



視覚的イメージの心的過程に関する研究

黒田, 健二

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

1995-03-22

(Date of Publication)

2015-03-10

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙1918

(JaLCDOI)

<https://doi.org/10.11501/3105519>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2001918>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



神戸大学博士論文

視覚的イメージの心的過程に関する研究

平成 6 年 10 月

黒田 健二

目 次

第1章 イメージ概念の変遷	1
第1節 古典的研究	2
1. 古典的心像研究の概観	2
2. 古典的研究における心像	7
第2節 心像研究の衰退と再興	8
1. 心像概念への批判と排斥	8
2. 心像の帰還	9
第3節 認知心理学的イメージ研究	15
1. 認知心理学とイメージ研究	15
2. 認知心理学におけるイメージの概念	16
3. 本論文におけるイメージの扱い	18
第2章 イメージのダイナミクス	20
第1節 イメージの心的変換	20
1. メンタル・ローテーション	20
2. その他の心的変換	29
第2節 心的変換研究とイメージ論争	31
1. 命題派の反証実験	31
2. イメージ表象と命題表象	32
第3節 心的表象の力動性とイメージ	34
1. 知覚表象の変換過程	34
2. 心的表象過程における生態学的制約	38
第3章 イメージの心的構成	40
第1節 心的構成イメージ	40
1. パターンの心的合成	40
2. 心的構成イメージの構造特性	43
第2節 実験1: 心的構成イメージの実験的研究Ⅰ	45
-クラスター分析法による検討-	
方 法	45

結 果	47
考 察	53
第 3 節 実験 2: 心的構成イメージの実験的研究 II	54
－領域指定報告の手続きによる検討－	54
方 法	55
結 果	57
考 察	62
第 4 節 実験 3: 心的構成イメージの実験的研究 III	64
－プローブ法による検討－	64
方 法	64
結 果	67
考 察	73
第 5 節 イメージの再解釈過程と創造的活動	75
1. イメージ表象の再解釈	75
2. 創造的心的統合	77
 第 4 章 イメージと知覚	80
第 1 節 視空間表象としてのイメージ	80
1. 空間的表象としてのイメージ	80
2. 視覚的表象としてのイメージ	84
第 2 節 イメージと知覚の等価性	87
1. イメージと視知覚によるメカニズムの共有	87
第 3 節 イメージの諸理論	91
1. Kosslyn のイメージ理論	91
2. Pylyshyn の暗黙知説	95
 第 5 章 イメージの座標系	98
第 1 節 イメージと位置	99
1. 視覚情報処理における空間視系と形態視系	99
2. 視覚情報処理における位置とイメージ	101
3. イメージの位置特異性	102
第 2 節 実験 4: 文字識別課題におけるイメージの位置特異性の検証	106
方 法	106
結果と考察	110

第3節 実験5: イメージの網膜再現位置促進効果I	112
方 法	112
結 果	116
考 察	120
第4節 実験6: イメージの網膜再現位置促進効果II	123
方 法	123
結 果	125
考 察	128
第5節 網膜再現位置促進効果の意味	129
第6章 認知系からみたイメージ	133
第1節 イメージの情報機能	133
1. 心理学的現象における情報機能	133
2. イメージのリンク仮説	137
第2節 実験7: イメージ知覚間の結合錯誤に関する実験的研究	141
方 法	143
結 果	145
考 察	146
第3節 認知系におけるイメージの座位	154
引用文献	157

第1章 イメージ概念の変遷

科学の歴史において、ある語の概念と地位が学問の進展とともに変遷し、そのときどきに応じた扱いを余儀なくされる例は少なくない。科学的心理学の成立当初、イメージとそれをめぐるさまざまな問題は多くの研究者によって取り扱われたごく普通のテーマであった。しかし、その概念が科学の一領域で占めるべき地位に対して、重大な疑問が提起されるようになるまでには四半世紀もかからなかったのである (Gardner, 1985)。

イメージ (mental imagery もしくは単に imagery) は心的構成概念であり、個々人の主観的世界のなかにのみ見出だされうる現象の一つである。かつてヴュルツブルグ学派と行動主義心理学が相繼いでイメージを排斥した理由も、そうした主観的現象が根本的に持っている曖昧さであり捉えどころのなさにほかならなかった。そのイメージの地位を今日の認知心理学が取り戻し、それを再び研究の対象としている背景には方法論上の進歩とともにその概念的整備が必要であったことはいうまでもない。ここでは古典的研究から今日の認知心理学的研究に至るまでの歴史とそれに伴う概念の変遷をふりかえり、本論文におけるイメージ概念の基本的枠組みを明らかにしようとするものである。

第1節 古典的研究

1. 古典的心像研究の概観

a. 初期的心像研究

心理学者によるイメージへの言及の歴史は古く、精神物理学の提唱者として知られる Fechner (1859) がすでに心像を含む想起像の問題として取り扱っている。Fechner のいう想起像は想起表象像としての心像と想像心像を共に含んでおり、両者はとくに区別されていない。初期の心理学研究では一般に自己観察及び信頼性の高い被験者の供述に基づく現象記述が中心となるが、Fechner の研究も同様の現象記述であり、とくに残像との比較から想起像の特徴を記述しようとしたものであった。想起像はそれが不明瞭な場合には残像と明確に区別されるが、明瞭さが増すにつれて次第に両者の区別が不明確となることから、Fechner は両者が「互いに異なる現象ではあるがその基礎にある精神物理的過程は同種のもので、それが内部から興奮させられるか外部から刺激されるかによって想起像と残像とに分かれる」と主張した。さらに Fechner は対象物をごく短時間の間だけみたときに生じる想起残像にもふれ、これが両者の中間の現象であるとの指摘も行った。こうした Fechner の主張は知覚現象から心像までを連続的に捉えようとする態度の表れとみるとができるよう。

また、同時代に心像の問題を取り扱った科学者として Galton がよく知られている。Galton は心像の明瞭さ (vividness) にみられる個人差に注目し、質問紙を用いた心像の調査を広く行った結果、科学者に比べて婦人や子供等の一般の人びとのほうがより明瞭な心像経験を報告することから、抽象的な思考の習慣が心像能力を低下させるとの考えに至った (Segal, 1971)。これはのちに言語とイメージを「抽象」対「具象」の対比として捉えた Piaget や Paivio (1971) らの見解に通ずるものと考えられよう。このほかにも Galton は

視覚心像の発達とその意識的制御、さらには心像の空間的局在の問題等、さまざまな側面から幅広い研究を行ったといわれる(北村, 1981)。

意識を心的要素の複合体とみなし心理学研究の主対象に据えたWundtでは、心像を生み出す想像力(imagination)が人間の統覚的活動の一形態、とりわけ知覚的な形態をとる知的合成作用(intellectual elaboration)であるとの指摘がみられる(Perky, 1910)。Wundtのいう統覚(apperception)とは、ある心的複合体(表象)が他に比較して著しく明瞭となることを表すが、これとは別にWundtには統覚と注意が同一の過程の異なった面であって、統覚は心的内容の明瞭性という客観面を示し注意はそれに伴う主観的気分面を示すとの主張も知られており、Neisser(1976)にみられるイメージと注意の関連がすでに暗示されていたものとみることもできよう。

Wundtは心像をさらに細かな要素からなる複合体と考えたため(Kosslyn, 1980),心像そのものを心的構成要素としてあげることはなかったが、のちにその体系を徹底的に展開した構成主義心理学者Titchenerが、心像(image)を新たに意識の構成要素に加え、その属性として質、強度、明瞭度、持続、広がりの5つをあげたことはよく知られている。Titchenerは感覚にも心像と同じ5つの属性をあげていたことから、基本的には両者の間の対応を想定していたものと思われるが、そのおもな主張は逆に両者の差異を明確にするための指摘にあったという(Richardson, 1969)。一例としてTitchenerは、知覚においてはある対象に注意を向ければそれだけ感覚の明瞭さが増すのに対し、心像の場合は逆により希薄になることをあげたとされる。

実験心理学の発展に多大なる貢献をもたらしたMüllerもまた表象像としての心像にふれ、注目すべき見解を残している。Müllerの研究は表象像の空間的定位または局在化に関するもので、その形式として主体的局在と客体的局在の2種類を区別したことで知られている(北村, 1981)。前者は表象の対象としての客体の場所または位置が主体としての自我との空間的関係で

きめられる場合を指し、後者はその客体の位置や所在が自我以外の事物との空間的な関係できめられる場合を指す。Müllerの見解は、客体となる対象と現実空間におけるその所在とを別個のものとして心像現象のなかに読みとっていた点でとくに評価されよう。Müllerはまた不明瞭な表象像の問題をとりあげ、ごく不明瞭な表象像であっても、情報を含むという機能の上では十分な意義を持つことを指摘したともいわれる。このように Müller には全般に心像現象とその基礎にある情報とを分けて考える傾向が表れており、今日の認知心理学における情報処理的な視点からも興味深いものだといえるだろう。

最後に Müller と同時代の研究者 Segal の心像研究に触れておきたい。Segal にみられる特徴は、想起や想像を含む表象生活では知覚的な生活で実際に行われる行動や行為が内的あるいは表象的に行われると考えた点にある。したがって Segal においては表象過程そのものが現実の行動空間に対応する状況の内的な再形成として重視され、表象像や心像はそうした表象生活における諸経験の一部として扱われた(北村, 1982)。これは今日の認知心理学的イメージ研究の発展を促した Shepard と Metzler (1971) のメンタル・ローション実験等に代表されるイメージ表象の変換とその過程のダイナミクスをすでに捉えていたものと考えられよう。

以上に概観された初期の心像研究は、いずれも今日のイメージ研究でとりあげられている諸問題を当時すでに指摘していたという点できわめて興味深い。しかしその多くは心像を個々の心理学者の理論体系という大きな枠組みのなかに位置づけるためのものであった。したがって各々の研究における心像の概念は、感覚・知覚との比較が可能な狭義のものから表象生活全般にわたる広義のものまでさまざまである。また、その妥当性を推し量るための実験研究も、基本的には研究者自身の自己観察を含めた内観に基づくものにすぎなかった。こうしたなかにあって、次に紹介する Perky (1910) の研究は

心像に関する特殊研究としての色彩が濃く、方法論的にも眼球や喉頭の動きを記録するなどの点で一部すぐれたものであった。

b. Perky (1910) の研究

Perky (1910) の心像研究は、まず当時における「想像 (imagination)」という語を日常的、文学的、及び心理学的用法のそれぞれについて詳細に検討することから始め、そこから示唆される幾つかの問題に関して実験的な検討を試みたものである。Perky の指摘した問題点はおもに 2 つで、その第 1 点は心像と知覚の類同性に関する問題である。心像と知覚から生じる意識はふつう明確に区別されうるものであるが、Perky の目的は逆に知覚から生じた対象についての意識と同等のものが想像のみから得られることを示すところにあった。Perky の被験者は、トマトや本、オレンジなどの対象の心像をつくり正面に置かれたスクリーン上にそれを投影したうえで、その像について報告するよう求められたが、このさい実際の像がごく弱い光で投写されていたにもかかわらず、ほとんどの被験者はそのことに気付かず、なかには像が投写されていることを告げられた後でもそれを信じようとしない者さえ現れたのである。実験に参加した被験者は 10 歳の少年から内観にすぐれた大学院生までさまざまであったが、いずれも報告のさいの傾向に変わりはなかったため、Perky はこれを知覚が心像と混同されうるほどに両者が類似していることを示唆するものだとしている。この事実はのちにパーキー効果 (Perky's effect) と呼ばれ、イメージと知覚の干渉を示した例として今日でも引用されることが少なくない。

第 2 点は、想起心像と想像心像の差異に関する問題である。想起心像 (image of memory) とは Perky の定義によれば、認識可能な事物についての心像であり、特定の状況における特定の空間内容と個々人によって規定される関係枠を持つものとされる。これに対して想像心像 (image of imagination)

は想起心像同様、認識可能な事物についての心像ではあるが、一切の特定性及び個人性を欠いたものとされた。Perky の被験者は語や文章からつくられた心像を内観しそれを詳細に報告するという単純な課題を与えられたが、このさい同時に眼球の動きが記録されていた。その結果、想起心像では全試行の約 90 % で眼球の動きが確認されたのに対して、想像心像では約 20 % にすぎないことが見出されたのである。このことから Perky は想起心像と想像心像が互いに異なる起源を持っており、とくに前者は過去の経験に根ざした筋運動感覚 (kinesthetic) 要素を伴う傾向があると論じている。同様の実験で Perky は聴覚心像には喉頭の動きが、また嗅覚心像には鼻腔の動きがいずれも想起心像に関してのみ伴うことを明らかにしている。

Perky の研究のすぐれた点は用いられた実験パラダイムにある。心像と知覚の混同を示した実験は今日でいうところの刺激の検出可能性 (detectability) を扱おうとしたものであるし、筋運動感覚要素を示した実験は眼球運動という客観的な行動を指標にしたものである。しかしながら一方で、Perky の実験に手続上いくつかの問題点が内在していたことも指摘しておかなければならない。刺激の検出を指標に用いようとした実験において、被験者は必ずしも刺激の有無に対して反応するよう明確に教示されていたわけではなかった。また想起心像と想像心像の差異を示そうとする実験においても、両者は実験手続によって統制されたわけではなく、被験者の内観にしたがって実験後に分類されたにすぎない。とくに後者は Perky のとった手法において、彼女が客観とみなしていたものが実際には主観にすぎなかったことを表しているのである。もちろんこうした傾向は Perky だけにみられることではなく、古典的心像研究全般にあてはまる事かもしれない。しかし今日も引用される Perky の研究にこのような問題点が指摘されるということは、当時の心像研究を評価するうえで重要な手掛かりを与えているのである。

2. 古典的研究における心像

これまでに概観されたように、古典的心像研究においては当時の研究者たちの自由な思考が、今日からしても注目すべき多くの見解をすでに生み出していた。Fechner や Titchener の指摘は心像と知覚の類似性に触れたものであつたし、Müller にいたっては心像の情報的機能を捉えた視点が見出だされるのである。このように多様な研究を要約して当時の研究者が心像をどのように捉えていたのかを示すことは非常に困難であるが、その研究の傾向からおおよそ次の 2 点によって表しうるものと考える。一つは、主観的経験としての心像から直観的にひき出されうる考えに基づいて、心像を外界の刺激によらない自発的な感覚または知覚とみなしていたという点である。この考えはおもに心像の特性が感覚・知覚のそれとどの程度類似しているのか、また逆にどの程度異なっているのかを明らかにしようとする研究のなかに表れているものと思われる。いま一つは、主観的経験にすぎない心像が人間の行動様式や文化にまで影響を及ぼしうることに着眼したもので、心像がさまざまな効果を持つ機能的実体とみなされていたという点である。この考えは、心像の空間的局在や思考への関与に関する研究に強く表れているものと思われる。

ところで古典的研究における心像概念を考えるさいに見逃してならないことは、しばしば心像が残像や幻覚と同じように扱われていたということである。これは当時の心像概念が、感覚刺激の無い状態で主観的に経験される「像のようなもの」すべてを指していたことを表す。言い換えれば、心像の概念はこの「像のようなもの」という主観的な経験を通すことによってのみ定義されていたのである。前述の Perky (1910) における問題点を思いだしてほしい。心像をもっぱら主観的な現象として捉えるこの傾向が、すぐれた実験パラダイムでその特性を明らかにしようとした Perky においてさえ、あのような主観と客観のとり違えを生み出していたのである。

これらをふまえて考えるとき、当時の心像研究が一方で主観的世界の多様さに支えられたさまざまな研究を生み出しながら、もう一方でその概念をますます曖昧で不明瞭なものにしていったという2つの側面が理解されよう。

第2節 心像研究の衰退と再興

1. 心像概念への批判と排斥

科学的心理学の開花期において多様な研究を生み出してきた心像の概念にも、その後の心理学の発展につれて次第に疑問が提起されはじめ、その研究もついには衰退の道を辿ることとなった。その発端となる疑問を投げかけたのは、Külpe に代表されるヴュルツブルグ学派の研究者らである。同学派による初期の典型的な実験は、例えば2つの対象の拳重とその比較判断を求めたあと、そのさいの過程を被験者自身の内観によって記述してゆくというものであった。拳重課題についての内観が重さの感覚とその心像の経験に満ち溢れるものであった一方で、判断そのものがどのようにして行われたのかについての内観には意識的な過程がほとんど報告されず、被験者はただ突然答えが浮かんできたかのように報告するだけであったという。また、ある言葉からの連想の過程や質問に答えるさいの思考の過程を被験者自身に記述させた場合も、心像の機能的役割をうかがわせる内容が記述されることはなかった。こうしたことから Külpe らは、人間の心的過程のなかで本質的な役割を果たしているのは無心像思考 (imageless thought) と呼ぶべきものであることを主張し、なんら機能的な役割を持たない心像の概念に多くの心理学者が過大な注意を払っていることに警告を発したのである (北村, 1981; Kosslyn, 1980)。

ヴュルツブルグ学派の批判に続いて心像研究に決定的な打撃を与えたの

は、行動主義心理学の提唱者 Watson であった。Watson は客観的科学としての心理学が扱うべき対象は、文字通り客観的な方法によって観察可能な刺激と行動の間の関係のみであり、いっさいの主観的・意識的概念はその非客観性と非共有性のゆえに排除されなければならないと主張したのである。

「行動主義者は、脳が常にそして唯一外界から感覚器官によってのみ刺激されるという生理学的事実に支えられた信念の上に自らの体系を築かなければならない」という考えに顕著なように、Watson の主張の前では内的に喚起される過程はいかなるものもみとめられうるはずはなかった。とくに心像は主観的・意識的概念の典型としてとりあげられ、「単なる感覚の幻影(ghost of sensation)にすぎない」というあからさまな批判にさらされたのである (Bugelski, 1971)。Watson による心像概念の徹底的な排斥が及ぼした影響はあまりにも強大であり、行動主義が心理学の主流となるその後の数十年間にわたって、心像の問題はほとんど顧みられることなく忘れ去られてしまったのである。

2. 心像の帰還

a. 追放されたものの帰還

このように衰退し、ほとんど顧みられることのなかった心像研究も、時代の変遷にしたがって再びその地位を取り戻す時がきた。Holt (1964) が「追放されたものの帰還」と呼んだ心像研究の復興はおもに次のような事情によるものとされる。

一つには、工業技術の発達に伴って、心理学においても実践的な問題を取り扱う必要性が生じたことである。例えば、当時になって航空機のパイロットや自動車のドライバーが、おもに幻覚等の心像によって大きな事故を惹き起こしてしまう事例が急速に増加してきたのである。当時はまだ実験室内においても、いわゆる感覚遮断 (sensory deprivation) 実験の被験者が幻覚や心

像をたびたび経験するという事実が明らかにされはじめたところでもあつた。こうしたことは、ある種の状況においては人間が明瞭な心像経験にさらされ、場合によってはそれが行動上の重大な誤りを導きうることを意味しており、その心的過程の解明への科学的な興味とあいまって心理学者は再び心像の問題に目を向けはじめたのである。

次いで Holt は脳研究における進展が心理学者の心像への興味を再びひき戻したことをあげる。例えば当時は心像経験と脳波との関係を明らかにしようとする諸研究や、側頭葉皮質への電極刺激が鮮明な心像経験を喚起することを明らかにした Penfield の研究が相続いでなされた時代でもあった。これらはいずれも主観的な心像経験が客観的な指標で扱われる可能性を示唆するものであり、心理学の領域における心像研究の再興を促す役割を果たしたとされるのである。

また当時になって思考の心理学の領域に新しいアプローチが登場しはじめたことがあげられる。Holt のいう新しいアプローチとは、具体的には人間やその他の有機体の行動についての詳細な作業モデルを構築しようとするもので、Freud による無意識の研究や Hull の行動理論がその先駆であったという。こうしたアプローチにおいては、思考の過程と実際に内観可能な意識内容との一致性のみを重視する必要性は失われる。したがって、かつての無心像思考の発見とそれによる心像概念への批判はもはや重大な意味を持たず、心像を含むさまざまな心的構成概念が再び研究対象として注目を集めることとなったのである。

Holt はおおよそ以上のことを背景に心像の概念とその研究が帰還したことを告げたが、実際 Holt がこの指摘を行ったあとすぐに、さまざまな心像研究が報告されることとなった。次にこうした新しい研究のなかから、いくつか代表的なものをとりあげて紹介しておく。

b. 新しい心像研究

Holt のいう背景に支えられた新しい研究はまず、明確な基準によって心像を捉えようとする試みとしてあらわされた。例えば Richardson (1969) は心像の明瞭さ (vividness) と統御しやすさ (controllability) を基準として、個々の心像を区別する試みを行っている。Richardson によれば、この 2 つの基準から「明瞭かつ統御可能なもの」、「明瞭だが統御できないもの」、「不明瞭だが統御可能なもの」、「不明瞭かつ統御できないもの」という 4 つの組み合わせが得られ、そのそれに直観像、残像、想起心像、想像心像を対応させることができるという。この試みはその簡潔さにおいてすぐれた分類法ではあるが、用いられた 2 つの基準は明らかに主体の側に属する要因にほかならず、客観性の点で依然問題を残していたといえるだろう。

これに対して Hebb (1968) の研究は、まさに Holt の指摘する背景に支えられた具体例ともいべきものであった。Hebb は当時としては最新であった Hubel と Wiesel (1968) による大脳皮質の単純細胞 (simple cell) と複雑細胞 (complex cell) に関する知見をもとに、知覚と心像の神経生理学的モデルを展開した。Hebb によれば、人間の感覚と知覚の基礎には、大脳皮質のなかの特定の神経細胞群 (細胞集合成体, cell assembly) の複雑な活動パターンが存在しているという。そして感覚に対応する集合成体は単純細胞からなる 1 次集合成体 (first-order assembly) であり、また知覚に対応する集合成体は複雑細胞からなる 2 次集合成体 (second-order assembly) であるとしたのである。さらに Hebb はこの細胞集合成体が外界の刺激によらず皮質内の他の領域から直接興奮させられるとき、明瞭な心像経験が生み出されると考えた。そして 2 次集合成体のみの自発的興奮が想起心像であり、1 次集合成体までを含む自発的興奮が直観像であると結論づけたのである。Hebb の理論は主観的な心像現象を内的なモデルによって捉えようとしたものであり、その姿勢には認知心理学におけるイメージ研究と大きな隔たりはない。実際、心像が知覚時と同

じ細胞集成体の自発的興奮からなるという Hebb の基本的な考えは、今日のイメージ研究者の間にかなり広く浸透しているといえる(市川, 1981)。

しかしながら、ここではとくに Hebb の理論構成にみられるもう一つの特徴に注目したい。それは彼が理論の正当性を主張するにあたって、さまざまな心像を分類し記述できるという側面に訴えたことである。この傾向は Richardson にもみられるが、そこに当時の研究者らが心像の概念をどのように捉えようとしていたのかをうかがい知ることができよう。つまり彼らの心像研究の主な目的は、あくまでも主観的な像としての広義の心像を明確に分類し、それぞれが持つ特性を記述するところにあったと考えられるのである。しかし例えば、彼らが分類しようとした想起心像と想像心像という区別は本来、人間の認知的活動において明確な機能的差異があるという事実に由来しているのではなく、むしろ主観的な現象の中にある差異を反映しているものにすぎない。それにもかかわらず、それらを分類可能にするような理論を構成することが、直接その理論の妥当性をもたらすという考えには疑問を抱かざるを得ないだろう。こうした意味において、2つの研究はいまだ古典的研究としての色合いを強く残しているものとみなされるのである。

ところで本論文ではこれまでイメージを「心像」という言葉で表してきた。「心像」という語を、主観的経験から定義された広義のイメージに対して意図的に適用してきたのである。しかしこれを改めなければならない。それは Paivio のいうイメージが単なる主観的現象を指す概念ではなく、操作的に定義された理論的構成概念にほかならないからである。

c. Paivio の二重符号化説

'60年代後半から'70年代にかけて、イメージの研究に最も精力的に取り組んだ研究者は、二重符号化説の提唱者 Paivio (1969; 1971) である。当時の

心理学研究では、それ以前の記憶研究が言語的材料を用いた実験に偏りすぎていたことへの反省から、絵画刺激を扱う研究が数多く行われていた。そうした研究から得られた結果のほとんどは、絵の記憶成績が質・量ともに言語のそれに比べて著しくすぐれていることを示すものであった（例えば、Erdelyi & Becker, 1974; Shepard, 1967）。そのなかにあって Paivio はまず、偶発学習課題における自由再生成績が、絵、具体語、抽象語の順にすぐれることに注目した。Paivio はこれを語の具体性が高くなるにつれてイメージが喚起されやすくなり、その効果が絵に近似してくることによるものと考え、それをもとに入間の記号処理過程に言語符号とイメージ符号という2種類の符号を仮定する二重符号化説 (dual-coding hypothesis) を提唱したのである。二重符号化説によれば、通常刺激あるいは反応が言語的なものである場合には基本的に言語符号へのコード化がなされるが、刺激や課題状況がより具体的なものになるにつれて言語符号とともにイメージ符号へのコード化も同時になされるようになるという。イメージ符号は記憶の検索において言語符号にはない機能的役割を果たすと考えられるため、二重に符号化された刺激の記憶成績は著しい向上を示すことになるのである。

この二重符号化説がこれまでの古典的研究と決定的に異なる点は、イメージが単に主観的な像としてだけではなく、具体性、あるいはその指標となるイメージ価という1次元の連続体上に位置づけられる機能的実体として捉えられているところにある。したがって Paivio の実験研究では、例えばイメージ価を変化させることによって、手続き上容易にイメージを統制することが可能である。またこのようなイメージの概念においては、もはや想起心像や想像心像という区別は重要ではない。そこではイメージが主観的な経験と切り離され、課題遂行時に示される機能的役割によってのみ特徴づけられるからである。

こうした特徴を持つ Paivio の二重符号化説はその後さまざまな修正を経

て、今日ではイメージの認知心理学的モデルの一つとしてその地位を保っている (Paivio, 1986; 1991)。このため Paivio を含めてそれ以降の研究を認知心理学におけるイメージ研究と位置づける者も多い。しかしながら本論文では Paivio の研究をその他のイメージ研究と同列に扱うことはしない。これにはおもに 2 つの根拠がある。一つは Paivio におけるイメージが言語との対比を強調するあまり、イメージ表象としてではなく、より広い意味での非言語的表象として捉えたほうが適切であり、またときにはその対比のゆえに非常に不自然な 2 分法が用いられる場合がみられることがある。例えば現在の二重符号化説 (Paivio, 1986) では、視覚的な語 (visual word) とそれ以外の視覚対象 (visual object) を別々の記号処理系に属するものとして扱っているが、このような区別は他のイメージ理論に比べてかなり恣意的な印象を与えていている。もう一つは Paivio の研究が「記憶」という水平的枠組みのなかで行われているために、彼のいうイメージが記憶痕跡としてのイメージ表象でしかないことである。このため二重符号化説では、イメージの生成や知覚系との相互作用に関する問題がほとんどとり扱われていない。しかしながら現在のイメージ研究において他の理論が最も重要視しているのはこれらの問題なのである。

このようなことから、本論文では Shepard と Metzler (1971) 以降の諸研究のみを認知心理学的イメージ研究とみなす。もちろんこれは原則であり、Paivio の研究はもとよりそれ以前の古典的研究に分類されるものであっても、その成果を今日の認知心理学的見地から捉え直すことができる場合はこの限りでないことは断っておきたい。

第3節 認知心理学的イメージ研究

1. 認知心理学とイメージ研究

'60年代のめざましい進展は次第に統合されていき、'70年代に入って認知心理学 (cognitive psychology) と呼ばれる新しいアプローチのなかに結集する。認知心理学におけるイメージ研究の具体的な内容については次章以降に譲り、ここではそのアプローチの概要を述べるにとどめる。

認知心理学の成立を支えた最大の要因は情報処理パラダイムの確立であったといわれる (Gardner, 1985)。人間のこころを一種の情報処理装置にたとえて、その過程を明らかにしようとするこのパラダイムは、当時の新しい神経生理学的知見や電子機器の発明、また統計的手法の洗練等をとりいれ急速な発展を成し遂げてきた。この認知心理学がイメージ研究にもたらしたものとして、実験手法の多様化とそれによって蓄積されたデータからモデルを構成していくさいの理論的枠組みの提供をあげることができる。例えば前者に関して、Shepard と Metzler (1971) 以降のイメージ研究で反応時間を測定する実験が数多くみられるが、本来心的処理の指標として反応時間を用いること自体が、overt な行動と同様に内的な処理にも一定の時間が必要であることを仮定するものであり、情報処理パラダイム無くしては成立しない考え方である (Posner, 1978)。

また後者の例として、情報処理パラダイムが知覚や記憶など認知能力の一般的な性質を明らかにしようとする従来の水平的な視点に加えて、視覚や聴覚等のモジュールごとにこころを捉えようとする新しい垂直的な視点を生み出したことがあげられよう。いわゆるモジュール性 (modularity) の問題が心理学において明確にとりあげられるようになるには Fodor (1984) を待たねばならないが、その考え方自体はかなり早い時期から認知心理学のなかにあったものと考えてよい。イメージ研究の場合にも、「イメージ」という一般的

なことばを用いながら、実際には視覚的イメージにその興味は集中し、当初から視知覚や視覚的記憶に関する知見を限定的に取り入れたモデル構成がなされている。

しかし認知心理学の台頭が心理学にもたらした最大の貢献が、なによりも表象 (representation) という心的構成概念の復権であったことはいうまでもない。すなわち情報処理パラダイムは、内的な処理過程と同時に内的な情報としての表象の存在にとっても確かな論拠を与えるものであったといえるのである。ここで注意すべき点は、認知心理学における表象が古典的研究における表象像とは全く異なる概念になっていることである。表象像が主観的に捉えうる像としての実体であって、それ以外のなにものでもなかつたのに対して、認知心理学における表象はある内的過程の基礎をなす情報の総体としての機能的実体であり、その存在は特定の処理過程に根ざしている。したがって、たとえ主観的な経験を伴わなくとも理論的になんらかの処理過程が措定されるときには、そこに必ず対応する表象が仮定されることになろうし、また逆に明瞭な主観的経験が存在しているときでさえ、それが理論上いかなる機能的役割も有しないものであれば、そこに特定の表象とその処理過程を措定する意義は半減してしまうのである。このことはイメージの問題を考えるうえでもきわめて重要な考え方であり、必然的にその研究はイメージの機能的役割を明らかにし、基礎となる処理過程を理論化していくことに主眼が置かれている。

2. 認知心理学におけるイメージの概念

ではこの新しい科学領域において、イメージの概念は実際どのように扱われているのであろうか。ここではまずその手掛かりとして、最近のイメージ研究者が行った定義をみてみることにしたい。

Finke (1989) によれば、イメージとは「直接的な感覚刺激がまったく存在

しない状態、あるいは現時点の感覚刺激に結び付けられる形で、ある経験を心的に創造あるいは再形成することであり、その経験は少なくとも幾つかの側面である対象や事象を実際に知覚しているさいのものと類似している」とされる。Finkeは認知心理学における最も著名なイメージ研究者の一人であるが、その定義はかなり曖昧であり、おもにイメージと知覚の間の類似性を主観的な経験に立脚して記述したものという範囲を越えていない。

Finkeの立場は Farah (1988) の「知覚のさい外界の刺激によって自動的に活性化される知覚表象がトップダウン的に活性化されたもの」という定義ではいくぶん明確となる。ここではイメージと知覚の関係が、その基礎をなす表象と活性化メカニズムの2点で捉えられているからである。しかしこの定義もまた、けっして新しいという印象をもたらすものではない。むしろその内容は古典的研究の冒頭で述べた Fechner のそれとなんら変わることのないものとさえいえよう。そこでさらに他の研究者の代表的な定義をあたってみることもできるが、おそらくその印象を変えるには至らないものと思われる。実際、認知心理学におけるイメージの定義はそれほどに曖昧であり、Paivio (1971) にみられるような明確な基準を述べるものは一つとしてないものである。

こうした事情を最もよく説明するのが、イメージ研究の第一人者として知られる Kosslyn (1980) の考え方である。Kosslyn の一連の研究にはイメージの定義がその特性に関する記述を除いてはほとんどみられない。むしろ Kosslyn はイメージの概念が本質的に持っている曖昧さ (fuzziness) を論じ、科学的研究において実体を持たない構成概念を一つの操作的定義で特定すべきではないと主張する。その典型的な一例として Kosslyn があげるのは、物理学の領域における構成概念「電子」である。「電子」は直接的な観察が不可能であるにもかかわらず、理論物理学のなかで常に揺るぎない重要な位置を占め続けてきた。しかしその意味も同じく揺るぎないものであったかとい

えば、それはまったく逆であり、新しい観測手法の出現とともにさまざまに変遷を遂げてきたのであった。Kosslyn は心理学におけるイメージは、この電子と同様の変遷を遂げるべきものであることを主張する。すなわちイメージの研究はその概念の明確な定義に基づいて行われるものではなく、逆に新しく開発される実験手法と蓄積されるデータによってなされる概念自体の収斂こそがその目的とされなければならないのである。

Kosslyn によるこの指摘をふまえたうえで再び Finke らの定義に立ち戻ることで、今日の認知心理学におけるイメージ研究の基本的枠組みが明らかとなろう。個々の研究者がイメージの定義としているものは大まかな作業仮説にすぎない。唯一その基礎となる枠組みをあげるとすれば、それは「イメージと知覚の類似性」という多分に主観的で常識の範囲に留まるものといえるだろう。しかしここで注意すべき点は、たとえその枠組みが主観的な経験に立脚したものであっても、客観的科学としての認知心理学におけるイメージ概念は「特定の実験状況において特定の効果が得られるという客観的な事実とそれを説明するモデルないしは理論との間に成り立つ一種の構成概念」とみなされていることである。例えば次章の始めに述べる Shepard & Metzler (1971) のメンタル・ローテーションにおいても、イメージは決して主観的な現象を指す用語としてではなく、図形対の角度差と反応時間の間にみられる直線的関係によってイメージの機能的役割が特定されているのである。

3. 本論文におけるイメージの扱い

本章ではこれまで、古典的研究から認知心理学に至るまでの間にイメージの概念とその研究がどのような変遷を遂げてきたかを振り返ってきた。そこでは個々の研究をとりあげていくなかで心像の概念に関わる幾つかの問題点が指摘された。これらの問題点はある意味で主観的現象としてのイメージを

科学的研究のなかで扱うことに由来する本質的な難しさだといえる。そうしたことわふまえたうえで、本論文ではここでイメージの概念を明確に定義することはしない。むしろ Kosslyn の指摘にしたがって、本論文を通じてその概念を少しでも収斂させる試みの一つとしたい。

本論文は認知心理学におけるイメージ研究を次のような構成で捉えてゆく。続く第 2 章ではイメージの心的変換の問題をとりあげながら、イメージ概念に向けられた一つの批判が巻き起こした論争を背景に、イメージの変換過程のダイナミクスを明らかにしてゆく。第 3 章ではイメージの心的構成の問題をとりあげ、3 つの実験的研究を中心にイメージの構造特性を探る試みがなされる。第 4 章ではイメージ研究の作業仮説としての「イメージと知覚の等価性」の問題をとりあげ、その意味するところを探ってゆく。次いで第 5 章ではイメージと知覚によるメカニズムの共有を作業仮説にして、大脳視覚野の構造特性からイメージの特性に関する一つの仮説を引き出し、3 つの実験的研究を通してそれを検証する。最後に第 6 章ではイメージの現象的側面と情報機能的側面とを区別し、イメージの情報機能に関する仮説を立てたあと実験的研究を通してその妥当性を探る。またその結果をふまえ、本論文全体を総括する。

第 2 章 イメージのダイナミクス

本章では Shepard と Metzler (1971) の研究を発端に、'70 年代以降の認知心理学に一種のブームを巻き起こしたイメージの心的変換に関する話題を取りあげる。かつて主観的現象であるがゆえに排斥されたイメージの問題が、人間の認知的能力を科学的に捉えようとする新しい試みのなかに現れたのは、「メンタル・ローテーション」というごく直感的な名を冠してのことであった。当然、その主張は直ちにあからさまな批判を受けることとなったが、半世紀余りを経て帰還したイメージ研究は再び衰退することなく、今日まで興味深いテーマとして研究され続けている。この経緯においては、イメージ概念に向けられたかつてと同様に強大な批判が、逆にその概念を整備し研究を加速的に発展させる最大の要因であったともいえるのである。したがってここでは Shepard らの研究とそれが惹き起こした論争の流れに沿って、認知心理学におけるイメージ研究の展開を概観してゆくものである。

