

MMRC-J-224

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

－日本半導体産業との比較分析－

東京大学ものづくり経営研究センター

朴 英元

慶北大学工学部

ハム ソンホ

東京大学ものづくり経営研究センター

立本 博文

小川 紘一

2008年 6月



東京大学21世紀COE [理工学]
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

－日本半導体産業との比較分析－

東京大学ものづくり経営研究センター

朴 英元

慶北大学工学部

ハム ソンホ

東京大学ものづくり経営研究センター

立本 博文

小川 紘一

2008年 6月

要旨：

韓国の半導体産業は、韓国政府の産業育成と韓国半導体企業の積極的な投資によって成長した。しかし、韓国企業が強いメモリ半導体は、世界の半導体産業規模の20%強に過ぎない。こうした状況を考えると、これまでのように韓国半導体産業をメモリ中心の視点で見ただけでなく、非メモリを含む韓国半導体産業全体を概観することもきわめて重要な課題である。

とりわけメモリ半導体の価額下落は、製品アーキテクチャという視点と密接に結びついている。そのため、製品アーキテクチャ視点を取り入れて、韓国半導体産業を分析し、韓国半導体企業の戦略を検討する必要があると考えられる。

本稿ではこうした問題意識を検証するために、製品アーキテクチャ視点から韓国半導体の歴史を検討し、韓国半導体産業と日本の半導体産業を比較した。

キーワード：半導体産業、製品アーキテクチャ、垂直統合、水平分業、メモリ半導体

目次

1. はじめに.....	3
1.1 研究の背景.....	3
1.2 研究の目的と構成.....	4
2. メモリ半導体における韓国と日本の半導体産業の比較.....	5
2.1 韓国のメモリ半導体産業の成功要因.....	6
2.1.1 韓国メモリ半導体産業の歴史.....	6
2.1.2 韓国メモリ半導体産業の競争力評価.....	14
2.2 日本のメモリ半導体産業の成功要因.....	22
3. 韓国半導体産業が向かう製品アーキテクチャの変化.....	26
3.1 半導体産業の構造と特徴.....	26
3.2 製品アーキテクチャ視点からの半導体産業の歴史.....	28
4. 韓国半導体産業の現状(メモリ半導体からロジック半導体へ).....	35
5. 韓国と日本の半導体産業の比較と今後の展望.....	38
6. まとめと今後の課題.....	43

1. はじめに

1.1 研究の背景

韓国経済は、従来、自動車、鉄鋼、造船などの重工業がリードしてきた。しかし、現在では半導体、携帯電話、TFT-LCDなどのIT部門がリードするようになってきている（高他、2006）¹。繊維産業から自動車産業へ、続いてIT産業へと中心産業が変化している。

1970年代から1980年代初めまでは、繊維、食料品などの軽工業が経済成長をけん引してきたが、1980年代後半から、自動車を始めとする重化学工業が、産業界をリードするようになった。とくに、IT産業は1997年の通貨危機以後、経済成長の原動力の役目を遂行してきており、ITによる生産性増大は、生産要素の投入拡大を通じる経済成長から効率性の向上を通じる経済成長に転換するのに大きく寄与している。例えば、通貨危機以後、実質GDP成長の1/3以上がIT産業の成長に起因しており、全体輸出増加でIT産業の輸出増加分が占める比重も2/3を上回っている（Kim・Jung, 2005. 12）²。

とりわけ、半導体の場合は、1990年代後半から、半導体などのIT産業が経済成長をリードし始め、時が経つにつれてその比重は次第に大きくなっている。例えば、半導体・電子部品のGDP成長率貢献度をみると、1996～2000の14.4%から、2001～2005には19.4%を占めており、韓国経済の2割を担うようになった（高他、2006）。

半導体産業は、韓国特有の大手企業間の競争と適切な時点で韓国政府の支援政策を通して、先発企業だけではなく、後発企業（LG半導体と現代半導体）の技術力成長が同時に行われた。その結果、1995年に三星、LG、現代がそろって世界半導体市場の7位に入ることによって、コリアのシリコン黄色突風と評価された（Lee, 2003）³。こうした半導体事業の成功が、後の韓国の携帯電話事業とTFT-LCD事業の成功にも影響している。例えば、昨今グローバル企業として活躍している三星電子は、半導体、携帯電話機器、LCD、デジタル家電などで活躍しているが、技術力で他の部門より先に世界1位に到達し、半導体部門で蓄積した技術的・組織的能力を他の事業部門の競争力に活用したといわれている（申・張, 2006）⁴。よって、今日の韓国エレクトロニクス

¹ 高精敏・林栄摸・朴成培(2006. 7. 5)「三星経済研究所創立20周年特集（I）韓国産業20年の歩み」SERI CEO Information、Vol. 560.

² Kim Jungeon・Jung Hyunjun(2005. 12. 5)「IT産業の両極化現況と政策方向」KISDI Issue REPORT.

³ Lee, Eunhyong(2003) “Socio-economic Impacts of Successful R&D Results in Korea”, *Ministry of Science and Technology, Policy Study 2002-23, April.*

⁴ 申璋燮・張成源(2006)「三星半導体世界一等秘訣の解剖－‘First Mover Advantage’ 創造の戦略

産業の成功を考える上で、半導体産業の成功メカニズムを検討することは極めて重要である。

1.2 研究の目的と構成

従来の韓国の半導体産業についての研究は、産業育成に対する政府の役割や、各半導体企業の戦略を分析するものが多かった(朴、2008)⁵。しかし、それらの研究だけでは、韓国半導体産業の成功要因を明らかにしたとは言い難い。

本論文では、第2節で韓国メモリ産業を日本メモリ産業と比較し、韓国メモリ産業の成功要因を考察する。この比較分析で、韓国の半導体産業の競争優位のメカニズムを明らかにする。韓国メモリ産業は、4年ごとの半導体のサイクル、2001年ITバブル、1990年代半ば以降急速に落ちているDRAM価格の下落という困難な状況の中ですら、市場で優位を保ってきた(張・金、2001)⁶。

第3節では、近年の半導体産業の変化を取り上げる。半導体産業は、周期的に製品アーキテクチャの変動を繰り返している。汎用半導体からカスタム半導体へと周期的に変動する歴史を時代ごとに分類して検討した。

第4節では、メモリで成功を収めた韓国半導体産業が、なぜ非メモリ分野では未だに競争優位を獲得できないのかを考察する。韓国企業が強いメモリ半導体は、世界の半導体産業の20%強に過ぎない。2007年度の全体半導体市場は、26百億ドルであるが、このうちメモリは21%に過ぎず、非メモリは79%を占めている。こうした状況を見ると、これまでのようにメモリ中心の視点での韓国半導体産業の分析だけでなく、非メモリも含めた韓国半導体産業全体を概観することもきわめて重要な課題である。

第5節では、韓国と日本の半導体産業の比較からの今後の展望を提示する。本稿では、メモリと非メモリ半導体産業を比較するために、本研究では、製品アーキテクチャの視点を導入する。

と組織」三星経済研究所。

⁵ 朴英元(2008) “韓国半導体産業の歴史と企業戦略”， 同志社大学ワールド・ワイド・ビジネス・レビュー第9巻第2号, pp.186-207.

⁶ 張成源・金ボムシキ(2001.8) 「半導体と韓国経済」三星経済研究所 Issue Paper.

2. メモリ半導体における韓国と日本の半導体産業の比較

韓国の半導体産業は、1980年代以来韓国経済を牽引してきた最も重要な産業であり、技術開発の初期段階に果敢に投資し、産業化に成功した重要な事例の一つである。現在、韓国輸出に占める半導体輸出の割合が、ピークであった1995年には17.7%であり、1992年から2007年までの累積輸出でみても、韓国全体の輸出額のうち10.9%を占めている(KOTIS、2007)。

韓国では、1970年になってから国内資本で半導体会社が始めて設立され、1983年にはじめて64KのDRAMを開発することに成功した。しかし、当時の先進国との技術格差は6年にもなるほど大きかったといわれている(Lee, 2003)。にもかかわらず、韓国半導体産業のリーダーである三星は、16MのDRAMの開発からはほぼ日本メーカーを追い付き、1992年64MのDRAMの開発からは競争企業を凌駕するようになったのである(申・張, 2006)。

一般的に韓国の半導体産業は、韓国政府の産業育成と韓国半導体企業の積極的な投資によって成長したと考えられている。しかし、半導体産業における韓国政府の役割はそれほど大きくないという指摘もある。例えば、Hong(2004)によれば、韓国半導体産業の高速成長と発展は、重化学工業化の時期に、政府の介入と投資によって市場化と開放化、そして安定化したが、米国の圧力によって政府の役割は限定的となったという。実際に米国から韓国への圧力は1980年代初から始まり、時間が経つに連れてより一層加速化し、韓国政府の役割は弱まるようになったことも明らかである。しかし、韓国半導体産業の成功において、韓国政府の役割は決して無視できない。とりわけ、初期の半導体産業の形成において、韓国特有の大手企業間の競争とともに、適切な時点で韓国政府の支援政策があったからこそ、先発企業だけではなく、後発企業たちの技術力成長が同時に行われたと考えられる。韓国政府は、1986年から1993年まで半導体技術の開発に関連して大型の国策研究開発事業を通して先発企業には資金の支援、後発企業には技術学習の機会を提供した。その結果、1995年には三星、LG、現代がそろって世界半導体市場の7位入ること、コリアのシリコン黄色突風と評価された(Lee, 2003)。

半導体産業のうちメモリ産業の場合、日本と韓国はともにアメリカと日本に逆転したキャッチアップモデルである。ここでは、日本と韓国のキャッチアップ型の代表的な成功モデルであるメモリ半導体産業を中心に検討する。先述したように、80年代半ばから90年代初頭にかけての、たった10年にも満たない短い時間の間に、半導体産業では国と国との間の「逆転」現象が3回も起きた。86年の日本の対米逆転、93年のアメリカの対日再逆転、そして、92年の韓国の対日逆転である(伊丹, 2000)⁷。ここではまず韓国半導体産業の成功要因を概観する。次にアメリカに

⁷ 伊丹敬之(2000)『日本産業の3つの波』NTT出版。

逆転した日本を取り上げ、これと日本に対して逆転した韓国の半導体産業の成功要因を比較する。さらに逆転以降の状況も視野に入れて分析することにする。

2.1 韓国のメモリ半導体産業の成功要因

2.1.1 韓国メモリ半導体産業の歴史

韓国 IT 産業の代表的な成功事例としては、TDX の開発、半導体産業、CDMA 開発が取り上げられている。ここでは、政府と民間の協力によって成功した代表的な事例として、韓国の半導体産業について成功要因中心に検討する。

韓国の半導体産業は、アメリカの Fairchild、Signetics、モトローラなどアメリカの半導体会社らの半導体の組み立てのための現地生産工場を韓国国内に設立した 1960 年代後半からスタートする。1969 年には、韓国企業で初めて Anam 電子が半導体の組み立て生産に進出した。次に 1974 年には、韓国資本による韓国半導体が設立され、半導体の製造分野に初めて進出した。このように半導体産業のグローバル分業構造の一部として出発した韓国の半導体産業は、約 30 年が過ぎた 2006 年現在、世界メモリ半導体市場のおよそ半分を席卷し、最大のメモリ半導体生産国家として成長している。現在、半導体産業は、LCD、CDMA 端末機とともに韓国経済の基幹産業として位置づけられている (Hong, 2004)。

Hong (2004) の研究によると、韓国の半導体産業の発展の経緯は、重化学工業化を経て、大規模化された民間企業らの果敢な選択と集中戦略によって発展されてきたのである。そして、産業資源部、科学技術部、情報通信部などの韓国政府は民間企業の活動を支援するための多様な政策を樹立して実行に移したと指摘している。つまり、韓国政府は、1960 年代半ばから 70 年代まで、電子産業に対する積極的な育成者として半導体産業の発展に寄与した。さらに韓国政府は、80 年代後半以降、利害関係調整者と環境助成者としての役割を着実に遂行したのである。この過程で、半導体産業協会に代表される産業組織はもとより、個別企業らとの緊密な協調体制の中で、韓国政府は企業活動に障害となる要素を取り除いた。さらに、韓国政府は、研究開発と人材養成など先端産業の発展に必須的な基盤を拡充するのに努力した。ここでは、Hong (2004) の時期区分に従って、成功要因をまとめてみる (朴, 2008)⁸。

技術導入期(1960 年代後半-1987)

1970 年代までは、韓国では、商工部を中心として電子産業の育成政策をすすめられた。韓国

⁸ 2 節の韓国半導体産業の歴史は、朴(2008)に基づく。

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

政府は、外国人投資の持続的誘致を強調しつつ、韓国の大企業らの電子産業への進出も促した。さらに、本来は家電企業ではなかった三星の進出も働きかけた。

その結果、三星電子(1969)、大韓電線(1968)などが電子産業に、ANAM 電子(1969)が半導体産業に進出することになり、後に三星が半導体産業へも進出する契機を提供する。企業の数が増加するにつれて産業界との円滑な意思疎通の必要となり、このために韓国政府は電子工業振興会(後に、電子産業の産業組織として成長)の設立を支援したのである。

1969年に電子工業振興法を制定した後は、半導体などの電子産業を体系的に育成するために、商工部は「電子産業の育成のための8ヵ年計画(1969-1976)」を樹立した。この計画で、95個の戦略品目を設定・開発し、1976年までの電子産業の4億ドルの輸出を達成した。この計画を支援するために、140億ウォン規模の電子工業振興基金の助成が計画に盛り込まれた。

同時に、韓国政府は外国人投資に対して100%外国人持分所有の投資を認めるのではなく、韓国国内企業との合弁投資を行うように指導を行った。つまり、合弁投資企業へ優遇政策を施行したのである。

その中で1974年に、韓国最初の半導体製造企業である韓国半導体が誕生する。そして、三星電子の半導体事業の歴史は、この韓国半導体社をグループ内に引き受けた事から始まる。1975年に三星電子は、韓国側の持分50%を確保しながら韓国半導体を引き受けた。1977年には残りの持分を確保し、完全子会社である三星半導体を設立する。三星の進出を契機にして、1979年には金星半導体(後に、LG半導体)が成立した。

1970年代には、韓国政府は半導体産業を含む電子産業の育成のために非常に積極的な役割を遂行した。とりわけ、電子産業の既存企業の反対にもかかわらず、三星のような大企業の進出を促進させるために、各種の税制減免、関税免除、法人税の減免などのインセンティブ政策を効果的に推進した。

当初、韓国政府は、外国人投資家に対してその持ち分が100%の投資よりは、国内企業との合弁投資を先行し、そのために合弁投資企業に対する優遇政策を施行したといわれている。もともと、韓国では、外国人投資家が49%以上の持ち分を保有することはできなかった。が、後にフェアチャイルドの要求によって、その規制自体を無くしたという歴史的な経緯がある。

さらに、国策研究機関を通じて各種半導体と電子産業関連の技術開発投資を支援することで幼稚産業段階にある半導体産業の競争力を高めるために努力したのである。

具体的に、80年代に入ると、70年代のように積極的な政府の役割は不可能になったものの、

青瓦台の経済秘書官室と商工部を中心に半導体産業の中長期発展計画を用意し、第5次経済社会開発5ヵ年計画(1981-1986)に盛り込ませ、半導体を独立した産業として育成する政策を立案し始めた。

