

## 力量調整を伴うタイミング動作の分析

小山 哲・伊藤友記・吉井 泉・山本裕二\*

**Analysis of timing response on the selective force reproduction**

Satoshi Koyama, Tomoki Ito, Izumi Yoshii and Yuji Yamamoto\*

The present study investigated the effect of the selective force reproduction on coincident timing task. The task assigned to the sixteen subjects was to synchronize the peak force of pressing the key by their three fingers with the arrival of moving target at the timing point. The criterion forces which were consisted of 2kg and 5kg were determined by the probe that was presented at predetermined five different times, which were 480, 400, 320, 280, and 240 msec before the timing point respectively. Before the 30 test trials without KR, 20 trials on each criterion force as the original learning, and as timing training trial 10 trials on each criterion force were completed with KR. The result of percent constant error (PCE) on the force reproduction showed that the PCE on 2kg tended to undershoot rather than the PCE on 5kg significantly. This result suggested the movements required a fine force recall could be difficult to control exactly, and the subjects required 2 kg for force reproduction in the present study experienced more difficulty processing the probe that was presented just prior to, or simultaneously with timing response. The result of timing constant error showed that the tendency toward time delay increased as a function of the probe presentation time on both criterion forces. It appears that these timing delay due to processing force information, therefore the choice reaction time on force reproduction would be necessary to about 500 msec.

## 目 的

スポーツ技術は時間的要素と力量的要素によって構成されていると考えられる。運動場面でのエラーを見ると、時間的要素は正確であっても、力量的要素が誤っているために起こるエラーもあるし、その逆の場合も考えられる。即ち、ある時点に最適な力量の発揮を要求される

のがスポーツにおける技術の特徴と言えよう。

この時間的要素を抽出したのものとして、ターゲットにタイミングを合わせて行う動作としてのタイミング動作があげられる。従来タイミング動作に関する実験は数多くなされてきた。それらは、ターゲットの速度や方向とタイミング誤差との関係を見たもの<sup>4),11),13)</sup>や、運動学習の立場から動作の種類とタイミング誤差との関係

---

\*Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University.

を見たもの<sup>6),7),12)</sup>などがほとんどである。これらの研究では、ターゲットが移動する前に反応すべき動作は予め決められており、被験者に知らされている。したがって、動作遂行のための運動プログラムはターゲット移動開始前に作成され、今だと思ふ時にそのプログラムの実行開始ボタンを押し(運動指令を出し)、その押す時期を問題にしていると考えられる。つまり、時間的要素の予測動作、あるいは時間認知を扱ったものであり、そのためにターゲットの移動速度が条件として組み込まれている。

しかしながら実際のスポーツ場面で問題となるタイミング動作は、これらの研究で扱っているような時間的要素ばかりではなく、力の大きさや方向など力量に関するものが必ず含まれている。すなわち、時間的要素については正確であっても、力量調整が的確でなければパフォーマンスとしては高いものが期待できないことが多い。またこうした力量調節に関する情報はしばしば遂行直前に呈示され、判断し遂行することが要求される。例えば、テニスのストロークにおいて、相手がポーチに来たのでクロスに返球せず、ストレートへ返球しなければならないような場合がその一例であろう。いくらスイートスポットにジャストミートしても、相手がいるところにボールを打ったのでは実験室でいうところの誤反応になってしまうということである。

このような観点から、時間的要素と力量的要素を加味している研究は少ないが、エラーを分類して検討を加えようとする試みはボールキャッチの研究を中心にいくつかなされている<sup>1),2),3)</sup>。Populin et al.<sup>9)</sup>は、ボールキャッチについて反応動作の指標とし、エラーを掴むエラー(時間的な要素と考えられる)と位置のエラー(空間的な要素と考えられる)に分類している。その中で、ボールの飛来中にボールキャッチ後投げ返す方向を示す視覚刺激を呈示し、どちらの要素がより影響を受けるかを検討している。その結果、初心者のエラーは空間的なエラーが多いとしている。

そこで本研究では、2種類の力量調整を必要

とするタイミング動作を設定し、その力量調整に関する刺激をターゲット移動開始後のタイミング点以前に呈示し、それらがパフォーマンスに及ぼす影響を検討するものとする。ただし、パフォーマンスとして、時間的要素と力量的要素の2側面から検討を加えることになる。

