

## 展 望

## メンタル・イメージは絵か命題か

—認知心理学でのメンタル・イメージ論争について—

宮 崎 清 孝

(東京大学)

## 1. はじめに

認知心理学の興隆とともに60年代後半に再興した、認知過程内での表象としてのメンタル・イメージの研究に、今、大きな動きがおこっている。メンタル・イメージの本性に関する論争がそれである。

メンタル・イメージは、例えば視覚的メンタル・イメージの場合、常識的には、“心の中の眼”をとおして見られる“絵”のようなものとして把握される。再興したメンタル・イメージの研究も、この点については特に疑わなかった。しかし、70年代に入って、情報処理論的な認知モデルの構築に努力している認知心理学者の中から、この常識的な前提を批判するものが出てきた。メンタル・イメージは、認知システムの中で、命題による記述の形でコーディングされて存在しており、“絵”的な特性は付帯現象(epi-phenomenon)であって本質的な意味を持たない、と考えるべきだというのである。以後、現在にいたるまで、一方のPylyshyn, Anderson等、メンタル・イメージは命題による記述の形でコーディングされている、と考えるグループ(以後『命題』派と呼ぶ)と、それに対立するPaivio, Kosslyn等、“絵”的な特性、即ち、外界の事物の知覚に類同的であるという特性(視覚的メンタル・イメージの場合なら、全体的、かつ空間的であるという特性)がメンタル・イメージの本性であり、その特性は固有の機能を果たすので、メンタル・イメージを命題による記述に還元する必要はない、と考えるグループ(以後、『イメージ』派と呼ぶ)の間で激しい論争が続いている。

この論争は、直接的には認知過程の一局部に関するものだが、処理される情報の形式についての問題として認知心理学全般に及ぶ意味を持つ。この論文では、この論争を軸に、最近のメンタル・イメージに関する諸研究を紹介していく。

ところで、この論争には多くの認知心理学者が参加しているが、『命題』派、『イメージ』派、双方に対し批判

的であり、論争に対し第3者の立場をとる例外的な存在として、Neisserがいる。Neisser(1976)は、メンタル・イメージを、〈予期的シエマ〉〈探索〉〈対象〉からなる全体的活動としての知覚サイクルの中の、〈予期的シエマ〉に位置づける。メンタル・イメージを他の思考過程と区別して扱う点で『イメージ』派の見解に似るが、『イメージ』派に対し、知覚システムの全体的活動の一環として捉えるべきメンタル・イメージを、あたかも物のように扱っている、として批判する。彼は〈表象〉という概念の使用にも批判的である(Neisser 1978)。なお、関連するものとして、Hampson & Morris(1978)。この批判の背後には、現在『命題』派、『イメージ』派を問わず共通に使われている処理モデル、即ち、情報は一直線的に、低い段階から高い段階に順番に処理されていくのだとするモデルへの批判がある。この批判は重要なものではあるが、ここで扱うには大きすぎる問題である。この論文では、一応、表象としてのメンタル・イメージという概念を認めた上で、その本性をめぐる論争についての諸問題に限定して紹介する。

もう一人、重要ではあるが、ここでは扱わない論者として佐伯がいる。メンタル・イメージを〈可能性の連続体〉とする佐伯(1978)の見解は、一応『命題』派に属すると考えられる。しかし、メンタル・イメージを人間の身体と結びつけて考え、更に、真に納得するとはどういう事か、という問題にせまろうとする彼の立場は極めて独自のものであり、この論争の枠からは大きくはみでている。

## 2. 両派の主要な論点

論争は、Pylyshyn(1973)がそれまでのメンタル・イメージ研究のパラダイムを理論的に批判した事によって引きおこされた。この論文は、現在にいたるも、『命題』派による『イメージ』派批判の代表的なものであり、ここではその紹介をとおして『命題』派の主張を見ていく。

その主張は次の6点にまとめられる。

a) これまでのメンタル・イメージ研究は、内観に大きく依存している。しかし、内観は諸現象を説明する事ができず、それ自身、他のメカニカルなモデルによって説明されるべきものである。

b) これまでのメンタル・イメージ研究は、メンタル・イメージを、静的な、絵のようなものであり (picture-metaphor), 外界の刺激パターンが受動的に記憶され、特に処理される事なく再生されたものだ、と考えていた。しかし、それでは再生が不完全の時、欠落するのが意味ある一かたまりであって、でたらめに選ばれた一断片ではない、という事が説明できない。又、刺激パターンをそのまま記録するには、脳のそれをはるかにこえた記憶容量を必要とするだろう。仮にすべてを記憶したとしても、未処理の情報が入っているだけの状態では、再生に際し、必要なデータを効率良く探索するというような事はできないだろう。これらの点からみて、メンタル・イメージに対応する情報は、既に処理され、構造化された、即ち、既に解釈されたものと考えられるべきである。例えば、あるシーンに関する情報は、そのシーンを構成する個々の点についての情報の、組織されていない単なる集積ではなく、それを構成する物体の諸属性について、物体同士のなす空間関係についての情報からなると思われる。

c) 絵という比喩でメンタル・イメージを考えると、それに対応して、未処理のまま再生された“絵”を“見て”，以後の使用の為に処理していく“心の中の眼”という比喩で表わされるような装置が必要になる。このような装置を考える事は、しかし、メンタル・イメージを説明する事にはならない。“心の中の眼”が持つ表象や、その処理過程、つまり比喩的にいえば、“心の中の心”についての説明が必要になるからである。

d) いわゆるモデルがモデルとして働く時に使われるのがそのモデルの属性のほんの一部であるように、メンタル・イメージが以後の推論の基礎として働く時使われるのは、その対象の像に関するすべての情報ではなく、構造化された極く一部の情報である。ここでもメンタル・イメージは既に解釈されたものとして働いている。例えば、三角形一般について推論をおこなう時、三角形について必要なのは、三角形の像に関する雑多な情報ではなく、それが3つの辺を持ち、その3つがそれぞれつながっている、という構造化された情報である。あるいは、子供が、図形とその鏡像を区別できない場合、そこで子供が持っている表象は、断片的に欠落のある“絵”的な表象でなく、図形内の部分と、その相互関係についての抽象的な記述であり、ただ、その関係についての記

述が、「～のとなりに」というようなレベルにあり、「～の左に」というようなレベルにまでいっていないもの、と考えられる。

e) 上記の諸点から考えて、メンタル・イメージは対象の重要な属性や、その間の関係についての情報が、命題による記述の形でコーディングされているもの、と考える事ができる。メンタル・イメージの機能もそれで充分説明する事ができる。“絵”的な、即ち、外界の事物の知覚に類同的なコーディングの仕方を考える必要は全くない。経験されるそのような特性は、一種の付帯現象である、と考えられる。ここで、命題による記述とは、第1に、直接の刺激パターンに対応せず、抽象的な、解釈されたものであり、第2に、いわゆる言語的表象ではなく、より深い、言語の領域での深層構造に対応するもので、更に、言語化されてない知識をも含むものであり、第3に、有限個の、概念とその間の関係についての記述、からなり、それに適応されるルールがあり、第4に、真理値を持つものである。

f) 人間の知識はすべて、命題による記述の形でコーディングされており、メンタル・イメージもその一部にすぎない。言語的表象の背後にも、やはり命題による記述が存在するのであり、その故に、メンタル・イメージと言語的表象が相互に翻訳可能になる。

このPylyshynの批判と、ほぼ時を同じくしてAnderson & Bower (1973) もほぼ同じような趣旨の見解を提出した。又、Simon (1972) は、それらに先立って、メンタル・イメージを言語の深層構造類似の構造を持つもの、とする仮説を提出した。

