

Society 5.0実現を目指す シミュレーション・データ利活用のための プラットフォーム

東京大学 情報基盤センター
埴 敏博

FY11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

Yayoi, Hitachi SR16000/M1
IBM Power-7
54.9 TFLOPS, 28.7 TB/sec.

Oakbridge-CX, Fujitsu
Intel Xeon Cascade Lake
6.61 PFLOPS, 385.2 TB/sec.

T2K Tokyo, Hitachi
AMD Opteron
140.0 TF, 38.1 TB/sec.

Oakforest-PACS (OFP) (JCAHPC)
Fujitsu, Intel Xeon Phi
25.0 PFLOPS, 8.51 PB/sec.

OFP-II
(JCAHPC)
100+ PF ?

Oakleaf-FX, Fujitsu PRIMEHPC FX10
SPARC64 IXfx
1.13 PFLOPS, 408.0 TB/sec.

 **Wisteria
BDEC-01**

BDEC: Wisteria/BDEC-01, Fujitsu
Fujitsu A64FX (Odyssey) +
Intel Xeon Ice Lake/NVIDIA A100
(Aquarius)
33.1 PFLOPS, 8.38 PB/sec.
**Integrated Supercomputer System for
Simulation, Data & Learning**

Oakbridge-FX, Fujitsu
SPARC64 IXfx
136.2 TFLOPS, 49.0 TB/sec.

Data Platform (mdx), Fujitsu
Intel Ice Lake/NVIDIA A100 etc.
8.50 PFLOPS, 0.665 PB/sec.

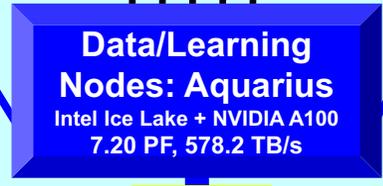
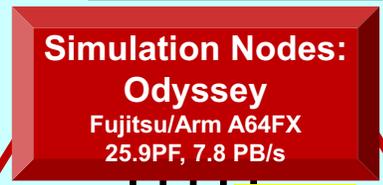
**東京大学情報基盤
センターのスパコン**
利用者2,600+名
55%は学外

Reedbush-U/H, HPE
Intel BDW + NVIDIA P100
1.93 PFLOPS, 258.6 TB/sec.

Reedbush-L, HPE
Intel BDW + NVIDIA P100
1.43 PFLOPS, 197.2 TB/sec.



Platform for Integration of (S+D+L)
Big Data & Extreme Computing



800 Gbps

External Resources



External Network



External Resources



Wisteria BDEC-01

Simulation Nodes
(Odyssey)

2021/12/10



Wisteria BDEC-01

Data/Learning Nodes
(Aquarius)



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO



東京大学情報基盤センター
INFORMATION TECHNOLOGY CENTER, THE UNIVERSITY OF TOKYO

Reedbush (HPE, Intel BDW + NVIDIA P100 (Pascal))

- データ解析・シミュレーション融合スーパーコンピュータ
- 2016年7月～2021年11月末(引退)
- 東大ITC初のGPUクラスタ, ピーク性能3.36 PF

Oakforest-PACS (OFP) (Fujitsu, Intel Xeon Phi (KNL))

- JCAHPC (筑波大CCS・東大ITC), 2016年10月～2022年3月末(予定)
- 25 PF, #39 in 58th TOP 500 (November 2021)

Oakbridge-CX (OBCX) (Fujitsu, Intel Xeon CLX)

- 2019年7月～2023年6月末(予定)
- 6.61 PF, #110 in 58th TOP500-June 2023 (Plan)



Wisteria/BDEC-01 (Fujitsu)

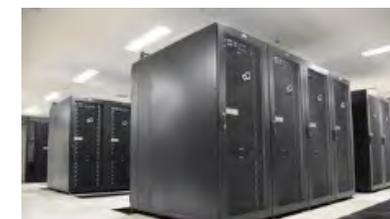
- シミュレーションノード群 (Odyssey) : A64FX (#17)
- データ・学習ノード群 (Aquarius) : Intel Icelake+NVIDIA A100 (#106)
- 33.1 PF, #13 in 57th TOP 500, 2021年5月14日運用開始
- 「計算・データ・学習(S+D+L)」融合のためのプラットフォーム
- 革新的ソフトウェア基盤「h3-Open-BDEC」
(科研費基盤(S) 2019年度～2023年度)



Japan Lustre Users Group 2021



Oakforest-PACS

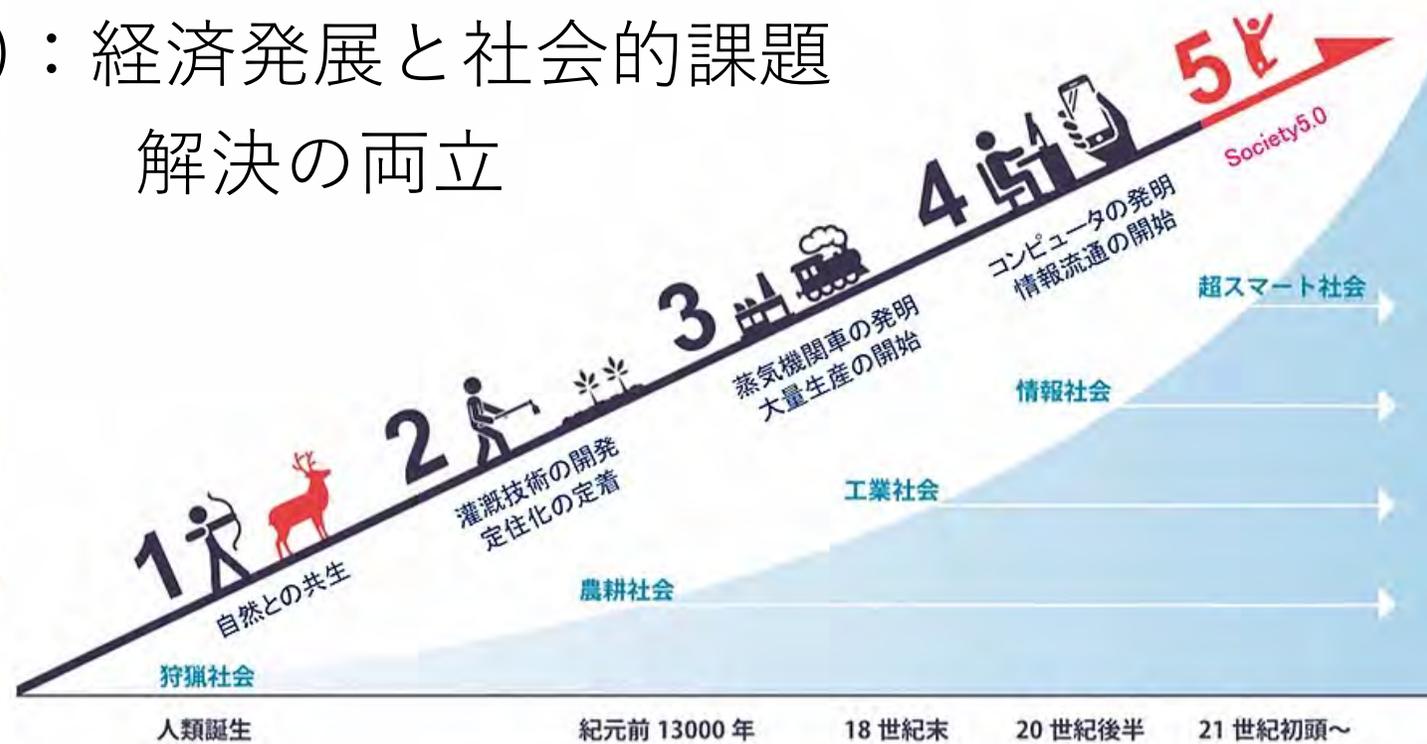


Oakbridge-CX

Society 5.0 : 未来社会のコンセプト

- 超スマート社会： AI, IoT, ビッグデータなどの革新技术を社会全体に活用し、サイバー空間（仮想）とフィジカル空間（現実）を高度に融合させた社会
- 持続可能な開発目標(SDGs)： 経済発展と社会的課題

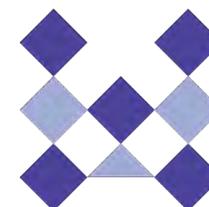
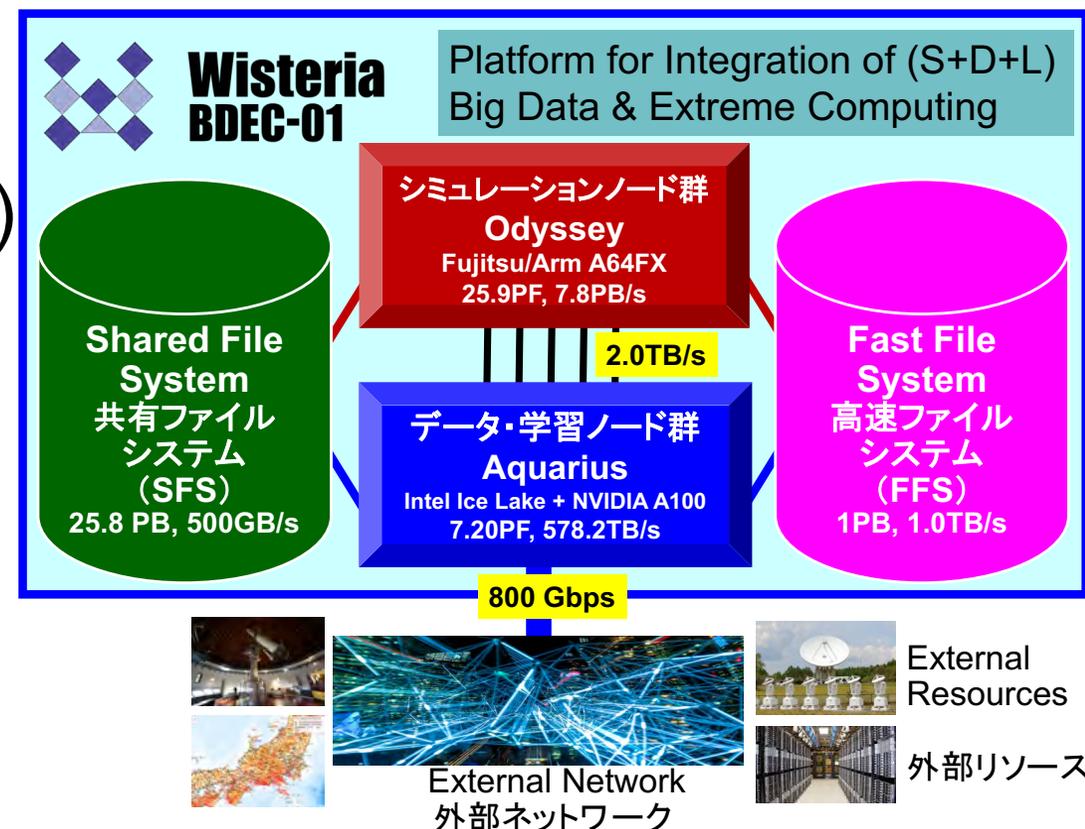
解決の両立



Wisteria/BDEC-01

- 2021年5月14日運用開始
 - 東京大学柏Ⅱキャンパス
- 33.1 PF, 8.38 PB/sec., **富士通製**
 - ~4.5 MVA(空調込み), ~360m²
- Hierarchical, Hybrid, Heterogeneous (h3)
- **2種類のノード群**
 - シミュレーションノード群(S, SIM) : **Odyssey**
 - 従来のスパコン
 - **Fujitsu PRIMEHPC FX1000 (A64FX), 25.9 PF**
 - 7,680ノード(368,640 コア), 20ラック, Tofu-D
 - データ・学習ノード群(D/L, DL) : **Aquarius**
 - データ解析, 機械学習
 - **Intel Xeon Ice Lake + NVIDIA A100, 7.2 PF**
 - 45ノード(Ice Lake:90基, A100:360基), IB-HDR
 - 一部は外部リソース(ストレージ, サーバー, センサーネットワーク他)に直接接続
 - ファイルシステム: 共有(大容量) + 高速

BDEC:「計算・データ・学習(S+D+L)」
融合のためのプラットフォーム
(Big Data & Extreme Computing)



