

スーパーコンピュータ S-810 東大システム における 数学ライブラリの性能

唐木 幸比古

(東京大学 大型計算機センター)

国産初のスーパーコンピュータ HITAC S-810 モデル20 東大システム[図1](東京大学大型計算機センター'83.11.1公南)について、その基本演算性能の調査を基礎に、基本的な数学関数の性能、線型計算・高速フーリエ変換等の数学ライブラリの実効性能及び若干の応用プログラムの性能について、実測結果を中心に報告する。

0. はじめに

計算機性能の向上とともに、計算需要は拡大の一途をたどっており、科学・技術計算の処理量の伸びは近年特に著しい。図2は、東京大学大型計算機センターにおける計算処理量の推移を示したものである。アレイプロセッサ(IAP)の登場によって、処理量の伸びは加速されつつあり、今回のスーパーコンピュータの導入によって実効処理量の伸びは更に顕著になるものと予想される。

東大センターにおけるプログラム言語の利用統計によれば、約9割がFORTRAN利用であり、科学・技術計算が中心である。センター公南のライブラリ利用率は約4割(件数比)であり、その7割が線型計算・統計計算等の数値計算である。利用される数学ライブラリの中心は、連立一次方程式・固有値問題等の行列計算であり、演算時間の比率では、 N^3 (N :データ長)以上の計算が圧倒的比重を占めている。

ここでは、スーパーコンピュータ S-810 モデル20 の実効性能について、線型計算や高速フーリエ変換などの数学ライブラリの幾つかの調査結果を中心に紹介する。

はじめに、基本演算性能の概略及び数学関数(FORTRAN77組込関数)の性能例を紹介する。次に、連立一次方程式プログラムの性能例を紹介する。

次に、固有値問題プログラムの性能例を紹介する。次に、高速フーリエ変換プログラムの性能例を紹介する。次に、若干の応用プログラムの性能例を紹介し、他のアレイプロセッサとの比較を試みる。

