

スーパーコンピュータ「富岳」と今後の展開

2020年6月23日

富士通株式会社

理事 プラットフォーム開発本部長

新庄直樹

スーパーコンピュータ「京」から「富岳」へ

FUJITSU

スーパーコンピュータ「京」

Ranked Top500 No.1 in 2011
Competitive in various fields

HPCG

No.1 (2017)



Finalist (2016)



No.1 (2018)

PRIMEHPC FX10

PRIMEHPC FX100

スーパーコンピュータ 「富岳」

© RIKEN

PRIMEHPC
FX1000/FX700

© RIKEN

FUJITSU
A64FX

- スーパーコンピュータ「京」は 7年間の稼働ののち、2019年8月に運用を停止
- スーパーコンピュータ「富岳」は2020年5月に出荷を完了し、
2021年度からの共用開始に向けてソフトウェアの整備中
- 富岳テクノロジーPRIMEHPC FX1000, FX700の出荷、HPEへCPU A64FX供給を開始

「富岳」のスペックとベンチマーク達成性能

		「京」, SPARC64 VIIIifx	「富岳」, A64FX
システム仕様	命令セット	SPARC-V9 HPC-ACE	Armv8.2-A SVE 512bit
	倍精度演算ピーク性能	11.28 Petaflops	537 Petaflops
	半精度演算ピーク性能	-	2.15 Exaflops (半精度)
	総メモリバンド幅	5.64 PB/s	163 PB/s
	インターコネク	Tofuインターコネク	TofuインターコネクD
ISC 2020	TOP500性能 (Petaflops)	10.51 (2011.6/2011.11: 1位)	415.5 (2020.6: 1位)
	HPCG性能 (Petaflops)	0.6027 (2016.11~2017.11: 1位)	13.366 (2020.6: 1位)
	HPL-AI性能 (Petaflops)	-	1,421 (2020.6: 1位)
	Graph500(GTEPS)	31,302.4 (2014~2019.6: 1位)	70,980 (2020.6: 1位)

- TOP500(LINPACK ベンチマーク): スパコンの標準性能指標、理工学で一般的な線型方程式(密行列)を解く速度を測定
- HPCG: より実アプリ性能に近い評価を目指しているベンチマーク指標、反復法(CG法)で、疎行列の線型方程式を解く速度を評価
- HPL-AI: 半精度(16ビットの浮動小数点)演算を活用して線型方程式を解く速度を評価(半精度演算はAI系で多用される演算)
- Graph500: ビッグデータ処理等の性能を評価する。整数演算、メモリアクセス速度などをグラフの探索速度で評価する

「富岳」の技術的な新機軸と特長

アプリケーションの高速化：最先端技術の採用

- Armのスパコン向け命令セットSVEを世界初実装、リードパートナーとしてArm社のSVE開発にも協力
 - ・ 京の4倍の処理能力を持つ演算器(512-bit SIMD)、AIで活用されている半精度演算(FP16)を実装
- 大量・高速に演算器にデータ供給できる積層メモリHBM2を汎用CPUでは世界で初めて採用
- 大規模での同時並列処理を可能とするTofuインタコネクタD採用(「京」のTofuをエンハンス)

省電力性・高信頼性の実現：ハードウェア～ソフトウェアまで自社開発

- CPU/システム/ソフトウェアの一体開発による巨大システムの安定稼働、稼働率向上の実現
- 電力抑制機能のハードウェア実装とソフトウェアによる効率的な制御
- 富士通のCPU設計技術と最先端半導体を組合せ、世界トップクラスの優れた電力性能を実現

使いやすさや広がり：業界標準の採用

- スマホやIoT機器で広く使われているArmアーキテクチャを採用したCPU「A64FX」を自社設計・開発
- OSはサーバ等で広く使われているRed Hat Enterprise Linux (RHEL 8.1)を採用

「富岳」出荷開始からベンチマークへの道のり

■ 2019.12.2 「富岳」の筐体出荷を開始

～ 世界各地でロックダウン ～

- サプライチェーンの見直し(経路等)
- サプライヤとの作業分担見直しによる納期リカバリ
- 製造・組み立て順序を見直し欠品の影響を最小限に
- 代替品の国内製造なども検討



