

半導体産業の寡占体制（上）

——競争的寡占体制分析——

肥 塚 浩

目 次

はじめに

I 寡占体制の分析方法

- 1 産業組織論の検討
- 2 戦略グループ論の検討
- 3 企業構造類型分析

II 半導体産業における垂直的統合度

- 1 生産工程の特徴
- 2 垂直的統合度から見た半導体産業（以上、本号）

III 半導体産業における企業構造類型（以下、次号）

- 1 生産品種構成と市場集中度
- 2 企業構造類型の析出と類型間の競争関係
- 3 半導体産業分析における企業構造類型論の有効性

IV 半導体産業の技術革新と競争的寡占体制

- 1 半導体産業の技術革新
- 2 半導体産業の競争的寡占体制

結びにかえて

はじめに

日本の半導体生産高は、最近の15年間（1971～1985）で、2,000億円から2兆4097億円¹⁾へと、10倍以上に増大した。現在では、半導体産業は電子機器産業の部品生産部門の一つとして中核的な位置を占めている。また、輸出高もこの10年間で急増し、生産高に占める割合も1985年で31%となり、輸出産業となっ²⁾ている。

このような日本半導体産業の急激な成長および輸出の急増は、これまで世界の半導体産業において圧倒的な市場占有率を有していたアメリカ半導体産業の強力な競争者とし

て、日本半導体産業が浮上していることを示している。日米半導体摩擦は、様々な要因が複雑に絡み合っているが、根本的には、日本半導体産業の競争力がアメリカ半導体産業のそれに急接近したことによって生じてきている。³⁾

また、半導体という商品は、周知のようにマイクロエレクトロニクス革命を引き起こす役割を果たしている製品である。それはかつて鉄鋼が「産業の米」といわれたのに模して、「新しい産業の米」と呼ばれている。しかも、半導体は鉄鋼のように単なる素材ではなく、それ自身が多くのソフトウェアを集積し、最終製品の機能の根幹を規定している素材である。したがってそれは、今日ではエレクトロニクス産業のみならず、機械産業全体の基幹的な部品として使用されている。こうして半導体は、現代の技術革新の最大の柱⁴⁾となっている。

ところで、半導体産業の特徴の第1は、上位企業の市場集中度が高く、極高位集中寡占に分類されている点である。例えば、1985年の上位6社の半導体市場における市場集中度は、66.7%にもなっている。特徴の第2は、激しい価格競争にもとづく急速な価格低下現象が見られる点である。第3の特徴は、短期的周期で世代交替が行われている点である。例えばDRAM（ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリー）の場合、3～4年で製品の世代交替が行われている。

本稿の課題は、このような半導体産業の競争関係の基本的あり様と、その形成要因を明らかにすることである。すなわち、半導体産業に見られる、一方での高い市場集中度と他方での急速な価格低下現象の併存は、同じく他産業に製品を素材として提供する鉄鋼業とは非常に対照的な姿をしている。鉄鋼業では上位企業の市場集中度が高く、かつ協調体制⁵⁾によって下方硬直的な価格設定が行われてきた。これに対して半導体産業における企業間競争のあり様は、鉄鋼業と同様に寡占体制を形成しつつも、それは鉄鋼業とは異なって協動的ではなく競争的となっている。本稿はその原因を問題にしようとしている。

また、鉄鋼業と半導体産業を比較分析することは、産業構造史的には次のような意義を持つ。産業構造（工業構造）の歴史的变化は、軽工業から重工業へ、そして高加工度工業⁶⁾へと比重が移ってきているわけだが、鉄鋼業は重化学工業を、半導体産業は高加工度工業を、それぞれ代表している産業である。したがって、両産業の寡占体制のあり様を問うことは、産業構造史的にそれぞれの段階の寡占体制の特徴を問うことでもある。

そこで、本稿では、次のような方法を採用。第1に、これまでの産業分析方法についての批判的検討を行う。ここでは産業研究を行う上での、企業構造類型論的視角の優位

性が示される。第2に、半導体産業における垂直的統合度と企業構造類型が検討され、半導体産業の基本的競争関係が明らかにされる。第3に、半導体産業のような競争的寡占体制を形成している産業において、技術革新の果す役割が明らかにされる。

- 1) 通産省『機械統計年報』1972年版, 253~258ページ, および1986年版, 278~287ページ。
- 2) プレスジャーナル社編『1987年版 日本半導体年鑑』プレスジャーナル社, 1987年, 163~164ページ。
- 3) 日米半導体摩擦に関する文献は、数多く出ているが、さしあたり次の文献を参照。機械振興協会経済研究所『日米半導体産業に関する調査研究』報告54-7, 1980年。機械振興協会経済研究所『半導体産業の日米国際比較』報告55-7, 1981年。今井賢一・佐久間昭光『先端技術をめぐる日米貿易摩擦—半導体を中心にみた産業組織論的分析』『季刊現代経済』第53号, 1983年春季号。河野眞治『半導体をめぐる経済摩擦』佐藤定幸編『日米経済摩擦の構図』有斐閣, 1987年。
- 4) 坂本和一『現代工業経済論』有斐閣, 1988年, 30~34ページ
- 5) 市川弘勝『日本鉄鋼業の再編成（増補版）』新評論, 1974年, 262~298ページ
- 6) 篠原三代平「加工度から見た産業構造の一視点」『経済研究』一橋大学, 第18巻第2号, 1967年, を参照。産業構造審議会は、重化学工業から知識集約化産業への転換を主張したが、ここで述べている高加工度工業とは、知識集約化産業と同様の内容を持つ。

I 寡占体制の分析方法

1 産業組織論の検討

従来の産業分析において、大きな役割を果してきたのは、バイン (Bain, J.S.) やケイブス (Caves, R.) らの産業組織論¹⁾である。

バインらの産業組織論は、チェンバレン (Chamberlin, E.H.) やロビンソン (Robinson, J.) らによる競争と独占の価格理論という抽象的な理論研究と、アメリカにおける反トラスト政策に関わってなされてきた膨大な実証研究の両方を結合しよう²⁾と意図したものである³⁾。すなわち、価格理論研究の分野も、独占段階に入り一定の現実を反映して、不完全競争理論や独占的競争理論などの展開が見られ、「完全競争」概念の修正が行われつつあった。また、1930年代に入り、アメリカの反トラスト政策は新たな展開を見せる⁴⁾が、そこでの政策基準として提示されたのは、クラーク (Clark, J.M.) の「有効競争」⁵⁾概念であった。これを定義する前提としての実証分析の枠組として、発展してきたのが産業組織論⁶⁾であった。

この産業組織論の課題は、「一つの『産業』、あるいは特定の財の『市場』が経済厚生

の観点、特に資源配分の効率化という観点から見て、満足すべき機能を発揮しているかどうかを評価し、どのような政策上の改善の余地があるかを明らかにする⁷⁾ことである。

産業組織論は、市場構造（Structure）、市場行動（Conduct）、市場成果（Performance）という3つの基本概念を用いて、産業を分析する。市場構造とは、「市場内での競争や価格形成の性格に、戦略的な影響をおよぼすところの市場組織の特徴⁸⁾」である。市場行動とは「企業が販売（ないし購入）を行う市場へ適応ないし適合する際に取る行動の型⁹⁾」である。さらに市場成果とは、「いかなる市場にせよ、また企業がとる行動の方向がなんであれ、それを追求することによって到達する最終的な結果の総体¹⁰⁾」である。

