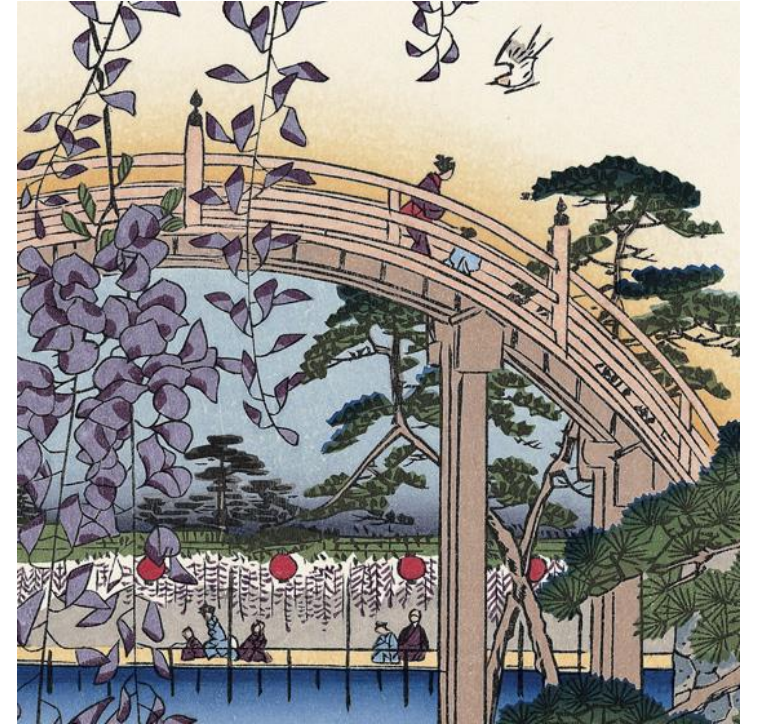


「東大情報基盤センター のスーパーコンピュータ」 利用制度説明会

「計算＋データ＋学習」融合へ向けて



Wisteria
BDEC-01

東京大学情報基盤センター
スーパーコンピューティング研究部門
<http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/>
問合せ先: uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp

本日の趣旨



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

- 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群
 - 概要
 - スーパーコンピュータ(スパコン)を使うための様々な制度の紹介
 - 通常利用, 若手女性, AI for HPC, 企業利用
- 質疑
- 個別相談(希望者のみ)

東京大学情報基盤センター



- 東京大学大型計算機センター(1965年)
- 東京大学情報基盤センター(1999年～)
 - 全国共同利用施設
 - 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 中核拠点(2010年～)
 - 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ(HPCI) 構成機関(2010年～)
 - 最先端共同HPC基盤施設(JCAHPC)(2013年～)
 - 筑波大学計算科学研究センター・東大情報基盤センター:OFP
- 2024年1月
 - 現在運用中のシステム
 - Wisteria/BDEC-01(「計算・データ・学習」融合スーパーコンピュータシステム):2021年5月運用開始
 - Ipomoea-01(大規模共通ストレージ)(2022年1月運用開始, 利用開始は6月)
 - データ活用社会創成プラットフォーム(mdx):2021年3月設置



学際大規模情報基盤共同利用共同研究拠点 (JHPCN)

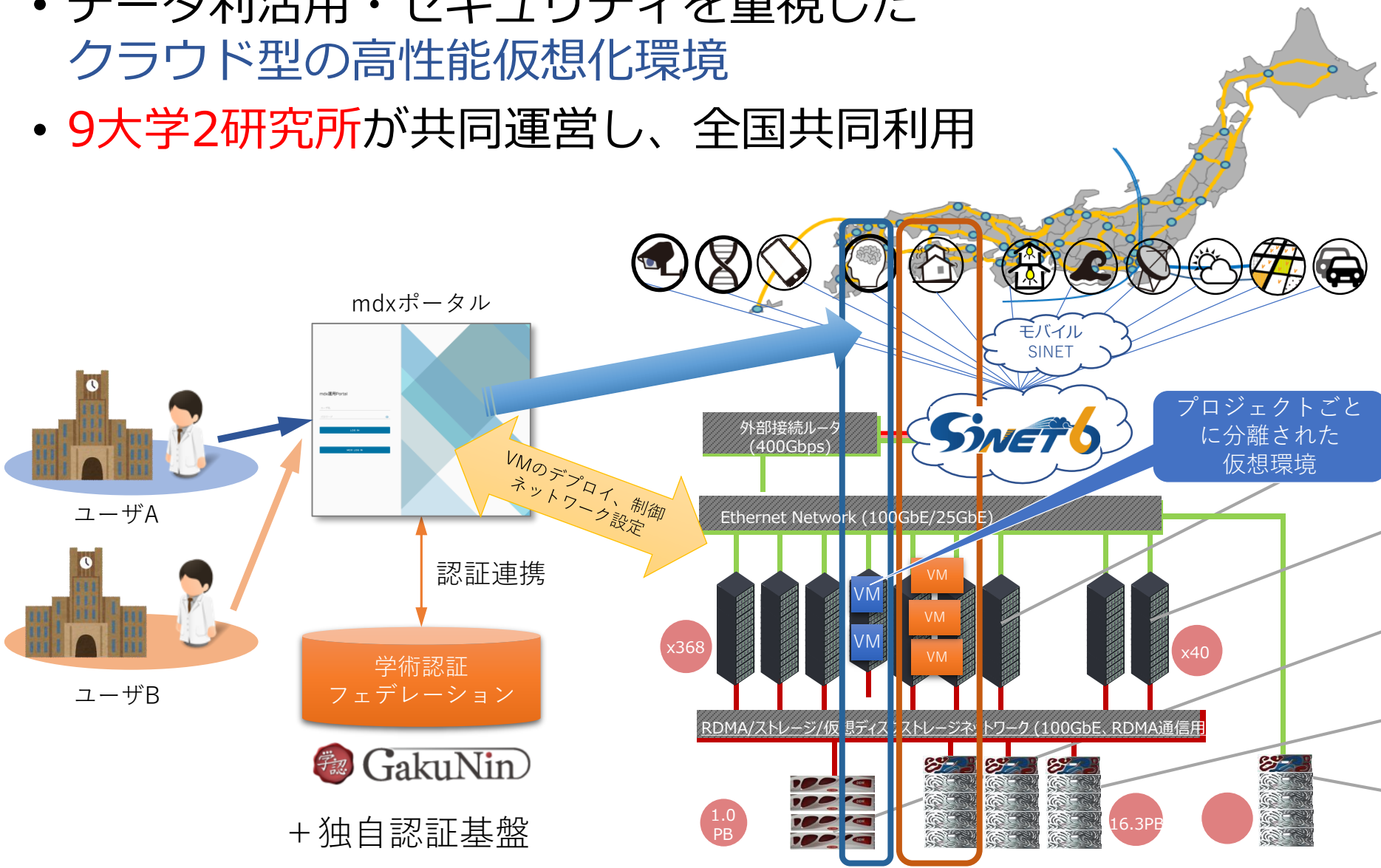
<https://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/>

- 大規模スーパーコンピュータを有する8国立大学センターから構成される
 - 北海道, 東北, 東大(中核拠点), 東工大, 名古屋, 京都, 大阪, 九州
- 文部科学省「共同利用・共同研究拠点」として認可され, 2010年4月から活動開始(6年に一回見直し(+3年))
 - 東大:地震研, 大気海洋研, 物性研など
- 学際的な共同研究課題の推進
 - 計算科学+計算機科学
 - 各センタースパコン及び関連設備の利用(無料)
- 2016年度以降は一般課題に加えて, 国際, 産業, 萌芽の3カテゴリー
 - 萌芽は各センター独立:本学「若手・女性」, 「AI-for-HPC」は「萌芽」の一つ
- 2022年度から第3フェーズ
 - 従来の計算科学課題に加えて, データ科学課題も募集



mdx データ活用社会創成プラットフォーム

- データ活用・セキュリティを重視したクラウド型の高性能仮想化環境
- 9大学2研究所が共同運営し、全国共同利用



ネットワーク
12つのネットワーク 外部接続ネットワーク
SINET6と400G x2で接続
内部高速ネットワーク RDMA
ストレージ

汎用CPUノード
Intel IceLake x2ソケット x368ノード
理論ピーク性能(FP64): 2.1PFLOPS
総メモリバンド幅: 150.7 TB/s

GPU 演算加速ノード
Intel IceLake x2ソケット+NVIDIA A100 x8 x40ノード
理論ピーク性能(FP64): 6.4PFLOPS
理論ピーク性能(FP16): 100.7PFLOPS
総メモリバンド幅: 496.3 TB/s

高速 NVMe ストレージ
Lustre Filesystem
1.0 PB (NVMe SSD)
252 GByte/sec

大容量HDDストレージ
Lustre Filesystem
16.3 PB (HDD)
157.5 GByte/sec

外部共有オブジェクトストレージ
S3 Data Service
10.3 PB (HDD)
63.0 GByte/sec

学認 GakuNin
+ 独自認証基盤

- **東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要**
 - システム紹介
 - ソフトウェア (h3-Open-BDEC)
- **スーパーコンピュータ(スパコン)を使うための様々な制度の紹介**
 - 通常利用(一般・トライアル)
 - お試し利用, 講習会
 - HPCI
 - JHPCN
 - 若手・女性, AI for HPC
 - HPCチャレンジ, 教育利用
 - 企業利用(一般・トライアル)

- 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要
 - システム紹介
 - 概要
 - Wisteria/BDEC-01
 - Ipomoea-01

2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Hitachi SR8000
1.024 PF
SR8000

Hitachi SR11000
J1, J2
IBM Power5+

Hitachi SR16K/M1
Yayoi
IBM Power7

2023年9月末退役

Hitachi SR2201
HARP-1E

Hitachi SR8000/MPP
SR8000

Intel CLX
OBCX (Fujitsu)
6.61 PF

Hitachi HA8000
T2K Today
140 TF
AMD Opteron

Oakforest-PACS (Fujitsu)
Intel Xeon Phi

NVIDIA H100
OFP-II
75+ PF

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

Fujitsu FX10
Oakleaf-FX
1.13 PF
SPACR64 IXfx

Wisteria BDEC-01 Fujitsu
33.1 PF
A64FX, Intel Icelake+
NVIDIA A100

BDEC-02
150+ PF
Accelerators

疑似ベクトル
汎用CPU
加速装置付

Reedbush-U/H/L (SGI-HPE)
3.36 PF

Intel BDW +
NVIDIA P100

Ipomoea-01 25PB

Ipomoea-03

Ipomoea-02

- **東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要**
 - システム紹介
 - 概要
 - **Wisteria/BDEC-01**
 - **Ipomoea-01**

2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Hitachi SR8000
1.024 PF
SR8000

Hitachi SR11000
J1, J2
IBM Power5+

Hitachi SR16K/M1
Yayoi
IBM Power7

Hitachi SR2201
HARP-1E

Hitachi SR8000/MPP
SR8000

Intel CLX
OBCX (Fujitsu)
6.61 PF

Hitachi HA8000
T2K Todai
140 TF
AMD Opteron

Oakforest-PACS (Fujitsu)
Intel Xeon Phi

NVIDIA H100
OFP-II
75+ PF

Fujitsu FX10
Oakleaf-FX
1.13 PF
SPACR64 IXfx

Wisteria BDEC-01 Fujitsu
33.1 PF
A64FX, Intel Icelake+
NVIDIA A100

BDEC-02
150+ PF
Accelerators

Reedbush-U/H/L (SGI-HPE)
3.36 PF

Intel BDW +
NVIDIA P100

Ipomoea-01 25PB

Ipomoea-03

Ipomoea-02

**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

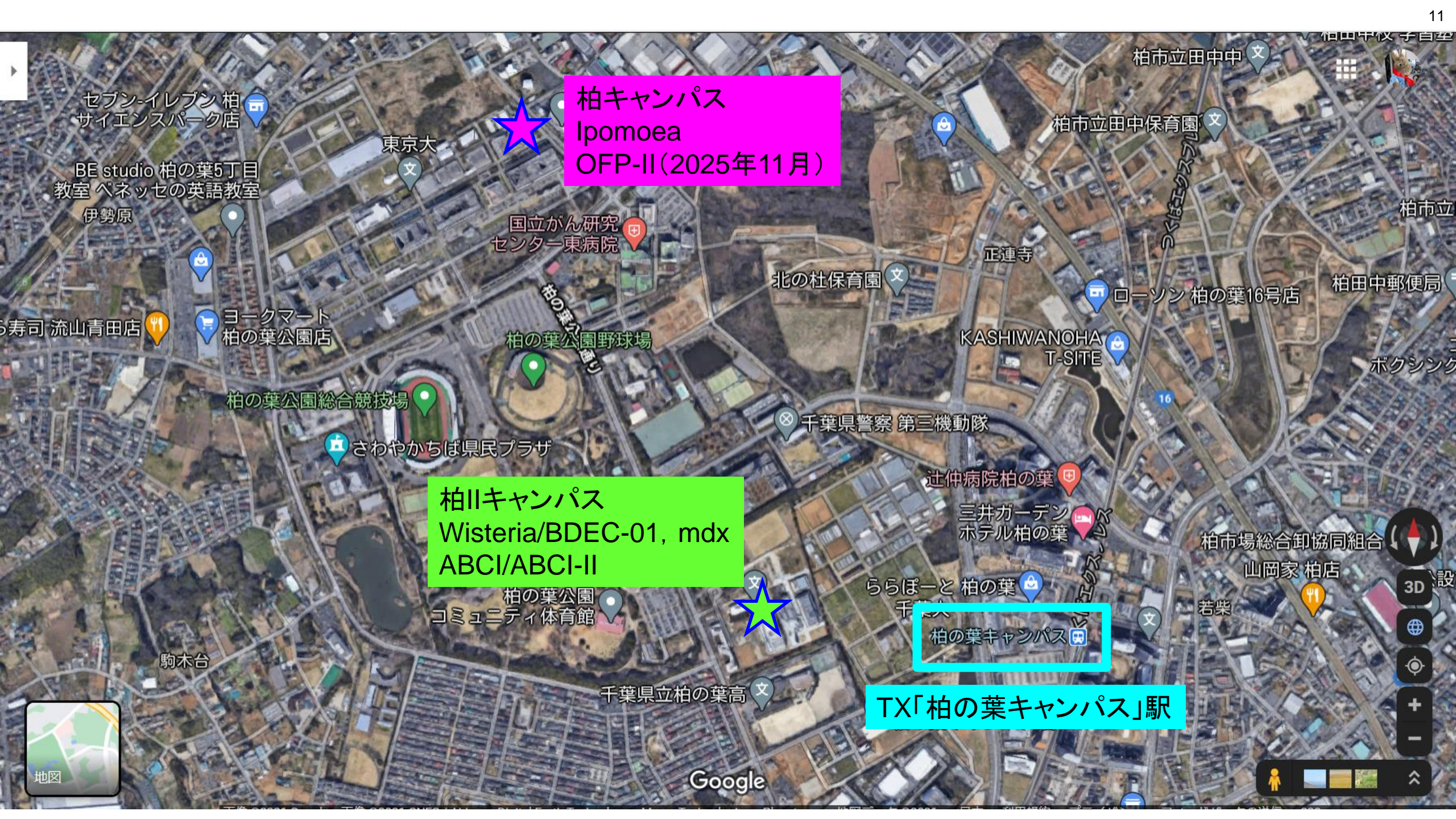
疑似ベクトル
汎用CPU
加速装置付

★ 柏キャンパス
Ipomoea
OFP-II (2025年11月)

★ 柏IIキャンパス
Wisteria/BDEC-01, mdx
ABCI/ABCI-II

★ 柏の葉キャンパス

TX「柏の葉キャンパス」駅



スーパーコンピューティング の今後

- ワークロードの多様化
 - 計算科学, 計算工学: Simulations
 - 大規模データ解析
 - AI, 機械学習
- (シミュレーション(計算) + データ + 学習) 融合 ⇒ Society 5.0 実現に有効
 - フィジカル空間とサイバー空間の融合
 - S: シミュレーション(計算) (Simulation)
 - D: データ(Data)
 - L: 学習(Learning)
 - Simulation + Data + Learning = S+D+L
- BDEC (Big Data & Extreme Computing)
 - 「計算・データ・学習」融合プラットフォーム
 - 「S」に力点: AI for HPC, AI for Science

Society 5.0 for SDGs

Keidanren
Japan Business Federation

Society 5.0 offers a new growth model with a view of “solving social issues” as well as “creating a better future”, which **contributes to the achievement of SDGs**



BDEC (Big Data & Extreme Computing)

S + D + L

(シミュレーション(計算)+データ+学習)融合(S+D+L)

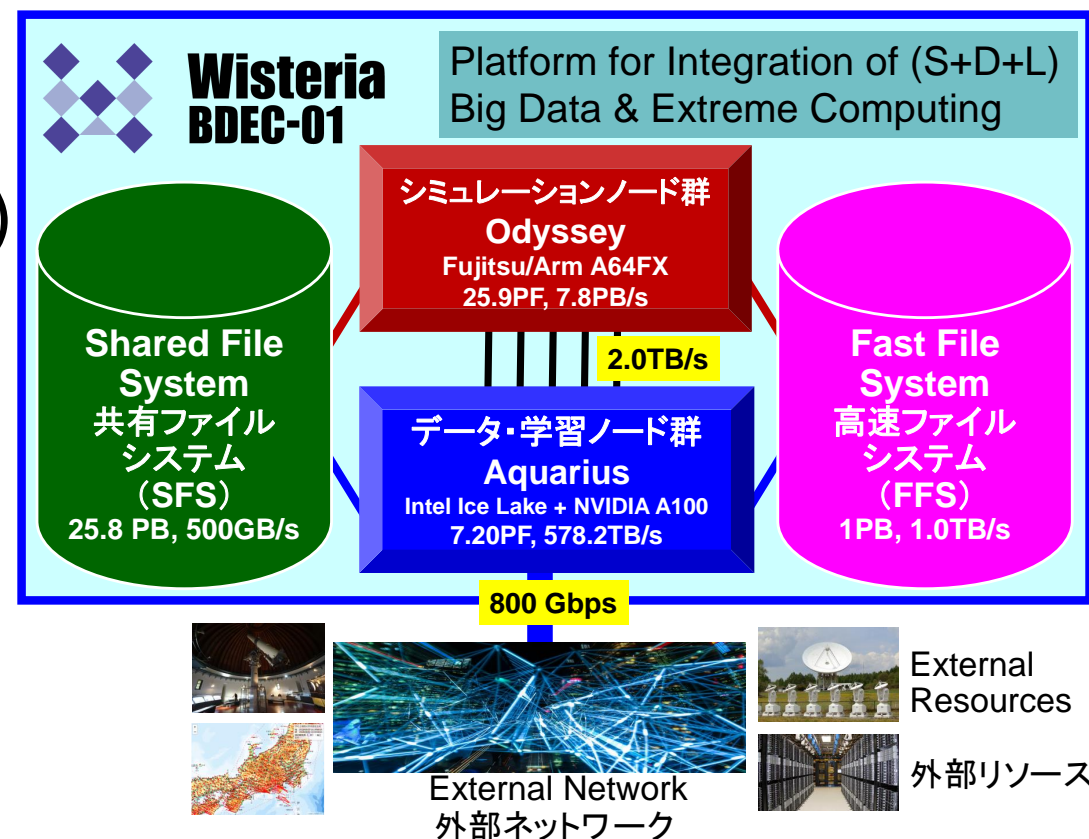
- 東大情報基盤センターでは、2015年頃から「(S+D+L)融合」の重要性に注目し、それを実現するためのハードウェア、ソフトウェア、アプリケーション、アルゴリズムに関する研究開発を開始
 - BDEC計画(Big Data & Extreme Computing)
 - 「データ+学習」による、より高度な「シミュレーション」
 - AI for HPC, AI for Science
 - 地球科学関連では自然な発想(すでに実施されている)
- 2021年5月に運用を開始した「Wisteria/BDEC-01」は「BDEC計画」の1号機
 - Reedbush, Oakbridge-CXは「BDEC」のプロトタイプと位置づけられる
 - 「計算・データ・学習(S+D+L)」融合を実現する、世界でも初めてのプラットフォーム



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

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**

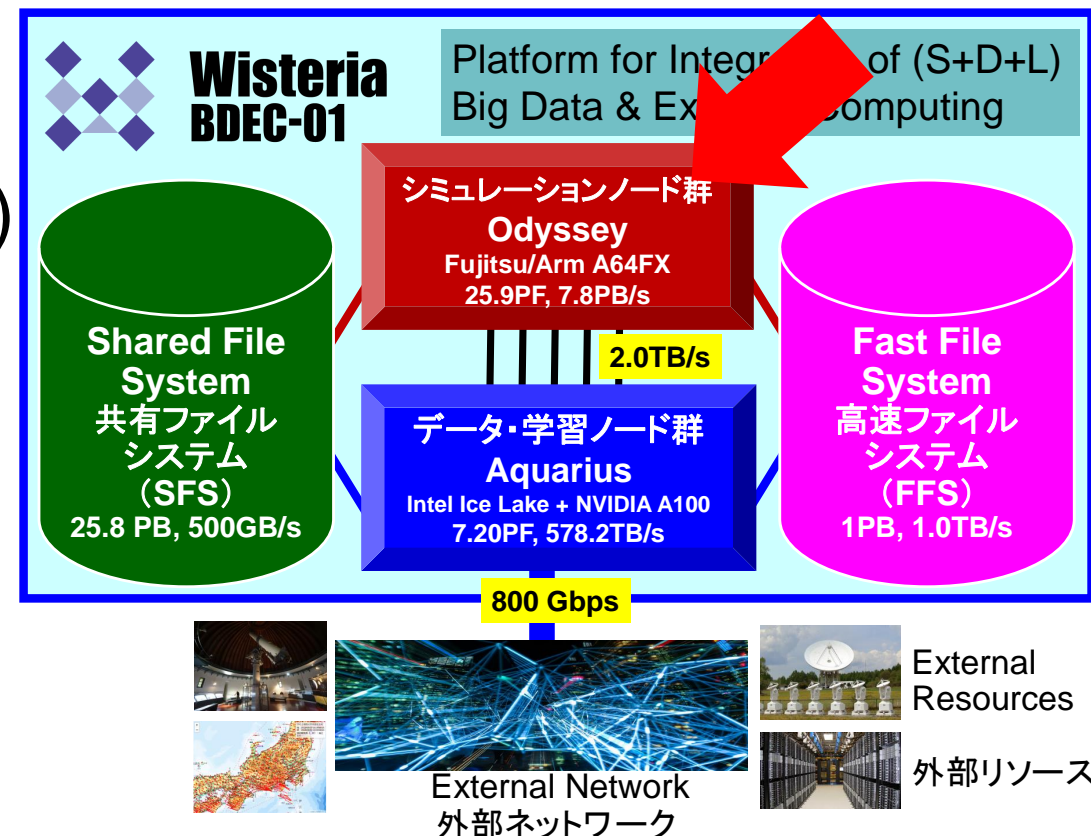
– シミュレーションノード群 (S, SIM) : Odyssey

- 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)

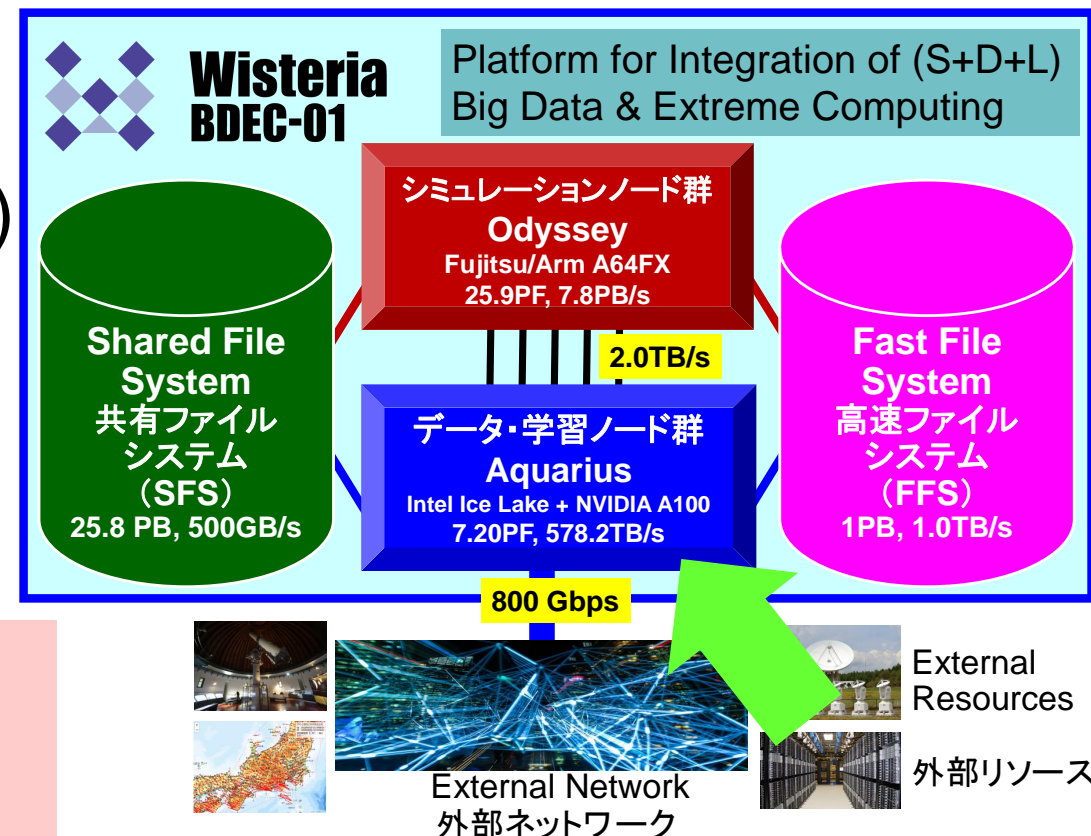


Wisteria
BDEC-01

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

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

計算科学コード

シミュレーション
ノード群, Odyssey

最適化されたモデル,
パラメータ

計算結果

Wisteria/BDEC-01

機械学習, DDA

データ・学習ノード群

観測データ

Aquarius

データ同化
データ解析



**Wisteria
BDEC-01**

サーバー
ストレージ
DB
センサー群
他

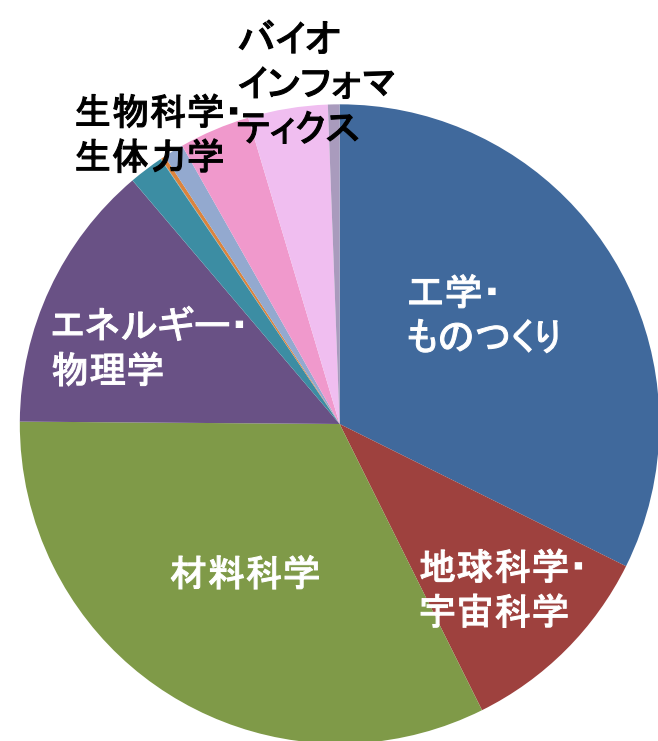


外部ネットワーク

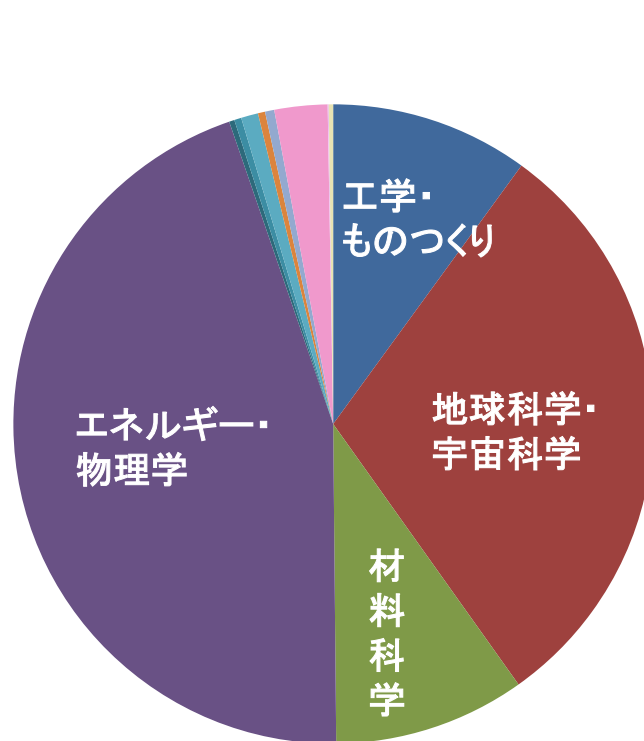


外部
リソース

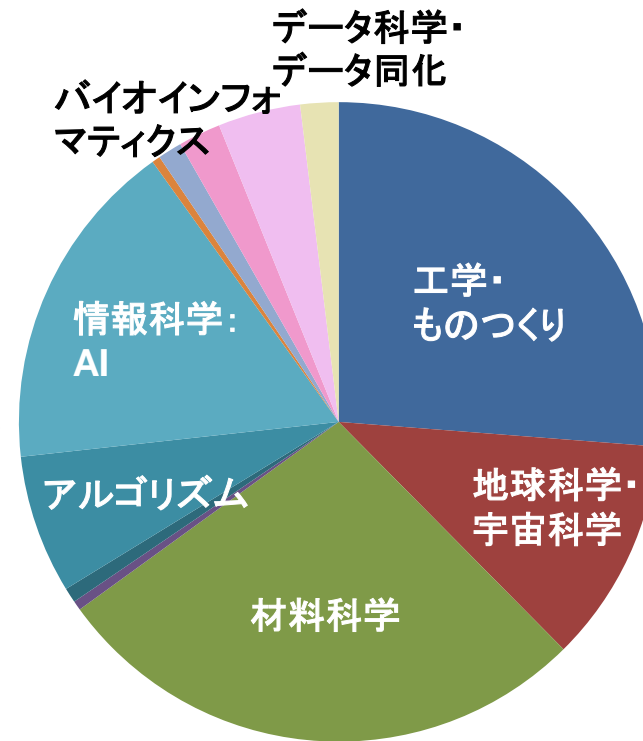
2022年度分野別 ■汎用CPU, ■GPU



OBCX
CascadeLake



Odyssey
A64FX

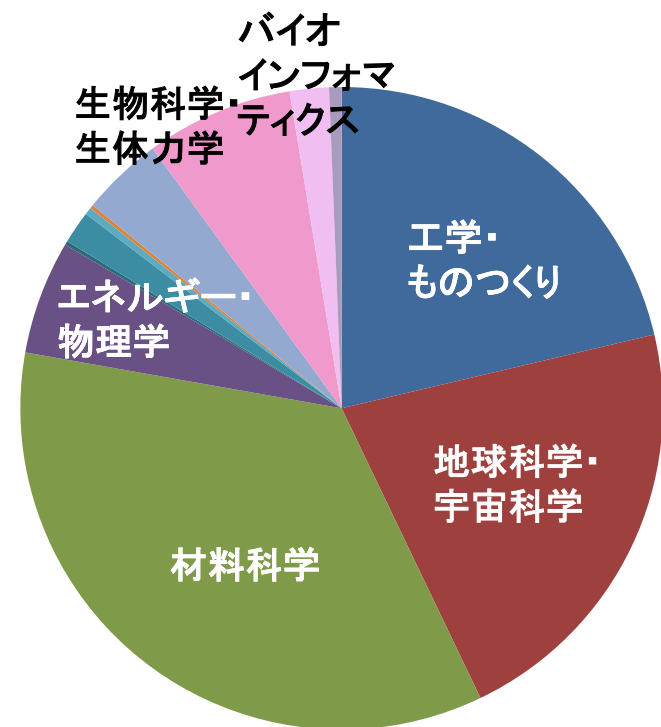


Aquarius
A100

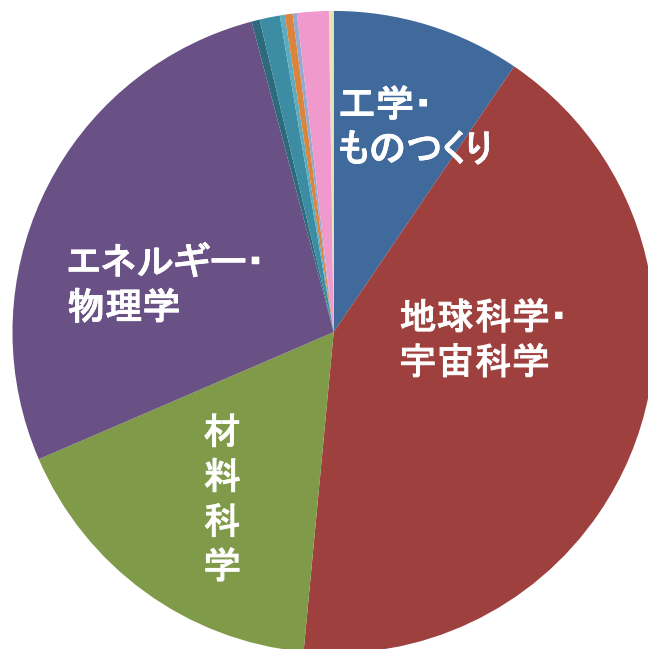
- 工学・ものづくり
- 地球科学・宇宙科学
- 材料科学
- エネルギー・物理学
- 情報科学: システム
- 情報科学: アルゴリズム
- 情報科学: AI
- 教育
- 産業利用
- 生物科学・生体力学
- バイオインフォマティクス
- 社会科学・経済学
- データ科学・データ同化

