

# わが国の将来のグランドデザインに基く新産業の創生

堀池 靖浩 (東京大学大学院 教授)

先ほどから基礎研究の終焉が論じられています。私自身は 20 年間東芝の研究所にいて、その後大学に移ったわけなんですけれども、基礎研究をやってきたわけでもないし、基礎研究がどうあるべきかということは今論じることはできません。

私は長い間、半導体に関係してきたものですから、ここ 4-5 年たつと、日本から半導体が消えてなくなるんじゃないかというくらい、非常に危機感を持っております。なぜそうなってきたのか、そしてどうしたら復活できるかということ(きょうのタイトルとは相当ちがうんですけども)、しゃべらせてもらいたいと思います。

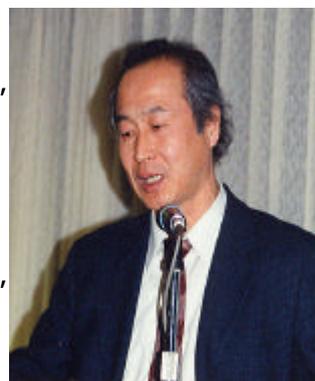


図 1 は、半導体素子と電子製品の進歩と重要プロセス技術というものを書いてみたものです。1947 年にトランジスタが発明されて、その後約 10 年おきに、1960 年 IC の発明、1970 年 1kbit の DRAM あるいは 1971 年の MPU の開発、1980 年のパソコン、そして 1990 年の

## 半導体素子・電子製品の進歩と重要プロセス技術

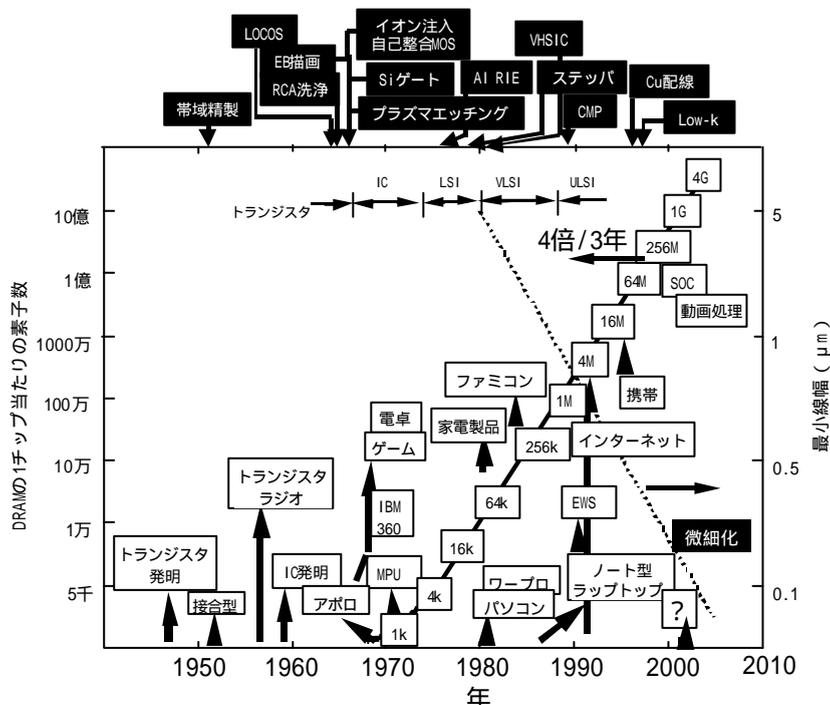


図 1：堀池

インターネットと進んできました。アメリカでは 1,1,1 と言っているらしくて(編者註:1のつく年にエポックメーキングな発明が行われた), 81年, 91年, そして 2001年, 今年ですね。今から 4~5年先から見ると非常に大きな発見があった時期になるはずなんですね。それは何かというのは今わかりませんが。

そういうことで、まず素子ができて、それを集めた IC が発明されて、それによってメモリ、それから、それをコントロールする CPU ができて、その結果としてパソコンができた。そこまでは個人ごとなんですけれども、(そのあと)インターネットができて個人からいろいろな人々に広がっていったという大きな転換があったわけです。

