

Green Clean Semiconductor

よくわかる半導体

半導体の社会貢献

JEITA

社団法人 電子情報技術産業協会



(社) 電子情報技術産業協会は、まさに 21 世紀のデジタル・ネットワーク時代を切り拓いていくことを使命としており、電子情報技術の発展によって、人々が夢を実現し、豊かな生活を享受できるようになることを願っています。

このため、政策提言や技術開発の支援、新分野の製品普及等の各種事業を精力的に展開するとともに、地球温暖化防止等の環境対策にも積極的に取り組んでいます。

半導体用語集はこちらからご覧いただけます。(文中の略語等のご参照としてお役立てください)

URL:<http://semicon.jeita.or.jp/word/word.html>

はじめに

半導体は、携帯電話、パソコン、デジタルカメラといった、我々の身近にある電子機器のほとんど全てに使用されており、現在の生活には必要不可欠なものです。

半導体産業は、社会や国民生活の向上に大きな影響を与えてきましたが、今後も新しい社会を支える基幹部品の提供を通して重要な役割を担っていきます。特に、日本においては今後「少子高齢化社会」が進む中、豊かで安全安心な社会を実現する上で、半導体産業の役割がますます重要になると予想されます。

しかし、半導体は普段、直接人々の目に触れることが少ないため、半導体産業に対する一般の人々の認識は高いとは言えません。

この小冊子では、日本の半導体産業が、日本の経済・将来の生活・環境・先端技術においてそれぞれどのようなインパクトを与えているかを示し、日本の半導体産業の意義、重要性を明らかにしていきます。

本パンフレットは一般社団法人 半導体産業研究所（SIRIJ）調査研究レポート
「半導体産業が日本の社会・経済・環境に与えるインパクトの社会科学分析 最終報告書」に基づいております。

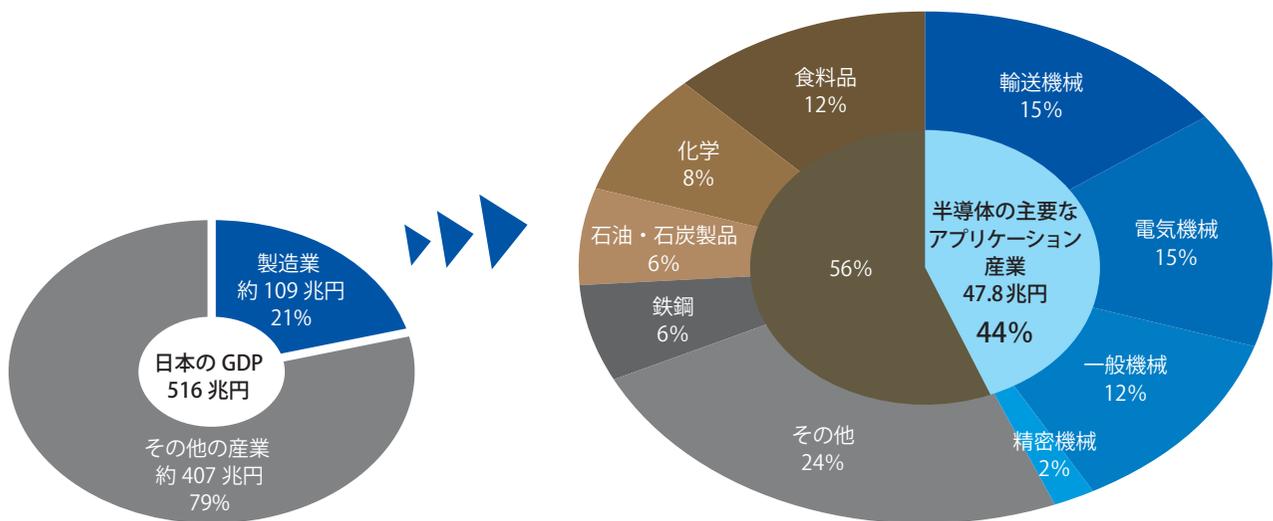
I. 半導体産業の日本経済への貢献

半導体は日頃、目に付かないところで活躍しています。この半導体が日本の経済にどのように貢献しているかを調べてみましょう。

1. 半導体の主要な応用産業への貢献

はじめに日本全体の経済活動に対して、日本の半導体産業がどの程度経済的に貢献しているのかを見てみます。国の経済力の目安としてGDP(Gross Domestic Product：国内総生産)がよく使われます。GDPは1年間に国内で生産されるものやサービスの金額を全て足し合わせたものです。2007年の日本のGDP 516兆円のうち、製造業は109兆円(GDPの21%)、そのうち半導体は5兆円です。次に製造業の内訳を調べてみます。半導体には、応用製品に組み込まれて使用されることによって性能や機能を向上することができるという大きな特徴があります。半導体を利用

