

半導体企業のマイクロプロセッサ事業戦略

肥 塚 浩

はじめに

世界の半導体産業では、日本とアメリカの企業を中心としたさまざまな企業間関係が形成されている。これは、両国の半導体産業が世界全体において卓越した地位を占めているからである。特に日本の半導体産業は、1980年代後半に、アメリカ半導体産業を追い抜くほどの競争力を実現した。しかし、1992年の世界半導体市場では、アメリカ企業の世界シェアが41.1%で、日本企業のそれは42.8%になり、その差は前年の8.0%から1.7%に縮まったと推定されている¹⁾。両国半導体産業のシェア急接近が今後どのようなようになっていくかは予断を許さないが、世界の半導体産業において、日本とアメリカの半導体産業が最も重要な地位にあることは間違いない。

ところで、日本とアメリカの半導体産業では、競争力の強い分野が異なることはよく知られた事実である。すなわち、日本の半導体産業はDRAMをはじめとしたメモリ分野において非常に強い競争力を有し、アメリカ半導体産業はマイクロプロセッサ分野において非常に強い競争力を有している。すでに筆者は、半導体企業の研究開発体制の検討対象としてDRAMを取り上げ、メモリ分野の競争関係のありようを明らかにしてきた²⁾。そこで本稿では、もう一つの重要な製品分野であるマイクロプロセッサを取り上げ、そこでの競争関係を検討していくことにする。

本稿の課題は、半導体企業がマイクロプロセッサ市場において競争優位を実現していくための要因がいかなるものであったのかを明らかにすることである。その際に、マイクロプロセッサ市場で最も大きな市場シェアを実現したインテルとその競争関係にある諸半導体企業のマイクロプロセッサ事業戦略³⁾を検討

していく。また、マイクロプロセッサ市場をめぐる諸関係を検討するとき、マイクロプロセッサの製品特性とパーソナルコンピュータの関係に注目する必要がある。何故なら、マイクロプロセッサのアーキテクチャーがエレクトロニクス製品の質を決定的に左右するからである。この点を中心として、半導体企業のマイクロプロセッサ事業戦略のありようを明らかにしていく。

こうした課題を明らかにするために、本稿では、次のような検討を加えていく。まず第1に、マイクロプロセッサの開発過程とそれが登場した意味について検討する。第2に、マイクロプロセッサ市場の形成過程を、これに影響を与えたパーソナルコンピュータ開発およびその市場競争と関係づけて検討する。第3に、アメリカ半導体企業が1980年代前半に採用したセカンドソース戦略と、1980年代後半に行ったこの戦略の転換が、マイクロプロセッサ市場の競争関係に与えた影響を検討する。最後に、インテルのマイクロプロセッサ事業戦略の成功に触発されたAMD社などの互換チップ製造企業の事業戦略や、ワークステーションに使用されるRISCチップ開発競争を見た上で、インテルの最近の事業戦略について検討を加える。

- 1) 『日本経済新聞』1993年1月6日付け。
- 2) 拙稿「半導体企業の研究開発体制」『立命館経済学』第40巻第4号, 1991年10月。
- 3) 事業戦略が経営戦略に占める位置については、伊丹敬之『経営戦略の論理』日本経済新聞社, 1980年, 81~88ページを参照。

I マイクロプロセッサの開発

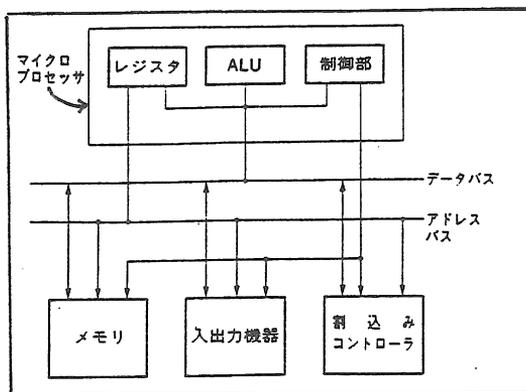
ここでは、まず、マイクロプロセッサの開発がいかなる経緯のもとで行われたのかを見てみる。次に、マイクロプロセッサが登場したことの意味を明らかにする。

1 マイクロプロセッサの開発過程とその後の展開

(1) マイクロプロセッサの機能

マイクロプロセッサは、制御、演算機能というコンピュータの中核機能を1枚のシリコンウエハ上に実現したものである。もう少し具体的に、マイクロプロセッサの機能を説明すると、次のようになる。コンピュータの基本構造は、①命令を解釈・制御するコントローラと命令内容を実行する演算部からなるプロセッサ部分、②命令内容を記憶するメモリ部分、③外部の入出力機器とインターフェイスする入出力部からなる。①のプロセッサ部分はCPU（中央処理回路）とも呼ばれるが、この部分をLSI化したものが、マイクロプロセッサである（図1参照）。逆に言えば、素子数が1,000以上あるLSIレベルまで

図1 マイクロコンピュータの基本構成



出所) オーム社編『超LSI TECHNOLOGY & APPLICATION
マイクロプロセッサのすべて』1985年、26ページ、第1図

集積度が高まる段階において、マイクロプロセッサは開発されたのである。マイクロプロセッサの基本動作は、次のようになっている。「プログラムを蓄えたメモリから読み込まれた命令は、制御機構の中の命令レジスタにセットされ、詳細な制御指令となって演算実行機構に送られる。この制御指令に従って演算実行が行われる。実行が終了したら、次の命令がメモリから読み込まれる。」⁵⁾

ちなみに、マイクロコンピュータあるいはマイコンと呼ばれるものは、マイクロプロセッサ、メモリ、入出力部からなる超小型コンピュータのことである。また、マイクロコンピュータをワンチップ上で実現したものを、とくにワンチッ

プマイクロコンピュータ、あるいはマイクロコントローラという。言い換えれば、コンピュータをワンチップで実現したということである。⁶⁾

(2) 世界初のマイクロプロセッサi4004の開発過程

マイクロプロセッサの開発は、1969年に日本のビジコン社が、電卓用の汎用LSIを開発するための契約をインテルと結んだことから始まっている。1957年に設立されたビジコン社は、電卓や会計機、コンピュータおよびそのソフトウェアなどの販売を手掛ける中企業であった。電卓の開発製造工場を受け持っていた同社の子会社である電子技研(株)は、当時激しく行われていた電卓開発競争に打ち勝つために、インテルに電卓用の汎用LSI開発を依頼したのである。

開発契約を結んだインテルは、フェアチャイルド社をスピン・アウトしたR. ノイス、G. ムーア、A. グローブの3人が、1968年に設立した企業であった。当時のインテルは、MOS技術を利用して256SRAMや1KDRAMなどの開発に重点をおき、メモリ事業を成功させようとしていた。

電卓用汎用LSI開発を担当したのはテッド・ホフで、彼とビジコン社の嶋正利の2人が中心となって開発に当たることになった。世界初のマイクロプロセッサであるi4004は4ビットのCPUであるが、このアイデアを出したのはホフで、それを電卓の商品化につなげていくための命令体系や電卓用LSIファミリー・チップ開発などのシステム化は、ホフと嶋の両名を中心として行われることとなった。

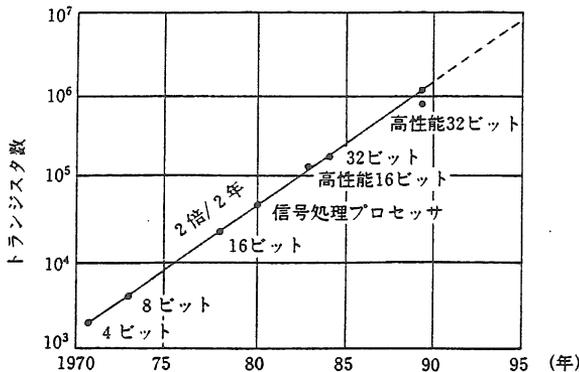
このようにして、世界初のマイクロプロセッサi4004(トランジスタ数2,200個)は、1971年3月に開発された。ビジコン社は、インテルで既に開発されていたROM(4001)、RAM(4002)、シフトレジスタ(4003)などとi4004を使って、さっそく電卓を試作し、量産化することになった。他方、インテルは、i4004が電卓用以外にも販売できると考え、ビジコン社と交渉することになった。このころビジコン社は、電卓競争による資金問題を生じさせていたため、開発費の返却とLSIのより低価格での入手を条件に、インテルに外販を許可することにした。⁷⁾そこでインテルは、4001~4004を組み合わせでMCS-4マ

