

記憶像の心理物理学*

— Memory Psychophysics への一試論 —

宇 阪 直 行

Memory psychophysics for perceived length and area

— A psychophysical approach to memory processes —

Naoyuki OSAKA

小説「三四郎」の昌頭、三四郎が熊本から東京への汽車の中で広田先生と対談するくだりに次のような一節がある。……すると男が、こう云った。「熊本より東京は広い。東京より日本は広い。日本より……」で一寸切ったが、三四郎の顔を見ると耳を傾けている。……「日本より頭の中の方が広いでしょう」と云った。……(夏目漱石著、新潮文庫版)。

「頭」の中に「mind's eye」を無前提的に想定する立場に問題はあるが、そのような仮説を導入することによって、種々の認知活動がうまく記述できることも事実である。「mind's eye」にインバリエントな構造を与えることに無理はあっても、「mind's eye」を指定して、その「使われ方」を心理物理学的な観点から再吟味してみることは意義のある作業であるように思われる。知覚についての、より限定すれば見るということについての網膜-反応的解釈と感覚与件的解釈の間には大きな認識論的立場の相違があるように、「mind's eye」が生み出す知覚表象の認識論的位置づけにも多大の困難が横たわっている(Feyerabend, 1975)。上述の2つの立場の中間の立場として、感覚与件としての見え(looks)や現われ(appearances)は、意識としての見えの観察にすぎないということもできよう(Hanson, 1969)。意識としての見えの中に入っていない認識の対象は、proximalなレベルで網膜に反映されてはいても、見ているとは言えない。逆に、認識の対象がdistalなレベルで存在していなくても、意識としての見えが生じる場合も考えられよう。その際、認識の対象に関する議論は不毛であり、水かけ論に終る可能性が大きい。しかし、「何が認識を生じさせるのか」という問題に関しては「判断をさしひかえて」、そ

* 本研究の一部分は知覚コロキウム(1983年3月、名古屋)及び第91回アメリカ心理学会(カリフォルニア州アナハイム市、1983年8月)にて発表した。また、文部省科学研究費一般研究C補助金 #562355 を受けた。

の「使われ方」、又は意識上における主体的な「操作の仕方」に関して再検討を加えることは実験心理学的にも意味のあることである。

知覚像と記憶像の関係を考えてみると、「記憶像」は internal experience of a perceptual event であり、それは、second order isomorphic relationship にすぎないと考える立場もある (Spoehr & Lehmkuhle, 1982)。この種の問題は情報処理の観点 (Pylyshyn, 1973) に立つ命題表象説とモダリティー・スペシフィックなアナログ表象説の論争にもつながる認識形成上の重要な問題を含んでいるが、これを二律背反的論理においてとらえるよりも、むしろ統合的構造としてとらえ (梅本他, 1981)、そこから知識表現を考えることが大切であると思われる。

さて、記憶像或いは知覚像の「使われ方」や主体的な「操作性」の問題を再吟味するには、psychophysical (心理物理的) アプローチが最も適していると思われる。このようなアプローチを mental psychophysics とか memory psychophysics とか呼んでもさしつかえないであろう。mental psychophysics にも、通常の psychophysics と同じように、(1) 直接尺度構成法 (ME 法等) を用いる立場と、(2) 比較過程を介した反応時間尺度を用いる立場がある。(2)の例としては、SDE (Symbolic Distance Effect) 等があり、「mind's eye」で2つの対象間の一次元上 (例えば、サイズ) の比較を行なうケースが含まれ (Pavio, 1975)、多くの初期のアプローチはこの方法によるものであった (Spoehr & Lehmkuhle, 1982)。

本稿では、記憶像の心理物理学的アプローチの妥当性、有効性について再検討することを一つの目的としている。

内的世界の尺度構成

外的世界 (distal environment) の internal representation を仮に知覚表象と考えて、その貯えられた表象の「使われ方」と、その産出構造を心理物理的手法によって検討した。換言すれば、memory psychophysics の可能性をさぐってみる試みといえる。このような手続きは、従来から、マグニチュード推定法 (ME) における継時比較手続の中で部分的に用いられてきたものである。例えば、modulus を記憶させておき、継時比較法で系列刺激の評定を行なわせる場合、観察者の比率推定ユニットは常に何らかの internal representation として、いわば、記憶表象の中に保持されているわけである。その基本的な操作は、観察者が、internal representation としてもっている内的 modulus 表現と、外的な対象を比マッチングさせることにあるわけで、この意味でも、modulus の内的表現の諸性質について余り興味の対象とならなかったのは不思議な気持もする。我々は、日常的にも、種々の内的 default 値や assumed-size と外的世界での対象とのマッチングを行なっているのであるから、記憶像に対しても、例えば、ベキ法則 (power law) を適用してみることによって、貯蔵された表象の「使われ方」を再吟味すること

ができるのではないであろうか。但し、この場合、記憶像の産出構造は、命題的、アナログ的を問わず, prothetic な次元属性をもつものと仮定する。つまり、これは「Does equal memory representation ratio produce equal perceptual ratio?」という具合に表現できよう。

