

日本におけるコンピュータ開発史概要

- 国立科学博物館における調査を中心に -

山田 昭彦

東京電機大学大学院 理工学研究科情報システム工学専攻

email: a.yamada@computer.org

あらまし 1956年に富士写真フィルムの真空管コンピュータ FUJIC が完成し、これがわが国最初のコンピュータとなった。1954年にパラメトロンが東大で発明され、東大ではPC-1の試作が開始された。続いて開発された電通社電気通信研究所のMUSASINO-1が1957年に稼働し、これが最初のパラメトロンコンピュータとなった。トランジスタコンピュータについては電気試験所でETL Mark IIIが1956年に試作され、世界で最初のプログラム内蔵式トランジスタコンピュータとなった。つづいて実用機ETL Mark IVが1957年に開発され、これをもとに各社の商用機が開発された。1964年にシステム360が発表されコンピュータも第3世代に入り、わが国のコンピュータメーカーの多くは海外企業と技術提携して対抗シリーズを発表した。1970年以降の第3.5世代ではコンピュータメーカーが3グループ化され、高性能LSIの開発により強力な国産コンピュータが次々と開発され、海外にも輸出された。80年代に入りわが国のコンピュータメーカーはスーパーコンピュータ市場にも参入した。

国立科学博物館では平成12年度よりわが国のコンピュータ開発とその保存状況についてJEITAおよび各社の協力のもとに調査を行ったが、保存されているものはごく一部であり大部分のものはすでに廃棄されている。わが国のコンピュータの歴史を正しく残していくためにも歴史的コンピュータの現物と関連資料の保存に努力していく必要がある。

キーワード FUJIC, 真空管コンピュータ, パラメトロン, トランジスタコンピュータ, 第3世代

History of Japanese Computers and Preservation of Examples

Akihiko Yamada

Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Denki University

email: a.yamada@computer.org

Abstract In Japan, research and development of electronic computers started after World War II. Fuji Photo Film completed Fujic in 1956. This is the first electronic digital computer developed in Japan. A new logic element "Parametron" was invented in 1954 by Ei-ichi Goto of University of Tokyo. Electro-communication Laboratory of NTT Public Corporation developed in 1957 MUSASINO-1, the first parametron computer. Electrotechnical Laboratory (ETL) succeeded in developing ETL Mark III in 1956, the world's first transistorized stored program computer, and its successor ETL Mark IV in 1957. Computer manufacturers developed commercial transistor computers based on the ETL Mark IV architecture and technology. In the third generation of integrated circuit computers, most of Japanese manufacturers developed new generation computers by introducing techniques from the US companies. In 1970's computer manufacturers were organized into three groups. Each group developed high performance mainframes by introducing advanced LSI technology. In 1980's major computer manufacturers put supercomputers into market.

Key words FUJIC, vacuum tube computer, Parametron, transistor computer, the third generation

