

動体周辺視反応時間に関する研究

大山 慈徳 ・ 石垣 尚男

A Study on the Periphery Visual Reaction
Time over a Moving Spot Light Mark

Yasunori OHYMA ・ Hisao ISHIGAKI

本研究は、中心固視のレベル条件下で、スポット視標が静止している場合・移動している場合の輝度変化を測定し、次のような知見を得た。静止周辺視反応時間は、 5° 、 10° 、 20° と周辺にいくに従って反応時間が延長した。動体周辺視反応時間は 5° が最大で、 20° 、 10° と反応時間が短く、静止周辺視反応時間とは異なる結果を示した。両者の間の相関は殆んどみられず、周辺視反応時間は中心視反応時間と同様に、静止と動体では眼の生理的機序が異っていると考えられる。

研究目的

1つの運動が正確に行われ、効果のある動きをするためには、動作の時間的・空間的正確さと共に、視対象の変化に対する迅速な反応が要求される。動体視標を見る場合の眼の生理的機序は、静止視標を見る場合の眼の生理的機序と異っていることを、これまでに山田らは一連の研究で報告している^{1)~12)}。特に、ボールゲーム等では、ボールや相手の動きを周辺視野内で把握することが多く、そこでは、静止している物より動く視対象に対する反応動作の迅速性が重要な条件の一つとなると考えられる。本研究は、中心固視のレベル条件下で視野内一定部位で輝度変化する視標が静止している場合についての反応時間を測定し、動体周辺視反応時間の基礎的な問題を究明した。

研究方法

反応時間に関する研究は、その殆んどが、外的刺激を中心視で測定したものである。本研究は、中心固視の条件下において、周辺視で刺激（動体視標の輝度変化）に対する反応時間を測定した。すなわち、中心固視は静止の状態ランダムに変化するアラビア数字視標を、周辺視反応は動体視標が周辺視野内8方向に移動中（図2参照）に定められた周辺視部位で輝度変化した場合の反応時間を測定した。

結果の考察の便を得るため従来おこなわれている静止刺激を中心視でおこなった反応時間、ならびに、一定の周辺視部位（図2参照）で同様、静止の状態でおこなう周辺視反応時間の測定をおこない、動体周辺視反応時間との比較検討をおこなった。

I 測定条件

1 中心視反応時間の測定

実験室照度：1 Lux

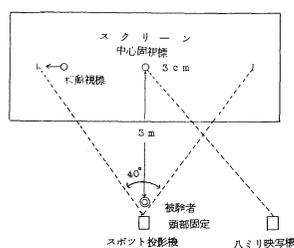
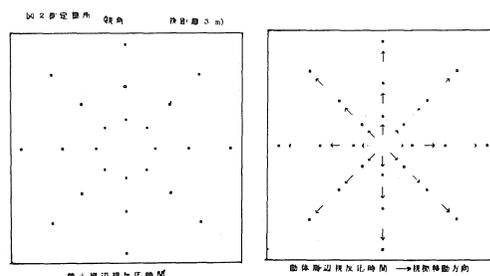


図1 移動視標検査指示条件



尚、静止周辺視反応時間、動体周辺視反応時間の測定は、双方共に、24箇所（図2参照）、3回ランダムに測定地点を変えて行った。

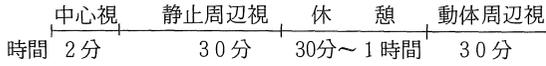


図3 測定の順序

III 被験者

眼疾患のない大学男子運動部員8名、大学体育数官3名計11名

表2 視方向別平均値

視方向	項目	静止 (msec)	S. D	中心視との比 (%)	動体 (msec)	S. D	静止との比 (%)
右		402.9	44.1	152	457.5	52.1	144
左		394.6	41.3	148	445.3	50.2	113
上		407.7	45.7	153	441.2	48.2	108
下		408.1	31.6	153	437.1	44.2	107
右斜上		395.3	51.6	149	468.1	55.5	118
右斜下		405.9	46.4	153	478.4	77.3	118
左斜上		405.8	43.9	153	465.1	53.7	115
左斜下		386.2	40.8	145	451.2	56.3	115
平均値		401.0		150	455		113

