

—資 料—

追従課題におけるパフォーマンスと 遂行中の眼球運動について

The relationship between performance and eye
movements while pursuing tracking task

山 本 裕 二*

Yuji YAMAMOTO *

This study examined the relationship between performance and associated eye movements during pursuing tracking task. Seven undergraduate female students were performed this task for 6 trials. Their eye movements were recorded using optical eye movement monitor.

Analysis of performance results four seventh subjects showed improvement throughout all the trials. The number of eye movements for these subjects increased between 2nd and 5th trial and decreased at last trial.

On the other hand, performance of other subjects maintained high level, and the number of eye movements was stable across the trials.

目 的

一般にパフォーマンスというと身体の動きだけ、あるいは動いたために生じた結果だけを問題にする場合が多いように思われる。しかしながら、そこには、認知が必ず関与しているのである。これは、パフォーマンスを作業の遂行に必要な行動という観点から分類した Gagné³⁾ や Posner⁹⁾, Sternberg¹¹⁾ などのモデルにおいても提言されていることである。そして、発達の観点から認知系とパフォーマンス系の関連を見ていった場合には、パフォーマンス系あるいは動作系の発達に基づいて認知系が形成されるとするのが一般的である(例えば、Piaget⁸⁾ : Luria⁵⁾ など)。

知覚—運動学習においても同様に認知系とパフォーマンス系の獲得が問題となってくる。Adames¹⁾ の Closed-Loop Theory にしても、Schmidt¹⁰⁾ の Schema Theory にしても認知系のシステムがその

モデルには組み込まれている。梅本¹²⁾ の分類に従うならば、Closed-Loop Theory では特に知覚的認知系を問題とし、Schema Theory では表象的認知系を問題としていると考えることができるであろう。しかしながら、これらの運動学習理論を検証するための多くの研究において、学習における認知系の変容を取り上げたものは見当たらないのが現状である。

しかしながら、例えば、Loftus⁴⁾ のように図形の再認課題におけるパフォーマンスとの関連で、注視点のパターンがその予測要因として十分であるとする報告や、Balota ら²⁾ による報告のように読みのパフォーマンスと注視点の移動パターンに関連がみられることなどから、パフォーマンス系と認知系とが密接な相互関係にありながら変容するのであることは十分予測できる。

そこで本研究では、両手による追従が要求される知覚—運動課題における認知系とパフォーマンス

*名古屋大学総合保健体育科学センター

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

ス系の変容について検討を加えることを目的とした。認知系にもパフォーマンスが遂行されている状況と遂行している結果をたえず認知してパフォーマンスをコントロールしている知覚的認知系と、過去に形成された構造化されている認知体制の適切な部分を活性化させて行動をコントロールする表象的認知系があると考えられるが、本研究では、前者の知覚的認知系について取り上げるものとした。具体的には、追従課題遂行中の眼球運動の移動回数とパフォーマンスとの関連について検討を加えていくものとした。

方 法

1) 被験者

大学生女子7名を被験者とした。

2) 実験装置及び課題

学習課題として用いたのは、処置判断検査器

(竹井機器製)である。これは、1周35秒で回転する直径30cmの円盤にかかれた16個の刺激に対して、ハンドル先の付いているスタイラスが刺激の上・前方・周辺に触れないように操作することが要求される課題で、一種の追従課題である。一般に処置判断検査器において測定する際には、6周(3分30秒)を1試行として3試行行うのであるが、本実験では、2周(70秒)を1試行とし、6試行行った。従って、刺激総数は2周で64個になる。また試行間隔は1分とした。これは、課題への集中を維持させるためであり、一般には、注意力の持続を見るため実施時間が長く設定されている。

また、眼球運動は垂直方向と水平方向の眼球運動がアナログ電圧として得られるメガネ式の眼球運動モニター装置(竹井機器製)を用い、A/Dコンバーターを介して、パーソナルコンピュータ

