

最先端・高性能汎用コンピュータの開発利用プロジェクトにおける性能目標の見直しについて（案）

- 1．現在開発中の次世代スーパーコンピュータの性能目標としては、平成17年度に実施された総合科学技術会議の大規模プロジェクトに係る事前評価の段階から、
Linpack で10 PFLOPS を達成(平成23年6月のスーパーコンピュータサイトTOP500でランキング第1位を奪取)
することに加え、
HPC CHALLENGE(HPCC)全28項目中、過半数以上の項目で最高性能を達成する(以下、HPCC過半数目標という)
との目標を掲げている。

2．HPCCを性能目標とした背景

HPCCは合計28項目からなるベンチマークで、スーパーコンピュータのシステムを分析するための指標であり、演算性能(HPL)、メモリバンド幅(STREAM)、ネットワーク性能(b_eff)、演算性能とネットワーク性能のバランス(FFT)などの項目について、ノード単体での性能やシステム全体での性能を様々な視点から個別に評価を行うものである(参考1)。

スパコンの性能評価の指標(ベンチマーク)として、主に中央演算処理装置(CPU)の計算性能を比較する目的で作られたLinpackが、実アプリケーションにおける性能を示すものには必ずしもなっていないことから、より多角的で現実的なベンチマークとしてHPCCを取り上げ、その性能目標として、HPCC過半数目標を達成することとしたものである。

3．HPCCの性能目標に関する考察

平成18年10月に行われた総合科学技術会議の評価時において、委員よりHPCC過半数目標の妥当性について問題提起がなされた。

(参考)平成18年10月に行われた総合科学技術会議によるフォローアップにおいて、文科省に対し以下の質問があった。

「平成17年度から性能に関する目標が変化しているのか、性能目標の追加がないか、を明示されたい。例えば、平成17年の性能目標の一つであるHPC Challenge 28種ベンチマーク項目の過半数項目で世界一を達成することは引き続き性能目標として生きているのか。この28のベンチマーク項目の過半数は、シングルノード性能を測るものと理解する

が、これらを目標値として用いる理由は何か。同じ観点から、より広く認められている HPC Challenge Award の対象 4 項目による世界一を目標とする方が適当ではないか。」

これに対し、文科省では以下のとおり回答している。

「平成 17 年度にご提出した性能目標に変更はない。HPC Challenge を性能目標として用いた理由は、Linpack のみよりも性能を広範囲かつ多角的に評価することができるためである。ご提案を頂いた HPC Challenge Award の対象 4 項目は Class1: Best Performance のことと理解している。今後、ご提案も踏まえ、HPC Challenge Award を目標とする方向で検討する。」

平成 19 年 3 月に開催された第 1 回概念設計評価作業部会においても、HPCC の 28 項目については、システム性能ではなく、メモリ性能やノード単体性能を評価するものが含まれることから、HPCC 過半数目標の妥当性について十分検討すべきであるとの意見があった。

4. 新たな性能目標について(案)

総合科学技術会議や概念設計評価作業部会における HPCC 過半数目標に係る指摘を踏まえ、HPCC 過半数目標と Linpack 性能、アプリケーション実効性能、汎用性、消費電力、設置面積などの目標及び予算上の制約との関係を再度分析したところ、10PFLOPS 級の大規模システムではノード単体性能を高めることが HPCC 過半数目標の達成条件となり、その結果電力・コスト性能比とは両立しないこと、またアプリケーション実効性能、設置面積、展開性なども損なわれることが判明した(参考 2)。

10PFLOPS 級の大規模システムにおいて、予算上の制約のもと、HPCC 過半数目標と上記目標を同時に達成することはきわめて困難であることから、第 5 回概念設計評価作業部会において、これら目標間のプライオリティに関する議論を行った。

その結果、HPCC 過半数目標よりアプリケーション実効性能、汎用性、消費電力、設置面積などの目標の達成がより重要であること、HPCC 過半数目標そのものを変更すべきであるとの意見が大勢であった。

これを踏まえ、文部科学省において新たな性能目標について検討を行った。

(1) 性能目標のための評価項目

新たな性能目標のための評価項目の検討に当たっては、以下の視点に基づくことが適切である。

多様なアプリケーションの実効性能の評価に資するものであること。

ある程度世界的にも認知されていること。

上記を踏まえ、新たな評価項目は HPCC Award 4 項目、が適当であると考えられる。

HPCC Award は以下の項目からなり、各項目においては、多様なアプリケーションを実行する上でハードウェアに要求される特徴的な性能を計測している(別紙)。これら各項目において高い性能を示すということは、様々なアプリケーションにおいても高い性能を得られることが期待できることを意味する。

- Global HPL
- Global RandomAccess
- EP STREAM (Triad) per system
- Global FFT

また、これら各項目は、HPCC において、特にシステムの全体性能を評価する項目として用いられ、これらの各項目でトップを獲得した場合は表彰されるなど、一定の認知がなされている。

(2)性能目標

性能目標としては「HPCC Award 4項目において最高性能を達成する」ことが適当である。

なお、具体的な性能目標値については、HPCC Award が制定後2年程度と短期間であることなどからデータの蓄積が少なく、最高性能の推定を行うことが困難であることから、性能目標値としての設定は行わないこととする。

一方、文部科学省は、概念設計の際の設計作業等における目安値を理化学研究所に提示することとする。目安値については、概念設計作業部会の意見を踏まえ、以下のとおりとする。

