

## 認知心理学における 3 つの理論的立場

妻 藤 真 彦

最近の認知心理学における理論的研究は、観点あるいは枠組の違いによって、異なるタイプのものが共存するようになっている。これらの、かなり錯綜した状況について見通しを与えるのはかなり難しいように思われる。そこで、極めて多くの実験において測定の実具として用いられる同異判断を軸として、3つの理論的立場を概観する。そして今後の理論的研究のありかたを議論することが、本稿の目的である。

### マクロ的処理過程論

実験に基礎を置く心理学は、1960年前後より、それまでの行動主義的立場から情報処理的といわれるアプローチに変ってきたとされている(Lachman, Lachman, & Butterfield, 1979)。その出発点と考えられるのはBroadbent (1954) である。彼は、同時にいくつかの「チャンネル」から異なる情報が入力されたときの、人間の選択的注意の性質を、この新しい枠組で説明しようとした。例えば右と左の耳各々に異なる数字のリストを聴かせる実験がある。彼は、このような実験から見いだされる人間の情報処理能力の限界と特性

---

本稿は本来、ある論文（未出版）の序論となる予定のものであったが、この論文が長大なものになりすぎたため、分割の上、序論をこの単独の総説として書き直したものである。これらの研究内容は、昭和61年度文部省科学研究費奨励121-8002-61710102および昭和62年度奨励121-8003-62710098の補助によって行われた研究結果の一部である。

を説明するため、短時間だけ情報を保持するバッファ記憶や、関連情報だけを取りだす選択フィルタ、そして容量に限界のある知覚システムなどの処理装置を仮定した。そしてこれらのシステム間の情報の流れを、流れ図（フローチャート）で表した。またSperling (1960) は、瞬間呈示された多数の文字を読み取るという課題を用いた実験結果を説明するために、視覚バッファと記憶システムなどを持つ理論的モデルをつくり、やはりフローチャート式に表現した。

さらに重要な研究として、Selfridge (1959:Lindsay & Norman, 1977より引用) は文字の認知を説明するパンデモニウムと呼ばれるシステムを提案した。これも4つの過程に別れており、入力イメージを受け取るもの、特徴に分析するもの、その特徴のセットに個々の文字がどの程度当てはまるかを計算するもの、最後に、ひとつの文字を選ぶ過程である。この特徴分析とは、垂直線、水平線などの線分と直角、鋭角等、そして連続線、不連続線などの存在を検出するものである。ほぼ同時代の、特定の傾きの線分などに選択的に反応する神経細胞の発見 (e. g., Hubel & Wiesel, 1962) とあいまって、重要な概念となった。Rumelhart (1970) は、文字が「特徴」を一定数もつと考え、それがいくつ抽出されたかということと、瞬間呈示での認知正答率を結び付ける確率論的モデルを構成し、ごく短時間持続する知覚情報保存（視覚バッファ）の性質を分析した。

後の研究において、「特徴」抽出という概念と、この特徴サンプリングの概念が、各種の理論で用いられ

るようになった。(ただし, Marr, 1982, は, 「特徴検出細胞」という概念を切捨て, その代りに, Hubelらの発見した17野の構造が, 灰色レベルのゼロ交差, つまり強度の2階微分を計算する「装置」として定式化できることを示している。もっともそこからの理論展開は, 後述のマクロ表現論の立場である。)

このようなやりかたで理論を構成するタイプの研究はその後数多くなされ, ある意味で流行の呈を示した。特にAtkinson & Shiffrin (1968) の, 感覚貯蔵, 短期貯蔵, そして長期貯蔵を仮定する記憶モデルは, 大きな影響力を持ち, 数多くの実験を生み出した(以後本稿では, 「モデル」という用語が, 「理論」をなんらかの形で具体的に表現したものを指すものとする。例えば, フローチャートモデル, 数理モデル, あるいはコンピュータシミュレーションモデルなど)。

このAtkinsonらのモデルは類似した幾つか (e. g., Norman, 1970; Waugh & Norman, 1965) を含めて多貯蔵モデルとよばれる。各モデルによって少しずつ異なるが, 各々の貯蔵システムについて, コード化の特性(どのような種類の情報がどのようなコードで蓄えられるか), そして保持(時間)に関する性質と容量が仮定される。しかしこのようなタイプの記憶理論は, 次々に行われた実験の結果衰退していくことになった(歴史的展望として, Lachman, Lachman, & Butterfield, 1979)。とはいえ, このような流れにおいて, ある過程における処理のアルゴリズムの性質を解明しようとする研究など, 重要な成果が数多く現れた。現在ではひとつの「伝統」といってよい立場になったと考えられる(本稿ではこれらをマクロ的処理過程派と呼ぶことにする)。

このような方向をマクロ的過程派と(暫定的に)名付けたのは, 情報の処理過程の性質を知ろうとしているが, それらが具体的にどのような「仕掛」によるのかということを, (原理的には, なんらかの機械を作れる程度に) 詳細化することは少ないという点による。(そこまでは無理であるとするか, 必要でないと考えるか, あるいは現在は無理であるとするかは問わない。) つまり他の立場と比べると, マクロ的に性質を明

