

スーパーコンピュータの動向と今後の展望

日立中央研究所 長島 重夫 (Shigeo Nagashima)

現在までの動向

1970年代後半に第一世代のスーパーコンピュータが登場して以来、その性能はめざましく向上してきた。この向上はベクトル処理方式の導入によっている。

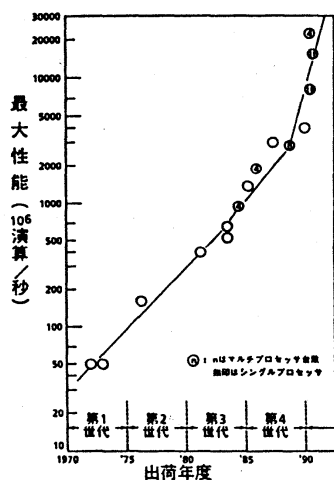
スーパーコンピュータがこれまで発展してきた要因を分析すると、高いベクトル化率の実現（ベクトル命令の充実、自動ベクトル化コンパイラの高度化）、複数のパイプライン演算器による高速演算の実現、ベクトルレジスタの導入とこれによる演算チェイニングの実現、主記憶と拡張記憶の階層構成による大容量高速記憶の実現、等の高速化技術が大きく貢献している。また、これらの実現は半導体技術・実装技術の進展によるところが大きい。

今後の展望

米国メーカーはすでに主記憶共有型のマルチプロセッサ化を進めてきている。国産メーカーも今後は本方式によって一層の性能向上を図っていこう。しかし、主記憶共有方式はデータ供給能力／転送能力の限界から大幅にプロセッサ台数を増加させることはできず、ここ数年の範囲では高々数十～100 GFLOPSが限度であろうと思われる。

さらに性能を向上させるためには、分散記憶を用いた並列処理方式の採用が必須である。この実現のためには、プロセッサ間の通信方式、プログラミングやデバッグ方式、多数のプロセッサ間の負荷均一化方式等、これまでにはなかった多くの問題の解決が必要である。このために現在、各方面で多くの試みがなされている。

2000年頃には1～数TFLOPSの並列計算機が実現されることになるだろう。また、数値計算分野ばかりでなく、知識処理、データベース処理等の分野にも広くベクトル／並列処理が適用されていこう。



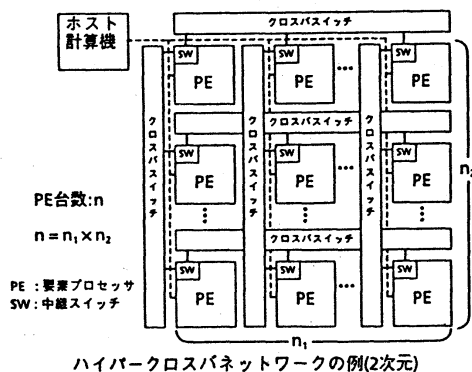
スーパーコンの最大性能のトレンド

将来のスーパーコンピュータ実現方式

	実現方式	現状	目標	開発技術
1	高多重 パイプライン演算 ベクトル・プロセッサ (パイプライン演算 多重度向上)	8~16 演算 /3~4ns	16~32 演算 /1ns	超高速素子 高密度実装
2	マルチ・ベクトル・ プロセッサ (ベクトル・プロセッサ の共有主記憶結合)	4プロ セッサ	8~16 プロ セッサ	高データ 供給能力の 主記憶
3	並列プロセッサ (VLSIプロセッサの ネットワーク接続)	数十	数百 ~数千 ~1万	プロセッサ間 通信方式 プログラミング

現行スーパーコンピュータからみた並列処理の課題

- (1) プロセッサ間通信方式
 - ・ネットワーク構成方式
 - ・プロセッサ間同期方式
- (2) プログラミング/デバッグ方式
- (3) プロセッサ間負荷均一化方式



現在までの重要なスーパーコンピュータ技術

- (1) 高ベクトル化率
 - ・ベクトル命令セットの充実
 - ・自動ベクトル化コンパイラ、
プログラミング・サポート
- (2) パイプライン演算方式
 - ・ベクトル演算の高速処理
 - ・パイプライン演算器の多重化
- (3) ベクトル・レジスタ
 - ・主記憶参照の低減
 - ・チェイニングによるパイプライン演算器の連結
- (4) 階層記憶
 - ・高速主記憶と大容量拡張記憶の階層化
 - ・両記憶間的高速転送

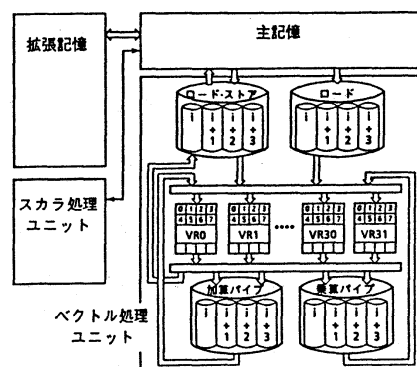
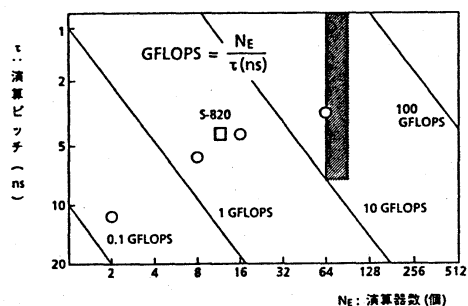
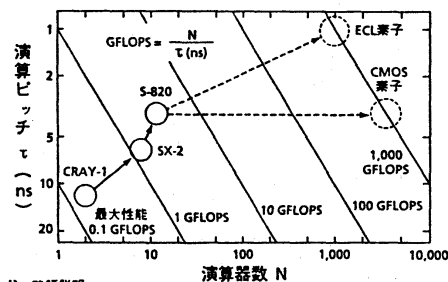


図 スーパーコンピュータの内部構成



現行方式スーパーコンピュータの性能限界



注: 略語説明

GFLOPS [Giga Floating-point Operations Per Second (10⁹演算/秒)]
ECL (Emitter Coupled Logic)
CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)

演算器数と演算ピッチからみたスーパーコンの予想