

記憶における情報処理モデルの変遷

水 野 節 子

序

生体内にとりいれられた外来情報は、記憶を含む生体内の情報処理系において種々の操作を経たのちに外部反応として発現する。外来情報が生体内で蒙る操作及びその結果生ずる反応の予測に際しては、外来情報そのもののもつ特性と、外来情報がとりいれられる以前の生体の内部状態（以後、長期記憶と総称する）との両者が大きな影響を及ぼす。本稿では、これらの要因のいずれを重視するかによって従来提唱された記憶に関するモデルを3種に分類した。

第1は、外来情報の特性及び生体内における情報の流れを中心とした情報処理モデルであり、Shannon (1948) の情報理論における情報、情報量、符号化等の概念を中心として形成された。情報処理モデルは、情報の流れに沿っていくつかの段階で仮定される情報の貯蔵庫としての記憶と、リハーサルに代表されるコントロール・プロセスを加えて、Atkinson & Shiffrin (1968, 1971) により集大成された。このような情報処理モデルを仮定することによって、提示される刺激とその刺激によって担われる情報との区別、生体内の情報の流れ、情報量、情報の保持、感覚記憶・短期記憶・長期記憶の3種の保持機構、保持機構間の転送、リハーサル等の概念が明らかにされ、これらの概念の妥当性を示す多くの実験的事実が示されてきた。しかし、この情報処理モデルは、情報の流れをほぼ一方向に規定しており、提示刺激と長期記憶との照合、交互作用過程を考慮しない為、実験的に検討し得る刺激が理論的には長期記憶との交互作用を無視し得る刺激に限定されてきた。このような情報処理モデルの限界性は、処理水準の概念 (Craik & Lockhart 1972)、記憶におけるコントロール・プロセスの重視 (Bower 1975)、図式理論等から指摘されている。

第2の図式理論に基づくモデルは、情報処理モデルにおける情報の流れにとらわれず、むしろ逆に長期記憶を通して外来刺激を知覚し、記憶するという形で長期記憶、特にその中でもまとまりをもった情報体系で外来情報に対する基準枠となり得るような体系的情報であるスキーマ (schema) を重視するものである。この図式理論は文章再生に及ぼす期待や経験の効果に関する Bartlett (1932) の研究に既にみられるが、近年、図形や文章を刺激として再びとり上げられ、

その形成過程についても実験的に検討されている。

第3には、感覚記憶から短期記憶、長期記憶へという情報の流れと同時に、長期記憶との照合過程という第2の情報の流れを想定し、この2つの流れが主に短期記憶において統合されるとする折衷論である。これは外来情報と長期記憶との交互作用過程に注目するもので、Norman (1979, Norman & Rumelhart 1973) は bottom-up & top-down モデル、Neisser (1976) は perceptual cycle と称し、外来情報の特性と長期記憶との影響を同時に論じる試みがなされている。この折衷論は先の情報処理モデルと図式理論の特徴を兼備し、複雑な情報処理の過程をよく説明しているものの、実験的な裏付けが未だ充分とはいえない。

本稿は、情報処理モデルに始まる記憶に関する上記3種のモデルについて、その主な概念及びその裏付けとなった実験的研究について概説することを目的としたものである。

1. 情報処理モデル

1.1 情報理論の概念

Shannon (1948) により創始された情報理論は通信をいかに精確に行ない得るかという技術的な問題を解決する為に展開された数学理論であるが、情報理論における情報及び情報の符号化等の概念は、記憶等の心理学的過程にも広く適用された。情報という概念によって、我々が外界を知覚する際の刺激である図形、音、音声、文字と、個々の刺激によって担われる内容ともいうべき情報とが明確に区分された。Shannon の情報量とは事象の生起し易さという内容をとくに定量化したものであり、情報定量化の重要な第一段階であるということが出来る。Miller (1956) は記号系列の担う情報の量を1記号当りの平均情報量によって表記することを提唱し、この平均情報量の概念は保持量の測定に関する実験的研究において広く用いられ、マルコフ過程を中心とした記号系列の規則性 (Mizuno 1975, 1976)、近似文 (Miller & Selfridge 1950, Deese & Kaufman 1957)、文法特性 (Aborn & Rubenstein 1952, Miller 1958, Kuich 1970, Ozaki 1974, 1975)、連想価に基づく有意味性 (Glaze 1928, 梅本 1950, 梅本・森川・伊吹 1955) 等、種々の記号系列の有する情報の定量化とその系列に対する保持特性が、情報量の観点より検討された (水野 1976)。

一方、符号とは、文字や数字から構成される記号の組であり、これらの情報を担う記号系列の定性的特徴を示したものである。符号化とは、情報を何らかの符号の体系によって表現することであり、符号とその符号によって表現される内容とは区別することが出来る。即ち、提示刺激のもつ聴覚的、視覚的さらには意味的特性がそれぞれ別の符号によって独自に符号化されることとなり、同一の情報であってもそれを担う符号の形態によって保持に際して異なる影響をもつことが示され (Sperling 1963, Conrad 1964, Conrad & Hull 1964)、各保持機構に対する種々の符