方 法

(実験1) 被験者は26名で、通常のマグニチュード推定法(以下 ME と略)により、線分長と円の大きさの判断を行なわせた。線分長は $0.78 \sim 2.78 \log \text{ cm}$ の範囲で $0.3 \log$ ステップで変化させたもの6種を、円は $0.1 \sim 5.1 \log \text{ mm}^2$ の範囲で $0.5 \log$ ステップで変化させたもの11種をそれぞれ用いた。線分の場合は $1.78 \log \text{ cm}$, 円の場合は $2.6 \log \text{ mm}^2$ の刺激をモデュラ

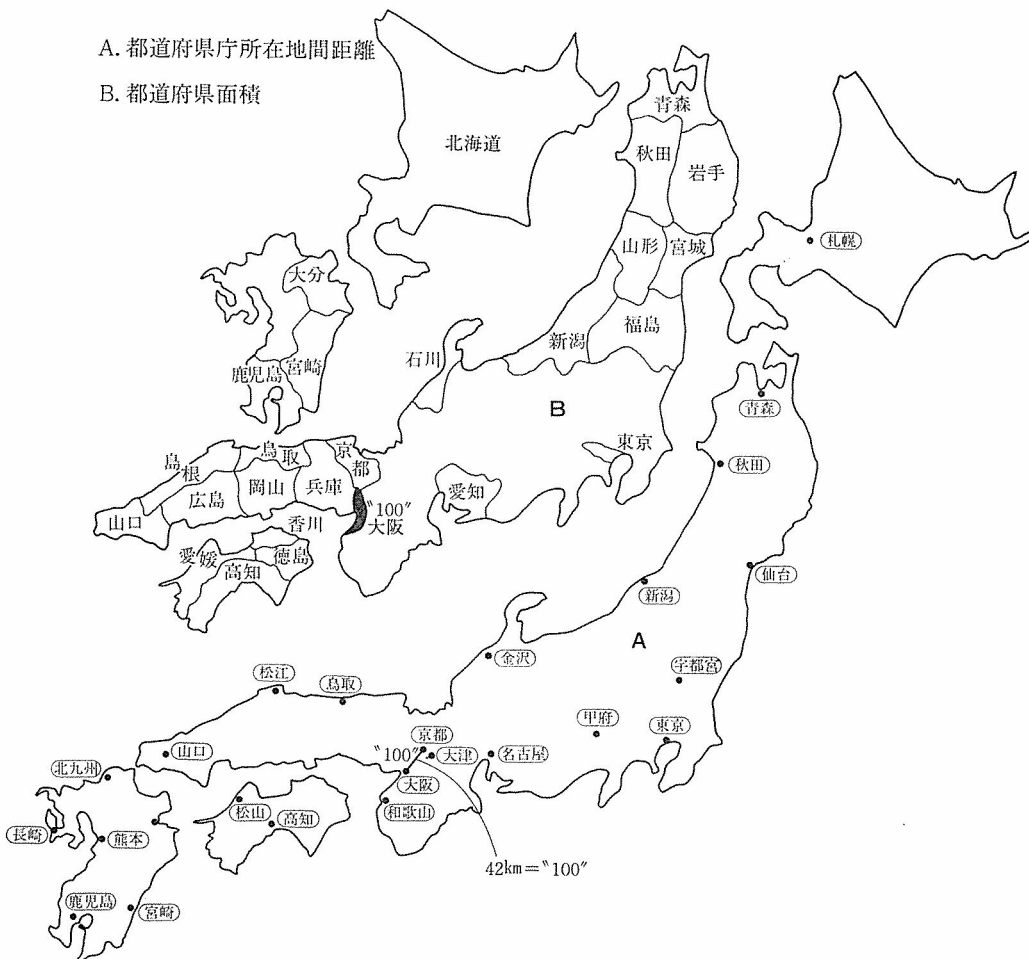


Figure 1. Panel (A): Japanese map with 24 cities. Intercity-flying-distances were estimated. Panel (B): Map with 26 district borders. Areas of the district were estimated.

スとして用いた。刺激はいずれもスライド・プロジェクターで白色スクリーン上に呈示された。

(実験 2 A) 知覚グループ(13名)、記憶グループ(13名)の2つの独立グループを用いた。刺激は都市間距離(直線距離)と、都道府県の面積を用いた。Fig. 1 に刺激に用いた日本地図を示す。知覚グループには実験中、刺激地図をよく観察させながら ME を行なわせたのに対し、記憶グループには5分間のみ地図を観察させ、地図を回収した。記憶グループは、記憶像をたよりにして、ME を行なわせた。いずれの条件でも、大阪一京都間の直線距離、および大阪の面積を modulus として与え、その値を“100”とした。被験者は、20の異なったペア都市間の直線距離と、26都道府県の面積を ME によって推定した。

(実験 2 B) 別のグループ(各 N=20)により、12都市間の全ペアに対して A と同様の距離の ME 判断を求め、多次元尺度解析 (ALSCAL) を行なった。

なお、用いた刺激の実際の距離と面積はそれぞれ $1.62 \sim 3.17 \log \text{ km}$ と、 $3.27 \sim 4.92 \log \text{ km}^2$ の範囲にあった。地図刺激は、コピーして(A4 サイズ)各被験者にわたされた。実験 1 (や実験 3)と同様に、ME の推定値は前もって、配布したデータシートに記入させた。各刺激の呈示順はランダム順で一つの刺激に対して、各被験者2回の試行を行なわせた。