マイクロコンピュータ・システムとして、1971年11月に広告し、外販に乗り出すことになった。ちなみに、インテルはマイクロプロセッサの外販を行うようになったが、嶋正利がいうように、「インテル社は4004, 8008のカスタムLSIの開発を通して『部品としてのコンピュータの市場がある』と気付いたのであって、『気付いていた』のではない⁸⁾」のであろう。

(3) その後のマイクロプロセッサ開発の展開

1971年の開発以降、マイクロプロセッサは急速な性能向上を実現してきた。性能向上は、処理速度が高速化することによって代表的に示すことができ、この処理速度はクロックサイクルと命令平均実行クロック数、命令ステップ数の3つを減らすことによって高速化する⁹⁾。4ビットマイクロプロセッサ時代の処理速度は10~20 μ s¹⁰⁾であったが、現在の最先端マイクロプロセッサでは1万倍の100MIPS¹¹⁾レベルである。これらは、半導体素子技術や微細加工技術の進展

図2 マイクロプロセッサの性能向上トレンド



出所) プレスジャーナル社編『日本半導体年鑑 1992年度版』
1992年, 318ページ, 図1

によって実現してきた。ちなみに半導体技術革新による集積数の増大に関して述べると、マイクロプロセッサは、この20年近くにわたって2年で2倍の速度で1チップ当りの素子数を増加させてきた(図2参照)。

ところでマイクロプロセッサの分類では、4ビット、8ビット、16ビット、

ダクター（NS）社のNS32032は1983年、モトローラのMC68020は1984年に登場した。インテルは1985年ようやくi80386を開発し、市場に投入した（図3参照¹³⁾）。

8ビットから16ビット世代までは、インテル、モトローラ、ザイログの3社が開発競争の中心にいたが、32ビット世代になるとザイログは脱落してNS社が開発競争の中心に割り込んできた格好になっている。いずれにしても、インテルとモトローラは一貫して、開発競争の中心にすることが確認できる。

2 マイクロプロセッサ登場の意味

(1) 半導体技術革新史における位置づけ

まず、半導体技術革新史におけるマイクロプロセッサ登場の意味を整理しておく。トランジスタの発明は、20世紀に急速な発展を見せたエレクトロニクス産業を質的に大きく変化させる半導体技術革新の出発点をなすものであった。

これに対して、ICの発明は、小型化、省エネルギー化、低価格化、高信頼化した電子装置の出現を可能にし、いわゆるマイクロエレクトロニクス革命をもたらした。このマイクロエレクトロニクス革命を推進するICは、1960年代において、SMI（小規模集積回路：素子数10～100未満）からMSI（中規模集積回路：素子数100～1,000未満）へ、そしてLSI（大規模集積回路：素子数1,000以上）というように、集積度を増してきた。1970年代以降の集積化は、3年で4倍のペースで進み、1980年代に入るとVLSI（超大規模集積回路：素子数10万以上）時代、1990年代にはULSI（超々大規模集積回路：素子数1,000万以上）時代に突入するようになった。

マイクロプロセッサは、半導体技術における集積化という点から見れば、1970年代のLSI段階において開発されたものである。すでに述べたように、マイクロプロセッサは、制御、演算機能というコンピュータの中核機能を1枚のシリコンウエハ上に実現したということである。¹⁴⁾

(2) マイクロプロセッサ搭載製品

1971年のマイクロプロセッサの登場以来、さまざまな製品にマイクロプロセッ

サは搭載されてきた。マイクロプロセッサは、これを搭載している製品の機能を司る位置にあり、製品の質を決定的に左右する部品の一つである。ここでは、どのような製品にマイクロプロセッサが搭載されているのかを整理し、マイクロプロセッサの果たしている役割を具体的に確認する。

マイクロプロセッサを搭載している主要製品はパーソナルコンピュータとワークステーションである。世界初のマイクロプロセッサであるインテルのi4004は4ビットであったが、その後、8ビット、16ビット、32ビットと急速に性能が向上していった。i4004は電卓用に開発されたが、8ビットマイクロプロセッサの出現により、これを組み込んでコンピュータを作ってしまう試みがアメリカで行われ、これがパーソナルコンピュータと呼ばれる製品となっていった。つまり、これを搭載することによって全く新しい製品が市場に登場したのである。ワークステーションもまた、マイクロプロセッサの出現によって、市場に登場した製品である。

以上の2つが、現在もマイクロプロセッサを搭載する主要製品であるが、この2つ以外にも次のような製品にマイクロプロセッサは搭載されている。OA機器関係ではプリンタ、複写機、FAXなど、FA機器関係ではロボット、工作機械など、その他ではゲーム機や自動車の電装部品などに搭載されている。これらは、性能の高さが何よりも重要視されるワークステーションとは異なり、コストパフォーマンスの高さをも求める製品群である。¹⁵⁾

次に、マイクロプロセッサに近接する製品であるマイクロコントローラを搭載する製品を簡単に見ておく。マイクロコントローラはi4004の開発から4年後の1975年に、テキサス・インスツルメント(TI)によって開発(4ビット)され、その後、8ビット、16ビットへと発展している。現在では、性能向上により、様々な製品に搭載されるようになってきている。4ビットは、家庭電化製品をはじめとした民生向けに主に用いられており、日本で急速に市場拡大が行われ、8ビットは、OA関連製品向けに用いられており、アメリカで早くから市場拡大が行われた。また16ビットは、OA機器、FA機器、自動車電装向けに用いられ、市場拡大を見ている。¹⁶⁾

(3) マイクロプロセッサ登場の意味

こうしてマイクロプロセッサは、民生用、産業用を問わず様々な製品に使用されており、エレクトロニクス産業の成長に大きく寄与している。また、これらのエレクトロニクス製品は、サービス産業などの第3次産業を含めて、ほとんどの産業分野で利用され、1980年代の産業構造の転換に情報化という方向から大きなインパクトを与えている。

さらに、マイクロプロセッサやマイクロコントローラの開発は、コンピュータをはじめとした情報機器のありようを大きく転換させることになったといえる。例えば、それまでコンピュータは、大型で、一定の専門知識が必要であり、かつ高価であったため、大企業や政府機関などしか購入できないしるものであった。しかし、マイクロプロセッサの開発は、パーソナルコンピュータやワークステーションの発展をもたらしたというだけでなく、コンピュータの世界をダウンサイジング化とオープンシステム化の方向に大きく進めることとなった。1991年の世界のコンピュータ売上高に占めるパーソナルコンピュータの割合は41.7%、ワークステーションの割合は8.0%と、両方で全体の約半分を占めるまでになっている¹⁷⁾。また、マイクロコントローラは、家庭用をはじめとして様々な電子機器に搭載されることによって、それらの製品の機能を大幅に向上させることとなった。

マイクロプロセッサ登場の意味を整理するとつぎのようになる。第1に、さまざまなエレクトロニクス製品に搭載されることによって、製品機能を向上させ、その需要を高めた。第2に、エレクトロニクス産業の成長に大きく貢献しただけでなく、産業構造全体を情報化させた。さらに第3に、情報化をパーソナル・ベースにまで大きく広げ、本格的な「情報化社会」の出現を可能とするマイクロエレクトロニクス技術の本格的展開に大きく貢献している。

4) 日本電子工業振興協会編『マイコンストーリー』誠文堂新光社、1987年、2～5ページ。

5) オーム社編『超LSI TECHNOLOGY & APPLICATION No.2 マイクロプロセッサのすべて』1985年11月、20ページ。

- 6) 日本電子工業振興協会編, 前掲書, 5~8 ページ。
- 7) 以上のi4004の開発過程は, 嶋正利『マイクロコンピュータの誕生』岩波書店, 1987年, 21~91ページ: M.Jelinek and C.B.Schoonhoven., *The Innovation Marathon*. Basil Blackwell, 1990, pp.145-148.を参照。また, インテルは半導体メモリの開発でも先駆的役割を果たしており, 同社のi1103はビジネスとして最初に成功した半導体メモリである。
- 8) 同上, 55ページ。
- 9) 嶋正利「MPUの進化を読む」日経BP社編『日経マイクロデバイス』1992年3月号, 46ページ。
- 10) オーム社編, 前掲書, 35ページ。
- 11) 嶋正利, 前掲論文, 46ページ。
- 12) オーム社編, 前掲書, 20ページ。
- 13) 以上の説明は, 同上, 2~16ページ: SE編集部編『ぼくらのパソコン10年史』翔泳社, 1989年, 48~60ページ: 佐々木元・河村信雄・清水京造『超LSIの話』日本電気文化センター, 1989年, 89ページを参照。
- 14) 半導体集積化の歴史は, 日本電子機械工業会編『'91 I Cガイドブック』1991年, 4~7 ページ。
- 15) プレスジャーナル社編『日本半導体年鑑 1992年度版』1992年, 320ページ。
- 16) 同上, 323~324ページ。
- 17) 日本電子計算機(株)『J E C C コンピュータノート 1992年版』1992年, 146ページ。