## 方 法

### 1. 被 験 者

課題に対して未経験な学部学生男子8名女子8名、計16名。

### 2. 実 験 課 題

課題はコンピュータディスプレイ上を左から右へ、水平に等速直線移動する指標(4 mm 四方の正方形)が、タイミング点(画面右端)に到着する瞬間に合わせて、2種類の決められた力量(5 kg 及び 2 kg)で、利き手の第三指を中心とする3本の指で指圧力盤のボタンに瞬間的に力を加えるというものであった。なおその際、5 kg か 2 kg のどちらの力量を発揮するかについて、指標の移動中にその上下5 mm のいずれかの位置に選択刺激(probe)が呈示された。この刺激の大きさは移動指標と同じであった。

### 3. 実 験 装 置

装置は移動指標及びprobeを呈示するためのディスプレイ1台(NEC. PC-TV452)、練習段階でのKRを与えるためのディスプレイ1台(EPSON. PC-286LS)、力量調整を伴うボタン押し反応を行うための指圧力盤1台(TKK. Model No. 1269L)とからなり、それらは実験全体の制御と、タイミング及び力量に関するデータの取り込み及び表示のために2台のコンピュータ(NEC. PC-9801VX, EPSON. PC-286LS)とストレインアンプ(ミネベア社製 DSA-605C)に接続されていた(装置全体の接続及び配置については Fig. 1 参照)

### 4. 実 験 条 件

指標の移動速度は9.5 cm/sで、ディスプレイ左端をスタートして24 cm 先のタイミング

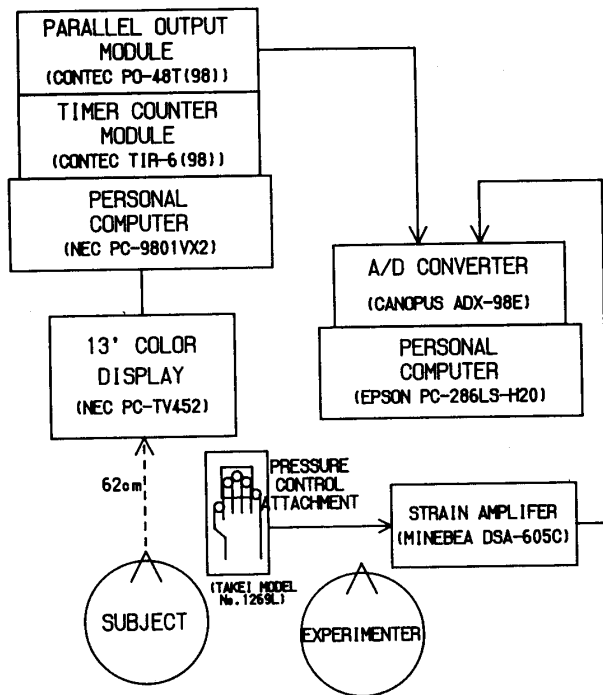


Fig. 1 Placement of apparatus.

点に 2.48 秒後に到着するようにセットされた。発揮する力量は 5 kg 及び 2 kg の 2 条件であった。probe の呈示時期は、移動指標がタイミング点に到着する 480, 400, 320, 280, 240 ms. 前の 5 条件であった。

5. 実験手続き

被験者は実験室入室後に実験者より実験の概要及び課題の説明を聞いて、利き腕を指圧力盤に乗せ、ディスプレイから 62 cm の位置に頭がくるように椅子の位置を調節した。そして手首と肘を固定された後、5 kg, 2 kg の力の感じを知るために、第三指を中心とする 3 本の指先でオシログラフを見ながら圧力ボタンを 2~3 度押すように指示された。それからその 2 種類の力量を記録するために、それぞれ 20 試行ずつ、計 40 試行を実験者の「ヨーイ、ハイ」の合図に合わせて行った。各試行後には目標値に対し実際発揮した力量がどれくらいであったか、KR 呈示用のディスプレイ上に、発揮した力量波形と目標値が呈示された。40 回の力量記録試行を終え 1 分間休憩した後、今度は刺激呈示用のディスプレイ上に移動指標が呈示され、指標がタイミング点に到着すると思った瞬間に合わせ

