

半導体産業の東アジア域内における棲み分けと分業

蔣 芳 婧

第1節 本稿の課題

世界の半導体産業において、東アジアの存在はますます重要になってきた。早くも2006年から、日本を含む東アジア地域は全世界の65%の半導体生産能力を持っており、最先端の12インチ半導体工場は、68%が東アジアに立地している¹⁾。一方、半導体の需要を支えているのは、中国や欧米などの市場である。国別にみると、メモリーのDRAM生産においては、韓国企業が約7割のシェアを占め、そこから世界中に供給されている。ロジック回路は、アメリカのファブレス企業の発注を受けて、台湾のファウンドリーが受託生産しており、ファウンドリー生産の6割以上は台湾企業が占めている。近年、アメリカだけではなく、欧州や日本からの受注も増えた。さらに、韓国と台湾の半導体企業の生産を支えているのは、日本の製造装置と原材料の供給である。このほか、域外のアメリカ・ドイツ・オランダからの供給もある。いずれにしても、国境を越えた分業が行われている。

グローバル化以前の時代には、一国内で原材料から製品まで全部揃えなければならないというフルセット型産業構造の発想が一般的に見られた。したがって、発展途上国も工業化するためには、原材料や製造装置を全部自国で作れるようにしなければ、真の工業化はあり得なかった。しかし、グローバル化時代になると、韓国は製造装置や原材料を国外から調達することによって、国際競争力の高いDRAMを作って世界中の市場へ輸出している。台湾も海外の発注に応じて、海外から調達してきた製造装置と原材料でロジック回路を作っている。韓国と台湾の国内では、原材料や製造装置のメーカーを育成する必要がない。一方、日本の原材料や製造装置のメーカーは、高い技術力を武器としながら、日本の半導体産業が不振になって減少した需要を、韓国・台湾からの需要で補ってきた。

本稿では、韓国や台湾の半導体産業を事例として、グローバル時代の分業の構図を明らかにしたい。半導体産業については公表されないデータが多く、調査会社が有料で提供しているデータも十分に利用することは難しい。また、とくに半導体は技術革新が著しく、comtradeのようなデータベースでも品目の入れ替わりが激しいため、長年にわたる変化を集計することは困難である。しかし、韓国と台湾の半導体産業については、優れた実態調査に基づく研究が数多く積み重ねされてきた。そこで、本稿では主として先行研究の示すデータを利用しながら、東アジア半導体産業の棲み分け・分業の実態を明らかにしていく。

第2節では、1980年代以来、とくに2000年代に入ってから半導体産業の動向を概観し、需要・供給双方で東アジア地域の比重が高まっていることを確認する。また、日本の製造装置、材料の世界シェアや、韓国と台湾の間で見られる製品の棲み分け、日本の中間財や素材メーカーと韓国・台湾のデバイスメーカーの間の分業関係を明らかにする。第3節では、メモリー分野について、韓国のDRAMにおける優位の形成過程、とくに1997年通貨危機とサムスン電子の優位強化について論じ、また同じ時期の日本のDRAM分野でのシェア低下の理由について分析する。第4節では、ロジック回路を中心とするノンメモリー分野におけるファブレス（設計）とファウンドリー（生産）の分業を明らかにする。とくに、現在ファウンドリーのトップシェアを持つ台湾企業の国際競争力の優位と、アメリカの設計企業との間の分業体制を分析する。また、日本の半導体製造装置企業と半導体材料企業の優位と、東アジア地域内の韓国と台湾の半導体企業との分業関係を明らかにしていく。

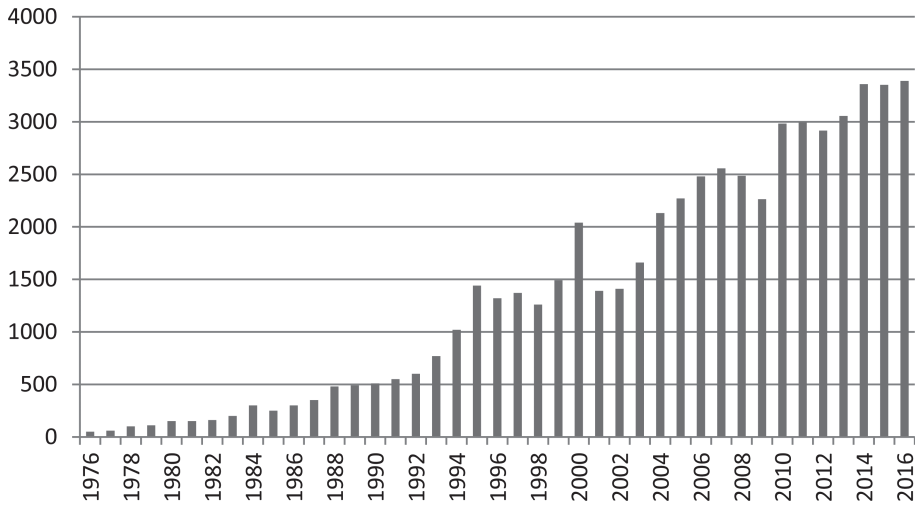
第2節 データからみた半導体生産拠点の移転

I 半導体の歴史と世界市場の動向

まずはじめに、半導体の歴史と世界市場の動向をみてみよう。世界初の半導体（トランジスタ）は1947年12月にアメリカのベル研究所から生まれ、翌年6月にショックレー（William Bradford Shockley）とバーディーン（John Bardeen）、ブラッテン（Walter H. Brattain）のチームがトランジスタを開発したと正式に発表した。それから60年あまりが過ぎ、成熟化が進んできた半導体は「産業のコメ」と呼ばれ、パソコンや携帯電話、デジタル家電、自動車、産業機械など、ありとあらゆる工業製品に使用されており、その他のICT産業全体を規定する中核産業となった²⁾。図1のように、1970年代から、半導体の世界市場は年平均成長率約10～15%で生産高を増大させてきた。とくに、情報化とグローバル化が進展した1990年代以降の成長ぶりは著しい。

1990年代以降の成長の背景には、ICT製品であるパソコンと携帯電話の発達がある。パソコンについては、1993年にマイクロソフトのWindows 3.1や、インテルのペンティアム（Pentium）の発売によって、パソコンの機能が画像処理可能なレベルにまで向上した。また1995年にインターネットの一般使用が始まり、マイクロソフトがWindows 3.1の後継にWindows 95を発売し、個人のインターネット利用を加速させた。こうしたパソコンとインターネットの発展が、半導体の需要拡大の原動力となり、1990年から1995年までに世界の半導体市場の規模は約3倍に跳ね上がった。しかし、こうした好況は過剰設備投資や高コスト体質を生み、96年にパソコンの成長が横ばいに転じたのを契機に、半導体市場も一気に縮小し、とくにメモリー市場の落ち込みは激しかった。しかし、1990年代後半、パソコンに加えて携帯電話とスマートフォンが普及したことによって、半導体産業は新たな成長を遂

図 1 世界の半導体市場の出荷額（単位：億米ドル）



出所：『半導体年鑑』各年版，WSTSより作成。

げた。世界の携帯電話の販売台数は1995年に年間5000万台程度だったが、2000年には4億台、2007年には11億台を超えた。その結果、携帯電話関係の半導体需要は750億ドルまで拡大し半導体需要全体の約30%を占めるまでになった。1996年の不況から次第に回復した半導体市場は、2000年までのITバブル、つまり、アメリカ市場を中心に起こったインターネット関連企業の実需投資や株式投資の異常な好調により大きな伸びを示した。しかし2001年にふたたび不況となり、いったん回復したあと2008年にサブプライム問題によりまた不況となった。このように、半導体市場は好不況の波を繰り返し、いわゆるシリコンサイクルが目立つようになった。

一口に半導体といっても、その用途や回路によって半導体製品にはいろいろな種類がある。WSTS (World Semiconductor Trade Statistics: 世界半導体市場統計) の定義によると、表1のように、大きくIC (集積回路) とディスクリット、オプト、センサなどの単体半導体といった二つのカテゴリーに分類することができる。ICと単体の割合はおよそ85:15である。さらにICは、ロジック (論理回路)、メモリー (記憶素子)、アナログ、MOSマイクロの4つに分けられる。4つのカテゴリーのうち、本書の分析対象であるICT機器の重要な部品になるのは、アナログ以外のロジック、メモリーとMOSマイクロである。MOSマイクロはCPUなどに使われ、ICT機器にとって技術的には非常に重要な意味を持つが、金額的には本稿の分析対象となるロジックとメモリーだけで半導体全体の半分近くを占めている。したがって、この二つの分野の分析が、ICT機器及び部品の分業体制を明らかにするために重要な意味を持つ。

また、ロジックには標準ロジックと特定用途向けロジック (ASIC) があり、ASICはロ

表 1 半導体製品の内訳と市場規模 (2016 年) (単位: 億ドル)

半導体市場 3389	IC 2767	ロジック 915	標準ロジック 特定用途向けロジック
		メモリ 768	DRAM フラッシュ その他メモリ
		MOS マイクロ 606	MPU MCU DSP
		アナログ 478	標準リニア 特定用途向けロジック
	ディスクリート/オプト/センサ 378		

出所: WSTS より作成。

ロジックの4分の3を占めている。メモリーはDRAM、フラッシュメモリーとその他メモリーに分類でき、DRAMがメモリー全体の3分の2を占めている。1990年代以降、とくに2000年代に入り、ASICとDRAMの生産は東アジアに集約されることになった。ASICの生産では台湾のファウンドリー、DRAMの生産では韓国メーカーが主要な担い手である。また、半導体の消費市場となるICT機器の組立産業は、2000年代に東アジアの中国がアメリカに取って替わった。さらに、半導体製造装置と材料において、世界シェアの多くを占めるのは東アジアに位置する日本である。このように、東アジア地域は、半導体の生産においても消費においても非常に重要な地域となった。本稿では東アジアの主要な半導体生産の担い手である韓国と台湾の生産実態、そして製造装置・材料の主要供給元である日本との間の提携・分業を分析することによって、グローバル時代の東アジアの工業化の内容を明らかにしていく。

II 半導体の世界生産体制の変化と2000年代の動向

2000年代に入ってから、半導体の世界生産体制の動向は大きく変化した。

第1に、半導体の主要生産地が入れ替わった。前述の通り、半導体生産の発祥地はアメリカだが、1980年代に日本がアメリカを逆転した。しかし、1990年代に入り、韓国と台湾が台頭し、日本はメモリー分野のDRAMでは韓国企業に追い越され、ロジックの生産においては、アメリカ企業と提携した台湾企業に差をつけられた。