号化の効率についても論じられた (Kinstch & Buschke 1969)。しかし情報の符号化は決して固定したものではなく、梅本・竹田・有元・近藤 (1976) は音楽専攻学生と一般学生とでは旋律の短期記憶に際して、階名提示の有無がその保持に大きな影響を及ぼすことを示した。即ち、旋律記憶力の高い音楽専攻学生群は、旋律そのものの符号化が容易である為に階名提示が大きな効果を及ぼさないのに対して、旋律記憶力の低い一般学生群では階名提示が保持に対して大きな効果を有する。このような保持に際しての系列の符号化、各符号間の効率、意識的方略的な符号化と自動的無意識的な符号化等、符号化に関しては検討すべき多くの課題が残されている (梅本・1984)。

1.2 Broadbent のモデル

Broadbent (1954) は異なる 3 数字、例えば 7-3-4 vs. 2-1-5 を各耳に同時に提示し自由再生を求めた結果、正しく再生されたのは、すべて片耳ずつまとめて再生させた 7-3-4-2-1-5 又は 2-1-5-7-3-4 であったという一連の Dichotic Listening 実験の結果に基づいて、生体内における情報の流れ、注意による情報の選択機能に着目し、Y チューブモデルを提唱した (Broadbent 1957)。図 1 に示す如く、Y 型の情報径路とその中を送られていくボールを用いたこのモデルは、情報の流れ、注意、情報の選択、リハーサル等の重要な概念を明快に表現している。のちに Treisman (1964) が注意の概念について、Rundus (1971) がリハーサルについて詳細な実験的検討を行った。Broadbent (1958) はのちにモデルを改良し、各耳に同時に異なる刺激が到達した際、一方の耳ごとに再生が生起する為の情報の制御機構 (selective filter) として注意をとらえた。さらに一方の耳からの情報を処理している間、他方の耳からの情報を一時的に保存しておく必要から S-system を提唱し、短期記憶を示す P-system と共に特性を異にする複数の保持機構によって構成される S-P モデル (図 2) を提唱した。

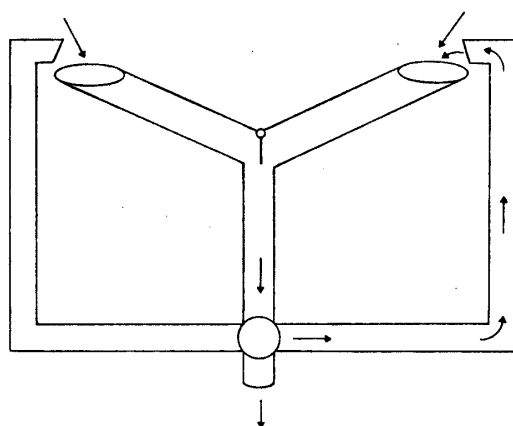


Fig. 1. Y-tube Model (Broadbent 1957)

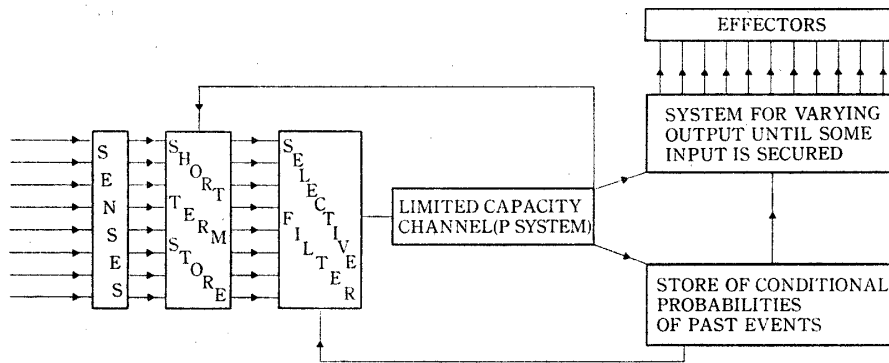


Fig. 2. S-P Model (Broadbent 1958)

1.3 短期記憶の分離

Broadbent (1958) のモデルに示される P-system は有限の容量をもつ保持機構であり、現在でいう短期記憶に相当する。短期記憶の分離は保持時間の長短により 1 次記憶 (primary memory) と 2 次記憶 (secondary memory) とに区別された James (1890) に端を発する。その後 Peterson & Peterson (1959) は 3 個の子音 (ex. CHJ) を口頭で示した直後に 3 桁数字を 3 又は 4 ずつメトロノームに合わせて規則正しく逆算させた後、先の子音を再生させた。このようにして保持期間中にリハーサルを防止した結果、Ebbinghaus (1885) の忘却曲線とは異なる保持特性をもつ、18秒内に生じる急激な忘却を特徴とした短期記憶の存在を明らかにした。同じ時期に Brown (1958) も又同様に短時間で忘却の生ずる現象を報告している。これらの実験手続きは保持に及ぼすリハーサルの重要性を同時に指摘しており、保持期間中のリハーサルを統制することによって系列末尾の項目の再生のし易さを示す新近効果がこのリハーサルに起因することが明らかにされた (Postman & Phillips 1965, Rundus 1971)。