Wisteria
BDEC-01

November 2021 (SC21)の諸ランキング

Wisteria/BDEC-01のシミュレーションノード群 (Odyssey) とデータ・学習ノード群 (Aquarius) は別々に測定・申請

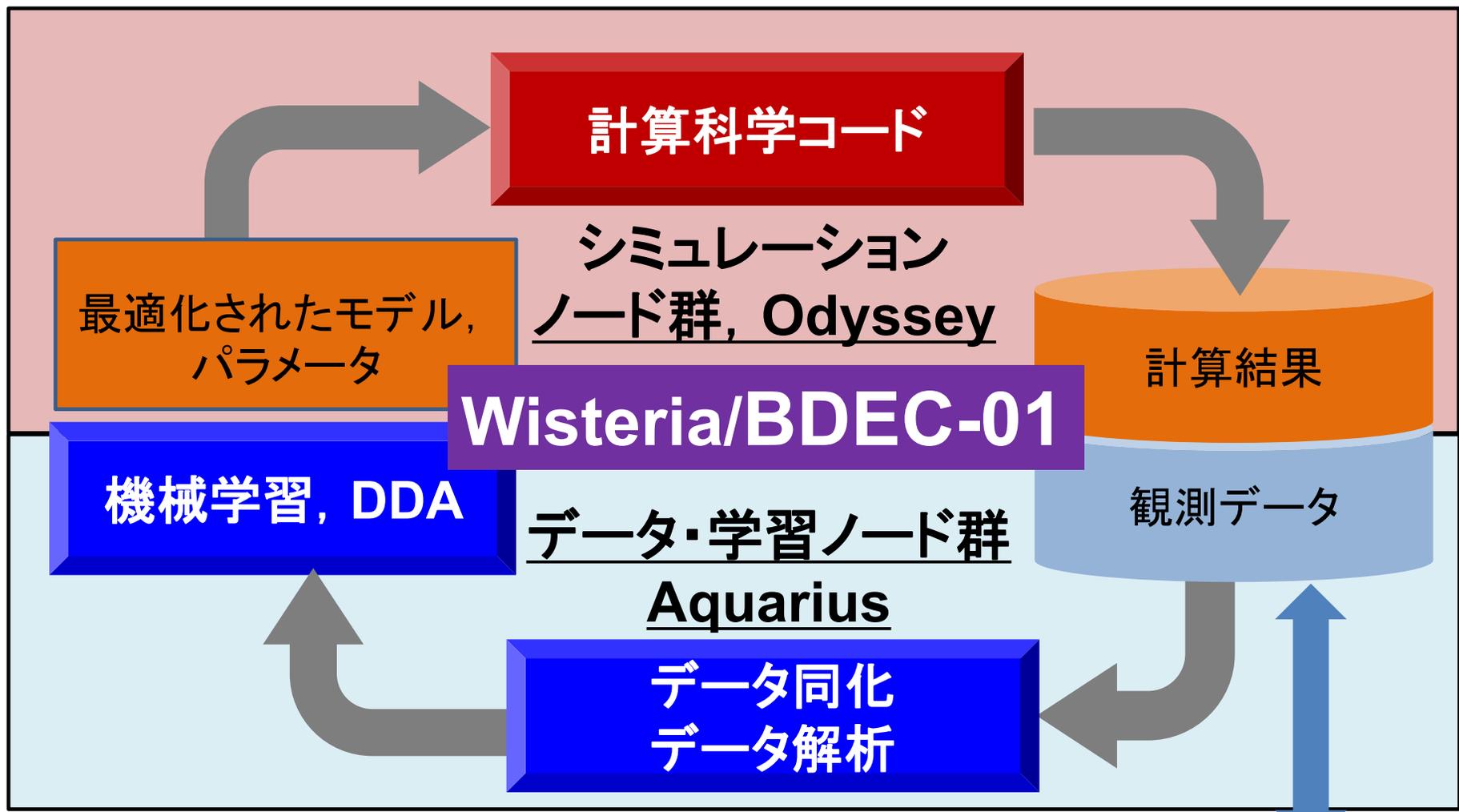
System	TOP500	Green500	HPCG	Graph500	HPL-AI
Wisteria/BDEC-01 (Odyssey)	17	27	9	3	9
Wisteria/BDEC-01 (Aquarius)	106	15	58	-	-

Simulation Nodes
Odyssey
 25.9 PF, 7.8 PB/s

Fast File System (FFS)
 1.0 PB, 1.0 TB/s

Shared File System (SFS)
 25.8 PB, 0.50 TB/s

Data/Learning Nodes
Aquarius
 7.20 PF, 578.2 TB/s



**Wisteria
 BDEC-01**

サーバー
 ストレージ
 DB
 センサー群
 他

外部ネットワーク

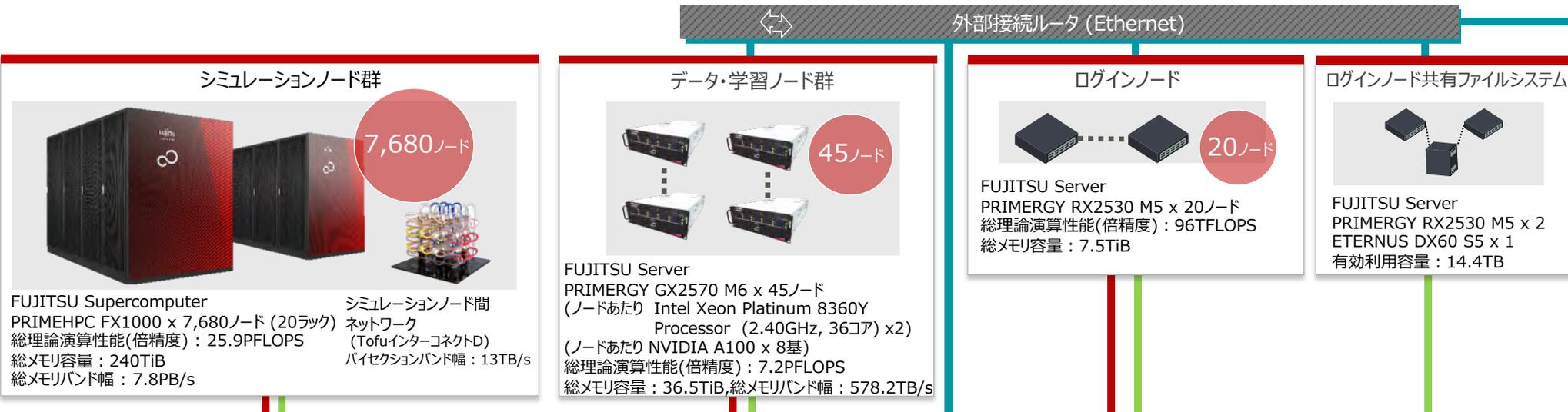
外部
 リソース

Japan Lustre Users Group 2021

システム構成図

シミュレーションノード : 7,680ノード (総理論演算性能 25.9 PFLOPS、総メモリバンド幅 7.8 PB/s)
データ・学習ノード : 45ノード (総理論演算性能 7.2 PFLOPS、総メモリバンド幅 578.2 TB/s)

外部ネットワーク
 ・柏キャンパス
 ・mdxシステム



データ・学習ノード間ネットワーク 兼 ノード群結合ネットワーク (InfiniBand EDR/HDR)

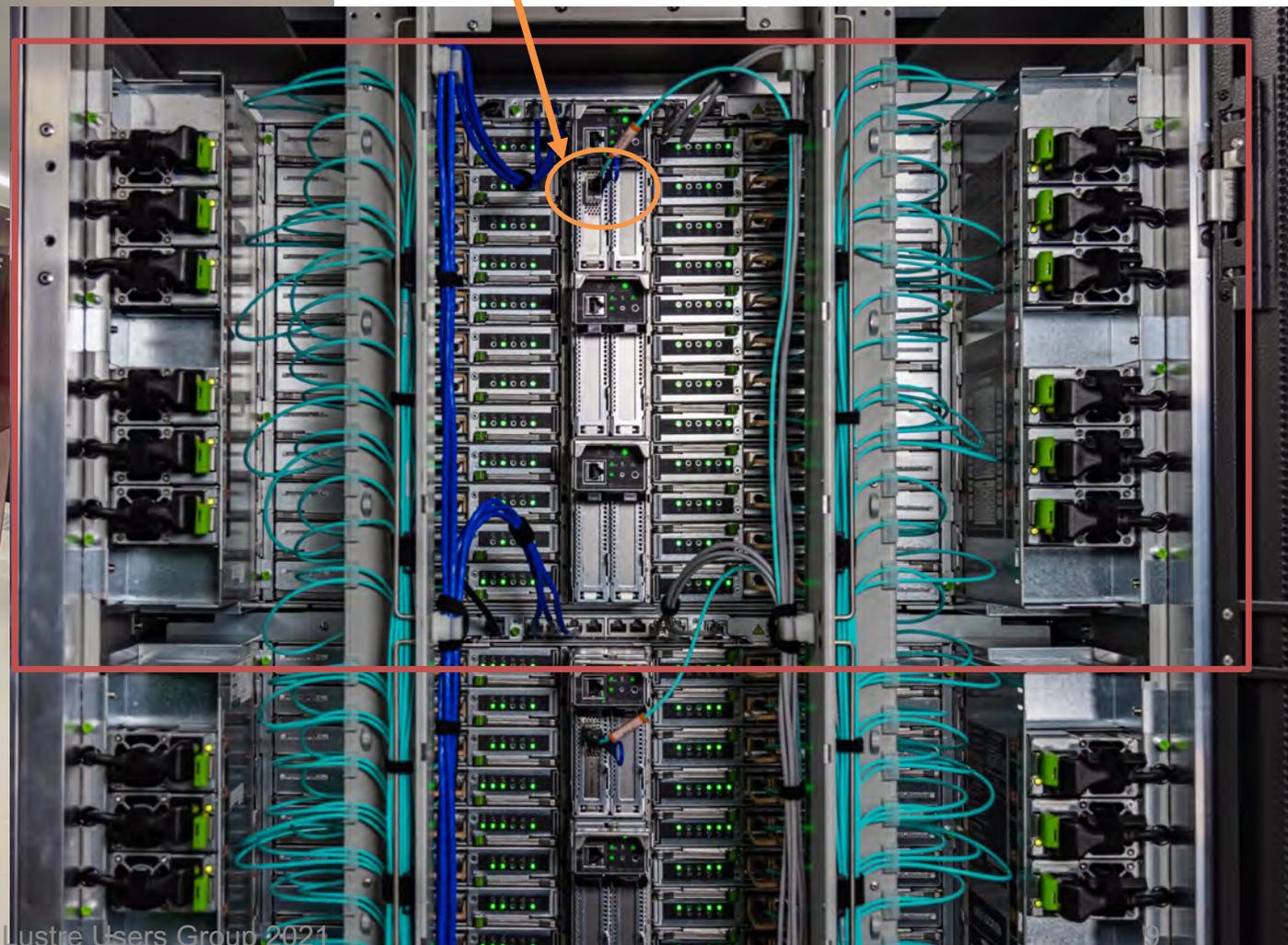
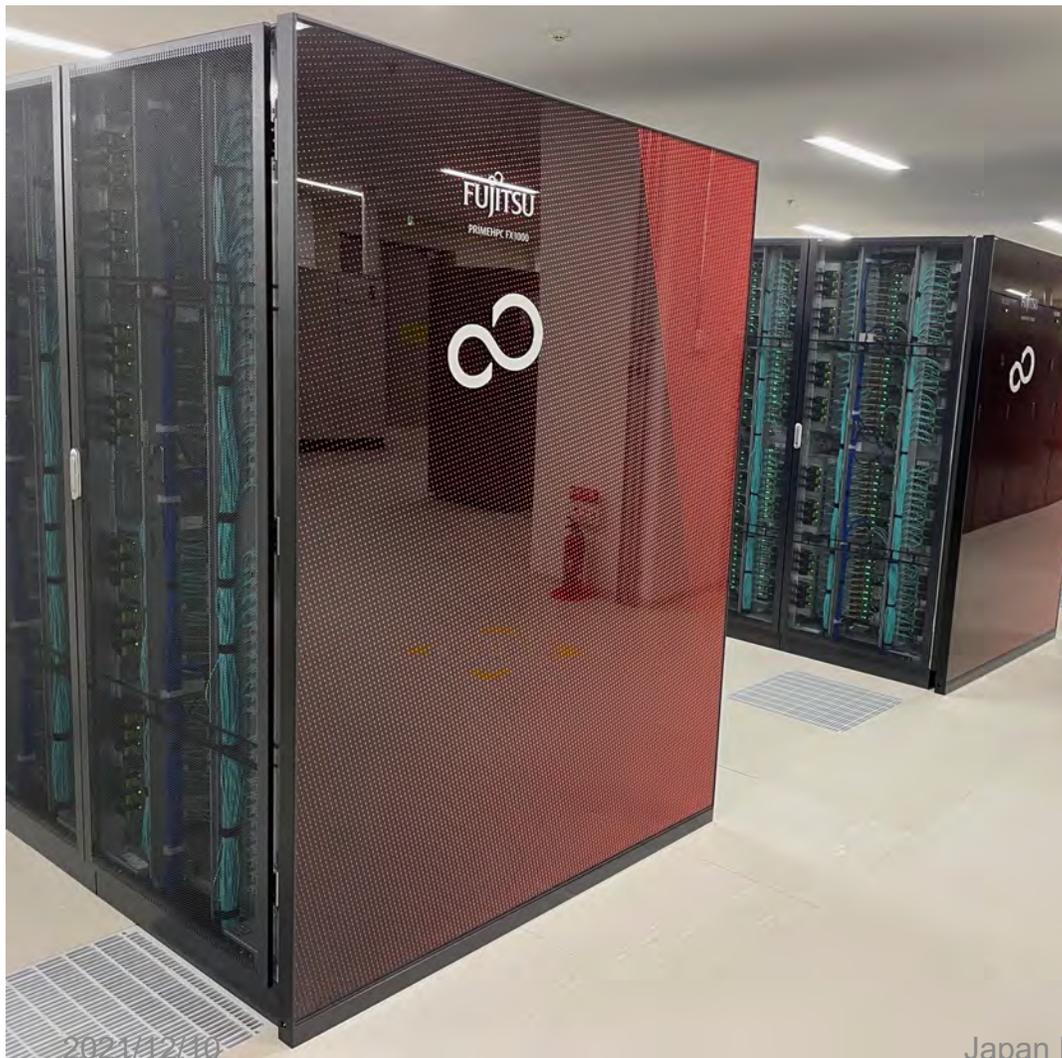
ライブネットワーク/管理ネットワーク (Ethernet)



