

「地球シミュレータ」世界最高の演算性能を達成

海洋科学技術センター（理事長 平野拓也）は、地球規模で起こる地球温暖化や環境変動、異常気象、地殻変動等の数値シミュレーションによる解明を高精度で実施することを目的として開発してきた世界最大級の超高速並列計算機システム「地球シミュレータ」が、Linpackベンチマークテスト（[注1](#)）で35.61テラフロップス

（TFLOPS）の世界最高の演算性能を達成（[注2](#)）し、この性能は、Linpackベンチマークレポートを公表している米国テネシー大学 Jack J.Dongarra博士に提出し、確認を受けていたが、本日4月18日（日本時間）、承認され正式に登録された。（[参考資料1](#)）

なお従来、世界中のスーパーコンピュータの中で最も高性能なシステムは、最新のTOP500（[注4](#)）によると、米国のASCI Whiteシステムで、7.226テラフロップス（ピーク性能12.288テラフロップス：ピーク性能比58.8%）であり、これに比べ計算速度で約5倍の性能を有するものである。

「地球シミュレータ」は、単体性能8ギガフロップスのベクトルプロセッサ（[注3](#)）8個が16ギガバイトの高速メモリを共有する構成を1ノードとし、640ノードがデータ転送速度12.3ギガバイト/秒の高速ネットワークにより結合されている。従って、総プロセッサ数は5,120個でピーク性能約40テラフロップス、主記憶容量は10テラバイトである。

今回記録したLinpackベンチマークテスト値35.61テラフロップスは、640ノードの内638ノード（5,104プロセッサ）を用いて得られたもので、ピーク性能に対する実測性能比は87.2%となる。（[参考資料2](#)）

「地球シミュレータ」は、宇宙開発事業団（理事長 山之内秀一郎）、日本原子力研究所（理事長 村上健一）及び海洋科学技術センターが共同で研究開発を進めてきたもので、平成14年2月末に完成後、3月11日より海洋科学技術センターに設置された地球シミュレータセンター（センター長 佐藤哲也）により一元的に運用が開始されたところである。

【本件に関する問い合わせ先】

海洋科学技術センター

地球シミュレータ運用推進課 山田、菊地

電話 045-778-5751・5755

総務部普及・広報課 鷲尾、野澤

電話 0468-67-9066

ホームページ <https://www.jamstec.go.jp>

【用語の説明】

（注1） Linpackベンチマークテスト

スーパーコンピュータ等の計算性能を比較する目的で作られたベンチマークのうち、最も標準的で広く用いられているもの。大規模線形方程式の解放を実施した際の演算性能（ギガフロップス値：注2）を計測する。Jack J.Dongarra博士（テネシー大学）が提唱した。

※テスト結果については、レポートとしてweb上に随時更新掲載されており、これにより、今回の地球シミュレータにおけるテスト結果が世界最速であることを確認している。

（レポートHP <http://www.netlib.org/benchmark/performance.ps>）

（注2）テラフロップス（TFLOPS）

1テラフロップスとは、1秒間に1兆回の浮動小数点演算を行う能力を示す用語。「テラ」は1兆（10の12乗）倍を示す接頭語。因みに「ギガ」は10億（10の9乗）倍を示す接頭語。

今回は、Linpackプログラムの計算を実行させた際、35.61テラフロップス、すなわち平均して1秒間あたり35.61兆回の浮動小数点演算の性能を記録した。

（注3）ベクトルプロセッサ

ベクトル（配列）演算を1つの命令で高速に処理するプロセッサ。これに対して、ほとんどのパソコンやワークステーション等に使用されているスカラープロセッサがある。ベクトルプロセッサはスカラープロセッサに比べ高価ではあるが、高い実効性能を引き出しやすい。

（注4）TOP500

TOP500とは、世界中に設置されたスパコン等の大規模計算機システムのデータを収集し、計算性能の上位500位までを順位とともに紹介した表、及びそのWebサイト。1993年に現在の形で開始され、毎年2回ずつ更新される。計算性能の比較にはLinpackベンチマーク（注1）を利用。