らかにすることを目指しているのである。「どのような処理がなされるか」を問題にするときでも, 具体的な情報の内部表現を仮定せず, せいぜい視覚コードと名称コードなどとなることが多い。またアルゴリズムを述べているような理論も, 後で述べる表現主義のように, ある事柄の「内部表現」として, ある「概念」と別の「概念」が「これこれの結合」によって結びつけられている, などという(いささか)大胆な仮定をすることは(中間的な研究者は別として)ない。アルゴリズムといっても, 以下に述べるような相当マクロ的なものである。ただし, 内部表現が量的なものだとする理論は, その「量」に対する判断過程を, かなり詳細に仮定することもある。しかし, その「決定」を実際に行う「機械」を描くことはない。ただしこのような理論がマクロ的であるといっても, これは相対的な問題であり, 過去の行動主義の立場からすればミクロ的であろう。「マクロ」というのは, あとで述べる並列分散処理(PDP)との比較上のことである。

この立場の理論が用いる説明概念の性質を述べるためにいくつかの例を挙げる。例えばSchneider and Shiffrin (1977) そしてShiffrin and Schneider (1977) は, 視覚刺激や記憶の中から特定の情報を捜し出すという課題について, (意識的な努力を必要としない) 自動検出と, (柔軟だが意識的努力を必要とする) 制御検索を区別した。さらに各種の条件の下での反応時間(ターゲットを捜し出すまでの時間)を数理モデルによって予測できるようにした。また多貯蔵モデルを否定するために作られたものの中に, Craik and Lockhart (1972) の処理水準説などがある。これは, 特定の記憶内容の寿命が, 記銘時にどのような処理を受けたか(意味的・音韻的など)によって決定されるというものである。

さらに重要な理論的概念は, 情報の検索に関する系列処理と並列処理という区別, そして中途打ち切り型と悉皆型検索の区別である。Sternberg (1966) に始まる一連の研究では, 1から4個までの数字(など)を被験者に覚えさせ, そのあとひとつの数字(など)を呈示して, それが覚えたリストの中にあったかどうか

かを判断させている。この場合、覚えていた項目の数に対して、反応時間は直線的に増加する。

最初彼は、短期記憶内の情報を走査するとき、系列的な処理が行われると考え、さらにその走査過程は悉皆型であると結論した。つまり、記憶内の複数の項目が同時並行（並列処理）で調べられるのではなく、ひとつずつターゲットと比べられる（系列処理）。また、もし途中でターゲットと同じものを記憶内に発見しても、そこで走査を打ち切るのではなく（中途打ち切り型処理）、最後まで調べてしまう（悉皆型）というのである。この理由として、この走査過程は極めて高速であるため、途中で「これでよいという判断」をして打ち切るよりも、悉皆型の方がかえって効率的なのだと考えられていた。後に多くの実験データが、彼のモデルでは単純すぎることを示したため、より複雑な理論に移行しているが（Sternberg, 1975）、彼が最初に呈示したデータの単純さ（直線）が強いインパクトを与えたこともあり、これらの理論的概念は広く問題とされるようになった。特に、反応時間が強力な道具として集中的に使われるようになって来たため、これらは、理論とデータを結び付ける重要な概念である。

一方、Neisser (1964:Neisser, 1967より) は、数百の文字を並べたものを刺激として被験者に呈示して、特定の文字を捜させるという実験を行い、Sternbergの結論に反する結果を得ていた。捜す文字が2個の場合、もしひとつずつ検索していくのなら、ターゲットがひとつのときと比べて2倍の時間がかかるはずであるが、訓練された被験者の場合、所用時間にまったく差があらわれなかった。しかも数日の練習の後、10個の文字を同時に捜すときでも、一文字のときとまったく変わらなかった（つまり10個の文字を短期記憶に置き、それらを目に入ってくる文字と、全部同時に比べていることになる）。したがって、この実験の結果は並列処理を示唆する。

Egeth (1966) は、視覚的パターンを2個呈示して、それらが同じであるか違うかを判断させた。この実験では、刺激の3つの「次元」（形、色、傾き）について、判断に関係する次元数、および「異」ペアについ

て2個の刺激間の異なっている次元の数を操作して（つまりそれらを変えた様々な刺激対を用いて）、反応時間を調べ、並列・系列処理を区別しようとした。しかし彼はこの実験について、明確な結論を出すことができなかった。しかも関連次元数が1のとき、「同」反応時間が「異」反応時間よりも早いという結果が得られた。あとで述べるように、むしろこのことの方が重要になってくる。

Hawkins (1969) は、Egethと同様の刺激を用い、徹底的な条件分析を行った。その結果、一応並列処理と中途打ち切りを指示する結果を得た。ただし、課題の性質によって異なる可能性も指摘し、かならずしも一般化できるとは限らないと結論した。また、彼が指摘したのは、各々属性（次元）に関する判断の潜時が試行ごとに変る、つまり確率変数だと考えなければならないということであった。後で問題にするように、これは重要な指摘である。一方で、彼は「同」－「異」の差については、あまり重大なものとは考えていない。

Bamber (1969) は、この「同」反応が「異」反応より早いということが、大きな問題であることを指摘し、1－4文字で構成される文字列を2個呈示して、「同」「異」反応を調べ、（少なくとも）この程度の長さの文字列については、「異」反応時間から推定されるパラメータによって予測される時間よりも「同」反応時間がかなり小さいことを見いだした。これが「早すぎる「同」」現象と言われるものである。

