イメージの同時的操作性に関する実験的研究¹

——mental rotation の場合について——

西南学院大学 菱 谷 晋 介²

An experimental study on the parallel operation of image : A case of mental rotation

Shinsuke Hishitani (*Faculty of Literature, Seinan Gakuin University, Sawara-ku, Fukuoka 814*)

The parallel operation of images using mental rotation task was examined from the following two points of view : (1) Whether or not a pair of letter images could be mentally rotated in parallel (Exp. 1), and (2) Whether or not an image pattern composed of two letters could become an object of a single mental rotation (Exp. 2). Exp. 1 showed that two images were serially rotated in group S which was slower in rotation of two letter images, while they were rotated in parallel in group F which was faster (Fig. 4). This result was interpreted as a trade-off between the correctness and the speed of response. Exp. 2 showed that the velocity of mental rotation was the same for two-letters image as for one-letter image in both groups, S and F (Fig. 5). This result indicated that the image pattern of two-letters could be an object of a single rotation, and suggested that image processing would include an image register in which multiple images are stored in parallel.

Key words : image processing, parallel operation of images, mental rotation, image registers, letter-images.

イメージとしての入力情報の保持という比較的静的な処理のレベルでは、同時的な処理が行なわれていることが多くの研究によって示されており、例えばアルファベット (Weber & Harnish, 1974) の場合には、イメージとして同時に保持できる項目数、すなわち同時イメージ容量 (simultaneous imagery capacity) は、数項目であることが明らかにされている。それでは、イメージについての心的操作というより動的な処理のレベルでも、その処理は同時的に行なわれているのであろうか。筆者の知る限りでは、このような問題意識の下に行なわれた研究は僅かである。しかも、処理の同時性を肯定する結果と否定する結果が報告されており、未だ明確な結論は得られていない。

例えば Seamon (1972) は、Sternberg タイプの項目

¹ 本研究は、一部、昭和 55 年度科学研究費 (奨励研究 A, 課題番号 571043) の補助によって行なわれた。

² 本論文をまとめるに際して有益な示唆をいただいた、九州大学山内光哉教授、丸野俊一助教授に感謝します。

³ 例えば、ゴリラ、ピッケルという項目を、“ゴリラがピッケルを持っている” 光景として、イメージすること。

再認課題 (e. g. Sternberg, 1966) を用い、記銘セットの統合イメージ化³を行なった場合の、記憶検索時間について検討を加えている。その結果、記銘セットサイズが変化しても検索時間が変わらないことから、記銘セット要素と標的項目の照合は同時的に行なわれると結論づけている。

ところが、Seamon (1972) とほとんど同じ材料を用いて追試を行なった Rothstein & Atkinson (1975) の研究では、記銘セットをたとえ統合イメージ化していても、検索時間はセットサイズと共に直線的に増加するという結果が得られている。彼らは、この結果は照合が継続的に行なわれていることを示すものであり、Seamon (1972) の結果は、何等かの artifact によって得られたものであろうと指摘している。

一方、菱谷 (1980) は、このように結果が不安定なのは、上記 2 実験ではイメージの同時的処理性を規定する重要な要因である統合イメージの心像価が、異なる記銘セットサイズ間で等しくなるようにコントロールされていないためではないかと考え、この点を考慮した実験を行なっている。しかし得られた結果は、Rothstein & Atkinson (1975) と同様なものであった。

これらの結果を総合すると、標的項目と記銘セット要

素の照合というイメージの操作は、継時的に行なわれている可能性のほうが高いのではないかと考えられる。しかし一方では、上記のような結果のみからイメージの同時的操作の可能性を否定してしまうには、まだ若干の危険性が残されているようにも思われる。

なぜならば、項目再認課題には、たとえイメージの同時的操作（照合）が可能であったとしても、その検出を困難にするような方法論上の問題点が含まれているからである。その第1は、標的項目と記銘セット要素の照合は、言語的ないしは音韻の手がかりによっても可能であり、必ずしもイメージを媒介とした照合に依存する必要はないのではないかとということである。Seamon(1972)、Rothstein & Atkinson (1975)、菱谷 (1980) らの実験では、記銘セットも標的項目も単語として提示されており、被験者によってはイメージ化の他に言語的符号化を行なう可能性もあり得るので、この傾向が特に大きくなるのではないかと考えられる。

