

## 第4話 IC が発明された背景

今回のタイムマシーンでは1950年代の後半にさかのぼって、ICが発明された頃の社会的な背景とそのドラマチックな展開について述べる。

今日のユビキタス社会を築くにあたってICの発明が果たした役割は極めて大きく、筆舌に尽くしがたいほどである。2004年にIEEEスペクトラム誌が発刊40周年を記念しておこなったアンケートに答えて、インテル会長(当時)のクレイグ・バレットは次のように述べている。

「ICがなければPCも携帯電話も大きなビルのようなものになっていただろう」。

これはICの発明がいかに大きなインパクトを持つものであったかを端的に示す言葉である。今日のユビキタス社会はまさにICの発明とその後の技術革新によってもたらされたものである。

1950年代の後半、トランジスタの発明から10年が経過し、半導体は軍需応用、コンピュータ、民生機器などいろいろな分野に拡がろうとしていた。システムが大型化し、複雑化するにつれて問題になってきたのが、部品間の相互結線数の増大である。配線の数と半田付けの箇所が多くなることによってシステムの性能、コスト、信頼性、サイズなどすべてが大きな制約を受けるからである。

この問題は「Tyranny of Numbers」(数の横暴)と呼ばれ、産業界の共通問題としてその対策が求められ、いろいろな角度から技術開発が進められていた。特にこの問題を重大視したのは軍需産業である。米ソの二大国がにらみ合う冷戦の時代にあっては、大陸間弾道ミサイルをどれだけ遠くへ飛ばすかが大きな課題だったのである。

そのニーズは次のような言葉で表現されていた:「One pound lighter, one mile further」。即ち、「ミサイルが1ポンド軽くできれば、さらに1マイル遠くまで飛ばせるのだが」といった願望をこめた表現である。

TI社においてもそのような問題にチャレンジするために、軍との共同開発が進められており、その方式はマイクロモジュールと呼ばれていた。トランジスタや抵抗、コンデンサなどの電気部品を超小型の寸法に実装する方式である。同社のジャック・キルビーもその開発メンバーの一人であったが、この方式に疑問をいだき、これを超える独自の方式について思案を重ねた。その結果として生まれたのが「モノリシック集積」のアイデアである。「モノリシック」は「一つの石」を意味する形容詞であり、一枚の半導体基板に各種の電気部品を集積する方法、すなわち今日のICの基本コンセプトであった。

キルビーがICを発明したのは1958年7月24日である。この日付からも分かるように、その日は夏の盛りであり、同僚はほとんど夏休みをとっていた。当時34歳の彼は、他社から移籍して間もないために、休暇をもらうことができず、ただ一人実験室に残ることになったのである。世紀の大発明はまさにこのときに生まれた。

このアイデアをベースにして早速発信回路の試作が始まった。同年9月12日に完成した試作品は幹部が見守る中で見事に作動し、これを契機としてTI社はマイクロモジュール方式に代えてキルビーが発明したモノリシックICの方式を本命として推進することにしたのである。

一方フェアチャイルド社のロバート・ノイスは、ほぼ半年遅れの1959年1月23日にプレーナ技術をベースにしたICの基本概念を考案し、研究ノートにそれを記した。キルビーに遅れをとったとはいえ、ノイスの発明の方が今日のICの実現には不可欠な基本要素を含んでいた。すなわち、キルビーの発明では基板上の素子間の接続はボンディング・ワイヤによってなされていたが、ノイスの方式では基板の酸化膜上に蒸着した金属膜を加工することによってなされたのである。今日の観点からすればノイスの方式がはるかにエレガントであったといえよう。

ICの発明者はキルビーかノイスか？ この後10年にわたって特許権の帰属をめぐる法廷闘争が繰り広げられたのである。その間の法廷闘争の経緯はT.R.リード著『ザ・チップ』にくわしく述べられているが、ここでは紙面の制約からその概略を紹介するにとどめる。

実際にICを発明した時点ではノイスの方が遅れをとったのであるが、特許出願の点ではノイスの方が早かったため、最初の特許はノイスに与えられることになった。しかし、キルビーは研究ノートへの記載がノイスよりも早かったことを証明することができたため、一転して特許はキルビーのものとなるが、係争はこれで決着したわけではない。このあと両者の特許ポジションについてのヒヤリングが行われ、半導体の権威者の一人が「キルビー特許のみでICを作るのは現実的ではない」という趣旨の証言をしたことから、判決は再度ノイス側に有利となった。それに対してキルビー側は総力をあげて反撃する。

このようにして行きつ、戻りつの係争が繰り返される中でTI社とフェアチャイルド社のトップによる会談が持たれ、IC発明の特許はキルビーとノイスの両者がシェアする形となって決着をみたのである。

ここでタイムマシンは将来に飛んで、1991年10月。私はキルビーが来日された折に、アドバンテスト社のご配慮によって食事の席をともにしたことがある。最初に受けた強烈な印象はその威風堂々たる体躯である。そして、気取ることなく、太い、低い声でゆっくりと話される。平野部の

大河が悠々と流れていくような雰囲気をかもし出されていた。世紀の大発明をされた方から直々に、その当時のことを懐かしそうに話されるのを拝聴できたことはまことに光栄であった。下の写真はこのときに撮ったものである。



写真 ジャック・キルビー(左から2人目)と共に

時は移り、キルビーは 2000 年にノーベル物理学賞を受賞した。このときノイスはすでに他界していたため、キルビーの単独受賞になったものと思われる。彼自身も折に触れて「IC についてはノイスも類似のアイデアを持ち、実現手段も考案していた」と述べているので、もしノイスが生存していれば、ノーベル賞も特許の場合と同じく、両者が分け合う形になっていたかも知れない。

さて、最初に IC を商品として発売したのはフェアチャイルド社であり、61 年のことであった。能動素子としてバイポーラ・トランジスタを使ったバイポーラ IC である。これに続いて IC の分野においてはいろいろな技術開発が行われ、半導体技術革新の中核となったのである。64 年には、TI 社他から MOS トランジスタをベースにした MOS IC の発表があり、続いて 68 年には RCA 社から CMOS IC の発表があった。

CMOS IC は消費電力が極めて小さいという特徴があるものの、スピードが遅くまた高価であったため、初めは軍用などの特殊分野への応用に限られていた。いわばニッチ技術とみられていたのである。CMOS IC が大量生産されるきっかけを作ったのは日本における時計と電卓への応用であった。その後70年代末になって、CMOS でも高速にできる技術が日立で開発され、現在では半導体の主流デバイスになっている。この経緯については、後日項を改めて述べることにしたい。

さて、IC の発明がわれわれに残した教訓は何であろうか？ 昨今、半導体の技術開発には何百人単位の技術者と何百億円単位の資金が必要とされる。IC が発明された当時と今日とを単純に比較することはできないが、キルビーの発明もノイスの発明も多くのリソースに頼ることなく、ただ一人の洞察力と想像力によって成し遂げられた。技術開発にあたっては金や人数の多寡の前に、将来に対する洞察力と想像力が何よりも大事であることを肝に銘じなければならないと思う。

### 第5話につづく

ここに掲載した記事は2006年7月12日から2008年1月9日まで、半導体産業新聞に掲載されたものを元に加筆訂正し、ウェブ用に再編集したものである。