

## 思想史のなかの情報科学

### Pioneers of Computer Science in the History of Ideas

大 江 晁  
*Akira Ohe*

#### *Résumé*

Usually seven thinkers are mentioned as pioneers of computer science. They are Blaise Pascal, Gottfried Wilhelm Leibniz, Charles Babbage, Norbert Wiener, Johann von Neumann, Alan Mathison Turing and Claude E. Shannon. The author intends to reconsider their thoughts on calculating machine from the point of view of the history of ideas. Curiously enough most of them have in common some ambience of heterodoxy.

Pascal, first fabricator of existent calculator, came near to being condemned with his friends of Port Royal, though he saw the greatness of God in the infinity of His Will which any machine cannot imitate. Leibniz confessed his debt to Kabbalah mysticism in which originated his mathesis universalis. He was in need to have God as clock maker who adjusts the mutually independent worlds of monads. Babbage influenced his contemporary naturalist Robert Chambers through his concept of calculating machine. Thus according to Chambers God is a kind of software engineer.

In this century Wiener insisted in his book "God and Golem Inc." that scientist must try even religiously prohibited ideas. Von Neumann, converted catholic, compared machine with human brain through his late years and proposed a new concept of machine more akin to brain, of so-called non-von Neumann type. Turing was more modest in his intention and made clear the notion of computability by his 'Turing machine'. Shannon, starting his career by his famous paper on switching circuit, succeeded to break the fresh ground of information science with his probabilistic notion of information amount. Traditionally the probability is on a diverted line of thought from the orthodox science directed to certainty.

日本語の情報科学という語は information science よりも computer science に対応するものといわれている。この論文のタイトルはその意味ではこの雑誌の内容

にかならずしもそぐわないが、コンピュータなしの図書館や情報検索というものは現代では時代錯誤というべきであろうから、その点については読者の方々の御寛容を

大江 晁：慶應義塾大学文学部哲学科教授，東京都港区三田 2-15-45

Akira Ohe: Department of Philosophy, Professor, Keio University, 2-15-45, Mita, Minato-ku, Tokyo.

お願いすることとして、ここでは情報科学の先駆者としてかならず名前のあげられる7人の思想家について思想的な見地からながめてみることにしたい。7人の思想家とは Blaise Pascal, Gottfried Wilhelm Leibniz, Charles Babbage, Norbert Wiener, Johann von Neumann, Alan Mathison Turing, Claude E. Shannon である。おおまかな感想をさきに述べれば、これらの思想家をとりまく思想史的環境は、正統的なキリスト教の立場、端的にいってカトリック教会の立場から見ると、なにがしか《異端の香り》を漂わせている。以下、この順にしたがってこれらの人々について逐次考察していくことにしよう。

Blaise Pascal (1623-1662) は現存するもっとも古い計算機の製作者ということでかならず名前のあげられる人物である。彼以前にも Tübingen 大学の W. Schickard (1592-1636) が計算機を製作したといわれるが、現在残ってはいない。パスカルは1642年19才のとき歯車による手動の加算機をつくった。その動機は、当時ノルマンディーのルーアンにおいて徴税業務に従事していた彼の父親の仕事を手助けするためであった。彼自身三つのモデルをつくり、最終的に木、象牙、銅などの素材を用いて50台以上製作したという。当時でもかなり高価(1653年で100フラン、1953年で50,000フラン)であった。現在その7台が残っていて、パリの Conservatoire des Arts et Métiers その他で保管されている<sup>1)</sup>。この計算機は17世紀近代科学成立期におけるテクノロジーと理論の融合の例として注目に値しよう。

ところで、パスカルは、思想的に見たとき、ジャンセニズムの運動と切りはなして考えることはできない。このジャンセニズムというのは、Cornelius Jansen (ラテン名 Jansenius, 1585-1638) の思想を継承する運動のことである。ジャンセニウスは、スペインのイエズス会神学者 Luis Molina (1536-1600) の主張：「人間の救済に対する人間の意志と善行の重視」が神の全能と恩寵の制限につながると考えた。彼の思想は死後公刊された大部の『アウグスチヌス論』(1640)によって詳細に論じられたが、神の恩寵を絶対視する彼の主張をめぐって1649年ソルボンヌの神学者 Nicolas Cornet がその著作中の7命題に対して異端の疑いによる告発をおこない、1653年にはそのうちの5命題に対して異端の宣告がなされたのであった。