II パーソナルコンピュータ市場の形成とインテル

ここでは, マイクロプロセッサ市場で, インテルが市場支配を築きえた要因をパーソナルコンピュータ市場の形成のされ方との関係で明らかにする。

1 初期のパーソナルコンピュータ市場とインテル

最初のパーソナルコンピュータといえるのは, MITS社が1974年12月に発売したALTAIR-8800である。それは, 1974年4月にインテルが発売したi8080という8ビットマイクロプロセッサを核にしたマイコンキットであった。ただし, キーボードもモニターもなく, 購入者はハンダごてを使って組み立てなければならず, しかもプログラミングに関する専門知識が必要であった。1975年

の夏になると、IMS AI社がi8080を搭載したIMS AI8080で市場参入し、ALTAIR-8800のシェアを侵食していき、さらにプロセッサ・テクノロジー社やクロムコム社なども市場に参入していった。

本格的なパーソナルコンピュータは、1977年にアップル、コモドール、タンディの3社から相次いで発売されたが、当時この3社はパソコン御三家と呼ばれた。

カナダのコモドール社が1977年7月に発売したPET-2001は、16Kバイトの記憶容量を持ち、MOSテクノロジー社の6502（モトローラのアーキテクチャーを使用）というマイクロプロセッサを搭載し、キーボードとモニターがついていた。この機種は、第1回ウェストコースト・コンピュータフェアで爆発的な人気を呼ぶことになった。

タンディラジオシャック社が1977年12月に発売したTRS-80は、4Kバイトの記憶容量を持ち、ザイログのZ-80というマイクロプロセッサを搭載し、キーボードとモニターおよびカセットテープ装置がついていた。タンディラジオシャック社は全米に広がるエレクトロニクス製品販売網を持っており、TRS-80を最初の1カ月で1万台も販売した。

アップルはスティーブ・ジョブズとスティーブ・ウォズニアクによって、1976年3月に設立された会社で、同年7月にApple Iを、翌年4月にApple IIを発売した。Apple IIは、16Kバイトの記憶容量を持ち、PET-2001と同じくMOSテクノロジー社の6502を搭載していた。また、モニターはなく、テレビにつながり仕組みであったが、キーボードを有し、拡張スロットが7つあり、機能が拡張できるようになっていた。その製品コンセプトのすばらしさとともに、1978年夏に発売されたApple II用ディスクドライブ、1979年末に発売されたVisiCalc¹⁸⁾という表計算ソフトの登場によって、急速な成長を遂げ、1980年代初頭には、パーソナルコンピュータ市場で第1位の市場シェアを確保することになった。

このように、世界最初のパーソナルコンピュータであるMIT S社のALTAIR-8800にインテルのマイクロプロセッサは搭載されたものの、初期パーソナルコンピュータ市場を主導したアップル、コモドール、タンディの3社は、M

OSテクノロジー社がザイログのマイクロプロセッサを使用しており、この時代にはインテルがパーソナルコンピュータ用マイクロプロセッサ市場で競争優位を形成していたわけではない。¹⁹⁾

2 IBMのパーソナルコンピュータ市場への参入とインテル

パーソナルコンピュータ市場は上述のような経過で立ち上がったわけだが、市場が爆発的に広がるには、IBMの参入が必要であった。IBMは、周知のように世界最大のコンピュータ企業として、とくに汎用コンピュータ市場では圧倒的な市場シェアを握っていたが、パソコン市場へは当初参入しなかった。しかし、1981年8月には、IBM PCを販売することを発表し、急速に市場シェアを拡大することになった。このIBM PCは、MITS社のALTAIR-8800に代表される第1世代、アップル、タンディ社、コモドール社の8ビットマシンに代表される第2世代に次ぐ、第3世代のパーソナルコンピュータにあたる。²⁰⁾

ところで、IBMはこのパーソナルコンピュータを販売するにあたり、次のような戦略をとった。まず、搭載するマイクロプロセッサはインテルのi8088(16ビット)を採用した。次に、OS(オペレーション・システム)も当時数百万ドルの売上げしかなかったマイクロソフトが開発したMS-DOSを採用した。また、ハードウェアの8割は外注で生産を行い、販売もシアーズ・ローバックやコンピュータ・ランドを通じて行うというように徹底的に外部に依存したやり方をとった。さらに、アーキテクチャーもオープンにし、ソフトウェアや周辺機器を外部の企業や個人が開発することを奨励するという戦略をとっている。²¹⁾

これらの戦略は、従来IBMが採用してきたものとは180度異なるものであった。また、このIBM、インテル、マイクロソフトの組合せは、IBM PCの市場シェアを拡大しただけでなく、パーソナルコンピュータをホビイストのおもちゃからビジネスマシンに変化させ、市場自体を急速に拡大させることとなった。²²⁾

その後もIBMは、1983年にIBM PC/XT、1984年にIBM PC/ATと次々に新機種を市場に投入した。前者のXTは、マイクロプロセッサにIBMPCと同様のインテルのi8088を搭載していたが、主記憶を128~640KBに拡張していた。

後者のATは、マイクロプロセッサにインテルのi80286を搭載することによって、処理速度をXTの2.5倍に向上させ、さらに、主記憶が3MB、ディスク容量が41.2MBまで拡張可能にしている。IBMは、これらのパーソナルコンピュータをアメリカ国内市場だけでなく世界市場全体に投入することによって、世界的な業界標準の地位を獲得することになった。実際、1985年における世界パーソナルコンピュータ市場（191億ドル）におけるIBMの出荷金額シェアは25.3%²³⁾になった。

こうしたIBMのパーソナルコンピュータ事業が急速な成功を治めるのと同時平行的に、インテルのマイクロプロセッサ事業も成功していった。すなわち、インテルのマイクロプロセッサは、マイクロソフトのMS-DOSをOSとするIBMのパーソナルコンピュータに搭載されることによって、市場で競争優位を実現したということである。1980年当時、有力な16ビットマイクロプロセッサは、インテルのi8086、ザイログのZ8000、それとモトローラの68000の3つで、技術的にはモトローラの68000が一番優れていたし、市場ではザイログのZ8000の方が多く出回っていた。しかしこうした中で、IBMが8086系のi8088を採用したことは決定的意味を持ったわけである。ちなみに、モトローラが第2位の地位を確立したのは、世界パーソナルコンピュータ市場で第2位を占めるアップルのパーソナルコンピュータに搭載されたことが大きい要因となっている。²⁴⁾

また、インテルとIBMの関係は急速に深くなっていく。これを取引量で見ると、インテルの1985年の全売上高の19.7%はIBM向けであった。さらに関係の深まりを象徴するのは資本関係であった。1981年末に、IBMはインテルの株式の12%を取得し、役員も一人派遣することになり、その後持株比率は22%にまで高められることになった（ただし、資本関係は1987年12月に解消された）。²⁵⁾

こうしてインテルの世界16ビットマイクロプロセッサ市場のシェアは、1984年に80%にも達することになった。²⁶⁾インテルは1969年にわずか60万ドルの売上げ²⁷⁾しかなかったが、1983年には全売上高で10億ドルを突破し、翌1984年には16億ドルになり、利益も2億ドルに到達することになった。²⁸⁾また同年のマイクロプロセッサの売上高は全体の50%を占めていた。²⁹⁾

3 1980年代後半のパーソナルコンピュータ市場とインテル

IBMの市場参入によって大きく変化したパーソナルコンピュータ市場には、これまでも増して次々に参入する企業が出現した。とくに1983年頃から、IBMのオープンアーキテクチャー戦略によって、スペリー・ユニバック、ATT、ITT、HP社、DEC、ワング、タンディ、コンパック・コンピュータ、TI、フィリップス、オリベッティ、ブル、日本電気、三洋電機などをはじめとする米欧日の多数の企業がIBM PC互換機を生産するようになり、IBM互換機市場が形成された。³⁰⁾このような状況のもとで、パーソナルコンピュータ市場におけるIBMのシェアは、次第に減少していった。

そこで、IBMが採用した戦略は、これまでのオープン・アーキテクチャー戦略を見直し、互換機企業の締め出しを図るというものであった。1987年に発売されたIBM PS/2シリーズは、マイクロプロセッサとしてi80x86シリーズ、OSとしてOS/2、データの通路であるバスアーキテクチャーとしてマイクロチャンネル・アーキテクチャー(MCA)を採用した。ちなみに、モデル30、50、60、80のうちモデル80だけが、32ビットマイクロプロセッサi80386を使用していた。しかもIBMは、1988年4月に5%のライセンス料(従来は1%)を支払うことに同意した企業のみPS/2テクノロジーへのアクセスを認めることにした。そのため、1988年9月には、コンパック・コンピュータなど米日欧の有力パーソナルコンピュータ企業9社は、EISA(Extended Industry Standard Architecture)³¹⁾を発表し、対抗することになった。