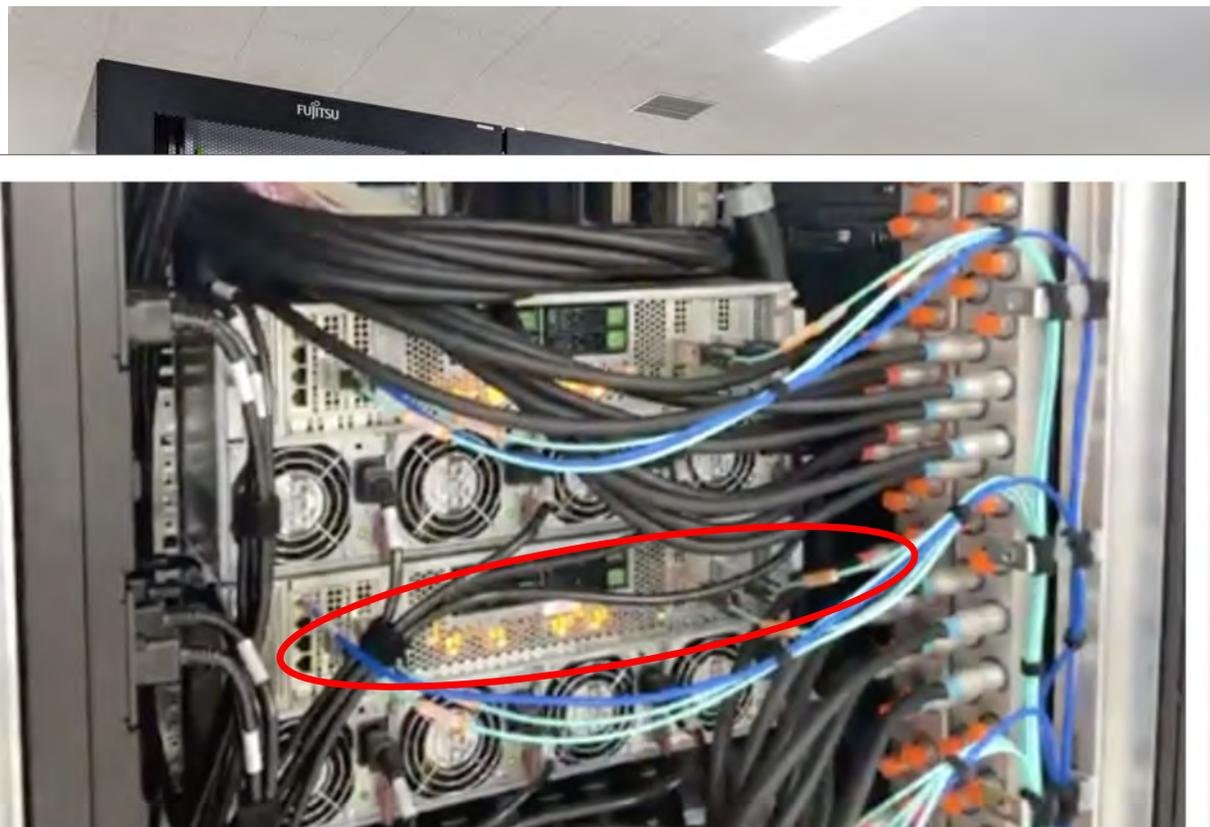
Wisteria-Odyssey: Fujitsu PRIMEHPC FX1000

相互結合用 IB-EDR
(100 Gbps)

1 Shelf(48 node)

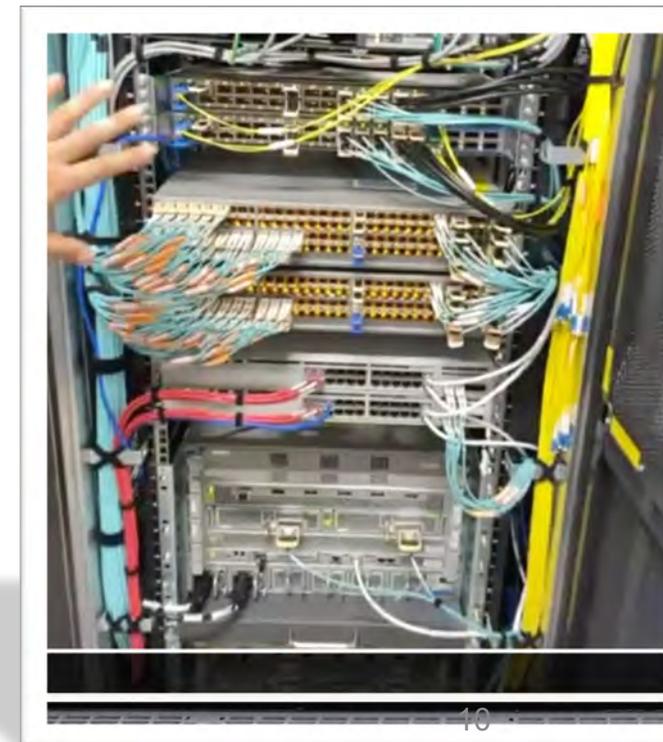


Wisteria-Aquarius : Fujitsu PRIMERGY GX2570 M6



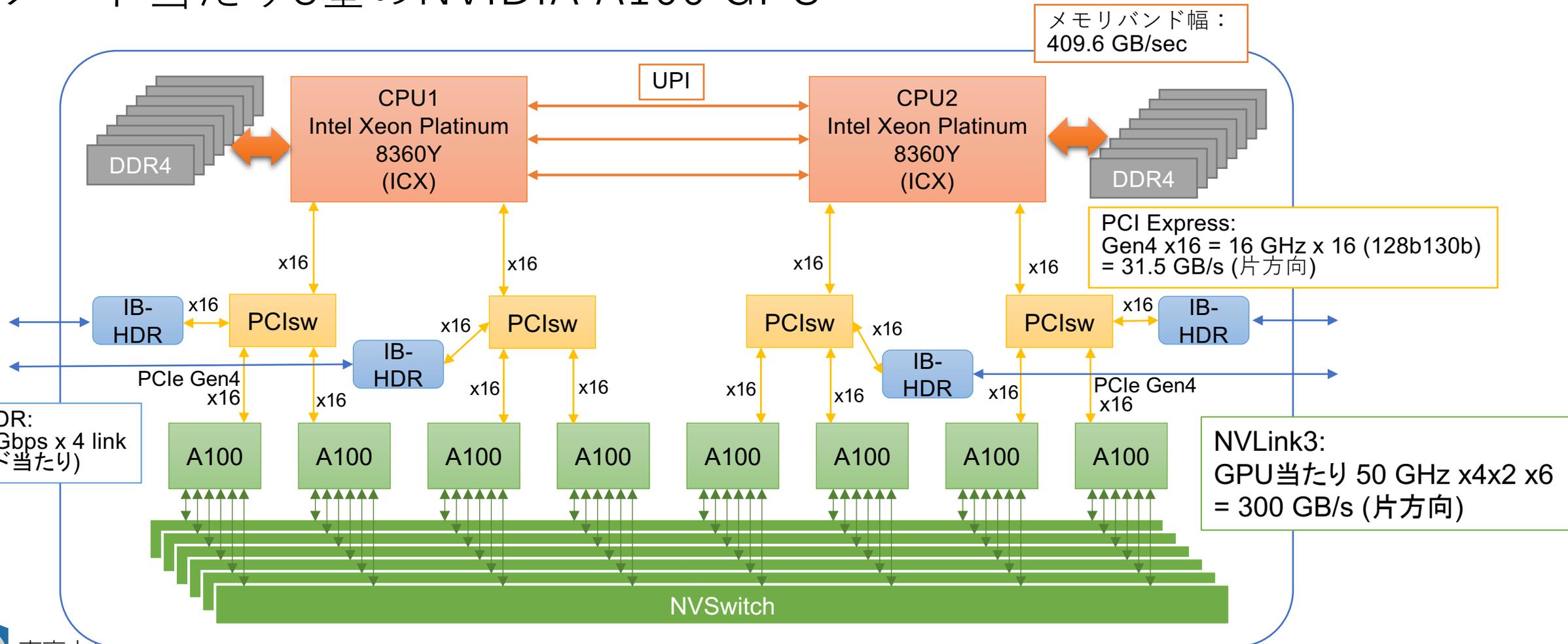
InfiniBand-HDR 200Gbps
Full bisection BW Fat-Tree

外部接続ネットワーク



Aquariusの構成

- Intel Xeon Platinum 8360Y (36c 2.4GHz) x 2ソケット, 512GBメモリ
- ノード当たり8基のNVIDIA A100 GPU

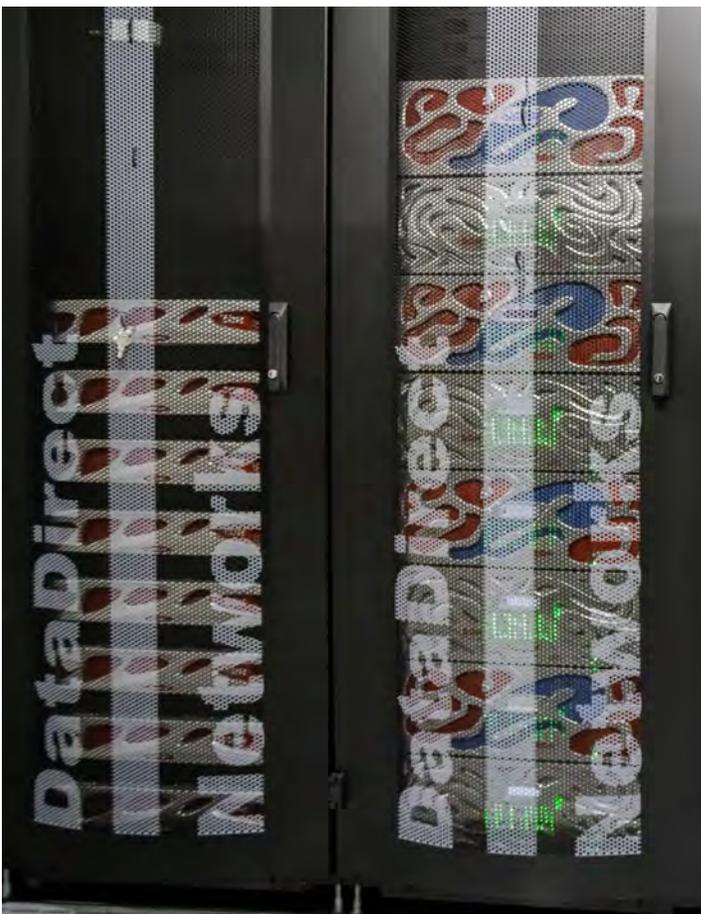


Wisteria/BDEC-01のストレージ

- FEFS (Fujitsu Exabyte File System)
- 並列ファイルシステム(4 rack)
 - **25 PB, 500 GB/s**
 - 4 MDS
 - OSS/OST: DDN SFA7990XE x16
 - ((12TB x 22)x8+2 spare) x16
 - 8D2P相当
 - 128 OST
 - /work
- 高速ファイルシステム(2 rack)
 - **1 PB, 1 TB/s**
 - 2 MDS
 - OSS/OST: DDN SFA400NVXE x16
 - NVMe SSD ((3.84TBx11)x2+1 spare) x16
 - 8D2P相当
 - 128 OST
 - /data/scratch: スクラッチ
 - /data/perm: 恒久



ストレージの写真



高速ストレージ：
OSS/OST: SFA400NVXE x 16
大容量ストレージ：
OSS/OST: (SFA7990XE+SS9012) x 16
(DDN製)



高速ストレージ：
MDS : PRIMERGY RX2530 M5 x 2
MDT : ETERNUS AF250 S3 x 1
大容量ストレージ：
MDS : PRIMERGY RX2530 M5 x 4
MDT : ETERNUS AF250 S3 x 1
(富士通製)

