

第3章

半導体産業

御手洗久巳



はじめに

半導体産業は米国で誕生・発展したが、日本では、戦後、鉄鋼産業について経済成長を支える「産業の米」として重要産業に位置づけられ、国家的支援策を背景に大きく成長し、1980年代の一時期には、分野によっては米国をも上回る産業規模や競争力を確保した。一方、後発の韓国の政府や財閥企業も1980年代初めから半導体産業を戦略産業として注目し、欧米や日本からの先進技術導入をてこにキャッチアップを進め、その後、大胆な設備投資や巧みなマーケティング戦略のもとで、特に半導体メモリー領域では世界的なシェアを獲得し、今日では日本を凌駕する競争力を発揮するに至っている。

ところで半導体のような先端技術の参入障壁は極めて高く、しかも技術内容自体急速に変化するなかで、韓国のような後発国が、先行する日本に追いつき、追い抜くような状況が実現したのは、ロイヤリティベースでの製品技術や製造技術移転に加えて、日米欧企業が提供する高度な半導体材料や半導体製造装置の購買・活用によって生じる継続的な製造ノウハウの移転にも強く依存している。徐々にこうした半導体にかかわる資本財や生産財の国産化が実現するものの、より高度なもの、採算に合わないもの、

そして急速に高度化するものなどでは、国産化は追い付かず、このため日本や欧米からの輸入に依存せざるを得ない。したがって半導体製品の生産が活発化し、産業規模が拡大するにつれて、材料や製造装置の国産化の進行とのバランスで輸入が拡大し、そのことが貿易赤字の増大につながることになる。

韓国の半導体産業では、材料の国産化は現状で50%強、製造装置は20%である。特に製造装置の国産化率が低いのは、単価の高い露光装置の国産化が難しい状況でやむを得ない。また過去10年以上LCD製造装置に関係者が注目してきたこともあり、一段と技術障壁の高い半導体製造装置の国産化が見送られてきた面があるが、技術の成熟化と装置開発や企業化への資源集積から今後は国産化が活発化するものと予想される。

国産化の進んでいる半導体材料に関して、推計では、2000年代初めの日本からの輸入額は1000～1500億円、同中盤2000～2500億円、同後半は1700億円程度である。これまで国産化率の上昇は漸増に留まり、かつ輸入先はほぼ日本であることから、対日依存は半導体の生産規模の推移にともない1000～2500億円の幅で上下している。

製造装置に関しては、韓国の日本からの輸入は2000年代前半の1000億円前後から2000年代中盤には2500億円前後に達したが、同後半はリーマンショックの影響で再び1000億円以下に落ち込んでいる。製造装置における日本の優位性は特定分野に限定され、近年は露光装置をはじめ多くの分野で欧米系が優勢である。今後は製造装置での日系企業の韓国内生産が進むと考えられることから対日輸入依存はさらに減退し、対日輸入赤字からの脱却が進むと予想される。

本章では、韓国の半導体産業の発展経緯を明らかにしながら、関連材料や製造装置に関する国産化の状況やその輸入・対日依存関係について考察する。なお、半導体産業を理解できるよう冒頭、半導体の分類基準や世界の半導体産業の動向についても概略的にまとめ、また最後に、韓国半導体産業の競争力の源泉について三星電子を事例に分析結果をまとめる。

第1節 半導体の産業特性

1. 半導体の製品分類

半導体は、集積回路（以下IC：Integrated Circuit）、個別半導体、オプト半導体、センサーに分類される。ICは、MOS、バイポーラ、アナログからなるが、市場規模、技術革新、用途多様化、新しいビジネスモデルの登場といった観点から、なかでもMOSマイクロ（MPU、MCU、DSP）、MOSロジック、MOSメモリー（DRAM、フラッシュメモリーなど）のいわゆるMOS型ICが注目される。

表1のように、MOSマイクロを構成するMPU（Micro Processor Unit）は、コンピューターの中央処理装置（CPU：Central Processing Unit）の機能（頭脳）をLSI（Large Scale Integration 大規模IC）上に実現したものである。もともと高度な演算機能を必要とするパソコン（以下PC）専用に搭載されてきた。近年は家電、情報機器、工業機械など多方面に使われ、特に、高機能な携帯電話などでは複雑処理を行うことが多く、PC並みの性能を誇るMPUも製品化されている。PC用としては、OS（Operating System）のマイクロソフトとWINTEL連合を組み、デファクトスタンダードを握るインテルが圧倒的なシェアをもち（2009年世界シェア約80%）、AMD（同12%）、アップルといった米系企業が互換路線などで僅かに追随している。

MCUは、MPU機能にROM（Read Only Memory）やRAM（Random Access Memory）といったメモリーや入出力関連などのインターフェース機能を本体に搭載した制御用LSIで、ワンチップでひとつのシステムとして機能するため、SoC（System on Chip）とも呼ばれる。制御機能に必要なプログラムやデータがあらかじめメモリー内に組み込まれ、さまざまな用途分野のインテリジェント機能を高めるために製品化されている。MCUとしてワンチップ化することで、MPU、メモリー、I/O（Input/Output）インターフェースなどの個別ICを別個に搭載する場合に比べて、システム構築のためのコストを低く抑えることが可能となる。白物家電、

AV (Audio Visual) 機器, 情報機器, 自動車などの広範な用途分野での競争力を背景に, 日系半導体メーカーが相対的に強い。2009 年の世界出荷シェアは, 日系のルネサス エレクトロニクス 30%, 米フリースケール (自動車用で強い) 10%, 三星電子 8% などとなっている。

表1 集積回路の製品分類 (概要・用途・市場・サプライヤーなど)

集積回路分類		機能	主な用途	2009年 市場規模 (10億ドル)	主要 サプライヤー	韓国企 業参画 度合い
MOS マイクロ	MPU	高度な演算やデータ処理機能を担うLSI	PC, PDA, 高性能携帯電話など	32.3	インテル, AMD, アップル	×
	MCU	演算に加え, プログラム格納用メモリーや入出力インターフェース機能などを搭載する制御用LSI	携帯電話, デジタル家電, 白物家電, ゲーム, 自動車など	10.8	フリースケール, ルネサスエレクトロニクス, インフィニオン, TI	△
	DSP	画像処理や音声処理などの特定の演算処理を高速に行うLSI	携帯電話, PDA, デジタルカメラ, 電子楽器など	5.2	TI, フリースケール, 東芝, NXP, アナログ・デバイス	×
MOS ロジック	MOSマイクロ以外のロジック系LSIで, 特定用途向けの汎用および専用LSIで構成され, しばしばASICやシステムLSIなどと表現される	携帯電話, PC, 周辺機器, デジタル家電, ゲーム, 自動車など	65.2	ザイリンクス, アルテラ, ラティス, アクテル, 三星SDI, 三星電子, シャープ, 東芝, ルネサスエレクトロニクス	△	
MOS メモリー	DRAM	書き換え可能な記憶素子で, 電源を切ると記録内容が消失する揮発性のLSI	PC, 携帯電話, ゲームなど	22.4	三星電子, ハイニックス, エルピーダ, マイクロン, キマンダ	◎
	フラッシュメモリー	書き換え可能な記憶素子で, 電源を切っても記録内容が消えない不揮発性のLSI	携帯電話, デジタルカメラ, 携帯音楽プレーヤー, PCなど	19.3	三星電子, 東芝, ハイニックス, マイクロン/インテル	◎
アナログ		アナログ信号を扱うICで, トランジスターなどによる増幅, アナログ・デジタル変換などの機能を担う	携帯電話, 通信・制御機器, LCDパネル, 電源など	32.0	TI, STマイクロ, インフィニオン, アナログ・デバイス, NS	△

(出所) WSTS (World Semiconductor Trade Statistics) などの各種資料より筆者作成。

(注) MOS: Metal Oxide Semiconductor, 半導体分類では, ほかに個別半導体 (トランジスター, ダイオードなど), オプト半導体 (レーザー, CCD など), センサー (温度, 圧力, 加速度など) があるが, ここでは煩雑になるため省略。

DSP (Digital Signal Processor) は、画像や音声処理など特定の演算処理を高速に行うことを目的とした LSI で、汎用の MPU では実現できない安価かつ低消費電力ながら高性能な機能を提供する。携帯電話や PDA に加えて、デジタルカメラ、電子楽器などさまざまな用途で利用されるが、現状では携帯電話関係が 60～70% を占める。近年は用途分野に合わせて多様化し、MCU にデジタル信号処理機能をもたせた製品も増えているため、MCU と区別をつけにくい。この分野の主要サプライヤーは米 TI で、2009 年 75% のシェアを確保している。日系は弱小で（東芝 7%）、また韓国勢は当該分野にはほとんど参入していない。

MOS ロジックには、前記の MPU、MCU、DSP を除いたロジック系 IC が含まれるが、機能面ではこれらと重複が多い。当初はゲート回路などの機能をひとつのパッケージにまとめた小規模な汎用ロジック IC が中心であったが、近年はいわゆる ASIC とかシステム LSI と呼ばれる特定用途向け LSI が多く含まれる（図 1 参照）。

ASIC (Application Specific Integrated Circuit) は特定の用途向けに複数機能の回路を 1 チップに集積した LSI の総称で、単機能 IC と高性能演算用 IC 以外のほとんどすべての IC 機能を含んでいるため、多種多様なものが存在する。1990 年代後半より DRAM 内蔵も可能となり、さらにフラッシュメモリ搭載の ASIC も開発されている。通信機器、デジタルカメラ、複写機などをはじめさまざまな用途に利用される。LSI の開発は半導体の開発と販売を行うファブレスメーカーが担い、生産自体は台湾 TSMC などの半導体の製造に特化したファンドリーが担っているケースが多い。一方、システム LSI は、一般的にマイクロコントローラーを含むさまざまな電子回路を 1 チップに集積した LSI で、前記のように SoC と呼ばれる。狭義にはカスタム LSI だけを指すが、広義には汎用の MCU や DSP で実現する機能を加えた LSI を含める。特に複雑な回路機能を有するデジタル・情報家電などの大量生産品において、LSI の小型化、高性能化およびコスト削減のためにシステム LSI が開発・利用される。

DRAM (Dynamic Random Access Memory) は、読み書きが自由に行える記憶素子で、電源を切ると記録内容が消失する揮発性の半導体メ

図1 半導体の機能・用途分類

	汎 用	専 用
マイクロ (論理機能中の特に演算・制御機能)	MPU MCU	DSP
ロジック (ゲート・フリップフロップ・カウンタなどの論理機能)	汎用ロジック ディスプレイドライバー	ASIC 特定用途向け専用ロジック(FPGAなど) 特定用途向け汎用ロジック(ASSP)
メモリー (記憶機能)	DRAM フラッシュメモリー	システムLSI
アナログ (増幅・A-D/D-A変換・インタース機能)	汎用アナログ	専用アナログ

(出所) 筆者作成。

(注) 本図は、おおざっぱな分類で、実際の製品は機能の複合化が進んでいる。ASIC (Application Specific Integrated Circuit) は特定用途向けのIC、システムLSIはマイクロやロジック機能を中核にメモリーやアナログ機能などを1チップ化。分類軸が異なるため、あくまでもイメージで位置づけ。

メモリーである。一般的にはPCのメインメモリーとして利用される。継続的に大容量化が進み、今日ではワンチップ512メガビット、1ギガビット、2ギガビットが一般的に利用される。当初日本企業が圧倒的なシェアをもっていたが、1990年代初めに韓国勢にキャッチアップされ、2009年では、三星電子、ハイニックスがそれぞれ35%、22%の世界シェアをもち、日系のエルピーダは16%のシェアで三番手に留まる。フラッシュメモリー (Flash Memory) は、書き換え可能で、電源を切ってもデータが消えない不揮発性の半導体メモリーである。内部構造によりNAND型とNOR型に分けられ、ともに東北大学の舩岡名誉教授が1980年代(東芝在籍時)に発明したものである。実用化は当初インテルがNOR型で先行したが、携帯電話、デジタルカメラ、音楽用携帯プレイヤーなどの大容量記憶媒体として利用され、現段階では高集積化と高速書き込みメリットの