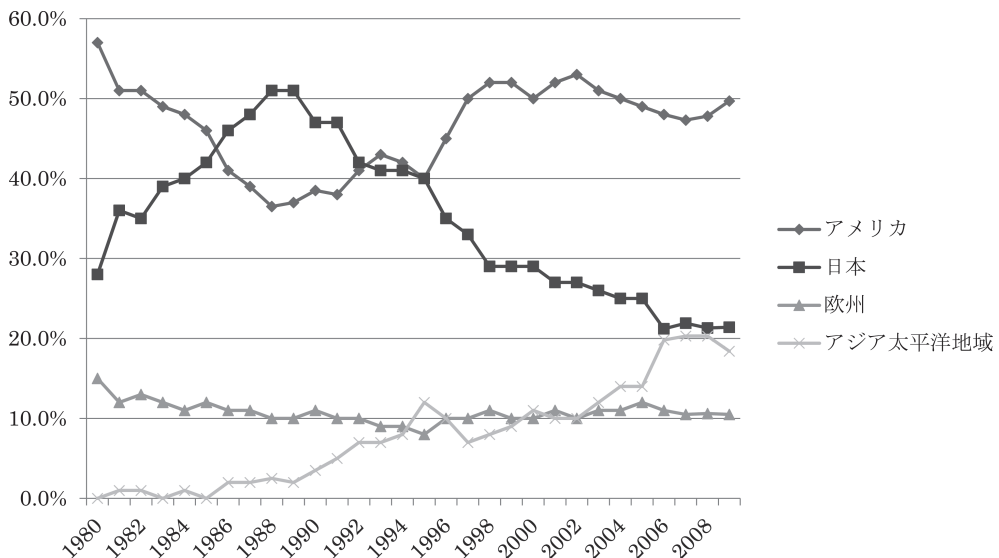
二つ目の変化は、半導体生産における設計と生産の分業が始まったことである。パソコンなどICT機器のEMSのような設計と生産の分業は、1990年代以降、半導体産業にも起きている。半導体の設計専門の企業はファブレス (fabless) と呼ばれ、ファブレスの委託を受けて生産のみに特化する企業はファウンドリー (foundry) と呼ばれる。ファブレスとフ

ファウンドリーの分業は、1980年代後半にアメリカで始まり、日本企業が最初にアメリカのファブレスの受託先となった。しかし、日本企業は受託生産を自社工場の稼働率を上げる一つの手段にすぎないとみていたため、受託生産を重要視してこれに特化した台湾のファウンドリーとの競争に敗れた。現在、世界のファウンドリーにおける台湾企業のシェアは6割以上に達し、圧倒的な優位を持っている。

以上の動向を、データで確認しよう。図2は1980年以降の半導体企業の地域別出荷シェアを示している。この図から、1980年代半ばからアメリカ企業の半導体出荷シェアは日本企業に逆転されたことがわかる。しかし、日本企業のシェアは1989年あたりで頂点に達してから、下がる一方である。一方、アメリカのシェアは戻り、一方でアジア太平洋地域のシェアは上昇した。アメリカのシェア上昇には、二つの要因が考えられる。一つは、1980年代の日米半導体摩擦で、日本企業の対米輸出が打撃を受けたことである。もう一つの要因は、アメリカで半導体生産委託（シリコン・ファウンドリーサービス）が1980年代後半から始まり、1990年代に盛んになったが、外国のファウンドリーの生産分が設計を担当するアメリカ企業からの出荷としてカウントされているためである。アイサプライなど民間調査会社が世界半導体企業ランキングを作るときも、ファウンドリーは除外されている。つまり、ファウンドリーはあくまで黒子に徹して、統計では表面に出ることがないのである。

このように図2のデータにはファウンドリーの生産分がカウントされていないため、アジア太平洋地域の上昇分は、韓国のサムスン電子など自社で設計と生産を行う垂直統合企業の

図2 半導体出荷額の地域別シェア



出所：湯之上 [2008], 177 頁；『日本経済新聞』夕刊 2010 年 4 月 21 日；『中華民国経済年鑑』2008 年版, 434 頁より作成。原資料は米ガートナー・データクエスト。

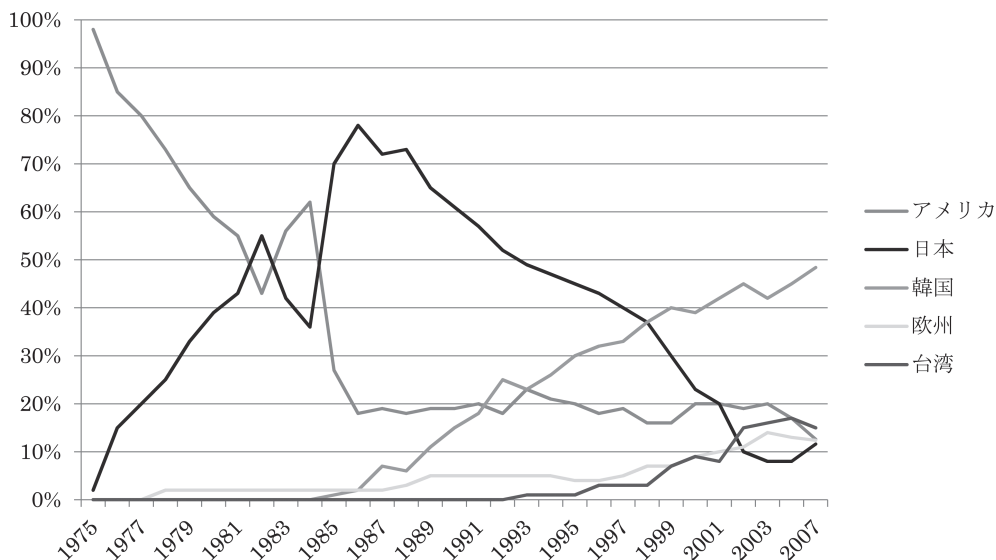
半導体産業の東アジア域内における棲み分けと分業

DRAM 分野での出荷のみを反映している。ファウンドリーが半導体生産の全体に占めるシェアは 1997 年の時点ですでに 40% といわれており³⁾、またファウンドリー生産の主要な担い手は台湾企業であるため、ファウンドリーの生産分を入れれば、アジア地域のシェアはさらに大きくなるはずである。

次にメモリー分野に限定した生産動向をみてみよう。図 3 から、1980 年代の日米逆転、1998 年の韓日逆転が鮮明に読み取れる。具体的には、1970 年代はアメリカ企業の独壇場だったが、日本は 76 年に「超 LSI 技術研究組合」を設立し、政府と企業が一体となって半導体の品質向上に成功して、80 年代にキャッチアップを達成した。しかし 1990 年代に入ると、同じく政府と企業が一体となって 80 年代からキャッチアップを図っていた韓国のサムスン電子などの財閥企業が、DRAM の世代交代の時期を見極めて投資と出荷を拡大しながらシェアを伸ばし、やがてアジア通貨危機直後の 1998 年に日本企業とシェアを逆転して、その後は世界の半分ほどのシェアを維持してきた。また、台湾企業のシェアも 1990 年代から伸びている。

一方、ロジック分野はファブレスとファウンドリーの分業が一番進んでいるが、アメリカの調査会社 IC Insights 社のデータによると、2009 年のファウンドリー市場は 220 億ドルであり、半導体市場全体の 2260 億ドルの 10% を占めている⁴⁾。全体の 10% は少ないように見えるが、半導体全体に占めるロジックのシェアは 30% 程度であるため、その 3 分の 1 は

図 3 DRAM 出荷額の地域別シェア



注：2005 年、2006 年のデータが欠けている。

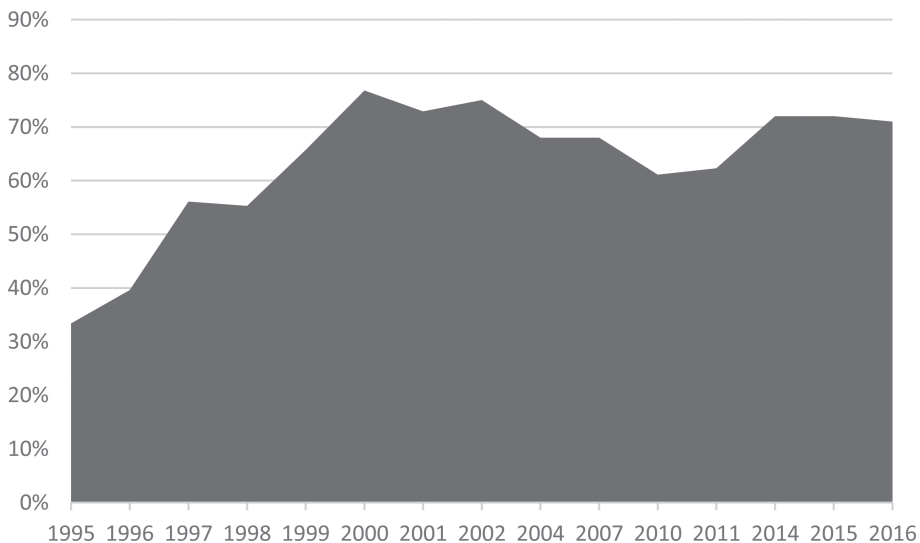
出所：湯之上 [2008], 177 頁；『日本経済新聞』2008 年 10 月 7 日より作成。原資料は米ガートナー・データクエスト。

ファウンドリーによる生産ということになる。ファウンドリーの主役は、台湾企業である。図4のように、台湾企業は1990年代後半から世界ファウンドリー生産額の過半のシェアを持っており、2000年代に入り優位がさらに進み、一時7割以上に達したこともあり、2016年に、TSMCが54%、UMCが9%、両社合わせて63%を占めている（ガートナーの統計）。

このように、1990年代以降のグローバル時代に、半導体の主要生産地として東アジアの韓国と台湾の台頭が目立つようになり、DRAM分野とロジックファウンドリー分野において圧倒的な優位を持つようになった。2000年代に入って、このような傾向はますます強化されている。

