

光刺激条件の差異が パスの反応時間や正確性に及ぼす影響について

藤 島 仁 兵*・松 永 郁 男*・丸 山 敦 夫*
高 岡 治*・鬼 塚 幸 一**・古 村 溝***
(1998年10月15日 受理)

Effects on Differences of Condition with Reference to Light Stimulus for
Reaction Time and Accuracy of Pass.

Jinpei FUJISHIMA *, Ikuo MATSUNAGA *, Atsuo MARUYAMA *
Osamu TAKAOKA *, Kouichi ONITSUKA ** and Kou KOMURA ***

I. 緒 言

球技において、プレーの目的や課題に即してボールを適切な位置に進めることはプレーを効果的に展開させる上で極めて重要である。取り分け、相対的關係の中で、しかも刻々と事態が急変する中で、その事態や状況を分析、判断しながら行われる適切なパスは戦術行動の要である。適切なパスは反応や動作の早さ、ボールの飛翔速度及び正確性等によって評価され、また、適切なパスを行うためにはプレーの前提となる Playing display 情況、場面に対する情報（刺激）を視覚を通して受容し（感覚系の関与）、その情況、場面を大脳皮質の知覚領で分析、解釈しながら、反応の選択、反応プログラミングを行い（知覚系の関与）、最終的に意志決定した後、実行指令を筋肉へ伝達し、指令に従って筋肉を収縮させることが必要になる（運動系の関与）。このようにパスに限らず人間の行動（反応）の多くは、感覚系、知覚系、運動系の各器官、機能の関与と過程の存在が認められ、これらが行動（反応）の目的や水準を達成したり、高めたりするための大きな要因となる。一般にこれは、Perceptual motor skill (behavior)、知覚性の運動スキル（行動）と呼ばれる。

以上のような性格を持つ人間の行動（反応）は情況や事態の違いから生じる情報量（刺激量）や情報（刺激）が発信される位置（刺激が呈示される位置間隔）等の差異によってどのような影響を受けるのであろうか。このような疑問に対する明快な解答は人間の行動や反応に対する本質的特性を知る足掛かりを提供し、ボールを媒体としながら相対的関わりの中で展開される球技の戦術的行動

* 鹿児島大学教育学部
** 鹿児島高等工業専門学校
*** 鹿児島経済大学社会学部

動や戦術的能力を形成していく上での重要なヒントを与え、更に、これらの行動力や能力を育成するための基本的な処方に対しての方向づけを行うものである。

本研究の目的は光刺激の呈示の仕方の差異が反応（動作）にどのような影響を及ぼすか明らかにすることにある。即ち、光刺激の呈示方法として、一方向単一刺激（単純反応A）、一方向三光刺激（単純反応B）及び二方向三光刺激（被験者と二つの光刺激を結ぶ直線の交点がなす角度が60度、120度での二方向選択反応）を準備し、これらの光刺激呈示条件の差異が反応動作の内容として選択したパス反応にどのような影響を及ぼすか明らかにするものである。尚、これらの影響度を検討するための指標としてパスの反応時間と正確性を選択した。

II. 研究の方法

本研究は視覚情報として光刺激の呈示条件、即ち、単一及び選択的刺激呈示の仕方や光刺激呈示位置の差違がパスの反応時間に対してどのような影響を及ぼすか明らかにするものであった。これらの問題を明らかにするために次のような方法で研究を進めた。

1) 実験装置及び実験方法

本実験は特注した竹井式選択反応測定器を用いてコントロールボックスの光刺激発生装置のボタンを操作することによって呈示される光刺激を被験者が認知した後、予め所持していたボールを光刺激の直下にセッティングされた反応板に対してできるだけ早く且つ正確に試投することによって、光刺激発生から試投されたボールが反応板に命中する迄に要した時間を計測することによってパスの反応時間を測定した。（図1に実験装置及び実験状況を示す）

