「話す」・「聞く」・「わかる」：ことばの3つのオートマトン（上） －「わかる」は動物の生存本能のはたらき－

Speak, Listen and Understand: Three Automata in Language (I) －Understanding is the function of survival instinct of animals－

得丸 公明*

Kimiaki TOKUMARU

1 言語のシステム解析

1.1 言語メカニズムへの学際的アプローチ

筆者は2007年に最古の現生人類遺跡である南アフリカのクラシーズ河口洞窟を訪れ、インド洋に面するゴンドワナランド分裂跡の絶壁に穿たれた広く静かで快適な洞窟の中で、人類が音声通信のデジタル化をとげて生まれたとする仮説を得た¹⁾。

しかしデジタル言語とは何か、くわしい説明はしなかった。言語はヒトとヒト以外の動物を区別する最大の違いであり、精巧で美しいものであるのだが、それがどんなメカニズムで機能しているのかはいまだに解明されていない。ことばはどのように紡がれるのか、どのように相手に伝わるのか、どのようにそれは意味へと変換されるのか。「話す」、「聞く」、「わかる」という基本的な仕組みが謎のままなのだ。

大学の図書館に足を運んで専門書や雑誌を調べてみると、驚いたことに言語学は構文の研究しかしていない。音声化すると音韻学や音響工学、聴覚認識は脳・神経生理学、記憶や意味は心理学といった具合に、発話から意味復元までの一連のシステムが別々の専門領域に分断されていて、相互のつながりも全体を鳥瞰する仕組みもないことがわかった。参考までに、情報源、送信機、回線、受信機からあて先にいたる通信モデル図の中に専門分野を書き入れてみると、各分野の研究を総合する必要性が見えてくる(図1)。学際そして鳥瞰こそ、リモートセンシングの真骨頂であるので、以下の非専門的な検討におつきあい願いたい。

*自然思想家

Natural Philosopher

「写真測量とリモートセンシング」VOL. 49, NO. 4, 2010

1.2 発話の本能

言語の起源やメカニズムが謎であるのに、ヒトはどうしてことばを使えるのだろうか。あまり疑問視されないが、就学前の子どもでも、字を読めない・書けない「非識字者」でも、問題なく会話ができる。日常会話をするうえで、言語学の知識も国語の授業もまったく必要でない。

我々は、なぜ話せるのか知らないのに文章を作り、どうやって人の話を聞いているかを知らないのに人の話を聞き取り、意味とは何かを知らないのにわかる・わからないのと言っている。これは「話す」、「聞く」、「わかる」という基本サブシステムが、それぞれ自動装置(オートマトン)であるからではないだろうか。たとえば、生まれてこのかた三食全てが上げ膳据え膳だったら、調理や後片づけを知らないようなものだ。

言語学では、発話は本能であるという。生成文法とよばれるように、文法はヒトの本能であり、乳児はどの言語環境におかれてもその言語の文法を自然に身につけることができる²⁾。年端もいかぬ子どもが一生懸命にことばを紡いでいる姿はかわいらしいが、文法的にはそんなに間違いはない。

図 1

ことばには、概念と文法の2種類ある。記憶と結びつく音韻符号が概念であるとする、文法とは、記憶とは結びつかないが、概念を接続・修飾するための共通規則である。概念はヒト以外の動物ももつが、文法をもつのはヒトだけである。

記憶と音韻符号を結びつけて概念を構築し、それを文法で紡ぐことによって複雑な内容の文章を構築することは二重分節化とよばれるが、これは遺伝子のゲノムが転写後に別のRNAによって接続・修飾されてメッセンジャーRNAの塩基列を構築する過程とよく似ており、この意味でも構文は本能的、自動的である。

2 意味のメカニズムと生命論理

発話と同様に、意味の復元や聞き取りの背後にも、自然で本能的な自動メカニズムがかくされている。まず、「わかる」のメカニズムを概観しよう。

2.1 音韻刺激と記憶をつなぐ概念

言語学者の鈴木孝夫は、ことばの意味とは、「ある音声の連続（イヌならイヌということば）と結びついた、ある特定個人の経験や知識の総体である」という³⁾。これが「概念」である。

では何故ことばは意味と結びつくのだろうか。いったいいかなるメカニズムによって、概念は音声の連続と個人の記憶（経験や知識の総体）を結びつけるのだろうか。これは生命体のもつ生存本能、生命力のはたらきである。犬を使ったパブロフの条件反射実験がそれを証明している⁴⁾。パブロフは、犬に餌や毒と無関係な視聴覚刺激を与えてから、餌や毒を口腔内に投入する実験を行なった。すると、犬は視聴覚刺激を受けただけで涎を出し始めるようになった。これは視聴覚刺激が餌や毒の記憶と結びついたからであり、犬も概念を形成することの証明である。

