



慶應義塾大学ビジネス・スクール

東京エレクトロン株式会社(A)

—— 半導体製造装置産業における東京エレクトロン ——

沿革

創業期（1963年～1965年）

東京エレクトロンは、当時31歳の久保徳雄氏（現相談役）と28歳の小高敏夫氏（現相談役）の両氏が1963年11月に、ともに商社時代の経験を生かして設立した、今でいうベンチャー企業である。

両氏は、1963年当時、総合商社日商（現日商岩井）の社員であった。久保氏は、ニューヨーク駐在員として、日本の電機メーカーの技術者たちをRCAや当時のアメリカの代表的なベンチャー企業に橋渡したり、米国メーカーと日本の販売代理権の獲得交渉をするのを主な仕事としていた。小高氏は、同じ日商の東京本社電子機器課で、半導体製造機器等の輸入販売を、ニューヨーク駐在の久保氏の協力も得て担当していた。

両氏が受け持っていたエレクトロニクス分野は、当時でも相当高い技術レベルに達していたが、それ以上に技術の進歩は早かった。だからこそ、高密度の技術的アフターサービスを含めて販売しないと商売としては成立しにくいし、日本向けに改良する技術がなくてはならないと両氏は日頃から話し合っていた。

だが、当時の総合商社の本質は、行き届いたアフターサービスより売上高のグラフを重視する売上至上主義であった。当時の総合商社は、金額の張る商品を扱ってコミッション（手数料）を稼ぎ出すのが最優先であり、アフターサービスのように手間ばかりで収入にならないことにはなるべく関わらない体制になっていた。

エレクトロニクスを将来有望な分野と確信していた両氏は、当時の総合商社の体質に疑問を感じていた。さらに、アメリカのベンチャー企業の成功と熱気にも刺激され、独立の意志を固めていった。

両氏は、新しく作る会社が日本の家電技術の潜在的輸出能力と集積回路の発達にのれば、

このケースは慶應義塾大学大学院教授の柴田典男の指導のもとに同修士課程の中田信也が作成した。ケースはクラス討議の資料として作成されたものであり、経営管理の巧拙を例示するものではない。ケースの作成にあたり東京エレクトロン(株)のご好意と、同社特別顧問（元副社長）の風間善樹氏、相談役（元会長）の小高敏夫氏の多大のご協力とをいただいた。また、上野電子(株)代表取締役社長の上野政巳氏からも懇切なるご助言をいただいた。ここに記して厚く御礼申し上げます。（1997年3月作成、9月改訂）

必ず成功すると考えた。新会社の構想は当初から「エレクトロニクス中心」でいくことに決めていたが、商社のような単なるコミッション・マーチャントではなく、製造機能を併せ持ち、商品に付加価値をつけるということであった。

新会社の出資金に関して、両氏は手に負えず、出資者を外に求めた。基準は、「知名度のある非メーカー」とした。有名企業が株主になれば、信用等の面で有利になり、非メーカーにしたのは、特定メーカーの制約を避けるという判断と、将来自分たちがメーカー機能を育てるためでもあった。

両氏は、東京放送（TBS）に出資の可能性があると考え接近した。TBSは、両氏が考えた基準にあてはまった。両氏はTBSと放送機材の輸入の仕事でつながりがあったのである。両氏の申し入れにTBSが応じ、1963年11月11日、東京エレクトロン研究所（1978年に現社名に変更）が設立された。新会社は資本金500万円、従業員4名ではじまった。TBSから当時TBS技術担当常務であった遠藤幸吉氏が初代社長として迎えられたが、実質的には、久保、小高両氏ら若者に全権が委ねられた。TBSは東京エレクトロンの経営に、一切介入せず、「金は出すが口は出さない」という理想的なスポンサーに終始した。その背後には、「新しい事業は、若い者に自由にやらせなければ成功しない」というTBS副社長の今道潤三氏の意向があった。

設立当初の久保氏の主たる業務は、当時としては最先端分野であったカーラジオの輸出であった。久保氏は、設立後1年間、日曜はおろか正月もほとんど休みをとらずに働き続けた。1年後の1964年9月末で締めてみると売上が9,091万円に達し、26万5千円の利益が出ていた。利益というには、あまりにもささやかな金額であったが、初年度に赤字を出さなただけでも、奇跡的といえた。

一方、小高氏は、日商での仕事に一区切りをつけ、創立から半年後の1964年5月に入社した。同氏は、電気工学科出身のエンジニアであり、日商時代から半導体製造装置などの先端技術とのかかわり合いが深く、輸入業務には、欠くことのできない人物であった。同氏は、入社するや否や行動を起こした。半導体製造装置を輸入するといっても、東京エレクトロンは商権を全く持っていなかった。同氏は、米国のサムコ社の拡散炉に目をつけ、入社後1週間後に渡米した。同氏は日商時代に築いた人脈を用いてサムコ社に接触し、その後、サムコ社副社長直々の技術知識などの信用度に関するテストに合格し、代理店契約に関して基本的合意に達した。同氏の帰国後、両社間で正式契約が結ばれ、1964年5月末には、早くもサムコ社製拡散炉の輸入販売が開始された。1964年の秋口になってさらに大きな商売のチャンスが訪れた。フェアチャイルド社の副社長（半導体製造装置担当）が同社の日本代理店を訪問するため来日した。フェアチャイルド社は当時、半導体および半導体製造装置の分野で急成長していた有力ベンチャー企業であった。フェアチャイルド社の訪日目的が、日本での半導体拡販の他に新しい代理店を探すことであるということを知った久保氏と小高氏は、東京エレクトロンを同副社長に売り込んだが

最初の接触では契約に至らなかった。その後もフェアチャイルド社の社員は頻繁に来日し、東京エレクトロンと接触した。フェアチャイルド社の創設者の1人であり、後に独立してインテル社を設立したノイス博士と初めて接触したのもその頃であった。久保氏、小高氏以下全員（といっても5～6人に過ぎないが）は全力をあげてノイス達との折衝に取り組んだ。これらの努力が実を結び、1964年10月に入って代理店契約に関する合意が成立した。すぐに久保氏がシリコンバレーのフェアチャイルド社へ飛び、契約書のサインを終えた。こうして、フェアチャイルド社製のテスターをはじめとする半導体製造装置の輸入販売業務が始まった。

契約成立後、小高氏は、まず自分が技術を習得するために、フェアチャイルド社の研修を受けに行くことにした。同氏は研修中のある日、フェアチャイルド社の最新鋭の半導体製造工場を見学して大きな衝撃を受けた。当時、日本の専門家の間では「IC（集積回路）の民生機器での実用化は疑問である」が通説になっていた。そのICが続々と量産され、しかも同じ工場内で生産されているICテストには、何千個もの自社製のICが使われていたのである。同氏は、商業ベースでのIC量産を最初にみた日本人であることに興奮した。同氏は、その夜、東京の久保氏あてに手紙を書いた。「いよいよICの時代が始まります。アメリカではすでに始まっています。わが社は今後、ICに焦点を絞るべきです。したがってテストもトランジスタ用でなく、ICテストにすべきです。その市場はおそらく爆発的に伸びるでしょう。そのために、まずデモ機の購入が必要です。」

小高氏の興奮は東京にも伝わった。しかし、デモ用ICテストは1台4,000万円もする。資本金500万円の会社が4,000万円の買い物をすることは非常に大きな意思決定である。もし、売れなかったら倒産は確実である。久保氏は、熟慮の末、返事を書いた。「ICテストを買うことに決めた。」

東京エレクトロンは、ICの可能性にかけることにした。ICテスト1号機は、1年後に入荷した。最初の注文は日本電気から、続いて日立、三菱電機から引き合いが入ってきた。デモ機発注時の心配は、取り越し苦労に終わったというより、東京エレクトロンが日本のICの進歩を加速したとあってよいであろう。そのあと、フェアチャイルド社との提携は順調に発展し、テストに続きICそのものの販売代理店契約も締結した。

ようやくこの頃から日本のメーカーにもIC設備投資の意欲が盛り上がってきた。拡散炉、ICテストの売れ行きも軌道にのりはじめていた。また、東京エレクトロンは、1965年3月には、フェアチャイルド社のデジタルマルチメータなど小型デジタル計測器の輸入販売を始め、1965年6月には、エレクトログラス社のウエハプローバ、自動マスク位置合わせ装置の輸入販売も始めた。

発展期（1966年～1979年）

東京エレクトロンは、設立後の十数年にわたり、積極的に子会社戦略を展開した。輸出

業務拡大のための子会社がいくつか設立された。

1969年3月 テルトロン設立

東京エレクトロンが輸出するオーディオ商品のうち、カーステレオと、海外向け高級ステレオを製造した。(工場は、栃木県小山市)

1972年4月 テル・ラジオ設立

資本参加により系列化した会社で、輸出用カーラジオを製造した。(工場は、福島県福島市)

これらの子会社を設立して、カーステレオ、カーラジオ、電卓、トランシーバーなどの生産に進出したねらいは、主として輸出における付加価値を高めることにあった。

また、輸入業務に関連した子会社も数多く設立された。

1967年10月 パネトロン設立

輸入電子部品および小型計測器の国内における販売会社で、常時数千アイテムの在庫をもち、顧客の要望に応じて即納体制を整えた。

1968年2月 テル・サームコ設立

米国サームコ社との合併会社である。従来輸入していた拡散炉をこの会社で国産化し、日本で最初の半導体製造装置がここから誕生した。

1970年8月 メック・エンジニアリング設立

諏訪精工舎を退職した4人の若手技術者が設立した。当時、日本で唯一のミニコン用のラインプリンターを製造した。後に、創設者のうち風間氏が東京エレクトロンの副社長、今橋氏は、同常務に就任した。

1971年2月 東京システム技研設立

コンピュータ・ソフトウェアの開発と設計の専門会社として設立された。

1971年4月 テル・エンジニアリング設立

東京エレクトロンが輸入販売している電子機器を、日本のユーザー向けに改良すると同時に、小型ICテストなどの電子機器の開発を行った。

1972年1月 テル・アヴィエーション設立

航空電子官制機器、精密特殊部品の輸入・販売会社として設立された。

1972年7月 東京プロセス開発設立

エレクトロニクス技術を取り入れた科学機器、公害防止機器の輸入・販売会社であり、創設者の井上氏は、後に、東京エレクトロンの社長(現会長)に就任する。

これらの子会社戦略により、東京エレクトロンは、商社としてだけでなく、最先端技術をもったメーカーとしての顔をもちはじめたのである。

東京エレクトロンの利益獲得の中心は、半導体製造機器、電子部品およびコンピュータ関連機器であったが、1970年代前半までは、当時はまだ目新しかったカーステレオ、電卓、VTRなどの先端商品の輸出を行っていた。利益への貢献度は小さいが売上は大き

