

コンピュータ開発史 2

大駒 誠一

はじめに

1930年代の終わりから1940年代の前半にかけて、すなわち、第二次世界大戦の開戦前夜から終了まで、米国、英国、ドイツでは高速で大量に計算できる機械の開発がそれぞれまったく独立に進んでいた。当時はすでに歯車を使った手回し計算機は使われていて、これにモーターをつけた電動計算機もあったが、すべて人間がいちいち手で操作しなければならないので、大量の計算にはまったく不向きであった。

しかし、時代とともに、大量かつ高速に、しかも連続的に計算できる機械“計算機”が産業的にも軍事的にも必要になり、あるものは国家的プロジェクトとして大規模に秘密裏に、あるものは個人がほとんど独力で開発した。とは言え、その新しい計算機は、それまでの機械技術や製造技術の単なる延長では実現することはできず、多くの革新的なアイデアが必要であり、その解決には何人も天才が登場する。

まだこの時代には、プログラム内蔵方式 (stored program) は考案されておらず、演算をする要素としては、歯車による機械式、リレーによる電気機械式、真空管の電子式などが試されていた。

4 世界最初のプログラマブル計算機 Z 1、Z 3

4-1 Z 1、Z 2、Z 3、Z 4

コンラッド・ツーゼ (図 4-1) の名前は日本ではあまりなじみがないが、ドイツでは“コンピュータの父”としてよく知られた天才で、チャールス・バベッジが果たせなかったプログラムで計算手順を指示するいわゆるプログラマ



図 4-1 コンラッド・ツーゼ

ブルの計算機を最初に作った人である。

ツーゼは大学を卒業すると、飛行機を製造する会社に就職し、飛行機の機体の設計を担当したが30元もの連立方程式をいくつも解く必要に迫られた。これは熟練した計算手が数人がかりで1週間以上もかかる大変な労力と時間を要する作業であった。彼は、この計算は単なる加減乗除の規則的な繰返しなので、機械化できるのではないかと考えた。このための計算機械を考案し、会社に提案したが、会社は新米エンジニアのアイデアは取り上げてくれなかったので、

やむなく会社を辞め個人で作ることにした。

ツーゼは1938年約20,000個の部品を使って、22ビット64個の純機械式のメモリと、22ビットの2進浮動小数点数演算をする計算機Z 1（図4-2）を両親の住む自宅の居間で作製した。まったくの私費で、金属片を糸鋸とやすりで削って作ったという。プログラムは使用済みの35ミリ映画フィルムに数字コードの穴をあけて供給するプログラマブル計算機であった。しかし、一応は完成したものの満足に動かなかった。

Z 1がうまく作動しなかったので、1939年メモリは機械式のままで、演算部分を200個のリレーに置き換えたテスト用のZ 2を作った。これは一応動いたのですぐZ 3の作製にとりかかる。

1941年Z 1とほとんど同じ構想だが、メモリも演算部もリレーに置き換えたZ 3を作った。演算用には600個の、メモリには1,400個のリレーを使って実現した。このZ 3こそ、チャールズ・バベジが考えたプログラムで計算順序が指定できる最初の計算機で

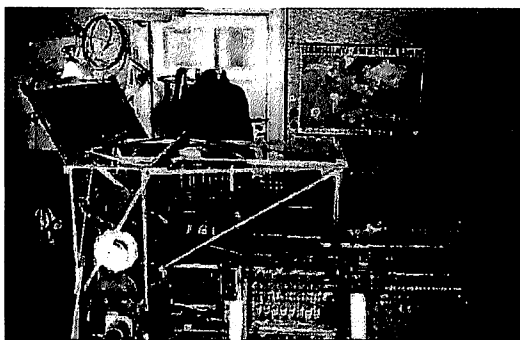


図 4-2 居間に作り上げたZ 1 (1938)