第 1 節 イメージの心的変換

1. メンタル・ローテーション

a. Shepard と Metzler (1971) の研究

Shepard と Metzler (1971) は図 2.1 のような 10 個の立方体を組み合わせて作られた 3 次元立体の 2 次元投影図を被験者に対提示し、その異同判断を求める実験を行った。それぞれの刺激対は、(A) 「同じ」 立体に前額平行面上の回転を加えたもの、(B) 「同じ」 立体に奥行き方向の回転を加えたもの、(C) 一方が他方の鏡映像である「異なる」 立体に回転を加えたもの

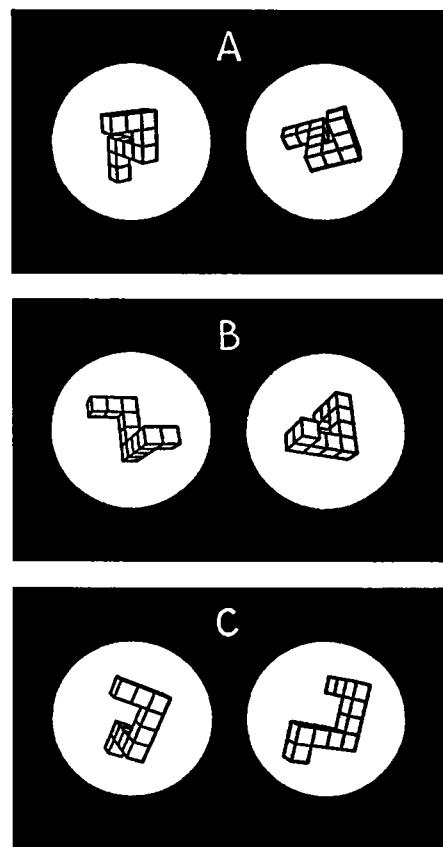


図 2.1 Shepard と Metzler (1971) の刺激図形

- (A) 「同じ」 立体に前額平行面上の回転を加えたもの
- (B) 「同じ」 立体に奥行き方向の回転を加えたもの
- (C) 「異なる」 鏡映像に回転を加えたもの

(from Shepard & Metzler 1971)

のいずれかからなっており、その回転角には 0° から 180° まで 20° 刻みで 10 通りが用意された。被験者の課題は図形対の向きに関係なく、それらが 3 次元空間において同一の立体を表すものがあるいは鏡映像を表すものかを 判断することであった。結果は図 2.2 に示されるとおり、「同じ」対の判断に要する時間は前額平行面上と奥行き方向の条件差とは無関係に、2つの立体を隔てている回転角が増すにつれて直線的な増加を示すというものであった。

角度差と反応時間の間にみられたこの関数関係を解釈するさいに、Shepard らが注目したのは被験者の内観報告であった。ほとんどの被験者が、(1) 図形対を比較するために一方の図形のイメージをもう一方と見かけ上一致するまで回転させたこと、(2) その回転の速度はほぼ一定であったこと、(3) 前額平行面上と奥行き方向の 2 つの回転軸の選択は容易であったこと、を一致して報告したのである。被験者の内観にしたがえば、異同判断に要する時間はイメージを回転するために必要な時間を反映するはずであるが、実際のデータはまさにこれと一致したものであることがわかる。このことから Shepard らは、この結果がイメージの回転操作を反応時間という客観的データによって示したものであると主張して、その操作をメンタル・ローテーション (mental rotation) と呼んだのである。

しかし Shepard ら (1971) の研究に示されているのは、(1) 角度差と反応時間の間に直線的な関係が成り立つという客観的側面と、(2) 被験者の内観に基づく主観的側面としてのメンタル・ローテーションという 2 つの事柄であって、それらをごく直感的な形で結び付けた解釈自体には必ずしも妥当性があるとはいきれない (下條, 1981)。これには Shepard ら自身も気付いており、のちにこの実験の詳細な報告とともに、その解釈の論拠にふみこんだ考察を加えている (Metzler & Shepard, 1974)。Metzler らによれば、一般に図形対の異同判断では、とくにメンタル・ローテーションによらずとも、

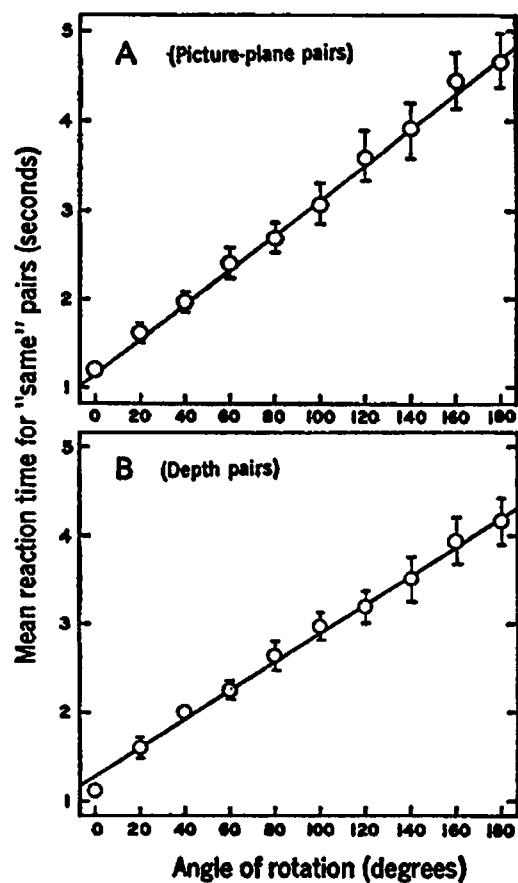


図 2.2 Shepard と Metzler (1971) の結果

(A) 前額平行面上の回転

(B) 奥行き方向の回転

(from Shepard & Metzler 1971)

図形の向きに依存しない構造記述や図形対の個々の特徴を直接比較するなどの方略を用いて遂行することが可能であり、実際、Shepardらの被験者の中にもそうした方略を用いたと報告する者がいたという。しかしながら Metzlerらは、この実験の課題であった3次元立体の異同判断に関するかぎり、そのような被験者でさえ判断過程のどこかでメンタル・ローテーションに頼らねばならない瞬間があったと報告していること、またメンタル・ローテーション以外のどのような方略を基礎にしても反応時間のデータを完全には説明しえないこと、の2点をあげて、課題解決のための決定的な方略はメンタル・ローテーションにほかならないと結論付けている。

b. Pylyshyn (1973) の批判

Shepardらのこの研究が注目を集め一方で、Pylyshyn (1973) は当時一種のブームとなりつつあったイメージ研究に真っ向から対立する見解を表明した。Pylyshyn はまず、「意識的な内観によって利用可能なものが、心理学的過程において必ずしも主要な役割を果たしているとはいえず、むしろ基礎にある過程の付帯現象にすぎないかもしれない」と指摘する。そして、その意識的な内観の産物であるイメージの概念に批判を加え自らの理論的主張を展開したのである。

Pylyshynによれば、イメージという語は通常、「心内の絵」として解釈される傾向があり、これが「心の目でイメージを見る」という誤った考え方、言い換えれば、「絵の暗喩(picture metaphor)」と呼ばれる誤謬を導きだしているという。ところが、実際「われわれの頭の中には『心の目 (mind's eye)』も、そこに映るものを解釈する『心の脳 (mind's brain)』も存在しない」と Pylyshyn は主張する。そして、「認知系にとってのイメージ表象がすでに知覚的な処理を受けたあとの percept にすぎない」ことを強調したあと、イメージとは「高度に抽象化され解釈された表象」であり、「絵という

よりは文章によって記述される知識と何ら変わることのない命題的記述に近い」と結論付けたのである。

Pylyshyn によるこの批判は、イメージの客観的研究の可能性を歓迎する当時の心理学者たちにとって、一様に深刻なものと受けとめられたようである。メンタル・ローテーションという新しいパラダイムを開拓したばかりの Shepard らにとってもそれは同様であった。これは Pylyshyn の批判が主に Hebb や Paivio らのイメージ研究に向けられたものであったにもかかわらず、Shepard とその共同研究者たちがそれに最も敏感に反応し、自らに直接向けられた批判の如く対応をみせたことからも推察される。そして、この Shepard らの反発は、イメージを認知系で独自の機能的役割を果たす表象とみなす立場(イメージ派)と、逆に認知系の中で機能しているのは唯一命題表象のみであるとする立場(命題派)の間に一大論争を巻き起こすこととなった。これがいわゆるイメージ論争である。

c. 回転の全体性

初期のイメージ論争における両派の主張は、おもにイメージと命題という相異なる表象の特性から、それぞれに予測される結果を実験的に検証するという形でなされた。そのような主張のなかで、イメージ派がとりあげた問題の一つにメンタル・ローテーションの全体性に関するものがある。一般に命題表象は、対象の属性を記述した一組のリストからなっており、その命題表象の操作は個々のリスト項目を継時的に処理してゆくことによって行われると考えられる。したがって、ある命題表象が多くのリスト項目を持つと想定される場合、例えば簡潔な図形に比べて複雑な図形を用いた場合には、その変換操作により多くの時間が必要となることが予測される。一方、イメージ表象は対象を一つの「もの」のごとく記述しており、その表象に対する操作もまた一つの「もの」を動かすように行われるため、その変換操作に要する

時間は図形の複雑さに影響されないことが予測される。

Cooper (1975) は、この 2 つの予測をもとにイメージ派の立場から 2 次元のランダム図形を用いたメンタル・ローテーション実験を行った。この実験で使用された図形は、図 2.3 に示される。一般に 2 次元図形では、多角形の頂点の数の対数値とその知覚的複雑さの評定値の間には直線的な関係があるとされるため (Attneave, 1957)，これらの図形は A から H に至るにつれて複雑さの程度が増していくものとみなされる。Cooper の結果では図 2.4 に示される通り、8 つの図形ごとの反応時間関数の切片と傾きは、いずれもほぼ等しい値をとることがみとめられた。また Cooper と Podgorny (1976) は、複雑さに加えてターゲットとの類似性を組織的に変化させた図形を妨害刺激として用いた場合にも、同様の反応時間パターンが得られることを明らかにしている。こうしたことは当初の予測においてイメージ表象の特性を表すものであり、メンタル・ローテーションが属性リストによって記述される命題表象に基づくものではないことを示唆している。

d. 回転のアナログ性

イメージ派の研究者が実験的検証に訴えたもう一つの問題は、イメージの心的変換が命題表象に基づく離散的 (discrete) な過程ではなく、外界での物理的変換と 1 対 1 の対応を持つ連続的 (continuous) ・ アナログ (analog) 的な過程としての側面を持つことであった。もしメンタル・ローテーションが命題表象の離散的処理を基礎にして行われているならば、回転はある決まった角度ごとに段階的に行われることが予測される。一方、イメージ表象のアナログ的処理を基礎にしているならば、その回転は物理的な回転軌道上のすべての点を通過することが予測される。

Cooper (1976) の研究は、この点を検討する目的で行われたものであった。Cooper はまず、上述の 2 次元ランダム図形を用いて、被験者に合図とともに

THE EIGHT FORMS

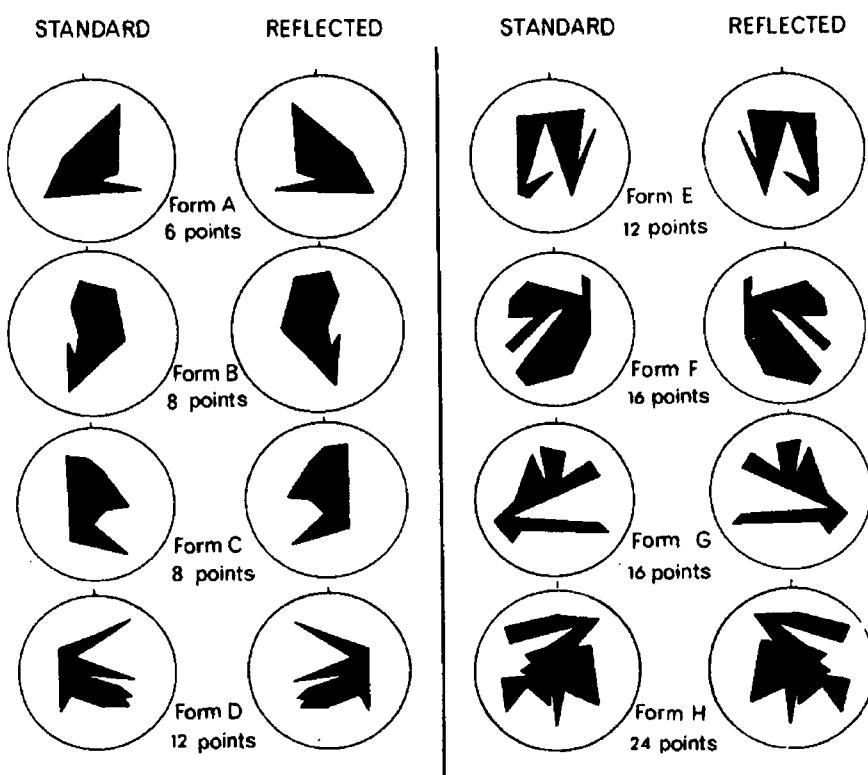


図 2.3 Cooper (1975) で用いられた 8 種の刺激図形

(from Cooper 1975)

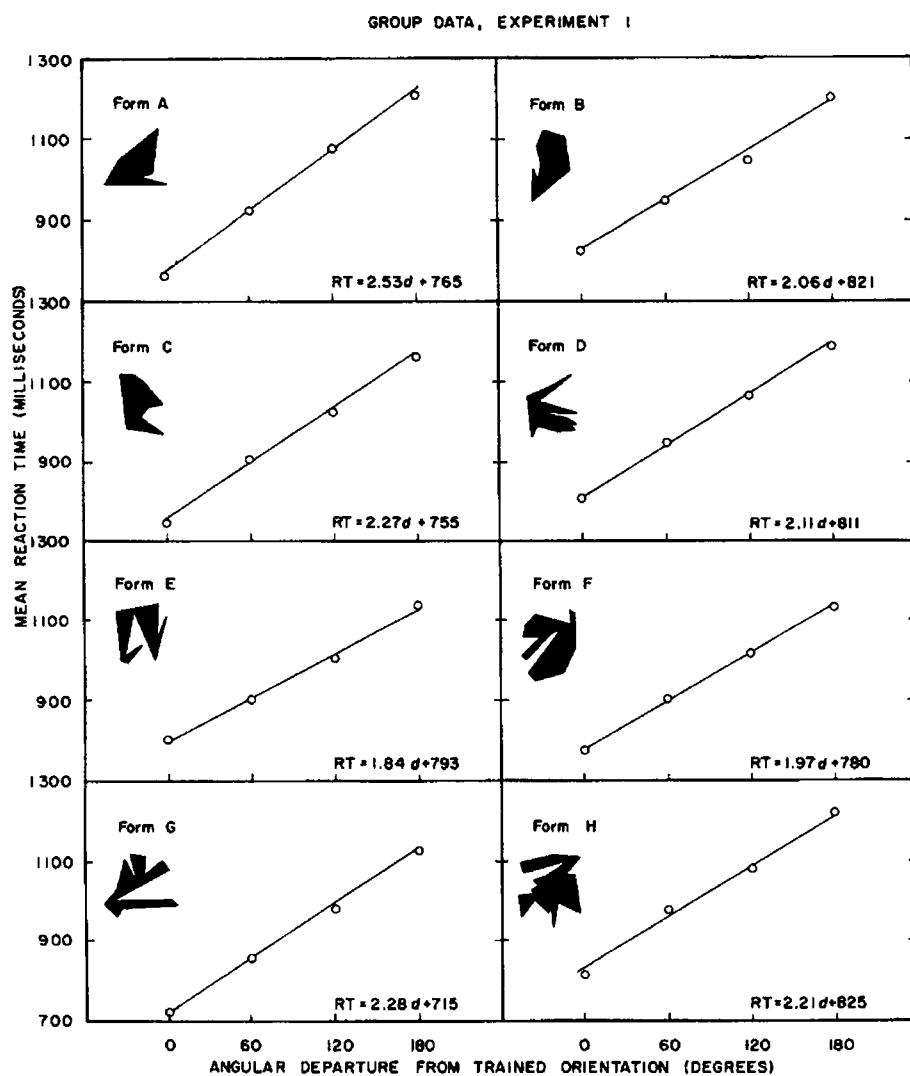


図 2.4 Cooper (1975) の結果
(from Cooper 1975)

に図形を心的に回転するよう教示した。そのさい、先の実験(Cooper, 1975)で得られた回転の平均速度をもとに算出された傾きで不意に検査刺激を提示し、その異同判断を求めたのである。イメージの回転がアナログ的に行われているならば、この時点では被験者のイメージは実際に提示された検査刺激と同じ傾きをとっていることになり、両者を比較するため、さらにイメージを回転する必要はなくなっているはずであろう。結果は明らかにこの予測と一致しており、「同じ」刺激の判断に要する時間は常に一定の値を示した。被験者が各試行ごとに検査刺激がいつどこに提示されるのかを特定し、そのつど適切なパラメーターを使ってイメージの傾きを設定しておくことは不可能であろうから、この結果を命題表象の離散的処理を基礎に説明することは難しい。したがって Cooper は、これがイメージ表象のアナログ的処理に基づいた連続的な変換を示すものだと主張したのである。同様の結果は、英数字を刺激に用いた一連の研究でもみとめられている (Cooper & Shepard, 1973a; 1973b; 1978)。

2. その他の心的変換

イメージ派の研究者らがイメージ表象の存在を示そうとする試みは、メンタル・ローション以外のさまざまな心的変換にも適用された。例えば Shepard と Feng (1972) は、図 2.5 に示されるような展開図を被験者に提示し、これをもとに立方体が折りあげられたとき図中の 2 つの矢印の先端が接するかどうかを判断するよう求めた。その結果、反応時間は判断に必要な最小の紙折り回数に比例することが明らかにされている。Shepard らはこれを、被験者が展開図のイメージを心的に折りながら判断を行った結果であると主張している。

また Bundesen と Larsen (1975) は、Cooper (1975) と同様のランダム図形で向きと大きさ (size) の 2 つの次元で互に異なる図形対を同時提示し、大

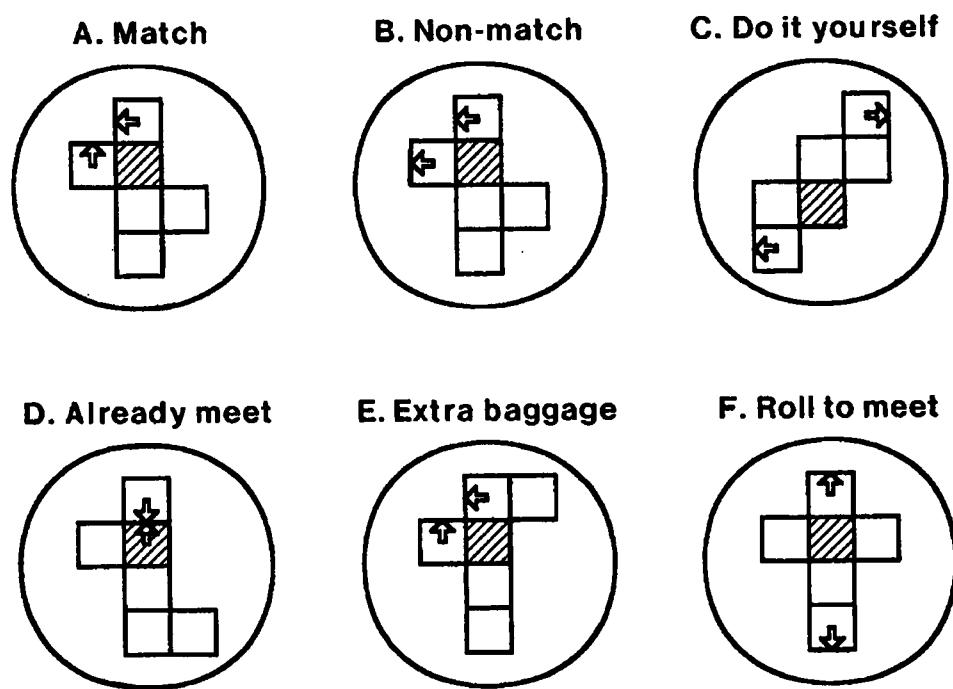


図 2.5 Shepard と Feng (1972) で用いられた展開図
(from Shepard & Feng 1972)

きさとは無関係に2つの図形の向きが同じであるかどうかを被験者に判断させる実験を行った。その結果、反応時間と図形対の大きさの比率の間に直線的な関係がみいだされ、Bundesenらはこれを被験者が判断にさいして、一方の図形のイメージを一定の割合で心的に拡大または縮小したことによるものだと主張した。大きさの心的変換を示す例は、継時提示を行った場合や英数字を用いた場合など、その後多くの例が報告されている (Bundesen, 1978; Bundesen, Larsen & Farrell, 1981; Sekuler & Nash, 1972)。

これらの研究は、認知系におけるイメージの使用がメンタル・ローテーションという特定の課題に限定されるものではないことを示しており、イメージ表象が持つ機能的役割の一般性を主張するうえで有効な証拠とされている。

第2節 心的変換研究とイメージ論争

1. 命題派の反証実験

命題説への反証例が次々と明らかにされていくなかで、命題派の研究者らもそれに対抗する実験的証拠を提出してきた。例えば、Pylyshyn (1979) は、刺激の一部分のみを回転させた検査刺激を用いて、全体的な形態についてではなく、図形の部分的な一致を判断させる実験を行った結果、全体的な図としての「良さ」の評定値が高いものほど判断に要する時間が短くなるという傾向を明らかにしている。Pylyshynによれば、この結果は明らかにメンタル・ローテーションが図形の複雑さの影響を受けることを示しており、Cooper (1975) のイメージ表象の全体性に関する主張を覆すものであるという。

これに対して、ShepardとCooper (1982) は、Pylyshynの反応時間がメン

タル・ローテーションに要した時間のみを表しているのではないと反論する。Shepardらによれば、Pylyshynの用いた刺激は被験者にとって馴染みのないものであり、そうした場合、おもに回転に先立つ符号化と回転後の比較の過程に図の複雑さが影響を及ぼしてしまうため、その効果が全体の反応時間に反映されることがあるという。またForkとLuce(1987)は、Pylyshynの用いた刺激では複雑さとともに刺激間の形態的類似度も高くなっていくことから、類似した刺激の比較にはより多くの情報を符号化したあとでメンタル・ローテーションが必要となることを指摘して反論を加えている。

2. イメージ表象と命題表象

しかしこのようなイメージ派の解答は、Pylyshynの問い合わせに対する真に適切なものといえるであろうか。例えば上述のPylyshyn(1979)では、イメージ表象の全体性から仮定される反応時間の不变が明らかに成立していないにもかかわらず、イメージ派の解答はそれに直接答えたものではない。むしろその事実をメンタル・ローテーション以外の過程に帰することによって巧みにかわしたにすぎないともいえるだろう。もし、ある種このような問題のすり替えがイメージ論争において容易に成り立ちうるものだとすれば、イメージの表象形式に基づいた仮説検証という方法自体が本質的にこの論争を決着させうるものであるのかに関して疑問を引き起しかねない(下條, 1981)。ここで問題となってくるのが、互いに異なった帰結を導きうると仮定されたイメージ・命題という2つの表象が本来どのようなものであり、またどのように区別されうるのかということである。

イメージ派の主張を見るかぎり、イメージ現象の全体的・アナログ的な特性を実現しうるのはイメージ表象のみであって、命題表象の離散的操作によっては説明されないとする基本的な考えが一貫してみとめられる。この主張の基礎には、命題が本来、事物の概念や関係などを抽象的な形式で記述

するために適した表象であり、イメージのような具体性を記述するには適していないとみなす考えがあるものと思われる。ここで興味深いのは、同様の考えはイメージ派だけではなく、命題派の主張の中にも見て取ることができることである。Pylyshyn (1973) の批判において、イメージは「高度に抽象化された」表象であり、「文章によって記述された知識となんら変わることのない命題表象」という指摘があったことに注目したい。初期のイメージ論争では、少なくとも命題表象を抽象的表象とみなす点では両派に一致がみられるのである。

しかしながら命題表象はけっして、当初両派が指摘したような具体性を欠いた抽象的表象に限定されるものではない。それどころか命題表象は、心的事象の全体性・アナログ性をも十分に説明することができる。Palmer (1975) によれば、ある対象についての命題は、個々の記述情報を階層的構造として表象しており、そのなかの高次の記述情報を 1 つ操作するだけでも低次の記述情報を全体的に変化させることができるという。またそのさい、高次の記述情報に対する操作のステップを小さくしてゆくだけで、全体の変化を限りなくアナログ的な様式に近付けることもできる。このようなネットワーク構造に支えられた命題表象は、全体性とアナログ性を有しており、実質的にイメージ表象と区別することができない。これらのことから Bobrow (1975) はイメージ論争が表象形式に関わる問題ではなく、個々の理論がその設計段階で表象のどの側面をとり扱おうとしているのか、言い換えれば、それぞれが扱おうとしている表象の次元(dimensions)の問題にすぎないという。

Anderson (1978, 1979) もまた、イメージ-命題の区別が本質的に非決定的であると主張する。Anderson によれば、仮に異なった形式の表象を持つ 2 つのシステムを仮定したとしても、それぞれに応じた処理過程さえ用意してやれば、両者の行動を見かけ上一致させることは十分に可能だという。した

がって逆に行動に関するデータのみを用いて、その基礎にある表象の形式を決定することはできない。Anderson はある表象がどのようなものであるのかを評価することは、その表象に対して働く処理過程を特定せんには不可能であることを指摘したのである。これは科学理論一般にあてはまる基本的な非決定論であり、それが覆される可能性はほとんど考えられないものと思われる(高野, 1981)。

ひとたびこのような非決定論にふれると、イメージ対命題の論争をもはや表象形式のみに立脚して進めることはきわめて難しい。イメージの表象をめぐる問題は、その処理過程をも含めた議論を通して明らかにしてゆかなければならぬのである。しかしこうした批判の中にあって、一部のイメージ派の研究者らはイメージ表象の変換過程が知覚のそれとより密接な対応を持つと想定される現象を取りあげて、その問題を克服しようと試み始めた。次節ではそれらの研究をとおして、イメージ論争のその後の展開を概観する。

第3節 心的表象の力動性とイメージ

1. 知覚表象の変換過程

a. イメージと仮現運動

対応する感覚刺激が存在していないにもかかわらず、心的変換が主観的に経験されるという現象はメンタル・ローションに限ったことではない。よく知られた仮現運動(apparent motion)はその典型的な例だといえる。一般に仮現運動では実際に刺激が提示されるのは運動軌道上の離散的位置に限られているにもかかわらず、そこから得られる運動印象はまさにアナログ的である。2つの現象の刺激状況に共通するこの直感的な類似性は、イメージ論争に新たな展開をもたらした。

Shepard と Judd (1976) は Shepard ら (1971) で用いられた図形対を継時的に提示したさい、それによって得られる仮現的な運動印象についての評定が 2 つのディスプレイを隔てている角度差と時間間隔の両方に依存していることを明らかにした(図 2.6)。Shepard らによれば、その相互依存のパターンはメンタル・ローテーションにみられる角度差と反応時間の間の対応関係にきわめて類似しており、イメージの心的変換と仮現運動の基礎をなす表象が同じ特性を持つことを示唆しているという。また、Robins と Shepard (1977) は、仮現運動のさい、見かけのうえで対象が通過している軌道上にプローブ刺激を提示し、仮現的に運動している対象の位置が同じ時間間隔で実際に運動する対象のそれと一致することを明らかにした。これは、仮現運動のアナロギ性を示すもので、イメージとのさらに密接な関係が示唆される。また Farrell と Shepard (1981) はイメージの心的変換と仮現運動がともに最短の軌道を選択しているという点で互いに類似していることを主張している。Shepard と Cooper (1982) はこれらの研究を総括し、「仮現運動は知覚的表象の仮現的変換としても特徴づけることができ、その意味においてイメージの心的変換はより一般的な意味での心的表象の特性を反映している」と結論づけている。

しかしここでも、命題派からの次のような反論を想定することは十分に考えられる。確かに実際の仮現運動では、刺激が提示されているのは知覚される運動軌道上のいくつかの通過点にすぎない。言い換えれば、刺激が占める位置は運動軌道上の離散的な位置である。ところが逆に言えば、われわれが情報として外界から得ているこの離散的な表象の連続がまさにわれわれの現象的側面での運動印象を作り出すことの証明といえるのではないだろうか。この立場からすれば同様にイメージにおいても、離散表象を計算し生成することによって現象的には連続した変換の印象を得ることが可能である。所与の現象とその基礎にある情報をあくまでも分離して考えるならば、メンタ

B. GROUP RESULTS: ALL TEN SUBJECTS

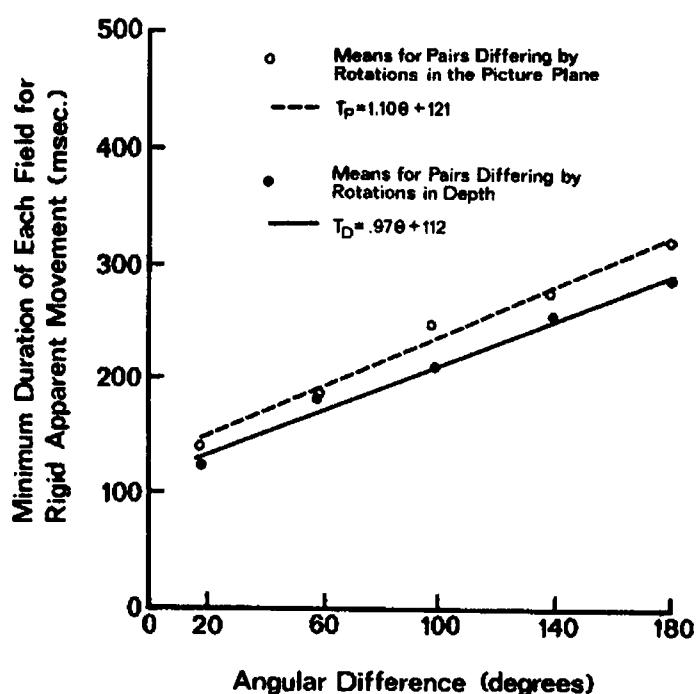


図 2.6 Shepard と Judd (1976) の結果
(from Shepard & Judd 1976)

ル・ローテーションと仮現運動はともに同じ離散表象から生み出された現象的所産として捉えることができる。

b. 表象のモーメント

この更なる問題に答えるためには、イメージ現象から少し離れて知覚表象あるいは広い意味での心的表象それ自体の変換特性を明らかにしておく必要があろう。Freyd と Finke (1984) は心的表象の変換特性が外界の物理的運動と類似していることを示す興味深い現象を見いだしている。Freyd らは 3 枚の視覚ディスプレイを被験者に継時提示し明瞭な仮現運動の印象を生じさせたあと、さらにもう 1 枚のディスプレイを提示して、そのなかに描かれている対象の位置が 3 枚目のディスプレイで示されたそれと一致しているかどうかを被験者に判断させる実験を行った(図 2.7)。その結果、被験者が一致していると判断した検査対象の位置は実際の位置よりも見かけ上の運動方向にずれてしまう傾向がみられた。この事実に注目した Freyd らは、これが仮現運動の基礎にある表象の変換が刺激提示の終了と完全に同期しては停止されず、余分に続けられてしまったことを表すものだと考えた。これは物理対象の力学でいわれる運動量 (momentum) に相当するものが心的表象にも仮定されうることを示している。このことから Freyd らはこれを表象

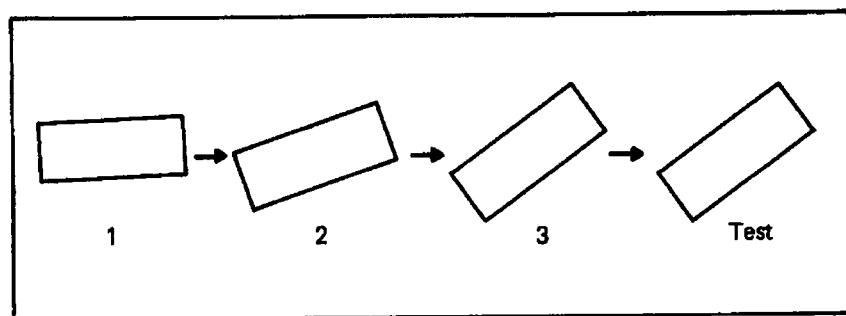


図 2.7 Freyd と Finke (1984) で用いられたディスプレイ
(from Freyd & Finke 1984)

のモーメント (representational momentum) と呼び、ひろく心的表象が本来的に物理世界のダイナミクスを共有しているとの主張を展開している (Freyd, 1983a; 1983b; 1987; Freyd & Johnson, 1987; Kelly & Freyd, 1987)。

2. 心的表象過程における生態学的制約

こうした主張を要約する形で、イメージ派の Shepard (1984) は広く心的表象に関わるさまざまな変換は一種の生態学的な制約のもとに行われているという考えに至った。Shepard によれば知覚の目的が有機体を取り囲む環境への適応にあるとすれば、それを実現している系は感覚を通して入力される情報群からもとの環境を正しく写し取ることができなければならないという。この立場からすれば、本来は全体的・アナログ的な外界の事象を離散的な表象で写し取ることは情報の欠落を引き起こし、ひいては有機体の不適応をもたらしかねない。むしろ知覚系は外界の事象をできる限り忠実に模倣するような仕組みを備えながら進化してきたはずだと Shepard は主張するのである。

さらに Shepard はイメージの基礎にある表象も、同様に環境を正しく再現できるような形式を有していなければならないという。もしイメージが有機体の環境への適応方略のひとつとして進化してきたならば、それが外界の事象とかけ離れた形式で対象の形態や動きを表すことはほとんど意味がない。有機体が唯一知覚系を通してのみその外界を知り得るのだとすれば、イメージ表象とその処理過程も当然知覚系の特性を受け継いでいるはずである。そしてそのさい、Shepard は知覚表象の持つ生態学的な制約がイメージ表象の中にも同じように組み込まれてきた (built-in) に違いないと主張するのである。

こうした生態学的視点からの主張は有機体の情報処理様式を考えるうえでは、システムの簡潔さという合理性に根ざして離散表象のみを仮定する命題

派の主張に比べ、かなりの説得力を持つものといえるだろう。またイメージ表象への批判に端を発した論争がこのような展開をみせながら今日に至っていることは、両者の対立が本来的には知覚表象をも含めた心的表象全般にわたるものであったことに改めて気付かせてくれるのである。

第3章 イメージの心的構成

日常場面においてイメージという語を想像力と切り離して考えることはできない。人は想像の中でさまざまな事物や状況を巧みに組み合わせ、その結果をイメージとして写し出しているのである。ある意味でイメージとはこの心的構成能力にほかならないとさえいえよう。

本章ではイメージの心的構成に関する話題をとりあげる。認知心理学においてその諸研究はイメージ表象の構造特性に関わる問題と結びつけられ扱われてきた。本章もまた3つの実験的研究を中心に、心的構成イメージがどのような構造特性を示しうるのかを検討してゆくものである。

第1節 心的構成イメージ

1. パターンの心的合成

人は利用可能な情報が個々の部分的特徴にすぎない場合でも、それらをもとにイメージ中で全体像を構成することによって、さまざまな課題に対応することができる。この心的構成能力に関する問題は認知心理学において、心的合成 (mental synthesis) あるいはメンタル・アセンブリー (mental assembly) の研究として現れた。

Clark と Chase (1972) はある視覚ディスプレイを構成する部分の相対的な位置関係をいくつかの異なる言語記述によって示し、それらが実際のディスプレイと同じであるかどうかを被験者に検証 (verify) させる実験を行った。被験者が与えられた言語記述からディスプレイの全体像を心的に合成し比較検証することができるならば、記述の様式は反応時間に影響を及ぼさないこ

とが予測される。しかし結果はこれに反して、検証に要する時間は記述の様式に依存することを示すものであった。また Klatzky と Thompson (1975) も目や鼻、口など、人間の顔の部分的特徴を描いた絵を別々に示したあと、続いて提示される顔全体の描画がそれらを合成したものであるかどうかを被験者に判断させる実験を行った。ここでも反応時間のデータは分割された特徴の数に依存することが示されており、心的合成の実験的検証に失敗している。

そこで Klatzky ら (Thompson & Klatzky, 1978) は次に、顔に替えてより単純な視覚的パターンを刺激に用いて同様の実験を繰り返した(図 3.1)。その結果、用いられたパターンが三角形などのまとまった形態である場合には反応時間は分割の数に依存せず、ほぼ一定の値をとることが明らかにされたのである(図 3.2)。このことから Thompson らは少なくとも単純な形態に関するかぎり、被験者はパターンを心的に合成することができると主張している。

