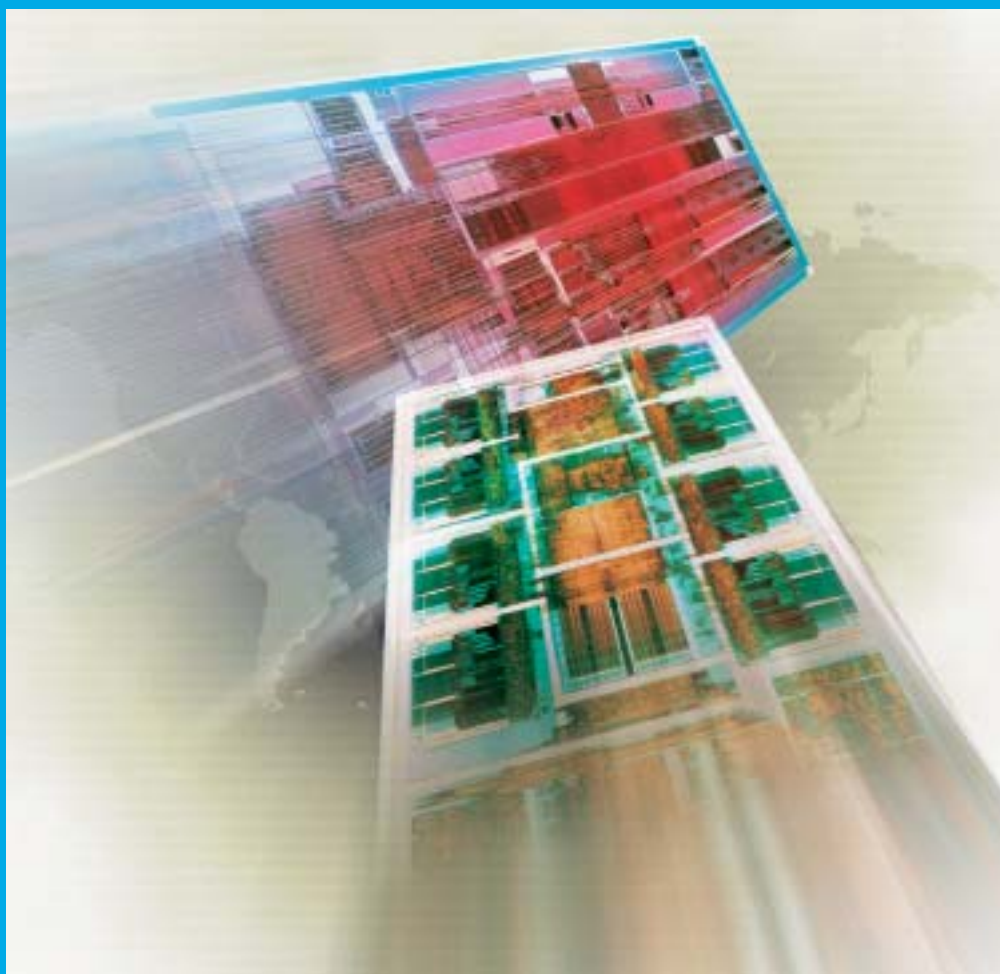


2003年

21世紀IT社会を拓く^{ひら}

半導体産業からのメッセージ



北海道大学大学院国際広報メディア研究科 【共著】
半導体産業研究所

JEITA

社団法人 電子情報技術産業協会

【表紙のイラストについて】

奥は、1000 万個を超えるトランジスタを搭載したマイクロコンピュータです。チップの大きさは $17 \times 14.1 \text{ mm}^2$ 。手前は、4 メガバイト D R A M を混載したシステム L S I。搭載されたトランジスタ数は 4000 万個を超えます。チップの大きさは $16.6 \times 16.9 \text{ mm}^2$ です。

(出典)「I C ガイドブック」(2000) p.55

21世紀IT社会を拓く^{ひら}

半導体産業からのメッセージ
(2003年)

北海道大学大学院国際広報メディア研究科 【共著】
半導体産業研究所

はじめに	4
------	---

第1章 現代生活と半導体

1. 10年は.....大昔?!	6
------------------	---

10年前の日本 / ケータイ元年

2. 小さな巨人 超LSIの歩み	8
------------------	---

IC (集積回路) の誕生 / 目をみはる進歩 / 超LSI /
システムLSIとSoC / 超微細加工技術 /
波及効果も大きい超微細加工技術 ~ バイオへの応用 /
波及効果も大きい超微細加工技術 ~ マイクロマシン /
波及効果も大きい超微細加工技術 ~ 新素材

3. 技術の進歩と生活の変化	14
----------------	----

生活を多様化する技術 / 便利さへの情熱 /
「一家に1台」から「一人に1台」へ /
「使いやすさ」(ヒューマンインタフェース) /
半導体と現代生活 / マイクロコンピュータと自動車 /
ハイブリッド・カー /
IT革命と半導体 ~ インターネット /
IT革命と半導体 ~ 携帯電話 /
IT革命と半導体 ~ 「ブルートゥース」

第2章 半導体産業と日本経済

1. 小さなチップが大きな経済を動かす!	23
----------------------	----

経済のインフラ / 多彩な半導体関連産業

2. 半導体産業の設備投資と研究開発投資	26
----------------------	----

日本経済の成長を左右する半導体産業 /
経済の推進力 = 半導体産業の設備投資 /
絶え間ない研究開発

3 . 新産業創生と半導体	29
I T 関連雇用の予想 /	
2 1 世紀の半導体企業のあり方 / ベンチャー企業の活躍	

第 3 章 世界と日本の半導体産業

1 . 半導体の世界市場と日本の位置	32
テクノロジーの世紀 / 超 L S I 技術研究組合 /	
日米半導体摩擦 / アメリカの復活 / アジア勢とヨーロッパ勢	
D R A M をめぐるドラマ / 奮起する日本 /	
国際技術開発協力と半導体ネットワーク /	
世界半導体会議 (W S C)	
2 . 新時代への展望	37
半導体で何をするか / ビジョンを持とう /	
ネットワークを強めよう / 国際競争から国際連携へ	
おわりに	41

コラム・写真・図表

小さく便利になったケータイ 7 / ムーアの法則 9 / S o C
 1 ボード (基盤) から 1 チップへ 10 / 超微細加工技術の最新成
 果 4 ギガビット D R A M 11 / D R A M 混載の S o C 11
 / 半導体技術とバイオ技術 12 / マイクロマシン 13 / 日本初のト
 ランジスタラジオ 15 / 自動車は走るマイコン 18 / 知性をそなえ
 た道路 19 / ネットワークのパワー 20 / ブルートゥース? 青
 い歯? 21 / エネルギー、輸送機関、道路・橋.....経済のインフラ
 23 / 「川上」と「川下」 24 / さまざまな半導体製造装置 25 /
 日本の G D P 成長率、半導体産業成長率 26 / 主要産業の設備投資額
 27 / 各産業の研究開発費 (対売上高比) 28 / ベンチャー企業につ
 いて 30 / 1989 年のトップテン 32 / 国籍別半導体メーカーの出
 荷シェア推移 33 / 2002 年のトップテン 34 / 第 4 回世界半導
 体会議 (2000 年 4 月) 36 / L S I 設計スタイルの革命 37 / 二
 足歩行ロボット「A S I M O」 39

はじめに

近年、エレクトロニクス関連のテクノロジーはドッグイヤーと言われる猛烈なスピードで発展を続けています。この電子テクノロジーの驚異的發展を抜きにして現代社会の経済と生活を語ることはできません。現代生活のあらゆる面において変化とスピードを生み出している電子テクノロジーの心臓部にあって、この驚異的發展を縁の下で支えているものが半導体です。

半導体技術は20世紀の中頃に、最初アメリカで生まれ、産業となりました。アメリカの半導体産業は1970年代まで世界をリードしました。日本はアメリカに追いつく努力をして、80年代についにアメリカを追いこして、半導体産業で世界のトップに立ちました。

高度成長時代(1960年代)鉄鋼産業はほかのすべての産業の基盤をつくるという意味で基幹産業とよばれ、鉄はほかのすべての産業の材料(主食)であるという意味で「産業の米」とよばれました。次の時代に鉄鋼産業に代わって基幹産業となったのは半導体産業です。そして、半導体は同じく「産業の米」とよばれました。この「米」を腹一杯食べて大きくなったのが、トランジスタラジオ、VTR、そしてCDプレーヤを生み出した日本のエレクトロニクス産業でした。エレクトロニクス産業は、自動車産業と並んで、日本を世界有数の経済大国に押し上げる原動力となります。日本人が「モノづくり」に強い自信を持ったのも80年代でした。

しかし、強くなりすぎた日本の半導体産業はアメリカとの激しい貿易摩擦を引き起こします。これが有名な日米半導体摩擦です。90年代になってアメリカはパーソナル・コンピュータの普及によってあざやかによみがえり、一方、日本はバブルの後遺症を引きずったまま、長い不況に入ります。経済の低迷は私たちの社会と生活に大きな影響を与えました。「リストラ」という言葉が「再構築」という本来の意味とは少しちがう意味で日本語に定着したのもこの時期でした。しかし、新しいミレニアムを迎えて、ようやく明かりが見えてきました。

資源の乏しい日本が世界有数の経済大国になったのは優れた技術と人材の力でした。このことは現在でも少しも変わっていません。しかも、幸いなことに、技術の中の技術である半導体技術において日本は依然として世界のトップグループにいます。

半導体が「産業の基盤」「産業の米」であることは現在も少しも変わっていません。もし半導体がなくなったならば、カラーテレビやCDプレーヤ、

パソコン、携帯電話がなくなるだけではありません。あらゆる工業製品を作る工作機械装置もなくなります。なぜならすべての機械装置は今では半導体を、欠かすことのできない部品として内蔵しているからです。現在急速に進行中のIT(情報技術)革命も高性能の半導体なくしてはあり得ないものであることは言うまでもないことでしょう。

現代社会の特徴はその多様性にあると言えますが、この多様性を生み出した大きな要因はテクノロジーの発達です。本文でも述べるように、ラジオであれテレビであれ、そして電話であれ、「一家に1台」から「一人に1台」という普及の拡大こそ、現代社会を多様化させた第1の原動力でした。そしてこの原動力の中心にあるのが半導体なのです。

多様化と並んで現代社会の特徴と言えるのは国際化・グローバル化でしょう。以前「メイド・イン・ジャパン」といえば、「日本製の部品を使って日本で組み立てて製品化したもの」という意味であったと思うのですが、現在はだいぶ様子が違います。現代の生産は「最良の部品を使って最適の場所で組み立てる」やり方が主流となってきました。21世紀はこの傾向がいつそう進むでしょう。もし「メイド・イン・ジャパンよ、永遠に」と思うのであれば、つまり、「モノづくり」は絶対にやめてはならないと思うのであれば、日本はつねに「最良の部品」の生産地でなければなりません。

半導体は世界の産業にとって最重要部品の1つですが、典型的なグローバル産品で、つねに世界が相手です。ということは、世界で通用するために、つねに世界のトップグループにいななければならない。つまり、「世界一」を伝統として受けついで行かなければならない。という厳しい宿命を背負っているということです。

トランジスタがICとなり、LSIとなり、超LSIとなり、今またシステムLSIとなって、エレクトロニクス製品の基幹部品として、また情報ネットワークの基盤として、不可欠のものとなっています。もしこのシステムLSIを設計し作り上げる人材が日本になくなったとしたならば、半導体産業、そしてエレクトロニクス産業にとって日本は「最適の場所」ではなくなってしまうでしょう。これは日本だけにあてはまることではありません。いま世界各国が次世代の半導体技術者の育成に懸命に取り組んでいるのは同じ理由からです。