■ 2020.4.7 COVID-19対策を目的とした「富岳」の優先的な試行的利用

約6分の1の計算リソースを提供

■ 2020.5.13 「富岳」の筐体搬入を完了

～ ベンチマーク測定 ～

ハードウェア保守を除き、リモートによる作業

理化学研究所
2020年4月7日
理化学研究所
新型コロナウイルス対策を目的としたスーパーコンピュータ「富岳」の優先的な試行的利用について

理化学研究所(理研)は、文部科学省と連携し、理研が開発主体となって開発・整備を進めているスーパーコンピュータ「富岳」(Fugaku)が、新型コロナウイルス感染症対策を目的とした優先的な試行的利用を開始した。理研が保有する計算資源を、新型コロナウイルス感染症対策に貢献する研究機関に対して技術的サポートを行っている。

具体的には、理研からの協力を得て文部科学省が指定する研究機関の実験課題に対して、「富岳」の計算資源を優先的に提供し、実験に支障がない範囲で対応することにも、関係する研究機関に対して技術的サポートを行っている。

理化学研究所(理研)は、文部科学省と連携し、新型コロナウイルス感染症対策に貢献する研究機関に、調整作業中である「富岳」の計算資源を可能な限り提供し技術的サポートを行う取組を行っており、現在、5つの研究課題が実施されている。

理研としては、今後も、「富岳」が科学の発展のみならずSociety 5.0の実現に貢献するイノベーションの場でも大きな成果が創出されるよう取り組んでまいります。

スーパーコンピュータ「富岳」(理研・整備中)

https://www.riken.jp/pr/news/2020/20200407_1/index.html

2020年5月14日
理化学研究所
「富岳」の筐体搬入が完了しました

スーパーコンピュータ「富岳」は、2019年12月より計算科学研究センターへの設置が進められてきましたが、5月13日をもって、すべての筐体の搬入が完了しました。

新型コロナウイルス感染症拡大による困難な状況の中、富士通株式会社をはじめとする関係者が工夫を重ね、予定どおり搬入を完了することができました。今後、2021年度の利用開始を目指し、各種の調整作業等を行っていきます。

なお、理化学研究所(理研)は、文部科学省と連携し、新型コロナウイルス感染症対策に貢献する研究機関に、調整作業中である「富岳」の計算資源を可能な限り提供し技術的サポートを行う取組を行っており、現在、5つの研究課題が実施されています。

理研としては、今後も、「富岳」が科学の発展のみならずSociety 5.0の実現に貢献するイノベーションの場でも大きな成果が創出されるよう取り組んでまいります。

https://www.riken.jp/pr/news/2020/20200514_1/index.html

COVID-19対策とベンチマークの成果へ

COVID-19対策

予防対策

- リモート作業を大前提に、現地作業は最低限に
- 通勤も3密を避け、徒歩移動も
- 居室やトイレを分離、動線も分けてリスクを低減
- 検温記録・手指消毒・マスク等、ルール徹底

感染影響
最小化

- 2班以上に分け、バックアップ可能とする体制
- 消毒等の範囲・手順も事前にシミュレーション

感染なし、遅延無し、計画通りの製造・搬入完了

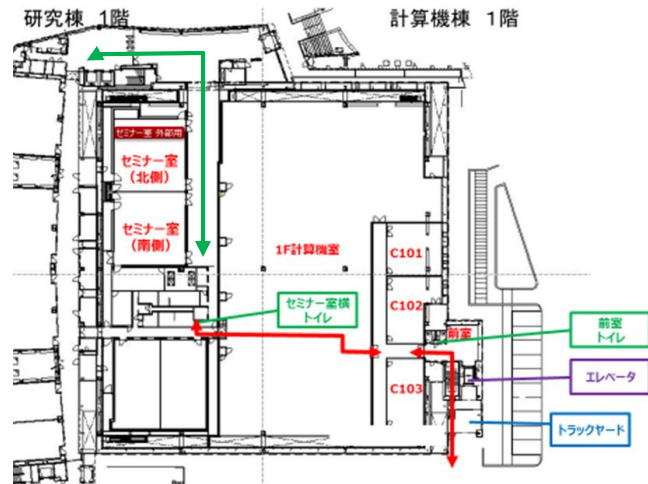
ベンチマーク測定はリモート密連携で成功

理研/富士通のベンチマークプログラム最適化チーム

密な連携 (リモート)

