

日本の初期のコンピュータと欧米のコンピュータの関係  
- 日本のコンピュータの資料調査と技術の系統化について(その2) -  
Relations Between Early Japanese Computers and Ones Overseas  
- Collection of Japanese Computer Materials and Systematic Studies of Them Part 2 -

東京電機大学大学院 山田 昭彦

YAMADA Akihiko

東京電機大学大学院

Graduate School, Tokyo Denki University

コンピュータの歴史、技術の系統化、フォン・ノイマン、EDSAC、TAC

history of computing, systematic studies, von Neumann, EDSAC, TAC

## 1. はじめに

前回の報告<sup>1</sup>では日本のコンピュータの開発経緯、資料保存状況の概要について報告するとともに技術の系統化について検討を行った。本報告ではコンピュータ技術の系統化における要素技術の検討を行い、初期のわが国のコンピュータとそのモデルとなった欧米のコンピュータとの関係について検討する。

## 2. コンピュータの要素技術と系統化

コンピュータの主要技術としてはアーキテクチャ、ハードウェア、ソフトウェアがあり、それぞれの要素技術を考えることが出来る。アーキテクチャはコンピュータの基本方式であり、ハードウェアとソフトウェアのインターフェースとなる。ソフトウェアの互換性の有無もアーキテクチャによって決まることから、コンピュータの系統化を行う上でも最も重要な要素と考えられる。

表1 コンピュータの要素技術

分類	要素技術
アーキテクチャ	コンピュータ基本構成、命令セット、プログラム制御方式、記憶方式、システム構成(並列・分散)、入出力方式
ハードウェア	論理素子/論理回路、記憶素子/記憶回路、実装方式、入出力回路
ソフトウェア	制御プログラム、言語処理・コンパイラ

応用ソフトウェアについてはコンピュータ本体と切り離して考えられるが、使用目的によっては応用ソフトウェアも含めて考える必要がある。

## 3. 黎明期初期のコンピュータの系統化の検討

### (1) 海外の初期のコンピュータ

ENIACは弾道計算を主目的に1946年に真空管を用いて開発され、最初の実用化されたコンピュータである。その誕生についてはブッシュの微分解析機のデジタル化・電子化、Harvard Mark Iの電子化、Atanasoff Berry Computer(ABC)の汎用化、機械式手動計算機による計算の自動化などの考え方がある。ABCとの関係についてはA. Burksの詳細に解析した論文<sup>2</sup>があるが、デジタル式電子回路の採用とタイミング制御がもっとも影響していると思われる。しかしABCは連立方程式を解くための専用コンピュータでまったく異なったコンピュータであり、同じ系列とはいえない。ENIACは方式的には分散・並列処理方式であり、アナログ式の微分解析機に近い面もある。

EDVACについては、ENIACの使いにくさを改善するためENIACの関係者により検討されていた。いわゆるノイマン型コンピュータの基本構想はフォン・ノイマンの名で1945年に配布された「EDVACに関する草稿」で明らかにされているが、演算部と記憶部を分離しプログラムで制御を行う考え方自身はすでに19世紀にバツベジの解析機関で示されている。ENIACのプログラムの困難さを解決するためプログラム内蔵方式が考案され、回路を単純化し使用素子をできるだけ少なくする為、2進法、直列演算方式が採用された。実現はほぼ同じ方式でEDSACが先行し、最初のプログラム内蔵式のコンピュータとなった。試作機レベルでは英マンチェスター大のBabyがこれにさらに先行している。

米国標準局(NBS)のSEACはEDVACにもとづいて開発された小型コンピュータで、論理はダイオードで行い信号増幅は真空管(ダイナミックフリップフロップ回路)を使った小型コンピュータで、1950年に完成した。

フォン・ノイマンはプリンストンの高度研究所 (IAS) に戻って並列式でブラウン管メモリを使った真空管コンピュータ IAS を 1951 年に開発した。イリノイ大学では IAS アーキテクチャにもとづき、陸軍向けの ORDVAC を非同期回路で設計し、これと互換性のある ILLIAC I を 1952 年に開発した。

