

JCAHPCの新スーパーコンピュータ OFP-II: 導入までの道のり

埴 敏博

最先端共同HPC基盤施設 (JCAHPC)

東京大学 情報基盤センター

筑波大学 計算科学研究センター (客員)

概要

- Oakforest-PACS (OFP)導入の経緯・スケジュール
- JCAHPCの体制
- OFPの果たした役割
- OFP-IIに向けて
- OFP-IIへの道
- OFP-IIの概要
- まとめ

OFPまでの道: T2Kオープンスパコンアライアンス (2008~2012?)

- 筑波大・東大・京大による次世代スパコン技術の推進のための同時調達システム
- 計算科学・計算工学における研究・教育・システム共用に関する大学のリーダーシップの確立

- **オープン** ハードウェアアーキテクチャ (コモディティ技術による)
- **オープン** ソフトウェアスタック (オープンソースミドルウェアとツール)
- **オープン** な利用とユーザ知識・アプリケーションの共有

Kyoto Univ.

416 nodes (61.2TF) / 13TB
Linpack Result:
Rpeak = 61.2TF (416 nodes)
Rmax = 50.5TF



Univ. Tokyo

952 nodes (140.1TF) / 31TB
Linpack Result:
Rpeak = 113.1TF (512+256 nodes)
Rmax = 83.0TF



Univ. Tsukuba

648 nodes (95.4TF) / 20TB
Linpack Result:
Rpeak = 92.0TF (625 nodes)
Rmax = 76.5TF

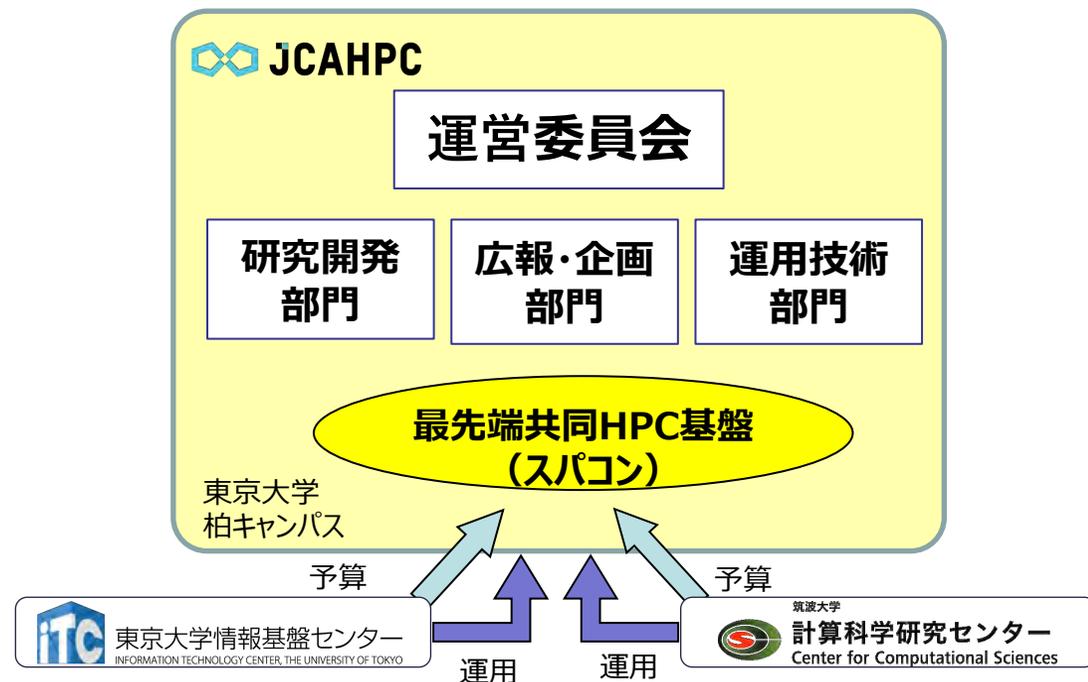


T2Kから「ポストT2K」へ

- T2Kオープンスパコンアライアンスの効果
 - 3台のスパコンは同時に調達・運用され、システム構築技術や性能チューニング技術等を共有し、大学間の強いHPC研究コミュニティの発展につながった。
- T2Kの後、異なる次期システム調達スケジュールやシステム開発ポリシーの違いにより、発展的に解消
 - 京大：4年間サイクルの調達
 - 筑波大：演算加速器系システムに傾注 (HA-PACS)
 - 東大：T2KだけでなくFACシステムとしてFX10を導入 (Oakleaf-FX, Oakbridge-FX)
- そして「ポストT2K」へ
 - 2013年、筑波大学と東京大学による新たなスパコン導入の枠組み → **JCAHPC**
 - T2Kを越える、より強固な連携によるシステム調達 → **Oakforest-PACS**

JCAHPCの体制

- 2大学が調達と運用に関して共に責任を持つ
 - 国内初の試み、世界的にも例を見ない
 - 日本で**最大規模のシステム**を実現
- 筑波大学と東京大学との密な連携・協力
 - 両センターの教員、技術職員が参加
- 仕様に加え調達プロセスを一本化、**単一のシステム**



JCAHPC運営委員会の歴代委員

歴代委員	施設長	副施設長	研究開発部門長	運用支援部門長 /副部門長	広報・企画 部門長	運営委員 メンバー
第1期(2013/4-2015/3)	佐藤三久 (筑波大)	石川裕 (東京大)				
第2期(2015/4-2018/3)	中村宏 (東京大)	梅村雅之 (筑波大)	中島研吾 (東京大)	朴泰祐 (筑波大)	建部修見 (筑波大)	6名～ 10名
第3期(2018/4-2019/3)	田浦健次郎 (東京大)	朴泰祐 (筑波大)	中島研吾 (東京大)	朴泰祐 (筑波大)	建部修見 (筑波大)	
(2019/4-)	田浦健次郎 (東京大)	朴泰祐 (筑波大)	中島研吾 (東京大)	塙敏博 (東京大)/ 建部修見 (筑波大)	高橋大介 (筑波大)	

JCAHPC共同調達のポリシー ～2センターで共有したこと～

- T2Kの精神に基づき、オープンな最先端技術を導入
 - T2K: 2008年に始まったTsukuba, Tokyo, Kyoto の3大学でのオープンスパコンアライアンス、3機関の研究者が仕様策定に貢献、システムへの要求事項を共通化
- システムの基本仕様
 - 超並列PCクラスタ
 - HPC用の最先端プロセッサ、アクセラレータは不採用
 - 広範囲なユーザとアプリケーションのため
 - ピーク性能追求より、これまでのコードの継承を優先
 - 使いやすい高効率相互結合網
 - 大規模共用ファイルシステム
- スケールメリットを活かす
 - 超大規模な単一ジョブ実行も可能とする

2010年8月頃: 次世代メニーコアCPUに決定
Intel Knights Ferry (KNF)

Intel Knights Corner (KNC)

- 2013年: 東大ITC 実験クラスタ
- 2014年4月: 筑波大CCS COMAシステム

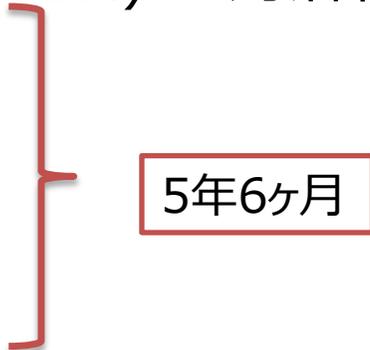


Intel Knights Landing (KNL)