て力を発揮する練習を 5 kg, 2 kg それぞれ 10 試行ずつ、計 20 試行行った。なおその際タイミング点と力のピークを一致させるように指示され、各試行後にはタイミング点と力量の目標値に対する実際の反応のパターンについて、その波形が KR 呈示用のディスプレイ上に呈示された。力量記録試行、タイミング練習試行の試行間隔はいずれも 10 秒とした。

タイミング練習試行を終え 1 分間の休憩をはさんだ後、テスト試行としての選択反応試行が行われた。被験者は probe の呈示例を 1 度観察し、刺激が移動指標の上に出たら 5 kg の力で、下に出たら 2 kg の力で反応するように指示された。発揮する力量については 2 条件 (5 kg, 2 kg) と、probe 呈示時期について 5 条件 (480, 400, 320, 280, 240 ms), 2 × 5 計 10 条件をそれぞれ 3 試行ずつランダムな順序で、全部で 30 試行行った。KR は一切与えられなかった。試行間隔は 10 秒とした。

なお力量記録試行時とタイミング練習試行時の 2 種類の力量の練習順序について順序効果を相殺するために 4 条件を設け (例: Group 1 [5 kg (20) -2 kg (20) / 5 kg (10) -2 kg (10)]), 各条件に男女各 2 名、計 4 名ずつをランダムに振り分け、カウンターバランスをとった (fig. 2 参照)。

6. 結果の処理

fig. 3 に示した方法で、目標値からの力量誤差とタイミング誤差の 2 つを求めた。力量についてはそれぞれの目標値 (5 g 及び 2 kg) と実際に発揮した力のピーク値との恒常誤差 (Constant Error: 以下 CE と略す) を 1/10 g 単位まで求め、最終的にはそれぞれの目標値に対する百分率 (Percent CE: 以下 PCE と略す) を算出し、分析の対象とした。

タイミングについては、タイミング点と力量ピーク時との CE が 1/10 ms. 単位まで求められた。

それぞれの誤差の方向性は力量については overshooting を (+), undershooting (-) とし、タイミングについては遅延反応を (+), 尚

早反応を（－）とした。

## 結 果

テスト試行 30 試行の結果について、以下の点から分析した。通常の実験においては誤反応を表す指標は明確である。例えば 2 つのボタンのうち押すべきボタンを選択せずに他方を押してしまったような場合は明らかに誤反応として認められる。このような誤反応は分析の視点により排除される場合もあれば、実験事態の特性を反映する指標として重要な意味を持つことも考えられる。本実験においては probe の

呈示時期が反応の傾向にどのような影響を及ぼすかを示す一つの指標として、この誤反応の出現頻度が考えられる。ところが通常の実験と異なり、反応の様式が 2 種類の力量発揮であるため、仮に 5 kg の力を発揮したつもりであっても、目標値には達せずに相対的に大きな undershooting であった場合、果たして 5 kg として反応したのかどうかは結果からは判断しづらい。誤反応かどうかを被験者の内省によって判断するのが一つの方法ではあるが、本実験では各試行毎にこの内省を報告させなかったため、実験者側から誤反応とみなす試行を検出するた