産業組織論は、このような市場構造、市場行動、市場成果という3つの基本概念から構成されている。重要なことは、市場構造が市場行動、市場成果を、そして市場行動もまた市場成果を本質的に規定するということである。もちろん、市場行動が市場構造に影響を与えたり、市場成果が市場構造や市場行動に影響を与えたりする側面もある。しかし、産業組織論においてはあくまでも、市場構造が市場行動を規定し、市場行動が市場成果を規定する関係が主要な因果関係である¹²⁾。

産業組織論の意義は、売り集中度という容易に把握可能な量的指標を基礎としているために、産業研究上の応用性が広く、クロスセクション（産業横断的）分析が可能であるという点である。そのために、多くの産業分析に採用されてきた。市場構造の把握それ自体は産業分析を行っていく際の基礎的指標として有効であり、また必要でもある。

しかし、産業組織論は大きな限界を持っている。それは、「企業」理解の狭さ、非現実性に集中的に現われる。産業組織論が、市場集中度などの市場構造から市場における企業の行動を規定し得るとする基礎には、産業を構成する諸企業は、規模を除いて他の経済的諸次元では一様であるとする理解がある。しかし、このような点としての企業理解は、結局のところ産業組織論を集中度の理論にしてしまう考え方である。現代の巨大企業は、現実には「力学上の質点のようなものではなく、階層的内部組織をもった一つの有機体¹³⁾」であり、またそれは「伝統的企業理論が示すような静態的存在ではなく、絶えず成長を続ける動態的存在¹⁴⁾」である。このような「企業」認識をもたない産業組織論は、企業の内部構造の違いを正確に捉えることはできないし、異質な諸企業から構成されている産業の特徴も正確に把握することは困難である。

2 戦略グループ論の検討

(1) 戦略グループ論の意義と限界

産業組織論のこのような限界を、諸企業の競争戦略の相違に着目し、乗り越えようとしたのが、ポーター（Porter, M.E.）の戦略グループ論¹⁵⁾である。

戦略グループ論は、産業を異なる戦略グループの集合として把握し、グループ間の競争関係を明らかにしようとする。戦略グループとは、「各戦略次元上で同じか、あるいは類似の戦略をとっている企業のグループ」¹⁶⁾を指す。ここでの戦略（競争戦略）とは、「業界内で防御可能な地位を作り」、そして、新規参入の脅威・交替製品の脅威・売手の交渉力・顧客の交渉力・競争業者間の敵対関係という「5つの競争要因にうまく対処し、企業の投資収益を大きくするための、攻撃的または防衛的アクション」¹⁷⁾のことである。さらに各企業のとる基本戦略は、コストのリーダーシップ・差別化・集中の3つであると考えられている。普通、一つの産業内には複数の戦略グループが存在しているが、異なった戦略グループの存在は、戦略グループ間に一つの戦略グループから他の戦略グループへ移動するのを防ぐ移動障壁があることを意味している。

このように戦略グループ論は、従来の産業組織論において実証的研究が不足していた企業行動の特性を、産業内での競争戦略のグルーピングという方法で把握しようとしている。

戦略グループ論の意義は、市場構造だけでなく企業行動の総体としての競争戦略が、市場成果の重要な規定要因であることを実証的に明らかにした点である。従来の産業組織論は、市場構造・市場行動が市場成果を規定するとしながらも、実証面では、市場行動が市場成果を規定する要因としては、ほとんど扱われなかった。戦略グループ論は、この市場行動の見直しという意義を持つ。その意味では、企業の能動性を認めるものとなっている。

しかし、戦略グループ論も限界を持っている。それは、グルーピングの基準が産業毎に異なりうることから生じる。例えば、鉄鋼業の場合、鉄鋼一貫の生産ラインを有しているかそうでないかに基準があり、食品産業の場合は、販売網が全国的展開を遂げているかローカルの展開しかしていないかに基準がある。こうして、それは産業分析を行う際の統一の基準を有しないわけで、産業毎の特質を十分明らかにするには、基準は極めて便宜的である。

(2) 戦略グループ論による半導体産業研究

これまでの半導体産業研究は、結論からいうと戦略グループ論による研究が多く見られる。ここでは、佐久間昭光氏の「日本の研究開発」¹⁸⁾を検討する。¹⁹⁾

佐久間氏は、グルーピングの基準をエレクトロニクス巨大企業における主要事業の違

いにおいておられる。戦略グループ論を一般的に説明したあと、ニューマン（Newman, H.H.）の「戦略グループは、問題となっている産業とグループの構成企業がその産業の外部で行う活動との関係によって定義・識別される²⁰⁾」という基準にしたがって、日本の半導体産業を、通信機・コンピュータグループ、総合電機グループ、家庭電気グループの3つにわけている。ここでの異質性は、他の事業部門との関係から説明され、その異質性が、製品系列と資金投入の仕方に明確な差異を生じさせるとされる。

これは主要な半導体企業であるエレクトロニクス巨大企業の企業全体レベルの競争戦略を問題にし、そこから半導体産業をグルーピングしようとするものである。つまり、半導体産業の競争関係は、基本的にエレクトロニクス巨大企業の主要製品事業の競争戦略によって規定されるという認識である。

確かに主要な半導体企業を分析する場合、その対象が具体的にはエレクトロニクス巨大企業であること、そして、それが極めて多角的に事業展開している巨大企業であって、半導体事業部門は他の事業部門に、半導体を部品として供給する地位にあることの認識は重要である。半導体事業が、他の事業の展開に影響されざるをえないからである。

しかし、半導体事業部門自体の戦略もまた重要であり、この視点が佐久間氏においては非常に弱い。例えば、エレクトロニクス巨大企業は自社で生産された半導体を自社の他の事業部門で大量に使用していると同時に、半分から4分の3程は他社に販売している。この事実は、半導体事業が、他の事業部門に従属した部門ではなく、すでに相対的に独自性を有した事業部門として位置付けられること、そして独自の競争戦略の側面がかなり強くなっていることを示している。

佐久間氏は、半導体産業の競争関係をエレクトロニクス巨大企業の全体の競争戦略の相違にもっぱら求めたがゆえに、半導体事業（産業）独自の特徴をつかむことに成功していない。佐久間氏自身も、「イノベーションと経験効果のダイナミクス²¹⁾」の中で、半導体産業の競争戦略のポイントは最先端技術をどの時点で導入するかである、と述べているように、半導体事業（産業）独自の戦略を正確に把握しなければならない。

3 企業構造類型分析

産業を構成する諸企業の競争関係を、それらの内部構造の違いから問い直そうとしたのは、岡本博氏である。岡本氏は、このことを『現代鉄鋼企業の類型分析²²⁾』で次のように述べている。

「鉄鋼業を構成する諸企業群の企業構造を明らかにし、企業類型（企業構造の類型）に整理

する。次いで、それぞれの企業類型の複合体としての鉄鋼業が全体としてどのような再生産の構造を持つか、それぞれの企業類型は、鉄鋼業の全体構造の中でどの部分を担うかを明らかにする。こうして産業の構造は、企業の構造を基礎におくこと²³⁾によって正確にかつ詳細に復元することになる。