あった。

1944年には、さらに浮動小数点の1語を22ビットから32ビットに拡張したZ 4を完成。

Z 1からZ 4まで、いずれも2進浮動少数点数を使い、穴をあけた35ミリ使用済み映画フィルムからプログラムを供給するという基本構想はまったく変わらなかった。しかし、Z 1もZ 2もZ 3も空襲で破壊され、Z 4のみ空襲をまぬがれ、戦争終結後、スイスのチューリッヒ工科大学で1954年まで夜昼なしに教育研究用に利用された。

4-2 プランカルキュール

ツーゼは1945年から1946年にかけて、アルゴリズムを記述するためのプログラミング言語の前身プランカルキュールを提案している。当時はまだ、プログラミングとかアルゴリズムという言葉がコンピュータの世界にはなかった時代であり、まことに先見的な仕事である。ただ、これは、アルゴリズムを紙の上に2次元的に表現するもので、今日のコンピュータでこれをこのままで取り入れるには困難がある。現在のプログラミング言語は、COBOLにしてもFORTRANにしてもCにしても、すべて文字が1次元的に並んだものである。ツーゼはこのプランカルキュールで書いたものをコンピュータに入力して処理させることは考えていなかったのではあるまいか。当時は、コンピュータへ入力できる情報は数字のみで、アルファベットはまだ入力の対象ではなかった。

4-3 復元

Z 1は1989年 ツーゼ 自身によって復元(図4-3)されたが、これもオリジナル同様思うように計算できなかった。現在、ベルリンの交通と技術の博物館に展示されている。Z 3は1961年ツーゼの会社が復元し、ミュンヘンのドイツ博物館に展示されている。この



図4-3 復元されたZ 1 (1989)

Z 3は2001年にもう一つ復元され、これは新しくできたコンラッド・ツーゼ博物館に置いてある。ちなみに、Z 4はオリジナルがミュンヘンのドイツ博物館にある。

4-4 コンラッド・ツーゼ

コンラッド・ツーゼ (Konrad Zuse 1910~1995) は1935年ベルリンのシャルロテンブルク大学を卒業し、ヘンシエンル航空機製造会社に就職したが、主な仕事は計算であった。そこで、自動的に計算する機械をつくる必要性に目覚め、第二次世界大戦の戦争のさなかに、Z 1、Z 2、Z 3、Z 4をほとんど独力で作り上げる。いずれも、2進浮動小数点演算を採用し、とくにZ 3は世界で始めてきちんと動いた汎用計算機、すなわち、計算順序をプログラムで指定できたプログラマブル計算機である。しかし、プログラム内蔵式ではなく、演算部はリレーなので電気機械式計算機であって、電子計算機ではない。彼は戦後になって初めて、ENIACやハーバード・マーク1の存在を知った。バベジの解析機関のことは多少知っていたが、演算機構、メモリ機構、プログラム機構などすべて一人で考え出した。まさに天才と呼ぶにふさわしい。

第二次世界大戦後、ツーゼはすぐ会社を興こし、商用のコンピュータを作り始める。1964年にはSiemensの傘下に入ることになったが、主なものだけでも、Z 5、Z 7、Z 8、Z 9、Z 11、Z 12、Z 16、Z 18、Z 19、Z 22、Z 23、Z 25、Z 26、Z 31、Z 43、Z 64、Z 80、Z 84、Z 90というように、とどまるどころを知らず次々と新しいコンピュータを設計し作製した。生涯に設計したコンピュータの数は200を超える。

ツーゼは幼いころから絵の才能があり、晩年はほとんど絵を描いて暮らした。84歳で死去したとき、「コンピュータの父で、しかも、画家であったコンラッド・ツーゼ死す」と報道された。

2001年には、ツーゼが晩年を過ごしたドイツ中部のヒュンフェルドという小さな町にコンラッド・ツーゼ博物館ができた。ヒュンフェルドには現在、コンラッド・ツーゼ公園、コンラッド・ツーゼ学校、コンラッド・ツーゼ通りがある。