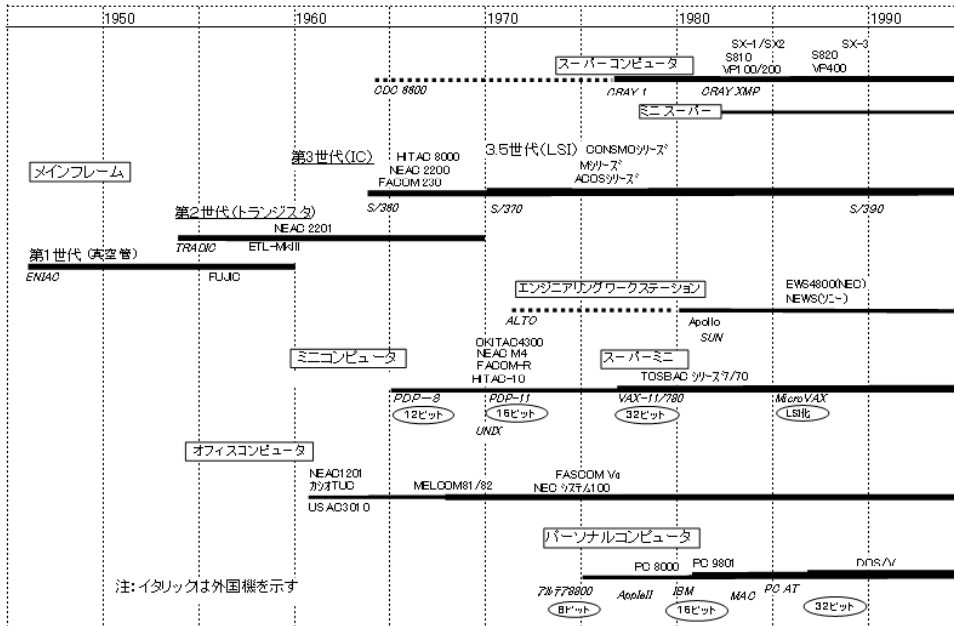
1. はじめに

わが国では第二次大戦中までは理論面の研究や機械式卓上計算機などの計算機械の研究は行われていたが、今日で言うコンピュータ（電子計算機）の研究は行われていなかった。そして戦後ほとんど何もなかったところからコンピュータの研究開発が開始された。まず真空管式コンピュータの研究試作から始まったが、1948年

のトランジスタの発明、1954年のパラメトロンの発明とともにトランジスタ式およびパラメトロン式のコンピュータの研究開発も開始され、これらの研究試作および実用化が並行して行われることになった。初期の段階ではリレー式自動計算機の研究開発も行われた。

[1][2][3]

コンピュータの発展



コンピュータの発展は真空管コンピュータの第一世代、トランジスタコンピュータの第二世代、集積回路を用いた第三世代に大別される。国立科学博物館では平成 12 年度よりわが国のコンピュータ開発とその保存状況について JEITA および各社の協力のもとに調査を行った。平成 12 年度に第一世代、第二世代について、平成 13 年度に第三世代以降 1980 年代末までについて現物の保存状況を中心とした調査を行った。[4][5]

2. 黎明期のコンピュータ

コンピュータの研究開発は欧米においては第二次世界大戦中に急速に進展した。米国のペンシルバニア大では弾道計算を主目的として真空管 18,000 本を使用したコンピュータの ENIAC が 1943 年から開発されていたが 1946 年に始めて公表された。これが世界最初のコンピュータとされているがプログラムは外部制御方式で内蔵方式ではなかった。1949 年にはプログラム内蔵方式としては初めてのコンピュータ EDSAC が英国ケンブリッジ大学で開発された。1948 年のトランジスタの発明以降はトランジスタ式コンピュータの研究開発が進み 1950 年代後半にはその実用化が行われた。

2.1 真空管コンピュータ

わが国の真空管コンピュータの研究開発および実用期間は非常に限られているが、日本における最初のコンピュータという意味で真空管式コンピュータの果たした役割は大きい。日本で開発された真空管コンピュータは阪大真空管計算機、富士写真フィルムの FUJIC、東京大学の TAC、電気試験所 ETL RTC の 4 台である。

わが国の商用機で真空管を採用したものはない。

大阪大学の城憲三は“Newsweek”1946年2月号の ENIAC の紹介記事を見て、コンピュータの具体的な研究開発を開始し、1950年に ENIAC 追試実験装置を試作したのち本格的な 2 進法真空管コンピュータの開発に着手した。EDSAC と同じ命令体系をもち、真空管 1500 本、ダイオード 4000 本を使用、記憶装置には電気試験所で開発された光学ガラスによる超音波遅延線方式のものを採用した。1959 年ごろには基本的な機能動作は確認されたが、その後トランジスタコンピュータの商用機導入が決定されたため開発が中止された。現物は現在大阪大学工学部特別資料室に保存されている。