EDSAC は英ケンブリッジ大学のモーリス・ウィルクスにより開発された最初の実用的なプログラム内蔵式 2 進法直列型コンピュータで、水銀遅延線メモリを使用している。イニシャルオーダによるプログラム読み込み、プログラムライブラリ、プログラミング解説の文献などソフトウェア面での貢献度が高い。

英国でもっとも早く開発に着手されたコンピュータはアラン・チューリングによる ACE であったが、まず Pilot Ace が 1950 年に製作された。これは EDVAC とは独立して開発されたもので、2 進法、水銀遅延線メモリを遅延レジスタとする方式であった。この開発に参加した米国人ハリー・ハスキーは帰国後同様の方式の Bendix G-15<sup>3</sup> を 1956 年に開発した。G-15 は磁気ドラム記憶を遅延線記憶として使用した。各命令語は next address をもち、磁気ドラムアクセスを最適化する。

#### (2) 日本の初期のコンピュータ

わが国のコンピュータの開発は、1946 年の ENIAC 誕生のニュースが入ってからスタートしたといえる。大阪大学ではまず ENIAC と同じ回路条件で 10 進の演算装置を 1950 年に試作しているが、本格的なコンピュータは EDSAC の命令セットにもとづき真空管を用いて製作している。メモリは水銀遅延線ではなく電気試験所で開発された固体ガラスによる遅延線を採用している。

東大の TAC は EDSAC の命令セットを採用しているが、浮動小数点演算のハードウェアを持ち、EDSAC II で初めて採用されたインデックスレジスタを取り入れている。またメモリにはブラウン管を採用している。1959 年に稼働。

富士写真フィルムの FUJIC は真空管を用いた 3 アドレス 2 進法コンピュータで 1956 年に完成し、わが国最初のコンピュータとなった。岡崎文次氏がレンズ設計用に開発したもので、独自のアーキテクチャを持つ。

電電公社電気通信研究所で開発された MUSASINO 1 は、当初からイリノイ大の ILLIAC I とソフトウェア互換性をもたせることをねらって ILLIAC I の命

令セットのスーパーセットを採用し、パラメトロンを用いて開発された。メモリには磁心記憶装置が用いられた。1957 年に完成し、最初のパラメトロンコンピュータとなった。

電気試験所では当初からトランジスタを用いてコンピュータ開発を行い 1956 年に ETL Mark III の試作に成功した。プログラム内蔵式のトランジスタコンピュータとしては世界初と思われる。基本回路は SEAC の真空管によるダイナミックフリップフロップをトランジスタに置き換えたものである。メモリは固定ガラス遅延線メモリを使用している。

国鉄鉄道技術研究所が日立の協力を得て開発した座席予約システム MARS-1 は、Bendix G-15 を参考にして遅延レジスタを駆使した方式を採用することにより、オンラインリアルタイムシステムの性能要求を満たした。論理素子はトランジスタ、メモリは磁気ドラムを用いて 1960 年に稼働し、世界でもっとも早く実用化された座席予約システムと思われる。

#### 4. おわりに

日本の初期のコンピュータは海外の機種をモデルとして開発されたものが多い。この場合基本アーキテクチャをあわせ、機能を追加したりハードウェアの新技術採用などの工夫をしているものが多い。MUSASINO-1 の場合にはソフトウェア互換にまで踏み込んで。

今回は系統化の再出発点として、わが国の最初期のコンピュータとそのもととなったコンピュータについて系統化の観点から関係を調べた。コンピュータの系統化においては、アーキテクチャを中心にハードウェアの要素技術を補助的要素として考えていくのがよいと思われるが、さらに検討を続けていきたい。

#### 参考文献

- 1) 山田昭彦, 「日本のコンピュータの資料調査と技術の系統化について」, 「日本の技術革新」国際シンポジウム(2006.3)
- 2) Arthur Burks and Alice Burks, The ENIAC: First General-Purpose Electronic Computer, Annals of History of Computing 3: pp.310-99
- 3) P. Ceruzzi, A History of modern Computing, second edition, MIT Press, pp.42-43 (2003)