

スーパーコンピュータ「富岳」

2021年8月26日
富士通株式会社
加瀬 将

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」



PRIMEHPC FX10



PRIMEHPC FX100



スーパーコンピュータ
「富岳」

© RIKEN



PRIMEHPC
FX1000/FX700



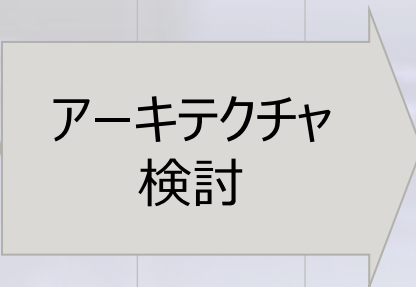
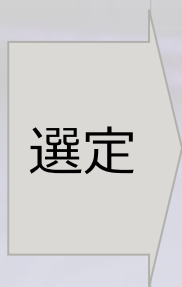
- スーパーコンピュータ「京」は 7年間の稼働ののち、2019年8月に運用を停止
- スーパーコンピュータ「富岳」は2020年5月に出荷を完了し、2021年3月から共用開始
- 富岳テクノロジーPRIMEHPC FX1000, FX700販売中

富岳開発の道のり



2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022

フラッグシップ2020プロジェクト



★
「富岳」共用開始
2021年3月9日

ターゲットアプリ

<https://www.r-ccs.riken.jp/fugaku/system/>



Area	Priority Issue	Performance Speedup over K	Application	Brief description
健康長寿社会の実現	1. Innovative computing infrastructure for drug discovery	131x	GENESIS	MD for proteins
	2. Personalized and preventive medicine using big data	23x	Genomon	Genome processing (Genome alignment)
防災・環境問題	3. Integrated simulation systems induced by earthquake and tsunami	63x	GAMERA	Earthquake simulator (FEM in unstructured & structured grid)
	4. Meteorological and global environmental prediction using big data	127x	NICAM+ LETKF	Weather prediction system using Big data (structured grid stencil & ensemble Kalman filter)
エネルギー問題	5. New technologies for energy creation, conversion / storage, and use	70x	NTChem	Molecular electronic simulation (structure calculation)
	6. Accelerated development of innovative clean energy systems	63x	Adventure	Computational Mechanics System for Large Scale Analysis and Design (unstructured grid)
産業競争力の強化	7. Creation of new functional devices and high-performance materials	38x	RSDFT	Ab-initio simulation (density functional theory)
	8. Development of innovative design and production processes	51x	FFB	Large Eddy Simulation (unstructured grid)
基礎科学の発展	9. Elucidation of the fundamental laws and evolution of the universe	38x	LQCD	Lattice QCD simulation (structured grid Monte Carlo)

■ The first CPU which features Arm SVE, HBM2, and 7nm FinFET

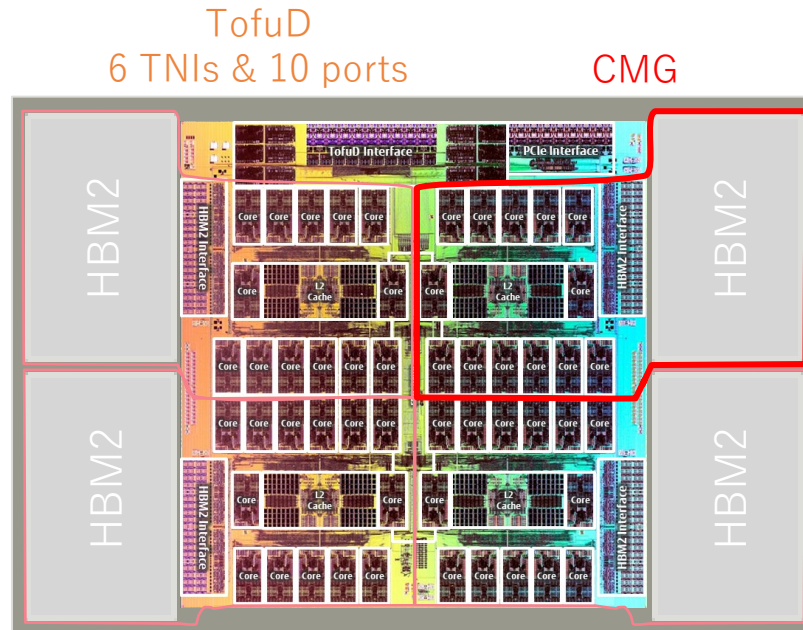
■ DP performance 2.7+ TFLOPS, >90%@DGEMM, (CPU freq=1.8/2.0/2.2 GHz)