このような神学論争が天才的な数学者パスカルとどういう関係があったのであろうか。それには、ポール・ロ

ワイヤル修道院についてふれなければならない。ポール・ロワイヤル修道院は1204年パリ近郊シュヴルーズの谷に設立された女子修道会であって、1225年当時たいへん盛んであったシトー派に属することになった。以来、16世紀末まで歴史に登場することもなかったが、1599年 Arnauld 家の人々が関心をもつようになって、1608年には改革がおこなわれ、とくに厳格な戒律の遵守を要求する修道会となった。1625年から翌年にかけてはパリにも修院がおかれ、1638年にはこの修道会を特色づける学校 Les Petites Écoles が設置された。Arnauld 家の一員 Antoine Arnauld (1612-1694、もうひとりの Robert Arnauld d'Ailly と区別して Grand Arnauld とよばれる) はこの修道院の院長 Mère Angelique Arnauld の弟であり、またこの修院の霊的指導者であった Saint-Cyran の友人でもあったが、この Saint-Cyran はまた、Jansenius の年来の友であり、彼と思想をともにしていた。一方、パスカルの妹 Jacqueline は父の生前はその反対のために果たせないでいたが、1651年9月に父が亡くなると、翌年1月4日の早朝家をぬけだしてポール・ロワイヤルの修院に入ってしまうという事件がおきた。パスカル一家はルーアン滞在中からすでに Saint-Cyran の弟子の司祭たちに信仰上の指導を受けていたのである。かくして、ブレーズもまたポール・ロワイヤルの修道院と親しい関係をもつことになった。このような事情から、ジャンセニズムをめぐる論争はポール・ロワイヤルを、さらにはパスカルをもまきこんでくりひろげられることになったのである。

この論争は奇妙なカタチで展開されたといつてよい。ジャンセニストたちは、異端とされた命題の内容が異端であることを認めたが、それがジャンセニウスの著書のうちには見出されないと主張したのである。これを権利の問題と事実の問題の区別という。フランス語散文の傑作のひとつに数えられるパスカルの Les Provinciales (『田舎の友への手紙』) はこの論争の産物であるが、ここではその内容に立ちいる必要はない。結局当時の宗教界のみならず政界をもとりこむ勢力争いの結果として、ジャンセニズムは最終的にローマ教会の容れるところとはならず、パスカルはその死の前年には一切の論争から手をひき、沈黙をまもった。そして、1708年ポール・ロワイヤルの修道院は閉鎖され、1710年にはその建物さえとりこわされる憂き目を見ることになった。いまはその聖堂跡に小さな博物館が建てられている<sup>2)</sup>。

パスカルがジャンセニズム弁護の論陣を張り、そのジ

ジャンセニズムが異端と宣告された以上、形式論理的に言えば、彼の思想は異端ということになる。事はかならずしもこれほど簡単ではないが、彼は若くしてすでに恩寵についてつぎのように考えていた。「信ずるものがたえず義とされるのはたえず流れこむ恩寵のゆえにはかならず、つねに存続しつづける唯一の恩寵のゆえではない。それゆえ、われわれはたえず内面を浄めなければならない。」<sup>3)</sup>このような思想はたしかにジャンセニズムを思わせる要素をふくんでいるとはいえ、彼を十全な意味でジャンセニストと断定するに十分とはいえないと思われる。しかし、この問題はさておき、彼は機械というものについてどう考えていたのであろうか。つぎは『パンセ』の一節である。「算術機械は動物のなすすべてよりもはるかに思考に近い結果をうみだすことができる；しかし、機械はそれが意志をもつといわせるようなことを、動物のように、なにひとつできない。」(『パスカル全集』プレイヤード版 262) 人間の救済について神の意志による恩寵を重視したパスカルは、人間の理解においても意志の所有のうちにその重要な特徴を見出している。この点では、人間の有限な理性よりも無限の意志のうちに神の似姿を認めたデカルトと同様であるといつてよい。彼においては人間と機械のあいだには越えがたい断絶がある。

情報科学に関連してパスカルにおいて注目しなければならないもうひとつの点は、確率論の問題であろう。パスカルは Le Chevalier de Méré の提出した問題「中断した賭けの賭け金の分配」をめぐる Fermat と書簡を交わした(1654)が、これが確率に関する本格的な数学的考察の始まりといわれる。そして、ポール・ロワイヤルにおける付属学校のテキストとして、A. Arnauld と P. Nicole のふたりによって書かれた論理学書 *La logique, ou l'art de penser* (1662, Paris) の第4章は確率的な推論の問題を扱っている。この書物は当時のレベルからすればまことにすぐれた論理学書であり、またよく読まれかつ用いられた本であるが、その特徴はデカルトとパスカルの学問方法論を大幅にとりいれて構成されている点であって、とくに4章の記述がパスカルの思想に負うことは疑えない。もともと、確率の概念は science に対して合理的根拠をもたない単なる「意見」opinion と結びついてきたが、奇妙なことに確率に関する学問的な議論は16世紀半ばに思想史の舞台に急に登場する。そして、そのもっとも重要な事例がこの『ポール・ロワイヤルの論理学』といえるのである。後にも述

べるが、現代における情報量という概念は確率的な概念であり、その意味ではパスカルは明らかにその先駆者である。

ところで、ポール・ロワイヤルは思想的に見てこのほかにも大きな貢献をしている。そのひとつは有名な文法書 *Grammaire générale et raisonnée de Port Royal* (1660)、いわゆる『ポール・ロワイヤルの文法書』の刊行であって、匿名で出版され、多くの版を重ねたが、著者は A. Arnauld と C. Lancelot であるといわれる。この本もまた近代的文法書の走りともいべきものであり、とくに Noam Chomsky が彼のいうデカルト的言語学の先駆的事例として言及してから、現代的関心と呼ぶものとなった。チョムスキ言語学が言語の機械処理とふかく関わっていることからしても、情報科学とも無縁ではないといえよう。さらに、ポール・ロワイヤルの修辞学 *L'art de parler* も B. Lamy によって書かれている(1676)が、ポール・ロワイヤルはこれらの書物の刊行をとおして17世紀後半から18世紀にわたるヨーロッパ思想に大きな影響を与えたのである。