これに対し、『イメージ』派では、Paivio (1975 a, 1977), Shepard (1975), Kosslyn & Pomerantz (1977) 等が理論的な反撃を行った。代表的なものとしてPaivio (1977) によって、その反論を紹介する。彼の理論はいわゆる二重コード説 (Paivio 1971) に基づくものであり、次の6点にまとめられる。

g) 現代のメンタル・イメージ研究では、行動的指標がメンタル・イメージの操作的定義として使われており、内観データは補助的なものに過ぎない。

h) “絵”というのは、あくまで比喩である。Pylyshynが批判するような、外界の刺激パターンの受動的記録の再生としてのメンタル・イメージ、というような考えは、現在のメンタル・イメージ研究者は誰も持っていない。“絵”的な、即ち、外界の事物の知覚に類同的にコーディングされたものとしてのメンタル・イメージ自体が、能動的な知覚過程による処理、即ち、構造化や解釈の結果である。故に、Pylyshynの、再生や、LTM内での探索に関する批判は成立しない。

i) Pylyshyn の批判 d) についていえば、抽象的な関係や、一般的、概念的知識の表象を説明する為に、命題による記述を導入する必要は全くない。例えば、三角形一般等の場合なら、処理の結果として“絵”的なものが図式的になっていて、本質的な属性のみを示しているようなメンタル・イメージや、典型例の“絵”が、十分にその表象たりうる。

j) 命題による記述への還元は、心理学的説明を与えた事にはならない。何故なら、『命題』派は、命題を構成する概念を心理的に規定できていないからである。

k) 命題による記述への還元は、又、記憶容量の問題に解決を与える事もできない。個別特異的なものを、限られた数の概念とルールにより作り出し、記述するのは、極めて複雑な演算と、その為の容量を必要とするだろうからだ。

l) 人間の使う表象は、言語的表象と、外界の事物の知覚に類同的である特性を本性とするメンタル・イメージ、という、全く異なった、しかし関係しあう2つの系列からなる。両者はそれぞれ独自の機能を持つ。

これらに加えて、Kosslyn & Pomerantz (1977) は、更に次の2点をつけたす。

m) Pylyshyn は“心の眼”を否定するが、この比喻に対応する過程は処理の一段階として必要である。たとえ、命題による記述に還元したモデルを作ったとしても、これに対応する、命題による記述を読みとる為の、比喩的にいえば、“心の前頭葉”とでもいうべき段階を想定する事が必要である。命題による記述を単に保有している事は、知識を持つ、という事を意味はしない。

n) 命題による記述という、いわば第3のコードを持つ事は、言語とメンタル・イメージが相互に翻訳可能である、という事実を説明するのに必ずしも必要でないし、その説明を簡単にするわけでもない。もし、メンタル・イメージと言語という2つのコードの間の翻訳に第3のコードが必要なら、第3のコードとメンタル・イメージ、言語それぞれの間にも、又、新しいコードが必要という事になり、以下、無限に続く事になる。翻訳に必要なのは、メンタル・イメージと言語の間のみに関わる特別なルールである。

両派の主要な対立点は以上のような諸点であるが、しかし、各派の内部で見解が完全に一致しているわけではない。『命題』派では、Pylyshyn が、特に限定を付ける事なしに、命題による記述を主張するのに対し、Anderson & Bower (1973) は、「少なくとも、LTM 内では」命題による記述でコーディングされている、という形で限定をつける。『イメージ』派でも Paivio が二重コ

ード説の立場から、“絵”的な特性を持ったメンタル・イメージを、一方の、還元不可能な単位としているのに対し、Kosslyn & Pomerantz (1977) は、命題による記述に還元される事が完全に不可能か、という点については、保留している。

よくいわれる〈アナログ〉という言葉1つをとっても、多くの論者は、この論文でそうであるように、外界の事物の知覚に類同的である、という意味で使っているのに対し、Pylyshyn (1979a) のように、生理学的なメカニズムに依存する説明の事を意味し、認知的な説明と対立するものであると考える者もいる。これは些細な点のようにも見えるが、Pylyshyn の批判の真意が、情報のとる形自体についてのものではない事を示している。Pylyshyn がメンタル・イメージの本性は命題による記述であるという時、それは単に、メンタル・イメージを持つ場合、人は情報を命題による記述としてコーディングしているのだ、という事を意味するだけではなく、むしろ、メンタル・イメージを持つ時にも重要なのはイメージされる対象についての認知的理解、対象に関する事実や、それに対する諸操作についての知識を持つ事なのだ、という事を意味している。この点からいえば、例えば Kosslyn & Pomerantz (1978) の批判は、命題を持つ、という事も、物を持つと同じ意味で捉えている点で、誤り、というよりは、的はずれである。又、後に見るように(3 3)), 『命題』派の中でも、この点について完全に明確になっているか否か、やや疑問もある。

このような不一致を含みつつも、基本的な対立点は、大きくいって、主観的には“心の中の絵”のようなものとして存在しているメンタル・イメージが、外界の事物の知覚に類同的な形でコーディングされ、それに基づき他の思考過程と異なった特有の機能を持つ、と考えるのか、否か、という点にある。『イメージ』派は、情報が外界の事物の知覚に類同的な形をとる事に意味があり、それによって特有な機能が果たされる、と考える。これに対し『命題』派は、情報の形よりも、情報の内容、その、命題によって記述されるような内的な構造や、それを支配するルールを重視する。メンタル・イメージによる思考という場合でも、実際に行われているのは、知識やルールの理解や習得であったり、ルールに従う情報の変換であって、他の思考過程と変わらない。それが外界の事物の知覚に類同的な形として主観的に感じられるのは、付帯現象にすぎず、メンタル・イメージの本質ではないと考える。

なお、この両派の対立について、もう1つ注意しておかなければならないのは、論争の初期から、中間派ともいべきものが存在していることである。Natsoulas

(1970), Chase & Clark (1972), Fodor (1975) 等がそのように規定できると考えられるが、彼らはいずれも、外界の事物の知覚に類同的なものとしてのメンタル・イメージが、それだけでは働くのに不十分であるとし、命題による記述を伴う心要性を主張する。が、メンタル・イメージの“絵”的な特性を完全に否定はしない。例えば、Chase & Clark (1972) は、LTM の中ではメンタル・イメージは命題による記述の形でコーディングされているが、情報がそこから引き出され、変換を受ける際には、外界の事物の知覚に類同的な形をとるだろう、と考える。

### 3. 『イメージ』派によって開拓された諸実験

『イメージ』派の努力は、2で紹介したような理論的な反撃よりも、実験によって自らの立場を強化する事にそそがれてきた。Paivio (1971) に代表されるメンタル・イメージの言語記憶に対する効果に関する実験が一段落した後、主たる関心は、メンタル・イメージに対する心的諸操作に関する実験に移ってきている。メンタル・イメージに対する心的諸変換操作が、外界の事物に対する知覚的、運動的操作と対応しており、そこでメンタル・イメージが、外界の事物の知覚に類同的なものとして扱われている事を示し、それによって、外界の事物の知覚に類同的であるという特性が、メンタル・イメージの機能を荷う、その本性である事を明らかにしようとするものである。これらの実験は幾つかの型に分ける事ができ、そのあるものに対しては、『命題』派からも積極的な反論が行われている。

#### 1) イメージの回転 (mental rotation)

2つの、異なった傾きを持つ絵が、同じ絵か否か、を知りたい時、もしそれらのメンタル・イメージが外界の事物の知覚に類同的であり、外界の事物に対する操作に対応した操作が加えられるなら、一方のメンタル・イメージを、全体的に徐々に回転させ、2つの傾きを同じにしてから同異判断を行う、というやり方が考えられる。この時、2つの絵の傾きの差が大きければ大きい程、回転に要する時間がかかるので、同異判断に要する反応時間は、傾きの差の単調増加的、ある場合は直線的な、関数になる筈である。