■ Memory BW 1024 GB/s, >80%@STREAM Triad

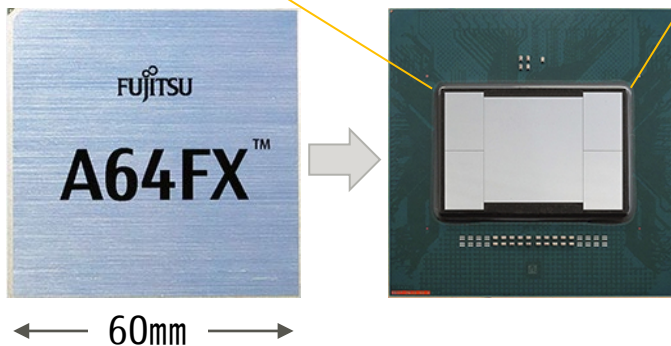
Fugaku
operating cond.

	A64FX
ISA (Base, extension)	Armv8.2-A, SVE
Peak DP performance	2.7 / 3.0 / 3.3 TFLOPS
Scalable Vector Extension SIMD width	512-bit
# of cores (Compute + Assistant Cores)	48 + 4
Memory capacity	32 GiB (HBM2 x4)
Memory peak bandwidth	1024 GB/s
PCIe	Gen3 16 lanes
High speed interconnect	TofuD integrated

A64FX物理イメージ



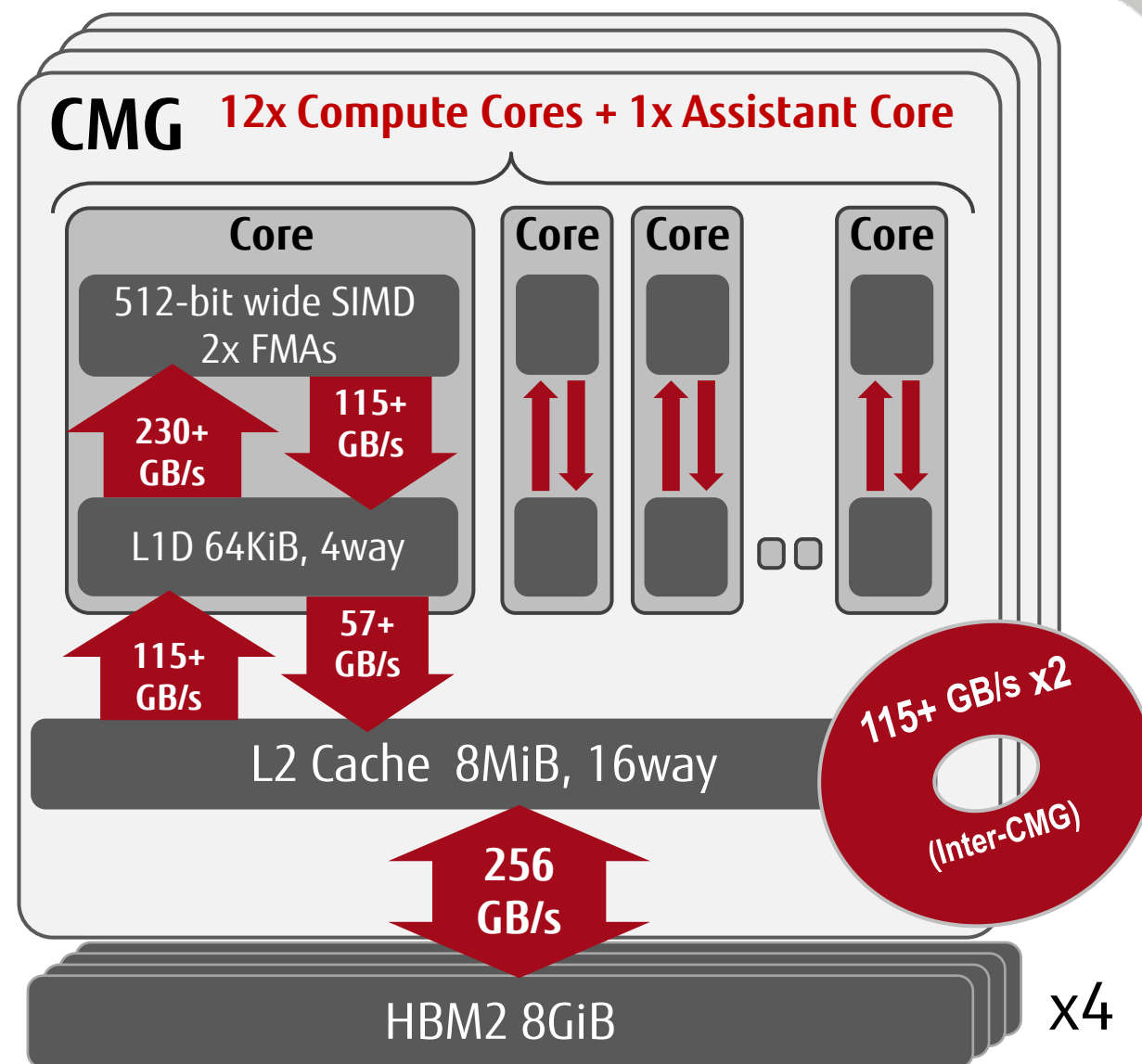
- 4x CMG, core memory group, enables many cores and high bandwidth
 - Memory, HBM2 very close to CPU Cores
 - 12 Cores x 4 group : 12 threads x 4 process
- TofuD IF for efficient connection between CPUs