このレポートは、日本の若い人々を対象に、半導体とよばれる極小のチップがいかに現代生活のすみずみまで浸透して、私たちの生活を便利に豊かにしているかを知っていただくとともに、半導体技術が21世紀IT社会の推進力であることをさまざまな角度から検証することで、次世代の半導体技術を担う次世代の人々へのメッセージとするものです。

第1章 現代生活と半導体

1. 10年は……大昔？！

10年前の日本

ドッグイヤーまたはキャットイヤーという言い方が頻繁に聞かれます。1年の変化がこれまでの7年ないし10年の変化に相当するというわけですが、1年が10年にあたるとすると、わずか1年前が昔でいうなら10年前です。さらに、今から10年前となると、むかしむかしの大昔ということになってしまいます。ために、10年前の1993年を思い出してみてください。うまく思い出せるでしょうか。……

その年の新聞を引っぱり出して読んでみましょう。アメリカでは1月にクリントン氏が第42代大統領に就任しました。そのクリントン政権がこの年の9月に打ち出したのが情報スーパーハイウェイ構想で、「すべての家庭に光ファイバーを」というその計画は必ずしも実現はしませんでした。ブロードバンド時代を先取りした画期的なものでした。これまでのような自動車用の高速道路の建設ではなく、これからは情報の高速道路こそ必要なものだという考え方は、高度情報化時代の到来を告げる象徴的なものであったと言えるでしょう。情報化の意味を的確に理解したことによってアメリカは90年代の世界において強力なリーダーシップを発揮することになります。世界を結ぶ情報ハイウェイはアメリカ政府の力によってではなく、インターネットという形で実現します。そう言えば、インターネットという言葉はこのころから時々聞かれるようになりませんが、多くの人にはまだ何のことが分かりませんでした。

日本では5月のJリーグ開幕も大きなニュースですが、6月の総選挙で自民党が過半数の議席を獲得できず、政権の座を明け渡すという大きなできごとがありました。「55年体制の終焉」と言われるできごとです。この他、バブル崩壊後、金融機関が貸し出したまま回収不能となった債権が巨大な額にのぼることが少しずつ明らかになってきて、「不良債権」という言葉がこの時から毎日のように紙面に登場するようになります。

ケータイ元年

NTTドコモがNTTから分離して誕生したのは前年の1992年でした。1993年4月、ドコモはデジタル方式のサービスを開始します。それまでのアナログ方式は盗聴の恐れがあることや回線が混雑してなかなかつながらない等の欠点がありましたが、デジタル化によってこれらの欠点は解消され、携帯電話は急速に普及して行きます。1990年の携帯電話加入者は約30万人でしたが、1993年には213万人と、わずか3年間で7倍となります。翌年の1994年にはそれまで必要だった20万円近い「保証金」が廃止となったので、普及にさらに弾みがつき、その年の1年間だけで新たに220万人が加入します。この当時の携帯電話は機種も少なく、液晶画面は白黒で、本体の色も不思議なことに黒だけだったのですが、それでも人々はケータイに殺到しました。

デジタル化はやがて携帯電話によるメールサービスやiモードに代表されるインターネット接続サービスを可能にするとともに、機種の小形化・軽量化をも可能にします。このように、デジタル方式の採用は携帯電話の発達にとって大変に大きな意味をもつてできごとであり、1993年を日本での「ケータイ元年」と呼んでいいと思います。それにしても、2002年末のケータイ・PHS加入者は7900万人と言いますから、10年間で37倍に増えたわけで、ここまで爆発的に普及するとは、当時は誰も予想しなかったでしょう。

携帯電話のこの爆発的普及を可能にしたものは半導体の高性能化と低価格化です。あとで述べるように、携帯電話は電子部品のかたまりのようなものですから、部品の精度が高まり、微小化し、価格が安くなるに比例して、携帯電話そのものもより小さく軽く、そして性能的に優れたものとなって行くのです。全世界での携帯電話の需要はまもなく年間10億台を超えます。これは巨大な市場です。最先端のシステムLSIをつくるものがこの巨大市場を制することができるのです。



小さく便利になったケータイ

左は1994年のDigital Phone(J-PHONEの前身)で、右は2000年のJ-PHONE、ともにデジタル方式。半導体製造技術の発展による高集積化と低消費電力化により、小型化・軽量化を実現させました。最近は、インターネットへのアクセス、デジカメの搭載等の高機能化に拍車がかかっています。

2 . 小さな巨人 超 L S I の歩み

IC (集積回路) の誕生

ケータイが普及してからわずか10年で利用者数7900万人ということとはドックイヤー現象の典型と言えます。固定電話と比較してみると、このスピードのすごさが分かります。日本で電話事業が開始されたのは1888年のことで、それから110年後の1997年に利用者数6140万人となったのが史上最高でした。110年もかかって、しかもケータイの数字に及びません。現代の1年はこれまでの10年に当たるという意味がお分かりいただけると思います。このスピードの源はテクノロジーの進歩ですが、ケータイの場合は、小さな半導体チップに無数のトランジスタが組み込まれた超LSI(大規模集積回路)です。

ICを発明したのはアメリカのテキサス・インスツルメンツ社の研究員だったジャック・キルビーで、1958年のことです。翌年の1959年、フェアチャイルド社のロバート・ノイスたちはシリコンを酸化膜でおおうプレーナー技術を開発、今日のIC技術の基礎を作りました。最初のICは1個のシリコンチップの上に5個のトランジスタを搭載したものだと言われています。

キルビー氏はこの業績によって2000年のノーベル物理学賞を与えられました。ノイスが生きていれば同じように受賞者となったに違いありません。ICが高度に情報化した現代社会の基盤であることがこれによって名実ともに認められたわけです。ノーベル物理学賞が「科学」ではなく「技術」の業績に与えられるのはこれが初めてですが、このことはテクノロジーが現代を支え牽引しているという事実をあらためて裏書きするものと言えます。

目をみはる進歩

1個のチップの上のトランジスタの数(これを集積度とよびます)はこの40年間に飛躍的に増え、今では約11億7000万個(1ギガビットDRAMの場合)という途方もない数となっています。

「ICの集積度は3年で4倍となる」

有名なムーアの法則です。つまり、ICの集積度は指数関数的に増えるということで、ヨコ軸に年代、タテ軸に集積度を置いて(タテ軸の目盛りは指数の形で)グラフに描くと、きれいな直線になります。この法則の発見者ゴードン・ムーアは、いま名前をあげたロバート・

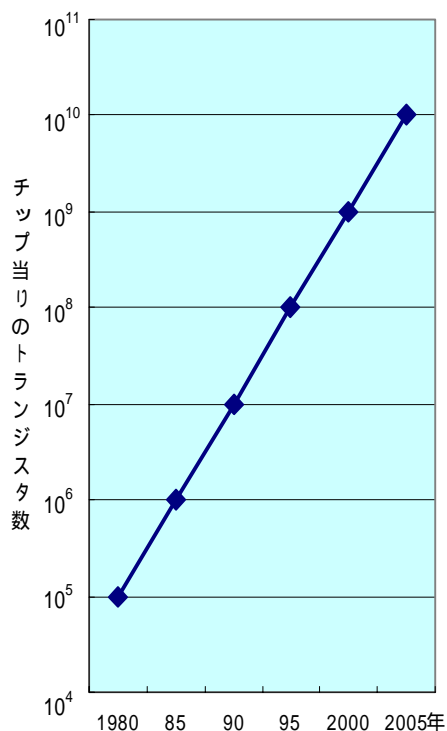
ノイスとともに半導体の会社を設立した人物です。まったくのベンチャー企業だったその会社インテルは今では世界最大の半導体メーカーとなっています。

ムーアの法則は自然法則ではありません。集積度が「3年で4倍」になったということは、その背後に世界各国の技術者たちの昼夜を分かたぬ研究努力と激しい競争があったことを物語っています。最も優れた技術を生んだところが次の世代をリードします。80年代の日本半導体産業が世界をリードしたという歴史的事実は、その時代の日本の技術が世界一だったという証拠なのです。

超 L S I

ICは集積度を高めてLSIとなり、さらに超LSIとよばれるものが生まれます。さまざまな機能のLSIが作られています。論理機能をもつもの、演算処理機能をもつもの(マイクロプロセッサ)、信号増幅機能をもつもの、そしてメモリ(DRAMその他)など。マイクロプロセッサとメモリをチップの上で組み合わせたものをマイクロコンピュータ(マイコン)とよび、現在ではほとんどすべての電気製品に搭載されています。

電気製品は私たちの生活のすみずみに浸透していますが、これは同時にマイコンが私たちの生活に浸透しているということなのです。マイコンは用途に応じてさまざまなタイプが使われています。例えば、炊飯ジャーや電子ポットに内蔵されているものは熱のコントロールを役目としていますし、全自動洗濯機では水量とモータの運転管理を、電話では信号の増幅、短縮ダイヤル、留守録など、さまざまな役目をするものが使われています。



ムーアの法則

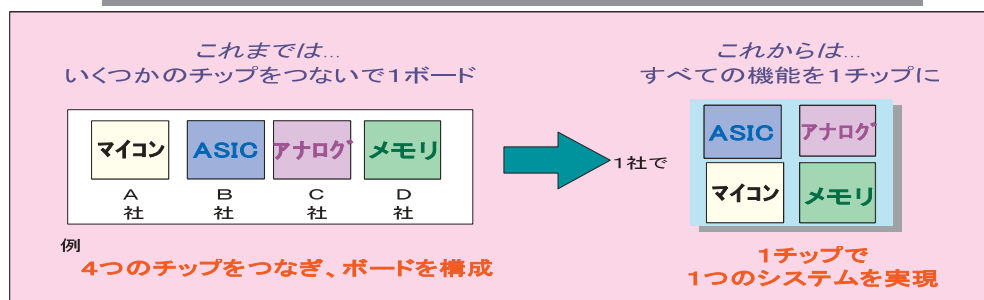
1985年時点ではチップ当たり新聞1ページ分を記憶できました。2005年時点ではチップ当たり約1年分の新聞を記憶できると推定されます。

システムLSIとSoC

LSIの集積度と機能が高まれば高まるほど、重要になってくるのが「使いやすさ」です。LSIが使いやすいものとなるということは、データ処理の速度とメモリの容量が大きくなることばかりではありません。いろいろな用途に応じて機能を付加したり拡張したりすることが容易にできるということも意味します。そのためにはLSIはどのようなデザインでなければならないか これを考える回路設計技術者の役割はきわめて重要です。つまり、これからの回路設計技術者はすぐれたシステム設計技術者でなければなりません。

これらのマイコンはさまざまな用途に合わせて異なる設計をされていますが、共通の部分も少なくありません。共通部分を最大限に生かし、用途の違いはアプリケーション・ソフトウェアとして一定の場所に組み込むことにすれば、同じLSIがさまざまな用途に使え、開発のコスト(人的コストと時間)も大幅に短縮できるはずで、こうして生まれたのがシステムLSIで、さらに大規模にシステム(装置機能)を実現したものをSoC(システム・オン・チップ)とよんでいます。