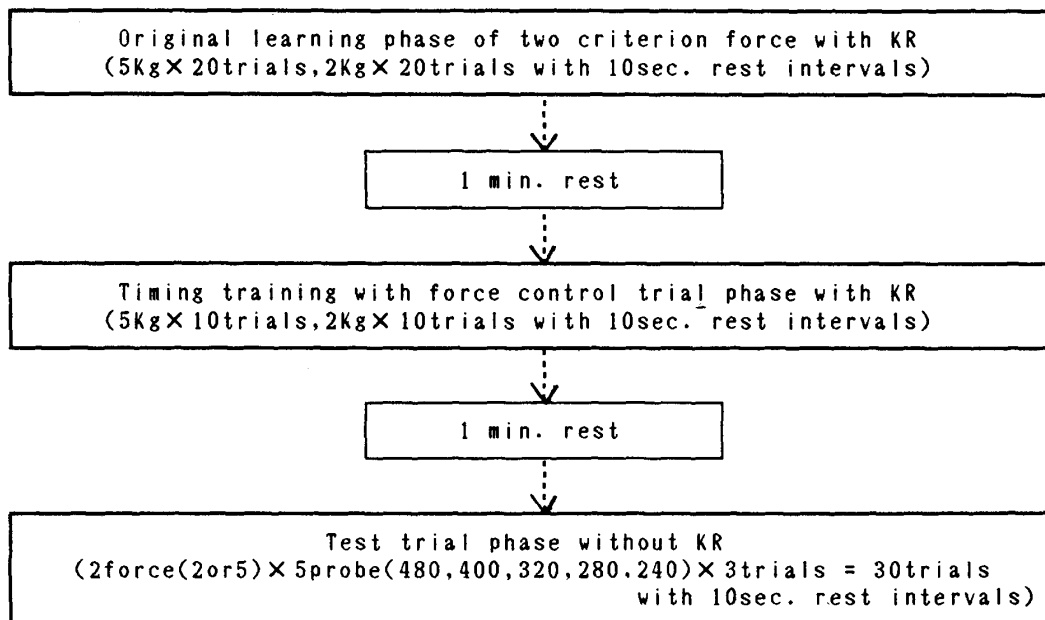


Fig. 2 Experimental design.

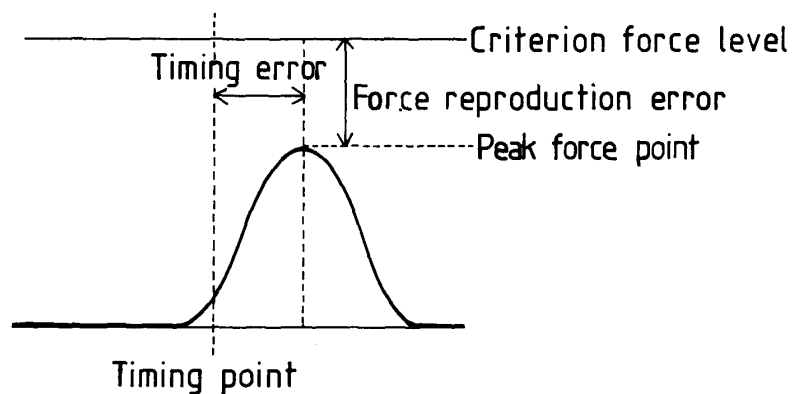


Fig. 3 Diagram of analysis for force reproduction and timing error.

めに以下の手続きを踏んだ。各被験者 5 kg, 2 kg のタイミング練習試行時のそれぞれ 10 試行分の平均と標準偏差を求め、5 kg についてはその平均の値より -2 SD 以下の範囲での反応は 2 kg として反応しているとみなし、2 kg については平均値より +2 SD 以上の範囲での反応は 5 kg として反応しているとみなして各被験者について誤反応を検出した。各 probe 毎の誤反応数をそれぞれの力量条件について累計し、全試行数に対する百分率を算出した結果が Tab. 1 である。Fig. 4 はそれらを図に示したものである。

以下の分析においては各被験者のテスト試行 30 試行からの前述の手続きで得られた誤反応試行を除いたデータを対象とした。そうして得られた力量についての PCE の平均と標準偏差が Tab. 2 である。Fig. 5 はそれらを図に示したものである。

まず力量誤差について probe 5 条件、力量 2 条件、5 × 2 の両方の要因に繰り返しのある 2 要因分散分析を行った結果、probe 要因に有意な主効果は認められなかったが、力量要因に 5 % 水準で有意な主効果が認められた (F=7.01, df= 1/15, P<.05)。また両要因間に 1 %

Table 1. Ratio of incorrect responses on force reproduction in each experimental condition.

Criterion force	Probe presentation time (msec)				
	480	400	320	280	240
5kg	6.25	4.17	10.42	8.33	18.75
2kg	10.42	10.42	25.00	2.08	25.00

(%)

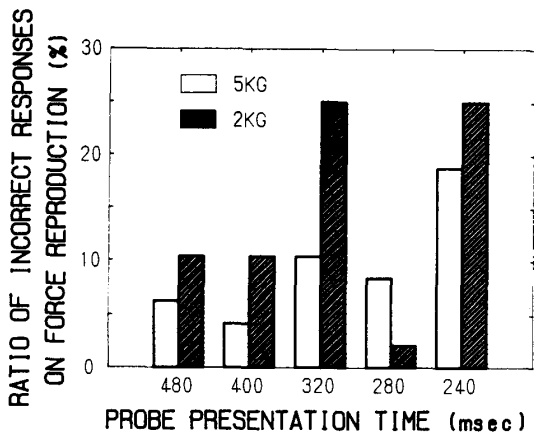


Fig. 4 Ratio of incorrect responses on force reproduction in each experimental condition.

