

コンピュータ開発史 3

大駒 誠一

はじめに

何事においても、元祖論争、本家争いは珍しいことではない。コンピュータの歴史においてもまたしかりである。最初の電子計算機はENIAC、プログラム記憶方式を考案したのはフォン・ノイマン、そのプログラム記憶方式で最初に動いたコンピュータはEDSACである、と長らくコンピュータの歴史では信じられてきたが、今日ではこれらはいずれも間違いであることがはっきりしている。一度定着してしまった誤りを訂正するのはなかなか容易なことではないが、これらの誤りを訂正するのが本稿の目的である。

8 最初に実用になった電子計算機 ENIAC

8-1 弾道表作製計算機

第二次世界大戦の最中、米国陸軍の弾道研究所は弾道計算の手間の多さに手を焼いていた。大砲の弾丸を目標に当てるには、その時点での、目標距離、気温、湿度、風向、風速によって、そのつど砲身の角度と火薬の量を決めなければならないが、その計算は戦場でできるようなものではないので、あらかじめ弾道表というものを作っておかなければならない。この弾道表一つ作るのにおよそ3,000本の弾道計算が必要で、その1本の弾道計算には熟練した人でも、手計算では一人で数10時間もかかり、このため米陸軍は大勢の女性計算手を動員して対応していたが、一枚の弾道表の作製には1ヶ月以上もの時間を要した。当時微分解析機というアナログ計算機も使われていたが、精度が悪く、時間もそれほど早くないという難点があり、あまり役に立つという代物ではなかった。この弾道表は、新兵器が開発されたときも、地形が極端に違う戦場で大砲を使うときも新たな条件で作る必要があり、この計算時間の短縮は焦眉の急務で

あった。

高速に計算できる機械を求めていた弾道研究所のハーマン・ゴールドスタイン将校は、ペンシルバニア大学の35才の物理学助教授モークリ(John W. Mauchly, 1907 ~ 1980)と23才の大学院生エッカート(J. Presper Eckert, 1919 ~ 1995) (図8-1)の二人が電子計算機を作る計画をもっていること知って、これに飛びつき、1943年6月ペンシルバニア大学とアメリカ陸軍との間で、新しい高速計算機開発の契約が締結された。その機械はENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer、電子式数値積分器および計算機) (図8-2)と命名された。弾道計算とは数值的に微分方程式を解くことであり、微分方程式を解くには積分が必要なのでこの名前がついた。



図8-1 モークリ(左)とエッカート(右)

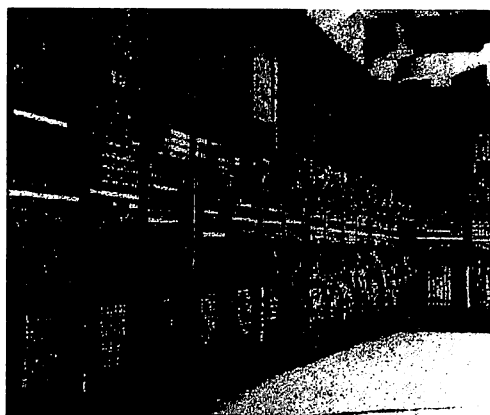


図8-2 ENIAC

8-2 ENIAC の構成

ENIACには、16種類の真空管17,468本、ダイオード7,200個、リレー1,500個、抵抗17,000個、コンデンサ10,000個、スイッチ6,000個、ネオン管4,000個、マニュアルスイッチ6,000個が使われ、ダイヤルは数百個もあった。さらに、5,000,000箇所ものハンダ付けをし、床面積は167㎡、大きさは高さ2.5メートル、奥行き0.9メートル、幅24メートルにもなる、総重量30トン、経費50万ドルという巨大で巨費のかかった計算機となった。

ENIACは10進法の計算機で、1語は10進10桁で、一般数値記憶用として20個のメモリの他、 π やeや三角関数などの定数を記憶する定数メモリが300個あった。

