

半導体産業にみる研究開発戦略の推移

——ベル研究所，フェアチャイルド，インテルのケース——

谷 光 太 郎

目 次

- (1) はじめに
 - (1) 情報化社会と半導体産業
 - (2) 企業の成長・衰退のパターン
 - (3) 企業における研究開発
 - (4) 企業の研究開発戦略と日米半導体企業比較
- (2) 米国における半導体産業の研究開発
 - (1) ベル研究所
 - (2) 電話事業のボトルネック技術
 - (3) ショックレー半導体研究所
 - (4) フェアチャイルド半導体社
- (3) インテルの研究開発・事業化戦略
 - (1) 創設
 - (2) インテルを育てた人々
 - (3) 半導体メモリ
 - (4) MPU (超小型演算処理装置)
 - (5) インテルとIBM
 - (6) 日本企業との競争
 - (7) 日本半導体企業とVLSI国家プロジェクト
 - (8) DRAMからの撤退
- (4) 終わりに
 - (1) 半導体に関する技術と人と研究開発戦略の流れ

- (2) 日米半導体企業の研究開発戦略
- (3) 研究者群像
- (4) 研究開発戦略と予測
- (5) その他

(1) はじめに

(1) 情報化社会と半導体産業

現代は情報化社会といわれる。18世紀後半に英国で始まった産業革命と対比して、20世紀後半から情報革命が進行している、といわれることもある。

産業革命の駆動力は蒸気機関の発明、改良だった。蒸気機関はそれまで自然力（風、水力）や、動物・人間の筋力に頼っていた動力を機械力化した。これによって大量生産や大量輸送（鉄道、蒸気船）が可能になった。情報革命の駆動力は半導体の結晶を利用した電気信号の増幅器（トランジスタ）の発明と、その機能の増大化（IC）である。これによって、人間の頭脳や神経活動の機械化が可能となり、情報処理作業時間の極少化、情報処理活動の極大化が可能となった。

情報化社会を知るためには、半導体産業を知ることが不可欠である、といわれる所以である。

米国半導体業界大手のTI（テキサス・インスツルメント）のF・ビューシ社長は次のようにいっている。

「現代の産業国家が、生産および技術に関する事例を研究しようとすれば、まず、半導体産業に注目するに違いない。これまでの産業史において、これほど急速に拡大し、目まぐるしい変遷をとげた産業はない」¹⁾

半導体産業は、その生成と発展の歴史が研究開発の歴史である、といっ

1) 「日本の半導体開発」西沢潤一、大内淳義共編、工業調査会、1993年、p. 2。

ていくくらいで、研究開発の占める意味には特別大きなものがあった。

情報化社会の駆動力であり、近時急速な発展をとげた半導体産業、その歴史に占める研究開発の大きさ、ということを見ると、経営戦略考察上、半導企業における研究開発戦略の持つ重大性は容易に理解できよう。

(2) 企業の成長・衰退のパターン

栄枯盛衰は人間社会にとって逃れることのできぬ宿命である。永遠の繁栄、永遠の強者などありえぬのが人間社会である。古いギリシャ・ローマを例に出さなくても、わずか百年前には七つの海を支配していた大英帝国の近時の凋落ぶりは、痛々しいほどである。さらに時代を下って、40年前には、US スチール、IBM、GM (ゼネラル・モーターズ)、GE (ゼネラル・エレクトリック)、といった米企業、あるいは RCA や研究部門におけるベル研究所はまさしく輝ける存在だった。

1998年時点で、これらかつての栄光の星であった企業には昔日の面影はない。

企業の歴史は(1) 成長、(2) 安定、(3) 衰退というパターンを、必ずたどってゆく。

(1) は創業垂統の時代である。創業者は理想と情熱、独自の見識と信念によって強いリーダーシップを発揮しつつ、企業を発展させる。

(2) は継体守文の時代。経営者は手堅い、常識人になる。秀才型、番頭型、官僚型とってよかろう。規則や教育体制や人事体制が整う時代である。経営者にとって、企業は既に巖として存在しているもの。これを合理的、常識的に手堅く運営していくのが彼らの職務である。大体において、彼らは権威に従順であり、精励恪勤・明哲保身型であって、新奇なことには冷淡で、営業項目、人事体制、技術方向に保守的傾向を示す。また、事務処理に巧みな事も特徴の一つだ。

これらの傾向は、当初は長所なのだが、やがて、リスク・テキングを

極度に嫌う短所の色彩の濃いものとなり。次の(3)となる。

(3)は無為姑息の時代といってよい。事なかれ主義, 安全第一, 無事姑息が蔓延し, 経営者は責任を他に転嫁し, 荏苒として難事を先送りする傾向が顕著となる。戦略よりも戦術に, 大局よりも細事の整合に汲汲とする。萎靡沈滞が企業風土の特徴である。セクショナリズム, 原則主義(規則に固執), 規則に従っている限り他から非難されることがないから安心だ, という無責任主義や学閥, 門閥が跋扈する。

米国半導体メーカーの歩みを見ると, 短期間のうちに, (1)から(3)までのパターンを鮮やかに見ることができる。企業運営が成功し, (2)の段階になって後, 財務中心型経営になり, 研究開発戦略が安定指向型になった所はいずれも(3)への傾斜を深め, やがて消えていっている。

(3) 企業における研究開発

一口に研究といっても, その範囲は甚だ広い。一般に研究は(A)基礎研究, (B)応用研究, (C)開発研究, の三つに分けられることが多い。

(A)は自然界の法則を新しく発見するための研究だ。主として, 研究者個人の興味がこの研究に駆り立てる原動力である。大学とか非営利の研究soで行われる研究。

(B)は主として, (A)の成果をもとに, これを応用して技術的に役立つ方法を探る研究だ。

(C)は(B)の技術を利用して, 具体的な新商品を創りだすために研究といってよい。

企業における研究開発は(B)と(C)で, その中でも(C)が圧倒的に多い。

ちなみに, 1995年度の日本企業における研究費の使用状況は(A)(B)(C)の割合は, それぞれ, 6.6%, 22.0%, 71.3%である。²⁾

ノーベル賞を受章するような研究は(A)である。ただし, (A)だけで

は、それだけであって、富とか雇用を産む事業や産業にはならない。最後の目標はあくまで商品という姿勢のない研究開発は企業では許されない。優れた製品企画力、それを大量生産できる製造能力、を基盤として、集団によって、時間との競争、ライバル他社との競争の下で行われる研究開発が先端産業での研究開発の本質である。

以下に述べるベル研究所でのショックレーらの研究は (A) の量子力学研究を基礎として、固体増幅器技術を開発しようとした (B) といっただろう。

また、ノイスらのフェアチャイルド社、インテル社での研究は、ベル研究所で開発された半導体結晶電子増幅技術を用いて、特定商品を開発しようとした (C) といっただけ。

(A) にとっては、個人的興味が重要な要素であるが、(C) は企業者、事業者、経営者のリーダーシップが重要な要素になる。

なお、右のものとも、左のものとも分からなかったトランジスタを利用して、トランジスタ・ラジオ市場を創造し、トランジスタの産業化に大きな功績のあった井深大ソニー社長は次のような味わい深いことをいっている。

「研究者が発明にかける努力のウエイトは1。それが使えるか、使えな

2) 「科学技術白書 (平成9年度)」 p.125。

なお、総務庁統計局「科学技術研究調査報告」における基礎研究、応用研究、開発研究の定義は次のとおりである。「科学技術白書 (平成9年度)」 p.123,

基礎研究；特別な応用、用途を直接考慮することなく、仮説や理論を形成するため、若くは現象や観察可能な事実に関して、新しい知識を得るためにおこなわれる理論的又は実験的研究。

応用研究；基礎研究によって発見された知識を応用して、特定の目標を定めて実用化の可能性を確かめる研究及び、既に実用化されている方法に関して、新たな応用方法を探索する研究

開発研究；基礎研究、応用研究及び実際の経験から得た知識の利用であり、新しい材料、装置、製品、システム、工程等の導入又は既存のこれらのものの改良をねらいとする研究。

いかを見分けるのに、10のウエイト。さらに、実用化するのには、100のウエイトが必要。発明も、何も手を加えなければ、単なる発明の域を出ない」³⁾

(4) 企業の研究開発戦略と日米半導体企業比較

企業戦略とは、上述(2)の成長に挑戦し—A—、安定から衰退への移行を防ぐ—B—という二つの側面を持っている。

半導体産業において、米国と拮抗する力を持つに至っている日本企業の歴史をみると、既存の大企業としての総合電機メーカーにおける事業分野の一つとしての半導体事業部発展史の色合いが強く、上述A、Bの要素は少ない。