2023年度分野別(4月~12月末)

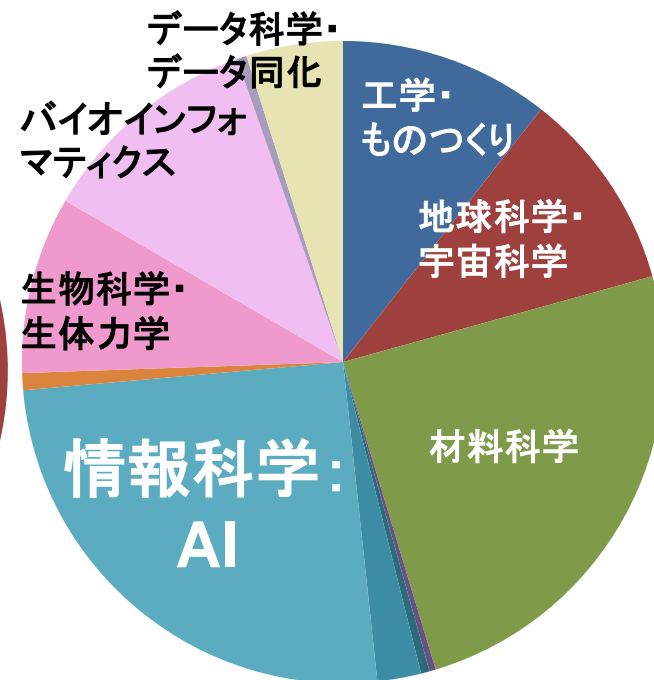
■ 汎用CPU, ■ GPU



OBCX
CascadeLake
2023年9月末退役



Odyssey
A64FX



Aquarius
A100

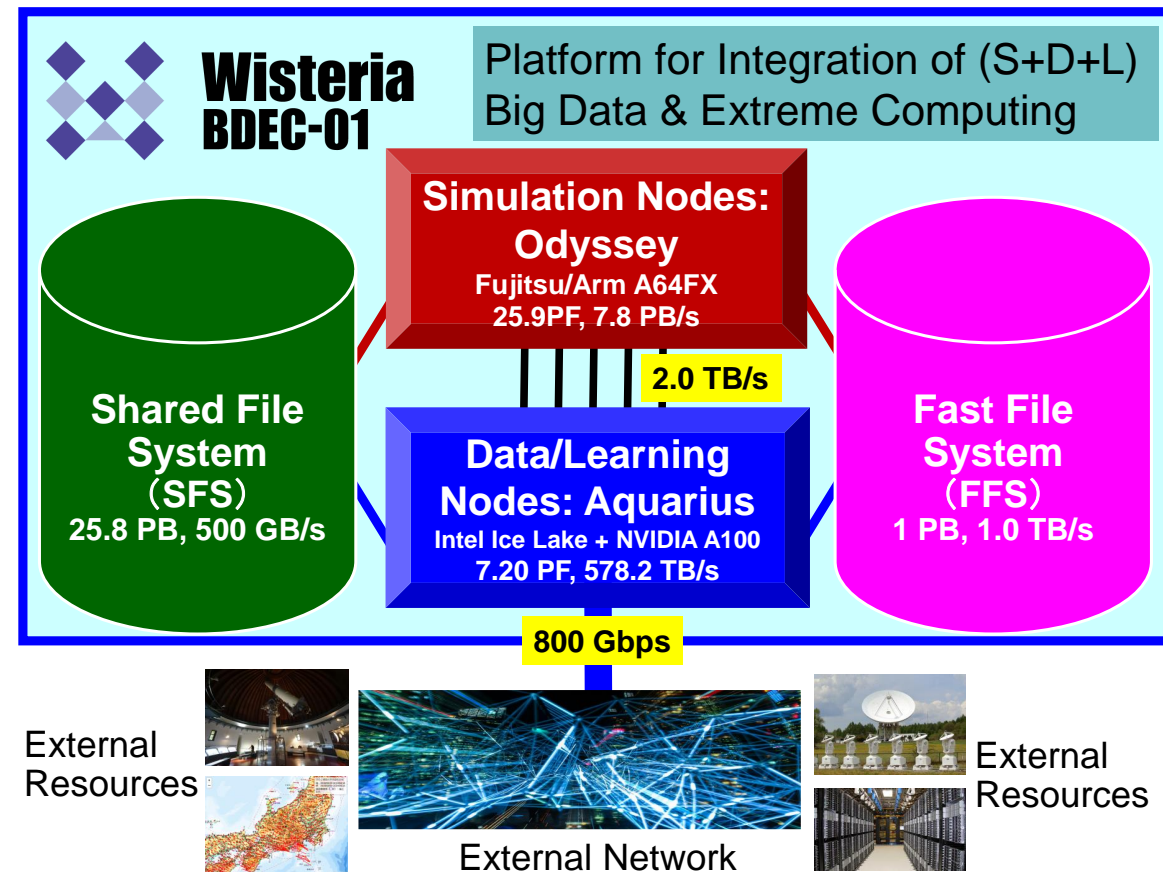
- 工学・ものづくり
- 地球科学・宇宙科学
- 材料科学
- エネルギー・物理学
- 情報科学:システム
- 情報科学:アルゴリズム
- 情報科学:AI
- 教育
- 産業利用
- 生物科学・生体力学
- バイオインフォマティクス
- 社会科学・経済学
- データ科学・データ同化

SC23における諸ランキング (2023年11月)



SC23
Denver, CO | i am hpc.

	Odyssey	Aquarius
TOP 500	25⇒33	136⇒168
Green 500	55	35
HPCG	14	73
Graph 500 BFS	6	-
HPL-MxP (HPL-AI)	14 (June 2023 ?)	-



62nd TOP500 List (Nov., 2023)

R_{\max} : Performance of Linpack (TFLOPS)

<http://www.top500.org/>

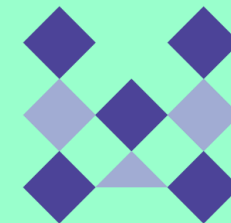
R_{peak} : Peak Performance (TFLOPS), Power: kW

	Site	Computer/Year Vendor	Cores	R_{\max} (PFLOPS)	R_{peak} (PFLOPS)	Power (kW)
1	Frontier, 2022, USA DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory	HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3 rd Gen. EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11	8,699,904	1,194.00 (=1.194 EF)	1,679.82	22,703
2	Aurora, 2023, USA DOE/SC/Argonne National Laboratory	HPE Cray EX - Intel Exascale Compute Blade, Xeon CPU Max 9470 52C 2.4GHz, Intel Data Center GPU Max, Slingshot-11, Intel	4,742,808	585.34	1,059.33	24,687
3	Eagle, 2023, USA Microsoft	Microsoft NDv5, Xeon Platinum 8480C 48C 2GHz, NVIDIA H100, NVIDIA Infiniband NDR	1,123,200	561.20	846.84	
4	Fugaku, 2020, Japan R-CCS, RIKEN	Fujitsu PRIMEHPC FX1000, Fujitsu A64FX 48C 2.2GHz, Tofu-D	7,630,848	442.01	537.21	29,899
5	LUMI, 2022, Finland EuroHPC/CSC	HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3 rd Gen. EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11	2,752,703	379.70	531.51	7,107
6	Leonard, 2022, Italy EuroHPC/Cineca	BullSequana XH2000, Xeon Platinum 8358 32C 2.6GHz, NVIDIA A100 SXM4 64GB, Quad-rail NVIDIA HDR100	1,824,768	238.70	304.46	7,404
7	Summit, 2018, USA DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory	IBM Power System AC922, IBM POWER9 22C 3.07GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR InfiniBand	2,414,592	148.60	200.79	10,096
8	MareNostrum 5 ACC, 2023, Spain EuroHPC/BSC	BullSequana XH3000, Xeon Platinum 8460Y+ 40C 2.3GHz, NVIDIA H100 64GB, Infiniband NDR200, EVIDEN	680,960	138.20	265.57	2,560
9	Eos NVIDIA DGX SuperPOD NVIDIA Corporation	NVIDIA DGX H100, Xeon Platinum 8480C 56C 3.8GHz, NVIDIA H100, Infiniband NDR400, Nvidia	485,888	121.40	188.65	
10	Sierra, 2018, USA DOE/NNSA/LLNL	IBM Power System S922LC, IBM POWER9 22C 3.1GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR InfiniBand	1,572,480	94.64	125.71	7,438
32	ABCI 2.0, 2021, Japan AIST	PRIMERGY GX2570 M6, Xeon Platinum 8360Y 36C 2.4GHz, NVIDIA A100 SXM4 40 GB, InfiniBand HDR	504,000	22.21	54.34	1,600
33	Wisteria/BDEC-01 (Odyssey), 2021, Japan ITC, University of Tokyo	PRIMEHPC FX1000, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu interconnect D	368,640	22.12	25.95	1,468

GFLOPS (ピーク性能) 当たり利用負担 (円) : 電気代 GFLOPS/W (Green 500) (2023年度から値上げ)

System	JPY/GFLOPS Small is Good	GFLOPS/W Large is Good
Oakleaf-FX/Oakbridge-FX (Fujitsu) (Fujitsu SPARC64 IXfx)	125	0.866
Reedbush-U (HPE) (Intel Xeon Broadwell (BDW))	61.9	2.310
Reedbush-H (HPE) (Intel BDW+NVIDIA P100x2/node)	15.9	8.575
Reedbush-L (HPE) (Intel BDW+NVIDIA P100x4/node)	13.4	10.167
Oakforest-PACS (Fujitsu) (Intel Xeon Phi/KNL)	16.5	4.986
Oakbridge-CX (Fujitsu) (Intel Xeon Cascade Lake)	20.7	5.076
Wisteria-Odyssey (Fujitsu/Arm A64FX)	17.8	15.069
Wisteria-Aquarius (Intel Xeon Ice Lake + NVIDIA A100x8)	9.00	24.058

技術的な特徴など

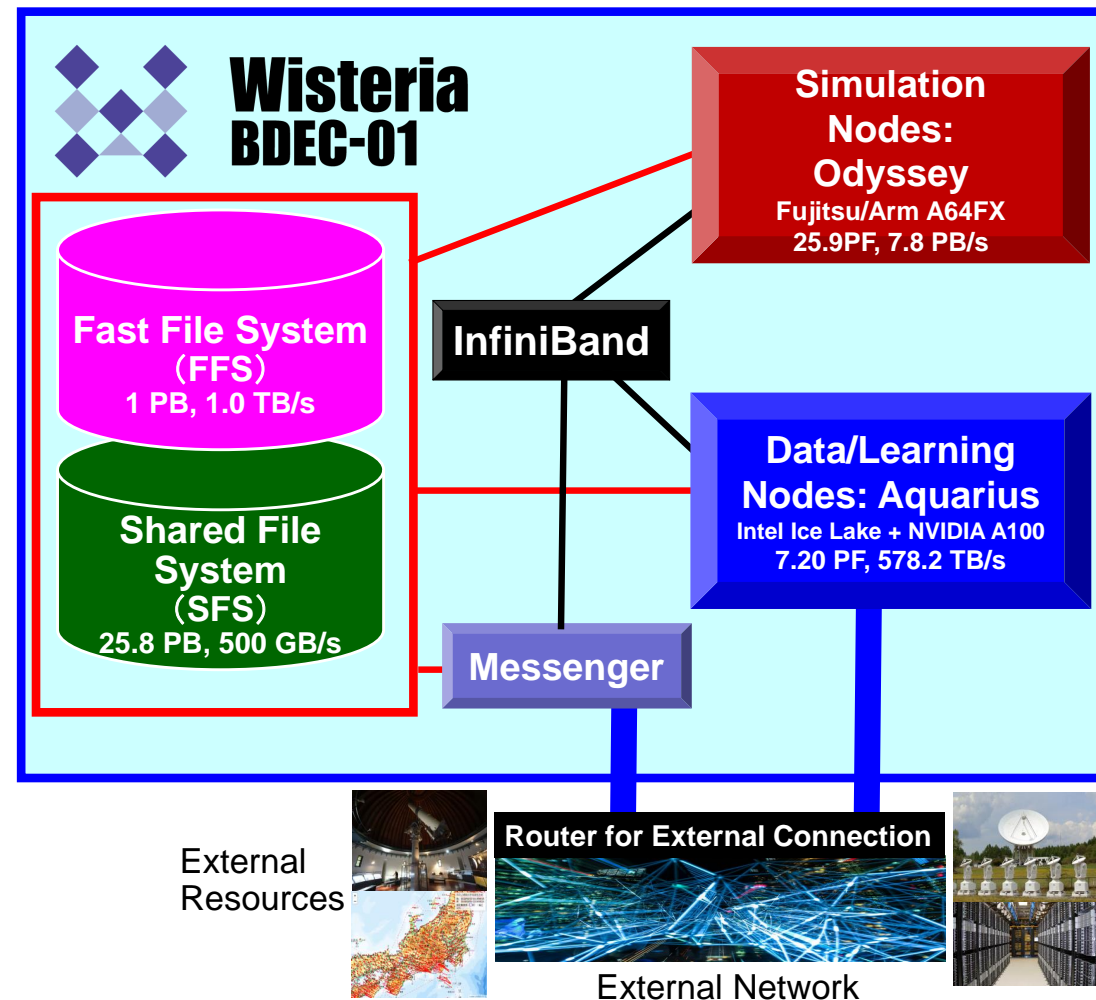
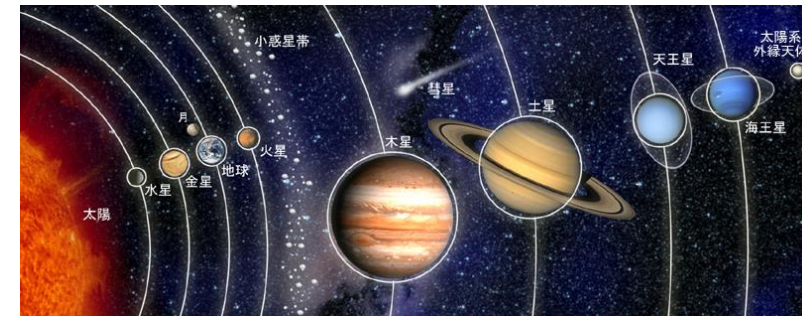
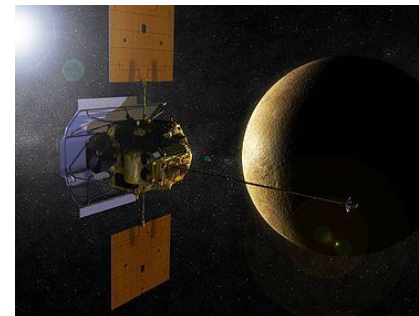


Wisteria
BDEC-01

- Odyssey
 - SVE (Scalable Vector Extension)
 - Armv8-A命令セットアーキテクチャをスーパーコンピュータ向けに拡張
 - FP16
 - 機械学習・AIワークロードへの適用
- Aquarius
 - HPC・計算科学への適用
 - CPU: Intel Xeon Ice Lake
 - 3rd Generation Intel Xeon Scalable Processors
 - 推論, 単独での利用は難しいが
 - GPU: NVIDIA A100 Tensor Core
 - Tensor Core + Tensor Float [TF32]
- Odyssey-Aquarius
 - InfiniBand-EDR, ファイルシステム(高速・共有)

Wisteria-Messenger

- Intel Xeon Gold 6348 (IceLake)
 - 2.6 GHz, 28 cores/socket
 - 2 sockets × 6 nodes
 - IB-HDR
- Aquariusと同じ役割だがCPUのみ搭載
 - (計算+データ+学習)融合を実施するユーザーに開放(課金はしていない)



更に詳細な情報

- A64FX (富士通)
 - <https://www.fujitsu.com/jp/products/computing/servers/supercomputer/a64fx/>
 - https://old.hotchips.org/hc30/2conf/2.13_Fujitsu_HC30.Fujitsu.Yoshida.rev1.2.pdf
- FUJITSU PRIMEHPC FX1000
 - <https://www.fujitsu.com/jp/products/computing/servers/supercomputer/>
- 3rd Gen Intel Xeon Scalable
 - <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/3rd-gen-intel-xeon-scalable-video.html#gs.zb3u0m>
 - <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/3rd-gen-xeon-scalable-processors.html#gs.zb4d00>
 - https://www.hotchips.org/assets/program/conference/day1/HotChips2020_Server_Processors_Intel_Irm_a_ICX-CPU-final3.pdf
- NVIDIA A100 TENSORコア GPU
 - <https://www.nvidia.com/ja-jp/data-center/a100/>
 - https://www.hotchips.org/assets/program/conference/day1/HotChips2020_GPU_NVIDIA_Choquette_v01.pdf

参考リンク(ビデオ)

- Wisteria/BDEC-01 利用説明会
 - <https://www.youtube.com/watch?v=1bbZVO6-UQg>
- h3-Open-BDEC: プロジェクトHP (工事中)
 - <https://h3-open-bdec.cc.u-tokyo.ac.jp/>
- Wisteria/BDEC-01 & h3-Open-BDEC 紹介講演 (日本語)
 - https://www.youtube.com/watch?v=CsJ_9aGNXCg
 - <https://www.pccluster.org/ja/event/pccc20/exhibition/itc-u-tokyo.html>
- Wisteria/BDEC-01 & h3-Open-BDEC 紹介講演 (英語)
 - <https://www.youtube.com/watch?v=jX51NF2LniE>



**Wisteria
BDEC-01**



2001-2005

2006-2010

2011-2015

2016-2020

2021-2025

2026-2030

Hitachi SR8000
1.024 PF

SR8000

Hitachi SR11000
J1, J2

IBM Power5+

Hitachi SR16K/M1
Yayoi

IBM Power7

Hitachi SR2201

HARP-1E

Hitachi SR8000/MPP

SR8000

Intel CLX

OBCX
(Fujitsu)
6.61 PF

Hitachi HA8000
T2K Today
140 TF

AMD Opteron

Oakforest-PACS (Fujitsu)
1.2 PF

Intel Xeon Phi

NVIDIA H100

OFP-II
75+ PF

Fujitsu FX10
Oakleaf-FX
1.13 PF

SPACR64 IXfx

Reedbush-U/H/L (SGI-HPE)
3.36 PF

Wisteria BDEC-01 Fujitsu
33.1 PF

A64FX,
Intel Icelake+
NVIDIA A100

BDEC-02
150+ PF

Accelerators

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

疑似ベクトル

汎用CPU

加速装置付

Intel BDW +
NVIDIA P100

Ipomoea-01 25PB

Ipomoea-03

Ipomoea-02

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



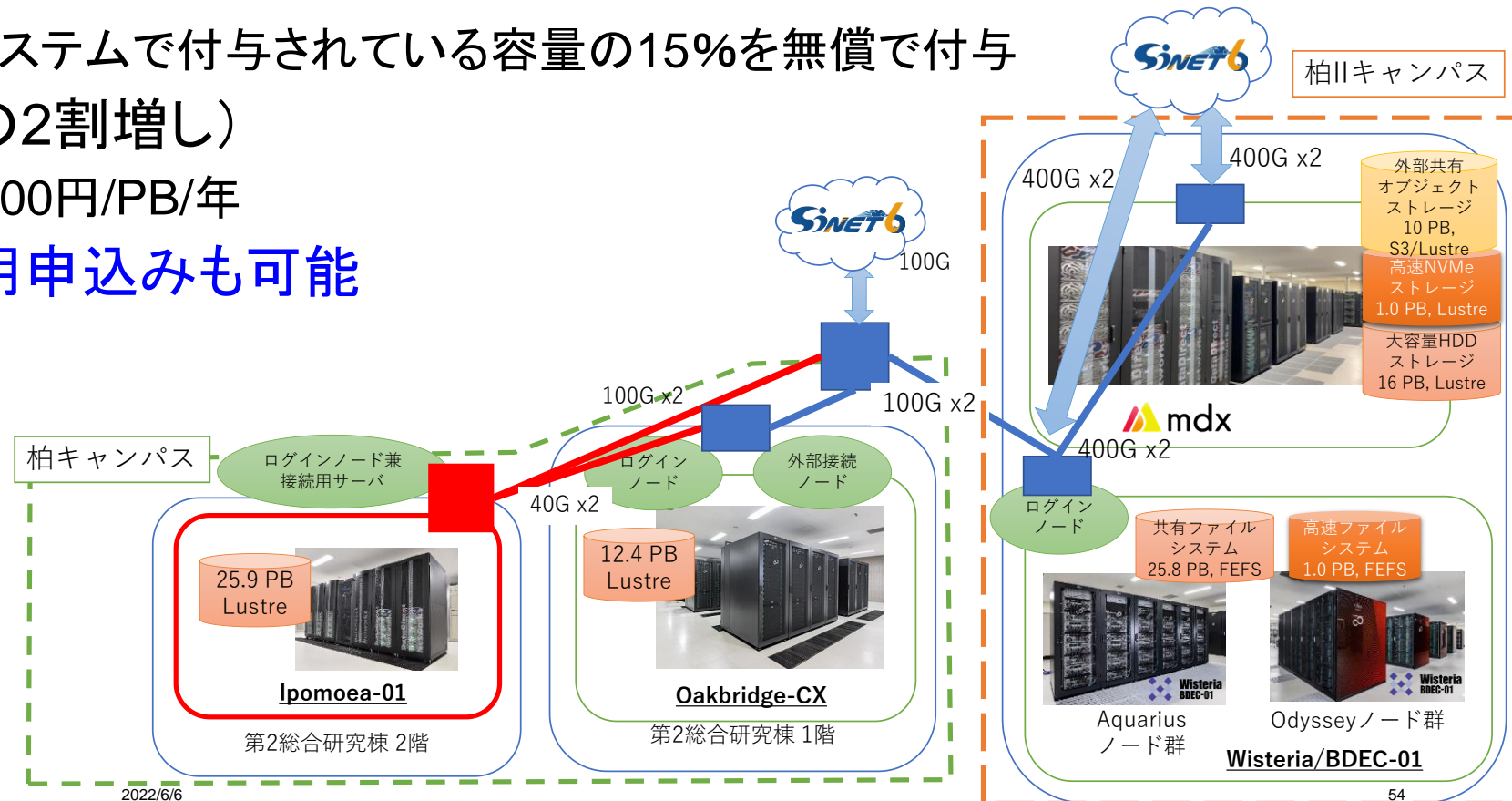
大規模共通ストレージシステム「Ipomoea」

- 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



- 2022年1月運用開始・6月より一般に公開, 25+PB, 富士通製
 - 2022年5月末までにOFPのLustre領域の必要ファイルの移行完了
- 割当容量
 - 東大センターのシステムに利用者番号(教育利用, 講習会除く)を有する場合
 - 各利用者ごとに5TB
 - 各グループごとに登録システムで付与されている容量の15%を無償で付与
 - 追加負担金(企業はこの2割増し)
 - 7,200円/TB/年, 2,100,000円/PB/年
 - Ipomoea-01のみの利用申込みも可能

Ipomoea-01



- **東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要**
 - システム紹介
 - **ソフトウェア(h3-Open-BDEC)**
- **スーパーコンピュータ(スパコン)を使うための様々な制度の紹介**
 - 通常利用(一般・トライアル)
 - お試し利用, 講習会
 - HPCI
 - JHPCN
 - 若手・女性, AI for HPC
 - HPCチャレンジ, 教育利用
 - 企業利用(一般・トライアル)

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

計算科学コード

シミュレーション
ノード群, Odyssey

最適化されたモデル,
パラメータ

計算結果

Wisteria/BDEC-01

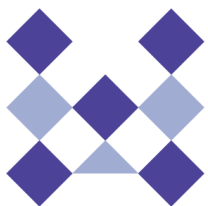
機械学習, DDA

データ・学習ノード群

観測データ

Aquarius

データ同化
データ解析



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

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

計算科学コード

シミュレーション
ノード群, Odyssey

最適化されたモデル,
パラメータ

計算結果

Wisteria/BDEC-01

機械学習, DDA

データ・学習ノード群

観測データ

Aquarius

データ同化
データ解析

シミュレーションのためのモデル・パラメータのデータ解析, AI/機械学習による最適化 (S+D+L)



**Wisteria
BDEC-01**

h3-Open-BDEC

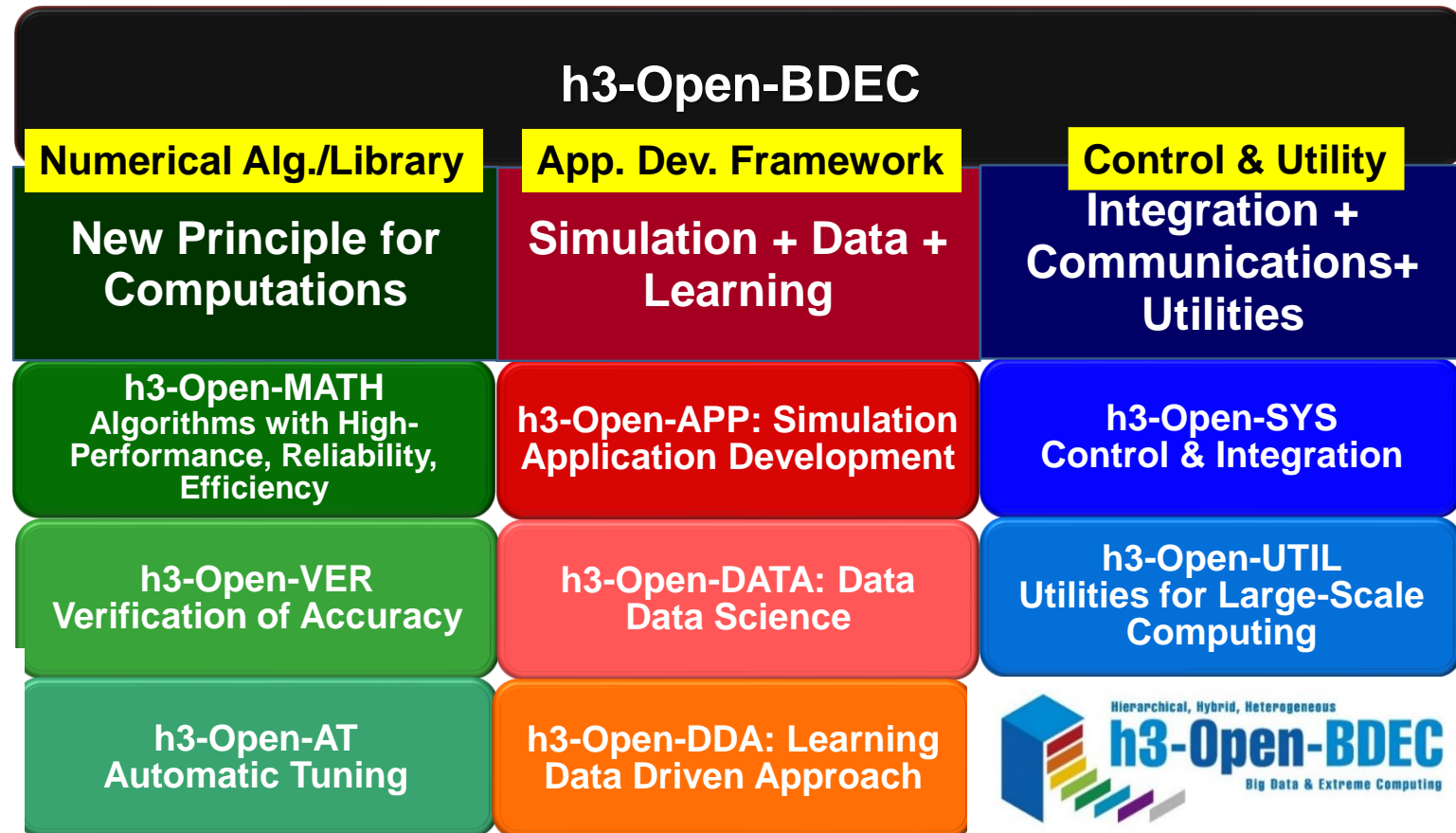
「計算＋データ＋学習」融合を実現する革新的ソフトウェア基盤
科研費基盤研究(S)(2019年度～23年度, 代表: 中島研吾)

<https://h3-open-bdec.cc.u-tokyo.ac.jp/>

Hierarchical,
Hybrid,
Heterogeneous

Big Data &
Extreme
Computing

- 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等に基づく革新的機械学習手法
- ③ ヘテロジニアス環境(e.g. Wisteria/BDEC-01)におけるソフトウェア, ユーティリティ群