SoC — 1ボード(基盤)から1チップへ

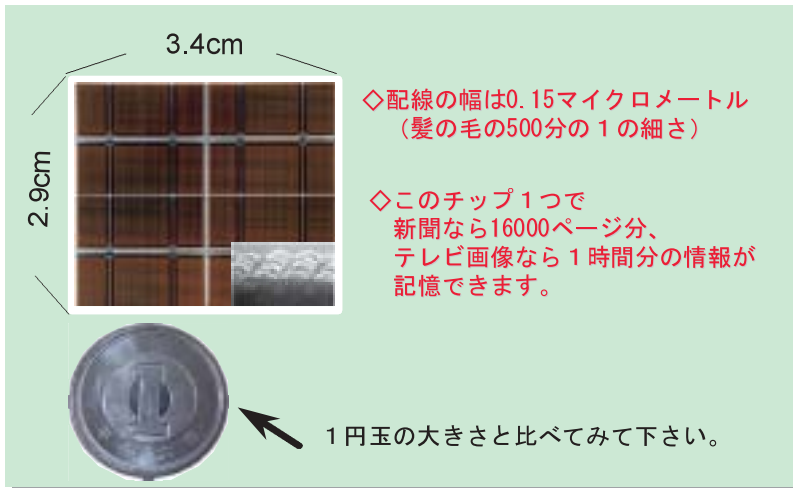


より小さく、そして... 高速化、高信頼化、高機能化！

超微細加工技術

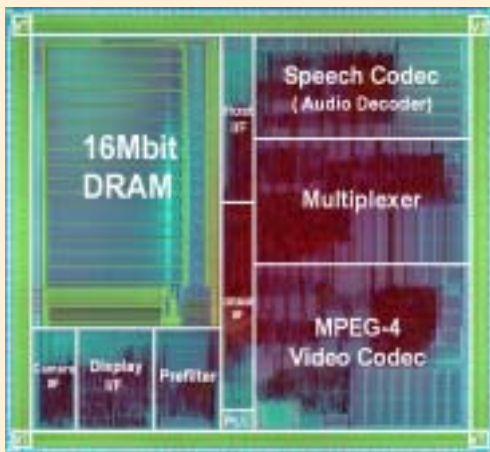
LSIの集積度を向上させるためには、当然のことながら、チップの上の部品は小さくならなければなりません。すなわち、設計技術と並んで、現時点における超LSI技術者の最大の課題は「どこまでも小さく、どこまでも細く」をめざす超微細加工の技術を極めることなのです。ただし、微細になればなるほど、いろいろな問題が出てきます。例えば、配線が細くなると、配線抵抗が大きくなるという現象があり、これは信号伝達に大きな影響を与えます。

超微細加工技術の最新成果 — 4ギガビットDRAM



技術者たちの予想では、現在の技術では0.1マイクロメートル(1マイクロメートルは1000分の1ミリメートル)が1つの壁だろうということです。それ以上のレベルの微細加工を実現するには「技術の飛躍」が必要だとい

ことで、世界の技術者たちが競っています。マイクロメートルの1000分の1をナノメートルと言いますが、このナノレベルの技術をいち早く確立したところが次世代をリードするでしょう。アメリカは2001年度予算においてナノレベルの技術開発を重要な国家戦略として位置づけ、「国家ナノテクノロジー戦略」とよんで4億9500万ドルの研究開発費を計上しました。日本もどうかしてはられません。



DRAM混載のSoC

波及効果も大きい超微細加工技術 ~ バイオへの応用

アメリカが「ナノテクノロジー」をいち早く国家戦略と位置づけたのは、この超微細加工技術が半導体以外の分野にも広く応用がきく基礎技術だからです。例えば、ヒトゲノムで大きな話題となった生命科学分野があ

半導体技術とバイオ技術

バイオ技術のエッセンスといわれるDNAチップは半導体の超微細加工技術そのものを使って作られます。小さな基板の上に何万ものDNA断片を固定し、電極を作って金属線で結びます。



DNAチップ
(出典)「週刊東洋経済」
(2000.8.5)

DNAが「二重らせん構造」をしていることはワトソン、クリック両博士による20世紀の大発見でした。DNAの2本の鎖は熱を加えるとばらばらになり、冷ますとまた2本鎖になるといふ性質があります。ところで、もとに戻るとき、前のパートナーでなければならないということではなく、よく似たものであればそれと結合して雑種の2本鎖ができます。これをハイブリダイゼーションと呼びます。

DNAチップに固定されたDNA断片はすべて構造が解明されているものですから、これに試料を注入してどの断片と結合するかを見ることで構造分析ができるわけです。

半導体と同じく、バイオもベンチャー企業が活躍する分野です。DNAチップ製造の最大手はアメリカのアフィメトリクス社で、1992年の設立、従業員500人ちょっとの小さな、しかし大きな存在感のある会社です。

DNAが「二重らせん構造」をしていることはワトソン、クリック両博士による20世紀の大発見でした。DNAの2本の鎖は熱を加えるとばらばらになり、冷ますとまた2本鎖になるとい

ります。「ゲノム」とは「全遺伝子情報」のことで、ヒトゲノムは「人の全遺伝子情報」を意味します。アメリカのベンチャー企業であるセレーラ社がヒトゲノムの解読に成功したと宣言したのは2000年6月のことでした。

21世紀の最初の10年間、世界を牽引するのは情報産業とバイオ産業であろうと多くの人が予測していますが、そのバイオ産業の鍵となるのがこの遺伝子情報解析であり、その解析にはDNAチップが使われます。これは小さな基板の上に数万個のDNAを固定したもので、それに試料を注入してスーパーコンピュータで解析するわけですが、このDNAチップを作る際には半導体製造のさまざまな技術が応用されています。このチップは見た目にも半導体チップそっくりなのですが、今のところ1チップの価格は安いもので1万円、高いものでは20万円以上もします。これでは医療の現場で手軽に使うわけにはいきません。もしナノテクノロジーの超微細加工技術によって高精度のDNAチップが大量に生産できるようになれば、チップの価格が下がり、遺伝子情報の解析もさらに

飛躍的に進み、「夢の治療」といわれる患者一人一人に合わせたオーダーメイドの治療法と薬の開発が可能になるでしょう。

波及効果も大きい超微細加工技術 ~ マイクロマシン

今から10年前に日本でミクロン・レベルのマシンを作ろうという10年計画のプロジェクトがスタートしました。10年前の時点ではまだ半分は夢物語のようなプロジェクトでしたが、10年たった今ではミクロンのレベルからさらにナノのレベルに研究が進んでいます。

もし小さなマイクロマシンにさらに小さいビデオカメラを搭載して人の体内に送りこむことができるとしたらどうでしょう。これまで内視鏡では見ることはできなかった部分もはっきりと見ることができて、診断はずっと正確になるはずです。そのマシンに小さなメスやレーザー装置を組みこめば、その場ですぐ治療ができるでしょうし、体のほかの部分はいっさい傷をつけないですみます。

このマイクロマシンに抗がん剤を運ばせたらどうでしょう。マシンががんのすぐそばまで行き、がんの直接抗がん剤を投与するようになれば、副作用の問題は解決できます。しかも、薬が患部で少しずつ溶ける工夫をすることで、治療効果を長く持続させることもできます。



©Pastel

マイクロマシン

これはもちろん想像図です。全長が10マイクロメートルくらいですと、自由に血管の中を動きまわれます。手についているメスやハサミはナノサイズです。

波及効果も大きい超微細加工技術 ~ 新素材

ナノテクノロジーという言葉をこれまでは「超微細加工技術」という意味で使ってきましたが、微細のレベルがどんどん進んで原子のレベルに近づくと(原子の半径はおよそ1ナノメートル)、割ったり削ったりという「加工」はできなくなります。私たちにできるのは観察し計測することだけなのですが、不思議なことにナノの世界では「見る」ことそれ自体が同時に原子に影響を与えることになり、その影響をうまくコントロールすることで原子を「操作」することが可能になってきました。

電子顕微鏡は電子工学であれ分子生物学であれ、超微細領域の基礎研究にとってなくてはならない最大の武器なのですが、これを使って原子1つ1つの状態が観察できるようになって、物質の表面に原子が並んでいる様子とその性質が分かるようになってきました。その結果、個々の原子に個別の影響を与えることによって、例えば、1個の原子を1個の半導体メモリ素子として利用する可能性が開けてきたのです。

これまでの半導体の材料は、たとえどんなに微細なシリコンチップであっても、かたまりとして利用されていたわけですが、ナノテクノロジーの発達によって「物質の表面」が新しい素材として登場してきました。もちろん、原子を素子として利用するには「原子を自由に操作す

る「技術を確立することが不可欠であり、アメリカの「国家ナノテクノロジー戦略」もこれを目指すものなのですが、この分野の研究においては日本がアメリカの1歩先を行っています。

いま述べた観察・計測の超微細技術ナノテクノロジーがもたらした新素材として有名なものに、1991年に日本で発見された「カーボンナノチューブ」(CNT)があります。これは炭素の原子が六角形に並んでできている筒状のもので、筒の直径が約1ナノメートルであることから、カーボンナノチューブと名づけられました。化学的にも安定していて、物理的には強靱で(鋼鉄の10倍の強度をもつそうです)、電気的性質も優れているという優等生のような新素材で、これでトランジスタを作ると大きさは現在の100分の1になると言われています。次世代LSIや燃料電池への応用など、多くの可能性を秘めた素材です。

炭素とケイ素の化合物である炭化ケイ素も新素材の1つです。炭化ケイ素を基板とする半導体はシリコン半導体に比べて電力損失が小さいため、電気製品の電源部に適していることが知られていましたが、従来の技術ではうまく製品化できませんでした。ナノテクノロジーによって微細なレベルで電子の通り道を整えることが可能となり、欠点を克服するめどが立ちました。炭化ケイ素半導体はいま実用化の一手前まで来ています。

3. 技術の進歩と生活の変化

生活を多様化する技術

日本の一般家庭に電気が引かれたのは明治の半ばすぎのことだそうですが、各家庭の各部屋に電気の明かりが付き、日本の住宅から暗闇が消えたことの文化史的意義を民俗学者の柳田国男は「火の分裂」という視点からあざやかに論じました。むかしむかし、一つの家の中で明るい部屋はただ一つで、その部屋に一家全員が集まって夜を過ごしたものでした。家族の親和はそこから生まれました。「灯火親しむ」という古い言葉も、読書をする者にとって明かりが親しいものになるという意味のほかに、一つの明かりの下に家族全員が集まっていたからこそ「親しい」のでした。

各部屋に明かりがついたとき、生活は驚くほど便利になりましたが、日本の「家族」の強い絆は少しゆるみました。家族の一人一人が自分の

部屋に退いたあとは、家族単位ではなく、個人単位の生活が始まりました。このように、技術の進歩は私たちの生活を必ず多様化するものです。

半導体技術の進歩も私たちの生活を多様化しています。しかも、半導体技術の進歩は急激ですから、従って私たちの生活の多様化もきわめて急激に進むことになります。例えば、テレビが普及し始めたころ、テレビは家族がみんなで見るものでしたが、テレビが小さくそして安くなったため、最近では各部屋にテレビがあつて、家族がめいめい自分の好きな番組を見ているという光景が当たり前のものになっています。

このことはコンピュータの普及の歴史にもそのまま当てはまります。かつてのコンピュータは今からは信じられないくらい大型で、しかも大量の熱を発生したので、空調設備のある専用の部屋に置かれていました。部屋のドアには「許可なくして立ち入ることを禁ず」という札がかかっている、誰もが気軽に使うというようなものではとてもありませんでした。そのような貴重品としてのコンピュータが専用の部屋を出て、私たち一人一人の部屋の中に入って来るプロセスは、テレビの場合とそっくりです。

便利さへの情熱

「生活を多様化する」技術および製品開発に世界で最も熱心に取り組んできたのは日本です。「生活を多様化し、そうすることで生活を便利にすること」は、多分、日本人の伝統的文化哲学であり、そういうモノづくりによって日本は世界文化に対して重要な貢献をしていると言つていいと思われま