富士写真フィルムでは岡崎文次がレンズ設計の自動計算のため真空管コンピュータ FUJIC の開発を 1949 年から開始し 1956 年に完成した。使用真空管は 1700 本。FUJIC は社内のレンズ設計計算業務のほか、外部から委託された計算も実施した。1939 年に入社しレンズ設計を担当していた岡崎文次が 1948 年 8 月に科学朝日に掲載された IBM の SSEC の写真と解説に接しコンピュータの実現可能性を知り、開発を開始した。稼働させるものをまとめることを第 1 としていたためクロック周波数は 33kHz と低速になっているが、並列演算方式により演算を高速化し乗算時間は 1.6ms を実現している。記憶容量はレンズ計算に必要な容量から 256 語とし水銀超音波遅延線方式を採用している。人手計算との比較では人手の 2000 倍の能力が得られたと報告されている。FUJIC は現在国立科学博物館に保存されている。

東京大学では1951年に文部省科学研究費を得てコンピュータの研究を開始し、翌1952年に機関研究費を得て東芝と共同で真空管式コンピュータTACの開発を開始し1959年に完成した。EDSACの命令体系を採用したが浮動小数点演算命令とインデックス演算の命令が追加されている。真空管10,000本を使用。記憶装置にブラウン管記憶方式を採用したこともあって調整に難航した。現在記憶装置の1架が東芝科学館に、記憶ユニット1個が東京農工大に保存されている。

2.2 パラメトロンコンピュータ

パラメトロンは当時東大理学部高橋研究室の大学院学生であった後藤英一が1954年に発明した多数決基論理演算素子である。パラメトロンは受動素子のみから構成されるため、安価で安定な論理回路を作ることができる特長をもつ。当時真空管の寿命が短くトランジスタは非常に高価で安定性も十分でなかったため、パラメトロンに大きな期待が寄せられた。東大では数値語36ビット、命令語18ビットの2進計算機PC-1が開発され1958年に稼動した。記憶装置は2周波方式による磁心記憶が採用された。この成果をもとに高速大型パラメトロン計算機PC-2が開発された。1語48ビット、パラメトロン14,000個を使用し、製作は富士通で行われた。PC-1の現物は残っていないがPC-2は国立科学博物館に保存されている。

電気通信研究所ではパラメトロン5,400個を使用したMUSASINO-1を開発した。MUSASINO-1の名称は当時の電子応用研究室長喜安善市により命名された。イリノイ大学留学より帰国した室賀三郎がコンピュータ試作のリーダーとなり、ILLIAC Iのライブラリを利用できるようにMUSASINO-1の論理構成をILLIAC Iの命令体系とほとんど同一とした。1957年に32語の記憶装置をもつプログラム制御方式のパラメトロンコンピュータが初めて誕生した。現在本体の一部がNTTに保存されている。

東北大学電気通信研究所およびNECは共同でパラメトロン10,000個を使用した大型計算機SENAC (NEAC-1102)の共同開発を1956年にスタートし1958年に設置・公開した。NECに本体の一部が保存されている。

企業では日立がHIPAC MK-1を1957年に開発し、これはHIPAC 101を経て科学技術用計算機HIPAC 103となって販売され、当時のベストセラーになった。HIPAC 101は1959年6月にパリで開催されたAutomath展示会に出品され好評を博した。NEC、富士通、沖電気、三菱電機などでも商用パラメトロン計算機が開発・販売された。

パラメトロンは安定ではあるが動作が低速であること、消費電力が大きいことの欠点があり、種々の改良

が試みられたが、その後のトランジスタの進歩が著しく安定度も改善されたため、コンピュータの論理素子の座を譲ることになった。しかし安価であることの長所を生かしてNECでは事務用の超小型コンピュータ用パラメトロンを開発し量産に成功した。

2.3 トランジスタコンピュータ

2.3.1 大学・研究所における研究開発

電気試験所では1954年に電子部が開発されコンピュータの研究を開始し、最初に点接触形トランジスタを用いてコンピュータを試作した。名称はリレー式のETL Mark I, Mark IIにつづくということでETL Mark IIIと後藤以紀所長が命名した。論理基本回路についてはダイナミック回路方式を採用し能動素子が少なくする方法をとった。東京通信工業製(後のソニー)の高速トランジスタT-1698を改良したもの約130本およびゲルマニウムダイオード約1800本を使用した。基本回路の組合せは約300枚のプラグイン・パッケージに分割して収容し、クロックパルスは4相1MHzとした。