異端的なジャンセニズムと関わっていたとはいうものの、パスカルの計算機自体はとりたてて異端的な思想の系譜に属していたわけではなかった。それに反して、Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) による計算機は非正統的な思想の流れにより直接に結びついている。ライプニッツがパスカルの計算機より一歩進んだ加算・乗算機を製作したのは、1673年彼が23才の時であった。彼はすでに12才の頃から論理に関心を抱き、14才の頃には発見の論理の構成を志すようになったが、20才で処女論文 *De arte combinatoria* (『結合術』1666) を表わしている。これにうかがえる彼の発想は、「普遍的科学言語」と「論理計算」によって学問の革新を計ろうとするものであった。この「普遍的科学言語」とは、少数の表意記号の組み合わせによって複雑な概念を表現する記号体系であって、このような言語を用いることによって推論とコミュニケーションが国や民族の別をこえて可能になると彼は考えていた。この推論部分の記号化が普遍学 *mathesis universalis* とよばれている。しかし、このようなアイディアが詳細に発展されることは彼の生涯においてついになかった<sup>4)</sup>。

普遍的科学言語という発想は中世スペインのフランシスコ会士 Raymondus Lullus (1235-1315) の *ars magna* (あるいは *ars generalis*) に由来すると彼自身述べている。さらに、彼はルルスに影響を与えたユダヤ神秘思想カバ

ラ (Kabbalah) や、当時魔術師ともみなされていた Nettesheim の Cornelius Agrippa の著書さえもひきあいに出しているのである。ルルスの *ars magna* はもっとも普遍的な最高の学問であって、形而上学や論理学にもまさり、すべての学問の基本原理をふくんでいて、一種の思考機械装置の助けを借りながら、基本的な仮定の導出を可能にするものと考えられていた。そして、このアルス・マグナはカバラ思想の影響を受けているといわれる。

カバラ思想はフランス南部プロヴァンス地方の西部、ラングドックとよばれる地域において、1180年頃から形をとりはじめ、13世紀前半に発展したものと考えられているが、直接それに先行する思想がない点できわめて注目される。それとともに、ラングドックの地域一帯に見られる当時の宗教思想の状況もまた、きわめて特異なものであった。この地帯では、当時、いわゆる「カタリ派」の思想に代表される反カトリック教会的な運動がたいへん熾烈であったのである。この間の事情をすこしくわしく見てみよう。

11世紀におこなわれたカトリック教会のグレゴリウス改革は聖職の売買と聖職者の妻帯の禁止などを当初の目的としていたが、その及ぶところは司教の叙任権をめぐるローマ教会と皇帝、国王の争いにまで発展し、ついにはカノッサの屈辱 (1077) で知られる皇帝側の敗北、教皇権の確立という事態で終結したのであった。また、11世紀の終わりから13世紀後半にいたる時期は十字軍の時代であって、ヨーロッパ全土が一種集団ヒステリーの状態にあったといってよい。そして、十字軍の遠征という人的交流が東西の文化的交流をいっきに促進した時代でもあった。11世紀から12世紀にかけての南スペインを中心とするアラビア語文献のラテン語への翻訳はまことにめざましいものであって、とくにアラビア圏を経て西欧に流入したアリストテレス思想は12・13世紀におけるスコラ哲学形成の原動力となったのである。

宗教改革やフランス革命にならぶ大改革とさえいわれるグレゴリウス改革が聖職者の綱紀の粛正を目標としていたことにうかがえるように、11世紀のカトリック教会はかなり腐敗していたといってよからう。そして、改革によって腐敗状態が一掃されたわけではなかった。それは、原始教会における使徒的生活をあこがれ徹底した清貧にあまんじようとするいくつかの集団が方々に自然発生的に生まれているのを見ても明らかであろう。これは教会の現状に対する反発であり、アンティ・テーゼであ

った。その代表的な事例が聖フランシスコ (1182-1226) による托鉢修道会の創設 (1209) であるが、フランシスコ会のようにローマ教皇による認可が得られず、最後には異端と宣告される運命をたどったグループにカタリ派とワルド派がある。これらはともに南仏で勢力をもった宗教運動であって、ワルド派はリヨンを中心に勢力をもち、その使徒的使命感から聖書の最初の口語訳をつくったといわれている。

われわれにさしあたり関係のあるのはカタリ派の方であって、この運動はすでに述べたラングドック地方、とりわけアルビ (Albi) を中心に勢力をのびた。この派の特徴は、教会制度批判から、聖職者と俗信徒の区別を認めず、perfecti (達識者) とよばれる指導者のもとに厳格な禁欲生活を中心とする信仰活動をおこなうものであった。12世紀にはある程度集権的な組織をもち、教会の組織を脅かすようになって、ついに1165年異端の宣告をうけることになった。ちなみに、フランシスコ会とならんで、当時ヨーロッパ各地に成立しつつあつた大学に教授を提供しつづけたドミニコ会は、創立者聖ドミニコ (1170-1221) がこのカタリ派の異端と弁論によって戦うことを当初の目的として、説教修道会の名のもとに設立したものである。