(実験 3) 刺激呈示直後のマスキング刺激の効果をみるために実験 3 のセッションを追加した。用いた刺激は、実験 1 と同じものである。マスキング刺激は、円の場合は、約15ケのランダム円(位置と面積が異なる)とランダム直線(方向と長さが異なる)を用いた。刺激は、パーソナルコンピュータ(PC 8801)の高解像度 CRT(PC 8858)にランダム関数を用いて作成したものをスライド化して用いた。被験者のグループは開眼条件と閉眼条件に分けた(各 N=20)。開眼グループは刺激が消失した直後にマスキング刺激がいずれも5秒間呈示されるが、閉眼グループは消失後に記憶像によって ME を行なった。

いずれの実験でも、各試行毎、各被験者毎に、ME 推定の confidence rating を行なわせた。最も判断が困難だと思われた場合には「5」を、最も判断しやすいと思われた場合に「1」を、ごく普通の場合は「3」を評定記入するように指示した。

結 果

(実験 1) Fig. 2 と 3 に直線の知覚ベキ関数と confidence 関数を示す。1つのデータ点は80個の ME 値の幾何平均値を表わす。横軸は直線の長さの対数値、縦軸は、対数 ME 値である。実線がベキ関数を示し、破線は95%信頼区間を示す。データは勾配1.01の直線上にほとんどのっていることが分る(RSQ 値はスピアマンの相関係数の2乗値を示す)。Fig. 3 の confidence 関数は modulus に用いた中央の刺激値で最も高くなり、両側に行くに従って2.5~3.0付近まで下降しているが、判断はさほど困難でないことを示している。同様にして、Fig. 4, 5 には円の条件のデータを示す。ベキ指数は0.72となった。これらのベキ値は、従来から報告されてい

るものと一致する (Teghtsoonian, 1965; MacMillan et al., 1974; Baird, 1970)。

(実験2) Fig. 6, 7 と Fig. 8, 9 に, それぞれ, 都市間距離と面積の, 知覚像, 記憶像に対するベキ関数を示す。距離では, 知覚像のベキ (0.97) は, 明らかに, 記憶像のベキ (0.89) より大きい。同じことが, 都道府県面積についても言える (知覚像の0.73に対して, 記憶像の

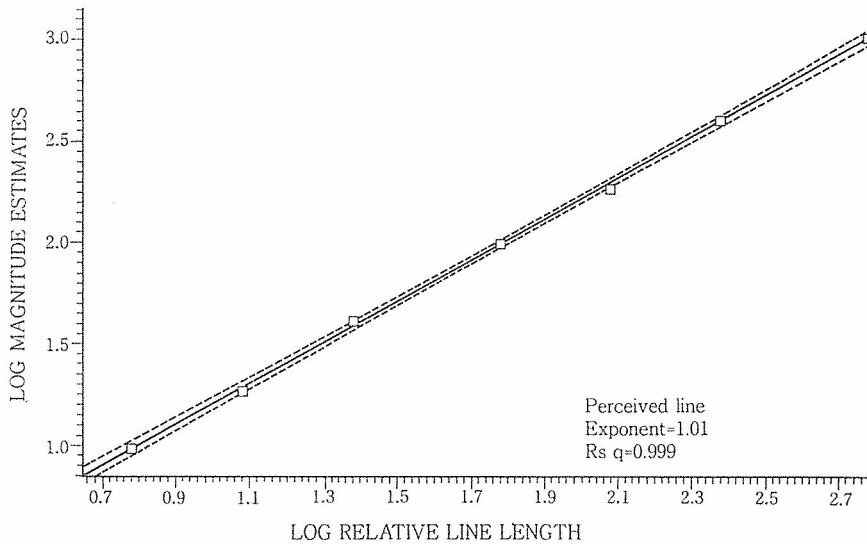


Figure 2. Power function of perceived line.

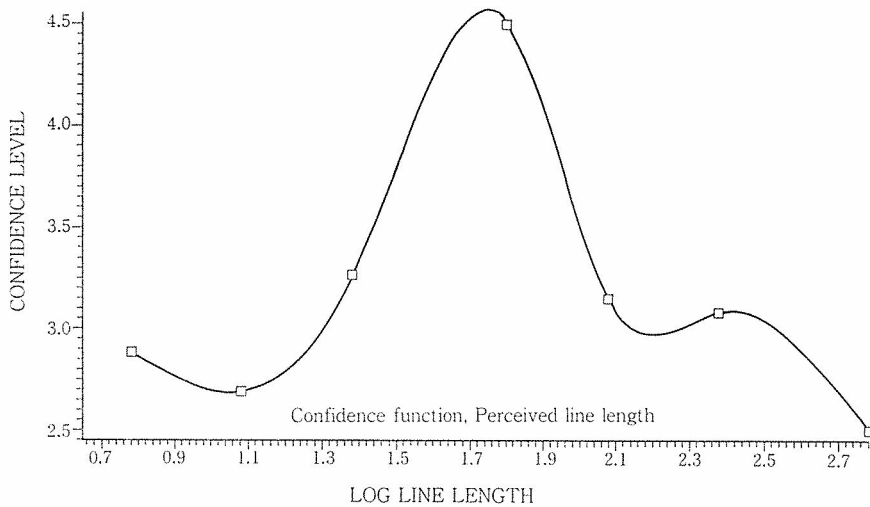


Figure 3. Confidence function for perceived line.