AI for HPC, AI for Science の実現へ向けて

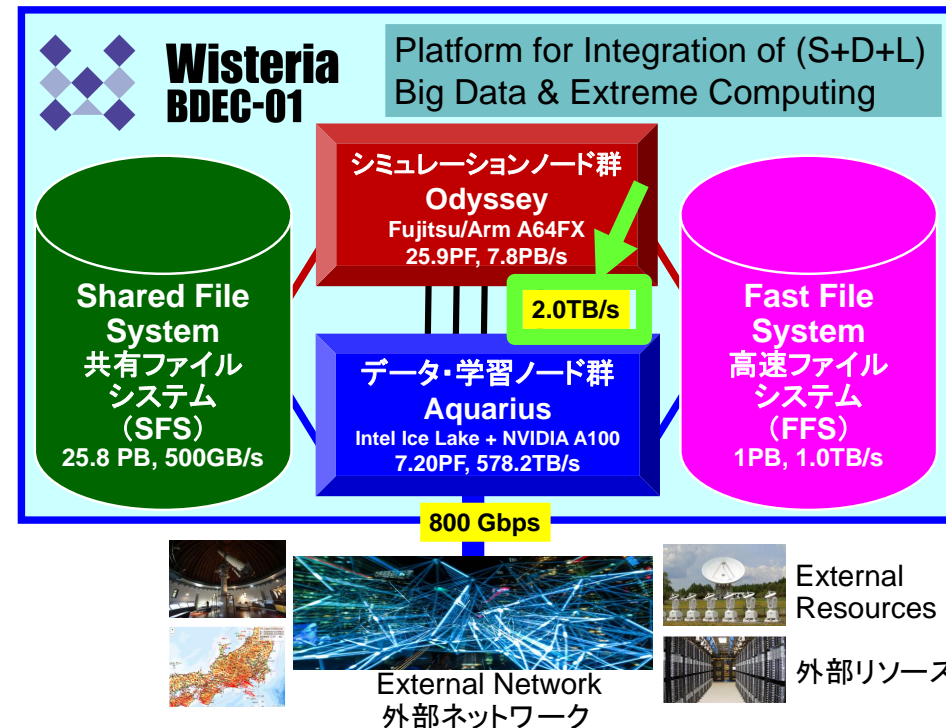


Odyssey-Aquarius連携

- MPIによる通信は不可
 - O-Aを跨いでMPIプログラムは動かない
- Odyssey-Aquarius間はInfiniband-EDR (2TB/sec)で結合されている

ソフトウェア開発

- 高機能カプラー: h3-Open-UTIL/MP
- O-A間通信: h3-Open-SYS/WaitIO
 - IB-EDR経由 (WaitIO-Socket)
 - 高速ファイルシステム (FFS) 経由連携 (WaitIO-File)



h3-Open-BDEC

新しい計算原理 数値アルゴリズム・ライブラリ	シミュレーション+データ +学習 (S+D+L) アプリ開発フレームワーク	統合+通信+ ユーティリティ 制御 & ユーティリティ
h3-Open-MATH 高性能・高信頼性・ 混合/変動精度アルゴリズム	h3-Open-APP: Simulation 計算科学アプリケーション	h3-Open-SYS 制御 & 統合
h3-Open-VER 精度保証	h3-Open-DATA: Data データ科学	h3-Open-UTIL 大規模計算向け ユーティリティ群
h3-Open-AT 自動チューニング	h3-Open-DDA: Learning データ駆動・機械学習	



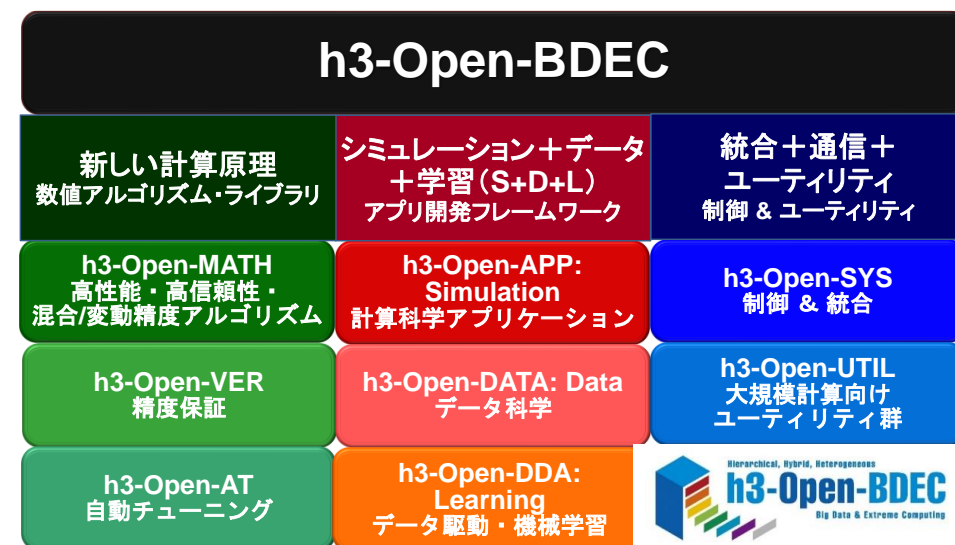
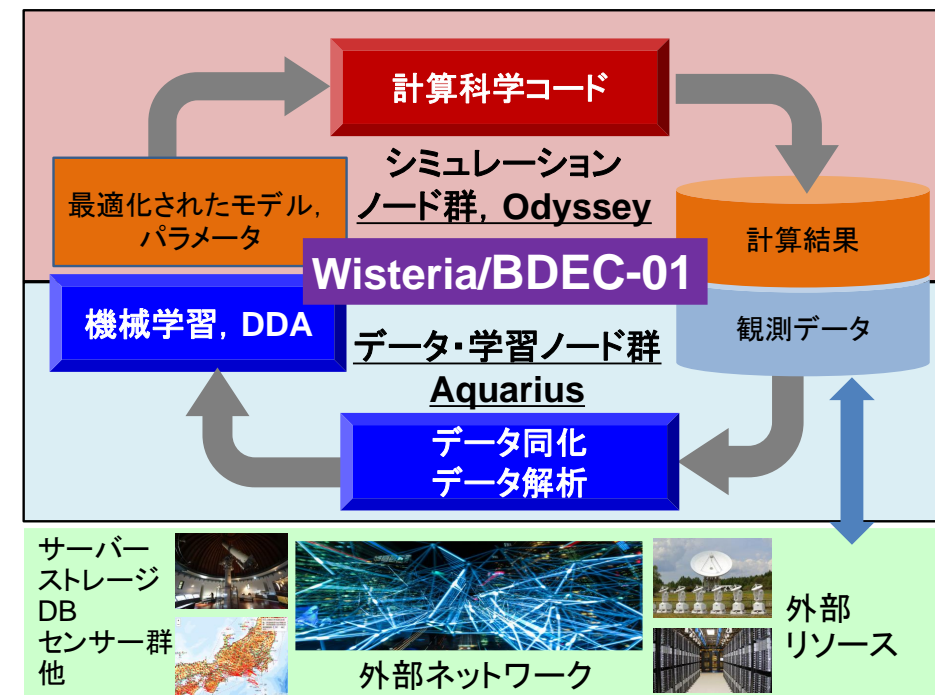
h3-Open-SYS/WaitIO

データ受け渡しライブラリ〔松葉, 2020〕
〔住元他, HPC-181, 2021〕

- ヘテロジニアス環境下での異なるコンポーネント間ファイル経由連携ライブラリとして考案

機能

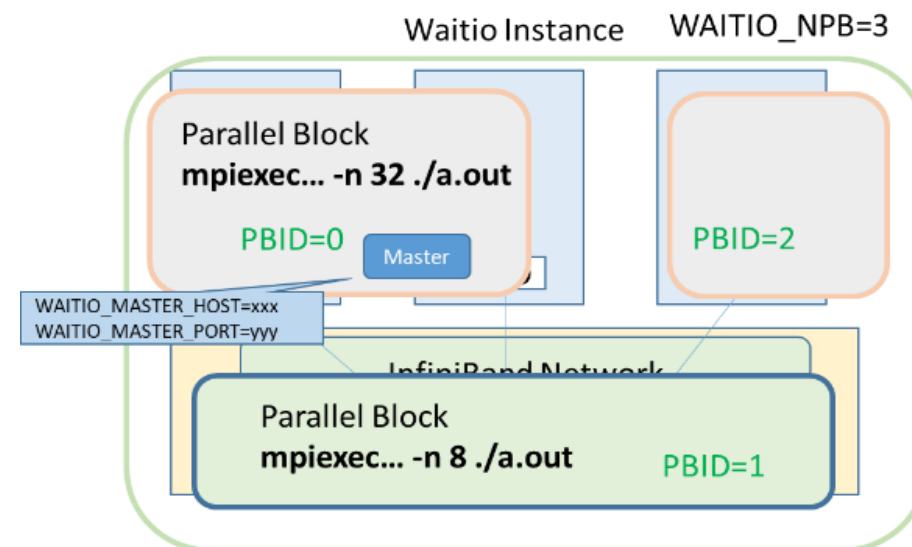
- ✓ Odysseey~Aquarius間連携
 - IB-EDR経由通信 (WaitIO-Socket)
 - ファイル経由 (WaitIO-File)
 - ✓ 外部からのデータ取得 (観測データ等)
 - ✓ 読み込み・書き出しの同期
- API: C/C++, Fortranから呼び出し可能
- ✓ MPIライクなインタフェースを提供



API of h3-Open-SYS/WaitIO-Socket

PB (Parallel Block): Each Application

WaitIO API	Description
waitio_isend	Non-Blocking Send
waitio_irecv	Non-Blocking Receive
waitio_wait	Termination of waitio_isend/irecv
waitio_init	Initialization of WaitIO
waitio_get_nprocs	Process # for each PB (Parallel Block)
waitio_create_group waitio_create_group_wranks	Creating communication groups among PB's
waitio_group_rank	Rank ID in the Group
waitio_group_size	Size of Each Group
waitio_pb_size	Size of the Entire PB
waitio_pb_rank	Rank ID of the Entire PB



[Sumimoto et al. 2021]

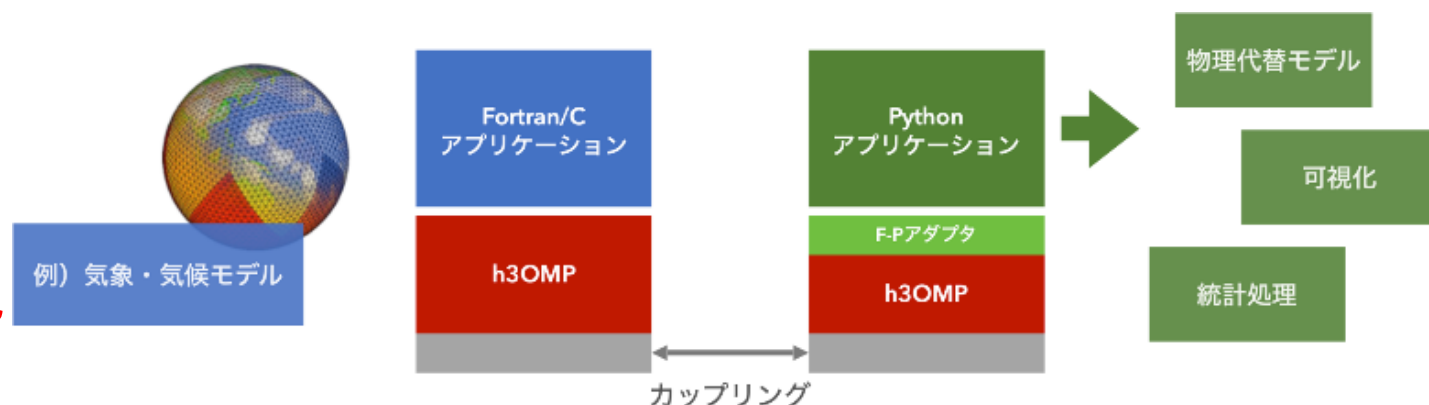
「計算＋データ＋学習」融合を支援する 多機能カプラーh3-Open-UTIL/MP



- 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

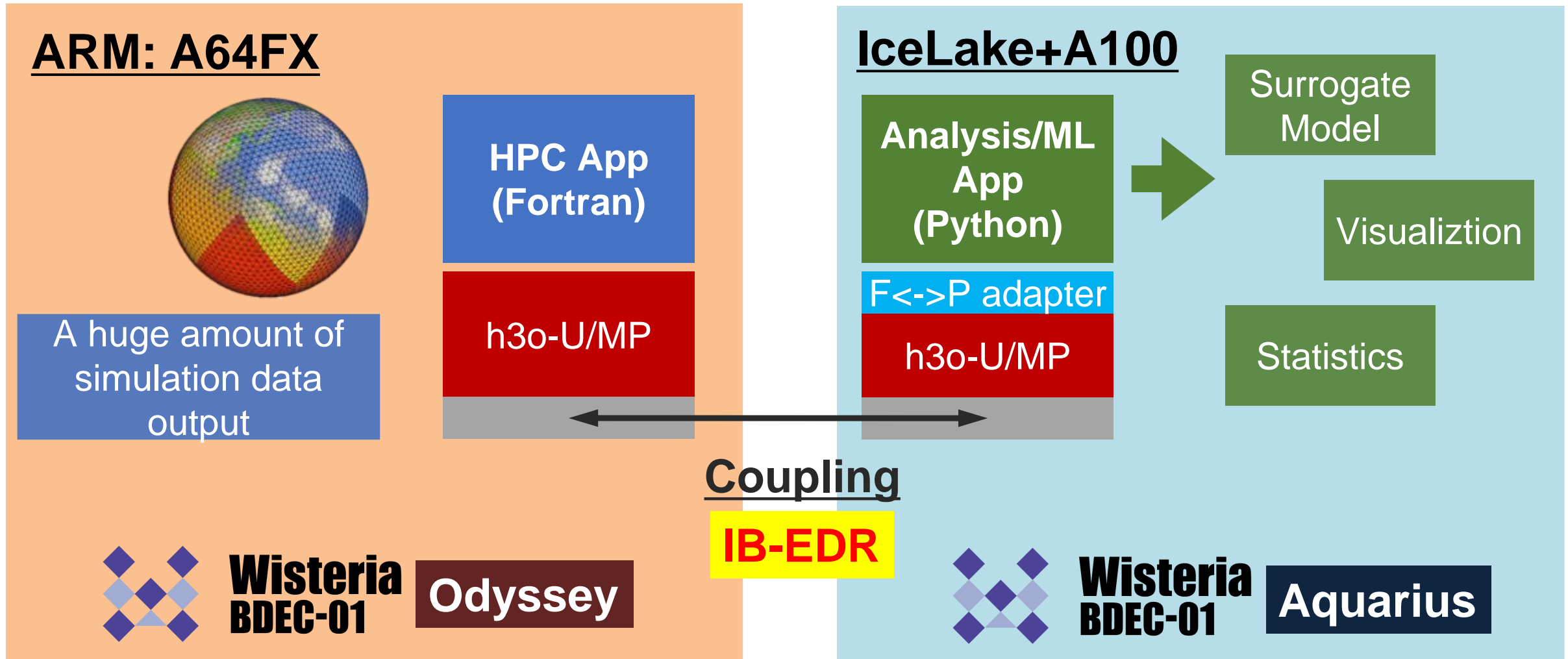
Fortran/Cコード(物理モデル)とPythonコードの弱連成を実現する機能

- FortranやCで記述されたプログラム同士の間で連成計算に限り、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〕

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



h3-Open-UTIL/MP

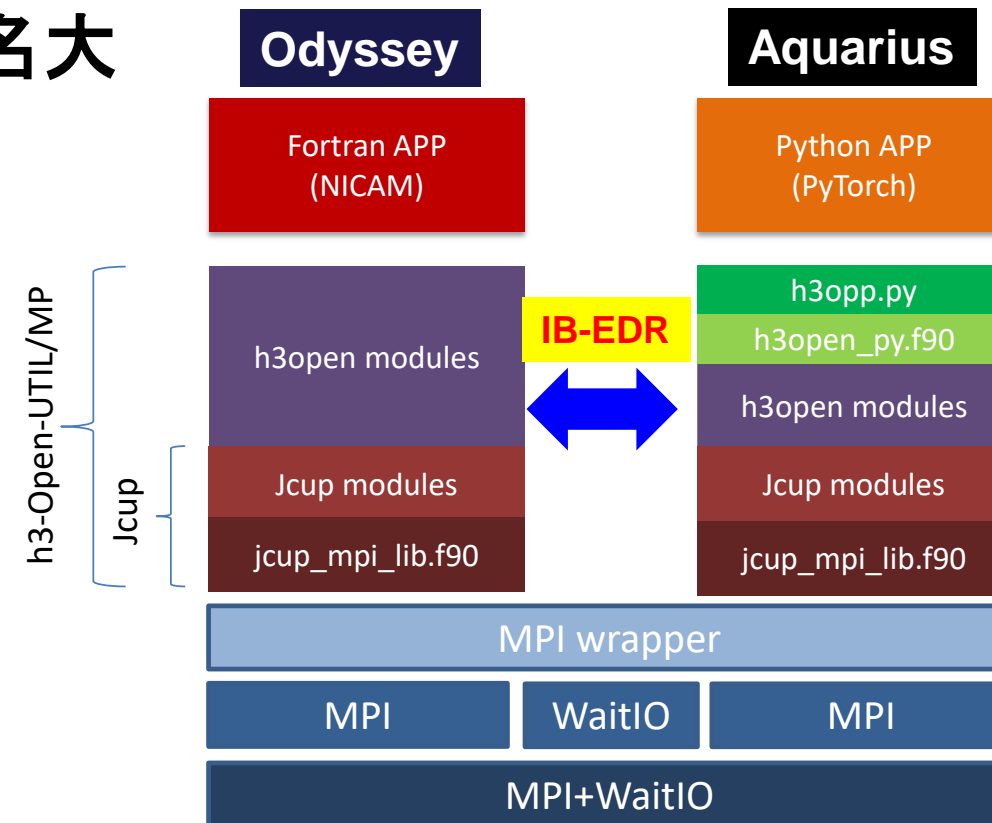
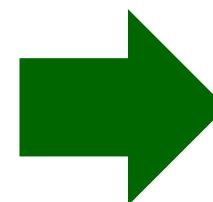
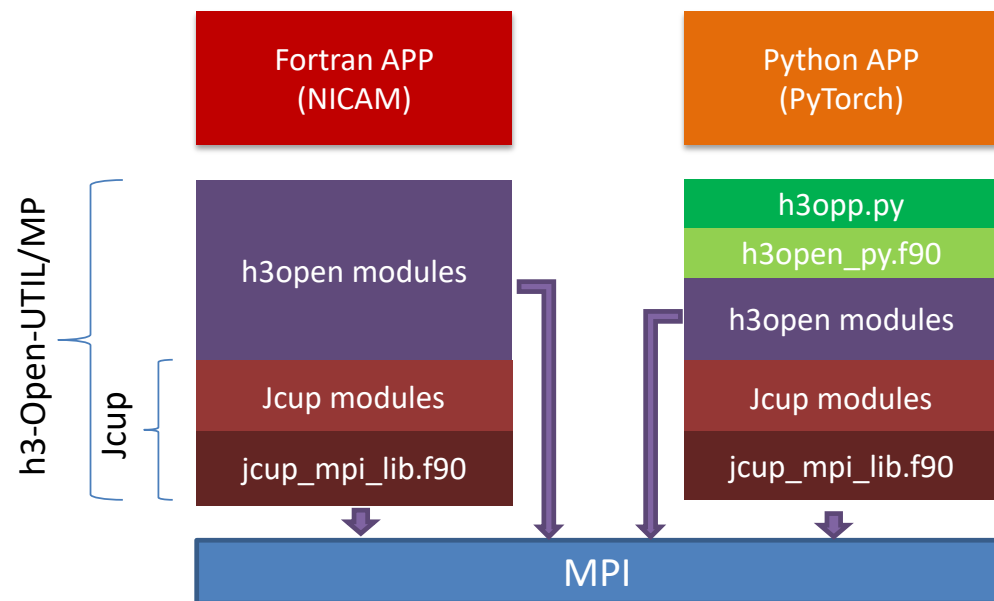
h3-Open-SYS/WaitIO-Socket連携

2022年6月から利用可能

2022年度はFS経由のWaitIO-File整備: 名大



**Wisteria
BDEC-01**



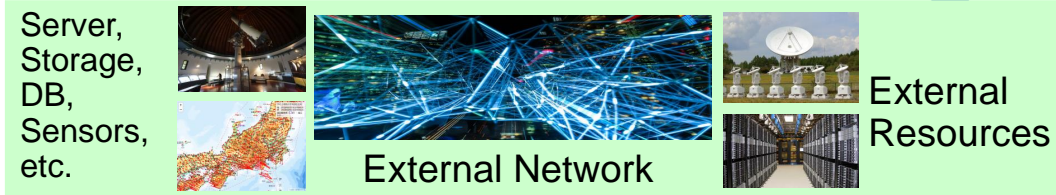
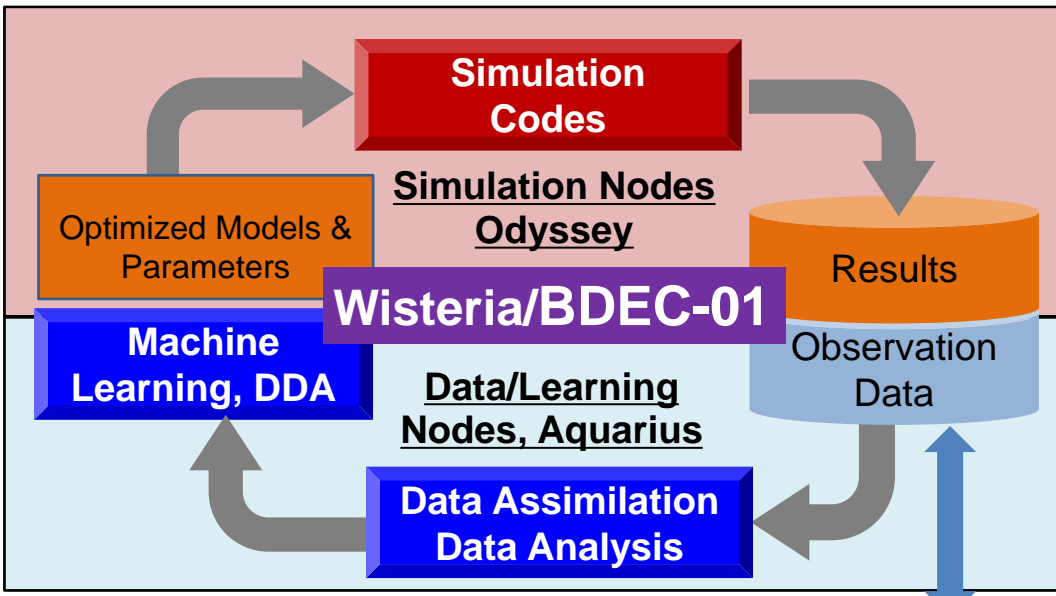
2021年4月: MPI通信可能な環境を前提

2022年6月: Coupler + WaitIO

解説記事 : h3-Open-UTIL/MP・ h3-Open-SYS/WaitIO-Socket



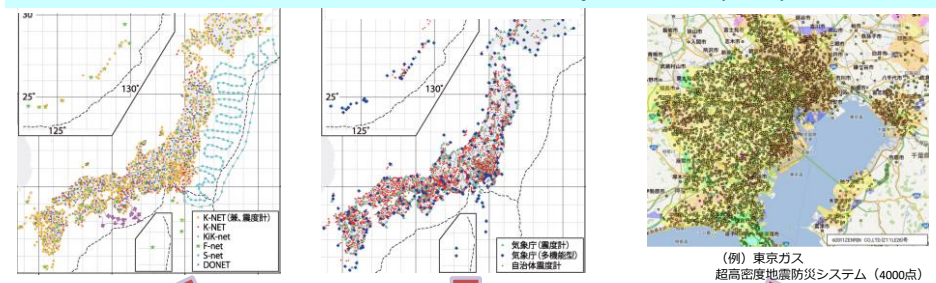
- 住元真司, 荒川隆, 坂口吉生, 松葉浩也, 八代尚, 塙敏博, 中島研吾, WaitIO-Socket: 異種システム上の複数MPIプログラムを結合する通信ライブラリの試作, 情報処理学会研究報告(2021-HPC-181-07), 2021
- h3-Open-SYS/WaitIO-Socket, h3-Open-UTIL/MP概要:
https://www.dropbox.com/s/k1nd0p98p5cbdeg/KN_HPC182x.pdf?dl=0
- 住元真司他: Wistera/BDEC-01利用事例(3)データ受け渡しライブラリh3-Open-SYS/WaitIO(1/2)
https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No2/10_202203Wisteria-1.pdf
- 住元真司他: Wistera/BDEC-01利用事例(4)データ受け渡しライブラリh3-Open-SYS/WaitIO(2/2)
https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No3/12_202205-Wisteria-1.pdf
- 住元真司, 荒川隆, 坂口吉生, 松葉浩也, 八代尚, 大島聡史, 塙敏博, 中島研吾, WaitIO-Hybrid: 共有ファイルシステムとSocketを併用可能なシステム間通信ライブラリ, 情報処理学会研究報告(2022-HPC-187-06), 2022
- 荒川隆他: Wistera/BDEC-01利用事例(5)マルチプログラム連成ライブラリh3-Open-UTIL/MP(1/2)
https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No3/13_202205-Wisteria-2.pdf
- 荒川隆他: Wistera/BDEC-01利用事例(6)マルチプログラム連成ライブラリh3-Open-UTIL/MP(2/2)
https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No4/09_202207-Wisteria-1.pdf



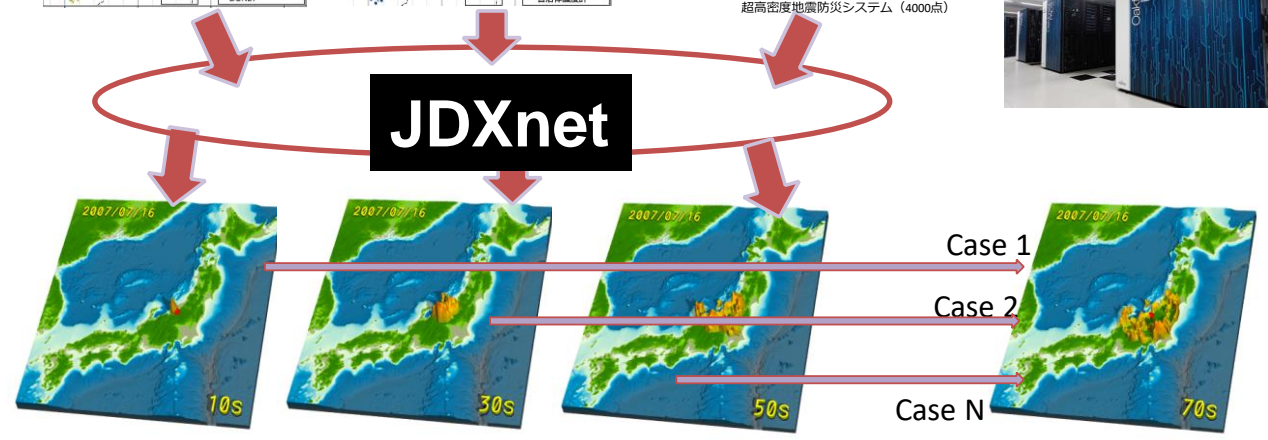
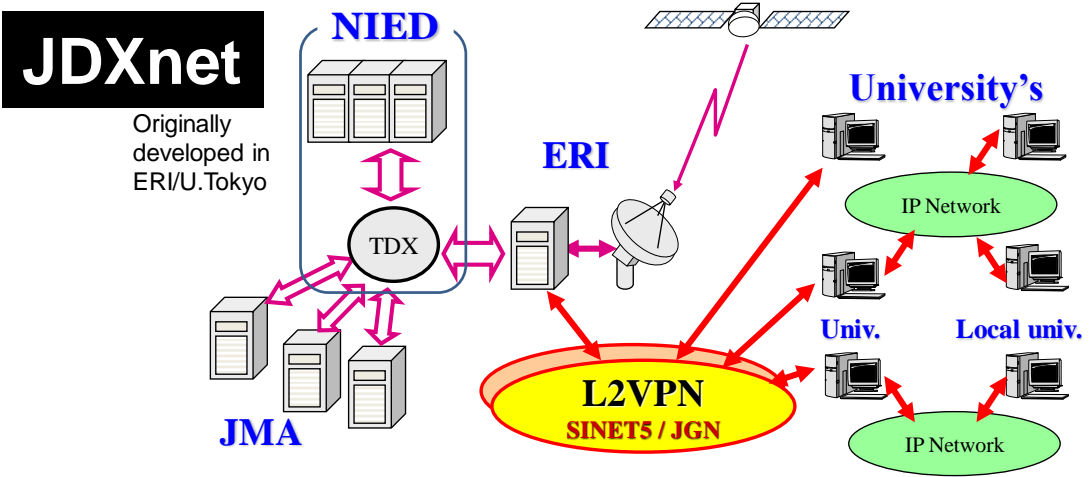
リアルタイムデータ同化 + 3D強震動シミュレーション融合

JDXnetによるリアルタイム観測データ活用

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



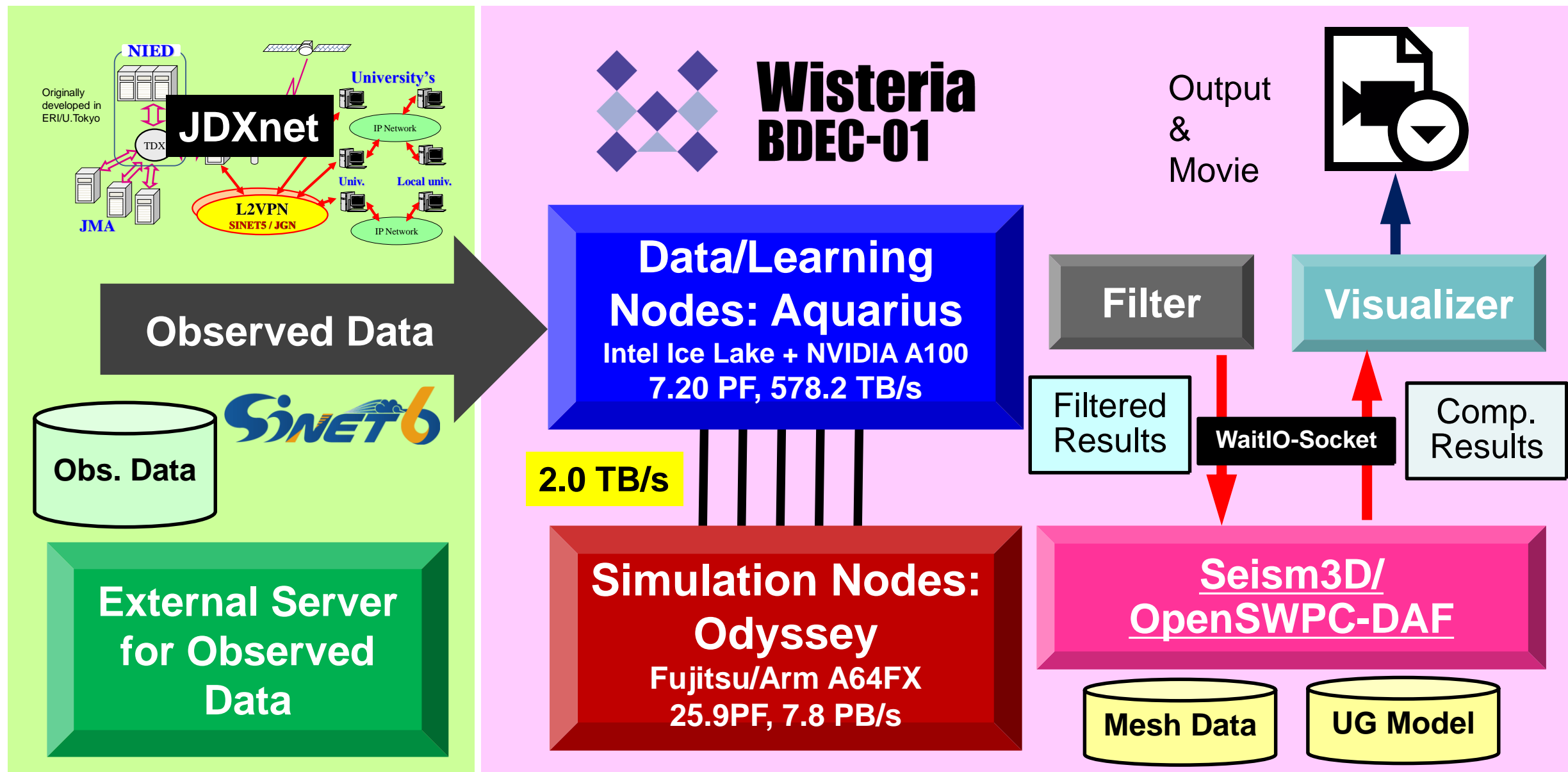
[c/o Furumura]



