H. YAMADA, T. IWAMI and K. TERADA: Study on the
Timing Control (The Influence of the Visual
Function to the Timing Action, 2)

タイミング・コントロールに関する研究

(視機能がタイミング動作に及ぼす影響に関する研究 第2報)

名古屋大学 山 田 久 恒
金城学院大学 岩 見 恒 典
南山大学 寺 田 邦 昭

研究目的

スポーツ運動において、その運動が目的に適合した動作であるためには、とくに運動の時間的、空間的正確さが要求される。このうち時間的正確さを得るための条件に動作のタイミングがある。

本研究は動作のタイミング構成の要因を視機能の面から究明しようとするものである。第1報¹⁾では、動きつつある視対象（以下動体視標という）を動きにともなつて追従視する眼調節作用とタイミング動作との関係についての知見を述べたが、本報告では動体視標を明視する能力、すなわち、動体視力とタイミング動作との関係についての知見を報告する。

測定方法

(1) タイミング誤差時間の測定

タイミング測定は第1報¹⁾と同様、萩野・鈴村式水平高速度運動装置を用い測定した。ただし、視標移動方向と被験者の位置は直角とし、視標速度は秒速1, 3, 5mの3種とした。

(2) 動体視力の測定

動体視力の測定は、鈴村式動体視覚複合テスト装置²⁾を使用し、視標は視距離30mで

視力1.0に相当する大きさのランドルト氏環上向きを用い、視標速度時速15km（秒速4.2m）および60km（秒速16.7m）で前方から移動してくるときの明視の最大距離を測定し、動体明視距離から動体視力を換算する方法を用いた。この測定は名古屋大学環境医学研究所、鈴村昭弘助教授の協力を得た。

(3) 対象

被験者はタイミング動作に影響を及ぼす機能上の他の諸条件を除去し、でき得るかぎりその質的内容を均一にするねらいで、スポーツトレーニング度の高い職業野球選手（36名）を対象とした。

結果とその考察

1. 動体視標速度とタイミング誤差時間との関係

タイミング誤差時間の個人別測定結果を示せば表1のごとくである。全被験者の平均値は秒速1mの視標移動速度では誤差時間0.043sec.、秒速3mと5mの場合の誤差時間は両者とも0.035sec.であり視標の移動速度の違いの方が誤差時間が大きであった。このことは第1報¹⁾において述べた視標移動速度の

遅速によつてタイミングのあわせやすい速度のあることを示した結果と同様の傾向で、先の結果を裏づけるものであり、ここでも第1

第1表 視標速度別タイミング誤差時間
単位=1/1000秒

験 被 者	1m/sec		3m/sec		5m/sec		平 均
	x	S.D	x	S.D	x	S.D	
1	24	28	8	2	8	2	13
2	15	12	14	18	14	14	14
3	20	20	13	10	12	3	15
4	30	24	2	8	14	16	15
5	15	18	13	13	18	14	15
6	16	11	14	13	20	13	17
7	18	12	18	10	14	10	17
8	22	20	24	13	11	11	19
9	17	3	19	19	22	3	19
10	22	22	15	10	19	12	19
11	30	16	19	2	13	13	21
12	10	10	43	30	17	3	23
13	22	21	25	2	28	19	25
14	25	21	18	21	32	15	25
15	42	20	18	11	18	10	26
16	21	16	20	10	40	27	27
17	27	13	41	27	14	18	27
18	40	24	14	11	27	18	27
19	26	18	22	24	36	29	28
20	24	26	35	19	26	10	28
21	25	33	14	2	27	18	29
22	49	32	22	15	27	22	33
23	31	20	46	21	26	25	34
24	42	38	31	61	29	27	34
25	69	28	18	3	23	17	37
26	50	10	49	22	30	19	43
27	44	28	36	26	62	48	47
28	48	25	38	19	57	3	48
29	54	46	46	19	46	19	49
30	64	52	58	11	34	16	52
31	94	58	38	28	36	28	56
32	58	29	102	24	84	9	81
33	90	48	81	24	94	34	88
34	121	18	88	36	78	24	96
35	117	28	87	41	97	24	100
36	98	66	120	29	97	17	105
平均	43		35		35		38