つまり、「同」と判断するにはすべての部分が「同じ」であることを確認する必要がある。いいかえると、悉皆型処理しかあり得ない。一方、「異」と判断するには、一箇所でも異なる部分（あるいは異なる次元）を発見すればよいはずであり、中途打ち切りが（少なくとも理論的には）可能なはずである。この場合系列処理なら、かならず「異」の方が早くなければならない。たとえ刺激間の相違が小さくとも、区別に成功する限り（はっきり見える限り）、そのようになるはずである。また、たとえ「異」判断のときにも悉皆型処理なのだとしても、「同」と「異」は同じ早さとなるはずである。また、すべての刺激の部分（特徴・次元・

属性)が同時に処理されるとしても(並列処理),「同」と「異」は等しい時間がかかるべきである。従って,「同」の方が早いということは,「異」と「同」別々の,処理時間の異なる,2つの過程があると考えざるを得ない,と結論された。

ここまでの実験は,パターンのもつ「属性」の数や文字列中の異なる文字の数などが操作された実験であった。そこで,Taylor (1976)は,規格化された文字(縦線・横線のみで描かれたもの)を用いて,一文字同士を比較させる実験を行い,異なっている線分数が少ないほど「異」反応時間は増大するが,「同」反応時間はそれらのどれよりも早いことを見いだした。つまり,この線分ひとつひとつが「特徴」にあたるものとし,特徴のサンプリングと,特徴ごとの比較で考えても「早すぎる「同」」というパラドックス的現象があることになる。しかし,Hawkins (1969)が指摘した,確率過程の問題はまだ,深刻に取り上げられていない。(ただし,「同」が「異」よりも常に早いわけではない。弁別が容易になれば「異」の方が早くなる。問題は差異が減少していくにつれて,反応時間が長くなり,その極限に「同」反応時間があるはずなのに,そうっていないということである。)

同異判断の反応時間は,極めて幅広い研究で測定の道具として用いられるようになっており,このことは重大な問題を引き起こす。つまりもし2つの異なる判断過程があり,しかもそれらの過程の性質が異なっておれば,例えば記憶に基づいて行われた判断の反応時間が,いくつかの条件で異なっていたとしても,それらの相違がそのまま記憶過程の性質を示すという保証はなくなってしまうからである(条件ごとに異なる判断過程が関与してきたのかもしれない)。

同異判断課題は,様々なマッチング(照合)だけでなく,傾きの判断(楯柄,1980),マスキング(e.g., Saito, 1982),注意(e.g., Posner, 1978),視覚・記憶検索(e.g., Sternberg 1969; Atkinson, Holmgren, & Juola, 1969),イメージ(Shepard & Metzler, 1971)などの研究にも用いられている。これらについても,先に述べたものと同様の問題が発生し,特に数理モデルなど

による量的予測は,データと一致したとしても,あいまいな結論にしかならない。このようにして,同異判断は重要なひとつの研究分野であると考えざるを得ない。

しかも,以上のような推論のやり方自体にも落とし穴があり,そのためさらに問題は複雑になる。というのは,前述のHawkins (1969)の主張にもかかわらず,これまですべてのシステムの活動を決定論的に考えていたのであるが,各々の過程が確率論的性質をもつと考えると,また違う構図が出てきてしまうのである。その場合でもまた,「早すぎる「同」」現象は,さらに厄介な問題として残ることになる。Krueger (1978)以降の理論は,すべてではないが,確率過程を考えることで「早すぎる「同」」現象を説明しようとするものが多い。このような,確率過程を考える傾向は,この立場の理論的研究に,広く見られるようになっていく。

Townsend & Ashby (1983)は,このような問題について徹底的に分析を行った。その結果,各過程の従属性,分散の違い,さらに注意容量(処理効率)の変化なども含めた系列過程の一般的モデルは,悉皆型・中途打ちきり型を考慮すれば,すべての並列過程の動作を完全に模倣できることを証明した。これによって問題はさらに複雑化したわけである。その逆は真ではないのであるが,実際の問題として,これらの実験的区別はおそろしく難しくなる。というより,区別できない場合がかなり多くあるということになる。

しかし,当論文ではこれらの過程の区別は,彼らの結論よりも,もっと易しいはずだと考える。数学的には,すべての並列過程を系列過程で模倣できるとしても,例えば,大きな情報量を処理しなければならないはずなのに,反応時間がそれほど長くないような場合,系列過程の各々の処理にかかる時間は極めて短いとしなければならない。つまり,データから推定された各々の処理の潜時が,極端に短くなるはずである。このような場合,推定されたそれぞれの潜時が心理学的に見て妥当な範囲であるかどうかを,考えることができる。あるいは,理論的に,あるパラメータが別のパラメー

タより大きいはずはない、などという予測ができる場合、パラメータの相互関係から、そのモデルを評価できる。もちろん、決定的な結論をだすことはできないが、その他の推定されたパラメータの値が妥当な範囲であるかどうか、およびそこで問題になっている特定の理論的モデルからの予測がデータにどの程度当てはまっているか、などを総合的にみて「判断」することはできるはずである。そしてその理論がどの程度幅広い現象を説明できるか、あるいはすこし違う分野の理論とインターフェイスを持ち得るかどうかを検討することによって、その理論が「生き残れるかどうか」議論できるはずであろう。