最後に、東大センターにおけるS-810の利用状況を紹介しながら、スーパーコンピュータについて概括する。

ここで紹介する調査例は、'83年11月1日~'84年2月10日の間に行った各種の実測結果の中から抜粋して報告している。

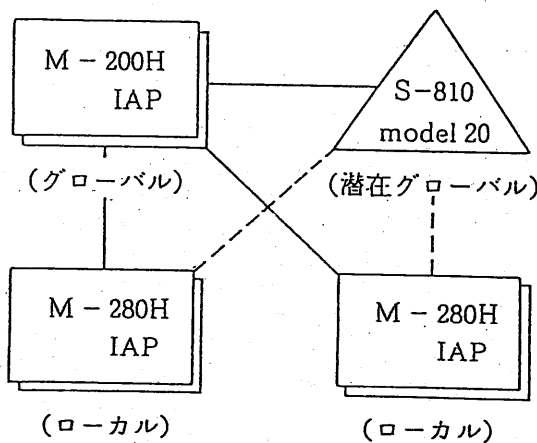
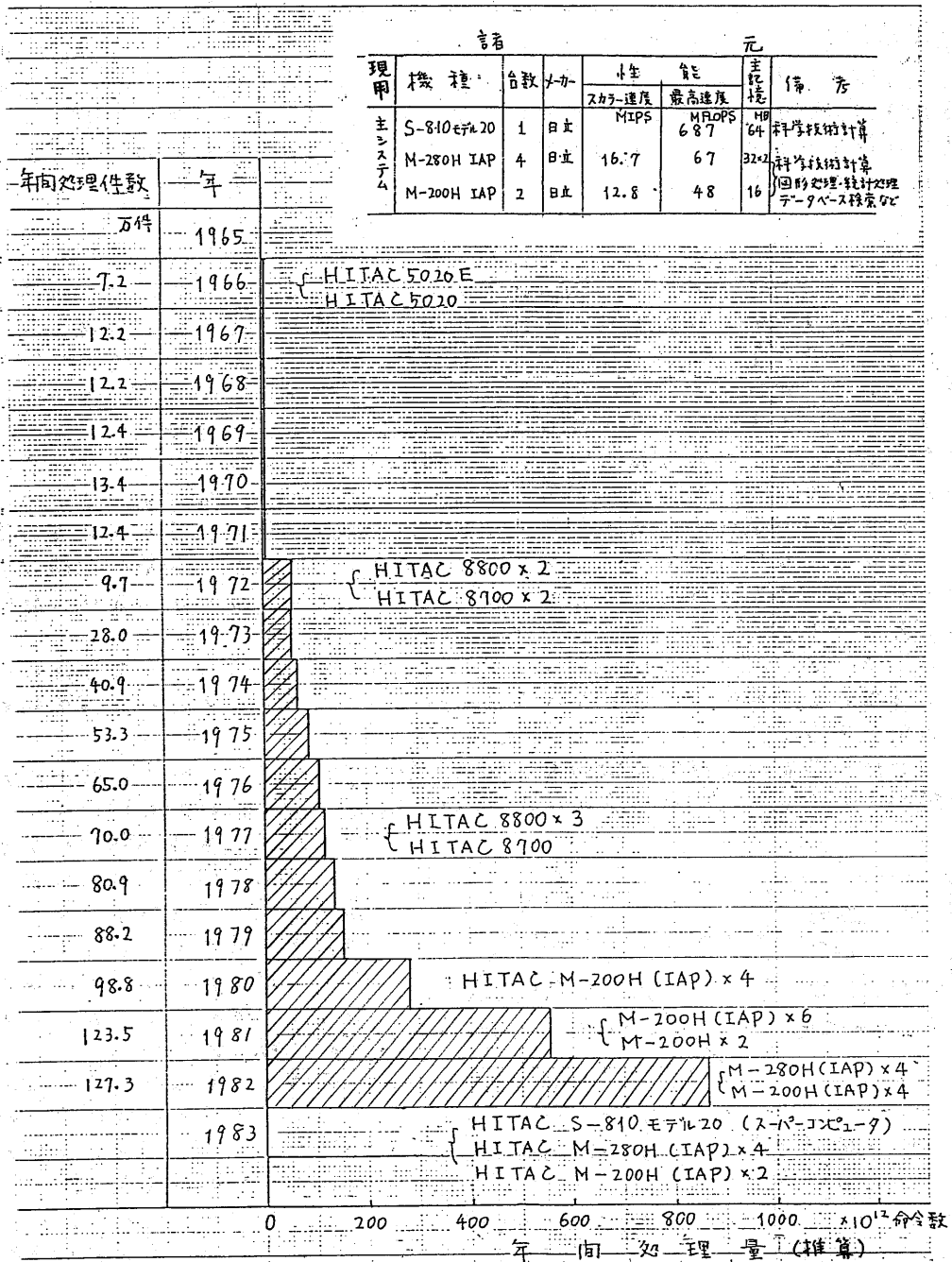


図1. 東大システムの構成

図2. 東京大学大型計算機センターにおける計算処理量の推移



(年間処理量 = 計算機速度(MIPS) × 年間CPU時間)

1. 基本演算性能

倍精度浮動小数長の基本演算性能を例にとり、S-810モデル20の演算速度の概略を示す。表1は基本演算の到達性能、表2は交叉ループ長・加速率などの実測例である。短項の加算・乗算速度が約120 MFLOPSでスカラー速度の約30倍、短項の積和速度が約240 MFLOPSでスカラー速度の約60倍、内積速度が約320 MFLOPSでスカラー速度の約60倍、多項算では200~600 MFLOPSになる。ピーク性能は751 MFLOPSであった。加速率は表2では27~69(平均45)になる。

表1. Vector Processing Speed on S-810 model 20 .

