

MMRC-J-171

PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位  
—なぜ Intel は、プラットフォーム・リーダーシップを  
獲得できたか—

東京大学ものづくり経営研究センター  
立本博文

2007年7月



東京大学21世紀COE [整備型]  
ものづくり経営研究センター

## 立本博文



# PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位 —なぜ Intel は、プラットフォーム・リーダーシップを 獲得できたか—

東京大学ものづくり経営研究センター

立本博文

2007年7月

## 要約

近年、製品開発論の分野では、製品のアーキテクチャの視点を取り入れた実証分析が盛んに行われている。アーキテクチャベースの戦略の中で、もっとも強力な戦略がプラットフォームベースの戦略である。プラットフォームを形成するとはどういうことか？ということ、部品メーカーの視点で分析する。

いうまでもなく Intel は世界最大の半導体メーカーである。それとともに PC のプラットフォームリーダーでもある。今日では、Intel が世界の PC をイノベートしていることを誰も疑わない。Intel は、オープンイノベーションのもっとも成功したケースとしてとりあげられている。

1980 年代に日本メーカーの台頭におびえた米国エレクトロニクス産業が 1990 年代に復活した。Intel が完成させたプラットフォーム・ビジネスは、米国エレクトロニクス産業の復活の背景にある典型的なビジネスモデル、すなわち、オープンイノベーション下のプラットフォームビジネスであると筆者は考える。

ところで、もう一度よく考えてみたい。PC をはじめて世の中に送り出したのは、IBM である。いうまでもなく IBM はセットメーカー（システムメーカー、完成品メーカー）である。IBM につづいた Compaq のような互換機メーカーもセットメーカーであった。CPU は、パソコンの重要なデバイスではあるが、たかだか 1 つの部品である。

なぜ一介の部品メーカーであった Intel が、完成品メーカーである IBM<sup>1</sup> や Compaq<sup>2</sup> を凌駕し、現在では PC アーキテクチャのプラットフォームリーダーになることができたのか？

この疑問が、本論文の執筆のもっとも大きな動機である。

<sup>1</sup> IBM は、2004 年 12 月に中国パソコン最大手のレノボ・グループに、同社の全パソコン事業を売却した。

<sup>2</sup> Compaq は、2001 年に HP に吸収合併された。

目次

PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位.....	2
—なぜ Intel は、プラットフォーム・リーダーシップを.....	2
獲得できたか—.....	2
東京大学ものづくり経営研究センター.....	2
立本博文.....	2
要約.....	2
目次.....	3
1 はじめに (問題意識) .....	5
1.1. 本論文の問題意識.....	5
1.2. Intel の MPU ビジネスの概況とプラットフォームビジネスの効果.....	5
1.3. 本論文の構成.....	7
2 1990 年初頭の Intel の置かれていた状況.....	8
2.1. Intel の困難.....	8
互換 CPU メーカーの台頭 : AMD,Cyrix.....	8
予期せぬパソコンの低価格化 : システムメーカー競合による PC 価格低下.....	9
RISC CPU メーカーの台頭と ACE 連合, windows NT.....	10
旧世代の CPU に固定させるようなバスの存在 : VL-バスと ISA バス.....	10
2.2. 問題の解としてのプラットフォーム.....	11
3 プラットフォームの付加価値メカニズムおよび形成過程.....	14
3.1. はじめに.....	14
3.2. Intel プラットフォーム形成過程.....	14
3.2.1. PCI バス規格の策定.....	14
3.2.2. チップセット事業への参入.....	16
3.2.3. バス構造から見たチップセットの役割.....	17
3.3. Intel プラットフォームの付加価値メカニズム : CPU に付加価値が集まる仕組み.....	20
3.3.1. CPU 独立なシステムの確立 : 高周波な CPU の投入.....	20
3.3.2. チップセットと MPU ビジネスの関係 : USB 規格と CPU.....	22
3.3.3. 互換 CPU への対策 : ピン互換の禁止.....	23
3.4. 整理.....	24
4 プラットフォームの普及過程での競争優位メカニズム.....	25
4.1. はじめに.....	25

## 立本博文

---

4.2.	プラットフォームの普及過程での競争優位 .....	26
4.2.2.	互換チップセットベンダーとの競争：USB の事例.....	26
4.2.3.	プラットフォームの立ち上げと国際分業：台湾マザーボード産業との協調 ..	28
4.2.4.	プラットフォーム間競争：大量普及の装置としての標準化 .....	37
5	プラットフォーム構築の結果・影響.....	41
5.1.	Intel プラットフォームの完成：バス構造からみるオープンクローズの領域 .....	41
5.2.	平均販売単価:パソコンのシステム価格は下がり、MPU 価格は維持される .....	43
5.3.	周辺産業への影響：台湾のマザーボード産業の成長 .....	45
5.4.	Intel の脅威はどうなったのか? .....	48
6	発見事実と考察・インプリケーション .....	51
6.1.	発見事実 .....	51
6.1.1	Intel プラットフォームの形成：バス・アーキテクチャ、チップセット .....	52
6.1.2.	プラットフォームの普及と国際分業.....	54
6.1.3.	単価の下落：プラットフォーム化の影響.....	55
6.2.	考察とインプリケーション：なぜ、一部品メーカーであった Intel がパソコンのプラットフォームリーダになることができたのか? .....	55
	引用文献.....	61

## 1 はじめに(問題意識)

### 1.1. 本論文の問題意識

なぜ、一介の部品メーカーにすぎなかった Intel が、PC プラットフォームのリーダーシップを握ることができたのか？この疑問が本論文の大きな動機である。カーナビゲーションがいくら重要になったからといって、カーナビメーカーが自動車のプラットフォームを握るという現象を想像することは難しい。しかし、パソコンの分野では、そのようなことが現実におこっている。

1980年代の Intel は、一貫してユニットメーカーであった。パソコンの中で基幹部品である CPU を供給していたとしても、やはり単一の部品メーカーであった。パソコン向け CPU 市場が拡大するにつれて、Intel の売上げも拡大していった。

しかし、もし Intel が単なる部品メーカーであったならば、今日のような規模の会社にはなっていなかった。なぜなら、一般によく起こることであるが、部品市場ではセットメーカーが2次調達先を作ることを望む。また、ある特定の部品市場が大きくなれば、その部品市場に参入しようとする新規企業が登場する。衆知のように、1990年前後に x86 CPU のマーケットにおいては、AMD や Cyrix のような互換 CPU メーカーが多数登場した。さらに、Compaq のような大手ブランドメーカーも互換 CPU を自社パソコンに使おうとした。このような動きが加速されれば、今日の Intel は無かったものと思われる。

しかし、本論文で述べるように、1990年代にプラットフォーム戦略をとることによって、Intel は、これらの脅威を乗り越えていった。なぜ、Intel はプラットフォームリーダーになることが出来たのか？本論文では、Intel のプラットフォーム戦略について明らかにしていきたい。

### 1.2. Intel の MPU ビジネスの概況とプラットフォームビジネスの効果

Intel の事業を概観してみよう。設立当時(1970年代)の Intel の事業は、当時のコンピュータメモリの主流であった「磁気コアメモリ」を「半導体メモリ」に置き換えることであった。Intel が創業して初めて行った主力事業は DRAM ビジネスであった。

しかし、Intel の DRAM ビジネスは、1980年代に大きな転換をむかえる。DRAM 市場に多くの新興企業、特に日系企業が参入し、競争が厳しくなった。日本企業が北米市場に急速に参入していったので日米半導体摩擦もおきた。このような状況の中、1985年に Intel は同社の主力事業を DRAM から MPU へと転換する。

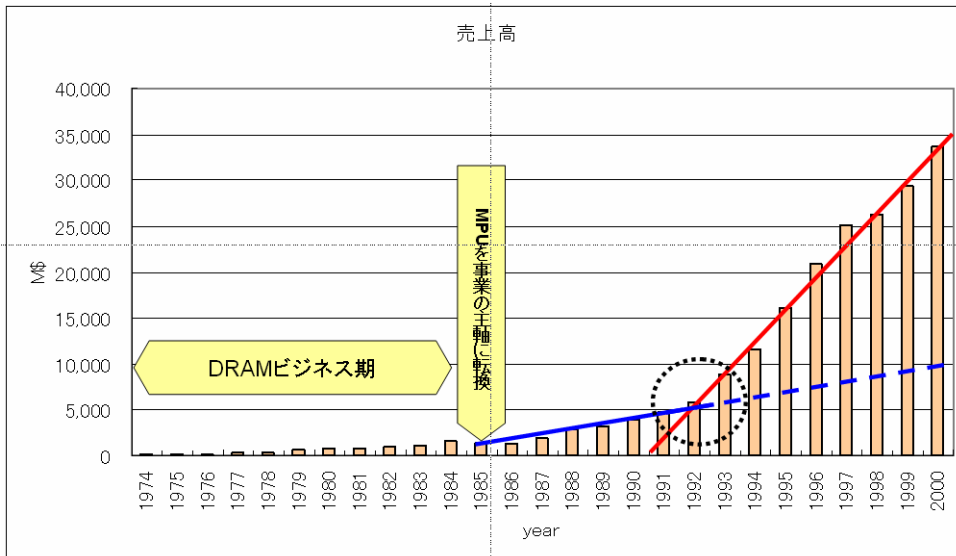
その後の Intel の事業は、パソコンを最終製品とした MPU<sup>3</sup>ビジネスを推進する。MPU ビジネ

---

<sup>3</sup> CPU は、Central Processing Unit の略。「CPU を LSI 化したもの」が MPU である。ただし、LSI 化さ

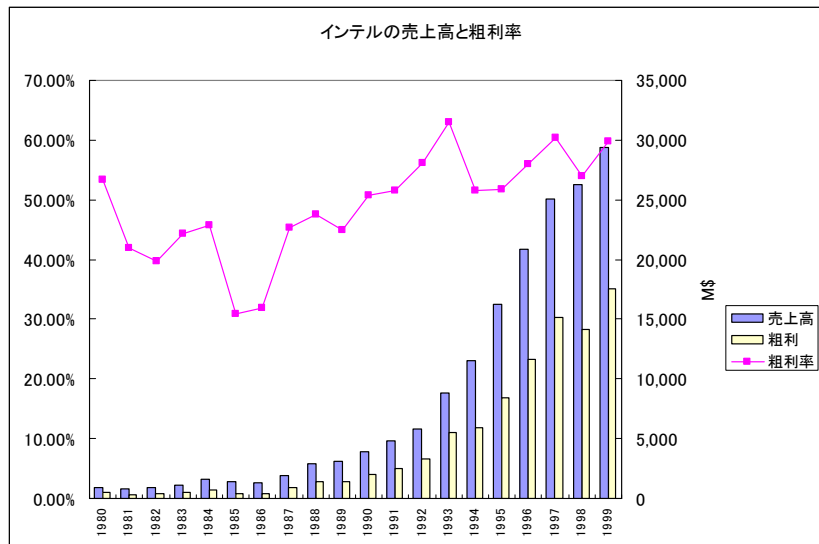
## 立本博文

ス成功のおかげで 1993 年に、Intel は世界最大の半導体メーカとなった。それ以来、Intel は、世界最大の半導体メーカとしての地位を維持しつづけている。



売上高の推移を見てみよう。Intel が MPU 事業を同社の中心事業にすえたのが、1985 年である。1993 年を境に売上高増加のペースが急拡大している事がわかる。1993 年は、Pentium CPU を発売した年であるとともに、Intel がプラットフォーム戦略をとり始めた年でもある。1993 年以降の売上高増加ペースの拡大は、プラットフォーム戦略の効果だと考えられる。

もうひとつ、Intel の粗利率の推移を見てみる。



Intel の粗利率は、1985 年・1986 年に最低になっている。Intel が DRAM を主力ビジネスにおいていた時期に、日系メーカとの競争が厳しくなり、同社の業績は著しく悪くなった。1985 年

れていない CPU はこの当時ほとんど無い。よって、CPU と MPU は、ほぼ同義語として扱われる。本論文では、製品名を表すときには CPU を用い、事業を表すときには MPU を用いる。



は、SIA が通商法 301 条に基づいて日本政府を半導体のダンピングおよび市場アクセス性の問題で日本政府を提訴した年である。これを受けて、1986 年に、日米半導体協定が締結されたが、アメリカの半導体産業は大きな打撃をうけた。

このような背景のため、Intel は 1985 年に DRAM から MPU へ同社の戦略の方針転換を行った。1985 年に当時の先端 CPU である 386 CPU を上市している。MPU ビジネスが軌道に乗り始めたのは 1987 年以降のことである。1987 年以降の粗利率を見てみると、1993 年がもっとも粗利率が高くなっており、以降、一貫して 50% 以上の粗利率を確保している。特に 1993 年以降、売上高が急拡大しているにもかかわらず、粗利率が 50% 以上を保っている点に特徴がある。つまり、Intel は、1990 年代に売上規模が急拡大したが、利益率が落ちないビジネスをしていたことになる。なぜ、このような現象がおこっているのだろうか？ Intel のプラットフォーム戦略を分析する過程でこの疑問を明らかにしていきたい。

### 1.3. 本論文の構成

本論文では、次のような構成で、Intel 社がとったプラットフォーム戦略を明らかにしていく。

第 2 節では、1990 年初頭に Intel が置かれていた状況を概観する。1990 年の Intel は、売上拡大していたにもかかわらず、決して安心できるような事業環境ではなかった。Intel の脅威を確認することにより、Intel がプラットフォーム戦略をとる動機を確認する。脅威の代表的な例は、互換 CPU メーカーや RISC メーカーの台頭、パソコンの低価格化、レガシーシステムによるパソコン全体システムの硬直化などである。

第 3 節では、プラットフォームの形成過程とプラットフォームの付加価値メカニズムを明らかにする。Intel は第 2 節で紹介した困難を乗り越えるために、Intel は CPU 単体のみを供給するビジネスから、CPU と CPU に連携するチップセットによって構築したプラットフォームを供給する戦略をとることになる。Intel が構築したプラットフォームには、パソコン全体のパフォーマンスを引き上げるといった働き以外に、CPU に付加価値が集中するメカニズムが内包されていた。なぜ、Intel ・プラットフォームでは、CPU に付加価値が集中するのかを説明する。

第 4 節では、プラットフォーム普及において、Intel が何を行ったのかを説明する。プラットフォームを形成すれば、Intel の MPU 事業は強固なものとなる。しかし、プラットフォーム普及そのものが通常は困難である。なぜ、プラットフォーム普及過程で、Intel が競争優位を発揮することが出来たのであろうか。「周辺事業と中心事業の連携」「新興国との国際分業」「規格の標準化」を軸に説明を試みる。

第 5 節では、プラットフォーム戦略の結果と影響をみる。プラットフォームを構築した結果、1990 年代初頭の Intel の脅威はどうなったのかを確認する。さらに、プラットフォーム構築の結果、Intel の MPU ビジネスは、「パソコンの平均販売価格(ASP:Average Sales Price)や Intel プラッ

## 立本博文

トフォームの周辺に接続される主要部品の ASP が下落する一方で、Intel の CPU の ASP は安定的に推移する」という環境を手に入れることが出来た。一方、プラットフォームの恩恵を受けたのは、Intel だけではない、Intel プラットフォームに参加したプレイヤーも利益を得たことを、台湾マザーボード産業の事例から明らかにする。

第6節では、全体を俯瞰し、再度プラットフォーム戦略をとるための整理をおこない、さらに本論文の限界と課題を確認する。

## 2 1990年初頭のIntelの置かれていた状況

### 2.1. Intelの困難

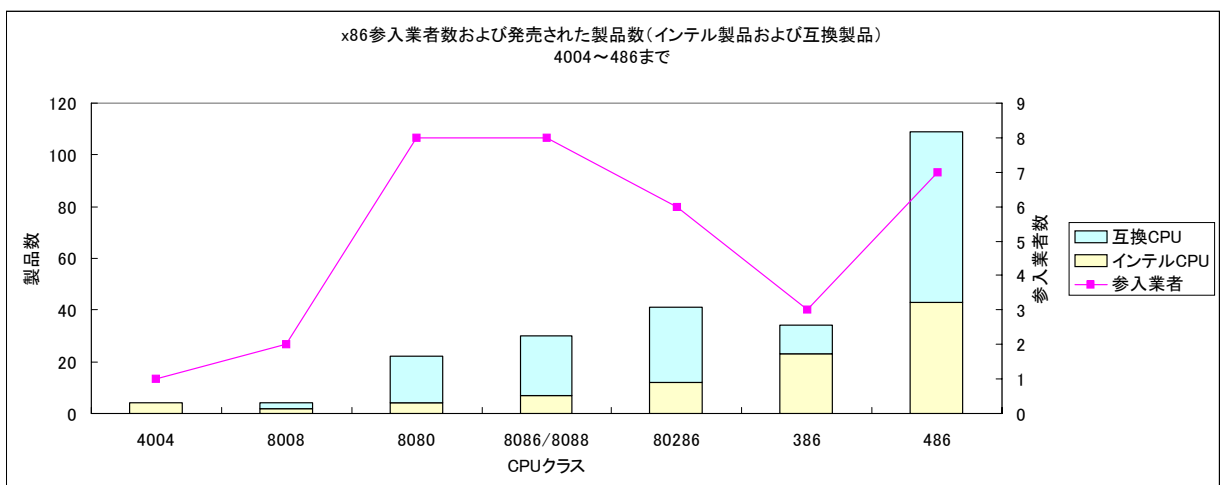
1985年にIntelは386CPUを発表し、パソコン向け製品として、初めて32bit CPUを上市する。386 CPUの後継にあたる486 CPUも市場に受け入れられ、Intelの売上高は順調に拡大していった。

しかし、パソコン市場が拡大し続けているにもかかわらず、パソコン向けCPUを供給しているメーカーが、ほぼIntel社であるという事態に目をつけた新規互換CPUベンダーや、より安いCPUを求めるパソコンメーカー、また新しいアーキテクチャに基づいて開発された新CPUベンダーなどが、MPUビジネスを狙っていた。

1990年初頭のIntel MPUビジネスの脅威を簡単に整理すると、次の4つになる。

### 互換CPUメーカーの台頭：AMD, Cyrix

Intelにとって、CPU事業であげられる売上高が、自社の売上げの大部分を占める。このため、Intelが作り上げたx86 CPU<sup>4</sup>市場を他社に浸食されることが、もっとも大きな脅威であった。



<sup>4</sup> x86 CPU とは、CPU の命令セットが 8086 と互換性のある CPU の事を差す。命令セット上で互換性がある CPU 同士の間では、同じソフトウェアやハードウェアが動作する。

## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

Cyrix や AMD のような互換 CPU メーカーが台頭することにより、Intel のシェアが奪われることはもとより、Intel プロセッサの ASP (Average Sales Price : 平均販売価格) が下がるということも問題であった。

しかも、互換 CPU メーカーは、Intel よりも低いコストで、Intel が作ってきた市場に参入して行くことが可能であった。MPU ビジネスは、MPU に対応するソフトウェアやハードウェアを提供するサードパーティを育成することが大変重要になる。このため、MPU ビジネスをする CPU メーカーは、ソフトウェアベンダーやハードウェアベンダーのための開発環境の提供、セミナー等を通じての自社 MPU の説明を行わなければならなかった。これに対し、後発の互換 CPU メーカーは、このようなコストを払うことなく、付加価値の高い CPU 販売のみに集中してビジネスを行うことができた。

また、互換 CPU メーカーは、製品設計上も Intel よりも安いコストを実現することを可能としていた。例えば、Cyrix の互換 CPU は、CPU 内に大量のキャッシュを積み込み、ハードウェア回路ではなく、ソフトウェア (マイクロコード) で、x86 CPU の命令セットを実現していた。これにより、最先端の CPU よりもパフォーマンスが劣るものの、ボリュームゾーンの CPU としては、コストパフォーマンスの良い CPU を市場に投入することができた。互換 CPU メーカーは、特にボリュームゾーンで、その地位を確立していった。

Intel は、特許・著作権の侵害でこれら互換 CPU メーカーと係争し、当初はこれにより、互換 CPU メーカーを撃退することを考えていた。しかし、Cyrix, AMD 等との係争において直接的な特許侵害だけで、これら互換機メーカーを完全に x86 互換 CPU 市場から排除することは難しそうであった。

### 予期せぬパソコンの低価格化：システムメーカー競合による PC 価格低下

1981 年の IBM PC 登場以降、PC 市場は右肩上がりに拡大成長をしてきた。ところが、1990 年に初めて PC 市場の成長が鈍化した。この現象に遭遇したパソコン業界では、「PC が成熟段階に移行したのだ。PC 市場は、価格競争に入ったのだ。」という認識が広がった。この動きにもっとも早く対応したのは、Dell や AST リサーチといった新興互換機メーカーであった。彼らは、台湾で育っていた MB メーカーから調達を行うことで、安価な製品を北米市場に投入していた。

一方、低価格化の動きに最も影響を受けたのが Compaq のような自社開発力のある古参の互換機メーカーであった。Compaq は、ハイエンドマシンを中心に自社のラインアップをつくり、高いプレミアムを享受していた。Compaq は、パソコン業界の BMW と呼ばれていた。このため、PC 市場で全体に低価格化が進むことで Compaq の経営が苦しくなった。

1992 年、Compaq は、ファイファーを新 CEO とするとともに、低価格 PC を開発するため、設計から見直す戦略をとった。この戦略には、部品調達を見直すことも含まれていた。

## 立本博文

部品の中では、とくに高価格な CPU は、コスト削減のための焦点であった。基幹部品である CPU を Intel 一社に依存することでコスト削減が進まないのが、互換 CPU メーカーに対してパソコンメーカーが積極的に支援する動きもあった。パソコンメーカーの中に、互換 CPU メーカーを受け入れる背景が出来つつあった。

