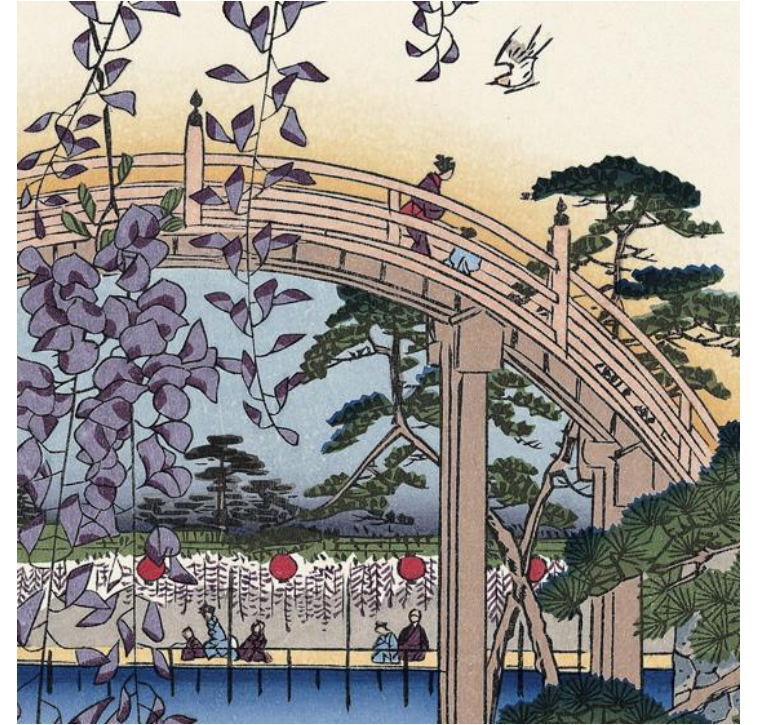


# 「東大情報基盤センター のスーパーコンピュータ」 利用制度説明会

「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](mailto: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・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
- 2023年1月
  - 現在運用中のシステム
    - Oakbridge-CX(OBCX): 2023年9月末に運用終了
    - 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



- 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
    - Oakbridge-CX (OBCX)
    - Ipomoea-01

2001-2005

2006-2010

2011-2015

2016-2020

2021-2025

2026-2030

Hitachi SR8000  
1,024 GF

Hitachi SR11000  
J1, J2  
5.35 TF, 18.8 TF

Hitachi SR16K/M1  
Yayoi  
54.9 TF

Hitachi  
SR2201  
307.2GF

Hitachi  
SR8000/MPP  
2,073.6 GF

OBCX  
(Fujitsu)  
6.61 PF

Hitachi HA8000  
T2K Todai  
140 TF

Oakforest-  
PACS (Fujitsu)  
25.0 PF

OFP-II  
200+ PF

Fujitsu FX10  
Oakleaf-FX  
1.13 PF

 **Wisteria**  
**BDEC-01** Fujitsu  
33.1 PF

BDEC-  
02  
250+ PF

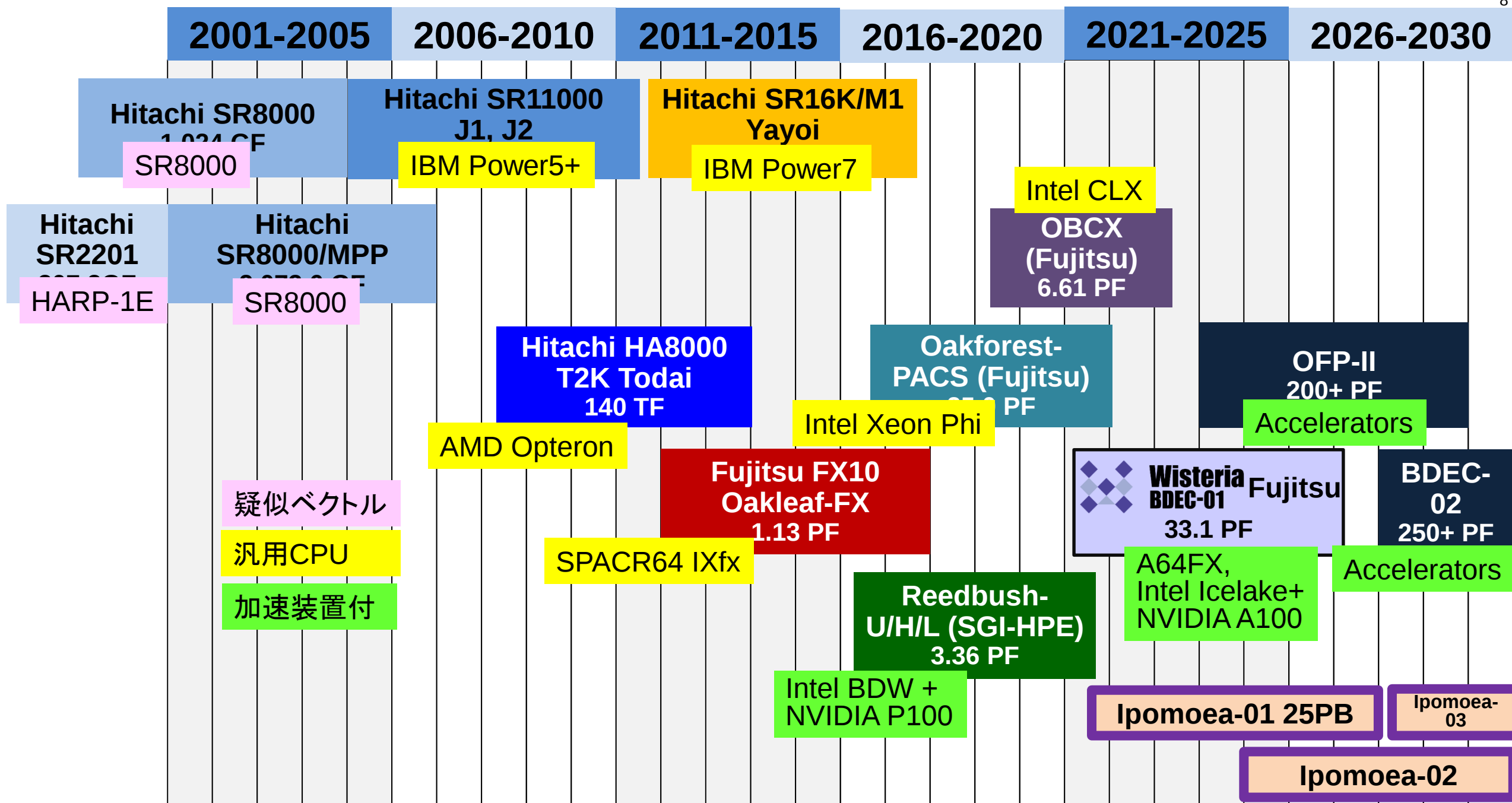
Reedbush-  
U/H/L (SGI-HPE)  
3.36 PF

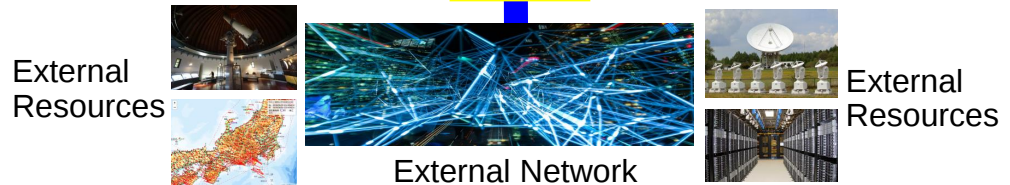
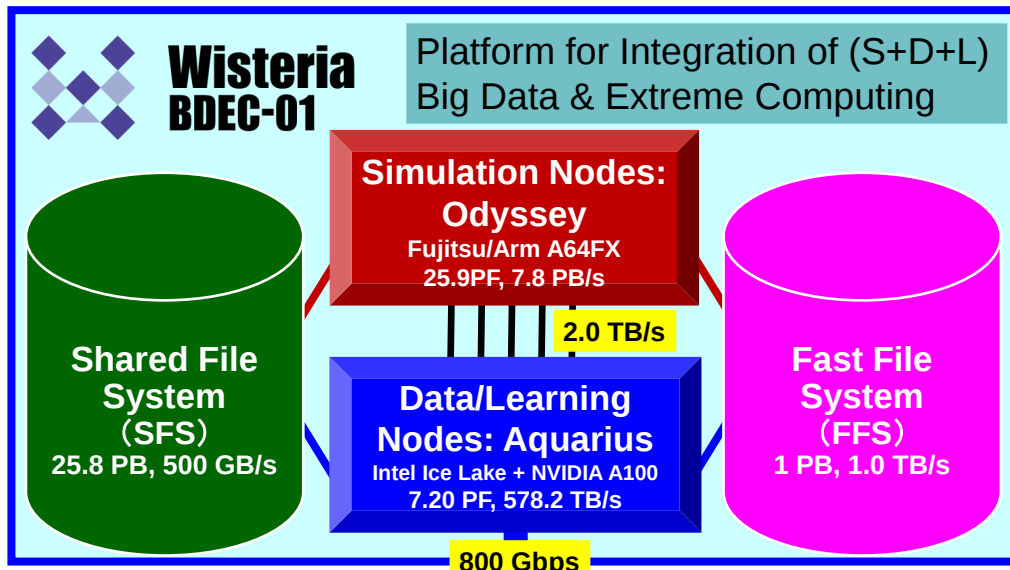
Ipomoea-01 25PB

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





Simulation Nodes (Odyssey)



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
- 東大ITC初のGPUクラスター, ピーク性能3.36 PF (Reedbush-H/L)

## 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
- 25 PF, #39 in 58<sup>th</sup> TOP 500 (November 2021)

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

- 2019年7月～2023年9月末(予定)
- 6.61 PF, #129 in 60<sup>th</sup> TOP500 (November 2022)

## Wisteria/BDEC-01 (Fujitsu)

- シミュレーションノード群 (Odyssey) : A64FX (#23)
- データ・学習ノード群 (Aquarius) : Intel Icelake + NVIDIA A100 (#125)
- 33.1 PF, 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)



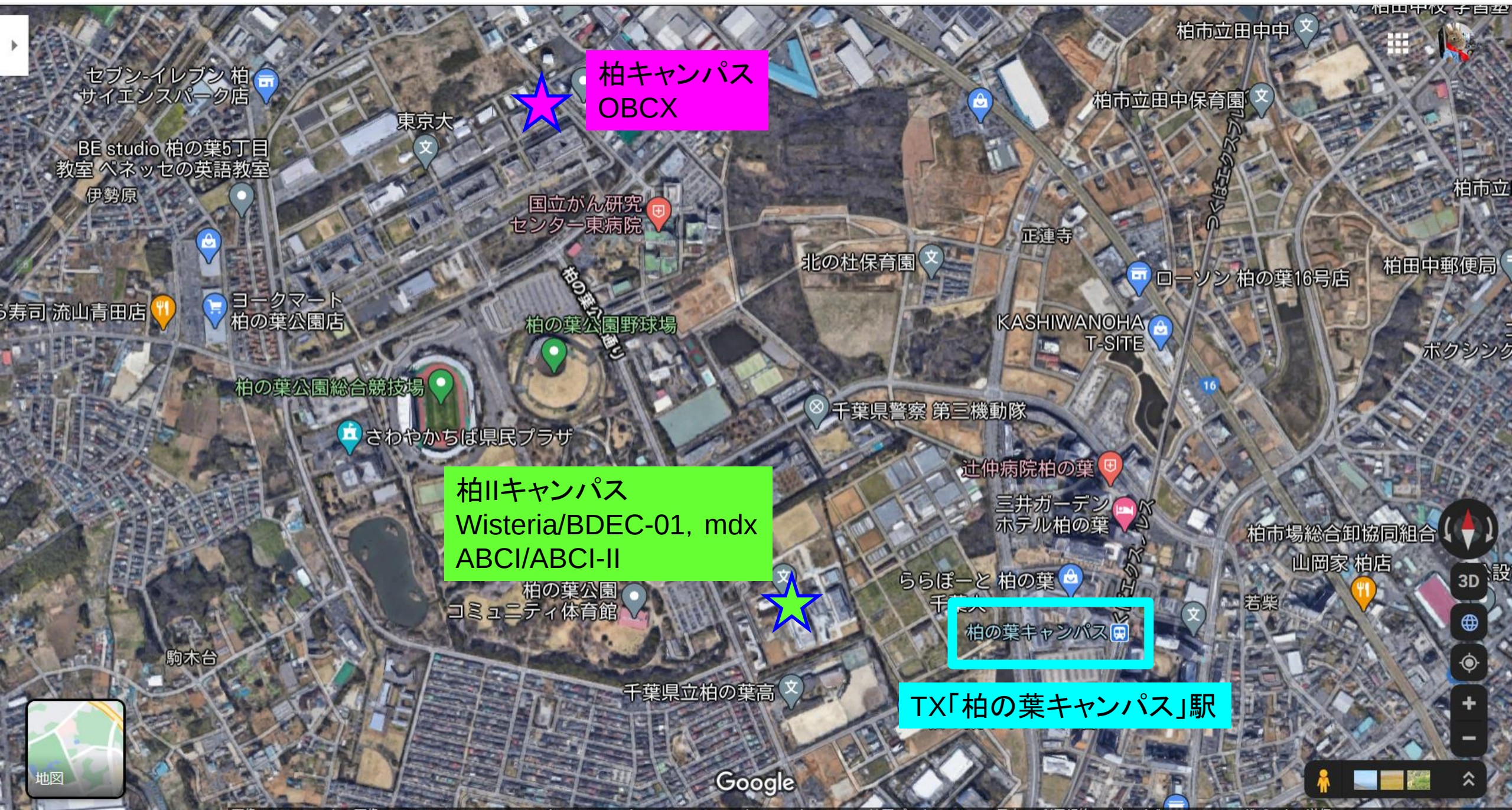
Reedbush



Oakforest-PACS



Oakbridge-CX



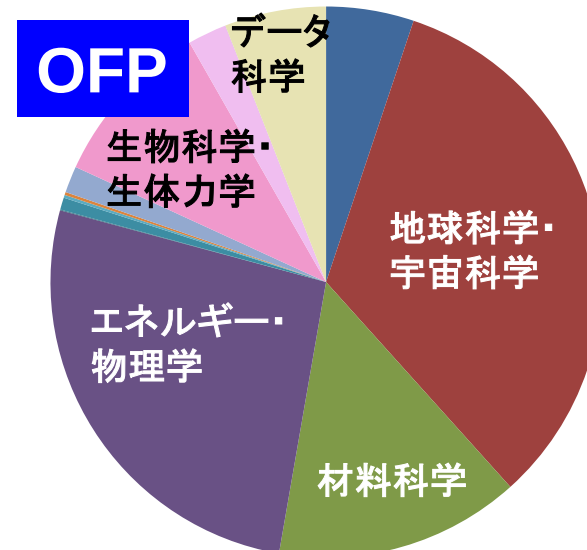
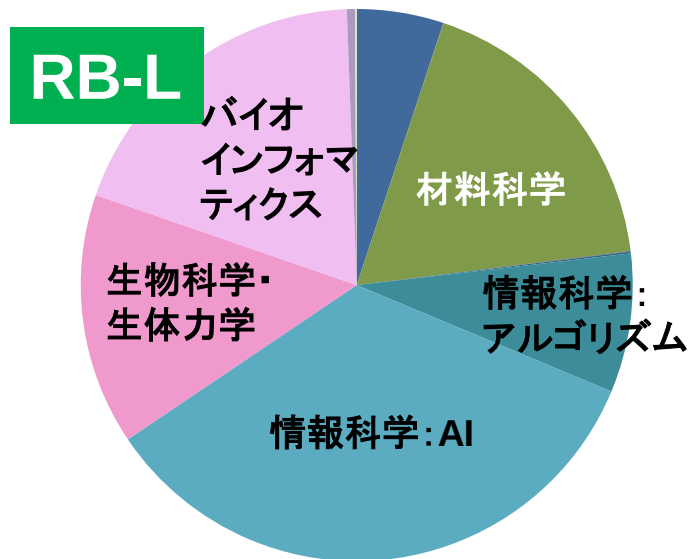
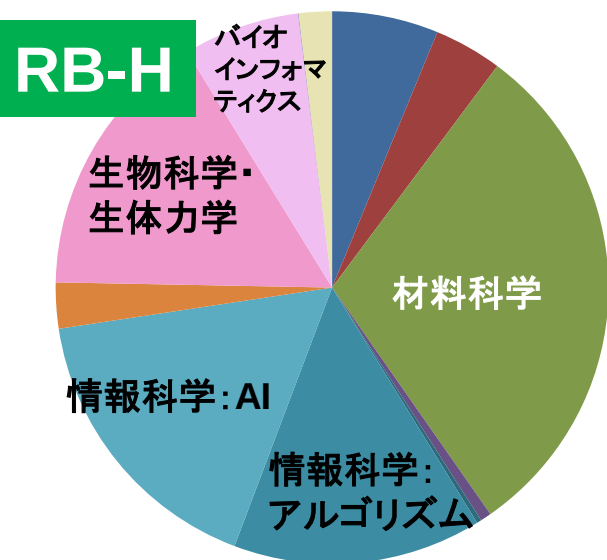
# 2022年のハイライト

- OFP運用終了(3月末)
  - 第11回JCAHPCセミナー(OFP運用終了記念シンポジウム)「ありがとうOFP:京から富岳への狭間で咲いた大輪の花」2022年5月27日(金), ハイブリッド開催
    - <https://www.jcahpc.jp/event/seminar11.html>
- Ipomoea-01(共通ストレージ)運用開始
- Wistera/BDEC-01
  - Odyssey-Aquarius連携運用開始
  - mdxとの連携も試行的に実施
- OFP後継機(OFP-II): JCAHPC
  - GPUを中心としたシステムに決定
  - アプリケーション移行作業開始
  - 調達開始, 2024年4月運用開始目標
- 電気料金高騰⇒負担金1.50倍(ストレージ関連は据置)

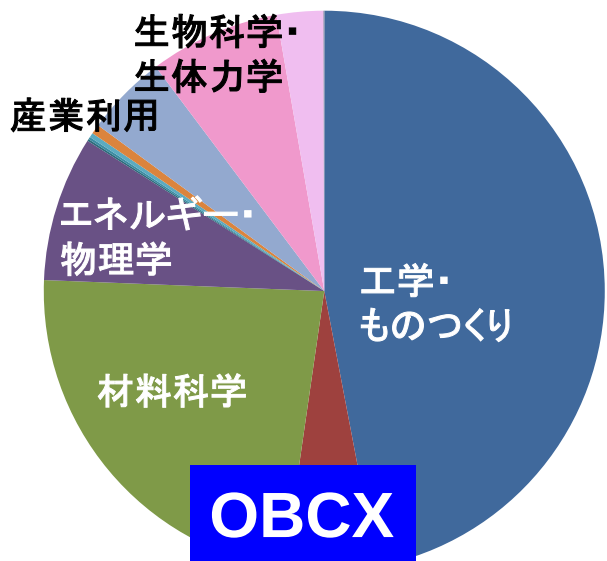
- 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要
  - システム紹介
    - 概要
    - Wisteria/BDEC-01
    - Oakbridge-CX(OBCX)
    - Ipomoea-01

# 2020年度分野別

■汎用CPU, ■GPU



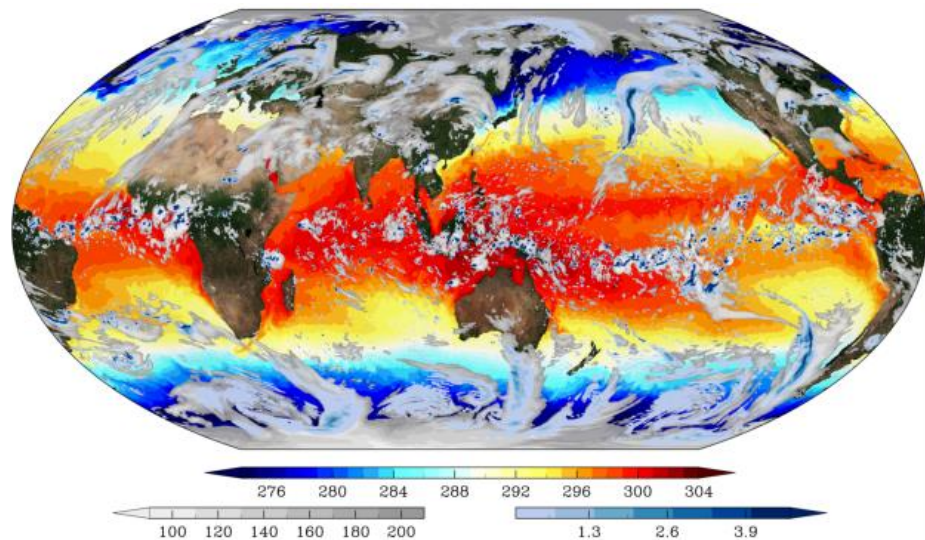
- 工学・ものづくり
- 地球科学・宇宙科学
- 材料科学
- エネルギー・物理学
- 情報科学: システム
- 情報科学: アルゴリズム
- 情報科学: AI
- 教育
- 産業利用
- 生物科学・生体力学
- バイオインフォマティクス
- 社会科学・経済学
- データ科学・データ同化



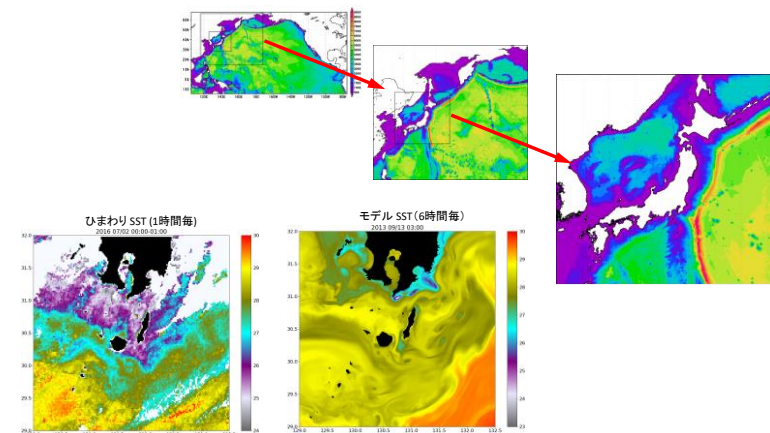
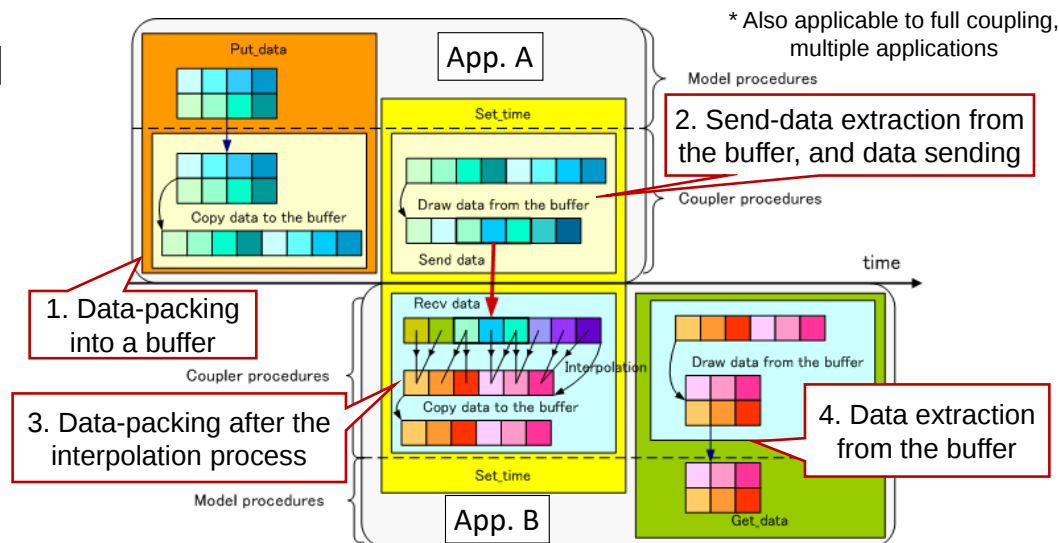
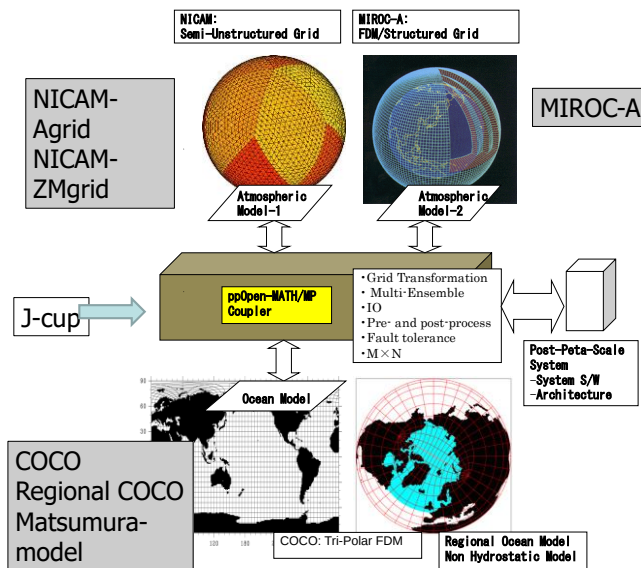
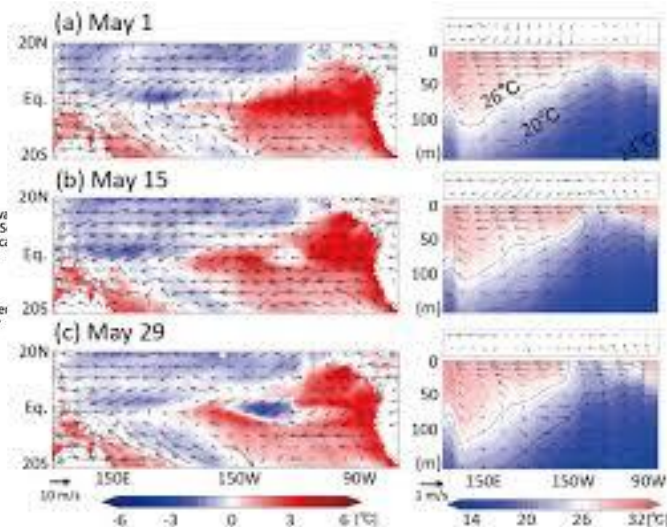
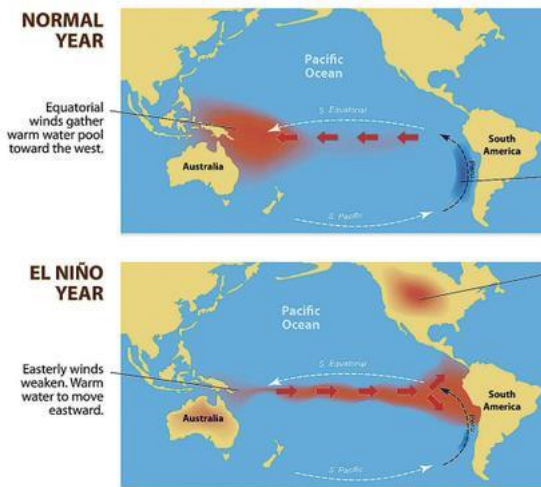
- ・ 工学・ものづくり
- ・ 地球科学・宇宙科学
- ・ 材料科学