例えば、80年代韓国経済の発展に半導体製造業の発展が非常に重要であることを認識し、大規模投資で発生する投資リスクの大きいウェハー製造業に財閥企業の進出を促進させるために、1986年まで4億ドル規模の長期低利の公的資金を投入することを予定したことがあげられる。同計画は、後述する日本の通産省が、VLSIプロジェクトを推進したことをモデルとして準備したものである。

ただし、70年代とは異なり、政府の役割は発展を主導するのではなく、調整する役割に止まったとされる(Mattews and Cho, 2000)⁹。同時期の半導体の技術導入は、主にアメリカのシリコンバレー(Silicon Valley)のベンチャー企業との協力や韓国系のアメリカ研究者を活用することで、必要な技術やノウハウを習得した。また、アメリカや日本からの技術導入に対しては、韓国政府の積極的調整や指導を受けず、自立的な判断で技術を導入し、三星半導体、金星半導体、現代半導体3社が重複した技術を導入するようになったのである。ここにも商用化の段階で企業間の競争体制が整えられるようになったといえるだろう。

1972-1980年の間、韓国半導体企業は、アメリカと日本企業から8件の半導体関連技術移転を受けた。この時点では、まだ半導体製造に本格的に進出していないため、富士通、東芝、AT&Tの系列企業のWestern Electronicsなどから技術導入を受けたが、1982-1986年の間では、53件の技術導入が行なわれたといわれている(朴他、1987; Hong, 2004)。主にウェハー製造に関連する技術であり、アメリカから36件、日本から13件導入しているが、三星が19件を導入し、一番多く導入したとされる(Hong, 2004)。

三星はシャープから16K DRAM技術を、マイクロンから64K/256K DRAMを、そして、シリコンバレーの子会社であるSSI(Samsung Semiconductor Inc.)から64K SRAM, 64K EEPROM, 1M DRAMを、そしてインテルから8ビット、16ビットのマイクロ・プロセッサ関連技術を導入した。その次に、金星(LG半導体)が12件の技術を導入するが、AMDから64K DRAMを、Fairchildから64K SRAMを、UMIから256K/1M DRAM技術を、そしてZILOGから8ビットのマイクロ・プロセッサ技術を導入したのである。現代も金星と類似な技術を10件導入した。

一方、同時期(1982-1990)の韓国半導体企業は、研究開発よりは、主に施設と設備投資に集中

⁹ Mattews, John A. and Cho, Dongsung. (2000), *Tiger Technology: The Creation of a Semiconductor Industry in East Asia*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.

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

したといわれている。例えば、研究開発投資は、投資全体の8.8%から22.7%に過ぎず、ほかはすべての施設と設備投資に集中したのである(Hong, 2004)。

表 1 三星の半導体事業の歴史(1974-1992)

サムスンの半導体の歴史(1974-1992)

1974年12月	経営難に落ちた韓国半導体社の持分50%を取得
1977年12月	ICII社が保有していた韓国半導体社の株式持分を取得
1978年3月	三星半導体株式会社として商号を変更
1978年6月	韓国国内半導体組み立て業界の先頭走者であるFairchild社から「Daebandong工場」を買収
1980年	三星電子は、部品供給体系の確立のための垂直系列化のために三星半導体を吸収合併。
1981年	三星半導体を吸収合併した結果、電子製品中心の半導体製品開発が促進された。その成果として、1981年の新製品カラーTVの核心部品である色信号ICの開発に成
1982年	半導体研究開発力と製造技術力の向上のために、「Buchyon事業所」内に27億ウォンを投入し、半導体研究所を設立
1982年	米国のITTと電子交換機用の半導体技術の導入を締結
1982年	日本のSHARPと、4BITのマイコンの製造技術の導入契約を締結し、工程の改善と製品多様化の幅を広げ、総合的半導体製造技術力を向上
1982年10月	三星電子の半導体事業部を三星の通信企業である韓国電子通信が吸収し、商号を三星半導体通信に変更 (半導体事業と、コンピュータ、通信および半導体の技術導入先である米国のITTと窓口を一元化する目的)
1982-1983年頃	既存の半導体全体に対する市場調査と分析を通して、経済性の確保が容易であり、現在の三星の技術水準で短期間で先進国と競争が可能な製品としてメモリ製品が適合すると判断し、メモリ製品中心に半導体事業を推進することを決定。
1983年12月	最初の量産製品として64Kを選定し、米国のMichron Techと技術提携を通じて、1983年5月から開発を始め、第1段階として64K DRAMの組み立て工程技術を開発。次に、第2段階としてウェハー加工と検査技術まで完全に自ら開発する戦略を立てて、1983年12月1日開発成功を公式的に発表。
1984年10月	256K DRAMの開発成功:64K DRAMの開発成功の後、3ヶ月ぶりの1984年3月256K DRAMの開発が始まり、1984年10月開発に成功。これを契機に、大々的な新製品開発に着手し、DRAM半導体以外に、16K EEPROM、VCR IC、音声合成IC、2
1986年7月	1986年7月16日に1M DRAMを開発成功を発表
1987年	1984年半ばから暴落した世界DRAM市場は、1987年初に米国のコンピュータの景気がよくなり、その間米国と日本の半導体企業は256K DRAMを減産し、1M DRAMに移動したので、1987年後半から256K DRAMの供給が不足し、1M DRAMの量産に遅れた三星にとっては有利な状況になった。 →好況によって総売上高は、1987年2862億WON、前年対比71%、1988年には6700億WON、前年対比134%の成長を成し遂げた →その結果、1988年その間の累積赤字をすべて解決し、1600億WONの
1988年11月	三星半導体通信は三星電子と合併 (三星電子の家電、情報通信、コンピュータと半導体を統合し、各部門が有機的な協調体系を成し遂げるように体制を構築+規模の大型化を通して、安定的な財務構造の構築⇒莫大な半導体投資が可能)
1989年11月	4M DRAMの販売を開始し、1990年初、月当たり100万個くらいの量産
1990年8月	16M DRAMの実験的試製品の開発に成功し、日本企業とほぼ同時に16M DRAMの開発に成功 (16M以前の製品は、米国と日本の先進企業のデザイン、材料、生産ノウハウなどを利用したが、16Mからは独自的に開発した製品)
1991年9月	日立の次に、64M DRAMの実験的試製品の開発に成功
1992年8月	世界最初に、完全動作する64M DRAM試製品の開発に成功

表 2 韓国半導体産業の投資内容と規模(1982-1990) (単位：億ウォン、%)

年度	施設・設備		研究開発(%)		合計(億ウォン)
	億ウォン	%	億ウォン	%	
1982	373	91.2	36	8.8	409
1983	597	86.6	77	13.4	689
1984	2,647	86.8	228	13.2	3,050
1985	3,265	78.6	746	21.4	4,156
1986	2,097	77.3	555	22.7	2,690
1987	2,040	81.7	n. a.	n. a.	n. a.
1988	5,021	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
1989	10,500	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
1990	8,625	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.

出所：Hong(2004) (1982年金額は、1982年以前からの投資金額の合計である)

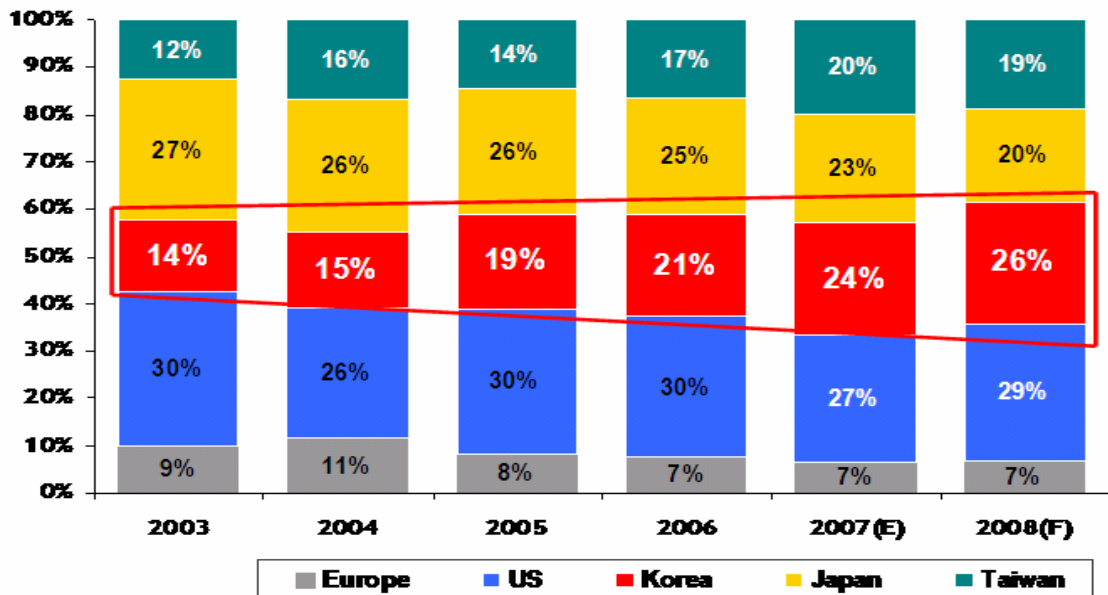
表 3 韓国半導体産業の研究開発投資の推移(1992-1995) (単位：百万\$、%)

年度	売上高	研究開発投資	比率 (%)
1992	3264	426	14.0
1993	5264	725	13.8
1994	8563	912	10.3
1995	16300	1795	11.1

出所：韓国半導体産業協会(1996) ; Hong(2004)

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

図 1 他国と比較した韓国半導体産業の研究開発投資の比率



出所：韓国半導体産業協会(2007)；KOTIS(2007)；NECST(2008.2)

成長発展期(1988-1997)

さらに、成長発展期(1988-1997)になると、韓国半導体産業は、三星が1992年DRAMで日本をキャッチアップし、1993年メモリでも世界1位となる。1982年末半導体産業において、大規模投資を宣言した三星は、米国のマイクロンから64K DRAMのデザイン技術を導入し、日本のシャープからも工程技術を導入した(Hong, 2004)。これに基づき、三星は1983年11月、64K DRAMの量産技術を確保し、1984年末から世界市場に64K DRAMを供給し始めた。同時に三星は256K DRAMの技術開発に突入し、攻撃的な投資によってメモリ事業に本格的に取り組んだ。同時期の韓国半導体企業間の投資パターンの差異が明らかになった。三星が64K DRAMを発売すると、日本企業の牽制によって半導体価格は急落した。1984年4ドルで取引された64K DRAMの価格が、1985年4月には80セントまで落ちて、生産コスト以下を下回るようになった。このようなとき、三星はさらに攻撃的な投資を行ない、256K DRAMの研究開発を行なったが、金星(LG半導体は1999年1月にHynixに統合)は、系列グループ内の家電部門を縮小したし、現代(後、Hynix)もシリコンバレーの現地法人を閉鎖し、国内投資に注力して、自動車部門の内部需要に合わせた生産と投資を行なった。しかし、大宇は投資をそのまま取り消し、結局半導体産業から撤退する。その結果、1986年以降、韓国の半導体産業は三星、金星、

現代の3社体制となり、この3社が韓国半導体産業生産の90%以上を占め、1990年代以降は、韓国の半導体産業が世界舞台に立つ歴史的転機となる。

一方、こうした攻撃的投資戦略の差異によって、3社の中でもDRAM技術開発と量産体制の差異が発生するようになる。つまり、1984年不況のとき、積極的な投資を続けた三星と、そうではなかった金星(LG)と現代に2年ほどの技術的ギャップが発生するようになったのである。積極的な投資によって他社より256K DRAMを先に開発した三星の場合、1986年日米半導体摩擦の影響で日本企業の輸出規制によって現れた米国市場に他社より先に256K DRAMを供給することによって、1987年半導体産業ではじめて黒字を出すようになる(三星経済研究所、1995.10.18)。とりわけ、1991年7月30日、アメリカの新聞に「三星革命」というタイトルで、世界初めて16M DRAMを発売したことに成功し、1992年からDRAM市場で1位となり、未だにそれは続いている(申・張、2006; 朴、2008)。

表4 韓国半導体企業のDRAM製品の量産時期の比較

企業名	64K	256K	1M	4M	16M
三星	1984	1985	1988	1990	1992
現代	1985	1987	1990	1992	1994
LG(金星)	1985	n. a.	1990	1992	1994

出所：韓国半導体産業協会(1995)

また、同時期の半導体産業と関連して、重要な事項は、1989年12月から推進された超VLSI半導体(16M/64M DRAM)共同研究開発事業である。合計予算1900億ウォンのうち、政府が600億ウォンを、残りは民間企業が出演したのである。この共同研究開発プロジェクトは、技術的に遅れた2社(金星、現代)によって強力に推進されたが、三星は参加することにためらったとされる。そのため、三星は製品開発のための技術は、各々開発することを条件にして参加した背景がある。

1986年から1997年までに行われた産・官・学の半導体共同研究開発に対して分析した宋(2005)は、4つの視点で半導体産業の成功要因をまとめている¹⁰。

第一に、韓国政府は、半導体共同研究開発を国家的プロジェクトとして位置づけ、共同研究開発を持続的に維持することによって、DRAMの製品技術や中核的基盤技術を構築し、製品技術と工程技術を飛躍的に推進したとされる。

第二に、半導体共同研究開発の組織と管理の面では、総括機関としての電子通信研究所(現在

¹⁰ 宋娘沃『技術発展と半導体産業』文理閣、2005

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

の韓国電子通信研究院、以下 ETRI)が研究管理の遂行、共同研究開発の事業推進における意思決定、技術管理など政府と半導体企業との調整機能を担ったのである。共同研究開発を推進する上で、技術交流会や評価委員会の活動は企業間の競争を刺激し、半導体技術の向上を促進したとされる。これらの技術交流会、評価委員会を通じて二番手企業である LG 半導体、現代電子産業は多くの技術共有が可能となったのである。

第三に、共同研究開発に対する政府の研究開発費の支援は、メガキャリアー(megacARRIER)ごとに違いはあるものの、40-60%前後を占め、大きな役割を果たしたとされる。研究開発の人材の面では、企業から派遣された人材が圧倒的に多く配置された。それは、半導体企業の研究者を共同研究開発に参加させることによって、企業からの研究者を積極的に育成したことを意味される。

第四に、半導体共同研究開発に参加した企業、研究所が製品開発戦略に従って個別研究形態で推進したため、共通の隘路(bottleneck)技術を共同で研究し、活用する側面は少なかったという指摘もある。

このように、特殊な共同研究開発体制によって、三星電子、現代電子産業、LG 半導体の間の競争が促進されながら、他方では半導体企業間での技術共有が可能となり、韓国半導体企業の技術向上が行なわれたといえるだろう。

韓国半導体産業は、韓国の代表的な幼弱産業である部品産業を興隆させるために、韓国政府主導の産業政策によって始まるようになる。しかし、技術開発の段階では、政府と民間企業をつなげるパイプのために国策研究機関である ETRI の存在と、一定の産業基盤が整えられた後には、企業間の競争環境を整えたことが成功要因であったことがわかる。