0.64)。また、いずれの条件でも記憶像の方の直線にあてはまりが多少悪いこと、つまり、やや判断がしにくいことを示している。しかし、confidence のデータは、記憶条件が極端に悪いことを示してはいず、ほとんど知覚条件と変わらない。Fig. 10 には MDS の結果（2次元解，ユークリッドモデル）を示す。反復は3回で打ち切り，知覚，記憶の順で，ストレス値（クラスカル第1式）は0.058，0.133，rsq 値は，0.986，0.919 となった。

（実験3） 図には示していないが，Table 1 に示すようなデータが得られた。この場合も，

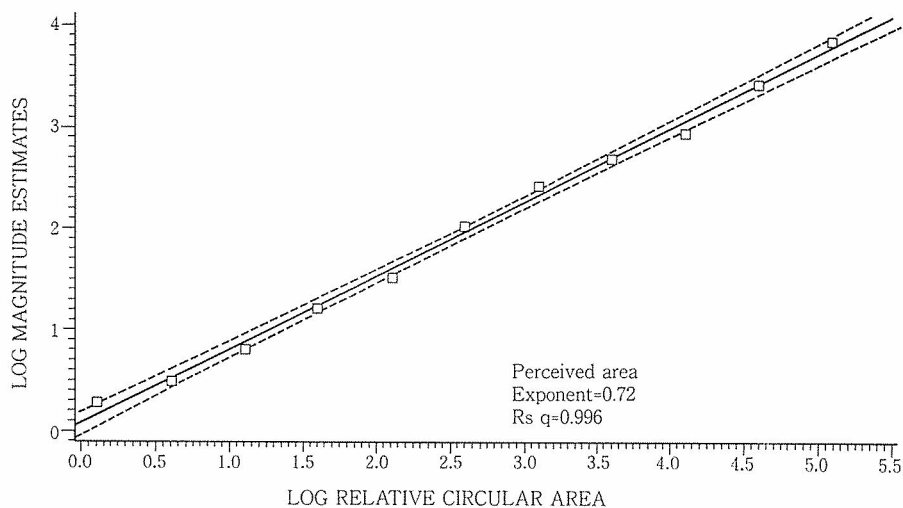


Figure 4. Power function for perceived area.

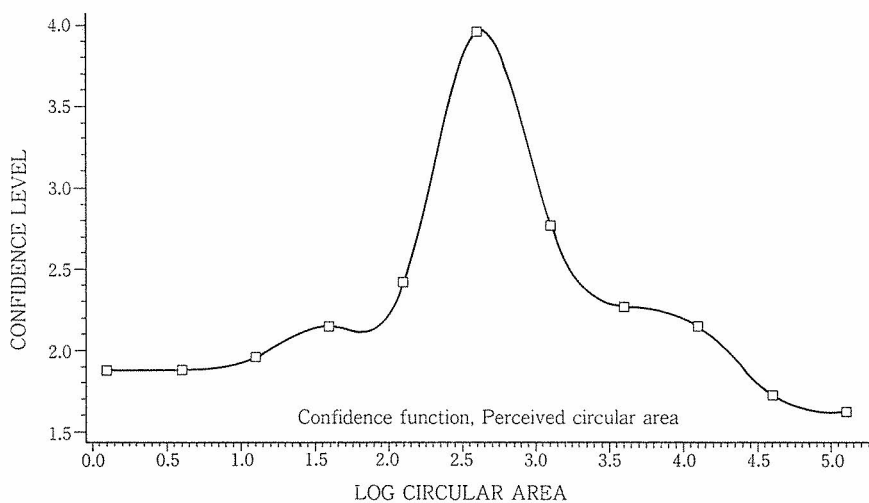


Figure 5. Confidence function for perceived area.

記憶条件でややベキ値が小さくなる傾向が認められたが、マスキング刺激の効果は特に認められなかった。Fig. 11～14 にデータを示す。

考 察

すべての実験を通して、confidence function はほぼ同じ傾向を示し、特に記憶条件で判断が

Table 1 Exponents for Percept and Memory

exp. 1	Perceived	
	line=1.01(0.999)	area=0.72(0.996)
exp. 2	Intercity-distance	
	perceived	memory
	0.97(0.983)	0.89(0.934)
	Geographical-area	
	0.73(0.717)	0.64(0.685)
	perceived	memory
	mask, open-eye	no-mask, close-eye
	line=0.98(0.997)	line=0.94(0.996)
	area=0.77(0.995)	area=0.65(0.989)

parenthesis indicates r-square.

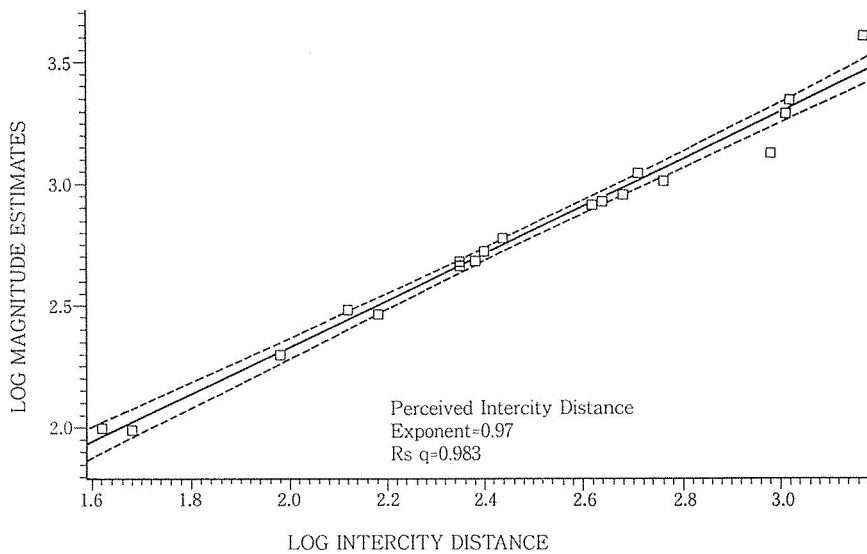


Figure 6. Power function for perceived intercity distance.