# 全地球大気環境シミュレーション

## 東大大気海洋研究所, 東大理学系研究科等



### THE EL NIÑO PHENOMENON



〔画像提供: 佐藤正樹教授・  
羽角博康教授(東大・大気海洋研)〕



# 二酸化炭素地下貯留シミュレーション

## 大成建設, 理化学研究所等

〔画像提供:  
山本肇博士(大成建設)〕

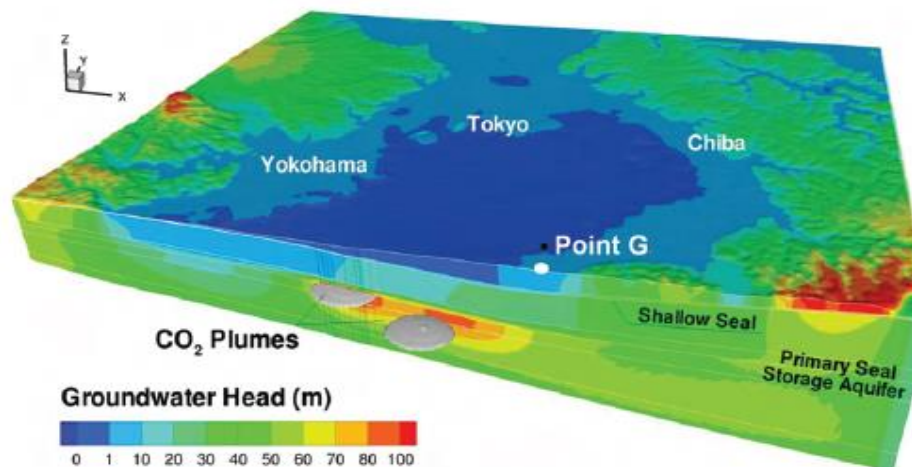
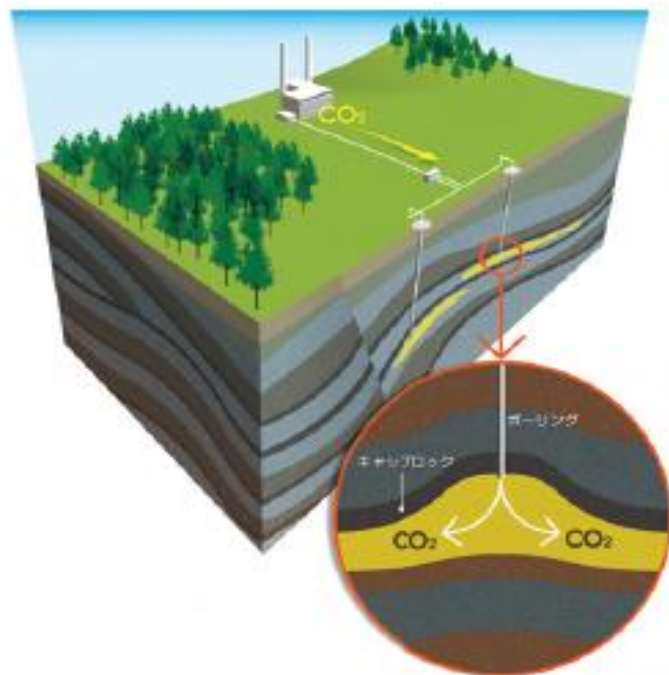
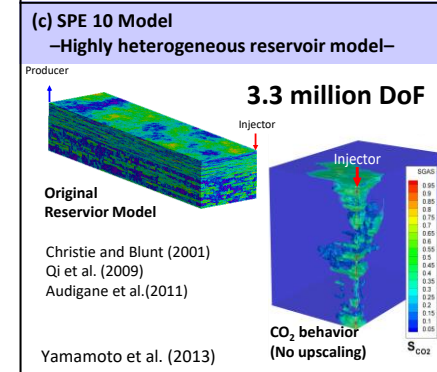
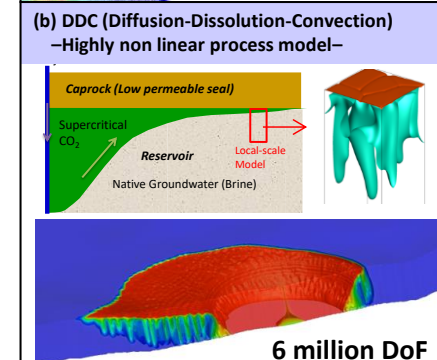
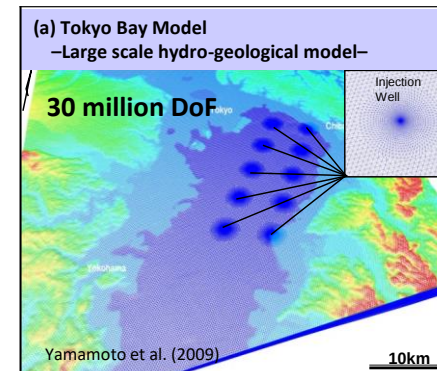
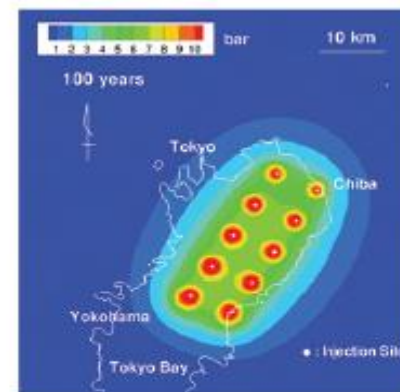
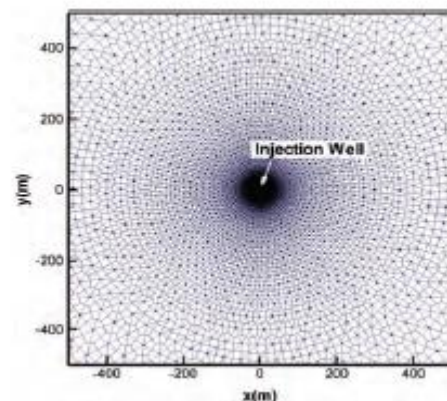


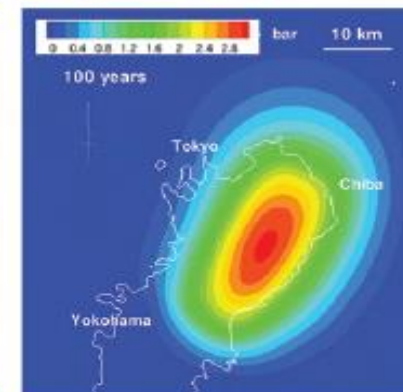
図-4 CO<sub>2</sub> 圧入後の地下水圧 (全水頭換算) の分布 (100 年後)



※DOF: degrees of freedom



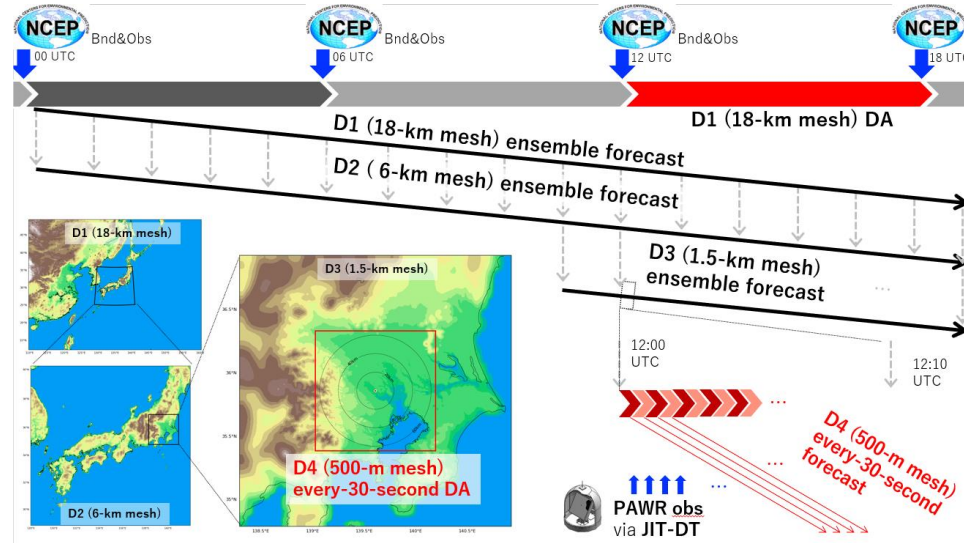
(a) 深部遮蔽層下面



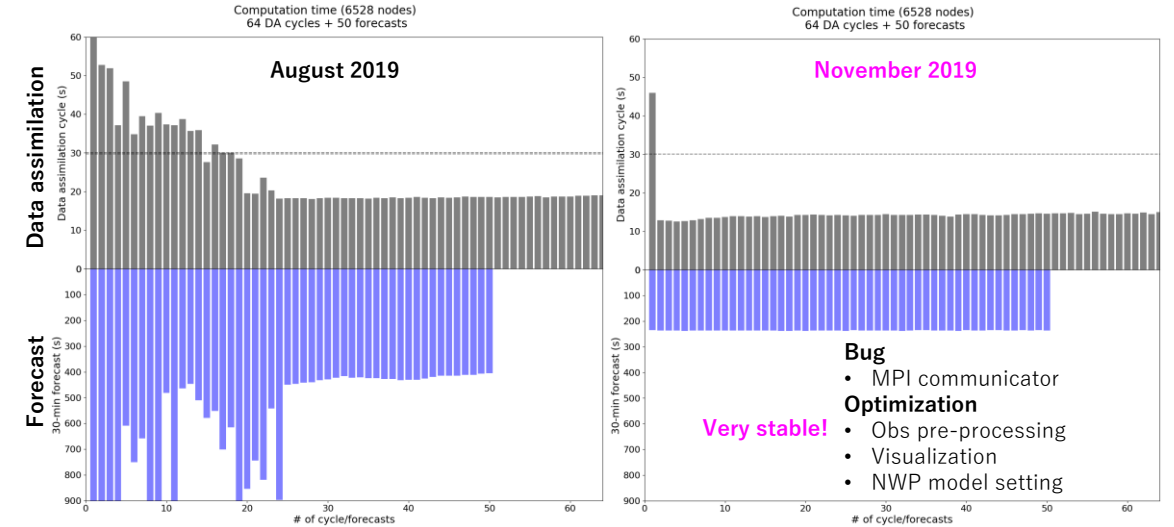
(b) 浅部遮蔽層下面

図-5 圧力上昇量の平面分布 (初期状態からの増分、圧入開始から 100 年後)

# ゲリラ豪雨予測のリアルタイム実証実験（理化学研究所）



全体のワークフロー

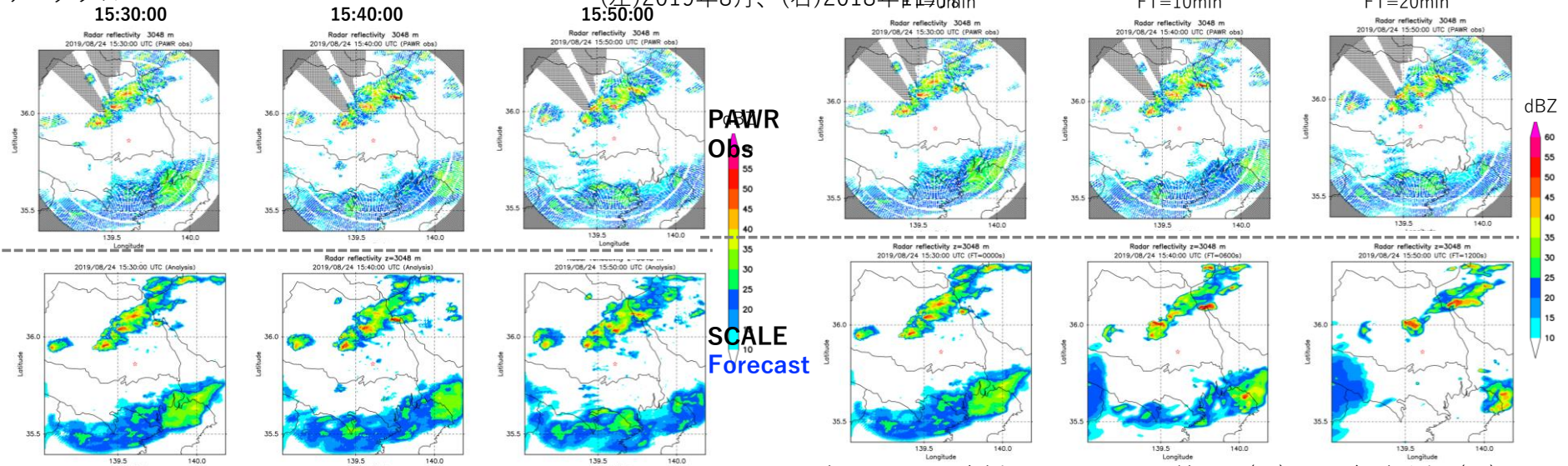


計算性能の向上。上段はデータ同化、下段は30分予報にかかった時間(秒)。  
(左)2019年8月、(右)2018年11月



PAWR  
Obs

SCALE-  
LETKF  
Analysis



2019年8月24日の事例についてのテスト結果。(上)レーダー観測と(下)SCALE-LETKFによる解析で得られたレーダー反射強度(dBZ)を示す。

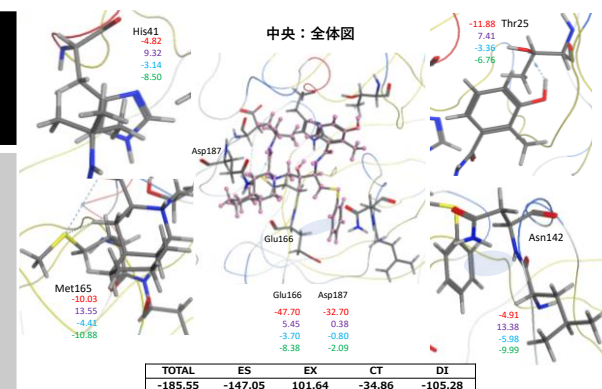
2019年8月24日の事例についてのテスト結果。(上)レーダー観測と(下)SCALE-LETKFによる予報で得られたレーダー反射強度(dBZ)を示す。

# 「COVID-19」対応HPCI臨時公募課題

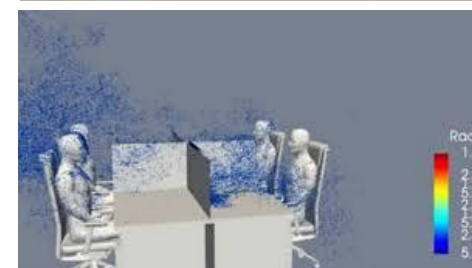
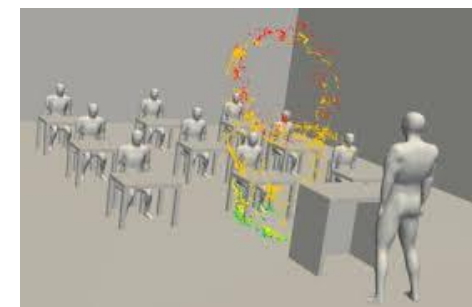
## 全14のうち6課題が東大システムを利用(2020年度)



| 課題名                                                                                   | 代表者(所属)                       | 使用システム            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 新型コロナウイルスの主要プロテアーゼに関するフラグメント分子軌道計算                                                    | 望月 祐志<br>(立教大学)               | Oakforest<br>PACS |
| COVID-19治療の候補薬: chloroquine、hydroxychloroquine、azithromycinの催不整脈リスクの評価ならびにその低減策に関する研究 | 久田 俊明(株式会社UT-Heart研究所 / 東大)   |                   |
| 新型コロナウイルス表面のタンパク質動的構造予測                                                               | 杉田 有治<br>(理化学研究所)             |                   |
| 計算機解析によるSARS-CoV-2増殖阻害化合物の探索                                                          | 星野 忠次<br>(千葉大学)               | Oakbridge<br>CX   |
| 室内環境におけるウイルス飛沫感染の予測とその対策: 富岳大規模解析に向けたケーススタディ                                          | 坪倉 誠<br>(神戸大学)                |                   |
| Spreading of polydisperse droplets in a turbulent puff of saturated exhaled air       | Marco Edoardo Rosti<br>(OIST) |                   |



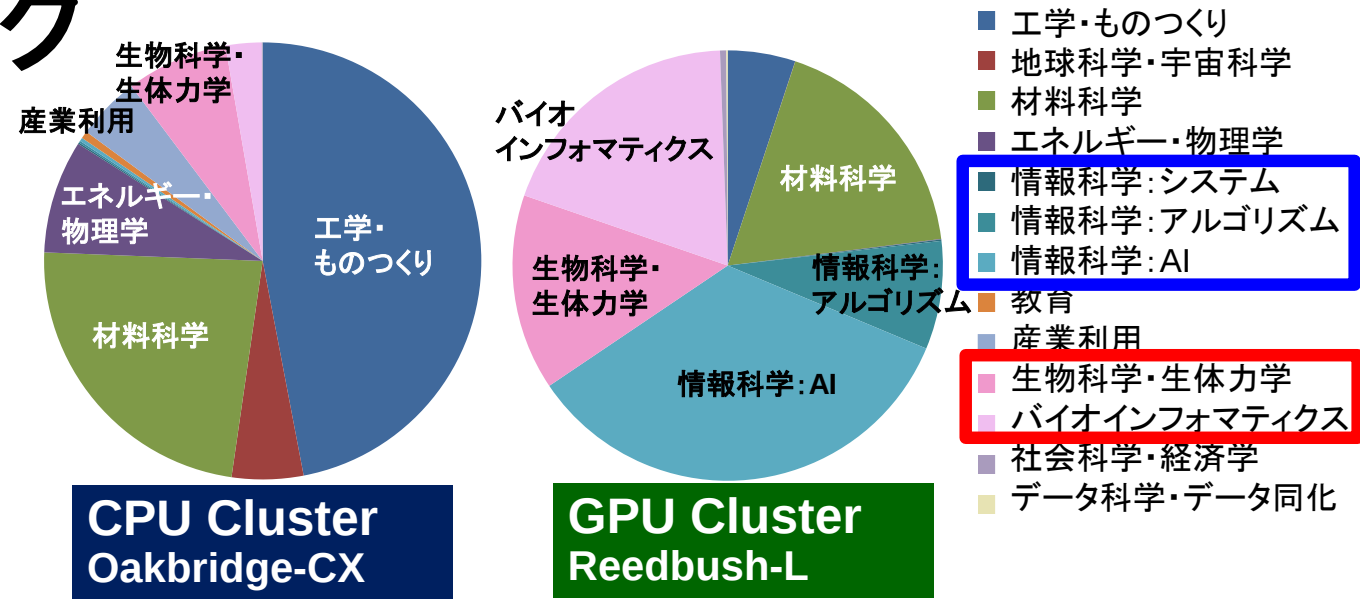
資料提供: 望月祐志教授(立教大学)



〔資料提供: 坪倉誠教授(神戸大学)〕

# 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, 2015年頃から取り組み
  - 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



# (シミュレーション(計算)+データ+学習)融合(S+D+L)

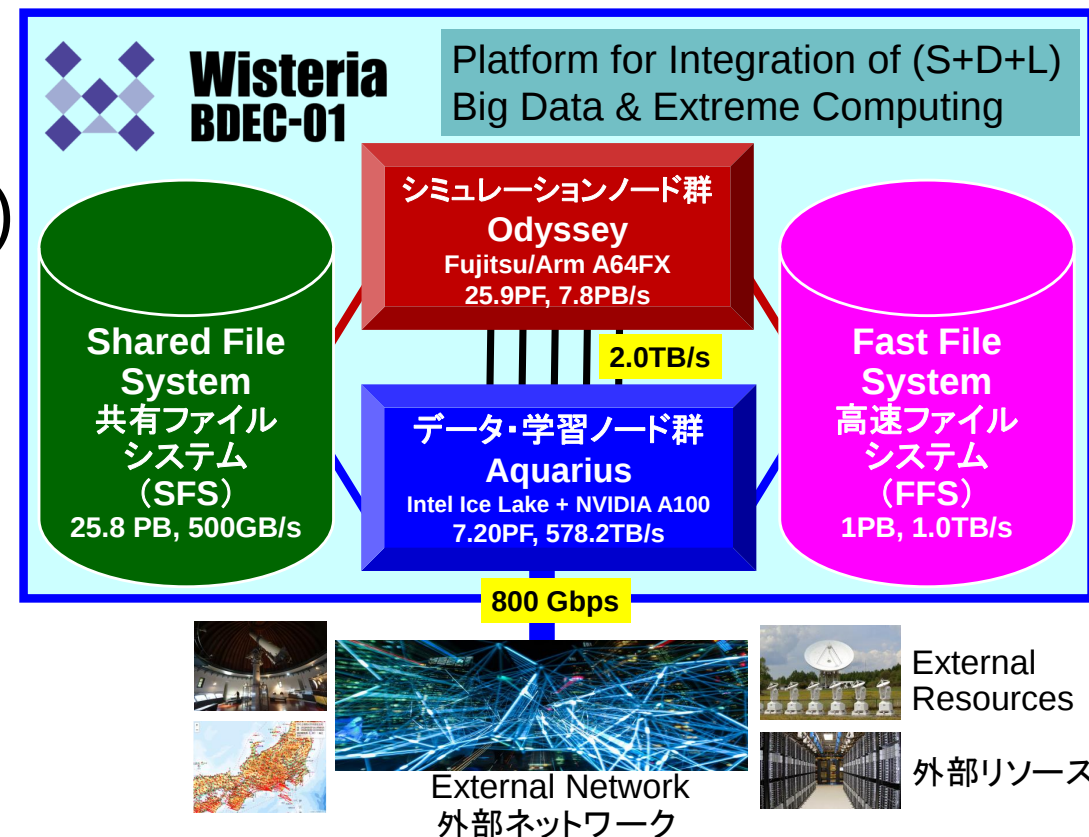
- 東大情報基盤センターでは、2015年頃から「(S+D+L)融合」の重要性に注目し、それを実現するためのハードウェア、ソフトウェア、アプリケーション、アルゴリズムに関する研究開発を開始
  - BDEC計画(Big Data & Extreme Computing)
  - 「データ+学習」による、より高度な「シミュレーション」
    - AI for HPC
  - 地球科学関連では自然な発想(すでに実施されている)
- 2021年5月に運用を開始した「Wisteria/BDEC-01」は「BDEC計画」の1号機
  - Reedbush, Oakbridge-CXは「BDEC」のプロト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), ~360m<sup>2</sup>
- 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**

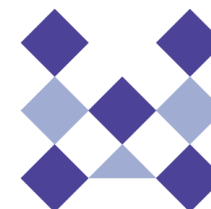
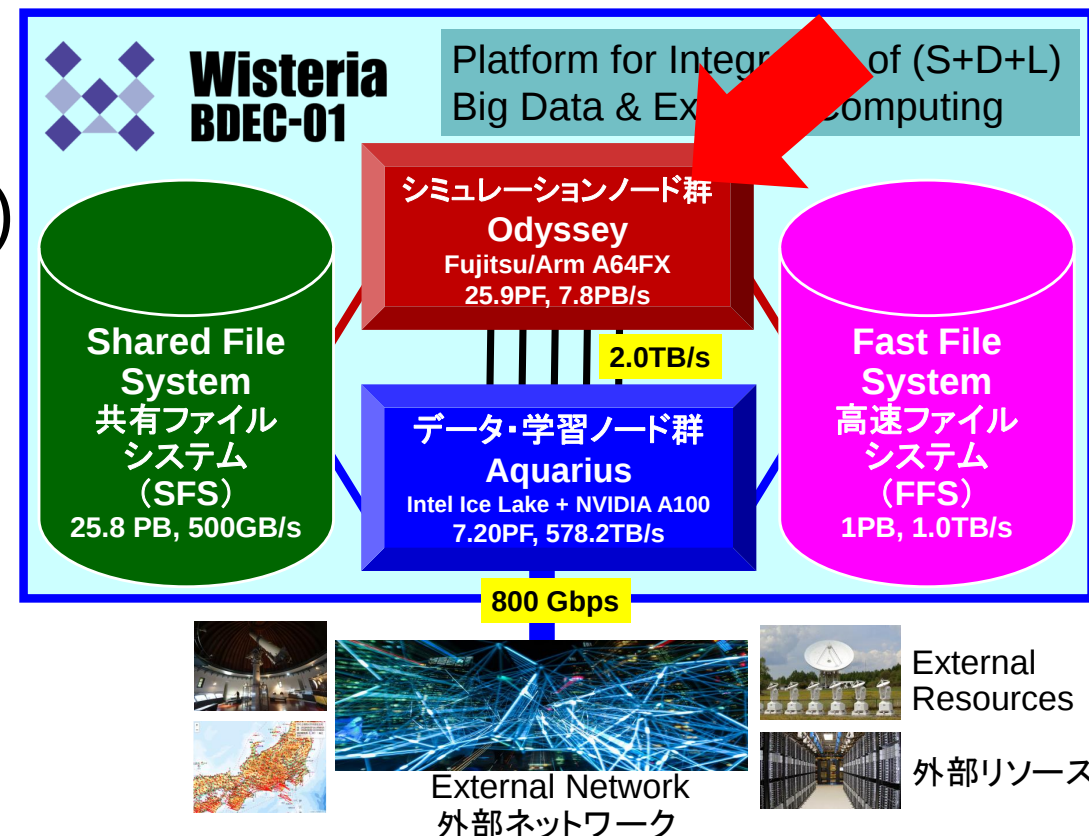
# Wisteria/BDEC-01

- 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), ~360m<sup>2</sup>
- 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)