演算速度は、加減算200マイクロ秒、乗算2,800マイクロ秒、除算25,000マイクロ秒もかかったが、これでも、当時稼動していたリレー計算機ハーバード・マーク1よりも100倍も速く、弾よりも速く弾道計算ができると評判になった。

プログラムは配線やスイッチでセットするようになっていて、この当時はまだプログラム記憶方式の概念はなかった。この配線の作業は大変で、一週間かけてプログラムの配線をし、計算は1時間で終わってしまう、というのがごく普通のことであった。

8-3 ENIACの完成

ENIACが完成したのは、第二次大戦終結後半年も経った1946年2月である。したがって、当初の開発目標であった大砲の弾道計算のためには役に立たなかった。ENIACが行なった最初の有効な計算は、熱核連鎖反応すなわち、水素爆弾の爆縮時の衝撃波の計算だった。人間が手回し計算機を使って計算すると100年はかかると見積もられていたのをENIACは2時間で答を出した。

8-4 安定性

当初、ENIACの計画は馬鹿げていると批判された。真空管を18,000本も使う機械がまともに動く筈がないというのである。当時、身近なもので真空管を使った一番複雑な機器は白黒のテレビジョン受像機で、30本位の真空管を使っていたがよく故障した。真空管の寿命はだいたい3,000時間位とされていて、18,000本あると単純に計算して10分に1本の割合で真空管が切れることになるからである。しかし、真空管の寿命が平均3,000時間というのは定格電圧で使用した時のことなので、エッカートはこれを10分の1の低電圧で使用し、寿命を飛躍的に伸ばしたのである。また、一定時間以上使用した真空管は故障していなくても取り替えるなど、保守にも特段力を入れ、ENIACの長時間連続稼動を可能にした。

1955年10月2日最後に電源が落とされるまで約10年間ENIACは安定して稼動した。

8-5 ENIAC の評価

ENIACは、真空管を使って電子的に計算ができることを実証し、かつ、大量の真空管を使った機械を長時間連続的に稼動させることができることを示した、という点で画期的なことであった。しかし、当今のいわゆるパームトップ(手のひらに乗る)コンピュータよりもずっと性能は低く、今から見ればまったくたいした能力ではなかった。とはいえ、プログラム記憶方式ではなく、プログラムは配線で行ない、条件分岐がないなど数々の未熟な面はあったが、世界で最初に実用になった電子計算機であることは間違いない。

この ENIACの成功に に触発されて米国以外の国も競って自国の電子計算機の開発にとりかかった。まさに電子計算機時代の幕明けとなった。

9 最初のプログラム記憶方式計算機 マンチェスター・マーク 1

9-1 SSEM、Baby

SSEM (Small-Scale Experimental Machine小規模実験機)(図9-1)は英国のマンチェスター大学でトム・キルバーン等によって作製され、1948年6月21日

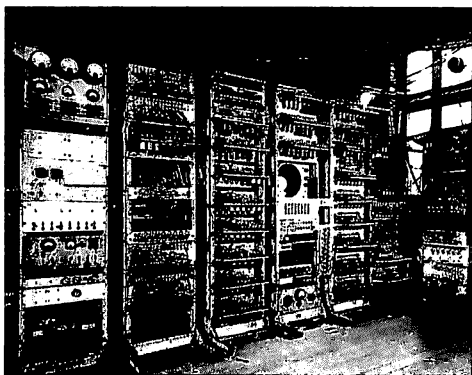


図9-1 マンチェスター・マーク 1

最初のプログラムが動いた。メモリはウィリアムズ管(一種のブラウン管)を使用している。世界で最初のプログラム記憶方式計算機である。このSSEMはマンチェスター・マーク1とも呼ばれ、Babyのあだ名で呼ばれた。

