

環境監視システムを用いたスーパーコンピュータの電力の見える化

山田 一成¹⁾, 高橋 一郎¹⁾, 田島 嘉則¹⁾

1) 名古屋大学 情報連携統括本部
情報推進部 情報基盤課
yamada@itc.nagoya-u.ac.jp

概要: 名古屋大学情報基盤センターでは、平成 27 年 9 月より新スーパーコンピュータ Fujitsu PRIMEHPC FX100 が運用を開始した。FX100 の導入により演算性能が向上すると共に消費電力も増加したため、環境監視システムを用いて消費電力などの見える化を図り、性能評価時や通常運用時の測定値を参考に今後のシステム運用について検討をしたので報告する。

1 はじめに

名古屋大学情報基盤センターでは、平成 25 年 10 月よりシステムの更新を行って来ており、フェーズ I として Fujitsu PRIMEHPC FX10, Fujitsu PRIMERGY CX400, 仮想計算サーバ、そして物理容量 3.96PB のストレージ装置を導入し運用してきた。その後中間レベルアップをして CX400/250 を CX400/2550 へ FX10 を FX100 へ更新した。フェーズ II で運用しているシステム性能を表 1 に示す。

またストレージに関しては物理容量をフェーズ I の 2 倍となる 7.92PB へ増強し運用している。

FX100 の導入により消費電力も大幅に増加している。このため以前より使用していた環境監視システムの測定センサーを増強し消費電力やシステム室内の温度・湿度の見える化を図った。これらから得られた数値から今後のシステム運用について検討する。[1]

表 1 システム性能 (フェーズ II)

システム名	Fujitsu PRIMEHPC FX100	Fujitsu PRIMERGY CX400/2550	Fujitsu PRIMERGY CX400/270
プロセッサ	SPARC64 Xifx 2.2GHz	Intel Haswell 2.6GHz	Intel IvyBridge 2.7GHz
計算ノード数	2,880ノード (92,160コア)	384ノード (10,752コア)	184ノード (4,416コア)
総理論演算性能	3.2 PFLOPS	447.3 TFLOPS	279.9 TFLOPS
総メモリ容量	90 TiB	48 TiB	23 TiB
アクセラレータ	-----	-----	Xeon Phi 3100 family(MIC)

2 電源設備の増強

フェーズ I からのシステム更新にあたり、将来

予想されるペタフロップス級へのシステム更新を踏まえ、表 2 の様に定格電力 750KVA,500KVA(共に三相交流 200V), 150KVA(単相交流 100/200V) の電源設備を新たに設置し、最大定格電力 3.4MVA へと増強を行っている。また節電の観点から消費電力を詳細に測定するために、環境監視システムについても増強を行い、新スーパーコンピュータの消費電力の見える化を実施している。

種類	定格電力
三相交流(200V)	750KVA × 3
	500KVA × 2
単相交流(100/200V)	150KVA × 1

表 2 電源設備

3 環境監視システム

センターに導入されている環境監視システムは Panasonic 社の eneviwe である。このシステムは電力測定その他、室内の温度・湿度を 10 分間隔で測定可能であり、測定用センサーは分電盤内のブレーカー毎に設置され、測定されたデータは各分電盤毎に設置されているコントローラに記録されている。またコントローラと管理用端末は図 1 の構成図のようにプライベート LAN で接続されており、管理用端末内にインストールされている環境監視ソフトウェア eneviwe によりこれらの測定データを web 画面に表示や測定値のダウンロードが可能となっている。また Web 画面上で数値のグラ

フ化も可能で消費電力やシステム室内の室温、湿度の推移をリアルタイムで確認する事ができる。室温・湿度の測定表示画面を図2に示す。

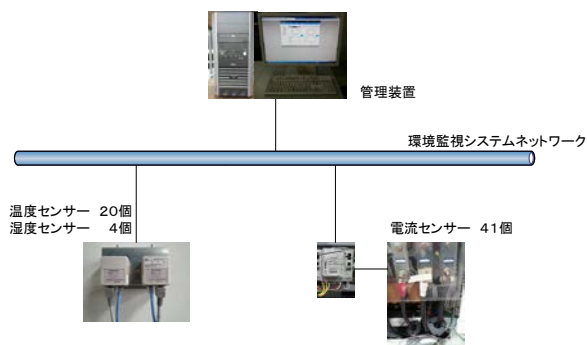


図1 環境監視システム構成図



図2 室温・湿度の測定表示画面

今回、性能評価のための電力の測定は、eneviweからFX100の測定値(空調, 共有ディスクなどを除く本体)を利用した。また、温度、湿度については、FX100が設置されている場所に一番近い測定センサーの値を利用した。

4 消費電力・温度・湿度の測定

4.1 性能評価時の測定

今回導入されたFX100システムの性能評価を行う際に消費電力を測定した。これは全ノードを使用した場合の消費電力の確認や、性能評価でスパコンの電力効率を評価するGREEN500の値を出すためと通常運用時との違いを見るために行った。

