

日本の半導体企業の浮沈に関する産業組織論考察

堀内 俊洋* ・ 坂本 進**

*早稲田大学政治経済学術院教授

**早稲田大学大学院経済研究科博士課程

2010年1月

〈 目 次 〉

序論	1
第1節 理論的なフレームワーク	3
1-1 研究開発モデル	3
1-2 参入時期をめぐる企業間競争	4
1-3 民間企業と政策当局の連携モデル	5
第2節 IO変化の各ステージの理論考察	7
2-1 JAPAN INC. 意識	7
2-2 明白なトレンド変化	8
2-3 各時期区分の理論的解釈	9
第3節 長期的観点からの理論的考察	16
3-1 戦略競争と市場成果	17
3-2 自国企業と当局の暗黙的な連携	19
3-3 雁行形態行動	20
第4節 理論的諸考察の全体的含意	22
4-1 政策と R&D における役割	23
4-2 雁行形態モデル, プロダクトサイクルモデル	25
4-3 国際化産業政策の要諦	26
第5節 結語	27
参考文献	29
図表	32

序論

本稿は、日本の半導体企業の浮沈に焦点を当て、1970年代後半以降、21世紀初頭の2008年末までのおよそ30年間における、この国際化した産業組織の変化とその背景、原因、望ましい政策のあり方を、産業組織論の枠組みの下で理論的に探ることを目的とする。

もとより、産業組織（以下、IOと略称）とは、ある当該産業における参入済企業および潜在的参入企業間の競争と協調の関係およびそこにおける当該産業の政策当局の関与である。本稿はそのような競争と協調および政策枠組を半導体産業（以下、SIと略称）の大局的な実態を通して理論的に見ているものである。以下、本論に入る前にこれまでの代表的な既存研究について脚注で紹介しよう^{*1}。それらと本稿の論点との大きな違いは、産業組織論の枠組みを前面に出しながら、当該産業における日本メーカーの浮沈を考察している点である。つまり、IOという総合的なアプローチを重視し、SIにおける競争と協調との関係および民間と当局の依存関係を議論しているのである。さらに加えれば、それらの論点を日本のみならず国際的な配置で取り上げているのである。

産業の範囲は、このSIが一つの典型として挙げられるが、国際化し、その産業の資源配分の効率性は国際的な視点から考察されるべきであるが、個別国の政策当局の影響は良くも悪くも、国際的なIOの下でも自国メーカーに結局は意図的に集中する。その波及過程で国際的組織を通じて政策は世界各国のメーカーにも影響を与える。本稿はこのような、グローバル化した産業におけるナショナリスティックな競争メカニズムをも問題意識とするものである。

本稿の構成は以下の通りである。まずこの序論で、問題意識を幾分敷衍させている。この敷衍を踏まえながら、次の第1節では、考察の枠組みをいまいし抽象的に解説する。いわば本稿の理論部分に相当するが、決して数式で問題点を矮小化させるような試みではなく、むしろ、この産業の組織の変化が、どのような企業（参入済および潜在的参入企業、以下、これらをライバルと総称する）のどのような戦略でもたらされたか、その時に、個別国の政策当局が国際化しているはずの産業に対していかなる環境設定をしていたか、の二つに絞って議論する。

¹ 日本の半導体産業の実情と台湾をはじめとする海外勢との比較について清水(2006)はきめ細かく整理し、実態分析の最も優れた展望論文である。本稿の主要テーマである研究活動との関連で、藤村(2004)は「米国では1990年代以降、論文を書く人が減って特許を書く人が増えたため、業績が向上したが、日本企業では論文を書く人も特許を書く人も共に減少した結果、知識創造能力そのものが縮小している」と述べている。新宅(2006)は、2000年代に東アジアの新興企業が日本企業を凌駕したことの要因として日本から輸出された先端部品・装置の重要性を強く指摘した。池田(2003)は、先端部品・装置も手がけていた日本の半導体産企業が統合型経営に固執し、水平分業型に変化していく世界の半導体産業に適応できなかったため凋落したことを分析した。関連する重要な歴史的な分析として、湯之上(2004)は日本の半導体企業は大型コンピュータを想定した過剰品質の半導体を生産してきたことにより、一時は世界市場をほぼ独占することに成功したが、安く作るための技術が劣っているためコンピュータのダウンサイジングに伴う安価な製品では台湾・韓国との競合に敗れたと論じている。これら民間企業の経営戦略に大きな影響を与えた産業政策に関して、榊原(1981)は超LSI技術研究組合による技術革新への貢献を高く評価した。蔵田(2002)はこの研究成果が応用産業分野に与えた効果については疑問を呈している。本稿後半の論点と関連する半導体貿易摩擦について土屋(1995)は日米半導体貿易協定が日本の半導体市場に与えた構造変化を分析して、その影響を重視している。なお、英語文献に関しては、日本の半導体に特に焦点を当てているわけではないが、関連すると思われるものをいくつか付記しているので、参照されたい。

第2節は、前節で示された理論的な枠組みを踏まえたこの国際的な半導体産業組織（以下、SIO）の変化を大まかに時期区分する。その時期区分は、日本のSIで1970年代後半に実行され国際的に注目された政策枠組である共同研究組合活動の変遷とも対応する。議論を出来る限り簡潔化させるための整理であり、現実の変化がこのように明快に区分されているということを主張するものではない。主眼は、それぞれの時期において、本稿の目的の論点からいかなる組織変化の特徴があげられるかを論じる点にある。理論編の現実組織への応用編ともいえる節である。

第3節は、これら個々の時期を通史的に捉え、SIの競争メカニズムの統一的なそして理論的な考察を目指す。そこでは、IO変化、ライバル企業間関係、政策当局の行動や政策意図、を総合的に取り扱う。主な論点は、組織の変化が、いわば能動的にもたらされてきたという点である。ただし、それはライバル企業と当局の戦略的な意図によってもたらされてきたものだが、ほとんどのプレイヤー（ライバルも当局も）の戦略的な目的は長期的には未達に終わっているともいえる。それはこの産業の再編成が2000年前後から相次ぎ、その一方で当局の関与は、時代が新しくなるにつれ、縮小され限定されていることから推測できる。このような状態をこの節で考察している。

第4節は、このようなSIO変化の経験を踏まえ、望ましい政策、つまりIO論の枠内における政策であるが、それがどのようなものであるべきかを考察する。IO論とは、当該産業における資源配分の非効率性を是正するための政策枠組を示すことであるが、この節でその点を検討するわけである。論点は二つに分けている。第一は、半導体が全産業にとって鉄に変わる「産業の米」といわれることと対応し、もう一つはSIそのものを部分均衡的に捉える論点である。

そして第5節が本稿の結論である。この産業の技術的ポテンシャル、その技術を支えるアカデミック分野での国際的な取組、そして世界の関連プレイヤーの研究開発や戦略もある程度想定はするが、結論はあくまでも2008年末時点でのものであり、IO論の動的な考察から本稿の議論を要約、結論とする。

さて、本稿の各節の議論に入る前に、本稿の全体としての問題意識を幾分敷衍しておこう。この産業のプレイヤーは大きく三つに分けることが出来る。日本の半導体企業、アメリカの半導体企業、そしてアメリカおよび日本を後から追いかけてきた極東アジアの半導体企業の三つである。言うまでもなくアメリカが先発企業国である。ヨーロッパの企業もアメリカ企業と比較すると後発ではあるが、世界の中ではアメリカ企業群に含める。日本企業群はアメリカ企業群を目標に様々な組織アイデアを投入、キャッチアップに成功してきた後発企業群である。そして極東アジア(台湾と韓国)の企業群は、それら両者の企業群

と当局の経験をつぶさに観察、自らの戦略に反映させてきた後発企業群である。^{*2}

これら三つの国の政策当局の影響は良くも悪くも国際的な I/O の下で自国の半導体メーカーに意図的あるいは裁量的に集中し、国際的組織を通じて世界各国に波及してきた。^{*3} 日本の半導体企業は、先発と後発に挟まれ、しかし現実の局面ではそのような間隙に追い込まれているという認識が、近年の国際的な再編成が本格化するまではほとんどなかったといえる。もちろん、日本の政策当局にもそのような競争組織変化の認識は、結果的にはともかく、政策立案場面では常に後追的であったといえる。

ここで、I/O とは何か、というそもそもの論点を思い浮かべる必要があるだろう。I/O とは、競争と協調の関係、バランスであった。この枠組みにおける日本の半導体企業にとって最大の特徴は、協調についての当局主導のアイデアであり、工夫であった。いわゆる研究組合である。それは日本における競争と協調の関係を決定した大きな存在であった。本稿は、この組合活動を再考察することによって、日本の半導体企業の浮沈に関する I/O 論から見た考察を改めて行ったものといえるのである。

そして、今日の世界では、このような SI の国際的な競争・協調関係は、その他の産業においても、ほぼ共通する面がある。それゆえ、本稿のこの考察から、われわれは今後の先端的産業の行く末を展望、政策枠組み提言にも資することが可能と思われるのである。

第1節 理論的なフレームワーク

本節は、I/O 論の枠組の下で SI の組織の変化を考察するための理論的なフレームワークを述べる。I/O 論はミクロ経済学の応用であるが、理論枠組は決して一通りではなく、識者によっていわゆるモデルは多種多様である。このことを踏まえ、本稿で取り扱う SI の組織の最も重要な基盤である研究技術開発に焦点を当てた理論的枠組を見ていくものである。

1-1 研究開発モデル

I/O 論における研究開発（以下、R&D と略称）モデルは、大きく二つに大別できる。第一は、開発成果が先発者に独占されるケースである。いわばスポーツにおけるトーナメント競争で、トップのみが報奨を手に入れることが出来、それ以外はいかなる努力を払ってい

² たとえば韓国半導体企業の代表が三星電子であるが、この企業は歴史的にみると韓国通信→三星半導体→三星電子の再編成を経た後、2009年の世界半導体売上で第二位、特にDRAMでは1992年以降第一位である。その他にハイニックス、東部亜南電子などもある。すでに紹介した新宅（2006）の分析にあったように、韓国・台湾企業は超LSI技術研究組合の研究結果によって開発された日本製の半導体製造装置を購入することにより日本の技術レベルに急速にキャッチアップすることができた。台湾にもTSMC（Taiwan Semiconductor Manufacturing Company：世界一のファウンドリー企業）、UMC（United Microelectronics Company：世界二位のファウンドリー企業）、ASE（Advanced Semiconductor Engineering：世界一の後工程企業）などの多様な半導体関連企業が存在する。

³ 日本の超LSI技術研究組合による大型の共同研究が好結果を上げたことに刺激されて、米国でも政府主導のSEMATECH（Semiconductor Manufacturing Technology）による共同研究が実施されて現在のインテル社の業績向上に結びついている。韓国の三星電子にはDRAMでの第一位の地位を占められる状況となったため、日本では1990年代後半からは各種の国家プロジェクト、共同研究を立ち上げているがシェア挽回には到っていない。

ようとも、あるいはトップとの差がタイミングや内容で限りなく接近していようとも、トップのみが成果を独り占めに出来るケースである。開発成果が「最新技術知識」という特殊な経済財であるためである。

そして、この知識は自由な市場取引では占有する事が経済的に困難であるため、近代社会ではそれを特許という制度によって、開発者に一定期間は独占的な利用を保障している。その合法的な独占利益の保障による利益期待が誘引となって、企業は R&D 努力という対価を払ってでも、トップになることを目指せるわけである。仮に特許制度が十分に機能しないと企業が判断すれば、それを克服する戦略が模索されることもある。個別企業レベルではトップになれないかもしれないリスクとそれによる経済的無駄が予想されたとしても、そのような R&D 競争に参入しないことによる逸失利益との比較から R&D 競争に参入する。さらに、R&D の過程が履歴となって、その後も継続するであろうと予測される新たな R&D 競争を有利に展開させるためには必要な無駄とも言える場合もある。このようなトーナメント競争は、社会的に見た場合、トップ企業以外の企業によって費消された経済資源の多くは無駄になったともいえるのである。

あと一つのこれに代わる対極的な R&D モデルは、このようなトップのみが大きな利益を期待できるが、それ以外は利益が著しく低くなるという、非対称的なケースに対して、R&D に参入する企業がそれぞれ差別化された R&D テーマを追求し、それぞれが独占的な市場形成を迫るケースである。いわば独占的競争モデルに相当するものであり、それらの市場（つまり、R&D テーマ）間に完全な参入裁定が存在すれば、それぞれが独占の地位を得ていても、超過利潤は限りなくゼロに接近するはずである。社会的に見た場合、社会全体に様々な技術知識が供給されるが、第一のモデルと比べると個別企業の開発努力は報われ、資源が無駄に費消されることはなくはないが、その一方で基礎的な R&D テーマが回避される可能性は大きいといえる。^{*4}

1-2 参入時期をめぐる企業間競争

SI に象徴される産業における R&D 競争を理論的に大別すると上述の二つのタイプに分けられるが、現実の SI における競争を描写するためには、いましてその理論的考察を動態化させる必要がある。序論で指摘しておいたが、動的にみるとこの産業のプレーヤーは、大きく三つに分けることができる。いわゆる先発企業、後発企業、そして後後発企業である。いずれももちろん一つの企業とは限らず、ある特性を持った企業グループである。ま

⁴ 製造技術に関する基礎的な研究の成果は、いずれ研究論文、その他の情報として入手できるのでキャッチアップが可能であるため、基礎的な研究を回避する恐れはある。インテル社が MPU の開発研究に経営資源を集中して成功し、他社が永年にわたりキャッチアップできないように、経営方針に基づく応用面での研究開発で遅れをとるようなケースもある。

た、SIにおけるすべての企業が明快にこの三つのタイプに分類されるわけでもない。さらに述べると、SIにおける再編成、つまり、合併や買収によるIOの変化（競争と協調の関係の変化）は短期間に大きく変動し、先発企業の一部が後発と提携をする、後発企業が後発企業と合併するなどの再編成は1990年以降現在においても継続的に発生している。

本節は現実的な理論的考察と称しているが、それはこのようなミクロな戦略マネジメントレベルまで具体的に考察しているものではない。R&D競争のパターンを長期的に観察し、二つのタイプに分類することによって、IOのいま一つのポイントである、民間企業に対する政策当局の対応についても考察を無理なく拡大できるのである。

SIは産業の勃興当初から国際的であったが、その競争を動的に見れば国際的側面はさらに進行している。企業群は、すでに序論で述べたように第一に日本の半導体企業、第二にアメリカの半導体企業、第三に日本を後から追いかけてきた極東アジアの半導体企業の3グループである。日本企業群はアメリカ企業群を目標に様々な組織アイデアを投入、キャッチアップに成功してきた後発企業群である。先発のアメリカ企業のアイデアを日本企業群および当局が導入した場面もあった。そして極東アジア（台湾と韓国）の企業群は、それら両群と当局の経験をつぶさに観察、自らの戦略に反映させてきた後発企業群である。

SIにおける競争は繰り返すが、R&D成果によって左右される。したがってここに三つのタイプに分類した世界の企業を比較する場合もR&Dへの取組の相違なりイノベーションが議論のポイントである。つまり、設備投資そのものだけではなく、製法研究も視野に入れたR&Dによってのみ参入が可能であり、ビジネスモデルの工夫がなければ、開発を経ないで産業に参入することは例外を除いてほとんど存在しない。^{*5} 三つのタイプの企業群の参入は第3節を中心に考察される。