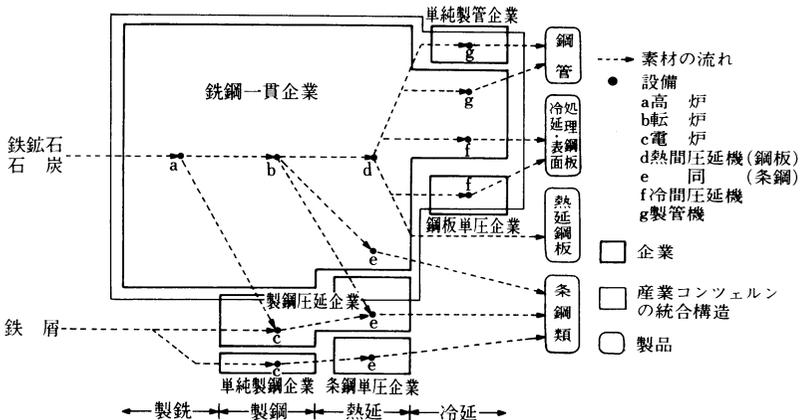
そして、企業の内部構造は、産業企業の資本循環過程である購買・生産・販売の各側面を分析し、それを総合することによって一つの有機的統一体として提示される、と述べている。

つまり岡本氏は、産業研究の方法として、産業を構成する諸企業の内部構造の質的相違に着目され、その相違を基準として企業間の競争関係の具体的ありようの解明を行われている。

このような企業構造類型論は、2で批判した戦略グループ論の限界である、グルーピングの基準の便宜性を免れるものとなっている。企業類型の基準は産業企業の資本循環過程である購買・生産・販売の各側面を分析し、それを総合することによってえられる企業の内部構造の違いに求められるからである。

ここでは、企業の内部構造をどのように把握するかが、決定的に重要である。『現代鉄鋼企業の類型分析』では、次の点に注目している。内部構造において規定的地位にあるのは生産の構造であり、鉄鋼業の場合、第1に生産品種構成とシェアの推移、第2に

図 I-1 鉄鋼業における諸企業類型の位置と産業コンツェルン



出所) 岡本博公『現代鉄鋼企業の類型分析』ミネルヴァ書房、1984年、348ページ。

垂直的統合度である。いいかえれば、第1は、生産の構造の製品論的側面であり、第2は、組織論的側面である。

以上の方法にもとづいて、鉄鋼業の構造を次のように整理されている²⁴⁾（図参照）。

第1に、企業グループ=産業コンツェルン・レベルの統合構造の中核は、他の企業類型によって素材の流れが攪乱されたり、制約を受けることのない自己完結的な銑鋼一貫企業である。

第2に、一貫企業は、大ロット・大量生産分野を企業レベルの統合構造で包括しており、また多くの鋼板単圧、単純製管企業を産業コンツェルン・レベルで包摂し、自己の熱延工程と冷延・製管工程の変則統合を準統合によって補完している。

第3に、条鋼類を生産する製鋼圧延企業は、巨大企業の統合構造に一部くみこまれているが、別個の並列的な分野であり、競争が放置されている。

そして、最後に、「鉄鋼業では、巨大企業どうしの強固な協調的構造と、非巨大企業どうしの競争構造が、いわば、相互に隔離されて、並列的に共存することになる²⁵⁾」と結論づけられている。

こうして岡本氏は鉄鋼業の企業類型を、銑鋼一貫企業・普通鋼製鋼圧延企業・特殊鋼圧延企業・単純圧延企業として把握し、銑鋼一貫企業が粗鋼生産において絶対的地位にあり、他の諸企業を系列化しつつあるとともに、銑鋼一貫企業間においては協調的寡占体制が成立していることを明らかにされたわけである。

以上、岡本氏の『現代鉄鋼企業の類型分析』をとりあげ、産業研究において、企業の内部構造を分析することの重要性を明らかにした。このことは、半導体産業を分析する際においてもやはり重要である。

鉄鋼業の場合、企業の内部構造分析において、第1に生産品種構成とシェアの推移、第2に垂直的統合度、が問われているのだが、図I-1を見てもわかるように、とりわけ第2の側面が分析する際の最重要の視角になっている。II以降では、半導体産業を上りの2つの視角から検討する。

1) Bain, J.S., *Industrial Organization*, 1st ed., 1959, 2nd., 1968（宮沢健一監訳『産業組織論』上・下、丸善、1970年）。Caves, R., *American Industry: Structure, Conduct, Performance*, 1st ed., 1964, 2nd ed., 1967（小西唯雄訳『産業組織論』東洋経済新報社、1968年）。

2) Chamberlin, E.H., *The Economics of Imperfect Competition*, 1st ed., 1933, 8th ed., 1962（青山秀夫訳『独占的競争の理論』至誠堂、1955年）。Robinson, J., *The Economics of Imperfect Competition*, 1st ed., 1933, 8th ed., 1969（加藤泰男訳『不完全競争の経済

- 学] 文雅堂銀行研究社, 1956).
- 3) このような性格はメイソン (Mason, E.S.) に始まりベイン, ケイブスらによって発展させられたアメリカ型の産業組織論の特徴である。これに対して, イギリス型の産業組織論は, 反トラスト意識は薄く, 工業経済論的, 企業論的色彩が強い研究となっている。イギリスの産業組織論研究としては Robinson, E.A.G., *The Structure of Competitive Industry*, 1st ed., 1931, rev. & resed ed., 1958 (黒松巖『産業の規模と能率』有斐閣, 1969年)。および Florence, P.S., *The Logic of Industrial Organization*, 1933. などがある。
 - 4) アメリカの反トラスト政策は, 1870~1900年代の独占形成期に生じたトラストによる産業分野の支配権の確立及びその経済力濫用の結果に対する規制として登場した。1890年のシャーマン法, 1914年のクレイトン法及び連邦取引委員会法を中核とした一群の法律によって, 反トラスト法は構成されている。しかし, これら反トラスト法が経済政策の柱として強力に推し進められるようになったのは, ルーズベルト大統領のニュー・ディール政策の後期, つまり1930年代後半以降である。ちなみに1980年代以降の規制緩和論の方向は, これらの流れと反対である。詳しくは, 松下満雄『アメリカ独占禁止法』東京大学出版会, 1982年, 第1章, おわりに, 参照。
 - 5) Clark, J.M., "Toward a Concept of Workable Competition," *American Economics Review*, June 1940.
 - 6) 産業組織論の学説史整理については, 今井賢一・宇沢弘文・小宮隆太郎・根岸隆・村上泰亮『価格理論Ⅲ』岩波書店, 1972年, 83~86ページ; 宮沢健一『産業の経済学 (第2版)』東洋経済新報社, 1987年, 14~19ページ, 164~166ページ, 参照。
 - 7) 今井・宇沢・小宮・根岸・村上, 前掲書, 79ページ。
 - 8) Bain, J.S., *op. cit.*, 前掲邦訳, 序章。
 - 9) *Ibid.*, p. 7, 同上邦訳, 8ページ。
 - 10) *Ibid.*, p. 9, 同上邦訳, 10ページ。
 - 11) *Ibid.*, p. 10, 同上邦訳, 12ページ。
 - 12) 産業組織論が市場構造→市場行動→市場成果という因果関係を本質的なものとして規定するのは, 新古典派経済学の競争モデルを継承しているからである。新古典派に登場する企業は, 利潤の極大化をただ一つの目的とし, 刺激に対して自動的に反応する機械のようなものと見なされており, 市場の価格決定において影響力を有しないとされている。産業組織論は, 新古典派にみられる競争モデルの非現実性に対し, 有効競争概念を導入し, その修正をはかってきたが, 依然として市場の構造を所与とし市場行動を本質的に規定するとしている。
 - 13) 坂本和一『現代巨大企業の構造理論』青木書店, 1983年, 3ページ。
 - 14) 同上, 3ページ。
 - 15) Porter, M.E., *Competitive Strategy*, 1980 (土岐伸・中辻満治・服部照夫訳『競争の戦略』ダイヤモンド社, 1982年)。
 - 16) *Ibid.*, p. 129, 同上邦訳, 183ページ。
 - 17) *Ibid.*, p. 34, 同上邦訳, 55ページ。
 - 18) 機械振興協会経済研究所『日米半導体産業に関する調査報告書』報告54-7, 1980年; 機