大きな NAND 型の市場拡大が著しい。NAND 型における 2009 年の世界シェアは三星電子 40%、東芝 34%、マイクロン/インテル 15%、ハイニックス 10%で、DRAM 同様韓国企業が世界市場で 50%前後と高いシェアを占める。

アナログ IC は、アナログ信号を扱う IC で、増幅器などで構成される。デジタル機器であっても、音、光、温度といったような自然界の現象を電気信号に変換して取り扱う場合が多く、このためアナログ技術が必要となる。たとえば、携帯電話、デジタルカメラなどでは、音声や映像情報をセンサーを介してアナログ信号として取り入れ、デジタル信号に変換処理するが、その際増幅機能や、A（アナログ）D（デジタル）→ D（デジタル）A（アナログ）変換機能などが不可欠となる。デジタル技術が一般化するなかでも、アナログ技術は自然界と人間とのインターフェース技術としてますます重要となり、近年はデジタル IC のなかにアナログ機能が混載されるミックスド・シグナル IC と呼ばれる LSI（分類上 MOS ロジックなどに含まれる）も重要性を増している。

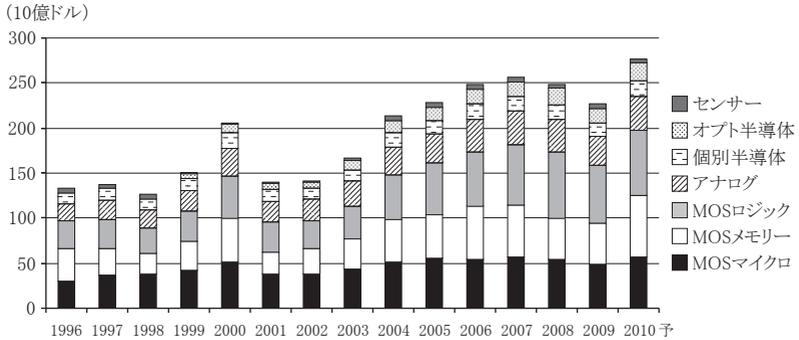
韓国企業が得意とするのは、MOS メモリー分野で、おもなものは DRAM、フラッシュメモリーであり、両分野で韓国は世界最大のシェア（50～60%）を占める。メモリー分野に特化して開発・生産活動を行い、大規模な投資をしてきたため、MOS マイクロ、ロジック、アナログといった非メモリー分野は未だに弱い。こうしたなかで、三星電子は、携帯電話、液晶パネル・テレビなどの用途分野での競争力を背景に、これらを支える重要な半導体（アプリケーションプロセッサ、ドライバー、映像処理プロセッサなど）にも目を向け始めている。

2. 世界の半導体市場

世界の半導体市場は、2000 年代前半の低迷期を脱し高い成長で 2007 年 2560 億ドルに達した。リーマンショックによる世界経済低迷で 2009 年は 2260 億ドルまで落ち込んだが、2010 年は中国など新興国市場の牽引で急回復し過去のピークを超える 2700 億ドル強の市場規模と推測され

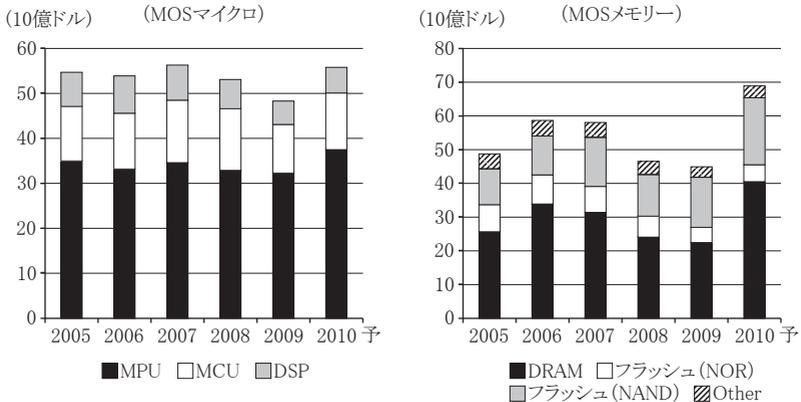
る。タイプ別では、MOS ロジックが最も大きな市場規模をもち、これに MOS マイクロ、MOS メモリーと続いている。MOS マイクロのなかでは MPU が最も多く、メモリーでは DRAM が最大で、NAND 型のフラッシュ

図2 世界の製品タイプ別半導体市場



(出所) WSTS (World Semiconductor Trade Statistics), 予測は野村証券金融研究所。

図3 世界の MOS マイクロと MOS メモリー市場



(出所) 野村証券金融研究所資料より筆者作成。

メモリーが続いている（図3参照）。

3. 半導体分野の主要企業とビジネスモデル

世界の半導体産業における主要プレーヤーとしては、表2のように世界市場で15%近くの圧倒的なシェアをもつインテルが筆頭である。第2グループを従来三星電子、東芝、TI、STマイクロエレクトロニクス、ルネサス、ハイニックスなどの日韓、欧米企業が形成してきたが、最近では、三星電子がメモリー分野に加え、テレビや携帯用のシステムLSIでも力をつけ、第2グループから抜け出し、インテルの牙城を追っている状況である。ファンドリー企業は、製造に特化している業態のため半導体販売ランクには登場しない。これに対して、ファブレスは、開発と販売に特化しており、近年シェアを上昇させている。クアルコムやブロードコムなどに加えて、AMDやインフィニオンさらに台湾企業が製・販（開発）分離で、ファブレス化を強めている。

表2 世界の半導体市場における主要企業のシェア変遷

(%)

順位	1991	2001	2006	2009
1	NEC(8.0)	Intel(16.1)	Intel(12.1)	Intel(14.2)
2	東芝(7.7)	東芝(4.4)	三星電子(7.4)	三星電子(7.9)
3	Intel(6.7)	ST Micro.(4.1)	TI(5.0)	東芝(4.3)
4	Motorola(6.4)	三星電子(4.1)	東芝(3.9)	TI(4.2)
5	日立(6.3)	TI(3.9)	ST Micro.(3.8)	ST Micro.(3.7)
6	TI(4.6)	NEC(3.5)	ルネサス(3.2)	Qualcom(2.9)
7	富士通(4.5)	Motorola(3.1)	AMD(2.9)	Hynix(2.7)
8	三菱電機(3.9)	日立(3.0)	Hynix(2.8)	ルネサス(2.5)
9	松下電器(3.4)	Infineon(2.9)	NXP(2.4)	AMD(2.1)
10	Philips(3.4)	Philips(2.8)	Free Scale(2.3)	Infineon(2.0)

(出所) ガートナーグループ資料より筆者作成。

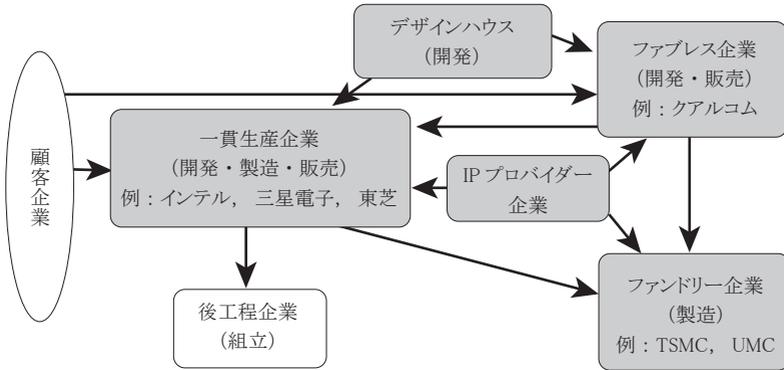
半導体産業では、1980年代頃までは開発から製造、販売まで行う一貫生産が一般的であった。しかし、1990年代以降、パソコンや携帯電話といったIT関連製品に半導体が多く使われる時代を迎え、技術革新とともに用途分野や需要拡大が急速に進み、半導体開発や製造における専門技術確保に加え多額の投資が不可欠となり、このことが半導体のバリューチェーンの分化を促進し、結果としてさまざまなビジネスモデルが発生することにつながった。

最も大きな変化は、開発・販売を中心に行うファブレス事業と製造中心のファンドリー事業に分化したことである。微細化やウェハーの大口径化などの技術革新とともに、製造設備に多額の投資が必要となってきたなかで、MPUやDRAMのような汎用品の場合は、一貫生産による開発・製造効率が高いものの、ASICやシステムLSIのように専用性の高い半導体の場合は、必ずしもそうではなく、開発と製造の分化が進んでいる。つまり、さまざまな用途ニーズに適應できる差別化技術によって開発領域での事業化や収益化が可能となり、多額の投資資金や工場などの固定資産をもたないファブレス事業が活性化している。また半導体の技術開発は行わないものの大規模投資による最新設備の導入とその高い稼働率を実現し投資回収を短縮化するファンドリーというビジネスモデルも生まれてきた(図4参照)。

ファブレス事業は、IT分野の多様な半導体ニーズに支えられ、米国ベンチャーを中心に拡大している。一方、ファンドリー事業は、後発で半導体の開発能力やブランド力をもたない台湾企業が注目し、得意な事業形態で規模を拡大して、中国のような新興国の企業モデルとしても注目されている。また半導体の開発領域を支援するデザインハウスや半導体設計に必要なさまざまな差別化されたコア技術を提供するIP(Intellectual Property)プロバイダーも業界構造を形成する業態として生まれている。

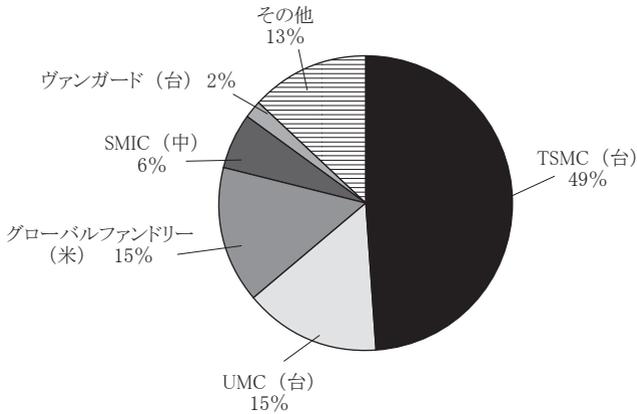
1990年代のシステムLSIは、IDM(Integrated Device Manufacturer)、すなわち開発から製造までを一貫して行う企業のビジネスであった。しかし、システムLSI業界はファンドリーの登場により大きく変化しつつある。システムLSIは、開発と製造に分離されつつあり、2010年には世界生産

図4 半導体産業における業界構造（ビジネスモデル）



(出所) 筆者作成。

図5 ファンドリー事業における主要企業の世界シェア（2009年）



(出所) アイサプライ資料。

の約半分をファンドリーメーカーが担うとされる。図5のようにファンドリービジネスを担うのは、台湾ならびに急速に成長しつつある中国企業で、ファンドリーとしてシステム LSI の製造能力をもつ台湾の TSMC は、製造の競争力強化に注力し、常に世界最先端の量産プロセスを構築している。

日本の半導体産業は、韓国企業による DRAM 事業でのキャッチアップを受けて、脱メモリー事業分野として、ASIC やシステム LSI 分野に注力して、挽回を図ってきたものの、その際各社とも基本は一貫生産体制を指向しており、ファブレスやファンドリーといった業態での成功パターンはこれまでのところほとんどみられない。このことは、一部を除き DRAM やフラッシュメモリーといった汎用メモリー事業に特化している韓国でも同様の状況にある。