1-3 民間企業と政策当局の連携モデル

さて、IO論の基本課題は資源配分の効率という観点から必要な政策を立案する事が目的である。1-1で概説した二つのモデルは、いずれもこの本来的なレベルで政策の関与を理論的に示唆している。以下この点を考察する。SIにおけるIO（繰り返すが、参入企業間および潜在的参入企業間の競争と協調の関係）はこの政策当局の枠組の影響を大きく受けてきた。そして時にはその影響の範囲、思惑は、単なる経済厚生のみならず、政治的、軍事的、また日本の場合だが、SIの原局ともいえる通商産業省（SIの勃興期において。現在

⁵ 日本ミニチュアベアリング社のケースが興味深い。同社は1984年に研究開発部門を整備しないで参入したが、業績が上がらず1993年に新日鉄に譲渡して撤退した。新日鉄も業績が上がらないため、1998年に台湾のUMC社に譲渡し、現在はUMCジャパン社としてFoundry事業を行っている。関連ケースとして神戸製鋼所が米国のTI (Texas Instruments) 社との合併で設立したKTI (Kobe Texas Instruments) 社も国内に研究部門を持たなかったため業績が上がらず、米国のDRAM専門メーカーであるMicron Technology社に売却した。

は経済産業省)の役人の組織的な権益の影響をも受けていた。つまり、論点は、経済厚生を超えて、政治的、国際的、組織的となっていたともいえる。この点は第4節でも考察するが、以下の議論はあくまでも経済面に限定している。

まず第一の理論モデルにおいて政策論点となるのは、トーナメント競争に敗れた企業群による資源費消による無駄である。その無駄がこれら企業群の長期的な R&D 能力の向上、そして結果的に SI における研究ポテンシャルの向上などに繋がるのであれば、直接的な資源配分の無駄は軽減される。上述したようにそのような長期的な資源配分への貢献は無視出来ないが、個別テーマに関するトーナメント競争による一定期間における資源配分の無駄は、SI のように R&D のための資金が大きくなると、無視出来ない場合が想定できる。

そのような大規模 R&D テーマの大規模化、高度化、広域化は、SI のみならずバイオやエネルギーなどでも頻発すると予想され、ここでの論点はそのような産業にも該当するものである。

さて、このような重複的な R&D による資源配分の無駄の影響が大きいと予想されたとき、それを避けるための直接的な政策対応は、R&D そのものを特定の組織に集約することである。それによっていわば重複的な資源配分の無駄を最小化できるのである。さらにこの重複を避けるだけでなく、以前は重複的に配分されていた資源を集中させることで、大規模化しなければ実現出来ない R&D テーマにまで R&D を拡大、深化させることも可能となる。つまり、重複 R&D 投資という無駄を避けるという当初の資源配分の効率化という目的をも上回る成果、つまり規模の経済の実現が期待可能となるのである。もっともそれをどのような政策対応によって実現させていくか、またそれを可能とする IO のあり方という政策の現場での課題は残っている。このいわば政策のマネージメントの課題は重要だが、本稿では深く立ち入らない。^{*6}

第二の理論モデルから予想される資源配分上の政策論点は以下のように要約できる。差別化そのものは、半導体という基礎部品のユーザーにとって利用便益を高めるものであるが、社会的な最適レベルがありうるかもしれない。IO 論ではこの理論をベースとした差別化については、過剰参入、つまり、過剰差別化、そして他方で、過少参入、つまり、過少差別化、という二つの場合が考えうる。チェンバレンのこの差別化モデルに立った議論であるが、定量化は困難で、政策的に明確に参入を規制することは困難である。一般論としては政策対応として差別化の最適度、つまり、見方を変えると、半導体の標準とでもいえるものの規制が考えられるが、バイオやエネルギーに比べると、現況では規制よりも自由

⁶ 榎原 (1981) は競合関係にある企業の開発技術者が超 LSI 技術研究組合に集まり、効率的な技術開発を行ない各種のイノベーションを生み出したことを政策マネージメントおよび現場のマネージメントの成功例として述べている。

参入による差別化の自由化が選択されている。

第2節 IO変化の各ステージの理論考察

本節では実証的考察の対象データとして日本の半導体メーカー（以下、SMと略称）の世界市場に占める市場シェアに注目する。個別企業ではなく、日本メーカーのシェア合計を分析することの意図や背景をまず考察する。その後、この市場シェア合計データの推移を一つの時系列統計データとみなしてトレンド変化を指摘、その後に個々の時期ごとに前節の枠組を立脚しながら理論的考察を加える。

IO変化は産業の競争メカニズムと対応しているものである。ここでの論点は、ただ単に市場組織の変化が競争メカニズムの帰結であるという点だけではなく、理論的な解釈が可能であるという点である。本節では、この競争の帰結と前節での理論的考察との対応を念頭に、SIの変遷を時期区分し、それぞれの時期において理論の応用から組織変化を考察する。1970年代中頃以降の期間を全体として捉えたときの、動学的な観点からの統一的な理論的考察は次節で述べる。本節では、その統一的な理論的解釈の前に、グローバル化したSIの組織変化の時期区分と時期別の競争メカニズムの諸相を示すのである。

2-1 Japan Inc. 意識

SIの市場組織の変化は、特に日本のSMからのみ見られるものではなく、SIが1980年代からすでに国際化していることを踏まえれば、アメリカメーカーの立場からも、また1990年代後半から急速に市場に台頭してきたアジア系のメーカーの立場からも、論じることが可能である。つまり、世界のSIの主要プレーヤーの変遷、浮沈として論じることが出来るわけであるが、本稿の目的は日本のSMの浮沈からみた分析であるので、この国際的な半導体の組織変化を日本メーカーの市場シェアを通して確認するものである。

IO論の伝統的理論の枠組によると、市場構造が市場成果を左右する。そして市場構造の大本は、集中度、つまり、企業戦略的にはシェアであるが、それによって捉えることが出来る。一方、競争メカニズムを重視するシカゴ学派の枠組によると、市場構造は競争の結果である。いずれの立場でも、市場構造はIOにおける最も重要なインデックスであることは変わらない。SIでは、R&Dとその応用が競争力を決定することは言うまでもない。1970年代後半、そして日本のSMが世界トップに立つまでは、これら日本のSMの研究開発は、共同の利益を追求するものであった。この共同行為という現実を踏まえると、日本の主要企業をいわゆるJapan Inc.として一つの組織体とみなすことは、論理的な整合性を持っていると考えることが出来る。

超LSI技術研究組合による共同研究の当初の目的はIBM社製の高性能コンピュータに対

抗できる国産のコンピュータの心臓部に当たる LSI を開発することであった。コンピュータについては IBM 社に対抗するため、通商産業省の政策で日本のコンピュータ製造企業が三グループに集約されていてライバル企業間の共同行為、政策関与が続いていた。しかし半導体関連では超 LSI 技術研究組合設立までライバル企業間の共同行為・人的交流はほとんど行われず、政策関与も限定されたものであった。^{*7} 超 LSI 技術研究組合設立の狙いは、市場組織を協調させるものであり、民間も補助金獲得のため受け入れた。^{*8}

2-2 明白なトレンド変化

そこで、世界市場に占める日本の半導体企業の市場シェアの推移を 1970 年代後半以降から 2008 年までの期間にわたって確認しておこう。図表 1 は、世界市場における日本の SM の市場シェアの合計、そして主要競争相手であるアメリカの企業、そしてアジア・パシフィック・メーカーの市場シェア、これら 3 つの統計データを年代別にプロットしたものである。シェア推計は以下のような前提と方法で実施されている。

図表 1 地域別半導体出荷額と日米のシェア推移

このデータは SIA^{*9}が 1976 年から集計しているもので、世界を米国・欧州・日本・日本以外のアジアパシフィックの四地域に分け、それぞれの出荷額の三か月移動平均値を毎月発表しているものの年間合計値をプロットしたものである。類似シェア統計としては世界半導体貿易統計が発表している品種別需要（市場）統計があるので後述する。

市場シェアは IO 論において最も重要な理論概念であり、また企業経営においても戦略的な目標であり結果でもある。つまり、企業間の競争関係、各国の政策枠組、参入環境のすべてが反映されているものである。伝統的な IO 論の立場に立つと、特定企業の市場シェアの上昇は当該企業の市場支配力の上昇を意味し、成果の原因であった。伝統的枠組を批判したシカゴ学派的な枠組では、企業競争力の差異の結果が市場シェアの変化であった。図表 1 に示される四つの市場シェアはこのような両側面を持っている点を念頭に置いておく必要がある。

図表 1 の考察期間である 30 年間余りの期間は、半導体という進歩の早い、また激しい製品特性変化と対比すると、明らかに長期間である。この長期間では、半導体という一つの

⁷ 半導体産業に対する税制面での政策としては、一般産業用の量産機械設備の減価償却期間は 7 年であるものが多いが、半導体製造工場においてはこれを 5 年に短縮して優遇している。また、輸入関税についても 1994 年までディスクリット (HS 分類: 85.41)、IC (HS 分類: 85.42) 全てに 15% (実行関税率表: 1994 年まで) の輸入関税を賦課して国内企業を保護していた。(1995 年以降は全て無税となった。)

⁸ 国庫補助金は 1976 年から 1979 年の 4 年間で 300 億円であった。詳細は後述する。

⁹ 生産者側の出荷額統計は SIA (Semiconductor Industry Association: 米国半導体工業会) の発表値が最も権威があるとされており、需要側の市場統計は WSTS (World Semiconductor Trade Statistics: 世界半導体貿易統計) の値が最も権威あるものとされている。

製品に括れないほど、製品の技術進歩が激しいことは、現実経営においては言うまでもないだろう。しかしこの市場シェアの推移に示される市場の変化は、後述するように、IO論の理論枠組に則った解釈が可能なのである。以下の時期区分は、そのような理論的な解釈を得るためのものであって、SIの詳細な経営戦略や製品変化などのミクロ的あるいは企業戦略的な内容にまで立ち入っていない。

図表1に示されるように、この30数年間は日本のSMからみると、理論的な考察は抜きにしても、五つの時期に区分されるのが適切であることが明らかである。もし、この30年以上の期間の統計データを計量経済モデルで関数フィッティングするとすれば、この長期間における日系企業の行動モデルは一つの行動モデルでは捉えきれないことが予想できるのである。実際、アジア系企業の参入は90年代以降のことであり、またSIの分業関係が市場化したのもその頃なのである。

2-3 各時期区分の理論的解釈

2-3-1 準備期の第1期（1976-83年）

第1の時期は、1970年代後半から1983年までの期間である。この第1期を近代的なSI興隆への準備期間と称しよう。その一つの意図は、半導体の価格と品質が進歩し、半導体がいわゆる「産業の米」として経済活動の基盤に君臨するために不可欠なステップだったという意味である。いま一つの意図は、そのステップが日本によって、それも民間企業の協調と当局の援助によって進められたという意味である。

半導体という、経済活動、一般産業、そしていうまでもないがSI自身における企業の競争力の死命を決する製品の研究開発において、日本メーカーが世界的に見て特別なアイデアを発揮したのである。図表に示される分析では、同様にキャッチアップ目的で官民挙げて研究開発に取り組んだと思われるこの時期以前の共同活動は除かれているが、それらの時期はこの70年代の特別な組織的なアイデアにつながる助走期間ともいえる。^{*10}

1983年という年は、日本のSMにとって脚注に示すように企業の設備投資に大きな変化があった年であった。^{*11}

前節の理論で示したR&Dモデルの一つであるトーナメントモデルが、この時期のR&Dのタイプであった。内外のSMは次世代の半導体開発の方向性を共有しており、ムーアの法則に沿った微細加工をさらに推し進めることがR&Dのテーマであった。^{*12} しかしそれを

¹⁰ 国立の研究機関であった電気試験所が1961年に既にICの原型試作に成功していた(昭和55年版科学技術白書 第1部 第1章 第3節 3)。

¹¹ 三菱電機が西条工場、沖電気が宮崎沖電気第二棟等の大型の工場建設に着手した他、東芝の北九州工場、沖電気の八王子超LSI研究棟等の大型工場が完成した。これに対して米国ではモトローラ社が米国の主要新聞に日本企業を批判する意見広告を掲載したため、日米半導体摩擦が表面化した。

¹² ムーアの法則とはインテル社の共同創設者であるゴードン・ムーアが1965年に発表した「半導体の微細加工技術の発展により集積度は一年半で2倍になる一すなわち三年でLSIの集積度は4倍になる。」という説である。2009年現在この説はまだ有効であるが、LSIの加工技術は既に原子レベルの微細加工領域に近づいてきているため、限界となつてきていると考えられている。

実行に移すためには、大規模な設備や資金、さらには専門家が必要であった。競争メーカーが重複してこの大きなテーマに取り組み、個々の企業ごとの資金は限られている以上、結果として資金効率は悪化し、成果は制限され、さらにはキャッチアップ過程にあった日本メーカーには独自開発の勝算は低かったはずである。この資金的な問題は、いわゆる資本市場の不完全の典型例であって日本の SM のその後の設備投資資金不足を没落の大きな要因に挙げる意見もあるくらいである。^{*13}

このような時期に、SI の監視、規制と援助をも担っていた通商産業省および当時の日本電信電話公社を傘下に持っていた郵政省も競合メーカー間の重複研究を回避、その共同研究に補助金と人的援助を集中し、この世界的な R&D テーマを成功させる仕組みを導入したのである。図表 2 がその R&D 期間、テーマ、参加企業、研究資金援助、などからみた共同研究の実際であった。共同研究は 1979 年に補助事業が終了、その後、補助金はなくなり、規模も縮小しながら、民間企業の資金プールによってさらに研究が継続された。

図表 2 超 LSI 技術研究組合

資金面では 1976 年～1979 年の 4 年間の補助事業に対する国庫補助金 300 億円の他、1980 年～1982 年の 3 年間の独自事業及び 1983 年～1986 年の 4 年間の追加事業に対し民間各社からの賦課金は 1,030 億円に上った。人材面では各社から派遣された開発技術者は 11 年間で 6,203 名であり、平均 563 人/年の技術者が研究に従事したことになる。^{*14}

2-3-2 躍進期の第 2 期 (1983—86 年)

第 2 の時期は 1983 年以降から 86 年までの期間にするとわずかに 4 年程度であるが、この時期に日本の SM は世界トップにまで上り詰めたのである。この事実からはこの期間を飛躍期と称するのが通例かもしれないが、じつはこの時期こそ日本の SI がグローバル組織に取り込まれ、世界、つまりこの当時の SI ではアメリカであるが、アメリカの SI 政策の影響を直接にまた深刻に受ける時期なのである。SMI の IO の範囲が拡大し、日本の SM のその後の低迷につながることとなったのである。超 LSI 技術研究組合での研究成果を取り入れた設備により各社が量産を進めたため、日本のシェアが徐々に向上し、ついには 1986 年に米国のシェアを上回ったが貿易摩擦が生じて同年の第一次日米半導体貿易協定の締結

¹³ 佐藤 (2005) は 300mm ウェーハを使用した経済的な量産工場を建設するためにはメモリーで 3000 億円、ロジックでは 3600 億円の設備投資を必要とするが、日本の半導体企業にはこのような大型投資をする資金がなく、経済的に引合わない小規模投資をしたために高い生産コストに苦しみ没落したと述べている。

