

## 記憶イメージの精神物理学的関数

海老原 直 邦

### Psychophysical Functions for Memory Image Naokuni Ebihara

#### はじめに

心理学の分野においては、メンタル・イメージ (mental image, 心像。以下、単にイメージとよぶ) に関するさまざまな問題が、さまざまな方法によって研究されてきた (海老原, 1982; 海老原他, 1984; 海老原, 1984 b)。そのような問題のひとつとして、イメージとは一応区別して考えられる他の認知過程<sup>(1)</sup>とイメージ表象過程との関係に関する問題をあげることができる。その中でも特に、記憶イメージ表象と知覚過程との間に、どのような機能的・構造的な類似あるいは相違があるかという問題に的をしばって、筆者はいくつかの実験的・理論的研究を行ってきた。このような問題を取り扱うための実験方法として、従来よく用いられてきたのは、イメージ表象についての課題と知覚的課題を同時に被験者に行なわせるという方法である。この種の実験においては、両課題の間に干渉効果が生じるか否かによって、2つの過程の類似性あるいは等価性の有無がいわれることが多い (Finke, 1980)。また、別種の方法として、何らかの課題遂行に要する時間 (反応時間) を指標として、イメージについての判断課題の場合と、それと対応づけられるような知覚判断課題の場合とで、どのように類似したあるいは異なった反応時間の変化パターンがみられるかを調べるような方法も多く用いられる (Moyer, 1973)。これらに対して、筆者のとってきた方法は、精神物理学的な方法である。すなわち、定量的な精神物理学的方法を知覚的判断のみならず、イメージについての判断にも適用し、その結果得られる精神物理学的関数式をとおして、イメージ過程と知覚過程の類似と相違を明らかにするというやり方である。このように、従来は主に感覚・知覚の研究領域で用いられてきた精神物理学の方法論をイメージの過程にも適用することの意義は次の4点にあると思われる。

(1) 知覚とイメージ表象という2つの認知過程を、精神物理学的関数式という共通の枠組みないし基準によって、量的かつ厳密に対応づけることができ、よって両過程の類似と相違を詳細に比較検討することができる。

(2) 知覚に関しては、膨大な量の精神物理学的データが蓄積されているので、新たにイ

メージ関連のデータを収集していけば、広範囲にわたっての知覚・イメージ関係の吟味が可能となる。

(3) 知覚の精神物理学においては、理論面での成果も多く、イメージ過程の理解に、これらの理論的成果を利用することができるので、効率的である。

(4) 認知過程について、特定の内的モデルを構成するというよりも、むしろ種々のタイプのモデル構成に対して、基礎的かつ組織的なデータを提供し得るという意味で、研究結果の適用範囲が広い。

このような意義のあることをふまえて、本稿では、筆者および筆者以外の研究者による実験によって得られた、記憶イメージに関する精神物理学的数据をもとにして、特に、知覚過程と記憶イメージ過程との関係についての理論面の検討を行なうことにしたい。

### 実験の一例

実際の実験データを取りあげる前に、ここで、まず、知覚と記憶イメージの両方についての精神物理学的関数式を得るという実験の具体例(海老原, 1984a)をあげて、その手続き等を簡単に説明しておくことにする。この実験では、スライド・プロジェクターによってスクリーンに投影された垂直線分が刺激対象として用いられた。判断の対象となるのは線分の長さであり、これに6段階が設けられた。実験は、まず「記銘事態」から開始される。この事態では、被験者はスクリーン中央部に1本ずつ呈示される垂直線分を観察し、その長さに応じてつけられたアルファベット1文字(線分の呈示と同時にスクリーンの左端に呈示される)をその線分の名称として覚えるように指示された。すなわち、線分の長さでアルファベットの対連合学習が行なわれた。この学習が完成した直後、「記憶判断事態」にうつり、被験者は、記憶イメージによって線分の長さの量的な判断を行なった。すなわち、被験者は、実験者から告げられた名称の線分のイメージを、空白のスクリーン上に思い描きながら、その長さについて、量推定法(modulusなし)<sup>(2)</sup>による判断を行なった。さらに、その直後、「知覚判断事態」にはいり、線分の長さの知覚判断が行なわれた。すなわち今度は、被験者はスクリーン上に呈示される線分(記銘事態で用いられたものとは長さが異なる)を実際に観察しながら、その長さを同じく量推定法により判断した。以上が実験のあらましであるが、ここで紹介した実験はひとつの例にすぎないのであって、実験によって、用いられる刺激対象もさまざまであるし、記銘事態と記憶判断事態の間隔時間もより長い場合もあり、また、知覚判断条件と記憶判断条件とで異なる被験者群が用いられることも多いなど、実験条件には種々の違いが出てくることになる。

