

巻 頭 言

今後の電算機の利用形態

Trend on Use of Computers in Future

川田テクノシステム(株) 取締役社長 大 地 羊 三
President YOZO OHCHI



1. まえがき

私どもの会社は、平成元年8月7日をもって荒川区日暮里に本社を移転し、さらに長い間SEの略称で親しまれてきたシステムエンジニアリングという社名を、川田テクノシステム(KTS)と変更することにいたしました。

会社発足当時はユニークで先進的であったSEという名前も、最近では情報産業の発展とともに普通名詞化されてきたこと、また今後広い視野での科学技術のシステム化に努める総合技術産業という事業に向けて発展させるという意味合いから、社名を上記のように変更したわけです。

また年々業績が拡大し、それに伴い従来の事務所で狭手狭手になってきたことや、今後一層の事業の拡大を図るために、本社を移転いたしました。

長い間、慣れ親しんできた名前や場所と別れることに一抹の感傷はありますが、これを機会に社員一同気分を新たに業績の拡大に努める所存ですので、今後ともよろしくお願いいたします。

さて、話は変わりますが、私が電算機と付き合いようになってから30年が経ちました。この間の電算機的发展には目を瞠るものがあります。世間ではこの発展の歴史を10年をひと区切りにして、第1世代、第2世代、……と呼んでその内容を説明しているようですが、この方式でいうと、1990年は第5世代ということになります。しかし、この区分は、大型機的发展にのみ焦点を合わせたものであって、現時点の電算機の利用状況とは懸け離れたような気がしてなりません。最近、大型コンピュータ時代、マイクロコンピュータ時代と大きく区分して解説をしている論文に出会いましたが、これならば現状をよく説明できると思います。この線に沿って、電算機業界、コンピュータサイエンスの現状を見、近い将来

を予測して、わが国における電算機利用形態のあるべき姿を考えてみました。

2. 第1世代・大型コンピュータの時代

世界で最初の電算機は、1944年にハーバード大学で作られたMark Iであるといわれているが、コマーシャルベースで電算機が出廻るようになったのは、1950年代に入ってからである(1951年UNIVAC-I, 1952年IBM 650)。

これらの電算機の計算速度はms程度、記憶容量は10KBに満たないものであり、回路はリレーまたは真空管で作られていた。この回路がトランジスターになり、IC(Integrated Circuit)、LSI(Large Scale Integration)に変わってきた。最近ではULSI(Ultra Large Scale Integration)と言われるものまで出てきている。この間、計算速度、記憶容量とも3年に2倍とか、3年で4倍というように、確実に指数関数的に進歩してきている。そしてこの傾向は今後も変わらないであろうと予測されている。

この進歩をリードしてきたのは、IBM社の電算機(IBM7090, 360…)であったが、1976年にクレイ・リサーチ社からCRAY-1が発表されて以来、事情が変わってきた。それまでは1度に一つの命令を実行する逐次処理型の電算機であったが、CRAY-1はベクトルプロセッサを持ち、1度に複数の命令を実行する並列処理型の電算機である。このように命令を並列に処理することによって、計算速度を飛躍的に高めることができた。この種の電算機を、従来の大型機と区別して、スーパーコンピュータと呼んでいる。そして従来ある大型機はメインフレームと呼ぶようになった。ちょっと古い資料であるが、1985年に世界で約100台のスーパーコンピュータが稼働していたが、その中の50台以上がCRAYであったという報告がある。このように、計算速度の進歩は、メイン

フレームからスーパーコンピュータに引き継がれたわけである。

計算速度を計る単位としては、従来MIPS(Million Instructions per Second)というものが使われているが、応用ソフトの実行速度を計るには不都合があるので、スーパーコンピュータではMFLOPS(Million Floating Point Operations per Second, 1秒間に100万回の浮動小数点演算をする能力, $1 \text{ MFLOPS} \approx 2.35 \text{ MIPS}$)という単位が使われている。この単位で計って、西暦2001年には1 TFLOPS(Tera FLOPS, 100万MFLOPS)の計算速度を持つスーパーコンピュータが出来ると予測されている。ちなみにミニコンは、10 GFLOPS(1 Giga FLOPS = 1000 MFLOPS)の速度を持つまでになるであろうと言われている。

このような高速の電算機は、何に使われるのであろうか。コンピュータ・サイエンスの専門家は、①高速を要求する科学技術計算、②データベースにおける情報検索を挙げている。また、これに③図形処理、④人工知能を加える人もいる。明日の天気予報が正確にできるようになったとしても、その計算に1週間かかるのでは無意味である、という説明には説得力がある。また、リアルタイムでデータベースを検索する場合に、その速度を上げなければならないことも理解できる。しかし、図形処理、人工知能については、計算速度だけで解決できるものか、もう少し詰めてみる必要があるように思われる。

