

第四章 思考モデル TM の再検討

4.1 記憶 ... 「短期記憶行列」

TM における、時刻 $k+1$ の状態 $Q(k+1)$ を決定する要因としては

(i) $Q(k)$; 直前の記憶

(ii) M ; 過去の経験の記憶

(iii) $I(k)$; 外部入力 (言語)

(iv) $\alpha, \beta, \rho, \tau, \delta$; 知能, 性格, 精神状態, 体調, 外部感覚入力

の四種類であるが、この中で、記憶部分は、(i) の瞬時的なものと (ii) の長期にわたる固着的なものがある。

しかし、実際には、二つの中間に位置する一時的、流動的記憶が存在する。例えば、人間が思考しているとき、一般には、同じことを繰返して考えたり、逆に、当面の問題から、はずれたことを考えはじめたりすることがない。ところが、わかるように、数秒か数分か前までの思考の経過が記憶されている。また、1.5 節 (1) の「ベル音に反応する二秒間の思考」において、 A_1, A_2 が固着的記憶の想起であるのに対して、 $A_3 \sim A_6$ は、一時的な記憶の想起である。ところが、現在の TM では、前者は、拡散行列 M にあたるが、後者にあたる記憶部分はない。

$\tau = T$. このよき一時的記憶部分を付加することを考えよ。これは、やはり、拡散作用に關与して、影響力を持つため、拡散行列を二つの部分に分け、 $M = M_L + M_S$ とし、 M_L を、従来通り、固定的記憶とし、 M_S を新たに、一時的記憶とす。さて、普通は、 $m_{ij} = 0$ と、時刻 $k-2$ に $\delta_j = 1$ 、時刻 $k-1$ に $\delta_i = 1$ とし、 $m_{ij} = S_m(t-k)$ とす。但し、 $t < 0$ 、 $t > T$ は $S_m(t) = 0$ 。

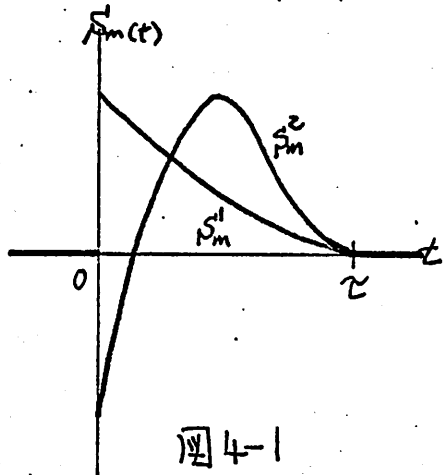


図 4-1

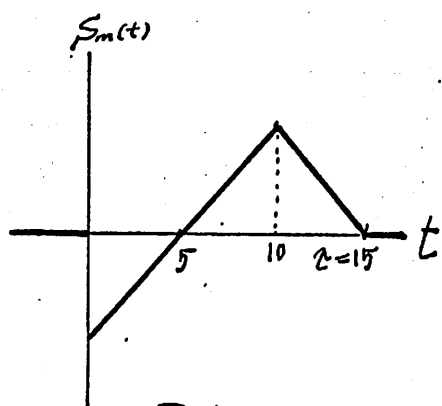


図 4-2

作用を考慮した S_m^2 等が考えられる、詳しい検討は未だ、なされてない。

最後は、参考のため、一つだけ実験例を報告しておく。 $S_m(t)$ としては、図 4-2 を用い、特に M_S の影響をみるために、 ρ 関数は除く、 λ 関数は、最大値遷移とした。さて、入力には、 ρ 関数は、 $\rho = 1$ とし、問題入力を入れた。結果は、例題は、 $M_L = ab$ の場合は、10 入力中、2 つにわたる、 $t = 1/30 T$ 、なる。