項目		Wisteria-O (Odyssey)	Wisteria-A (Aquarius)
総理論演算性能		25.9 PFLOPS	7.2 PFLOPS
総ノード数		7,680	45
総主記憶容量		240.0 TiB	36.5 TiB
ネットワークトポロジー		6次元メッシュ / トーラス	Full-bisection Fat Tree
共有ファイルシステム	システム名	FEFS (Fujitsu Exabyte File System)	
	サーバ(OSS)	DDN SFA7990XE	
	サーバ(OSS)数	16	
	ストレージ容量	25.8 PB	
	ストレージデータ転送速度	504 GB/s	
高速ファイルシステム	システム名	FEFS (Fujitsu Exabyte File System)	
	サーバ(OSS)	DDN SFA400NVXE	
	サーバ(OSS)数	16	
	ストレージ容量	1.0 PB	
	ストレージデータ転送速度	1.0 TB/s	

項目		Wisteria-O (Odyssey)	Wisteria-A (Aquarius)
マシン名		FUJITSU Supercomputer PRIMEHPC FX1000	FUJITSU Server PRIMERGY GX2570 M6
CPU	プロセッサ名	A64FX	Intel Xeon Platinum 8360Y (開発コード名: Ice Lake)
	プロセッサ数 (コア数)	1 (48+アシスタントコア2 or 4)	2 (36+36)
	周波数	2.2 GHz	2.4 GHz
	理論演算性能	3.3792 TFLOPS	5.53 TFLOPS
	メモリ容量	32 GB	512 GiB
	メモリ帯域幅	1,024 GB/s	409.6 GB/s
GPU	プロセッサ名	-	NVIDIA A100
	SM数 (単体)		108
	メモリ容量 (単体)		40 GB
	メモリ帯域幅 (単体)		1,555 GB/s
	理論演算性能 (単体)		19.5 TFLOPS
	搭載数		8
	CPU-GPU間接続		PCI Express Gen4 x 16レーン (1レーンあたり片方向32 GB/s)
	GPU間接続		NVLink x 12本 (1本あたり片方向25GB/s)
インターコネク		Tofuインターコネク	InfiniBand HDR(200Gbps) x 4

ストレージ性能

- メタデータ性能 (mdtest)
 - 共有FSに対し, 複数のクライアントから, 個別のディレクトリに対するファイル操作
 - 高速FSも並列FSと同等の性能
 - O: 4シェルフ 100*4=400 Gbps有効?
 - A: 8ノード 200*4*8=6.4 Tbps

- ファイル書き込み性能 (IOR)
 - 共有FSに対し独立なファイルの書き込み性能 (MiB)
 - O: 極力GIOノードを割り当て
 - A: 全ノード

	Odyssey 4x4x8ノード 1024プロセス	Aquarius 8ノード 128プロセス
File creation	63,596	53,856
File stat	120,498	281,756
File removal	26,720	92,472

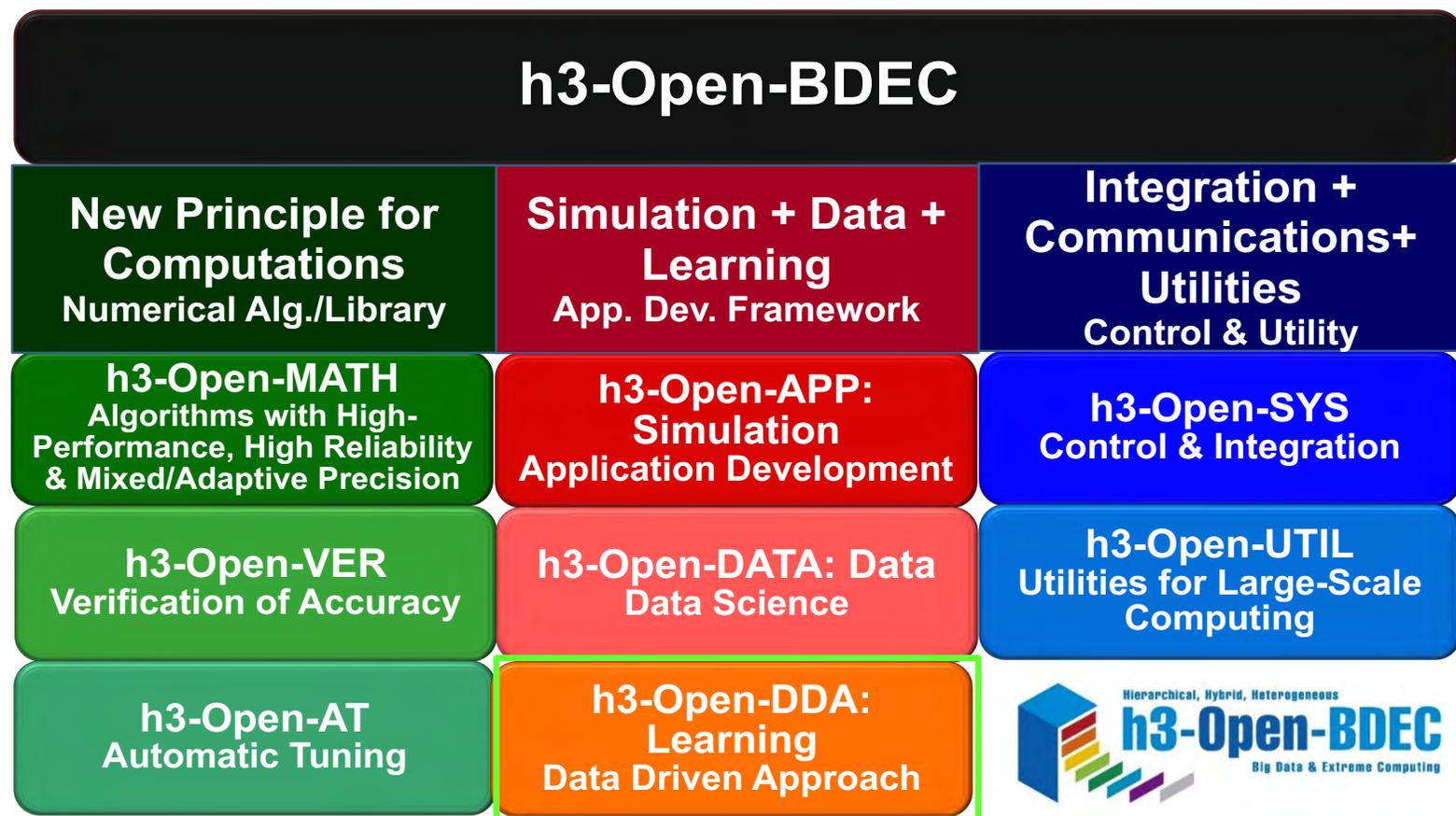
	Odyssey		Aquarius	
高速FS	20x12x16 ノード確保 960 プロセス	455,372	45ノード 720 プロセス	322,115
並列FS	16x24x16 ノード確保 3072 プロセス	281,480	45ノード 720 プロセス	236,643

h3-Open-BDEC

「計算＋データ＋学習」融合を実現する革新的ソフトウェア基盤
 科研費基盤(2019年度～2023年度, 代表: 中島研吾,
 北大, 東大, 名大, 東工大, 九大各センター協力)

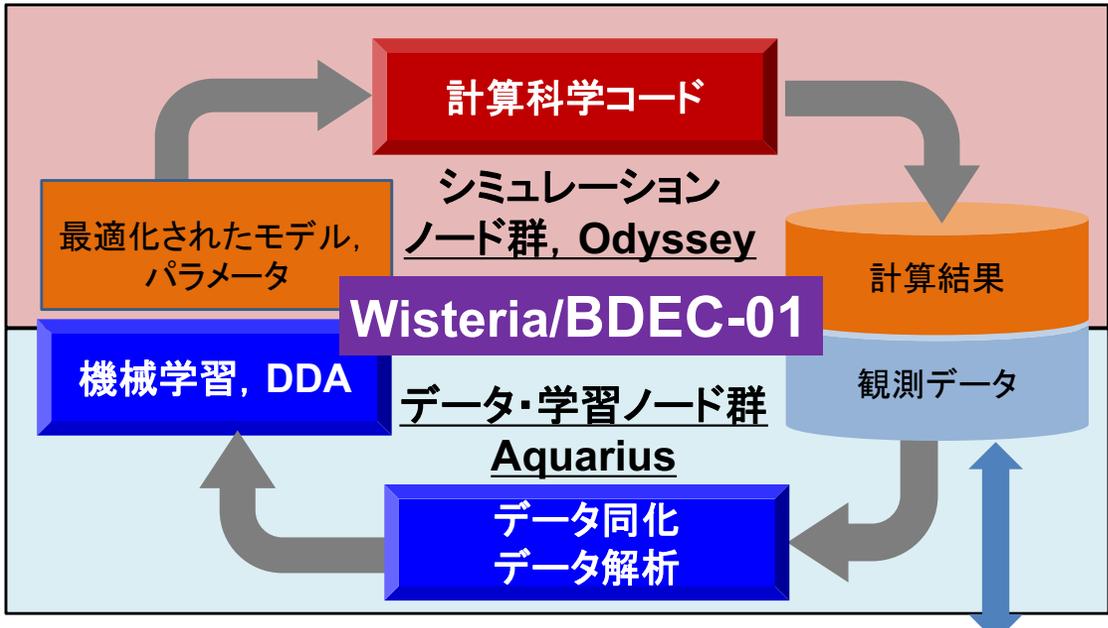
- ① 変動精度演算・精度保証・自動チューニングによる新計算原理に基づく革新的数値解法
- ② 階層型データ駆動アプローチ (hDDA: Hierarchical Data Driven Approach) 等に基づく革新的機械学習手法

✓ Hierarchical, Hybrid, Heterogeneous ⇒ h3



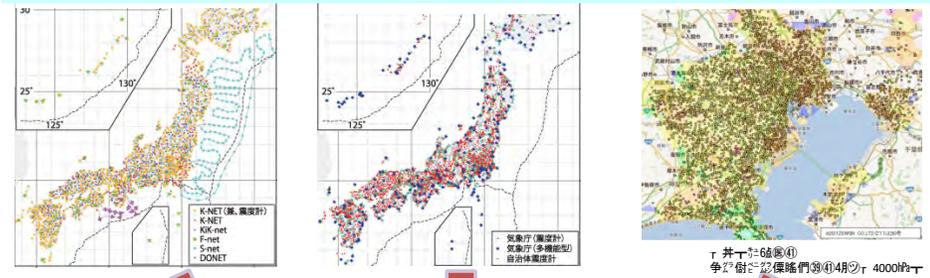
三次元地震シミュレーション+リアルタイムデータ同化/観測

JDXnetの観測データを利用したリアルタイムデータ同化/観測

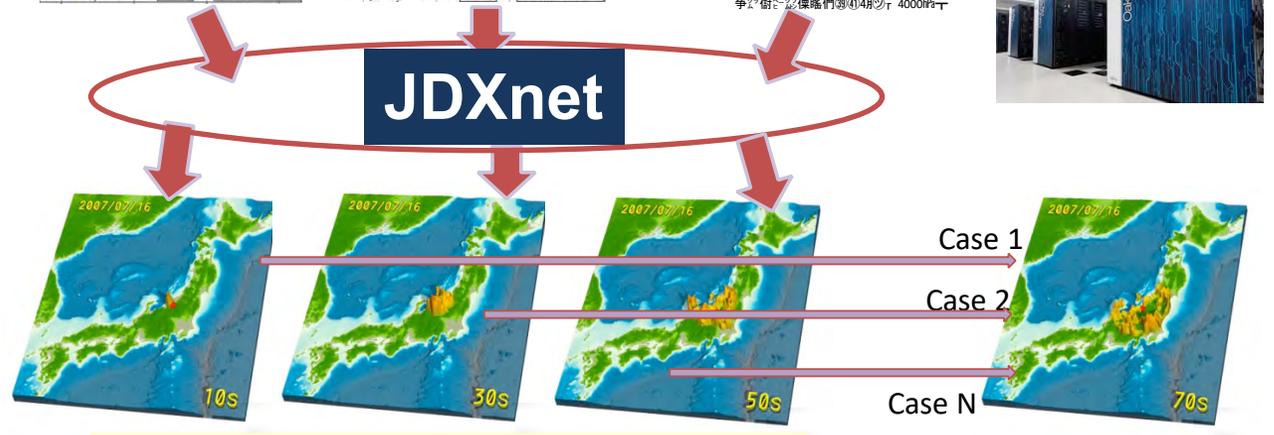
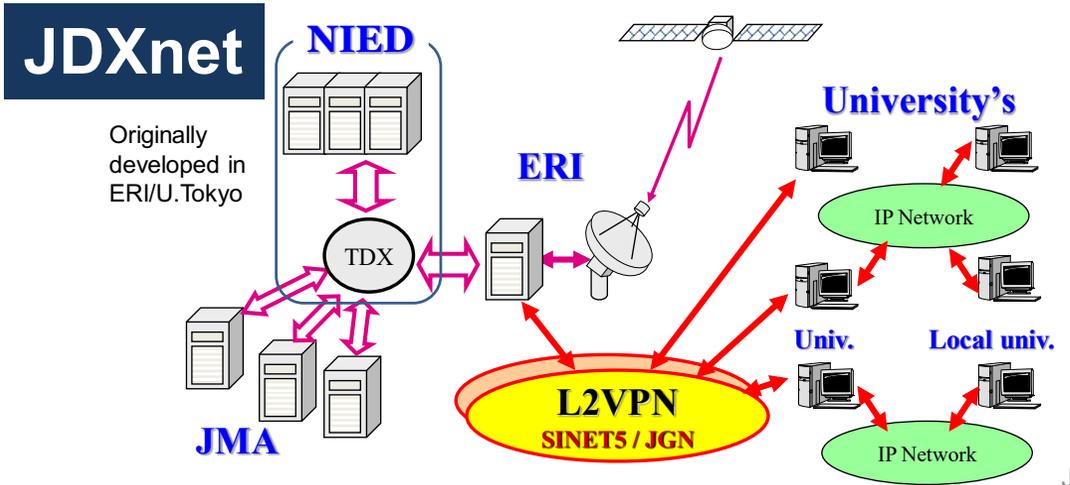