水準で有意な交互作用が認められた (F=4.00, df= 4/60, P<.01)。

Fig. 5 を見ると力量誤差に関しては 2 kg 条件の方が 5 kg 条件に比して全体に PCE が 0 の値に近く、正確に力量を発揮していることが伺える。しかし、この場合両条件の誤差はそれぞれ物理的な意味での 5 kg, 2 kg の値からの誤差を扱っている。実験全体を通して力量記録試行時のデータを見るとこの段階ではそれぞれほぼ 5 kg, 2 kg の大ききで安定した力量発揮がみられた。ところがタイミング練習試行時の力量発揮のデータを見ると、それぞれ 5 kg 条件では +4 %, 2 kg 条件では +16 %, overshooting しており両条件とも被験者が実際に記録した力量は物理的な 5 kg, 2 kg よりも大きかった。PCE で 4 %, 16% というのはそれぞれ約 5.2 kg, 2.3 kg の力量を発揮していたことになる。

そこで新たに各被験者毎のタイミング練習試行時に発揮していた力量の平均値を基準にして、実際に発揮した力量との CE を求め PCE を

Table 2. Means and standard deviations of percent constant error (PCE) of force reproduction error in each experimental condition. PCE were calculated by means of actual criterion force.

Criterion force		Probe presentation time (msec)				
		480	400	320	280	240
5kg	M	82.6	157.3	72.7	47.5	12.5
	SD	223.8	237.8	267.5	231.8	213.7
2kg	M	-13.7	-20.2	41.4	12.3	78.2
	SD	336.1	273.7	355.1	279.1	273.9

(%)

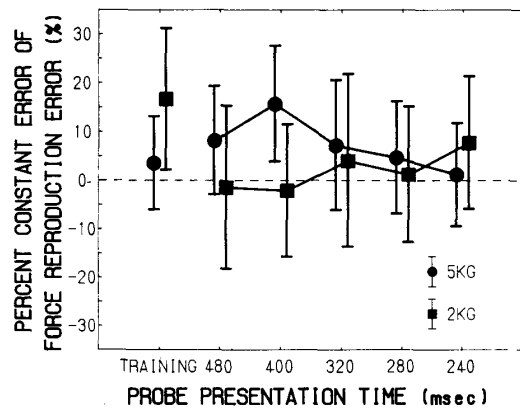


Fig. 5 Means and standard deviations of percent constant error (PCE) of force reproduction error in each experimental condition. PCE were calculated by means of actual criterion force.

算出した。それらの平均及び標準偏差は Tab. 3 の通りである。Fig. 6 はそれらをグラフに示したものである。以上の手続きによって得られた値をもとに力量誤差について同様の分析を行った結果、力量要因に 0.1%水準で有意な主効果が認められ ( $F=15.30$ ,  $df=1/15$ ,  $P<.001$ ), 2 kg の条件ではタイミング練習試行時に発揮していた力量に比べると、テスト試行全体を通してかなり undershooting していることが明らかとなった。probe 要因に有意な主効果は認められなかった。また交互作用も有意でなかった。

次にタイミングについてタイミング点からの力量発揮のピーク点の CE を算出した。それらの平均及び標準偏差を示したものが Tab. 4 である。Fig. 7 はそれらを図に示したものである。タイミング CE について probe 5 条件, 力量 2 条件,  $5 \times 2$  の両方の要因に繰り返しのある 2 要因分散分析を行った結果, probe の呈示時期

Table 3. Means and standard deviations of percent constant error (PCE) of force reproduction error in each experimental condition. PCE were calculated by means of individual criterion force.