械振興協会経済研究所「半導体産業の日米国際比較」報告55—7, 1981年;青木良三「超LSI時代における半導体メーカーの経営戦略」『長銀調査月報』1981年;土屋俊彦「IC産業80年代の構図」『開銀月報』1984年, などがある。

- 19) 佐久間昭光「日本産業の研究開発」『ビジネスレビュー』1983年。
- 20) Newman, H.H., "Strategic Groups and the Structure-Performance Relationship" Review of Economics and Statistics, Vol. 60 (3), August 1978, p. 418.
- 21) 佐久間昭光「イノベーションと経験効果のダイナミクス」今井賢一編著『イノベーションと組織』東洋経済新報社, 1986年。
- 22) 岡本博公「現代鉄鋼企業の類型分析」ミネルヴァ書房, 1984年。
- 23) 同上, 4ページ。
- 24) 同上, 第7章, 参照。
- 25) 同上, 349ページ。

II 半導体産業における垂直的統合度

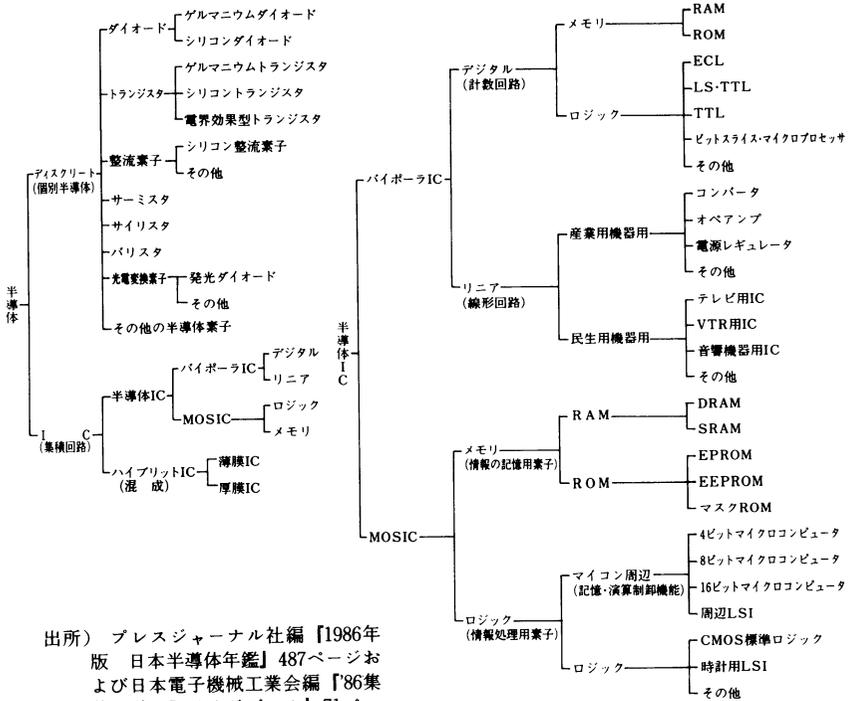
本章の課題は、半導体企業の内部構造分析を生産過程における垂直的統合度から検討し、鉄鋼業では企業構造類型基準になりえた垂直的統合度がはたして、半導体産業においても同様の有効性を持ち得るかを検討することである。「垂直的統合度」は、「一企業が生み出す付加価値額と売上額の比率¹⁾」を測定することによって得られるとされているが、ここでは、「素材の流れをベースに考え、素材の流れから統合の緊密性を知るため²⁾」に用いている。

はじめに、半導体産業における生産品種、それぞれの生産量および市場へ参入している諸企業を明らかにしておこう。

図II-1は半導体の種類を示している。半導体は大別すると、ディスクリート（個別半導体）とIC（集積回路）からなり、後者はハイブリッドICと半導体ICに分類される。そして、半導体ICはさらに、バイポーラリニア、バイポーラデジタル、MOSデジタル、MOSメモリに分類されている。細かく分類していくと何万種類にもなるが、ここでは6つに大別しておく。

次に表II-1は、半導体市場の製品別生産高を示している。ディスクリートが全体の24.2%で、ICが75.8%と4分の3を占めており、ICが市場において支配的である。そして、ICの中でもハイブリッドICの占める割合は8.2%にすぎず、ほとんどは半導体ICである。さらに、半導体ICを詳しく見ると、バイポーラICよりもMOS ICの方が生産高は多く、半導体ICの3分の2はMOS ICであることが確認できる。この表

図Ⅱ-1 半導体の種類



出所) プレスジャーナル社編『1986年版 日本半導体年鑑』487ページおよび日本電子機械工業会編『'86集積回路 IC ガイドブック』71ページより作成。

表Ⅱ-1 半導体市場の製品別生産高（1985年）

製 品 名	生産高(百万円)	全体に占める比率(%)
M O S メ モ リ	459,300	19.7
M O S ロ ジ ッ ク	585,480	25.2
M O S 小 計	1,044,780	44.9
バイポーラデジタル	176,000	7.6
バイポーラリニア	330,080	14.2
バイポーラ小計	506,080	21.7
半 導 体 I C 小 計	1,550,860	66.2
ハイブリッド IC	191,730	8.2
I C 小 計	1,764,390	75.8
デ ィ ス ク リ ー ト	563,490	24.2
総 計	2,327,880	100.0