表3 動体周辺視反応時間

N=11 U=maec

被験者	右 行						左 行						下 行						上 行					
	5°		10°		20°		5°		10°		20°		5°		10°		20°		5°		10°		20°	
	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D
1	613	139.1	414	89.4	506	103.6	441	103.7	402	75.2	421	88.1	496	74.5	391	31.5	426	74.9	490	78.4	444	36.0	454	44.8
2	407	45.0	323	36.2	401	44.0	467	23.9	423	28.8	438	69.4	493	51.8	409	49.3	442	69.6	466	42.0	367	56.5	401	82.0
3	490	116.8	403	66.2	430	23.3	407	119.8	390	94.0	395	86.4	435	87.0	338	31.6	341	61.3	446	87.8	338	79.3	339	74.0
4	571	85.7	355	29.5	441	40.8	542	64.3	476	34.2	380	69.2	447	65.8	390	19.1	400	52.6	482	46.7	435	53.1	348	34.9
5	516	82.5	441	43.7	434	57.6	509	94.3	324	33.4	412	91.0	524	63.6	422	39.5	450	48.4	518	58.1	399	41.4	428	25.6
6	590	46.6	470	25.0	445	70.0	452	94.8	419	15.3	458	50.7	488	34.5	346	79.4	431	88.2	510	100.9	378	92.1	487	116.0
7	555	43.2	317	11.3	444	47.1	505	61.5	372	39.4	392	42.6	467	53.3	397	23.4	352	71.9	431	82.8	349	79.1	421	37.2
8	503	69.1	365	7.8	363	27.1	474	41.3	418	65.4	470	65.4	484	84.0	408	58.3	392	30.0	522	33.3	395	64.1	364	46.1
9	565	98.3	397	48.1	518	61.6	602	117.9	493	13.3	527	52.2	549	58.9	430	58.9	498	91.9	542	86.0	495	71.9	5524	79.5
10	442	49.4	429	25.5	429	68.7	413	38.5	362	28.2	405	50.8	453	32.7	465	69.2	374	75.1	491	118.5	389	67.1	454	51.9
11	568	47.4	494	29.1	461	81.7	528	99.4	493	21.2	474	110.6	629	34.2	394	55.1	462	98.1	589	20.4	371	35.4	494	23.8
X	529.0	74.2	400.7	37.4	442.9	56.9	486.4	78.1	415.6	40.8	433.8	70.6	496.8	58.2	399.1	46.8	415.3	69.2	428.8	68.6	396.4	61.5	428.5	56.0
S.D	60.91		54.4		41.0		56.4		51.9		42.4		52.5		34.0		46.0		49.8		43.7		58.4	