Waugh & Norman (1965) は 16 個の数字を聴覚提示し、最後の数字と同一の数字直後の 1 数字を再生させる Probe Digit 実験によって、単なる時間経過よりもむしろ挿入される項目の個数によって忘却が生じることを示し、1 次記憶の容量の有限性を論じた。図 3 は 1 次記憶に入った刺激の一部がリハーサルによって 2 次記憶に転送され、他が忘却される過程を示したものであ

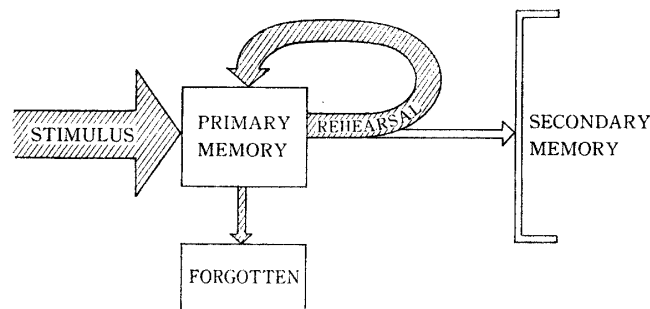


Fig. 3. Primary and secondary memory system (Waugh & Norman 1965)

る。

1.4 感覚記憶の分離

Broadbent (1958) の S-system に示される感覚記憶は部分報告法を用いた Sperling (1960) によって明らかにされた。全報告法では短期記憶の限界によって4.5字しか再生できなかったのに対して、Sperlingは50ミリ秒間視覚提示した3~12個の文字列の内のどの部分を報告すべきかを信号音により指示することにより9.1字の再生が可能であることを示し、約1秒の間に忘却の生ずる iconic memory の存在を示した。聴覚刺激によっても類似の忘却曲線を示す echoic memory の存在が示され (Pollack 1959), 短期記憶よりもさらに短い保持特性をもつ感覚記憶の存在が明らかになった。

1.5 Atkinson & Shiffrin の multiple-store モデル

感覚記憶, 短期記憶が実験的手続により分離され, それぞれの特性及びその区別に関する多くの検証実験が行なわれ, 表1に示す如く感覚記憶, 短期記憶, 長期記憶という3種の保持機構の特性が比較検討された (Craik & Lockhart 1972)。これらの保持機構を情報の流れに沿って連結し, リハーサル及びリハーサルを統制する rehearsal buffer の概念を導入したのが図4に示す Atkinson & Shiffrin (1968, 1971) の multiple-store モデルであり, ここで Broadbent

Table 1 Commonly accepted differences between the three stages of verbal memory (Craik & Lockhart 1972)

FEATURE	SENSORY REGISTERS	SHORT-TERM STORE	LONG-TERM STORE
Entry of information	Preattentive	Requires attention	Rehearsal
Maintenance of information	Not possible	Continued attention Rehearsal	Repetition Organization
Format of information	Literal copy of input	Phonemic Probably visual Possibly semantic	Largely semantic Some auditory and visual
Capacity	Large	Small	Not known limit
Information loss	Decay	Displacement Possibly decay	Possibly no loss Loss of accesibility or discriminability by interference
Trace duration	1/4-2 seconds	Up to 30 seconds	Minutes to years
Retrieval	Readout	Probably automatic Items in consciousness Temporal/phonemic cues	Retrieval cues Possibly search process

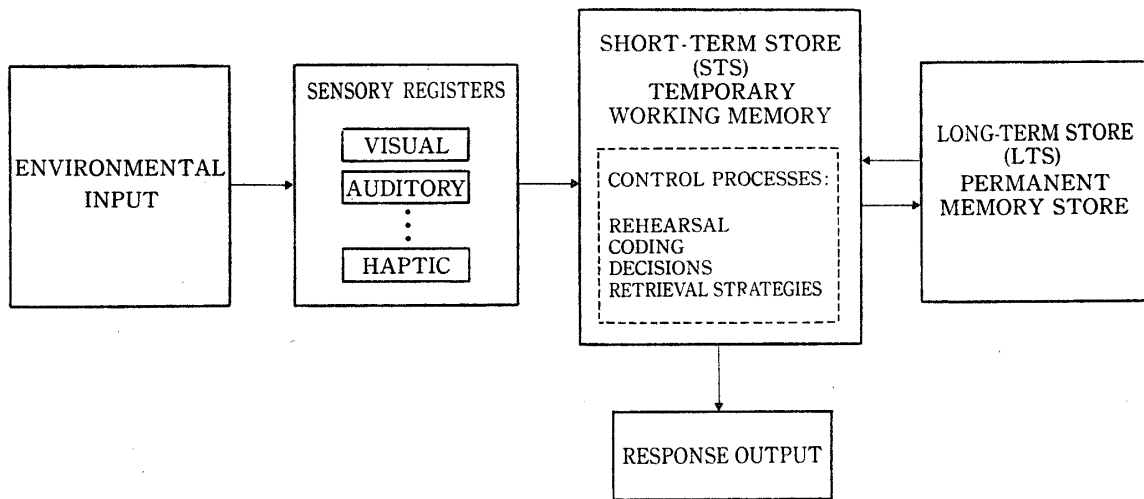


Fig. 4. Multiple store Model (Atkinson & Shiffrin 1971)

