

パソコン市場形成期におけるIBMの技術戦略

佐野正博

はじめに	1
1. IBM PC登場以前のパソコン市場	2
(1) 商業的に成功した世界最初のパーソナル・コンピュータ --- MITSのAltair8800	2
(2) 1970年代後半における米パソコン市場の急激な成長	6
(3) 1981年当時のパソコン市場	10
2. IBMのパソコン市場参入時の戦略 --- IBMはパソコン市場参入の遅れの不利をどのように克服しようとしたのか？	11
(1) IBMのパソコン開発前史 --- IBMにおける「パソコン」的製品開発の試み	11
(2) サードパーティの活用とオープン・アーキテクチャ方式による短期間での開発	12
3. IBM-PC	16
4. なぜIBMはIBM PCに8ビットではなく16ビットのCPUを採用したのか？ ...	18
5. なぜIBMは、インテル製の16ビットCPUを採用したのか？	20
(1) IBM PCの開発当時に存在した複数の16ビットCPU	20
(2) 既存ソフト資源の活用可能性	20
(3) 先行プロジェクトで蓄積された知識・経験・部品の活用	22
(4) 高い浮動小数点演算能力を持つ数値コプロセッサ8087の存在	22
6. なぜIBMは、IBM-PCに8086ではなく、8088を採用したのか？	23
(1) 全体的な製造コスト、および、調達CPU価格の引き下げ	23
(2) 先行する8ビットCPUパソコンとのハードウェア的互換性に基づく、関連周辺回路の開発期間の短縮---- 周辺回路部品に関する先行の歴史的資産の活用	23
(3) 同一社内における商品としての差異化のための、技術的性能のスペック・ダウン	24

はじめに

IBMは1981年にIBM PCをもってパソコン市場に新規参入し、生産が間に合わないほどの劇的な成功を収め、現在のデスクトップ・パソコンのドミナント・デザインの形成に大きな寄与をなした。現在出荷されているパソコンのほとんどはIBM PCの流れを汲むIBM「互換」機である。そして初期の輝かしい成功と比較すれば著しく低いものとなっているとは言え、現在の世界パソコン市場におけるIBMのシェアはいまだデル、HPに次ぐ第3位に位置しており、IBMは2003年の1年間だけで世界全体では約860万台ものパソコンを出荷している¹。

IBM PCは、その参入時における劇的成功、および、現在主流のパソコンのいわば祖型に当たるものであるにも関わらず、一般にその技術的評価はあまり高くはない。

例えばイノベーションに関するドミナント・デザイン論で有名なアッターバックは、その代表的著作『イノベーション ダイナミクス』の中で「ほとんどの専門家はIBM PCは技術的には飛躍的な前進ではない(no breakthrough technological breakthrough)と評価しているが、このような評価に関係なく、IBM PCは瞬間に業務用市場の30%を押さえてしまった。・・・技術的にみれば必ずしも十分ではなかったにもかかわらず、IBM製品はパソコン産業を普遍的なものとして確立させてしまった。」(アッターバック『イノベーション ダイナミクス』有斐閣,p38)とか、「IBM PCは市場に対してほとんどブレークスルーとなる技術をもたらさなかったが、現在ではそれらの価値がユーザーに証明されている、よく知られた諸要素を一緒にしたものであった。」である。

2

そのようにIBMが成功を収めることができた原因に関してよく見られる見解の一つに、「IBMというブランド力によって成功した」というものがある。その見解によれば、「IBM PCは技術的には平凡なマシンであったにも関わらず、大型コンピュータ(メインフレーム)市場においてIBMがそれまでに築き上げてきたブランド力によってパソコン市場でも成功した」というのである³。

確かに大型コンピュータ市場でつちかわれたIBMのブランド力が成功の度合いを大きくした要因の一つであることは間違いない。しかしながら、ブランド力のなかったMITSやAppleの成功、ブランド力のあったHewlett-PackardやXeroxの失敗⁴などの事例が明確に示しているように、パソコン市場における成功や失敗の最も規定的な要因は、ブランド力ではなく、その技術的競争力や価格競争力、および、それらのバランス(コスト・パフォーマンス)にある。

実際、IBM PCもハードウェアとソフトウェアを組み合わせたシステム製品としての総合的性能という視点から見た場合、パソコンとして初めて16ビットCPUを採用した製品であるとともに、その16ビットCPUに対応したOSや応用ソフトが出荷時から用意されていた製品であったという意味において、その発表当時としては総合的な技術的性能が高いマシンであった。しかも比較的手頃な価格であったから、コスト・パフォーマンス的にも優れたマシンであった。

またパソコンという製品は、絶えざる技術革新が追求され性能向上のスピードが速いという技術的特徴を持っている一方で、高度な情報処理機械としてその機器の操作習熟にかなりの学習コストを要求するし、蓄積したデジタル情報の継続的活用や操作に習熟したソフトウェアの継続的利用を考慮するとパソコンのプラットフォームを変更しにくいという特性がある。そのため、あるパソコン製品の技術的性能の評価に際しては、その製品のある特定時点における技術的性能とともに、その製品機種が属するパソコン・アーキテクチャが技術的プラットフォームとして将来的にどの程度まで技術的性能の向上が期待できるのかという視点からも技術的評価がなされる

ことになる。そうした視点から言えばIBM PCは、16ビットCPUを採用したことによってサポート可能な主記憶容量が8ビットCPUに比べて「飛躍」的に増大したこと、多数の空きスロットを備えており将来的な機能拡張の余地が大きいことなど技術的プラットフォームとしての将来的発展可能性を考慮した技術設計が最初からなされていた、という意味でも技術的に優れた製品であった。

本稿では、こうした複合的＝総体的視点からIBM PCという製品に関わるパソコン技術の技術分析を行い、IBM PCがどのような技術戦略の下に開発されたのかを解明する。そしてそれと同時に、IBM PCに関する技術戦略の分析を通じて、1970年代後半から1980年代初頭というパソコン市場形成期におけるパソコン関連企業の技術戦略を技術形成史的な視点から明確にすることにしたい。

1. IBM PC登場以前のパソコン市場

(1) 商業的に成功した世界最初のパーソナル・コンピュータ --- MITSのAltair8800

1975年1月に、“Popular Electronics”という雑誌の表紙を飾ったMITS(Micro Instrumentation and Telemetry Systems)のAltair8800⁵は、「商業的に成功した世界最初のパーソナル・コンピュータ」と称される場合もあるが、標準装備ではキーボードもモニターもソフトも付属しないなどその機能はまったく不十分なものであった。販売開始当初はAltair8800上で動作するプログラミング言語がそもそも存在せず(もちろんのことながらアプリケーション・ソフトは存在せず)、マシン語で命令を入力するしかなかった。しかも標準装備では、パネル・スイッチのオン・オフ(on/off)でCPUに直接に命令を伝えるしかなかったのである。

そのようにパソコンという商品としての完成度が低い製品であったにも関わらず、そしてまたまったく無名の会社による通信販売であったにも関わらず、キットで439ドル、組み立て済み完成品で621ドルという低価格に設定できた⁶こともあり、最初の二、三週間で4千人からの注文があったと言われている⁷。ただしMITSの生産体制に問題があったことや、Processor TechnologyのSolやIMSAIのIMSAI8080などの「互換」機が登場したことなどもあり、1975年中に実際に販売できたのは約5千台に止まった⁸。しかしそれでも当初の数百台という売り上げ見込みからすれば、かなりの商業的成功であった。大型コンピュータであれば数百万ドル、ミニコンでも数万ドルという価格の時代に、性能がかなり低いとは言え、ハード本体だけであれば数百ドルで個人がコンピュータを所有できるということはマニアたちに大いに受けたのである。

しかしAltair8800がその後も人気を保ち、1976年には増設メモリカードなどの周辺機器やMicrosoft製BASICなどのソフトも含めたMITSの売り上げが約1300万ドルになるとともに、Altairシリーズが最終的に約5万台も出荷されるほどにまでなったのは、Altair8800が単に低価格であったためだけではない。

Altair8800と同様な低価格キットとしては、インテル製CPU8008を使用したSCELBI-8HがScelbi (SCientific, ELectionic and BIoological) Computer Consulting Co. から1974年3月に565ドルで発売されている。またその年の7月には、インテル製CPU8008を使用したMark-8プロジェクトが『Radio Electronics』誌の表紙を飾っている。しかしどちらもあまり売れなかった。Mark-8プロジェクトは、価格5ドルの組み立て説明書は約7500部売れたが、インテル製CPU80

08(価格120ドル)を取り付けるための回路基盤(価格47.5ドル)は約400セットしか売れなかった⁹。またScelbi Computer Consulting Co.はSCELBI-8Hの後継機種としてビジネス市場をターゲットとしたScelbi-8Bを1975年に販売したが200台しか売れなかった¹⁰。

Altair8800が、それ以前のこうしたマイコン・キットと異なり、かなりの成功を収めた背景には、パーソナル・コンピュータ・システムの技術的構成への対応がより優れたマシンであったということがある。すなわち以下で論じるように、Altair8800が商業的に成功した背景的要因として、後のAppleIIやIBM PCにも共通する一群の技術的要素 ---- 技術的規格のオープン化、拡張スロットによる機能拡張可能性、キラーソフトなど ---- の存在があったと考えることができる。

パーソナル・コンピュータ・システムの一構成要素としての Altair8800

パーソナル・コンピュータ・システムは、全体的に見ると図1に示したような技術的構成を持っている。そうしたパーソナル・コンピュータ・システムという視点から見れば、Altair8800という製品は、それ単体で独立して機能する製品ではなく、システムの一部を構成する要素的製品に過ぎない。Altair8800という製品は、インテルのマイクロプロセッサ8080に周辺回路、拡張スロット、電源などを組み合わせたハードウェアとして、図1に示したパーソナル・コンピュータ・システムの技術的構成の中では真中下部の網掛け部分[演算処理装置のハードウェア部分]に対応

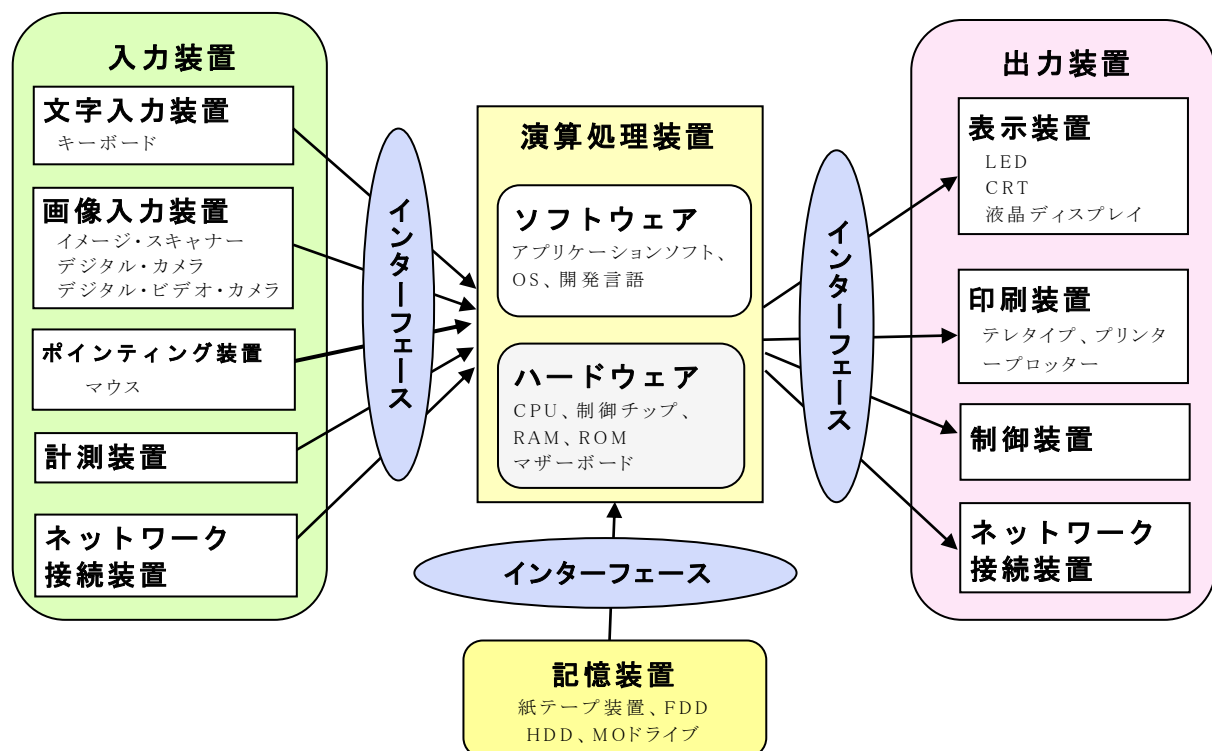


図1 パーソナル・コンピュータ・システム

するものである。

しかしながら「演算処理装置のハードウェア」は、それを動かすための「ソフトウェア」の他にも、演算処理の対象となるデータを取り込むための「入力装置(広義)」、および、演算処理装置による演算結果としてのデータを出力する「出力装置」という二つの技術的構成要素と結合すること

で初めてその本来の機能を現実的に果たすことができる。

プログラムによる情報処理を快適かつ効率的に実現するためには、「外部記憶装置」や「増設メモリ」などの技術的要素も必要とするし、さらにまたさらに進んで、ある特定の目的や処理のためだけでなく、様々な目的や処理に利用可能とするためには、様々な種類の「入力装置」・「出力装置」・「外部記憶装置」などと結合可能にするためのハードウェア的仕掛けを必要とする。そうしたハードウェア的仕掛けがAltair8800における拡張スロットおよびバス規格S-100であった。

