

**FUJITSU PRIMEHPC FX10仕様**
**マルチラックモデル**

	ノード仕様	理論演算性能	236.5GFLOPS			
		プロセッサ	SPARC64 IXfx(1.848GHz,16コア)×1			
		メモリ容量	32GB,64GB			
		メモリ転送性能	85GB/s			
		ノード間データ転送性能	5GB/s×2(双方向)/リンク			
システム仕様	ラック数	4~1,024				
	計算ノード数	384~98,304				
	理論演算性能	90.8TFLOPS~23.2PFLOPS				
	総メモリ容量	12TB~6PB				
	インターコネク	Tofuインターコネク				
	冷却方式	直接水冷+空冷(オプション:排気冷却ユニット)				

**シングルラックモデル**

	ノード仕様	理論演算性能	211.2GFLOPS			
		プロセッサ	SPARC64 IXfx(1.650GHz,16コア)×1			
		メモリ容量	32GB			
		メモリ転送性能	85GB/s			
		ノード間データ転送性能	5GB/s×2(双方向)/リンク			
システム仕様	ラック数	1				
	計算ノード数	12	24	48	96	
	理論演算性能	2.5TFLOPS	5.0TFLOPS	10.1TFLOPS	20.2TFLOPS	
	総メモリ容量	384GB	768GB	1,536GB	3,072GB	
	インターコネク	Tofuインターコネク				
	冷却方式	直接水冷+空冷				

# FUJITSU PRIMEHPC FX10

## スーパーコンピュータ



・SPARC64 およびすべてのSPARC 商標は、米国SPARC International, Inc.のライセンスを受けて使用している、同社の米国およびその他の国における商標または登録商標です。  
 ・その他、会社名と製品名はそれぞれ各社の商標、または登録商標です。  
 ・このカタログに掲載されているシステム名、製品名などには、必ずしも商標表示(™、®)を付記していません。



■このカタログに掲載されている内容については、改善などのため予告なしに変更することがありますのでご了承下さい。  
 ■このカタログは、FSC® 森林認証紙、植物油インキ、有害な廃液を出さない水なし印刷方式を採用しています。

製品・サービスについてのお問い合わせは

富士通コンタクトライン  
**0120-933-200**

受付時間 9:00~17:30(土・日・祝日・年末年始を除く)

富士通株式会社 〒105-7123 東京都港区東新橋1-5-2 汐留シティセンター

<http://jp.fujitsu.com/solutions/hpc/products/primehpc/>

2011年11月M

shaping tomorrow with you

社会とお客様の豊かな未来のために

# ペタスケールコンピューティング、理想の世界の実現に向けて。 富士通のPRIMEHPC FX10

エネルギーや環境などの地球レベルの問題解決、  
ビジネスにおける製品開発力の強化、そして科学の謎の解明。

これらの課題を解決する鍵を握っているのが、  
スーパーコンピュータを用いたシミュレーションです。  
PRIMEHPC FX10は、ペタスケールコンピューティングを  
実現する最大23PFLOPSを超えるスーパーコンピュータ。  
理想の世界の実現に向けて、富士通からご提案します。

## 最大23.2PFLOPS、6PBメモリの 超高速・超大規模スーパーコンピュータ

最大98,304ノードの構成により、23.2PFLOPS、6PBメモリの  
超高速・超大規模な計算環境を実現可能です。

## 高性能、省電力を両立したグリーンスーパーコンピュータ

PRIMEHPC FX10のプロセッサ SPARC64 IXfxは、電力あたりの  
性能を極限まで追求した設計と水冷方式の採用により、  
236.5GFLOPSという高い性能と2GFLOPS/Wを超える優れた  
電力あたりの性能を両立しています。

## 超並列アプリケーションの高い実行性能の実現と 開発負荷の軽減

SPARC64 IXfxのHPC-ACE、高いメモリバンド幅によるプロ  
セッサあたりの高いアプリケーション性能、高性能でスケ  
ラブルなTofuインターコネクトによる高い並列効率、HPCモデル  
ウェアTechnical Computing Suiteのコンパイラ、ライブラリに  
よる高度な最適化などにより超並列アプリケーションでの  
高い実行性能を実現します。加えて、超並列対応に有効な、  
MPI並列にスレッド並列を組み合わせたハイブリッド並列を  
容易に実現するVISIMPACTにより、アプリケーション開発者の  
超並列対応の負担を軽減します。