また上記3実験では、記銘セットに対して被験者に自由な統合イメージを形成させているので、形成されるイメージの詳細さの程度については、実験者のコントロールが不可能である。イメージが詳細すぎると同時イメージ容量を超過し、その全体的な保持が困難になる可能性がある (Kosslyn, 1973, 1975; Wickelgren, 1977)。そのような場合には、当然、同時的な操作というよりはむしろ継時的な操作を行なわざるを得ないであろう。これが第2の問題点である。

以上のようなことから、イメージの操作様式について検討するためには、情報をイメージとして処理せざるを得ないか、もしくは、イメージとして処理することがより自然であるような課題と、形成されたイメージが同時イメージ容量内に納まる程度の材料を用いる必要があると考えられる。

そこで、本論文では mental rotation 課題 (e. g. Cooper & Shepard, 1973) を用い、以下に述べるような手続き・条件⁴の下で、アルファベット2文字からなるイメージの心的回転が、同時的に行なわれるか否かについて検討する。具体的な実験手続きは、種々の回転角で提示されるスクリーン上のテスト刺激と、事前にイメージするよう口頭で指示された原刺激の異同判断を行なうというものである。異判断が行なわれるのはテスト刺激に鏡映文字が含まれている場合であり、そうでない場合には同判断が行なわれる。

このような方法論の下に、本論文では2つの側面から

⁴ 本論文は、イメージの一般的な操作様式を明らかにするための前段階として、まず、どのような条件の時に同時的な操作様式がとられ得るか、ということを探ろうとしたものである。したがって、かなり限定された条件設定を行なった。

イメージの操作様式を検討する。すなわち実験1では、1つの文字イメージに対する心的な回転が2組同時に行なわれるか否か、という意味での同時的操作の可能性を探る。このために、2文字それぞれを独立に同一方向（時計回り）へ、同一角度だけ回転させたテスト刺激を用いる (Fig. 1 参照)。この場合、各文字が共通の回転軸をもたないという意味で、回転という操作に関しては統合されていないといえる。

また実験2では、2つのイメージ要素が1つのイメージとして統合され、同時に単一の回転の対象になり得るか、という意味での同時的操作の可能性を検討する。そこでテスト刺激としては、1本の共通な回転軸しか有さず、回転という操作に関して統合されたもの、すなわち、2つの文字からなるパターン全体を、時計回りに回転させたものを用いる (Fig. 1 参照)。

実験1、2のいずれの意味においても、もし同時的回転が行なわれるのであれば、2文字の場合と1文字の場合の心的なイメージの回転速度は等しくなると予想される。そこで、実験1、2とも、1文字の場合の心的回転の速度も併せて測定し、2文字の場合の速度との比較を行なう。

ところで Cooper & Shepard (1978) は、イメージの回転速度にはかなりの個人差がみられるという指摘を行なっているが、もしテスト刺激が2文字の場合にそのような個人差があったとすると、そこには回転様式の違いが反映されている可能性もある。したがって、1文字の場合は単に回転速度のみの個人差であるのに対し、2文字の場合にはその他に回転様式の違いによる速度の差が加わるので、回転速度の分散は1文字の場合よりも大きくなると予想される。そこで、本論文では以下のような方針で分析を行なってゆく。すなわち、まず全体的な傾向をみるために全被験者を対象とした分析を行ない、次いで回転速度の分散について吟味するとともに、回転速度の個人差を考慮に入れた分析を行なう。

実 験 1

方 法

被験者 大学生18名（男子11名、女子7名）が、被験者として採用された。

材料 1文字 (R) および2文字 (GF) 用のテスト刺激スライドが、インスタントレタリングを用いて、それぞれ3リストずつ作成された。各リストは12試行からなっており、回転角 (0°, 60°, 120°) × 判断 (異, 同) の6条件が2試行ずつ含まれていた。したがって全試行数は72であり、そのうち各々の条件は1文字、2文字とも計6試行ずつであった。なお1文字、2文字とも、同一リスト内では1つの回転角に対して2つの異判断が割り当てられており、2文字の場合はG（正立時には、

常に左側)とFが1回ずつ、どちらか一方のみ鏡映文字として提示された。

同一リスト内でのテスト刺激の提示順序は、同一回転角、あるいは異、同判断が3試行以上連続しないという制限の下で無作為化されていた。リストの提示順序としては、1文字リストと2文字リストが交互に6リスト提示されるものが6種類準備され、それぞれ3人の被験者が割り当てられた。なお、6種類の提示順序のうち、半数は1文字リストから始まるものであった。

