

心 理 学 と 人 工 知 能*

印 東 太 郎**

1. はじめに

数年前、雑誌「数理科学」がサイバネティックス特集号を出した折(1973, 5月), 筆者は「心理学とサイバネティックス」というテーマを指定され, その時には一深いような浅いような関係—という副題をつけ, 冒頭, 次のように述べた。「多くの読者が期待される内容はサイバネティックスが心理学に与えた影響であろう。しかし, 本当は反対向きの関係, すなわち心理学のサイバネティックスへの影響ということも考えられてよいはずである。ウィナーのサイバネティックス(1968)にはもともと“動物と機械における制御と通信”という副題がついているくらいであるから, 上述のような影響があってもよさそうであるが, もしあったとすれば, それは, 動物の存在, 心理現象の存在そのものの影響であって, 心理学の影響ではないであろう。」心理学と人工知能(以下 AI)という本題の指定を受けた時, 同じような感想をいだかない訳にはゆかなかった***。その関係は深いとも, 浅いともいえ, また, 心理現象の存在が AI に影響を与えたこと, 心理学が AI から影響を受けたことも確実であるが, 心理学が AI に影響を与えたか否かは疑わしいからである。

2. 心理現象と AI

AI は, 図形認知, 文章中の理解, 推理過程など人間の心理現象と同じことをコンピュータにやらせようとしている訳で, 心理現象が AI のモデルになっていることは明らかであろう。しかし, コンピュータが人間と同じように, あるいは, より能率よく図形を認知し, 推理を行うようになったとしても, それを遂行するプロセスが人間のそれと異なっていることは周知の

通りである。ここに異なっているというのは, 一方は電気回路で, 一方は神経組織によって, それぞれのプロセスが行われているという意味ではなく, それぞれにおけるソフトウェアの構造が全く異なるという意味である。実際, 人間のそういう心理機能の内容は, 現在のところソフトウェア技術者が真似をするほど分ってもいないし, また, 真似をする必要のないことは, 鳥を真似しようとしなくなったところから今日の航空機が発達したのと同じであろう。本特集号に述べられている大部分の AI は, これら心理現象の心理学的解明とは全く無関係に, 発達して来たということが出来る。ただ, 自動翻訳など, はじめに思ったよりはるかに手ごわい問題であったというのが, 関係者の現在の偽らざる感想であろう。それは, とりもなおさず, これらの心理現象を支えている人間のソフトウェアは予想以上に複雑であるという認識に到達したことに他ならない。これは AI がもたらした心理学への, あるいは, 人類一般への一つの成果と考えるべきであって, 少し大げさな比喻を用いると, 平行線公理の証明が不可能とわかってはじめて非ユークリッド幾何学が成立したのと同じような時期に, 現在, われわれはさしかかっているといえるような気がする。

3. 心理過程のシミュレーション

現在では, コンピュータによって, 個々の心理過程をシミュレートしようという試みは珍らしくない。与えられた無意味綴り, または, 単語のリストを記憶したり, 再生したりする簡単な心理過程をシミュレートしようとしたプログラム, EPAM (Elementary Perceiver and Memorizer, 1959) などがその嚆矢で¹⁾, こういうアプローチは一般に心理過程の情報処理モデル (information processing model) と呼ばれている。AI と異なり, この場合には, コンピュータに情報を客観的に正しく記憶したり, 再生したりさせることが目的ではなく, 人間の心理過程そのものをシミュレートすることを目ざしているのであるから, むしろ, 人

* Artificial Intelligence and Psychology by Tarow Indow (Department of Psychology Keio University).

** 慶応義塾大学心理学

*** 筆者は, 現在, 米国に出張中 (University of California, Irvine) で, 当地には余り AI 関係の資料をもちあわせていないので, 総括的というよりは, 筆者自身が日頃感じていることを書かせて頂いた。

間と同じように間違いをしてくれなければならない。人間に難しい問題は、そのプログラムにとっても難しく、人間のエラーのデータとよく一致するようエラーをするようなプログラムが出来た時 (Turig test), そのプログラムの論理構造は人間の心理過程を模していると思える。ただし、これはタテマエであって、現実には、AI と見なすべきか、情報処理モデルと考えるべきか、判断に苦しむケースが多いように思われる。当事者からすれば、やっている間に、シミュレーションよりも、コンピュータに知的作業によりうまくやらせることの方が面白くなってくるのであろう²⁾。しかし、次に述べるように、徹底した情報処理モデルもたしかに存在する。

