

スーパーコンピュータ「富岳」と富士通の取り組み

2021年6月29日

富士通株式会社

理事 未来社会&テクノロジー本部長代理

新庄 直樹

「富岳」とスパコンランキング

「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
ISC21	TOP500性能 (Petaflops)	10.51 (2011.6/2011.11: 1位)	442.01 (2020.6~2021.6: 1位)
	HPCG性能 (Petaflops)	0.6027 (2016.11~2017.11: 1位)	16.00 (2020.6~2021.6: 1位)
	HPL-AI性能 (Exaflops)	-	2.00 (2020.6~2021.6: 1位)
	Graph500(TTEPS)	31.302 (2014~2019.6: 1位)	102.95 (2020.6~2021.6: 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」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
向けモデル

- 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

スパコンを活用した社会課題解決への取り組み

スーパーコンピュータが支える社会課題の解決

～ スーパーコンピュータ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

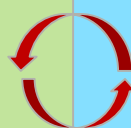
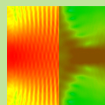
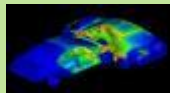
将来

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
- ：

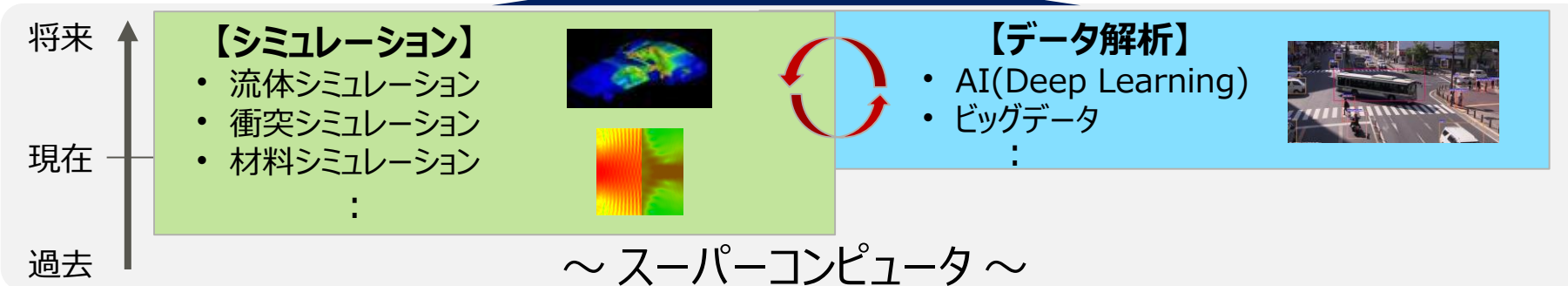


～ スーパーコンピュータ ～

富士通のパーパス：「イノベーションによって社会に信頼をもたらし、世界をより持続可能にしていくこと」
スーパーコンピュータは、富士通のパーパスを具現化する重要なインフラ

スーパーコンピュータが支える社会課題の解決

～ スーパーコンピュータを活用したイノベーションが期待される分野例 ～



富士通のパーパス：「イノベーションによって社会に信頼をもたらし、世界をより持続可能にしていくこと」
スーパーコンピュータは、富士通のパーパスを具現化する重要なインフラ

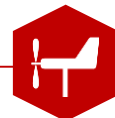
商用アプリケーションの拡大

Amber
 (by University of California,
 San Francisco.)

Gaussian16
 (by Gaussian, Inc.)



化学



流体

CONVERGE
 CFD SOFTWARE
 (by Convergent Science)

Cradle CFD | scFLOW
 (by HEXAGON | Cradle)

Fluent

HELIX
 (by ENGYS Ltd.)

Simcenter STAR-CCM+
 (by Siemens Digital Industry Software Inc.)