Criterion force	Probe presentation time (msec)					
	480	400	320	280	240	
5kg	M	40.0	11.9	39.1	11.0	-19.2
	SD	21.8	22.5	25.5	21.7	20.3
2kg	M	-17.6	-18.4	-13.1	-15.4	-79.0
	SD	34.2	29.7	34.4	28.5	27.3

(%)

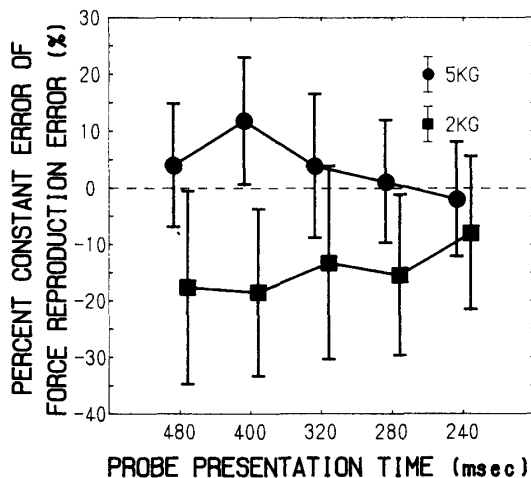


Fig. 6 Means and standard deviations of percent constant error (PCE) of force reproduction error in each experimental condition. PCE were calculated by means of individual criterion force.

に 0.1%水準で有意な主効果が認められ ( $F=48.27$ ,  $df=4/60$ ,  $P<.001$ ), probe がタイミング点に近い時点で呈示されるほど, 反応が遅れがみられることが明らかとなった。力量要因に有意な主効果は認められなかった。また交互作用も有意ではなかった。

## 考 察

力量調整においてタイミング練習試行の PCE をみると (Fig. 5 図中左端), 5 kg の方が誤差が小さく, また再生反応の変動性の指標である DL (relative difference limen) に相当する PCE の標準偏差も小さくなっていった。この結果は伊藤ら<sup>9)</sup> の力量情報の直後再生における反応セットの特性に関する報告と一致している。

テスト試行の力量再生誤差において力量条件の主効果が認められたことは, probe の呈示によって 2 kg の方が 5 kg の場合よりも undershooting の傾向が認められることを示すものである。物理的な 2 kg と 5 kg を基準にした分

Table 4. Means and standard deviations of constant error (CE) of timing error in each experimental condition.

Criterion force	Probe presentation time (msec)					
	480	400	320	280	240	
5kg	M	38.7	101.6	166.7	176.0	224.1
	SD	88.4	78.4	85.4	62.5	80.3
2kg	M	59.1	112.5	156.2	148.6	174.0
	SD	84.2	73.7	81.7	74.6	75.4

(msec)

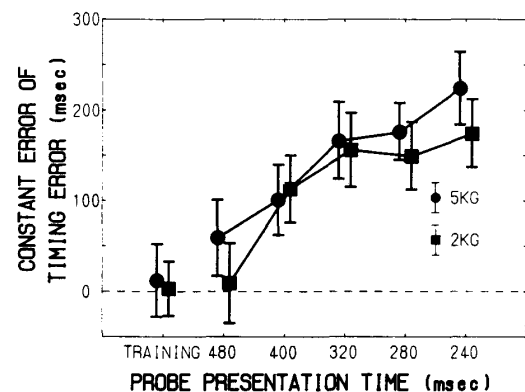


Fig. 7 Means and standard deviations of constant error (CE) of timing error in each experimental condition.

析では、2 kg の PCE が 0 に近く正確な反応をしているように見える。しかしながら、タイミング練習試行の成績、これを各被験者が獲得した力量レベルとし、この値を基準として分析すると、5 kg の PCE は 0 に近く、2 kg の PCE は undershooting している。これは小さな力を発揮することが大きな力を発揮することより難しいことを示唆している。これは今回の実験で設定した力量レベルが、5 kg の場合だと最大筋力により近く、力を発揮する場合にコントロールすることが容易であると考えられ、一方 2 kg の場合だとかなりのコントロール（抑制）を求められるため、時間的要素が関わってくるとより困難な課題となったためではないかと考えられる。

統計的な検定はしていないが、Fig. 6 に示したように 2 kg 時の PCE の標準偏差が 5 kg 時の PCE の標準偏差よりも全般的に大きいことから再生反応の変動性も大きく、2 kg の方が困難な課題であることを示唆している。これは現実場面でもよく見られる現象であり、タイミングを合わせることに注意が向けられ、力のコントロールは二次的になるということである。こうした例としては、テニスの初心者にホームランが多く見られることなどが挙げられるであろう。つまり、タイミングを合わせることに注意を向けることによって、最も容易に（意図的なコントロールなしに）発揮される力量が最大筋力に近いと考えられる。

