

# SX-3システムの並列処理について

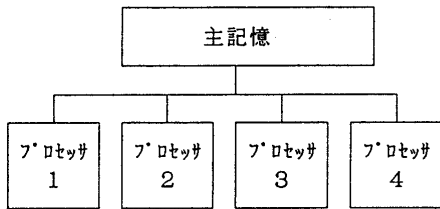
3Q-1

片山 博    ○左近 彰一    津田 義典    遠藤 明芳    山田正一郎  
 NEC 日本電気株式会社

1. はじめに

NECスーパーコンピュータSX-3Rシリーズは2.5nsという超高速クロックと最大16本のベクトルパイプラインを有するプロセッサを最大4台構成可能なメモリ共有型ベクトルマルチプロセッサである。その理論最大性能は25.6GFLOPSである。

この超高速ハードウェア性能を最大限に発揮し、ユーザプログラムの実行時間を短縮するため、SX-3ではマクロタスク、マイクロタスク機能の2種類の並列処理機能(マルチタスク機能)をサポートしている。

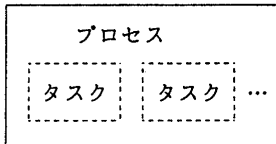


2. 並列処理の実現方式

(1) タスクの導入

SX-3では、UNIX<sup>3</sup>をベースとし、スーパーコンピュータ向けに種々の拡張を加えたオペレーティングシステムであるSUPER-UXを利用することが出来る。

SUPER-UXにおいて、並列処理機能の実現のため通常のUNIXプロセスより軽いものとして"タスク"を新たに導入した。1つのプロセスの中に複数のタスクを作ることができ、それらのタスクはメモリを共有する。



ユーザは、並列処理プログラムにおいてはタスクのみを意識すればよく、直接物理的なプロセッサを意識する必要はない。このタスクをOSが同時に複数のプロセッサに割り当てることにより並列処理が実現される。その際、同一プロセスに属するタスクは、できるだけ同時にプロセッサに割り当てるといったスケジューリング方式により、実行時に無駄な待ち時間が生じないように工夫している。

<sup>3</sup>UNIXオペレーティングシステムはUNIX System Laboratories, Inc.が開発しライセンスしています。

(2) 言語でのサポート

並列処理プログラムの記述のため、マクロタスク機能、マイクロタスク機能の2種類の方式をサポートした。

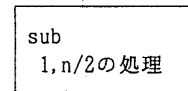
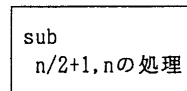
マクロタスク機能とはプログラムを並列化したい場合、処理したい問題が元々含んでいる大きな単位の並列性に着目して、トップダウン的に並列化を行う機能である。この機能は、プログラムからライブラリルーチン呼び出すことにより利用することが出来る。ライブラリルーチンには、サブルーチンの集まりを別のタスクとして起動する機能や、タスク間で排他制御や同期制御を行う機能などがある。

主なマクロタスクライブラリルーチン

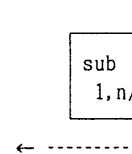
分類	ルーチン名	機能
タスク制御	ptfork	タスクを生成する
	ptjoin	タスクの終了を待つ
ロック制御	pllock	ロックをかける
	plunlock	ロックをはずす
イベント同期	pepost	事象の発生を通知する
	pewait	事象の発生を待つ
バリア同期	pbsync	すべてのタスクの同期点への到着を待つ

```
call ptfork(tid, tpar, sub → タスク生成
, 1, n/2)
```

```
call sub(n/2+1, n)
```



```
call ptjoin(tid)
```



一方、マイクロタスク機能とは、プログラムを局所的に調べて、その中に含まれるループの各々の繰り返しや文の集まり同士の並列性に着目し、それらを別々のタスク上で並列に実行し、ボトムアップ的に並列化を行う方法である。

マイクロタスクでは、利用者はコンパイラの自動並列化機能を用いて並列化を行うことができる。また、ソースプログラムにコメント行の形の並列化指示行を挿入することによって並列制御構造を記述することも可能である。このため、ソースプログラムの書き直しの手間がわずかで済む。

また、この方式による並列化では、個々のタスクの実行時間(粒度)が小さくなるために、可能な限り並列処理のためのオーバーヘッドを小さくし、粒度が小さくても並列処理の効果が上がるような方式を採用している。

#### 主な並列化指示行

並列化指示行	機能
*pdir pardo	DOM-F*を並列に実行する
*pdir parcase *pdir case *pdir endcase	各caseで囲まれた文の集まりを並列に実行する
*pdir critical *pdir endcritical	同時には一つのタスクだけで実行する

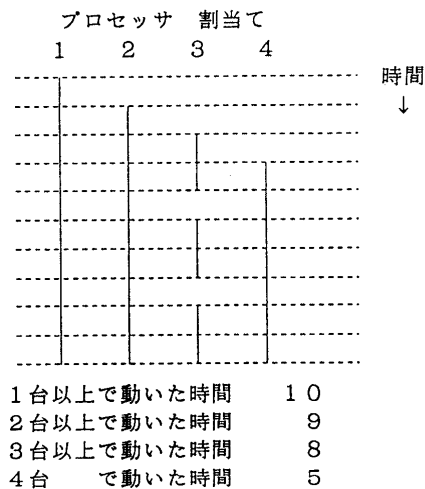
```
*pdir pardo
  do 10 j=1,n
    do 20 i=1,m
      a(i,j)=a(i,j)+b(i,j)
    20 continue
  10 continue

*pdir parcase
  call sub1
*pdir case
  call sub2
*pdir endcase
```

#### (3) チューニングのための機能

SX-3の並列処理では、実行中の任意の時点で各タスクが費やしたCPU時間、全タスクの合計のCPU時間及び経過時間を採取することが出来る。

また、プログラム全体が1台以上、2台以上、3台以上、4台のプロセッサで実行されていた時間を採取し表示する機能を作成した。これにより、そのプログラムの並列処理の効率を見ることが出来る。



また、並列処理向けチューニングを効果的に行うように、

ANALYZER-P/SX  
PARALLELIZER/SX  
の2つのツールを新たに開発し提供した。

#### 3. 性能例

行列\*行列のプログラムをマイクロタスクにより並列化したときの並列化効果を示す。

SX-3/44R

(4プロセッサ、クロック2.5ns)

行列サイズ	シングルタスク MFLOPS	マイクロタスク MFLPOS
128	3867	7686
256	5768	20792
512	5915	22847
1024	5938	23254

#### 4. 最後に

以上見たように、SX-3Rシリーズは、国産スーパーコンピュータでは初めて、本格的にマルチプロセッサによる並列処理機能をサポートし、高い性能を得ることが出来た。今後も様々なアプリケーションプログラムで並列処理の効果を実証して行きたいと思う。

#### 参考文献

北脇 重宗ほか「SX-3シリーズの言語プロセッサと開発支援ツール」、NEC技報 Vol.45, No.2, 1992