に始まる box モデルが集大成された。これによるとすべての外来情報は先ず感覚記憶に入り、理解等の意味処理を含まない形態、明度などの処理を受けたのちに短期記憶に入る。短期記憶において始めて長期記憶との照合が生じ、さらにリハーサルによってより安定な長期記憶へと情報が転送される。Crowder & Morton (1969) に示される PAS (Precategorical Acoustic Store) は感覚記憶のこのような特性を示すものである。このモデルにおいて既に長期記憶から短期記憶への情報の流れ、短期記憶におけるリハーサル機能等、複数及び逆方向の情報の流れが想定されている。

2. 図式理論

2.1 図式 (スキーマ) とは

外来情報の生体内における情報の流れに注目し、長期記憶の影響を排する形で展開された情報処理モデルに対し、逆に、外来情報の処理に影響を及ぼす長期記憶の役割に重点をおくモデルの代表的なものが図式理論に基づくモデルである。

図式理論は、(1)鳥、果物といった自然界のカテゴリ概念による分類 (Rosch 1973, 1977, Batting & Montague 1969, Rips, Soben & Smith 1973), (2) Bartlett (1932) の文章再生に及ぼす長期記憶の研究に始まり、物語スキーマ (Thorndyke 1976, 1977)、スクリプト (Schank & Abelson 1977, Bower, Black & Turner 1979) 等時間経過もしくは論理展開に関するもの、及び(3)プロトタイプを中心とした識別もしくはカテゴリ分類に関するもの (Reed 1972, Labov 1973, Posner & Keele 1968, 1970, Hayes-Roth & Hayes-Roth 1977) の3種に大別することが出来る (Anderson 1980)。スキーマとはいくつかの特徴群 (feature set) によって生じる総体であり、自然界のカテゴリのみならず、人為的に作成することも出来る。又実験手続を通じて形成させる

ことも可能である。

2.2 スキーマの形成

Posner と共同研究者たち (Posner 1964a, 1964b, Posner, Goldsmith & Welton 1967, Posner & Keele 1968, 1970) は9点より成る種々の点図形を標準図形としてそれぞれ一定の規則に基づいて変形された点図形群を作成した。Posner らは、基本とした標準図形を予め提示しない場合にも、各点図形群を各々の標準図形に基づく各グループに分類可能であることを示し、多数の刺激を統合することによって成立したスキーマが、基準もしくは手本となって知覚に影響を及ぼすことを明らかにした。同様に Reed (1972) は、口の位置、鼻の長さ、目の間隔、額の4要素によって形成された顔面図を用いて、複数の顔面図形を総体的な印象を基準にして分類可能であることを示した。更に、

{	クラブ1の成員：ジョー 30才 中卒 独身 趣味 チェス
	クラブ2の成員：ビル 50才 大卒 既婚 趣味 切手収集

といった2種のクラブの成員の特徴を列挙した文に基づいて、各個人を2つのグループに分類したり、各グループの標準値ともいえるプロトタイプを形成させることも可能である (Hayes-Roth & Hayes-Roth 1977)。

Thorndyke (1976, 1977) は入力情報と先行する情報を統合する為のより一般的な文脈枠としてのスキーマの役割を重視した。彼は文章の理解が個々の文の意味の理解のみならず、提示される文に先行する文脈との照合、更には両者から導かれる推論や期待をも含む過程であることを実験的に示した。又、彼は文の理解には体系化された既存の情報との照合が必須であり、これらの過程で生成される推論も又刺激として提示文と共に記憶されて新たな情報体系を構築するとし、文の理解及び保持における長期記憶の重要性を論じた。Bransford & Johnson (1972) は約130語より成る文章を刺激とし、その文章の内容を充分説明した絵とそうでない絵とを文脈として用いて、文章の理解及び再生が予め成立させたスキーマによって促進されることを示した。又このようなスキーマの影響は一定の保持時間の後にも持続し、成立したスキーマの特性によってもその効果は相違する (水野・大島 1982, 1984, 大島・水野 1983)。

これらの研究からも明らかな如く、外界からの入力情報は常に既存のスキーマとの照合ないしは交互作用を免れることは出来ない。元来、外来情報に基づいて形成された種々のスキーマは長期記憶内で一つの体系を構築し、新しく入力される情報の知覚・理解・記憶等に影響を及ぼすと同時に、スキーマ自体も又新しい情報との交互作用によって変化していく。即ち、スキーマとは長期記憶内の構造化された情報体系であり、一種の基準として作用することによって関連情報に対する種々の処理を円滑にするものである (Norman 1979)。Brewer & Treyans (1981) は、

