

## 記憶システムへの負荷が眼球運動の 諸測度にあたえる影響

織 田 潤 里

### 問 題

ある2つの行動、あるいはある行動の2側面のパフォーマンスに TRADE-OFF という現象がみられることがあることは、周知のことである。

この代表的なものとして SPEED-ACCURACY TRADE-OFF が挙げられる。これはある行動の時間的な効率を上げようとする、その正確さが失われ、逆に正確さを増そうとすれば、時間的な効率が低下するというものである。これは日常的にもわれわれによく知られている現象である。

歴史的に様々な説明がこれらの現象に付与されてきたが、近年ワーキングメモリーという概念が、これらの現象を説明するものとみなされてきた。このワーキングメモリーは短期記憶などの単なる記憶装置としてのメモリーに加えて動的な概念、すなわち演算装置としての役割をも担うものである (Baddley & Hitch, 1974)。

ある一定の条件下では記憶量に限界があり、一時的に保持できる記憶は人間の記憶総量からみれば極端に小さいという事実は、短期記憶という特異的な記憶の場を我々に想定させてきた。この短期記憶も現在ではさらに細分された概念にとって代わられているが、この暫時的な記憶の容量は、そこで与えられた課題の難易度によって増減することが、言語把握課題を用いた実験などで確かめられており (Daneman & Carpenter, 1980)、ワーキングメモリーという概念の有効性を裏付けている。

このワーキングメモリーという概念を取り入れるならば、処理資源を共有するような2つのシステムであれば、それが演算的な処理を行うシステムであろうと記憶的な処理を行うシステムであろうと TRADE-OFF が起こりうるということが想定できる。

ではどのシステムが処理資源を共有するのかという議論に踏み込むと、“処理資源とはなにか？”という問いに我々が明確な答を与えられない以上、不明瞭な推測を重ねる以上の成果は期待できない。

筆者はこの“処理資源”と呼ばれる何ものかが、現在の神経生理学的背景から想定されているよりもかなり広範に共有されているのではないかという仮定から一連の実験的研究を行ってきた。

その結果、眼球運動、特にサッケードにおけるいくつかの測度（速度、正確さなど）が記憶などの比較的高次の情報処理過程での負荷に影響を受けているという可能性を示唆するに至った。つまり、記憶システムでの負荷を大きくすると眼球運動のパフォーマンスが低下し、逆に小さくすれば向上するといった現象が存在する可能性があるということである。

サッカーは眼球運動のなかでも比較的高速なもので、弾道的 (balistic) であることや、サッカーディックサプレッションなどのような不随意的制約が生じることが知られており、その制御系のシステムは比較的低位、つまり機械的で自動的なものと考えられてきた。

このサッカー運動の制御系と記憶システムの間にある種の TRADE-OFF が存在するとすれば前述の処理資源の共有の広範さを裏付ける証拠のひとつとなるであろう。

これまでの研究 (織田, 1993, 1994) で数字などの言語的な記憶の負荷が眼球運動に与える影響を検討してきたが、本研究では空間的な記憶が眼球運動の諸測度に影響を与えるかどうかを検討することによって、このような資源の共有の一般性を考察した。ここではマトリクス上に提示された点の位置の記憶が、眼球運動の諸測度に影響を与えるかどうかを検討した。

## 実 験

### 《 目 的 》

マトリクス上に提示された点の位置の記憶が眼球運動の速度および正確さに影響を与えるかどうかを検討した。

### 《 方 法 》

被験者：

視覚健常な大学生 5 名

装置および手続き：

被験者は暗室で CRT ディスプレイの前に坐り、頭部を顎台で固定された。観察距離は 60 cm であった。被験者は右眼で観察をおこなった。

まず CRT ディスプレイ上の画面中央に  $5 \times 5$  のマトリクスが提示され、2 個あるいは 6 個の小円がそのマトリクス上のランダムな位置に提示された。

被験者はその小円の位置を記憶した。

次に、警告音の 1 秒後に画面中央に凝視点が提示され、さらにその 1 秒後に、凝視点から水平方向視角  $10^\circ$  あるいは  $15^\circ$  の位置にターゲット刺激が提示された。ターゲット刺激は  $16 \times 16$  のランダムドット (視角約  $0.1^\circ$ ) で提示時間は 1 フレーム (約 17ms) から 1 フレーム刻みで 10 フレームまでのいずれかであった。

ターゲット刺激提示の 1 秒後に画面下方にターゲット刺激を含む 5 個のランダムドットが提示され、被験者はその各々の下に提示された 0 ~ 4 の数字で、ターゲット刺激が何番であるかを口頭で報告した (Fig.1)。

その後被験者は手元の用紙に記憶したマトリクス上の小円の位置を記入した。

これを 1 試行とし、マトリクス上の小円が 2 個の場合と 6 個の場合 (以降、両者をそれぞれ低負荷条件、高負荷条件と呼ぶ)、ターゲット刺激の出現位置が凝視点から  $10^\circ$  の場合と  $15^\circ$  の場合、提示時間が 1 フレームから 10 フレームの場合の組み合わせで  $2 \times 2 \times 10$  のそれぞれにつき 2 回、計 80 試行をランダムな順序でおこなった。