これに対して、従来のメインフレームは、主にデータベース処理、通信制御、トランザクション処理(銀行に見られるような端末からの要求処理)に使われるようになると考えられている。

3. 第2世代・マイクロコンピュータの時代

世界で最初に作られた、電卓のためのマイクロプロセッサは、1971年に発表されたIntel社のi4004である。これはわが国の電卓メーカー、ビジコン社の依頼によるものであり、そのロジックは、ビジコン社が派遣した嶋正利氏の設計によるところが多いと言われている。i4004は4ビットを並列に処理するマイクロプロセッサであるが、この後でIntel社は8ビットのマイクロプロセッサi8008, i8080, またこれとは独立にMotorola社が6800, Intel社から分かれたZilog社がZ80を発表している。このように8ビットのマイクロプロセッサが大量にしかも安く出廻ると、これを使ったマイクロコンピュータを作る会社が多数現れるし、ラジオやテレビを作ると同じ感覚でマイクロコンピュータを作る人達が出てくることも当然であろう。そして1975年には、これらの人達を対象にする雑誌Byteが発刊されるし、米国各地にコンピュータストアが店を出し、バイトショップチェーンも出来上が

った。わが国でも秋葉原をはじめとして、各地にコンピュータストアが店を出し、そこでは各種のマイクロコンピュータやその部品が展示されるようになった。

そして5年くらい前からは、16ビットのマイクロプロセッサを搭載した電算機が出廻るようになってきた。こうなると、一昔前の中型機やミニコンと遜色がない。使い勝手では、これらを凌ぐものがある。しかしその利用形態は、第1世代の大型機の時代とは全く異なったものになってきた。第1世代には電算機室といった特定の場所があり、その周辺で仕事をしている特定の人達がプログラムを作り、データを入力して、計算結果を取り出すという作業を行っていた。しかし第2世代のマイクロコンピュータを使う人達は、上記の電算機周辺にいる人達とは全く無縁である。無論、電算機周辺の人も使っているであろう。しかしその使い勝手は、従来の電算機室で行っていた仕事とは全く異なっている。これらの人達の中には、電算機の中味を隅から隅まで知っているハッカーに近い人もいるであろうし、また逆に電算機のこととはほとんど知らないで、ある特定の目的のためだけに利用している人もいるであろう。第1世代には全く考えられなかった利用形態であり、異なった文化である。

最近では、32ビットのマイクロプロセッサが噂されている。一部ではこれを搭載したマイクロコンピュータが発売されてもいる。どこまで伸びるのであろうか。専門家の話によると、RISC(Reduced Instruction Set Computer, 1命令当たりの実行時間を1サイクルにした電算機)といったアーキテクチャを使うと、30MIPSのマイクロコンピュータが可能である。8ビット時代は、1命令当たりの実行時間は4サイクル、1サイクルの長さは現在の5倍くらいであったから、これだけで既に20倍の速さになっている。この延長線上で30MIPSの速さが確保できるというわけである。さらにスーパーコンピュータの並列処理に近い考え方のアーキテクチャを採用することによって、1命令当たりの実行時間を見掛け上1サイクルよりずっと小さくすることができるので、西暦2001年頃には、100 MIPSのマイクロコンピュータも夢ではない、ということである。ここまでくると、大型機時代にメインフレームからスーパーコンピュータが出てきたのと同じ事態が起こるような感じがする。

われわれユーザーの立場から見ると、このように計算速度だけを追いかけているのではなくて、別の利用形態を考える時期が来ているようにも思われる。32ビットのマイクロコンピュータといえば、その能力はメインフレームから下がってきたミニコン、あるいはEWS(Engineering Work Station)に相当する。しかし大型機とマイクロコンピュータでは設計思想が異なるので、互換性はない。マイクロコンピュータの思想を守って、32ビットあ

るいはそれ以上の電算機の出現を期待するか、EWSと接続して大型機の資源を有効利用するかの分かれ道である。

4. 第3世代・超機能分散システムの時代

大型コンピュータの時代が、コマーシャルベースの電算機が最初に出現した1951年、マイクロコンピュータの時代が、Intel社のi4004が出た1971年から始まったとすると、次の3世代はいつからで、どのような時代なのだろうか。