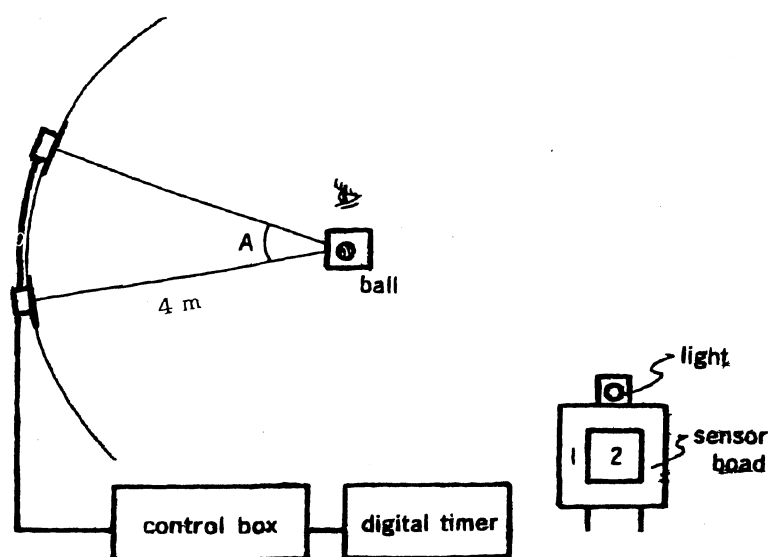


図1 実験状況及び装置

2) 実験条件

一方向単一光刺激（一方向単純反応A）に対するパス反応時間の測定にあたっては、被験者から4 mの距離で正面に設置された光刺激装置及び反応板に対して7回の光刺激（赤色単一光刺激）に対するパス反応を行わせることによって求めた。また、一方向三光刺激（一方向単純反応B）に対するパス反応時間の測定は前者と同様な状況のもとでランダムに呈示される合計13回の三光刺激（赤、青、黄色ランプ）の中から指定された7回の赤色ランプのみに対するパス反応を行わせることによって求めた。次に、二方向三光刺激に対するパス反応時間の測定は光刺激呈示位置を二方向（両刺激と被験者を結ぶ直線の交点がなす角度を60度、120度とし、刺激と被験者間の距離は4 m）に設定し、それぞれの角度における二方向三光刺激（二方向選択反応）は左右それぞれ15回、合計30回呈示し、その中から左右それぞれ7回、合計14回の指定ランプ（赤色）に対する試投の中からパス反応時間を求めた。また、パスの正確性を評価するために1 m正方形の反応板の中央部に50cm 正方のマークを設け、反応板の50cm 正方の範囲にボールが命中した場合2点、それ以外の反応板に命中した場合は1点、そして反応板にボールが当たらなかった場合は0点として得点化した。

3) 被験者及び実験期日

本研究の被験者は本学女子バスケットボール部員10名である。実験は平成9年12月13日、14日の2日間、本学ダンス室で実施した。

表1 被験者のプロフィール

| | 年齢 | 身長 cm | 体重 kg | 視力 | | 経験年数 | 利手 | 位置 |
|----|----|----------|----------|-----|-----|------|----|----|
| | | | | 右 | 左 | | | |
| RN | 21 | 164 | 57 | 0.2 | 0.4 | 9 | R | C |
| PL | 20 | 159 | 53 | 0.4 | 1.0 | 8 | R | F |
| YU | 20 | 159 | 56 | 0.5 | 0.5 | 7 | R | F |
| SN | 21 | 164 | 60 | 1.0 | 1.0 | 10 | R | C |
| RI | 21 | 162 | 52 | 1.2 | 1.0 | 11 | R | G |
| JN | 22 | 159 | 49 | 0.6 | 0.6 | 12 | R | G |
| MI | 20 | 155 | 53 | 0.7 | 0.8 | 4 | R | F |
| FI | 22 | 161 | 57 | 0.8 | 0.7 | 11 | R | F |
| EU | 19 | 155 | 50 | 1.0 | 1.0 | 7 | R | F |
| SI | 20 | 157 | 48 | 0.8 | 0.8 | 6 | R | F |

Ⅲ. 結 果

1. 光刺激呈示条件間に見たパス反応時間について

表2は単純反応A（一方向単一光刺激）、単純反応B（一方向三光刺激）及び刺激位置60度と120度間隔の左右選択反応（二方向三光刺激）に対する被験者10名のパス反応時間の平均値、標準偏差及び反応時間の最小値、最大値を示したものである。これらの順番に従ってパス反応時間を眺めるとそれぞれ、1.005、1.075、1.233、1.271、1.361及び1.397秒であった。

表3は繰り返しのある処理×被験体（6×10）の2要因分散分析を行った結果を示したものである。本論で問題となる刺激呈示条件に主効果、 $F(5, 9) = 140.17$ $p < 0.01\%$ が認められ、これらについて水準間の有意差検定を行った。図2はその結果を示したものである。その結果、単純反応A、B間；単純反応A、Bと60度、120度選択反応間；及び60度の選択反応と120度の選択反応との間においてそれぞれ1%の危険率で有意差が認められた。