No.	Floating-point Operations -----data length 64 bit-----	Speed MFLOPS
1.	A(i)=PAI	(119.2)
2.	A(i)=B(i)	(121.4)
3.	A(i)=B(i)+ C(i)	121.4
4.	A(i)=B(i)* C(i)	119.2
5.	A(i)=B(i)/ C(i)	60.1
6.	S =S + B(i)	121.4
7.	S =S + B(i)*C(i)	319.7
8.	S =S +(B(i)+C(i))*C(i)+E(i))	485.5
9.	A(i)=A(i)+ B(i)	242.7
10.	A(i)=A(i)+ B(i)*C(i)	238.3
11.	A(i)=A(i)+(B(i)+C(i))*C(i)+E(i))	238.3
12.	A(i)=A(i)+ B(i)*(C(i)+D(i)*E(i))	240.5
13.	A(i)=A(i)+ B(i)*(C(i)+D(i)*(E(i)+F(i)*G(i)))	360.7
14.	A(i)=A(i)+ B(i)*(C(i)+D(i)*(E(i)+F(i)*(G(i)+H(i)*Z(i))))	294.5
15.	A(i)=A(i)+ B(i)+C(i)+D(i)+E(i)	319.7
16.	A(i)=A(i)+ B(i)+C(i)+D(i)*1.DO+E(i)*1.DO	360.7
	Average	235.2

NOTE

The value of speed is one for loop length 10000 .

表2. Crossing Loop length on S-810 model 20 .

No.	Operation	Cross-point	Cross-speed	Acc.Ratio	Through-put		
-----64 bit-----				MFLOPS	MFLOPS	MFLOPS	MFLOPS
1	A(i)=PAI	6	4.0	30	32.0	53.3	97.7
2	A(i)=B(i)	6	3.5	35	25.2	40.0	79.8
3	A(i)=B(i)+C(i)	7	3.6	34	24.0	40.0	94.9
4	A(i)=B(i)*C(i)	5	2.8	43	21.8	43.7	68.9
5	A(i)=B(i)/C(i)	4	1.3	46	14.5	24.0	43.6
6	S =S +B(i)	8	4.5	27	22.8	36.8	79.8
7	S =S+B(i)*C(i)	6	5.7	56	48.0	74.0	136.4
8	Add & In.Prod	4	7.4	66	76.9	148.1	275.7
9	Two Terms	6	3.5	69	26.6	43.4	79.8
10	Three Terms	4	4.3	55	48.0	80.4	159.7
11	Five Terms	4	6.3	38	76.9	119.7	191.2
12	Five Terms	4	6.1	39	76.7	120.8	194.0
13	Seven Terms	3	6.8	53	96.1	159.2	239.5
14	Nine Terms	3	7.2	41	103.6	167.0	274.2
15	Four Add	5	8.6	37	68.6	112.5	192.6
16	Two Add & Mul.Add	3	7.1	51	95.7	160.5	261.9
[A(i)=SIN(B(i))	4	---	16]
	---loop length---				50	100	300
	Average	4.9	5.2	45	53.6	89.0	154.4

NOTE

The cross-point is the minimum length of DO loop at which the vector processing speed wins or equals to the scalar one .

Acc.Ratio = Vector processing speed / Cross-speed .

The data were obtained on HITAC S-810 model 20 of the Computer Centre , Univ. of Tokyo , in Jan.23 1984 .

平均加速率とループ長の関係を見ると
およそ次のようになっている。

ループ長	平均加速率
20	5
50	10
100	17
300	30
1000	37
10000	45

ただし、

$$\text{平均加速率} = \frac{\text{平均ベクトル速度}}{\text{平均交叉速度}}$$

とした。

実際のスカラ速度は、ループ長が大きくなると、平均交叉速度(5.2MFLOPS)より少し速くなる(平均6MFLOPS程度)ので、平均加速率はヤ、下方にずれる。交叉ループ長は2~8であった。

2. 数学関数の性能

FORTRAN 77 組込関数(倍精度)の性能例を表3に示す。

数学関数(倍精度)の加速率は、14~44倍速の間に分布するものとスカラ速度のまま(1倍速)のものに分れる。

例えばDTANHを見ると、 $|x| < 20$ の変域と $|x| < 1/2$ の変域におけるベクトル速度は等しいが、スカラ速度が異なるので、変域によって平均加速率の大きさが異なっている。