### RISC CPU メーカーの台頭と ACE 連合, windows NT

一方、RISC CPU メーカーが、パソコン市場に参入してくる気配があった。従来、RISC CPU は、パソコンよりもっと処理能力が必要なワークステーション/EWS(EWS: Engineering Workstation)市場に対して開発・供給されていた。その RISC CPU をパソコンの市場に導入しようという動きが、1990 年初頭におこった。代表的な動きが、1991 年の ACE コンソーシアム<sup>5</sup>であった。ACE コンソーシアムでは、RISC プロセッサをハイエンドパソコンに導入し、3D CAD など元来 EWS で行われていた作業を、パソコンで代替出来るようにしようと計画していた。

Microsoft もこの動きに同調し、RISC プロセッサのための OS(Windows NT)を開発、1993 年にリリースした。Windows NT では、Windows 用のアプリケーションが動作する。ハイエンドのマーケットから、ミッドレンジマーケットへ、RISC プロセッサマシンが普及する可能性があった。

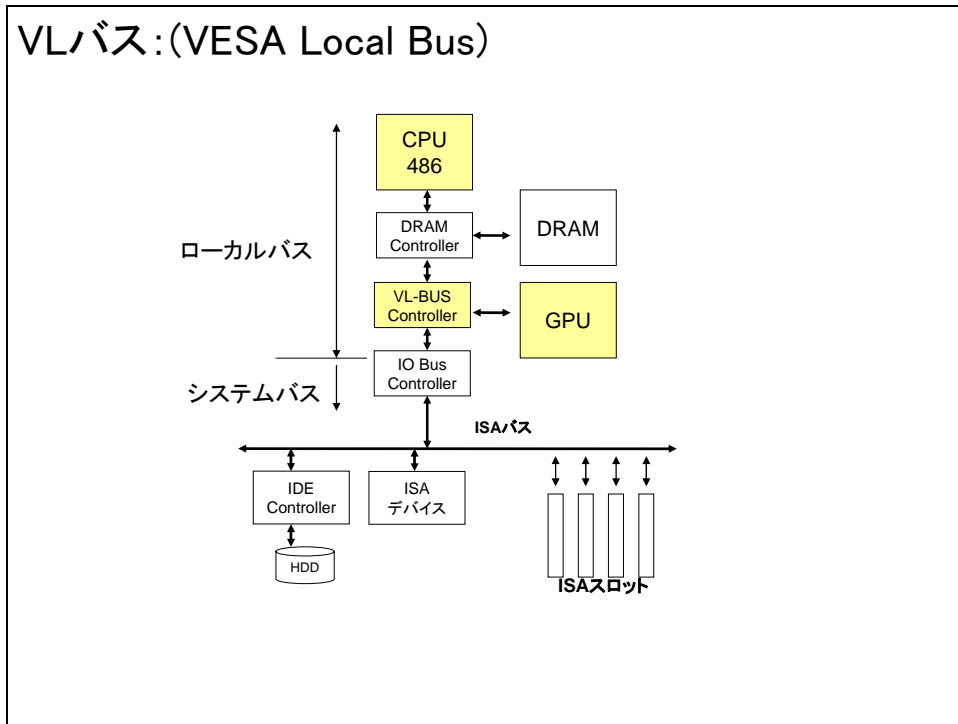
### 旧世代の CPU に固定させるようなバスの存在 : VL-バスと ISA バス

1990 年に入って、パソコン市場に起きた大きな変化は、ユーザーの使用環境の変化であった。それまで CUI (Character-base User Interfase : 文字ベースのインターフェース) の使用環境であったが、GUI(Graphical-based User Interfase : グラフィカルベースのインターフェース)へと大きく変化が始まっていた。1990 年に発売された Windows 3.0 は、爆発的に普及した。このため、PC メーカー各社は、Windows に対応したグラフィックス能力をもつパソコンを発売しようとした。Windows 用のグラフィックスアクセラレータ市場が急速にたちあがった。グラフィックスアクセラレータ・メーカーは、1992 年に VL-バスと呼ばれるバスを定義した。VL-バスは、構造が簡単であることもあり瞬く間に普及した。

しかし、VL-バスは、486 CPU の外部バスに依存した規格であり、486 CPU から Pentium へ世代移行をすすめる Intel にとっては、まったく不都合なバスであった。

---

<sup>5</sup> ACE コンソーシアムは、Compaq, Microsoft, MIPS Computer Systems, Digital Equipment Corporation, the Santa Cruz Operation, Acer, Control Data Corporation, Kobuta, NEC Corporation, NKK, Olivetti, Prime Computer, Pyramid Technology, Siemens, Silicon Graphics, Sony, Sumitomo, Tandem, Wang Laboratories, Zenith Data Systems で構成されていた。



上図は、Intel が提供する CPU と VL-バスとの関係を示している。VL バスは、CPU ローカルバスの一部として機能する。VL バスは、CPU のローカルバスと同じクロック数で動作する。VL バスの一般的な応用用途は、グラフィックアクセラレータ（GPU：グラフィックプロセッシングユニット）を接続することである。GPU の動作周波数と CPU の動作周波数が同一に動くことにより、パソコン全体としては、高いグラフィック性能を得ることが出来る。しかし、このことは、逆に言えば、高周波な CPU が市場導入されたとしても、GPU が高周波な CPU と同期しない限り、最新の CPU を採用することができない、という事になってしまう。CPU は、高周波 GPU が登場するまで、採用されないことになる。このことが MPU ビジネスにとって、圧倒的に不利な状態を作り出してしまふ。

もし、VL-バスをベースとした市場が出来てしまうと、エンドユーザーが 486 CPU に依存した資産を蓄積してしまうことになる。そうなれば、Pentium CPU の立ち上げは、非常にゆっくりとしたものになってしまう。さらにグラフィックアクセラレータだけでなく、一部の高速ストレージ製品やネットワーク製品も VL-バスに対応を始めており、影響の範囲も広がりつつあった。

## 2.2. 問題の解としてのプラットフォーム

1990 年初頭には、Intel は前述のようによおそ 4 つの脅威に囲まれていた。この問題に対処するために、1990 年代の Intel は一貫してプラットフォーム戦略をとり続けた。

ここで、一度、プラットフォーム戦略について整理しておきたい。プラットフォーム戦略とは、

## 立本博文

自社の製品を有利に市場に上市するためのメカニズムのことである。「自社の製品を有利に上市する」こと自体は、プラットフォーム戦略論がフォーカスされる以前から、製品戦略論の基本的なテーマであった。

現在、わざわざ「プラットフォーム」が注目をあびるのは、他社製品もしくは自社の他事業部門の製品を連動させることにより、自社の当該の製品を有利に上市するための「土台」を作ることが、非常に強力な戦略であると認識させるケースが増えたため<sup>6</sup>である。1990年代に Intel 社が MPU ビジネスでおこなった企業戦略は典型的なプラットフォーム戦略である。

プラットフォーム戦略には、プラットフォームが内包する付加価値のメカニズムとプラットフォームの普及メカニズムの2つのメカニズムが存在すると考えられる。

まず、プラットフォームが内包する付加価値のメカニズムについて考えてみよう。プラットフォームとは、プラットフォームの中心（核）となる当該の製品とその周辺の製品の集まりの事である。例えば、CPU とチップセットをうまく組み合わせて供給することなどを、プラットフォームという。Intel のプラットフォーム戦略の基本的なコンセプトは、CPU とチップセットの連携により、先にあげた4つの困難を克服することであった。

---

<sup>6</sup> なぜ、1990年代に Intel のようなプラットフォーム戦略が有効であると認識されるケースが増えたのであろうか？当然このような大きな問題に、簡単に答えを出すことはできないが、以下のような仮説を筆者は持っている。1970年代～1980年代にかけて、日本の産業が攻勢し北米市場への輸出を増やした。このとき、戦後初めてアメリカ産業は、国際競争力を意識させられた。アメリカの国内産業は、国際競争力維持するために、産業構造の変革を求められた。このことが端的に表れているのが、1980年代に行われたアメリカの諸法制度の改正である。それまで、独占禁止法の対象となっていた共同研究開発が一定の条件の下で共同研究開発が認められる事を明らかにし、共同研究開発によるイノベーションを奨励した。1984年には、国家共同研究法を策定しこの流れを強固な物とした（国家共同研究法は、1993年に対象が生産分野にまで拡大され国家共同研究生産方に改正された）。その結果、共同研究のために、製品のさまざまな部分にインターフェースが作られ、そして様々なレベルの規格化（国際標準やコンソーシアム標準など）がなされた。立本(2007)で描いたパソコン産業における互換機メーカーのキャッチアップの流れは、まさにこの構図であった。もう一つ忘れてはならないのは、なぜ製品のさまざまな部分にインターフェースを作ることができるのか、であるが、これについては小川(2007, 145)にあるようにマイコンとファームウェアの働きを忘れることは出来ない。マイコンとファームウェアが多用される産業、すなわち、エレクトロニクス産業においては、前述の共同研究促進のためのインターフェースを製品の内部に自由に作る事が出来る。

この結果、一見、エレクトロニクス産業全体がモジュラー化したように思えた。しかし、収益を上げている企業をよくよく観察すると、自社の製品領域に関しては、モジュラー化していないように思われる。すなわち、モジュラー領域とインテグラル領域を上手に使いわけし、全体として高収益をあげている例が見られるようになった。この典型的な事例が、Intel が1990年代におこなったプラットフォーム戦略であると考えられる。この流れを、さらに強固にしているのが、モジュラー化領域におけるキャッチアップ国産業の成長である。もし、モジュラー化しなければ享受できなかったであろう成長を、キャッチアップ国の産業が達成している。このため、前述のプラットフォームはよりいっそう強固なものとなっている。

## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

---

プラットフォームの付加価値メカニズムとは、あるメカニズムに従って、プラットフォームに集まる付加価値を、部品に分配する仕組みをもつ。プラットフォームを構成する部品は、自社製品だけでなく他社製品が含まれることもある<sup>7</sup>。プラットフォームを戦略として構築する場合、中心となる自社製品（CPU など）に付加価値を集中的に蓄積する仕組みを構築することが重要になる。この意味でのプラットフォームについては、第3節で扱う。

一方、プラットフォームの普及メカニズムとは、「自社に有利なプラットフォームをいかに普及させるかのメカニズム」の事である。実務的には、この意味でのプラットフォーム戦略の理解に意味がある。プラットフォームの付加価値メカニズムを理解し、自社に有利なプラットフォームの青写真を描くことができたとしても、「プラットフォームをなぜ普及・確立できたのか」、もしくは、「そのプラットフォームを打ち壊すことがなぜ難しいのか」、といった疑問は、ひとつ上位レベルの問題であり、この視点がない限り、自らプラットフォームを構築することは難しい。

普及メカニズムとしてのプラットフォーム戦略は、付加価値メカニズムのプラットフォームを構築し支える仕組みになっている。例えば、本論文では、「国際分業」や「標準化」が、普及メカニズムの意味でのプラットフォームにあたる。この意味でのプラットフォームについては、第4節で扱う。

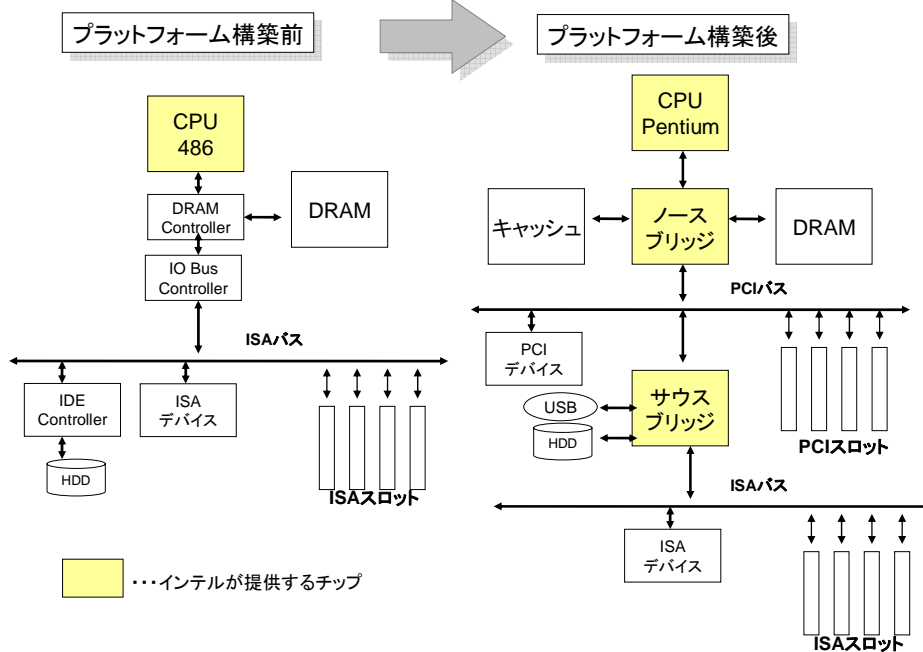
---

<sup>7</sup> 小川(2007)では、OPUを提供する三洋電機と制御LSIを提供するMediaTek(台湾)が協力して光ディスクドライブのプラットフォームを構築した事例が詳細に説明されている。

### 3 プラットフォームの付加価値メカニズムおよび形成過程

#### 3.1. はじめに

#### インテルのプラットフォーム



Intel のプラットフォームとは、チップセットと CPU で構成された回路の事である。プラットフォーム構築前とプラットフォーム構築後の Intel が供給するチップの範囲を比較すると、プラットフォーム構築後の方が、Intel が供給するチップの範囲が拡大している事がわかる。

インテルのプラットフォームの構築過程を簡単に説明すると次のようになる。Intel は、プラットフォームを拡大するにあたり、チップセット間の信号規格であるバス規格 (PCI バス規格) を、PCI SIG というコンソーシアムで規定した。次に、チップセットを Intel 自らが供給し、上図に示すようなプラットフォームの構築をおこなったわけである。

3.2 ではこの過程について詳細な記述を行い、Intel がプラットフォームの構築過程を説明する。

### 3.2. Intel プラットフォーム形成過程

#### 3.2.1. PCI バス規格の策定

Intel は、自社のプラットフォームを作るために、まず、バスプロトコルの規格化をおこなった。すなわち、PCI の標準化である。PCI はバス規格であり、CPU のアーキテクチャではなく、コンピュータのアーキテクチャである。マイクロプロセッサメーカーである Intel が、PC の基本設計に口を出すことは、事業分野が違うばかりか、顧客である PC メーカーの不興を買うおそれもあった。従来 CPU メーカーがバスプロトコルについて主導することはなく、PC メーカーがバスプロトコルを



## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

---

規格化していた。

当初、PCIの規格化はCPUのローカルバス<sup>8</sup>に限定されたものであった。ローカルバスとは、CPU近辺のバスのことである。すでにローカルバス上のCPUとDRAM間の転送速度は、限界に来ており、何らかの新しいインターフェースプロトコルが必要であった。1992年6月に発表されたPCI rev.1.0では、あくまでチップセット間の接続用バスという位置づけであり、拡張スロットやアドイン・カードの仕様はなかった。このため、PCI rev.1.0は、Intel社の名前で発行された。

この方針が1993年4月にPCI rev.2.0の時に大きく変更された。PCIバスの対象に、ローカルバス（CPUとメモリの間のバス）だけでなく、システムバス（拡張IOのためのバス）まで取り込んだ規格となった。CPUメーカーであるIntelが、パソコン全体に関して影響を及ぼすことになるきっかけであった。PCI rev.2.0は、Intel社の名前ではなく、PCI SIGとして初めて公開された。Intel単独ではなく、SIGとして公開されたのである。PCI SIGの初期の参加企業は、Intel、DEC、Compaq、IBM、NCRの5社であった。PCI rev.2.0は、Intelがシステムバスまで規格化するということで、大きな方向転換であった。

続く1995年6月にクロック周波数の66MHzのPCI rev.2.1が規定された。このため、66MHzを示す信号ピンが増えた。現在広く普及しているPCI対応デバイスは、Rev.2.1または2.2の仕様で設計されてるものが多い。特にPentium CPUに関して言えば、PCI rev.2.1が広く普及したバージョンである<sup>9</sup>。

PCI規格の実現性が見え始めた1991年～1992年頃、Intelは新しい役割をチップセット事業に与え、チップセット事業を本格的に行うようになっていった。当然ではあるが、バスの仕様が決まらない限り、バスを連携するようなチップセット（いわゆるバスブリッジ機能をもつチップセット）を作ることは不可能<sup>10</sup>である。Intelは、チップセット事業を本格的に行うにあたって、バス・プロトコルの策定を行ったのである。

当時、チップセット事業は、Intelにとって儲からない事業であったので、そこに投資することには、社内で賛否両論があった。IntelのMPU事業は、粗利40%をこえる高収益事業（1988-1990年）であり、チップセット事業単体での粗利はそれよりも低かった。

しかし、IntelがPentiumで選択した方法は、チップセット事業を本格的に手がけるというもの

---

<sup>8</sup> ローカルバスとは、CPUとメモリの間のバスのこと。このバスの転送速度がCPUの処理能力のボトルネックになりやすい。

<sup>9</sup> 1998年12月にPCI Rev.2.2が公開された。この時期は、ちょうどちょうどPentium IIからPentium III CPUの登場とあいまって、PCIバスを使用するデバイス自身が3.3Vバス・システムへ移行していた時期であった。そのため、低消費電力システムへの対応を取り入れた。

<sup>10</sup> バスブリッジ機能をもつチップとバスプロトコル策定については、立本（2007）を参照。

であった。Intel は、CPU とチップセットを同じロードマップで考える方針を打ち出した(Albert Yu, 1998)。

### 3.2.2. チップセット事業への参入

Intel のチップセット事業は、もともと 1986 年に参入した ASIC 事業に由来している。ASIC 事業は、パソコンの周辺の半導体を作るというものである。Intel は、もともと IBM PC 用に CPU だけでなく、補完的な LSI も提供している。例えば、IBM PC/AT 用として、CPU だけでなく、キーボードコントローラ、タイマコントローラなどを提供していた。

しかし、従来の Intel は、チップセット事業を積極的に行っていたわけではなかった。チップセット事業は、CPU 事業に比べて粗利率が低く、さらに、大変厳しい競争環境にあった。このため、Intel のチップセット事業は、PC 用のチップセット市場のピラミッドの頂点の領域（プレミアム市場）を対象とした製品を発売していた。例えば、サーバ用の EISA ブリッジ等である。EISA バスが発表されたときには、Intel は唯一の EISA バスのチップセット外販業者となることが出来た。

安価ではあるがボリュームがでるゾーンにあたる市場には、製品を発売していなかった。

Intel のチップセット事業が、現在の形になったのは、1993 年以降である。Intel の IMD 事業部では、1993 年に i486 用のチップセット 420TX(Saturn)を試行的に作成した。Saturn は、486 プロセッサ用にデザインされたテストマーケット的なコンセプトをもった製品であった。Saturn のデモンストレーションを 1992 年の Comdex で行なった。このデモンストレーションで、ISA 上のグラフィックス性能と PCI 上のグラフィックス性能を比較した。これ以降、Intel は CPU とチップセットを同一のロードマップの上で議論するようになった (Albert Yu, 1998)。

Intel がチップセット事業を本格的に行う際に、低い利益率がいつも問題になった。チップセット事業部は、「もし高性能のチップセットが供給されなければ、Intel 製の高速の CPU は市場に受け入れられない」と説いた。この意見には説得力があったが、だからといって、すんなりとチップセット事業に予算がついたわけではなかった。

チップセット事業では、様々な工夫をして低い利益率でも事業を行える環境を構築していった。例えば、チップセットの製造について、初めて自社工場ではなく、外部のサプライヤーに製造を委託した。(後に、自社の工場と外部工場の両方を自社チップセットのために使用するようになった。)また、チップセット事業部で高い利益率を保っていたマイクロコントローラ、キーボード・コントローラとした成熟下製品の利益で、新しいチップセットの開発資金を賄った。(バーゲルマン, 2006, p.263-264)

Pentium および PCI バスの実現可能性が見え始めた 1991 年頃に、チップセット事業 (IMD 事業部: Integrated Microprocessor Devision) は、全く新しい戦略的な役割が与えられた。IMD 事業

## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

部は、マイクロプロセッサ事業本部に属することになった。IMD 事業部は、PCI 事業部と改名された(Albert Yu, 1998)。

Pentium には、P5, P54C, MMX Pentium, Pentium II といういくつかのバージョン<sup>11</sup>が存在する。発売年は、P5(1993年3月), P54C(1994年3月), MMX Pentium(1997年1月), Pentium II (1997年5月)である。Intel はこれにあわせて、P5 用に 430LX(Mercury)を 1993年3月、P54C 向けに 430NX(Neptune)を 1994年3月に発売した。

リリース	名称	別称	対応プロセッサ
1992年11月	420TX	Saturn	i486SX/SX2/DX/DX2, Intel DX4
1993年3月	430LX	Mercury	Pentium 60/66MHz(P5)
1994年3月	430NX	Neptune	Pentium(P54C), MMX Pentium
1994年3月	420EX	Aries	i486SX/SX2/DX/DX2, Intel DX4
1994年3月	420ZX	Saturn II	i486SX/SX2/DX/DX2, Intel DX4
1995年1月	430FX	Triron	Pentium(P54C), MMX Pentium
1995年10月	430MX	Mobile Triton	Pentium(P54C), MMX Pentium
1996年2月	430VX	Triton II VX	Pentium(P54C), MMX Pentium
1997年2月	430TX	Triton II TX	Pentium(P54C), MMX Pentium