出力が巡回的に行き、他の ρ も、巡回出力までの平均時間が 4.6 と非常に長く、しかも、その巡回出力は、 ρ と、異っている。なる、平均

巡回周期は 9.25 で、 $S_m(t)$ のピークと谷は一致しており、このように
尖鋭なピークの妥当性が問題となる。以上の結果は、おかげで、特殊な場
合 (9 変数なし、即ち $p=1$) などで、更に実験を繰り返す必要がある。

4.2 概念

本論文では、TM の持つ概念の数は、10 とし、その概念は、2-1 節で
述べたように、「言語表現可能なもの」という規定に止めた。その理由は、思
考の動的過程のシステム・モデルを考えると、それが本質的ではないというこ
の他に、それ以上、深く、扱うことの困難さのためでもある。

今更、「概念の想起」と「記憶の想起」を同義語として、使った
りして、概念と記憶の差違をはっきりさせなかったが、概念は、1130 人の
記憶を基にして、形成されるものであって、記憶と同じものではない。例えば
1.5 節のベル音で想起された A_1, A_2 は電話に関する広汎な知識の
一部の想起ではなくて、それが経験の中で作り出した、一つの想起の
1107-2 (形態) である。電話に関する知識は有限でも、その想起
の形態としての概念は、無限である。従って、思考過程の数学的表現
を試みるには、このような概念とか記憶とかの扱いはうまく、

知識としての記憶を単位とするは、概念形成の問題を経なければ、思考の問題に行きつかない。概念は、上述の意味で、単位として扱うことは不適当である。よって、本論文では、「言語表現可能形」という条件のもと、概念を単位として扱うことにより、与えた問題をあきらめず放置していくが、これは、今後の重要な課題である。

4.3 f・g サイクル

本論文では、fとgを交互反復過程として表現したため、状態の変化の不連続性が目立ち、思考過程としては、少し不自然で、ぎこちなくなっている。よって、1.5節で述べたような「常に拡散しながら、同時に、常に集中している」という同時相反過程に近づけるために、一つの案として、次のようなことが考えられる。状態の遷移の式で、

$$Q(k+1) = (1-\lambda)Q(k) + \lambda \cdot g \cdot f(Q(k))$$

とすると、 $\lambda=1$ の場合は、いままでと同じだが、 $0 < \lambda < 1$ ならば、 λ が小さいほど、状態は連続的に変化するようになる。ここで、gを除いた線形系で、収束点のある場合について、 $\lambda=1$ のときの収束点 x_0 と $\lambda < 1$ のときの収束点 x_1 を比べると、

$$\{(1-\lambda)E + \lambda M\} x_1 = x_1$$

$$\therefore \lambda (M-E) x_1 = 0$$

$$\lambda = 1 \text{ かつ } (M-E) x_0 = 0$$

となり、 $x_0 = x_1$ であることがわかった。本質的差違はない。しかし、実際には
 非線形系が存在するから、今後の実験での検討を要する。なお、
 これに関連した入出力の意味は後で扱う。

4.4 入出力

TMでは、入力は一瞬時的に状態の中に、割込んでしまふようになって
 いるが、実際には、聴覚に到達する入力は、一瞬時的で、それが思考に与
 える影響は、必ずしも言えない。すなわち、 t での信号の中への入力は、聴覚を経
 た入力に余韻を持つてその思考に与えることができる。例えば、いまの入力を聴覚
 入力 $\tilde{I}(k)$ として、 t での信号の入力 $\tilde{I}(k)$ を

$$\tilde{I}(k) = a_0 \tilde{I}(k) + a_1 \tilde{I}(k-1) + \dots + a_n \tilde{I}(k-n) = \sum_{i=0}^n a_i \tilde{I}(k-i)$$

とすることができる。但し、 $a_i > a_{i+1}$ 。このような効果は、4.3節の場合に
 起り、非線形部分の部外では、 $a_i = (1-\lambda)^i$ となる。すなわち、より
 後でかかると、意識は一つであるという考えから、4.3節のようである