これに類似したことは、倍精度と単精度の間でも見出される。例えば、DSQRTとSQRTのベクトル速度は等しいが、スカラ速度では単精度の方が速いので加速率は倍精度の方が大きい。

組込関数の精度は次の程度である。

倍精度関数 $2 \sim 40 \times 10^{-17}$
単精度関数 $4 \sim 20 \times 10^{-7}$

表3. Speeds of Mathematical Functions on HITAC S-810/20
Real Function in FORTRAN 77 (Double Precision)

Func	Vector	Scalar	Ratio	Range
	nsec	nsec		
DEXP	166.7	4041.7	24.2	$ x < 20$
DLOG	250.0	3791.7	15.2	$0 < x < 20$
DLOG10	270.8	3875.0	14.3	$0 < x < 20$
DSIN	166.7	3520.8	21.1	$ x < 20$
DCOS	187.5	3041.7	16.2	$ x < \text{pai}/2$
	187.5	3437.5	18.3	$ x < 20$
DTAN	166.7	2937.5	17.6	$ x < \text{pai}/2$
	7791.7	7812.5	1.0	$ x < 20$
DARSIN	7729.2	7791.7	1.0	$ x < \text{pai}/2$
	8520.8	8520.8	1.0	$ x < 1$
DARCOS	8541.7	8604.2	1.0	$ x < 1$
DATAN	250.0	5875.0	23.5	$ x < 20$
DATAN2	229.2	5729.2	25.0	$ x < \sqrt{2}-1$
	354.2	7166.7	20.2	$ x < 1$
DSINH	8375.0	8416.7	1.0	$ x < 20$
	3479.2	3520.8	1.0	$ x < 1$
DCOSH	8812.5	8791.7	1.0	$ x < 20$
	8687.5	8604.2	1.0	$ x < 1$
DTANH	187.5	8312.5	44.3	$ x < 20$
	187.5	4645.8	24.8	$ x < 1/2$
DSQRT	208.3	4000.0	19.2	$0 < x < 20$

NOTE

The value of speed is the CPU time per operation of $A(i) = \text{Func}(X(i))$. The speed is the average of 10000 times.

スカラ関数とベクトル関数の精度差は僅かである。

ただし、

SIN, COSなどは絶対誤差、EXP、LOG、SQRT、TANH等は相対誤差の最大値を目安とした。

ベクトル化された関数で、精度の全く不変なものもある。

3. 連立一次方程式における性能

S-810用ライブラリとIAP用ライブラリのベクトル性能及びスカラー性能を比較する。

話をスッキリさせるために、扱う行列は素性のよく知れたフランク行列

$$A = (a_{ij}) \quad a_{ij} = N+1 - \text{Max}(i, j)$$

にしぼった。

対象プログラムには、ガウス消去法・クラウト法・改良コレスキー法・ガウスジョルダン法・S-810向き改良コードなどを選択した。

行列の大きさを50～500にとって、各プログラムにおけるベクトル処理性能及びスカラー処理性能を測定した。

表4は、各プログラムのS-810上でのベクトル処理性能の例である。

ルーチン名の先頭文字で履歴分類できる。

- D 汎用機向けプログラム
- ¥ IAP向けプログラム
- H S-810向けプログラム

表4. Linear Equation Solver on S-810 model 20 .
Vector Processing Through-put .

Routine	¥DLF1M	DLINLU	¥DLF2M	DLNSN3	HDLPPM	HDLGEM
Size	Through-put (CPU time)					
	sec	sec	sec	sec	sec	sec
50	0.007	0.033	0.004	0.042	0.002	0.003
100	0.028	0.242	0.017	0.289	0.008	0.008
150	0.066	0.799	0.040	0.927	0.016	0.017
200	0.125	1.876	0.075	2.135	0.027	0.030
250	0.209	3.712	0.123	4.104	0.042	0.050
300	0.326	6.517	0.188	7.046	0.063	0.078
400	0.666	15.576	0.376	16.473	0.120	0.159
500	1.165	30.211	0.650	31.824	0.203	0.279
NOTE	Gauss Elim.	Crout Method	Mod. Cholesky	Gauss Jordan	S-810 Mod. Cholesky	S-810 Gauss Elim.