また、以前は東アジアの半導体生産をリードしていた日本は、1990年代以降DRAMをはじめ半導体製品分野では存在感を落としたが、半導体製造装置と原材料分野において、高いシェアを維持してきた。JETROの統計によると、2008年の半導体製造機器の輸出額は全世界で31,889百万ドルであり、日本は13,742百万ドルでトップである。ちなみにアメリカは7,454百万ドルで2位であり、EU15カ国の合計は7,421百万ドルである⁵⁾。2016年、世界トップ5はそれぞれ、アメリカのアプライドマテリアルズ（20.7%）、ラムリサーチ（13.9%）、オランダのASML（13.6%）、東京エレクトロン（13%）とアメリカのKLA テンコール（6.4%）である⁶⁾。半導体材料では、図5のように、日本メーカーは主要6材料の世界市場で6割から9割と圧倒的なシェアを持っている。後にも触れるように、韓国と台湾の半導体メーカーも、多くの製造装置と材料は日本から調達しているのである。

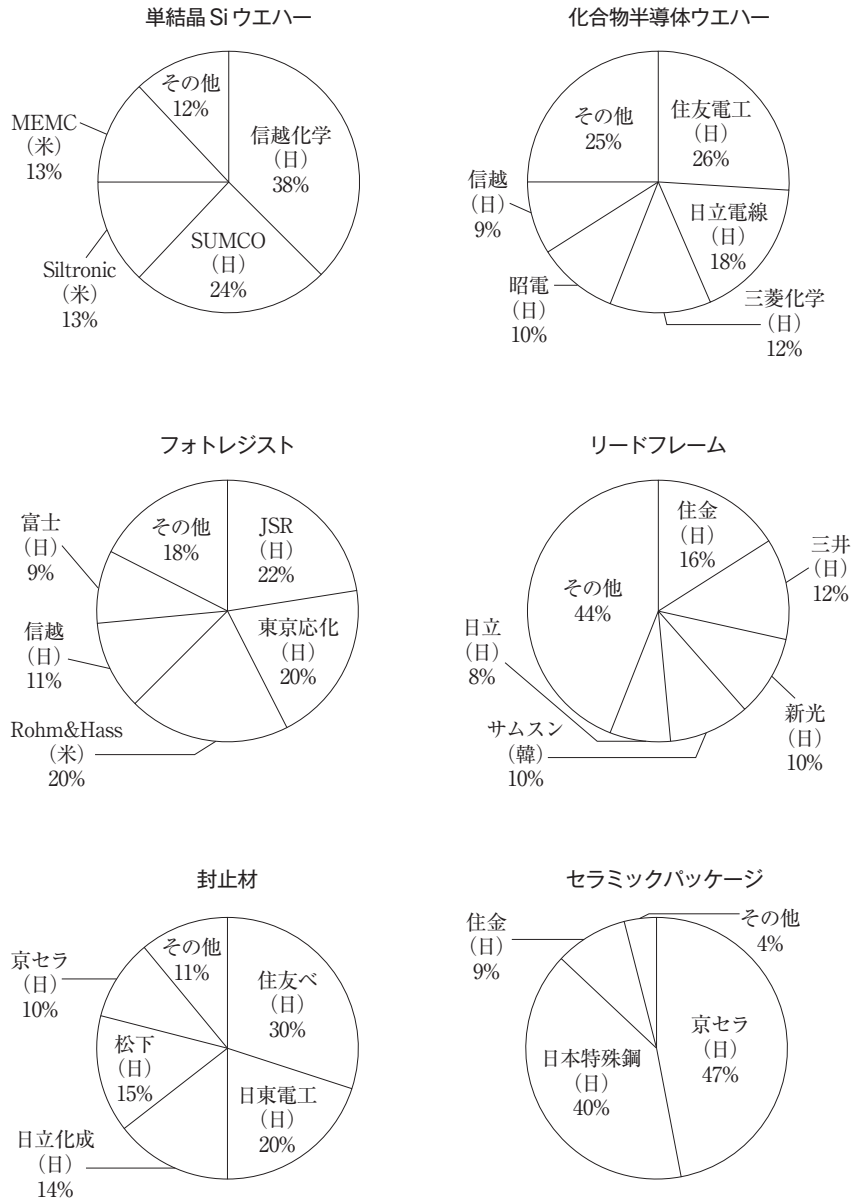
図4 世界のファウンドリー生産における台湾地域のシェア



注：2003年、2005年、2006年、2008年、2009年、2012年、2013年のデータを欠けている。

出所：台湾の経済年鑑の各年版より作成。

図5 半導体材料のメーカー別世界市場シェア（2006年）



出所：『VLSI Report SPECIAL SURVEY 41.2007 半導体製造装置・材料業界』より作成。

以下の節では、なぜグローバル時代において韓国と台湾がそれぞれ DRAM とファウンドリー分野で圧倒的な優位を築いたのか、日本やアメリカとの提携・分業に注目しながら、その理由を明らかにしたい。韓国と台湾の優位の説明は、同時に日本のシェアが1990年代以降低下してきた理由にも結びつくものと思われる。

第 3 節 メモリー分野における韓国の優位の確立

I 韓国企業の DRAM 分野での優位

韓国の半導体産業は、1960 年代から米国企業の進出によって、労働集約的な後工程（組立生産）から始まった。70 年代に入り、半導体の設計からウエハー加工も含めて前工程から後過程までの一貫生産を行うようになった。80 年代に財閥グループ企業の DRAM 分野への参入により大変革期に入り、さらに 90 年代に著しい成長を遂げ、米国・日本に次いで世界第 3 位の半導体生産国となった⁷⁾。

1990 年代以降、半導体産業は韓国経済を牽引するリーディング産業となった。1995 年以降の韓国の総輸出に占める半導体の比率は、1995 年に 14.1%、2000 年に 15.1%、2005 年に 10.5% を占め、2015 年になっても 11.9% で最大の輸出品目となった⁸⁾。また、韓国の国内総生産（GDP）成長に対する寄与度では、1991 年～95 年に半導体及び電子部品の寄与度は 2.9% で自動車に次ぐ地位を占め、1996～2000 年の期間は 14.4%、2001～05 年の期間には 19.4% とさらに高い寄与度を示している⁹⁾。このように、韓国の半導体産業は、1990 年代以降の韓国経済に重要な影響を与える産業へと成長したのである。

世界の半導体産業における、韓国企業の影響力も大きい。とくに、メモリーの DRAM 分野では、韓国企業は圧倒的な優位を持っている。サムスン電子は 1992 年に 13.5% のシェアで世界トップとなってから、その後もシェアを拡大し、2016 年に 47.1% でトップの地位を維持し続けてきた。とりわけ 2000 年代に入り、ハイニックス（2016 年に 25.8%）と合わせると、韓国企業は世界 DRAM 市場の 7 割以上を占めるようになった¹⁰⁾。

国別の DRAM シェアを示す図 3 を見ると、韓国企業の DRAM シェアには、二つの転換点が見られる。一つは、1991 年にアメリカを超え、世界第 2 位となった時点であり、もう一つは 1998 年に日本と逆転し、世界トップとなった時点である。

この二つの転換点はそれぞれどのような意味を持っているのであろうか。次に、二つの転換点の前後の韓国半導体企業の動向を分析しながら、その意味を検討しよう。

II 1980～90 年代の韓国半導体産業

1980 年代、産業のコメと呼ばれる半導体産業の重要性を認識した韓国政府と企業は一丸となって、国家による育成政策や補助金と、財閥グループ企業の努力で韓国の半導体産業の育成に励んだ。その対象としては、半導体の中でも、とくに DRAM 分野を選んだ。

まず韓国政府は、民間企業との半導体共同開発を国家的プロジェクトとして位置付け、共同研究開発を持続的に維持することにより、DRAM の製品技術や中核的基盤技術を構築し、共同研究開発の総括機関として 1976 年に電子通信研究所（現韓国電子通信研究院、ERTI）を設立し、研究管理の遂行、共同研究開発の事業推進の意思決定、技術管理など政府と企業

との調整機能を担わせた。また、政府は研究開発費の40～60%前後を支援した¹¹⁾。

民間から半導体産業に参入したのは、主に財閥グループ企業である、1983年にサムスングループは「東京宣言」により、半導体事業新規投資計画（とくにDRAM事業の投資）を発表し、全社的に半導体事業を展開することを決定した。つづいて、現代グループも現代電子産業の設立と同時に半導体事業への新規参入を決めた。また、1987年にはLGグループも既存の半導体事業を大幅に改編し、メモリー製品分野へと積極的な事業展開を行った¹²⁾。

なぜ半導体のなかで、韓国企業はDRAMに注力したのか。一つの要因は、1980年代にDRAMの需要が多く、利益も大きかったことである¹³⁾。また、もう一つ重要な要因は、DRAMの技術特性にある。DRAM市場には世代交代（旧世代品から次世代品への需要の乗り換え）があり、そこには一定程度の技術の断絶性があるとともに、DRAM生産の要となるプロセス技術は製造装置に依存する部分が大きいため、後発の大企業にとってDRAMは参入障壁を解決しやすく、事業を展開しやすい分野である¹⁴⁾。

1980年代以降、プロセス技術開発を主導するようになった日本の半導体企業は、DRAMの次世代製品開発のスピードを加速するとともにDRAM以外の製品展開を強化するために、要素技術開発で製造装置企業のエンジニアを活用し始めた。この過程で要素技術を習得した製造装置企業は1990年代以降、最先端の製造装置を使いこなすノウハウを確立し、基本的なプロセス条件に関する情報とセットにして製造装置を販売するようになった。このことは、後発企業でも製造装置企業との連携によって最先端の情報とノウハウを獲得できることを意味しており、後発企業のキャッチアップを容易にした。その結果、日本企業と後発のサムスン電子との技術ギャップは縮小した。

製造装置には標準仕様と特注仕様があり、標準仕様のほうが安い。キャッチアップ期の韓国DRAM企業は、標準仕様のみ発注した。しかし90年代後半になると、サムスン電子は日本の製造装置企業に装置を特注するようになり、密接な関係を深めて行った¹⁵⁾。韓国企業の使用する半導体製造装置は、1987年までは9割がアメリカから輸入されていたが、1988年から日本からのシェアが80%となった¹⁶⁾。その後の90年代も、半導体製造装置と半導体材料の国産化率はわずか5%ほどで、大部分は日本からの輸入であった。

一方、DRAMを部品として使用するICT機器の主役がパソコンに交代したため、DRAM市場における競争の焦点は品質からコストに転換された。パソコンの普及によってDRAMが大量に必要な部品となり、しかも価格はパソコン需要の変化に左右されて値崩れしやすくなった。したがって、大量生産による規模の経済でコスト削減を図ることがより重要となり、巨額の設備投資が必要となった。こうした中でサムスン電子は、大規模な設備投資をタイミングよく実施して生産性を高めただけでなく、製造装置の調達コストを低く抑えることによって一層のコスト削減を図り、日本企業に急速にキャッチアップしていった。