ではないかと思われ。

一方、このように考えれば、概念を階層的、或いは、文法的に考えた段階では、その入出力の表現は、重要になってくると思われる。例えば、我々が、ある文の意味を理解する場合、それを構成する単語の順に、連続的に理解するのではなく、ある時点で、不連続的に理解できると考えられる、そのような場合の入出力で考えられるというべきである。

終章 何をなしたか

143
本論文での第一の課題は、「思考の何か」ということであった。思考の本質を記憶の想起とし、その記憶が学習過程で習得されたことと考えると、思考過程は問と答の反復過程であると考へた。その一方で、思考言語の働きを、不明確な概念想起の流れの中での明確化作用としてとらえ、条件反射的思考から言語的思考への、飛躍的思考能力、即ち思考の持続性の拡大に不可決の点と考へた。そして、これらの考へを、より抽象化して、思考過程は、拡散化作用と集中化作用の反復過程（或いは、同時相反過程）であると結論した。

しかし、これは、ベル音にはじまる二秒間の思考過程のような日常的思考についての結論であり、創造性、判断、問題解決などを含めた思考には小さいながらも、これも、記憶の想起の仕方の問題として、把握していくことができると確信している。記憶の想起と表裏一体となる、記憶の記録の仕方は、多様であり、まして、その想起は一般と多様であり、我々が、自分の記憶の想起を、どの程度

まで。そして、どのように制衡するかができるかというかが、創造性とか、
判断とか、問題解決の本質ではなからうか。もし人間がそれ以上の創
造力を持っていれば、人類の歴史の大半を石器時代として費すこ
とはなかっただろうし、もし、人間がそれ以上の判断力を持っていれば、
将棋などは、フオシぬ遊みだったろうと思われる。問題解決について
も同じである。例えば、猿が、短い棒を二本つなげて、檻の外にあ
るバナナを手に入れた手段を察見することを、これは、猿が頭の中で考
えたのではない。たまたま棒をいじっていて、その解決に行きつたのだと
説明され、それは、人間の問題解決とは異なるという。しかし、人間の
棒を実際にいじらなくて、頭の中でそれをいじることもできるのだから、
人間の問題解決の場合、やはり過去の記憶に基づいた、頭の中での
仮想的試行錯誤の繰返しによると考えられるのではないだろうか。

また、このように、人間の思考能力を記憶の想起の制衡能力として
とらえることによつて、何ら事態が進展しなかつたとしても、一つの出発点、
一つのブレイクの仕方を示したにすぎない。その有効性は、今後の結果
如何である。

さて、このような思考の把握に基づいて、次の課題は、「その数

学的表現は可能か」ということであった。ここで最も困難な問題は意識状態をどのように表現するかということで、特に、単位として扱えない概念の想起の度合を、数学的に表現するの困難さを示さることをしよう。本論では、言語の、単位として扱える性質を加味して、言語表現可能な概念という形でその困難さを避けたが、その影響は、拡散作用の部分にあおかれて、それが、ほかに、連想作用と変わらぬものになってしまった。1-5節で述べた拡散作用の、連想作用より、もっとも視野での現象を意味して「たのだが」、機能としての違いはたまた「たのだが」と思う。しかし、それが、このモデルの持つ可能性が、小さくなったことは、否めな。

第三の課題「このモデルTMで何が「たのだが」ということについては、まず、その基本的な妥当性を見るため、性格と精神状態がどのように表現されるか」ということ。失語症のモデル解析を言試みた。前者の方は心理学的知見の先にはあり、主観に傾き過ぎたが、こうした研究が進めば、例えば、体力検査や、知能検査のように人間の性格や精神状態を、数値化に表現することも、あるかも、不可能では、たまた「たのだが」と思われる。失語症の方は、一般論はうまく展開するたが、具体的に