¹⁴ 多数のライバル会社の研究者の融合をはかるためのマネージメントとしては、ノミネーションを活用して成功したと専務理事であった根橋は回想している。

に至った。^{*15} 日本の SM が米国の産業政策の影響を大きく受けることになったのである。

ここで日本の SI の飛躍をもたらした政策要因を、共同研究の組織の概要から確認しておこう。共同研究は時期としては、第 1 期の助走期（76—83 年）、第 2 期の躍進期（83—86 年）の 2 期間にまたがって実施された。図表 2 に示すように、第 1 期の助走期間中の共同研究の組織は異なったものであった。第 1 期の助走期中の前半の期間（76—79 年）ではこの共同研究に対する政府からの直接的な補助金が供給されたが、後半ではそのような補助金は供給されなかった。^{*16} その後もメーカーの共同研究は政府当局の枠組みから離れたが、自発的にまず 80—82 年の独自事業、83—86 年の追加事業として継続された。当初の 1976 年からみれば 10 年以上経過した 1986 年まで継続されたことになる。この自発的な共同研究（追加事業）が終了した 1986 年が、図表 1 に示されるように、日本の SM 合計の市場シェアがピークとなった年であった。

動的競争という観点から重要なことは、この時期にすでに日本のこの政策の経済合理的な意義が、内外の当局で評価されたために、日本の政策の特殊性、つまり差別化効果が相対的に低下したのであった。いずれ、半導体の R&D という面からみた SMI の IO の差異が縮小していくことになるのである。^{*17}

図表 3 半導体企業の投資推移^{*18}

2-3-3 波乱期の第 3 期（1986—91 年）

第 3 の時期は、1986 年から 1991 年までの 5 年間である。この期間は、日本の SM の国際競争力がアメリカ政策当局に認知された時期であった。それまでの時期は、SI におけるアメリカの圧倒的な R&D 力がアメリカメーカーにとってもまた政策当局にとっても懸念を抱かれることはなかった。つまり、半導体の発明以来、アメリカの SI における市場支配力に揺るぎはなかったのである。

しかし、日本の官民協力型の半導体集積度向上の成功と、実際の応用が進展、日本メーカーの市場シェアが現実世界に世界トップになるにおよび、アメリカの政策当局は SI における

¹⁵ 日米半導体貿易協定は 1986 年～1991 年の第一次に続いて、1991 年～1996 年の第二次が締結されたが、1993 年に世界市場における米国のシェアが日本を逆転した上、日本市場における米国製品のシェアも向上したとしてその後は延長されなかった。

¹⁶ 『通商産業政策史』第 17 巻 pp. 115-117 によると超 LSI 技術共同研究組合の補助期間前後における電子・通信技術振興のための国庫補助金は、超 LSI 技術共同研究組合向け 300 億円の他に約 120 億円であり、LSI の振興に国家が注力したことが補助金の内訳からもうかがえる。

¹⁷ 超 LSI 技術共同研究組合の活動に刺激されて米国では SEMATECH が設立されて共同研究が進められ、その成果を利用したインテル社が世界のトップを占めるようになったが、欧州で設立された共同研究機関である JESSI (The Joint European Submicron Silicon Project : 全欧州サブミクロン・プロジェクト) は見るべき成果を出すことがなかった。その後、欧州ではベルギーに本拠を置く大学間の共同研究組織であった IMEC (Interuniversity Microelectronics Centre) が成長して現在では SEMATECH を凌ぐ開発成果を上げている。

¹⁸ 1990 年代から 2000 年代初頭にかけてはインテル社および三星電子 1 社の投資額が日本の全半導体企業（百数十社）の合計投資額に匹敵またはそれを上回る額であったことがある。

市場支配力の奪回のために、日本の政策当局に圧力をかけたと思われるのである。

このような日米間の経済摩擦は、これまでも繊維産業、テレビ産業に象徴される民生用電子機器産業、自動車産業、においてすでに過去にも発生したものであった。いずれも、圧力は、日本のそれぞれの政策当局である通商産業省に向けられ、そこを通じて日本メーカーの行動を変えさせるというシナリオで進められ、成功してきたわけである。

だが、SI はこれら過去の日米摩擦の対象産業に比べるとはるかに政治的問題、アメリカの国益とかかわっていた。その理由は、半導体の開発、供給、市場支配力が、アメリカの国防問題、国防そのものの根幹を左右するものであったからである。そもそも、アメリカのSI の政策は国防予算と密接に関連していた。^{*19}

アメリカの政策当局は、当初、1976年から開始された日本の官民協力型のR&D組織に対する日本IBMのメンバーシップ問題を提起していた。^{*20} このメンバーシップ問題は、外資系企業である日本IBMの参加を通商産業省が意図的に排除したものであるという批判であった。そもそも、この組合による共同研究活動は、当時の半導体に対する最大の需要先である大型計算機産業におけるアメリカのIBMに対する、日本メーカーおよび通商産業省の原局による合作であったわけであるから、ライバルともいえる日本IBMの参加はまったく想定されていなかったはずである。これとは違った形だが、沖電気の参加も実現されなかった。^{*21}

しかし、成功体験は新たな問題を惹起するものである。組合による研究の成功、そしてメーカーの開発成功と市場シェアの急上昇は、アメリカの官民連合による対日圧力となつて、まず組合メンバーシップに対する外資系企業への内国民待遇要求となって現れてきた。基礎的な研究における内国民待遇原則は国際的な共通ルールであるというわけである。だが、当時のSIの研究が、はたしてこのような基礎的な研究活動であったかどうか、疑問はあったはずであるが、日本の政策当局はまずこのアメリカからの内国民待遇要求、基礎研究認識に対してロジカルに反応しなかったのである。このアメリカに対する反応は戦後日本のアメリカ外交の路線踏襲かもしれないが、当時、この方針がその後のSIの行方を大きく左右するまでになるとは思われていなかったことが最大の誤算であった。この第3期に実施された日米半導体協定によって、単に研究や開発から、より市場に近い企業や産業の

¹⁹ 米国において半導体技術は安全保障に直接影響するものとして国防総省のDARPA (Defence Advanced Research Projects Agency : 国防高等研究事業局) の中にあるMTO (Microelectronics Technology Office) が研究の総括をしている。実際の研究は商務省およびエネルギー省傘下の国立研究所、海軍の研究所および米国標準局の研究所等で行っている他、NSF (National Scientific Fund) が米国内の大学に研究費を支給して半導体の技術開発を進めている。

²⁰ 超LSI技術共同研究組合は、IBM社の高度にLSI化されたコンピュータであると予想されていたFuture Systemに対抗するための心臓部であるLSIを開発する目的で始まったものであり、メンバー構成においてIBM社を参加させることは到底考えられなかったのである。

²¹ 電電ファミリーと呼ばれていたNEC、富士通、日立、沖電気はそれぞれ電子交換機用としてコンピュータを製造しており、超LSI技術共同研究組合の構成企業とされたが、この内の沖電気は大型コンピュータでスベリーランド社と合弁で沖・ユニバック社を設立していたため、通産省によって構成企業から外された。(沖電気工業株式会社 社史(2001)『進取の精神—沖電気120年のあゆみ』p.202)

行動にまで影響を与えていくことになるのである。

これは言い換えると、アメリカ当局が抱いた日本メーカーの潜在力、その当時のままの日本の市場組織が続く限り、アメリカの国防を揺がしかねない事態を招くと恐れられたといえるのである。日米半導体協定は、この第3期の終わる頃さらに5年間延長されるのである。

改めて確認すると、1986年は日米半導体協定（第1次）が開始された年である。日本のSMが獲得したR&D力は、シェア変化からみる限りその倍の数年間もまだ成果をもたらしていたともいえるが、その効果は、この半導体協定の進捗とともに確実に蝕まれていくことになったのである。そこで、この半導体協定の内容を、IOとの関連に絞って、表面的な観点に限らず、その実態を可能な限り、内外の関連事実から浮き彫りにすることにしよう。以下、図表4が二次にまたがった日米半導体協定の概要である。

図表4 日米半導体貿易協定の概要

2-3-4 混乱期の第4期（1991-98年）

第4期は1991年から1998年までの10年近い期間である。SIにおけるR&Dのテンポと比べると、きわめて長期間である。実際、この時期に、半導体のR&Dの方向性なり重点が、従来のトーナメント型から差別化型へと変質していくのである。もちろん集積度の向上は常にR&Dのテーマであったが、その重点の変化を主導したのは、日本メーカーの最も強力な競合相手であるインテルであった。

この第4期の前半は、まだ日米半導体の第二次協定が続いていた時代である。実はこの間に、SIは、多くの成熟産業の発展の後を辿るかのようになり、差別化、とくに水平的差別化が進展していくのである。SIの発展はこの時期までは、メモリーの集積度を高度化させる一方向に進んできた。その先頭を走っていたのが、日本のSMであった。いわば、集積度を高めるためのR&Dというトーナメント型競争において、日本のR&D戦略が軌道に乗った期間であったが、この90年代初頭以降、半導体の開発競争は、水平的差別化、つまり、メモリーからマイクロプロセッサを主とする分野に変わっていくのである。

図5 LSIの品種構成変化

日本のメーカーはこの水平的差別化競争において、メモリー開発からの戦略シフトが遅れたのである。しかし、この分野の先駆者が実は日本メーカーであったことは、関係者に

は良く知られている事実である。このことも実は、日本の SM の潜在力が日米半導体協定締結当時、いかに内外で抜きん出ているかを物語るものである。^{*22} 逆に、その先頭に立ったのが、インテルであった。

図表 6 に示されるように、この 10 年近い期間に、日本の SM のシェアが長期低落する一方で、インテルのシェアが日本のシェア低下を相殺するように上昇し続けるのである。インテル 1 社の市場シェアがピークの 1998 年には世界で 20% を超えるまでに、市場支配力が高まることとなったのである。

日本メーカーのインテルへの対応は、協力しながら開発を進めるのではなく、インテル社の競合相手であった NS (National Semiconductor) 社、Zilog 社等と組んでインテル社と競合した。しかし、IBM 社のパソコンがインテル社の MPU を採用したことからインテル社の MPU が世界標準となり、インテル社の成功につながった。^{*23}

図表 6 日本企業とインテル社のシェア推移

2-3-5 模索期の第 5 期 (1998-2008 年)

第 5 期は、90 年代後半から 2000 年代の最近までである。IO 論の枠組みからみたこの時期の特徴は、半導体市場の参入障壁が、それ以前に比べて低下したと見られる点である。この時期に参入した主要プレーヤーは、台湾、韓国メーカーに象徴される新興アジア系企業である。アジア系企業の参入は、新しい市場組織の登場と連動していた。

確かに半導体市場への参入のためには投資負担規模は、規模拡大と共に以前と比べて決して小さくなったわけではないが^{*24}、半導体生産に必要な研究、基礎設計、応用開発、周辺加工、などの諸分野の専門的企業が登場することによって、以前に比べると、生産に特化することが可能になり、参入コストの把握が明白となる結果、総合的に見ればリスクは軽減され、参入が促進されることとなったのである。^{*25}

この時期、このような市場組織の変化に伴う参入競争の活発化のために、半導体価格の

²² 日本の電卓メーカーであったビジコン社が電卓のモデルチェンジの度に内蔵する計算用 LSI を作り替えなくても済むようにするため、共通のハードウェアを使用してプログラムだけを入れ替える方式の電卓用 MPU をインテル社に開発させた。これが 1971 年に発表された世界初の 4 ビットの 1 チップ MPU Model : I-4004 であって、日本の技術レベルが高かったことを現している。4 ヶ月遅れで NEC も 2 チップの MPU を発表した。インテル社は経営資源を MPU に集中させて 8 ビット→16 ビット→32 ビット→64 ビットと開発を続け、世界一の半導体メーカーに成長した。

²³ 日立・東芝は National Semiconductor 社の Model : 6800 および 68000、シャープは Zilog 社の Model : Z-80 を自社製品に組み込んだが、NEC は自社製 MPU (Model : μ PD700) を使用してインテル社と競合した。

²⁴ 64KDRAM 時代の量産用設備投資は約 100 億円 (沖電気の歩み 1994 年の項) であったが 1GDRAM の量産用には約 3000 億円の投資を必要とする。(電波新聞 1997 年 3 月 12 日第 1 面)

²⁵ 中国には CSMC (CSMC TECHNOLOGIES CORPORATION : 1997 年設立)、SMIC (Semiconductor Manufacturing International Corporation : 2000 年設立)、GSMC (Grace Semiconductor Manufacturing Company : 2000 年設立) 等の現地系の他に Hejian Technology Corporation (2001 年設立)、TSMC (2002 年設立) などの外資系大型最新鋭半導体工場が次々と設立されて操業している。

変化は激しく、個別企業の半導体ビジネスは、戦略の巧拙が顕著に経営成果に反映される時期となった。つまり、参入競争があいつぐ結果として、世界の半導体市場において、市場に大きな影響を与え続けることが出来る市場支配力のある企業が消えて行くことになった時期である。このことは、世界の半導体市場において、独占禁止法から様々な形で市場支配力、それは主にはトップ企業であるインテルに対する当局の調査とも関連していた。それだけ、市場の価格競争力、差別化競争、それらを促進させることになる、参入競争が激しくなったのである。

参考のために半導体の価格変化の一端をみておこう。たとえば、図表7に示した DRAM の集積度で考察すると、1KDRAM と 1GDRAM では集積度が百万倍になっているが、その価格はほとんど同じであり、ビット当たり単価が急激に下がっているといえる。いうまでもないが、価格情報は産業組織の成果ともいえる直接的なものである。価格のこの著しい低下は SMI の市場効率が参入とともに飛躍的に高まったことを示している。^{*26}

図表7 DRAM の集積度推移

2000 年代中頃以降からすでに、世界の SI は、この市場の制度化、分業化、専門化、を前提とした、産業再編成の時代に突入していたと思われる。言い換えると、半導体生産の技術体系がこの時期に質的に変化したのである。その様な変化に対して、日本の SM、さらにはインテルに象徴されるアメリカの主要 SM も、変化への適応が遅れ、一方で、新興のアジア系企業はむしろ変化を戦略的に利用し、シェアを高めることとなった。図表8に示されるように、日本およびインテルのシェアは漸減、アジア系の増進という並行的な動きが続いたのである。

図表8 日本企業・インテル・アジア系企業のシェア推移

SI の国際的な IO という論点から見たときのこの時期の最も重要な理論的含意は、この産業における「取引費用」が著しく軽減されたという点である。取引費用とは、生産に直接かかわることのない費用の総称として定義され、R&D も情報活動という意味では一つの典型的な取引費用であり、SI ではそれが総費用において最も大きな部分となっている。

従来は、研究内容の漏洩などが懸念され、またその後の研究を有利に進める基盤ともな

²⁶ DRAM の集積度は微細加工技術の向上につれて、図のように推移してきた。上位品種が開発され市場に出た当初はチップの単価は数千円であるが、次の品種が出る頃になると数百円（需給状況によっては百円以下）に価格が下落した。その結果、1KDRAM と 1GDRAM では集積度が百万倍であるが最低価格はほぼ同額であった。

るために、自社開発、自社応用研究、自社設計と生産の連動、などの半導体生産の周辺すべてを内製化する戦略が採用されていたのである。それは、長期的に見れば、半導体ビジネスの取引費用を軽減させるための組織的工夫であったが、それぞれの要素技術の高度化、それに伴う専門性の拡大と進化、それらの要素をむしろ外部市場から調達することの取引費用が著しく低下したと考えられる。これはコースの議論の典型的な事例といえるものである。

現状における半導体研究から生産に至る典型的な市場関係を図式化すると、図表9のようにモデル化できる。以下、その概要を、本節の理論的考察との関連に限定し振り返っておこう。