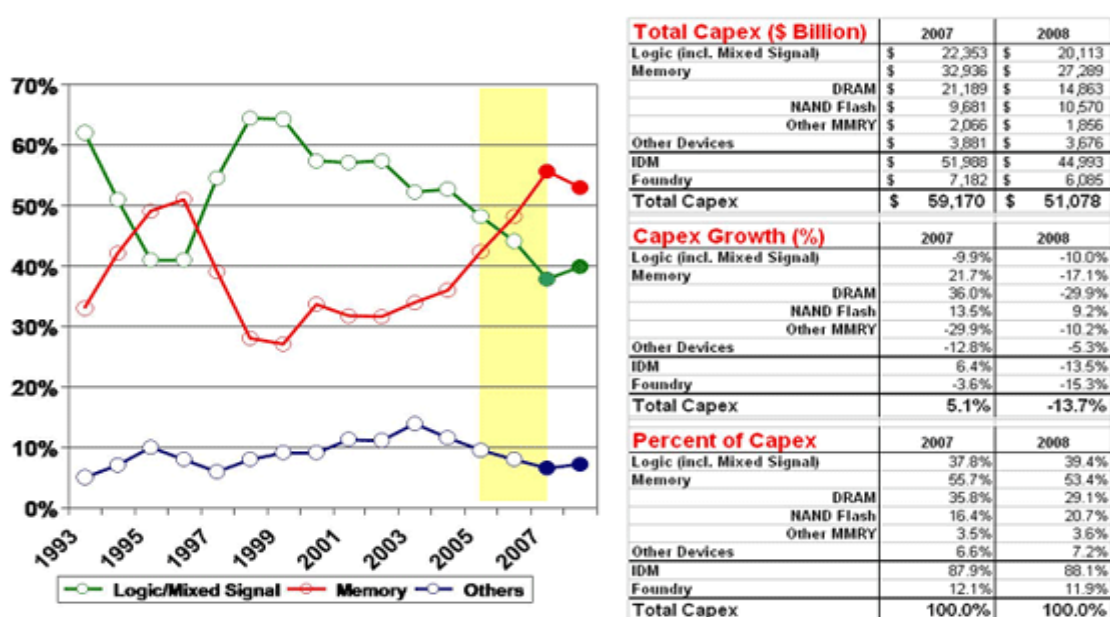
最後に、1997年11月末の通貨危機以降、韓国経済は急速な構造調整の過程を経る。その中で代表的な政策がビッグディール政策である。当時、韓国政府は、世界のメモリ半導体産業で3、4位を占めていたLG半導体と現代半導体を統合することを決定する。韓国政府は、強制的な圧力によって、1999年1月、技術的に優位を示していたLG半導体を、現代に統合させ、社名をHynixにする。しかし、それによって韓国半導体産業の競争力はかえって弱くなったとされる(Hong, 2004)。2001年半導体の不況の影響を受けて、Hynixは15兆ウォンの負債によって破産直前に陥る。同社は、金融機関などによって構成された債権団のもとで海外メーカーに一時売却を検討されたが、ウォークアウト企業となり、独自復活のためのリストラクチャリングを実施し、見事に2004年から復活し、2007年現在世界半導体の7位を占めるようになった。しかし、その過程で、LGの半導体専門人材の相当の数が台湾の半導体業界にスカウトされ、台湾半導体競争力をさらに高めることに寄与したとされる。こういった歴史の上で、2000年代に入り、韓国半

導体産業は、DRAM だけではなく全体のメモリ半導体分野で世界最大の強国として浮上し、さらに2002年にはドンブ電子がAnam半導体の経営権を確保し、ファウンドリービジネスに特化した企業も現れた(毎日経済新聞産業部、2005)。

2.1.2 韓国メモリ半導体産業の競争力評価

ここでは、2007年現在の韓国半導体産業のメインプレイヤーである三星とHynixの競争力を評価し、とりわけ三星のこれまでの戦略を中心に検討する。2007年末、DRAM価格はメーカーの過剰投資による生産量増加とPC販売量の不振によって、2007年の初めから価格下落の現象が続いている。ただ、2008年主要DRAMメーカーの設備投資・生産量の大幅縮小、Flashメモリへの転換によって、2008年下半期から需給均衡見が込まれている。2008年から三星電子(16ライン)とHynix(M11)は新規ラインを稼動し、Nand Flashメモリを生産する予定である。

図2 半導体価格の変化



出所：韓国半導体産業協会(2008. 3. 25)

2007年、韓国企業の営業利益率は、供給量の増加による値下がりなど市場状況の悪化によって、2006年に比べて激減し、10%前後になった。三星は、早い段階で次世代工程(DRAMは68ナノ、Nand Flashは60ナノ)へ転換したにもかかわらず、販価の下落によって営業利益が半分以下になったのである(56%も減少)。一方、Hynixも、市場状況の悪化、66ナノの工程転換の

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

蹉跌、DRAM中心の生産構造などによって営業利益が大幅に減少し、前年対比 82%も減少したのである。

表 5 三星電子とHynixの営業利益の変化(2006-2007年)

営業利益比較	2006年	2007年	増減
三星電子	5.0兆ウォン	2.2兆ウォン	-56%
Hynix	2.0兆ウォン	0.5兆ウォン	-82%

出所：韓国半導体産業協会(2008.3.25)

しかし、世界の市場支配力は、07年上半期基準で、DRAMでは49%(82億ドル)、Flashメモリでは60%(34億ドル)を占めており、圧倒的な位置を占めている。市場支配力の核心である、①適用デザインルール(60ナノ)、②単位工程当たりの生産能力、③単位工程の歩留まり(Yield)で、依然として韓国企業は世界1位の競争力を保有している。とりわけ、特に三星とHynixは、世界メモリ半導体業界の中で、最高の単位工程生産量と歩留まりを確保し、海外競合他社より、Waferあたり30%以上低い製造原価の競争力を保有しているといわれている。例えば、2007年基準の製造原価は、Hynixの700\$や三星電子の800\$に対して、マイクロンとインフィニオンは1,200\$であると知られている。

表 6 韓国半導体企業と外国企業との競争力比較

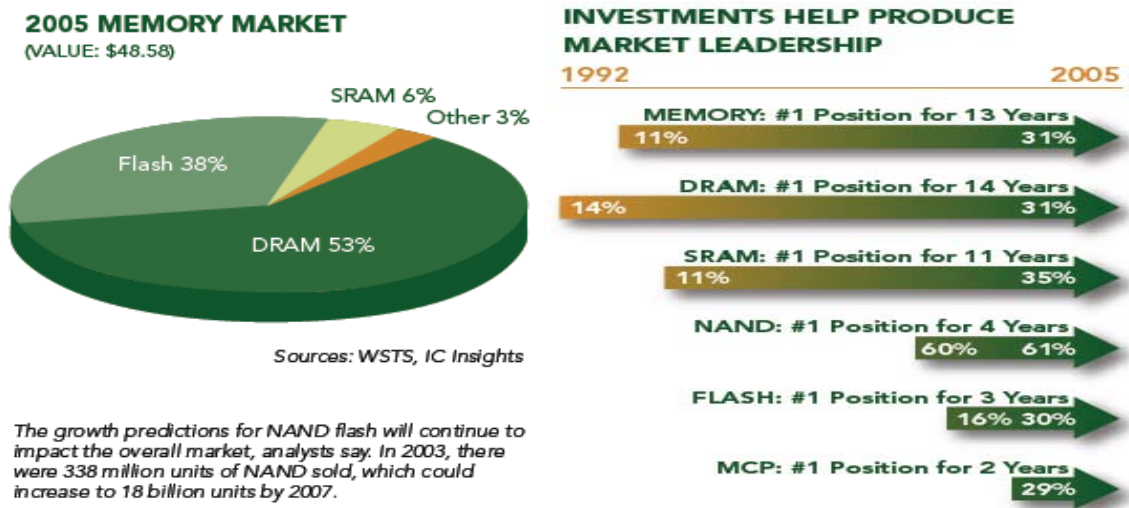
	韓国企業	外国企業
主たるデザインルール	60ナノ	70ナノ
単位工程当たりの生産能力 (8インチ基準)	最大16万枚	5万枚
単位工程イールド	最大90%以上	50-70%
ウェハーあたり製造原価 (07年、\$)	Hynix(700)、 三星電子(800)	マイクロンとインフィニオン (1200)

出所：韓国半導体産業協会(2008.3.25)

ここでは、こうした強力な韓国メモリ半導体産業の競争力の構築について検討する。1992年以降メモリ市場を支配してきた三星の競争力に対して、様々な分析がある。伊丹(2000)は、三星の成功的戦略として、製品戦略としてはメモリへの特化、市場としては、日本があまり注力していなかったアジアへの展開、設備投資や技術開発のために、日本企業を上回る膨大な投資を継続

的に行う果敢な戦略をとり続けたことにあると分析している。もちろん、先述したように、1986年からの日米半導体協定の隠れた受益を受けたことも否めない事実であるが、日本企業がメモリ産業においてアメリカをキャッチアップしてわずか7年ぶりに、韓国企業にキャッチアップされたものの、三星が1993年DRAMの1位、1993年メモリの1位となり、それが崩れていないのには、こうした攻撃投資と日本企業以上の工程革新を行なっていることを意味している。具体的に、三星の半導体事業の全体の実績をみると、三星は13年の間にメモリ分野で、11%から31%へとシェアを伸ばしてきた。三星が、始めて業界1位を達成したのはDRAMである。DRAMでは、14%から31%に、またSRAMでも、11年間で11%から35%とシェアを伸ばし、業界1位を獲得している。さらには、NAND、FLASH、またMCP（携帯やモバイルに載せる半導体）においても圧倒的なシェアを占め、すべて1位になっている(朴、2008)。

図3 三星の半導体の全体の実績



出所：三星電子資料

三星の内部では、自社の強みを製造工程の能力それ自体にあると評価している。加えて、大規模な資本投資が可能であるという点、生産ライン自体が非常に幅広く活用できる点、デザインが優れている点、これらも強みであると評価している(朴、2008)。一方、申・張(2006)は、三星の半導体成功戦略として、迅速で大規模な投資、大量生産体制の模索と新製品開発のスピード競争、生産費用の逡減のための多様な工程革新、技術選択、深化と多角化などを取り上げており、こうしたすぐれた戦略を可能にしたのは、内部コントロールのメカニズム、特にスピード経営を可能にする多角化された組織と、開発と生産とを緊密に統合できる組織のシナジーの創出にあると指摘している。また、Hong(2004)は、韓国半導体の成功要因を政治経済的な視点から分析して市場

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

と国家の効果的な共助体制にあると指摘したうえで、三星などの半導体事業が成功したのは、政府からの資金援助をうまく活用することで大規模な投資が必要な半導体事業を成功に導いたと分析している。

ここでは、先んじた三星の半導体成功戦略のうち、攻撃的投資戦略とともに、大量生産体制の構築と工程革新の技術戦略中心に紹介する(朴、2008)。まず、三星のDRMAにおける投資規模を下記の表に示す。

表 7 三星電子の DRAM 世代別の投資規模

	1M	4M	16M	64M	256M	1G
R&D 投資	30	80	150	300	800	1500
設備投資	350	600	1,300	1,500	2,000	2,500

出所：韓国半導体産業協会；三星電子資料（単位：百万ドル）

*注：月間ウェハの生産 2 万 5 千～3 万枚規模のウェハー設備を基準に計算

日本が 1986 年米国を追い越し、世界最大の半導体生産国になったのは、日本企業らの 6 インチウェハー工場に対して攻撃的投資が大きな役割を果たしたとされる。三星は、日本が 6 インチウェハー施設の競争力で米国に追い越した歴史的事実を教訓にして、ウェハーの世代交代による投資を先んじて行った(申・張、2006)。三星も積極的に、1990 年代に 8 インチウェハー工場への投資を行っていた。例えば三星が 8 インチウェハーに投資した 1990-1991 年に、世界 DRAM 半導体市場は不況であった。この時期に日本企業は日米半導体協定の影響もあり、8 インチウェハーの新規投資にためらったが、三星は 1993 年 6 月 DRAM 業界では最初に 8 インチの量産ラインを造った。全体半導体業界では IBM について二番手であった。これをきっかけにして、三星は 1993 年メモリ部門で売上高 1 位になり、ライバル企業との生産力の格差を広げるようになった。

DRAM のような汎用半導体の場合、ウェハー当たりの生産性が最も重要な競争力要因となる。ウェハー当たりの生産性を高めるためには、①線幅（プロセスノード）を狭めること②ウェハー口径を拡大すること、の 2 つが有効である。このため、DRAM 事業を行う企業は、競って、ウェハーの大口径化を進めたのである。

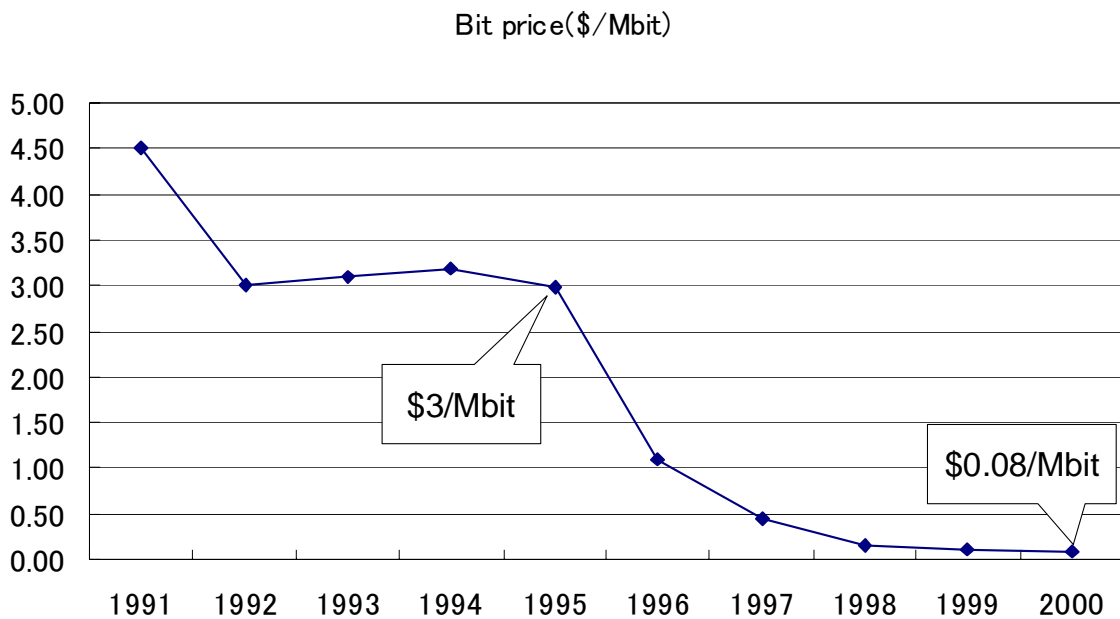
1990 年代の 8 インチウェハー工場の時代までは、ウェハー口径自体が差別化の源泉となり、同じ 8 インチウェハーといっても、正確には異なるウェハー口径を各企業は使用していた。シリコンウェハーの物理的な仕様（寸法、厚さなど）は、各社でばらばらであったのである。

しかし、300mm(12インチウェハー)世代の半導体製造工場・設備の開発は、8インチまでとはまったく異なるアプローチが業界でとられた。300mm ウェハー対応工場・製造設備は、半導体企業と装置メーカーが一体となり、詳細な標準化が行われた。ウェハー口径の拡大につれて、半導体工場への投資額が、急激に高騰した。このため、標準化によって、工場投資を削減しようとしたのである。