す。顕著な例を1つあげましょう。半導体技術の根幹であるトランジスタの原理は1947年にアメリカのベル電話研究所でウィリアム・ショックレーらによって発見されましたが、このトランジスタを使って「生活を便利にする」ためのモノを作ろうと考えたのは日本人でした。こうして、世界最初のトランジスタラジオが日本の小さな電機メーカー東京通信工業（現在のソニー）によって1955年に作られま



日本初の
トランジスタラジオ

正確には「世界初の」というべきでしょう。「ポータブル」ではなく「ポケットブル」をめざして作られました。使われているトランジスタもその他の部品もすべて日本製でした。

（出典）

盛田昭夫「Made in Japan」
「ICガイドブック」(2000) p.17

した。それまでラジオは「一家に1台」の、居間で家族みんなが耳を傾ける大きなものでしたが、これ以後、どんどん小さくなって、そして安くなって、あっという間に各人が自分の部屋で聞く「一人に1台」のものとなったのです。

「一家に1台」から「一人に1台」へ

いま述べた、「一家に1台」から「一人に1台」への成長モデルは、多くの家電製品にあてはまる法則のようなもので、同じような普及の経過（これは同時に市場の拡大を意味します）をたどったものとして、電卓、カラーテレビ、カセットデッキ、VTR、CDプレーヤなどがすぐ頭に浮かびます。最近これにパソコンと携帯電話とデジタルカメラが加わりました。

「一人に1台」の膨大な市場を可能にしている要因は、製品の高性能化と小型化と低価格化、そして使いやすさです。この4つの条件をクリアするのに最も大きく貢献しているのが半導体技術、すなわち超LSIの進歩です。コンピュータを例にとれば、かつて大型コンピュータ中心の集中型システムだったものが、デスクトップへ、さらにラップトップへという分散型システムに移行できたのはマイクロプロセッサの急速な進歩のおかげです。しかも、半導体は生産量が増加すると生産コストが下がるという特性があり、加えて技術の進歩による生産性の向上がいっそうの低価格化を実現して、豊かで多様な現代生活を可能にして来たのです。

「使いやすさ（ヒューマンインタフェース）」

いまあげた4つの条件のうち、今後の重要な課題となりそうなのが「使いやすさ」です。機器の機能が高度なものになってくると、その操作はどうしても複雑なものになります。VTRのリモコンを見てみましょう。いくつボタンが並んでいるでしょうか。ざっと40はありそうです。チャンネル選択、時刻設定、録画予約、画質調整その他。たしかに便利なものですが、そろそろ人間の操作能力を越えているような感じです。

日本はこれから高齢化社会を迎えますが、その社会において重要なメンバーであるお年寄りに使いづらいような製品が社会に受け入れられるはずがありません。高度な機能をできるだけ単純な操作で引き出す工夫が必要です。それには半導体技術者とソフトウェア技術者の協力が不可欠です。

いま技術者が開発しているのが音声による操作システムで、これが完成すれば、お年寄りや目の不自由な人たちにも電子機器の操作が簡単にできるようになります。VTRに向かって「予約」と言えば予約モード

になり、あとは番組名を言うだけ。また、CDプレーヤに向かって「スタート！」「ストップ！」と声に出して言うだけで操作ができるようになるわけです。この音声認識技術が完成して、それがシステムLSIに組み込まれれば、家電製品はまた一段と便利になるでしょう。

半導体と現代生活

このように、半導体は現代生活のすみずみに浸透していて、現代生活を根底から支えていると言ってもいいのですが、あまりに小さく、また製品内部の奥深いところに隠されているため、誰の目にもとまりません。まさに「縁の下のかもち」です。ごく標準的な家庭においてどのくらいの半導体が使われているものか、数え上げてみようと思います。

カラーテレビ、ラジオ、VTR、CD(MD)プレーヤ、DVDプレーヤ、ヘッドフォンステレオ、ワープロ、パソコン、プリンタ、複写機、電子手帳、PDA(携帯情報端末)、電卓、ファックス、テレビゲーム機が半導体を使った電子製品であることは誰もが知っていることなので詳しく述べる必要はないでしょう(もっとも、どこにどのような目的で使われているかを知っている人は少ないでしょうが)。

炊飯器、電子レンジ、パン焼き器、自動餅つき器、自動食器洗い機、灯油ストーブ、洗濯機、冷蔵庫、ルームエアコン、ミシン 数えていけばきりがありませんが、いずれも、予約機能、熱管理、運転状態表示、モータ制御などにマイクロコンピュータが使われています。

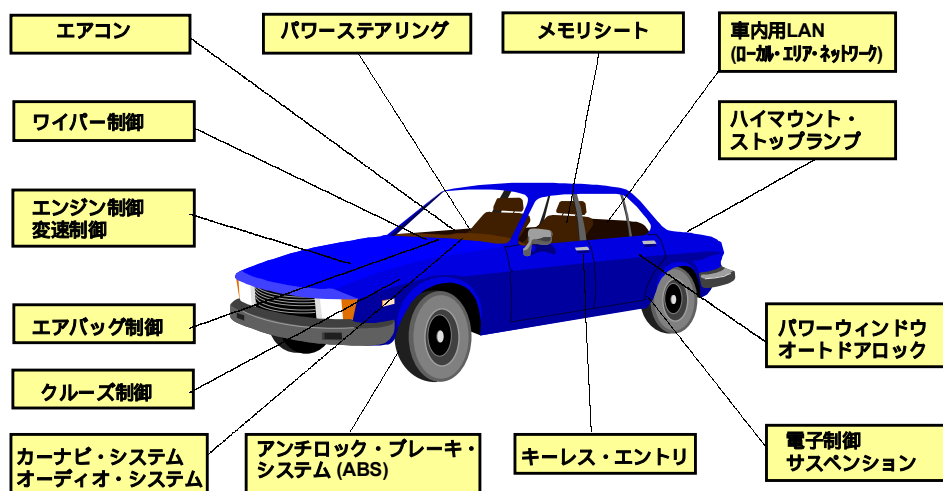
火災探知機、防犯システムその他の各種センサ、電池式時計のすべて、デジタル体重計、電子体温計、血圧計、自動マッサージ機などの家庭用医療器具も超LSI製品です。

携帯電話については別に述べますが、固定式電話でも短縮ダイヤルや留守電機能のために超LSIが使われています。多くの家庭で使われているISDN端末も電子製品ですし、ポケットベルもそうです。

マイクロコンピュータと自動車

自動車を忘れてはいけません。現代の自動車は走るコンピュータとよべるくらいにマイクロコンピュータを満載しています。その数は高級車で約60個、大衆車でも30個は使われています。カーナビゲーション・システムやABS(アンチロック・ブレーキ・システム)、エアバッグ・システムに超LSIが使われていることは説明されるまでもないことかもしれませんが、この他にもパワーステアリング、パワーウィンドウ、オート・ドアロック、各種警報装置などに超LSIは使われています。

自動車は走るマイコン



ITS(高度道路交通システム)というものがさかんに研究されています。高速道路における自動料金収受システム(ETC)、ナビゲーション・システムなど、一部はすでに実現していますが、その中心にある自動運転システムが実現するにはもう少し時間がかかりそうです。ナビゲーション・システムと連動して、自分の位置を判断し進路を自動的に変更したり、周りの車と情報を交換して的確な運転を自動的にこなすシステムなど、開発は急ピッチで進められています。小型で高性能のコンピュータとビデオカメラと通信装置の組み合わせですが、すべて超LSI製品です。

ハイブリッド・カー

21世紀の自動車を考えるとき、安全性と並んで課題となるのが排気ガスに含まれる二酸化炭素の量です。地球温暖化防止のため、CO₂の排出量は可能な限り削減されなければなりません。そのために開発されたのがハイブリッド・カーです。

「ハイブリッド」は「雑種」または「混種」という意味ですが、何が「雑種」かということ、車を動かす動力源としてエンジンのほかに電動モータを搭載しているのがそう呼ばれています。エンジンは内燃機関、つまりガソリンを燃焼させることで運動エネルギーを得るものですが、モータは電気エネルギーを運動エネルギーに転換するもので、まったく

異種の動力源を混載しているため「ハイブリッド」と名づけられました。

走行中の自動車がスピードダウンするとき、エンジンのエネルギーは過剰なものとなって捨てられてしまいます。そのエネルギーを電気エネルギーとして蓄えておいて、次に加速するときにモータ用として使おうという発想がハイブリッド・カーを生みました。このコントロールはもちろんマイクロコンピュータが行なっています。この技術のおかげで、ハイブリッド・カーの燃費性能は普通の車の約2倍、つまりCO₂の排出量は半分になりました。ハイブリッド技術は今後ますます発展して行くことが予想されます。

IT革命と半導体

～ インターネット

インターネットを最初に提唱した人が誰であるかはよく分からないそうです。アメリカ国防総省が核攻撃

でコンピュータが破壊された場合に備えて開発したというのが定説ですが、確認されていません。いずれにしても、最初にインターネットを発想した人が誰であれ、それが「革命」とよばれるほどの大きな、そして急激な影響を世界に与えることになるとは予想できなかったでしょう。

ネットワークとは「つながり」であり、コミュニケーションです。20世紀の最後の10年間において私たちは、人と人とのつながり、コンピュータ同士のつながりが政治・経済・社会にいかにか大きな力を発揮するものであるかを目の当たりにしました。

いま社会変革の担い手として注目されているNPO(非営利組織)やNGO(非政府組織)は人と人をつなぐです。そして、コンピュータのつながりであるインターネットは、国境・民族・文化の壁をやすやすと越えて巨大なサイバー空間を出現させました。この巨大空間で何が可

知性をそなえた道路

自動車が「走るコンピュータ」となったと書きましたが、ならば道路そのものも情報技術(IT)によって「知的なもの」になって悪いはずがありません。本格的に動き始めたITSはいろいろなシステムが組み合わさった巨大システムです。

例えば、道路にセンサーが設置されて、不自然な動きをする車を自動的に止める仕組みはどうでしょう。運転中に気分が悪くなって事故につながるということが防げるかもしれません。また、事故に遭遇したときも、自動的に通報され、ただちに救助隊がかけつけてくれる！高齢化を迎えてお年よりのドライバーが増えている日本では是非とも必要な技術です。これを「走行支援道路システム」(AHS)とよんでいます。

ナビゲーション・システムは運転中はぜひ音声で操作したいもの。好きな音楽をオンデマンドで聞いたり、ホテルやレストランの予約を車の中からしたり、……このように、道路は単なる移動の場から情報活動の場へといま大きく変貌しようとしています。

ネットワークのパワー

個々の人、個々のコンピュータが互いにつながっただけで、つながる前には予想もできなかった大きな力となるというのは実に不思議なことではないでしょうか。ある計算式によると、 n 人の人が1つのネットワークを形成すると、全体のパワーは n^2 となるそうです。とすると、たとえば10人が手をつなぐことで、全体では100人力となるわけです。サイバー空間がリアル空間よりも広大なのはそのためでしょう。

現代のような急速な変化の時代には、これまでのようなタテ型の組織形態よりもヨコ型のネットワーク形態の方が柔軟で効果的な対応ができるようです。政治が変わるといえるのは、いまの日本の中央省庁はタテ型組織の代表だからです。同じことが教育の世界にも医療の世界にも言えるでしょう。

ネットワークが機能するかどうかは情報のあり方にかかっています。タテ型組織では情報は「上の方」に偏っています。ヨコ型組織では情報は「至るところ」になければなりません。情報の「偏在」と「遍在」よく似た漢字ですが、意味は大違い。「遍在」を英語で「ユビキタス」と言いますが、「ユビキタス・ネットワーク」は21世紀のキーワードです。

能か、まだ誰にも分かりません。eコマースとよばれる電子商取引市場がいつも話題となっていますが、それだけではありません。教育も、医療も、政治も大きく変わるでしょう。