➡ **Oakforest-PACS**

JCAHPC : OFP共同調達～運用終了

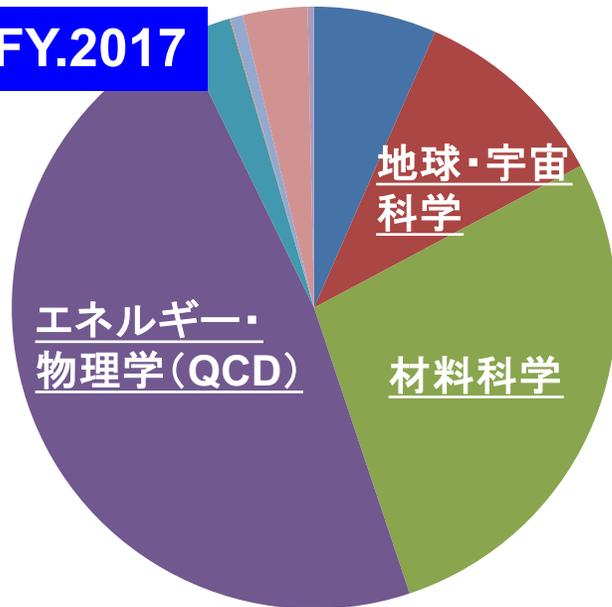
- 2013年: 「最先端共同HPC基盤施設」(JCAHPC)設立
 - 3月: 筑波大学と東京大学との間で「計算科学・工学及びその推進のための計算機科学・工学の発展に資するための連携・協力推進に関する協定」を締結
 - 本協定の下、筑波大学計算科学研究センターと東京大学情報基盤センターが JCAHPC を設置
- 2013年7月: 資料招請 (RFI: Request For Information)
 - 共同調達は既定路線ではなかった、双方の大学から公示
 - システム割合は 筑波大 : 東大 = 1:2 に定める → その後、負担割合全般に適用
- 2015年1月: 意見招請 (RFC: Request For Comments) → 1システムとして調達へ
 - 複数大学による初めての「1システム」共同調達
 - 東京大が事務手続き窓口を担当、筑波大の担当者も参加
- 2016年1月: 入札公告 (RFP: Request For Proposal) ~ 4月落札決定: 富士通
- 2016年10月: 一部稼働開始 (416ノード)
- 2016年12月: 全系稼働開始 (8,208ノード)
- 2017年4月: 一般利用、全国共同利用開始
- 2022年3月: OFP運用終了



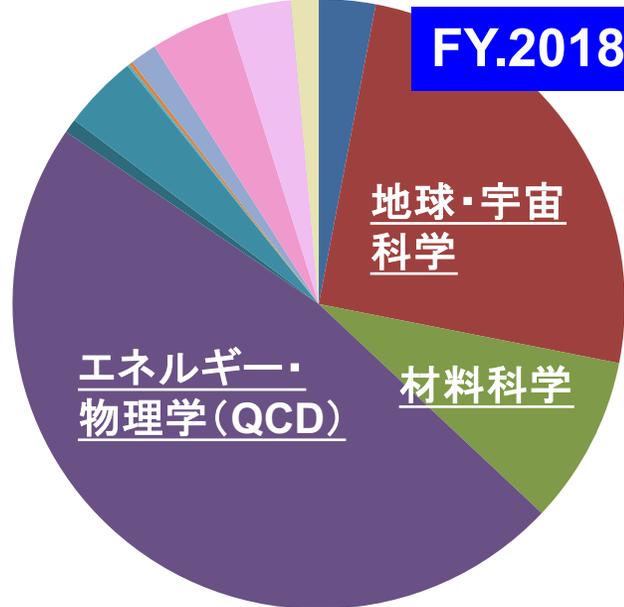
5年6ヶ月

研究分野別利用CPU時間割合

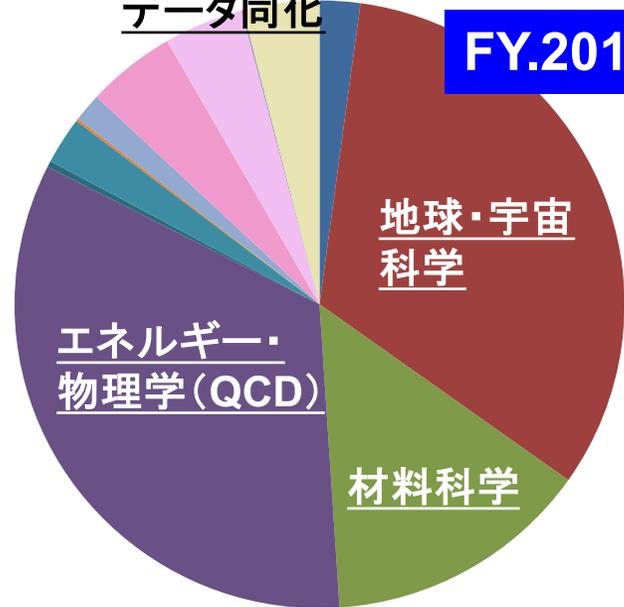
FY.2017



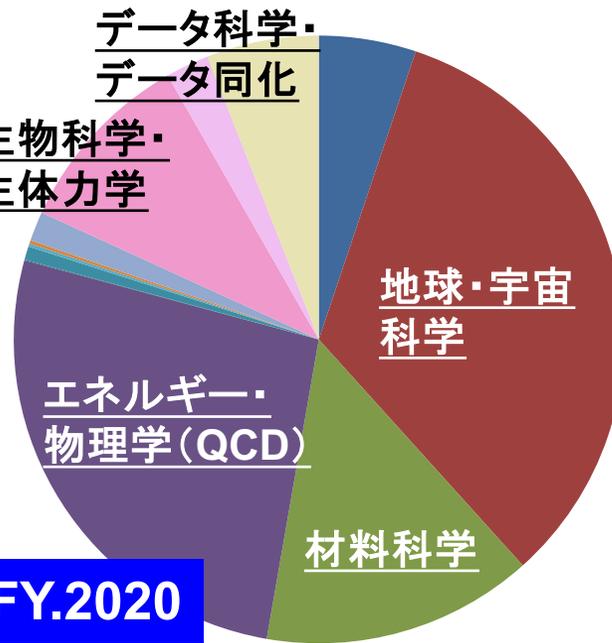
FY.2018



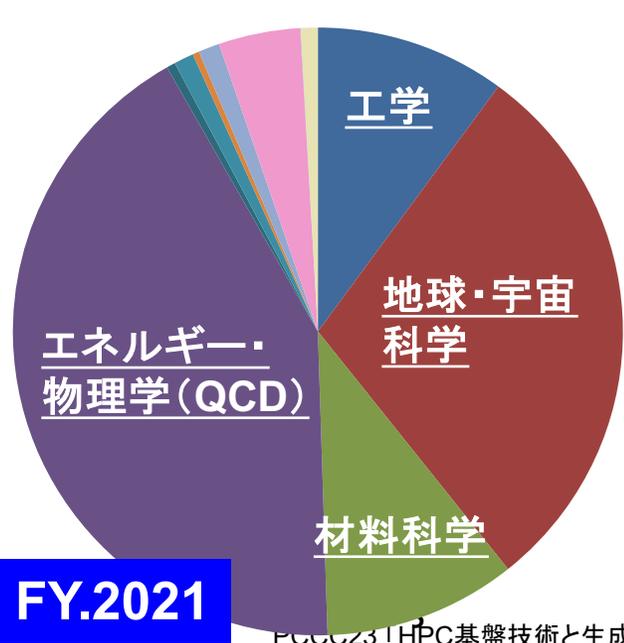
FY.2019



FY.2020



FY.2021



- 工学・ものづくり
- 地球科学・宇宙科学
- 材料科学
- エネルギー・物理学
- 情報科学:システム
- 情報科学:アルゴリズム
- 情報科学:AI
- 教育
- 産業利用
- 生物科学・生体力学
- バイオ
- インフォマティクス
- 社会科学・経済
- データ科学・データ同化