情報処理モデルの場合、コンピュータ言語としては、当然、記号処理言語が用いられる。初期は RAND で開発された IPL (Information Processing Language)-V が用いられることが多かった³⁾。それというのも、こういうアプローチはそのグループの人々に限定されていたからである。現在では、研究者の幅も広くなり LISP, SNOBOL など一般的な言語によるプログラムが大勢を占めてきた。IPL-V は、それを創造した人達、特に H. A. Simon, A. Newell によると、このコンピュータ言語そのものが心理過程をシミュレートしたものということによっている。IPL-V に含まれている操作に対応しないような心理過程は存在しないという確固たる信念に貫かれているといえよう。そのため、この人達の場合、人間についての実験データもおそらく精微になってきた。例えば、

$$\begin{array}{r} \text{DONALD} \\ + \text{GERALD} \\ \hline \text{ROBERT} \end{array} \quad D=5$$

を示し、 $D=5$ を手がかりに A, B, E, G, L, N, O, R, T を適当な数字におきかえさせる問題 (cryptarithmic) を与え、声を出して考えさせることにより、問題解決過程のフローを追求するのであるが、その長いことと、精微なことは一読されれば (一見と書きたいところであるが、とてもそんなものではない)、誰でも驚かれることは確実である⁴⁾。

心理学においては、この 20 年ぐらい、心理過程、特に、学習過程を確率過程として記述する数学モデルが数多く発表された^{5,6)}。こういうアプローチに比べると、情報処理モデルの方がキメ細く心理過程を描写できることは事実であるが、そのかわり、数式のようにその内容を簡潔に書きあらわせないという通弊をもっ

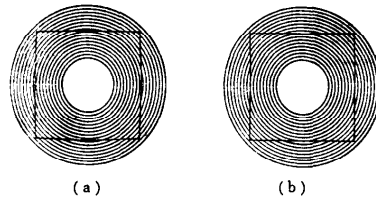


図-1 Orbison の錯視 (Smith, D. A. in *Journal of Math. Psychol.*, 1978, Vol. 17, p. 73 より)

ている。EPAM にしても⁷⁾、上記の問題解決にしても、その内容をここに述べられないのはそのためであろう。そこで、普通の意味における情報処理モデルとはいえないが、その内容を最も容易に伝えられる一例を次に述べることにする。

図-1(a)を見ると、同心円上の四角形の辺は少し中心に向かって凸に曲って見えるであろう。しかし、定規をあてればすぐ分るように、中央の図形は物理的には正方形で、いわゆる、錯視と呼ばれる現象の一つである。この種の錯視は次の原理によって、統一的に説明される。人間の視覚系には錯角は過大視し、鈍角は過少視する傾向があり、この図でいえば、円と直線の各交点で目に見える角度は物理的角度から一定の比率 ε だけズレて見えるものとすればよいのである。すると、微分幾何学の動標構を用い、逆に目に直線に見えるためには、 ε をパラメータとして、どれだけ物理的には反対の方向に局所的に曲っていなければならないかを計算し、その軌跡を求めることができる。 ε の値を少しずつ変化させ、一つの値ごとにコンピュータに作図させた沢山の図形の中から、最も多勢の人に最も正方形に近く見えた例の一つ選んだのが図-1(b)である。僅かであるが、四角形の辺は物理的には上下左右の方向に凸な曲線で、 ε の最適値は 0.035 と報告されている⁸⁾。これは人間の視覚系における情報処理過程の一つの特性を明らかにしようとしている研究で、パラメータが ε 一つでよいところに特色がある。数学モデルにしても、情報処理モデルにしても、できるだけ少数のパラメータを用い、できるだけ多くの現象を統一的に扱うことを狙っている点は、心理学も他の科学と変わらないと思って頂いてよいであろう。

4. 図形認知

上述のような錯視は多くの人の興味をそそるようであるが、これは月食のようなもので、いわば例外的ケースに当り、貴重な情報をもたらしてくれるにしても、人間のより一般的な知覚過程の研究にとって基本的な

