

## 特別論説



## 情報処理最前線

## 「WS vs PC」

## 21世紀に向けてのパーソナルコンピューティング†

西 和 彦††

## 1. 考察の視点

パソコンのシステムソフトウェアとパソコンのハードウェアからなる、いわゆるパソコンと、ワークステーションのシステムソフトウェアとワークステーションのハードウェアからなる、いわゆるワークステーションのこれからについて考察した。

## 2. 結 論

2000年までにパソコンとワークステーションとの差はほとんどなくなり、

1. 高機能が要求される分野では、ワークステーションのソフトウェアとワークステーションのハードウェアのシステムが使用され、

2. オフィスにおいては、ワークステーションのソフトウェアとパソコンのハードウェアが使用され、

3. 個人用にはパソコンのソフトウェアとパソコンのハードウェアが使用されることになろう。

このことを具体的なソフトウェアおよびハードウェアを使って表すと、

1. 高級機は RISC CPU 上に Windows NT が使われ、

2. 中級機はインテル CPU 上に Windows NT が使われ、

3. 入門機はインテル CPU 上に Windows 9X が使われるようになろう。

4. また、パワー PC CPU 上のマッキントッシュ OS も中級機、入門機の分野で依然として使われるであろう。

最初の定義によると、1., 2., 4. は高級言語

で書かれたマルチプラットフォーム OS であるのでワークステーションである。2. と 3. は X86 CPU を使用しているのでパソコンである。

2. に関してはパソコンであり、同時にワークステーションでもある。1995年から2000年に向けて、このタイプの高機能パソコン、兼ワークステーションが普遍的になろう。つまりパソコンのハードウェアの上にワークステーションの OS が動くマシンである。

このパソコン/ワークステーションの標準的な仕様は、

1. インテル互換マルチメディア CPU
2. マイクロソフトの Windows NT の OS
3. マルチメディア機能として

デジタルオーディオ

デジタルビデオ

の入出力

4. コミュニケーション機能としてインターネットなどのオープン・データ・ネットワークへの接続

5. 高密度 CD-ROM もしくは CD-R

6. 高密度磁気記録装置 (数ギガバイト)

現在のところ、この仕様に一番近いハードウェアを持ったマシンはシリコングラフィックス社 (SGI) から発売されているインディゴ2のシリーズである。ただし CPU は MIPS, OS は UNIX であり、ワークステーションである。

これから UNIX はだんだんと少なくなってゆき、WS=UNIX という考え方ならばワークステーションはなくなり、同時にパソコンとワークステーションの差もなくなってゆくといえる。

## 3. 対立の視点

つまり、パソコン対ワークステーションの対立の構図は、パソコンの CPU 対ワークステーション

† PC and WS Memo for 21st Century by Kazuhiko NISHI (President, ASCII Corp.).  
 †† (株)アスキー代表取締役社長, 国際グローバルコミュニケーション研究員

ンのCPUの対立と、パソコンのOS対ワークステーションのOSと考えられる。

#### 4. CPUの対立

パソコンのCPUとワークステーションのCPUの対立の構図において、パソコンのCPUは

1. インテルのX86と
2. モトローラの680X0

があったが、モトローラは680X0の将来の開発を断念し、RISCのパワーPCに移行すると伝えられており、パソコンのCPUはインテルのX86アーキテクチャがその主流になった。

しかしインテルのアーキテクチャは、

1. インテル社だけではなく、
2. AMD,
3. Cyrics,
4. NEXGEN

などのコンパチブルなCPUを提供する会社同士の競争が激しくなっている。

ワークステーションのCPUの中にも

1. IBMのパワーPC,
2. SUNのSPARC,
3. SGIのMIPS,
4. DECのALPHA,
5. HPのPA

などがある。

CPUの競争はパフォーマンスが問われるが、これはアーキテクチャの進んだ

1. IBMパワーPC,
2. SGI MIPS,
3. インテルコンパチ各社

の競争になるであろう。CPUについては、はっきりとした勝ち負けはまだ出ていない。

CPUのパフォーマンスを決める要素は、

CPUアーキテクチャと

CPUの生産の半導体プロセス

である。

パワーPCはIBMの半導体部門が、MIPSはNECの半導体部門が、インテルコンパチについては、IBMやモトローラ等の先進の0.35ミクロンプロセスと5層以上のメタルレイヤを持つプロセスメーカーが重要な役割を果たすであろう。