このような増産の結果、1980～90年代における韓国のDRAM輸出は急速に増加したが、

その主要な輸出先はアメリカであり、その次は日本であった¹⁷⁾。

また、韓国企業の DRAM 世界市場におけるシェアが 1991 年にアメリカを超え、世界 2 位となった背景として、アメリカ側の事情にも触れなければならない。図 3 が示すように、アメリカ企業は 1970 年代まで圧倒的なシェアを占めていたが、1980 年代前半急速に下がり、その後は低迷しつづけた。それはアメリカ企業が国際競争で負けたというより、自ら戦略的に DRAM 分野から撤退したというべきであろう。1980 年代半ば、インテルなどアメリカの半導体企業は価格低下が激しい DRAM 分野から撤退し、MPU や ASIC など付加価値の高い分野へと製品戦略を転換したのである¹⁸⁾。

以上のように、1980 年代から 1990 年代前半までに、半導体後発国の韓国が DRAM 分野でキャッチアップできた要因は、次のようにまとめることができる。

まず、韓国企業が価格・品質とも国際競争力をもつ DRAM を造れたのは、日本からの製造装置と材料の輸入があったためである。日本から製造装置を輸入する際に、後発参入者の韓国企業は日本から最先端の情報と製造ノウハウを入手できた。このことは、日本の半導体製造部門の衰退とともに、日本の製造装置メーカーや材料メーカーがグローバル展開をめざしたことによって可能となった。つまり、一国的な企業間垂直分業からグローバルな分業へ転換する時期に、韓国の半導体企業の参入がタイミングよく重なったのである。

もう一つの要因は、韓国企業が経営資源を DRAM という特定分野に集中した戦略である。DRAM は規模の経済が典型的に働く製品であり、大規模な設備投資と大量生産によって韓国企業は規模の経済を実現し、低コストで生産できたのである。また、韓国の財閥企業のトップダウンの意思決定方式は、世代交代と価格低下が激しく、迅速な意思決定が必要となる DRAM 市場に向いていた。

Ⅲ 1997 年アジア通貨危機で世界シェアを拡大した要因

1997 年のアジア通貨危機で、韓国企業は打撃を受けたが、しかし、その後、韓国企業の DRAM 分野での優位はさらに強くなり、世界シェアは日本と逆転し、世界トップとなった。2000 年代に入ると、世界の DRAM の半分ほどが韓国のサムスン・LG 2 社によって占められるようになった。

韓国と日本のシェア逆転は 97 年危機と重なったが、実は図 3 からわかるように、逆転の背景は 80 年代以来の長期的趨勢の変化である。日本企業の DRAM シェアは 1987 年に頂点に達してから、その後下がる一方であった。これに対して、韓国のシェアは 1980 年代後半から上り続けてきた。すなわち、長い期間で見ると、1998 年の韓日逆転は、1980 年代後半から起こった、それぞれの国の動きの延長線上にとらえることができる。

しかも、1998 年に逆転したシェアは、その後も再び反転することなく韓国側の優位が続いた。その一番大きな要因は、97 年のアジア通貨危機で世界の DRAM 市場が委縮し、韓国

企業の財政状況が厳しいという逆風の中で、あえて DRAM 分野への設備投資を拡大した投資戦略にあると思われる。それに対して、同じ時期、日本企業はみな DRAM への投資を削減した。

1997 年の DRAM 不況後、1998 年に日本の半導体メーカーは設備投資を削減したのに対して、97 年危機で外貨不足に苦しんでいた韓国のサムスン・LG・ハイニックス 3 社は、いずれも日本の製造機器メーカーに大規模な設備購入を打診する一方、支払いの猶予を要請した¹⁹⁾。一方、日本メーカーは DRAM 分野を見限って投資を削減し、DRAM 部門を売却するなどのリストラを進めた。たとえば、1997 年 12 月、新日鉄は DRAM 生産から撤退し、まもなく沖電気は、DRAM 事業を大幅縮小し、64M の DRAM の生産を断念したのである²⁰⁾。このような背景の下で、日本の DRAM シェアはアジア通貨危機後前に比べて一層速いテンポで低下していった。さらに、99 年には日立と日本電気 (NEC) の DRAM 事業部門が統合され、NEC 日立メモリ (2000 年エルピーダメモリ) が発足し、2003 年には三菱電機の DRAM 部門も統合して事実上日本の DRAM 生産は 1 社体制になり、また後述のように、このエルピーダメモリも破綻してしまった²¹⁾。

それでは、韓国企業は深刻な経済危機に遭遇したにもかかわらず、なぜ 1990 年代に入ってもシェアを伸ばすことができたのだろうか。一つの要因は、先に述べたように、アジア通貨危機のさなかにおいても設備投資を続けたことである。もう一つは 1991 年以降 DRAM シェアのトップ企業の座を維持し続けたサムスン電子が代表するように、日米の製造装置企業との共同開発などを通じて、先端技術開発ができるようになったことである²²⁾。

1990 年代以降、サムスン電子がトップの座を維持できた要因の一つは、微細化とこれを実現するための先端技術開発である。微細化は、同一世代の高集積化製品では製品コストの低下を可能にする一方、次世代の高集積化製品の先行開発を通じて高価格での販売を可能にするため、これにいち早く成功した半導体企業に高い収益をもたらす。実際、1990 年代後半以降の DRAM の平均販売価格をみると、サムスン電子の平均販売価格はマイクロンとインフィニオンのそれを約 10~50% も上回っている²³⁾。

また、記憶容量を増やす高集積化の方向のみならず、データの読み書き速度を向上させる高速化という新たな製品開発の方向に対応したことも考慮しなければならない。DRAM 分野では高速化によって技術革新が再び活発になり、サムスン電子は市場開拓能力に基づいて高速化製品で先行優位を築いた。また、サムスンは高速化製品の標準策定過程に参画して、自らの技術仕様をそのまま業界標準にした。つまり、自社に有利なパラメータや自社開発の技術を、業界標準に組み込もうとしたのである。

さらに、1990 年代以降のサムスン電子は、キャッチアップ過程とは異なる新しい発展パターンを形成した。

サムスン電子は、先進国企業が推進した製造装置のイノベーションを利用して製品組立だ

けを行う段階から脱し、製造装置のイノベーションそれ自体に深く関与するようになった。すなわち、サムスン電子が DRAM の次世代製品開発においてトップの座を確保・維持しているのは、微細化や高速化といった加工組立の技術を蓄積するとともに、製造装置の新しい技術を創出する能力を獲得したことによる。このことは、サムスン電子の半導体事業において、キャッチアップのパターンを超えた新しい発展の枠組みが形成されたことを意味している。

サムスン電子の技術発展を可能にした要因として、吉岡 [2010] では、1990 年代以降の国境を越えた技術的知識の交流・共有という国際的な技術環境に着目した。この流れはキャッチアップを完了したばかりのサムスン電子にとって、独自に技術開発を行うための指針として利用できるものであった。また、こうした中で多くの開発資源を動員・投入できる半導体企業が優位に立つようになり、開発面でもサムスン電子の資金力が発揮されたことを指摘した。

他方、サムスン電子がキャッチアップの段階を脱してトップの座を維持しているもう一つの内的要因として、開発を成功させる上で欠かせない部署間の緊密な情報の交流と共有が形成されたことがあげられる。1980 年代まで韓国企業の生産システムの特徴と見なされた技術部門と生産現場との断絶は、サムスン電子の半導体事業ではもはや克服されているとみられ、開発・生産を支える組織面でもキャッチアップ過程の発展のあり方からの脱却を図ったといえよう。

米・日の製造装置企業との関係では、とくに 2000 年代に入ってから、サムスン電子は「グローバル調達」という方針を全面に打ち出すようになった。現在、サムスン電子は半導体製造装置や材料の半分以上は日本、アメリカなど海外からの調達であり、韓国国内での調達率はわずか 30~40% といわれている。

外国の製造装置企業にとっても、サムスン電子と共同開発で提携することにはメリットがある。製造装置の一括大量購入というサムスン電子の設備投資方針は、製造装置企業にとっては大きな魅力だった。米・日の製造装置企業は、主な販売先であった国内の半導体企業が深刻な業績不振に陥ったため、新たな販路を開拓しようと世界中の半導体企業と共同開発を行うように方針転換を図った。その時期は、米国企業では 1980 年代後半から、日本企業では 1990 年代後半からである²⁴⁾。たとえば、日本の製造装置メーカー大手の日立国際電気は、主要顧客のサムスン電子などと、半導体の微細化などプロセス技術の進展に対応した製造装置の共同開発を加速すると報道されている²⁵⁾。また、東京エレクトロンは、半導体のエッチング装置に搭載する製造プロセスの開発拠点を、韓国に開設した²⁶⁾。さらに、2012 年には韓国の華城市に約 50 億円を投じてプロセス技術センターを建設し、サムスン電子など韓国メーカーと連携しながら最先端の半導体の製造技術を開発する²⁷⁾。

このように、製造装置の開発・販売が国境を越えて行われている現在、半導体企業の技術

発展に国内の周辺産業の発展が不可欠な条件ではなくなりつつあることを示しているように思われる。以前の米国や日本のような一国の自己完結的な発展とは異なる、グローバル時代の韓国の新たな発展の構図が浮かび上がってくる。

IV 2000年代の新動向

最後に、DRAM市場の新動向を補足しておきたい。図3から、2000年代の二つの新しい動向がわかる。一つは、台湾企業のシェアの伸びである。図3をみると、台湾企業のシェアは1990年代後半から伸び始め、2000年代に世界シェアで韓国に次ぐ第2位となった。もう一つの新動向は、1990年代から下がり続けてきた日本のシェアが、いったん回復したもののコスト競争には勝てず、事実上DRAM生産から撤退したことである。このように、DRAM分野では、東アジア域内において韓国と台湾を中心として競争と再編が続いている。

1990年代後半からシェアを伸ばしてきた台湾のDRAM企業の実態を見てみよう。台湾企業が本格的にDRAMに参入するようになったのは、1990年代前半のことである²⁸⁾。1980年代、台湾政府主導の半導体プロジェクトは、世界の先進水準とのギャップがあり資源が集中しすぎるDRAMを避け、ASIC（特定用途向けIC）に重点を置く方針をとった²⁹⁾。しかし90年代に入って、パソコンをはじめとするICT機器産業の成長により、その基幹部品の一つであるDRAMの国産化が急務となり³⁰⁾、1994年に力晶電子（Powerchip）、95年に台湾最大級の企業集団である台湾プラスチックが出資した南亜科技（Nanya）などのDRAMメーカーが続々と設立された。