2.2 パブロフの条件反射実験とは何か

そもそも条件反射とは、視覚や聴覚に訴える刺激（ベルの音、メトロノームの音、光、正方形など）を「条件刺激」として犬に与えておいて、その少し後で口の中に餌あるいは酸を「無条件刺激」として入れることを数回繰り返すと、「条件刺激」を与えただけで「効果」（涎）が出る現象である。「無条件刺激」だけを与えても当然「効果」は生まれるが、「条件刺激」に対して「効果」が生まれることを「条件反射」と呼ぶ。

図2 反射モデル 受容器(R)から入力された刺激はそのまま伝達(Co)され効果器(E)を作用する。

図3 学習・適応モデル 入力された感覚(S)刺激は、記憶(M)と照合して判断(P)され、判断にもとづいて効果器が作用する。

時実利彦著「人間であること」(1970)より

実はパブロフの実験は、犬が条件反射を起こすようになったところから始まる。

条件づけされた犬に「条件刺激」（音を聞かせる・物を見せる）だけを与えて、その後で犬の口の中に「無条件刺激」（餌や酸）を投入しないようにすると、どうなるだろうか。すぐに「効果」（涎）は出なくなる。パブロフはこれを「消去」と呼び、なんとか説明を試みるが、パブロフの前提は犬の記憶や思考判断を認めない反射モデル（図2）なので説明に苦勞している。犬の記憶や思考判断を認める学習・適応モデル（図3）で考えるべきだと筆者は考える。「その刺激ではもう餌が出ない」あるいは「その刺激には餌が出るときもあれば出ないときもある」ことを犬が学んだのではないか。

2.3 生存本能にもとづくパターン認識

条件反射は反射ではなく、餌や毒の投与直前に無関係な視聴覚刺激を与えることによって、視聴覚刺激と餌や毒の記憶とを結びつけるパターン認識である。犬の生存本能が、刺激と記憶を結びつける。視聴覚刺激は恣意的な記号であるので、ことばと記憶を結びつけるヒトの概念と同じである。

ヒトの概念も、ことばを聞かせてから五官の記憶に訴えるものを経験させることによってことばと記憶が結びついたものである。体験や知識が増えるとともに、概念と結びつく記憶も増える。たとえば甘い柿の旨さを知ると、柿を見ると涎が出るようになる。だが、渋柿の渋さを知った後では、柿を見れば甘かな渋かなと

思うようになる。パブロフが「消去」と呼んだのは、この現象に近い。ブザーを聞いても餌が出ないと犬が判断するから涎が出ないのだ。

ことばという条件刺激を記憶と結びつけるものは、生きのびるための生命体の本能、生命力に根ざした知能活動である。犬は餌にも毒にもつながらない条件刺激に対してはなんの興味も示さない。ヒトも自分に関係のないことばは聞き流し、説明されてもすぐに忘れてしまう。

犬も教え方次第で数百のことばを理解するようになるという。ヒトと犬の違いは、ことばを発するか、文法にもとづいて構文するか、語彙の多さにある。

動物と違って、ヒトは文化的概念をもつが、これも生命力による本能的結合である。なぜならばデジタル言語がヒトの思考能力や感受性を進化させて生命力を高め、その余剰が文化や遊びを生むからである。

2.4 犬も概念を体系化する

パブロフが、苦しまぎれの説明すらできなかった実験結果がある。この実験が現実にどのようなものであったのかということを想像することで、パブロフの思考の限界を実感できると思うので、説明したい。

これは「相互誘導」と名づけられた実験で、ある無条件刺激と結びついた条件刺激と、その無条件刺激とは結びつかないとして分化された刺激を交互に使うことによって起きる。つまり2種類の似た刺激があるのだが、一方では餌が出て、もう一方では餌が出ないという条件づけが行われた犬を使って実験は行われた。

「正の相互誘導」実験は、「餌が出ない」ことを意味する刺激を与えて、餌を与えず、続いて「餌が出る」という条件刺激を与える（もちろんその後で「餌を出す」）と、単独で条件刺激を与えるときよりも涎が早くたくさん出るという現象である。

「負の相互誘導」実験は、「餌が出る」という条件刺激を与えて餌を与え、続いて「餌が出ない」ことを意味する刺激を与えてから、その後で餌を与える。するとこのサイクルを何度繰り返しても、「餌が出ない」刺激の後で涎は出てこず、「餌が出る」刺激に変わらないというものである。

「消去」の実験で示したように、単独で用いられる刺激は、その後で無条件刺激を伴わなくなるとすぐに効果がなくなる。逆に、単独の刺激の後で無条件刺激を与えてやるとすぐに条件反射が起きようになる。