5 世界で初めて電子的にデジタルに計算したABCマシン

5-1 ABCマシン

世界で最初に、電子的にデジタルに計算ができた機械は、米国アイオワ州立大学助教授のジョン・アタナソフ（図5-1）と助手クリフ・フォード・ベリーが1942年に作ったABC（アタナソフ・ベリー・コンピュータ）マシン（図5-2）である。1937年冬、アタナソフは有能な助手ベリーとともに、コンデンサーを使ったメモリおよび真空管を使った演算回路を設計し、続いてその試作機の製作に取りかかる。メモリは1枚の円盤の表面に25個、両面で50個のコンデンサーを置き、円盤が1回転する度に書き直すようにした。コンデンサーはすぐ電荷が下がるので、頻繁に書き直さないと記憶が維持できないからである。今日でいうダイナミックメモリであった。計算には真空管を使って、25桁の2進数の加減算ができるようになっていた。



図5-1 ジョン・アタナソフ

1939年に試作機は完成し、極めて小規模ではあるが、世界で初めてダイナミックメモリをもち「電子的な方法で計算」する「2進法による演算回路」が

組み込まれた装置だった。

アタナソフはこの試作機の成功に自信を得て、ベリーとともに連立方程式を解くための専用計算機ABCマシンの開発に取り掛かり、1942年には入出力の部分を除いてほぼできあがる。記憶装置は、1秒で1回転するドラムに1,500個のコンデンサーが埋め込まれていて、試作

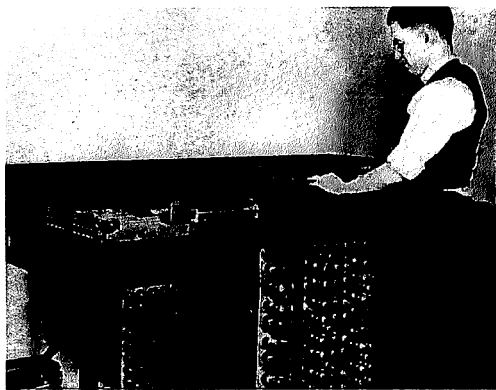


図5-2 ABCとベリー（1942）

機と同じく読み出す度に書き直す、1,500ビットのダイナミックメモリで、計算には約300本の真空管を使い、2進数50桁（50ビット）の固定小数点加減乗除が30個並行してできるようになっていた。これは現在言うところの平行演算である。

メモリには30個の数値を記憶でき、29元までの連立方程式が解けるように設計されていた。しかし、メモリが30個しかないということは、連立方程式を連続的には計算できない。そこで、連立方程式の解法には掃き出し法を使い、1行分の積和を計算する度にその結果をカードにパンチして、それを手を取り出して、またカードリーダーにくべてということ繰り返して計算させた。とても、自動計算機と呼べるようなものではなかった。2元連立方程式で90秒ぐらいかかったという。アタナソフは29元連立方程式を解くのにABCマシンを使って1～2週間ぐらいと見積もっていた。人間が手回し計算機を使って29元連立方程式を解くとなると一人で10週間ぐらいかかる。ABCマシンの大きさは、縦91cm、横150cm、高さ91cm、重さ340kgで、大きめの事務机位のサイズであった。

しかし、入出力の誤動作には悩まされた。ABCマシンが完成に至らなかった原因はまさにここにある。10,000回から100,000回の入出力に1回の割合で誤動作が起きたという。

ABCマシンは2進数の採用、論理積（and）回路や論理和（or）回路といった論理回路を使用して演算装置を構成している、計算は並行して行なわれる、など数々の独創的な特徴があり、ダイナミックメモリを備え、真空管を使って電子的に計算をした明らかに最初の計算機である。ただ、残念なことに完成せず、実用化には至らなかった。

しかも1941年12月、日本の真珠湾攻撃に始まる日米開戦でアタナソフもベリ－も戦時研究に駆り出され、計算機の研究の継続ができなくなり、ABCマシンはアイオワ州立大学のアタナソフの研究室に放置されていた。やがて、研究室の出入口ドアより7センチ大きいという理由でアタナソフには無断で解体されてしまった。現在ではメモリドラムの一部がアイオワ州立大学に保存されているのみである。