表2 光刺激呈示条件別に見た反応時間の平均値及び標準偏差

| N-10 | | 平均 sec | 標準偏差 | 最小値 sec | 最大値 sec |
|-------------|------|-----------|-------|------------|------------|
| 単純反応 正面 | A | 1.005 | 0.112 | 0.813 | 1.307 |
| 単純反応 正面 | B | 1.075 | 0.143 | 0.824 | 1.423 |
| 選択反応 左方向 | 60度 | 1.233 | 0.185 | 0.967 | 1.612 |
| 選択反応 右方向 | | 1.271 | 0.190 | 0.960 | 1.836 |
| 選択反応 左方向 | 120度 | 1.366 | 0.224 | 1.036 | 2.031 |
| 選択反応 右方向 | | 1.397 | 0.195 | 1.015 | 1.914 |

表3 2要因分散分析の結果

| | df | SS | MS | F 値 | P 値 |
|------------|-----|-------|-------|--------|-----|
| 刺激呈示 条件 | 5 | 8.233 | 1.647 | 140.17 | ** |
| 被検体 | 9 | 9.422 | 1.047 | 89.11 | ** |
| 誤差 | 405 | 4.757 | 0.008 | | |

** 1%の有意水準

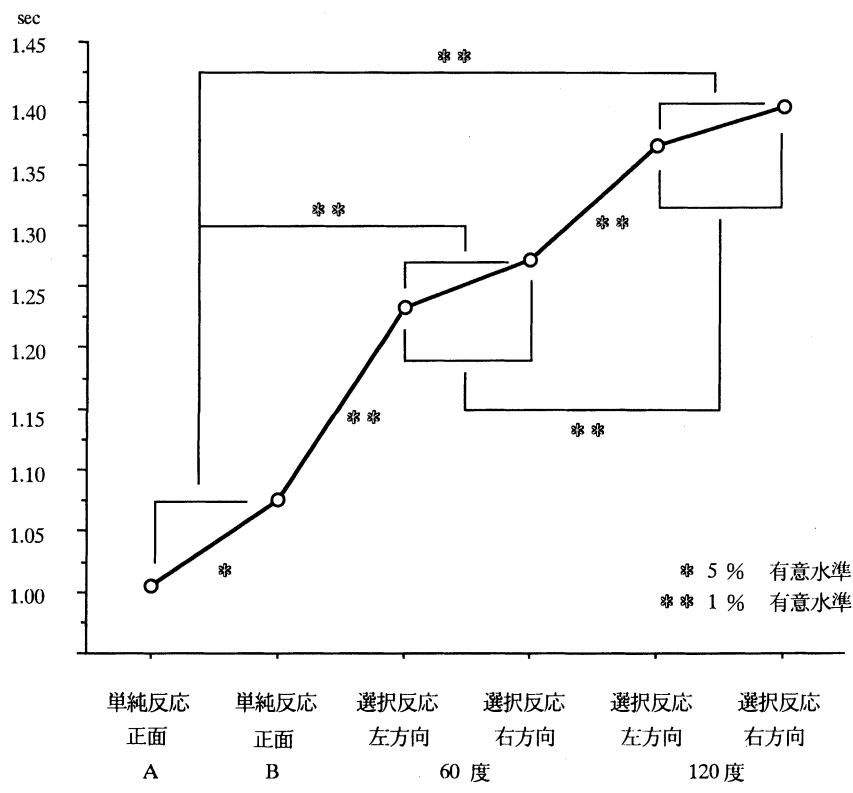


図2 光刺激呈示条件別に見た反応時間の平均値の有意差検定

2. 光刺激呈示条件別に見たパスの正確性とパスエラーの出現率について

図3は光刺激呈示条件別にパス反応の正確性について示したものである。それぞれの条件におけるパスの命中精度は95~98%であった。図4は光刺激呈示条件別にパス反応時におけるエラーの出現率を示したものである。単純反応A, Bにおけるエラーの出現率は0~8%; 60度の選択反応におけるエラーの出現率は12~15%; 120度の選択反応におけるエラーの出現率は25~45%であった。