しかしながら単に刺激を変更するだけで結果がこのように逆転するものならば、心的合成の一貫性という点で依然問題を残しているといわねばならない。これに対して Nielsen と Smith (1973) は Klatzky ら (1975) と同様の顔刺激を用いた心的合成課題においても心的統合が可能であることを明らかにした。Nielsen らは Klatzky らの手続きに部分的特徴と顔全体が提示される間の時間間隔、すなわち心的統合のための準備時間をさまざまに変化させる条件を新たに導入することによって、この準備時間が長くなるにつれて特徴の数の効果が減少していくことを示したのである。この結果から Nielsen らは、あらかじめ適切な時間が与えられている場合には心的合成は十分に可能であると主張している。

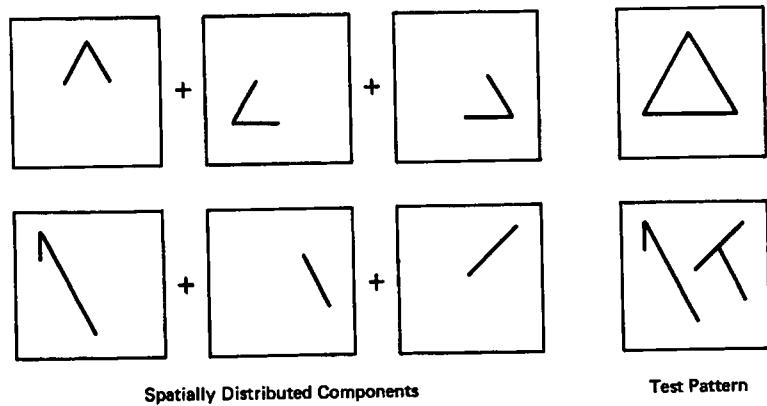


図 3.1 Klatzky らの用いた刺激図形の例

上段は心的合成が確認された単純でまとまりのある図形。下段の複雑図形では確認されなかった。

(from Tompson & Klatzky 1978)

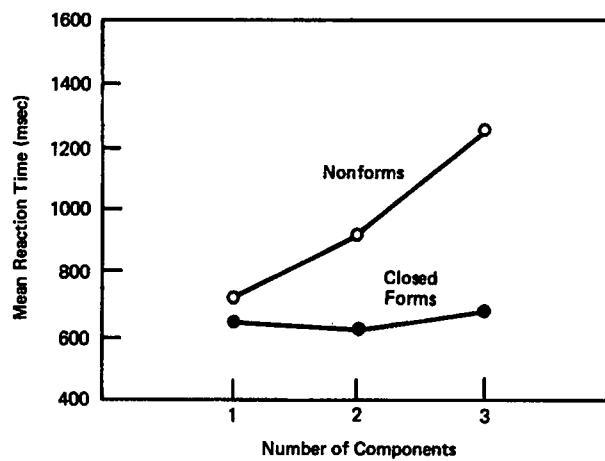


図 3.2 Klatzky らの結果

(from Tompson & Klatzky 1978)

2. 心的構成イメージの構造特性

これら一連の心的合成の可能性を示す実験パラダイムは、イメージ派の研究者らによっても取りあげられた。例えば Glushko と Cooper (1978) は単純な幾何学図形を組み合わせ構成された視覚的パターンの検証課題を、視覚提示と言語記述による提示の 2 条件で被験者に遂行させた結果、十分な準備時間が与えられた場合には要素の数および記述の形式の効果がみられず、2 つの提示条件での反応パターンも同じような傾向を示すことを見出した。このことから Glushko らは個々の要素から全体のイメージを合成することが可能であるとし、さらにそのイメージは実際に視覚提示されたさいに表象されるパターンの構造的特徴を保持していると主張している。この主張において注目すべき点は、それが心的合成の成立の問題を越えてイメージ表象の構造特性にふれていることである。Glushko らはこの課題のなかで心的に合成され比較された内的表象が、イメージ表象としての全体性を持つことを指摘したのである。

Cooper (1988; 1989; 1990) の一連の研究は、この主張をさらに押し進めようとするものである。Cooper は異なる 2 つの面について描かれた 3 次元立体の正射投影図を対提示したあと、同じ立体の等角投影図あるいは別の面を描いた正射投影図を示して、その異同判断を求める実験を行った。その結果いずれの場合も正確な判断が行われ、イメージによる心的統合が 3 次元立体においてもなされることが明らかにされている。また実際には一度も提示されたことのない刺激について、このような判断が可能であるという事実は、その立体についての 3 次元的な構造を内的に構成する過程とそれを保持する内的表象の媒介を仮定せずには考えられない。

Peterson ら (Peterson, Holsten & Spevak, 1975; Peterson, Rawlings & Cohen, 1977) の実験は、このような内的表象過程の媒介を考えるうえでさらに興味深い。Peterson らの実験課題は図 3.3 に示される。被験者はまず、刺激と

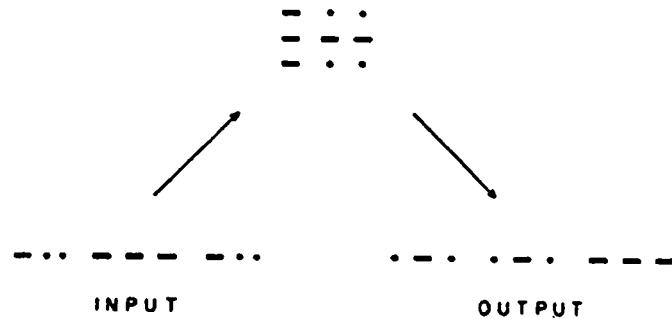


図 3.3 Peterson らの課題の概略図

この例では左上から横に提示された信号を右上から
縦に読み出させてている。 (from Peterson et al. 1977)

して 9 つの「長い」あるいは「短い」音からなる聴覚信号を提示された。被験者の課題はこの信号をイメージ中に構成された 3×3 のマトリックス上に配置しながら記録し、刺激の提示後、実験者に指定された様式でその信号を読み出してゆくことである。 Peterson らの結果では、被験者がいちど心内にパターンを構成したあとでは、どのような様式であってもそれを自由に走査し読み出せることが明らかにされた。 Peterson らの被験者は視覚提示を全く経ない刺激からこのような課題を遂行していることから、その基礎になんらかの空間的構造を構成し保持する過程の媒介を確信させるものだといえよう。

以上にあげられた諸研究はいずれも、心的に統合あるいは構成されたイメージ表象が何らかの空間的構造を保持していることを示すものである。なかでも Peterson らの結果は、課題中のどの時点においても刺激が実際に視覚提示されていない点でとくに注目される。しかしながら、いずれもイメージ中で構成されたパターンがどのようなものであるかを具体的に示すまでには至っていない。そこでこのイメージ表象の構造特性をより直接的に検討するために行われた 3 つの実験的研究 (黒田, 1988; 1989) を次に報告する。

第2節 実験1: 心的構成イメージの実験的研究Ⅰ —クラスター分析法による検討—

前述の Peterson らの研究から、視覚提示を経ずにイメージ中で構成されたパターンが空間的な関係を保持していることが明らかにされている。本実験の目的は、そのような心的構成パターンの構造特性をより直接的に検討することである。そのため本実験では課題として、ドットの座標値を言語的に提示し被験者に全く馴染みのないランダム・パターンを心的に構成させたあと、その自由再生を求める手続きを採用した。結果の整理にあたっては、各ドットの再生時の順位データをもとにしたクラスター分析を行い、パターンの表象構造の質的分析を試みた。この方法は心的表象の構造特性を視覚的に把握するための手段として有効とされている(熊田・菊池, 1987)。なお、本実験ではパターンを実際に視覚提示する条件が設けられ、心的構成を経た内的表象と知覚過程を経たそれとの直接的な比較も行われた。

方 法

被験者 神戸大学の学生 24名(男性 9名、女性 15名)。

刺激と装置 刺激には 6×6 のマトリックス中に 9 個のドットをランダムに配置した視覚的パターン 12 種類を用いた。したがって、すべてのパターンはマトリックス中の 25% を占めるドットから構成されている。またこの 12 種類のパターンは、それらの提示を通じてマトリックス中の任意のセルに 3 度ずつドットが現れるよう構成された。なお、刺激の呈示および再生にはコンピューターとマウスを用いた。

要因配置と手続き 要因配置は、パターン構成条件 3 条件 \times 刺激パターン 12 条件の計 36 条件であった。3 つのパターン構成条件は次のとおりで

ある。

- (1) 知覚条件：実験者が読みあげる位置をもとに、ディスプレイに表示されたマトリックスのうえにマウスでパターンを書き込みながらそれを記録する。
- (2) 枠ありイメージ条件：実験者が読みあげる位置をもとに、ディスプレイに表示されたマトリックスのうえにパターンをイメージしながらそれを記録する。
- (3) 枠なしイメージ条件：実験者が読みあげる位置をもとに、イメージのみでパターンを構成しながらそれを記録する。

それぞれの構成条件には、8名ずつの被験者が無作為にわりあてられた。本実験の各試行はパターン構成課題とその自由再生課題からなる。1回の試行の手続きは次のとおりである。はじめに、パターンを構成するドットの座標が実験者によって一つずつランダム順に読みあげられ(例えば3の3), 被験者はそれぞれのパターン構成条件にしたがってディスプレイ上あるいはイメージ中にそのパターンを構成し記録する。このさい2つのイメージ条件に参加した被験者には、個々のドットから全体的なパターンを心的に構成しながら記録するよう教示した。すべての座標が読みあげられたあと「終わりです」の合図に続いて再生用画面が表示され、直ちにドットの自由再生課題が開始された。ここでは、読み上げられたすべてのドットを画面上に正確に再生するよう教示した。

なお、イメージ構成課題・再生課題ともに時間制限はいっさい設けられず、実験は各被験者に応じたペースで進められた。被験者は割り当てられたパターン構成条件で12種のパターンすべてについて課題を遂行した。実験セッションに要した時間は、知覚条件で約30分、2つのイメージ条件で約60分であった。

結 果

再生成績 各パターン構成条件における全刺激パターンおよび全被験者の平均再生個数を図3.4に示した。パターン構成条件(2)×刺激パターン(12)の2要因分散分析の結果(表3.1), 刺激パターンの主効果はみとめられず($F(11, 231) = 1.77, p > .05$), 用いられたパターンごとの再生成績はほぼ一定であり, 記銘が特に容易あるいは困難なパターンはなかったことが明らかにされた。パターン構成条件の主効果は有意であったが($F(2, 21) = 12.06, p < .0003$), 構成条件と刺激パターンの間の交互作用はみとめられなかった($F < 1$)。下位検定から, パターン構成条件間の差は知覚条件と枠ありイメージ条件および知覚条件と枠なしイメージ条件の間のものであることが示された(ともに1%水準)。

再生順位 各試行で得られた再生順位のデータを各条件ごとにプールしたあと, 全ドット間の順位の差を計算した(式3.1)。

$$D_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^r \phi_{ijt} |l_{it} - l_{jt}|}{\sum_{t=1}^r \phi_{ijt}} \quad \text{式 3.1}$$

t : 試行 l_i : 基石 i の再生順位

ϕ_{ij} : 基石 i, j がともに再生されたときに1, それ以外は0

熊田と菊池(1987)の手続きにしたがい, 式から算出される D_{ij} を非類似度とみなし, 各刺激パターンについてクラスター分析を行った。その結果は図3.5(a)~(c)に示した。

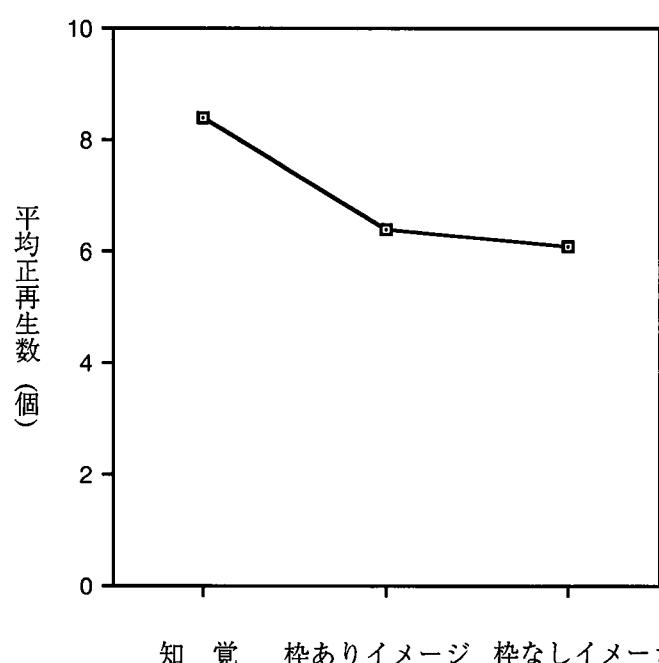


図 3.4 実験1 の正再生数

表 3.1 実験 1 の再生成績の分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
パターン構成条件	2	322.111	161.056	12.063 ***
誤差	21	280.375	13.351	
刺激パターン	11	26.569	2.415	1.769 †
刺激 × 構成条件	22	24.889	1.131	0.829
誤差	231	315.375	1.365	

(†: $p < .10$; ***: $p < .001$)

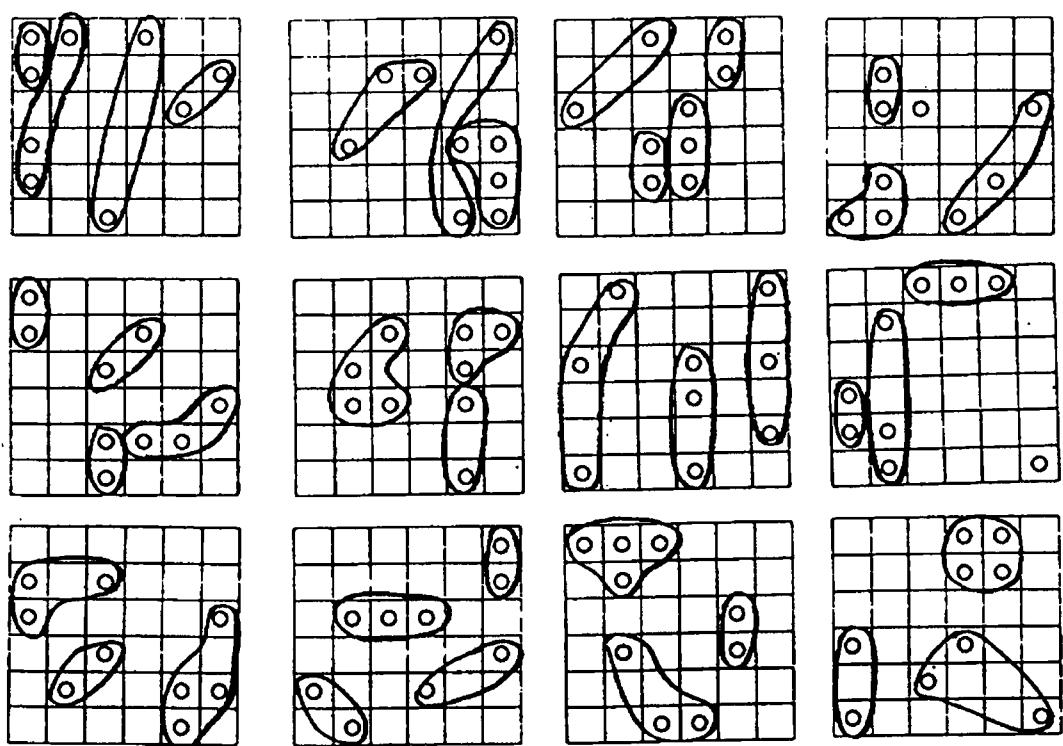


図 3.5 (a) 実験 1 のクラスター分析の結果 (知覚条件)

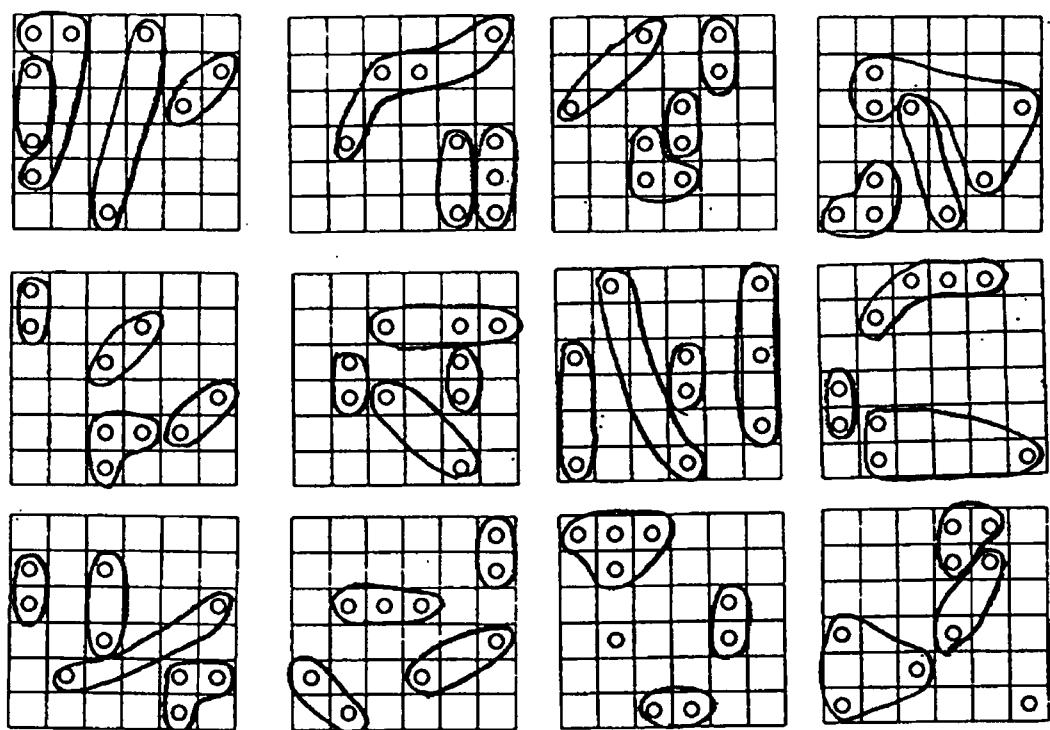


図 3.5 (b) 実験 1 のクラスター分析の結果 (枠ありイメージ条件)

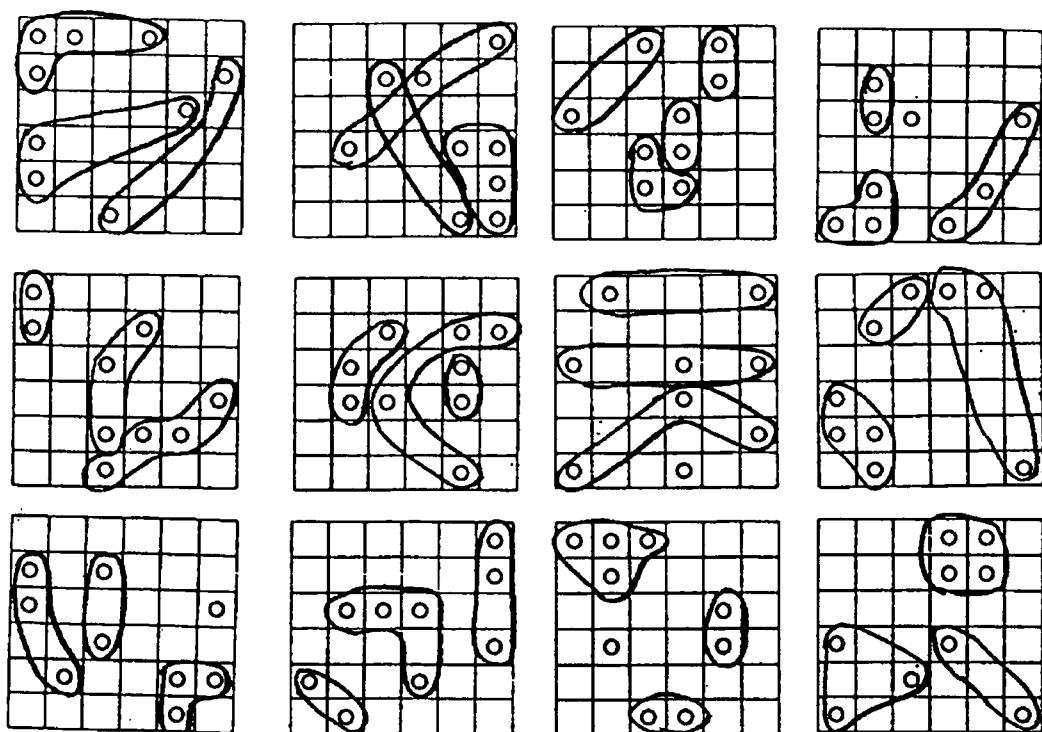


図 3.5 (c) 実験 1 のクラスター分析の結果 (枠なしイメージ条件)

考 察

図3.5から、各パターンを構成するドットがすべての構成条件で同じようなクラスターを形成していることがわかる。2つのイメージ条件では個々のドットの位置が読みあげられたのみで、全体的なパターンは視覚的に提示されなかつたにもかかわらず、知覚条件と同様のクラスターが形成されたことになる。この事実は被験者が個々のドットを心的に構成し全体的なパターンのイメージをつくりだしていたことを示唆している。ここで注目したい点は、それぞれのクラスターが互いに近い位置にあるドットから構成されていることである。Bousfield(1953)はランダムに並べられた語のリストを被験者に記録させ、その自由再生を求めた結果、意味的に関連を持つ語がまとまって再生されることを明らかにした。これは記憶のクラスタリングとして知られる現象であるが、本実験の結果をこの現象とのアナロジーによって捉えることができるのではないだろうか。Bousfieldの結果が意味的に近接した項目のクラスタリングであったのに対して、本実験の結果は空間的に近接した項目のクラスタリングを示すものだと考えられるのである。

空間的近接の要因が心的構成の過程に効果を及ぼしているという事実は、少なくとも座標値として言語的に入力された刺激が再生に用いられた記憶表象に至るまでのどこかに、ある種の空間的な表象が介在していたことを示唆する。さらに知覚条件と質的に類似したクラスターが得られていることは、その表象が知覚によるパターンの体制化の基礎にあるものと機能的に類似したものであったことをうかがわせる。

しかしながら図3.5をより詳細に検討すると、知覚条件のクラスターがはっきりとしたまとまりからなっているのに対して、2つのイメージ条件では個々のクラスターが交錯し入り組んだ形態をとっていることも事実である。これは知覚条件とイメージ条件の再生成績間に差が得られていることを

考慮すれば、パターンの記録状態の違いによって引き起こされたものと解釈することができよう。イメージ条件では知覚条件に比べてパターンの保持が不完全であったため、被験者はいくつかのドットが欠けた状態での体制化を強いられ、このようなクラスターが形成されるに至ったものと考えられる。

しかし一方で、本実験の結果からイメージの使用によってパターン構成時の体制化が空間的な要因の影響を受けたと主張することは可能だが、再生時においてもそのイメージが使用されたかどうかについては判断できないことは注目しておかなければならない。したがって本実験に参加した被験者はイメージによる空間的体制化を行いながら、順次その結果を命題等の非空間的な表象に変換し保持していたと考えることもできよう。実際、この解釈は知覚条件にくらべてイメージ条件でのクラスターが空間的なまとまりを欠くという事実とも一致する。この点についてはさらに検討が必要であろう。

第3節 実験2: 心的構成イメージの実験的研究Ⅱ —領域指定報告の手続きによる検討—

実験1では、イメージ条件と知覚条件でのクラスターのまとまりにみられた差がイメージ以外の表象の関与による可能性が指摘された。この点を検討する一つの方法は、実験1の手続きでの自由再生がパターンのイメージに基づいてなされたかどうかを検討することである。このため本実験では実験1の方法に領域指定報告の手続きを取り入れ、記録時に心的に構成されたイメージが再生時にも使用されているかどうかを検討した。すなわち被験者は内的に構成されたパターンを再生するさいに、実験者から任意の領域を指定され、その領域内に位置するドットを最初に答えるよう求められた。もし再生時にイメージが用いられているならば、それはパターン全体の空間

的関係を保持しているはずであり、新たに空間的に指定された領域に対しても正しい再生が可能であろう。一方、再生時に関与している表象が非空間的な特性を持つものであるならば、この課題は著しく困難なものとなるだろう。

方 法

被験者 神戸大学の学生 12 名 (男性 3 名、女性 9 名)。

刺激と装置 刺激には新たに 24 種の視覚的パターンが用意された (図 3.6)。いずれも実験 1 同様、 6×6 のマトリックス中に 9 個のドットをランダムに配置したものであった。また本実験で用いられた装置は実験 1 と同じであった。

手続き 各試行は実験 1 と同様にパターン構成課題及びその再生課題からなっていた。本実験でのパターン構成条件は被験者間要因であり各条件に 4 名ずつを割り当てた。また再生課題には新たに再生開始領域の指定が導入された。再生開始領域は 3×4 あるいは 4×3 の 12 のセルを含む領域として各試行で任意に指定されるが、この領域に含まれるドット数が 3 ないし 5 の範囲となるような拘束をつけてプログラムされていた。

1 回の試行の手続きは次のとおりである。まず、実験 1 と同様のパターン構成課題を経て、再生用画面が表示される。この再生課題において被験者は初めて再生開始領域を指定された。同領域は再生画面上に赤い枠で囲まれた 3×4 あるいは 4×3 の領域である。被験者には、まず自らが構成し記憶しているパターンのうち、この赤い枠で囲まれた領域に含まれているドットを全て再生してから、残りのドットを再生するよう教示した。このさい、本実験では各ドットが再生された位置のみをデータとして記録した。

また実験 1 と同様イメージ構成・再生課題とも時間制限は設けられず、

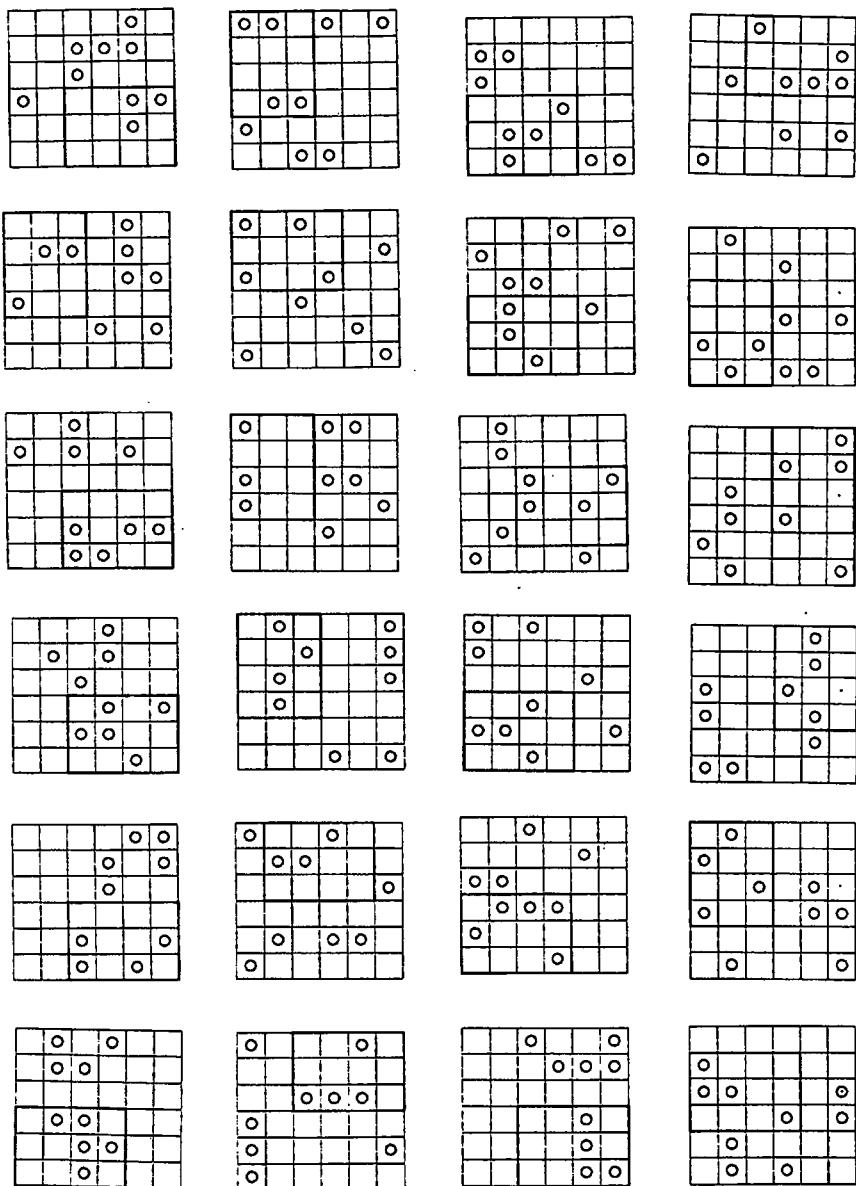


図3.6 実験2で用いられた24種の刺激パターン

各被験者に応じたペースで進められた。実験は上述の手続きで各被験者ごとに割り当てられたパターン構成条件で 24 パターンすべてについて行われ、1 回の実験セッションに要した時間は知覚条件で約 60 分、2 つのイメージ条件では約 90 分であった。

結 果

全体の再生成績 本実験での全体の再生成績を実験 1 と同様の形式で図 3.7 に示した。分散分析の結果 (表 3.2) は実験 1 と同じく 3 つのパターン構成条件の主効果は有意である ($F(2, 9) = 8.16, p < .01$)。下位検定の結果も同様であり、その差が知覚条件と枠ありイメージ条件 (5 % 水準) および知覚条件と枠なしイメージ条件 (1 % 水準) の間のものであることを示した。また、構成条件と刺激パターンの交互作用については実験 1 同様、有意には至らなかった ($F < 1$)。しかしながら、本実験では 24 種の刺激パターンの主効果が有意となった ($F(23, 207) = 1.64, p < .04$)。これは刺激パターンの総数を増やしたことで、結果的にさまざまなパターンが含まれたことによるものと考えられるが、ここでは特に取りあげない。

領域内外での再生成績 再生開始領域内とそれ以外の部分での再生成績は、それぞれの正再生率を用いて比較することができる。このさい、領域内での再生率の算出には、領域外の再生に移るまでの間に正しく再生されたドットのみを対象とした。

全パターンについて平均した領域内外での再生率を各イメージ構成条件ごとにプロットしたものを図 3.8 に示した。パターン構成条件 (2) × 領域内外 (2) の 2 要因分散分析の結果 (表 3.3)、ここでも 3 つのパターン構成条件の主効果が有意となったが ($F(2, 9) = 10.78, p < .005$)、その他の主効果および交互作用は有意ではなかった。パターン構成条件についての下位検定は全

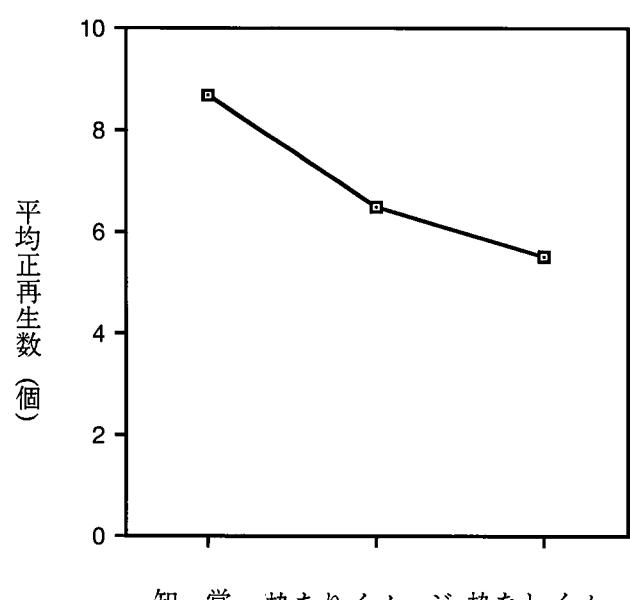


図 3.7 実験 2 の全体成績の正再生数

表 3.2 実験 2 の全体の再生成績の分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
パターン構成条件	2	532.424	266.212	8.158 **
誤差	9	293.688	32.632	
刺激パターン	23	64.444	2.802	1.642 *
刺激 × 構成条件	46	6.410	1.378	0.808
誤差	207	353.313	1.707	

(*: p < .05; **: p < .01)

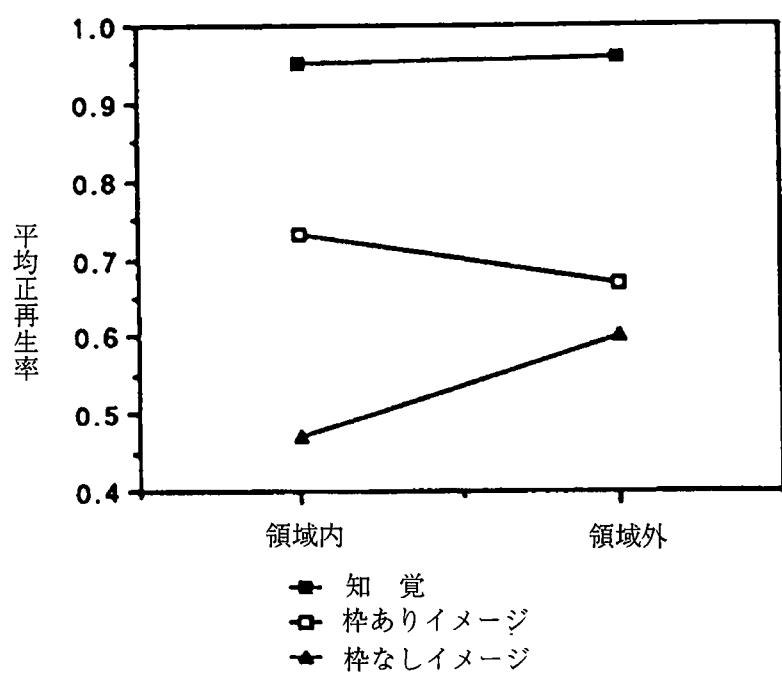


図 3.8 実験 2 の領域内外の成績

表 3.3 実験 2 の領域内外の再生率の分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
パターン構成条件	2	0.733	0.366	10.780 **
誤差	9	0.306	0.034	
刺激パターン	1	0.005	0.005	0.642
刺激 × 構成条件	2	0.034	0.017	2.270
誤差	9	0.068	0.008	

(**: $p < .01$)

体の再生成績と同じく、知覚条件と枠ありイメージ条件および知覚条件と枠なしイメージ条件の間の差によるものであった(ともに1%水準)。領域内外での再生率に関して主効果($F < 1$)および交互作用($F(2, 9) = 2.28, p > .14$)がともにみとめられなかつことは、再生すべき領域が指定されているか否かにかかわらず再生率は同じであったことを意味している。

これに加えて本実験では「領域内のドットをすべて再生してからそれ以外のものを」という教示に反して、領域外のドットの再生に移ったあとで再び領域内の再生にたち帰る行動がすべての被験者のすべてのパターン構成条件についてみられた。このため、領域外の再生が始まった時点とパターンの再生がすべて行われた時点での領域内の再生率を比較したところ、特に枠ありイメージ条件においては領域内の成績がこの「たち帰り再生」によって向上していることが統計的にもみとめられた(枠ありイメージ条件, $t(3) = 4.62, p < .02$; 知覚条件, $t(3) = 2.03, p > .1$; 枠なしイメージ条件, $t(3) = 1.28, p > .2$)。

考 察

本実験にさきだって、再生時にパターン全体を保持するイメージが関与している場合には領域を空間的に指定することによっても成績は一定であろうことが予測された。したがって領域内での成績が領域外のそれに比べて低下していないことを考慮するかぎりにおいて、本実験の結果は再生時に関与した表象が空間的な特性を持つイメージであったことを示唆しているものと判断される。これに加えて本実験では、全体の再生成績は実験1のそれと同様の傾向を示したことも確認された。このことから実験1での知覚条件とイメージ条件でのクラスターの差はパターン保持の難易度の違いに由来するものであったと一応は推測できる。

しかし、本実験では当初全く想定していなかった「たち帰り再生」がすべての被験者について観察されたことは軽視できない。もしすべての再生が全体的パターンのイメージのみに基づいてなされているならば、このような「たち帰り再生」の必要は生じないはずである。この行動についての解釈として、ひとつには領域外に移って全体のパターンが完成し始める時点になってそれを自らのイメージと照合し、領域内の再生を行っているさいには思い出せなかったドットについての修正を引き出したと考えることができよう。しかし一方で、領域外のドットと非空間的な体制化によって結びつけられた領域内のドットが再生されたとする解釈も可能である。この点については今後検討してゆかなければならぬ。

また実験 1 をも含めたこれまでの 2 つの実験に関して、手続き上再生課題を用いてきたことにも基本的な問題点がある。これまでの実験では、被験者は 2 つのイメージ条件で一度だけ口頭で伝えられる座標値をもとにランダムパターンのイメージを構成し、それを慣れない装置で再生するという課題を強いられてきた。このことはパターンの保持にかなりの負荷をかけている可能性が高い。実際、イメージ条件での成績は知覚条件のそれに比して有意に劣っており、それがイメージの関与を考察するうえで未決に留めざるを得ない問題を生み出す一因になっている。したがってこの負荷をより軽減させるような課題を用いた実験によってそれらの問題を捉えなおしてみる必要があろう。