5-2 特許取得せず

アタナソフ自身は、電子的に計算する方式の特許申請書は書いたのだが、大学当局の怠慢で申請されなかった。これが後に大変な裁判沙汰のもとになる。その後、汎用目的ではない、特許を取得していない、完成していない、などの理由から、アタナソフの功績はコンピュータ史には取り上げられなかったが、1967年から始まった米国のスペリー・ランド社とハネウエル社との間のコンピュータの基本特許をめぐる法廷闘争の副産物として日の目を見ることになり、1975年裁判が決着して、世界で最初に電子的に計算した機械はENIACでなく、ABCマシンであることが確定した（詳しくは次号）。

5-3 復元

1994年、ABCマシンを復元する話が持ち上がり、350,000ドルの寄付を得て1998年に完成し（図5-3）、現在はアイオワ州立大学に展示されている。ちなみに、オリジナルのコストは5,000ドルであった。



図5-3 復元されたABCマシン（1998）

5-4 ジョン・アタナソフ

ジョン・アタナソフ（1903～1995）は、フロリダ大学で電気工学を、アイオワ州立大学大学院修士課程で数学を、さらに、ウィスコンシン大学の博士課程で物理学を学び、1930年理論物理学で博士号を取得した。電気工学、数学そして物理という重要な3分野に通じていたアタナソフはコンピュータをまったく新たに創りだすにはうってつけの素養を備えた人物であった。1920年代の終わりに、ウィスコンシン大学でヘリウムの電子軌道構造に関する博士論文を執筆中に、手回し計算機を使って膨大な計算に忙殺され、機械的に計算する計算機の必要性をつとに感じていた。博士号をとり、アイオワ州立大学へ助教授として就職するや本格的に計算機の研究に取り掛かる。大学院生のクリフォード・ベリーを助手として、世界最初の電子計算機ABCマシンを製作した。1942年こ

のABCマシンは完成目前であったが、第二次世界大戦が始まって、アタナソフもベリーも戦時研究に駆り出され、そのまま忘れられてしまった。

しかし、1975年裁判でABCマシンが世界最初のコンピュータと認知されるや、アタナソフは一躍有名になり、数々の賞、名誉博士の学位が授与され「忘れられたコンピュータの父 (Forgotten father of computers)」と呼ばれた。1990年には当時のジョージ・ブッシュ大統領から勲章をもらっている。現在、米国の教科書にはコンピュータの発明者としてアタナソフの名前が載っている。

5-5 クリフォード・ベリー

クリフォード・ベリー (1918~1963) は、1939年アタナソフの助手となる。アタナソフはその著書の中で「ABCマシンプロジェクトで一番良かったのは、ベリーを助手に選んだことである」と書いている。また、「ベリーの協力なしには、1942年にABCマシンをあの状態にまで持っていくことは到底できなかった」とも言っている。そのくらいベリーのABCマシンに対する貢献度は大きかった。アタナソフはABCマシンにベリーの名前を入れるのを躊躇しなかった。ベリーもアタナソフと同様、第二次世界大戦が始まると戦時研究のため、アイオワ州立大学を離れた。

1963年、ベリーが43歳のときビニールの袋をかぶって自殺した。遺書はなく、自殺の原因はわかっていない。ABCマシンが認知される10年以上も前のことである。

6 暗号解読機コロッサス

6-1 エニグマとその解読

英国は、大戦争が始まることを予見して、1938年大規模にしかも極秘に外国軍の使用する暗号解読プロジェクトを立ち上げた。国中から、優秀な技術者、数学者、あらゆる職種の有能な人材をロンドンの北西80kmほどの小さな町ブレッチリーにある公園ブレッチリーパークの何の変哲もない建物に集めた。この中に、後にチューリング賞とその名が冠される数学の天才アラン・チューリ

ング（図6-1）がいた。

1939年9月第二次世界大戦が始まるや、英国の輸送船団がドイツ海軍のUボートに次々撃沈され、日本と同様島国の英国では、海上輸送の断絶によって国民の食料が十分確保できない状況になり、Uボートの行動を察知する暗号解読が急務となっていた。