日本の場合は(MPUは島さんがやられたわけなんですけれども)、トランジスタラジオ、電卓とか家電製品、ファミコン、ということで、応用製品は非常に強かったんですけども、エポックメーキングなイノベーションには関わってきませんでした。

一方、上のほうに半導体プロセス・テクノロジーが書いてあります。1970年のLSIがいよいよ世に出る直前の1965年あたりに、LOCOS<sup>2</sup>、EB<sup>3</sup>描画、それからRCA洗淨、イオン注入、自己整合MOS、シリコン・ゲートとかプラズマ・エッチング、そういうものがどっと出てきております。

その後、LSIの進歩とともに、VHS-IC<sup>4</sup>、ステッパー、CMPというものが生まれ、16Mbitから64Mbitへの大規模化に大きく役割を果たしました。さらに、Cu配線、それからLow kマテリアルが90年代に生まれています。

こうして見てみますと、半導体とその応用製品及びプロセス技術は殆んど外国製です。ただラジオ、電卓、家電、そういうのは独自の応用も日本にはある。しかし、パソコンとかインターネットなど、世界を変えるプロダクトを生み出したわけではありません。

結局、大きな概念とか体系づくりは日本人は不得意なのかなと私は思います。戦術に長けていてモノを作って売っていくことはいいんですけども、戦略に疎いんじゃないかという気がします。

わが国の半導体の全盛期間は、お手元の資料では1980年になっていますけど、多分1985年から95年までと考えられます。日本の場合は(発明は)DRAMだけに、しかもキャパシタ構造だけに特化しているんですね。溝型、積層型など数々の発明があるわけなんですけれども、これはなぜかといいますと、対抗する競争相手が国内のみに存在して、他になかった。日本人

#### 我が国の半導体全盛期間: 1980 - 1990

- DRAM、特にキャパシタ構造に特化  
溝型、積層型など数々の発明、
- 対抗する競争相手が国内のみに存在
- 目標が定まると、集中による大きな成果
- この傾向は他分野でも同様
- 昔は白物グッズ、今はデジタル家電
- その熾烈な競争結果、価格破壊、そして総崩れ、誰も儲からない構造に

<sup>2</sup> Local oxidation of silicon。フィリップス社によって発明されたシリコン表面の選択酸化技術。

<sup>3</sup> Electron beam。光ではなく電子ビームでリソグラフィを行なう技術。

<sup>4</sup> Very high speed IC。

は、対抗する相手が日本国内であると熾烈に元気よく戦っていく、というところがあります。すなわち、目標が定まると、どどっと集中して、非常に大きな成果を上げていく。

この傾向は他分野でも同様でして、白物グッズとか、あるいは今はデジタル家電、特に携帯ですね。携帯に至っては、とにかくただで配るというぐらいの沢山の量をつくって、現在、ものづくりをしようとしている学生たちに非常な失望感を与えたわけです。ただで配るようなものをつくるのかというふうな感じがあるわけですが、その熾烈な競争の結果から価格破壊を起こして、そして総崩れ。誰も儲からない構造になっているというのが現在だと思えます。

わが国の半導体技術者は総じて、「半導体が全技術を牽引している。したがって、他研究・技術に興味を持たなくてもよい。そして必要がない」という「驕り」があった。一般に、半導体至上主義があったように思います。いろいろ聞いてみたら、やっぱりそうだといういろいろな方が言っております。

それで、その結果どうなるかというと、異分野の科学と技術に無関心になっちゃうんですね。その結果、1991、2年にバブルがはじけると、自信をなくしてしまって、ほかの技術を知らないがゆえに展望が開けなくなってしまふ。

これはどうしようもない問題かもしれませんが、日本の企業は、一般に、他企業間の協同とか合併はもっての他、おのれの会社がつぶれても競合会社と一緒にするのは嫌だという精神があります。この精神がわが国の技術を支えてきたと思えます。そして、その「わが藩意識」は今も健在です。