#### 5. 次世代のVLIW CPU

CPUのアーキテクチャについては、RISC対CISCの議論がここ5年間ぐらいされてきたが、単純な命令を持つはずのRISC CPUが複雑な命令を持つようになり、一方ではCISCのCPUにRISCのアーキテクチャが積極的に取り入れられ、RISCとCISCは構造的にほとんど違いがなくなり、固定命令長と可変命令長のインストラクションの違いになりつつある。また、メモリの相対的なコストの低下や処理速度向上のために、命令実行ユニットを複数個持つようなアーキテクチャの出現等を考えると、固定命令長のビット幅が極端に大きな、いわゆる超長命令語(VLIW)コンピュータのコンセプトが生まれつつある。2000年までにCPUは256ビットに進化するであろう。

1994年7月に発表されたインテルとHPとの次世代CPUに関する技術提携は、明らかにこの分野において協力をするものであると言われているし、NEXGENのNx586CPUについては内部は118ビットと言われているし、IBMにおいても同様の研究が行われていることが1994年10月に行われたマイクロプロセッサフォーラムのホットな話題であった。

#### 6. CPUのマルチメディア化

CPUの発展の新しい方向性に、デジタル信号処理プロセッサ(DSP)の機能の取り込みがある。パソコンのマルチメディアとしてのデジタルビデオ、デジタルオーディオはソフトウェア的には質的な問題があり、満足なものとはいえない。そのため、専門のロジックを使用した別のデコーダで対応しているが、CPUの機能が高まると、これまでのX86系のCPUがDSPのインストラクションセットを包含するようになり、CPUがDSPのコアと一体化する可能性が考えられる。これによって一つのCPUで数字、文字、グラフィクス、音声、画像等のマルチメディア処理が統合してできるようになり、これが21世紀に向けたパソコンCPUの方向性と筆者は考えている。

#### 7. OSの対立

パソコンOSとは特定のCPUに依存するOSのことであって、すなわちほとんどがアセンブラ等

のマシン語を中心に書かれているが、最近ではソースコードのかなりの部分はCで書かれるようになってきている。代表的なものに

1. MS-DOS V6.x まで (X86)
2. MS Windows (X86)
3. マック OS V6.x まで (680X0)

などがある。

ワークステーション OS とは特定の CPU に依存しない OS であって、すなわち C や C++ などの言語で全体が書かれている OS のことをいう。代表的なものに

1. UNIX
2. Windows NT
3. パワーマック OS

がある。

パソコン OS についてはマイクロソフト Windows が圧倒的なシェアを誇り、一方マック OS はパワー PC CPU 用にも動くように C 言語で書き直され、もはやこれはパソコンと呼ぶことは適当ではなくなった。つまりパソコンの OS は Windows 9X が主流になった。

ワークステーションの OS においては、UNIX に関係するすべての権利が米国ノベル社に買収されたことによって、それまでの AT & T が直接的に OS の権利を主張しない状況から、ノベルが戦略的に権利を主張する状況になり、1964 年から続いたパブリックな性格を持った OS としての UNIX はその立場を失った。これにより、大学やソフトウェア業界における UNIX 研究者・開発者は方向を変え、インタネットにそのテーマを求めるようになった。今のところノベルの UNIX 買収は戦略的には結果的に失敗であったと言える。UNIX から研究者が離れることによって、UNIX の進化は止まり、次世代の OS として一番大切なオブジェクト指向に対する対応が現在他の OS に比べて相対的に弱くなっている。

ノベルの解決しなければならない課題は UNIX と Netware の両方にまたがって共通化したオブジェクト指向プログラミング機能をどう取り入れるかである。

UNIX は、ワークステーションの OS としての存在意義を失いつつある。しかし超高級システムの OS としての利用分野の可能性は開けている。すなわちマルチプロセッサの超並列機やスーパー

コンピュータのフロントエンド OS としての活用である。マイクロソフトの Windows NT がこの分野に対して積極的に取り組んでいるという話は聞かない。

パソコンの OS からワークステーションの OS へ戦略的に展開を考えているのが米国マイクロソフト社である。マイクロソフトは単にパソコンの OS である Windows を書き直すことをしないで、米国デジタル・エクイップメント社 (DEC) で VAX ミニコンピュータ用のマルチユーザ、マルチタスク OS である VMS を開発したグループを中心にして Windows NT (アルファベットで VMS の一字後が WNT) を開発している。ネットワーク対応、オブジェクト指向、インタネット対応、パソコン OS との互換性など最新の技術を取り入れ、おそらく UNIX を超えるのは時間の問題であろうと考えられる。