このカタリ派には悲惨な歴史がある。1181年には第1回カタリ十字軍 (アルビ十字軍ともいわれる) が編成され主として北フランスの領主、騎士が加わって凄惨な殺戮がおこなわれた。1209年の十字軍には3万の兵が加わって、Beziers の町では少なくとも1万5000の男女と子供が殺害されたといわれる<sup>5)</sup>。

このようにきわめて特異な知的風土においてカバラ思想は成立した。反教會的な思想傾向が弥漫し、またアラビア語文献の翻訳に大きな貢献をしたユダヤ人居住区をもつ南スペインの諸都市 (その代表がグラナダ、コルドバ、トレドである) に近いラングドックは、直接の先駆者を見出すのが困難だといわれるこのユダヤ神秘思想の成立にはうってつけであったのかもしれない。カバラ思想の直接の起源は『創造の書』とよばれる世界の創造と宇宙の構成に関する書物であって、神智に関するユダヤ思想とふかい関連をもっている。神智にいたるには32の道筋があり、それらは10の原始数と22のヘブライ文字である。10の原始数はセフィロート (Sefiroth, 「数える」を意味するヘブライ語に由来する) とよばれ、そのそれぞれは、創造のカテゴリーと結びついている。たとえば、1, 2, 3, 4 は、それぞれ、生ける神の息吹、空気、

水、火に結びついているといわれる。また、神は22のヘブライ文字を創造したので、われわれはこれらの記号の結合を読みとることによって、神の知恵に参画できる。このような言語神秘主義を背景にして世界の創造と宇宙の理論とを展開するのがカバラ思想であって、1230年前後に盲目のラビ・イツハークによって体系化され、近隣とくにスペインにしだいに伝えられたのであった。

カタロニア生まれのライモンドゥス・ルルスは地理的にも時代的にもこのカバラ思想に近く、彼がこの神秘思想にふれ影響をうけたとしても不思議ではない。彼はながいあいだモロッコをはじめとしてアフリカ北部の布教に従事し、彼の著作が刊行されたのは15世紀以降のことである。だが、カバラ思想の方は、ルネッサンスのイタリアの思想家 Marcilio Ficino がいわゆるヘルメス文書という魔術の神秘思想の書物をギリシャ語から翻訳したあとをうけて、Pico della Mirandelo がカバラ思想をとりあげ、その普及に一役演じたことはよく知られている。それゆえ、16, 17 世紀の思想家にとってカバラ思想はそれほど縁遠いものではなかった。ヘルメス的であるにせよ、カバラ的であるにせよ、神秘的な、今日では魔術的といわれる思想に関心をもち、なにがしか影響をうけているのは当時の思想家に共通に見られる特徴であって、Giordano Bruno, Johannes Kepler, Francis Bacon, René Descartes, Isaac Newton など枚挙に暇がない<sup>6)</sup>。

ライプニッツの普遍学の理念は、このカバラ思想と同様に、神の知恵の模倣をめざし、彼の計算機もまたきわめて不完全であるにしてもこの理念の具体化の一步であったといつてよからう。ここでは、パスカルには見られなかったたぐいの野心がある。パスカルに見られた神および人間と機械とのあいだの断絶は、ライプニッツにおいては「結合術」をとおして神と人間の知性を媒介する機械像に変化している。

しかし、これとともに17世紀における機械の代表は時計であったという事実も忘れてはならない。世界最初の振り時計をヘーグの時計師 Salomon Coster につくらせたのは、あの Christiaan Huygens (1629-1695) であって、1657 年のことである。ホイヘンスは、さらに、1673年 Horologium oscillatorium (振り時計) を著して、その理論的考察を与えた。窓をもたない自立的なモナドによる世界の構成を説いたライプニッツは、モナド間の秩序を神の予定調和にゆだねたが、そのときの神のイメージは、二つの時計を同時刻に設定しておいた時計師のそれであって、ひとたび同時に設定された世界は以

後自立的に展開するのであった。

この「時計師としての神」のイメージは、また、18世紀のナチュラリスト（博物学者）たちにとって、自然理解の基本的なイメージとなった。17世紀に成立した近代的な物理学は、それが依然として力を失っていないかったデカルト物理学であれ、しだいに支配的となりつつあったニュートン物理学であれ、自然が自然法則といったある内在的な機構によって発展するという考え方を助長し、たえず神による干渉を必要とするという考え方を排除しつつあった。その結果、自然はその創造時に神がさだめた一定のデザインにしたがって運行され、発展してゆくという思想がしだいにうけいられるようになった。時計師としての神と時計としての自然というのが人々にとって納得しやすいイメージとなったのである。