これに対して、米国企業では、A、Bの色彩が鮮やかである。すなわち、ベンチャー企業を創立し、成長に挑戦する。大企業になって、安定から衰退に移りそうになると、野心のあるメンバーはスピンオフして成長に挑戦することにより、結果として安定から衰退への退化を防いできた。

その意味で、日本企業を見るよりも、米国企業のケースを見る方が、事業やそれに伴う研究開発戦略の形成や転換がはっきりと、容易に理解できる。このことから、本文では、半導体産業史で一つの典型的な歩みを歩んできたインテルの歴史から、その研究開発史の跡をたどってみることとする。

インテルの歴史を見れば米半導体産業の歩みと、製品開発、市場形成(マーケティング)、市場に対する戦略転換の実体がよく理解できるからである。

3) 「井深大語録」井深精神継承研究会、ソニー・マガジズ、1994年、p.55。

(2) 米国における半導体産業の研究開発

(1) ベル研究所

半導体産業のルーツを遡っていくと、ベル研究所にたどりつく。ベル研究所は周知のように AT&T (アメリカ電信電話会社) の研究開発部門である。グラハム・ベルによって電話が発明されたのは、明治維新の前年の1867年。翌年にはベル電話会社が設立され、1899年には AT&T となった。

1909年、新しく社長に就任したセオドア・N・ベイルは米国全土を覆う電話回線網の構築に着手する。⁴⁾しかし、このための技術的ボトルネックがあった。電話回線内での電気信号の減衰問題である。

この問題は、ド・フォレストが1906年に発明した三極真空管を発展させた増幅器を使用することによって解決する。

後述するように、半導体技術を産んだのは、電気通信技術からの必要性によるものだった。この電気通信技術に真空管技術は不可欠のものだった。

1915年、米大陸を横断して、ニューヨークとサンフランシスコ間の通話が可能となった。中継増幅器の開発によって、電話サービス・ビジネスが全土に拡大するチャンスを掴んだ AT&T の首脳部は、研究開発がビジネスにとって有益なことを知る。⁵⁾

こうして、電話サービスに必要な諸システムの研究開発を担当するベル研究所が誕生する。

ベル研究所はもともと、真空管を長距離電話用の効率のよい増幅器にしようという AT&T の研究を出発点として発展していった研究所である。⁶⁾

AT&T とその子会社である WE (ウエスタン・エレクトリック) の諸研

4) 「電子の巨人たち (上)」マイケル・リョーダン, リリアン・ホジソン, 著, 鶴岡雄二, ディーン・マツシゲ, 共訳, ソフトバンク社, 1998年, p.126.

5) *ibid.*, p.131.

6) *ibid.*, pp.125-126.

研究所を統合してベル研究所が設立されたのは1923年。

電話事業を三つの機能に分けて経営組織とする、AT&T（電話サービス）、WE（電話関連機器製造）、ベル研究所（電話関連研究開発）の3社による、サービス、製造、研究開発の三つの機能融合形態はベル・システムと称された。

（2）電話事業のボトルネック技術

AT&Tの電話事業は何度か技術的壁にぶつかった。最初は電話網の充実に伴う電話交換手の増大問題で、これは機械式自動交換機の発明導入により解決された。次は電話網の拡大による電話電気信号の減衰問題だった。これは前述のように真空管による増幅器の発明導入で解決した。

1930年代の初め、ベル研究所電子管部長のマービン・ケリーは将来のAT&Tのビジネス展開に真空管がボトルネックになるだろうと考えるようになった。増幅器には真空管が使用されている。しかし、この真空管には問題がある。その一つはフィラメントを白熱させるため、電気を大量に消費し、熱を発散させることだ。

もう一つは、フィラメントの切れる故障が多いことと、その体積が馬鹿にならず、大量の真空管を使用するには大きな空間が必要なことだった。

将来、全米の各地に電話網を張り巡らしていく時、真空管を使用した増幅器が必ず、技術的ボトルネックとして現われてくるだろう。電話の自動交換も、機械式はスピードが遅すぎる。真空管による電子式自動交換機には前述同様の真空管問題を抱えている。

1929年のニューヨーク株式史上大暴落に端を発した大恐慌はベル研究所にも大きな影響を与え、数年間はスタッフの採用ができなかった。ようやく、新人採用が可能となったのは1936年である。

ケリーはMIT（マサチューセッツ工科大学）で博士号をとったばかりのウィリアム・S・ショックレーを採用した。ケリーはショックレーに自分の考

える AT&T の将来の技術的ボトルネックを話して、真空管とは全く異なる概念の増幅器の開発を命じた。時間は幾らか勝手もいいし、それ以外の仕事は何もしなくてよい。⁷⁾

ショックレーはケリーの言葉に感銘を受けて発憤する。真空管とは全く異なる概念の増幅器の開発がショックレーの生涯の研究テーマになった。そうして、これに寝食を忘れて没頭する。ケリーはその後、ショックレーのグループに優れた理論屋のバーディーン、老練の実験屋ブラッテンを投入する。

将来の技術ボトルネックを正確に予想し、巧みに部下に説明してやる気を起こさせ、そのためのスタッフや予算配分にリーダーシップを発揮した研究開発管理者ケリー。アイデアマンで失敗を繰り返しても諦めることを知らない粘着質の研究リーダーであるショックレー。頭脳明晰の理論屋バーディーン。実験が三度のメシより好きなという根っからの実験屋ブラッテン。この4人の組み合わせによって半導体結晶（ゲルマニウム）を使った増幅器トランジスタが1947年に発明された。ケリーを除いた3人はこの発明により、ノーベル物理学賞を1956年に受章した。

研究には強い個性の人材が必要である。実用応用品の開発は個人ではむずかしい。管理者や関連部門の技術者の協同が不可欠である。この意味でベル研究所でのこのメンバーの組み合わせは理想的だったといっておかた。

ベル研究所のその後はどうなのだろうか。ショックレーが活躍した頃のベル研究所からは、どんどん新しい研究が生まれた。その後、たとえば、ノーベル賞を受章するような新しい研究がでなくなった。

7) ケリーのショックレーへの示唆やその人柄に関しては次を参照。

「若きエンジニアへの手紙」菊池誠、ダイヤモンド社、1990年

「日本の半導体40年—ハイテク技術開発の体験から—」菊池誠、中公新書、1992年

「半導体の話」菊池誠、日本放送出版協会、1983年

「半導体を支えた人びと」鳩山道夫、誠文堂新光社、1980年

ベル研究所にかつてのような余裕がなくなったことを重視する人もいるし、有能な研究推進管理者のケリーのようないないことをあげる人もいる。あるいは、歴史を重ねて、メンバーの多くが官僚研究者化し、企業パターンないし、企業風土が前述の成長パターンから安定パターンに移行しているのが原因ではなかろうか。

(3) ショックレー半導体研究所

ベル研究所でトランジスタを発明したショックレーは独立を考えるようになった。大発明をした結果、ショックレーの独断的でわがままな性格は益々強くなり、メンバーのバーディーン、ブラッテンとも対立するようになった。トランジスタの発明に伴い、予想される莫大な特許料はベル研究所に入り、自分の懐には入らない。ショックレーの狷介さを知っている研究所は上級管理者にしたり、経営陣に入れるつもりはない。自分より後に入社した者が副所長になり、重役になってゆくのに自分はいつまでも下級研究開発リーダーだ、とショックレーの不満は募った。⁸⁾

半導体は将来必ずビジネスになる。次は物理学専門誌フィジカル・レビュー誌だけでなく、ウォールストリートジャーナル紙に名前が載るようなビジネスの成功者になって百万長者になろう。⁹⁾

ショックレーは、これと思う人々に自分の夢を語って、スポンサーを捜すようになった。

カリフォルニアに本拠を持つベックマン・インスツルメンツのベックマン社長は、関心を示し、ショックレー半導体研究所の設立（1956年）の出資者になった。

ベックマン社長は、カリフォルニア工科大学の化学教授だったこともあり、化学分析機器製造会社を自ら創設し、従業員2千人、年商2千万ドル

8) 「電子の巨人たち (下)」マイケル・リョーダン, リリアン・ホジソン, 著
鶴岡雄二, ディーン・マツシゲ, 共訳, ソフトバンク社, 1998年, p.173.

9) *ibid.*, p.188.