Oakforest-PACSの果たした役割

- OFPは第二階層ではトップクラス
 - 4年半経過でWisteria/BDEC-01に交代
 - 京→富岳移行期の計算資源、大規模ジョブの受け皿として機能
 - 常時2,048ノードジョブ実行可
 - HPCIへの資源提供 (JCAHPCとして一体で実施)
 - 2017, 2018年度: 1,600ノード/年
 - 2019年度～: 3,300ノード/年
- (参考)2022, 23年度はJCAHPCとしてWisteria-Odysseyを提供
- 2,304ノード/年(2022年度)

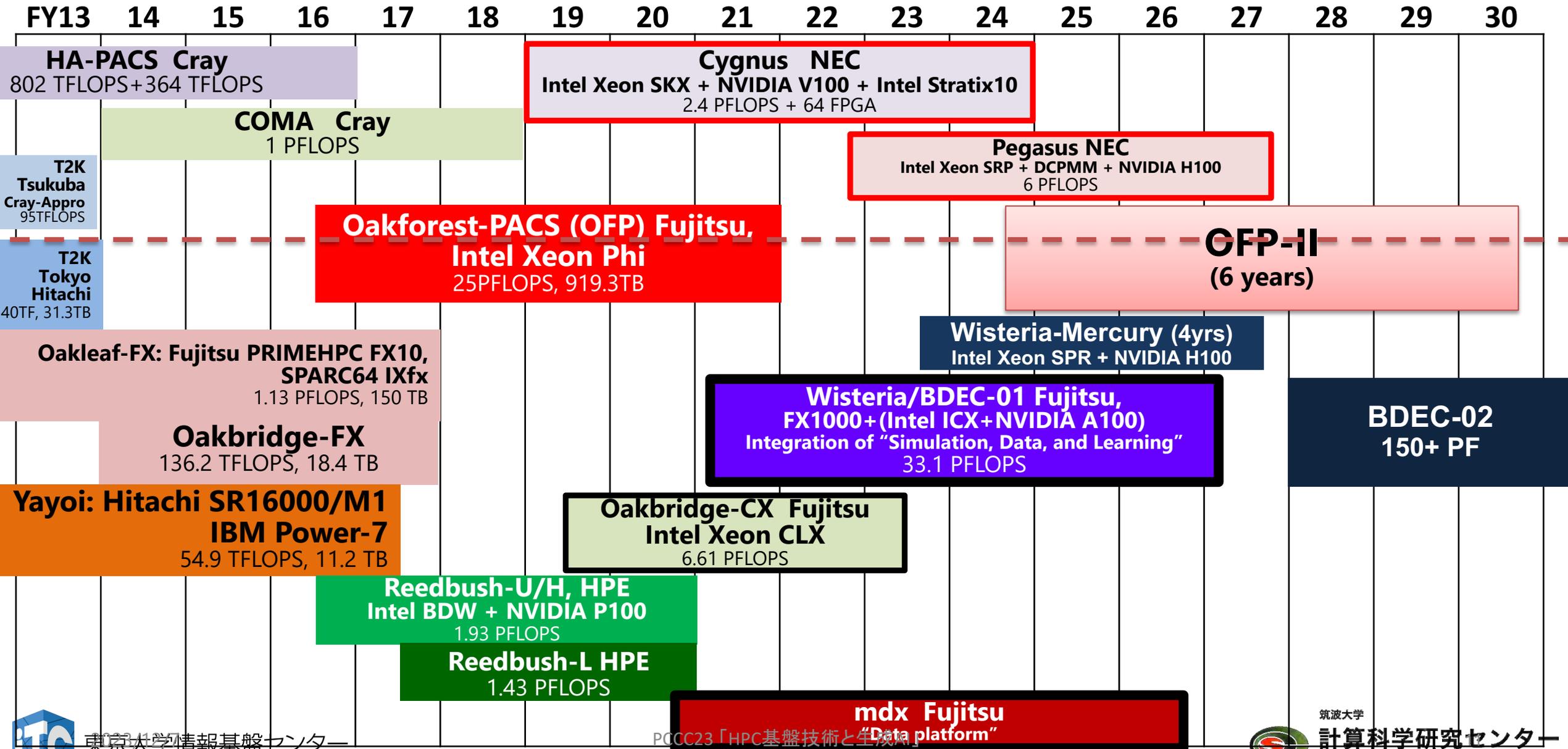


OFP運用終了を記念して (2022年3月31日)

OFP-IIに向けて

- OFP-IIも第2階層システムのトップマシンでありたい
- OFP導入の際の理念を継承
 - システムのオープン性
 - 導入時点のトレンドを見据えた先端アーキテクチャの採用
- さらなる幅広い応用に資する
 - 大規模アプリケーションのユーザを引き続き支援
 - AI for HPC / ScienceといったAIを活用する新計算科学手法の推進
 - 「計算・データ・学習」の融合によるSociety 5.0を支えるプラットフォーム

スパコンの変遷@筑波大CCS&東大ITC



OFP-IIへの道(1/3)



筑波大学
University of Tsukuba

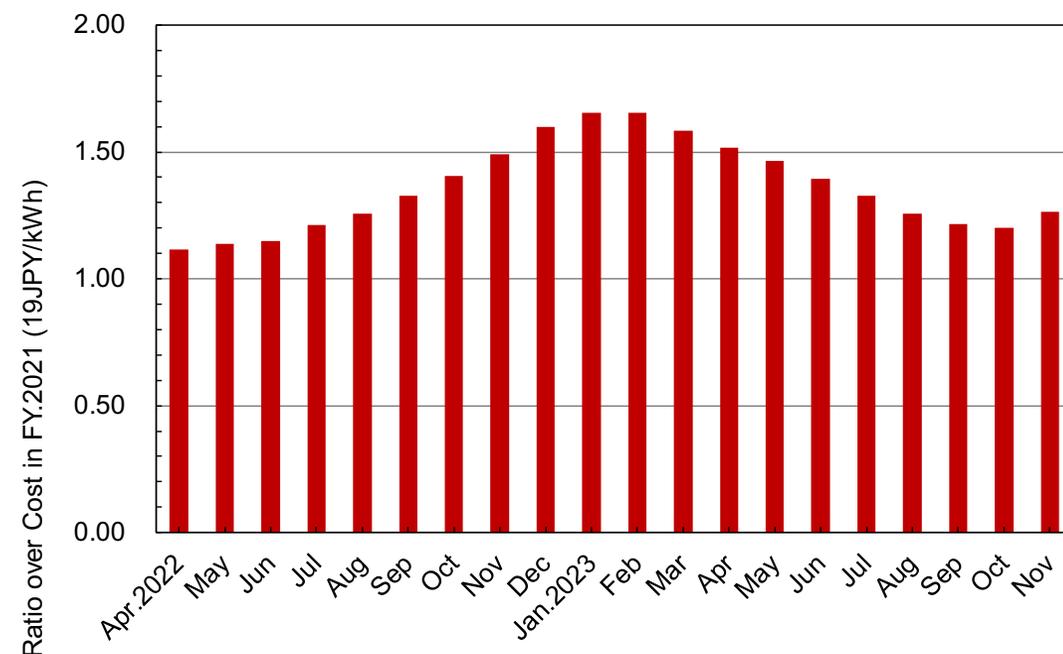


東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO



- 2019年11月頃: JCAHPCとして2代目も継続して設計・運用することを確認
- 2021年2月: システム名を "Oakforest-PACS II (OFP-II)" とすることに決定
- スパコンへの性能要求, 省電力, 脱炭素化⇒演算加速器搭載は不可避(電気代も高騰)
 - 2021年秋には方針決定

System (Top/Green 500)	HW	GF/W
Henri (255,1)	NVIDIA H100	65.4
Frontier (1,6)	AMD MI250X	52.6
Leonardo (4,15)	NVIDIA A100	32.2
Fugaku (2, 49)	A64FX	15.4