全く根拠はないが、第1世代から第2世代までが20年間であるから、単純に考えると第3世代は1971年から20年後、すなわち1991年から始まることになる。そして第3世代は、マイクロコンピュータの出現によって可能になり発散したさまざまな利用形態が、相互に結合する方向に進むであろう、というのがTRONの発案者である坂村博士の意見であり、本節の表題にした「超機能分散システムの時代」というのも、博士の論文からいただいたものである。

第3世代がすぐ近くまできている、という考え方は賛成であるが、その中味については坂村博士と同じ意見ではない。大型機の時代に電卓の心臓部であるマイクロプロセッサが考えられたと同じ程度の、ドラマチックな発想の転換があるのではないかと期待している。子供達に人気のゲームマシンなのか、ラップトップ型のコンピュータなのか、これらとは全く別のカードシステムみたいなものなのだろうか。2度あることは3度とも、歴史は繰り返されるとも言われている。

このような夢物語ではなく、一歩ひきさがって、現実の世界で考えてみると、大型機とマイクロコンピュータのドッキングという線が見えてくる。先にも説明したように、大型機とマイクロコンピュータとでは、その発展の歴史が異なるように、ハードウェアの設計思想が全く異なっている。したがって、上から下がってきたEWSと、下から上がっていった16ビットのマイクロコンピュータとでは、同じ会社の製品であっても完全な相互乗り入れはできていない。まして異なる会社の製品間の相互乗り入れには、さらに厳しいものがある。そこでLAN(Local Area Network)のお世話にならなければならない。この種のネットワークの主目的には、異機種種の結合と装置の自由配置ということがある。ある人が使いやすい計算機が、他の人にも使いやすいという保証はない。また、一つのメーカーが、マイクロコンピュータからスーパーコンピュータまで、すべてについて最も優れた製品を出しているとは限らない。ネットワークにつながる各ステーションを、そこが分担する機能に最も合ったシステムにするということは、コンピュータの選定に当たって自由度を増すことになる。

データベースのような大容量のデータや各種応用ソフトは、ネットワークに接続しているEWSまたはメインフレームに格納しておき、端末に相当するマイクロコンピュータが、プログラムやデータを読み出して仕事をするようにすればよい。このためには、端末機にはネットワークが理解できる命令を発生するソフトが必要であり、EWSまたはメインフレームには、ネットワークから入力される命令を理解するソフトが必要である。これらのソフトさえ用意すれば、LANを仲介者にして、異機種間の結合も可能であろう。

このようなネットワークは既に存在し、実用化されているのではない、という反論があるかもしれない。しかし、LANをただ電算機相互をつなぐ道具として考えるのではなく、これを中心に置くことによって、従来とは異なった新しいシステムが作り出せるのではないかと考えている次第である。このためには、LANそのものの性能も向上させる必要があるであろう。

現に人工知能の専門家の間では、高速のマイクロプロセッサを複数個、それも1000台以上接続した共有記憶型の並列コンピュータが研究されている。スーパーコンピュータの解説の中で、図形処理や人工知能の問題も取り上げる人がいると説明したが、これらはここで説明した並列コンピュータで取り上げる方が本命であろう。私は専門ではないので良くわからないが、こちらからのアクセスを考えている専門家の方が少なく無いように見受けられる。

5. プログラム言語とオペレーティング・システム

以上ハードウェアの進歩について説明してきたが、プログラム言語の方はあまり進歩がない。数値計算ではFORTRAN、商業用ではCOBOL、システム用ではCが圧倒的多数から支持され使われているが、この傾向は今後も変わらないと考えられている。スーパーコンピュータでもFORTRANが主流である。特にFORTRAN、COBOLは1950年代後半に発売された言語であり、コンピュータサイエンスの専門家には、非常に評判の悪いものであるが、実務家の間ではいまだに絶大な人気を持っている。これら以外にも多数の言語が開発されているが、まだ一般に認知されていない。一つの言語が多数の人達に使われるようになるには、10年の歳月が必要だと言われている。また一度使われ出すと、その言語で作った財産を残したいという要求と、新しい言語を勉強することに対する抵抗のために、新しい言語はなかなか一般に使われるようにならない。

専門誌では、Smalltalk、C++、Prologなどといった言語が目につくが、これらは上で説明した手続き型言語(手続きのみが記述され、データはその外にある言語)と

は異なり対象指向型言語(データ群とそれを使用するための手続き群をひとまとめにしたオブジェクトを処理の対象にする言語)などと言われるもので、システム開発や人工知能その他のために特化されたプログラム言語と見て差し支えない。