困難となることはなかった。都市間距離と面積の知覚 ME 関数はそのベキ値が実験 1 のデータとほぼ同じことから (1.01 vs 0.97, 0.72 vs 0.73), 線分や円が geographical な対象に変形されても同じ機構が作用していることを示しており, 刺激として十分に妥当性のあることを示している。

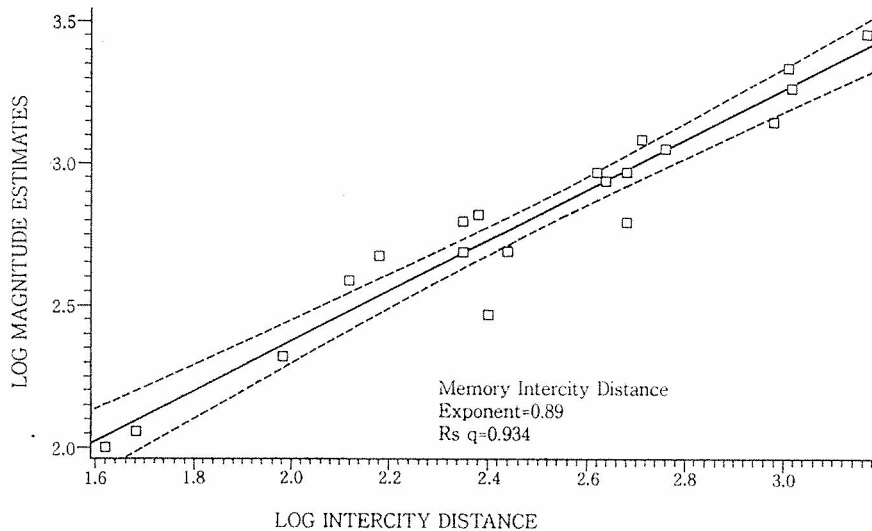


Figure 7. Power function for memory intercity distance.

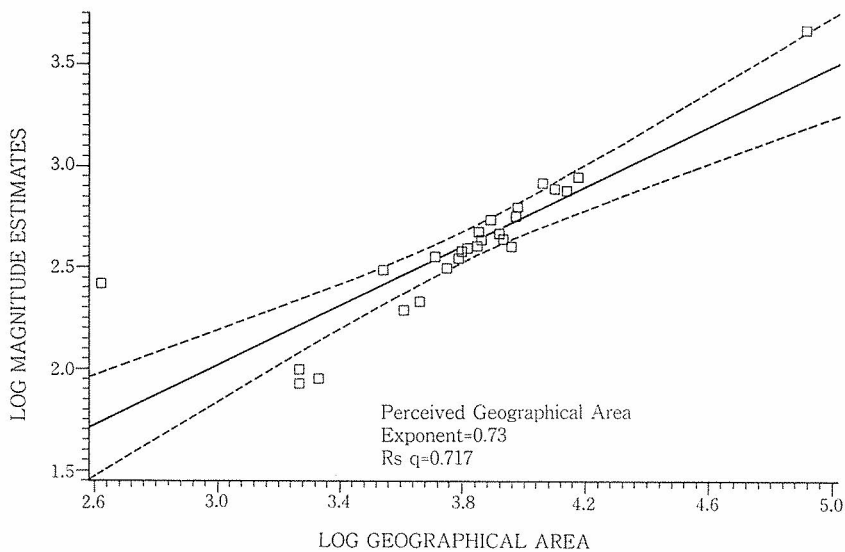


Figure 8. Power function for perceived geographical area.

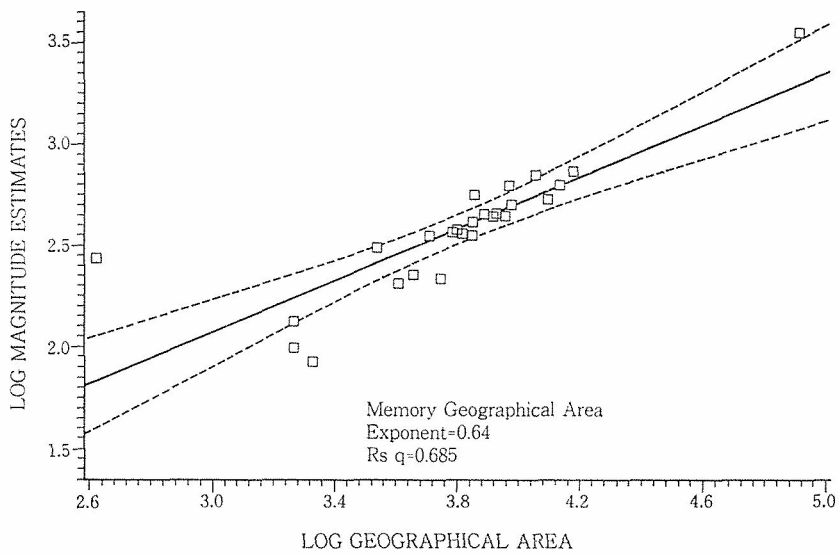


Figure 9. Power function for memory geographical area.