この標準化を主導したのは、アメリカと日本の半導体企業であった。300mm 標準化は、1994年に開始され、1997年に完成した。日本の半導体企業には、DRAM 事業を手がける半導体企業が多く含まれていた。韓国・台湾の半導体企業は、標準化の動向を気にしていたが、標準化を主導したわけではなかった。このため、1997年の時点で、300mm 工場投資の準備について、日本半導体企業は、韓国半導体企業よりも18ヶ月程度のアドバンテージがあった。実際にいくつかの日本半導体企業は、300mm 工場投資を開始していた。

しかし、1996年から2000年までは、DRAM 産業の最も不況な年であった。1994年には、想像も出来ないほどに、DRAM 価格は下落していった。

図 4 DRAM の価格変化(M bit 当たりの価格(\$))



(データ出所 : iSuppli)

このため、日本の DRAM 事業を行っている半導体企業は、あまりの DRAM 価格下落を目の当たりにして、1994年の意志決定を再考するようになった。つまり、DRAM 用の 300mm 半導体工場を、

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

できるかぎり早期に立ち上げることに對して、ためらうようになったのである。すべての日本企業が、DRAMの300mm工場を建設する計画を中止した。この結果、1997年には300mm工場に對して、日本半導体企業は韓国半導体企業よりも18ヶ月ほどの技術先行があったといわれているにもかかわらず、日本企業は好機を生かすことが出来なかった。

一方、三星は、1997年初から一部のライバル企業より先にタスクフォース(Task Force)を組織し、12インチ(300mm)パイロット設備を稼働し始めた(申・張、2006)¹¹。8インチの投資のときは、パイロット設備の期間が短い状態で量産に入ったが、12インチの投資のときは長期にわたってパイロット設備を運用し、量産技術に對する確信を持つようになった。最初から設備企業に大量の発注を行い、大幅な費用低減と生産性の向上を図ることができたのである。その結果、三星は、2001年12インチウェハの設備でDRAMの大量生産を始めた。つまり、DRAMはPLCの初期の段階で高く販売することができるので、早い投資による収益の効果は大きかったのである。

表8 ウェハの大きさによる相対的投資費用と生産性

	6インチ→8インチ	8インチ→12インチ
ウェハ当たり製造設備への投資費用	1.4倍	1.7倍
三星電子におけるウェハ当たり製造設備への投資費用+	1.2倍	1.3倍
ウェハ口径拡大に伴うチップ取れ数の拡大	1.8倍	2.3倍

出所：三星電子資料

*注：+の数値は、三星電子が設備を大量購買するため、市場価格より割引された実際の費用に基づく

次に、三星は、デザインから大量生産にいたるまですべての段階でエンジニアたちが一緒に参加し、開発部門と生産部門を緊密に統合した(申・張、2006)。すなわち、開発と生産間の統合度を他の企業より高めたが、これが可能な要因は全世界半導体事業者のうち、唯一に設計と生産が

¹¹ むろん、日本企業も、同時期にパイロットラインを組んでおり、三星のパイロットラインの稼働が決して早くないという指摘もある。たとえば、日本企業のみならず、インフィニオンも、1997年に300mmのパイロットラインを稼働したといわれている。

一箇所で行われる会社という点も有利であつとされる。また、三星式 TF (Task Force) という独自の TF を運用したとされる。つまり、TF を「網方式」で運営し、設計と製造工程が組み合わせられるように組織した。この組織のメリットは、技術的問題点を早く解決できる能力にある。技術的問題を順次的ではなく並列的に解決するシステムを構築したのである。さらに、開発と生産の統合によるパイロットラインでイールド(Yield)を事前に検証できる体制を構築し、大量生産が始まる前の開発段階から量産製品の Yield が分かる体制を構築した。この結果、2001 年 12 インチの生産ラインの量産初期段階から「ゴールデン Yield(80%)」に近接したとされる。さらに、開発と生産工程で収集した細かい情報を集めた広範囲な DB を構築し、新規ラインを造る際に、エンジニアの半分は既存ラインで働いた人々に配置し、既存ラインと新規ライン間に情報が自然に共有するようにした。1994 年からは「MP(Maintenance Prevention)情報大会」を通して情報交換を促進した。

他方、新製品開発のスピード競争でも競合他社より速かつたとされる(申・張、2006)¹²。先述したように、積極的な R&D 投資による開発スピードの向上と、並行的な技術導入と削除 (concurrent development) によって、2 世代だけではなく、3 世代製品らを同時に開発する体制を構築した。

表 9 三星電子の DRAM 開発歴史¹³

区分	64K	256K	1M	4M	16M	64M	256M	1G	4G
開発時期	84.3	85.7	86.7	88.5	89.10	92.8	94.8	96.10	2001
開発費(億 WON)	7.3	11.3	235	508	617	1,200	1,200	2,200	-
開発期間(ヶ月)	10	9	15	20	26	26	30	29	-
日本との格差	4年	3年	2年	0.5年	同一	先行	先行	先行	先行
線幅(μm)	-	1.1	0.7	0.5	0.4	0.35	0.26	0.18	0.13
容量 (新聞枚数)	-	2	8	32	130	520	2100	8400	33600

出所：三星電子資料

*注：最初開発されたとき、適用された回路の線幅

¹² 同世代の DRAM の市場投入時期は、米・日・韓の DRAM メーカー間で 1 年も違いはないという主張もある。

¹³ ただし、表の開発時期は、プロセス開発時期であり、製品開発時期ではない。よって、市場競争力にはまったく関係ないことも否めない事実である。いまだに、市場投入されている DRAM は 512M の世代で止まっている。つまり、1992 年以降、プロセス開発と製品開発の間のギャップが大きくなり、オーバーテクノロジー状態が、1990 年代以降つづいている。しかし、三星の市場競争力を説明する指標が公開されていないため、参考資料としてこちらのデータを引用した。

1 6 M DRAM を開発し、この製品を量産する以前に、6 4 M DRAM の開発を始め、続いて 2 5 6 M DRAM 開発に着手した。その結果、1 6 M DRAM を開発した 2 年ぶりの 1992 年 9 月に世界最初に 6 4 M DRAM 開発に成功し、1994 年 8 月に 2 5 6 M DRAM、1996 年 10 月に 1 G DRAM、2001 年 2 月に 4 G DRAM を続けて世界ではじめて開発したのである。さらに、まだ商用化されなかったが、次世代あるいは次世代の半導体を開発する過程で獲得した技術を現世代の製品に多様に適用した生産工程を構築する。例えば、次世代製品に使用される設計および回路線幅の技術を現世代の商用製品に適用しながら、チップの大きさを画期的に縮めただけでなく、製品の安定性を高めた。

最後に、生産費用の低減のための多様な工程革新を行なったとされる(申・張、2006)。先述したように、次世代技術を適用することでチップの大きさを小さくし、それによって生産費用を低減させる、という能力を構築した。例えば 256M DRAM に現世代(0.13 μ m) デザインルールではなく、次世代デザインルール(0.11 μ m) を適用すると、59%まで大きさを小さくすることができるので、きわめてコストを削減することができたとする。同時に、三星は生産ラインの複合的活用、つまり旧生産ラインから、新製品を作る方法を導入して費用を低減させる工夫をしたのである。1988 年 4M DRAM の生産ラインである 4 ラインの建設が検討される時、三星の李会長はラインの建物を 16M DRAM の量産に必要な 5 ライン用に使用できるように「複層構造」にする方法を研究するように支持したのである。これによって、新規ライン建設の時間を短縮し、結局 16M DRAM の量産で先進国と同一な隊列に立つことに寄与したと知られている(毎日経済新聞産業部、2005)。さらに、日本企業を追撃した 1980 年代後半以降、一つのラインを旧製品から次世代製品まで生産できるように設計し、生産ラインの活用度合いを高めたことも重要な成功要因の一つである。1988 年からは 6 つのラインで 16M DRAM、64M DRAM、SRAM、グラフィックメモリ、フラッシュメモリなどの様々な製品を生産しているが、一つのラインでこれらを作ることができるように、ラインの汎用度を高めたのである。このような生産ラインの複合的活用も非常に重要な成功要因だと言われている(朴、2008)。その他、適切な技術選択、技術の深化、そして製品の多角化、2000 年以降の DRAM の標準化努力(吉岡、2007)¹⁴、経営者のリーダーシップなどが挙げられるだろう。

¹⁴ 吉岡英美(2007)「韓国半導体産業の競争力：DRAM事業の変化と三星電子の優位」、奥田聡編『韓国主要産業の競争力』調査研究報告書、アジア経済研究所、pp.19-47

表 10 三星電子の半導体生産ラインの複合的活用

ライン 番号	初期生産	ウェハの大きさ(inch)	生産開始日	現在用途
1	64K DRAM	4	1984	後処理専用
2	256K DRAM	6	1985	MCU, Logic 製品
3	1M DRAM	6	1988	ASIC, MCU, Logic 製品
4	4M DRAM	6	1989	ASIC, MCU, Logic 製品
5	8 インチウェハ加工ライン	8	1992	ASIC, MCU, Logic 製品
6	16M DRAM, 64M DRAM 64M SRAM, Graphic Memory, Flash Memory	8	1994	Flash
7	64M DRAM, 128M DRAM, Graphic Memory	8	1995	Flash
8	64M DRAM, 128M DRAM, 256M DRAM, Rambus DRAM	8	1996	DRAM, SRAM, Flash
9	64M DRAM	8	1999	DRAM, Flash
10	128M DRAM	8	2000	DRAM, Flash
11-1	128M DRAM	8, 12	2001	DRAM
11-2	256M DRAM		2001	DRAM
12	256M DRAM, 512M Flash	12	2003	DRAM, Flash
S	System LSI	12	2005	Logic 製品
13	512M DRAM	12	2004	DRAM
14	2G, 4G Flash	12	2005	Flash

出所：三星電子資料

*注：MCU(Micro Controller Unit)

2.2 日本のメモリ半導体産業の成功要因

日本において、電子工業、とりわけコンピュータや半導体分野は、通産省(MITI)の産業政策が成功した典型例として言及されることが多い。しかし、産業政策よりも市場の力を強調する意見もある(宇田川・安部、1995)。ここでは、先行研究によって日本の半導体産業の成功要因をまとめてみよう(朴、2008)。

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

まず、伊丹(2000)は、半導体の日米逆転は、典型的な日本のキャッチアップの例であると評価した。そして、3つの理由によってそれが可能になったとする。つまり、日本企業が急速に技術蓄積を行ったこと、そのための長期的な資源投入をできるだけヒトとカネの供給があったこと、日本のキャッチアップを加速するようなイベントが70年代後半から80年代前半にかけて集中的におきたことである。伊丹は、主に技術蓄積において日本政府の役割を提示している。例えば、そのような広範な産業基盤が成熟したレベルで整い始めたのは、70年代後半の超LSI研究組合が通産省のリーダーシップのもとで生まれたことをあげている。1976年、MOSの微細加工技術の確立のために、VLSI研究組合が通産省のリーダーシップのもとで生まれたが、同プロジェクトの成果は、半導体の製造装置技術の開発に貢献したことであった。この組合を中心にして企業間の協力体制が強化され、他産業の企業(たとえば、日本工学)の持つ技術基盤が、半導体製造装置のために利用されるようになったと提示する。しかしこれらの説明は牧歌的であって本質の把握になっていない。

次に、谷(2002)は、半導体産業の成功の日本人の潜在能力からその理由を説明している¹⁵。すなわち、日本人の他国民に類を見ない好奇心の強さ(徳川期のオランダ人の日本人観察、幕末期の米英独人による日本人の特色論に指摘されている日本人の好奇心の強さ)、受け入れの技術水準の存在(1930年代に電子技術を世界水準にまで高めた東北大学の八木秀次はその一例)、新技術を取り入れ、新商品を作り出す起業家の存在(ソニーの井深大やシャープの佐々木正の存在)、日本社会において、「もの作り」軽視思想が建国の太古よりないことを取りあげている。しかし、谷(2002)の分析は、日本の政府の役割に対する分析はあまりなされず、主観的な立場で世界の半導体産業を比較しており、90年代以降の日本の半導体産業の停滞に対して何の根拠にもならない理由を取りあげているのみである。

一方、宇田川・安部(1995)は、日本のコンピュータあるいは半導体産業の歴史は、アメリカのIBMにいかにかキャッチアップしていくかの歴史であり、最も多様な産業政策の恩恵を受けたと分析した。その上で、日本の産業政策の特徴として、10つの項目を提示している。第一に、「つかず離れずの規制(arms-length regulation)」を実行したこと、第二に、政策形成のメカニズムが円滑であったこと、例えば各種の審議会によって業界と政府の意思疎通は円滑であったこと、第三に、資金供給を行ったこと、例えば補助金、各種の優遇税制などの政策融資などがある。第四に、政府主導の研究組合を設立したことである。例えば、半導体技術開発のために、超LSI(VLSI)技術研究組合を形成したことである。この計画の特徴として、半導体それ自体の開発ではなく、その基礎技術や周辺技術の開発を目的としたことが成功の秘訣といわれている。各社は研究組合での基礎技術や周辺技術を基に、製品化で激しくしのぎを削ったのであり、研究組合は決して競

¹⁵ 谷光太郎(2002)『日米韓台半導体産業比較』白桃書房

争を排除しなかった。1988年にアメリカの国防総省の主導の下で設立された同種の研究組合であるセマテック (SEMATEC: 半導体製造技術研究組合) は直接半導体の製造に関わっており、成功できなかったことと対照的である。同組合の下で、日本の半導体企業は、基礎技術では各企業は協力するが、製品化や販売の面では競争する余地を残すことにより、競争関係を減殺せず、効果的な協調と競争のミックスとなったのである。第五に、政府系研究組織の存在である。例えば、研究組合の組織化においては、通産省独自の判断力も必要となるが、とくに電子工業の場合には、郵政省管轄下の電電公社電気通信研究所や、通産省管轄下の工業技術院電気試験所(後の電子技術総合研究所)の存在が重要であった。第六に、産業政策の重要な機能として政府購入が上げられる。とくに電電公社を中心に電子工業に対して大きな需要を喚起するとともに、品質の面でも好影響を与えたとされる。つまり、日本では電電公社の需要がいわゆる電電ファミリー企業を発生させ、日本の需要の性質を決定した。しかし、電電公社は製造部門を持たず、その代わりに「ファミリー企業」と頻繁に接触し、電子工業全体に好影響を与えたことを指摘している。そして、第七に、情報の発信と伝達機能、第八に、強力な保護主義、第九に、振興策の一時的性格、最後に、政治からの独立などを上げている。そして、日本における産業政策の総合的な評価として、政府は市場にプレッシャーをかけ、競争を促進することが重要であり、基礎技術の環境を整えるものの、最終的に企業努力を誘発する政策が必要であると提案した。

実際に、日本の半導体メーカーは、1980年代以降、世界市場において7年間連続してトップの座にあったものの、92年にインテルが世界のリーダーとなり、93年には日本は世界市場シェアの最大の保有国ではなくなった。98年には、わずかに4社が上位10社にランクされており、トップ3には入るのみとなった。しかも1990年代半ば以降、半導体事業で利益をあげる日本企業は皆無である。このように日本の半導体メーカーの後退理由に対して、Porter・Takeuchi (2002) は、これらの企業はすべて、オペレーション効率のみによる競争の犠牲となったと指摘している。つまり、相互破壊的な消耗戦が続いているという。日本の半導体メーカーは、トランジスターからマイクロ・プロセッサまでフルラインの製品をそろえることで、競争に対して自己破壊的なアプローチをとってしまったと評価した。いわゆる差別化競争にならず、同質的競争に止まってしまったことを意味する(宇田川・橘川・新宅、2000)¹⁶。つまり、高い技術を持ちながら、1980年代の成功体験にしがみつき、選択と集中を先送りするというマネジメントの失敗が国際競争力を失ったことも否めない(永井、2003)¹⁷。