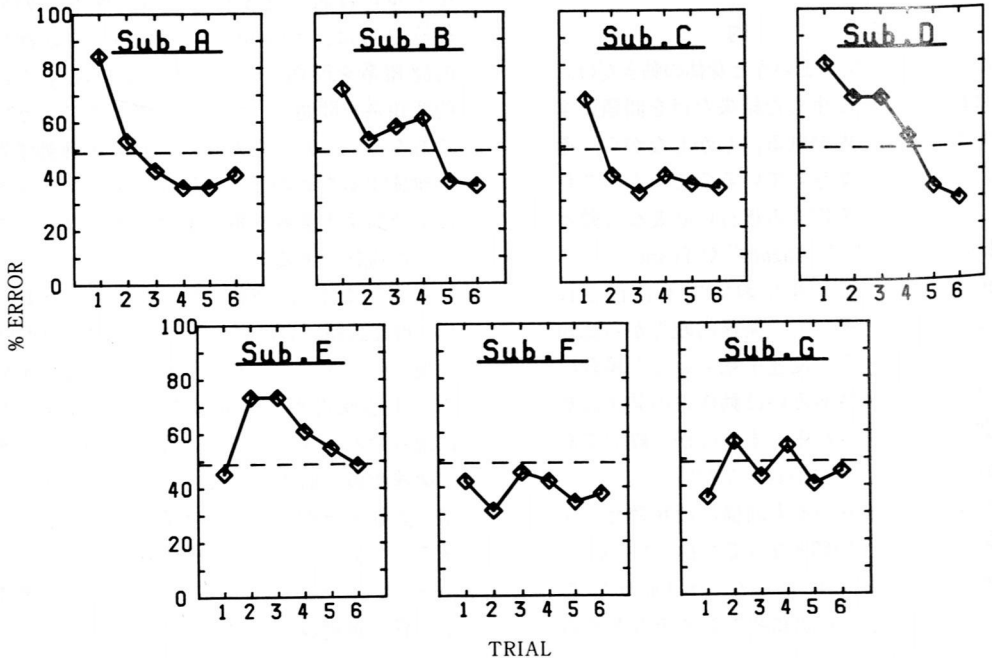


Fig. 1. % Error of performance on each trial of all subjects.

ーに取り込み、ハードディスクに記録した。

3) 手続き

実験室に入室した被験者は、実験課題の説明を受けた後、あご当て台にあごを乗せ、頭部の動きを制限し、眼球運動モニターのメガネ式の光学検出部を装着され、キャリブレーションが行われた。キャリブレーションのサンプリングタイムは10msecで、左右上下の4点をサンプリングした。このキャリブレーションは第1試行の前と第6試行の後で行われた。その後6試行の本実験に入った。その際の眼球運動は10msecごとに、サンプリングした。またパフォーマンスは1試行におけるエラー数を左右について記録した。

4) 分析方法

パフォーマンス系については、各試行におけるエラー数を刺激総数で割ったものを%エラーとし

て求めた。

認知系の指標としては、各試行における眼球運動について、左右方向だけのデータを抽出し、キャリブレーションより得られた中心線を基準にして左右への移動回数を各被験者ごとに求めた。すなわち中心より左に注視点があった時点から右へ注視点が移動した場合を1回とし、逆に右から左へ移動した場合にも1回として、中心線を越える回数をカウントし、眼球運動の移動回数とし、認知系の指標とした。