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

[c/o Prof. T.Furumura (ERI/U.Tokyo)]

長周期地震動シミュレーション+観測データ同化



Communications by WaitIO-Socket

[Kasai et al. 2021]

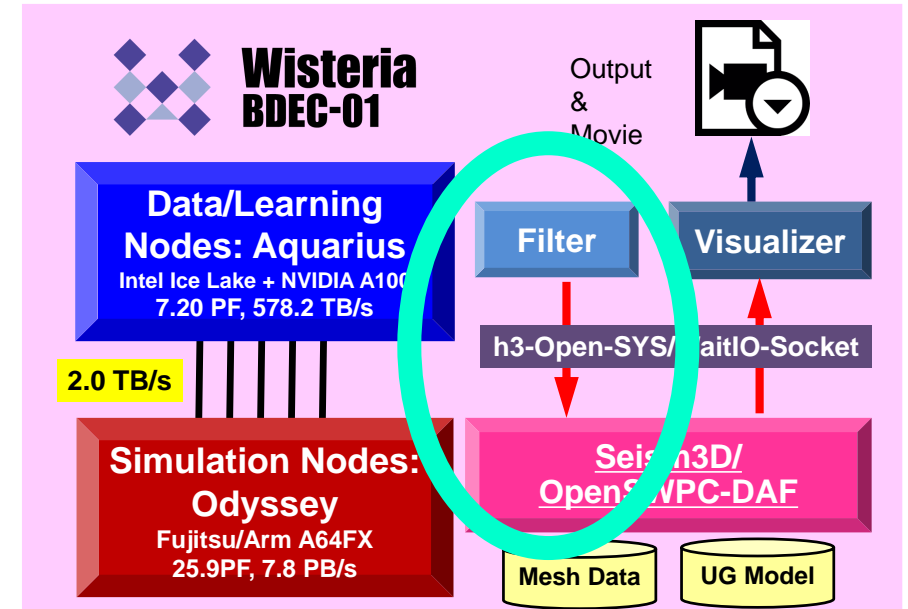
Aquarius: SEND

```
program dmy_filter
<省略: 型宣言等>
call mpi_init (ierr)
call mpi_comm_size (MPI_COMM_WORLD, nprocs, ierr)
call mpi_comm_rank (MPI_COMM_WORLD, myrank, ierr)
call WAITIO_CREATE_UNIVERSE (WAITIO_COMM_UNIVERSE, ierr)

if (myrank==0) then
  open(100,file='./obsfile_list.txt', form='formatted', status='old', iostat=ierr)
  do i=1,300
    <省略: obsデータ読み込み処理>
    print *, "Send obs data ....."
    call WAITIO_MPI_ISEND (NTMAX1_o, 1, WAITIO_MPI_INTEGER, 2,1, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,1), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (DT_o, 1, WAITIO_MPI_FLOAT, 2,2, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,2), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (NST_o, 1, WAITIO_MPI_INTEGER, 2,3, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,3), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (AT_o, 1, WAITIO_MPI_FLOAT, 2,4, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,4), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (T0_o, 1, WAITIO_MPI_FLOAT, 2,5, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,5), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (ISO_X_o, NSMAX, WAITIO_MPI_INTEGER, 2,6, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,6), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (ISO_Y_o, NSMAX, WAITIO_MPI_INTEGER, 2,7, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,7), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (ISO_Z_o, NSMAX, WAITIO_MPI_INTEGER, 2,8, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,8), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (ISTX_o, NST, WAITIO_MPI_INTEGER, 2,9, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,9), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (ISTY_o, NST, WAITIO_MPI_INTEGER, 2,10, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,10), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (ISTZ_o, NST, WAITIO_MPI_INTEGER, 2,11, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,11), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (STC_o, 6*NST, WAITIO_MPI_CHAR, 2,12, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,12), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (VxAll_obs, NST*NOBS_LEN, WAITIO_MPI_FLOAT, 2,13, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,13), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (VyAll_obs, NST*NOBS_LEN, WAITIO_MPI_FLOAT, 2,14, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,14), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (VzAll_obs, NST*NOBS_LEN, WAITIO_MPI_FLOAT, 2,15, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,15), ierr)
    call WAITIO_MPI_WAITALL (15,req, status, ierr)
    call sleep(1)
  enddo
  close (100)
endif
call WAITIO_FINALIZE (ierr)
call mpi_finalize (ierr)
end
```

Odyssey: RECV

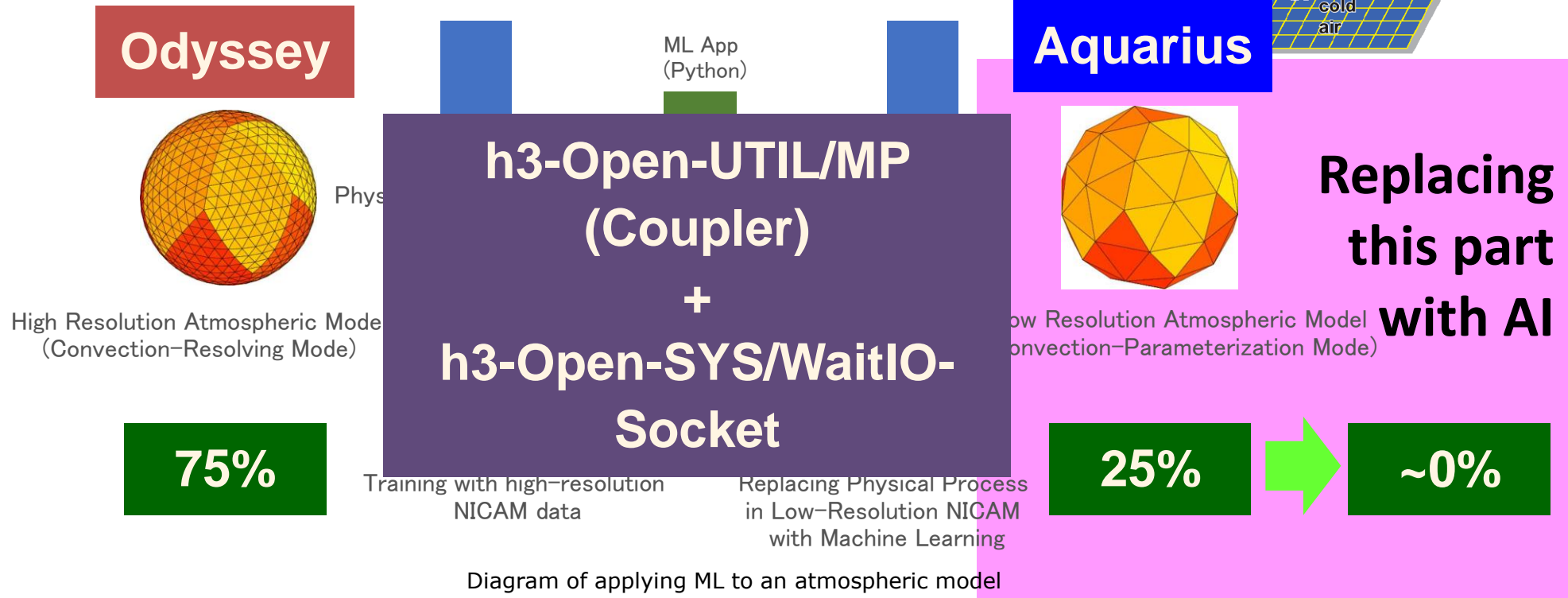
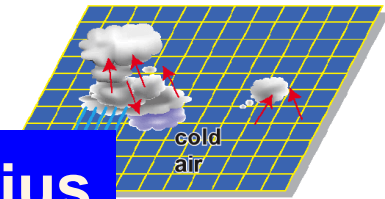
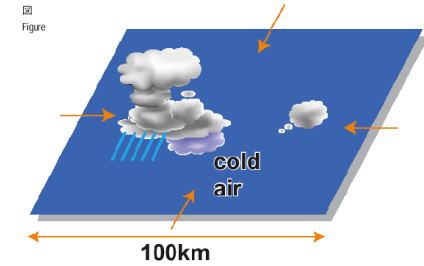
```
call WAITIO_MPI_Irecv (NTMAX1_o, 1, WAITIO_MPI_INTEGER, 0,1, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (DT_o, 1, WAITIO_MPI_FLOAT, 0,2, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (NST_o, 1, WAITIO_MPI_INTEGER, 0,3, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (AT_o, 1, WAITIO_MPI_FLOAT, 0,4, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (T0_o, 1, WAITIO_MPI_FLOAT, 0,5, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (ISO_X_o, NSMAX, WAITIO_MPI_INTEGER, 0,6, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (ISO_Y_o, NSMAX, WAITIO_MPI_INTEGER, 0,7, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (ISO_Z_o, NSMAX, WAITIO_MPI_INTEGER, 0,8, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (ISTX_o, NST, WAITIO_MPI_INTEGER, 0,9, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (ISTY_o, NST, WAITIO_MPI_INTEGER, 0,10, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (ISTZ_o, NST, WAITIO_MPI_INTEGER, 0,11, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (STC_o, 6*NST, WAITIO_MPI_CHAR, 0,12, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (VxAll_obs, NST*NOBS_LEN, WAITIO_MPI_FLOAT, 0,13, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (VyAll_obs, NST*NOBS_LEN, WAITIO_MPI_FLOAT, 0,14, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (VzAll_obs, NST*NOBS_LEN, WAITIO_MPI_FLOAT, 0,15, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
```



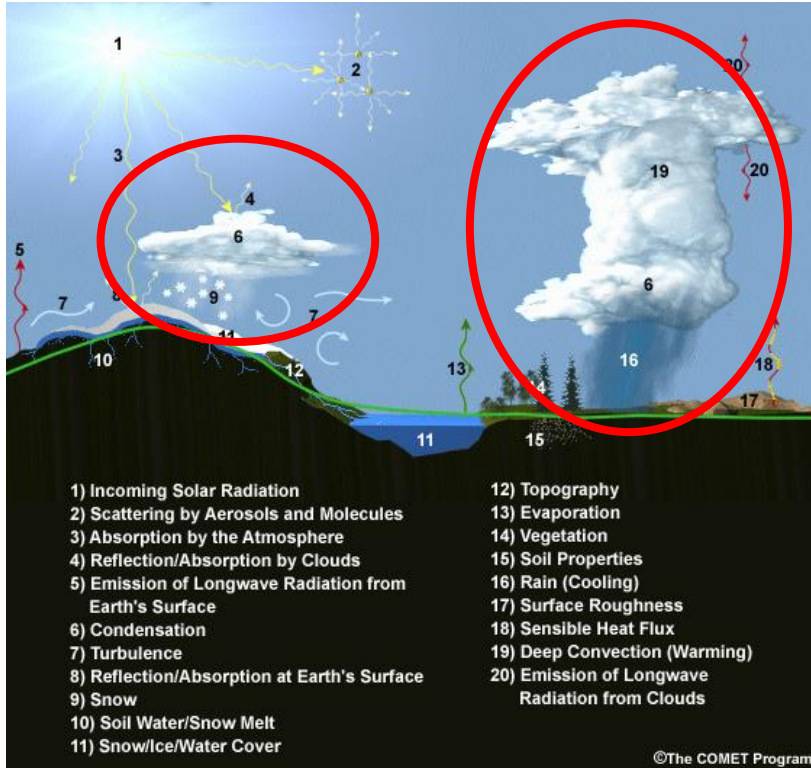
Atmosphere-ML Coupling

[Yashiro (NIES), Arakawa (ClimTech/U.Tokyo)]

- Motivation of this experiment
 - Two types of Atmospheric models: Cloud resolving VS Cloud parameterizing
 - Cloud resolving model is difficult to use for climate simulation
 - Parameterized model has many assumptions
 - Replacing low-resolution cloud processes calculation with ML!



Atmosphere-ML Coupling

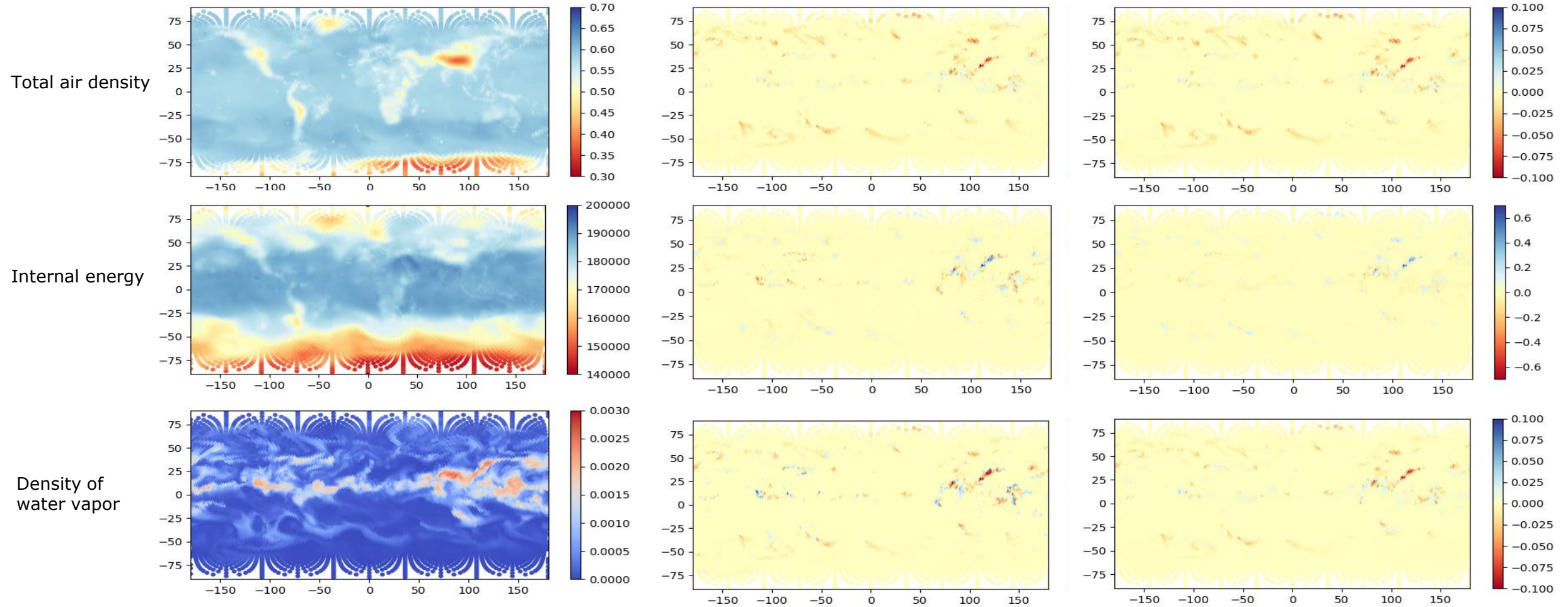


- Model component emulation (surrogation)
 - The emulation target in this study is cloud microphysical processes (phase changes, collision, coagulation, and precipitation)
 - Atmospheric pressure, temperature, and vertical distribution of water will change between before and after computing the cloud microphysical processes
- Atmospheric model and ML Library
 - NICAM (global non-hydrostatic model with icosahedral grid) + Pytorch (three layers MLP)
- Methodology
 - ML is trained to reproduce output variable from input variables of cloud microphysical subroutine
- Training data
 - Input : total air density (ρ), internal energy (e), density of water vapor (ρ_q)
 - Output : tendencies of input variables computed within the cloud physics subroutine

$$\frac{\Delta \rho}{\Delta T} \quad \frac{\Delta e}{\Delta T} \quad \frac{\Delta \rho_q}{\Delta T}$$

Test calculation

- Compute output variables from input variables and PyTorch
 - The rough distribution of all variables is well reproduced
 - The reproduction of extreme values is no good



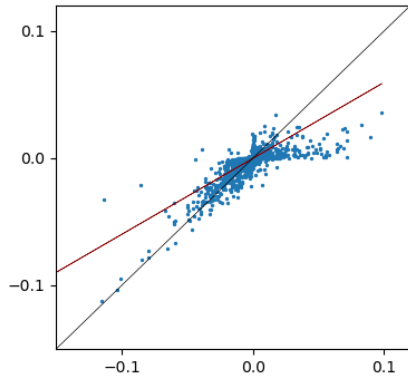
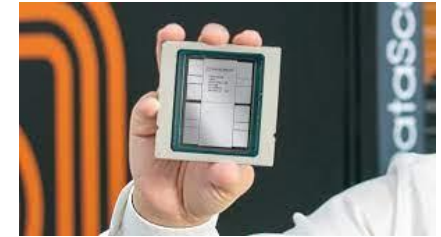
Input

Simulations

Prediction by ML/NN

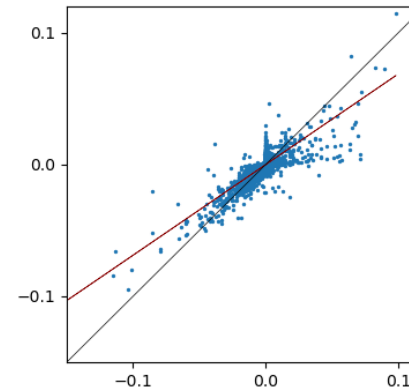
Reproducibility Improvement

- for more accurate reproducibility
 - Variable selection is important
 - NICAM subroutine mp_driver has INPUT:23, OUTPUT: 27, INOUT: 11
 - Reproducibility was improved by increasing the number of input variables to five.
- **Collaborations with Sambanova**



d_rho calculated from three input variables (rho, ein, rhoq)

	slope	intercept	coef.
d_rho	0.598	-0.0001	0.807
d_ein	0.555	-0.0004	0.798
d_rhoq	0.532	0.0000	0.781

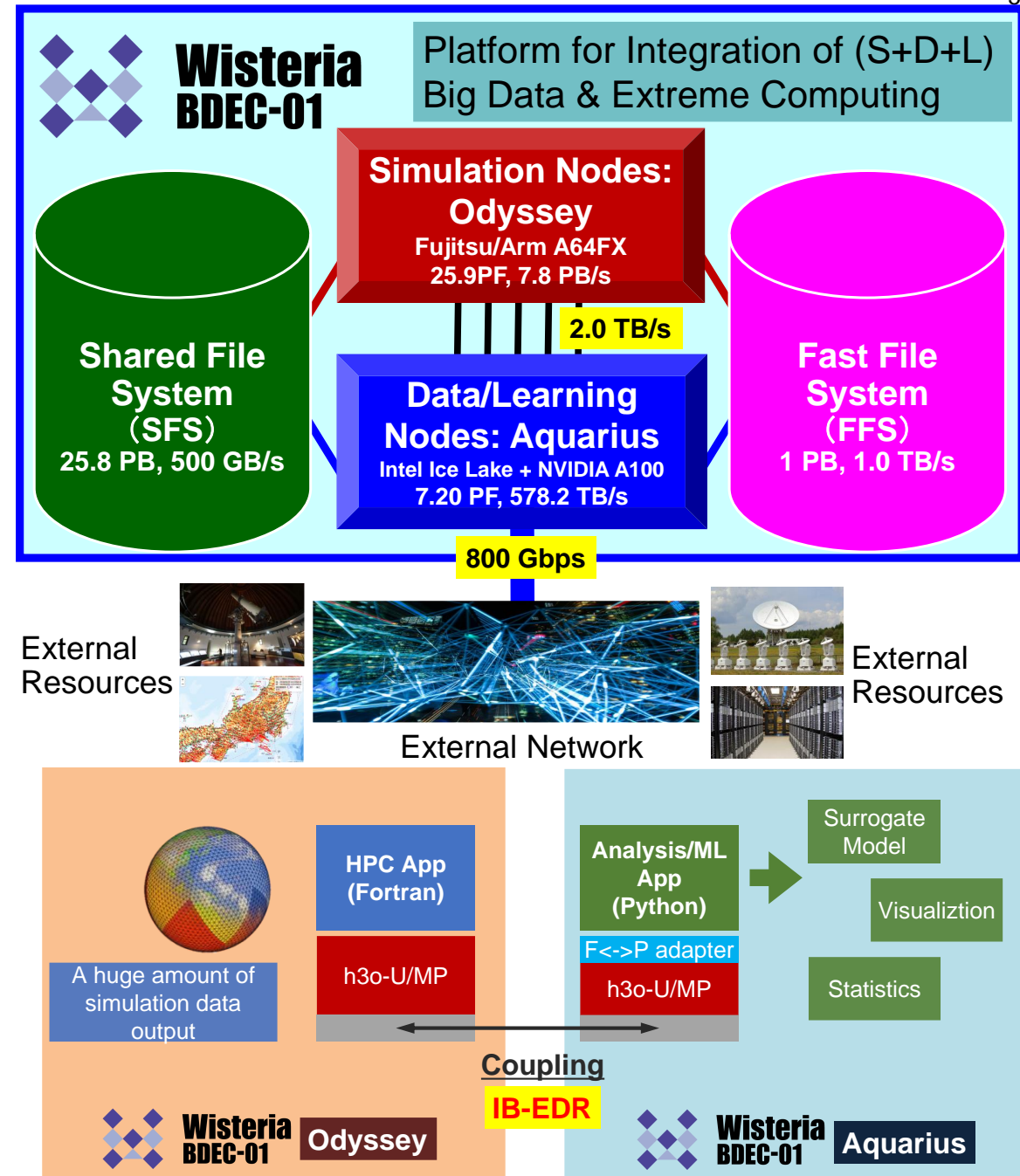


d_rho calculated from five input variables (three + vertical wind and precipitation)

	slope	intersept	coef.
d_rho	0.688	-0.0000	0.857
d_ein	0.710	0.0011	0.858
d_rhoq	0.692	0.0003	0.843

Odyssey-Aquarius連携

- 総ノード数
 - Odyssey: 7,680ノード, やや空いている
 - Aquarius: 45ノード, 360 GPUs, 混雑
- Aquariusのうち1ノードを(S+D+L)融合型ワークロード向けにリザーブ
 - Odyssey, Aquariusそれぞれに対する2つのジョブスクリプトをサブミットする必要がある
 - 両ジョブがリソースを確保⇒実行開始
- より柔軟な仕組みを整える必要あり
 - このようなシステム, 運用例は世界的に見ても例がほとんどない
- O-A連携ワークロードを考えている場合はご相談ください



ジョブスクリプト例 [Sumimoto, Arakawa]

Odyssey for Simulation

```
#!/bin/bash
#PJM -N "test_waitio"
#PJM -L rscgrp=coupler-lec-o
#PJM -L node=10:noncont
#PJM --mpi proc=80
#PJM -L elapse=00:10:00
#PJM -g gt00
#PJM -j
#PJM -e err

module load fj
module load fjmpi
module load waitio

export WAITIO_MASTER_HOST=`hostname`
export WAITIO_MASTER_PORT=7100
export WAITIO_PPID=0
export WAITIO_NPB=2

hostname
waitio-serv-a64fx -d -m $WAITIO_MASTER_HOST

#mpiexec -oferr-proc errnicam -np 160 ./nicam
mpiexec -np 80 ./nicam
```

Aquarius for AI

```
#!/bin/bash
#PJM -N "test_waitio"
#PJM -L rscgrp=coupler-lec-a
#PJM -L node=1
#PJM --mpi proc=10
#PJM -L elapse=00:10:00
#PJM -g gt00
#PJM -j
#PJM -e err

module unload aquarius
module unload gcc omp
module load intel
module load impi
module load waitio

export WAITIO_MASTER_HOST=`waitio-serv -c`
export WAITIO_MASTER_PORT=7100
export WAITIO_PPID=1
export WAITIO_NPB=2

module unload intel
module unload impi
module load gcc omp

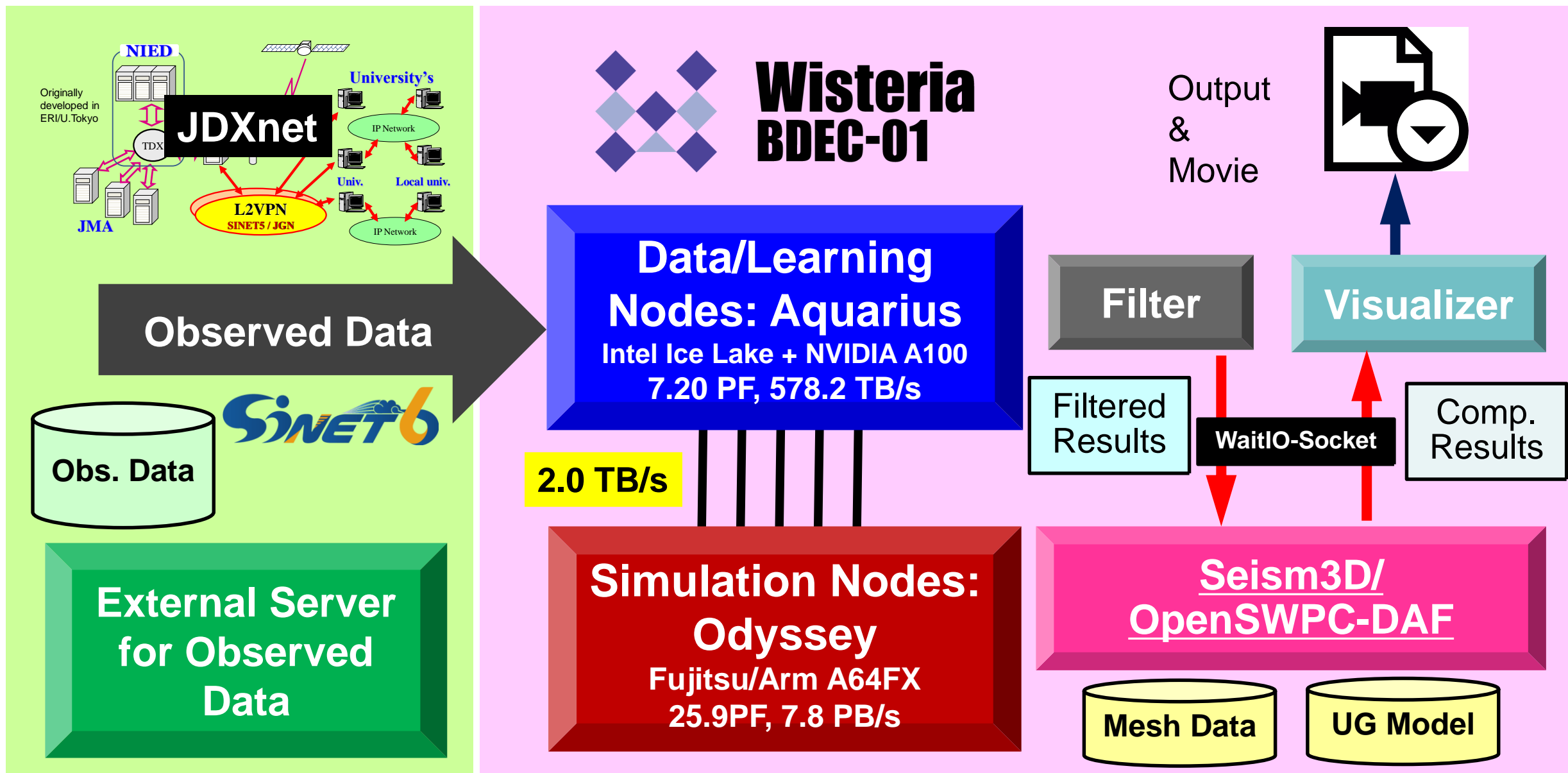
mpiexec -n 10 ./ada
```

解説記事:h3-Open-UTIL/MP・ h3-Open-SYS/WaitIO-Socket

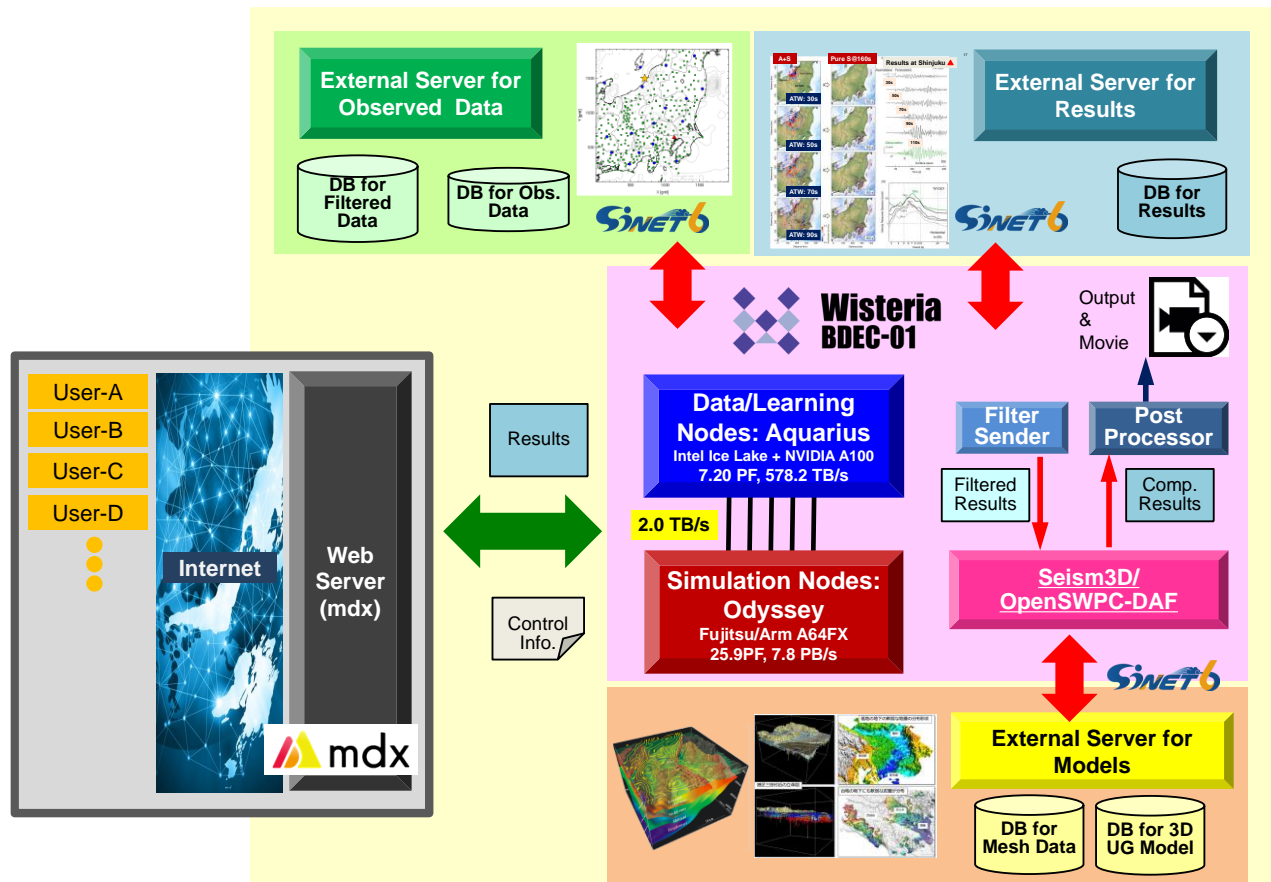


- 住元真司, 荒川隆, 坂口吉生, 松葉浩也, 八代尚, 塙敏博, 中島研吾, WaitIO-Socket: 異種システム上の複数MPIプログラムを結合する通信ライブラリの試作, 情報処理学会研究報告(2021-HPC-181-07), 2021
- h3-Open-SYS/WaitIO-Socket, h3-Open-UTIL/MP概要:
https://www.dropbox.com/s/k1nd0p98p5cbdeg/KN_HPC182x.pdf?dl=0
- 住元真司他: Wistera/BDEC-01利用事例(3)データ受け渡しライブラリh3-Open-SYS/WaitIO(1/2)
https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No2/10_202203Wisteria-1.pdf
- 住元真司他: Wistera/BDEC-01利用事例(4)データ受け渡しライブラリh3-Open-SYS/WaitIO(2/2)
https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No3/12_202205-Wisteria-1.pdf
- 住元真司, 荒川隆, 坂口吉生, 松葉浩也, 八代尚, 大島聡史, 塙敏博, 中島研吾, WaitIO-Hybrid: 共有ファイルシステムとSocketを併用可能なシステム間通信ライブラリ, 情報処理学会研究報告(2022-HPC-187-06), 2022
- 荒川隆他: Wistera/BDEC-01利用事例(5)マルチプログラム連成ライブラリh3-Open-UTIL/MP(1/2)
https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No3/13_202205-Wisteria-2.pdf
- 荒川隆他: Wistera/BDEC-01利用事例(6)マルチプログラム連成ライブラリh3-Open-UTIL/MP(2/2)
https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No4/09_202207-Wisteria-1.pdf

