

“HPC CHALLENGE”に関する性能目標の達成について

2007年5月
理化学研究所
次世代スーパーコンピュータ
開発実施本部

1. 文部科学省は、平成17年度の総合科学技術会議の大規模プロジェクト評価の過程における評価委員会からの指摘に対応し、当時想定していた専用機を含む複合型のシステム構成を念頭に、次世代スーパーコンピュータ開発における性能目標として、Linpack で10 PFLOPS を達成するのみならず、「HPC CHALLENGE 全28項目中、過半数以上の項目で最高性能を達成する」こととした。
2. また、平成17年11月にとりまとめられた総合科学技術会議の評価報告書では、次のような指摘がなされた。
 - ・ 計算性能を上げるために高いメモリバンド幅を要するベクトル計算機は、その性能が経費的、設備規模的に見合わない可能性があるなどから、ベクトル計算機の開発を行う必要性が明確でない。
 - ・ スカラー計算機は、目標性能（1 PFLOPS）が低く、開発を行う必要性が明確ではない。
 - ・ 専用機は、多くのアプリケーションには不向きなものになる可能性がある。
 - ・ 以上のことから、計算機システムの構成そのものを基本に戻って練り直し、最適化を行う必要がある。その際、ターゲットアプリケーションとシステム構成との関係を明確にしておくことが重要である。
3. これらを受け、理化学研究所は、平成18年1月の次世代スーパーコンピュータ開発実施本部設置以降、上記の性能目標、アプリケーション性能、電力性能比、設置面積等システム全体としての性能を最適化すべくシステム構成の検討を行ってきた。
4. 検討の過程において、HPC CHALLENGE（HPC C）の各評価指標のうち、G（Global：システム全体について計算と通信を行う）の4指標については、Linpack 性能の目標達成とアプリケーション性能を重視したシステム構成により、HPL(Linpack)を含め多くの項目で最高性能の実現を目標とすることが妥当であるが、S（Single:単一プロセス性能）及びEP（EmbarrassinglyParallel:単純並列実行時における単一プロセス性能）の14指標及びb_eff（ネットワーク性能）の10指標については、以下のような理由から、汎用機により10PFLOPSを達成することとは、両立しないことが明らかとなった。
 - ① S 及びEP（14項目）では Fat ノード型（ノード単体性能が高い）の従来型のベクトルシステムが有利であり、2003年に出荷された NEC の SX シリーズがすべての項目で1位を占めている。これを上回るためには、SXシリーズ以上の Fat ノード構成にする必要がある。

一方、このような Fat ノード構成のシステムは、総合科学技術会議で指摘されたよう

に、演算性能に比して電力、コスト等が大きくなるなどの問題がある^{※1}。このため、専用機を擁せず汎用機（ベクトル又はスカラ）によって 10PFLOPS を達成するような大規模システムを構成する場合には、Fat ノード構成を前提としてシステム構成を検討することは適当ではない。

- ② b_eff（10項目）は、ネットワーク全体の通信性能を測定するため、CPU間を最短距離で結合しやすい小規模のシステムが有利である^{※2}。このため、10PFLOPS を目指す大規模システムで最高性能の達成を目指すことは非現実的である。

以上のとおり、文部科学省が設定した HPCC の過半数で最高性能を達成するとの目標は、技術的には達成可能であるが、汎用性や電力・コスト性能比とは両立しないと考えられる^{※3}。また、別表のとおり HPCC の過半数で最高性能を達成しようとするれば、アプリケーション性能、設置面積、展開性なども損なわれることとなる。

よって、理研としてはHPCCに係る性能目標について再検討の必要性があるものと考えている。

- ※ 1：現時点でHPCCのS及びEPの14項目で世界最高性能を有するSX-7で10PFLOPSシステムを構成した場合、電力:1,750MW、設置面積:約7万㎡となる。2010年に向けて技術開発をしても、少なくとも、電力:約100MW、設置面積:約1万㎡程度と推定される。

- ※ 2：現時点でb_effの最高性能を有するシステムは、いずれも32CPU以下の小規模システムである。（ネットワークバンド幅はSXシリーズ、レイテンシはHP社およびPathScale社のPCクラスタ）

- ※ 3：現在のシステム案は、電力性能比の向上を優先し、ノード単体性能を抑えたThinノードによる数万ノード以上の超大規模構成としている。主なHPCC指標の推定値は次の通り。

○ STREAM（8項目）

・ユニットA：44.8～57.6GB/s

・ユニットB：179.2～230.4GB/s

*NEC SX-7：422.57～554.00GB/s（現在の1位）

○ G-HPL

・ユニットA+ユニットB：～10PFLOPS

*IBM BlueGene/L:0.25PFLOPS（現在の1位）

○ G-FFT

・ユニットB：0.5PFLOPS程度

*IBM BlueGene/L:0.00231PFLOPS（現在の1位）

(別表)

システム構成比較

(現在のシステム構成案 ⇔ HPCC過半数で最高性能を獲得する Fat ノードシステム構成案)

		現在のシステム案	大規模 Fat ノードシステム	Fat ノード付複合システム構成案	
				アクセラレータ+小規模 Fat ノード ^o	大規模汎用機+小規模 Fat ノード ^o
Linpack 性能	10PFLOPS	○	× 予算内で 10P 製作不可能	○ アクセラレータで達成	△ 大規模汎用部が相対的に小さくなる
	世界一	○	× 予算内で 10P 製作不可能	○ アクセラレータで達成	△ 大規模汎用部が相対的に小さくなる
H P C C	G ×4	○	× 予算内で 10P 製作不可能	△	△ 大規模汎用部が相対的に小さくなる
	S, E P & b _{eff} ×24	×	○	○	○
アプリ実効性能		○	△ 予算内で 10P 製作不可能	△	○ ⁻
汎用性		○	○ ⁻	△	○
消費電力 及び設置 面積	消費電力	○	× 100MW 以上/10P	△ ⁺ Fat 部分の電力大	△ Fat 部分の電力大
	設置面積	○	× 1 万 m ² 以上/10P	△ ⁺ Fat 部分の面積大	△ Fat 部分の面積大
技術力の 強化への 寄与等	革新性	○	△	△	△
	発展性	○	×	△ ⁻	△
	拡張性	○	×	△	△
	ビジネス展 開性	○	×	×	△
費用対効果		○	× 開発意義が低い	× 開発意義が低い	△ Fat 部の開発意義が低い
下方展開		○	△	×	○ ⁻