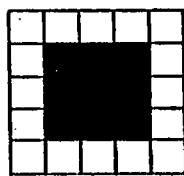
第4節 実験3: 心的構成イメージの実験的研究 III —プローブ法による検討—

本実験では実験1,2に共通の問題点として指摘されたパターン保持の負荷に関わる諸点を変更し、プローブ法を用いて心的構成イメージの特性を検討した。5×5のマトリックス上に座標値から心的に構成されたイメージを投影させた状態でプローブを提示し、その位置がイメージしているパターン上のセルに相当するかどうかを判断させた。一般にこのような課題ではプローブがイメージ上に提示された場合に反応時間が短くなることが報告されている(例えば Farah, 1989; Podgorny & Shepard, 1977など)。但しここではこの促進それ自体が持つ意味についての議論は次章にゆずり、イメージが投影されているかどうかを検証するために有効な一方法としてプローブ法を導入する。読み上げられた座標値から心的に構成されたパターンが空間的なイメージとして保持されているならば、プローブへの反応時間はイメージ上に提示されたときに一貫して短くなるであろう。また逆にパターンが非空間的な形式で表象されているならば、反応時間のデータに一貫した傾向は表れないことが予測される。

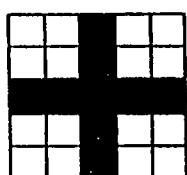
方 法

被験者 神戸大学の学生・大学院生18名(男性6名、女性12名)。

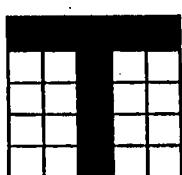
刺激と装置 実験で用いられた刺激を図3.9に示した。いずれも5×5のマトリックス上の9つのセルを塗りつぶした8種の視覚的パターンであった。本実験ではイメージ保持の負荷を軽減するため、先の2つの実験からセル数が変更されている。また今回の刺激ではTや十字等の文字記号からランダムパターンまでの幅を持ったものを採用している。これは実験2で



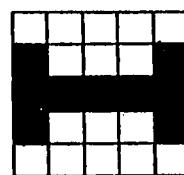
練習パターン



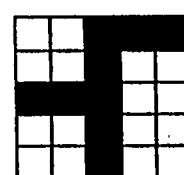
パターン 1



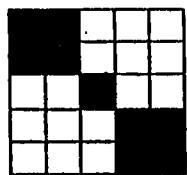
パターン 2



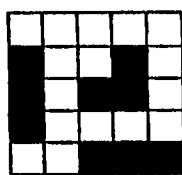
パターン 3



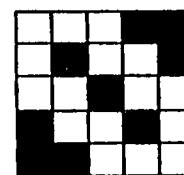
パターン 4



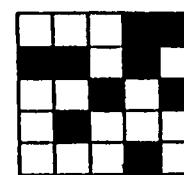
パターン 5



パターン 6



パターン 7



パターン 8

図3.9 実験3で用いられた8種の刺激パターン

みられた刺激パターンの主効果が生じたさい、その質的検討をある程度可能にするための配慮である。装置にはこれまでと同様、コンピュータを用いた。なお本実験では反応時間がデータとして記録されたが、その計測にはコンピュータを用い、反応ボタンとしてキーボードを使用した。

要因配置と手続き 各試行は読み上げられる座標値からのパターン構成課題とプローブの位置がパターン上かどうかについての判断課題からなっている。実験の要因配置は、プローブの ON - OFF (2) × パターン構成条件 (4) × 刺激パターン (8) の計 64 条件。各々の被験者はすべての条件に参加した。パターン構成条件には新たに 1 条件を設けたため、若干の変更を加えて計 4 条件とした。変更された条件は次の通りである。

- (1) 知覚－知覚 (Perception-Perception, PP) 条件：読み上げられた座標値を実際にディスプレイ上に構成してゆき、この結果はプローブ判断課題のさいも表示されたままである。
- (2) 知覚－記憶 (Perception-Memory, PM) 条件：読み上げられた座標値を実際にディスプレイ上に構成するが、プローブ判断課題のさいには表示されない。これまでの知覚条件に相当する。

残りの 2 条件はこれまでと同様、枠ありイメージ条件と枠なしイメージ条件であった。但し、本実験ではそれを IG (Imagery with Grid), ING (Imagery with No-Grid) 条件と記述した。

一回の試行の手続きは次の通りである。はじめにそれぞれのパターン構成課題を経た被験者の正面に、プローブ判断課題のためのディスプレイが表示された。この画面は 5×5 の空のマトリックスからなっていたが、PP 条件では被験者自らが構成したパターンが表示されていた。ここで被験者自身がスペースキーを押してから 1 秒後、マトリックス上のいずれかのセルにプローブとなる白点が現れた。被験者の課題は出現したプローブの位置がイメージあるいは知覚したパターン上のセルに相当している (ON) か否 (OFF)

かができるだけ早く正確に判断しキー押して反応することである。このさい、プローブ提示の時点からの経過時間が反応時間として測定された。半数の被験者は左右の人差し指でそれぞれ ON, OFF を反応し、残りの半数はその逆であった。

実験は 4 つのブロックからなり、各々のブロックには 1 つのパターン構成条件を割り当てた。1 つのブロックは 8 種の刺激パターンをそれぞれ割り当てた下位ブロックからなり、各刺激パターン毎に ON, OFF 試行を 48 回づつ、計 96 試行の判断が行われた。ブロック、下位ブロックおよび各試行への条件の割り当ては無作為に行われた。2 つのイメージ条件では 24 試行が経過する毎にイメージが保持できているかについて口答で尋ね、希望によってはもう一度座標値を読み上げた。なお、被験者は 4 つのブロックで同じ 8 種の刺激パターンについて構成課題を行うため、それぞれのブロックに移るさいパターンを 90° づつ回転させて座標値を読み上げた。この操作によって、幾つかのパターンを除いて同じパターンが使用されたことに気づいた被験者はなかった。

結 果

反応時間 正反応のデータを用いて、プローブ・タイプ (2) \times パターン構成条件 (4) \times 刺激パターン (8) の 3 要因分散分析を行った (表 3.4)。はじめにプローブ・タイプの主効果がみとめられ ($F(1, 17) = 16.28, p < .001$)、パターン上にプローブが提示された場合に反応時間が短いことが示された。次にパターン構成条件の主効果も有意であり ($F(3, 51) = 9.79, p < .0001$)、下位検定の結果、これは PP 条件の反応時間のみが他の 3 条件に比べて短いことを示すものであった (いずれも 1 % 水準)。さらに、刺激パターンの主効果もみとめられ ($F(7, 119) = 27.91, p < .0001$)、下位検定から 8 つのパターン

表 3.4 実験 3 の反応時間の分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
被験者	17	22601070.740	1329474.749	
プローブ・タイプ	1	960463.350	960463.350	16.283 ***
誤差	17	1002778.462	58986.968	
パターン構成条件	3	6929470.834	2309823.611	9.791 ***
誤差	51	12031062.565	235903.188	
刺激パターン	7	18488542.200	2641220.314	27.914 ***
誤差	119	11259751.757	94619.763	
プローブ × 構成条件	3	62109.317	20703.106	0.330
誤差	51	3200245.427	62749.910	
プローブ × 刺激	7	563729.695	80532.814	1.144
誤差	119	8375144.165	70379.363	
構成条件 × 刺激	21	2747402.687	130828.699	1.525 †
誤差	357	30632924.766	85806.512	
プローブ × 構成条件 × 刺激	21	1185493.700	56452.081	0.805
誤差	357	25037488.794	70133.022	

(†: p < .10; ***: p < .001)

は反応時間が短いもの(1, 2, 3, 4, 5)と長いもの(6, 7, 8)の2群に分けられることが明らかとなった(いずれも1%水準)。パターン構成条件と刺激パターンの主効果についてはそれぞれ図3.10及び図3.11に示した。

交互作用はいずれも有意には至らなかったが、パターン構成条件と刺激パターンの交互作用は傾向ありと判断できるものであった($F(21, 357) = 1.53, p < .067$)。下位検定によれば、パターン2におけるパターン構成条件の単純主効果のみが有意でないことから、このパターンが刺激として与えられた場合のみPP条件と他の3条件の間に差がないことを示している。

誤反応率 主効果のみが有意であった反応時間のデータに対して、誤反応率のデータは同じ3要因の分散分析において、すべての主効果および交互作用が有意となった(表3.5)。まずプローブ・タイプに関して、パターン上にプローブが提示された場合に誤反応率が高い($F(1, 17) = 20.22, p < .0004$)。またパターン構成条件では($F(3, 51) = 6.13, P < .002$)、PP条件との間に差がみとめられたのはIGおよびINGの2条件のみであった(1%水準)。刺激パターンの主効果も有意であったが、反応時間のデータのように明確に2群を分けることはできなかった。しかしながら、他のいずれかのパターンと比べて誤反応率に差がみとめられるのは6, 7, 8の3パターンであり(1%あるいは5%水準)、この3つのパターン相互間には差がなかったという点で同様の結果とみなすことができる。

各交互作用についての結果は次の通りである。プローブ・タイプとパターン構成条件については($F(3, 51) = 9.22, p < .0002$)、ON条件でのみパターン構成条件の単純主効果が有意であり($F(3, 51) = 9.31, p < .001$)、また2つのイメージ条件(IG, ING)でのみプローブ・タイプの単純主効果が有意であった(IG条件： $F(1, 17) = 20.88, p < .001$, ING条件： $F(1, 17) = 19.31, p < .001$)。プローブ・タイプと刺激パターンについては($F(7, 119) = 5.80, p < .0001$)、3つのパターン(7, 8, 9)でのみプローブ・タイプの単純主効果が有意または

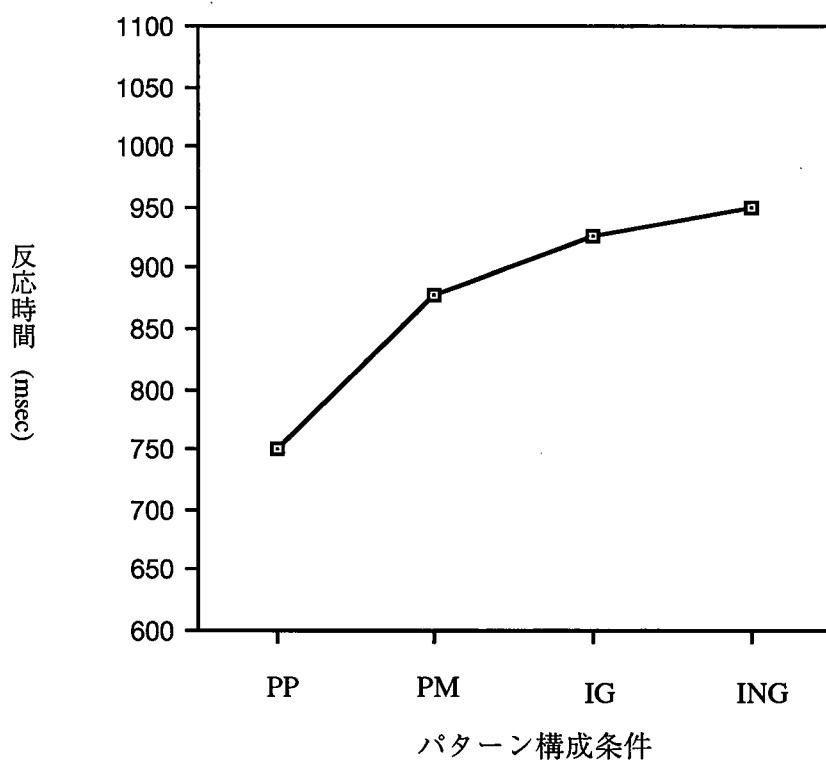


図 3.10 実験 3 のパターン構成条件別の平均反応時間

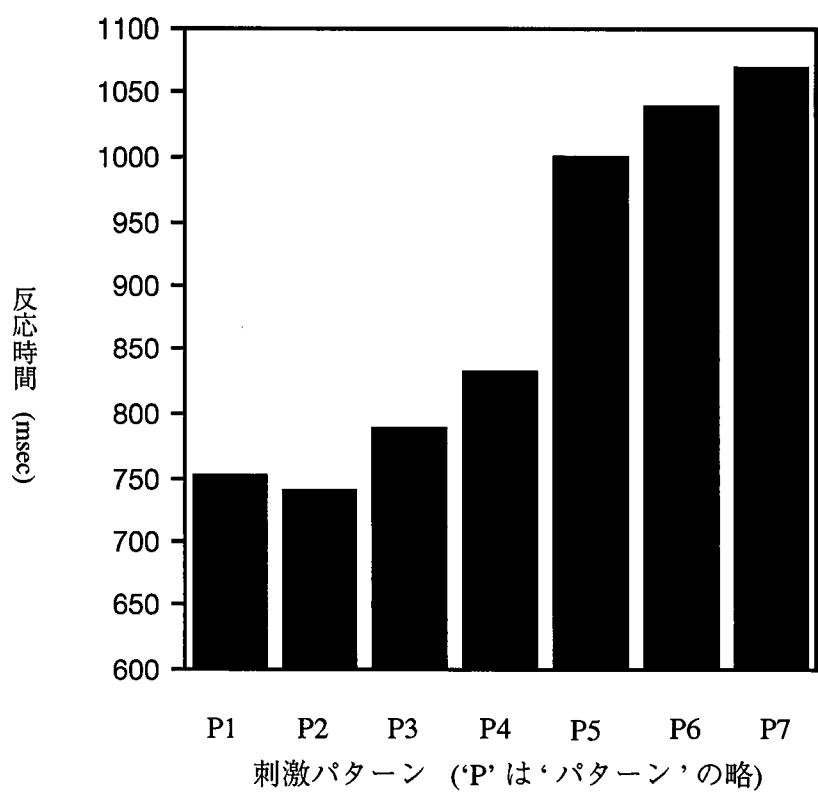


図 3.11 実験 3 の刺激パターン別の平均反応時間

表 3.5 実験 3 の誤反応率の分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
被験者	17	87.379	5.140	
プローブ・タイプ	1	10.313	10.313	20.220 ***
誤差	17	8.671	0.510	
パターン構成条件	3	80.607	26.869	32.552 ***
誤差	51	42.096	0.825	
刺激パターン	7	44.555	6.365	7.048 ***
誤差	119	107.461	0.903	
プローブ × 構成条件	3	11.093	3.698	8.777 ***
誤差	51	21.485	0.421	
プローブ × 刺激	7	12.832	1.833	6.008 ***
誤差	119	36.308	0.305	
構成条件 × 刺激	21	37.914	1.805	3.211 ***
誤差	357	200.758	0.562	
プローブ × 構成条件 × 刺激	21	10.567	0.503	1.810 *
誤差	357	99.230	0.278	

(*: p < .10; ***: p < .001)

傾向を示しており(パターン7： $F(1, 17) = 4.78, p < .05$, パターン8： $F(1, 17) = 4.20, p < .057$, パターン9： $F(1, 17) = 17.65, p < .002$), これらは主効果で群分けを指摘した刺激パターンと一致している。パターン構成条件と刺激パターンでは($F(21, 357) = 3.23, p < .0001$), PP条件以外の3条件で刺激パターンの単純主効果が有意であり(PM条件： $F(7, 119) = 12.62, p < .001$, IG条件： $F(7, 119) = 3.86, p < .002$, ING条件： $F(7, 119) = 12.23, p < .001$), これは反応時間でのパターン構成条件の主効果の結果と同じくPM, IG, INGの3条件が互いに類似していることを示しているものと考えられる。プローブ・タイプとパターン構成条件と刺激パターンの2次交互作用については($F(21, 357) = 1.70, p < .03$), データから判断するかぎりON条件とOFF反応でパターン構成条件と刺激パターンの交互作用に違いがあるものと推測されたが下位検定は特に適用しなかった。

考 察

本実験では反応時間のデータから, 2つのイメージ条件でON条件の反応時間がOFF条件のそれより一貫して短くなっていることが明らかにされた。これは当初の予測通り, 読み上げられた座標値から心的に構成されたイメージがプローブ判断課題のさいにも保持されていたことを示している。さらに同じ傾向が2つの知覚条件にもみられたことは, イメージのみで構成されたパターンの表象が実際の知覚過程を経た表象ときわめて類似した特性を持つことを示唆している。しかしながら誤反応率に関するイメージ条件のデータではON条件における誤りがOFF条件でのそれを上回っており, 反応時間での傾向と直感的には一致しない結果となった。同じON条件において一方は課題の促進を示唆し, もう一方は一種の干渉と解される結果が得られたのである。この事実に関しては, 幾つかの実験手続きの変更によって

配慮したにもかかわらず、イメージ条件には依然パターン保持の困難さが伴ったことによるものだと解釈することができよう。この考えにしたがえば、プローブの位置がイメージ中で明瞭に保持されているセルと一致した場合には知覚と同様の促進が生じ、逆に不明瞭なセルあるいはすでに忘却されたセルへのプローブは誤った OFF 判断を生じさせたとすることでデータをうまく説明できる。さらにこの解釈は、比較的複雑な 3 つのパターン (7, 8, 9) でのみ ON 条件時の誤反応率が高いという結果とも一致している。

以上のことから、被験者は (1) 自らパターンをイメージ中で心的に構成することが十分に可能であること、(2) そのさいの表象は空間的なイメージとして保持されている可能性が高いこと、また (3) その特性は知覚過程を経た表象とも類似していると考えられること、しかし一方で (4) その保持の点では知覚表象に比べかなりの負荷がかかること、の 4 点が明らかになったといえる。さらにここでの結論を実験 1 の結果に適用することができるならば、(5) 実験 1 の知覚条件とイメージ条件でみられたクラスターのまとまりの差は 2 つの条件間での保持の難易度の差によるという解釈が十分に成り立つといえるだろう。

しかしながら本節の実験的研究では、これらをふまえたうえでも依然解明されない結果が得られたことも指摘しておかなければならぬ。実験 2 で観察された「たち帰り再生」の問題である。実験に参加したすべての被験者について、領域外の再生に移った後になって初めて想起されるドットがみられたという事実は、パターン保持の困難さだけでは説明できない。むしろその基礎には空間的要因に縛られない特性を担う表象の存在が十分に仮定され得るだろう。この点を解明してゆくことは今後の課題となろう。

第5節 イメージの再解釈過程と創造的活動

1. イメージ表象の再解釈

前節までに報告した実験的研究では個々の座標値が心的に合成され全体的なパターンが構成されていく過程のなかで、空間的に近接したドットどうしが結び付き、最終的には知覚的体制化によるまとまりに近い表象構造に至ったことを示していた。このような結果が生み出されるためには個々のドットが継ぎ足されていく度に、それまでに保持されていた表象構造にとらわれることなく、その時点において統合されているパターンを新たに再体制化していくような過程を経る必要があろう。このような過程はある意味においてイメージされている対象が客体として改めて解釈可能であることを示すものと考えられるのではないだろうか。この考えはイメージ論争の文脈においてきわめて重要な意義を持つものと思われる。すなわちイメージが客体として解釈可能なものであるならば、それは Pylyshyn (1973) の「絵の暗喩」に始まった一連の批判に対する直接的な回答となりうるからである。

しかしながら Reed (1974; Reed & Johnsen, 1975) の初期の研究は、この考えに否定的な結果を提出している。Reed は被験者にまず図 3.12 の左端に描かれた視覚パターンを記録させたあと、右側の図形を提示し、それがもとのパターンの一部であるかどうかを判断させる実験を行った。その結果、パターンの一部が「よい」形である場合には正しい判断ができるが、それ以外の場合には判断が非常に難しいことを明らかにしている。また同じ課題を左右逆の順序で提示した場合には、判断にこのような違いがみとめられないことから、この結果はイメージ全体を一つの客体とみなして、そこから任意の部分を読み取ることの難しさを表しているものとされた。

これに反して、Finke と Pinker と Farah (1989) によって行われた実験は、イメージが新たに解釈可能な表象であることを示している。Finke らはま

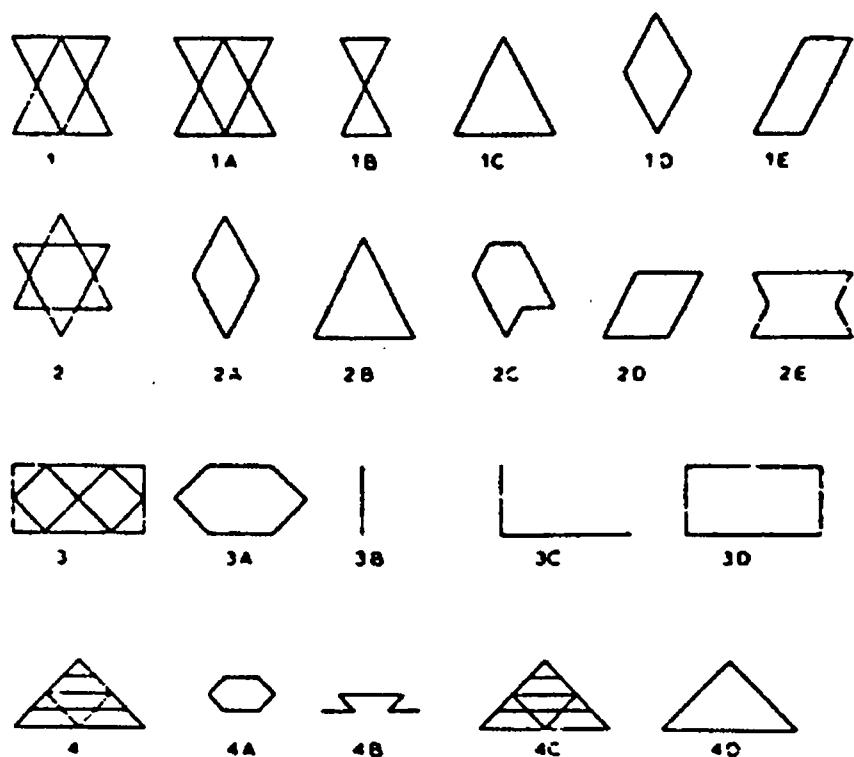


図 3.12 Reed (1974) の用いた刺激の例

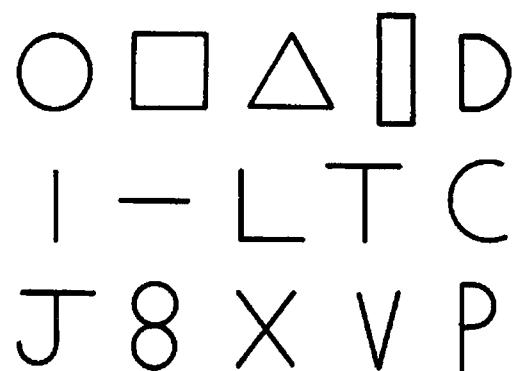
各行の左から 2 番目以降は左端の図の一部になっている。 (from Reed 1974)

ず、いくつかの単純な幾何学図形や文字の名前とその組み合わせの様式を被験者に伝え、それを心的に実行するよう求めた。例えば「大文字の H をイメージしなさい。次にその H の真上に大文字の X をイメージし、各々の文字にある 4 つの線の端がちょうど重なるように置きなさい」といった指示が与えられた。被験者の課題は、これを実行したあと心内に構成されたイメージの中から、命名可能な幾何学図形や対象を検出して自由に報告することであった。その結果たとえば上の例では、「直角三角形」や「蝶ネクタイ」といった答えが次々と報告されたのである。これはさまざまな要素を心的に合成し組み合わせてつくられたイメージのなかから新たな特徴を発見し、それを再解釈する過程を直接的に示したものだといえよう。

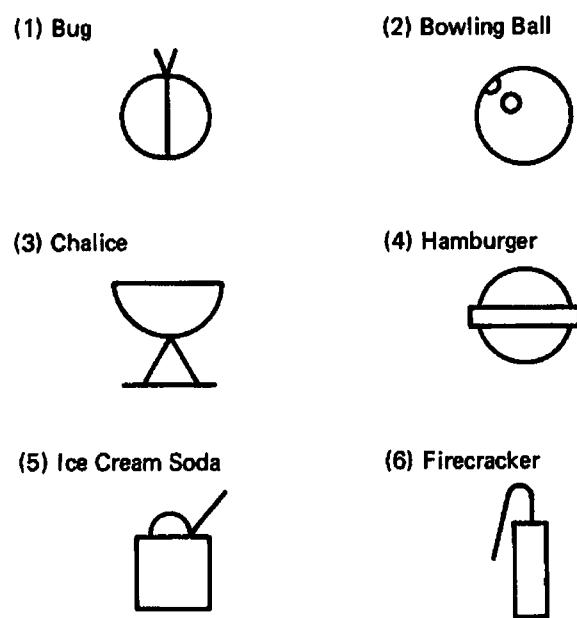
Finke らの実験において注目すべき点は、被験者がイメージを解釈するさいに何らの制約も課されていなかったことである。実際、被験者は自ら構成したイメージをただ自由に読みとって、その結果を報告するよう求められたにすぎない。Finke らが被験者からイメージのさまざまな解釈を引き出すことができたのは、こうした手続きの使用によるものであるという。イメージの解釈過程を細かく統制した実験課題とは異なり、被験者の自由な発想や解釈をごく自然な形で引き出すことができたと考えられるのである (Finke, 1990)。

2. 創造的心的統合

Finke はこのようにイメージを客体として解釈する能力が、より一般的な人間の創造的な思考活動を支えるものだとみなしている。例えば Finke と Slayton (1988) はランダムに選ばれた 3 つの単純な文字や幾何学図形を被験者に示し、それらをイメージ中で自由に組み合わせて任意の新しいパターンをつくりださせるという方法を用いた (図 3.13a)。このような課題は図形の組み合わせの様式をも被験者の自由にまかせており、前述の研究 (Finke,



(a) 刺激として用いた部品



(b) 組み合わせられた創造的心的統合パターンの例

図 3.13 Finke と Slayton (1988) の刺激 (a) と創造的心的統合パターン (b)
(from Finke & Slayton 1988)

Pinker & Farah, 1989) の手続きをより徹底させたものである。その結果、ここでもさまざまなパターンが被験者によって報告されており、それは Finke ら自身も予測しえなかつたほど多様なものとなった(図 3.13b)。Finke らはこれらがいずれも非常に創造的な答えであったことに注目し、この課題に関与したと考えられるプロセスを創造的心的統合 (creative synthesis) と名付けた。

Finke (1990) によれば、このような創造的心的統合の過程はおよそ次のような段階からなるという。(1) 与えられた図形をさまざまな形で自由に加工しながら心内で組み合わせてゆく「組み合わせ試行 (combinational play)」の段階。(2) そのような組み合わせ試行の中で被験者が前創作的 (preinventive) な形態を見いだす段階。前創作的な形態とは、潜在的な有効性が被験者にみとめられただけの心的統合パターンであり、それに対して具体的な解釈は未だ与えられていない形態である。(3) 見いだされた前創作的な形態に解釈を与える段階。(4) その解釈に成功した結果としての創造の段階。さらに Finke はこれら 4 つの段階をふまえたうえでの実験を通じて、前創作的な形態が得られた段階でその解釈の幅を制限することが創造的な発見を促進すること、組み合わせ試行の段階ですでになんらかの制限が与えられている場合には逆に創造の多様性が失われることなどを明らかにしている。したがって創造的活動においては、はじめのイメージを用いた自由な組み合わせ試行とそれによって得られた前創作的な形態のイメージを目的に応じた形で解釈することが最も有効であることが指摘されている (Finke, 1990)。

こうした Finke の一連の主張は認知心理学におけるイメージ研究が、初期の Clark らや Klatzky らにみられた心的統合検証の失敗から学んだ問題点を克服しながら、認知系におけるイメージの機能的役割を着実に明らかにしつつあることを示すものといえるだろう。

第4章 イメージと知覚

本章に至るまでの2つの章を通じて、イメージ過程の心的変換及びイメージの心的構成に関する諸研究を取り扱ってきた。これらの研究に共通した基盤を一つあげるとすれば、いずれもイメージと知覚の間に何らかの関係を想定していることだといえよう。例えばイメージの心的変換においてはその全体性・アナログ性が知覚表象の変換過程と類似していることが指摘された。また心的構成イメージの問題でもイメージが外界の刺激に対する体制化や意味の付与をもたらす知覚過程と同様の処理を受けていることが示されてきた。第1章でもふれたように、これは一般に「イメージと知覚の類似性」という言葉で古典的研究の時代から今日に至るまで、ほとんどのイメージ研究が枠組みにしてきた考え方である。本章はその「イメージと知覚の類似性」の問題を取りあげ、それが認知心理学においてどのように捉えられているのかを明らかにしようとするものである。

第1節 視空間表象としてのイメージ

1. 空間的表象としてのイメージ

Kosslyn (1973) は図 4.1 のような線画を用いて、イメージの空間特性を明らかにするユニークな実験を行った。これらの線画はいずれも縦長あるいは横長の対象(例えば塔)を描いたものになっており、対象の中に描かれている3つの項目(旗、時計、扉)が一列に配置されているのが特徴である。被験者はまずこのような線画を10種示され、それぞれを鮮明にイメージできるようになるまで学習した。次に各々の線画のイメージをつくりその中のあ

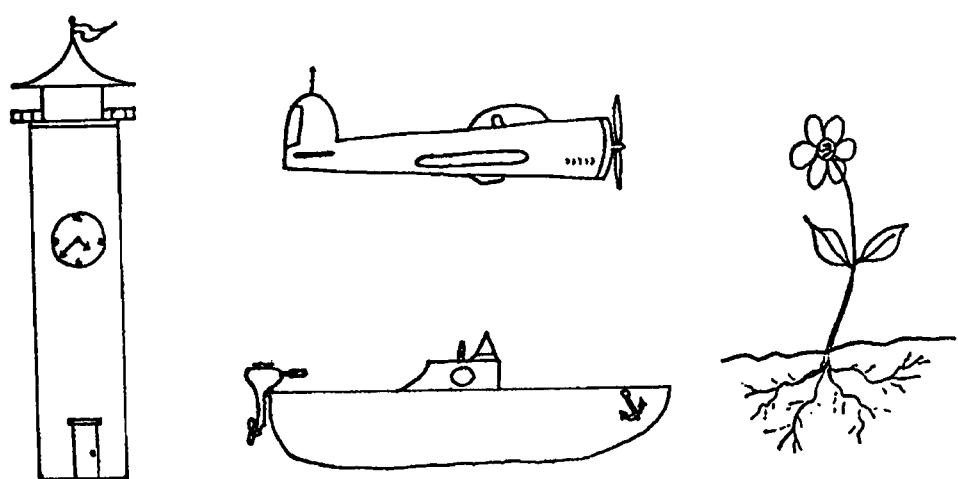


図 4.1 Kosslyn (1973) が用いた刺激の例
(from Kosslyn 1973)

る項目(例えば扉)に注目するよう教示された後、同じ絵に別の項目(時計あるいは旗)が描かれているかどうかを尋ねられた。この結果被験者がはじめに注目していた項目からみて、尋ねられた項目が近いほうに描かれている場合の反応時間は短く、遠い場合は逆に長くなることが明らかにされた。Kosslynによれば、これはちょうど実際の線画を見ながら質問に答えるさいと同様のプロセス、すなわち被験者がイメージを内的に走査した(scanning)ことを示すものだという。さらにKosslynはこのような心的走査が生じるためにはイメージが元の線画の空間的な関係を保持していなければならないと主張したのである。

しかしながらこの実験では反応時間に影響を及ぼしているものが項目間の距離であるのか、2つの項目の間に介在する項目数であるのかは明らかでない(Lea, 1975)。もし後者が効果を持つならば、イメージが項目リストによる命題形式で表象されていたとしても同様の結果が得られるはずである。これに対してKosslynら(Kosslyn, Ball & Reiser, 1978)は図4.2の架空の地図を用いたイメージ走査課題を被験者に求めた。このような地図刺激では項目間の距離と介在する項目数という2つの要因を独立して変化させることができる。この実験の結果ではイメージ操作に要する時間が項目間の距離にのみ依存することが明らかにされ、イメージが命題記述によらない空間的表象であることが示唆されている(図4.3)。

Kosslyn(1975)はさらに、この空間的表象が現実の事物の間の諸関係をほぼそのままに留めていることを示唆する実験を報告している。この実験で被験者は例えばネズミやゾウのような動物をあらかじめイメージしたあとで、その隣りにウサギをイメージするよう求められた。次いで被験者には動物のある特徴(例えば耳)が示され、それがウサギのものであるかどうかを判断するよう求められた。その結果、あらかじめ隣りにイメージされた動物がウサギに比べて小さな動物(例えばネズミ)である場合には判断に要する時間



図 4.2 Kosslyn らが用いた地図刺激
(from Kosslyn, Ball & Reiser 1978)

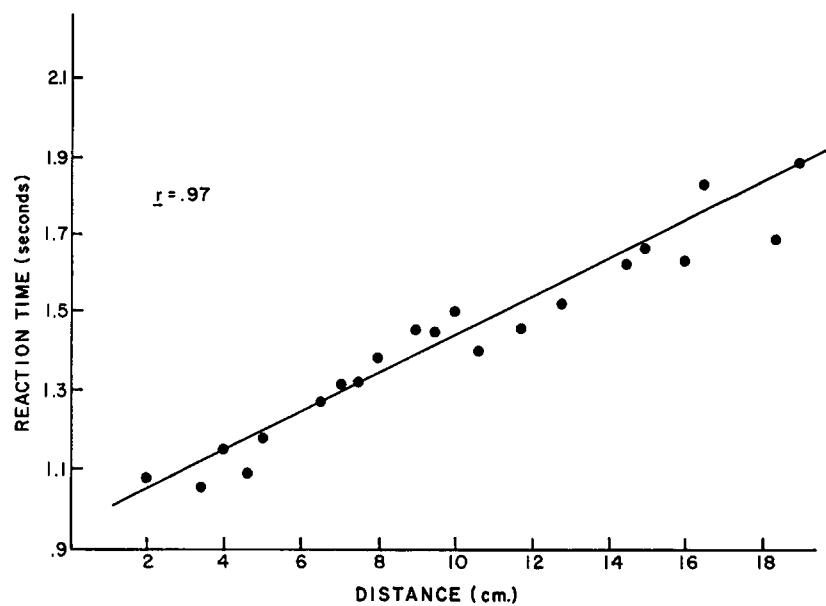


図 4.3 Kosslyn らの結果
(from Kosslyn, Ball & Reiser 1978)

が短く、逆に大きな動物(例えばゾウ)であった場合には判断に要する時間は長くなることが見出された。Kosslynによれば、これは隣りにイメージされた動物によって同じウサギが相対的に大きくあるいは小さくイメージされたため、特徴を視査(inspect)する難易度が変化したことを示すものだという。このような結果は項目リストのように特徴を直接記述している表象からは当然生じ得ないことがわかる。こうしたKosslynによる一連の研究は一見非常に簡明な課題を用いながらも、イメージの空間的な特性をこれまでになく鮮やかに指し示したものだといえよう。

2. 視覚的表象としてのイメージ

a. イメージの視野

たとえイメージが空間的な特性を持つものだとしても、その空間が物理的空间と同じように限りなく広がっているはずはない。そこには視知覚の視野にも相当するなんらかの限界があるはずである。Kosslyn(1978)はそのイメージの視野ともいえる領域を測定する試みを行った。Kosslynはまず被験者に馴染みのある対象のイメージを平均的な大きさでつくらせ正面のスクリーンに投映させたうえで、その対象に向かって自分が歩いていくところをイメージするよう求めた。このような状況では被験者がイメージに近づくにしたがって、対象が視野内で占める大きさは増してゆく。被験者に与えられた課題は、この徐々に拡大してゆくイメージが視野からオーバーフローした時点での対象までの距離を推定して報告することであった。Kosslynはここで報告された距離と対象の一般的な大きさをもとにして、イメージの視野が視角にして $20^\circ \sim 30^\circ$ のほぼ円形をしていることを明らかにしている。

b. イメージの解像度

上で示されたように視知覚と同様にイメージにも視野に相当するものが存在しているならば、その構造はどのようなものであろうか。一般に視知覚においては視野の中心部における解像度が最も高く、周辺に向かうにつれ徐々に低くなっていることがよく知られている。このような構造はイメージにも認められるのだろうか。

