

## 動作発現時の呼吸位相の違いがタイミングコントロールに及ぼす影響

高橋伸次<sup>1</sup>・財部重孝<sup>2</sup>・福田将史<sup>3</sup>・時本識資<sup>3</sup>

藤原昌樹<sup>4</sup>・長田一臣<sup>1</sup>

(昭和 60 年 7 月 19 日受理)

### The Influence of Difference in Respiratory Phase at the Time of Dynamic Movement on the Timing Control

Shinji TAKAHASHI, Shigetaka TAKARABE, Masashi FUKUDA,

Tsunetsugu TOKIMOTO, Masaki FUJIWARA

and Kazuomi OSADA

The purpose of this study was to examine phases of body reaction time in the conditions of ordinary breath, expiratory breathholding and inspiratory breathholding at the time of dynamic movement.

Thirty undergraduate female students of the age range from 19 to 21 years old served as subjects. They were randomly assigned ten by ten to each of the three groups (ordinary breath, expiratory breathholding, inspiratory breathholding).

A pattern of sequential stimuli was observed with three warning signal (Sw1-Sw2-Sw3) and a main signal (S), when the subjects attempted to jump from a mat switch to a forward mat set at the 90% of maximum distance on standing broad jump.

Checking the body reaction time, the response curve was recorded on the oscillograph by the electric current of the mat switch to trace body weight. Meanwhile the electromyograms of Tibialis Anterior muscle and Gastrocnemius muscle and the respiration curve was made by means of a thermistor.

The following results were obtained:

- 1) In the final trial block, there was little difference in the time structure of reaction among the three conditions.
- 2) In the condition of ordinary breath, more effective muscle contraction with the effective pre-movement was observed than other conditions.
- 3) In the condition of ordinary breath, it was observed that program of movement was created on the nearer handhold to the main signal, and that the effective time condition for reaction was made from the earlier trials than other conditions.
- 4) These results suggested that an aspect of effective timing control is accompanied with respiratory phase "breathing hold" at the time of dynamic movement and therefore its expression is more quickened.

#### 緒 言

体育・スポーツにおける随意動作は、運動目的に対し  
てより速く、より正確に、よりスムーズに、より高い成  
果を目指す熟練動作として発揮されねばならない。この  
熟練動作を Fitts は「受容器 (reception) 一効果器  
(effector) — フィードバック (feedback)」の過程が、空間

的にも時間的にも、非常にうまく体制化 (organization)  
されているものと定め<sup>[2]</sup> ている。この「体制化」には  
時間的秩序化が基本となる。動作を起こす場合、まず目的  
に対する時間的見積もりが為されて筋発揮の強度や、  
その作用行程は決められ、またそれらによって時間的見  
積もりは洗練される訳であり、時間的見積もり無しでは

<sup>1</sup> 体育心理学研究室, <sup>2</sup> 国立音楽大学, <sup>3</sup> 体育学研究室, <sup>4</sup> 大学院, 体育学専攻,

これらの算段がつかない。その意味で、体育・スポーツにおける随意動作は、系列的に生起した一種の目標指向的なタイミング行動であると言えるであろう。

知覚一運動反応におけるタイミングの研究では、一致タイミングを指向した反応の時間的構造の組織能力が問題となる。この反応の時間的構造とは、反応動作の局面を時間的に表わしたものであり、筆者らがこれまで行ってきたタイミングに関する研究<sup>3,9,10)</sup>では、そのコントロールの様相を跳躍動作の時間的構造に求めてきた。それは前運動時間、筋収縮時間、滞空時間、総運動時間、準備動作開始時間、誤差時間の各時間相で構成され、運動経過及び結果のパフォーマンスとして捉えてきた。そして、反応に対する時間的構造の有効性は、動作を発現する以前の準備動作の時間条件が大きく影響することを認め、準備動作における時間的構造によって決定された動作発現時点がタイミングの良し悪しを大きく左右するものと考えられた。

さて、随意的な動作と呼吸との関連について、従来より動作の発現時点と呼吸の位相には密接な関係があると報告してきた<sup>1,4,8,7,8)</sup>。これらの報告によると、随意動作の発現時点は吸気相或は吸息後の止息状態において認められ、動作の速度と出力の相対的関係によってその呼吸位相は決定されるとしている。また呼吸位相の変化は、上位中枢の抑制効果によるものであり、これまでの研究では中枢の呼吸反応に対する効果をみる為、末梢筋の運動様式を比較的単純なものに求めてきた。しかし、体育・スポーツの実際における運動は、時間的、空間的、強さの調整が要求されるより dynamic なタイミング行動であり、熟練された動作を分析対象とする場合、時空間的制御が関与する課題が必要であろうと考える。

以上のことから考えると、系列的に生起した運動の発現時点とその呼吸位相は、ともに時空間の相対的制御によって決定されるものと思われ、両者の相互関係に気付かざるを得ない。