たとえば、リソグラフィーの先端の技術を切り開くために、ある有名な光学会社に「一緒になってやらないか」と言っても、とうていそれは無理です。どっちはどっちかを食い尽くしていく、そしてつぶしてしまうぐらいだったらいいのです。ところが、並び立っていく。合併のようなことは殆んど不可能なのが日本の状態じゃないかと思えます。

これは、終身雇用が原因だったと思えます。しかし、今や会社はもう頼りにならないわけですね。結局だれにも頼れない。自分で切り開く精神こそが今求められているんじゃないかと思えます。学校とか家庭の教育の問題かもしれないし、直すには何十年とかかるんじゃないかと思えます。

私は東芝出身なんですけれども、東芝の人はずいぶん辞めまして、辞めても結構皆元気でやっているんですね。それはなぜかといいますと、東芝というのは、おれがおれがと言って自分で提案を上司に出して、そしてとにかく採用してくれということで説得しながらやっていく、典型的なボトムアップ会社なんです。上司もそれを期待しているというのか、あんまり程度もよくないものですから(笑)、下部から持ち上げるということになっていまして、そ

## 我が国の技術者のマインド

- 我が国の半導体技術者は、総じて、半導体が全技術を牽引し、従って、他研究・技術に興味を持たなくても良い、必要がないという「驕り」、半導体至上主義があった
- その結果、異分野の科学、技術に無関心
- しかし、「驕り」、バブルがはじけると、「自信」を無くし、他を知らない故に展望が開けなくなる
- 一般に、他企業間の協同、合併はもっての他、己の会社が潰れても、競合会社と一緒にするのは嫌だ。この精神が我が国の技術を支えてきた。我が藩意識は今も健在
- これは終身雇用が原因。しかし、今や会社は頼りにならない
- 誰にも頼らない、自分で切り開く精神が今求められる
- しかし、今の国におんぶして貰ったベンチャー事業は疑問

ういうことで結果的には自分で飯を食っていかなきゃいけないというふうな独立精神が自然に植わったんじゃないかと。その人たちが会社を出ていくと、そういうのが植わっているものですから、一生懸命がんばるといふところはあるんじゃないかなと思います。

米国人は何もすぐれているとは思わないんですけども、それぞれ勝手なことをばらばらになってやっていると思うんですね。そうなったら、ばらばらになって人とちがったことをやっているということから、非常に良いアイデアが生まれてくるんじゃないかと思うんです。さっきも言ったように、homogeneity というのを何とかしなきゃいけない。

今後の半導体の勢力分布なんですけれども、DRAM は投資だけに依存すると思います。三星、マイクロンは今後とも伸びていくでしょう。インフィニオンはついていけるかどうかわかりません。CPU はインテル、AMD<sup>5</sup>、IBM。DSP<sup>6</sup> は、TI が今後とも独占していくでしょう。残り多数の企業は、上記の残り物を使って、フラッシュとか、もうからない SOC<sup>7</sup>とか、デジタル家電に行くんだらうなと思います。

しかし、個人をベースにした携帯というのは、今後全人類に不可欠なものとなっていくと思うんですね。その能力増強には、新しい新機能デバイスの出現が必要であって、その機会はまだまだあると思います。

「ニッポン半導体の復活シナリオ」、これは私だけが言っているわけじゃなくて、廣瀬さん、それから西村さんもいらっしゃる学会の中でのいろいろ検討してきた結果なんですけれども、競争相手を国内に選ばずに世界に求めよと。

たとえば A 社は DRAM、それから B 社は他のフラッシュや SRAM、C 社は携帯、D 社は他のデジタル家電などにいろいろ再編して、それぞれ世界一になりなさいと。

一世代前の製品は共通のファブで生産すればいいじゃないか。

設計技術者は企業内で独立して、成果に対して高い賃金を払いなさいと。

## 今後の半導体の勢力分布

- DRAM:投資能力に依存、三星、マイクロン、インフィニオンは付いて行けるか?
- CPU:インテル、AMD、IBM
- DSP: TI
- 残り多数は、上記の残り物、フラッシュ、儲からないSoC、デジタル家電部品、etc.
- しかし、個人をベースにした携帯は、その能力増強に新機能デバイスの出現が必要であり、その機会は至るところにあり