後述のように、台湾のDRAM産業が、韓国やアメリカと比べて特徴的なのは、複数の中小規模のメーカーからなっていることである。その結果、韓国のシェアを奪うことはできないでいる。表2のように、2016年の世界シェアトップ5の2席を占めているが、その規模は小さく、それぞれ3.1%と1.6%しかない。

規模の経済が働く典型的なDRAM分野では、このような台湾メーカーの規模はその国際

表2 2016年DRAMメーカーシェアランキング

ランキング	会社	シェア (%)
1	サムスン電子（韓）	47.1
2	SKハイニックス（韓）	25.8
3	マイクロンテクノロジー（米）	19.7
4	南亜科技（台）	3.1
5	華邦電子（台）	1.6
出荷金額	414億ドル	

出所：「日経産業新聞」2017年6月27日付より作成。

競争劣位につながった。近年長引く製品価格低迷で厳しい状況に追い込まれた台湾 DRAM メーカーは相次ぎ経営不振に陥り、政府の救済を求めるようになった³¹⁾。そこで、台湾經濟部は、複雑に入り組んだ提携関係³²⁾を整理し、政府主導で新しく台湾創新メモリー (TIMC) を設立し、エルピーダやマイクロンと提携し、韓国勢に対抗できる「日米台連合」を結成する構想を出した³³⁾。しかし 2009 年 10 月から従来型の DRAM 価格が高騰し、台湾メーカーの資金に余裕ができたため、南亜など 2 社は政府への資金支援申請を撤回し、政府主導の DRAM 再編構想は崩れてしまった³⁴⁾。ただし、茂徳、華邦電子は相次いでエルピーダと提携し、民間ベースの台日提携は着実に形成している³⁵⁾。

一方、2008 年から日本のエルピーダは、韓国勢の 2 社に次ぐ世界 3 位のシェアを回復した。1999 年に前身の NEC 日立メモリーが設立された当時、世界市場でのシェアは日本電気が約 11%、日立製作所が約 6% であったが、その後業績低迷が続き、2002 年には 4% 台まで落ちた。しかし 2004 年から回復が始まり、やがて 2008 年に韓国サムスン電子、ハイニックス半導体に次ぐ第 3 位の 14.2% を占めるようになった。

エルピーダのシェア回復は、積極的に台湾企業と提携したからである。台湾企業への生産委託により、生産コストを下げ、生産能力を上げ、とくに、価格変動の激しいパソコン用 DRAM は、完全に台湾企業で OEM 生産されることになり、この分野ではエルピーダはファブレスとなった。その結果、2010 年 3 月期決算で、エルピーダの連結営業利益の過半を占める 236 億円が台湾で生み出された³⁶⁾。こうした日本企業と台湾企業の連携は、前述の液晶パネルや後述のシステム LSI でも行われており、新たな東アジア製造業の再編のあり方としても注目すべきであろう。しかし、エルピーダに関してはその後も円高などの悪条件が重なり、2012 年 2 月に会社更生法の適用を申請して事実上破綻し、日本の DRAM メーカーは皆無となった³⁷⁾。

第 4 節 ファブレスと台湾の半導体ファウンドリー

I 台湾の半導体産業の特徴

台湾の半導体産業の形成にあたっては、パソコンなど ICT 機器産業が民間企業主導であったのとは異なり、その創成期においては国家が主導的な役割を果たした³⁸⁾。

台湾の半導体産業の起源は、1960 年代にアメリカ企業が高雄に設立したトランジスタの組立工場にさかのぼる。その後 70 年代まで、小規模な集積回路製造のための研究は行われたが、生産については外資系組立企業が中心であった³⁹⁾。しかし、1973 年に台湾政府が設立した工業技術研究院 (ITRI) が、台湾の半導体産業を本格的にスタートさせた。ITRI の主たる役割は開発した産業技術を民間に移転することであり、また 1974 年に ITRI は電子工業研究所 (ERSO) を設立し、海外から半導体技術の導入を始めた。その後、1975 年の第

半導体産業の東アジア域内における棲み分けと分業

1期電子工業発展計画（IC模範工場計画）から、第6期電子工業発展計画（ディープサブミクロン計画）まで、20年あまりの時間をかけて台湾の半導体産業を一步步押し上げていった⁴⁰⁾。これらのプロジェクトから、後に世界初で、最大手の半導体ファウンドリー専門メーカーであるTSMC（台湾積体電路公司）と、2番目大手であるUMC（聯華電子公司：United Microelectronics Corp.）がスピノフしたのである。

現在、台湾の半導体産業はTSMCとUMCを中核とする発達した分業体制を形成しており、世界最大の生産能力を有しており、その規模は世界全体の54%と9%を占めている⁴¹⁾。

まず、台湾の半導体産業の分業体制についてみてみよう。半導体産業は基本的には設計、ウエハー加工（前工程）、組立・検査（後工程）の3つの工程から構成される。なかでも設計とウエハー加工はその中核をなしている。インテルやサムスン電子のような3工程すべてを備えている企業をIDM（Integrated Device Manufacturer, 垂直統合型企業）という。ところが、台湾の半導体産業は、各工程を独立した企業が担う分業体制になっている。図6は台湾の半導体産業の構造を示している。図6のように、2007年には、台湾では半導体設計の専門会社は270社あり、製造（ウエハー加工）専門会社は13社あり、テストと検査の専門会社はそれぞれ34社と36社であり、各工程で専門メーカーの分業体制が発達している。

図7のように、台湾の半導体生産額において、3工程の専門メーカーの中で、製造専門会社の占めるシェアが一番高く、生産額全体の約半分を占めている。また同じ図7から、製造専門会社の中で、とくにウエハーの受託製造に特化したファウンドリーのシェアが高いことが分かる。すなわち、台湾の半導体産業の発達した分業体制のなかで、ファウンドリーメーカーがその中核となっているといえよう。

次に台湾の半導体メーカーの営業収入ランキングからファウンドリーメーカーの地位を確認しよう。表3は2007年における半導体メーカーの営業収入トップ10社を示している。この表から、トップ10のうち、ファウンドリー2社のTSMCとUMC、とくにTSMCは圧倒的な金額で他のメーカーを大きく引き離している。TSMCとUMCのファウンドリー2社が、台湾の半導体産業をリードするという構図は、1990年代後半から続いてきたものである⁴²⁾。

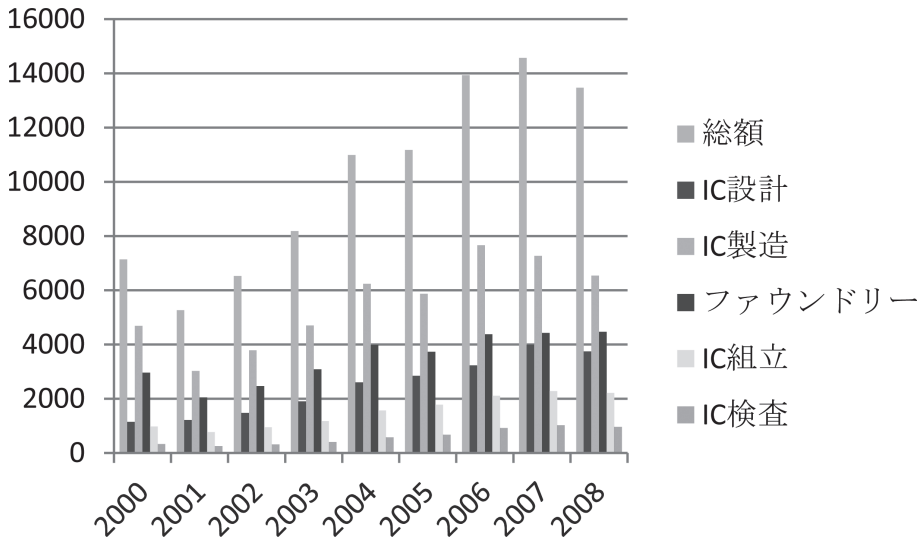
TSMCとUMCは台湾の半導体産業のトップ企業だけではなく、世界のファウンドリー市場のトップ企業でもある。図8のように、TSMCは世界ファウンドリー市場の半分以上

図6 台湾の半導体産業の構造（2007年）



出所：台湾の経済年鑑2008年、437頁より作成。

図 7 台湾地域の半導体産業の企業形態別生産高 (単位：台湾元)



注：IC 製造はファウンドリーと DRAM 生産の 2 部分からなる。
出所：台湾地域の経済年鑑各年版より作成。

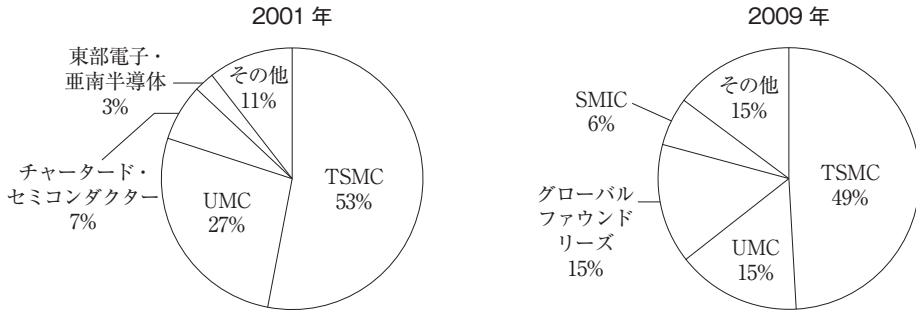
表 3 台湾の半導体メーカー営業収入ランキング (2007 年)

ランキング	会社	営業収入 (億台湾元)	主業務
1	台湾集積電路 (TSMC)	3136	ファウンドリー
2	聯華電子 (UMC)	1068	ファウンドリー
3	日月光グループ	1012	検査
4	力晶	776	メモリ
5	聯發	746	設計
6	矽品	646	検査
7	南亜	529	メモリ
8	茂徳	476	メモリ
9	華亜	459	メモリ
10	聯詠	361	設計

出所：台湾地域の経済統計年鑑 2008 年版, 439 頁より作成。

のシェアを握っており、UMC は第 2 位のシェアを占めているのである。2 社の合計で、世界ファウンドリー生産の約 8 割を占めている (2001 年)。2009 年はアメリカの AMD が製造部門を独立させて、ファウンドリー専門メーカーとしてグローバルファウンドリーを創設したことの影響で、台湾勢は若干シェアを落としたものの、なおファウンドリー全体の 6 割