r=0.332 r=0.314 r=0.574 r=0.576 r=0.168 r=0.252 r=0.392 r=0.394

被験者	左斜下行						右斜下行						左斜上行						右斜上行					
	5°		10°		20°		5°		10°		20°		5°		10°		20°		5°		10°		20°	
	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D	X	S. D
1	523	58.3	517	61.8	521	36.0	528	74.7	446	48.9	500	74.8	506	110.6	4456	49.9	473	81.1	569	132.9	504	40.6	554	76.8
2	512	114.4	418	77.0	428	57.2	433	33.2	394	28.2	418	55.9	444	54.8	336	31.5	434	50.9	370	67.3	355	27.3	370	58.3
3	485	135.6	380	55.5	417	76.2	432	84.3	402	48.3	414	62.0	478	124.6	320	84.4	400	48.3	490	116.8	403	66.2	430	23.3
4	509	54.6	375	44.6	447	42.4	562	127.2	484	34.8	500	91.4	548	23.1	442	34.6	496	41.6	473	89.8	433	15.6	430	74.1
5	598	176.3	478	59.5	551	91.0	739	34.0	595	80.5	601	102.4	528	40.0	452	52.7	526	27.7	52.3	93.2	476	98.4	547	41.1
6	520	61.5	362	62.9	405	44.8	534	24.1	455	42.9	464	18.2	572	37.3	350	46.4	492	47.5	591	46.7	470	25.0	445	70.0
7	378	54.4	278	55.4	364	52.0	455	65.6	319	19.6	434	34.0	464	120.4	377	38.6	374	116.3	400	57.9	419	33.3	405	38.6
8	454	119.9	435	44.3	459	30.3	486	73.2	361	26.8	319	57.5	531	65.2	360	81.3	449	76.8	569	76.8	388	74.0	532	63.2
9	433	71.9	411	22.1	432	53.1	521	98.4	495	55.6	457	65.3	62.0	22.9	472	22.8	556	16.8	512	45.3	484	22.9	508	28.9
10	456	105.8	450	39.6	443	115.3	615	124.7	393	25.8	584	51.1	471	40.9	396	67.2	449	98.7	498	66.4	457	43.9	483	113.3
11	548	95.6	467	45.4	436	48.4	543	87.9	436	47.8	477	56.8	569	26.5	477	63.9	535	39.3	502	95.7	422	47.6	434	54.6
X	492.4	95.3	415.5	51.6	445.7	58.8	530.8	75.2	434.5	41.7	469.8	60.9	521.0	60.6	403.0	52.1	471.2	58.6	499.7	80.0	437.4	45.0	467.1	58.4
S.D	57.2		62.6		49.2		85.6		71.05		75.1		51.6		55.3		54.1		64.8		43.2		58.5	

r=0.627 r=0.834 r=0.754 r=0.619 r=0.585 r=0.766 r=0.602 r=0.656

結果とその考察

1 中心視反応時間について

スポット視標静止の場合の中心視反応時間の測定結果は表1に示した。表1にみられるごとく中心視反応時間の平均値は266msecである。この値は、先に山田らの報告した239msecとほぼ同様な値であるが、本測定では視距離3m、前者は1.2mで、視距離の延長が反応時間をやや遅延させたものと考えられる。

2 静止周辺視反応時間について

静止周辺視反応時間の測定結果は、表1、表2に示した。表2にみられるごとく静止周辺視反応時間は、総平均値で401msecを示し、上記の中心視反応時間と比較すると、約50%の反応時間延長がみられる。この反応時間延長は山田らの報告とほぼ同様な値である。

そこで、この延長率を視野方向別にみると、表2にみられるごとく、最小が視野左側で48%の延長を、最大は右斜下、下、左斜下、上が共に53%の反応時間延長を示した。しかし、これらの結果の方向差は統計的に有意な差はみられない。

次に、8方向それぞれにおける周辺視角5°、10°、20°の位置での静止周辺視反応時間を、表4に示した。まず8方向を捨象した各周辺視角の平均値を、中心視反応時間と比較すると、5°では39%、10°では49%、20°では64%と周辺にいくに従って反応時間延長がみられる。また、それぞれの方向における、5°と10°、10°と20°の間の有意差については、表5に示したとおりである。表5でみられるごとく、静止周辺視反応時間においては定形的な有意差は認められない。

表4 視角別平均値

視角	静止周辺視			動体周辺視		
	平均値	S. D	中心視との比	平均値	S. D	静止との比
5°	390.1 (msec)	41.8	139 (%)	506.8 (msec)	58.8	130 (%)
10°	397.6	42.9	149	411.5	51.9	103
20°	434.9	49.4	164	455.5	53.1	100.5

表5 視角間の有意差検定

factor	静止	静止	動体	動体	動体	動体	動体
方向	5°→10°	10°→20°	5°→10°	10°→20°	5°→10°	10°→20°	5°→10°
右	**		**	**	**		
左	**	**	**	**	**	**	
上		**	**	**	**	**	
下	**	**	**	**	**	**	
右斜上	**	**	**	**	**	**	**
右斜下		**	**	**	**	**	**
左斜上	**	**	**	**	**	**	**
左斜下		**	**	**	**	**	**

