

半導体産業人協会 創設 15 周年記念

日本の半導体開発 65 年

講演者 技術ジャーナリスト、半導体産業人協会諮問委員長 志村幸雄



今年、米ベル研究所がトランジスタの発明を公式発表した 1948 年から数えて 65 年目にあたる。日本の半導体開発はその成果を踏まえた「受容」の歴史だったが、着手時期が早かったばかりか独自技術の創出や応用面の展開にも注力し、トランジスタから IC、LSI へと技術進歩を遂げる中で、一時的にせよ米国に比肩する半導体工業国になった。その辺の経緯についてはすでに当協会の日本半導体歴史館で関連資料に若干の解説を付して公開済みだが、本講では、それらの一部資料に草創期の新たな資料を加えて「日本の半導体開発 65 年」の足跡をたどり、その興亡の背景を探りながら明日への教訓を導きたい。

- 演題**
- I、トランジスタの発明と日本の対応
 - II、IC/LSI の開発をめぐる攻防
 - III、フロンティアとしての日本の貢献

I、トランジスタの発明と日本の対応

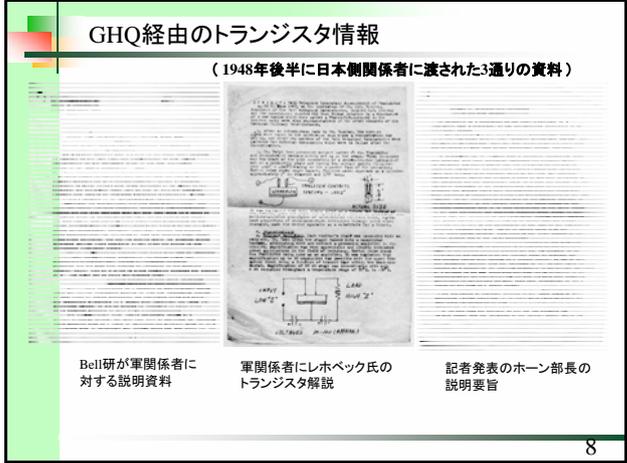


トランジスタ発明を報じるNYタイムズ紙 (1948.7.1付)

1948 年 6 月 30 日にベルが公式発表した翌日のニューヨークタイムズ紙だが、ラジオ欄が紙面の 2/3 に対して世紀のトランジスタの発明は 40 行で見出しもない記事であった。大きな成果に関わらず「真空管が使われていた無線の分野に幾つかの応用分野を開くであろう」と記載することどまっている。



トランジスタ発明者のショックレー、バーディーン、ブラッテンの 3 人は発明 25 周年の 1973 年 3 月、IEEE から記念メダルが贈られ、パネルディスカッションに参加している。会場からの最初の質問「あなた方はいくら儲かったか？」に「(特許報償金として) 1 ドルだけ」とブラッテンが答え、最後の質問「トランジスタの発明は必然的だったのか？」には「仮説を実証中に偶然に増幅現象が出たが、必然的なものだった」とショックレーが答えた。



トランジスタ開発の情報は 1948 年後半に GHQ のポーキングホーン氏より 東北大学の渡辺寧教授や電気試験所の駒形作次次長に伝わった。3 通の資料のうちで右 2 通は公式発表 1 週間前に軍関係者に説明した資料で、左は公式発表の際の説明内容である。電気試験所で佐々木亘氏がタイプした。ベル側が公式発表前に軍に説明しているのが興味深い。

ポーキングホーン氏はベル出身で 48 年に着任、50 年に帰国した。

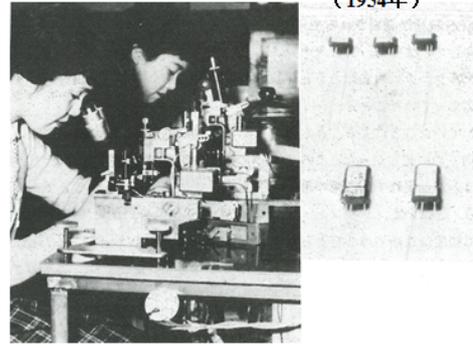
仙台で開かれたトランジスタ研究連絡会
(1951年7月)



12

トランジスタの中味がよく判らないので、電気試験所の駒形氏の部屋で私的な懇談会を持った。その後トランジスタ研究連絡会へと発展的に解消、渡辺先生をはじめ、西澤潤一、菊池誠両氏が多数参加した。