### ベキ指数データの検討

概ね上述のような実験手続きで測定が行なわれ、その結果として、刺激対象のある属性について、実際に観察しながら判断する場合(以後、知覚判断とよぶ)と、刺激対象を観

察して記銘（以後、記銘事態とよぶ）した後、記憶によって判断する場合（以後、記憶判断とよぶ）のそれぞれについて、刺激の物理量（上述の実験例では、線分の物理的長さ）と心理量（上述の例では、感じられた線分の長さ）との関係を表わす精神物理学的関数式が得られることになる。そのようにして得られた実験データを、筆者以外の研究者のものも含めて整理したのが、表1である。この表には、それぞれの実験で用いられた判断対象、記銘事態から記憶判断を行なうまで間隔時間（すなわち保持時間）、および研究者名と発表年が示してある。また、データとしては、刺激の物理量と心理量の間にあてはめられた精神物理学的ベキ関数のベキ指数<sup>(3)</sup>が示してある。示されたデータの殆どは、成人を被験者とし、量推定法を用いた測定によって得られたものである。例外的なものについてのみ番号を付し、表の欄外に注釈を付けた。ここで、表1のデータについて検討してみる。表には、知覚判断と記憶判断によるベキ指数が、33対あげられている。ベキ指数の絶対的な大きさの範囲は、知覚判断では、最小値が0.238（音の大きさ）、最大値が1.965（重さ）であり、この範囲内で、判断対象となる刺激の種類や属性により、また、場合によっては測定法や被験者の年齢段階の違いによって、異なる値が得られている。記憶判断では、最小値が0.253（音の大きさ）、最大値が1.80（蔗糖の甘さ）であり、知覚判断の場合と同様、その間でさまざまな値をとっている。さらに、こまかくみてみると、同一の刺激対象について、同様の測定法を用いて行なわれた実験の場合でも、研究者によって、かなり異なったベキ指数が得られている場合もある。これは、用いられた刺激の大きさや刺激系列の幅、記憶判断条件における保持時間の長さ、あるいは、その他の刺激条件や手続き上の微妙な違いなどによるものと考えられる。これらは、それなりに検討を要する問題点ではあるが、本稿では、知覚判断と記憶判断のベキ指数の関係に関心があるのであって、差し当たり、その点に焦点をしばって検討を加えることにする。

表に示されたベキ指数33対中、知覚判断の方が記憶判断よりも大となっているものが20対で、残りの13対は、記憶判断の方が大である。これを、用いられた刺激対象ごとに、こまかくみていくと、視覚対象の場合、「線分の長さ」、「面積」、および「体積」については、すべて知覚判断が記憶判断よりも大となっている。「平面上の距離」では、2対のベキ指数のうち1対では、記憶判断の方が大であるが、統計的に有意な差というわけではない。「奥行距離」では、ベキ指数の絶対値が1.0よりも大となっているものが多いが、知覚判断の方が大のものと同様に記憶判断が大のものと半々である。特に、用いられた測定法が量推定法でなく、移調法の場合に、記憶判断の方が大になるという傾向がみられる。ただし、これも統計的に有意な差が生じているわけではない。このようにみえてくると、上のような、いわば「視覚的大きさ」が判断対象となる場合には、概して、記憶判断でのベキ指数は知覚判断でのそれよりも小となる傾向があるといつてよいだろう。確かに、ここで、統計的に有意な差がみられるのは、記憶判断のベキ指数が知覚判断よりも小となる場合に限られている。同じ視覚的な対象でも、「点の数の多さ」と「明るさ」の場合には、記憶判断の方が知覚判