そこで筆者らは、タイミング事態において、有効な動作発現時点を創りだす反応の時間的構造と、それを約束する呼吸との関連性を探ろうとした。本研究では動作発現時の呼吸状態にいくつかの条件を与えて、呼吸位相の違いによってタイミングコントロールがどの様な様相を呈すか吟味することを目的とした。つまり、それぞれの結果のパフォーマンスである誤差時間、及び運動経過のパフォーマンスである各時間相から、呼吸位相の違いによる影響を検討しようとした。

ところで、本実験においても被験者にかかる運動負荷は一律である為、タイミング課題に対する学習が促進されても滞空時間に著しい変化がみられるとは考えにくい。よって、学習過程において生じるであろう反応の時間的構造の変容は、前運動時間及び筋収縮時間の質的変化によって反映されるであろうと考えられる。この点から、今回問題にした呼吸位相の相違による影響についても、これら二相に何らかの差異がみられるのではないかと予想される。

## 方 法

被験者は、本学女子学生 30 名（年齢 19~21 歳）であった。

実験装置は系列反応装置を用い（図 1），刺激呈示板（竹井機器製）には横一列に発光ダイオードを組み込んだ刺激ランプ（直径 2 cm）を 10 cm 間隔に配置し、左から右へ Sw 1 (warning signal) → Sw 2 → Sw 3 → S と並べた。刺激の系列パターンは、Sw 3 と S の間隔が 700 msec、他の間隔は 500 msec の一系列とし、各刺激呈示時間は 100 msec であった（図 2）。

課せられた運動は、刺激系列から本刺激（S）を予測し、運動の終点が本刺激点灯と同時になるような立幅跳びである。跳躍距離は被験者の最大立幅跳び距離の 90% の距離とし、跳躍板となるマットスイッチ（60 cm × 50 cm）、目標となる着地マット（60 cm × 50 cm）を設置した。