電力単価推移(対2021年度比)

OFP-IIへの道(2/3)



- ヘテロな構成
 - 汎用CPUクラスタ(Group-A) + GPUクラスタ(Group-B)
 - 「計算・データ・学習」融合路線は継続
- 先行してGPUを選定
 - OFPユーザー(3,000人以上)のGPUへの移行には18-30ヶ月必要
 - GPUへの移行用の環境を事前に導入、OFP-IIと同アーキテクチャでないという意味がない → Wisteria-Mercury導入
 - 2021年10月 GPUの選定を先行して行うことを決定
 - 2022年2~3月 各社にプリベンチマークを打診、配布
 - 2022年6月 プリベンチマーク結果の報告を元にGPUアーキテクチャ決定

Group-A
CPU only

Group-B
CPU+GPU

OFP-IIへの道(3/3)



筑波大学
University of Tsukuba



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

GPU検討のためのベンチマークを各社に依頼

– 7種類, 計算科学系

- OpenMP+MPI or GPU化済み
- それぞれについて右表のような対応
- ベンチマークは次ページ

→ NVIDIA H100またはその後継に決定

– 決め手

- 性能そのもの
- Fortranで記述されたアプリケーションのポータビリティ
- OpenACC/StdPar(Standard Parallelism)によるGPU化は比較的簡単, OpenMP/MPIハイブリッドによって並列化されたプログラムに適している

A	CPU版のコードに対してホストCPUでの性能を評価	A-1	提供コードをそのまま実行(As-Is)
		A-2	最適化したコードを使用
B	CPU版のコードをGPU化	B-1	OpenACC, OpenMP, Standard Language等の手法でGPU化
		B-2	当該GPUで最大限の性能が出せるようチューニング
C	GPU化済みのコードを最適化	C-1	提供コードまたは既存コードを実行
		C-2	当該GPUで最大限の性能が出せるようチューニング

Seven Benchmarks



筑波大学
University of Tsukuba



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

A: Benchmark for General CPU → GPU

B: Already GPU-enabled

Code	Description	Lang.	Parallelization	GPU	Category
P3D	3-D Poisson's Equation by Finite Volume Method	C	OpenMP	N/A	A
GeoFEM/ICCG	Finite Element Method	Fortran	OpenMP, MPI	N/A	
H-Matrix	Hierarchical-Matrix calculation	Fortran	OpenMP, MPI	N/A	
QCD	Quantum-Chromo Dynamics simulation	Fortran	OpenMP, MPI	CUDA	B
N-Body	N-Body simulation using FDPS	C++	OpenMP, MPI	CUDA	
GROMACS	Molecular Dynamics simulation	C++	OpenMP, MPI	CUDA, HIP, SYCL	
SALMON	Ab-initio quantum-mechanical simulator for optics and nanoscience	Fortran	OpenMP, MPI	(OpenACC)	A

GPU移植・移行の計画

- NVIDIA Japanの協力
- 3,000人以上のOFP利用者:2つの形態
- 「自己移植(Self Porting)」:様々なオプション
 - 1週間のハッカソン(ミニキャンプ), 3ヶ月に1回, オンライン・ハイブリッド, Slack併用
 - 毎月開催される「相談会」(Zoom, 非ユーザーも自由に参加できる)
 - 素晴らしく充実した「移行ポータルサイト」, 各種講習会
 - https://jcahpc.github.io/gpu_porting/
- 「サポート移植(Surpported Porting)」, 2022年10月開始
 - 多くのユーザーを有するコミュニティコード(17種類, 次頁), OpenFOAM(NVIDIA)
 - 外注のための予算も確保(落札ベンダーが担当する予定)
 - 「サポート移植」グループメンバー(主に若手)はハッカソン・相談会にも積極的に参加
- 基本的にOpenACC/StdPar(Standard Parallelism)推奨



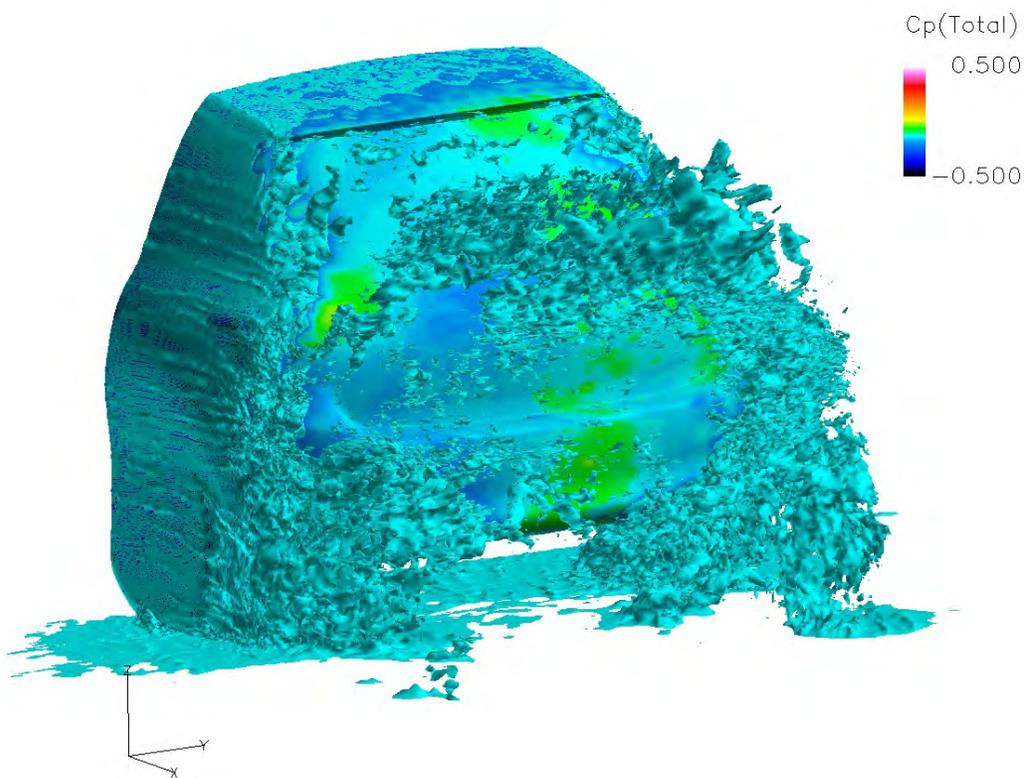
Category	Name (Organizations)	Target, Method etc.	Language
Engineering (3)	FrontISTR (U.Tokyo)	Solid Mechanics, FEM	Fortran
	FrontFlow/blue (U.Tokyo)	CFD, FEM	Fortran
	FrontFlow/red (Advanced Soft)	CFD, FVM	Fortran
Biophysics (3)	ABINIT-MP (Rikkyo U.)	Drug Discovery etc., FMO	Fortran
	UT-Heart (UT Heart, U.Tokyo)	Heart Simulation, FEM etc.	Fortran, C
	Lynx (Simula, U.Tokyo)	Cardiac Electrophysiology, FVM	C
Physics (3)	MUTSU/iHallMHD3D (NIFS)	Turbulent MHD, FFT	Fortran
	Nucl_TDDFT (Tokyo Tech)	Nuclear Physics, Time Dependent DFT	Fortran
	Athena++ (Tohoku U. etc.)	Astrophysics/MHD, FVM/AMR	C++
Climate/ Weather/ Ocean (4)	SCALE (RIKEN)	Climate/Weather, FVM	Fortran
	NICAM (U.Tokyo, RIKEN, NIES)	Global Climate, FVM	Fortran
	MIROC-GCM (AORI/U.Tokyo)	Atmospheric Science, FFT etc.	Fortran77
	Kinaco (AORI/U.Tokyo)	Ocean Science, FDM	Fortran
Earthquake (4)	OpenSWPC (ERI/U.Tokyo)	Earthquake Wave Propagation, FDM	Fortran
	SPECFEM3D (Kyoto U.)	Earthquake Simulations, Spectral FEM	Fortran
	hbi_hacapk (JAMSTEC, U.Tokyo)	Earthquake Simulations, H-Matrix	Fortran
	sse_3d (NIED)	Earthquake Science, BEM (CUDA Fortran)	Fortran