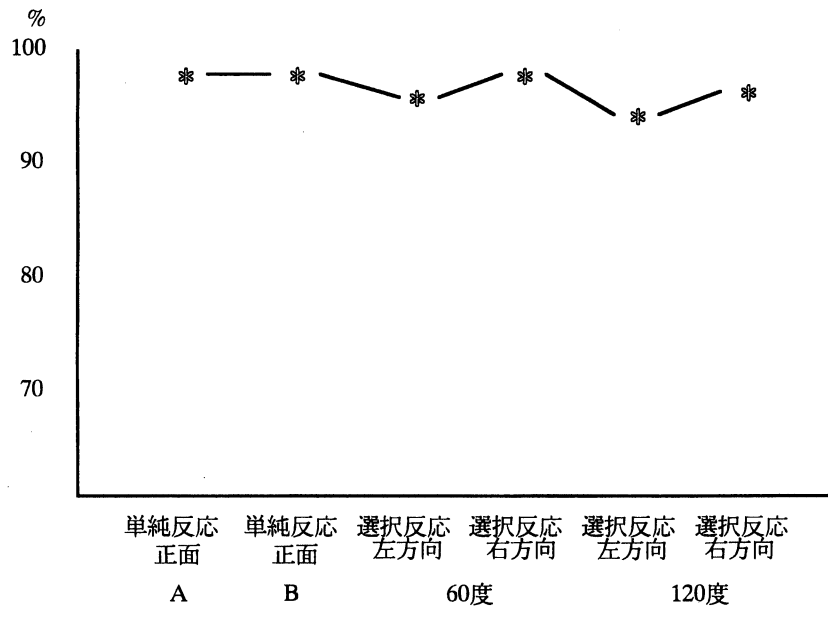


図3 刺激呈示条件別に見たパス反応の正確性

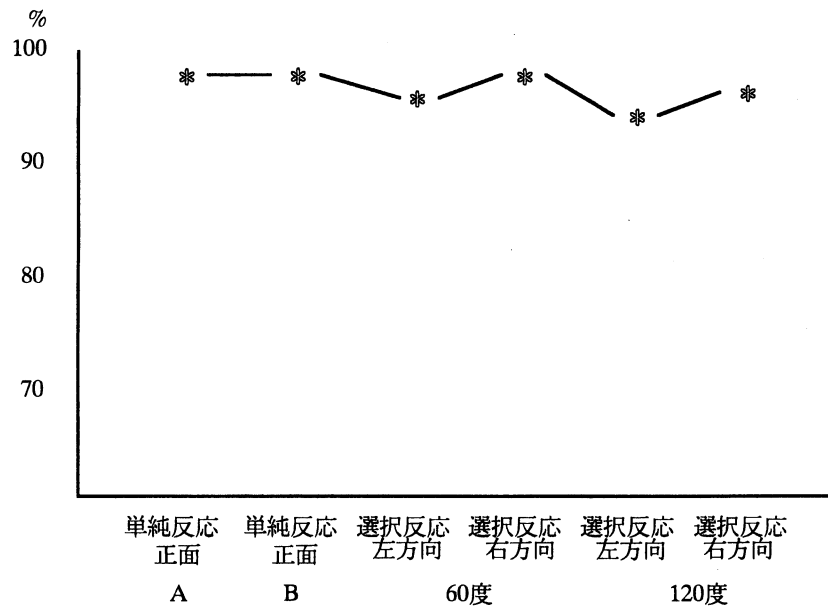


図4 光刺激呈示条件別に見たパスエラーの出現率

IV. 考 察

1. 光刺激呈示条件間で見えたパス反応時間について

結果で明らかになったように2要因分散分析の結果、光刺激呈示条件に主効果が認められたため水準間で有意差検定を行った結果、単純反応A、B間や単純反応A、Bと60度及び120度選択反応間、更に60度と120度の選択反応間においてそれぞれ1%の危険率で有意差が認められた。