Shepard 等は、広範な実験を通して諸々の場合に反応時間についてこれが事実である事を示した。描かれている図形が立体である場合、回転軸が画面上にあると、画面に垂直であるとを問わず (Shepard & Metzler 1971, Metzler & Shepard 1974), 図形が文字でも (Cooper & Shepard 1973 a. b), 不規則な形の2次元図形でも (Cooper

per 1975), 図示された手の左右を判断する場合でも (Cooper & Shepard 1975), この現象は変りなくおこる事が示された。又、反応時間のパターンに個人差があり、2つの型がある事 (Cooper 1976), 比較刺激呈示前に傾きのみを教示し、回転を先に行わせる場合でもこの現象がおこる事 (Cooper & Shepard 1973 a. b) も示された。

なお、この系列に属するがやや異なったものとして、立方体の展開図上の2つの矢印が、その立方体を組み立てた時に出会うか否かの判断に要する時間が、その合致を見るのに必要な折り曲げに関係する正方形の数の、一次関数になる事を示した実験もある (Shepard & Feng 1972)。

ところで、この現象が命題による記述のモデルによっても説明可能な事は、既に何人もの論者によって指摘されている。例えば、Anderson (1978) は次のようなモデルを提出する。図形は、それを構成する各直線や、その関係についての命題と、ある中心点に対し図形内の主要な諸点のとり角角度についての命題のリストという形でコーディングされる。図形の回転とは、この角度が次々と計算され、新しい数値に置きかえられる事である。

はじめにあげた『イメージ』派によるモデルと、この『命題』派のモデルの優劣を、行動的な指標によってつける事はできないだろうか。1つのやり方は、図形の、ある範囲内での (例えば、同じ不規則な2次元図形の) 複雑さの変化が、回転速度に影響を与えるか否かを見る事である。『イメージ』派のモデルからは、図形の全体的な“絵”が回転させられるのだから、影響は無いと予測される。『命題』派のモデルからは、複雑さの変化は直接に計算の長さに影響して、回転速度が変わる事が予測される。

この点について、Cooper & Podgorny (1976) は、図形の複雑さを、図形の頂点の数を変える事により変化させ実験したが、回転速度に有意な変化は出なかった。これに対し、Hochberg & Gellman (1977) は、図形の傾きを知る為のキューの見やすさを変化させる事により、回転速度が変わる事を示した。又、Pylyshyn (1979 a) は、部分図形の全体への適合度の違いによって、回転速度が変わる事を示した。Pylyshyn は Cooper & Podgorny (1976) を批判しつつ、重要なのは個々の刺激の複雑さより、課題全体の困難度であるとする。いずれにせよ、複雑さの回転速度に対する影響の問題は決着がついていない。

なお、この現象について、眼球運動研究の立場から光をあてたものに、Just & Carpenter (1976) の研究がある。それによれば、この過程は、〈探索〉〈変換と比較〉

〈確認〉の3つの段階にわかれる。2つの図形の傾きの差が大きくなるにつれ、この3つのどの過程も時間が長くなり、それと共に、両方の図形に対する視線の移行回数も増えていく。特に〈変換と比較〉の段階では、2つの図形の傾きの差が $50^\circ$ 多くなるにつれて1回のわりで、視線の移行回数が増えていく。ここから彼らは、表象は $50^\circ$ ずつ段階的に変化させられていくのではないかと示唆している。

## 2) イメージ・スキニング

外界の事物に対して、我々はその表面のいろいろな所をスキャンする事ができる。メンタル・イメージに対しても、それが外界の事物の知覚に類同的なものだとしたら、これと対応した操作が加えられる筈である。Kosslyn (1973) は、メンタル・イメージ内のある属性の有無判断に要する反応時間のパターンから、これが事実であると主張した。

この実験で、被験者は幾つかの絵(船のような細長いもの)を記憶させられ、その全体のメンタル・イメージを作らせられる。次に、そのメンタル・イメージのある部分に特に注目させられた上で、他の部分に存在する属性について有無判断を行わされる。これに要する反応時間は、注目させられた場所と、判断される属性のある場所との距離に比例する事が示された。これは外界の事物にスキャンを行った時に期待される反応パターンであり、Kosslyn は、メンタル・イメージにも対応する操作がある、と考えた。一方、Lea, G (1975) は、反応時間は距離に比例するのではなく、間にある属性の数に比例するのである、と反対した。これに対し、Kosslyn, et al (1978) は、刺激として文字系列を使い、距離と属性の二要因を分離して調べ、距離が反応時間の規定因である事を再び示した。

Kosslyn, et al (1978) は、そのほかにもメンタル・イメージの様相について、幾つか重要な所見を提出している。まず、上のような反応時間のパターンは、教示によってメンタル・イメージを使う事を強調しないと出ない。教示しない場合、反応時間は全般的に小さくなり、かつ距離の変化と関係しなくなる。又、絵全体のかわりに、注目させる部分を、いわばズームアップして持たせても、反応時間は距離と比例する。メンタル・イメージの大きさを主観的に大きくさせると、反応時間が長くなる事も示された。

『イメージ』派の、メンタル・イメージのスキャンについてのより正確な説明を示すと、これはメンタル・イメージの変換であり、それによって、最も活性化される部分が動いていくような過程である。別の比喻を使え

ば、固定したスポット・ライトの前を、大きな絵が動いていくような過程である、と考えられる。

ところで、このスポット・ライト、言い換えれば、“心の中の眼”には、実際の眼と同じく、一定の視角があるのではないだろうか。

Kosslyn (1978 b) は、幾つかの手法を用いて、この視角の大きさを計ろうとした。その1つの、心内歩行(mental walking)のやり方では、まず対象、例えば、ある動物のメンタル・イメージを持たせ、次に、これに対し心の中で“歩きながら近づいて”いかせる。言い換えれば、メンタル・イメージを大きくさせていく。メンタル・イメージがだんだん大きくなり、全体が一時に“見渡せなくなった”時、“止まる”よう指示する。そして、その時の動物までの“距離”を推定させる。動物の大きさについては、始めに情報が与えられており、この値と距離から、視角を計算する。他の方法も用い、幾つかの対象について実験を行った所、大きな対象は遠くに、小さな対象は近くに指定され、単純な図形のような対象の場合には視角はほぼ一貫して $20^\circ$ で、これは知覚の場合とほぼ同じ値だった。

スキニングの実験結果もアド・ホックには、『命題』派のモデルによって説明する事ができる。例えば Kosslyn & Pomerantz (1977) は命題による記述のリストに、物体の間の距離についての値が付け加えられており、属性の有無判断に要する反応時間は、この数値に左右される、という説を提出している。

## 3) メンタル・イメージの大きさの効果

外界の事物が近くにあり大きく見えれば見える程、我々はそこから多くの情報を、より早く引き出す事ができる。メンタル・イメージの場合も、それが外界の事物の知覚に類同的であれば、同じ事がいえる筈である。Kosslyn は幾つかの実験によってこれを示した。Kosslyn (1975) は、メンタル・イメージの主観的な大きさの、イメージされた対象の属性の有無判断に要する反応時間に対する影響を調べた。反応時間は、予想通り、メンタル・イメージの大きさに反比例する事が示された。Kosslyn (1976) は、イメージされる対象の属性自体の大きさと、その属性の有無判断に要する反応時間の関係をみた。メンタル・イメージが使われていない場合は、属性と対象の連合の度合いが反応時間を決定するが、メンタル・イメージが使われる場合は、属性自体の大きさが大きい程反応時間は小さくなる事が明らかになった。Kosslyn & Alper (1977) では、メンタル・イメージの主観的な大きさの、言語記憶に対する影響が検討された。単語をイメージ化して記憶する際、そのメンタル・イメ