出所) 矢野経済研究所編『'86半導体市場の中期予測』1986年より作成。

表Ⅱ-2 1985年度各社別半導体出荷額（60/4-61/3）

（単位：百万円，％）

メーカー	ディストリット	シェア	IC	シェア	TOTAL	シェア
日本電気	81,300	20.4	316,600	79.6	397,900	100.0
日立製作	64,600	18.0	294,900	82.0	359,500	100.0
東芝	93,800	31.6	203,000	68.4	296,800	100.0
松下電子工業	66,500	36.7	114,600	63.3	181,100	100.0
富士通	1,710	1.0	171,070	99.0	172,780	100.0
三菱電機	27,000	18.5	118,800	81.5	145,800	100.0
東洋電機	20,700	22.5	71,300	77.5	92,000	100.0
三洋電機	27,900	34.1	53,900	65.9	81,800	100.0
日本T I	0	0.0	77,250	100.0	77,250	100.0
沖電気工業	2,900	4.4	62,300	95.6	65,200	100.0
ソニー	34,700	58.7	24,400	41.3	59,100	100.0
富士通	5,300	10.0	47,900	90.0	53,200	100.0
富士通	33,670	79.8	8,530	20.2	42,200	100.0
シャープ	82,890	64.2	12,790	35.8	35,680	100.0
セイコー	0	0.0	25,900	100.0	25,900	100.0
セイコー	100	0.4	24,600	99.6	24,700	100.0
太陽誘電	1,800	8.2	20,100	91.8	21,900	100.0
モトローラ	1,100	5.9	17,670	94.1	18,770	100.0
日電	13,200	80.8	3,140	19.2	16,340	100.0
日立製作	0	0.0	15,700	100.0	15,700	100.0
鳥取三洋	14,900	100.0	0	0.0	14,900	100.0
新日本無線	2,220	15.2	12,340	84.8	14,560	100.0
松下電子部品	0	0.0	12,500	100.0	12,500	100.0
タニタ	9,500	90.5	1,000	9.5	10,500	100.0
東洋電機	9,850	100.0	0	0.0	9,850	100.0
日本文学	9,400	100.0	0	0.0	9,400	100.0
ミホ	0	0.0	8,300	100.0	8,300	100.0
浜松ホトニクス	7,020	100.0	0	0.0	7,020	100.0
東北	1,400	21.2	5,200	78.8	6,600	100.0
陸電	0	0.0	6,000	100.0	6,000	100.0
東和	0	0.0	4,200	100.0	4,200	100.0
村田製作所	150	3.8	3,750	96.2	3,900	100.0
富士通	0	0.0	3,810	100.0	3,810	100.0
オリエント	3,370	93.4	240	6.6	3,610	100.0
アール	0	0.0	3,500	100.0	3,500	100.0
アール	0	0.0	2,980	100.0	2,980	100.0
日本抵抗器	0	0.0	2,540	100.0	2,540	100.0
日本アビオニクス	0	0.0	2,510	100.0	2,510	100.0
フイガロ	2,400	100.0	0	0.0	2,400	100.0
日本イコデン	0	0.0	2,190	100.0	2,190	100.0
日旭	0	0.0	2,000	100.0	2,000	100.0
モリ	1,830	100.0	0	0.0	1,830	100.0
宝工	1,680	100.0	0	0.0	1,680	100.0
沖ミツ工	0	0.0	1,300	100.0	1,300	100.0
本L S	0	0.0	1,200	100.0	1,200	100.0
双信電	0	0.0	1,180	100.0	1,180	100.0
東信電	50	4.8	1,000	95.2	1,050	100.0
京コスモ	0	0.0	1,000	100.0	1,000	100.0
釜屋電	0	0.0	600	100.0	600	100.0
日本ミコ	0	0.0	600	100.0	600	100.0
芝浦電子製作所	550	100.0	0	0.0	550	100.0
合計	563,490	24.2	1,764,390	75.8	2,327,880	100.0

出所) 矢野経済研究所編「86半導体市場の中期予測」1986年、8ページ、表1-3。

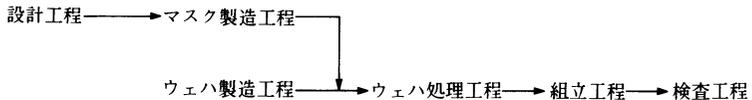
II-1 から明らかなことは、半導体 IC、特に MOS IC の比重が高いということである。

そして、表 II-2 であるが、半導体企業は1985年で51社あることがわかる。これら51社が半導体市場を構成しているわけである。³⁾

1 生産工程の特徴

半導体企業の垂直的統合度を明らかにするために、まず生産工程がどのように編成されているかを検討する。生産工程は、簡単にいうと設計工程からマスク製造工程への流れと、ウェハ製造工程からウェハ処理工程へ、さらに組立工程から検査工程への流れからなり、前者は後者のウェハ処理工程において結びつけられている（図 II-2 参照）。以下、各工程の特徴を示す。⁴⁾

図 II-2 半導体の生産工程



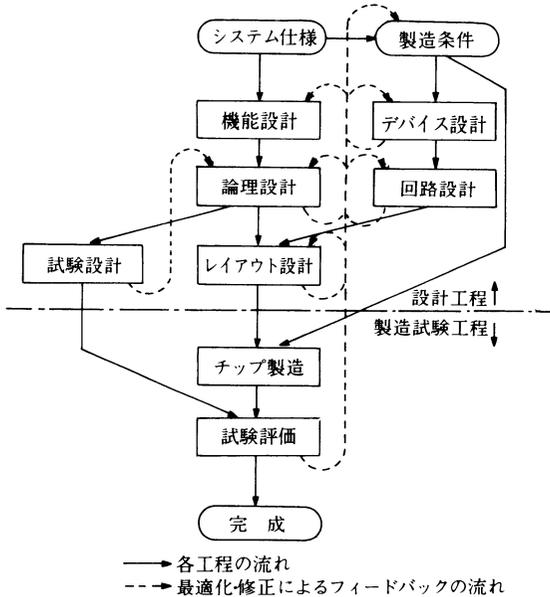
出所) 日本電子機械工業会編『86集積回路 IC ガイドブック』1986年、74～82ページより作成。

1) 設計工程

設計工程は、製品である半導体の性能を決定する工程で、開発段階とも密接な関連を有している。通常1つの製品を設計するには数ヶ月間を必要とし、時間の短縮をいかにはかるかが重要なポイントとなっている。また、製品の性能がいかにユーザーの要求を満たしているかも重要であって、各企業は設計能力の高さを重要な競争力として位置づけている。設計工程の流れは、図 II-3 のように、機能・論理・デバイス・回路などいくつもの工程をへて、かつフィードバックを行いながら、レイアウト設計へとつながっている。レイアウト図はチップ寸法の200から300倍に拡大された詳細なもので、それを6枚から15枚のマスクパターンに分割している。

最近の4 MDRAM や16 MDRAM の開発あるいは32ビットマイクロプロセッサの実用化など、半導体の高集積化・高機能化を実現するために設計工程もますます複雑になってくる。また、ASIC（特殊用途向け半導体）の急成長によって、設計工程のフレキシビリティをますます高める必要がある。そこで、設計工程を効率化・自動化するためにはCAD（Computer Aided Design⁵⁾）が使用されるようになってきている。これは設計工程での人為的なミスを最大限なくすることが期待され、CADソフトの開発が各企業に

