合反応時間と眼球運動最大振幅到達時間の差の遅れに最も影響され、総合反応時間が遅延した。ところが、2ブロックの総合反応時間で最も遅い値を出した被験者K、3ブロックで最も遅い値を出した被験者A.M.は、ともに眼球運動最大振幅到達時間の値が順位16位であり、各反応過程中、平均値との差が最も大きいことから、2、3ブロックの総合反応時間の遅延に、眼球運動最大振幅到達時間（特に眼球潜時）が最も影響することがわかった。

注視-頭部運動弁別反応時間で、1～3ブロックすべての総合反応時間で最も速い値を出した被験者Fは、1～3ブロックとも総合反応時間と眼球運動最大振幅到達時間の差が16名中、最も小さかった。特に1、2ブロックでは、眼球運動最大振幅到達時間が1ブロックで順位8位、2ブロックで順位15位であり、各反応過程中個人値と平均値の差が最も大きいことから総合反応時間と眼球運動最大振幅到達時間の差が、総合反応時間を速くするのに最も影響することがわかった。また、1、3ブロックで総合反応時間に最も遅い値を出した被験者Nは、眼球運動最大振幅到達時間が16名中、最も遅かった。特に3ブロックではこの反応過程が個人値と平均値の差が最も大きく、総合

反応時間の遅延に最も大きく影響していることがわかった。また1ブロックで最も遅い値を出した被験者N、2ブロックで最も遅い値を出した被験者K.F.は、総合反応時間と眼球運動最大振幅到達時間の差が各反応過程中、個人値と平均値の差では最も大きく、総合反応時間の遅延に影響していた。

なお、注視-頭部運動弁別反応条件で視標弁別の際に生じた頭部運動開始角度を、被験者毎に求め表16に示した。柔道選手では、中心から右への頭部運動開始角度は36～58.5度、左への頭部運動開始角度は40.5～54度、硬式野球選手では、右40.5～67.5度、左45～63度の範囲にあった。

#### IV 考 察

固視単純反応時間は、左・右耳側周辺視野になるに従わずかに遅延した。一般にヒトの網膜上、杆体細胞が最も多く分布しているのは、網膜中心部から20度前後の範囲であるが、周辺になるに従い分布状態は減少する<sup>21)</sup>。従って、左・右耳側周辺になるにつれて反応時間が遅延したのは、光刺激を感じし視覚を成立するまでの知覚系、とくに網膜上の視細胞の分布状況がその一因であると考えられた。

「被験者が、眼球運動を用いて正確に視標を中心窩にとらえるように求められた場合、サッカー

Table 16 Starting points of head movement on eye-pursuing and head movement discriminating condition

Subj.		Direc.	Left	Right
Judoist	F		54.0	49.5
	M		40.5	40.5
	K		58.5	45.0
	O		54.0	54.0
	N		36.0	40.5
	I. M		45.0	54.0
	D		49.5	40.5
Total	$\bar{X}$		48.2	46.2
	SD		8.09	6.21
Baseball player	T		67.5	63.0
	U		54.0	58.5
	S		54.0	54.0
	A. M		49.5	45.0
	I		54.0	54.0
	K. F		40.5	45.0
	A		58.5	54.0
	A. N		63.0	58.5
	Y. M		58.5	49.5
Total	$\bar{X}$		55.5	53.5
	SD		7.7	6.11

(degree)

ド眼球運動は、眼球運動振幅の増加にともない遅延する<sup>6)9)</sup>。」ことが知られている。

本研究でも眼球運動時間は、視標角度の増加とともに延長し、総合反応時間の遅延に大きく影響していた。なお、この傾向は、注視弁別反応時間、注視-頭部運動弁別反応時間とも同じであった。

注視-頭部運動弁別反応時間は、左・右耳側周辺視野になるにつれて著しい遅延の傾向がみられた。反応時間は「応答すべき刺激の数によって増加する<sup>19)</sup>。」ことは古くから知られている。従って本研究でも、注視-頭部運動弁別反応時間は、注視弁別反応時間と同じ、左・右耳側56.25度の範囲内において、総合反応時間の遅延がみられると思われたが、全測定日を通じほとんど差はなかった。