した製品は身の回りだけでも、①パソコン、携帯機器、薄型テレビ、ゲーム機、など(電気機械)、②自動車(輸送機械)、③カメラ、時計など(精密機械)、実にさまざまです。さらに、④いろいろな工場において製品を製造するための装置など(一般機械)にも半導体が組み込まれて、必要な性能を実現しています。①～④の合計は、47.8兆円もあり、製造業全体に対し約44%、日本全体のGDPに対して約10%に相当します。半導体産業の規模が約5兆円(GDPの約1%)であることを考えれば、他産業まで含めた半導体の貢献が非常に大きいことが判ります。



半導体の主要応用製品分野は全体で製造業の44%を占めています。製造業は日本のGDP(516兆円)の21%(109兆円)ですので、半導体の主要応用製品分野は日本のGDPの約10%を占めていることとなります。

2. 日本の貿易への貢献

続いて、半導体が日本の貿易にどのように貢献しているかを調べてみます。

日本はエネルギー資源や鉱物資源、食糧を海外からの輸入に依存しています。したがって、強い輸出競争力を持った製品により、外貨を獲得する必要があります。先に示した半導体を使用する

主要な産業①～④は国際的に強い競争力があるので貿易収支は他産業（一次金属や化学など）に比べて高く、36.5兆円の貿易黒字を獲得しています。

つまり、半導体産業が日本経済にとって重要な役割を担っています。

		貿易収支 (2007年、兆円)	
半導体を使用する 主要な産業	輸送用機械		18.3
	一般機械		10.1
	電気機械		7.6
	精密機械		0.5
	計		36.5
その他の産業	化学		2.3
	金属製品		0.1
	繊維		0.1

(出所：内閣府「国民経済計算」、財務省貿易統計)

半導体を使用する主要な産業

3. 雇用拡大への寄与

半導体産業には、半導体を製造するための材料部品分野から半導体製造装置分野まで、幅広い関連産業があります。半導体製造及び関連装置産

業分野で、20万人以上が雇用されています。さらに半導体を利用する産業分野には240万人以上の人が雇用されています。

II. 半導体産業の日本の将来への貢献

半導体は、現在の私たちの生活のありとあらゆる分野に活用されていますが、将来の生活における半導体の役割について考えてみましょう。

1. 将来の日本のあるべき姿

政府は、2007年に内閣府による長期戦略指針「イノベーション25」を閣議決定しましたが、この中で世界のモデルとなる2025年の日本の姿が示されています。

- (1) 日本における少子高齢化
- (2) 情報化とグローバル化の進展
- (3) 人口、環境など、地球の持続可能性を脅かす問題の深刻化

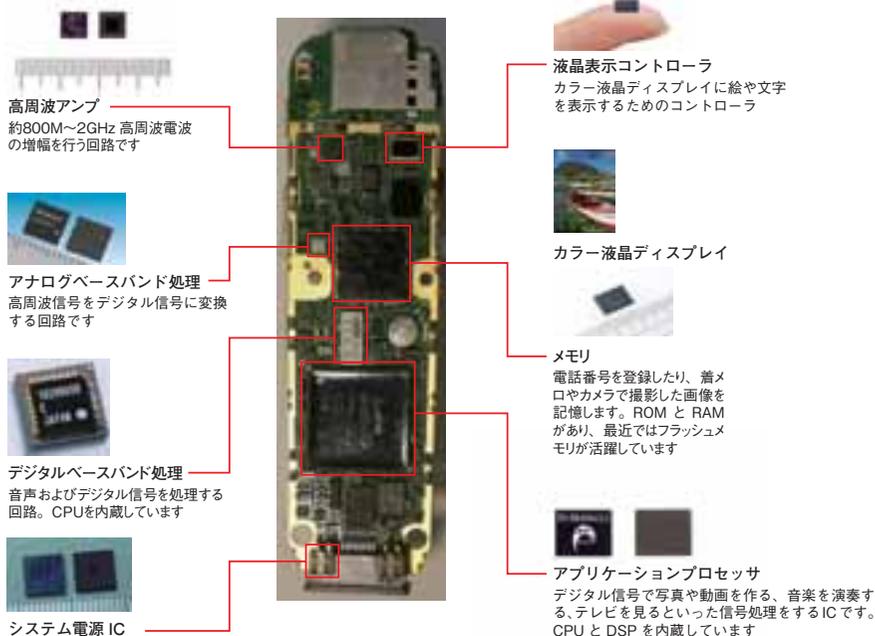
といった大きな潮流の中で、イノベーションで切り拓く「日本の将来の夢」が語られているのです。