図Ⅱ-3 LSI 設計製造工程



出所) 電子通信学会編【LSIハンドブック】オーム社, 1984年, 161ページ, 図2・1図。

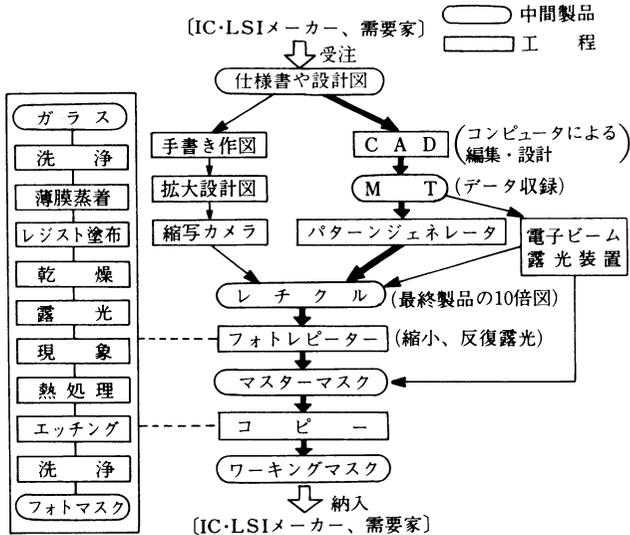
おける重要な課題となっており、企業の開発能力を左右している。

2) マスク製造工程

マスク製造工程は、ウエハにさまざまな回路パターンを焼付けの際に使う精密写真原版を作成する工程である。図Ⅱ-4のように、MT（磁気テープ）に収められた設計情報をパターンジェネレータという装置にかけ、最終製品の10倍図であるレチクルを作る。そして縮小・反復露光を繰り返し、マスターマスクを次々に作成していく。これをコピーし、ワーキングマスクというウエハ処理工程で用いられるものにするわけである。

今日では電子ビーム描画装置（ステッパ）で縮小露光しマスターマスクを直接作る方法が主流になっている。さらに最近では、フォトマスクを作らず電子ビーム描画装置でウエハに直接描画する技術も開発されている。もっとも、現在までのところコスト面でフォトマスク使用が優位にあり、汎用ICでは今後ともフォトマスクが使用されると予測されている。

図Ⅱ-4 フォトマスクの製造工程



出所) 東洋経済新報社編『IC革命 影の主役たち』東洋経済新報社、1982年、139ページ。

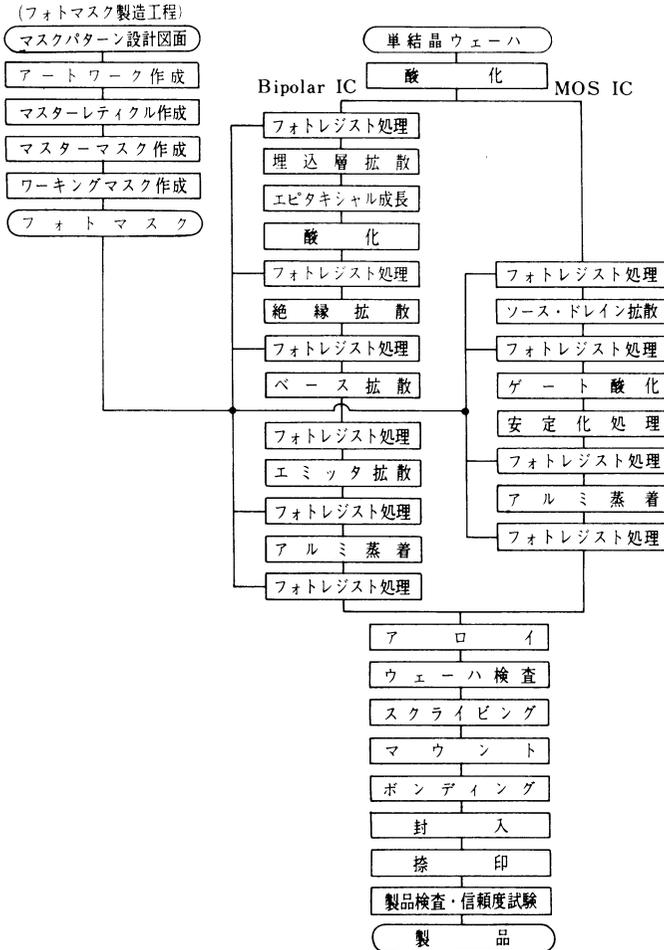
3) ウェハ製造工程

このウェハ製造工程は、次のような工程を必要とする。第1段階は、原料である珪石を水素還元して作った金属珪素を電気炉に入れ、不純物を取り除き、多結晶シリコンを作る。半導体に用いられるシリコンはイレブンナインクラス⁶⁾の超高純度が要求されるからである。第2段階は、多結晶シリコンをルツボにいれて溶融し、均一な原子配列になるようにして、単結晶シリコンを作る。これにはチョクラスキー法とフローティングゾーン法⁷⁾があるが、量産性がある、大口径の単結晶シリコンを作りやすいチョクラスキー法が全体の90%を占めている。第3段階では、できた単結晶シリコンをスライシング機でウェハの厚さに切断し、次にその表面を研磨機で磨いてミラーウェハにする。さらにエピタキシャル反応器で表面の結晶配列をN型かP型にする⁸⁾。

4) ウェハ処理工程

ウェハ処理工程はウェハ製造工程で生産されたシリコンウェハ上に実際に回路を作り込む工程である。図Ⅱ-5のように半導体ICの場合、酸化、リソグラフィ、エッチ

図Ⅱ-5 ICの製造工程



出所) 通産省監修・電波新聞社編『電子工業年鑑』1985年版，電波新聞社，1985年，741ページ，第4図。

ング，不純物拡散，気相成長（CVD）⁹⁾，電極配線などの工程によって製造されていく。

基本的には，写真蝕刻技術を利用してウェーハ上に回路を形成し，電極を取り付けていく。この時，パターンを正確に形成する技術とICの特性を左右する不純物拡散技術に

最も高度なものが要求される。前者はとりわけ、製造工程で複数のマスクを使用し何度も位置ぎめを行う必要があるためミクロン単位の精密技術が要求される。

ウエハ処理工程は、各工程とも一定のロットでのバッチ生産によって生産が行われている。それぞれの工程ともかなり長時間を要するために、1回のロットを大きくすればするほど量産性は高まることになる。さらに重要なことは、ウエハ処理工程は技術革新の1つの焦点であり、従って生産コストに重大な影響をおよぼすという点である。また、ウエハ処理工程はゴミや塵を嫌うので、クリーンルームという清浄度の高い部屋で作業を行う。

5) 組立および検査工程

組立工程は、ウエハ上に形成されたICチップを1個づつ切断してパッケージに搭載する工程である。ダイシング、ダイボンディング、ワイヤボンディング、モールドイング、パッケージ形成、マーキングからなる。検査工程は、電気的特性や外観の検査を行う工程である。

組立工程の特徴は、生産工程が高度に自動化・連続化していることである。従来は、1つ1つの工程を手作業に頼っていたわけで、極めて労働集約的であった。アメリカの半導体企業は、1960年代以降に安い賃金を求めて東南アジアに組立工程を移したほどであった。¹⁰⁾組立工程は1980年代に入ってから、急速に自動化した¹¹⁾わけである。

以上、生産工程の説明を行ってきたが、生産工程全体の特徴は次の3点に整理できる。

第1は、生産の自動化が重要な生産コスト削減要因であるという点である。設計工程では、半導体の複雑化にともない、設計時間の短縮が急務となっており、CADの導入が急速に行われている。ウエハ処理工程では、各装置間の自動化は余り進んでおらず、各装置でのロット量を増やす方向で処理能力の拡大がはかられている。これに対して組立工程では、装置間の自動化はかなり進んでおり、各工程間で人手を介しない連続化が進められている。最も進んだ装置では、ダイボンディングからモールドイングまでの自動化を実現している。組立工程では生産の自動化は急速に進展しているが、設計工程とウエハ処理工程の自動化は今後も重要なコスト削減要因である。

