

話題提供者：小山俊士

演 題：コンピュータは日本でどのように受け入れられたか
—新技術の登場と普及に関する科学史、技術史

開催日時：2016年6月15日、18:00～19:00

開催場所：100号館第1会議室

コンピュータの歴史

コンピュータの歴史に関する書籍はたくさんあるが、その多くは個々の機器や開発者へ関心が向けられたものである。だが、科学史、技術史において論じる際には、コンピュータ単体ではなく、システムを構成する諸要素やその応用まで含めて考えていくことが必要となる。それは、数学、物理学、電気・電子工学棟の多くの科学、技術との接点を持ち、科学、技術が、政治、経済、社会、文化等と深く関わる対象であり、歴史的に興味深い対象といえる。

コンピュータ関連の主要な理論や技術はアメリカで生まれたものであり、日本のコンピュータ史はその移転と普及、国産化等の過程という側面が強い。技術に対する経済的、社会的な背景や政策の影響などが問題となる。

初期のコンピュータ

現代のコンピュータの起源の一つは、ペンシルバニア大学で開発され、1946年に公表された真空管を用いた高速計算機ENIACである。その製作過程で、フォン・ノイマンは次世代機EDVACの『第一草稿』を執筆し、プログラム内蔵等の基本概念も広められた。本格的なプログラム内蔵コンピュータとしては1949年にイギリスでEDSACが稼働し、アメリカでは1951年に商業用のコンピュータUNIVACが開発され販売された。

コンピュータは新たな時代を拓く人工頭脳として注目を集めたのだが、普及は緩やかなものだった。初期コンピュータの多くは軍事研究を目的として莫大な予算を投じて作られたものである一方で、多数の真空管を使用したため頻繁に故障の生じる扱いにくい装置だった。トランジスタの実用化には時間がかかっていたし、メモリ等の技術も開発途上だった。そのため、日本での輸入が可能になったのは1950年代の後半になってからだった。

戦後の日本とコンピュータ

戦前から基礎的な技術、特に統計機などの複雑な装置や電子工学の分野における日本とアメリカとの差は大きかったのだが、戦争による情報の途絶と戦後の混乱によって、その差は拡大した。コンピュータの分野では、アメリカから約10年遅れて研究を再開した。

そうした日本の初期コンピュータ開発は、技術移転の典型的なパターンとしてとらえることができる。他の多くの例と同様に、革新的な技術を受け入れるのは容易なことではなく、1950年代の日本では、旧世代の統計機、アナログ機、リレー式コンピュータの製作が主流であり、少数の先駆者だけが新たなデジタルの電子式コンピュータに挑戦した。1950年代半ばに行われた取り組みは、次の3つに分類できる。

(1) 真空管式コンピュータ

アメリカやイギリスと同等のコンピュータを製作しようとした。富士写真フイルムのFUJICが1956年に稼働し、日本最初のコンピュータとなった。大阪大学の城憲三研究室では試作を続けたが、1959年に未完成のまま中止になってしまった。東京大学では、工学部を中心に東芝と協力して、TACを製作した。FUJICは小規模な試作機として成功したが、城憲三は資金調達に苦勞しながら少しずつ製作しているうちに、トランジスタ式コンピュータの時代になってしまった。TACは科研費等を使った日本最大のプロジェクトだったが、開発に難航し、1959年にやっと稼働した。以上のように、真空管式コンピュータを作るのは、困難な課題だった。

(2) トランジスタ式コンピュータ

いわば後発者の利益を狙った試みで、取り扱いの難しい真空管式を飛ばして、次世代の素子として期待されていたトランジスタを開発してコンピュータを製作した。中心となったのは通産省工業技術院電気試験所で、電子部を設置してトランジスタの研究開発を行い、その実用性を示す意図でトランジスタ式コンピュータMark III (1956年) とMark IV (1957年) を製作した。そして、日本の電子工業振興政策が決まってからは、通産省がメーカーを選定し指導することで、産業界へと技術を広めていった。

(3) パラメトロン式コンピュータ

いわば代替技術の開発といえるもので、新技術の中でも難易度の高い電子回路を、扱いやすい技術で置き換えて実現した。「パラメトロン」と命名された、東京大学理学部物理学科の高橋秀俊研究室で発明された素子を使用した。日本電信電話公社電気通信研究所(通研)などと共同での研究開発を進め、電電公社を通じてメーカーへ技術が伝えられた。