の企業に育て上げた人だった。¹⁰⁾

ショックレーは然るべき人材を勧誘してメンバーを集めた。インテルの創業者であるノイスとムーアもショックレーから直接電話で勧誘され、面接を受けて、入社している。発足時のメンバーは25人だった。

ショックレー半導体研究所は最初から半導体専門で出発した世界で初めての会社だった。¹¹⁾

メンバーはすぐにショックレーについてゆけないと感じるようになった。ショックレーは技術的な洞察力が鋭く、物理学的な直感力にも優れていたが、部下を、自分の考えの下に完全に掌握しなければ気がすまず、部下の言うことやアイデアには、無視するか、全く関心を示さない。執拗な性格の上に猜疑心が人一倍強かった。自分の考えに反対する者がいる、と嘘発見機にかけて部下をチェックしようとしたこともある。シリコンを使ったトランジスタの商品化を目的として発足したのだが、ある日突然4層ダイオードという特種な部品の研究にテーマを変え、所員に強制した。

4層ダイオードは電話交換機での利用は可能だったが、かなり特種な部品だった。メンバーの頭の中はトランジスタだけだった。ラジオや補聴器用にゲルマニウム・トランジスタはでき始めていた。まだシリコン・トランジスタは市販されていなかったが、高温でも性能が低下しないので、軍部は関心を示していた。メンバーもシリコン・トランジスタには多くの利用法があるだろうと考えていた。もっとも、具体的な応用方法を考えていたのではない。しかし、漠然と市場は大きいと考え、シリコン・トランジスタの発明方法だけに関心が向いていた。¹²⁾

こんな時点でのショックレーによる突然の研究テーマの変更だった。

結局、部下の造反や開発品のテーマの選択の誤りから、このショックレー

10) *ibid.*, pp.190-191.

11) 「インテルとともに—ゴードン・ムーア、私の半導体人生—」玉置直司取材・構成、日本経済新聞社、1995年、p.45。

12) *ibid.*, p.45.

半導体研究所は潰れるのだが、空中分解の引き金となったのがノイスやムーアを初めとする有力なメンバー8人の退社だった。直前まで何も知らなかったショックレーは、驚き、怒って「8人の裏切り者ども」と叫んだ。

ショックレー半導体研究所は1968年に閉鎖された。商品化できたものは何一つなかった。

ショックレーはスタンフォード大学教授に転身した。その後は人間の先天的能力に関心に移り、奇矯な発言を繰り返して話題の主になった。

(4) フェアチャイルド半導体社

退社した8人はいずれも高学歴で才能と野心は人一倍だが、金もなければ、世間も知らない若者ばかりだった。自然とリーダーに推されたのが物静かで温厚な29歳のロバート・ノイスだった。

ノイスは学究生活でしたいことは、ほとんどやった、と考え、今度はビジネスで何とか成功したい、という気持が強かった。¹³⁾

8人は一緒に半導体の研究開発と、これの商品化のビジネスをやりたかった。技術を生かしたビジネスをやり、百万長者になる—いわゆるアメリカン・ドリーム—が彼らの夢である。8人はいずれも、後に半導体のベンチャー・ビジネスを興し、育て、発展させて、資産家になっている。さて、この8人の内の一人の父親が投資会社ハイドン・ストーン社を知っており、口をきてくれた。

ハイドン・ストーン社はビジネス・スクールを出たばかりの若者アーサー・ロックを派遣してきた。

ロックは8人の話を聞いて面白いと思った。ロックはウォールストリート・ジャーナル紙を見て、半導体の開発・生産に関心のありそうな会社を30社以上選びだし、手紙で当たったが駄目だった。

「百万長者のフェアチャイルドに頼んだらどうだろうか」という者がい

13) *ibid.*, p.45.

て、フェアチャイルドに手紙を出したところ、「会いたい」と言ってきた。ロックが出向いた。

シャーマン・フェアチャイルドは父がIBMの個人筆頭株主の大金持。航空写真機メーカーや飛行機製造会社を自ら創って、運営するテクノロジー・マニアのオーナーだった。

フェアチャイルドは関心を示し、即座にスポンサーになることを約束した。1957年であった。契約はフェアチャイルドが130万ドル出資する。新会社が失敗すれば、130万ドルはフェアチャイルドが放棄する。成功すれば、2年後に事業の権利を買い取る権利を有する、というものだった。

フェアチャイルド半導体社（1957年10月創業）は成功し、一大半導体製造会社に発展する。

8人は各自、500ドルを出資していたが、これは25万ドルで買い取られた。後に8人はこの25万ドルを基金として、それぞれの事業を創ってゆく。フェアチャイルド半導体社の株式の100%は親会社のフェアチャイルド・カメラ・アンド・インスツルメントのものとなった。¹⁴⁾

フェアチャイルド半導体社はまず、トランジスタの商品化を目指した。「トランジスタの商業化」がこの会社の目標だった。¹⁵⁾

最初から色々つまずいたが、「技術競争では絶対に負けず、新しい技術をどんどん産み出せ」という教訓を得た。

彼らはフェアチャイルドで一つのチップの中にトランジスタ、キャパシタ（コンデンサ）、抵抗、配線などを組み込んだ集積回路（IC）の開発、製品化を成功させた。フェアチャイルドは1961年、世界最初の商品ICを売り出した。ICの発明には社員のジーン・ホーニーの考案したシリコン酸化膜利用方法（プレーナー技術）の功績が大きかった。ノイスはこの方法を使って、考案を重ね、ICの実用化に成功した。

14) 「インテルとともに」前出, p.53, p.64.

15) *ibid.*, p.52.

現在、旧フェアチャイルド半導体社本社玄関前に次のような碑が建てられている。¹⁶⁾

「1959年、この場所で、フェアチャイルド半導体社のロバート・ノイス博士は世界初の商業的に製造可能なICを発明した。ノイスの発明は初期のフェアチャイルドの発明であるプレーナー技術に基づき、小さなシリコン・チップ内の一つの完全な電氣的回路からなるものだった。彼の発明はシリコン・バレーの半導体電子産業に革命をもたらし、世界各地の人々の生活に大きな変化を持ち込んだ」。

製造工程でフォト・リソグラフィー（回路の焼付用写真平板）を取り入れ、業界初のステッパー（縮小投影型露光装置）を作ったのもノイスだった。¹⁷⁾

1959年には、空軍から、ミニットマン・ミサイル用のトランジスタを大量に受注し、フェアチャイルド半導体社が世界最大の半導体会社になる基礎が固まった。¹⁸⁾

1963年には、後にインテルで会長になるアンドリュー・グローブが入社してきた。¹⁹⁾

フェアチャイルドは数多くの半導体新技術、新製品を世に送り出しただけでなく、多くの人材も育成し、これを業界に供給した。アメリカン・ドリームを夢見る青年達は大学で学位を修得し、フェアチャイルドに入社して、半導体製品製造のイロハを学ぶ。次に営業部門を希望し、市場の状況を学んで、大企業製品の隙間需要を捜しだす。こうして、2—3人の仲間を集め、製造ラインのフォアマンも引き抜き、新会社を興す。ベンチャー・キャピタル（前述のロックが名付けた名称）から資金を借り、工場も製造

16) *ibid.*, p.59.

17) *ibid.*, pp.55-56.

18) *ibid.*, p.63.

19) *ibid.*, pp.63-64.

装置も二流のレンタルから出発する。大企業が手を出していない隙間商品を開発製造して、力を蓄積してゆく。²⁰⁾

こんな野心的青年達のベンチャー・ビジネスはもちろん、失敗も多いが、結果として、有力なメーカーとして育っていった。彼らはフェアチャイルドをフェアチャイルド・スクールと呼び、人々は彼らをフェアチャイルドレンと呼んだ。

フェアチャイルド半導体のゼネラル・マネジャーはノイス。ムーアは研究開発の責任者だった。

ムーアによると、ノイスは何物にもとらわれない、自由な発想の持ち主。技術問題に直線的な取り組みをせず、誰も考えないようなアイデアを提供する。敏腕なマネジャーというより、カリスマ性を持ったリーダーである。部下に示唆し、部下が実行に移すのを待つ、というタイプだ。²¹⁾

(3) インテルの研究開発・事業化戦略

(1) 創設

企業の規模が大きくなるに従い、いわゆる大企業病に犯されてゆくのは、洋の東西を問わない現象である。このサイクルについては前述した。フェアチャイルドも例外でなかった。画期的な開発に成功しても、これが生産ラインに乗るまでに長い時間がかかるようになった。

経営権を握る親会社のフェアチャイルド・カメラ・アンド・インスツルメントの首脳陣が東海岸のロングアイランドにいて、意思疎通がうまくゆかなかったのも原因だった。²²⁾