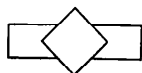


図-2 長方形+45°傾いた正方形

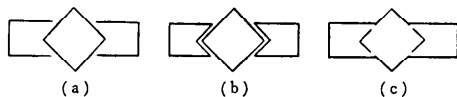


図-3 図-2の可能な見え方

現象ではない。より基本的な問題は、むしろ、常態において、なぜ直線に見えるか、なぜ、図-1の図形は同心円と四角形とに分離して見えるのか、こういう視覚空間の幾何学はユークリッド的か⁹⁾、といったようなところにある。一般に、与えられた図形通りに見えない場合を錯視と呼ぶが、正常な場合にも、図形は決してその通りに見えているのではないことに注意して頂きたい。図-2を見れば、誰でも、長方形の下に45°傾いた正方形が乗っているというであろう。しかし、物理的には図-3の(a)のような線があるだけで、長方形は存在しない。しかし、知覚としては、左右の開いた図形は正方形の裏を通して一つの長方形として見える。すなわち、物理的には存在しない図形を見ているといわなければならない。図-2の図形は論理的にはいろいろな形に見え得る可能性をもっている。図-3(a)もその一つであるが(b)、(c)をはじめ、連続線を途中で切断する気になれば、無数の可能性がある。しかし、通常、人間にはその中の唯一の可能性だけが知覚されているので、他の可能性など、普通は気づかれもしない。それでは、どの可能性が知覚されるのかといえば、その形は、他のすべての場合に比べ、最も単純、且つ、簡潔な成分を含んでいるということができるであろう。これはプレグナンツ (Prägnanz) の法則といわれ、生体の視覚系に内在する最も基本的な特性といえる。法則といわれるが、残念ながら、現在のところ、何を単純、簡潔と呼ぶか、それを定式化することはできないので、ある程度、直観に頼る他ないが、正方形+長方形は、図-3の他のパターンに比べ、単純、且つ、簡潔な成分から成るものであることは誰でも賛成されることと思う。図-1の図形において、同心円の上に四角形が見え、例えば、図-4のようなつながり方に見えないのも、同じ法則による。図-5のように、3個の成分が、いずれも単純、簡潔の場合になると、見ようによって、ヨコに細長い長方形の上にタテに細長い長方形が乗っていると、3個の長方形が同一平面上に並んでいるとも見えるであろう。

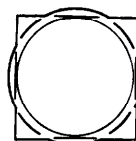


図-4 図-1の可能な見え方の一つ

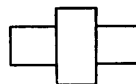


図-5 2個の長方形または3個の長方形

人間には与えられた図形がそのまま見えているのではなく、見える前に一種の選択があるという事実は、角度が若干過大、過小視されるというような事象よりは、更に基本的であり、AIにおける図形認知と深い関係をもつといえるであろう。そして、上述のように、この選択を規定している要因がいまだ完全には成文化されていないということは、現在では、コンピュータによって本当にはシミュレートしようがないということに他ならない。幾多の可能性の中から特定のパターンが選択されるのは、われわれがそのパターンを見慣れているからで、経験による学習の結果であろうという議論はよく行われる。たしかに、図-3(a)、(b)、(c)のような図形は余り見かけない。しかし、それは、プレグナンツの法則によって図-2や図-1における同心円上の四角形というパターンが選択されるから、それを見慣れているのであって、プレグナンツの法則の方が経験に先行し、その逆ではない^{*}。例えば、「なめらかなつながり」というプレグナンツの一つの形と経験とが矛盾すると時には、前者が優先する。図-6を見て、上下に並ぶ2本の線と45°傾いた四角形というパターンの他に、それがWとMとが上下にくっついた形としても見え得る可能性をもっていることは、指摘されるまでは気がつかないであろう。これはWとMとをイニシヨルにもつ M. Wertheimer 自身の告白である。OCRであれば、8をおり重った一体の連続した曲線から成る図形と見るか、二つの円が上下にくっついた図形と見るかは問題にならない。他の数字や文字から8を識別できればよいであろう。し



図-6 二つの見え方

* 物理的に長方形の上に正方形の乗っている場合が多く、物理的に正方形を移動させれば、長方形+正方形というパターンの学習になるという議論もあるが、反例を示すのは難しくない。

かし、バックグラウンド前にある特定の対象を識別するような AI になると(第7章, 参照), ここに述べた人間におけるパターンの成立過程との関係は深くなる。そういう AI に役立つよう, 法則の定式化を急ぐことは心理学の一つの任務と考えなければならないであろう。

