

## コンピュータ史資料と ヒストリオグラフィーについて(2)\*

後藤 邦夫\*\*

### 3 大型汎用機の標準型式の確立 UNIVAC から IBM 360/370の完成まで

前回の後半で述べた1946年夏のムーア・スクールの講習会やそれに先立つ von Neumann のレポートの流布によってコンピュータに関する知識は拡がり、本格的なコンピュータ時代が始まった。ただ、当時のコンピュータは規模も大きく高価で複雑であり生産も操作も難しかった。したがって、ハーバードでMARKシリーズの開発に参加したAikenはこのようなコンピュータに対する社会的需要は拡大しないであろうという見通しを述べた。同様の見解が多くの人々によって表明されていた。

しかし、開発・生産と需要の両面で初期のそのような予想を大きく上回る発展が直ちに起こってきた。その要因は、あえて単純化すると以下の2点である。

第一に、第二次大戦中になんらかの程度でコンピュータ類似の装置や電子機器の開発に携わった多数の人材が「復員」し、新規の産業を興す原動力になった。

第二に、戦後間もなく、米ソ間の冷戦が開始され、莫大な費用を要する兵器開発競争が開始された。世上有名なのは核兵器開発競争であるが、コンピュータを含む電子機器の分野にも多大の研究開発費が投入された。

そして、最初のコンピュータの登場からわずか十数年の間に大形汎用機の標準型式が確立し、IBMを中心とする「ガリバー型寡占体制」を特徴とする巨大な産業分野が成立した。この間、企業もコンピュータ自体も「大型化」と「高度化」が追求された。コンピュータが扱う「情報」においても、政府機関を中心とする集中と寡占が進むと考えられた。そして、その観点に

---

\* 2000年3月20日

\*\* テキサス大学オースティン校 IC<sup>2</sup>研究所上級研究員・桃山学院大学名誉教授

基づく批判的研究も展開された。

### 3-1 商業化の開始：人材の民間への移動とそれに伴う技術移転

第二次大戦が終わると、機密に覆われていた軍事研究に従事していた多数の科学者・技術者が大学や研究機関に戻った。そのほかに民間部門で働く機会を求めて新たな企業を興した人々があった。また、前節で述べたように、最も成功した ENIAC の開発に関与したメンバーの多くがムーア・スクールを離れるという出来事があった。こうして、コンピュータ技術の移転は、まず人の移動によって開始された。その中の主要なケースを以下にまとめておこう。

#### (1) UNIVAC の開発と実用化

商業用コンピュータの開発と販売で先行したのは、現在は UNISYS と改名した UNIVAC である。この間の事情は、前回取り上げた多くの通史、とくに [C98] によく記述されているし、[AHC] でも繰返し扱われている。この問題を中心的に扱った著書として以下のものをあげておこう。

[S81] Nancy Stern, *From ENIAC to UNIVAC: An Appraisal of the Eckert-Mauchly Computers*, Bedford, MA., Digital Press 1981

1946年2月16日の ENIAC の公開はいくつかの政府機関の興味を引いた。積極的にこの新しい装置の導入を考えたのは Census Bureau (統計局) と NBS (National Bureau of Standards 国立標準局) であった。1946年3月にムーア・スクールを離れた Eckert と Mauchly は、Census Bureau と新たなコンピュータを開発して納入する契約を結び、一緒にムーア・スクールをやめた人々と共に、そのコンピュータを開発するための企業、Eckert-Mauchly Computer Company を発足させた。納入されるべきコンピュータは EDVAC の改良型であったが、彼らが行った場所であるムーア・スクールとの紛争を回避するために、Universal Automatic Computer (UNIVAC と略称) と呼ばれることになった。Census Bureau との正式契約は 1947年5月、さらに1948年には NBS も契約した。相当額の前金を受け取ったものの開発は困難を極め、しかも学者、技術者としては有能な Eckert と Mauchly は経営者としては素人であり、会社は破産状態になった。結局、1950年2月、彼らの会社をまるごと Remington-Rand が買い取り、同時にスタッフも移籍した。