したがってAltair8800という商品を購入した消費者がコンピュータとしての本来の機能を利用しようとするれば、必然的にパーソナル・コンピュータ・システムの他の要素 --- 「入力装置」「出力装置」「ソフトウェア」「インターフェース・ボード（インターフェース・カード）」「外部記憶装置」に対応する製品を同時に購入せざるを得なかった。そうしてはじめて、製品としてのパーソナル・コンピュータ・システムを完成させることができ、実際に有用なマシンとして利用可能になったのである。

パーソナル・コンピュータ・システムを構成する中核的ハードウェア部分であるAltair8800などを、本論文中でも一般的慣用にならってパーソナル・コンピュータと呼んでいるが、これは誤解を招きやすい表現である。確かにAltair8800という製品は、パーソナル・コンピュータ・システムを構成する中核的ハードウェアではあるが、それだけではパーソナル・コンピュータとしての機能を何ら果たすことができない不完全な製品である。

また「演算処理装置としてのコンピュータ」は、ハードウェアとソフトウェアの二つによって構成されている。ハードウェアを効率的に利用するためには、ハードウェアと対をなすソフトウェアが相対的に独立した存在として存在する必要があった。

標準装備の初期Altair8800のように、ユーザーがパネル・スイッチのon/offによってマシン語でプログラムをそのつど手動で入力するのではその用途は限定されたものとなり、一部の熱狂的なマニア層を越えて広く使えるようにはならない。パソコンが広く普及するためには、紙テープなり、フロッピー・ディスクなりで、事前にあらかじめ作成されたプログラムを「自動」的に読み込むことができるようになっていく必要があった。また、ソフトウェアが紙テープやフロッピー・ディスクなどといった物理的媒体（外部記憶）として相対的に独立した存在となることによって初めて、ソフトウェア開発に関する歴史的蓄積とそれに基づく発展、および、ソフトウェアの販売・流通が可能となったのである。

Altair8800がパーソナル・コンピュータの先駆的存在として商業的に成功した技術的要因としては、「初期のパソコンがハードウェアとしてはまだまだ未成熟なものでありさまざまなオプションによる機能拡張によって初めて使いものになるようなものであった」ということ、「システムとしてのパソコンは様々な目的や用途に使用可能な汎用的機械であるが、多くの人々はある特定の目的に限定して使うのであるから、ハードウェアとしてのパソコンそれ自体は最低限の機能さえ保持していればよく、後は拡張スロットなどによって将来的な機能拡張が可能な構造になっていけばよい」ということ、「パソコン関連技術のように激しい技術革新が絶えず生じている分野では、パソコンの技術的評価に際して、標準装備による現在の性能とともに、技術革新によって近い将来に期待される周辺機器の機能向上や価格低下によるメリットをどの程度まで享受できるのかという潜在的な性能も含めて評価する必要がある」ということ、「システムとしてのパソコンはソフトウェ

アとハードウェアという二つの技術的要素から構成されるものであり、ソフトウェアがなければハードウェアは機能しない。しかしハンダゴテなどを使いながらハードウェアを組み立てることのできる能力とソフトウェアを作る能力をともに兼ね備えた人間の数はごく少数に限られる。そのため、キット的性格を有したAltair8800のようなパソコンに関しては利用可能なソフトウェアの有無が極めて重要である」ということなどが挙げられる。

公開標準規格に基づく多数の拡張スロット----高いハードウェア的機能拡張性

標準装備のAltair8800は極めて貧弱な機能しか有してはいないが、拡張スロットに様々な拡張カードを指すことで機能拡張ができた。この点でAltair8800はそれ以前のマイコン・キットとはかなり性格を異にしていた。

初期のAltair8800は図1のように、標準では4本の拡張スロットしか装備してはいなかったが、ケーブル接続でさらに何本かの拡張スロットを増設できるようになっていた。また1976年10月のAltair8800a以降の機種は標準で18本もの拡張スロットを備えるようになった¹¹。

Altair8800は高度なマニア向けとして、最初の設計段階から拡張カードによる機能拡張や性能向上が可能のように設計されていたのである。例えば、IEEE Computer Societyが発行している『Computer』誌の1975年2月号に掲載されたMITSの広告¹²では、「手頃な価格のコンピュータの時代(the age of the affordable computer)」というタイトルの下に、拡張カードを利用して接続できる周辺機器として、「フロッピー・ディスク・システム」、「CRT」、「浮動小数点演算用コプロセッサ」、「[割り込みを要求している入力装置を識別するための]ベクトル化された割り込み制御装置」、「PROM(Programmable Read Only Memory)」、「DMA(Direct Memory Access)制御装置」などを同社で現在開発中である、と記されている。

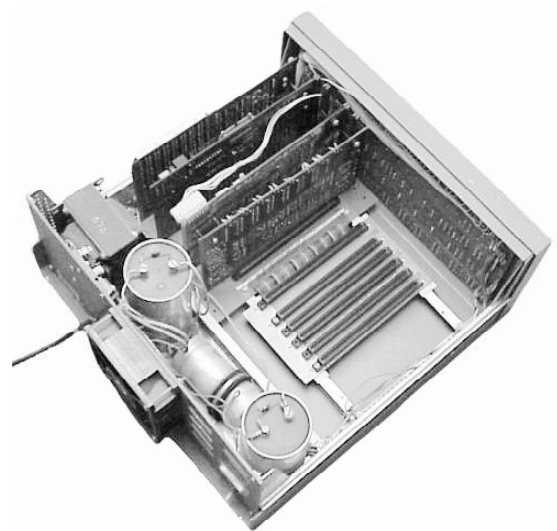


図2 Altair8800の内部の写真
[出典]”Computer Closet Collection”
http://www.geocities.com/~compcloset/MITS_Altair_8800_34Interior.jpg

なお、拡張スロットのコネクタのピン数が100本であったことから、この拡張スロットのバス規格はS-100という名称で呼ばれていた。Altair8800のヒットの後に登場したマシンの多くがこうしたS-100規格の拡張スロットを装備したことから、このバス規格はデファクト・スタンダードとなり、さらに最終的にはIEEEが定める正式の規格(IEEE696)として追加認定された。

パソコン分野のように技術革新が激しく進む分野では、公開された規格に基づく拡張スロットによるこうした機能拡張性の確保は極めて重要であった。それにより個人が購入したパーソナル・コンピュータの性能向上や機能拡張が可能になるとともに、S-100バス規格に基づく様々な拡張カードや周辺機器が、MITSだけでなく数多くのサードパーティから発売されるようになった。公開された安定的規格に基づく将来的な機能拡張可能性の存在によって、将来的な技術革新を育み受けとめるハードウェア的プラットフォームとしてのAltair8800が多くの人々に受け入れら

れたのである。

利用可能な既成ソフトウェアの存在、および、紙テープという外部記憶装置によるソフトウェアの普及 --- ハードウェアのマニア VS ソフトウェアのマニア

Altair8800の技術的優位性の一つには、BASICというプログラミング言語が動いたということがある。ただしAltair8800は標準ではたったの256バイト(256キロバイトではない！)のRAMしか搭載されていなかったのもので、BASICを動かすにはメモリ増設が必要であった。しかも最初はRAM価格が高かったこともあり、その増設用のメモリの大きさもたったの4KBと限定されたものであった。

Paul Allen と Bill Gatesは1974年12月から4KBのメイン・メモリのAltair8800で動作するようにBASIC言語をうまくスケールダウンして移植する作業に取りかかるにあたってAltair8800の実機を入手することができなかったのもので、Gatesがその当時在籍していたハーバード大学のコンピュータ・センターにあったDECのミニコンPDP-10上で8080をエミュレートし、約8週間後の1975年2月にはひとまず完成させた。2月下旬にはAllenがアルバカーキにあったMITSでデモに成功した。その後、Allenは勤めていたHoneywellをやめ、MITSのソフトウェア部長になった(もともとソフトウェア部門にはAllen一人しかいなかった)。

1975年7月22日には8080用BASICに関してMITSと正式に契約をおこなった。その契約内容は、BASICのライセンス供与にともなう使用料として3,000ドルを受け取るとともに、MITSによってライセンスされるBASIC1本ごとに規定の金額(4KBメモリ用バージョン1本につき30ドル、8KBメモリ用バージョン1本につき35ドル、12KBメモリや16KBメモリなどのマシン用の拡張バージョン1本につき60ドル)を受け取るというものであった¹³。

Altair8800でプログラミングを可能とするBASIC言語は、その当時の一般的な外部記憶装置である紙テープを通じて数多くのマニアたちの間に瞬く間に広まり、マイクロプロセッサを使ったコンピュータにおける事実上の標準的なプログラミング言語となった。そうした普及の背景には、MicrosoftのBASICがマニアの間で大量に「不正」コピーされた¹⁴ことがあった。多くの人々の間でコピーが広まることで、1970年代末から1980年代初頭にかけての時期にMicrosoftのBASICがプログラム開発言語としてデファクト・スタンダードとなったのである¹⁵。

なお1975年後半には、フロッピー・ディスク版のBASIC(Disk BASIC)が開発された。フロッピー・ディスクのサポートという機能拡張により、それ以前の紙テープに記録されたプログラムを読み込む方式よりも大量のデータをより素早く読み書きできるようになった。

(2)1970年代後半における米パソコン市場の急激な成長

1970年代中頃における米パソコン市場の規模と将来的成長性に対する見通し

MITSのAltair8800が1年間に100万ドルの売り上げを記録するなどかなり売れたとは言っても、1970年代中頃のパソコン市場はIBMのような極めて大きな会社から見れば、相対的にはかなりマイナーな市場でしかなかった。IBMの1975年の総収入は約144億ドル、純益でさえ約20億ドル¹⁶という巨大な規模であったから、IBMにとって1975年当時のパソコン市場はまったく小さな市場にしか過ぎなかった。

しかも1970年代中頃の時点ではパソコン市場が現在のように大きくなるとは、歴史上最初のマイクロプロセッサ4004を開発したIntelの共同設立者であり最高経営幹部でもあったG.E.Moo

reも予測してはいなかった。実際、1975年にTed Hoff, Justin Rattner, Stan Mazor, Terry Opdendykといった4人のIntelの有力な技術者たちがMooreに対して8080を利用したパソコンの提案をおこなったにも関わらず、Mooreはその提案を採用しなかった¹⁷。Mooreはその時のことを回想して、「Intelは、開発したMPUの普及にも力を入れた。電卓用からエレベーターや信号の制御用として需要は拡大していたが、さらに有望な用途を探していた。七〇年代半ばだったか、今で言うパソコン向けとして使えるのではというアイデアを、ある社員が持ってきたこともあった」のであるが、「このころ、すでに簡単なホームコンピュータが出回り始めていたが、パソコン時代の到来など思いも寄らなかった」¹⁸のでその提案を却下した、と述べている。

米パソコン市場の中心的性格の変化

----- 「ハード中心のブーム」から、「ハードとソフトの協調によるブーム」へ

Mooreは上記のように語ってはいるが、後知恵的に言えば、Altair8800の登場を契機とした1970年代後半以降のパーソナル・コンピュータ・ブームは、マニアを中心とした「商業」的成功とは言え、それ以前のマイコン・キット・ブームとは性格的に質を異にする点があった。それは、それ以前のPCブームが「ハード中心のブーム」に過ぎなかったのに対して、今度のパーソナル・コンピュータ・ブームはCPUの性能向上とメモリの相対的な価格低下、MicrosoftによるCPU8080上へのプログラミング言語BASICの移植などを背景として「ハードとソフトの協調によるブーム」へと性格を変えていたということである。

そして1970年代後半になり、BASICなどのプログラミング言語だけでなく、CP/Mといった標準的OSの登場、および、そのOS上で動くVisiCalcなど高い人気を博すことになるビジネス用アプリケーション・ソフトの登場によって、パーソナル・コンピュータ・ブームの技術的性格の変化は決定的なものとなった。OSやアプリケーション・ソフトの登場により、一握りの先進的マニアだけでなく、パソコンの使用そのものが目的ではなく仕事の効率化や高度化目的としている普通の人々でも様々な作業でパソコンを次第に利用できるようになった。すなわち、VisiCalcマシンとしてのAppleIIへのビジネスマンの人気に見られるように、1970年代後半からパソコンは単なる「マニアの趣味のための機械」から「ビジネス用マシン」へとその性格を変え始めたのである。人気を博したアプリケーション・ソフトとしては、VisiCalc以外にも、ワープロソフトのWordStarが1978年に、データベースソフトのdBaseIIが1981年に出荷されている。

こうして1981年には、米国で出荷されたパソコンの中で、家庭用と教育用がともに約10%を占めるに過ぎず、残りの約80%がビジネス用であったと推定される¹⁹ほどにまでなったのである。こうして1981年頃には、MITのAltair8800の初期およびその前後のマニアを対象とした「マイコン・キットの時代」は終わりを告げ、多くの人々にビジネス用の商品としてパソコンが認知されるようになっていた。

Apple の AppleII、Commodore の PET、Tandy の TRS-80 の成功

パソコンのこうした性格変化を背景として、アメリカのPC市場は1970年代後半に大きな飛躍を遂げるようになった。1977年には、AppleのAppleII(1977.4)、CommodoreのPET2001²⁰(Personal Electronic Transactor, 1977.7)、TandyのTRS-80 Model I²¹(Tandy-Radio Shack Z-80 Computer, 1977.8)が発売された。