Category	Name (Organizations)	Target, Method etc.	Language
Engineering (3)	FrontISTR (U.Tokyo)	Solid Mechanics, FEM	Fortran
	FrontFlow/blue (U.Tokyo)	CFD, FEM	Fortran
	FrontFlow/red (Advanced Soft)	CFD, FVM	Fortran
Biophysics (3)	ABINIT-MP (Rikkyo U.)	Drug Discovery etc., FMO	Fortran
	UT-Heart (UT Heart, U.Tokyo)	Heart Simulation, FEM etc.	Fortran, C
	Lynx (Simula, U.Tokyo)	Cardiac Electrophysiology, FVM	C
Physics (3)	MUTSU/iHallMHD3D (NIFS)	Turbulent MHD, FFT	Fortran
	Nucl_TDDFT (Tokyo Tech)	Nuclear Physics, Time Dependent DFT	Fortran
	Athena++ (Tohoku U. etc.)	Astrophysics/MHD, FVM/AMR	C++
Climate/ Weather/ Ocean (4)	SCALE (RIKEN)	Climate/Weather, FVM	Fortran
	NICAM (U.Tokyo, RIKEN, NIES)	Global Climate, FVM	Fortran
	MIROC-GCM (AORI/U.Tokyo)	Atmospheric Science, FFT etc.	Fortran77
	Kinaco (AORI/U.Tokyo)	Ocean Science, FDM	Fortran
Earthquake (4)	OpenSWPC (ERI/U.Tokyo)	Earthquake Wave Propagation, FDM	Fortran
	SPECFEM3D (Kyoto U.)	Earthquake Simulations, Spectral FEM	Fortran
	hbi_hacapk (JAMSTEC, U.Tokyo)	Earthquake Simulations, H-Matrix	Fortran
	sse_3d (NIED)	Earthquake Science, BEM (CUDA Fortran)	Fortran

Category	Name (Organizations)	Target, Method etc.	Language
Engineering (3)	FrontISTR (U.Tokyo)	Solid Mechanics, FEM	Fortran
	FrontFlow/blue (U.Tokyo)	CFD, FEM	Fortran
	FrontFlow/red (Advanced Soft)	CFD, FVM	Fortran
Biophysics (3)	ABINIT-MP (Rikkyo U.)	Drug Discovery etc., FMO	Fortran
	UT-Heart (UT Heart, U.Tokyo)	Heart Simulation, FEM etc.	Fortran, C
	Lynx (Simula, U.Tokyo)	Cardiac Electrophysiology, FVM	C
Physics (3)	MUTSU/iHallMHD3D (NIFS)	Turbulent MHD, FFT	Fortran
	Nucl_TDDFT (Tokyo Tech)	Nuclear Physics, Time Dependent DFT	Fortran
	Athena++ (Tohoku U. etc.)	Astrophysics/MHD, FVM/AMR	C++
Climate/ Weather/ Ocean (4)	SCALE (RIKEN)	Climate/Weather, FVM	Fortran
	NICAM (U.Tokyo, RIKEN, NIES)	Global Climate, FVM	Fortran
	MIROC-GCM (AORI/U.Tokyo)	Atmospheric Science, FFT etc.	Fortran77
	Kinaco (AORI/U.Tokyo)	Ocean Science, FDM	Fortran
Earthquake (4)	OpenSWPC (ERI/U.Tokyo)	Earthquake Wave Propagation, FDM	Fortran
	SPECFEM3D (Kyoto U.)	Earthquake Simulations, Spectral FEM	Fortran
	hbi_hacapk (JAMSTEC, U.Tokyo)	Earthquake Simulations, H-Matrix	Fortran
	sse_3d (NIED)	Earthquake Science, BEM (CUDA Fortran)	Fortran

FrontFlow/blue (FFB) Flow Solver

- FEM-based incompressible/compressible Flow Solver
- Developed for Industrial Applications of WR-LES
- Features Automated Mesh Refinement and Overset Method

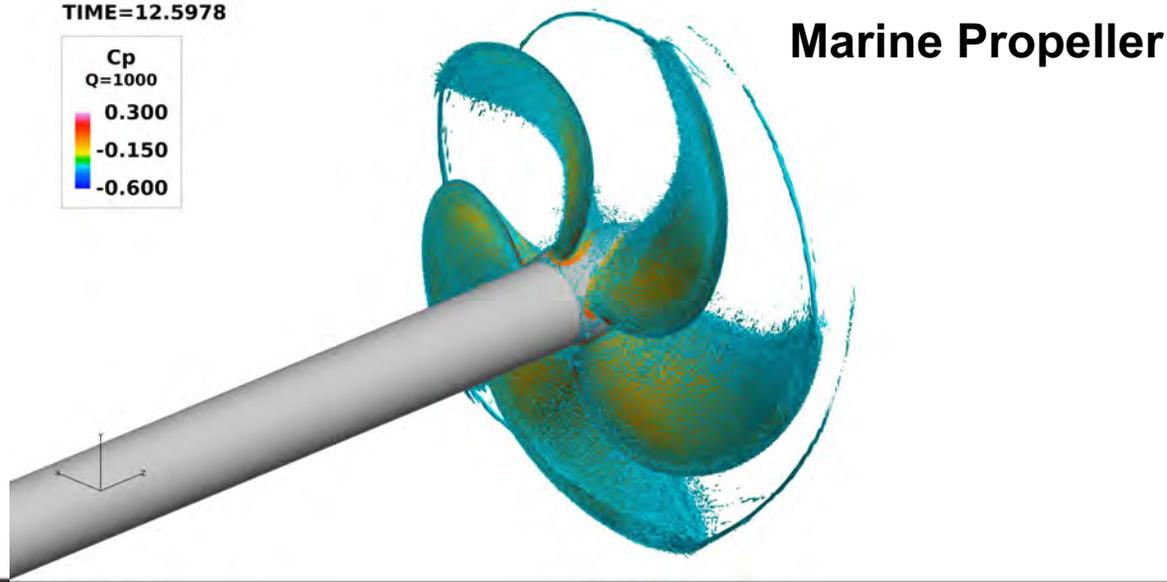
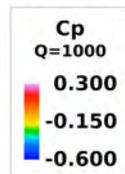


Automobile Wake

[c/o Prof. C. Kato (UTokyo)]



TIME=12.5978



Marine Propeller

Porting FFB on A100 through OpenACC-1

■ Porting of a main kernel GRAD3X completed just by adding directives

```
DO 1000 IP = 1 , NP
  FXBUF=0.0E0
  FYBUF=0.0E0
  FZBUF=0.0E0

  DO 1100 I = 1 , 8
    IE=IENP(I,IP)
    SWRK = S(IE)
    FXBUF=FXBUF-SWRK*DNXYZP(I,1,IP)
    FYBUF=FYBUF-SWRK*DNXYZP(I,2,IP)
    FZBUF=FZBUF-SWRK*DNXYZP(I,3,IP)
1100    CONTINUE
    FXYZ(1,IP)=FXBUF*CM(IP)
    FXYZ(2,IP)=FYBUF*CM(IP)
    FXYZ(3,IP)=FZBUF*CM(IP)
1000 CONTINUE
```