通常の場合, 幾多の可能性の中からただ一つのパターンだけが認知されるという事実は, 人間がその認知を記憶におさめる場合も, その認知に思考など何らかの心理的操作を加える時にも, 重要な意義をもっている。図-7 の図形について, その見えたままの形, 「正方形の上に重った平行四辺形」の面積を計算せよという問題を与えれば, 多くの人は正方形の面積 a^2 に底辺 $(b-a)$, 高さ a の平行四辺形の面積を加えるであろう。しかし, よりエレガントな解法として, 次のようなものがある。図-7 を一部が重複した2個の直角三角形と見れば(図-8), $[(a \times b)/2] \times 2 = (a \times b)$ という回答は自明であろう。人間がこの解法を思いつき難いのは, 人間にとって, 「正方形プラス平行四辺形」というパターンの方が, 図-8 のパターンよりも自然だからであろう。一般に, 人間が考えるべき問題に遭遇するという事は, 場面の現在の見方が問題の解決にとっては都合の悪いという条件の場合に限る。回答に都合のよい形がはじめてから見えているなら問題はおこらない。そして, 問題の解決ということとは, 必要とされる情報がすべてそこにそろっている場合には, 人間にとって自然な見え方を, 解決にとって都合のよい, しかし, 人間にとっては不自然な見え方に変換することによってもたらされる。特に創造的思考といわれるものには, この形に当る場合が多く, この識別はソフトウェア技術者としては心得ておいてもよいことであろう。

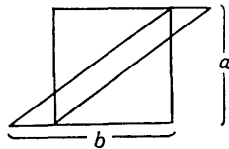


図-7 面積を計算する問題

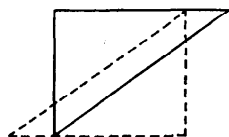


図-8 図-7 のエレガントな解法

5. 特徴抽出

一つの形, パターンを認知することに加え, 人間はそれを適当なカテゴリーに分類している。乱暴に書かれた手書き文字でも, A は A, B は B として読むのに困らないのは, そのためであろう。A なら A の特徴を抽出し, A というカテゴリーを自然に形成しているからで, この心理過程は, 普通, 概念形成と呼ばれている。幼児にも, 犬や猫にも, 性能のよい特徴抽出機構が備っているはずで, それまでシェパードやコリーにしか接したことのない幼児でも, はじめてシバ犬を見れば, 直ちにそれを犬と呼ぶであろう*。記憶に保持されているのは個々のシェパード, 個々のコリーの具体像ではなく, それらに共通な特徴, すなわち犬を猫その他から区別する基本的なパターンのはずである。上述の幼児も, はじめてチワワのような小型の犬に接した時には少しとまどうかも知れないが, それも犬と教われば, 今までの犬の基本パターンは多少修正され, もうチンを見ても直ぐ犬と悟るものと思われる。この概念形成は, AI にとり, 最も基本的な問題の一つであるから, 現在, 心理学において, どの程度このプロセスに関すれ研究が進んでいるかということが気になるであろう。

個々の事象の中からいかにして特色を抽出し, いかにして分類を行っているかということは, 本人自身に尋ねても, 答えられるものではない。名医がその診断過程を完全に成文化して後進に伝承できたとしたら, 教育はずっと簡単になるであろう。その意味において, 人間は第三者にとっても, 本人自身にとっても, ブラック・ボックスなのであって, 心理学の課題は, その中に内在している情報処理プログラムの構造を明らかにすることに他ならない。前節に述べたプレグナッツの法則は, われわれが見ているような図形, パターンを形成するプログラムの一つであった。本節の問題は, もう一段上のレベルの話であるが, 特徴抽出, 概念形成に関係すると思われる人間のプログラムの研究は, 従来, 三つの形で行われてきた。一つは純然たる実験的研究, あとはそのデータを基礎にして, 確率過程として定式化を行うか, コンピュータ・シミュレーションを試みるかである。最も簡単な実験場面を述べると, 次のようになる。

* 実際には, 自分の家の犬も, 父母の姿も, 常に網膜の上で変化しているが, その同一性の認知は非常に早い。これは, 特定の犬, 特定の人という概念形成に当る。