そこで、問題は そのデザインの 内容ということになる。そのひとつは「単線的デザイン」であって、伝統的な存在連鎖の考え方にたつ。つまり、自然の事物は人間を頂点とする存在の連鎖からなり、最下等な生命体から人間にいたる単線的な系列のうちにすべての生物種が位置づけられる。ただ、この固定したデザイン論の考え方では、種の絶滅という当時しだいに認められてきた事実が説明できないので、なんらかの変化の可能性を容認するために時間的要因を導入して、神は時間をかけて徐々にそのデザインを実現してゆくという、デザインの時間化が試みられるようになった。ところが、18世紀に盛んにおこなわれた探検の結果、あたらしい生物種があいついで発見されるようになると、この単線的なデザイン論はしだいに説得力をうしない、もっと实际的に有効な分類方法が摸索されるようになった。分類学者として著名な Carl von Linne (1707-1778) はこのような階層的秩序を用いずに、雌雄の別を手掛りとするまったく人為的な二分法による分類体系を構成した。彼によれば、自然のデザインは属の最初の形の創造という神の設計によって実現されているのであった。

さらに、より無神論的で、場合によっては唯物論的な発想は、神のデザインを否定して、自然はその物質的な内在的機構をとおして発展すると考える立場であって、G. L. Leclerc Buffon (1707-1788), J. C. de la Méthérie (1743-1817), P. H. T. D'Holbach (1723-1789) などがその代表者であった。このような立場のどれをとるにしても、種の絶滅やあたらしい種の発生といった「種の変化」をあつかうのに18世紀のナチュラリストや思想家たちは、種の変化した形態そのものもなんらかの形で自然

の発展のデザインのうちにくみこまれているという「閉じたシステム」の思想から出られなかったというのが、ミシェル・フーコーの指摘である。19世紀になってそれが「開かれたシステム」へと移行し、自然選択という「変化の機構」が自然の内部に導入されたときに、ダーウィニズムが誕生することになるが、ここで登場してもらう必要があるのは Robert Chambers (1802-1871) なる人物である。

このチェンバースという人物はエディンバラ出版社の創設者で、生物学には素人であったが、素人の方が大胆に包括的な理論を構成できると考えて、1844年『創造の自然史の痕跡』(Vestiges of the Natural History of Creation) なる書物を匿名で刊行した。彼の基本的な立場は上で述べた時間化された単線的デザイン論であって、生命のもっとも単純な形態からより高等な動物へ向かう前進の過程を神の計画のゆっくりした開示と理解した。そして、この前進、つまり低次の生命体から高次の生命体への転成は、自然にくみこまれていて、われわれが通常観察している諸法則をときおり妨害できるより高次な法則の啓示として扱うことができると、彼は主張した。彼はその主張の根拠として数学者である Charles Babbage (1791-1871) の思想を引き合いに出したのである。

バベッジの思想が注目されるようになったのは 1940 年代のことであって、彼の「解析エンジン」なる発想がコンピュータとの関係から関心をひくようになったからである。解析エンジンとは穿孔テープによってコントロールされる計算機のことであった。バベッジはこの機械のアイディアについて第 9 Bridgewater 論集 (1838) なるものを書いた。この論集はブリッジウォーター伯が「創造の御業における神の力能と叡智と善」を明らかにするために当時の著名な科学者に執筆を依頼したものであるが、その目的をはたしたとはとてもいいがたい刊行物であった。それはともかく、彼の論旨はあらかじめ決定された計画にしたがって機械がその機能を変えるようにはたらかせることができるという点にあった。チェンバースはバベッジのこの考えに影響されて、神を偉大な計画立案者と見なし、前進の法則を自然のうちにくみこむとともに、より高次な転成の法則をもプログラムした計画立案者と考えた。ここではもはや 18 世紀までの時計師としての神の姿ではなく、いわばソフト・ウェア技術者としての神のイメージが姿を現している点が注目されよう。<sup>7)</sup>

これまで述べてきたパスカル、ライブニッツ、バベッジにくらべて残りの 4 人の人々にははるかに具体的な問題ととりくむ過程においてコンピュータと関わりをもつようになった。この点にも 20 世紀という時代の特徴がうかがいあがってくるといえよう。コンピュータはもはや夢ではなくて、実現可能なプロジェクトなのであった。彼らはみな論理学者としてその研究を開始しているのも興味のひかれる点である。

Norbert Wiener (1894-1964) が自他ともに認める神童、天才であったことはたいへん有名で、若干の曲折をハーヴァードの哲学の大学院に再入学したのが 1911 年、数理論理学で Ph. D. を取得したのが 1913 年で、その年 Cambridge の B. Russell のもとに赴いて論理学の研究をつづけた。このころ彼は現在集合論で用いられている順序対  $\langle x, y \rangle$  の Wiener-Kuratowski の定義を案出しているが、この定義はけっして集合論の局所的な考察からうまれたのではなく、Russell-Whitehead の主著 Principia Mathematica 全体の詳細な検討の副産物といえるものであって、当時の彼のこの分野での研鑽ぶりをうかがわせるに十分である。彼は翌年 Göttingen に移って Hilbert と Husserl について数学と哲学を研究し、1915 年ハーヴァードで哲学の助手として論理学を講ずるようになるが、1919 年 M. I. T. に移ってからはもっぱら解析学に専念してもはや論理学の分野で論文を書くことはなかった。彼がいわゆるフィード・バック機構を考察してサイバネティックスの創案者となったことはいうまでもないが、エピソードとして面白いのは彼の家系が 12 世紀のユダヤ人哲学者として名高いマイモニデス (1135-1204) の血を引いているということであって、ユダヤ的啓示宗教とギリシャ的哲学の一体化を信じていたマイモニデスの信念は彼の発想の深部でなにがしかの影響を与えていたのかもしれない。事実、彼はその著書 God and Golem Inc. (『科学と神』, 1964) においてつぎのようにいっている。「私にはこれら [通信と制御] の諸科学は科学が宗教にぶつかる前線の近傍にあるように思われる。……異端の禁制の意見を、たとえ最後には否定されるものでも実験的に試してみることは、科学者の任務であり、賢明で誠実な文学者や牧師の任務でもある。しかもその試みは……真剣な試みでなければならない。真に異端の危険を含むものであってこそ、何らかの意味をもちるのである。もし異端を企てることが地獄に落される危険をかけるものであるなら、誠実に勇気をもってその危険をかけねばならない。」ここには今世紀