一方、小川は、1986年にアメリカに対するキャッチアップで成功した日本の半導体企業が、1990

¹⁶ 宇田川勝・橘川武郎・新宅純二郎編『日本の企業間競争』有斐閣、2000

¹⁷ 永井知美「半導体産業の現状と課題：事業統合・分社化で再生するか」『TBR 産業経済の論点』(No. 03-3) 東レ経営研究所、2003

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

年代になぜ再逆転されてしまったのかについて製品アーキテクチャの視点から日本の半導体産業の競争力低下を説明している (2007, 2008b, 2008d)。フルセット垂直統合型のビジネスに適した 1980 年代までは、日本企業がアメリカのキャッチアップに成功したものの、半導体の微細化がさらに進んだ 1980 年代に EDA のような設計自動化ソフトのイノベーションによってファブレス企業が急速に台頭した。ここから半導体産業のアーキテクチャがモジュール・クラスター型へ転換し、日本企業が競争力を失うようになった。しかしながらモジュール・クラスター型の産業構造になると伝統的なフルセット垂直統合型の企業が半導体ビジネスで劣勢に立つのは、何も日本だけでなく、アメリカでもヨーロッパでの同じように起きた、と主張している。実際に、アメリカ半導体産業で 1960~1980 年代を支配したフルセット統合型の企業は、1990 年代以降の市場から殆ど消えた。むしろ伝統的な垂直統合型の組織能力でここまで半導体ビジネスを維持できたのは日本企業だけではないか。

アメリカでは、1970~1980 年代のアメリカ産業政策で興隆したベンチャー企業が伝統的な垂直統合型企業に代わって半導体産業を牽引し、またオープン・アーキテクチャの IBM PC の登場によって、アメリカのファブレス・ベンチャー企業がファンダリーと一体になって ASIC ビジネス・モデルを創り上げた (小川、2007)。またインテルに代表される半導体企業がパソコンという完成品をオープン標準化によって完全モジュラー型に転換させ、台湾などの NIEs/BRICs 諸国企業をパートナーに新たなビジネス・モデルを作って世界市場を席卷した (小川、2008d)。その他、テキサスインスツルメンツやクアルコムなど、多種多様なファブレス企業のビジネス・モデルが巨大な ASSP ビジネスを生みだし、21 世紀になっても垂直統合型の組織能力を維持した日本の半導体産業をニッチな ASIC 市場に追い込んだのである。顧客と高度な摺り合せを必要とする ASIC の市場では、日本企業が未だに約 25~30% のシェアを維持している。

アメリカでは、オープン環境で興隆した新興のベンチャー企業群が組織能力と製品アーキテクチャとの乖離を埋め、フルセット垂直統合型の企業に代わって ASSP 型のビジネス・モデルを加速させながら 1980 年代後半からアメリカの半導体産業を復活させる。一方、日本企業は、ブラック・ボックス化された摺り合せ型技術で構成される半導体材料や製造装置メーカーだけが、現在でも世界市場で圧倒的なシェアを誇っている。

3. 韓国半導体産業が向かう製品アーキテクチャの変化

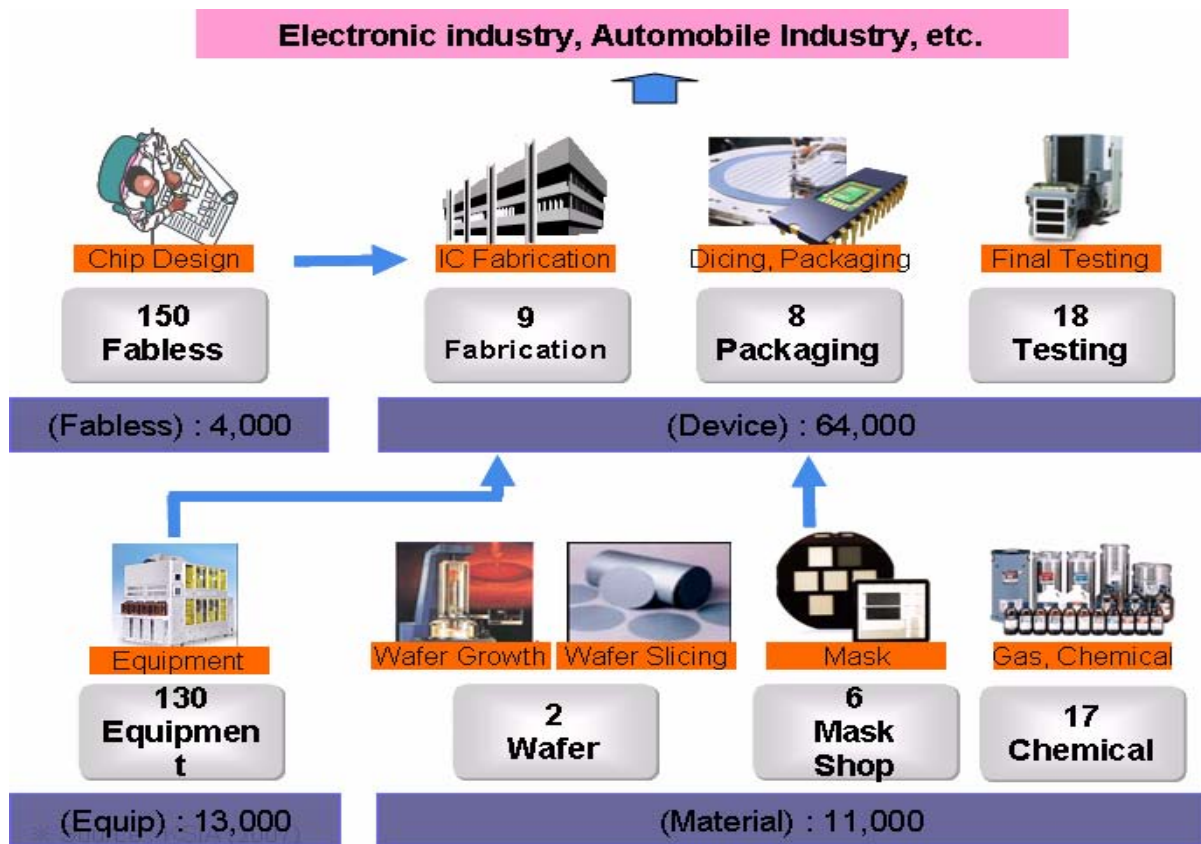
3.1 半導体産業の構造と特徴

半導体は、ダイオード、トランジスタといったネジや釘に当たる個別半導体 (discrete semiconductor) から、これらのネジや釘を使って組み立てられたデータを記憶するメモリ、デジタル信号を計算するロジック、白、赤などの光を発する発光ダイオード、温度、圧力を感知するセンサー、音を大きくするアンプなどがある(明、2006)。一般的に機能・構造に応じて、(1) ディスクリートと呼ばれる個別半導体、(2) 光デバイス、(3) マイクロ波デバイス、(4) センサー、(5) IC (集積回路)、(6) ハイブリッド IC の 6 種類に分けられる。とりわけ、最近使われるシステム L S I というのは集積回路の 1 つで、システム・オン・チップ (SoC) とも呼ばれる。デジタル家電、携帯電話、車載用電子機器など向けに必要な機能を集積した「総合半導体技術」とでもいわれる。また、半導体の約 8 割を占める集積回路 (IC : Integrated Circuit) には、メモリ (揮発性・不揮発性メモリと分かれ、DRAM, SRAM, NOR Flash Memory, NAND Flash Memory, Mask ROM, EPROM などがある)、ロジック系の区分があり、さらにロジック系には、Micro component (MPU, MCU, MPR, DSP)、Logic IC (フルカスタム IC とセミカスタムであるセルベース IC や P L D (Programmable Logic Device)/FPGA のような特定用途向け IC の A S I C、DVD レコーダーで使われる M P E G 2 コデック IC などのように特定用途向け標準 IC の A S S P など)、アナログ IC (スタンダードリニア、ミックスドシグナル) などが含まれる。

こうした半導体産業のプレイヤーには、大きく I D M (Integrated Device Manufacture: 総合半導体企業)、設計専門ファブレス企業 (design house)、前工程製造専門のファウンドリー (Foundry) 企業、後工程のアセンブリ、パッケージ中心の組立企業などに区分される。I D M は、半導体設計から、ウェハを加工する前工程、生産されたチップをリードフレーム上でアセンブリ・パッケージ化し、テストまでの後工程のすべてを行なう総合半導体企業である。韓国では、S A M S U N G と H Y N I X がここに属している。

一方、半導体産業をより広く捉えると、半導体製造の後方産業である半導体装置、半導体材料、周辺装置 (クリーンルーム、自動化設備など) などに構成されている。こうした半導体を利用する、いわゆる半導体産業の前方産業としては、電子産業、情報通信産業、自動車、機械産業などがある。2007 年現在の韓国半導体産業の規模は、輸出がおおよそ 400 億ドル、輸入が 300 億ドル、装置材料の輸入が 100 億ドルである。韓国半導体産業はメモリデバイス (従事者 : 64000 人) に集中しており、ファブレス (従事者 : 4000 人) はその 10 分の 1 にも至らないのが現状である。

図 5 半導体産業の構造

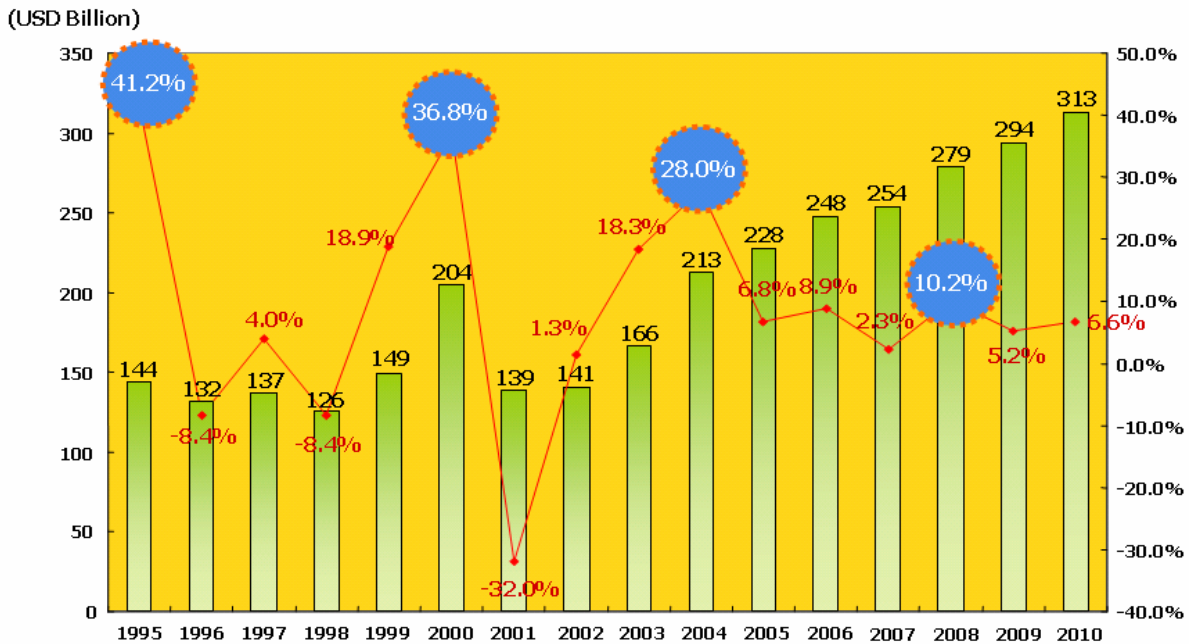


出所：韓国半導体産業協会(2007)；NECST(2008.2)

次に、半導体産業の特徴について考察する。ここでは、韓国半導体をリードしている総合半導体企業を基準にして整理する。半導体産業は、ほかの産業と比べると、いくつかの特性があるといわれる(Hong、2004)。第一に、半導体産業は膨大な投資を必要とする大規模装置産業である。とりわけ、メモリ半導体の製造分野は、持続的な研究開発投資のみならず、施設と設備の投資にも莫大な投資が必要だといわれている。1982 年下半期に半導体産業に参入した SAMSUNG の場合、1987 年まで全く利益を得られない状況でも莫大な投資を行なったことがあり、1983 年に半導体産業に参入した現代電子(現在、HYNIX)も 1993 年になってはじめて、黒字となった歴史がある。第二に、半導体産業は技術発展のスピードが非常に速い高リスク産業である。初期には 3-4 年サイクルで新製品が現れたが、2000 年代に入ってからでは 2-3 年サイクルで新製品が登場しており、量産と研究開発を同時に行なわなければならない産業となりつつある。第三に、半導体産業は、投資のタイミングを的確に捉えて、量産体制をライバル企業より早期に確保することが成功のポイントとなる産業である。例えば、1980 年代まで DRAM などのメモリ半導

体分野では日本企業が圧倒的に優位を占めていたが、1990年代からは韓国のSAMSUNGなどにその優位を渡したこともこうした特性によると考えられる。第四に、半導体産業は前後方の連関効果の大きい知識社会の基盤産業であると同時に、高付加価値産業である。例えば、半導体の材料費の割合は、10%以下であり、コンピュータ、家電、通信産業に比べて圧倒的に有利だといわれている。第五に、半導体産業は景気変化に敏感であり、埋没費用が大きい半面、価格の動きが激しい産業である。先述したように、韓国半導体企業の主流であるメモリ半導体の価格は急速に下落しており、2000年代になって収益性が悪化されているのが現状である。その他、半導体産業は、時間との競争が重要であり、社会間接資本への依存度が高く、秘密も多い産業であるといわれている。

図 6 半導体産業の4年ごとのシリコンサイクル



出所：韓国半導体産業協会(2007)；WSTS(2007)；NECST(2008.2)

3.2 製品アーキテクチャ視点からの半導体産業の歴史

世界半導体産業の歴史を大まかにまとめると、3つの逆転で説明できる。半導体産業は、1970年代に日本がかなり大きな存在となってくるまで、基本的にアメリカの産業であった。アメリカがそもそも半導体産業を生んでおり、その後も半導体メモリー、マイクロプロセッサ(MPU)など、ほとんどすべての半導体の主要製品の開発と基本技術の形成は、アメリカ企業によって行

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

なわれた。しかし、日本の半導体産業は、生産高の面ではアメリカに早い段階でかなり追いつき、1970年代の初期からアメリカの6割程度の生産を行なった（伊丹、2000）。さらに、1980年代の半ばからメモリの汎用DRAMの需要が高まり、1986年には日本の半導体産業の世界シェアがアメリカを抜いて1位になったのである。ただし、その仕様はインテル社が決定し、次々と新しいDRAMの開発、膨大な生産設備投資を日本半導体産業が強いられるようになった（三輪、2001）¹⁸。それを受けて、アメリカの半導体産業はより付加価値の高いPCのMPUやその周辺および画像処理などの半導体の開発に力を注ぎ、1993年には再逆転して、アメリカが世界のトップになった。2回の逆転と再逆転が起きたのである。