く、これに関連するグループの社員数も全グループ社員数の7割を占めていた。そこに、ドルショックと2度にわたる石油ショックというトリプルパンチが日本経済を襲った。高度経済成長が終焉したのであった。東京エレクトロンは、大量の在庫を抱え込み、その打開策としてある決断を下した。それは、当時の売上の6割を占めていた大衆消費財輸出から撤退するということであった。同社は、1974年から3年がかりで、この撤退を敢行した。この過程で、小高氏が大衆消費財輸出も担当することになった。すでに、このビジネスの赤字が続き、リスクが大きく、撤退しないと東京エレクトロンの将来の成功はないと判断したためであった。それまでは、久保専務、有森常務の担当であった。

この時の苦い教訓を活かし、小高氏は、東京エレクトロンが次の段階に踏み出すための「商品7条件」をまとめた。それは、次の7つの条件を満たすものだけを取扱い商品とするという方針であった。

- ①マーケットが今後大きくなる分野の製品
- ②その製品について競争相手が少ないこと。特に大メーカーの主力製品でないこと。
- ③他社が容易に参入できない製品。
- ④販売先が一流会社であり、代金回収についての心配がない製品であること。
- ⑤取扱うのにあまり金がかからない製品であること。
- ⑥製品が在庫している間に値崩れしないこと。
- ⑦付加価値の高い、利益率の高い製品であること。

一見こんな商品があるはずがないと思われるが、それを実施したものこそ、現在の東京エレクトロンの商品群といえる。これを機に、特化したマーケットで高いシェアを獲得し、きめ細かなサービスとメーカー機能によって付加価値を高めるという今に引き継がれる東京エレクトロンの基本方針が、ここで確立された。

これが契機となって、東京エレクトロンは企業体質の強化を図り、成長の速度を加速させたと解することができる。1970年代の輸入半導体製造装置が主流の時代、東京エレクトロンは拡販するためには、商社自体でメンテナンスを可能な体制にすることが、他社との差別化を図る上で最も有効な戦略であると認識し、サービス体制を充実させた。例えば、セールスマンに機器据え付けや修理の訓練を施し、補修部品も自社で持つようにしていった。このサービス体制の整備がユーザーに評価され、業界での同社の地位は着実に高まっていった。

成長期（1980年～現在）

東京エレクトロンは、1975年からの半導体景気の流れに乗り、ついに1980年、ベンチャー企業として念願であった東証2部上場を成し遂げる。（1984年には1部に昇格）

同社は、1980年代に、国内半導体産業の隆盛を背景に活発な国産化を図り、米国企業との合併会社や国内製造拠点を次々に設立した。

テルメック（前出のメック・エンジニアリングとテル・エンジニアリングの合併会社）は、東京エレクトロンの半導体製造装置の国産化に大きく貢献した。

米国の半導体製造装置メーカーとの合併会社はテル・サムコ社以外は、いずれもテルメックが所在する山梨事業所内に設立された。テルメックは、多くの技術者を合併会社に移籍させ、製造や経営のノウハウを伝授した。また、合併会社は、テルメックの協力会社から円滑な部品調達を行った。その結果、TEL-TRE社以外のいずれの合併会社も、設立後1～2年で単年度黒字化を達成した（TEL-TRE社は設立直後に合併を解消し、ステッパーの製造事業の継続を断念）。

九州事業所と東北事業所の開設に際して、それぞれ現地で採用された社員は、事業所開設前の1～2年間、山梨事業所内のテルメックで実習を受けた。山梨事業所は、各事業所開設後、多くの技術者を移籍させ、それらの立ち上げを支援した。また、各事業所は、開設当初は山梨事業所の協力会社から部品を調達していたが、その後、移籍していた山梨事業所の技術者が、九州と東北で、それぞれの協力会社を開拓していったのである。

これら東京エレクトロンの国産化の陣頭指揮をとったのは、テルメックの風間氏（後に、東京エレクトロン副社長、現特別顧問）であった。

合併会社の設立は、米国で優れた技術が開発されれば、ためらうことなくそれを導入し、自社の開発・生産技術と合体させて、素早く市場を制するという東京エレクトロンの伝統的な開発戦略に基づいている。販売及びアフターサービスは、東京エレクトロンによって行われた。この間に設立された合併会社は以下の3社であった。

1981年9月 テル・ジェンラッド設立

米国ジェンラッド社との合併会社でボードテスト（回路基板検査装置）の生産を開始した。

1982年3月 テル・バリアン設立

米国バリアン社との合併会社で、イオン注入装置の生産を開始した。

1983年7月 テル・ラム設立

米国ラム・リサーチ社との合併会社で、エッチング装置の生産を開始した。

また国内の製造拠点として、1981年1月に山梨事業所を、1983年11月に九州事業所を、そして1985年4月に東北事業所を開設した。

合併会社及び国内製造拠点としての3事業所の設立により、東京エレクトロンは、同グループでの自社生産比率を急速に高めていった。同社の半導体製造装置の国産化率は、1980年に約50%であったが、1990年には約80%に上昇した。同社は、商社としてだけでなく、最先端技術を持ったメーカーとしての顔を持つようになったのである。東京エレクトロンは、このグループ内生産化でユーザーの要求仕様に対してより柔軟な対応ができるようになったのである。

東京エレクトロンは、1980年代前半には、順調に業績を伸ばし、1985年9月期

には、193億円の経常利益を上げ①過去最高で②筆頭株主の東京放送（TBS）、③出身の日商岩井を上回るという三冠を花道に久保氏と小高氏は、51歳と48歳という若さでそれぞれ相談役と会長に退いた。

しかし、1985年後半から半導体不況が到来し、当時主力であった256KDRAMの価格が急激に低下した。半導体メーカーは、その影響を受けて収益を低下させ、設備投資を抑制した。その結果、半導体製造装置の需要が一気に冷えこみ、東京エレクトロンは、1986年9月期と1987年9月期の決算で営業赤字に転落した。後事を託した吉田社長が責任を取る形で辞任し、大株主の要請もあって小高氏が社長に復帰した。

小高氏は、吉田社長時代の積極拡大策に急ブレーキをかけ、建て直しを図った。具体的には、設備投資と採用の抑制や役員の給与カットおよびメーカー機能の再強化などを行った。その結果、順調に業績が回復し、1990年9月期に5年ぶりに過去最高益の記録を更新して、小高氏は再び会長に退き、井上氏に社長を引き継いだ。

井上氏は「グローバルゼーション（国際化）」、「オリジナリティ（独創性）」、「カスタマー・サティスファクション（顧客満足）」の3つを繰り返し唱えて経営を行った。

グローバルゼーションについては、東京エレクトロンは、海外に現地法人を次々に設立した。1993年9月、東京エレクトロンコリア、1994年4月に東京エレクトロンヨーロッパ、1994年10月に東京エレクトロンドイツ、1994年10月に東京エレクトロンイタリア、1995年11月に東京エレクトロンオレゴン（1996年10月に開発、製造拠点が稼働）1996年1月に東京エレクトロン台湾を設立した。

1994年10月に、東京エレクトロンは欧米向け半導体製造装置の販売体制を大幅に変えた。同社は、それまで欧米での販売を代理店経由で行っていたが、現地に販売とメンテナンスを受け持つ全額出資子会社を設立し、全て直接販売に切り替えた。こうした現地子会社は、営業拠点というよりも、顧客をサポートするためのメンテナンス部門としての意味合いが大きかった。現地子会社は、実際に装置を前にして現地メーカーの技術者から生の声を聞き半導体生産技術の変化をつかむのである。

オリジナリティとカスタマー・サティスファクションについて、同社は、顧客のクレームに即座に対応することによって顧客満足を向上させ、さらに、顧客の技術者との頻繁な接触を通して、顧客が次にどんな新技術を求めているかを探り出し、独創性のある商品開発を行うのである。井上氏は、これらを継続的に行うことを強調した。

1993年3月期に、東京エレクトロンは、半導体市場の不況の影響を受け、大幅な減収減益となったが、その後、回復基調に乗って急成長を図り、1996年3月期には、売上高4,024億円、経常利益479億円を記録した。

1996年6月に、経営陣の若返りを図り46歳の東氏が社長に就任した。

事業の概要

東京エレクトロンには2つの顔がある。ひとつは、商社としての顔であり、もう1つは、メーカーとしての顔である。世界の最先端企業とパートナーシップを結び、半導体製造装置をはじめ、コンピュータ・システム、液晶製造装置、各種電子部品を供給する専門商社としての顔がある。一方、半導体製造装置の生産では世界有数のシェアを誇るメーカーとしての顔がある。 5

東京エレクトロン本体が研究開発と販売を行い、東京エレクトロン山梨などの製造子会社が半導体製造装置の製造を行っている。東京エレクトロンは、1984年2月のテルメック合併によって製造部門を持つようになったが、1987年2月以降、製造部門を全面的にグループ内の製造子会社に移管した。東京エレクトロンの主な事業分野は、半導体製造装置とコンピュータ・システムと電子部品の3部門である。 10

東京エレクトロンの本社機構は、SPEグループ(Semiconductor Production Equipment Group)とECSグループ(Electronic Components & Systems Group)と技術開発グループと管理グループで構成されている。SPEグループは、売上の約80%を占める半導体製造装置を担当し、ECSグループは、コンピュータ・システムと電子部品を担当している。(付属資料5) 15

(SPEグループ)

SPEグループは、東京エレクトロンの売上構成比率約80%を占める中心グループである。取扱い商品は、東京エレクトロンの売上の大黒柱である半導体製造装置であり、先端技術がひしめきあっているグループである。酸化・拡散装置、CVDシステム(chemical vapour deposition 薄膜形成装置)、コータ・デベロッパ(塗布・現像装置)、エッチング(蝕刻)装置、ウェハプロバ(検査装置)、キャリアレス洗浄装置などグループで開発・製造される自社開発商品は、国内だけでなく世界中で高い評価を受けており、いずれも高い占有率である。(付属資料6) 20