第2は、生産のリードタイムが長いということである。ウエハを購入してから出荷まで平均して約3ヶ月¹²⁾を要するが、これは大量生産と製品種類の多さを両立させるためである。例えば、ウエハ処理工程では、製造装置毎に異なる技術的条件のもとで行われるために、ロット組みのための工程待ちが必要である。その結果、1枚のマスクを処理するのに3～4日かかり、しかもマスク枚数が6枚から15枚であるので、ウエハ処理工程

だけで20日から60日もの日数が必要とされる。したがって、それだけ高度な生産管理技術が要求されることになる。

第3は、製品歩留り率をいかにして上げるかが、重要な課題となっていることである。半導体産業の総合歩留り率は、1枚のウエハから取り得る最大のチップ数に対する良品のチップ数の割合であるチップ歩留りと、ウエハ処理工程に投入されるウエハ枚数に対するウエハ処理工程の終了時におけるウエハ枚数の割合であるウエハ歩留りの積によって算出される。半導体産業においては、10数パーセントの歩留り率から生産を開始（立ち上げるとい¹³⁾う）し、最終段階においても、ウエハ処理工程で70%、組立工程で80%とい¹⁴⁾われている。この歩留り率の向上は、様々な方法によって行われ、コストの引下げにつながる。そこで半導体産業ではエクスペリエンス・カーブ（経験曲線）現象が強く働¹⁴⁾くといわれている。経験曲線とは累積生産量が倍加すると単位あたりコストが20%から30%の割合で低下していく現象を説明するものである。半導体産業におけるコスト削減の推移は、この経験曲線によって説明される（IV章で詳述）。

2 垂直的統合度から見た半導体産業

(1) 各生産工程を分担している諸企業

半導体産業における生産工程は以上の特徴を有するが、企業レベルではどのような形態で実現されているだろうか。いいかえれば、1で明らかにした生産工程は企業論的にはどのように編成がされており、垂直的統合度の点からはどのような特徴を持つといえるのであろうか。このような視点から、再度、生産工程を整理すると次のようになる。

設計工程は、半導体の性能を決定する工程であり、半導体企業が担当している。各半導体企業はCADを使用して、標準仕様の半導体やユーザーの要求に合う半導体の設計を数ヶ月を要して作成する。設計工程を他社に依存してウエハ処理工程や組立工程だけを担当する企業はない。上述したように設計能力の優劣が半導体企業の競争力に大きく影響することになっているからである。ただし最近では、ASICが急増しており、設計専門の子会社をつくり対応しようとしている企業は増加している。

次にマスク製造工程であるが、半導体企業だけでなく印刷会社である大日本印刷と凸版印刷の両社が担当している。半導体企業の内製分は40～50%であり、残りはこの両社が独占している。歴史的には、この工程の技術が基本的に印刷技術であることから、半導体企業が両社に外注することになったわけである。この両社と半導体企業の関係は、後者が2社購買策をとっているため特定の関係はないと¹⁵⁾されている。フォトマスクを必

要とする限り、この関係は変わることはない。両社がマスクを供給し続ける限り、企業間に大幅な技術格差を生むことは当然なく、垂直的統合度の相違にもならない。

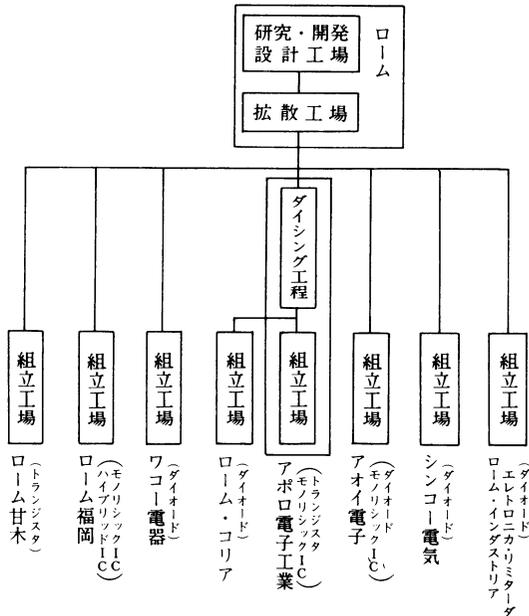
ウエハ製造工程は半導体企業はまったく手がけることはなく、専門メーカーが製造を担当している。多結晶シリコンからシリコンウエハまで手がける一貫メーカーは信越半導体、大阪チタニウム製造、日本シリコン、小松電子金属の4社である。したがって、この工程も半導体企業間に競争上の格差を生じさせることはなく、垂直的統合度の相違にはならない。

ウエハ処理工程と組立および検査工程は、半導体企業が担当している。半導体企業は、マスク製造企業からフォトマスクを、ウエハ製造企業からウエハを受け取り、半導体を製造しているわけである。

(2) 半導体企業の垂直的統合度

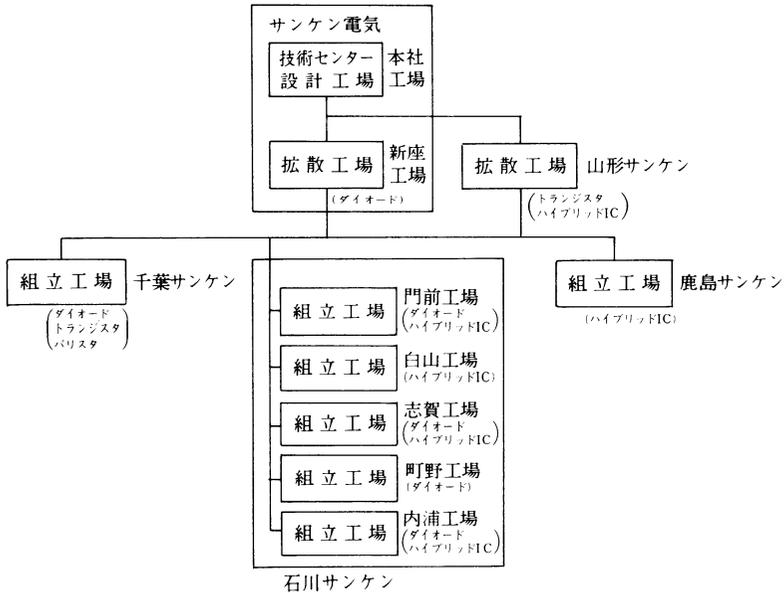
では、各半導体企業がどのような生産工程を有しているであろうか。

図Ⅱ-6 ロームの半導体生産体制（1985年現在）



出所) IRS 編『半導体業界の全貌』1985年より作成。

図Ⅱ-7 サンケン電気の半導体生産体制（1985年現在）



出所) IRS 編『半導体業界の全貌』1985年より作成。

すでに図Ⅱ-1で示しているように、半導体はディスクリート、ハイブリッドIC、半導体ICに大別される。それぞれの製品を主に生産している諸企業をとりあげる。ディスクリートを生産している企業としてローム（ディスクリート生産比率58.7%、1985年現在）を、ハイブリッドICを生産している企業としてサンケン電気（ハイブリッド生産比率35.8%、1985年現在）を、半導体ICを生産している企業として日本電気（半導体IC生産比率73.4%、1985年現在）を取り上げ、これら3社の垂直的統合度に大きな相違があるかを具体的に検討する。図Ⅱ-6はローム、図Ⅱ-7はサンケン電気、図Ⅱ-8は日本電気の生産体制である。

