

# HOKUSAI システムの概要

## 1.1 システム構成

HOKUSAI システムは、超並列演算システム(GWMPCC、BWMPCC)、アプリケーション演算サーバ群(大容量メモリ演算サーバ、GPU 演算サーバ)と、システムの利用入口となるフロントエンドサーバ、用途の異なる2つのストレージ(オンライン・ストレージ、階層型ストレージ)から構成されるシステムです。

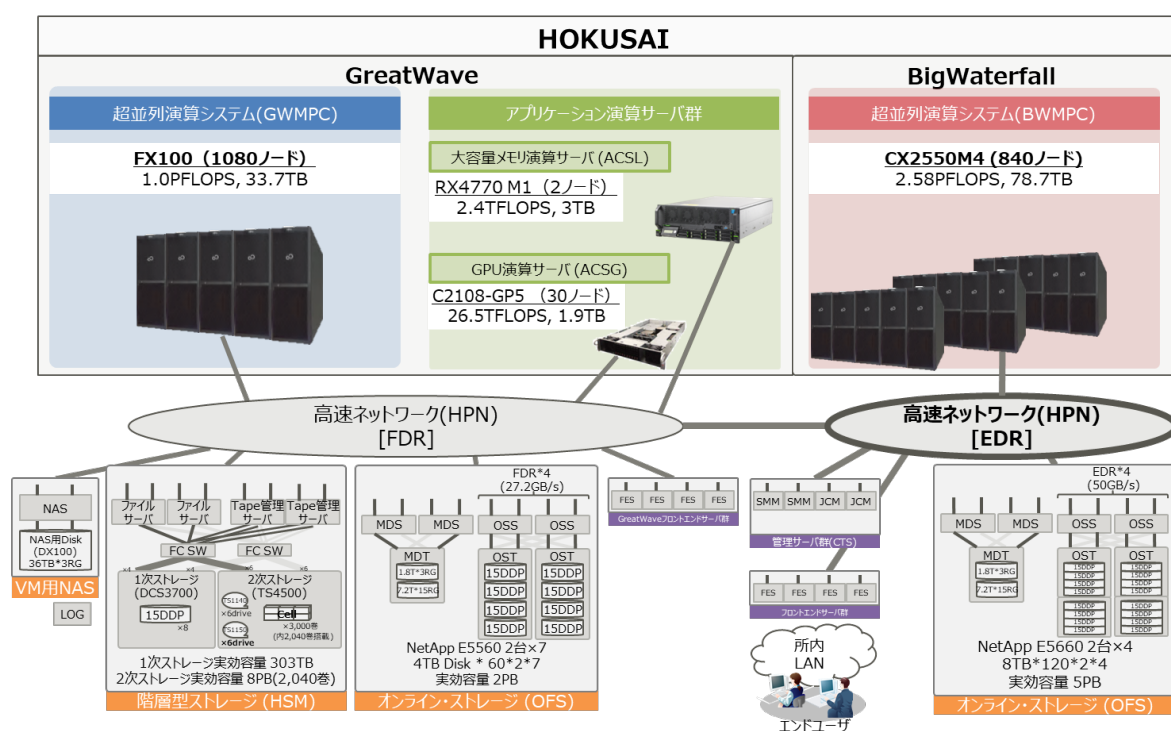


図 0-1 システム構成図

HOKUSAI GreatWave の超並列演算システム (GWMPCC) は、FUJITSU Supercomputer PRIMEHPC FX100 で構成します。FX100 は高性能プロセッサ (SPARC64 XIfx)と高速メモリを採用し、1 ノードあたり 32 コア/CPU で 1TFLOPS(倍精度)の理論演算性能と 480GB/s の高いメモリバンド幅を有します。超並列演算システムは 1,080 ノード(総理論演算性能 1PFLOPS、総主記憶容量 33.7TB)で構成され、6 次元メッシュ/トーラスインターコネク (Torus Fusion インターコネク 2<sup>\*1</sup>)により、ノード間は 12.5GB/s × 双方向で高速かつ低レイテンシに密結合されます。