ージが大きくイメージ化される場合は、小さくイメージ化される場合に比べて、より良く記憶される事が示された。

以上の結果を、『命題』派の立場から説明する事は難しい。Anderson (1978) は、例えば、メンタル・イメージが主観的に大きい、とは、より多くの命題が活性化されている事だ、と説明しようとする。だが、“絵”の主観的な量を、そのまま命題の量によって説明しようとするのが、『命題』派の理念に合ったものであるかには、疑問がある。『命題』派にとっての問題は、主観的な大きさ変化が、情報の内容理解におけるどのような変換を意味しているかを明らかにする事にある筈である。

#### 4) 心内比較 (mental comparison)

もしメンタル・イメージが、外界の事物の知覚に類同的ならば、2つの物体についてのメンタル・イメージを比較するのは、外界の事物を比較する場合と同じく、その2つの大きさの差に反比例して難しくなり、時間もかかる筈である。Moyer (1973) は、諸々の動物の大きさを、LTMからの情報にのみ基づいて比較させる場合に、大きさについての被験者による推定値間の差と判断に要する反応時間が反比例する事を明らかにし、この予想が事実である事を示した。この現象は、大きさ以外の他の次元についてもおきる事が多くの実験によって示されている。

この現象を説明するのに、大別して3つのモデルが存在する。第1は Paivio 等の『イメージ』派のモデルであり、ほぼ、この節冒頭に挙げたような形で説明しようとする。第2は Moyer 等のもので、情報が連続量的な形でコーディングされると考える。大きさ、長さ等の場合では、『イメージ』派のモデルに似てくるが、メンタル・イメージを意識的に使う事は必ずしも必要無いとする。具体的には、Moyer & Dumais (1978) の scan+comparison 説がある。これは、連続量としてコーディングされた2つの情報について、比較判断がなされる為には、その差が一定の基準値に達していなければならない、達しない場合は、もう1度情報が LTM の中でスキャンされると考える。差が小さい時には、スキャンの回数が増えるので反応時間も大になるとする。第3のモデルは、情報が命題による記述の形でコーディングされていると考える Banks 等のものである。例えば、Banks (1977) の Semantic Coding モデルでは、大小比較の場合、小さい物は「小さい」、大きい物は「大きい」という形でコーディングされる。大きな物同士の中では「大きい」、「大きい+」、という形で区別される。比較される物の差が大きくなればなる程、2つのコードが同じ形をとる

確率は減り、反応時間は小さくなる。

第2のモデルは、メンタル・イメージを想定しないとはいえ、『イメージ』派のモデルに近いものであり、この2者と、第3のモデルとの対立は、メンタル・イメージ論争と大きく関わる。ここでは、この前2者と、第3のモデルの対立に焦点をあてて紹介する。特に問題になるのは次の6点である。

a) 比較で使われる情報が、メンタル・イメージ、あるいは連続量の形でコーディングされているとすれば、情報には順序尺度だけでなく、間隔尺度があてはまる筈である。Moyer & Bayer (1976) は、一連の円の大きさを比較させ、その反応時間が、単に順序差だけでなく、差の絶対量によっても変わる事を明らかにし、この事を示した。他に Paivio (1975) は、大きさの比が重要である事を動物の大きさの比較で、Kerst & Howard (1977) は量の推定値が反応時間と高く相関する事を大きさその他の比較で、それぞれ示した。又、この問題に関連して、Korst & Howard (1978) は、アメリカ各州の面積と州間距離について、LTMからの情報に基づいてのマグニチュード推定を行わせ、実物の知覚の時と同じように、推定値が刺激の大きさの冪関数になる事を示した。これに対し、Banks (1977) は、動物の大小判断で、順序の効果しか見られなかったと報告している。要するに、実験結果はまだ決定的ではない。

b) 比較で使われる情報が、メンタル・イメージ、あるいは連続量の形でコーディングされているとすれば、刺激が絵で呈示された場合には、言語で呈示された場合よりも、反応は速いと考えられる。Paivio (1975 b, 1978 a) は、動物の大小判断等で、この事を示した。これに対し、Banks & Flora (1977) はやはり同じ結果を得たが、絵の方が命題による記述の形にコーディングしやすいのだと解釈している。

c) 比較に使われる情報が命題による記述の形でコーディングされるならば、比較される対象群が、例えば、大小群のように、幾つかのカテゴリーに分けて呈示され、かつ、その学習が要求される場合は、命題によるコーディングが促進され、異なるカテゴリー間の比較がより速くできるようになる筈である。しかし、これまでのところではこの予測は実証されていない。

例えば、Holyoak & Walker (1976) は、時間の長さ等の判断に関して、カテゴリーよりも、長さについての被験者の推定の方が重要である、という事を示している。Kosslyn et al (1977) は、図形の大きさ比較でカテゴリー分けの効果を見たが、カテゴリーを200% 過剰学習した場合には効果が無く、500%、過剰学習した時のみ効果があった。Woocher, et al (1978) は、高さ比較の

実験で、カテゴリーの効果を発見できなかった。

d) 比較で使われる情報が、命題による記述の形でコーディングされるなら、比較される次元が、大きさや重さのように簡単にイメージ化できる以外のものでも、同じ現象が現われる筈である。実際、極めて多くの次元についてこの現象は発見されている。例えば、Stevens (1972) は、どちらの職業がprestigeが高いか、について、Holyoak & Walker (1976) は、質(良いか、悪いか)、温度について、Banks & Flora (1977) は、どちらの動物が利巧か否か、について、Kerst & Howard (1977) は自動車のコスト、国家の軍事力、動物の残忍性、について、Griggs & Shea (1977) は、知能について、Paivio (1978b) は快適さ (pleasantness)、金銭的価値について、それぞれこの現象を見出している。

e) Banks等、命題による記述のモデルを主張する者にとって、最も重要な証拠と見なされているのは、心内比較でおこる〈一致効果〉(congruity effect)である。例えば、Jamieson & Petrusic (1975) は、動物の大きさの比較で、「どちらが大きいか」という問いに対しては、比較される対象のグループ内で大きい物同士の比較が速く反応され、「どちらが小さいか」という問いに対しては、小さい物同士の比較が速い、という結果を見出しているが、これが〈一致効果〉である。

Banksのモデルからは、これはそれぞれの場合に、比較の為の形容詞とコードの形が同じである為と説明される。大きい物同士は、「大きい」「大きい+」というような形でコーディングされている為、「どちらが大きいか」という問いに速く答える事ができるが、「どちらが小さいか」という問いに答える為には、コードを「小さい-」「小さい」に変換する必要がある為、反応は遅くなる。

これに対し、『イメージ』派のPaivioは、これが、比較の為の形容詞を比較されるペアより先に呈示する為おこる期待効果に依るものであり、情報の形に基づくものではないと考える。Marschark & Paivio (1979) は、比較の為の形容詞をペアの後に呈示した場合、〈一致効果〉が消える事を示した。しかし、Banks & Flora (1977) は、その場合でも弱いながら〈一致効果〉が存在する事を示しており、決着はついていない。

これらの諸実験から明らかなように、メンタル・イメージ、あるいは連続量的な形でコーディングされた情報を想定するモデルと、命題による記述を想定するモデルの間の優劣は、実験的研究からはまだ決める事ができない。

