

日本の半導体および電子産業復興のための提言



随 筆

今 井 正 治*

Proposals for the Revival of Japanese Semiconductor and Electronics Industries

Key Words : Semiconductor, Moore's law, micro processor, DRAM, strategy

1. はじめに

私は長年にわたって大規模集積回路 (VLSI) の設計手法について研究を行ってきたが、日頃から気になっていることがある。それは、日本の半導体産業が衰退し、文字通り存亡の危機を迎えており、半導体産業と密接な関係にある電子産業でも業績不振が続き再編が進んでいるという問題である。

かつては「電子立国日本」を支えていた半導体産業および電子産業の復興を考えるためには、まずなぜ衰退したのかを考えた上で、次にどうすれば復興できるかを考える必要がある。本稿では、この問題について私見を述べさせていただきたい。

2. なぜ半導体産業は衰退したのか

集積回路の設計・製造技術は米国で開発され、日本は米国からの技術移転を受けて設計・製造を開始した。日本の技術者の凄いところは、技術移転を受けてスタートしたにもかかわらず、移転された技術をカイゼンすることにより、技術移転を行った本家よりも優れた技術を開発できたというところであろう。このような状況は、半導体に限らず他の分野でも良く見かける。

1970年代に日本はDRAMの製造を中心にして半導体の生産で世界のトップシェアを占めることができた。これはもちろん日本の技術者の努力の結果、

高い歩留まりによる低価格化が可能になり、米国の半導体ベンダとの価格競争に勝てたからである。

ここまでは良かったのだが、1980年代に入り、大規模な論理LSIであるASIC (Application Specific Integrated Circuit) やプロセッサの分野で米国の反撃が始まった。さらにDRAMの分野では台湾や韓国の追い上げが始まり、価格競争という泥沼に陥ってしまった。その結果、日本のメモリ系の半導体ベンダは日本政府からの多額の経済支援を受けたにも関わらず、会社を海外のメーカに売却せざるを得ない状況になってしまった。このようにして日本のメモリ系の半導体ベンダは衰退していった。

また、論理LSI (SoC : System on a Chip) とプロセッサ系の半導体ベンダも非常に苦しい状況にあり、国内でのM&Aとリストラが進んでいる。しかもリストラによって解雇されたエンジニアが台湾、中国、韓国の企業に雇用されることによって、長年かかって蓄積された技術が海外に流出し、日本の半導体ベンダの立場をさらに不利にしている。電子産業でも同様の問題が発生し、負のスパイラルに陥っている。

このような状況が発生した原因は多々考えられるが、これらの業界で良く言われているのは、たとえば、次のような分析である。

- (1) 日本人は農耕民族的でボトムアップ思考は得意だがトップダウン思考が苦手であり新しい概念の製品の開発に向いていない。
- (2) 日本の人事は減点主義で、一度失敗すると次のチャンスが与えられない。その結果、失敗を恐れて冒険をしなくなる。そのため、イノベーションを起こせない。
- (3) 日本の半導体企業は、マーケット・ニーズ中心の発想が持てず、技術シーズに基づく製品開発を行う傾向がある。たとえば、日本から



* Masaharu IMAI

1950年11月生
名古屋大学 大学院工学研究科 情報工学専攻 博士後期課程修了 (1979年)
現在、エイシップ・ソリューションズ株式会社 代表取締役CTO 工学博士
VLSI設計自動化、医用電子工学
TEL : 06-6846-0064
FAX : 06-6846-0064
E-mail : masaharu.imai@gmail.com

スマートフォンが生まれず、世界のマーケットでは通用しない、いわゆるガラ携の開発が盛んに行われた。

周囲に迎合する農耕民族的思考方法に安心感を持つ日本人にとって、よほどの大事件が起きないかぎり、このような思考パターンを変えることは難しきうである。

3. 戦略の重要性

前節では、失敗の原因について考えたが、この問題を考える上で参考になりそうな成功事例を二つ紹介する。いずれも米国が半導体技術で日本に負け続けていた時に米国で採用された戦略である。

3.1 成功事例(1) VHSIC プロジェクト

半導体業界標準のハードウェア記述言語である VHDL は、1980 年に米国でスタートした、VHSIC (Very High Speed Integrated Circuit) と呼ばれるプロジェクトの中で開発された言語である。VHDL の正式名称は、VHSIC Hardware Description Language である。VHSIC は、プロセス技術、デバイス技術、パッケージング技術、論理合成技術、設計手法、設計言語など、半導体設計・製造技術に関する非常に広範な課題を扱った包括的な一大プロジェクトであり、10 年間にわたって実施された。

米国がこの時期に、このような大規模なプロジェクトを開始したのは、半導体分野での日本の台頭と関係がある。先にも述べたように、このプロジェクトが開始される直前の 1970 年代の後半は、日本が DRAM を中心にして半導体の生産で世界のトップシェアを占め、日本の半導体産業にとっての絶頂期であった。米国は日本政府に対して政治的な圧力もかけた。いわゆる日米半導体摩擦と呼ばれる事態である。