マトリクス上の小円の位置、およびターゲット刺激を含む 5 個のランダムドット図形の形状は 1 試行毎にランダムにされた。

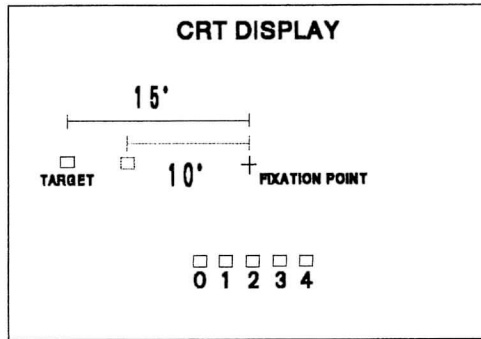


Fig. 1 刺激配置図

図中の□は16×16dotのランダム・ドットを表す  
画面下の標準刺激はダーケート消失後に掲示される

#### 結果の分析：

低負荷条件と高負荷条件、ターゲット刺激の出現位置が凝視点から10°の場合と15°の場合の組み合わせで4条件を設けたが、そのそれぞれがターゲット刺激の提示時間を1フレームから10フレームまで変化させた10試行×2回を含んでいた。1系列の10試行の中でターゲット刺激の同定課題に正解している最小のフレーム数を、その条件におけるターゲット刺激の認知に必要な時間とした。

各条件で刺激の同定自体の時間に大きな変化が無いことを仮定すれば眼球運動の持続時間は、目標までのサッケードに要した時間と修正サッケードに要した時間の和と考えられる。したがってこの時間は、同じ距離に対する眼球運動によるものであれば、サッケードの速度あるいは修正サッケードの大きさの関数とも考えられる。本研究では、これを眼球運動制御システムのパフォーマンスの指標としてもちいた。マトリクス上の小円の位置の再生率は本研究では考慮しなかった。

#### 《 結 果 》

低負荷条件と高負荷条件、ターゲット刺激の出現位置が凝視点から10°の場合と15°の場合について2要因2水準の分散分析をおこなったところ、いずれの要因についても主効果はみられなかった (Fig.2)。

#### 考 察

平均値でみると、ターゲットまでの距離が視角10°のとき低負荷条件よりも、高負荷条件の方が小さい平均値を示している。これは統計的に有意ではないが、もしこれが一般的な傾向であれば、日常的な感覚と相反する結果であろう。しかし被験者に内省報告を求めたところ「(マトリクス上の小円の数) 2個のほうが忘れやすい」という報告が複数あった。つまり、見かけの情報量としては記憶する点が2個より6個の方が多いと考えられるが、我々の空間内へのマッピングのストラテジーの効率などの条件から、より少ない点の記憶に大きな負荷がかかる可能性が考えられるということである。

実験条件自体は差がみられなかったが、ここから考えられることは、実際に空間的な記憶

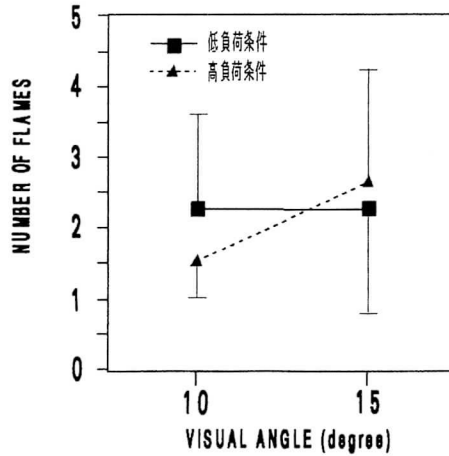


Fig.2 各条件でのターゲットを同定できた最少年のフレーム数

の負荷の量は眼球運動の速度に影響を与えないということ、または影響が非常に小さいために実験条件の誤差にその差異が吸収されてしまったということである。

本研究では、凝視点から離れた位置に提示されるターゲット刺激の同定に必要な時間から眼球運動の速度の関数をえようとしたが、ディスプレイの機能的な限界で17ms以下の提示時間の設定が不可能であった点、あるいはターゲット刺激提示直前に凝視点を注視している確証が得られない点など方法論的な問題も有している。

しかし、凝視点の注視は時間的な調整あるいは凝視点自体に意味を持たせる等の対策が考えられるし、提示時間の調整についてはAVタキストなどを提示装置として用いるなどの対策が考えられる。これらの対策を実現すればより具体的な議論が可能になるであろう。

従来の角膜反射法などの方法にも測定誤差など多数の問題点が指摘されており、本研究の方法と併用することによってより多様かつ厳密な研究が期待できるであろう。

## REFERENCES

- Baddley, A. D., & Hich, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *Cognition and the development of language*, New York: Wiley
- Daneman, M. & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- P. H. リンゼイ, D.A. ノーマン (中溝幸男, 箱田裕司, 近藤倫明 共訳)「情報処理心理学入門 I」, サイエンス社
- 織田潤里, 松永勝也 (1994), 眼球運動と認知過程 (3), 九州心理学会第55回大会発表論文集, p.25, 九州心理学会
- 織田潤里, 松永勝也 (1993), 眼球運動と認知過程 (2), 九州心理学会第54回大会発表論文集, p.65, 九州心理学会