1962年のある日、特許交渉のために来日したノイスは、知人のある日本

20) 「日米半導体戦争」瀬見 洋，日刊工業新聞社，1979年，pp.80-83。

21) 「インテルとともに」前出，p.58。

22) *ibid.*，p.73。

人に次のようにいった。「会社はせいぜい、300人くらいの規模の 때가一番活気があり、全員の気持が一致して、毎日が楽しい。フェアチャイルドは大きくなり過ぎ、効率が悪くなった。新しい会社を企画している」²³⁾

1968年、発足以来初めての赤字を出した。赤字になると、技術を知らない財務関係者が取り仕切っているフェアチャイルドの親会社は、研究開発のテーマ、従業員数、組織、日常の業務まで口煩く言うようになった。特に、フェアチャイルド半導体を創ることを決断した技術マニアの当主シャーマン・フェアチャイルドが死んでからはそうだった。²⁴⁾技術を知らない財務関係者による会社運営に強い不満を持つようになったノイスは親会社によるフェアチャイルドのCEO（経営最高責任者）の人選にも反発し、創設以来、右腕と頼むムーアに退社の意を洩らすようになった。²⁵⁾

あたらしい会社創設のための資金はアーサー・ロックに頼んだ。フェアチャイルド半導体を創設した。

10年前と異なり、世間の関心は高かったから、ロックは数人の友人に電話するだけですぐに250万ドル調達してくれた。²⁶⁾

1968年7月、ノイス（社長兼CEO、40歳）、ムーア（研究開発担当副社長、39歳）を中心し、従業員約百人の新会社が創設された。名前はインテグレッテッド・エレクトロニクスをもじって、インテルとした。²⁷⁾

ノイスとムーアにとって、新会社の製造責任者（ディレクター・オブ・オペレーション）を誰にするかは最も重要なことだった。販売とマーケティング以外の設計、製造スケジュール、製造管理、原価管理に責任を持つのがこのポストだ。二人が選んだのは、この分野に経験の全くない32歳のグローブだった。²⁸⁾

23) 「同志技術者諸君」山下博典，中公文庫，1985年，p.34。

24) 「インテルとともに」前出，p.66。

25) *ibid.*，pp.73-75。

26) *ibid.*，p.66，p.79。

27) *ibid.*，p.80。

インテルのその後はノイス、ムーア、グローブのトロイカ式3人体制で発展してゆく。

ノイス、ムーアという大黒柱が去ったフェアチャイルド半導体はその後、衰退の一途となった。モトローラのホーガン社長をスカウトしてきたが、結局駄目だった。1979年にはフランスのシュルンベルジュに売却された。シュルンベルジュも嫌気がさし、富士通への身売り話も出た。これは米政府の反対で流れた。そうして、NS（ナショナル・セミコンダクター）に買収され、半導体業界の名門だったフェアチャイルドの名前は消えた。NSはフェアチャイルドからスピノフした者によって設立された会社だったから、子会社が親会社を呑み込んだようなものだった。²⁹⁾

(2) インテルを育てた人々

インテル創設の中心はノイス、ムーア、グローブの3人だった。ここで、この3人のプロフィールを紹介しておきたい。³⁰⁾

ロバート・ノイスは1927年、中西部アイオワ州の田舎町に生まれた。父は会衆派教会の牧師で、田舎を転々とした。男ばかりの兄弟4人の3番目だった。少年時代より模型飛行機や無線機を組み立てたり、化学実験の好きな科学少年だった。科学方面だけに関心を示す少年ではなく、高校では聖歌隊に入り、ラテン語、科学などのサークルで活躍した。卒業アルバムには、「何を聞いても答えられる物知り博士」と書かれている。高校時代、地元のグリーンネル大学物理学部長ゲール教授の下でよくアルバイトしたことが縁となって、グリーンネル大に入学し、物理と数学を学んだ。

グリーンネル大では水泳部に入った。構内放送のラジオドラマで主演を

28) 「インサイドインテル (上)」ティム・ジャクソン著、渡辺了介、弓削徹共訳、翔泳社、1997年、pp.45-46。

29) 「インテルとともに」前出、pp.91。

30) 「インサイドインテル(上)」前出、ノイス、ムーアについて pp.26-29、グローブについて pp. 47-49。

やったこともある。

ゲール教授はウイコンシン大学でトランジスタ発明者の一人バーディーンと同級だったこともあり、教室でトランジスタの実験をよくやった。MITの大学院に進み、物理電子の学位を取ったのが、1953年。トランジスタ産業に参入しようとしていたフォード・フィルコ社に就職した。

実業界に入っても、チェロをひき、コーラスを歌った。スキー、テニスを楽しみ、飛行機操縦もやった。

社交的で、誰からも好感を持たれる男で、集団の中では人望を集めた。

ムーアは1929年、カリフォルニアで生まれた。サンフランシスコから50キロほど南の海岸の町である。父はこの地方の保安官。男ばかりの3人兄弟の真ん中である。

サンノゼ州立大学で化学を学び、途中でカリフォルニア大学バークレー校に移った。卒業後、カリフォルニア工科大学で赤外線分光學で学位を取得。その後、ジョンス・ホプキンス大学で研究生活に入った。

ノイスの陽、動に比べ、ムーアは陰、静である。天性の聞き手で、めったに怒らず、誰のいうことでも平等に聞く。物静かで、楽しみは一人でできる釣りやボート遊びだ。

アンドリュー・グローブは1936年、ブタペストにユダヤ系ハンガリー人の子としてうまれている。

高校時代は新聞記者希望だった。高校の校内紙に書いた記事が共産党に批判的だったため、親類に迷惑がかかったことに嫌気がさし、自由に活動できる技術者を目指すようになった。20歳の1956年、ハンガリー事件が起きた。ソ連は戦車群を送り込んで反政府運動を弾圧し、親ソ連政権を樹立させた。この動乱直後、グローブは20ドルの所持金を持って難民として単身で米国に渡った。

米国でアンドラーシュ・グローブという本名をアングロ・サクソン風のアンドリュー・グローブと改名した。ユダヤ人だということは隠し続けた。

難民としての奨学金とアルバイトでニューヨーク市立大学で化学工学を学んだ。その後はカリフォルニア大学バークレー校で化学工学の博士号を取得し、1963年、フェアチャイルドに入社。

入社面接をしたのは、ムーア。ムーアによると、グローブが学んだ専門は半導体とあまり関係がなかった。とにかく、指導教授の評価が抜群に高かったこともあり、迷わず採用したとのことだ。

物事を相手に理解させる能力に長け、自分を印象づけること、自分の立場を正当化する能力に優れている。それに、自己組織能力—何をしたいのか、何をすれば達成できるか、これをはっきり把握—に際だっている。しょっちゅう何かに駆り立てられているようだ、という人もいる。スローガンは「偏執症だけが生き残る」だ。

この3人をよく知るアーサー・ロックは次ぎのような人物評をしている。³¹⁾

ノイスは人とあうのが大好きで、会社を売り込む能力は抜群。ミスター・アウトサイド。

ムーアは研究開発や物作りだけを愛する。ミスター・インサイド。

グローブはやり手だ。

(3) 半導体メモリ

ノイス、ムーア、グローブの3人は新しく設立したインテルが何を狙うかで話し合った。

フェアチャイルド半導体では、既に製品化した分野にかっちりと追加投資するという発想がなく、常に新しい事業を追い続けた。せっかくの技術が無駄になることが多かった。この過ちは繰り返したくなかった。³²⁾

集積回路の技術は安定してきたが、まだまだ複雑な回路はできにくいの

31) 「インテルとともに」前出, p.67。

32) *ibid.*, p.83.

が実情だった。低コストの半導体組立工場では、将来のビジネス・チャンスは少ない。シリコン上に、より複雑な加工をする。それには、半導体メモリがいいのではないか。複雑な回路を作ることにビジネス・チャンスがあるという考えは、その後、一貫して「複雑な回路を持つ製品を大量生産する」というインテルの戦略となった。³³⁾

もともと、ICは、演算機能を持つ論理デバイスとして使用され、日進月歩で進んでいたが、記憶素子としての方向に人々の目は向いていなかった。当時、コンピュータの記憶装置としては、「磁気コア・メモリ」があった。小さなドーナツ型の磁気盤に磁気を帯びた部分と、そうでない部分ができるようにこしらえ、それによって、0と1で二進法化された情報を記憶するのである。

これを、半導体による記憶素子にすれば、より小型で、スピードの早い記憶装置になる。

コンピュータでこのIC記憶装置を使うようになれば、他の電子機器でも使用されるようになるだろう。そうなれば、大量生産が可能になり、コストは低減する。³⁴⁾

半導体メモリのアイデアが当時なかったわけではない。IBMは、実験的に使用し始めていたのだが、コストが磁気コア・メモリに比べて、200—300倍もして、本格的な実用化はまだ遠い先と考えられていた。³⁵⁾

インテルは創設1年後の1969年8月、最初の製品として64ビットのバイポーラメモリ「3101」の出荷を始めた。IBMに次ぐ世界で2番目の半導体メモリだった。翌9月には、MOS(金属酸化膜半導体)型の256SRAM(記憶保持動作が不要な随時書き込み、読みだしメモリ)「1101」も発表した。³⁶⁾

1970年10月、世界初のDRAM(記憶保持動作が必要な随時書き込み、読

33) *ibid.*, p.84, p.87.

