

## バック・ツー・ザ・フューチャ・半導体 その9

### インテルの高速メモリに挑戦

—日立 中央研究所「二重ウエルCMOS」発明

CMOSを半導体の主流の座へ

16kビットSRAMで世界のトップシェア

テクノロジー代表 牧本次生（元ソニー専務・元日立専務）

半導体ほど激しく揺れ動く産業分野は他に無いかもしれない。比較的短い期間に押し寄せる好況と不況のサイクルに加えて、10年ほどの期間で大きな構造的な転換が起こり、大不況をもたらすことがある。たとえば1970年代に起きたオイルショックもそのような大不況をもたらし、半導体の分野にも地殻変動を起こしたのである。

前回は述べたように、私が担当した製品開発部では電卓用LSIで大きな成功を収め、国内市場で圧倒的なシェアを確保したが、オイルショック後の市場転換で大打撃を受けた。私も76年に開発部長を解任となって副技師長となり、「これが日立における最終のポストかもしれない」と将来への展望を失っていた。しかし、77年8月に新設のメモリ・マイコン設計グループ（略称、M設）の担当部長に就任することになる。敗者復活の形ではあったのだが、以前に比べれば部下の数も10分の1程度であり、「設計部」と名乗ることのできないほどの小所帯のため「設計グループ」となっていたのである。

この当時、メモリ・マイコンの分野をリードしていたのはインテル社であった。68年の創業以来の同社の動きを時系列的に追ってみよう。

70年には1kビットDRAMの1103を世に出し、半導体メモリの時代を拓いた。

71年には2kビットのEPROMと4ビットマイコン、4004を製品化、いずれも世界初であった。

72年には同社で初めてのNMOSデバイスとして1kビットSRAMを製品化。さらに8ビットマイコン、8008(PMOS)を市場導入した。

74年にはNMOS版の8ビットマイコン、8080を市場に出し、これがベストセラーとなってマイコン時代のリーダーとなる。

いずれの製品も目を見張るような画期的なものばかりである。インテル社はこの当時、DRAM、SRAM、EPROM、マイコンで圧倒的なポジションを築いていたのである。新設の「メモリ・マイコン設計グループ」としては遠くにインテルの姿を見ながら、どこかに突破口はないかとさまざまな視点からの検討がなされた。

そのような時期に日立の中央研究所（以後、中研）において、CMOSの高速化についての画期的な発明がなされた。酒井芳男氏と増原利明氏による「二重ウエルCMOS」の発明であ

る。ウエルを二重にすることによって回路定数の最適化が可能となり、これまでに「ローパワーではあるが、スピードが遅い」ということが定評になっていた CMOS のスピードを上げるための基本特許となったのである。後年、両氏はこの発明によって全国発明表彰を受けたのである。＜増原氏執筆の開発記はこちらから＞

一方、工場側においては安井徳政氏を中心としてポリシリコン高抵抗を使ったメモリ・セルの開発が進められ、SRAM のセルサイズを大幅に小さくする技術を確立していた。

私はメモリ・マイコン設計グループの責任者として、発明者からこれらの技術についての説明を受けたとき「この技術は素性がよい」と直感し、重点テーマとして取り上げることを決めた。半導体の事業において大事なことは基本発明から、デバイス開発、量産、販売までの全体を通じたマネジメントをしっかりと行うことである。今日で言うところの MOT (Management of Technology) であり、その巧拙が事業の成否を左右することになる。

私の役割はこの画期的な発明をベースにした新製品を開発し、それを量産して販売につなげるという一連の旗振りであり、いわばオーケストラにおける指揮者の役割である。早速に研究所と工場の両方から最精鋭のメンバーが選ばれて製品化プロジェクトが組織された。中研からは発明者の増原、酒井他が参画し、工場からは安井が設計の中心となり、プロセス面では長澤幸一氏たちが参加、さらに歩留向上の面では清田省吾氏を中心とするチームが加わった。また、製品が完成した後の販売に当たっては国内、海外の営業部門が重点的にこの製品をプロモートした。特に米国においては間接販売方式が採られており、販売代理店 (Rep. と呼んでいた) が顧客と直接コンタクトしていた。私の大事な仕事の一つは代理店の社長に対して、この製品がいかに画期的であり、前例のないものであるかを理解してもらうことであつたが、幸いにして、彼らの理解は極めて早く、この製品が急速に立ち上がる一因となったほどである。開発から販売にいたるまで当時の日立半導体の最強精鋭部隊がここに集結していたといえるかもしれない。

この当時、4k ビット SRAM で最速を誇っていたのはインテルの NMOS デバイス (2147) であり、スピードはバイポーラ・デバイスにも匹敵するものであつた。このデバイスの性能を CMOS で実現することをプロジェクトの目標としたのである。当時の業界常識では無謀とも言える目標であつたが、プロジェクト・メンバーは大いに奮戦し、見事にそれを達成することができた。そして、その成果は 78 年の ISSCC (国際固体回路会議) で増原によって発表されたのである。