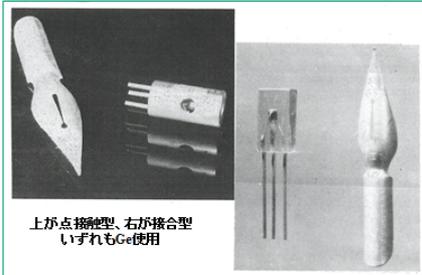
神戸工業、日本初のトランジスタ生産
(1954年)



19

神戸工業は米ウエスタン・エレクトリック(WE)からトランジスタ基本特許の使用権を得て、1954年日本初のゲルマの点接触型と接合型を生産した。固体物理学に通じた有住徹也氏が最初はシリコンを手掛けたが、ゲルマに戻り生産。

日本初の試作トランジスタ(武蔵野通研)
(1950 / 53年)



上が点接触型、右が接合型
いずれもGe使用

15

武蔵野通研で試作された国内初のトランジスタで、左側が点接触型で1950年試作、右側が接合型で53年に試作された。いずれもゲルマニウムを使用。

WE社の研修成果を伝える「岩間レポート」



(1954年3月当時、
自社に送ったレポート)

天皇陛下に献上

20

ソニーも同年、WEから基本特許の使用権を得て、井深大社長の「ラジオを作る」との指示で工業化に着手。1954年1月、岩間氏がWEの工場研修に参加、256枚31通の報告書を3カ月間わたってホテルで書いて送った。日本では盛田昭夫副社長が契約時に持ち帰った「Transistor Technology」全3巻を元に装置を作って準備し、岩間氏が帰るまでに、トランジスタを試作した。

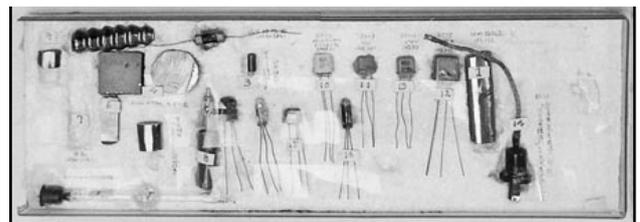
1955年7月、国産初のトランジスタラジオ TR-55を発表し、最初の製品を天皇陛下に献上した。

朝日新聞がトランジスタを初報道 (1953.5.4付)



18

日本でトランジスタが報道された例は少なく、朝日新聞が初めて取り上げたのは1953年5月だった。



長船廣衛氏コレクション(NEC)

日立武蔵の原点になった「かまぼこ兵舎」



(1950年代初め, 中央研究所構内に設置)

24

日立は伴野正美氏が中央研究所でトランジスタの研究を開始したが「重電の会社」という理由で開発許可が下りず特殊半導体の研究で予算が付いた。中研敷地内の 3 階建ての建物(通称かまぼこ兵舎)は鉄筋コンクリート建て、空調付きだった。

1959年当時の東芝トランジスタ工場



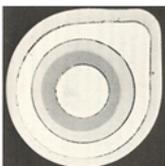
25

窓がないため「テアトル東芝」と言われた東芝トランジスタ工場

プレーナ特許をめぐるNEC対日立の攻防



国内実施権を獲得したNEC
(左から長船広海、R・ノイス氏)



米フェアチャイルド社
初期のプレーナトランジスタ



LTPトランジスタの工業化
で対抗した日立(中央は
伴野正美氏)

28

プレーナ技術はフェアチャイルド社が 1959 年に J.ハーニと R.ノイスが開発して、日本では NEC が専用実施権を得た。日立は同特許を使わない LTPトランジスタを開発した。

産学連携のハシリ「半導体研究所」

(1961年)



草野球を楽しむ渡辺寧教授ら

33

渡辺先生が半導体研究所の建物を建てる前の敷地で草野球。「TRANSISTORS」のユニホームを着ている。

I、トランジスタの発明と日本の対応 まとめ

日本における半導体技術の受容と発展

- ①ベル研究所の公式発表直後にGHQを通じて情報入手、研究会発足
- ②トランジスタ発明の重要性を認識し(mustの発想)、工業化へ向けた対応急ぐ
- ③WE社の特許公開を受けて、神戸工業、ソニーが生産に着手(1954年)
- ④ラジオ、テレビなど民生機器への応用に積極的に取り組む
- ⑤模倣を超えた独自のアプローチ
Ge: 成長型を重視 → 高周波化、ラジオに採用
Si: エピタキシャル技術の導入 → 高周波・高出力化、テレビに採用

36

II、IC/LSI の開発をめぐる攻防

IC発明者キルビー氏とともに



(1985年のつくば科学万博のため来日時)