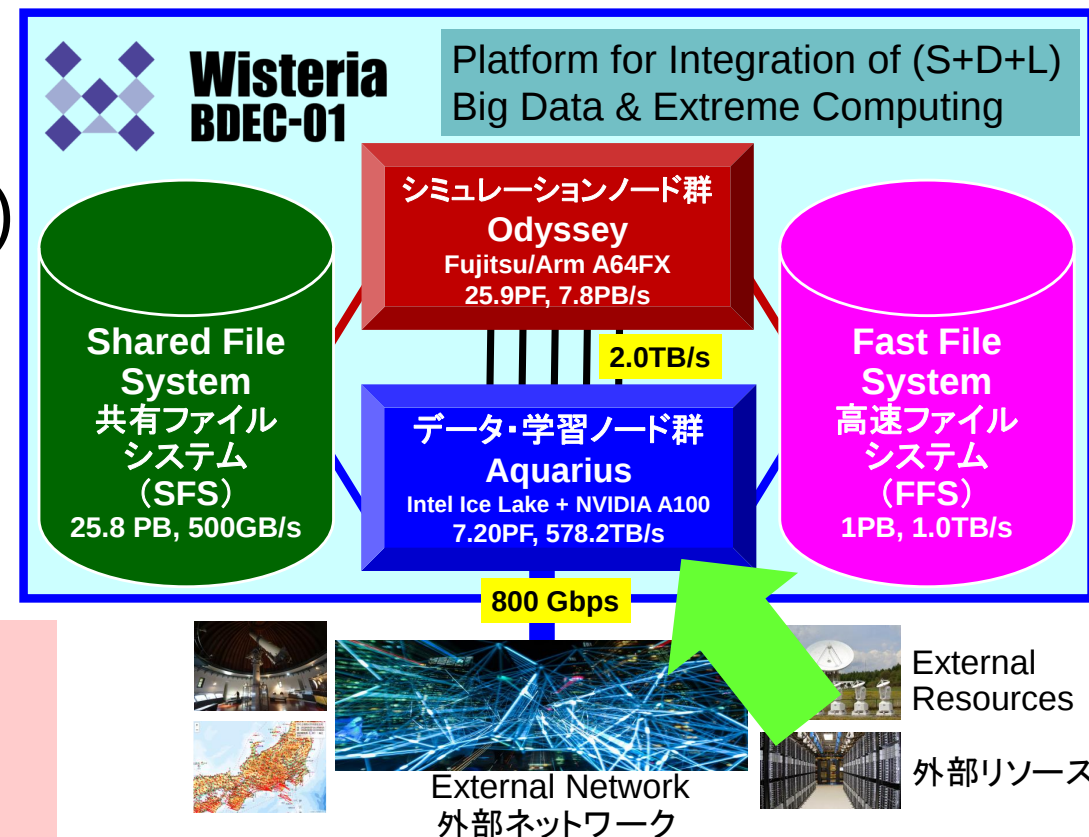


**Wisteria**  
**BDEC-01**

# 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), ~360m<sup>2</sup>
- 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

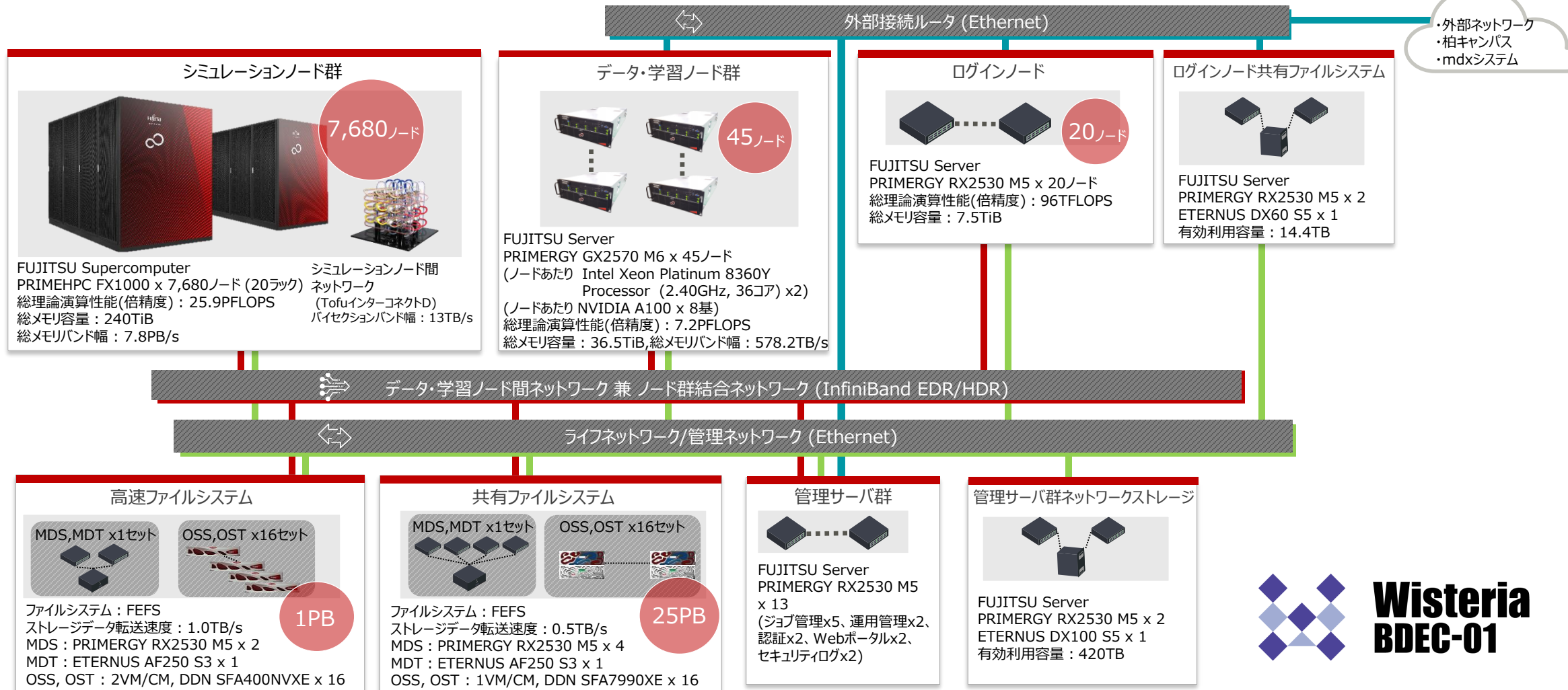
BDEC:「計算・データ・学習(S+D+L)」  
融合のためのプラットフォーム  
(Big Data & Extreme Computing)



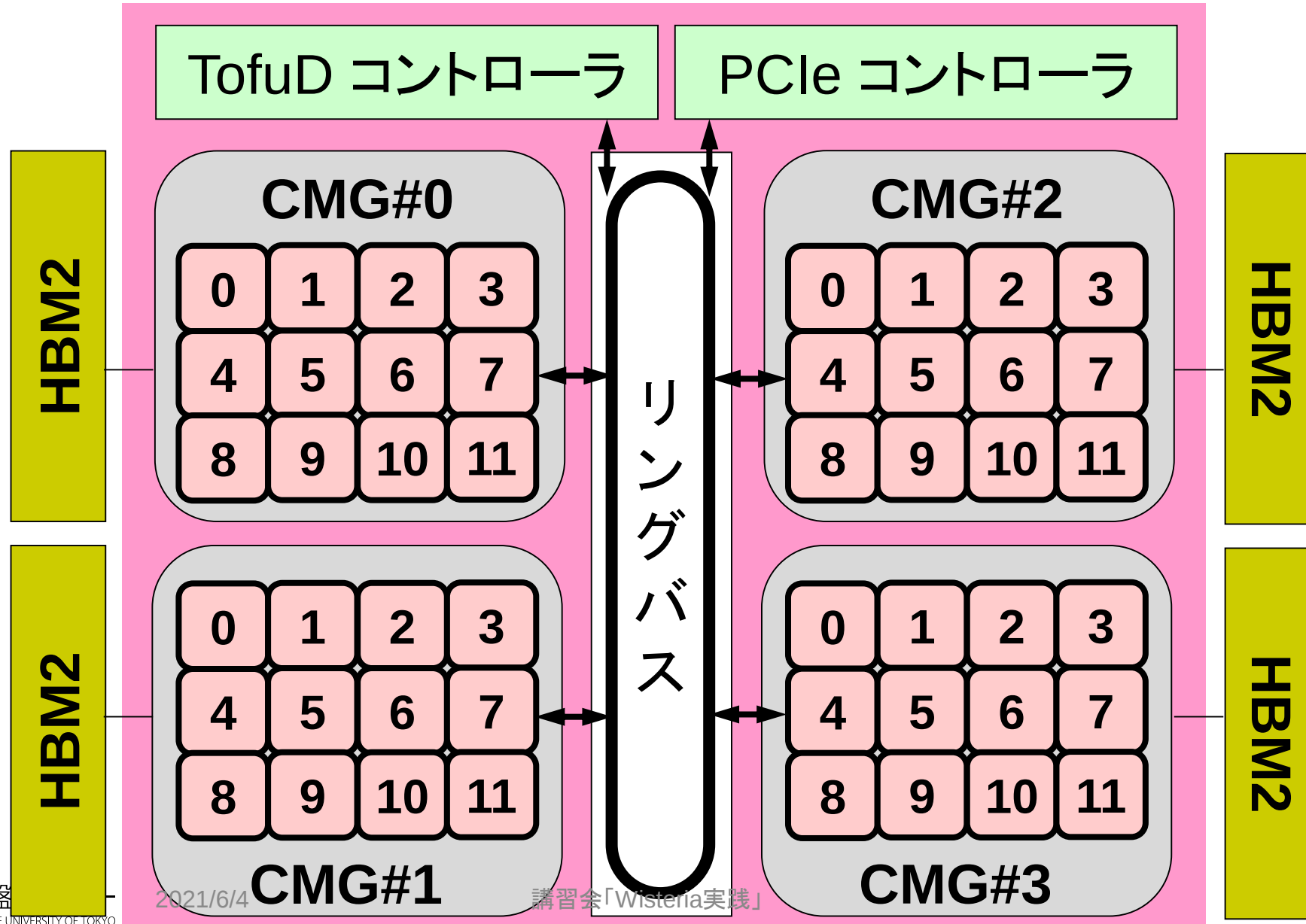
**Wisteria**  
**BDEC-01**

# 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)



# A64FX : CMG (Core Memory Group)



# Wisteria-OdysseyのTofu-D

- Tofu-D 形状: 全20ラック
  - $(X, Y, Z, a, b, c) = (10, 8, 8, 2, 3, 2)$
- ➔ 3次元、2次元、1次元に展開して指定可能
- 典型的な例 (全系)

- 3次元:  $20 \times 24 \times 16$

- $X \cdot a, Y \cdot b, Z \cdot c$

- 2次元:  $60 \times 128$

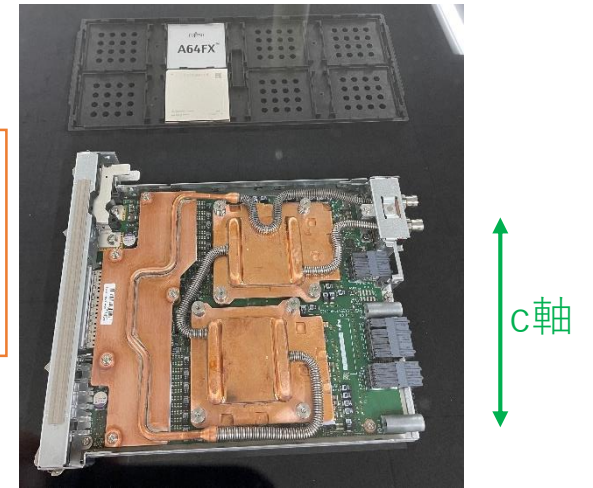
- $X \cdot a \cdot b, Y \cdot Z \cdot c$

- 1次元: 7680

- 参考:

- ジョブ運用ソフトウェア  
エンドユーザ向けガイド
- MPI使用手引書

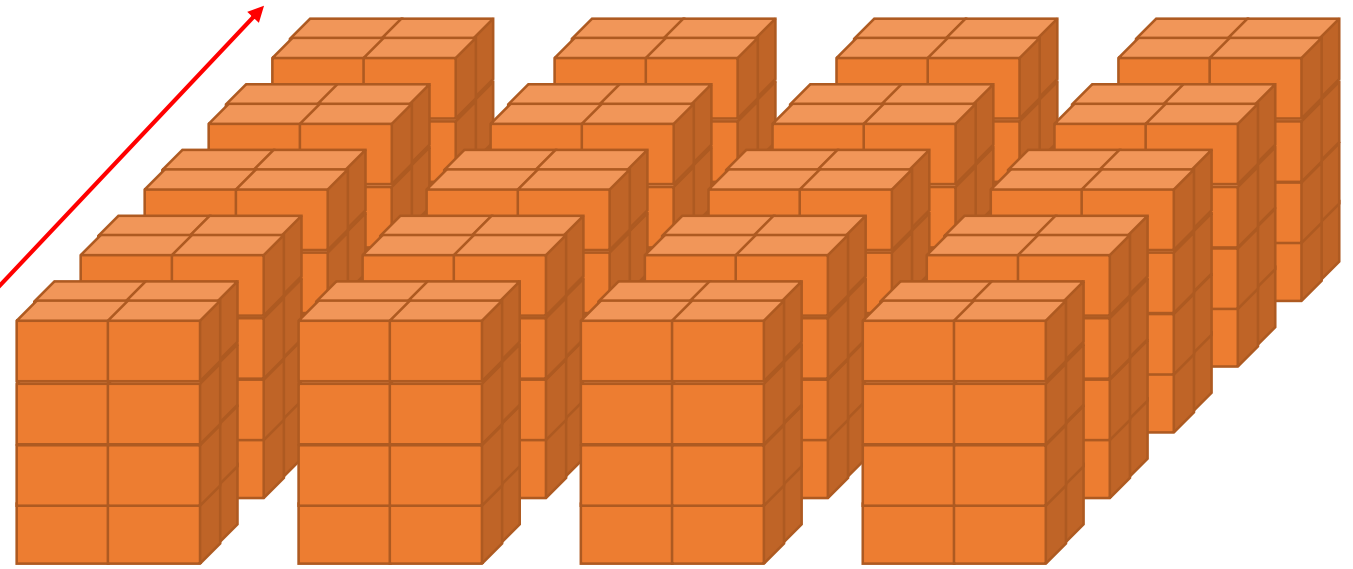
シェルフ内に  
12枚搭載  
シェルフあたりは  
(1, 1, 2, 2, 3, 2)



X軸 (2シェルフ x 5ラック = 10) トーラス

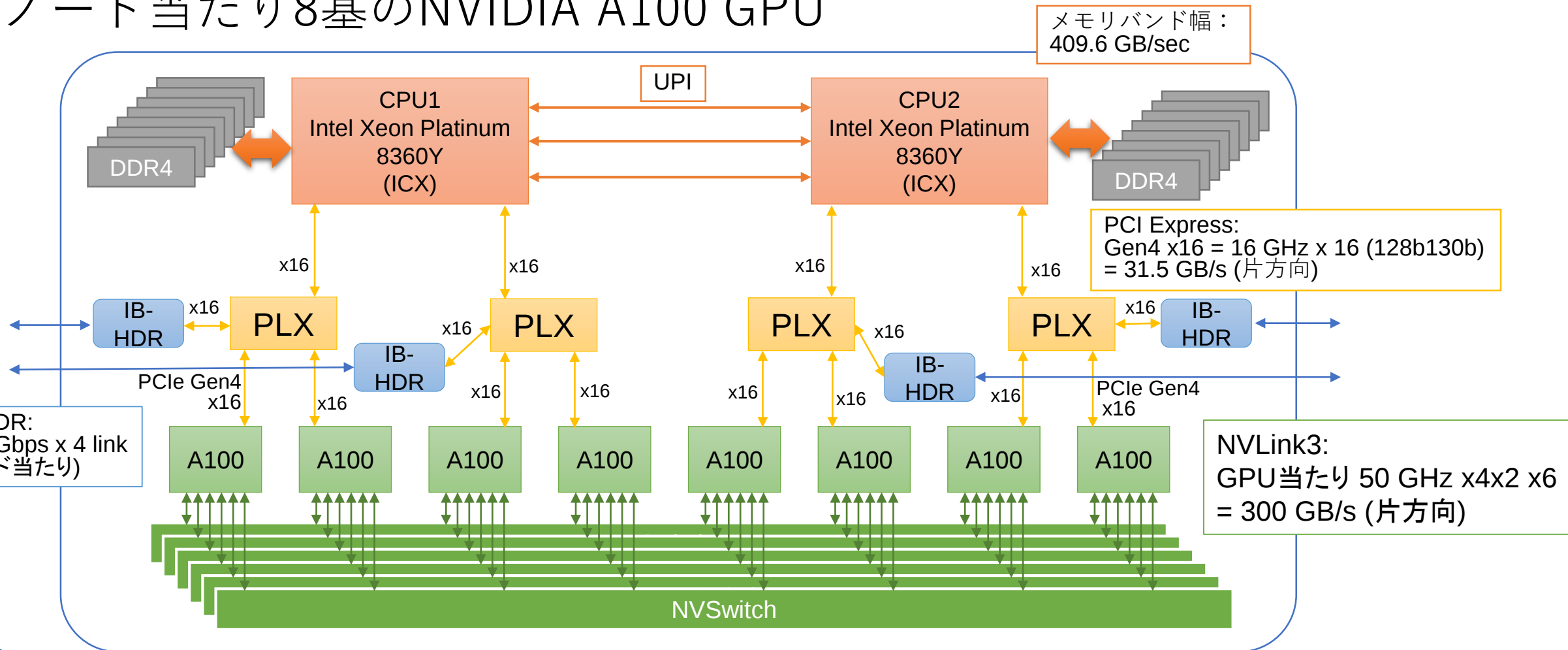
Z軸  
(2x4シェルフ=8)  
トーラス

Y軸 (2シェルフ x 4ラック = 8) メッシュ



# 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



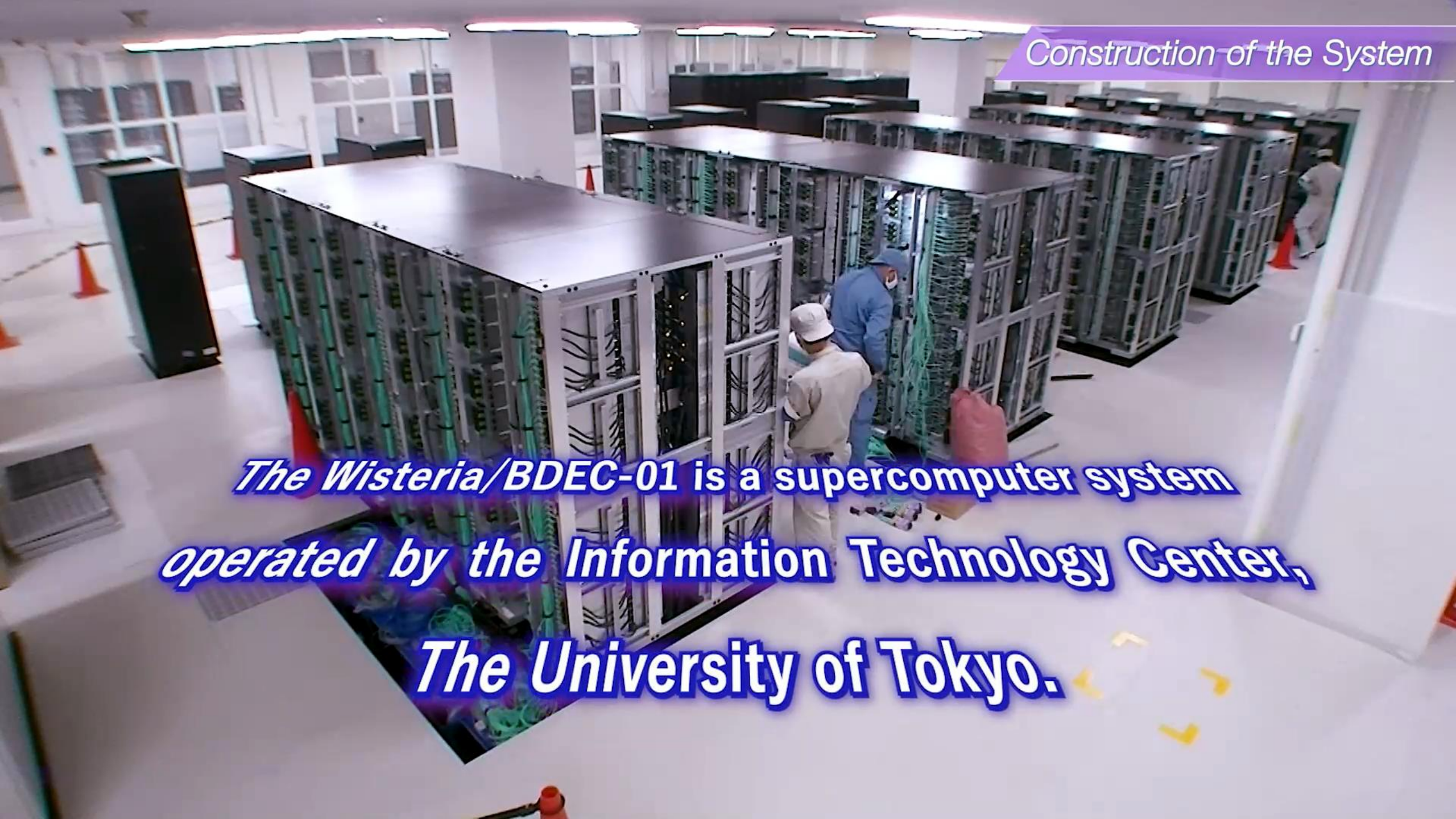
| 項目          |              | Wisteria-O (Odyssey)               | Wisteria-A (Aquarius)       |
|-------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 総理論演算性能     |              | 25.9 PFLOPS                        | 7.2 PFLOPS                  |
| 総ノード数       |              | 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     |
| インターコネクト    |              | TofuインターコネクトD                      | InfiniBand HDR(200Gbps) x 4 |
| 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<br>PRIMEHPC FX1000 | FUJITSU Server PRIMERGY GX2570<br>M6            |
| CPU  | プロセッサ名       | A64FX                                    | Intel Xeon Platinum 8360Y<br>(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<br>(1レーンあたり片方向32 GB/s) |
|      | GPU間接続       |                                          | NVLink x 12本<br>(1本あたり片方向25GB/s)                |

# ソフトウェア群

| 項目               | Wisteria-O (Odyssey)                             | Wisteria-A (Aquarius)                                                                                                                                   |
|------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OS               | Red Hat Enterprise Linux 8 (aarch64)             | Red Hat Enterprise Linux 8 (x86_64)                                                                                                                     |
| コンパイラ            | GNU コンパイラ                                        | GNU コンパイラ                                                                                                                                               |
|                  | 富士通社製 コンパイラ<br>(Fortran77/90/95/2003/2008、C、C++) | Intel コンパイラ(Fortran77/90/95/2003/2008、C、C++)<br>NVIDIA HPC SDK<br>(Fortran77/90/95/2003/2008、C、C++、OpenACC 2.7)<br>NVIDIA CUDA SDK<br>(CUDA C、CUDA C++) |
| メッセージ通信<br>ライブラリ | 富士通社製MPI                                         | Intel MPI、Open MPI                                                                                                                                      |

| 項目        | Wisteria-O (Odyssey)                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Wisteria-A (Aquarius)                                                                 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ライブラリ     | SuperLU、SuperLU MT、SuperLU DIST、METIS、MT-METIS、ParMETIS、Scotch、PT-Scotch、PETSc、Trillinos、FFTW、GNU Scientific Library、NetCDF、Parallel netCDF、HDF5、Parallel HDF5、CMake、Miniconda、Xabclib、ppOpen-HPC、MassiveThreads、Boost C++、mpiJava                                                                                |                                                                                       |
|           | 富士通社製ライブラリ(BLAS、CBLAS、LAPACK、ScaLAPACK)                                                                                                                                                                                                                                                                           | Intel社製ライブラリ(MKL)(BLAS、CBLAS、LAPACK、ScaLAPACK)、cuBLAS、cuSPARSE、cuFFT、MAGMA、cuDNN、NCCL |
| 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、Chainer、PyTorch、Keras、Horovod、MXNet |                                                                                       |
|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Theano                                                                                |
| 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                                                                                                                                                       |                                                                                       |
|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Globus Toolkit、Gfarm、FUSE                                                             |
| コンテナ仮想化   | Singularity Community Edition                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |

A wide-angle shot of a large supercomputer system in a data center. The system consists of multiple rows of tall, silver-colored server racks. The racks are filled with green circuit boards and numerous green cables. Two workers in white protective suits and masks are standing in the aisle between the racks, working on the equipment. The floor is light-colored and polished. In the background, more racks and a person in a white suit are visible. The overall environment is clean and professional.