た 何々の症例 との対応 については、残されたまきである。

一方、行動主義的立場からの、人間のふるまいの 計算機シミュレーション
の方は、モリッの入出力に10、注目したため、かなり 不揃い結果を
得た。討論学習は、L13型とL27型 については、本論で扱ったが、
学習型 L1, 2, 3 に対応する重み $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ の値は、自分と相手との
関係によって決まる 討論の形式 を設定し、パラメータ α, β, ρ, T は 主に
自分の性格、精神状態、知能など、討論に、間接的に影響するものを
設定し、初期拡散行列 $M_1(0), M_2(0)$ は、 k_1, k_2 の過去の経験や、学習に
よる価値観、 k_1 の学力を決める T 、 k_2 の選択を 適当に行なえば、
いろいろの場合を設定できる。更に、討論の経過に依存したパラメータ変
化を考慮することも興味深...

3.2 節では、この討論学習を基礎にした 思考の発達の様子を模
擬した。そのやり方は、5つの時代は、 k_1, k_2 の一つずつ 代表的対話形式
を設定する という簡単なものであったが、妥当な結果が得られた。特に、環
境(討論相手)の変化 或いは、違いによる影響が はっきり現れた。この
他、間接的な環境(生活現場の状況)の違いや、天性(知能、性格)
の違いなども、パラメータ変化で設定することも 可能である。

3.3節での、デルタ法による、10人の意見をまとめる様子も、一定の妥当な結果を得たけれども、そのアルゴリズムが単純で、回答の変更の要因が、集計結果だけであつたため、その回答の理由が全く不問に付されていることになり、少し無理がある。これと平行して、同じモデルを用いて、従来の討論をやらせてみて、デルタ法による結果と比較するにも考えられるが、その場合は、10人の中から、次の発言者を選ぶアルゴリズムが重要になってくる。

以上、モデルTMを用いた模擬実験の結果は、TMの思考モデルとしての妥当性の検討に役立つと思われる。その他にも、模擬実験は、いろいろ考えられるが、現段階では、基本となる思考モデルの改良に、有用であるという程度を超えて、模擬実験ばかりが先走るようなことは、おろおろ賢明でな...ように思う。

最後の課題は、「その工学的価値は何か」ということであつた。本論文でのTMを、思考のモデルであるということと分離して、システムとして見た時、それが、工学的に、何か有用なものとなるかどうかという考察は、まだ十分なされていない。しかし、このシステムの特徴が、拡散行列が状態遷移行列の性質と記憶行列としての性質を持つことから、系列機

機 (sequential machine) と 119-2 認識機械の機能を合せ持
ていることにあることから考えて、系列的入力 119-1 の認識のための
システムとしての可能性は大きいと思う。

148
(以上、序章で述べた、本研究における四つの課題について、結果
を考察したが、最後に、全体的な感想を記しておく。

(思考は、人間の所有物でありながら、それは、所有権なき所有
であって、我々は、それを支配することができない。これを 何とか、手中
に収めた... という欲求にかざれて、こうした研究に、たずさわったのであ
るが、意に反し、返り討ちにあつた感が強い。それは、内観作業
に たよりずごたためかしたくない。しかし、行動主義心理学者のように
その客観性を重んじ、人間をブラック・ボックスと考へ、その行動だけを
研究対象とすることによって、ブラック・ボックスのメカニズムにこそ興味を
持つ我々が、得るべきでいる手掛りが不十分であるとしても、やはり、
内観法、一つの重要な手段とした... わけにはいかない。いずれにせよ、
思考についての研究が、その思考による行をわけるという、ジレンマ
から逃れることができないとしても、我々は 既に、才一歩から、

らざるが、このことにはなる。研究主体が同時に研究対象である
という特異な分野の困難をも、つくづくと感じたのではあった。

謝辞

本研究に関して、有意義な御意見をお聞かせ下さった
有藤先生をはじめ、有藤研究室の方々に深く謝意を表
します。

参考文献

[心理学]