このことは誤反応の分析からもいえる。4 つの probe 条件において 2 kg 時の誤反応数が 5 kg 時の誤反応数を上回っている。すなわち、2 kg の場合には 5 kg と誤って反応するか、undershooting するかどちらかであると考えられる。どちらにしても力量のコントロールに失敗する場面が多いと言えよう。ただ、時間的側面からこの誤反応を考えるならば、被験者が 5 kg の方が 2 kg の場合に比べてピークに達するまでの時間が必要であると考えることによって、テスト試行の strategy として、5 kg に見当をつけていたとも考えられる。つまり、5 kg で反応する場合の方が動作開始時期を早くする必要

があるため、5 kg の場合の動作開始時期に合わせて probe の呈示を待っていたと考えられる。そこで 2 kg を指示する probe が呈示されることによって、動作開始時期を遅らせて、2 kg の開始時期に合わせるのだが、力量のコントロールはできず、2 kg の動作開始時期に誤って 5 kg の動作を開始したと考えられる。結果として力量に関しては 5 kg の場合の誤反応よりも 2 kg の場合の誤反応の方が多くなったと考えられる。

タイミング誤差において probe 呈示時期の主効果が認められ、probe 呈示時期がタイミング点に近づくほど遅延反応になることは、ターゲット移動前に発揮すべき力量が呈示されたタイミング練習試行のタイミング誤差が小さいことから考えると興味深い結果と言える。多重比較の結果、320 ms と 280 ms との probe 条件間にのみ有意差が認められなかったが、遅延反応の程度と probe の呈示時期とが比較的直線的に変動している。

タイミング反応における遅延反応の一般的な解釈は、反応動作時間の過小評価によるものとされている。従って、より大きな力の発揮が要求される 5 kg 条件の方が、反応動作時間の過小評価による遅延反応の程度は大きくなると考えられ<sup>5),10)</sup>、力量条件の主効果が認められると考えられる。しかしながら、今回の結果からはこうしたことは認められず、反応動作時間の過小評価による遅延反応という解釈は妥当なものとはいえないであろう。

ここでの力量調整は選択肢が 2 つの場合の選択反応として位置づけることができる。前述した誤反応の分析から考えられることであるが、被験者の strategy として 5 kg を基準に probe を待っていたとする。これは 5 kg に対する運動プログラムがすでに生成されており、要求される力量レベルがもし異なれば、それから修正すると仮定するものである。すると実際の選択反応時間は、力量調整を伴わない選択反応時間に 5 kg 発揮から 2 kg 発揮の運動プログラムへの修正に要する時間を含んだものとして考えられる。これは大築<sup>9)</sup> のいう予測動作の切り替え時

間を考慮した考え方である。しかしながら、この考え方に基づくならば、5 kg のタイミング誤差は 2 kg のものより小さくなることが予想されるが、今回の結果からは両者の値がほとんど変わらないことからこの解釈も妥当なものとはいえない。

もう一つの考え方は、力量調整による選択反応に要する時間そのものを反映しているのではないかということである。一般に行われている選択反応の実験結果を参考にするならば、選択肢が 2 つの場合には 300 ms 程度の反応時間を要すると考えられる<sup>10)</sup>。それならば、タイミング点前 320 ms 条件では遅延反応が生じないと考えられる。しかし今回の実験の場合、480 ms 条件で CE が 0 に近いことから、本実験のような力量調整を伴う選択反応時間を約 500 ms 程度だと考えるならば、他の probe 条件の遅延反応の程度もそれに近い値となっている。

つまりこの課題の場合、遂行されるべき運動プログラムの種類と開始時期は予め情報として呈示され、学習されているが、運動プログラムに必要とされるパラメータの一つである力の大きさに関しては運動開始直前に呈示される。したがって、運動プログラムへのパラメータの受け渡しとその処理に時間を要するために、力量調整に関する刺激 (probe) から反応までの時間が短いと運動プログラムの生成される時期が正確なタイミング反応をするための動作開始時期より遅れるため、結果として遅延反応が多くなったと考えられる。したがってこの考え方は、probe が呈示されてから運動プログラムが生成されるという仮定に基づいている。そしてこの処理に要する時間が、500 msec 程度ではないかということである。