まず、ロームは半導体ICとディスクリートを生産しているが、ここではトランジスタの生産工程を検討する。ウエハ製造企業からウエハを購入し、ローム本社工場のウエハ処理工程でウエハ処理をする。ウエハ製造企業からウエハを購入し、エピタキシャル工程を子会社のエクサー・インテグレイテッド・システムズ・インク社で行ってからウエハを購入する場合もある。前者は、ウエハ製造企業がエピタキシャル処理をしている

工程は九州日本電気と日本電気にとっては孫会社になる熊本日本電気、福岡日本電気、大分日本電気および協力会社である原精器産業、九州電子、九州日誠電機、九州ノゲデンが行っている。日本電気全体では、このような半導体地方生産グループが4つ¹⁷⁾ある。

代表的な3社の検討から、ウエハ処理工程と組立工程および検査工程はどの企業においても同様の生産工程であることが明らかにされた。実際、ウエハ処理工程だけを扱う企業であるとか組立工程だけを扱う企業はない。もちろんここでいう企業とは個別資本のことを意味しており、会社形態として見るとウエハ処理工程と組立工程および検査工程¹⁸⁾を子会社に担当させることは半導体企業の場合、広く行われているところであり、上述の3社の例でも明らかである。したがって垂直的統合度という点では、3社に差異はない。

(3) 垂直的統合度の低さと企業間競争

半導体産業の生産工程を企業論的視点から見ると、マスク製造工程とウエハ製造工程は専門の企業が存在し、半導体企業が担当するのは基本的には設計工程とウエハ処理工程と組立工程および検査工程である。そして、半導体企業のいずれもが上述の4つの工程を有しており、垂直的統合度に差異を持たないと結論づけられる。したがって、半導体産業の場合、企業構造類型の基準として垂直的統合度は有効性を基本的に持たないわけである。

ところで、ここでは、垂直的統合度を「素材の流れをベースに考え、素材の流れから統合の緊密性を知るため」に用いている。鉄鋼業の場合、製鋼段階だけを担う企業、熱延段階だけを担う企業、その両段階を担当する企業、冷延段階だけを担う企業が全ての段階を担う鉄鋼一貫企業に統合化されている場合が多い。あるいは、別個に存在している企業は垂直的統合という点で優位にある鉄鋼一貫企業と競争せざるをえなくなっている。全体的には、垂直的統合度は高い産業であり、そのことが鉄鋼業において鉄鋼一貫企業の卓越した地位を保持させる生産力的基礎となっている。

しかし、半導体産業の場合、垂直的統合度が低く、各生産工程に専門企業が介在しており、また半導体企業が同様の生産工程を担当（生産ライン数は当然の事ながら異なっており、このことは後述する）しているために、この点から圧倒的な優位を形成することが困難である。

さらに言うならば、垂直的統合度という点ではむしろいくつにも切断され、半導体生産企業以外の企業が、上述したように半導体の生産工程の一部を担当している。これらのことが半導体産業において、圧倒的に優位な生産条件を形成し新規参入を困難にする

よな事態を生じさせにくい理由であり、さらには激しい企業間競争を生じさせる理由の一つである。垂直的統合度という視点からの検討は、それが半導体産業における企業構造類型の基準にはならないと同時に、その低さが半導体産業における企業間競争の激しさの一つの原因となっていることを明らかにしてくれる。

- 1) 松井哲夫「垂直的統合」越後和典編『産業組織論』有斐閣、1973年、140ページ。
- 2) 岡本博公、前掲書、63ページ。
- 3) この表は、矢野経済研究所編『'86半導体市場の中期予測』1986年によっているが、次のような限界を有している。①取上げている企業数は、51社であってすべての半導体企業を網羅しているわけではない。②また、半導体が部品であり最終製品に組み込まれるものであることから、半導体を生産してもすべて自社消費をしまい外部に販売しない企業の分は把握できない。しかし、主要な企業は含まれており、半導体産業の全体像は把握できるため使用している。
- 4) 生産工程の説明は、菊地誠『半導体のはなし』NHK ブックス、1967年、垂井康夫『ICのはなし』NHK ブックス、1982年、相良岩男『LSIのはなし』日刊工業新聞社、1982年、東洋経済新報社編『IC革命 影の主役たち』東洋経済新報社、1982年、豊田博夫『超LSIの時代』岩波書店、1984年、電機通信学会編『LSIハンドブック』オーム社、1984年、日本電子機械工業会編『'86集積回路ICガイドブック』日本電子機械工業会、1986年、を利用した。
- 5) コンピュータ支援設計装置のこと。
- 6) 不純物の混入割合の少なさを表わしている数値であって、イレブンナインとは99.999999999%の純度をそのシリコン結晶が有していることを示している。
- 7) チョクラスキー法は炭素電極による抵抗加熱方式であり、フローティングゾーン法は高周波コイルによる誘導加熱方式である。前者の特徴は大口径のシリコンが作りやすいところがあり、後者の特徴は高純度のシリコンが作りやすいところにある。詳しくは、戸塚「世界をリードする半導体材料業界—シリコン・パッケージ・リードフレーム—」『大和投資資料』1986年4月、を参照。
- 8) コレクタ領域が大きいと、そこを流れる電流によってかなりの電力が熱となって消費されてしまい、効率が悪い。そこで種結晶の上に薄いN型かP型かいずれかの単結晶を成長させる方法として、エピタキシャル成長法は開発されたわけである。
- 9) ごく簡単に説明しておく。酸化とは、シリコンウエハの表面を1,000~1,200度の拡散炉の中で、酸素または水蒸気を含んだ雰囲気ガスにさらして酸化膜を形成する工程である。リソグラフィとは、酸化膜上にレジストと呼ばれる感光剤を塗布し、フォトマスクのパターンを露光装置で転写していく工程である。エッチングとは、露光したウエハを現像した上で、パターンにしたがって酸化膜を腐食除去する工程であって、最後に不要になったフォトレジストを除去し、さらに洗浄しておく。不純物拡散とは、酸化膜を取除いた窓の部分からボロンや磷などの不純物を導入する工程である。気相成長とは、表面ガスを吹付け化学反応によって膜を形成する工程で、半導体薄膜や絶縁膜を形成する。電極配線とは、配線に用いるア

ルミニウムを蒸着させる工程である。

- 10) UNCTC, *Transnational Corporations in the International Semiconductor Industry*, 1986, pp. 167-168, Table V. 9.
- 11) プレスジャーナル社編『月刊 Semiconductor World』プレスジャーナル社, 1987年9月号, 参照。
- 12) 開取りによる。
- 13) 開取りによる。
- 14) ボストン・コンサルティング・グループが半導体にかんする費用行動の実証研究において発見した。Boston Consulting Group, *Perspectives on Experience*, 1968 を参照。
- 15) 東洋経済新報社編, 前掲書, 143ページ。
- 16) 戸塚, 前掲書, 47ページ。
- 17) 1985年に山口電気グループが稼動を始めたので, 現在地方生産グループは4つである。
- 18) 坂本和一「生産子会社の展開—日本電気のケース—」坂本和一・下谷政弘編『現代日本の企業グループ』東洋経済新報社, 1987年, 参照。