

半導体六〇年と日本の半導体産業

はじめに

半導体の定義は明確ではなく、絶縁体・導体の概念とともに半導体概念も確立したと推測される。日本でも半導体という用語は、すでに大正期に見られる。一方半導体デバイスを意味する半導体の用語からすれば、半導体の起源はトランジスタの発明に求められる⁽¹⁾。それゆえ、一九四七年にトランジスタが開発されたことから、二〇〇七年は半導体開発六〇周年とされているのである。

産業史としてはきわめて短いといつてよいこの六十年の間に、世界半導体産業が成立し、現在ではその規模は二千億ドルを越えた。その中で日本の半導体産業は劇的な成長

と後退を示した。

この日本半導体産業の盛衰を産業史として整理するのが本稿の課題である。その際の基本的な視点の一つは、米国の半導体産業との提携・依存と摩擦という日米関係の視点である。半導体の技術開発は米国ベル研究所に始まる米国企業の貢献があった。日本の貢献としては、ソニーのトンネル・ダイオード（江崎玲於奈）、東芝のフラッシュ・メモリ（榎岡富士雄）、日亜化学の青色発光ダイオード（中村修二）等が挙げられる。ただし、この三件の研究はいずれも企業の技術開発に位置づけられた組織的研究とは言えず、特に後の二件では開発者と企業が対立し、訴訟にまで発展した（後に対価を支払うことで和解）ことは記憶に新しい。

吉田 秀明

生産技術での競争力は別として、基本的技術での遅れをハ
ンディとしながら、「半導体王国」といわれた急成長をと
げ、一九九〇年代には歴史的後退を示したこの産業の歴史
には、日本の戦後政治史同様、米国が重要な役割を果たす
ことになる。

いま一つの視点は、半導体産業と半導体市場との構造的
な変化である。この点については、最後の章で、市場の変
化、競争条件の変化、企業による分業、半導体製造装置産
業の独立、工場の情報化の六点を指摘する。

一 半導体産業前史としての真空管

(1) 外資との提携で始まった真空管生産

真空管は、素材から見て半導体ではない。しかし、半導
体の起源であるトランジスタとほぼ同様の機能を果たす。
元来、トランジスタの開発目標自体が、真空管を使わない
増幅装置の開発であった。このような意味で半導体産業の
前史としてとらえられる真空管生産を最初に見ておこう。

一九世紀末から二〇世紀初頭にかけて米国では急速に通
信産業が発展し、無線通信市場も拡大して真空管の工業的
生産が活発になった。一九二〇年代になるとこの市場には

三社のカルテルが成立した。その三社とは、真空管製造、
とくにラジオ用受信管で圧倒的な地位を築いたGE社とそ
の子会社RCA社、米国電話事業の覇者であるAT&T社と
その子会社WE社、そしてWH社であった。日本の真空管
生産は、これらの米国企業を中心とした外国資本と技術・
資本提携することによって出発した。

日本での真空管の工業的生産の主役となったのは、白熱
電球製造の草分けである藤岡市助の白熱舎を前身とする東
芝（当時東京電気）であった。同社は一九〇五年にGE社
と資本・技術提携し、その子会社として電球そして受信用
真空管の生産で圧倒的な地位を築いた。

一方、一八九九年にWE社の半額出資を得て成立した日
本電気は、通信省の庇護を受けた有線機器市場で圧倒的な
地位を築き、送信管生産などでも優位な地位を築いていた。
しかし、一九二〇年代の不況と国産品愛用運動の中で、通
信省の発注は外資系の日本電気集金を避け、他社に分散し
始めた。これに対応して日本電気は、外資との資本関係を
希薄化させるとともに、無線機市場への進出を選択した。
しかし、無線、特に受信用真空管部門ではGEと提携した
東芝の特許の壁があった。

表1 ラジオ生産の推移(1935~1960年)

	生産数 (千台)	生産額 (百万円)	普及率 (%)	輸出数 (千台)
1935	152		17.9	
1936	424		21.4	
1937	413		26.4	
1938	593		29.4	
1939	704		34.4	
1940	828		39.2	
1941	876		45.8	
1942	809		48.7	
1943	707		49.5	
1944	240		50.4	
1945	69		39.2	
1946	665		38.6	0
1947	733		40.6	25
1948	808		47.2	1
1949	609		53.8	4
1950	289		55.4	6
1951	496		58.6	2
1952	1,087	7,923	63.6	5
1953	1,407	12,288	70.4	5
1954	1,395	11,481	75.2	7
1955	1,789	12,296	73.8	92
1956	2,981	18,586	77.8	578
1957	3,577	24,115	81.2	1,136
1958	4,897	31,351	81.3	3,797
1959	10,025	56,387	74.7	9,247
1960	12,851	69,945	57.2	13,185

出所：生産動態統計、三洋社史、『電子工業30年史』、日本放送協会『放送五十年史資料編』日本放送出版協会、1977年3月、総務庁統計局『日本長期統計総覧3』。

だが戦争はこの壁に風穴をあける。無線兵器・真空管の大量生産を重視した政府・軍部は、この壁を取り払って東芝の技術を日本電気等の他企業に流出させることに力を注いだのである。これによって真空管生産の技術的基礎が拡散したことは、戦後の真空管生産での企業間競争の土台を作るとともに、米国の特許技術を事実上無償で広める結果にもなったのである。²⁾

(2) 戦後のラジオブームによる真空管生産の隆盛

敗戦直後の経済の混乱の中で、GHQや政府の優遇政策も後押ししてラジオブームが起り、ラジオ生産が急増する。一九四六年に六六万台を生産し、いち早く立ち直ったラジオ生産は、四九年にドッジ不況とアマチュアラジオの横行で激減するとともに、群小ラジオセットメーカーが淘汰される。しかし一九五〇年に電波法・放送法が制定・施行されて、翌年には民放が放送を開始し、また当初三〇%であった物品税率が一〇%に軽減されたことでラジオ市場は急成長する。五三年には松下電器、三洋電機などの大手

表2 受信用真空管の生産量(1951~1956)
(単位千個)

	S T管	G T管	MT管	その他
1951	12262	1005	456	63
1952	18577	1472	804	166
1953	21720	3134	3023	955
1954	14265	2525	7418	1506
1955	9265	3793	15881	1541
1956	8200	5409	29656	1886