報¹⁾と同様、最もタイミングのあわせやすい視標速度は秒速 3m から 5m であつた。又第1報¹⁾と同様タイミング誤差値の最大値、最小値の誤差幅の4分値を区切りの値とし、誤差値の4分分布からその集中性をみた場合にも、表2に示すごとく前報同様の傾向を得た。即ちいずれの視標速度においても50%以上のものが0~0.035 sec. 以内の最小誤差区分内に含まれていた。しかもこの傾向は視標速度の大きい場合ほど著明であつた。更に各々の速度別タイミング誤差値間では、視標速度の遅い場合(1m)と早い場合(5m)で相関値0.7995と極めて高い相関が見られ、一般的にいつて速度変化とタイミング誤差値との間にはほぼ恒常的な誤差関係が認められた。しかし、この関係も個々に見た場合、表3.4に示したように視標速度によつて必ずしも恒常的な誤差の変化のないものがみられた。すなわち、視標速度の遅い場合に4分分布最小誤差区分に入るもののほとんどは速度の早い場合においても最小誤差区分に入るが、速度の早い場合に最小誤差区分に入るものの内には速度が遅くなつた場合にかなり大きな誤差値を示すものがみられることである。このことは動体視標に対する時間的適合をはかろうとする場合、その時間的適合を導く要因が視標

第2表 タイミング誤差4分分布
単位 1/1000秒

測 定 値 幅	視 標 速 度	1m/sec	3m/sec	5m/sec	全測定値 の平均値
0 ~ 35	度数	19	22	25	24
	%	52.8	61.1	69.4	66.7
36 ~ 63	度数	10	9	6	7
	%	27.8	25.0	16.7	19.4
64 ~ 91	度数	4	3	2	2
	%	11.1	8.3	5.6	5.6
92 ~ 以上	度数	3	2	3	3
	%	8.3	5.6	8.3	8.3

第3表 視標速度別タイミング誤差相関表

単位 = $\frac{1}{1000}$ 秒

5m 1m SEC SEC	6 10	11 15	16 20	21 25	26 30	31 35	36 40	41 45	46 50	51 55	56 60	61 65	66 70	71 75	76 80	81 85	86 90	91 95	96 100	101 105	106 110	111 115	116 120	121 125	計
121~125															1										1
116~120																			1						1
111~115																									
106~110																									
101~105																									
96~100																			1						1
91~95							1																		1
86~90																	1								1
81~85																									
76~80																									
71~75																									
66~70			1																						1
61~65						1																			1
56~60																1									1
51~55									1																1
46~50					2						1														3
41~45			1		2							1													4
36~40					1																				1
31~35					1																				1
26~30		3					1																		4
21~25	1	1	1	1	1	1	1																		7
16~20		2	1	1																					4
11~15		1	1																						2
6~10			1																						1
計	1	7	5	3	7	2	3		1		1	1			1	1		1	2						36

の移動速度によつて生理的機序の相違があることを意味するものと考えられないだろうか。すなわち、視標の移動速度が遅い場合はその移動に合わせて視標を明視の範囲内にとらえて適合の時間関係を導くのに対し、視標の移動速度が明視範囲の追従の生理的限界を越える速度以上になつた場合には、視標の瞬間的明視から反動的に時間関係を導くとの考えがもたれる。

2. 動体視力とタイミング誤差時間との関係
動体視力の測定結果は表5のごとくである。一般におこなわれている万国視力表による5m

静止視力（両眼視）では全被験者の平均値1.83、その分布幅は1.6~1.9と極めて優れた視力であり、又被験者間の差も小さかつた。しかし、視標を時速15kmで移動させた時の動体視力は平均値0.87、分布幅は1.15~0.55の間となり、視力の低下とともにその個人差も大きくあらわれていた。この傾向は視標速度の増加した場合、更に助長された。このように動体視標を見る場合に視力減少の個人差が大きくあらわれるのは、静止視標を見る場合以上に、視覚成立過程に幅広い個人差があることを示すものと考えてよいであろう。し

第4表 視標速度間のタイミング誤差の関係
誤差時間単位=1/1000秒

差四分分布 誤差	視標速度 1m/sec の結果を規準にみた場合			視標速度 5m/sec の結果を規準にみた場合		
	1m/sec		5m/sec	5m/sec	1m/sec	
	人数	タイミング 誤 差	人数	人数	タイミング 誤 差	人数
0 ～ 35	19	0～35	17	25	0～35	17
		36～63	2		36～63	6
		64～91			64～91	2
		92～			92～	
36 ～ 63	10	0～35	6	6	0～35	2
		36～63	3		36～63	3
		64～91	1		64～91	1
		92～			92～	
64 ～ 91	4	0～35	2	2	0～35	
		36～63	1		36～63	1
		64～91			64～91	
		92～	1		92～	1
92 ～ 以上	3	0～35		3	0～35	
		36～63			36～63	
		64～91	1		64～91	1
		92～	2		92～	2