東京エレクトロンは、ウェハプロセス処理装置において、ステッパー(縮小投影露光装置)などの露光装置を除いたほとんどの分野に展開しており、バランスの良い構成と総合的な品揃えが強みである。 25

1996年4月より、液晶製造装置が、ECSグループより移管された。液晶製造装置に関しては、半導体製造装置の技術をいかんなく発揮できる分野であり、最近の液晶需要の急激な増加で、今後東京エレクトロンの第4の柱として成長する可能性が高い。現在、プラズマエッチング・アッシング(蝕刻・レジスト剝離)装置、コータ・デベロッパを自社開発しており、液晶業界でも最大の装置供給会社である。 30

(ECSグループ)

ECSグループは、コンピュータ・システム部門と電子部品部門から成るグループである。前者のコンピュータ・システム部門は、スーパーコンピュータ、ワークステーション、 35

ネットワークシステム、CADシステム、テストシステム、プリント基板製造・検査装置などを取扱っている。後者の電子部品部門は、自社開発のオリジナルICをはじめ、マイクロコンピュータ、メモリ、ロジックなどの半導体デバイスを中心に、世界のトップクラスの製品を網羅している。また、東京エレクトロンは、電子部品商社としては、日本最大級の規模と技術を備えた設計開発センターを全国3ヵ所に設け、ASIC（特定用途向けIC）の開発にも積極的に取り組んでいる。

（管理グループ）

管理グループは、人事・総務・財務・経理などの部門から成るグループであり、予算策定や業績管理などを行っている。

4社の製造子会社が、半導体製造装置の製造を行っている。このうち全額出資の子会社が、東京エレクトロン東北、東京エレクトロン山梨、東京エレクトロン九州の3社である。米国メーカーとの折半出資による合併会社がテル・バリアンである。

各社ごとの主力製品は、東京エレクトロン東北が酸化・拡散装置、LP-CVD装置、東京エレクトロン山梨がエッチング装置、ウェーハプロバ、メタルCVD装置、LCD用エッチング・アッシング装置、東京エレクトロン九州が、コータ・デベロッパ、キャリアレス洗浄装置、LCD用コータ・デベロッパ、テル・バリアンがPVD（薄膜形成）装置、メタルCVD装置などである。（付属資料7）

さらに、東京エレクトロンは、グループ内に半導体製造装置の保守・サービスを担当する東京エレクトロンFEや、半導体や電子部品を扱う東京エレクトロンデバイスなどの子会社を持っている。東京エレクトロンFEは、ユーザーに対するきめ細かなサービスの提供とともに、フィールドエンジニアが得た情報を開発・製造にフィードバックし、次の製品の開発・製造に顧客の要望を反映させている。東京エレクトロンデバイスは、顧客の多様なニーズに即応するためのきめ細かな営業活動を展開し、電子部品の販売力強化を図っている。

国際化に関しては、東京エレクトロンは、世界中のどこでも、日本で得られるのと同等の製品とサービスを提供することができるように地球規模での直販・サービス体制を展開している。米国では、東京エレクトロンアメリカがテキサス州オースチンを拠点として全米に支店を展開している。また、1996年10月より、東京エレクトロンオレゴンが、減圧CVD装置と拡散炉の製造を開始した。東京エレクトロンは、開発・製造から販売・サポートにいたるまで、全米をカバーするネットワークを構築しつつある。欧州においても、同社は、東京エレクトロンヨーロッパや東京エレクトロンイタリアなどの現地法人を設立し、全ヨーロッパにまたがるネットワークを整備している。一方、今後の需要拡大が期待されるアジアにおいて、同社は、東京エレクトロン韓国や東京エレクトロン台湾などの現地法人を設立し、販売・技術サービス活動を展開している。（付属資料8）

1996年3月時点の東京エレクトロングループの人員は、6,500人である。東京

エレクトロン本体は1,500人であり、その内訳は、販売が1,000人、研究、管理がそれぞれ250人ずつである。製造子会社は3,500人であり、その内訳は、設計などの開発が2,000人であり、製造が1,500人である。サービスを担当する子会社である東京エレクトロンFEは1,000人である。海外現地法人は、500人である。
(販売動向)

東京エレクトロンの半導体製造装置、コンピュータ・システム、電子部品の3部門の売上推移を見ると、ここ10年間で半導体製造装置の売上が約7倍に急成長している。これに対し、コンピュータ・システムは、1.5倍、電子部品は3倍である。全売上に占める半導体製造装置の構成比に関しては、1986年9月期が53%であったが、1996年3月期には、80%にまで拡大している。(付属資料9)

同社の半導体製造装置売上高内訳の推移を見ると、輸入の構成比が低下傾向にあり、半導体製造装置の国産化率が高まっていることがわかる。1980年代前半からの国内における積極的な製造子会社と合併会社の設立によって、半導体製造装置の製造が拡大してきたからである。半導体製造装置の国産化率は、1980年9月期に46%であったが、1996年3月期には86%に上昇している。

また、半導体製造装置の輸出額がここ数年で急拡大しており、1996年3月期には、1,326億円で売上の42%を占めている。地域別に見ると、韓国と台湾が、ここ2~3年で急増しており、両地域の構成比も1996年3月期には、68%に高まっている。韓国と台湾の半導体産業は、メモリ(半導体記憶素子)を中心に急成長しているが、自国内に半導体製造装置メーカーがほとんど存在しない。したがって、今後も引続き、両地域への輸出拡大が期待できる。また、欧州への輸出額は、1996年3月期に急増し、米国の輸出額を上回った。

(収益構造)

東京エレクトロンの収益性は、ほぼ半導体製造装置の動向によって左右されてきた。半導体不況で営業赤字に陥った1986年3月期、その後5年ぶりに最高益を更新した1990年9月期、半導体市場の低迷の影響で大幅な減益となった1993年3月期、直近の好調であった1996年3月期を比較してみた。

1986年9月期における半導体製造装置の売上総利益の構成比は38%であり、利益率は16%で全体の収益を押し下げた。1990年9月期には、同構成比は70%であり、利益率は27%で全体の収益性を押し上げた。同様に、不調の1993年3月期は、同構成比58%、利益率17%で全体の収益性を引き下げ、好調の1996年3月期は、同構成比85%、利益率22%で全体の収益性を押し上げた。

半導体製造装置の売上と利益率の動向が、東京エレクトロンの収益性に非常に大きな影響力を持っているのである。

外部環境

情報革命と半導体産業

現在は「情報革命の時代」であり、情報革命の中心的駆動力は、半導体技術ないし、IC技術の発明・改良である。工業化社会の産業の中心は重化学工業であり、その中核は「鉄は産業の米」といわれたように鉄鋼であった。情報化社会の中心は情報産業であり、その中核は「半導体は産業の米」といわれるように半導体となっている。IC産業は他産業を電子化・情報化する産業となって電子産業だけでなく、あらゆる産業がICを使うようになった。IC産業は他産業を電子化・情報化する産業となっている。

半導体の技術進歩は目を見はらせるものがある。この進歩の早さが社会を急速に変え、これが現在を情報革命の時代と呼ばせる大きな要因となっている。例えば、半導体メモリ・デバイスのDRAM（記憶保持動作が必要な随時書き込み読み出しメモリ）の記憶容量は3年ごとに4倍のスピードで大きくなってきた。15年間でみれば、約1,000倍の記憶容量の増加である。

半導体産業の特色

半導体産業の最大の特色は、研究開発費、設備投資の対売上高構成比が高いことである。前者は10～20%、後者は20～40%で一貫して進んできている。

半導体産業のもう一つの特色は、その開発スピードの早さであろう。メモリ容量の拡大の早さが良い例である。技術開発のスピードが早いということは、研究開発に莫大な費用がかかるということの意味する。研究開発投資は業界で、1988年には、3,207億円に達し、この額は鉄鋼業をやや上回り、化学の約4分の1、輸送機械の約3分の1である。ただ研究開発費の対売上比率は半導体産業はきわめて高い。1988年度は13.8%で製造業全体平均の1.8%と比べると、その比率は極めて高いといえる。

半導体産業は、巨額の設備投資を必要とする。1995年の国内大手11社の設備投資額は約1兆3,000億円で、全製造業の設備投資額に占める割合は15%前後と、自動車・同部品よりも大きいと見られている。

例えば、DRAMの高集積化は、製造装置（製造機器、クリーンルームなど）の高度化、製造工程数の増大などにより、製造プラントに必要な資金を巨大化させており、16MDRAMの標準的な工場で1,000億円強の設備投資が必要である。投資負担はもはや1社で賅えるものでも賅うべきものでもなくなってきており、メーカー間の提携、共同開発、ジョイントベンチャーなどの協業の流れが加速している。（付属資料10）

また、半導体産業は景気の波が激しいことも特徴の一つで、そのことが設備投資に与える影響は大きい。1980年から1990年までの設備投資額の推移をみると、このことがよくわかる。半導体産業の設備投資額は、1980年代初めには年間1,000億円から4,000億円の間であったが、1984年には7,000億円へと急増し、1986年、1987年には半導体不況の影響で激減して4,000億円を下回り、1988年か

ら1990年までは6,000億円から8,000億円の間に推移した。

半導体産業は、品不足と過剰在庫が拡大して見える業界であるといえる。まず、需要増大の局面には、完成品メーカーや電子部品卸は、商品確保のため2重発注などを行う。その結果、実質2~3%の品不足なのに、20~30%の品不足のように感じる。そこで、半導体メーカーは設備投資を行い生産を拡大する。そして一挙に過剰在庫が発生するのである。次に、需要減少の局面には、完成品メーカーや電子部品卸は、実質2~3%の過剰在庫なのに、価格低下を待ち注文を控える。そして、完成品メーカーや電子部品卸の在庫が、徐々に減少していくにもかかわらず、半導体メーカーが生産を抑制するので、供給不足が発生し、一挙に品不足になる。

この動きが、3~4年の周期で繰り返されている。半導体産業は、需要が急激に低下した時に備えて、損益分岐点を下げるなど経営体質の強化を図っておく必要がある。

半導体産業では、1960年代から1980年代にかけて、①ラーニングカーブ、② π (パイ)ドルの原則、③シリコンサイクルという他の産業にはあまり見られない現象が現れた。