4. 半導体の技術革新と設備投資

半導体の技術革新は、表3のように微細化・高集積化に集約され、高速・大容量、さらにコストダウンが追求されている。かつては、DRAM がテクノロジー・ドライバーといわれ、技術革新を担ってきたが、最近是一段と高集積化するフラッシュメモリーや高度化するシステム LSI が先端技術を担っているとされる。いずれにしても、MPU のインテル、DRAM ・フラッシュメモリーの三星電子、そしてシステム LSI のファンドリーである TSMC の3大企業が、開発・生産への投資力の面から考慮しても、半導体の技術革新の方向づけを担う世界有力企業である。

微細化を決める設計最小寸法は、2000年代に20nm 級に達している。今後も大容量化・高速化・高機能化を実現するためには設計寸法の最小化が不可欠であり、さらに10nm 級の実用化が本格化すると推測される。またチップ取量（生産性）に大きく関係するウェハーサイズは現在300mm が一般的であるが、近い将来450mm への移行が検討されている。しかし、歩留まりなどを勘案すると必ずしもチップあたりのコストが下がるとは限らないとの見方もあり、450mm への早急な移行に関しては慎重な見方もある。

表3 半導体の技術ロードマップ

	1970年代	1980年代	1990年代	2000年代
最小設計寸法	3~10 μm	3~0.5 μm	0.5~0.07 μm	0.07~0.022 μm (70~22nm)
メモリー集積度	16K	256K~1M	4M~1G	2G~8G
ウェハー直径	5インチ (125mm)	6~8インチ (150~200mm)	8~12インチ (200~300mm)	12~18インチ (300~450mm)

(出所) 筆者作成。

表4 主要半導体企業の設備投資や研究開発費の近況

		設備投資 (億ドル)			研究開発 (億ドル)		
		2008	2009	2010 計画	2008	2009	2010 計画
ロジック系	インテル	52	45	48	57	54	62
	TI	7.6	7.5	9	19.4	15	15
	ST マイクロ	9.8	4.5	4.5-6	21.5	23.7	23-25
	インフィニオン	6.6	2.2	3.2-3.6	8.8	6.9	7-8
メモリー系	三星電子	40	40	50	35	35	40
	ハイニックス	16	6.6	21	-	-	-
	マイクロン	29	6.3	8.5-9.5	6.8	6.5	7-8
ファブドリー系	TSMC	18.9	26.7	48	6.6	6-7	7-8
	UMC	3.5	5.5	12-15	2.5	2	2-2.5
日系 (億円)	東芝	2,210	810	1,600	na	na	na
	ルネサス	870	520	600	na	na	na
	エルピーダ	890	440	1,150	na	na	na

(出所) 『半導体産業計画総覧』(産業タイムズ社)。

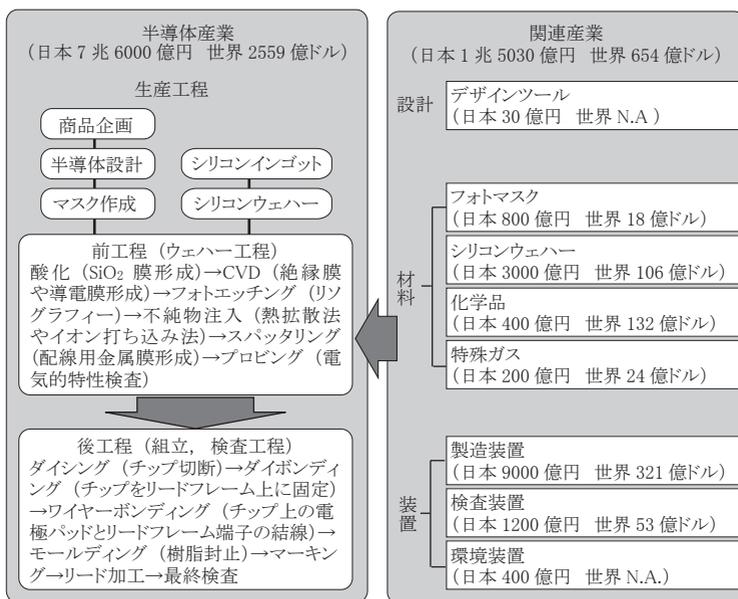
急速な技術革新は、結果的に半導体の研究開発や製造設備面で大きな投資を必要としている。表4のようにインテル、三星電子、TSMCといった大手企業の設備投資額は年間4000~5000億円に達し、同様に研究開発でもインテルや三星電子は設備投資なみの年間4000~5000億円を投

資している。このことは、結果的に、資金力に余裕のある企業だけが、半導体の業界・市場をリードすることができることを意味し、かつその存在は、先端的な製造設備や材料調達の機会を提供することにつながる。

5. 半導体の製造プロセスと関連産業

半導体の製造プロセスを IDM のケースで示すと図 6 のようになる。開発フェーズでは、商品企画、半導体設計を経てフォトマスクが作成される。一方シリコンインゴットからスライスされたシリコンウェハが作られ、

図 6 半導体の製造プロセス（概略）と関連産業



(出所) 『半導体業界ハンドブック』(東洋経済新報社) などより筆者作成。

(注) () 内の産業規模は 2007 年値。ただし、日本と世界データは別資料からのもので分類体系の違いなどから相互比較には注意が必要。

フォトマスクを利用したフォトエッチングによる各種膜形成、不純物注入、電極形成などのチップ製造の前工程がある。後工程は半導体チップのパッケージ工程と検査工程からなる。

半導体製造における前・後工程では、さまざまな材料や製造装置が利用される。半導体製造用材料として、前工程では、シリコンウェハ、フォトマスク、フォトレジスト、ターゲット材、CMP用スラリーなどが利用され、それ以外にさまざまな特殊ガスが利用される。後工程でも、リードフレーム、銀ペースト、封止材など多様な材料が利用される。2007年の半導体材料世界市場は全体で約335億ドルと推測され、うち前工程約

表5 世界の半導体材料市場の推移

(単位：100万ドル)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 予測
シリコンウェハ	7,559	5,238	5,593	6,526	7,997	8,536	10,320	11,981	15,568
化合物半導体ウェハ	969	665	638	662	729	698	687	676	764
マスク/レチクル	1,677	1,510	1,476	1,530	1,824	1,833	1,838	1,846	1,941
フォトレジスト	801	621	599	708	837	865	994	1,097	1,360
薬液	1,321	958	992	1,193	1,453	1,505	1,574	1,656	1,949
バルクガス	1,355	1,035	977	1,079	1,223	1,234	1,232	1,257	1,439
特殊ガス	982	682	738	843	1,029	1,066	1,197	1,255	1,520
ターゲット材	391	283	286	284	359	377	383	392	455
絶縁膜/保護膜用塗布膜	338	231	228	237	275	272	265	269	306
CMP用スラリー	283	270	275	343	441	461	503	553	672
前工程関連材料	15,676	11,493	11,802	13,405	16,167	16,847	18,993	20,982	25,974
リードフレーム	2,507	1,770	1,619	1,835	2,052	2,080	2,046	2,181	2,609
セラミック基板	1,420	1,012	989	1,108	1,269	1,215	1,203	1,329	1,629
プラスチック基板	1,666	1,379	1,325	1,796	2,302	2,921	3,673	4,214	4,560
TABテープ	612	495	498	936	943	898	918	934	1,117
銀ペースト	126	80	93	113	140	149	185	200	242
ボンディングワイヤー	1,327	956	1,156	1,335	1,652	1,768	2,101	2,577	3,374
封止材	1,028	591	696	770	1,032	1,039	1,070	1,085	1,265
組立関連材料	8,686	6,283	6,376	7,893	9,390	10,070	11,196	12,520	14,796
合計	24,362	17,776	18,178	21,298	25,557	26,917	30,189	33,502	40,770

(出所)『半導体材料データブック』(電子ジャーナル 2008年版)。

210 億ドル、後工程約 125 億ドルである。前工程が 60%強を占め、後工程よりは大きな市場規模をもっている（表 5 参照）。

一方、製造装置では、前工程で、ステッパー、コーター&デベロッパ、ドライエッチング、CVD、洗浄、CMP などの装置が、後工程では、ワイヤボンダー、モールドイング装置などの組立装置やそれ以外に各種の検査装置が使われる。世界市場がピークの 2007 年値では、装置全体の約 370 億ドルのうち、前工程装置は約 300 億ドル、後工程は組立・検査装置と他の装置を含め約 70 億ドルとされ、高額なステッパー装置を含む前工程装置が全体の 80%前後を占めている（表 6 参照）。

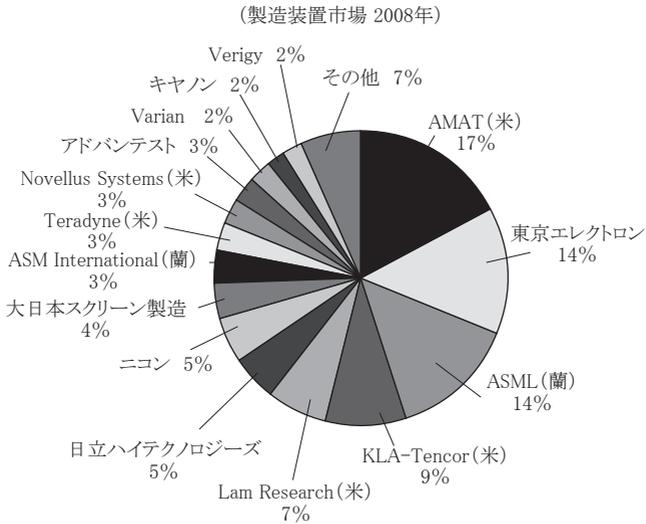
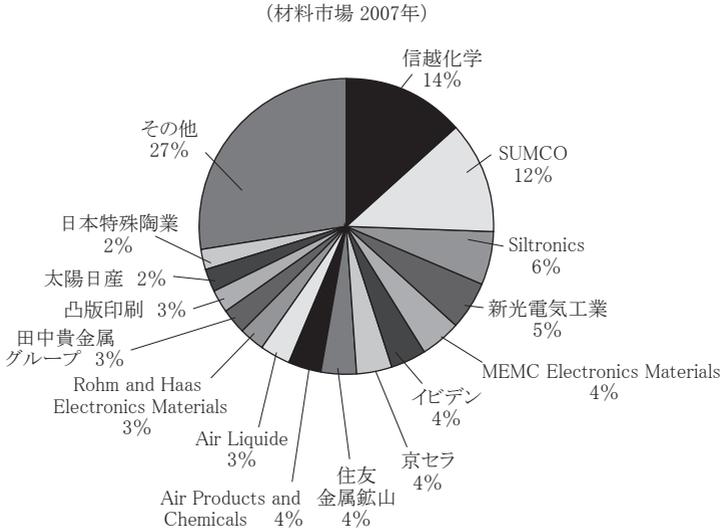
表 6 世界の半導体製造装置市場の推移

(単位：100 万ドル)

	2006	2007	2008	2009	2010 予測
前工程装置	26,708	29,708	20,586	11,051	18,733
ステッパー & スキャナー	6,094	7,286	5,225	2,765	4,713
コーター & デベロッパ	1,651	2,034	1,292	682	1,143
ドライエッチング装置	3,603	4,031	2,809	1,583	2,677
アッシング装置	323	411	288	151	255
洗浄・乾燥装置	2,017	2,295	1,683	911	1,545
酸化・拡散炉	489	614	439	228	385
アンブアニール装置	600	563	386	203	344
イオン注入装置	1,290	1,427	972	513	864
CVD 装置	3,772	4,151	2,876	1,522	2,563
スパッタリング装置	1,873	1,890	1,228	685	1,156
エピタキシャル装置	387	407	261	132	220
CMP 装置	1,527	1,355	871	451	771
Cu メッキ装置	513	472	294	162	289
ウェハー検査装置	2,569	2,772	1,962	1,063	1,808
組立装置	2,063	2,377	1,725	1,181	2,148
ダイサー	295	474	365	262	476
ダイボンダー	493	596	427	274	491
ワイヤボンダー	722	706	501	348	638
TAB ボンダー	60	72	62	51	95
モールドイング装置	403	429	303	207	377
マーキング装置	90	100	67	39	71
検査装置 (テスター含む)	5,906	4,663	3,166	1,415	2,510
その他装置	700	594	514	422	722
合計	35,377	37,342	25,991	14,069	24,113