外来情報はスキーマを枠組みにして入力され符号化され易い。新しい入力情報はスキーマとの照合を経て理解され、入力情報が図式に組み込まれたり、逆にスキーマ自身も変化することもある。スキーマに基づく検索が生じればスキーマに関連した情報の検索が容易になる等のスキーマの影響を論じた。

スキーマは複数個の刺激群によって形成される総体的な標準や印象を表現する用語として従来多用されてきたが、このスキーマを構成している特徴群を特定することによって、スキーマ概念を精密化することが今後の課題である (Anderson 1980)。

3. 統合的な情報処理モデル

これ迄に述べた如く、情報処理モデルは、感覚記憶から短期記憶そして長期記憶へという入力情報の流れを忠実に再現しようとする試みであり、一方の図式理論は、入力情報と長期記憶との照合過程に於いて、長期記憶が入力情報に影響を及ぼすというむしろ逆の方向の情報の流れを強調している。

記憶に関する定量的な研究は、Ebbinghaus (1885) が長期記憶の影響を排除する為に無意味綴を用いて始めたということが出来る。しかし実際には、言語素材を刺激としたとき、提示刺激のもつ形態、音韻、意味等の特性はいずれも保持に大きな影響を及ぼすことが示されている (Craik & Tulving 1975, Morris, Bransford & Franks 1977)。梅本らは表意文字である漢字を短時間提示することによって、感覚記憶の段階で長期記憶との照合過程に基づく意味の理解等が生じる可能性を示唆した (梅本・川口 1981, 梅本 1984)。このように実際の知覚・記憶・理解等の情報処理に際しては、2方向以上の情報の流れを想定することが妥当であり、これら両

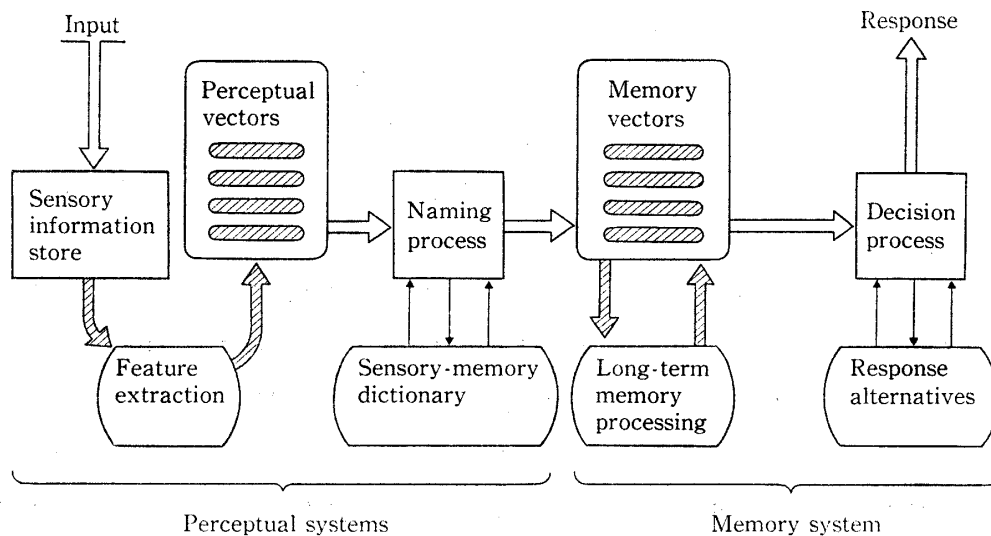


Fig. 5. Information processing Model (Norman & Rumelhart 1970)