図8 ファウンドリーメーカーの世界シェア



出所：『日経産業新聞』2002年11月12日、ICインサイト2010年1月発表より作成。

以上を占めている。台湾勢ファウンドリーの歴年シェアは本稿冒頭の図4からも確認できる。

以上のように、台湾の半導体産業は各工程に特化したメーカーからなる発達した分業体制を形成している。その中で、リード役はTSMCとUMCのファウンドリーである。この2社は台湾だけではなく、世界のファウンドリー市場をリードしている。次に、TSMCやUMCといったファウンドリーの生成と発展過程を、アメリカなど海外企業との関係という角度から明らかにし、半導体産業における設計と製造の分離の実態とグローバル時代の半導体産業の国際分業の進展について検討する。

II ファブレス・ファウンドリー分業体制の形成——TSMCの誕生

現在半導体受託生産という意味でつかわれている「ファウンドリー」という言葉は、もともと「鋳物工場」の意味であり、半導体工場をシリコンファウンドリーと呼び始めたのは、1980年代初頭のことであり⁴³⁾。世界初のファウンドリー専門メーカーであるTSMCの誕生(1987年)に先だって、ファウンドリーへの需要は1980年代初頭からすでにアメリカで現れていた。日本の半導体メーカー、東芝やセイコーエプソン、日立、三菱電機などは、1986年からアメリカ企業の半導体生産の委託を受けていた⁴⁴⁾。その背景として、アメリカ半導体メーカーの設計力と日本の製造力の連携により、日米半導体摩擦を解消するという思惑もあった⁴⁵⁾。

しかし、日本の半導体メーカーにとって、ファウンドリーはあくまでも自社工場の稼働率を向上させる一手段にすぎなく、しかもこの手段をとる企業も限られており、多くのメーカーは自社設計・自社製造という発想にこだわっていた。当時アメリカの半導体メーカーから生産委託を受けることに対して、LSIロジックの八幡恵介社長は「技術と製造は一体であるべき、日米間で開発と製造を分担する構想は全くナンセンス」と発言している⁴⁶⁾。

ファウンドリーの需要を重視しなかった日本と違って、台湾は初めから本格的に取り組み、それをビジネスモデルとして確立させた。1987年に台湾で世界初のファウンドリー専門メ

ーカーが誕生し、それが1990年代に入ってから急速に伸び、世界ファウンドリー市場で圧倒的なシェアを持つようになった。またファウンドリーを軽視していた日本においても、1997年ころから、東芝、富士通、ソニー、松下などの日本企業において、台湾メーカーと提携し、一部生産委託の動きが出てきた⁴⁷⁾。

次に、世界初のファウンドリー専門メーカーである TSMC の誕生と成長のプロセスを分析し、ファブレス-ファウンドリーの分業体制の形成プロセスを検討しよう。

1987年末、TSMCが世界初のファウンドリー・ビジネスモデルとして ERSO からスピノフした。1986年頃、台湾政府の半導体産業育成のための第3期 VLSI (Very Large Scale Integration, 現在では LSI あるいは単に IC と呼ばれる) 計画による台湾初の6インチ VLSI 工場の建設が完成に近づくにつれ、そこから企業のスピノフの計画が具体化していった。ファウンドリーをスピノフさせる案は、当時、ITRI 院長であった張忠謀(後に TSMC の創設者)が提出した。その理由として彼は、台湾の設計企業のための VLSI 量産拠点が無いという点を挙げた。また、台湾島内の設計企業だけでは、1つの VLSI 工場の生産能力を完全にカバーするのは不可能であることを考え、国外設計企業からのファウンドリー業務も取り入れなければならないと考えた。

後に張忠謀は、台湾のある新聞のインタビューに応じて、ファウンドリー専門メーカーの考えの由来を打ち明けた⁴⁸⁾。ファウンドリー・ビジネスモデルは張忠謀が TI を退職して GI に務めたころに浮かんだという。そのきっかけは、1984年、張忠謀の友人の一人が半導体製造企業を設立したいとのことで、5千万ドルの資金調達のため、張を訪ねてきた。張はこの投資案に応じたが、1か月後、この企業はファブレスへの戦略転換を行った。設計だけに専業し、製造を日本や韓国の半導体製造企業に委託するという戦略転換である。その結果、膨大な半導体製造設備の投資は不要となり、投資資金は5千万ドルから5百万ドルへ大幅に縮減した。相対的に少ない資金でファブレス企業を設立できるので、今後はたくさんの有能な設計者が自らファブレス企業を設立する可能性が高い、それによって、彼らの製造委託を受けるファウンドリービジネスのチャンスも極めて大きいと考えた。

当時の IDM 企業はいずれも自社ブランドの製品を優先し、ファウンドリー生産を副業としか見ていなかった。そこで、張は1987年に TSMC を世界初のファウンドリー専門メーカーとして、ERSO からスピノフし、設立した。

設立した当初は、この構想に誰も関心を払わなかったもので、創立のための資金調達さえ困難であった。台湾の中だけではなく、張の投資計画の説明を聞いた外国の半導体企業もファウンドリー・ビジネスモデルに疑問を抱いた。たとえば、インテルと TI は一度 TSMC の投資案に興味を示したが、張の報告を聞いて、困難だと考え出資に応じなかった。

やがてオランダのフィリップスや、台湾の民間企業と台湾行政院開発基金などの出資でかろうじて創設できた TSMC は、当初は顧客が少なかったため、経営不安定という難題に直

面した。それを乗り越えた要因は二つあげられる。一つは、フィリップスとの技術提携で、技術ライセンス料を払わずに自由にフィリップスの既存技術を使えるようになったため、創立初期のTSMCのウエハー加工技術を急速に進歩させた。もう一つの要因は、インテルの品質認証を得たことである。当時積極的に海外アウトソーシング先を探していたインテルに、張が自ら交渉した結果、インテルからアウトソーシングの注文を取った。その後TSMCは、インテルの厳しい品質認証と無理なコストダウン要求を受けながら、徐々に認知度をグローバルに広げた。その結果、1990年は一旦赤字となったが、その後順調に成長し、世界1位のファウンドリーメーカーとなった。

以上のようなTSMCの誕生のプロセスをみると、ファウンドリー専門メーカー成立の前提として、アメリカ企業のファブレス需要が重要な役割を果たしたことがわかる。ただし、ファウンドリーメーカーの成長初期段階では、ファブレス企業の半導体製造委託だけでは不十分だったので、インテルのようなIDMの委託需要を取り入れた形で成長軌道に乗せた。ファブレス企業にしてもIDMの一部委託にしても、アメリカからの半導体製造委託という需要があったからこそ、これに対応して、ファウンドリー専門メーカーが誕生することができたのである。

TSMCの成功をみて、1980年にERSOからスピノフした台湾初の半導体企業のUMCも、1995年から戦略転換を行い、IDMからファウンドリー専門メーカーへと転身した⁴⁹⁾。その転身のプロセスは以下のとおりである。まず1995年にアメリカやカナダのファブレス企業と合併で聯誠、聯瑞、聯嘉といったグループ子会社を作り、受託生産を行い始めた。1998年に、メモリー不況で赤字になった合泰半導体のウエハー工場を買収した。2000年1月に、UMCは本体とグループ企業の聯誠、聯瑞、聯嘉、合泰の4社が一つの企業として統合する「五合一」計画を発表し、一つのファウンドリーとなった⁵⁰⁾。このようにして、TSMCに次ぐ世界第2位のファウンドリー専門メーカーが誕生したのである。TSMCと合わせて、台湾勢ファウンドリーは世界市場で圧倒的なシェアを持つようになった。

TSMCやUMCといったファウンドリー専門メーカーの発展は、台湾半導体産業の発展を促進させた。ファウンドリーの急成長とともに、その周辺に半導体の設計、マスク製造、ウエハー処理前工程、組立、検査などの専門メーカーがどんどん設立され、図7のような発達した専門メーカーの分業ネットワークが形成されたのである。

Ⅲ ファウンドリー専門体制の優位性

以上でファウンドリー専門メーカーの誕生プロセスを確認したが、以下ではその顧客となるファブレス企業やIDMなど発注者の側と、ファウンドリー専門メーカー自身の側から、ファウンドリー専門体制の優位性を考察したい。

まず、ファウンドリーの主要顧客であるファブレス企業の側からみてみよう。ファブレス

企業にとって、ファウンドリー専門メーカーの一番のメリットは、ファブレス企業と競合しない点である。

前述のように、1980年代にはすでにアメリカで半導体設計専門のファブレス企業が現れていたが、TSMCが設立される以前はウエハー加工を行っていたのはIDMのみだったため、IDMに製造を委託するしかなかった。しかし、IDMにとってファウンドリー事業は副業にすぎず、品質や納期の点では問題が多かった。また、IDM自身も製品開発を行っているの、ファブレス企業のアイデアが盗用される懸念もある。もちろん、設計をIDMに売却することもできるが、その場合にはファブレス企業は十分な収益を得られない恐れもある。

ファウンドリー専門メーカーの誕生は以上のような問題を解決した。ファウンドリー専門メーカーはウエハー加工を専門にするため、発注側の注文通りの品質や納期を実現できるように努力する。また、ファウンドリーメーカーは設計部門を持たず、自社製品を持たないので、ファブレス企業のアイデアを横取りする懸念もない。たとえば、TSMCは設立した時点から、ウエハー加工に専門すると明言し、委託先の顧客と競争しないよう自社ブランド製品を一切出さないことを保証している。TSMCは、経営理念の中に「專注於『專業積體電路製造服務』本業」(持続的にICファウンドリーのコアビジネスに一貫してフォーカスする)と明記している⁵¹⁾。

さらに、ファウンドリー専門メーカーは、IDMの生産能力を補完する役割を持っている。シリコンサイクルが表わしているように、半導体の供給過剰がしばしば発生するので、IDMとしては需給変動のリスクをアウトソーシングによって解決したほうが合理的な場合が多い。一方、ファウンドリー専門メーカーは、受託する各種製品の間で需給バランスの変化にずれがあるため、全体として稼働率の変動を緩和できる。