\*1 Torus Fusion インターコネク 2 は、富士通の高速インターコネクの呼称です。

大容量メモリ演算サーバ(ACSL)は、PRIMERGY RX4770 M1 を 2 ノードで構成します。1 ノードの理論演算性能は 1.2TFLOPS、主記憶容量は 1.5TB です。GPU 演算サーバ(ACSG)は、SGI C2108-GP5 を 30 ノードで構成します。1 ノードの理論演算性能は 883.2GFLOPS、主記憶容量は 64GB です。GPU 演算サーバ(ACSG)の各ノードにはアクセラレータ(NVIDIA Tesla K20X)を 4 枚搭載します。各ノードは、InfiniBand FDR(6.8GB/s × 双方向)で接続され、高速なノード間通信とファイル共有を実現します。

HOKUSAI BigWaterfall の超並列演算システム(BWMPC)は、PRIMERGY CX2550 M4 を 840 ノードで構成します。1 ノードの理論演算性能は 3.07TFLOPS、主記憶容量は 96GB です。各ノードは、InfiniBand EDR(12.6GB/s × 双方向)で接続され、高速なノード間通信とファイル共有を実現します。

ストレージ環境は、オンライン・ストレージ(OFS)、階層型ストレージ(HSM)で構成します。

オンライン・ストレージ(OFS)は、各ユーザーのホームディレクトリや課題グループ用の共有ディレクトリなど、広帯域でオンライン性のあるファイルシステムであり、超並列演算システム(GWMP、BWMPC)、アプリケーション演算サーバ群およびフロントエンドサーバから参照可能です。利用可能容量は合計 7.2PB です。

階層型ストレージ(HSM)は、長期保存が必要な大容量のデータ・ファイルを格納するファイルシステムであり、1 次ストレージ(キャッシュディスク)300TB、2 次ストレージ(テープライブラリ装置)7.9PB(非圧縮)を用意しています。ユーザーはテープライブラリ装置を操作することなく、データのテープ書込み・読み出し操作が可能となります。

HOKUSAI システムへのアクセスは、ssh/scp によるアクセスと HTTPS アクセス(利用者ポータル、プログラミング支援ツール)が可能です。ユーザーはフロントエンドサーバ上で、プログラムの編集、コンパイル/リンク、バッチジョブの操作、インタラクティブジョブの実行、チューニング、デバッグ等の作業を行うことが可能です。

## 1.2 ハードウェア概要

### 1.2.1 超並列演算システム(GWMP)

- 演算性能  
CPU: SPARC64™ XIfx (1.975GHz) 1,080 台(1,080CPU, 34,560 コア)  
理論ピーク性能: 1.092PFLOPS (1.975GHz × 16 演算 × 32 コア × 1,080CPU)
- メモリ  
メモリ容量: 33.7TB(32GB × 1,080 台)  
メモリバンド幅: 480GB/s/CPU  
メモリバンド幅/FLOP: 0.47Byte/FLOP
- インターコネクタ(Tofu インターコネクタ 2)  
6 次元メッシュ/トーラス  
通信性能:ノード間 12.5GB/s × 双方向

### 1.2.2 アプリケーション演算サーバ(ACS)

アプリケーション演算サーバは、大容量メモリ演算サーバ(ACSL)と GPU 演算サーバ(ACSG)で構成されます。

#### 1.2.2.1 大容量メモリ演算サーバ(ACSL)

- 演算性能  
CPU: Intel Xeon E7-4880v2 (2.50GHz) 2 台(8CPU, 120 コア)  
理論ピーク性能: 2.4TFLOPS (2.5GHz × 8 演算 × 15 コア × 8CPU)
- メモリ  
メモリ容量: 3TB(1.5TB × 2 台)  
メモリバンド幅: 42.7GB/s/CPU  
メモリバンド幅/FLOP: 0.14Byte/FLOP
- 内蔵ディスク  
ディスク容量: 3.6TB ((300GB × 2 + 1.2TB) × 2 台)
- インターコネクタ  
FDR InfiniBand  
通信性能:ノード間 6.8GB/s × 2 本 × 双方向