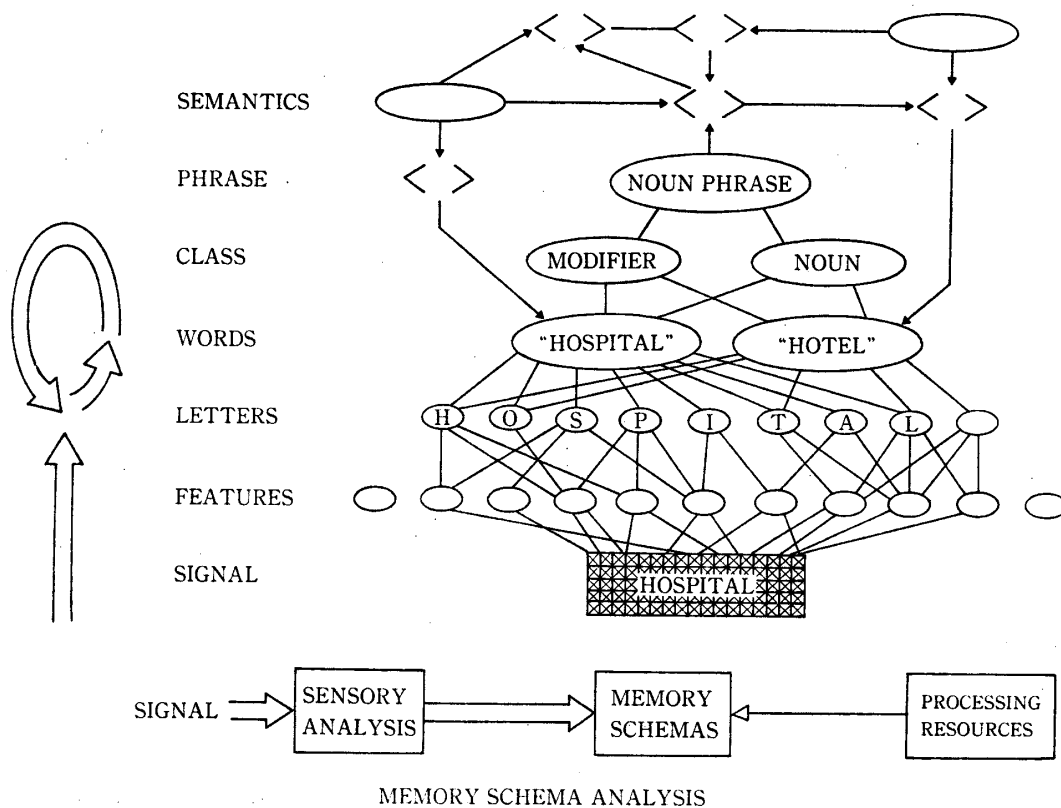


Fig. 6. Bottom-up & Top-down Model (Norman 1979)

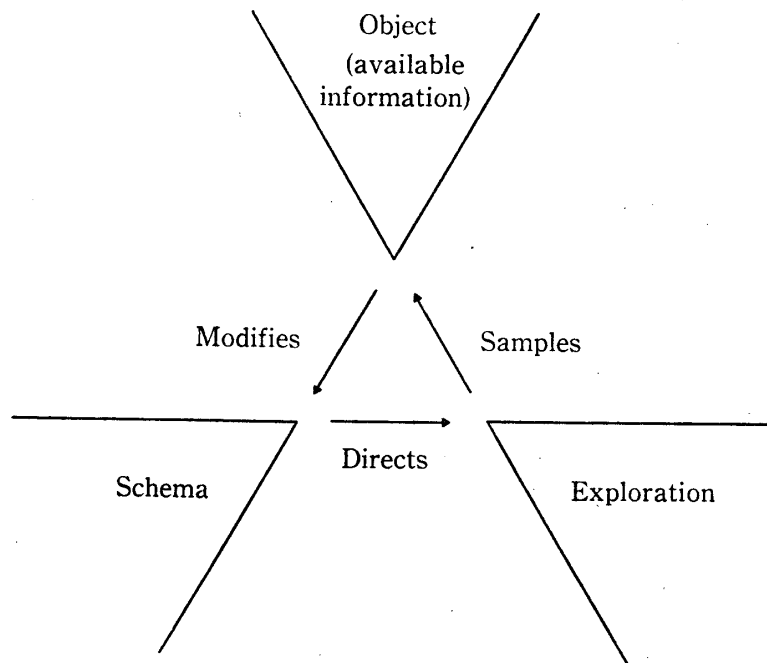


Fig. 7. Perceptual Cycle (Neisser 1976)

者の情報の流れを統合する試みが提案されている。

図5は Norman & Rumelhart (1970) が示したものである。これ迄の一方的な情報の流れのみを想定した情報処理モデルに比して、方向を異にする情報の流れが加筆されており、知覚段階で生ずる命名過程、入力情報と長期記憶との照合過程及び反応選択の過程が考慮されている。更に Norman (1979) は、情報処理における各段階が互いに交互作用をもつことを強調し、図6に示すように、入力された情報に関する分析と、予め成立した長期記憶から生じる分析との統合過程の重要性を指摘した。Neisser (1976) も又、図7に示すような知覚環を提示し、知覚の際の外来情報と長期記憶内のスキーマとの交互作用に注目した。これらのモデルは、実際に生じ得る複雑な情報処理の過程をよく説明しており、今後の実験的検討が期待される。