出所：生産動態統計

中心にラジオ生産は一四〇万台に達するのである。このラジオブームは、後の白黒テレビブーム・カラーテレビブームの先駆けになり、日本の家電産業・電機企業の寡占体制の出発点となるものであった。ラジオブームを支えたのが真空管、とくにMT管の生産であった。⁽³⁾戦後の真空管生産の主力は日本電気であった。

戦前にGEとの提携によって独占的地位を占めていた東芝は、GEとの提携関係が一九五一年まで中断状態であり、しかも労資紛争が激化して経営はきわめて不安定な状態にあり、巨額の赤字を計上していた。これに対して日本電気は戦時期に東芝から技術を獲得し、やはり戦時期に増強した玉川工場を主力工場としたうえで、システム製造器、封入機、自動排気装置などの量産設備を装備し、市場を支配したのである。⁽⁴⁾

二 真空管からトランジスタへ

(1) ソニーが火を付けたトランジスタラジオブーム

日本でラジオブームが起こり真空管生産が立ち上がった頃、米国ではトランジスタをめぐる重要な発見・発明が相次いでいた。一九四七年に米国のベル研究所(A T T社および子会社のW Eの研究所を統合して一九二三年に設立)のシヨックレー、バーディーン、ブラッテンの三人が点接触型ゲルマニウムトランジスタを発明した。さらに一九五〇年にはシヨックレーが接合型とよばれるトランジスタを完成した。

トランジスタは当初は真空管の代用品と考えられており、米国ではトランジスタ独自の用途は軍需以外にはほとんど開拓されていなかった。トランジスタの真空管に対する優位性は、①極小化、②消費電力が少ない、③立ち上がり早い、④寿命が半永久的、⑤集積化が可能などの点にあった。⁽⁵⁾

米国でのトランジスタの開発情報は、一九四八年にはG H Qから通信省電気試験所を通じて関係者に伝えられた。この情報を得た日本の電機企業の追従はすばやく、一九五

表3 日米のトランジスタ生産
(1957~1971年、単位百万個)

	日本	米国
1957	5.7	27.8
1958	26.7	46.1
1959	86.5	83.5
1960	139.8	131.8
1961	180.1	193.0
1962	231.7	258.2
1963	267.5	302.9
1964	415.9	398.0
1965	454.0	631.7
1966	617.1	877.3
1967	766.1	792.1
1968	938.6	951.7
1969	1382.2	1249.1
1970	1813.3	976.9
1971	1637.9	880.7

出所：日本は生産動態統計
米国はErnest Braun and Stuart
Macdonald ; Revolution Miniature
; The history and impact of semi-
conductor electronics Cambridge
University Press, 1978

二年には日立と東芝が、米RCA社とトランジスタの技術
契約を結んだ。さらに翌年にはソニーの前身である東京通
信工業がWE社と仮契約を結んでいる。ただしこれらの契
約は製造ノウハウの移転を含んでおらず、米国での講演と
工場見学、「トランジスタ・テクノロジ」というマニユ
アルおよびサンプルの持ち帰りが認められた程度のもので
あった。

しかし、東京通信工業はトランジスタの用途としてラジ
オを想定し、一九五五年には携帯型トランジスタラジオT
R-五五を発売し、トランジスタとラジオの量産を開始し
た。⁽⁶⁾ソニーが開拓したトランジスタラジオは一九五八年に
は生産台数で真空管ラジオを上回り、五九年には八〇%を

越えた。⁽⁷⁾

ラジオという用途を開発した日本のトランジスタ業界は、
米国企業と特許契約を結び、米国に市場を広げて飛躍を遂
げる。日本のトランジスタは一九五四年に六五〇〇個が初
めて生産されたが、翌年には年産八万五〇〇〇個、一九五
六年には五六万個、五七年には五七〇万個が生産された。

さらに日立・東芝・日本電気の大手電機会社の専用工場が
稼働した一九五八年には年産二六〇〇万個、三菱電機、沖
三洋が参入した五九年には八六五〇万個、金額にして一六
〇億円に達し、一九五九年および一九六〇年に日本は世界
最大のトランジスタ生産国になったのである。

(2) シリコン・トランジスタの登場

日本でゲルマニウム・トランジスタ生産が軌道に
乗り始めた時期に、米国ではその先を行く先端技術
である半導体に関する技術革新が集中し、シリコ
ン・トランジスタが開発され、さらにシリコンウエ
ハの開発製造、そしてIC(集積回路)が開発され
るにいたる。

まず、シリコン・トランジスタであるが、これは

表4 企業・国籍別主要半導体の量産開始年(1951-67)

点接触型トランジスタ	トンネル・ダイオード
1951 ウェスタン・エレクトリック(米)	1957 ソニー
1952 (仏)	1958 RCA(米)
1953 ソニー、(英)、(独)	1960 (英)、(仏)、(独)
接合型トランジスタ	プレーナー・トランジスタ
1951 ウェスタン・エレクトリック(米)	1960 フェアチャイルド(米)
1953 (仏)、(独)	1961 日本電気・富士通、(英)
1955 日本電気・ソニー	1962 (独)、(仏)
合金接合型トランジスタ	エピタキシャル・トランジスタ
1952 GE・RCA(米)	1960 ウェスタン・エレクトリック(米)
1953 (英)	1961 東芝・ソニー
1954 富士通・ソニー、(仏)、(独)	1962 (英)、(独)
表面バリヤ・トランジスタ	1963 (仏)
1954 フィルコ(米)	IC
1958 (英)	1961 TI・フェアチャイルド(米)
1962 富士通・ソニー	1962 日本電気、(英)
シリコン・トランジスタ	1964 (仏)
1954 TI(米)	1965 (独)
1955 (独)	MOSトランジスタ
1958 (英)	1962 フェアチャイルド(米)
1959 日本電気	1963 日本電気
1960 (仏)	1964 (英)、(仏)
拡散法によるトランジスタ	1965 (独)
1956 ウェスタン・エレクトリック・TI(米)	発光ダイオード
1958 日本電気	1963 IBM(米)
1959 (英)、(仏)、(独)	1965 日本電気、(英)、(仏)
シリコン整流器	1967 (独)
1956 GE(米)	
1957 (英)	
1960 東芝、(仏)、(独)	

出所：John E Tilton:International Diffusion of Technology,the Brooking Institution,1971,pp.25-27.