A64FX CPUの高メモリバンド幅

- コア内、キャッシュ、メモリのアウトオブオーダー制御などにより、全階層で、高いスループットを実現

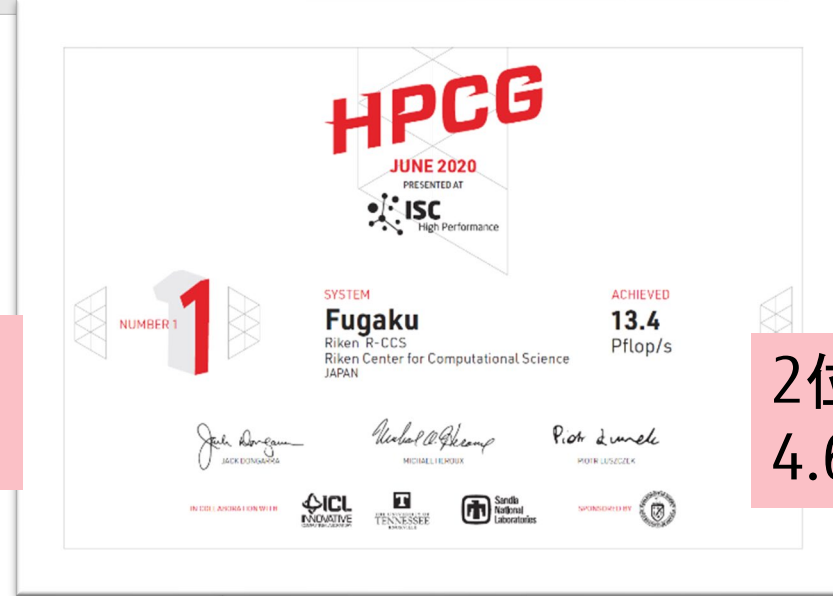
BW and calc. perf.	A64FX	B/F
DP floating perf. (TFlops)	2.7+	-
L1 data cache (TB/s)	11+	4
L2 cache (TB/s)	3.6+	1.3
Memory BW (GB/s)	1024	0.37