また最近、刺激（属性など）の個数ではなく、ある精神機能に関与する処理過程の数（サブシステム数）が一個なのか、そうでないかを推定するデータ分析法が考案された（Dunn & Kirsner, 1988）。またパターン認知の理論を土台として、刺激次元の知覚的独立性・知覚的分離性などを解析する確率論的モデル（Ashby & Townsend, 1986）などの試みが行われている。この方向もまたひとつの重要なものとなるであろう。

### マクロ的表現主義

以上のように「処理過程」を追求しようとする方向だけではなく、人工知能研究の影響を受けて、知識の構造を研究しようとする立場もあらわれた。この立場では、知覚・認知を取り扱う場合にも、刺激が脳内ではどのように表現されるか（represent）が問題とされる。このような理論は一般的に、壮大な理論体系を目指しており、認知に関わるあらゆる現象を含めようとするので、Lachman, et al. (1979) は、包括的理論と呼んでいる。しかしここでは便宜上これらをマクロ的表現論とする。マクロというのは、後で述べる並列分散処理派（ここではミクロ的表現過程派とする）と対比するためである。

Kintsch (1974), Norman and Rumelhart (1975), そして J. R. Anderson (1976; 1983) などが代表例である。最初のものは命題のリスト表現（記号列）を用いる。2 番目は多分に文法理論を意識したネットワー

ク型知識表現であり、またそのネットワークを操作するインタープリタをネットワーク自身の一部が制御するという特徴を持つ。3 番目は宣言的知識と手続き的知識を明確に分け、互いに全く異なる知識表現を用いる（ただし1983年のモデルではNormanらの考えもかなり取り入れている）。そのほか、構造化された知識の単位としてのスキーマ、あるいは比較的決り切っている出来事のストーリーを表現する方法など、実に多種の理論が提案されている（展望として、戸田、阿部、桃内、& 往住, 1986）。

Lachman, et al. (1979) は、行動主義に対するアンチテーゼとしてあらわれた認知心理学が、結局は壮大なスケールの理論をたてることをやめて、個別の問題について研究を進めようとしたが、この知識表現アプローチはさらにそのような傾向への批判から、再び遠大なスケールの理論へ向かったのだと解釈している。しかしこのことは、極めて複雑になってしまった理論と実験結果の対応づけを困難にしたため、一部の認知心理学者はこれらを無視する傾向があると論じている。

また、マクロ処理過程論の文献との相違をおおざっぱに述べるとするなら、次のようになるだろう。処理過程論では、ある精神機能に対して、それを実行できるシステムがあることをまず前提とし、それがいくつのサブシステムからなっているかという議論になる。また、それを実際に行っているサブシステムが、心理学的な意味で（あるいはアルゴリズムとして）、どのような性質を持つかを問題にする。例えば、入力パターンを全体的に処理するのか要素に分解するのか、あるいはエピソード記憶と意味記憶では、異なる保持の仕方がなされるかどうかなどである。そしてそれらの動作時間、正確さなどを問題にするとともに、しばしば意識と無意識の関係が議論される。一方、マクロ的表現論あるいは記号計算論では、ある精神機能を実際に行うことができるシステム（特に知識表現）を、いきなり作ろうとする。そしてある理論が、人間についての詳細（すぎるよう）な実験データを説明あるいは予測できるかどうかということよりも、むしろその精神機能をモデルが実現できるかどうかに重点のあることが多い

(コンピュータシミュレーションがしばしば行われる)。その意味で人工知能の基礎理論のような面をもつことがある。

### ミクロ的表現過程論

マクロ的表現論はマクロ的過程論よりも、もっと詳細な理論へといきなり入っていこうとするものであるが、一方、それではまだマクロすぎるという主張を強く行い、並列分散処理 (PDP) という理論の可能性を提唱する一派もある。ここではミクロ的表現過程派として言及する。

並列分散処理論を提唱している研究者の中には、これまで述べてきた2つの立場を両方共経験してきた研究者が、少なからず含まれている (これとマクロ表現論の一部をあわせて結合主義, connectionism, と呼ばれることもある)。なんらかの単位が複雑に結合されて知識を表現するという点では同じであるが、「単位 (ノード)」と「結合 (リンク)」の意味は全く異なっていることが多い。マクロ理論の場合は、各ノードが「概念」あるいは概念単位を示す (単語だとするものもある)。さらに、リンクはそれぞれが「意味」を持っている。例えば主格を示すリンクであるとか、対象格を示すもの、あるいは包含関係を示すものなどであり、「意味構造」はそれらがどのリンクで結合されるかによって決定される。一方、ミクロ論では、各ノードが個別の概念をあらわすとは限らない。むしろ「意味」は多数のノードの発火パターンによって表現されるのが普通である。各ノードの興奮も2値的であるもの (アクティブかそうでないか) あるいは連続量であるものなどが仮定される。リンクも特定の意味を持つことはなく、代表的なリンクは、つながっている相手を興奮させるタイプと逆に相手の興奮を抑制するタイプである (そのほか双方向で興奮あるいは抑制を行うもの、二つの入力調整あってノードに影響をあたえるものなどを仮定するモデルもある)。

McClelland and Rumelhart (1981) は、個々のノードが各々特定の意味を持っているが、やはりミクロ論と考えられる理論を発表している。第一段に文字の特