そこでは、①予防医療や介護に重点を置いた生涯健康な社会、②防犯防災ネットワーク、救急医療、高度交通システム、食の安全情報といった安全安心な社会、③就業形態の多様化、仕事と生活の調和など、多様な人生を送ることができる社会、④環境・エネルギー・資源などの世界的課題解決に貢献する社会、⑤例えば自動翻訳機の活用による世界に開かれた社会、について示されています。

こういった社会を実現するには、半導体は欠くことができません。

携帯電話の中を見ると

携帯電話機の基板には多くのICが搭載されています。最近では、機能の拡大と半導体技術の進歩で、複数の回路を1チップ化したICが多くなっています。



2. 半導体の基本機能概略

半導体は社会のさまざまな場面で使われていますが、その基本機能は以下のように分類できます。携帯電話に使われている半導体を例に説明しましょう。

- (1) 情報収集機能：CMOS センサ、加速度センサなど
- (2) 記録機能：Flash メモリ、DRAM など
- (3) 情報処理機能：CPU、画像プロセッサなど
- (4) 通信機能：高周波用送受信半導体など
- (5) 出力・表示機能：LED（発光ダイオード）、ディスプレイ用半導体など

半導体は微細化することにより、動作速度が速くなり、低消費電力で動作し、素子を大規模集積化できるなど性能が向上します。携帯電話など常時携帯できる機器が当たり前になりましたが、半導体の性能向上なしでは考えられないことです。

さらに微細化とともに低コストになるのが半導体の大きな特徴です。USB メモリなどの半導体メモリが近年急速に低価格になり普及したのは、低コスト化が貢献しているのです。

このため、微細化技術の進展とともにますます半導体が使われるようになってきました。

3. 日本のあるべき姿への貢献事例

半導体技術を用いた具体的な貢献事例を見てみましょう。

【医療・健康管理】

半導体技術の進展により、医療画像の3次元化、高速の画像処理技術が可能となり、健康管理や予防医療の分野において、リアルタイム可視化の実現が期待できます。

一例として、カプセル内視鏡の開発が進めば、カプセルを飲むだけで在宅検診を受けることが可能になることでしょう。さらには、センサを使って1日の行動や脈拍、皮膚の温度など生体情報を記録し続けるライフレコーダの普及も予想されています。

【介護・福祉】

高度な人工知能を備え、家事もできるロボットが開発され、一家に1台、普及する社会の到来が予見されますが、ここでもセンサ技術が大きく貢献することでしょう。

【防災・環境監視】

広範囲の地域に設置したセンサネットワークによる監視システムの実用化が期待され、防犯・

セキュリティに関しても、GPS 技術やユビキタス・センサネットワーク技術を活用した「高度見守り技術」が貢献することでしょう。

【食の安全安心】

消費者の意識の高まりを背景に、実現、普及が期待されているのが植物工場です。ここで栽培した野菜は洗浄せずに食べられるほど、付着する細菌数が極めて少なく、無農薬であり、栽培履歴も明らかのため、安心感を提供できます。この植物工場では半導体技術を駆使した、センサとコンピュータによる温湿度制御で効率的運営が行われており、植物の生育に活用しているLEDも半導体です。