刺激点灯時間、刺激呈示間隔時間、刺激プログラムは

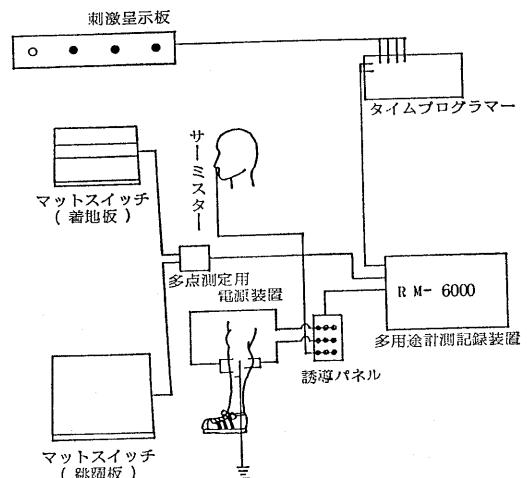


図 1 系列反応装置

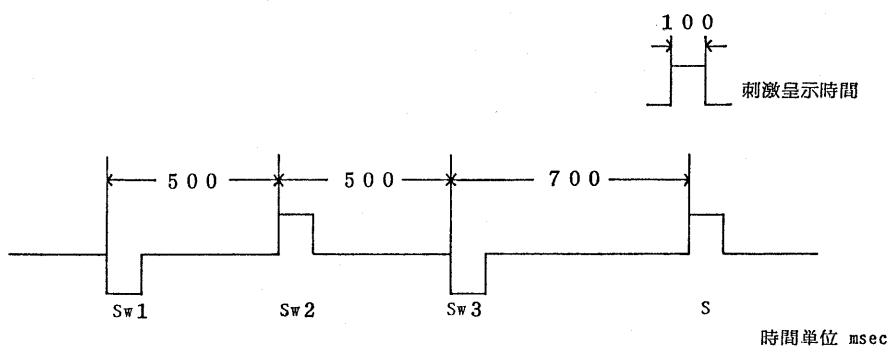


図 2 系列刺激の時間間隔

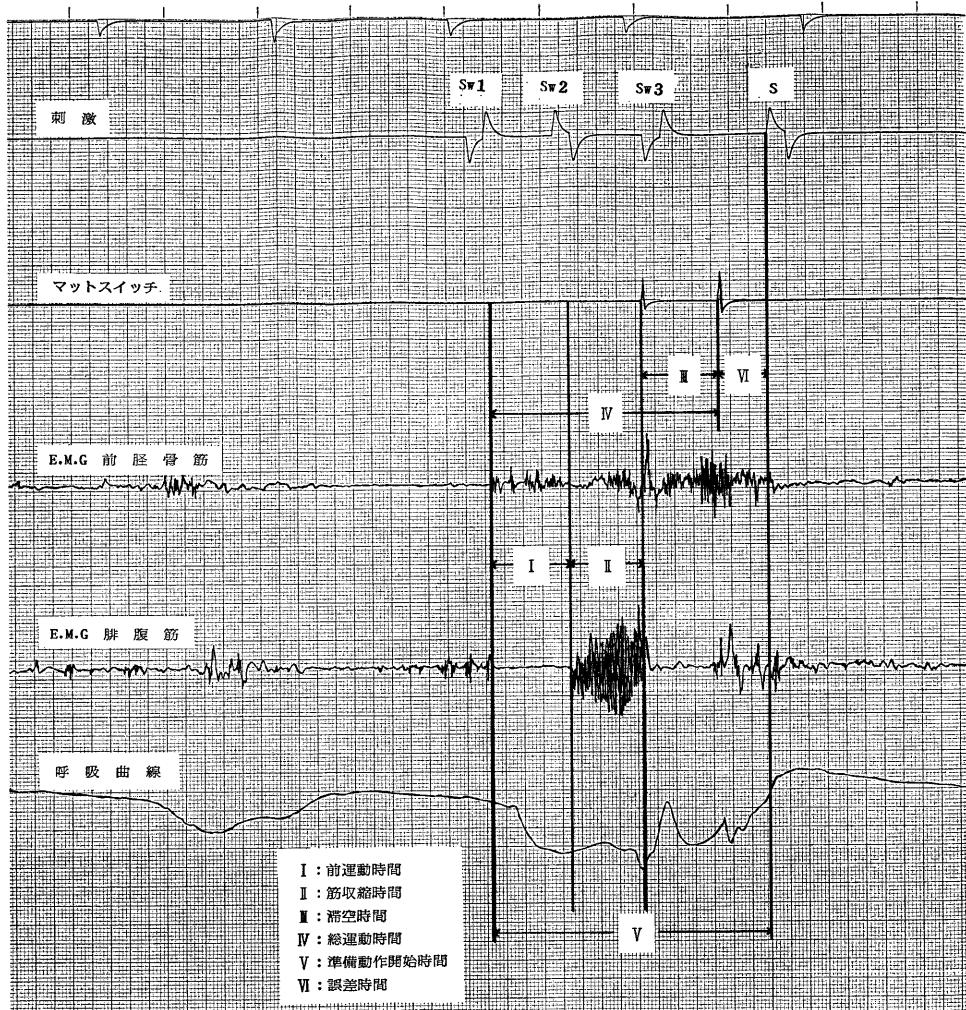


図 3 全身反応における時間相

タイムプログラマー（竹井機器製）によって制御し、また跳躍による全身反応の時間相をみる為、マットスイッチと記録器（多用途計測記録装置 RM-6000：日本光電製）の間に多点測定用電源装置を接続し、マットスイッチの on-off の波形を記録した。さらに、右脚前脛骨筋と同脚腓腹筋から表面誘導による筋放電をオシログラフに記録した。記録された全身反応時間は次の時間相に分析された（図 3）。

I：跳躍の準備動作として膝を曲げ、前脛骨筋が放電を開始してから、跳躍の為に腓腹筋が放電を始めるまでの時間（前運動時間）。

II：腓腹筋が放電を始めてから脚が跳躍マットを離れるまでの時間（筋収縮時間）。

III：脚が跳躍マットを離れてから、着地マットに着地するまでの時間（滞空時間）。

IV：跳躍準備に入ってから着地マットに着地するまでの時間（総運動時間）。

V：前脛骨筋が放電を始めた時点から、S の刺激が点灯するまでの時間（準備動作開始時間）。

VI：S の刺激点灯開始時と着地時との間隔時間（誤差時間）。

反応時間相の時間は、記録器の paper speed が 50 mm/sec であることから、オシログラフ上に表われた各個人の時間相を 1/20 単位で計測し、それを時間に換算した。

呼吸の条件は、動作発現を任意の呼吸で行う条件 (ordinary breath; 以下 ordinary と略)・呼息性止息状態で行う条件 (expiratory breathholding; 以下 expiratory と略)・吸息性止息状態で行う条件 (inspiratory breathholding; 以下 inspiratory と略) の三条件とし、被験者にはその内の一条件を与えた。呼吸の記録にはサーミスター（日本光電製）を用い、これを紺創膏で鼻孔入口に装着し、サーミスターにおける温度差による曲線を同様にオシログラフ上に記録した。

跳躍試行回数は 90 試行で、1~30 試行を試行ブロック①、31~60 試行を試行ブロック②、61~90 試行を試行ブロック③とし、各試行ブロック間に 5 分間の休憩を与えた。

尚、各試行間隔は 6000 msec とした。

## 結 果

### 1. 各条件における時間相の試行ブロック間の比較

各条件における反応時間相の平均、標準偏差を表 1 に示した。I, II, III, IV, V の各時間相についてみてみ

ると、ordinary 条件の V 相を除いて、各条件とも試行ブロックの進行に伴い短縮の傾向がみられた。統計的には ordinary 条件の II 相における試行ブロック②、③間 ( $t=3.12, df=9, P<0.05$ )、及び IV 相における①、②間 ( $t=2.46, df=9, P<0.05$ )、expiratory 条件では V 相における①、②間 ( $t=2.76, df=9, P<0.05$ ) 及び①、③間 ( $t=4.28, df=9, P<0.01$ )、inspiratory 条件では V 相における①、②間 ( $t=4.25, df=9, P<0.01$ ) 及び①、③間 ( $t=3.05, df=9, P<0.05$ ) にそれぞれ有意な変化が認められた。

図 4 は各条件における誤差時間の絶対誤差 (Absolute Error; AE)，恒常誤差 (Constant Error; CE)，変動誤差 (Variable Error; VE) の変化を示したものである。