NAG Fortran Compiler
 (by nag[®])

JMAG
 Simulation Technology for Electromechanical Design
 (by JSOL Corporation)



電磁界

Poynting
 (by Fujitsu Limited)

**ESI Virtual Performance
 Solution (VPS)**
 (by ESI Group)



構造

LS-DYNA
 LS-DYNA



その他



- = 提供済
- = 2021年7月以降に提供予定
- = 「富岳」で動作確認済

(2021年6月時点)

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。

■ CONVERGEについて（開発:Convergent Science）

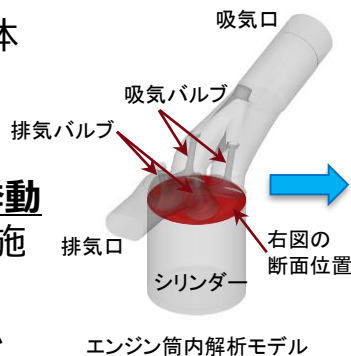
- 詳細化学反応を考慮した燃焼現象を解析可能な熱流体解析アプリケーション
- 自動車エンジン筒内をターゲットに開発が始まり、ポンプ、コンプレッサ、ガスタービンなどの幅広い分野で活用されている
- FX1000でソルバーの全機能の動作を検証済み。「富岳」でも主要機能の動作を確認済み

■ 「富岳」を用いた成果*（東アジア販売代理店 株式会社IDAJと協働）

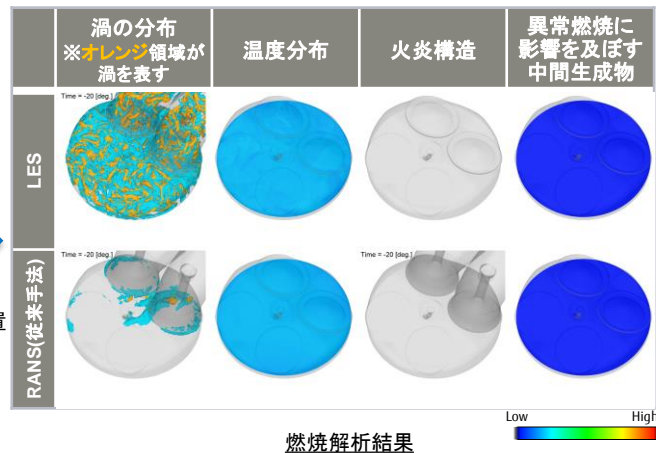
- 自動車などの燃費向上や環境性能改善のため、**エンジンにおけるエネルギー効率向上**は重要な課題
- 従来の解析手法(RANS)ではエンジン筒内の流体挙動や化学反応を詳細に表現できない



- 「富岳」の大規模リソースを活用し、**細かい流体挙動を表現可能な解析手法(LES)**で燃焼解析を実施
- しわ状化した火炎構造や、筒内の異常燃焼に影響を及ぼす中間生成物の分布など**従来手法で表現できなかった現象が明らかになった**



エンジン筒内解析モデル



燃焼解析結果

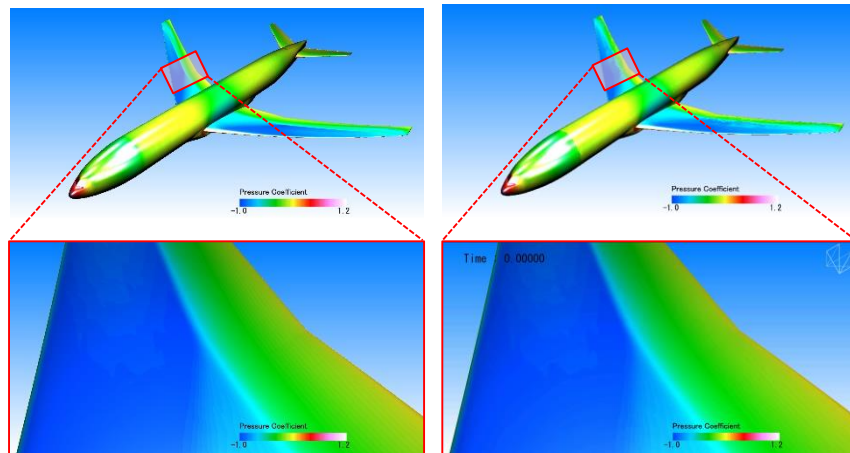
*本研究は、HPCIシステム利用研究課題(課題番号: hp200209)を通じて、理化学研究所のスーパーコンピュータ「富岳」の計算資源の提供を受け、実施しました。

■ Cradle CFD | scFLOWについて（開発:株式会社ソフトウェアクレイドル）

- 任意の多面体格子に対応した汎用熱流体解析システム
- 多くの分野(航空宇宙、自動車、建設、エレクトロニクス、重工業、医療・医薬品など)で利用されている
- 「富岳」・FX1000で全ての機能の動作を検証済み