また、技術進歩に伴って、半導体工場の建設費用はますます莫大となってきた。1989年に半導体の生産ライン1ラインの建設費用は300~400億円だったが、1997年になると、1工場当たり1500億円かかるといわれ、2008年には300mmウエハーを使う半導体工場の1工場当たりの建設費は約3000億円かかるといわれている⁵²⁾。インテルやサムスンのような各分野をリードするIDMは、2008年にそれぞれ52億ドルと70億ドルと多大な投資を行っている。そこで、ファウンドリー企業の生産能力を利用することによって、IDMは自身の投資額を抑えることができる。たとえば、欧州企業であるSTマイクロエレクトロニクスは2007年に投資額を11億ドルに抑え、需要の増える好況時にはファウンドリーメーカーに生産委託している⁵³⁾。

以上が、顧客側からみたファウンドリーのメリットである。次にファウンドリーにとって、IDMと比べたコスト面の優位性をみてみよう。

表4では、TSMCとインテルの2008年の営業収入とコストの内訳を比較してみた。コストを除いた粗利益の売上高に対する比率である粗利益率について、IDMであるインテルの

表4 TSMC とインテルの営業収益・コストの内訳の比較 (2008 年)

(単位：百万米ドル)	TSMC	インテル
売上高 (Net Sales)	9,218	35,127
コスト (Cost of Sales)	5,138	15,566
粗利 (Gross Profit)	4,080	19,561
粗利益率 (Gross Profit/Net Sales)	44.26%	55.69%
運営コスト (Operating Expenses)		
研究開発費 (Research and Development)	635	5,653
一般管理費 (General and Administrative)	330	7,931
マーケティング (Marketing) *	65	
総額 (Total Operating Expenses)	1,031	13,850
営業コスト/売上高 (%)	11.18%	39.43%
営業収益 (Income from Operations)	3,049	5,711
営業収益率 (Income from Operations/Net Sales)	33.08%	16.26%

注：① TSMC のデータは、1USD=31NT で NT から USD に換算した。

② 会社によって、費用計上の内訳が若干違う。TSMC の営業コスト (Operating Expenses) には、マーケティング (Marketing) 費用を含んでいる。インテルは、営業コスト (Operating Expenses) に、Restructuring and asset impairment charges (231 百万ドル) と Amortization of acquisition-related intangibles (35 百万ドル) が含まれている。

出所：TSMC (http://www.tsmc.com/chinese/e_investor/e01_financials/e0104_historical.htm) と Intel (<http://www.intc.com/intelAR2009/financial/operations/index.html>) の公式 HP に掲載の財務諸表より作成。

ほうが、ファウンドリーの TSMC より、10% くらい高い。しかし、研究開発費やマーケティング費用などの営業費用を除いた営業収益の売上高に対する比率である営業収益率をみれば、TSMC は 33% で、インテルの約 2 倍である。つまり、ファウンドリー専業メーカーである TSMC は、インテルのような IDM と比べ、製造に特化して設計開発やマーケティングのコストを省けたので、高い営業収益率を収めることができたのである。

以上のように、ファウンドリー専業体制は、ファブレス企業の需要に的確に応えられ、また IDM 企業の設備投資抑制にもなる。一方、ファウンドリーの側からみれば、製造工程に特化して、設計開発や最終製品のマーケティングなどの手間や費用を省けるので、IDM より高い収益を享受できるのである⁵⁴⁾。このように、双方の側に利益があったからこそ、ファブレス/IDM-ファウンドリー分業体制が大規模に構築されてきたのである。

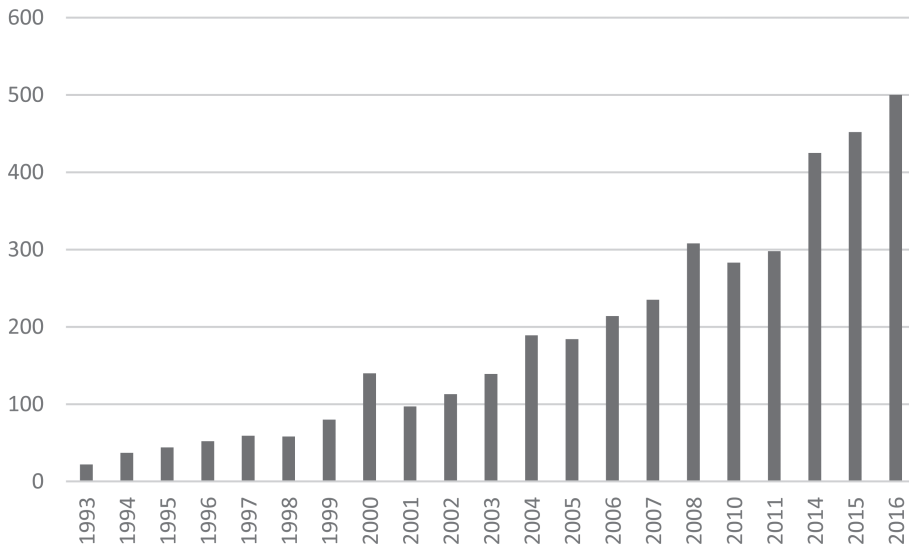
IV ファブレス・ファウンドリー分業体制が定着していく 2000 年代

これまで述べてきたように、ファウンドリー専業体制は 1980 年代に誕生し、1990 年代に

すでに確立したが、2000年代に入ると、ファウンドリーの利用拡大は一段と加速した。ファウンドリー市場の規模は、図9が示すように、1993年の22億ドルから2016年の500億ドルまで20倍以上も拡大した。

ファウンドリー市場規模の拡大に従い、ファウンドリーに新規参入する企業も出ている。2009年3月に、IDMであったアドバンスト・マイクロ・デバイス（AMD）がみずから製造部門を切り離し、アラブ首長国連邦の投資会社ATIC社との共同出資（34.2%対65.8%）で、ファウンドリー専業メーカーとしてグローバルファウンドリーズ（Global Foundries）を設立した。ドイツのドレスデンに主力製造拠点を置き、アメリカのニューヨーク、テキサス、カリフォルニアの3州に設計・開発拠点を持っている⁵⁵⁾。2010年に32ナノメートルの量産を始め、2011年には28ナノメートルの量産に入るといふ⁵⁶⁾。設立当初からファウンドリートップ企業であるTSMCを強く意識し、TSMCは最先端の製品から汎用に近い製品まで受託しているに対し、グローバルファウンドリーズは45ナノメートル以下の最先端製品に絞る。また、TSMCの生産拠点はアジアに集中しているのに対し、グローバルファウンドリーズはドイツ、アメリカのほか、将来はアラブ首長国連邦（UAE）のアブダビでも工場建設を検討中で、グローバルな供給体制を生かしてAMD以外のグローバルな顧客を開拓する計画である⁵⁷⁾。同社は設立初年度の2009年に、ファウンドリー売上がTSMCとUMC、チャータードに次ぐ第4位となった。ただし、第3位のチャータードは同社に買収

図9 ファウンドリーの世界市場規模の推移（単位：億ドル）



注：2009年、2012年、2013年のデータが欠けている。

出所：1993-2003年はセミコンダクトポータル社のレポート『2003年のファウンドリー市場』（<http://www.semiconductorportal.com/CONTENT/Y2003/M11/D17/22519/20031114.pdf>）により、2004-2016年は米ガートナー発表による。

されることが2009年9月に決まったため、両社の売上を合計すると、UMCに次ぐ第3位になる⁵⁸⁾。このように、2000年代には新規参入によってファウンドリー専業メーカー間の競争が激しくなっている。

2000年代の第2の新動向として、ファブレス企業だけでなく、IDMもより積極的にファウンドリーを取り入れることによって、ファブライト（工場や設備をなるべく持たない）を目指すようになった。その背景には、2001年に生産効率の良い直径300ミリのウエハーが市場に出回ったため、IDMは3000億円規模とされる300ミリウエハーの製造ラインへの投資を嫌って生産の外部委託を本格化させたとみられる⁵⁹⁾。

とくに欧米の非メモリー分野のIDMは素早く戦略を変え、先端技術への投資をあきらめ、ファウンドリーの活用によるファブライトを進めた。たとえば、ヨーロッパのSTマイクロエレクトロニクスは2004年に23.4%あった売上高に占める設備投資額の割合を2008年に10%に縮減した。アメリカのテキサス・インスツルメンツ（TI）も2007年にファブライトへの移行を明言した⁶⁰⁾。従来設計から生産まで一貫して手掛ける自前主義志向が強いとみられてきたインテルも2009年3月に、低価格パソコンなどに使われるMPU（超小型演算処理装置）「アトム」の生産でTSMCと提携すると発表した。インテルが関連技術をTSMCに供与し、実質的に生産委託するとみられる⁶¹⁾。

また、欧米よりファウンドリーの対応に遅れてきた日本企業も、2008年秋以降の世界不況でファウンドリー活用を速めた。たとえば、東芝、ルネサスエレクトロニクスは、採算が悪いシステムLSI（大規模集積回路）分野で、自前の増強投資を控えてTSMCなど海外のファウンドリーへの委託を増やす方針を打ち出している。ルネサスエレクトロニクスは旧式技術で生産するマイコンの委託量を増やす。東芝は回路線幅が28ナノメートルの最先端システムLSIも新たに生産を受託する方向で交渉中であると報道されている⁶²⁾。さらに、ルネサスエレクトロニクスが2010年7月に、リストラ策として、4000人の人員削減とともに、最先端のシステムLSIの生産をすべてTSMCとGlobal Foundriesに委託すると発表した⁶³⁾。ルネサスのリストラは、その後も委託生産の枠組みを超えて進み、2012年には最先端システムLSIを生産する主力の鶴岡工場を、従業員ごとTSMCに売却する方針が発表された⁶⁴⁾。

東芝やルネサスエレクトロニクスのほか、2005年に三重県桑名市に直径300ミリのウエハーを使う先端工場を建設した富士通マイクロエレクトロニクスも「今後はファブライトでいく」と野副州旦富士通社長が発言している⁶⁵⁾。同社は2009年4月に、40ナノより先のシステムLSI（大規模集積回路）の自社生産をあきらめ、TSMCに委託することを決めた。さらに、TSMCとの提携が生産委託から進んで、開発協力に関係を深める予定である。2010年1月には、富士通マイクロエレクトロニクスの技術者十数人がTSMCに向かい、最先端の28ナノメートル品の共同開発で、どんな技術を持ち寄れるかを話し合った⁶⁶⁾。