たがつて静止している物体を見る機能でただちに動体を見る明視能を推測することは不適当といえよう。

タイミング誤差時間（平均値）と動体視力（平均値）の間では相関値0.484と有意な相関が認められた。このことは一般的にいつて動体視力の優れていることがタイミング能の高いことを示すものといえるが、この関係をさらにタイミング誤差値および動体視力値の各々について、それぞれ優位者および劣者の側から考察してみると次のごとくである。まずタイミング誤差の優劣グループを比較すると表6のごとくである（上位、下位の各々から10名えらび、優劣2群とした）。万国視力表による5m静止視力では両群の差は殆んどない。動体視力では劣群の視力の減少がかなり大である。このことは先の一般的傾向としてみら

第5表 静止視力及び動体視力

被験者	タイム 差 (平均) m sec	静止 視力	動 体 視 力		
			両 眼 5 M 視	15km/h	60km/h
1	13	1.9	1.00	0.85	0.93
2	14	1.8	0.92	0.87	0.90
3	15	1.9	0.94	0.73	0.84
4	15	1.8	0.91	0.79	0.85
5	15	1.9	1.15	0.79	0.97
6	17	1.7	1.12	1.10	1.11
7	17	1.9	0.84	0.82	0.83
8	19	1.8	1.01	0.83	0.92
9	19	1.8	0.72	0.60	0.66
10	19	1.8	0.92	0.74	0.83
11	21	1.9	0.76	0.53	0.65
12	23	1.8	0.84	0.68	0.76
13	25	1.8	0.87	0.73	0.80
14	25	1.9	0.87	0.72	0.75
15	26	1.9	0.72	0.70	0.71
16	27	1.8	1.20	1.11	1.16
17	27	1.8	1.06	1.00	1.03
18	27	1.9	0.94	0.87	0.91
19	28	1.8	0.84	0.66	0.75
20	28	1.9	0.93	0.60	0.77
21	29	1.9	0.82	0.74	0.78
22	33	1.7	0.99	0.86	0.93
23	34	1.9	0.92	0.80	0.86
24	34	1.8	0.70	0.47	0.59
25	37	1.7	0.91	0.75	0.83
26	43	1.8	0.70	0.35	0.53
27	47	1.9	0.90	0.65	0.78
28	48	1.7	0.56	0.41	0.49
29	49	1.8	0.89	0.65	0.77
30	52	1.8	0.67	0.53	0.60
31	56	1.8	0.77	0.60	0.69
32	81	1.8	0.79	0.66	0.73
33	88	1.9	0.77	0.59	0.68
34	96	1.9	0.55	0.37	0.46
35	100	1.6	0.78	0.59	0.69
36	105	1.9	0.89	0.71	0.80
平均	38	1.83	0.87	0.71	0.79

れたタイミング誤差時間の優劣と動体視力の優劣との関連性の高いということを裏づける

ものといえよう。

また動体視力（平均値）の側からのグループ別比較を示すと表7のごとくである（上位、下位の各々から10名えらび優劣2群とした）。すなわちどの速度においても動体視力劣群はタイミング誤差時間が大であり、とくに視標速度が遅い場合に大きな誤差値が認められる。このことは動体視力の良否がとくに視標速度の遅い場合のタイミング誤差との関連性の高いことを示すもので、この結果は先は述べた視標速度相互におけるタイミング誤差の関係において仮定したタイミング動作の生理的機序についての類型化を明確にするものといえよう。すなわち視標速度の遅い場合、視標の移動を正確に認知するはたらきがタイミング動作構成に対する生理的機序として優先することを示すのに対し、視標速度が増加した場合、そこでは動体追従明視のための機能昂進

第6表 タイミング誤差時間の優劣による静止視力と動体視力

タイ ミ ン グ 優 劣 別		静止視力	動 体 視 力		
			15 km/h	60 km/h	平 均
	優 劣	1.83 1.81	0.95 0.76	0.81 0.58	0.88 0.67

※優劣2群の動体視力の差の検定は群内分散が大きい場合ノンパラメトリックUテストで検定した。その結果、視標速度時速 15km ($U=10$, $df=10$, $P<0.01$), 60km ($U=10$, $df=10$, $P<0.01$) ともに有意差が認められた。

第7表 動体視力の優劣によるタイミング誤差時間

動 体 視 力 優 劣 別		タイミング誤差 1/1000秒		
		1m/sec	5m/sec	平均
	優 劣 劣-優 の差	26 67 41	21 49 28	23 58 35

※優劣2群の差の検定はノンパラメトリックUテストによった。その結果視標速度秒速 1m ($U=12$, $df=10$, $P<0.01$), 5m ($U=16$, $df=10$, $P<0.01$) ともに有意差が認められた。

が必要となるが、この機能昂進の生理的限界以上に早い速度で視標が移動した場合、動体の1過性の明視から動体の速度把握を導き、総合的な時間条件を主体とする反応動作型のタイミング動作構成の機序をとると考えられる。