しかし米国は、政治的な圧力だけに頼るのではなく、VHSIC プロジェクトを通じて、DRAM を上回る「価値」を持つ大規模な論理 LSI (ASIC) やマイクロプロセッサの開発を行うための基盤技術を確立した。たとえば電子設計自動化 (EDA) 技術の分野では、多数の EDA ベンダが生まれ熾烈な競争が開始された。その結果、日本の半導体企業が個別に内製していた EDA ツールは徐々に駆逐され、米国製の EDA ツールで置き換えられていった。

EDA ベンダに見られるような水平分業化は半導

体業界の構造を大きく変えることになり、日本の垂直統合型の半導体企業を不利な状況に追い込むことになった。このように、VHSIC プロジェクトは、その後の米国の半導体産業と電子産業の活性化につながる、戦略的に大きな役割を果たした。

3.2 成功事例(2) インテル社の決断

1971 年にインテル社は世界で初めての 4 ビットプロセッサである i4004 を開発した、マイクロプロセッサの先駆者である。また同時に、DRAM を含めた半導体製品の製造と販売も行っていた。インテル社は日本がメモリ IC の分野で世界のトップシェアを獲得しつつあった状況を考慮して、ビジネスの中心を DRAM からマイクロプロセッサに切り替えるという大英断によって、汎用マイクロプロセッサの市場でトップメーカの地位を築いた。歴史家は後から振り返って「大英断であった」と評価するであろうが、当時の経営者や技術者に取っては苦渋の選択であったことは想像に難くない。

DRAM とプロセッサの最大の違いは、機能の複雑さである。プロセッサはソフトウェア (プログラム) を用いることによって様々な機能を実現できるので、DRAM よりもアプリケーションに近いレイヤの高機能の製品である。高機能であるがゆえに、マーケティングに成功すれば、マイクロプロセッサはメモリ IC よりもはるかに高価格で販売できる。しかもメモリ IC は仕様の標準化が必須なので価格競争に陥りやすいが、マイクロプロセッサは命令セットやアーキテクチャによって差別化が可能であり、ブランド化戦略も有効である。インテル社はこのような特質を理解していたがゆえに、マイクロプロセッサの分野で戦うことを決断したのであろう。

3.3 教訓

3.1 で先に述べた VHSIC の事例では、米国が DRAM の分野で日本との価格競争を行う代わりに、長期的な戦略を立てて大規模な論理 LSI (ASIC) やマイクロプロセッサの開発のための包括的な技術開発プロジェクトを実施したと考えることができる。また、3.2 で述べたインテル社の事例では、日本でも流行語になった「選択と集中」が成功した良い事例であろう。これも戦略的な判断だと言える。これらの事例は、相手の強い分野での戦いを避け自分が有利な分野で戦うという、古くは孫子の兵法 (軍形編) にも書かれている、ごく普通の戦略である。

もし日本の半導体企業が1970年代後半の米国でのVHSICプロジェクトやインテル社の決断という歴史から戦略の重要性を学んでいれば、別の方策を選択出来たのではないかと思われる。この点が残念でならない。

4. 日本の半導体産業および電子産業復興への提言

前節では、日本の半導体産業および電子産業が採用してきたビジネス戦略に対して苦言を呈した。しかし現在、電子産業に変化（パラダイムシフト）が起きている。変化のあるところにはチャンスがあるはずである。あきらめないうで、今後の半導体ビジネスの戦略を練り直す時期であろう。この節では、ポジティブな提言を2つ行いたい。

4.1 ビジネス戦略の転換

現在、CMOS半導体の微細化（Mooreの法則）の限界が見えてきたところである。国際半導体技術ロードマップ（ITRS: International Technology Roadmap for Semiconductors）委員会では、今後の半導体技術の発展の方向について、図1に示すような「More Moore」と「More than Moore」の二つのモデルを提示して議論を行っている。

「More Moore」は、従来通り微細化を進める方向である。これに対して、「More than Moore」は、

微細化を進める代わりに、デジタル回路だけではなく、アナログ回路、高周波回路、高電圧回路、MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）センサやアクチュエータなどの異質な回路を用いてシステムを構成するという方向である。現在普及が進んでいるIoT（Internet of Things）製品がその分かりやすい例であろう。高集積化から高機能化への方向転換と言っても良い。

現時点で日本の半導体業界が復興のために採るべき戦略は、半導体の製造技術の高度化（More Moore）ではなく、重要なアプリケーションのための高機能な半導体という観点から検討すべきであると思う。このようなアプリケーション分野には、たとえば、自動車の自動運転、医療・ヘルスケア、農業などがある。また、これらの問題に対するソリューションの一つとして、いわゆる人工知能が注目を浴びている。人工知能という切り口で考えた場合、機械学習のためのハードウェア・アクセラレータなども有望である。