これらのマシンのヒットにより、パソコン市場はさらに拡大し、1977年には1年間に4万8000台

が出荷された、と推定されている。パソコン市場の拡大は1970年代後半にさらに進み、1979年に18万台、1980年に29万台、1981年に70万台というように急激な拡張の一途をたどった。

AppleIIがビジネス向け市場で成功をおさめた技術的要因

---高度の拡張可能性、オープン・アーキテクチャ、
FDDのサポート、表計算ソフトVisiCalc---

次に、これら3機種の中でビジネスマン向けに特に好評であったAppleIIに焦点を当てながら、なぜAppleIIが他機種の2倍以上の価格であったにも関わらずビジネスマン向けに好評を博したのかということについてそのマシンの技術的構成の視点から分析していくことにしたい。(AppleIIが人気を博していたことは、IBM PCの開発プロジェクト・チームのリーダーであったP.D.Estridgeが、自宅にAppleIIを持ち、遊び道具として使っていたというエピソード²²に象徴的に示されている。)

AppleIIの販売台数は、1978年会計年度(1977年10月～1978年9月)に7600台、1979年会計年度(1978年10月～1979年9月)に35,100台、1980年会計年度(1979年10月～1980年9月)に78,100台、1981年会計年度(1980年10月～1981年9月)に18万台近くと順調な伸びを示し²³、1981年8月には累計販売台数が30万台を超えるまでになった。

その結果としてAppleの年間売上高も、会社発足時の1977年の88万ドルから順調に増大し、1999年には4,800万ドルに、そして1980年には約1.4億ドルにまで急成長した。さらに1982年にはパーソナル・コンピュータのメーカーとして年間売上高10億ドルを初めて超える業績を挙げている。

AppleIIのこうしたヒットに寄与した技術的要素はいくつかあるが、Altair8800と共通する点としては、①「拡張スロットが8個もあったというほどの拡張性の高さ」や、②「オープン・アーキテクチャであったこと」などがある。

ただしAppleIIの拡張スロットの数に関して開発の段階では、Steve Wozniakが「コンピュータ本来の多目的性の確保のために数多くの拡張スロットを備えるべきだ」と主張したのに対して、Steve Jobsが「拡張スロットはプリンターとモデムのための2本だけでよい」と主張し、争いになったと言われている²⁴。

結果としてWozniakの主張が採用され8本の拡張スロットを備えたことにより、AppleIIは競合機種よりも技術的に絶対的な優位性を持つことができた。TRS-80やPETはAppleIIのような機能拡張性を持っていなかったため²⁵、内蔵メイン・メモリを拡張することができず、表計算ソフトVisiCalcを利用することができなかったのである²⁶。後述するようにこのことはAppleIIにとって極めて重要なことであった。

また、ZilogのZ80という8080互換CPUを用いたMicrosoft製の拡張カードを差すことで、AppleII本来のCPU6502に代わってZ80が動作するようになり、その当時の8ビットCPUパソコンにおけるデファクト・スタンダードのOSであったCP/M80をAppleIIで動作させ、8080系CPUを搭

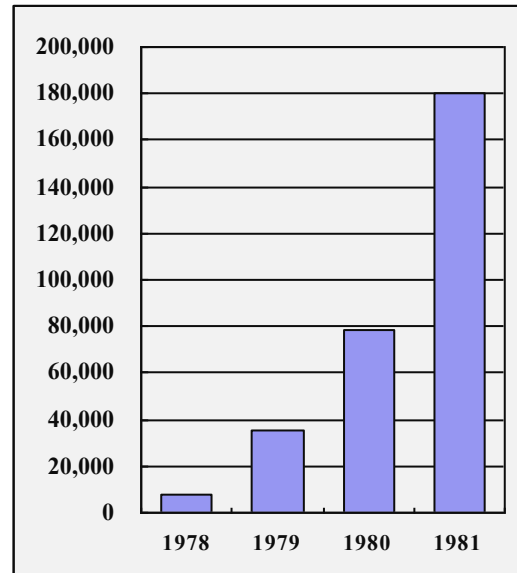


図3 AppleIIの販売台数

載したS-100マシン上で動いていた様々なアプリケーション・ソフトをAppleII上で動かすことができたのも、AppleIIのこうした拡張性の高さによるものであった。

AppleIIがそのアーキテクチャをオープンにしたのは、CPUとしてMOS Technologyの6502を使っていたことも関係している。このCPUは当時の主流のCPU8080とは互換性のないCPUであった。そのため8080用に開発されたソフトウェアはそのままでは動かなかった。それゆえCPUとして8080を使用しているマシンに対抗して、AppleII上で動くソフトウェアをより多く確保するためには、ソフトを開発しやすいようにそのアーキテクチャをオープンにする必要があったのである。

AppleIIが他のマシンと技術的に差別化を図ることができ、パソコンとして独自の技術的發展をたどることができた技術的背景には、AppleIIが他のマシンと異なり、①「フロッピー・ディスク・ドライブを低価格で提供できた」ということや、②「表計算ソフトVisiCalcがしばらくの間AppleII上でしか動かなかった」という独自の技術的要素を有していたということがある。

AppleIIも、もちろん発売開始当初はカセットテープを利用するしかなかったが、カセットテープによるプログラムやファイルの読み込みや書き込みの速度は極めて遅かった。フロッピー・ディスク・ドライブはカセットテープと比べてかなり速かったので、1978年7月にはフロッピー・ディスク・ドライブが595ドル[発売前に予約していた場合は495ドル]で発売された。

フロッピー・ディスク・ドライブのサポートを主張したのは、当時Appleの会長であったMike Markulaである。Markulaは彼自身、カセットテープがあまりにも遅すぎるので困っていた。彼は小切手帳の管理用にお気に入りのプログラムを持っていたが、プログラムを読み込むだけで2分間、そしてチェックすべきファイルを読み込むのにさらに2分間もかかった²⁷。Markulaは、Intelで主に財務関係の仕事をしていた関係から、「会計処理をおこなった結果の財務データを[カセットテープではなく]フロッピー・ディスクに保存できれば、AppleIIを中小企業のオーナーたちに売ることができる」と考えたのである²⁸。

ただし、フロッピー・ディスクドライブを内蔵したパソコンそれ自体は、すでに1975年にIMS Associates, IncからIMSAI8080として発売されており、AppleIIが最初だったわけではない。Altair 8800の互換機であるIMSAI8080(1975)は2基の8インチ・フロッピー・ディスク・ドライブをすでに内蔵していた。IMSAI8080も好評を博し、1975年12月の発売開始から1979年9月までの間に総計で約1万7千台を越える販売台数があったと言われている²⁹が、AppleIIほどヒットしたわけではなかった。

AppleIIとIMSAI8080のこうした差異をもたらした決定的要因はそれらのマシン上でどのようなアプリケーション・ソフトが動いたのかということである。他のマシンに対するAppleIIの強みは、VisiCalcという世界最初の表計算ソフトが発売後最初の1年間はAppleII上でしか動かなかったことにある。前述したように、AppleIIの競合機種であるTandyのTRS-80や CommodoreのPETは、その機能拡張性に関する制限のために、VisiCalcを動かすの十分なメモリを装備できなかったのである。

Jobsは、VisiCalcという表計算ソフトの登場が「AppleIIにとって最大の出来事だったと思います」³⁰と語っている。実際、その当時、150ドル程度の価格のVisiCalcというソフトを使いたがために、その10倍以上の価格のAppleIIを買っていったビジネスマンが何千人もいた、と言われている。そうしたことからAppleIIは、VisiCalcマシンと呼ばれることもあったほどである。Wozniakによれば、VisiCalcが登場して以後、AppleIIの売り上げの90%がスモール・ビジネス向け

のものになり、AppleIIがもともとターゲットとしていたhome hobby市場向けはたったの10%に過ぎなくなってしまう³¹。

(3)1981年当時のパソコン市場

1981年当時の米国パソコン市場・・・出荷台数 70 万台、売上金額 10 億ドル

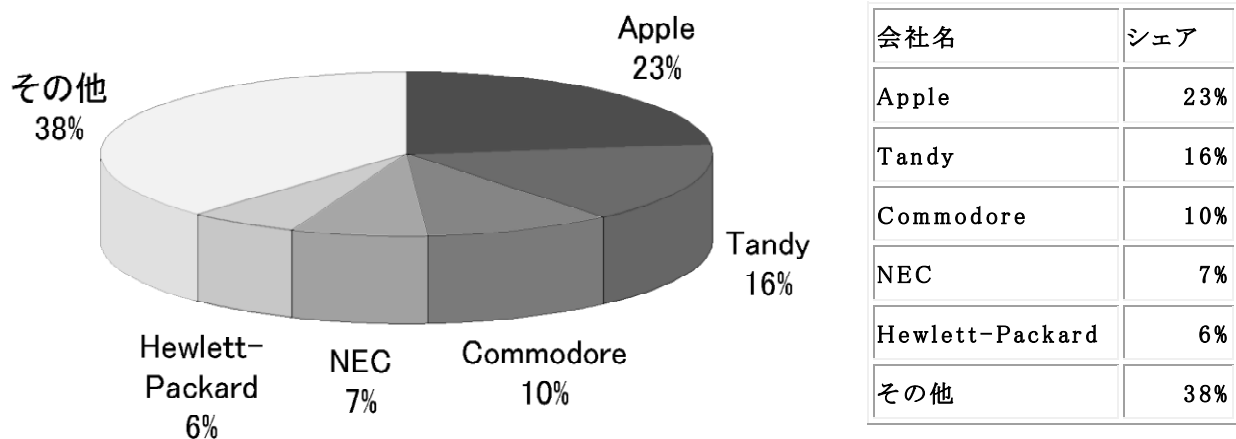
CommodoreがPETの後継機種として1981年1月に発表したThe Commodore VIC-20は、300ドルでカラーグラフィックスが取り扱えるパソコンとして人気を博し、最盛時には一日に9,000台の生産を記録するなどヒットし、最終的に100万台の販売台数を記録した最初のパソコンとなった。そして1982年にはその総販売額が3億5百万ドルにまで達した。

アメリカでは1981年に1980年より3倍も多い70万台のパソコンが出荷され、売り上げが10億ドル以上に達したと推定されている³²。また市場シェアは、Tandyが約35%、Appleが30%強、Commodoreが20%、Atariが5%前後、NECとシャープの両社合計で約5%と推定されている。

1981年における世界のパソコン市場の推定シェア --- Appleがトップ

1981年における世界のパソコン市場の推定シェアは、下表のように、米パソコン市場とは順位が異なり、Appleがトップで23%のシェア、次いでTandy, Commodoreの順になっていた³³。日本のパソコン市場は、アメリカの数分の一の規模であったが1979年度頃より徐々に立ち上がりはじめ、1981年にはNECのPC8001シリーズが大ヒットしたこともあり、日本のパソコンメーカーNECが世界市場においてもIBMよりも上位のベスト5に入っている。

図4 1981年の世界のパソコン市場シェア(推定値)



2. IBMのパソコン市場参入時の戦略 --- IBMはパソコン市場参入の遅れの不利をどのように克服しようとしたのか？

(1)IBMのパソコン開発前史 --- IBMにおける「パソコン」的製品開発の試み

パソコン市場は上記に見てきたように1970年代後半期に急激に成長を遂げた。IBMのパソコン市場への参入は1981年のIBM PCによって行われたのであるが、それまでIBMはパソコン開発に関連してまったく手を打たなかったわけではない。1981年のIBM PC以前にも「パソコン」的な製品開発の試みはすでに何度か実施されていた。

例えば、General Systems Division (GSD) が担当した1973年のSCAMP(Special Computer, APL Machine Portable) プロジェクトでは、約半年間でプロトタイプの開発にこぎつけている。そのプロトタイプのマシンでは、APL(A computer Programming Language)というインタープリター型(対話型)のプログラミング言語が動いた。

このプロジェクトの成果に基づいてさらに開発が進められ、1975年9月には、IBM 5100 Portable Computerが発表された。そのマシンは、PALM (Put All Logic in Microcode)と呼ばれるIBM製のCPUを搭載するとともに、APLおよびBASICという二つのプログラミング言語を利用できた。当時はそれと同等の能力を持つコンピュータの重量が約500kgもあったことから、このマシンの名称にはPortableという単語が使われてはいるが、その重量は約23kgもあり、現代的な基準ではPortableとはとても言えるものではなかった。

またその販売価格は表1に示したように、搭載メモリ量(16K, 32K, 48K, 64K)および搭載言語によって異なるが、\$8,975 ~\$19,975というミニコンレベルまたはそれに近い価格帯であった。こうした意味において、IBM 5100 Portable Computerは一般的な意味においてパソコンと呼べるものではなかった。

IBM 5100シリーズはその後、IBM5110(1978年1月発表、2月出荷開始)³⁴、IBM5120(1980



図5 IBM 5100 Portable Computer

〔出典〕 http://www-1.ibm.com/ibm/history/catalog/itemdetail_59.html

表1 IBM 5100 Portable Computerの価格表

搭載メモリ量	BASIC言語のみ搭載	APL言語のみ搭載	両言語搭載
16KB	\$8,975	\$9,975	\$10,975
32KB	\$11,975	\$12,975	\$13,975
48KB	\$14,975	\$15,975	\$16,975
64KB	\$17,975	\$18,975	\$19,975

年2月、価格は\$9,340～\$23,990)³⁵というように引き続き開発が進められた。

なおIBM PCと深い関わりを持つパソコン的製品としては、IBM system/23 Datamaster(1981年7月に販売開始)がある。IBM PC開発チームの中のBill Lowe, P.D.Sydnese, Larry Rojars, Lewis Eggebrechtなどかなりの人数がそのマシンの開発に関わっていたのである。IBM system/23 Datamasterは、small business向けの手頃な価格のコンピュータとして1978年2月に開発が開始された。Datamasterは、IBM製の8インチFDDを採用し、IBM製のOSやアプリケーション・ソフトで動くマシンであり、文字コードに当時のパソコンで主流のASCIIコードではなく、IBMの大型コンピュータで採用されていたEBCDICコードを採用するなどIBMの世界に閉じたシステムであった。