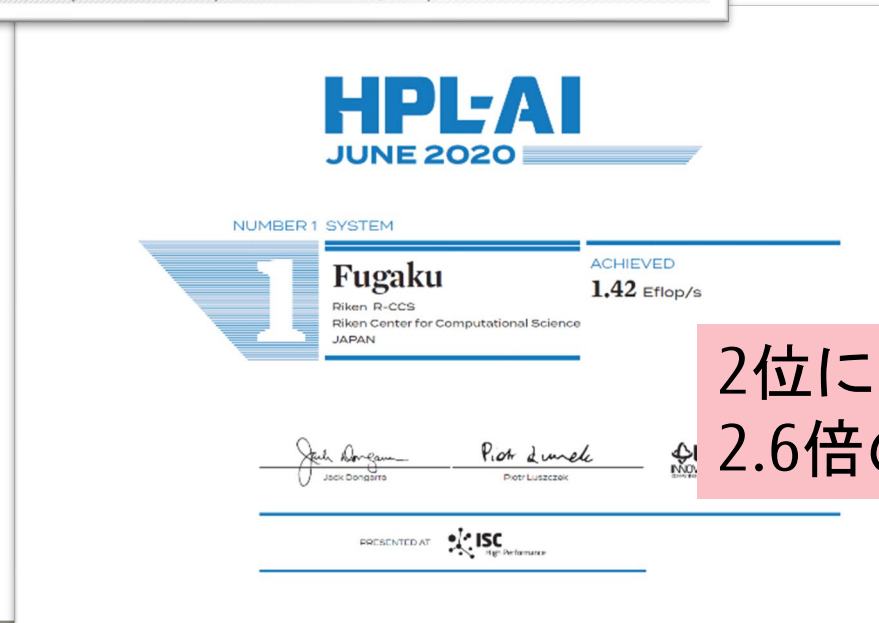
主要ベンチマークテストで4冠達成 (2020.6.22)



2位に対して
2.8倍の性能



2位に対して
4.6倍の性能



2位に対して
2.6倍の性能



2位に対して
3.0倍の性能

「富岳」ベンチマーク 4冠達成(2020/6月、11月、2021/6月)



- 4つのランキングで世界一位を獲得
- 4部門全てで1位の獲得は史上初
- 3期連続で4冠達成！

上段	ISC2020 (2020.6.22)
中段	SC20 (2020.11.16)
下段	ISC2021 (2021.6.28)

ベンチマークテスト	1 位	スコア	単位	2 位	スコア	単位*1	富岳の優位性
TOP500 (LINPACK)	富岳	415.5 442.0 442.0	PFLOPS	Summit (米国)	148.6 148.6 148.6	PFLOPS	2.80倍 2.97倍 2.97倍
HPCG	富岳	13.4 16.0 16.0	PFLOPS	Summit (米国)	2.93 2.93 2.93	PFLOPS	4.57倍 5.46倍 5.46倍
HPL-AI	富岳	1.42 2.00 2.00	EFLOPS	Summit (米国)	0.55 0.55 1.15	EFLOPS	2.58倍 3.64倍 1.73倍
Graph500	富岳	70,980 102,956 102,956	GTEPS	太湖之光 TaihuLight (中国)	23,756 23,756 23,756	GTEPS	2.99倍 4.33倍 4.33倍

*1:FLOPS: **F**loating point number **O**perations **P**er **S**econd
TEPS: **T**raversed **E**dges **P**er **S**econd