## 大規模システムでの高い信頼性、運用性

SPARC64シリーズで実績のあるメインフレームと同等のRAS  
機能を搭載したSPARC64 IXfx、柔軟性の高い6次元メッシュコ  
トラスアーキテクチャーを採用したTofuインターコネクト  
などにより高い信頼性・可用性を実現します。Technical  
Computing Suiteのシステム管理・ジョブ運用管理機能、ファ  
イルシステムなどにより、大規模システムでの高い運用性を  
実現します。



<主な活用フィールド>



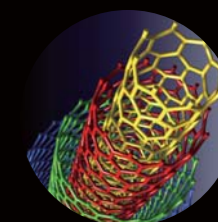
防災・地球環境問題解決



最先端の製品開発



新エネルギー開発



ナノテク・新素材開発

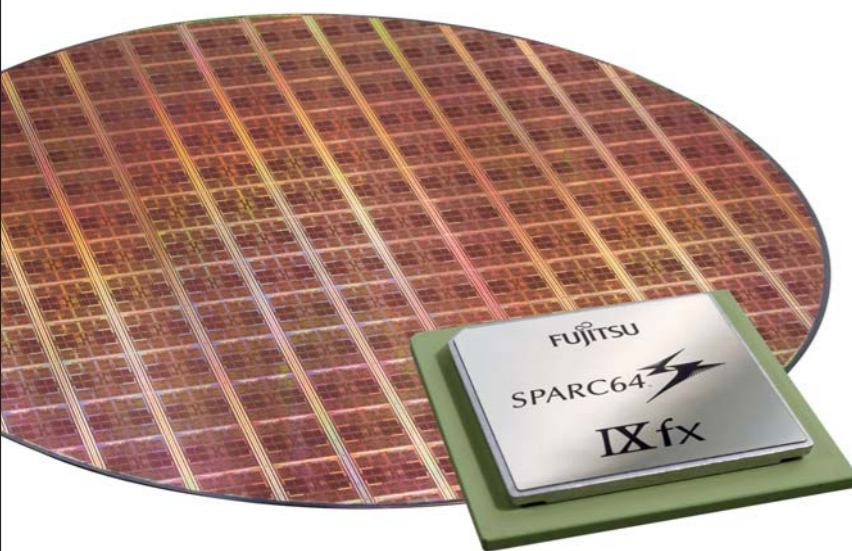


宇宙はじめ様々な科学の謎の解明



新薬開発

# ペタスケールコンピューティングを実現する 先端アーキテクチャー



## 高性能、省電力を両立したグリーンスーパーコンピュータ

システムの大規模化に伴い、スーパーコンピュータには、高い処理性能に加えて、消費電力の低減が求められています。PRIMEHPC FX10は、高性能と省電力を両立したグリーンスーパーコンピュータです。

## ■高性能と省電力を両立したプロセッサ SPARC64 IXfx

SPARC64 IXfxは、マルチコア化を追求し1プロセッサに16コアを実装しています。電力あたりの性能を極限まで追求した設計と水冷方式の採用により、プロセッサあたり236.5GFLOPSという高い性能と2GFLOPS/Wを超える優れた電力あたりの性能を両立しています。

## HPC向け拡張機構 HPC-ACE<sup>\*1</sup>

SPARC64 IXfxでは、SPARC-V9命令セットアーキテクチャーをHPC向けに拡張しています。命令レベルの並列実行数の向上を図る整数・浮動小数点レジスタ数の拡張、ソフトウェア制御により再利用性のあるデータを選択してキャッシュに残すことが可能なセクタキャッシュ、条件分岐処理や非連続なデータ処理にも対応した柔軟なSIMD命令などにより、アプリケーションの実行性能を向上します。