富士通の事業部、SE、CE部隊

理研施設オペレーションチーム



リモート会議でベンチマークをリアルタイムで見守る22名...5/29 21:50頃



- 「富岳」に採用したCPU「A64FX」を搭載した2種類のスパコン製品をラインアップ

「富岳」



© RIKEN

理研と共同開発

- 15万ノード以上
- 水冷
- TofuインターコネクトD
- 富士通製、理研製ソフトスタック

FUJITSU Supercomputer PRIMEHPC



PRIMEHPC FX1000

超大規模システム向けの
スーパーコンピュータ

- 384ノード/ラック
- 水冷
- TofuインターコネクトD
- 富士通製ソフトスタック



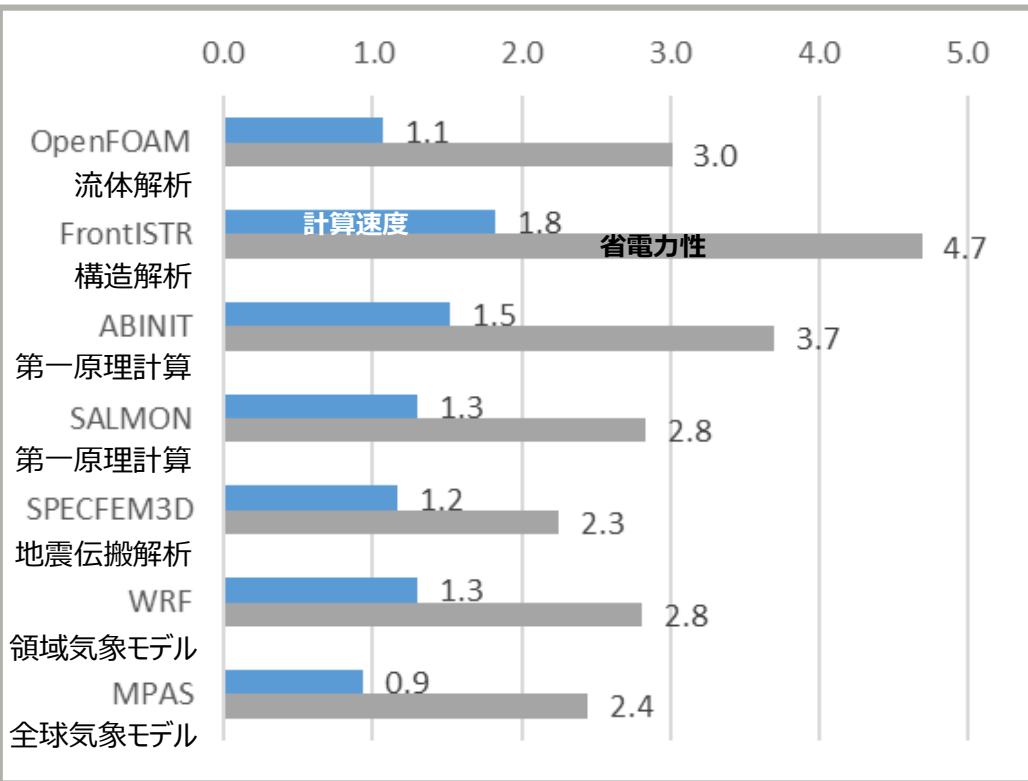
PRIMEHPC FX700

スタンダード技術をベースと
した導入しやすいモデル

- 8ノード/2Uシャーシ
- 空冷
- InfiniBand
- OSS/商用ソフトを活用

A64FXの計算速度と省電力性（OSS実アプリ）

x86 CPU x2に対するA64FX x1の性能倍率



■ 同一コア数での比較で、A64FX*は最新のx86 CPU*と比較して、

■ 計算速度で～1.8倍

■ 省電力性で～4.7倍

* A64FX : 48コア×1CPU(2.2GHz)、
x86 CPU : 24コア×2CPU(2.9GHz)

■ 高い性能倍率を以下により実現

■ HPC向けに強化したマイクロアーキテクチャ

■ 省エネルギーを意識した設計と実装

商用アプリケーションの拡大

- ISV各社と協同し、商用アプリのFX1000対応に取り組んでいます。
バイナリー互換のFX700と富岳にも対応します。

近日、提供予定

研究開発中

(2020年6月現在)

エンジニアリング分野 (構造解析、流体解析、エレクトロニクス)

LS-DYNA

(by Ansys, Inc.)