38

IC の発明者 J. キルビー氏がつくば万博(1985 年)に来た時の写真で、2 時間にわたるロングインタビューを行った。氏は 2000 年にノーベル物理学賞を受賞した。

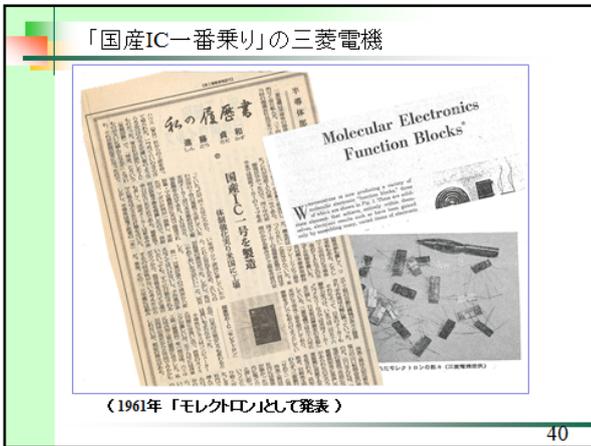


電気試験所の垂井康夫らのグループが国内初の IC の試作に成功。素子の固体化を図ったもののモノリシックでなかった。3個のゲルマのペレットを相互に接続したもので、それぞれトランジスタ、コンデンサ、抵抗であった。

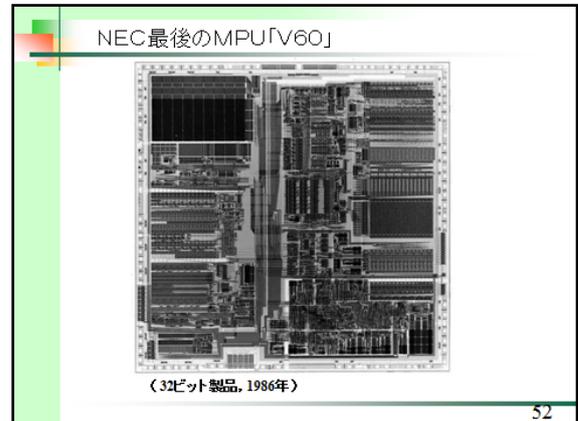


ビジコンの小島義雄社長は「メモリの内容を書き換えれば、異なる電卓が出来る」と発想してインテル社ノイス氏にチップ開発を依頼、世界初のマイクロプロセッサ 4004 の開発に繋がる。

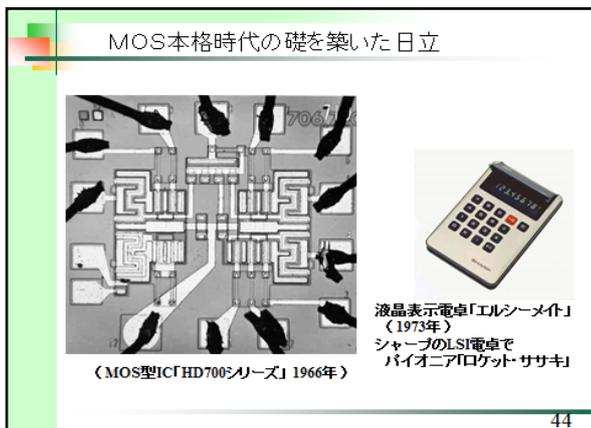
日本で最初のMPUは東芝が1973年に発表した。12ビットのMPUで、自動車のエンジン制御用として開発した。



日本では三菱電機がICの生産で先行した。ウェスチングハウス社のモレクロニクスのサンプルを手本にして開発した。モレクロンと呼び11品種あったが外販は少なかった。



MPUをめぐる日米技術戦争が燃えさかる中、インテルによるマイクロコードの著作権侵害提訴でNECは勝ったが、その間にインテル製品が標準となりNECは市場から撤退を余儀なくされる。



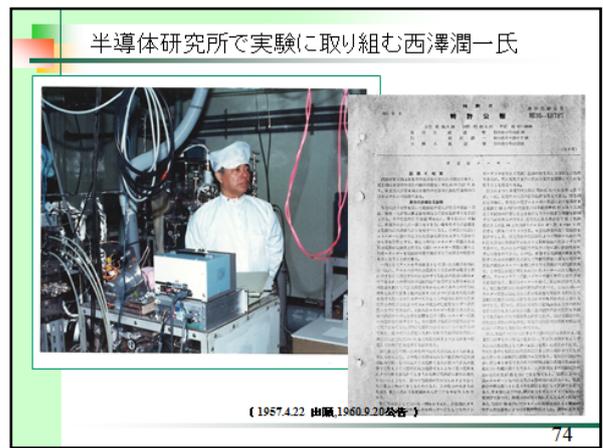
MOSは電卓への応用に最適とされて、国内各社が実用化を急いだ。開発を先行したのは日立で、RCAの対抗勢力としての地位を確保した。チャンネルの安定化対策でIBMはBT処理を発表するが、日立は磁場冷却効果を用いて同じ目的を達成した。