*The Wisteria/BDEC-01 is a supercomputer system  
operated by the Information Technology Center,  
The University of Tokyo.*

# Simulation Nodes Odyssey

25.9 PF, 7.8 PB/s

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

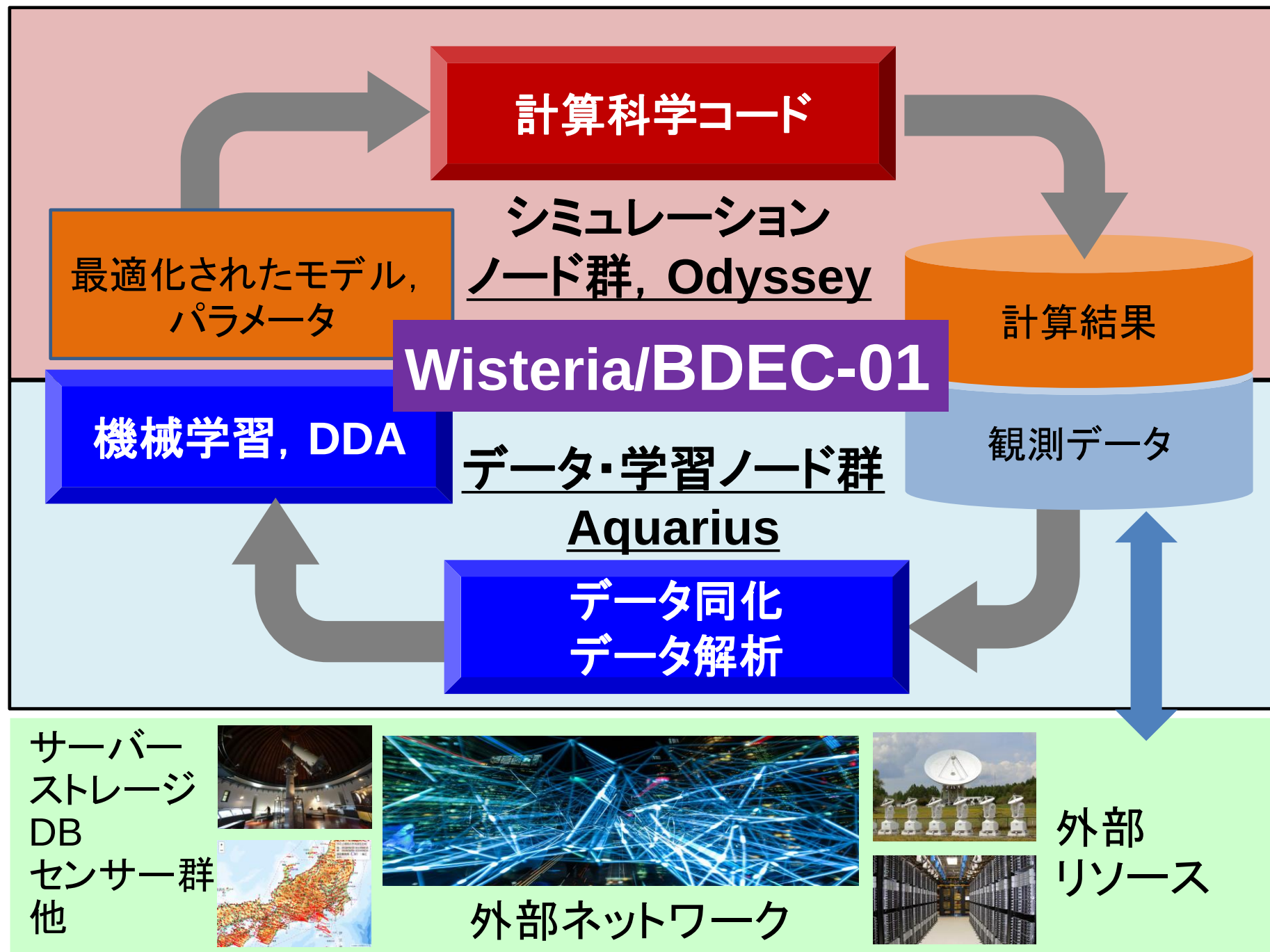
Shared File  
System  
(SFS)  
25.8 PB,  
0.50 TB/s

# 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

## Simulation Nodes Odyssey

25.9 PF, 7.8 PB/s

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

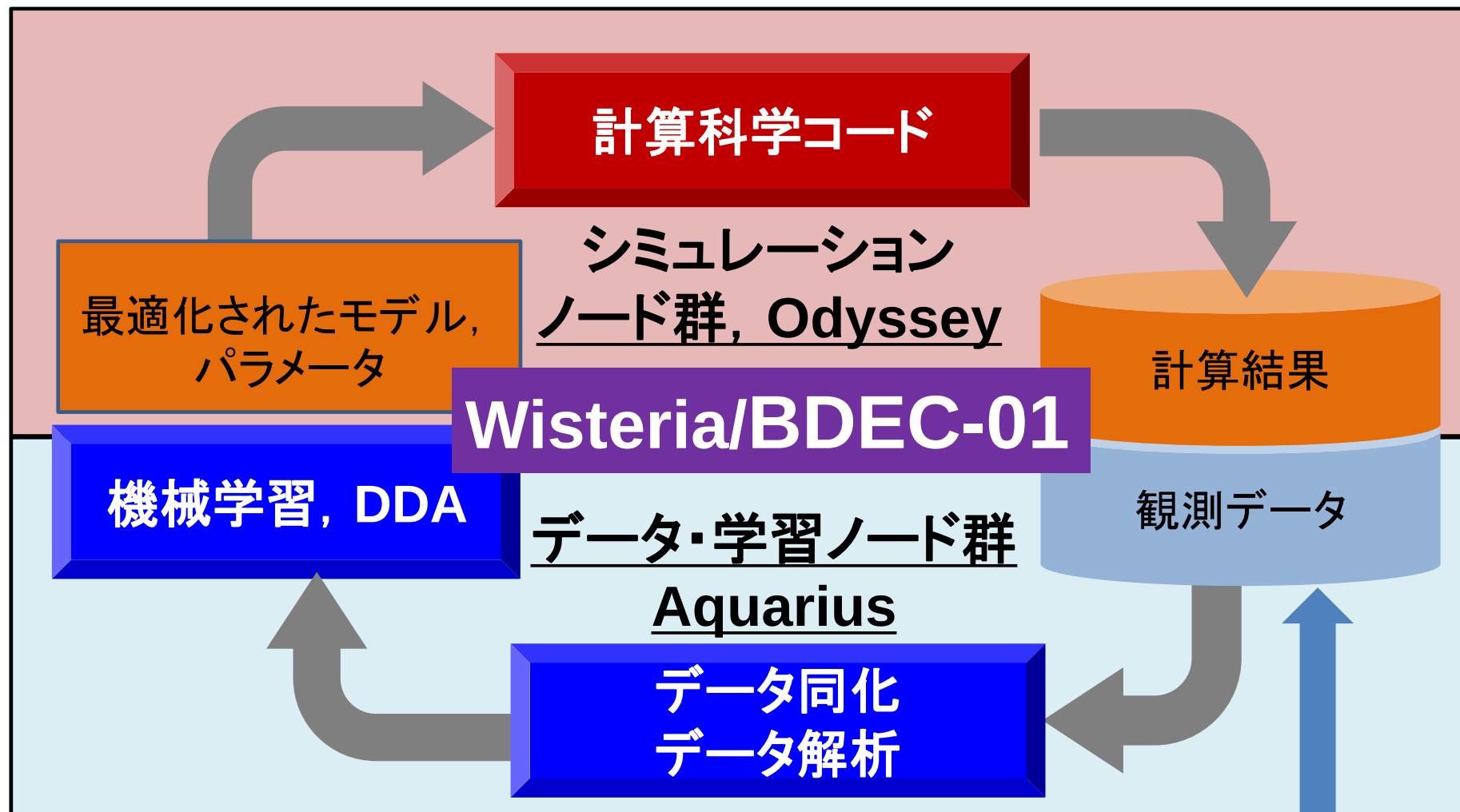
Shared File  
System  
(SFS)  
25.8 PB,  
0.50 TB/s

## Data/Learning Nodes Aquarius

7.20 PF, 578.2 TB/s



**Wisteria  
BDEC-01**



**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)**

# 各種ベンチマーク(1/2)

- TOP 500 (Linpack, HPL)
  - 連立一次方程式ソルバー(直接法), 計算速度(FLOPS値)
  - 規則的な密行列: 連続メモリアクセス
  - 計算性能
- HPCG
  - 連立一次方程式ソルバー(反復法), 計算速度(FLOPS値)
  - 有限要素法から得られる疎行列(ゼロが多い)
    - 不連続メモリアクセス
    - 実アプリケーションに近い
  - メモリアクセス性能, 通信性能
- Green 500
  - HPL (TOP500) 実行時のFLOPS/W値

# 各種ベンチマーク(2/2)

- Graph 500 BFS
  - グラフ処理におけるデータ処理効率
  - BFS(Breadth-First-Search, 幅優先探索)
- HPL-AI
  - AI・機械学習向けHPL(for TOP500)
  - 科学技術計算(HPL)⇒倍精度演算(FP64)
  - HPL-AI⇒低精度演算を含む混合精度演算

# 60<sup>th</sup> TOP500 List (Nov., 2022)

R<sub>max</sub>: Performance of Linpack (TFLOPS)  
 R<sub>peak</sub>: Peak Performance (TFLOPS), Power: kW

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

|    | Site                                                                            | Computer/Year Vendor                                                                                   | Cores      | R <sub>max</sub><br>(PFLOPS) | R <sub>peak</sub><br>(PFLOPS) | Power<br>(kW) |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1  | <b>Frontier, 2022, USA</b><br>DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory              | HPE Cray, EX235a, AMD Optimized 3 <sup>rd</sup> Gen. EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11  | 8,730,112  | 1,102.00<br>(=1.102 EF)      | 1,685.65                      | 21,100        |
| 2  | <b>Fugaku, 2020, Japan</b><br>R-CCS, RIKEN                                      | Fujitsu, PRIMEHPC FX1000, Fujitsu A64FX 48C 2.2GHz, Tofu-D                                             | 7,630,848  | 442.010<br>(= 442.0 PF)      | 537,212.0                     | 29,899        |
| 3  | <b>LUMI, 2022, Finland</b><br>EuroHPC/CSC                                       | HPE Cray, EX235a, AMD Optimized 3 <sup>rd</sup> Gen. EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11  | 1,110,144  | 151.90                       | 214.35                        | 2,942         |
| 4  | <b>Leonardo, 2022, Italy</b><br>EuroHPC/CINECA                                  | Atos, BullSequana XH2000, Xeon Platinum 8358 32C 2.6GHz, NVIDIA A100 SXM4 64 GB, Infiniband HDR        | 2,414,592  | 148.60                       | 200.79                        | 10,096        |
| 5  | <b>Summit, 2018, USA</b><br>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        |
| 6  | <b>Sierra, 2018, USA</b><br>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         |
| 7  | <b>Sunway TaihuLight, 2016, China</b><br>National Supercomputing Center in Wuxi | Sunway MPP, Sunway SW26010 260C 1.45GHz, Sunway                                                        | 10,649,600 | 93.01                        | 125.44                        | 15,371        |
| 8  | <b>Perlmutter, 2021, USA</b><br>DOE/NERSC/LBNL                                  | HPE Cray, EX235n, AMD EPYC 7763 64C 2.45GHz, NVIDIA A100 SXM4 40 GB, Slingshot-10                      | 761,856    | 70.87                        | 93.75                         | 2,528         |
| 9  | <b>Selene, 2020, USA</b><br>NVIDIA                                              | NVIDIA DGX A100 SuperPOD, AMD EPYC 7742 64C 2.25GHz, NVIDIA GA100, Mellanox Infiniband HDR             | 555,520    | 63.46                        | 79.22                         | 2,646         |
| 10 | <b>Tianhe-2A, 2018, China</b><br>National Super Computer Center in Guangzhou    | TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692v2 12C 2.2GHz, TH Express-2, Matrix-2000                         | 4,981,760  | 61.44                        | 100.68                        | 18,482        |
| 22 | <b>ABCI 2.0, 2021, Japan</b><br>AIST                                            | Fujitsu, PRIMERGY GX2570 M6, Xeon Platinum 8360Y 36C 2.4GHz, NVIDIA A100 SXM4 40 GB, InfiniBand HDR    | 504,000    | 22.21                        | 54.34                         | 1,600         |
| 23 | <b>Wisteria/BDEC-01 (Odyssey), 2021, Japan</b><br>ITC, University of Tokyo      | Fujitsu, PRIMEHPC FX1000, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu interconnect D                                        | 368,640    | 2022/6/6<br>22.12            | 25.95                         | 1,468         |

# 60<sup>th</sup> TOP500 List (Nov., 2022)

R<sub>max</sub>: Performance of Linpack (TFLOPS)  
R<sub>peak</sub>: Peak Performance (TFLOPS), Power: kW

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

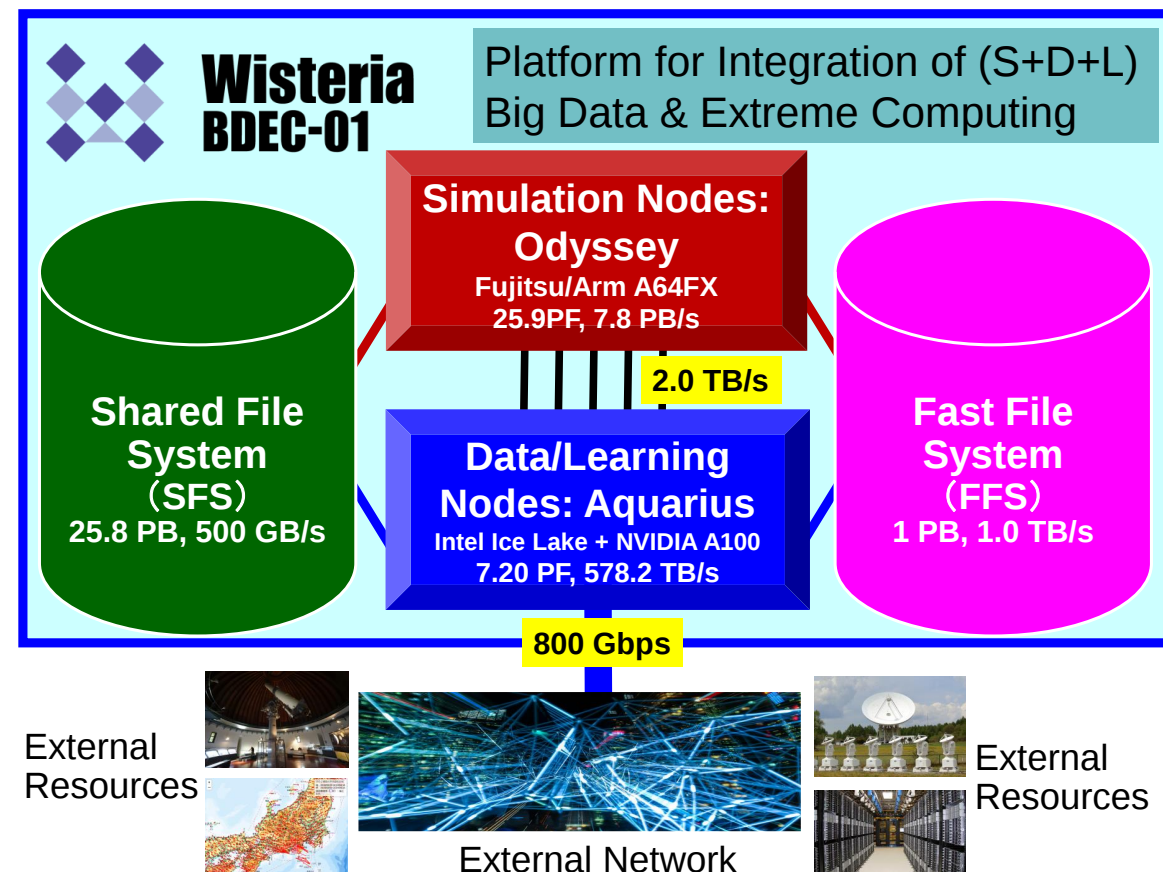
|    | Site                                                                            | Computer/Year Vendor                                                                                   | Cores      | R <sub>max</sub><br>(PFLOPS) | R <sub>peak</sub><br>(PFLOPS) | Power<br>(kW) |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1  | <b>Frontier, 2022, USA</b><br>DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory              | HPE Cray, EX235a, AMD Optimized 3 <sup>rd</sup> Gen. EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11  | 8,730,112  | 1,102.00<br>(=1.102 EF)      | 1,685.65                      | 21,100        |
| 2  | <b>Fugaku, 2020, Japan</b><br>R-CCS, RIKEN                                      | Fujitsu, PRIMEHPC FX1000, Fujitsu A64FX 48C 2.2GHz, Tofu-D                                             | 7,630,848  | 442.010<br>(= 442.0 PF)      | 537,212.0                     | 29,899        |
| 3  | <b>LUMI, 2022, Finland</b><br>EuroHPC/CSC                                       | HPE Cray, EX235a, AMD Optimized 3 <sup>rd</sup> Gen. EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11  | 1,110,144  | 151.90                       | 214.35                        | 2,942         |
| 4  | <b>Leonardo, 2022, Italy</b><br>EuroHPC/CINECA                                  | Atos, BullSequana XH2000, Xeon Platinum 8358 32C 2.6GHz, NVIDIA A100 SXM4 64 GB, Infiniband HDR        | 2,414,592  | 148.60                       | 200.79                        | 10,096        |
| 5  | <b>Summit, 2018, USA</b><br>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        |
| 6  | <b>Sierra, 2018, USA</b><br>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         |
| 7  | <b>Sunway TaihuLight, 2016, China</b><br>National Supercomputing Center in Wuxi | Sunway MPP, Sunway SW26010 260C 1.45GHz, Sunway                                                        | 10,649,600 | 93.01                        | 125.44                        | 15,371        |
| 8  | <b>Perlmutter, 2021, USA</b><br>DOE/NERSC/LBNL                                  | HPE Cray, EX235n, AMD EPYC 7763 64C 2.45GHz, NVIDIA A100 SXM4 40 GB, Slingshot-10                      | 761,856    | 70.87                        | 93.75                         | 2,528         |
| 9  | <b>Selene, 2020, USA</b><br>NVIDIA                                              | NVIDIA DGX A100 SuperPOD, AMD EPYC 7742 64C 2.25GHz, NVIDIA GA100, Mellanox Infiniband HDR             | 555,520    | 63.46                        | 79.22                         | 2,646         |
| 10 | <b>Tianhe-2A, 2018, China</b><br>National Super Computer Center in Guangzhou    | TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692v2 12C 2.2GHz, TH Express-2, Matrix-2000                         | 4,981,760  | 61.44                        | 100.68                        | 18,482        |
| 22 | <b>ABC1 2.0, 2021, Japan</b><br>AIST                                            | 日本2位・柏1位（産業技術総合研究所, 柏IIキャンパス）                                                                          |            | 22.21                        | 54.34                         | 1,600         |
| 23 | <b>Wisteria/BDEC-01 (Odyssey), 2021, Japan</b><br>ITC, University of Tokyo      | 日本3位・柏2位<br>FX1000, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu                                                             | 368,640    | 22.12                        | 25.95                         | 1,468         |

# SC22における諸ランキング



|                  | Odyssey | Aquarius |
|------------------|---------|----------|
| TOP 500          | 23      | 125      |
| Green 500        | 45      | 28       |
| HPCG             | 12      | 68       |
| Graph 500 BFS    | 4       | -        |
| HPL-MxP (HPL-AI) | 10*     | -        |

\*) ISC 2022 (June 2022)



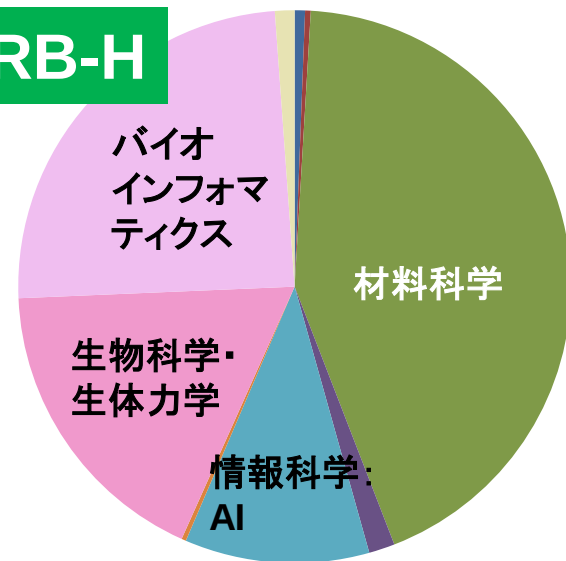
# GFLOPS(ピーク性能) 当たり利用負担(円): 電気代 GFLOPS/W (Green 500) (2023年度は1.5倍)

| System                                                         | JPY/GFLOPS<br>Small is Good | GFLOPS/W<br>Large is Good |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Oakleaf-FX/Oakbridge-FX (Fujitsu)<br>(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                     |
| <b>Wisteria-Odyssey (Fujitsu/Arm A64FX)</b>                    | 17.8                        | 15.069                    |
| <b>Wisteria-Aquarius (Intel Xeon Ice Lake + NVIDIA A100x8)</b> | 9.00                        | 24.058                    |

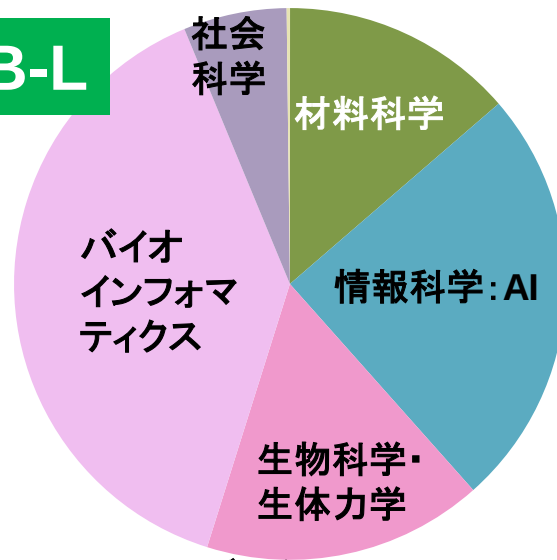
# 2021年度分野別 ■汎用CPU, ■GPU

Odyssey, Aquariusは8月以降, RB-H, RB-Lは11月末時点

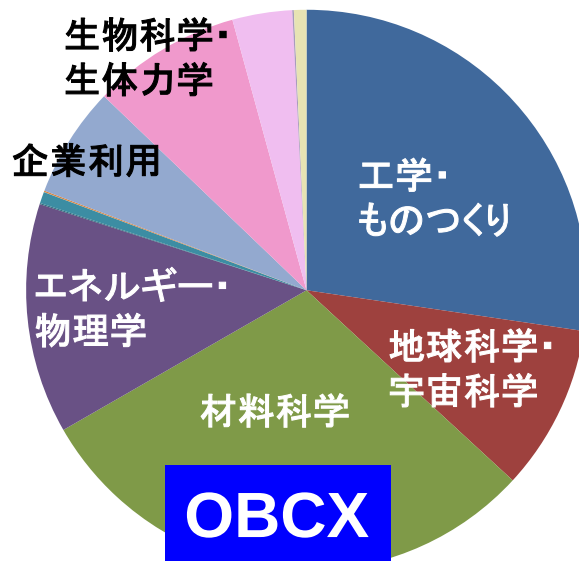
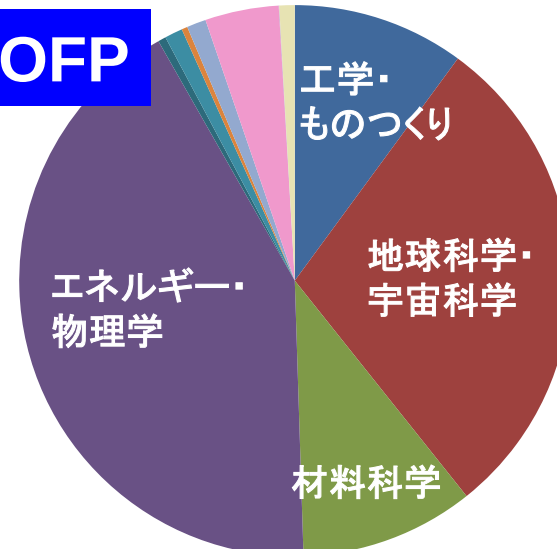
RB-H



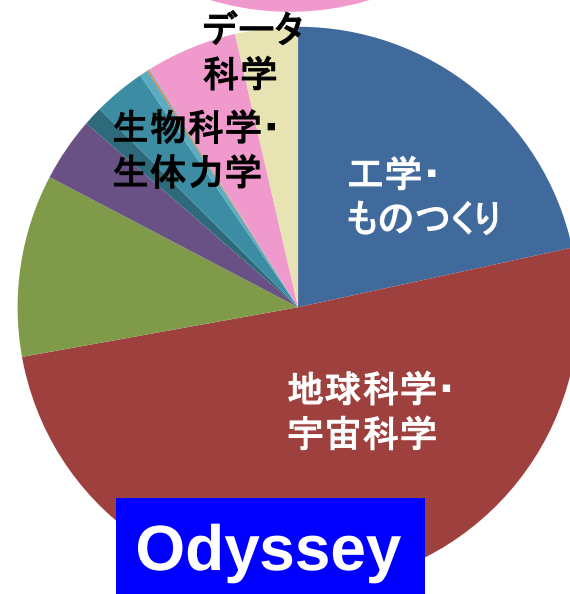
RB-L



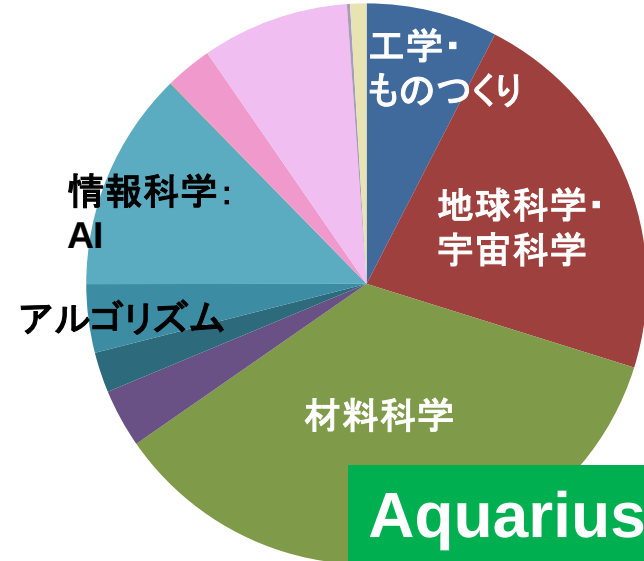
OFP



Odyssey



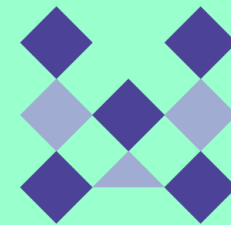
Aquarius



- 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

地球科学・宇宙科学分野ではOFP ⇒ Wisteria/BDEC-01 への移行が順調に進んでいる

# 技術的な特徴など

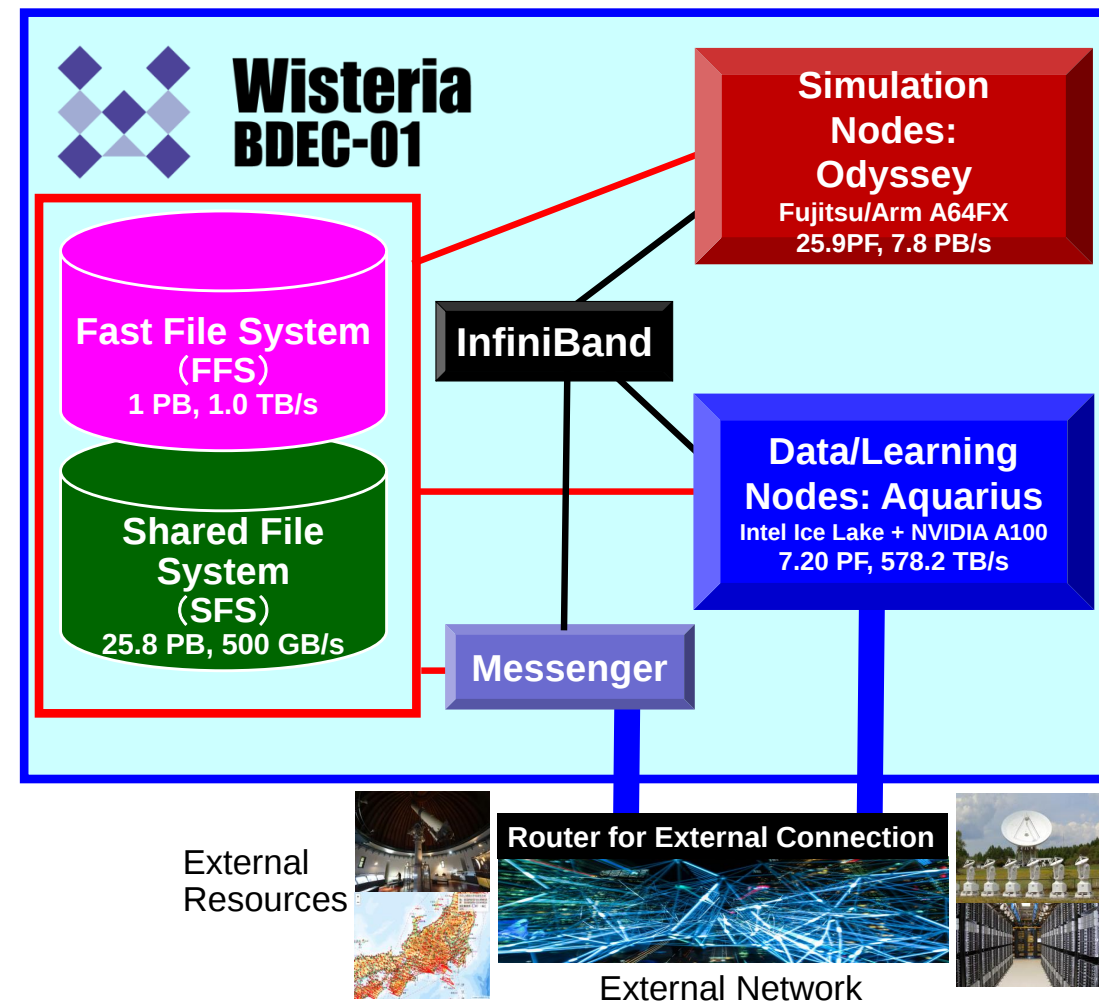
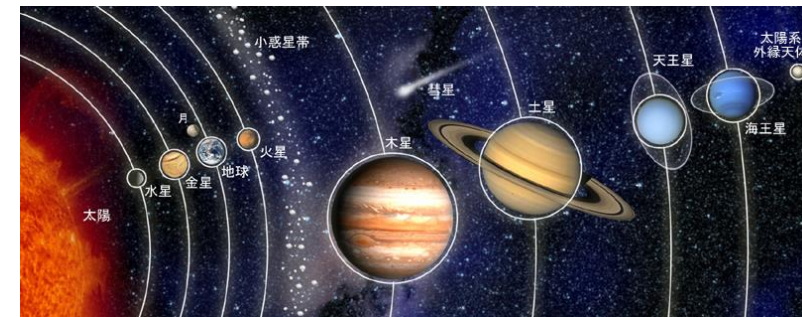
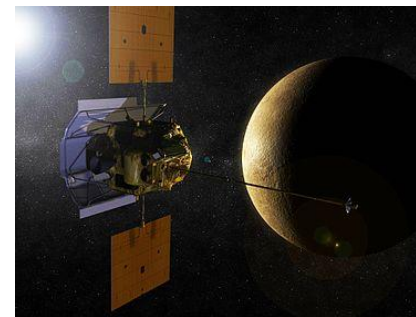