しかし、注視-頭部運動弁別反応条件での頭部運

動開始角度の平均値は、柔道選手では右48.2度、左46.2度、硬式野球選手では右55.5度、左53.5度で、総合反応時間の2ブロックの値にほぼ等しいことから、視標弁別の際に頭部運動が生じる時、反応時間は有意に遅延すると考えられた。

周辺視標をみる際の眼球-頭部共同運動の研究<sup>2)4)17)18)</sup>では、頭部運動開始角度についてさまざまな報告がなされている。

A.E. Bartz<sup>2)</sup>は、成人を用いた実験で周辺刺激をみる際の頭部運動は、中心窩から40度まで、三輪、寺田、森田<sup>4)</sup>は15度まで、Robinson, Koth & Rigenbach<sup>17)</sup>は20度まで、頭部運動はほとんど生じず、眼球運動のみで周辺刺激を注視すると報告している。また、Sanders<sup>18)</sup>は、視標呈示位置が80度ないし90度になってはじめて頭部運動が生じ、それまでは眼球運動のみで周辺刺激をとらえると述べている。さらに吉村<sup>20)</sup>は、同様の実験を中学生男子、及び成人男子に行い、中学生男子に早く頭部運動が生じることを報告している。従って、頭部運動開始の角度差は、視標となるべきものの形、位置(視標角度)、年齢などによって変化するのはないかと考えられた。

次に実験1～3の反応時間をみると、固視単純反応は、200～300msec.前後で視野間に有意差はなかったが、注視弁別反応は、中心から左・右29.25度以上の範囲では、400～600msec.前後、注視-頭部運動弁別反応は、中心から左・右51.25度以上の範囲で600～800msec. 前後の値となり、反応時間は有意に遅延した。従って、素早い判断を必要とされる場面で、視野全体の情報処理を行う能力で重要とされるのは、中心を固視した状態での周辺視反応であると考えられた。また眼球運動によって対象を中心窩にとらえる場合でも、中心から左・右29.25度以内のいわゆる中心視野でなければ、判断は有意に遅れると考えられた。

また、実験1～3の柔道選手及び硬式野球選手の反応時間・視覚反応過程を比較分析した結果、実験1の測定1、3日目では、硬式野球選手が柔道選手よりも有意に速く、実験3では測定4日目に、柔道選手が硬式野球選手よりも総合反応時間、眼球運動最大振幅到達時間ともに有意に速かった。しかしながら、広い視野内での素早かつ確かな判断を必要とする硬式野球選手が、柔道選手との間に総合反応時間、視覚反応過程とも特徴的な差異、

または優位性を有するとはいえなかった。

これは本研究が、①水平視野内の応答特性に限られていたため、視野全体の情報処理機能を把握できなかった。および②注視弁別、注視-頭部運動弁別反応とも、400~800msec. を要する複雑な反応過程を経るため、スポーツ場面での運動特性があらわれなかったためではないかと考えられた。

## V 要 約

1. 固視単純反応時間の兩種目、注視弁別反応時間での柔道選手の1, 3ブロック、硬式野球選手の2ブロック、注視-頭部運動弁別反応時間での柔道選手の2ブロック、硬式野球選手の1~3ブロックでは、反応時間は上下の振幅をもちながら短縮してゆく傾向がみられた。
2. 注視弁別、注視-頭部運動弁別反応両時間で、周辺遅延の傾向を決定したのは、眼球運動最大振幅到達時間であることがわかった。
3. 注視弁別、注視-頭部運動弁別反応条件の1~3ブロックの総合反応時間を速くするのに最も影響したのは、総合反応時間と眼球運動最大振幅到達時間の差であった。
4. 注視-頭部運動弁別反応条件で、視標の弁別の際に頭部運動が生じる時、反応時間は有意に遅延した。
5. F値の最も高く生じたところで、左・右対称分割を行うと、固視単純反応時間ではF値に有意差がみられなかったが、注視弁別反応時間では1, 3ブロック(27度)、2ブロック(58.5度)、注視-頭部運動弁別反応時間では1, 3ブロック(36度)、2ブロック(103.5度)に有意差がみられ、対称分割ができた。
6. 柔道・硬式野球選手の間で、測定1~3日を通じて実験1~3でT検定を行った結果、有意差のみられたのは測定1, 3日目の固視単純反応時間及び測定1日目の注視-頭部運動弁別反応時間の1ブロックのみであった。
7. 視覚反応過程の分析の結果、硬式野球選手は、柔道選手に比べ特徴的な差異または、優位な反応過程をもたなかった。