①ラーニングカーブ(習熟曲線)

量をたくさん作ると、製造工程や材料の改善、製造技術の習熟などによりコストが安くなる。ラーニングカーブは、1960年初頭、米国のボストン・コンサルティング・グループが半導体のコスト分析を行っている際に見つけ出したもので、「ICの累積生産量が2倍になると、コストが27.6%低下する」というものである。

累積生産量が4倍になると、コストはほぼ半分になる。大量生産すればするほどコストが下がり、競争力が強化され利益は大きくなる。このようなビジネス環境下では、各企業は迅速かつ集中的に設備投資を行って量の経済を追求する戦略を取るようになる。

世界の半導体市場の約40%を占めるメモリに関しては、ラーニングカーブの法則が厳然としてあるため、メモリの比率が高い日本メーカーは、量産指向を強めているのである。

② π (パイ)ドルの法則

これはベル研究所のレプセルターによって示されたもので、メモリの価格は容量が4倍に増えているにもかかわらず、どの容量のチップでも最初の高値から、円周率 π の値に近い約3ドルまで下降し、やがて2分の1 π ドル、即ち約1.5ドルまでゆるやかなカーブを描いて下がって安定化するということである。このような価格の均一化法則は、容量の拡大に伴って単位機能(メモリの場合はビット)当りの価格が急激に下がることを意味しており、メモリICを使う市場の拡大に大きな刺激を与えてきた。

価格の均一化傾向は、微細加工技術の進歩によるところが大きい。微細技術の進歩によって製造工程がそれほど増えず、1枚の基板ウエハから取れる良品のチップ数が変わらなければ、チップ1個あたりの単価は変わらない。また、少々の難しさの増大や工程数の増加は基板ウエハの面積拡大や生産数の増大によるラーニングカーブ効果でコストアップは

抑えられてきた。

256KDRAMまでは、「パイドルの原則」が貫徹してきたが、1MDRAM以降、このルールはそのままでは適応しなくなってきた。早稲田大学の垂井教授は、「倍ドルの原則」を提唱している。工程数の増大、製造機器の高価格化、チップの面積の拡大などで1MDRAM以降、1世代当りのコストが倍になっており、世代ごとの最終価格は従来の均一化ではなく、2倍になるということである。これは半導体産業の健全な発展には適正利潤の確保が必要であるという考え方から端を発している。倍ドルの原則は、1990年代に入り期待以上に根付き、1993年から1995年にかけて4MDRAMは、1個1300円前後という高値を保った。だが、その4Mも1996年に入り急落し、「パイドルの原則」の復活の兆しがでてきており、半導体業界に危機感が広がっている。

③シリコンサイクル

半導体産業には、景気の動向を示す「シリコンサイクル」というものが知られている。半導体産業は、4年サイクルで好不況の波に洗われるというのである。シリコンサイクルの原因については、次の3点があげられる。

(1) 半導体が部品であるため、在庫と納期の影響をうける。

半導体は、メーカーから流通業者、ユーザーへと流れていく。流通業者、ユーザーの適正在庫は0.9ヶ月分といわれ、実需が大きくなり、在庫が少なくなるとユーザーの製品の製造が影響を受けるので、ユーザーは2重発注や長期発注をして、半導体の確保を図るようになる。こうして実需を上回る発注がなされるようになる。

半導体メーカーが、この仮需要に合わせて高水準の生産を続けていると、ちょっとした景気の陰りで仮需要のキャンセルや実需の減少が起き、あっという間に在庫が増えて売れなくなり、半導体産業は不景気の波に洗われる。

(2) 半導体産業は高度技術装置産業であるので、半導体メーカーは高価な製造設備の高稼働率を維持して設備の償却を早める必要がある。また、ラーニングカーブの法則により、大量に作れば作るほどコストが下がるので、半導体メーカーはどうしても作りすぎるようになる。

(3) 半導体製品のライフサイクルが短いため、次世代への製品転換のタイミングがずれることが多い。(付属資料11)

世界の半導体産業

半導体産業は、米国を中心に1960年代以降急成長した産業であり、その技術のほとんどが米国で開発された。米国の半導体産業は軍需と共に発達してきた。トランジスタやICの初期需要の大部分は、軍事関連であった。これに対して、日本はトランジスタやICを民生品に応用して市場を開拓した。

1980年代に、日本の半導体産業は米国半導体産業を生産規模で追い抜いた。その時点で激しい半導体摩擦が生じた。原価低減のための大量生産指向と、歩留まりの問題は、

半導体産業の2大特色であるが、日本企業がICのメモリ部門で圧倒的に強くなった原因は、この2つの問題が大きかった。資金力に優る大手の日本企業は、巨費を投じて製造設備を拡大し、大量生産によって米国企業とコストの優位性を保ち、米国企業では難しいようなきめ細かな歩留まり向上策を推し進め、結果として米国勢を駆逐するようになった。この時代に日本の半導体製造産業や半導体材料産業も米国を抜いた。

家電・自動車のように、半導体も永続的に日本勢が優勢になるかと思われていたが、1990年代に入って米国メーカーの躍進ぶりが目立つようになった。1992年には、長らく世界のトップであった日本電気を抜いて、インテルが1位になった。1993年には8年ぶりに世界市場で米国のシェア(41.9%)が日本のシェア(41.4%)を抜いた。米国復調の原因は、米国パソコン市場の堅調とそれに使われるMPU(マイクロプロセッサ)の好調、そしてインテルなどの米国メーカーがこの高付加価値なMPUに圧倒的に強いことがあげられる。

1990年代に入って、韓国の半導体メーカーの躍進が著しい。後発、技術基盤の薄さ、製造装置や材料のほとんどを国外に頼っているなどの問題点があるが、着実に力をつけている。1993年には三星電子が売上高で世界ランキング7位にはいった。(付属資料12)

高付加価値の半導体では米国勢の独走を許し、メモリー分野では、韓国・台湾勢の影におびえる日本勢は、巻き返しどころか世界の半導体市場から弾き飛ばされる懸念さえある。

1995年の世界の半導体市場は、前年に比べて41.7%伸び、1,444億ドルまで成長した。ここ3年は、パソコンが引っ張る形で半導体市場が急成長した。パソコンは長期的にみれば伸びていくであろうが、1995年はそこに過大な期待があった。その揺り戻しが来ているのが1995年末から1996年にかけての市場である。

しかし、パソコン、マルチメディア化の需要は中長期的には根強いものがあり、今後も順調に成長するであろう。WSTS(世界半導体市場統計)によると、1997年以降伸び率が徐々に回復し、1999年には1,976億ドルになると予測されている。

日本の半導体産業

日本の半導体産業は、米国で開発されたトランジスタやICを民生品に応用して急成長を遂げた。半導体産業に参入している日本のメーカーは、いわゆる大手電気メーカーであり、一部の例外を除き、半導体産業に参入して以来、手を引くことはなく一貫してこの産業と共に歩んできた。

日本の半導体大手5社のうち、東芝、日立、三菱は総合電機メーカーであり、日本電気、富士通は大手のコンピュータ、通信機器メーカーである。いずれも生産したICを自社でも消費する。

半導体産業は、規模の拡大に伴い巨額な設備投資・研究開発費を必要とし、また、シリコンサイクルによる好不況の波をまともにかぶってしまう。日本の大手電気メーカーは、

半導体事業を兼業して行っているのが将来の戦略部門である半導体部門が一時期赤字になっても、他部門の黒字を投入して投資を続け、半導体産業を拡大してきた。また、大量の資金調達に関して、メインバンクから長期的投資への借入れが可能であった。

日本の半導体産業の発展に、電電公社（現NTT）と通産省が果たした役割は大きかった。電電公社は製品の大量購入者としての立場から、メーカーを指導・調整して新製品を開拓し、これを購入してきた。通産省は産業育成という視点からその青写真を作り、これを実行するため各メーカー間の調整や財政的援助をする必要があった。このため、通産省はたえず各メーカーと情報交換を行い、半導体産業育成の措置をとってきた。

ここ数年における日本の半導体市場は、生産高でみると、1992年に前年比12%減と大きく後退したが、その後回復し、1993年に同4%増、1994年に同14%増、そして1995年には、同19%増で4兆7,927億円にまで成長した。1996年は、メモリの急激な価格低下で伸び悩むものの、その後は、パソコンや通信機器などの需要拡大に伴い、順調に成長すると予測されている。

（日本の電子産業）

半導体産業を理解するためには、その周辺産業を知ることが不可欠である。半導体産業の川上産業には、半導体製造装置産業や半導体材料産業があり、川下産業としては電子機器産業がある。半導体産業は巨大な電子機器産業と密接につながっているのである。

半導体産業を含む日本の電子産業の1995年度生産額は、20兆3,152億円である。民生用電子機器は、国内家電の成熟や、海外に生産拠点を移転していることなどにより1990年をピークに大幅に減少しつつある。産業用電子機器は、1991年をピークに減少しているものの、パソコンや携帯電話の伸びが大きいため民生用電子機器ほど急激な落ち込みはない。電子部品は、集積回路が牽引する形で順調に成長している。急成長してきた液晶素子が1995年にマイナス成長したのが気懸りである。

世界の半導体製造装置産業

半導体製造装置産業は、半導体市場の動静や半導体メーカーの設備投資戦略に大きく左右される。半導体製造装置は、いわば機械工業における「工作機械」である。半導体製造装置の技術が強くない限り、半導体産業の強化は難しい。

半導体製造装置産業は、「微分産業」であるといわれている。半導体の生産が増えなければ、半導体製造装置の生産が増えず、また、半導体の技術革新が起きなければ、半導体製造装置の生産が増えないからである。

半導体産業の勃興時には、米国の製造装置メーカーが世界の製造装置市場を支配していた。日本の半導体製造装置メーカーは、1980年代から官民協同の超LSI国家プロジェクトなどで力をつけはじめ急成長した。半導体産業と同様、半導体製造装置に関しても、新しいコンセプトの開発はほとんど米国で行われた。日本メーカーは、その改善・改良で米国勢を追い抜いていった。（付属資料13）