テスト刺激は、回転の中心(1文字)、もしくは回転の中心を結ぶ線分の2等分点(2文字)が、スクリーン中央部にくるように提示された。テスト刺激が正立した場合、スクリーン上での文字の高さは30mmであり、最大幅はR、G、Fで、それぞれ15、14、12mmであった。また、GとFの最近接部分の間隔は5mmであった。なお、被験者とスクリーンの距離は約55cmであった。

実験装置 テスト刺激の提示、および試行間インターバルの制御には、Kodak スライドプロジェクター AF-2、電子シャッター(トーヨーフィジカル製)、タイムレギュレーター(九州計測器製)を用いた。また、テスト刺激の提示から被験者の反応までの時間は、反応時間測定装置(菱谷・菱谷, 1977)によって計測された。

手続き 実験は個別的に行なわれ、その手続きは次に示すとおりであった。(a)被験者のイメージすべき文字が口頭で示される。(b)文字イメージ形成時の被験者の合図によってテスト刺激が提示され、同時に反応時間計もスタートする。(c)被験者は、テスト刺激が鏡映文字を含んでいれば赤色のスイッチ(左側)を、そうでなければ緑色のスイッチ(右側)を押す。被験者の反応と同時に反応時間計がストップし、結果が印字される。また、それと同時にテスト刺激の提示も終了する。(d)4秒の試行間インターバルの後、次の試行に移り、(c)と同様のことが行なわれる。以下、1リストが終わるまで(d)と(c)が繰り返され、次のリストに移る。新しいリストでは、上に述べた手続きが再び繰り返された。(a)―(d)の過程を図式的に示したものが、Fig.1である。

Fig. 1. The outline of Exp. 1 and Exp. 2.

被験者には、アルファベットが書かれた図版を用いて、テスト刺激の提示法などに関する手続きの説明を行なうと同時に、次のような注意も与えられた。すなわち、2文字の場合にはGとFを同時にイメージすること、利き手の人さし指を2つのスイッチの中央に置いておき、できるだけ速く、かつ正確に反応すること、および、試行間インターバルの間にイメージを鮮明にするように努めること、スクリーンの中央部を見ていることなどである。

結果と考察

6リスト中、最初の2リストは練習とみなし、残り4リスト分の同判断データ(反応時間)について分析を行なった。ただし、各被験者のデータのうち、文字数×回転角のそれぞれの条件における最大、最小反応時間と誤反応は分析から除かれた。全被験者について1文字、および2文字の場合の平均反応時間を求め、回転角の関数として示したものがFig.2である(以下、これをRT関数と呼ぶ)。なお、誤反応率は1文字が0.9%、2文字が2.8%であった。

分析 1 まず全被験者について、2(文字数:1文字, 2文字)×3(回転角:0°, 60°, 120°)の分散分析(共に被験者内条件)を行なった。その結果、文字数($F_{(1,17)}=43.375, p<.001$), 回転角($F_{(2,34)}=30.342, p<.001$)の主効果に有意差が得られ、文字数が多いほど、また回転角が増すほど、反応時間が増加することが明らかにな

Fig. 2. Mean reaction time (RT) as a function of orientation of the test stimulus (1 letter and 2 letters) in Exp. 1.

⁵ 2次成分の主効果が、どのような要因に起因しているかは明らかではない。ただし、1つの可能性としては、原刺激のイメージをある程度回転させて、テスト刺激の出現に備えるというような、一種の構え効果などを考えることができるかもしれない。本実験では、そのような内省報告を行なった被験者が2名見いだされている。

った。

さらに、文字数と回転角の交互作用も有意となった ($F_{(2,34)}=19.071, p<.001$)。Fig. 2 から視察されるように、この交互作用は、1 文字と 2 文字の RT 関数の勾配の差によるものと考えられる。そこで回転角についての傾向分析を行なったところ、1 次 ($F_{(1,17)}=35.167, p<.001$)、2 次⁵ ($F_{(1,17)}=13.273, p<.01$) の成分とも、回転角の主効果は有意となり、文字数×回転角の交互作用は、1 次の成分のみで有意となった ($F_{(1,17)}=30.033, p<.001$)。