(出所)『半導体製造装置データブック』(電子ジャーナル 2010 年版)。

図7 半導体製造装置・材料市場における主要企業の世界シェア



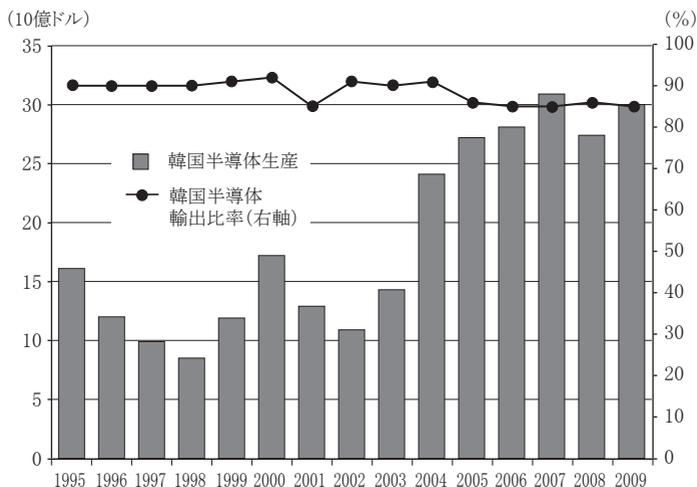
(出所) 『半導体材料データブック / 半導体製造装置データブック』 (電子ジャーナル)。

第2節 韓国の半導体産業

1. 概況

1980年代中盤以降に本格的な開発・設備投資を開始した韓国の半導体産業は、DRAM事業で日本企業をキャッチアップし、順調に拡大した。1990年代後半通貨危機の影響などから大きな落ち込みを示したが、2000年代に入るとPC向けを中心とするDRAMに加えて、デジタルカメラ向けなどのフラッシュメモリへの参入で再び高い成長を果たし、生産規模は2007年300億ドルを超える水準に達した。生産の90%前後を輸出に依存する韓国の半導体産業は、リーマンショック後大幅な輸出減退に見舞われ、2007年のピーク生産から2008年には270億ドル前後に縮小した。しかし、その後はウォン安環境とともに新興国でのPCなどの半導体用途市場の回復効果も手伝い、2010年は400億ドル近くへとV字回復した模様である（図8参照）。

図8 韓国の半導体生産と輸出比率の推移



(出所) KSIA 資料などより筆者作成。

2. 発展経緯

韓国の半導体産業は、1960年代後半、韓国政府の外資誘致政策を背景に、米国の半導体メーカー（フェアチャイルド、モトローラ、シグネティックスなど）が後工程の組立工場を建設・稼働させたことに端を発する。1969年の亜南電子による半導体組立事業参入を経て、1974年には「韓国半導体」が韓国資本として初めて前工程からの半導体事業に進出したが、国産化政策を推進する政府の意向に沿って、翌年三星電子が同社の資本の50%を取得・グループ化し、さらに1977年には100%資本を確保して完全子会社の三星半導体を設立する。その後1980年三星電子は三星半導体を吸収合併し、1982年には韓国半導体通信として子会社化、さらに1988年には再び三星電子に吸収合併させるといった紆余曲折を経る。一方、先行する三星電子の半導体事業化をみて、1970年前後LG（当時金星社）や現代グループなども半導体事業を有望産業と評価して相次いで参入し、韓国の財閥企業は、1980年代を迎え半導体分野での事業拡大に向けて本格的な技術開発、設備投資に舵を切り始める。

韓国企業は、半導体のなかでも日本が先行し、製品ロードマップが比較的明確で、後発がキャッチアップしやすいと判断したDRAM分野にこぞって参入した(表7参照)。なかでも三星電子は、1983年に64K(キロビット)DRAMの量産技術を確保した後、1985年256K DRAM、1988年1M(メガビット)DRAM、1990年4M DRAMと継続してDRAM事業の開発・設備投資に注力した。さらに1992年には世界で初めて16M DRAMの量産を開始した。当初は5年以上開きがあった日本との技術格差を、1990年代初めには追いつき、その後一貫してメモリー分野では世界最先端の技術レベルを維持しているとされる(図9参照)。

メモリー事業では、PCを主体に需要されるDRAMに加えて、2000年代になりデジタルカメラ、携帯音楽プレーヤー、携帯電話など多様な用途開発が進み、市場が急速に拡大しているフラッシュメモリー事業に注力している。フラッシュメモリーは、東芝の研究成果であるものの、実用化では米インテル、そして韓国の三星電子が先行し、韓国企業は、DRAMに

表7 韓国企業のおもな半導体関連技術導入例

企業名	70年代(1972年～1980年) 技術導入数=8件	80年代(1982年～1986年) 技術導入数=53件(うち米国36件,日本13件)
三星半導体	ウェスタンエレクトリック (AT&T), 富士通, 東芝な どから技術導入	19件→シャープ(16KDRAM) マイクロン(64K/256KDRAM) SSI(64KSRAM, 64KEPROM, 1MDRAM) インテル(8/16bitマイクロプロセッサ-関 連)など
金星半導体		12件→AMD(64KDRAM) フェアチャイルド(64KSRAM) UMI(256K/1MDRAM) ZILOG(8bitマイクロプロセッサ-技術) など
現代半導体		10件→(金星と同様)

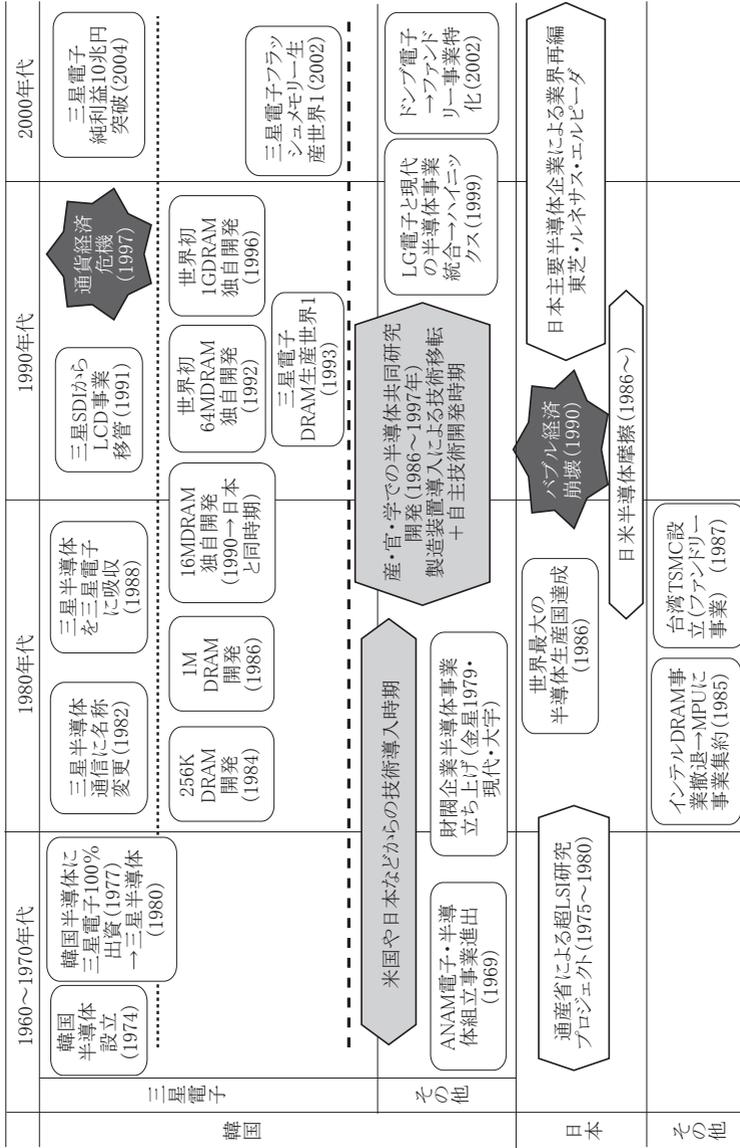
(出所)『製品アーキテクチャ視点から見た韓国半導体産業の歴史と企業戦略』(東京大学21世紀COEものづくり経営研究センター)。

(注) SSI→三星電子のシリコンバレー子会社, 金星半導体と現代半導体は, 通貨危機後の99年韓国政府のビックディール政策で統合化, ハイニックス(Hynix)となる。

続く有力なメモリー事業としてこれに積極的に対応, この分野でも世界市場の多くを獲得している。

韓国企業は, メモリー事業に活路をみだし, 日本企業をキャッチアップ, 世界でナンバーワンの地位を築いているが, 反面メモリー以外の半導体では後れをとっている。MOS マイクロやMOS ロジックといった分野でのシェアは極めて低く, 長年脱メモリーが叫ばれてきたものの近年のフラッシュメモリー事業の拡大が, 非メモリー事業の拡大を制約しているともいえる。ハイニックスはメモリー専門を経営方針としているが, 三星電子の場合, 携帯電話事業での優位なポジション(CDMA 共同開発社としての立場とノキアに次ぐ世界第2位のシェア)を生かして, 携帯用のMCU やシステム LSI 分野で事業拡大を積極化させている。しかし, KSIA (Korea Semiconductor Industry Association) 提供の統計資料では2007年非メモリーの生産比率は15%に達しない水準であり, これまでは非メモリー事業の拡大に必ずしも成功しているとはいえない。

図9 韓国の半導体産業の発展と経緯



(出所) 筆者作成。

3. 半導体産業の業界構造

韓国の半導体産業は、表8のようにDRAM, SRAM, フラッシュメモリーなどのメモリー事業に特化している。DRAM市場での三星電子、ハイニックスのマーケットシェアは2009年34%、22%と推測され、両社合わせて56%に達し、日本勢（エルピーダ17%）や米国勢（マイクロン13%）を大きく引き離して、韓国は世界最大の生産国となっている。また、フラッシュメモリーのNAND型では、同年三星電子41%、ハイニックス10%合わせて50%強のマーケットシェアを確保し、日本勢（東芝32%）、米国勢（マイクロン6%）を大きく上回り、フラッシュメモリーでも同様に韓国が世界最大の生産国となっている（図10参照）。なお、前述のように、三星電子は、携帯電話用のシステムLSIなどへの展開で脱メモリー化を図っているとされるが、DRAMに加えて、フラッシュメモリー事業の拡大が影響して、2007年ではメモリー事業のウェイトは依然として90%近くに達している。

半導体業界は、前述のように一般的には、IDM (Integrated Device Manufacturing)、ファブドリー、ファブレス、後工程組立などに分類される。メモリー事業主体の三星電子、ハイニックス、マグナチップ半導体

表8 世界の半導体産業の国別タイプ別規模比較 (2007年)

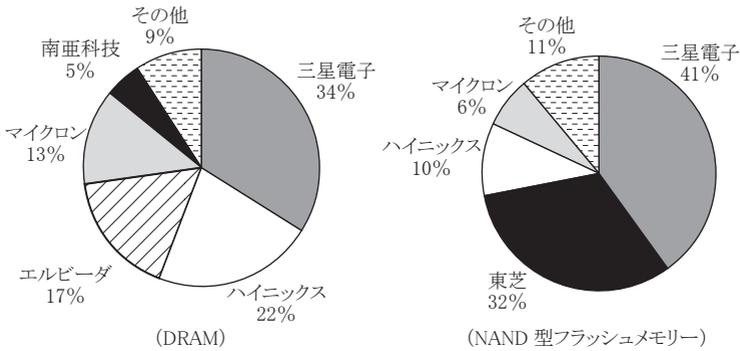
(単位：億ドル)