オペレーティングシステム(OS)としてはUNIXの評判が良いが、次世代のOSとしては、並列処理、超大規模分散システムに対応できるものであり、何台かのハードウェアがダウンしてもソフトウェアの運用には間違いなく連続して使用できる高信頼性のあるものが望まれている。また、コンピュータウイルスへの有効対策も必要だと言われている。これから第3世代の動向がうかがえる。

6. 応用ソフト(利用技術)

コンピュータサイエンスの分野で特に話題になっている利用技術には、グラフィックス、人工知能、音声入力、機械翻訳などがあるが、後の二つはあまり縁がないので、先の二つについて考えてみる。

まずグラフィックスについて言えば、2次元画像ならば現在でもほぼ満足できる段階まできているが、3次元画像にはまだ問題が多い。隠れた面を表示しないようにする隠面消去、光の当たり具合によって陰影を付けるレンダリングといわれる技法は、処理の対象となる面が多くなると、現在の計算速度では時間がかかりすぎて実用にならない。ハードウェアの計算速度が向上するのを待つか、速度を飛躍的に上げるアルゴリズムの開発が待たれる。

この辺の事情は、図化のアルゴリズムにも言えることである。関東地方の道路網(点数20726、枝数25336)の地図を書かせると、9時間50分かかるといって報告がある。点と線を定義して図形を書かせる現在のアルゴリズムでは、 n 個の点や線の作画に対して n^2 の計算量が必要だと言われているが、これを $n \log n$ 、または $2n$ の計算量で済ませる研究がなされている。ひと筆書きと分割統治の手法を用いると良い結果が得られるという論文もあるが、まだ良く見えない。

次に人工知能の問題であるが、ハードの面では、数千のプロセッサを並列に並べて神経回路網をモデル化した研究がなされており、パターン認識にはこの神経回路網が活躍するであろうと期待されている。

ソフトの面では、エキスパートシステムの研究がちょっとしたブームになっているようであるが、これに対して東京大学甘利博士の座談会での発言がある。「知識がある程度まとまったところで整理しようとする、デシジョンテーブルにできる場合が多い」「エキスパートシステムはデシジョンテーブルを作るための手段ではないか」ともいえる気がします。確かにいくつかのエキスパート

システムを見ると中味はそうなんです」というものである。デシジョンテーブルは20数年前にIBMの事務計算ソフトの中にあったユーティリティの一つで、米国の土木学会でも、自動設計の手法として一時期大いに議論されたものである。年配の人なら覚えているかもしれない。この考え方には私も賛成であるが、「アセンブラがあるからFORTRANはいらない」といった議論と似たものになりかねないので差し控えたい。ただ、知識ベースを作るとき、または検索するときに、デシジョンテーブルの考え方が参考になるのではないかと考えている。

今一つ、日本IBM東京基礎研究所所長の鈴木則久氏は、「エキスパートシステムには四つの要素が必要であると思う。一つはユーザーインタフェース、次はルール、もう一つは定式化された問題を高速に解くサブルーチン、そして最後は大規模データベースである」と言っている。ユーザーインタフェースは、われわれの言葉でいえば、入出力のルーチンである。また問題を高速に解くサブルーチンとは、線形計画法その他の最適値問題で使われてきた手法、あるいは統計で使われている多変量解析のような手法とみてよい。さらに大規模データベースは、ここでは知識ベースを指していると思われるが、このように書くともっと広い分野で使われているデータベースが頭に浮かんでくる。そしてルールは、データベースを検索する定式化されたルーチンであるということが見えないうだろうか。そして先に説明したデシジョンテーブルは、この検索ルーチンを上手にまとめたものと解釈できる。

エキスパートシステムという、言語はLISPまたはPrologを使わないと巧く作れない、今までとは全く異なった手法である、と受け取られがちである。解説書も、このシステムに独自のものに焦点を絞って説明しているので見通しが悪い。しかし、昔からそれぞれの問題で最適解を求めようと努力してきたわけであり、その中にはエキスパートシステムで取り上げている手法に近いものもあったはずである。今までに全く議論されなかった新しい手法が突然出てきたとは考えにくい。

7. まとめ

電算機は現在二つの方向に向かって発展しつつある。一つは自然模倣化の方向であり、自然における複雑な物理現象を数値的に模倣再現しようとする、スーパーコンピュータの方向である。もう一つは人間模倣の方向であり、頭脳のからくりを真似して、人工の知能や感能を作ろうとする、超機能分散システム、超大規模分散システムの方向である。本文は後者の立場でまとめてみた。現在のわれわれには、より身近だと考えたからである。しかし前者にも無関心でいるわけにはいかない。別の機会に取り上げてみたいと考えている。