過去5年間の市場推移を見ると、半導体市場が深刻な不況に陥った1991年、1992年には、半導体メーカーの設備投資マインドが冷え込んだ影響を直に受け、製造装置市場はマイナス成長を余儀なくされた。しかし、1994年、北米に端を発したパソコンブームは半導体業界にも追い風を吹かせた。半導体メーカーは不況を脱し、設備投資熱も復活し、半導体製造装置市場は再び成長基調に返り咲いた。この追い風は1995年も吹き続け、半導体製造装置市場は急成長した。1995年の世界の半導体製造装置販売高は前年比63%増という驚異的な成長により262億ドルに達した。地域別には、各地域とも一様に高成長を記録している。なかでも韓国などのアジア地域が前年の2倍近い急成長を見せ、新たな半導体立国の地位を着実に築いている。

世界規模で巨大化する半導体メーカーの設備投資とともに急成長する半導体製造装置メーカーであるが、従来のように、一様に半導体製造装置メーカーが潤っているわけではなく、半導体製造装置メーカーの中で寡占化が進んでいる。半導体製造装置メーカー大手10社が占める割合が年々上昇し、市場の約半分を占めるようになっている。

半導体製造装置の種類別動向を世界規模で見ると、前工程の露光分野では日系メーカーが、スパッタリング装置、CVD装置などの成膜分野では米国系メーカーが圧倒的なシェアを占めている。前工程での最近の特徴は、半導体製造装置メーカーの寡占化が進んでいることである。これは半導体の製造工程が複雑化し、その技術的要求に応えられる総合的技術力を提供できるメーカーに限られてきていることを示している。一方、後工程の分野では、円高の進行や東南アジア市場の成長により、米欧のメーカーが健闘するなど、シェア争いが活発化している。

半導体装置産業の先行きは決して暗くない。半導体価格の急落による半導体メーカーの設備投資計画の見直しが進んできており、1997年前半までは低成長になるが、1997年後半から1998年以降、64MDRAMやマルチメディアデバイスの量産ライン立ち上げが本格化するタイミングで、半導体製造装置市場も再び成長に復すると予測される。

日本の半導体製造装置産業

日本は、半導体産業の勃興時、全ての半導体製造機器を米国から輸入していた。日本の半導体製造装置メーカーが強くなり、この産業で強力な力を持ちはじめたのは、1980年代になってからである。

日本の半導体製造装置メーカーが強くなった原因は、日本の半導体メーカーが強くなった原因と軌を同じくするところが多い。その原因は、次の4点が考えられる。

第1は、半導体製造装置メーカーが1980年代は「発明・開発」の時代から「改良・改善」の時代にあったことである。改良・改善では、日本企業は大変な力を発揮する。

第2は、半導体製造装置メーカーが、注文主に対して自社仕様や付加機能を押し付けることなく、きめ細かな対応をしたことである。

第3は、半導体製造装置メーカーの基盤技術が優れていることである。例えば、ステッパーには超高解像度のレンズが必要であるが、ニコンやキャノンはレンズに関して超一流の技術を持っている。

第4は、日本の半導体製造装置メーカーは大企業ないし、中小企業で兼業メーカーが多いことである。大手で兼業の利点は、他部門からの利益を注ぎ込むことができ、不況に強いことや、長期的視野からの戦略や投資ができるということである。

日本の半導体製造装置の市場規模は、ここ10年で4倍に拡大し、1995年で1兆1,008億円と1兆円規模に達した。装置別に見るとウエハプロセス用処理装置が7,216億円で全体の66%もある。次に大きいのが検査用装置で2,285億円で全体の21%ある。装置別の販売高比率の推移は、ウエハプロセス用処理装置が1986年の49%から1995年の65%へ上昇しており、その他の装置は比率を下げている。半導体製造装置の前年度比成長率推移をみると、半導体生産高に連動した激しい動きをしている。(付属資料14)

1996年の急激なメモリの価格低下により、日本の半導体メーカーは設備投資を抑制しつつあり、半導体製造装置メーカーはその影響を受け始めており、1996年下期の業績を相次いで下方修正している。しかし、長期的スパンで見れば、半導体製造装置市場は、半導体市場の拡大とともに成長に復するであろう。

半導体製造装置は、①ウエハプロセス装置、②組立用装置、③検査用装置に大きく分けられる。ウエハプロセス装置は、シリコンウエハ(超高純度のシリコン単結晶でできた厚さ0.5ミリ、直径6ないし8インチの円板)に加工する装置であり、①ステッパーなどの露光描画装置②エッチング装置③CVDやスパッタリング装置などの薄膜形成用装置などがある。

日本メーカーが強いのは、熱処理装置、減圧CVD装置、コータ・デベロッパ、酸化膜エッチング装置、ステッパー、組立装置、テストなどの分野である。米国メーカーは、CVD装置、スパッタリング装置といった成膜分野が強い。

(上位メーカーの概要)

①アプライドマテリアルズ(米国)

世界の半導体製造装置のトップメーカーといわれている。前工程の装置では、露光装置、洗浄装置以外の装置を幅広く販売している。中でも成膜分野が強く、スパッタリング装置におけるシェアは、年々上昇している。1979年10月に、日本法人を設立している。

②ニコン

ステッパーの世界第1位のメーカーであり、国内シェアは約75%である。レンズ技術を武器にキャノンとともに市場を支配している。

③キャノン

キャノンは、ステッパー分野でニコンに続く大手で、輸出が多く、特に北米向けの比率が高いのが特徴である。

④ラム・リサーチ（米国）

ドライエッチングに特化しており、同装置分野ではトップメーカーを維持している。5
1993年3月に日本法人を設立している。

⑤アドバンテスト

半導体試験装置市場において世界第1位のメーカーである。機種別に見ても、メモリテスト、ロジックテストの市場で世界第1位のシェアを持っている。

⑥日立製作所

主力商品は、マイクロ波を採用したエッチング装置である。検査装置での占有率は高く、装置の種類も多い。10

⑦テラダイン（米国）

主力商品は、ロジックテスト、メモリテスト、リニアテスト、ミクストシグナルテストなどの検査用装置である。1995年3月に、熊本事業所を設立した。15

⑧大日本スクリーン製造

同社は、エッチング装置、洗浄装置、検査装置などの多分野の装置を手掛けている。

⑨バリアン・アソシエイツ（米国）

主力装置は、イオン注入装置、スパッタリング装置である。イオン注入装置ではトップメーカーである。20

⑩国際電気

拡散炉、減圧CVD装置などウエハプロセス用処理装置を中心に展開している。

⑪安藤電気

半導体試験装置の市場においてアドバンテストに次ぐ地位を確保している。半導体試験装置の比率は、約50%で計測機器とともに2本柱となっている。25

（半導体製造装置別の競争状況）

①熱処理装置・イオン注入装置

熱処理装置のトップは、東京エレクトロンで、国際電気が追走している。3位以下の装置メーカーは引き離されている。各イオン注入装置のトップメーカーは、大電流と高エネルギーが住友イートンノバで、中電流装置は、日進電機である。30

②成膜装置

エピタキシャル製造装置では、アプライドマテリアルズジャパンが、単独トップであった国際電気と並びつつある。常圧CVD装置では、アルキャンテックがワトキンソンを追い抜きトップシェアを獲得している。メタルCVD装置はトップのアプライドマテリアルズジャパンと2位のノベラシステムズ、3位のジーナスのシェアが僅差になって 35

いる。

③露光装置・エッチング装置

ステッパーは、トップのニコンが約75%のシェアを獲得している。2位のキャノンは、輸出比率が高い。ドライエッチングでは、東京エレクトロンがトップメーカーであり、日本法人を持ったラム・リサーチが新装置によってシェアを伸ばしている。

④組立装置

ダイボンダ（熱圧着装置）ではNEC機械がトップメーカーであるが、日立が2桁のシェアを確立しつつある。モーディング（樹脂封止）装置では、アピックヤマダと第一精工の成長率が高い。

⑤検査用装置

テストの各分野では、ロジックとメモリのトップメーカーはアドバンテストであり、リニアとミクストシグナルのトップメーカーは横河電機である。テスト市場の第2位のメーカーは安藤電気である。

検査装置では、日本ケー・エル・エーが自動ウエハ外観検査装置、マスクレチクル検査装置で約85%のシェアを占めている。

半導体製造装置産業は、市場規模の割には、参入メーカーの数が少ない業界である。この業界は、機械・電子・コンピュータ・物理・化学などの幅広い分野の技術力を必要とする総合技術産業であり、サブミクロンレベルの超微細加工技術も要求される。さらに、技術の進歩が早く、同じ装置であっても顧客毎に仕様が異なり、それらに対応するための柔軟性が必要とされる業界でもある。これらを総合してみると、半導体製造装置産業は、参入障壁の非常に高い業界であるといえる。各半導体製造装置メーカーは、自社の持つ技術力をいかせる分野に特化している傾向が有り、装置分野別のすみ分けが進んでいる。（付属資料15）

半導体製造装置は、仕様が1台毎に異なるため、全て受注生産で行われている。また、受注から現金回収までの期間が、極めて長く、約9ヶ月である。受注から納品までが4ヶ月、納品から現金回収までが5ヶ月である。前者は、製造に要する期間であり、後者は、検収に要する期間である。検収に関しては、組立て・調整を行う技術検収が2ヶ月、経理部の検査である経理検収が1ヶ月とされているが、それらが延びて合計5ヶ月となる。運転資金の負担が非常に大きな業界である。

半導体（製造装置）産業の技術動向

半導体製造装置は、複合技術が高度に集積したものである。製品化するためには、プラズマ・光・ビーム工学・熱・化学反応・真空・発塵・汚染といった基礎的な要素技術開発とともに、エレクトロニクス・メカニズム・ソフトウェア・制御工学といった装置化するための様々な技術が必要となる。

半導体産業は、3年で1世代が代わるほど技術革新が激しく、その技術進歩の早さは、

日進月歩を超え、分進秒歩とさえいわれている。半導体産業の発展の鍵を握っているのが、半導体製造装置の開発である。半導体製造装置に求められる技術対応は、超微細加工技術が本格化する中で、さらに高度化・複雑化している。

(LSI(大規模集積回路)の製造工程)