Original code

```
!$acc kernels
  DO 1000 IP = 1 , NP
    FXBUF=0.0E0
    FYBUF=0.0E0
    FZBUF=0.0E0

    !$acc loop seq
      DO 1100 I = 1 , 8
        IE=IENP(I,IP)
        SWRK = S(IE)
        FXBUF=FXBUF-SWRK*DNXYZP(I,1,IP)
        FYBUF=FYBUF-SWRK*DNXYZP(I,2,IP)
        FZBUF=FZBUF-SWRK*DNXYZP(I,3,IP)
1100      CONTINUE
        FXYZ(1,IP)=FXBUF*CM(IP)
        FXYZ(2,IP)=FYBUF*CM(IP)
        FXYZ(3,IP)=FZBUF*CM(IP)
1000 CONTINUE
!$acc end kernels
```

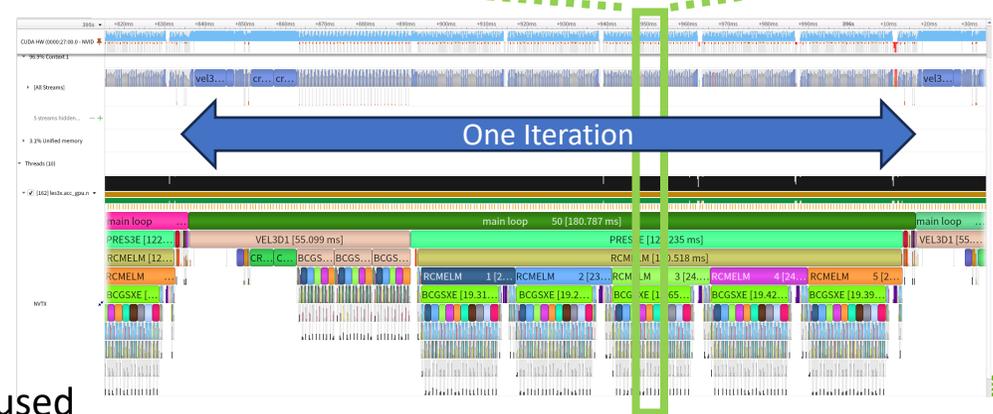
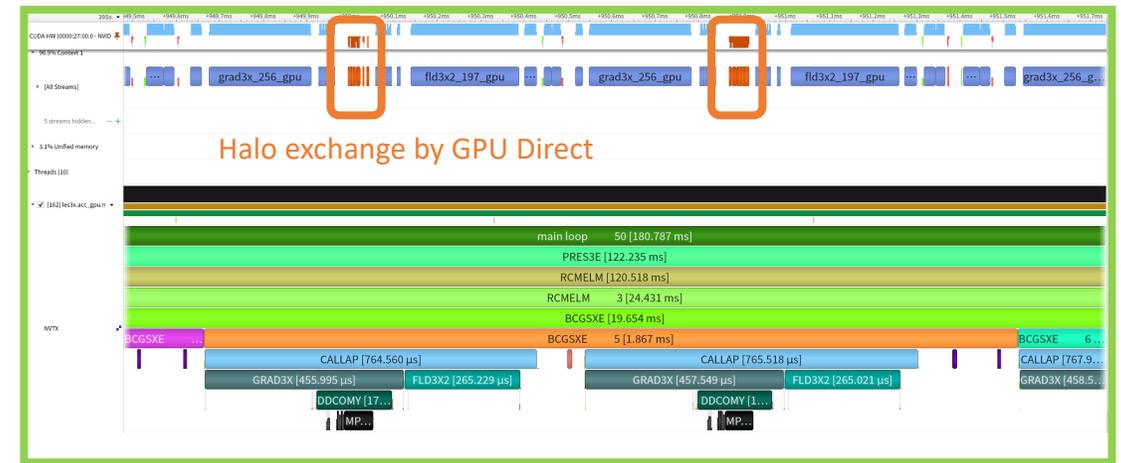
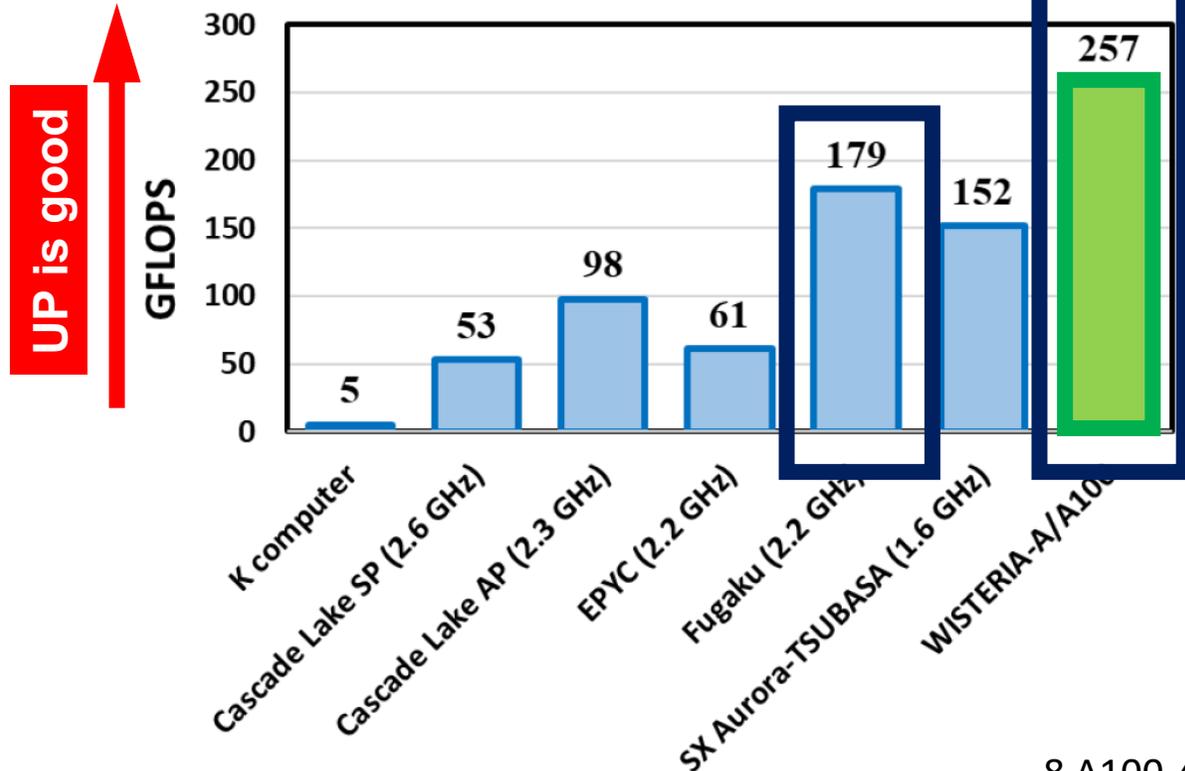
Code with directives