## ニッポン半導体の復活シナリオ

- 競争相手を国内を選ばず、世界に求めよ
- A社:DRAM、B社:他のフラッシュやSRAM、C社:携帯、D社:他のデジタル家電などに棲み分け、夫々世界一に
- 一世代前の製品は共通のファブで生産
- 設計技術者の企業内独立と成果に対して高賃金
- プロセス技術者の一部を装置メーカーが雇用、開発に
- 現国家プロジェクトの企業間障壁を打破し、真の活性化、そして我が国独自の共通技術の創製
- しかし、個々人の発想は絶対に保護し、成立特許には高額な報奨金で報いる
- 広い意味でニッポン半導体株式会社化

<sup>5</sup> Advanced Micro-Devices 社。

<sup>6</sup> Digital signal processor。マルチメディア信号処理を一括して行なう LSI。

<sup>7</sup> System on chip。DRAM や CPU などの全システムを 1 シリコン・チップに搭載した LSI。

プロセス技術の一部を装置メーカーが雇用して、プロセスをどんどん含んだ装置になっていきますので、その開発にがんばりなさいと。

現国家プロジェクトの企業間障壁を打破して、真の活性化をしなければいけない。そして、わが国独自の共通技術を創生しなければいけない。

しかし、個々人の発想は絶対に保護して、成立特許には高額な報奨金で報いると。とにかくやっぱり人は金ですよ。金をたくさんあげるということはやっぱり元気が出ると思います。

そういう意味で、広い意味で「ニッポンの半導体株式会社化」をしたいなと。非常に難しい話ですけどね。

大学発のベンチャーは新産業を創出できるかということに對しまして、スタンフォード大学のギボンズさんは、最初の製品が市場性に富んで、知財権が競争者の参入を拒絶するようなものでなければいけないと言っています。素早く製品を出せる高い能力を有するチームで構成されていなければいけない。発展させていく十分な資本源がなければならない。次々と戦略製品を出していくためにベンチャーをサポートするような技術的、社会的、教育的インフラがなければならない。

しかし、研究しかやってこなかった大学人に漏れのない特許群を出し続けられるか。

TLO を含めまして、特許費用はどこまで出せるか。

ポスドクとかスピンオフの人を雇用し続けられるか。もし失敗したら再就職させられるか。

一過性ではなくて、国は見通しに応じて資金をずっと提供していけるか。そのような、いろいろ問題があると思います。

だから、1000社というのはほんとうに口だけではないか。聞くところによりますと、殆んど成功しないだろうと言われています。

最後に、持続可能な創生のシナリオとして、自分なりに考えたことをお話しします。

まず、国内で大きな消費を促進する商品を作らなければいけない。

わが国の10年先には、少子高齢化社会が確実に訪れて、その結果、医療費が国家財政を破綻させて、労働力不足による国力の衰退が完全に危惧されるわけですね。この危機的状況克服にグランドデザインが必要になるんじゃない

#### 大学発ベンチャーは新産業を創出できるか

- ベンチャー成功の要件(Stanford大:J.F. Gibbons)
- (1)最初の製品が市場性に富み、知財権が競争者の参入を拒絶
- (2)素早く製品を出せる高い能力を有するチームで構成
- (3)発展させていく十分な資本源がある
- (4)次々と戦略製品を出すためにベンチャーをサポートする技術的、社会的、教育的インフラがある
- 研究しかやってこなかった大学人に漏れの無い特許群を出し続けられるか。TLOはどこまでサポートできるか。特許費用を出し続けられるか。ポスドクやスピンオフ人を雇用し続けられるか。もし失敗したら、再就職させられるか。一過性ではなく、国は見通しに応じて資金を持続して提供できるか。製品を持続して出していくために、研究室は長期間サポートできるか。ベンチャーの可能性を評価できるものがあるのか。色々問題が考えられる