Finke と Kosslyn (1980) は被験者に隣接する 2 つのドットをスクリーン上にイメージさせたうえで、水平あるいは垂直方向に徐々に目を動かさせ、2 つのドットが区別できなくなる点を報告するよう求めた(図 4.4)。またこのさいには、ドット間の間隔をさまざまに変化させる条件が設定された。この結果、ドット間の間隔が小さい条件ほど中心に近い点でドットを区別できなくなることが明らかにされている。さらに視覚的にドットを提示して判断させた場合の結果がイメージの場合とほぼ同じパターンを示したことから、Finke らはイメージの解像度は視知覚と同等の特性を持つと主張した(図 4.5)。また Finke らはこれと同時にドットが見えなくなる点を報告させることでイメージの視野の正確な測定を試みており、イメージの視野が視知覚のそれとほぼ同じ大きさと形状を持つことも併せて報告されている。同様の結果は、円形のコントラスト・パターン (Finke & Kurtzman, 1981a) や空間周波数の異なる縞模様 (Finke & Kurtzman, 1981b) 等を刺激に用いた実験でも確認されている。先のイメージの視野実験も含めたこれらの研究は、イメージが単に空間的な特性を持つだけでなく、その空間が視空間にきわめて近いものであること、すなわちイメージが視覚的な表象であることを示唆するものだといえよう。

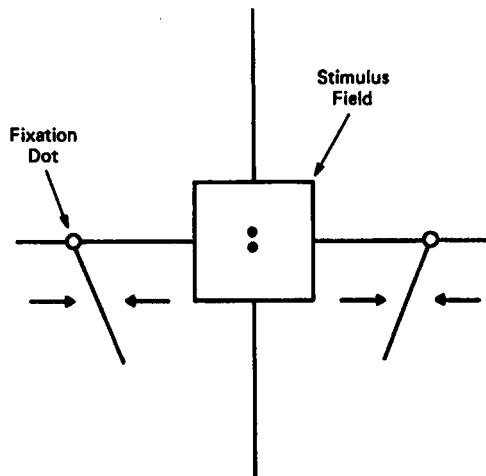


図 4.4 Finke らが用いた刺激
(from Finke & Kosslyn 1980)

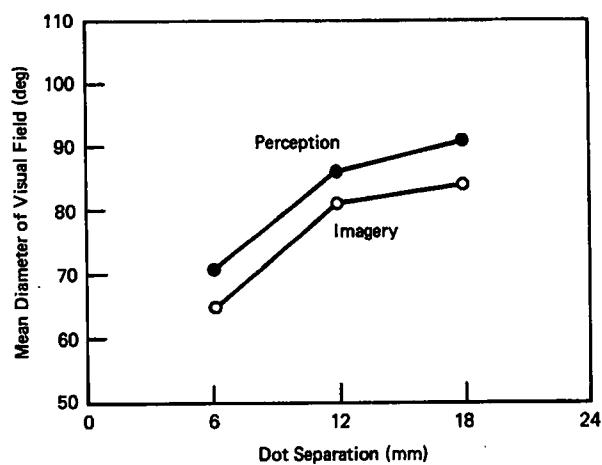


図 4.5 Finke らの結果
知覚とイメージが明らかに同じパターンを
示している。 (from Finke & Kosslyn 1980)

第2節 イメージと知覚の等価性

1. イメージと視知覚によるメカニズムの共有

a. イメージによる残効

前節で述べられた諸研究は単にイメージと視知覚の間に行動レベルで類似がみとめられるというだけではなく、イメージと知覚が視野や解像度等のいわばメカニズムのレベルで類似していることをも示唆している。Finke (1980) はこの考えをさらに押し進めて、イメージと知覚は互いに同じメカニズムを共有する機能的に等価な現象であると主張する。Finke によればイメージ研究の目指すべき方向の一つは、知覚系のどのようなメカニズムがイメージに共有されているのかを明らかにし、その等価性のレベルを特定してゆくことにあるという。

例えば Finke と Schmidt (1977) は、視知覚の領域でよく知られるマッカロー効果 (McCollough effect) がイメージによってもひき起こされうるかどうかを検討する実験を行った。マッカロー効果とは特定の方向を持った縞模様に依存して生じる色残効現象であり、例えば赤を背景色とする水平の縞模様からなるディスプレイと緑を背景色とする垂直の縞模様からなるディスプレイを交互に一定時間以上観察したのち、白い背景の上に描かれた同様の縞模様を観察すると、先に背景とされていた色の補色にあたる色残効が縞の方向が一致する場合にのみ生じるというものである。Finke らの実験は交互に提示される縦横の縞模様 (白黒) の上にそれぞれ別の色のみをイメージさせる条件と、一様に色づけられた 2 枚のディスプレイを交互に提示して黒い縞のみをそれぞれ縦と横でイメージさせる場合の 2 条件で行われた。その結果順応後の強制選択課題において、後者の縞模様をイメージさせた条件で弱いマッカロー効果が得られたことが報告されている (図 4.6)。しかしながら色をイメージさせた条件ではマッカロー効果とは逆に正の残効が得られて

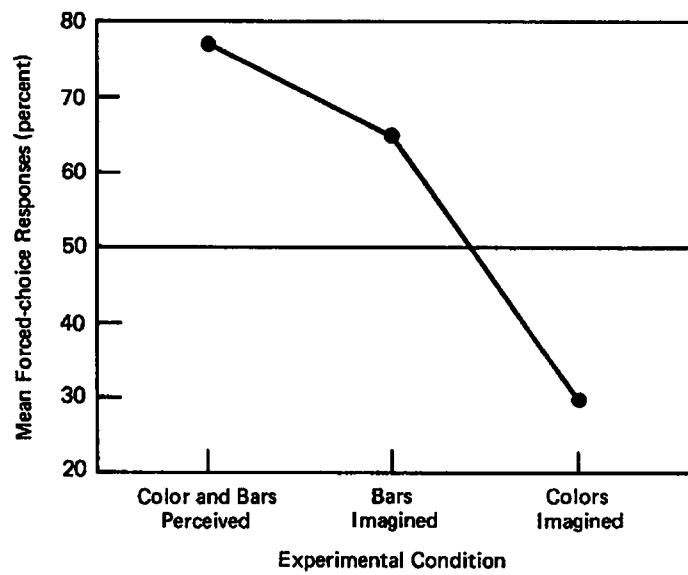


図 4.6 Finke と Schmidt (1977) の結果
縞模様をイメージした条件ではチャンスレベルを超えて
マッカロー効果が確認されている。

(from Finke & Kosslyn 1980)

おり、このことから Finke らはイメージと知覚は少なくとも方向検出メカニズムのレベルでは機能的に等価であると結論付けている。また Finke (1989) ではプリズムを用いた側方変位視野への順応後にみられる視覚運動協応の残効が、視野の変位をイメージすることのみによってもひき起こされることを見出し、イメージが運動系との関わりにおいても知覚と等価なレベルにあることが主張されている。

b. イメージによる知覚の促進

イメージと知覚がメカニズムを共有しているという考えはまた、イメージが知覚的な処理過程をプライムし促進するという現象ともうまく両立する (Finke, 1989)。Podgorny と Shepard (1977) は被験者に 5×5 のマトリックス中のセルを塗りつぶす形で L や F などの英大文字をイメージさせたあと、任意のセルにプローブを提示して、それがイメージしている文字の上にあるかどうかを判断させる実験を行った。その結果、イメージしている領域の上に提示されたプローブへの反応潜時が一貫して短くなることが明らかにされている。これはイメージが領域内のプローブへの知覚的な処理を促進した結果だと考えられる。また Farah (1989) はこれと同様の手続きをプローブの検出課題に適用して、イメージ領域での誤反応が減少することを報告している。同様の結果は本論文で報告した実験にもみとめられたものである(第 2 章、第 4 節)。

こうしたマトリックス課題とは別に、Freyd と Finke (1984b) はイメージによる文脈の付加が知覚を促進することを報告している。Freyd らは長さの異なる 2 本の線分を十字型に組み合わせた刺激を用いて、どちらの線分が長いかを判断させる実験を行った。このさい刺激提示に先立って、被験者には正方形か X 型をイメージしておくよう教示がなされた。図 4.7 からもわかるようにイメージされた正方形が文脈として機能すれば、この種の課題

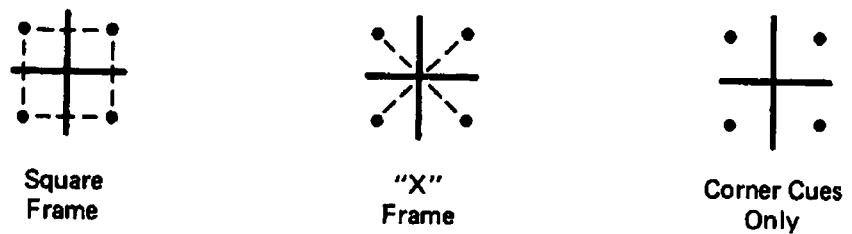


図 4.7 Freyd と Finke (1984b) の用いた刺激
(from Freyd & Finke 1984)

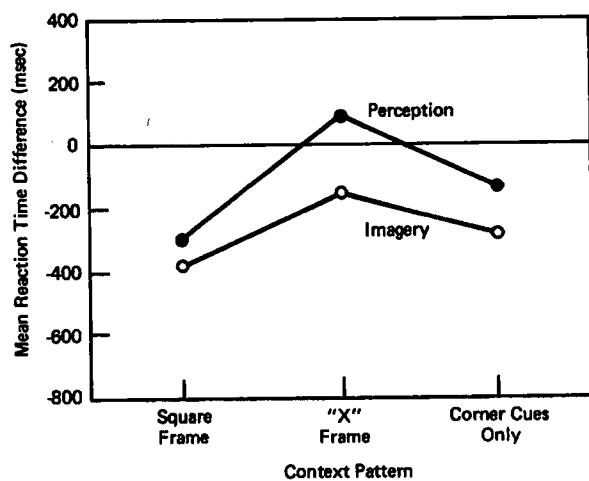


図 4.8 Freyd と Finke (1984b) の結果
(from Freyd & Finke 1984)

は容易になるはずである。結果はこれを指示するもので、正方形をイメージさせた条件では実際に文脈を提示したときと同様に反応潜時が短くなることが明らかにされている(図4.8)。

第3節 イメージの諸理論

1. Kosslyn のイメージ理論

a. 理論の概要

Kosslyn (1980; 1981) はこれまでに蓄積されたさまざまなイメージ研究の成果をまとめて、それらを網羅的に説明する理論として一つのモデルを提唱した。このモデルはコア仮説と名付けられており、その概要は図4.9に示される。同モデルの最大の特徴はイメージの基礎に深層構造(deep structure)と表層構造(surface structure)という2つの異なる構造を仮定していることである。Kosslynによればイメージとはこの2つの構造が協調的に作動している状態であり、より具体的には、深層構造に貯蔵された各種の情報からその時に応じた表層構造が生成された状態であるという。この基本的な枠組みのもとで、それぞれの構造は次のように特徴付けられる。

表層構造は主観的経験の基礎をなす疑似絵画的(quasi-pictorial)な実体としての表層表象(surface representation)とその媒体となる視覚バッファー(visual buffer)からなっている。視覚バッファーは一種の座標空間として機能しており、限られた空間的範囲と形態及び中心から周辺に向かうにつれて徐々に低くなる解像度を有している。表層表象はこの視覚バッファー上に生成される一時的な表象であり、おもに特定の視点からの対象の見え(appearance)を表しているものとされる。

これに対して深層構造は、長期記憶を媒体とするリテラル符号(literal

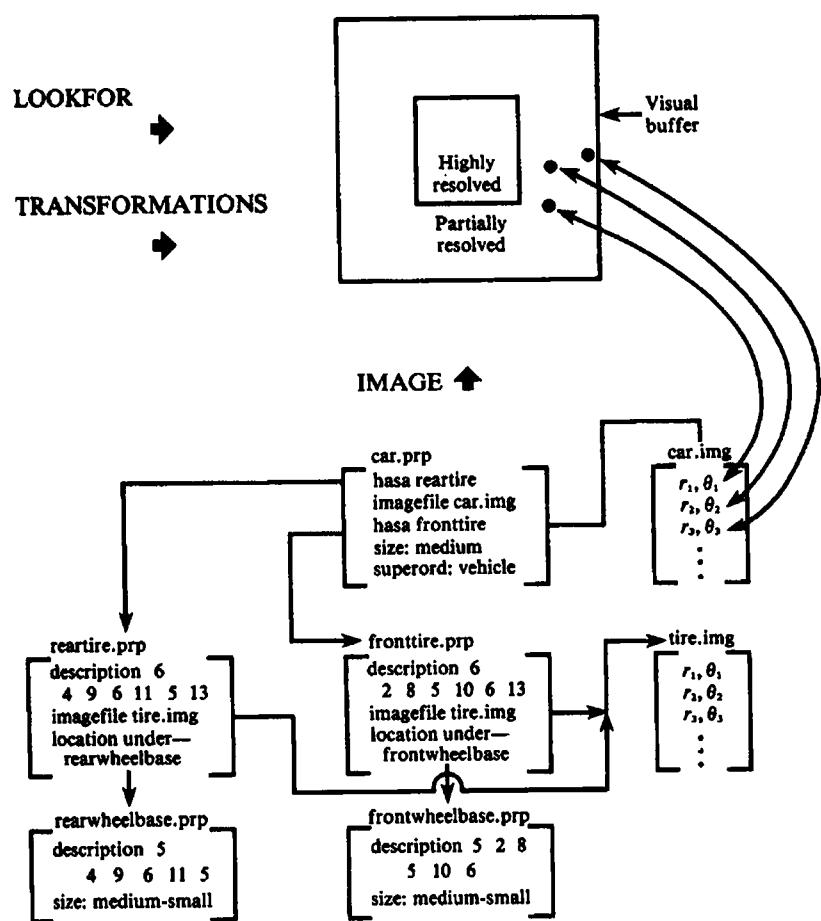


図 4.9 Kosslyn (1980) のコア仮説の概略図

encoding) 及び命題符号 (propositional encoding) と呼ばれる 2 種類の深層表象 (deep representation) からなっている。リテラル符号は表層表象の生成に必要な対象の見えを、その対象を構成する各ユニットごとに保持しているものであるが、その記述形式は疑似絵画的なものではなく、むしろ視覚バッファー上への写像を目的とする一種の座標値に相当するものである。一方、命題符号は各ユニットの大きさや相対的な位置関係、またリテラル符号へのポインター等、さまざまな情報を項目とする階層的な命題リストによって対象の全体的な構造を記述したものである。このように疑似絵画的なイメージ表象と命題表象を併せ持つ Kosslyn のモデルは一種の折衷モデルとみなすことができよう。

図 4.9 ではこのような 2 層構造からイメージが生成される仕組みが、車のイメージの例を用いて説明されている。車のイメージの生成は、まず car.prp とラベル付けされた最上位の命題符号が指示すリテラル符号 (car.img) を用いて、視覚バッファー上に車の骨格イメージ (skeletal image) を写像することから始まる。骨格イメージの大きさは状況に応じて設定可能であるが、とくに必要のない場合は car.prp 中のデフォルト値 (mideum) が用いられる。次いで各ユニットが写像されてゆくが、その順序は命題符号の階層によって決まり、その位置も上位の命題符号との相対的な関係の記述にしたがう。このようななかたちで一度視覚バッファー上に生成された表層表象は、その後の走査や拡大、縮小、回転等の処理への直接的な入力となり、これがイメージの持つさまざまな機能的特性をもたらすという。また Kosslyn は生成を含めたこれらの処理がいくつかの基本的手続きによってなされると考え、そのための手続きとして PICTURE, FIND, SCAN, ZOOM, ROTATE 等を指定した (表 4.1)。

表 4.1 コア仮説で指定された基本的手続き (from Kosslyn 1980)

Name	Type ¹	Input ²	Operation	Output
PICTURE	P	r, θ file [size, location, orientation]	Maps points into surface matrix; mapping function may be adjusted to vary size, location, and/or orientation.	Configuration of points depicting contents of an IMG file (produces new format; if mapping function adjusted also produces new content).
FIND	C	Name of sought part	Looks up description; looks up procedures specified in description; executes procedures on surface matrix.	Passes back Locate/Not Locate; if Locate, passes back Cartesian coordinates of part.
PUT	P	Name of to-be-placed part	Looks up name of image file, location relation, and foundation part; looks up description of foundation part and relation; calls FIND to locate foundation part; adjusts mapping function; calls PICTURE.	Part integrated into image (produces new content).
IMAGE	P	Name of to-be-imaged object(s) [size, location, orientation, level of detail]	Locates IMG file; calls PICTURE [if size, location, or orientation specified, adjusts mapping function; if detail required, searches for HASA entries, calls PUT].	Detailed or skeletal image at specified or default size, location, and/or orientation (produces new content with different format, organization).
RESOLUTION	P	Surface image	Computes density of points in image.	A number indicating dot density of image (produces new format).
REGENERATE	A	Surface image	Works over surface matrix, refreshing most-faded parts first until all parts are refreshed.	Image reactivated, with sharpness relations among parts altered (alters content).
LOOKFOR	P	Command to find a named part or property on an image	Calls REGENERATE; looks up description and size of part; calls RESOLUTION; if density not optimal, calls ZOOM or PAN; checks whether image overflows in direction of part, if so calls SCAN; calls FIND; if part not located searches for relevant HASA entries, calls PUT to insert regions, calls FIND.	Found/Not Found response.
SCAN	A	Image, direction of required shift [rate]	Moves all points in surface matrix along vector; fills in new material at leading edge via inverse mapping function.	Image repositioned (alters content).
ZOOM	A	Surface image, target resolution [rate]	Moves all points in surface matrix out from the center; fills in new material via inverse mapping function; calls RESOLUTION; calls PUT to insert new parts as resolution allows.	Scale change in image, higher resolution, and new parts (alters content).
PAN	A	Surface image, target resolution [rate]	Moves all points in surface matrix in from the center.	Scale change in image, lower resolution (alters content).
ROTATE	A	Image, angle, and direction [rate]	Moves all points in bounded region in specified direction around a pivot.	Reorients image (alters content).

1. A indicates alteration transformations, which alter the initial data-structure; P indicates production transformations, which do not alter the initial data-structure but produce a new one from it; C indicates comparison operations, which compare two data-structures or parts thereof.

2. Optional input is indicated in brackets.

b. 理論によるイメージ現象の説明

Kosslyn のモデルでは、表層構造に指定された疑似絵画的表層表象が明らかな空間的構造を備えており、その座標値に上述の基本的処理手続きを適用することによって、イメージ現象のほとんどを説明することができる。例えばこの表層表象を構成するすべての座標に対して、それを特定の方向へ平行移動する SCAN という手続きを適用すれば、現象的にはイメージの心的走査が引き起こされることになる。また同様に、特定の角度と向きをパラメーターにして回転移動を行う ROTATE という手続きはメンタル・ローテーションを引き起こし、すべての座標を中央あるいは周辺に向かって移動させる PAN や ZOOM という手続きはイメージの縮小・拡大を引き起こすのである。さらに、これらの手続きがすべての座標に対して一斉に適用されるという制約を課すことはイメージの全体性を説明するものであり、またその移動様式が隣り合う座標の上を次々と通って行われるという制約はイメージのアナログ性を説明する。Kosslyn はこれらの手続きを組み合わせることによって、かなり複雑な処理も実現できることをフローチャートで示し(図 4.10)，実際のコンピュータ・シミュレーションでも明らかにしている(Kosslyn & Shwartz, 1977)。

またこれらに加えてイメージと視知覚の等価性に関わる現象は、視覚バッファーそれ自体の特性によって説明される。視覚バッファーはその構造から限られた範囲と形態を持つ座標空間であり、イメージの視野や解像度に関するすべての実験事実を捉えているのである。

2. Pylyshyn の暗黙知説

Kosslyn の折衷モデルに応えて、Pylyshyn(1981; 1984)はこれまでとはまったく異なる視点からイメージを捉えた理論を提唱した。Pylyshyn はまずイメージ論争における「アナログ」対「命題」の本質的な相違点は、イメージ

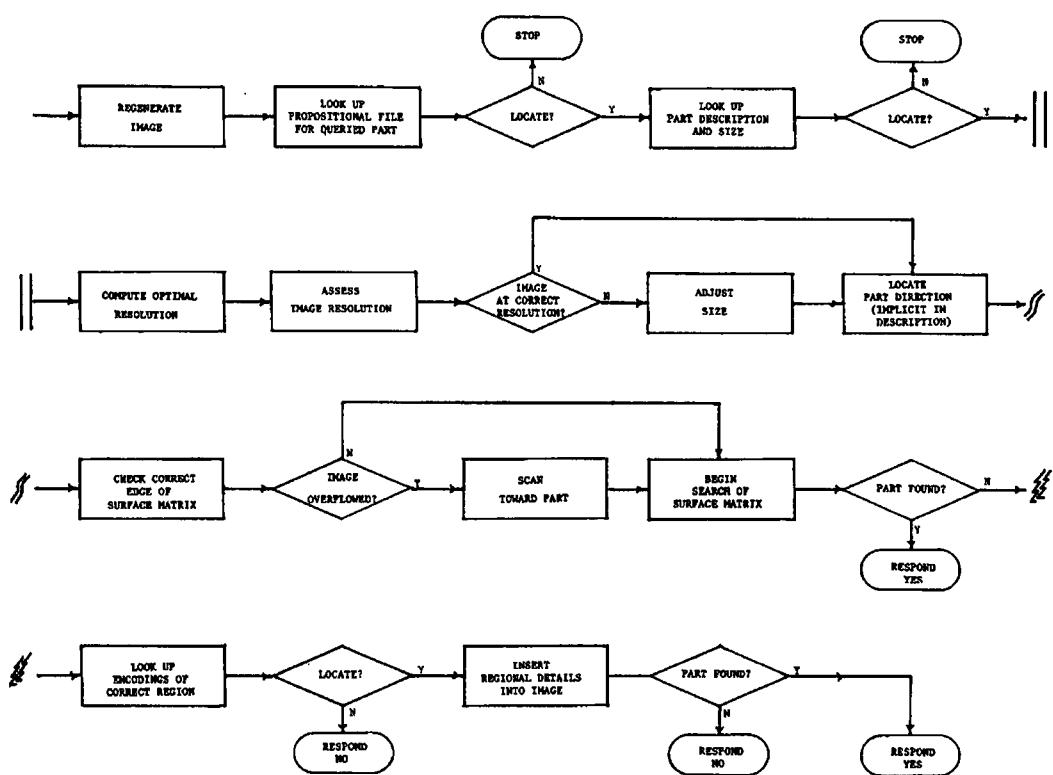


図 4.10 基本的手続きの組み合わせによる複雑な処理のフローチャート
 この例はイメージされた対象にある特徴が含まれているかどうかを視査するさいの過程を記述している。 (from Kosslyn 1980)

の心的過程が連續的か離散的かといった問題にあるのではなく、あるシステムの行動に関する説明をそのシステムに本来備わった(*intrinsic*)特性に求めるか、あるいはシステムが持っている明示的な表象、すなわち「知識」に求めるかにあるという。ここで Pylyshyn は認知的進入可能性の概念を導入し、もしあるシステムの行動がそのシステムに固有の本来的な特性に基づいているならば、その行動の基礎にある過程は「認知的に侵入不可能(*cognitively impenetrable*)」であり、高次の「知識」等によっては影響され得ないはずだと指摘する。ところが実際には、イメージ実験の課題では実験者の意図や期待、その場の雰囲気等によって容易に異なった結果を引き出すことができる(Intons-Peterson, 1983; Intons-Peterson & White, 1981)。これはイメージの心的過程がまさに認知的に侵入可能(*cognitively impenetrable*)であることを示しており、その過程はイメージという現象について人間が持っている「知識」に基づくものにすぎないというのである。さらにここでいう「知識」とは過去の知覚的場面で抽出された知覚事象そのものについての暗黙知(*tacit knowledge*)にほかならない。Pylyshyn の理論からすれば、イメージ実験に参加した被験者は、この暗黙知に基づいた推論を通して一種のシミュレーションを行っているにすぎないのである。

Pylyshyn の暗黙知説からみたとき、Kosslyn の理論の中で最も問題視されるのは視覚バッファーの存在である(梅村, 1982)。すでに述べたとおり、視覚バッファーは視野や解像度など、視知覚に「本来備わった特性」を持つ機構として考えられている。確かにイメージと知覚の等価性を考える上で最も重要視されたこれらの特性を、イメージの心的機構として簡単に措定してしまうことは問題があるかもしれない。しかし理論構成に当たって、それを措定するか否かという問題は多分にメタ理論的な立場の違いによるものではないかと思われる。いずれにしても Kosslyn のモデルの妥当性を保証するためには、この視覚バッファーの存在根拠を示すことが急務といえよう。

第5章 イメージの座標系

例えばこれから一枚の紙の上に絵を描こうとするとき、誰もが一度はその紙の上に描こうとする対象のイメージを投影してみることだろう。また部屋の模様替えしようとするときならば、実際に家具をイメージしてその配置を確かめてみることもある。日常普通に経験しているこのような事柄は、イメージが Kosslyn (1980) のいうような単に頭の中のディスプレーに映る空間表象ではなく、現実空間の中の特定の位置とも強い結びつきを持ったものであることを示唆している。実際、こうしたイメージの定位の問題は古典的研究ではかなり大きなテーマの一つであったという (北村, 1982)。それにもかかわらず、認知心理学においてイメージと位置の問題はこれまでほとんど取り扱われたことのないテーマであった。しかしながら前章で指摘したように、「イメージと知覚の類似」がその基礎にあるメカニズムの共有という観点で捉えられなければならないとすれば、実際には非常に重要な問題を見逃してきたといわねばならない。なぜなら視覚系において位置情報が担う意味には、きわめて大きなものがあるからである。本章はこのイメージと位置の問題を取り扱う。そのため、まずははじめに簡単に視覚系の構造に触れてから、イメージと位置の関係について一つの仮説を提起し、それを検討してゆくことにしたい。

第1節 イメージと位置

1. 視覚情報処理における空間視系と形態視系

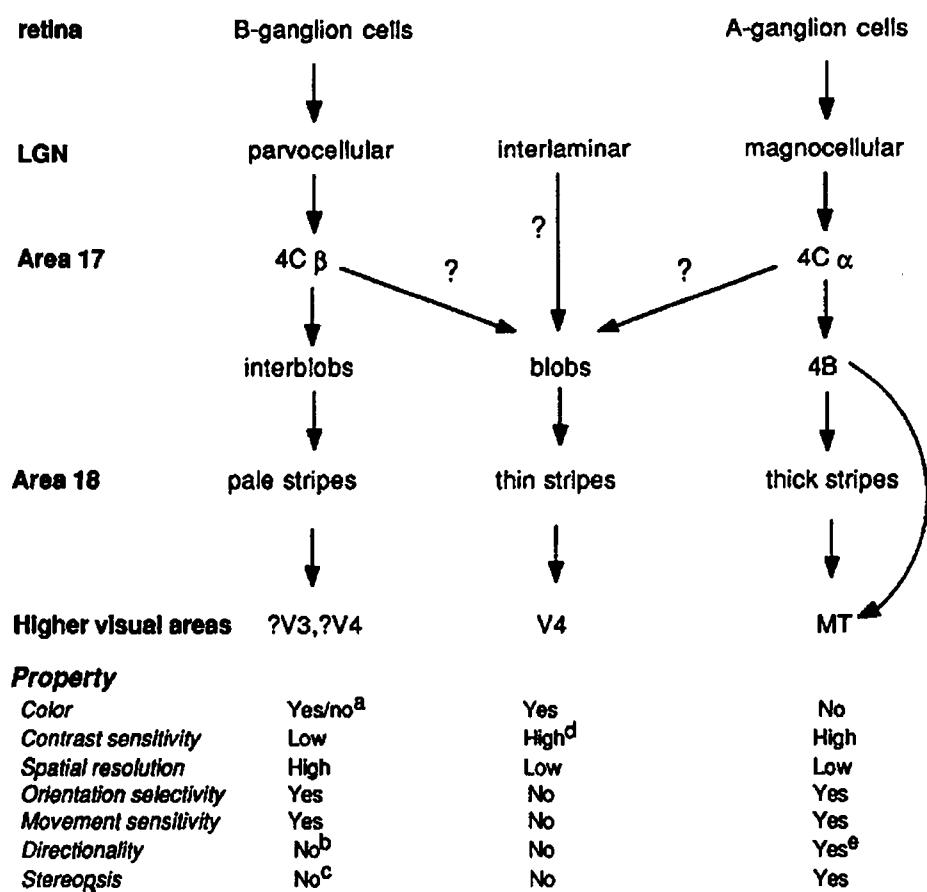
最近になって、視覚系における情報処理が複数の皮質経路を通って別々に行われていることが明らかになってきた。これは主にサルを用いた神経解剖学的研究によるところが大きいが、人間の場合にもかなりの部分それが適用できることを示す精神物理学的証拠が示されている (Livingstone & Hubel, 1987)。現在のところ視覚系にはおもに次の経路があることがわかっている (表 5.1)。

- (1) 大細胞系 (magnocellular system): 網膜の A 細胞から外側膝状体の大細胞層を経て、17 野の 4C α ・4B 層、さらに 18 野の太帯 (thick stripes), 上側頭溝 MT 野へと連絡を持つ。
- (2) 小細胞系 (parvocellular system): 網膜の B 細胞から外側膝状体の 小細胞層を経て、17 野の 4C β 層へ連絡を持ち、高次視覚野へ至る。
- (3) ブロブ系 (blob system): 17 野の ブロブから 18 野の 細帯 (thin stripes) を経て、V4 野へと連絡を持つ。

これらのうち、おもに大細胞系は位置や方向、運動などの処理を行っており、空間視系とも呼ばれる。これに対して小細胞系はおもに対象の形や色の処理を行っており、形態視系とも呼ばれる。ブロブ系はおもに色情報の処理を担っているとされる。またそれぞれの系内でも個々の処理は並列的になされていると考えられている (e.g. Lennie et. al., 1990; Livingstone & Hubel, 1987)。

大細胞系はさらに下部頭頂連合野への連絡を持ち、小細胞系は下部側頭連合野へ至る。このため 2 つの系が占める皮質内での相対的位置関係から、それぞれ背側処理系 (dorsal system) 及び腹側処理系 (ventral system) とも呼ばれている。したがって背側処理系は空間視系に、腹側処理系は形態視系に

表 5.1 視覚系の情報処理経路 (from Livingstone & Hubel 1987)



相当する(苧阪, 1993)。

人間の場合、この背側空間視-腹側形態視系の機能分離は、脳損傷後の失認症者が示す機能障害のタイプから推定することができる。

Farah (1990) はこれまで同じ同時失認 (simultanagnosia) の症例として報告してきた患者群を、その損傷部位の違いからさらに 2 群に分類しその障害のタイプを詳細に検討している。ここでいう同時失認とは一般に視野内の個々の要素は認知できるが、全体を把握することができないとされているものである。Farah の新しい分類は、両側の頭頂-後頭葉に損傷 (bilateral parieto-occipital damage) を持つ背側系同時失認 (dorsal simultanagnosia) と、左下部側頭-後頭葉に損傷 (left inferior occipito-temporal damage) を持つ腹側系同時失認 (ventral simultanagnosia) であった。Farah によれば背側系では注意の全般的な障害が認められ、注意を向けること (orienting), 向き, 方向, 位置に関する機能不全がその基礎に推測された。これに対して腹側系では語性失読と失書が認められ、並列的な処理容量の低下がその基礎に推定された。視覚系における形態情報の処理がさまざまの特徴 (feature) の高度な並列処理によって実現されていることを考慮すれば、実際これは空間視・形態視系の分離をよく示している。

このような 2 つの視覚経路の存在は明らかに、外界の対象の知覚がいわば「それが何であるのか (what)」系と「それがどこにあるのか (where)」系で独立して処理されていることを意味している (Ungerleider & Mishkin, 1982)。

2. 視覚情報処理における位置とイメージ

ではこのように別々に処理される情報は皮質内でどのように対応付けられているのであろうか。もしそれぞれの情報が全く独立しており、両者の間に対応付けがみられなければ、知覚系は「何」が「どこ」にあるのかを知り得

ないことになろう。

この疑問は通常、視覚系の領野の多くが網膜再現 (retinotopy) と呼ばれる構造を持つことで説明される (Wilson et al., 1990)。網膜再現構造とは文字どおり、視野の中の特定の位置を各領野内の特定のニューロンの位置で表すよう配置された構造である。図 5.1 はサルの網膜への刺激パターンと実際に皮質有線野での活動パターンの記録である。また図 5.2 はこうした実際のデータをもとに、外側膝状体 (B) と皮質有線野 (C) における網膜再現構造を視野 (A) との対応で示したものである。いずれも視野と各領野の間にはっきりとした 1 対 1 のマッピングがなされていることがわかる。このような網膜再現位置を保持したマッピングによって皮質内のさまざまな情報は対応付けられているのである。

さてここでイメージの問題に話題を戻して考えるならば、視覚系が多くの領野でこのような網膜再現的な位置を基礎にして互いに結びついた構造を持つことは非常に興味深い。もしイメージと視知覚が同じメカニズムを共有し、それが例えば Finke ら (1977) のいうような方向検出器の活性化であるとすれば、イメージの心的過程は必然的にどの方向検出ニューロンを活性化すべきかを決めなければならないからである。これはすなわち網膜再現位置についての情報を参照することにほかならない。イメージを視知覚過程の上から下への活性化と考えるさいには、直接イメージしている属性に関わるメカニズムだけでなくその定位のメカニズムをも併せて考慮しなければならないのである。

3. イメージの位置特異性

上述の議論から考えれば、直ちにイメージが網膜上の特定の位置と関連付けられるような効果を示すであろうことが予測される。実際、このことを間接的に示す研究はこれまでにみたイメージ研究の中にもいくつかみられる。

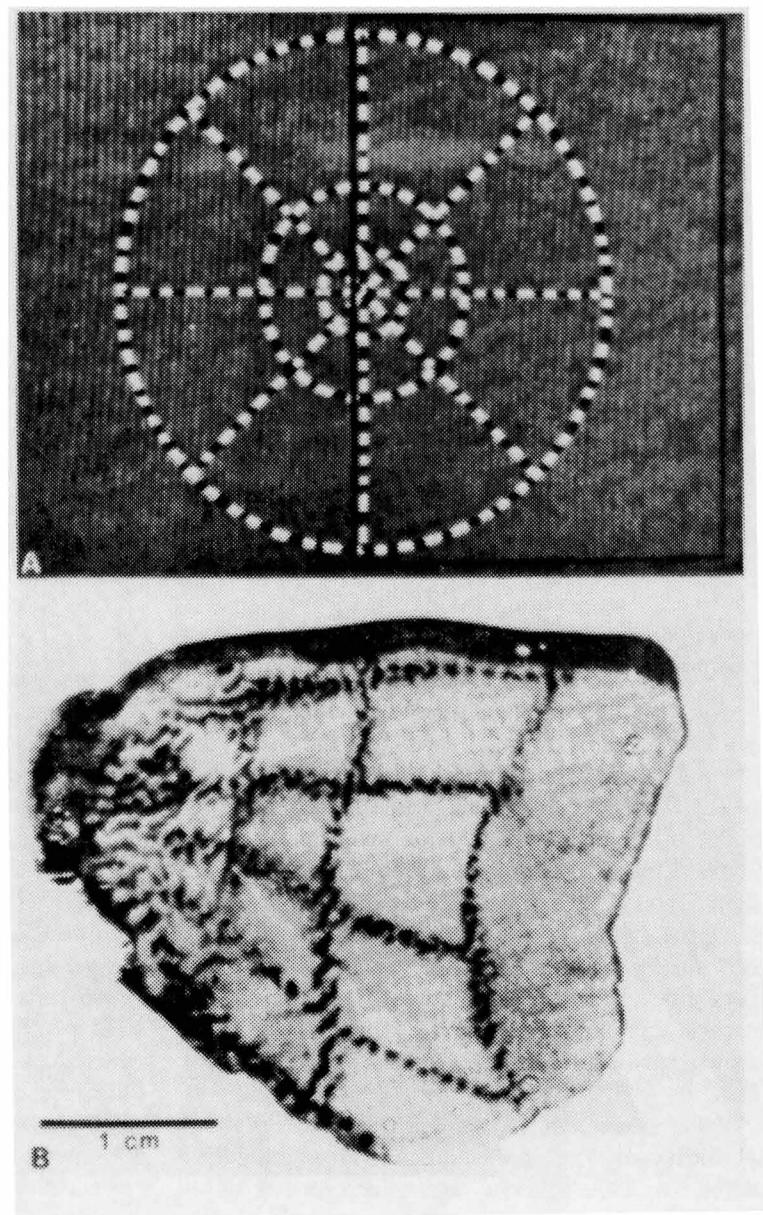


図 5.1 アカゲザルにおける網膜への刺激パターン(上)とその有線野(下)
での網膜再現マッピング (based on Wilson et. al 1990)