日米貿易摩擦で関税障壁、政府助成、市場閉鎖などの問題が起きて両国間でトップセミナーなどを行った。日本市場でのシェア問題では目標の20%を達成、40%になった時は日本のメーカーは衰退のきざしが見えてきた。



1990年6月ノイス氏が急逝し、インテルの社内誌に追悼文を書いた。



半導体研究所での西澤教授と半導体メーザ特許

超LSI時代への対応

- ①米IBM社のFuture System構想が触発、早期に開発着手
- ②電電公社と通産省主導の超LSIプロジェクトが1970年代半ばに発足
- ③特に後者では共同研究所を設立、基礎的・共通的テーマに取り組む
(特に微細加工技術の成果大)
- ④日本の成功が各国の産業政策のモデルとなる

64

日本人による半導体分野の先見的研究成果

- ①半導体におけるトンネル効果の確認、超格子構造の作成(いずれも江崎)とそれに伴うHEMTの開発(三村)、量子細線・量子箱の提案(礒)、量子ドット半導体レーザの開発(荒川)
- ②半導体レーザの提案(西澤)、ダブルヘトリ構造による室温連続発振の実現(林)
- ③温度差法、蒸気圧制御法を用いた高輝度LED(赤、緑)の開発(西澤)
- ④GaN青色LEDの基礎研究(赤崎)と量産技術の確立(中村)
- ⑤イオン注入法の考案とそれを用いたpinダイオードの開発(西澤)
- ⑥スピントロニクス応用のMRAM、特機電力ゼロ半導体の開発(大野)
- ⑦SiC、GaNなど化合物半導体を用いたパワー半導体の開発(木本他)

日本の半導体産業はなぜ敗北したのか

- ①おごり、油断、そして使命感の希薄化
- ②垂直統合型事業形態に埋没し、水平分業型事業形態への対応が遅れ
- ③量産・コモディティ志向の製品戦略を重視し、戦略型ハイエンド製品への対応で弱体
- ④キャパティ主導の限定生産からスタートしたため、応用市場でのイノベーションなアプリの開拓で非力
- ⑤プロセス・歩留まり偏重主義に走り、設計技術への対応が遅れ
- ⑥採算・効率軽視の設備・研究開発投資
- ⑦米国との通商摩擦を契機に産業政策の形骸化・空洞化が進む
- ⑧韓国・台湾などアジア勢の追い上げで、履行形態の崩壊

III、フロンティアとしての日本の貢献

エサキダイオードの発表論文と出願特許

エサキダイオードの発表論文と出願特許

（1957年、物理学会） （1957年9月28日出願 1960年9月28日公告）

68

1957年に江崎玲於奈氏がノーベル物理学賞を受賞した。左がエサキダイオード論文と特許で、細写がIBMワトソン研究所時代の写真。翌58年に取材した際にはMBE装置など日本にない装置が入っていて超格子の研究に取り組んでいた。

「日の丸半導体」復権の条件

- ①戦略産業の位置づけと事業戦略の再構築
- ②日本型ビジネスモデルの追求、特に垂直型と水平型の長所を採り入れた、垂直・水平融合モデルの確立
- ③日本発ないし、比較優位製品分野のさらなる競争力強化
(自動車用マイコン、NAND型フラッシュ、CMOSイメージセンサ、電子コンパス、パワー用半導体、青色LEDなど)
- ④ミニマルファブ、3次元半導体など、21世紀型生産・実装技術の導入
- ⑤太陽光発電、ディスプレイ、大容量記憶装置、スピントロニクス、MEMSなど、異種領域への半導体技術の積極的活用

後記:今回はスペースの関係で講演の一部を志村さんに確認の上で掲載いたしました。65年経って、戦後の技術革新の代表的な半導体技術の初期資料やデータが散失し消滅しています。志村さんも心配されていますが、半導体初期の資料や現物、当時の方の講演録音などを集めて保管や記録させて頂く所存ですのでご連絡を頂きたい。

記事編集 相原 孝