IBMのシェアの低下に歯止めはかからず、データクエスト社の速報によれば、1992年の世界パーソナルコンピュータ市場におけるシェアは前年の16.3%から12.4%に低下し、アップルとの差は、0.5ポイントにまで縮小している(表1参照)。³²⁾また、IBM互換機は、コンパックをはじめとしたアメリカ企業やエイサーをはじめとした台湾企業などによってますます多くが供給されるようになってきている。これらの企業は、パーソナルコンピュータの部品をコストの安い東南アジア諸国などで調達し、組み立てることによって、1990年からのパーソナルコンピュータの低価格化を主導していくようになっていった。³³⁾

表1 1992年世界のパソコン市場シェア
(単位：%)

順位	企業名	市場シェア
1	I B M	12.4 (16.3)
2	アップル	11.9 (11.2)
3	コンパック	6.6 (6.0)
4	N E C	5.1 (6.4)
5	デル	3.5 (1.7)
6	その他	60.5 (58.4)

出所)『日本経済新聞』1993年1月6日付け

データ・クエスト社調べ

注) カッコ内は1991年

いずれにせよ全体的に見れば、アメリカ市場では、1980年代後半も I B M と I B M 互換機企業がパーソナルコンピュータ市場で最も大きいシェアを占めている。これらの32ビット機は16ビット機時代に作られたマイクロソフトのMS-DOSおよびこの上で作動するソフトウェアの資産を継承する戦略をとるため、インテルの32ビットマイクロプロセッサを搭載したわけである。

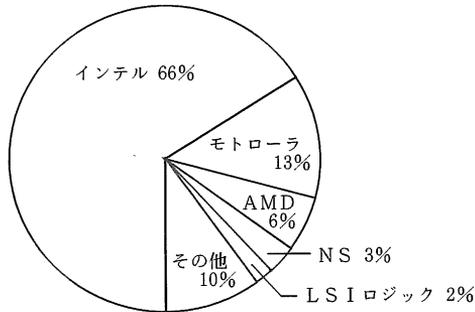
32ビットマイクロプロセッサ市場は、1983年に N S 社が NS32032 を開発したことにより市場が形成され始めた。そして、1984年秋にモトローラが MC68020 をサンプル出荷することを契機として本格的に立ち上がることになった。当時の32ビット世代は最新世代の16ビットマイクロプロセッサに比べて3倍以上の処理速度(2~3 MIPS)を実現している。この32ビット世代では、N S 社、モトローラが先行し、A T T と T I も市場に参入した。インテルは1985年10月に、i80386を商品化し、市場に参入した。³⁴⁾

モトローラの MC68020 は各社のエンジニアリング・ワークステーションやアップルの Mac-II に搭載されるなどして、1986~7年にはトップシェアを獲得した。しかしインテルの i80386 を搭載した I B M の PS/2 シリーズが発売され、I B M 互換機企業も次々に32ビットパーソナルコンピュータを販売するようになったため、両社の地位は1988年に逆転することになった。現在では、インテルは32ビットマイクロプロセッサ市場でも圧倒的な市場シェアを確保することに成功している。³⁵⁾ 1991年の世界市場の第1位はインテルで66%を占めており、

圧倒的優位にある。第2位はモトローラで13%、第3位はアドバンスド・マイクロデバイゼズ（AMD）社で6%、第4位はNS社で3%、第5位がLSIロジック社で2%、その他が10%となっている（図4参照）。

こうしたことが可能となったのは、マイクロプロセッサを最も多く使用して

図4 32ビットマイクロプロセッサの市場シェア
(1991年)



出所) Robert D Hof., INSIDE INTEL.
Business Week. June 1 1992. p.87.

いるパーソナルコンピュータ市場の動向が大きく作用している。実際、1991年の世界のパーソナルコンピュータ出荷台数は3千万台だが、その約7割にインテルのマイクロプロセッサは搭載されている。³⁶⁾逆にいうと、インテルのマイクロプロセッサを搭載することが、パーソナルコンピュータ市場での競争を行っていく上で、非常に重要になっているということでもある。

4 日本のパーソナルコンピュータ市場の形成とインテル

最後に、日本のパーソナルコンピュータ市場の形成とマイクロプロセッサ市場の形成の相互関係について若干ふれておく。日本のパーソナルコンピュータ市場は、本格的なパーソナルコンピュータ市場を形成する契機となった1979年のPC8001（8ビット機）を販売して以来一貫して、日本電気が最大の市場シェアを維持している。16ビット世代でも1985年に発売されたPC9801VMシリーズによって、同社はその地位を保持し続けることになった。

1983年に、家電メーカーなど14社は、8ビットの統一規格MSX（マイクロソフトとアスキー社が提唱）で巻き返しをはかろうとしたが、すでに16ビット世代への転換期にあったため失敗し、結局ゲーム機としての用途で主に使用されるにとどまった。また、1987年には、IBM PC/ATの日本語版を作ろうとマイクロソフトが提唱し、パーソナルコンピュータ企業など19社が集まり、AX協議会を結成したが、現時点まで、市場で大きなシェアを獲得していない。

結局、日本電気以外で一定の市場シェアを確保したのは、富士通、東芝、セイコーエプソン、日本IBMであった。富士通はFMシリーズで1980年代前半、日本電気と第1位の地位を争い、その後も第2位の地位を保持し続けている。東芝はラップトップ型やノート型のパーソナルコンピュータで成功し、セイコーエプソンは日本電気のPC互換機路線をとることによって一時10%以上の市場シェアを確保した。第5位の日本IBMは、日本市場向けにIBM PCと互換性の無い5550シリーズを1983年より販売したが、市場シェアをそれほど獲得できなかった。³⁷⁾

1991年のパーソナルコンピュータ市場（238万台）の53.1%を日本電気は確保している。第2位は富士通で12.7%、第3位は東芝で10.8%、第4位はセイコーエプソンで8.2%、第5位は日本IBMで7.0%、第6位はアップルで5.0%となっている。³⁸⁾ところで、1992年の後半にコンパック・コンピュータをはじめとして、低価格のパーソナルコンピュータが本格的に販売されるようになってきており、日本電気がこれまでのような市場シェアを確保していけるかどうか³⁹⁾が焦点となっている。

日本のパーソナルコンピュータにどのマイクロプロセッサが搭載されているかを確認しよう。第1位の日本電気は、OSにマイクロソフトのMS-DOSを採用しているため、インテルの製品を搭載していたが、1982年以降、独自のVシリーズを開発し、自社のパーソナルコンピュータに搭載するようになった。しかし日本電気は、1986年に発売したPC9801VXに、自社が開発したV30だけでなく、インテルのi80286をも搭載するようになり、これ以後多くの機種がVシリーズとインテルの80X86シリーズの両方を搭載するという路線に変更した。⁴⁰⁾

第2位の富士通は、1981年のFM8よりずっとモトローラのマイクロプロセッサを搭載していたが、1984年のFM16β、1987年からのFMRシリーズ、1989年のFM TOWNSいずれもインテルの80X86シリーズのマイクロプロセッサを搭載することになった。⁴¹⁾さらに、第3位の東芝のラップトップ機であるJ3100B1 (IBMPC/ATの互換機T-3100に日本語処理機能をもたせたもの) やJ-3100SS ダイナブックもインテルの80X86シリーズを搭載している。第4位のセイコーエプソンは、日本電気の互換機路線をとっていることから当然のことながらインテルの製品を搭載している。第5位の日本IBMはもちろんインテル製のマイクロプロセッサを搭載している。⁴²⁾このように、日本で販売されているパーソナルコンピュータのほとんどにマイクロソフトのMS-DOSが作動するインテルのマイクロプロセッサが搭載されている。