【トレーサビリティ】

昨今、商品偽装問題に絡んで、買い物時に生産から流通までの履歴を確認できる仕組みが注目されており、半導体を使用した電子タグによるシステムの実現が期待されています。

III. 半導体産業の省エネルギーへの貢献

半導体は、私たちが日常使用しているあらゆる製品や社会システムを支えている基幹製品であり、私たちが現在の利便性を享受できるのは半導体があることです。

以下では、半導体が省エネルギー社会実現に大きく貢献していることを述べます。

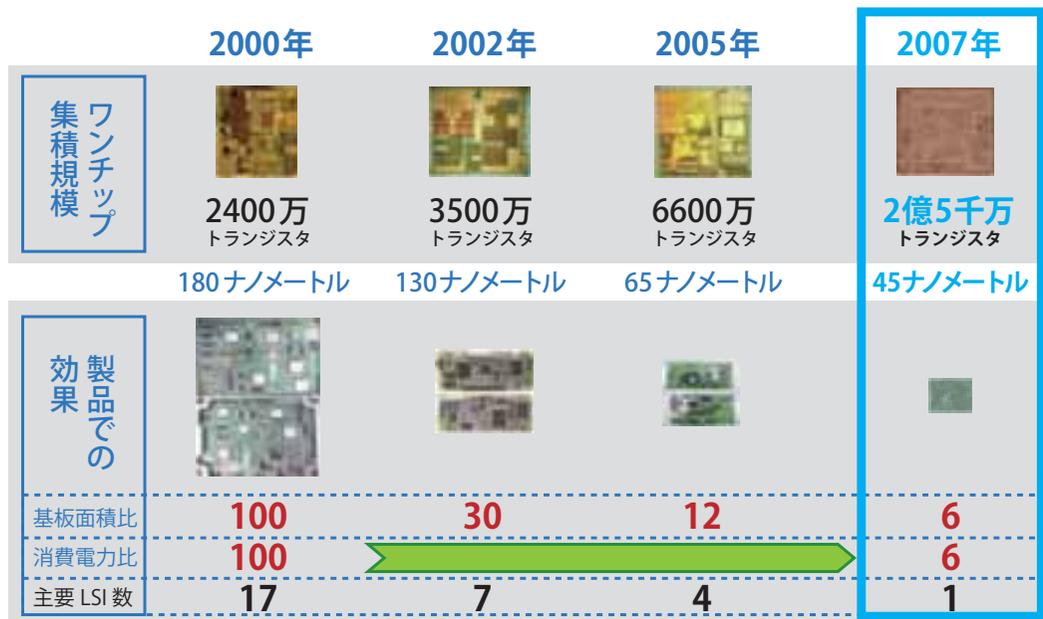
1. 半導体による機器の省エネ化

半導体は、微細化を通して、性能を向上させながら、処理能力あたりの消費電力を大きく低減させて行くのが特長です。

下の図に、光ディスクレコーダーに使われている半導体の性能向上を示します。微細化の進展により一つのチップに搭載されるトランジスタの

数は2000年の2,400万から2007年には2億5千万と約10倍の規模になっています。その一方で、消費電力は、100分の6まで下がってきています。また、半導体の数も17個から1個になり、光ディスクレコーダーの小型化や製品の低消費電力化につながっています。

システム LSI は 10 億トランジスタ搭載時代へ



(光ディスクレコーダーの例)

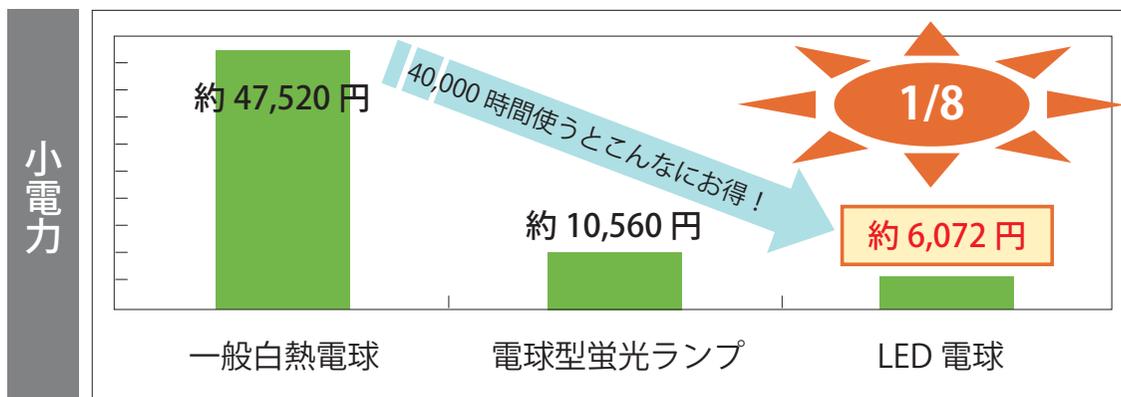
(資料提供：パナソニック (株))