IT革命は情報技術と通信技術が結びついて起きたものです。これを半導体でいうならば、情報処理用の超LSIと通信用の超LSIの進歩がIT革命を可能にしたのです。

IT革命と半導体 ~ 携帯電話

現在の携帯電話は、音声はもとより、文字と画像、そして動画をも高速送受信するマルチメディア機器です。これに使われる半導体は動作速度が速いことと消費電力が低いことが絶対の条件で、シリコンではなく、ガリウムヒ素を基板にしたいわゆる化合物半導体も使われています。メモリはフラッシュメモリとよばれる「記憶を電氣的に一括消去可能」タイプとSRAM(DRAMとちがって、記憶保持動作が不要なタイプ)をワンパッケージ化したものが使われ、

またマイクロプロセッサとしては音声と画像処理にすぐれた特性をもつDSP(デジタル・シグナル・プロセッサ)とよばれるタイプが使われています。この他、液晶に画面を表示させるためのIC、電波信号のノイズ除去のためのIC、周波数の制御のための水晶発信器、周波数信号を処理するSAW(弾性表面波)素子など、たくさんの半導体部品があつた小さなボディーに組みこまれています。

もしシステムLSIを可能にする超微細加工技術が確立したならば、いま述べたすべてのIC、LSIが1個のチップにすっぽりと収まるわけで、そうなると携帯電話は今よりもさらにはるかに小さくなり、おそらく腕時計くらいになると言われています。

IT革命に際して「デジタル・デバイド」(情報技術を活用できるかどうかによって生じる社会的・経済的格差の拡大)ということが言われるようになっていきます。たしかに、これは大きな問題ですが、しかし、携帯電話に関しては必ずしも当てはまりません。なぜなら、発展途上国において通常の電話を各家庭に引くコストよりも、携帯電話を普及させる方がはるかに安上がりだからです。世界の携帯電話出荷台数が1999年度には約2億8000万台だったものが、2000年度には4億台と約1.5倍に増加している背景には発展途上国における爆発的な普及があります。

もう一つ、携帯電話は比較的単純な操作で、誰にでも格別の訓練なしに使いこなすことができます。この意味でも携帯電話は「情報格差」の解消に貢献できるでしょう。

IT革命と半導体 ~ 「ブルートゥース」

テレビや冷蔵庫といった家電製品のほとんどすべてにマイクロコンピュータが内蔵されていることはすでに述べましたが、これらの家電製品をいま述べた携帯電話の無線通信技術でつないでみたらどうなるでしょう。「遠隔操作でルームエアコンのスイッチが入れられる」「ビデオ録画の予約ができる」これだけではそれほど大きなインパクトにはならないかもしれませんが、ネットワークはそれが形成されたとき、それ以前には思いもかけなかった可能性が生まれるものです。まず、つないで見ましょう。

屋内でデジタル機器を無線で接続する「短距離ネットワーク通信技術」とそれ専用の半導体がいま注目を集めています。10メートル以内であれば障害物の影響を受けずに大量のデータを送受信できる「ブルートゥース」技術です。

ブルートゥースの最大の目標はワイヤレス・ネットワークの実現ですが、もし私たちが接続ケーブルから解放されるとしたならば、これは大きなインパクトかもしれません。テレビとVTR、テレビとゲーム機、コンピュータと各種周辺機器 今はまだすべてのものが接続ケーブルで結ばれていて、どのケーブルをどこにつなぐか、その複雑さは「使いやすさ」の大きな

ブルートゥース？ 青い歯？

今からちょうど1000年前、デンマークの王で「青い歯」とあだ名されていたハラルドは小国に分かれて対立を繰り返していたデンマークを統一し、キリスト教をデンマークの国教としました。ハラルド、その子、その孫の3代が中世デンマークの黄金時代で、ノルウェー、イギリス、スウェーデンの一部を含む巨大なアングロ・スカンジナビア王国が成立しました。

「青い歯」のハラルドがやったように、1つの共通の基準(世界標準となる技術)を導入することによってばらばらな家電機器を1つに結びつけようという事業なので、この短距離無線技術を英語で「ブルートゥース」と呼んだのです。

障害となっているからです。ブルートゥースによって、そばに置くだけでつながることが常識となるならば、この「使いやすさ」はやがて新しい可能性を生み出すでしょう。

パソコンと家電の一番大きな違いは、パソコンがたえず人間の操作を必要とするものであるのに対して、家電はそれが必要ないということです。全自動洗濯機がいい例だと思いますが、洗濯物を入れてスイッチを押すだけ、あとは機械が勝手にやってくれます。この「あとは勝手に」が家電のイノチです。

新しい技術によって家電がネットワーク化するということは家電が「情報家電」に変容するということなのですが、そうなると、私たちはようやく「本当に必要な情報が全自動で勝手に集まってくる環境」を手に入れることができるかもしれません。そうなった時、はじめて「情報格差」は解消されるでしょう。

テレビの使われ方も大きく変わりそうです。テレビに向かって「昔のアメリカ映画が見たい」と言えば、テレビが放送局のライブラリの中から適当なものを選んでくるとか、「子供が熱を出したが、どこの病院に行ったらいいか」と言えば、最寄りの評判のいい病院を教えてくれるとか、テレビがそのまま電話になって、相手の元気な様子を見ながら話ができるとか。

ブルートゥース等の技術の応用はいわゆる家電に限りません。例えば、体温計にマイクロチップをしこんで、体温だけでなく、血圧、心拍数も計ることができるようにしておけば、計った結果がすぐに地域の病院に送信されるシステムが可能になります。何か異常が見つければ、病院の方から「ちょっと来てください」と連絡があるでしょう。こうなれば、定期検診で何時間も病院で待たされて「何でもありません」と言われて帰ってくるようなこともなくなります。

住宅そのものがネットワークにつながる可能性もあります。家のあちこちにマイコンが埋めこまれて、照明や冷暖房の消し忘れのチェックや火災報知、それに不法侵入の通報など、ホームセキュリティ機能が飛躍的に向上するでしょう。

あと5年ほどで、こういう「全自動情報活用システム」が一般の家庭に入ってくるでしょう。人々の生活を一段と便利でダイナミックなものに変えることはやり甲斐のある仕事ですが、その大もとの決め手は半導体なのです。

第2章 半導体産業と経済

1. 小さなチップが大きな経済を動かす！

経済のインフラ

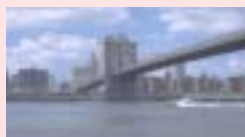
この章の目的は半導体産業が経済全体に占める位置を確認することです。半導体が「産業の米」とよばれていることは前書きに書きましたが、日本人の食生活が多様化している現在、この表現は必ずしもピンとは来ないかもしれません。すべての産業にとって必要不可欠でありながら、その重要性が必ずしも人々に強く意識されないという意味で、半導体は「経済のインフラ」、つまり、電気とか道路とか水道のようなものに近いのかもしれません。

電気や道路は「もしそれがなかったならば」と想像することさえできないくらいに、私たちの生活と経済活動の基盤または前提となっています。半導体も「もしそれがなかったならば」すべての産業が確実にストップするという意味で、ある特定の産業のための部品ではなく、「経済全体のインフラ」とみなした方がいいように思うのです。

エネルギー、輸送機関、道路・橋.....経済のインフラ

インフラ（正しくはインフラストラクチャ）は「下部構造」の意味。直接モノを生産することはないが、ないと生産ができなくなるものなので、経済の「下支え」という意味でこう呼ばれます。道路、橋、空港などの交通施設、電話などの通信施設、電気、ガスなどのエネルギー、上下水道など。それから、官公庁などの行政施設、学校などの教育施設、病院などの医療施設、テレビ、ラジオなどの放送施設もこれに入ります。

これらはいずれも物流と知識の伝達に関わるもので、広い意味での「情報施設」ですので、現在進行中のIT革命の衝撃をまともに受けている部分です。



ですから、半導体産業の経済全体に対する貢献度はすべてが数字でとらえられるわけではありません。例えば、半導体産業の日本のGDP(国内総生産)に占める割合は約1%で、数字から受ける印象は小さいものかもしれませんが(ただし、鉄鋼産業ですらGDPの1.4%ということですので、それと比べれば、決して小さな数字ではありませんが)、しかし、これを超L S I関連産業またはI T関連産業というように、少し視野を広げて見れば、その貢献度は極めて大きいことが分かります。

日本を代表する産業である自動車産業とエレクトロニクス産業にとって半導体がいかに重要なものであるかについてはすでに述べました。両産業のGDPに占める割合は合計して約10%で、その成長を支えているのは半導体産業であると言ってもいいでしょう。情報通信産業、ソフトウェア産業、金融・証券業、医療・福祉産業、航空・宇宙産業、教育・文化産業においても、近年なされた変革(イノベーション)の大部分に半導体は密接な関係を持っています。

半導体と最も無縁と思われる産業は農業ではないでしょうか。ところが、いま農業のI T化が急速に進んでいるのです。農場や牧場に気象センサ・土壌センサ・水質センサなどを設置して、作物や家畜の生育状況を遠隔地からチェックしようという実験が始まっています。農業は労働力の確保が大きな課題となっていますが、このシステムによって農作業の省力化が可能となるだろうと期待されています。

「川上」と「川下」

よく使われる言葉ですが、経済学の用語ではなく、経営学の用語です。

企業が成長する方法として多角化という行き方があります。それまでとは違う分野に事業進出することですが、最も堅実な方向は「川上」(原材料・部品分野)が「川下」(最終製品分野)なわけで、日本の大手電機メーカーがそろって半導体メーカーであるのはその典型的な例です。

それまでとは全く異なる分野に進出すること(例えば、電機メーカーが不動産をやるとか)は危険を伴うものとして否定的に考えられてきましたが、I T革命の結果、「情報サービス」という面でさまざまな分野の共通性が発見されて、電機メーカーが保険分野に進出するなど、ダイナミックな変動が起きています。

多彩な半導体関連産業

このように、半導体を部品として活用する産業がきわめて広範囲に存在することと並んで、もう一つ、言わなければならないことがあります。半導体製造装置産業とシリコンなどの材料を作る産業の存在です。つまり、半導体産業はいわゆる「川上」にも「川下」にも非常に広範囲な関連産業をもっている産業であり、この意味でもまさに日本の基幹産業であるということが出来ます。

半導体産業の「川上」産業について少しお話ししましょう。まず、半導体製造装置産業について述べなければなりません。半導体、とくに超LSIはあくまで部品なのですが、それ自体一つの完成品といってもいいくらいの複雑で精巧な製品ですので、それを作る装置もすべて高性能で高価な精密機械です。シリコンウェハの上に電子回路を作る装置(ステッパ、エッチング装置、ドーピング装置など)、ウェハからチップを切り離すダイシング装置、電極とリードフレームを金属線で結ぶボンディング装置、パッケージング装置、それに各種の検査装置、そしてクリーンルーム。クリーンルームを装置とよぶのは少し変ですが、クリーンルームはさまざまなクリーン化技術の結晶のようなもので、大きな製造装置と考えることができるでしょう。

半導体製造装置は日本の重要な輸出商品で、年1兆円を越える生産高の50%以上が輸出されています。

製造装置産業のほかに、材料産業も半導体産業を支える重要なパートナーです。高純度の単結晶シリコンがなければ半導体産業は成り立ちません。現在のシリコン純度は「イレブン・ナイン」、つまり99.99999999%という信じられないような高純

さまざまな半導体製造装置



左の写真は装置のほんの一部。上からステッパ(逐次移動式露光装置)、イオン打ち込み装置、ダイシング装置、試験装置(テスタ)。価格は1台1~数億円。こういう装置を何台も並べて、半導体製造ラインが形成されます。本文でも述べるように、半導体製造はとにかくお金(設備投資)のかかる事業です。