(1) LINPACK ベンチマーク

LINPACK は一般的な線形方程式を解く速度を測定するもので、スーパーコンピュータの

標準性能指標になっている。この測定結果と消費電力を表3に示す。なお、測定は、8月13日18時04分から19時54分まで実施した。表3のとおり今回導入したFX100のLINPACKベンチマークでの実効性能は2.91PFLOPSであり、これは今年6月のTOP500リストでは20位相当になっている。この測定時の消費電力を図3に示す。図3のとおり測定開始時から消費電力は約1.4MWとなり、測定終了時に開始前の値に戻っている。

また、測定時のシステム室の室温と湿度は図4の様に推移した。室温は測定開始時から上昇し、測定終了時に下降した。湿度は逆に、測定開始時から下降し、測定終了時に上昇した。なお、8月13日の最高気温(名古屋)は30.6°Cであった。[2]

表3 FX100 実行性能

	実行性能	消費電力
LINPACK	2.91 PFLOPS	1.4 MW
HPCG	86.56 TFLOPS	1.0 MW

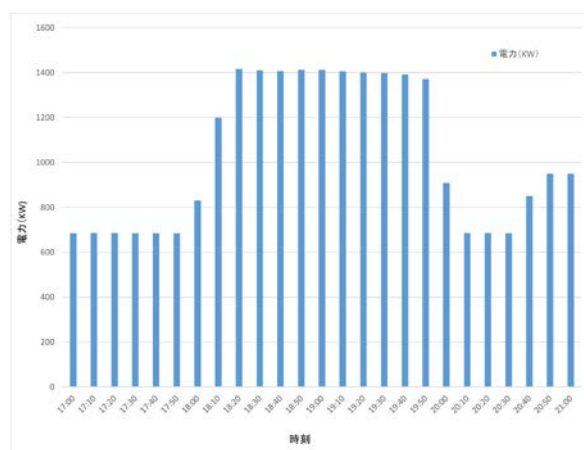


図3 LINPACK 測定時の電力



図4 LINPACK 測定時のシステム室温と湿度の推移

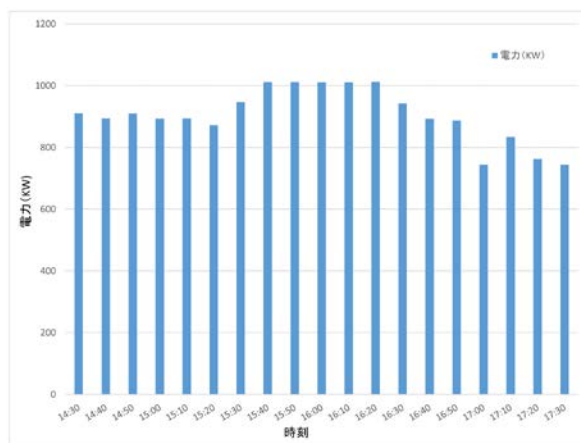


図5 HPCG 測定時の電力

(2)HPCG ベンチマーク

HPCG はアプリケーションで現れる様々な種類の処理が含まれ、実アプリ性能に近い評価指標である。この測定結果と消費電力を表3に示す。なお、測定は、8月14日15時19分から16時25分まで実施した。

表3のとおり HPCG の実効性能は 86.53TFLOPS で、この実行性能値は今年6月時点の順位表では9位相当となっている。この測定時の消費電力を図5に示す。図5のとおり測定開始時から上昇し、測定終了時に開始前の値に戻っている。測定中の消費電力は約 1.0MW で LINPACK 測定時より低い値となった。

また、測定時のシステム室の室温と湿度は図6の様に大きな変化なく推移した。これは、消費電力が LINPACK 測定時よりも低いためと推定する。なお、測定日の8月14日の最高気温(名古屋)は 34℃であった。[2]