このマシンは、最初に開発したBASIC言語をIBM System/34のBASIC言語に合わせるための手直し作業に1年近くの時間を取るなど、他の従来のIBMマシンとの間での互換性確保のための作業のために余計な時間がかかったため、販売価格は、FDD、HDD、プリンターなしで3300ドル、FDDとプリンター付きで9830ドルと、それまでのIBMのマシンに比べれば比較的低価格であったが、IBM PCの販売開始にともない、ほんの2、3ヶ月で時代遅れのマシンとなってしまった。

(2) サードパーティの活用とオープン・アーキテクチャ方式による短期間での開発

上記のプロジェクトは、パソコン開発という視点から評価すれば結果的に失敗に終わった。市場で販売できるような商品としてのパソコンを、社内製造を基本として開発することには成功しなかったのである。

IBM PC以前のパソコン的製品開発の「失敗」の一方で、前述したようにパソコン市場は急速な拡大を続けるとともに、パソコン市場が次第にビジネス分野にまで拡張し始めていた。またパソコン用CPUに関する技術革新が進み、1978年には16ビットCPUが登場していた。

IBU方式での短期間(1年間)での商品開発

こうした状況の中、IBMは急速に発展しつつあるパソコン市場に早く参入する必要に迫られていた³⁶。このままではミニコン市場と同じく、パソコン市場でも出遅れたままになる可能性が強まってきたのである。

そのためIBMは1980年7月頃から、パソコン市場へ本格的に参入するためのプロジェクトを立ち上げるための準備に入った。その当時のIBM会長フランク・ケアリーの証言によれば、「1980年の6月か7月頃、・・・改めてAppleに負けない製品を作るためのプランを立てるよう部下たちに要請した」³⁷のである。

IBMの最高意志決定機関の企業経営委員会(Corporate Management Committee)で最終的には1980年8月6日にパソコンの開発事業計画が承認されたが、その際に商品開発から製品の発表まで1年間の猶予しか与えられなかった。そのため従来の研究開発体制ではなく、IBU(Independent Business Unit, 独立事業部)によるプロジェクト方式で商品開発がすすめられることになった。

PCの主要部品および周辺機器の外部調達(アウトソーシング)

開発期間が1年間という短期間に限定されたため、CPUやOSといったパソコンにとっての基幹的構成要素を新規に一から開発するのでは時間が不足することになり、自社ですべてを調達するというIBMのそれまでの伝統的なやり方を貫くことは困難であった。

またそうした時間的制約とともに、販売単価が極めて高く長期的視点から研究開発が進められる大型コンピュータ事業を中心的な事業としているというIBMの社内特性に起因する制約もあった。新製品の部品や周辺機器を内部調達したとすると、他社から外部調達した場合と比較してコスト的に割に合わないものとならざるを得なかったし、パソコン市場のように技術変化や価格変化の素早い市場への対応という面でも困難が予想されたのである。

実際、IBM PCの開発チームは、IBM System/23 Datamasterやミニコン「Series1」など先行の開発プロジェクトにおける自らの経験に基づき、ハードもソフトも自前で開発することが開発期間の長期化や製品の高価格化につながるという問題を認識していた³⁸。

そのためIBM PCは、数多くの既存の市販製品を利用する方向で開発が進められた。主要な自社製品は、BIOSとキーボードとPCケースだけであったと言われている。例えば、回路基盤(Printed circuit board)はSCI(Space Crafter Inc.)から、ディスクドライブ装置はTandonから、PC電源はZenithから、プリンターは日本のエプソンから供給を受けた。そしてまた、そうした周辺の機器に止まらず、パソコンの中核的技術要素に関しても、OSをMicrosoftから、CPUをIntelからというように外部調達をおこなった。

オープン・アーキテクチャ戦略

またIBMは、パソコン市場に遅れて参入したこともあり、IBM-PCに関しては回路図やBIOSのソース・コードなど様々な技術情報や仕様を別売りの技術マニュアルで公開するというオープン・アーキテクチャ戦略を取った。こうしたオープン戦略は、IBM PCに先行する商業的に成功した先行パソコンのAltair8800やAppleIIでも取られた戦略であった。

IBMがMITSやAppleと同様にこうしたオープン・アーキテクチャ戦略を取ったのは、自社でソフトや周辺機器の開発を進めても時間的に間に合うかどうかの問題だったためではない。他社から外部調達するにしても、アーキテクチャを一般的に公開する必要はない。そうしなくても外部調達は可能であった。

IBM PCの開発チームはもっと別な理由からオープン・アーキテクチャ戦略を進めたのである。理由の第一は、IBM PCの開発プロジェクト・チームのリーダーであったEstridgeが1982年に受けたインタビューの中で「われわれは、極めて幅広いソフトウェアを取りそろえることがIBM PCを普及させるための主要な要素の一つであろうと考えていた。たった一社で数多くのソフトウェアを製作することはできない。もし仮に可能であったとしても、そのためには極めて長い時間がかかるであろう。それゆえわれわれは外部のソフトウェア制作者や会社に参加してもらうようにする必要があった。」³⁹と答えていることに端的に示されているように、IBMもMITSやAppleと同じく、市場でのシェア獲得のため、自社製のパソコンに対応した数多くの多種多様なソフトウェアが速やかにサードパーティより開発されることを望んだためである。

この点に関しては後年になり、W.C.Loweも「パソコンでは、ソフトウェアはいろいろな人がか

ってに書き、勝手に販売する。……すべてをIBMがコントロールするような考え方は通用しません。そこが大型コンピュータとまったく異なる点でした。成功するためにはAppleのパソコン用ソフトウェアよりも数多く、しかも多種多様なソフトウェアをIBMパソコンのために書いてもらわなければならないと思っていました。」⁴⁰というように同趣旨のことを述べている。

理由の第二は、単に数量的な問題だけでなく、自社で開発を進めても市販の製品よりも優れた製品が作れるとは限らないということにあった。ハードウェアの普及にはキラーソフトの存在が大きい⁴¹が、IBM PCの開発チームは、Estridgeが先のインタビューで答えているように、Microsoftのプログラミング言語BASICやVisiCorpの表計算ソフトVisiCalcを超えるような優れたソフトウェアを自社で開発できるとは考えていなかった。

実際に歴史的結果としても、IBM PCのその後の普及にもAppleIIの場合と同じように他社製の表計算ソフトが大きく関わっている。IBM PC向けには、AppleIIから移植されたVisiCalc以外にも、Microsoftが1982年夏にMultiplanを発売しているが、特にヒットしたのが1982年11月にLotusから発売された表計算ソフト「Lotus 1-2-3」であった。Multiplanは、VisiCalc同様、IBM PC以外の様々なパソコン上でも動くことを前提に開発されていたが、Lotus 1-2-3は、公開されたアーキテクチャに基づいてIBM PCのハードウェア構成に合わせて作り込まれたソフトであった。すなわち、IBM PC専用のソフトウェアであった。動作には多くのメモリを必要としたものの、IBM PCのハードウェア構成に合わせて作り込まれていたもので、動作が圧倒的に高速であった。その結果として、VisiCalcを使いたいがためにAppleIIを買う人が続出したのと同様に、1983年末頃にはLotus 1-2-3を使いたいがためにIBM-PCを買うユーザーが続出したと言われるほど、大ヒットした。

このようにIBMのブランド力が強かったこともあり、IBMのオープン・アーキテクチャ戦略の結果として、早くから数多くの会社が種々のソフトウェアやPC関連装置の開発に関与するようになり、結果としてIBM PCの普及を促進する結果となった。

BIOSのソース・コードの公開と著作権問題 ----- クリーンルーム方式での互換BIOSの開発

MicrosoftからOSの著作権を買い取ることができなかった(あるいは、一説によるとDigital Researchなどとの著作権トラブルの直接の当事者になることを恐れて買い取ろうとはしなかった)ため、IBMが自社のパソコンに対する互換機の登場を阻止するために残された有効な法的手段としてはBIOS(Basic Input/Output System)の著作権に基づく対抗措置ぐらいしかなかった⁴²。

BIOSは、ROMの中に書き込まれたソフトウェアであり、コンピュータに接続されたフロッピー・ディスクドライブやキーボードなどの周辺機器とパソコンとのデータのやり取りを制御する一群のプログラムである。それゆえ、BIOSに関する権利は法律的には著作権で保護されることになる。

IBMは、オープン戦略によりBIOSのソース・コードを公開はしたが、BIOSの著作権を放棄したわけではなかった。したがって、公開されたソース・コードそのまま用いることはもちろんのこと、それらを参考にして互換BIOSを開発することも著作権法違反となる。

またEPSONによるNECのPC9801互換機開発の事例にも示されているように、ソース・コードの公開がなくてもリバース・エンジニアリングにより互換BIOSの開発は可能である。「IBMがBIOSのソース・コードを公開したため著作権に触れない互換BIOSの開発が可能になった」という記述が一般によく見られるが、これは不正確な表現である。

なお、BIOSのソース・コードの公開の有無に関わらず、IBMの著作権を侵害せずに互換BIO

Sを開発するにはクリーンルーム方式での開発が必要とされた。すなわち、まず第一に、リバース・エンジニアリングによってBIOSのソース・コードを取り出してそのコードの機能を解析し、次に、そうした解析によって明らかになった諸機能を実現するプログラムを新たに一から創造する、というようなプロセスでプログラム開発を進めることが必要とされたのである。

うがった見方をすれば、IBMはIBM PCのBIOSを一般に公開することによって、自社の著作権に触れずに互換BIOSを開発することを極めて困難にした、と考えることもできる。すなわち著作権侵害を避けるためにはIBMの公開されたソース・コードをまったく見たことがないと証明されているプログラマーだけで新規にBIOSを開発することが必要とされるのであるが、BIOSのソース・コードが公開されたことにより、互換BIOSの開発者がそのソース・コードに触れたことがないということの証明は非常に困難になったのである。

こうした状況の下、クリーンルーム方式での互換BIOSの開発には巨額な資金を必要とした。例えば、Compaqは互換BIOSの開発費用として100万ドルを使うとともに、IBMからの訴訟に対抗するために優秀な弁護士をたくさん雇用したと言われている。

しかしながらIBMの予想をはるかに超えたIBM PCの大きな成功は、皮肉なことに、こうした巨額な費用をかけて著作権問題をクリアした互換BIOSを開発することを可能にし、結果としてIBM互換機という新たな市場が大きく成長することになった。

3. IBM-PC

IBM PCのスペック、および、拡張性の高さ

IBM PC(The IBM Personal Computer)は、インテル製の16ビットCPU8088(動作周波数4.77MHz,0.33MIPS)を使用し、標準で40KBのROMを搭載していた。価格は、16KBのRAM・キーボード付きで1265ドル、48KBのRAM・キーボード・FDD1台付きで2235ドル、64KBのRAM・FDD1台・DOS付きの標準機で2,665ドルであった。また大きさは、幅20インチ、奥行き16インチ、高さ5.5インチであり、重量は、ディスクドライブなしで約9.5kg、ディスクドライブ1台付きで約11.3kgであった⁴³。

図6 IBM-PC



[出典]http://www-1.ibm.com/ibm/history/catalog/itemdetail_19291.html

表2 IBM PCと競合機種と比較表⁴⁴

機種名	年月	CPU			メイン・メモリ 容量	外部記憶 装置	ソフト	最低価格 (1981.10 当時)
		名称	動作 周波数	Bit 幅				
IBM-PC	1981.10	Intel 8088	4.77 MHz	16	RAM 16KB (最大 256KB) ROM 40KB	160KBの 5インチFDD 2台	PC-DOS CP/M-86 USCD P ROMの中に Microsoft BASIC	\$1,565
Apple II	1977.4	MOS Technology MOS6502	1 MHz	8	RAM 16KB ROM 12KB (RAMとROM 合計最大64KB)	140KBの 5インチFDD 1台	ROMの中に AppleSoft BASIC	\$1,330
Apple III	1980.6 発表	Synertek MOS6502A	2 MHz	8	RAM 128KB (最大 256KB) ROM 4K	143KBの 5インチFDD 1台		\$4,690
Xerox モデル 820	1981.7	Zilog Z80		8	RAM 64KB ROM 4KB	94KB の 5インチFDD2台 300KBの 8インチFDD2台	CP/M BASIC	\$2,995

IBM PCは、Altair80800の18本というほど多くはないが、8本の拡張スロットを有していた。キーボードとカセットテープを接続するためのインターフェイスは、マザー・ボード上に搭載されていたが、プリンター接続などのためのパラレル・ポート、フロッピー・ディスク、画面表示機能などは拡張スロットに拡張カードを挿すことではじめて利用可能になった。

IBM PCがAltair8800やAppleIIと同様に数多くの拡張スロットを有する技術的設計となって

いたことが、オープン・アーキテクチャ戦略とあいまって数多くのサードパーティによる多種多様な周辺機器の開発を促進したのである。

IBM vs Apple

IBMがパソコン市場に参入した当時、AppleはIBM PCの市場競争力は低いと考えており、IBM PCがそれほど売れるとは考えてはいなかった。(もっとも、IBMのマーケティング担当者による販売予測台数も発売後5年間で24万1683台というものであり、さほど大きなものではなかった。) そう考えていたこと、および、IBMという社会的に信用力のある会社がパソコン市場に参入してきたことにより、AppleがVisiCalcを搭載したAppleシリーズでターゲットとして想定しているビジネスマン向け市場がこれまで以上に拡大すると考えたこともあり、The Wall Street Journal に“Welcome IBM, seriously.”というタイトルの1ページ全面広告を打ったほど、IBMの市場参入を歓迎した。

