

## 演算加速超並列 PC クラスタ HA-PACS について

### 1. はじめに

HA-PACS は筑波大学計算科学研究センターが保有する超並列 GPU クラスタであり、2012 年 1 月末に導入されたベースクラスタ部と、2013 年 10 月末に増強された TCA（密結合並列演算加速）機構搭載部（略称：TCA 部）からなる。ベースクラスタ部は、各計算ノードに Intel E5-2670 (SandyBridge-EP) プロセッサを 2 基、NVIDIA M2090 GPU を 4 基搭載し、TCA 部は各計算ノードに Intel E5-2680v2 (IvyBridge-EP) プロセッサを 2 基、NVIDIA K20X GPU を 4 基搭載しており、マルチ GPU・マルチノード構成による極めて高い演算性能を提供する。

### 2. HA-PACS システムの概要

HA-PACS のハードウェア諸元について以下にまとめる。

項目	仕様
ベースクラスタ部計算ノード構成	
CPU	Intel E5-2670 (SandyBridge-EP) 8 core x 2 台
CPU コア数	16
GPU	NVIDIA M2090 x 4 台
CPU ピーク性能	332.8 GFLOPS (166.4 GFLOPS x 2)
GPU ピーク性能	2660 GFLOPS (665 GFLOPS x 4)
CPU メモリ	128 GB (DDR3 1600MHz x 8 channel)
GPU メモリ	24 GB (GPU 当たり 6GB x 4, GDR5)
TCA 部計算ノード構成	
CPU	Intel E5-2680v2 (IvyBridge-EP) 10 core x 2 台
CPU コア数	20
GPU	NVIDIA K20X x 4 台
CPU ピーク性能	448 GFLOPS (224 GFLOPS x 2)
GPU ピーク性能	5240 GFLOPS (1310 GFLOPS x 4)
CPU メモリ	128 GB (DDR3 1866MHz x 8 channel)
GPU メモリ	24 GB (GPU 当たり 6GB x 4, GDR5)
並列処理ネットワーク（ベースクラスタ部・TCA 部共通）	
ノード当たりバンド幅	7GB/s (2 rail trunk の場合)

トポロジ	Fat-Tree (full bisection bandwidth)
全体システム構成	
総ノード数	ベースクラスタ部：268, TCA 部：64
ファイルシステム	500TB (Lustre file system), ベースクラスタ部・TCA 部共有
ファイルシステムへのアクセス	全ノード上のプロセスから任意にアクセス可能 (ステージングなし)
ログインノード	2 台

HA-PACS へのアクセスはログインノードへのログインを通じて行う。フロントエンドノードは `hapacs.ccs.tsukuba.ac.jp` の代表ホスト名が与えられており、負荷に応じて自動的に 2 台のうち 1 台にログインサービスが振り分けられる。ジョブ投入及びファイルサーバへのアクセス機能については 2 台のログインノードは均等である。外部からのファイル転送はログインノードに対する `scp` コマンドを通じてのアクセスのみが許される。

計算ノードに対するジョブ実行は PBSPro によるバッチキュー・システムを通じて行う。各計算ノードへの直接ログインは許されていない。計算に必要なファイル及びジョブスクリプト群を予めファイルサーバに置き、ジョブを投入する。ファイルサーバはフロントエンドノード及び全計算ノードから透過にアクセス可能である。計算結果は各計算ノードによってファイルサーバに出力されるようプログラムする。

HA-PACS システムの構成及び利用方法の詳細については、「HA-PACS 利用の手引き」(プロジェクト採択後にアクセス方法を通知) を参照のこと。