MBSQC というような無意味綴りを書いたカードを一つ一つ被験者に見せる。一定の規則があって、個々のカードは＋か－の二つのカテゴリーに分類されることになっている。例えば、Bを含んでいれば＋、それ以外は－(単純概念)、又は、BとQを含んでいれば＋、それ以外は－(論理積)。又は、BかQのいずれかを含んでいれば＋、それ以外は－(論理和)、という具合で、被験者はそのルールを知らないから、はじめは、勝手に分類を試みる他ないが、その都度、実験者が正しい分類を教えてやると、徐々に分類が適中するようになり、やがて、その場合のルールを見ぬき、何を＋と呼ぶべきか、一種の概念が形成される。これは、大変大ざっぱな模倣であるが、インターンの学生が沢山のレントゲン写真を見せられながら、どういう兆候の場合、何と診断すべきであるか、実地訓練を受けている場合を模しているといえないことはない。こういう実験によると、この場合、成人はいろいろな方策(strategy)を用いてルールを見ぬこうとしていることは直ぐわかるし、効率のよい方策を用いる人も、そういうことのできない人もある。単純概念で、被験者がそのことを知られている場合には、MBSQCが＋と教えられれば、この5文字をキメ手の候補者として記憶におさめ、例えば、次にGB×CTも＋と分れば、両カードに共通するBとCのいずれかがキメ手に違いないと考えるし、もしGB×CTが－と分れば、前のカードにあってこのカードにない文字MSQのいずれかがキメ字と考えてゆくような方策が最も効率がよく、一度に一文字ずつしか考えに入れないような方策は効率がよくないことは明らかであろう。たしかに、そういう方策がとられているか否かは、コンピュータによるモンテカルロ実験の結果と人間のデータとを比較して確かめることもできるし¹⁰⁾、実験条件や訓練によって方策がどう変化するかを追求する実験を行うことも困難ではない。

しかし、幼児が犬の基本的パターンを覚え、犬という概念を形成する場合、こういう方策をとっているということは考えられない。こういう方策を用いてルールを見ぬこうとするのは、人間にとって自然には形成できないような概念を扱っているからで、レントゲン写真の診断の場合など、ややそれに近く、それだから実習を必要とするのである。人間の普通の生活にとり必要とされるような自然概念の形成は、こういう実験場面における概念形成とはかなり異なったプロセスによって行われているとしか考えられない。心理学の研

究を困難にしている一つの原因はここにあるので、実験を行うと一種の artifact しか観察できず、本来の自然の心理プロセスはこれを捉えることが難しい。AI関係者は心理学自身の進展が余りかはばかしくないことに歯がゆい思いをしておられると思うが、上述の事情は汲んで頂かなければならない。

自然場面と実験場面とが異なるというのは単なる量の差という意味ではない。上例でいえば、カードは各文字の存否(2価)が明確に与えられているのに対し、レントゲンにおける個々の兆候の存否は明瞭でもないし、存在する場合にも程度の差があろう。あるいは、概念を規定するルールも論理積、和の複雑な組合せであろうし、事例によってある程度変化することも考えられる。しかし、こういう量的な相違であれば、まだ何とか克服する道は見出せる。MBSQC というようなカードではなく、イ、ロ、ハ、……数人の人の手書き文字(カタカナ、あるいは、ひらがな一字ずつ)を材料に用い、書き手を推測させるという実験も行っていた¹¹⁾。それぞれの文字は、線が太い、角ばっている、など書き手の特色を荷っており、日常生活でも、知人の筆蹟は一瞥してわかるであろう。こういう材料であれば、artifact を生まないかということ、必ずしもそうはゆかない。一連の文字の場合とはともかく、一字一字を提示して書き手をあてさせると、やはり、人々は方策を用い、イならイ(勿論、知人ではない)の筆蹟という概念を形成するのには予想以上に反復、学習を要するようになる。すなわち、日常生活で知人の書体を認知するのは、こういう方策、こういう反復、学習の結果とはどうも考え難い。

ここにいう方策を用いる学習ということは、AIでいえば、heuristicの一つの形に相当する。2に述べた問題(cryptarithmatic)も、本節に述べた特色抽出も実験的にこれを追及すると、人間の情報処理プロセスには、それなりの heuristic が認められる。しかし、3に述べた創造的思考の場合、日常生活における特色抽出の場合、同じような heuristic によってそれが支えられているか否かは疑わしい。この問題は、更に次節において追求してみたいと思う。

6. 長期記憶の検索

この問題は既に本誌に書いたことがあるので¹²⁾、ごく簡単に述べることにしたい。人間の記憶は、大別すると、長期記憶(long-term memory, 以下, LTM)と短期記憶(short-term memory, 以下, STM)とに区