これらの結果のうち特に注目すべき点は、文字数と回転角の交互作用が、RT 関数の 1 次成分の違いのみによってもたらされたことである。この結果は、文字数による回転速度の差が、1 次成分だけに反映されていることを示している。したがって 1 文字と 2 文字の場合の、回転速度の差異を検討するという本論文の目的から、以下においては 1 次成分のみに注目し、最小自乗法によって推定された RT 関数の勾配、すなわち、 $0^\circ-120^\circ$ 間の平均的な回転速度と、テスト刺激の文字数の関係について吟味してゆくことにする。

さて、そこで、心的回転の様式と RT 関数の勾配の関係について考えてみると、テスト刺激が 2 文字の場合、もし、それぞれの文字イメージに対する心的回転が同時に行なわれるのであれば、RT 関数の勾配は 1 文字の場合と等しくなると予想される。一方、継時的回転が行なわれているのであれば、2 文字の場合の勾配は 1 文字の場合の 2 倍になると予想される。ところが、Fig. 2 を見る限りでは、2 文字の勾配は 1 文字の場合のほぼ 3 倍になっている。そこで、2 文字の場合の勾配(実測値)と、1 文字の勾配を 2 倍した値、すなわち、継時的回転から予想される理論値との間に差があるか否かを検定したところ、有意差は得られなかった ($F_{(1,52)}=3.646$)。したがって、全被験者を分析の対象とし、平均的な回転速度について考える限りでは、2 文字の場合、1 文字ずつ継時的な回転が行なわれているといえよう。

補足分析 分析 1 では 1 文字と 2 文字の場合の RT 関数は平行とならず、イメージの同時的回転を支持する結

果は得られなかった。しかしながら、各被験者毎に RT 関数の勾配を求めてみたところ、Fig. 3 のような分布が得られ、2 文字の場合の分散 (7.490) のほうが、1 文字 (1.263) よりも有意に大きかった ($t_{(16)}=11.259, p<.001$)。また Fig. 3 は、2 文字の場合の回転速度が速い被験者では、同時的回転が行なわれていることを示す、平行な RT 関数が得られる可能性のあることを示唆している。

Fig. 3 から視察されるように、2 文字の場合の分布は比較的明瞭な 3 群に分かれている。そこで、これをもとに、回転速度の速い群 (Fast : F 群, 4 人) と遅い群 (Slow : S 群, 6 人) を選び、試みに、群 (2) × 文字数 (2) × 回転角 (3) の重みづけのない平均値分析 (篠原, 1977) を行なってみた。結果は Fig. 4 に示されるとおりであり、文字数 ($F_{(1,8)}=22.909, p<.001$)、回転角 ($F_{(2,16)}=24.875, p<.001$) の主効果と、それらの間の交互作用 ($F_{(2,16)}=7.846, p<.05$) は、分析 1 同様、有意となった。さらに、群の主効果 ($F_{(1,8)}=5.623, p<.05$) と群 × 回転角 ($F_{(2,16)}=9.667, p<.001$)、群 × 文字数 × 回転角 ($F_{(2,16)}=6.538, p<.01$) の交互作用も有意となった。

この 2 次交互作用について単純交互作用の検定を行なったところ、S 群では文字数 × 回転角の交互作用が有意となり ($F_{(2,16)}=27.748, p<.001$)、RT 関数の勾配に差がみられた。ただし、1 文字の勾配を 2 倍した値と、2 文字の勾配の間には、分析 1 同様、有意差は認められなかった ($F_{(1,16)}=2.068$)。一方、F 群では、文字数と回転角の交互作用は有意とならず ($F_{(2,16)}=.571$)、勾配に差はみられなかった。したがって、2 つの文字が個々

Fig. 3. Distributions of estimated slopes of individual subjects' RT-functions.

Fig. 4. Mean reaction time (RT) as a function of orientation of the test stimulus for the four fastest and the six slowest subjects.

に回転されて提示されるような時でも、F群の場合には同時的な回転が可能と言えるだろう。

なお、群×文字数の交互作用に有意となる傾向がみられたので ($F_{(1,8)}=4.227, p<.1$)、試みに単純主効果の検定を行なったところ、S群では文字数について有意差が得られ ($F_{(1,8)}=23.448, p<.001$)、F群では傾向がみられた ($F_{(1,8)}=3.724, p<.1$)。