主記憶装置は金石研究所の協力により光学ガラスの超音波遅延素子を開発し、512ビットのものを4本使用した。1956年7月にプログラムが動作し、わが国ではFUJICに次いで2番目のコンピュータとなった。「電試ニュース」の1956年8月号でのMark III完成の発表では、「これはトランジスタ化した計算機としてはわが国で最初のもので、世界で3番目(プログラム記憶方式のトランジスタ計算機としては世界最初)に完成をみたものである」と述べている。

つづいてMark IVの開発が開始され、点接触型トランジスタは不安定で生産中止の方向であったため、低速ではあったが接合形トランジスタが採用された。基本回路は単相のダイナミック・フリップフロップになり、クロックパルスは180KHzとなった。記憶装置も磁気ドラムを採用し、機械的な部分を北辰電機に、磁気的な部分を東京通信工業(後のソニー)に依頼した。Mark IVは内部10進のコンピュータで、計画開始から13ヶ月後の1957年11月に完成した。

ETL-MK IVの完成に引続いて所内の計算需要に応えるための実用機としてETL Mark Vの技術にもとづきETL-Mark Vの開発が行われ、1960年5月に完成した。クロック周波数は230KHz、記憶装置は磁気ドラムで4,000語の容量を持ち約150種の命令を実行できた。製作は日立製作所で行われた。Mark VIはその後日立が商品化したHITAC 102のプロトタイプとなった。慶応はMark VをもとにKCCを開発し学内で使用した。

ETL Mark VIは海外の超高速コンピュータを凌駕するものを目標に開発され、1965年3月に完成した。1950年代末には、海外では超高速コンピュータの開発計画が進行していた。電気試験所ではこれらの海外の

超高速コンピュータを凌駕するものをつくることを目標に ETL Mark VI の開発が開始され、1965 年 3 月に完成した。ETL Mark VI の開発はこれまでの開発と異なり、メーカーでは実施し得ない進んだ技術を世に示すことに意義があったため、種々の新技術の試みが行われた。予算も 1 億円と Mark V に比べると 20 倍になり、トランジスタによる高速基本回路、高速磁心記憶装置、ページアドレス方式、高速大容量固定記憶装置、高度な先行制御方式、高速演算回路、割り込み技術を駆使した入出力制御方式など、多くの新技術が開発された。

とくに ETL Mark VI 用に開発された高速記憶方式は、主記憶のほかに高速小容量の記憶を設けこれをプログラムスタックとしてプログラムの一部を記憶しておくもので、今日のキャッシュを先取りしたものである。モーリス・ウィルクスによる最初のキャッシュの論文でも ETL Mark VI のこの方式の論文に言及している。

高速基本回路は、トランジスタ電流スイッチとエミッタフォロワの組合せに 2 相のクロックパルスを適用したダイナミック回路である。論理の伴わない短時間の遅延には電磁遅延線が用いられた。これらの技術は少し変形して日立製作所の HITAC 5020 に使用された。現在磁性薄膜記憶素子、磁心記憶、周辺回路パッケージなどが産総研に保存されている。

京都大学は日立と共同で KDC-1(京都大学デジタル型万能電子計算機第 1 号)を開発した。これはわが国大学初のトランジスタコンピュータで、クロック 230KHz、浮動小数点演算機構をもつ。磁気ドラムに加えて磁心記憶と磁気テープ装置を開発した。1959 年 12 月に稼動し、1960 年 8 月に京都大学計算センターに設置されセンターにて 15 年間使用された。これは日立で HITAC 102B として商品化され販売された。

2.3.2 企業における研究開発

電気試験所におけるトランジスタコンピュータの成功により、トランジスタコンピュータの研究開発が一斉に始まった。とくに ETL Mark IV 形の製品開発については Mark IV の特許、ノウハウを用いて商用コンピュータが NEC、日立、北辰、松下通信などで相次いで開発された。