34) 「インサイドインテル(上)」前出, pp.37-38.

35) 「インテルとともに」前出, p.84.

36) *ibid.*, pp.84-85.

みだしメモリ)「1103」の出荷を始めた。価格は10ドル。これは磁気メモリと価格面でも対抗できるものだった。この量産は1972年からで、大ヒット製品となった。³⁷⁾

1971年9月には世界初の EPROM (紫外線消去再書き込み可能、読みだし専用メモリ) を発売する。

EPROM はインテルが開発、製品化したものである。³⁸⁾

「セカンド・ソース (二次供給者)」という考えを作り出したのもインテルだった。他社に製造方法やノウハウを有償で教えて、生産委託するやり方である。インテルが IBM の顧客に追加メモリとして DRAM を売り込み、これが大当たりした時、需要の急増に生産が追い付かなくなったための対処策が原因だった。³⁹⁾

(4) MPU (超小型演算処理装置)

1971年、11月には、世界初の MPU (超小型演算処理装置)「4004」を発売した。

MPU 開発のきっかけとなったのは、日本の電卓メーカーのビジコン社からの LSI 開発の依頼だった。プログラムを変えることにより色々なタイプの電卓に搭載できる汎用 LSI というアイデアをビジコン側は持っていた。ビジコンとインテルの協同開発ということになった。

ビジコンの鳴正利らがインテルに出向いたのは、1969年6月。鳴はインテル側の責任者テッド・ホフと作業を進め、設計が完了したのは、翌年の10月。インテル側は、ムーアによれば、MPU「4004」を電卓用の半導体と考え、パソコンなどは考えていなかった。インテルは開発費をビジコンに出してもらったかわりに、「4004」の独占販売権をビジコンに与えた。インテルはビジコン向の下請生産を始めたことになる。⁴⁰⁾

37) *ibid.*, p.85.

38) *ibid.*, p.86.

39) *ibid.*, pp.86-87.

インテルで新製品開発に強いリーダーシップを振るっていたノイスは MPU 関係にあまり登場してこない。

シャープ元社長の佐々木正によれば、佐々木は来日したインテルを創業したばかりのノイスに MPU のアイデアを提供している。ノイスは佐々木に半導体メモリの将来について、相談しに来たのだった。ノイスはこのアイデアに関心をあまり示さなかった。当時のノイスは、価格と信頼性で磁気コアメモリに勝てる半導体メモリの開発に頭が一杯だったのではないかと、という人もいる。⁴¹⁾

電卓市場で競争に巻き込まれたビジコンは、価格引き下げを申し入れ、これがきっかけとなり、契約内容を変え、インテルが販売権を持つことになった。

1970年末、MPU 市場でライバルのモトローラとの競争が激しくなった。ライバルの大攻勢に対して、「破壊作戦」と名付けた営業活動始める。モトローラと競合する顧客を徹底的に回った。

製品発注の注文を取るというだけでなく、MPU を使う製品の設計段階から協力して、長期的な関係を築こうとした。当時はパソコン向けに MPU 需要が爆発的に伸びるということは誰も考えていなかった。⁴²⁾

(5) インテルと IBM

IBM は世界最大のコンピュータメーカーで重要顧客だ。IBM はビジネス用パソコンの事業化を検討していた。当時は、IBM もパソコン事業の将来性を大きいものとは考えていなかった。⁴³⁾

パソコンの中核部品である MPU を自社製にするか、どうかも決めかねていた。結局 IBM は MPU を自社製造することも、モトローラ部品を購入

40) MPU については、pp.87-90。

41) 「ウインテル神話の嘘」小林紀興、光文社、1997年、p.43, p.48。

42) 「インテルとともに」前出、pp.96-97。

43) *ibid.*, p.97。

することもせず、インテル製品を使用することにした。⁴⁴⁾

インテルのマーケティング部門も新チップ (MPU) の将来にたいした期待はしていなかった。

パソコンを考えなかったし、コンピュータのメインフレーム用と思われていたからだ。1971年に発売されたコンピュータのメインフレームは2万台だった。インテルが10%のシェアをとっても年間2千台の売上だ。⁴⁵⁾

パソコン用の需要が爆発的に起こり、家電製品や産業機器、自動車などあらゆる分野で電子制御がいわゆるようになり MPU 需要がさらに増えるのは後のことである。

1981年、IBM はインテルの16ビット MPU「8088」を搭載したパソコンを発売し、パソコン市場に参入した。⁴⁶⁾その後、IBM パソコンの大量販売により、インテル製 MPU がパソコンの標準規格となった。これが原因でインテルは MPU で世界制覇することになる。

1982年初め、16ビット MPU「286」を製品化し、これは IBM の新型パソコンに使用された。

IBM による予想需要量はインテルの生産予想量の三倍もの大きさだった。インテルだけでは生産不可能だったため、富士通、AMD、シーメンスとセカンド・ソース契約を結んで、生産委託した。

IBM にとって、インテルは DRAM と MPU の最大供給メーカーとなった。⁴⁷⁾

設備投資と新製品開発には、莫大な資金がいる。インテルは IBM から出資を受けることにした。

1982年12月、IBM はインテルの株式の12% (12億5千万ドル) を取得した。この資金は DRAM 生産拡大でなく、専ら MPU の開発資金に使用し

44) *ibid.*, p.97.

45) 「インサイドインテル (上)」前出, p.118.

46) 「インテルとともに」前出, p.98.

47) *ibid.*, p.100.

た。IBMの出資により、MPU事業の基盤が固まった。IBMの出資比率は一時17%までゆき、インテルの売上に占めるIBM向の割合は、一割以上というのが、1980年代後半まで続いた。IBMがインテルの株式を全て売却するのは、1987年12月である。⁴⁸⁾

(6) 日本企業との競争

日本勢が16KDRAMにより、米市場で存在を示し始めたのは、1970年代末だった。日本の顧客を訪問して帰国後、ノイスは「日本企業は米製品より高品質製品を提供している」として、要注意をインテル幹部に伝えている。⁴⁹⁾

日本勢が米市場で力を持つようになった原因は色々分析されているが、その一つは欠陥品のなさだった。それまで、米半導体産業界では「合格品質水準」という指標により、製品を供給していた。不良品率を定めておいて、それ以下の不良品率で製品を納入するやり方だ。この率は顧客と相談して、1%にしたり、0.5%にしたりする。⁵⁰⁾

これに対し、日本勢は不良品率を極度に少なくして、「検査コストをゼロにできる」として売り込んだ。

ムーアによれば、米半導体産業界は日本企業の参加で、初めて品質に関する真の要求を顧客から突き付けられた。日本は上下一体となって品質管理に取り組むが、米国ではそれほどでもない。

また、米国メーカーは人件費の安い、東南アジアなどでの製造組み立て戦略をとったが、品質管理にはあまり、金もエネルギーも注がなかった。日本のメーカーは人件費負担の低減をはかるため、ロボットによる自動化生産に金とエネルギーを注いだ。これも品質上での差異を産む原因となった。

48) *ibid.*, pp.100-103.

49) *ibid.*, p.109.

50) *ibid.*, p.110.