Windows NT の次のリリースは CAIRO と呼ばれ、オブジェクト指向が強く意識され、LAN、WAN 上での分散コンピューティングが可能になるであろう。

パワーマック OS のオブジェクト指向の Open Doc というコンセプトは注目に値する。この方向と Windows の OLE がどうなっていくのかが興味深い。

二つの大きな流れとして、Windows とマック OS が存在しているが、今後考えてゆかなくてはならない問題に、CPU のスケラビリティに対する展開がある。OS は CPU の高機能化とともに 32 ビット、64 ビットへと移行しているが、4 ビット、8 ビット、16 ビットの CPU の利用がなくなったわけではなく、CPU のビット数に対するスケラビリティを解決するための、いわゆる疑似コード (Pseudo code) CPU というコンセプトが考えられる。つまり汎用的な仮想 CPU の P コードを決め、その P コードのインタプリタを 4 ビットから 64 ビットにわたるいかなる CPU でも効率的に作ることができれば、プログラムのオブジェクト互換性が実現する。このコンセプトでオブジェクト指向を取り入れた OS は、家庭用情報機器や制御機器などに組み込まれるマイクロプロセッサに対して、それらを連結したソフトウェアアーキテクチャシステムの構築が可能になるなど、これからの応用が期待される。

## 8. パソコンのアーキテクチャの対立と普遍化

1981年から1990年までの80年代はIBM PCのアーキテクチャが事実上オープンとなり、IBM PCのコンパチブルなパソコンが台湾を中心に生産され、激しい市場競争の結果、性能価格比は大幅に向上した。これに対してアップルのマッキントッシュのアーキテクチャは、グラフィックユーザインタフェースが大変使いやすく、ユーザの満足度も高く、1社単独でかなりの市場占有率を上げ、ライセンスを閉じて1社のみがハードウェアとソフトウェアを供給してきた。しかしIBM PCは市場競争の結果である低価格を武器に圧倒的な市場シェア80%以上を確保し、IBM PC DOS上で動くマッキントッシュOSに対抗するグラフィックユーザインタフェースのソフトウェアMS Windowsを遅れて市場に投入したが、市場は大きくこの方向に動いている。これによってマッキントッシュOSはシェアが低下し、将来が不安視されている。

結局ユーザはいいものよりも安いものを求める人が多いということである。その後時間とともにCPU、メモリ、磁気ディスク等の技術が進み、普遍化し、システムの値段も下がり、高級、高価格の製品は市場から駆逐されていく。

アップル社もこの失敗に気づき、パワーマックOSを外部にライセンスすることにしたが、相手を選ぶなどして、真の意味でオープンではない。オープンアーキテクチャの本質はそれによって価格競争が生じることではあるが、これが実現できなければオープン化の意味は半減する。

ハードウェアの値段の安いということが理由でPCが大量に売れ、そのプラットフォームの上に数年遅れてWindowsが普及したが、あっという間にマッキントッシュを超えてしまった。やはり価格というのは市場競争の大きな要因である。したがってこれからのパソコンとワークステーションについても、少しでも価格について差があるなら、結果として大きく販売台数に影響する。

## 9. ワークステーションのアーキテクチャの対立

当初ワークステーションはほとんどがSUNの680X0をベースにしたUNIX機であった。またワ

ークステーションは標準的にローカルエリアネットワークとして10メガビットのイーサネットを装備しており、大型コンピュータ1台で実行されていた仕事を、複数台がネットワークされてプログラムを分散し、実行していた。これがいわゆるダウンサイジングであるが、これに加えて、リレーショナルデータベースのソフトウェアが進化するとともに、これがCOBOLの使われていた分野を置き換えることによりビジネス向けの使用が大きく発展した。

CPUのパフォーマンスがさらに高機能なものが要求されるようになり、UNIXがC言語で書かれているため、別のアーキテクチャを持ったCPUへの移行は比較的簡単に実現されてきた。SUNはいち早くRISC型CPUであるSPARCアーキテクチャに移行し、他のワークステーション会社も同様の動きをした。

この中でRISCに移行するだけではなく、高速のグラフィクスに注目したのがシリコン・グラフィクス社(SGI)である。カスタムのアーキテクチャを持ったベクトルジェネレータやポリゴンフィルのアルゴリズム等をハードウェアに組み込むことによって、エンジニアリングワークステーションの効率をあげた。これらの技術がデジタル音声、デジタル動画像等につながり、オフィス向けのいわゆるマルチメディアのアプリケーションがどういう形でワークステーションの上に広がっていくのかが大変興味深い。