- 18) 以上の説明は、ダニエル・イクビア (椋田直子訳) 『マイクロソフト—ソフトウェア帝国誕生の奇跡—』アスキー出版局、1992年、45～97ページ；ティム・スキヤネル (日暮雅通訳) 『パソコンビジネスの巨星たち』ソフトバンク、1991年、51～54ページ；S E編集部編、前掲書、8～12ページ。
- 19) 実際、8ビットマイクロプロセッサの主流機種の順位は、ザイログのZ-80、インテルのi8085、モトローラの6800であり、ザイログが市場の主導権を有していた。プレスジャーナル社編『日本半導体年鑑 1984年度版』1984年、199ページ；S E編集部編、前掲書、53ページ。
- 20) ダニエル・イクビア、前掲書、151ページ。
- 21) 坂本和一『コンピュータ産業—ガリヴァ支配の終焉—』有斐閣、1992年。
- 22) ロータス社のLotus1-2-3というIBM PCに対応したアプリケーションソフトが発売されたことは、IBM PCの普及に大きく寄与した。
- 23) 以上の説明は、日本電子計算機(株)『J E C C コンピュータノート 1987年版』1987年、180～183ページおよび154ページ、第5～8図参照。
- 24) S E編集部編、前掲書、53～55ページ。
- 25) 松井幹雄編『シリーズ世界の企業 エレクトロニクス』日本経済新聞社、1987年、238～239ページ。
- 26) プレスジャーナル社編『日本半導体年鑑 1986年度版』1986年、254ページ。
- 27) M.Jelinek and C.B.Schoonhoven.,op.cit.,p.112.
- 28) 『日本経済新聞』1992年12月8日付け。

- 29) M.Jelinek and C.B.Schoonhoven.,op.cit.,p.113.
- 30) ダニエル・イクビア, 前掲書, 161~162ページ。
- 31) 日本電子計算機(株), 前掲書(1992), 210~212ページ: 富田倫生『電脳王 日電の行方』ソフトバンク, 1990年, 41~46ページ。
- 32) 『日本経済新聞』1993年1月6日付け。
- 33) 『日本経済新聞』1992年7月29日, 9月23日, 10月21日付け。
- 34) プレスジャーナル社編『日本半導体年鑑 1985年度版』1985年, 72ページ: 同社編, 前掲書(1986), 84ページ。
- 35) プレスジャーナル社編, 前掲書(1987), 118ページ: 同社編, 『日本半導体年鑑 1988年度版』1988年, 264ページ: 同社編, 前掲書(1992), 322ページ, 表4参照。
- 36) 『日本経済新聞』1992年12月8日付け。
- 37) 以上の説明は, S E編集部編, 前掲書, を参照。
- 38) 日経産業新聞編『市場占有率'93』日本経済新聞社, 1992年, 243~243ページ。
- 39) 『日本経済新聞』1992年10月21日付け。
- 40) 富田倫生, 前掲書, 37~40ページ。
- 41) 同上, 60~87ページ。ただし, OSをMS-DOSに変更するのはFMRシリーズからである。
- 42) 以上の説明は, S E編集部編, 前掲書, を参照。

Ⅲ セカンドソース戦略とインテルの市場支配

ここでは、マイクロプロセッサ市場において、重要な役割を果たしたセカンドソース戦略を中心にして、インテルの市場支配がどのように継続したのかを検討する。

1 世界市場での米日企業のセカンドソース提携

パーソナルコンピュータは、処理速度に代表されるような性能と同時に、ソフトウェアに対して互換性があるかどうか重要な問題である。市場において有力なパーソナルコンピュータのシリーズに対しては、多くのソフトウェアが作られ、販売される。そこで、パーソナルコンピュータ企業は、既存のOSやアプリケーション・ソフトウェア資産との継続性を重視した製品戦略を立てることになる。このとき、どのマイクロプロセッサを使用するかで、継続性があ

るかどうかが左右されるため、パーソナルコンピュータ企業は、一度使用したマイクロプロセッサと異なる系統に属するマイクロプロセッサを使用することは、困難である。言いかえると、新しく販売しようとするパーソナルコンピュータが、従来とは異なるアーキテクチャーにもとづくマイクロプロセッサを使用した場合、これまで自社が提供してきたパーソナルコンピュータで使用可能なOSとアプリケーション・ソフトウェア資産が作動しなくなってしまうということである。

すでにⅡで明らかにしたように、マイクロプロセッサの製品特性がパーソナルコンピュータ市場における競争戦略に大きく関係していることは、マイクロプロセッサ市場における競争戦略にとって決定的に重要である。従って、マイクロプロセッサを開発した半導体企業にとって、自社が提供するマイクロプロセッサをできるだけ多くのパーソナルコンピュータ企業に採用されることが重要になる。ところが、パーソナルコンピュータ企業からすると、マイクロプロセッサの供給能力が充分にあるかどうかを一つの重要な採用基準とすることになる。

1983年頃までは、世界市場で有力となっていたインテル、モトローラ、ザイログのコンパチブル（互換）製品を、それ以外の企業は盛んに作っていた。これら3社も、世界市場におけるそれぞれのアーキテクチャーにもとづく製品の供給能力が増大することとして、容認する態度を示していた。しかし、これらのアメリカ半導体企業は、半導体の回路設計等の権利保護をはかろうとし始め、セカンドソース契約を結んだ企業だけに自社規格のマイクロプロセッサ生産を認めるようになった。実際、この頃、半導体をめぐる知的財産権問題はクローズアップされ、1984年にはアメリカで半導体チップ保護法が成立し、翌1985年には日本でも同様の法律が成立している。⁴³⁾

そこでアメリカ半導体企業は、1983年から数年間に、次々に16ビットマイクロプロセッサのセカンドソース契約を結んでいった。例えば、インテルは、日本電気、富士通、松下電子工業、三菱電機、三洋電機、沖電気工業と契約を結び、モトローラは、日立製作所、富士通、松下電子工業と契約を結び、ザイロ

表2 16ビットマイクロプロセッサの
セカンドソース関係

開発側	セカンドソーサー
インテル	日本電気 富士通 松下電子工業 三菱電機 三洋電機 沖電気工業
モトローラ	日立製作所 富士通 松下電子工業
ザイログ	日本電気 日立製作所 東芝 シャープ

出所) プレスジャーナル社編
『1987年度版日本半導体年鑑』
1987年, 53ページより作成

グは、日本電気、日立製作所、東芝、シャープと契約を結んでいった（表2 参照）⁴⁴⁾。

こうした形で、アメリカ半導体企業は、自社規格のマイクロプロセッサの供給能力を高めることによって、その市場シェアを大きくし、その中で自社製のマイクロプロセッサをより多く販売しようとしたわけである。また、この契約によって、膨大な開発費の一部も回収することが可能になった。ただし、セカンドソース戦略は、ファミリーとなった企業と市場で競争関係に立つため、ファミリー企業間でのコスト競争で優位に立つ必要がある。言いかえれば、他のアーキテクチャーにもとづくマイクロプロセッサを生産する企業との関係で競争優位に立つと同時に、セカンドソース契約を結んだ企業との関係で競争優位に立たねばならないということである。

2 インテルのセカンドソース供与拒否戦略

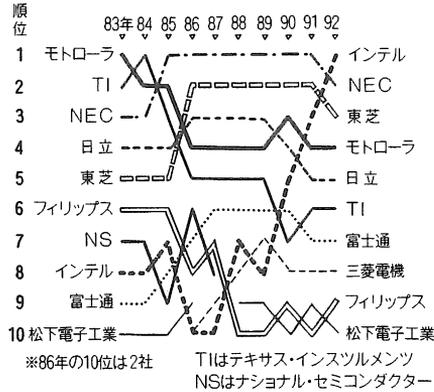
こうして、マイクロプロセッサ市場は急速に拡大していったのだが、他方でマイクロプロセッサ市場の競争関係もまた日本半導体企業を含めた形で激しさを増していった。そして、コスト競争力にまさる日本半導体企業のマイクロプロセッサ市場における攻勢が激しくなり、さらに、1980年代に本格化してゆく32ビットマイクロプロセッサ市場を前にして、アメリカ半導体企業は、セカンドソース戦略を転換するようになってくる。

16ビットマイクロプロセッサでは、アメリカ半導体企業は、日本半導体企業に対して、当初コンパチブル路線を容認し、後にセカンドソース契約を結ぶようになったが、32ビットマイクロプロセッサでは、一転してセカンドソース契約を拒否する戦略をとった。これは、日本半導体企業とセカンドソース契約を結ぶと、市場での価格競争で敗退する危険性をアメリカ半導体企業が察知したからである。⁴⁵⁾

インテルがとったセカンドソースを認めない戦略は大きく成功したが、これは、インテルのマイクロプロセッサを搭載しているパーソナルコンピュータが世界標準になってしまうと、今度は逆に資産の継承性が重要視されるパーソナルコンピュータ市場では、インテルのマイクロプロセッサを搭載し続ける必要がパーソナルコンピュータ企業に生じたことを、インテルがたくみに利用したからである。すなわち、インテルのマイクロプロセッサを搭載しているパーソナルコンピュータが世界標準になり、その後も引き続き、インテルのマイクロプロセッサを搭載し続ける必要がパーソナルコンピュータ企業に生じたときに、セカンドソースを認めない戦略をとった上で、インテルが生産体制を整備し一元的に供給したということである。