UNIVAC の第1号機は1951年3月31日、Census Bureau に納入された。主記憶には水銀遅延線を、補助記憶装置としては初めて磁気テープ (但し、ニッケルでコートした銅テープ) を使用した。クロック周波数2.25メガヘルツで4組のアキュムレータを備えた演算装置には5000本の真空管が用いられていた<sup>17)</sup>。この型式、すなわち UNIVAC I は今日的大型汎用機の条件をほぼ

---

この第2回においても、基本的な文献に関して前回と同じ略記法を用いる。たとえば、  
 [AHC] *IEEE Annals of History of Computing*; IEEE Computer Society  
 [SHC] *Series for History of Computing*, Editor: I. Bernard Cohen, Associate Editor: William Aspray

備え、装置の信頼性は非常に高く、実用機として成功した。同型機は43台生産され、主要な政府機関、軍、大企業（製造業や保険会社）に納入された。

特筆すべきことは、2-3の冒頭で言及した名プログラマ Grace Murray Hopper が1949年以降 UNIVAC の開発に参加し、プログラム開発チームを率いてソフトウェアの開発に大きく貢献したことである。<sup>(18)</sup> すなわち、彼女の指導下に最初のコンパイラ、A シリーズが開発された。そのもとで働く最初のビジネス用言語、Flow-Matic も開発された。こうして、Remington-Rand は世界最初の大規模コンピュータのメーカーとなった。この成功によって最大の衝撃を受けたのは IBM である。その話題は節をあらためて扱う。

## (2) Engineering Research Associates (ERA) を興した人々

大戦中ワシントンでアメリカ海軍の暗号解読部門で働いていた研究者が戦争終了後の1946年にミネソタ州セントポールに設立したのが Engineering Research Associates (略称 ERA) である。中心となったのは、William Norris と Howard Engstrom であった。海軍は ERA に様々な仕事を発注したが、その中にコンピュータの開発が含まれていた。すなわち、1947年に受注し1951年暮に納入した Model 1101 である。この会社も1952年には Remington-Rand に吸収される。開発チームもそのまま移行して Model 1103 を開発し、National Advisory Committee for Aeronautics (NACA アメリカ航空評議会、後に NASA アメリカ航空宇宙局の母体となる) など、航空機関連企業に納入した。

しかし、William Norris は、ミネソタ大学出身の若手の Seymore R. Cray らと共に Remington-Rand を辞めて Control Data Corporation (CDC) を設立した。彼らは後のスーパーコンピュータの母体ともいえるべき高性能のコンピュータ開発を狙うことになった。<sup>(19)</sup>

---

[RHC] Reprint Series For History of Computing, Editor: M. Cambell-Kelly, Associate Editor: William Aspray などである。

(17) 1952年の大統領選挙で CBS がジャーナリストとして著名であった Walter Cronkite をキャスターに起用し、この装置を選挙予測に利用したところ、Eisenhower 候補の地滑り的大勝を開票開始直後に明らかにして人々を驚かせたエピソードは有名である（実際の放送では、あまりの早さに報道を一時手控えた）。1950年代末までよく用いられたほぼ完全な状態の現物がボストンの Computer Museum に展示されているのを私は見ている。しかし、現在ボストンに残っているカリフォルニアへ移されたかは未だ確認していない。

(18) Grace Murray Hopper (1906-1992) はイェールで数学の学位をとり、彼女の出身校である Vassar College で教えた後、37才で海軍に入り、大戦中はハーバードの Aiken に協力した。UNIVAC 開発に参加して顧客が必要とする多数のプログラムを書いただけでなく、1952年には最初のコンパイラ A-0 を発明し、実用的な A-2 に発展させた。さらに Flow-Matic の経験を生かして国防総省による COBOL の開発にも貢献した。軍に復帰した後は海軍のプログラマのトップとして後進の指導に当たった。その功績は大きく海軍少将に進級し Admiral Hopper として退役した。

(19) William Norris は後に (1984年) 日本の第5世代コンピュータ計画に対抗してテキサス州オースティンに設立された官民合同の組織、MCC (Microelectronics and Computer Technology Corporation) の旗振り役となった (MCC は2000年にその任務を終えて解散した)。Norris がミネソタ大学からリクルートした当時の若手 Seymore R. Cray は、言うまでもなく後に Cray Research を設立しスーパー・コンピュータ Cray 1 を世に送り出した立役者である。