しかし、ワークステーションにおいては、これまでOSがUNIXとほぼ単一であり、CPUの速度、グラフィクスの速度等を定性的というよりも定量的な比較が多く、性能価格比較のみが唯一の競争の条件であった。また、パソコンと比べて絶対的な生産台数も低く、世界的な市場規模としては何十分の一である。

このワークステーションの市場に大きく挑戦しつつある商品コンセプトがパソコンの分野から出ている。ノベルが中心となって販売しているネットワークウェアは本来UNIXのワークステーションが持たなければいけない高速のリアルタイム機能を備え、パソコンのLAN用のサーバとしての市場を開拓した。しかし、このネットワークウェアは現在のところインテルのCPUの上でしか実行できず、UNIXのように複数種のCPUの上で動かないこ

とが問題である。

ノベルのネットワーク上で実行できるワークステーションサーバ用のいろいろなアプリケーションにパソコン以上の規模やパフォーマンスが求められたときに、その解決法は存在していない。つまりパソコンサーバと UNIX サーバの不連続がノベルの抱える戦略的な大きな問題である。

これらを解決するためには、リアルタイムのマルチタスク OS の上で、いわゆる仮想マシンのように UNIX とネットワークを動かしてみることが考えられる。X86 系の CPU の上に UNIX サーバとネットワークサーバが動くとき、処理性能やプロセス用の通信はどうなるのか等実用的にしていこうための課題は多い。

このネットワークの市場に挑戦しようとしているのが Windows NT である。Windows NT は主として 32 ビットにはインテルの CPU を使用し、64 ビットには各種の RISC を使用するが、アプリケーションはソースコード上のコンパチビリティを持つものの、オブジェクトレベルでは非互換である。この問題を解決するために二つの方法が筆者によって考えられた。

一つは異なった種類の CPU に対応する複数のオブジェクトコードを一つの CD-ROM の上に収納し、ソフトウェアの流通媒体とするものである。こうすることによってアプリケーションは CPU の違いを超えて実行可能になる。すでに Windows NT の 3.5 版はそういった形で販売される。アプリケーションも同様な方法でほとんどのものが流通されるようになるであろう。

二つはインテルの X86 のオブジェクトコードのエミュレータによる RISC CPU 上での実行である。クロックが 200MHz 以上のシステムにおいてはほとんど無理なく 486 の 66 メガ相当の適当な速度でアプリケーションの実行が可能である。

スケーラビリティの問題を解決することが、これまで考えてきたパソコン対ワークステーションの問題に答を出すことになる。スケーラビリティを持った OS 群が主流になってゆくであろう。

## 10. ワークステーション LAN とパソコン LAN との対立

ワークステーションの LAN はイーサネットを中心として UNIX ベースの TCP/IP プロトコル

によるホモジニアスなネットワークであり、1台1台すべてが対等なサーバとしての機能を持っている。大型計算機における大型ソフトウェアの分散実行がその主たるアプリケーションであった。

パソコン LAN はネットワークによってハードディスクやプリンタなどを共有し、サーバのアプリケーションをアクセスするためのヘテロジニアスなネットワークであり、クライアント/サーバという言葉が生まれた。

このパソコン LAN のサーバとワークステーションサーバは現在のところネットワーク上のプロトコルの違いなどもあり、相互にやりとりをする関係になっていない。TCP/IP は LAN の上だけでなく、インターネットでも使われており、これからのネットワークにおいてはまぎれもない標準の一部になった。この状況はオブジェクト指向のアプリケーションが広まり、なおかつサーバ同士が 150M ビット級の ATM LAN で結ばれたときに、初めて広域超分散のコンピューティングプラットフォームとして完成するものと期待される。

## 11. WAN としての ODN

LAN 同士をつなぐネットワークとして WAN (Wide Area Network) の重要性が注目されている。いわばネットワークのネットワークであるが、この分野ではまず私的な LAN 間接続の機器であるネットワークブリッジやネットワークルータやネットワークブリッジルータが大きく伸びた。現在ではそれらの機械がネットワークのネットワークであるインターネットに対して汎用的なネットワーク接続交換機能を果たすようになってきた。プロトコルは TCP/IP が使われ、専用線の持ち寄りでの世界的に構成されているインターネットが急速な発展を遂げ、一般の分野への利用が広まっている。