** ** ** P (0.001) ** ** P (0.01) * P (0.02) * P (0.05)

3 動体周辺視反応時間について

視標が動体となった場合の反応時間について、周辺視方向別に検討する。まず、動体視標が輝度変化する部位の周辺視角を捨象し、周辺視方向別平均値でみると、周辺視方向間に有意な差は認められない。しかし、静止周辺視反応時間と比較すると、いずれも動体周辺視反応時間の場合に、反応時間が延長している。この結果を、上下、左右、斜めの3方向に分けて、静止周辺視反応時間の場合を基準にした反応時間延長率をみると、上下移動が最も小さく7.5%の延長を、ついで左右移動が13.5%の延長を、次に斜め移動が最大で、17%の延長を示した。更に、動体周辺視反応時間を、視標が輝度変化する周辺視角で検討する。視方向を捨象して、各周辺視角での平均値をみると、最大の反応時間を示したのは、周辺視角5°；次に20°；最も反応時間の小さいものは、10°である静止周辺視反応時間では、20°が最大で、10°、5°と反応時間が小さくなっていったが、これと比較すると、全く

異った傾向を示している。表5にみられるごとく、特に視角5°において、8方向すべての動体周辺視反応時間が、静止周辺視反応時間と比較して、0.1%で有意な延長を示したことは、視標が中心固視点から、5°の輝度変化点に至る移動時間が、260 msecと短かく、前者が第一次刺激・後者が第二次刺激となり、その間に、心理的不応¹³⁾が起り、反応時間が著明に延長したのではないかと¹⁴⁾すなわち、第一次刺激となる中心固視標の変化を、完全知覚するためには、一般に、300 msecから400 msec必要であるとされているが、本実験条件では、この完全知覚に要する時間内で、第二の刺激となる。視角5°での輝度変化が、中心固視点に近接した地点に起き、前の第一次刺激の確認、並びに、変化後の注意の集中がおこなわれ、そこに心理的不応が起り、5°における第二次刺激に対する反応時間の延長をきたしたのではないかと、考えられる。又、フィオレンティーニが示した2刺激光法による抑制効果の研究で、¹⁵⁾「二つの刺激光を相並べて呈示し、かつ一つの刺激光の位置が他の刺激光の刺激する受容野のちょうど抑制部にくるようになるとき、抑制現象を示す。すなわち、近接せる2刺激光の間に相互作用があり、かつ互いに相手の反応を弱める」とする抑制効果が、動体視標を見た場合、5°附近が丁度それに当るのではないかと、考えられる。更に、被験者の内省報告によっても、「中心固視標、すなわち、ランダムなアラビア数字に気を取られている時に、輝度が変化し、反応が遅れる」ことを報告しており、これからも推察することができる。

表6 相関表 N=11

factor	右	左	上	下	右斜上	右斜下	左斜上	左斜下
静止	5°→10°	.650	.687	.772	.287	.783	.624	.637
	10°→20°	.351	.899	.842	.682	.485	.699	.653
	5°→20°	.194	.790	.512	.508	.393	.732	.796
動体	5°→10°	.332	.574	.392	.168	*	.585	*
	10°→20°	.314	.576	.394	.252	.656	.619	.766
	5°→20°	.647	.420	.594	.771	.740	.827	.842
静止と動体の相関	5°→5°	.337	.494	.189	.052	.629	.388	.326
	10°→10°	.560	.0004	.329	.337	.454	.309	.628
	20°→20°	.152	.025	.625	.502	.253	.387	.606
中心視と5°の相関	静止	.031	.482	.268	.439	.533	.653	.609
動体	.128	.608	.140	.059	.174	.198	.394	.004

** ** P (0.01) * P (0.02) * P (0.05)

4 相関について

静止周辺視反応時間においては、表6にみられるごとく、5°と10°、10°と20°と近接する部位間に5%以上の有意な相関を示すものが多くみられる。ことは、網膜細

胞の推体, 桿体網胞の分布に起因するものと考えられる。すなわち, 中心部附近は推体・周辺にいくに従って桿体網胞が密になる, という分布状態で, 近接した周辺視部位では, 比較的同種の細胞による, 光刺激受容に基く反応であるためではないかと考えられる。5°と20°のごとく離れた部位間では, 左, 左斜上, 左斜下, 右斜下の4方向に1%の有意な相関を示したが, この結果に対してはその要因を明らかにすることはできない。