1. R. トムソン: 「思考心理学」, 島津他訳, 誠信書房, 1964 (原. 1959)
2. メドニック: 「学習」, ハ木訳, 岩波, 1966 (原. 1964)
3. 梅岡他: 「学習心理学」, 誠信書房, 1966
4. 東洋編: 「思考と言語」, 講座心理学 8, 東大出版会, 1970
5. 波多野. 深田: 「現代の言語心理学」, 牧書店, 1965
6. ホルストン: 「ニヒラの哲学」, 培風館,
7. セレフ: 「思考の要素」, 柴田訳, 明治図書, 1964 (原. 1903)
8. エヌ. トー. ヴォット他: 「人間の脳活動」, 樺島他訳, 世界書院, 1962 (原. 1957)
9. 田中靖政: 「記号行動論」 情報科学講座, 共立出版, 1967
10. 清水他: 「連想法による意味の分析」, 日本心理学会, 1967
11. ヴィンキー: 「思考と言語」 上下, 柴田訳, 明治図書, 1962 (原. 1934)
12. 梅本編: 「記憶」, 講座心理学 7, 東大出版会, 1969
13. 山内他: 「思考とは何か」, ダイヤモンド社, 1970
14. 滝沢編: 「思考の働き」, 現代思考心理学, 明治図書, 1967
15. 岩波講座哲学 XI 「言語」, 岩波, 1968
16. J. ヴァーレン: 「暗室の中の世界」, 大熊訳, みすず書房, 1969
17. 西田幾多郎: 「善の研究」, 岩波書店, 1950 (原. 1911)

[精神医学]

18. フォー. エー: 「意識」, 大橋訳, みすず書房, 1969 (原. 1968)
19. 大橋博司: 「失語症」, 中外医学社, 1967
20. 井村恒郎: 「精神医学研究 II」, みすず書房, 1967
21. 精神神経学雑誌, 1953~1969 の失語症関係の論文 10部
 - a. 大橋 1953 pp131~160, b. 北原, 北村, 岡本, 熊沢 1955 pp. 422~427
 - c. 大橋 1956 pp1~9, d. 小尾 1957 pp252~2867, e. 岡田 1959 pp104~121
 - f. 安斎, 岩田, 池田 1966 pp629~640, g. 浜中, 池村 1968 pp689~700
 - h. 朝井 1968 pp764~778, i. 大熊, 下山 1969 pp32~47
 - j. 浜中, 池村, 大橋, 栗村 1969 pp1308~1328
22. 精神医学, 1959~1969 の失語症関係の論文 14部
 - a. 藤井, 猪熊, 1959 pp431~435, b. 大橋 1961 pp739~751

- c. 井村・松山, 阿部 1961 pp 757~715, d. 後藤 1962 pp 85~93
 e. 保科 1962 pp 461~464, f. 井村 1962 pp 707~711
 g. 大橋, 浜中 1963 pp 531~535, h. 後藤 1963 pp 363~368
 i. 後藤 1963 pp 451~453, j. 大橋, 中江 1964, pp 907~910
 k. 大橋, 河合, 菊和 1965 pp 923~928, l. 越智, 浅野, 今道, 西浦, 松田 1965 pp 1061~1061
 m. 大橋, 1966 pp 943~947, n. 越智, 浅野, 今道, 宮崎, 1969 pp 212~216
23. 西丸四郎: 「精神医学入門」 南山堂, 1949
 24. シェル・フーコー: 「精神疾患と心理学」, 神谷訳, ちくま書房, 1970 (原, 1966)
 25. キュー: 「神経症と創造性」, 土居訳, ちくま書房, 1969 (原, 1958)

[脳生理学]

26. A.B. コーガン: 「脳生理学の基礎」 上下, 川村訳, 岩波書店, 1963 (原, 1959)
 27. マーソン: 「脳の働き」, 時実訳, 朝倉書店, 1967 (原, 1962)
 28. 時実他: 「脳と神経系」, 岩波講座 現代の生物学 6, 1966

[生体工学, オートマトン理論]