日米製品の不良率の相異については、ワシントンで開かれた日本電子機械工業国際化対応小委員会主催の「品質管理—日本の高生産性の鍵—」と題する国際セミナーでのHP（ヒューレット・パカード）社データシステム部長による講演で明かにされた。（1980年3月25日）それによると、日米3社ずつ計6社の製品の故障率が詳しく分析されており、受け入れ時でも、使用時間1千時間以内に発生したいわゆるフィールド不良品率も、断然日本製品が勝っていた。⁵¹⁾

米国勢が専業メーカーなのに対し、日本勢は総合電気メーカーである。日本勢は資金力にもものをいわせて米市場に安値攻勢をかけた点もあった。ウォールストリート・ジャーナル紙に載ったのだが、日立は米国のEPROM代理店に次のようなメモでハッパをかけていた。⁵²⁾

「米企業の提示した価格から、まず10%引け。彼らがもう一段値引きに入ったら、そこからまた10%を引け。勝つまで、下げ続ける」

1983年から84年にかけては、空前の好景気だったが、85年になると、市況は一気に悪化した。

好況時には設備を拡大する。拡大している最中には、歩留りが低いため、生産量はあまり伸びない。不況になって設備拡大をやめると、拡大した生産設備の歩留りが上がって、一挙に生産量が増える。この増えた製品が市況悪化の市場に放出されるのだから、値段は当然のことながら急降下する。

設備を作ってしまうと、稼働させても、稼働をやめても、工場運転コストはそう変らない。だから、値段はどうしてもいいから製品を市場に出してさばこうとする。シリコン・サイクルと呼ばれる、激しい景気の乱高下の波が周期的に起る原因の一つである。

1979年末には富士通が64KDRAMの大量生産を始めた。インテルがよう

51) 「日本が逆転した日（上）」柳田邦男，講談社文庫，1984年，pp.14-25。

52) 「インサイドインテル（下）」前出，p.73。

やく、これの出荷ができたのは2年後だった。⁵³⁾この業界では習熟曲線というのがある。累積生産高が二倍になれば、コストが27.6%低下するという経験則だ。インテルが利益率で競うことは不可能となった。

インテルは冗長回路を組み込んだチップを使って対応しようとした。余分の回路（冗長回路）を初めからチップ内に作っておいて配線故障などに対処し、製造途中での不良品化を防ごうというアイデアだった。⁵⁴⁾

うまくゆけば、歩留りが大きく向上し、これはコストダウンにつながる。しかし、これはアイデア倒れの点があり、なかなか進まなかった。

DRAMからの撤退という話も出るようになった。しかし、販売部門は反対した。営業活動を行う場合、できるだけ品種が充実している方がやりやすい。DRAMから撤退すれば、販売がやりにくくなる。⁵⁵⁾

会長兼CEOのムーアもDRAMからの撤退に反対した。DRAM市場は膨大で、DRAMはICの集積化技術の駆動力（テクノロジー・ドライバー）である。DRAMからの撤退はIC産業からの敗退につながる恐れがある。⁵⁶⁾

冗長回路を持つ64KDRAMの技術をようやく確立したインテルが市場に出荷して6箇月もたたぬ頃、256KDRAMが日本企業により出荷された。富士通と日立だった。日本企業は256KEPROM市場にも入ってきた。⁵⁷⁾

1984年中頃から85年初めにかけての9箇月でこの256KEPROMの値段は30ドルから3ドルになった。1985年は創業以来最悪の年となった。

6ヶ所の工場が閉鎖された。従業員も8千人解雇し、2万6千人から1万8千人となった。

1986年には創業以来初めての赤字となった。大半は工場閉鎖に伴うコス

53) *ibid.*, p.70.

54) *ibid.*, pp.68-70.

55) *ibid.*, p.71.

56) *ibid.*, p.72.

57) *ibid.*, p.72.

トで、全体の赤字は2億ドルだった。⁵⁸⁾

(7) 日本半導体企業と VLSI 国家プロジェクト

日本の半導体製造技術の飛躍的發展には、各社の血のにじむような努力があったことはもちろんだが、大手半導体5社が一丸となって製造技術開発に取り組んだ国家プロジェクトの成功が大きかった。

この成功が刺激になって、後に、米国でも同様な国家プロジェクトが設立されている。⁵⁹⁾

1975年の中頃、「世界の巨人 IBM が近い将来、コンピュータにメガビット級の超 LSI を使う予定である」という内容の差出人不明の怪文書が、コンピュータ関連会社、半導体業界、電電公社 (現在の NTT)、通産省などにバラまかれた。

当時の日本の技術レベルはせいぜい16ビット級で、1メガビットなどとても手が届かぬレベルだった。コンピュータは将来の日本の戦略産業だ。世界の巨人 IBM が、日本の各社のとても手の届かぬような技術を開発して、日本に輸出攻勢をかけてくれば、日本のコンピュータ産業はひとたまりもない。

1社だけでは到底駄目だ。協同して当たるしか方法はない。

紆余曲折はあったが、通産省の主導で、富士通、日立、三菱、日電、東芝の5社による「超エル・エス・アイ技術研究組合」が1976年3月に発足した。この5社による国家プロジェクトは期間4年間で研究資金は700億円。うち、政府補助金は300億円、残り400億円は5社が平等に負担した。研究目標は1M (メガ) DRAM 相当の基礎的、共通的研究と256KDRAM 相当の実用化研究だった。

58) 「インテルとともに」前出, pp.113-114。

59) VLSI 国家プロジェクトに関しては、「超エル・エス・アイ技術研究組合15年の歩み」超エル・エス・アイ技術研究組合編, 1990年に詳しい。

共同研究所が日電の中央研究所の一郭に作られ、微細加工技術、結晶技術、設計技術、プロセス技術、試験評価技術、デバイス技術の6項目の研究が始まった。研究スタッフは5社から出向した約百人である。莫大な資金と、日本を代表するような人材の結集により、期限を4年間に限ってただらと研究開発が延びるのを防ぎ、製造機器・装置の開発に的を絞ったことなどにより、この国家プロジェクトは予想以上の成功を納めた。

このプロジェクトの完了によって、日本のレベルは米国に追い付き、一部の分野では凌駕するようになった。

このプロジェクトの完了後の1980年を境に日本の半導体貿易が黒字になり、半導体製造の中核機器であるステッパーのシェアが日米逆転するのは1985年であった。後に日本製1MDRAMは世界の9割のシェアを占めることになった。

このプロジェクトの成功は米国半導体業界に大きな波紋を惹起し、米国版半導体製造技術国家プロジェクトであるセマテック (SEMATECH ; Semiconductor MANufacturing TECHNOlogy) ができ、ノイスはその責任者となった。ノイスはセマテックの責任者で指導中、疲労と心労が重なって1990年6月、心臓マヒで急死した。

サンノゼ市の市民ホールでインテル社による社葬が行われた。フェアチャイルドの最後の社長で当時アメリカ半導体協会副会長だったコリガンは次のような追悼演説をした。⁶⁰⁾

(ア) ノイスの設立したフェアチャイルドから、プレーナー・トランジスタ、MOSトランジスタ、ICなど多くの半導体産業の芽が育った。

(イ) インテル社を設立し、MOSトランジスタを使ったIC、RAMをはじめとするさまざまなタイプのメモリ、それからMPUを開発した。半導

60) 「電子立国日本の自叙伝(7)」相田洋、日本放送出版協会、1996年、pp.262-263。

「急成長インテルの秘密」天野伸一、日刊工業新聞社、1993年、p.58。

体の主要製品の大半は彼の下から生まれたとって過言でない。

(ウ) 半導体産業へのノイスの貢献は、自動車産業におけるヘンリー・フォード、電信・電話事業におけるグラハム・ベルに対比できる。

(8) DRAM からの撤退

インテルはもはや DRAM 市場で主導権を維持することはできなくなった。

CMOS 技術にエネルギーを注ぎ、パソコン向けのメモリに集中すべきだ、という意見もでてきた。

1984年、日本半導体産業の設備投資額は米国を凌いだ。いわゆる、日米半導体摩擦が起った。

この問題に対処するため、日米両政府間の協議が行われ、1986年、両政府間の半導体協定が調印された。

インテルは戦略の転換を余儀なくされた。DRAM からの撤退である。

インテルは DRAM を世界で初めて製品化したメーカーである。

16KDRAM までは、モステックに次ぐトップ・メーカーだった。その後、MPU や、EPROM に力を注いだことや、DRAM の開発の失敗から 64 KDRAM, 256KDRAM で出遅れた。⁶¹⁾

しかし、1983年、84年の好況期には DRAM は最大の半導体製品となったこともあり、次の 1 MDRAM で失地を回復すべく、開発にも力を入れた。そんな時、シリコン・サイクルの大不況がやってきた。DRAM 市場で主導権を握るためには 20% のシェアが必要だ。そのためには、最低 2ヶ所の工場を設置しなければならない。必要な投資は 4 億ドル。⁶²⁾

ムーアとグローブは決断をせまられた。1985年初め、DRAM 工場建設に着手するかどうかで、ムーアとグローブは話し合った。グローブはムー

61) 「インテルとともに」前出, p.115.

62) *ibid.*, p.115.