一九五四年に米国T I社で開発された。続いて一九五六年にはベル研究所が合金拡散法によるシリコン・メサトランジスタを発表、翌年には選択拡散法によるトランジスタの製造方法を発表した。さらに一九五九年には米国フェアチヤイルド社のJ・ハーニがプレーナー・トランジスタの構造特許を出願し、R・ノイスが電極特許を出願した。これらの特許はいずれもICの基本特許とされる画期的なものであった。翌年には同社はシリコン酸化膜をそのまま残すトランジスタを発表、ベル研究所はエピタキシャル型プレーナー・トランジスタを開発した。

こうして生まれたエピタキシャル型プレーナー・トランジスタはゲルマニウム・トランジスタと比べ、シリコンを使っているため動作温度範囲が広く、高周波特性に優れていた。製造工程においても、ウエハプロセスがすべて基盤の一括処理で行うことが可能になったため生産性が上がり、精度が向上してばらつきが減少したとされている。⁽⁸⁾

これらのトランジスタ、それに続くICに関する技術開発では、ほぼ米国の独擅場であった。ただし、第4表から明らかなように、一九六〇年代になると、米国企業が開発した新方式のトランジスタの商業生産で、日本の企業は欧

州企業に先んじてほぼ一年で米国に追従することが出来るようになったといえる。

日本で初めてシリコン・メサトランジスタを開発したのは日本電気で一九六〇年初頭のことであった。日本電気は続いてエピタキシャル型プレーナー・トランジスタ開発方針を策定するなど、ゲルマニウム・トランジスタで出遅れた失敗の経験を生かし、シリコン・トランジスタ、さらにIC開発で日本の電機企業の先陣をきることになる。一九六〇年代を通じて日本でもシリコン・トランジスタ生産は急速に増大し、一九六九年にはゲルマニウム型を抜いて、トランジスタの主流を占めるようになる。

三 集積回路の登場

(1) 米国で開発された集積回路

一九五九年に米国で、T I社のジャック・キルビーが、ICの基本特許である固体回路の特許を提出した。また前述のように、同年、フェアチャイルド社のノイスがプレーナー特許を提出する。さらに一九六三年にはCMOS IC、六六年には素子分離法が開発された。こうして六〇年代半ばにはトランジスタの基本技術が出揃うとともにICを量

産する条件も整った。ICの登場は、シリコントランジスタの製造技術の延長線上にあったといえるが、真空管・トランジスタの発明が比較的小数の基本的特許に依存するのに対し、生産技術に直結した多数の応用技術の積み重ねから成り立っていた。同時にその生産方法に関しては、真空管・トランジスタの生産が熟練を要する手作業的組み立て産業としての特徴を持っていたのに対し、集積回路の生産はシリコンを使った大量生産型装置産業として産業的に確立したことを特徴とするものであった。⁽¹⁰⁾

米国でのIC市場形成期に、その開発を促進したのは、冷戦に対応する軍需市場と、やはりソ連と競った宇宙開発の市場であった。IC生産の立ち上がりの時期である一九六〇年代には、軍需比率が大半であった。一九六三年の軍需のうち、宇宙部門が二八%、航空部門が一九%、ミサイル部門が一七%などとされている。⁽¹¹⁾

これに対してヨーロッパでは軍需・官需の比率は低く、日本ではこの比率はゼロに近かった。ただし米国でも一九七〇年代以降には民需の比率が圧倒的になっていく。したがって、軍需・官需がICの市場として大きな役割を果たすのは一九六〇年代の米国の例外的現象であると言える。

しかし、この期の軍需依存と反トラスト法による規制は、GE、WH、ATT、IBMなどの半導体市場への参入を防ぐ結果になった。逆に一九六〇年代にはその後の米国の半導体生産を担うインテル、AMDなどのベンチャー企業が続々と出現したのである。したがって、この後の半導体生産では、米国の半導体専業・新興半導体ベンチャーと日本の総合電機企業とが覇を競う構図ができあがるのである。そして一九六四年にはIBMが第三世代と呼ばれる電子計算機三六〇シリーズを発表した。この電子計算機自体は米国の軍事・航空宇宙研究の産物とされるが、この発表以降、集積回路が民生用の電子機器に波及し、IC産業が確立するのである。

日本でも一九五九年頃から日本電気や三菱電機で研究がはじまり、一九六〇年には電気試験所の垂井グループがICの試作に成功した。しかし、日本でICが認知されて需要が拡大し、工業化が始まるのは、一九六〇年代後半から七〇年代にかけての時期である。

(2) 電卓ブームと日本のIC産業の確立

米国でソ連との冷戦・宇宙開発競争がIC産業の離陸を

表5 日本の集積回路輸出入比率(1965~2003 単位%)

	輸出率	輸入率
1965		100.0
1966		74.7
1967		42.1
1968		29.6
1969		25.3
1970		30.2
1971		35.9
1972		21.8
1973	2.3	26.0
1974	5.3	31.7
1975	11.4	27.7
1976	11.5	27.1
1977	15.2	24.4
1978	18.6	20.6
1979	28.3	25.8
1980	32.2	22.0
1981	29.0	18.4
1982	34.1	18.8
1983	37.2	17.6
1984	39.3	15.7
1985	31.6	11.6
1986	29.4	10.4
1987	30.7	10.9
1988	34.0	10.3
1989	39.0	10.5
1990	44.8	14.5
1991	35.4	16.1
1992	44.7	19.2
1993	49.3	22.7
1994	55.2	27.6
1995	63.1	37.0
1996	61.0	43.2
1997	63.5	46.6
1998	64.1	46.9
1999	61.1	48.9
2000	62.3	49.3
2001	68.6	58.6
2002	78.6	71.7
2003	79.7	69.4