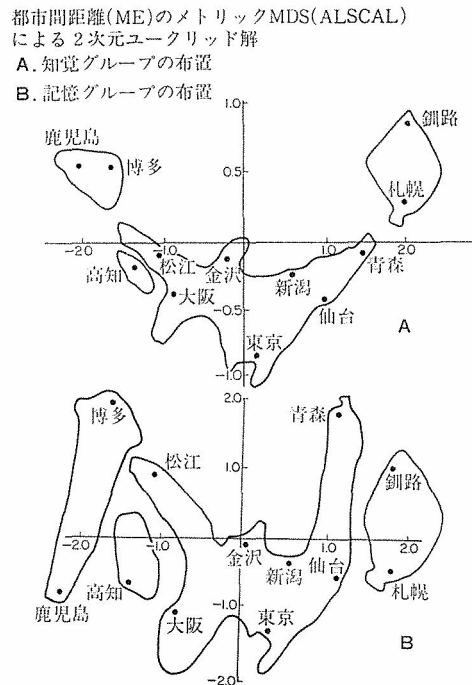


Figure 10. Mapping configurations from direct and remembered intercity distances using multidimensional scaling (ALSCAL): Two dimensional resolution and Euclidean model.

Lundberg & Ekman (1972) も世界44ヶ国の地理刺激（面積等）を33名に示して，power law が有効に適用できることを示している。

また，全体として，記憶像に対する power law の適用にも問題がないこと，むしろ，より有効な手段となることを，実験2，3の記憶条件のデータは示唆している。興味あるのは，実験2での記憶のベキ指数が知覚のそれより必ずサイズが小さいことである。これは，storage の

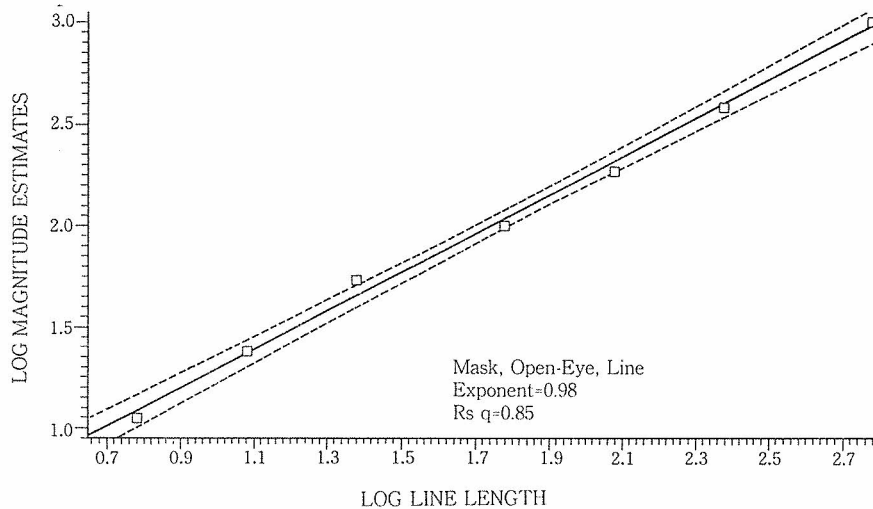


Figure 11. Power function for masking condition (line)

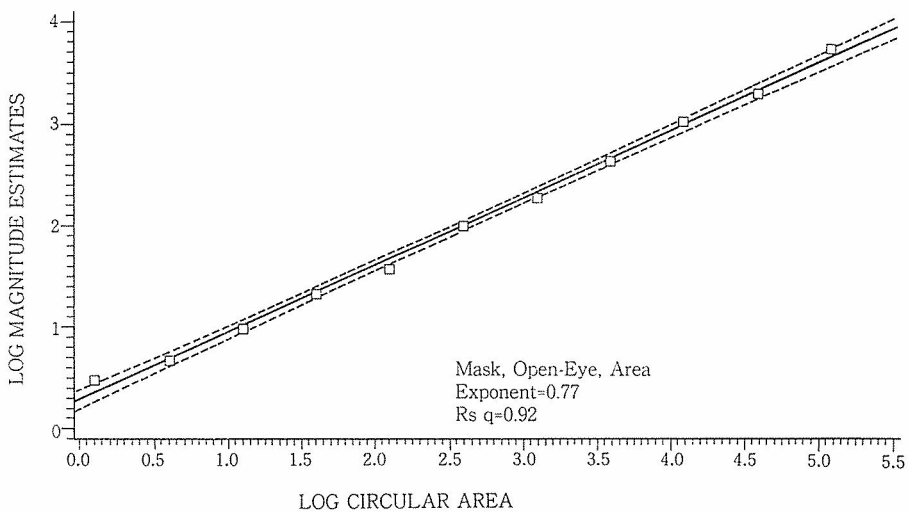


Figure 12. Power function for masking condition (area)