一方、80年代の後半から急成長した三星などの韓国メーカーは、DRAM市場において、1992年日本企業を逆転し、90年代以降日本の半導体産業は厳しい局面に陥るようになる。伊丹(2000)は、韓国の対日逆転は、産業全体での逆転ではなく、半導体メモリの中の最大売上製品のDRAM分野において、韓国企業の三星電子が日本企業を抜いて世界のシェアをとったという、企業レベルでの限定的な逆転である。また、台湾は、1990年代以降、ファウンドリービジネスを通して、世界半導体産業において存在意味を出している。

しかし、逆転の歴史の中で米国と日本企業は、非メモリのSystem LSI (SoC)などに力を入れるようになった。とくに、米国はファブレスベンチャー企業を中心に汎用ASSP市場を支配してきたが、日本企業は設計と生産の分業化の動きの中で、最先端機能を持つ高級デジカメ用途など、オープン環境で流通しにくいASICでは確かに世界最高レベルのプロセス技術を生かして成功した。その結果、日本半導体企業は、オープンなグローバル市場へ展開する上でセット側の付加価値を取り込む仕掛け作り、すなわちビジネス・モデル側のイノベーションを必要とする汎用ASSPでは、欧米企業はもとより台湾企業にすら完敗したとされる（小川、2007）。

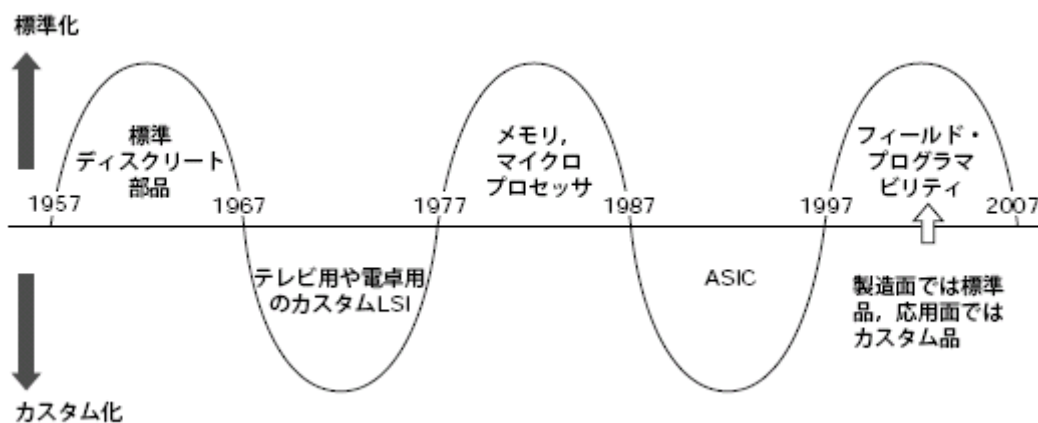
一方、韓国や台湾に視点から見れば、半導体デバイスの基本的な技術体系はすべて1980~1990年代に欧米や日本から供与された事実がある。したがって、韓国と台湾企業は、米国と日本の先進企業に追いつくために、半導体の特定産業に特化して、巨大投資を行なったり、また国を挙げての新規技術の導入に対する柔軟な税制を含む優遇政策を取り入れることで、キャッチアップに成功したといえるだろう。もちろん、三星電子に見られるように、日本企業を上回る膨大な投資を継続的に行なうすぐれた戦略とともに、政治的な要因も影響しているといえるだろう。1986年からの日米半導体協定の隠れた受益を受けたことも否めない事実であろう（伊丹、2000）。

一方、牧本(1991)は、半導体産業のトレンドとして、10年サイクルで「標準化」と「カスタム化」を繰り返す「牧本ウェーブ」を提案する。牧本は1986年に、半導体業界では1950年代後

¹⁸ 三輪晴治(2001)「半導体産業におけるアーキテクチャの革新」藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣、pp.73-100.

半以降、「標準化（固定的な機能）」が台頭する傾向と「カスタム化（柔軟性のある機能）」が台頭する傾向が10年サイクルで交互にやってくると指摘した。この予測の中で、柔軟性に富むマイクロプロセッサの時代（1977～1987年）から固定的なASIC（application specific integrated circuit）の時代（1987～1997年）に向かった後、フィールド・プログラマビリティの時代（1997～2007年）に向かうだろうと読んでいた。このような「牧本ウェーブ」の時代区分の実際の時期については異論もあるが、現段階では、ASICの時代からフィールド・プログラマビリティの時代へ向かうという予測は確実なもののように思われる（Albert・Gary、2004）¹⁹。牧本ウェーブによると、現在は1997年ころから始まる標準品時代の真ただ中にある。製造手法としてFPGA（field programmable gate array）を共通に採用し、アプリケーション別にカスタム化を図っているという分析である。2007年以降に来るのは「カスタム化」の波であり、2007年から2017年までの10年間で、現在のデジタル家電の中心デバイスとなっているSoC(System on Chip) /SiP(system in package)の延長にある「自動化SoC/SiP」の時代になると予測されている（日経エレクトロニクス、2004.2.6）²⁰。しかしながらビジネスの当事者であってこれらを予想できた人々がなぜ日本の半導体産業の長期衰退を放置したかについても、今後の研究が必要である。

図 7 半導体の牧本ウェーブ



出所：Electronics Weekly(1991.1)；Albert・Gary（2004.9）

¹⁹ Albert Wang・Gary Banta(2004.9)「ユーザ側でカスタム命令を追加できる汎用コンフィギャラブル・プロセッサを開発-標準化とカスタム化を繰り返す“牧本ウェーブ”に乗る」Design Wave Magazine 2004 September、pp.98-107.

²⁰ 日経エレクトロニクス(2004.2.6)【DesignCon 速報】「牧本ウェーブ」のソニー・牧本氏が語る「2007年に来る次の波」

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

他方、三輪(2001)は、ビジネス・アーキテクチャの視点から、半導体産業の歴史を6時期に分けて説明している。つまり、半導体メーカーの製品が、「標準汎用・オープン」、「専用・クローズ」が周期的に交代して支配的となり、変化していると主張している。また、半導体産業を構成する各部門(システム開発、半導体設計、半導体製造、半導体設計ツール、半導体製造装置)が、垂直統合構造から、独立・オープンな専門化のビジネス・モデルに変化していることを指摘している。

表 11 半導体産業の時代的構造変化

年代	1960	1970	1980	1990	2000
主要産業	大型コンピュータ、防衛産業	大型コンピュータ、ミニコンピュータ	ワークステーション、PC	PC+通信	インターネット、デジタル家電
半導体製品	トランジスタ、TTL	IC部品	MPU、メモリ	ASIC	SoC、IP+プログラムソフト
ビジネス・モデルの特徴	集積度の低いもの	集積度の高いもの(設計パニック)	ASICビジネス・モデル(サインオフ)	システムLSI(設計パニック)	IPの再利用、SOCプラットフォーム、プログラマブルプロセッサ(上流でのサインオフ)
標準オープンと専用クローズの区分	標準汎用・オープン	専用IC・クローズ	標準汎用・オープン	専用LSI・クローズ	汎用IP・専用プログラム

出所：三輪(2001)

第1時期は、トランジスタ部品時代(1950-1960年)であり、1945年、真空管を使った最初のコンピュータとしてENIACが完成された後、1947年トランジスタが開発されて以来、半導体産業はしばらく真空管を置き換える個別半導体、トランジスタ部品の時代に入った。この時期に、TI社が開発したTTL(Transistor Transistor Logic)部品が標準部品として普及した。この時代の半導体は、部品として、中身はブラック・ボックスであるが、インプットとアウトプットが明確になれた「オープン」の標準汎用製品であったと区分された。当時は、電子回路は手設計で、トランジスタ、TTLという小規模な個別半導体という生産形態が、半導体の「標準部品ビジネス」というモデルをもたらした。

第2時期は、大型コンピュータ時代(1960-75年)であり、1959年、T I社のキルビーによりICとして半導体が開発されたことにより、I B M、D E C、N E C、富士通、日立等の大型コンピュータに半導体を適用する動きが始まったのである。同時期には、①コンピュータというシステムの開発、②その半導体の設計、③半導体の製造、④設計の自動ソフトウェア(EDA: Electronic Design Automation)の開発、⑤半導体の製造装置まで、すべてコンピュータメーカーが自身で垂直統合的に行なう企業が多かった。そのため、技術の間の互換性もなかったし、EDAについても、設計の達人が存在しており、まだスタートしたばかりであり、メーカー別のクローズなシステムであったのである。

第3時期は、ミニコンピュータ、IC半導体部品の時代(1970-80年)であり、半導体技術の大きな進展により、コストが下がり、コンピュータが普通の民間の企業にも入って使われたとされる。同時期に、ミニコンピュータやワークステーションの市場が急速に伸びて、各企業は、他社との差別化のために、自分専用のMPUを開発してワークステーションの製品を出すことによって、専用・カスタム半導体の時代となった。しかし、装置産業に膨大な設備投資を必要とするため、単に自社のシステム製品用の半導体のみを対象としていては事業として成り立たなくなるので、システム部門を別の組織にする動きはあったものの、フルセット垂直統合の形態は維持されたとされる。

第4時期は、ワークステーション、パソコンの時代(1980-90年)であり、半導体技術の進歩により、微細化がさらに進み、高性能と低価格を実現するものの、半導体の設計はますます複雑化され、設計の自動化を内部で行なうことが難しくなったので、EDA産業が独立するようになった。例えば、アメリカにおいて半導体設計ソフトのEDA開発を専門にする、Calma, Applicon, Computer Visionなどのベンチャー企業が1970年代の末から80年代の始めに現れた。そして、1980年代に入り、Mentor, Daisy, Valid, Cadence, SynopsysがEDAメーカーとして現れた。

また、半導体製造装置、テスターも半導体垂直統合メーカーから分離するようになった。同時期は、これまでの垂直統合の形態が、インテルの働きによって、水平分業に変化するようになるのが特徴である。もともと、1971年、日本の電卓メーカーであるビジコン社の要請で、インテル社が4004という蓄蔵ソフトのMPUを開発したが、インテル社は自らムーアの法則を提唱し、汎用MPUを供給することで、世界のPC市場の発展をドライブしていった。つまり、インテル社のMPUは、PCアSEMBリーメーカーがこれを使うためのインターフェースは「標準汎用」にして、MPUの中身の電子回路はクローズにしたのである。その結果、PC用のメモリ半導体のDRAMの急速に増加し、1986年日本企業が世界半導体シェアにおいて、アメリカを抜いて1位となることに貢献した。

第5時期は、パソコンと通信の時代(1990-2000年)であり、新しいビジネス・モデルとして、

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

専用半導体の A S I C (Application Specific) が登場し、システムメーカーと半導体メーカーの仕事を明確に切り分け、特定用途、特定顧客向けの半導体を効率よく設計開発、製造する動きが盛んであった。そのため、半導体の製造と設計が分離し始めたことで、台湾のファウンドリーというビジネス・モデルを推し進めたのである。ここには、アメリカのベンチャー企業を中心としたファブレスメーカーの出現と半導体の微細化の要因が大きく影響していた。当時、システム指向の新しい半導体を提唱し、例えば画像処理を中心とした N e o m a g i c 社等は半導体を自分で設計し、その製造のみを日本や台湾の製造業者に委託したとされる。また、半導体の微細加工が進むことで、設計と製造の切り分けが変わり、それをいち早く察知した台湾半導体メーカーが製造引き受けメーカーとしての仕事の切り分けを明確にし、その上で使用するライブラリーを自分の製造プロセスにフィットするように洗練することで、歩留まりを飛躍的に高め、大手の半導体メーカーの製造コストより安く作ることに成功したのである。その結果、垂直統合型の産業構造から水平分業型への転換が行なわれたのである。

第 6 時期は、デジタル家電の時代(2000 年以降)であり、デジタルネットワーキングの中でデジタルコンシューマー化が進み、半導体の SoC (System on Chip) 化を加速している。デジタル家電産業で先んじてきた日本のメーカーはデジタル家電のメカトロを含めたシステムノウハウを豊富に持っており、デジタル家電の SoC に必要な I P (Intellectual Property) を多く持っていたが、その価値あるノウハウが、ビジコン社がインテル社に依頼したように、アメリカの企業に流れてしまった歴史的背景がある。しかし、2000 年代以降の時代では、半導体の論理合成設計も配置・配線を同時に計算しながら設計しないとイケないし、システム設計も半導体の論理、配置・配線をはじめから考慮に入れた上で設計されなくてはならないのである。したがってこれからの半導体企業のビジネス・モデルは、特定分野のシステムの研究開発をしながら、システムメーカーに必要な SoC を開発しないとイケないので、これまでの水平分業と異なる形態になると考えられる。つまり、設計資産である I P の汎用化の現象とともに、設計と製造の統合化という状況が同時に進行されている。1995 年までの半導体産業は、半導体製造装置と I P が一体化された「クローズ」であったが、台湾企業のファウンドリービジネスの登場によって、I P と製造が分離する「オープン」に移行した。その結果、半導体メーカー以外の世界の多くの人たちが、いろいろと新しい I P を開発し、提供することになった(三輪、2000)²¹。

最近の DVD、VTR、パソコンのような製品から分かるように、近年のエレクトロニクス産業構造はモジュール・クラスター型へ転換されている(小川、2008b)。とりわけ、1970 年代までプロセス型産業の代表といわれた半導体産業でも、デジタル・テクノロジーが介在しはじめた 1980

²¹ 三輪晴治(2000)「半導体設計標準 V S I A の成功要因」新宅純二郎・許斐義信・柴田高編『デファクト・スタンダードの本質』有斐閣、pp.139-154.