The results were obtained at the Computer Centre, Univ. of Tokyo, in February 4 - 6, 1984, using FORT77/HAP compiler and HITAC mathematical library. Compile option is HAP.

表4によれば、改良コレスキー法及びガウス消去法ルーチンがS-810でよく高速化されていることがわかる。

¥→Hのコード変更によって約4倍(500元)高速化されている。

S-810用コンパイラは、パイプラインの並列利用を自動化する機能[コンパイルオプションHAP(CPP)]を有しており、それを用いると、大次元(500元)において¥コードは20～40%高速化する。表5に、PPモードにおけるベクトル処理性能を示す。

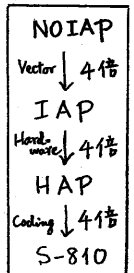
基本演算性能では、到達性能においてPPモードはNOPP(非PP)モードの約2倍の性能になる。

200元以下の連立一次方程式では、PPとNOPPの差は僅かである。

表6に、ベクトル処理(PPモード)とスカラー処理の性能比を示す。

¥コードでは、500元でおおよそ²倍、Hコードでは約⁴倍(≈60倍)高速化していることがわかる。¥コードでは、M-280H

のNOIAP
→ IAP
で約4倍の高速化を得ていた。従って、高速化の目安は、500元家行列の連立一次方程式で



となる。

4. 固有値問題における性能

連立一次方程式の場合と同様、D、 λ 及びHコードのプログラムによって、ベクトル処理性能の比較を行う。扱う行列は、やはりフランク行列(3.参照)である。

対象プログラムには、ハウスホルダー法・二分法・逆反復法、ヤコビ法、ハウスホルダー法・QL法、二重QR法・逆反復法及びS-810向き改良コードを選択した¹⁾。ジェニングス法等も興味深いが時間の制約があり今回は省略した。

行列の次元は50~300において測定したものを紹介する。

表7は、行列の全固有値を求める場合のベクトル処理性能の比較である。

λ コードでは、二重QR法が最もよく高速化されており、次いでハウスホルダー法・QL法及びハウスホルダー法・二分法の順になっている。二分法はベクトル化の障害として知られていたが、Hコードでは並列二分法によってベクトル化を実現した。Hコードでは、二重QR法よりハウスホルダー法・二分法の方が2

倍以上速くなっている。ヤコビ法は、スカラー処理性能と殆ど変わらない。

表8は、全固有値及び固有ベクトルを求める場合のベクトル処理性能の比較である。Hコードが λ コードの約4倍速(連立一次方程式の $\lambda \rightarrow$ Hコーディング加速と同程度)の性能を有する。二重QR法ルーチンは逆反復法による固有ベクトル生成でつまづいている。

表9は、表8と表7の差をとって、全固有ベクトルだけを求める場合のベクトル処理性能を比較したものである。 λ コードに対してHコードは約60%高速化している。

表10は、全固有値を求める場合のスカラー処理とベクトル処理の性能比を示したものである。ヤコビ法では一定してスカラー処理の方がやゝ速く、QL法ではベクトル処理がやゝ速いまま一定しているほかは、行列次元が大きくなるとともに倍率も高くなる。 λ コードではQR法の $4^2/2$ の倍率が目立つ。二分法はハウスホルダー変換のベクトル化にブレーキをかけ倍率が低

表7. Eigen Value Problem on S-810 model 20 .
(All Eigen Values)

Routine	HDES1M	DEF2M	DEIGN1	DEF6M	DEF1M	HDEF1M
Size	Through-put (CPU time)					
	sec	sec	sec	sec	sec	sec
50	0.040	0.177	1.157	0.037	0.065	0.047
100	0.113	0.673	9.158	0.227	0.242	0.168
150	0.210	1.486	31.113	0.693	0.562	0.380
200	0.336	2.596	75.755	1.561	1.027	0.701
250	0.503	3.996	112.739	2.969	1.693	1.142
300	0.738	5.711	137.168	5.105	2.562	1.722
NOTE	S-810 Hous. Bis.	Hous. Bis.	Jacobi	Hous. QL	Doub.QR	S-810 Doub.QR

The results were obtained at the Computer Centre, Univ. of Tokyo, in February 4 - 7, 1984, using FORT77/HAP compiler and HITAC mathematical library. Compile option is HAP.