ドイツは、エニグマ（Enigma、謎という英単語、Enigmaというドイツ語はない）と称する暗号作製解読機（図6-2）を使っていて、絶対に解読できないとこの暗号の強度（解読しにくさ）には自信をもっていた。エニグマによる暗号は、1文字を他の1文字に変換するいわゆる換字式で、3枚の円板を使って文字を変換し、その上、ドイツ軍はこの3枚の円板の組合わせを毎日変えていた。

第二次世界大戦が始まる直前、1938年英国はドイツのエニグマを秘密裏に手に入れることに成功した。また、ポーランドは第二次世界大戦の始まる前からドイツとの戦争に備え、エニグマ暗号の解読を手がけ、ボンベという暗号解読機械を作っていた。ただ、これは単に暗号解読の補助機械程度の性能しかなかったが、ポーランドを支援していた英国はこのボンベも入手した。しかし、エニグマの暗号の仕組みはわかつ

ても、その解読にはキーが必要で、そのキーを暗号文の中から発見しなければならない。そのキーの発見には手を焼いていたが、やがてそのキーの解読にもある程度成功した。とは言うものの、人手ではそのキーを見つけるのに試行錯誤を繰り返して1週間も手間のかかる有様であった。暗号のキーは毎日変わるので、解読に1週間もかかっては役に立たなかった。



図6-1 アラン・チューリング

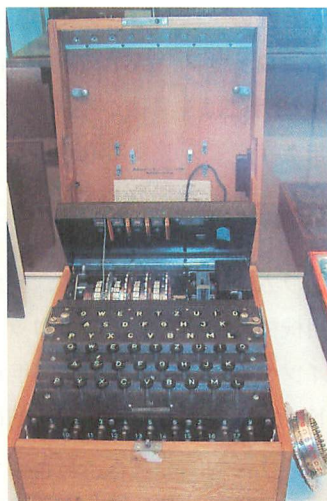


図6-2 エニグマ

6-2 ボンベとコロッサス

チューリングはこの試行錯誤の繰返しを機械的に処理するため、純粋数学の置換群論を駆使してポーランドのボンベを大幅に改造した機械を作り、やはり同じくボンベと称した。これは直径5インチ、高さ3インチの円筒を108個並べて高速で回転させ、その円筒の中には電氣的なブラシが入っていて、文字符号の可能な組み合わせをすべて検査するものである。このボンベを使って、1940年ようやくエニグマの暗号が解読できるようになった。人手で1週間かかる解読が1時間に短縮された。

しかし、あるときからこの暗号がまったく解読できなくなった。ドイツ軍がエニグマの円板を3枚から4枚ないし5枚に変更したためである。もはや、電気機械式のボンベでは対応できなくなった。

1943年3月、物理的に円筒が回転するボンベではそれ以上の高速化は望めなかったもので、真空管を使い、電子的に飛躍的に効率よくエニグマ暗号を解読するコロッサス (Colossus 意味は巨人、複数形はcolossi) の設計を開始し、1943年12月には1号機が完成し、再び、エニグマの暗号が解読できるようになった。またすぐこの改良に取り掛かり、当初1,500本であった真空管が2,400本に増強された。紙テープは5,000字/秒のスピードで5単位の紙テープを読み、5ビットで1文字のビット毎に並行して每秒100回の論理演算を行なった。プログラム内蔵方式ではなく、配線とスイッチでプログラムを設定する暗号解読専用機械であった。このコロッサスは終戦までに10台作製され、6,300万字のドイツの暗号文を解読、1944年6月の史上最大の作戦ノルマンジー上陸の際には、ドイツ軍の戦力配備状況を的確に把握し、その後も連合軍の勝利に大いに貢献した。

このコロッサスは、演算は論理積 (and) や論理和 (or) などの論理演算のみで、代数的な加減乗除の機能はなく、暗号解読専用であった、すなわち、単機であったこと、プログラムは組めなかったことなどもあって、コロッサスをコンピュータと言うには異論を唱える人も多いが、コロッサスは最初に実用になった電子的に演算をした機械であることは間違いない。