実際、IBMがIBM PCを1981年10月に発売を開始した直後の四半期(1981年10～12月)のAppleの売り上げは、前年同期(1980年10～12月)の6760万ドルに比べ98%増の1億3360万ドルという絶好調ぶりであった。Appleは1982年になっても順調に売り上げを伸ばし、パーソナル・コンピュータのメーカーとして初めて年間売上高10億ドルを超えるまでになった。そして1983年3月には自社のパソコン通算100万台目の出荷を記録している。

その意味でパソコン市場の本格的な立ち上げを期待してAppleがWall Street Journalに歓迎広告を掲載したことは、その時点においては決して的はずれなことではなかった。パソコン市場へのIBMの参入は、Appleにとって短期的には決してマイナス要因ではなかったのである。

IBM PCの売り上げ

IBM PCは、Appleの予想およびIBM自身の予想をも超えて大ヒットした。1981年中に約2万5千台を販売し、1982年には19万台、1983年には70万台を販売した⁴⁵。こうして5年間で約300万台の販売台数を記録するまでになった。それにともないIBMのパソコンの売り上げは、1981年に4400万ドル、1982年に3億6400万ドル、1983年に15億ドル、1984年に40億ドル、1985年に60億ドル、1986年に70億ドルというように急激に拡大していった⁴⁶。

4. なぜIBMはIBM PCに8ビットではなく16ビットのCPUを採用したのか？

「16ビットCPUの採用」という方針が実質的に誰によっていつ頃に決定されたのかに関して、相対立する二つの見解 ----- 「IBMが最初から16ビットCPUの採用を考えていた」⁴⁷という見解と、「Microsoft社のBill GatesがIBMに16ビットCPUを採用するように提言した」⁴⁸という見解 ----- がある。

この点に関してBill Gatesはさまざまな機会に、「IBMからIBM PC用のBASIC言語の開発に関連してアプローチがあった時に、自分の方からIBMに16ビットCPUを採用するように提言した」のだと述べている。Gatesの証言によれば、IBMが最初に想定していたPCの技術的スペックは、CPUはその当時主流であった8ビットCPUで、OSはCP/Mというものであった。これに対してGatesは、商品の技術的競争力向上のために、16ビットCPUを使うようにアドバイスし、その結果としてIBMが16ビットCPUを使ったマシンを発売することになった、というのである。

こうしたGatesの見解に対する状況証拠としては、W. C. Loweが1980年8月にIBMの企業経営委員会にプレゼンテーションのために提示したIBM PCの最初のプロトタイプ機は、CPUにインテルの8085を用いたS-100マシンにOSとしてCP/Mを載せたものであった、ということがある。

実際Gatesは、1997年3月25日号の『PC Magazine』に掲載されたインタビューの中で、PC Magazine編集部が「IBMの中には、Microsoftを訪問する以前に[16ビットCPUを採用するという]決断を既に下していた、と言っている人もいるが・・・」と質問したのに対して、「いやそんなことはない。[IBMが最初から16ビットCPUを採用することに決めていたというような]そんなことは誰も言っていない。Jack Samsに聞いてみて欲しい。彼ならば知っているはずだ。8ビットマシンでまさにやろうとしていたのだ。」と反論するとともに、その根拠としてIBMがMicrosoftに最初に訪問して来た時点では「Intelはまだ低価格で8088を提供すると約束してはいなかった」ということ、および、「彼らの厳しいスケジュールの観点から言えば、8ビットマシンの方が好ましく、正しい選択は8ビットマシンである、と思われた。16ビットマシンを選択したことで、彼らはスケジュールに関してある程度リスクを抱えることになった」ということの二点を挙げて反論している⁴⁹。

16ビットCPUの採用決定に関する上記の二つの見解のどちらが正しいにしろ、ともかくも結果としてIBM PCでは16ビットCPUが採用された。では1年間という開発期間の限定から来るスケジュール的リスクにも関わらず、なぜ8ビットCPUではなく、16ビットCPUを採用するという技術的選択がなされたのであろうか？

一つの理由は、表2に示されているように、他の競合機種は8ビットCPUを使ったものであったから、最初に16ビットCPUを使ったパソコンということでIBM PCは販売キャンペーンの面では相対的に有利な地位に立つことができた、ということであろう。

しかしながら、IBM PCの発売を正式に初めて公表した1981年8月12日のプレス・リリース⁵⁰ではそのことはまったく強調されていない。現在とは異なり、一般的には内蔵CPUの性能はさほど問題とはされなかったにしても、“a high-speed 16-bit microprocessor”という表現でさりげなく触れられているだけである。それよりも強調されているのは、VisiCorpのVisiCalcやMicrosoftのBASIC言語など多数のソフトが対応しているということである。IBM PCにおいてオープン・アーキテクチャ戦略が採用された理由がそうであったように、IBM PCの開発チームが最も

重要視していたことはソフトであった。

ソフトの視点から言えば、16ビットCPUを採用することは、取り扱える最大のメイン・メモリ量が大幅に増えることを技術的に意味していた。D.BradleyがIBM PCの開発から10年後に書いた回想記の中で、16ビットCPUを採用した第一の理由に挙げているのもこのことである⁵¹。またGatesは、IBM PCが出荷されてから間もない『PC Magazine』誌の19982年2月1日号に掲載されたインタビューの中で、「16ビットマイクロプロセッサは極めて重要である。ただしスピードのためではない。・・・[確かにスピードが速いのも事実であるが]16ビットマイクロプロセッサがより優れている主要な理由は、そのアドレス空間が増加していることにある。」⁵²として、16ビットCPUではニアに利用可能なメモリ空間が8ビットCPUの64KBから大幅に増えることが最も決定的な要因であると主張している。

当時の8ビットCPUの多くは、システム・バス幅が16ビットであったため、取り扱えるメイン・メモリの容量は64KBに限定されていた。しかしながらそのようにメイン・メモリの最大容量が64KBに制限されることは、データやプログラム・コードを格納するためにそれ以前よりも大量のメモリ空間を必要とするようになっていた当時のアプリケーション・プログラムにとって大きな問題であった。

16ビットCPUを採用すれば、当時の8ビットCPUが抱えていた「メモリ空間に関する64KBの壁」というこうした問題を一挙に解決することできるのである。ソフトの開発会社であるMicrosoftのGatesが16ビットCPUの採用を必要不可欠と考えたのはまさにこのためであった。

5. なぜIBMは、インテル製の16ビットCPUを採用したのか？

(1)IBM PCの開発当時に存在した複数の16ビットCPU

しかしながら16ビットCPUと言っても、IBM PCの開発当時に利用可能な16ビットCPUとしては、Intelの8088と8086、Motorolaの68000、National Semiconductorの16032、ZilogのZ8000などいくつかの候補があった。

これらの16ビットCPUの中で「技術」的評価が最も高かったのは、Motorolaの68000である。68000は、16Mバイトのリニアなメモリ空間が確保できるとともに、DECのミニコンに類似したアーキテクチャでより洗練されており、「技術」的評価は高かった。実際、IBM PCの開発チームも、MicrosoftのGatesも、68000の方を高く評価していた。

これに対してIntelの16ビットCPUは、使えるメモリ空間が1Mバイトに限定されているだけでなく、その1Mバイトのメモリ空間も64Kバイト単位のセグメントに分割されておりリニアには使えないなどCPUのアーキテクチャから言えばあまり「美しくない」ため「技術」的評価は相対的には低かった。

例えば、「Intelの顧客は口々に、このプロセッサ[Motorolaの68000]は優れものだった。数年前に8080と6800が比較されたときにもセールス部隊はこの種の嫌みをあちこちで聞いたが、今回はそれ以上だった。なじみの顧客はMotorola製品を、設計、処理速度、価格、そして使い勝手とあらゆる面から誉めたたえた。」⁵³とされている。

実際、その後、パソコン用のCPUとしてはIntel系CPUの方がより広く普及したが、パソコンよりも高価格で高性能のWS(ワークステーション)用のCPUとしてはMotorola系CPUの方がより広く普及した。このようにMotorola系CPUの方が「演算」性能⁵⁴やアーキテクチャなどの「技術」的性能は高かった。

上記のような「技術」的評価にも関わらず、IBMはIntelの8088というCPUを最終的には選択した。「電卓上がりのプロセッサ」などと揶揄された(電卓用に開発された4004というルーツを持つことから、このように呼ばれた)Intel系CPUの方をIBMは選択したのである。IBMは16ビットCPUの採用にあたって、技術的評価の高かったMotorola系ではなく、Intelのプロセッサをなぜ選択したのであろうか？

(2)既存ソフト資源の活用可能性

IBMは、パソコン市場への新規参入にあたり、ソフトウェアに関する下記のような先行の歴史的資産を生かそうと考えた。そのためにはCPUそれ自体に先行のCPUとの歴史的連続性＝互換性が必要であった。そうした歴史的連続性＝互換性という点から言えば、インテル系16ビットCPUは「技術」的に極めて優れたCPUであった。68000やZ8000は、それらの会社の先行する既存8ビットCPUとの間に互換性がなかったのである。

8ビットプロセッサとして成功していたIntelの8080およびその互換CPUの上で動いていた人気ソフトに、表計算ソフトのVisiCalc、ワードプロセッサのWordStar、データベースソフトのdBase IIなどがあった(なおOSはCP/Mであった)。そうした人気ソフトの移植、および、8ビットCPU用にソフトを書くことに熟練したプログラマーの存在を考えた場合、CPUそれ自体に8ビットCPUとの連続性(互換性)が一定程度あったほうが有利である。

その点、8088や8086は、8bit CPUとしてヒットしたIntelの8080やZilogのZ80などとの互換性を強く意識して作られており、8080およびその互換CPUをターゲットとしてアセンブリ言語で記述されたプログラムであれば、わずかな書き換えだけで動かすことができた。8080Aや8085A用にアセンブラ言語で書かれたソース・コードを8086用のアセンブラ言語のソース・コードに変換するソース・コード・トランスレータも提供されていた。

CPUに関するこうした先行資源の利用可能性という要因は、IBM PCのOS競争の場面においても同様に作用した。8ビットパソコン時代のデファクト・スタンダードのOSであったCP/M-80の開発元であるDigital Researchは、IBM PCの発売時には間に合わなかったがしばらくして、Intel製16ビットCPUパソコンに対応したOSとしてのCP/M-86の開発を終了した。IBMやNECは、自社製マシンのOSとしてMicrosoftのMS-DOSとともに、Digital ResearchのCP/M-86をも合わせて販売していた。それゆえ、ユーザーやソフト会社はOSとしてはMS-DOSだけでなく、CP/M-86も利用できた。最終的にどちらのOSが生き残るのかは、ハードメーカーではなく、ユーザーやソフト会社の選択に委ねられたのである。CP/M-86はマスコミの好意的な評価にも関わらず、強気の価格設定やMS-DOSと異なりIBM PCの初期出荷の時期に間に合わなかったことなど様々な要因の結果として、結局のところはMicrosoftのMS-DOSが市場を制した。

IBM PCの初期出荷時の標準OSとして採用されたということが8086を用いたパソコンの主流OSになった要因として大きいということは、従来から言われているように確かにその通りである。しかしその一方で、IBM PCの初期出荷時のそうした相対的優位性をその後も維持し続け最終的に勝利できた技術的背景には、MS-DOSの中心的開発者の一人であるTim Patersonが回想記で述べているように⁵⁵、「MS-DOSに関する最も重要な設計要件がCP/M-80との互換性の確保にあった」というMS-DOSの開発事情に依る点も極めて大きい。

最初は多くのソフトウェア開発会社が、そして、CP/M-86がIBM PC用OSとして出荷された後には多くのマスコミもCP/M-86の成功を予測していたにも関わらず、MS-DOSが最終的に勝利できた技術的背景には、前記のようなMS-DOSの設計方針のため、MS-DOSの方がCP/M-86よりもCP/M-80との互換性が高かったという技術的優位性があることも確かである。例えば、システム・コールの仕様に関してMS-DOSのint 21hの一定部分がCP/M-80のBDOS CALLとそっくりである⁵⁶ことなどに示されているように、CP/M-80との互換性に関してMS-DOSの方がCP/M-86よりも高かったのである。

MS-DOSの互換性の高さは、MS-DOS開発の基礎となったPatersonのQ-DOS (Quick and Dirty Operating System) がソース・コードレベルでCP-M/80と極めて類似していることによるものである。

Duncan Bayneは、「業界の伝説では、WordPerfect社は自社のワープロソフトをCP/M-80からPC-DOS[MS-DOS]上に移植するのに、マシン語レベルでたった1バイトの変更で済んだと言われている(industry legend has it that WordPerfect Corporation ported their word processor from CP/M to PC-DOS by changing one byte of machine code.)⁵⁷」とのことである。

そうしたソース・コードレベルでの類似性の高さは、デジタル・リサーチ社がIBMとマイクロソフト社に対してMS-DOSはCP-M/80の著作権を侵害するものと強く抗議し、多額の和解金を勝ち取ったことにもまた示されている。

下川和男氏が述べているように、「**Digital Researchが、16ビット用ということで、CP/M-86**

に豊富な機能を盛り込んだのに対し、MS-DOSは、Intelの8086の設計思想と同様に、8ビットとの互換性を重視した」のであり、「その結果として素直に16ビットへの移行が行えるMS-DOSのアプリケーションが増加し、CP/M-86は消えていった」⁵⁸というように理解することができるのである。