最後に、メンタル・イメージが利用されている事を積極的に主張する立場を支持するデータを幾つか示してお

く。1つは、Paivio (1978 a. b) で呈出されている、イメージ能力の個人差との関係である。それによれば、イメージ能力が大の者の方が反応が速い。もう1つは、比較開始前に、教示によって、ペアの一方のメンタル・イメージを異常に大きく(あるいは、小さく)させる事の効果についてである。これについては結果は一貫していない。Holyoak (1977) は、メンタル・イメージを使えという教示下では、異常な大きさのメンタル・イメージを持たせる事により反応が遅くなる事を示した。が、それ以外の場合では効果はなかった。一方、Kosslyn et al (1977) は、メンタル・イメージ教示以外でも効果があったと報告している。

### 5) 選択的干渉

選択的干渉とは、知覚課題とメンタル・イメージ課題を同時に行った時、その使用モダリティが同じ場合には、干渉がおこる、という現象をさしたものである。これはBrooks (1968), Segal & Fusella (1970), Atwood (1971) 等によって認められ、両者が処理機構を共有する事の証拠と考えられてきた。しかし、この現象も、まだ確立されているわけではない。Elliott (1973), Kosslyn et al (1976) のように、この現象を発見できなかった者もいる。

なお、Kosslyn & Pomerantz (1977) によれば、仮に選択的干渉の現象が確立したとしても、これを『命題』派のモデルで説明する事が出来ないわけではない。モダリティが同じ場合には、同じような関係が多く扱われる事が多いだろう。この事は、同じような命題が多くなる事を意味するし、干渉もおこりやすくなるだろう。

### 6) その他の研究

以上、5節にわたって、ある程度まとまって行われている諸実験を紹介してきた。この節では散発的におこなわれている幾つかの実験を紹介しておく。

Shepardは、一群の対象間の類似度を、直接の知覚からの情報と、LTMからの情報を使う2つの場合でそれぞれ判断させ、比較してみた。2つの場合で、類似度のパターンはほぼ同じになる結果が得られた。Shepard & Chipman (1970) は、アメリカの諸州について、Shepard et al (1975) は、数について、この結果を得ている。Shepard (1975) は、外界の事物と、その表象の間に、個々の対象の構造についても同型性が存在する場合(一次的同型性)と、対象間の関係について同型性が存在する場合(二次的同型性)の2つを区別し、これらの実験は、表象が少なくとも二次的同型性を持つ事を示している、と考えている。

Podgorny & Shepard (1978) は、テスト刺激の黒い

円が、ある刺激、例えばT字図形の、内にあるか、外にあるか、の判断に要する反応時間が、図形の実物が呈示された時と、そのメンタル・イメージを持つ時で、基本的に同じである事を示した。

Finke & Schmidt (1977, 1978) は、McCullough 効果、即ち、ある色と、垂直、あるいは水平の棒パターンとを共に呈示した後での補色残像の現われ方が、パタンの実物のかわりにメンタル・イメージを持たせた場合でも弱いながら同じようにおきる事を示している。

Finke (1979) は、プリズムによって歪められた知覚状況での、指による指示の誤りが、メンタル・イメージによるフィードバックによっても、知覚によるフィードバックの場合と同じようにおきる事を示している。

Keenan & Moore (1979) は、イメージした情景の中の、隠れた部分の情動的価値を検討した。これは、Neisser & Kerr (1973) の結果の再吟味である。Neisser & Kerr (1973) は、イメージした情景の中で、隠されていて直接“見えない”部分も、情動的価値を持つと考え、単語記憶実験でそれを支持する結果を得た。これに対しKeenan & Moore (1973) は、これを隠すという教示が徹底しなかった為だと考え、改めて実験を行い、隠れた部分に見える部分よりも憶えにくい、という結論を得た。

#### 4. 『命題』派による具体的研究

『イメージ』派が、3で示した様な、諸々の実験を開発したのに比べ、『命題』派は新しい実験を作り出して自らの立場を強化する事を、あまりやっていない。ここでは、3で『イメージ』派への反論として既に紹介したもの以外を、簡単に紹介する。

絵刺激の記憶が、イメージ化というよりは情報処理の深さに影響される事を示した実験が幾つか行われている。Bower & Karlin (1979) は、人の顔の絵の記憶について、呈示時に、絵の表面的特徴について判断を行った場合よりも、正直さのような性格的特徴を判断した場合の方が、絵が良く記憶される事を示した。Mandler & Ritchey (1977) は、絵の記憶に関して、細かい表面的特徴よりも、描かれた物の種類や、その相対的位置が良く保持される事を示した。これらは、間接的ではあるが、メンタル・イメージが、“絵”的なものとしてでなく、命題による記述の形でコーディングされるという『命題』派の主張を支持するものである。

Anderson & Paulson (1978) は、Fan 効果、即ち、各属性が幾つかの刺激に共有されている事からおきる干渉が、言語刺激、絵刺激それぞれの場合で同じようにおきる事、更に、両者の間でも弱いながらおきる事を示

した。彼らは、この結果を、各刺激がLTM内で同じ形式でコーディングされている事を示すものと主張する。

『命題』派の努力は、むしろ、メンタル・イメージに限らず、視覚過程一般についての、命題による記述に基づくモデルを作り出す事、及び、メンタル・イメージを使った思考過程のコンピューター・シミュレーションが可能であると示す事にそそがれた。

前者は、知覚されたシーンの、いわゆる parsing が中心の問題である。Anderson & Bower (1973), Reed (1974), Norman 等 LNR グループの一員としての Palmer (1975) 等が、それぞれの立場からのモデルを提出している。

後者には、例えば、Baylor による Guilford のブロック視覚化検査についてのものがある (Baylor & Racine 1977)。これは、メンタル・イメージを使ってのブロックの分割課題についてのもので、そのデータ構造は、ブロックについての一般的な情報を納めるSスペースと、より特殊化された情報を納めるIスペースからなる。いずれのスペースでも、ブロックはその頂点や稜、面等に関する命題のリストの形でコーディングされている。

#### 5. 現状—転換期？

3, 4で紹介したように、この論争に関わる実験は極めて広範囲にわたる。ある分野では、両派の対立点は煮詰められており、又、ある分野では『イメージ』派の一人舞台であるが、いずれにしても、結果はどちらかの立場を決定的に支持するまでにはいたっていない。これからも多くの分野で実験的な研究は続けられるだろうし、新しい実験も開発されるだろう。しかし、それとは別に、論争が1つの転換期にさしかかっている事を示唆するような、幾つかの徴候が出始めているように思われる。特に次の2つが重要である。

##### 1) 論争の方法論的批判への展開

最近、何人かの論者によって、これまで紹介してきたような実験的方法では、即ち、あるモデルの正否の基準を、そのモデルの行動的指標に対する予測力に置く方法では、メンタル・イメージの本性を決定する事は不可能である、とする方法論的批判が行われるようになってきた。この批判は『命題』派から発し、『イメージ』派にも受け入れられつつある。この見解を最もはっきり打ち出したのは Anderson (1978) であり、その見解は次のようなものである。

a) メンタル・イメージに限らず、表象体系に関する仮説は、常にそれに対応する処理過程に関する仮説とのペアで考えられなければならない。そうでないと、行動

に対して予測を行う事が出来ない。

b) メンタル・イメージに関するあらゆる行動的指標についてのデータは、原理的には、異なった処理過程と組み合わされた複数の表象体系にたつて、常に説明される事ができる。但し、その為には、複数の表象体系について〈内的区別の保持〉がなされている必要がある。これは、複数の表象体系間で、一方の表象体系  $g$  から他方の表象体系  $g^*$  への射映関数  $f$  に対し、計算可能な逆関数  $f^{-1}$  が存在する事、言い換えれば、表象体系間に1対1の対応が存在するという事である。複数の表象体系の、それぞれのエンコーディング関数  $E$ ,  $E^*$  が、原始帰納的関数ならば、 $f$  と  $f^{-1}$  は計算可能である。