シリコンウェハの上にチップを作る工程を「前工程」、ウェハを切り分けて1個1個のチップを作る工程以降を「後工程」と呼びますが、超LSIのような複雑なチップを作る場合、前工程だけで300以上の工程を経ます。

製造ラインは全体がクリーンルームの中に配置されます。空気中のホコリは



どんなに微細なものであっても、半導体にとっては致命的ですので、徹底的に除去されます。人間もりっぱな汚染源ですので、入室する時は、例のちょっと不気味な作業服(無塵衣といいますが)を着て、手袋とマスクを着け、エアシャワーを浴びてから入室します。

クリーンルームは一度操業を始めたら、スイッチを切ることができません。スイッチを切ったとたんに、ルームの中に微粒子が充満して、それを除去するのに何日もかかってしまうからです。ですから、製造をしない日でもクリーンルームだけは稼働しているわけで、もったいないような話ですが、しかたありません。

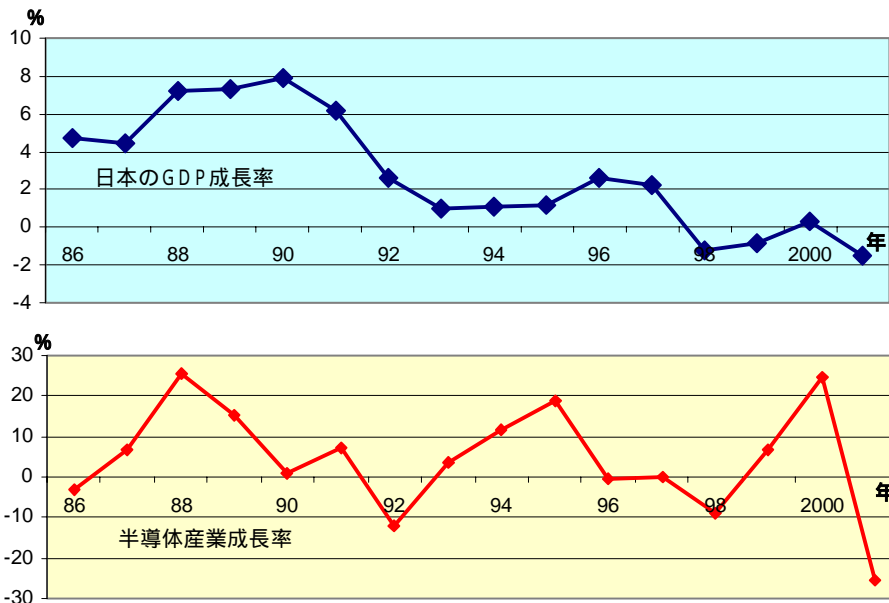
(写真)「ICガイドブック」(2000) pp.155,157,158,160

度となっていますが、さらにその上の純度を求めて研究が続けられています。日本のシリコン産業は世界市場の約60%を占め、日本のみならず、世界の半導体産業を支えています。

2. 半導体産業の設備投資と研究開発投資

日本経済の成長を左右する半導体産業

過去30年間の世界の半導体市場は年平均約15%で成長を続けています。この間の世界のGDPの伸びは年平均4.5%ですので、半導体産業の成長率はGDPの成長率の約3倍ということになります。一国の経済は半導体産業の成長率のおよそ3分の1のペースで成長するというこの関係は、科学的法則というよりはむしろ経験則で、90年代の日本のような景気減退期にはかならずしも当てはまらないのですが、それでも2つの成長率に強い相関関係があることは次の2つのグラフを見比べてみると分かります。



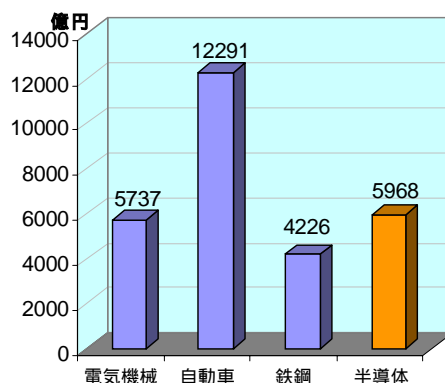
(出典)上図：内閣府「経済財政白書」(平成14年版)
下図：経済産業省「機械統計年報」(平成14年版)

上のグラフは日本のGDP成長率、下のグラフは日本の半導体産業の成長率です。ご覧のように、大変によく似た推移を示しています。これによっても、半導体産業に活気があるかないかがそのまま日本経済全体の動向に緊密に関連していることがはっきりとうかがえます。

経済の推進力 = 半導体産業の設備投資

前にも述べたように、半導体は数多くの専門産業の緊密な連携のもとに生産される総合部品です。半導体産業に活気があり、増産のための設備投資が行なわれると、関連の産業が活気づきます。設備投資とは、工場を新設したり、機械設備を更新したりするための投資ですが、半導体産業は技術的進歩が急速なので、他の産業に比べて多額の設備投資を必要とします。

右の図は主要産業の設備投資額を比較したものです。一見すると、半導体産業の設備投資額はそれほど大きくはないように見えますが、産業の規模を比べると(付加価値額で比較)鉄鋼産業は半導体産業の1.5倍、電気機械・自動車産業はともに約4倍ですので、半導体産業がいかに多額の設備投資を行なっているかが分かります。



主要産業の設備投資額

(出典)

日本政策投資銀行「2001・2002・2003設備投資計画調査」
経済産業省「設備投資等動向調査」(平成15年1月)

半導体工場を1つ作るには1千億円以上かかると言われるほど、半導体製造は高度な設備と莫大な資金を必要とするものであり、半導体企業はたえずこの負担に耐えなければならないのですが、それだけに半導体産業の設備投資は日本経済全体にとっても大きなインパクトをもつものとして、つねに注目されています。

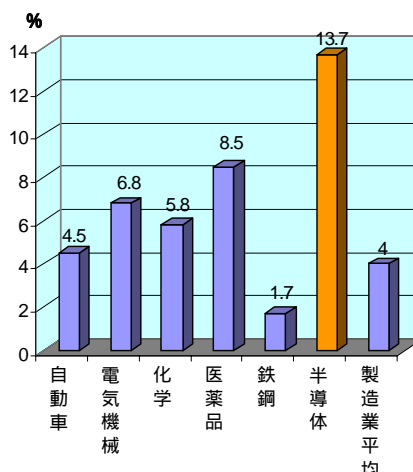
半導体産業が巨額の設備投資を必要とする産業であり、その設備投資が関連産業を活気づけ、日本経済全体を活性化するのですが、設備投資の額は毎年売り上げの約20%に達します。これは半導体産業にとって大きな負担であることは間違いありません。半導体産業の景気動向は

「シリコン・サイクル」という言葉で表現されるくらいに好不況の波が大きく、増産体制を整えた翌年に需要が急落することも珍しくありません。設備投資のタイミングは経営における最大の課題の1つとされています。

絶え間ない研究開発

設備投資と並んで、研究開発費も巨大です。半導体技術は先端技術であることを宿命づけられていますので、研究開発への投資を惜しむわけには行きません。半導体産業の研究開発費は売上げの約15%ですが、この割合を他の主要な産業の研究開発費の割合と比較したのがこのグラフです。半導体産業の研究開発費がいかに高水準であるかがよく分かります。

ナノテクノロジー戦略が世界各国で進められていることは前に触れましたが、もしこの超微細加工技術が開発されると、世界中の半導体生産ラインが変貌することになります。そうなれば、製造装置産業をはじめとする関連産業がまた一段と活気づきます。超高性能化するLSIによってエレクトロニクス産業や自動車産業が活性化することは言うまでもありません。このように、半導体産業の研究開発の成否は他の多くの産業の成長を規定するものであり、ひいては国全体の経済の成長を規定するものと言っても過言ではないのです。



各産業の研究開発費(対売上高比)

(出典)総務省「平成14年科学技術研究調査」
経済産業省「設備投資等動向調査(平成15年1月)」

調査対象範囲の関係から低めの数字が出ており、
実際には15%程度と推定される。

3 . 新産業創生と半導体

IT関連雇用の予想

日本経済はいま大きな構造転換の時期を迎えていると言われます。IT化の進展につれて今後5年間で日本国内で163万人の雇用が失われるというショッキングな予想があります。しかし、新しい産業の創生と産業構造の改革によって249万人の雇用が創出されるとも予想されています(通産省[現経済産業省]とアンダーセンコンサルティング[現アクセンチュア]の共同調査)。創出される雇用はeコマース(電子商取引)関係、情報通信関係、その他IT関連新産業となっています。

2000年現在の日本の全就業者数は約6200万人ですから、249万人はその約4%に当たります。日本のエレクトロニクス産業の就業者数106万人と比べてみても、これが大きな数字であることが分かるでしょう。

今後5年間に生まれる新産業とはどのようなものであるか、誰にも分かりませんが、それは、半導体産業がどのような新しいLSIを生み出すことができるかに大きく影響されることは確かです。

21世紀の半導体企業のあり方

IT革命は半導体企業のあり方、つまり経営のしくみにも影響を与えています。インターネットによってグローバルな市場が生まれたということは、競争もグローバルなレベルで行なわれることを意味します。ユーザはより優れた品質とより低価格な製品を世界の市場に求めます。これまでの取引関係(いわゆる「長年のよしみ」)は通用しなくなっています。もし半導体の品質が同じならば、労働コストのより安い地域(例えば、韓国、台湾、シンガポールなど)の製品が買われるのは当然です。そして、現在ではこれらの地域の半導体の品質はきわめて高くなっています。

日本やアメリカのような労働コストの高い地域の半導体企業はこのきびしい競争にどう生き残って行くのでしょうか。答えはいくつかあるようです。

第1は、いわゆる「労働集約型」企業形態から「知識集約型」企業形態へ移行することで、システムLSIでいえば、回路設計やソフトウェアに特化した企業となることです。これを「工場を持たない」メーカーという意味で「ファブレスメーカー」と呼びます。

第2は、これとは逆に製造に特化して、発注元のどんな要求にも応え

られる製造能力を持つこと、いわゆる「ファウンドリメーカ」となることです。製造を徹底的にマニュアル化することで生産性を高め、それによって高い労働コストを吸収しようというものです。

この2つの企業タイプはいずれもアメリカ型の経営哲学から生まれたものといえるでしょう。知識重視、得意技術への特化、そして世界のトップとなることがそのモットーです。日本でも次に述べるベンチャー企業を中心にこの2つのタイプの企業が増えてきています。

第3のタイプもあります。それは市場で標準となる製品を生み出すことに焦点をしばって、その点に関しては設計から製造までのすべての工程を自前で行うことを原則とするタイプです。ほとんどのパソコンに組み込まれている「ペンティアム」を生んだアメリカのインテルがこの代表と言えるでしょう。

ベンチャー企業の活躍

独創的なアイデア・技術を基礎にして事業を起こすことをベンチャー（起業）とよんでいます。1950年代のアメリカで、主として半導体およびコンピュータ関連産業において登場した企業モデルと言えます。既存の大企業の一員となるのではなく、

ベンチャー企業について

裸一貫から事業を起こすことをベンチャーとよぶとすると、日本の大企業でもともとベンチャーでなかったものは1つもないことになります。つまり、ベンチャーそのものは私たちにとってすでにおなじみのものです。ただIT時代のベンチャーはこれまでのベンチャーと少し違います。

これまでの日本のベンチャーはみな「モノづくり」のベンチャーでした。つまり、みんな小さな町工場から出発しました。何を作るかは決まっています、自動車であれテレビであれ、モデルはたいていアメリカにありました。あとは、どうやればアメリカよりよいものを作れるかに苦労して成長してきました。