(3)先行プロジェクトで蓄積された知識・経験・部品の活用

IBM-PCに先行する開発プロジェクトとしてIBM System/23 Datamaster(1981年発表)というマシンがあったが、IBM PCの開発に携わったエンジニアたちの多くは、そのマシンの開発に関わっていた者たちであった。IBM Datamaster/23は、CPUとしてはIntel製の8ビットCPU 8085を使っていた。それゆえBradleyが「われわれは、DatamasterでIntelのプロセッサを使って仕事をしていたので、Intelのプロセッサに慣れ親しんでいた。」と語っている⁵⁹ように、IBM PCの開発者たちはIntel製CPUのアーキテクチャを熟知していた。

前述したように、IBMの企業経営委員会に提出されたIBM PCの最初のプロトタイプ機は、IBM System/23 Datamasterに手直しを施したもので、使用していたCPUはDatamasterと同じ8085のままであった。

Datamasterに関する先行の歴史的蓄積の活用という点では、IBM PCの拡張スロットの仕様も新たに考案されたものではなく、Datamasterの拡張スロットの仕様を少し手直ししただけのものであった。Bradleyによれば バスの信号の定義を5カ所ほど手直ししただけであり、IBM PCはDatamasterと同一の割り込み制御装置、および、類似のDMA制御装置を使用していた⁶⁰。そのため、Datamaster用のアドオン・ボードをIBM PCのISAスロットに差ししても動いたと言われている。

なおIBMはワープロ専用機「DisplayWriter」においてはIntelのCPU8086を使用していた。しかしBradleyの証言によれば、この「DisplayWriter」の開発プロジェクトはIBM PCとは無関係であった⁶¹。

(4)高い浮動小数点演算能力を持つ数値コプロセッサ8087の存在

インテル系16ビットCPUの技術的優位性は、数値コプロセッサ8087によって浮動小数点演算能力を高めることができ、そうした数値計算能力の向上により表計算ソフトやデータベースソフトをより快適に動かすことができたという点にもある。8087を装着することで、加減乗除や比較、平方根だけではなく、剰余や対数、指数関数、三角関数などに関する非常に高機能な命令など約70個の新たな浮動小数点演算命令が利用可能になるとともに、ソフトウェア的な処理に比べて50～100倍程度高速に処理することができ、この点に関しては当時の並のミニコンよりも高速であった、と言われている。

数値コプロセッサによってこのように数値計算能力をかなり高めることができるというこの点は、Intelも自社の技術的強みとして意識していた。例えばIntelは、Motorolaに対抗するために作成した将来製品の紹介カタログのトップページで、自社の16ビットCPUの8086や8088に数値コプロセッサ8087を組み込めばMotorolaの16ビットCPU68000の「5倍のスピードで数値計算ができる」ことを強調していた⁶²。

6. なぜIBMは、IBM-PCに8086ではなく、8088を採用したのか？

IBMは、Intel製の16ビットCPUの採用にあたって、より性能の高い8086ではなく、性能の劣った8088をわざわざ選択したのであるか？8088は、CPU内部では16ビット処理をしているが、外部バス幅を意図的に8ビットに制限しているために、内部・外部とも16ビット処理を行っている8086よりも性能的に劣っていた。PC市場への新規参入にあたって性能の劣ったCPUを採用することは、一見したところ技術的には不可解なことに思える。

当然のことながら、PC市場参入時におけるIBMの技術的選択を巡っては上記のような疑問がすぐに思い浮かぶであろう。しかしながら、下記に詳しくのべるように、開発時間の限定、利用可能な技術的リソースの限定、コスト・パフォーマンスなどの問題を「技術」的視点から総合的に判断すれば、IBM PCの開発チームが下した技術的決断は合理的な選択であった、と思われる。

(1) 全体的な製造コスト、および、調達CPU価格の引き下げ

外部データ・バス幅が8086の半分の8ビットであるi8088の方が、マザー・ボード上のデバイス数や回路基板のバス配線などが少なく済み、パソコンのトータルな製造コストを下げる事が可能であった。またCPU価格それ自体も、8088の方が8086よりも低かった。8088は、8086よりも性能を下げることで意図的に低価格で販売されていた。この点に関して、Intelのゴードン・Mooreも「今となっては歴史的な商談を振り返ってみても、IBMが納入価格の引き下げにこだわって、われわれも製品の設計を一部変更してこれに応じたことくらいしか記憶にない。受注の決め手はIntelが値下げ要求に応じたことだった。」⁶³と自らの自伝的回想の中で述べている。実際、IntelはIBMに対して8088を1個9ドルという破格の価格で販売したと言われている⁶⁴。

もっとも上記のようなMooreの証言にも関わらず、CPUそれ自体の価格の低さが技術的選択の決定的ポイントであったかどうかに関しては、以下に述べるいくつかの技術的理由から疑問が残る。IBM PCの開発チームが置かれていた歴史的状況を考慮すると、「コスト削減問題がなかったとしても、IBMは8088を選択せざるを得なかった」というのではないかと考えられる⁶⁵。

(2) 先行する8ビットCPUパソコンとのハードウェア的互換性に基づく、関連周辺回路の開発期間の短縮----- 周辺回路部品に関する先行の歴史的資産の活用

8088は、データ・バス幅が8ビットであったので、周辺回路の規模が8086に比べ相対的に小さくなり開発期間の短縮が可能であった。

また8088は、周辺回路とのインターフェイスに関して8080との互換性を重視した設計になっている。そのため、割り込みコントローラ、DMAコントローラ、カウンタ／タイマー、シリアル・インターフェース、パラレル・インターフェースなどに関して、8080用の各種の周辺回路(8259, 8237, 8253など)を利用することができた。それゆえ8088であれば、新規開発が必要なカスタム・メイドの部品をなるべく使わなくても済むことができ、開発期間が1年間と限定されていたIBM PCの開発チームにとっては都合が良かったのである。

これに対して、Intelの8086、Motorolaの68000、National Semiconductorの16032といった16ビットCPUは周辺チップをその当時まだ開発中であり、IBM PCの出荷時期を考えるとリスクの高いCPUであった。

(3)同一社内における商品としての差異化のための、技術的性能のスペック・ダウン

IBMの全社的な製品構成から考えた場合、IBM PCというパソコンの技術的性能がさほど高い必要はなかった。8088というCPUの性能が他の16ビットCPUよりも相対的に低いことは、IBM内の製品構成から考えると逆にメリットであった。

というのもIBM PCの性能が高ければ高いほど、IBMの他のマシンの売れ行きが鈍ると考えられたからである。IBMの他のマシンは、性能的には確かに優れていたが、その一方でかなり高価格であった。そこでIBM PCの開発に当たってIBM PCは「わざと処理速度を落とす」ように設計された、と言われている。

例えば、IBM PCの開発プロジェクト・チームに最初から参加していた技術者のBill Sydnesはこの点に関する回想の中で、「8086の馬力とはとてもなく強力なものであった。このチップを利用すれば、IBMがすでに市場に出しているか、またはこれから市場に出そうとしている製品の排気口を広げなくてはならなかったろう。だから、私たちは性能が多少落ちても、8088を利用することに決めたのである。……この選択は非常に賢明なものだったといえよう。なぜなら8088を使う意向だといったおかげで、IBMのあらゆる管理網の目をスルスルと通り抜けることができたからだ」⁶⁶と述べている。

なお単純にMIPS値だけで性能比較はできないが、マウスやGUIなど現在のパソコンに近い機能を1975年という時点ですでに備えていたゼロックスのAltoというその当時の「ワークステーション」のMIPS値は0.2MIPSであったのに対して、CPUの駆動周波数が5MHzの8086でさえもそれを数値的には約6割上回る0.33MIPSというCPU能力を持っていた。

注

¹ ガードナー・ジャパン、データクエストの2004年1月15日付けのプレスリリース<http://www.gartner.co.jp/press/pr20040115-01.pdf>によれば、世界のパソコン市場におけるIBMのシェアは、第1位デル（出荷台数2530万2千台でシェア15.0%）、第2位HP（出荷台数2423万台でシェア14.3%）の約1/3の第3位で出荷台数860万8千台でシェア5.1%となっている。

2003年に日本でパソコン・ベンダーから出荷されたパソコンの総台数が約1,274万台と言われている(<http://www.gartner.co.jp/press/pr20040325-01.pdf>)ことから考えれば、IBMは1社で日本の総出荷台数の約7割以上を出荷していることになる。

² 「(機械式タイプライターにおけるアンダーウッド5型機と同じように) IBM PCは市場に対してほとんどブレイクスルーとなる技術をもたらさず、すでにその価値が確定した、ありふれた要素だけからなっていた。」アッターバック『イノベーション ダイナミクス』有斐閣,p49)←この後半部分は、接続詞のbutのニュアンスを訳していないことに端的に示されているように、ドミナント・デザインの確立という意味合いを強調した部分が訳されていない誤訳である。(試訳) The PC, like the Model 5, offered the market little in the way of breakthrough technology, but it brought together familiar elements that had proven their value to users: A TV monitor, standard disk drive, QWERTY keyboard, the Intel 8088 chip, open architecture, and MS DOS operating system. Together, these elements came to define the idea of the personal computer for at least 80 percent of the market.p.25

³ 例えば、Frank Hayes(1999), "100 years of IT", *Computerworld*, 33(14), p.74は、「標準的部品と借用されたアイデアをつぎはぎして雑に作り上げられたものであったが、IBM PCはIBMのブランド名ゆえにすぐに成功した。」("Cobbled together from standardized parts and borrowed ideas, the PC enjoyed instant success because of IBM's brand name.")としている。

⁴ Hewlett-PackardやXeroxの失敗に関しては、P.Freiberger, M.Swaine (1984), *Fire in the Valley*, McGraw-Hill[大田一雄訳(1985)『パソコン革命の英雄たち』マグロウヒルブック, pp.340-347]に簡略な記述がある。なおXeroxのパソコン市場参入の失敗のプロセスについては、Douglas K.

Smith(1988), *Fumbling the Future --- How Xerox Invented, Then Ignored, the First Personal Computer*, Harpercollinsが詳しい。

⁵ Altair8800は、1975年1月に、"Popular Electronics"という雑誌の表紙を飾った。その雑誌の表紙および紹介記事の写真は、<http://www.pcbiography.net/pe0174.html>などで見ることができるが、その表紙には"Project Breakthrough! World's first minicomputer kit to rival commercial models - the Altair 8800"と書かれている。

現在の用語法から言えば、"ミニコンピュータ・キット(minicomputer kit)"ではなく、"マイクロコンピュータ・キット(microcomputer kit)"とでも表記すべきところであるが、その当時はまだマイクロコンピュータ(microcomputer)という用語は使用されてはいなかった。なおミニコンピュータ(minicomputer)は大型コンピュータ(メインフレーム)に比して、ミニ(mini)・サイズであるという意味でDECが売り出したコンピュータに対する名称であるが、それは大型冷蔵庫ほどの大きさがあるものであり、日常的な意味では決してミニ(mini)サイズではなかった。

なおまた、マイクロプロセッサを使った最初のコンピュータ・キット(microcomputer kit)として世界最初[World's first minicomputer kit]であるというように"Popular Electronics"の表紙に書かれているが、それも正確ではない。Altair8800よりも以前に既にコンピュータ・キットは販売されていた。例えば、The Scelbi-8H (1974,CPUはIntel 8008)や Jonathan Titus' Mark 8 kit computer (1974,CPUはIntel 8008)などのキットがそれに先行して存在したのである。

⁶ "Popular Electronics"の1975年1月号と2月号における記事の中での価格は組み立てキットで395ドル、組立済みで495ドルであった。しかし同誌の3月号の掲載広告から本文中のように値上げされた(富田倫生(1994)『パソコン創世記』TBSブリタニカ,p.41,

<http://attic.neophilia.co.jp/aozora/htmlban/gopc.html>および

<http://www.geocities.com/~compcloset/MITSAltair8800.htm> などの記述による)。なお

Computer, IEEE Computer Society, 1975年2月号の31頁に掲載されているMITS社の広告では、本文中と同一の価格で値上げ後の価格となっている。

インテルのCPU8080は、通常は360ドルで販売されていた(数百万ドルするIBMの大型コンピュータSystem/360を暗に対比し、それと比べて極めて低価格であることを意識させるためにこうした価格に

した、と言われている)が、MITSは8080を大量購入することを条件に特別価格の75ドルでIntelから仕入れることができた、と言われている(Frank Delaney (1995), "The World's First Commercially Available PC", *History Of The Microcomputer Revolution*, Micro Technology Associates, <http://exo.com/~wts/mits0020.HTM>)。

⁷ James Wallace, Jim Erickson(1992), *Hard Drive: Bill Gates and the Making of the Microsoft Empire*, John Wiley & Sons[SE編集部訳(1992)『ビル・ゲイツ ---- 巨大ソフトウェア帝国を築いた男』翔泳社, p.111]や"History Of The Microcomputer Revolution" Segment 5 - The World's First Commercially Available PC, <http://exo.com/~wts/mits0020.HTM>などの記述による数値。

⁸ Mark W. Greenia(2001), *The History of Computing --- An Encyclopedia of the People and Machines that Made Computer History*, New Edition(CD-ROM版), Lexikon Servicesの中のALTAIR-8800-1974.HTMで記述されている数値を採用した。M.Garetz(1985) "Evolution of the Microprocessor", *Byte*, Vol.10 No.9(1985年9月号), pp.200-222では、約2000台という数値になっている。