## (3) Project Whirlwind

周辺技術や入出力システムを含め、多くのブレイクスルーを実現したことで有名な Project Whirlwind については、通史的な書物では必ず相当な紙数で扱われる。最も包括的なモノグラフとして、[SHC] の 1 冊として刊行された次のものをあげる。600 ページ近い大冊である。

[KS00] Redmond C. Kent and Thomas M. Smith, *From Whirlwind to MITRE: The R&D Story of the SAGE Air Defence Computer*, MIT Press, 2000.

その他の文献をも参照して概略を述べておく。<sup>(20)</sup>

1943年に MIT はアメリカ海軍の航空局から、航空機の安定性と制御のためのアナライザの開発を委託された。当時の MIT は微分解析器で有名な Vannevar Bush のおひぎ元で、アナログ・マシンによるフライト・シュミレータの実現が期待されていた。実際に開発に従事したのは制御工学の大学院生であった Jay Forrester である。彼はアナログ方式ではシュミレータに要求される急速な応答特性を期待できないことに気付く、デジタル方式など別個の開発を主張した。1945年9月、Forrester はもうひとりの大学院生 Perry Crawford とともにデジタル方式による問題解決の可能性を検討し始め、11月には、当時の唯一のデジタル・コンピュータ、ENIAC の見学にムーア・スクールへ出かけた。その結果、計画はデジタル方式に転換されたが、より汎用性の高い EDVAC の主記憶装置である水銀遅延線を用いたのではシュミレータに要求される早い応答特性が得られないことがわかった。彼らはムーア・スクールの講習会で知見を深め、ウイリアムズ管を用いることに傾いた。

やがて戦争が終わり海軍のフライト・シュミレータ開発への熱意は減退し、予算の確保も怪しい状況になった。MIT はコンピュータ自体の開発に目標を変更し海軍もその必要性を理解したが、予算は減額され、1950年に試作された装置は256語のメモリ容量と毎秒20000回の演算速度(計画は50000回)に切り詰められた。

状況を打開したのは、1949年のソ連の原爆保有であった。北極を超えて低空で侵攻してくるツポレフ 2 型爆撃機を早期に探知して迎撃のための措置をとるという課題に空軍は直面した。当時アメリカが保有するレーダーではそれは不可能とされていたため空軍当局は困惑した。ここで、速い演算速度を目指して開発を進めながら財政的に行き詰まっていた Project Whirlwind との出会いが双方にとっての幸運となった。MIT のスポンサーは海軍から空軍に替わり、開発の優先度も繰り上がったのである。

(20) Whirlwind については、[W85] でおおむねの経過が説明されているほか、[MHR80] pp. 365-388 に開発に参加した R.R. Everett によるかなり詳しい説明がある。また、[AHC] にも多くの研究論文がある。初期の段階から開発の主役を務めた Jay Forrester は、MIT のコンピュータ・サイエンスのリーダーのひとりとなり、1970年代初めにシステム・ダイナミクスで「世界モデル」を扱い、ローマ・クラブの『成長の限界』の論拠となる研究を行ったことで有名である。私は Whirlwind の実物の一部(正しくは巨大なシステムの一部であるコントロール・ルームの一部)がボストンの Computer Museum に展示してあるのを見た(MIT がそれを保存しようとしたことが Computer Museum 建設の一つのきっかけであったという説がある)。

Project Whirlwindはいくつかの重要な革新的技術を達成した。例えば、

1) 出力装置としてCRTを用い、さらにライトペンによって画面を通して制御する手法を開発した。それによってアナログ・デジタル変換という、今日では到るところで利用されている重要な基礎技術が確立された。