現代のアメリカや日本のベンチャーは「何を」に徹して、アイデアを振りしぼっています。アイデアさえ出れば、それを製品化することは現代の製造技術をもってすればむずかしくありません。むずかしいのは、現代において必要なものは何なのか、それを実現するには何と何が必要かを見極めてその設計図を描くことです。労働の内容が肉体労働から知的労働に大きくシフトしたわけです。

こうしてみると、現代のベンチャーが大学と密接な関係を持っているのも当然と言えるでしょう。スタンフォード大学とシリコンバレーの関係はあまりに有名ですが、他にもたくさんあります。アメリカの学生がベンチャーを自分の進路の1つとして明瞭に意識しているのに対して、日本の学生は依然として「大企業への就職」をほとんど唯一の進路として考えているのであれば、ずいぶん対照的です。

日本の社会も大学も、ダイナミズムを取り戻すためには、変わらなければならないのかもしれないかもしれません。

自分のアイデアを自分で企業化して成功の可能性にチャレンジしようという若者が続々と現れました。インテルもマイクロソフトもヒューレット=パッカードも最初はそういう無名のベンチャー企業でした。1990年代アメリカの驚異的な経済的繁栄もベンチャー企業の活躍によるところが大きいと言われています。この10年間にアメリカのベンチャー企業は約1800万人の雇用を生み出しました。

ベンチャー精神はようやく日本でも定着し始めました。現在、日本には半導体および液晶ディスプレイ関連のベンチャー企業が約300社あります。それらの会社の連携をはかるため、2000年10月に日本半導体ベンチャー協会（JASVA）が設立されました。

ベンチャー企業の従業員数は小さなもので数人、大きなものでも100人程度ですが、それぞれ得意分野に的をしぼって独創的な仕事をしています。例えば、次世代のマルチメディア用LSIをアメリカのベンチャー会社と共同で研究開発を行なっている会社もあります。ベンチャー同士のつながり　ここにもネットワークがあるのです。

近い将来、これらベンチャー企業の中からかつてのインテルのように、他人のマネできない製品を作り出すことによって急成長して世界の市場を制する企業が誕生するかもしれません。

第3章 世界と日本の半導体産業

1. 半導体の世界市場と日本の位置

テクノロジーの世紀

20世紀はテクノロジーの世紀だったと言えるでしょう。今から100年前、20世紀初頭の世界には自動車産業も航空機産業も映画産業もありませんでした。つまり、わずか100年前の世界には、町の中に1台の車も走っていなかったし、1軒の映画館もなかったのです。これらはすべて20世紀に誕生して、しかもあっという間に成長して、人々の生活を変えてしまいました。そういう重要な産業の中に半導体産業もあったのです。

いま名前をあげた産業はいずれもアメリカで生まれ育った産業で、このことから20世紀がアメリカの世紀だったことがうかがえます。ですから、最後にあげた半導体産業において、日本がある時期にアメリカを抜いて世界の頂点に立ったということがどんなに驚くべきことであるか、お分かりでしょう。

超LSI技術研究組合

日本の半導体産業が本家ともいえるアメリカに代わって世界の頂点に立ったのは1980年代のことです。1989年、世界の半導体市場における日本のシェアは52%に達し、世界の半導体メーカーのトップテン・ランキングでも1位から3位までを独占、トップ10社のうち6社が日本のメーカーであるという圧倒的な強さを発揮しました。

この偉業の陰には70年代における地道な基礎技術の研究開発がありました。1976年から4年間におよぶ超LSI技術研究組合の活動がそれです。半導体メーカーと半導体製造装置メーカー、それに通産省電子技術総合研究所が参加した産官共同の大プロジェクトでした。技術研究

1989年のトップ10

1. NEC
2. 東芝
3. 日立製作所
4. モトローラ
5. テキサス・インスツルメンツ
6. 富士通
7. 三菱電機
8. インテル
9. 松下電子工業
10. フィリップス

(出典)
ガートナーデータクエスト
(GJ02002)

組合は数々の業績を残して1980年に終了、そして日本の半導体産業は黄金の80年代に入って行きます。

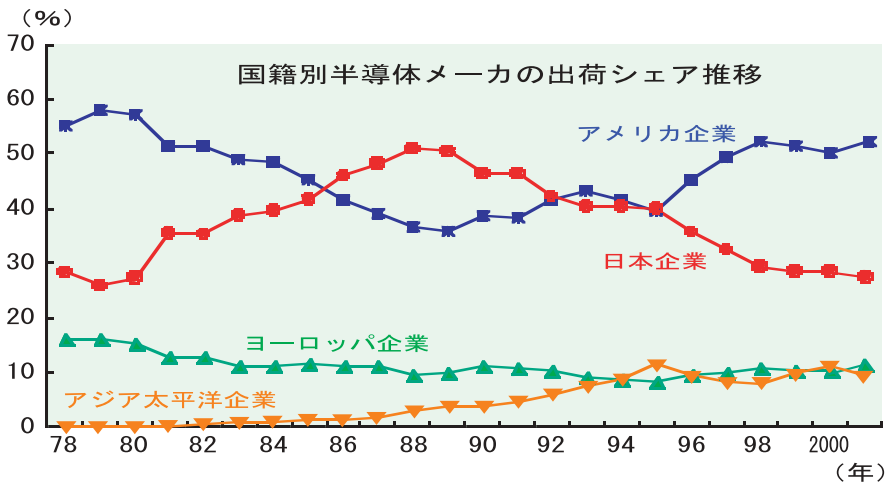
日米半導体摩擦

80年代の日本の躍進は王者アメリカにとってはまったくの不意打ちだったようで、アメリカの半導体産業は大きな打撃を受けます。半導体は日米間の政治問題に発展します。これが有名な日米半導体摩擦です。1985年と1986年の2年間で、アメリカの半導体メーカーの赤字は総額で20億ドルを越え、従業員のレイオフは2万5千人に上りました。

半導体産業の凋落はアメリカのコンピュータ産業とエレクトロニクス産業にも衝撃を与えました。なぜならば、自分たちの製品の心臓部にある重要部品を外国から買わなければならなくなったからです。

アメリカの復活

アメリカ政府は半導体産業の国際競争力を回復させるために、日本の「技術研究組合」を参考にして、1987年にメーカー14社をうながしてSEMATECH（半導体製造技術研究所）を設立し、年間2億ドルの予算の半分を政府が負担しました。アメリカのメーカー（インテル）が世界の半導体メーカー・トップテンの首位に返り咲いたのは1992年のことで、日本企業に首位の座を明けわたしてからちょうど10年目のことでした。それ以来、現在までアメリカの地位は揺るがず、逆に日本は世界市場でのシェアを2000年の時点で28.5%にまで落としてしまいました。



(出典) ガートナー データクエスト (2002年4月) GJ02427

アメリカがいまナノレベルの基礎研究開発に重点的に取り組んでいることは前に述べました。90年代後半のアメリカ経済は日本のバブル期を思わせるほどの好調さでしたが、好景気の時にこそ基礎技術を高めようとする姿勢は評価できます。アメリカの基礎研究重視の背景には「バブル期に日本が研究開発プロジェクトをうまく進め、成果を生かしていれば、いまほどの経済停滞は避けられた可能性がある」という冷静な分析があるとのこと(日本経済新聞、2000年2月28日)。

アジア勢とヨーロッパ勢

日本の半導体産業には、アメリカ以外にも手ごわいライバルがいます。それは成長著しい韓国・台湾のアジア企業とフィリップスに代表されるヨーロッパ企業です。アジア勢は緊密な官民協力と技術輸入によって力をつけ、特に台湾企業は受託生産に徹するファウンドリメーカーとして力をつけています。

ヨーロッパ勢はEU統合市場を武器に得意分野(民生・通信分野)に集中して技術開発を行なってきました。

右の表は2002年における世界半導体メーカー・トップテンですが、日米欧亜の4地域のメーカーが揃っています。アメリカ、日本、EUがともに3社ずつ、それに韓国が1社というふうには、日本はまだまだ健闘しているように見えますが、売り上げ高を比べると、トップのインテルの売り上げは日本企業3社の合計額を大きく上回っています。

2002年のトップテン	
1.	インテル
2.	サムスン電子
3.	東芝
4.	STマイクロ
5.	テキサス・インスツルメンツ
6.	NEC エレクトロニクス
7.	インフィニオン
8.	モトローラ
9.	フィリップス
10.	日立製作所
(出典) ガートナーデータクエスト (GJ02004)	

DRAMをめぐるドラマ

80年代の日本が世界をリードした時、その主力製品となったのはDRAM(記憶保持動作が必要な随時書き込み読み出しメモリ)でした。DRAMはアメリカのインテル社が開発したものでしたが、日本企業は優れた生産技術でアメリカを圧倒し、この結果、アメリカでは多くの企業がDRAM事業から撤退を余儀なくされました。

しかし、90年代になって台頭してきたアジア勢が戦略商品として選んだのもやはりこのDRAMでした。特に韓国のメーカーは優れた技

術力とコスト競争力を武器にDRAM市場における日本のシェアを突き
くずし、いまDRAM生産において世界をリードしています。

インテルは自分たちが作り育ててきたメモリ事業から1986年に撤退
します。それは苦渋の選択だったのですが、メモリに代えて主力商品
としたマイクロプロセッサにおいて傑作「ペンティアム」の開発に成
功して、90年代のパソコン・ブームを演出しました。DRAMは「生
産性」を高めることで価格を低下させることができ、そうすることで
国際競争力を高めることができるので、アジア企業の得意とする分野
と言えるのですが、マイクロプロセッサは創造性と設計センスが問わ
れる分野で、ここにアメリカ企業は活路を見出しました。得意分野に
徹底的に特化することは90年代のアメリカの戦略でもあったことは
すでに述べました。

奮起する日本

90年代に入って世界の半導体産業における日本の地位が低下し始め
たことは日本に強い危機感を与えました。日本の半導体メーカは共同し
て3つの研究組織 半導体産業のシンクタンクとしての半導体産業研究
所(SIRI)、次世代設計技術を担当する半導体理工学研究センター
(STARC)、次世代半導体製造装置・材料の研究開発にあたる半導体
先端テクノロジーズ(Selete) をスタートさせ、カムバックの
体制を整えました。

2001年、SeleteとSTARCは、世界最先端の半導体技術の開発
を目標とする「あすかプロジェクト」(最大目標は線幅0.1~0.07マ
イクロメートル)をスタートさせました。これと同時に産学官の連携に
よる「次々世代」半導体基盤技術開発を目的とする「半導体MIRAI
プロジェクト」(最大目標は線幅0.07~0.05マイクロメートル)もス
タートし、あすかプロジェクトと緊密に連絡を取って進んでいます。

2002年以来、日本の半導体産業界には活発な再編統合の動きが現れて
います。かつて日本躍進の原動力であったDRAM分野において日立と
NECによりエルピーダメモリが創立されたのを始め、2003年4月には
日立と三菱電機の半導体事業統合会社ルネサステクノロジが生まれまし
た。その他東芝など各企業も、半導体メーカとだけでなくユーザとの連
携も視野に置いて事業再構築を図っています。前にも述べたように、半
導体事業は莫大な設備投資と研究開発費が必要なため、可能な限り協力
していこうという考えから来ています。

国際技術開発協力と半導体ネットワーク

アメリカのSEMATECH（半導体製造技術研究所）は1999年に国際SEMATECHとして拡充改組されました。アメリカの企業9社にEU企業3社、韓国と台湾の企業各1社の計14社が参加しています。