徴 (縦線がある, 横線があるなど) を各々表すノードの集合が億る。そして第2段に文字に対応するノード, 第3段に単語に対応するノードの集合がある。隣合う段のノードはすべて興奮か抑制のどちらかのリンクで各々つながっている。たとえば, 特徴-横線は文字-Tと興奮性の結合をもつが, 文字-Cとは抑制性である。同様に文字-Tは単語-TYPEと興奮性であり, 単語-CASEとは抑制結合を持つ。さらに単語-TYPEからは文字-Tに対して興奮性の信号が送られ, 文字-Cに対しては抑制性の信号が送り出される。このようにして双方向にリンクがつながっており, 特徴レベルに入力が行われると, これらの結合の全てを介して同時並列で興奮と抑制がせめぎ合い, 各々のレベル (段) においてどれか (あるいは関連するいくつか) が「勝」ち, 文字と単語が「認識」される。この理論をコンピュータシミュレーションによって検討した結果, 彼ら是一部の文字が汚れて完全には見えない単語などを正しく認識できることを示した。また単語ではないが発音可能なもの (単語がよく含んでいるつづりパターンをもつもの) はそうでないものより認識しやすいなどの結果も得ている。

Hinton and J. A. Anderson (1981) あるいは Kohonen (1977) が詳しく論じているパターン連想器は, 2層に別れたユニット群 (ノードよりユニットとされることが多い) の間の結合を微妙に調整することによって, 一つの連想器で多数のパターン間の連想関係を表現できること, またシステムの一部が損傷した時でも, 類似したパターンの連想が起こることなど, 記憶の理論的モデルとして有望な性質をもつことが示されている。Eich (1982) は結合に「たたみこみ」 (convolution) の性質をもたせて, 人間の記憶実験データをかなりよく予測するモデルを作り出した。

さらに, もう一つのタイプとしてハーモニー理論, あるいはボルツマンマシンがある (Smolensky, 1986; Hinton & Sejnowski, 1986)。一層の特徴表現ユニット群 (ただし, この場合たとえば線的特徴, 文字, 単語などすべてを「特徴」として並列的に含む) と一層の知識原子群 (これらは表現ユニットを関係づける役

割を持つ)を持ち、各層は双方向の興奮・抑制リンクでつながっている。各リンクの重みづけ(つまり興奮あるいは抑制の強度)と知識原子の発火確率の割り当てによって、このようなシステムは必要に応じてスキーマを生成できる。例えば、特徴層に不完全な入力が行われたとき、入力に欠けている情報に対応するユニットの発火状態は不確定になる。このときシステム全体の活動を高めてやると、それぞれのユニットは、発火確率に基づいてランダムな活動を示す(ただし入力に対応するユニットは固定)。この状態でシステムを冷やす(全体の興奮のレベルをさげていく)と、入力に含まれていなかったユニットと知識原子の興奮は、あるパターンに「結晶化」する(Smolenskyはこれが意識化だとする)。つまり、本を読んでいて、そこに書かれていないこと(入力に含まれていないユニット)でも理解の中に取り入れることになる(行間を読むことに対応する)。

例えば、「その人は娘を見つめた。すると頬を赤く染めるのが見えた」というような文章があったとき、主人公と娘の感情について、ほとんど必然的に「理解」してしまう(それどころか、「その人」は男であると信じこむことが多いであろう)。この「理解」が正しいかどうかは別であるが、それなしには、小説を読むなど不可能であろう。マクロ論の場合には、あるスキーマという一まとまりの知識構造のなかに(通常宣言的知識と手続き的知識両方を含む)、入力が不完全であるときに使用されるデフォルト値が格納されている、と仮定する。一方、このミクロ論ではスキーマは記憶場所のどこかに位置づけられるようなものではなく、必要なときに生成されるものだとするわけである。

Rumelhart, McClelland, and the PDP research group (1986) は、このような研究の展望において、これまでの理論(マクロ表現論)ではある意味で「必然的説明」が難しいということを指摘している。例えば、なんらかの記憶障害があるとき、マクロ論においてネットワークの一部の欠損あるいは手続き的知識の不備、それらをふくむスキーマの問題、あるいはデフォルト値の誤りなどで説明することになる。しかし説

明はできるとしても、なぜその情報が欠如(あるいは内容が変質)することになったのかは、また別な問題となってしまう。一方、ミクロ論ではシステムの性質上、ある特定のダメージを受けると、ある特定の心理的障害が生ずるということを、(説明ではなく)予測できるとする。

おそらく、彼らが考えているのは、マクロ論は原理的理論ではなく、現象記述理論に近いと考えているようにも受け取れる。彼らはかならずしも、マクロ論(時には古典論と呼ばれる)がまったく不用だとは主張していない。例えば、Smolensky (1986)などは、マクロ論から提唱された「スキーマ」を実際に実現している微細構造がハーモニー理論だと考えているようである。つまり、スキーマという「分子」が、知識原子と特徴群の活動からできている(厳密にはそれらの相互作用の結果がスキーマ)ということである。

しかしながら、これらのミクロ論はまだ「そのような知識表現と処理ができる」というレベルであり、「人間の情報処理機構はこうだ」というところまではきていない。各理論(モデル)自体が、どのような性質をもっているのかを、まだまだ研究しなければならないので、例えば実験で見いだされた反応時間などを予測するようなことはできていない。つまり、(2-3の例外はあっても)理論とモデルそのものの研究が中心になっているという点で、これまでの心理学的研究とは全く異質なものとなっている。