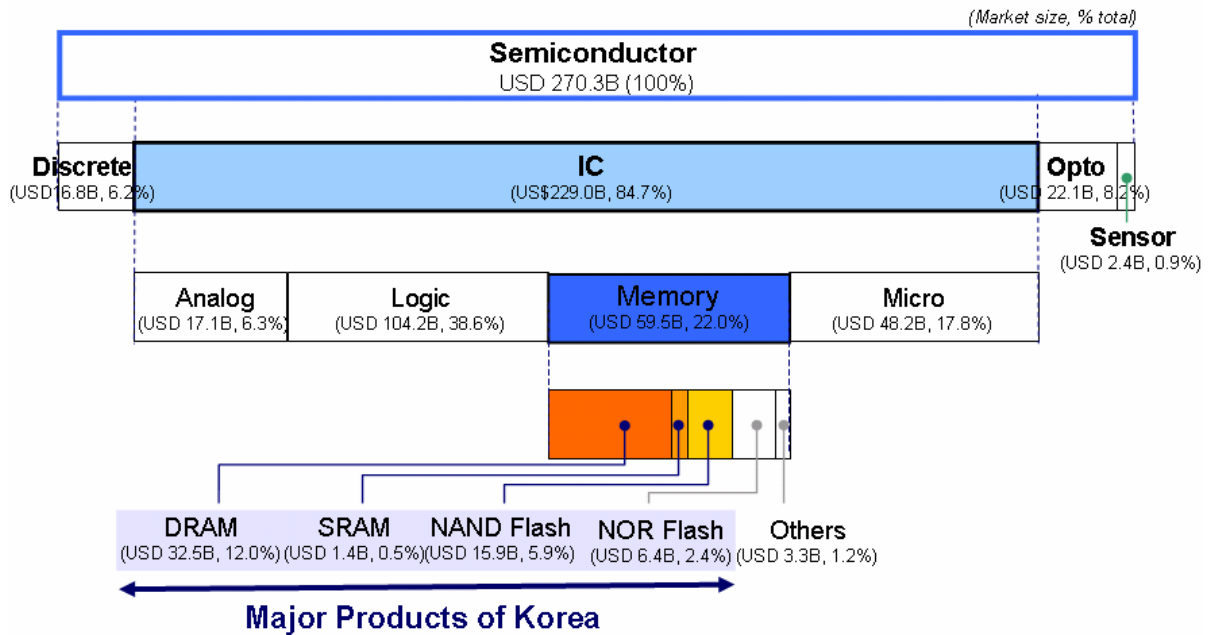
年代から VTR や DVD 産業と類似の現象が起きている。上記で検討したように、1960~1980 年代のフルセット統合型の半導体産業が、1980 年代の中頃から IC Chip を設計して使う企業と IC Chip を量産する企業へ別々になり、分業化が進んだ。ここから半導体産業が 1980 年代にモジュール・クラスター型へ転換したのである。このように半導体産業を垂直分裂させたのがオープン環境の標準化である。先述した EDA 設計ルールの標準化がこの流れを加速させていた。さらに、DVD や携帯電話などの完成品側の人半導体技術を全く知らなくても自動設計できる仕掛け、あるいは半導体デバイスの設計者が製造プロセスを全く知らなくても設計できる仕掛け（ソフト・マクロ+論理構成ツール+自動配置配線ツール）のプログラム言語が 1998~2000 年ころに完成したが、このタイミングで欧米はもとより台湾、中国やシンガポールでも多種多様なファブレスが興隆し、現在では半導体業界で大きな影響力を持つようになった。例えば、アメリカのクアルコム(CMDA 携帯電話の Chipset で世界を支配)も、またテキサス・インスツルメント(GSM 携帯電話の Chipset で世界を支配)さえも 1990 年代の後半に起きたこうした潮流を最大限に活用しながら、市場支配力と利益の源泉を同時に創出しきたのである(小川、2008d)。

マイコンや SystemLSI などの半導体デバイスは、我々が気づかない深部で製品設計や組立・製造はもとより、グローバル社会の歴史的な構造変化さえも誘発する人工ゲノムとなった。“組織は戦略に従う” (チャンドラー、2006) という 20 世紀の経営環境から、“組織はアーキテクチャに従う” (小川、2008c, 2008d, 2008e) という時代へ 21 世紀にパラダイム・シフトする兆候が、ここから顕在化する。日本のエレクトロニクス産業がこのような設計・製造環境に転換したのも 1990 年代の中期から後期であり、研究開発力や設計・製造などの技術力よりもむしろビジネス・モデルの方が、利益の源泉構築や市場支配力を強化する上で極めて重要な役割を果たすようになった。企業組織のあり方が製品アーキテクチャに大きく左右される“組織はアーキテクチャに従う”という経営環境が、実は人工ゲノムとしての半導体デバイスによってもたらされたのである。

4. 韓国半導体産業の現状(メモリ半導体からロジック半導体へ)

本節では、メモリ半導体のキャッチアップに成功し、1997年 IMF の通貨危機を経ながら、IT 産業においてめまぐるしい成長を成し遂げた韓国 IT 産業の成長産業の両軸の一つである半導体産業の現状について検討する。

図 8 韓国半導体産業の全体比重

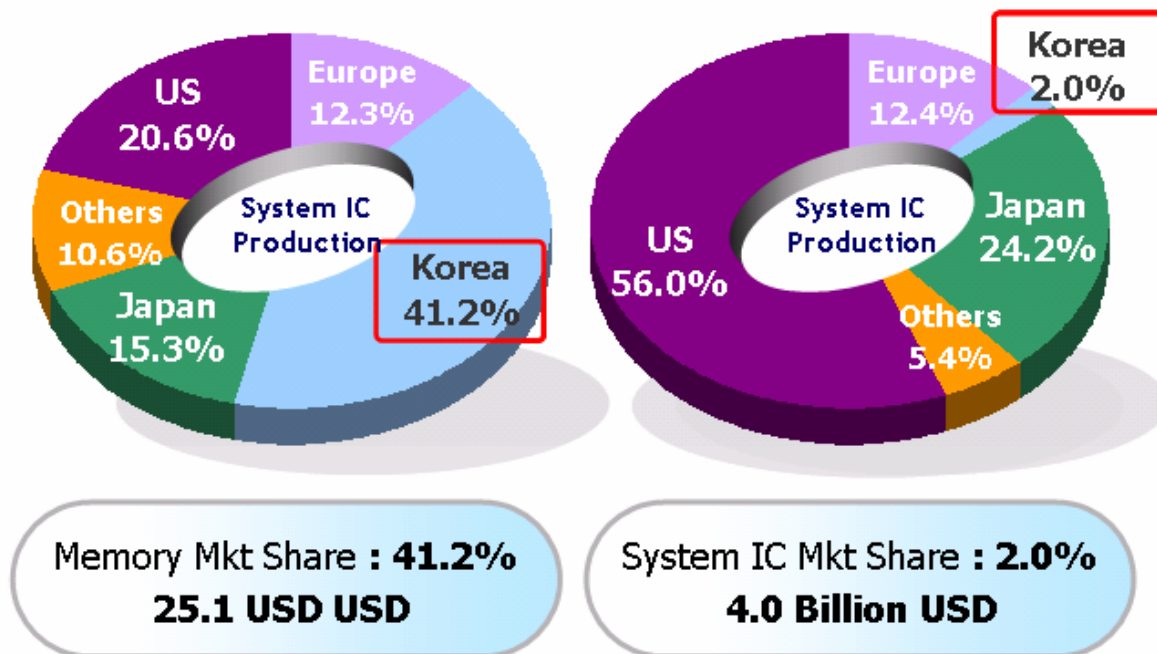


出所：韓国半導体産業協会(2007)； Gartner (2007)； NECST(2008. 2)

先述したように、韓国半導体産業は、メモリに集中しており、世界メモリ市場の 50%を占めている。そのため、メモリ半導体に特化した研究開発が行なわれ、メモリ技術の発展によるメモリ関連製品が増加してきた。最近では、モバイル製品市場の成長によって、NOR Flash などモバイル製品用のメモリによって収益性を上げている。

しかし、非メモリ分野では、ほぼゼロに近いといえるだろう。例えば、2007年世界の全体半導体市場のうち、11.3% (29.7 Billion USD) を占めているが、メモリでは、41.2%に対して、非メモリのシステム IC では、2%に過ぎないのが現状である。

図 9 韓国半導体産業のメモリと非メモリ半導体の割合



出所：韓国半導体産業協会(2007)；NECST(2008.2)

次に、韓国のファブレス産業の現状をみてみよう。韓国のファブレス産業は、世界市場に占める割合は、1%前後であり、非常に脆弱な産業である。技術競争力の面でも、アメリカを100にした場合、韓国は23に過ぎないといわれている。こうした状況は、台湾の51.4、日本の25.4にも及ばない状況である。また、ファウンドリーの場合も、世界トップである台湾を100にした場合、米国の26、日本の17.9にも及ばず、12.5の競争力を持っているとされる。

図 10 世界市場に占める韓国ファブレス産業の現状

	(USD Billion)				
	2003	2004	2005	2006	2007(E)
World	21.3	28.8	32.8	35.7	37.9
Korea	0.6	0.9	1.2	1.3	1.4
Market Share	2.8%	3.3%	3.5%	3.7%	3.7%

出所：韓国半導体産業協会(2007)；NECST(2008.2)

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

ただし、最近5年間の推移をみると、ファブレスベンチャーを中心に、急速に成長しており、こうしたベンチャー企業の成長によって韓国ファブレス産業の将来が決まってくると考えられる。

次に、半導体製造装置産業の現状を検討する。世界の装置産業に占める韓国の割合は、17-18%くらいであり、決して高くないのが現状である。とりわけ、半導体の装置の輸入比率は、80%を超えており、海外装置メーカーへの依存度が高い。その中でも、米国、日本メーカーへの依存度が高い。

図 11 世界市場に占める韓国装置産業の現状

	(USD Billion)				
	2004	2005	2006	2007(E)	2008(F)
World	30.1	32.9	40.5	41.7	41.0
Korea	5.2	5.8	7.0	7.4	7.3
Market Share	17.2%	17.6%	17.3%	17.7%	17.8%

出所：韓国半導体産業協会(2007)；S E M I (2008)；NECST(2008. 2)

さらに、半導体の材料産業をみると、海外依存度は深刻である。世界材料産業に占める韓国材料産業の割合は、2005年以降延びているというものの、5%前後であり、非常に微々たるものである。しかし、2004年までは材料の国内供給量が輸入量を上回ったものの、2005年以降から輸入依存度が50%を超えている。半導体材料の殆どは、日本からの輸入である。

図 12 世界市場に占める韓国材料産業の現状

	(USD Billion)				
	2004	2005	2006	2007(E)	2008(F)
World	27.9	31.0	35.6	42.2	46.9
Korea	3.6	4.2	5.0	6.0	6.6
Market Share	12.9	13.5	14.0	14.2	14.1

出所：韓国半導体産業協会(2007)；NECST(2008. 2)

5. 韓国と日本の半導体産業の比較と今後の展望

ここでは韓国と日本のメモリ半導体産業の成功要因を比較してまとめてみよう。韓国の半導体産業は、日本の半導体産業以上にメモリ・ビジネスに偏っており、ASSPはおろか、ASICとの比較もならないレベルである。現在、韓国のSoCとファウンドリー部門のシェアは5%以内だといわれている(inews24, 2007.9.26)。2007年米国、日本、EUと比較した資料によると、韓国半導体産業の規模が明らかである。半導体の先進国は、システム半導体に早期に進出し、主力産業として育成したとされる。例えば、進出時期を比較すると、アメリカは1970年、日本は1975年、台湾は1980年、韓国は1990年となっており、SoCに対する投資が遅かったのが最も大きな原因の一つである。また、先述したように、装置や材料においても、韓国半導体産業は脆弱である。韓国の装置・材料業界は、源泉技術の不在、信頼性確保の不十分、設備投資能力の不足などで世界的な企業として成長するためには限界があるとされる。例えば、装置企業の中世界50位以内の企業はゼロであり、材料企業も20~30位レベルに留まっている。

表 12 2007年の国家別半導体産業の規模（単位：億ドル、%）

	メモリ	非メモリ	装置・材料	合計
米国	125(20.6)	1,435(57.9)	285(35.1)	1,845(47.3)
日本	93(15.3)	501(20.2)	335(41.2)	929(23.8)
EU	75(12.3)	259(10.5)	93(11.4)	427(10.9)
韓国	251(41.2)	36(1.5)	78(9.6)	365(9.4)

出所：韓国半導体産業協会(2008.3.25)

それゆえ、ここでは、韓国企業が世界競争力を維持しているメモリ半導体産業の歴史と競争力を中心に比較し、今後の両国の戦略について展望する。韓国と日本の半導体産業の成功要因を比較すると、まず、両国の半導体産業は、日本がアメリカにキャッチアップするために日本政府主導で育成策が始まったと同じく、韓国もアメリカと日本にキャッチアップするために半導体産業を育成したのである。つまり、両国ともすでに開発されているアメリカと日本の半導体技術を学習し、先んじて半導体を開発したアメリカに肩を並べるようになったキャッチアップモデルである(朴, 2008)。

次に、政府の役割をみてみよう。韓国の半導体産業は、韓国の代表的な幼弱産業である部品産業を打開するために韓国政府主導の産業政策によって始まった。そのため、最初の産業政策的に

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

参入制限を設けつつ、競争力のない国内企業の技術力をあげるために各種の優遇政策と技術開発投資などの環境を整えた。とりわけ、日本がアメリカをキャッチアップしたことを学習し、大規模投資で発生する投資リスクの大きいウェハー製造業に財閥企業の進出を促進させるために、日本の通産省のリーダーシップのもとで生まれた VLSI 研究組合の技術開発のように、1986 年まで 4 億ドル規模の長期低利の公的資金を投入したのである。

日本の場合も、上記の VLSI 研究組合を形成したり、各種の制度的環境を整えたりしたことは否めない事実である。「つかず離れずの規制(arms-length regulation)」のもとで、円滑な政策形成のメカニズムの構築、補助金、各種の優遇税制などの政策融資などの資金供給、政府主導の研究組合を設立などがあげられよう。

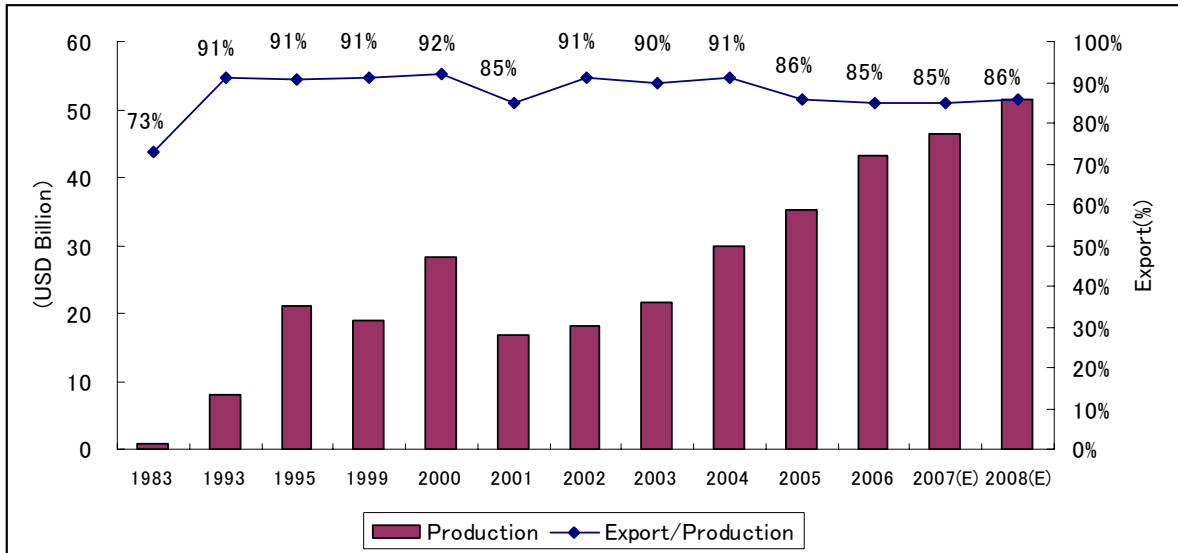
しかしながら、両国とも一方的に政府主導で行われたのではなく、民間との調整のために研究機関の存在があった。韓国では、政府研究機関である ETRI による技術開発における民間企業間の調整が行われたように、日本でも電電公社電気通信研究所や、通産省管轄下の工業技術院電気試験所によって調整が行われた。

両国とも源泉技術に対する国内企業の競争力が育成されてから、企業間の競争環境を作り出したことも見逃せない。韓国の場合、半導体共同研究開発に参加した企業、研究所が製品開発戦略に従って個別研究形態で推進したため、共通の隘路(bottleneck)技術を共同で研究し、活用する側面は少なかったが、逆にそれが商用化のために競争環境を整えたこととなったと考えられる(宋、2005)。日本の場合、基礎技術を共同開発してから、各社は研究組合での基礎技術や周辺技術を基に、製品化で激しくしのぎを削ったのであり、研究組合は決して競争を排除しなかった。