2) レーダーサイトとコンピュータセンターを結ぶ電話線による情報伝送の実現に成功した。

3) 主記憶装置として磁気ドラム、さらに磁気コアを使う手法による応答時間(演算速度)の著しい短縮が達成された、などである。

装置は次第に巨大化し、その開発のためにLincoln Laboratoryが設立された。この研究所はその後MITの「軍学協同」の拠点となる。

マセチューセッツのケープ・コッドに設置されたレーダーと新コンピュータのシステムの応答は十分に速く、戦略空軍の爆撃機を用いたテストでも迎撃戦闘機の誘導に成功した(この結果により、民間機を含む航空機の飛行管制装置としても利用できることを示した)。Whirlwindのスタッフの多くは、1958年に空軍の資金をもとに設立されたMITRE Corporationに移ってこのシステムの軍用版、SAGE Air Defense Systemに仕上げた(SAGEはSemiautomatic Ground Environmentの略である)。

このシステムはアメリカ大陸の北方に24基配備され、1958年から1980年代初頭まで運用された。それらは1基あたり5万本の真空管を使い3000キロワットの電力を消費する巨大な地下施設であった。その生産と配備を担当したのがIBMである。そのことが、次節以下で述べるIBMのコンピュータ分野への本格的進出を資金と人材の両面で支えたのである。

### 3-2 コンピュータ産業の形成：IBMの台頭とガリバー型寡占体制の成立

1950年代は、コンピュータがそれぞれの顧客向けの一品生産の商品から、量産品とまでは行かないまでも、相当数の顧客のニーズに応えることを目指した市場向けの規格品となった時代である。その結果として「コンピュータ産業」が形成されると、ただひとつの企業が世界のコンピュータ産業の総売り上げ高の60%を占めることになった。すなわち、IBMを中心とするガリバー型寡占体制の形成である。UNIVAC Iによって実用的なコンピュータの開発と市場への進出では先行したRemington-Randは、Sperryを合併し、ERAを吸収してその地位は強固になったように見えたが、1950年代後半までの短期間のうちに後発のIBMのリードを許し、ガリバーを取り巻く小人のひとりになってしまった。これは技術史だけでなく企業史や産業史としても興味あるテーマである。

このストーリーに関する必要な知識を与えるものとして、以下の3冊がまず読まれるべきであろう。

[BJPP85] Charles J. Bashe, Lyle R. Johnson, John H. Palmer, and Emerson W. Pugh, *IBM's Early Computer*, MIT, 1986.

[PJP91] Emerson W. Pugh, Lyle R. Johnson, and John H. Palmer, *IBM'360 and Early 370 Systems*, MIT, 1991.

[P95] Emerson W. Pugh, *Building IBM, Shaping an Industry and Its Technology*, MIT, 1995.

いずれも、ミネアポリスの Charles Babbage Institute で編集される [SHC] の中の1冊として刊行されたものである。執筆者はいずれも IBM の社員であり、とくに Pugh は1957年から35年間在籍し、開発からマネジメントまでを経験した人物である。その意味では上記の3冊は「身内による歴史」といえるかも知れない。しかし、学問的著作としての十分評価に耐える水準である。その由来は次のとおりである。

1979年、当時の IBM 会長 Franck T. Cary が前副社長で技師長であった Emanuel R. Piore の示唆によって社の技術の歴史をまとめておくべきだという決定を下し、研究開発部門の中にプロジェクトが発足した。はじめの2冊、[BJPP85] と [PJP91] はその成果である。したがってそれらの作成は IBM の組織自体によるものである。しかし、日本の社史とはかなり異なり、意識的に客観性を保つ形で記録を残そうとしたようである。とくに [PJP91] は800ページの大著で社内文書資料のみならずヒヤリングも多用し、IBM の画期的製品でその後の大型汎用機の原型となった360/370システムの開発のほとんどあらゆる側面をそれ以前の歴史に遡って扱っている。

[P95] は Pugh が退職後に書いた、個人の手による IBM の通史である。著者と会社との縁は切れていたものの、内部資料等の利用の便は得られたらしい。

雑誌 [AHC] の特集号にも注意を払う必要がある。例えば、初期の650型は8巻1号(1986)、最初にヒットした701型は5巻2号(1983)で、それぞれ特集されている。