2つの表象体系  $g$  と  $g^*$  の間でこの条件が満たされれば、 $g$  に対応する処理過程内での操作  $T$ 、に対し、 $f \cdot T \cdot f^{-1}$  として計算される、 $g^*$  での操作  $T^*$  が常に存在する。従って、ある表象—処理過程モデルに対して、その行動を模倣できる他のモデルが常に存在する、という事ができる。処理過程の個々の段階について、この事はあてはまるので、2つの処理過程は同型になる。従って、反応時間のような指標も、2つのモデルで同じように説明できる。

メンタル・イメージの本性を、“絵”のようなものと考えた場合と、命題による記述と考える場合の2つの間でも、〈内的区別の保持〉は成立つ。従って、異なる処理過程と組み合わせる事により、2つのモデルで、同じ行動的データを説明する事ができる。それ故に、行動的データによって、メンタル・イメージの本性を決定する事は不可能である。

c) 行動的指標に対する予測力以外の基準として、生理学的知見、説明の経済性、モデルの効率等が考えられる。生理学的知見は、現在のところ不十分だし、他の基準によっても、必要なコードの数を決める以上の事はできない。

d) 認知心理学の課題は、表象の本性の探索ではなく、行動を予測する事であり、従って、表象の本性にこだわる事なく、とにかく行動の予測可能な1つのモデルを作り出す事に、力を注ぐべきである。

『命題』派では、他に Norman & Rumelhart (1975), Palmer (1975) が、又、『イメージ』派でも Kosslyn (1978a), Shepard & Podgorny (1978) 等が、表象の本性の決定はモデルの行動的指標に対する予測力によつてはできず、その説明の plausibility によるしかない、という方向に傾いている。

この問題は、最早単にメンタル・イメージに留まらず、認知心理学全体に関わってくる。もし、Anderson の見解が受け入れられれば、認知心理学は、その最も重

要な課題の1つと考えられる表象の本性の問題、情報のコーディングのされ方の問題、を決定する最も強力な武器を失ってしまう。これは、認知心理学の性格が変わる事を意味する。

当然の事ながら、Anderson (1978) に対する批判も現われている。例えば、Pylyshyn (1979 b), Hayes-Roth (1979) の、特に、行動的指標の無効性についての批判は、次のようにまとめられる。

e) エンコーディングの関数  $E$  では、刺激と表象は、通常、多対1に対応する。この時 Anderson のいう〈内的区別の保持〉がなされる為には、 $E$  と  $E^*$  は、刺激を同じ仕方でも分割していなければならない。しかし、これでは2つの表象体系を区別する意味が無い。又、“絵”と、命題による記述の間では、この条件は成り立たない。

f)  $E$  が原始帰納的関数である事を Anderson は証明してない。それ以外の場合もありうる。

g) 2つのモデルの処理過程が同型的である事が示されたにしても、処理速度が同じか否かはわからないから、反応時間が同じになるとは限らない。又、 $T$  の処理速度が一定でも、 $T^*$  が  $f \cdot T \cdot f^{-1}$  として考えられる場合は、 $T^*$  の速度は刺激の複雑さによって変わり、同じにならない。

これに対し、Anderson (1979) は次のように再批判を行う。

h)  $E$  と  $E^*$  が刺激を同じように分割するとしても、2つの表象体系を区別する事には意味がある。“絵”と、命題による記述の場合でも、〈内的区別の保持〉という条件は満たされる。

i) 脳の細胞数が有限である以上、それによつて計算される演算も原始帰納的である。

j) 処理速度は、生理学的研究をまけて、はじめて決める事ができる。それまでは、速度が違ふと積極的にいう事もできない。又、 $T$  と  $T^*$  の違いは、スピード調整の為の機構を考える事で解決できる。

この問題については、更に議論が重ねられるだろう。論争は、認知心理学全般にわたるところまで展開してきているのである。

## 2) 両派のモデルの接近

重要な徴候の第2は、Shepard & Podgorny (1978) もいうように、両派の理論の幾つかが、似たようなものになってきた事である。端的にいえば、この傾向は、『イメージ』派による、『命題』派の主張のとりこみ、と特徴づけられる。

Chase & Clark (1972) のように、外界の事物の知覚に類同的なものとしてのメンタル・イメージを認めなが

ら、その背後に命題による記述の存在を考える、中間派とでもいうべきものがいた事は、既に述べたとおりである。現在この傾向を最も良く示しているのは、『イメージ』派の Kosslyn (1978 a) であろう。ここでの彼の見解は、外界の事物の知覚に類同的なものとしてのメンタル・イメージは、LTM の中にそのままの形で入っているものの再生ではなく、LTM の中に入っている情報から、その度毎に構築されていくものだ、というものである。その作られたメンタル・イメージは、丁度、TV のブラウン管映像のような、沢山の点のマトリックスからなる像である。

LTM の中の情報にも2種類ある。1つは、外界の事物の知覚に類同的なものの形についての情報で、形を形成する点の位置についての記録である。もう1つは、イメージされる事実についての、例えば、イメージされた物体の、諸部分や、その相互関係等についての情報で、これは命題による記述の形でコーディングされている。前者の情報からメンタル・イメージが作られる時、後者の情報はこれを助ける。又、後者の情報は、メンタル・イメージを介さないでも引き出され、使う事ができる。この部分については、既述の Kosslyn et al (1977), Kosslyn et al (1978) で部分的に証明されている。ある属性の有無判断で、メンタル・イメージ教示以外の時は、その属性とスキンの出発点の間の距離が反応時間に影響しなくなる、というような場合がそれである。

それでは、何故、何時、メンタル・イメージは必要なのか。それは、必要な知識が命題による記述の形でまだコーディングされていない時に、その情報を得る為に使われる。例えば大小判断で、命題による記述では両方共「小さい」という形でしかコーディングされていない時、メンタル・イメージが作られ、細かな比較がなされる。Pylyshyn (1979 a) のように反対する者もあるが、このような、いわばハイブリッドモデルは、これからの1つの大きな流れになると予想されるのである。

## 6. 若干のコメント

このように、論争は、今や、単に2つのハッキリと対立する理論が、それぞれの正しさを証明する為に、実験的事実を積み重ね、比較しあう、といった単純な事態ではなくなっている。早急な決着の見込みは無い、といわざるを得ないし、2つの立場を比較して、どちらがいかかを素朴に言う事は意味が無い。ここでは、2つの論争の持つ、メンタル・イメージ研究への意義と、教育との関わりについて若干のコメントを加える事にする。

### 1) メンタル・イメージ研究での論争の意義

これまで述べてきたように、『命題』派の批判の要点は、メンタル・イメージに於いても、重要なのは、命題による記述で表わされるような情報の内容の理解や、それを支配するルールを獲得なのだ。という点にあった。Kosslyn (1978 a) に見られるように、この批判は『イメージ』派によっても摂取されつつあるが、この批判の意義は何なのだろうか。

その1つは、いわゆる“絵”的なものとしてのメンタル・イメージが、それだけでは外界の事物についての表象となる事ができず、その対象を規定する認識、つまり“絵”的なものの解釈を、別に持つ必要がある事を明らかにした事だと考えられる。

例えば、我々が問題解決でメンタル・イメージを使う時、多くの場合で必要とするのは、『命題』派の言うように、抽象的な関係や、概念的知識に関する情報である。このような場合に、Paivio (1977) が言うように、我々が図式的な“絵”を持つ事等によって、抽象的な関係や概念的知識についてのメンタル・イメージを持つ事ができるのは、経験的に確かであると思われる。しかし、図式的な“絵”も、それ自体では、あくまでも1つの特殊例についての“絵”にすぎず、抽象的な関係や、概念的知識と等価ではない。図式的な“絵”を、それらのメンタル・イメージとして見る事ができる為には、その背後に、抽象的な関係や概念的知識についての認識を、“絵”に対する解釈として、それが命題による記述の形をとるかどうかは別にして、持つ事が必要である。