外部リソース
Server, Storage, DB, Sensors他

Observation Network for Earthquake: $O(10^5)$ Points



[c/o Furumura]



Real-Time Data/Simulation Assimilation
Real-Time Update of Underground Model

[資料提供: 古村孝志教授 (東大・地震研)]

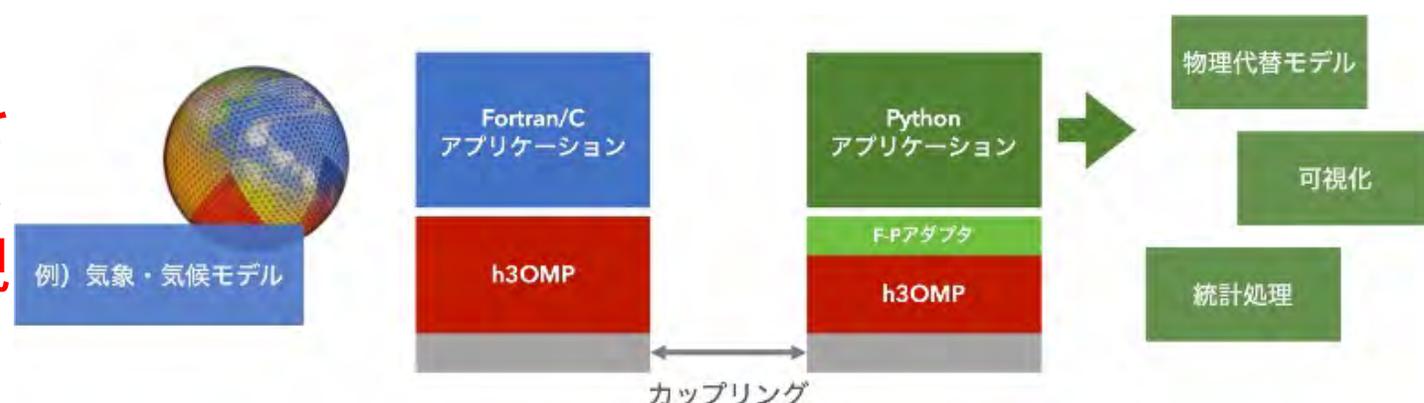
「計算＋データ＋学習」融合を支援する 多機能カプラーh3-Open-UTIL/MP



- 異なる物理モデル連成のアンサンブル実行を支援・統合するための機能
 - MPI通信、時刻同期、格子系間マッピング等の管理機能の他、従来のカプラーには無い、複数の弱連成結合シミュレーションのアンサンブル実行、片側のモデルのみをアンサンブル実行する多対1の弱連成結合が可能
 - スパコン上で、全地球大気海洋連成シミュレーションによって動作検証済み

Fortran/Cコード(物理モデル)とPythonコードの弱連成を実現する機能

- FortranやCで記述されたプログラム同士の間での連成計算に限って開発を行ってきたカプラーを、Pythonによって記述されたAI・機械学習、可視化処理系のワークロードから活用できるように機能拡充。

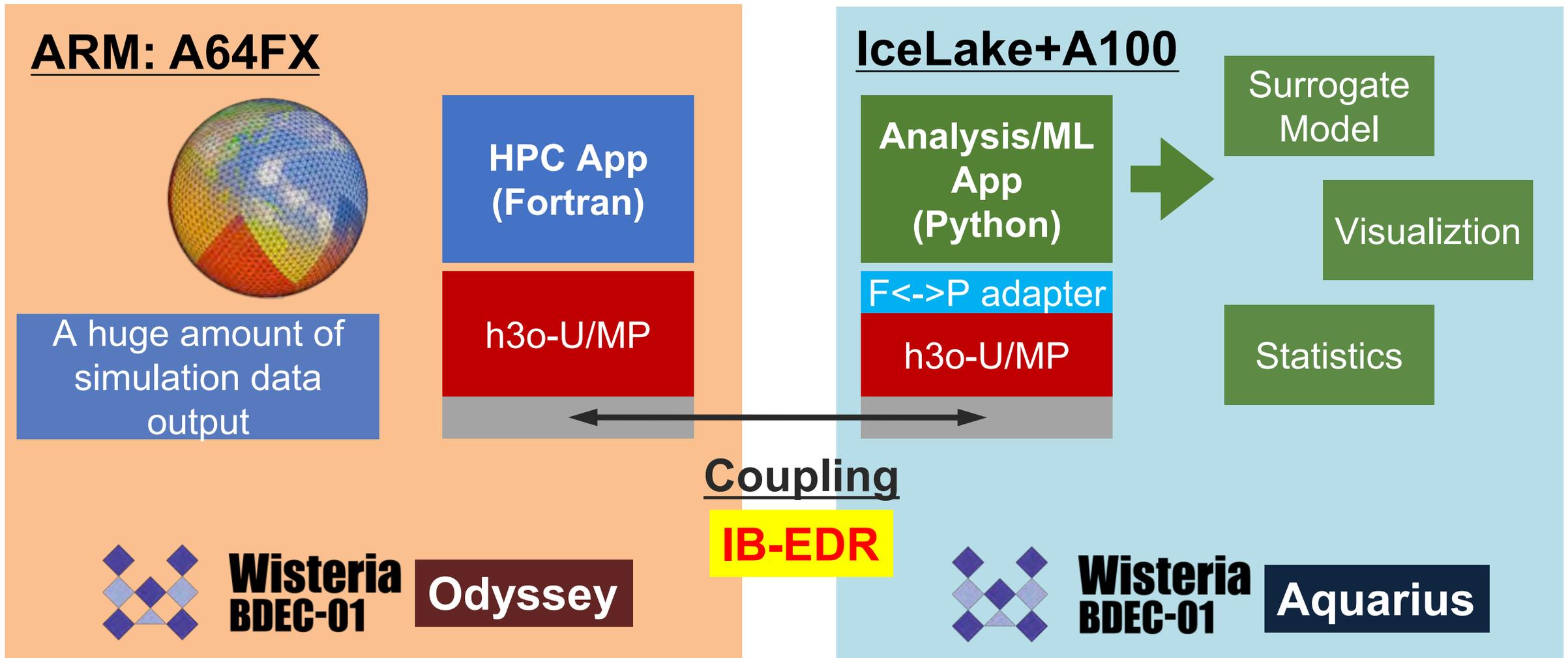


Fortran/CアプリとPythonアプリの連成計算の模式図

〔八代・荒川 2020〕

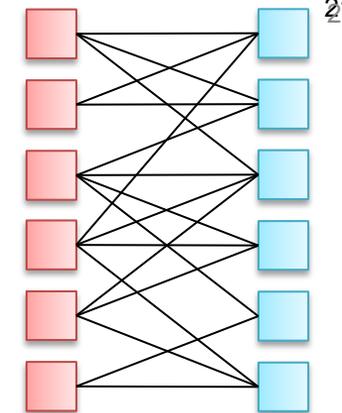
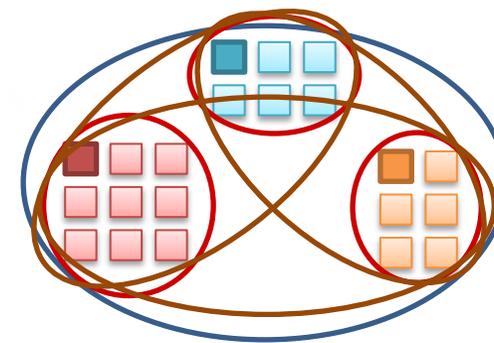
- O-A利用 : WaitIOとの連携

h3-Open-UTIL/MP (h3o-U/MP) + h3-Open-SYS/WaitIO



h3-Open-UTIL/MP

h3-Open-SYS/WaitIO連携



- h3-Open-UTIL/MP

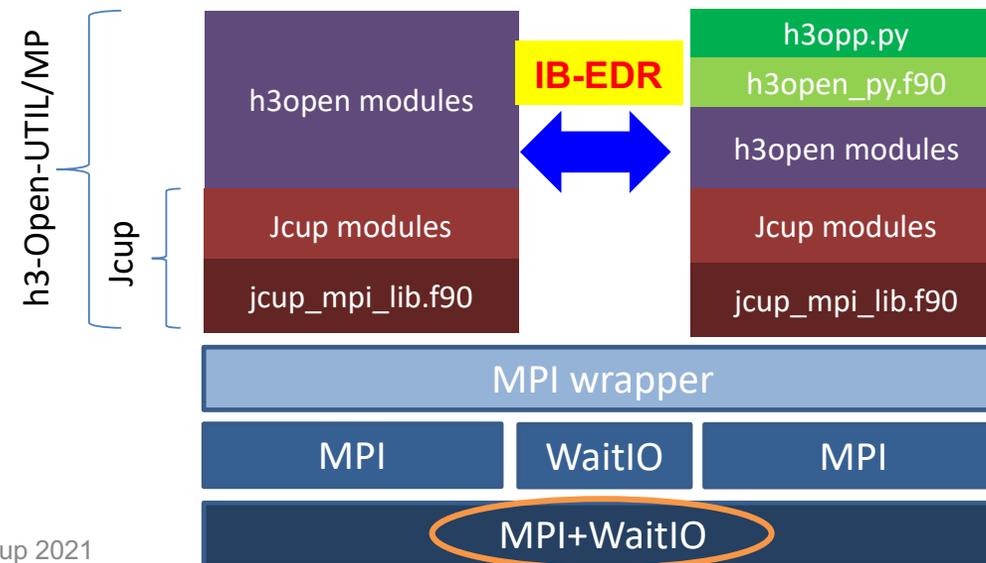
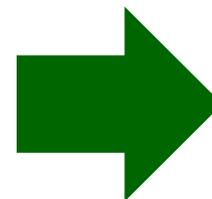
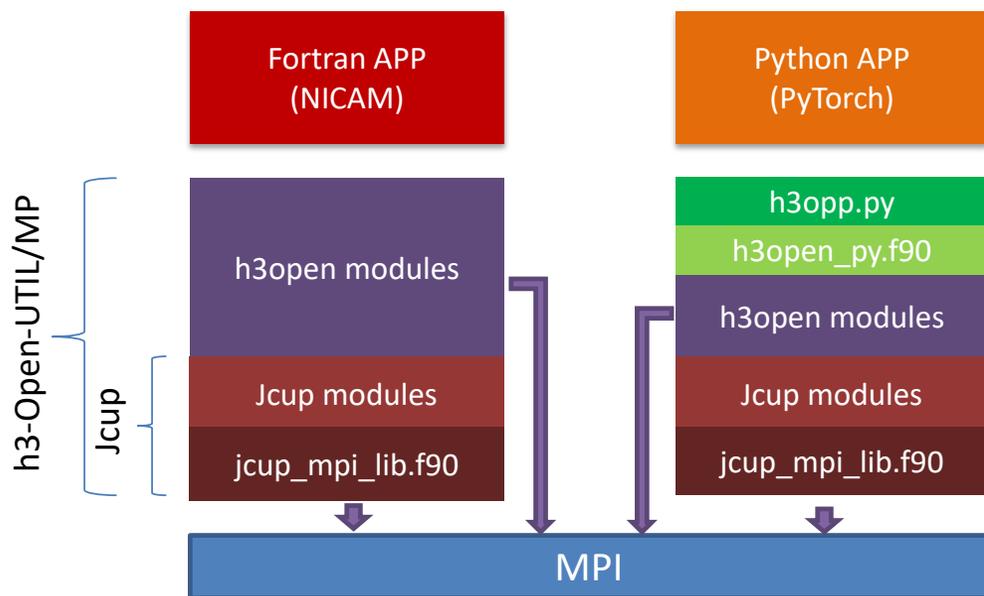
- (現状)MPIによるコンポーネント間通信: 1対1, 集団通信
- Odyssey-Aquarius間はMPIによる通信は不可⇒
h3-Open-SYS/WaitIO-SocketによりO-A間通信実現