このSSEMは、小規模実験機の名が示すように、記憶容量は32bitの語がわずか32個しかなく、命

令の種類もたった8個のごく簡単な仕様で、計算機というよりはむしろ、ワイリウムズ管が記憶装置として使えるかどうかの動作テスト機械であった感が強い。しかし、記憶装置上に置いたプログラムが作動する、紛れもないプログラム記憶方式の計算機である。EDSAC（後述）を最初のプログラム記憶方式の計算機とする文献は多く、これは最初に実用になった計算機ではあるが、マンチェスター・マーク1の方が約1年早くプログラム記憶方式の計算機として動いている。

その後、マンチェスター・マーク1は大幅な改造がなされ英国Ferranti社からFerranti Mark 1という名前で1951年2月世界最初の商用マシンとして出荷された。

9-2 復元

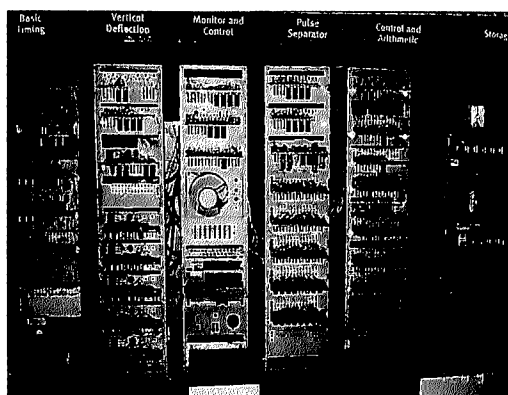


図9-2 マンチェスター・マーク1(復元機)

1998年、世界最初のプログラム記憶方式の計算機完成50周年記念式典がマンチェスターで開催され、それに合わせて復元機が作製された(図9-2)。現在英国マンチェスター市の科学と工業博物館(The Museum of Science and Industry in Manchester)に展示されている。

10 最初に実用になった近代的計算機 EDSAC

10-1 EDSAC

EDSAC(Electronic Delay Storage Automatic Calculator)(図10-1)は英国ケンブリッジ大学のウィルクス(Maurice V. Wilkes)(図10-2)等が1949年5月に作製したプログラム記憶方式の紛れもない近代的計算機である。先述の

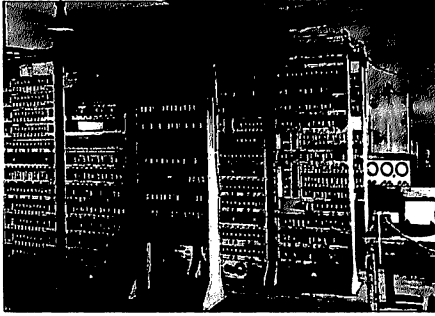


図 10-1 EDSAC

マンチェスター・マーク1はあくまでも実験機であって、そのまま実用計算機として使用されることはなかったが、このEDSACは本格的実用計算機となった。

演算素子は真空管約3,000本、記憶装置は水銀遅延線を使用し、1語は35ビットでこれが256語記憶できた。EDSACは1958年まで使用され、その後解体されて、現在唯一残されている部品は水銀遅延線記憶装置の一部(図10-3)である。

EDSACは一般の研究者に公開され、プログラミングの労力軽減のため、利用度の高いプログラムはライブラリとして紙テープで保存され使いやすくなっていた。EDSACはプログラム・ライブラリという

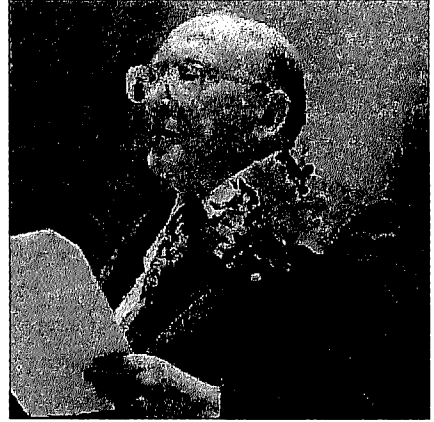


図 10-2 ウィルクス

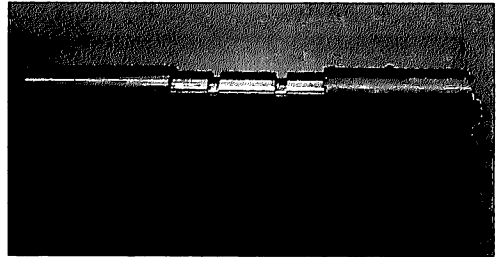


図 10-3 水銀遅延線記憶装置の一部 (EDSACで唯一残されている部品、英国ロンドンの科学博物館)