このことにより、インテルは1980年代後半も、マイクロプロセッサ市場で圧倒的な地位を確保し続けることが可能となった。1987年以降のインテルの売上高、利益はともに急速に増大しており、1991年の総売上高は48億ドルで純利益が8.19億ドルに達した。⁴⁶⁾そして、1992年の半導体売上高は前年比26%増の50.6億ドルになり、世界半導体企業ランキングで前年の第3位から第1位に躍り出

表3 世界半導体企業の売上高ランキングの推移



出所)『日本経済新聞』1993年1月6日付け

ることになった⁴⁷⁾(表3参照)。

では、こうしたインテルをはじめとしたアメリカ半導体企業のセカンドソース拒否戦略に対して、日本半導体企業はどのように対応したのであろうか。結論的に述べると、16ビット世代では、アメリカのコンパチブル路線ないしは、セカンドソース契約によって、急速にマイクロプロセッサの生産量を増大させたのだが、32ビット世代では、独自のマイクロプロセッサ開発を行うことで対応しようとした。

とくに日本電気は、1982年以降、独自のVシリーズを開発しており、1987年にはV70という32ビット世代のマイクロプロセッサを開発した。日本電気は、このVシリーズのセカンドソース契約をザイログ、ソニー、シャープと結び、ファミリー化を進めた。しかし、V20(8ビット)とV30(16ビット)がインテルのi8086の命令セットを走らせることができたため、1984年に、インテルは日本電気を著作権法違反で提訴し、逆に日本電気は抵触していないことの確認を求める訴訟を起こした。結局1989年に、Vシリーズはインテルのマイクロコードに抵触していないとして、日本電気が勝訴する判決が下ったため、同年末に両社は和解することで同意した。しかし、市場においては、Vシリーズがインテルとの訴訟の対象となったため、世界市場で大きなシェアを獲得することは

できなかった。

日本電気以外の半導体企業は、独自の開発を断念し、東京大学の坂村健博士の提唱するTRONプロジェクトに参加することになった。⁴⁸⁾ TRON協議会には、日立製作所、東芝、富士通、松下電子工業、三菱電機、沖電気工業、NTT、そして独自のVシリーズを開発している日本電気が加盟している。この中で、日立製作所、富士通、三菱電機の3社はGマイクログループを結成し、3社が共同でTRON準拠のGマイクロプロセッサを開発している。東芝だけは、モトローラにDRAM技術を供与するかわりに、32ビットマイクロプロセッサのセカンドソース契約を結ぶという戦略提携を行った。⁴⁹⁾ しかし、これらの企業は、現在までのところ、世界市場レベルでめだつたシェアを獲得することはできていない。

こうしたセカンドソース契約の締結やその後の契約拒否といった戦略は、いずれにせよアメリカ半導体企業の知的財産権強化の一貫であることは疑いない。アメリカの知的財産権強化の中で、マイクロコードは保護の対象になり、このことが市場での競争優位の形成に大きく影響したということである。

43) 半導体をめぐる知的財産権問題については、日本電子機械工業会編『'86集積回路ICガイドブック』1986年、60ページ、を参照。

44) プレスジャーナル社編『日本半導体年鑑 1987年度版』1987年、53～55ページ。

45) 高原秀巳『激変する半導体産業』1991年、177～182ページ。

46) Robert D Hof., INSIDE INTEL, Business Week, June 1 1992, p.86.

47) 『日本経済新聞』1992年12月8日、1993年1月6日付け。

48) トロンチップについては、坂村健『TRONからの発想』岩波書店、1987年、を参照。

49) プレスジャーナル社編、前掲書(1988年)、111～112ページ。

Ⅳ マイクロプロセッサ市場の変容

マイクロプロセッサ市場は、過去10年近くにわたって、インテルが圧倒的な市場シェアを実現してきた。しかし、インテル互換製品を販売する戦略をとる

企業が続出したり、従来のCISCチップにかわるRISCチップの開発・生産が急速に進められている。ここでは、このような新しい動きを紹介し、さらにインテルがこれにどのように対応しているのかについて、明らかにしていく。

1 インテル互換製品戦略

まず、インテルのマイクロプロセッサ市場での圧倒的な市場シェア獲得に触発されて、1990年10月以降、AMD社、チップス社、サイリックス社、ULSI社、TIなどのアメリカ企業は、次々にインテル互換製品を発表している。このうち、AMD社は独自にインテル互換製品を生産しているが、チップス社はTIからのファンドリ契約を結んで生産している。またサイリックス社はTIとセカンドソース契約およびファンドリ契約を、SGSトムソン社とファンドリ契約を結び、さらにULSI社はHP社とファンドリ契約を結んで生産している⁵⁰⁾。このように互換チップ企業の多くは、ファンドリ事業としてインテル互換製品を生産しているわけである(図5参照)。

インテルはこれらの企業を矢継ぎ早に著作権や特許権侵害で訴えているが、互換チップ企業は逆にインテルを独占禁止法違反で提訴するという事態になっ

図5 インテル互換チップ企業

AMD	インテル系で12.6%を獲得
チップス	TIとファンドリ契約
サイリックス	TIとファンドリ契約 SGSトムソンとファンドリ契約
TI	サイリックスが開発したものを生産
ULSI	HPとファンドリ契約
メディアン	i486を1993中に発売予定
UMC(台湾)	i486を1993中に発売予定
IIT	i484を1994年末に発売予定

出所) 日経B P社編『日経ビジネス』1992年6月22日号、58～60ページ；同社編『日経エレクトロニクス』1992年8月17日号、84～97ページより作成

注) TI、SGSトムソン、HPはインテルとクロスライセンス契約を結んでいる。またAMDはインテルと技術交換契約を結んでいる。

ている。⁵¹⁾これらの知的財産権をめぐる訴訟の応酬は続いているが、互換チップの登場により、1992年に入ってからは、マイクロプロセッサの価格が急速に低下している。これは、互換チップ登場によるユーザーの離反を恐れたインテルが1992年の第3四半期からi486SXの価格を282ドルから119ドルへ約58%引き下げたことに端を発している。⁵²⁾ちなみに、この価格低下はパーソナルコンピュータ市場での近年の急速な価格引き下げ競争に大きな影響を与えている。

互換チップ最大手のAMD社の戦略は成功し、同社は1991年のインテル系32ビットマイクロプロセッサ市場の12.6%を出荷数量ベースで獲得している。⁵³⁾金額ベースで見ると、同年の32ビットマイクロプロセッサ市場全体の6%のシェアを獲得している。⁵⁴⁾これに対して、日本企業の対応は消極的で、互換チップ事業へ進出することはしていない。インテルが日本企業のコスト競争力に対して警戒し、従来比較的寛容であった特許ライセンスについて厳しい対応を示しており、特許をたとえ認めてもファンドリ事業には厳しい制限を設けるようになっていたためである。これは、80386やi486の権利を従来のマイクロコードや命令セットなどの著作権では、守りづらくなっているという技術的要因⁵⁵⁾が生じてきたためでもある。

2 RISCチップの登場とワークステーション

1980年代後半、最大の半導体技術革新とも言われるのがRISC（縮小命令セット・コンピュータ：Reduced Instruction Set Computer）開発である。従来のCISC（複合命令セットコンピュータ：Complex Instruction Set Computer）は、ソフトウェアで行っていた機能、命令をハードウェアで実行するための複雑な命令セットを取り込み1チップ化することで高機能化を実現してきた。これに対して、RISCは使用頻度の高い命令セットだけを1チップ化し、命令処理時間の短縮を実現しようとするものである。⁵⁶⁾

RISCは、1975年頃からIBM、カルフォルニア大学バークレー校、スタンフォード大学で開発が進められたが、製品化が進むのは1985年以降である。⁵⁷⁾表4のように、RISCは、CISC以上に命令処理速度を高速化できるとい

表4 CISCとRISCの処理速度

MPU	製品名	速度
CISC (89%のシェア)		
インテル	i486	19
モトローラ	68040	11
RISC (11%のシェア)		
サン	SPARC	25
ミップス	R4000	44-63
HA	PARISC	77
IBM	POWER	89

出所) Robert D Hof.,INSIDE INTEL,
Business Week,June 1 1992,p.94.