**Wisteria**  
**BDEC-01**

- 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
    - 3<sup>rd</sup> 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
- Directly working with “Odyssey” for supporting “Aquarius”



# 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](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/>
- 3<sup>rd</sup> 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\\_Irma\\_ICX-CPU-final3.pdf](https://www.hotchips.org/assets/program/conference/day1/HotChips2020_Server_Processors_Intel_Irma_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](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.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**



Hierarchical, Hybrid, Heterogeneous

**h3-Open-BDEC**

Big Data & Extreme Computing

# Oakbridge-CX (OBCX)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/obcx/service/>

- 富士通製
- Intel Xeon Platinum 8280 (Cascade Lake, CLX) (28コア) × 2
  - 合計1,368ノード, Omni-Path Architecture (OPA)
- 共有ファイルシステム (Lustre)
- 128ノードはSSD搭載, 総容量200TBの高速ファイルシステムとして運用可
  - SSD搭載128ノードのうち16ノードは外部ネットワークに直接接続しており (外部接続ノード), 外部リソース (サーバ, ストレージ, センターネットワーク等) との通信可能
- ピーク性能6.61 PFLOPS, TOP500で129位 (2022年11月)
- 更に外部ネットワークに直接接続し, OBCX各計算ノードと連携するGPUサーバ (通称Mini-DP, Wisteria/BDEC-01の「データ・学習ノード」に相当) を利用可能
- 2023年9月末運用終了予定

# Oakbridge-CX (OBCX) 世界第129位 2022年11月現在



Fujitsu PRIMERGY CX2550 M5



Fujitsu PRIMERGY CX400 M1  
シャーシ当たりCX2550 M5 × 4搭載

## 計算ノード

Chassis: PRIMERGY CX400 M4 x342 <4node / Chassis>  
Node: PRIMERGY CX2550 M5 x1,240, CX2560 M5 x128



x1,368 node

### 全体性能

理論演算性能: 6.61PF  
主記憶容量: 256.5TiB  
メモリバンド幅: 385.1TB/s  
ラック数: 21ラック  
SSD搭載: 128ノード

### ノード単体

理論演算性能: 4.8384 TF  
主記憶容量: 192GiB  
メモリバンド幅: 281.6GB/s



## 計算ノード間ネットワーク (Omni-Path Architecture) 通信性能 100Gbps

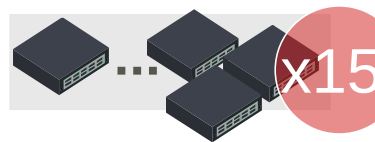
### ログインノード



x10

FUJITSU Server  
PRIMERGY CX2560 M5 x 10

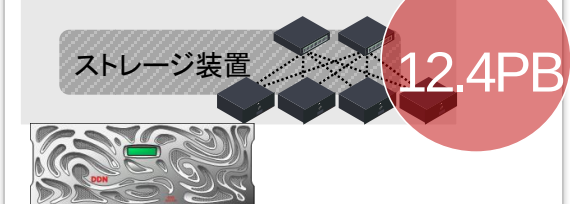
### 管理サーバ群



x15

FUJITSU Server  
PRIMERGY RX2530 M4 x 15  
(ジョブ、運用、認証、Web、  
セキュリティログ保存)

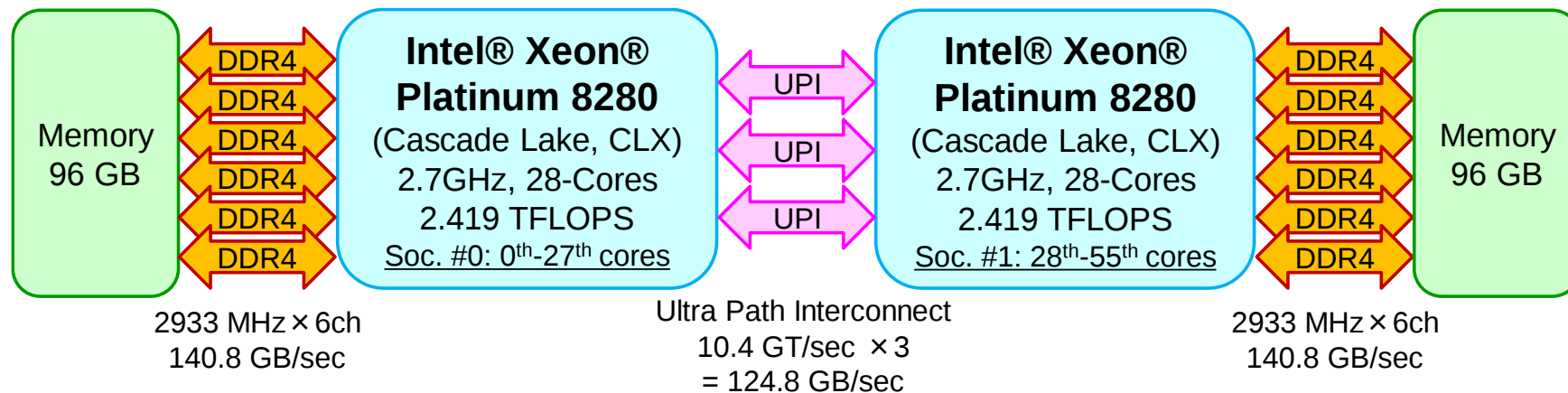
### 並列ファイルシステム



12.4PB

ストレージ装置: DDN ES18KE x2セット  
ファイルシステム: DDN ExaScaler  
(Lustreベースファイルシステム)

# Intel Xeon Platinum 8280 (Cascade Lake-SP, CLX)



Fujitsu PRIMERGY CX2550 M5

- Intel Xeon Platinum 8280 (Cascade Lake, CLX), 富士通
  - 1,368 nodes, 6.61 PF peak, 385.1 TB/sec,
  - **4.2+ PF for HPL**
- Network: Intel Omni-Path, 100 Gbps, Full Bi-Section
- Storage: DDN EXAScaler (Lustre)
  - 12.4 PB, 193.9 GB/sec
- Power Consumption:
  - 950.5 kVA

# 全体構成

| 項 目         |              | 仕 様                     |
|-------------|--------------|-------------------------|
| 総理論演算性能     |              | 6.61 PFLOPS             |
| 総ノード数       |              | 1,368=1,240+112+16      |
| 総主記憶容量      |              | 256.5 TiB               |
| ネットワークトポロジー |              | Full-bisection Fat Tree |
| 並列ファイルシステム  | システム名        | Lustreファイルシステム          |
|             | サーバ(OSS)     | DDN ES18K               |
|             | サーバ(OSS)数    | 8                       |
|             | ストレージ容量      | 12.4 PB                 |
|             | ストレージデータ転送速度 | 193.9 GB/s              |

# ノードの構成

| 項 目      |             | 仕 様                                                  |                            |
|----------|-------------|------------------------------------------------------|----------------------------|
| 製品名      |             | Fujitsu PRIMERGY CX2550 M5                           | Fujitsu PRIMERGY CX2560 M5 |
| ノード数     |             | 1240                                                 | 112+16                     |
| CPU      | プロセッサ名      | Intel® Xeon® Platinum 8280<br>(開発コード名 : CascadeLake) |                            |
|          | プロセッサ数(コア数) | 2 (28+28)                                            |                            |
|          | 周波数         | 2.7 GHz                                              |                            |
|          | 理論演算性能      | 4.8384 TFLOPS                                        |                            |
| Memory   |             | 192 GiB(DDR4)                                        |                            |
| インターコネクト |             | Intel ® Omni-Path ネットワーク (100 Gbps)                  |                            |
| SSD      | 容量          | -                                                    | 1.6 TB(NVMe)               |
|          | 読み出し性能      |                                                      | 3.20 GB/s                  |
|          | 書き込み性能      |                                                      | 1.32 GB/s                  |

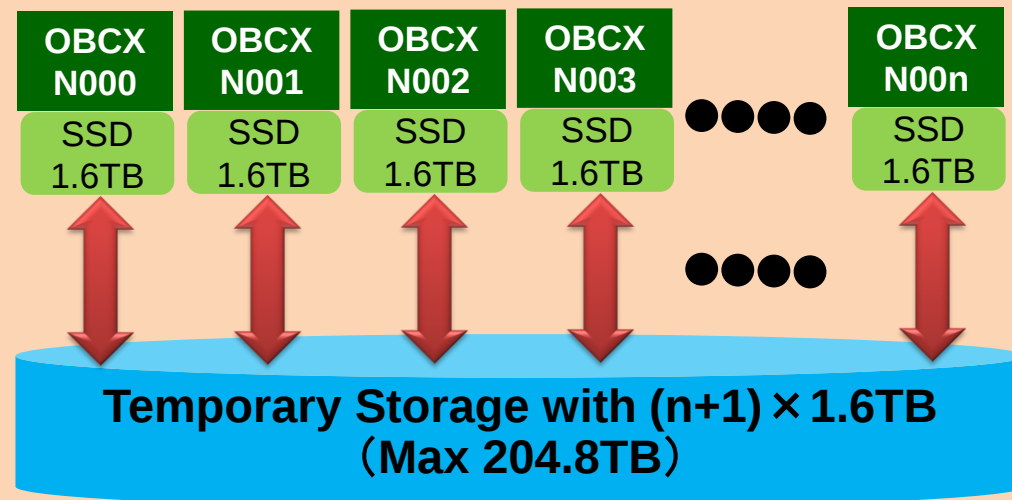
# ソフトウェア構成

| 項 目          | 構 成                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OS           | Red Hat Enterprise Linux 7, CentOS 7                                                                                                                                                                                                                                                   |
| コンパイラ        | GNU コンパイラ<br>Intel コンパイラ(Fortran77/90/95/2003/2008, C, C++)                                                                                                                                                                                                                            |
| メッセージ通信ライブラリ | Intel MPI, Open MPI, Intel Omni-Path Fabric Software                                                                                                                                                                                                                                   |
| ライブラリ        | Intel社製ライブラリ(MKL)(BLAS, CBLAS), その他(LAPACK, ScaLAPACK, SuperLU, SuperLU MT, SuperLU DIST, METIS, MT-METIS, ParMETIS, Scotch, PT-Scotch, PETSc, Trillinos, FFTW, GNU Scientific Library, NetCDF, Parallel netCDF, HDF5, Cmake, Anaconda, Xabclib, ppOpen-HPC, ppOpen-AT, MassiveThreads |
| アプリケーション     | Mpijava, OpenFOAM, ABINIT-MP, PHASE, FrontFlow/blue, FrontISTR, REVOCAP-Coupler, REVOCAP-Refiner, OpenMX, xTAPP, AkaiKKR, MODYLAS, ALPS, feram, GROMACS, BLAST, R packages, Bioconductor, BioPerl, BioRuby, BWA, GATK, SAMtools, Quantum ESPRESSO, Xcrypt, Paraview, VisIt, POV-Ray    |
| フリーソフトウェア    | Autoconf, automake, bash, bzip2, cvs, emacs, nndutils, gawk, gdb, make, grep, gnuplot, gzip, less, m4, perl, ruby, sed, ubversion, tar, tcsh, tcl, zsh, FUSE, git 等                                                                                                                    |
| コンテナ仮想化      | singularity (dockerイメージ利用可)                                                                                                                                                                                                                                                            |

# Oakbridge-CX (OBCX) : BDECに向けた実験システム

- 全1,368ノードのうち128ノードにSSD (Solid State Drive) 搭載
  - Intel SSD + BeeGFS
    - 容量: 1.6 TB/node
    - 読み書き性能: 3.20/1.32 GB/s/node
    - BeeOND (BeeGFS-on-Demand) によって合計 200+TB (128 × 1.6) の高速ファイルシステムとして使用可能
  - データ科学アプリケーション
    - ソフトウェア類も充実
  - ステージング, チェックポイント
  - 128ノードのうち16ノードはSINET経由で外部リソース(サーバー, ストレージ, センサーネットワーク)に直接接続⇒外部接続ノード

## BeeGFS on Demand (BeeOND)



**Total: 1,368 nodes**

128 nodes  
with SSD

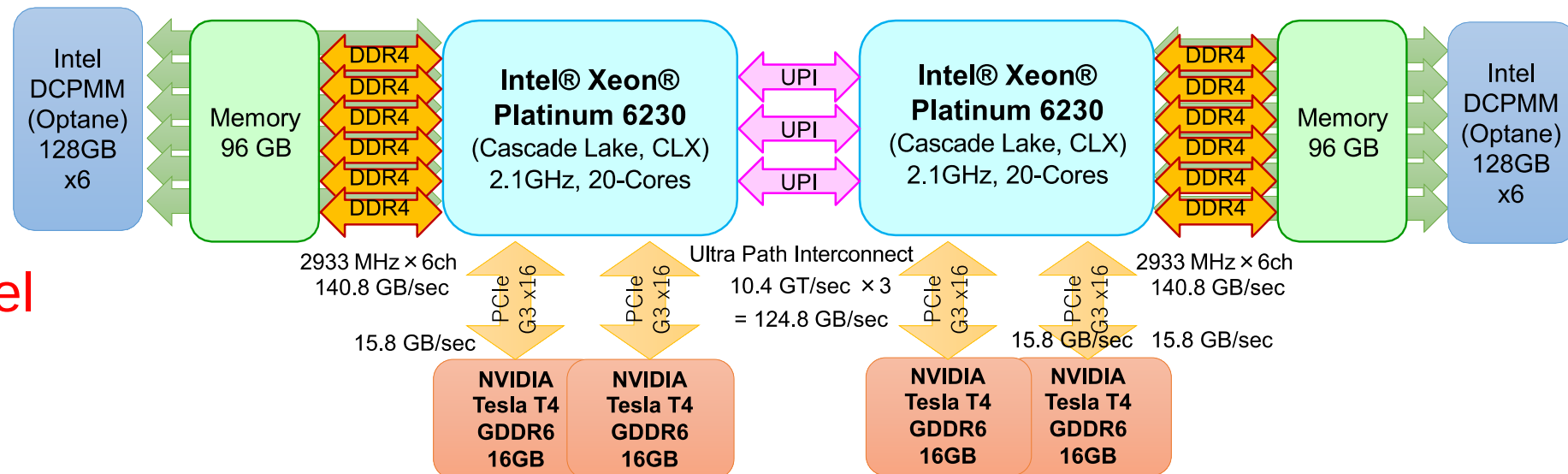
16

**OBCXの16ノード(外部接続ノード)**  
SINET経由で外部計算機資源に直接接続,  
BDECにおけるデータ・学習ノード群と同様の  
役割



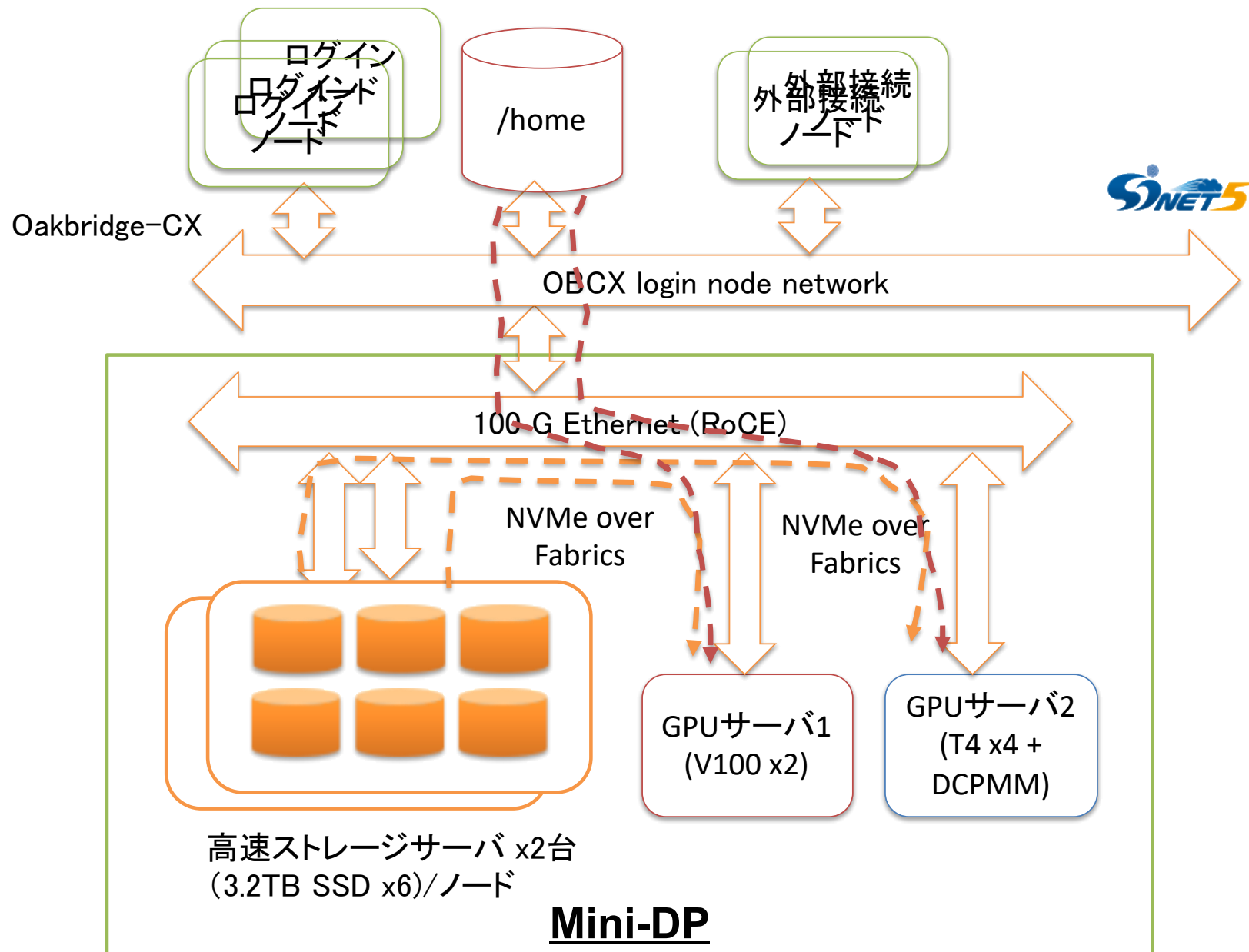
# Mini-DP (1/2)

- GPUサーバ1 × 1台
  - Intel Xeon Gold 6230 (Cascade Lake, ) (20コア) × 2
  - NVIDIA Tesla V100 32GB × 2
  - 192 GBメモリ, 100 G bit Ethernet
- GPUサーバ2 × 1台
  - Intel Xeon Gold 6230 (CLX) (20コア) × 2
  - NVIDIA Tesla T4 16GB × 4
  - 192 GBメモリ + 1.5 TB不揮発メモリ (Intel DCPMM, Optane DIMM)
  - 100 G bit Ethernet



# Mini-DP (2/2)

- 高速ストレージサーバ  
× 2台 (3.2TB NVMe  
SSD × 6枚搭載)
- GPUサーバ1, 2は  
OBCXのログインノード  
ファイルシステムをマウ  
ント、高速ストレージサー  
バのNVMe SSDを  
NVMe over Fabricsによ  
りブロックデバイスとして  
attachして利用可能(構  
成変更も応相談)



# Mini-DP (Data Platform)

**Total: 1,368 nodes**

**128 nodes  
with SSD**

**16**

**SINET5**

**External  
Resources**

## **OBCXの16ノード**

SINET経由で外部計算機  
資源に直接接続  
BDECにおける外部ノード  
(EXN)と融合ノード(ITN)  
の中間的役割

## **Mini-DP**

GPUサーバー with NVMe  
SSD, BDECのデータ学習  
ノードとmdxの中間的役割

# Oakbridge-CXに関する情報

- 全般
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/obcx/service/>
- 利用コース
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/obcx/service/course.php>
- ジョブクラス
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/obcx/service/job.php>
- 利用申込・利用負担金
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/application/>
- FAQ
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/faq/obcx.php>