出所：『電子工業年鑑』

備考：輸出率 = 輸出額 ÷ 生産額 × 100

輸入率 = 輸入額 ÷ (生産額 - 輸出額 + 輸入額) × 100

もたらしたとすれば、日本のIC産業は電卓ブームによってもたらされたといっても過言ではない。

一九六四年にシャープがいち早く世界初のオルトランジスタ電卓(ゲルマニウムトランジスタを使用)を発売した。

さらに、同社は一九六六年にはIC電卓(バイポーラIC使用)も完成させ、翌年には日立製MOS型IC五六個を使った電卓を発売した。一九六九年には、米国アポロ計画の推進役であったノースアメリカン・ロックウェル社と技術提携し、LSI(大規模集積回路)の量産工場建設計画を発表するとともに、同社製LSIを使った世界初のLSI電卓マイクロコンベツトを開発した。

シャープ以外の電卓メーカーもキヤノンはTI社、リコ

IはAMI社というように、半導体供給を米国に依存した。しかし、一九七二年発売のカシオ製電卓「カシオミニ」は、電卓の普及機種となり、使用する半導体もLSI一個だけで、日立、日本電気の国産品であった。

一九七〇年代前半には、IC需要の五割から三割を電卓が占めていた。この時期に米国産のICに対抗して、国産化を進める主体となったのは、コンピュータ・通信機等を生産する日本の電機企業であった。一九七〇年前後のこれら企業のIC生産のうち、四割ないし六割を自社需要が占めたとされている⁽¹³⁾。

さらに、この時期の日本電機企業は、カラーテレビ生産において米国企業を圧迫し、世界市場でシェアをのばし、

急速な資本蓄積を進めていた。IC生産においても国内市場の輸入比率は七〇年代に三割から二割に低下した。逆に輸出比率はゼロから出発して三割に拡大した。こうして、ラジオ、カラーテレビ、コンピュータ、電卓、オーディオなどの製品で真空管やトランジスタなどの個別半導体から、ICへの転換が進み、一九七八年には、ICの生産額が個別半導体の生産額を上回るようになった。⁽¹⁴⁾

(3) 日本での半導体産業の確立と躍進

一九七〇年代から八〇年代にかけての半導体生産を企業とその国籍別で見ると、TI、モトローラを二強とし、それにフェアチャイルド、ナショナルセミコンダクタなどの米国半導体専業メーカー、日本電気、日立製作所、東芝などの日本の総合電機メーカー、それにフィリップス、シーメンスなどの欧州の総合電機メーカーという三種の企業群が市場を分割していた。中でも技術開発で圧倒的実力を持つ米国専業メーカーは、八〇年代半ばまで量的にも市場を支配していた。

だが、日本企業はこの間、じりじりとその順位をあげて米国の二強に迫り、八五年には日本電気が首位の座につく。

さらに八六年から九一年にかけて日本の総合電機三社が上位を独占する状況が六年間つづく。企業の国籍別半導体出荷額総計でも、この期間の日本企業は、北米・南米をあわせた米州を上回る。需要から見た半導体市場では、八八年からの六年間、日本の市場規模は米国のそれを越えて世界一の巨大市場となる。日本が半導体王国と呼ばれる絶頂期の到来である。

この期の日本半導体産業躍進の背景には、何よりもこの産業が基盤を置く日本経済全体が好調であったという事実がある。周知のように日本経済は、七〇年代に二度の石油危機に見舞われた。しかし、高度成長期を牽引した鉄鋼・造船・石油化学産業から、自動車・電機を中心とした機械・組み立て産業に主軸を移し、その国際競争力を生かして輸出主導の安定成長を持続したのである。一方、米国経済は相対的に低迷し、日本からの輸入を中心とする貿易赤字を拡大していった。

日本の半導体生産の強みもまた、日本のものづくり全体の強みに基づく点が多い。日本の強みとしてこの時期に指摘されたことは、トヨタ生産方式に代表される改善にもとづく高い生産性と品質管理、それを支える勤労意欲の高い

表6 半導体ランキング

(単位100万ドル)

	1971年	1976年	1981年	1986年	1991年	1996年	2001年	2006年
	TI	TI	TI	日本電気	日本電気	インテル	インテル	インテル
1位	310	660	1300	2638	5547	17781	24927	30437
2位	モトローラ	モトローラ	モトローラ	日立製作所	東芝	日本電気	東芝	サムスン
	250	450	1190	2305	5337	10428	6783	20138
3位	フェアチャイルド	ライリッツ	日本電気	東芝	日立製作所	モトローラ	STマイクロ	TI
	120	330	990	2261	4351	8076	6360	11984
4位	ナショナルセミコ	日本電気	日立製作所	モトローラ	インテル	日立製作所	サムスン	インフイニオン
	ソダクタ 49	310	810	2025	4059	8071	6303	10533
5位	シグネツクス	フェアチャイルド	東芝	TI	モトローラ	東芝	TI	STマイクロ
	32	310	770	1820	3915	8065	6060	9854
6位	日本電気	日立製作所	ナショナルセミコ	ライリッツ	富士通	TI	日本電気	東芝
	30	270	ソダクタ 740	1356	3111	7064	5389	9783
7位	日立製作所	ナショナルセミコ	インテル	富士通	TI	サムスン	モトローラ	ハイニツクス
	25	ソダクタ 270	530	1310	2753	6464	4828	8007
8位	アメリカンマイクロ	東芝	松下電子	松下電子	三菱電機	富士通	日立製作所	ルネサステクノ
	ロンステム 24	240	490	1233	2508	4427	4724	7900
9位	三菱電機	シーメンス	ライリッツ	三菱電機	松下電子	ライリッツ	インフイニオン	AMD
	16	220	460	1177	2421	4219	4386	7434
10位	ユニロード	松下電子	フェアチャイルド	インテル	ライリッツ	三菱電機	ライリッツ	フリースケール
	14	180	460	991	2072	4100	4402	6049

出所:『日経産業新聞』その他

原資料: Dataquest

労働者の存在と労務管理、対労働者・対協力企業における長期契約、短期の業績に左右されない企業の長期的経営戦略等である。

これらに加えて半導体産業における日・米の企業行動で顕著な差が見られる点の一つは、米国企業が後工程と呼ばれる組み立て工程を東南アジアに移転したことである。これによって米国企業は短期的にはコストで優位に立ったが、生産性および品質管理で問題を生んだ。⁽¹⁵⁾ 日本企業はこれに対抗して、生産工程の自動化に大きな投資を行った。例えば、最終組み立て工程であるワイヤボンディング工程では、自動リード・ボンディング装置を導入し、米国企業に先がけて一九七〇年代末には全自動化を行い、労働者の手作業を駆逐していった。⁽¹⁶⁾