速して
いる。
しかし
Hコード
では 4^2
のレベ
ルの倍
率が達
成され
ている。
QR法
のHコード
は、 4^2
と $4^2/2$
の中間
の倍率
にある。

表8. Eigen Value Problem on S-810 model 20 .
(All Eigen Values & Vectors)

Routine I	HDES1M	¥DEF2M	DEIGN1	¥DEF6M	¥DEF1M
Size I	Through-put (CPU time)				
	sec	sec	sec	sec	sec
50	0.063	0.216	1.409	0.069	0.728
100	0.212	0.842	11.230	0.369	4.893
150	0.461	1.891	38.784	1.053	15.419
200	0.815	3.380	94.678	2.250	27.809
250	1.326	5.360	139.254	4.209	44.898
300	2.059	7.795	169.110	7.201	127.790

NOTE S-810 Hous. Jacobi Hous. Doub.QR
Hous. Bis. Inv. QL Inv.

表9. Eigen Value Problem on S-810 model 20 .
(All Eigen Vectors)

Routine I	HDES1M	¥DEF2M	DEIGN1	¥DEF6M	¥DEF1M
Size I	Through-put (CPU time)				
	sec	sec	sec	sec	sec
50	0.023	0.039	0.252	0.032	0.663
100	0.099	0.169	2.072	0.142	4.651
150	0.251	0.405	7.671	0.360	14.857
200	0.479	0.784	18.923	0.689	26.782
250	0.823	1.364	26.515	1.240	43.205
300	1.321	2.084	31.942	2.096	125.228

NOTE S-810 (Hous. Bis.) (Hous. Bis.) (Hous. Bis.) (Hous. Bis.) (Hous. Bis.) (Hous. Bis.)
(Hous. Bis.) Inv. (Hous. Bis.) Inv. (Hous. Bis.) Inv. (Hous. Bis.) Inv. (Hous. Bis.) Inv. (Hous. Bis.) Inv.

表10. Eigen Value Problem on S-810 model 20 .
(All Eigen Values)

Routine I	HDES1M	¥DEF2M	DEIGN1	¥DEF6M	¥DEF1M	HDEF1M
Size I	Through-put Ratio					
50	10.0	0.9	0.9	1.1	2.6	3.2
100	9.5	1.1	0.9	1.1	4.3	5.4
150	12.2	1.2	0.9	1.1	5.8	7.4
200	14.8	1.4	0.9	1.1	7.2	9.3
250	17.2	1.6	0.9	1.1	8.6	11.0
300	18.4	1.7	0.9	1.1	9.6	12.5

NOTE S-810 Hous. Jacobi Hous. Doub.QR S-810
Hous. Bis. Inv. QL Inv. Doub.QR

The results were obtained at the Computer Centre, Univ. of Tokyo ,
in February 4 - 10 , 1984 , using FORT77/HAP compiler and HITAC
mathematical library . Compile options are HAP and NOHAP .

5. 高速フーリエ変換における性能

FFT (高速フーリエ変換) は、 $N^2 \rightarrow N \log N$ (N : データ長) による演算量の減少でよく知られる高速化算法の代表例である。逐次処理計算機上で開発されたこの算法は、内部でループ長が長短激しく変動するため、パイプライン方式の

アレイプロセッサには適合しにくい面がある。しかしながら IAP において著者らは交叉ループ長を考慮した最適化法を開発し²⁾、吉野さやか氏は更にそれを徹底化した IAP 最高速プログラム (SFFT) を開発し³⁾、スカラー処理の 3 倍速を得ていた。ここでは、

それらを含め、東大センターのライブラリ中の FFT ルーチンの主なものについて、S-810 適合性を調査した。

表11及び12は、データ長 2^{10} (=1024) 及び 2^9 (=512) における各ルーチンの性能比較を行ったものである。

FTR はクーリー & チューキと独立に FFT を発見した高橋秀俊氏の原型プログラム⁴⁾、FT235R は二宮市三氏のプログラム、RFFTF (YK) は著者が IAP 向きに改良した NCA R プログラム⁶⁾ である。現状では、IAP 最高速の SFFT にかわって、RFFTF (YK) が S-810 最高速になっている。(FORTRAN)。

表11. Comparison of FFT Routines on HITAC S-810 model 20 .