消費電力でも世界1位 2019.11 Green500

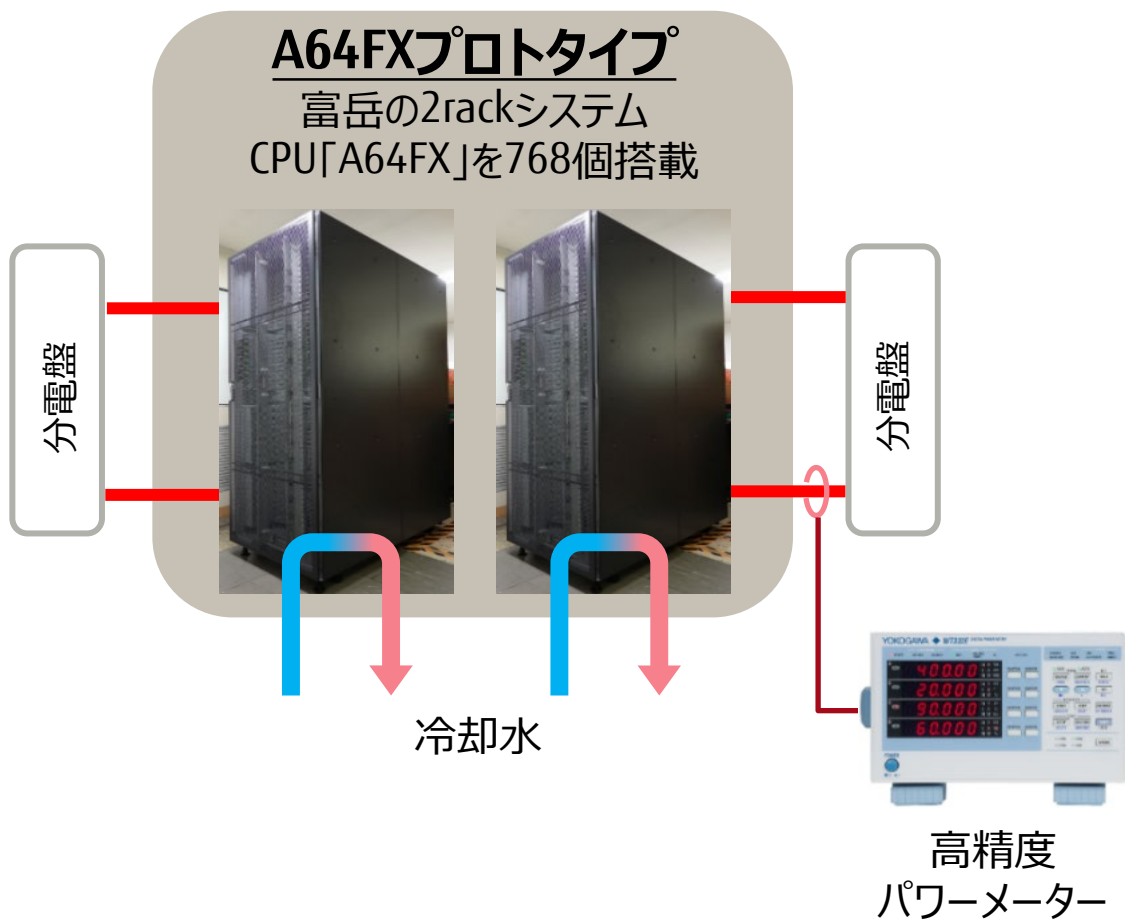
Green500 :

ベンチマークプログラム“HPL(High Performance Linpack)”の計算処理速度でTOP500に
ランクインしたスーパーコンピュータを、**消費電力あたりの計算処理速度**でランク付けしたもの