インターネットの弱点であるセキュリティ機能や、高速化した他階層のルーティングや、ネットワーク上での同報通信の容量などの問題を解決し、発展させたコンセプトとして、オープン・データ・ネットワーク (ODN) という考え方が次世代のネットワークのコンセプトとして提案されている。将来的には通信的なアプリケーションと放送的なアプリケーションがこの ODN 上に混在することが予測されている。また、本稿で取り上げたパソコンとワークステーションは、この

ODNとLANを通して接続され、電話、テレビに続く第三の電子メディアとして成立するであろう。

## 12. パソコンとワークステーションに続く次の課題

本稿においてはパソコンとワークステーションのこれからについての考察を試みたが、次にこれから考えなければいけないその他の分野をあげる。

1. パソコンとポケットコンピュータの関係
2. パソコンとゲームコンピュータの関係
3. CD-ROM パソコンとデジタルビデオディスク (DVD) の関係

### 4. 無線パケットとの接続

1. については、ペンのインタフェースの是非についての技術的な問題がある。

2. については、パソコンのアーキテクチャとゲームコンピュータのアーキテクチャについての本質的な問題となり、パソコンとワークステーションと同等な考察が必要となる。

3. については、CPUのアーキテクチャだけでなくOSについても問題になり、また家電の世界の標準として約20年以上にもわたって継続性を持つべきソフトウェアの方式の問題となる。同時にゲームコンピュータとデジタルビデオディスクの一体化も大きな課題である。

4. については、ノートパソコンが必要とする無線パケットのネットワークは移動的アドレスが許されるインターネットへの接続であるが、一方ポケットコンピュータについては、これだけでなくポケットベルのネットワークへの接続や無線のLANに対する接続も考えられ、この分野における国際的な周波数の割当てと標準化が今後の課題である。

パソコンもワークステーションも当初数字や文字を扱う計算する機械として会社に普及していった。LANやWANによってODNにこれらのコン

ピュータが接続され、すべてのパソコンやワークステーションがつながる時代が目の前にきている。100年以上の歴史を持った電話は、電話のネットワークと電話機からなり、50年以上の歴史を持ったテレビジョンは、放送のネットワークとテレビジョン受像機からなる。つまりメディアはメディアインフラとメディア機器からなる。ネットワークがパソコンやワークステーションと結合したときに、計算する機械としてではなく伝達する機械というメディアとしてコンピュータは変質を遂げなければならない。このことが21世紀に向かって電話、テレビに続く第三の電子メディアとしてコンピュータが社会に受け入れられるために必要な技術的な挑戦である。

(平成6年12月1日受付)



西 和彦 (正会員)

1956年生。1975年早稲田大学理工学部機械工学科入学(1982年中退)。1976年(株)アスキー出版(現・(株)アスキー)を設立し、コンピュータの雑誌、書籍の出版を始める。1979年より1985年まで米国マイクロソフト社にてパソコンのハードウェアとソフトウェアの設計とMS-DOSおよびGW-BASICの開発に参加。1980年より82年まで米国スタンフォード国際研究所(SRI International)にて客員研究員としてレーザプリンタシステムの開発および家庭用ローカルエリアネットワークの開発を担当。1983年より86年まで互換性を持ったパソコンMSXのハードウェアとソフトウェアの設計に携わる。1986年よりVMテクノロジー、米国ネクスジェン社にてIntel互換のCPUの開発を指揮。1992年に386, 586相当の互換CPUの開発に成功。1987年DAPA日本委員会を組織。後にISOのMPEGに発展し、デジタルビデオ圧縮の国際標準化活動に参加。1990年東京工業大学講師 専門は「メディアシステム工学」。1993年早稲田大学理工学研究センター研究員。1994年国際大学グローバル・コミュニケーション・センター 研究員。同年DAVIC委員会運営委員としてデジタルビデオデサーバの国際標準化に参加。1995年次世代HDビデオディスクの開発を目指した基盤技術開発会社デジタル・ビジョン・ラボラトリー(仮称)の設立に参加。

訂 正

本誌前号（第36巻2号）p.118に掲載されました西和彦氏の所属において、事務局の校正ミスがありました。以下のとおり訂正するとともにお詫び申し上げます。

- （誤）国際グローバルコミュニケーション研究員
- （正）国際大学グローバル・コミュニケーション・センター研究員

本誌前号（第36巻2号）p.126に掲載されました島崎眞昭氏記事の図-1「スーパーコンピュータ発展の経緯」において、著者からのお申し出により図中の「Cenju-3」の点の位置を訂正します。正しい位置は次の計算のとおりです。

- （正）Cenju-3のピーク性能値は  
 $50\text{MFLOPS} \times 256 \text{台} = 12.8\text{GFLOPS}$