## 本稿の立場

これまでの同異判断の理論は基本的にマクロ的過程論の立場に基づいていたといっていよい。かなり具体的に判断が行われるときの手続きを特定しようとしてきたのであるが、情報の(記号列として書き下ろせるような)内容は完全に捨象し、入力パターンがなんであれ、2つのパターンに対して「なんらかの方法」で類似度・相違度などが計算されたとき、それに対してどのようなアルゴリズムで判断を下すかが理論の核心であった。(ただし、大文字のAと小文字のaを「同」と見なすときの判断については、名称コードによるも

のとされ、相違度などの計算はこれに基づくため、視覚コードのとき処理時間が異なるという区別はたてられている。)したがって、知識表現の問題とは関わらず、判断過程の性質を明らかにしようとするのが主眼であった。

本稿では、以下に述べる理由によって、3つの枠組のすべては(さしあたり)同時並行で進むべきだという立場をとる。しかし、以下に述べるような理由により、マクロ的過程論がまずなんらかの成果をまずあげないかぎり、表現論に基づく理論のなかから一つを選ぶことは難しいと考える。

マクロ的記号計算主義(表現論)においても、J. R. Andersonのように、宣言的知識と手続き的知識と大きく分けるだけで、それで全てを説明しようとする大きな試みがある一方、スキーマなどのように利用される分野ごとに知識を分割するという理論がある。これは次の問題を解決する方法に関連して、議論が別れるためである。

つまり、日常生活を行うのに必要な知識は、大半が特に意識されることはないために過小評価されがちであるが、実際にはそれは膨大な情報量であり、この点で日常的な話題を理解し判断する人工知能がなかなか完成しない。現在のコンピュータによる人工知能の試みでは、知識量が大きくなりすぎると、必要なときに必要な知識を捜し出す時間がかかりすぎる(非現実的な時間がかかる)。これが最大のネックになっているのである(Denett, 1984)。

おそらく、どのような形で「知識」を分類し、それがどのようにして(現実的時間内で容易に利用するために)うまく関係づけられているか、ということが心理学においても争点となるはずである。これは、ミクロ的立場の並列分散処理を理論化して、マクロ論的「記述」を「説明」すれば、簡単に解決するはずの問題だとはいえない。例えば、一つのハーモニシステムが、人間の知識と処理過程すべてを担っていると考えられるかどうかという疑問が当然でてくる。これについては、ありえないというのが答えである。Norman (1986) が述べているように、どのPDPシステ

ムも、一度に複数のパターンを蓄えられる一方、活性化できるパターンは(当然)一度にひとつのみだからである。つまり、車を運転しながら話ができるという現象を、ひとつのシステムで実現しようすると、現在のコンピュータの時分割処理のように、短い時間で2つの処理を交互に行うことになる。しかしそのためには、各々の処理の途中経過を、どこかに保存しておかねばならない。一度に一つの状態(パターン)しか実現できないシステムひとつでは、そのようなことは不可能であり、結局いくつかのシステムを「組み合わせ」なければならない。(意識的な一連の思考過程が系列性を示す、ということは「いちどにひとつ」という特性から自然に説明されるが、そのことと、Schneider and Shiffrin (1977) やNeisser (1964) などが明らかにした、意識的努力を要しない自動検出などとはまた別に扱う必要があろう。)

さらにマクロ論と同様に、あつかわねばならない要素の数が増えたとき、必要なリンクの数に関する組み合わせ爆発が考慮されねばならない。適当な規模を設定しなければならないが、理論的に「最適ネットワーク」を決めることは、(少なくとも現在)不可能である(Rumelhart & Zipser, 1986)。

またこれに関連して、マクロ・ミクロ論を問わず、ユニット(ノード)の数が膨大なものになったとき、すべての相互作用を研究者が理解できる形で記述することはできず、仮にコンピュータ(第6世代マシンであれ)上で実現できたとしても、それが真に人間の処理過程と対応しているかどうかを検証することが不可能になってしまう可能性もある。しかも、応用的にも、例えば個々のノイローゼ患者のために一つのシステムを組みたてなければならぬとなれば、実用上ほとんど無意味となってしまうであろう。つまり、マクロ過程論がテーマとしてきた問題、「いくつかの、どのような性質の過程に別れているか。そして各過程の処理方式はどのようなものか」は、結局なんらかの形で解決すべき問題なのである。

Foder (1983) は、いささか悲観的な議論を行っている。彼によれば、人工知能の研究でかなり成果をあ



げたのは知覚と言語に関する比較的遮断された処理過程である。つまり下位機能が比較的独立しているために、一つ一つの「処理」という形式に分解でき、そのためシステムを詳細に記述することができる（機能をモジュールに分解できる）。例えば（完全に独立ではないかもしれないが）視覚と聴覚は別々に研究することができる。もし視覚系の情報処理が強く聴覚系のそれと相互作用するようであれば、あるいは両者が全く同じシステムで行われていたら、研究の困難さは比較にならないほど大きくなる。つまり、理論をたてること自体が極度に難しくなるだけでなく、心理学的実験も困難をきわめることになる。視覚パターンの判断を被験者にさせるとき、装置のたてるわずかな音や実験者が行う教示の声の調子などによって、まるで異なったデータが得られたなら、データを法則にまとめることは（場合によっては）不可能になるかも知れない。しかも、視覚系はどうやらもっと細かくモジュールに分解できるため（Foderによれば、色、形、三次元の空間関係など）、モデルを構築することが可能である。