長周期地震動シミュレーション+観測データ同化

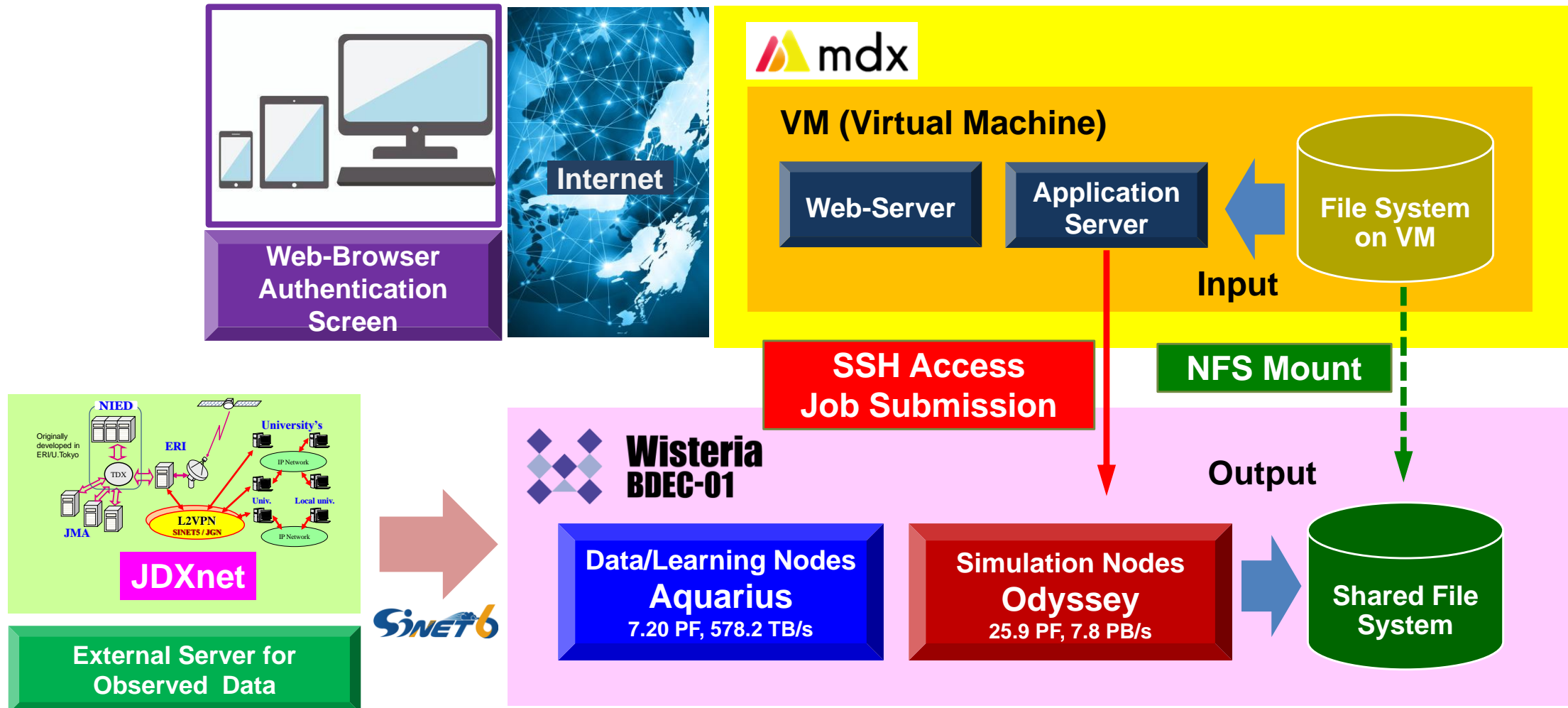


Webベース シミュレーション体験・ データ利活用システム mdxとの連携事例



- 「3D長周期地震動+リアルタイムデータ同化」融合シミュレーションシステムの「防災・減災」啓蒙・教育へ向けた利用・展開を図るため、Webベースのシミュレーション体験・データ利活用環境を構築(2022年度)
- 利用者はWeb Server(mdx上)にアクセスし、スパコン(Wisteria/BDEC-01)上でのシミュレーションの実施、計算結果、観測結果の可視化処理、表示等を行う。
- Web経由でデータ群をスパコン上で処理するフレームワークは様々なアプリケーションへの転用が可能

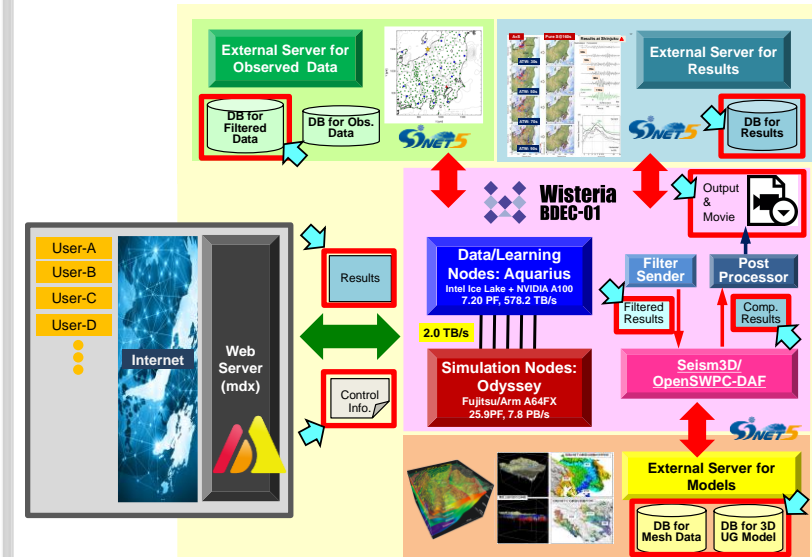
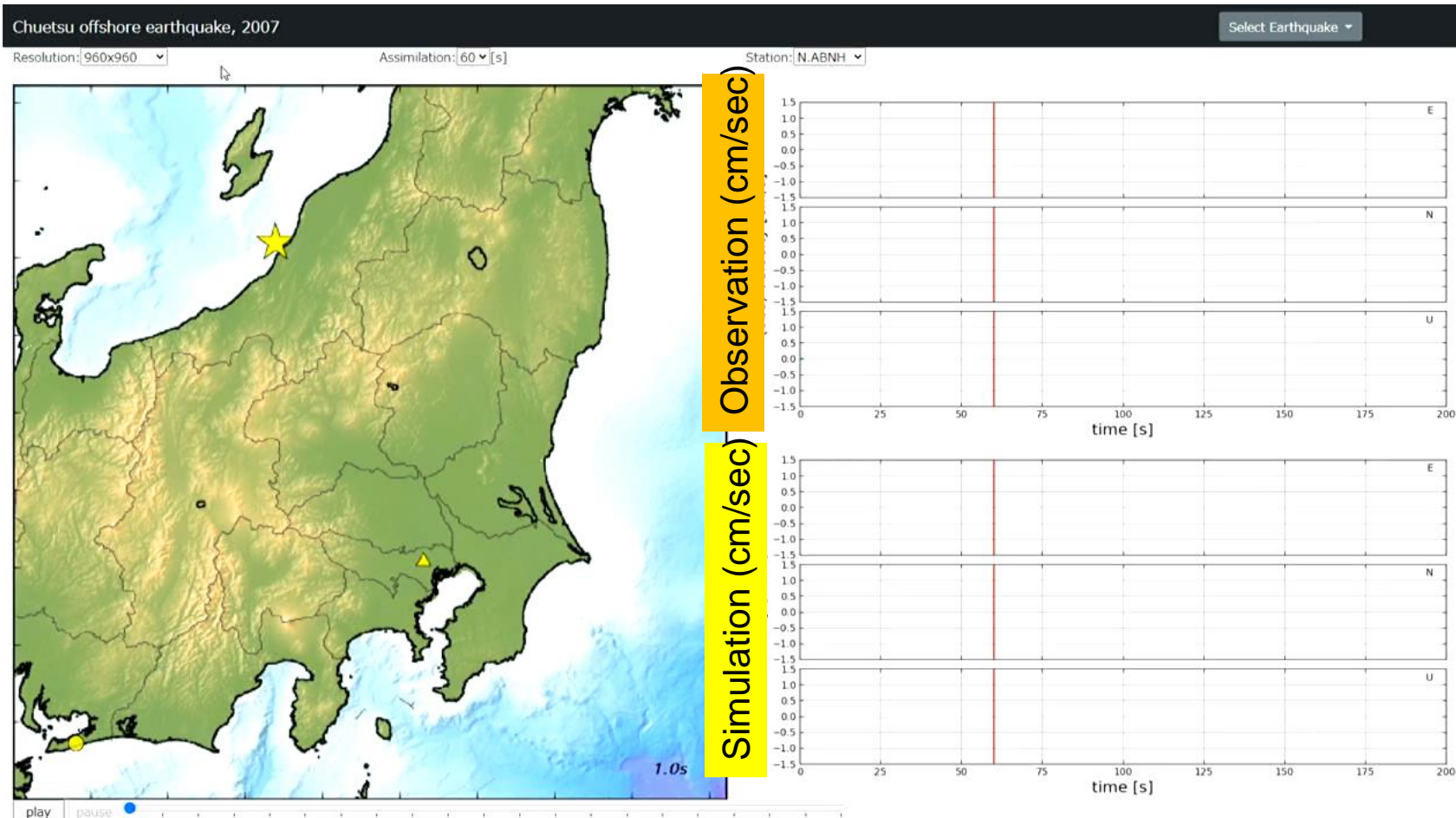
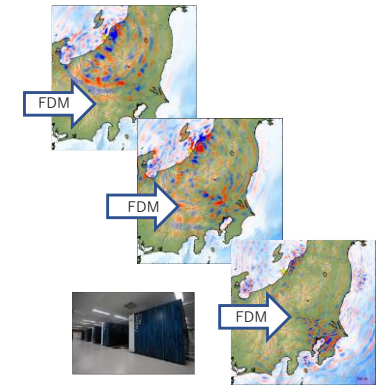
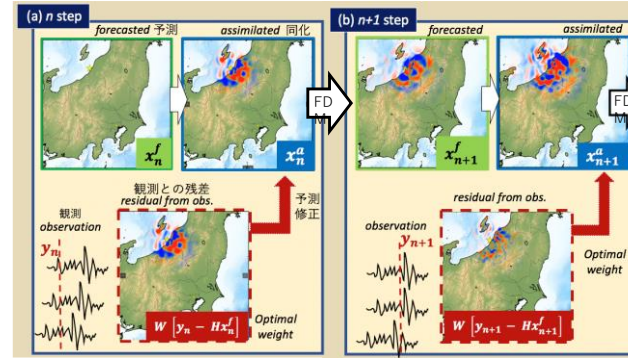
Web-based Simulation System for Outreach Activities



mdxからWeb経由で大規模シミュレーション・データ同化をインタラクティブに実行

(A+S) Assimilation+Simulation

(Pure S) Pure Simulation/Forecast

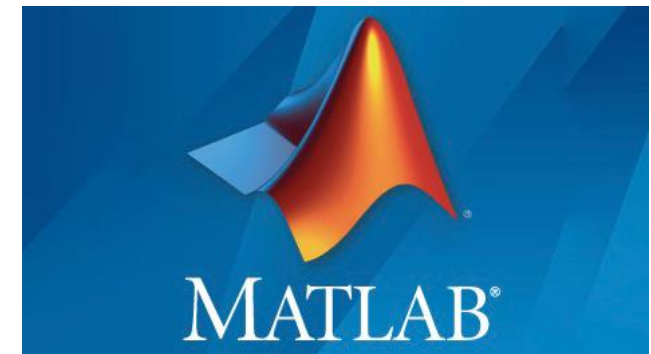
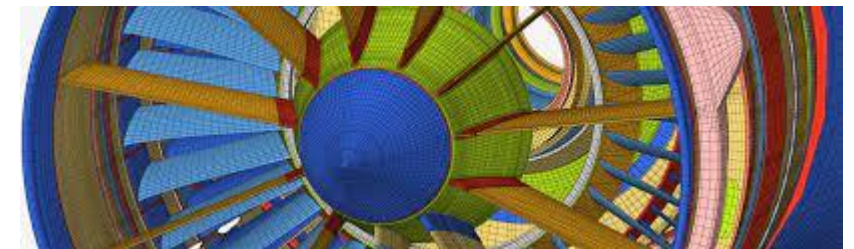
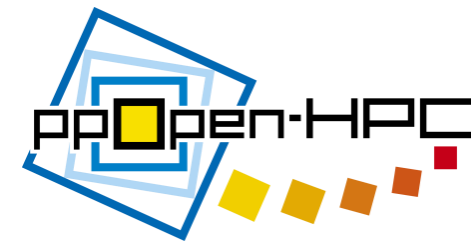


- 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要
 - システム紹介
 - ソフトウェア (h3-Open-BDEC)
- **スーパーコンピュータ(スパコン)を使うための様々な制度の紹介**
 - **通常利用(一般・トライアル)**
 - お試し利用, 講習会
 - HPCI
 - JHPCN
 - 若手・女性, AI for HPC
 - HPCチャレンジ, 教育利用
 - 企業利用(一般・トライアル)

スパコン利用にあたっての指針(1/3)

Odyssey, Aquarius

- 基本的には、自作コード、オープンソースの利用を前提
 - OpenFOAM(流体)
 - Odyssey
 - 今野雅博士(客員研究員): OpenFOAM関連チュートリアル
 - FrontISTR, FrontFlow, ABINIT(東大生研)
 - ppOpen-HPC, h3-Open-BDEC(東大センター)
- 商用コード
 - Altair HyperWorks(汎用CAEコード)
 - <https://www.altairjp.co.jp/hyperworks/>
 - Aquarius(一部)
 - 国内大学教職員・学生のみ利用可能
 - 研究機関, 企業の場合は別途ライセンス取得が必要
 - MATLAB(2022年3月から利用可能)
 - Aquarius



スパコン利用にあたっての指針(2/3)

Odyssey, Aquarius

- 計算科学・大規模シミュレーション(S)
- データ科学(D)
- 機械学習・AI(L)
- 「S+D+L」融合

- 全てのシステム(Odyssey, Aquarius)がそれぞれの項目に対応可能
 - Aquarius(データ・学習ノード)でもシミュレーションはできる
- データ科学(D), 機械学習・AI(L)
 - コンテナ仮想化(Singularity)により対応

スパコン利用にあたっての指針(3/3)

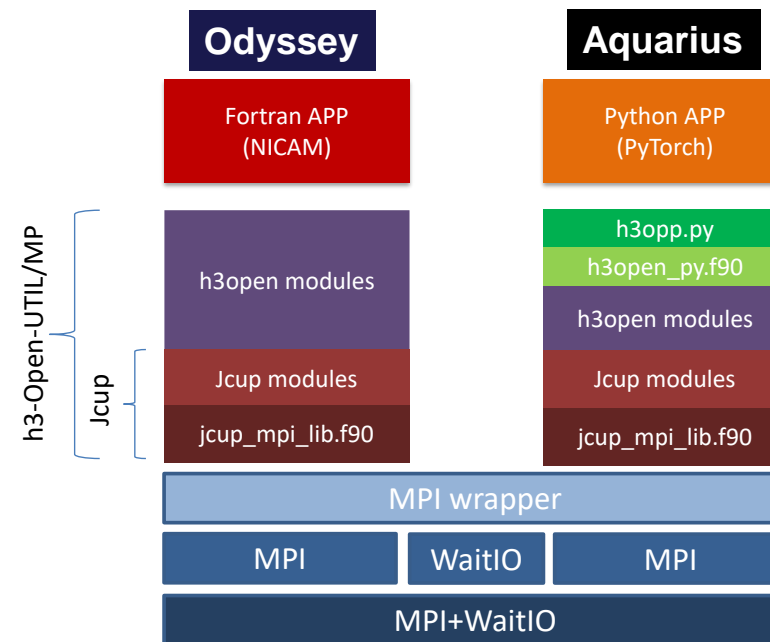
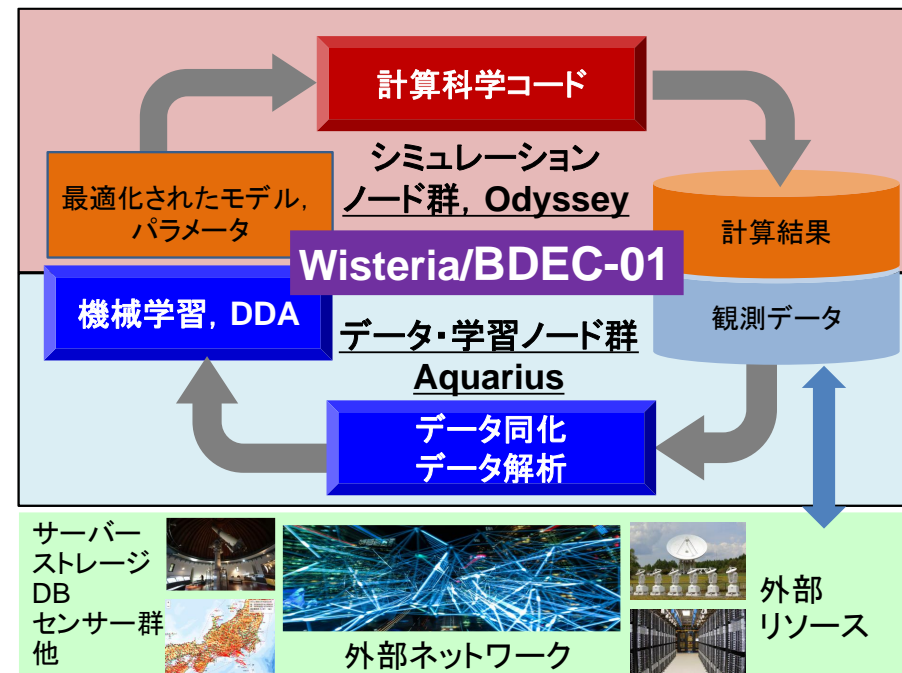
Odyssey, Aquarius

	Odyssey	Aquarius	O+A
計算科学	◎	◎	-
データ科学	◎	◎	-
機械学習・AI	○	◎	-
「S+D+L」融合	○	◎	◎
商用コード・ MATLAB等	× ~ △	○	-
その他の特徴	<ul style="list-style-type: none"> • A64FX(Arm) • チューニング必須 • FP16 • 商用コードへの対応がやや遅れている 	<ul style="list-style-type: none"> • CPU(Ice Lake) : 高い推論性能 • GPU(A100) : Tensor Core + Tensor Float [TF32] • 超大規模シミュレーションには不向き 	<ul style="list-style-type: none"> • O-A連携についてはソフトウェア開発(h3-Open-BDEC, WaitIO), 応相談

MATLABの導入 「S+D+L」融合, AI for HPCの実現



- 2022年3月からOBCX, Aquariusで利用可能
- MATLAB
 - ✓ 多様な機能
 - ✓ ユーザーのプログラムからの関数呼び出し重視⇒データ解析, 機械学習系の豊富な機能⇒高度化
 - ✓ MATLABはAquarius(データ・学習ノード群)でのみ稼働するが, h3-Open-BDECと連携させて, Odyssey(シミュレーションノード群)上で実施する大規模シミュレーションのパラメータ最適化に適用する⇒「S+D+L」融合, AI for HPC
- h3-Open-BDECは様々な環境で動作⇒MATLABと組み合わせた使用による普及



2023年度利用説明会(オンライン)

- 2023年7月21日(金)
- 2023年12月4日(2024年度JHPCN向け)
- 2024年1月17日(2024年度向け全般)

- 諸制度
 - 利用案内 <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/>
 - 若手・女性 <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/young/>
 - 企業利用 <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/company/>
 - AI-for-HPC <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/exploratory/AIforHPC/>
 - HPCI https://www.hpci-office.jp/using_hpci/project_categories_general
 - JHPCN <https://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/ja/>

2023・2024年度諸制度(○:代表者, △:参加者)

制度名	種別	大学等	企業	学生	個人	審査	無料	報告書	A	B	C	D	備考	募集
通常利用	一般	○	△	○					✓	✓	✓			随時
	トライアル	○	△	○				✓			✓	✓	年度内	随時
お試し利用		○	○	○	✓		✓				✓	✓	1ヶ月限定	随時
JHPCN		○	○	△		書類	✓	✓		✓				年1回(1月)
HPCI	一般・若手	○	△	△		書類	✓	✓		✓				年1回(10-11月)
	産業		○			書類	✓	✓		✓				
若手女性	一般	○	○	○	✓	書類	✓	✓		✓	✓			年2回(8・2月)
	インターン			○	✓	書類	✓	✓			✓			年1回(夏季)
AI for HPC		○	○	△		書類	✓	✓		✓	✓			随時, 年4回審査
HPCチャレンジ		○	○	○		書類	✓	✓						年数回
講習会		△	△	△	✓		✓						1ヶ月有効UID	年20回程度
教育利用		○	○	○		書類	✓	✓					企業研修等可	随時
企業利用	一般	△	○	△		+面接		✓		✓				年2回(8・2月)
	トライアル	△	○	△		+面接	一部	✓			✓	✓	3ヶ月無料 年度内	随時, 年4回審査

(A:トークン移行, B:ノード固定, C:Odyssey⇔Aquarius移行可能, D:1システム1回限り応募可能)

2023・2024年度諸制度(○:代表者, △:参加者)

制度名	種別	大学等	企業	学生	個人	審査	無料	備考
JHPCN		○	○	△		書類	✓	基礎研究
HPCI	一般・若手	○	△	△		書類	✓	プロダクションラン
	産業		○			書類	✓	
若手女性	一般	○	○	○	✓	書類	✓	JHPCNの一步手前
	インターン			○	✓	書類	✓	
AI for HPC		○	○	△		書類	✓	
企業利用	一般	△	○	△		+面接		JHPCN(基礎研究), HPCI (プロダクションラン)など, 無 料での利用も可能
	トライアル	△	○	△		+面接	一部	

制度名	種別	募集	次回締切
通常利用	一般・トライアル	随時	
お試し利用		随時	
JHPCN		年1回(1月)	2023年度募集終了 2024年度分は2024年1月
HPCI	一般・若手・産業	年1回(10-11月)	2023年度募集終了 2024年度分は2023年10月
若手女性	一般	年2回(8・2月)	2023年8月29日
	インターン	年1回(夏季)	2023年度募集終了
AI for HPC		随時, 年4回審査	2023年8月31日
HPCチャレンジ		年数回	2023年8月21日 (9~11月分)
講習会		年20回程度	
教育利用		随時	
企業利用	一般	年2回(8・2月)	2023年8月17日
	トライアル	随時, 年4回審査	2023年8月17日

2022年度からの主な変更点

旧		新	
一般利用	パーソナル グループ	通常利用(一般)	グループ
トライアルユース (大学・公共機関向け)	パーソナル グループ	通常利用(トライアル)	グループ
企業利用	グループ	企業利用(一般)	グループ
トライアルユース (企業向け)	パーソナル グループ	企業利用(トライアル)	グループ

- 一般利用, トライアルユース(大学等向け) ⇒ 通常利用(一般)(トライアル)
- 企業利用, トライアルユース(企業向け) ⇒ 企業利用(一般)(トライアル)
- 「パーソナルコース」を廃止, 一人でもグループ利用可能です
- 各システムについては: 基本コース, ノード固定, GPU専有(Aquariusのみ)

お金を払えば使える(○:代表者, △:参加者)

制度名	種別	大学等	企業	学生	個人	審査	無料	報告書	A	B	C	D	備考	募集
通常利用	一般	○	△	○					✓	✓	✓			随時
	トライアル	○	△	○				✓			✓	✓	年度内	随時
お試し利用		○	○	○	✓		✓				✓	✓	1ヶ月限定	随時
JHPCN		○	○	△		書類	✓	✓		✓				年1回(1月)
HPCI	一般・若手	○	△	△		書類	✓	✓		✓				年1回(10-11月)
	産業		○			書類	✓	✓		✓				
若手女性	一般	○	○	○	✓	書類	✓	✓		✓	✓			年2回(8・2月)
	インターン			○	✓	書類	✓	✓			✓			年1回(夏季)
AI for HPC		○	○	△		書類	✓	✓		✓	✓			随時, 年4回審査
HPCチャレンジ		○	○	○		書類	✓	✓						年数回
講習会		△	△	△	✓		✓						1ヶ月有効UID	年20回程度
教育利用		○	○	○		書類	✓	✓					企業研修等可	随時
企業利用	一般	△	○	△		+面接		✓		✓				年2回(8・2月)
	トライアル	△	○	△		+面接	一部	✓			✓	✓	3ヶ月無料 年度内	随時, 年4回審査

(A:トークン移行, B:ノード固定, C:Odyssey⇔Aquarius移行可能, D:1システム1回限り応募可能)

スパコンの「利用資格」(1/3) : 「通常利用」

- 東京大学情報基盤センタースーパーコンピュータシステム利用規程
 - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/files/riyoukitei.pdf>
- 原則, 国内の教育機関(高専, 大学, 大学院)の教職員・学生, 公的研究機関の研究者を対象: 専ら研究開発に従事する人々(企業の一部の人々も含む)
- 企業の技術者, 研究者, 国外の研究者(非居住者)等については一部制限がある場合があるが, 一定の条件を満たせば使用可能
 - 利用制度によって異なる(ここでは「通常利用」を中心に簡単に説明)
 - 特に非居住者の利用については外国為替及び外国貿易法で厳密に規定されているが, 本センターの非居住者利用ルールは比較的フレキシブル⇒本学安全保障輸出管理支援室, 経済産業省と密接に協力して制定
- 企業勤務者(科研費等の交付を受けて専ら研究開発に従事する人々を除く)
 - 「企業利用」: 申請ベース, 利用者資格審査委員会の審査(後述)
 - HPCI, JHPCN等の研究グループ所属者は利用可能
 - 「通常利用」グループのメンバーと共同研究, 役務契約の実体があれば当該グループのメンバーとなることは可能(別途書類提出必要あり), グループ代表にはなれない

スパコンの「利用資格」(2/3):「通常利用」

- 非居住者・外国籍利用者
 - 非居住者(海外の機関に所属(日本国籍の場合も含む)する研究者, 来日6ヶ月未満の留学生)には利用制限(マニュアル閲覧制限等)あり
 - 非居住者は利用グループ(一般利用, JHPCN, 企業利用等)の代表者にはなれない
 - ホワイト国と非ホワイト国で区別あり
 - 来日6ヶ月未満の留学生: 安全保障関連手続き等がクリアできれば講義等でのアクセスは可能
 - 国内機関に雇用されている場合は, 外国籍でも居住者扱い(制限無し)
 - 留学生も来日6ヶ月経過していれば原則居住者扱い(制限無し)
 - 安全保障関連手続きは必要
 - HPCI, JHPCN等の研究グループ所属者は非居住者も利用可能(一部制限あり)
 - 「通常利用」グループのメンバーと共同研究, 役務契約の実体があれば当該グループのメンバーとなることは可能(別途書類提出必要あり, 一部制限あり)
 - 機関同士(できれば部局同士)の共同研究協約・MOUが結ばれていればOK
- 企業勤務者, 非居住者は通常利用グループの代表者にはなれないが, 一定の条件を満たせば通常利用グループのメンバーになることは可能

スパコンの「利用資格」(3/3) : 「通常利用」

- ご不明な点をご遠慮なくお問い合わせください
 - uketsuke(at)cc.u-tokyo.ac.jp
- 特に「通常利用」については、原則として、手続きさえ踏めば、「利用できない」ということはまずありません。
- **企業勤務者・非居住者の利用にあたって必要な書類**
 - 共同研究、役務契約等の実体をあらわす書類の写し、共著の論文(予稿, ポスター含)可
 - 「利用規程を遵守し, 上記書類の定める研究目的以外の事には使わない」という東大情報基盤センター長宛て誓約書
 - 本人, グループ代表者の署名入り
- 「通常利用」のルールは「一般」, 「トライアル」両者に適用される
 - ノード固定, GPU専有, を除く

みなし輸出管理(2022年5月より)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/application/non-resident.php>

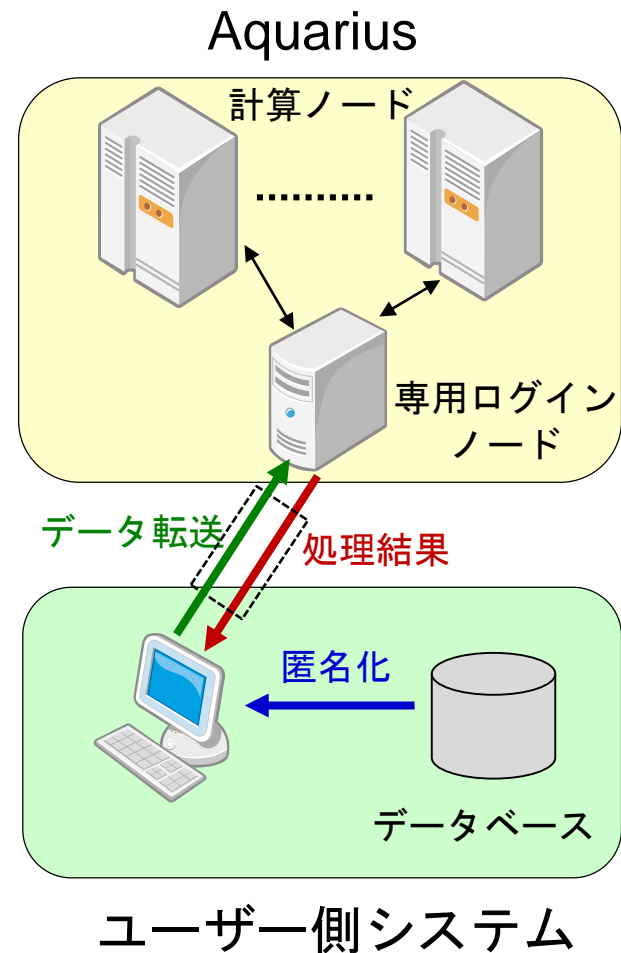
- 外国為替及び外国貿易法の関連法令(以下「外為法等」)が改正され, 2022年5月1日からみなし輸出管理の対象が拡大
 - 外為法等が対象とする貨物の輸出及び技術の提供
 - 国境を超えた貨物輸出, 技術提供の他, 国内であっても, 居住者から非居住者への技術の提供が「輸出とみなさ」れ, 外為法による輸出管理の対象となる(みなし輸出管理)
- 改正外為法等では, 「居住者⇒居住者」の技術提供についても, 技術提供を受ける居住者が外為法等に規定される外国政府・外国法人等から強い影響を受けている状態に該当(以下「類型該当」)する場合, みなし輸出管理の対象
 - 改正外為法等を遵守し, みなし輸出管理を徹底するために, 個々のスーパーコンピュータ利用者に類型に該当するか否かについて大学に対して自己申告することを求める
 - 当センターのスーパーコンピュータをご利用の全利用者の方が自己申告を行う必要があることから, UID発行のたびに自己申告フォームより回答(5分程度)をお願いしている
 - その後も年2回(5月・11月)追跡調査をお願いしている(ステータスが変わる場合もあるため)