図4 相互誘導実験

しかし、「負の相互誘導実験」の場合、何度餌を与えても涎が出てこない。パブロフはこの現象をまったく説明できなかった。

この現象は2つの刺激が、A（餌）と（1-A）（餌なし）として犬の記憶の中で体系化した、あるいは関連づけられたからだとは私は考える。正の相互誘導のとき、犬は（1-A）の信号を聞いたことによってAの信号を期待したのだ。負の相互誘導のとき、A、餌、（1-A）という順番で刺激を受け取った犬は当然その後は（餌なし）の状態がくると期待し、餌が出たとしても「これは何かの間違い」と思ったに違いない。

ピアジェによれば、ヒトは新たに獲得した概念を分類し、既存の概念と比較して、その人の一生を通じて心の中にある体系の中で位置づける。この体系は実にゆっくりと構築されるのだが、いったん成立すると一つ二つの例外に遭遇しても動じない⁵⁾。負の相互誘導実験が示すのは、犬の心の中で複数の記号が体系化され、例外に遭遇しても動じなくなったという現象ではないか。

犬の感覚や感情や記憶や思考を否定したパブロフには見えなかったが、パブロフの条件反射実験は、犬も概念をもち、概念体系を構築することを立証していると考えられる。犬も概念や概念体系をもつのなら、ヒトがことばの意味を「わかる」のも、概念を体系化することも、生物の本能にもとづく生命論理の延長にすぎないと考えられる。

3 思考のメカニズム

ことばの意味とは何かわかれば、つづいて、状況判断がどのように行われるのかについて、概念体系と概念操作のメカニズムとして考えてみたい。

単細胞生物のゾウリムシでもアメーバでも、環境条件が良いか悪いかを判断できる。感覚器官は判断装置

をともなっていて、環境が悪ければ逃げ出し、少しでもよい方に移動する。ヒトの思考や判断能力も、あらゆる生命体もっている原初的な本能が発展しただけであろう。ヒトの判断も単細胞生物の判断も同じメカニズムであるが、自然から切り離された文明環境の中で生きているヒトの意識は曇っていて過ちも多い。

概念構築も思考も生命力の作用であるとするれば、正しい思考を行なうためにはできるだけ自然の原則にしたがって、まっすぐ前向きに生きることが望ましいことになる。

3.1 生命論理による意味の体系化

人工知能がなかなか実用化しないのは、機械は生存本能・生命力をもたないからだ。機械は特定のパラメータを、あらかじめ入力された閾値より上か下かで機械的にデジタル処理することはできる。だが、外部から受け取る刺激を「意味がある」(A)、「意味がない」(1-A)とアナログ的に分類することはできない。意味があるかないかの判断には生命という基準が必要だ。

我々は、新しい体験をするたびに、新しい記憶と既存の記憶を比較して相互の関係を確かめ、分類を続けていくことによって、複雑な概念体系を構築する。そのとき分類の基準となるのも生命論理である。人工知能は概念を体系化することもできない(図5)。

3.2 思考と抽象概念

体系化された概念を、ブール代数のANDやORの演算処理するのが思考である(図6)。思考は記憶の論理演算にすぎない。自分の概念体系にある記憶を引っ張り出してきて、文法的に接続するか、あるいはANDやORのブール代数式に代入する、これが思考の本質である。したがって我々は記憶にあることしか考えることはできない。記憶にないことは思い出せないので演算もできない。だから、「可愛い子には旅をさせよ」と豊かな体験をすることが勧められるし、「小人閑居して不善をなす」のだ。

抽象概念をもつのはヒトだけである。抽象概念とは体験の記憶を伴わない概念であり、体験記憶を文法規則やブール代数による関数方程式にして意味を推論する。正しい知識を、正しい演算子、可逆的な関係で結びつけると、正しい推論に到達できる。抽象概念の構築と使い方はじつに難しいが、熟達すれば科学的概念や歴史的概念を使いこなせるようになる。

図5 概念体系の構築

図6 思考とは記憶のブール演算である

3.3 プロの熟練も生命力

プロとアマの違いは、「そこにあるものを論ずるのがアマ、そこに何が無いかを指摘できるのがプロ」といえる。ヒトは修行や熟練によって状況を一瞬で理解できるようになり、そこに何が欠けているかを感じ取れるようになる。これも生命力の働きであり、機械には真似ができない。

すべての条件を有意Aと無意(1-A)に分化できれば、たくさん条件が重なっている場合でも、なにかひとつでも異常があると、一瞬にして(1-X)がたちあらわれるから、そこに欠けているものを指摘できるのだ。

参考文献

- 1) 得丸 ゴンドワナランドの分裂と人類の誕生 写測とりモセン No. 48 : 41-44, 2009
- 2) チョムスキー 言語と知識 産業図書 1989
- 3) 鈴木孝夫 ことばと文化 岩波新書 1973
- 4) パブロフ 1927 大脳半球の働きについて 岩波文庫 1975
- 5) ピアジェ 1952 知能の心理学 第2章 みすず書房 1967