しかし、知的問題解決の一般モデルに対して、Foderはかなり懐疑的になっている。彼はそのような試みは、暗に、中央過程をいくつかのモジュールからできているかのように取り扱おうとしていたのだと論ずる。「中央過程が」全体性を持っているなら、このような研究が思ったほどの成果をあげていない理由が理解できるというのである。彼は自然が分節可能な結節構造を持たない限りそれを扱う科学は成功しないと主張する。そして、すべての処理過程が、利用できるあらゆる情報を自由に呼び出せるようなシステムであれば、独立した下位過程に分析することはできない（かならずしも完全に独立ではなくとも、分解できればまったく話は違ってくる）。モジュール的であるかどうか、つまり計算性格が局所的であるような認知系が複数あるかどうか、人工知能や心理学の将来をきめるというのである。

彼の「哲学的」論証が正しいかどうかは、ここで問題にするには大きすぎる（分解できない系を人間が認識可能な形で表現するような論理学・数学あるいはな

んらかの視覚的・聴覚的表現法が、決して存在しないと言えるのかどうか）。しかし、心理学における立場の対立は、そのような点に多分に関係があるといつてよいであろう。このような観点で、J. R. Andersonのような（Lachmanによれば）包括的理論と、サブシステムを見いだしていくことを先決とする「過程論」の大半の研究を比べることができよう。

このような意味で、認知心理学のなかでは最も「伝統的」なマクロ的過程論が、その後の表現主義（記号計算論）やマイクロ論によって、完全にとってかわられてしまうことはできないと思われる。Foderの悲観論にも関わらず、「分解」ができるのか、できないのか研究を進めてみるしか結論をだす方法はないからである（前述のDunn & Kirsner, 1988のように、実験データの性質から下位過程を分解するための数学的試みは、理論的に厳密な検討の余地がまだかなり残っていることを示している）。

一方、マクロ過程論が、知識表現の（ある程度）具体的な性質を考えることなしに理論を構成し、実験的に検証することが妥当であるかどうかにも疑問がある。ある実験的法則が処理過程の性質を反映しているのか、それともその実験課題で必要であった情報の（あるいは表現方式の）影響であるのか議論しなければならない。

最近、筆者は「同異」判断の理論を提案した。（妻藤, 1986; 1987; 1988a; 1988b; Saito, 未出版：最後のものが最終的に完成された理論を述べている。）この理論は、処理される情報のタイプに関する議論から出発して、それらを「記述」するための処理装置を考える、という方針で構成された。ただし、マクロ的記号計算主義のように、個々のタイプの情報（知識表現）を仮定することは行っていない。そこまでやらなくとも反応時間の予測が可能であり、また現有のデータでは、「表現」に関する仮定を検証できないからである。言い方をかえると、表現論的な議論を土台にして過程論を詳細に理論化したことになる。その結果、かなり複雑なシステムを仮定することになるのだが（といっても、最近のマクロ的表現論の理論と比較すればはるか

に仮定の数はいくつかあるが), そのため, そこで仮定された下位過程が実際に構築可能であるかどうか (そのようなメカニズムが脳のような「装置」で実現可能であるかどうか) を, 「伝統的」認知心理学の立場からは「気にしなければ」ならない (マクロ過程論では, 複雑な理論は警戒される傾向がある。表現論に対する警戒も, そこからきている)。そこで, 一部の仮定について, ミクロ的理論のある種のものを使えば, そのような下位過程がさほど難しくなく実現できるであろう, という言及が行われた。

このようにして, 3つの立場の考え方を「利用」することを, 本稿の「立場」とする。このような意味で, これまでの対立しているいくつかの理論とは異なる見方をしたとき, 理論間の対立を調整し, 総合的な新しい理論を構築できるであろう, という見込みが本稿の結論である。

## References

- Anderson, J. R. (1976). *Language, Memory, and thought*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge: Harvard University Press.
- Ashby, F. G., & Townsend, J. T. (1986). Varieties of perceptual independence. *Psychological Review*, **93**, 154–179.
- Atkinson, R. C., Holmgren, J. R., & Juola, J. F. (1969). Processing time as influenced by the number of elements in a visual display. *Perception & Psychophysics*, **6**, 321–236.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, Vol. 2. New York: Academic Press.
- Bamber, D. (1969). Reaction time and error rates for “Same”-“different” judgments of multi-dimensional stimuli. *Perception & Psychophysics*, **6**, 169–174.
- Broadbent, D. E. (1954). The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*, **47**, 191–196.
- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **11**, 671–684.
- Dennett, D. (1984). Cognitive wheels: The frame problem of AI. In C. Hookway (Ed.), *Minds, Machines & Evolution*. New York: Cambridge University Press. (和訳:「現代思想」1987, Vol. 15–5, 4月号, 128–150.より引用)
- Dunn, J. C., & Kirsner, K. (1988). Discovering functionally independent mental processes: The principle of reversed association. *Psychological Review*, **95**, 91–101.
- Egeth H. (1966). Parallel versus serial processes in multidimensional stimulus discrimination. *Perception & Psychophysics*, **1**, 245–252.
- Eich, J. M. (1982). A composite holographic associative recall model. *Psychological Review*, **89**, 627–661.
- Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind: An essay on faculty psychology*. Cambridge: The MIT Press. (和訳: 精神のモジュール形式. 伊藤 & 信原訳, 産業図書, 1985)
- Hawkins, H. L. (1969). Parallel processing in complex visual discrimination. *Perception & Psychophysics*, **5**, 56–64.
- Hinton, G. E., & Anderson, J. A. (1981). *Parallel models of associative memory*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Hinton, G. E., & Sejnowski, T. J. (1986). Learning and relearning in Boltzmann machines. In D. E. Rumelhart, J. L. McClelland, & the PDP research group (Eds.), *Parallel distributed processing:*