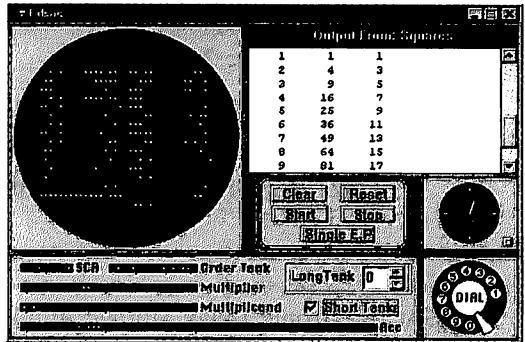


図 10-4 インターネット上に公開されている EDSAC シミュレータの一場面

概念を初めてコンピュータの世界に導入した。

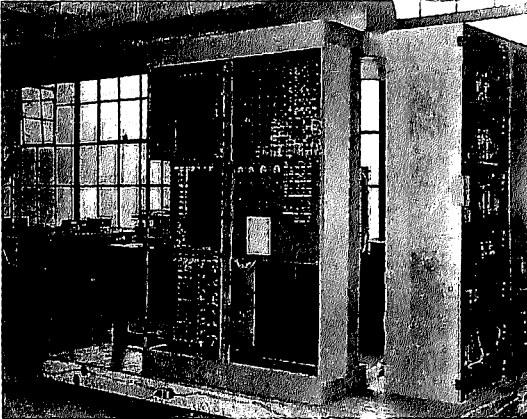
EDSACの物理的複製は作られていないが、そのプログラムはソフトウェア・シミュレータによりいつでも実行にできるようになっていて、インターネット上に公開 (図10-4)されている。

10-2 EDSAC と日本のコンピュータ

1950年代の後半、欧米に遅れること10年にして、日本でもようやくコンピュータの開発が始まった。そのとき、日本のコンピュータ開発者達はウィルクス等の著したEDSACの解説書 "The Preparation of Programs for an Electronic Digital Computer, with special reference to the EDSAC and the use of a library of subroutines"¹³⁾ をむさぼり読んだ。現物の本はなかなか入手困難だったので、みんなこの本を手で書き写して読んだ。当時は今日のように簡単なコピーの手段がなく、欧米の本は注文しても手元に届くまで数ヶ月もかかったからである。そして、MUSASINO-1 (日本電信電話公社、1957年3月) とTAC (東京大学、東京芝浦電気、1959年1月) および大阪大学のコンピュータ (大阪大学、未完成) は、EDSACと演算素子や記憶装置こそ違っていたが、命令体系はEDSACとまったく同じにして、膨大なEDSACのプログラム・ライブラリをそのまま使えるように作製された。プログラム開発の手間を省くためである。また、PC-1 (東京大学、1958年3月) はEDSACの命令体系を十分に咀嚼して、洗練された命令体系に設計し直し、コンパクトで使い良いコンピュータとなった。このPC-1はEDSACとプログラムの共有はできなかったが、小型傑作コンピュータと言われた。このようにEDSACは日本のコンピュータのお手本となり、コンピュータ科学者技術者に多大な影響を与えた。今日のコンピュータに代表される日本のエレクトロニクス技術の礎はこのEDSACとその解説書にあったといっても過言ではない。

11 最初にプログラム記憶方式を取り入れた コンピュータ EDVAC

11-1 EDVAC の構想



1944年1月、モークリーとエッカートはまだENIACの作製中にその後継機を考え始めた。設計目標は、ENIACよりも速く、ENIACよりも小さく、ENIACよりも柔軟に計算ができるというものであった。それをEDVAC (Electronic Discrete Variable Calculator、電子