REFERENCES

- Aborn, M. and Rubenstein, H. 1952
Information theory and immediate recall. *J. exp. Psychol.*, 44, 260-266.
- Anderson, J. R. 1980
Cognitive Psychology and its Implications. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Atkinson, R. C. and Shiffrin, R. M. 1968
Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence and J. T. Spence (Eds); *The psychology of learning and motivation. Advances in research and theory.* vol 2, 89-195. New York: Academic Press.
- Atkinson, R. C. and Shiffrin, R. M. 1971
The control processes of short-term memory. *Sci. Amer.*, 224, 82-90.
- Bartlett, F. C. 1932
Remembering: A study in experimental and social psychology. Cambridge University Press.
- Batting, W. F. and Montague, W. E. 1969
Category norms for verbal items in 56 categories: A replication and extension of the Connecticut category norms. *J. exp. Psychol., Monograph*, June.
- Bower, G. H. 1975
Cognitive Psychology: An introduction. In W. K. Estes (Ed) *Handbook of learning and cognitive process*, vol 1, Erlbaum.
- Bower, G. H., Black, J. B. and Turner, T. J. 1979
Scripts in memory for text. *Cognitive psychology*, 11, 177-220.
- Bransford, J. D. and Johnson, M. K. 1972
Contextual prerequisites for understanding: some investigations of comprehension and recall. *J. verb. Learn. and verb. Behav.*, 11, 717-726.
- Brewer, W. F. and Treyens, J. C. 1981
Role of schemata in memory for places. *Cognitive Psychology*, 13, 207-230.
- Broadbent, D. E. 1954
The role of auditory localization in attention and memory span. *J. exp. Psychol.*, 47, 191-196.
- Broadbent, D. E. 1957
A mechanical model for human attention and immediate memory. *Psychol. Rev.*, 64, 205-215.

- Broadbent, D. E. 1958
 Perception and Communication. Pergamon Press.
- Brown, J. 1958
 Some tests of the decay theory of immediate memory. *Quart. J. exp. Psychol.*, 10, 12-21.
- Conrad, R. 1964
 Acoustic confusion in immediate memory. *Brit. J. Psychol.*, 55, 75-84.
- Conrad, R. and Hull, A. J. 1964
 Information, acoustic confusion and memory span. *Brit. J. Psychol.*, 55, 429-432.
- Craik, F. I. M. and Lockhart, R. S. 1972
 Levels of processing : A framework for memory research. *J. verb. Learn. and verb. Behav.*, 11, 671-684.
- Crowder, R. G. and Morton, J. 1969
 Precategorical acoustic storage. *Percept. and Psychophys.*, 5, 365-373.
- Deese, J. and Kaufman, R. A. 1957
 Serial effects in recall of unorganized and sequentially organized verbal material. *J. exp. Psychol.*, 54, 180-187.
- Ebbinghaus, H. 1885
 Memory : A contribution to experimental psychology. (translated by H. A. Ruger and C. E. Bussenues 1913) New York : Teachers College, Columbia University.
- Glaze, J. A. 1928
 The association value of non-sense syllables. *J. genet. Psychol.*, 35, 255-269.
- Hayes-Roth, B. and Hayes-Roth, F. 1977
 Concept learning and the recognition and classification of exemplars. *J. verb. Learn. and verb. Behav.*, 16, 321-338.
- James, W. 1890
 The principles of psychology, vol 1 and 2. New York : Henry Holt.
- Kinstch, W. and Buschke, H. 1969
 Homophones and synonyms in short-term memory. *J. exp. Psychol.*, 80, 403-407.
- Kuich, W. 1970
 On the entropy of context-free languages. *Inform. and Control.*, 16, 173-200.
- Labov, W. 1973
 The boundaries of words and their meanings. In C-J. N. Bailey and R. W. Shuy (Eds) *New ways of analyzing variations in English*. Washington, D. C., Georgetown University Press.
- Miller, G. A. 1956
 The magical number seven, plus or minus two : Some limits on our capacity for processing information. *Psychol. Rev.*, 63, 81-97.
- Miller, G. A. 1958
 Free recall of redundant strings of letters. *J. exp. Psychol.*, 56, 485-491.
- Miller, G. A. and Selfridge, J. A. 1950
 Verbal context and the recall of meaningful material. *Amer. J. Psychol.*, 63, 176-185.
- Mizuno, S. 1975
 Influence of average information per symbol and display time upon short-term memory. *Jap. Psychol. Res.*, 17, 72-78.

Mizuno, S. 1976

Span of short-term memory for visually presented redundant stimuli. *Jap. Psychol. Res.*, 18, 36-45.

水野節子 1976

短期記憶と情報理論, 梅本編 短期記憶 心理学評論 19, 59-66.

水野節子・大島尚 1982

点図形の再認における形態要因の効果 日本心理学会第46回大会発表論文集, 127.

水野節子・大島尚 1984

点図形の再認に及ぼすスキーマ形成の影響 日本心理学会第48回大会発表論文集, 384.

Neisser, U. 1967

Cognitive Psychology. New-York: Appleton-Century-Crofts.

Norman, D. A. 1979

Models of Human Memory (Ed) New-York: Academic Press.

Norman, D. A. and Rumelhart, D. E. 1970

A system for perception and memory. In D. A. Norman (Ed): *Models of Human Memory*, 19-64. New-York Academic Press.

大島尚・水野節子 1983

点図形の再認に及ぼす ISI 及び試行反復の効果 日本心理学会第47回大会発表論文集, 288.

Ozaki, K. 1974

Optimal encoding of linguistic information. *Trans. IECE*, 57D-6, 361-368.

Ozaki, K. 1975

Encoding of linguistic information generated by a Markov chain which is associated with a stochastic context-free grammar. *Trans. IECE*, 58D-6, 322-327.