以下、それらから得られる知見を年代にそってまとめておく。

#### (1) IBM の「機械式コンピュータ」分野への参入

IBM の原点が Hollerith のタブュレータであったことを2-1の末尾で触れた。1911年、そのビジネスが他の二つの企業と合併して Computing-Tabulating-Recording Company (CTR) になった。合併の主役は Charles Ranlett Flint である (Hollerith 自身は株の半分を取得して引退した)。この CTR が1924年に改名して International Business Machine Co. すなわち IBM となった。その主役は1914年にジェネラル・マネジャーに就任した Thomas J. Watson である。彼自身は NCR (National Cash Register) の天才的セールスマンといわれた人物であったが、製品開発に熱心であり多くの技術者を雇い、合併した3社の事業のうち Hollerith のタブュレータとその関連分野に集中し、企業社会に顧客を広げることで利益を向上させた (コンピュータ時代まで生き残った IBM カードは1928年に導入された)。

1929年の大恐慌では、レンタル方式を多用していたために、IBM の利益は29年の18万ドルから32年の17万ドルの微減に留まった。このような大恐慌期における相対的によい財政状態を利

用して技術開発に取り組み1934年にはアルファベットと数字を同時に処理するタビュレータ405型を市場に出した。これの会計機仕様 (Ekectic Accounting Machine) は、第二次大戦後まで社の主力商品として利益を生み続けた。<sup>(21)</sup>

カード入力で印字機能のついたタビュレータは、ビジネス用だけでなく、大学における成績管理、数値計算と作表、統計計算などに利用できる。そこで、コロンビア大学をはじめ、多くの有力大学でIBMの装置が利用され、科学技術計算に関する利用上のノウハウが蓄積された。その到達点がハーバード大学のHoward H. Aikenとの協力によって1943年1月に完成したMark Iである。機械は75万箇の部品からなる長さ51フィート、高さ8フィートのの中に収められ、機械的部分を駆動する電線の長さが500マイルに達するもので、IBMの工場で一旦組み立てられ、1944年5月にハーバードに移設されると共に大学に寄贈され、海軍の仕事に利用された(開発費用は40万ドルを上回ったと言われる)<sup>(22)</sup>

やがて部分的にエレクトロニクスを用いた電動の機械式計算機600シリーズが開発されるが、最も成功したのはプログラム可能なコンパクトな604型計算機(1948年に開発されて5600台生産され、レンタル料は月600ドル)と407型タビュレータの組み合わせであった。

極点とも言えるものがニューヨークの本社に設置されたSSEC (Selective Sequence Electronic Calculator) である。エレクトロニックという通り13000本の真空管とともに、23000個のリレーが使われた巨大な装置で受託計算業務にも利用された最初の機械となった。そして、ここまでIBMを技術的にリードしてきたJames Bryceは1949年に死んだ。

## (2) UNIVACのインパクトとIBMの軍需への進出。Watson Jr.の役割

Thomas J. Watsonには二人の息子がおり兄のThomas J. Watson Jr.は開発部門、弟のArthur K. Watsonは国際ビジネスを担当した。1949年副社長に就任し、父を含む旧世代との葛藤を経ながらエレクトロニクスに的を絞って研究開発人材を強化し、コンピュータを主力商品に押し上げたのはThomas J. Watson Jr.である。

600シリーズに基づくIBMの「コンピュータ」は、CPC (Card Programmed Electronic Calculator) と呼ばれ、1949年5月の発表以来、1950年代の前半までに700台が設置された。それに対し、1951年に完成したUNIVAC Iは同時期までに14台出荷されたただけであったから、IBMの関係者はUNIVACを過小評価し、その画期的な意味を十分には認識していなかった。しかし、CPCに比べ、UNIVACの内部記憶装置の容量は百倍以上もあり、磁気テープを外部記憶装置として使っていたので、現在のコンピュータと同様にデータやプログラムをファイルとし

---

(21) 405の現物は、広いオフィスで稼働していた時代の映像資料とともに、ボストン Computer Museumに展示されていた。この機械の成功のためにWatson Sr.は機械式会計機へのこだわりを捨てるのが困難であった。