	メモリー	非メモリー	半導体合計	装置・材料	主要半導体企業
米国	125 (8)	1,435 (92)	1,560 (100)	285	インテル, TI, マイクロン
日本	93 (16)	501 (84)	594 (100)	335	東芝, ルネサステクノロジ, エルピーダ
EU	75 (22)	259 (78)	334 (100)	93	インフィニオン, ST マイクロ
韓国	251 (87)	36 (13)	287 (100)	78	三星電子, ハイニックス

(出所) KSIA 資料などより筆者作成。

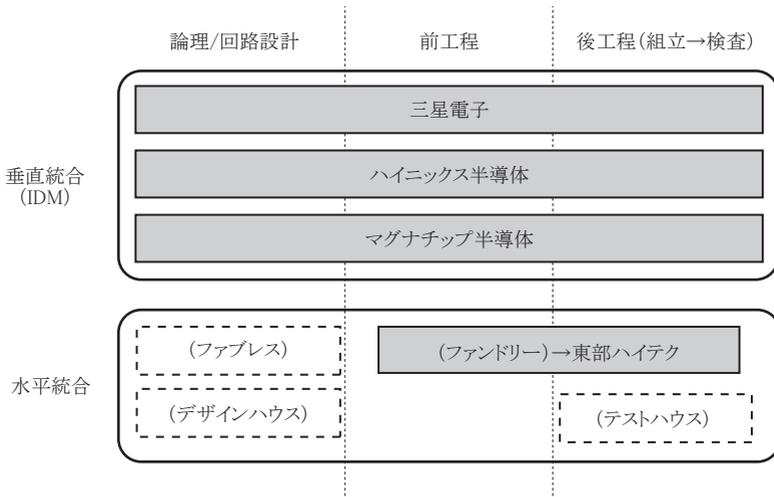
(注) ()内%。

図10 世界のメモリー市場における主要企業シェア（2009年）



（出所）ガートナーグループ資料より筆者作成。

図11 韓国の半導体企業の業態分類



（出所）筆者作成。

（注）ファブレス企業数→2000年115社, 2009年181社 (KSIA調査)。

の3社は、設計から後工程までの一貫生産を指向するIDMである。ほかに、ファンドリーの東部ハイテックや後工程のみの企業が存在するが、メモリー主体の三星電子、ハイニックス2社の事業規模が圧倒的に大きく、韓国の半導体産業は、ほぼIDMというところに特徴がある。韓国の半導体産業構造がメモリー事業にシフトしていることもあり、ファブレス企業は少なく(KSIA 調べでは2009年181社、うち上場企業22社)、売上高も2009年1兆7000億ウォンで、半導体産業全体のなかで5%程度とされる(図11参照)。

4. 主要な半導体企業

韓国のおもな半導体企業は、DRAMやフラッシュメモリーが主力の三星電子とハイニックス、そしてハイニックスの非メモリ事業を引き受け一貫生産を行うマグナチップ半導体である。三星電子はインテルに続く世界第二の半導体企業に成長、同社の半導体部門は大きな収益源である。これら以外では、ロジックICやディスクリット半導体得意とするマグナチップ、フェアチャイルド、東部ハイテックの前工程からの3社が存在するが、規模は小さい。1997年の通貨危機の際には、韓国半導体産業のトップを走る三星電子も倒産の危機に見舞われたが、自立再生したのに対して、LG、現代の半導体事業は韓国政府のビックディール政策の対象となり、統合化でハイニックスとして生まれ変わっている(表9、図12、図13参照)。

三星電子は、半導体メモリー企業として世界No.1企業となり、MPUのインテル、ファンドリーのTSMCとともに世界3強の半導体企業に成長している。メモリー分野ではフラッシュメモリー事業にも注目し、近年需要量の大きいNAND型でも世界トップのシェアをもつ。また、携帯電話用のAP(Application Processor)チップ、デジタルカメラ用のイメージセンサー、LCDパネル用のドライバーICなどの非メモリー事業分野も徐々に育ち始めている。三星電子の半導体事業は全社売上の20～30%を占めるコア事業であり、その収益性は、最近でこそ世界の景気低迷で落ち込んでいるが、好調時の2000年代中盤には30%前後の収益率を誇り、

同社全営業利益の60%を超える水準に達している。三星電子は財閥企業としての資金力とともに経営トップの適切な経営判断のもとで、タイムリーな設備投資を積極的に展開してきたが、近年も高収益を背景に大規模投資を図っている。リーマンショックで落ち込んだ設備投資も2010年は研究開発費含めて11兆ウォン（全社の投資計画の約40%）と通年の倍の規模を計画し、DRAMやNAND型フラッシュメモリーの生産増強による盤石な体制作りに加えて、非メモリー開発・生産体制の強化や、微細化（20nm→10nm）、大口径化（300mm→450mm）といった先端プロセスの開発・実用化を推進・リードする勢いである（図14参照）。

ハイニックスは、1997年の通貨危機を背景とした韓国政府のビックディール政策のもとで、現代グループの半導体事業がLGの半導体事業を吸収する形で誕生したが、現代グループの再編により、その後独立した半導体専門企業となった。DRAM中心にメモリー事業に特化していたこともあり、2000年初めのITバブル崩壊の影響を受け、崩壊の瀬戸際に瀕したが、市場環境の好転で業績を大幅に回復させ、三星電子とともに有力なメモリー分野の半導体企業に成長している。リーマンショックを乗り越え、三星電子をフォローしての設備投資は積極的で、業績も大きく改善しつつある。同社は非メモリー事業をマグナチップに売却済みでメモリー事業に特化しており、この事業構造で長期的な半導体経営が成立するかといった課題を抱えている。と同時に現段階の企業所有はハイニックス債権団が握っており（資本比率28.07%）、大きな負債なども影響してなかなか売却先が見つからない状況が続いている。

マグナチップ半導体は、韓国三番手の一貫生産を行う半導体企業であるが、二番手のハイニックスの1/10の規模に過ぎない。同社は2004年CVCファンドがハイニックスの非メモリー事業部門を買収して出発した企業であり、現時点では米国の投資会社を買収し、同社のもとで再建策が順調に進んでいる。ファンドリーの東部ハイテクと同様、MOSデジタル分野だけでの事業継続は難しく、やはりアナログ技術を取り入れた専門半導体企業としての道を選択しつつある。また、東部ハイテクは、1997年に設立された韓国唯一の専門ファンドリー企業である。設立当初は通貨

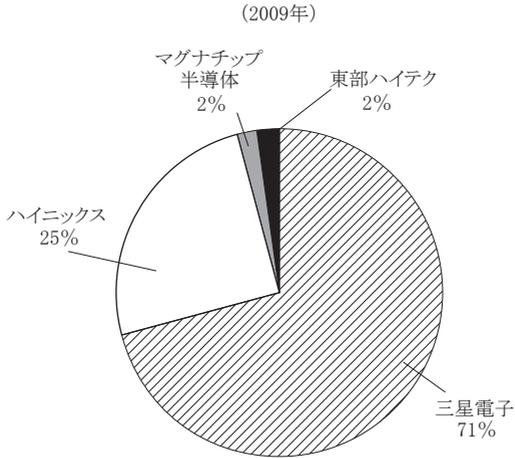
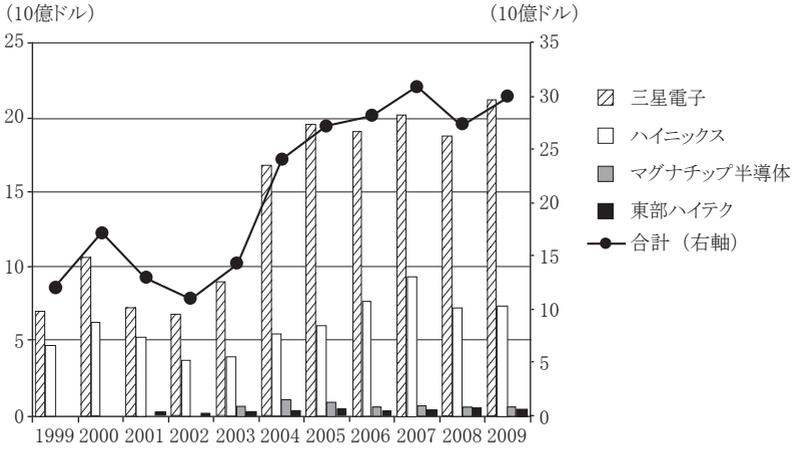
表9 韓国の主要半導体企業の概要

企業名	生産形態	生産額 (2009年) 億ウォン	設備投資 (2009年) (2010年計画) 億ウォン	企業・事業特性
三星電子	一貫生産	26兆8100億ウォン	4兆1601億ウォン (11兆ウォン)	<ul style="list-style-type: none"> • インテルに次ぐ世界第2位の一貫生産体制半導体企業 • 当面 DRAM/SRAMに加え NAND型フラッシュメモリに注力 • 長期的には、携帯電話用 AP (アプリケーションプロセッサ)、イメージセンサーなどの非メモリにも重点投資
ハイニックス半導体	一貫生産	7兆9060億ウォン	1兆ウォン (3兆300億ウォン)	<ul style="list-style-type: none"> • 通貨危機後 LGと現代の半導体事業が統合してできた、世界7位の一貫生産体制をもつ半導体企業 • DRAMと NAND型フラッシュメモリ事業に集中投資 • 事業統合後の最大の課題は債権団 (28%保有) による売却先の決定で、まだ決着をみていない
マグナチップ半導体	一貫生産	5億6000万ドル	1500万ドル (1500万ドル)	<ul style="list-style-type: none"> • ハイニックスの非メモリ分野を買収して (2004年) 出発した一貫生産体制をもつ半導体企業 • 親会社の米マグナチップの投資先 (ファンド) の交替 (2009年) で業績回復見込み
東部(トンプ)ハイテク	ファンドリー	4752億ウォン	351億ウォン (250億ウォン)	<ul style="list-style-type: none"> • 亜南半導体 (1995年設立) と東部電子 (1997年設立) 統合後の東部エレクトロニクスが 2007年現社名変更 • 非メモリーのファンドリーとして世界4位と位置づけられるが、今後アナログ半導体のファンドリー事業に注力

(出所) 『半導体産業計画総覧』(産業タイムズ社) などより筆者作成。

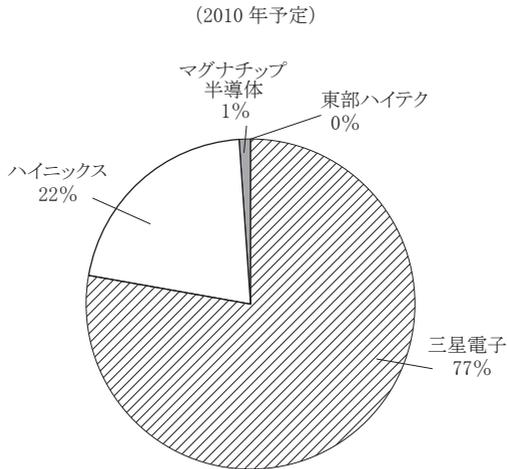
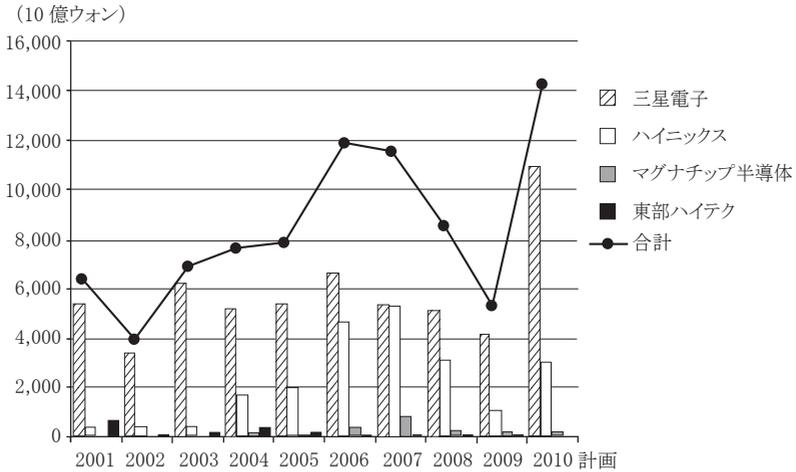
危機に見舞われ半導体事業への本格参入を一度断念したが、2002年には後工程中心の事業構造をもつ阿南半導体を買収し、この時点で非メモリ分野のファンドリーとして再出発した。最近では MOS デジタル分野中心のファンドリーからアナログ技術を複合化した専門ファンドリーに事業構造を移行させながら、特色ある半導体企業を目指している。