図11-1 EDVAC

式離散型可変計算機) (図11-1) と名付けた。EDVACは、電子回路を簡単にするために2進法を採用し、記憶容量を多くするために水銀遅延線を使い、プログラムに柔軟性を持たせるために命令を記憶装置に格納することにした。この命令もデータと同様記憶装置に格納するいわゆるプログラム記憶方式のアイデアは当時としては誠に画期的なもので、後のすべてコンピュータがこの方式を採用することになる。

11-2 構成

演算素子はENIACとおなじく真空管で、1語は32ビット、この内31ビットが数値の絶対値と符号で、残りの1ビットはデータか命令かを区別するためのものであった。記憶装置に格納する際に、それが命令であるか、データであるかは本来区別する必要はない筈であるが、この最初のプログラム記憶方式のコンピュータの設計では区別していた。おそらく、これより後のコンピュータで記憶装置上で命令かデータかを区別しているものはない。

記憶装置は水銀遅延線で容量は1,000語、加減算864 マイクロ秒、乗除算2,928 マイクロ秒、真空管5,937本、ダイオード12,000個、重量7.8トン、コストは467,000ドルであった。

11-3 完成と運用

1949年には一応できあがったもののトラブルの連続で、完成し実質稼動始めたといえるのは1951年末である。したがって、最初にプログラム記憶方式の構想を打ち出したにもかかわらず、最初のプログラム記憶方式のコンピュータとしての栄誉は、英国のマンチェスター・マーク1 (Baby)およびEDSACに奪われてしまった。完成が大幅に遅れた理由は、モークリとエッカート等主要メンバーが当局との確執によりプロジェクトを離脱していったためである。しかし、完成後は安定して作動し、様々な改良が加えられて1961年まで10年間も使用された。運転員はいわゆる一日3交代で働き、EDVACは毎日15～20時間も動いていた。一週間168時間中145時間も稼動していた記録もある。

プログラム記憶方式という先駆的な構想を取り入れたにもかかわらず、世界最初のプログラム記憶方式のコンピュータという栄誉が英国のマンチェスター・マーク1やEDSACに奪われてしまったのは米国にとっていかにも悔やまれるところであろう。

12 ENIAC 裁判

ENIACの完成後、電子的にかつデジタルに計算をする特許はモークリとエッカートが持っていたがスペリーランド社が買い取っていた。そして、その特許使用料をどの会社もスペリーランド社に払っていたが、ハネウエル社一社だけは支払いを拒否していたので、1967年スペリーランド社はハネウエル社を訴えた。ところが、反対にハネウエル社はスペリーランド社の特許無効を逆提訴した。すでに、ABCマシンでモークリとエッカートのアイデアは使われていた、というのである。これが通称ENIAC裁判である。

これには米国の特許制度が大きく関係してくる。日本を含めて大半の先進国

は特許の先願主義を採用している。すなわち、誰がいつ発明したかではなく、先に出願した者に特許が与えられる。一方、特許に関して世界的に少数派の米国は、先発明主義といって先に発明した者に特許が与えられる。したがって、モークリとエッカートの特許も、アタナソフが先に電子計算機を発明していたことが証明されれば無効になるわけである。

そして、これから米国では異例ともいえる6年もの長い裁判となるが、その経過の説明は文字通り長くなるので省く。結論として、1973年10月19日ミネソタ州地方裁判所でラーソン判事は「モークリとエッカートは自ら最初の電子計算機を発明したのではなく、その基本原理はアタナソフのABCマシンから受け継いだものである。」と断定する歴史的判決を下した。スペリーランド社の弁護士は控訴せず、モークリとエッカートの特許は無効となった。

これは科学史上画期的な判決であったにもかかわらず、その裁判の結果はマスコミに大々的に取り上げられることはなかった。当時、ウォーターゲート事件でニクソン大統領が辞めるの辞めないで米国中が上を下への大騒ぎをしていたからである。