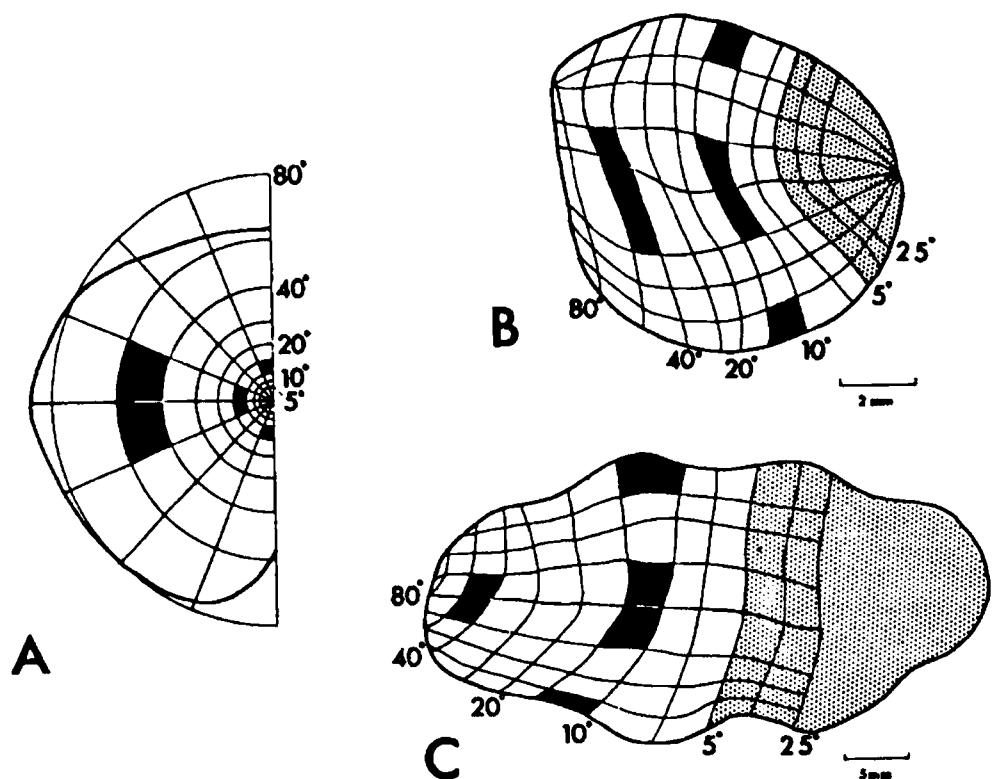


図 5.2 視野 (A) と外側膝状体 (B) および有線野 (C) の網膜再現構造

(based on Wilson et. al 1990)

例えばメンタル・ローテーションのアナロゲ性を示した Cooper (1976) の準備的回転の実験では、イメージと刺激の向きが完全に一致した場合に反応時間が最も短いという結果が得られていた。これは明らかに、イメージしている図形と実際に提示された図形の輪郭が視野内の特定の位置でぴったりと重なった状況を指している。同様の例は、文字の傾きの場合 (Cooper & Shepard, 1973) や図形の大きさの場合 (Cave & Kosslyn, 1989) など、数多く見出すことができる。

しかしながら、これらの研究はあくまでもイメージと位置の関係を間接的に示したものにすぎない。これに対して Farah (1985) はこの問題に直接関わる研究を報告している。Farah の被験者はまず注視点の上と下に設けられた 2 つの位置のいずれかに、英大文字の T か H をイメージするよう求められた。被験者がこのイメージに従事しているとき、2 つの位置にごく短いインターバルの SOA で実際の T と H が継時的に提示された。被験者に与えられた課題は、このとき最初に現れた文字が上下いずれのものであったを判断して答えることである。その結果、被験者が文字をイメージしている位置での反応がより正確であることが明らかにされている。さらにこの位置の効果が得られたのは提示された文字がイメージしている文字と同一の場合のみで、異なる文字の場合には反応の正確さに変化はなかった。これはイメージによる内容特異的な (content-specific) 促進がイメージがなされていた位置でのみ生じたことを表している。このことから Farah はイメージが特定の空間位置の情報を含む表象であると結論付けている。

Farah によるこの研究は、イメージの知覚に対する効果が内容特異的であると同時に、位置特異的 (location-specific) でもあることを示すものである。このようなイメージの位置特異性は、ここで冒頭に示した予測をより直接的に検証したものだといえよう。しかしながら、Farah の結果ではイメージが位置特異的であることは示し得たものの、そこで云われている位置が実際の

空間的位置であるのか、網膜上の対応位置であるのかはいまだ明らかにはされていない。次にその点を検証するために行われた3つの実験(Kuroda, 1992; 黒田, 1992; 1993)を報告してゆく。

第2節 実験4: 文字識別課題におけるイメージの位置特異性の検証

前節で述べたとおり Farah (1985) の研究では、文字の検出課題におけるイメージの促進効果が位置特異的 (location-specific) であることが明らかにされた。本節以降で取りあげる3つの実験の目的は Farah の主張をさらに押し進めて、イメージの位置特異性が網膜再現的な (retinotopic) ものであるかどうかを検証することである。このことを可能にするために、実験5及び6では被験者にイメージをさせたあと別の注視点へサッケードするよう求める手続きを採用して、空間対応位置と網膜再現位置を分離している。また、これにともなう刺激ディスプレイの変更に合わせて課題も検出課題から文字の識別課題へと変更された。そのため本実験ではまず準備的に、位置特異性の効果が文字の識別判断においても得られるかどうかを検証した。

方 法

被験者 神戸大学の学生・大学院生12名(男女各6名)。被験者はいずれも矯正を含め健常な視力を有していた。

刺激と装置 用いられた刺激は2種の英大文字(T, O)であった。これらの文字からイメージされる文字とターゲット文字の組み合わせとして、2種の「同じ」刺激対と2種の「異なる」刺激対の計4種が構成された。刺激

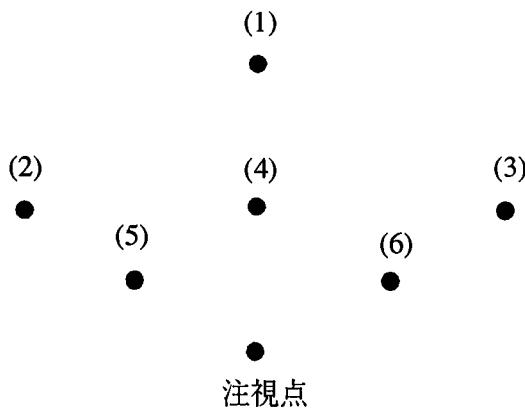


図 5.3 実験 4 で用いられた 6 つの位置 (番号は本文を参照)

は観察距離 60 cm のところに置かれたディスプレイ・モニター上に背景が黒色、文字が白色で提示された。その大きさは視角にして約 $0.53^\circ \times 0.53^\circ$ であった。被験者がイメージを行う領域は注視点の上方に視角で 3.8° のところに青い矩形枠 (約 $0.53^\circ \times 0.53^\circ$) を提示し指定した。ターゲットとなる文字は次の 6 つの位置のいずれかに提示された (図 5.3 参照)。

1. イメージ位置 (imaged location, IMG): 注視点の上方に視角で 3.8° の位置。この位置にはターゲット提示前に文字がイメージされる。

2-3. 左右 2 つの無関連位置 (irrelevant location, IRR): 注視点の左あるいは右 30° 斜め上方に視角で 3.8° の位置。これは注視点からの隔たりが IMG と同じに設定された条件である。

4-6. 3 つの近接位置 (near location): IMG および左右の IRR とそれぞれ同方向に視角で 1.9° の位置。これらはそれぞれ注視点からの方向が IMG および 2 つの IRR 条件と同じに設定された条件である。

実験は刺激の提示から反応の記録に至るまですべてコンピューター (PC-9801 RX2) によって制御された。なお、反応にはキーボード用い、反応時間の測定はコンピュータによって行われた。

要因配置と手続き 実験はディスプレイ上の 6 つの位置のいずれかに提示される文字が T か O かを判断する識別課題であった。要因配置はイメージとターゲット文字の異同 (2) × ターゲット位置 (6) の計 12 条件である。

1 回の試行の手続きは次のとおり。まずディスプレイの中央に READY の文字が現れる。この状態で被験者自らが左手のキーを押すことによって試行が開始される。試行開始と同時にビープ音と第 1 ディスプレイが現れた。第 1 ディスプレイは、画面中央から 1.9° 下方に黄色で示された注視点とそこから上方 3.8° に示された青色の矩形枠からなっている。ビープ音は、被験者にイメージすべき文字を指定するためのもので、長い音が一度だけ鳴らされる場合 (T をイメージ) と短い音が三度続けて鳴らされる場合 (O をイメージ) がある。被験者には注視点を凝視したまま、矩形枠のなかにビープ音で指定された文字をイメージするよう求めた。実験に先立って被験者は刺激文字の実際の形と大きさについての学習セッションを受けており、その形と大きさでできるだけ明瞭なイメージをつくることが強調された。被験者は自ら明瞭なイメージを得たと判断したときに、もう一度左手のキーを押して試行を開始するよう教示されており、イメージの生成には各自十分な時間をとることが許されていた。2 度目のキー押しから 1 秒後にまず矩形枠が消失し、その後 550 msec を経てターゲット文字を 6 つの位置のいずれかに提示する第 2 ディスプレーが現れた。このとき被験者は注視点を凝視したまま、ターゲットが T か O かをできるだけ速く正確に識別しなければならなかつた。このさい、ターゲットの提示から反応までに要した時間を反応時間として記録した。被験者の半数が利き手の人差し指で T を、中指で O を判断し、残りの半数では指を入れ替えた。誤反応に対しては ERROR を画面中央に赤色で示し、その試行は各実験ブロックの終わりにもう一度繰り返された。また、1000 msec を越える反応時間が得られた試行についても同様に繰り返しをおこなった。被験者の反応と同時にディスプレイは消失し、そ

表 5.2 実験 4 の反応時間の分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
被験者	11	2594244.889	235840.444	
異同	1	85849.000	85849.000	12.291 **
誤差	11	76834.000	6984.909	
位置	5	23846.806	4769.361	2.442 *
誤差	55	107410.194	1952.913	
異同 × 位置	5	15665.917	3133.183	2.131 †
誤差	55	80855.083	1470.092	

(†: $p < .10$; *: $p < .05$; **: $p < .01$)

の 1 秒後に再び READY が現れた。

実験は、全 12 条件 × 2 組の計 24 試行からなるブロック毎に 2 分間の休憩をとりながら行われた。練習 1 ブロックと 4 つの実験ブロックが連続して行われた。この手続きにしたがって行われる 1 回の実験セッションに要する時間は約 30 分であった。

結果と考察

はじめに平均誤反応率は 3.4 % で、その範囲は 0 % – 7.3 % であった。誤反応に関しては統計的に有意な差はみとめられなかった。

反応時間のデータは被験者ごとにターゲットの異同の 2 条件および位置の 6 条件の計 12 条件それぞれ毎にプールされ、その平均値が計算された。この平均反応時間とともに、2 (異同) × 6 (位置) の 2 要因分散分析を行った(表 5.2)。

この分析の結果、異同の主効果が有意であり ($F(1, 11) = 12.29, p < .005$)、イメージとターゲットが同じ文字であるときに反応時間が短い。また位置の主効果も有意となった ($F(5, 55) = 2.442, p < .05$)。下位検定では個々の位置の間には差がみとめられなかったが、IMG および左右の IRR の群と 3 つの NER の群との間に有意な差がみとめられた ($F(5, 11) = 4.96, p < .02$)。したがって、注視点からターゲットまでの隔たりが小さい条件で反応時間が短かったことがわかる。

異同と位置の交互作用は有意には至らなかったものの傾向はみとめられた ($F(5, 55) = 2.131, p < .08$)。下位検定の結果は IMG における異同の単純主効果のみが有意であることを示すものであった(1 % 水準)。これはターゲットが IMG に提示されたときにのみ、「同じ」文字の同定に要する時間が「異なる」文字のそれより一貫して短かったことを表している(図 5.4)。こ

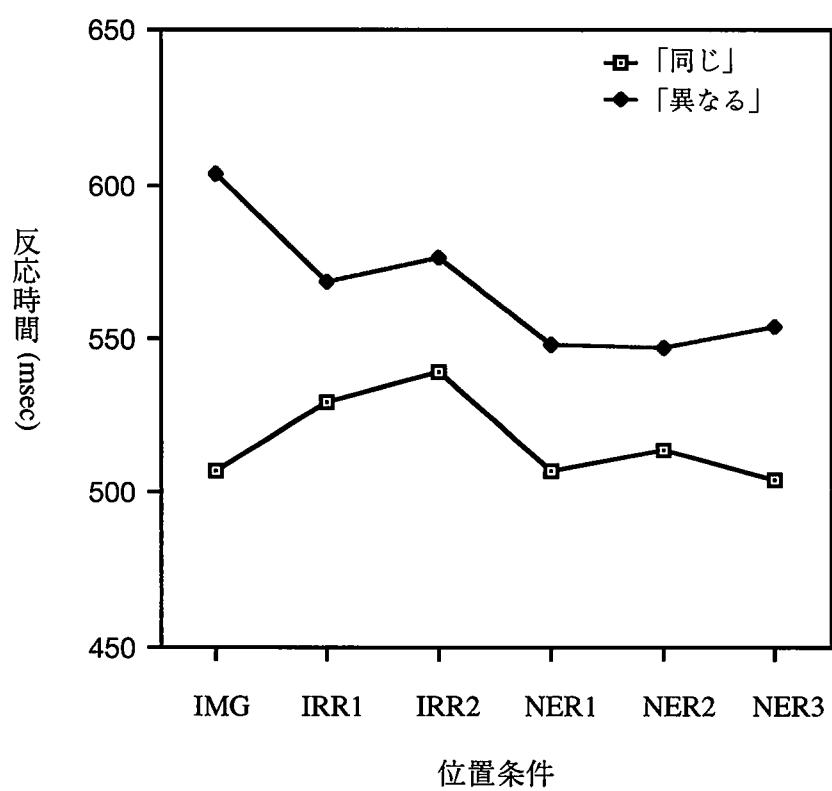


図 5.4 実験 4 の異同と位置の交互作用

れはイメージに固有の内容特異的な促進効果にほかならない。したがって交互作用は傾向に留まっているものの、本実験の課題においても Farah (1985) の指摘したイメージの位置特異性が確認されたと判断した。

第3節 実験5: イメージの網膜再現位置促進効果Ⅰ

実験4では文字の識別課題においても Farah (1985) と同様の位置特異的なイメージの促進効果が得られることが明らかにされた。本実験の目的はその位置特異性で示されている位置が空間的な対応位置を指しているのか、網膜上での対応位置を指しているのかを検討することである。このため、実験4の方法にイメージ後のサッケード手続きを導入し、空間的対応 (spatiotopic) 位置と網膜再現 (retinotopic) 位置を分離する試みがなされた。もしイメージの位置特異性が空間的な対応位置に関わるものであれば、その内容特異的な促進効果は空間対応位置でのみ認められることになる。また逆にそれが網膜上の対応位置に関わるものであれば、促進は網膜再現位置で認められこと^るになる。

方 法

被験者 神戸大学の心理学専攻の学生・大学院生12名(男女各6名)。被験者はいずれも右利きで矯正を含め健常な視力を有していた。

刺激と装置 刺激に関して、まず左右のサッケード方向を指定する第2注視点が新たに導入された。この第2注視点はそれぞれ第1注視点の左あるいは右斜め上方(150°, 30°)に視角で3.8°の位置に2種設定されている。また6つの位置条件は次のように変更された(図5.5参照)。

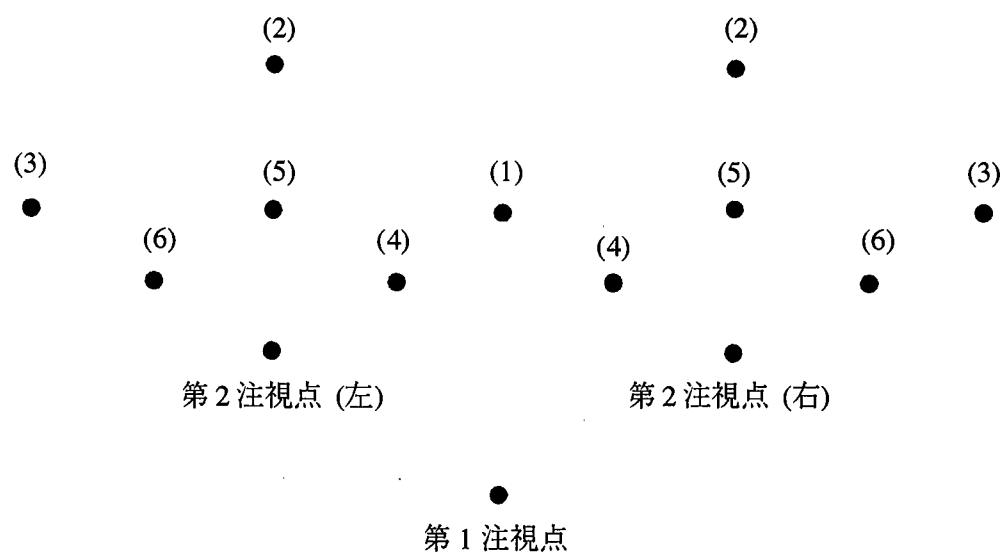


図 5.5 実験 5 で用いられた 6 つの位置 (番号は本文を参照)

1. 空間対応位置 (spatiotopic location, SPT): 第 1 注視点の上方に視角で 3.8° の位置。これは被験者が文字をイメージしていた実際の空間的位置に相当する。
2. 網膜再現位置 (retinotopic location, RET): 第 2 注視点の上方に視角で 3.8° の位置。これは注視点との関係からみたときに被験者が文字をイメージしていた位置であり、網膜上の対応部位に相当する。
3. 無関連位置 (irrelevant location, IRR): 左右のサッケード条件でそれぞれ第 2 注視点の左あるいは右斜め上方 ($150^\circ, 30^\circ$) に視角で 3.8° の位置。IRR は RET と第 2 注視点とを結ぶ線を中心に SPT と対称をなしており、第 2 注視点からみた隔たりの大きさが SPT および RET と同一に設定された条件である。
4. 近接空間対応位置 (near-spatiotopic location): 第 1 注視点の上方に視角で 1.9° の位置。これは第 2 注視点からみた方向が SPT と同一に設定された条件である。
5. 近接網膜再現位置 (near-retinotopic location): 第 2 注視点の上方に視角で 1.9° の位置。これは第 2 注視点からみた方向が RET と同一に設定された条件である。
6. 近接無関連位置 (near-irrelevant location): 左右のサッケード条件でそれぞれ第 2 注視点の左あるいは右斜め上方 ($150^\circ, 30^\circ$) に視角で 1.9° の位置。これは第 2 注視点からみた方向が IRR と同一に設定された条件である。

なお実験に用いた装置は実験 4 と同様であった。

要因配置と手続き 本実験の要因配置は、サッケード方向の左右 2 条件 \times ターゲット文字の異同 2 条件 \times ターゲット位置 6 条件の計 24 条件であった。

1 回の試行の手続き (図 5.6) は、第 1 ディスプレイの提示およびイメージ

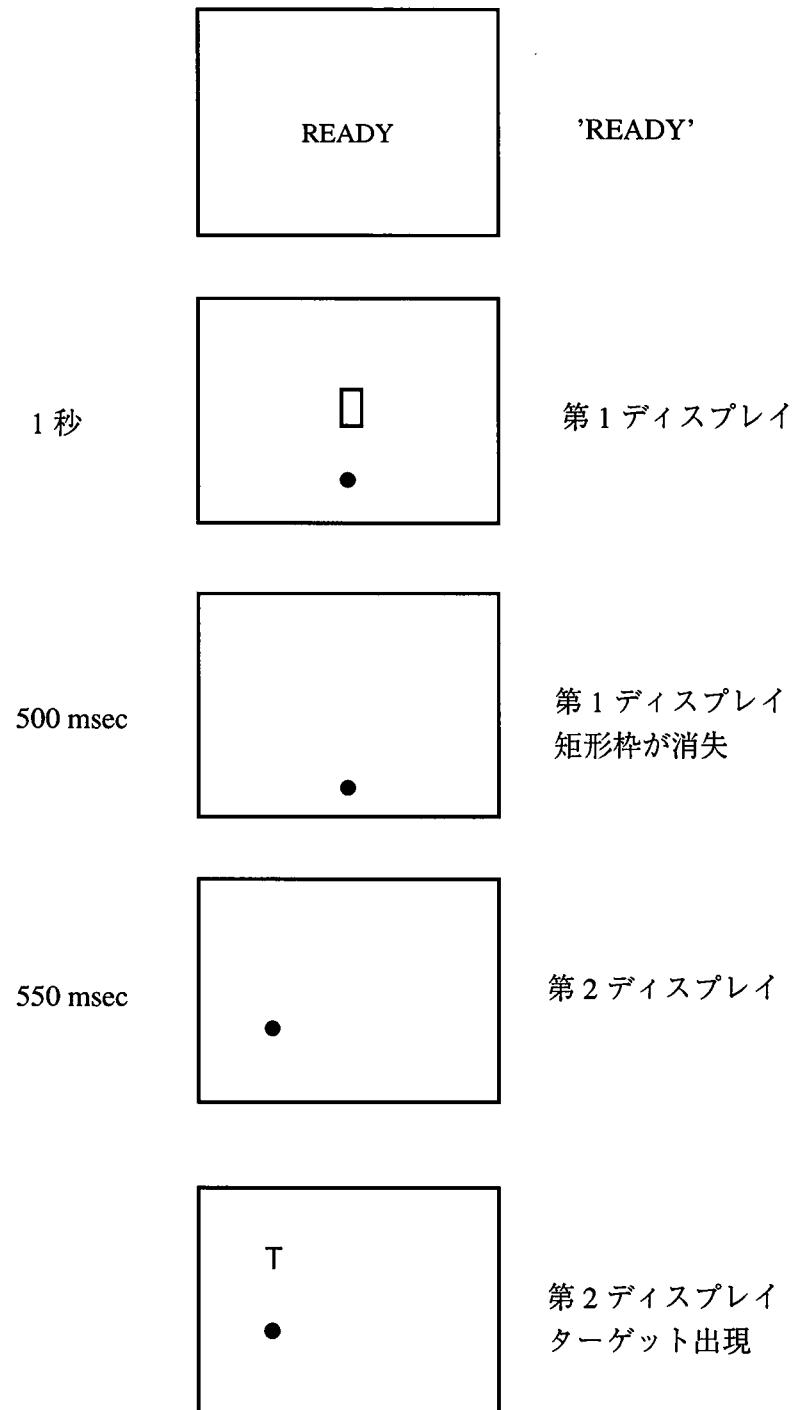


図 5.6 実験 5 の手続き

の生成までは実験 4 と同様である。同実験からの変更点は次の通りである。2 度目のキー押しから 1 秒後にまず矩形枠が消失し、その後 550 msec を経て黄色で示された第 2 注視点を提示する第 2 ディスプレーが現れた。被験者はここで文字をイメージすることを止めて、第 2 注視点に向かってできるだけ素早く目を動かす(サッケード)よう教示された。第 2 ディスプレーの提示から 550 msec 後、ターゲット文字が 6 つの位置のいずれかに提示された。このさい被験者は第 2 注視点を凝視したまま、ターゲットが T か O かをできるだけ速く正確に同定することが求められた。反応の記録および誤反応の扱い等は実験 4 と同様であった。

実験は、全 24 条件 24 試行からなるブロック毎に 2 分間の休憩をとりながら行われた。練習 2 ブロックと 8 つの実験ブロックが連續して行われた。この手続きにしたがって行われる 1 回の実験セッションに要する時間は約 90 分であった。

結 果

まず平均誤反応率は 4.2 % で、その範囲は 0 % – 10.4 % であった。誤反応に関しては統計的に有意な差はなんらみとめられなかった。

反応時間のデータは被験者ごとに、サッケード方向の 2 条件とターゲットの異同の 2 条件および位置の 6 条件の計 24 条件それぞれにプールされ、その平均値が計算された。この平均反応時間をもとに 2 (方向) × 2 (異同) × 6 (位置) の 3 要因分散分析を行った(表 5.3)。

はじめに、異同の主効果が有意であり ($F(1, 11) = 9.15, p < .02$)、「同じ」ターゲットへの反応時間は「異なる」ターゲットのそれよりも短かった。位置の主効果もみとめられたが ($F(5, 55) = 9.69, p < .001$)、サッケード方向の主効果は有意ではなかった ($F < 1$)。方向と異同の交互作用には傾向がみら

表 5.3 実験 5 の反応時間の分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
被験者	11	2583596.875	234872.443	
サッケード方向	1	23.347	23.347	0.019
誤差	11	13458.486	1223.499	
異同	1	20334.722	20334.722	9.154 *
誤差	11	24434.778	2221.343	
位置	5	94036.042	18807.208	9.687 ***
誤差	55	106784.958	1941.545	
方向 × 異同	1	3901.389	3901.389	3.574 †
誤差	11	12006.611	1091.510	
方向 × 位置	5	8115.069	1623.014	0.934
誤差	55	95590.097	1738.002	
異同 × 位置	5	19734.444	3946.889	1.982 †
誤差	55	109522.056	1991.310	
方向 × 異同 × 位置	5	7899.694	1579.939	0.840
誤差	55	103423.306	1880.424	

(†: p < .10; *: p < .05; ***: p < .001)

れ ($F(3, 11) = 6.42, p < .09$), 下位検定から左サッケード条件においてのみ異同条件の反応時間に有意な差があることが明らかにされた。このサッケード方向についての結果の違いにはいくつかの要因が関与しているものと思われる。例えば, 刺激と反応の compatibility の問題はそのひとつであろう。本実験の被験者はいずれも右手を用いて反応キーを押しており, 逆方向へのサッケードが何らかの影響を及ぼした可能性がある。また大脳半球差に基づく要因が関係しているかもしれない。しかしながらサッケード方向と位置の交互作用および2次の交互作用は有意に至っておらず, 次に述べる異同と位置についての結果にこの要因は関与していないものと判断できる。

異同と位置の交互作用は実験 5 と同様に有意な傾向にとどまったが ($F(5, 55) = 1.98, p < .10$), 下位検定からは次のことが明らかとなった。はじめに本実験では異同の効果が有意にみとめられたのは RET 条件のみであった ($F(1, 55) = 15.80, p < .001$)。すなわちターゲットが網膜再現位置に提示されたときにのみ「異なる」条件の反応時間に比べ「同じ」条件のそれが有意に短かった。図 5.7 は異同条件における反応時間を各位置の条件ごとにプロットしたものであるが, ここにはその結果が顕著に表れている。さらにこの図に示されているように, 他の条件についても非常に興味深い結果が得られている。まず 3 つの近接位置 (3) × 異同 (2) の 6 条件の反応時間には差がみとめられず, これらはすべて同じレベルであることが明らかとなった(すべて $p > .10$)。また SPT 条件の反応時間にも異同の効果はみとめられず ($F < 1$), これは 3 つの近接位置の反応時間と同じレベルであった ($F < 1$)。最後に IRR 条件では異同の効果はみとめられなかつたが ($F < 1$), その反応時間は 3 つの近接位置 ($F(1, 55) = 43.10, p < .001$) および SPT 条件 ($F(1, 55) = 23.11, p < .001$) のそれよりも有意に長かったことを示した。

さらに図から判断するかぎり, 各々の反応時間は「短い」群と「長い」群に分かれているようにみえる。これは統計的にも正しく, SPT 条件の異同

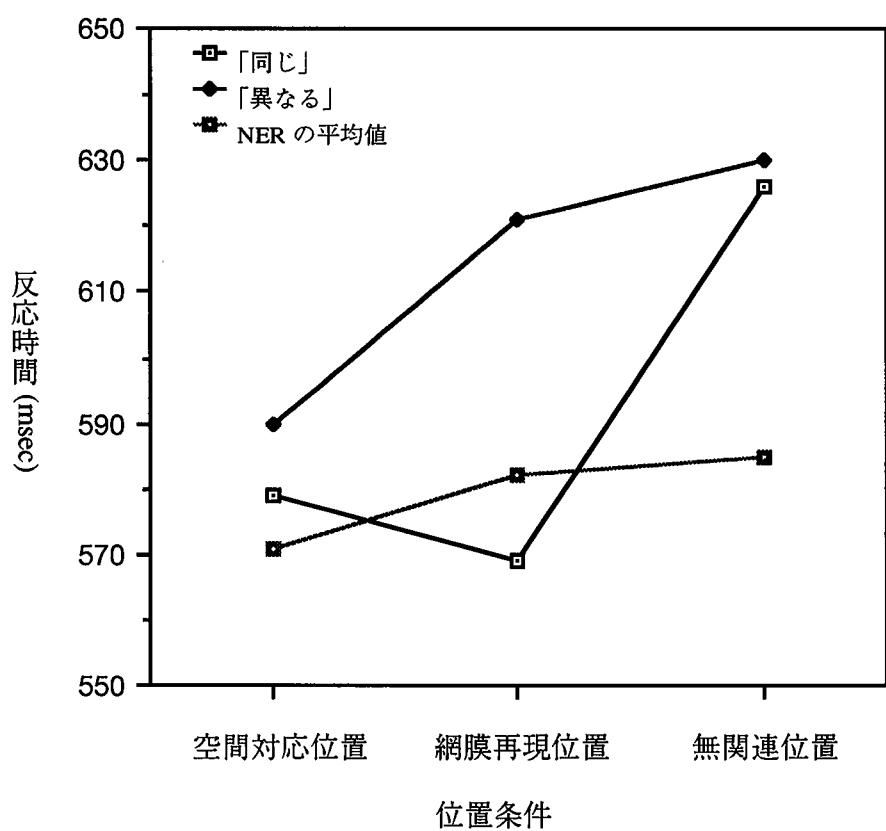


図 5.7 実験 5 の異同と位置の交互作用
 3 つの NER 条件では異同の効果がなかった
 ため平均値を用いた。

2 条件の反応時間と RET 条件の「同じ」ターゲットにおける反応時間の間には差がみとめられず、またこれらは 3 つの近接位置のすべての反応時間のと同じレベルのものであった (すべて $p > .10$)。逆に IMG 条件の「異なる」ターゲットにおける反応時間は IRR 条件の異同 2 条件の反応時間と同じレベルであるが確認された (ともに $p > .10$)。

考 察

実験 4 ではイメージ位置条件でのみ異同の単純主効果が現れたことから、イメージの位置特異性が確認された。本実験の目的はこの位置特異性で特徴づけられた位置そのものが、空間的な対応位置と網膜上の対応位置のいずれに相当しているのかを検討することであった。この点で本実験の位置と異同の交互作用が示した結果はきわめて興味深い。異同の効果が網膜再現位置にのみみとめられ、空間対応位置ではみとめられなかったという事実は、明らかにイメージの位置特異性が網膜上の対応位置によって特徴づけられることを示しているのである。これは第 1 節で論じた「イメージが知覚系のメカニズムを活性化するためには必然的に網膜再現位置についての情報を参照しなければならない」という主張とよく一致している。

これに加えて本実験では RET 条件の「同じ」ターゲットへの反応時間が 3 つの近接位置の結果と同じレベルであることがわかっている。また同ターゲットへの反応時間は、本実験で注視点から 3.8° 隔たった位置のコントロールとして導入された IRR 条件のそれより有意に短いものであった。これらから網膜再現位置で示された効果はイメージに特徴的な内容特異性を持った促進効果であることがはっきりとわかる。そこで本論文ではとくにこれを「網膜再現位置促進効果 (RFE, retinotopic facilitation effect)」と名付けることにしたい。

一方、空間対応位置においても、その反応時間は IRR 条件のそれより有意に短く、IMG 条件の「同じ」ターゲットへの反応時間および 3 つの近接位置での反応時間のレベルであった。さきに IRR 条件をコントロールとみなしたことからすれば、これらの結果は RFE 同様一種の促進効果とみなさなければならぬだろう。しかしながらこの SPT 条件での促進は、同位置に提示されるすべてのターゲットへの反応にみられており、イメージの内容特異的な促進とは明らかにその性質を異にしているものである。この点から考えるかぎり、SPT 条件でみられた非内容特異的な促進をイメージの効果として結論づけることはできないものと思われる。

ところで Farah (1989) は被験者にイメージ教示を与えた場合と注意教示を与えた場合とで得られる促進効果が同種のものであることから、イメージの中に空間的な注意と類似する過程が含まれていることを主張している。この主張にしたがえば、ここでの SPT 条件の促進を Farah のいう空間的注意に関係する促進効果の一つとして解釈することはできよう。一般に空間的注意の効果は注意の向けられている領域における信号検出の全体的な向上であるため、その効果が識別課題において非内容特異的な促進としてあらわれることは十分に考えられるからである。

ところが一方で、注意の効果は網膜再現位置において促進を示し、空間対応位置においては抑制 (復帰抑制、inhibition of return) を示すことが知られている (Posner, 1990)。これは本実験の SPT 条件における促進を注意の効果とみなす解釈とはつきり矛盾しているのではないだろうか。これに対して、Posner と Cohen (1984) は特定の領域に注意を向けさせたあと被験者にサッケードさせた場合、空間対応位置への復帰抑制は約 300 msec のあいだ持続し、その後一旦促進に転じてから徐々に効果を失うという時間特性を見出している。ここで本実験においては第 2 注視点の提示から 550 msec 後にターゲットを提示したことに注目したい。この 550 msec という時間は、被験者

が第2注視点の提示直後にサッケードを開始したと仮定すれば、サッケード終了後からターゲットの提示までのインターバルが300 msec以上であった可能性をうかがわせるものである。これはターゲットの識別時には注意の効果が復帰抑制から促進に転じていた時間と一致していることがわかる。したがって、ここではSPT条件における非内容特異的な促進が空間的注意の効果であるとみなす解釈の可能性を否定してしまうことはできないと考える。

以上のことから、本実験の結果はイメージの効果として次の2つの側面を示唆するものと考える。一つは網膜再現位置促進効果であり、これはイメージに特徴的な内容特異的促進を示す。もう一つは空間対応位置における空間的注意の効果であり、これは非内容特異的な促進である。これらはイメージによる知覚の促進として一般的に述べられてきた現象が2つの異なる処理過程に根ざしたものであることを示しており、きわめて興味深い結果だといえるだろう。

ところで本実験においては、網膜再現位置が注視点の真上にのみ設けられていた。このことは本実験で得られた網膜再現位置促進効果が注視点から真上の方向に特殊なものではないかという可能性を残している。確かに3つの近接位置での反応時間に差が認められなかつたことから、方向に特殊な効果はないといえるかもしれない。しかしながら唯一の可能性として、実際にイメージがなされた位置が注視点の真上方向であることが内容特異的な促進をひき起こすと考えることはできる。そこでこの点について、実験6で検討する。

第4節 実験6: イメージの網膜再現位置促進効果Ⅱ

実験5では文字識別課題にサッケードの手続きを導入することでイメージの網膜再現位置促進効果(RFE)がみいだされた。しかしながら同実験ではターゲット位置の配置上の制約から、網膜再現位置が注視点の真上に固定されてしまうという問題が残っている。そこで本実験ではターゲットの配置を変え、実験5と異なる状況においてRFEが得られるかどうかを検証した。

方 法

被験者 神戸大学の学生・大学院生12名(男女各6名)。被験者はいずれも右利きで矯正を含めた健常な視力を有していた。

刺激と装置 刺激に関して、まずイメージ領域は第1注視点の左右斜め上方(150°, 30°)に視角で3.8°のいずれかに青い矩形枠約(0.53°×0.53°)を提示し指定した。次に第2注視点はそれぞれ第1注視点の左あるいは右斜め下方(210°, 330°)に視角で3.8°の位置に変更された。また要因配置を簡潔にするためこれまでの6つの位置条件から3つの近接条件を廃止し次の3条件のみを設けた(図5.8参照)。

1. 空間対応位置(SPT): 第2注視点の上方に視角で3.8°の位置。これは被験者が文字をイメージしていた実際の空間的位置に相当する。
2. 網膜再現位置(RET): 左右のサッケード条件でそれぞれ第2注視点の左あるいは右斜め上方(150°, 30°)に視角で3.8°の位置。これは注視点との関係からみたときに被験者が文字をイメージしていた位置であり、網膜上の対応部位に相当する。
3. 無関連位置(IRR): 第1注視点と同一の位置。これは第2注視点からの隔たりが3.8°のコントロールとして用いられた。