図12 韓国の主要半導体企業の業績推移



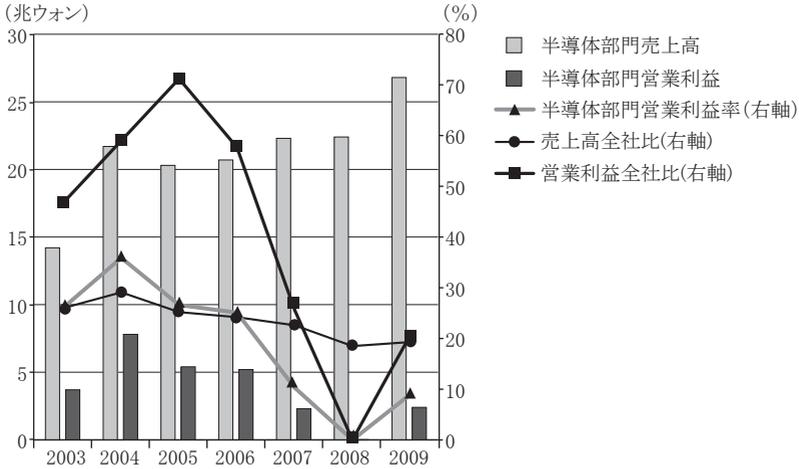
(出所) 『半導体産業計画総覧』(産業タイムズ社)。

図13 主要な韓国企業における半導体事業部門の設備投資



(出所) 『半導体産業計画総覧』(産業タイムズ社)より筆者作成。

図14 三星電子の半導体事業の業績推移（売上、営業利益）



(出所) 三星電子 HP。

第3節 韓国の半導体産業における材料・製造装置の国産化と対日輸入依存

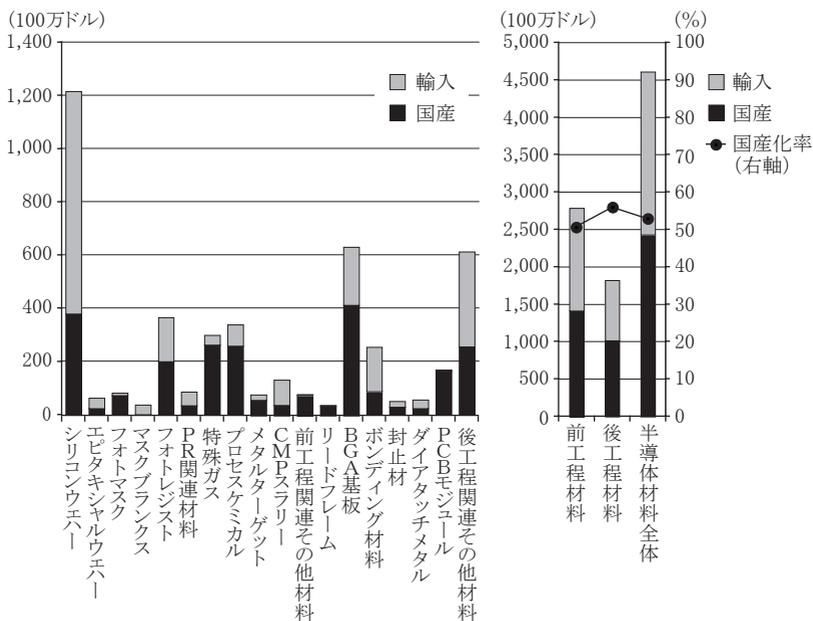
1. 半導体材料の調達構造

前述のように KSIA 資料によると、韓国における半導体材料全体の国産化率は 2009 年 50% 強とされ、20% 程度の製造装置に比較すれば、かなり国産化は進んでいる。前工程では、フォトマスク、特殊ガス、プロセスケミカル、メタルターゲットなどが 70～95% と高い国産化を示す一方、シリコンウェハー、CMP スラリーは 30% 前後、またフォトレジストも 50% を超える水準にある。ただしマスク材としてのブランクマスクは大半をおもに日本からの輸入に依存している (図 15, 図 16 参照)。

最も需要の大きなシリコンウェハーに関しては、韓国では、SUMCO

(40%), 信越半導体 (25%), LG シルトロン (20%), シルトロニック・サムスン (15%) といったシェア順位である。SUMCO, 信越半導体は日本から輸入, ドイツのシルトロニクスと三星電子の合併のシルトロニック・サムスンはシンガポール (同国に生産拠点) からの輸入である。これに対し, 国産化政策に沿って, 生産体制を整えてきたのはLG シルトロンで, 現在, 日本の2強に対し,世界3位につけるまでに成長している。ただ,三星電子は,調達先としてはSUMCO, 信越半導体を優先し, これら2社からの調達条件を牽制するためにシルトロニクスとの合併で海外生産を立ち上げるなどの動きがあり, 政府の国産化政策は一枚岩とはいかない状況にある。

図 15 韓国の半導体材料の製品別・工程別にみた国産・輸入状況 (2009年)

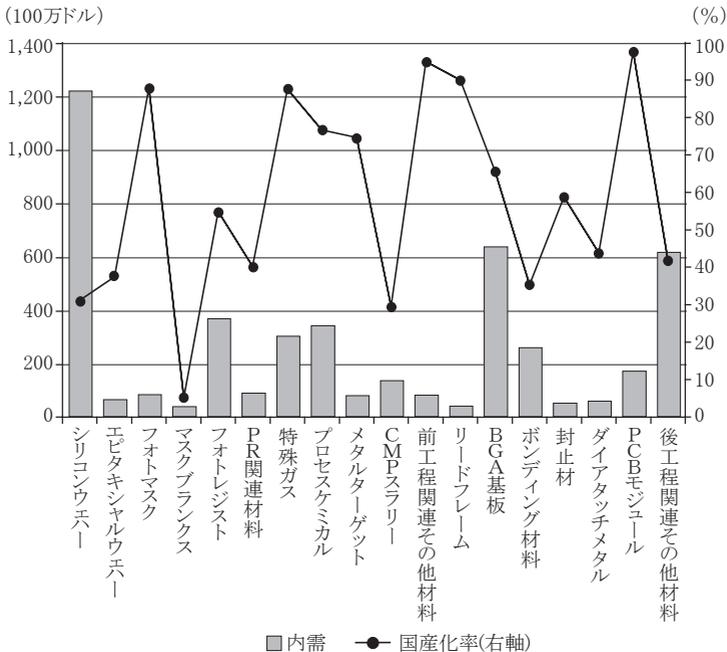


(出所) KSIA 資料より筆者作成。

KSIA の資料によると、半導体材料の国産化は1990年代中盤40%前後、2000年代初めは45%前後で、最近の50数%まで徐々に上昇傾向を示している。一方輸入相手国としては従来から日本依存が強い。今回の調査では必ずしも半導体材料の国産化や輸入データについて明確な過去の推移は得られていないが、韓国の半導体生産、関連材料の国産化や輸入状況などから推測すると、日本からの輸入は、2000年代初めの1000～1500億円から2000年代中盤には2000～2500億円に拡大したが、直近の2009年、2010年は半導体生産減少の影響を受け、1700～1800億円に減少した模様である（図17参照）。

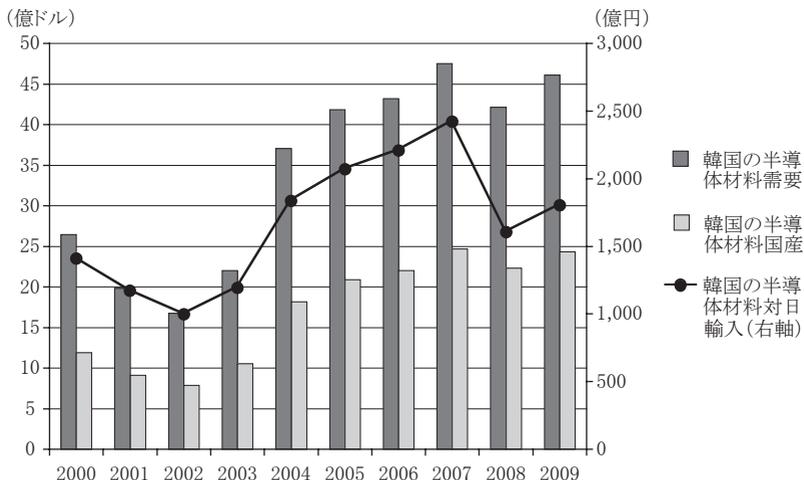
なお、半導体材料の多くは、世界的にみても大企業での研究開発・生

図16 韓国の半導体材料の国内需要と国産化率（2009年）



(出所) KSIA 資料より筆者作成。

図 17 韓国の半導体材料の国内需要と国産・対日依存関係



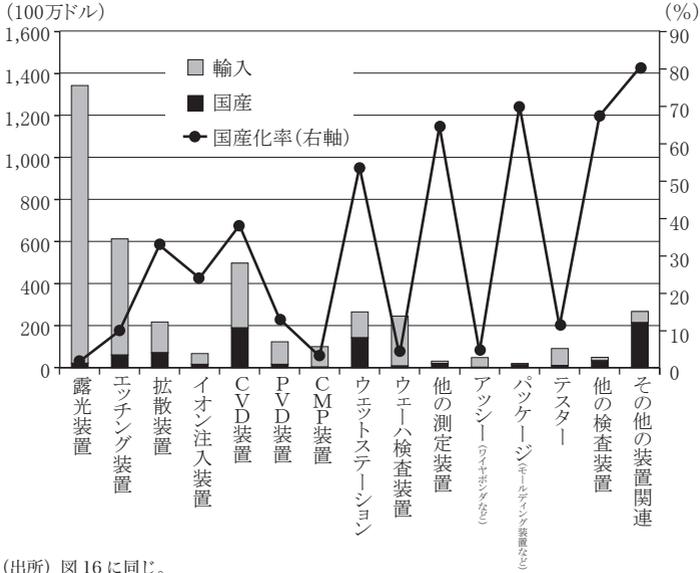
(出所) 筆者推計。

産体制に依存しており、韓国政府は韓国国内でも同様として、材料の研究開発に必要な補助金などの財政的支援は行っていないとのことである。したがって KSIA を介した国産化政策の中心はあくまでも半導体製造装置が対象となる。