表 1. 知覚判断および記憶判断によるベキ指数

判 断 対 象	ベ キ 指 数		保持時間 <sup>1)</sup>	研究者 (発表年)
	知覚判断	記憶判断		
線分の長さ (視覚)	.867	.703 * <sup>2)</sup>	24	Moyer 他 (1978)
"	.837	.739 *	0	海老原 (1984 a)
"	.920	.825 *	24	"
"	.877	.750 *	0	海老原・古川 (未発表)
平面上の距離 (視覚)	1.04	1.10	0	Kerst 他 (1978)
"	.97	.89	0	苧阪 (1983)
面積 (視覚)	.643	.463 *	24	Moyer 他 (1978)
"	.79	.60 *	0	Kerst 他 (1978)
"	.73	.64	0	苧阪 (1983)
"	.96	.79 *	24	Moyer 他 (1982)
体積 (視覚)	.729	.527 *	24	Moyer 他 (1978)
奥行距離 (視覚)(屋内)	1.218	1.169	0	海老原・古川 (1984)
"	1.312	1.198	4	"
"	1.216	1.264	24	"
" <sup>3)</sup>	1.115	1.181	0	"
" <sup>3)</sup>	1.155	1.191	4	"
" <sup>3)</sup>	1.148	1.205	24	"
" <sup>3)4)</sup>	.999	.888	24	古川・海老原 (1983)
"           (野外)	.811	.596 *	24	Bradley 他 (1984)
点の数の多さ (視覚)	1.06	1.08	0	苧阪 (1984)
明るさ (視覚)	.461	.487	24	Kerst 他 (1978)
音の大きさ	.238	.253	0	Kerst 他 (1978)
重さ	1.373	1.370	0	古川・海老原 (1984)
"	1.965	1.479 *	0	海老原・古川 (1985)
"	1.15	1.05	24	Moyer 他 (1982)
"	.88	.64 *	24	"
きめの粗さ (触覚)	1.10	1.49 *	24	Moyer 他 (1982)
"	1.45	1.50	168	苧阪 (1984)
甘さ (蔗糖)	1.21	1.10	24	Moyer 他 (1982)
"	1.50	1.80	168	苧阪 (1984)
" (サッカリン)	.93	.68 *	24	"
塩辛さ (精製塩)	1.47	1.53	168	"
におい (ピリジン)	0.38	0.52	168	苧阪 (1984)

- 1) 記銘してから記憶判断を行なうまでの経過時間。単位は時間。
- 2) \*はベキ指数の対の間に有意水準  $P < .05$  の統計的有意差があることを示す。
- 3) これらのデータのみ移調法による測定で得られた。
- 4) このデータのみ幼児 (5歳~6歳) を被験者としている。

断よりも僅かに大となっているが、これも統計的に有意な差があるほどのものではない。次に、「重さ」に目を転じると、ここでも、視覚的大きさの場合と同様、4対のベキ指数すべてにおいて、記憶判断の方が知覚判断よりも小となっている。しかも、このうちの2対については統計的な有意差が得られている。次に味覚に関するデータをみると、甘さでは、知覚判断の方が大となるのが2対、残りの1対は記憶判断が大である。塩辛さについては、記憶判断が大となっている。味覚に関しては一貫した傾向はみられないというべきであろう。残された「きめの粗さ(触覚)」、「におい」、「音の大きさ」については、すべて、記憶判断のベキ指数の方が大である。特に、「きめの粗さ」についての2対のデータでは、ベキ指数の絶対値が1.0よりも大であって、そのうちの1対では統計的な有意差が得られている。記憶判断のベキ指数が知覚判断よりも大であって、しかも統計的有意差が示されたデータはこれだけである。最後に、表1のデータ全体を通してしてみると、知覚判断のベキ指数と記憶判断のベキ指数の間には高い相関( $r = .902$ )があり、全体として、両判断の間で、ベキ指数の値が大きく食い違ってくることはないようである。