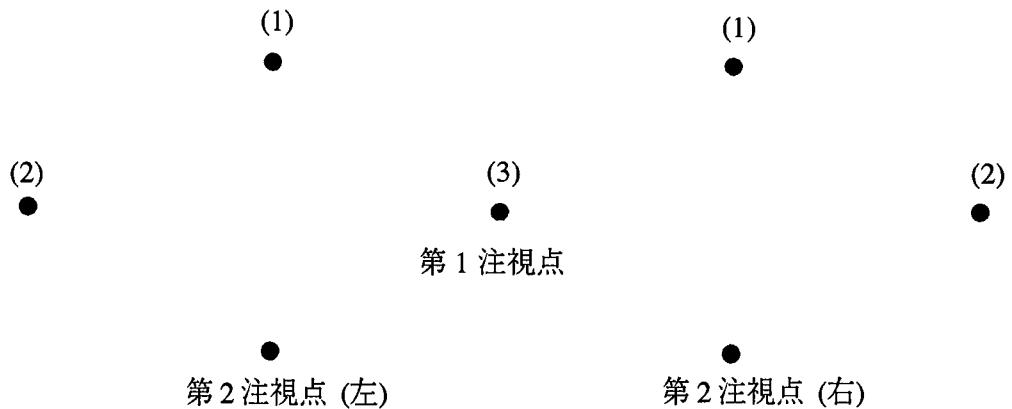


図 5.8 実験 6 で用いられた 3 つの位置 (番号は本文を参照)

要因配置と手続き 本実験の要因配置は、サッケード方向の左右 2 条件 × ターゲット文字の異同 2 条件 × ターゲット位置 3 条件の計 12 条件であった。

本実験での 1 回の試行の手続きは、実験 5 とほぼ同じであった。変更点は反応キーの割り当てに関して利き手のみが用いられていた点を改めた。被験者の半数は右手の人差し指で T を、左手の人差し指で O を判断し、残りの半数では手を入れ替えた。これは実験 5 で考えられたサッケード方向と手の compatibility の問題を考慮したものである。

実験は、全 12 条件 × 2 組の計 24 試行からなるブロック毎に 2 分間の休憩をとりながら行われた。練習 2 ブロックと 8 つの実験ブロックが連続して行われた。この手続きにしたがって行われる 1 回の実験セッションに要する時間は約 90 分であった。

結 果

まず平均誤反応率は 5.8 % で、その範囲は 0.8 % – 9.6 % であった。本実験においても誤反応について統計的に有意な差はみとめられなかった。

反応時間のデータはここでも被験者ごとに、第 2 注視点の方向の 2 条件とターゲットの異同の 2 条件、及び位置の 3 条件の計 12 条件それぞれにプールされ、その平均値が計算された。この平均反応時間をもとに、2(方向) × 2(異同) × 3(位置) の 3 要因分散分析を行った(表 5.4)。

まずははじめに、本実験では先の実験で得られた異同の主効果 ($p > .25$) および位置の主効果 ($p > .2$) にはいずれも有意な差がみとめられなかった。異同とサッケード方向の交互作用は有意であり ($F(5, 55) = 9.69, p < .001$)、その下位検定から実験 5 と同様に左方向へサッケードしたときにのみ「同じ」ターゲットへの反応時間が短くなっていることが明らかにされた(5 % 水準)。これに関して実験 5 では被験者が反応に右手のみを用いたことによる compatibility の影響が考察されたが、本実験で両手を用いて反応するよう手続きを変更したにもかかわらず依然同じ現象が確認されたことになる。したがって現在のところこの現象を引き起こしている要因については保留せざるを得ない。しかしながら今回もサッケード方向に関する他の交互作用が得られなかったことから ($F < 1$) 以下の分析では取りあげない。

異同と位置の交互作用は再び傾向がみとめられ ($F(2, 22) = 3.211, p < .06$)、下位検定の結果は実験 5 と同様に RET 条件における異同の単純主効果のみが有意となった ($F(1, 11) = 12.769, p < .005$)。この結果を図 5.9 に示した。図を実験 5 の図 5.7 と比較すると一見して SPT, IRR の条件の結果がちょうど逆になっていることがわかる。これは統計的にも一部確認されている。まず IRR 条件の「同じ」ターゲットへの反応時間が SPT 条件の「同じ」ターゲットおよび RET 条件の「異なる」ターゲットのそれより有意に短くなっている。

表 5.4 実験 6 の反応時間の分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
被験者	11	564426.556	51311.505	
サッケード方向	1	10712.250	10712.250	2.527
誤差	11	46623.750	4238.523	
異同	1	693.444	693.444	1.424
誤差	11	5356.556	486.960	
位置	2	3556.597	1778.299	1.676
誤差	22	23346.236	1061.193	
方向 × 異同	1	1332.250	1332.250	5.284 *
誤差	11	2773.417	252.129	
方向 × 位置	2	81.792	40.896	0.138
誤差	22	6535.708	297.078	
異同 × 位置	2	4499.347	2249.674	3.211 †
誤差	22	15411.153	700.507	
方向 × 異同 × 位置	2	163.042	81.521	0.174
誤差	22	10324.792	469.309	

(†: p < .10; *: p < .05)

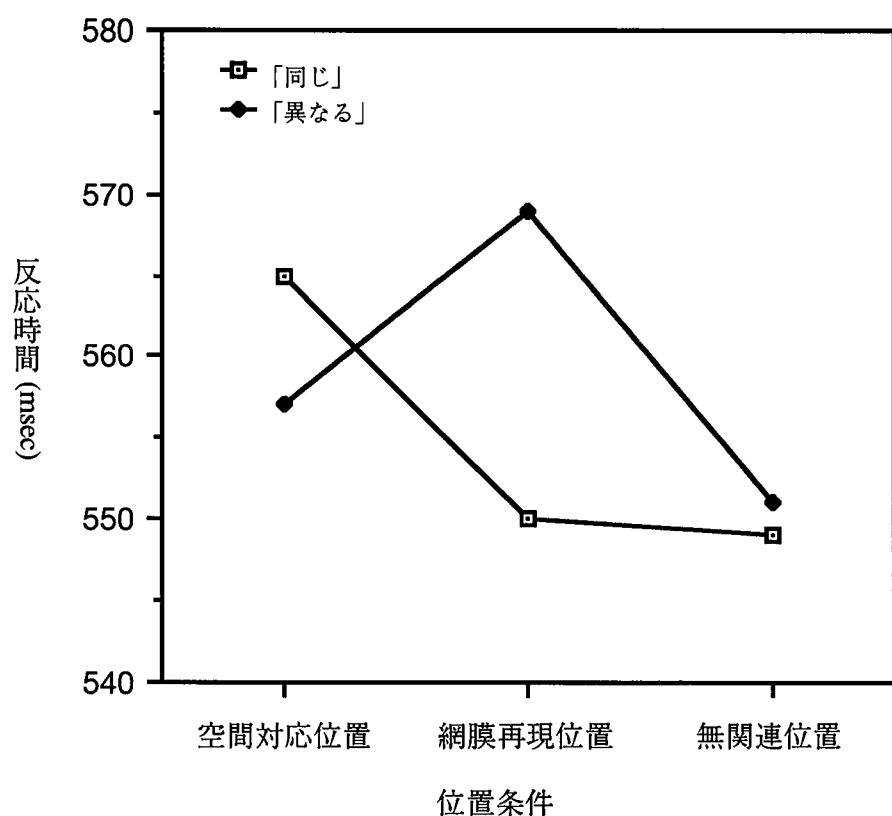


図 5.9 実験 6 の異同と位置の交互作用

る(5%水準)。またIRR条件の「異なる」ターゲットへの反応時間もRET条件の「異なる」ターゲットのそれよりも有意に短い(5%水準)。したがって実験5のように明確に群分けをすることはできないが、IRR条件の反応時間とRET条件の「同じ」ターゲットへの反応時間を比較的「短い」群として考えることができるものと思われる。

考 察

本実験では網膜再現位置を実験5の真上方向からサッケードと同一の方向へ変更した。これは同実験で最も長い反応時間が得られたIRR条件の位置に相当する。それにもかかわらずRET条件でのみ異同の単純主効果が得られたという事実は、イメージの網膜再現位置促進効果(RFE)の存在を主張するうえで有力な証拠となり得るだろう。

しかしながら本実験では先の実験でみられた空間対応位置での促進は得られず、逆に無関連位置での反応時間が非内容特異的に短くなるという結果となった。これは次の2点で疑問を引き起こすものである。一つは実験5の考察でIRR条件を視角3.8°の位置のコントロールとみなしRFEを促進効果と判定したことに関連している。本実験でのIRR条件も本来視角3.8°の位置のコントロールとして導入されているならば、これがRET条件の「同じ」ターゲットへの反応時間と同じレベルにあることはRFEは促進ではなくむしろ「異なる」ターゲットでの抑制効果として特徴づけられるべきではないだろうか。さらにもう一つは先の実験5で得られた空間対応位置での注意の促進効果が本実験で認められなかったことである。これは実験5の空間対応位置での促進を注意の効果とみなした解釈が誤っていた可能性を示唆しているのではないだろうか。

しかしながら、こうした疑問に対する共通の答えとして次のような解釈が

可能であるよう思われる。すなわち、本実験でのIRR条件の反応時間をコントロールではなく、注意による促進を受けたものとみなす解釈である。本実験の無関連位置が第1注視点と一致していることに注目したい。第1注視点ははじめに被験者が注視していた空間的位置であり、当然注意が向かれていた位置とみなされなければならない。したがってIRR条件での反応時間の短縮は実験5での空間対応位置と同じく注意の復帰抑制後の促進効果を受けたものと考えられるのである。このことに基づくかぎり、本実験でのRFEが実験5と同様、あくまでも「同じ」ターゲットへの促進であったと結論づけることができる。また空間対応位置での促進の消失も、注視点とそこから離れた位置での注意効果の表れの違いを示すものと考えられるだろう。実際、このように視野の中央から周辺に向かうにしたがって、空間的注意を向けることが困難になることは指摘されている(Posner, 1990)。しかし一方でこれらの解釈は実験5及び6での結果を一応は説明できるという範囲に留まるものでしかないことは指摘しておく必要があろう。

以上の考察から、3つの実験から得られた結果を要約すれば、(1)イメージの位置特異的な促進は識別課題においても認められること、(2)その効果は網膜上の対応位置によって特徴づけられる網膜再現位置促進効果であること、また(3)空間対応位置には空間的注意による効果が存在する可能性があることの3点が明らかになったといえるであろう。

第5節 網膜再現位置促進効果の意味

これまでにみた3つの実験でイメージの内容特異的な促進効果は網膜再現位置にのみ認められることが明らかとなった。この網膜再現位置促進効果はこれまでのイメージ研究との関連においてどのような意味を持つのだろう

か。次にいくつかの話題との関連で考えてゆく。

(1) イメージと知覚によるメカニズムの共有

イメージの効果が網膜再現位置にあらわれるという予測は、本章第1節においてイメージと知覚によるメカニズムの共有を作業仮説にした考察から導かれたものであった。したがってその予測が検証されたことは、その作業仮説自体の妥当性をも高めるものであろう。これは今後のイメージ研究において、この作業仮説の有用性を保証するものと考えられる。

さらに本章での実験結果はその共有メカニズムのレベルに関してもある程度の推定を可能にしている。一般に視覚系では低次から高次に至るにつれて、領野内の各ニューロンは徐々に網膜上の広い範囲からのマッピングを受けていることが知られている (Hubel & Wiesel, 1965)。これはイメージと知覚の共有メカニズムが、少なくとも実験5で用いた6つの位置の隔たりよりも狭い領域からのマッピングを受けている領野に特定できることを示唆するものといえよう。しかしながら視角 1.9° という範囲は網膜上の神経節細胞の密度から考えるかぎり、非常に広い範囲に相当することも事実である。したがって今後、網膜再現位置促進効果 (RFE) が得られる視野領域の広さを特定することで、共有メカニズムのレベルをより精密に特定するような研究が必要となろう。

(2) Kosslyn の視覚バッファー

Pylyshyn (1981; 1984) の暗黙知説において疑問視された視覚バッファーは、特定の視野と解像度を持つ媒体として指定された一種のイメージ処理装置であった。最近になって Kosslyn (1994) はこの視覚バッファーの特性について網膜再現という言葉をはっきりと用い始めている。これは本論文での網膜再現位置促進効果と視覚バッファーの関連を強く示唆している。ひろくイ

イメージの効果とされてきた内容特異的な促進効果が網膜再現的なものであるという結果は、イメージ現象全般を視覚バッファーへの写像とみなす Kosslyn の考え方と一致しているのである。

しかしながら Kosslyn (1980) は視覚バッファーの特性として疑問を残す仮定も行っている。それは視覚バッファー上の表層表象がごく短時間しか持続せず、それを維持するためには努力が必要とされるというものである。本章の実験 5 及び 6 で被験者は第 2 注視点の提示と同時にイメージを止め、サッケードを行うよう教示されていた。それにもかかわらず一貫した網膜再現位置促進効果が得られている。コア仮説の文脈では、これは急速な眼球運動を経てさらに少なくとも 550 msec の間イメージの表層表象が視覚バッファー上で持続していたことを意味しているが、このような状況が成り立つうるかどうかについては明らかではない。これは Kosslyn が表層表象をイメージの現象的側面を特徴づけるものとみなしていたことによるところが大きいが、次章で扱うように網膜再現位置促進効果はあくまでもイメージの客観面について言及するものである。その点で同効果と視覚バッファーを簡単に結びつけることは難しいといえるのかもしれない。但し Kosslyn 自身は表層表象の時間特性について明確な数値を示しているわけではなく、その点は今後の課題となろう。

(3) 心的構成イメージ

心的構成イメージに関する 3 つの実験的研究 (第 3 章) では、マトリックス上にドットのイメージを配置してゆくことでパターンが心的に構成される過程を扱った。明らかにこの課題は各ドットの位置を被験者がイメージ中で記述してゆく作業に他ならない。それらの 3 実験の結果において等しくイメージの空間性が示されたことは、イメージと位置の問題を取りあげてきた本章の流れに沿うものと解釈できる。但しそれらがあくまでも「空間的な」

表象の問題として言及されていることから、本章における RFE との関係については明確な議論ができるわけではない。しかし例えば実験 3 のプローブ法の手続きはサッケードを導入することによって、それが網膜再現的であるかどうかを検証することは十分に可能である。したがってこれもまた今後の研究課題であろうと考える。

(4) イメージの心的変換

・イメージの心的変換研究ではすでに本章第 1 節で指摘したように、準備的回転の事態における反応の促進を RFE と同じ枠組みで考えることができる。実際ごく最近になって Cave ら (1994) は心的回転が網膜再現的であることを示す実験を報告している。しかしながらこのような準備的回転の問題は現在までのところ 2 次元図形を用いた研究のみとなっており、例えば Shepard ら (1971) の 3 次元図形などは取り扱われていない。本章でも RFE はあくまでも網膜再現という 2 次元の構造に留まるものであり、3 次元の構造についてのイメージが網膜再現的な効果をどのような形で示しうるのかは全くわかつていない。その点を明らかにすることは今後の興味深い課題だといえよう。

以上までにみたように本章の実験的研究で示された網膜再現位置促進効果は、認知心理学におけるイメージ研究のさまざまな現象と関連しているようと思われる。ここで指摘された問題も含めて、今後その特性をより明確に示してゆくことが期待される。

第6章 認知系からみたイメージ

一般に心理学的な現象を扱おうとするさいに最も注意しなければならないことは、そこに含まれる主観と客観をどのように区別してゆくかという問題であろう。なかでもイメージ研究が行動主義の批判や命題派とのイメージ論争を通じてこの問題に常に直面せざるを得なかったことは、すでにみてきたとおりである。本章ではもう一度改めてこの問題を考えることからはじめて、前章で取りあげたイメージによる知覚の促進をその情報機能のみに焦点を当てて考えてゆく。そのためはじめにイメージの問題を少し離れて、主観と客観の分離が全く新しい展開を生み出した顕著な例ともいえるアイコニック・メモリーの研究にふれておく。

第1節 イメージの情報機能

1. 心理学的現象における情報機能

a. アイコニック・メモリー

多くの文字からなる視覚ディスプレイをごく短時間だけ提示し、その直後にどのような文字が提示されていたかを報告させると、普通は4つないし5つの文字しか答えることができない。このことは古くから「知覚の範囲(span of perception)」として知られ、文字どおり人が一度に知覚できる量的限界を示すものと考えられてきた。ところが一方で被験者の内観報告はこの事実と全く食い違ったものであることも知られていた。ほとんどの被験者は内観を求められると「はじめは全部覚えていたが答えているうちに忘れてしまった」、「刺激消失後もしばらくは全ての文字が見えていたが答えようと

すると消えてしまった」などと答えるのである。このような被験者の内観は報告可能な文字数の限界が知覚それ自体の限界ではなく、むしろそれを保持する能力の限界であることを示唆している。しかし行動レベルで得られる結果に基づく限り被験者の内観を指示する材料は何らみとめられないのである。

このいわば主観と客観の食い違いを、巧妙な実験パラダイムを用いて明らかにしたのは Sperling (1960) であった。Sperling はまず、例えば 4 文字 3 行のディスプレイを被験者に 50 msec 提示した直後に、それらをできるだけ多く報告するよう求めた(全体報告法)。このとき被験者が報告できる文字はそれまでと同じく 4 つないし 5 つのみである。次に Sperling は高さの違う 3 種の信号音を用意して、同様のディスプレイ提示後にその信号音でどの行を報告させるかを指定した(部分報告法)。その結果、刺激消失後 250 msec までの遅延ならばどの行を指定されても、被験者は 4 つの文字を全て正しく答えることができたのである。これは被験者の内観どおり、刺激消失後 250 msec までの間は全ての文字が保持されており、そのためどの行を指定されても正しく読みとることが可能であったことを意味している。この視覚の情報貯蔵はその後 Neiser (1967) によって「アイコニック・メモリー (iconic memory)」と名付けられ、認知心理学初期の最も著名な発見として扱われてきたものである。

アイコニック・メモリーの発見において見逃してならないのは、それまで単に主観と客観の食い違いと考えられてきた現象が実際には被験者の内観が正しかったこと、言い換えればそれまでの客観的事実が覆され、一見主観的事実と一致する形に書き換えられたということである。この新しい主観と客観の見かけ上の符合は、その後の研究者たちにとって一種の錯覚をひきおこすに十分なものであった。例えば適切な刺激間隔で断続的に提示される刺激が一枚のディスプレイとして連続的に知覚される現象 (e.g. Meyer, Lawson

& Cohen, 1975) や、ランダムなドットパターンに分解された絵刺激を連續提示することで元の絵が知覚される現象 (e.g. Eriksen & Collins, 1967; 1968) などが同じアイコニック・メモリーによって説明されることとなったのである。このような展開は明らかに、アイコニック・メモリーが刺激消失後に短時間持続する「見え」の基礎をなすメカニズムとして同定されていたことを示している。しかしここにみるように、そこにはきわめて重大な誤解、すなはち主観と客観の混同が生じていたといわざるを得ないのである。

b. Coltheart (1980) の指摘

Coltheart (1980) は Sperling 以後出現したさまざまな実験パラダイムによって、いわば混乱していたアイコニック・メモリーに関する諸研究を分析し、その現象の意味を明らかにしようと試みた。Coltheart の論理的出発点はアイコニック・メモリーを 2 つの側面に分けて考えることである。一つは現象的側面から、刺激消失後に主観的な経験としての「見え」が持続しているという事実によって特徴づけられる視覚的持続 (visible persistence) であり、もう一つは情報機能的側面から、本来の Sperling の実験で示されたような部分報告での成績が全体報告のそれを上回るという「部分報告の優位」によって特徴づけられる情報的持続 (informational persistence) である。次いで Coltheart はこれまでのさまざまな研究を概観し、視覚的持続が刺激の提示時間が長くなるにつれて短くなり (inverse duration effect)、また刺激強度が増すにつれて短くなるのに対して (inverse intensity effect)、情報的持続はそれらの影響をいっさい受けないということを見出した。これは明らかに両者が同じ現象の一側面を表しているのではなく、その基礎に異なるメカニズムを持つ全く別の現象であることを示唆している。このことから Coltheart が導いた最初の結論は、アイコニック・メモリーはあくまでも Sperling の示した「部分報告の優位」によって特徴づけられなければならないこと、すな

わちアイコニック・メモリーとは情報的持続にほかならないということであった。

さらに Coltheart はその情報的持続の特性を分析し、もともとディスプレイに含まれていなかった文字が間違って報告されるエラー（侵入エラー、intrusion error）が常に一定の比率でみられるのに対して、ディスプレイには含まれていたが指定された位置にはなかった文字が報告されるエラー（転置エラー、transposition error）は刺激提示から cue 提示までのインターバルに伴って増加することに注目した。この事実を説明するために、ここで Sperling の実験で被験者が正答するためにはどのような情報が必要であるのかを考えてみよう。

部分報告法では位置が cue として用いられ、そこに何が提示されたかが尋ねられる。したがって被験者はこの問い合わせに答えるさい、当然「何がどこに提示されたか」を知っていなければならない。さらにこの「何がどこに提示されたか」は厳密には次の 3 つの情報からなっている。すなわち (1) 「何が」提示されたのか、(2) 「どこに」提示されたのか、(3) 「何が」「どこに」提示されたかである。これらはそれぞれ刺激についての (1) 同定情報、(2) 位置情報、(3) 同定情報と位置情報の対応付けに関する情報、に相当することがわかる。さて、先の転置エラーの増加を説明するためにはこれら 3 つの情報の中でどれが最も重要であろうか。まず転置エラーはディスプレイに提示された別の文字が誤って答えに混入するものであるから、被験者は明らかに (1) 「何が」という同定情報は持っていることになる。また被験者は実験中に何度も繰り返し同じ刺激配置を経験しているため、(2) 「どこに」という位置情報はおそらく持っているものと想定されるし、本来 cue が位置によって与えられるため、これは決め手とはなり得ない。これらに対して、もし被験者が (3) 「対応付けに関する情報」のみを失ってしまったとすれば、その場所に提示されたかどうかはわからないがディスプレイの中に

あつたことが確実な文字を答える方が、全く新しい文字を答えるよりも正答する確率が高いはずである。しかし同時にこれは転置エラーをひき起こす確率も高めてしまうことになる。したがって Coltheart の結論はアイコニック・メモリーとはこの対応付けに関する情報の保持にほかならないというものであった。

Coltheart によるこの考察はアイコニック・メモリーの問題だけでなく、一般的な心理学的現象を考えてゆく上で非常に重要な示唆を与えてくれる。本来心理学的な現象はまず主観的・現象的側面によってその存在が確認され、その後心理学・生理学等の科学的方法によって研究されるものである。このためその研究には潜在的に主観的な要素が入り込む危険性が高い。ここで取りあげたアイコニック・メモリーの場合は、被験者の内観をもとに考案された実験の結果から視覚的な感覚貯蔵を措定したことに問題はなかったが、それを被験者の内観そのものを説明する心理学的機構と同一視してしまったところに過ちがあったのである。この危険を回避するための一方法が、あらためて主観と客観の区別を明確にし、その現象を情報機能的側面から純粋に捉えなおしてゆくことにはかならないと Coltheart は教えているのである。

2. イメージのリンク仮説

さてここでイメージの問題に戻り、まず前章で扱った知覚の促進効果を取りあげて、本来主観的な現象であるイメージが情報機能的側面からどのように捉えられるかを考えてみたい。前章で述べたようにイメージの知覚に対する促進効果には2つの特徴があった。一つは内容特異性であり、イメージの効果がそのときイメージされている対象と同じものについての知覚処理にみられるというものであった。またもう一つは位置特異性であり、イメージの内容特異的な効果が特定の位置に限られているというものであった。興味深いことにこれらは上で述べた「何が」、 「どこに」 の情報にそのまま相当

することがわかる。さらにイメージの効果は両者が重なったものであるから、その基礎には2つの情報が何らかの形で対応づけられていることが必要である。これは再びアイコニック・メモリーの情報構造と一致していることがわかる。実際前章で扱った範囲のイメージの効果を説明するためには、最低限「何がどこにあるのか」を表現するような情報のセットを仮定するだけで十分である。特定の対象についての情報がプライムされていればその対象についての知覚処理は速くなり、そのプライミングが特定の位置と心内であらかじめ対応づけがなされていれば、その位置でのその対象についての知覚処理はさらに促進される。したがって情報機能的側面のみから前章の実験結果を説明するためには、イメージがイメージしている対象を活性化してそれを特定の位置に対応づける働きであると仮定すればよいことになる。さらにこのときの位置は前章で明らかにされた事実を考慮すれば、網膜上の対応位置にあたる網膜再現位置でなければならない。すなわち知覚の促進効果におけるイメージの情報機能を可能にするメカニズムは、特定の対象についての情報を活性化し網膜再現的な位置情報とリンクすることだと考えられるのである。

このイメージのリンク仮説にとって興味深いことは最近の初期視覚に関する理論の一つがこの考え方と類似した仮定の上に成り立っていることである。ここでその Treisman の「注意の特徴統合理論 (feature integration theory of attention)」を取りあげてその概要を述べておく。

特徴統合理論は「注意の」という語を冠してはいるが、実際には初期視覚のさまざまな現象をも説明するもので、近年の認知心理学において最も注目されている理論の一つである。理論の概略は図 6.1 に示した (Treisman, 1988; Treisman et. al., 1990)。前章でも少しふれたように近年の大脳視覚皮質の機能構造に関する神経生理学的研究では、視覚系における情報処理が入力された刺激を色や方向などのさまざまな特徴次元 (dimension) に分離し、それら

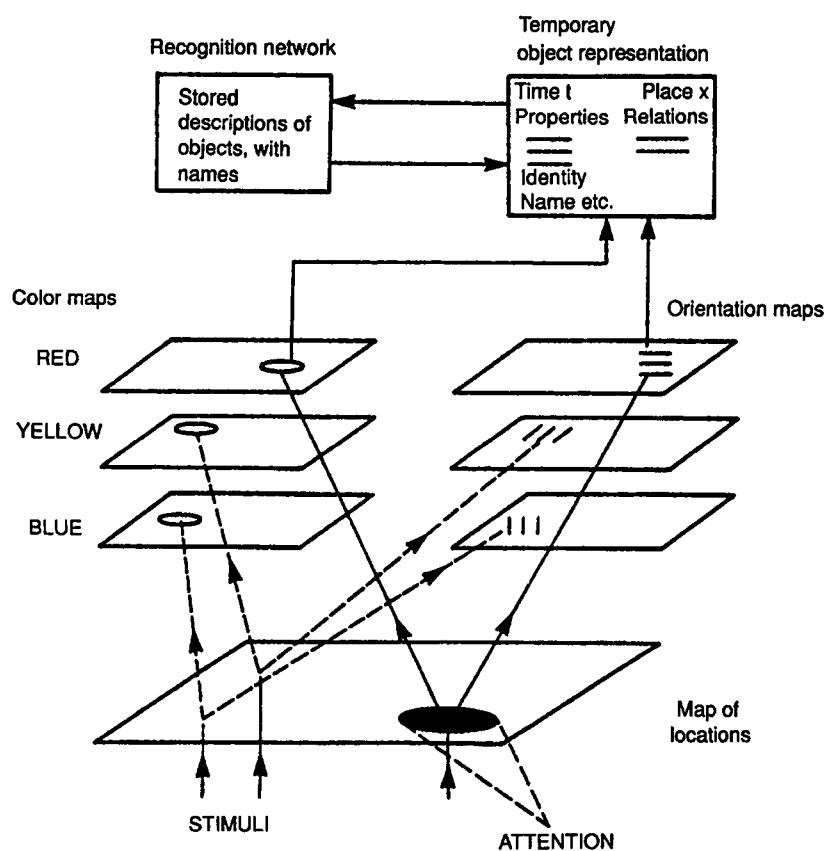


図 6.1 Treisman の特徴統合理論 (from Treisman 1988)

を並列的に計算することで成り立っていることを明らかにしている (e.g. Lennie et. al., 1990; Livingstone & Hubel, 1987)。特徴統合理論の前提是この事実を取り入れることから始まる。同理論ではそれら特徴次元の中で個々の特徴 (feature) を内的に表現する媒体としてその特徴次元ごとのマップを仮定する。このマップは例えば視覚皮質の特定の層の特定のコラム群に相当するものと考えればよい。ここで視覚提示された対象はさまざまな特徴ごとに並列的に処理されるため、それぞれのマップ上に写像される形になる。特徴統合理論の最も重要な仮説は、これら別々に処理された特徴情報が視野内の位置を記述する位置マップ (map of locations) への注意によって自動的に統合されるとすることである。これは非常に単純な仮説ではあるが、そこからひき出される予測は多岐にわたり、'80年代の集中的な研究によってそれらをことごとく裏付けるデータが得られている (e.g. Treisman, 1982; Treisman & Gelade, 1980; Treisman & Peterson, 1984)。

この特徴統合理論がイメージのリンク仮説と類似しているのはそれぞれの特徴情報が注意によって位置とリンクされ統合されたときに、はじめてそれが対象として見えてくると考えるところにある。Treismanは「対象は必ず特定の位置に見える」のであり、特定の位置を持たない見えは存在しないと主張する。興味深いことにこれもごく単純な仮説でありながら、確かに「特定の位置を持たない見え」を想像することはできないだろう。そしてこの想像できないというまさにそのことが、その仮説が明らかにイメージについても成り立っていることを教えてくれるのである。さらに特徴統合理論で仮定されている位置は初期視覚系の構造であるため明らかに網膜再現的な位置である。この点にもイメージのリンク仮説との一致を見出すことができる。

ところでイメージを特徴統合理論の枠組みで考えることは、イメージと知覚の共有メカニズムの問題にも関係してくる。特徴統合理論は初期視覚系の構造をモデルに取り入れているが、Finkeら (1977) の指摘するようにイメー

ジが方向検出器のレベルまで関与していること、また前章で明らかにされたようにイメージが網膜再現位置の情報を用いているということは、イメージがこの初期視覚系のレベルで知覚とメカニズムを共有している可能性を十分に示唆している。そこで次に初期視覚系へのイメージの関与を検討した黒田(1991)の実験を報告する。

第2節 実験7: イメージ知覚間の結合錯誤に関する実験的研究

本実験の目的は Treisman と Schmidt (1982) の結合錯誤 (illusory conjunction) の実験パラダイムを用いて、イメージが特徴統合の過程に及ぼす効果を探ることにある。結合錯誤とは注意の向けられていない領域に提示された刺激の特徴が誤った統合をうける現象であり、Treisman と Schmidt (1982) が特徴統合理論から予測し、実際に検証されたものである。実験の方法に先立つて、この Treisman らの結合錯誤実験について簡単に述べておく。

Treisman らは特徴統合理論が注意によって個々の特徴が統合されると仮定していることから、逆に注意を向けられていない領域に出現する対象に属する特徴群が正しい統合を受けずに互いに混同されてしまうだろうと予測した。そこで図6.2のディスプレイを用いてまず注意を両端の数字の位置に分散させておき、ごく短時間だけ同ディスプレイを提示したあとで、文字が提示された4つの位置のいずれかを指定してそこに何があったかを答えさせる実験を行った。その結果は予測どおり4つの文字と色がそれぞれランダムに組み合わされて報告されるエラー (conjunctive error, CE) が多発し、その頻度は提示されなかった文字や色が混入して報告されるエラー (feature error, FE) を有意に上回った。この結果は提示された文字と色は特徴マップ上には写像されているものの、注意が向けられないため視覚系の中ではいわば

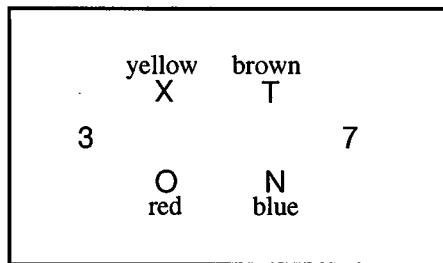


図 6.2 Treisman と Schmidt (1982) の刺激 (筆者による)
英文字の上下の色名はその色で文字が描かれている
ことを表している。数字は黒で描かれていた。

漂った状態にあり、それらが特定の位置で間違った統合 (結合錯誤) を受けてしまうことによるものと解釈されている。

本実験では Treisman らと同様のディスプレイを提示する直前に、実際の刺激あるいはイメージを妨害刺激として介在させ、それらがどのような形で結合錯誤に関与していくかを検討する。実験に先立つ予測として、知覚条件ではこの妨害刺激は実際に初期視覚系のマップを活性化するものであるため、その特徴が結合錯誤をひきおこすものと考える。これに対してイメージ条件では、もしイメージが個々の特徴マップに対しての上から下への写像の総体として捉えうるものならば、知覚条件と同様の効果をひきおこすことは十分に考えられよう。逆にイメージがそのような写像でなければ知覚条件とは幾分違った結果が得られることになろう。

方 法

被験者 神戸大学の学生および大学院生 12 名(男女各 6 名)。被験者はいずれも矯正を含み健常な視力を有していた。

刺激と装置 用いられた刺激ディスプレイは, Treisman と Schmidt (1982) にしたがって次のように構成された。まずディスプレイの中央に置かれた注視点の回りに正方形 ($3.8^\circ \times 3.8^\circ$) を仮想する。次いでその頂点をなす 4 つの位置の中から任意の 3 つに色付きの文字を配置し, さらに注視点の両側 (3.8°) に 2 つの数字を配置した。用いた数字は 1 ~ 9 までの 9 種類, 文字は T, S, N, O, X, B の 6 種類を赤, 青, 黄, 緑, シアン, マゼンタの 6 色のいずれかで提示した。このような刺激ディスプレイは 144 種用意された。

刺激の提示及び反応の記録は, すべてコンピューターによって制御された。また試行の開始と反応の取得は, コンピューターに接続されたマウスのボタンを押すことによって行われた。

手続き 本実験の課題条件には統制条件, 知覚条件, イメージ条件の 3 つが設けられた。それぞれの条件における一回の試行の手続きは次のとおりである。

(1) 統制条件 まず, ディスプレイの中央に注視点が現れ, 被験者はそれを凝視しながら, のちに提示される刺激ディスプレイ上で数字が出現する左右 2 つの位置に注意を分散して向けておくよう教示される。この状況で被験者は自らマウス・カーソルを注視点の上に重ね, マウスの左ボタンをクリックすることで試行を開始した。その 1 秒後, 刺激ディスプレイが短時間提示されたあと, 4 頂点のいずれかを指す bar が 1 秒間提示された。被験者は続いて現れる反応用画面を用いて, 先に提示された注視点の左右両側の数字と bar の指す位置にあった文字名と色を答えた。このさい, 被験者には見えたままを忠実に答えるよう教示した。なお, 実際の反応は画面上に並

べられた項目をマウスで選択することによってなされた。すべての選択を終えたあと、再びマウス・カーソルを注視点に重ねてクリックすることで試行は終了する。このさい数字の選択が誤っていた場合は、その試行を各ブロックの終わりにもう一度繰り返した。

刺激ディスプレイの持続時間は、練習ブロックの第1試行において150 msecで開始されたが、その後10試行ごとに数字について誤反応が得られなかった場合は1/60 msecだけ持続時間を短縮し、1回でも誤反応が得られた場合は逆に1/60 msecだけ延長した。この持続時間の操作は数字の位置に注意を向けた状態での読み取りのレベルが各被験者で同じに保たれるよう配慮したものである。

(2) 知覚条件 統制条件からの変更点は、注視点に続いて1秒後に4頂点のいずれかに色付きの文字が1つだけ実際に現れたあと、刺激ディスプレイとbarが継続的に提示されることである。この挿入される1文字の持続時間とその消失後の刺激ディスプレイまでの時間間隔は、ともにその試行での刺激ディスプレイの持続時間と同一であった。またこの挿入文字は1種の妨害刺激(distractor)であり、被験者はこれを無視して反応を行うよう教示された。

(3) イメージ条件 統制条件からの変更点として、あらかじめ4頂点のいずれか1つの位置に色付きの文字をイメージしてから、その状態で試行を開始するよう教示した。各試行でイメージすべき位置と文字の種類及び色は、試行開始前に実際の位置にそれを視覚提示して被験者に知らせた。試行開始以後の手続きは統制条件と同じであった。イメージされた文字は知覚条件と同様、1種の妨害刺激であり、被験者には反応時に無視するよう教示した。

各被験者は3条件すべてに参加したが、このさい、各条件(144試行)を3つのブロックに分け、1日に各条件1ブロックずつの3ブロックを消化

し、3日間にわたって1回の実験とした。この手続きにしたがって行われた1日の実験セッションに要した時間は約90分であった。

結 果

本実験で得られる誤反応の種類は、4つに分けることができる。そのうち、統制条件で得られる誤反応はTreismanの実験と同様のfeature error (FE)とconjunctive error (CE)の2種類である。FEとは刺激ディスプレイのどの位置にも提示されていなかった文字名あるいは色を答えたものであり、CEとはbarの示した位置ではないが刺激ディスプレイ中には含まれていた文字名あるいは色が答えに混入されたものである。これに加えて、視覚条件及びイメージ条件では、さらにdistractor conjunctive error (DE), replace error (RE)の2種類が生じる。DEとは、妨害刺激であった挿入文字名(あるいはイメージされた文字名)または色が答えに混入したものを探し、REとはその妨害刺激の位置がbarの示した位置と一致するさいに、それが刺激ディスプレイの文字と置き変わる形で答えに混入したものを探す。一般に結合錯誤はCEがFEを上回ることではじめて生じていると判断される(Treisman & Schmidt, 1982)。これはFEの頻度がチャンスレベルでのエラー頻度として扱われるからである。このため本実験ではDE, REについても、ともにFEを上回ったときにそれが有意に生じたと判断することにした。