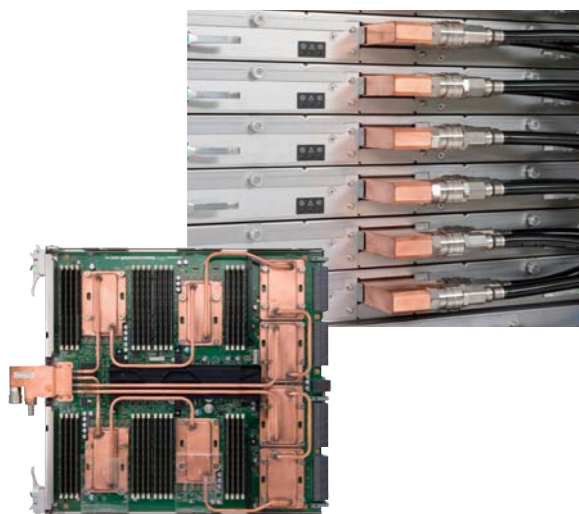
<sup>\*1</sup> HPC-ACE: High Performance Computing - Arithmetic Computational Extensions

## 高いメモリバンド幅

SPARC64 IXfxはメモリコントローラーを内蔵し、プロセッサあたり最大85GB/sという高い理論メモリバンド幅を達成しています。演算性能に見合った高いメモリ性能により、アプリケーションの高い実行性能を実現可能です。

## ■環境負荷を抑える高効率冷却

プロセッサなどの主要な発熱部品を直接水冷することにより、排気熱を低減するとともに、プロセッサの温度を下げリーク電流を減らし、消費電力を低減します。また、ラックからの排気熱を水冷する排気冷却ユニット(オプション)を装備することにより、筐体外への熱の拡散を防ぎ、空調設備まで含めたトータルな冷却コストを低減します。



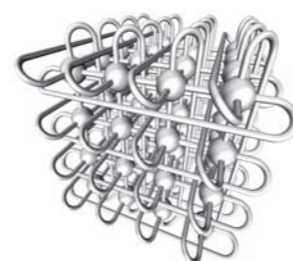
【水冷を活用したシステムボード】

## ペタスケールコンピューティングを実現する超並列技術

ペタスケールコンピューティングの実現には、システムとして多数の計算ノードを高速に接続することに加え、アプリケーションも超並列対応が必要になります。PRIMEHPC FX10は、大規模構成が可能な高速インターコネクとアプリケーションの超並列対応に有効なハイブリッド並列化を支援する機能を備えています。

## ■10万ノード規模までスケール可能なTofu<sup>\*2</sup>インターコネク

PRIMEHPC FX10は、6次元メッシュトラスアーキテクチャーのTofuインターコネクにより、98,304ノードからなる大規模構成が可能であり、システムとして最大23.2PFLOPSを実現します。Tofuインターコネクのアプリケーションビューは、シンプルな3次元トラスになります。



【Tofuインターコネクのトポロジ(概念図)】

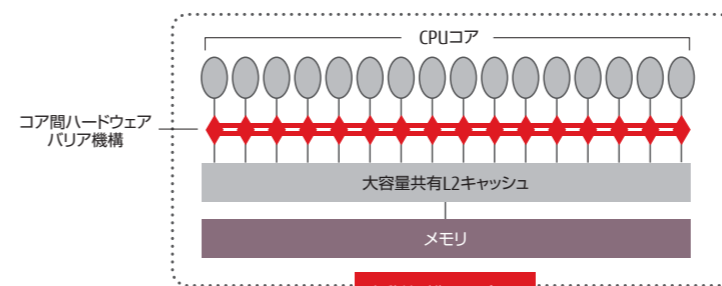
各ノードは10ポートのTofuリンクを備え、隣接する10ノードと直接接続されます。Tofuリンクはノード間の直接接続により低レイテンシーを実現するとともに、リンクあたり5GB/s×2(双方向)という高い通信バンド幅を達成しています。さらに、Tofuインターコネクはノード間バリアやリダクション演算をハードウェアでアシストする機構を備えており、集団通信も高速に処理することができます。

<sup>\*2</sup> Tofu: Torus Fusion

## ■高効率なハイブリッド並列を容易に実現するVISIMPACT<sup>\*3</sup>

MPI並列にスレッド並列を組み合わせたハイブリッド並列は、アプリケーションの超並列対応を実現する有効な並列化手法です。PRIMEHPC FX10では、SPARC64 IXfxのコア間ハードウェアバリア機構と12MBの大容量共有L2キャッシュ、コンパイラの高度な自動並列化機能を組み合わせたVISIMPACTにより、自動スレッド並列化とその高効率な実行が実現できます。これにより、従来のMPIで並列化されたプログラムのハイブリッド並列への移行が容易に行えます。