1995年に430FX(Triton)を発売し、このTritonシリーズが初期の最もヒットしたチップセットとなった。PCIチップセットは、1994年には400万ユニット、1995年には2,000万ユニット、1996年には、7,000万ユニット販売し、Intelはわずか数年でPCチップセットメーカーの最大のサプライヤーとなった(Albert Yu, 1998, p.57)。

Intelは、チップセット事業を行うことによって、PentiumとPCIチップセットによるプラットフォームを広げようとした。CPUとチップセットの連携により、ユーザーに様々な機能を届け、システム全体のパフォーマンスを大幅に向上させることが出来た。

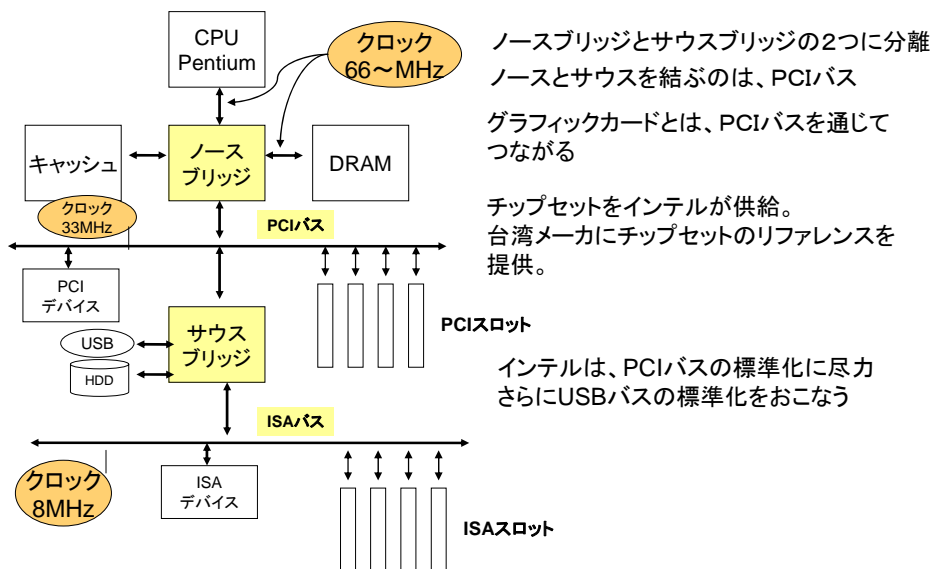
### 3.2.3. バス構造から見たチップセットの役割

Pentium CPU 向けのマザーボードでは、Pentium CPU をサポートするチップセットが実装されている。チップセットは、CPU と DRAM やキャッシュなど高速アクセスを必要とするデバイスをつなげるノースブリッジと、USB や IDE HDD や ISA デバイスなど低速なデバイスをつなげるサウスブリッジの2つバス群を構成している。そして、ノースブリッジとサウスブリッジを高速なPCIバスが結線している。PCIバスが2つのバスの間位置する高速なバスとして機能する。

<sup>11</sup> Intel の Pentium には、いくつかのバージョンが存在する。もっとも初期に発売された Pentium は、P5 と呼ばれ、バイポーラ、BiCMOS プロセスを使ったダイサイズの大きいものであった。これは、商業的には不利な条件であった。P54C から CMOS プロセスを用いた Pentium となった。通常、CMOS プロセスを用いた LSI でないと、大量生産には向かない。

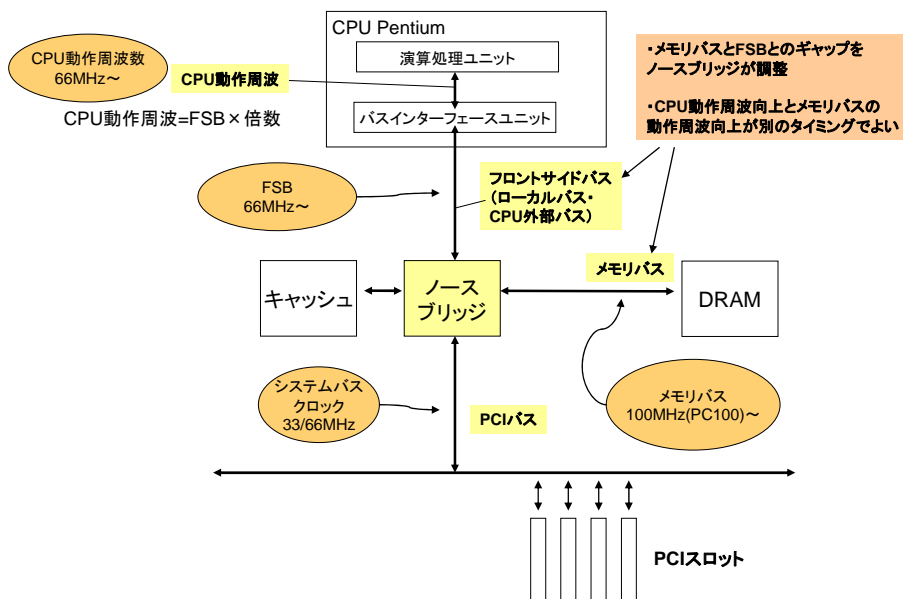
PCI 拡張 IO デバイスは、中間高速バスとして PCI スロットに投入される。

### バスの変遷③ (Pentium / TRITONチップセット)



CPU と DRAM の間には、ノースブリッジが存在し、メモリと CPU の動作周波が異なる。ノースブリッジ導入以前は、一般的に DRAM と CPU の動作周波（ローカルバス周波）は、同一であった。しかし、メモリ動作周波と CPU 動作周波が異なるようになってきた。CPU の動作周波向上がメモリの動作周波向上のペースを上回るであろうといわれていた。

### ノースブリッジ周辺

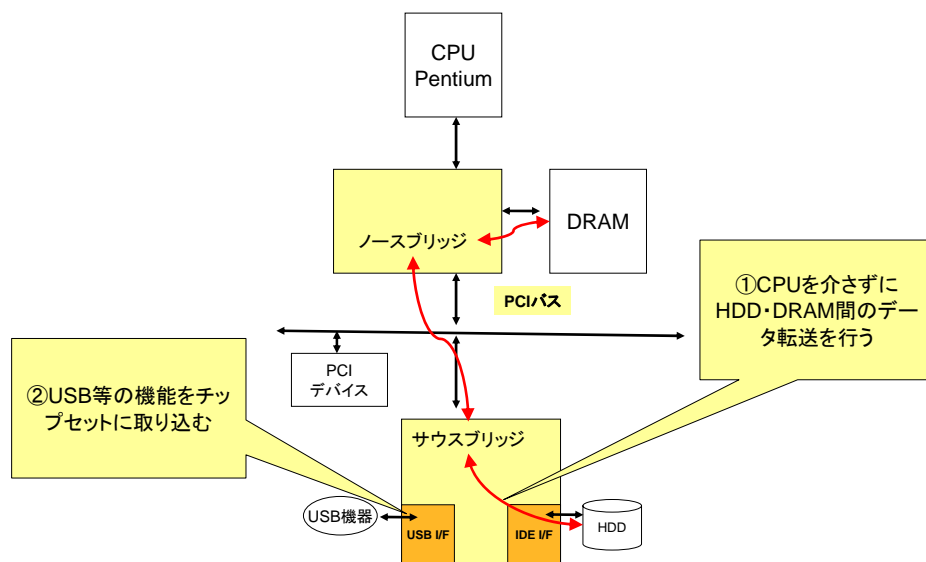


## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

ノースブリッジを導入することで、メモリの動作周波にとらわれることなく、CPUの動作周波を向上させることが可能となった。すなわち、IntelのMPUビジネスにとっては、「プロセッサ独立」の環境を作り出すことにより、高周波のCPUの開発が終わるたびに、システム全体の再設計することなく、最新のCPUをシステムに搭載できる環境ができた。

一方サウスブリッジでは、IDEバスマスタ機能を持たせることで、CPUパフォーマンスに割り込みを入れることなく、HDD内のデータをDRAM上に展開することが出来るようになった。以前は、PIO(Programmed I/O)方式<sup>12</sup>でHDD内のデータをDRAMに展開していた。PIO方式ではCPUが、HDDデータを読み込み、CPUがDRAMにデータを転送していた。PIO方式は、シングルタスクのコンピュータ環境では、良いパフォーマンスを得ることが出来たが、マルチタスクのコンピュータ環境では、データ転送のためにCPUに負荷がかかりすぎてしまった。このため、IDEバスマスタ方式がとられた。IDEバスマスタ機能は、サウスブリッジとノースブリッジが連携することで、可能となった。このような機能は、Windows95のようなマルチタスクOSのためには、必須の機能であった。

## サウスブリッジ周辺



また、サウスブリッジには、さまざまな機能がインテグレーションされていた。このように

<sup>12</sup> コンピュータ内部の各デバイスとメインメモリの間のデータ転送をCPUが管理する転送方式。ハードウェアの設計はDMAより単純になるが、CPUにかかる負荷は重くなる。ハードディスクとのデータ転送などでは、CPUを介さずにデータ転送を行なうDMA方式が主流となっており、PIO方式はDMAが正常に動作しない場合の緊急用として用いられている。

インテグレーションされた機能は、IDE 機能、USB 機能、AC97(サウンド機能)などが存在した。これらの機能をサウスブリッジにインテグレーションすることは、チップセット事業で互換チップセット競合会社との競争で勝ち抜く上で重要であった。そして、より大事なことは、同時にサウスブリッジへのインテグレーションは、Intel 社の CPU 自体を常に付加価値の高いものとしておくことに非常に重要なポイントであった。

### 3.3. Intel プラットフォームの付加価値メカニズム：CPU に付加価値が集まる仕組み

#### 3.3.1. CPU 独立なシステムの確立：高周波な CPU の投入

ノースブリッジ導入以前、CPU の周辺のバス（ローカルバス）は、Intel にとって不都合な事が起こっていた。1990 年に Microsoft が Windows 3.0 を発売して以来、パソコンの操作環境が GUI に急速に変わっていった。これを受けて、パソコンのグラフィック処理能力を向上させる必要がでてきた。従来の文字ベースのパソコンでは、グラフィック処理能力が圧倒的に不足してしまった。このため、グラフィック処理能力を向上させるチップを CPU 周辺に配置するというソリューションが、パソコンメーカーでとられるようになった。この目的で開発されたのが VL-バスである。VL-バス<sup>13</sup>は、1992 年に規格標準化された。VL バスは、486 市場において、瞬く間に普及し、デファクト・スタンダードになっていた。

ところが、VL バスは、Intel にとって最悪のバスであった。その最大の理由は、VL バスを通じて、グラフィック処理チップと CPU が強い依存関係を持つてしまう事であった。VL-バスではグラフィック処理チップ(GPU: Graphic Processing Unit)と CPU の動作周波が同じでなければならなかった。このため、例えば Intel が高周波の CPU の開発に成功し、量産を開始したとしても、グラフィック処理チップが CPU と同じ周波数で動くようにならなければ、この CPU が最新のパソコンに採用されることは出来なかった。グラフィック処理チップを作っていたのは、グラフィック処理チップ専門メーカーであり、さらに、グラフィック処理チップと CPU の動作周波数の同期をとりながら、システムを作るのはパソコンメーカーの仕事であった。このため、Intel は、グラフィック処理チップ専門メーカーとパソコンメーカーの意向に大きく影響されてしまう。

このことは、Intel のビジネスの根幹に関わる問題であった。CPU の世代代わりをできるだけ早いサイクルで回すことは、Intel にとって互換 CPU メーカーに対する基本戦略であった。ある特定世代にロックインさせてしまうようなデバイスの存在は、認めることができなかった。このため、CPU の世代をロックインさせないような BUS を普及させる事が重要であった。

<sup>13</sup> 1993 年には、VL-バス 2.0 が発表された。

「CPU 依存バス」に対する Intel の対策は、ノースブリッジの導入による「CPU 独立」の環境を作り出すことであった。ノースブリッジは、CPU と直接つながり、グラフィック処理チップは、ノースブリッジを通して、CPU と GPU は、通信を行う。CPU と GPU の間にノースブリッジを配置することにより、CPU と GPU の動作周波数が異なってもよい環境を構築したわけである。すなわち、Intel の MPU ビジネスにとっては、「プロセッサ独立」の環境を作り出すことにより、高周波の CPU の開発が終わるたびに、システム全体の再設計なしで、最新の CPU をシステムに搭載できる環境ができたわけである。

「プロセッサ独立」の環境は、Intel の MPU ビジネスに別の利点も与えた。Pentium CPU の動作周波数は、内部クロック（CPU 内部の動作周波数）と外部周波数（ローカルバスの周波数）が異なる。内部クロックは、外部クロック（ローカルバスクロック）の通倍となっている。Pentium CPU の場合、外部クロックは、50MHz, 60MHz, 66.6MHz の3つのタイプが存在した。これに、通倍回路の乗数倍に回路動作周波を高速化することによって、内部動作数が定まる。このことは、ノースブリッジが 50MHz, 60MHz, 66.6MHz に対応していれば、内部動作周波を挙げた CPU をシステムとは独立に市場に導入することが出来ることを意味する。

例えば、1995 年に Intel が発売した Triton チップセットは、Pentium の 9 つの（内部）動作周波数バージョンに対応していた。1 種類のチップセットが 9 つのグレードの異なる CPU に対応していたのである。これにより、Intel は、システムとは独立に、自社の最も良いタイミングで CPU を市場に導入していくことが出来るようになった。

外部クロック	通倍率 (赤字は、ある世代のチップセット (Tirtonチップセット) がカバーしたCPU周波数)											
	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5
50 MHz	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325
60 MHz	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390
66.6 MHz	66	100	133	166	200	233	266	300	333	366	400	433

チップセットの再設計なしに、グレードの異なる CPU を使えるようになって、マザーボードの開発が容易になった。以前は、CPU のグレード別にチップセットを開発しなければならなかった。チップセットが異なるため、マザーボード開発もその都度行う必要があった。この手間が、Intel の供給するチップセットで無くなったのである。

Intel 側にも、メリットをもたらした。1 つのチップセットで作ったパソコンが、すべてのグレードの CPU に対応しているため、CPU 価格の変動、CPU 需給の変動に迅速に対応できるようになった。Intel は、高いグレードの CPU が不足していると感じた場合には、マザーボード上のチップセットの再設計なしに、高周波の CPU を市場に多めに投入するだけでよかった。こうする

ことで、プレミアを獲得することが出来た。逆に低グレードの CPU 価格が下がりすぎていると感じた場合には、低グレードの CPU の出荷量を絞って、適正な数量を流通させることが出来た。市場の需給に最適にフィットするように、グレード別の CPU を出荷することができるようになったわけである。この結果、無用な CPU の値崩れを起こすことなく、MPU ビジネスを行えるようになった。

### 3.3.2. チップセットと MPU ビジネスの関係：USB 規格と CPU

チップセットには、様々な規格が盛り込まれていった。そのような標準規格化の多くは、Intel が主導して策定・発行したものであった。チップセットに組み込まれていった、このような標準規格化は、Intel の MPU ビジネスにとって、どのような意味があったのであろうか？

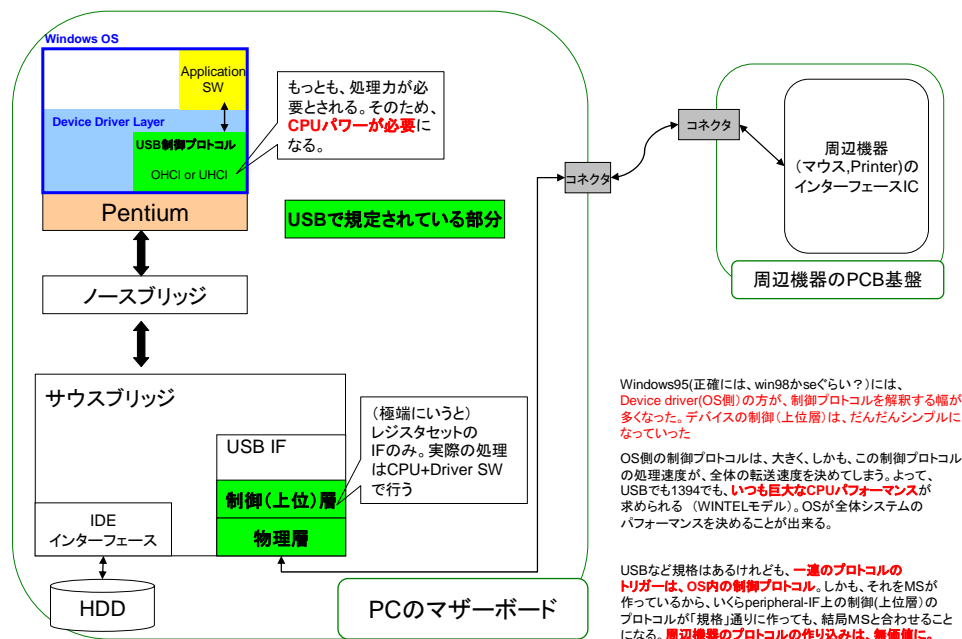
この疑問を USB 規格<sup>14</sup>の例で明らかにすることを試みる。まず、USB 規格の最も重要な点は、「USB 規格を実装したパソコンは、多量の CPU パワーを必要とする」という点にある。USB で定義されている部分、すなわち USB のプロトコルは、大きく物理層、制御層、および OS 内 USB 制御プロトコル層の3つの部分から成り立っている（下図）。物理層は電気的な信号配列・手順等を定義している。制御層は、物理層から上がってきた信号に対して、ある程度の解釈を行う。OS 内 USB 制御プロトコルは、アプリケーションが扱えるように USB デバイスから上がってきた信号をデータ化する。

---

<sup>14</sup> USB 1.0 規格は、1996 年に USB フォーラムで標準規格化された。初期の USB フォーラムの参加企業は、Intel、DEC、Compaq、マイクロソフト、IBM、ノーザン・テレコム、NEC テクノロジーズの7社であった。



USBのアーキテクチャ: CPUパワーが必要になるアーキテクチャ



USB規格の特徴的なポイントは、OS内USB制御プロトコルの部分である。USB規格は、OS内USB制御プロトコルの部分が大きめに作られている。つまり、OSを動かすCPUのパワーにUSB規格の転送速度が依存しているといえる。一方、制御層は、ほとんど何もしていない。極端にいうと、インターフェースのレジスタセットのみの構成となっている。つまり、USBインターフェースを持つ半導体(この場合サウスブリッジ)は、ほとんどロジカルな処理は行わずに、この処理をCPU上のOSに依頼している。

このため、USB機器を扱えるPCにおいては、いつでも高い処理力をもつ最新のCPUが必要となる。実際に、初期のUSB機器とパソコンとの通信においては、CPUパフォーマンスが、ボトルネックになるケースが多かった。CPUパフォーマンスが高いパソコンであれば、USB機器との通信パフォーマンスが高くなる。逆にCPUパフォーマンスが低ければ、USB機器との通信パフォーマンスが低くなる。USB規格は、Intelが処理能力のある最新のCPUを販売するためには、都合のよい規格であった。

### 3.3.3. 互換CPUへの対策：ピン互換の禁止

Intelは、互換CPUメーカーがIntelのプラットフォームを利用することを排除した。このために知財権を巧みに使った。例えば、AMDとVIAの事例から、その一端を知ることが出来る。

1995年、AMDとIntelは、新しい特許ライセンス協定を締結した。この協定には、重要な規定が2つあった。1つめは、486以降の次世代のチップについては、Intelのマイクロコード利用を禁止するというものであった。2つめは、Pentiumの次の世代以降は、ソケットの流用を禁止

## 立本博文

するというものであった。AMD が Pentium とピン互換 CPU を作ることを禁止したわけである。AMD は、「ソフトウェア的には、Intel の命令セットと完全なソフトウェア互換性を持つ製品をだせる」事になったが、ピン互換 CPU を作ることは出来なくなった。このため、Intel がチップセットで築いたプラットフォームに対して、互換 CPU を供給することが出来なくなった (Tim Jackson , 1997) 。

Intel はソケットの流用を互換 CPU メーカーに認めない方針を強くとった。Pentium につづく次世代 CPU である P6 世代のローカルバス (P6 バス) では、P6 バス・プロトコルに付随する特許を元にバスをライセンス制にした。これにより、ピン互換の互換 CPU や、互換チップセットを作るためには、Intel のライセンスを受けることが必要になった。

1999 年に互換チップセットを製造する VIA 社と Intel 社の間でおこった係争は、このライセンスに関する物であった。当時 Intel は、次世代メモリに RAMBUS 規格を用いようとしていたが、VIA 社が PC133 仕様に準拠したシンクロナス DRAM に対応したチップセットを発売したために、Intel からライセンス契約の無効を主張された。

IntelがVIA technologies, Inc.に対して侵害を主張するP6バス関連特許

米国特許番号	タイトル	成立日
5,333,276	Method And Apparatus For Priority Selection of Commands	1994/6/26
5,548,733	Method And Apparatus For Dynamically Controlling The Current Maximum Depth Of A Pipelined Computer Bus	1996/8/20
5,581,782	Computer System With Distributed Bus Arbitration Scheme For Symmetric And Priority Agents	1996/12/3
5,740,385	Low Load Host/PCI Bus Bridge	1998/4/14

(Nikkei Electronics 1999.7.26, p.36)

この係争でわかることは、ノースブリッジを供給している Intel にとって、ノースブリッジと CPU 間のローカルバスに関する特許を押さえることで、ローカルバスをライセンス制にすることが出来るということであった。P6 (Pentium Pro や Pentim II) 世代以降、ピン互換の CPU を発売できるメーカーはいなくなった。

### 3.4. 整理

Intel は、CPU とノースブリッジおよびサウスブリッジと呼ばれるチップセットをプラットフォーム化して市場に供給することによって、CPU にパソコンの付加価値が集まる仕組みを構築することに成功した。