別できる。前者はほぼ一生の間ついてまわる記憶をさし、われわれの語彙は LTM におさめているはずである。一方、必要な間だけ一時的に記憶し、不用になれば、直ちに忘れてしまうようなバッファ的記憶が STM である。実験がやり易いため記憶に関する大部分の実験は STM に関するもので、3 に述べた EPAM も、STM への情報の格納と、その検索に関する一つの情報処理モデルである。しかし、人間の日常生活からいえば、LTM の方がはるかに重要で、失語症など LTM からの検索に支障を来した不幸な事例に他ならない。人間が LTM に収めている情報の量はほう大であるが、われわれは必要な瞬間に必要な単語、あるいは、それに付随した情報のリストをレトリブできるものであるから、人間には高性能な情報検索（以下、IR）機能が備わっているといわなければならない。

日常生活における“ど忘れ”（tip of tongue）という現象など、LTM の IR を考える上に貴重な事例であるが、こういう現象は実験的にコントロールがきかない。しかし、次のような IR になると、実験もやり易く、はなはだ規則性をもったデータを得ることができる¹³⁾。例えば、「花」というカテゴリーを指定し、それに属する単語を自由に想起させると、 t 分目までに想起した（重複は許されない）単語の個数 $n(t)$ は、丁度インディシャル・レスポンスと同じ式で記述される。

$$n(t) = n(\infty)(1 - e^{-\omega_n t}) \quad (1)$$

すなわち、個々の単語の想起を確率過程と考えると（図-9）、 $(n-1)$ と n との間の間隔 τ_n は、相互に独立な指数分布

$$f(\tau_n) = \omega_n e^{-\omega_n \tau_n}, \quad E(\tau_n) = 1/\omega_n$$

で、このパラメータ ω_n は n の線形減少関数（間隔 τ_n としては徐々に長くなる）

$$\omega_n = (n(\infty)\lambda) - (n-1)\lambda$$

とした場合（確率過程でいえば、pure death process）の n の期待経過 $E(n; t)$ が（1）式に当り、そのためか、個々の被験者の個々の想起過程が、いずれも（1）式で捉えられ、条件によってパラメータ $n(\infty)$ 、 λ がいかに変化するかをいろいろ追求することができる。この場合、被験者は、シトリをやっているのと同じように、意識的に LTM を検索していることは疑いなく、この IR の型について幾つかの仮説を立てることも、

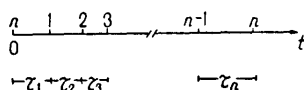


図-9 LTM からのレトリブ（確率過程）

それに基づいて実験を重ねてゆくことも、ある程度、可能である。LTM におけるデータベースの構造と検索の方式とがからんでいるが、検索方式としては、何らかの範囲を探索しているとする訳で、これも heuristic の一つの形といえる。しかし、日常、人間が自由に母国語を操っている時、一語一語についてこういう IR が先行しているということとははなはだ考え難い。その場合には、これとは全く形の異なる IR が行われているのではないかと思われ、その IR によって順調に目ざす単語をレトリブできない時が“ど忘れ”で、そうなる始めて、この種の IR が行われるように思われる。

記憶よりも視覚検索の方が話はハッキリするので、その例を用いて話を進める。同一カテゴリーに属する単語（例えば、サクラ、キク、……、できるだけ長さの異なる単語を揃える）を n 個ランダムな位置に書いたカードを示し、その中に特定の単語（例えばユリ）が含まれているか否かを視覚検索させ、YES (Y), NO の判断に要する時間 τ を測ったとする。ただし、NO には 2 種類あり、一つは花の名前であるが、与えられたリストには含まれていない単語がターゲットの場合の NO (N)、もう一つは、全然、別個の単語（例えばカテゴリーが花の場合にイヌ）がターゲットの場合の NO (N')。平均反応時間をリストの長さ n の関数 $\tau(n)$ と、すると、いずれも線形で、実際には切片の値は Y, N, N' で多少異なるが、見易いよう、それを等しいものとしてプロットすると図-10 のようになった¹⁴⁾。 N' の場合は検索するまでもなく NO といえるから（被験者は、各リストは同一カテゴリーの単語からなることを知らされている）、 N' の場合は横軸に平行、 Y の場合は、一つ一つ探していきターゲットが見つかった瞬間に反応しており（直列自動打ち切り検索）、 N の場合はリストを全部調べてから始めて反応（直列悉皆検索）しているので、 N の勾配は Y の勾配の 2 倍になっていると考えることができる。そして、 N の勾配