Global HPL :	10 PFLOPS/s
Global Random Access :	2,500 GUPS
Global FFT :	260 TFLOPS/s
EP STREAM(Triad) per system :	8,700 TB/s

(設定の考え方)

HPCC Award 4項目の数値について、現時点で Top500 の上位を占めている3機種(Blue Gene, Cray XT-3, ASC Purple)の中から対 Linpack 性能比で最も高い値を持つ機種を選び、Linpack 性能が 10PFLOPS となるようにスケールしたもの

既存の高性能システムより、対 Linpack 性能比で4つの指標が優れたバランスの良いシステムと推定される。

HPCC Award 4項目の現時点での1位の数値を1.9倍/年(Linpack Top500における1位の数値の伸び率)で外挿した推定値よりも高いものとなっている。

HPCC Award について

アプリケーションの実効性能を高めるためには、下図に示すようなシステムを構成する主要な要素、すなわち CPU の演算性能、メモリのアクセス性能、ネットワークの通信性能(レイテンシーおよびバンド幅)の性能をそれぞれ高めることが必要である。HPCC Award の4つのベンチマークは、これらの性能を評価するものとなっている(カッコ内は現在の1位)。

(1) Global HPL

LU分解により連立一次方程式を解く。

CPUの演算性能を評価する。Top500で用いられるLinpackとほぼ同等。

(IBM BG/L: 259TFLOPS)

(2) Global RandomAccess

ランダムな間接参照による整数データの更新を実行する。

不規則な1対1通信が大量に発生する状況下でのネットワークの通信性能とメモリアクセス性能を評価する。

(IBM BG/L:35GUPS)

(3) EP STREAM (Triad) per system

全プロセッサを用いた単純並列実行下で、配列データとスカラの積に配列データを加算する。

単純並列実行下におけるプロセスあたりのメモリアクセス性能を評価する。

(IBM BG/L: 160TB/s)

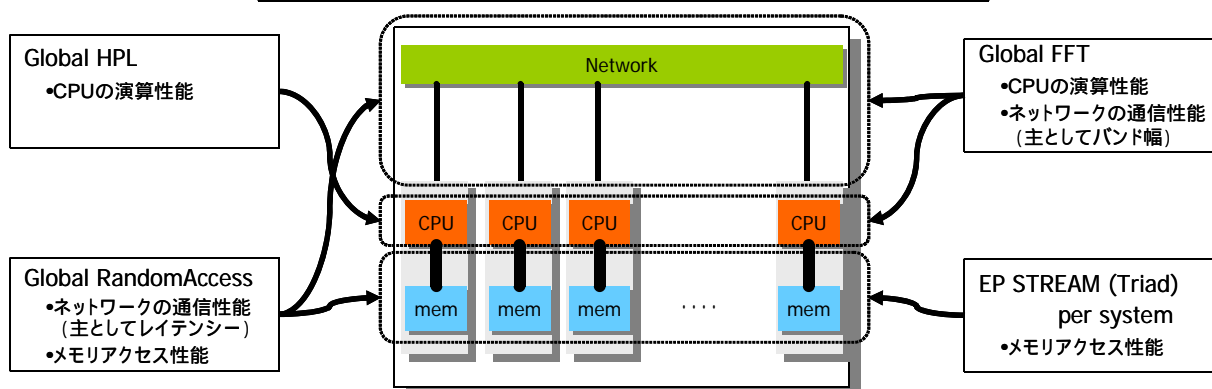
(4) Global FFT

一次元離散フーリエ変換を実行する。

CPUの演算性能と全対全通信に対するネットワークの通信性能を評価する。

(IBM BG/L: 2311GFLOPS)

システムの主要な要素とHPCC Awardの4項目



HPCC Award 4項目の数値について、現時点でTop500の上位を占めている3機種の中から対Linpack性能比で最も高い値を持つ機種を選び、Linpack性能が10PFLOPSとなるようにスケール

	Linpack性能 (TOP500)	G-HPL (TFLOPS)	Linpack性能に 比例(PFLOPS)	G-Random Access(GUPS)	Linpack性能に 比例 (GUPS)	G-FFT (GFLOPS)	Linpack性能に 比例(TFLOPS)	EP-ST (Triad) per sys (TB/s)	Linpack性能に 比例 (TB/s)
BlueGene/L	280.6	259.2	9.2	35.5	1264.1	2311.1	82.4	160.1	5704.4
XT3 dual core	43.5	43.5	10.0	10.7	2454.0	1122.7	258.2	26.5	6103.9
p5-575 power5(ASC Purple)	63.4	57.9	9.1	0.3	51.0	966.7	152.5	55.2	8705.5

HPCC Award 4項目の現時点での1位の数値を1.9倍/年(Linpack Top500におけるにおける1位の数値の伸び率)で外挿

	Linpack性能 (TOP500)	G-HPL (TFLOPS)	1.9倍/年で 外挿(PFLOPS)	G-Random Access(GUPS)	1.9倍/年で 外挿(GUPS)	G-FFT (GFLOPS)	1.9倍/年で 外挿(TFLOPS)	EP-ST (Triad) per sys (TB/s)	1.9倍/年で 外挿(TB/s)
現時点での各項目の1位*	280.6	259.2	8.8	35.5	1211.0	2311.1	78.9	160.1	5463.0

*全てBlueGene/L