### 1.2.2.2 GPU 演算サーバ(ACSG)

- 演算性能

CPU: Intel Xeon E5-2670 v3 (2.30GHz) 30 台(60CPU, 720 コア)

理論ピーク性能: 26.4TFLOPS (2.3GHz × 16 演算 × 12 コア × 60CPU)

- 主記憶

メモリ容量: 1.8TB(64GB × 30 台)

メモリバンド幅: 68.2GB/s/CPU

メモリバンド幅/FLOP: 0.15Byte/FLOP

- 内蔵ディスク

ディスク容量: 18TB ((300GB × 2) × 30 台)

- インターコネク

FDR InfiniBand

通信性能:ノード間 6.8GB/s × 双方向

- アクセラレータ

NVIDIA Tesla K20X × 4 枚/ノード

### 1.2.3 超並列演算システム(BWMPC)

- 演算性能

CPU: Intel Xeon Gold 6148 (2.4GHz) 840 台(1680CPU, 33,600 コア)

理論ピーク性能: 2.58 PFLOPS (2.4GHz × 32 演算 × 20 コア × 1680CPU)

- 主記憶

メモリ容量: 78.7TB(96GB × 840 台)

メモリバンド幅: 255GB/s/NODE

メモリバンド幅/FLOP: 0.08Byte/FLOP

- 内蔵ディスク

ディスク容量: 100.8TB (120GB × 840 台)

- インターコネク

EDR InfiniBand

通信性能:ノード間 12.6GB/s × 双方向

## 1.3 ソフトウェア構成

HOKUSAI システムで利用可能なソフトウェア一覧を以下に示します。

表 0-1 ソフトウェア一覧

項目	超並列演算システム (GWMP)	超並列演算システム (BWMP)	アプリケーション演算サーバ群 (ACS)	フロントエンドサーバ
OS	XCOS(FX100用OS) (Linux kernel version 2.6)	Red Hat Enterprise Linux 7(x 56 台) CentOS7(x 784 台) (Linux kernel version 3.10)	Red Hat Enterprise Linux 7 (Linux kernel version 3.10)	Red Hat Enterprise Linux 7 (Linux kernel version 3.10)
コンパイラ	Technical Computing Language(Fujitsu)	インテル Parallel Studio XE Cluster Edition インテル C/C++および Fortran コンパイラ インテル TBB インテル Distribution for Python	Technical Computing Language(Fujitsu) インテル Parallel Studio XE Cluster Edition インテル C/C++および Fortran コンパイラ インテル TBB インテル Distribution for Python	
ライブラリ	Technical Computing Language(Fujitsu) - BLAS, LAPACK, ScaLAPACK, MPI, SSLII, C-SSLII, SSLII/MPI、高速4倍精度基本演算ライブラリ	インテル Parallel Studio XE Cluster Edition インテル MKL インテル MPI ライブラリ インテル MPI インテル IPP インテル DAAL	Technical Computing Language(Fujitsu) インテル Parallel Studio XE Cluster Edition インテル MKL インテル MPI ライブラリ インテル MPI インテル IPP インテル DAAL	
ツール	プログラミング支援ツール	プログラミング支援ツール インテル Parallel Studio XE Cluster Edition インテル VTunr Amplifier XE インテル Advisor インテル Inspector インテル Trace Analyzer & Collector		
ジョブ管理システム	Technical Computing Suite			

アプリ ケーシ ョン	Gaussian, GROMACS	Gaussian(Red Hat Enterprise Linux 7(x 56 台)のみサポート), ADF, AMBER, GAMESS, Q-Chem, GROMACS, NAMD, ROOT	Gaussian, ADF, AMBER, ANSYS(gwacsl の み), GAMESS, MATLAB(gwacsg の み) Q-Chem, GROMACS, NAMD, ROOT	GaussView, ANSYS(preppost) VMD, ROOT
------------------	----------------------	---	--	--

GWMP(SPARC)と BWMP(Intel)、アプリケーション演算サーバ群は(Intel)は異なる CPU アーキテクチャですが、フロントエンドサーバにて両システムのプログラム開発が可能です。