**Wisteria
BDEC-01**

Odyssey

Aquarius



現状: MPI通信可能な環境を前提

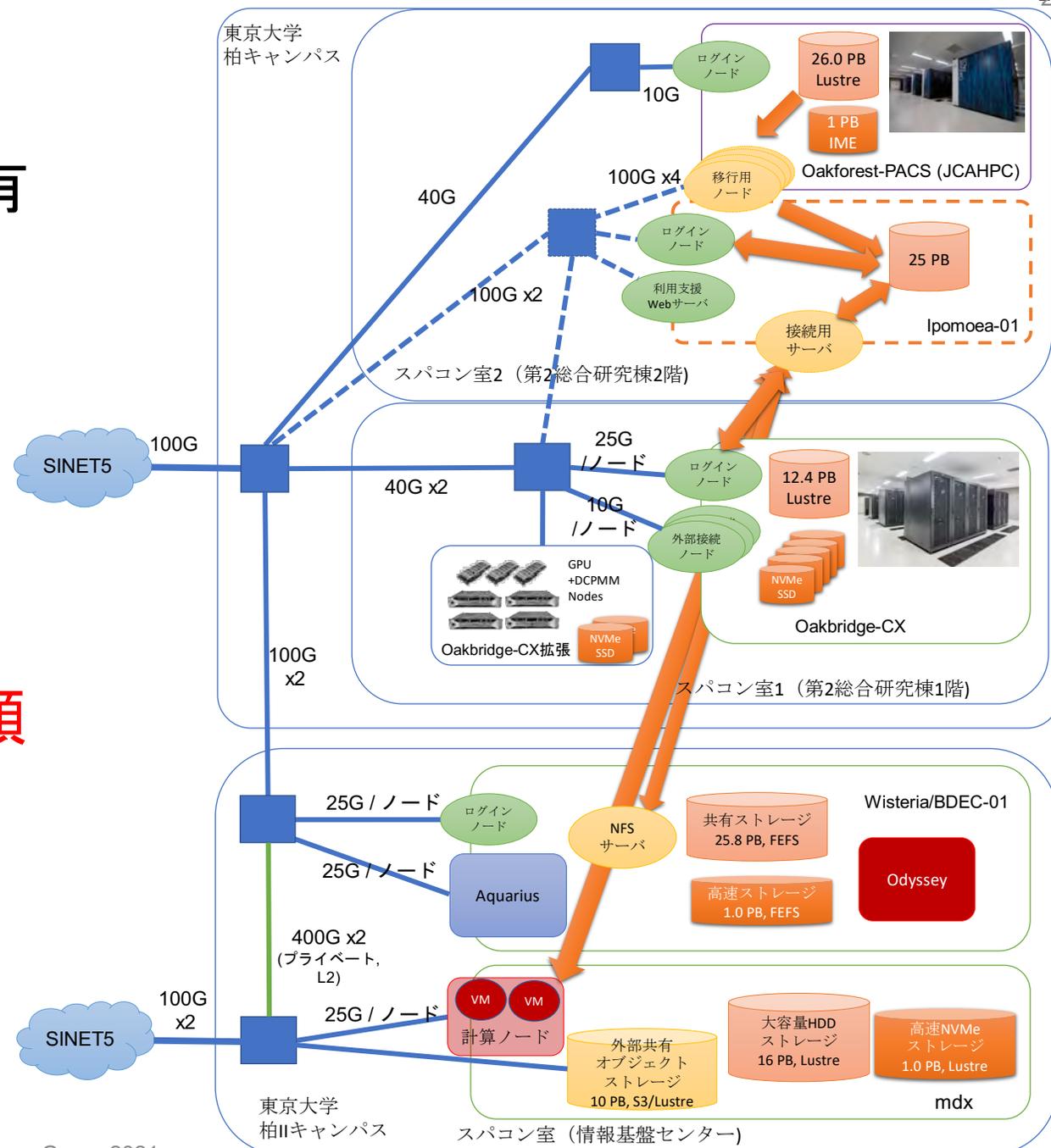
大規模共通ストレージシステム「Ipomoea」

- スーパーコンピュータの処理能力の向上に伴い、扱うデータ量も増加の一途
- 東大センターでは従来ストレージは各システムに附属して導入され、各システムのストレージは独立
- このような状況(注:ストレージがシステム毎に独立)は利用者に多大な不便を強いることになり、東大センターの全システムからアクセス可能な共通ストレージの導入が強く求められていた
- 各システムからアクセスできる「大規模共通ストレージ(Ipomoea)」導入決定
 - OFP運用終了が契機
 - 1システムを約5-6年使用し、約3年ごとに新しいストレージシステム(25+PB)を導入し、入れ替えることを想定している



Ipomoea-01

- 東大の全システム+OFP+mdxで共有
- 2022年1月運用開始予定, 富士通
 - 25.9 PB, 168億inode
 - RoCE (RDMA over Converged Ethernet)
 - 2拠点にまたがる
 - InfiniBand, OmniPath混在環境
- 2022年5月末までにOFPのLustre領域の必要ファイルについて移行完了
- 既存システム(2021年3月末)
 - OFP 50億ファイル 11 PB
 - OBCX 8.5億ファイル 2.6 PB



データ活用社会創成プラットフォーム

「データ活用社会創成プラットフォーム」は
用途に応じてオンデマンドで**短時間に構築・拡張・融合**できる
データ収集・集積・解析機能を提供するプラットフォーム。

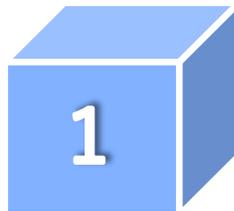
研究所 (2)

• 国立情報学研究所、産業技術総合研究所
大学 (9)

• 北海道大、東北大、筑波大、東京大、
東京工業大、名古屋大、京都大、大阪大、
九州大

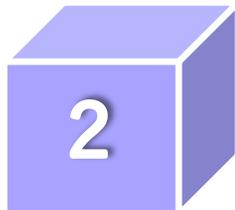


データ活用社会創成プラットフォーム 3本柱



SINETを活かしたリアルタイム収集・集積・解析環境の動的な構築

遠隔地のセンサーやストレージ、データプラットフォームの計算資源、ストレージをつないで、リアルタイムに入力から出力を得られるアプリケーションごとの収集・集積・解析環境（仮想データプラットフォーム：仮想DP）を、使いたいときに即時に構築する
SINETモバイル基盤によりセンサー等のデータを安定してセキュアにつなぐ



高性能計算環境によるデータ科学と計算科学の融合

データ科学、計算科学の手法を融合し、さらに国内最高の計算環境を用いて他に無い高精度の予測を行えるようにする

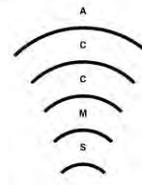


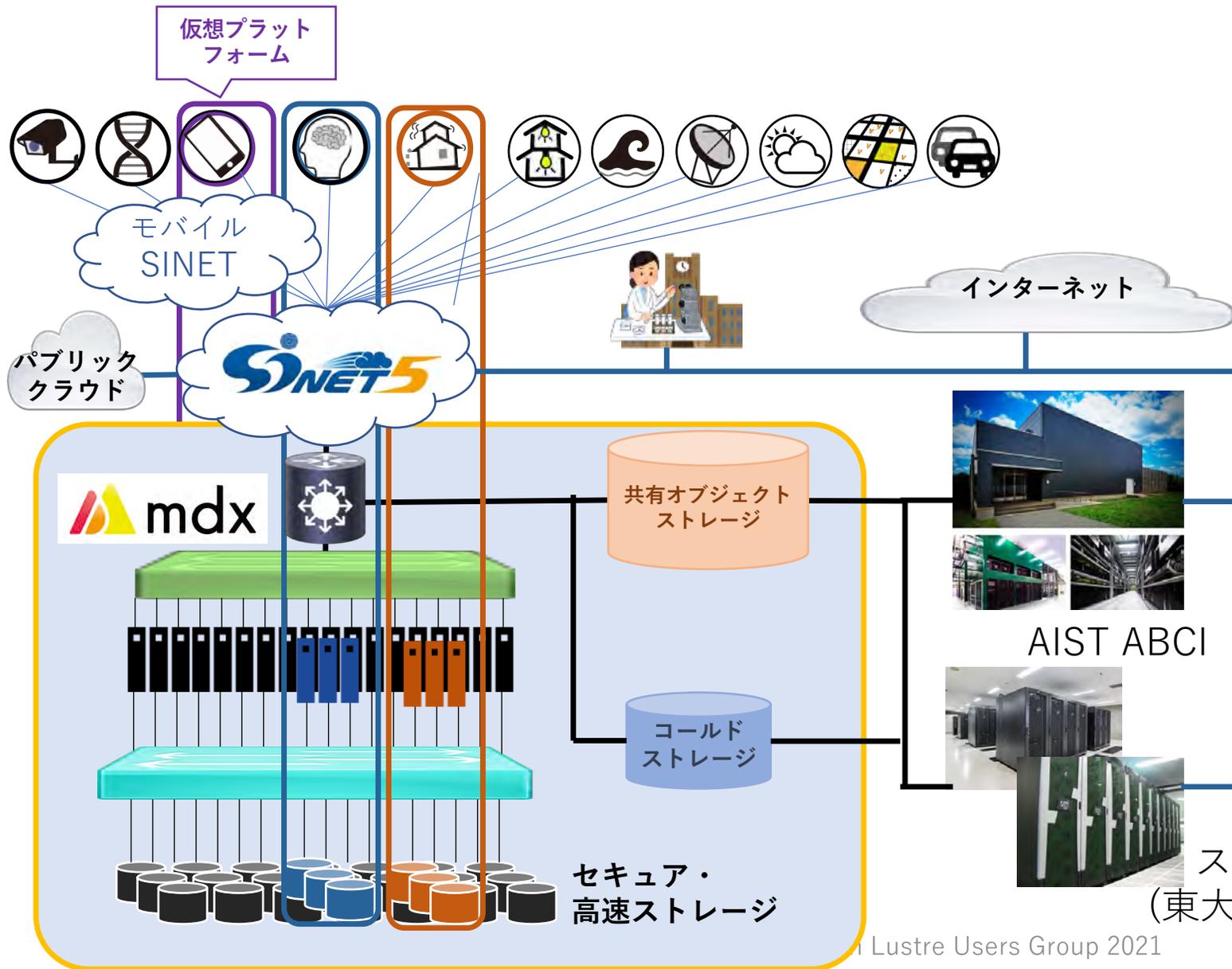
異種データ・異種知識の融合活用の推進と利用者支援

様々な分野のデータ保持者、解析者、利用者が産学にまたがって連携するコミュニティーを形成し、新たな価値創造につなげる。
データ活用を目指す利用者へのコンサルティングや開発支援を実施する。2021

mdxとは

- データ利活用・セキュリティを重視した高性能仮想化環境
- 9大学2研究所が共同運営し、全国共同利用
- 東京大学 柏2キャンパスに設置

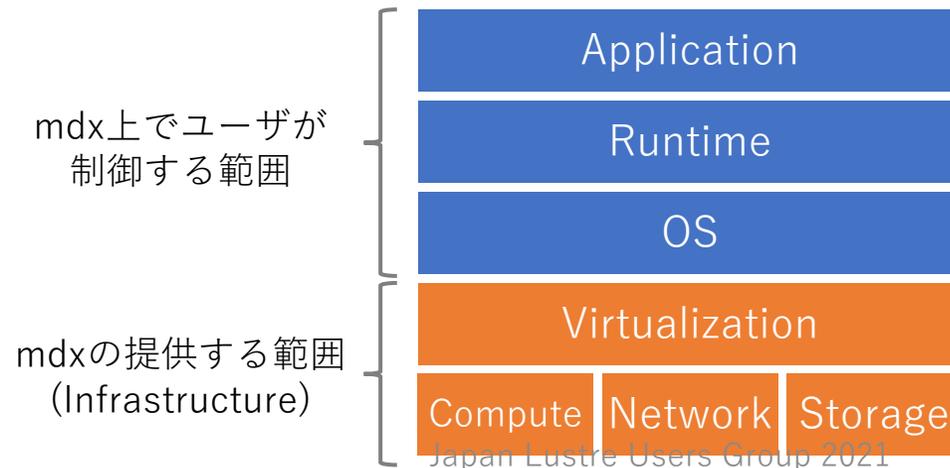




- 仮想プラットフォーム
 - 柔軟・セキュアな環境の構築が可能
 - 高性能な「マルチテナント」環境
- 大容量ストレージ
 - セキュア
 - データ共有
- SINET・モバイルSINETと接続
 - セキュアなIoT環境の構築が可能
 - ABCI, BDECなど既存・将来設置のスパコンと連携