ヒューレット・パッカード、ゼロックスなどの米国の半導体ユーザーは、一九七〇年代後半から日本製DRAM（一六K）を採用し始めるが、彼らの検査結果では、製品欠陥率等に顕著な差が認められ、米国製品の全体的品質水準をはるかに超えていたとされる。⁽¹⁷⁾

生産性・品質の優位を後ろ盾として日本の半導体企業は、シリコン・サイクルに動じることなく米国企業を上回る設

備投資を続ける。この投資意欲を支えたのは、上述の日本企業特有の長期的経営戦略・経営環境と、日本のメーカーが総合電機企業であったため、専業の米国メーカーと比べて企業規模・資金調達力に差があったことによると考えられる。

四 日米半導体協定と日本半導体産業の没落

(1) 日米半導体協定の締結

日本の半導体企業の台頭とその米国半導体市場への進出は米国の反発を呼び、政治問題化した。その理由は次のようなものであった。

(一) 日本製品の流入は米国および世界の半導体市場での価格低下につながり、米国半導体産業はこれをダンピングととらえた。

(二) 米国と並ぶ規模に成長しつつあった日本の半導体市場での輸入品比率の低さは、不公正な貿易の結果であると考えられた。

(三) 半導体不況期にも設備投資を続ける日本企業の投資行動は、米国半導体業界を直接脅威にさらすものであった。⁽¹⁸⁾

(四) すでに自動車産業などで日米貿易摩擦がおこり、ジ

ヤパン・バッシングが広まるなど、米国政府・米国民の間
に日本製品流入に対する反発が存在した。

(五)軍事分野でも先端製品であった半導体での米国の優
位性の後退は、国防省などの警戒感を高めた。

すでに一九七七年には主要な米国半導体企業六社によっ
て対日貿易交渉を主要課題とするS I Aが結成された。S
I Aの米国での活動はやがて日本政府と米国政府による日
米先端技術作業部会の設置に結実し、前述のような米国の
認識を背景にして日米半導体摩擦は日米の重要な外交課題
となった。半導体不況が顕在化した一九八五年には、S I
Aが日本政府を米通商代表部に提訴するに至った。

そして翌八六年には政府間協議が開始された。交渉は難
航したが、日米半導体協定が両国政府の合意の下に成立し
た。この協定は五年の間、日本企業に対して販売・コスト
情報を米商務省に提出する義務を課し、日本製品の対米輸
出価格を米国が監視することとなった。さらに、公表され
なかったものの実効性を有したとかんがえられる「サイド
レター」には、外国企業の日本での半導体の販売を市場の
二〇%強に拡大すること、それに加えて第三国への輸出価
格をも日本政府が監視することが記された¹⁹⁾。この協定は九

一年に改定され、二〇%の数値目標が明記され、さらに五
年間延長されることになった。

(2) 協定の効果Ⅱ日本半導体産業の地位低下

両協定の発効した一〇年間、数値算定の根拠や協定の記
述自体が曖昧であったこともあつて半導体摩擦が絶えず、
とくに一九八七年には、米政府による対日制裁が発動され
た。しかし、八六年の合意直後は実効性を持たなかった協
定も、米国政府・業界の強権の発動と通産省の行政指導の
強化とによって、米国半導体産業の「期待の達成」の方向
へ効力を発揮し始める。

日本での外国半導体シェアは、八九年から顕著に上昇し
始める。九二年には半導体の企業ランキングでインテルが
日本電気から首位を奪い、米州企業の半導体出荷額も日本
を再逆転する。半導体の市場規模でも九三年には米国が日
本を再逆転する。また世界市場の九割を日本製が占めたと
いわれたDRAMでも、九二年には東芝がサムスンに首位
を奪われる。さらに、九七年に転換点が訪れたとされる。
同年、DRAM(一六M)の低コスト化に成功した米マイ
クロン社の値下げ攻勢で、日本企業大手は数百億円規模の

1998年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
サムスン 18.5	サムスン 27.0	サムスン 30.8	サムスン 28.6	サムスン 27.7	サムスン 30.1
マイクロン 11.6	マイクロン 19.1	マイクロン 17.2	マイクロン 19.1	ハイニックス 17.0	ハイニックス 16.6
現代電子 11.4	ハイニックス 14.5	ハイニックス 13.0	インフィニオン 16.3	マイクロン 15.3	マイクロン 15.5
NEC 11.0	エルピーダメモリ 11.1	インフィニオン 12.2	ハイニックス 14.7	インフィニオン 14.1	インフィニオン 13.0
LGセミコン 7.9	インフィニオン 9.7	エルピーダメモリ 6.4	エルピーダメモリ 4.3	エルピーダメモリ 6.4	エルピーダメモリ 7.2
インフィニオン 6.7	東芝 6.4	台湾南亜科技 4.8			
三菱電機 6.5	富士通				
日立 6.2	沖電気工業				

巨額赤字に陥り、設備投資の大幅削減や工場閉鎖に追い込まれたのである。⁽²⁰⁾

翌九八年の三菱電機と沖電気を皮切りに日本メーカーはDRAM生産から次々と撤退していく。半導体ランキングでも日本企業はじわじわと順位を下げて今日に至るのである。

九〇年代における日本半導体企業の後退は、バブル崩壊後の日本経済の後退、「失われた十年」と完全に重なる。その点では日本経済の停滞に半導体業界が引きずられた、という側面が大きい。しかし、逆に半導体業界、さらに電機業界の不振が日本の経済不況の要因になった面も大きいとも言えよう。

五 自動車産業と異なる結果をもたらした 日米半導体摩擦

(1) 対象地域の相違と産業の国内依存度の違い

トランジスタが米国で誕生してから短期間に巨大な半導体産業が形成され、そのわずかの間にメモリー製品を中心に日本が米国を量的に追い越して、絶頂期を築き、それはたった六年間ほどで崩壊してしまう。日本の半導体業界の