これによると、各条件とも AE, CE は試行ブロックの進行によって時間短縮の傾向がみられた。統計的な有意差は、ordinary 条件の AE における試行ブロック①、②間 ( $t=2.39, df=9, P<0.05$ )、expiratory 条件の AE における②、③間 ( $t=8.35, df=9, P<0.01$ )、①、③間 ( $t=2.73, ds=9, P<0.05$ ) 及び CE における①、③間 ( $t=2.92, df=9, P<0.05$ ) に認められた。

VE については、三者三様の変化を示した。つまり ordinary 条件では、試行の進行に伴って大きくなる傾向を示し、試行ブロック②、③間において有意に変化していた ( $t=3.16, df=9, P<0.05$ )。expiratory 条件では各試行ブロックの変動に安定がみられず、特に傾向はみられなかった。inspiratory 条件では試行ブロックの進行によって変動が小さくなる傾向にあり、①、③間ににおいて有意差が認められた。 $(t=2.59, df=9, P<0.05)$ 。

反応の「できばえ」(Performance) を示す VI 相及び運動経過の時間相において、各条件とも試行ブロックの進行に伴い時間短縮の傾向がみられた。このことから、90 回の試行によって、課題に対する学習が促進されたと推察できる。したがって最終試行ブロックである③を対象として、各時間相における三条件間の比較を行った。

### 2. 各時間相（試行ブロック③）における条件間の比較

I, III, IV 相において最も時間が短かったのは ordinary 条件で、次いで expiratory, inspiratory と続き、V 相については ordinary, inspiratory, expiratory, II 相では inspiratory, expiratory, ordinary の順で短かった。しかしいずれの相においても、条件間での統計的な有意差は認められなかった。VI 相の AE では ordinary 条件の時間が最も短く、inspiratory, expiratory と続

表1 各条件における時間相の平均(標準偏差)

条件	試行 回数	時間相					(AE) VI (CE・VE)	
		I	II	III	IV	V		
ordinary	①	530.2 (98.8)	304.8 (52.0)	418.6 (59.4)	1253.8 (94.0)	1173.6 (95.0)	129.8 (81.2)	79.4 (11.9)
	②	485.4 (96.8)	310.4 (46.2)	408.2 (40.0)	1200.8 (90.6)	1157.4 (66.0)	99.4 (44.4)	44.2 (81.2)
	③	484.9 (94.0)	294.0 (46.4)	408.0 (41.8)	1183.8 (110.0)	1173.2 (101.4)	84.6 (32.4)	10.4 (70.6)
expiratory	①	528.2 (80.2)	302.0 (59.2)	426.8 (46.0)	1252.6 (64.8)	1365.4 (100.4)	148.2 (61.9)	-110.8 (91.8)
	②	502.2 (91.4)	294.8 (55.6)	431.6 (64.6)	1226.6 (67.8)	1280.2 (162.0)	152.4 (36.4)	-55.8 (131.8)
	③	510.4 (77.4)	285.8 (35.6)	421.8 (60.6)	1216.4 (92.4)	1213.8 (124.0)	99.2 (25.6)	8.8 (75.4)
inspiratory	①	515.8 (97.4)	288.6 (62.4)	443.0 (59.2)	1247.0 (88.4)	1299.8 (129.8)	120.6 (62.6)	-51.4 (100.6)
	②	517.0 (111.4)	277.2 (72.0)	453.2 (67.6)	1244.4 (112.2)	1244.8 (140.0)	99.6 (33.8)	-2.1 (72.4)
	③	511.0 (138.8)	285.4 (55.6)	434.6 (56.2)	1250.8 (1438.)	1224.2 (172.8)	94.2 (30.4)	5.0 (76.0)

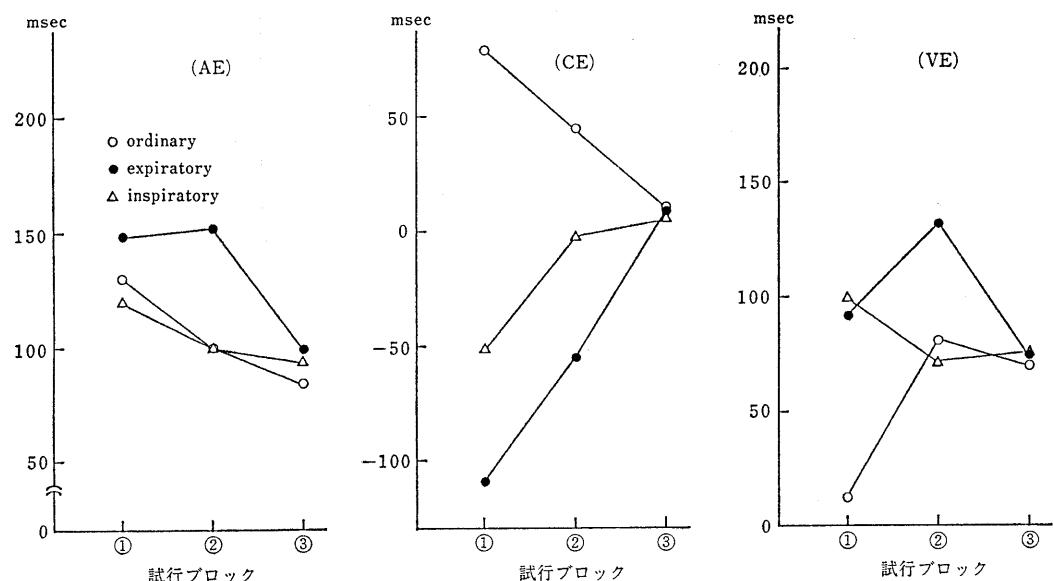


図4 各条件におけるVI相の絶対誤差(AE), 恒常誤差(CE), 変動誤差(VE)