され方が, 何らかの2次的な変換を受けることを示唆している。Kerst & Howard (1978) は米国48州の同様な ME 面積実験において, 知覚ベキと記憶ベキをそれぞれ0.79と0.60と測定し, 2つのベキの差は記憶表象の処理のされ方が異なることによると考えている。彼らのモデルは

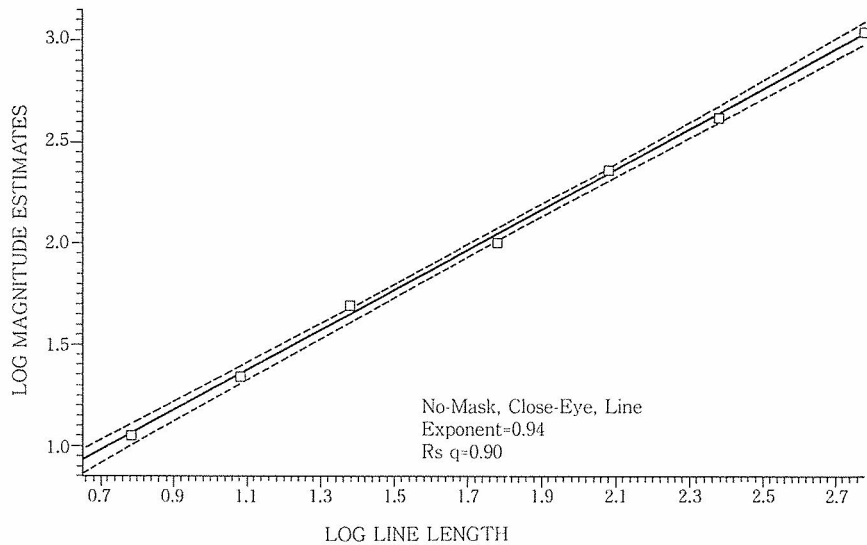


Figure 13. Power function without masking (line)

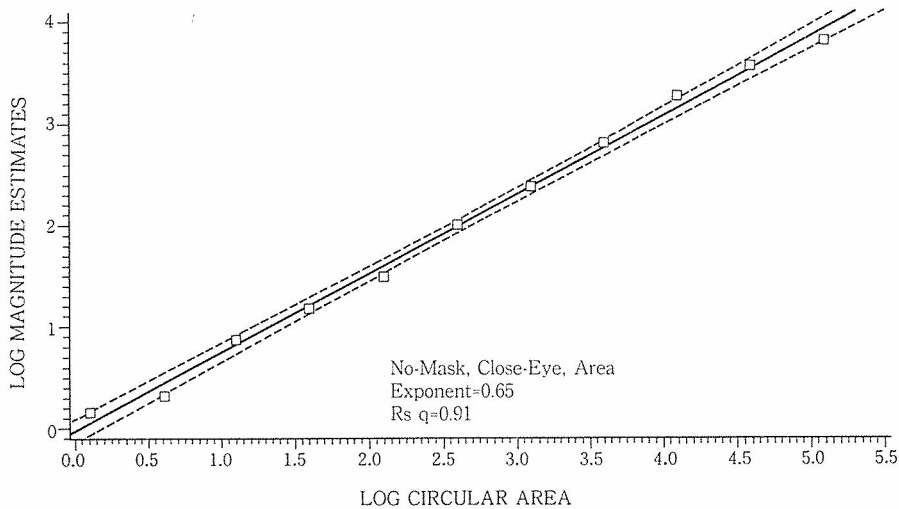


Figure 14. Power function without masking (area).

“reperceptual hypothesis”と名づけられ、被験者が記憶像で ME 判断を求められたとき、被験者は「それ以前」に知覚（見た）した知覚像にさらに、power law を 2 次的にあてはめる (re-apply) すると考えた。従って、この場合、知覚のベキの 2 乗値（記憶ベキの平方根）が、記憶ベキ値に等しくなるという。事実、面積に関しては $0.79^2 = 0.62$ となり、0.6 に近い値となっている。しかし、本年の APA 大会の発表論文 (Fantini, 1983) の一つでは、ベキの値は remembered でも percept でも変化はなく、その intercept のみが記憶像で小さくなるという発表があった (Fantini, private communication, 1983)。本実験のデータは、Kerst & Howard (1978) が検討しなかった、実際の neutral な知覚実験（実験 1）をベースにして、実験 2 に入ったところに一つの特長がある。本実験から考えると、2 次元的世界では知覚と記憶のベキの関係（面積）は相互に 2 乗（又は平方根）となり、reperceptual hypothesis は成立するが、線分や距離などの 1 次元的世界ではむしろ、3 乗（又は立方根）となる結果を得た。

これらの実験に関するいくつかの手續上の相違点の最も大きなものは、modulus の有無であるが、MacMillan et al. (1974), や Baird (1970) の研究から考える限り、modulus の効果が、perceived と remembered 条件で著るしく異なるとは考えにくい。

また、実験 3 のデータは、この種の記憶像の retrieval が、マス킹刺激の効果を受けにくいこと、つまり、アイコニックレベルや視覚的短期記憶のレベルをこえた所にあることを示唆しているように思える。