■ 「富岳」を用いた成果*（株式会社ソフトウェアクレイドルと協働）

- 航空機の設計上では、**安全性に影響を及ぼす機体の振動現象を予測**することが重要な課題
 - 従来の解析手法(RANS)では、機体の振動現象の予測につながる翼表面上の圧力振動や細かい渦を捉えられない
- ↓
- 最大19万2,000並列で、2億3,700万要素の高精細なモデルを、細かな渦を表現できる手法(LES)で解析
 - **圧力振動や細かい渦を詳細に観測**
 - **数日で機体の振動を予測できるフィージビリティを確認**



RANS(従来法)による定常解析結果
(上:全体図、下:翼部分の拡大図)

LES(今回)による非定常解析結果
(上:全体図、下:翼部分の拡大図)

*本研究は、HPCIシステム利用研究課題(課題番号: hp200209, hp200302)を通じて、理化学研究所のスーパーコンピュータ「富岳」の計算資源の提供を受け、実施しました。

スーパーコンピュータが支える社会課題の解決

～ スーパーコンピュータ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

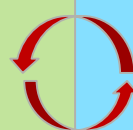
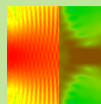
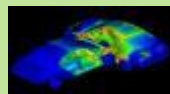
将来

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
- ：



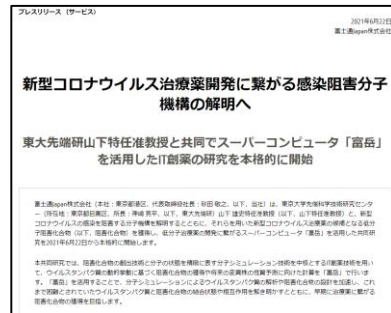
～ スーパーコンピュータ ～

富士通のパーパス：「イノベーションによって社会に信頼をもたらし、世界をより持続可能にしていくこと」
スーパーコンピュータは、富士通のパーパスを具現化する重要なインフラ

「富岳」を活用したIT創薬の共同研究

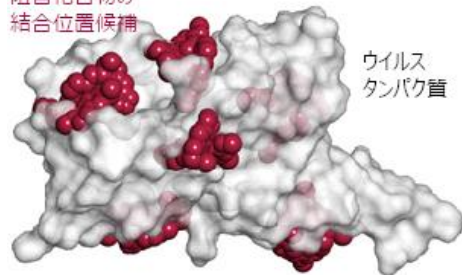
■ 新型コロナウイルス治療薬開発に繋がる感染阻害分子機構の解明へ向け、東京大学と「富岳」を活用した共同研究を本格開始

<https://www.fujitsu.com/jp/group/fjj/about/resources/news/press-releases/2021/0622.html>