図表9 半導体の研究から生産に至る市場関係

最近の半導体の研究には膨大な費用が必要なため、企業が一社で研究することは困難になってきている。そのためそれぞれの企業では「何を作るか?」という企業ポリシーに関する研究は別として、各企業に共通する材料開発、微細加工技術などの基礎的な研究および製造装置の共通化のような応用研究については共同研究組織を作って資金を拠出し、研究員を派遣し、装置・資機材を提供した上で政策当局からの資金援助を受けると共に、大学からの知的援助を受けながら研究を進める形が多くなっている。研究成果は参加企業に提供されるのでその成果を利用して企業内に研究所がある場合は研究所でブラッシュアップの上、製品化を進めることになる。研究所がない企業の場合は共同研究組織から提供された研究成果を利用して設計・試作・製造と進めることになる。このため、参加企業は研究に関しては重大なリスクから開放されている。共同研究組織へ参加していない企業も共同研究組織が行う学会発表・研究報告書などから研究内容を知ることができるので、政策当局からの補助金についての不公平感は低減されている。^{*27}

第3節 長期的観点からの理論的考察

本節は、30年以上にわたるSIOの変化を、個別時期ごとではなく、通史として理論的に考察する。時期別分析で明らかにしたように局面によって要因あるいは理論基盤が大きく変化していた。言い換えると、SIOの変化は予期せぬ動的なものであったという実態認識である。その動的な変化を、前節の理論と比べ長期的な三つの理論視点から考察する。

²⁷ 共同研究組織としては米国のSEMATECH、欧州のIMECおよび日本のSelete(Semiconductor Leading Edge Technologies, Inc. :株式会社半導体先端テクノロジーズ)が有名である。

この三つの視点はいずれも、SIO の長期的変化を理論的に解釈するための便宜であり、三つの視点は相互に独立したものではない。議論は相互に関連している。

第一は、ライバル企業と当局の戦略的な目的あるいは個別意図が、日本の SM の低迷に象徴されるように未達に終わっているにもかかわらず、言い換えると、長期的には意図せざる展開を見せたが、戦略行動の結果、SI の市場成果が上昇したという視点である。第二の視点は、この国際的かつ動学的な競争の過程を各国の企業と政策当局の暗黙的な共存関係として捉える視点である。第三の視点は、このような各国内における暗黙的な協調関係を踏まえて展開された国際的競争を、国際貿易における雁行形態理論の枠組で総合的に再整理するものである。このように三つの論点に相互関連性があるのである。

3-1 戦略競争と市場成果

第一の視点の後半部分である SI の市場成果は、そもそも IO 論における政策議論の最も重要な論点であった。日本の SM の低迷が目立った時期に、半導体という電子部品が広く内外の諸産業に使用され、それぞれの応用製品の品質、価格、性能を著しく向上させた。それはいうまでもなく、図表 7 に示したように価格の飛躍的な低下による、いわば技術の波及効果であった。半導体製品の価格対比性能の向上を、1 チップ当たりの価格と 1 チップ内に集積される素子の数との比を指標としてみることを考えるとインテル社の MPU においても、図表 10 のように集積度が百万倍にもなったにもかかわらず、価格はほとんど変わっていないため価格対比性能は大幅に向上したともいえるのである。^{*28} 半導体の性能評価の指標としては動作速度が使われることも多い。^{*29}

図表 10 インテル社製 MPU の集積度推移

そしてこの半導体製品の性能向上シナリオに目処をつけることとなった 1970 年代の日本の半導体政策は（それは日本 IBM を研究組合から除外したかもしれないという意味では内国民待遇を遵守しなかったが）、SI の市場成果の効率や進歩に大きな貢献を、それも世界的な貢献をしたのである。当時の日本の政策当局の意図にこのような国際的な資源配分意識は皆無とはいえなかったかもしれないが、政策の直接的な目標は、集積度向上の基礎技術開発競争でトップに立ち、日本の SM をして IBM に打ち勝たんとさせることであったは

²⁸ 本図はインテル社の 1 チップ MPU の集積度を内部のトランジスタ数で表現したもので、1971 年に発表された Model : I-4004 が約 2,300 トランジスタであったのに対し、2009 年に発表された最新の Model : Core i-7 では約十億トランジスタであり、約 30 年で集積度は約 100 万倍になったことになるが、1 チップ当たりの価格は集積度がどの程度であっても常に数万円であった。

²⁹ MPU の動作速度も Model : I-4004 では 108KHz であったが、現在では最高 3GHz となっており、数千倍の高速化がなされている。3GHz を超える速度の MPU を作ると発熱が多くて自己溶解する恐れがあるため、3GHz 以下の MPU Core を 1 チップ内に多数収納して仕事を分散させることによって高速化を図る Core-2、Core-4 等が実用化されている。

ずである。^{*30}

対して、アメリカの半導体政策も、様々な局面があり、本稿はそれ自体を考察する目的ではなく、日本のSMの浮沈にかかわる政策に限定するが、それでもたとえば、日米半導体協定は、日本メーカーのトップとしての位置を崩すことに成功したが、インテルの差別化半導体戦力への転換そのものを意図していたのではなかった。しかし、このアメリカの政策、つまり、官民共同による日米半導体協定は、インテルの差別化半導体戦力への転換を促したという意味で、その後の半導体製品の品質向上につながったのである。

また、アメリカのSI政策が日本の共同行為を模倣し、民間企業の共同研究行為を競争禁止除外とした政策も、日本メーカーへの対抗が直接的な動機であったが、当該産業におけるR&Dの公共的側面を強く認識させたという意味で市場成果を向上させたと判断できる。

このような日米の政策展開の上に立って、1980年代後半以降、SIの競争、なかんずく応用競争が活発化し、それをビジネスチャンスと位置づけたアジア系企業は、最後発企業グループではあるが、いわゆるビジネスモデルの新たな仕組みを積極的に取り入れ、市場参入を効果的に実現できたのである。

これも実は、SIのビジネス規模が拡大した結果として、市場における様々な隙間ビジネス、専門家ビジネス、関連サービスビジネス、などいずれも十分なビジネスサイズが期待できたからであった。つまり、1970年代の日本の半導体の集積度向上に端を発した当該産業の飛躍の歴史は、ここにおいて、SIの市場成果をただ単に向上させたのみならず、市場参入の自由化に向かっていわば大きなスタートを切ったことになったのである。

ただ、冒頭で述べたように、日本の政策当局（当時の通商産業省）もまたアメリカのR&Dを中心に民間を援助する研究組織政策も、当時においてそのような動学的あるいは戦略的目標をもっていたとは思えない。^{*31} そのような意味で、当時の世界の二強であった日本とアメリカの政策当局の目標は意図せざる形で、この産業に大きな成果をもたらしたのである。そして半導体そのものが、多くは中間部品として、その他の電子部品、自動車製品、電機・電子機械機器の性能、制御性を進歩させ、新たな製品、サービスビジネスを誕生させたのである。われわれは近年の典型的な例として、IT市場および携帯電話市場の成長をあげることが出来る。また、近年では電気自動車やハイブリッド自動車に象徴される新

³⁰ 日本には電子計算機メーカーが多数存在したが、IBM社を初めとする外資企業に対する競争力を持たせるため通産省の指導で、①NEC+東芝、②日立+富士通、③三菱電気+沖電気の3グループに集約された。この内、主要企業はいわゆる電電ファミリー（NEC、富士通、日立、沖電気）と称されるが、沖電気は大型の電子計算機で外資と合弁会社を作っていたため、高性能電子計算機用LSIの共同研究メンバーからは外された。

現在まで大型の電子計算機を製造しているのはNEC、富士通、日立であり、三菱電機、沖電気は装置組み込み用の中型計算機に経営資源を集中した。東芝、パナソニックは大型計算機からは撤退して、ワードプロセッサからパソコンへと重点を移していった。

³¹ 日本の「超エル・エス・アイ技術研究組合」の成果をみて危機感を持った米国で官民が共同研究を行うための共同研究組織であるSEMATECHを設立し、政府の補助金を得てテキサス州に研究所を作り共同研究を行った。1991年からは政府の補助金のない民間組織として海外企業の参加も認めるようになった。

しいエネルギー節約型自動車の浸透を可能にしているのである。このような意味で、半導体はまさに現代経済の基幹部品となったのである。

ただし、そのような新たな周辺諸産業や新規ビジネスの勃興を、おそらく、SM、なかんずく、日本のSMは総合電機メーカーとして十分に予測可能であったと思われ、実際、関連産業に進出、半導体の社内消費あるいはグループ内消費は決して低くはなかった。^{*32} だが、この新たな成長分野においても、SIにおける専門家の登場、分業の促進という傾向と同一の傾向があり、日本の総合電機メーカーはSMとしても、またこのような新規ビジネスへの参入メーカーとしても、必ずしも磐石とはいえない。^{*33}

企業や政策当局の戦略行動が繰り返し展開され、SIの組織がそれに伴って質的に変化してきたが、その30年以上にわたる市場変化を長期的な観点から理論的に考察すると、戦略の予想外の展開と市場成果の達成という矛盾した結果となるのである。

3-2 自国企業と当局の暗黙的な連携

上で論じた戦略と成果を、民間と当局の関係という論点から見てみよう。まず、日本の政策当局が日本メーカーの低迷につながったアメリカのSI政策の一連の展開を、当初から的確に予想していたとすれば、そのような政策は採択しなかったはずである。その典型が日米半導体協定であった。その理由は、政策当局と民間のSMが戦後の技術キャッチアップの過程で暗黙の協調関係を築いてきたことを考えると、当然のことである。

技術研究組合の成果によって世界トップに上り詰めた日本メーカーの1980年代中頃以降の低迷から判断すると、アメリカが強要したに等しいと思われる日米半導体協定の長期的な影響を、当局もまた民間メーカーも正しく予測できなかったと思われる。つまり、日本の当局は、アメリカの政策によって日本のSIの成長にブレーキがかけられるという認識はあったかもしれないが、この協定の導入によってその後大きな没落が始まるということは、民間企業と同様に予想できなかったと思われるのである。日本のプレーヤー（民間も当局も）の戦略、アメリカの要求を受け入れたという戦略は、官民共通の認識の結果であり、暗黙的な了解が浸透していたという当時の実態を示しているのである。歴史的には予想ミスに終わったことが、この暗黙的な了解の根強さをむしろ物語っているといえるのである。

³² 半導体を生産している日本企業は初期の時代においては総合電機メーカーの社内の一部門であるケースが多かった。これらのメーカーでも社内使用分以外は外販していたが、社内使用分と外販分との比率は外部発表されていないため不明のことが多い。営業政策上の機密保持と技術レベルを知られることを嫌って全く外販しない半導体生産企業もあった。このようなメーカーのことはキャプティブメーカーと呼んだ。（典型的なキャプティブメーカーはIBMである。）

³³ 総合電機メーカーが半導体を生産する場合に半導体にはシリコンサイクルと言われる景気の波があるため、投資の時期と投資額の判断が困難な上、大きくなった半導体部門の業績が大幅に変動すると会社全体の業績が大幅に変動して経営上問題となってきたため、半導体部門を本体と切り離すことが盛んに行われている。

30年余りのSIの競争メカニズムは、前節で考察されたように、時期によって理論的切り口が変わるべきであった。だが、いずれの時期も、国の違いはあるが、それぞれの時期において市場を主導した国（あるいは極東アジアなどの地域グループ）の当局とその自国企業との間に暗黙的な協調関係、つまり、当局による民間のニーズを汲み取った政策立案によって、自国SMの意図的あるいは選別的な援助という協調関係があった。それは時には、トーナメント型R&D競争における資源配分の効率化という一般的な妥当性を持った面はあるが、自国メーカーを想定していたのであった。同様に、アメリカ政府による、半導体貿易への介入は、明らかにアメリカのSMを想定したものであった。

ここではアジア系企業について詳細な考察はしないが、日本およびアメリカの経験、失敗、などを踏まえた政府による情報整備、優遇金融、直接的な研究活動、さらには人的な交流などがとられた。^{*34}

しかし、このようなアジア系企業の参入が顕著になるにつれて、日本の当局や企業は、アメリカの戦略の長期的影響を把握できず、またアジア系企業の成長と市場イノベーションを読みきれず、結果的に、意図せざる低迷に繋がることとなったのである。

ちなみに、このような1970年代後半から80年代後半までSIを支配していたメジャープレーヤーの日米が、政府と企業が一体となって戦略的競争を展開している間に、極東アジアの台湾と韓国が、半導体市場組織が競争的そして国際的、さらには制度化されていく間に、自国企業育成のため、いわば幼稚産業保護政策の仕組みを導入し、自国企業の成長を促したのであった。

ここで、政府とSMとの関係を上とは別の側面からみておこう。本稿では、軍事面からの半導体への当局の積極的な介入を論じてこなかったが、日本以外のアメリカあるいは極東アジア各国においては、防衛産業への政府の直接的な関与は当然であり、今日においては半導体が高度な防衛機器や制御の基幹部品であるため、政府と民間の依存関係は、たとえば日米半導体貿易協定の折におけるような暗黙的關係にとどまらず、明示的な側面があるはずである。^{*35}

3-3 雁行形態行動

第三に、国際貿易理論の一つである雁行形態行動という仮説からSIOの国際的な変化を

³⁴ 台湾では行政当局が半導体製造企業に出資した。(TSMC設立時の資本金の約75%は政府出資で残りはPhilips)その上、公的な研究機関であるERSO(Electronics Research & Service Organization:電子研究所)の研究者を民間企業に転籍させるなどの業界振興策を強力に進めた。経営方針としてもブランドの知られていないメーカーが独自の製品を販売することは非常に困難であると読んだ上で、ファウンドリー事業に経営資源を集中して成功した。韓国では半導体事業が大財閥に経営されていたため、財閥が強力になることを望まない政府の振興策・援助は厚くなかった。しかし、半導体製造装置を国産化する希望は強く、補助金を支給して開発を進めたケースがある。

³⁵ 半導体は国防上重要な要素であり、米国では産業の発展期には高価で民生用で使用されなくても国防関係の受注があって企業の成長に寄与した。その後も小型・軽量・高信頼性のメリットを活かして軍用装置に使用するために素子の開発を進めている。日本の場合は軍事向専用としての製品開発は限られていると思われるが、高信頼な日本製品はDual Useで軍用品に転用することが行われている。台湾・韓国では軍需は少ない。

見ておこう。この理論は、ある産業の国際的な競争サイクル、つまり、成長、発展、衰退、という一連のサイクルを、国際的な視点から動学的に、そして実証的に捉える考え方である。それも数式的な成長理論などではなく、現実の産業のサイクルあるいは寡占企業の国際的展開と産業立地国の関連に注目したものである。つまり、この雁行形態理論は、大きな市場支配力を有する独占企業に先導される動学的競争と一方で産業を庇護する幼稚産業政策の両面を念頭においているのである。

言い換えるならば、この理論は完全競争的な国際貿易モデルとは異質で、不完全な市場における各国間のいわば政策競争や少数企業間の動学的な競争関係を捉えたものなのである。そのような意味で、SIの国際競争、各国間の政策対立の変遷、その結果として、先発のアメリカ、後発の日本、そして後発の台湾・韓国^{*36}という、三者の間の動学的な浮沈関係を現実的かつ理論的な統一的整理を可能にする枠組といえるのである。この三者の参入と浮沈の関係は序論であらかじめ提起しておいた問題意識であった。