まず、Intel は、ノースブリッジとサウスブリッジの間のシステムバスにどのようなバス・プロトコルを使用するのかを PCI SIG で策定し、1993 年に PCI 2.0 として公開した。PCI 2.0 は、1992 年に公開された PCI 1.0 とは異なり、拡張 IO を搭載するシステムバスを含むバスプロトコルであった。バスプロトコルの策定が Intel がプラットフォームを構築する第一歩となった。

ほぼ同時期に、Intel は Pentium 用のチップセットの供給を開始する。Pentium 用のチップセットは、ノースブリッジとサウスブリッジから構成され、2つのブリッジの間は PCI バスで連結される。PCI バスの導入により、従来の ISA バスよりも 4 倍も速いシステムを提供出来るようになった。

一方、CPU とチップセットを連携させてプラットフォームを構築することにより、CPU に付加価値が集まる仕組みの構築に成功した。まず、システム全体を CPU 独立なシステムにすることにより、Intel が製品開発した最新 CPU を市場に、システム全体の再設計をすることなく導入できるようになった。Intel は CPU を高周波にすることに専念し、高周波版の CPU が量産可能になった時点で、タイムラグ無く、CPU を発売することが出来た。CPU とメモリおよびシステムバスをつなぐノースブリッジが、CPU 独立なシステムを構築することに貢献した。

次に、サウスブリッジには、ユーザーが好みそうな機能をインテグレーションして提供した。このような機能の代表的な例は USB 規格である。USB 規格は、周辺機器の使いづらさを解消するすばらしい機能であった。さらに、MPU ビジネスという点からみると、別の意味もあった。USB 規格は、サウスブリッジに実装された USB インターフェースと CPU および OS の連携によって実現される規格である。すなわち、CPU が高速であればあるほど、USB の転送速度が向上するようなプロトコルであった。このため、USB の恩恵を預かるためには、高速の CPU が必要であった。このことは、高速な CPU の需要を喚起した。

最後に、プラットフォームを構築することで互換 CPU メーカーへの対応を行った。ノースブリッジを Intel が提供するということは、CPU とノースブリッジの間のローカルバスを Intel が独自に決めるということと同義であった。このため、P6 世代のローカルバスは、Intel の特許が盛り込まれた仕様となった。このため、互換 CPU メーカーや互換チップセットメーカーは、Intel のライセンス無しでは、自社の製品を作ることが難しくなった。Intel は、互換製品を作るメーカーにライセンスを与える一方で、ピン互換製品を作ることは認めなかった。このため、P6 世代以降、ピン互換の CPU を製造する互換 CPU メーカーはいなくなり、プラットフォームに集まる利益を Intel は独占的に享受することが可能となった。

## 4 プラットフォームの普及過程での競争優位メカニズム

### 4.1. はじめに

前節では、ある CPU とチップセットを連携させたプラットフォームによって、Intel が構築した「CPU に付加価値があつまる仕組み」について説明した。また、それに付随して PCI 規格の策定や Intel 社のチップセット事業といったプラットフォーム形成の経緯を説明した。

本節では、プラットフォーム普及の過程において、なぜ Intel が競争優位を保つことが出来た

のか、を説明する。プラットフォーム構築過程において、Intel は競合メーカーに対して、様々な競争優位を作ることにより、プラットフォーム形成を可能とした。

第3節で描いたような「自社の製品に付加価値が集まる仕組み」を想起することも容易なことではないが、実務的には、そのような仕組みを「どう構築するか」、すなわち、プラットフォーム形成過程における競争優位をどう獲得するかの方がより難しい課題となる。この問題を「プラットフォーム普及の問題」と本稿では呼ぶ。第4節では、プラットフォーム普及の問題を Intel はどのように解決したのかを明らかにする。

## 4.2. プラットフォームの普及過程での競争優位

### 4.2.2. 互換チップセットベンダーとの競争：USB の事例

Intel プラットフォームは、CPU とチップセットの連携によって、成り立っている。チップセット市場で Intel がシェアをとることが出来なければ、プラットフォームを形成することが難しい。チップセット市場においては、互換チップセットを開発するメーカーが存在しており、この競合メーカーに対して競争優位を築く必要があった。

#### 4.2.2.1. USB 対応チップセットの導入時期

USB 規格は、拡張デバイスのために作られたインターフェース規格である。PnP 機能をもっているため、知識の乏しいエンドユーザーであっても、容易にデバイスを PC に接続できるように工夫されている。

USB のプロトコル・バージョンは、現在 rev 1.1 と rev 2.0 の 2 通りが存在する。Rev 2.0 は、rev 1.1 の上位互換となっている。USB の最初のバージョンである USB 1.0 は 1996 年 1 月に発表されたが、周辺機器における消費電力の仕様などが明確でなかったため、この点を厳密に規定した USB 1.1 が 1998 年 9 月に発表された。

USB 1.1 では、LS(Low Speed)モード(1.5Mbps)と FS(Full Speed)モード (12Mbps) の 2 種類の転送規格から構成される。あまり高速通信を必要としないキーボードやマウス、モデム等は、LS モードを使用する。大容量の通信を行うスキャナやプリンタ、ハードディスクなどは、FS モードを用いる。ただし、ハードディスクなどは、FS モードでも転送速度が遅すぎたため、USB2.0 が策定された。

チップセットビジネスにおいて重要なポイントは、USB のような規格に対応したチップセットをいつ市場に投入することが出来るか、という事である。規格に対応したチップセットを規格公表後にいち早く市場に投入できれば、大きな優位性を獲得することが出来る。USB1.0 は 1996 年 1 月に発表されたが、Intel は、その規格を取り込んだチップセットをわずか 1 ヶ月後の 1996

## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

年2月に市場導入している。

リリース	名称	コードネーム	USB1.0/1.1
1992年11月	420TX	Saturn	-
1993年3月	430LX	Mercury	-
1994年3月	420EX	Aries	-
1994年3月	420ZX	Saturn II	-
1995年1月	430FX	Triron	-
1995年10月	430MX	Mobile Triton	-
1996年1月 USB1.0規格発表			
1996年2月	430VX	Triton II VX	2port
1997年2月	430TX	Triton II TX	2port
1998年4月	440EX		2port
1999年1月	440DX		2port
1999年1月	440ZX-66		2port
1999年1月	440ZX		2port
1999年5月	440MX	Banister	2port
2000年5月	440MX-100		2port

チップセットの製品開発と標準規格策定作業が同時に進められていたのである。Intelは、USB規格が定まると同時に、製品市場導入することができたのである。このように、規格発表と同時に規格対応チップセットを提供することによって、競争力を高めていった。

### 4.1.2.2. 互換チップセットベンダーに対する競争優位

互換チップセットメーカーとIntelのチップセット事業との競合では、対象とするビジネスのスキームの違いによってIntelは戦略上優位なポジションに立つことができた。このことを、前節と同じくUSB規格に対応したチップセットを例にあげて説明する。

USB規格は、前述のように、高い処理力をもつCPUがあって、はじめて実用的に機能する。ユーザーは、Intelチップセットを購入すると同時に高い処理能力を持つIntelCPUを購入する。このため、Intelはチップセットは低めに価格設定し、その分の利益をCPUから得ることができた。

一方、互換チップセットベンダーは低い価格帯のチップセットのみでビジネスをするしかなかった。そのため、もっぱら製造コストを下げたり、Intel社がチップに統合化していない機能を、先んじて統合することによって、Intelのチップセットと差別化を行おうとした。

## 立本博文

プロトコル	処理の対象	処理するチップ	価格	インテル	その他のチップセットベンダー
USB プロトコル	OS内制御プロトコル	CPU	高い (\$200~ 400)	CPU供給	—
	USB IFの物理層/ 制御層プロトコル	チップセット	低い (\$20~ 40)	インテル製 チップセット供給	互換メーカー製 チップセット供給

しかし、そのような努力が成功した互換チップセットメーカーは、すくなくかった。およそチップセットの10倍の価格であるCPUをチップセットと同時に供給できるIntel社の強みは大きかった。

このため、486 CPUで有名であったチップセットメーカーのほとんどは、Pentium CPU対応のチップセット市場から撤退していった。

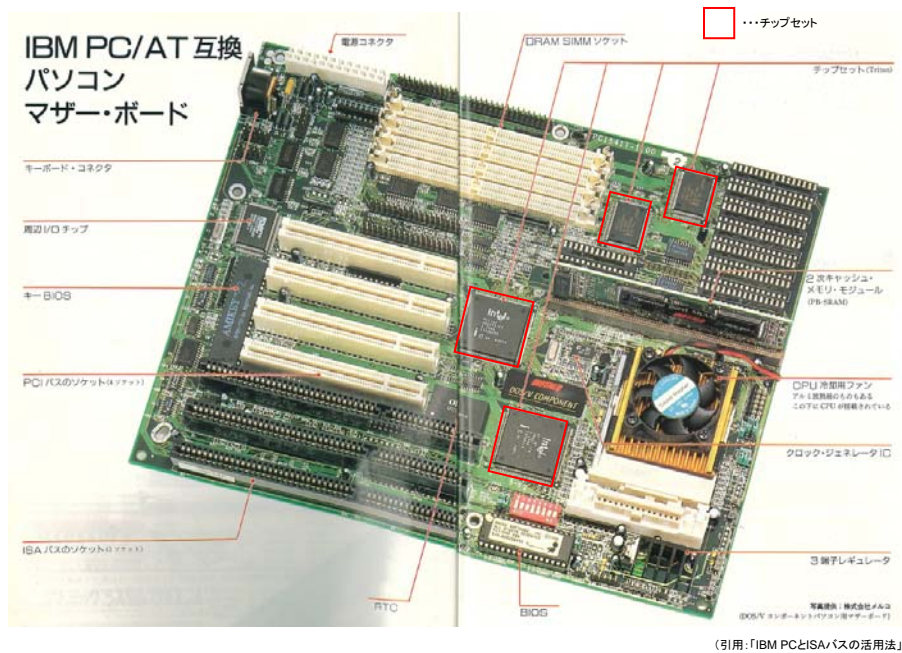
チップセット事業において、Intelが推進する規格の発表時期とチップセット導入時期を同期化することにより製品競争力を高める一方、チップセットとCPUの2つの事業を同時に手がけることにより、チップセット事業しか行っていない互換チップセットベンダーに対して競争優位を獲得していったのである。

### 4.2.3. プラットフォームの立ち上げと国際分業：台湾マザーボード産業との協調

#### 4.2.3.1. マザーボードをIntelが手がける意味

チップセット事業だけでなく、マザーボード事業まで自社で行ったことも、プラットフォーム形成過程における重要な競争優位の源泉であった。Intelは、1993年からPentium用のマザーボードの自社供給を行った。

## Pentium base Motherboard



マイクロプロセッサ事業で年間 40%以上の粗利を出していた Intel にとって、マザーボード事業を行うことは、利益率をあげる選択肢ではなく、むしろ下げる選択肢であった。事業ドメインを逸脱しているとの批判もあった。しかし、Intel にとって、486 CPU から Pentium CPU に速やかに世代移行させることが重要<sup>15</sup>であった。

Intel が開発した CPU をいち早く上市するためには、CPU だけでなく、その周辺の LSI が必要である。特に、拡張 IO 機器が関係する部分（システムバス）や、メモリ (DRAM) が関係する部分（ローカルバス）が調整されていないければ、Intel の最新の CPU を装備した PC システムが発売されることはない。この周辺 LSI や調整されたバスの問題が端的に表れるのがマザーボードの開発であった。

過去の世代の CPU では、Intel が最先端の CPU を上市した後、その最先端のパソコンが上市するまでには、相当の時間ギャップが存在した。

現在のパソコン市場を作り上げた IBM PC/AT に採用された 80286 は、286 CPU の発表から、PC/AT に搭載されるまで、2 年間かかっている。Intel が MPU 事業に特化した後、初めて作った CPU である 386 CPU は、386 CPU の発表から、パソコンに製品が搭載されるまで、1 年間かかっている。

つまり、Intel がいくら最先端の CPU を発表したところで、すぐにパソコンに搭載されるかど

<sup>15</sup> IBM と Compaq は、当初 Pentium を採用しないと発表していた。Compaq は、自社の戦略商品である Presario シリーズに互換 CPU メーカーである AMD の CPU を採用すると発表した。

## 立本博文

うかは、PC システムメーカー側の対応に依存していたわけである。

486 CPU 以降の CPU では、CPU が発売されてから、その CPU を採用した CPU が市場に登場するまで、1 年以上かかるという事はなくなった。しかし、それでも、前の世代の CPU が市場の裾野を引っ張り、新 CPU が市場に浸透するまでには、時間がかかるようになってしまった。

Pentium CPU は、1993 年 3 月に市場に投入された。しかし、1994 年末になっても、Pentium の普及率は、3%程度に過ぎなかった。

### 1994年末の北米における世代別CPUの普及台

CPU	台数(1,000台)	シェア
Intel 486	26,900	38%
Intel 386	19,500	28%
Intel 286以下	11,800	17%
Motorola 68000	9,200	13%
Intel Pentium	2,300	3%
Power PC	370	1%
合計	70,070	100%

インターフェース(Aug. 1994) p.225 データ元:IDC

世帯普及率 25% レベルを、いかに早く獲得するかが Pentium 世代の大きな課題となっていた。

互換 CPU メーカーがターゲットとしていた CPU 市場は、386 や 486 CPU のような旧世代の CPU を搭載したパソコンであった。互換 CPU メーカーの製品は、CPU を互換 CPU に置き換えるだけで最先端の CPU のパフォーマンスを得ることのできるようなものであった。Intel にとっては、早く旧世代の CPU を搭載したパソコンを最新の CPU 世代へ世代交代をさせる必要があった。また、高い処理パフォーマンスをもつ RISC CPU に対抗する意味でも、なるべく早く Pentium CPU を搭載したパソコンへ世代移行させる必要があった。

Pentium CPU を搭載したパソコンを速やかに大量普及させることにより、Pentium CPU を大量供給する。このことこそが、Intel にとって RISC CPU メーカーや x86 互換 CPU メーカーに対する最大の戦略であった。

Pentium CPU の大量供給があるからこそ、多額の開発費、製造費をかけても、安価に CPU を提供して利益を回収するビジネスができるのであり、さらに、補完財市場（ソフトウェア等）も拡大するのである。

Intel には、Pentium CPU がもっと迅速に、もっと大量に販売できるような仕組み作りが必要であった。このためには、PCI バスに対応したチップセットを供給するだけでは不十分であり、Pentium 対応のマザーボードも Intel が自社供給しなければならなかった。



4.2.3.2. なぜチップセットを供給するだけでは不十分なのか

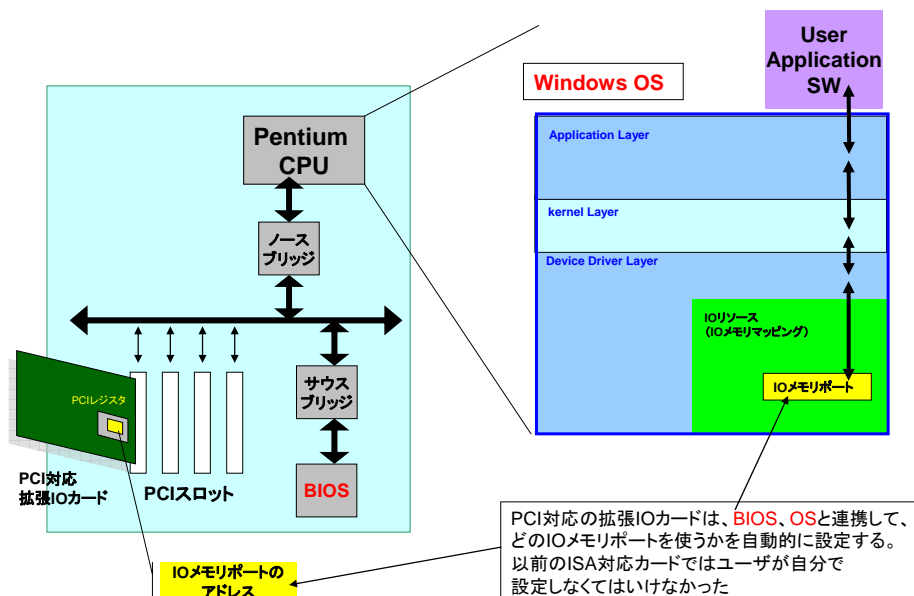
なぜ、Intel がマザーボード事業まで行わなければならなかったのか？その問題の一つは、前述のようにバスの転送速度が旧来のバスに比べて4倍になったことに起因している。

Pentium を採用したマザーボードは、バスに PCI バスを採用している。PCI バスは、1993 年 4 月に、Rev.2.0 が公開されてから本格的に採用されるようになった。PCI バス(33MHz)は、従来の ISA バス (8MHz) と比較し、4 倍も高速であるため、マザーボード上の信号線の取り回しが難しかった。さらに、新規のバスであるということで、仕様の解釈などで難しい点もあった。また、PCI 用のチップセットも、こなれたものが市場に出回るまでに時間がかかる。このような困難があるため、なかなか既存業者が Pentium 向けのマザーボードを独自に開発することは難しかった。

しかし、そのようなバスの高速化の問題だけでなく、もっと要素間の依存性に根ざした問題があった。その問題が典型的に現れるのが、PCI バスがもつ PnP 機能の実現であった。Pentium 世代の拡張 IO は、グラフィックアクセラレータカードやネットワークインターフェースカードなどが代表的な IO であった。これらの拡張 IO デバイスは、PCI スロットに投入される。

PCI の大きな機能の一つに PnP 機能があり、ユーザーは、容易に拡張 IO デバイスを追加することが出来る。PnP 機能は、チップセットだけでなく BIOS の対応も必要になる。PCI の PnP 機能は、BIOS と OS にコンフィギュレーションプロセスを持たせることで、リソースの割り当てを実現している。

PCIバスのコンフィギュレーションプロセス



PnP 機能のコンフィギュレーション機能を簡単に説明すると、次のような物である。拡張 IO

## 立本博文

デバイスを User Application ソフトウェアが使うためには、メモリ上のどこかにデータのやりとりをする IO メモリポートを設定する必要がある。

従来の ISA バスに対応した拡張 IO カードは、拡張 IO カード上の DIP スイッチやジャンパーピンなどによって、IO メモリポートをユーザー自身の手で行っていた。この作業は、一般のユーザーにとって、大変困難な物であり、このことがパソコンを普及させるために障害の一つになっていた。

PCI の PnP 機能では、IO メモリポートの設定を BIOS と OS によって自動的に行う事が出来るようになった。両者が連携することで、OS の Device Driver が使用する IO メモリポートを設定するとともに、拡張 IO デバイス内の PCI コンフィギュレーションレジスタに IO メモリポートのアドレスを自動的に設定する。

この機能は、従来の ISA バスを搭載したマザーボードが提供していた機能から見ると、大変複雑なものであった。さらに、Pentium 向けのマザーボードを複雑なものにしていたのが、レガシーデバイスと呼ばれる ISA バス向けの従来製品への対応であった。

初期の Pentium 向けのマザーボードは、ISA バスなどの旧世代のバスとの端境期である時期にあたっているため、PCI と ISA の混在したマザーボードを供給しなければならなかった。このため、旧世代の ISA バスは、Pentium 向けのマザーボードでは、PnP 機能に対応した拡張された ISA として実装しなければならなかった。拡張された ISA のためには、BIOS の拡張も必要であった。

PnP 機能は、特にそのコンフィギュレーションプロセスの手順が問題であった。設計力のないメーカーにとって、ほどほどに動く Pentium 向けのボードを作ることはできたが、完全な互換性を保証するようなことは難しかった。開発力の乏しいメーカーでは、こういったマザーボードを設計することは難しかったのである。

従来、このような新世代の CPU に対応したマザーボードを一番早く市場に出荷するのは、Compaq, Hewlett-Packard, IBM のような開発力のあるメーカーであった。彼らは、新しい CPU が市場に導入されると、まず、その CPU に対応したサーバ用のマザーボードを開発した。そして、その後 18 ヶ月程度をかけて、コンシューマ用のマザーボードとして市場に投入していく世代戦略をとっていた。ハイエンドのマザーボードは、25-30%程度のマージンを取ることが出来るため、この分野で新世代 CPU 用のマザーボード開発費の回収を行っていた(Electronic Buyers News, October 2, 1995)

このような事情から、Compaq や IBM のような開発力のあるメーカーにマザーボードの供給を頼っていったら、Pentium CPU の普及が遅れることは明らかであった。

それに対して、Dell や Gateway2000 などは、コンシューマ向けのボリュームゾーンの PC を得

## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

意としたが、これらのメーカーは、自社で新規 CPU 向けのマザーボードを開発する戦略をとっていなかった。Intel は Dell や Gateway2000<sup>16</sup>に対して、486 マザーボードを供給していたが、チップセットは必ずしも自社製品ではなかった。プラットフォーム戦略を進める Intel は Pentium 世代から、自社のチップセットを使ったマザーボードを供給することに方針を変更した。(Electronic Buyers News, October 2, 1995)

Intel は Pentium 普及のために、自社で製造した検証済みのマザーボードを市場に供給するという決断を行ったのである。

1993 年当時、Intel のマザーボード製造は、オレゴン、プエリトルコ、アイルランドの Intel の工場で行われていた。それらの工場では、もともと産業用のボードコンピュータが製造されていた (THE WALLSTREET JOURNAL, OCTOBER 31, 1995)。

1993 年には、オレゴン、プエリトルコ、アイルランドの 3 工場を中心に pentium 用マザーボードを 100 万枚程度を供給しただけであった (Electronic Buyers' News May 30, 1994)。1994 年度のマザーボードの販売数は約 400 万~500 万枚(Electronic Buyers News, October 2, 1995)と急激にマザーボードの販売数を増やしていった。