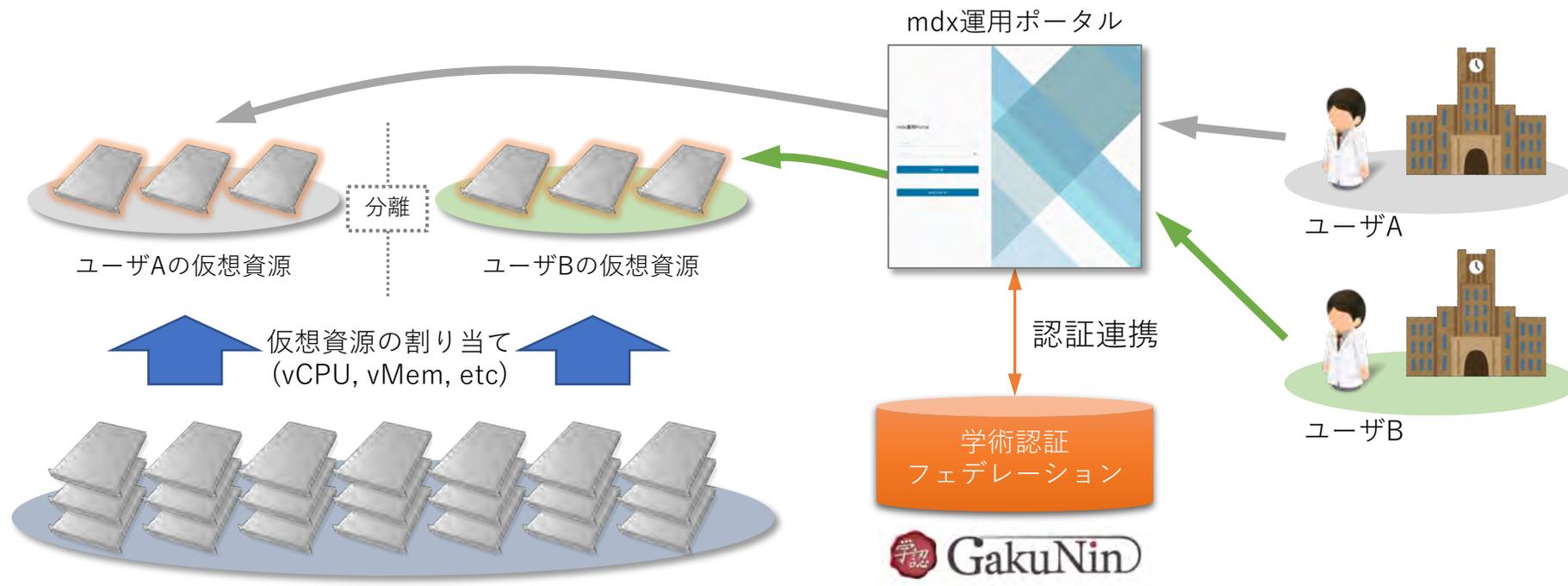
mdxが提供するもの

- 高性能と分離を両立した**Infrastructure as a Service (IaaS)**基盤
 - Platform as a Service (PaaS)も提供予定
- 計算環境, データ集積のインフラをユーザに提供する
 - 高速なネットワーク、大容量のストレージで支える
- ユーザはインフラ上で仮想マシン(VM)を作成してアプリを作ったりそれを利用する
 - ユーザは仮想マシンに好きなOSを使い、root権限を持って好きにできる
 - ユースケースに則したテンプレートを提供



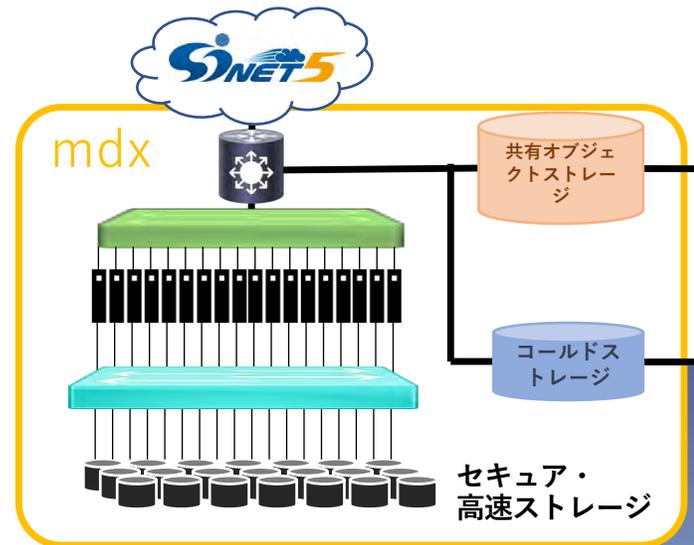
利用イメージ

- ユーザごとに分離された仮想環境を構成
- mdx運用ポータルを通じて仮想環境を操作(VMのデプロイ、設定、etc)
 - 運用ポータルへのログインはNIIが運用する学認と連携(予定)+独自の認証基盤



- **2021年3月稼働開始**
- **設置場所**：柏IIキャンパス
 - <2.0 MVA(冷却込み)、<170 m²
 - 東大BDECシステムと同部屋 (2021年5月稼働予定)
 - 産総研ABCIとも連携
 - 富士通が設置・運用
- **計算ノード**
 - **汎用CPUノード**：Intel Xeon (IceLake-SP) x2ソケット 368ノード, 2.1 PFLOPS (FP64)
 - **GPUノード**：Intel Xeon (IceLake-SP) x2ソケット+NVIDIA A100 x8 GPU, 40ノード
6.4 PF (FP64), 6.7 PF (FP32), 100 PF (FP16)
 - PCIe パススルー：ベアメタルと同様のGPU直接アクセス
- **ストレージ**
 - 高速ストレージ：1 PB, 250 GB/s, NVMe SSD, **Lustre** (DDN)
 - 内部ストレージ：16 PB, 150+ GB/s, **Lustre** (DDN)
 - 共有オブジェクトストレージ: 10 PB, 60+ GB/s, S3互換 (DDN **Lustre** + S3 Data Service)
 - 光ディスクドライブ (Sony ODS)

- **ネットワーク**
 - フロントエンド(Juniper)：25G Ethernet ベース
 - 100G to SINET (400G アップデート予定)
 - 400G to BDEC
 - **ストレージ, RDMA** (Mellanox/NVIDIA)：100G Ethernet with RoCEv2
 - EVPN-VXLANによるオーバーレイ

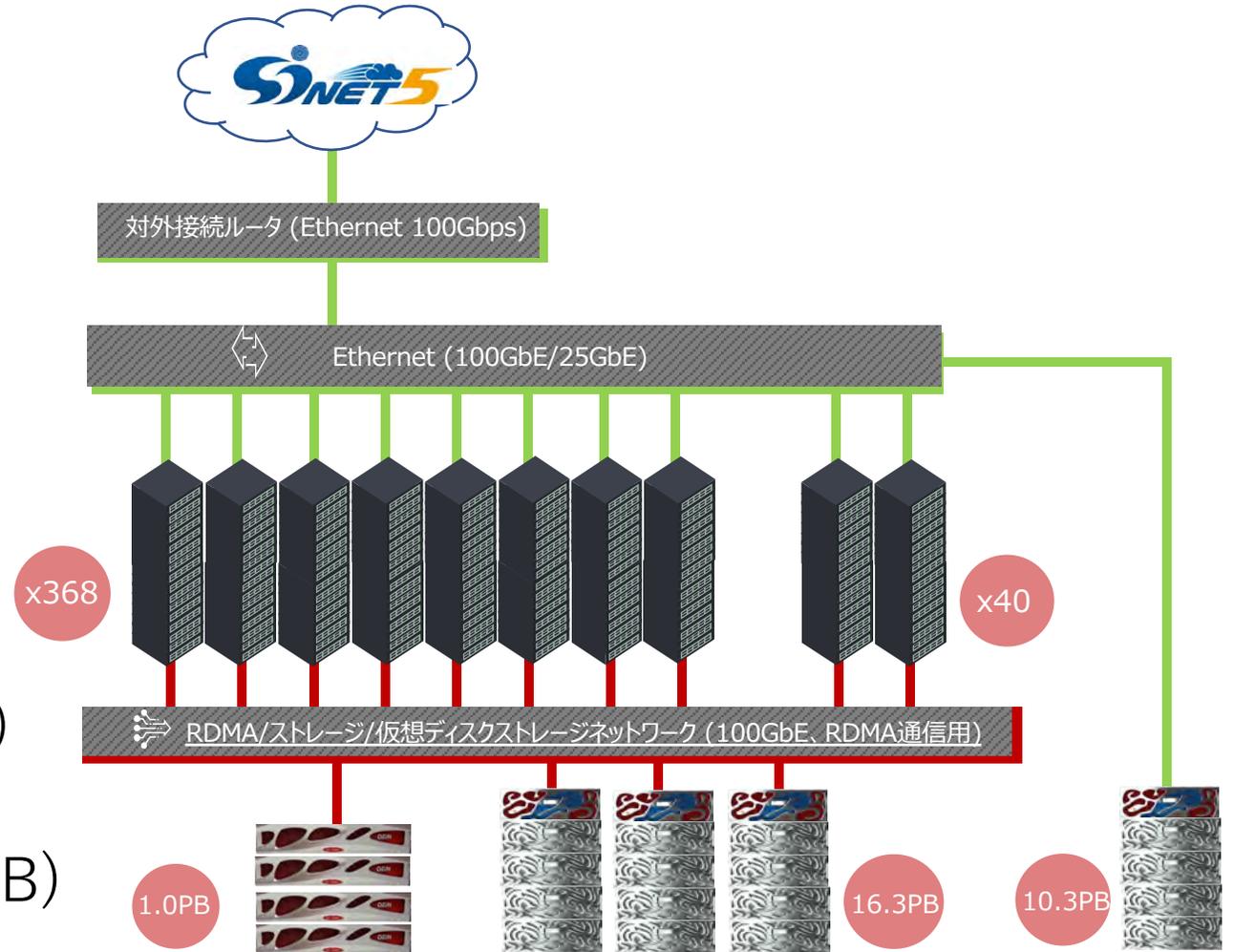


- **ソフトウェア**
 - 仮想化：VMware vSphere
 - オーケストレーション



物理構成

- 2つのネットワーク
 - 外部接続ネットワーク
 - SINETと100G x2で接続
 - SINET6で増速予定
 - 内部高速ネットワーク
 - RDMA、ストレージ
- 複数のストレージ
 - 高速ストレージ (1PB, NVMe)
 - 内部ストレージ (16PB)
 - オブジェクトストレージ (10PB)



計算ノード構成

- 汎用CPUノード, 368台
 - Intel Xeon Platinum 8368 (38c, 2.4GHz, IceLake-SP) x2ソケット
- GPUノード, 40台
 - Intel Xeon Platinum 8368 (38c, 2.4GHz, IceLake-SP) x2ソケット + NVIDIA A100 x8 GPU
- Hyper Visor
 - VMware vSphere