雁行形態理論あるいはその変種とも言えるプロダクトサイクル理論は、一つの産業立地の国際的な変遷を需要の中心の変遷およびそれに適合していく寡占企業の国際的戦略を分析する経済学ツールとして定着した概念であった。本稿で議論するSIOの国際的変遷は、需要地域および需要内容の国際的変遷が重要ではない。世界各地域で需要される半導体の品質や価格はほぼ一体化しているからであり、需要量が地域によって傾向的に推移しているわけではないからである。

雁行形態理論と関連させ議論するというここでの意図は、むしろ各国の政策や戦略が雁行形態的に、先発国（および企業）の政策枠組と企業の戦略パッケージが後発に、さらには先発と後発のそれらが修正あるいは進化ないしは強化されて後発地域に導入され、国際市場で開発、生産、の競争を展開しているというパターンである。ただ、その三者間の競争関係は雁行形態的に、後発参入組が先行組の後を追いかけるという単純な図式だけではなく、後発が新たなイノベーションを発揮することもあった。その典型的な事例が日本の共同研究組合形式による基礎研究行動であった。最近の半導体製造においては組織イノベーションの結果、図表11のように設計、前工程、後工程と分業の形で進められることが多い。^{*37}

³⁶ 韓国・台湾の企業に続くシンガポールの企業を見てみよう。トップのChartered Semiconductor社は、ファウンドリーメーカーとしてTSMC、UMCに続く世界三位の企業に成長した。第二位のTECH Semiconductor社（社名の由来は次の出資企業の名称からきている。Texas Instruments社のT、Economic Development Board；シンガポール経済開発庁のE、Canon社のC、Hewlett Packard社のH）は主として出資会社向けの半導体生産を行っている。中国には、海外企業が独資（100%直接投資）で進出する他、合資（現地企業と海外企業との合弁）および技術導入で参入している。

³⁷ 基礎研究では企業の単独研究ではなく、国家プロジェクトとしての共同研究か、第三者機関での研究が行われるようになった。製品化についてもファブレス・メーカーとして、構想・設計は自社で行い製造はFoundryに依頼することで成長したQualcom社のようなケースが出てきている。

図表 1 1 半導体製造工程の分業化

改めて、これまでの議論からいくつか振り返っておこう。日本企業群はアメリカ企業群を目標に様々な組織アイデアを投入、キャッチアップに成功してきた後発企業群であった。アジア系企業はさらに日本のメーカーの戦略や当局の政策枠組を適宜導入、失敗経験を繰り返さないよう、慎重に半導体ビジネスを展開してきた後後発企業群であったわけである。

アメリカの政策は、日本メーカーの基盤を崩したという意味では成功したともいえるが、その後の世界の SI は、アジア系企業による席捲、インテルの独占禁止法問題などに象徴されるように、アメリカの半導体政策当局のいわば戦略的意図とは違った方向に政策効果が進み、また日本のプレーヤーにとってもアジア系企業の飛躍はおそらく当初は予想すらできなかつたのである。つまり、上記に示した、政策の長期的影響という観点からは、アメリカの当局も SI における雁行形態的競争サイクルの行方を見誤つたのである。

SI においては、技術と製品品質の発展テンポが急速なため、予測ミスに伴うわずかな時間遅れが競争力の悪化をもたらす。インテルは製品差別化への転換を明快に行った時、その意図を日本の SM も見抜けたかもしれないが、1年あるいは半年のラグでもインテルへのキャッチアップは出来なかつたのである。言い換えると、半導体における差別化の重要性に多くの参入企業が気づいた時はすでに事実的標準 (De facto standard) 化が進み、キャッチアップが不可能となつたのである。

また、後後発企業の参入が相次いだ時期、R&D の分業が大きく進展し、その環境によって後後発企業の参入が促進され、同時に新たな半導体ビジネスも誕生してきたのである。この産業の再編成は 2000 年前後からも相次ぎ、その一方で当局の関与が縮小され限定されていることも推測できる。

現在は、あらゆる方策、企業の戦略、国家戦略、いずれもがアイデアの枯渇に直面し、R&D そのものが多角化、周辺との融合化、まさに半導体が経済活動の基礎そのものとなつたのである。世界の SM の戦略の行方が読みきれなくなり、再編成が本格的に進行している。従来型の雁行形態モデルあるいはプロダクトサイクルモデルの修正版の適用は本稿の考察対象時期の 2008 年までを想定すると有益ではあるが、いずれこの再編成動向を的確に分析できない面が出てくるであろう。

第 4 節 理論的諸考察の全体的含意

以下、効率的資源配分という観点から、SI の変遷、日本メーカーの浮沈のこれまでの総

合的分析を踏まえた政策含意をまとめておこう。半導体に代表される R&D 型の先端的技術集約産業における資源配分の非効率性を是正するための望ましい政策枠組を示すことであるが、論点は二つに分けられる。第一は、半導体が「産業」の米と言われることと対応し、もう一つはそれを強く意識しない部分均衡論的なそれである。これら二つのポイントは、バイオや新エネルギーといった技術集約的産業でも共通のポイントである。この全体的および部分均衡的の二つの問題意識を三つの角度から考察する。第一が政策の R&D における役割、第二が国際的視点の雁行形態モデル、第三が国際的産業政策の行方についてである。いずれも SI における日本メーカーの浮沈とその理論的考察を踏まえた含意であり、既存研究における数式的モデルの議論とは趣旨が違う。

4-1 政策と R&D における役割

SI における日本メーカーの浮沈と政策対応は、今後の日本経済、戦略産業の確立を想定したとき、重要な経験となる。その際、産業組織論の基本課題である資源配分の効率という観点に焦点を合わせた政策基盤を守ることが肝心である。政策立案に際して、場面によっては自国企業を裁量的に援助する傾向もあるであろう。^{*38} それでも、政策の基盤には、1-1 で概説した二つのモデルを念頭におくことである。いずれのモデルもこの本来的なレベルで政策の関与を理論的に示唆していた。一つは重複的研究の回避、あと一つは差別化のコントロールである。SI における IO（繰り返すが、参入企業間の競争と協調の関係、つまり、経済面に限定されるべき）はこの政策当局の枠組なり方針の影響を大きく受けてきたのである。

だが、時にはその影響の範囲、波及は、単なる経済厚生のみならず、政治的、軍事的な動機を持っていた。さらに、それだけでなく、SI の原局ともいえる当時の通商産業省の高級役人の組織的な権益の確保とも関連していた。つまり、論点は、経済厚生を超えて、政治的、国際的、組織的とならざるをえないともいえる。このような個別時期ごと、さらには 30 年以上にわたる長期間の政策関与の混乱は、民間資源および公的資源の配分を歪め、変動を拡大した可能性がある。^{*39} このような政策動機なり意図は、今後の研究政策においては排除されるべきものである。それも後述する、産業のグローバル化、ここではそれを雁行形態的な IO の国際的変化と位置づけているが、それが不可避であるために、とりわけ重要となる。

³⁸ 最近の米国における公金投入による自動車企業への直接支援政策のように、半導体企業に対しても公金投入による支援策が取られるようになって来た。(例をあげれば日本のエルピーダメモリー社、台湾の台湾メモリー社などがある。)

³⁹ 日本の半導体産業の助走期にあつては、減価償却期間の短縮、輸入関税の賦課、補助金の支給などによる産業振興策をとった。日米半導体貿易協定締結以降は、設備投資の抑制、輸出金額の監視、新製品発表の抑制等、米国を「刺激しない」企業行動が求められた。その上、米国製半導体を採用するようにセットメーカーに圧力をかけた。

今後、バイオやエネルギーなど、一国の長期的な資源配分を大きく左右する応用科学研究分野でも、本稿で取り上げた半導体に象徴されるように、研究は大規模化、関連技術分野の広域化、そして研究の長期化が予想される。その一方で、民間の技術レベルは、差別化分野や応用では特に、当局の直接的な技術レベルや学界のそれらをむしろ凌駕する傾向が予想される。だが、研究の組織化、その焦点化、つまり資源配分の方向性を決定するシグナル機能としての、公的関与の役割はむしろ相対的に高まっていると思われるのである。この点が SI にける内外当局の政策の歴史を踏まえた、今後の公的な研究政策に対する重要な含意といえる。

その背景やポイントとなる歴史をいま一度振り返っておこう。第一に、SI の育成が、当該産業の市場成果にとどまらず、そこで生産される製品が中間財として他の諸産業で広く投入される重要な「部品」であれば、政策目標は SI の資源配分の効率化のみであってはならない。^{*40} 同様にそれに対抗したアメリカの共同研究志向、そして日米間の半導体貿易への直接的な介入が、産業調整目的で強行されかねない場合は、当該製品が世界的な視野において半導体がそうであるように、他産業および消費者に広く影響が及ぶ場合は、そのような国際貿易への直接介入は市場の混乱を長期的には増幅する可能性が高いのである。端的に結論的にこの論点を要約するならば、そのような貿易への介入は避けるべきである。日米半導体協定がもたらしたものは、SIO の予想外の混乱であったのである。

これらを含めて要約すると、資源配分の無駄の影響が大きいと予想されたとき、それを避けるための直接的な政策対応は、R&D そのものを特定の組織に集約することである。それによっていわば重複的な資源配分の無駄を最小化できるのである。重複を避けるだけでなく、以前は重複的に配分されていた資源を集中させることで、大規模化しなければ実現出来ない R&D テーマにまで R&D を拡大、進化させることも可能となる。内外無差別原則はいうまでもなく追求されるべきで、それはある意味で民間主導の自発的な共同であり、当局はそれに対してシグナルを示すことである。このような民間と当局の行動によって、重複 R&D 投資という無駄を避けるという当初の資源配分の効率化目的をも上回る差別化の達成という成果の実現可能性が高まるのである。

もつともこのような動的な R&D をどのようなミクロの政策対応によって実現させていくか、またそれを可能とする IO のあり方という政策の現場での課題は残っている。つまり、シグナルをどのように市場に発信するか、さらに民間の共同をどのように管理するかとい

⁴⁰ 「超エル・エス・アイ技術研究組合」までの半導体産業に対する日本の政策当局の意識は、IBM 製の次世代電子計算機が高性能の LSI で構成されているとの情報に基づき、日本の電子計算機の競争力を保持し、できれば凌駕するために高性能電子計算機用 LSI を開発することを目的として共同研究を行うことであった。その後、各種の既存の汎用電気機器に組み込まれるばかりでなく、半導体が新しい電子機器にも広く使用され、産業の米と言われるほど普及するとは十分に予測していなかったと思われる。

う研究マネジメントの重要性は従来に増して高まっているのである。

4-2 雁行形態モデル、プロダクトサイクルモデル

今後のSI、また同じくR&Dが基盤であるバイオ産業や新エネルギー産業においては、産業立地が特定国（地域）に集中し、ついでその集積地域（国）が、それぞれの地域や国の育成政策や政策の競争を通じて世界的に移動していく傾向が予想される。その理由は、研究が産業や企業の競争力決定し、その研究活動においては大規模化と高度化が予想されるからである。いわば、独占的な市場支配力が伴う傾向があり、特許という存在が大規模化する研究活動を誘引するために、参入が限られるからである。SIOの変化はこの典型的な例であった。

企業の国際的マネジメントあるいは戦略立案に際しては、このようなグローバルな政策展開、雁行形態的な波行を想定することが大きな要諦となるべきだろう。^{*41} また、一方で、このような産業においては官民の暗黙的な協調関係が不可欠なため、世界的なレベルでの政策アイデアの競争が伴うであろう。各国の企業はそのような政策競争からの恩恵を得るためにも、各国にコミットする戦略が必須となるであろう。それはまた先端的技術特化型産業の国際的な雁行形態発展を促すことにもなる。

このような動的にうねりを見せながら変遷していく産業が今後の先端的な基礎産業の本質なのである。SIは1970年代からこの変遷をすでに辿ってきた。日本の政策当局は、この実体験を持っているはずなのである。このような経験がどのように生かされていくか、マネジメントが重要となると予想される中で、この経験の一般化が重要な論点となるであろう。重複化と差別化（応用とほぼ近似）の最適なミックスは、通り一遍の設計図通りには進展しない。技術研究組合がそうであったように、研究の進捗を見ながらの試行錯誤的なマネジメントが現実であろう。

そしてそのマネジメントの範囲が、一国のレベルから地域あるいは国際レベルに移行

⁴¹ 初期の欧米におけるSMはIDM（Integrated Device Manufacturer：垂直統合型半導体メーカー）であっても、製品設計と前工程（ウェーハ処理工程）を自社内で済ませると、後工程（組立て・検査工程）は人件費の安い東南アジア企業に発注して完成品としていた。工場を持たないファブレスメーカーにあつては製品設計だけ済ますと設計図面を前工程企業に渡して前工程を処理してもらい、前工程が終わったウェーハを後工程企業に渡して組立て検査してもらった上で、自社のブランドをつけて顧客に納入する形をとっていた。そのため、設計意識が高く、工程毎に最適のグローバル展開をとっていた。それに対して日本の半導体企業は微細加工技術の向上、歩留まり向上による原価低減で利益を得ながら市場を獲得してゆく発展戦略をとった。「何を作るか？」は社内の半導体使用部門から要求が出てくるため、半導体部門が考える必要はなく、何をつくるかの意識が育たなかった。その上、設計・前工程・後工程の全てを自社内で行うだけでなく、製造装置までも自社ないしは関係会社で製作することにより、製造技術の囲い込みを図っていた。これを後工程について考えてみると安い人件費で東南アジアに外注していても、いずれ人件費は高騰するであろうし、人手に頼るよりも自動機械を開発して自動化した方が製品は安定するであろうとの予想に基づいたものであった。その結果製造工程のグローバル展開は行われず、セットメーカーの海外進出に伴う半導体の海外生産に限られる展開に終り、セットメーカーが撤退するとはほぼ同時に半導体工場も撤退することになった。これと対照的に台湾では多数の中小IDM、ファブレスメーカーが存在するが、これらは全て米国の中小IDM、ファブレスメーカーと同様なビジネスモデルで経営されている。台湾の特徴としては他に大手のファウンドリーが二社存在するが、そのTSMC、UMCについてみると前工程のみを手がけているため、「どのように作るか？」に特化していて、微細加工用の装置に対しては投資を盛んに行っている。後工程をも含んだ業務を受注した場合には大手の協力企業と提携していて、顧客の要求によっては検査工程を済まして納入することも可能になっている。同じように、韓国での半導体企業である三星電子、ハイニックス、東部亜南電子の3社は、それぞれIDMの色彩が強いが、中国での需要増加に伴い後工程を中国で行うための現地工場進出を増やす他、政府の支援による製造装置の国産化を目指している。

しているのである。本稿の考察対象に含めなかったが、たとえばこのような動学的発想、国際化発想は、すでに欧州の EU レベルで現実に採用されつつある。日本はしかし、民間と当局の暗黙的な協調、その効率的なマネージメントでは、経験を踏まえた競争力があるはずである。

4-3 国際化産業政策の要諦

最後に、上で指摘した国際的な論点と各国の国内的な産業政策との関連議論を敷衍しておこう。この問題は多くの産業でも今後直面することになると思われるが、政策当局は、特に軍事や安全がかかわってくると、内国民待遇という基本ルールから逸脱し、自国企業優先になる傾向がある。このケースは特別な目的のための例外かもしれないが、そのような例外ケースではなく、SI のように間接的にはまさに「産業の米」として密接に国防にも関連する産業を想定し、この問題を議論しておこう。まず、どのような産業も内外企業の相互進出が増大すると確実にグローバル化し、先端的産業ほど SI のように軍事や安全にも密接にかかわってくる。そして産業立地や個別企業のレベルで見ると、そのグローバル化の過程は雁行形態的にならざるをえないのである。ここに大きな矛盾が伴うのは不可避である。