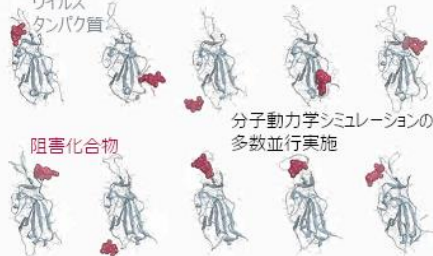
(1) 感染阻害分子機構の解明と阻害化合物の獲得

阻害化合物の
結合位置候補



ウイルス
タンパク質

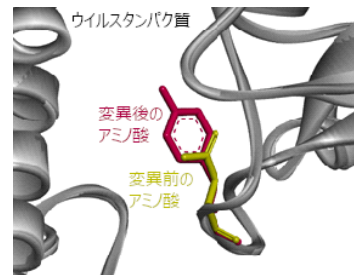
ウイルス
タンパク質



分子動力学シミュレーションの
多数並行実施

阻害化合物

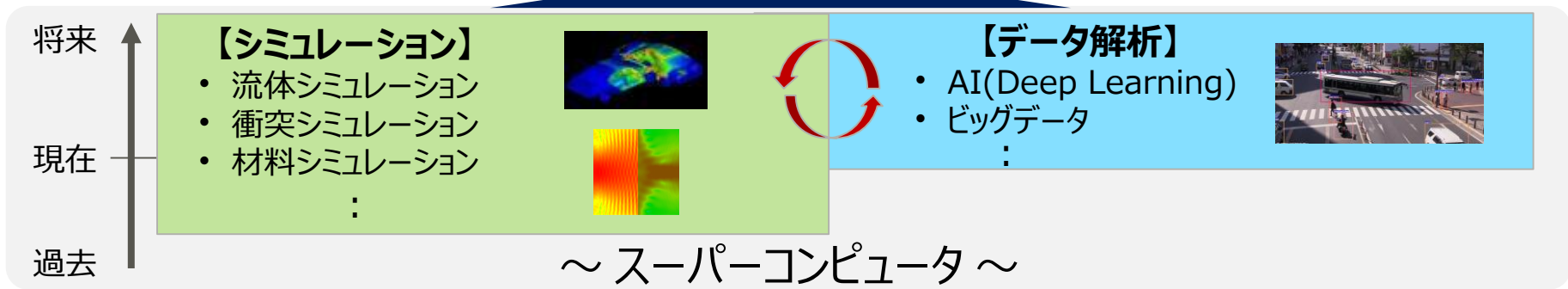
(2) 将来の変異株にも有効な治療薬を目指し、 変異株の性質予測を可能にするシミュレーション



- 豊富な計算機資源により、多様な条件下でのシミュレーションを同時並行で実行できる。
- 計算のスループット向上が、仮説構築と検証を繰り返す研究プロセス全体を加速する。

スーパーコンピュータが支える社会課題の解決

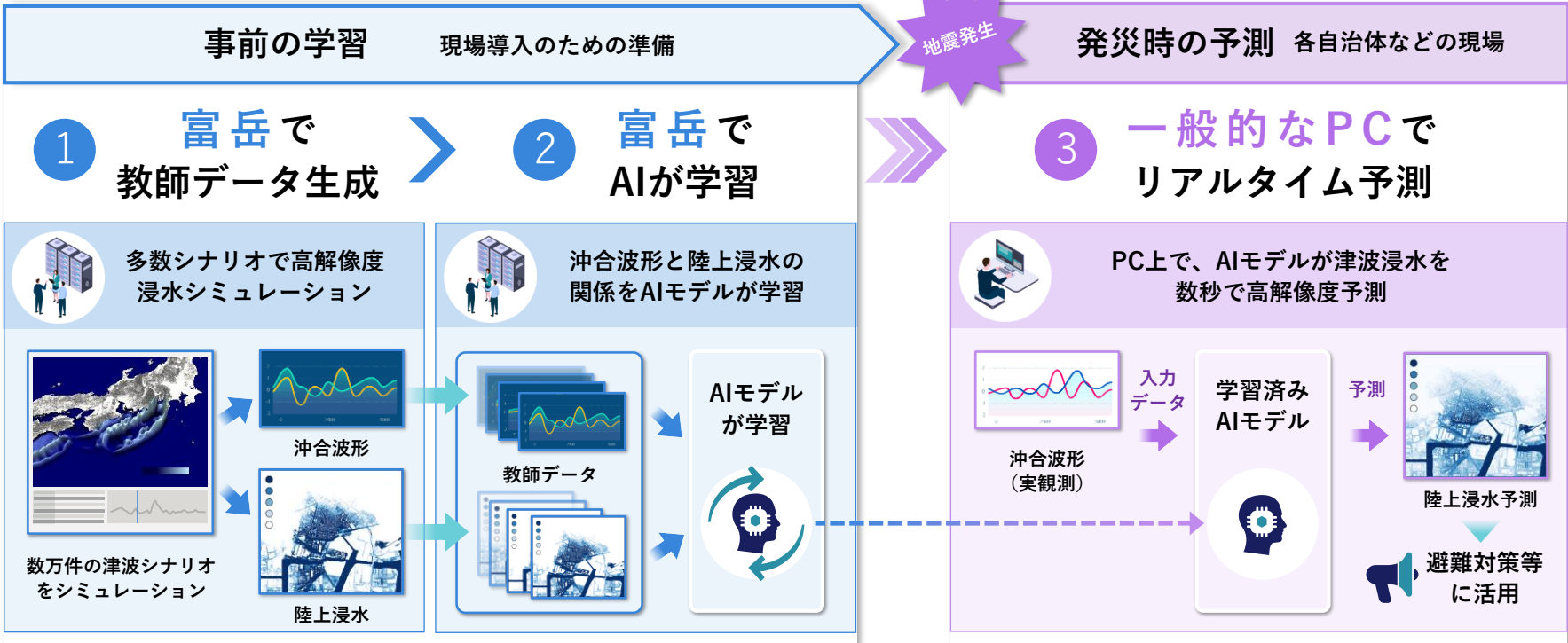
～ スーパーコンピュータを活用したイノベーションが期待される分野例 ～



富士通のパーパス：「イノベーションによって社会に信頼をもたらし、世界をより持続可能にしていくこと」
スーパーコンピュータは、富士通のパーパスを具現化する重要なインフラ