4.2 教育システムの改革と人材育成

ビジネス戦略を考えることは経営者の義務である。半導体の分野で経営者が戦略を誤ってきた理由の一つは、いわゆるdog's yearと呼ばれる、技術の進歩が速すぎて経営者が新しいテクノロジーの本質を見抜けず正しい判断が出来ないという現象である。一方、

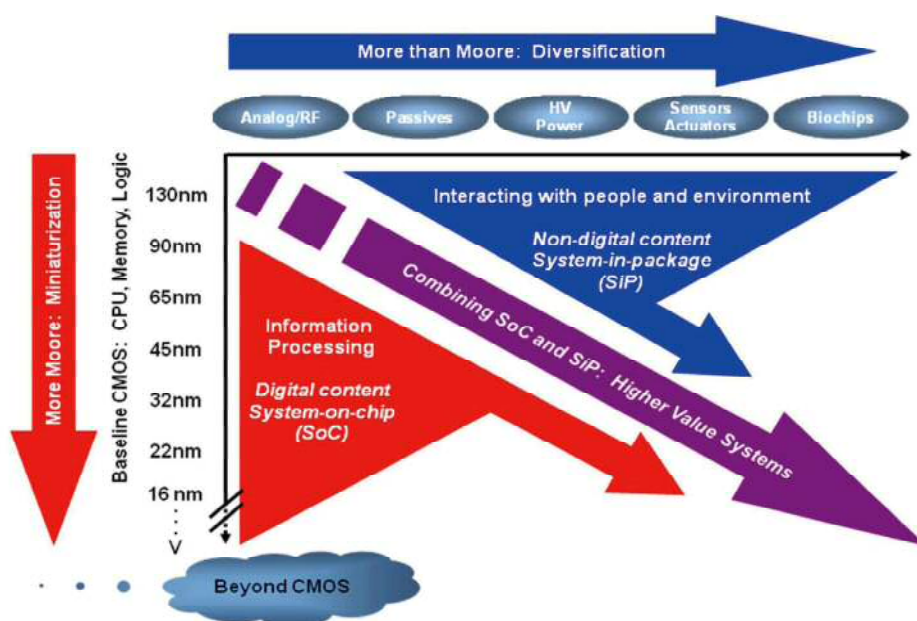


図1 More Moore and More than Moore (Source: ITRS 2013)

新しいテクノロジーの開発を行っている技術系の中間管理職の多くは、戦略的な思考をする訓練を受けていない。

2. で述べた半導体産業が衰退した原因を取り除くための有効な方策は、最新のテクノロジーを理解でき、正しいビジネス戦略を立てられるエンジニアや経営者を育てることであろう。そのためには、従来の縦割りの教育システムを見直す必要がある。More than Moore の方向での製品開発を考えると、理系の範囲の中で異なるテクノロジーを理解できるエンジニアを育てることが必要である。たとえば、医学の基礎知識を持った電子技術の研究者や情報技術の研究者などである。

しかし、経営者を育てるためには文理融合型のイノベーションが有効であろう。たとえば、経営学の基礎知識を身に着けた、ビジネス戦略を考えられるエンジニアを育成するのはどうであろうか。キャリアパスとしては、主専攻として技術の専門分野の知識を習得した後に、副専攻として経営学の基礎を習得するというコースである。

これらの人材を育成するためには、博士後期課程が最も有効である。半導体の応用分野では多くの国際標準が作られており、標準化活動は国際舞台での業界内の政治であると言ってもよい。私の経験した限りでは、国際標準化委員会に参加する欧米の委員は、ほとんどが博士の学位を持ったエンジニアである。日本の産業界も彼らと対等に戦える能力を持ったエンジニアを派遣すべきである。また、欧米のハ

イテクベンチャーの経営者には博士の学位を持った人材が多い。これまで、日本の電機系企業では博士の学位を重要視しない傾向があるように思えるが、是非とも再考していただきたいと思う。これからはビジネス戦略を考えられるエンジニアが必須であり、そのためには博士後期課程を通じて、研究能力だけでなく、戦略的思考能力、英語でのプレゼン能力とコミュニケーション能力などを身に着けるのが最も効率が良いからである。

5. おわりに

日本にはモノづくりの技術があり、大規模な国内市場もあり、多種多様なアプリケーションを受け入れる文化もある。視点を切り替えて柔軟な発想を持つことさえ出来れば、イノベーションを起こすことができ、日本の半導体産業にも復興のチャンスは十分にあると思う。

現在、多くの大学でイノベーションとグローバルイノベーションを標榜した教育システムの改革が進みつつある。イノベーションを起こすためには、既成概念に囚われない柔軟な発想が必要であり、そのためにはグローバルイノベーションが必須である。グローバルイノベーションとは、単に地理的な境界を超えろという意味だけでなく、異なる文化や思考パターンを理解することも意味している。イノベーションのためのグローバルイノベーションには、時間軸をさかのぼって歴史に学ぶという姿勢も必要であろう。