しかし、Intel のマザーボード供給量は、世界のマザーボードの市場規模からいえば、とても小さいものであった。1994 年当時、世界の PC 向けマザーボードの供給量の 8 割を占めていたのは、台湾のマザーボードメーカーであった。Pentium 向けのマザーボードを普及させるためには、台湾のマザーボードメーカーに Pentium 向けのマザーボードを供給してもらうことが必要であった。

### 4.2.3.3. 台湾マザーボードメーカーと Intel マザーボード事業の立ち上げ

台湾では、従来 PC メーカーが、自社製品のために内製していたマザーボードを、専門に扱うメーカーが台頭していた<sup>17</sup>。1987 年に設立された Elite-group は、そうしたマザーボード専門メーカーの最初のグループであった。台湾で、マザーボード専門メーカーのマザーボードは、米国メーカーの同等製品に比べて 2 割程度安かった。このため、1990 年代初めに、米国市場でパソコンの激しい価格競争が行われた時に、台湾製の安いマザーボードを採用するメーカーが多かった。メジャー PC ブランドベンダーの台湾 MB 専門メーカーからのマザーボード調達率は、1992 年の 32%から 1993

<sup>16</sup> Gateway2000 は、486 CPU 時代に主に Micronics 社から供給していた。しかし、Pentium CPU 以降、Intel 社からマザーボードを調達することになった(Tim Jackson, 1997)。

<sup>17</sup> もともと台湾のパソコン産業は、1983 年にさかのぼる。1983 年に IBM PC/XT が発売されると、その模造品パソコンが台湾メーカーで製造されるようになった。かれらは、Apple II の模造品も手がけていたため、当然の流れとして、IBM PC 互換機市場へと参入した。

しかし、1984 年、IBM は、BIOS を侵害しているとして台湾メーカーを台湾政府に提訴し、1985 年には、台湾政府当局と共同して BIOS 侵害業者の検挙を行った。1986 年には、IBM と台湾メーカーの間で和解が行われた。その後、台湾メーカーは、自社ブランドで PC を製造し、欧州への輸出を積極的に行うものと、北米の大手メーカーの OEM 先として、PC や MB の OEM 専門メーカーになるものがあった。

## 立本博文

には 48%、1994 年には、50%を超えた。(水橋, 2001)

台湾のマザーボードベンダーは、世界生産の 80%を生産していた。1994 年には 17.5 百万枚を生産した。(Electronic Buyers News, January 30, 1995) 1994 年当時、台湾メーカーのマザーボード生産のグローバルシェアは、81%に至っていた (Electronic Buyers News, March 4, 1996)。マザーボード市場に対して、台湾メーカーは大きな影響力を持っていた。

	Year	Motherboard
Taiwanese firms' production share to the World Wide	1995	65%
	2000	70%
	2004(4Q)	78%

引用: Momoko Kawakami (2007)

しかし、台湾マザーボードメーカーは、Pentium 向けのマザーボードを製造することに積極的ではなかった。1993 年の時点で、Intel は台湾マザーボードメーカーに自社の最新の CPU に対応したマザーボードを製造することを求めたが、Intel が思い描いたようにはならなかった。1994 年の Pentium の北米での CPU 世代別シェアは、3%程度程度であり、いまだ圧倒的に 486 CPU に対応したマザーボードが売れていた。このような中で、台湾マザーボードメーカーは、Pentium 対応マザーボードではなく、486 CPU 対応のマザーボードを供給することを選択した。

このため、Intel は最新の Pentium CPU をすばやく市場に普及させるために、自社で Pentium 向けのマザーボードを市場に供給する必要があるがあった。

### 4.2.3.4. INTEL 3-2-1 計画

1993 年から Pentium 向けのマザーボードを自社製造・供給していた Intel は、1994 年末に、1995 年のマザーボード生産量を大幅に引き上げる事を発表した。この計画は、Intel の 3-2-1 計画と呼ばれた。3-2-1 の意味は、3000 万ユニットの Pentium プロセッサ、2000 万セットのチップセット、1000 万枚の Pentium マザーボードを 1995 年に出荷するというものであった (Microprocessor Report, Vol. 9, No. 11, August 21, 1995)。

マザーボード 1000 万枚という量は、当時の台湾の全体生産量の 70%~80%にもあたるものであった<sup>18</sup>。このため、台湾のマザーボードメーカーは、Intel に強いプレッシャーを感じざるを得なかった。

さらに、Intel は、1995 年 6 月に自社の pentium 向けの新しいマザーボード<sup>19</sup>の価格を 11%下げ

<sup>18</sup> 1994 年の台湾のマザーボード輸出 unit 数は、およそ 30M unit。ただし、台湾で生産輸出される Desktop・NotePC 向けのマザーボードは、カウントされていない。

<sup>19</sup> この製品系列は Zappa という名称であった。

## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

た。元来 Intel のマザーボードは高価な分類であったが、この値下げにより、Intel のマザーボードは\$160/Unit になった。同じような機能をもつ台湾メーカ製のマザーボードは\$140-160/Unit であったため、見かけ上は台湾メーカ製のマザーボードに価格競争力があつた。しかし、Intel はプロセッサも含めた価格を提案し、販売をすることが出来た。このため、マザーボードのみを販売する台湾マザーボードメーカは、強い価格圧力に対応しなけりばならなかつた。(Electronic Buyers News, June 26, 1995)

しかし、Intel のこういった努力にもかかわらず、Intel の自社マザーボードの 1995 年の生産量は、結局 500~800 万枚にとどまつた (王 淑珍, 1997; Electronic Buyers News, March 4, 1996)。

### 4.2.3.5. マザーボードの標準化とチップセットの大量供給

ところで、Intel は、1995 年のマザーボードの大増産計画が未達に終わるのをただ見ているわけではなかつた。1995 年 7 月に、Intel はマザーボード規格である ATX 規格 (ATX 1.0 規格) を発表し、1995 年末に ATX 規格に基づいて、台湾のベンダーにマザーボードの生産委託を行うことにした。一定数量のマザーボードは自社生産するが、それを超える数量については、台湾マザーボードメーカから供給をうけるという方針に転換した(王 淑珍, 1997)。

ATX 規格は、マザーボード上の電源位置や CPU や外部 IO コネクタのレイアウトを細かく規定する標準規格である。ATX 規格はマザーボードのコモディティ化を強く押し進める性格の規格であつた。Intel は ATX 規格に準拠している自社でデザインしたマザーボードを台湾の OEM ベンダーから購入することにしたが、Intel だけでなくパソコンメーカも ATX 規格で、マザーボード調達するようになった。(Electronic Buyers News, March 4, 1996)。その後、Intel はマザーボードの規格を次々と発表するようになる。

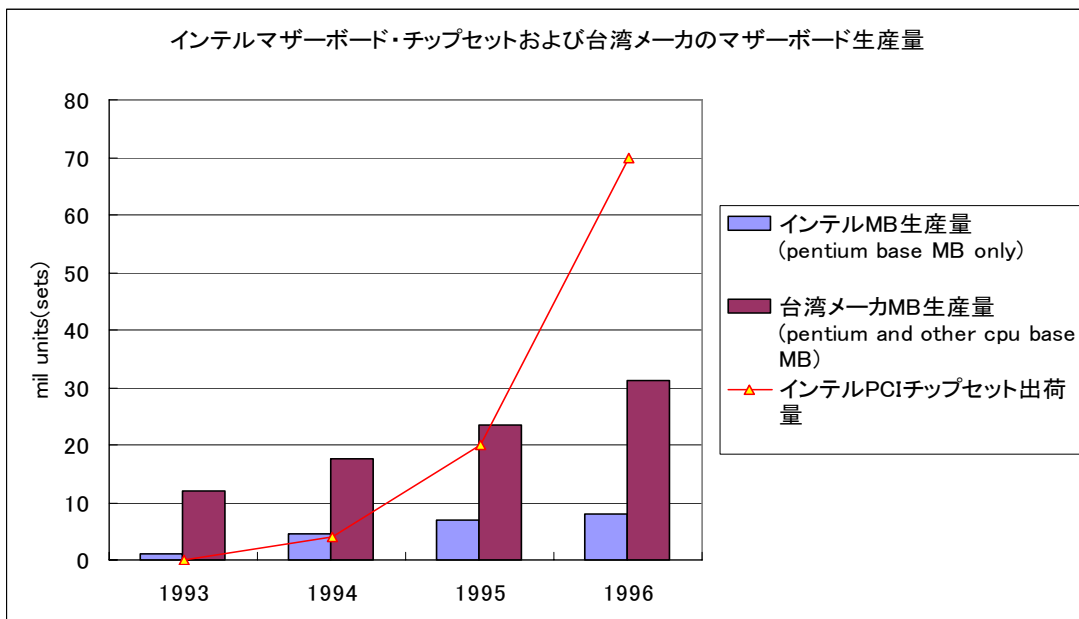
年	フォームファクター名	提唱者
1984年	AT	IBM
1985年	Baby AT	IBM
1995年7月	ATX	INTEL
1997年12月	MicroATX	INTEL
1999年2月	FlexATX	INTEL
1997年2月	NLX	INTEL、IBM、DEC
2001年3月	miniITX	VIA

1996 年に入ると、Intel は台湾の主要マザーボードメーカに、自社のマザーボードの技術をライセンスし始めた。その第一弾として、1996 年に Acer に技術をライセンスした(Electronic News (10616624); 1/29/96, Vol. 42 Issue 2101, p2)。さらに、Acer と同様に複数の台湾メーカに対して Pentium CPU 用のマザーボードの技術ライセンスを行った(Electronic Buyers' News; 3/4/96 Issue 996, p12)。

## 立本博文

1996年5月には、Intelは台湾の5大マザーボードメーカーと製造技術提携契約を締結した。前述のようにIntelは1996年のマザーボード生産量のうち、自社生産を600百万枚に制限し、それを上回る出荷分はすべて台湾のメーカーに委託することを決めた(王淑珍, 1997)。当時のIntelのマザーボードの主顧客は、Dell, Gateway2000, Micron Electronics などであった(Electronic Buyers' News April 28, 1997)

マザーボードに関しては、台湾マザーボードメーカーに生産委託をしたIntelであったが、チップセットに関しては、台湾マザーボードメーカーに自社チップセットを供給を続けた。台湾のマザーボードメーカーは、SISやVIAといった台湾ファブレスメーカーが設計した互換チップセットをマザーボードに使用することもあったが、ほとんどの場合、Intelチップをマザーボードに使用した。Intelは、世界最大のチップセットメーカーになり、台湾のチップセットメーカーは大きな打撃をうけた。



情報ソース: インテルMB生産量について

1993年については、Electronic Buyers' News May 30, 1994及び他資料より推定

1994年については、Electronic Buyers News, October 2, 1995

1995年については、Electronic Buyers News, March 4, 1996

1996については、Electronic Buyers News, April 28, 1997

台湾MB生産量について

THE WALLSTREET JOURNAL, OCTOBER 31, 1995

1995年,1996については、Electronic Buyers News, April 28, 1997

(ただし、いずれもデータ出所MIC)

インテルPCIチップセット出荷量について

Albert Yu (1998)

この結果台湾マザーボードメーカーが製造するほとんどのマザーボードは、Intelチップセットを

## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

使用し、Intel が当初求めた CPU とチップセットを連携させたプラットフォームを世界中に大量に供給するシステムができあがった。


### 4.2.4. プラットフォーム間競争：大量普及の装置としての標準化

#### 4.2.4.1. Intel が関与した標準化領域

Intel は自社 CPU を大量に販売することで初めて、多額の CPU 開発費用を回収したうえで高収益をあげることができる。自社 CPU の大量普及のサイクルを回すことが Intel の基本戦略である。

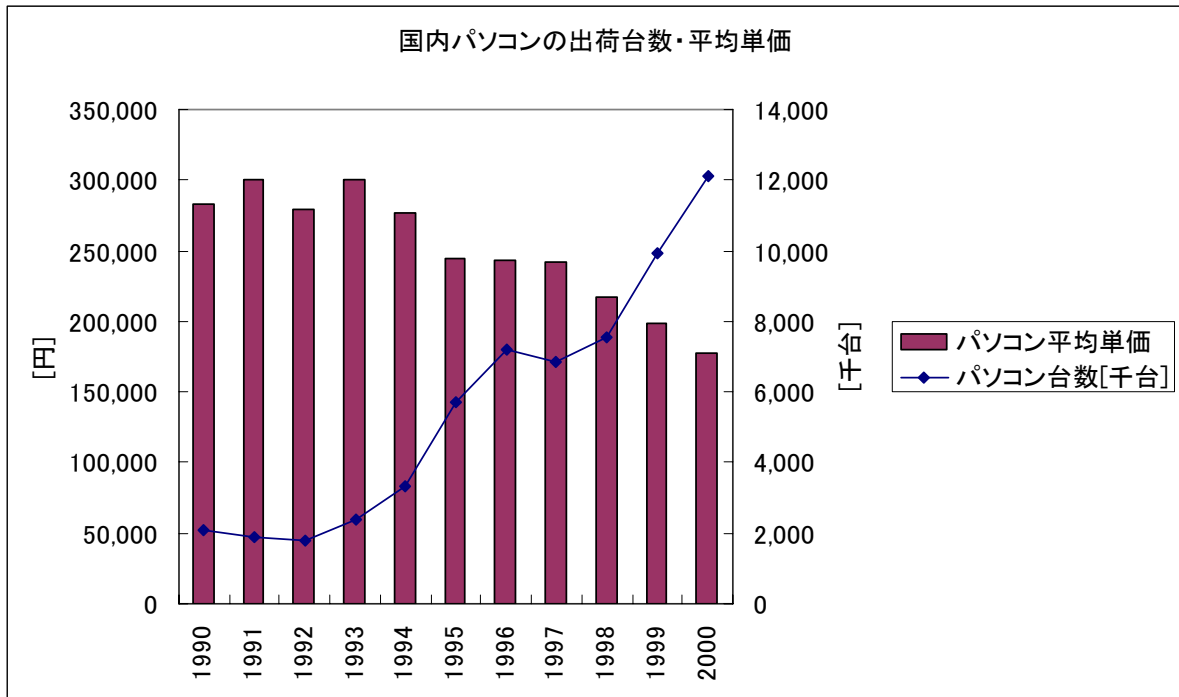
この基本戦略実現のために、標準化が大きな役割を担っている。CPU を大量普及させるためには、パソコンの大量普及が必要である。このため、Intel は CPU メーカーであるにも関わらず、完成品であるパソコンの標準化を様々な領域で行っている。とりわけ、90 年代半ば～後半になると標準化への関与が急激に増えており、標準化を戦略的に取り組んだように思われる。

分類	名称	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00
ローカルバス	PCI 1.0											
I/Oバス	PCI 2.0											
電源	ACPI 1.0											
MB形状	ATX											
周辺機器バス(低速)	USB1.0											
周辺機器バス(高速)	USB2.0											
HDD I/F	Ultra DMA											
グラフィックバス I/F	AGP 1.0											
オンボードサウンド	AC97											
PC全体設計	PC98 System Design Guide											
メモリ I/F	PC100,...											

 は、Intel社が関わった標準規格が発表された

Intel の標準化の目的は大きく 2 つある。第一の目的は、エントリーレベルのパソコンを急速にコモディティ化させ、大量普及に弾みをつけることである。マザーボードを規格化すれば、台湾マザーボードメーカーから最先端の CPU 用向け安価なマザーボードが供給されるようになる。第二の目的は、エンドユーザーが高機能な CPU パワーの恩恵を実感できるような機能(PnP 機能やマルチメディア機能)を標準機能として定義し、パソコンユーザーの裾野を広げることである。CPU パワーが必要な機能を標準化することにより、いつも最新の CPU をユーザーが購入することを促進している。

言うまでもなく、このような標準化に際して、Intel は CPU の内部技術情報を全てブラックボックスにしている。標準化されたプラットフォーム上に、自社の知財を埋め込んだ製品を独占的に供給する高収益ビジネスを確立したのである。

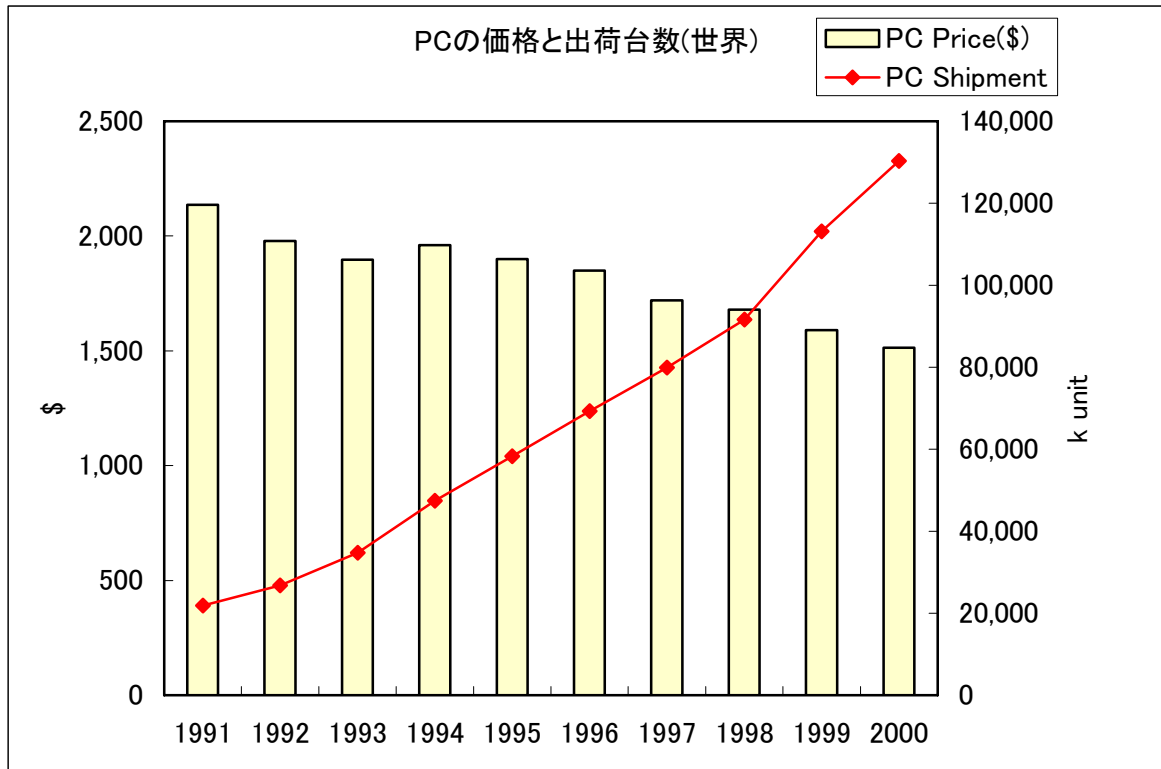


上図<sup>20</sup>は、日本国内のパソコンの平均単価と出荷台数である。1990年代を通して、平均単価と出荷台数の傾向をみると、平均単価が下落する一方、パソコンの出荷台数が増加している。平均単価下落が、パソコンの出荷台数を増やしているように見える。平均単価下落の原因の全てをパソコンの標準化に帰することは難しいと思われるが、その大きい要因である可能性が高い。

<sup>20</sup> データソースは、JEITA 発表各年。国内出荷台数は、パソコンブランドメーカー 20 社（各年により参加メーカー数は異なる）の出荷合算値となっている。実際の国内パソコンの出荷台数は、これより大きいものと考えられる。平均単価については、ノンブランド・パソコンやショップブランド・パソコンなどを考慮すると、実際にはこれよりも低いと考えられる。



### PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位



(データ出所：iSuppli より)

国内と同じ傾向を世界市場でも観察することが出来る。上図は、世界の PC 市場の平均単価と出荷台数の推移を示したものである。世界の PC 市場でも、PC の価格は、1990 年代下がり続けている。その一方で、PC の出荷数は、1990 年代を通じて一貫して増加している。

## 立本博文

### 4.2.4.2. 標準化とパソコンのコモディティ化：誰と組むのか、どのように組むのか

分類	名称	標準完成年	区分	標準化形態
ローカルバス(CPU周辺)	PCI 1.0	1992	INTEL中心SIG	元々INTEL中心のSIG。その後、標準化団体:PCIイニシアチブへ。
I/Oバス(周辺機器周辺)	PCI 2.0	1993	INTEL中心SIG	標準化団体:PCIイニシアチブ
電源	ACPI 1.0	1996	有力者と共同	Microsoft, INTEL, 東芝が中心となり発表。
MB形状	ATX 1.0	1995	INTEL単独	Intel社が発表したPC/AT互換機用のマザーボードの規格。
周辺機器バス(低速)	USB1.0	1996	INTEL中心フォーラム	Compaq・Intel・Microsoft・NECが初期。その後、USBフォーラムへ
周辺機器バス(高速)	USB2.0	2000	INTEL中心フォーラム	INTELとMSが中心となってUSBフォーラムへ
HDD I/F	Ultra DMA	1996	有力者と共同	Quantum社とIntel社が発表し、1998年にANSIIによってATA/ATAPI-4として標準化。
グラフィックバス I/F	AGP 1.0	1996	INTEL単独	Intel社が発表したビデオカードとメインメモリ間の専用バス(データ伝送路)規格。
オンボードサウンド	AC97	1996	INTEL中心SIG	Intel社が1996年に提唱したサウンド機能を実現するためのLSIの規格。
PC全体設計	PC98 System Design Guide	1997	有力者と共同	MSの著作(1997)からMSとINTELの共著(1998)
メモリ I/F	PC100,...	1998	INTEL単独	INTEL独自。ただし、のちにJEDEC標準にかぶせる形に。