表7 世界のDRAMシェア

	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年
1位	東芝	東芝	サムスン	サムスン	サムスン	サムスン	サムスン	サムスン
2位	サムスン	サムスン	東芝	日立	NEC	NEC	NEC	NEC
3位	NEC	NEC	NEC	NEC	日立	日立	日立	日立
4位	日立	日立	日立	東芝	東芝	現代電子	現代電子	マイクロン
5位	TI	TI	IBM	IBM	IBM	東芝	東芝	現代電子
6位	富士通	三菱電機	TI	TI	TI	TI	LGセミコン	LGセミコン
7位	三菱電機	富士通	三菱電機	三菱電機	三菱電機	LGセミコン	TI	TI
8位	沖電気工業	マイクロン	富士通	マイクロン	マイクロン	マイクロン	マイクロン	東芝

出所：『日本経済新聞』『日経産業新聞』

原資料：1990-2002 ガートナー・データクエスト 2003-2005 アイサブライ

浮沈ほどのダイナミズムの展開は、世界の産業史でも希である。一九九〇年代の日本の半導体産業の後退に、日米半導体協定が大きな影響を及ぼしたのはあきらかである。半導体産業と同様に日米摩擦が発生し、一九八一年に始まる輸出自主規制を実施しながら、摩擦を乗り越えて、世界一を追求する自動車産業との違いはどこにあったのだろうか。自動車業界と比較しながら、半導体の後退要因を考察しておく。

第一に、両産業とも貿易の管理化という決着の付け方は同じであったが、自動車の場合は、輸出台数の規制と事実上の価格規制とが米国市場に限定された点特徴である。したがって、その後の展開からその影響をなざれば、米国市場では米ビッグ・スリー主導とはいえ、日米価格・生産カルテルが形成され、日本企業は北米市場で十分な利益を確保することができた。この利益を一つの原資として、日本の自動車企業は米国以外の市場では、激しい価格競争・投資競争を繰り広げたのである。

これに対し半導体では、価格監視が制度化された上、第三国への輸出、さらに日本市場への外国製品拡大にまで数値目標が設定された。日本の半導体企業は、国内での設備

投資まで行政指導・自主規制に縛られ、価格競争・投資拡大を行う場と意欲とを失ったのである。

半導体協定が日本の国内市場を対象にしたのは、自動車の場合とは違って、日本の市場が量的に米国市場に匹敵し、米国半導体企業にとっても十分に魅力的な市場だったからに他ならない。巨大な国内市場を基盤にした日本の半導体企業は、基本的に国内市場に依存していた。日本のIC輸出比率は一九八〇年代にはほぼ三割前後であった（前掲表5参照）が、同時期の日本の自動車輸出比率は過半を超過レベルであった。半導体は自動車と比べて重量当たりの製品価格ははるかに高く、製品の輸送費比率は低い。これを加味すれば、日本の半導体の輸出比率の低さ、国内市場依存は明瞭である。しかも日米摩擦・半導体協定によって、日本メーカーが国内市場依存を脱する世界市場への進出は、厳しく制約される結果になった。²¹⁾

ただし、国内市場に依存することがそのまま弱みになるわけではない。日本が生産技術ではともかく、現存の基本的技術および先端技術・ソフトなどの総合的な情報技術の開発力で米国依存状態にあったことが問題であり、同時に、後述するように、世界の半導体産業構造が大きく変わる時

代に日本の国内市場がきわめて保守的であったこと、情報革命の進展において米国に遅れをとったことこそが問題であった。

(2) アウトサイダー＝韓国企業の存在

第二に、自動車との大きな違いは、半導体には強力なアウトサイダーがすでに存在したことである。それは「日米半導体協定の隠れた受益者」²²⁾とされる韓国企業である。

韓国半導体企業も米国のターゲットになった。しかし大矢根聡によれば、一九八六年の時点で韓国半導体企業は日米半導体協定の隙を縫ってシェアを拡大した。このため、韓国は米国から「第二の日本」とみなされたが、韓国政府の自主的譲歩などの外交努力もあって、韓米摩擦は顕在化しなかった。九〇年代にも米国マイクロン社による対韓批判が存在したが、米国の政治・経済状況の変化、韓国政府の外交努力などによって、対韓認識は対日認識とは異なり、韓米摩擦は表面化しなかった。²³⁾

この結果、韓国半導体企業、とくにサムスはDRAM生産に特化する形で、日本企業を追い越し、DRAM生産では世界首位に、半導体出荷額でもインテルに次いで第二

位に躍進したのである。一方、日本企業はDRAM生産からは相次いで撤退し、二〇〇三年には三菱・日立などのDRAM生産部門を統合したエルピーダメモリだけが生きながらえる結果になった。半導体出荷額でも、二〇〇六年に上位十社に残ったのは、東芝だけという惨憺たる状況となった。

しかし、単にアウトサイダーが存在したという事実だけで日本企業が後退したわけではない。このような交代劇を生む半導体産業とその市場との構造変化がこの時期に起こったのである。最後にこの点を見てみよう。

六 半導体産業と市場との変化

(1) 市場の変化Ⅱダウンサイジング

一九八〇年代後半から九〇年代にかけて、半導体の主要市場であったパソコン市場に世界的に大きな変化が生じた。それは、情報の集中処理から分散処理への変化であり、メインフレームとよばれる大型コンピュータから小型パソコンへの市場の変化、コンピュータのダウンサイジングである。この変化は半導体とコンピュータとの高性能化とインターネットの普及を背景にしているが、これは同時に機

器・装置の標準化とオープン・システム化とよばれる構造変化をもたらしたのである。

さらに一九九〇年代後半には、携帯電話が爆発的に普及し、それに続いて、薄型テレビや音響機器等の家電製品のデジタル化・情報化、自動車の情報化などが進行して半導体の需要が幅広く拡大した。このような市場の変化が以下に述べる競争条件や産業構造の変化を惹起し、下克上とも言える企業間競争を余儀なくしたのである。

(2) 競争条件の変化

大型コンピュータ用のDRAMなどの半導体市場では、高度な信頼性の確保と、同一品種を低コストで大量供給できる能力とが決定的であった。モデルチェンジが頻繁に行われるパソコン市場では、DRAMのカットダウン版など製品のカスタマイズ化が進み、高度な信頼性や大容量化の技術よりも、どの仕様の製品を量産するかという予測とその供給の迅速性が競争条件となった⁽²⁴⁾。このような変化は、需要が家電・自動車などに多様化するとますます明確になった。このように、市場の要求が製品の信頼性や量産技術からマーケティングや迅速性に変化したことが、日本企業