“絵”の解釈に関わるこの問題は、メンタル・イメージの〈意味〉の問題である、と言う事もできる。この問題は、更に、人間の持つ情報が、言語的表象や“絵”的表象等、いろいろな形をとるにも拘わらず、人間が世界について1つの統一された認識を獲得しているのは何故か、という問題にも通じている。『命題』派によって提起された、メンタル・イメージと言語をつなぐものとしての命題による記述、という考えは、これに対する1つの可能な答えでもある。

“絵”的なものの不十分さ、あるいはメンタル・イメージの〈意味〉についての指摘が、以前に存在しなかったわけではない。Sartre (1940) がメンタル・イメージの重要な経験的特性として指摘した〈擬観察的特性〉は、これと関わってくるだろうし、Brown (1958) は、その不十分さ故に、メンタル・イメージを言語の意味として考える事を拒否した。しかし、再興したメンタル・イメージ研究の中では、この事は全く無視されてきたのであり、それ故に『命題』派の批判は大きな意味を持つ、と考える。

## 2) 教育との関わり

この論争は、極めて抽象的・根本的な問題に関わっており、具体的な教育の諸問題とは何の関連も無いようにみえる。確かに、ある意味では直接的な関連は存在しない、とも言える。例えば、国語の文学作品の読み取りの授業で、登場人物の心情を読み取らせるのに、その人物の一見些細な行為に注目させ、イメージさせる、というやり方が使われる事がある。論争で『命題』派が“勝ち”、行為についてのメンタル・イメージが本来は命題記述の集合である、という事になったとしても、ここで教師が子供に与える教示に関して、例えば、「ここで〇〇は、どんなしかたでその行為をやったのか、想像してごらん」というような“イメージ”的教示にかわる、より有効な教示が開発されるとは考えにくい。教示は、教師の経験に基づき、生徒の経験に向けて与えられるものだが、経験的にはメンタル・イメージが“絵”のようなものである事に変わりはないからだ。

しかし、もう少し大きなパースペクティブで見れば、実はこの論争が教育に大きな関連を持つ事が明らかになる。もし、情報の内部構造と、そこに働くルールを重視する『命題』派の基本的な論点が受け入れられれば、“絵”的なものとしてのメンタル・イメージを、他の過程と切り離して扱う事は、最早できなくなる。例えば、単に観察を繰返す事によってメンタル・イメージを獲得させようとするようなやり方は意味が無いという事になるし、他の諸過程との関連無く、“視覚的映像”を作らせてみても、意味も無いだろうし、うまくもいかないだろう、という事になる。メンタル・イメージを育てる教育にせよ、メンタル・イメージを使った教育にせよその対象とする教科、教材におけるルールや構造的知識の習得こそがその中心課題だ、という事になる。これは教師の側に、メンタル・イメージに対する新たな態度が要求される事を意味する。

## 7. 終わりに

この論文では、最近のメンタル・イメージの研究を、その本性をめぐる2つの立場の論争を軸として紹介した。それぞれの側で、理論面でも実験面でも膨大な作業が積み上げられている。その中で重要と思われる諸研究を紹介した。最近、この論争が認知心理学の方法論にまで及んでいる事からもわかるように、この論争は、単に認知過程の一局面に留まるものでなく、一方では認知心理学全体に関わり、又、他方では、6で僅かに触れたように、教育の具体的な問題にも関わる。今後の展開を注目する事が必要である。

## 文 献

- Anderson, J. R. 1978 Arguments concerning representations for mental imagery. *Psychological Review*, 85 (4), 249—277.
- Anderson, J. R. 1979 Further arguments concerning representations for mental imagery: A response to Hayes-Roth and Pylyshyn. *Psychological Review*, 86 (4), 395—406.
- Anderson, J. R. & Bower, G. H. 1973 Human associative memory. Washington, D. C. : Hemisphere Press.
- Anderson, J. R. & Paulson, R. 1978 Interference in memory for pictorial information. *Cognitive Psychology*, 10, 178—202.
- Atwood, G. 1971 An experimental study of visual imagination and memory. *Cognitive Psychology*, 290—299.
- Banks, W. P. 1977 Encoding and processing of symbolic information in comparative judgements. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (vol. 11). New York: Academic Press.
- Banks, W. P. & Flora, J. 1977 Semantic and perceptual processes in symbolic comparisons. *J. of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 3 (2), 278—290.
- Baylor, G. W. & Racine, B. 1977 Mental imagery and the problems of cognitive representation: A computer simulation approach. In J. M. Nicholas (Ed.), *Images, perception, and knowledge*. Dordrecht: Reidel.
- Bower, G. H. & Karlin, M. B. 1974 Depth of processing pictures of faces and recognition memory. *J. of Experimental Psychology*, 103 (4), 751—757.
- Brooks, L. R. 1968 Spatial and verbal components of the act of recall. *Canadian J. of Psychology*, 22, 349—368.
- Brown, R. 1958 Words and things. New York: Free Press.
- Chase, W. G. & Clark, H. H. 1972 Mental operations in the comparison of sentences and pictures. In L. Gregg (Ed.), *Cognition in learning and memory*. New York: Wiley.
- Cooper, L. A. 1975 Mental rotation of random two-dimensional shapes. *Cognitive Psychology*, 7, 20—43.
- Cooper, L. A. 1976 Individual differences in visual comparison processes. *Perception & Psychophysics*, 19 (5), 433—444.
- Cooper, L. A. & Podgorny, P. 1976 Mental transformations and visual comparison processes: Effects of complexity and similarity. *J. of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 2 (4), 503—514.
- Cooper, L. A. & Shepard, R. N. 1973 a 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 requi-