Performance of FFB

- FFB is memory bound
 - Reasonable performance for peak memory bandwidth

- High GPU utilization by using GPU Direct to reduce communication time

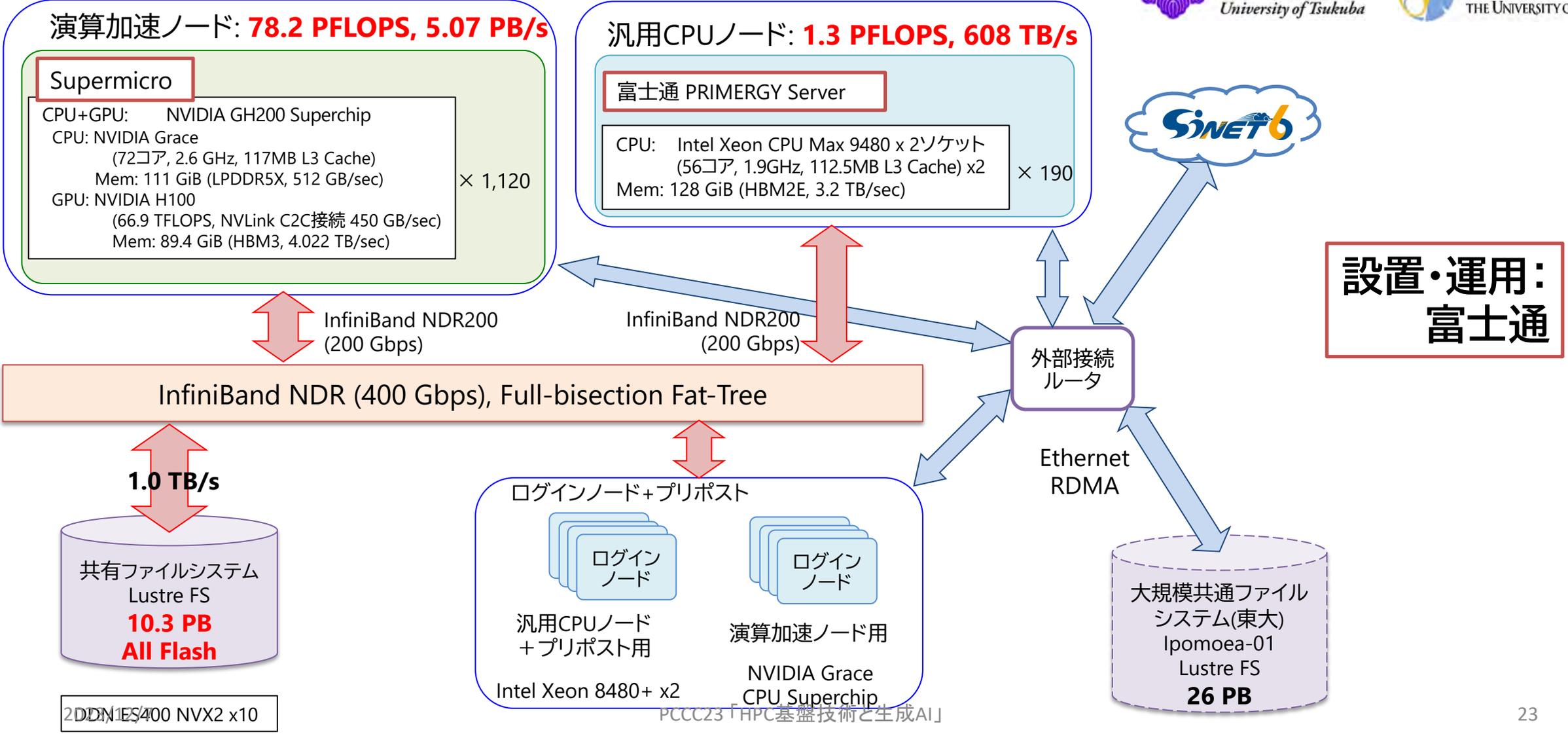
Performance per CPU or GPU



8 A100-40GB GPUs used

OFP-IIの概要 (1/3)

2023年11月開札



OFP-IIの概要 (2/3)

• Group-A: 汎用CPUノード: Intel Xeon Max 9480 (SPR)

- 計算ノード: Intel Xeon Max 9480 (1.9 GHz, 56c) x 2
 - 6.8 TF, 128 GiB, 3,200 GB/sec (HBM2e only)

- 合計

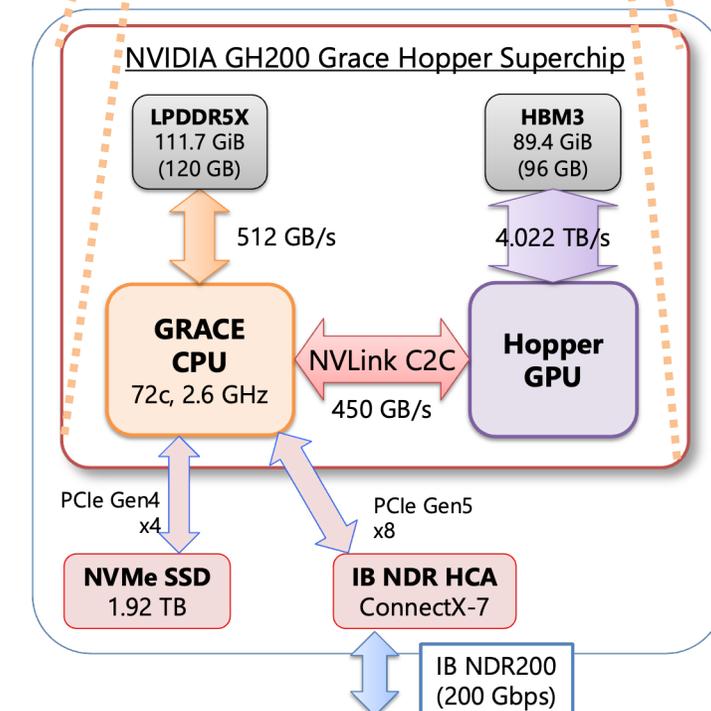
- 190 ノード, 1.3 PF, IB-NDR 200
- 372 TB/sec for STREAM Triad (Peak: 608 TB/sec)

• Group-B: 演算加速ノード: NVIDIA GH200

- 計算ノード: NVIDIA GH200 Grace-Hopper Superchip
 - Grace: 72c, 2.9 TF, 111 GiB, 512 GB/sec (LPDDR5X)
 - H100: 66.9 TF DP-Tensor Core, 89.4 GiB, 4,022 GB/sec (HBM3)
 - CPU-GPU間はキャッシュコヒーレント
 - NVMe SSD for each GPU: 1.9TB, 8.0GB/sec, GPUDirect Storage

- 合計 (CPU+GPUの合計値)