Routine (LIBRARY)	Through-put (CPU time)		
	HITAC M-280H		HITAC S-810/20
	NOIAP msec	IAP msec	HAP msec
FTR (TLIB)	10.00	6.88	6.88
SFFT (TLIB)	8.33	2.71	1.46
RFFTF (NCAR)	3.96	8.54	3.54
RFFTF(YK) (NCAR2)	3.96	3.75	0.83
*SFT2M (MSL2)	11.67	9.79	9.17
RFTR (MSL)	10.63	9.79	9.17
FT235R (NUMPAC)	5.21	5.00	4.17

NOTE Data length = 1024 .

表12. Comparison of FFT Routines on HITAC S-810 model 20 .

Routine (LIBRARY)	Through-put (CPU time)		
	HITAC M-280H		HITAC S-810/20
	NOIAP msec	IAP msec	HAP msec
FTR (TLIB)	4.58	3.13	3.33
SFFT (TLIB)	4.17	1.88	0.83
RFFTF (NCAR)	2.08	4.58	1.67
RFFTF(YK) (NCAR2)	2.08	2.08	0.42
*SFT2M (MSL2)	5.63	4.58	4.38
RFTR (MSL)	5.00	4.58	4.38
FT235R (NUMPAC)	2.50	2.50	2.08

NOTE Data length = 512 .

RFFTF(YK) is the revised RFFTF routine for array processor (by Y.KARAKI) .

The results were obtained at the Computer Centre, Univ. of Tokyo, in Feb. 4-7, 1984 .

6. アレイプロセッサの比較

公開され、稼働している高速アレイプロセッサの主なものについて、基本演算及び応用演算の性能比較を行う。

表13及び14に比較例を示す。基本演算では、S-810がCRAY-1の約4~5倍の性能、応用演算でも約4倍の性能を示して世界最高速レベルにある。また、300元の連立一次方程式求解速度では

		MFLOPS
S-810/20	FORTAN	294
CRAY X-MP	アセンブラ	240
CRAY-1 S	アセンブラ	76

となっている。ピーク性能(687~751MFLOPS)を含めS-810/20は、現在世界最高速である⁹⁾。

表13 Comparison of through-put between High-speed Array Processors . Vector Processing for Basic Operations.

No.1	DO Loop	Through-put (CPU time)				
		CRAY-1	HITAC-M-280H IAP	FACOM-VP-100	CDC-Cyber205 2 pipes	HITAC-S-810 model 20
		nsec	nsec	nsec	nsec	nsec
1	A(i)=1.	31.3	32.8	9.7	11.1	8.5
2	A(i)=B(i).	31.3	30.7	12.9	11.9	9.1
3	A(i)=B(i)+10.	32.5	29.8	12.6	12.0	9.2
4	A(i)=B(i)+C(i)	46.2	41.6	16.4	11.7	9.2
5	A(i)=B(i)*10.	32.5	31.0	12.6	11.9	9.4
6	A(i)=B(i)+C(i)	46.2	43.9	16.2	11.6	9.2
7	A(i)=B(i)/10.	46.2	32.2	12.5	11.9	9.4
8	A(i)=B(i)/C(i)	90.0	425.7	65.6	33.4	20.6
9	A(i)=SIN(B(i))	392.5	2270.1	186.3	1047.5	196.3
10	A(i)=B(i)*C(i)+D(i)	62.5	96.5	20.4	23.1	11.0
Data Length (bits)		64	32	64	64	64
Observation Year		1977	1982	1984	1982	1983
Date		Ref.7	Sept.10	Jan.11	Oct.	Oct.31
Place		Cray Inc.	U.Tokyo	Nagoya U.	CDC	U.Tokyo

NOTE The through-put value is the CPU time per operation for each DO Loop of loop length 1000 .