⁹ Mark-8の販売数量は、Mark-8の設計者Jonathan Titus の回想記J.Titus(1999), "The Mark-8 Minicomputer --- Part 4: Jon answers some Questions!", <http://www.his.com/~jlewczyk/adavie/mark8qa.html>による。また価格は、<http://www.his.com/~jlewczyk/magecover.html>による。

¹⁰ Leslie Goff(1999), "Altair: Another PC milestone", *Computerworld*, Vol.33, Iss.26, p.83

¹¹ KC(1999), "MITS Altair 8800", *Computer Closet Collection*, <http://www.geocities.com/~compclaset/MITSAltair8800.htm>。ただし、18本の拡張スロットの内の2本には、あらかじめCPUカードとインターフェースカードが差されており、実際に拡張用に使えたのは16本であった。

¹² *Computer*, IEEE Computer Society, Vol.75 No.2(1975), p.31。なお同広告では、4KBのDRAMカード、1KBのSRAMカード、パラレルI/Oカード、シリアルI/Oカード(TTL用、R232用、テレタイプライター(TTY)用の3種類)、8進数の2進数への変換用コンピュータ・ターミナル(octal to binary computer terminal)、アルファベットや数字を32文字表示可能なターミナル、アスキー・キーボード、オーディオ・テープ・インターフェース、4チャンネルのstorage scope などの多様な拡張カードがオプションとして既に利用可能である、とされている。

¹³ Microsoftの創立の契機は、このようにMITSのAltair8800上に移植したBASIC言語のライセンス契約にあった。Microsoft という社名は、Altair8800が使用していたCPU8080などのMicroComputer用の Software を製作する会社ということから付けられた。もとの社名は、Micro-softであったが、しばらくしてハイフンが取られた。

¹⁴ MicrosoftのBASICの不正コピーの発端は、MITSの商法にあったと言われている。D.Ichbiah, S.L.Knepper(1991), *The Making of Microsoft*, Prima Publishing, pp.30-31[椋田直子訳(1992)『マイクロソフト』アスキー出版局, p.64]やJ.Wallace, J.Erickson(1992), *Hard Drive*, John Wiley & Sons, p.101[SE編集部訳(1992)『ビル・ゲイツ』翔泳社, p.129]によれば、MITSの広告に応じてお金を支払ったにも関わらずBASICをなかなか入手できずにいらだっていたユーザーたちが、1975年6月にパロアルトで開催されたMITSのデモンストレーション会場に抗議のために集まった時にまだできていないはずのBASICが動いているのを見て激怒したことが「不正」コピーのきっかけであった。

Altair8800用のBASICの正式発売はこのデモンストレーションから約3ヶ月後の1975年9月だったので、この時のプログラムはまだバグ取り作業中のプログラムであったが、ともかくも一応は動作していた。そのため、Homebrew Computer Clubのある会員がパンチテープ読み取り機から読み取りを終わって下に落ちていたBASICプログラムのテープをこっそり拾い、それをコピーして配布したことから「不正」コピーが始まった、ということである。

「不正」コピーの蔓延に憤激したBill Gatesは、Altair8800のユーザー向けの会報誌『コンピュータ・ノート』にAn Open Letter to Hobbyists[「ホビイストたちへの公開状」1976年2月3日付け]というタイトルの文章を掲載し、その中で「BASICを正規に購入したのはAltair8800購入者の約1割にも満

たない」と指摘した上で、「不正コピーは、ソフトウェア開発会社の利益を損ない、それにより会社の存続・発展が危うくなる。そのためソフトウェアの新規開発が阻害され、結果としてソフトウェアの全体的発展ができなくなる。」という趣旨のもとに「ほとんどのホビイストたちはソフトウェアを盗んでいる」として不正コピーを強く批判した。この文章は、Homebrew Computer Clubの会誌"Dr. Dobb's Journal"をはじめとして、当時のマイコン業界関係の主要な出版物に転載された。

多くのホビイストたちをソフトウェア「泥棒」呼ばわりしたGatesのこの文章に対しては、「MITSはBASIC付きのメモリーボードを150ドルで売っているのに、BASIC単体の販売価格を500ドルに設定し、BASICだけを買いたいユーザーを実質上締め出している」MITSの不当な抱き合わせ販売に対する不満や、「BASIC言語それ自体は、アメリカのDartmouth CollegeのJ.G.KemenyとT.E.Kurtzが初心者用のプログラミング言語として1964年に共同開発したものであり、PDS (Public Domain Software) として無償公開されているものである。GatesとAllenはそれをIntel製CPU8080などのマイクロコンピュータ上で動くように移植作業をただけである。」ということなどを根拠として、ホビイストたちが激しく反論した。

なおGatesとAllenがBASICを8080上に移植する際に利用したコンピュータはハーバード大学のPDP-10というコンピュータであったが、そのコンピュータの利用料金は国防省先端技術研究計画局が提供したものである。それゆえ、GatesとAllenがBASICの移植に利用したコンピュータの利用料金はアメリカ国民の税金で支払われたことになるという観点からの批判もある。(James Wallace, Jim Erickson(1992), *Hard drive : Bill Gates and the making of the microsoft empire*, John Wiley & Sons, p.104 [SE編集部訳(1992)『ビル・ゲイツ』翔泳社, p.133])

- ¹⁵ 言うまでもないことであるが、「コピーしても使いたい」という優れた機能を持ったソフトでなければこんなことは起きない。PDSやフリーウェアのソフトは正規にコピーでき、無料で利用できるが、だからといって多くの人々がこぞって使うとは限らない。

なお、これと似たようなことは日本におけるワープロ・ソフト市場においても起こっている。1980年代後期におけるNECのPC9801用日本語ワープロ・ソフト市場において、絶対的人気と高機能を誇っていた「松」というワープロ・ソフトが新興の「一太郎」に敗北した理由には、その価格の高さやMS-DOSへの対応の遅れとともに、「松」のコピープロテクトが厳しく普通の人々ではコピーできなかったのに対して「一太郎」は簡単に「不正」コピーができたということもあると考えられている。

ソフトの良し悪しはある程度使ってみないとわからないのであるから、「不正」コピーであれともかくも購入前に試用できるかどうか購入決定の大きな要素となっている。そのため現在では多くのソフト会社がソフトの販売促進を意図して、ソフトのβ版[ソフトの販売前にさまざまな環境の下での使用による製品の事前評価を意図して配布されるソフト。基本的なバグは取り除いてはあるが、まだいくつかのバグが残っており製品として未完成なソフト]や、30日間など使用期間限定で自由に使える体験版をネット等を利用して配布するようになっている。

こうした視点からこの「不正」コピー問題を後知恵的に振り返って言えば、マイクロソフトは「β版」や「無料体験版」の配布と同等の効果をもった販売促進活動を意図せずしておこなったと見ることができる。

- ¹⁶ “IBM HIGHLIGHTS, 1970 –1984”, [http://www-](http://www-1.ibm.com/ibm/history/documents/pdf/1970-1984.pdf)

[1.ibm.com/ibm/history/documents/pdf/1970-1984.pdf](http://www-1.ibm.com/ibm/history/documents/pdf/1970-1984.pdf), p.7

- ¹⁷ Tim Jackson(1997), *Inside Intel*, Diane Plume Book, p.201[渡辺了介・弓削徹訳(1997)『インサイド・インテル』上巻, 翔泳社, p.325-326]

- ¹⁸ 『日本経済新聞』1995年2月19日朝刊。なおこうしたムーアの認識は1980年代はじめでもさほど変わってはおらず、IBMからの受注が決まった時も「また顧客が増えてよかった」(『日本経済新聞』1995年2月19日朝刊)という程度の認識しかなかったと述べている。

- ¹⁹ 『日経産業新聞』1982年2月20日

- ²⁰ コモドル社は、カナダの会社で電卓市場でMITS社と同じように苦戦を強いられていた状況を打開するためにマイクロコンピュータに着目した。コモドル社の当時の社長ジャック・トラミールは、MOS Technology社で6502の開発に携わったチャック・ペドルを引き抜いてパソコンの開発に携わらせ、PET2001(CPUは6502, メイン・メモリ容量16KB、キーボードとモニターが標準装備、マイクロソフト社製BASIC)を

1977年の第1回ウェストコースト・コンピュータフェアに出品し、爆発的に人気を呼んだ。(D.Ichiban,S.L.Knepper(1992)『マイクロソフト』アスキー出版局,p.88-89)

²¹ タンディのマーケティング部長のジョン・ローチは「年間3,000台も売れたら上出来だと見ていた」が、実際には「最初の1ヶ月で1万台を売りつくした」(D.Ichiban,S.L.Knepper(1992)『マイクロソフト』アスキー出版局,p.88)。RadioShack社によると、結局のところTRS80 Model I は1977年から1981年までの間に総計で20万台以上も売れた(RadioShack Corporation(2003),"History",<http://www.radioshackcorporation.com/about/history.shtml>)。

²² J.Chposky and T.Leonsis (1988), *Blue Magic: The People, Power & Politics Behind the IBM PC*, Facts on File Publications,p.32 [近藤純夫訳(1989)『ブルーマジック --- IBMニューマシン開発チームの奇跡』経済界,pp.69-70]

²³ Steven Weyhrich(2002),"Apple II Timeline,1978-81",*Apple II History*, Appendix B (<http://Apple2history.org/history/appy/ahb2.html>)

²⁴ Wozniakは、「米アップルコンピュータ社共同設立者 Steve Wozniak氏インタビュー」Part2、1998年2月21日、<http://ascii24.com/news/columns/10101/article/1998/02/21/620607-000.html>において、「最初Jobsは、AppleIIには2つしか拡張スロットはいらないって言ったんだよ。どうせみんなプリンタとモデムしか使わないんだから、2つで十分だってね。でも僕は言ったんだ。おいおい、ちょっと待ってくれよ。コンピュータにはもっといろんな可能性があるんだとね。もしどうしても2つにしたいなら、どこから別のコンピュータを探してきて売ってくれってね。言い争ったのは、それくらいだったかな。でも、彼はできるだけシンプルなものを作ってたがっていたから、なかなかあきらめ切れなかったようだよ。」と回想している。

²⁵ I.Goldklang(2003),"TRS-80 Model I - Facts / History",*Ira Goldklang's TRS-80 Revived Pages*,<http://www.trs-80.com/trs80-1.htm>によると、TRS-80は、S-100規格の拡張スロットを5個備えると最初は予告されていたが、結果としてオプション価格\$299のExpansion Interfaceに変更された。

²⁶ Wozniakは、"Letters-General Questions Answered"<http://www.woz.org/letters/pirates/08.html>の中で、TRS-80やPETと異なるAppleIIにおけるこうした機能拡張性の高さによりAppleIIでのみVisiCalcが使えた結果としてAppleIIが"small businessmen"向けに売れ"the big winner"となれたことを強調している。

²⁷ G.Williams and R.Moore(1985),"The Apple Story Part 2:More History and The AppleIII",Byte,Vol.10 No.9,p.174(<http://Apple2history.org/museum/articles/byte8501/byte8501.html>)

²⁸ R.X.Cringely(1992),*Accidental Empires*, Addison-Wesley,p.63[藪嶋彦訳(1993)『コンピュータ帝国の興亡』上巻,アスキー出版局,p.106]

²⁹ この数値は、*The Official IMSAI Web Page*,<http://www.imsai.net/>のトップページに紹介されているIMSAI8080の開発者 Joe Killianの電子メールでの証言による。

³⁰ 相田洋・大塚敦(1996)『NHKスペシャル 新・電子立国 第3巻 世界を変えた実用ソフト』NHK出版,p.14

³¹ G.Williams and R.Moore(1985),"The Apple Story Part 2:More History and The AppleIII",Byte,Vol.10 No.9,p.174(<http://Apple2history.org/museum/articles/byte8501/byte8501.html>)

³² 『日経産業新聞』1982年2月20日

³³ 数値データは、"Stats and Numbers", COMPUTERWORLD, 2001.8.10(<http://www.computerworld.com/news/2001/story/0,11280,62972,00.html>) 中のGartner Dataquestの調査結果によるものである。

³⁴ http://www-1.ibm.com/ibm/history/exhibits/pc/pc_4.html

³⁵ http://www-1.ibm.com/ibm/history/exhibits/pc/pc_6.html

³⁶ IBM PCの開発チームの責任者であったP.D.Estridgeは1982年に受けたインタビューの中で、「なぜIBMはパソコン市場に参入したのか?」という質問に対して、"The simplest reason is that it represents an opportunity for business. With the explosion that occurred between 1977

and 1979, it became enough of a business to be interesting. "と応えて、1977年以降のパソコン市場の急速な発展を市場参入の第一の理由に挙げている。

³⁷ 相田洋・大塚敦(1996)『新・電子立国 第1巻 ソフトウェア帝国の誕生』NHK出版,p.243

³⁸ Laton McCartney,"White Paper: Teaching the Elephant to Tap Dance -- The Story Behind The IBM PC",*Electronic Engineering Times*,1997年11月17日号

(<http://eetimes.com/whitepaper/paper3/paper3b.html>)、および、David A.