2019.11 Green500ランキングで

世界1位を獲得

- ✓ 1.9995 PFlops @HPL, 84.75%
- ✓ 16.876 GF/W
- ✓ Power quality level 2

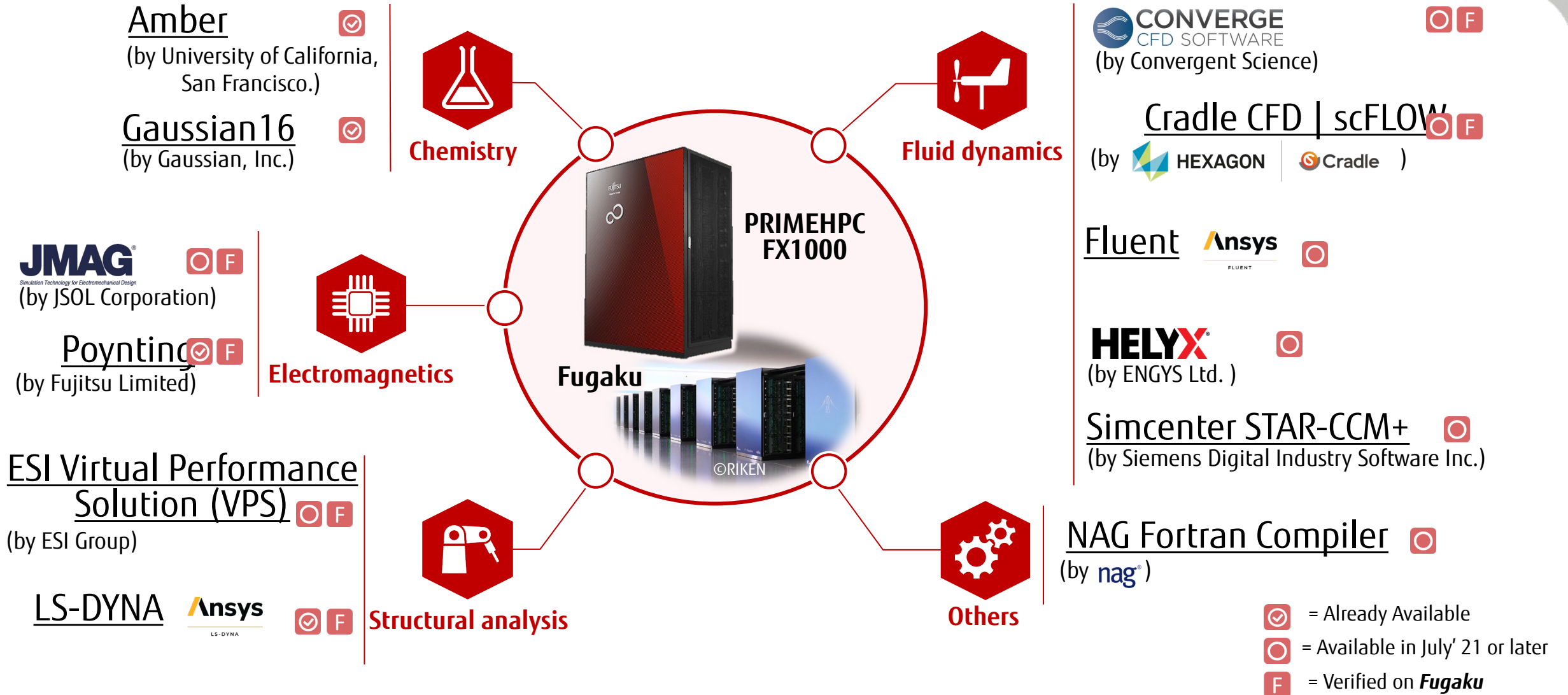


「富岳」とPRIMEHPCシリーズ コンセプトと仕様



	FX700	FX1000	「富岳」
コンセプト	スタンダード技術をベースとした高性能Armサーバ	高性能、高拡張性、高信頼性に加え、世界最高レベルの超低消費電力を実現	
CPU (周波数)	A64FX (1.8 GHz) x8	A64FX (2.0/2.2 GHz) x384 / rack	
インターコネクト	InfiniBand EDR	TofuD	
冷却方式	空冷	水冷	
ラック/シャーシ	2Uラックマウント	専用ラック	
ソフトウェアスタック	OpenHPC, BCM	Fujitsu Technical Computing Suite	