<sup>\*3</sup> VISIMPACT: Virtual Single Processor by Integrated Multicore Parallel Architecture



【VISIMPACTのイメージ】

## 大規模システムでの高い信頼性、運用性

大規模システムでは、部品点数が膨大となるため、個々の部品の高い信頼性に加え、一部に故障が発生した場合も運用を継続できることが求められます。PRIMEHPC FX10は、高い信頼性、耐故障性を備えるとともに、高い運用性、保守性を実現します。

## ■部品レベルの高い信頼性

PRIMEHPC FX10は、プロセッサの広範なエラー検出や命令リトライ、メモリのECCによる複数ビットのエラー訂正や主要回路のパリティチェックによるエラー検出など、メインフレーム開発で培った技術を継承しています。内外要因からの影響を検知・修正することにより高い信頼性を実現します。さらに、直接水冷によりプロセッサの温度を下げ部品寿命を延ばし、膨大な数の部品から構成される大規模システムの安定稼働に重要な故障率の低減を実現します。

## ■高い耐故障性・運用性を備えたインターコネク

Tofuインターコネクは、6次元メッシュトラスアーキテクチャーにより、故障ノードを回避した3次元トラス構成やインターコネクを任意に分割して使用した際の3次元トラス構成の維持など、従来の3次元トラスのインターコネクでは実現できなかった高い耐故障性と運用性を実現します。

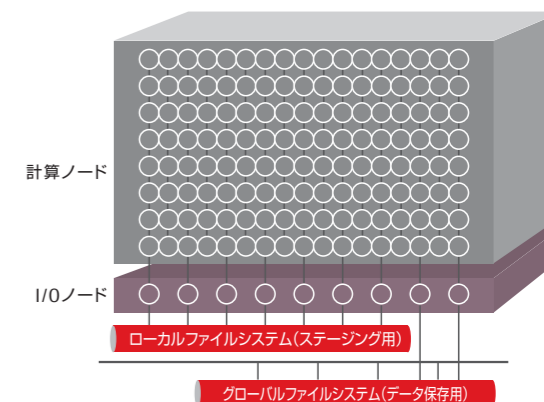
## ■運用時の高い保守性

故障ノードの自動切り離し、障害発生時のコールセンターへの自動通報など、運用時の高い保守性を実現します。

## 高効率なI/Oシステム

PRIMEHPC FX10は、計算ノードとI/Oノードの2種類の専用ノードから構成されます。ディスク装置や外部ネットワークはI/Oノード経由で接続することにより、計算ノードは計算処理に専従でき、並列処理を効率化します。

入出力データの格納領域として、ネットワーク経由で接続するデータ保存用のグローバルファイルシステムに加えて、I/Oノードに直接接続し、ステージング運用を可能とするローカルファイルシステムにも対応しており、ソフトウェアと連携した、高効率なI/O処理を実現します。



【PRIMEHPC FX10のI/O構成イメージ】

# ペタスケールシステムでの高い実行性能と運用性を実現するソフトウェア

## 業界標準OSの採用

オペレーティングシステムは、HPC分野で標準的に利用されているLinuxをベースとしています。様々なアプリケーションやツールの移行性を保ちつつ、HPC-ACE対応、同期スケジューリング、ラージページなどアプリケーションの高速化を図る機能拡張とプロセッサの内部エラー、メモリエラー時の故障箇所切り離しなどシステムの可用性を向上させる機能拡張を行っています。

## ペタスケールシステムに対応したHPCミドルウェア

### Technical Computing Suite

<大規模システムの効率的な運用を実現するシステム管理、ジョブ運用管理機能>

#### ■システム管理機能

多数の計算ノードの階層管理による効率的なシステム監視や、システム全体の一括起動・停止、一括OSインストール、指定したノードに対するコマンドの一括実行など、大規模システムの効率的な監視・操作を行うことができます。また、用途・要件に応じてシステムを複数に分割することができ、柔軟なシステムの運用が可能です。