Phillips, W. A. and Christie, D. F. M. 1977

Components of visual memory. *Quart. J. exp. Psychol.*, 29, 117-133.

Perterson, L. R. and Perterson, M. 1959

Short-term retention of individual items. *J. exp. Psychol.*, 58, 193-198.

Pollack, I. 1959

Message uncertainty and message reception. *J. Acous. Soc. Amer.*, 31, 1500-1508.

Posner, M. I. 1964 a

Uncertainty as a predictor of similarity in the study of generalization *J. exp. Psychol.*, 68, 113-118.

Posner, M. I. 1964 b

Information reduction in the analysis of sequential tasks. *Psychol. Rev.*, 71, 491-504.

Posner, M. I., Goldsmith, R. and Welton, K. E. Jr. 1967

Perceived distance and the classification of distorted patterns. *J. exp. Psychol.*, 73, 28-38.

Posner, M. I. and Keele, S. W. 1968

On the genesis of abstract ideas. *J. exp. Psychol.*, 77, 353-363.

Posner, M. I. and Keele, S. W. 1970

Retention of abstract ideas. *J. exp. Psychol.*, 83, 304-308.

Postman, L. and Phillips, L. W. 1965

Short-term temporal changes in free recall. *Quart. J. exp. Psychol.*, 17, 132-138.

Reed, S. K. 1972

- Pattern recognition and categorization. *Cognitive Psychology*, 3, 382-407.
- Rips, L. J., Shoben, E. J. and Smith, E. E. 1973
Semantic distance and the verification of semantic relations. *J. verb. Learn. and verb. Behav.*, 12, 1-20.
- Rosch, E. 1973
On the internal structure of perceptual and semantic categories. In T. E. Moore (Ed) *Cognitive Development and the Acquisition of Language*. New-York: Academic Press.
- Rosch, E. 1977
Human categorization. In N. Warren (Ed) *Advances in Cross-Cultural Psychology* vol 1, London: Academic Press.
- Rundus, D. 1971
Analysis of rehearsal processes in free recall. *J. exp. Psychol.*, 89, 63-77.
- Schank, R. C. and Abelson, R. 1977
Scripts, plans, goals and understanding. Hillsdale, N. J. Lawrence Erlbaum Associates.
- Shannon, C. E. 1948
A mathematical theory of communication. *B. S. T. J.*, 27, 379-423.
- Sperling, G. A. 1960
The information available in brief visual presentations. *Psychol. Monogr.*, 74, vol 11.
- Sperling, G. A. 1963
A model for visual memory task. *Hum. Factors*, 5, 19-31.
- Sperling, G. A. 1967
Successive approximations to a model for short-term memory. *Acta Psychologica*, 27, 285-292.
- Sperling, G. A. and Spelman, R. G. 1970
Acoustic similarity and auditory short-term memory: experiments and a model. In D. A. Norman (Ed): *Models of human memory*, 151-202. New-York: Academic Press.
- Thorndyke, P. W. 1976
The role of inferences in discourse comprehension. *J. verb. Learn. and verb. Behav.*, 15, 437-446.
- Thorndyke, P. W. 1977
Cognitive structures in comprehension and memory in narrative discourse. *Cognitive Psychology*, 9, 77-110.
- Treisman, A. M. 1964
Verbal cues, language and meaning in selective attention. *Amer. J. Psychol.*, 77, 206-219.
- 梅本堯夫 1950
日本語無意味音節の連想価, *心理学研究* 21, 23-28.
- 梅本堯夫 1984
記憶における言語的要因 京都大学教育学部紀要 30, 149-159.
- 梅本堯夫・森川弥寿雄・伊吹昌夫 1955
清音2字音節の無連想価及び有意味度 *心理学研究* 26, 148-155.
- 梅本堯夫・竹田真理子・有元尚子・近藤淑子 1976
旋律記憶と符号化 日本心理学会第40回大会発表論文集, 589.
- 梅本堯夫・川口潤 1981
部分報告法による漢字記憶の研究 日本心理学会第45回大会発表論文集, 323.
- Waugh, N. C. and Norman, D. A. 1965
Primary memory. *Psychol. Rev.*, 72, 89-104.

Abstract**Information Processing Models of Human Memory**

Setsuko Mizuno

Human responses to stimuli are influenced by both the information obtained from stimuli and the information from long-term memory already stored. From the view point of the flow of information, the models of human memory are classified into three categories; the information-processing model, and the schema-theory model, and the integrated information-processing model.

The information-processing model is formed of both plural memory systems and the flow of information through them. Secondly, the schema which is the organized information within long-term memory serves as the frame of reference in perception, memory, and understanding in the schema-theory model. Finally, the integrated information-processing model consists of the two models mentioned above. Two kinds of flow of information are supposed in the integrated model, one is the flow of information from sensory memory and the other is that from long-term memory. This model explains well the complicated flows of information, and should be confirmed by further evidence through experimental methods.