表1のデータをひとつおき検討してみたが、これを、各データ対ごとの統計的有意差の点も考慮に入れながら要約すると、知覚判断と記憶判断でのベキ指数について、次のようなことがいえるであろう。

- (1) 「視覚的大きさ」が判断対象となる場合には、記憶判断でのベキ指数は知覚判断のときよりも小となる傾向がある。
- (2) 知覚判断でのベキ指数が1.0よりも小である場合には、記憶判断でのベキ指数が知覚判断よりも小となる傾向がある。
- (3) 統計的有意差の得られたデータに限ってみれば、記憶判断でのベキ指数が知覚判断よりも小となる傾向がある。
- (4) 知覚判断でのベキ指数と記憶判断でのベキ指数との間には高い正の相関があることから、知覚判断におけるベキ指数の間にみられる、判断対象やその他の条件をとおしての全体としての順序性は、記憶判断においても高い程度に維持されていると考えることができる。

#### 説明仮説の検討

表1に示されたような実験データに関する説明仮説として、従来3種類のものが提案されてきているので、ここで、これらについて検討を加えることにする。その第1のものは再知覚仮説(re-perceptual hypothesis)(Kerst他, 1978)とよばれるものである。この仮説では、記憶判断においては、刺激対象を知覚したときに保存された量(すなわち percept)に対して、それをもう一度知覚するかのような処理がなされると考える。従って、ある物理的刺激は、知覚され記録された時点で、第1の知覚的変換を受け、後に記憶によって判断されるときに、再度同様の変換を受けることになる。これを、知覚判断と記憶判断の間

でのベキ指数の大小関係の問題に単純に移しかえて考えるならば、Kerst 他 (1978) がいうように、記憶判断のデータにあてはめられた精神物理学的ベキ関数のベキ指数の値は、知覚判断でのベキ指数を2乗した値と等しくなることになる。従って、もし知覚判断におけるベキ指数が1.0よりも小であれば、記憶判断でのベキ指数は知覚判断のそれよりも小となり、知覚判断でのベキ指数が1.0よりも大であれば、記憶判断でのそれは知覚判断よりも大となるはずである。また、知覚判断のベキ指数が1.0に等しいときは、記憶判断でのベキ指数も同じく1.0となるであろう。この説の妥当性を表1のデータによって検討してみよう。表1のデータのうち知覚判断でのベキ指数が1.0より小となっている対は17個であり、そのうち記憶判断でのベキ指数が知覚判断より小であるのは14個である。一方、知覚判断でのベキ指数が1.0より大の対は16個であり、そのうち記憶判断でのベキ指数が知覚判断より大であるのは、10個である。ここには、再知覚仮説によって予測されるような傾向がある程度みられるとあってよいだろう。特に、判断対象が「視覚的大きさ」である場合や、触覚的「きめの粗さ」のように、ある意味で視覚化しやすい (visualizable) (Moyer 他, 1982) ものに限定すれば、この仮説はよく妥当すると言ってよいであろう。しかし、再知覚仮説が、表1のデータ全体を十分に説明するとは言い難いのも事実である。