- Explorations in the microstructure of cognition, Vol.1: Foundations.* (pp. 282–317) Cambridge: The MIT Press.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *Journal of Physiology*, **160**, 106–154.
- Kintsch, W. (1974) *The representation of meaning in memory*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Kohonen, T. (1977). *Associative memory*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Krueger, L. E. (1978). A theory of perceptual matching. *Psychological Review*, **85**, 278–304.
- Lachman, J. L., Lachman, J. L., & Butterfield, E. C. (1979). *Cognitive Psychology and Information Processing: An Introduction*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. (和訳: 認知心理学と人間の情報処理. 箱田 & 鈴木監訳. サイエンス社, 1988)
- Lindsay, P. H., & Norman, D. A. (1977). *Human Information Processing*. Second edition (International edition). New York: Academic Press.
- Marr, D. (1982). *Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information*. San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part I. An account of basic findings. *Psychological Review*, **88**, 375–407.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. New Jersey: Appleton Century Crofts.
- Norman, D. A. (1970). *Models of human memory*. New York: Academic Press.
- Norman, D. A. (1986). Reflections on cognition and parallel distributed processing. In D. E. Rumelhart, J. L. McClelland, & the PDP research group (Eds.), *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition, Vol. 2: Psychological and Biological Models*. (pp. 531–546) Cambridge: The MIT Press.
- Norman, D. A., & Rumelhart, D. E. (1975). *Explorations in cognition*. San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- Posner, M. I. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Rumelhart, D. E. (1970). Multicomponent theory of the perception of briefly exposed visual displays. *Journal of Mathematical Psychology*, **7**, 191–218.
- Rumelhart, D. E., McClelland, J. L., & the PDP research group. (1986) *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition, Vol. 1: Foundation*. Cambridge: The MIT Press.
- Rumelhart, D. E., & Zipser, D. (1986). Feature discovery by competitive learning. In D. E.: Rumelhart, J. L., McClelland, & the PDP research group (Eds.), *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition, Vol.1: Foundations* (pp. 151–193). Cambridge: The MIT Press.
- 鋤柄増根 (1980). 方向の異同判断における比較処理過程: 弁別反応時間によるアプローチ. 心理学研究, **51**, 76–84.
- Saito, M. (1982). Same-different reaction times studied with a flash masking technique. *Perception & Psychophysics*, **31**, 573–576.
- 妻藤真彦 (1986). 同異判断に関する多重記述理論. 関西心理学会発表論文集.
- 妻藤真彦 (1987). 「早すぎるsame反応」に関するモデルとシミュレーション. 日本心理学会51回大会発表論文集 252.
- 妻藤真彦 (1988a). 文字列に対する「同異」判断の理論的検討. 日本心理学会52回大会発表論文集 606.

- 妻藤真彦 (1988b). 同異判断に関するシミュレーション研究. 美作女子大学・同短大部紀要, **33**, 29-35.
- Saito, M. (未出版). Components in "same"-different judgments as an interface between perception and higher cognition.
- Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, **84**, 1-66.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three dimensional objects. *Science*, **171**, 701-703.
- Shiffrin, R. M., & Scheider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, **84**, 127-190.
- Smolensky, P. (1986) Information processing in dynamical systems: Foundations of harmony theory. In D. E. Rumelhart, J. L., McClelland, & the PDP research group (Eds), *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition, Vol.1: Foundation* (pp. 194-281). Cambridge: The MIT Press.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, **74**, (Whole No. 11).
- Sternberg, S. (1966). High speed scanning in human memory. *Science*, **153**, 652-654.
- Sternberg, S. (1969). The discovery of processing stages: Extensions of Donder's method. In W. G. Koster (Ed), *Attention and Performance I* (pp. 276-315). Amsterdam: North Holland.
- Sternberg, S. (1975). Memory scanning: New findings and current controversies. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **27**, 1-32.
- Taylor, D. A. (1976). Holistic and analytic processes in the comparison of letters. *Perception & Psychophysics*, **20**, 187-190.
- 戸田正直, 阿部純一, 桃内佳雄 & 往彰文. (1986). 認知科学入門: 「知」の構造へのアプローチ. サイエンス社.
- Townsend, J. T., & Ashby, F. G. (1983). *The stochastic modeling of elementary psychological processes*. New York: Cambridge University Press.
- Waugh, N. C., & Norman, D. A. (1965). Primary memory. *Psychological Review*, **72**, 89-104.

(1989年12月1日受理)