総 括

スポーツ運動における重要な要素として、動作の時間的正確さを得るための条件に動作のタイミングがある。我々は動体視標を認知する際の動体視力の良否が動作のタイミングにどのような影響をもつかを、トレーニング度の高い職業野球選手を対象に究明し次のような結果を得た。

(1) 視標移動速度の変化にあらわれるタイミング誤差時間の変動は、トレーニング度の高い者においても第1報¹⁾と同様、視標速度によりタイミング動作の難易のあることを知った。最もタイミングのとりやすい視標速度は秒速 3m~5mであり、また視標速度の遅い場合に誤差時間が大であった。被験者個人についての速度別タイミング誤差では、視標速度が遅い場合に示したタイミング誤差値の優劣は、視標速度が早くなった場合にもほぼ同様に認められるが、視標速度の早い場合のタイミング誤差値の優劣は視標速度が遅くなった場合かならずしも同傾向は見られず、かなりの個人差がみられた。

(2) タイミング誤差時間と動体視力との間では、明らかに有意の相関が認められた。この傾向はタイミング誤差の優劣群についてみた場合とくに著明であった。又、動体視力の優劣群についてみた場合も動体視力の優れたものはタイミング誤差時間が小さく、ここでも両者の関連性の高いことを認めた。

(3) 視標速度別にみたタイミング誤差時間と動体視力との関係では、視標速度の遅い場合ほど両者の関連性が高かった。すなわち、視標速度の遅い場合には移動する視標を明視

するはたらきがタイミング動作の重要な条件となることを認めた。

(この研究の研究費の1部は昭和39年度文部省科学研究助成費による。なお研究にあたって御教示いただいた名古屋大学教養部松井秀治教授、名古屋大学環境医学研究所鈴村昭弘助教授、同じく三輪武次助手の諸氏に対し深甚の謝意を表します)。

文 献

- 1) 山田久恒: 視機能がタイミング動作に及ぼす影響に関する研究, 体育学研究 Vol. 9 No. 4・5 (1965)
- 2) 鈴村昭弘: 動体視覚複合テスト装置の試作, 名古屋大学環研年報 Vol. 16 (1964)
- 3) 松井秀治, 山田久恒, 伊藤 耐: タイミング・

コントロールに関する研究, 周期的把握について(そのⅡ) 体育学研究, Vol. 9, No. 1 (1963)

- 4) 山田久恒: Timing Control に関する研究, 拇指の Push 動作による Timing の分析, 体育学研究 Vol. 9, No. 1 (1963)
- 5) 松井秀治, 山田久恒: タイミング・コントロールに関する研究, 1日の時間的推移について, 名古屋大学教養部紀要 Vol. 6 (1962)
- 6) 山田久恒: タイミング・コントロールに関する研究, 時間知覚からの考察, 名古屋大学教養部紀要. Vol. 9 (1965)
- 7) 鈴村昭弘他2名: 動体視力の研究・名古屋大学環研年報, Vol. 12 (1961)
- 8) 鈴村昭弘: 動体視力を左右する因子について, 名古屋大学環研年報, Vol. 13 (1961)

A Study on the Timing Control

(The Influence of the Visual Function to the Timing Action, No. 2)

H. Yamada, Nagoya University T. Iwami, Kinjo Gakuin College
K. Terada, Nanzan University

Supposing that the visual function may involve the timing action which plays indispensable role in sports, so the authors intended to solve the relations between visual function and timing action by measuring the kinetic visual acuity which evaluate an ability to make a clear vision to the moving visual object.

The following results were obtained from 36 professional baseball players.

1) On the variation in timing error accompanied with the change of speed of visual target, timing error was bigger when the speed was slow. Furthermore, inspecting the individuality, degree of timing error in the case of slow movement of visual target showed nearly constant though the movement becomes fast, whereas the values of timing error in the case of fast movement of visual target showed variation when the movement became slow down. Therefore, it was supposed to find a clue in considering the faculty of timing from the results of timing error in the case of slow movement.

2) On the determination of relationship between the timing error and kinetic visual acuity by comparison two groups of inferior and superior persons in timing error, decrease in the value of kinetic visual acuity was less in the group of superior and persons who showed less timing error than in the group of inferior persons. So the noticeable correlation was observed between the supero-inferiority of timing error and that of kinetic visual acuity.

3) On the consideration of which the comparison was made in the groups of superior or inferior in the kinetic visual acuity upon timing error superior group in kinetic visual acuity showed rather less change in timing error than the inferior group in kinetic visual acuity. So there seemed remarkable correlation between two functions.

4) On the relationship between the supero-inferiority of the kinetic visual acuity and the timing error when the speed of the moving target changed, higher correlation with both functions was observed in the case of slow speed, it was supposed that the act of making clear vision to the moving visual object was important when the speed was slow.