2. 半導体製造装置の調達構造

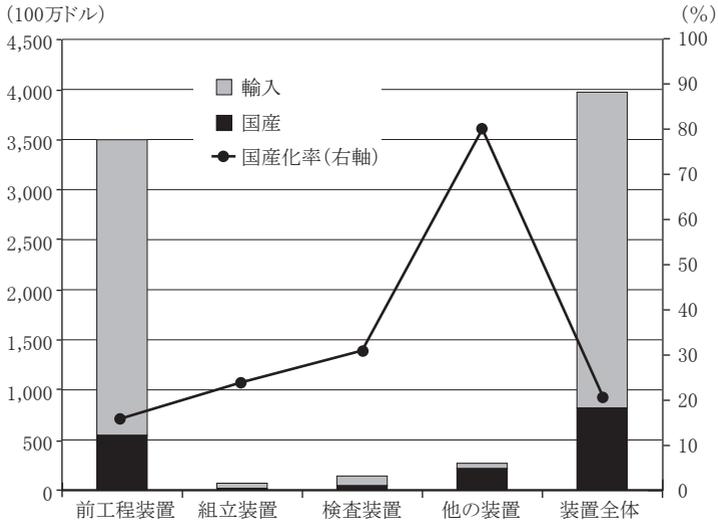
KSIA の統計資料によると、半導体製造装置の国産化状況は、2009 年時点で、前工程 16%、組立工程 24%、検査工程 31%、全体で 21%とされる (図 18, 図 19 参照)。相対的に、前工程に比較し、後工程での国産化率が高いが、それでも 30%前後に留まり、半導体製造装置全体に外資・輸入依存が強い。AMAT (アプライド・マテリアル)、東京エレクトロンなどおもな装置企業は韓国で本格生産していないため、外資依存は輸入依存につながっている。

図 18 韓国の半導体製造装置別にみた国産・輸入状況



(出所) 図 16 に同じ。

図 19 韓国の工程別にみた半導体製造装置の国産・輸入状況



(出所) 図 16 に同じ。

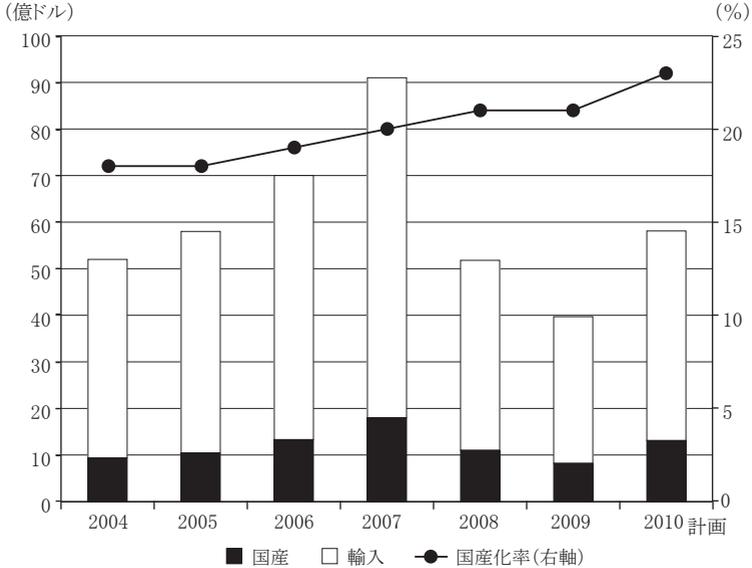
前工程では、拡散装置（33%）や洗浄装置（54%）、そしてCVD（38%）が30%を超える国産化状況にあるが、単価の高い露光装置、エッチング、PVD、CMPなどでは10%前後を切る状況で、このことが影響して、全体で15%程度の国産化に留まっている。ただし、CVDやイオン注入装置など国産化が急速に進んでいる装置もみられる。組立工程では、アレイ関連ではほとんど国産化がみられないが、パッケージ関係では43%のMolding M/Cを除き、ほかは100%国産化となっている。また検査装置の国産化は、メモリーテスター20%、ハンドラーでは80%を超え、全体で30%強を確保している。

1990年代韓国は半導体産業育成のため、特に半導体製造装置の国産化政策を推進したが、思ったような成果が上がらない状況で経済危機を迎え、頓挫した。2000年代に入るとLCD産業が急速に拡大し、韓国の材料や装置業界は、むしろ同様の製造装置群からなるこの分野に注力した。当該分野の材料や装置分野での日本企業の韓国現地生産が増加したことも手伝い、LCDパネル製造装置や生産財の国産化率は大幅に向上した。一方、半導体の場合、チップシュリンクといわれるウェハー当たりのチップ取率を増加させる設計・製造方法で生産量が拡大できたことも、韓国の半導体材料や製造装置の国産化を遅らせる要因になったとされる（図20参照）。

2010年代を迎え、LCD関連での生産システム開発が一段落するなか、三星電子を中心に半導体/LCD事業関連企業からのスピニアウトも継続的に続くと考えられる。中小企業の加工インフラの水準も上がっており、したがって半導体でも特にベンチャーなどに適した製造装置関連では、継続的な政府の補助金政策のもとで国産化が大きく進展する可能性が高い。なお、長期的には450mmウェハーへの移行が予想されるものの当面コスト面でのメリットがみいだせないなどの課題も多く、半導体業界はしばらく300mmウェハーレベルで技術が成熟すると予想される。このことも韓国の装置産業が発達しやすい環境を用意することになる。

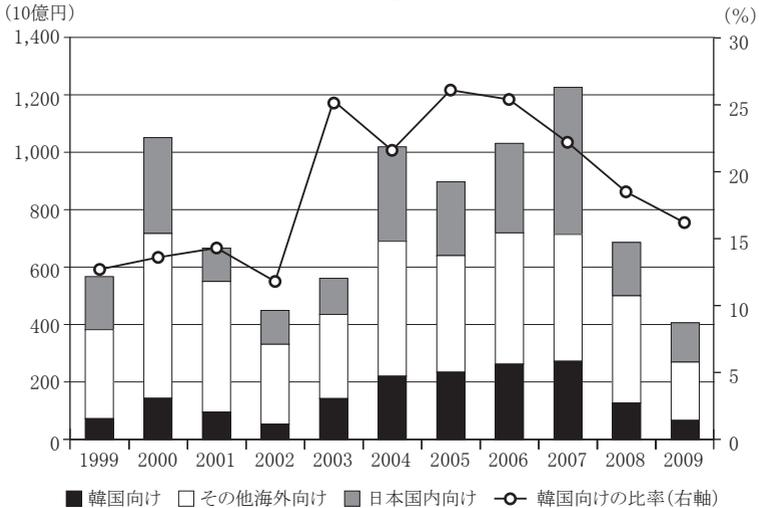
KSIA情報での半導体製造装置の輸入先は、2009年は米国35%（2006年は40%）、日本28%（同35%）、欧州32%（同24%）、台湾5%（同2%）であり、米国とともに日本のウェイトが減少している。替わって欧州や台

図20 韓国の半導体製造装置市場における国産・輸入推移



(出所) KSLA 資料などより筆者作成。

図21 日本企業の半導体製造装置販売と韓国向け構成比



(出所) 『半導体・FPD 製造装置販売統計』(社) 日本半導体製造装置協会

湾からの輸入が増えている。一方、日本の（社）日本半導体製造装置協会の公開データ（図 21 参照）によると、半導体製造装置の韓国向け輸出は、2000 年前後は 500 ～ 1400 億円で推移したが、2000 年代中盤には 2000 億円を超え、ピーク時の 2007 年には約 2700 億円に達しており、2006 年や 2009 年のデータ比較では、統計分類や年度、為替などやや異なるが、おおむね KSIA の情報を裏づけている。

第 4 節 半導体産業における韓国企業の競争力の源泉

日本の半導体産業は 1970 年代後半に日本政府の政策支援で行われた「超 LSI 研究」プロジェクトの成果を最大限活用し、1980 年代中盤には米国を追い越し世界最大の半導体生産国に上り詰めた。しかし、1980 年代中盤以降米国との半導体をめぐる貿易摩擦やバブル経済崩壊にともなう資金調達力の低下などに見舞われた。このため日本の半導体生産は、世界市場に対し 1980 年代中盤は 50% 前後のシェアを確保したが、1990 年代中盤には 30% 近くまでシェア低下を余儀なくされた。その後も日本企業が得意としていた DRAM のシェア低下や単価減などが影響して、2000 年代に入るとさらに 25% 以下まで低下し、過去 10 数年の間にシェア半減の深刻な事態に陥っている。

1980 年代は日本企業が DRAM 中心に世界を席卷したが、1990 年代以降は米国企業の復活、韓台企業の台頭が著しく、多くの日本企業は競争力とシェアを後退させている。日本の半導体産業は、1990 年代高成長した情報通信産業に利用される半導体ニーズに対応して最適な供給体制を構築しなければならなかったが、1980 年代の DRAM での成功体験に依存したまま、総合半導体メーカー体質からの脱却や選択と集中の経営を実践することを怠り、その間大幅な競争力低下を余儀なくされている。貿易摩擦下で、特定産業保護政策の放棄を迫られ、日本企業にとって、競合国（米国、韓国、台湾、中国など）と比較すると、租税、用地代、建設期間、電力コスト、各種規制などの生産インフラで大きなハンディを抱えてきたこ

とも、競争力に影響を与えたといえる。

この間、米国系はMPU/DSPなどに特化し、「Copy Exactly」（製品寿命の短いロジックLSIでは最終歩留まりよりも、初期歩留まりの早期向上が重要とする生産方式）に代表される効果的な戦略で歩留まりを向上させている。韓国系はDRAMに特化して日本を上回る大規模な専用ラインで低コストを実現、さらに台湾系はファブリー事業に特化して高稼働率により低コストを実現、といったように選択と集中の経営戦略を着実に実践し、それぞれ特色ある競争力をもった半導体事業を確立している。また、より周辺ソフト会社やユーザーに密着して半導体開発と生産展開を試みたシステムLSIのSTマイクロやDSPのTIの選択と集中化も特異なビジネスモデルを開花させている。

日本のDRAM全盛期は、ホストコンピューターや超小型コンピューターなどがおもな用途分野であったが、1990年代に入り、PCの急速な普及拡大がDRAM需要を爆発的に増大させた。韓国勢はこうしたPC向けDRAM市場の拡大に迅速に対応し、PCメーカーが要望する製品スペックを常に適正な価格と量的対応を図った製品開発・設備投資を果敢かつタイムリーに行ったとされる。韓国企業のメモリー事業での成功は、1990年代前半くらいまでは前記のような日本企業が遭遇したメモリー事業環境にも強く依存しているが、1990年代以降の急成長は韓国の財閥経営のいい面が強く反映されたものと考えられる。つまり韓国企業の積極的な技術開発と設備投資がDRAM事業を成功に導いたものといえる。

韓国半導体産業における強みの源泉としては、以下の点が指摘される。

- ・半導体産業をリードしうるトップマネジメント
- ・絶妙なタイミングでの戦略的な設備投資判断
- ・収益化を意図した効率的な開発・製造プロセス
- ・組織的なマーケティングマネジメントの実践

1. 半導体産業をリードしうるトップマネジメント

三星電子の半導体事業への本格的なコミットメントは、1970年代後半に始まる。理系出身の現会長がまだ三星グループのオーナーになる10年以上前に、半導体事業の将来性に目をつけ、企業買収を推進し、さらに三星電子内のコア部門に吸収したことなど、財閥の資金力を背景としながらも、先端技術分野の将来性を見極める眼力を持ち備えていたことが事業を拡大するうえで大きな要素となる。日本の事情にも詳しく日本企業の経営・事業戦略にも熟知していた李会長は、DRAMのシリコンサイクルやロードマップを、事業経営者として、また半導体専門家として十分に知り尽くし、常に効果的な経営判断を下してきたといえる。