パラメトロンはこの時代、日本独自の技術として賞賛さ

「人間科学研究交流会」報告

れ、1950年代末日本では商業用コンピュータに使われる素子として、トランジスタと競合していた。だが、日本国外でパラメトロンの本格的な生産は行われなかったし、1960年代に入ると日本でもほとんど使われなくなっていった。

ここでは、パラメトロンを中心に日本のコンピュータ史に見られる特徴を分析する。

パラメトロン

パラメトロンは大学院生であった後藤英一（1931-2005）が1954年3月に発明した素子である。磁性体を入れたコイルとコンデンサから成る共振回路において、磁性体に電流を加えてインダクタンスを非線型に変化させると、発振電流を生じる。その発振電流は2種類の位相をとりうるのだが、いずれの位相になるのかを制御することで情報を処理したのがパラメトロンだった。

パラメトロンの長所は、磁性体、コンデンサなど、真空管に比べて、安価に入手でき、壊れにくい部品を使った回路だということだった。短所は、磁性体を使った回路では発振させる周波数を高めるのが困難なため処理速度に限界があり、消費電力も大きくなることがあった。そして、必ずしも欠点とはいえないが、パラメトロン回路では交流を用いるので、直流のパルスを使う真空管、トランジスタ式のコンピュータと異なる設計の装置にしなければならなかったことは、後に問題となった。

多数の真空管を使用するコンピュータは高価で故障しやすいものであったのに対して、パラメトロンを使えば比較的低予算で、安定したコンピュータを作りうると考えられ、発明後にすぐ研究開発が始まった。

パラメトロンが開発された理由

パラメトロンは日本独自の技術といわれることが多いが、アメリカでフォン・ノイマンが1ヶ月早く類似のアイデアの特許を出願し、IBMへ権利を譲渡していた。だが、その特許では、磁性体を用いた回路は低速なので開発する必要がないとしており、将来、半導体を使って同じ原理の回路を作れば高速になると期待していた。その他にも共振回路を計算に使うアイデアはいくつも提案されたが、コンピュータの素子として本格的に開発されたものはなかった。アメリカではすでに真空管式コンピュータの普及していたので、パラメトロンのような素子は必要だと考えられなかったのである。

それに対して日本にはまだ1台のコンピュータもなく、実現可能性の高い技術への需要があった。特に、大学の研究室では、限られた予算で真空管を多数使って回路を作ることには無理だったため、後藤自身はトランジスタの改良が進むまでの過渡的技術という認識を持ちつつも、すぐにでき

るものとして開発を始めたのだった。

さらにパラメトロンは、通研や国際電信電話株式会社との共同研究で実用化された。これらの機関は電話交換機等の通信への応用に関心があり、電話網で長期間使うには、真空管のような故障の多い素子は不向きだし、トランジスタも品質改善が進んでいないと判断して、低速でも信頼性の高いパラメトロンを評価していた。

開発過程

パラメトロンの実用性はすぐに確認できたが、コンピュータを完成させるには特性に合わせた設計が必要となった。その中でもメモリの開発に時間がかかったのだが、アメリカで主流になりつつあったコアメモリを採用したものの、交流で動作する装置を作らねばならなかった。コンピュータ本体も、イギリス、アメリカのものを参考にしつつも、パラメトロンに合わせた独自の設計が求められた。

その際、先行する機種欠点を除き、パラメトロンの低速性を補うため、様々な工夫が加えられた。後藤らが中心となって考案した高速桁上げ回路、自己訂正符号を用いた選択回路などは、その後、アメリカのメーカーでも再発見される手法だった。

パラメトロンを用いたコンピュータとしては、1957年に稼働した通研のMUSASINO-1が最初のもので、東大ではPC-1が1958年に完成した。そして、日立製作所、日本電気、富士通などが製造、販売した。

終焉

1958年頃にアメリカで製作されるコンピュータも、真空管からトランジスタへの切替が始まった。日本の産業界ではパラメトロン式とトランジスタ式のコンピュータが競合していたが、やがてメーカーもトランジスタに絞るようになっていった。

その際、通産省が電気試験所の技術を移転し、さらにはアメリカとの提携によりコンピュータ産業の育成を図った。トランジスタでは、点接触型から接合型、電界効果型へ、ゲルマニウムからシリコンへといったような技術転換が次々と起こり、コンピュータの技術もトランジスタに対応して歴大な蓄積が作られていったため、個々のメーカーにとっても独自技術を用いた開発にこだわるのではなく、最先端の技術を取り入れていくことが求められるようになった。

参考文献

情報処理学会歴史特別委員会編『日本のコンピュータ史』オーム社、2010年
高橋秀俊編『パラメトロン計算機』岩波書店、1968年