- red 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. *J. of Experimental Psychology : Human Perception & Performance*, 1, 48—56.
- Elliott, L. 1973 Imagery vs. repetition encoding in short and long-term memory. *J. of Experimental Psychology*, 100, 270—276.
- Finke, R. A. 1979 The functional equivalence of mental images and errors of movement. *Cognitive Psychology*, 11, 235—264.
- Finke, R. A. & Schmidt, M. J. 1977 Orientation-specific color aftereffects following imagination. *J. of Experimental Psychology : Human Perception & Performance*, 3(4), 599—606.
- Finke, R. A. & Schmidt, M. J. 1978 The quantitative measure of pattern representation in images using orientation-specific color aftereffects. *Perception & Psychophysics*, 23 (4), 515—520.
- Fodor, J. A. 1975 *The language of thought*. New York : Crowell.
- Griggs, R. A. & Shea, S. L. 1977 Integrating verbal quantitative information in linear orderings. *Memory & Cognition*, 5 (3), 287—291.
- Hampson, P. J. & Morris, P. E. 1978 Unfilled expectations : A criticism of Neisser's theory of imagery. *Cognition*, 6, 79—85.
- Hayes-Roth, F. 1979 Distinguishing theories of representation : A critique of Anderson's "Arguments concerning mental imagery". *Psychological Review*, 86 (4), 376—382.
- Hochberg, J. & Gellman, L. 1977 The effects of landmark features on mental rotation times. *Memory & Cognition*, 5 (1), 23—26.
- Holyoak, K. J. 1977 The form of analog size information in memory. *Cognitive Psychology*, 9, 31—51.
- Holyoak, K. J. & Walker, J. H. 1976 Subjective magnitude information in semantic orderings. *J. of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 15, 287—299.
- Jamieson, D. G. & Petrusic, W. M. 1975 Relational Judgements with remembered stimuli. *Perception & Psychophysics*, 18 (6), 373—378.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. 1976 Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8, 441—480.
- Keenan, J. M. & Moore, R. E. 1979 Memory for images of concealed objects : A reexamination of Neisser and Kerr. *J. of Experimental Psychology : Human Learning & Memory*, 5(4), 374—385.
- Kerst, S. M. & Howard, J. H. Jr. 1977 Mental comparisons for ordered information on abstract and concrete dimensions. *Memory & Cognition*, 5(2), 227—234.
- Kerst, S. M. & Howard, J. H. Jr. 1978 Memory psychophysics for visual area and length. *Memory & Cognition*, 6 (3), 327—337.
- Kosslyn, S. M. 1973 Scanning visual images : Some structural implications. *Perception & Psychophysics*, 14 (1), 90—94.
- Kosslyn, S. M. 1975 Information representation in visual images. *Cognitive Psychology*, 7, 341—370.
- Kosslyn, S. M. 1976 Can imagery be distinguished from other forms of internal representation ? Evidence from studies of information retrieval times. *Memory & Cognition*, 4 (3), 291—297.
- Kosslyn, S. M. 1978 a Imagery and internal representation. In E. Rosch & B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization*. Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum Associates.
- Kosslyn, S. M. 1978 b Measuring the visual angle of the mind's eye. *Cognitive Psychology*, 10, 356—389.
- Kosslyn, S. M. & Alper, S. N. 1977 On the pictorial properties of visual images: Effects of image size on memory for words. *Canadian J. of Psychology*, 31 (1), 32—40.
- Kosslyn, S. M., Ball, T. M. & Reiser, B. J. 1978 Visual images preserve metric spatial information : Evidence from studies of image scanning. *J. of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 4 (1), 47—60.
- Kosslyn, S. M., Holyoak, K. J. & Huffman, C. S. 1976 A processing approach to the dual coding hypothesis. *J. of Experimental Psychology : Human Learning & Memory*, 2 (3), 223—233.
- Kosslyn, S. M., Murphy, G. L., Bemesderfer, M. E. & Feinstein, K. J. 1977 Category and continuum in mental comparisons. *J. of Experimental Psychology: General*, 106 (4), 341—375.
- Kosslyn, S. M. & Pomerantz, J. R. 1977 Imagery, propositions and the form of internal representations. *Cognitive Psychology*, 9, 52—76.
- Lea, G. 1975 Chronometric analysis of the method of loci. *J. of Experimental Psychology : Human Perception & Performance*, 1, 95—104.
- Mandler, J. M. & Ritchey, G. H. 1977 Long-term memory for pictures. *J. of Experimental Psychology : Human Learning & Memory*, 3(4), 386—396.
- Marschark, M. & Paivio, A. 1979 Semantic congruity and lexical marking in symbolic comparisons : An expectancy hypothesis. *Memory & Cognition*, 7 (3), 175—184.
- Metzler, J. & Shepard, R. N. 1974 Transformational studies of the internal representation of three-dimensional objects. In R. L. Solso (Ed.), *Theories in cognitive psychology : The Loyola symposium*. Potomac, Md. : Lawrence Erlbaum Associates.
- Moyer, R. S. 1973 Comparing objects in memory : Evidence suggesting an internal psychophysics. *Perception & Psychophysics*, 13, 180—184.
- Moyer, R. S. & Bayer, R. H. 1976 Mental comparison and the symbolic distance effect. *Cognitive Psychology*, 8, 228—246.
- Moyer, R. S. & Dumais, S. T. 1978 Mental comparison. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (vol. 12). New York: Academic Press.

- ss.
- Natsoulas, T. 1970 Concerning introspective "knowledge". *Psychological Bulletin*, 73 (2), 89—111.
- Neisser, U. 1976 *Cognition and reality*. San Francisco: Freeman. (古崎・村瀬訳, 認知の構図. 1978. サイエンス社)
- Neisser, U. 1978 Anticipation, images and introspection. *Cognition*, 6, 169—174.
- Neisser, U. & Kerr, N. 1973 Spatial and mnemonic properties of visual images. *Cognitive Psychology*, 5, 138—150.
- Norman, D. A. & Rumelhart, D. E. 1975 Memory and knowledge. In D. A. Norman, D. E. Rumelhart & the LNR research group, *Explorations in cognition*. San Francisco: Freeman.
- Paivio, A. 1971 Imagery and verbal processes. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Paivio, A. 1975 a Neomentalism. *Canadian J. of Psychology*, 29 (4), 263—291.
- Paivio, A. 1975 b Perceptual comparisons through the mind's eye. *Memory & Cognition*, (6), 635—647.
- Paivio, A. 1977 Images, propositions and Knowledge. In J. M. Nicholas (Ed.), *Images, perception and knowledge*. Dordrecht: Reidel.
- Paivio, A. 1978 a Comparisons of mental clock. *J. of Experimental Psychology: Human Perception, & Performance*, 4 (1), 61—71.
- Paivio, A. 1978 b Mental comparisons involving abstract attributes. *Memory & Cognition*, 6 (3), 199—208.
- 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, *Explorations in cognition*. San Francisco: Freeman.
- Palmer, S. E. 1978 Fundamental aspects of cognitive representation. In E. Rosch & B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Podgorny, P. & Shepard, R. N. 1978 Functional relations common to visual perception and imagination. *J. of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 4(1), 21—35.
- Pylyshyn, Z. W. 1973 What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80 (1), 1—24.
- Pylyshyn, Z. W. 1979 a The rate of "mental rotation" of images: A test of a holistic analogue hypothesis. *Memory & cognition*, 7 (1), 19—28.
- Pylyshyn, Z. W. 1979 b Validating computational models: A critique of Anderson's indeterminacy of representation claim. *Psychological Review*, 86 (4), 383—394.
- Reed, S. K. 1974 Structural descriptions and the limitations of visual images. *Memory & Cognition*, (2), 329—336.
- 佐伯胖 1978 イメージ化による知識と学習 東洋館
- Sartre, J. P. 1940 *L'imaginaire*. Paris: Gallimard. (平井啓久訳, 想像力の問題. 1955. 人文書院)
- Segal, S. J. & Fusella, V. 1970 Influence of imaged pictures and sounds on detection of visual and auditory signals. *J. of Experimental Psychology*, 83, 458—462.
- Shepard, R. N. 1975 Form, formation and transformation of internal representations. In R. L. Solso (Ed.), *Information processing and cognition: The Loyola symposium*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shepard, R. N. & Chipman, S. 1970 Second-order isomorphism of internal representations: Shapes of states. *Cognitive Psychology*, 1, 1—17.
- Shepard, R. N. & Feng, C. 1972 A chronometric study of mental paper folding. *Cognitive Psychology*, 3, 228—243.
- Shepard, R. N., Kilpatrick, D. W. & Cunningham, J. P. 1975 The internal representation of numbers. *Cognitive Psychology*, 7, 82—138.
- Shepard, R. N. & Metzler, J. 1971 Mental rotation of three-dimensional object. *Science*, 171, 701—703.
- Shepard, R. N. & Podgorny, P. 1978 Cognitive processes that resemble perceptual processes. In W. K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes* (vol. 5), Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Simon, H. A. 1972 What is visual imagery? An information processing interpretation. In L. Gregg (Ed.), *Cognition in learning and memory*. New York: Wiley.
- Stevens, S. S. 1972 *Psychophysics and social scaling*. Morriston, N. J.: General Learning Press.
- Woocher, F. D., Glass, A. L. & Holyoak, K. J. 1978 Positional discriminability in linear orderings. *Memory & Cognition*, 6 (2), 165—173.