結果及び考察

1) パフォーマンスの変容について

パフォーマンスの指標とした%エラーを各被験者ごとに示したのがFig. 1である。

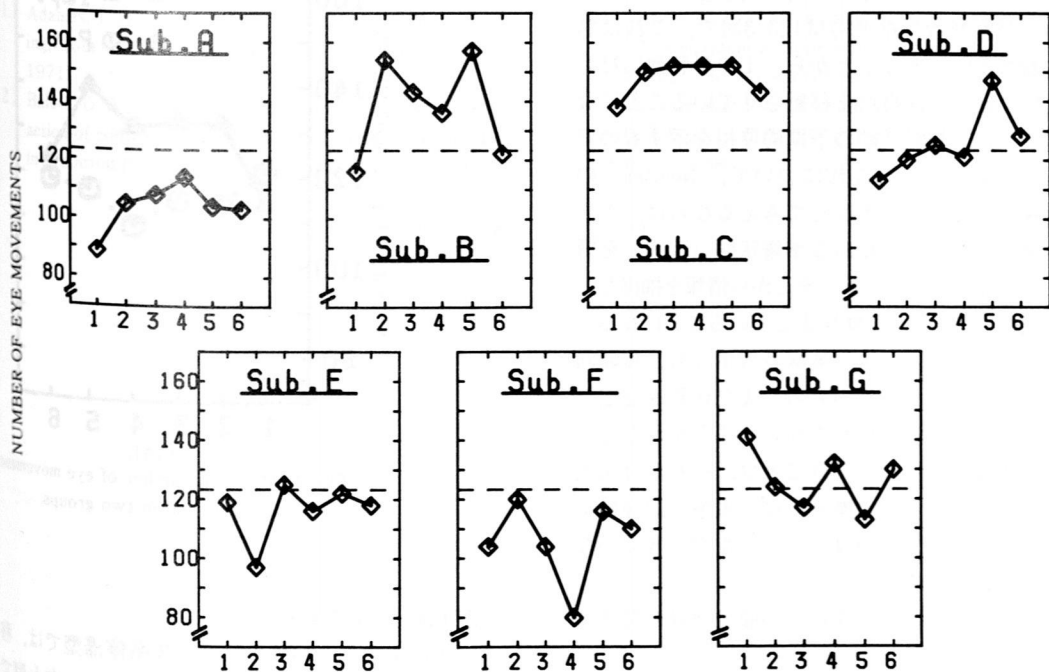


Fig. 2. Number of eye movements on each trial of all subjects.

この結果、%エラーが30%程度のところで ceiling effect が見られるようであった。これは、この課題自体が注意力の持続を見ることを目的として作成されているため、ある程度はエラーが生じるようになっていたためであると考えられる。

Fig. 1 から見ると、被験者 A・B・C・D は、第1試行と第6試行を比較してみるとかなりの向上が見られるようである。逆に被験者 E・F・G の3名は第1試行も第6試行もほとんど変化がみられないようである。従って、initial level が高い、すなわち最初からエラー数が少ない者にとっては、パフォーマンス系の向上は困難であったものと考えられた。

これらの結果から、被験者 A・B・C・D の4名をパフォーマンス系向上型とし、残り E・F・G の3名をパフォーマンス系停滞型とした。

2) 遂行中の眼球運動について

各被験者の各試行における眼球運動の移動回数を図示したものが Fig. 2 である。

全体としてみた場合、7名の被験者の6試行の左右の移動回数の総平均は123.3回で、これは刺激の総数が64であることから、1つの刺激に対して、約2回づつ注視点を移動させていることになる。これは、知覚活動の予期的位相を示すものであると考えられる。これについて、Neisser⁷⁾の知覚循環のモデルを援用して考えるならば、1つの刺激に対して、一般的な準備状態(図式)を構成し、まず1度探索する。そこから情報を抽出し、元の図式を修正し、再度探索していることになる。

しかしながら、7名の被験者の中でも、移動回数の少ないものや、多いもの、また比較的安定しているものや不安定なものがあることがわかる。ここで不安定であるということは、それだけ図式が不安定である、言い換えれば、表象的認知によるパフォーマンス系のコントロールができていないといえるであろう。

3) パフォーマンスと遂行中の眼球運動の関連について

パフォーマンス系のエラーの分析から、パフォーマンス向上型とパフォーマンス系停滞型に分けて、%エラーと眼球運動の移動回数を図示したの

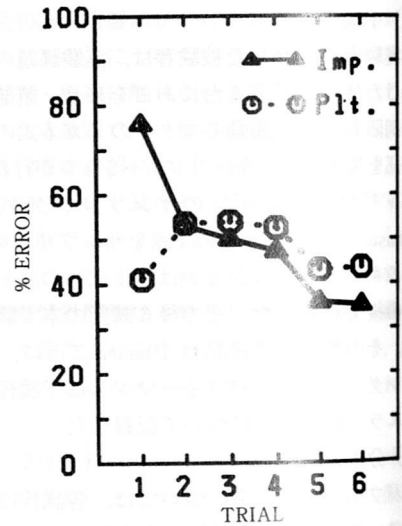


Fig. 3. Means of % error of performance on each trial in two groups.