このように両国におけるメモリ半導体産業の成功要因はほぼ同様な道を歩んだことが分かる。つまり、日本は最初のキャッチアップのモデルを提示する立場であったが、韓国の場合は、隣人効果によって、日本のキャッチアップモデルを真似したことは明らかである。

なぜ 90 年代以降日本の半導体産業だけがグローバル市場で競争力を落としたのであろうか。表面的にみれば確かに Porter and Takeuchi (2002) が指摘したように、相互破壊的な消耗戦を続けて差別化競争にならず、同質的競争に止まってしまったこともあるだろう。あるいはこれまで言われてきたように、国内市場を重視したかあるいは最初から海外市場に絞ったかの違いもあるだろう。確かに日本の場合には最初に国内市場を念頭に半導体デバイスが開発されたが、韓国の場合は内需市場が存在しないために最初から輸出に頼らなければならなかった。それが意味では成功の一つの要因であったといえるだろう。国内市場がない現状から、専ら輸出に頼り、いち早くグローバルマーケットで戦う体力を築くことが出来たともいえるだろう。

図 13 輸出指向の韓国半導体産業



出所： Hong (2004)； KSIA(2007)； KOTIS (2007)； NECST(2008. 2)から修正作成

*注：三星、現代、LG、大宇、韓国電子と、組立のANAM半導体を合計した数値

しかし、筆者らは、1990年代の中期から完成品の設計にデジタル技術が深く介在し、製品アーキテクチャを瞬時にモジュラー型に転換させた（小川、2007, 2008b）という点に本質的な原因があると考えている。製品アーキテクチャがモジュラー型に転換したことによって、半導体デバイスを最も多く使う日本の完成品が巨大なグローバル市場で勝ちパターンを作ることが困難になり、狭い日本市場に閉じ込められてしまったからである。そして半導体デバイスも国内市場からグローバル市場へ飛躍することが困難になった。デバイス製造プロセスのノウハウが製造設備の内部へ Turn-Key-Solution として分散カプセルされる時期から、製造ときめ細かな顧客対応に経営資源を集中させた台湾系のファウンドリーが台頭した。さらには台湾系のファウンドリーを活用しながら、ASIC でなく価格優先の汎用 ASSP に特化した企業やファブレスも急速に台頭し、ここから日本企業の市場シェアが下落の一途を辿った。半導体産業がモジュール・クラスター型の構造へ転化するタイミングで、それまで技術蓄積が少なかったアジア諸国企業にビジネス・チャンスが生まれたのである。

日本の半導体産業は、ゲートアレーの IC モジュール化を経て ASIC への道を歩みはじめ、DRAM に次ぐ大きな市場を 1980 年代の後半に生み出したが、日本の半導体デバイス・ベンダーの多くは、1980~1990 年代の DRAM や ASIC のファウンドリー・ビジネスに組織能力が最適化（あるいは過剰適応）し、セット側のノウハウを取り込むための組織能力を持ってない状態のままで 1990 年

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

末から System LSI ビジネスへシフトした(小川、2007)。1990 年代後半から日本企業は、上記の組織能力にトラップされたままで System LSI (SoC: System On Chip) ビジネスへ転換したが、これが結果的に日本の半導体産業を更に深刻な状況に誘導したことのように思われる。設計データを顧客側に用意させるという ASIC のビジネス・モデルによって、逆に製造プロセス以外の付加価値、すなわち完成品(セット側)に近いアプリケーション側のノウハウを半導体メーカーが内部に取りこめないグローバル分業体制が出来上がったからである。ここで成功体験を積んだ工場側の人々が 1990 年代中期以降の日本で半導体グループの幹部になり、System LSI に必要とされるビジネス・アーキテクチャと組織能力との乖離が更に大きくなったと思われる(小川、2007)。

DRAM で日本企業に取って代わったのは韓国企業であり、また ASIC とその延長にある ASSP では、台湾のファウンドリーと欧米のファブレス(設計専用企業)が分業しあって大きなシェアを持つに至った。この構図はフルセット垂直統合型の GE, RCA, IBM などに代わって単機能ベンチャー企業型のマイクロン、インテル、モトローラ、テキサスインスツルメンツ、クアルコムなどが台頭したのと同じ経営現象であった。

表 13 韓国と日本の半導体産業の比較

区分	韓国	日本
成功モデル	キャッチアップ型	キャッチアップ型
キャッチアップの契機	1986 年日米半導体摩擦	1976 年 VLSI 研究組合の形成
政府主導の産業政策	51%持分の制限、 技術開発投資、	各種の制度、補助金、 VLSI 研究組合
研究機関の存在	韓国電子通信研究院 (ETRI)	電電公社電気通信研究所や、通 産省管轄下の工業技術院電気 試験所
産業政策としての競争政策	ある	ある
国内市場状況	輸出指向	内需市場の競争力確保
産業の脆弱性	メモリ半導体に特化	ASIC ビジネスにトラップ

台湾 TSMC など世界最大のファウンドリーも、2005 年ころからアプリケーション側(デバイス設計側に近いレイヤー)にいる IP ベンダーやファブレスとの協業を強く打ち出し、セットや半導体デバイス側の付加価値を取り込むビジネス・モデルへ転換させようとしている。単純ファウンドリーへの特化だけでは、設備投資を長期に支えるために必要な巨額の利益獲得が難しくなってきたのである。1970 年代から 1997 年まで日本型経営をモデルにしていた韓国のエレクトロ

ニクス企業は、単に技術モジュールを取り込むだけでなくその背後にある設計思想やノウハウの理解に多くの資金を使った。

しかし、三星を筆頭にした韓国半導体産業は、10年以上メモリ半導体においてその競争力を維持しているものの、今後は重要な選択の岐路に立たされていると考えられる。半導体市場調査機関の iSuppli は、韓国の DRAM 競争力は 2010 年まで喪失され、台湾・中国企業中心に再編される可能性が高いと展望した (inews24, 2007. 5. 29)。

そのため、2000 年代に入り、チキンゲーム (Chicken game) の最中にあるメモリ・ビジネスの限界から脱皮するため、韓国の三星電子は、メモリ (主に DRAM) だけに偏っている半導体から、非メモリ分野の売上を拡張しようと戦略を変えている (連合ニュース, 2008. 2. 1 ; inews24, 2008. 2. 1)。しかし、先述したように、韓国の半導体産業は、ASSP のみならず、ASIC ビジネスにおいてもほぼゼロに近い。一抹の可能性は、ベンチャー企業の隆盛であるが、統合と分業を繰り返す半導体産業の特徴を見極めて、それにいかに対応するかが両国の半導体産業の大きな課題であると考えられる。2000 年代に入り、韓国政府は、IP 開発およびデータベース構築のために努力を始めたといわれる (李, 2007)²²。例えば、韓国政府は、2006 年 5 月初の韓国ソフトウェア振興院 (KIPA) の IT-SoC 事業団を韓国電子通信研究院 (ETRI) 所属の IT 融合・部品研究所に移管する手続きを完了した。この移管に伴って、SoC 産業振興センターを新設し、SoC 産業の支援を本格的に始めている。これまでは SoC 分野に対する国家研究開発事業課産業に対する支援事業は遂行体系が分離・運営されて相互間の連携が足りなかったといわれた。しかし、SoC 産業振興センターの出帆を通じて SoC 企業などは、ETRI が長い間蓄積してきた IP (半導体設計資産) など技術的ノウハウを易しく共有することができるようになり、技術移転による試作品製作で試験・検証及びマーケティングなどのすべての産業サポートサービスを受けることができるようになる (朴, 2008)。

²² 李サンホン (2007) 「煙突なしの工場、半導体 IP 産業」、Embedded World 2007, Techworld., pp.72-81.

6. まとめと今後の課題

本稿では、製品アーキテクチャの視点から韓国の半導体産業の歴史を取り上げて、韓国と日本の半導体産業の発展モデルを検討した。分析結果をまとめると、韓国の半導体産業は源泉技術を持たず、キャッチアップ型の成長を展開したのである。このようにキャッチアップ型の産業発展を展開するためには、いかに先進国の技術を取り入れるかの問題が大きな課題であると考えられる。半導体産業の技術開発のように戦略提携や先んじて技術がはやっている地域の自国人材を活用する方案もあるだろう。一方、CDMA 開発のように、商用化の前段階の技術を短時間で購入して活用する方法もある。三星電子は、こうした能力が得意であるといわれている。つまり、デジタル時代、さらにはユビキタス時代には、時間がカネであり、カネで購入できる技術なら多くの時間をかける必要がないという戦略を持っている。日本企業は、欧米に劣らず高いものづくり技術を保有している。しかし、その技術の活用、つまりビジネスへ活かす能力は下手であるとも指摘されている。韓国の IT 産業の発展モデルは、韓国のように成長しようとする後発国家にもよいモデルになるかもしれないが、隣人国家である日本の企業や政府の戦略にも示唆するところがあるだろう。

半導体産業を製品アーキテクチャの視点からみると、イギリスの ARM 社の IP ビジネスのように、統合と分業のサイクルをうまく活用する企業こそ成功する可能性が高いと考えられる。その意味で、韓国企業はこれまでメモリに特化したビジネス戦略が長く成功させたかもしれない。一方、日本の IDM は、2000 年代に入り、ビジネスエリアを絞ったり、統合したりして、競争力の強化を図った。しかし、ソニーのように完全に水平分業のビジネスに特化する企業もあるものの、依然として松下、東芝などのように IDM として徹底する企業も見られる。どちらが将来生き残るかは、即断するのは難しいが、現実的に日本企業の中に、IDM 戦略を依然として駆使する企業が多く、IDM の特徴や SoC の将来の発展を考えると、分断攻略戦略よりは、SoC の技術と事業においては、「統合と最適化」がより戦略的な重要性を増すという主張もある。

今後の研究では、フルセット型の垂直統合を追及する IDM と、ファブレスやファウンドリーのように垂直分業を追及するモデルとの比較を通して、製品アーキテクチャによるそれぞれのビジネスモデルの成功ポイントを提示していきたい。

参考文献

(英文文献)

- Lee, Eunkyong (2003) “Socio-economic Impacts of Successful R&D Results in Korea”, Ministry of Science and Technology, Policy Study, 2002-23(April).
- Mattews, John A. and Cho, Dongsung(2000) *Tiger Technology: The Creation of a Semiconductor Industry in East Asia*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Park, Y.W. and Hong, Paul(December 2006) “Korean IT Industry and Platform Leadership : A Comparative Study with Japanese Experiences,” Asia Academy of Management Fifth Conference in Waseda University.

(和文文献)

- Albert Wang and Gary Banta (2004) 「ユーザ側でカスタム命令を追加できる汎用コンフィギュラブル・プロセッサを開発-標準化とカスタム化を繰り返す“牧本ウェーブ”に乗る」, *Design Wave Magazine*, 2004年9月号, pp.98-107.
- 伊丹 敬之(2000) 『日本産業の3つの波』NTT出版.
- 宇田川 勝・橘川 武郎・新宅 純二郎 編(2000) 『日本の企業間競争』有斐閣.
- 小川 絃一(2007), 『製品アーキテクチャのダイナミズムを前提にした日本型イノベーション・システムの再構築』東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, MMRC-J-184, 2007年11月、 http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC184_2007.pdf
- 小川 絃一 (2008a) 『製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案』東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, MMRC-J-204, 2008年3月、 http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC184_2007.pdf
- 小川 絃一(2008b) 『我が国エレクトロニクス産業に見るモジュラー化の進化メカニズム』「赤門マネジメント・レビュー」7巻2号,
<http://www.gbrc.jp/journal/amr/index.html>
- 小川 絃一(2008c) 『21世紀の人工ゲノムとしての半導体デバイス』「赤門マネジメント・レビュー」7巻5号, <http://www.gbrc.jp/journal/amr/index.html>
- 小川 絃一(2008d) 『我が国エレクトロニクス産業に見るプラットフォームの形成メカニズム』「赤門マネジメント・レビュー」7巻6号, <http://www.gbrc.jp/journal/amr/index.html>
- 小川 絃一(2008e) 『21世紀の人工ゲノムとしての半導体デバイス』、映像情報メディア学会 (I T E) 年次大会予稿、2008年8月28日

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

- 香山 晋(2006)「半導体産業に見るイノベーションと経営課題」所収 榊原清則・香山晋編『イノベーションと競争優位』NTT出版, pp. 198-237.
- 宋 娘沃(2005)『技術発展と半導体産業』文理閣.
- 谷 光太郎(2002)『日米韓台半導体産業比較』白桃書房.
- 張 秉煥(2005)『韓国電子・IT産業のダイナミズム：グローバルな産業連携と三星の世界戦略』
- チャンドラー.A(2004),『組織は戦略に従う』、有賀裕子訳、ダイヤモンド社
- 朴 英元(2008)“韓国半導体産業の歴史と企業戦略”，同志社大学ワールド・ワイド・ビジネス・レビュー第9巻第2号, pp. 186-207.
- ポーター.M・竹内弘高(2002)『日本の競争戦略』ダイヤモンド社.
- 永井 知美(2003)「半導体産業の現状と課題：事業統合・分社化で再生なるか」『TBR 産業経済の論点』(No. 03-3) 東レ経営研究所.
- 日経エレクトロニクス(2004. 2. 6)、【DesignCon 速報】「牧本ウェーブ」のソニー・牧本氏が語る「2007年に来る次の波」, 日経エレクトロニクス, 2004年2月6日号.
- 三輪 晴治(2000)「半導体設計標準V S I Aの成功要因」新宅純二郎・許斐義信・柴田高編『デファクト・スタンダードの本質』有斐閣, pp. 139-154.
- 三輪 晴治(2001)「半導体産業におけるアーキテクチャの革新」藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣, pp. 73-100.
- 吉岡 英美(2007)「韓国半導体産業の競争力：DRAM事業の変化と三星電子の優位」所収 奥田聡編『韓国主要産業の競争力』調査研究報告書, アジア経済研究所, pp. 19-47.
- 三輪 晴治(2000)「半導体設計標準V S I Aの成功要因」新宅純二郎・許斐義信・柴田高編『デファクト・スタンダードの本質』有斐閣, pp. 139-154.
- 三輪 晴治(2001)「半導体産業におけるアーキテクチャの革新」藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣, pp. 73-100.
- (韓国語文献)
- Hong Sunggul (2004)「韓国株式会社の解体と半導体産業の発展過程の政治経済」所収『国家と産業競争力：情報通信産業発展の政治経済学』, 国民大学校出版部, pp. 47-113(韓国語).
- Kim Jungeon and Jung Hyunjun (2005)「IT産業の両極化現況と政策方向」, KISDI Issue REPORT(12. 5) (韓国語).
- 高精敏・林栄摸・朴成培(2006)「三星経済研究所創立20周年特集(Ⅰ)韓国産業20年の歩み」SERI CEO Information, Vol. 560(7. 5) (韓国語).

申璋燮・張成源(2006)『三星半導体世界一等秘訣の解剖－‘First Mover Advantage’創造の戦
略と組織』三星経済研究所(韓国語).

張成源・金ボムシキ(2001.8)「半導体と韓国経済」三星経済研究所 Issue(韓国語).

電子新聞(2005)「IT産業の成功と危機、再跳躍」,2005年12月26日(韓国語).

毎日経済新聞産業部(2005)『半導体の話』ez-book(韓国語).

李サンホン(2007)「煙突なしの工場、半導体 I P 産業」、Embedded World 2007, Techworld.,
pp. 72-81(韓国語).