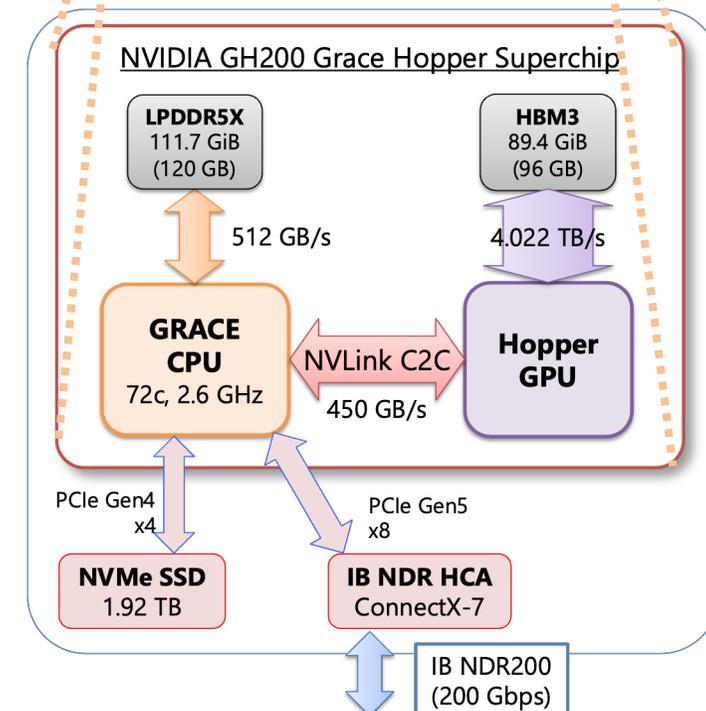
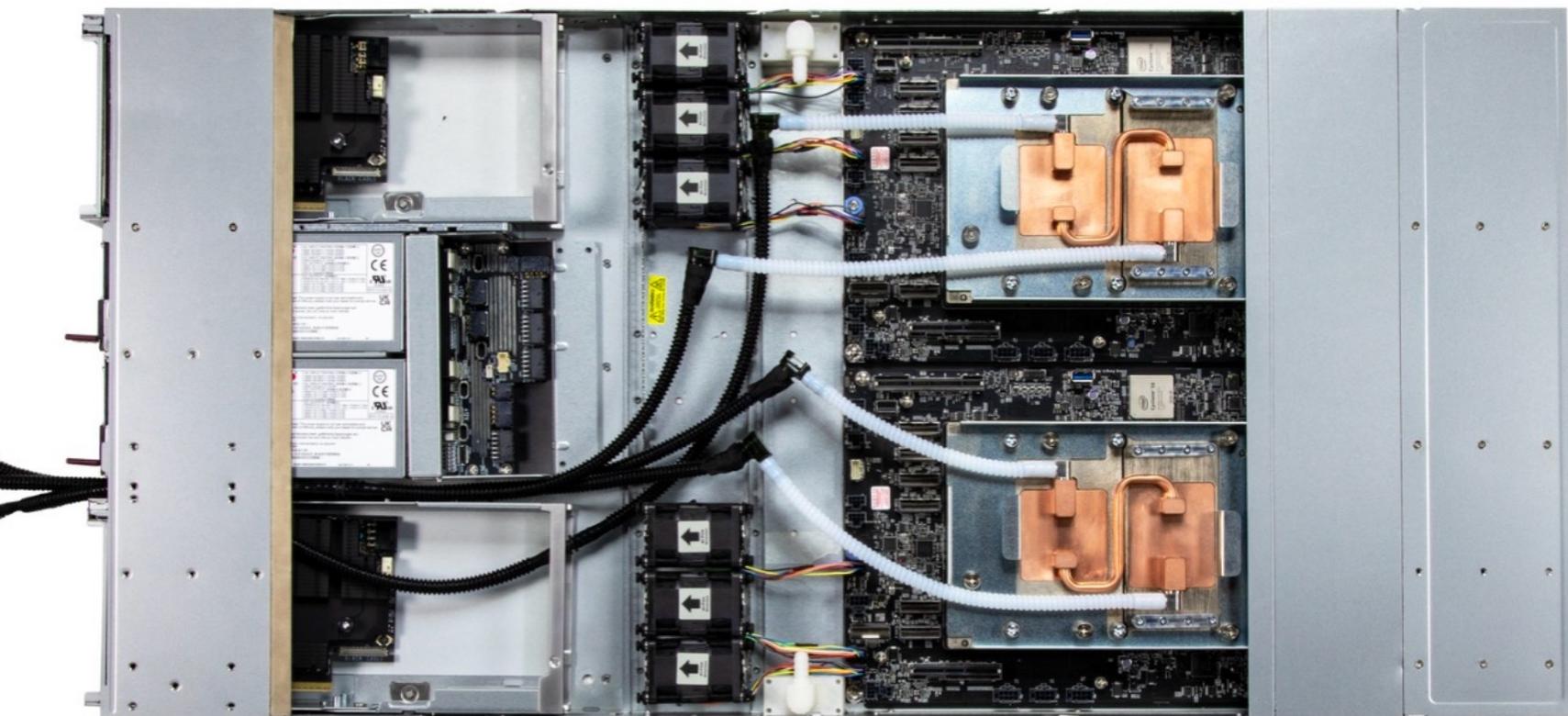
- 1,120 ノード, 78.2 PF, 5.07 PB/sec, IB-NDR 200





OFFP-IIの概要 (2/3)

- Supermicro ARS-111GL-DNHR-LCC
 – 1U 2ノード、直接水冷



OFFP-IIの概要 (3/3)

- ファイルシステム: DDN EXAScalar, Lustre FS
 - 10.3 PB (NVMe SSD) 1.0TB/sec, “Ipomoea-01” (26 PB) も利用可能
- **Group-A/B の全ノードはフルバイセクションバンド幅Fat Treeで接続**
 - $(400\text{Gbps}/8) \times (32 \times 20 + 16 \times 1) = 32.8 \text{ TB/sec}$
- **2025年1月運用開始、Group-A/B間の通信はh3-Open-SYS/WaitIOにより実現**

IB-NDR (400Gbps)		
IB-NDR200 (200)		IB-HDR (200)
Group-A Intel Xeon Max (HBM2e) 2 x 190 1.3 PF, 608 TB/sec	Group-B NVIDIA GH200 1,120 78.2 PF, 5.07 PB/sec	File System DDN EXA Scaler 10.3 PB, 1.0TB/sec

Ipomoea-01
 大規模共通ストレージ
 26 PB



OFP-II 仕様まとめ



	演算加速ノード	汎用CPUノード
理論ピーク性能	78.2 PFLOPS	1.29 PFLOPS
ノード数	1,120	190
合計メモリ容量	220.0 TiB	23.75 TiB
合計メモリバンド幅	5.07 PB/sec	608 TB/sec
インタコネク トポロジ	InfiniBand NDR200 (200 Gbps) Full-bisection Fat Tree	

共有ファイルシステム		Lustre FS
M D S	サーバ	DDN ES400NVX2
	サーバ数(VM)	1 (4)
	inode数	appx. 23.5 B
O S S	サーバ	DDN ES400NVX2
	サーバ数	10 set
	容量	10.3 PB (All Flash)
	理論バンド幅	1.0 TB/sec

項目	演算加速ノード	汎用CPUノード		
サーバ	Supermicro ARS-111GL-DNHR-LCC	FUJITSU Server PRIMERGY CX2550 M7		
C P U	プロセッサ名	NVIDIA GH200 Grace Hopper Superchip, NVIDIA Grace	Intel Xeon CPU Max 9480 (Sapphire Rapids)	
	プロセッサ数 (コア数)	1 (72)	2 (56+56)	
	周波数	2.6 GHz	1.9 GHz	
	理論演算性能	2.9952 TFLOPS	6.8096 TFLOPS	
	メモリ	LPDDR5X	HBM2E	
	メモリ容量	111.7 GiB (120 GB)	128 GiB	
	メモリ帯域幅	512 GB/s	3.2 TB/s	
	G P U	プロセッサ名	NVIDIA Hopper	
		プロセッサ数	1	
		SM数	132	
理論演算性能		66.9 TFLOPS		
メモリ		HBM3	-	
メモリ容量		89.4 GiB (96 GB)		
CPU-GPU間接続	メモリ帯域幅	4.02 TB/s		
	CPU-GPU間接続	NVLink C2C 450 GB/sec キャッシュコヒーレント		
NVMe SSD	1.92 TB, PCIe Gen4 x4	-		

まとめ

- **OFP-II**の調達完了、導入へ
 - 運用開始: 2025年1月 (13ヶ月後)、導入、運用: 富士通
 - 設置場所: 東京大学 柏キャンパス (OFPと同じ部屋、ずっと小さい)
 - Group A: 汎用CPUノード, Intel Xeon Max 9480
 - 計算ノード: 6.8 TFLOPS, 128GiB, 3.2 TB/s (HBM2e only)
 - 合計: **190 ノード, 1.3 PFLOPS, 608 TB/s**
 - Group B: 演算加速ノード, NVIDIA GH200 Superchip
 - CPU: Grace, 2.99 TFLOPS, 111 GiB, 512 GB/s (LPDDR5X)+
 - GPU: Hopper, 66.9 TFLOPS, 89.4 GiB, 4.02 TB/s (HBM3), **キャッシュコヒーレント**, 1.9TB NVMe SSD
 - 合計: **1,120 node, 78.2 PFLOPS, 5.07 PB/s**
 - OFP-IIの合計性能 **79.5 PFLOPS** : OFP (25 PFLOPS)の**約3.2倍**の性能
 - GH200を採用する国内初のシステム
- スケジュール