被験者をF群とS群に分けることによって上記のような結果が得られたが、aposteriori な grouping であるため、なぜ2文字の場合の回転様式が両群で異なるのか明確ではない。ただ、1つの可能性として、反応の正確さと回転速度に関する trade-off の介在を考えることもできよう。すなわち、F群はより速く反応しようとして同時的回転を行なったのに対し、S群はより正しく反応しようとして継時的回転を行なったのではないか、ということである。もしそうであるならば、S群よりもF群のRT関数の勾配は小さく、誤りは多いと予想される。そこで、2文字の場合の群×回転角の単純主効果の検定を行なったところ、Fig. 4 から視察されるように、その勾配はF群のほうが有意に小さく ($F_{(2,32)}=16.639, p<.01$)、また誤反応を行なった被験者の人数はF群3人、S群0人であり、誤反応の有無と群についての χ^2 検定は、有意となった ($\chi^2_{(1)}=5.734, p<.02$)。一方、2文字の場合のように回転様式を変化させようがなく、したがって回転速度に差がない1文字の場合には ($F_{(2,32)}=1.000$)、誤反応を行なった被験者の人数にも差はなかった (F群0人、S群1人、 $\chi^2_{(1)}=.185$)。

実験 2

方法

被験者 被験者は男女大学生9名ずつ、計18名であった。

材料 テスト刺激としては、実験1と同様、RとGFを用いた。GFの場合、個々の文字ではなく、Fig. 1 に示されるように文字パターン全体を回転させて提示したこと以外は、全て実験1と同じであった。

なお実験装置、手続き等も全て実験1と同様であった。

結果と考察

実験1と同様の前処理を行なった後、第3リストから第6リストまでの同判断データについて、文字数(2)×回転角(3)の分散分析を行なった。各文字数におけるRT関数はFig. 5に示すとおりであり、誤反応率は1文字、2文字とも0.5%であった。

分散分析の結果、文字数 ($F_{(1,17)}=9.513, p<.01$) と回転角 ($F_{(2,34)}=20.173, p<.001$) の主効果に有意差が得られ、実験1同様、文字数が多いほど、また回転角が増すほど反応時間が長くなることが示された。しか

し、文字数と回転角の交互作用は有意とならなかった ($F_{(2,34)}=1.210$)。このことは、回転角の増加に伴う反応時間の増加率は、文字数に係わらず等しいということを示している。

そこで、その増加率がどのようなパターンを示すかをみるため、回転角についての傾向分析を行なったところ、1次成分の主効果のみが有意となった ($F_{(1,17)}=26.185, p<.001$)。この結果は、1文字、2文字の場合とも、反応時間は回転角に伴って直線的に増加し、しかも、その増加率が等しいことを示している。

なお、本実験でも被験者毎にRT関数の勾配を求めたところ、1文字、2文字の場合とも分散が小さく (それぞれ、1.103, .703)、差は認められなかった ($t_{(16)}=.972$)。したがって、2文字の場合に、実験1のような回転様式の個人差が見い出されることは期待されなかったが、一応実験1同様、2文字の場合の回転速度が速いF群と、遅いS群を選び⁶、群(2)×文字数(2)×回転角(3)の分散分析を試みてみた。その結果、文字数の主効果に傾向がみられ ($F_{(1,10)}=4.000, p<.1$)、回転角 ($F_{(2,20)}=18.699, p<.01$) の主効果と、群×回転角 ($F_{(2,20)}=4.309, p<.05$) の交互作用が有意になったのみであり、やはり実験1のような、群による回転様式の違いは見い出されなかった。また誤反応を行なった人数についても、1文字 (F群0人、S群3人)、2文字 (F群1人、S群2人) とも差はなかった (それぞれ $\chi^2_{(1)}=2.778, \chi^2_{(1)}=.444$)。

以上の諸結果のうちで特に重要なことは、テスト刺激が1文字の場合も2文字の場合も、反応時間は回転角と共に増加し、その増加率が等しいということである。これらの結果は、2つの文字からなるテスト刺激が、そのパターン全体を回転させて提示されるような条件の場合

Fig. 5. Mean reaction time ($\bar{RT}$) as a function of orientation of the test stimulus (1 letter and 2 letters) in Exp. 2.