の科学者に珍しい宗教的関心と表現がある<sup>8)</sup>。

ウィーナーの機械像はいわば「機械の生物化」にある。『サイバネティックス』(1948年初版)の序文で彼はいう。「現代の自動機械の多くは……生理学と同じ機構をもった一つの理論に統一されるのは何ら奇蹟ではない。」彼はパスカルの機械像を克服することをめざしたが、晩年のフォン・ノイマンもまた機械をより人間の頭脳に近づけることを企てた。Johann von Neumann (1903-1957) はブダペスト生まれの今世紀屈指の数学者であるが、大学では数学と化学を学んでいる。1927年ベルリン大学の私講師に任ぜられたが、「最近の数十年間でもっとも若くして」と彼の死後未亡人は誇らしげに書いている。1922年-1929年の彼の論文は主として数学基礎論と量子力学に関するもので、とくに彼の集合論の体系は Gödel と Bernays によって手が増えられて、現在 NGB のシステムとよばれる標準的な集合論の体系として用いられている。彼はまたヒルベルト空間の理論による量子力学の数学的形式化を与え、現在この理論なしには量子力学について理論的に語ることはできない。Gödel によって 1931 年にいわゆる「不完全性定理」—自然数の形式的理論には、その肯定も否定も証明できない命題が存在する；その形式的理論の無矛盾性を表現する命題もそのひとつである— が証明されたあとでは、彼が数学基礎論に関する論文をもはや書くことなかったのは、きわめて象徴的である<sup>9)</sup>。彼の関心は以後基礎論以外の数学やゲーム理論、コンピュータなどの領域に移ったようである。彼は 1930 年代に水力学の微分方程式の問題に興味をもち、それがひいては国防問題にも興味をいだかせる動機となった。とくに衝撃波の相互作用という複雑な水力学の問題を解く際に要求される膨大な量の計算を処理するのに高速の計算機を必要とした。そこで、当時フィラデルフィアで造られた最初のコンピュータ ENIAC に興味をもち、その数学的—論理的デザインにいくつかの助言を与えた。1955年3月彼はアイゼンハワーによって原子力委員に任命されたが、左肩の痛みから骨がんが発見されたのはその年の8月のことであった。以来彼の悲惨な闘病生活ははじまる。激痛に苦しむ彼があらぬことを口走らないかとその筋の監視役が病室の前で警戒していたとさえいわれる。彼はまたカトリックの洗礼を受けた。

フォン・ノイマンが The Computer and the Brain を執筆したのはこの凄惨な闘病生活においてであった。これはもともと 1956 年春学期に予定されていたエール

大学における Silliman Lectures のための草稿であった。最後の最後まで彼は講演は諦めようとはしなかったが、56年3月には病状は決定的に悪化して、断念せざるをえなくなった。それでも彼はついにそこで息をひきとることになった Walter Read 病院の一室までこれをたずさえていって、手をいれていたという。

現在用いられている通常のコンピュータはフォン・ノイマン型とよばれ、仕事を一定の手順にしたがって逐次処理をする方式になっているが、フォン・ノイマンの死後 1958 年に出版された上記の講演草稿では、最近しきりに聞かれる「非フォン・ノイマン型」計算機の発想が述べられているのは注目に価しよう。彼がそこで展開している計算機と人間の脳の比較によると、つぎの点が重要な差異とされる。同一時間内の同一サイズの器官の動作数は脳ははるかにまさり、脳はゆっくり動く多くの器官からなり、計算機は動作の速い少数の器官からなる。そこで、脳は多くの項目を同時に選びとり、計算機は少数の項目を継続的に処理する、つまり、脳は平行的、計算機は系列的なのである。脳は刺激の強さをパルスの頻度でおきかえているため、そのメッセージは統計的性格をもち、論理的にも算術的にも計算機におけるメッセージの伝達と基本的に異なっている。それゆえ、われわれが脳本来の「言語」に近づくことの必要性を彼は訴えている。その執筆の状況からこの草稿はもちろん未完であるし、その文体もまた精彩を欠いているが、しかし、ひとりの科学者の鬼気せまる執念にふれる思いのすることも事実である<sup>10)</sup>。