もし、このコロッサスによるエニグマの暗号解読が成功していなかったならば、第二次世界大戦のドイツ軍の降伏は半年から数年は遅れただろうと言われ

ている。

6-3 コロッセスの復元

このコロッセスは第二次世界大戦終了後、すべて完全に破壊され廃棄され、設計図も焼却処分され、長い間極秘とされてきた。これが特別極秘扱いとなっていたのは、同盟国の米国の暗号も解読していたことが公になるのを恐れたのではないかと憶測されている。しかし、1981年になって、ようやく秘密が公開され、その存在が明らかとなりコンピュータの歴史に仲間入りすることになった。それからまもなく復元のプロジェクトも動きだし、8枚の写真とエンジニアが隠し持っていたいくつかの配線図が見つかり、1996年に復元された。その復元機（図6-3）は元のコロッセスと90%は合っているだろうと言われている。現在、ブレッチリーパークで隔週末毎に実演を公開している。

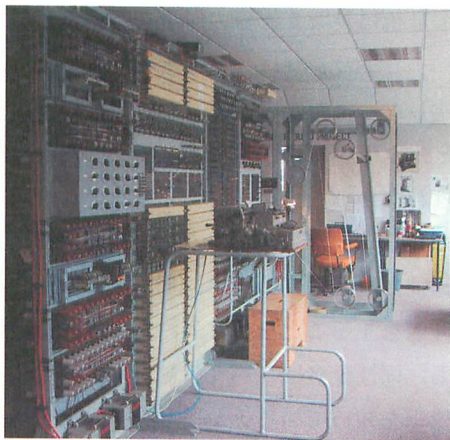


図6-3 復元されたコロッセス（1996）

6-4 アラン・チューリング

アラン・チューリング（Alan Turing 1912～1954）は1936年まだ24歳の大学院修士課程の大学院生のときに「計算可能数についての決定問題への応用」と題する論文を発表した。この中でチューリングは無限に長いテープと、そのテープに情報を読み書きするヘッドを持ったいくつかの簡単な基本操作によって動く仮想の機械、いわゆるチューリング・マシンを提案し、原理的にはこのチューリング・マシンはおよそ人間が作ることのできるコンピュータと同じ能力を持つことを示した。これにより、「いかなる矛盾の無い公理体系の中にも、真でも偽でもない命題が存在する」という、いわゆるゲーデルの不完全性定理の証明をしたのである。

この後、チューリングは27歳から33歳までの数学者としては働き盛りを、国

を救う暗号解読に一身をささげ、6年間に1編の論文しか書くことができなかった。

戦争が終わって、チューリングの晩年、晩年と言っても40歳前後、「機械は考えることができるか」というテーマの論文の中で、機械が考えているかどうか判定するチューリング・テストを発表した。現在に至るまでこれに合格した機械はない。このようにチューリングは、コンピュータ開発のさらに先を行く研究を行っており、機械に知能を与えることだけではなく、化学物質が生物の進化に及ぼす影響の研究を手がけていた。

チューリングは凝り性だったようで、バイオリンやチェスは続けた割には上達しなかったが、マラソンは生涯続けたスポーツだった。一時は本気でオリンピック出場をめざしたこともあったようだが、オリンピックの代表選手には選ばれなかった。

1952年、チューリングは、当時はまだ犯罪行為であった同性愛の罪で官憲に逮捕され、裁判の結果、刑務所に収監される代わりに、1年間女性ホルモンの注射を受けることを受け入れた。これは彼にとって耐え難い屈辱であった。しかも、同性愛者はスパイの勧誘に弱いとする俗説があって、暗号解読の重要国家機密を知っているチューリングは公安当局から常にマークされていた。

ついに、1954年マンチェスターの自宅でチューリングは青酸カリをつけた林檎を食べて自殺した。遺書はなく、確かな原因はわからないが、同性愛で逮捕されたこと、女性ホルモンでふとってしまったこと、官憲に常に行動を監視されていたことに嫌気をさしたのであらうと想像されている。