産業立地や企業の浮沈が避けられず、そしてその産業が大きな基盤を有し、経済力の基礎に係わるとすれば、一時的な援助枠組は許容されるであろう。しかし、日米半導体貿易協定に象徴される介入的枠組は、共同研究組合の組織化と同様に、調整援助政策の国際的調整の枠組の中で見直されるであろう。

だが、そのような場面でも自国企業と当局の暗黙的な連携は政策の効率化という点で重要な前提である。ただし、ここで自国企業の範囲はまさに内国民としての企業であって、いわゆる自国内の外資系企業も含まれていることに注意しなければならない。内国民待遇という基本ルールから大きく逸脱することは、結局、グローバル化時代の自国企業概念を混乱させ、国際競争市場における資源配分の混乱を増幅させる。SI において、日本の政策当局はこの点で大きなミスを犯した可能性がある。

SI、さらには本稿の直接のテーマではなかったが、自動車産業でも、ナショナルな自国企業という概念は、先進国ではますます二次的になりつつある。つまり、国際的な産業政策が受け入れられる環境が内外各国で整いつつあるといえるのである。

このような環境においても政策対応は、国際的な IO の下でも個々の国々の政策当局の影響は良くも悪くも、自国の SM に恣意的に集中、そこから国際的組織を通じた世界各国に波及するというメカニズムとなるであろう。

第5節 結語

本稿は、1970年代の半導体の集積度向上というブレイク段階から世界市場を主導してきた日本のメーカーおよびそれと一体的に市場にコミットしてきた政策当局の活動について概念的枠組はキープしつつ現実的に分析し、そこから、先端的産業における企業戦略のあり方、そして政策のあり方を追求したものである。半導体産業のこの30年以上にわたる組織変化は、決して一通りの企業行動や政策行動で律することは出来なかったが、日本メーカーの集計としての市場シェアを頼りに、市場構造の変化を跡付けることによって、いくつかの重要な局面が浮かび上がり、各局面での変化を先導してきた要因、プレイヤーの存在を明らかにすることが出来た。

五つの期間は日本メーカーの集計された市場シェアの変化から区分され、順に、助走期の第1期(1976-83年)、躍進期の第2期(1983-86年)、波乱期の第3期(1986-91年)、混乱期の第4期(1991-98年)、そして模索期の第5期(1998-2007年)であった。時系列データとしてみても、シェア変動は明らかな構造変化を示すが、理論的にも各時期の主要要因が交代していることが示された。これらの構造変化の種を蒔いたともいえるのは、日本メーカーと政策当局が団結して組織化した共同研究による研究開発の成果であった。

各時期に見られたこの理論とシェア変化の対応を通史的に捉えると、長期的な三つのポイントが浮かび上がってきた。第一は、ライバル企業と当局の戦略的な目的あるいは個別意図は長期的には意図せざる展開を見せたが、戦略行動の結果、半導体産業の市場成果は、価格、品質、信頼性など、どのような指標で見ても著しく上昇したという点である。第二は、この国際的かつ動学的な競争は、時期によって顕現パターンは異なるものの、各国の企業と政策当局の暗黙的な共存関係は一貫して底流に流れていたという点である。第三は、このような各国内における暗黙的な協調関係の結果、半導体産業の立地は国際貿易における雁行形態モデル的に変動している点である。

以上の短期的および長期的な視点による半導体産業の分析を踏まえて次のような政策含意に至った。半導体産業における経験から、同産業に象徴される先端的・研究集約的産業においては、各国政府の研究開発における役割は、資金面でも国際交渉でももちろん重要であるが、組織マネジメント、市場に対するシグナル発信機能がより重要となることが示唆された。第二に各国間の政策競争という場面でも、産業の国際的変動と連動するように、雁行形態的に中心地域が推移するとみられる。ただし、その中心地域が変遷することとは別に、国際的企業ではあるが各地域においては自国民企業としてこのような各国毎の政策環境を享受できるという、国際的産業政策が今後の先端的産業における政策の方向性であることが、半導体産業の分析から浮かび上がってきた。

本稿は、今後の半導体の技術的ポテンシャル、その技術を支えるアカデミック分野での国際的な取組み、そして世界のプレーヤーのそれらに対する具体的な戦略は議論していない上、結論はあくまでも 2008 年末時点でのものであり、SI の産業組織論の歴史としての動的な考察が主である。いわば経済的な議論に偏しているが、これまでもそもそも科学的な長期的なトレンドは科学技術情報を豊富に保有する半導体企業や当局といえども、的確に将来変化を予想できていなかったのである。半導体産業の 30 年余の変遷はそれを証明している。企業戦略にとってまた政策立案にとって重要なことは、変化に対して適切な組織対応を行えるマネージメントを心がけることある。半導体産業における日本メーカーの浮沈はそれを物語っているのである。

参考文献

1. CHARLES KELLY, MARK WANG, GORDON BITKO, MICHAEL CHASE, AARON KOFNER, JULIA LOWELL, JAMES MULVENON, DAVID ORTIZ, KEVIN POLLPETER(2004); *High-Technology Manufacturing and U.S. Competitiveness*, RAND SCIENCE AND TECHNOLOGY.
2. Ian Domowitz, R. Glenn Hubbard, Bruce C. Petersen(1986); *Business cycles and the relationship between concentration and price-cost margins*, Rand Journal of Economics, Vol. 17, No. 1, Spring 1986.
3. Tom Forester(1993); *Silicon Samurai, How Japan Conquered the world's IT Industry*, Blackwell Publisher, Cambridge, Massachusetts.
4. JOINT ECONOMIC COMMITTEE CONGRESS OF THE UNITED STATES (1982); *INTERNATIONAL COMPETITION IN ADVANCED INDUSTRIAL SECTORS TRADE AND DEVELOPMENT IN THE SEMICONDUCTOR INDUSTRY*, U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE.
5. Nancy S. Dorfman (1987); *INNOVATION AND MARKET STRUCTURE*, Lesson from the Computer and Semiconductor, Ballinger Publishing Company.
6. Franco Malerba (1985); *The SEMICONDUCTOR BUSINESS, The Economics of Rapid Growth and Decline*, The University of Wisconsin Press.
7. Clyde V. Prestowitz, et al. (1996); *Prospect for U.S. -Japan Semiconductor Trade in the 21st Century*, Economic Strategy Institute.
8. Larry W. Sumney (1989); *Semiconductor Research and Governmental Support*, SEMICONDUCTOR RESEARCH CORPORATION NEWS LETTER.
9. Semiconductor Equipment and Materials International (1995); *SILICON VALLEY GENEALOGY*, SEMI, Mountain View, California, U.S.A.
10. Annual Reports of Intel Corporation (Up to 2008).
11. Annual Reports of Samsung Electronics Co., Ltd. (Up to 2008).
12. Annual Reports of Taiwan Semiconductor Manufacturing Corporation (Up to 2008).
13. Annual Reports of United Microelectronics Corporation (Up to 2008).
14. 電波新聞社 (～2009) 『電子工業年鑑』, 電波新聞社
15. 藤村 修三(2004) 『半導体分野における技術の構造と研究開発』 IIR Working Paper WP#04-12, 一ツ橋大学イノベーション研究センター
16. 池田 信夫(2003) 『汎用技術としての半導体』 独立行政法人 経済産業研究所 Discussion Paper Series 03-J-018
17. 井上弘基, 金沢洋平, 岸本隆正, 藤村修三(2001) 『半導体関連セクターに関する競争

- 環境分析レポート』独立法人 経済産業研究所
18. 伊丹 敬之 (1995) 『なぜ三つの逆転は起こったか』 NTT 出版
 19. 外務省 条約局 『条約集 二国間』 外務省
 20. 機械工業経済研究報告書 H16-3(2005) 『半導体とデバイス製造装置の新たな産業戦略を求めて—人材力が日本を足掛かりに世界に向けて発揮されるために—』財団法人 機械振興協会 経済研究所
 21. 蔵田 幸三 (2002) 『情報機器産業育成政策の政策評価』 千葉商大論叢 第 40 巻 2 号, 千葉商科大学
 22. 小林 信一(2002) 『フランダースの研究システムと産学官連携』 政策研ニュース No. 159, 文部科学省 科学政策研究所
 23. 小宮 隆太郎編 (1984) 『日本の産業政策』 東京大学出版会
 24. プレスジャーナル社 (~2009) 『日本半導体年鑑』, プレスジャーナル社
 25. 李 賢映 (2004) 『鉄鋼, 自動車, 半導体産業における日米・韓米貿易摩擦比較』, 東京工業大学 大学院 総合工学研究科 (田中研)
 26. 榊原 清則(1981) 『組織とイノベーション—事例研究・超 LSI 技術研究組合』 一橋論叢 86 巻 2 号, 一橋大学
 27. 佐藤 文昭(2005) 『Special Feature』 NIKKEI MICRODEVICE September 2005, pp. 46-52, 日経 BP 社
 28. 清水 誠(2006) 『半導体産業の国際競争力回復に向けた方策』 政策投資銀行 調査第 90 号
 29. 清水 誠(2008) 『総合電機・半導体メーカーの事業戦略の再構築に向けて』 政策投資銀行 調査第 96 号
 30. 新藤哲雄 (2006) 『半導体地産業のパラダイムシフトとイノベーションの停滞—戦略思考の視点から見た NEC の混迷の本質』 一橋大学イノベーションセンター
 31. 新宅 純二郎(2006) 『東アジアにおける製造業ネットワークの形成と日本企業のポジショニング』 MMRC Discussion Paper No. 92, 東京大学 COE ものづくり経営研究センター
 32. 谷光 太郎 (2002) 『日米韓台半導体産業比較』 白桃書房
 33. 中馬 広之(2006) 「半導体生産システムの競争力弱体化原因を探る: メタ摺り合わせの視点から」 『RIETI Discussion Paper Series 06-J-043』
 34. 超エル・エス・アイ技術研究組合 (1990) 『超エル・エス・アイ技術研究組合 15 年の歩み』, 超エル・エス・アイ技術研究組合

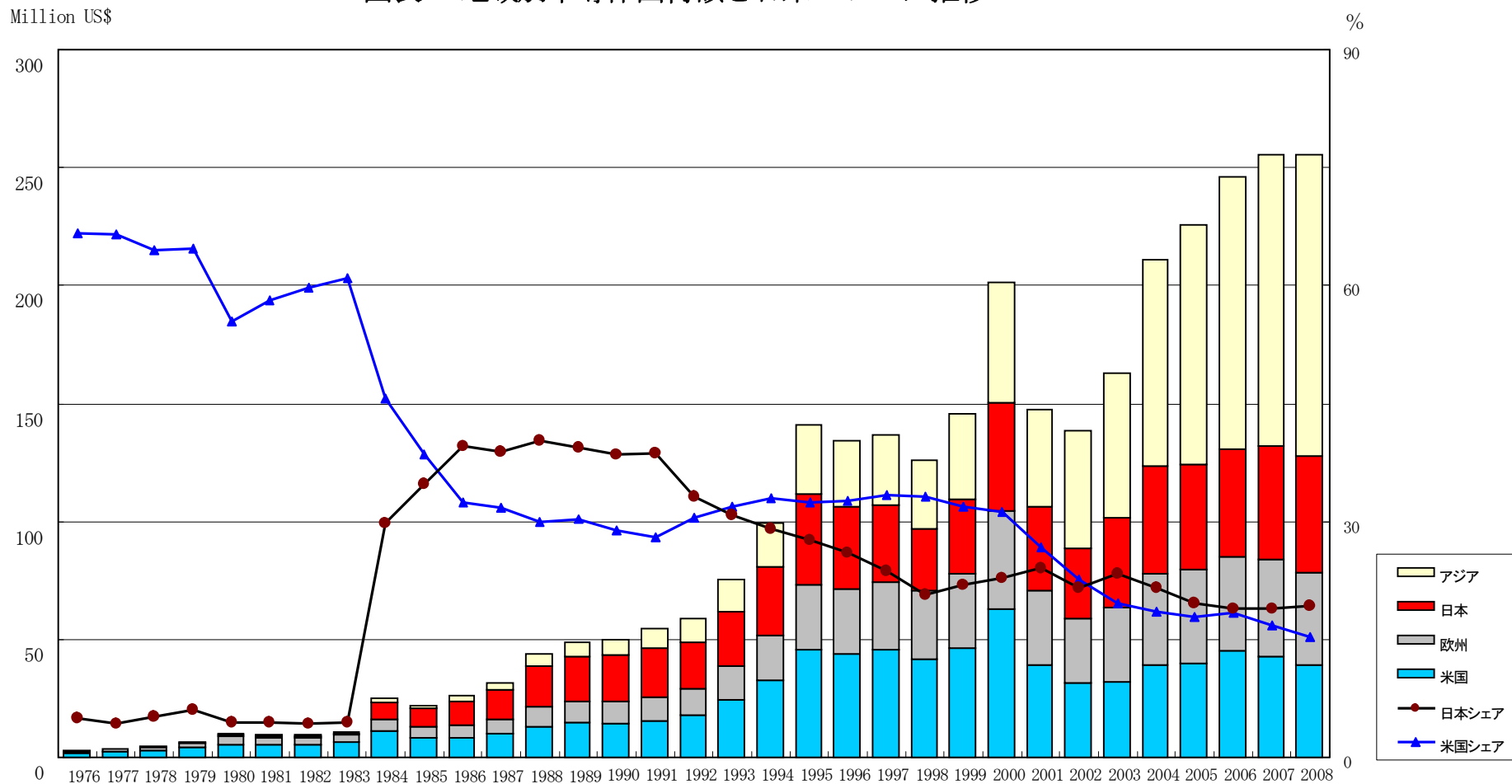
35. 通商産業省 通商産業政策史編纂委員会『通商産業政策史』通商産業調査会
36. 土屋大洋 (1995) 「日米半導体摩擦の分析－数値目標とその影響」『法学政治学論究』第 25 号, 慶応義塾大学
37. 土屋大洋(1996) 「『セマテックの分析－米国における共同研究コンソーシアムの成立と評価－』, 法学政治学論究 第 28 号 (1996 年春季号)」, 慶応義塾大学
38. 湯之上 隆(2004) 「『技術力から見た日本半導体産業の国際競争力』, 同志社大学 技術・企業・国際競争力研究センター リサーチペーパー04-07」
39. 吉岡英美(2006) 「韓国半導体産業の技術発展－三星電子の要素技術開発の事例を通じて－」『アジア経済研究』第 47 卷 3 号
40. 渡辺 孝, 藤川信夫(2003) 『我が国の半導体産業とイノベーション－イノベーション経営研究会報告書－』日本政策投資銀行 設備投資研究所

URL

41. DARPA (Defence Advanced Research Project Agency) <http://www.darpa.mil/>
42. JEITA (Japan Electronics and Information Technology Industries Association : 社団法人 電子情報技術産業協会)
<http://www.jeita.or.jp/>
43. SEMATECH (Semiconductor Manufacturing Technology)
<http://www.sematech.org/>
44. SIA (Semiconductor Industry Association)
<http://www.sia-online.org/>
45. WSTS (World Semiconductor Trade Statistics)
<http://www.wsts.org/>