2001-2005

2006-2010

2011-2015

2016-2020

2021-2025

2026-2030

Hitachi SR8000  
1,024 GF

Hitachi SR11000  
J1, J2  
5.35 TF, 18.8 TF

Hitachi SR16K/M1  
Yayoi  
54.9 TF

Hitachi  
SR2201  
307.2GF

Hitachi  
SR8000/MPP  
2,073.6 GF

OBCX  
(Fujitsu)  
6.61 PF

Hitachi HA8000  
T2K Todai  
140 TF

Oakforest-  
PACS (Fujitsu)  
25.0 PF

OFP-II  
200+ PF

Fujitsu FX10  
Oakleaf-FX  
1.13 PF

 **Wisteria**  
**BDEC-01** Fujitsu  
33.1 PF

BDEC-  
02  
250+ 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

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

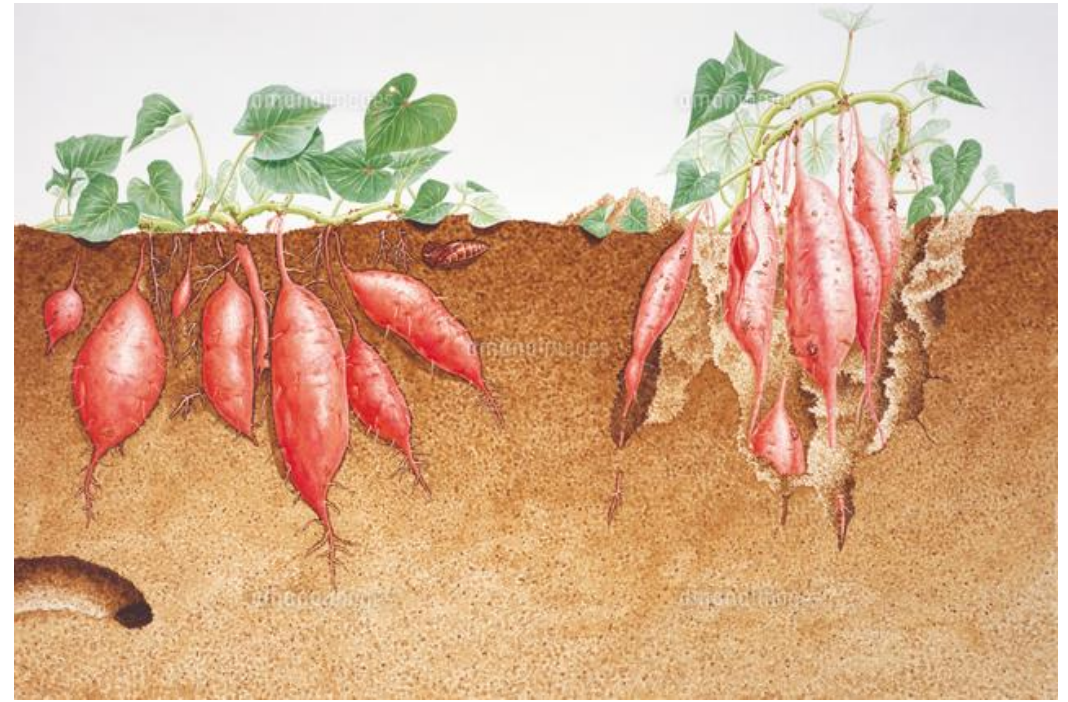
Ipomoea-01 25PB

Ipomoea-  
03

Ipomoea-02

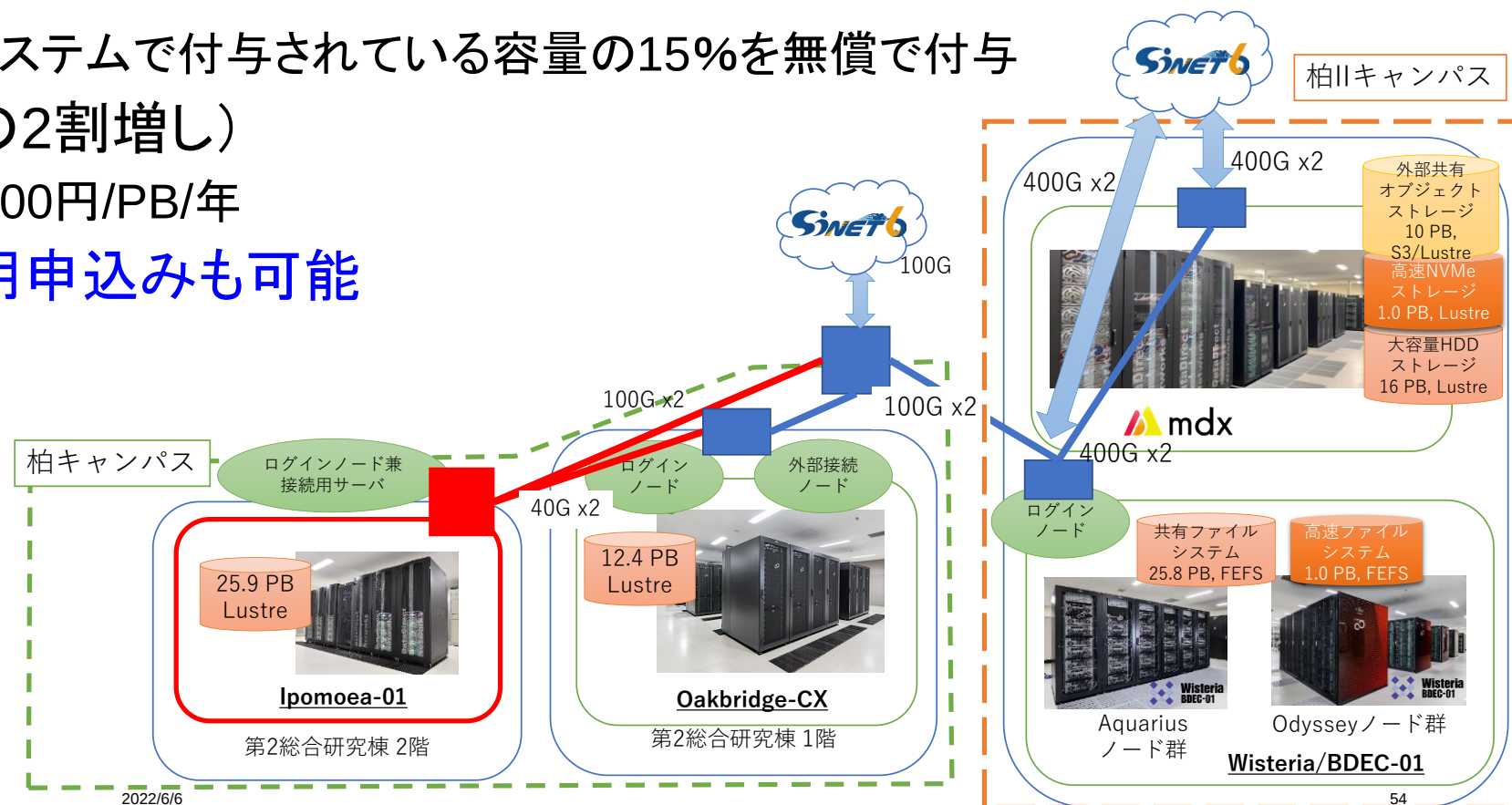
# 大規模共通ストレージシステム「Ipomoea」

- 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



- 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

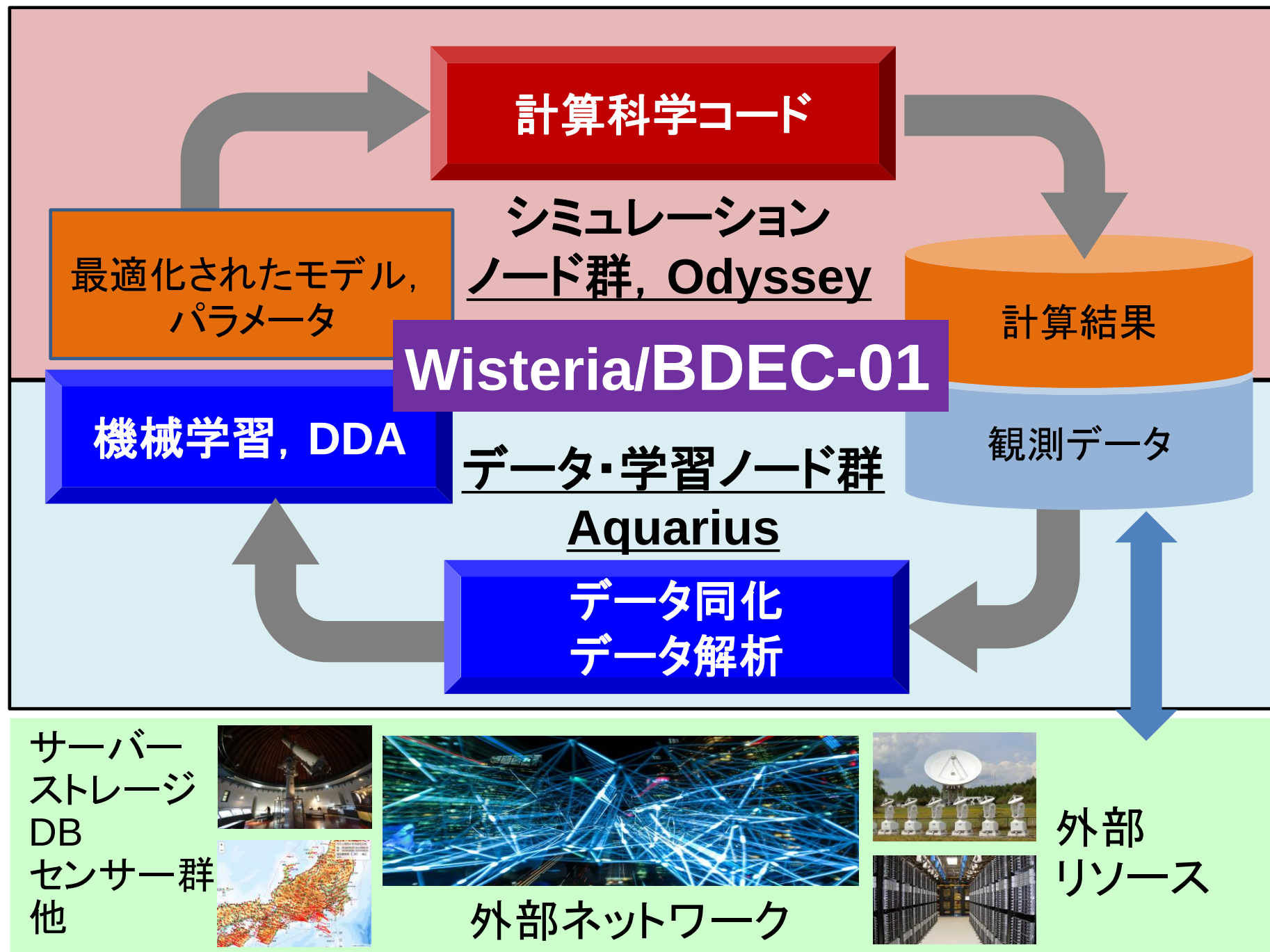
Shared File  
System  
(SFS)  
25.8 PB,  
0.50 TB/s

# Data/Learning Nodes Aquarius

7.20 PF, 578.2 TB/s



# 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

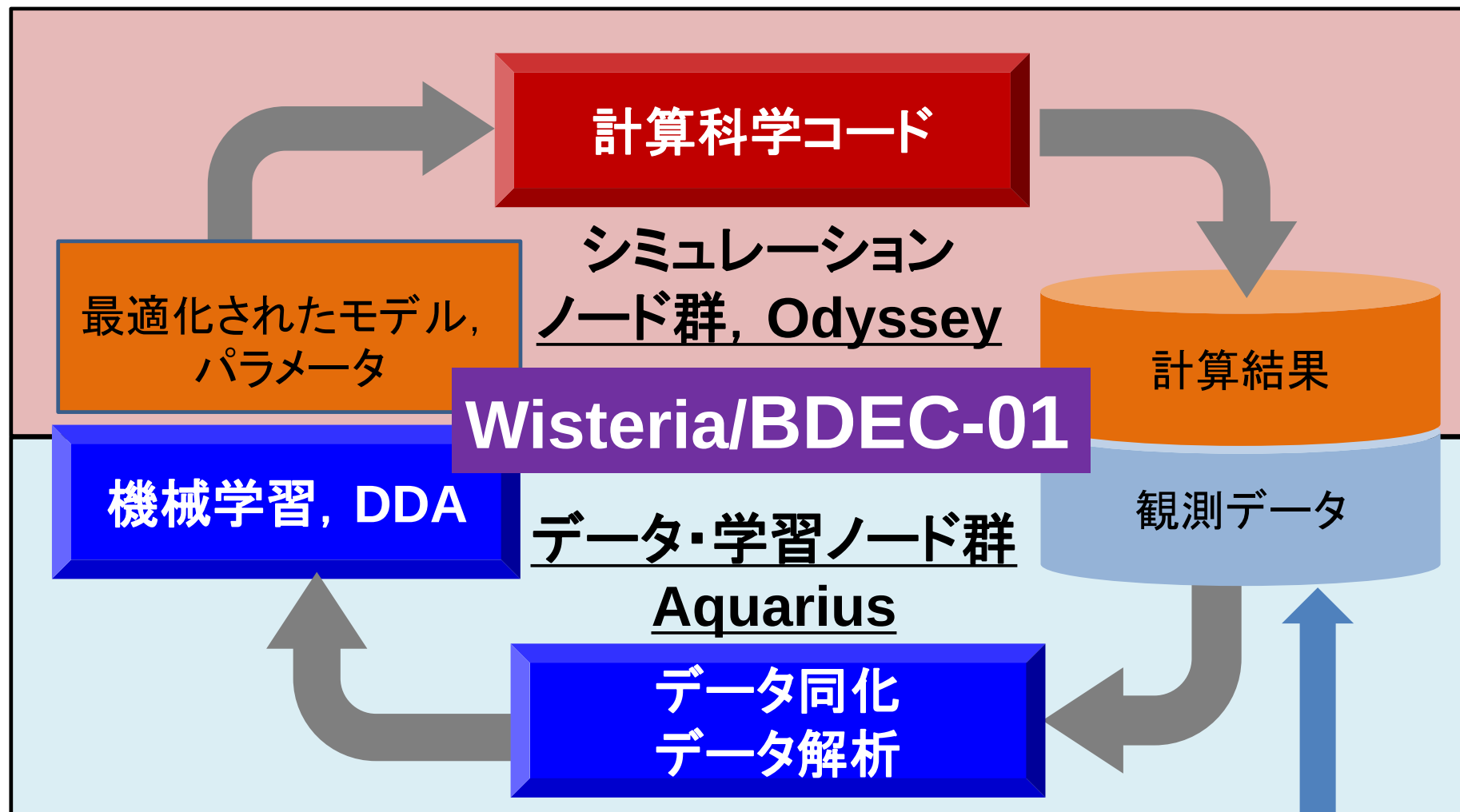
Shared File  
System  
(SFS)  
25.8 PB,  
0.50 TB/s

## Data/Learning Nodes Aquarius

7.20 PF, 578.2 TB/s



**Wisteria  
BDEC-01**



**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)**

# h3-Open-BDEC

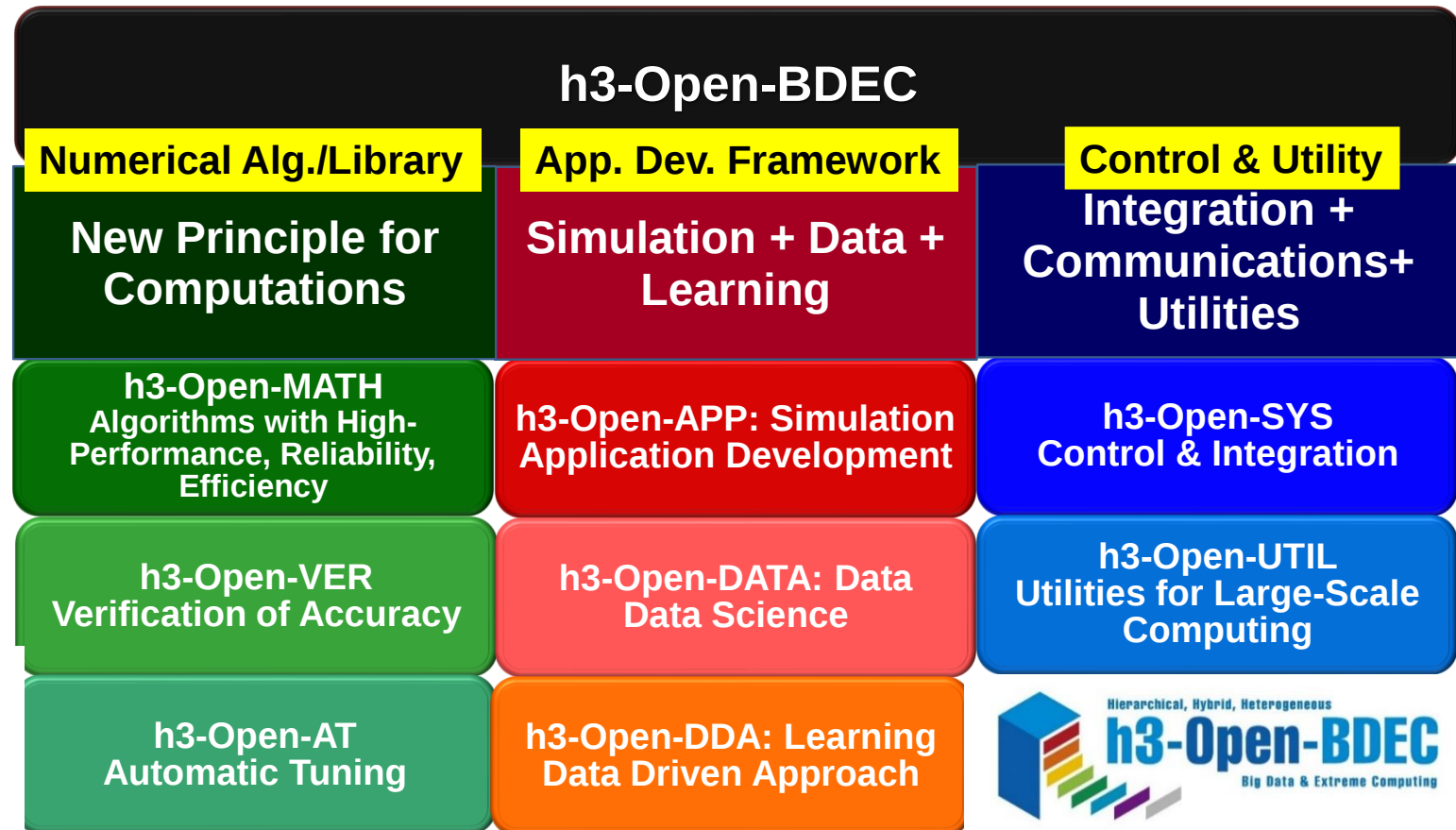
「計算＋データ＋学習」融合を実現する革新的ソフトウェア基盤  
科研費基盤研究(S)(2019年度～23年度, 代表: 中島研吾)

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

Hierarchical,  
Hybrid,  
Heterogeneous

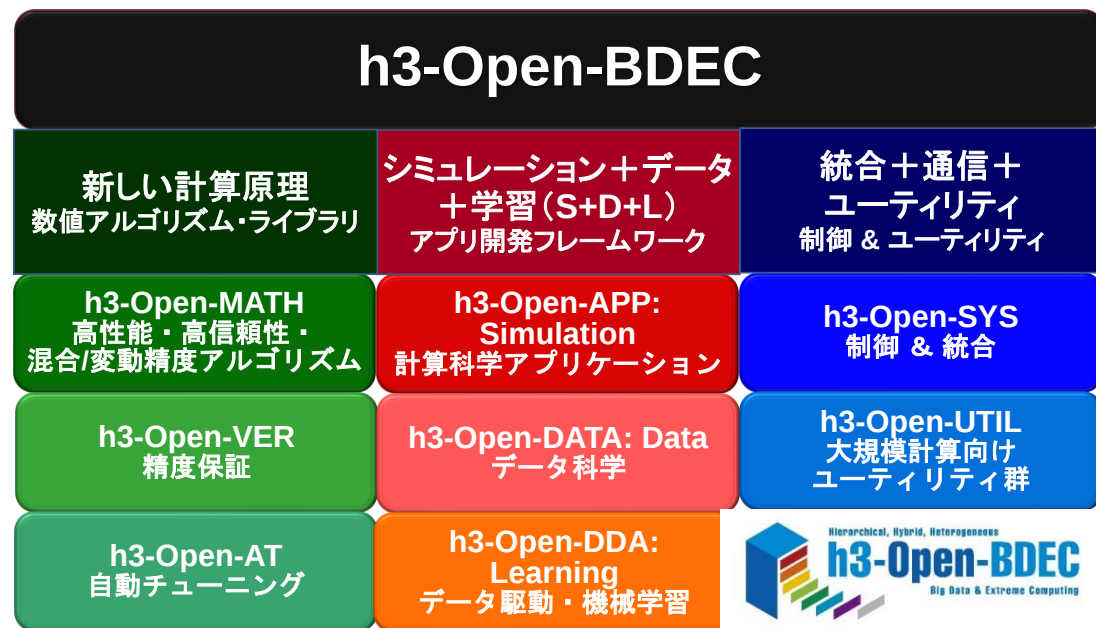
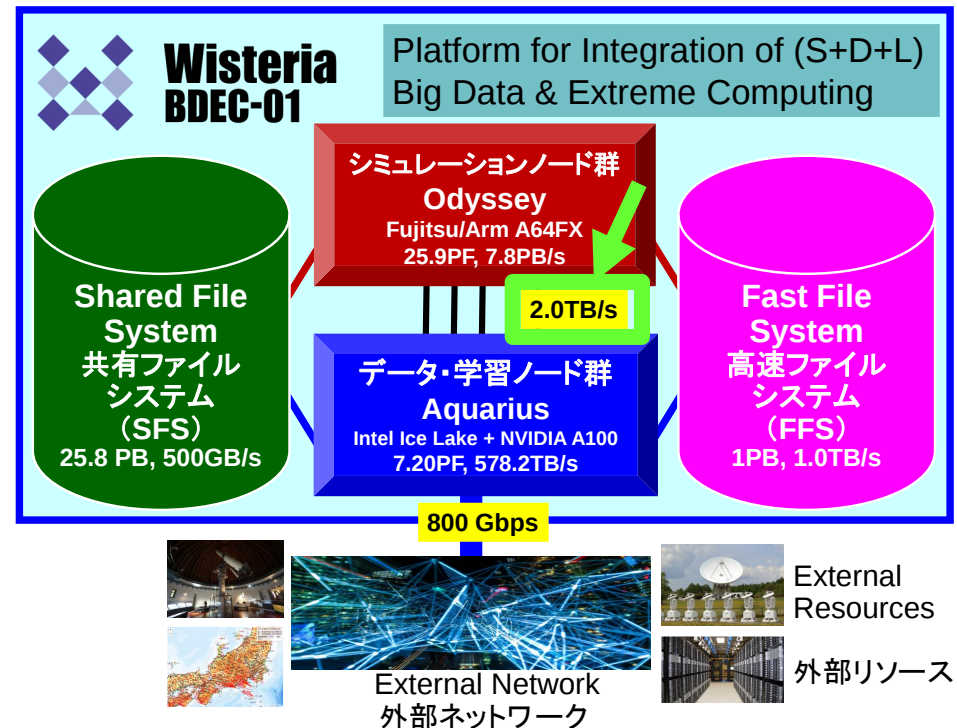
Big Data &  
Extreme  
Computing

- 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





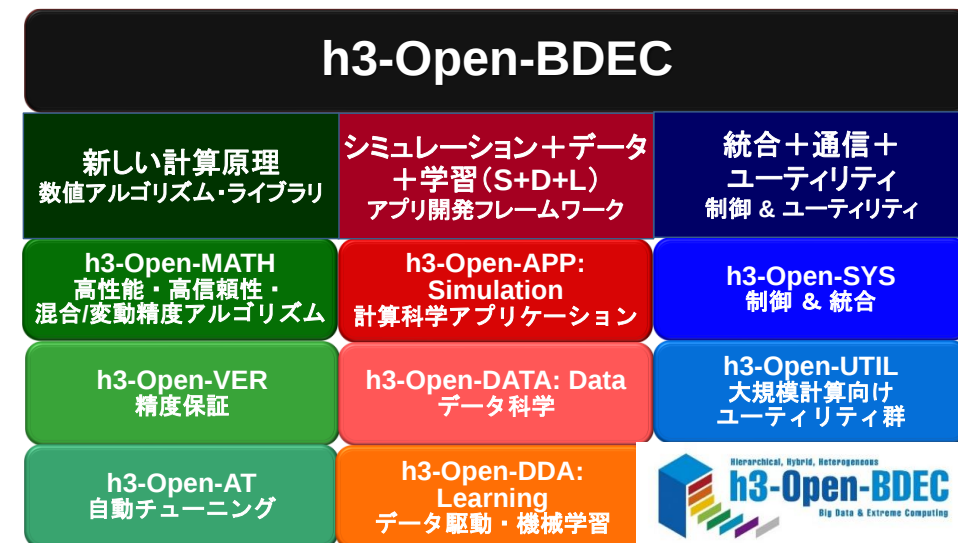
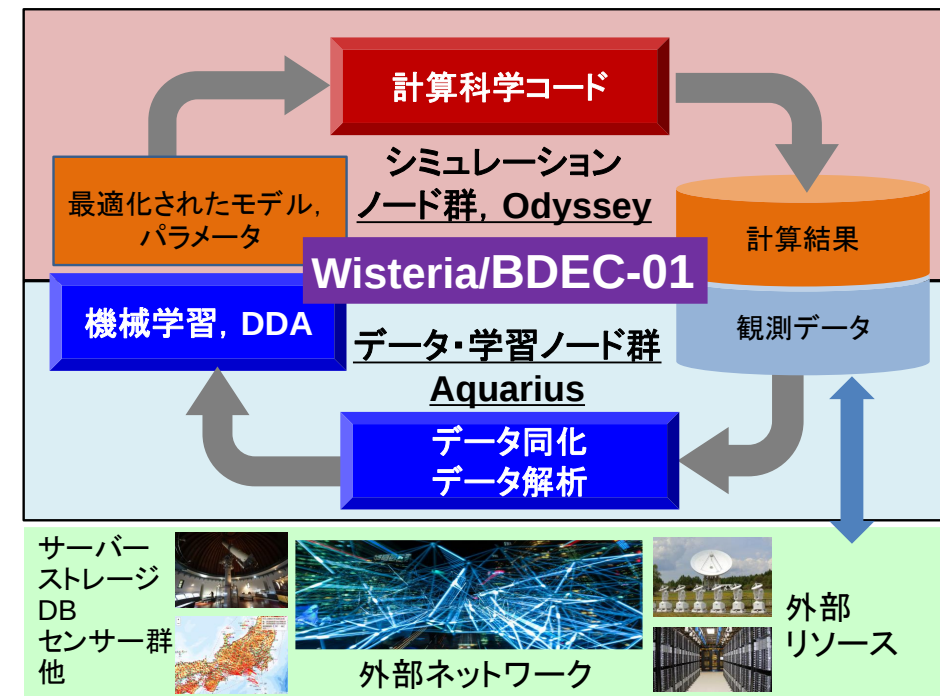
- Odyssey-Aquarius連携
  - MPIによる通信は不可
    - O-Aを跨いでMPIプログラムは動かない
  - Odyssey-Aquarius間はInfiniband-EDR (2TB/sec)で結合されている
- ソフトウェア開発
  - 高機能力プラー:h3-Open-UTIL/MP
  - O-A間通信:h3-Open-SYS/WaitIO
    - IB-EDR経由 (WaitIO-Socket)
    - 高速ファイルシステム (FFS) 経由連携 (WaitIO-File)



# h3-Open-SYS/WaitIO

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

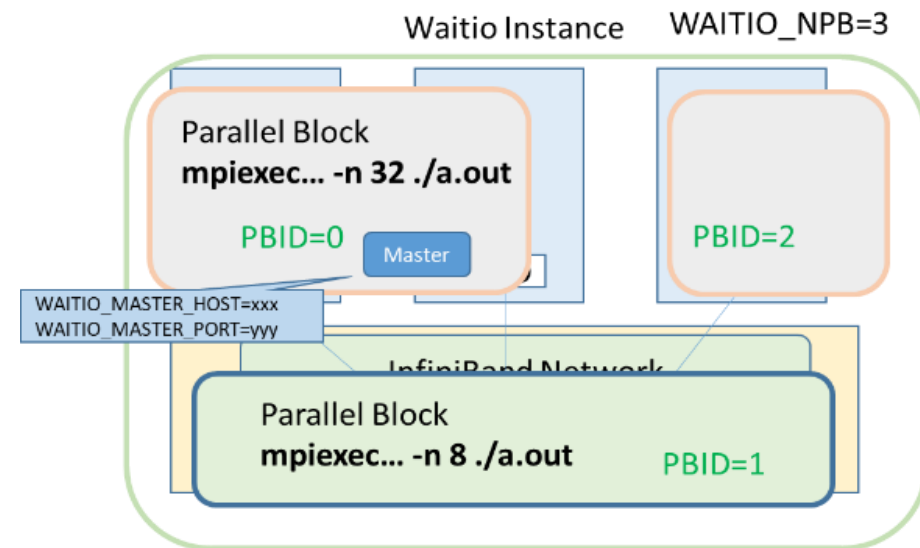
- ヘテロジニアス環境下での異なるコンポーネント間ファイル経由連携ライブラリとして考案
- 機能
  - ✓ Odyssey～Aquarius間連携
    - IB-EDR経由通信 (WaitIO-Socket)
    - ファイル経由 (WaitIO-File)
  - ✓ 外部からのデータ取得 (観測データ等)
  - ✓ 読み込み・書き出しの同期
- API: C/C++, Fortranから呼び出し可能
  - ✓ MPIライクなインタフェースを提供



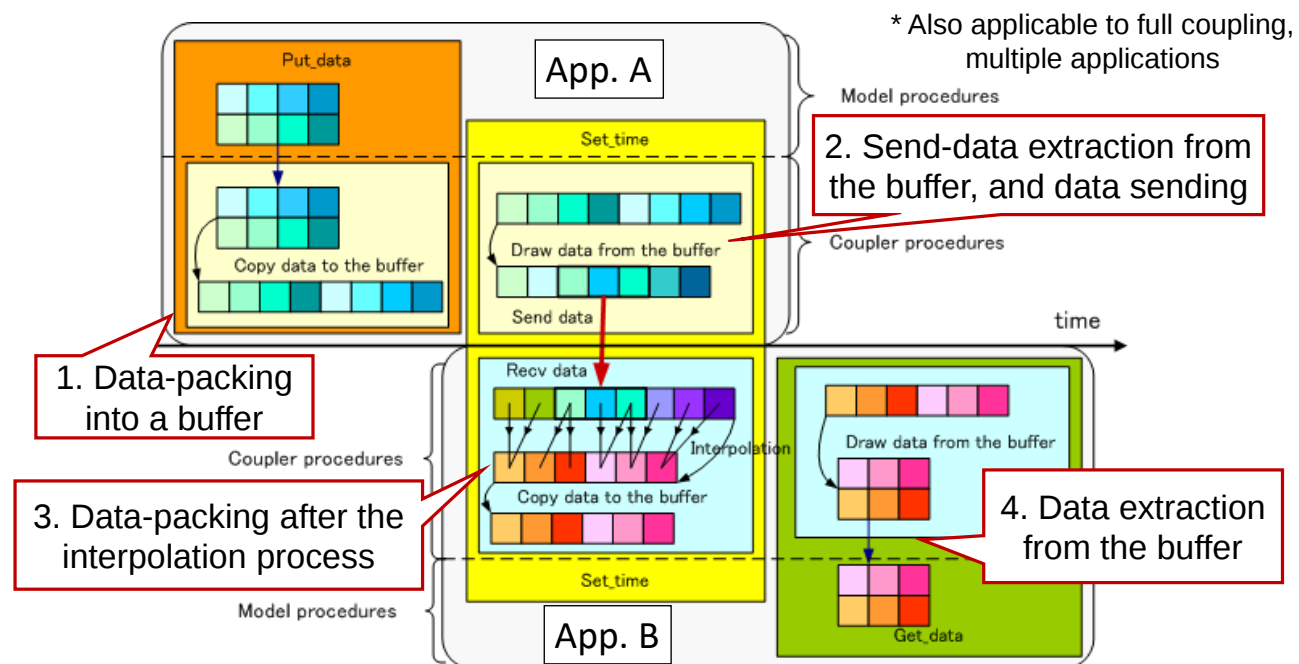
# API of h3-Open-SYS/WaitIO-Socket

## 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<br>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                 |