もっと、早い時期にコロッサスの情報が公開され、チューリングの第二次世界大戦中の連合軍の勝利に対する貢献が知れ渡っていれば、先の裁判の結果もこれとは違うものになっていた可能性がある。天才を早く死なせてしまったことは誠にもったいない。

6-5 チューリング賞

米国計算機学会（ACM）はアラン・チューリングの業績を記念して、彼の名を冠したチューリング賞を毎年コンピュータ科学の分野で貢献した人々に授与している。コンピュータの世界では最も権威のある賞として定着している。残

念ながら、まだ日本人受賞者は一人もない。

もし、英国にチューリングという天才がいなければ、コロッサスではできなかったろうし、エニグマ暗号も解読できないので的確な作戦行動が取れず、そのため第二次世界大戦の終結が遅れ、戦争参加国の軍人一般人の死傷者はもっともっと多くなった筈である。Uボートによる輸送船被害がさらに拡大し、英国では食糧不足になり、餓死者が出たかもしれない。英国は数学者によって救われた。世界史上、数学者が国を救った極めて稀有な例として知られている。

7 世界最初のプログラマブル実用計算機 ハーバード・マーク1

7-1 ASCC

ホワード・エイケン（図7-1）は、米国ハーバード大学で学位論文を執筆中、非線形微分方程式を解く必要が出てきたが、大学にあったアナログ計算機では線形常微分方程式を解くことはできても、非線形方程式を解くことはできなかった。そこで、デジタルに計算する機械の開発に思い至る。その企画をいくつかの会社に持ち込んだが、みな断られ、最後にIBMだけが引き受けた。当初の予算は15,000ドルであったが、すぐ100,000ドルに増額され、最終的には200,000ドルになった。1939年IBMの研究所内でIBMの多くの技術者の協力を得て、**自動逐次制御計算機**（Automatic Sequence Controlled Calculator 略称ASCC）の建設が始まる。

それは、建設という表現がおかしくないほど巨大なもので、完成したときには、幅51フィート、奥行2フィート、高さ8フィート、重量5トンにもなった。3,000個のリレー（継電器）と2,200個の歯車を使ったいわゆる電気機械式計算機で電子計算機ではない。プロ



図7-1 ホワード・エイケン

グラムから参照可能な定数をセットする24桁×60組（1,440個）のロータリースイッチ、さらに、リレー、シャフト、歯車など76万個もの部品があり、配線の総延長は530マイルにもなった。演算は10進23桁の固定小数点で、加算減算には0.3秒、乗算には6秒かかった。対数や三角関数の計算は分の単位の時間がかかったが他の演算とは並行してできるようになっていた。計算速度は1分間200回転のシャフトで決まってしまう、全体としては、人間が手回し計算機で計算する速度の数倍程度であった。

プログラムは紙テープから供給し、入力はカード、出力はカードと電動タイプライタであった。この紙テープからプログラムを供給する仕組みは、当時としては画期的なもので、いわゆるプログラマブルであり、汎用機であった。

7-2 ハーバード・マーク1

ASCCは、1943年1月一応の完成をみたが調整に手間取り、1944年8月最終的に完成した。その後そっくりハーバード大学に寄贈され、名前もハーバード・マーク1（図7-2）と変わった。IBMが資金を出したので、エイケンがIBMの既存の技術を思う存分使うことができたが、彼は非常に保守的で、すでによく知られて確立されている技術のみを使って、コンピュータを作った。歯車を使ったカウンタ、電話交換機で大量に使われていたリレー、命令用にはIBMで多くの商用機に使われていた紙テープ、入出力用には紙カードと電動タイプライタなどである。マーク1には他から見て、設計も構成もとりたてて新しいも