(22) この機械に対する貢献度をめぐってWatson Sr.とAikenは激しく対立した。率直に言って、ここはIBM側の主張が正しいと私は思う。

て保存し、必要に応じてマシンに記憶させて加工することが出来た。それこそが、本来の意味の「情報処理」である。

UNIVACが成功し、大型コンピュータのブランド名として定着し始めると、IBMの首脳部も政府の豊富な資金による大型コンピュータのプロジェクトに参入することを考えるようになった。その切っ掛けは、朝鮮戦争と冷戦の激化による軍需の拡大であり、それに応じたThomas J. Watson Jr. が率いた開発チームの活躍であった。

彼らは、国防総省等に対する周到なヒヤリングや調査に基づいて、アメリカ政府が今後強化するであろう分野が「核エネルギー」「誘導ミサイル」「ジェットエンジン」「戦略計画（暗号解析、気象予測、ゲーム理論）」であると予想し、それらに対して汎用性をもつDefence Calculatorの開発に乗りだした。それが701型であり、性能においてはUNIVAC Iに遥に及ばなかったが巧妙なマーケティングによって成功した。すなわち、高めの仕様を設定し、それを目標に開発を進めると並行して、顧客の獲得を行うという手法である。すなわち、1951年には1年後に月額レンタル料8000ドルで出荷するとした。最終的には11900ドル乃至17600ドルのレンタル料で提供することとし、1952年12月完成した1号機がニューヨークのIBM本部に納入された。翌53年3月にはロス・アラモス、4月にはロッキードと国家安全保障局、5月にはダグラス航空等、54年にかけて、約20台が軍用機製造などの国防産業や核兵器、航空等の国立研究機関に納入されてゆく。<sup>(23)</sup>

この装置の演算部は von Neumann がプリンストン高等研究所で組み上げたIASを範としていた。ただし、主記憶装置に磁気ドラム、補助記憶装置に磁気テープを用いるなどUNIVACを意識した改良がなされていた。1952年1月にIBMの顧問に就任した von Neumann は701の開発にそれほど大きな貢献はしなかったが、多くの分野における応用に際して適切な助言を行った。Goldstineをはじめプリンストンの関係者もIBMに参加した。von Neumannの名は国防関係の企業への売り込みに当たって威力を発揮したといわれる。

以後、701の改良型の700シリーズが次々に市場に投入された。その際、前節で触れたSACE計画への参加が重要な役割を果たした。すなわち、MITでWhirlwindのために開発された磁気コア・メモリーなどの新技術をIBMが吸収しただけでなく、MITの人材を受け入れる機会になったからである。企業利益への寄与の大きさについてはいうまでもない。704、709は、ハードの性能ではUNIVAC Iを超えるものではなかったが、商品として成功した。技術の卓越性よりも経営システムやマーケティング活動が重要となるケースの教訓的事例として語られるゆえんである。しかし、この700シリーズの開発（とくに704）の主役のひとり、Gene M. Amdahlの名を逸することは出来ない。彼は1952年にウイスコンシン大学で物理の学位を取ってIBMに入社して55年に退職するまで多大の成果を挙げた。60年に復職して350システムの開発に加わり、さらに独立して「互換機路線」の提唱者となった。

(23) [AHC] vol. 5, n. 2, 1983の特集にそれぞれの納入先の701に関する記述がある。

並行して604を改良して電子化し磁気ドラムを主記憶装置とした650が1953年7月に開発・出荷された。後者は60年代初頭まで生産され事務用コンピュータとして名声を博した。

### (3) ソフトウェア分野の成立

UNIVACにおける Grace Hopper の役割についてはすでに述べた。同様な意味で、IBM 704 では1954年に John W. Bachus とその協力者が開発し、57年から顧客に提供された FORTRAN コンパイラが704の科学技術計算の能力を大いに高めた。翌年、能力を高めた FORTRAN II が発表された (長期にわたって使われた FORTRAN I V は後述する7090に合わせて開発された)。その成功に刺激されて、1960年代にかけて優に100を上回る種類のプログラム言語が開発された。その概略を知るには次の文献が便利である。

[S69] Jean E. Sammet, *Programming Languages: History and Fundamentals*, Prentice Hall, 1969.