次に、提案されている第2の仮説として、反応バイアス仮説 (response bias hypothesis) (Moyer 他, 1978) をとりあげる。この仮説によれば、記憶判断に際して、被験者は刺激対象の記憶イメージをたよりに判断をしなければならぬので、知覚判断の場合に比べて、判断に確信がもてなくなる。<sup>(4)</sup> そのため、極端に大きい値や小さい値の量推定判断をさしひかえるという「反応上の偏向 (バイアス)」が生じ、その結果、量推定値の変化範囲が狭くなり、従って、ベキ指数が低下するのである。この説に従えば、どのような場合でも、記憶判断のベキ指数は知覚判断のそれよりも小となるはずである。確かに、表1のデータのうち、統計的有意差のあるデータに限定すれば、1個の例外を除いて、記憶判断のベキ指数が知覚判断よりも小となっており、この説が妥当であるようにもみえる。しかし、やはり、データ全体としてみれば、有意差は少なくとも、記憶判断のベキ指数が知覚判断よりも大となるものも数多いのであって、反応バイアス説も表1を説明するには不十分なものだといわざるを得ない。

最後に、第3の仮説として、痕跡移動仮説 (trace migration hypothesis) (Moyer 他, 1978) をあげる。この説は、記憶システムそれ自体の力動性に注目するものである。すなわち、ある刺激対象の記憶痕跡は、強度に関する心的連続体上で、より中心的で典型的な強度をもった対象の方へと「移動する」という考え方である。知覚判断と記憶判断のベキ指数に関して、この仮説が予測するところは、第2の仮説と同様であり、従って、第2の仮説と同様の意味で、表1のデータに部分的には妥当するが、しかし十分なものとはいえないことになる。

### 今後の課題

従来提案されてきた3つの説明仮説について検討してみたが、いずれの説によっても、表1のデータを十分に説明することはできなかった。このデータの全体的理解のためには、従って何らかの新しい説明仮説を考えていく必要がある。ただ、そのためには、従来得られただけのデータでは不十分だと思われる。以下に示すような種々の条件を考慮した実験が行なわれ、知覚判断と記憶判断とによる精神物理学的関数式の比較検討が、それら広範囲にわたるデータについて行なわれなければならない。

(1) 判断対象となる刺激連続体の性質の条件。例えば、視覚化可能な刺激かどうか (Moyer 他, 1982)。あるいは、拡張的な大きさ (extensive) として判断される連続体か、それとも強度 (intensive) として判断される連続体か (Kersth, 1978) など。

(2) 知覚判断あるいは記銘事態において実際に用いられる刺激系列に関する条件。すなわち、刺激の変化の範囲 (幅)、個々の刺激値の設定のしかた (例えば、等間隔か否か) など。

(3) 用いられる精神物理学的測定法の条件。量推定法において「modulus」を用いるか否か。また、量推定法においては、数値を用いることによる判断の歪みが生じることがあるので、移調法のような別種の方法を用いた測定実験を行なって、結果の比較を行なってみることなど。

(4) 被験者に関する条件。特に、記憶判断での精神物理学的関数型と個々人のもつ心像喚起能力との間に関連性があるかどうかについて検討を要する (Moyer 他, 1982)。また、年齢差の問題も考慮を要する。

(5) 記憶判断における記憶のあり方や良し悪しにかかわる変数の条件。すなわち、保持時間、記銘事態での学習レベルを規定するような変数の設定のしかた、記銘事態の実験場面と記憶判断時の場面の類似度など。

(6) 知覚とイメージ表象とを比較するための方法。本稿では、知覚と記憶イメージのそれぞれについて得られた精神物理学的関数を比較するというやり方をみてきたが、これ以外にも、現に知覚しているものと記憶イメージとを直接比較して判断し、知覚と記憶イメージの間の直接の関数関係を引き出すという方法なども可能である (Björkman, 1960)。

以上、記憶イメージ過程と知覚過程とを精神物理学的関数式を仲立ちとして比較するという研究について、これまでに得られた実験データやそれにまつわる説明仮説などもとりあげて検討しながら種々考察を加えてきた。このような精神物理学的方法を用いた研究が、認知過程としてのイメージ表象過程の理解にとって大いに意義があることは、前にも述べたとおりであり、研究が進めば、何らかの認知的理論に結実する可能性もある。しかし、現時点で最も必要とされるのは、いたずらに理論化を急ぐことではなく、上述したような種々の条件下での実験データを蓄積することだと思われる。