注) シェアは1991年のデスクトップに占める比率。速度は、SPECmarks.
最新のMPU評価方法については、日経BP社編『日経
マイクロデバイス』1992年3月号、49ページを参照

うことから、最近のワークステーションに次々に搭載されるようになってきている。

ワークステーションの特徴を語るとき、忘れてならないものがOSであるUNIXである。UNIXは、1969年にATTのベル研究所のK.トンプソンとD.リッチがコンピュータ開発をするために開発したOSである。このUNIXは、どの機種 of コンピュータにも移植しやすいという特徴を持つため、コンピュータの世界のオープン・システム化に最適のOSと見られている。しかも開発したATTは反トラスト法の関係もあって、UNIXのソースライセンスを教育機関には数百ドルで、民間企業には20,000ドル（1980年には配布バイナリライセンスが1,500ドルになっている）で提供して、簡単にアクセスできるようにした。⁵⁸⁾

さて、ワークステーション市場は、アポロ社が1980年に発売したAPOLLO-100に始まるが、この機種はモトローラの68000を使用していた。現在最大手企業であるサン・マイクロシステムズ（サン）が市場に参入したのは1982年で、Sun-1という機種を発売した。同社は、標準的な部品を大量に使用することによってアポロ社との競争に勝つことになった。ちなみに、これもモトローラの68000系のマイクロプロセッサを使用していた。ここまでのワークステーショ

ンはCISCを使用していたが、1987年にサンがSPARCというRISCを搭載したワークステーションを販売し、新たな画期をなすことになった。さらに1990年代に入ると、RISCを搭載したワークステーションが多くの企業から次々に販売されるようになり、急速な市場拡大を見せるようになる。⁵⁹⁾

1991年の世界ワークステーション市場は出荷金額ベースで87億ドル（台数は529,000台）であるが、第1位がサンで30%、第2位がHP社で18%、第3位がIBMで16%、第4位がDECで12%、第5位がシリコン・グラフィックス社で6%となっている。ワークステーション市場を切り開いたアポロ社は1989年に業績不振のためHP社に吸収合併され、消滅している。⁶⁰⁾

サンが、この市場で競争優位を獲得したのは、第1に、UNIXを重視した戦略をとったこと、第2にそれに適合的なSPARCというRISCチップを開発し、しかも積極的に互換チップを育成する方向をとったこと、第3にATTとの関係を強めたことなどである。第1、第2は、オープン・システム化という現在のコンピュータ産業の主要な流れを踏まえていることを示している。第3のATTとの関係は、1985年に両社のUNIXを統合化する計画を発表し、1987年には、サンが開発したSPARCを搭載したワークステーション向けに、統合化UNIXを共同開発することで合意し、1988年にはATTがサンの株を20%まで買い取ることで合意（ただし、1991年6月にATTは19%所有していたサンの株を売却し、両社は資本関係を解消した）するというように、次々に強化されている。結果的に、サンはATTから豊富な研究開発資金と優秀な研究者を得ることになったのである。⁶¹⁾

しかし、こうしたサン=ATT連合に反発するIBMやDEC、HP社など7社は、1988年5月にオープン・システム・ファウンデーション(OSF)を結成し、ATTやサンなど17社はUNIXインターナショナルを同年12月に結成して対抗することになった。⁶²⁾ いずれにせよ、1982年に設立されたサンは、わずか10年後の1991年には32億ドルの売上高を有する大企業に成長した。⁶³⁾

このように複雑化するワークステーション市場で重要な役割を果たすのは、すでに述べているようにRISCチップであり、現在多くの半導体企業やコン

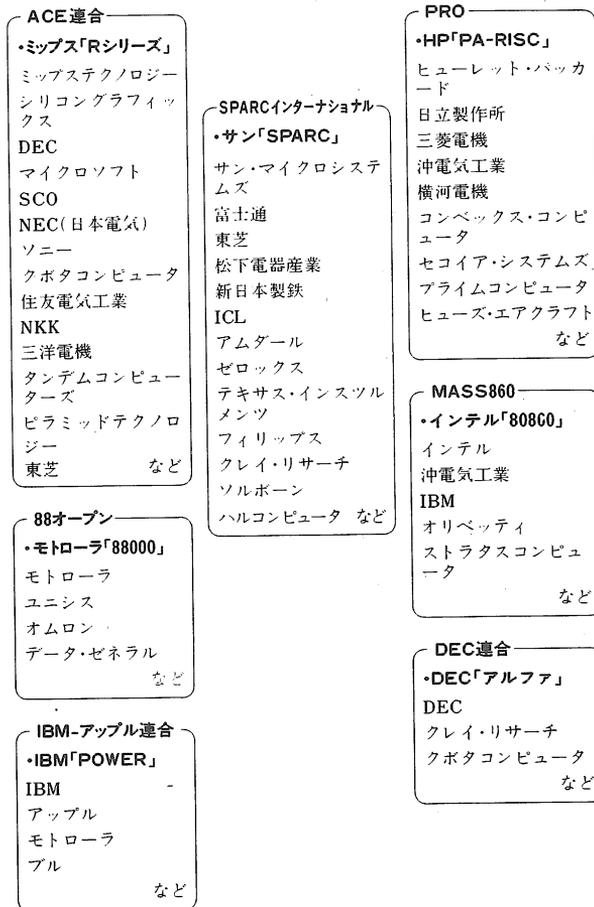
コンピュータ企業が開発に取り組んでいる。具体的にいうと、サンとT Iの「SuperSPARC」(カルフォルニア大学バークレー校のR I S C 1の流れを汲む)、M I P S社の「R」(スタンフォード大学のM I P Sの流れを汲む)、H P社の「R A - R I S C」、I B Mの「パワーP C」、D E Cの「アルファ」、インテルの「i860, i960」、モトローラの「M88000」、A T Tの「ホビット」などである。⁶⁴⁾ R I S Cチップ開発を現時点で主導しているのは、サン、M I P S社、I B M、H P社、D E Cなどで、半導体を搭載して製品を組み立てるシステム・メーカーが多い。また、R I S Cアーキテクチャーを開発しているのはいずれもアメリカ企業であることも特徴である。

1990年のアメリカR I S C市場の最大手企業はサンで64.8%のシェアを有している。サンは、T I、富士通、松下電器産業、東芝、フィリップスをはじめ多くの企業とS P A R Cインターナショナルを1988年11月に結成(当初は、S P A R Cベンダー・カウンシル)し、S P A R Cチップを世界標準にしようとしている。これに対して、上述した諸企業も次々にファミリーづくりをし、自社アーキテクチャーの世界標準化を図っている。⁶⁵⁾ このR I S C規格の主導権争いは激しさを増しており、R I S Cでの国際戦略提携が盛んに行われている(図6参照)。ただし、日本企業は提携関係にあるといっても、アメリカ企業が提案するR I S Cチップを採用するという受動的な立場にあることも指摘しておかなければならない。

さらに、R I S Cの性能向上のための開発競争も行われており、1990年代の開発方向として、次のような技術が重要と予測されている。第1に、1クロックで複数の命令を実行(処理の並列化)、第2にキャッシュメモリーなどの周辺機能の統合・集積化、第3に64ビット・アーキテクチャーへの移行、第4にマルチプロセッサ・システムへの対応である。⁶⁶⁾

こうしてR I S Cの開発競争は激しさを増すばかりだが、市場規模は1991年で31万個にすぎず、インテル1社のマイクロプロセッサ販売量2,000万個には遠く及ばない。⁶⁷⁾ しかし、この開発競争に世界中の半導体企業やコンピュータ企業が殺到するのは、これまでインテルのみが圧倒的な市場シェアを実現し、主

図6 RISCプロセッサをめぐる企業連合



出所) 根本英幸・松岡功『サン・マイクロシステムズの戦略』
 につかん書房, 1992年, 79ページ, 図14

導権を完全に握っているマイクロプロセッサ市場で同社に対抗するためである。また、ワークステーションとパーソナルコンピュータの融合した次世代プラットフォーム、次世代マイクロプロセッサ、新OSなどを開発しようとする動きが1990年代に入って進んでいる。サン=A T T連合, I B M=アップル=モトロー

ラ連合、さらにDEC、コンパック・コンピュータ、MIPS社、マイクロソフト、日本電気などが大連合したACE(Advanced Computing Environment)などさまざまな組合せが行われている。これらの動きは、「マルチメディア」時代への対応という側面を強く持っており、RISCチップ開発競争を激しくしている。⁶⁸⁾