Intel が標準化を行う場合、およそ3つのパターンが存在する。単独で標準化を行う場合、少数の有力メーカーと標準化を行う場合、Intel を中心としたフォーラム、コンソーシアムや SIG などによって標準化を行う場合などのケースがある。Intel が単独で標準化を行うことは少ない。

Intel 単独で標準化を行った例としては、グラフィックバス I/F やメモリ I/F がある。これらに共通しているのは、CPU に直結するノースブリッジのインターフェースであるということである。これらは、CPU のパフォーマンスに直接影響を与える要素となる。このため、Intel 単独でインターフェース標準化を行っているものと思われる。ただし、メモリ I/F のように JEDEC 標準の上に、Intel がさらに厳しい制約の標準化を行っている場合もある。

また、Intel が単独で標準化を行ったものには、マザーボードの形状の規格である ATX 規格も存在する。

SIG やフォーラムで標準を決めたケースとしては、PCI や USB が挙げられる。PCI や USB はその性質上、多くのデバイスメーカーに参加してもらう必要がある。しかし、これらのフォーラムや SIG の初期の参加メンバーは限られており、初期の参加メンバーで具体的な仕様などを策定した後、後から参加する多くの企業は初期メンバーの成果を利用することが出来た。

少数の有力な企業だけで、標準規格が決まるものもあった。例えば、電源規格である ACPI や、HDD とのインターフェースである Ultra DMA などは、Intel とその分野で有力なメーカーとで標準化規格を策定していった。

### 4.2.4.3. プラットフォーム間の競争：大量普及出来なかった RISC CPU の敗北

このように、パソコンの様々な部分を標準化することにより、ボリューム層をターゲットとしたパソコンは、急速にコモディティ化していった。コモディティ化の過程で、メーカー間の差別化のポイントがなくなり、パソコンの低価格化が進んだ。それに併せて、パソコンが大量に普及するようになった。そのパソコンに搭載された Intel の CPU も大量に供給されるようになった。

一方、Intel CPU の競合である RISC CPU を搭載したパソコンの価格は、相変わらず高いままであった。Windows NT に対応した RISC パソコンは、特に 3D グラフィックを目的とした専門家や安価な EWS として使われたが、ボリュームゾーンの消費者が使うためには、高価すぎた。このため、RISC CPU を搭載したパソコンが大量普及することはなかった。

Windows シリーズでは、最も早く 32bit 化した Windows NT は、当初、さまざまな RISC CPU に対応する予定であった。しかし、RISC CPU が市場を形成できなかったため、結局、その後継バージョンの Windows 2000 では、Intel 製の CPU(とその互換 CPU) しか、サポートされなくなってしまった。RISC CPU を搭載したパソコンの価格を下げられず、大量普及することが出来ず市場形成することが出来なかったために、補完財としての OS も供給されなくなってしまった。RISC CPU は、普及競争において Intel に敗北してしまっただのである。

## 5 プラットフォーム構築の結果・影響

### 5.1. Intel プラットフォームの完成：バス構造からみるオープンクローズの領域

Intel が行った標準化は、一見、パソコンの全てを標準化したように見える。しかし、その標準化対象領域を精査すると、CPU とチップセットによって構築した Intel プラットフォームの外部インターフェースのみを標準化していることがわかる。例えば、どのようなメモリが接続できるか、どのような HDD が接続できるのかといった CPU とチップセットの外部インターフェースの標準化を次々にしていった。

CPU とチップセットによって構成されるプラットフォームの外部インターフェースを徹底的に標準化していく一方、プラットフォーム内部は、ブラックボックス化された。この傾向は、Pentium CPU から、次の世代の Pentium II CPU になり、いっそう強まった。Pentium II CPU の世代では、ノースブリッジは MCH(メディアコントロールハブ)へ、サウスブリッジは IO コントロールハブへとそれぞれ改称された。PCI バスは、ICH の下に置かれることとなり、MCH と ICH は、独自仕様の専用インターフェースで接続されることになった。この結果、CPU とチップセットの間は、完全にブラックボックスになった。

ブラックボックス化は、ライセンスによる許諾と、情報の隠蔽化の 2 つの方法でなされた。

## 立本博文

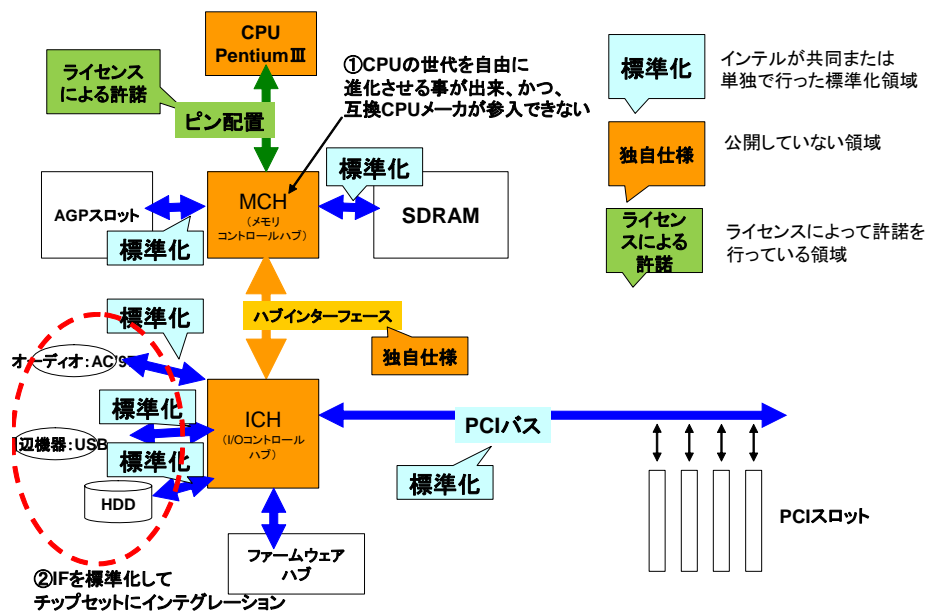
ライセンスによる許諾は、CPU と MCH（ノースブリッジ）間を走るローカルバスに対して主に行われた。ライセンスの元となっている特許は、ローカルバスのバスプロトコルに組み込んだ特許がライセンスの基盤となっている。チップセットと CPU の 2 つを自社供給することによって、特許をバスプロトコル内に組み込む事を可能にしている。ライセンス許諾をうけた互換 CPU メーカーは、Pentium CPU とピン配置互換の CPU を作ることが出来ないようになっている。

情報の隠蔽化に関して述べると、CPU 自体のインターフェースも限られた API のみが完全公開されるようになり、性能向上や互換 CPU をつくるために必要と思われる API に関しては、NDA 契約を結ばない限り、Intel から情報開示を受けることが出来ないようになった<sup>21</sup>。

プラットフォーム内部はブラックボックス化し、さらに特許による保護も行っているため、Intel が構築したプラットフォーム内部に互換 CPU メーカーが参入することができないのである。

### インテルの関係した標準化領域(標準化/独自/許諾)

P-6バス(Pentium II/III)以降のバス



プラットフォームの外部インターフェースに接続される部品(DRAM,HDD 等)は、インターフェースが標準化されてしまったため、大変厳しい価格競争にさらされるようになった。また、完成品であるパソコンも、CPU とチップセットが連携して提供する機能が標準規格化されたため、

<sup>21</sup> Intel は Pentium の仕様書である Pentium Processor User's Manual, Volume 3:Architecture and Programming Manual, Intel Corp. では、Pentium 本来の性能を発揮させるために必要な情報（例えば、複数の命令セットを同時に使った場合のパフォーマンスの影響度合いなど）は NDA を締結した上で Intel からマニュアルを入手すること、としている。互換 CPU メーカーにとって、Intel から必要な情報が公開されていた 486 とは異なり、Pentium 互換プロセッサを設計することが格段に難しくなった。

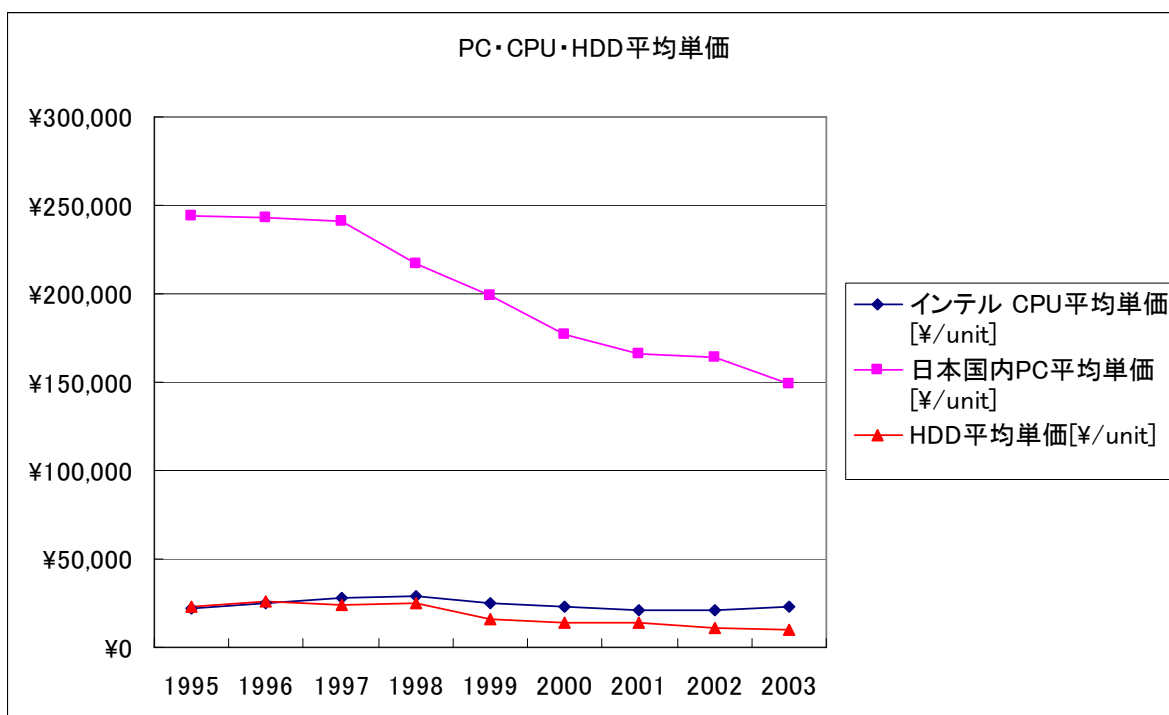
コモディティ化が急速に進み価格下落していった。

一方、プラットフォーム内部にある CPU の価格は安定的に推移し、平均販売単価がほとんど下がることなかった。これにより、Intel は高い粗利益率を保ったまま 1990 年代を通して約 8 倍もの売上高の成長を達成することに成功したのである。

## 5.2. 平均販売単価:パソコンのシステム価格は下がり、MPU 価格は維持される

プラットフォームの効果を検証するために、パソコンとその部品の平均販売価格の推移を見よう。平均販売価格とは、その年の総出荷額を総出荷数で割ったものである。

Intel は Pentium CPU 世代からプラットフォーム戦略を推し進めた。Pentium CPU の発売は、1993 年であるが、プラットフォーム戦略の影響が出始めたのは、Pentium CPU の普及がある程度進んだ 1995 年以降の事と考えられる。よって、1995 年移行の推移を観察してみる。

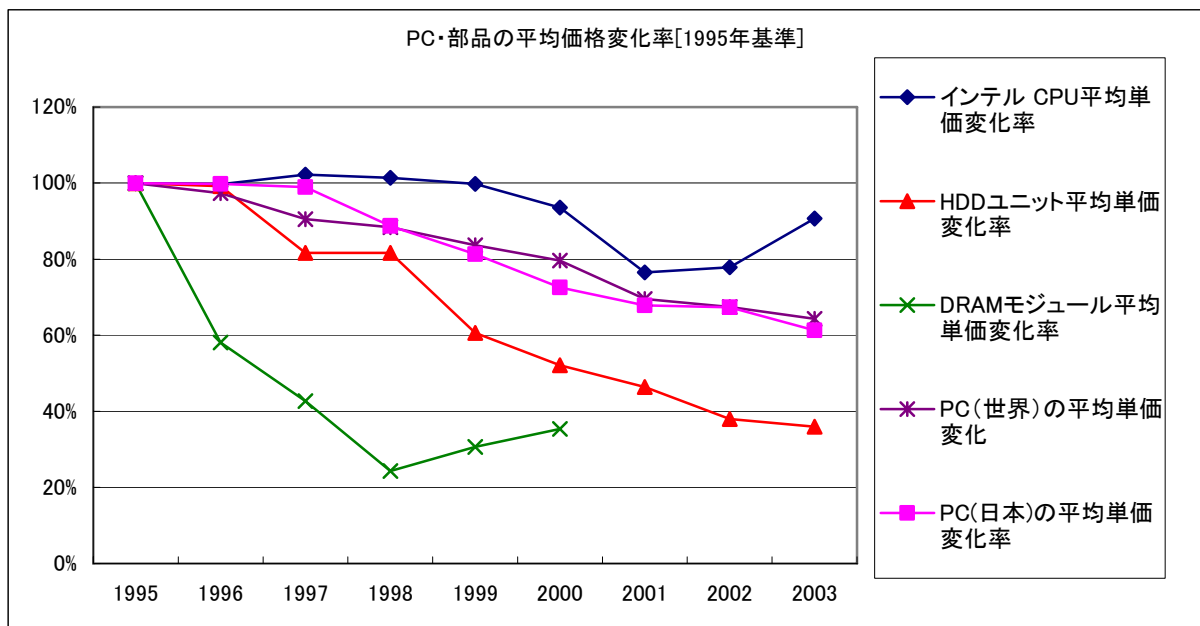


1995 年以降、パソコンの平均販売価格は、一貫して下落している。同じく、HDD も単価下落しているように見える。それに対して、CPU の平均販売価格は、より安定しているように見える。

このことを、精査するために、1995 年を基準年として、おのおのがどの程度価格変化したのかを時系列でプロットしてみる。まず、もっとも価格下落率が大きいのは、HDD であることがわかる。1995 年基準の 40% 以下の平均価格となっている。

## 立本博文

日本国内パソコン平均単価も一貫して下落していることがわかる。日本国内パソコン平均単価は、元データにブランドメーカーのパソコンを使っているため、ノンブランド・パソコンであったり、ショップブランド・パソコンなどが含まれていない。これらのパソコンを考慮すると、実際には、もっとパソコン平均単価が低い可能性があり、平均価格ももっと急激に下落している可能性がある。



(データ出所：インテル CPU 平均単価は、Microprocessor Design Report より  
PC (世界) の平均単価及び DRAM モジュール平均単価は、iSuppli より  
HDD 単価は、TSR より)

その一方、Intel の CPU の平均単価に関しては、2001 年、2002 年に大きな価格下落を起こしているものの、それ以外の年では、安定的に価格が推移していることがわかる。1997 年や 1998 年には、1995 年よりも高い平均単価を記録している。2003 年の平均価格水準は、1995 年の平均価格水準の約 90%である。実に 8 年間で 10%しか価格下落していない事になる。つまりプラットフォームを形成した Intel 社の CPU は、同じパソコンの主要部品である HDD が大きく価格下落していた時期においても、ほとんど価格下落しないか、むしろ価格が上昇するというようなことがおきていたのである。

さらに、完成品であるパソコンの平均単価と IntelCPU 平均単価の推移に注目すると興味深いことがわかる。完成品であるパソコン価格は一貫して価格下落をしているが、CPU の平均単価は、安定的である。少なくとも、2000 年までの両者の平均単価の推移を比較すると、価格下落

## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

するパソコンの平均単価に対して、安定的に推移する IntelCPU 平均単価という構図が見て取れる。

2001年、2002年の IntelCPU 平均価格の下落について補足すると、2001年は半導体不況の年であったのに加えて、Intel プラットフォームがプラットフォームの世代移行につまづいた年であった。Intel は、この当時、次世代メモリ規格に RDRAM 規格を押ししていた。しかし、業界は DDR-SDRAM 規格を押ししており、ここで乖離がおきた。Intel は、当初、RDRAM 規格をサポートするチップセットしか供給しておらず、「Pentium4 CPU は、RDRAM で動作する」という構図を主張していた。

それに対し、互換 CPU メーカーである AMD は、DDR-SDRAM 対応のチップセットとともに、互換 CPU を販売した。この時期、AMD は CPU 市場でシェアをのぼし、それとは対照的に、Intel の新世代 CPU である Pentium4 への移行はすすまなかった。結局、RDRAM 規格が主流になることはなかった。Intel は、2001年末に DDR-SDRAM 対応のチップセットを発売し、DDR-SDRAM への対応を行うとともに、互換 CPU メーカーへの対抗策として、CPU 価格を下げざるを得なかった。このことが、2001年、2002年の IntelCPU の平均単価下落の原因である。2003年には、Intel が供給するチップセットで DDR-SDRAM への対応が終わり、さらにノートパソコン対応の新プラットフォームの発表やサーバ向け販売が好調だったため、CPU 平均単価が従来水準に戻りつつある。

Intel が、ほぼ独占的に CPU を供給しているといっても、互換 CPU メーカーである AMD が存在する以上、CPU に対して常に価格圧力がかかっている。その中で、プラットフォームの移行がうまく進まない場合は、この価格圧力環境の中に入れられることになる。2001年、2002年の平均単価下落の場合、プラットフォームを形成する上で重要なメモリ規格について、Intel の主導する規格(RDRAM)とは別の規格(DDR-SDRAM)が主流になってしまったため、Intel のプラットフォーム自体の競争力が低くなってしまった。

2001年・2002年の平均単価下落は、逆説的にはあるが、Intel が形成したプラットフォームの効果が非常に大きいことを示している。プラットフォームの効果は、やはり平均単価下落を抑える役目があると考えられる。

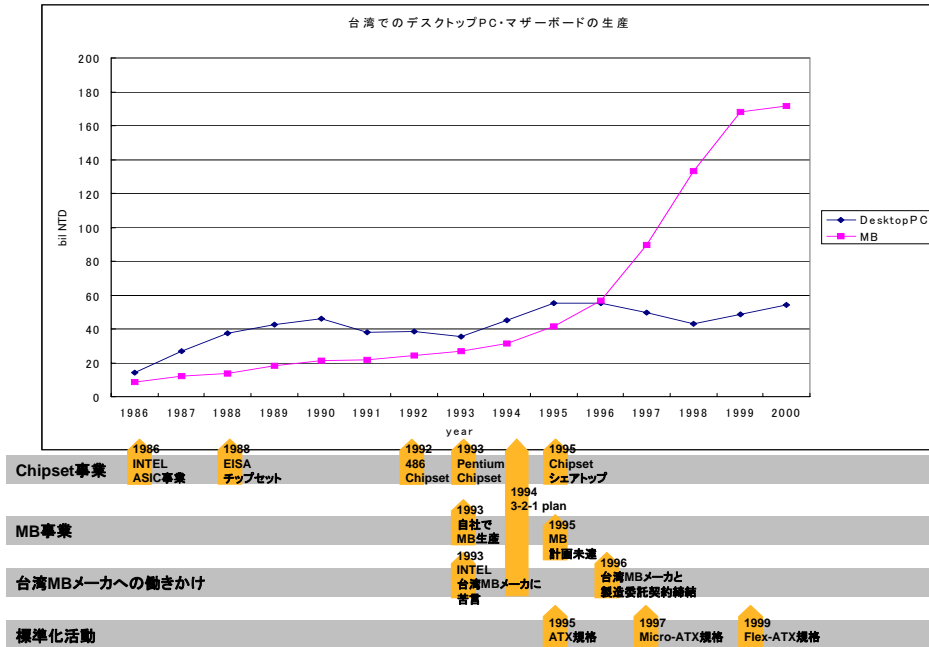
### 5.3. 周辺産業への影響：台湾のマザーボード産業の成長

Intel が行ったプラットフォーム戦略は、自社の MPU ビジネスのためのものであるが、Intel だけが恩恵を享受したわけではない。Intel の標準化によってビジネスを拡大したのが台湾企業であることを忘れてはならない。

1995年のマザーボードの標準化(ATX 1.0 規格)以降、台湾メーカーは急速に成長し、世界需要の

約 70~80%を供給するに至った。台湾のマザーボード輸出額は、2000 年には 1990 年時点の 8 倍に達し、同国を支える主力産業の一つとなった。

## 台湾のデスクトップPC/マザーボード生産



Pentium CPU を市場に導入した 1993 年当時、Intel は Pentium 向けのマザーボードを自社のプエリトルコの工場を中心に生産していた。半導体企業である Intel が CPU、チップセットのみならずマザーボードまで生産することに、当時のアナリストの意見は分かれていた。Intel の CPU に対して補完財の役割をするマザーボードを生産する台湾マザーボードメーカーを脅かすような事をするべきでない、という意見が多かった。

本論文では、Pentium 世代のマザーボードが PCI バスを搭載することに着目して、要素間の依存性が高い、新世代のマザーボードを Intel が手がけることにより、早い段階で検証されたマザーボードが市場に供給されることのメリットを説明した。1993 年に Intel が自社で Pentium 向けのマザーボードの生産を始めた時に、すでに台湾マザーボードメーカーに対して、Pentium 向けのマザーボード生産の要請を行っていた。しかし、それは、世帯普及率がまだほんの数%という最先端の CPU 向けのマザーボードを生産してほしいという要請であり、台湾マザーボードメーカーにとってみればリスクの高いビジネスであった。例え、台湾マザーボードメーカーに開発力があり、Pentium 用のマザーボードの開発に成功したとしても、販売リスクを無視することはできなかった。よって、1993 年に Intel が自社で Pentium 用のマザーボードを製造せざる得なかったのは、仕方がないことであった。



## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

一方、1995年から1996年にかけてのIntelと台湾マザーボードメーカーが行った棲み分けのあり方は、注目に値する。1995年、IntelはPentium CPU普及の年にとらえ、Pentium向けマザーボードの大増産を行った。この大増産計画は、1994年の時点で台湾マザーボードメーカーに知らされており、台湾マザーボードメーカー側でもPentium向けのマザーボードを増産して、Intelに対抗する処置がとられた。

結局、Intelは、マザーボードを1000万枚供給するというIntel 3-2-1計画の目標を1995年に達成することは出来なかった。しかし、1995年7月にATX規格(ATX 1.0)を発表している。ATX規格は、マザーボードのレイアウトなどを細かく決めており、調達のための購入仕様として使うことが出来るほど詳細に定められた標準規格である。さらに、1996年には、Intelは自社でのマザーボード生産を限定し、台湾マザーボードメーカーにATX規格に準拠するマザーボード生産を委託する契約を行った。

台湾マザーボード産業は、これを契機に年間生産額約40bil NTD(1995年)から約170bil NTD(2000年)へと、5年間で約4倍の躍進をとげる。Pentium向けのマザーボードの初期のリスクをIntelが受け持ち、さらに、調達のための製品の標準化(ATX規格)を行うことで、台湾マザーボード産業が、Pentiumを採用するパソコンメーカーに対して、自社生産したマザーボードを供給することが容易になったのである。

ATX規格が発表される以前のデスクトップパソコンの標準的なマザーボードの規格であるAT規格は、IBM/PC ATに採用された規格である。AT規格は、IBM PC/ATのためのIBM自社内規格であったため、曖昧な点多かった。詳細なねじ位置や電源位置が決められていなかったため、物理的な干渉をおこすことも多かった。実際AT規格に準拠したマザーボードを互換パソコンメーカーが調達したとしても、パソコン筐体内に納めるためにはカスタマイズが必要であった。このため、互換パソコンメーカーは、発売モデル毎に台湾マザーボードメーカーと詳細に仕様決めを行った後でなければ、マザーボードを発注することは出来なかった。

さらに、チップセットに関しても、Pentium以前の486 CPU世代では、さまざまなチップセットメーカーがチップセット供給をしていたのに加えて、パソコンメーカーが自社で使うチップセットを独自に設計している例もあった。このため、台湾マザーボードメーカーは、これら様々なチップセットを使いこなすことが競争力の一端となっていた。

一方、Pentium以降のチップセット市場は、IntelがPentium向けのチップセットを大量供給した結果、ほとんどの台湾製のマザーボードは、Intel製のチップセットを使うこととなった。このため、台湾マザーボードメーカーは、Intelが供給する最先端のCPUとそれに対応したチップセットを、いかに早くマザーボードに搭載して量産するかが競争力となった。ある意味では、マザーボードに搭載する機能での差別化が難しくなった一方、製造品質や納期遵守、製造コストでの競争優位を確立することになった。ATX規格準拠のマザーボードに移行した結果、台湾マザーボ

ードメーカーにとっては個別顧客への対応リスクが小さくなり、技術への安定的な投資が出来るようになった。

マザーボードに対して標準規格を決め、さらにそのマザーボードを設計するための重要部品であるチップセットを Intel が供給することによって、Pentium ベースのパソコンは、1995 年以降、急激な成長を遂げることが出来た。このことを台湾マザーボードメーカー側から見れば、マザーボードの標準化により競争のルールが規格品の大量供給に転換したことを見逃さず、大きな成長を遂げたのである。

プラットフォームを供給する先進国企業存在を前提として、標準化による国際分業は、新興国の経済発展に大きな可能性を与えていると考えられる。

#### 5.4. Intel の脅威はどうなったのか？

2 節で紹介した Intel の困難は、プラットフォームの形成および普及によって、どうなったのだろうか？

##### ① 互換 CPU メーカー台頭の脅威

Intel が CPU とチップセットによってプラットフォームを作り、さらにそれを台湾マザーボードメーカーに提供することによって、世界中に Intel プラットフォームが普及した。

Intel プラットフォームは、プラットフォームの外側を徹底的にオープンインターフェースにし、内部はブラックボックスにした。場合によっては、特許による保護や、NDA 締結による保護を行った。この結果、Intel のチップセットを使えるのは、Intel だけとなった。

AMD や Cyrix は、486 CPU 時代には、Intel の CPU の代替品として自社の CPU を提供した。その最も典型的な形が Pin 互換の形式による CPU の提供であった。ピン互換であれば、Intel やチップセットメーカーが構築してきたバスやチップセットなどはそのままにして、CPU だけを互換 CPU メーカーのものにすれば良かった。

しかし、Intel プラットフォームによって、互換 CPU メーカーは、チップセットを自社で独自に開発しなくてはならなくなった。そして、そのチップセットをマザーボードメーカーに採用してもらえるように働きかけなくてはならなくなった。互換 CPU メーカーによって、独自のチップセットの開発や、その普及は大変大きな負担であった。互換 CPU は、シェアを拡大することが困難となり、Intel の CPU のシェアが高い状態が続くこととなった。

Cyrix は、独自にチップセットを開発・普及させることが出来なかった。このため、一般的なパソコンの CPU 市場からは撤退し、1998 年に MediaGX という低価格パソコン向けの一体型 CPU を発売した。MediaGX は、1000 ドルパソコン向けのワンチップマイコンとして、画像処理プロ

## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

セッサなどを CPU と統合した製品であった。この 1000 ドルパソコン向けチップは Compaq<sup>22</sup>に採用されて、一定の成功を収めた。しかし、Intel が 1998 年に低価格パソコン向け画像処理プロセッサを持つ Chips & Technologies 社を買収し、低価格のグラフィック統合チップセットを発売したので MediaGX は苦しくなった。その後、1997 年 Cyrix は、National Semiconductor に買収された。さらに 1999 年に、互換チップセットメーカーの VIA technologies（台湾）に、National Semiconductor の Cyrix 部門は買収され、パソコン市場向けの CPU からは撤退した。

AMD は、1995 年 Intel から技術供与ライセンスをうけるという意志決定をした。その結果、P-6 世代以降の CPU に関しては、PIN 互換の CPU を作る事をやめる事が決定した(Tim Jacson, 1997)。AMD は、Intel が提供するチップセットを利用することができなくなった。チップセット専門メーカーが、AMD 用のチップセットを開発し、市場に提供したが、そのシェアは全体のチップセットの市場からみれば小さいものであった。以前であれば、ある世代の CPU が陳腐化すれば、価格の安い AMD の CPU が売れるというサイクルが繰り返されてきたが、Intel が構築したプラットフォームを利用できるのが Intel 社の CPU だけであったため、そのようなサイクルが無くなってしまった。AMD と Intel のマーケットシェア差は、歴然としたものになった。

### ② 予期せぬパソコンの低価格化：システムメーカーとの競合による PC 価格低下

1990 年に北米のパソコン価格下落によって、パソコンという製品が成熟製品となり、今後のパソコン市場の競争は、価格競争になると多くのアナリストが指摘した。このような背景の下、有力な互換機メーカーであった Compaq は、社長を創業者のロッド・キャニオンからエッカード・ファイファーに交代し、パソコンの調達や製品設計を一から見直すことで、低価格戦略を進めた。低価格パソコンのための設計合理化には、CPU の調達先の見直しも含まれていた。Intel は、386 CPU の時代から、セカンドソースライセンスを認めない政策をとっていた。そのため、パソコンメーカーからみれば、Intel 社からしか CPU の供給を受けることが出来なかった。このため、CPU 価格が高止まりしているのではないかと、この印象をパソコンメーカーは抱いていた。このパソコンメーカーの懸念が、1991 年～1992 年にかけて互換 CPU メーカーが、急激にシェアを伸ばす結果につながった。

Intel がチップセットと CPU によって作ったプラットフォームは、パソコンの低価格化が進んでいく中であって、Intel にとって、3つのメリットをもたらした。

1 つ目は、チップセットまで Intel が供給することにより、スムーズに次世代の CPU を市場に導入することが出来るようになったことである。CPU の世代交代をスムーズに進めることによって、CPU のハイエンドをいつも提供することができるようになった。以前は、新しい世代の CPU

## 立本博文

に対応したチップセットをシステムメーカーが開発していたために、CPU の世代交代がスムーズに進まないことがあった。特にシステムメーカーは、新しい CPU を搭載したパソコンは、プレミアムがつくため、これを市場に大量供給するよりは、少量だけ供給してプレミアム価格を守る行動をとりがちであった。そうしておいて、十分 R&D 費を回収した後、大量に新しい CPU を搭載したシステムを供給するようにした。このため、新しいシステムが市場に大量供給されるには一定の時間がかかってしまっていた。Intel のチップセットは、このタイムラグを大幅に削減することに成功した。

2つ目は、Intel は、パソコンがもつ様々な機能を標準化し、その上で自社のチップセットに取り込んでいった。この結果、パソコンが持つ機能のほとんどがチップセットに取り込まれていった。取り込まれた機能は標準化されていたために、Intel のチップセットを使ったパソコンは、どのメーカー製のパソコンであっても、同じ標準機能をもつパソコンとなった。これにより、パソコンのコモディティ化が急速に行われていった。この結果、パソコンメーカーが独自にもつ差別化領域はどんどんと小さくなっていった。Compaq のような自社で独自に R&D をするメーカーの力が相対的に低くなり、自社で R&D 部門を持たない Dell や Gateway2000 といった管理費率が小さく流通網に自社の強みを集中させた企業が拡大していった<sup>23</sup>。

3つ目は、Intel が CPU とチップセットによって、プラットフォームを構築したために、パソコン平均販売価格が下がっても、MPU の平均販売価格が下がらなくなったことである(参照 5.2)。その一方、Intel のプラットフォームの外に置かれた HDD の平均販売価格は、急激に下落した。パソコンの平均販売価格が下がることによって、パソコンの普及が進み、出荷台数は大幅に増え、それに従い Intel は高い粗利率を維持したまま、1990 年代をとおして約 8 倍もの売上高の成長を成し遂げることができた。

この結果、システムメーカーであるパソコンメーカーとデバイスメーカーである Intel との立場が逆転した。Intel は、一基幹部品の供給メーカーから、プラットフォームリーダーの地位を確固たるものとした。パソコンの製品としてのイノベーションを Intel が集中して行う構図ができあがった。

### ③ RISC CPU メーカーの台頭と ACE 連合, windows NT

1980 年代後半～1990 年初頭にかけて、Intel CPU のような CISC CPU よりも有利だといわれた RISC CPU のメーカーとそれを支援した ACE 連合は、結局 RISC CPU をベースとしたパソコンを普及させることが出来ず、姿を消していった。RISC CPU ベースのパソコンを普及させることが出

<sup>23</sup> 1987～1990 年までの平均売上高一般管理費は、Compaq が 7% に対して Dell が 5%。平均マーケティング費は Compaq が 12% に対して Dell が 14%。1991 年以降、Compaq は、一般管理費とマーケティング費を併合して申告しているため、同様の比較が出来ない。

来なかったもっとも大きな理由は、RISC CPU ベースのシステムの価格を安くすることが出来なかったからである。

RISC CPU が普及せず集荷数量が伸びない、よって、RISC CPU の価格を落とすことができない。RISC CPU の価格が下がらないために、RISC CPU の出荷数量が伸びない、といった悪循環が続いた。一時期は Intel CPU よりも遙かにパフォーマンスの高い RISC CPU 環境であったが、Intel CPU が世代を経てパフォーマンスを上げたのに対して、RISC CPU は次の世代の RISC CPU を出すことが出来なかった。Intel CPU は、世代をへる毎に、搭載するトランジスタ数を増やしていった。Intel CPU が大量に普及した結果、多額の投資をプロセッサ開発に投じることが出来た。この結果、Intel CPU は、多くのトランジスタを CPU に搭載することが可能となり、並列処理等が可能となり、パフォーマンス面で RISC CPU に対抗できるようになっていった。同様に多額の投資をプロセス技術開発や生産設備にすることが出来た。この結果、動作周波数競争でも、RISC CPU よりも CISC CPU である Intel CPU が勝るようになっていった。出荷数が多い PC 用の CPU 分野でプラットフォームを構築した Intel が多額の投資を行ったため、本来 RISC CPU が得意なはずの動作周波数の面でも、性能を凌駕してしまった。多くの RISC CPU は、市場から姿を消していった。現在 RISC CPU は、PC 以外の分野、とりわけ省電力性を必要とする分野で ARM, SH, MIPS 等が活躍しているにとどまっている。

#### ④ 旧世代の CPU に固定させるようなバスの存在：VL-バスと ISA バス

PCI SIG で PCI バスが規格化され、ISA バスは PCI バスの下で動く低速でレガシーなバスとして扱われるようになった。新しく開発される高速なデバイスは、ISA バスではなく、PCI バスをターゲットにして開発されるようになった。

しかし、低速なデバイスに関しては、依然として ISA バスをターゲットにした開発が行われた。Intel のチップセットでは、PCI バスと ISA バスの間にバスブリッジ（サウスブリッジ）をもうけることにより、レガシー性の問題を、サウスブリッジの向こう側においやった。

高速なグラフィックデバイスに対応した VL-バスについては、同様の目的で規格化された PCI バスが主流になっていった。このため、VL-バスに対応したデバイスは、その後ほとんど上市されなくなっていった。

## 6 発見事実と考察・インプリケーション

### 6.1.発見事実

本論文では、Intel が 1990 年代に行ったプラットフォーム戦略について明らかにしてきたが、詳細に事例を記述したために、いくぶんわかりにくくなった嫌いがある。そのため、次に続く 6.1.1～6.1.3 において事例の整理を行う。

### 6.1.1 Intel プラットフォームの形成：バス・アーキテクチャ、チップセット

Intel の事例において、CPU とチップセットをどのようにプラットフォーム化したのだろうか。本論文で明らかにした事例を簡単に整理する。

Intel は、CPU とチップセットによってプラットフォームを作り出した。MPU 事業とチップセット事業は、従来どちらも Intel の事業として行っていたものであった。しかし、両者は別事業部におかれ、ロードマップを共有していなかった。プラットフォーム戦略をとるようになり、チップセット事業部は、MPU 事業部の下におかれ、CPU とチップセット双方を取り入れた共通のロードマップを描くようになった。プラットフォーム形成の第一歩として Intel が行ったのは、自社内の中心的事業とその周辺事業の統合であった。

同時期に、Intel はチップセット間のプロトコルを定めることを開始した。すなわち PCI バス・プロトコルの策定である。PCI バスの策定は、パソコン産業全体に対してメリットがあるだけでなく、Intel にとってもメリットがあった。高速な PCI バスを策定することは、RISC CPU に対抗する観点からいえば、CPU 単体ではなく PC のシステム全体としてパフォーマンスを高める事ができる。Intel の CPU は、CISC CPU に属する。当時の学术界では、CISC CPU は科学的に不利だと言われており、これからは RISC CPU の時代であるとの雰囲気があった。しかし、高速な PCI バスを策定することで、システム全体として、RISC CPU を搭載した製品よりも高いパフォーマンスを出すことが出来た。しかも、以前は CPU が高周波化して、新しい CPU を市場に導入するたびに、いちいちパソコンシステム全体を再設計していたが、2つのバスブリッジを導入することで、システム全体の再設計なしに CPU を入れ替えるだけで、最新の CPU を搭載したシステムとなるようになった。

PCI バスは、PCI SIG によって公開され、拡張 IO デバイスメーカーであれば、誰でも、このプロトコルを利用した拡張 IO デバイスを開発することが出来るオープンな標準規格となった。この結果、多くの拡張 IO デバイスメーカーが、PCI バス用に拡張 IO デバイスを開発し、供給するようになった。

次に Intel が行ったのは、オープン規格となった PCI バスに対応したチップセットの大量供給であった。チップセットは、ノースブリッジとサウスブリッジから構成されていた。ノースブリッジがあるおかげで、高周波動作する CPU が量産できるようになり随時市場導入したとしても、システム全体を再設計する必要はなかった。このチップセットを使って、システムを設計すれば、誰でも最新の CPU と高速な PCI バスを利用することが出来るようになった。従来、こうした次世代バスは、IBM や Compaq のような技術力のあるパソコン完成品メーカーが行うものであった。

## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

しかし、このような力のあるセットメーカーが、自社の製品のために行うチップセット開発では、最先端の CPU に対応したチップセットが、ボリューム価格帯のパソコンに降りてくるまでに、18 ヶ月～24 ヶ月が必要であった。その間に、R&D 費を十分に回収して、その後にボリューム商品に最先端のチップセットを使うというのが、従来のパターンであった。しかし、Intel は、はじめからチップセットの供給を行った。そのため、PCI バスに対応したパソコンが急速に立ち上がった。

Intel が CPU とチップセットをセットにしたビジネスを行っていたのに対して、互換チップセットメーカーは、互換チップセットのみでビジネスを行っていた。チップセットは、CPU よりも低価格で付加価値も低かった。このため、多くのチップセット専門メーカーは、チップセット市場から撤退していった。Intel はほんの短い間に最大手のチップセットメーカーとなった。このため、CPU とチップセットとの間のローカル・バスプロトコルの策定は、ほぼ Intel のみで決定することが出来るようになった。1993 年にチップセット市場に参入した Intel は、1995 年には、チップセット市場でトップシェアを獲得するに至った。

チップセットと CPU の間のローカルバス・プロトコルには、Intel の特許が含まれていた。このため、互換 CPU メーカーが、Intel が供給するチップセットを利用しようとする、Intel の特許に使用する可能性が高かった。互換 CPU メーカーは、Intel とライセンス許諾<sup>24</sup>を結ばなくてはならなかった。Intel は、ピン互換の互換 CPU を製造しないことを条件に、ライセンス許諾を行なった。このため、Intel が開発した技術的な成果を互換 CPU メーカーは利用することが出来たが、Intel が提供するチップセットをそのまま利用することは出来なくなった。Intel が提供するプラットフォームは、Intel の CPU しか利用できなくなった。

CPU とチップセットによって、Intel が構築したプラットフォームは、Intel が次々と高周波な CPU を市場に導入することに大きく貢献した。Intel が供給したチップセットを使っていれば、高周波な CPU をシステムに搭載する際に、システム全体の再設計を新たに行う必要はない。高周波な CPU をシステムに搭載するには、低周波な CPU を高周波な CPU に置き換えるだけでよかった。

さらに、Intel が提供する CPU とチップセットで構成されるプラットフォームは、CPU に付加価値が集まる仕組みが内包されていた。例えば、チップセットが提供する多くの機能は、CPU パワーを必要とした。チップセットで提供された USB 機能は、CPU の処理能力がもっとも転送

<sup>24</sup> Intel がライセンス許諾するのは、特許をベースとした場合だけではなく。CPU の命令セットやインターフェースについても、ある一定水準以上のものに関しては、NDA (Non Disclosure Agreement) 契約を結んで、ライセンスを受けなければ情報提供されなかった。

速度に影響を及ぼした。高速な CPU であれば USB の転送速度も向上した。

Intel が提供するプラットフォームでは、付加価値が CPU に集まるというメカニズムが内包されていた。

### 6.1.2. プラットフォームの普及と国際分業

Intel が提供するプラットフォームを利用すれば、誰でも最新の成果を利用することができたが、実際には、それほど簡単ではなかった。1993 年に発売した Pentium CPU の 1994 年末の北米の普及率は数%に過ぎなかった。Intel のプラットフォームを自ら利用して市場に製品を供給するメーカーが少なかったからである。ほとんどのメーカーは、当時まだ主流であった 486 市場向けの製品を提供していた。そのため、Intel は、Pentium 向けのマザーボードを自社で市場に供給したが、これだけでは市場供給量が小さすぎた。マザーボード産業では中心的な存在である台湾マザーボードメーカーに Pentium 向けのマザーボードを市場に供給してもらう必要があった。

Intel は自社で Pentium 向けマザーボードを生産する一方、マザーボードに対して、標準化をおこない、ATX 規格を発表した。自社での生産量を制限し、ATX 規格に準じたマザーボードの製造委託を台湾マザーボードメーカーに対して行った。従来の AT 規格は、IBM が自社製品のための内部規格として策定したものであり、曖昧な点が多かった。ATX 規格により、台湾マザーボードメーカーは、顧客毎のカスタマイズの手間を大幅に省くことができ、マザーボードの大量供給をおこなうことが出来るようになった。そして、安心して生産を行うことができるようになった。

マザーボードの自社生産を制限した Intel であったが、チップセットは大量供給を続けた。Intel が CPU とチップセットで提供するプラットフォームを利用すれば、台湾マザーボードメーカーは、最新の技術成果を利用したマザーボード製品を作ることができた。この仕組みを利用することにより、1995 年から 2000 年の間に、台湾マザーボード産業は、生産高で約 4 倍もの成長を遂げる事が出来た。

Intel が CPU とチップセットで作ったプラットフォームをもう一度見てみると、プラットフォーム内部はブラックボックスにし、プラットフォームの外部インターフェースを標準化していることがわかる。この仕組みによって、CPU の平均単価は安定的に推移する一方、外部インターフェースにつながる DRAM, HDD などの部品は厳しい価格競争にさらされた。1995 年を基準とした場合、2003 年の CPU の平均単価は約 90%程度だったのに対して、HDD は約 40%にまで下落していた。部品レベルにとどまらず、完成品レベルの平均単価も同様に大きく下落した。ブランドパソコンメーカーが発売するパソコンの平均単価は、1995 年を基準にした場合、2003 年では約 60%に下落していた。パソコンの平均単価が下がったことは、パソコン出荷数量拡大に貢献し