## 註

- (1) 知覚, 言語, 推理などの認知過程。ただし, これらの過程とイメージ表象過程とが, 現実の認知的活動において, 分離独立して働いているというわけではない。
- (2) 量推定法は S.S.Stevens によって提唱された精神物理学的測定法の一つである。この測定法では, 呈示される刺激のそれぞれについて, 被験者が感じた刺激の大きさを, それに応じた数値を用いて報告するという方法がとられる。その際, 実験者がある特定の刺激に対して, 特定の数値(1, 10, 100など)を指定し, 被験者は, それとの関係で, 他の刺激による感覚の大きさを数値的に判断するという手続きがとられることがある。実験者によって, そのように指定された刺激のことを modulus とよぶ。
- (3) 心理量を R, 刺激の物理量を S, ベキ指数を n とすれば, 精神物理学的ベキ関数は,  $R = kS^n$  (k は定数) という式で表わされる。この式は,  $\log R = n \log S + \log k$  と変形できる。従って, ベキ指数 n は, 刺激の物理量の対数値と心理量の対数値との間にあてはめられた直線式の勾配を表わすことになる。
- (4) 「判断に確信がもてない (uncertain)」という状況を表わして, uncertainty hypothesis とよばれることもある (Kerst 他, 1978)。

## 引用文献

- Björkman, M., Lundberg, I., & Tarnblom, S. 1960 On the relationship between percept and memory: A psychophysical approach. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1, 136-144.
- Bradley, D. R., & Vido, D. 1984 Psychophysical functions for perceived and remembered distance. *Perception*, 13, 315-320.
- 海老原直邦 1982 視覚的イメージについて 中国四国心理学会論文集, 15, 17.
- 海老原直邦 1984 a 視空間の記憶イメージに関する研究(5) 北陸心理学会第19回大会研究発表抄録, 3-4.
- 海老原直邦 1984 b 記憶イメージのとらえ方 中国四国心理学会論文集, 17, 106.
- 海老原直邦・古川雅文 1984 視覚的距離の記憶イメージに関する精神物理学的研究 富山大学教養部紀要 (人文・社会科学編), 16(2), 17-27.
- 海老原直邦・古川雅文 1985 記憶イメージの精神物理学的研究(7) 中国四国心理学会論文集, 18, 27.
- Finke, R. A. 1980 Levels of equivalence in imagery and perception. *Psychological Review*, 87, 113-132.
- Kerst, S. M., & Howard, J. H., Jr. 1978 Memory psychophysics for visual area and length. *Memory and Cognition*, 6, 327-335.
- 古川雅文・海老原直邦 1983 視空間の記憶イメージに関する研究(3) 日本教育心理学会第25回総会発表論文集, 52-53.
- 古川雅文・海老原直邦 1984 記憶イメージの精神物理学的研究(6) 中国四国心理学会論文集, 17, 23.
- Moyer, R. S. 1973 Comparing objects in memory: Evidence suggesting an internal psychophysics. *Perception & Psychophysics*, 13, 180-184.
- Moyer, R. S., Bradley, D.R., Sorensen, M. H., Whiting, J. C., & Mansfield, D.P. 1978 Psychophysical functions for perceived and remembered size. *Science*, 200, 330-332.
- Moyer, R. S., Sklarew, P., & Whiting, J. 1982 Memory psychophysics. In H. G. Geissler & P. Petzold (Eds.), *Psychophysical judgment and the process of perception*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company. Pp. 35-46.
- 荻阪直行 1983 記憶像の心理物理学: Memory psychophysics への一試論 追手門学院大学文学部紀要, 17, 15-28.

記憶イメージの精神物理学的関数

李坂直行 1984 記憶心像の心理物理学(II): 視覚, 嗅覚, 味覚及び触覚における吟味と個人差の検討 追手門学院大学文学部紀要, 18, 1-15.