図表

図表1 地域別半導体出荷額と日米のシェア推移



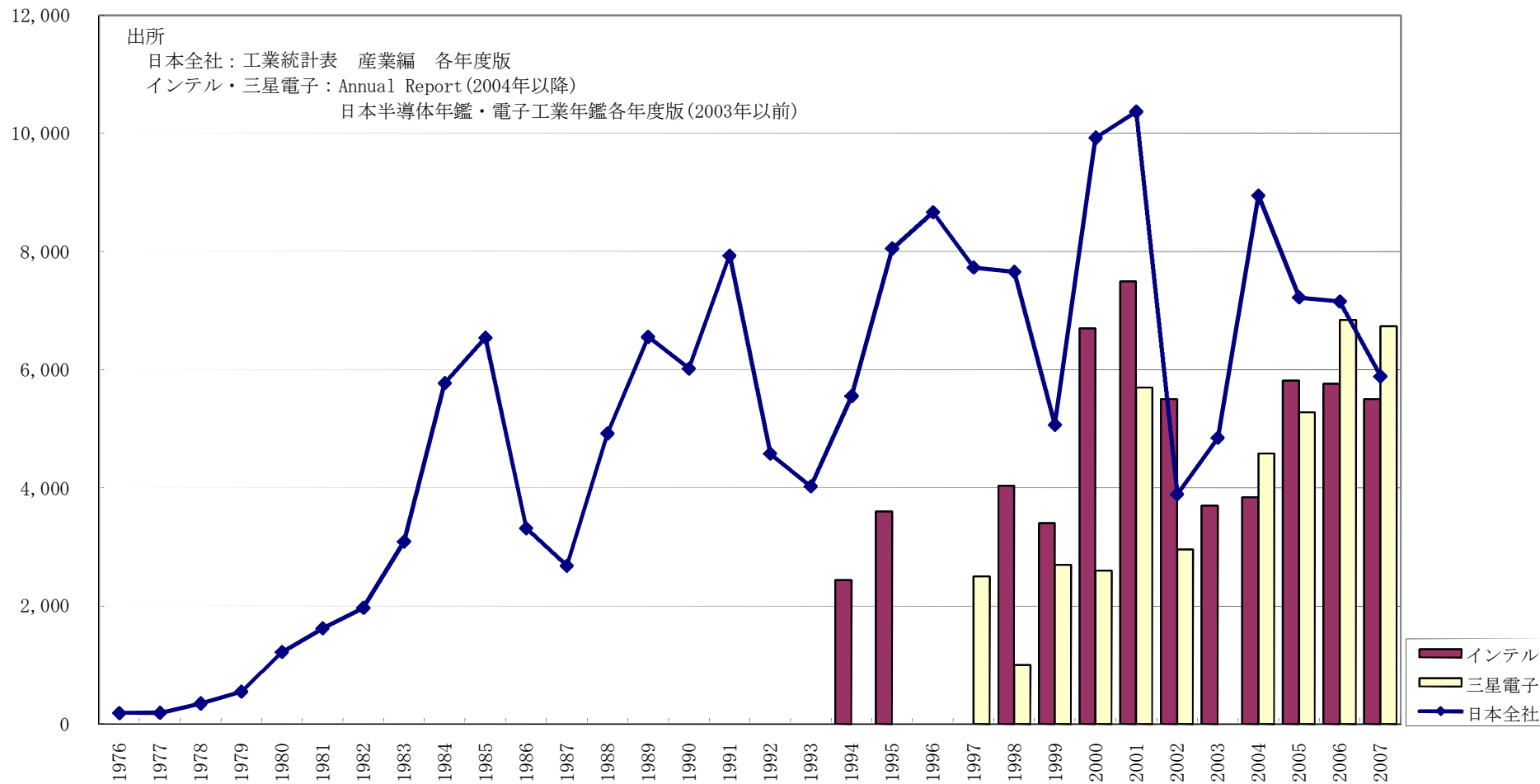
図表2 超エル・エス・アイ技術研究組合の概要

事業種別	補助事業（国庫補助金付）				独自事業			追加事業				
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	
研究年	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	
開発目標	超LSI製作に必要な基本的技術の開発				性能的にも経済的にも次期電算機に使用可能な実用的超LSI製造技術の開発			性能的にも経済的にも次期電算機に使用可能なさらに高度化した実用的超LSIの製造技術の開発				
参加企業	富士通，日立製作所，三菱電機，日本電気，東芝，コンピュータ総合研究所，日電東芝情報システムの7社											
研究従事者数	305	750	862	874	616	576	560	447	458	448	307	
開発試作費 (十億円)	企業賦課金	4.9	14.0	14.0	9.1	9.7	10.7	10.8	9.1	9.1	7.8	3.7
	国庫補助金	3.5	10.0	10.0	6.5	-	-	-	-	-	-	-
	計	8.4	24.0	24.0	15.6	9.7	10.7	10.8	9.1	9.1	7.8	3.7

出典：『超エル・エス・アイ技術研究組合15年の歩み』 pp. 39-62

図表3 半導体企業の投資推移

Million US\$



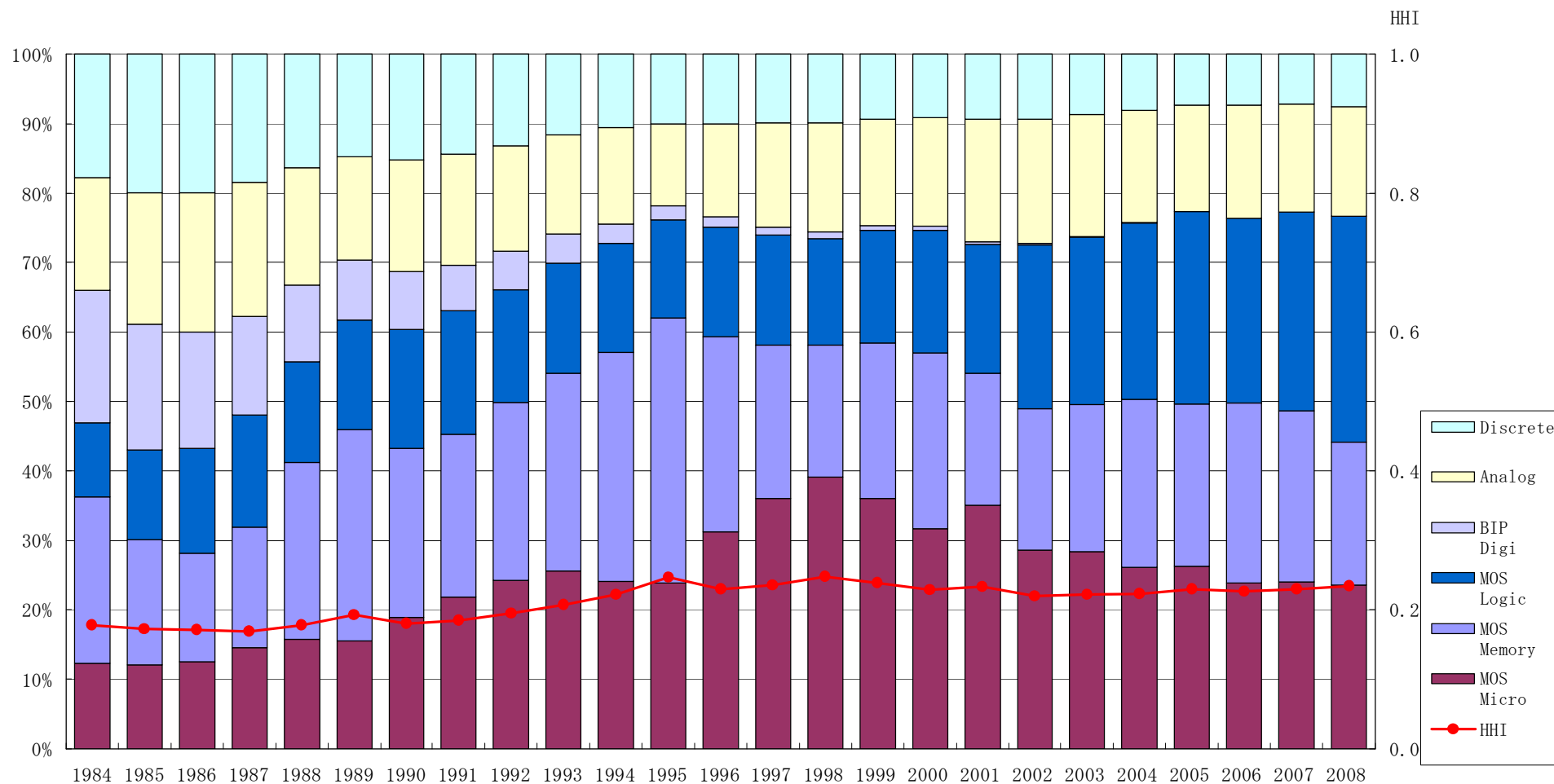
図表4 日米半導体貿易協定の概要

	第一次日米半導体貿易協定	第二次日米半導体貿易協定
期間	1986年～1990年	1991年～1995年
締結当事者	日本側：駐米大使 松永信雄 米国側：合衆国通商代表 クレイトン・ヤイター	日本側：駐米大使 村田良平 米国側：合衆国通商代表 カーラ・ヒルズ
実質的交渉者	日本側：EAIJ(日本電子工業会) 米国側：SIA (米国半導体工業会)	日本側：第一次と同じ (2000年からJEITAとなった) 米国側：第一次と同じ
市場の状況	日本市場は外国製品に対して閉鎖的である 米国市場に対して日本製品のダンピング輸出が多い	両国政府は日本市場参入機会の実質的進展が達成されたと認識
日本政府の対応	日本市場に対する参入機会の実質的改善を支援する 外国製品販売支援のための機関を創設すること 日本における外国製品の市場占有率>20% 密約? ダンピングの防止 生産能力の増加抑制	日本政府は使用者と供給者の関係を発展させる枠組みを支援する 日本政府は使用者と供給者の長期的関係促進を支援する 計算式を明記して米国の希望値 (20%) を協定に記載 日本政府は企業別・品種別に原価・対米輸出価格を把握する
米国政府の対応	可能な限りの販売支援を行う	米国政府は米国の供給者に日本市場参入のための努力をさせる 両国政府は半導体関係団体の市場参入機会増大活動を支援する
ダンピング監視	ダンピング監視はGATT方式による。(注)	GATTのダンピング規約に基づいた防止措置をとる。(注) 第三国市場におけるダンピングも対象とする
対象品目	MOS・Dynamic・RAM/Video・RAM, MOS・Static・RAM Microprocessor Microcontroler ASICs E・C・L・Logic	第一次と同じ
出所	外務省 条約局『条約集 二国間 昭和61年』 p.1869	外務省 条約局『条約集 二国間 平成5年』 p.2583

(注)：計算方式の問題点

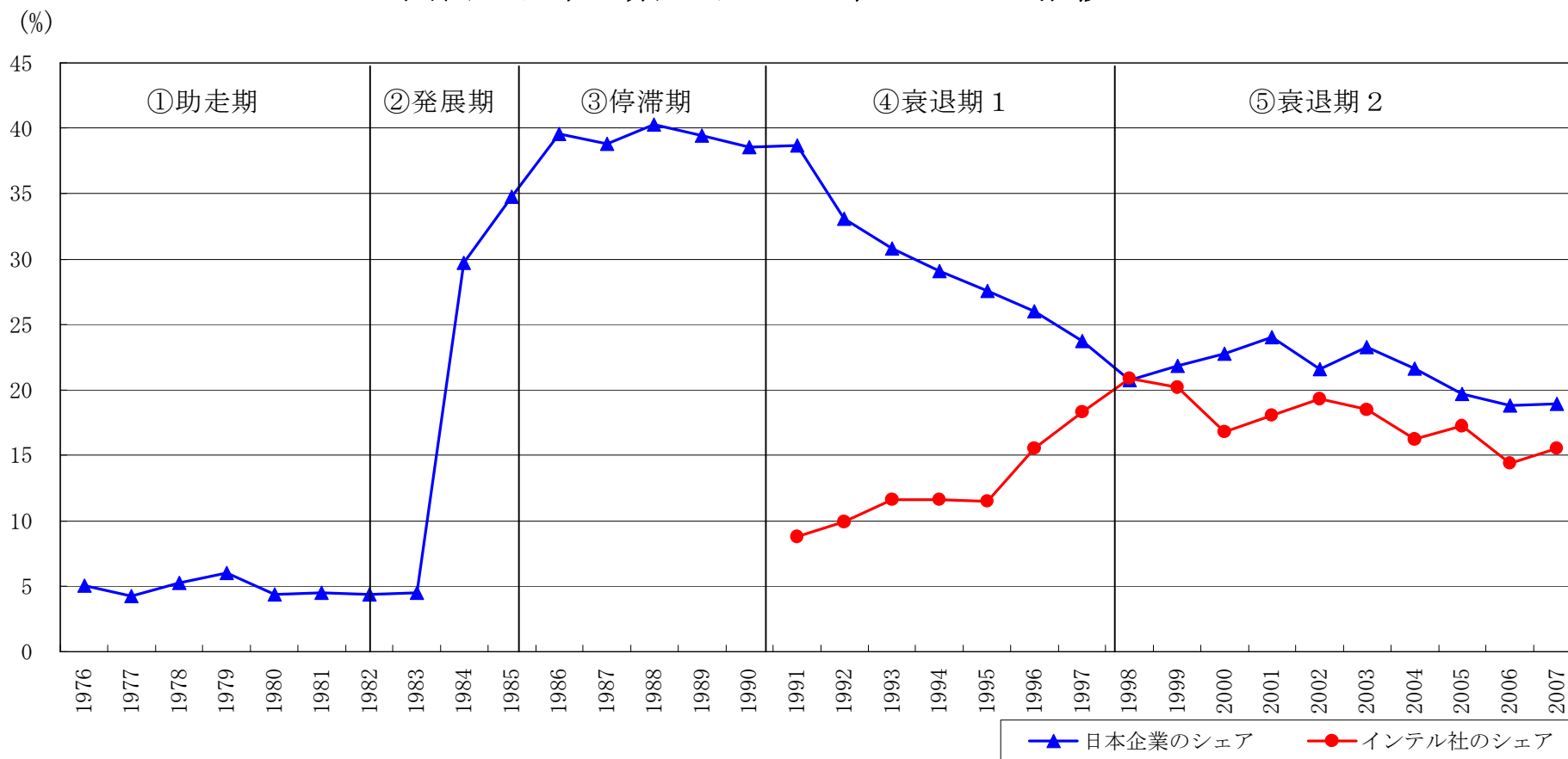
1. 原価計算から算出されたFV(Fair Value)を例えば5\$/Unitとする。
2. 調査期間内に3\$, 4\$, 5\$, 6\$, 7\$でそれぞれ1Unit輸出したとすると、平均価格は5\$となるため、ダンピングとみなされない方式。
3. これに対して米国の調査方式(ゼロイン方式)があり、FV値以上のものを除外して計算するため、単価が3.5\$となりダンピングと認定される。
4. 上記表に示されるようにダンピング監視はGATT方式によるものとされたが、実際はこのゼロイン方式によったものと思われる。