の優位性をくずしていた。

同時に世界市場は装置・製品仕様などの標準化をも推し進めたが、日本の半導体企業は自社の設計・細部の仕様にとだわり、標準化を進めることができなかった。この結果、日本製半導体は過剰品質化・過剰機能化する一方、価格競争では敗退していったのである。⁽²⁵⁾

(3) 企業による分業Ⅱファブレス企業・ファウンドリーの登場

市場と競争条件の変化を背景に、半導体の企業形態も変化した。まず八〇年代後半の米国で、チップス&テクノロジーズ社を皮切りに、生産をアウトソーシングして自らは製造工程・工場を持たないファブレス企業が出現した。さらに九〇年代半ばになるとアーキテクチャーあるいはチップ・コアだけを提供し、販売さえも行わない企業が多数登場するようになった。⁽²⁶⁾

一方、これに対応して他社の設計した半導体を受託生産するファウンドリーが出現した。一九八七年に台湾政府とフィリップス社が共同出資して設立されたTSMC社はファウンドリー専門の先駆けであるが、台湾政府から税制・資

金調達などで優遇を受けて急成長した。この新しいビジネスモデルは、台湾だけでなく、シンガポール、中国などでも出現した。

また、このような企業間分業のあり方はパソコン生産での台湾組み立て産業の台頭など他の組み立て産業でも共通した現象となり、垂直統合から水平分業への転換、タテからヨコへの転換ととらえられるようになった。日本の半導体の一貫生産さらには、日本の電機企業の総合生産は、時代に合わない古典的モデルとさえ言われるようになったのである。古典的モデルとして生き残るには、例えば同じ一貫生産企業サムスンのようにDRAMに集中し、標準化の徹底を図るなどの「選択と集中」が必要であった。だが国内競争と対米摩擦に目を奪われていた日本企業は、新しいビジネスモデルの構築に進むことができなかったのである。

(4) 半導体製造装置産業の独立

半導体産業は装置産業であるとされるほど、製造装置への投資が大きく、品質管理・技術開発に力を入れる装置の役割も大きい。一九七〇年代までは日本の半導体産業は米国の製造装置の輸入に依存していた。しかし、日本での半導体

産業の発展に伴って装置製造の専業メーカーが出現し、さらに露光やエッチング、製膜、拡散など、工程ごとの専業メーカーが登場して製造装置産業が確立し、半導体製造産業と製造装置産業の分業が成立するのである。⁽²⁷⁾

八〇年代には自立した日本の装置産業は強い競争力を持って輸出に転ずるようになり、一九九〇年には世界シェア六二%を占めるに至る。だが、装置の輸出は製造技術の流出につながる。しかも、国際競争が展開される中で、製造装置企業は装置だけでなくノウハウまで販売するようになった。そして九〇年代には日本の半導体企業の新規投資は控えられ、半導体企業と技術的・資本的結びつきの深い製造装置企業といえども、韓国・台湾などの半導体企業に輸出することなしに生き残ることが出来なくなった。こうして、装置産業の成立によって半導体製造の技術的な参入障壁は下がり、製造技術が移転して韓国、台湾などの資金力を持った企業が台頭する途を開いたと考えられる。⁽²⁸⁾

(5) 工場の情報化

一九九〇年代前半にTIC社を中心にしたプロジェクトなどで、米国の半導体工場の情報化が進んだとされる。これ

はそれまでの肉体労働の自動化ではなく、製造ばらつきを検知・修正したり、装置の異常をいち早く知らせたりする論理作業の自動化だった。だが、日本では工場の情報化が遅れた。その理由は現場の労働者が優秀で、経営者も現場に頼った結果、工場情報化の画期性を正しく評価できなかったためと考えられている。⁽²⁹⁾ また、同じ理由で製造技術者の関心が歩留まり改善に偏り、データ化や数式によるモデル化が進まなかった。現場重視は半導体産業に限らず、日本のものづくりの基本とされているが、この点での優位が逆に工場情報化の足かせになったと言えよう。

さらに現在では工場の可視化とよばれる工場の総合的情報を解析・共有化し、状況を目で見えるようにして、歩留まり低下などの問題を修正・予防できるシステムが世界の先端企業で構築されつつあると言われ、この面でも日本企業は立ち後れている。

終わりに

二〇世紀末に起きた日本半導体産業の歴史的後退の原因を整理しておきたい。

世に出て六〇年を迎えた半導体は、その後も米国発の技

術・製品であり続けた。この技術開発力での対米依存が日本の後退の前提にあり、これは政治的な対米依存と結びついて日米半導体協定という政治決着に行き着く。この協定自体の効力とアウトサイダーの存在、さらに一九九〇年代の日本経済の停滞が日本半導体産業を苦境に追い込む。

そしてその苦境の時代に半導体産業とその市場での構造変化が進行することになる。一言で言えば、日本の後退はこの構造変化に対応できなかったことによる。さらにその理由を探ると、それは日本の産業・企業構造とそれにもとづいた成功体験に求められるのである。その成功体験とは総合・一貫生産、現場重視、品質重視、長期契約、長期的経営戦略等々であった。

半導体産業で一九八〇年代から九〇年代にかけて生じた構造変化は、日本企業が未だ優位にある薄型テレビ生産、ソーラー発電システムなどの分野でも同様に進んでいる。こういった分野では日本企業の歴史的後退が再現する可能性がある。

他方で、二〇〇三年頃から日本経済は回復基調となり、局面に変化が生じている。すでに二〇〇三年に日本の半導体市場は再び米州市場を規模で上回った。日本のエルピー

ダ社はDRAM生産で台湾企業と組み、東芝はフラッシュ・メモリー生産で米企業と組んでサムスンを上回る規模の投資計画を立て、逆転を狙っている。薄型テレビ生産やソーラー発電システム生産の分野でも日本の電機企業のかつてない大規模投資が国内で進んでいる。これらは成功体験で失敗した日本企業が、今度は失敗体験を学習することによって再起をもくろんでいる姿を示している。