次に記憶像の生成について考えてみる。記憶像の産出過程に関しては、2 つの可能性が考えられる。1 つは、創造的産出、他は、消化的産出である。前者は、「イメージ化」を、「頭の中に視覚的な“像”を映し出す」ことではなく、ある地点から見えるものと別の地点から見えるものとの関係を「可能的に見え得るもの」の連続的変化でつなぎあわせてゆくという一連の創造的産出である（佐伯, 1978）と考える立場である。この立場からいえば、記憶ベキは、こびとたる mind's eye の創造的活動の能力表現であるといってもよい。また、後者は、記憶像における地図の「理解」とは、「空白のへだたり」等の新しい情報を、すでにもっている認知的図式、または固有の知識枠組に対峙ずけて（清水, 1982）、さらに、その枠組の中に消化することによって産出をはかることといってもよいと考えられる。被験者は、知覚や記憶とかいった課題性に即して、「ながい、みじかい」、「大きい、小さい」といった知覚的枠組の機能を自在に拡大・分化し、認知的な消化の機能を働かせる（柿崎, 1983）。この立場からいえば、地図の意味構造を認知的に達成するものとしての「消化」の機能を考え、「消化の仕方」の相違（柿崎, 1983）がベキ等の相違として現われてくると考えることができる。図 10 の 2 つの地図は「消化の仕方」の違いを表現しているといってもよいかもしれない。Uexküll (1970) 流の表現を用いれば、知覚像の作用像（記憶像）への消化・融合が地図の意味構造を与えるのだといってもよいだろう。

結論的なことを考えるならば、知覚系の操作の2次的な生産としての internal representation の「使われ方」は distal な対象に対する、(1) いわゆるベキ法則が適用されるが、(2) その「使われ方」は異なる。percept のベキは memory のベキより大きく推定される。即ち、percept のベキは memory のベキの立方根(線分長、距離等の1次元的 extension)と、平方根(面積、地理面積等の2次元的 extension)にそれぞれ近くなる傾向を有する。これは、あえて言及すれば、命題表象仮説より、アナログ表象仮説を支持する一つの材料ではないかと考えられる。

結局、群盲象(像?)をなでるとは、まさに記憶像の研究者ではないだろうか。「象」を認識の対象としてとらえようとするかぎり、それはナマズをヒョウタンでとろうとする行為であり、僧如拙描くところの『瓢鮎図』の暗示するナゾとなってしまう。筆者は、昔、寒々とした退蔵院の一室でみたこの公案画を思い出すのである。

文 献

- Baird, J. C. 1970. *Psychophysical analysis of visual space*. N.Y.: Pergamon.
- Fantini, D. A. 1983. Magnitude estimations for seen and remembered distances. Paper presented at the 91st Annual Convention of the American Psychological Association, Anaheim, CA.
- Feyerabend, P. K. 1975. *Against method*: New Left Books, London. (村上陽一郎, 渡辺博訳「方法への挑戦」新曜社(1981)).
- Hanson, N. R. 1969. *Perception and discovery: An introduction of scientific inquiry*: Freeman, San Francisco. (野家啓一, 渡辺博訳「知覚と発見」紀伊国屋書店(1982)).
- 柿崎祐一. 1983. 知覚における「消化の法則」について, 甲南女子大学紀要, **19**, 29-56.
- Kerst, S. M. & Howard, J. H. Jr. 1978. Memory psychophysics for visual area and length. *Memory & Cognition*, **6**, 327-335.
- Kosslyn, S. M. 1980. *Image and Mind*, Cambridge: Harvard Univ. Press.
- Kosslyn, S. M. 1978. Measuring the visual angle of the mind's eye. *Cognitive Psychology*, **10**, 356-370.
- Lundberg, U. & Ekman, G. 1972. Geographical data as psychophysical stimuli. *Scandinavian Journal of Psychology*, **13**, 81-88.
- MacMillan, N. A., Moschetto, C. F., Bialostozky, F. M. & Engel, L. 1974. Size judgment: the presence of a standard increases the exponent of the power law. *Perception & Psychophysics*, **16**, 340-346.
- Moyer, R. S. 1973. Comparing objects in memory: Evidence suggesting an internal psychophysics. *Perception & Psychophysics*, **13**, 180-184.
- Moyer, R. S. 1979. Mental comparison. In G. H. Bowen (Ed.) *The Psychology of learning & motivation*, **12**, 117-155.
- Moyer, R. S. & Bayer, R. H. 1976. Mental comparison and the symbolic distance effect. *Cognitive Psychology*, **8**, 228-246.
- Osaka, N. 1983. Memory psychophysics for perceived length and area. Paper presented at the 91st Annual Convention of the American Psychological Association, Anaheim CA.
- Pavio, A. 1975. Perceptual comparisons through the mind's eye. *Memory & Cognition*, **3**, 635-647.
- Pylyshyn, Z. W. 1973. What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, **80**, 1-24.

- 佐伯 胖. 1978. イメージ化による知識と学習. 東洋館出版.
- 清水御代明. 1982. 認識の展開 (講座・現代の心理学 5・認識の形成 第4章). 小学館.
- Spoehr, K. T. & Lehmkuhle, S. W. 1982. *Visual information processing*, Freeman: San Francisco.
- Teghtsoonian, M. 1965. The judgment of size. *American Journal of Psychology*, **78**, 392-402.
- Uexkull, J. von. 1970. *Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen*: Fischer, Frankfurt am Main. (日高敏隆, 野田保之訳「生物から見た世界」思索社 (1973)).
- 梅本堯夫, 土居道栄, 小林 進. 1981. 地理的歴史的知識における比較判断. 京大教育学部紀要, **27**, 14-34.