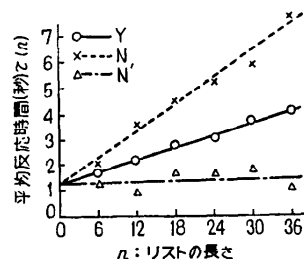


図-10 視覚走査（直列自動打ち切り型）

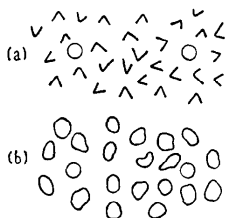


図-11 自発的な一対の形成と検索による一対の発見

から、人間が1秒間に視覚的に検索できる平均個数は10個程度ということになる(記憶走査の場合は、1秒間100個位で、ずっと高速になる)。この実験の場合には、被験者は目でリストを走査する以外に探しようがない。ところが、図-11(a)を見ると、探すまでもなく一瞥で、一対のマルを認知するであろう。この場合の反応時間は、図-10の N' の場合のように、マル以外の要素の数によって変化しない。すなわち、直列検索とは考えられないのである。同じ位置に同じ一対のマルがあっても、(b)の図形になると、一瞥ではその存在は検出できない。上記の単語の検索と同じく、図形の全面を走査して始めて見つかるので、図-10の Y のように、その反応時間はマル以外の要素の数の線型増加関数になり、その勾配の値はマルと他の要素との視覚的類似度に依存する。

さきに探索を要する検索方式と書いたのは、図-10の Y や N 、図-11(b)の場合をさしている。それに対し、図-11(a)においては、一対のマルは自動的にpop upしているといわざるを得ない。平行に行われる走査を考えても、条件による反応時間の変化をうまく説明できそうもなく、走査の結果というより、一種の共鳴のような現象を考える他ないことは前稿¹²⁾においても述べておいた。最近提出された新しい記憶検索に関する数学モデルにも、同じ意味の内容が盛り込まれている¹⁵⁾。

7. 心理学とAI

私はまだ読んでいないのであるが、ワイゼンバウムの近書¹⁶⁾は一種の波紋を投じたようである。それに対して書かれたと思われるサイモンの最も新しい論文¹⁷⁾を見ると、依然として、次の主張が繰返されている。「人間の思考の根底にある心理過程は、基本的には、コンピュータのそれと同一である」。第3節にも述べたように、これはサイモン、ニューウェルを中心とするグループの基本思想である。心理学の側から

AIとの関連を考えた場合、一つの問題はこの2点に集約されるのではないと思われる。人間の心理過程の一部には、例えば、視覚的パターン認知の場合、平行処理が含まれているかも知れないが、それは直列処理のコンピュータではシミュレートできないというような議論は時に行われる。これはシミュレーションの上で時間をどう定義するかというだけのことで、もっと深い意味において、人間の情報処理過程の中に本質的に現在のコンピュータではシミュレートできないものがあるか否かというのが問題である。特徴抽出にせよ、LTMの検索にせよ、あるいは、問題解決、図形認知にせよ、そこに何らかの探索が含まれていると考えられるなら、その方式について、仮説を設けることも、シミュレートすることも、原理的には不可能ではない。問題は、その形に還元し得ない心理プロセスが存在するかということで、筆者には、もしあるとすれば、それは先に直接的pop upと呼んだプロセスではないかと思われる。そういうプロセスは、存在するとすれば、図-11(a)のような場合、LTMから一語一語必要な単語をレトリブしている場合、自然な特徴抽出、創造的思考など、すべての場合にわたり存在するはずで、そうすると、コンピュータよりもホログラフィーに類比を求めたくなるのであろう¹⁸⁾。走査というプロセスなら、物理学における近接作用のように、イメージをつくり易いのであるが、直接的pop upとなると、遠隔作用のように、どうもモデルをつくり難い。