機械を人間に近づけようとするこういった努力に対して Alan Mathison Turing (1912-1954) の試みは「機械じかけ」という概念の本質を明らかにすることにあつたといえよう。彼が 1936-37 年に発表した論文 On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem (Proc. London Math. Soc., ser. 2, vol. 42, pp. 230-265) はきわめて単純で明快な機械像を提出している。いわゆる「チューリング機械」はつぎの仕組みからなっている。まず、両方向にきりがなくつづく帯状のテープを考える。実際にはテープが終わるとき適宜つぎたすことができればよい。このテープは記号の書き入れのできるコマにわかれている。それゆえ、つぎたし可能なフィルムのイメージということになる。左右に動くことによってこのテープの 1 コマ 1 コマを見て、そこに記号を書き入れる、その記号を消す、あるいは消して書き入れるという簡単な動作をおこなう

装置をもっている機械がチューリング機械である。書き込む記号はただの縦棒 | だけでよい。したがって、あらかじめ与えられた指令にしたがって、フィルム状のテープに | を印字したり、消したりする自動的なタイプライター様の機械を想像すればよい。彼はこのような機械を Gödel が「不完全性定理」の論文で展開した recursive function のそれぞれに対して与えてやることができると考え、上記の論文でそれを証明してみせたのである。彼のこの証明によって「ある関数が計算可能な関数であることは、その関数に対してあるチューリング機械が存在することである」ということになった。彼はその後もコンピュータ関係の仕事に従事していたが、不幸にして比較的若くして死去した。しかし、彼の業績が機械概念の解明におおきな貢献をしたことは、現在コンピュータ科学の分野でチューリング賞が設けられ、権威ある賞としてとめられていることからもうかがえるであろう<sup>11)</sup>。

ウィーナーが教鞭をとった M. I. T. の学生のひとりが Claude E. Shannon (1916 年生) であった。彼の修士論文 Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuit (AIEE Transactions, vol. 57, 1938) は今世紀におけるもっとも重要な修士論文であるとさえいう人がいるが、この論文はある意味ではまったく論理学の論文であるといつてよい。事実、末尾にあげられている参考文献は L. Couturat の L'algèbre de logique と A. N. Whitehead の Universal Algebra および E. V. Huntington の論理代数に関する論文の三つだけであって、内容的にも 19 世紀半ばにおける現代記号論理学の創始者のひとり George Boole (1815-1864) の理論の工学的応用であるからである。ブールは命題が真・偽のふたつの値をもつことに着目して、推論のシステムを代数的にとりあつかう、いわゆるブール代数の体系を案出したが、シャノンは電気回路が開・閉のふたつの状態をもつことに命題とのあいだのアナロジーを見出し、ブール代数の手法を応用してリレー式電気回路の設計理論を考察した。一見実生活と無縁な論理学研究がきわめて現実的な局面に応用された見事な例といふべきである。

しかし、シャノンの名を決定的に高からしめたのは、1948 年の Mathematical Theory of Communication (Bell System Tech. Jour. vol. 27, 1948) であろう。彼はこの論文によって今日情報理論とよばれるものの開拓者となったが、彼の基本的な発想は青年期の論理代数的な発想と無縁ではない。彼は情報を量的に測るための

手掛りとして、 $n$  個の選択肢のうちの 1 個を選択するという状況を基本にとる。もしふたつの可能性が等確率で与えられていれば、そのいずれかを選ぶことによって一定の情報が得られる。この操作をくりかえせば情報の量はしだいに増すであろう。このような状況は、ある命題にイエス、ノーを答えさせることで情報を得てゆくプロセスにほかならない。数学的には  $n$  個の命題に対して得られる返答の可能性は  $2^n$  となるが、これを底を 2 とする対数で表わし、その基本単位をビットという。それゆえ、16 は 4 ビットである。一般に選択肢は 2 以上で、すべては等確率とはかぎらないから、情報理論は確率論の応用分野のひとつとなる。

そこで、指摘しておきたいのはシャノンが大きな影響をうけたブールもまた、確率論に多大の関心をよせていたという事実である。しかも、彼はその著 The Mathematical Analysis of Logic (1847) のなかで、個体を選出行為によってクラス分けをし、そのくりかえしによって所与の個体の性質の十分な規定を獲得するといった趣旨のことを述べている。この考え方はシャノンの情報理論のアイディアと本質的に一致しているといつてよい<sup>12)</sup>。

いうまでもなく情報理論もコンピュータも現在発展途上にあって、その終極の姿をだれも予測することはできない。最近、コンピュータはますます人間化することが求められ、第 5 世代コンピュータは人間に近い推論能力の獲得をめざしている。今日方々で見かけるロボットもしだいに人間に近づきつつある。このような流れがいっそう加速されてゆくことは疑えないであろう。一方、確率という概念はわれわれ人間に固有な《無知の状況》に由来する概念であって、これにもとづく情報理論は全知の神には必要とされないたぐいの知識のあり方である。それゆえ、現代の情報科学という学問はきわめて人間的な基盤にたち、また人間志向的な領域といえるかもしれない。しかし、高性能コンピュータをそなえ、軽やかに動きまわるロボットが巷にあふれるようになったとき、われわれはかつて創造主としての神が人間をつくったときにいただいたのとおなじ嘆きをいただくことになるのかもしれないのである。