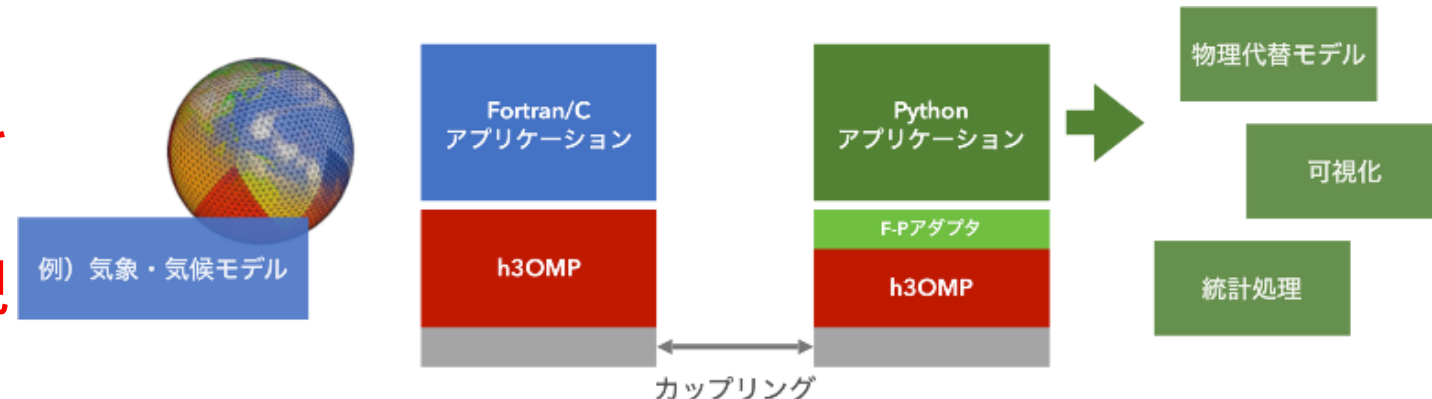
[Sumimoto et al. 2021]



# 「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

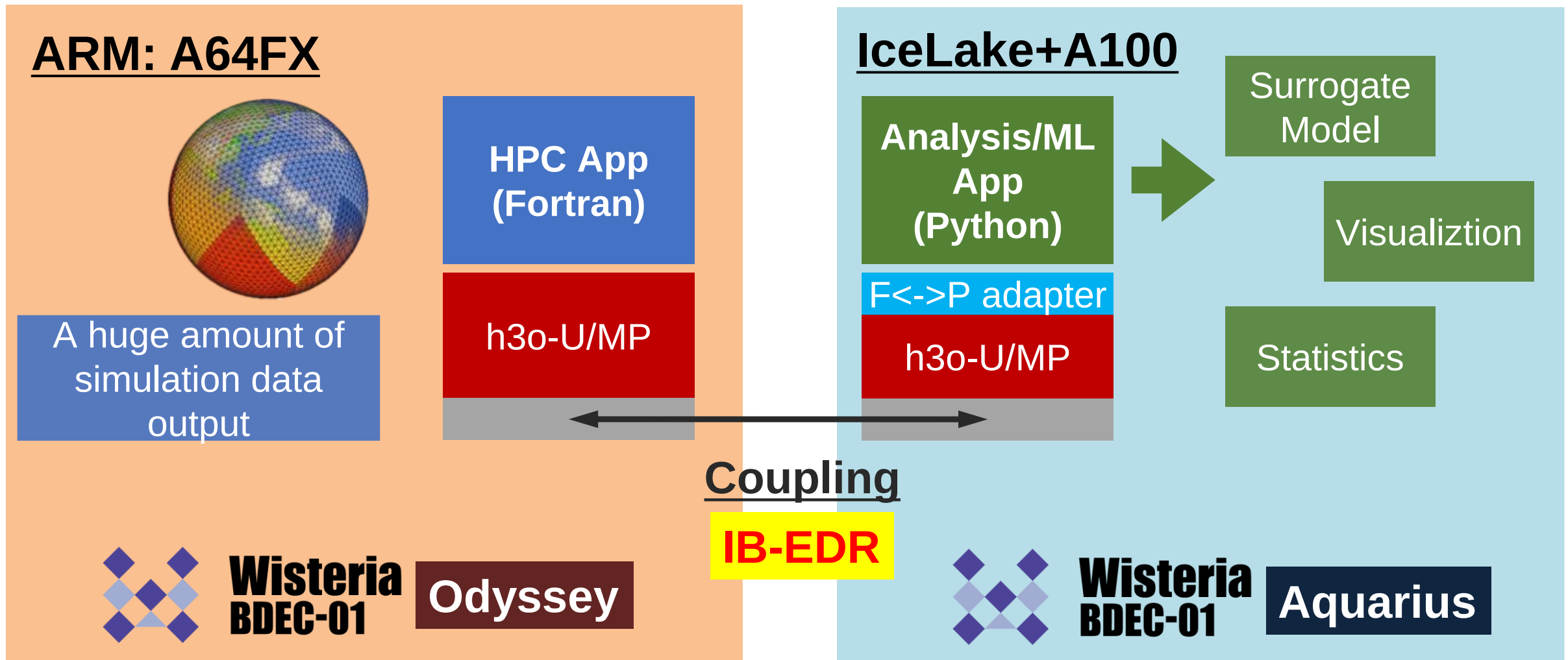


- 異なる物理モデル連成のアンサンブル実行を支援・統合するための機能
  - MPI通信、時刻同期、格子系間マッピング等の管理機能の他、従来のカプラーには無い、複数の弱連成結合シミュレーションのアンサンブル実行、片側のモデルのみをアンサンブル実行する多対1の弱連成結合が可能
  - スパコン上で、全地球大気海洋連成シミュレーションによって動作検証済み
- Fortran/Cコード(物理モデル)とPythonコードの弱連成を実現する機能
  - FortranやCで記述されたプログラム同士の連成計算に限って開発を行ってきたカプラーを、Pythonによって記述されたAI・機械学習、可視化処理系のワ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・

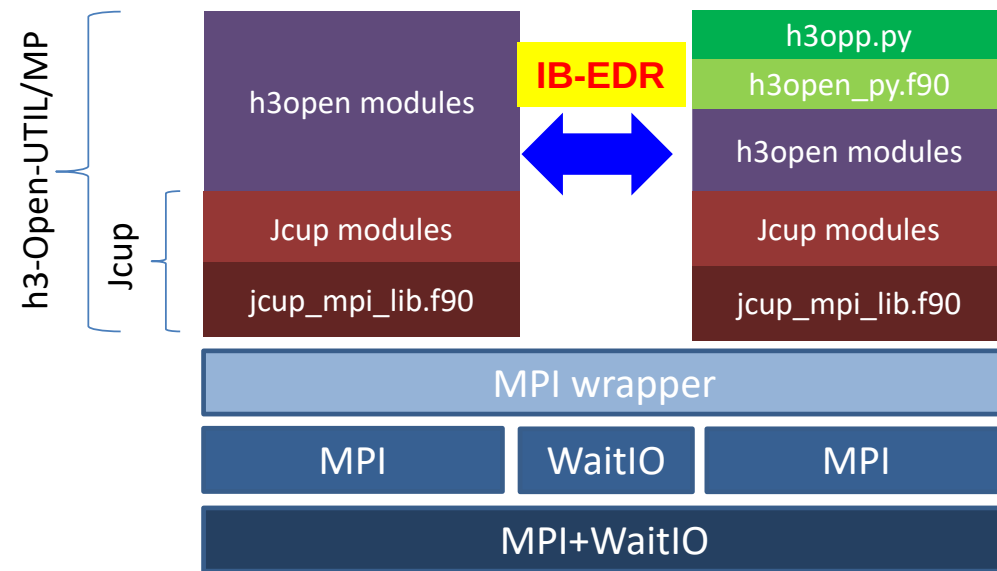
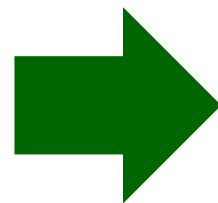
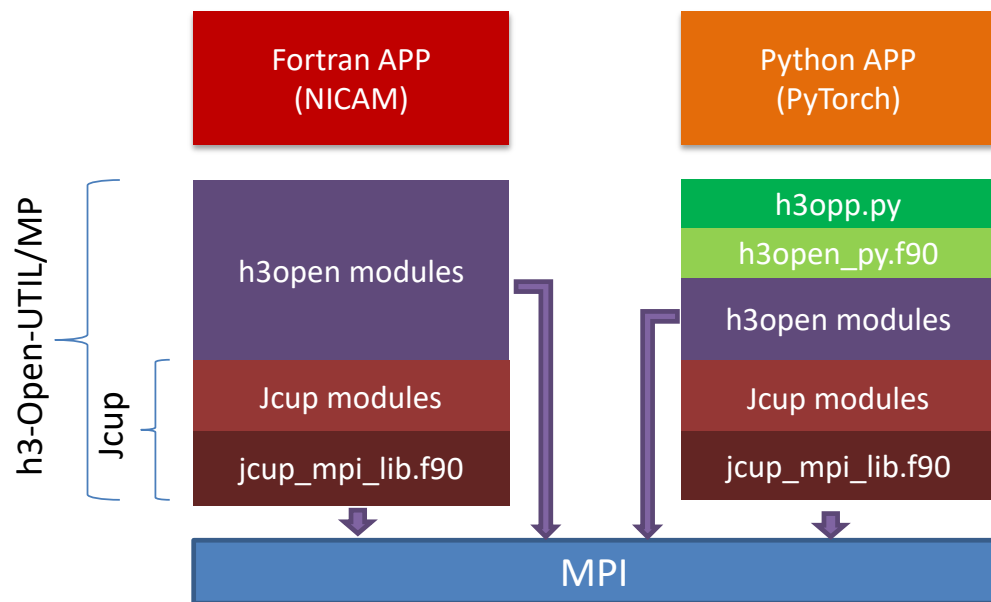
## h3-Open-SYS/WaitIO-Socket連携

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**



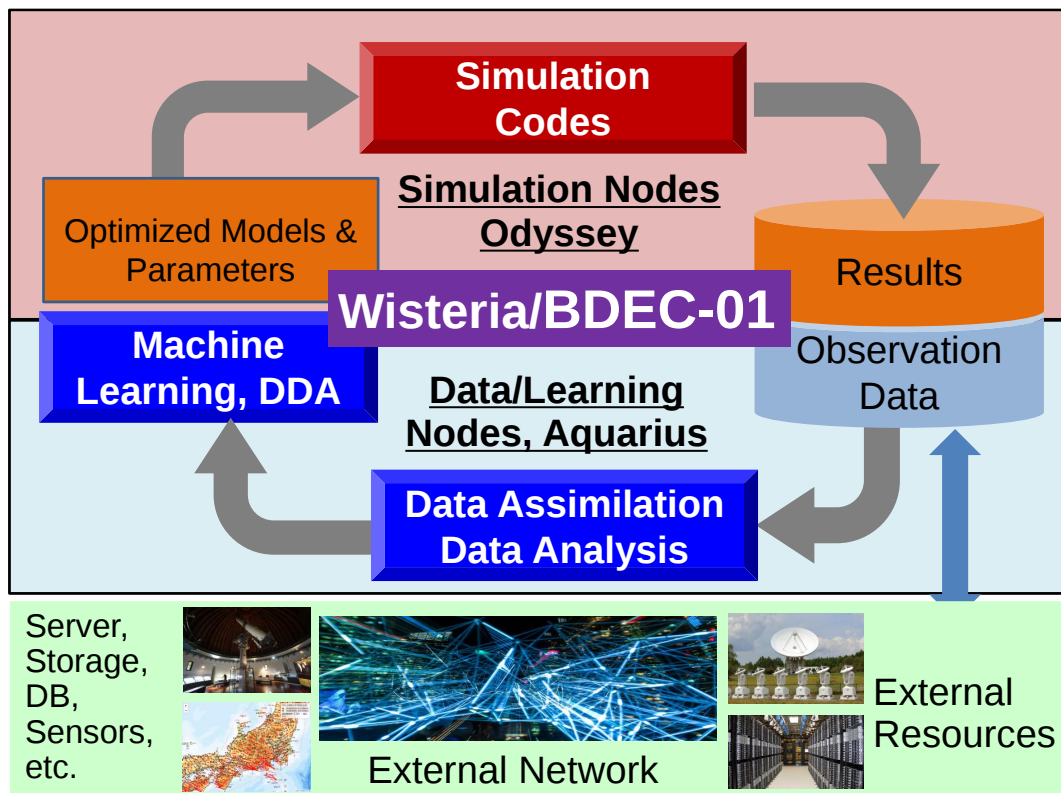
2021年4月：MPI通信可能な環境を前提

2022年6月：Coupler＋WaitIO

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

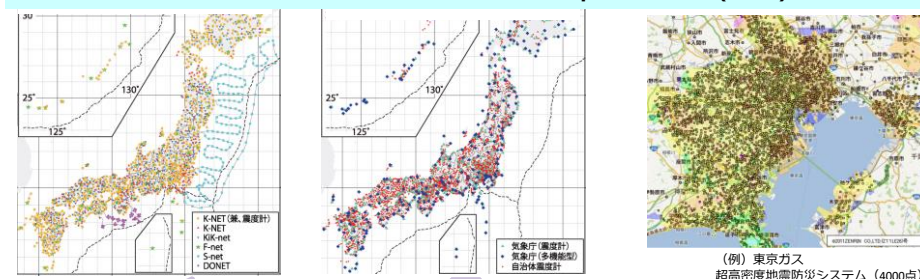


- 住元真司, 荒川隆, 坂口吉生, 松葉浩也, 八代尚, 塙敏博, 中島研吾, WaitIO-Socket: 異種システム上の複数MPIプログラムを結合する通信ライブラリの試作, 情報処理学会研究報告(2021-HPC-181-07), 2021
- h3-Open-SYS/WaitIO-Socket, h3-Open-UTIL/MP概要:  
[https://www.dropbox.com/s/k1nd0p98p5cbdeg/KN\\_HPC182x.pdf?dl=0](https://www.dropbox.com/s/k1nd0p98p5cbdeg/KN_HPC182x.pdf?dl=0)
- 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](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](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](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](https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No4/09_202207-Wisteria-1.pdf)

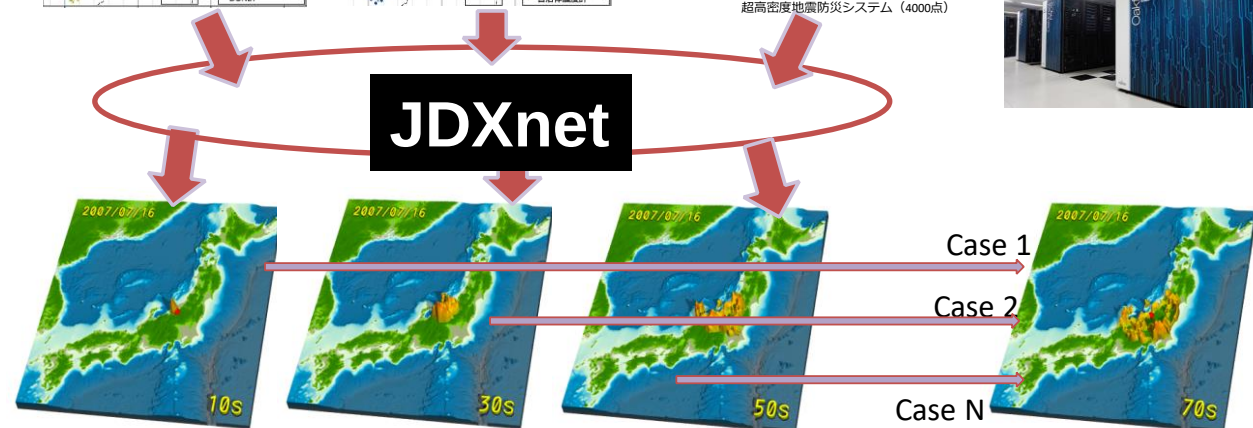
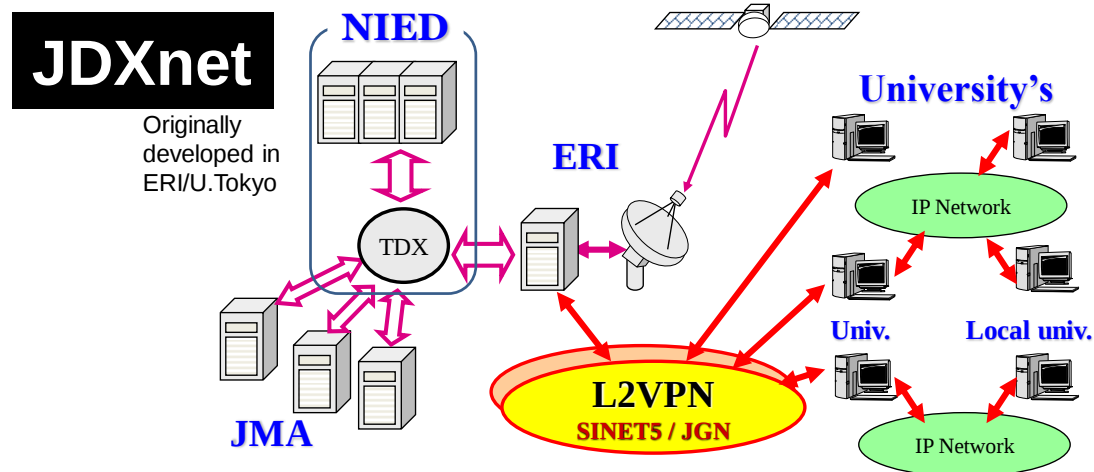


# リアルタイムデータ同化＋ 3D強震動シミュレーション融合 JDXnetによるリアルタイム観測データ活用

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



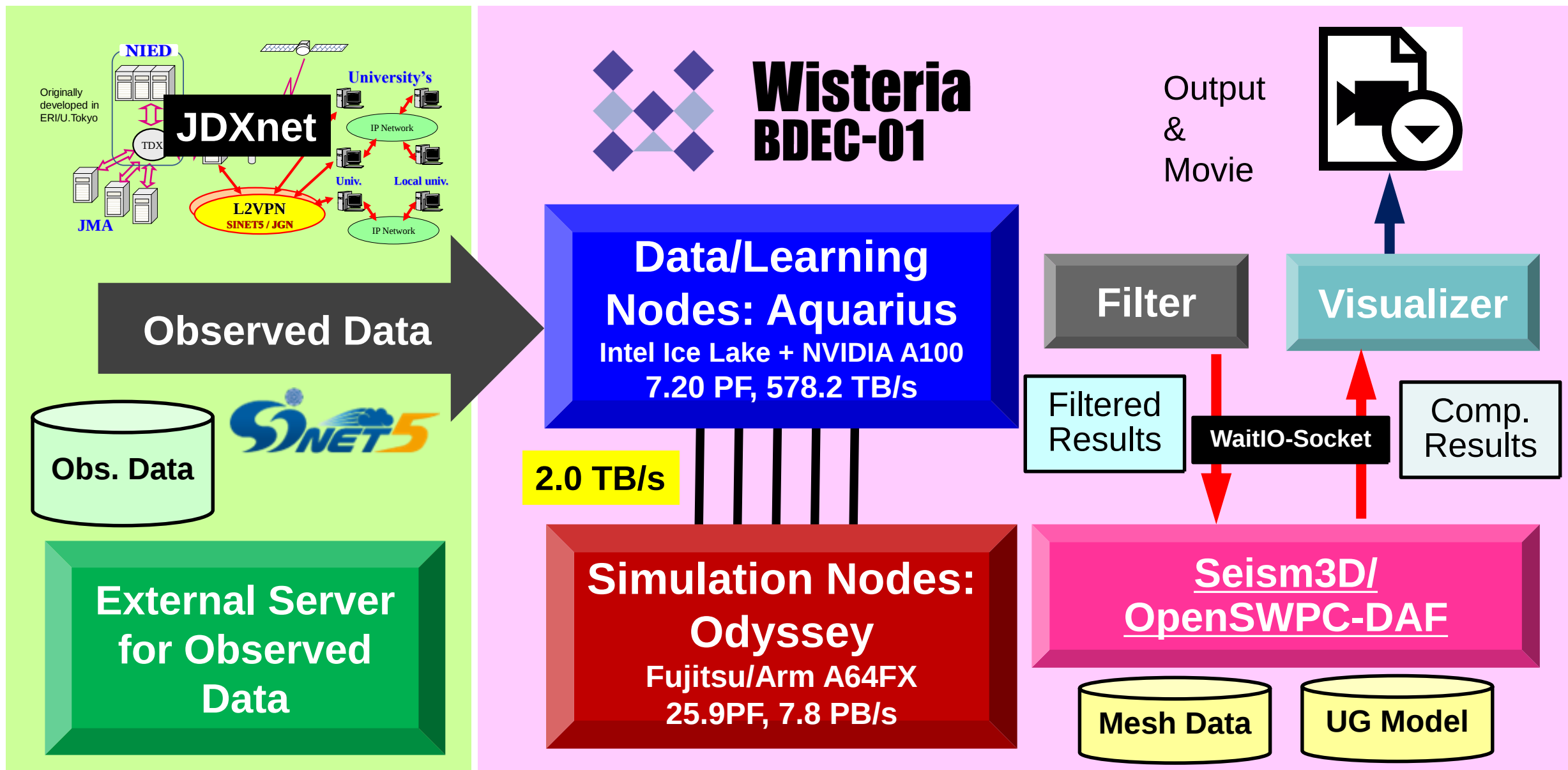
[c/o Furumura]



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]

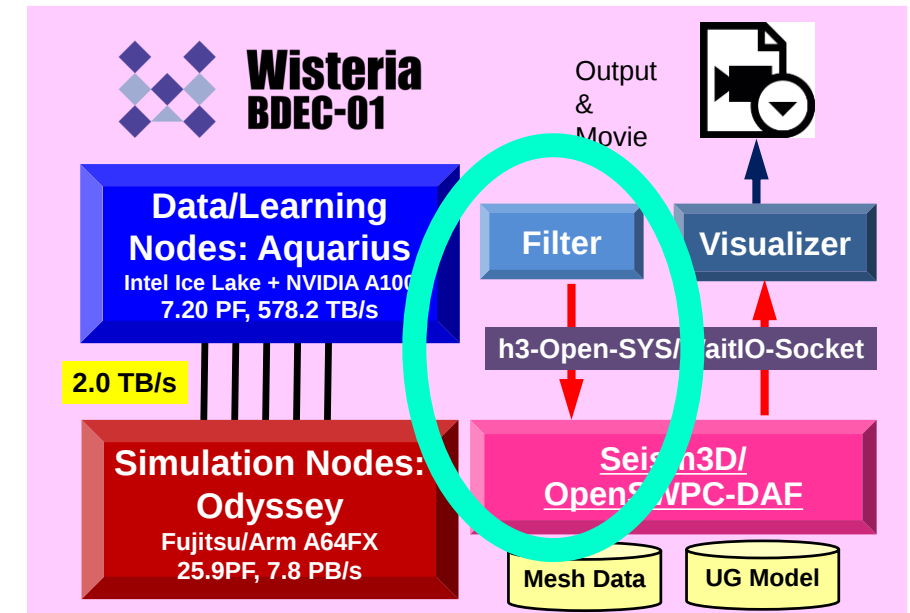
## Aquarius: SEND

```
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_INTEGER, 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

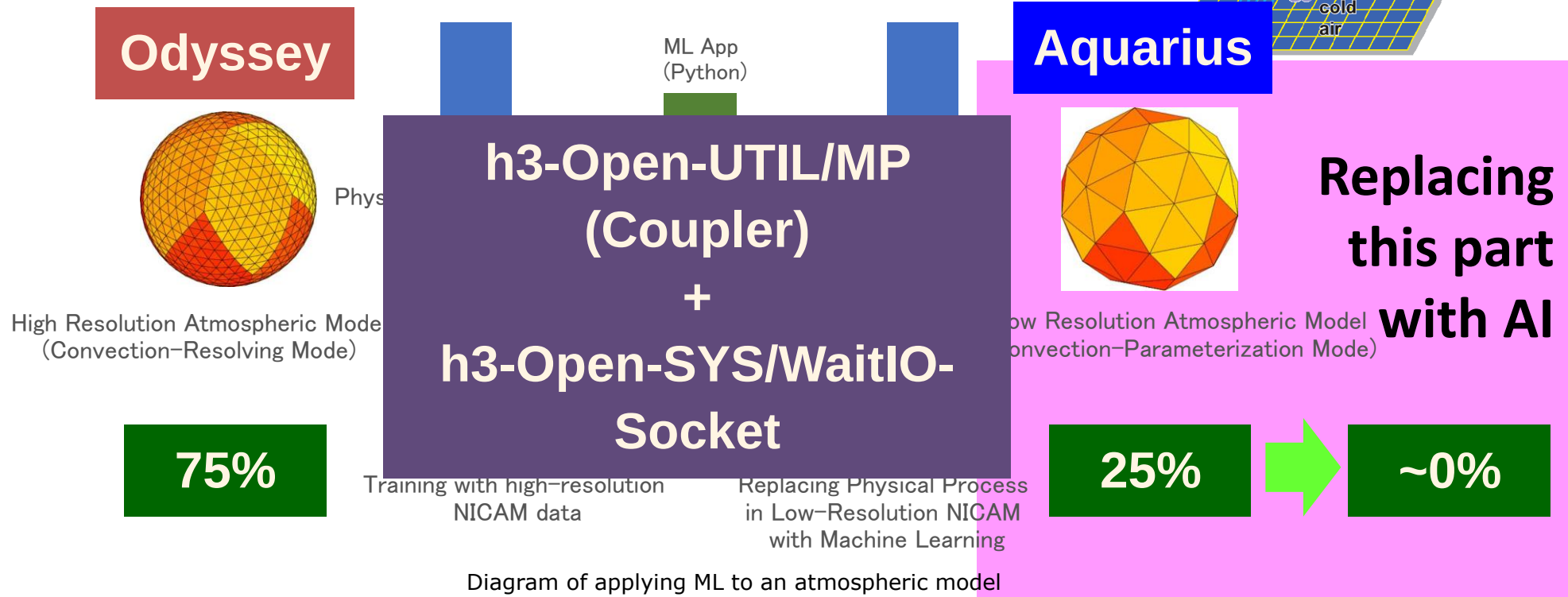
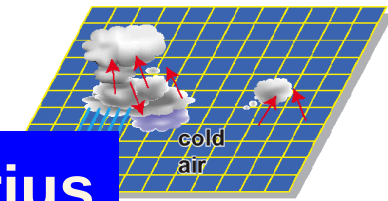
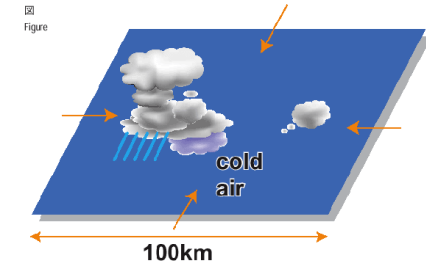
```
call WAITIO_MPI_Irecv (NTMAX1_o, 1, WAITIO_MPI_INTEGER, 0,1, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (DT_o, 1, WAITIO_MPI_FLOAT, 0,2, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (NST_o, 1, WAITIO_MPI_INTEGER, 0,3, WAITIO_COMM_UNIVERSE,...)
call WAITIO_MPI_Irecv (AT_o, 1, WAITIO_MPI_FLOAT, 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_INTEGER, 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)]