5

LSIの製造工程は、ひと口でいうと、設計データに基づいてシリコンの板(基板ウエハ)を加工していく工程である。これらの工程は、4MDRAMで300工程前後に及び、各工程に必要な製造装置数は50種類を超す。これらの工程によって、4MDRAMの場合、最小加工線幅0.5ミクロンで加工し、爪の先くらいの大きさのチップに1,000万個のトランジスタやキャパシタの素子を作り上げる。ちょっとした配線の切断や、人のフケや汗がつくことで不良品となる。洗浄水に鉄分や塩分、バクテリアが含まれていてもいけないのである。

10

ウエハ製造工程までが前工程と呼ばれ、残りの工程が後工程と呼ばれている。酸化膜形成から蒸着までのウエハ製造工程は、何度も繰り返される。

(クリーン化技術)

15

ICはクリーンルームというチリやホコリを排除した空間で製造される。特に、前工程では、極めてクリーンな空間が必要である。例えば、清浄度クラス100とは、1立方フィートの空間に0.5ミクロン以上の微粒子(ゴミ)が100個以下という意味である。クラス10とは、10個以下の清浄度ということになる。ちなみに、一般のオフィスの清浄度は、100万というレベルである。現時点で、部屋全体としての最高レベル空間はクラス1の清浄度の空間である。極めて微細な加工をすることから材料の熱膨張比率も無視できない。クラス1レベルの空間では、プラス・マイナス0.1℃で温度のコントロールを行っている。

20

半導体製造装置産業が抱える問題点

東京エレクトロンやニコンなどの大手半導体製造装置メーカー9社の役員で構成する半導体製造装置研究会が、1995年9月にまとめた「半導体製造装置産業の現状と将来展望」において、半導体製造装置業界が抱える問題点として、次の3つがあげられている。

25

①研究開発力

②装置の標準化

③取引慣行などビジネス面における課題

30

「①研究開発力」については、半導体の世代交代に伴い、超微細加工技術などの高度な技術力が要求されるようになってきており、各半導体製造装置メーカーが、いかに研究開発力を高めていくかが、問題になっている。半導体メーカーと半導体製造装置メーカーが一体となって、半導体製造装置を開発しなければ、この技術の流れに対応できなくなってきており、両者による共同開発が、今後ますます活発になると考えられる。

35

「②装置の標準化」については、半導体製造装置は、1台毎に仕様が異なっており、半導体製造装置メーカーの負担が大きいのである。もし、半導体産業において、半導体製造装置の標準化が図られると、半導体製造装置の製造期間の短縮や価格の引下げが可能になり、半導体メーカーと半導体製造装置メーカーの双方に利点が生じるのである。

「③取引慣行などビジネス面における課題」については、半導体不況の際に、半導体メーカーからの発注キャンセルや納期の繰り延べ通告が相次いでいるにもかかわらず、半導体製造装置メーカーは、立場が弱いので、キャンセル料などのペナルティーを要求できないのである。

半導体メーカーは、もし、半導体製造装置メーカーがキャンセル料を要求するのならば、半導体製造装置メーカーが納期に間に合わない場合にペナルティーを課すという考え方を持っている。半導体製造装置メーカーは、好況時には、受注が集中して、納期を遅らせざるを得ないので、この点を指摘されると弱いのである。

米国においても、半導体製造装置メーカーが、半導体メーカーからキャンセル料を取ることとはほとんどなく、日本と同様、半導体製造装置メーカーの下請け的な色彩が濃いのである。但し、米国の半導体メーカーは、特別仕様の部分を補償する場合がある。これは、個々の半導体メーカーの製造ラインに合うように作りかえた部分については、キャンセルを受けた時に、他の半導体メーカーに転売できないからである。

日本の半導体製造装置メーカーは、特別仕様や修理の対価を受け取れないなどのキャンセル料以外の問題も抱えており、改善の余地があるといえる。

半導体メーカーと半導体製造装置メーカーの力関係を考えれば、今の状況を改善していくのは容易ではない。しかし、半導体メーカーの発展には、半導体製造装置メーカーの発展が必要不可欠であるので、両者の合理的な取引への移行による半導体製造装置メーカーの経営安定化が望まれる。

液晶パネルの動向

液晶ディスプレイの製造工程は、半導体のそれと似ている部分が多い。従って、液晶ディスプレイ分野は、半導体分野での技術をそのまま利用することができる。半導体製造装置メーカーは、液晶パネル製造装置を新たな市場として、その開発に力を入れている。

電卓・時計用表示素子としてスタートした液晶ディスプレイは、その後の目を見張るような技術革新により、最近ではパソコン・ワークステーションを始めとするOA機器・情報機器の省スペース化、パーソナル化を実現するディスプレイとして、これらの機器への搭載が進んでおり、その市場は急激に拡大し、1994年度の国内生産額は、5,576億円である。

用途別に液晶ディスプレイの需要をみると、ノート型パソコン・ワークステーション向けが金額ベースで約80%を占めるといわれている。それだけにノート型パソコンの市場動向は液晶ディスプレイ産業の浮沈に大きな影響力を持っている。今後は、大型液晶ディ

sample sample sample sample sam
スプレイがテレビのブラウン管にとってかわるといわれており、いずれにせよ、急成長が見込まれる市場である。

sample sample sample sample sam
液晶ディスプレイ市場の成長とともに、液晶パネル製造装置市場も急拡大しており、1995年の国産装置販売高は、約1,000億円であり、今後の成長が期待できる。

付属資料 1

東京エレクトロン 業績推移

(単位：百万円、%)

決算年月	売上	前年比	営業利益	営業利益率	経常利益	経常利益率	当期利益	当期利益率	1株当利益(円)	総資産	純資産	自己資本比率	従業員数
7 2 / 9	10,857	—	55	0.5%	80	0.7%	43	0.4%	—	5,557	649	11.7%	—
7 3 / 9	16,820	154.9%	327	1.9%	336	2.0%	147	0.9%	—	8,560	746	8.7%	—
7 4 / 9	20,394	121.2%	401	2.0%	203	1.0%	100	0.5%	—	8,372	952	11.4%	—
7 5 / 9	16,108	79.0%	348	2.2%	212	1.3%	118	0.7%	—	7,899	1,011	12.8%	224
7 6 / 9	18,722	116.2%	572	3.1%	418	2.2%	198	1.1%	206.00	9,507	1,147	12.1%	218
7 7 / 9	20,204	107.9%	951	4.7%	690	3.4%	261	1.3%	271.00	9,953	1,363	13.7%	246
7 8 / 9	22,869	113.2%	1,241	5.4%	1,076	4.7%	481	2.1%	445.00	14,031	2,501	17.8%	450
7 9 / 9	31,220	136.5%	2,071	6.6%	1,932	6.2%	805	2.6%	72.73	17,940	3,169	17.7%	576
8 0 / 9	44,527	142.6%	4,515	10.1%	4,022	9.0%	1,912	4.3%	100.63	24,551	11,310	46.1%	613
8 1 / 9	55,063	123.7%	6,568	11.9%	6,666	12.1%	3,301	6.0%	120.92	34,238	23,737	69.3%	701
8 2 / 9	69,007	125.3%	7,594	11.0%	8,333	12.1%	4,100	5.9%	115.49	43,708	27,425	62.7%	820
8 3 / 9	82,844	120.1%	8,963	10.8%	9,901	12.0%	5,046	6.1%	63.87	62,944	44,041	70.0%	988
8 4 / 9	122,142	147.4%	16,268	13.3%	16,170	13.2%	7,318	6.0%	74.37	91,371	62,498	68.4%	1,719
8 5 / 9	150,159	122.9%	19,530	13.0%	19,347	12.9%	9,389	6.3%	96.76	110,555	70,102	63.4%	2,402
8 6 / 9	84,347	56.2%	-849	—	334	0.4%	585	0.7%	5.95	104,497	69,023	66.1%	2,688
8 7 / 9	76,394	90.6%	-146	—	1,398	1.8%	687	0.9%	6.98	104,075	68,925	66.2%	1,963
8 8 / 9	125,907	164.8%	7,493	6.0%	8,177	6.5%	3,752	3.0%	38.13	136,749	71,889	52.6%	1,880
8 9 / 9	173,372	137.7%	16,278	9.4%	16,681	9.6%	7,725	4.5%	77.91	161,629	85,161	52.7%	1,946
9 0 / 9	190,319	109.8%	17,686	9.3%	19,539	10.3%	9,925	5.2%	83.42	206,551	121,783	59.0%	1,955
91/3変則期	107,678	—	9,172	8.5%	10,121	9.4%	5,513	5.1%	36.12	223,775	131,399	58.7%	1,854
(91/3)	198,665	104.4%	17,907	9.0%	19,773	10.0%	10,159	5.1%	69.13	223,775	131,399	58.7%	1,854
9 2 / 3	196,335	98.8%	13,419	6.8%	16,216	8.3%	8,273	4.2%	55.59	247,573	138,976	56.1%	1,779
9 3 / 3	153,725	78.3%	2,383	1.6%	6,060	3.9%	3,173	2.1%	21.20	232,401	140,461	60.4%	1,485
9 4 / 3	189,717	123.4%	6,821	3.6%	8,351	4.4%	3,904	2.1%	26.08	267,167	142,221	53.2%	1,431
9 5 / 3	251,854	132.8%	16,564	6.6%	18,614	7.4%	7,712	3.1%	51.53	311,223	147,757	47.5%	1,387
9 6 / 3	402,407	159.8%	45,357	11.3%	47,910	11.9%	24,352	6.1%	163.89	374,790	169,444	45.2%	1,372

出所：有価証券報告書、会社四季報、会社総鑑

付属資料 2

東京エレクトロン 貸借対照表

(単位：百万円)