⁶ 本実験では、実験1と異なり2文字の場合の勾配の分布はほぼ正規型を示していたので、分布の上下1/3、6人ずつをF群、S群とした。

には、イメージの回転もイメージパターン全体を対象としてなされていることを示している。したがって、2つの文字からなるイメージが1つの回転の対象になり得るという意味においては、イメージの同時的操作は可能であると言える。さらに、2つの文字からなるイメージが1つの心的回転の対象になるということは、2つの文字のイメージが同時に保持されていることも、併せて示すものである。

総合考察

本論文では mental rotation 課題を用い、イメージの同時的操作の可能性について、2つの側面から検討した。すなわち実験1では、複数の心的操作が同時に遂行され得るか、という意味での同時的操作の可能性を探るため、1つの文字イメージに対する心的回転が、2組同時に行なわれるか否かが吟味された。また実験2では、複数のイメージ構成要素が同時に単一の心的操作の対象になり得るか、という意味での同時的操作の可能性を明らかにするため、2つの文字からなるイメージ全体の、心的回転が可能か否かが検討された。

テスト刺激の回転角とともに反応時間が増加するということが、2つの実験に共通する結果であった。この結果は、Norman (富田訳, 1978) も指摘するように、原刺激とテスト刺激のイメージを照合させるために、被験者がいずれか一方のイメージを心的に回転させていることを示すものであろう。

Cooper & Shepard (1973, 1978) は、このようなイメージの心的回転過程について種々の方向から詳細に吟味し、(a) テスト刺激の符号化、(b) 回転角の検出、(c) イメージの回転、(d) 比較、(e) 反応などの下位過程を想定し、(c) 以外の過程に要する時間は回転角に依存しないと仮定すれば、少なくともテスト刺激が1文字の場合のデータについては、整合的な説明が可能であることを示している。したがって、RT 関数の切片がイメージの回転以外の過程に要する時間を、また勾配が単位角度当りの心的回転に要する平均的な時間を表わすことになり、もし1文字と2文字の場合にその勾配が等しければ、2文字の場合の心的回転は、同時的に行なわれていることになる。

そこで、まず RT 関数の勾配とテスト刺激の文字数の関係を吟味し、次いで、切片（あるいは全体的な反応時間）と文字数の関係を検討してゆくことにする。

最初に実験2についてみると、テスト刺激が1文字の場合も2文字の場合も、その回転速度は等しいという一貫した結果が得られた。したがって、回転の軸が一本しかなく、回転という操作に関して統合されている実験2のような場合には、2文字からなるイメージ全体に対する同時的回転が可能であり、イメージの回転という心的

操作の対象としては、1文字の場合と等価であることが示された。

このように、複数の文字イメージが同時的な心的回転の対象になり得るということは、その前提として、複数の文字イメージが同時に保持されていることを示すものであり、Weber & Harnish (1974) の結果と一致するものである。したがって、イメージ処理過程の中には、複数の文字イメージを同時に貯蔵する、image register とでも言うべき機能が存在していると考えられる。

次に実験1についてみると、全被験者を対象とした分析1では、テスト刺激が2文字の場合の回転速度は、1文字の場合よりも有意に遅かった。しかしながら、2文字の場合の回転速度に基づいて被験者を分けた補足分析では、速度が遅いS群は、分析1と同様な継時的回転を示す結果であったが、速いF群では、1文字と2文字の場合のRT関数の勾配は等しいことが示された。したがって、回転の軸が2本あり、回転という操作に対してテスト刺激が統合されていない実験1のような場合でも、F群では同時的な回転が可能であると言える。ただ、その人数が少ないため（全被験者18名中、4名）、全被験者を対象とした分析1では、同時的な回転を示す結果が現われにくかったものと考えられる。

ところで、このようなF群とS群の回転様式の違いは何に起因するものか明確ではないが、2文字の場合、S群よりもF群のほうが回転速度が速く、かつ誤反応を起こし易いという結果は、次のような可能性を示唆する。すなわち、F群では反応の正確さよりも速さに重点をおき、2つの文字イメージを同時に回転するという方略をとったのに対し、S群は正確さのほうを重視し、個々のイメージを1つずつ継時的に回転し、鏡映文字か否かを確実にチェックしてゆくという、慎重な方略をとったのではないかということである⁷。このような解釈は、1文字の場合には回転速度、誤反応ともに群間で差がないということや、あるいは、実験2では、2文字の場合の回転様式に違いがみられず、誤反応に差がないという結果からも、間接的にはあるが支持されるものと考えられる。

実験1だけに、このような回転様式の差異がみられたのは、テスト刺激に回転軸が2本あり、回転という操作に関して統合されていないため、どのような回転様式を採用するかについての自由度が高かったためと思われる。一方、実験2では、テスト刺激が回転軸を1本しかもたず、そのような自由度が低いために、異なる回転様式が見いだされなかったものと考えられる。したがって、イメージの操作様式を検討する際には、課題状況と