一般に、実際場面におけるパス反応や今回のような実験条件の下でのパス反応はそれぞれの環境下における刺激(情報)を主に視覚を介して受容し、その刺激を大脳皮質の知覚領で分析、解釈しながら、それに基づいた適切な反応パターンの選別や反応プログラミングを行い、そして、最終的に課題に即した反応を決定した後、実行指令を筋反応系に伝えて反応を生起させることになる。従ってパス反応は感覚系、知覚系及び運動系が深く関与し、また、パス反応過程を時系列的に眺めれば反応開始時間(動作開始時間)、これは刺激を受容し、その刺激を分析、解釈しながら反応パターンの選別や反応プログラミングを行って反応のための実行指令を筋反応系へ伝達する迄に要する時間や筋収縮時間、これは実行指令を受けた筋肉が収縮し、外面的な行動形態を生じさせる迄に要する時間等から構成される。また、本実験はパス反応という課題、つまり、4mの距離に設置された反応板にボールを命中させるということが課題であったため、ボールの飛翔時間が反応時間の一部に包含されることになる。従って、これらの事柄は考察を進めていくための大きな前提になる。

単純反応A、B間や単純反応A、Bと60度及び120度選択反応間、更に、60度と120度の選択反応間において有意差が認められたことに対する基本的な要因として考えられるものに「刺激の量」と「刺激の位置～2つの刺激間の距離」があり、主にこの両者が前述した感覚系や知覚系、更に、運動系等の機能に対して何らかの規定性を持つことになる。単純反応A、Bは前者が一方向(正面)単一光刺激(赤色ランプ)に対する反応で、後者は一方向(正面)三光刺激(赤、青、黄色ランプ)の中から指定された赤色ランプのみに対する反応であり、前者における反応時間が有意に早かった。これは両者共に刺激の位置は同じであるが前者においては刺激量が単一であったことから刺激を認知(意識)した瞬間に反応するという、刺激と反応とが無条件にリンクし、一方、後者においてはランダムに呈示された三つの刺激の中から指定された刺激を弁別し、その刺激に対してのみ反応することが要求され、従って、後者における反応の遅延は刺激に対する識別(分析)や弁別に要する時間が結果に影響を及ぼしたものと推察される。また前者の場合、刺激と反応に対する注意の集中は刺激と反応行動(パス反応)に対して殆んど同じ水準で強化されるのに比較し、後者における注意の集中性はまず刺激に方向づけられ、その後、反応行動へと移行していくものと考えられる。このような刺激と反応行動に対する注意集中の断層も反応遅延の大きな要因であると考えられる。本研究者は一連の研究の中で¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾「刺激量」の差異による反応遅延現象を明らかにし、その原因として反応開始時間(動作開始時間)、即ち、中枢における刺激の弁別や判断の遅れを指摘している。この結果からも刺激量の多寡は反応に対して大きく影響を及ぼすことが理解できる。

次に、単純反応A、Bと60度、120度の選択反応との間において有意に前者における反応時間が早かった。後者における実験状況は二つの刺激発生装置が被験者と装置を結ぶ直線の交点が60度と120度、そして被験者と装置迄の距離が4 mの位置に設置され、このような状況の下で、左右いずれかの刺激発生装置から呈示される三光刺激の中から、指定された赤色ランプに対してのみ反応するということが条件づけられた。従って、刺激の呈示位置という観点から両者を比較すると単純反応A、Bにおいては、刺激呈示位置は1箇所且つ正面に位置し、一方、60度、120度選択反応においては左右2箇所に位置している。即ち、反応の前提となる刺激の受容は一方向及び2方向からのもので、刺激数(2方向)の増加が本研究結果に大きく影響したものと考えられる。即ち、60度、120度選択反応においては、まずいずれの発生装置から刺激が呈示されたか認知し、その後、反応に要求される赤色ランプの分析、識別そして、意志決定という単純反応には見られない知覚過程における作用が増幅され、このことが60度、120度選択反応における反応時間の遅延に影響を及ぼしたものと推察される。浅見¹⁾や須見⁹⁾及び本研究者¹⁴⁾等が視野角度(刺激数2つの左右位置関係)と反応時間との関連について検討した結果、それぞれ反応時間は視野角度が増加するに従い遅延傾向を示す。という結果を報告しているが、これらは本研究結果と類似したものであった。また、反応に対して多大な影響を及ぼすと考えられる注意の集中性においても、既に述べた単純反応A、Bにおける注意の集中度に比較して、60度、120度選択反応におけるそれは、まず、刺激が呈示される方向や刺激の種類に方向づけられ、その後、刺激の認知や分析が行われた後、筋反応系へ注意が転換されるというように知覚系と運動系との間に注意集中の断層の存在が考えられ、このことが反応時間の遅延の一つの要因になるものと推察される。従って、60度、120度の選択反応においては知覚過程における外乱要因(刺激の方向と刺激の種類、量)の増加が反応時間の遅延要因と考えられる。