商用アプリケーション

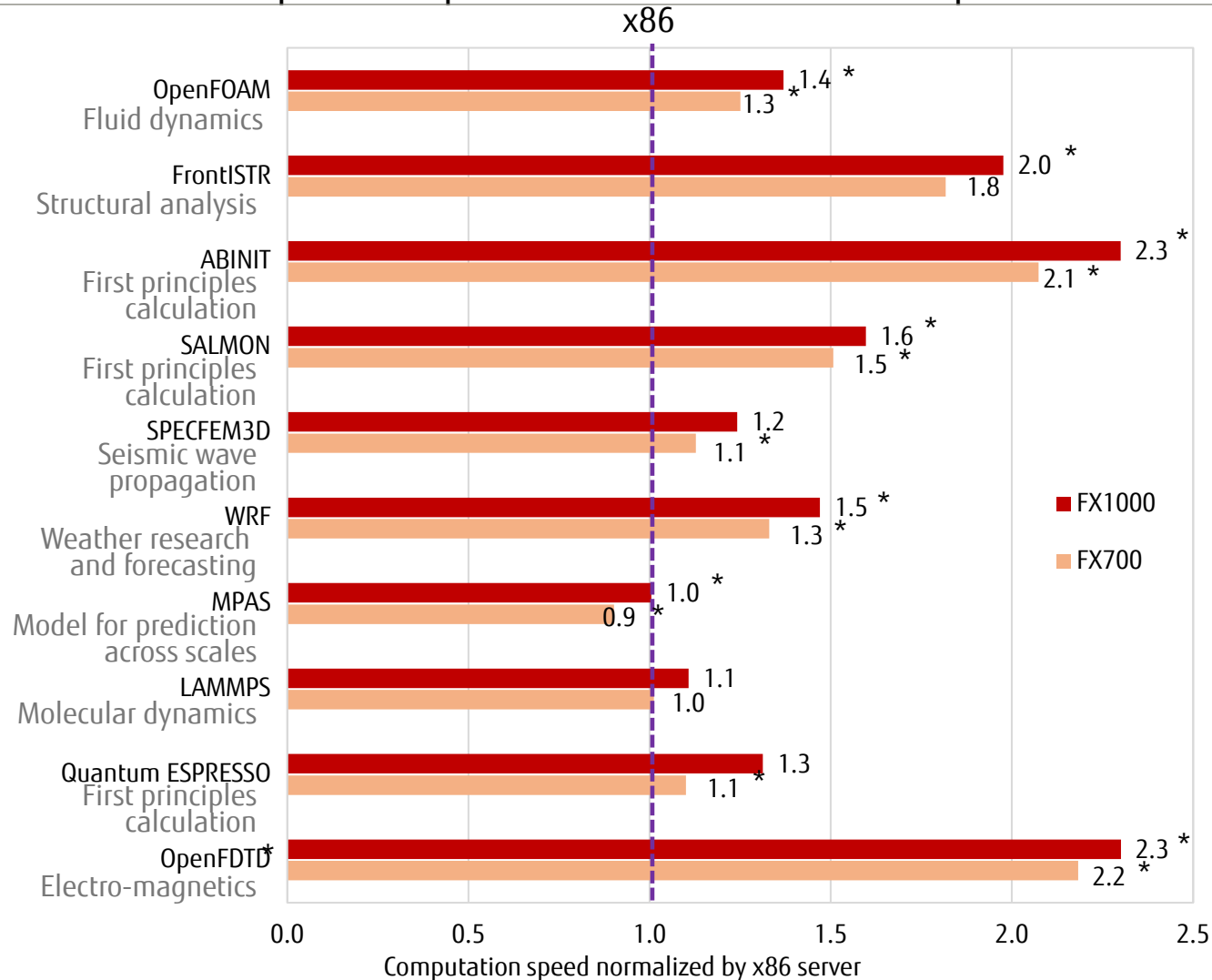


All application names used in this slide are trademarks or registered trademarks of their respective vendors.

(as of June 2021)

FX1000/FX700でのOSSアプリケーションパフォーマンス **FUJITSU**

Computation Speed of FX1000 and FX700 compared with x86 server



* Updated from SC20.

- FX1000/FX700では、これらのOSSのパフォーマンスはx86サーバーの最大2.3倍
- パフォーマンスの向上
 - 強化されたマイクロアーキテクチャー (SVE)
 - 高帯域メモリ (HBM)
- ソフトウェアは、コードのチューニングやコンパイラとライブラリの強化によって性能を向上



FX1000



FX700

Benchmark Platform

FX1000: A64FX (2.2GHz x 48cores)

FX700: A64FX (2.0GHz x 48cores)

x86 server: Xeon 8268 (2.9GHz 24core) x2



まとめ

- 「富岳」はコデザインにより共同設計され、4つの主要なスーパーコンピュータランキングで1位を獲得。アプリケーションの高性能かつ最適な消費電力で動作を実現
- 2021年3月19日から共同利用を開始

Fujitsu PRIMEHPC
FX1000



- 「富岳」テクノロジーを使ったPRIMEHPC FX1000/FX700を販売中

Fugaku

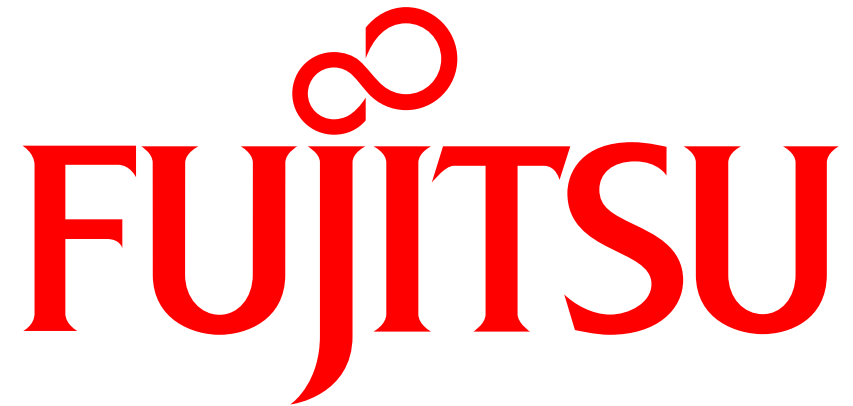


© RIKEN



PRIMEHPC FX700





shaping tomorrow with you