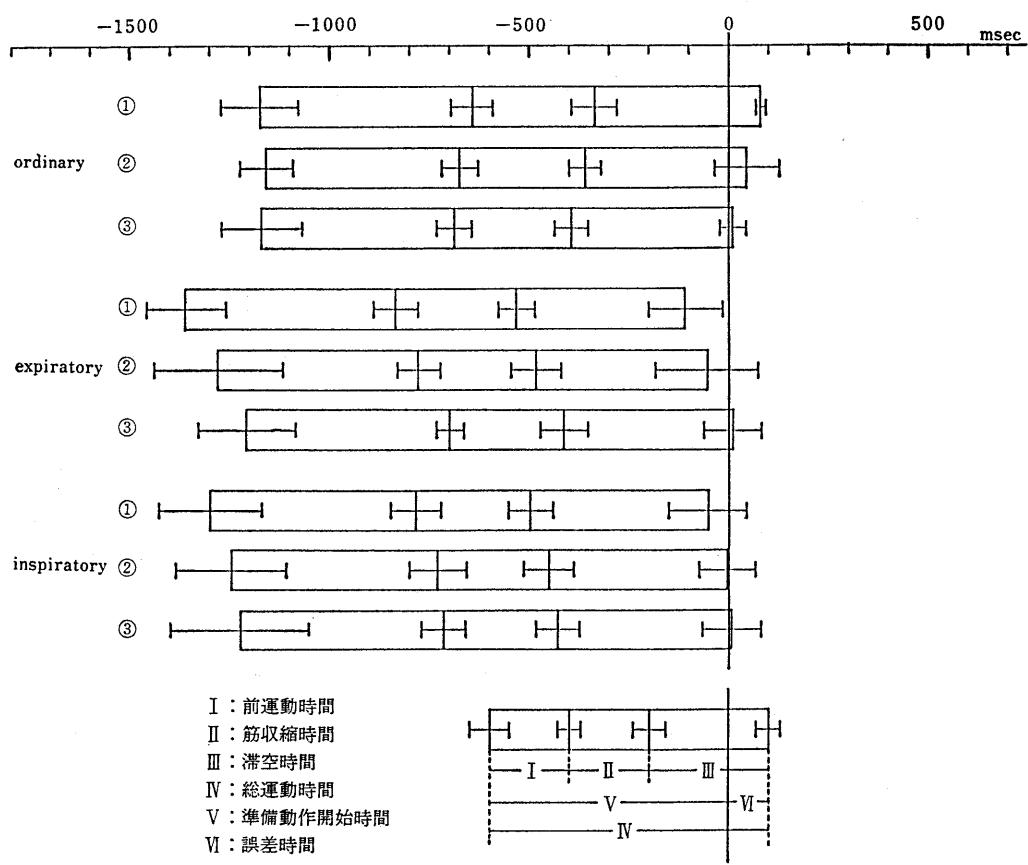


図5 各条件における時間相の時系列的比較

き、CE では inspiratory, expiratory, ordinary の順で短かった。ここでは AE において 5% 水準で有意差が認められた ( $F=4.39$ ,  $df=2/87$ )。この結果は、最終試行ブロックにおいて、運動経過の時間的構造に差異がみられなかったことを示していた。

### 3. 各条件における時間相の時系列的比較

図 5 は跳躍による全身反応を各条件について行った際の各時間相を、S の刺激点灯開始を中心に時系列的に示したものである。

O 点は S 点灯開始時であり、マイナス側が S 点灯前、プラス側が点灯後を示している。全体は総運動時間であり、グラフの左端は前脛骨筋が放電を始めた準備動作開始時である。そして、準備動作開始時についての標準偏差値を図中に示した。二番目は腓腹筋の放電開始時であり、三番目は跳躍時点、右端は着地時を示している。そして、それぞれ筋の放電開始時、跳躍時点、反応の誤差についての標準偏差値を図中に示した。

これによれば、ordinary 条件の場合、準備動作の開始は試行ブロック①, ②, ③ともマイナス 1170 msec 前後で、時間差はなかった。腓腹筋の放電開始時、及び跳躍時点については、それぞれ試行ブロックが進行するにつれ、早くなる傾向がみられた。反応の終点については遅延反応からの時間短縮がみられた。

expiratory, inspiratory 条件については、両条件とも試行ブロックが進行するに従って、準備動作の開始時、腓腹筋の放電開始時、跳躍時点において遅くなる傾向がみられた。反応の誤差については、ordinary 条件とは対照的に尚早反応からの改善がみられた。