しかし、判決から四半世紀も経つと、徐々にABCマシンは世の中に認められるようになり、今日ちゃんとしたコンピュータの歴史に関する記述にはかならずアタナソフのABCマシンが世界で最初の電子式デジタル計算機として書いてある。

ENIAC裁判の経過やその後を見てみると、日本人の感覚からして、モークリとエッカートの態度は誠にいただけない。モークリは1941年にわざわざアイオワ州立大学へ行ってABCマシンを見学し、アタナソフとペリーから詳しく説明を聞いている。その時のアタナソフの歓待に対するモークリのお礼の手紙も残っている。にもかかわらず、モークリは裁判で、ABCマシンを見に行ったことは認めたが、「暗いところでちらっと見ただけであり、ABCマシンはがらくたの塊で何の機能も果たさなかった、ENIACの設計にはいささかのヒントも得られなかった。」と証言した。裁判で負けた後も、あの裁判は茶番劇で、ラーソン判事は独善家で何もわかっていないくせにとんでもない判決をだしたとうそぶき、さらに、スペリーランド社の弁護士を無能とののしり、もし控訴をしていれば必ず逆の判決がでた筈だ、と死ぬまでいきまっていた。

しかし、モークリもエッカートも、汎用でかつ十分実用になった電子計算機ENIACを世界で最初に作り上げ（ABCマシンは完成していない）、プログラム記憶方式を考案して、後世のコンピュータおよびコンピュータ・サイエンティストに大いなる影響と刺激を与えた人物であるのは疑いのない事実であり、その栄誉だけでも十分という気がするのだが、変にがんばったためにその栄光はかえって地に落ちてしまった。

13 フォン・ノイマン型論争



図13-1 ジョン・フォン・ノイマン

ハンガリー出身で晩年を米国で過ごした天才数学者フォン・ノイマン（1903～1957）（図13-1）がこれを考案したとされてきたのでこの名前が付いた。

モークリとエッカートはまだENIACの作成中の1944年1月には、もうENIACの後継機EDVACのことを考え始め、それまで誰も考えていなかったプログラムの各命令を記憶装置上に置いて、それを順次一つずつ取り出して、実行するという方法を考え出した。いわゆるプログラム記憶方式のコンピュータである。

それまでのハーバード・マーク1やENIACのプログラムは紙テープか配線で供給していたが、プログラム記憶方式では、命令を記憶装置上に置くので、

現在使われているすべてのコンピュータ、すなわち、スーパーコンピュータもパーソナルコンピュータも、携帯電話、電気釜、電気洗濯機に入っているコンピュータもすべて、フォン・ノイマン型コンピュータである。フォン・ノイマン型というのは、プログラムの命令を記憶装置上に置き、一つずつ取り出して順次実行していくいわゆるプログラム記憶方式のコンピュータのことで、

プログラム自身で自分のプログラムを変更できるなど、その柔軟性が飛躍的に向上する、当時としては、誠に画期的なアイデアであった。フォン・ノイマンはこのEDVACプロジェクトに初めから参画していたわけではなく、参加したのは設計が始まって10ヶ月ほど経った後のことである。

1945年になって、フォン・ノイマンは「EDVACに関する最初の草稿 (The First Draft Report on the EDVAC)」と題するEDVACの構想を発表した。それで、EDVACおよびプログラム記憶方式は世に知れるところとなり、この原稿がフォン・ノイマンの単独名だったので、プログラム記憶方式の考案者はフォン・ノイマン、フォン・ノイマンはコンピュータの父ということが定着してしまった。しかし、フォン・ノイマンはEDVACの構想を最終的にまとめる段階になってから参画し、それを原稿に著わしただけで、フォン・ノイマン型の考案者はフォン・ノイマンでないことははっきりしている。

モークリとエッカートの考案をフォン・ノイマン型というのはおかしいと、二人とも異を唱えていたが、なかなか覆らなかった。フォン・ノイマン自身は、我こそは近代コンピュータの元祖であるとは言っていないようであるが、元祖ではないとはっきり否定もしていない。エッカートは後にフォン・ノイマンのことをアイデア泥棒とまで言っている。