更に、筋反応系から単純反応A、Bと60度、120度選択反応における反応時間の差違について眺めると、前者におけるパス反応は被験者の正面に設置された反応板への試投であるということから動作としては手足を随伴させながら前部の反応板へストレートにボールを試投するという運動過程を辿る。一方、後者におけるパス反応は被験者の左右に設置された反応板への試投であるということから動作としては手足を随伴させながら左右いずれかの反応板へ幾分身体を捻りながら両手又は片手で試投するという運動過程を取ることになり、この動作上の差異、特に後者における反応板への身体の捻りに要する時間が反応時間の遅延の要因になったのではないかと推察される。実際場面におけるパス反応は前後左右様々な方向へのパスが想定されるので、いずれの方向にも素早く対応できる能力を高めることが重要であろう。

また、60度選択反応と120度選択反応の間においては有意に前者における反応時間が早かった。両者の実験状況は既に述べたように、左右2箇所に設置された刺激呈示装置の位置が、前者においては両刺激呈示装置と被験者を結ぶ直線の交点のなす角度が60度で、後者におけるそれは120度であり、他の実験状況や条件は両者全く同様であった。以上のような状況の中で認められた有意な反応

時間の差は直線の交点がなす角度の違い、即ち、両刺激装置の位置（視野）の広がりによるものと推察される。ところで、研究者によって研究結果は異なるが、視野と反応時間との関連を追及した報告によると、須見⁹⁾は視野30度以上、本研究¹⁴⁾は90度以上、浅見¹⁾は100度以上において反応時間は遅延傾向を示すということを明らかにしている。このように視野の範囲に差はあっても両刺激呈示位置（視野）の拡大は反応時間の遅延に大きく影響するものと考えられる。このことは、両刺激呈示位置（視野）の拡大によって、刺激の網膜上に投影されるのに要する時間やその刺激が視神経を通過して視覚領に伝達され、そこで分析、解釈するために要する時間が長くなること等が背景要因として考えられる。次に、60度、120度それぞれの選択反応における左方向と右方向に対する反応時間を比較してみると有意差は認められなかったが左方向に対する反応時間が短くなる傾向を示した。これは、筋反応系レベルの問題、つまり、左方向への試投は右手が大きく関与し、一方、右方向への試投は左手が大きく関与することになるが、今回の実験では被験者全員が右手が利手であったことから、利手である右手が関与する左方向への反応に対して優利に働き、それが反応時間の短縮に影響を及ぼしたのではないかと推察される。

2. 光刺激呈示条件別に見たパスの正確性とパスエラーの出現率について

パスの正確性は光刺激呈示条件の差異に拘らず、全ての条件下で95～98%の命中精度で非常に高いものであった。パス反応の正確性は筋反応系の活動水準に依拠するところが大きいものと考えられる。特に、パス反応に必要な協同筋群の調節された活動、つまり、筋収縮時における *grading*, *spacing*, *timing* 等は極めて重要である。ところで、本研究の被験者は全員がバスケットボールの経験者でパス反応に要求される調節された筋活動が十分に発揮できる集団であり、このことが本研究結果に影響したものと考えられる。また、被験者と反応板間の距離が4 mであったことや正確性を評価するために反応板に描かれたターゲットの大きさが50cmと100cmであったことから、結果的にパス反応の難易度を低めることになり、このことも本研究結果に影響を及ぼした要因ではないかと推察される。一方、パスエラー（誤反応：指定ランプに対する無反応：指定ランプ以外の刺激に対する反応等）の出現率は一方向一刺激（単純反応A）において0%、一方向三光刺激（単純反応B）で8%、60度の選択反応では12～15%、そして120度の選択反応においては25～45%であった。以上の結果から明らかなように両刺激呈示位置（視野）が広がるに従い誤反応が多く出現するようになるが、このことは両刺激呈示位置（視野）が広がるにつれて刺激（色）の識別が困難になり、その結果、誤った判断（不確実な識別のもとでの意思決定の強化の減衰）のもとでの反応が増幅されることになりこのような結果を招いたものと考えられる。従って、視野の増大に伴う誤反応の増加は基本的には感覚系（視覚）の光刺激に対する感受性とその刺激に対する視覚領での分析力及び意志決定が大きく影響しているものと推察される。前述したようにパスの正確性には視野に影響を受けないが誤反応は明らかに視野の影響を受ける。このことは、一旦、反応のための実行指令が筋肉に伝達され運動系が発動した後の反応は正確に行われるということを指唆し、反応時における誤ち