表14 Lawrence Livermore Loops on High-speed Array Processors . (Revised for machine-oriented)

NO.	DO LOOP	CDC	CRAY-1	HITAC	HITAC	FACOM	NEC
		Cyber205 2pipes	CRAY-1	S-810 model 20	M-280H	VP-100	ACDS -1000
		AP	AP	AP	IAP	AP	IAP
		MFLOPS	MFLOPS	MFLOPS	MFLOPS	MFLOPS	MFLOPS
1	Hydro excerpt	79.1	70.3	248.1	25.4	187.1	12.7
2	HLR, Inner pro.	88.0	48.1	326.5	32.0	104.6	14.1
3	Inner product	88.0	66.8	309.7	32.0	168.5	14.1
4	Banded lin. eq.	12.2	39.6	105.1	17.9	73.6	13.4
5	Tri-diag. el.(b)	5.6	7.8	34.9	8.1	10.0	7.4
6	Tri-diag. el.(a)	6.5	6.5	35.6	8.4	9.5	11.3
7	Eq. of state ex.	51.0	82.5	259.6	22.0	190.0	13.5
8	P.D.E. integrat.	15.7	41.9	111.5	10.6	86.3	9.2
9	Integer predict.	47.3	80.1	226.0	14.1	161.5	11.6
10	Difference pred.	23.5	20.5	62.0	3.8	50.1	2.4
11	First sum.	7.6	5.8	36.1	6.5	4.8	5.7
12	First diff.	86.2	23.1	101.1	15.5	58.8	8.1
13	2-D p. pusher	2.0	3.6	7.6	1.6	6.1	1.9
14	1-D p. pusher	4.3	7.2	12.1	2.5	12.9	3.1
Average		36.9	36.0	134.0	14.3	80.3	9.2
Data Length (bits)		64	64	64	32	64	36
Observation Date		82.10	81.	83.11.19	82.5.24	83.11.24	82.8.26
Computer Center		CDC Min.	Cray Inc.	Hitachi	U.Tokyo	Fujitsu	U.Tohoku

NOTE Average = Total sum of each MFLOPS / Number of LOOPS (14)

7. 結び

スーパーコンピュータS-810の性能を数学ライブラリを中心に調べてきた。その結果、基本演算や線型計算で $4^2 \sim 4^3$ 倍の高速性能が得られることがわかった。また、フーリエ変換でも 4^1 倍の高速化が見られた。IAP向けのライブラリは 4^2 のレベルでS-810に適合するが、旧来の汎用機向けライブラリには 4^0 のレベルのものも多い。

やはり、アレイプロセッサ向けのライブラリ開発は、コンパイラの自動ベクトル化能力の向上にもかかわらず、必須と思われる。

東大センターのS-810利用率及びVPU利用率は非常に高い。今後、スーパーコンピュータの需要は一層高まるものと思われる。

6.の性能調査に当り御協力を戴いた各メーカーの方々及び名大プラズマ研究所・東北大学の関係者各位に感謝致します。

参考文献

- 1) HITACマニュアル: MSL MATRIX/HAP, MSL-II.
- 2) 中村・唐木: 東大センターニュース, Vol.14 (1982) No.6, p.24.
- 3) 吉野: 京大数理解析研究所 講義録483 (1983.3) p.164.
- 4) 高橋: 東大センターニュース Suppl.1 Vol.6 (1974.2) p.65.
- 5) ニ宮: ライブラリ・プログラム利用の手引 (名大大型センター, 昭57.6).
- 6) 中村etal.: NCARライブラリ利用の手引 (東大大型センター, 1982.3)
- 7) Russell P.H.: Comm. ACM 21(1978)63.
- 8) Dongarra J.J.: 6th Inter. Conf. (1983.12).
- 9) 唐木: 東大センターニュース, Vol.15 (1983) No.9-10, p.39.