アにいった。「(経営不調で)我々がインテルから追放されたとする。取締役会が新しく選んだCEOはどんな方策をとるだろうか」ムーアは応えた。

「インテルをメモリ事業から撤退させるだろう」⁶³⁾

インテルのDRAMへの係わりは長かった。インテルがメモリチップの市場を創りだし、そのメモリ市場がインテルを育ててきた。⁶⁴⁾

二人はDRAMからの撤退を決断した。ムーアは後に次のように述懐している。⁶⁵⁾

「決断はほんとうにつらかった。DRAMこそインテルの第一歩だった。誰だって、劣勢に立たされた市場から撤退することを望むはずもない。しかし、我々には、明かに、よりビジネス的に魅力のある他の製品(MPU)があった。一定のシェアを確保して、大手の一郭に入らなければ、事業に関するメリットはないと判断せざるを得なかった。オレゴン州に新鋭工場を作る計画で話を進めていた。従業員に決定を伝えるのは心苦しかった」

インテルは1985年に、(1)DRAM市場からの撤退、(2)MPUへの資源の集中的投入、(3)セカンドソース禁止、という戦略転換を行った。インテルがやむを得ず取った戦略転換はインテルに幸運をもたらした。その後、MPU市場が急拡大し、インテルのMPU市場でのシェアは大きくなり、1993年以降は7割を超える状態となった。

半導体全体市場でも、1986年のインテルのランキングは10位であったのが、戦略転換7年後の1992年にはトップとなり、以降、1998年の現在まで首位の座は揺るいでいない。

戦略転換8年後の1993年、日本のビジネス週刊誌の編集長にグローブは次のようにその時のことを述懐している。⁶⁶⁾

(ア) インテルはメモリで成長した会社であるから、会社の遺産を切り

63) *ibid.*, pp.115-116.

64) 「インサイドインテル(下)」前出, p.76.

65) 「インテルとともに」前出, p.116.

66) 「日経ビジネス」1993年5月10日号, pp.64-67.

捨てるようでつらかった。

(イ) こういった決断はビジネスの環境が悪い時しかできない。人間は病気の時だけ手術をする。企業もまた同じ。

(ウ) 当時(1985年—1986年) MPU への転換の成否は不明で、ギャンブル的な面もあった。当たったのは幸運だった。

(エ) ビジネスでは、全てに手を出すことはできない。何をするか、しないかを選択せねばならない。選んだものの実現のために、必死に働く。選択が正しかったかどうかは、後で分かるものだ。

インテルのグローブの自著「インテル経営の秘密」の原著名は「ハイ・アウトプット・マネジメント」であるが、グローブはマネジメントにおいて、ハイ・アウトプットを出すための色々な方策を述べている。その中で、問題社員対策に次のような一項を割いている。⁶⁷⁾

まず、(a) ボスは問題社員に急いで仕事ぶりを改めなければ、解雇の可能性ありと、警告しなければならない。

(b) 問題社員の反応は、自分の問題の「無視」である。

(c) そうして、問題を認めるようになっても、それは自分の問題ではないというようになる。問題の「否定」である。これに対し、事実と具体例を示さなければならない。

(d) 事実と具体例を示された問題社員は「他人への非難」となる。この自衛手段を使うと、状況を是正する責任と義務を避け続けることができる。

(e) 「他人の非難」から「責任自覚」に至れば、次の「問題解決」は容易になる。

半導体競争で日本勢に敗れ初めた頃のインテルの反応は (b) だった。

67) 「インテル経営の秘密」アンドリュー・S・グローブ、著、小林薫訳、早川書房、1996年、pp.253-257。

(b) から (e) に至るのに、インテルは1980年から1986年までの6年間かかったとあってよいだろう。

1980年半ば、米国に DRAM メーカーは8社あったが、日本勢の攻勢とシリコン・サイクルの不況で撤退が続いた。その後、残ったのは DRAM 専業で他の道を選べなかったマイクロン・テクノロジーと DRAM の中枢部隊を日本に移行していたテキサス・インスツルメンツだけとなった。⁶⁸⁾

(4) 終りに

(1) 半導体に関する技術と人と研究開発戦略の流れ

電子情報技術の発展の流れは、(i) 電信機、無線機の発明と発達、(ii) 真空管の発明と、これの増幅機能の利用による電話網の充実、(iii) 半導体の結晶を使った増幅器 (トランジスタ) の発明と発展、(iv) IC の発明と発展、(v) MPU の発明と発展、5期に分けることができる。また、これら技術の発展を推し進めた企業の流れは、(vi) AT&T のベル研究所、(vii) ショックレー半導体研究所、(viii) フェアチャイルド半導体社、(ix) インテル、である。

(i) に関しては個人的研究開発の要素が大変強く、企業における研究開発戦略とは関係が薄い。

(iii) に関して、トランジスタの発明には AT&T の事業と大きな関係があり、AT&T の研究機関であるベル研究所の研究管理者ケリーと研究リーダーであるショックレーの力が大きかった。

トランジスタの商品としての完成化と、これの需要増大化にはソニーの

68) 「インテルとともに」前出, pp.116.

井深大の貢献を忘れてはならない。

(iv), (v) に関して, IC の発明, IC の技術的発展と, それに伴う半導体メモリや MPU の発明とその発展には, ノイスやムーアの率いるフェアチャイルド, インテルの研究開発グループの力が大きかった。

また, IC の需要増大とその産業化に関して, シャープの佐々木正を初めとする日本電卓メーカーの功績も大きかった。

半導体研究開発史をその主要な発明であるトランジスタ, IC, IC の発展としての半導体メモリ, MPU, に分けて大観すれば, 次表のようになろう。

技術内容	企業 技術需要	発明者	需要喚起商品 商品創造者
トランジスタ	ベル研究所 電話事業	ケリー, ショックレー	トランジスタ・ラジオ ソニーの井深大
IC	フェアチャイルド 軍の通信機	ノイス	電卓 シャープの佐々木正
半導体メモリ	インテル コンピュータ用	ノイス, ムーア	コンピュータ, 民生用電子機器 主として日本の電気メーカー
MPU	インテル 電卓用汎用 LSI	ホフ, 嶋正利	パソコン インテル

(2) 日米半導体企業の研究開発戦略

トランジスタがベル研究所で発明されてから後の, 新しい技術を切り開いた米国の半導体企業はいずれもベンチャー企業から発足している。ごく小さなグループから出発しているだけに, 企業戦略は明快だった。

世界初の半導体専業企業ショックレー半導体研究所の研究開発戦略は「トランジスタの製品化, 商品化」であった。しかし, 製品化に近い将来可能で, 売れる商品ということよりも, 科学者としての電子科学的興味を

研究開発のターゲットにするショックレーのやり方は失敗する。科学者としては優秀であっても、企業家、管理者としては全く不向きだったのがショックレーだった。ここからは製品は何もうまれず、やがて潰れていった。

ショックレー半導体研究所から抜け出した8人が中心となって創設したフェアチャイルド半導体社は「トランジスタの商業化」を研究開発戦略とした。

開発品を作るのと、商品を作るのとでは全く異なる。開発品はコストに関係がない。これを商品にするには需要を掘り起こさなければならない。そのためには、コストがきわめて重要な要素になる。

当初のフェアチャイルド半導体社は、まず、コストを問題にしない軍需品をねらった。

初期のトランジスタやICは需要が少なかったからきわめて高価なものだった。軍需品は性能さえ高ければ、値段のことはいわれない。航空機やミサイル搭載用通信機器の小型化が至上命令だった軍は値段に関係なく、トランジスタやICを買ってくれた。軍需向で事業を維持しつつ体力をつけていったのが米国半導体メーカーだった。

これに対して日本メーカーは、新規民生応用品開発とそのマーケティングから要求されるトランジスタやICの開発を研究開発戦略とした。民生応用品（ラジオ、テレビ、ビデオ、電卓など）に使われるトランジスタやICにとって最重要課題は値段だ。コストを下げるためには、大量生産ときめ細かい品質管理を要する。日本メーカーのエネルギーが注がれたのはこの分野だった。

フェアチャイルド半導体社が大きくなった。大企業病に犯されるようになったこの会社を嫌ったノイスやムーアは退社してベンチャー企業のインテルを創業する。

ノイスやムーアが去った後のフェアチャイルド半導体社は、技術や研究開発に関心の薄い親会社の財務出身首脳が財務中心の経営のため、研究開発力が微力化し、ついには転転と売却され、消えていった。

インテルの研究開発戦略は「複雑な回路を作ることにビジネス・チャンスがある」だった。その第一歩は半導体メモリの開発とその商品化である。この半導体メモリの1種類である DRAM はきわめて需要の大きい商品となった。

DRAM の重要性については、東芝の川西剛元副社長は次のようにいっている。⁶⁹⁾

- (1) テクノロジー・ドライバー
- (2) 1品種当たりの数量・金額の最も大きい半導体。
- (3) 量産品種で、最も単価の高い半導体。(インテルの MPU のようなデファクト製品を除く)
- (4) 需要の伸びの最も高い半導体。ビット伸張率は年50%。