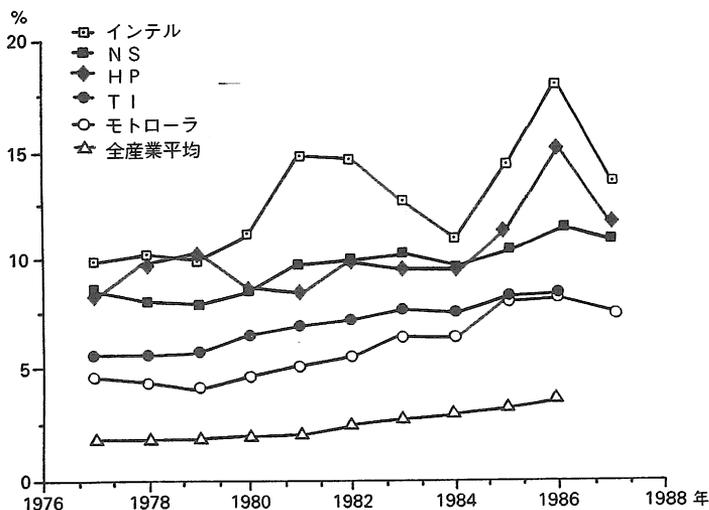
3 インテルの研究開発期間短縮化

インテル互換戦略やRISC市場の急速な成長に対して、インテルはどのような対応を行おうとしているのか。基本的には、マイクロプロセッサの高速化と自社の知的財産権を保護することによって対応しようとしている。後者については、1ですでに述べているので、ここでは、マイクロプロセッサの高速化とそのための研究開発期間短縮化について検討する。

インテルは、すでにi860やi960といったRISCチップを開発しており⁶⁹⁾、その意味ではRISC時代に対応しているが、開発の中心は100MIPSの性能を実現することを目標としたi486の上位マイクロプロセッサ「ペンティウム(Pentium)」(当初はi586, 開発コードP5)である。このペンティウムは、RISCチップで使用されている1クロックで2命令を実行するスーパースケラ技術と、複数クロックを必要とする命令をできるだけ使用しないようなコンパイラ技術の2つをかなめとして採用している。こうしたことから、インテルはペンティウムをCRISCと呼んでいる。インテルのペンティウム開発は、パーソナルコンピュータのOSだけでなく、ワークステーションのOSも走らせる戦略である。ただし、マイクロソフトの新OSであるウィンドウズNTはRISCチップ搭載機でも使用可能となり⁷⁰⁾、従来のソフトウェア資産の継承性との関係がどれだけの意味を持ち続けるかは、競争優位の点で重要な問題である。

次に、開発速度を早めるための、マイクロプロセッサ開発体制の強化について見ておく(図7参照)。ペンティウムの開発はすでに終了しつつあり、すでに開発コードP6、P7の開発に取り掛かっている。ペンティウムは、300万個のトランジスタで100MIPSを実現する予定だが、P6では700万個のトラン

図7 アメリカ半導体企業の研究開発比率の推移



出所) M.Jelinek and C.B.schoonhoven., *The Innovation Marathon*. Basil Blackwell. 1990.p.115.Figure 4.1.

ジスタで175MIPSを、P7では2000万個のトランジスタで250MIPSを実現する計画である。インテルでは新世代マイクロプロセッサの設計開始から開発完了まで3年ほどかかり、さらに量産化するのに1年ほどを要する。これまでは、開発完了したのちに次世代のマイクロプロセッサの設計を開始していたが、現在では開発チームを2つに分け、同時並行的に2世代の開発に取り組む体制をとることによって開発速度を早めようとしている。つまり、P6の開発は2年前から始まっており、ペンティウムの開発チームはP7開発に取り掛かり、さらにP6の開発が完了するとそのチームはP8の開発に取り組むということである。⁷²⁾

この2世代並行開発体制に併せて生産体制を構築することはもちろん困難で、いつまでも継続できるわけではない。また、ペンティウムの発表も1992年秋から1993年第1四半期に延期されている。⁷³⁾ただし、少なくとも1990年代はこの開

発体制をとり、互換製品やRISCとの競争において優位を確保しようというのが、インテルの研究開発戦略である。

こうした研究開発体制を維持し、市場に新世代の製品を投入し続けるには、巨額の研究開発投資と設備投資を継続しなければならない(図7参照)。インテルは1992年には、研究開発に前年比29%増の8億ドルを投じ、設備投資に前年比25%増の12億ドルを投じたと見られている。両方を合計すると20億ドルにもなり、世界一の半導体投資額であるが、これは1991年の売上高48億ドルの42%という水準である⁷⁴⁾。インテルは、1980年代を通じて巨額の投資を続けてきたが、1986年にはDRAM市場から撤退し⁷⁵⁾、マイクロプロセッサ開発への投資にかなり集中する投資戦略をとることによって、マイクロプロセッサ市場での優位を確保し続けてきたといえる。

50) 日経BP社編『日経ビジネス』1992年6月22日号, 58~60ページ: 同社編『日経エレクトロニクス』1992年8月17日号, 92ページ。

51) 日経BP社編『日経エレクトロニクス』1992年8月17日号, 85ページ。

52) 『日本経済新聞』1992年5月15日付け: 『日経エレクトロニクス』1992年8月17日号, 84ページ, 図1参照。

53) 日経BP社編『日経ビジネス』1992年6月22日号, 58~59ページ。

54) Robert D Hof., op.cit, p.87.

55) CISCチップもRISCの特徴を取り入れ、ワイヤド・ロジックを多用するようになったため。日経BP社編『日経エレクトロニクス』1992年8月17日号, 93~94ページを参照。

56) プレスジャーナル社編『日本半導体年鑑 1989年度版』1989年, 340ページ。

57) 日経BP社編『日経マイクロデバイス』1992年3月号, 42ページ。

58) ドン・ライブ&サンディ・レスラ(坂本文監訳, 福崎俊博訳)『Life with UNIX』アスキー出版局, 1990年, 3~24, 41~43ページ。

59) マーク・ホール&ジョン・バリー(オフィスK訳)『サンマイクロシステムズ』アスキー出版局, 30~34, 103~106ページ: 根本英幸・松岡功『サンマイクロシステムズの戦略』につかかん書房, 1992年, 68ページ。

60) マーク・ホール&ジョン・バリー, 前掲書, 122~123ページ。

61) 同上, 136, 176~177ページ。

62) 日本電子計算機(株), 前掲書(1992), 157~163ページ。

- 63) 同上, 299ページ。
- 64) 日経B P社編, 前掲書, 36~40ページ。
- 65) マーク・ホール&ジョン・バリー, 前掲書, 243~256ページ。
- 66) 日経B P社編, 前掲書, 42ページ。
- 67) 日経B P社編『日経ビジネス』1992年6月1日号, 114ページ。
- 68) 日本電子計算機(株), 前掲書(1992), 163ページ: 根本英幸・松岡功, 前掲書, 83~122ページ。
- 69) プレスジャーナル社編『日本半導体年鑑 1991年度版』1991年, 106ページ。
- 70) 日経B P社編『日経マイクロデバイス』1992年3月号, 36, 46ページ。
- 71) Robert D Hof., op.cit, p.94.
- 72) Ibid., pp.88-89.
- 73) 日経B P社編『日経エレクトロニクス』1992年8月17日号, 84ページ。
- 74) Robert D Hof., op.cit, p.92.
- 75) プレスジャーナル社編, 前掲書(1987), 58ページ。

おわりに

本稿では次のことを明らかにした。第1に、マイクロプロセッサ登場の意味は、次のとおりである。第1に、さまざまなエレクトロニクス製品に搭載されることによって、製品機能を向上させ、その需要を高めた。第2に、エレクトロニクス産業の成長に大きく貢献しただけでなく、産業構造全体を情報化させた。さらに第3に、情報化をパーソナル・ベースにまで大きく広げ、本格的な「情報化社会」の出現を可能とするマイクロエレクトロニクス技術の本格的展開に大きく貢献している。

第2に、マイクロプロセッサ市場の形成過程とこれに大きく関わったパーソナルコンピュータ開発およびその市場競争は、次のようであった。パーソナルコンピュータ市場では、IBMのパーソナルコンピュータが1980年代前半の市場を主導したが、インテルのマイクロプロセッサは、OSとしてマイクロソフトのMS-DOSを採用したIBMのパーソナルコンピュータに搭載されることによって、市場で競争優位を実現した。

第3に、セカンドソース契約の締結やその後の契約拒否といった戦略は、ア

メロカ半導体企業の知的財産権強化の一貫である。インテルのマイクロプロセッサを搭載しているパーソナルコンピュータが世界標準になり、その後も引続き、インテルのマイクロプロセッサを搭載し続ける必要がパーソナルコンピュータ企業に生じたときに、セカンドソースを認めない戦略をとった上で、インテルが生産体制を整備し一元的に供給した。このことにより1980年代後半もインテルがマイクロプロセッサ市場で圧倒的な地位を確保し続けることが可能となった。

第4に、互換チップ製造企業の事業戦略とワークステーションに使用されるRISCチップなどへの対応をはかっているインテルの最近の事業戦略は、マイクロプロセッサの高速化を実現するための開発期間短縮化を図るということであり、そのために開発サイクルをずらしながらも2世代を並行的に開発する体制を構築している。

(1993年1月30日脱稿)