グリーンデバイスの例 (超高集積システム LSI)

■ LED 照明による電力消費量の削減

半導体の性能向上により、消費エネルギー効率に優れた LED（発光ダイオード）が一般照明器具の代替製品として採用され始めています。次の図は一般白熱電球と LED 電球の消費電力や寿命を比較したものです。LED 電球は、一般白熱電球に比べて消費電力は約 1/8 であり、電気代・CO₂ を約 87%削減することができます。また、一般

白熱電球の寿命 1,000 時間に対して、LED 電球の寿命は 40,000 時間と約 40 倍の長寿命化を実現しています。LED を用いた照明器具は、このように低消費電力化や長寿命化が可能のため CO₂ 排出量を削減できるなど環境に優しく、一般白熱電球などの、代替製品として各種照明器具への LED の採用が今後加速していくでしょう。

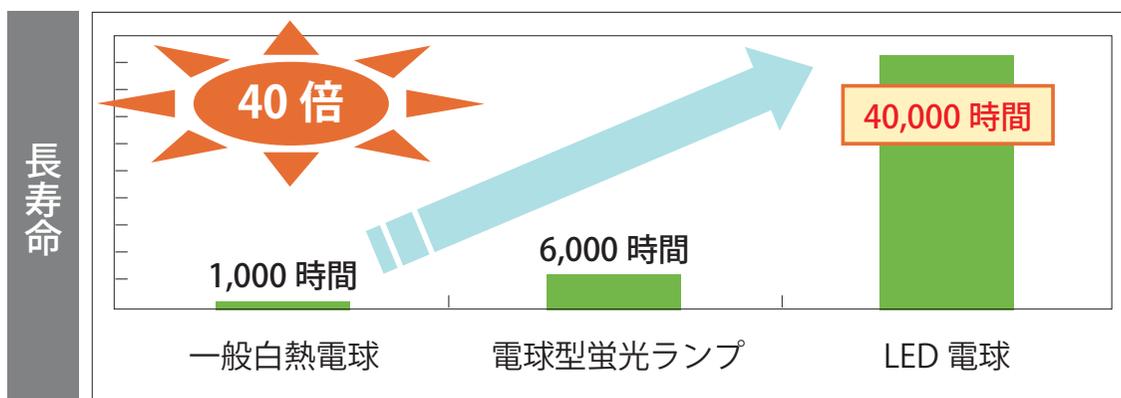


LW100V54W55

EFA15EL/12-R

LEL-AW6L/2

注：CO₂ は製品の電力消費過程における発生量。電気代の算出基準は電力料金目安単位 0.022 円 /Wh による（税込み）



LW100V36W

EFA10EL/8-R

LELAW4L/2

LW100V54W55

EFA15EL/12-R

LEL-AW6L/2

出典：(株) 東芝

各種照明と LED 消費電力

■ 家電製品

エアコン、冷蔵庫、洗濯機、照明などの家電製品は、半導体を用いたインバータ制御の導入で消費電力を大幅に削減できます。

国内保有の家電製品の全てにインバータ制御を導入した場合、 422×10^8 kWh の年間省エネ効果が期待できるとの推計データがあります。

年間省エネ効果 (2007 年)

ルームエアコン	201×10^8 kWh
ノンフロン冷蔵庫 (351-400L)	95×10^8 kWh
全自動洗濯機	6×10^8 kWh
照明器具	33×10^8 kWh
温水便座	87×10^8 kWh
合計	422×10^8 kWh

(出所：東大・松野准教授)