NEC では電気試験所の技術指導により NEAC 2201 を 1958 年 9 月に完成し電子協に設置した。これは 1959 年 6 月にパリで開催された Automath 展示会に出品されたが、トランジスタコンピュータとしては世界ではじめての公式な展示実演であった。他国からもトランジスタコンピュータの出品はあったが実際に動作したのは NEAC 2201 だけであったと報告されている。10 進法を採用し、記憶装置には北辰電機の磁気ドラム(1040 語)を使用した。NEAC 2203 は本格的な事務処理を目的とし、第 1 号機が 1959 年 5 月に電子振に、2 号機が 8

月に東京電力(株)に納入された。それに続き 30 台が出荷され各分野で活躍した。

日立の最初のトランジスタコンピュータ HITAC 301 は電気試験所の技術指導を受けて 1959 年 4 月に開発され、5 月に日本電子工業振興協会に納入された。1960 年には中小企業向けの安価な小型計算機 HITAC201 も開発された。1960 年から IBM 7090 並みの処理能力をもつ HITAC 5020 の検討が開始され、1962 年に試作機に火が入った。エピタキシャルメサ系の 3966H を用いて 2 相 18MHz で動作させ、内部記憶は磁気コアであるが、電磁遅延線を用いて 18 ビット程度の情報を遅延メモリとして記憶させた。1965 年 4 月に製品第 1 号機が京都大学に納入され、引続き 7 月には電電公社通信研究所と東京大学に納入され、国産初の本格的な大形機誕生ということで注目をあびた。引き続いて 5020 と上位互換性をもち性能を向上させた 5020 E/F の開発が始められ、1966 年 9 月に試作機が完成した。

富士通ではトランジスタ式計算機のための基本回路の研究を進めスタチック回路、クロック 200kHz の回路を完成した。1960 年にプロトタイプ FACOM222P の試作が完了し、製品としての FACOM-222A の 1 号機は 1961 年 11 月に(株)協栄センターに納入された。FACOM 222 では入出力装置の同時並行動作や入出力データの編集に対する新しい方式を組み入れ、かつリレー式計算機の経験にもとづき、自己検査機能に対してもできるだけ厳密な方式を採用した。主記憶は磁心記憶装置のみとなり最大 10,000 語まで実装可能で、磁気ドラム装置は補助記憶として使用された。

3 . 第 3 世代コンピュータ

1964 年から集積回路を用いたコンピュータの第 3 世代に入った。IBM がこの年、ワンマシンコンセプトにもとづく汎用コンピュータ IBM システム 360 を発表した。小型から大型モデルまで同一アーキテクチャで実現し、同一のソフトウェアをすべてのモデルで使用可能とした。また混成集積回路技術を用いて小型化、高速化、高信頼化を実現した。

日本においてもこれに対抗して NEC、富士通、日立、東芝、三菱、沖電気が第 3 世代コンピュータの新シリーズを発表し、技術提携あるいは通産省プロジェクトの成果を利用して開発を行った。NEC はハニウエルと技術提携して NEAC シリーズ 2200 を、富士通は通産省プロジェクトの成果と独自技術により FACOM 230 シリーズを、日立製作所は RCA と提携して HITAC 8000 シリーズを開発した。技術提携にもとづき開発されたシリーズにおいても、上位モデルは国産技術で開発するなどの努力が行われた。

IBM システム 360 ではワンマシンコンセプトによる単一アーキテクチャの実現のためにマイクロプログラ

ム方式が採用された。わが国では1961年に京都大学が東芝と共同でマイクロプログラム方式コンピュータKTパイロット計算機の研究試作を行った。これはわが国ではじめてのマイクロプログラム方式のコンピュータである。論理回路にはメサトランジスタによる高速基本回路を用い、並列非同期式高速演算方式を採用した。また記憶装置にはわが国ではじめて薄膜記憶装置を実装した。マイクロプログラム用の固定記憶装置としてダイオードによる記憶装置、可変記憶装置としてパッチボード方式およびフォトトランジスタによる独自方式を用いた画期的なものであった。メサトランジスタによる高速基本回路、非同期制御方式の採用により演算は非常に高速で、当時のコンピュータに比較して1桁以上速かった。1962年のIFIP Congressの会議でKTパイロット計算機の論文⁽¹⁵⁾が発表されて反響を呼んだ。現在KTパイロット計算機の現物は電源部分を除き東芝科学館に保存されている。