いくら経営トップが、財閥企業で決断力をもって、リスクのある大規模投資の意思決定が可能な専門性をもっているとはいえ、意思決定に至るまでの情報収集・分析、そして戦略提言などに至る専門チームのサポート体制が不可欠である。三星のような財閥企業が当初から組織化していた「秘書室」（経済危機時には「構造調整本部」へ改名）といったグループの精鋭を集めた参謀本部機能が、半導体のような膨大でかつリスクの高い設備投資における意思決定を効果的に支援したといえる。1990年代初めまでの日本企業の事業模倣から、1990年代前半の李会長による「新経営」宣言、そして1997年の通貨危機を経て完全に日本企業をキャッチアップし、凌駕することになる「選択と集中」を演出したのはこうした会長補佐組織といっても過言でない。加えて、半導体事業に熟知した専門経営者を事業部門長に抜擢し、多くの権限委譲と成果報酬で飛躍的な業績達成を図るインセンティブ経営を実践している。なお、「構造調整本部」は最近「未来戦略室」などに名前を変え、非常時色を消しつつ、従来の会長補佐中心からコーポレートやグループ補佐へと機能を展開しつつあるように思われる。

三星電子は、1980年代後半に新しい李会長のもとで再出発したが、1990年代初めに出された「新経営」を反映した新しい事業経営に大きく舵を切り、この時点から世界トップ企業への道を意識的に歩み始めたといえる。キャッチアップの対象となる世界トップ企業を徹底的にベンチマー

クし、明確な目標を定めて、そのための方策を徹底的に検討し、戦略的ではあるものの愚直に実行することで徐々に実力をつけ、世界トップ企業という目標を短期間に達成した。財閥経営者自らが考察した「新経営」による超一流企業への脱皮は、組織や自己改革を柱に、グローバル経営、先端技術開発、品質・工程革新、人材育成・活用といった面で確実に成果を収め、この20年での大きな飛躍の原動力となっている。半導体事業での国際競争力の獲得も「新経営」がもたらした大きな成果といえる。

2. 絶妙なタイミングでの戦略的な設備投資判断

日本のDRAM産業をキャッチアップし、抜き去った競争力の源泉のなかでも最も重要な要件は、設備投資に関することである。三星電子は、DRAMのシリコンサイクルと技術ロードマップを巧みに研究し、不況期に設備・研究開発投資を果敢に先行させることで、圧倒的な競争力を確保したとされる。具体的には、以下の3つの事例がこのことを物語る。財閥企業であり、そのオーナーが経営者としてリスクをとまなう大規模な設備投資などの意思決定を大胆に行いやすいという事情があった。また結果論とはいえ競合環境を巧みにとらえ絶妙なタイミングで設備投資を敢行でき、このことが早期の投資回収、高収益化につながるという経営・事業センスや戦略が格段に優れていたというべきである。

- (1) 1980年代中盤、64K（キロビット）DRAMの市場価格が大きく下がった半導体不況の際、日本企業が次期設備投資を見送るなかで、三星電子は次世代256K DRAM立ち上げのための研究開発と設備投資を果敢に実行した。このことで市場回復時に先行者利益を獲得できた。
- (2) 1990年代初め世界的なDRAM不況下にあって、対米貿易摩擦を抱えていた日本企業は新規投資を先送りしたが、三星電子は次世代ウェハー（200mm、従来は150mm）への移行のため大胆な設備投資を実行した。このことによりDRAMの生産効率で大きく先

行できた。

- (3) 1990年代後半、再びDRAM不況に見舞われたが、この時期通貨危機に遭遇し会社の存続自体が危ぶまれるなかで、三星電子は12インチ(300mm)ウェハへの設備投資を果敢に断行した。同技術は日米企業が標準化を軸に研究開発レベルでは先行したが、日本企業はやはり半導体不況を理由に新規投資を先送りし、DRAM分野での三星電子の圧倒的な先行性とコスト競争力確保につながった。

3. 収益化を意図した効率的な開発・製造プロセス

日米欧の半導体企業における開発と製造拠点は、物理的に離れて立地することが一般的であったが、三星電子は同一地域に開発拠点と工場を展開し、人的交流、情報交流を円滑化できるよう組織統合を図ったとされる。また、次世代製品の開発エンジニアが量産ライン立ち上げのための要員としてそのまま製造ライン構築に移動する、あるいは、旧ライン立ち上げエンジニアが新ライン立ち上げにも協力するといった、組織間の関連エンジニアの移動をスムーズに行い、歩留まりや生産性の向上を常に意識して工程革新を行ってきたとされる。こうしたことは単に開発と製造現場における情報共有という問題に留まらず、理想的には低コストで高歩留まりを実現する生産性の高い(より多くのチップを生産できる)量産ライン構築をイメージした開発・試作ラインの検討が可能になるということにつながる。つまり、半導体の想定市場価格と期待収益から導かれる製造コストを実現するために、いかに最初から歩留まり高く、しかも生産性の高い量産ラインを構築すべきか、常に開発・試作部門にフィードバックされ、開発と製造部門が一体的に目標に向かう体制が構築されているといえる。高学歴開発部門が強い力を持ち、先端技術志向を量産工程で実現することを求められる日本企業とは大きな違いである。

日本企業の場合、開発主導で新しい製造ラインが構築されるケースが多く、その場合、ややもすると最先端の製造技術を追求するあまり、製造現場よりは開発エンジニアの技術的関心が優先されるため、複雑でより長

い工程フローとなり、特注の製造設備が必要となるなど、過剰な設備投資につながってしまうことがしばしば指摘されている。韓国企業の場合、前記のように新規製造ラインの構築は、ターゲットとする収益性を前提としたコストを実現することが優先されるため、できるだけシンプルで短い工程フローが追求され、過剰性能な設備への投資は相対的に控えられる。また収益性とコストダウンへの寄与を常に考慮し、旧ラインの改修を進め新製品も製造できるような工程改善も積極的に進める傾向がある。こうした試みについては、日本企業では必ずしも優先的に実行されているとはいえ、このことが結果的に半導体事業の収益性の低さにつながっているとされる。

4. 組織的なマーケティングマネジメントの実践

半導体事業の理想は、高品質/低コストを実現することであるが、日本企業の高品質追求型に対して、韓国（台湾）企業は、低コスト追求型を徹底している。前記した開発・製造プロセスでも説明したことであるが、三星電子は当初半導体では後発のため、マーケットインの発想で事業展開を図ってきた。1990年代以降半導体市場の多くはPCや携帯電話をはじめとするIT分野が創造してきたものであり、この市場はコモディティー化が激しく、この状況に合わせたマーケットイン・マーケティング戦略が不可欠である。三星電子のDRAM事業のマーケティング要員は、2000年代中盤で250人を超えていたとされ、多様な顧客ニーズの把握、日本などの競争会社分析、需要と供給把握にもとづく価格や需要見通しなどさまざまなマーケティング活動を専門性にもとづいて行っていると推測される。またその機能は生産性を上げるためのコストや歩留まり、あるいはコストダウンを可能とする購買分野にも及ぶと考えられ、半導体事業の全体最適を担う部門と位置づけられる。

日本の半導体企業は、高い品質と信頼性を実現するメインフレーム時代のDRAM生産方式にこだわり、PC、携帯電話といったコモディティー製品時代でも、プロダクトアウト思想で過剰性能・品質のものの作りにこだ

表 10 韓国半導体企業（三星電子）の競争力の源泉と日本企業の対応

	韓国企業の特徴と強み	韓国企業の課題	日本企業の対応
トップ マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> ・トップマネジメントにおける意思決定に財閥オーナー（李会長）が強く関与 ・意思決定者（オーナー、専門経営者）の半導体事業に対する高い専門性 ・秘書室・構造調整本部による支援体制（果敢な投資決定の裏づけ調査・報告） 	<ul style="list-style-type: none"> ・財閥オーナーのファミリー内での継承がもたらす経営力や専門性断絶の可能性 ・企業の大規模化によるマネジメントの分散化と「権限委譲」にともなう意思疎通の限界 	<ul style="list-style-type: none"> ・企業の多角化結果を反映し、必ずしも半導体事業を熟知しない経営者がトップにつくため、投資判断などの意思決定が不十分 ・トップマネジメントの戦略的な意思決定を支援する参謀組織が存在しない
設備投資	<ul style="list-style-type: none"> ・シリコンサイクルの底（不況時）での果敢な設備投資・研究開発投資 ①装置価格下落による総投資額の軽減 ②早期の投資回収による高収益化 ③次世代技術先取り（微細化・大口径化） 	<ul style="list-style-type: none"> ・技術の先端化にともなう設備投資額のさらなる規模拡大→先行投資判断の不確定さ ・脱メモリー事業における設備投資パターンへの対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・不況時は、業界全体が生産調整を指向し、新規 ・投資は常に先送り新規投資期時期が遅れるため、半導体の価格ダウンの影響を強く受け、投資回収時期が遅れ、低収益化
開発・製造 プロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・開発と製造組織の立地条件の近接化による情報共有と事業化意識の共有化 ・次世代開発エンジニアの製造現場への移管による試作→量産プロセス短縮化 ・コストと収益性を意識した製造プロセスの構築（早期高歩留まり、生産性重視の工程革新） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ASIC、システムLSI 事業といった脱メモリー戦略の可否（三星としての開発資産？） ・脱メモリー事業におけるファンドリーとの競合関係（コスト競争力） 	<ul style="list-style-type: none"> ・高学歴エンジニア中心の開発部門が組織的に優勢で、先端技術志向が強く、工程プロセスが複雑かつ長くなる傾向があり、設備単価が高額化 ・製造品質や精度などが優先事項となり、オーバースペックなためコスト、生産性への配慮が疎かになる
マーケティング	<ul style="list-style-type: none"> ・マーケットイン＞プロダクトアウト指向 ・アカウントユーザー（大手PC メーカー）の徹底的ニーズ把握（スペック、量、時期など） ・収益性を意識した製品系列の選択と集中（ハイエンド指向） ・専門マーケティング人員確保（2000年代中盤で、半導体事業部門で300人前後） 	<ul style="list-style-type: none"> ・脱メモリー事業開拓 ・脱メモリー事業における顧客対応（メモリー→ビックアカウント、脱メモリー→多様なユーザー対応） ・選択と集中戦略からの脱皮の可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・プロダクトアウト＞マーケットイン指向 ・先端技術の研究開発成果を重視し、マーケティング発想欠如 ・既存顧客への配慮もあり品種が多様化し、収益のでない製品もカタログ化 ・内販需要、国内需要重視の傾向からマーケティング専門家が極めて少ない（重要視していない）

（出所）筆者作成。

わり、収益性を落としながら同時に市場も失うという最悪の結果を招いている。半導体事業は巨額の設備投資を行う必要があり、その点ではマーケットインの発想での徹底的なマーケティング活動が必要となる。製品系列に関しても、韓国企業は、収益性の高い品種に集中する傾向があり、選択と集中戦略が徹底している。しかし、日本企業の場合、従来からの顧客対応も重視し、多くの製品系列を用意するため収益性を落とすことになり、この状況から未だに脱却できずにいる。日本企業の半導体マーケティング要員数については明確な根拠はないが、おそらく韓国企業と比較して少なくとも一桁少ない陣容と推測される。最近でもプロダクトアウトの発想が強く、マーケットインを実現するマーケティングマネジメント機能が相対的に弱いといわざるを得ない。

〔参考文献〕

- 産業タイムズ社『アジア半導体／液晶ハンドブック 2006年～2009年版』。
——『半導体産業計画総覧2006年～2010年版』。
中日社『電子機器の生産実態と予測 2007年～2010年版』。
電子ジャーナル『半導体製造装置データブック 2010年版』。
——『半導体材料データブック 2006年～2008年版』。
東京大学21世紀COEものづくり経営研究センター『製品アーキテクチャ視点から見た韓国半導体産業の歴史と企業戦略』（2008年6月）。
東洋経済新報社『図解半導体業界ハンドブック 2008年版』。
(社)日本半導体製造装置協会ホームページ『半導体・FPD製造装置販売統計』（<http://www.seaj.or.jp/statistics/index.html>, 2010年10月閲覧）。
富士キメラ総研『有望電子部品材料調査総覧 2007年～2010年版』。