

最近の汎用マイクロプロセッサの高性能化は凄まじく、従来のメインフレーム、ミニコンの性能をあっという間に追い越し、ワークステーション (WS) などに使用されているプロセッサの単体性能は、スーパーコンピュータに使用されるプロセッサに迫る勢いである (図-1参照)。

従来、スーパーコンピューティングといえは、ベクトル型コンピュータを使用するのが常であった。世界のスーパーコンピュータTOP500¹⁾ という統計があるが、これによると1993年7月には、TOP100のうち半数以上の58システムがプロセッサ数16以下のベクトル計算機であった。しかし、今年6月のTOP100では、ベクトル計算機は100システム中わずか4システムにすぎず、しかも、プロセッサ数16以下のシステムは皆無である。79システムが100以上のプロセッサを持つシステムで、しかも多くは、汎用のマイクロプロセッサを使用している。汎用マイクロプロセッサを用いたマルチプロセッサがベクトル型スーパーコンピュータをしのぐ時代になってきている (図-2参照)。

マイクロプロセッサ開発には、膨大な開発コストと総合的かつ高度な技術力を要するため、開発自体が一部の大メーカーに集約する傾向が強まっている。PC、WSのみならず、スーパーコンピュータでさえ、独自のマイクロプロセッサ開発をするより、汎用マイクロプロセッサを使用して構築する時代である。

ということは、一昔前には手の出なかった高性能スーパーコンピュータに匹敵するマイクロプロセッサが今やWSやPCに使用され、非常に安価で入手できるということである。この高性能/安価な汎用コンピュータを使ってマルチプロセッサを作らない手はない。これが、本特集で扱う計算機クラスタの始まりである。

そうは言っても、PCやWSをつなぐ汎用かつ安価なものといえば、10Mbps程度のイーサネットなどのLANであった時代には、当然のことながら、プロセッサ間に専用接続線を持つスーパーコンピュータとは比較にならない性能である。ところが、このネットワークにおいても、近年目覚ましい発展がある。ギガビットイーサ、Myrinetなどのギガビット級のネットワークが妥当な価格で手に入るようになってきた。ハードウェアばかりでなく、通信におけるソフトウェアオーバーヘッドを低減化した低遅延の通信方式も数々開発されてきている。結果として、PC、WSなど汎用計算機と汎用ネットワークを用いた計算機クラスタが、コストだけでなく性能の点でも大きな可能性を持つようになってきた。

プログラマインタフェースにおいても、メッセージパッシング、共有メモリなどのプログラミングモデルが、実際に使用される並列計算機のアーキテクチャとは独立して選べるようになってきた。また、ライブラリやディレクティブなどの標準的な並列プログラミングインタフェースが、いろいろな形で提供され普及してきた。

そして実際に100台以上の計算機クラスタを用いて、さまざまな応用で成果を上げてきている。

本特集では、このような計算機クラスタの現状を、以下のような面からとらえてみた。

第1編は、計算機開発の歴史的流れと計算機クラスタの位置付け、並列計算機アーキテクトから見た計算機クラスタの特徴/評価、国内外の主要な研究/開発動向などを述べている。

第2編は、計算機クラスタ上に構築する分散共有メモリについて述べている。実際にはメモリが要素計算機のそれぞれに分散しているながら、プログラマからは1つの大きな共有メモリであるかのように扱えるためには、大きい通信遅延をいかに隠すかなど数々の課題がある。効率的な実現のためのソフトウェアベースの研究に焦点をあてている。

第3編は、並列計算機が最も利用される応用である科学技術計算に関して、応用側から見た計算機クラスタの可能性について述べている。従来は、実験で行われていたような多くの理化学解析が、非経験的といわれる純粋な理論解析 (計算機シミュレーション) によって行われ、数々の成果を上げている。ここでは、分子軌道計算への活用例を示している。

第4編は、データベースへの計算機クラスタの活用例である。並列処理応用の中心であった科学技術計算に代わって、今後、マルチメディアなどとともに、最も並列処理の活用が広がると考えられているのが、データベースである。データベース処理には、処理並列性があるばかりでなく、並列I/Oの点で計算機クラスタに向けた性質がある。ここでは、100台のPCクラスタ上でのデータベース処理の例が示されている。

第5編は、計算機クラスタ開発研究サイドにおける数々の体験と肉声を時系列に追った開発記である。128台のPCクラスタと他のMPPシステムとの性能比較や、高性能の並列計算機を、汎用PC、フリーソフトで構築することができるという、魅力的な話題についても触れている。

参考文献

- 1) <http://www.top500.org>

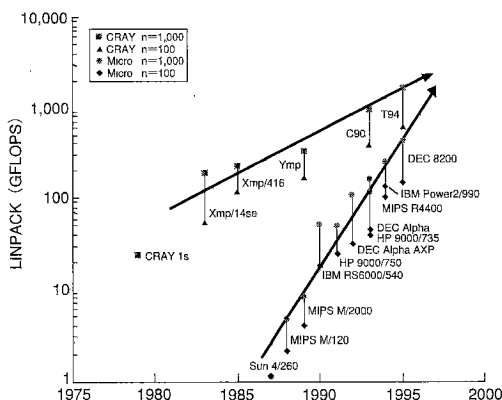


図-1 単一プロセッサ性能 (LINPACK)

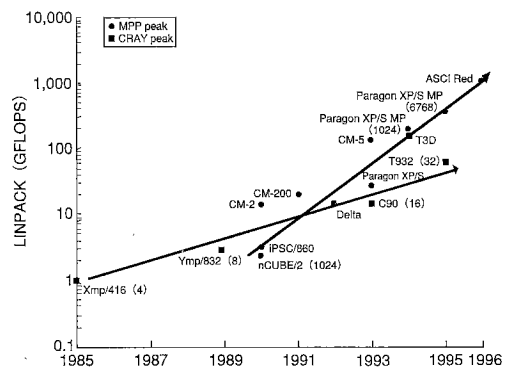


図-2 並列システム性能 (ベクトル計算機 v.s. MPP: LINPACK)

* Source: Parallel Computer Architecture, David E. Culler, Jaswinder Pal Singh, Morgan Kaufmann.