以上のように、2000年代に入り、欧米のIDMの多くはファウンドリーを積極的に使い、

ファブレスに近づいており、欧米より遅れているが、日本の IDM もファウンドリーへの対応スピードを速めている。生産受託最大手の台湾 TSMC の張忠謀の話——「ロジック半導体の分野では生産の外部委託により、合理化する流れは止まらない。開発や設計に特化するファブレス企業はシェアを一段と高めていくだろう」⁶⁷⁾——のように、今後、ファブレス・ファウンドリー分業体制はロジック回路分野でますます定着していくであろう。

第 5 節 結論——グローバル時代の東アジア半導体産業の特徴

本稿では、東アジアの半導体産業を代表する韓国のメモリーメーカーと台湾のファウンドリーを事例として、近年の東アジア半導体産業におけるグローバル分業の実態を分析した。

1980 年代以来、特に 2000 年代に入ってから、東アジア地域は半導体の需要と供給双方において、世界市場の中での比重を高めてきた。とくに、韓国は DRAM やフラッシュメモリーのトップ生産国であり、台湾はロジック回路の受託生産トップである。

メモリー分野では、1970 年代から急拡大した生産をアメリカが支えたが、80 年代に日本がアメリカと逆転し、90 年代には韓国が日本と逆転した。この点だけ見ると、先発国から後発国への生産拠点の移行という雁行形態的發展を示しているように見える。しかも、現在優位を維持している韓国の半導体産業は、IDM（垂直統合型企業）であり、フルセット型産業構造のように見える。しかし、実際はメモリー生産に不可欠な半導体製造装置やシリコンウエハーなどは日本、あるいは韓国に進出した日系メーカーから供給されている。しかも、このことは韓国企業の技術力の遅れや日本企業への従属を示すものではなく、製造装置では韓国と日本の共同開発を通じて双方の技術力や収益力の強化が実現される段階に入っている。つまり、このようなキャッチアップも、資本財—中間財—デバイスのグローバル分業を前提としていたのである。

一方、ロジック回路の分野では、アメリカのファブレスと台湾のファウンドリーの間に、ICT 機器にみられたブランド企業と EMS 企業のような分業体制が存在していた。つまり、製品企画・設計・開発を行う企業と、製造工程を担う企業との分業である。ただし、最終製品である ICT 機器と違って、半導体のようなデバイスの場合は CPU などを除いてブランドは問題にされない。

以上のように、1990 年以降の東アジア半導体産業におけるグローバル分業は、各国の得意分野への特化と、資本財・中間財とデバイスの分業という 2 種類の分業として展開されてきた。また、アメリカと東アジアの間には、半導体製品の設計・企画と製造の分業体制が地域を越えて形成されてきた。

さらに、半導体は、日・韓・台の各政府による強力なバックアップによって出発し、その後も国内生産を行う企業に対してさまざまな優遇措置が取られた。こうした自国企業育成策

ばかりでなく、先発国のアメリカが設計・開発部門のみ残し、残りの製造工程は台湾企業に委託生産させるといふしくみが作られたため、外資メーカーはあえて薄利の製造工程を自分のものにするという発想が薄れたのである。

注

- 1) 湯之上 [2008]。
- 2) 山崎 [2008], 18 頁; 『IC ガイドブック 2003 年版』 16-18 頁。
- 3) 『日本経済新聞』 1998 年 2 月 1 日, 原資料は台湾經濟部。
- 4) <http://www.nikkeibp.co.jp/article/news/20100202/208410/>
- 5) JETRO 貿易統計 (<http://www.jetro.go.jp/world/statistics/>), 『世界の商品別輸出・IT 関連機器 (2008 年)』。
- 6) 『日経産業新聞』 2017 年 6 月 26 日付。
- 7) 韓国の半導体産業の発展プロセスについて, 詳しくは徐 [1995], 宋 [2005], 犬塚・葉 [2010] を参照されたい。
- 8) データは韓国貿易協会の統計資料 (<http://stat.kita.net>) により算出。
- 9) 吉岡 [2010], 6 頁及び韓国貿易協会資料。
- 10) 『日経産業新聞』 2017 年 6 月 26 日付。
- 11) 宋 [2005]。
- 12) 犬塚 [2010], 68 頁。
- 13) 『日本経済新聞』 1986 年 3 月 5 日。
- 14) 吉岡 [2010], 28 頁。
- 15) 吉岡 [2010], 116・148 頁。
- 16) 『日経産業新聞』 1988 年 11 月 25 日。
- 17) 『日経産業新聞』 1986 年 3 月 7 日, 1987 年 11 月 24 日。
- 18) 上田 [2005]。
- 19) 『日経産業新聞』 1998 年 2 月 1 日。
- 20) 『日経産業新聞』 1997 年 12 月 19 日, 12 月 23 日。
- 21) エルピーダメモリ公式 Web サイト。 <http://www.elpida.com/ja/company/history.html>
- 22) 吉岡 [2010] は, 設計技術と要素技術の側面からサムスン電子の技術能力を時系列に検証し, 技術的観点から 1990 年代以降のサムスン電子ではキャッチアップ過程とは異なる発展パターンが形成されたことを明らかにした。
- 23) 吉岡 [2010], 170 頁。
- 24) Morgan [1991], 日本半導体製造装置協会 [2001]。
- 25) 『日経産業新聞』 2010 年 9 月 9 日。
- 26) 『日経産業新聞』 2006 年 11 月 20 日。
- 27) 『日経産業新聞』 2011 年 05 月 11 日。
- 28) 1980 年代にも, 茂矽 (Mosel), 華邦電子 (Winbond) といった DRAM メーカーがあったが, 生産規模が小さかった。
- 29) 佐藤 [2000], 36-37 頁。

- 30) 『日経マイクロデバイス』1994年4月号, 33頁。
- 31) 『日経産業新聞』2009年1月16日。
- 32) 台湾のDRAMメーカーは自主開発技術を持たず, 日米欧韓からそれぞれ技術導入してきた。力晶はエルピーダ, 南亜は米マイクロンと提携し, それぞれが合弁生産会社である瑞晶電子, 華亜科技を運営。三位の茂徳科技は韓国の高ニックス半導体と組み, 顧客仕様のDRAM受注が主力の華邦電子は独キマングと提携している。『日経産業新聞』2009年1月16日。
- 33) 『日本産業新聞』2009年4月2日。
- 34) 『日経産業新聞』2009年10月22日。
- 35) 『日本経済新聞』2010年4月1日。
- 36) 『日本経済新聞』2010年12月17日。
- 37) 『日本経済新聞』2012年02月28日。
- 38) 台湾の半導体産業の形成過程における国家の主導的な役割について, 佐藤 [2000], 王 [2001] を参照されたい。
- 39) 犬塚・葉 [2010], 98頁。
- 40) 呉 [2004]。
- 41) ガートナー 2016。
- 42) 『中華民国経済年鑑』2002年版, 473頁。
- 43) 『日経産業新聞』1984年10月20日。
- 44) 『日経産業新聞』1986年5月6日, 1987年7月8日。
- 45) 『日経産業新聞』1986年5月6日, 1987年7月8日。
- 46) 『日経産業新聞』1987年3月4日。
- 47) 『日経産業新聞』1997年10月11日, 10月15日, 11月13日。
- 48) 以下の内容は, 呉 [2004], 76-78頁による。
- 49) 以下の内容は UMC の公式 HP (<http://www.umc.com/chinese/about/m.asp>) から引用した。
- 50) 『半導体工業年鑑』(台湾) 2001年版, 8-17頁。
- 51) TSMC の公式 HP (http://www.tsmc.com/chinese/a_about/a01_profile/a0104_business.htm) を参照されたい。
- 52) 『日本経済新聞』の各報道による。
- 53) 『日経産業新聞』2008年5月22日。
- 54) ここで言っているのは, 財務データから分析した一般的なことである。ただし, 個々の企業によって状況が異なる。UMC のように収益率の低いファウンドリーもあれば, サムスンのような収益率がたかい IDM もある。
- 55) 『日経産業新聞』2009年3月31日。
- 56) 『日経産業新聞』2009年6月3日。
- 57) 『日経産業新聞』2009年6月3日。
- 58) IC Insights のデータ <http://www.nikkeibp.co.jp/article/news/20100202/208410/> および『日本経済新聞』2009年9月8日
- 59) 『日経産業新聞』2009年6月5日。
- 60) 『日経産業新聞』2009年6月5日。
- 61) 『日経産業新聞』2009年3月4日。

半導体産業の東アジア域内における棲み分けと分業

- 62) 『日本経済新聞』 2010年5月15日。
- 63) 『日経産業新聞』 2010年8月18日。
- 64) 『日本経済新聞』 2012年5月26日。
- 65) 『日経産業新聞』 2009年6月5日。
- 66) 『日本経済新聞』 2010年2月25日。
- 67) 『日本経済新聞』 2017年10月07日。

参 考 文 献

- 湯之上隆 [2008] 「半導体：先進技術の選択的導入による棲み分け構造」（第6章塩地洋編『東アジア優位産業の競争力』ミネルヴァ書房）。
- 山崎朗編著 [2008] 『半導体クラスターのイノベーション—日中韓台湾の競争と連携』中央経済社
- 徐正解 [1995] 『企業戦略と産業発展—韓国半導体産業のキャッチアッププロセス』白桃書房。
- 宋娘沃 [2005] 『技術発展と半導体産業—韓国半導体産業の発展メカニズム』文理閣。
- 犬塚正智・葉明傑 [2010] 『半導体ビジネスのジレンマ』同文館出版。
- 吉岡秀美 [2010] 『韓国の工業化と半導体産業』有斐閣。
- 上田智久 [2005] 「DRAM市場における日本企業の競争力分析—1980年代の成長と1990年代の衰退」『立命館経営学』第43巻, 第6号, 2005年3月。
- 佐藤幸人 [2000] 「台湾の半導体産業における国家と社会」東茂樹編『発展途上国の国家と経済』アジア経済研究所。
- 佐藤幸人 [2007] 『台湾ハイテク産業の生成と発展』岩波書店。
- 王淑珍 [2001] 「台湾における半導体産業の形成と工業技術研究院の歴史的役割」東京大学社会科学研究所編『ケーススタディ・アジアの産業と企業』東京大学社会科学研究所調査報告第29集, 2001年3月。
- 呉團焜 [2004] 「台湾半導体産業の形成プロセスと垂直非統合の産業構造」立教大学経済学研究会『立教経済学研究』57(4), 2004年3月号。
- Morgan, James C. and J. Jeffrey Morgan [1991], *Cracking The Japanese Market: Strategies for Success in the New Global Economy*, Free Press. (植山周一郎訳『ニッポン戦略』ダイヤモンド社, 1991年。)