ノイマン型コンピュータと言う言葉がいつから使われるようになったのか、ノイマンの生前にすでに使われていたのかどうか、よくわからない。フォン・ノイマンが比較的早く(享年53歳)死亡したので裁判沙汰にはならなかったが、フォン・ノイマンがもう10年か15年長生きしていれば、確実にプログラム記憶方式の元祖争いで裁判になったであろう。

ペンシルバニア大学は何故EDVACの草稿をフォン・ノイマンの単独名で発表させたか、天才数学者としてすでに当時から有名であったフォン・ノイマンの名前を使って権威付けをしたかったのであろうなどと、いろいろ言われているが確たるところはわからない。しかし、この元祖論争は、フォン・ノイマンの死後始まったので、フォン・ノイマンの反論は聞けないままである。

現在ではフォン・ノイマン型がフォン・ノイマンの発想ではないことははっきりしていても、フォン・ノイマン型コンピュータという呼び名はもう変わりそうもない。

14 あとがき

コンピュータの歴史は、最初の電子計算機はENIACでなくアタナソフのABCマシン、プログラム記憶方式を考案したのはフォン・ノイマンではなくモークリとエッカート、そのプログラム記憶方式の最初のコンピュータはEDSACでなくマンチェスター・マーク1と、大幅に書き換えられた。電子的に計算ができるようになって60年、考古学と違って十分な文献や資料が残されているにもかかわらず、コンピュータの歴史にはいくつも間違いがあつて訂正された。しかしながら、今でも日本のテレビジョン、新聞雑誌などではこれらがしばしば間違つたまま報道されている。報道関係者はもっとよく調査して報道すべきである。

1950年代の後半、日本のコンピュータ開発は欧米に10年遅れて始まつた。当初はEDSACをお手本にした極めて幼稚なものであつたが、やがて、日本は世界有数のデジタル技術をもつコンピュータ生産国として成長し、スーパー・コンピュータを本家本元の米国に輸出するまでになつた。これら日本のコンピュータの歴史については稿を改める。

参考文献

- 1) アリス・R・バークス、アーサー・W・バークス著大座畑重光監訳、マッカーズ訳「誰がコンピュータを発明したか」、工業調査会、1998.
- 2) 星野力著「誰がどうやってコンピュータを創つたのか?」、共立出版、1995.
- 3) ウィリアム・アスプレイ著、杉山滋郎／吉田晴代訳「ノイマンとコンピュータの起源」、産業図書、1995.
- 4) The Office of Charles and Ray Eames 著、和田英一監訳、山本敦子訳「計算機創造の軌跡」、アスキー、1994.
- 5) Christian Wurster 著 "Computers an Illustrated History", Taschen, 2001.
- 6) 横山保著「コンピュータの歴史、先覚者たち：その光と影の軌跡」、中央経済社、1995.
- 7) ハーマン・H・ゴールドスタイン著、末包良太／米口肇／犬伏茂之訳「計算機の歴史、パスカルからノイマンまで」、共立出版、1979.
- 8) スコット・マッカートニー著、日暮雅道訳「エニアック、世界最初のコンピュー

- 夕開発秘話」パーソナルメディア、2001.
- 9) 大駒誠一、「計算機の歴史の研究の現状」第40回プログラミング・シンポジウム報告集、情報処理学会、1999.
 - 10) 長谷川裕行著「ソフトウェアの20世紀、ヒトとコンピュータの対話の歴史」翔泳社、2000.
 - 11) Scott McCartney "ENIAC The Triumphs and Tragedies of the World's First Computer", Berkley Books, 2001.
 - 12) クラーク・R. モレンホフ著、最相力／松本泰男共訳「ENIAC 神話の崩れた日」工業調査会、1994.
 - 13) Maurice V. Wilks, David J. Wheeler, Stanley Gill "The Preparation of Programs for an Electronic Digital Computer, with special reference to the EDSAC and the use of a library of subroutines" (reprint), Tomash Publishers 1982.