また、通産省補助金により富士通、沖電気、NECが共同で大型コンピュータFONTACを開発した。1966年より大型プロジェクト「超高性能電子計算機」を開始し、1971年までに国際的に競争力のある大型コンピュータを完成することを目標に開発補助金を支給した。途中1968年にキャッシュメモリを採用したシステム360モデル85が発表され、メモリに関する方針を変更して重点をワイヤメモリから高速NMOS ICメモリに切り換えた。1960年代後半には通産省大型プロジェクトにより1970年代初頭の最高レベルのコンピュータを目標として大型コンピュータ本体、オペレーティング・システム、部品材料、周辺サブシステムの研究開発が電気試験所、東京大学、日立製作所、日本ソウトウエア、日本電気、富士通、三菱電機、沖電気、東光などにより行われ、その成果はその後の製品開発に適用された。

4．第3.5世代コンピュータ

1970年6月にIBMはシステム370シリーズを発表した。システム360が革新的なシステムであったのに対し、システム370では基本的な変更は行わずシステム360を包含したアーキテクチャとしたが、OSの機能を追加するとともに、タイムシェアリング用に1972年に仮想記憶機構をもったシステム370/158, 168を発表し、1973年にはこれらのマルチプロセッサ機構を発表した。さらに汎用コンピュータの主記憶に初めてICメモリを導入した。これまでは主記憶には長く磁心記憶装置が用いられてきた。またシステム360/85で採用したキャッシュメモリを大型モデルには全面的に導入した。

第3.5世代の「新製品開発補助金」を支給して開発を推進するため、通産省の指導によりコンピュータ業

界の3グループ化が行われた。富士通・日立製作所、日本電気・東芝、三菱電機・沖電気工業の3つのグループが編成され、Mシリーズ、ACOSシリーズ、COSMOSシリーズをそれぞれ開発した。第3.5世代ではさらにハードウェアの集積回路化が進展したため、超LSI開発補助金を得て各社は超LSI技術の開発に注力し、高性能のコンピュータ開発に成功した。その結果1980年代後半においては、日本の汎用コンピュータが欧米に多数輸出されるようになった。

5．スーパーコンピュータ

1974年にクレイリサーチからベクトル型スーパーコンピュータCRAY-1が発表され、わが国でもこれに対抗できるスーパーコンピュータの開発が開始された。わが国では1977年に富士通がベクトルプロセッサFACOM 230-75APUを完成し、つづいて日立およびNECが汎用大型コンピュータにベクトル処理機能を組み込んだ統合型アレイプロセッサを相次いで商用化した。1982年以降、富士通のVP-100/200、日立のS-810/S-820、NECのSX-1/SX-2/SX-3などがつぎつぎ開発され、本格的なスーパーコンピュータ時代に入った。1980年代末にはベクトル型スーパーコンピュータは日本が主導権を握った。

6．おわりに

日本におけるコンピュータの開発を概観した。これまでのわが国のコンピュータの発達を要約すると下記のようにいえよう。

- 第1世代 手作りコンピュータ
- 第2世代 研究所の指導、大学との共同開発
- 第3世代 技術提携による開発
- 第3.5世代 国家プロジェクト支援による開発