Fletcher,http://ourworld.compuserve.com/homepages/david_fletcher1/Fletcher/Article.htm。

また相田洋・大塚敦(1996)『新・電子立国 第1巻 ソフトウェア帝国の誕生』NHK出版,p.248の中でも、Loweがインタビューに答えて「大型コンピュータのために開発されたIBMの技術は、コストが高く、複雑で柔軟性に乏しかったために、市場に合わせてすぐに改良したり、価格を下げたりするのが難しかった」と述べている。

³⁹ D.Bunnell(1982),"Boca Diary: April-May 1982",*PC Magazine*,1982年4月1日号

(<http://www.pcmag.com/article2/0,4149,264444,00.asp>再録)

⁴⁰ 相田洋・大塚敦(1996)『新・電子立国 第1巻 ソフトウェア帝国の誕生』NHK出版,p.249-250

⁴¹ VisiCalcの人気により、AppleIIが売れたことから、「TRS-80や発売が予想されていたIBM PCなど他のパソコンへの移植防止のために、100万ドル相当のApple株の譲渡でVisiCalcを買い取る」という話が進行したが、当時のApple会長のMarkulaが高すぎるとして反対したことにより、買い取りは実現しなかった(R.X.Cringely(1992),*Accidental Empires*, Addison-Wesley,p.72[薮崎彦訳(1993)『コンピュータ帝国の興亡』上巻,アスキー出版局,p.119]。そうした結果として、VisiCalcはIBM PCなど他のパソコンに移植されることとなった。

⁴² Robert X. Cringely(2001)"Bill to Linus: You Owe Me",

<http://www.pbs.org/cringely/pulpit/pulpit20011122.html>に紹介されている、Jack Sams[1980年にIBMを代表してMicrosoftやDigital Researchを訪問し、IBM PCに関する秘密保持契約の締結などの交渉に当たった人物]の証言によれば、オープン・アーキテクチャ戦略を採用したとしても、BIOSの著作権による法的保護を含む以下の4点によってパソコン市場におけるIBMの優位を守ることができると考えていた、ということである。

1.By being the lowest cost producer of the core system

(中核システムに関して最も低価格の製造者であること)

2.By asserting copyright protection for the bios chip(s).

(BIOSチップの著作権保護を主張すること)

3.By quickly offering a series of cheaper, faster, better upward compatible systems and upgrades.

(より低価格で、より速くて、より優れた上位互換性を持ったシステムおよびアップグレード製品を連続的に素早く提供すること)

4. By staying out of the PC software development business.

(パソコン用ソフトウェアの開発事業に参入しないこと)

⁴³ IBM PC発表時(1981年8月12日)のプレスリリース([http://www-](http://www-1.ibm.com/ibm/history/documents/pdf/pcpress.pdf)

[1.ibm.com/ibm/history/documents/pdf/pcpress.pdf](http://www-1.ibm.com/ibm/history/documents/pdf/pcpress.pdf)に再録)の記述に基づく。

⁴⁴ 『THE COMPUTER』1988年10月号,ソフトバンク社,p.21、<http://www.Apple-history.com/aII.html>、

<http://www.Apple-history.com/aIII.html>の記述に基づく。ただしAppleIIは、発売当初はFDDをサポートできていなかった。1978年はじめになってFDDが利用になった。また<http://www.Apple-history.com/aIIplus.html>によれば、1979年6月にはRAMを48KBに、ROMを12KBに増設したAppleII+が小売価格\$1,195(FDDはオプション)で発売されている。なお

<http://www.Apple%2dhistory.com/quickgallery.html?where=aIII.html>によれば、AppleIIIの価格は、最低価格\$4,340～最高価格\$7,800となっている。初期のAppleIIIは多くの問題があったため、1981年半ばには256KBのRAMで\$3,495のrevised modelが出荷されている。

AppleIIIでは、AppleIIのソフトをエミュレーションで動かした。しかし

<http://Apple2history.org/museum/articles/byte8501/byte8501.html>や

<http://ascii24.com/news/columns/10101/article/1998/02/21/620607-000.html>における

Wozniakの証言によれば、技術的には可能であったにも関わらず、AppleによるAppleIIとAppleIIIとの間の"market separations"というマーケティング部門の意向の結果として、そのエミュレーション機能は極めて限定されたものにされ、実際にはエミュレーション・モードでも、AppleII用のほとんどのビジネス・ソフトを動かすことができなかった。またWozniakは、「Apple IIIにはスイッチがあって、それを使うとAppleIIとしてブートすることもできた。つまり2種類のコンピュータとして使うことができたんだ。でも、僕らのエンジニアリング部門は、マーケティング部門から、そのApple IIの機能を制限するように言われた。Apple IIが128KBの拡張メモリや、80桁のスクリーンにアクセスできないようにしろというわけだ。しかもそうするには余分なチップが必要だった。まったくバカげているだろう？チップを増やして、機能を減らすんだからね。彼らは、AppleIIには機能の制約があると思わせておきたかったんだ。」とも語っている。

パソコン産業では以前の製品との互換性や低価格という要因が重要であるにも関わらず、AppleIIIはそれらの要因を無視した製品だったのである。実際、AppleIIとの互換性の低さや価格の高さのためなどから、AppleIIIはあまり売れなかった。そのため、1983年後半には価格を\$2995に下げたApple IIplusが売り出されている。

⁴⁵ S.T. McClellan(1984), *The coming Computer Industry Shakeout*, John Wiley & Sons, p.216 [旭化成2001年]

プロジェクト訳(1985)『コンピュータ産業の大波乱』講談社,p.317]の記述による。なお、L. J.

GOFF(1999), "Technology Flashback -- 1982: The Rise of Sun "

(<http://www.computerworld.com/news/1999/story/0,11280,42776,00.htm>)では、「IBMは、1982年4月までに、すなわち、IBM PCの発表からたったの8ヶ月間で約5万台を販売し、1982年7月までには20万台を出荷するまでになった」と記載されている。

⁴⁶ P.M.Leghart(1990), *IBM's PC Strategies for the 1990s*, Computer Technology Research Corp., p.13

⁴⁷ J.Chposky and T.Leonsis (1988), *Blue Magic: The People, Power & Politics Behind the IBM PC*, Facts on File Publications, p.20 [近藤純夫訳(1989)『ブルーマジック』経済界, pp.48-49]。

⁴⁸ 例えば、R.X.Cringely(1992), *Accidental Empires*, Addison-Wesley, p.130 [薮嶋彦訳(1993)『コンピュータ帝国の興亡』上巻, アスキー出版局, p.208]では、「Gatesによれば、IBM側が説明してくれたコンピュータのデザインは、すでに市場に数多く出回っているものと大差のないCP/Mが走る8ビットのコンピュータだった。そこでGatesはIBMの一团に、発売されたばかりの16ビットプロセッサを使うよう強く薦めたのだ。」と記述されている。

⁴⁹ "Choosing the 8086", *From the Archives: Bill*

Gates, <http://www.pcmag.com/article2/0,1759,1169584,00.asp>, *PC Magazine*, 1997年3月25日号掲載記事の採録)

⁵⁰ <http://www-1.ibm.com/ibm/history/documents/pdf/pcpress.pdf>

⁵¹ David J. Bradley, "THE CREATION OF THE IBM PC", *BYTE*, SEPTEMBER 1990, p.416

⁵² David Bunnell, "The Man Behind The Machine?", *PC Magazine*, 1982年2月1日号 (David Bunnell, "The Importance of 16-bits", <http://www.pcmag.com/article2/0,4149,4859,00.asp>)

⁵³ Tim Jackson(1997), *Inside Intel*, Diane Plume Book, p.192 [渡辺了介・弓削徹訳(1997)『インサイド・インテル』上巻, 翔泳社, p.309]

⁵⁴ 萩原吉宗・岩崎一彦・西野秀樹・畑田稔「高性能マイクロプロセッサの技術動向」『情報処理』

Vol.25, No.1(1984年1月号), p.22に、8086, Z8000, 68000という3つの16ビットCPUに関する命令の実行時間の相対比較表がある。その表によれば、8086と68000に関して比較可能な16項目中で8086の方が優れているのは、2項目だけであり、後の14項目は68000の方が優れている。

⁵⁵ T.Paterson(1983), "An Inside Look at MS-DOS --- The design decisions behind the popular operating system", *Byte*, 1983年6月号

(<http://www.patersonstech.com/Dos/Byte/InsideDos.htm>に再録)。Patersonは、その回想記において、「MS-DOSに関する最も重要な設計要件はCP/M-80とのtranslation compatibilityの確保であった。translation compatibilityとは、8080やそれと互換のZ80といったCPUに対するCP/Mの

プログラムをインテルが公表している規則にしたがって8086用に「翻訳」しさえすれば、その「翻訳」したプログラムがMS-DOSの下でちゃんと実行できる、ということである。(The primary design requirement of MS-DOS was CP/M-80 translation compatibility, meaning that, if an 8080 or Z80 program for CP/M were translated for the 8086 according to Intel's published rules, that program would execute properly under MS-DOS.)」と書いている。そしてさらに続けて「このようにCP/M-80 とのtranslation compatibilityの確保がMS-DOSの設計要件 (requirement)とされていたことは、インテルの8086というCPU上で動くソフトウェアの急速な開発を促進することに役立った。シアトル・コンピュータ社が関心を抱いていたのは当然のことながらそうしたことであった。(Making CP/M-80 translation compatibility a requirement served to promote rapid development of 8086 software, which, naturally, Seattle Computer was interested in.)」とも述べている。

ただし当然のことながら、「成功は部分的であった。CP/M-80用の自社のプログラムを8086用に「翻訳」することを選択したソフトウェア開発会社は、一回の翻訳作業だけでプログラムをMS-DOS上で動かすことは実際にはしばしばできなかったのである。そのためシMS-DOS発売初期の頃、アトル・コンピュータ社がMS-DOS上へのプログラムの移植を依頼したソフトウェア開発会社の多くは、自社のプログラムのMS-DOS上への移植に取り合わなかった。IBM PCの発売が公表されるまで、これらのソフトウェア開発会社は8086や8088といったCPUを用いたコンピュータのOSはCP/M-86になるであろうと考えていた(There was partial success: those software developers who chose to translate their CP/M-80 programs found that they did indeed run under MS-DOS, often on the first try. Unfortunately, many of the software developers Seattle Computer talked to in the earlier days preferred to simply ignore MS-DOS. Until the IBM Personal Computer was announced, these developers felt that CP/M-86 would be the operating system of 8086/8088 computers.)」ということも事実である。

⁵⁶ (株)ピーデーの川俣 晶氏のご教示によれば、APIに関して、「MS-DOSのint 21hとCP/M-86のBDOS CALLを比較すると、MS-DOSのint 21h(の若い番号)の方が8bitのCP/Mとそっくりなのが分かります。これにより、MS-DOS上でCP/Mのエミュレータを作成するときに、BDOS CALLをほとんどそのままint 21hに流すだけで出来てしまい、移植作業がその分だけ楽にできたという記憶があります。」とのことである。

⁵⁷ D.Bayne(2002), "Microsoft --- Undeserving of Libertarian Praise", <http://www.kuro5hin.org/story/2002/8/20/11034/3908> (あるいは <http://homepages.ihug.co.nz/~dhubayne/articles/ms.html>) による。

⁵⁸ 下川和男「Bill Gatesに囲まれて(前編) ---- Windows HeartBeat #10」『月刊Windows World』(発行: IDG社) 1994年5月号、http://www.est.co.jp/ks/billg/10_GATES.htm
この点に関してLeven Antovも、L.Antov(1996), "History of MS-DOS", <http://www.maxframe.com/HISZMSD.HTM>において"many software developers found it easier to port existing CP/M software to DOS than to the new version of CP/M (多くのソフトウェア開発者たちは、CP/M上で動いている既存のソフトウェアを新しいバージョンのCP/Mに移植するよりもMS-DOSに移植する方がより簡単であることを見いだした。)"としている。

⁵⁹ J.Battey(2001) "Big Blue birthday: IBM PC turns 20", <http://www.cnn.com/2001/TECH/ptech/08/10/IBM.open.arch.idg/>

⁶⁰ David J. Bradley, "THE CREATION OF THE IBM PC", *BYTE*, SEPTEMBER 1990, p.418

⁶¹ Jon Titus, "Whence came the IBM PC?", *Test & Measurement World*, 2001年9月15日号 (<http://www.e-insite.net/tmwworld/index.asp?layout=article&articleid=CA187350> 再録)

⁶² Tim Jackson(1997), *Inside Intel*, Diane Plume Book, p.195 [渡辺了介・弓削徹訳(1997)『インサイド・インテル』上巻, 翔泳社, pp.314-315]

⁶³ ゴードン・ムーア 述、玉置直司取材・構成『Intelとともに: ゴードン・ムーア私の半導体人生』日本経済新聞社、1995年、p.98, 『日本経済新聞』1995年2月19日朝刊でも同趣旨のことを述べている。

⁶⁴ C.H.Ferguson and C.R.Morris(1993), *Computer Wars*, Times Books, p.25 [藪暁彦訳(1993)『コンピューター・ウォーズ、21世紀の覇者』同文書院インターナショナル, p.41]

⁶⁵ R.S.Cringelyも同様の見解である。R.S.Cringelyは、「旧式の周辺チップを使えることもあって、8088はほかのプロセッサより安価だった。そしてIntelは意図的に、8086より安い価格を設定していたのである。だがIBMが採用を決定するうえで、価格は重要なポイントではなかった。」
[R.X.Cringely(1992), *Accidental Empires*, Addison-Wesley, p.131 [薮暁彦訳(1993)『コンピュータ帝国の興亡』上巻, アスキー出版局, pp.209-210]としている。

⁶⁶ J.Chposky and T.Leonsis (1988), *Blue Magic: The People, Power & Politics Behind the IBM PC*, Facts on File Publications, p.24 [近藤純夫訳(1989)『ブルーマジック』経済界, p.55]。

< URLアドレスに関する注記 >

注の中に掲げたURLアドレスは、すべて2003年1月30日現在のものである。