次に, 動体周辺視反応時間においては, 5°と10°, 10°と20°の斜め移動の左斜上を除いて7方向と, 下行, 右行のそれぞれ5°と20°に有意な相関がみられる。この結果に対しても, その要因を明らかにすることはできない。さらに, 静止周辺視反応時間と動体周辺視反応時間の間の相関をみると, 24部位の内5%レベルの4つを除いて, 他に有意な相関はみられない。このことは, 周辺視反応時間においても, 静止と動体では, その生理的機序が異っていることを示している。と考えられる。従って, 静止周辺視反応時間, 或いは動体周辺視反応時間の一方の優劣から他方を推測することはできない。更に, 中心視反応時間と, 静止, 動体双方の周辺視反応時間との相関をみても, 前と同様48部位の内5%レベルの3つを除いて他に相関がみられないことから, 中心視することと, 周辺視することにも, その生理的機序が異っているものと考えられ, ここでも一方の優劣から他方を推測することはできない。

従って, スポーツ運動に対する適性として, 重要視される動く視対象の変化に対する反応の敏捷性は, これまでに行なわれてきている。中心視による単純反応時間のみで, 推測することはできないと考えられる。

総 括

本研究は, 中心固視のレベル条件下で, 視野内一定部位で輝度変化する視標が, 静止している場合の変化, 1 m/sec で移動中に変化する場合についての反応時間を測定し, 次のような結果を得た。

- 1) 中心視反応時間は 266 msec である。
- 2) 静止周辺視反応時間は中心視反応時間に比較して, 約50%の反応時間延長をみた。これは周辺視覚が中心視覚と比較して機能が劣ることに起因するものと考えられる。
- 3) 動体周辺視反応時間は静止周辺視反応時間に比較して, 上下移動が7.5%, 左右移動が13.5%, 斜め移動が17%延長した。

これは静止周辺視と動体周辺視の生理的機序の相違によるものと考えられる。

特に, 視角5°において反応時間が著しく延長した。これらは, 中心固視係と5°の輝度変化地点に心理的不応が起きたもともとと考えられる。

- 4) 中心視反応時間・静止周辺視反応時間, 動体周辺視三者間に相関が殆んど見られないことから, その生理的機序が相違するものと考えられ, 一方の優劣から他方を推測することはできないと考えられる。

稿を終るにあたり研究について御指導いただいた名古屋大学総合保健体育センター山田久恒教授に深甚の謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 鈴村昭弘：身体環境条件が視機能に及ぼす影響に関する研究(2)(3)(4)
名古屋大学環境医学研究所年報IV (1952)
- 2) 鈴村昭弘, 他：Flying Object に対する視反応時間の研究
名古屋大学環境医学研究所年報11 (1960)
- 3) 鈴村昭弘, 他：動体視反応時間の研究
名古屋大学環境医学研究所年報12 (1960)
- 4) 5) 6) 7) 山田久恒, 他：タイミングコントロールに関する研究(1)(2)(3)(4)
体育学研究 9 卷 (1966) 11 卷 1 号 (1966) 11 卷 2 号 (1966) 11 卷 4 号 (1967)
- 8) 鈴村昭弘：中心視と周辺視との連繫機能に関する研究
名古屋大学環境医学研究所年報Ⅷ (1967)
- 9) 鈴村昭弘：周辺視野における動感覚の研究
名古屋大学環境医学研究所年報
XXI (1970)
- 10) 石垣尚男：反復連続的タイミング動作における動体
大山慈徳 視力について(1)(2)
愛知工業大学研究報告No.11 (1976)
No.12 (1977)
- 11) 山田久恒, 他：反復連続的タイミング動作における
タイミング誤差時間に及ぼす周期的時間
知覚の影響について
体育学研究第21卷 (1976)
- 12) 鷹野健次, 他：体育心理学研究50~51 杏林書院
- 13) 調枝考治：タイミングの心理 186~192 不味堂新書
- 14) 池田光男：視覚の心理物理学 128~129 森北出版
- 15) 和田陽平ほか：感覚・知覚心理学ハンドブック
170~315 誠信書房