はじめに統制条件では、色においてCEがFEを上回ったものの($t(11) = 2.235, p < .05$)、文字名ではFE-CE間に有意な差は得られなかった($t < 1$)。これは文字名の場合には結合錯誤が必ずしも生じているとはいえない結果である。したがって本実験の統制条件では、少なくとも色に関してのみ結合錯誤が得られたものと判断する。

次に統制条件を除く誤反応率のデータを用いて、課題条件(視覚-イメー

ジ, 2) × 特徴次元(文字名一色, 2) × 誤反応のタイプ(4)の3要因分散分析を行った(表6.1)。課題条件の主効果は有意で、イメージ条件に比べ視覚条件で誤反応率が高かった($F(1, 11) = 15.79, p < .003$)。特徴次元の主効果も有意であり、統制条件と同様色に比べ文字名についての誤反応が多いことが示された($F(1, 11) = 111.40, p < .0002$)。また誤反応のタイプの主効果も有意に達し($F(3, 33) = 9.51, p < .0002$)、下位検定の結果、これはCE, DE が FE を上回っていること、またCE が DE を上回っていることを示すものであった(図6.3)。

有意な交互作用は、特徴次元と誤反応のタイプの間にみとめられた($F(3, 33) = 5.78, p < .003$)。下位検定によれば、これは文字名についてCE が他の3つのエラーに比べて有意に多いこと、また色について FE - DE 間及び CE - DE 間、CE - RE 間以外で有意な差があることを示すものであった。したがって色については、FE と CE, RE の間にははつきりとした差を見出すことができる。この交互作用の結果は図6.4に示した。その他の1次交互作用及び2次交互作用は有意ではなかった(いずれも $p > .10$)。

考 察

まず本実験の統制条件では色次元においてのみ結合錯誤を認めることができた。しかしTreimanら(1982)の実験では文字名・色ともにCE が FE を上回ったため、両次元で結合錯誤が生じたとしている。この不一致について、本実験で設けられた他の2つの条件が被験者にとって注意負荷の大きなものであったため、最も負荷の小さいこの条件での成績が全体的に向上したと考えができるかもしれない。本実験では一日の実験セッションで3条件全てを行っているため、そうした課題ごとの負荷の問題が全ての被験者の全ての実験セッションに関与していたことは十分に考えられる。しかしながら

表 6.1 実験 7 の分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
被験者	11	236.889	21.535	
課題条件	1	649.005	649.005	15.794 **
誤差	11	452.009	41.092	
文字名－色	1	2035.807	2035.807	111.403 ***
誤差	11	201.016	18.274	
誤反応のタイプ	3	1040.148	346.716	9.512 ***
誤差	33	1202.914	36.452	
課題 × 文字	1	19.507	19.507	1.149
誤差	11	186.776	16.980	
課題 × タイプ	3	141.632	47.211	1.714
誤差	33	908.964	27.544	
文字 × タイプ	3	261.203	87.068	5.776 **
誤差	33	497.473	15.075	
課題 × 文字 × タイプ	3	110.115	36.705	1.870
誤差	33	647.771	19.629	

(**: p < .01; ***: p < .001)

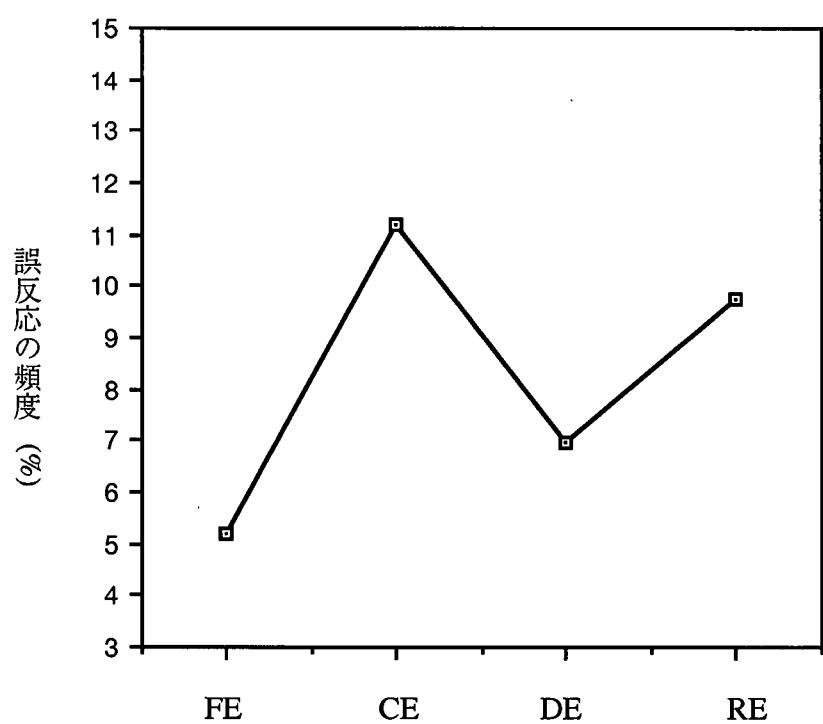


図 6.3 実験 7 の誤反応タイプの主効果

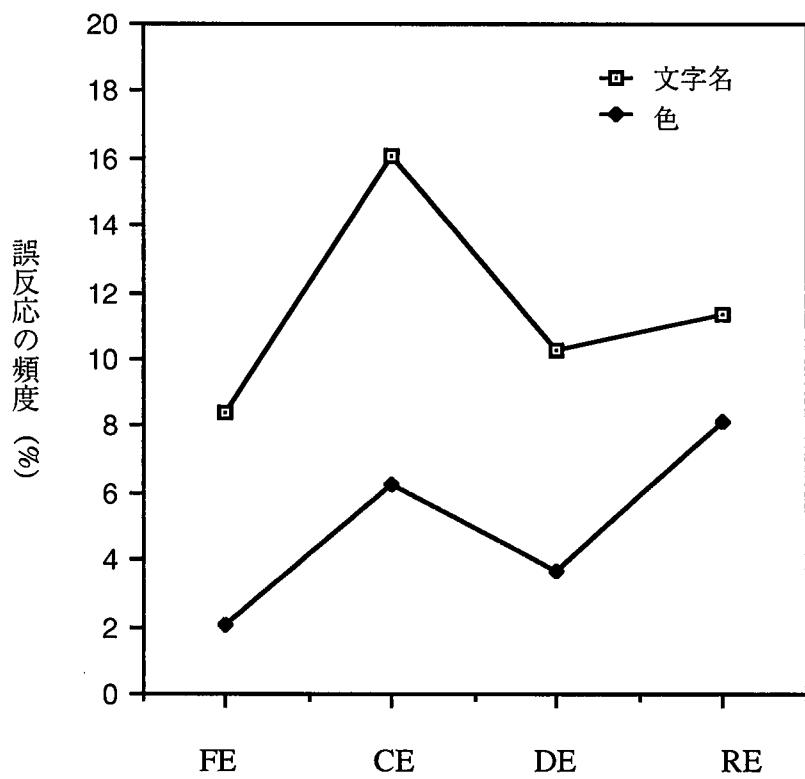


図 6.4 実験 7 の文字名－色と誤反応タイプの交互作用

らこれはあくまでも推測であり、同様の差が知覚条件とイメージ条件の結果にもみられることから、文字名と色の処理様式の間に何らかの基本的な違いがあるという可能性は残る。

知覚条件とイメージ条件の結果においては両者の間に有意な差があり、知覚条件でのエラーが全体的に多いことが明らかにされている。しかし一方でこの課題条件に関わる交互作用は得られなかったことから、イメージが実際に提示された妨害刺激に比べて効果は弱いものの、その効果自体の現れ方のパターンはほぼ知覚条件と同じであったとみなして良いだろう。図 6.5 に各々の課題条件と特徴次元における 4 つのエラーの状況を図示した。この図からも明らかなように、4 本のグラフの形は全体的なレベルの違いを除けば互いに似通っている。

これらのことから知覚-イメージ条件間の傾向が同じであるとみなすかぎり、図が示すようにいずれの特徴次元においても CE が FE を上回っており、結合錯誤が生じていることがわかる。また RE は文字名においては FE と同レベルであったものの、色においては FE を上回っており、答えるべきターゲットが妨害刺激あるいはイメージと置き換わったことを示している。この置換に関して最も興味深い事実は、それがイメージにおいても色という単独次元だけに生じたことである。さらにこれが置換という位置に依存した形で生じたことは、イメージの中の色に関する情報と特定の位置との結びつきが強固なものであることを示している。知覚条件においては Treisman の特徴統合理論が示すようにさまざまな特徴次元が並列に処理され、その各々は位置マップによって結びつけられると仮定されるため、このような結果が生じることは十分に考えられる。しかしイメージにおいて同様の傾向が得られたということは、その情報の構造が再検討すべきものであることを示唆している。

このことを具体的に考えてみよう。図 6.6 にはイメージにおける情報のリ

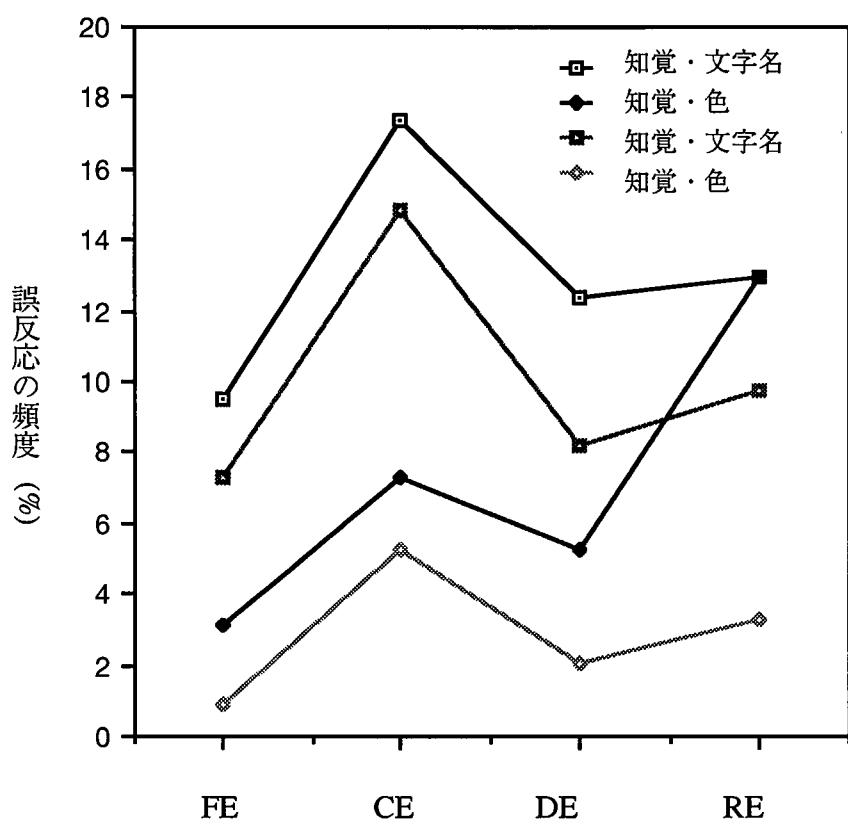
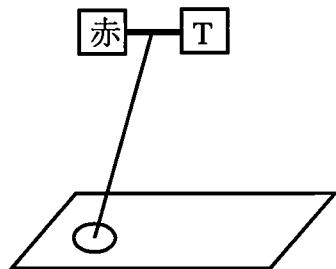
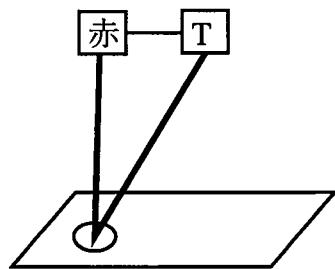


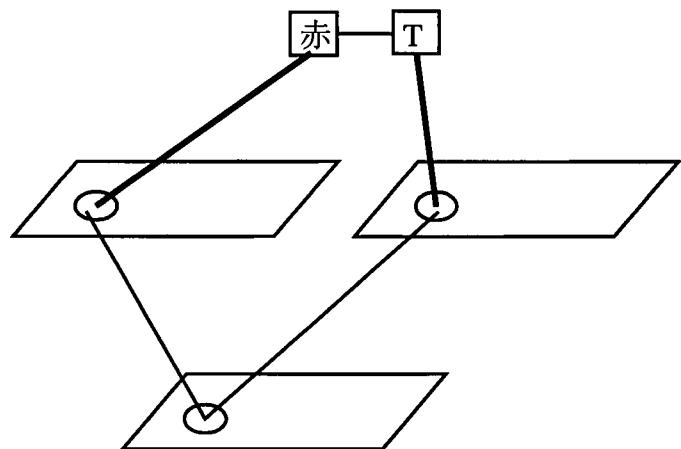
図 6.5 実験 7 の各条件ごとの結果



(a) 統合された情報からの全体的マッピング



(b) 個々の情報からのマッピング



(c) 個々の情報からの各マップへの写像

図 6.6 イメージによる 3 通りのマッピング

ンク構造を3通り示した。常識的な考え方(a)では例えば「赤いT」のイメージは「赤」と「T」の高次のリンクであり、位置との関係はそのリンクされた情報が全体として特定の位置情報と結びつくことによって実現されているものと考えられる。例えばKosslynのコア仮説は位置情報が視覚バッファー上の特定の部位で表現されるため、おおむねこの考えに近い。これに対して本実験の結果は、基本的には(b)のように各々の情報がある程度独立しうる形で位置と結びついていることを示している。さらにイメージが想定される視覚系のメカニズムの上から下への活性化であること、また本実験で明らかにされたようにイメージによる特徴ごとの置換が生じたことを考慮すれば、Treismanの特徴統合理論を取り入れて(c)のような構造を考えることができよう。この(c)の図にしたがえば、置換は個々のマップで生じる2つの情報の混同とみなしうるため色次元でのみ認められた事実がよく説明できる。さらにこの図が興味深い点は、個々のマップは視覚系の網膜再現構造をとっているので、ここでいう位置が網膜再現位置に相当することである。これは前章で明らかにされたイメージの特性をうまくつかんでいる。

図6.6(c)とKosslynのモデルとの最大の違いは、コア仮説が視覚バッファーという単一の座標空間のみを指定しているのに対して、この図が複数のマップを仮定していることである。また視覚バッファーは表層表象をCRTの画素にあたる点集合で表現しているのに対して、この図は刺激の個々の属性の配置によって表現している。実際、視覚系における情報は点集合ではなくさまざまな特徴であると考えられているので、この図に示した考えはより現実的だと考えたい。本実験では文字名と色のみを用いたため、2つのマップのみを取りあげたが実際にはより多くのマップが関与するのである。なお明記しておかなければならないが、この図はKosslynモデルを否定するものではなく、むしろ同モデルの表層表象の表現機構をより具体的な形で示したものと考えた方がよい。コア仮説では表層表象についての仮定がや

や曖昧であったためその存在の基礎に関して Pylyshyn (1981; 1984) の批判を受けたが、図 6.6 (c) は実際の視覚系の構造を用いることでその回答として一つの可能性を提起するものとなっている。

ところでこの (c) の図は、妨害刺激との置換だけではなく結合錯誤が得られることも予測しているはずである。しかしながら本実験では、DE について FE との間に差が認められないことから、妨害刺激との結合錯誤が特に生じたとはいえないかった。この点は矛盾をひきおこしているのではないだろうか。これに対しては、同じ下位検定で色における DE - CE 間にも差が認められなかったということから、DE が FE と CE の中間に位置していると解釈することもできるが、今後注意深い検討が必要である。

第 3 節 認知系におけるイメージの座位

本論文ではこれまで認知心理学におけるイメージ研究を概観し、実際の実験的手法を交えながらイメージの諸特性を明らかにしようとしてきた。Shepard と Metzler (1971) のメンタル・ローテーションを発端として展開されたイメージ論争は、主観的現象としてのイメージを批判し、それが科学の一領域で扱うべきテーマであるのかに重大な疑問を問いかけるものであった。この問い合わせへの回答として、第 3 章まではどちらかといえば巨視的立場をとる研究に至る展開がなされた。特に第 2 章ではイメージを生態学的妥当性を持つ生態情報処理システムとして捉え、進化にまで言及する Shepard の立場を取りあげた。また第 3 章ではイメージと創造的活動の関係をモデル化しようとする Finke の研究を取りあげている。

これに対して続く第 4 章からは、むしろ微視的な立場をとる研究を取りあげてゆき、イメージと知覚の等価性、イメージと位置、さらにはイメージ

と初期視覚系との関係へと話題を展開した。その中で、網膜再現位置促進効果やイメージを属性と位置とのリンクであるとみなす考えを新たに提起してきた。このような微視的立場に立つ研究ではイメージと知覚の類似対応関係をより詳細に明らかにしてゆこうとしている。その過程の中で次第に明確に感じられてきたことは、イメージの研究がどこまでも知覚の研究に近づきつつあることである。当然のことではあるが、イメージの研究が知覚と共有されているメカニズムを明らかにしようとする方向に進むかぎり、まず前提として知覚のメカニズム自体が明らかにされていなければならない。最近の20年の間に知覚研究は心理学・神経生理学・情報科学等のめざましい進展によって、その全貌がかなりの程度まで明らかになりつつある。その発展をイメージ研究が取り込んでゆくかぎり、今後も再びイメージの地位が脅かされることはないものと考える。

ところで本章ではそうした微視的立場からのひとつの考え方として、イメージを属性情報と位置情報との間に生成されるリンクエージとみなす試みを行った。この仮説は Kosslyn のコア仮説や Finke のイメージと知覚の等価性についての議論ともうまく両立するだけではなく、Treisman の初期視覚のモデルとも両立しうるものと考えている。このイメージと初期視覚との関係については興味深い研究を一つ取りあげておきたい。川人と乾(1990)は視覚計算理論において視覚系が下から上への逆光学モデルに基づく計算のみでは効率性に欠けることから、上から下への写像を中心とする順モデルを併せて考えることで繰り返し演算の数や必要な時間を縮小できることを主張している。図 6.7 は川人らがこの根拠とした視覚野の相互作用を示したものである。このように神経生理学的研究からのデータは V1 までの双方向結合を確認している。ある意味でこれは本章の図 6.6 (c) の仮定を包括してしまうものである。もちろん川人らは順モデルがイメージであると主張しているわけではないが、本論文で明らかにされたイメージの網膜再現位置促進効果やイ

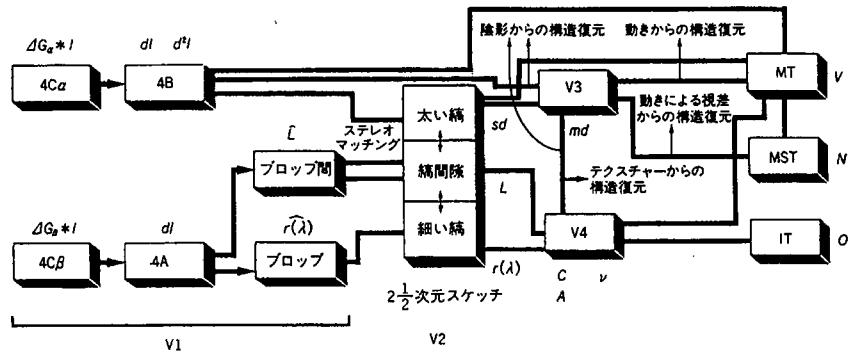


図 6.7 視覚系のモジュール間相互作用 (乾, 1994 から)

イメージと知覚が特徴レベルで混同されるという事実は、こうした順モデルの一候補としてイメージを考えてゆく可能性を示唆するものだといえよう。さらにこのように考えてみれば、イメージの心的過程を知覚過程あるいはより大きな認知過程にとって欠くことのできない構成要素としてみなすこともできる。その意味においてはイメージが知覚系の諸特性を受け継いでいることは、むしろ当然のことであろう。本論文を終えるにあたって、この同じ考え方 Shepard (1984) が生態学的妥当性や進化という巨視的立場から主張していたことを思い出してほしい。巨視的立場と微視的立場のこの出会いは、本論文で取り扱ったさまざまなイメージ研究がいずれも人間という認知情報処理システムを的確に捉えながら進展しつつあることを示しているのではないだろうか。

引用文献

- Anderson, J. R. (1978). Arguments concerning representations for mental imagery. *Psychological Review*, 85, 249-277.
- Anderson, J. R. (1979). Further arguments concerning representations for mental imagery: a response to Hayes-Roth and Pylyshyn. *Psychological Review*, 86, 395-406.
- Attneave, F. (1957). Physical determinants of the judged complexity of shapes. *Journal of Experimental Psychology*, 53, 221-227.
- Bobrow, D. G. (1975). Dimensions of representation. In D. G. Bobrow & A. M. Collins (Eds.), *Representation and Understanding: Studies in Cognitive Science*. New York: Academic Press. (淵監訳. 1978. 人工知能の基礎－知識の表現と理解－, 1章, 表現の次元. 近代科学社.)
- Bousfield, W. A. (1953). The occurrence of clustering in the recall of randomly arranged associates. *Journal of General Psychology*, 49, 229-240.
- Bugelski, B. R. (1971). The definition of the image. In S. J. Segal (Ed.), *Imagery: Current cognitive approaches*. New York: Academic Press.
- Bundesen, C., & Larsen, A. (1975). Visual transformation of size. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1, 214-220.
- Bundesen, C., Larsen, A., & Farrell, J. E. (1981). Mental transformation of size and orientation. In A. D. Baddeley & J. B. Long (Eds.), *Attention and performance IX*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cave, K. R., & Kosslyn, S. M. (1989). Varieties of size-specific visual selection. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 148-164.

- Cave, K. R., Pinker, S., Giorgi, L., Thomas, C. E., Heller, L. M., Wolfe, J. M., & Lin, H. (1994). The representation of location in visual images. *Cognitive Psychology*, 26, 1-32.
- Clark, H. H., & Chase, W. G. (1972). On the process of comparing sentences against pictures. *Cognitive Psychology*, 3, 472-517.
- Coltheart, M. (1980). Iconic memory and visible persistence. *Perception & Psychophysics*, 27, 183-228.
- Cooper, L. A. (1975). Mental rotation of random two-dimensional shapes. *Cognitive Psychology*, 7, 20-43.
- Cooper, L. A. (1976). Demonstration of a mental analog of an external rotation. *Perception & Psychophysics*, 19, 296-302.
- Cooper, L. A. (1988). The role of spatial representations in complex problem solving. In S. Schiffer & S. Steele (Eds.), *Cognition and representation*. Boulder, CO: Westview Press.
- Cooper, L. A. (1989). Mental models of the structure of visual objects. In S. Ballesteros & B. Shepp (Eds.), *Object perception: Structure and process*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cooper, L. A. (1990). Mental representation of three-dimensional objects in visual problem solving and recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16, 1097-1106.
- Cooper, L. A., & Podgorny, P. (1976). Mental transformations and visual comparison processes: Effects of complexity and similarity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 503-514.
- Cooper, L. A., & Shepard, R. N. (1973a). Chronometric studies of the rotation of mental images. In W. G. Chase (Ed.), *Visual Information Processing*. New York: Academic Press.

- Cooper, L. A., & Shepard, R. N. (1973b). The time required to prepare for a rotated stimulus. *Memory & Cognition, 1*, 246-250.
- Cooper, L. A., & Shepard, R. N. (1975). Mental transformations in the identification of left and right hands. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 104*, 48-56.
- Erdelyi, M. H., & Becker, J. (1974). Hypermnesia for pictures: incremental memory for pictures but not words in multiple recall trials. *Cognitive Psychology, 6*, 159-171.
- Eriksen, C. W., & Collins, J. F. (1967). Some temporal characteristics of visual pattern perception. *Journal of Experimental Psychology, 74*, 476-484.
- Eriksen, C. W., & Collins, J. F. (1968). Sensory traces versus the psychological moment in the temporal organization of form. *Journal of Experimental Psychology, 77*, 376-382.
- Farah, M. J. (1985). Psychophysical evidence for a shared representational medium for visual images and percept. *Journal of Experimental Psychology: General, 114*, 91-103.
- Farah, M. J. (1988). Is visual imagery really visual? Overlooked evidence from neuropsychology. *Psychological Review, 95*, 307-317.
- Farah, M. J. (1989). Mechanisms of imagery-perception interaction. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 15*, 203-211.
- Farah, M. J. (1990). *Visual agnosia*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Fechner, G. T. (1907). *Elemente der Psychophysik 3*. Aufl. I Teil und II Teil, Leipzig, Breitkopf & Hartel.
- Finke, R. A. (1979). The functional equivalence of mental images and errors of movement. *Cognitive Psychology, 11*, 235-264.

- Finke, R. A. (1980). Levels of equivalence in imagery and perception. *Psychological Review*, 87, 113-132.
- Finke, R. A. (1989). *Principles of mental imagery*. MA: The MIT Press.
- Finke, R. A. (1990). *Creative imagery: Discoveries and inventions in visualization*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Finke, R. A., & Kosslyn, S. M. (1980). Mental imagery acuity in the peripheral visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 244-264.
- Finke, R. A., & Kurtzman, H. S. (1981a). Mapping the visual field in mental imagery. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110, 501-517.
- Finke, R. A., & Kurtzman, H. S. (1981b). Area and contrast effects upon perceptual and imagery acuity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 825-832.
- Finke, R. A., Pinker, S., & Farah, M. J. (1989). Reinterpreting visual patterns in mental imagery. *Cognitive Science*, 13, 51-78.
- Finke, R. A., & Schmidt, M. J. (1977). Orientation-specific color aftereffects following imagination. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 599-606.
- Finke, R. A., & Slayton, K. (1988). Explorations of creative visual synthesis in mental imagery. *Memory & Cognition*, 16, 252-257.
- Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
(伊藤・信原訳. 精神のモジュール形式. 産業図書.)
- Folk, M. D., & Luce, R. D. (1987). Effects of stimulus complexity on mental rotation rate of polygons. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 395-404.

- Freyd, J. J. (1983a). The mental representation of movement when static stimuli are viewed. *Perception & Psychophysics*, 33, 575-581.
- Freyd, J. J. (1983b). Representing the dynamics of a static form. *Memory & Cognition*, 11, 342-346.
- Freyd, J. J. (1987). Dynamic mental representations. *Psychological Review*, 94, 427-438.
- Freyd, J. J., & Finke, R. A. (1984a). Representational momentum. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10, 126-132.
- Freyd, J. J., & Finke, R. A. (1984b). Facilitation of length discrimination using real imagined context frames. *American Journal of Psychology*, 97, 323-341.
- Freyd, J. J., & Johnson, J. Q. (1987). Probing the time course of representational momentum. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 259-268.
- Friendly, M. L. (1977). In search of the M-Gram: The structure of organization in free recall. *Cognitive Psychology*, 9, 188-249.
- Gardner, H. (1985). *The mind's new science: A history of cognitive revolution*. Basic Book. (佐伯・海保 監訳. 認知革命. 産業図書.)
- Glushko, R. J., & Cooper, L. A. (1978). Spatial comprehension and comparison processes in verification tasks. *Cognitive Psychology*, 10, 391-421.
- Hebb, D. O. (1968). Concerning imagery. *Psychological Review*, 75, 466-477.
- Holt, R. R. (1964). Imagery: The return of the ostracized. *American Psychologist*, 19, 254-264.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1968). Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex. *Journal of Physiology*, 195, 215-243.
- 市川伸一 (1981). 情報処理モデルと視覚的イメージ. *心理学評論*, 24, 43-65.

- Intons-Peterson, M. J. (1983). Imagery paradigms: How vulnerable are they to experimenters' expectations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 394-412.
- Intons-Peterson, M. J., & White, A. R. (1981). Experimenter naivete and imaginal judgements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 833-843.
- 乾敏郎 (1994). 視覚計算理論と心理物理学. (甘利・酒田編), 脳とニューラルネット. 朝倉書店.
- 川人光男・乾敏郎 (1990). 視覚皮質の計算理論. 科学, 61, 214-222.
- Kelly, M. H., & Freyd, J. J. (1987). Explorations of representational momentum. *Cognitive Psychology*, 19, 369-401.
- 北村晴朗 (1981). イメジリイ (Mental Imagery) 研究の歴史的背景. 心理学評論, 24, 3-15.
- 北村晴朗 (1982). 心像表象の心理. 誠信書房.
- Klatzky, R. L., & Thompson, A. (1975). Integration of features in comparing multifeature stimuli. *Perception & Psychophysics*, 18, 428-432.
- Kosslyn, S. M. (1973). Scanning visual images: Some structural implications. *Perception & Psychophysics*, 14, 90-94.
- Kosslyn, S. M. (1975). Information representation in visual images. *Cognitive Psychology*, 7, 341-370.
- Kosslyn, S. M. (1978). Measuring the visual angle of the mind's eye. *Cognitive Psychology*, 10, 356-389.
- Kosslyn, S. M. (1980). *Image and Mind*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Kosslyn, S. M. (1981). The medium and the message in mental imagery: A theory. *Psychological Review*, 88, 46-66.

- Kosslyn, S. M. (1994). *Image and brain: the resolution of the imagery debate*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Kosslyn, S. M., Ball, T. M., & Reiser, J. R. (1978). Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 47-60.
- Kosslyn, S. M., & Shwartz, S. P. (1977). A simulation of visual imagery. *Cognitive Science*, 1, 265-295.
- 熊田孝恒・菊地正 (1987). 再生法によるパターン記憶の継時的变化の検討 (II). 日本心理学会第 51 回大会発表論文集.
- 黒田健二 (1988). 空間的イメージとその体制化. 日本心理学会第 52 回大会発表論文集.
- 黒田健二 (1989). 視覚的イメージの構造特性に関する実験的研究. 神戸大学文学部修士論文.
- 黒田健二 (1991). Early Vision におけるイメージと注意. 日本心理学会第 55 回大会発表論文集.
- Kuroda, K. (1992). Identity and location in visual mental imagery. *Brief Reports from The Laboratory of Psychology: Kobe University*, No. 1.
- 黒田健二 (1992). 視覚的イメージによる網膜位置促進と環境位置促進. 日本心理学会第 56 回大会発表論文集.
- 黒田健二 (1993). 視覚的イメージによる網膜位置促進と環境位置促進 II. 日本心理学会第 57 回大会発表論文集.
- Larsen, A., & Bundesen, C. (1975). Size scaling in visual pattern recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 1-20.
- Lea, G. (1975). Chronometric analysis of the method of loci. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 95-104.

- Lennie, P., Trevarthen, C., Van Essen, D., & Wässle, H. (1990). Parallel processing of visual information. In L. Spillmann & J. S. Werner (Ed.), *Visual perception: the neurophysiological foundations*. San Diego: Academic Press.
- Livingstone, M. S., & Hubel, D. H. (1987). Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement, and depth. *Journal of Neuroscience*, 7, 3416-3468.
- Metzler, J., & Shepard, R. N. (1974). Transformational studies of the internal representation of three-dimensional object. In R. L. Solso (Ed.), *Theories of cognitive psychology: The Loyola symposium*. Potomac, Md: Lawrence Erlbaum Associates.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts. (大羽訳. 認知心理学. 誠信書房.)
- Neisser, U. (1976). *Cognition and reality*. San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- Nielsen, G. D., & Smith, E. E. (1973). Imaginal and verbal representations in short-term recognition of visual forms. *Journal of Experimental Psychology*, 101, 375-378.
- 苧阪直行 (1993). ヒトの上下視野の機能分化と生態学的制約. 視覚の進化と脳 (三上編). 朝倉書店.
- Paivio, A. (1969). Mental imagery in associative learning and memory. *Psychological Review*, 76, 241-263.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and Verbal Processes*. New York: Holt, Rinehart, and Winston. (Reprinted 1979, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates)
- Paivio, A. (1986). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford: Clarendon Press.

- Palmer, S. E. (1975). Visual perception and world knowledge: Notes on a model of sensory-cognitive interaction. In D. A. Norman, D. E. Rumelhart & the LNR Research Group (Eds.), *Explorations in Cognition*. San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- Perky, C. W. (1910). An experimental study of imagination. *American Journal of Psychology*, 21, 422-452.
- Peterson, L. R., Holsten, J., & Spevak, P. (1975). Spatial coding of auditory signals. *Memory & Cognition*, 3, 243-246.
- Peterson, L. R., Rawlings, L., & Cohen, C. (1977). The internal construction of spatial patterns. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory, Volume 11*. New York: Academic Press.
- Podgorny, P., & Shepard, R. N. (1978). Functional representations common to visual perception and imagination. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 21-35.
- Posner, M. I. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Posner, M. I. (1990). Hierarchical distributed networks in the neuropsychology of selective attention. In A. Caramazza (Ed.), *Cognitive neuropsychology and neurolinguistics*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. In H. Bouma & D. G. Bouwhuis (Eds.), *Attention & performance X*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Pylyshyn, Z. W. (1973). What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80, 1-24.

- Pylyshyn, Z. W. (1979). The rate of “mental rotation” of images: A test of a holistic analogue hypothesis. *Memory & Cognition*, 7, 19-28.
- Pylyshyn, Z. W. (1981). The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological Review*, 88, 16-45.
- Pylyshyn, Z. W. (1984). *Computation and Cognition*. Cambridge, MA: MIT Press.
(佐伯 監訳. 1988. 認知科学の計算理論. 産業図書.)
- Reed, S. K. (1974). Structural descriptions and the limitations of visual images. *Memory & Cognition*, 2, 329-336.
- Reed, S. K., & Johnsen, J. A. (1975). Detection of parts in patterns and images. *Memory & Cognition*, 3, 569-575.
- Richardson, A. (1969). *Mental imagery*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Robins, C., & Shepard, R. N. (1977). Spatio-temporal probing of apparent rotational movement. *Perception & Psychophysics*, 22, 12-18.
- Segal, S. J. (1971). *Imagery: Current cognitive approaches*. New York, London: Academic Press.
- Sekuler, R., & Nash, D. (1972). Speed of size scaling in human vision. *Psychonomic Science*, 27, 93-94.
- Shepard, R. N. (1967). Recognition memory for words, sentences, and pictures. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 201-204.
- Shepard, R. N. (1984). Ecological constraints on internal representation: Resonant kinematics of perceiving, imagining, thinking, and dreaming. *Psychological Review*, 91, 417-447.
- Shepard, R. N., & Cooper, L. A. (1982). *Mental Images and Their Transformations*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Shepard, R. N., & Feng, C. (1972). A chronometric study of mental paper folding. *Cognitive Psychology*, 3, 228-243.

- Shepard, R. N., & Judd, S. A. (1976). Perceptual illusion of rotation of three-dimensional objects. *Science, 191*, 952-954.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science, 171*, 701-703.
- 下條信輔 (1981). メンタル・ローテーション実験をめぐって－イメージ研究の方法論の一考察－. 心理学評論, 24, 16-42.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs, 74*, No. 11 (Whole No. 498).
- 高野陽太郎 (1981). 心像の概念的考察. 心理学評論, 24, 66-84.
- Thompson, A. L., & Klatzky, R. L. (1978). Studies of visual synthesis: Integration of fragments into forms. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 4*, 244-263.
- Treisman, A. (1982). Perceptual grouping and attention in visual search for features and for objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 8*, 194-214.
- Treisman, A. (1988). Feature and objects: The Fourteenth Bartlett Memorial Lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 40A*(2), 201-237.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology, 12*, 97-136.
- Treisman, A., & Peterson, R. (1984). Emergent features, attention, and object perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 10*, 12-31.
- Treisman, A., & Schmidt, H. (1982). Illusory conjunctions in the perception of objects. *Cognitive Psychology, 14*, 107-141.
- Treisman, A., Cavanagh, P., Fischer, B., Ramachandran, V. S., & von der Heydt, R. (1990). Form perception and attention: striate cortex and beyond. In L. Spillmann

& J. S. Werner (Eds.), *Visual perception: The neurophysiological foundations*.

San Diego, NY: Academic Press.

梅村智恵子 (1982). 記憶とイメージ. 現代基礎心理学 4 記憶 (小谷津編, 第 5 章II). 東京大学出版会.

Ungerleider, L. G., & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual system. In D. J. Ingle, M. A. Goodale & R. J. W. Mansfield (eds.), *Analysis of visual behavior*. Cambridge, MA: MIT Press.

Wilson, H. R., Levi, D., Maffei, L., Rovamo, J., & DeValois, R. (1990). The perception of form: Retina to striate cortex. In L. Spillmann & J. S. Werner (Eds.), *Visual perception: The neurophysiological foundations*. San Diego, NY: Academic Press.