一方、日本ではSelete（半導体先端テクノロジーズ）に日本の企業11社と韓国企業1社が参加し、共同して研究開発が進められています。

さらに、Seleteはアメリカの国際SEMATECHとも国境をまたいで国際協力を進めています。

世界半導体会議（WSC）

WSCは1997年に、長期的かつ国際的観点から半導体の健全な発展を促進するために、各国間の協力活動を支援し、半導体分野における国際協力を促進することを目的に設立されました。現在、世界の半導体産業の主要国・地域である日本、アメリカ、EU、韓国、台湾の主要半導体メーカーのトップが一堂に会し、意見交換を行っています。国際協力の具体的なテーマとして、技術ロードマップ（技術開発の努力目標値を国際的に定めたもの）の策定、環境問題、貿易と投資の自由化問題などが討議されています。



第4回世界半導体会議(2000年4月)

日本、アメリカ、EU、韓国、台湾の工業会代表が韓国濟州島に集い、環境問題も含めて討議しました。

2. 新時代への展望

半導体で何をするか

半導体が超精密電子部品であり、それをいかに作るかで世界中が激しい競争をしていることをこれまで詳しく述べてきました。機能と集積度を高める競争に恐らく終わりはないのでしょう。ナノテクノロジーについて前に書きましたが、間もなく私たちは「ナノ」という言葉をふだんの生活で気軽に使うようになるでしょう。

技術は私たちの生活を便利にし幸福にするためにあります。半導体技術も例外ではありません。第2章で述べたように、便利で豊かな現代生活の多くの部分を半導体技術が支えています。1個のトランジスタがICとなりLSIとなり、いまシステムLSIとなっていますが、この技術の進歩の意味するところは何であるかということ、技術がモノ（ハードウェア）作りからハードウェアとソフトウェアの合体したシステム作りになったということです。そして、半



LSI設計スタイルの革命

1個のチップの上に数万個程度の素子がのっていた時代、設計といえばトランジスタや論理素子をどう組み合わせようかということが主たる問題でしたが、近年のように1チップに数百万個を超える論理素子がのようになると、コンピュータの助けなしには設計は困難となってきています。

大規模LSIを設計するための専用言語HDL（ハードウェア記述言語）が開発され、今や設計部門には欠かせないものとなっています。HDLで書かれたシステム仕様記述は、自動合成ツールによりシリコンチップにまで自動的に変換されます。

最近では、LSI設計技術者の主たる関心は設計のいっそうのスピードアップと設計ノウハウの簡明化の向上に移っています。例えば、これまでの設計データ（IPコアと呼びます）を再利用することで、複雑な機能をもつLSIをワークステーションやパソコンで取り扱うなど、製造技術の急速な進歩に遅れないように、設計技術もどんどん進化してきています。

このような設計環境が今では通常のオフィス内でパソコンを利用して可能となり、新しい発想がシリコン上で容易に実現できるようになりました。

導体設計技術の重心はハードよりもむしろソフトの方に移りつつあるのです。

単に機能と集積度を高め、コストを下げるだけでは不十分になってきています。「それで何をしたいのか」「より豊かで便利な生活とは何なのか」というビジョンなしではすまなくなっているのです。コンテンツという言葉がひんぱんに聞かれますが、BSデジタル放送が始まって多チャンネル時代になっても、見るべき番組（コンテンツ）がなければあまり大きな意味はありません。それと同じことで、充実したコンテンツもあって初めてシステムLSIが意味を持つわけです。

ビジョンを持つ

「使いやすさ」の追求 専門家の高価で複雑な道具を誰でも手軽に使える安価なものにしてしまうこと が日本の技術の伝統であると前に述べました。顕著な例をあげると、ワイシャツのポケットに入るラジオ、フィルムにカメラがついている使い捨てカメラ、歩きながら音楽が聞けるヘッドホンステレオ、ゲームセンターのゲームを家庭に持ちこんだテレビゲーム機、名刺のように薄い電卓その他、まだまだたくさんあります。

面白いことに、これらはそういうものを求める声があって（つまり、需要がはじめにあって）開発がなされたのではなかったのです。技術者たちの創意（ビジョン）が需要を待たずに、そういうものができれば人々の生活はもっと便利に、もっと楽しくなるだろうと考えて、作り出したものでした。当然のことながら、予想がはずれて人々に受け入れられず忘れられたものもたくさんありました。そういう失敗を日本の企業は将来の成功への重要なステップとして許容していました。これはいまのアメリカ、特にシリコンバレーの企業風土とよく似ています。

「私たちの生活を楽しく豊かにする可能性に失敗を恐れずに挑戦すること」はそれ自体1つの立派な戦略です。この意味でいま注目に値するのが、日本で開発が進められている二足歩行ロボットです。機械工学と電子工学のエッセンスを集めた超ハイテク・メカですが、やっていることは人間と同じように歩くこと、転んだら自分で起きあがることなどです。「何をムダなことを」と言わないでください。見ていてこんな楽しいものはありません。どのくらいのビジネスになるのかは未知数ですが、やがてこれは人々に受け入れられて人々の生活を豊かにするであろうと強く予想されます。

近い未来の生活を支える必需品となる多くのものはまだ発明されていないと考えるべきでしょう。それを発想し、実現に粘り強く努力することを可能にする環境づくりが重要です。

ネットワークを強めよう

その環境の1つが産官学の連携です。半導体産業の国際競争力を高めるために、世界中で産業界・政府・大学の協力体制が敷かれています。企業の活動に政府が口出しすることを極端にきらうアメリカですら、半導体に関してはSEMATECHを「半官半民」の組織として活動して成功したことはすでに述べました。アジアもヨーロッパも産官学協力体制であることは同じです。

これはどうしてでしょう。これには大きくって2つの理由があります。第1は、ナノテクノロジーについて述べたように、これまでの半導体技術がある限界に近づいていて、科学（例えば、量子力学）のフロンティアを活用した新技術が待望されている状況があります。そのためにはその国のもつあらゆる頭脳を結集する必要があります。産業界・国立研究所・大学の緊密なネットワークこそそれに答えるものであるはずで

す。第2は、半導体市場が過酷な競争市場であり、わずかな技術力の差が市場占有率のとてつもない差となって現れる領域だということ、そして半導体産業の盛衰はそのまま一国の経済の盛衰に直結するという、膨大な研究開発費は産業界のみが負担しきれないということから説明できるでしょう。



二足歩行ロボット「ASIMO」

本田技研工業株式会社の製作。2000年11月20日に発表されました。体長120cm、重量43kg。歩くスピードは最高で時速1.6kmです。二足歩行技術が大幅に進歩し、階段の上り下りもできます。

産と官と学が共通の状況認識をもち、互いの異なる役割を自覚した上で、緊密な連携=ネットワークを築くことが重要です。このネットワークは単に半導体産業界にとって有益であるばかりでなく、日本全体にとって有益です。しかも、それはきっと私たちが予想もしなかったすばらしい効果を生むでしょう。それが、20世紀が私たちに教えてくれたネットワークの効用です。

国際競争から国際連携へ

世界半導体会議やSeleteとインターナショナルSEMATECHの国際協力が雄弁に語っているように、世界の趨勢は競争一本槍から「競争と協調」の上立った国際ネットワークの形成に変わりつつあるようです。何から何まで競争するのではなく、協力できる部分は協力しよう、コストとリスクを分有することで軽減しようというこの考え方は、まるで古代ギリシアにおいて抗争を繰り返していた諸部族が4年に1度スポーツの大会を開くことで平和を築き上げ、偉大なギリシア文化を発展させた故事を連想させます。

国力のすべてを傾けて競争する場合、その最終目標は相手を打倒することにならざるを得ませんが、ルールにもとづいたスポーツの目標は協調と共生です。経済のグローバル化によって日本の半導体の顧客は世界中にいることになりました。ということは、日本の半導体産業にとって打倒していい相手は実は世界中どこにもいないということになります。打倒ではない競争、馴れ合いではない協調、そして持続可能な共生を同時に可能にするものが21世紀社会には必要です。その1つの答えがネットワークです。人類の未来を支える先端技術の代表である半導体において、そういう共生のネットワークが形成されつつあることはすてきなことではないでしょうか。

おわりに

このレポートを私たちは10年前の1993年を思い出すことから始めました。この10年間の社会の変容は誰も予想できなかったほどのものであること、言いかえるならば、いま日本社会が味わっている変化はまちがいなく根本的なものであることを確認してきました。おとぎ話の浦島太郎はほんの短い間この世界を留守にしていただけで、帰ってきたら自分がおじいさんになっていることを発見します。あの話はドッグイヤーの今日、現実のものとなりました。

昨2002年も大きな変化と事件が起きた年でした。好調さを持続していたアメリカ経済に陰りがみえ、牽引車の役割を果たしていたIT産業の成長に一時的にストップがかかったように見えます。半導体産業もその影響を受けて、いま国際的な再編の動きが活発化しています。しかし、本文でも述べたように、半導体技術は経済のインフラそのものですから、どのような時代になろうとも、半導体技術と半導体産業の重要性は変わることはありません。

日本政府は、2001～2005年度の5年間に研究開発すべき4つの科学技術分野として「バイオ」「IT」「環境」「ナノテクノロジー」をあげています（新科学技術基本計画）。この4分野がきわめて重要なものであることはこのレポートでも何度か述べました。そして、いずれの分野においても半導体がハードウェアとして、また基盤部品として不可欠のものであることをもう一度繰り返しておきたいと思えます。

いまあげた4つの分野を重点目標とする国は日本だけではありません。世界中の科学者・技術者がこれに取り組んでいます。半導体という超微小のスタジアムで行われるこの技術のオリンピックに皆さんも是非参加してください。

2003年4月

「21世紀IT社会を拓く」編集WG(順不同、氏名敬称略)

委員

小早川 護 北海道大学大学院国際広報メディア研究科
山田 吉二郎 北海道大学大学院国際広報メディア研究科
池田 正 元半導体産業研究所
神田 昌彦 半導体産業研究所
進藤 通世 半導体産業研究所
中尾 憲一 NECエレクトロニクス株式会社
鈴木 貴美子 株式会社ルネサステクノロジ
宮下 真一 富士通株式会社
八柳 良介 三洋電機株式会社
村中 將浩 ローム株式会社
喜多川 儀久 元日本テキサス・インスツルメンツ株式会社
緒方 夏子 株式会社 東芝
安部 仁則 株式会社 東芝
三井 豊興 株式会社 東芝
佐藤 仁 株式会社 東芝
河村 匡彦 株式会社 東芝

事務局

福島 敏高 社団法人電子情報技術産業協会電子デバイス部

2003年(平成15年)4月発行

発行者 社団法人電子情報技術産業協会

〒100-0062 東京都千代田区神田駿河台3-11

三井住友海上別館ビル

電話 (03) 3518-6430 F A X (03) 3295-8725

<http://www.jeita.or.jp/>

印刷 三菱電機エンジニアリング株式会社

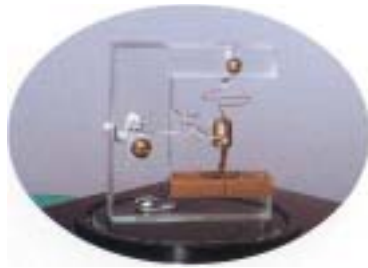
〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-2

日本ビル

電話 (03) 3243-1781 F A X (03) 3243-0075

【裏表紙の写真について】

1947年にショックレーが開発した初代トランジスタのレプリカ。当時と同じ寸法・構造のものを当時と同じ材料・工具を使って再現したものです。
(本文 p.15 を参照してください。)



JEITA

社団法人 電子情報技術産業協会
Japan Electronics and Information Technology Industries Association