1960年代半ばまでの116種類のプログラミング言語について解説した800ページに及ぶ大冊である。このなかで現在でも使われているのは10種類程度であろう。FORTRAN と並んでビジネス分野で広く用いられた COBOL は、各社のビジネス用言語を国防総省の主導下で統一する試みの中から生まれたもので1959年に開発された。その際、Hopper が果たした役割は大きい。

### (4) 半導体素子の導入

ベル研究所でトランジスタの研究が開始されたのは1945年である。1947年には John Bardeen, Walter Brattain, William Shockley によって点接触型トランジスタが発明され、まもなく接合型トランジスタに改良された。当初は不安定で実用化に疑問がもたれていたが、やがてコンピュータに利用可能な信頼性と特性をもつに到った。1952年から4年にかけて IBM では604の演算部の1200本の真空管を2000個のトランジスタで置き換える試作機が開発されテストされた。しかし、商品化された608は高価過ぎて売れなかった。

本格的に商品化されたのは IBM 709 の真空管回路をトランジスタ回路で置き換えた IBM 7090 が最初である。1959年、ソ連の大陸間弾道ミサイルの早期探知のために空軍がグリーンランドに設置したレーダーサイトに納入された。同型機とその改良型7094は商業的にも成功し、1台300万ドルで数百台が組み立てられた。演算はトランジスタ、主記憶容量は磁気コアで150キロバイト、プラスチック・テープに磁性材料をコートした外部記憶装置をもち、カード入力、ラインプリンタ出力という、60年代後半の日本でも見られた大型「第2世代機」の典型である。大型汎用機に対する Mainframe という呼称はこの頃に始まった。小型の1401が1959年10月に公表され60年から発売された。1万台も売れた当時のベストセラーである。それによって1962年に IBM のコンピュータの売上げは初めてタビュレータや会計機を上回った。当時、この新分野における IBM のリードは確実と思われた。すなわち、アメリカ国内のコンピュータの売上高で70%のシェアを占め、他社を圧倒した。

しかし、他の企業も半導体時代に対応し、激しい競争が行われた。1960年代に入ると ERA

とその1100シリーズを吸収し技術力に自信をつけた Remington-Rand は UNIVAC 1107 を開発し市場に投入した。63年には Remington-Rand から独立した CDC が後のスーパーコンピュータの原型とも言うべき当時の最高機種6600を発表した。小型機分野では1957年に設立された DEC が PDP シリーズを開発しつつあった。IBM については、商売はうまいが技術的にはトップ企業ではない、という批評もあった。

まもなく Fairchild Semiconductor の Robert Noyce と Texas Instrument の Jack Kilby による集積回路の特許が1960年代早々に成立し64年には商品化を前提に試作品が出る。そこで、新たなアーキテクチャを開発して、それをいち早く採用し、いわゆる第3世代機開発の先頭に立ったのが IBM であった。

### 3-4 IBM 360 と OS (オペレーション・システム) の成立

IBM の首脳部も7090が空軍との契約を急いで709の仕様をトランジスタ化したものであり、1401が650のトランジスタ版であることに決して満足していなかった。それでは UNIVAC の大型機や CDC 6600 のような高級機に打ち勝つことは出来ない。そこで、1961年から半導体回路素子の能力を生かした新しいシステムを開発するためのチームが活動を始めた。中心になったのは Frederick P. Brooks Jr. である。当初の呼称は New Processor Line (NPL) で、プロジェクトの進行とともに version が変わり、アーキテクチャとパーツの改変がなされ、生産ラインの全面的な更新にまで及んだ。最終的に会社は50億ドルを投資し、社運を賭したプロジェクトになったのである。<sup>(24)</sup>

幸いなことにこのプロジェクトは成功し、1964年に公表された。あらゆる作業が可能な「全方位性」を意味するものとして、NPL は「システム360」と呼ばれることになった。いわゆる第3世代機であり、1990年代初頭までのメインフレームのプロトタイプとなった(今日のメインフレームはすでにパラレル・マシンである)。やがて、システム360を出発点として、1970年のシステム370、1977年のシステム434X に発展する。