通常利用(一般): 大学・研究機関向け

- グループ利用のみ(1人でもグループは作れる)
 - 2022年度より「パーソナルコース」は廃止
- 利用ノード時間(トークン)を予め購入, 足りなくなったら買い足しは可能
 - 「ノード×月」(またはGPU×月)単位で購入可能
 - 「10ノード×12ヶ月」と「120ノード×1ヶ月」は同じ値段, 後者は1ヶ月で終了
 - トークンは次年度には繰り越せない
- 通常利用(一般)
 - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/application/>
 - 企業の研究者・技術者も, 共同研究, 役務契約等の実体があれば「グループ」のメンバーになれる
 - 「トークン移行」により申し込んだシステム以外のシステムも利用可能(換算係数あり)
 - 「ノード固定(Aquarius)」によりノード占有利用も可能(審査有り)
 - 特殊な環境, 商用コード利用, セキュリティ等: 「長時間占有したい」は基本的に受け付けない
 - 負担金は通常の1.35倍
 - OdysseyはHWの構成上「ノード固定」はない⇒トークン消費量1.50倍の優先キューがある

ノード固定(もう少し詳しい説明)

- Aquarius
- 個別なカスタマイズが可能
 - 高度な機密性
 - 専用ログインノード
 - 専用ストレージ
 - 専用回線
 - 個別ソフトウェア, 商用コードインストール
 - 「長時間専有希望」は原則認められてなかったが, 事情によって認められる場合もある
- **審査(ヒアリング)あり**
- Aquarius: 8GPU/ノード
 - ノード固定(8GPU)
 - GPU専有(1,2,4GPU)(審査無し)
 - 特定のノードのGPUを利用, どのGPUを使うかは変動



通常利用(トライアル): 大学・研究機関向け

- 負担金は「一般利用」の30%
- 成果報告書(終了後1ヶ月以内)
- 最大1年, 年度末まで(例えば10月に初めても翌年3月末で終了)
- **1システムにつき1回しかトライアルユースは利用できない**
- ノード固定・トークン移行不可(O⇔A可能)(2022年度から改訂)
 - Wisteria/BDEC-01 1セット/年
- <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/trial/>

通常利用(一般)(Wisteria/BDEC-01)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/wisteria/service/course.php>

- グループコース(1人またはそれ以上から構成されるグループ)

- Wisteria/BDEC-01から「パーソナルコース」は廃止
- 代表者は大学・公共機関所属者



- トークン(ノード時間)を購入

- Odyssey, Aquariusを利用できる
- O/Aでそれぞれ消費係数が異なる

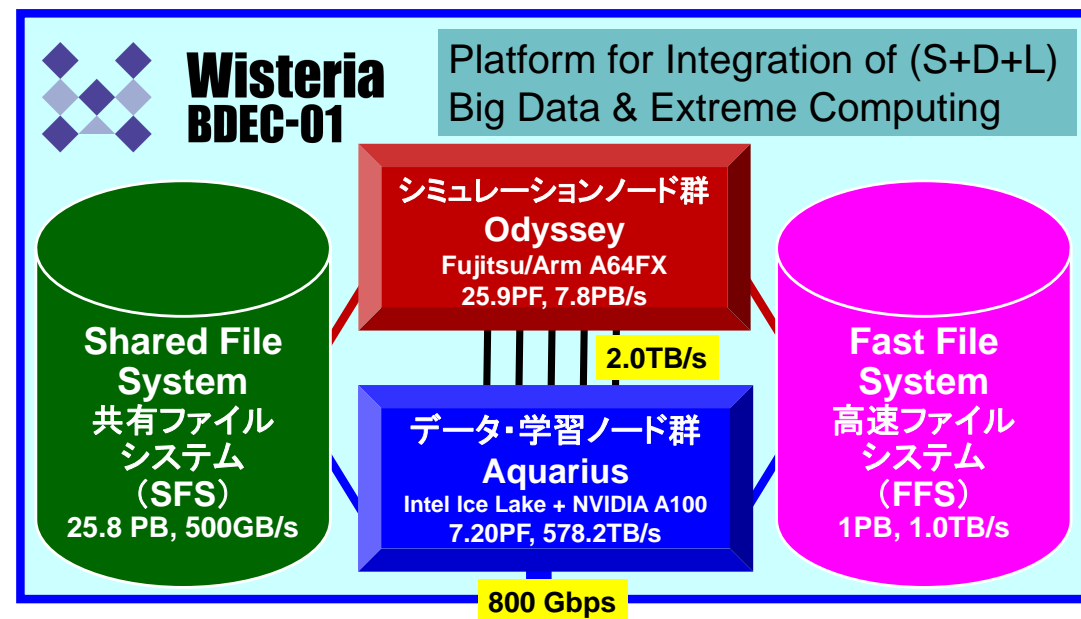
- 一般利用

- ノード固定

- Aquariusの1ノード(8GPU)を占有して利用
- 審査有り(ヒアリング)

- GPU占有

- Aquariusの1・2・4GPUを占有して利用
- 審査無し



External Resources

外部リソース

External Network
外部ネットワーク

2024年度利用について

- 通常利用(一般・トライアル)

- 4月1日からの利用を予定されている場合は、**2月9日(金)**までにお申し込みください！
それ以降でも申込み可能ですが、4月1日利用開始に間に合わない場合があります！

- 負担金

- 電気料金単価高騰

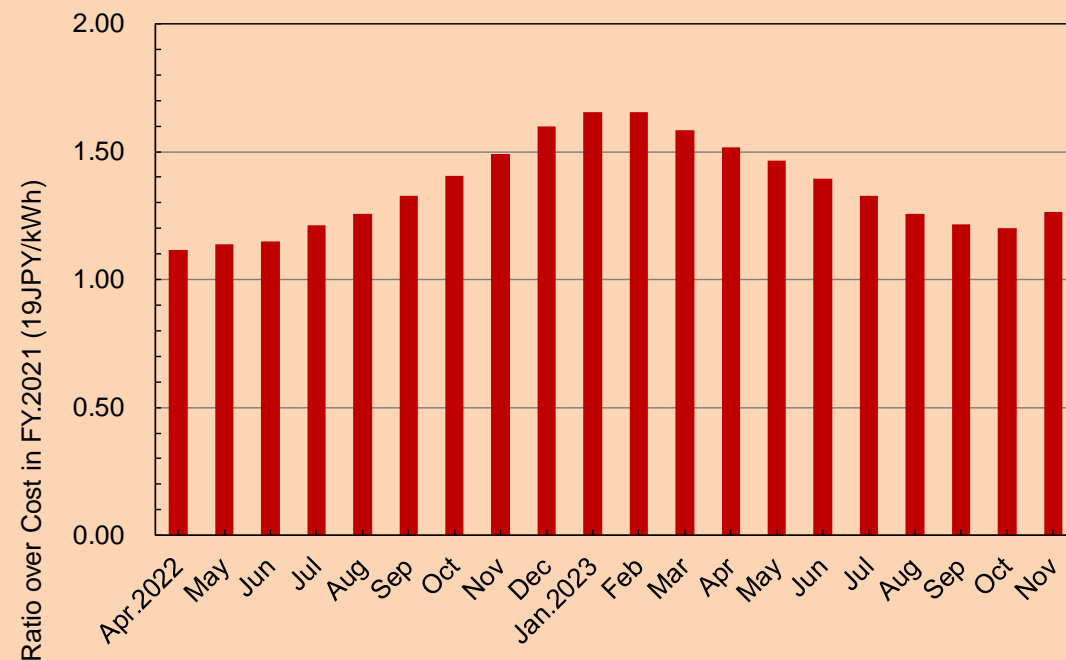
- 2023年度

- 2022年度の1.5倍(企業利用も含む)
- ストレージは据置
- それでも足りないため、Odyssey最大25%をシャットダウン

- 8月から全系運用復帰

- 2024年度

- 2022年度比1.2-1.3倍程度に値下げの予定であったが、中東情勢による単価下げ止まり、微増を考慮して据置(2022年度比1.5倍)



電力単価推移(対2021年度比)

利用コース(基本コース)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/wisteria/service/course.php>

グループ	利用負担金 (年額、税込)	利用可能 ノード・GPU数	割当トークン量(年間) 及び消費係数	ディスク量
申込1セット当り	90,000円 (企業: 108,000円)	Odyssey : 最大2,304ノード Aquarius : 最大64GPU (8ノード)	8,640 トークン (Odysset 1ノード、 24時間 × 360日相当) (10.42円/NH) Odyssey 消費係数 : 1.00 (1ノード当たり) ※優先利用ノード群 (全体の15%程度)は 消費係数が1.50 となります Aquarius 消費係数 : 3.00 (1GPU当たり)	<ul style="list-style-type: none"> •グループ (/work) 2TB •利用者 (/home) 50GB

利用コース(ノード固定: Aquarius) (1ノード・8GPU)

審査あり

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/wisteria/service/course.php>

	利用負担金 (年額、税込)	利用可能 ノード・GPU数	割当トークン量(年間) 及び消費係数	ディスク量
ノード固定 Aquarius 申込1セット当り	2,916,000円 ※1セットのみ 申込可能 (企業: 3,499,200円)	Odyssey : 最大2,304ノード Aquarius : 最大64GPU (8ノード)	207,360 トークン (8GPU, 24時間 × 360日相当) Odyssey 消費係数 : 1.00 (1ノード当たり) ※優先利用ノード群 (全体の15%程度)は 消費係数が1.50となります。 Aquarius 消費係数 : 3.00 (1GPU当たり)	<ul style="list-style-type: none"> •グループ (/work) 48TB •利用者 (/home) 50GB

- Odyssey, Aquarius複数ノードを使用することもできるが、その分トークンが消費されるため、ノード固定で利用できるトークン数は減る

利用コース (GPU専有: Aquarius) 審査無し

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/wisteria/service/course.php>

	利用負担金 (年額、税込)	利用可能 ノード数	割当トークン量(年間) 及び消費係数	ディスク量
GPU専有 Aquarius 申込1セット当り	364,500円 ※申込単位は 1,2,4セットのみ (1,2,4GPU) (企業: 437,400円)	Odyssey : 最大2,304ノード Aquarius : 最大64GPU (8ノード)	25,920 トークン (1GPU、24時間 × 360日相当) Odyssey 消費係数 : 1.00 (1ノード当たり) ※優先利用ノード群 (全体の15%程度)は 消費係数が1.50となります。 Aquarius 消費係数 : 3.00 (1GPU当たり)	<ul style="list-style-type: none"> •グループ (/work) 6TB •利用者 (/home) 50GB

- Odyssey, Aquarius複数ノードを使用することもできるが、その分トークンが消費されるため、GPU専有で利用できるトークン数は減る

ジョブクラス (基本コース)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/wisteria/service/job.php>

- インタラクティブ
- バッチジョブ
- プリポスト
- 現状ではOdyssey, Aquariusは同時利用はできない(現状)
- Odyssey: シミュレーションノード群
 - XXX-o
 - priority-o: 優先キュー, トークン消費量1.5倍
- Aquarius: データ・学習ノード群
 - XXX-a ノード単位
 - share-XXX GPU単位
 - MIG (Multi-Instance GPU)により, GPU内を更に分割可能だが, 本システムでは採用せず

Ipomoea-01利用料金：東大スパコン利用者（無償分）

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/ipomoea01/service/application.php>

ディレクトリ名	ディスク容量	ファイル数制限	備考
/home/UserID/	5 TB	1TB毎に 600万個	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ユーザIDごとに登録 ✓ 複数グループ所属による容量変動なし ✓ ログインディレクトリ兼用
/work/ProjectCode/	登録システムにおけるディスク容量の15 %		<ul style="list-style-type: none"> ✓ プロジェクトコードごとに登録 ✓ トークン移行を利用の場合は移行元システムのディスク容量から算出 ✓ グループメンバーで共有利用

Ipomoea-01利用料金:

東大スパコン利用者(有償分)「非」利用者

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/ipomoea01/service/application.php>

ディスク容量	大学・公共機関等	企業
1 TB	600円/1か月	720円/1か月
[10 TBまで1 TBごと]	[350円/1か月]	[420円/1か月]
10 TB	3,750円/1か月	4,500円/1か月
[100 TBまで1 TBごと]	[250円/1か月]	[300円/1か月]
100 TB	26,250円/1か月	31,500円/1か月
[1000 TBまで1 TBごと]	[200円/1か月]	[240円/1か月]
1000 TB	206,250円/1か月	247,500円/1か月
[以降1 TBごと]	[175円/1か月]	[210円/1か月]

- 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要
 - システム紹介
 - ソフトウェア (h3-Open-BDEC)
- **スーパーコンピュータ(スパコン)を使うための様々な制度の紹介**
 - 通常利用(一般・トライアル)
 - **お試し利用, 講習会**
 - HPCI
 - JHPCN
 - 若手・女性, AI for HPC
 - HPCチャレンジ, 教育利用
 - 企業利用(一般・トライアル)

無料・審査無し(○:代表者, △:参加者)

制度名	種別	大学等	企業	学生	個人	審査	無料	報告書	A	B	C	D	備考	募集
通常利用	一般	○	△	○					✓	✓	✓			随時
	トライアル	○	△	○				✓			✓	✓	年度内	随時
お試し利用		○	○	○	✓		✓				✓	✓	1ヶ月限定	随時
JHPCN		○	○	△		書類	✓	✓		✓				年1回(1月)
HPCI	一般・若手	○	△	△		書類	✓	✓		✓				年1回(10-11月)
	産業		○			書類	✓	✓		✓				
若手女性	一般	○	○	○	✓	書類	✓	✓		✓	✓			年2回(8・2月)
	インターン			○	✓	書類	✓	✓			✓			年1回(夏季)
AI for HPC		○	○	△		書類	✓	✓		✓	✓			随時, 年4回審査
HPCチャレンジ		○	○	○		書類	✓	✓						年数回
講習会		△	△	△	✓		✓						1ヶ月有効UID	年20回程度
教育利用		○	○	○		書類	✓	✓					企業研修等可	随時
企業利用	一般	△	○	△		+面接		✓		✓				年2回(8・2月)
	トライアル	△	○	△		+面接	一部	✓			✓	✓	3ヶ月無料 年度内	随時, 年4回審査

(A:トークン移行, B:ノード固定, C:Odyssey⇔Aquarius移行可能, D:1システム1回限り応募可能)

お試しスパコン利用(無料体験)

https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/trial/free_trial.php

- スーパーコンピュータを初めてご利用される方を対象として、スーパーコンピュータを無料でお試しいただけるサービスを提供
 - 研究者や技術者の方が、試しにちょっとスパコンに触れてみたい、お手持ちのプログラム・アプリケーションを実行し性能・利用性等を評価したい、などスーパーコンピュータを本格的に利用するかどうか検討する機会としてご利用いただく
- お試し利用終了後、「スパコンを本格的に利用したい」という見通しがつきましたら、一般利用やトライアルユース(有償)に移行することも可能
- 利用期間1ヶ月間(延長無し), 利用ノード数・実行時間制限有り(15分程度)
 - ウェブページやマニュアル等の情報のみを元に利用できる程度の経験と知見を有している方々によるご利用を想定
 - もしそのような経験がない場合には、「お試しアカウント付き並列プログラミング講習会」の受講を検討いただく

お試しアカウント付き並列プログラミング講習会

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/>

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/schedule.php>

- Wisteria/BDEC-01を利用した講習会
- 2020年度から完全オンラインで実施：年20回程度，概して好評（移動不要）
- 既存利用者に限定せず，企業の技術者・研究者も受講可能
 - ✓ 受講者の1/2~2/3は企業から受講：裾野拡大に大きな貢献
 - ✓ PCクラスタコンソーシアム（実用アプリケーション部会）と共催
- 1～2日間の講習，1ヶ月有効な「お試しアカウント」
 - ✓ スパコン超入門：Linuxの使い方
 - ✓ MPI基礎，MPI応用（並列有限要素法）（4日間），マルチコアプログラミング
 - ✓ GPUプログラミング，GPUミニキャンプ（ハッカソン）
 - ✓ ライブラリ利用（センター教員開発のライブラリ普及）
 - ✓ OpenFOAM（初級，中級），Altair HyperWorks，MATLAB
 - ✓ 利用ノード数，実行時間に制限あり，スパコンを使用しない講義もある

GPUミニキャンプ(1/2)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/223/>



- ミニキャンプとは？
 - 参加者がコードやデータセットを持ち込み, CUDA, OpenACC, Deep Learning 等GPUに関連課題に対して, メンターからの助言を受けながら, 課題解決に取り組む。
 - 2020～2022年度は完全オンライン
- メンター
 - NVIDIA, 東大センター等のメンバーが参加者の課題解決に協力
- **2023年度**
 - **回数増加, ハイブリッドでも実施**
 - **次回: 2月7日(水)～14日(水)**
 - ✓ **東大浅野キャンパス+オンライン**
 - ✓ <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/223/>



GPUミニキャンプ(2/2)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/223/>

- **実施形式(2023年度から)**
 - 現地参加, Zoom・Slack を併用したハイブリッド形式
 - 8日間, 初日・最終日に全体集合日
 - その他の期間中は各チームで個別に実施, ベストエフォートでメンターが対応
- **参加資格**
 - 国公立大学・高専の教員・学生・研究生
 - 研究機関研究員
 - 企業に所属する研究者・技術者(非営利目的に限る)
 - 作業に必要なコードおよびデータセット等をセンターに持ち込める方
 - コマンドラインによるLinux上での作業やエディタ利用に支障のない方
- **2022年度は, 企業利用に発展した事例もあり**

- 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要
 - システム紹介
 - ソフトウェア (h3-Open-BDEC)
- **スーパーコンピュータ(スパコン)を使うための様々な制度の紹介**
 - 通常利用(一般・トライアル)
 - お試し利用, 講習会
 - **HPCI**
 - JHPCN
 - 若手・女性, AI for HPC
 - HPCチャレンジ, 教育利用
 - 企業利用(一般・トライアル)

HPCI: 原則無料・審査有り(○:代表者, △:参加者)

制度名	種別	大学等	企業	学生	個人	審査	無料	報告書	A	B	C	D	備考	募集
通常利用	一般	○	△	○					✓	✓	✓			随時
	トライアル	○	△	○				✓			✓	✓	年度内	随時
お試し利用		○	○	○	✓		✓				✓	✓	1ヶ月限定	随時
JHPCN		○	○	△		書類	✓	✓		✓				年1回(1月)
HPCI	一般・若手	○	△	△		書類	✓	✓		✓				年1回(10-11月)
	産業		○			書類	✓	✓		✓				
若手女性	一般	○	○	○	✓	書類	✓	✓		✓	✓			年2回(8・2月)
	インターン			○	✓	書類	✓	✓			✓			年1回(夏季)
AI for HPC		○	○	△		書類	✓	✓		✓	✓			随時, 年4回審査
HPCチャレンジ		○	○	○		書類	✓	✓						年数回
講習会		△	△	△	✓		✓						1ヶ月有効UID	年20回程度
教育利用		○	○	○		書類	✓	✓					企業研修等可	随時
企業利用(一般)		△	○	△		+面接		✓		✓				年2回(8・2月)
企業利用 (トライアル)		△	○	△		+面接	一部	✓			✓	✓	3ヶ月無料 年度内	随時, 年4回審査

(A:トークン移行, B:ノード固定, C:Odyssey⇔Aquarius移行可能, D:1システム1回限り応募可能)

HPCI: 革新的ハイパフォーマンス・ コンピューティングインフラ 文部科学省委託事業

<http://www.hpci-office.jp/>

- 使命: 我が国における以下の実現, 推進
 - 計算資源提供 (スパコン, 大規模ストレージ (東西拠点))
 - 計算科学推進 (HPCI戦略プログラム ⇒ ポスト京重点課題)
- HPCIコンソーシアム (2012~)
 - HPCI計算資源運用
 - 産官学
 - 資源提供者・利用者によるコミュニティ
 - 2012年度発足

情報基盤センター群以外の会員リスト

一般社団法人日本流体力学会
財団法人計算科学振興財団
特定非営利活動法人バイオグリッドセンター関西
自然科学研究機構核融合科学研究所
スーパーコンピューティング技術産業応用協議会
神戸大学
東京大学物性研究所計算物質科学研究センター計算物質科学イニシアティブ (分野2「新物質・エネルギー創成」)
東京大学生産技術研究所 (分野4「次世代ものづくり」)
計算基礎科学連携拠点 (分野5「物質と宇宙の起源と構造」)
名古屋大学 太陽地球環境研究所
独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
独立行政法人海洋研究開発機構
一般社団法人日本計算工学会
計算生命科学ネットワーク
国立研究開発法人理化学研究所計算科学研究機構
高エネルギー加速器研究機構 共通基盤研究施設・計算科学センター
情報・システム研究機構 国立情報学研究所
一般財団法人高度情報科学技術研究機構
筑波大学 計算科学研究センター
大阪大学 核物理研究センター
国立研究開発法人産業技術総合研究所 情報技術研究部門
東京大学 物性研究所
東北大学 金属材料研究所
情報・システム研究機構 統計数理研究所
自然科学研究機構分子科学研究所 計算科学研究センター
独立行政法人宇宙航空研究開発機構 情報計算工学センター

HPCI

<https://www.hpci-office.jp/>

- 富岳及び各大学センター等(第2階層)のスパコンの利用
 - 複数資源申請可能(OdysseyとAquariusは別資源と見なす)
- 公募型・原則無償
 - 原則年1回(10-11月締切)募集
 - 複数回募集, 随時募集課題有
 - 様々な制度がある
 - 富岳は年2回
- プロダクションラン中心
 - 既にチューニング等が十分に進んでいるコード
 - 当センターの様々な制度を利用してチューニングを進め, HPCIに応募することも可能
 - Odyssey⇒富岳



HPCI High Performance Computing Infrastructure



目的別ショートカット

計算機利用の流れを知りたい

使える計算機について知りたい

使えるソフトウェアが知りたい

HPCI課題募集(2023年度の例)

https://www.hpci-office.jp/pages/proposal_submission?tab=current

- 令和5年度(2023年度):「富岳」を中核とするHPCIシステム利用研究課題
 - 申請書配布開始:2022年9月1日(木)
 - 電子申請受付開始:2022年10月5日(水)
 - 電子申請受付締切:2022年11月2日(水)17:00 JST
- HPCI共用計算機資源(「富岳」課題, 更なる詳細はHP参照)

	課題名	備考
年1回募集	一般課題・若手課題(利用開始時点で39歳以下)・産業課題	Wisteria/BDEC-01 (Odyssey, Aquarius), Oakbridge-CX(OBCX) 利用可能
随時募集	HPCI産業試行課題	東大の計算機資源は拠出せず(独自の企業利用制度があり, ポリシーが抵触)
	HPCI産業有償課題(成果非公開)	
	HPCI共用ストレージ	年4回審査(2月末, 5月末, 8月末, 11月末)
	COVID-19臨時募集課題	Wisteria/BDEC-01 (Odyssey, Aquarius), Oakbridge-CX(OBCX) 利用可能

- 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要
 - システム紹介
 - ソフトウェア (h3-Open-BDEC)
- **スーパーコンピュータ(スパコン)を使うための様々な制度の紹介**
 - 通常利用(一般・トライアル)
 - お試し利用, 講習会
 - HPCI
 - **JHPCN**
 - 若手・女性, AI for HPC
 - HPCチャレンジ, 教育利用
 - 企業利用(一般・トライアル)

JHPCN: 無料・審査有り (○: 代表者, △: 参加者)

HPCI: プロダクションラン, JHPCN: 基礎研究 (資源はHPCIより一桁小さい)

制度名	種別	大学等	企業	学生	個人	審査	無料	報告書	A	B	C	D	備考	募集
通常利用	一般	○	△	○					✓	✓	✓			随時
	トライアル	○	△	○				✓			✓	✓	年度内	随時
お試し利用		○	○	○	✓		✓				✓	✓	1ヶ月限定	随時
JHPCN		○	○	△		書類	✓	✓		✓				年1回(1月)
HPCI	一般・若手	○	△	△		書類	✓	✓		✓				年1回(10-11月)
	産業		○			書類	✓	✓		✓				
若手女性	一般	○	○	○	✓	書類	✓	✓		✓	✓			年2回(8・2月)
	インターン			○	✓	書類	✓	✓			✓			年1回(夏季)
AI for HPC		○	○	△		書類	✓	✓		✓	✓			随時, 年4回審査
HPCチャレンジ		○	○	○		書類	✓	✓						年数回
講習会		△	△	△	✓		✓						1ヶ月有効UID	年20回程度
教育利用		○	○	○		書類	✓	✓					企業研修等可	随時
企業利用	一般	△	○	△		+面接		✓		✓				年2回(8・2月)
	トライアル	△	○	△		+面接	一部	✓			✓	✓	3ヶ月無料 年度内	随時, 年4回審査

(A: トークン移行, B: ノード固定, C: Odyssey⇔Aquarius移行可能, D: 1システム1回限り応募可能)

学際大規模情報基盤共同利用共同研究拠点 (JHPCN)

<https://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/>

- 大規模スーパーコンピュータを有する8国立大学センターから構成される
 - 北海道, 東北, 東大(中核拠点), 東工大, 名古屋, 京都, 大阪, 九州
- 文部科学省「共同利用・共同研究拠点」として認可され, 2010年4月から活動開始(6年に一回見直し(+3年))
 - 東大:地震研, 大気海洋研, 物性研など
- 学際的な共同研究課題の推進
 - 計算科学+計算機科学
 - 各センタースパコン及び関連設備の利用(無料)
- 2016年度以降は一般課題に加えて, 国際, 産業, 萌芽の3カテゴリー
 - 萌芽は各センター独立:本学「若手・女性」, 「AI-for-HPC」は「萌芽」の一つ
- 2022年度から第3フェーズ
 - 従来の計算科学課題に加えて, データ科学課題も募集





JHPCNの共同研究課題(1/2)

<https://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/>

- 学際的共同研究課題
 - 計算科学・計算機科学・数値アルゴリズム
 - 代表・副代表は異なる分野から
 - センター教員の参加は必須ではないが、多くの課題ではそうなっている
 - 分野横断的＋複合的な課題が推奨されているが、チューニング支援、問題解決のためのアルゴリズム開発などの例が多い⇒最近では機械学習関連の課題が多い
- 提案書ベース、毎年40-50件受入(最近では60件以上)
 - 長期計画の場合でも毎年評価、更新必要
 - 年1回募集(11月に募集要項発布、締切は年明けまもなく(1月5日とか6日))
- 特典
 - 各センターのスパコン等の様々なインフラを利用可能(無料)
 - 例えば東大のWisteria/BDEC-01と東工大のTsubame-4を同時に使える
 - 国内外旅費(論文発表等):プロジェクト当たり年1件



JHPCNの共同研究課題(2/2)

<https://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/>

- 義務
 - 中間・最終報告書(数頁), 口頭・ポスター発表(7月シンポジウム)
- 数人から20人程度のグループ
 - 学生は代表・副代表になれない(メンバーとして参加は可能)
- 将来的には科研等大型プロジェクトへの発展が望まれる
 - 萌芽的課題(若手・助成, AI-for-HPC)もJHPCN本課題へ発展していくことを推奨している

- **応募をご検討の場合は是非ご相談ください**
- **2025年度の募集は2024年11月頃開始**
 - **uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp**

超大規模数値計算系応用分野(NA)

超台規模データ処理系応用分野(DA)

超大容量ネットワーク技術分野(NW)

超大規模情報システム関連研究分野(IS)

複合領域(MD)

国際課題(I)

2023年度東大利用課題(OB外:OBCX外部接続)(1/4)⁹⁹

計算科学, 計算機科学・システム, データ・学習, 融合, 全66課題のうち34課題

課題ID	課題名	代表者(所属)	OB	OB外	W-O	W-A
230003	極端気象現象予測における不確実性の起源の解明 (AI-for-HPC発展課題)	澤田洋平(東大)			○	○
230004	電磁流体力学乱流の高精度・高並列LESシミュレーションコード開発研究	三浦英昭(核融合研究所)			○	○
230005	ソフトウェア工学による自動チューニング技術の新展開	片桐孝洋(名古屋大)	○			○
230009 国際共同	Hierarchical low-rank approximation methods on distributed memory and GPUs	横田理央(東工大)				○
230010	QR分解に関する高性能計算技術の研究	深谷猛(北大)	○		○	○
230013	リアルタイム土砂洪水氾濫予測を目指した1メートル格子の広域河川シミュレーション	青木尊之(東工大)				○
230014	都市街区の風況デジタルツインの実現に向けたデータ同化手法および観測システムの開発	小野寺直幸(原研)				○
230015	水環境総合評価システムによる水環境評価のための標準化プラットフォーム構築	松崎義孝 (港湾空港技術研究所)			○	○
230016	ハイブリッドクラウドを用いたゲノム情報に基づく構造多型パネルの構築とアノテーション	長崎正朗(九州大)			○	
230017	ヘテロジニアス環境における「計算・データ・学習」融合による新しい計算科学	中島研吾(東大)	○		○	○

2023年度東大利用課題(OB外:OBCX外部接続)(2/4)¹⁰⁰

計算科学, 計算機科学・システム, データ・学習, 融合, 全66課題のうち34課題

課題ID	課題名	代表者(所属)	OB	OB外	W-O	W-A
230018 国際共同	High resolution simulation of cardiac electrophysiology on realistic whole-heart geometries	中島研吾(東大)	○		○	○
230020	数値シミュレーションと機械学習との融合による水圏生態系予測 (AI-for-HPC発展課題)	菊地淳(理研)			○	
230021	バックグラウンドセル前処理付きマルチ解像度粒子法ソルバーの開発	浅井光輝(九州大)				○
230026	GPU並列計算による高分子材料系シミュレーションの高速化技法の検討	萩田克美(防大)				○
230027	次世代演算加速装置とそのファイルIOに関する研究	埜敏博(東大)				○
230028	不安定次元が揺らぐ流体ダイナミクスに関する機械学習モデルの構築	齊木吉隆(一橋大学)			○	
230033 国際共同	Developing AI-assisted high performance fluid simulation codes	朝比祐一(原研)				○
230037	大規模アプリケーションの高性能な実用的アクセラレータ対応手法	下川辺隆史(東大)				○
230040	大規模拡散モデルを用いたテキスト生成	Li Zihui(東大)				○
230043	時間発展する流体シミュレーションを予測する代理モデルの開発	下川辺隆史(東大)				○