この裏付けには少なくとも以下の 2 点の分析が今後望まれる。第一点は、誤反応の分析とも関わり、動作開始時期を分析することである。これにより、動作時間と反応開始時間の弁別が可能となり、運動プログラムの生成に関する時間が推定できると思われる。これに関連して、より大筋的な動作を反応動作とし、動作時間と反応開始時間の検討をしていくことも有効であ

ると思われる。第二点は、力量調整を反応課題としたタイミング動作ではない選択反応時間の測定を行うことである。これにより、力量調整を伴う選択反応時間が明らかになり、probe による時間的要素と力量的要素への影響がより明確になるとと思われる。

しかしながら、今回の実験パラダイムのように実験室的課題であっても、時間的要素と力量的要素とを組み合わせることにより、より実際の運動場面に近い状況をシミュレートでき、これまでの実験結果から一步踏み込んだ知見が得られることが期待できる。

## 要 約

本研究は、力量調整を伴うタイミング動作について検討を加えた。被験者は男女各 8 名の計 16 名であった。課題は移動指標がタイミング点に到達する時点に合わせて、三本の指で指圧力盤のボタンに瞬間的に力を加えるというものである。反応する力量は、移動指標がタイミング点到達前に probe として呈示され、2 kg か 5 kg のいずれかであった。また probe 呈示時期は、タイミング点前 480, 400, 320, 280, 240 ms の 5 条件であった。40 試行の力量記録試行につづき、20 試行のタイミング練習試行が行われ、その後 30 試行のテスト試行が行われた。力量再生における PCE の分析から、2 kg の方が 5 kg より有意に undershooting する傾向が認められた。これはタイミング動作ではより小さな力の方が再生が困難で、undershooting する傾向を示していると考えられた。また、タイミング誤差の分析から、probe 呈示時期が遅くなるにつれ、遅延反応が見られることが明らかになった。このことから、力量情報の処理を伴う選択反応時間が 500 ms 程度ではないかと考えられた。

## 引用・参考文献

- 1) Bootsma, R. J. and Van Wieringen, P. C. W. "Timing an attacking forehand drive in table tennis," *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16 : 21-29, 1990.



- 2) Diggles, V. A., Grabiner, M. D., and Garhammer, J., "Skill level and efficacy of effector visual feedback in ball catching," *Perceptual and Motor Skills*, 64 : 987-993, 1987.
- 3) Fischman, M. G. and Schneider, T., "Skill level, vision, and proprioception in simple one-hand catching," *Journal of Motor Behavior*, 17 : 219-229, 1985.
- 4) Fleury, M., Bard, C. and Carrier, L., "Effects of physical or perceptual work loads on coincident/anticipation task," *Perceptual and Motor Skills*, 53 : 843-850, 1981.
- 5) 伊藤政展・三條俊彦「力量情報の短期記憶における直後再生エラーの反応セット特性」*体育学研究*, 29 : 143-151, 1984.
- 6) 工藤孝幾「タイミングの遅延反応に関する分析」*体育学研究*, 29 : 195-205, 1984.
- 7) 工藤孝幾「バッティング動作におけるタイミングの分析」*体育学研究*, 31 : 285-292, 1987.
- 8) 大築立志, 「たくみ」の科学, 朝倉書店, 1988, pp. 23-26, 199-225.
- 9) Populin, L, Rose, D. J., and Heath, K., "The role of attention in one-handed catching," *Journal of Motor Behavior*, 22 : 149-158, 1990.
- 10) Schmidt, R. A., *Motor control and learning*, Human Kinetics Publishers : Champaign, Illinois, 1982. pp. 88-90.
- 11) 鷹野健次「身体運動におけるタイミングの実験的研究—実験の方法を主として」*体育の科学*, 11 : 567-571, 1961.
- 12) Wrisberg, C. A. and Ragsdale, M. R., "Further tests of Schmidt's schema theory : Development of a schema role for a coincident timing task," *Journal of Motor Behavior*, 11 : 159-166, 1979.
- 13) 山田久恒・山田知通・岩見恒典・寺田邦昭・森田修朗「タイミングコントロールに関する研究—見越反応的タイミング動作について」*体育学研究*, 16 : 137-144, 1971.