29. E.R. Caianiello: "Outline of a Theory of Thought-Process and Thinking Machine",
J. Theoretical Biology, 2, pp 204~235, 1961
 30. E.R. Caianiello, de Luca & L.M. Ricciardi: "Reverberation and Control of
 Neural Networks", *Kybernetik*, 4. Bd., Heft 1, 1967
 31. 志村正雄: 「109-ン認識と学習機械」, 昭晃堂, 1970
 32. N.T. Nelson: "Learning Machines", Mc-Graw, 1965
 33. 中野, 有藤: 「条件反射の学習機能に注目した回路モデル」, 昭44電子通信学会総会 242
 34. M. Minsky & S. Papert: "Perceptrons", the MIT press, 1969
 35. 井村俊一: 「ランダムな素子回路とランダムな素子回路系の基本特性」, 電通信学会論文誌 (C)
 53-C, 9, pp 644~651 (昭45-09)
 36. " : 「ランダムな素子回路網の基本特性」, 電通信学会 オートマトン研資, A 69-55 (1969-1)
 37. " : 「ランダムな素子回路網における自己組織と概念形成」 " , A 70-75 (1970-1)
 38. 中野, 南雲: 「神経回路網モデルによる連想記憶の研究」, 電通信学会, 医用電子生体工学研資, MBE 70-6 (1970)
 39. 中野 馨: 「フuzzyロジックの応用」, 電通信学会, エレクトロニクス理論研資, IT 69-27 (1969-09)
 40. von Neumann: "The Theory of Self-reproducing Automata", ed. A.W. Burks, Univ. of Illinois at
 Urbana, Illinois, 1966
 41. C.Y. Lee: "Synthesis of a Cellular Computer", in "Applied Automata Theory" ed. J.T. Tou
 Academic Press, 1968

42. E.F. Codd: "Cellular Automata", Academic Press, 1968
43. 中所武司: 「Cellular Automata の場合」, 学習機械 Γ 70.1, 東大工院, 電子工学専攻課程;
1969年度大学院論文輪講資料, (1969.11.28)
44. W.L. Kilmer, W.S. McCulloch & J. Blum: "Some Mechanisms for a Theory of the Reticular Formation in "Systems Theory and Biology", Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1968
45. L.A. Zadeh: "Fuzzy sets", Information and Control, vol. 8, pp. 338~353, June 1965.
46. " : "Fuzzy Algorithms", Information and Control, vol. 12, pp. 94~102, 1968
47. W.G. Wee & K.S. Fu: "a Formulation of Fuzzy Automata and its Application as a Model of Learning Systems", IEEE, vol. SSC-5, NO. 3, July 1969
48. 中所武司: 「Fuzzy Automata の場合」, 学習機械 Γ 70.2, 東大工院, 電子工学専攻課程,
1970年度大学院論文輪講資料, (1970.6.26)
49. 水本, 畑田, 田中: 「Fuzzy 言語」, 電子通信学会論文誌(C), 53-C, 5, pp. 333~340 (1970-05)
50. 中所武司: 「条件反射の生体工学的解析」, 東大工, 電子工学科. 卒業論文, 1969
51. T.L. Booth: "Sequential Machines and Automata Theory", John Wiley and Sons, 1967
52. R.E. Kalman, R.L. Falb & M.A. Arbib: "Topics in Mathematical System Theory", Mc-Graw Hill, 1968
53. 中所, 有藤: 「簡単な思考モデルによる討論学習初果について」, 昭45電子通信学会全国大会 231
54. " : 「思考過程のシミュレーション」, 電子通信学会 木下ニ研賞, A70-176 (1970-12)

[数学]

55. F.R. Gantmacher: "The Theory of Matrices", 2 vols, Chelsea, 1959
56. 二階堂 副吉: 「現代経済学の数学的方法」, 岩波書店, 1960

[その他]

57. 牧野 昇: 「デルタ法入門 (演習)」, 牧野 編 「情報化時代の産業予測」, 東洋経済新報社, 1971