	1992年 3月	1993年 3月	1994年 3月	1995年 3月	1996年 3月
流動資産	197,182	183,404	219,575	259,369	319,840
当座資産	158,865	139,962	169,864	199,671	236,103
現預金	69,054	62,734	75,012	80,910	46,466
受取手形	8,571	5,233	8,345	8,033	12,353
売掛金	79,478	70,931	85,443	109,718	176,299
有価証券	1,762	1,064	1,064	1,009	985
棚卸資産	29,479	30,731	26,556	23,452	30,937
製品・商品	29,139	30,310	25,676	22,567	30,413
原材料他	340	421	880	885	524
固定資産	50,391	48,997	47,592	51,854	54,950
有形固定資産	23,986	23,444	24,013	26,406	26,115
償却対象資産	16,477	14,245	16,303	18,034	15,851
土地	7,509	8,012	7,688	8,196	9,106
建設仮勘定	0	1,187	22	176	1,158
無形固定資産	103	98	171	164	158
投資その他の資産	26,302	25,455	23,408	25,284	28,677
投資有価証券	12,700	13,451	12,961	14,354	17,348
長期貸付金	6,611	5,118	3,407	4,224	4,067
繰延資産	0	0	0	0	0
資産合計	247,573	232,401	267,167	311,223	374,790
流動負債	54,307	39,238	53,075	101,541	123,188
支払手形	95	29	96	27	88
買掛金	19,510	22,943	33,258	40,543	63,042
短期借入金	23,463	7,719	6,601	41,193	22,606
負債性引当金	4,121	2,451	5,105	10,324	22,519
固定負債	54,290	52,702	71,871	61,925	82,158
社債・転換社債	48,685	48,685	66,604	56,919	77,915
長期借入金	800	800	800	800	0
負債性引当金	3,691	2,582	3,033	3,347	3,820
負債合計	108,597	91,940	124,946	163,466	205,346
資本合計	138,976	140,461	142,221	147,757	169,444
資本金	29,611	29,868	29,868	29,868	29,922
資本準備金	52,681	52,937	52,937	52,937	52,992
利益準備金	2,340	2,560	2,775	3,000	3,300
任意積立金	44,969	50,611	51,468	52,914	56,922
当期末処分利益	9,376	4,485	5,173	9,038	26,309

出所：有価証券報告書

付属資料 3

東京エレクトロン 損益計算書

(単位：百万円)

	1992年 3月	1993年 3月	1994年 3月	1995年 3月	1996年 3月
売上高	196,355	153,725	189,717	251,854	402,407
売上原価	151,437	126,834	158,404	206,163	320,528
売上総利益	44,898	26,891	31,312	45,691	81,880
販売費及び一般管理費	31,479	24,508	24,491	29,127	36,522
広告・宣伝費	633	342	272	323	370
開発費・試験研究費	4,225	3,247	2,963	3,981	4,052
営業利益	13,419	2,383	6,821	16,564	45,358
営業外収益	7,014	6,880	4,942	5,766	5,441
受取利息・配当金	4,822	4,596	2,779	3,169	2,452
営業外費用	4,217	3,203	3,412	3,717	2,888
支払利息・割引料	2,341	2,353	2,084	1,892	1,522
経常利益	16,216	6,060	8,351	18,614	47,910
特別利益	431	115	1,335	2	65
特別損失	1,579	387	1,428	2,282	2,712
税引前当期純利益	15,068	5,788	8,258	16,344	45,263
法人税等引当額	6,795	2,615	4,354	8,622	20,730
当期純利益	8,273	3,173	3,904	7,712	24,533

出所：有価証券報告書

付属資料 4

東京エレクトロン株式会社 沿革

- 1963年11月 株式会社東京放送(TBS)の出資により、その関連会社として港区赤坂に資本金500万円で株式会社東京エレクトロン研究所を設立
VTR、カーラジオ等の輸出、電子機器関係の輸入業務を開始する
- 1968年 2月 米国サムコ社との合併会社、テル・サムコ株式会社(現・東京エレクトロン東北 相模事業所)を設立し拡散炉の製造を開始する
- 1970年 8月 株式会社テルメック(現・東京エレクトロン山梨 の前身)を設立しラインプリンターの製造を開始する
- 1972年 4月 テル・アメリカ(現・東京エレクトロンアメリカ)を設立
- 1978年10月 株式会社東京エレクトロン研究所より、東京エレクトロン株式会社に社名変更
- 1979年 5月 本社を新宿野村ビルに移転
- 1980年 6月 株式を東京証券取引所市場第二部に上場(No. 8035)
- 1982年 3月 米国バリアン社との合併会社、テル・バリアン株式会社を設立。
- 1984年 3月 東京証券取引所市場第一部に昇格(No. 8035)
- 1986年 7月 テル東北エレクトロニクス株式会社(現・東京エレクトロン東北 東北事業所)を設立
- 1987年 1月 テル九州株式会社(現・東京エレクトロン九州 熊本事業所)を設立
- 1987年 3月 府中テクノロジーセンターを開設
- 1990年 7月 本社を新宿モノポリスに移転
- 1990年 8月 東京エレクトロンFE株式会社を設立
- 1990年10月 東京エレクトロンデバイス株式会社を設立
- 1991年 4月 東京エレクトロン佐賀株式会社(現・東京エレクトロン九州 佐賀事業所)および東京エレクトロン札幌株式会社を設立
- 1992年10月 テル・エンジニアリング株式会社(現・東京エレクトロン山梨の一部)を設立
- 1993年 9月 東京エレクトロンFE코리아(現・東京エレクトロン코리아)を設立
- 1994年 4月 東京エレクトロンヨーロッパを設立
- 1994年 8月 本社を赤坂TBS放送センターに移転
- 1994年10月 東京エレクトロンドイツを設立
- 1994年10月 東京エレクトロンイタリアを設立
- 1995年11月 東京エレクトロンオレゴンを設立
- 1996年 1月 東京エレクトロン台湾を設立
- 1996年 7月 東京エレクトロンテキサスを設立
- 1996年 8月 東京エレクトロンマサチューセッツを設立
- 1996年10月 東京エレクトロンスイスを設立
- 1996年12月 東京エレクトロンフェニックスラボラトリーズを設立
- 1997年 3月 テル・バリアン株式会社を解散
- 1997年 4月 東京エレクトロン宮城を設立

出所：東京エレクトロン会社案内

付属資料 5

東京エレクトロン 事業概要

部 門	主 要 営 業 品 目
半導体製造装置 (SPEグループ)	酸化・拡散装置、LP-CVD装置、メタルCVD装置、ECR-CVD装置、コータ・デベロッパ、洗浄装置、ウェハプロバ、イオン注入装置、スパッタリング装置、アッシャ、CMP平坦化装置、膜厚測定装置、ウェハ検査装置、マスク・レティクル欠陥検査装置、マスク・ウェハ欠陥修正装置、IC・LSIテストシステム、ウェハプロセス評価装置、局所クリーン化装置、各種自動化装置、LCD製造装置
コンピュータ・システム (ECSグループ)	CADシステム、布線検査システム、プリント基板外観検査システム、実装基板検査システム、スーパーコンピュータ、ワークステーション、パーソナルコンピュータ、ストレージ装置、航空機用各種部品、ネットワークシステム、アートワーク編集作画装置
電子部品 (ECSグループ)	マイクロプロセッサおよび周辺IC、半導体メモリ、各種IC・LSI、セミカスタムIC、産業用コネクタ、ICコネクタ

出所：有価証券報告書

付属資料 6

主要半導体製造装置の国内市場占有率

	1 位	2 位	3 位
拡散炉	東京エレクトロン 90%	国際電気 10%	—
クリーントラック	東京エレクトロン 90%	大日本スクリーン 10%	—
エッチング	東京エレクトロン 40%	アプライドマテリアルズ 20%	ラムリサーチ 20%
ウェーハプロバ	東京エレクトロン 55%	東京精密 30%	エレクトログラス 15%
減圧CVD	東京エレクトロン 65%	国際電気 35%	—

出所：東京エレクトロン推定（1996年）

付属資料 7

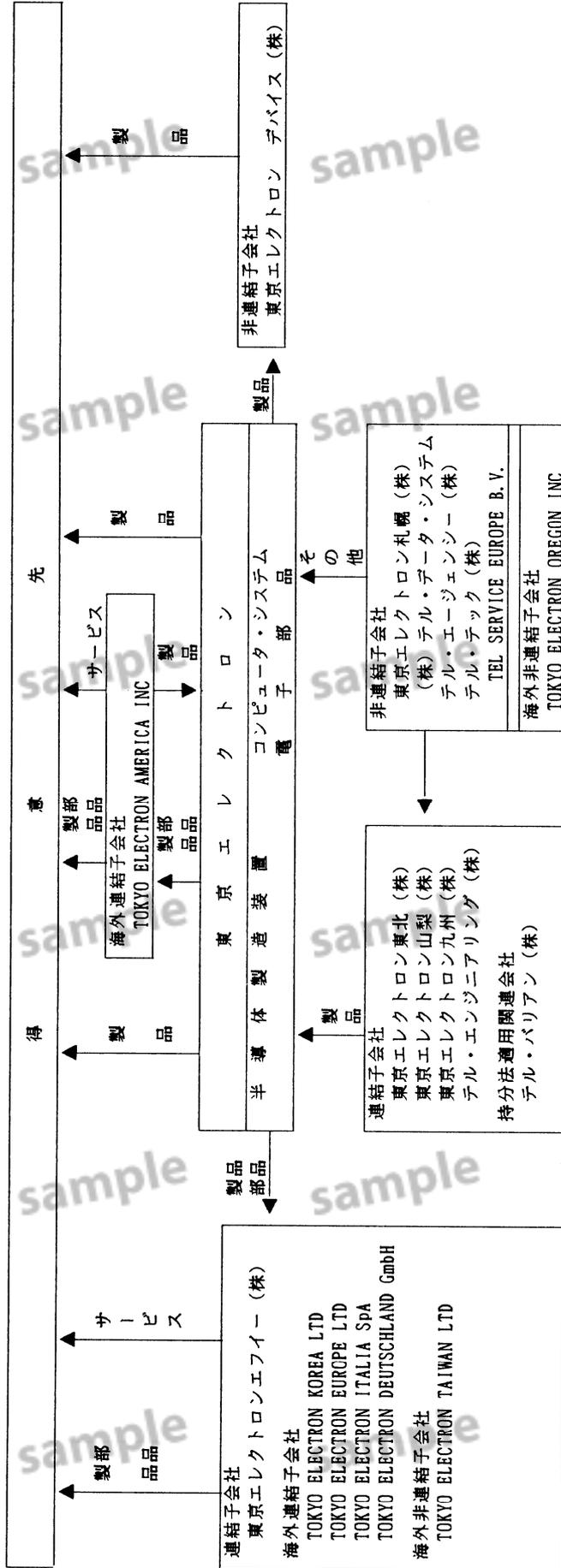
東京エレクトロン 製造子会社一覧

社名	所在地	設立	資本金	出資比率	主要取扱商品	従業員数
東京エレクトロン東北	岩手県江刺市	1986年7月	8.41億円	TEL100%	酸化・拡散炉 LP-CVD	1100名
東京エレクトロン山梨	山梨県韭崎町	1983年7月	22億円	TEL100%	エッチング、ウェーハブローバ メタルCVD、LCD製造装置	1000名
東京エレクトロン九州	佐賀県鳥栖市	1987年1月	20億円	TEL100%	コータデベロッパ(LCD用含) キャリアレス洗浄装置	1000名
テル・パリアン	山梨県韭崎町	1982年3月	1億円	TEL50% パリアン50%	スパッタ装置 イオン注入装置	120名