さらに分析対象を日本企業に限定するのではなく、日本を含めたアジア総体に転ずれば、新たな展開が見えてくる。ここでは日本の歴史的後退よりも、アジアの世界的躍進が視野に入る。これらの分野の検討は今後の課題である。

- (1) 以下では「半導体」を半導体デバイスの意味で用いる。「半導体企業」は半導体デバイス製造企業の意味である。
- (2) 拙稿「通信機器企業の無線兵器部門進出」下谷政弘編『戦時経済と日本企業』昭和堂、一九九〇年参照。
- (3) MT管の起源は一九三五年にRCAが開発した全金属管であり、MT管は欧米では第二次大戦中に軍需用に大量生産され、戦争直後から主力となった小型・高性能の受信用真空管である。

- (4) 『日本電気株式会社七十年史』一九七二年、二五三頁。
- (5) 菊池誠『日本の半導体四〇年』中公新書、一九九二年

一一一頁。

(6) ただし、世界で初めてのトランジスタラジオはT I社製トランジスタを搭載した米国リージェンシー社製TR 11であった。『ソニー創立五〇周年誌「GENRYU源流」』ソニー株式会社、一九九六年参照。

(7) 日本電子機械工業会『電子工業三〇年史』一九七六年、六九頁。

(8) 高田清司・小松崎靖男『二世紀の半導体シリコン産業』株式会社工業調査会、二〇〇〇年、七九〜八〇頁。

(9) 不純物拡散技術を用いて共通のシリコン基板内にトランジスタや抵抗を形成することを基本にしたもの。『日本半導体五〇年史』産業タイムズ社、二〇〇〇年。

(10) 西村吉雄「LSI設計・製造の複雑化を企業間の分業化で克服」『日経マイクロデバイス』一九九七年一二月号、九六頁、および前掲『二世紀の半導体シリコン産業』、七九〜八〇頁参照。

(11) Ernest Braun and Stuart Macdonald: *Revolution Miniature ; The history and impact of semiconductor electronics*, Cambridge University Press, 1978, p.91.

(12) 前掲『日本半導体五〇年史』一一六〜一一七頁。

(13) 『一九七五年電子工業年鑑』八二七頁。
また、矢野総研の一九八一年の半導体主要六〇社の調査では、自社需要が二二・五%である(半導体産業の中期需要展望』矢野経済研究所、一九八二年一月、一六頁)。

(14) 前掲『半導体産業の中期需要展望』七頁。

また逆に、これらの製品をIC化することが、製品を高機能化し、競争力を強めることになり、IC化を積極的に進めた日本の電機メーカー(同時に半導体メーカーでもある)のシェアの拡大に繋がった。

(15) Daniel I. Okimoto, Takuo Sugano, and Franklin B. Weinstein: *Competitive edge : the semiconductor industry in the U.S. and Japan* Stanford University Press, 1984, pp.50-51. タニエル・I・オキモト、菅野卓雄、F・B・ワインスタイン編著、土屋政雄訳『日米半導体競争』中央公論社、一九八五年、六九頁

(16) この日米企業の対応の差は、カラーテレビ業界などでも顕著に表れる。日本のカラーテレビメーカー(半導体メーカーでもある)は、一九六九年から七〇年代中頃にかけてインサートマシンを導入し、ラインから労働者が消えた。米国の対応は、東南アジアへの組み立て工程の移管であった(平本厚『日本のテレビ産業』ミネルヴァ書房、一九九四年)。

(17) Daniel I. Okimoto, op.cit., p.53.

(18) 例えば一九八五年時点の日本企業の旺盛な投資行動に「半導体不況のさなかにも見境なく投資するのはおかしい」と、米政府から文句が付き、半導体摩擦のやり玉にあがっていた(『日経マイクロデバイス』一九八五年九月号、一七五頁)。また、米国政府は通産省に対し日本の半導体メーカーの設備投資計画の縮小を要請してきて

いる(同上、一九八五年七月号、三〇四頁)。

- (19) サイドレターの内容および交渉の経過については、大矢根聡『日米韓半導体摩擦』有信堂高文社、二〇〇二年一月、参照。

- (20) 『日経産業新聞』一九九九年五月二八日付一面。

- (21) 日本のIC輸出比率が過半を越すのは、日本経済が不況期に突入して国内市場が停滞し、日本の電機メーカーが生産を海外に移転し、そして韓国メーカーが日本メーカーを逆転する一九九〇年代半ばである。

- (22) 伊丹敬之・伊丹研究室『日本の半導体産業 なぜ「三つの逆転」は起こったか』NTT出版、一九九五年、二六七頁。

- (23) 大矢根聡、前掲書。

- (24) 日経マイクロデバイス 一九九五年一月号。

- (25) 「日本の半導体メーカーは自社独自のノウハウにこだわり、製造装置メーカーに、自社ノウハウに合わせるための細かい設計変更を要求してきた……問題はコストと時間である」西村吉雄「LSI設計・製造の複雑化を企業間の分業化で克服」(『日経マイクロデバイス』一九九七年一月号、九七頁)。

- (26) 『半導体産業新聞』一九九九年八月二一日付二面。

- (27) 前掲『日経マイクロデバイス』、九六頁。

- (28) 「組み立て産業」での韓国・台湾のこのような発展を服部民夫は「技術・熟練節約的發展」と呼んでいる(松本厚治・服部民夫編『韓国経済の解剖』文眞堂、二〇〇

一年)。なお、吉岡英美は、「製造装置に体化される新技術のアイデアは基本的には半導体企業の側から発せられ、半導体製造装置企業から出されることはない。つまり、デバイス企業がDRAMの次世代製品開発において主導的立場に立つには、装置企業がまだ持たない新技術を自ら創出できる能力が不可欠」として、サムスンがDRAM開発の最先端企業になったのは、装置企業ではなく、サムスン自体の開発力によるものであるとしている(吉岡英美「韓国半導体産業の技術発展」『アジア経済』二〇〇六年三月)。

- (29) 『日経産業新聞』二〇〇六年五月二六日九面および『日経マイクロデバイス』二〇〇六年六月号。

(よしだ ひであき・大阪経済大学経済学部准教授)