全体的にみてみると、準備動作の開始は、ordinary 条件が一番遅く、次に inspiratory, expiratory と続くが、試行ブロックが進行するに従って条件間の差は少なくなり、有意差も試行ブロック①にのみ認められた ( $F=7.94$ ,  $df=2/27$ ,  $P<0.01$ )。こういった変化は、腓腹筋の放電開始時 ( $F=7.46$ ,  $df=2/27$ ,  $P<0.01$ )、跳躍時点 ( $F=8.57$ ,  $df=2/27$ ,  $P<0.01$ )、反応の終点 ( $F=8.67$ ,  $df=2/27$ ,  $P<0.01$ ) においても同様にみられた現象であった。

標準偏差は、準備動作開始時と反応の終点において、ordinary 条件と他の二条件との間に違いがみられた。

本実験では、動作発現に際して、被験者に三つのうちひとつの呼吸位相を持つことを義務づけた。そこで、動作発現時の呼吸状態を全ての反応について調べ、指示通りの呼吸を為し得てくれたかどうかの検討を行った。その結果、四つの呼吸状態が検出された（図 6）。それは

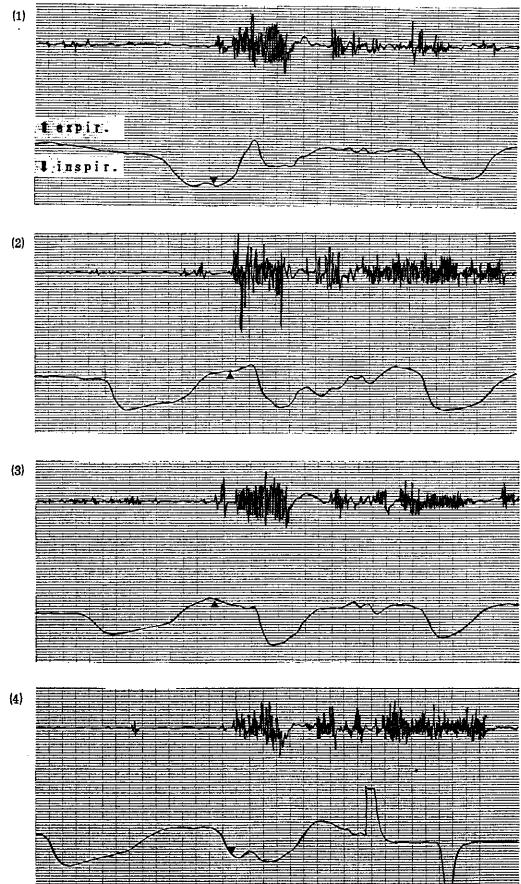


図 6 動作発現時における呼吸位相（▲は腓腹筋の放電開始時）

(1)「吸息後の止息状態」、(2)「吸息後の呼息状態」、(3)「呼息後の止息状態」、(4)「呼息後の吸息状態」であった。したがって、各条件についてこれら四つの呼吸状態の出現率を求めた。

### 4. 各条件における呼吸状態 (1) (2) (3) (4) の出現率の変化

図 7 は各条件における各呼吸状態の出現率の変化を示したものである。

これによると、ordinary 条件の場合、呼吸状態が各試行ブロックとも 70% 以上を占め、試行ブロックの進行によって出現率が増加していく。expiratory 条件の場合には (3) が各試行ブロックとも 50% 以上を占めていたが、試行の進行とともにその出現率は低下し、換つて (4) が高くなっていた。inspiratory 条件については (1) の出現率が 80~90% を占め、試行ブロックの進行とともに漸次高くなっていた。

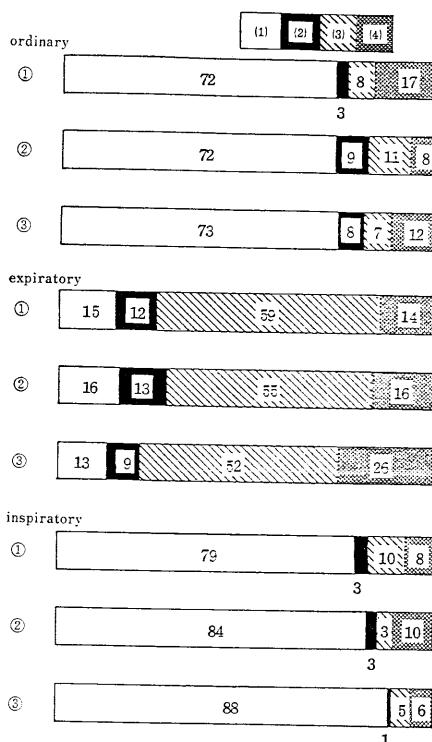


図 7 各条件における各呼吸状態の出現率 (%)

## 考 察

本実験では、動作発現に際して三つの呼吸位相のうちひとつをそれぞれ持つことを義務づけた。しかし、*expiratory* 条件において十分に遂行されていないことがわかった。*expiratory* 条件では、実験初期より「呼息後の止息状態」の出現率が低いうえに、試行ブロックの進行とともにその出現率は低下していった。このことは、動作発現時における「呼息後の止息状態」が反応動作と協応しにくかったからではないかと思われる。