出所：有価証券報告書他

付属資料 8

東京エレクトロン 企業集団等の状況



出所：有価証券報告書

付属資料 9

東京エレクトロン 部門別売上高推移

(単位：百万円)

	1986年		1987年		1988年		1989年		1990年	
	9月	構成比								
半導体製造装置	44,653	52.9%	37,101	48.6%	76,991	61.2%	110,299	63.6%	122,142	64.2%
コンピュータシステム	22,707	26.9%	19,178	25.1%	20,300	16.1%	22,277	12.8%	25,181	13.2%
電子部品	16,986	20.1%	20,113	26.3%	28,614	22.7%	40,796	23.5%	42,996	22.6%
合計	84,346	100.0%	76,392	100.0%	125,905	100.0%	173,372	100.0%	190,319	100.0%
	1992年		1993年		1994年		1995年		1996年	
	3月	構成比								
半導体製造装置	127,697	65.0%	91,840	59.7%	122,394	64.5%	176,084	69.9%	319,866	79.5%
コンピュータシステム	19,306	9.8%	17,466	11.4%	20,811	11.0%	26,789	10.6%	30,041	7.5%
電子部品	49,331	25.1%	44,418	28.9%	46,510	24.5%	48,979	19.4%	52,500	13.0%
合計	196,334	100.0%	153,724	100.0%	189,715	100.0%	251,852	100.0%	402,407	100.0%

出所：有価証券報告書

付属資料10

各世代のDRAM量産ラインのモデルケース

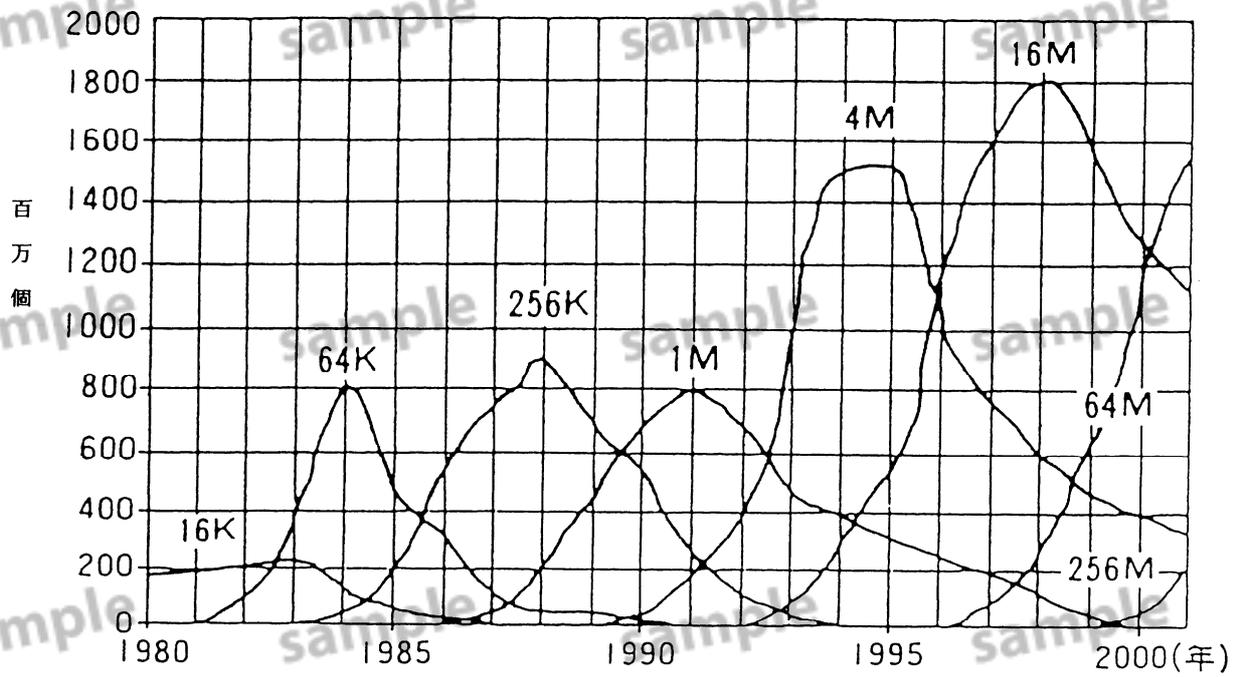
設備	256KDRAM	1MDRAM	4MDRAM
ステッパ(コータデベロッパ)	20台	30台	40台
イオンプラント	10台	20台	30台
スパッタ	5台	10台	15台
エッチャー	10台	20台	40台
CVD	7台	10台	20台
拡散炉	15台	20台	20台(横型換算)
テスタ(後工程)	7~8台	15台	30台
ダイサー	3台	3台	3台
マウンター	8台	8台	8台
ボンダ	15台	15台	20台
総投資額	250億円	450億円	600億円

注：拡散炉は横型1台に対し、縦型は3台に相当、月産300万個のケース

出所：野村総合研究所

付属資料11

DRAMの生産数量の推移



出所：日経産業新聞

付属資料12

世界の半導体メーカー売上高ランキング（1994年）

（単位：百万ドル）

企業名	順位	1993年	1994年	伸び率	市場シェア
インテル	1 (1)	7,970	10,099	27%	9.1%
日本電気	2 (2)	6,141	7,961	30%	7.2%
東芝	3 (4)	5,727	7,556	32%	6.8%
モトローラ	4 (3)	5,957	7,238	22%	6.5%
日立製作所	5 (5)	5,015	6,644	32%	6.0%
T I	6 (6)	4,083	5,552	36%	5.0%
三星電子	7 (7)	3,039	4,832	59%	4.4%
富士通	8 (8)	2,928	3,869	32%	3.5%
三菱電機	9 (9)	2,823	3,772	34%	3.4%
I B M	10 (10)	2,510	3,035	21%	2.7%

（注）順位のかっこ内は1993年の順位
出所：データクエスト社推計

付属資料13

半導体製造装置メーカー売上高世界ランキングの推移

順位	1980年	1985年	1990年	1995年
1	パーキン・エルマー (米)	パーキン・エルマー (米)	東京エレクトロン (日)	アブライドマテリアルズ (米)
2	GCA (米)	東京エレクトロン (日)	ニコン (日)	東京エレクトロン (日)
3	アブライドマテリアルズ (米)	ゼネラル・シグナル (米)	アブライドマテリアルズ (米)	ニコン (日)
4	フェアチャイルド (米)	パリアン (米)	アドバンテスト (日)	キャノン (日)
5	パリアン (米)	テラダイン (米)	キャノン (日)	ラム・リサーチ (米)
6	テラダイン (米)	イートン (米)	日立製作所 (日)	アドバンテスト (日)
7	イートン (米)	シュランベルジュ (米)	ゼネラル・シグナル (米)	日立製作所 (日)
8	ゼネラル・シグナル (米)	アドバンテスト (日)	パリアン (米)	テラダイン (米)
9	キューリック&ソファ (米)	アブライドマテリアルズ (米)	テラダイン (米)	大日本スクリーン製造 (日)
10	タケダ理研 (日)	GCA (米)	SVG (米)	パリアン (米)

出所：VLSIリサーチ資料

（注）1980年にランキングされているフェアチャイルド、タケダ理研は、その後シュランベルジュ、アドバンテストになる

付属資料14

市場規模

年	(世界)半導体		(日本)半導体		(世界)半導体製造装置		(日本)半導体製造装置	
	(百万ドル)	前年比	(億円)	前年比	(百万ドル)	前年比	(億円)	前年比
1986	26,361	-	23,328	-	-	-	2,504	-
1987	32,530	123.4%	24,868	106.6%	-	-	2,880	115.0%
1988	45,005	138.3%	31,191	125.4%	-	-	4,870	169.1%
1989	48,763	108.4%	35,941	115.2%	-	-	5,182	106.4%
1990	50,519	103.6%	36,220	100.8%	-	-	5,973	115.3%
1991	54,607	108.1%	38,700	106.8%	8,690	-	5,812	97.3%
1992	59,865	109.6%	34,192	88.4%	8,245	94.9%	3,957	68.1%
1993	77,310	129.1%	35,489	103.8%	11,586	140.5%	5,056	127.8%
1994	101,879	131.8%	40,372	113.8%	16,059	138.6%	7,031	139.1%
1995	144,404	141.7%	47,926	118.7%	26,168	162.9%	11,008	156.6%

出所：世界半導体市場統計、日本半導体製造装置協会

付属資料15

主要半導体製造装置メーカー取扱商品一覧

	マスク・ウエハ処理装置										後処理装置				テスト装置				各種検査装置				材料									
	アステイト	Eコーティング	洗浄装置	ウエハエッチング	RIエッチング	中電流イオン注入	高電流イオン注入	エビタキシル	分岐エビタキシル	拡散炉	減圧CVD	スパッタリング	常圧CVD	有機金属CVD	CMP装置	ダイソー	ワイヤボンダ	TABボンダ	モールド	プロセッサ	メモリ	マイクロ	パイン	膜圧計	フラットネス	走査型顕微鏡	自動ウエハ検査	マシクレータ	シリコン基板	レジスト	封止材料	
東京エレクトロン		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●		
アプライドマテリアルズ				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●																	
ニコン	●																															
アドバンテスト																				●	●	●	●									
日立製作所		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●										●	●	●	●	●	●	●	
テラダイン																				●	●	●	●									
大日本スクリーン製造		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●								●	●	●	●	●	●	
国際電気								●	●	●	●	●	●	●	●																	
安藤電気																				●	●	●	●									

出所：月刊 Semiconductor World

sample

不許複製

慶應義塾大学ビジネス・スクール

Contents Works Inc.