若者

錬金術と人工知能

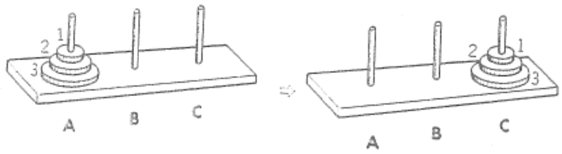
長谷川　和　彦*

人工知能といえば新しい計算機工学の分野のひとつであり，また今後，最も発展する分野の一つでもあろう．この分野，日本ではこの2～3年前に LISP や PROLOG といった処理言語とともに紹介され始めたばかりであるが，実は計算機工学の最も古い一分野ではなかろうか．

1921年チェコスロバキアの作家 K. Capek の生んだ robota（奴隷状態）という造語は，その後，ロボットとして定着したが，そこに完全な人工知能をみる．しかし，その当時は「鉄腕アトム」や「鉄人28号」（筆者の年代がばれました）と同様，単なる作家の空想に過ぎなかった．現在，ロボットとは我々の手足や耳，目，口等の代役を務める自動機械を指していう場合が多いが，まだ自分の頭脳をもったロボットはいない．唯一，組立てロボットや溶接ロボットが始業前に監視人たる作業員と一緒にラジオ体操をする光景を見て“人間らしさ”を感ずるが，あくまで robota（いわれるままのことをしているにすぎない）である．このたぐいのロボットなら，その速さ，正確さや複雑な動きを別にすればすでに17世紀ごろのからくり人形にその原型をみる．この“からくり”は，しかしオルゴールのようにすでに定められた手続きを順次行うものであり，定められた行動といえども，その変更は容易ではない．

今日では，ソフトウェアという形でその“からくり”は自由にプログラム化できるが，その可能性を最初に述べたのがイギリス人 A. Turing である．彼は1937年に「計算可能数と切断問題への応用」と題する画期的論文を発表した．ある種の数学的問題がいかなる定められた手続きによっても解けないことを証明したものであるが，その中で用いたのが，今日，チューリング機械として論理数学の分野でよく知られた抽象的万能計算機である．この計算機は，簡単に説明すると，無限に長いテープを1ます毎読み出し，その状態と制御部の状態によって，そのますへの書き込み，あるいはますの移動ないし機械の停止を行うものである詳しくは 1), 2) など この機械により 0と1の2進コードであらゆる手続き（アルゴリズム）をプログラム化することができることを示した．余談ながら，彼は実際この理論を第二次世界大戦中，ドイツの暗号機械 Enigma の解読に応用し，見事成功している．

今日，我々が FOTRAN 等でその手続きを計算機に与え，実行しているのがまさしくそれ



だが，例えば，有名なパズル「ハノイの塔」注) を FORTRAN で解くのは一般になかなか大変である 例えば 3) しかし，チューリング機械によるは，あるアルゴリズム自身をパラメータを変えながら（パラメータがある値になるまで）くり返し実行すること——再起呼出し（recursive call）——も可能なわけで，事実，この問題をn枚のハレイの塔に適用するには，

【手続き】ハノイ（n，A，B，C）

1）nが1なら，それを柱Aから柱Cに移し停止せよ．

*長谷川和彦（Kazuhiko HASEGAWA），大阪大学工学部，造船学科，浜本研究室，助手，工学博士，造船学，船体運動学

注）右図のように柱Aにn枚の円盤が大きい順に重ねて通してある状態から，3本の柱のみを使って，柱Cにそっくりそのままの状態に移すゲームである．ただし，1回に1枚の円盤しか動かせないし，自分より小さな円盤の上には置けないとする．図は3枚の場合を示してある．

2）nが1より大きければ（n－1）枚について，この手続き自身［ハノイ（n－1, A，C，B)］を行い，（n－1）枚の円盤を柱Aから柱Cを経由して柱Bに移動した後，円盤nを柱Aから柱Cに移し，再びこの手続き自身［ハノイ（n－1，B，A，C)］により，（n－1）枚の円盤を柱Bから柱Aを経由して柱Cに移せ.

と命令すればよい．つまり，もしnが6枚なら全部で63手でこのゲームは終了するが，そのすべての手順を計算機に教えなくても計算機は解いてくれるのである．人間の思考はまさしく上のような手続きを踏んでいるはずである．

ところが，再帰的関数として知られた Ackermann 関数，

$$A(0, y)=y+1$$
$$A(x+1, 0)=A(x, 1)$$
$$A(x+1, y+1)=A(x, A(x+1, y))$$

の場合，この3行の手続きを教えただけでも，再帰呼出しにより計算可能であるが，例えば，A (3,8) を計算しようとすると莫大なメモリと時間を費すことがわかるであろう．人間の場合，何らかの帰納的方法により，

$$A(0, y)=y+1$$
$$A(1, y)=y+2$$
$$A(2, y)=2y+3$$
$$A(3, y)=2^{y+3}-3$$
$$\vdots$$

という一般形を導き出すことができる[2]．因数分解や式の展開・変形，解析的微積分も計算機に人間の“ひらめき”を与えないと解きにくい問題である．

最近の人工知能はエキスパートシステムに見られるようにある種のデータベースのもとに入力（時としてあいまいな情報を含む）にしたがって推論して結論を出すこともできつつある．しかし，あくまでも人間の知性のモデル化，パターン化であって，チューリング機械にできることをやっているにすぎない．計算機にチェスはさせても，哲学は理解できないのである．そこを鋭く追求したのが H. Dreyfus である．彼は元来哲学者であり，その後も一貫して人工知能に対する批判を続けている[4]に詳しい．本稿の表題は，彼が1967年に出版した論文の題名であまりに例えがおもしろいので無断で借用しただけで，彼と考えを一つにするものではない．むしろ，錬金術と言われない人工知能の開発を推し進めていただきたいのである．あるいは逆に，両者とも人間が長い間追い求めてきた“夢”であり，良い意味で人工知能は正に現代の錬金術である．そして，その評価は，何十年後かに下されるであろう．その時「人工知能」という術語が「錬金術」のかわりに使われないことを願ってやまない．

神は自然数を作り，人間はその他のすべてを作った．　——クロネッカー
すべてはできる限り単純に，しかし，あまり単純すぎないように，作られるべきである．　——アインシュタイン

文　　献

1）H. S. ストーン，D. P. スヴォーリック（藤井，寺田共訳）：**コンピュータとデータ構造**，CQ 出版，1978年.
2）小林孝次郎：**計算可能性入門**，近代科学社，1980年.
3）有澤誠：**プログラムレクリエーション**，近代科学社，1978年.
4）P. マコーダック（黒川訳）：**コンピュータは考える**，培風館，1983年.