#### ■ジョブ運用管理機能

Tofuインターコネクットの6次元メッシュトラスアーキテクチャーに最適化した資源割り当て、きめ細かな制御を可能とする資源選択優先度の設定、空いている資源を有効活用するバックフィル機能、保守などで予め定められている期間に資源を割り当てないデッドラインスケジューリングなどにより、効率的なジョブの運用管理が可能です。

## <大容量、高性能、高信頼分散ファイルシステム FEFS>

10万ノード規模で共有可能な分散ファイルシステムFEFSにより、大容量・高性能・高信頼なファイルシステムを構築できます。FEFSは最大ファイルシステムサイズ 8エクサバイト、最大ファイル数約900京個を実現し、スケールアウト方式での容量拡張およびスループット性能の向上が可能です。また、キャッシュ機能、ストライピング機能などによる高速なI/O処理、フェイルオーバー機能、ジャーナリング機能などによる高い耐故障性を実現します。さらに、ユーザー毎のI/O帯域幅を保障するQoS制御機能、ディレクトリ単位でのクォータ機能などにより、きめ細かな制御を行うことができます。

グローバル/ローカルファイルシステムの構成では、ジョブ運用管理機能と連携して効率的に両ファイルシステム間でファイルをステージングすることができます。ローカルファイルシステムへファイルを最適に配置することにより、高速なI/O処理を実現するとともに、ジョブの実行時間の揺らぎを抑えることができます。

## <ハードウェアの性能を最大限引き出す多様な言語処理系>

#### ■Fortran/C/C++コンパイラ

国際標準規格に準拠したFortran 95、Fortran 2003、C99、C++が利用できます。これらのコンパイラは、HPC-ACEのレジスタ数拡張、セクタキャッシュ、SIMD命令対応などにより、SPARC64 IXfxの性能を最大限に引き出します。また、自動並列化やOpenMPIによる並列化に対応しており、ハードウェア機構と連携したVISIMPACTにより、高効率なコア間スレッド並列処理を実現します。

#### ■MPIライブラリ

業界標準であるMPI 2.1規格をサポートしています。また、Tofuインターコネクット向けの最適化、高性能化、省メモリ化を行っています。特に集団通信で使用頻度の高い関数については、Tofuインターコネクットのトポロジを意識した専用アルゴリズムを採用し高速化を図っています。さらに、Tofuインターコネクットのハードウェア機構を利用した高速なリアリダクション処理を行うことができます。

#### ■数学ライブラリ

当社の数学ライブラリ「SSLII」、「C-SSLII」、「SSLII/MPI」に加え、業界標準の「BLAS」、「LAPACK」、「ScaLAPACK」が利用できます。主要なルーチンについては、SPARC64 IXfx向けに高度な最適化を行っており、プログラムを容易に高速化することができます。

#### ■データ並列処理コンパイラ

XPFortranにより、Fortranプログラムをベースに容易に並列プログラムを開発できます。拡張部分はディレクティブで実現するため、通常のFortranプログラムとして動作させることもできます。

## <アプリケーション開発を支える高度な開発環境>

アプリケーションプログラム開発における各種作業フェーズにおいて、統一されたビューで操作可能なGUI開発環境が利用できます。Fortran、C、C++の逐次・並列アプリケーションに対応した会話型デバッガ、アプリケーションプログラムの効率的なチューニングを支援するプロファイラ・トレーサーなど高機能な開発ツールを活用することにより、プログラム開発を加速できます。



【開発環境のGUI】

## 利用・運用管理支援ソリューション

システムの利用・運用管理を支援する、以下のPortalソリューションを提供しています。

#### ■HPC Portal

PRIMEHPC FX10を容易に利用することができるエンドユーザー向けのWebポータルです。HPC Portalを利用することにより、WEBブラウザ経由でファイル操作、コンパイル、ジョブの投入などを行うことができます。

#### ■運用管理Portal

PRIMEHPC FX10の監視やジョブ運用操作を行うことができる運用管理者向けのWebポータルです。稼働状況、ログ情報、資源使用情報、ログの表示やジョブ運用管理、電源制御などをWEBブラウザ経由で行うことができ、運用管理業務の負荷軽減と管理者育成のコスト軽減が可能です。