■ 電気自動車やハイブリッド車

電気自動車やハイブリッド自動車では、エンジン・モーター制御、電力制御に半導体技術が大きく貢献しています。CO₂ 排出量をガソリン車と

比較すると、電気自動車では 68 %、ハイブリッド自動車の市街地走行で 40 %以上の削減につながっています。

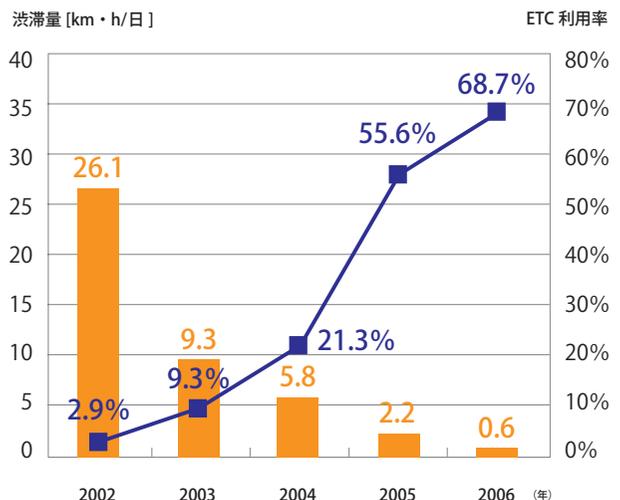
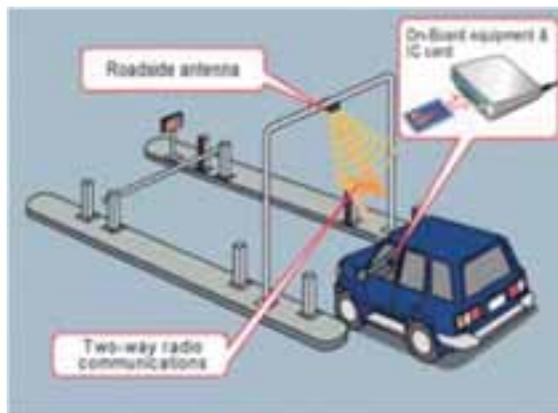
(出所：みずほ総研)

2. 社会システムの省エネ

■ ETC による CO₂ 排出量の削減

半導体応用機器などで構成される ETC (Electronic Toll Collection System : ノンストップ料金支払システム) の利用率が増加し、料金所の渋滞が減少しています。国土交通省によると、下図の首都高速道路の大井本線料金所のデータが示

すように、毎年 ETC 利用率の増加が料金所の渋滞量を減少させています。その結果料金所の CO₂ 排出量は年々減少しており、2006 年度においては全国で 16 万 t-CO₂ が削減されました。



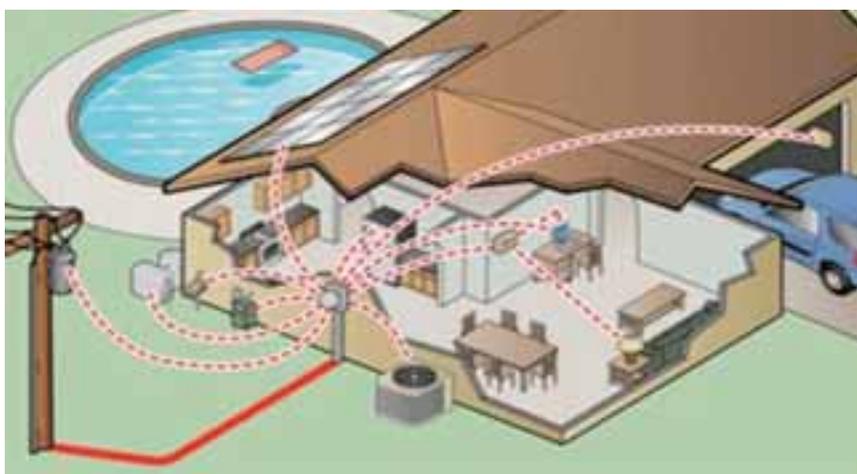
■ スマートメーター

近年、スマートメーターと呼ばれる、新しいタイプの電力計の導入が始まっています。

半導体を内蔵したスマートメーターは、通信機能を備えることにより、家庭の電力使用量を逐次電力会社などに伝えることができます。この情報を使えば、電力会社が電力需要をより正確に把

握し管理できるようになるため、電力の利用効率を高めることができます。

将来は、スマートメーターと家庭内の冷暖房空調設備、給湯器などをLANでつなぎ、それらの機器の省エネ制御を行うことも不可能ではありません。



出典：WSC

■ IT 活用による環境負荷低減

半導体のCO₂排出量に関するいくつかの事例を調査したところ次の結果が得られました。

項目	CO ₂ 排出量の増減
パソコン普及による影響	+360万t-CO ₂
VICSによる影響	-35万t-CO ₂
ETCによる影響	-16万t-CO ₂
産業のIT化による影響	-850万t-CO ₂
業務効率化の影響	-1,300万t-CO ₂