#### 持続可能な新産業創生シナリオ

- 国内で大きな消費を促進する商品の創出
- 我が国の10年先に、少子高齢化社会が確実に訪れ、その結果、医療費が国家財政を破綻させ、労働力不足による国力の衰退が危惧
- 1200兆円の預貯金の半分以上は65歳以上
- 自分の健康、長生きには貯金もはたか
- 新たに電子健康立国めざし、新産業を創出する
- 同じ状況が到来する欧米への有力輸出産業
- 日本人は、一旦目的を獲得すると生き生きと遮二無二頑張り、知恵を出す

か。

1200兆円の預貯金の半分以上は65歳以上が持っているわけですね。自分の健康とか長生きには貯金もはたきますよね。

新たに電子健康立国をめざして、新産業を創出したらどうか。同じ状況が到来する欧米への有力な輸出産業になりますよと。

このような目的を日本人がいったん獲得しますと、生き生きと遮二無二頑張っって知恵を出すんじゃないか。

この図2はつけ足しですけれども、そういうことで、私どもは家庭内健康カウンセリングシステムみたいなものを研究していきまして、特に診断デバイスをモバイルターミナルによって、いろいろ診療機関と双方向で通信しながら、家庭内で診断できるようなものをつくろうと考えています。

そのためには、半導体とIT技術を駆使した「ヘルストロニクス」という言葉を作ろうとしています。そういう学術分野を創成したいなということで、終わります。

## 家庭内健康カウンセリングシステムの構築

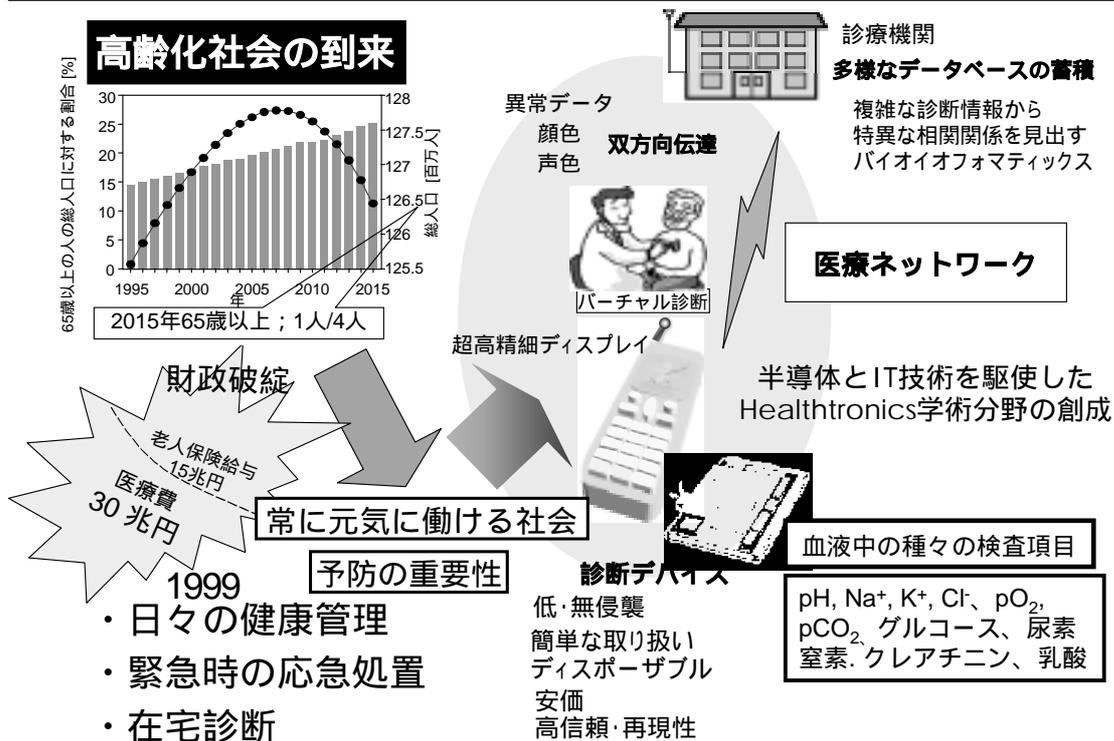


図2：堀池