一方、AIの側から考えると、第2節に述べたように、それは心理学とは独立に進展し得るであろう。しかし、同じ節において指摘したが、人間の心理現象を支えているプログラムの構造を甘く見てかかる時代は既に去ったと思うのである。このAIを非常に困難にしていると思われる原因の一つは、上に述べた直接的pop up的作用で、渡辺博士が近著¹⁹⁾で指摘された、「パラディグマ的象徴」も同じ作用をさしているように思われる。更に、AIにかぎらず、ソフトウェア技術一般から考えると、その利用者である人間の情報処理過程の特性を充分に考慮に入れる心構えが必要とされるのであろう。大規模ソフト開発のヴェテランの1人、ワインパークは私などよりも、よほど鋭利な人間心理観察家であるが、氏の「プログラミングの心理学²⁰⁾」を見ると、やはり、そのことが指摘されている。第4節の末尾など、本稿においても、人間の思考過程について心得て頂きたい点を述べたが、一般的について、現在、心理学の側に十分な用意があるとは到

底いえない。しかし、例えば大規模ソフトウェア開発の実技の中から適当な問題点を指摘して頂ければ、そこに焦点をあわせた心理学的実験、データの蓄積を続けてゆくことは可能であろう。心理学の研究の中から有用な情報を得ようと思っていたのでは、いつになっても応用は効かない。その理由も、前稿¹²⁾において指摘した。AIあるいは、ソフトウェア技術者の方々との協力が最も必要とされる時期に来ているのである。

参考文献

- 1) E. A. Feigenbaum: The simulation of verbal learning behavior. In E. E. Feigenbaum & J. Feldman (Eds.), 阿部 統, 横山 保(訳), コンピュータと思考, 好学社 (1969).
- 2) E. B. Hunt: *Artificial intelligence*. Academic. Academic Press, New York (1975).
- 3) A. Newell (Ed.) *Information processing language—V Manual*. Prentice Hall, Englewood Cliff, N. J. (1961).
- 4) A. Newell & H. A. Simon: *Human problem solving*. Prentice-Hall, Englewood Cliff, N. J. (1972).
- 5) 小野 茂: 記憶および学習, 印東太郎編, 数理心理学, 15, 東大出版会, 第4章, pp. 137~199 (1969).
- 6) 小野 茂: 統計的学習理論, 印東太郎編, 心理測定・学習理論, 現代統計数理シリーズ, 14, 森北出版, 第2章, pp. 93~198 (1977).
- 7) 印東太郎: コンピューターその機能とシミュレーション, 印東太郎編, モデル構成, 心理学習研究法, 17, 東大出版会, 第8章, pp. 249~278 (1973).
- 8) D. A. Smith: A descriptive model for perception of optical illusions. *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 17, No. 1, pp. 64~85 (1978).
- 9) 印東太郎: 両眼視空間の幾何学, 数理科学, 9月号, pp. 18~25 (1974).
- 10) T. Indow & S. Suzuki: Strategies in concept identification: Stochastic model and computer simulation. I: *Japanese Psychological Research*, Vol. 14, No. 4, pp. 168~175 (1972), II: Vol. 15, No. 1, pp. 1~9 (1973).
- 11) T. Indow, M. Kobayashi & S. Dewa: Concept identification with natural material. *Acta Psychologica*, No. 39, pp. 131~139 (1975).
- 12) 印東太郎: 人間の情報処理過程の数量的解析, 情報処理学会誌, Vol. 17, No. 3, pp. 182~190 (1976).
- 13) T. Indow & K. Togano: On retrieving sequence from long-term memory. *Psychological Review*, Vol. 77, No. 4, pp. 317~333 (1970).
- 14) T. Indow & A. Murase: Experiments on memory and visual scannings. *Japanese Psychological Research*, Vol. 15, No. 3, pp. 136~146 (1973).
- 15) R. Ratcliff: A theory of memory retrieval. *Psychological Review*, Vol. 85, No. 2, pp. 59~108 (1978).
- 16) J. Weizenbaum: *Computer power and human reason: From judgment to calculation*. Freeman, San Francisco (1967).
- 17) H. A. Simon: What computers mean for man and society, *Science*, Vol. 195, No. 3, pp. 1186~1191 (1977).
- 18) K. H. Pribram, M. Nuwer, & R. J. Baron: The holographic hypothesis of memory structure in brain function and perception. In D. Kantz et al. (Eds.); *Contemporary developments in mathematical psychology, II*. Freeman, San Francisco, pp. 416~457 (1974).
- 19) 渡辺 慧: 認識とパターン, 岩波新書 36 (1978).
- 20) G. M. Weinberg: *The psychology of computer programming*. New York Van Nostrand (1971).

(昭和53年6月2日受付)