一部効果は重複していると思われる。

(出所：みずほ総研)

パソコンの普及により CO₂ 排出量は増加していますが、サプライチェーンの見直しを初めとする業務効率の改善などにより大幅に CO₂ 排出量が削減されており、調査項目の合計では年間で約 1,800 万 t の削減となりました。この調査によれば、半導体製造時における、年間 CO₂ 排出量（約

500 万 t）、を差し引いても全体としては、社会の CO₂ 排出量削減に半導体産業は大きく貢献していると言えます。

半導体応用機器が CO₂ 削減や省エネを実現しているシステムとしては、他にも次のような事例があります。

【量販店 POS システム】

店舗ごとのサーバーを本部に集約し、電力の消費量、オフィススペースの削減

【e ラーニングシステム】

集合研修にインターネットを利用し、自席受講とすることで人の移動、紙の消費量などの削減

【車載ステーション】

配送車の運転状況を管理し、省エネ運転を実施することで、燃料の消費量の削減

3. まとめ

半導体そのものや半導体を搭載した製品・システムに焦点を当て、半導体の省エネルギー効果について定量的な分析を行いました。

ここまで見てきたように、半導体は、製造時において CO₂ を排出しますが、半導体を搭載し

た機器・システムは、社会全体の CO₂ 排出量削減に貢献しており、環境立国を目指す我が国において、非常に重要な役割を果たしていると言えます。

IV. 日本のものでづくり競争力への半導体産業の貢献

半導体は、自動車や電気製品といった国際的に高く評価されているものづくりの競争力に大きな貢献をしています。ここでは、半導体が、①製品のイノベーション（革新）の源泉であり、②さまざまな産業への波及効果を持ち、③そこで多様な知恵を生み出していることを確かめてみましょう。

1. 半導体はイノベーションの源泉

日本は、過去に高度経済成長と呼ばれる発展を通して世界第2位の経済大国になりました。要因としては自動車やテレビなどの工業生産の躍進があります。その陰に半導体の存在があったことを見逃すことはできません。

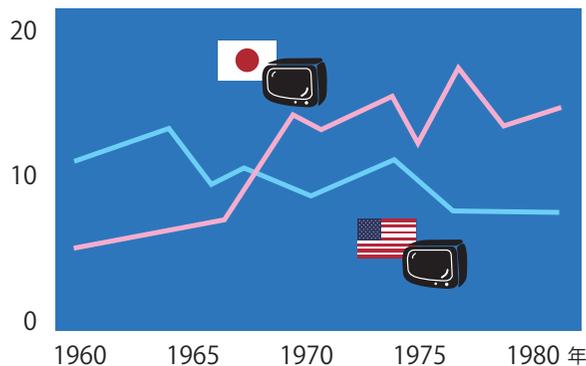
例えばテレビの生産では、1960年代後半に日本は米国を抜き世界一の座を獲得しました。この日米逆転の主な要因は、日本の技術者が世界でもいち早く半導体の持つ革新性に着目し、当時真空管や個別の部品で作られていたテレビの内部の回路を半導体で実現したことによります。半導体の採用がもたらす圧倒的な商品競争力は、最終的には米国をテレビ生産からの撤退に追い込むほどの

インパクトをもたらしたのです。

また自動車でも、1970年代のオイルショック（石油供給危機）の際、世界に先駆けてエンジンの電子制御に半導体を適用し、燃費性能を飛躍的に向上させたことが、日本の自動車産業の世界的な躍進の原動力となっています。

最近のデジタル機器でも、例えばデジカメは世界シェア5割強（一眼レフでは100%）と圧倒的な強さを誇っていますが、ここでも半導体（撮像素子や画像処理回路）の進化が、デジカメに画期的な性能向上をもたらし、日本メーカーの強さの源泉になっているのです。

生産台数（百万台）



日米テレビ生産高の逆転は半導体の積極採用が主要因



半導体の進化がもたらすデジカメの飛躍的な機能向上

2. さまざまな産業への波及効果

半導体で培われた多種多様な技術は他産業においてどのように応用されているのでしょうか。半導体技術の他産業における応用について調査した結果、24にも及ぶ他産業部門(産業連関表によ