この論文は 87 年 11 月 14 日慶応義塾大学でおこなった三田図書館・情報学会橋本孝記念講演の草稿に手をくわえたものである。



- 1) パスカルからの引用はつぎの版による。Pascal, Blaise. *Oeuvres Complètes*. Bibliothèque de la Pléiade, Paris: Gallimard, 1954. La machine arithmétique についての編集者 Jacques Chevalier による解説およびパスカル自身による Avis nécessaire à ceux qui auront curiosité de voir la machine arithmétique et d'en servir 参照。
- 2) ボール・ロワイヤルについては Sainte-Beuve, Charle-Augustin. *Port Royal*. Bibliothèque de la Pléiade, Paris: Gallimard, 3 vols. 1953-1955 参照。原書全 5 巻は 1840 年から 1859 年にかけて出版された。パスカル家との関係については、塩川徹也『パスカル：奇跡と表徴』岩波 1985 に詳しい。また、確率論の歴史については Hacking, Jan. *The Emergence of Probability*. London: Camb. UP, 1975 を参照されたい。
- 3) *Album Pascal: iconographie réunie et commentée par Bernard Dorival*. Bibliothèque de la Pléiade. Paris: Callimard, 1978, p. 63.
- 4) ライブニッツについては、もっぱら Couturat, Louis. *La logique de Leibniz*. Paris: Felix Alcan, 1901 による。
- 5) グレゴリウス改革およびカタリ派については 堀米庸三『正統と異端—ヨーロッパ精神の底流—』中公新書 1964 を参照されたい。なお、この論文の文脈からすると、サント・ブーヴが前掲書において物語っているつぎの挿話は因縁めいている。ボール・ロワイヤル修道院の創設者 Mathilde de Garlande は、1210 年のアルビ十字軍による Minerve 攻囲のおり、火中に投げられた 3 人の女性カタリ派信徒を救いだして、改宗させたといわれている。
- 6) カバラ思想については  
岩波講座 東洋思想 第 2 巻『ユダヤ思想 2』1988  
ゲルショム・ショーレム 小岸・岡部訳『カバラとその象徴的表現』叢書ユニベルシタス 法政大学出版局 1985  
ゲルショム・ショーレム 山下他訳『ユダヤ神秘主義』叢書ユニベルシタス 法政大学出版局 1985  
Scholem, Gershom. *Origins of the Kabbalah*. Ed. R. J. Z. Werblowski. Trans. A. Arkush. Princeton: Princeton UP, 1987  
を参照。また、魔術思想一般の歴史的影響についてはフランセス・イエイツの著作が近年盛んに翻訳されているが、たとえば, Yates, Frances A. *The Occult Philosophy in the Elizabethan Age*. London: Routledge & Kegan Paul, 1979 (フラスセス・イエイツ 内藤健二訳『魔術的ルネサンス』晶文社 1984) を参照されたい。
- 7) ナチュラリストたちの思想については、ピーター・J・ボウラー 鈴木他訳『進化思想の歴史』朝日選書 336 朝日新聞社 1987, とくに上巻を参照。また, Foucault, Michel. *Les mots et les choses: une archéologie des sciences humaines*. Paris: Gallimard, 1966 (ミシェル・フーコー 渡辺・佐々木訳『言葉と物』新潮社 1974) Chapitre V: Classifier を参照されたい。彼の意見では転回点は 18<sup>th</sup> 世紀末, 19 世紀初頭 Georges Cuvier の著作に見出されるという。
- 8) ウィーナーについては  
ノーバート・ウィーナー 鎮目恭夫訳『科学と神—サイバネティックスと宗教—』みすず書房 1973  
ノーバート・ウィーナー 池原他訳『サイバネティックス—動物と機械における制御と通信—』みすず書房 1962  
なお、前者の表題 God and Golem Inc. の Golem なる語は「形をとっていない素材」の意味をもつという。
- 9)ゲーデルの定理は  
Gödel, Kurt. "Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I." *Monatshefte für Mathematik und Physik*. 38 (1931): 173-198  
をいう。この定理は形式的理論の無矛盾性の証明をそのメタ数学の中心課題とした「ヒルベルトのプログラム」の希望を粉碎したといわれ、フォン・ノイマンのメタ数学的研究の意欲をうしなわせたことは想像に難くない。  
世界最初のコンピュータは、ハーヴァードの Mark II かこの Eniac かといわれている。フォン・ノイマンがコンピュータ関係の論文を最初に発表しているのは 1943 年のことである。なお、彼の遺稿は Neumann, John. von *The Computer and the Brain*. New Haven: Yale UP, 1958 として刊行され、未亡人 Klara von Neumann が伝記的な短い序文を書いている。
- 10) テューリング機械については  
Davis, Martin. *Computability and Unsolvability*. New York: McGraw-Hill, 1958  
(M. デーヴィス 渡辺・赤訳『計算の理論』岩波 1958)  
に詳しい叙述がある。
- 11) ブールの著作には邦訳がある。  
G. ブール 西脇与作訳『論理の数学的分析』公論社 1977