以上のことを考えれば、半導体事業の旗頭である。

日本メーカーは徹底して、DRAM の微細加工技術の開発に資源（金と人）を注ぐ戦略をとった。

半導体メモリ、特に DRAM に関する微細技術とその事業の拡大にはたした日本半導体メーカーの功績は無視できるものではない。

商品化には、コスト低減や品質管理の技術が重大な技術である。

これがなければ、発明は単なる発明に留まり、半導体製品は特種な分野（例えば、軍需向）向の高価な特種部品に留まっていたに違いない。DRAM 技術の発展とこれの商品化には日本半導体メーカーの改良・改善・大量生産向研究開発戦略と、無名の技術者たちの縁の下の力持的功績があった。

69) 「わが半導体経営哲学」川西 剛，工業調査会，1997年，pp.51-52。

結論として言えば、米国のベンチャー半導体メーカーの研究開発戦略は新技術の開発による新製品を切り開くことであり、日本の半導体メーカーの研究開発戦略は米国製の基本的な新技術を咀嚼し、これのさらなる精緻化と大量生産化技術の開拓であった。また、必要とあれば、通産省主導の下、ライバル各社が結合して開発プロジェクト (VLSI 国家プロジェクト) も組んだ。独立意識の強い米国メーカーはこういうことがなかなかできない。

インテルは日本勢の攻勢に耐え切れず、自分が創りだしたと自負する DRAM 市場から撤退し、先行き不透明な MPU に研究開発戦略を転換する。DRAM 戦略にこだわってれば、恐らく現在世界一のインテルはなかっただろう。

(3) 研究者群像

企業で研究開発を行う者は生身の人間である。彼らの希望、欲望、野心、刺激、といった研究開発に駆り立てるものを掴んでいない限り、成果を上げる研究開発は不可能である。

米国の半導体産業の技術者に一般的にいえることは、彼らの価値観がオリジナリティ (独創性) にあることだ。彼らは他人がやったことには関心を示さないし、他人のコンセプトのマイナーな改良など価値を認めない。他人がやっていない新しい、あるいは変わったことを誰よりも早くやって発表したいというのが彼らの基本姿勢である。

これに対し、日本の企業風土の中では、メンバーと異なったことをいたり、新奇なことをやろうとしたり、「俺が俺が」という態度をとっていても、間違いなく浮き上がって、排除される。

発見ノートに記入し、同僚の署名を求めて独創性を証明する米国では、発明・発見の源泉をたどれば、必ず個人にゆきつく。日本では、特に企業の中では、「皆によってなされた」ということで、複数メンバーの名前は出てくるが、個人名は出てこない。

また、情報・技術の所有の意識に関して、米国では個人に帰属し、地位

や給料を上げる武器となる。日本では会社の財産という意識が強い。⁷⁰⁾

「俺がやった。俺がやった」というようなことがあれば、間違いなく浮き上がって、排除される。

米国の優秀な技術者には事業を起こして百万長者になるというアメリカン・ドリームを夢見る者が多い。

彼らは1技術者の分に甘受しない大きな野心がある。帰属する企業はそのための足がかりに過ぎない。

ベンチャー企業を創設して成功する共通のタイプとして、フェアチャイルドやインテルの創業に協力したアーサー・ロックは次のようにいう。⁷¹⁾

(ア) 正直なこと。不可能な時、「できません」といえる人かどうか。

(イ) エネルギーがあるか、どうか。週末もいとわず、一日14時間働き、明日急に日本に行くとなれば、機内で準備をしてでも、飛んで行けるエネルギーの持ち主。

(ハ) 集中力。目標に向って、一直線に進んで行く力。経営者として、雑用に振る舞わされることなく、進んでいける人。

初期の半導体産業で大きな仕事をしたベル研究所のケリー、ショックレー、フェアチャイルドやインテルのノイス、ムーアといった人々はいずれも、米国のエリートとされる東海岸出身で東海岸の名門校卒業者ではない。フロンティア精神の残っている中西部で生まれ育った人々だ。自分の腕一つで地位と資産を築こうという野心が強い。

フェアチャイルドが大きくなり過ぎたと、再びベンチャー・ビジネスのインテルを創ったノイスはインテルもまた大きくなり過ぎた、とぼやいた。⁷²⁾ノイスは夢を追い求める人といってもいい。

70) 「茶道、華道はLSIに通じている」相田 洋, 「日経マイクロデバイス」1992年11月号, p.9。

71) 「インテルとともに」前出, p.67。

日本では、所属企業への忠誠心のない者は評価されず、重要な役割をまかされることはない。

日本企業の技術者は生涯その企業に帰属するつもりの方が大部分で、技術者個人として一時的に活躍しようというよりも、現在の技術者としてのポストは将来管理者的ポストに進むためのコースに過ぎないと、思っている。

米国製造業の凋落がいわれてから久しい。米国の製造業はおぼつかない状況になっており、研究開発投資が衰えている。短期間で結果を求める経営風土にも問題がある。一部特定の先端分野を除いては、米国は既に製造業を放棄しているようにさえ見える、という人もいる。⁷³⁾

米国の鉄鋼、電機、自動車、造船といった産業での大企業はいずれもビジネス・スクール出身の幹部による財務主導の短期的利益を迫る経営戦略により、研究開発費は抑えられ、技術蓄積努力も放棄され、技術の根幹が枯れるようになっていく。ビジネス・スクールからストレートに幹部になった彼らの大部分は製品や技術には関心がない。関心があるのは、財務のバランスシートだけである。日本製造業の幹部の大部分が技術一本で育ってきた技術者であるのと対照的である。

米国製造業で唯一元気のいいのは半導体産業で、その幹部は技術一本で育ってきた技術者であることに注意したい。彼らは、フェアチャイルド・スクールの出身者が多いが、ビジネス・スクールとは無縁である。

(4) 研究開発戦略と予測

半導体ビジネスに関する研究開発の歴史は (ア) 基本的発明、(イ) それの改善、改良、精緻化、(ウ) 発明された半導体部品を使用しての応用品の開発とこれによる半導体部品需要の形成、の歴史とあってよいだろう。

72) 「同志技術者諸君」前出、p.34。

73) 「デフレ頭脳を持っているか」長谷川慶太郎、青春出版社、1998年、pp.92-93。

(ア) に関しては、トランジスタ、IC、MPU があげられる。これらの発明に至る背景的研究開発戦略としては、半導体結晶を利用した増幅器、一つのチップ内に複雑な回路の組み込み、といった明瞭な思想があったが、発明の手がかりとなったことは、偶然的なものだった。

(イ) に関しては、明確な研究開発戦略と技術テクニクにより、人と金を注ぎ込んで、ひた推しに押し進められた点が特徴である。

(ウ) に関しては、日本企業による各種民生用電子機器の研究開発があった。(現在急激に伸びているパソコンは除く)半導体産業の発展にはこの(ア)、(イ)、(ウ)が不可欠であった。この中では米国企業は(ア)と(イ)が強く、日本企業は(イ)と(ウ)が強かった。

(ア) のトランジスタ、IC、MPU が発明された時、後にそれほど大きな産業・ビジネスになることを予想した人はなかった。大産業化、大ビジネス化に力があったのは、(イ) と (ウ) の研究開発戦略である。

(イ) も (ウ) も、当初は先行きが不透明でうさん臭い目で見られたこともある。

(ア)、(イ)、(ウ) がいずれも、結果として大きな成果をあげたのは、若さと野心に溢れた起業家や研究者、技術者の集団の力である。

大企業化し、経営者、技術者、研究者が官僚化、老成化したところはいずれも、この世界から消えていつている。

(5) その他

ロジック (論理) 半導体としての MPU ではインテルが現在は圧倒的に強い。メモリ半導体としての DRAM では、韓国が多くの問題を抱えているものの大攻勢をかけている。前門の虎、後門の狼に挟まれた日本半導体メーカーの今後の進むべき道はどうしたらよいか。

その一つの答えがシステム LSI の方向である。

半導体が電子機器の回路そのものとなるシステム・オン・チップ (システム LSI) はマルチ・メディア機器の強い要請であるが、これをこなすため

には、半導体メーカーとしてメモリ技術とロジック技術を併せ持っていないなければならない。この点で、日本メーカーは外国メーカーに比べ、比較的優位にある。

また、国内に多くの電子機器メーカーがあり、自身も総合電機メーカーである日本企業はこの点でも優位だ。

システム・オン・チップの長所としては、システム性能の向上、消費電力の低減、ボード・スペースの削減、があり、将来は大きな市場になることが確実だ。その上、カスタム性が強まり、顧客との関係が永続的になり、景気の厳しい波に襲われることが緩和されるという利点がある。