360には Brooks によって開発された最初の本格的オペレーティング・システム OS/360 が搭載された。この OS はコンピュータの操作性を一挙に改善しただけでなく、オンライン処理を含んでいた。これによって360は単なる大型機ではなく、複数のターミナル・コンピュータとの接続が可能なホスト・コンピュータとしての役割を持つことになった。

ハーバードで APL (A Programming Language) を構想していた Kenneth E. Iverson は1960年に IBM に移り、Brooks に協力して、オンライン処理における対話用言語としての APL を完成させる。数学の表記法としても面白いこの言語は64年に360に使える形に完成し、66年には社内<sup>(25)</sup>で使われ、68年から顧客に開放された。

(24) 1940年代のマンハッタン・プロジェクトが20億ドルであったから、20年後の物価上昇を考慮しても投入金額の大きさがわかる。直接研究開発に投入されたのは5億ドル程度と見られる。

これでIBMは大型汎用機時代のコンピュータ産業の覇者となり、他社は「互換機路線」をとるか、類似機種の開発できびしい競争を強いられるか、選択をせまられることになった。

この間の経過は特に[PJP91]に詳しい。また、OS/360の開発作業の経験に基づいて書かれたBrooksによる次の書物は極めて示唆に<sup>(26)</sup>富む。

[B75] Frederick P. Brooks Jr., *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering*, Addison Wesley, 1975.

こうして、コンピュータは、マシンの特性にあった操作手順をプログラム化したOperating System, 人間語(に近い言葉)で書かれた処理手順をコンピュータ言語に翻訳するTranslating System, 特定の仕事を実行するようにつくられたApplication Systemを内蔵させることが出来、格段と使いやすい装置となった。

## む す び

コンピュータは、バイナリーコードによって表現される「情報」の記号的側面を型式論理学のルールによって変形させる装置である。そして、多様な目的に応じた変形の手順そのものを「プログラム」としてバイナリーコードで表現して実行させる「プログラム内蔵型」の開発によって機械としての汎用性をもつようになった。連載の第1回では、19世紀における先駆者達の活動から、1960年代における「大型汎用機」を中心とするコンピュータ産業の成立までを扱った。

19世紀の先駆者達にとっては思いもよらぬことであったが、現代のコンピュータの発展では第二次世界大戦とそれに続く冷戦において発生した軍事的要請が大きな役割を果たした。とくに、ガリバー的寡占の中心の地位を得たIBMの場合にはそれは顕著である。しかも、この時期までのコンピュータは大型化と高性能化とコスト・パフォーマンスの改善とが一致していた。したがって、「大型情報処理センターによって管理される社会」という概念が成立した。これは、「大形定置原動機によって駆動される器官からなる」とされた19世紀初頭の古典的工場モデルに相当する。この成立までがこの回のテーマであった。

---

(25) APLは、数学の式や記号の表現としても明快で、アメリカでは学校教育に中でも使われたようである。私も一時興味をもって勉強してみたが日本の教育現場には全く普及しなかった。360に移植される前、1962年にIversonが書いた教科書の翻訳が出版されている。

イバーソン著(内山昭/長田純一訳)『APL—プログラミング言語』講談社、1975

その370用であるAPLSVも提供された。APLはコンパイラでなくインタープリタであり、当時のインテリジェント端末を用いた分散処理に最適であると思われた。同じころ開発されて現在も隆盛なBASICもインタープリタであるが、そのころの感覚では、BASICの方がいかにも入門用らしく手間が掛かりレスポンスも遅いという感じであった。ところが、APLがBASICほど拡がらなかったのはIBMの大型機との関係が強すぎたためかも知れない。

(26) Brooksは1965年にIBMを辞め、ノースカロライナ大学のチャペル・ヒル校に移った後、この本を書いた。ソフトウェア生産の労働やマネジメントの特徴をエッセイ風にまとめたもので普通の読み物に見えるが内容は相当に高度である。「ソフトウェアの完成の遅れを取り戻すために人員を投入するとさらに遅れる」という「Brooksの法則」も、もとはこの本である。

ところが、動力の分野で1800年代末から小型内燃機関や電気モーターが開発され普及され始めたのに似て、1970年代にはコンピュータの「多様化」と「小型化」をキーワードとする発展が始まる。それを第3回のテーマとしよう。