市場導入は同年 10 月であるが、その型名を HM6147 とした。下 2 桁はインテルのデバイスに合わせたが、上 2 桁の「61」は CMOS であることを示すために NMOS 版の「21」とわざわざ区別したのであつた。次頁の別表はインテルの 2147 と日立の 6147 の性能を比較したものである。この表からわかるように、スピードは同じでありながら消費電力を桁違いに低くすることができたのである。6147 は「NMOS が主流」というこれまでの業界常識を覆し、CMOS がこれからの主流になることを明確に示す世界最初のデバイスになったのである。この画期的な製品に対して 79 年に IR - 100 賞が与えられた。次頁の写真はこの時の受賞者代表である。

別表：インテル 2147 と日立 6147 の性能を比較

## NMOSとCMOSの性能比較 (4KビットSRAM)

	2147 (Intel)	6147 (日立)
プロセス	NMOS	高速CMOS
スピード	55 / 70 ns	55 / 70 ns
消費電流(動作時)	110mA	15mA
消費電流(待機時)	15mA	0.001mA
チップサイズ	16.2mm <sup>2</sup>	11.5mm <sup>2</sup>

高速CMOSをベースにした6147(4KビットSRAM)はNMOSと同スピードながら桁違いに少ない消費電流を実現。CMOSが半導体の主流になる道を拓いた。



写真：1979年HM6147に対するIR100賞の受賞記念  
(左から安井徳政氏、牧本次生、増原利明氏)

ここでCMOSの歴史を振り返ってみよう。CMOSは62年にフェアチャイルド社のフランク・ウォンラス氏によって発明された。同氏は翌年のISSCCにおいてその概念について発表し

ている。しかしながらフェアチャイルド社においては製品化に向けての努力がなされず、実際に製品化に成功したのはジェラルド・ハーゾグ氏が率いる RCA 社のグループであり、同社は 68 年に CMOS の販売を開始したのである。CMOS が大規模な市場に成長したのは、電子時計と電卓に応用されてからであり、その市場開拓は日本が先導した。

今日、半導体の主流デバイスは CMOS であるということが当然のこのように受け止められているが、1970 年代までの CMOS は世界市場の中では低速・ローパワー指向のいわばニッチ技術と考えられていた。この常識を破った最初の製品がわが社の高速 4k ビット SRAM の HM6147 だったのである。

79 年 8 月、半導体調査会社の米データクエスト社を通じて、インテルがこのデバイスをどのように見ているかが伝えられた。アナリスト報告会においてインテルが次のようなコメントをしたのである。

「当面の最大の強敵は日立だ。日立のこのデバイス(筆者注:HM6147 のこと)が、もし量産可能であれば、極めて競争力が強いだろう。インテルでは日立の状況をしっかり見て行く」。

局地戦とはいいいながら、ようやく挑戦相手のインテルに追いつき、そのデバイスを性能面で凌駕することができたのであった。

さて、4k ビットに続いて 16k ビット・メモリも開発され、その成果は 80 年の ISSCC において安井によって発表された。その型名を HM6116 として市場に導入された。それまでのところ、物事は極めて順調に推移し、新しい技術分野で世界をリードするのだという夢が広がっていたのである。しかし、好事魔多し、現実はそんなに甘くなかったのである。ここで 16k ビット製品の立ち上げ途上で起こった苦い経験のエピソードを紹介しよう。

私は自分の足で内外の顧客を回り、新デバイスについて格段の好評をいただいていたので、「これはいける！」ということを感じていた。そこで、実際に注文をいただく前から先行して製品を仕込み 6116 の「戦略在庫」を持つことにしたのである。「戦略在庫」とは管理部門から見れば許容しがたいほどの在庫なのであるが、それを説得するために思いついた名前である。ところが、在庫に見合う注文は入らず、月が経つにつれて在庫は積みあがり、不良資産化の懸念もでてきた。「6116 在庫問題」は事業部全体の問題に発展し、私の責任が追及された。当時の事業部長は重電部門から半導体の立て直しのために移ってこられた方で、「NMOS がこれからの主流」という業界常識を踏まえて CMOS 化には懐疑的であった。「もし、性能的に NMOS とコンパチブルであるのなら、型名も「6116」でなく、NMOS に合わせて「2116」にしたらいいいではないか」というのが持論だったのである。そして、あるときその持論は命令に変わる。そこで HM6116 の型名をいったん消した上で HM2116 に書き換えることがきまった。しかし、天運というべきか、そのような作業が始まるか始まらないうちに、6116 に大量の注文が入ってきたのである。これによって HM2116 は幻の製品として終わることになった。

いったん市場が立ち上がり始めるや、その勢いはいつそう強くなり、81年に入ると作りきれないほどの注文をいただいた。同年7月にデータクエスト社から16k SRAMのトップ3が次のように発表された（カッコ内は四半期の生産数）。

**1位：日立（45万個）、2位：TI（36万個）、3位：三菱（2万個）**

77年にメモリ・マイコン設計グループが設立されてから4年が経過し、先端デバイスで初めて世界トップの地位を獲得できたことは関係者全員にとって感慨無量であった。

HM6147(4k SRAM)とHM6116(16k SRAM)によって、NMOSに対するCMOSの優位性が示され、世界全体の半導体技術の中心がNMOSからCMOSへ移行していくことになるのだが、この点については項を改めて記したい。

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ウェブ用に再編集したものです。