「富岳」とAIを活用した津波浸水予測

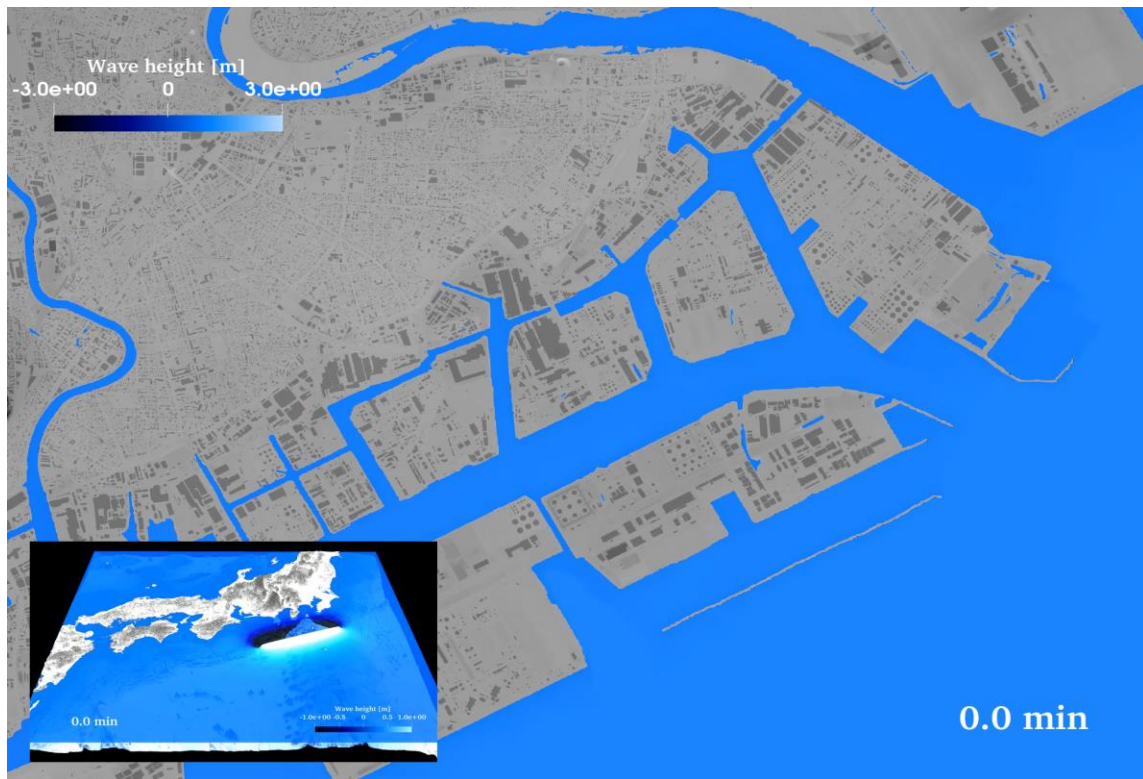
- 「富岳」を活用し、沿岸域の津波浸水を高解像度/リアルタイムに予測するAIモデルを構築
(東北大学災害科学国際研究所/東大地震研究所と共同で構築)



(※) 「スーパーコンピュータ「富岳」とAI活用により高解像度でリアルタイムな津波浸水予測を実現」 : <https://pr.fujitsu.com/jp/news/2021/02/16.html>


「富岳」とAIを活用した津波浸水予測

■ 3 m解像度のシミュレーションを2万件実施



- 「富岳」は4つのベンチマークランキングで首位を2020年6月から3期連続で獲得
- スーパーコンピュータは、SDGs目標の実現、富士通のパーパス具現化の基盤となるインフラ
- 「富岳」を活用した、社会課題解決(エネルギー/ものづくり、ライフサイエンス、防災・環境)の取り組みを実施

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。



FUJITSU

shaping tomorrow with you