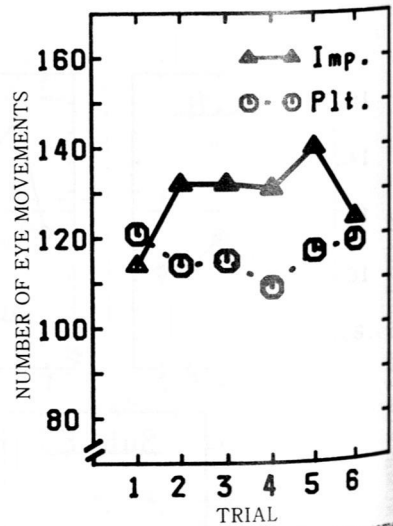


Fig. 4. Means of number of eye movements on each trial in two groups.

が Fig. 3・4 である。

この図より、パフォーマンス系停滞型では、移動回数が比較的安定しているのに比べ、向上型では、第2～5試行にかけて移動回数の増加が認められる。これは、向上型の被験者が予期的位相に

おける図式が不十分なため図式の修正を余儀なくされるため、移動回数が増加したものと考えられた。換言すれば、従来の表象的認知系によるパフォーマンス系のコントロールではうまくいかないため、知覚的認知系を動員した結果と考えられる。

つまり、眼球運動の移動回数とパフォーマンス系のエラーとの間に何等かの関係がありそうだとすることである。しかしながら、今回の分析では各試行におけるエラーの合計及び移動回数のみを問題としているため、知覚的認知系とパフォーマンス系の学習による変容について直接論議を進めていくことはできない。今後は、パフォーマンス系のエラーについても Moore らの⁶⁾のように、生理・バイオメカニクスの面からも分析し、かつ認知系と同期させて分析可能な時系列データの収集が望まれる。こうしたことによって、認知系とパフォーマンス系の学習による変容の違いが明らかになるものと期待される。

参 考 文 献

- 1) Adames, J. A., "A closed-loop theory of motor learning," *Journal of Motor Behavior*, 3-2 : 111-148, 1971.
- 2) Balota, D. A., Pollatsek, A., and Rayner, K., "The interaction of contextual constraints and parafoveal visual information in reading," *Cognitive Psychology*, 17-3 : 364-390, 1985.
- 3) Gagné, R. M., *The conditions of learning and theory of instruction*, 4th ed., Holt, Rinehart & Winston, 1977. pp47-49.
- 4) Loftus, G. R., "Eye fixations and recognition memory for pictures," *Cognitive Psychology*, 3-4 : 525-551, 1972.
- 5) Luria, A. R., *Metriari K kursu lektii*, 1975. (天野清訳, 現代の心理学, 文一総合出版, 1980)
- 6) Moore, S. P., Marteniuk, R. G., "Kinematic and electromyographic changes that occur as a function of learning a time-constrained aiming task," *Journal of Motor Behavior*, 18-4 : 397-426, 1986.
- 7) Neisser, U., *Cognition and reality*, W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1976. (古橋 敬・村瀬 旻訳, 認知の構図, サイエンス社, 1978.)
- 8) Piaget, J., *La psychologie de l'enfant*, 1966. (波多野完治・須賀哲也・周郷 博訳, 新しい児童心理学, 白水社, 1969)
- 9) Posner, M. I., "Information reduction in the analysis of sequential tasks," *Psychological Review*, 71 : 491-504, 1964.
- 10) Schmidt, R. A. "A schema theory of discrete motor skill learning," *Psychological Review*, 82-4 : 225-260, 1975.
- 11) Sternberg, R. J., *Mechanism of cognitive development : A componential approach*, In Sternberg, R. J. (Ed.), *Mechanisms of cognitive development*, W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1984. pp166-168.
- 12) 梅本 堯夫, 「認知とパフォーマンス」, 東京大学出版会, 1987. pp55-56.

(昭和63年1月22日受付)

1964-1965 ... The purpose of this study was to determine the effect of ...

Results ... The results of the study showed that ...

十分なため ... 結果として ...

結論 ... 以上より ...

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0