*inspiratory* 条件では、条件を満たす呼吸位相の出現率が当初より高く、試行ブロックの進行によって更に増加していった。任意呼吸で行う *ordinary* 条件においても、*inspiratory* 条件と同様に、「吸息後の止息状態」が動作発現に際して比較的多くみられたことから、「呼息後の止息状態」の場合とは逆に、比較的反応動作と協応し易かったのではないかという印象を与える。

猪飼らは、「自発的な動作の発現に際しての呼吸は吸息後の呼息性停止、或は抑制となる」<sup>14)</sup>と述べ、また新井らによると「任意呼吸時の動作発現時の呼吸位相は吸息後の止息性状態であることが共通してみられた」<sup>15)</sup>としている。さらに沢山らの研究<sup>16)</sup>においても、いくつか

の呼吸状態による同一筋肉の筋力発現で、最強度に筋力発現するのは「息を吸い、詰める」の状態であると報告している。本実験の反応は、各被験者の最大立幅跳び距離の 90% 距離を目標としており、運動強度としてはかなり高いものだと言える。大きな力を出す為には、息を詰めて腹腔内圧を上げなければならない。それ故 *ordinary*, *inspiratory* の両条件では、試行ブロックの進行に伴い呼吸状態 (1) の出現率が高くなるのに対して、*expiratory* 条件では呼吸状態 (3) の出現率が低下していく、換て呼吸状態 (1) への移行過程と思われる呼吸状態 (4) の出現率が高くなるという現象がでてきたのであろうと考えられる。

こういった、動作発現時の呼吸位相の有効性の違いは、タイミングコントロールの様相である各時間相にどう反映するのであろうか。実験の結果が示しているように、各条件とも VI 相、IV 相において、またその構成相である I, II, III 相においても、試行ブロックの進行に伴い時間短縮の傾向がみられた。これらは、結果のパフォーマンスだけでなく、運動経過のパフォーマンスにも時間的合理化が学習によって促進されたことを示している。試行ブロック③に至っては、I ~ IV の各時間相に統計的な差はみられず、運動経過のパフォーマンスとしての時間的構造には条件間に違いが認められなかった。本実験の様に反応の時間的適切さを問題にする予測反応では、被験者内部に刺激系列を短期記憶し組織化するよう、意識的な機能の変換が行われている為、三条件とも同様の運動パターンの発現機構を創りだし、呼吸位相の違いによる影響は受けないのでないかと思われた。ところが、VI 相において *ordinary* 条件が有意に短かったことから、他の条件と比較してその運動パターンの出力機能に違いがあるのではないかと考えられた。そこで、各条件の時間相の内容について比較検討してみるとした。

総運動時間において最も時間が短かったのは *ordinary* 条件で、次いで *expiratory*, *inspiratory* の順であった。その構成相である前運動時間においても同様であり、筋収縮時間については、*ordinary* 条件が最も長く、次いで *inspiratory*, *expiratory* と続いた。滞空時間については *inspiratory*, *expiratory*, *ordinary* の順で長かった。前運動時間が長いということは、主要局面の準備である導入動作が大きいということである。Kurt. Meinel は「より大きな導入動作をすればするほど、主要局面においては筋がそれだけ長い加速作用を果たすことができる」<sup>17)</sup>と述べている。筋収縮時間が一番長いのは *ordi-*

nary 条件であるが、長い筋の加速作用を果たす導入動作は前運動時間が一番短いことから、他の二条件と比較して大きいものではなかったと推察される。

これらのことから、ordinary 条件での反応は expiratory, inspiratory の両条件での反応より、より有効な導入動作によって筋をより効果的に収縮させていたのではないかと考えられる。また、「筋がより長い作用行程をもつと、一般に、運動は一層目標への正確さを増す」<sup>15)</sup>ということからも、ordinary 条件における VI 相の成績は説明できるであろう。

ここまで、結果のパフォーマンスに反映する運動経過の時間相について検討してきたが、それらを踏まえたうえで、各時間相の時系列的な考察に移りたいと思う。

まず ordinary 条件では、準備動作の開始が -1170 msec 前後で、試行ブロックの進行による変化はみられなかった。このことより、ordinary 条件での準備動作の開始は、各試行ブロックとも Sw 2 の刺激点灯に影響を受けるのではないかと思われる。この動作発現の手がかりとなる準備刺激について本間ら<sup>3)</sup>は、注意の喚起としての機能を有し、モルフォロギー的にみても用意の姿勢が観察されるものと説明している。つまり Sw 2 の刺激によって注意の喚起と集中が促進され、反応の為の準備体制に心身ともに入っていると考えられる。