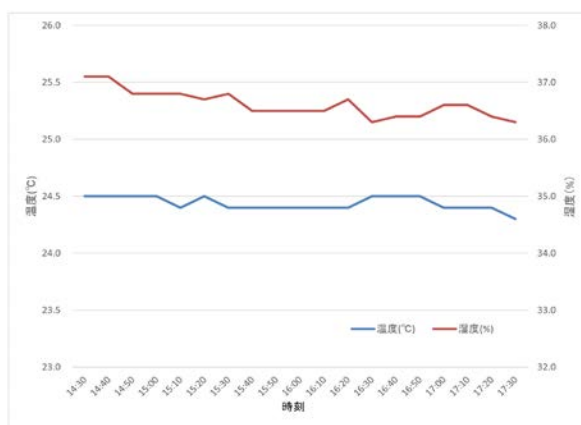


図6 HPCG 測定時のシステム室温と湿度の推移

4.2 通常運用時の測定

運用中の消費電力は、性能評価時の消費電力より当然低くなるが、ノード稼働率によって違いが出てくる。特に FX100 は計算ノード数が大幅に増え、2,880 ノードとなっているので、縮退運転を行う際、ノード稼働率によって消費電力にどの程度の差があるか確認した。まず FX100 の運用開始直後では、2,000 ノード以上利用されていたのでこの期間(9月11日(金)、最高気温(名古屋)は 27.7℃)の消費電力の推移と10月に入り使用ノード数が1,000 ノード前後となったころ(10月9日(金)、最高気温(名古屋)は 25.3℃)の両日を対象に、13時から18時までを調査した。両日の消費電力の推移を図7に、また、室温・湿度の推移を図8に示す。[2]

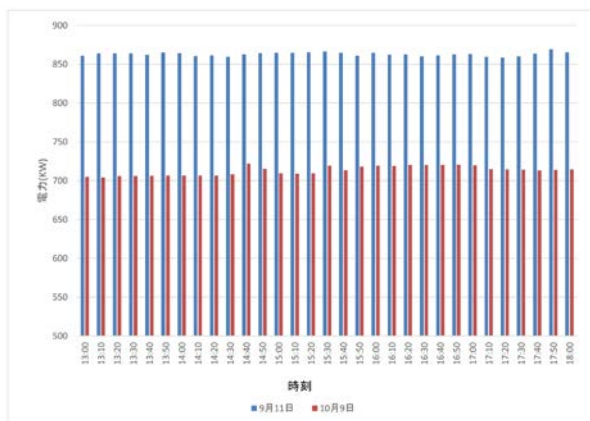


図7 通常運用時の電力

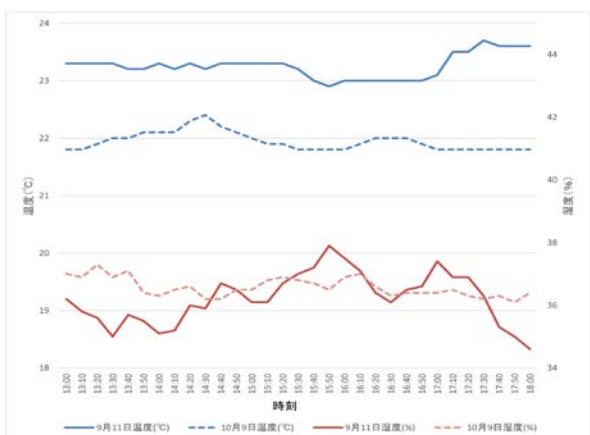


図8 通常運用時の室温・湿度の推移

図7から分かるように、9月11日の消費電力は860KW程度で、10月9日は710KW程度。その差は、150KW程度であった。約1000ノードが電源投入状態で利用されていない状態（以降、アイドルリング状態という）にしては、あまり差がない印象を受けた。

また、図8からはあまり変化が見受けられなかった。

5 今後のシステム運用について

フェーズIからのシステム更新にあたり、電源増強を実施、さらに、フェーズII稼働にあわせ、環境監視システムを増強した。今回、これらの設備を使って、LINPACKやHPCG、さらに通常運用時の消費電力・温度・湿度の測定データを取得した。この結果から、LINPACKとHPCG測定時は、測定開始時から消費電力が上昇し、測定終了

時から下降するが、LINPACKの方が消費電力は約3割大きい。これは、ベンチマークプログラムの特性の違いと推定する。また、システム室温と湿度については、LINPACK測定時には、温度・湿度変化がみられたが、HPCG測定時には大きな変化はみられなかった。また通常運用時にも大きな変化はみられなかった。これにより、通常運用時には現在の空調設備で十分であることが分かる。

9月11日（金）と10月9日（金）の通常運用時の消費電力から、アイドルリング状態では、あまり節電効果がみられなかった。これは、計算はしていないが、ノード間通信でアシスタントコアが稼働しているからではないかと推定する。これにより、今後のシステム運用は、ノード間通信に配慮した縮退を検討したい。

今後の課題については、ノード間通信に配慮した縮退を検討するため、方法やどのくらいの縮退でどのくらいの節電が可能かを調査し、ノード使用率にあわせて縮退運転を実施できたらと考えている。

謝辞

本執筆にあたり、アドバイスを頂いた、情報基盤センター長 伊藤義人 教授、大規模計算支援環境研究部門 石井克哉 教授、荻野正雄 準教授、永井亨 助教 に感謝する。

参考文献

- [1] 田島嘉則(名古屋大学), 高橋一郎(名古屋大学), 山田一成(名古屋大学), スーパーコンピュータの運用管理について, 大学 ICT 推進協議会 2014 年度年次大会, 企画セッション, 2014 年.
- [2] 気象庁ホームページ
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
 名古屋の最高気温を引用