⁷ この他の可能性として、イメージ能力の違いなどを考えることもできようが、イメージの操作と関連づけた研究は少なく（嶋山, 1980）、今後の課題である。

被験者の処理様式に関する個人差を併せて考えてゆくことが重要であり、一貫した結果が得られていない項目再認課題(菱谷, 1980; Rothstein & Atkinson, 1975; Seamon, 1972)についても、このような観点からの再吟味が必要ではなかろうか。

さて次に、テスト刺激の提示から反応までに要した全所要時間についてみると、1文字よりも2文字の場合のほうが有意に長いか、もしくは有意となる傾向が一貫してみられた。実験1のF群や実験2では、1文字と2文字のRT関数が平行なので、この文字数による反応時間の差は、切片の違いとみなすことができる。したがって、Cooper & Shepard (1973, 1978) のモデルに従うならば、2文字の場合には、テスト刺激の符号化や回転角の検出、比較等の過程のうちの少なくともどれか1つに、1文字の場合よりも多くの時間を要していることになり、恐らく、継時的な処理がなされているのではないかと予想される。もし継時的な処理が行なわれているとすれば、それが、実験1のS群で示された回転過程であるか、あるいは、上述したようなそれ以外の過程であるかを問わず、その様式は中途打ち切り型か、それとも悉皆型かという問題が生じるが、これは今後さらに検討を要する課題である。

なお実験1のS群でも、反応時間は1文字よりも2文字の場合のほうが有意に長くなっている。しかし、RT関数の勾配そのものが1文字よりも2文字のほうで大きいので、反応時間の差には回転時間の違いも含まれており、2文字の場合には、回転以外の諸過程にもより多くの時間を要するか否かは明確でない。ただ、先に述べたように、S群における回転の継時性が、反応に正確さを期すために生じたものであるとするならば、回転以外の諸過程においても同様な理由によって、継時的処理が行なわれたと推測しても、それほど不自然ではないと思われる。

引用文献

- Cooper, L. A., & Shepard, R. N. 1973 Chronometric studies of the rotation of mental images. In W. G. Chase (Ed.), *Visual information processing*. New York: Academic Press. Pp. 75-176.
- Cooper, L. A., & Shepard, R. N. 1978 Transformations on representations of objects in space. In E. C. Carterette & M. P. Friedman (Eds.), *Handbook of perception*. Vol. 8. *Perceptual coding*. New York: Academic Press. Pp. 105-146.
- 畠山孝男 1980 心像能力の個人差と心的回転 (mental rotation) 日本心理学会第44回大会発表論文集, 224.
- 菱谷晋介 1980 記銘セットの符号化方略と記憶検索過程 心理学研究, 51, 33-36.
- 菱谷晋介・菱谷信子 1977 反応時間測定装置の試作および反応時間を測度とした図形の位置関係認知に関する発達の研究 精華女子短期大学紀要, 7, 105-114.
- Kosslyn, S. M. 1973 Scanning visual images: Some structural implications. *Perceptual and Psychophysics*, 14, 90-94.
- Kosslyn, S. M. 1975 Information representation in visual images. *Cognitive Psychology*, 7, 341-370.
- ノーマン D. A. 富田達彦他訳 1978 記憶の科学 紀伊国屋書店 (Norman, D. A. 1976 *Memory and attention: An introduction to human information processing*, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.)
- Rothstein, L. D., & Atkinson, R. C. 1975 Memory scanning for words in visual images. *Memory and Cognition*, 3, 541-544.
- Seamon, J. G. 1972 Imagery codes and human information retrieval. *Journal of Experimental Psychology*, 96, 468-470.
- 篠原弘章 1977 三要因混合計画における重みづけのない p. qr design について——1要因が被験者間要因で、2要因が繰り返し測定要因の場合—— 熊本大学教育学部紀要(人文科学), 26, 301-319.
- Sternberg, S. 1966 High-speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652-654.
- Weber, R. J., & Harnish, R. 1974 Visual imagery for words: The Hebb test. *Journal of Experimental Psychology*, 102, 409-414.
- Wickelgren, W. A. 1977 *Learning and memory*. New Jersey: Prentice-Hall.

——1981. 7. 9. 受稿, 1982. 9. 11. 受理——