や不適切な反応は反応の意志決定がなされる迄の過程, 即ち知覚過程に存在するものと推察される。従って, 合目的で正しいパス反応を展開するためには, この段階におけるエラーをできるだけ低く押さえることが重要である。

V. 結 論

本研究は光刺激の呈示条件, 即ち, 単一及び選択的刺激呈示の仕方や光刺激呈示位置の差異がパスの反応時間に対してどのような影響を及ぼすか明らかにするものであった。その結果, 次のようなことが明らかになった。

- 1). 繰り返しのある処理×被験者 (6×10) の2要因分散分析の結果, 刺激呈示条件に主効果が認められ, 水準間で有意差検定を行った結果, 単純反応A, B間; 単純反応A, Bと60度, 120度選択反応間及び60度と120度との選択反応間においてそれぞれ1%の危険率で有意差が認められた。また, パス反応時間の平均値はそれぞれ1.005, 1.075, 1.233, 1.271, 1.361, 及び1.397秒であった。
- 2). 60度, 120度選択反応における左右方向別反応時間は有意差は認められなかったが左方向への反応時間において早くなる傾向を示した。
- 3). 単純反応A, B; 60度, 120度選択反応においてパスの正確性を示すターゲットへの命中率は95~98%の範囲で極めて高い正確性を示した。一方, パス反応時におけるエラーの出現率は単純反応A, Bで低く, 60度, 120度選択反応において高くなる。後者における出現率は12~15%と25~45%の範囲であった。

参 考 文 献

- 1) 浅見高明他: 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, 筑波大学体育科系紀要7, 1984, Pp149~62.
- 2) 新井節男他: ベースボールスキルにはたらく視覚系の検討. 関西学院大学保健体育学研究V1, 論教第50号, 1981, Pp1~8.
- 3) 岩田敦他: 選択反応刺激による反応動作の分析的研究. 体育学研究, Vol.9, No.1, 1965, p155
- 4) 岩見恒典他: 動体視反応時間に関する研究I. 体育学研究, Vol.11, No5, 1967, P73.
- 5) _____: 動体視反応時間に関する研究II. 体育学研究, Vol.12, No5, 1968, P154.
- 6) _____: 動体視反応時間に関する研究III. 体育学研究, Vol.13, No5, 1969, P89.
- 7) 遠藤辰雄: 反時時間に関する一考察. 体育学研究, Vol.12, No5, 1968, P154.
- 8) 古村 溝: 球技における注視点に関する研究. 東京学芸大学附属竹早中学校紀要, 1984. Pp59~70.
- 9) 須見芳紀他: 周辺視の反応時間について. 北海道大学研究紀要(第2部C). 第23巻2号. 1972.
- 10) 中川 昭: 大学ラグビープレイヤーの視機能. 体育の科学, Vol.31-6, 1981, Pp426~29.
- 11) 中村昭子: 反応時間に関する研究. 体育学研究, Vol.14, No.5, 1970, P76.
- 12) 藤島仁兵: 光・音刺激に対する全身反応時間の測定. 鹿児島大学教育学部紀要, 第22巻, 1971.
- 13) _____: 全身反応時間に関する研究, 九州体育学会抄録, 第3巻, 3号, 1976.

- 14) _____：視野と刺激の条件がパス反応時に及ぼす影響について，鹿児島大学教育学部研究紀要，第40巻，1988. Pp65-83.
- 15) H. T. A, Whiting 加藤橘夫訳：ボールスキル・ベースボールマガジン社，1973, Pp23~24.
- 16) 松井三雄：スポーツ科学における反応時間の研究. 桜門体育学研究，第3集，1967. P1~10.
- 17) 水田拓道他：選択反応時の注視点の研究. —バスケットボールのチェストパスによる—体育学研究，Vol.13, No. 5, 1969,
- 18) _____：選択反応時の注視点の研究. —バスケットボールのフィールドチャンスにおける—体育学研究，Vol.15, No. 5, 1971,
- 19) 山岡誠一他：刺激の強度と高低に対する反応時間の研究. 体育学研究，Vol.14, No. 5, 1970
- 20) 吉田清司他：スポーツにおける視覚的能力に関する研究(2). 専修大学体育研究紀要20：13-24, 1996.