る定義)への技術波及効果が確認されました。さらに48の製品事例が抽出されました。そのいくつかを次に紹介します。

■ 微細化技術：液晶パネル

日本のデジタル家電の顔である薄型テレビの心臓部ともいえる液晶パネルは、半導体の製造プロセスと同じ技術を用いて製造されていることをご存知でしょうか。パネル上には映像を表示するためのトランジスタが形成されますが、そこには、薄膜形成、露光、エッ

チング、ドーピングといった半導体産業で鍛え上げられた微細加工技術が応用されているのです。これは、半導体技術の波及効果として、国際的な競争力を持つ産業が生み出された典型的な事例です。

■ 洗浄技術：逆浸透膜

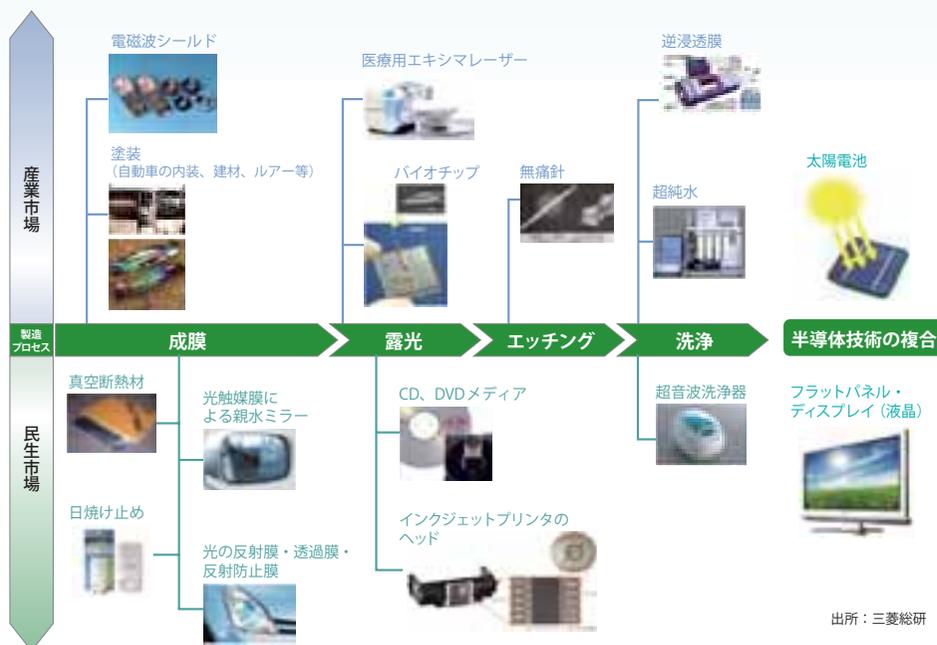
半導体の洗浄工程での厳しい要求に応えるために、純度の高い「超純水」を精製する逆浸透膜が開発されました。それは、海水から

飲料水への浄化を可能にします。果汁や乳製品・化学薬品の濃縮にも用いられ、日本が世界の60%のシェアを誇る自慢の技術です。

■ レーザー技術：医療用エキシマレーザー

半導体の露光工程用に開発されたエキシマレーザーは、使用時にほとんど熱を発生しない

ことから、最近ではレーシックなどの視力矯正手術においても利用されています。



半導体の生産における高度な製造技術は、多くの産業や製品に応用され、日本のものづくり産業を支えています

3. 生み出される多様な知恵

半導体産業におけるものづくりの知恵が、他の産業に波及しています。

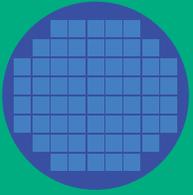
半導体は、数百からなる複雑な工程を経て製造されます。この長い工程を通じて、高い良品率(歩留り)を確保するためには、各工程のデータ

を収集し、それに基づく科学的な管理手法の確立が必須でした。こうして生み出された工程管理や品質管理などの考え方やノウハウが、日本のものづくりに貢献してきました。

おわりに

このように半導体産業は、日本の社会、経済、環境、技術に大きな貢献を与えていることが分かります。こうした点から考えると、半導体を単なる一産業として見るのではなく、社会基盤産業として見る必要がある、と言っても過言ではありません。

21世紀の「科学技術立国」を目指すわが国にとって、半導体産業は、必要不可欠な産業なのです。



Green Clean Semiconductor