た。この間 Intel は、高い粗利率をたもったまま、売上高を拡大することに成功した。

以上のことから、プラットフォームの普及のためのいくつかの道具立てがわかる。一つは、新興国の産業との協調である。そのためには、新興国のメーカーが利用できるぐらいの粒度のプラットフォームを提供することである。台湾の事例では、Intel は、プラットフォームを形成するチップセットを台湾マザーボードメーカーに供給し続けた。他方、新興国の産業と協調するために、標準化を用いることが有効であることが、台湾の事例からわかる。台湾マザーボードの事例では、ATX 規格を策定することにより、個別のパソコン企業の事由に拘束されることなく、台湾マザーボードメーカーは安心して、マザーボードを製造することが出来るようになった。これにより、台湾マザーボードメーカーは、マザーボード事業に投資することが出来るようになった。この結果、台湾マザーボード産業は、1995 年から 2000 年の 5 年間で、約 4 倍もの規模に成長した。

### 6.1.3. 単価の下落：プラットフォーム化の影響

Intel が CPU とチップセットを連携させたプラットフォームを構築し、その外側のインターフェースを標準化した結果、そこにつながる DRAM や HDD といった部品の平均単価が下落した。Intel は、CPU とチップセットが連携して作り出す機能を標準規格として次々に標準化していった。このため、完成品であるパソコンのコモディティ化が加速した。部品の平均単価の下落と、パソコンが備える機能の標準化によって、完成品であるパソコンの価格が下落していった。パソコン価格の下落は、パソコンの出荷数を大幅に増加させた。

日本国内の 1995 年の出荷台数は約 600 万台であったのに対して、2000 年には倍の約 1200 万台になった。この間、価格は、1995 年基準の約 70%になっていた。価格下落が、日本国内のパソコン出荷台数を増加させた。

しかし、Intel の CPU だけは、この価格下落から逃れることができた。Intel は、安定的な価格で出荷数量を増やすことに成功した。

## 6.2. 考察とインプリケーション：なぜ、一部品メーカーであった Intel がパソコンのプラットフォームリーダーになることができたのか？

立本(2007)では、互換機メーカーが IBM の影響力から逃れる目的で、パソコン内部に様々なインターフェースを作り、さらにそれを ANSI、IEEE や標準化委員会で公的標準化していった過程を明らかにした。Compaq などの互換機メーカーは、パソコン内部にオープン・インターフェースを作ることにより、IBM が開発するパソコンの世代とは無関係に、最先端の CPU を使ったパソコンを開発・発売出来るようになった。また、オープン・インターフェースのおかげで、HDD メーカーから安価な HDD の供給を受けることも出来た。

## 立本博文

このおかげで、互換機メーカーは、IBM のプラットフォームから逃れ、自分たちのビジネスを独立的に行うことができるようになった。

一方、Intel のケースではどうであっただろうか？

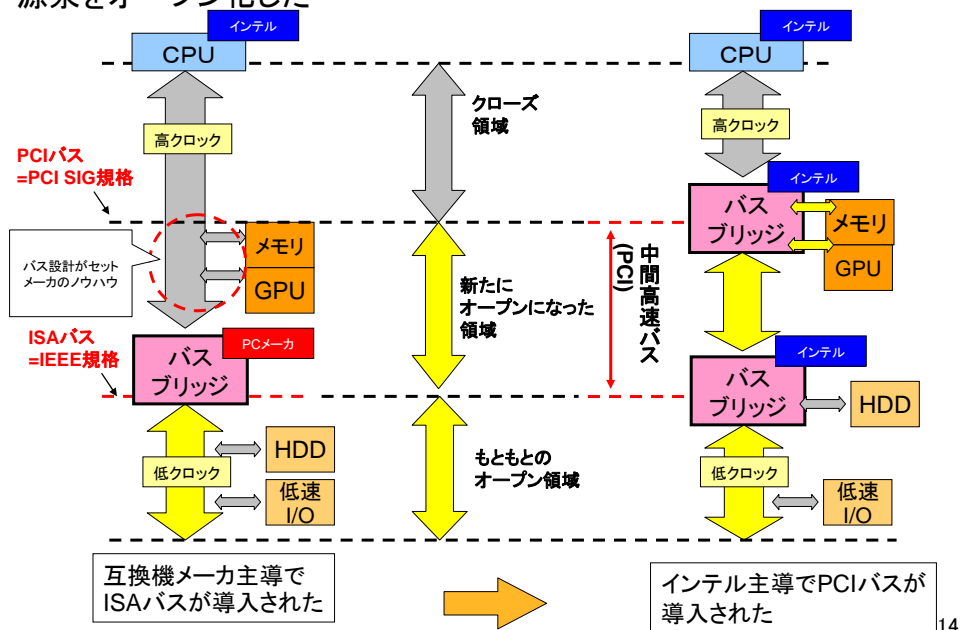
1990 年代初頭に Intel が直面していた互換 CPU の問題や RISC CPU の問題は、MPU ビジネス単独で解決できる範囲を超えていた。もしも、MPU 単独のビジネスを今も Intel が続けていたら、おそらく互換 CPU メーカーにシェアの大部分をとられていたかもしれないし、RISC CPU を搭載した Windows OS マシンが主流になっていたかもしれない。そして、その危険性は、1990 年代初頭には実際に存在した。当然、これらの CPU メーカーの背後には、セカンドソースを許さない Intel に対して、セカンドソースを開拓したいパソコンメーカーの支援が存在していた。

このような脅威が、Intel がプラットフォームリーダーシップを狙う原因になったと考えられる。しかし、だからといって、簡単にプラットフォームリーダーシップを獲得できたわけではない。

Intel がプラットフォーム戦略を開始したのは、1993 年 4 月に PCI rev.2.0 を発表した時であると考えられる。1992 年 6 月に発表された PCI rev.1.0 では、あくまでチップセット間の接続用バスという位置づけであった。これが、PCI rev 2.0 になってシステムバス（拡張 IO 用のバス）として標準化されることになる。PCI rev 1.0 の時には、Intel 社の名前で規格発表されたが、PCI rev 2.0 の時には、PCI SIG の名前で規格が発表された。PCI 1.0 と PCI 2.0 は、同じチップ間接続のプロトコルであるが、そのビジネス上の位置づけは大きく異なる。PCI 2.0 は、Intel が初めてパソコン全体の設計に対して自社の規格案を業界に普及させた事例である。

この点、立本(2007)で互換機メーカーが IBM に対して行ったことと同じ行動を見て取れる。つまり、まず、システムバスのプロトコルを標準化し、バスブリッジを使ってプラットフォームの影響力を限定的にするという手法である。PCI バスを導入する際には、Intel は、ノースブリッジとサウスブリッジの 2 つのバスブリッジ・チップセットを供給した。これにより、ローカルバス上に互換機メーカーの影響力が入り込む事を防いだ。ノースブリッジ（CPU に近いバスブリッジ）によって、Intel は高周波 CPU が量産可能になるたびに、ノースブリッジ以降を再設計することなく、市場導入することが出来るようになった。

オープン領域の変化: インテルは互換機メーカーの付加価値の源泉をオープン化した



一方、サウスブリッジ (CPU から遠いバスブリッジ) には、標準的なパソコンに不可欠な HDD とのインターフェースや USB とのインターフェースを装備した。これらのインターフェースは、CPU との連携により、高速処理を可能としている。典型的な例としては、サウスブリッジに搭載された USB 規格は、プロトコル処理の大きな部分を CPU と OS に依存している。USB 転送速度は、CPU の処理能力に大きく依存しているのである。このため、ユーザーは、高速な CPU がいつもほしくなるという状況になった。Intel が CPU とチップセットで提供したプラットフォームは、CPU に付加価値が集まるように設計されたものであった。

Intel が供給するチップセットは、高速な CPU とセットになって初めて本来の機能をユーザーに提供する。例えば、USB や AC97 など、チップセットと連携して CPU 処理能力を使う機能である。このような規格を標準化し、チップセットに取り込んでいった。互換チップセットだけでビジネスを行わなくてならない互換チップセットメーカーに対して、Intel は CPU とチップセットの両方から収益を上げることが出来た。たとえチップセットが安価に販売されたとしても、CPU は高い価格を保ったままであった。このため、互換チップメーカーの中には、チップセット市場から撤退するメーカーが相次いだ。Intel は、チップセット市場で、トップシェアを獲得するに至った。

Intel は、Pentium に続く P-6 世代においても、プラットフォーム戦略を採り続けた。P-6 世代では、互換 CPU メーカー対策がいつそう強くなった。チップセットと CPU 間のローカルバス (P-6

## 立本博文

バス) のプロトコルに特許を組み込むことによって、Intel が構築したプラットフォームを互換 CPU メーカーが直接的に利用することを禁止した。

ただし、Intel がチップセット市場においてトップシェアを獲得したからといって、それは、Pentium CPU 用のチップセット市場であり、1994 年末当時、Pentium CPU の北米での普及率はまだ 3%程度であった。もしも、Pentium CPU の普及に時間がかかれば、従来そうであったように開発力のある互換機メーカーは自社でチップセットを開発し、Intel がプラットフォームが形骸化してしまう可能性もあった。自社でチップセットを開発することでコストをおさえ、さらに、パソコンの製品差別化に必要な機能をチップセットに取り込んでいく事が、有力互換機メーカーのパターンであった。また、時間がかかれば、互換 CPU メーカーや RISC CPU メーカーが対抗策をうってくる可能性があった。

早急な Intel プラットフォームの普及が必要であった。Pentium CPU を発売した 1993 年には、自社で Pentium 用のマザーボードの生産を開始している。Pentium 普及のために、マザーボードまで供給し始めたのである。しかし、Intel のマザーボード供給量は、全体需要からいえばごくわずかであり、世界シェアの大半をしめる台湾マザーボードメーカーに Pentium 用のマザーボードを供給してもらう必要があった。しかし、1993 年の Pentium の北米の普及率はたった 3%程度であり、台湾マザーボードメーカーの協力を得ることはできなかった。

このため、1994 年 Intel は 3-2-1 計画を発表し、1995 年の Pentium 向けのマザーボード生産量を 1000 万枚とした。これは、当時の台湾マザーボード生産の 70~80%にあたるものであった。台湾では、Intel ショックと捉えられ、Intel に対抗して Pentium 向けのマザーボードの増産が行われた。この結果、1995 年に 1000 枚の Pentium マザーボードを生産するという Intel の計画は未達成に終わったが、市場には、Pentium 用のマザーボードが大量に供給された。

この間、Intel は、大量のチップセットを供給し続けた。さらに、Intel は 1995 年 7 月には、マザーボードの規格 (ATX 規格) を策定した。ATX 規格は、詳細にマザーボードのレイアウトやねじ穴寸法をきめており、台湾マザーボードメーカーは安心してマザーボード事業に投資することが出来、パソコンメーカーも安定的に Pentium マザーボードを調達することができた。1996 年に Intel は、マザーボードの自社生産を一定にとどめ、それを超える分を台湾マザーボードメーカーに生産委託することを決めた。マザーボードの標準化とチップセットの大量供給により、台湾マザーボードメーカーは、ビジネスを拡大させた。1995 年のマザーボードの標準化(ATX 規格)以降、台湾マザーボードメーカーは急速に成長し、世界需要の約 70%を供給するに至った。台湾のマザーボード輸出額は、2000 年には 1990 年時点の 8 倍に達し、同国を支える主力産業の一つとなった。台湾メーカーは標準化により競争のルールが規格品の大量供給に転換したことを見逃さず、大きな成長を遂げたのである。標準化とチップセットによるプラットフォーム供給は、新興国の経済発

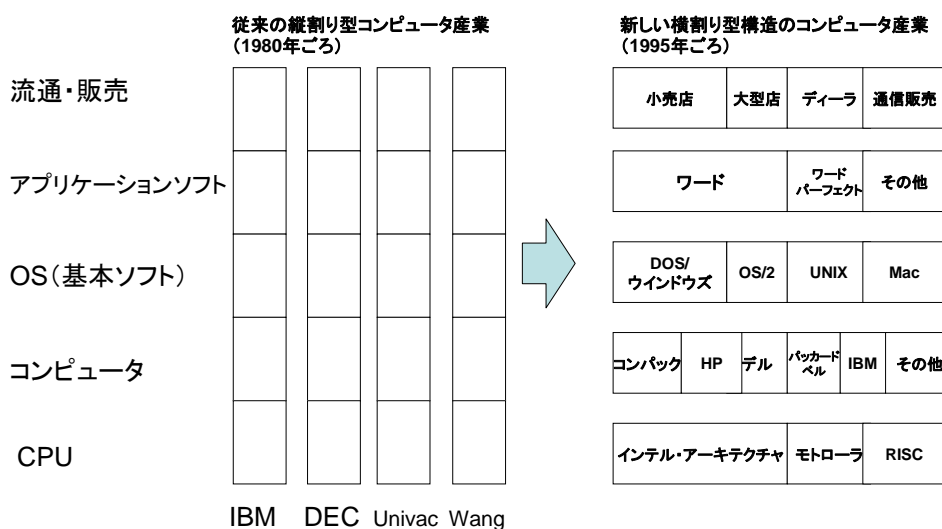
## PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位

展に大きな可能性を与えているわけである。

言い換えれば、Intel のプラットフォームの普及要因の一つは、東アジアの新興国産業の成長力を味方につけたことにある。

パソコン産業は、1980 年頃の垂直統合的な性格から、1995 年には水平分業に移行したと考えられている。

### 産業の変化: デジタル製品は全て、水平分業(垂直断裂)に



Grove(1996)より

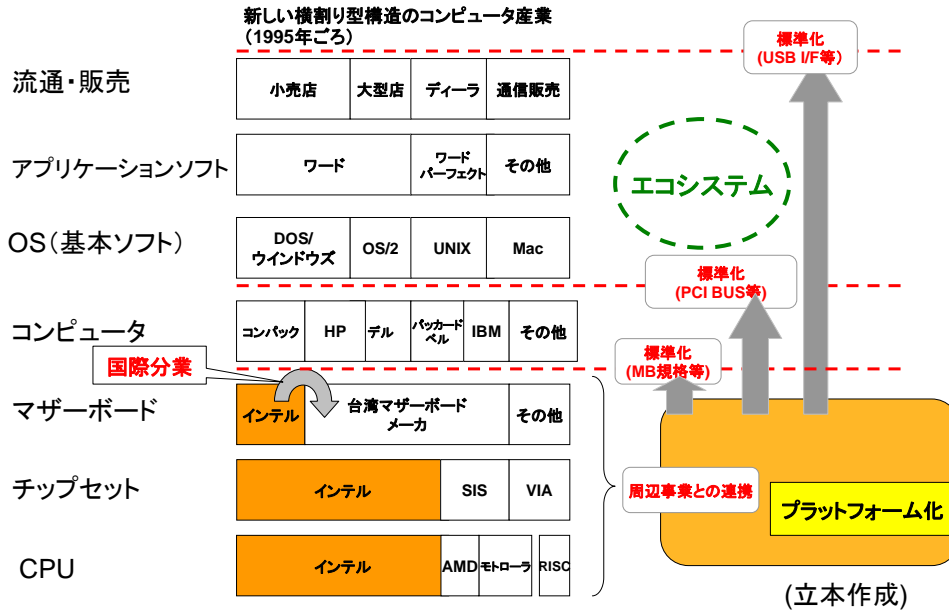
2

たしかに、ある一面では、水平分業化が進んでいるが、本論文の Intel のプラットフォーム戦略の事例を念頭に、今一度、パソコン産業の水平分業について考えてみる。プラットフォームを形成することで、CPU で高いシェアを Intel が保つだけでなく、CPU の平均単価がほとんどさがらないという立場を Intel は獲得することができた。プラットフォーム形成と普及の成功要因をもう一度あげておきたい。

プラットフォーム形成のために、Intel が行ったのは、次世代システムバスを PCI SIG というコンソーシアムで規定することであった。PCI バスが標準化されたことから Intel のプラットフォーム戦略が始まる。

同時期に Intel 社内では、CPU という中心事業と、チップセットという周辺事業が統合されていた。プラットフォーム形成のために、CPU とチップセット事業を垂直統合したわけである。これにより、PCI プロトコルに対応した Pentium 向けのチップセットを供給しはじめた。CPU とチップセットの統合・連携が Intel プラットフォームの核である。

## 産業の変化



Intel プラットフォームにおいては、CPU に付加価値が集まる仕組みを構築している。チップセットに備えられた機能は、高速処理が可能な CPU があって初めて機能するものであった。USB はそのような事例である。このような様々な機能を、標準規格化し、パソコンにどんどんと搭載していった。このため、いつも高性能な CPU が必要な状態が作られた。

一方、CPU とチップセットで形成したプラットフォームを普及させるメカニズムにも注目すべきである。当初、Pentium 向けマザーボードを Intel が、ほぼ 1 社で市場に供給していたが、台湾マザーボードメーカと協調することにより、Intel プラットフォームが搭載された Pentium マザーボードを大量に市場に供給することに成功した。Intel は、チップセットを台湾マザーボードメーカに採用してもらうとともに、マザーボードに標準規格を定めた。

標準規格化されたマザーボードは、開発力のない互換機メーカにとって扱いやすい物であったし、台湾マザーボードメーカにとっても、安心してマザーボード事業に投資することができるようになった。台湾マザーボードメーカは、Intel が供給するチップセットを使って標準規格化されたマザーボードを出来るだけ早い時期に市場に投入することによって、利益を得ることができた。台湾マザーボードメーカが、標準化された Pentium 向けマザーボードを市場に供給し、その台湾マザーボードメーカに Intel がチップセットを供給するという構図ができあがった。台湾マザーボードメーカと Intel の国際分業の力がプラットフォーム普及の大きな原動力であった。

Intel が行ったプラットフォーム化とは、次のように要約される。

1. PCI プロトコル導入時に、バス・アーキテクチャを変更し、従来、セットメーカーが付加価値の源泉としていた部分をオープン化した。一方で CPU とチップセットでつくったプラットフォームの内部は一切ブラックボックスにした。内部情報を得るためには、NDA ライセンスもしくは特許ライセンスの許諾が必要であった。この結果、互換 CPU メーカーは、Intel が作り上げたプラットフォームに入り込むことが大変に困難になった。
2. CPU とチップセットを統合して、プラットフォームを作り、常に CPU に付加価値が集中するメカニズムを作り上げた。例えば USB などように、パソコンを使いやすくするインターフェース規格などが、その例である。USB は CPU パワーを大量に必要とする機能であった。このような付加価値のある機能を標準化して、すべての PC に標準的に搭載されるようにした。そして、CPU とチップセットのロードマップを公表して、随時、チップセットの中に組み込んでいった。このため、ユーザーはいつも高パフォーマンスな CPU が必要となった。
3. このような CPU を中心としたプラットフォームは、当初、PC セットメーカーには受け入れられなかった。従来は、最新の CPU に対応したチップセットは力のあるセットメーカーが独自に設計開発するものであった。Intel の CPU とチップセットで作ったプラットフォームを受け入れ、世界中に大量普及させたのは台湾マザーボードメーカーであった。そのおかげで、台湾のマザーボード生産高は、1990 年を通して 8 倍となり世界のマザーボード需要の 80%以上を供給するようになった。
4. 標準化された機能を搭載したパソコンが、台湾マザーボード産業のおかげで、世界中に大量普及していった。この結果、1995 年以降、パソコンのコモディティ化が急速に進んだ。この結果、パソコンの平均販売価格は、1995 年の価格を 100 とすると 2003 年には 60 へと下落した。これに伴い、パソコンの基幹部品である HDD の平均販売価格も 1995 年の価格を 100 とした時に、2003 年には 40 にまで下落した。しかし、プラットフォームで守られた Intel の CPU の平均販売価格は、1995 年の価格を 100 としたときに 2003 年でも 90 にしか下落していなかった。8 年間で 10%程度下落という、非常に安定した環境を作り上げることに成功した。

## 引用文献

王 淑珍(1997) 『日本工業新聞』97年6月23日

## 立本博文

---

立本 博文(2007), PCのバス・アーキテクチャの変遷と競争優位:

なぜ互換機メーカーは、IBM プラットフォームを乗り越えられたのか?—IBM が PF リーダシップを失うまで—, MMRC Discussion Paper, No.163

Albert Yu (1998), *Creating the Digital Future: The Secrets of Consistent Innovation at Intel*, Free Press.  
バーゲルマン, ロバート・A. (2006) *インテルの戦略—企業変貌を実現した戦略形成プロセス*, ダイヤモンド社.(原著 Burgelman, Robert A. (2001), *Sttegy Is Destiny: How Strategy-Making Shapes a Company's Future*,Free Press.)

水橋祐介 (2001) 『電子立国台湾の実像』 JETRO

ロバート・X・クリンジリー(1994) 『コンピュータ帝国の興亡』 アスキー

岩淵 明男(1995) 『コンパックの奇跡—高品質・低価格を実現した驚異の経営・生産革命』 オ  
ーエス出版

トランジスタ技術編集部 (1997) 『IBM PC と ISA バスの活用法—DOS/V マシンのインター  
フェースを拡張するハードウェア設計』 CQ 出版

インターフェース編集部 (2002) 『ATA(IDE)/ATAPI の徹底研究』 CQ 出版

インターフェース編集部 (2004) 『PCI バス&PCI - X バスの徹底研究—電気的特性の基本か  
らバス・プロトコルの詳細まで』 CQ 出版

Hans-Peter Messmer(1993) *The indispensable PC hardware book*, Addison-Wesley.

小川 紘一(2007) 我が国エレクトロニクス産業にみるプラットフォームの形成メカニズム  
—アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム論によるエレクトロニクス産業の復興に向け  
て—, MMRC ディスカッションペーパー, No. 146

Grove, Andrew S.(1996) *Only the Paranoid Survive*, Bantam Dell Pub Group.