汎用CPUノード
富士通PRIMERGY CX2550 M6

2021/12/10

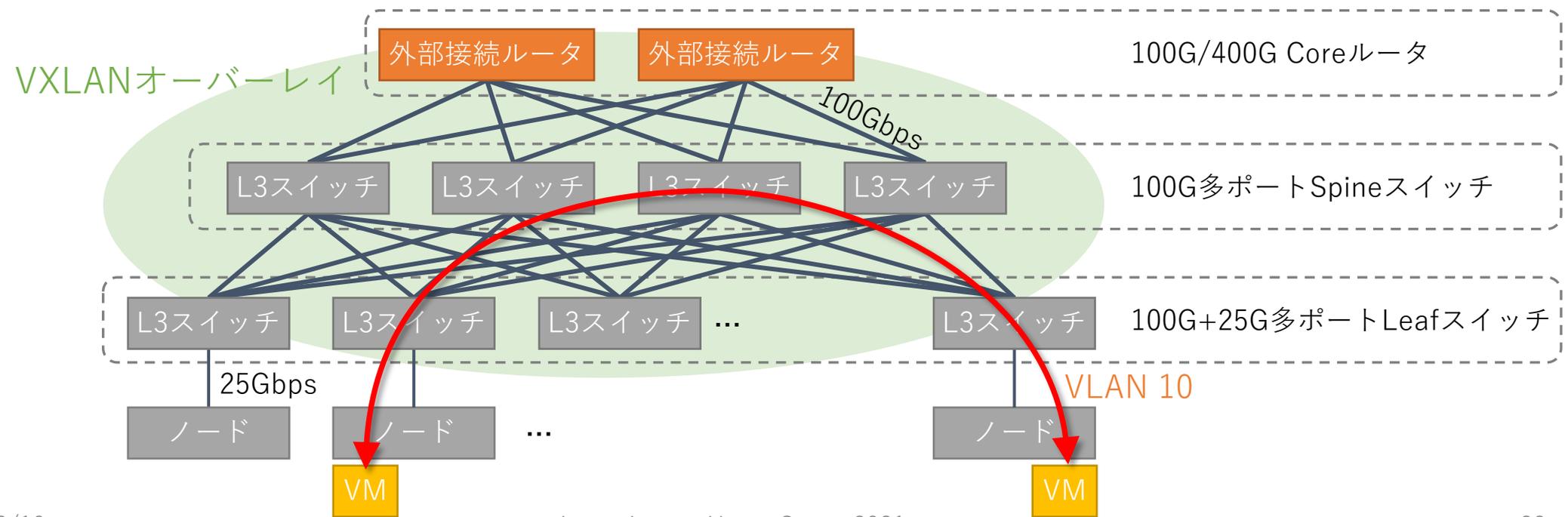


GPUノード
富士通 PRIMERGY GX2570 M6

- 外部接続ネットワーク向けNICは25Gbps
- 内部高速ネットワーク向けNICは100Gbps

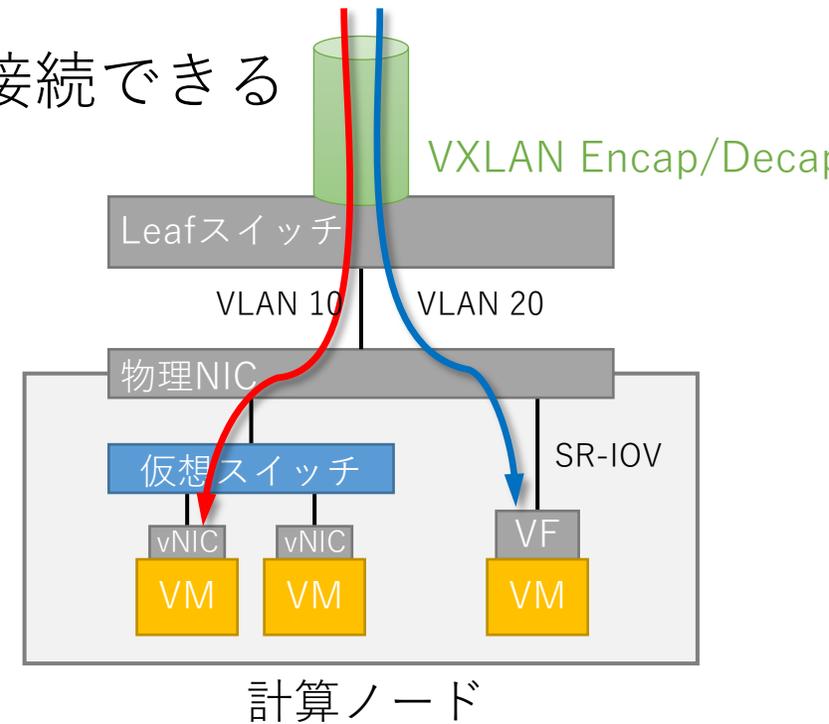
外部接続ネットワーク

- Virtual eXtensible LAN (VXLAN)によるオーバーレイネットワーク
 - データセンター向けの仮想ネットワーク技術
 - 物理はSpine/LeafのIP Clos Fabric ネットワーク
 - IPネットワーク上にVXLANでVLANを通す(Ethernet over IP)



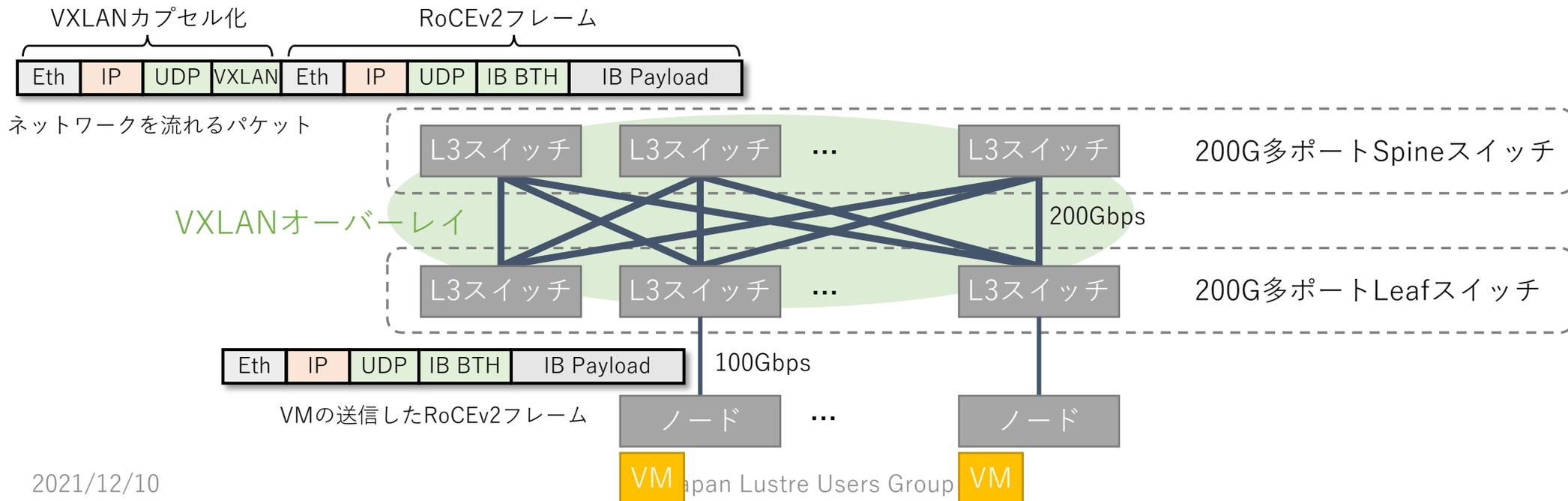
オーバーレイを使う利点

- IPネットワークの利点を維持したままVLANを延伸
 - 複数パスを使ったロードバランスと冗長
 - ユーザのVMがどのノードにおいても同じVLANに接続できる
- 仮想マシンのネットワーク性能と分離
 - トンネルやルーティングの処理をHVのS/Wではなく外部のH/Wスイッチで実施
 - 仮想マシンのNICが仮想NICでもSR-IOVでもネットワーク側は1つのロジックで制御できる
 - 万が一HVが乗っ取られても、他のVLANにはアクセスできない



内部高速ネットワーク

- RDMA over Converged Ethernet (RoCE) over VXLAN
 - RoCE: RDMAをIPネットワーク越しに行う技術
 - 外部接続ネットワークと同様、IP ClosトポロジにVXLANを利用
 - Infinibandでは十分なテナント間の分離を実現できなかった
 - 各ノードのNICは100Gbpsで、ネットワークはフルバイセクション



VMの割り当てポリシー

資源割り当て

- **汎用CPUノード**：コア単位で指定、
コアあたりメモリ量を比例配分
- **演算加速GPUノード**：GPU単位で指定、
コア数、メモリ量はノード全体の 1/8ずつ
- **ノード占有**：ノード単位での割り当て

内部高速ネットワークとストレージ接続

内部高速ネットワークへの接続

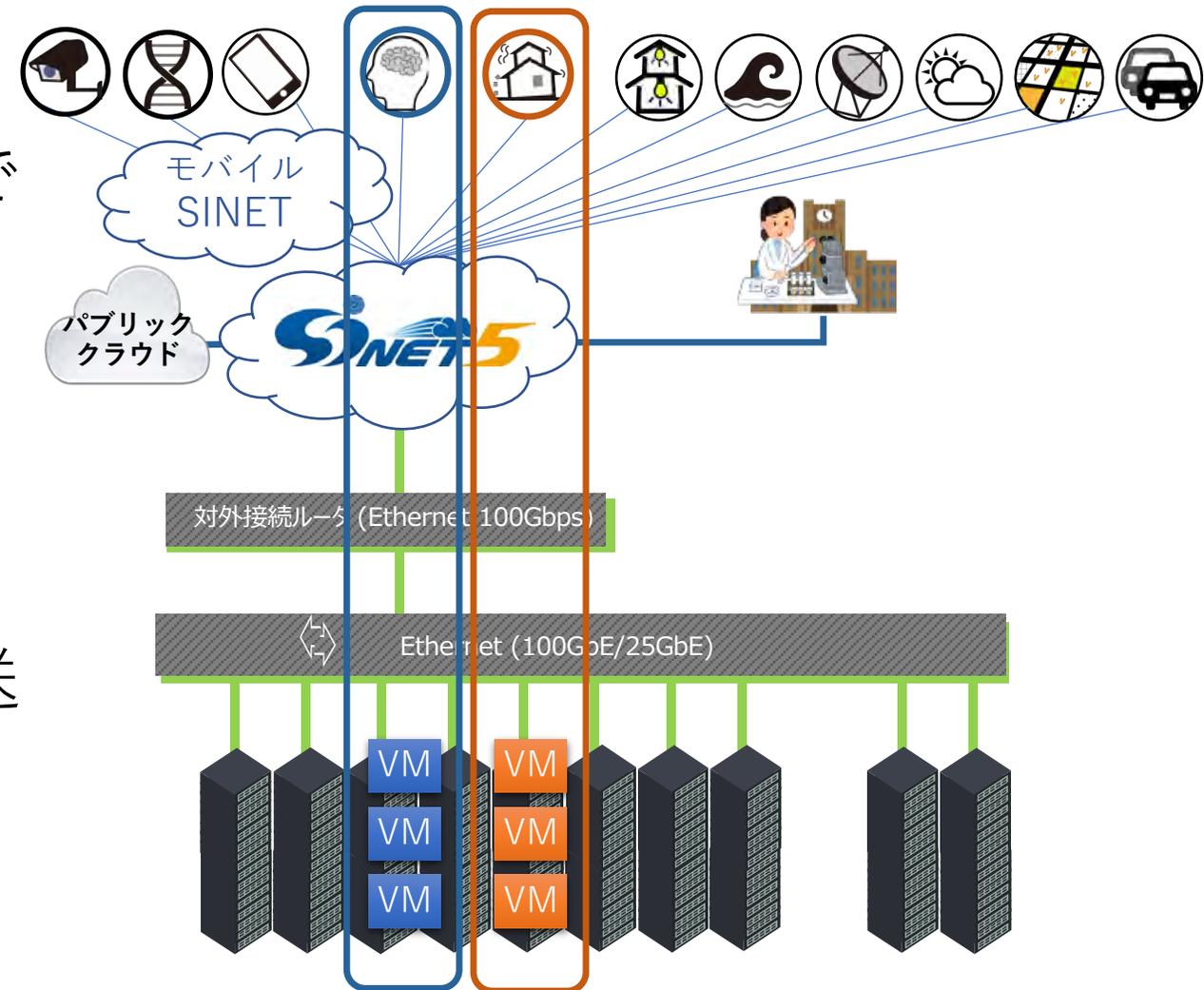
- デフォルト (PortGroup): VM間のグループ、LustreはTCP接続
- PVRDMA (準仮想化RDMA): ノード間のRDMA通信は可能
(LustreはTCP接続)
- SR-IOV: Lustre, ノード間も含めRDMAによる通信

ストレージの割り当て

- プロジェクトのサブディレクトリを直接mount
- 大容量内部ストレージ: 53 OST (通常) + 40 OST (セキュア用途)
 - 通常プロジェクトはQuota制御
 - セキュアプロジェクトにはOSTを個別に割り当て (26.7 TB/プロジェクト, 最大 40プロジェクト)
- 高速内部ストレージ: 32 OST

SINETとの連携

- SINETのL2VPNサービスを通じて、セキュアな閉域網経由でVLANをmdxに接続可能
- 他のSINETサイト(大学・研究機関)ともセキュアに接続
- モバイルSINET経由で、IoTデバイスからmdx上の計算環境へセキュアにデータを転送



まとめ

- Wisteria/BDEC-01は「計算・データ・学習」融合を実現する、ヘテロジニアスなシステムとしては世界でも初めてのもの
 - HPCI, JHPCN構成機関とも協力して「計算・データ・学習」融合推進を継続する
- 増大するデータ⇒Ipomoeaシリーズの導入
 - 東大センターとしては初の「共通ストレージ」システム
- データ科学・活用のための基盤 **mdx:データ活用社会創成プラットフォーム**を導入
 - 9大学（北大、東北大、筑波大、東大、東工大、名大、京大、阪大、九大）+NII, AIST
 - 幅広く利用可能なIaaSベースの仮想化計算基盤
 - 高性能計算機・ストレージ
 - VPNによる隔離
 - SINETとの連携による、セキュアIoT（モバイルSINET）
- **mdx + Wisteria/BDEC-01はじめ他のスパコンとの連携**
 - mdxを利用したデータ集積およびデータ提供、データ解析、高性能処理などのプラットフォーム構築+スパコンの強力な計算能力の協調