現存する主要なコンピュータと構成部品の調査結果については付表に示す。

文 献

- (1) 情報処理学会歴史特別委員会編：『日本のコンピュータの歴史』，オーム社（1985）
- (2) 情報処理歴史特別委員会編：『日本のコンピュータ発達史』オーム社，（1998）
- (3) 相磯秀夫・飯塚肇・大島一純・坂村健編：『国産コンピュータはこうて作られた』，共立出版（1985）
- (4) 山田昭彦：『コンピュータ開発史概要と保存状況 - 第1世代と第2世代コンピュータを中心に』『国立科学博物館技術の系統化調査報告 第1集』，国立科学博物館（2001.3）
- (5) 山田昭彦：『コンピュータ開発史概要と保存状況 第3世代・第3.5世代コンピュータおよびスーパーコンピュータについて』『国立科学博物館技術の系統化調査報告 第2集』，国立科学博物館（2002.3）

付表1 保存されている主要コンピュータ・構成部品（～1980年代）

分類	名称	保存内容	製造年
第1世代コンピュータ	1. ENIAC 演算モデル(阪大)	装置	1950
	2. FUJIC	本体+周辺装置	1956
	3. TAC	本体一部(記憶架)+ユニット	1959
	4. 阪大真空管計算機	本体+周辺装置	1959
第2世代コンピュータ [パラメトロン]	1. MUSASINO-1	本体+周辺装置	1957
	2. HIPAC Mk-1	本体+周辺装置	1957
	3. NEAC 1101	本体+周辺装置	1958
	4. SENAC (NEAC 1101)	本体+周辺装置	1958
	5. FACOM 201	本体+周辺装置	1960
	6. PC-2	本体+周辺装置	1961
	7. HIPAC 103	論理パッケージ	1961
	8. NEAC 1240	本体+周辺装置	1966
第2世代コンピュータ [トランジスタ]	1. ETL Mark III	超音波遅延線記憶素子	1956
	2. ETL Mark IV	論理パッケージ+磁気ドラム	1957
	3. 機械翻訳実験機 KT-1(九大)	論理パッケージ+磁気ドラム	1958
	4. ETL Mark IV A	本体装置	1959
	5. MARS-1	(本体装置)+論理パッケージ	1959
	6. HITAC 301	論理パッケージ+パッチボード	1959
	7. KDC-1	論理パッケージ	1960
	7. NEAC 2203	本体+周辺装置	1961
	8. NEAC 2206	本体+周辺装置	1960
	9. HITAC 201	本体装置	1961
	10. HITAC 5020	本体装置+チャンネル装置	1963
	11. MARS 101	本体+周辺装置	1963
	12. FACOM 222	論理カード	1960
	13. OKITAC 5090	論理カード	1961
	14. MELCOM 1101	本体+周辺装置	1960
	15. MELCOM 81	本体+周辺装置	1968
16. HITAC-10	本体+周辺装置	1969	
第3世代コンピュータ [メインフレーム]	1. KT パイロット計算機	本体+周辺装置	1961
	2. TOSBAC-3400	本体+周辺装置	1964
	3. NEAC シリーズ 2200/500	論理パッケージ	1966
	4. FACOM 230-60	論理パッケージ	1968
	5. NEAC シリーズ 2200/700	論理パッケージ	1970
	6. HITAC-8700	論理装置	1972
	7. HITAC-8800	システムコンソール・ マザーボード, パッケージ	1972
	8. NEAC シリーズ 220/575	コアメモリ	1972
	9. FACOM230-75	論理パッケージ	1973
第3.5世代コンピュータ [メインフレーム]	1. HITAC M-180	論理パッケージ	1975
	2. FACOM M-200	ボード	1978
	3. HITAC M-200H	論理パッケージ	1978
	4. HITAC L-340	本体装置	1978
	5. ACOS システム 1000	マルチチップパッケージ	1980
	6. FACOM M380	ボード	1981
	7. HITAC M-280H	論理パッケージ	1982
	8. HITAC M220H	本体装置	1982
	9. HITAC M 680-H	本体装置	1985
	10. ACOS システム 2000	マルチチップパッケージ	1986
	11. ACOS システム 3600	ボード	1990
スーパーコンピュータ	1. S-810	論理パッケージ	1983
	2. SX2	マルチチップパッケージ	1985
	3. S-820	本体装置	1987
	4. SX-3	マルチチップパッケージ	1990