2023年度東大利用課題(OB外:OBCX外部接続)(3/4)¹⁰¹

計算科学, 計算機科学・システム, データ・学習, 融合, 全66課題のうち34課題

課題ID	課題名	代表者(所属)	OB	OB外	W-O	W-A
230044	深層強化学習を用いた麻雀AIに関する研究	鶴岡慶雅(東大)				○
230045	機械学習ソフトウェアへのソフトウェア自動チューニング技術の適用(2)	田中輝雄(工学院大)				○
230046	現実的な原始惑星系円盤のガス散逸シナリオ構築に向けた多角的アプローチ	高棹真介(阪大)			○	
230053	高性能かつ高信頼な数値計算手法とその応用	荻田武史(東京女子大)	○		○	○
230056	近代的メニーコアシステムにおける性能モデリング手法	星野哲也(名古屋大)	○			○
230057	HPCと高速通信技術の融合による大規模データの拠点間転送技術開発と実データを用いたシステム実証試験	村田健史(NICT)		○		
230058	メニーコアCPU, GPUの最適なリソース割り当てに関する研究	河合直聡(名古屋大)	○		○	
230060 国際共同	Innovative Multigrid Methods II	藤井昭宏(工学院大)	○		○	
230061	Machine Learning for Soft-Matter Flows	John Molina(京大)				○
230062	プロペラ駆動小型無人機の設計検討技法の確立を目指した空力・推進・構造の実機丸ごと統合シミュレーション	金崎雅博(都立大)	○		○	

2023年度東大利用課題(OB外:OBCX外部接続)(4/4)¹⁰²

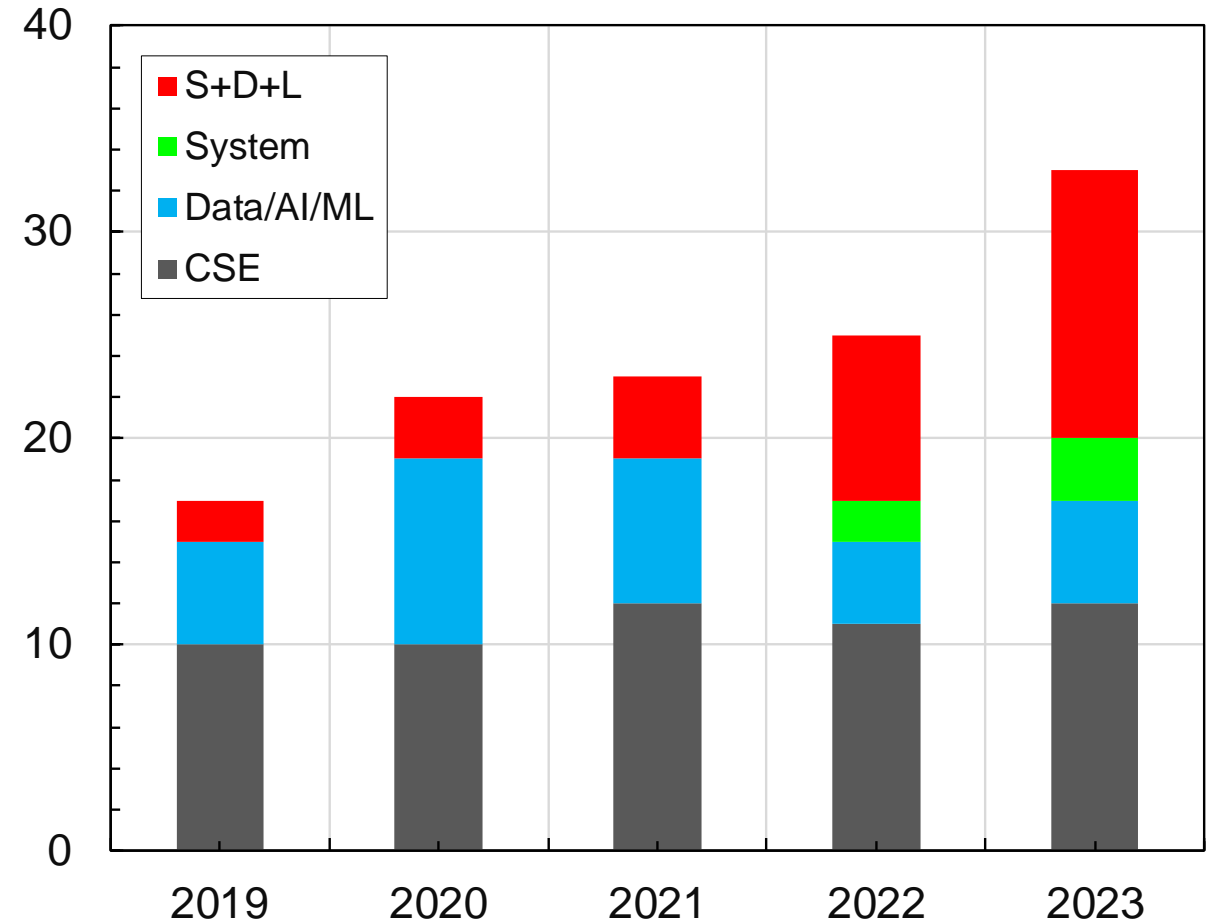
計算科学, 計算機科学・システム, データ・学習, 融合, 全66課題のうち34課題

課題ID	課題名	代表者(所属)	OB	OB外	W-O	W-A
230064	グラフニューラルネットワークと生成モデルを用いた非晶質系動力学予測システム開発(AI-for-HPC発展課題)	芝隼人(兵庫県立大)	○			○
230065	非調和フォノンデータベースの構築とデータ駆動型熱機能材料開発	塩見淳一郎(東大)	○		○	
230069	統合機械学習分子動力学システムの構築	奥村雅彦(原研)	○		○	○
230070	MPMとFEMによる未解明な大規模土砂災害の数値シミュレーション	寺田賢二郎(東北大)			○	



東大のスパコンを利用したプロジェクトの推移

- 従来型の計算科学関連課題は一定数あるが、最近では「S+D+L」融合型が急速に増加
 - h3-Open-BDECによる「計算・データ・学習」融合の推進
 - チュートリアルも実施
- データ・学習・AI関連 ■ のうちいくつかは、2022年以降mdxへ移行



- 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要
 - システム紹介
 - ソフトウェア (h3-Open-BDEC)
- **スーパーコンピュータ(スパコン)を使うための様々な制度の紹介**
 - 通常利用(一般・トライアル)
 - お試し利用, 講習会
 - HPCI
 - JHPCN
 - **若手・女性, AI for HPC**
 - HPCチャレンジ, 教育利用
 - 企業利用(一般・トライアル)

無料・審査有り(○:代表者, △:参加者)

若手・女性, AI for HPC⇒JHPCNの一段階手前

制度名	種別	大学等	企業	学生	個人	審査	無料	報告書	A	B	C	D	備考	募集
通常利用	一般	○	△	○					✓	✓	✓			随時
	トライアル	○	△	○				✓			✓	✓	年度内	随時
お試し利用		○	○	○	✓		✓				✓	✓	1ヶ月限定	随時
JHPCN		○	○	△		書類	✓	✓		✓				年1回(1月)
HPCI	一般・若手	○	△	△		書類	✓	✓		✓				年1回(10-11月)
	産業		○			書類	✓	✓		✓				
若手女性	一般	○	○	○	✓	書類	✓	✓		✓	✓			年2回(8・2月)
	インターン			○	✓	書類	✓	✓			✓			年1回(夏季)
AI for HPC		○	○	△		書類	✓	✓		✓	✓			随時, 年4回審査
HPCチャレンジ		○	○	○		書類	✓	✓						年数回
講習会		△	△	△	✓		✓						1ヶ月有効UID	年20回程度
教育利用		○	○	○		書類	✓	✓					企業研修等可	随時
企業利用	一般	△	○	△		+面接		✓		✓				年2回(8・2月)
	トライアル	△	○	△		+面接	一部	✓			✓	✓	3ヶ月無料 年度内	随時, 年4回審査

(A:トークン移行, B:ノード固定, C:Odyssey⇔Aquarius移行可能, D:1システム1回限り応募可能)

若手・女性利用

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/young/>

- 対象
 - 若手研究者(各年度4月1日現在において40歳以下), 女性研究者, 学生
- 一般枠(1月, 7月の年2回募集): 2022年からmdx利用可能
 - 個人研究, 企業もOK
 - 非居住者は原則認めないが, 来日6ヶ月未満の留学生@国内は可能(閲覧制限等有)
 - 4月開始: 1年または半年, 10月開始: 半年
- インターン制度
 - 学部学生・大学院生を対象(個人研究)
 - 期間中1週間程度の東大センター滞在を想定していたが, オンラインへ移行の予定
 - グループ利用は2022年度から廃止(「教育利用」へ移行)
- 成果公開
 - 報告書(ニューズレターへの寄稿), 報告会
- 特に優れた一般枠課題は, JHPCN萌芽型共同研究課題として推薦
 - 7月のJHPCNシンポジウムでポスター発表できる

若手・女性利用(応募可能な計算機資源)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/young/>

Wisteria/BDEC-01 Odyssey	Wisteria/BDEC-01 Aquarius	mdx https://mdx.jp/mdx/
<p>6ヶ月(90,000円相当)</p> <p>① 8,640(2ノード×6ヶ月) ② 2,304ノード ③ 1.00(1ノード) ④ 4TB</p> <p>12ヵ月(180,000円相当)</p> <p>① 17,280(2ノード年) ② 2,304ノード ③ 1.00(1ノード) ④ 4TB</p> <p>ディスク容量追加(1TB) 6ヶ月:3,240円 12ヶ月:6,480円</p>	<p>6ヶ月(135,000円相当)</p> <p>① 12,960(1GPU×6ヶ月) ② 8ノード(64GPU) ③ 3.00(GPU) ④ 6TB</p> <p>12ヶ月(270,000円相当)</p> <p>① 25,920(1GPU年) ② 8ノード(64GPU) ③ 3.00(GPU) ④ 6TB</p> <p>ディスク容量追加(1TB) 6ヶ月:3,240円 12ヶ月:6,480円</p>	<p>✓ 608vCPU(4ノード相当) ✓ 1GPU ✓ 仮想ディスク 100GB ✓ 高速内部ストレージ 1TiB ✓ 大容量内部ストレージ 2TiB ✓ オブジェクトストレージ 2TiB ✓ グローバルIPアドレス 1個</p>

①トークン量上限, ②並列実行ノード数(最大), ③トークン消費係数, ④ディスク容量

「若手・女性」課題採択数の推移

各年度採択課題：<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/young/>

年度	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
前期	4	2	2	14	21	17	28	10	11	23
後期	3	2	3	16	16	21	4	8	7	6
インターン	-	2	2	5	2	0	5	1	4	3
合計	7	6	7	35	39	38	37	19	22	32

AI for HPC: Society 5.0実現へ向けた人工知能・データ科学による計算科学の高度化(1/2)

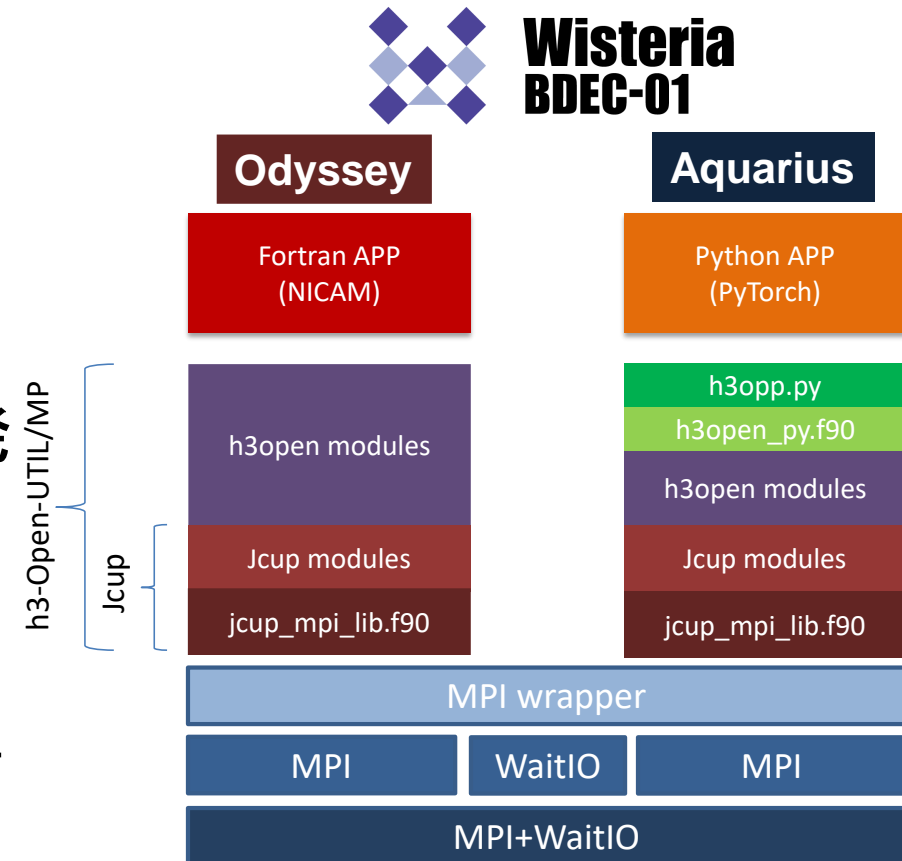
<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/exploratory/AIforHPC/>

- (計算+データ+学習(S+D+L))融合実現, データ科学, 機械学習, 人工知能による計算科学の高度化を目指す提案を募集
- 原則として, 計算科学シミュレーション(自作またはオープンソース)を, データ科学, 人工知能, 機械学習等によって高度化, 効率化することを目的とする
 - 大規模データ同化と人工知能を融合するような研究も受け付ける。
 - プログラム本体のチューニング, アルゴリズム高度化などは対象外ですが, 自動チューニングによって最適アルゴリズムを選択するような提案は歓迎いたします。
- 応募者グループ・センター教員の共同研究として実施
 - 代表者: 居住者(大学・研究機関・企業), メンバー: 非居住者参加も可能
 - 次年度以降JHPCN共同研究課題応募を目指す

AI for HPC: Society 5.0実現へ向けた人工知能・データ科学による計算科学の高度化(2/2)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guid/e/exploratory/AIforHPC>

- 随時募集, 年4回審査(変更)
- 計算機資源を無償で提供(負担金75万円相当)
 - Wisteria/BDEC-01
 - Wisteria/BDEC-01 (Odyssey+Aquarius) 利用推進
- Wisteria/BDEC-01向けソフトウェア群の共同開発
 - h3-Open-BDEC
- 成果公開
 - 報告書(ニューズレターへの寄稿), 報告会(若手・女性と合同, JHPCNに採択の場合は免除)



採択課題：計算＋データ同化＋機械学習融合

年度	代表者	課題名	使用計算機	備考
2020	澤田洋平 (東京大学工学系 研究科・准教授)	地球科学シミュレーションの 不確実性定量化の新展開	Oakforest-PACS	
2021	澤田洋平 (東京大学工学系 研究科・准教授)	超巨大アンサンブル 計算と機械学習の協調によ る地球科学シミュレーション の不確実性定量化	Wisteria/BDEC-01 (Odyssey) Wisteria/BDEC-01 (Aquarius)	h3-Open-BDECの提供する Odyssey-Aquarius連携ライ ブラリの開発に貢献 2022年度・2023年度 JHPCN採択
2021	菊地淳(理化学研 究所環境資源科学 研究センター・チー ムリーダー)	数値シミュレーションと機械 学習との融合による東京 湾の赤潮予測	Wisteria/BDEC-01 (Aquarius) Oakbridge-CX	2022年度・2023年度 JHPCN採択
2022	川崎猛史(名古屋 大学 大学院理学 研究科・講師)	機械学習を用いた非晶質固 体系の破壊予測システムの 開発	Wisteria/BDEC-01 (Aquarius) Oakbridge-CX	2023年度JHPCN採択

- 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要
 - システム紹介
 - ソフトウェア (h3-Open-BDEC)
- **スーパーコンピュータ(スパコン)を使うための様々な制度の紹介**
 - 通常利用(一般・トライアル)
 - お試し利用, 講習会
 - HPCI
 - JHPCN
 - 若手・女性, AI for HPC
 - **HPCチャレンジ, 教育利用**
 - 企業利用(一般・トライアル)

無料・審査有り(○:代表者, △:参加者)

制度名	種別	大学等	企業	学生	個人	審査	無料	報告書	A	B	C	D	備考	募集
通常利用	一般	○	△	○					✓	✓	✓			随時
	トライアル	○	△	○				✓			✓	✓	年度内	随時
お試し利用		○	○	○	✓		✓				✓	✓	1ヶ月限定	随時
JHPCN		○	○	△		書類	✓	✓		✓				年1回(1月)
HPCI	一般・若手	○	△	△		書類	✓	✓		✓				年1回(10-11月)
	産業		○			書類	✓	✓		✓				
若手女性	一般	○	○	○	✓	書類	✓	✓		✓	✓			年2回(8・2月)
	インターン			○	✓	書類	✓	✓			✓			年1回(夏季)
AI for HPC		○	○	△		書類	✓	✓		✓	✓			随時, 年4回審査
HPCチャレンジ		○	○	○		書類	✓	✓						年数回
講習会		△	△	△	✓		✓						1ヶ月有効UID	年20回程度
教育利用		○	○	○		書類	✓	✓					企業研修等可	随時
企業利用	一般	△	○	△		+面接		✓		✓				年2回(8・2月)
	トライアル	△	○	△		+面接	一部	✓			✓	✓	3ヶ月無料 年度内	随時, 年4回審査

(A:トークン移行, B:ノード固定, C:Odyssey⇔Aquarius移行可能, D:1システム1回限り応募可能)

大規模HPCチャレンジ

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/hpc/>

- 月1回(月末)実施, 公募制, 無料
 - グループまたは個人
 - 基本的に居住者をグループ代表とすることを前提
 - 現ユーザーには限定せず, 大学・研究機関・企業から幅広く募集
 - 外部専門家を含む審査委員会で審査
- 全系を24時間占有利用, 年3回募集(3~4ヶ月分をまとめて募集)
 - 2020年度は実施せず, 2021年度は8時間(09:00-17:00)で実施, 2022年度も同様
 - 2023年5月から24時間占有復活
- Wisteria/BDEC-01
 - OdysseyとAquariusは同時利用可能
- 成果公開: ニュースレターへの寄稿, セミナー等での発表が義務

教育利用(1/2): 講義向け(従来制度)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/education/>

- 大学(大学院, 学部), 高専の授業・演習, 無料
 - 東大内に限定しない(年10例程度), 申請書ベース
 - 留学生
 - 安全保障関連の確認, マニュアル閲覧制限等はある
 - 現ユーザーには限定しないが, 受講者のサポートは各申請者が実施
 - 利用ノード数, 実行時間に制限あり(8-16ノード, 15分程度)
- オンラインにも対応: 準備用のドキュメントもあります(和文・英文)
 - <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/seminars/multicore/OnlineClass.pdf>
- 集中講義, 講習会での利用も可能
 - 海外の受講生を含むことは可能(MOUが前提)
 - ソウル大学での事例: <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL21/No3/15.Lec201905-nakajima-2-2.pdf>
 - 理研HPCサマースクールでの事例: https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL23/No1/30_202101-RIKEN.pdf
- 成果公開: ニュースレターへの寄稿

教育利用(2/2):企業・学生(新制度:2022年度から)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/education/>

- 企業
 - 企業の研修等でも利用可能とする
 - 現状の一般利用以上のセキュリティは保証しない
- 学生
 - 自主的活動への利用(勉強会など)
 - 2021年度までの若手女性「インターン・グループ」制度と同じ
 - 最大半年単位(4月～9月, 10月～3月)
- 利用条件は基本的には講義利用に準ずる
 - 利用ノード数, 時間制限
 - 成果公開: ニュースレターへの寄稿

- 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要
 - システム紹介
 - ソフトウェア (h3-Open-BDEC)
- **スーパーコンピュータ(スパコン)を使うための様々な制度の紹介**
 - 通常利用(一般・トライアル)
 - お試し利用, 講習会
 - HPCI
 - JHPCN
 - 若手・女性, AI for HPC
 - HPCチャレンジ, 教育利用
 - **企業利用(一般・トライアル)**

企業利用(審査有り)(○:代表者, △:参加者)

制度名	種別	大学等	企業	学生	個人	審査	無料	報告書	A	B	C	D	備考	募集
通常利用	一般	○	△	○					✓	✓	✓			随時
	トライアル	○	△	○				✓			✓	✓	年度内	随時
お試し利用		○	○	○	✓		✓				✓	✓	1ヶ月限定	随時
JHPCN		○	○	△		書類	✓	✓		✓				年1回(1月)
HPCI	一般・若手	○	△	△		書類	✓	✓		✓				年1回(10-11月)
	産業		○			書類	✓	✓		✓				
若手女性	一般	○	○	○	✓	書類	✓	✓		✓	✓			年2回(8・2月)
	インターン			○	✓	書類	✓	✓			✓			年1回(夏季)
AI for HPC		○	○	△		書類	✓	✓		✓	✓			随時, 年4回審査
HPCチャレンジ		○	○	○		書類	✓	✓						年数回
講習会		△	△	△	✓		✓						1ヶ月有効UID	年20回程度
教育利用		○	○	○		書類	✓	✓					企業研修等可	随時
企業利用	一般	△	○	△		+面接		✓		✓				年2回(8・2月)
	トライアル	△	○	△		+面接	一部	✓			✓	✓	3ヶ月無料 年度内	随時, 年4回審査

(A:トークン移行, B:ノード固定, C:Odyssey⇔Aquarius移行可能, D:1システム1回限り応募可能)

企業利用概要

<http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/service/company/>

- 2008年度より開始
 - 大規模並列計算普及, 社会貢献
 - ✓ ビジネスへの萌芽的段階での支援, データセンターと競合しない
 - 成果は原則公開(報告書提出), 全資源の10%以下
 - 公募型(年2回募集, 提案書+面接審査), 負担金は大学・研究機関の1.20倍
 - ✓ HPCI企業利用枠へは2017年度から計算資源を拠出
- 様々な利用体系
 - 「企業利用(一般)」
 - ✓ 毎年3-4グループ, 基礎的な研究が多い
 - 「企業利用(トライアル)」: 2022年度から制度変更
 - 大学等との共同研究(一般利用), JHPCN, HPCI
 - オープンソース, 自作コードに限定: 商用コード利用については応相談

企業利用(一般)

<http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/service/company/>

- 「企業利用(一般)」

- 「提案書+面接審査」がある以外は「一般利用」とほぼ同じ, 年2回募集
- 成果報告書提出(終了後1ヶ月以内), 中間報告会
 - ✓ 負担金1.2倍, ノード固定等も利用できる
 - ✓ 「トークン移行」不可: 「原則として」提案時に利用する計算機(Odyssey, Aquarius)を決めておく必要がある

企業利用(トライアル):2022年度から改善

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/trial/company.php>

- 「企業利用(トライアル)」:1システム1回限り
 - 「提案書+面接審査」がある以外は「トライアル」とほぼ同じ, 1システム1回限
 - ✓ Wisteria/BDEC-01 最大6セット(追加可能, 合計最大6セット年(6ノード年)以下)
 - ✓ ~~OBCX 最大4セット(追加可能, 合計最大4セット年(4ノード年)以下)~~
 - 負担金「企業利用(一般)」の30%
 - 最大12ヶ月(年度内, 最初の3ヶ月無料(無料期間のみ可))
 - 随時申込受付, 年4回審査(面接)
 - 最低1名は当該システムでの講習会受講経験あることが必要(当初申込時)
 - 成果報告書提出(終了後1ヶ月以内), 中間報告会
 - ノード固定・トークン移行不可(O⇔A可能), ノード時間制限有り
- パーソナル, グループの区別を無しとする(グループ・個人で応募可能)
- 「企業利用(トライアル)」終了後の道筋⇒企業利用(一般)(別途審査あり)

東大スパコン 企業利用への道 (2022年度以降)

易

難
易
度

難

① お試しスパコン利用(無料体験)

- ・無償, 1ヶ月利用可能

① お試しアカウント付き並列プログラミング講習会

② 企業利用(トライアル): 報告義務有り

- ・無償(最初の3ヶ月)
- ・有償(年度内, 最長9ヶ月)
- ・少なくとも1名は①の受講が必須(申込時)

- ・事前審査あり
- ・年2回募集
(トライアルは随時受付年4回審査)
- ・成果報告義務あり

③ 企業利用(一般): 報告義務有り

- ・有償, 最長12ヶ月

④ 学術機関との共同研究

- ・審査および報告の義務なし, 随時募集
- ・研究者への研究費, 知的財産権配分が必要

⑤ JHPCN, HPCIに応募(企業利用が可能な制度)

企業の方が大学等の研究者と共に利用する場合

• 通常利用

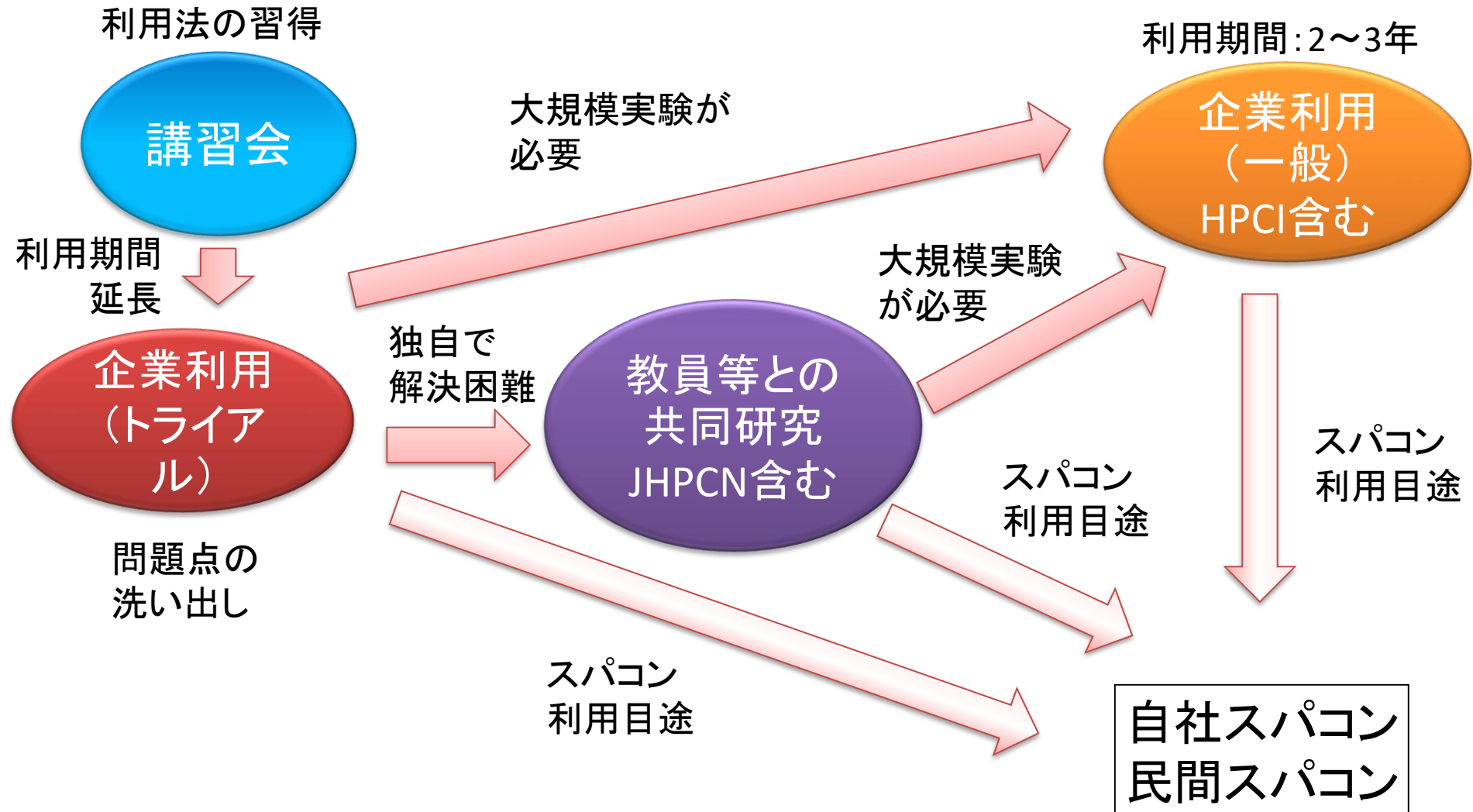
- 研究代表者: 大学等の教員, 公的研究機関研究者 (利用資格を有する者)
- 大学等が中心となって推進する課題における, 共同研究, 役務作業担当に従事する企業の研究者・技術者は下記「共同研究, 役務作業の実体」を表す書類を示せば, 通常利用グループに参加し, スパコンを利用できる
 - ✓ 共同研究協約等, 役務契約書類, 共著論文 (学会予稿, ポスター等でも良い)
- 研究代表者・支払責任者は同じ機関であることが望ましい
 - ✓ たとえば, 「代表者: 大学, 支払い: 企業」はできるだけ避けていただきたい

• 企業利用

- 研究代表者: 企業の研究者・技術者
- 大学等の他機関メンバーが参加することは可能
- 審査があり, 負担金も2割高いが, 企業としての研究が主で, それを大学等他機関が支援する場合は, この形態で応募していただくことが望ましい

• **あくまでも当方の制度設計の観点から「望ましい」ということです**

東大スパコン企業利用制度の展開イメージ



成果報告

■ 中間報告会

- 10月(4月開始), 1月(10月開始)に60分(発表40分, 質疑・相談20分)で行う予定
- 進捗報告ではなく, 相談事項や改善要望を受け付ける趣旨

■ 最終報告書

- 利用期間終了後 1ヶ月以内に、利用成果報告書の提出が必要
- 利用成果報告書は公開該当項目について広報・Webで公開
- 申し出により最大2年間の成果公開延期可能
- <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/company/report/>

1. 利用の概略
1) 利用目的・内容 複雑地形および市街地を再現した計算格子を用意し、NuFD/FrontFlowRed を用いて数値計算を行うことにより、風環境、ヒートアイランド、有害物質の拡散等、都市環境における諸現象を予測することを目的とした。
2) 利用意義（産業利用の観点から） 都市開発の進展による風環境の変化、ヒートアイランド、有害物質の拡散等、都市環境における諸問題が顕在化しており、日射や輻射も考慮した複雑地形・市街地の大規模数値流体解析に対するニーズが年々高まっている。これまでは計算機能力の不足により、これらの数値解析の実現が難しかったが、実験等にて再現が難しかった大規模環境下における現象を予測可能とすることで、産業界への数値計算利用普及を目指し実施した。
3) スーパーコンピューターを利用する必要性 自社では今回課題の規模の計算を可能とする環境を準備することは非現実的であり、また他有償の計算機環境利用においても、一度に当該規模の並列数を占有することは、環境確保および費用の観点からしても、困難であることが想定されたため実現可能な環境を利用する必要があった。
2. 成果の概要
1) 本利用で得られた成果（成果が得られなかった場合はその理由） ※ 内容を以下のうちから選択の上、計算機利用の観点から得られた知見を中心に記載してください。（1. 計算科学、2. コンピュータ・サイエンス、3. プログラムチューニング、4. その他） 1. 計算科学 本利用において、複雑市街地を対象に、NuFD/FrontFlowRed を用いた大規模数値流体解析を行い、開発による風環境に対する影響の評価を行った。 今回の解析対象の市街地には風速計が複数設置されており、数値流体解析の結果を実測値と比較することが可能であった。このため、格子形状や移流項の差分スキーム等を中心に、解析手法のチューニングを行い、多くの知見を得ることができた。
2) 社会・経済への波及効果の見通し 近年、都市開発の進展による風環境の変化、ヒートアイランド、有害物質の拡散等、都市環境における諸問題が顕在化しており、より環境負荷の低い都市開発手法の開発が求められている。このため、自治体や建設業界等からの、複雑地形・市街地の大規模数値流体解析に対するニーズが高まっている。 本利用により、複雑地形・市街地の大規模数値流体解析における多くの知見を得ることができた。この知見を今後の実務に適用することにより、社会的ニーズに対しても応えていくことができると考えている。
3) その他の成果 特記事項なし