（参照HP <http://www.top500.org/>）

Dr. Dongarra レポート

April 17, 2002

Table 3: Highly Parallel Computing

Computer (Full Precision)	Number of Processors	R_{max} Gflop/s	N_{max} order	$N_{1/2}$ order	R_{peak} Gflop/s
Earth Simulator	5104	35610	1041216	265408	40832
ASCI White-Pacific, IBM SP Power 3(375 MHz)	8000	7226	518096	179000	12000
Compaq AlphaServer SC ES45/EV68 1GHz	3016	4463	260000	85000	6032
Compaq AlphaServer SC ES45/EV68 1GHz	3024	4069	525000	105000	6048
Compaq AlphaServer SC ES45/EV68 1GHz	2560	3980	360000	85000	5120
Compaq AlphaServer SC ES45/EV68 1GHz	3000	3643	525000	140000	6000
IBM SP Power3 208 nodes 375 MHz	3328	3052.	371712		4992
Compaq AlphaServer SC ES45/EV68 1GHz	2048	2916	272000		4096
IBM SP Power3 168 nodes 375 MHz	2528	2526.	371712	102400	3792
ASCI Red Intel Pentium II Xeon core 333MHz	9632	2379.6	362880	75400	3207
ASCI Blue-Pacific SST, IBM SP 604E(332 MHz)	5808	2144.	431344	432344	3868
ASCI Red Intel Pentium II Xeon core 333MHz	9472	2121.3	251904	66000	3154
Compaq AlphaServer SC ES45/EV68 1GHz	1520	2096	390000	71000	3040
IBM SP 112 nodes (375 MHz POWER3 High)	1792	1791	275000	275000	2688
HITACHI SR8000/MPP/1152(450MHz)	1152	1709.1	141000	16000	2074
HITACHI SR8000-F1/168(375MHz)	168	1653.	160000	19560	2016
ASCI Red Intel Pentium II Xeon core 333MHz	6720	1633.3	306720	52500	2238
SGI ASCI Blue Mountain	6040	1608.	374400	138000	2520
IBM SP 328 nodes (375 MHz POWER3 Thin)	1312	1417.	374000	374000	1968
Intel ASCI Option Red (200 MHz Pentium Pro)	9152	1338.	235000	63000	1830
NEC SX-5/128M8(3.2ns)	128	1192.0	129536	10240	1280
CRAY T3E-1200 (600 MHz)	1488	1127.	148800	28272	1786
HITACHI SR8000-F1/112(375MHz)	112	1035.0	120000	15160	1344
Intel ASCI Option Red (200 MHz Pentium Pro)	7264	1068.	215000	53400	1453
NEC SX-6/128M16	128	982.0	204800	12500	1024
SP Power3 375 MHz Nighthawk 2	1056	929.8	220000	62000	1584
HITACHI SR8000-F1/100(375MHz)	100	917.2	115000	15000	1200
CRAY T3E-1200E (600 MHz)	1080	891.5	259200	26400	1296
Fujitsu VPP6000/100 (3.33ns)	100	886.0	195600	18000	960
HITACHI SR8000/128(250MHz)	128	873.6	120000	16000	1024
CRAY T3E-900 (450 MHz)	1320	815.1	134400	26880	1188
Compaq AlphaServer SC ES45/1GHz	512	809	215000	27000	1024
HITACHI SR8000-G1/64(450MHz)	64	790.7	110000	8504	921.6
Compaq AlphaServer SC ES45/1GHz	480	772	140000	22950	960
IBM eServer pSeries 690 Turbo(1.3 GHz POW4)	256	736.6	285000	25000	1331
Fujitsu VPP6000/80 (3.33ns)	80	730.2	273600	15360	768.0
IBM SP 176 nodes (375 MHz)	704	723.4	187000	37500	1056
Compaq AlphaServer SC ES45/1GHz	480	706.0	205000	31400	960
HITACHI SR8000-E1/80(300MHz)	80	691.3	120000	9408	768
NCSA Titan Cluster(Itanium 800MHz w/Myrinet)	320	677.9	183000	32000	1024
Compaq AlphaServer SC ES45/1GHz	480	660.8	210000	47000	960
NEC Magi Cluster (PIII 933 MHz w/Myrinet)	1012	654.8	217600	28000	944
RWC (933MHz 512-dual Pent III w/Myrinet2000)	1012	618.3	146000	23000	955.4
IBM SP 140 nodes (222 MHz POWER3)	1120	613.02	170000	50000	894.6
HITACHI SR8000-F1/64(375MHz)	64	605.3	92000	10048	768

地球シミュレータの性能について

計算機の性能は、大きく2種類ある。

○ピーク性能（プロセッサ：演算器が全部稼働した場合の性能）

地球シミュレータのようなベクトル並列計算機（※）のピーク性能は以下の通り表される。

1台当たりのプロセッサの最大計算能力×台数

（※）ベクトル並列計算機： データを配列にまとめてベクトル化し、それを一度に処理する演算方式を行う計算機。演算の高速化がねらいである。例えば $A=B+C$ のような演算を数百回繰り返す時、データA,B,Cをそれぞれ配列にまとめてベクトルとし、読み出し、加算、格納をまとめて一度に行い、高速化を図ることができる。これに対してパソコンに代表されるスカラー演算計算機ではデータを逐次処理するため、高速化が期待できないことがある。

地球シミュレータのピーク性能は以下の通り

8 Gflops／プロセッサ×5 1 2 0 台＝約4 0 Tflops

『約4 0 Tflops：1秒間に4 0兆（4 0テラ）回の浮動小数点演算の性能、すなわち4 0兆回の計算能力があることになる』

これが理論上、その計算機が有する最大性能、ピーク性能とされる。

○実効性能

理論値であるピーク性能に対して、実効性能はあるプログラムを実行した時に計算速度の能力であり、これがその計算機の実質的な性能とされる。この値は使用するプログラム毎に異なるため、この実効性能を表す世界的な標準指標としてLinpackベンチマークテストがあり、これを用いて計算機の性能比較が行われる。このテストは大規模線形方程式（百万次元レベルの方程式）を解いた際の最大計算能力を計測するものである。

地球シミュレータの場合は、「全球大気モデルにおける大気大循環シミュレーションで5 Tflops」という実効性能を開発目標にしており、これについては達成している。

以 上