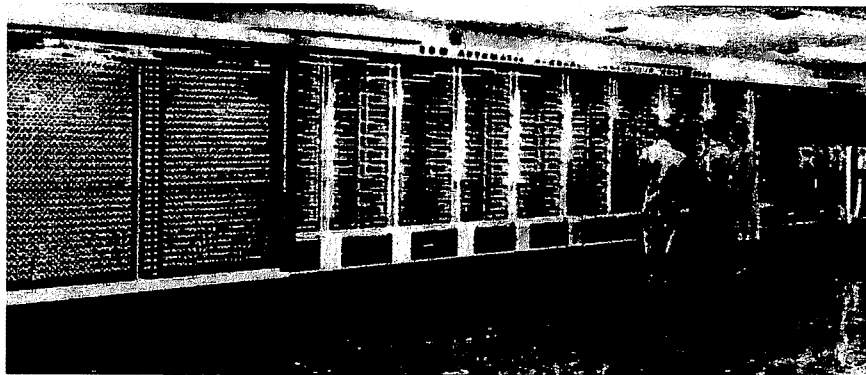


図7-2 ハーバード・マーク1（1944）

のはなかった。

マーク1の完成時、バベジの夢がかなえられた、と言われたが、実際には、命令に条件ジャンプがないなどかなえられたのはバベジの構想の一部でしかなかった。しかも、完成したときには、リレーを用いた計算機はすでに時代遅れになっていた。

この類いの計算機では異例の長寿命を保ち、1959年まで15年間も海軍で主に各種数表の作製に使用された、その頃にはもうこれよりずっと性能のよいコンピュータが出現していたにもかかわらずである。ハーバード・マーク1は、速度は遅かったものの安定して作動し、完成後15年も使われたことは特筆に値する。最初の汎用で実用になったプログラマブルの大型デジタル・コンピュータであることは疑いない。

7-3 ホワード・エイケン

ホワード・エイケン（1900～1973）は1937年頃、その50年も前に英国のチャールズ・バベジの息子のヘンリーからハーバード大学に寄贈され置いてあった解析機関の一部を見て触発され、本格的にデジタル計算機を作ることを決意する。エイケンは、マーク1に続いて1956年までにマーク2、マーク3、マーク4を作製する。演算要素やメモリがリレーから磁気ドラム、真空管と変わっていったが、特段新機軸はなく、後のコンピュータ技術に影響を与えることはなかった。しかし、安定して作動する長期間使用されたハーバード・マーク1を世に送り出し、後に活躍する多くの計算機科学者を育てた功績は大きい。エイケンは1946年海軍を辞め、その後、ハーバード大学およびマイアミ大学で教鞭をとった。

参考文献

- 1) R. Rojas : Die Rechenmaschinen von Konrad Zuse, Springer-Verlag, 1998.
- 2) Konrad Zuse : Der Computer Mein Lebenswerk, Springer-Verlag, 1983.
- 3) Konrad Zuse : The Computer-My Life, Springer-Verlag, 1993.
- 4) Jurgen Alex, Horst Zuse : Konrad Zuse Der Vater des Computers, Verlag Parzeller, 2000.

- 5) A. R. マッキントッシュ：コンピュータの真の発明者アタナソフ、サイエンス 1988年10月号.
- 6) Andrew Hodges : Alan Turing : The ENIGMA, Walker & Company, 2000.
- 7) Jon Agar : Turing and the Universal Machine, Icon Books Ltd. 2001.
- 8) 星野力：甦るチューリング コンピュータ科学に残された夢、NTT出版、2002.
- 9) サイモン・シン著 青木薫訳：暗号解説 ロゼッタストーンから量子暗号まで、新潮社、2001.
- 10) 藤原正彦：天才の栄光と挫折 数学者列伝、新潮社、2002.
- 11) 赤木昭夫：コロサス 世界最初の電算機、bit, Vol. 9, No.10, 1977.
- 12) Bernard Cohen : Howard Aiken : Portrait of a Computer Pioneer, The MIT Press, 1999.
- 13) Raul Rojas, Ulf Hashagen : The First Computers-History and Architectures, The MIT Press, 2000.
- 14) M. キャンペルーケリー、W. アスブレイ著 山本菊男訳：コンピュータ200年史—情報マシーン開発物語—、海文堂出版、1999.