## 文 献

- 1) Albert E. Bartz : Eye-movement latency duration, and response time as a function of

angular displacement, *Journal of Experimental Psychology*, 64 ; NO. 3, 318-324, 1962

- 2) Albert E. Bartz : Eye and head movements in peripheral vision : Nature of compensatory eye movements, *Science*, 152 ; 1644-1645, 1966
- 3) Bizzi, E. Kalil, R.E. and Tagliasco, V. : Eye-head coordination in monkeys, *Science*, 173 ; 454-454, 1971
- 4) Bizzi, E. Kalil, R.E., Morasso, P. and Tagliasco, V. : Central programming and peripheral feedback during eye-head coordination in monkeys, *Bibl. Ophthalmol.*, 82 ; 220-232, 1972
- 5) Dichans, J., Bizzi, E., Morasso, P. and Tagliasco, V. : Mechanisms underlying recovery of eye-head coordination following bilateral labyrinthectomy in monkeys, *Exp. Brain Res.*, 18 ; 548-567, 1978
- 6) Dodge, R., & cline, T.S. : The angle velocity of eye movements, *Psychol. Rev.*, 8 ; 145-157, 1901
- 7) 原田政美 : 「実際空間と視空間」, *眼科臨床医報*, 11号 ; 1805, 1975
- 8) H. von Helmholtz : *Treatise on physiological optics. vol. II.*, Trans from 3-rd German edition Edited by J.P.C. Southal. *Opt. Soc. Am.*, 368, 1924
- 9) 岩原信九郎 : 独立する2つの平均の差の有意差検定, 推計学による新教育統計法, 12.1, 日本文化科学社, 71, 1977
- 10) 岩原信九郎 : 標本の大きさの異なる場合の3つ以上の平均の有意差検定, 推計学による新教育統計法, 13.3, 日本文化科学社 ; 93, 1977
- 11) 岩原信九郎 : 平均の差(細胞の大きさが同じ2以上の場合), 二要因の場合の代表値間の有意差, 教育と心理のための推計学, 23.6, 日本文化科学社 ; 273-280, 1980
- 12) 岩見恒典, 寺田邦昭, 山田久恒, 森田修朗 : 「動体視反応時間に関する研究(1)」, *体育学研究*, 11-5 : 73, 1967
- 13) Merkel, J. : *Die zeitlichen Verhältnisse der Willensthatigkeit*, *Philos. St.* 2 ; 73-127, 1885
- 14) 三輪武次, 寺田邦昭, 森田修朗 : 注視移動における頭部運動と眼球運動の関係について, *環境医学研究所年報*, 21 ; 58-63, 1970
- 15) 大崎多久満, 浅見高明, 石島繁 : 視野反応時間における個人差ならびに日次による短縮効果について, *日本体育学会第34回大会号* ; 253, 1983
- 16) 大山慈徳, 山田久恒, 石恒尚男 : 「動体周辺視反応時間に関する研究 I」, *日本体育学会第28回大会号* ; 75, 1977
- 17) Robinson, G.M., Koth, B.W., & Rigenbach, J.

- P. : Dynamics of the eye and the head during an element of visual search, Journal Supplement Abstract Service of APA, MS, 1407, 1977
- 18) Sanders, A.F. : Some of aspect the selective process in the functional visual field, Ergonomics, 13 ; 101-117, 1970
- 19) 鈴木昭弘：中心視と周辺視との連繋機能に関する研究，環境医学研究所年報XVII（1966），別冊，111-141，1967
- 20) 吉村浩一：ヒトの眼球-頭部協同運動のパターンの諸特性：その年齢と制御機構に関する研究，人間工学，VOL. 15；No 5，1979
- 21) 渡辺勲，坂田晴夫，長谷川敬，吉田辰夫，畑田豊彦共著：3.3視野と眼球運動，第3章目の動きと知覚，視覚の科学，写真工業出版社，16-32，1975