Poynting

(by Fujitsu Limited)

化学分野*

Amber

Gaussian16

(by Gaussian, Inc.)

ADVENTURECluster

(by Allied Engineering Co.)

CONVERGE
CFD SOFTWARE

(by Convergent Science)

Marc

(by MSC Software Ltd.)

VASP

*協力: オーストラリア国立大学

Altair Radioss™

(by Altair Engineering, Inc.)

HELYX®

(by ENGYS Ltd. & VINAS Co., Ltd.)

scFLOW

(by Software Cradle Co., Ltd.)

VPS (PAM-CRASH)

(by ESI Group)

Ansys Fluent

(by Ansys, Inc.)

JMAG®

Simulation Technology for Electromechanical Design
(by JSOL Corporation)

Simcenter STAR-CCM+

(by Siemens Industry Software Inc.)

**スライド内の全てのアプリケーション名は、各ベンダーの商標または登録商標です。

グローバル展開の取り組み

- 海外直販展開に加え、Cray社(現HPE社)とスーパーコンピュータに関するパートナーシップを締結
 - HPE社より、A64FXを搭載した商用スーパーコンピュータを販売
- 海外の先端研究機関と共同でA64FXのArm SVEを活かしたアプリケーション評価とエコシステム開発
 - 海外の先端研究機関に評価環境を提供
 - Jülich Supercomputing Centre (独)、EPCC (英)、他
 - スペインのBarcelona Supercomputing Centerとは共同研究開発実施中



<https://www.cray.com/products/computing/cs-series/fujitsu-arm-processor>

スーパーコンピュータが支える社会課題の解決

～ スパコンを活用したイノベーションが期待される分野例 ～

SDGsの
目標



具体的分野

ライフサイエンス

エネルギー

ものづくり

防災・環境

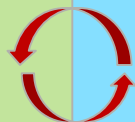
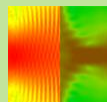
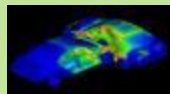
将来

現在

過去

【シミュレーション】

- 流体シミュレーション
- 衝突シミュレーション
- 材料シミュレーション
-



【データ解析】

- AI(Deep Learning)
- ビッグデータ
-

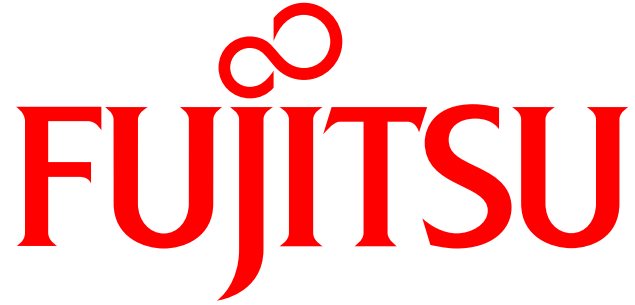


～ スーパーコンピュータ ～

シミュレーションとデータ解析の両輪で、スパコンは社会課題の解決やDXを支えるインフラとして利用が拡大

- 富士通が40年に渡って培った、ハードウェアからソフトウェアにいたるスパコン技術を全て結集することで、巨大システム「富岳」の実現に貢献
- 「富岳」の高いアプリケーション性能を目指した設計と実装により、多くのベンチマークランキングで首位を獲得
- 「富岳」の世界最高速の性能は、高いシミュレーション・AI処理能力が必要となる、Society 5.0の実現に貢献できると期待
 - COVID-19対策に向けた先行利用の取り組み、等
- 「富岳」で採用した技術をグローバルにビジネスに展開（PRIMEHPC、A64FX）

富士通はスパコンの生み出す成果を通じて、豊かで夢のある未来を世界中の人々に提供することを目指します。デジタル時代を迎え、高いシミュレーション・AI処理能力を有するスパコンは、より一層、様々な分野での活用が広がると考えています。

The Fujitsu logo consists of a red infinity symbol positioned above the word "FUJITSU". The word "FUJITSU" is rendered in a bold, red, serif typeface. The infinity symbol is a simple, continuous loop.

shaping tomorrow with you