2023・2024年度諸制度(○:代表者, △:参加者)

制度名	種別	大学等	企業	学生	個人	審査	無料	備考
JHPCN		○	○	△		書類	✓	基礎研究
HPCI	一般・若手	○	△	△		書類	✓	プロダクションラン
	産業		○			書類	✓	
若手女性	一般	○	○	○	✓	書類	✓	JHPCNの一步手前
	インターン			○	✓	書類	✓	
AI for HPC		○	○	△		書類	✓	
企業利用	一般	△	○	△		+面接		JHPCN(基礎研究), HPCI (プロダクションラン)など, 無 料での利用も可能
	トライアル	△	○	△		+面接	一部	

制度名	種別	募集	次回締切
通常利用	一般・トライアル	随時	
お試し利用		随時	
JHPCN		年1回(1月)	2023年度募集終了 2024年度分は2024年1月
HPCI	一般・若手・産業	年1回(10-11月)	2023年度募集終了 2024年度分は2023年10月
若手女性	一般	年2回(8・2月)	2023年8月29日
	インターン	年1回(夏季)	2023年度募集終了
AI for HPC		随時, 年4回審査	2023年8月31日
HPCチャレンジ		年数回	2023年8月21日 (9~11月分)
講習会		年20回程度	
教育利用		随時	
企業利用	一般	年2回(8・2月)	2023年8月17日
	トライアル	随時, 年4回審査	2023年8月17日

- おまけ: 将来構想

2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Hitachi SR8000
1.024 PF
SR8000

Hitachi SR11000
J1, J2
IBM Power5+

Hitachi SR16K/M1
Yayoi
IBM Power7

疑似ベクトル
汎用CPU
加速装置付

Hitachi SR2201
HARP-1E

Hitachi SR8000/MPP
SR8000

Intel CLX
OBCX (Fujitsu)
6.61 PF

NVIDIA H100

Hitachi HA8000
T2K Today
140 TF

Oakforest-PACS (Fujitsu)
1.1 PF

OFP-II
75+ PF

AMD Opteron

Intel Xeon Phi

Fujitsu FX10
Oakleaf-FX
1.13 PF

Wisteria BDEC-01 Fujitsu
33.1 PF

BDEC-02
150+ PF

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

SPACR64 IXfx

Reedbush-U/H/L (SGI-HPE)
3.36 PF

A64FX, Intel Icelake+
NVIDIA A100

Accelerators

疑似ベクトル

汎用CPU

加速装置付

Intel BDW +
NVIDIA P100

Ipomoea-01 25PB

Ipomoea-03

Ipomoea-02



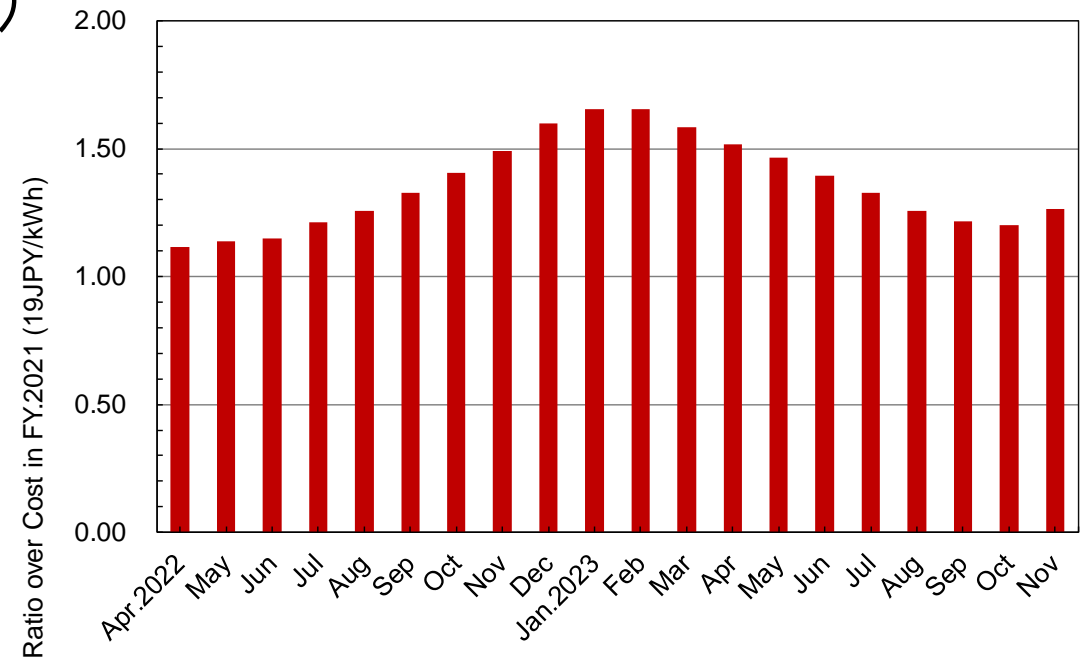
OFP-IIへの道 (1/2)



- OFP (Oakforest-PACS) 後継機種 (OFP-II)
 - JCAHPC (筑波大学と共同)
 - 2025年1月運用開始予定
- 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(2/2)

- OFP-II (2025年1月運用開始)
 - 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
- GPUの選定は2022年6月に終了
 - OFPユーザー(3,000人以上)のGPUへの移行には18-30ヶ月必要
 - 7種類のベンチマーク

Group-A
CPU only

Group-B
CPU+GPU

Seven Pre-Benchmarks



Name of the Code	Description	Lang.	Parallelization	GPU	Category
P3D	3-D Poisson's Equation by Finite Volume Method	C	OpenMP		A & B
GeoFEM/ICCG	Finite Element Method	Fortran	OpenMP, MPI		
H-Matrix	Hierarchical-Matrix calculation	Fortran	OpenMP, MPI		
QCD	Quantum-Chromo Dynamics simulation	Fortran	OpenMP, MPI	CUDA	C
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)	B

OFP-IIへの道(2/2)

- OFP-II (2025年1月運用開始)
 - 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
- GPUの選定は2022年6月に終了
 - OFPユーザー(3,000人以上)のGPUへの移行には18-30ヶ月必要
 - 7種類のベンチマーク
- NVIDIA社製GPU採用に決定(2022年6月)
 - H100もしくははその後継機
 - 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

Group-A
CPU only

Group-B
CPU+GPU

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
 - 8日間のハッカソン(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 (Supported 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



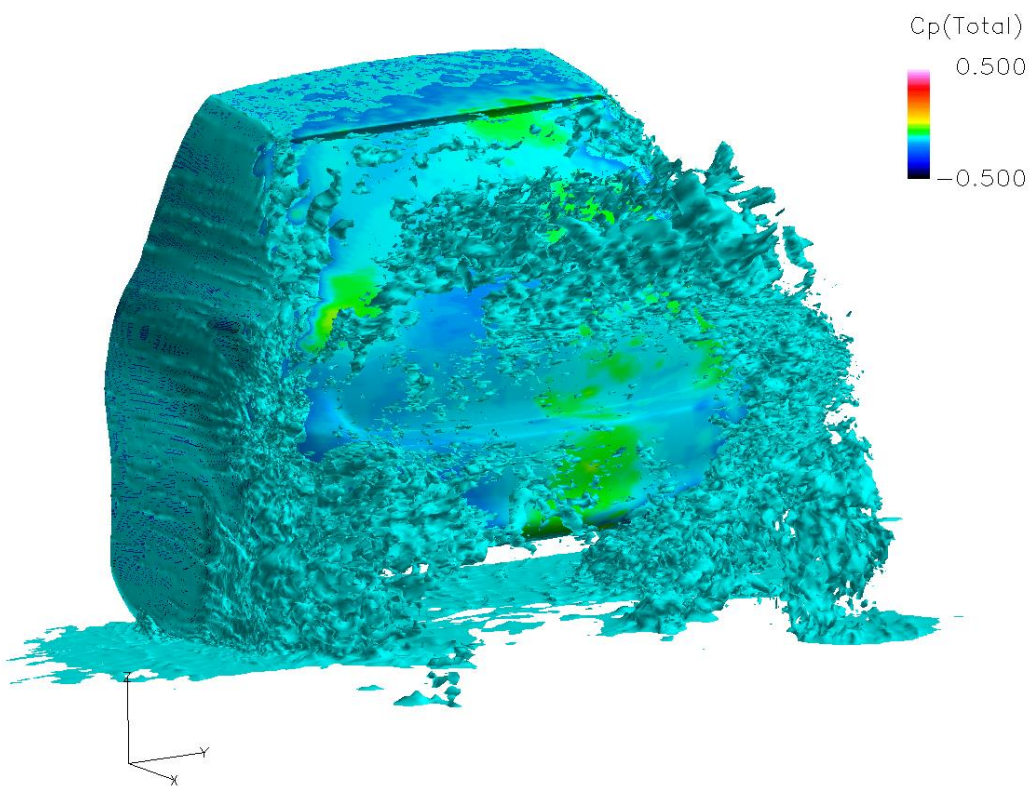
Category	Name (Organizations)	Target, Method etc.	Language
Engineering (3)	FrontISTR (U.Tokyo)	Solid Mechanics, FEM	Fortran
	FrontFlow/blue (U.Tokyo)	CFD, FEM	Fortran
	FrontFlow/red (Advanced Soft)	CFD, FVM	Fortran
Biophysics (3)	ABINIT-MP (Rikkyo U.)	Drug Discovery etc., FMO	Fortran
	UT-Heart (UT Heart, 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

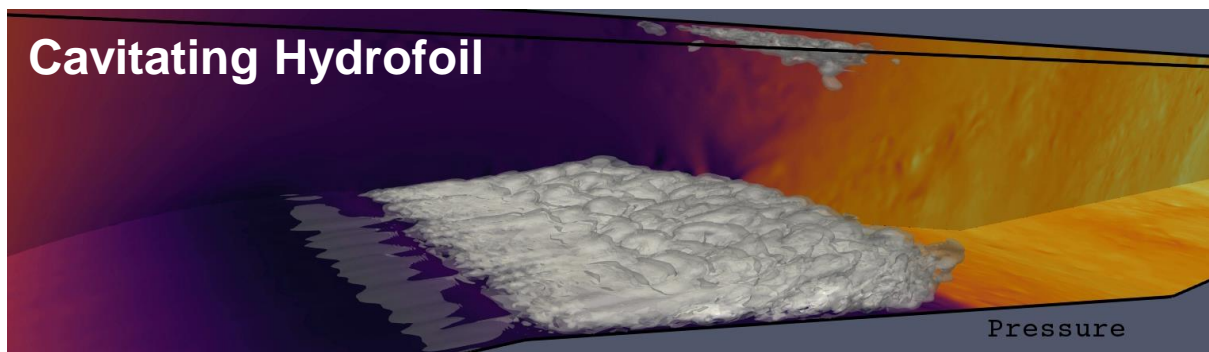
FrontFlow/blue (FFB) Flow Solver

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

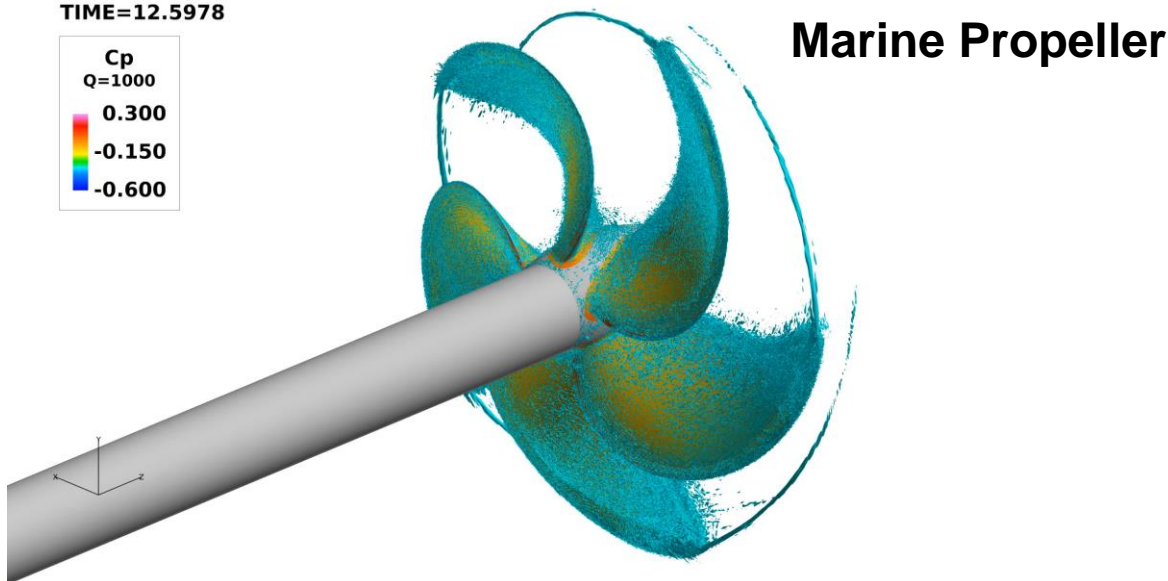
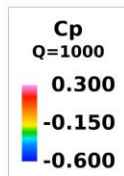


Automobile Wake

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



TIME=12.5978



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
```

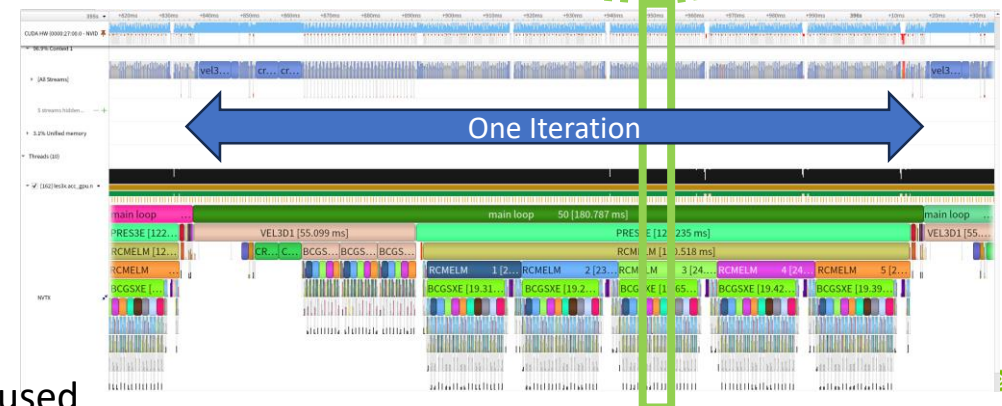
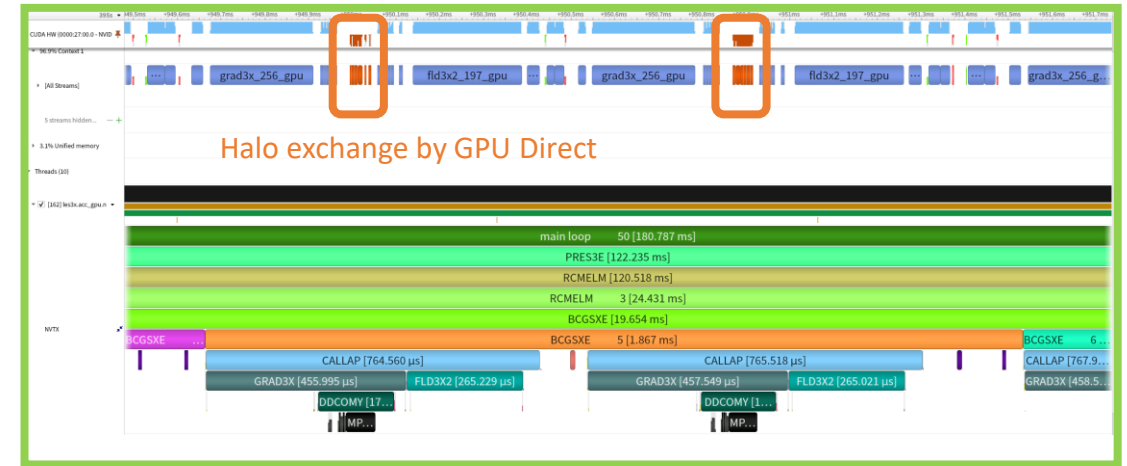
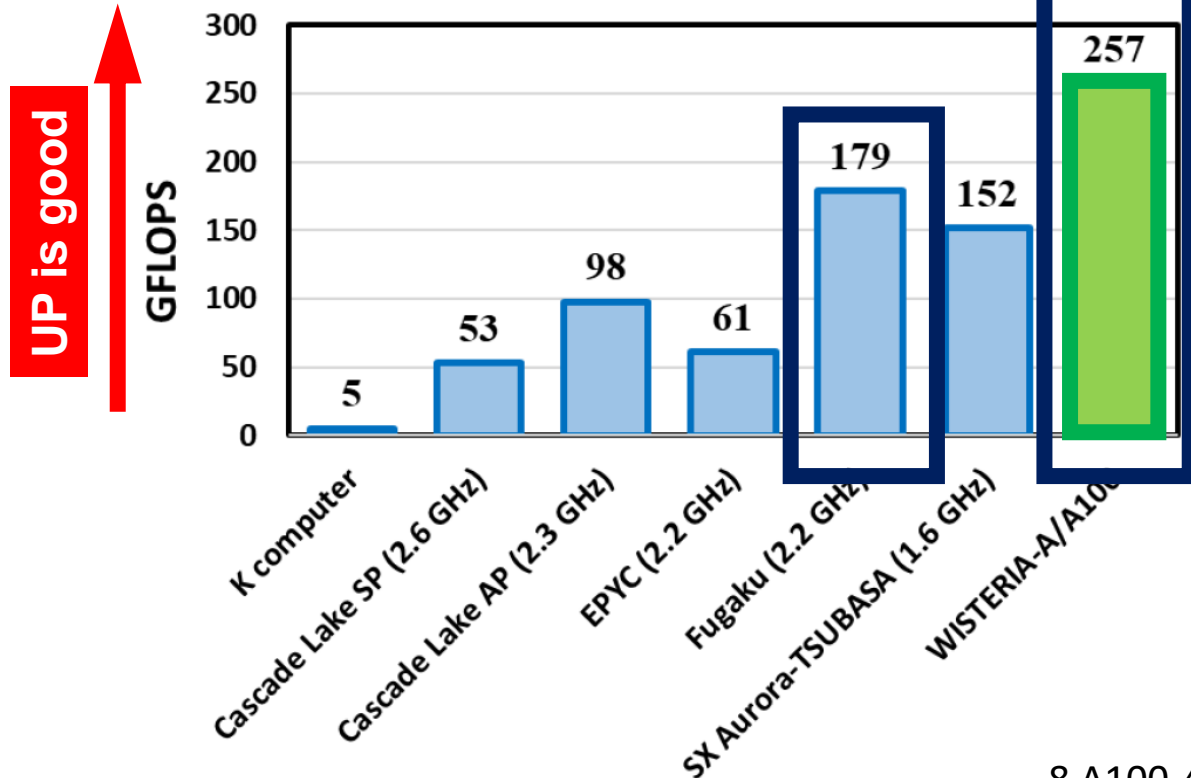
Code with directives

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 (1/2)

11月9日開札, 富士通



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

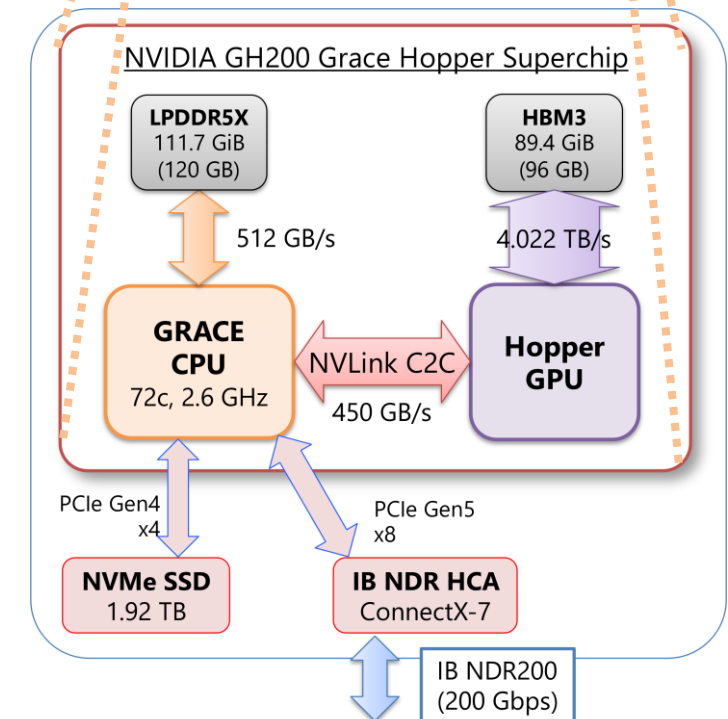
- 190 ノード, 1.3 PF, IB-NDR 200
- 372 TB/sec for STREAM Triad (Peak: 608 TB/sec)

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搭載: 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



OFP-II (2/2)

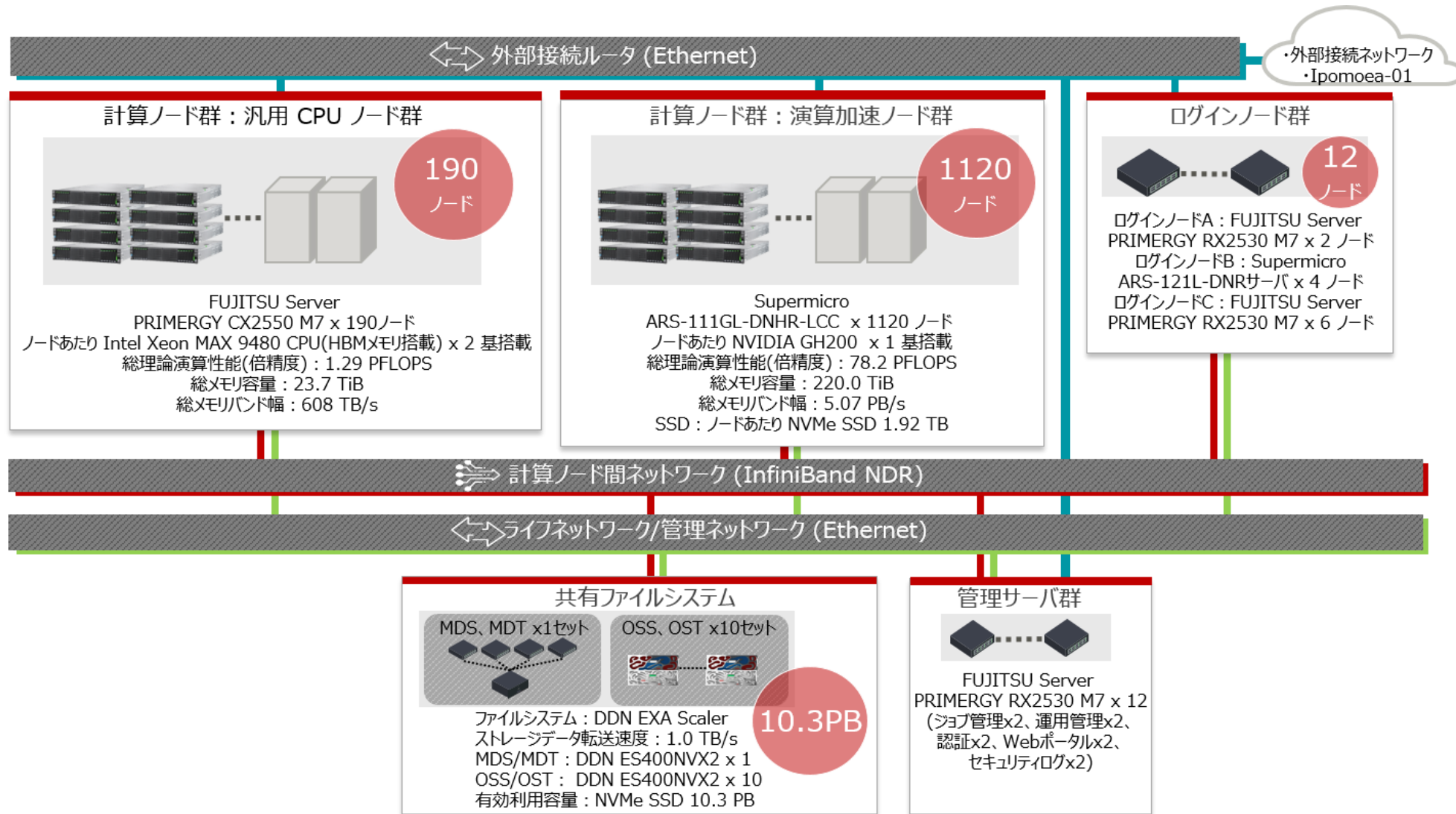
- ファイルシステム: DDN EXA Scalar, Lustre FS
 - 10.3 PB (NVMe SSD) 1.0TB/sec, “Ipomoea-01” (26 PB) も利用可能
- **Group-A/B の全ノードはフルバイセクションバンド幅で接続**
 - $(400\text{Gbps}/8) \times (32 \times 20 + 16 \times 1) = 32.8 \text{ TB/sec}$
- **2025年1月運用開始、Group-A/B間の通信は h3-Open-SYS/WaitIO により実現**

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 システム構成図



OFP-II 全体構成

項目		汎用CPUノード群	演算加速ノード群
総理論演算性能		1.29 PFLOPS	78.28 PFLOPS
総ノード数		190	1120
総メモリ容量		23.75 TiB	220.02 TiB
総メモリバンド幅		608 TB/s	5.07 PB/s
ネットワークポロジ		フルバイセクション Fat Free	フルバイセクション Fat Tree
共有ファイルシステム	ファイルシステム	Lustre (DDN EXAScaler)	
	サーバ(OSS)	DDN ES400NVX2	
	サーバ(OSS)数	10	
	ストレージ容量	10.32 PB	
	ストレージ データ転送速度	1.0 TB/s	

OFP-II ノード構成

項目		汎用CPUノード群	演算加速ノード群
マシン名		FUJITSU Server PRIMERGY CX2550 M7	Supermicro ARS-111GL-DNHR-LCC
CPU	プロセッサ名	Intel Xeon Max 9480	NVIDIA Grace CPU Arm Neoverse V2 CPU
	プロセッサ数(コア数)	2 (56 + 56)	1 (72)
	周波数	1.9 GHz	2.6 GHz
	理論演算性能	6.8096 TFLOPS	2.995 TFLOPS
	メモリ容量	128 GiB	111.7 GiB
	メモリ帯域幅	3.2 TB/s	512 GB/s
GPU	プロセッサ名	—	NVIDIA Hopper H100 GPU
	搭載数		1
	理論演算性能		66.9 TFLOPS
	メモリ容量		89.4 GiB
	メモリ帯域幅		4,022 GB/s
	CPU-GPU 間接続		NVLink Chip-2-Chip interconnect (片方向 450 GB/s)
SSD			NVMe SSD 1.92 TB (PCIe Gen4 x4)
冷却方式		水冷	水冷
インターコネクト		InfiniBand NDR200 (200Gbps)	InfiniBand NDR200 (200Gbps)

OFP-II ソフトウェア構成 (1/2)

	汎用CPUノード群	演算加速ノード群
OS	Rocky Linux 9 (ログインノードはRed Hat Enterprise Linux 9)	
ジョブスケジューラ	PBS Professional	
コンパイラ	GNU コンパイラ	
	Intelコンパイラ Fortran77/90/95/2003/2008 C、C++	NVIDIA HPC SDK Fortran77/90/95/2003/2008 C、C++ OpenMP、OpenACC NVIDIA CUDA Toolkit CUDA C CUDA C++
メッセージ通信ライブラリ	Intel MPI	Open MPI
ライブラリ	—	
	BLAS、CBLAS、LAPACK、ScaLAPACK、SuperLU、SuperLU MT、SuperLU DIST、METIS、MT-METIS、ParMETIS、Scotch、PT-Scotch、PETSc、Trillinos、FFTW、GNU Scientific Library、NetCDF、Parallel netCDF、HDF5、Parallel HDF5、OpenCV、Xabclib、ppOpen-HPC、MassiveThreads、Standard Template Library (STL)、Boost C++	

OFP-II ソフトウェア構成 (2/2)

	汎用CPUノード群	演算加速ノード群
アプリケーション	OpenFOAM、ABINIT-MP、PHASE、FrontFlow/blue、FrontISTR、REVOCAP-Coupler、REVOCAP-Refiner、OpenMX、MODYLAS、GROMACS、BLAST、R packages、bioconductor、BioPerl、BioRuby、BWA、GATK、SAMtools、Quantum ESPRESSO、Xcrypt、ROOT、Geant4、LAMMPS、CP2K、NWChem、DeepVariant、Paraview、VisIt、POV-Ray、TensorFlow、PyTorch、JAX、Keras、Horovod、MXNet、Miniforge、Kokkos	
フリーソフトウェア	autoconf、automake、bash、bzip2、cvs、emacs、findutils、gawk、gdb、make、grep、gnuplot、gzip、less、m4、python、perl、ruby、screen、sed、subversion、tar、tcsh、tcl、vim、zsh、gitなど	
	Julia、CMake、Ninja、Java JDK	
	Grid Community Toolkit、Gfarm、FUSE	
コンテナ仮想化	Apptainer、Singularity Community Edition、	

お気軽にご相談ください

問合せ先: uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp

- OdysseyとAquariusの連携
 - mdxとWisteria/BDEC-01の連携
 - GPU化
 - ハイブリッド並列化 (OpenMP + MPI)
 - その他
-
- 「東京大学情報基盤センター」チャンネル (講習会動画等)
<https://www.youtube.com/channel/UC2CHaGp1AO-vqRIV7wmU0-w>

解説記事：h3-Open-UTIL/MP・ h3-Open-SYS/WaitIO-Socket (再掲)



- 住元真司, 荒川隆, 坂口吉生, 松葉浩也, 八代尚, 塙敏博, 中島研吾, WaitIO-Socket: 異種システム上の複数MPIプログラムを結合する通信ライブラリの試作, 情報処理学会研究報告(2021-HPC-181-07), 2021
- h3-Open-SYS/WaitIO-Socket, h3-Open-UTIL/MP概要:
https://www.dropbox.com/s/k1nd0p98p5cbdeg/KN_HPC182x.pdf?dl=0
- 住元真司他: Wistera/BDEC-01利用事例(3)データ受け渡しライブラリh3-Open-SYS/WaitIO(1/2)
https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No2/10_202203Wisteria-1.pdf
- 住元真司他: Wistera/BDEC-01利用事例(4)データ受け渡しライブラリh3-Open-SYS/WaitIO(2/2)
https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No3/12_202205-Wisteria-1.pdf
- 住元真司, 荒川隆, 坂口吉生, 松葉浩也, 八代尚, 大島聡史, 塙敏博, 中島研吾, WaitIO-Hybrid: 共有ファイルシステムとSocketを併用可能なシステム間通信ライブラリ, 情報処理学会研究報告(2022-HPC-187-06), 2022
- 荒川隆他: Wistera/BDEC-01利用事例(5)マルチプログラム連成ライブラリh3-Open-UTIL/MP(1/2)
https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No3/13_202205-Wisteria-2.pdf
- 荒川隆他: Wistera/BDEC-01利用事例(6)マルチプログラム連成ライブラリh3-Open-UTIL/MP(2/2)
https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No4/09_202207-Wisteria-1.pdf