腓腹筋の放電開始時については、試行ブロック①では -643.4 msec, ②では -672.0 msec, ③では -688.4 msec であり、跳躍動作の開始は Sw 3 の刺激点灯を手がかりとしているのではないかと判断される。

expiratory, inspiratory の各条件での準備動作の開始は、それぞれ試行ブロック①では -1365.4 sec, -1299.8 msec, ②では -1280.2 msec, -1244.8 msec, ③では -1213.8 msec, -1224.2 msec であり、試行ブロック①, ②では、Sw 2 の刺激点灯は準備動作開始にさほど影響していないように思われる。腓腹筋の放電開始時についても、試行ブロック①及び expiratory 条件の②では、Sw 3 の刺激点灯の影響はあまりないように思われた。つまり、ordinary 条件では各動作の発現に際して、手がかりとするものが明瞭であり、その手がかりを基点として反応の時間的構造を組織していると考えられるのに対して、expiratory, inspiratory 条件では、試行ブロック③に至るまでその手がかりが曖昧であり、反応に対する余裕の無さが標準偏差の違いからも窺われる。expiratory, inspiratory 条件にみられた尚早反応は、運動のプログラミングに関与する動作発現の手がかりの曖昧さに起因したものではないかと思われる。

以上のことから、ordinary 条件では、他の条件よりも本刺激に近い手がかりに対して運動プログラムを構成していることがみられ、試行ブロックを通してその基点が安定していることから、より早い試行から有効な時間条件を創りだしていたと考えられる。

また、ordinary 条件における動作発現時の呼吸位相は、先に示した通りほとんどが「吸息後の止息状態」であった。このことより本実験における ordinary 条件での成績は、「息を吸い、詰める」ことによって動作発現に対しての意志統一が為されたからではないかと思われる。つまり、運動を起そうとする意志、及びそれによる筋出力に関与する神経活動の統一、強化によって筋収縮をより効果的にし、また動作発現の手がかりをより明瞭にすることが得たのではないかと思われる。しかし inspiratory 条件では、同様の呼吸位相を持ちながらこれらのことがあまりみられず、VI相における VE の安定にその一端がみられたに過ぎなかった。このことは、ある行為がひとつの呼吸を促し、ひとつの呼吸はある行為を約束するという相互関係の原理を結果的に確認させることとなった。

## ま と め

本研究は、系列刺激下での反応に異なる呼吸条件を与える、動作発現時の呼吸位相の違いによって、タイミングコントロールがどの様な様相を呈すか吟味すること目的とした。

その結果、次のことが明らかとなった。

1. 各条件とも、最終試行ブロックにおける反応の時間的構造に違いがみられず、呼吸位相の違いは学習効果としての様相には影響を与えたなかった。
2. しかし、学習過程における ordinary 条件においては、他の条件と比較して、有効な準備動作によって筋をより効果的に収縮させて反応している事が窺われた。
3. また ordinary 条件では、他の条件よりも本刺激に近い手がかりに対して運動プログラムを構成し、より早い試行から有効な時間条件を創りだしている事が認められた。
4. 以上のことから、有効なタイミングコントロールの様相には、動作発現に際して、「息を吸い、詰める」呼吸位相を伴い、それによってその様相の表出はより早められることが示唆された。

## 文 献

- 1) 新井節男, 森田 茂, 竹中晃二: 運動動作発現時に

- における胸腔内圧変動と呼吸位相, 体育学研究, **23** (3), 249-261 (1978).
- 2) Fitts, P. M.: Perceptual-Motor Skill Learning, In Arthur W. Melton(ed.). Categories of Human Learning, Academic Press, New York, London. (調枝孝治: タイミングの心理, 不昧堂出版, 17 (1972) による).
- 3) 本間正行, 財部重孝, 佐藤雅幸, 高橋伸次, 福田将史, 長田一臣: 系列刺激における全身反応時間相の検討~単純反応と予測反応の比較~, 日本体育大学紀要, **11**, 13-19 (1982).
- 4) 猪飼道夫, 山川純子: 柔道投技における呼吸調整, 体育学研究, **2**, (7), 43-44 (1957).
- 5) Kurt. Meinel (金子朋友訳): スポーツ運動学, 大修館書店, 157 (1981).
- 6) 増田 允, 芝山秀太郎: 筋力発揮と呼吸の位相の関連, 体力研究, **16**, 12-19 (1969).
- 7) 名取礼二, 小川新吉, 本間茂雄, 笠井恵雄, 金原勇, 松本芳三, 松本千代栄, 豊田 章, 小林和夫, 加藤守男, 江尻 容, 松田岩男, 大石三四郎, 寄金義紀, 岩崎義正, 塚越克巳: 運動の習熟機構に関する研究 (I), 東京教育大学体育学部スポーツ研究所報, **1**, 1-25 (1961).
- 8) 沢山 勝, 土谷秀雄: 呼吸筋力発揮に及ぼす影響の研究, 体育学研究, **9**, (1), 132 (1964).
- 9) 高橋伸次, 本間正行, 佐藤雅幸, 長田一臣: 運動強度の違いがタイミングコントロールに及ぼす影響, 日本体育学会第 34 回大会号, 313 (1983).
- 10) 高橋伸次, 財部重孝, 福田将史, 時本誠資, 長田一臣: 呼吸とタイミングコントロールの関係について, 日本体育学会第 36 回大会号, 168 (1985).