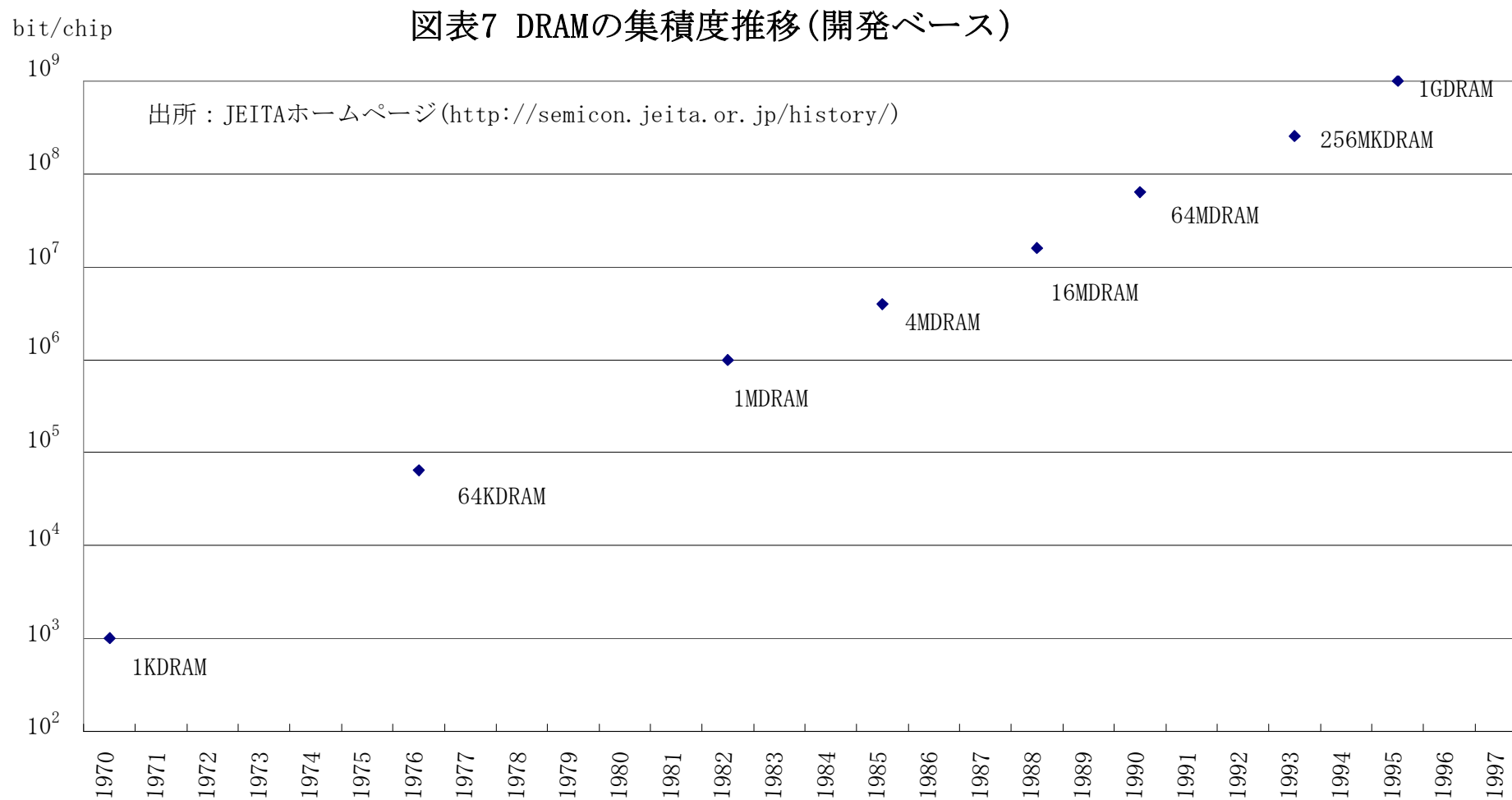
図表5 LSIの品種構成変化



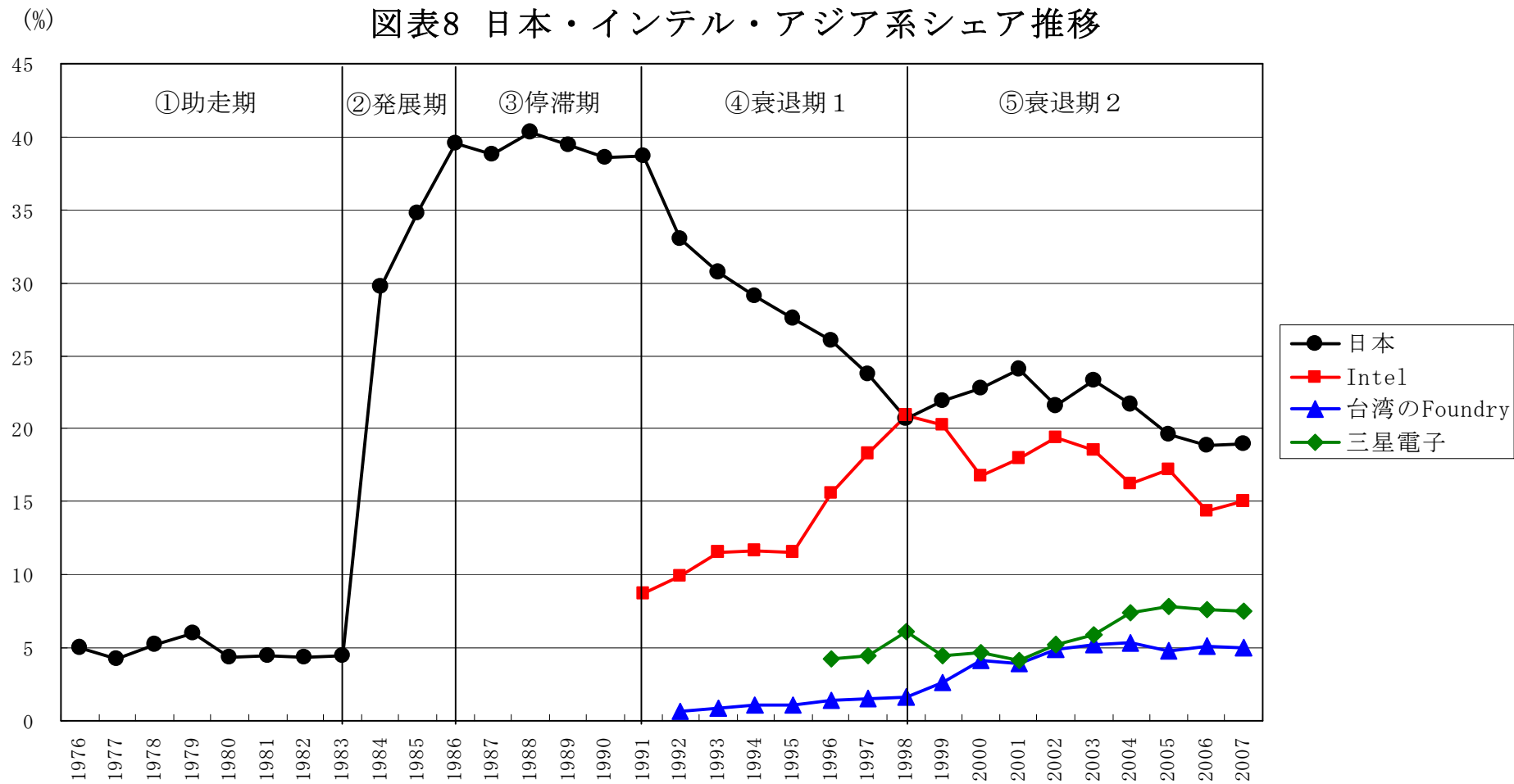
出所：WSTS(World Semiconductor Trade Statistics)の統計

図表6 日本企業とインテル社のシェア推移

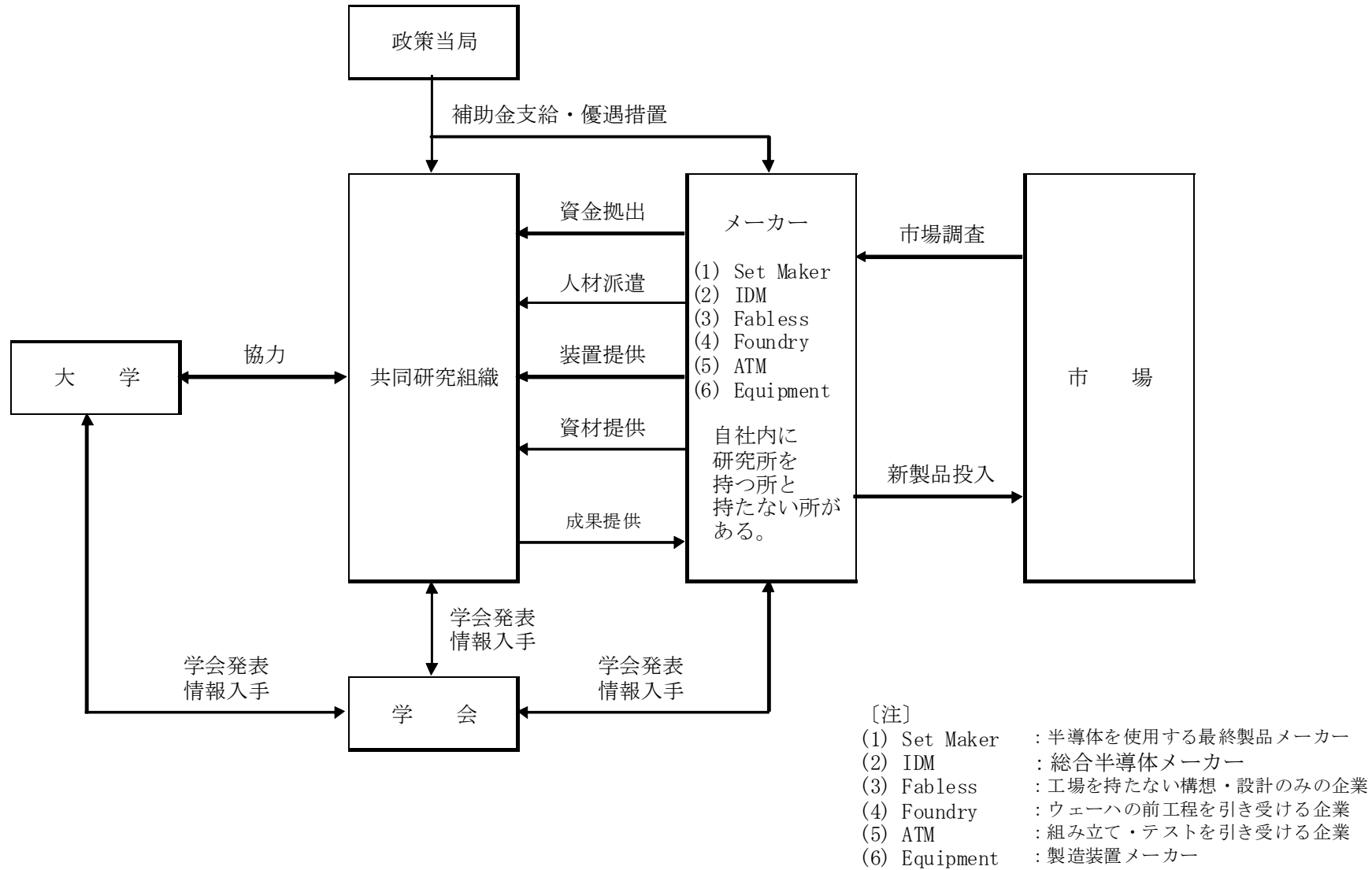




図表8 日本・インテル・アジア系シェア推移

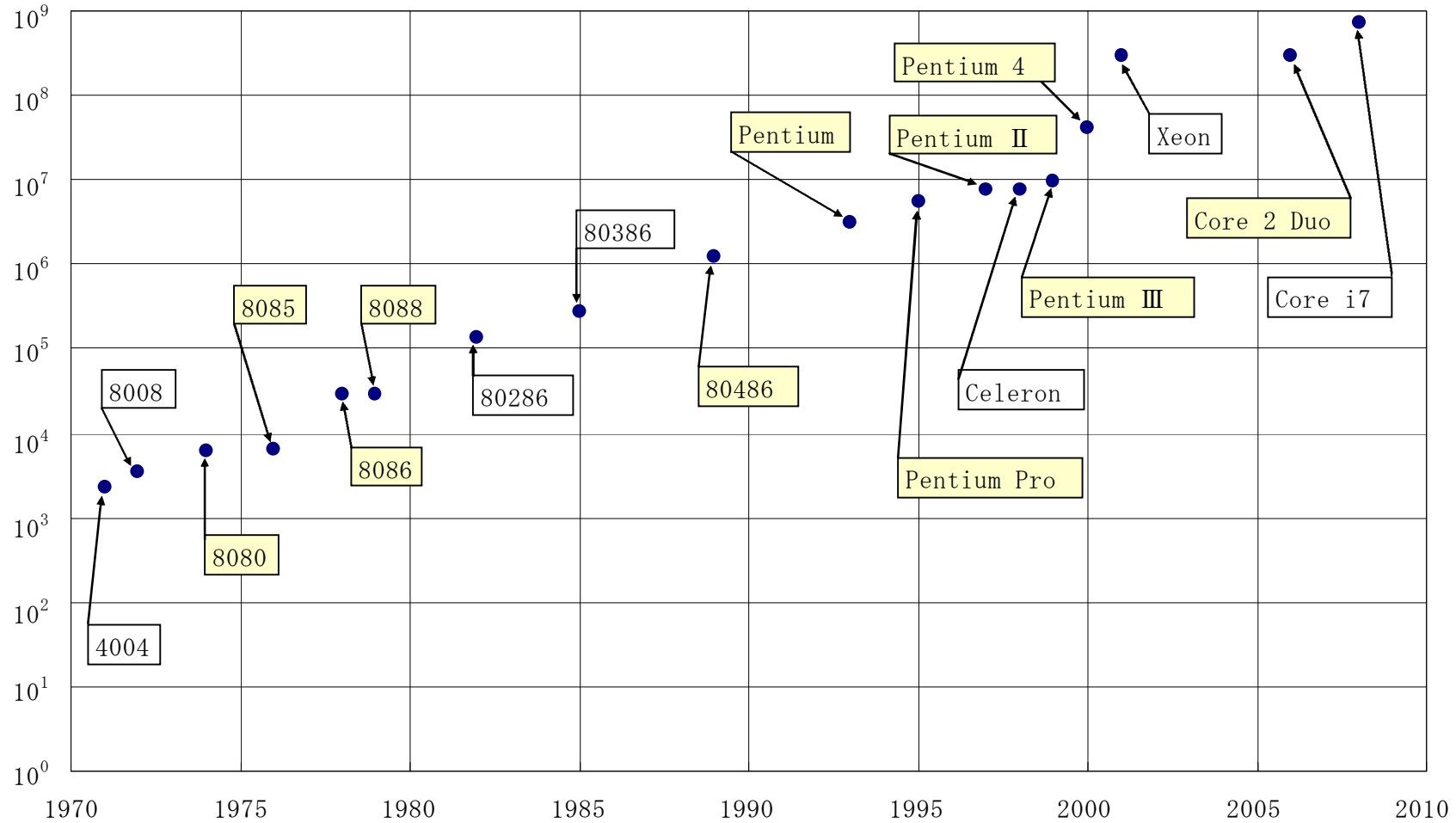


図表9 半導体の研究から製造に至る市場関係



図表10 インテル社製MPUの集積度推移

トランジスタ数/チップ



出所：Intel社ホームページ (http://www.intel.co.jp/jp/intel/history.pdf?iid=siteindex-JP+companyinfo_intelpdf)

図表11 半導体製造工程の分業化

IDM (Integrated Device Manufacturer) は全工程を自社で行う。(マスク製作と組立てを外注する場合がある)