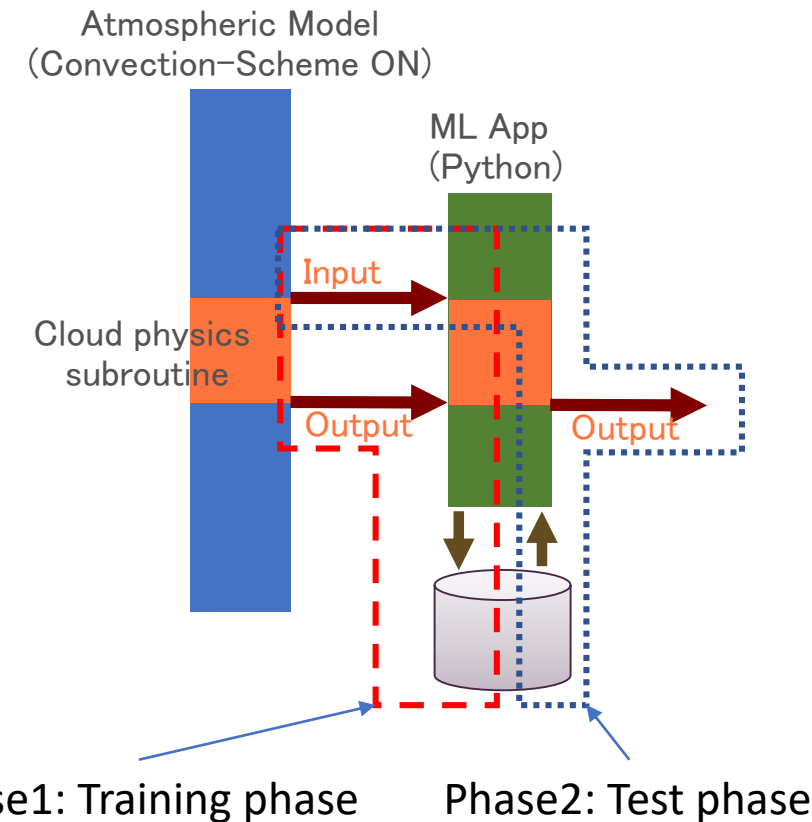
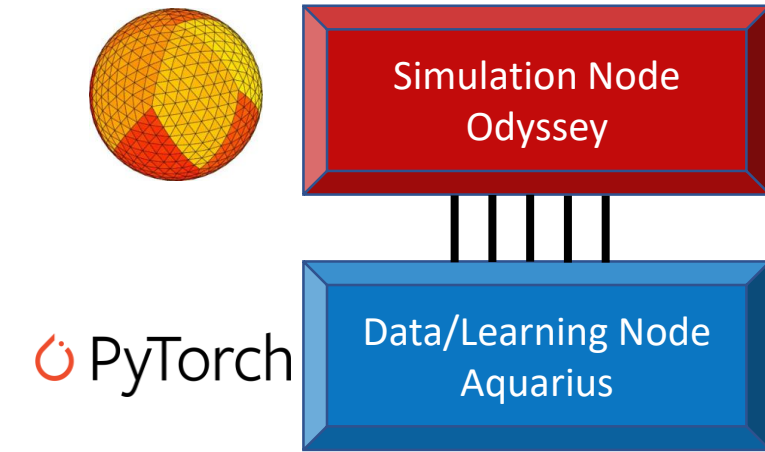
- Motivation of this experiment
  - Two types of Atmospheric models: Cloud resolving VS Cloud parameterizing
  - Cloud resolving model is difficult to use for climate simulation
  - Parameterized model has many assumptions
  - Replacing low-resolution cloud processes calculation with ML!



# Experimental Design

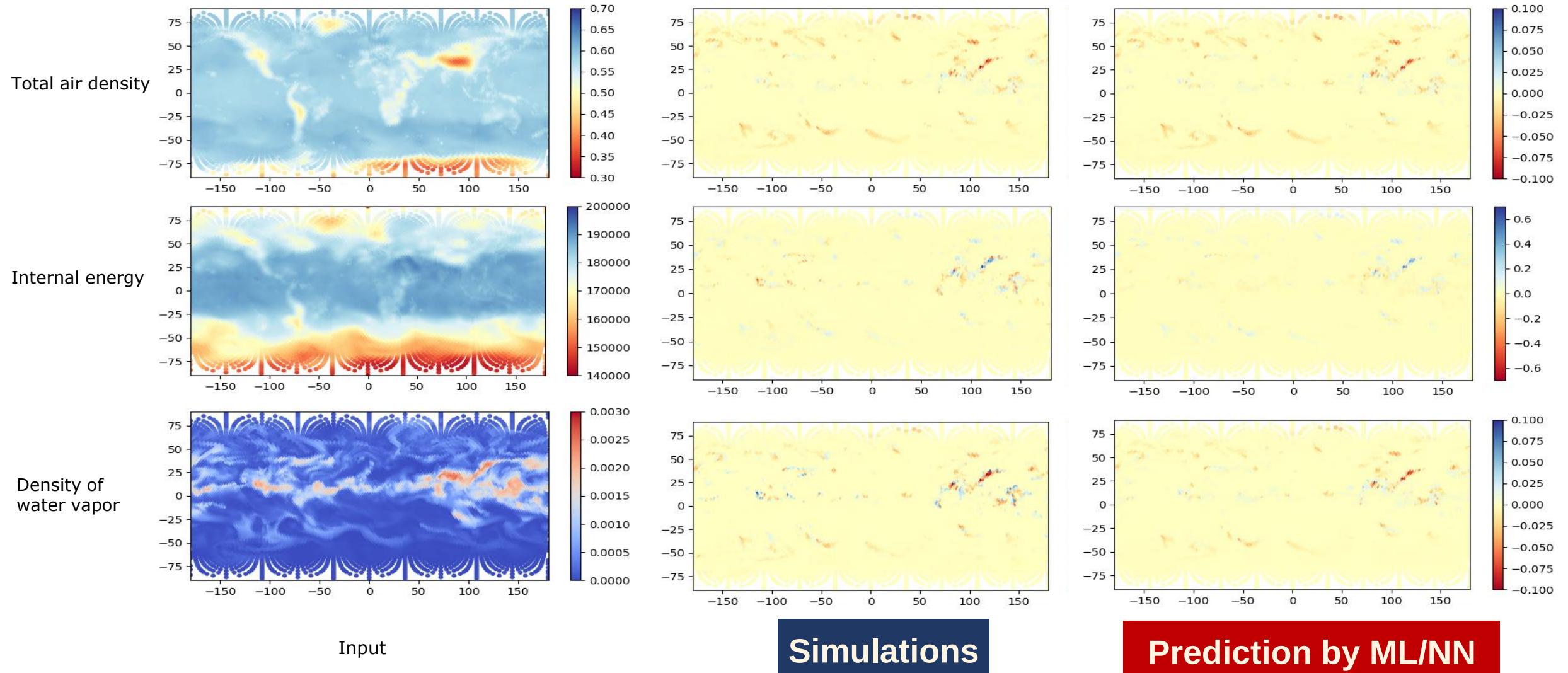
- Atmospheric model on Odyssey
  - NICAM : global non-hydrostatic model with an icosahedral grid
  - Resolution : horizontal : 10240, vertical : 78
- ML on Aquarius
  - Framework : PyTorch
  - Method : Three-Layer MLP
  - Resolution : horizontal : 10240, vertical : 78
- Experimental design
  - Phase1: PyTorch is trained to reproduce output variables from input variables of cloud physics subroutine.
  - Phase2: Reproduce the output variables from Input variables and training results
- Training data
  - Input : total air density (rho), internal energy (ein), density of water vapor (rho\_q)
  - Output : tendencies of input variables computed within the cloud physics subroutine

|                               |                               |                                 |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| $\frac{\Delta rho}{\Delta T}$ | $\frac{\Delta ein}{\Delta T}$ | $\frac{\Delta rho_q}{\Delta T}$ |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|



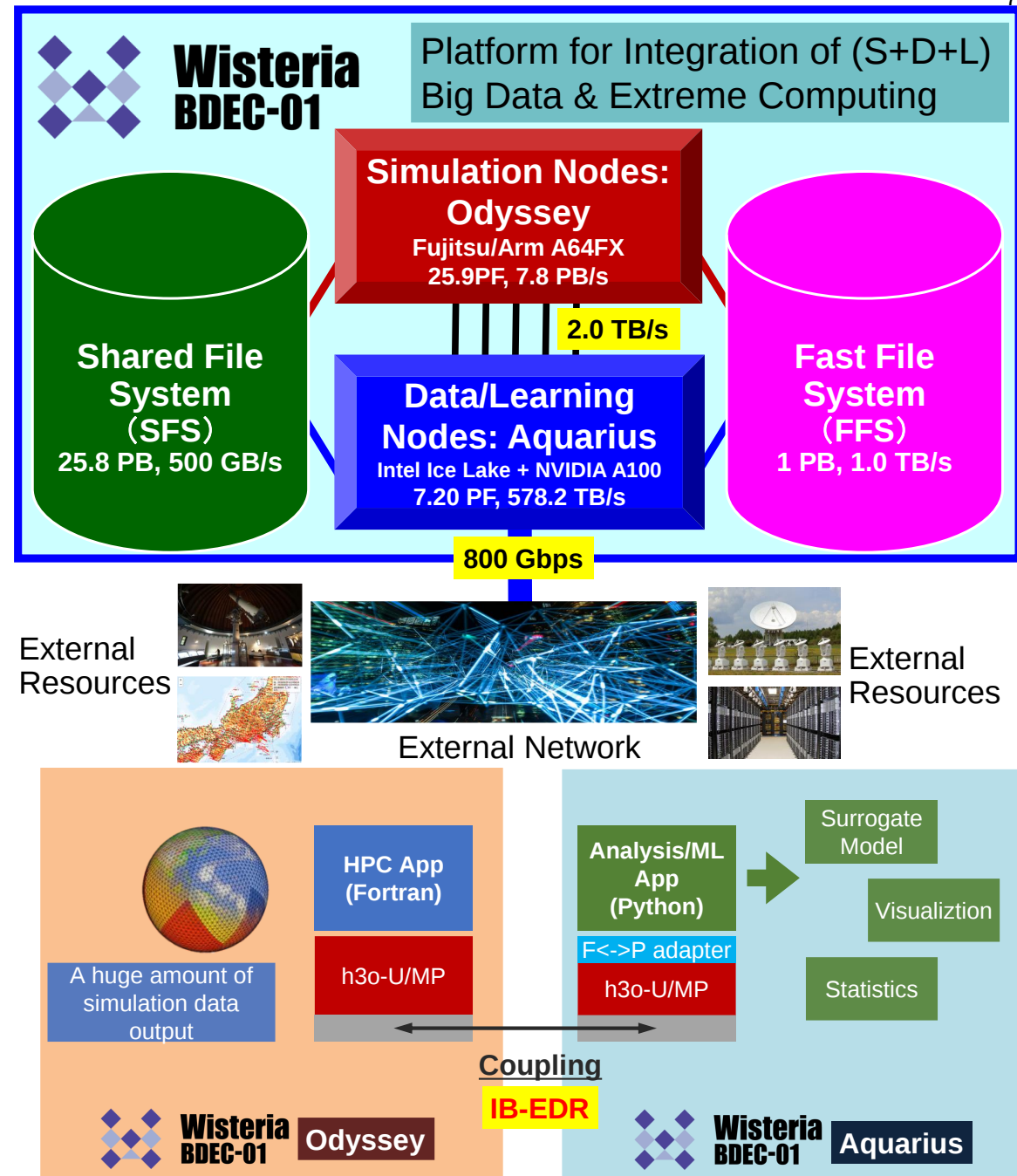
# Test calculation

- 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



# 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

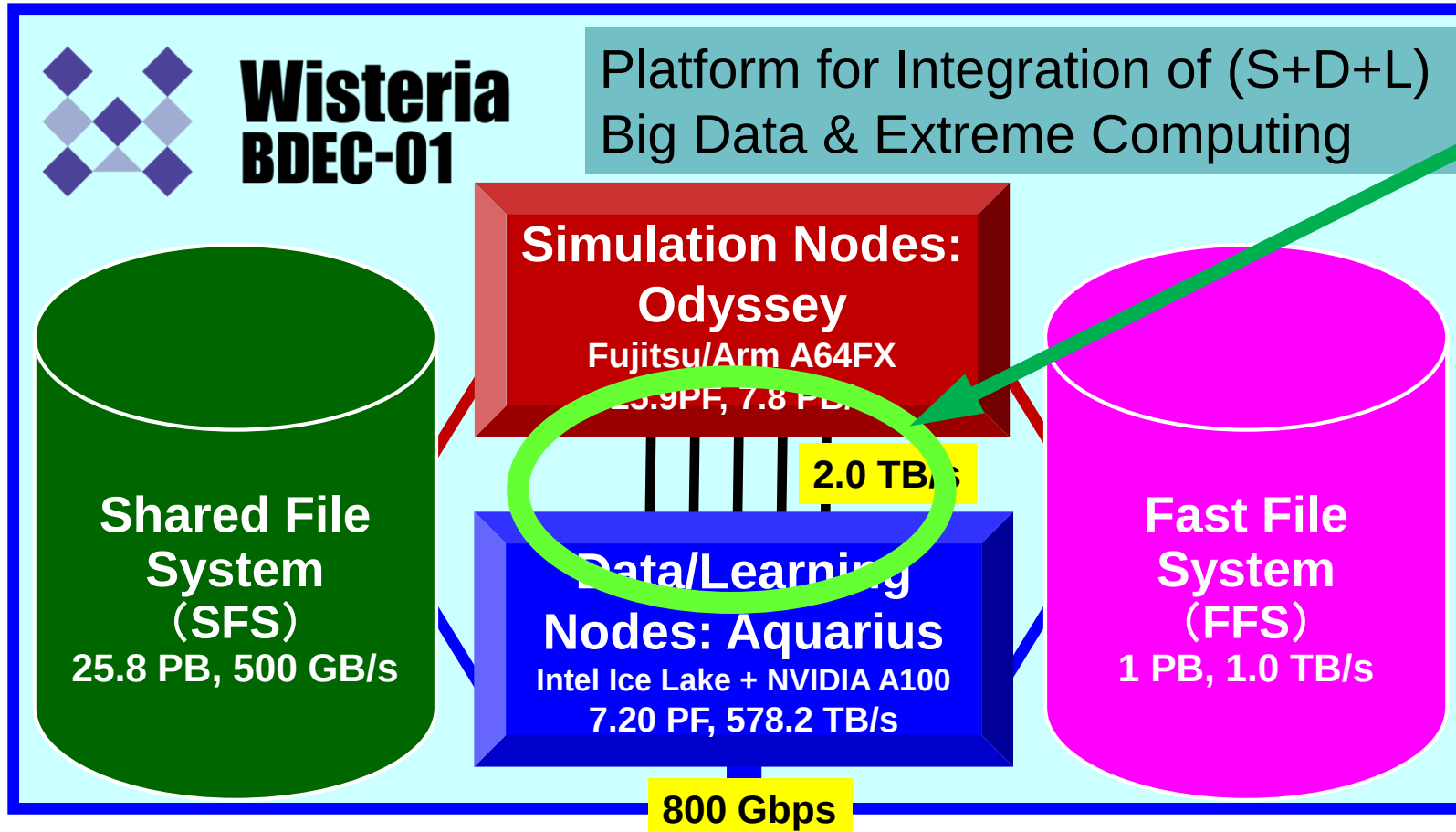
module unload aquarius
module unload gcc omp
module load intel
module load impi
module load waitio

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
```

# 予備評価: WaitIO-Socket, -File



WaitIO-Socket

External  
Resources

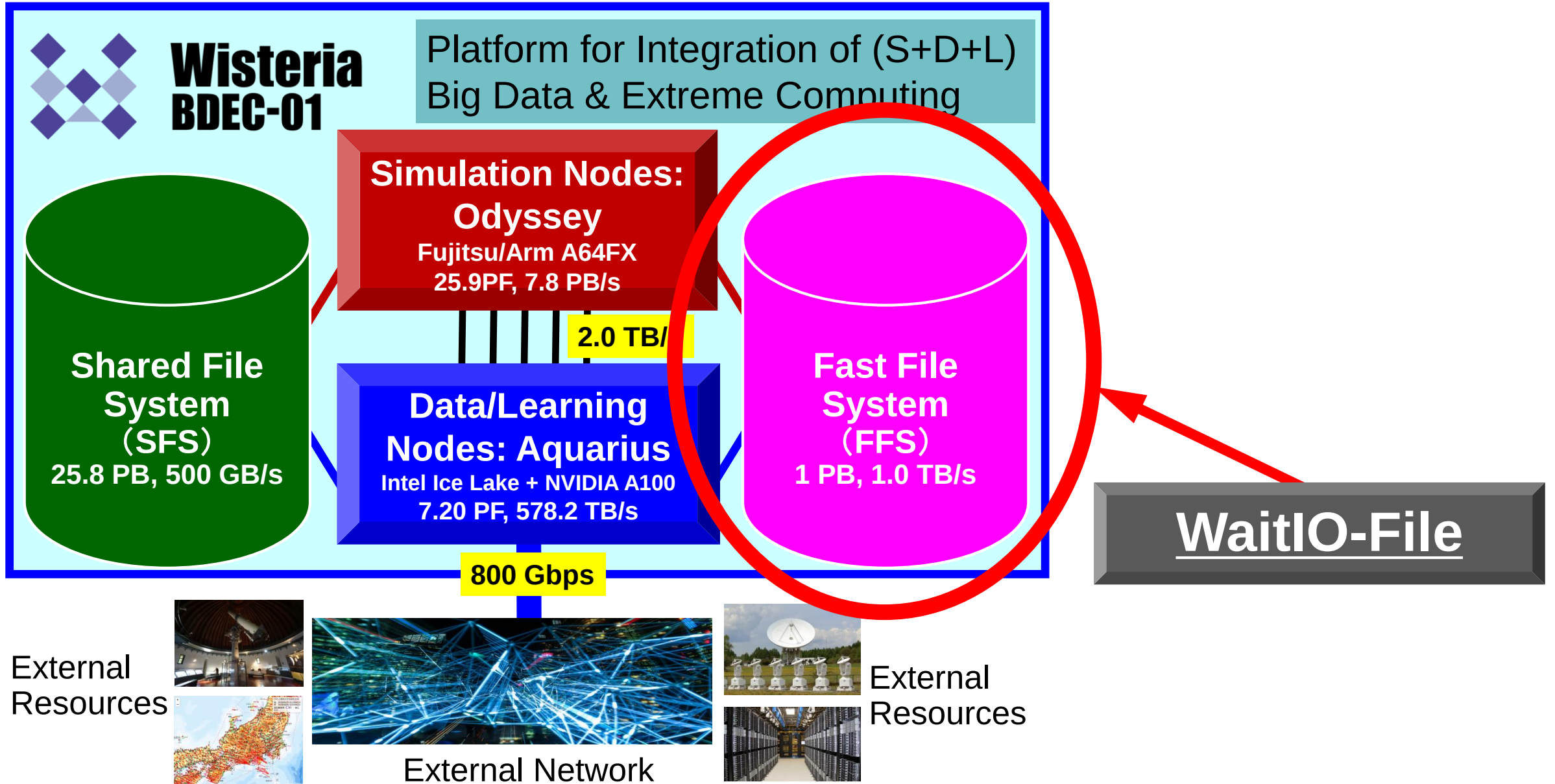


External Network



External  
Resources

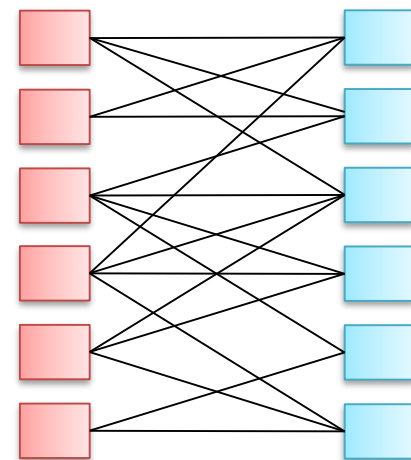
# 予備評価: WaitIO-Socket, -File



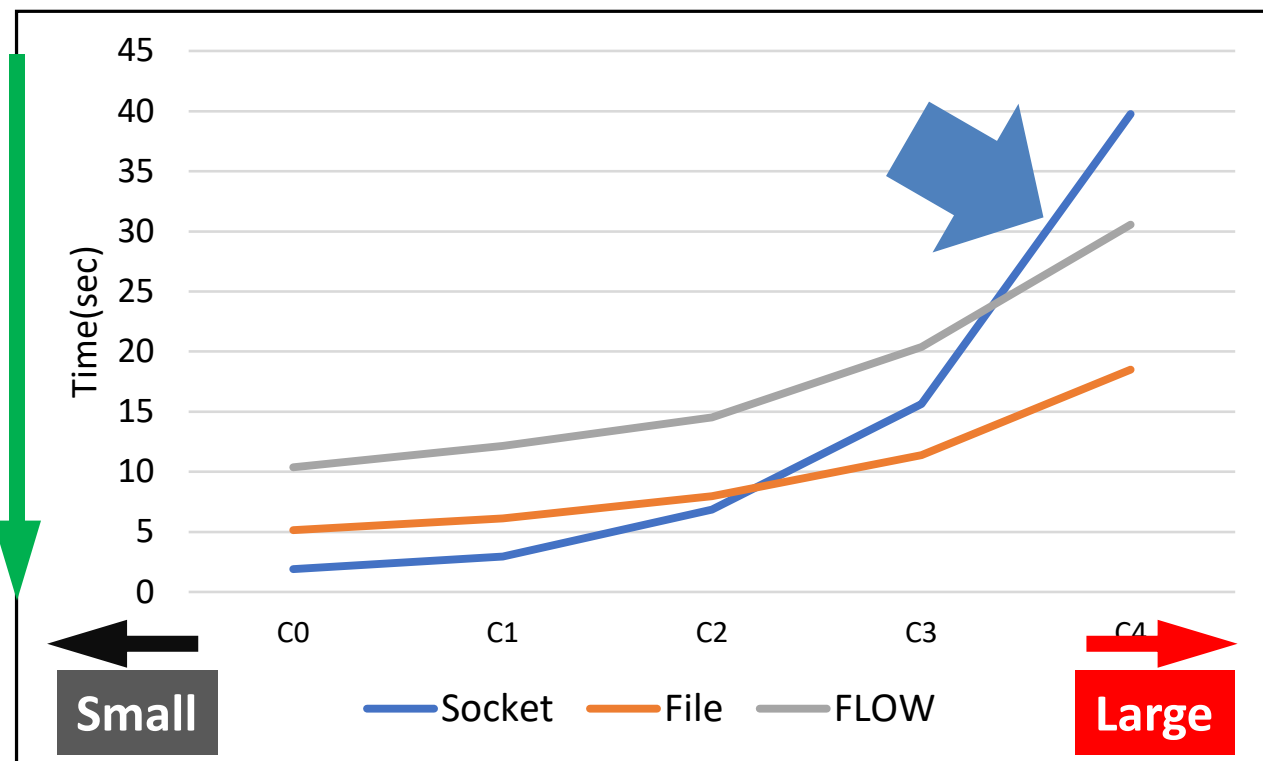
# 予備評価: WaitIO-Socket, -File

- O-A, 不老(名大)
- テストケース
  - モデルA: 160プロセス/40ノード  
: A64FX (Odyssey, 不老I)
  - モデルB: 20プロセス/1ノード:  
Intel Xeon (Aquarius, 不老II)
- 結果
  - “Socket”はファイルサイズが小さい場合は効率が良いが、大きくなると“File”が有利
  - 不老(FLOW)がWaitIO-Fileにおいて2倍時間がかかるのはHWの仕様から考えると妥当

| Case | Grid #    | Total Size  |
|------|-----------|-------------|
| C0   | 81,920    | 26,214,400  |
| C1   | 163,840   | 52,428,800  |
| C2   | 327,680   | 104,857,600 |
| C3   | 655,360   | 209,715,200 |
| C4   | 1,310,720 | 419,430,400 |



Down is good!



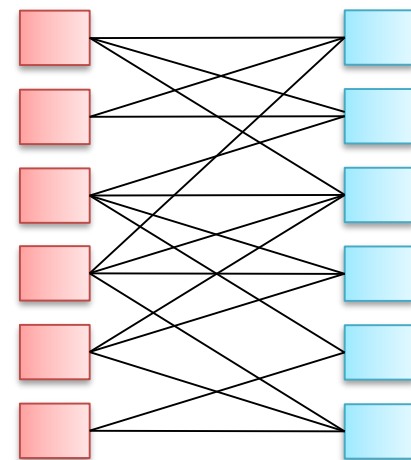
# 予備評価: WaitIO-Socket, -File

- O-A, 不老(名大)
- テストケース
  - モデルA: 160プロセス/40ノード  
: A64FX (Odyssey, 不老I)
  - モデルB: 20プロセス/1ノード:  
Intel Xeon (Aquarius, 不老II)
- Waitio\_isend/irecv/wait

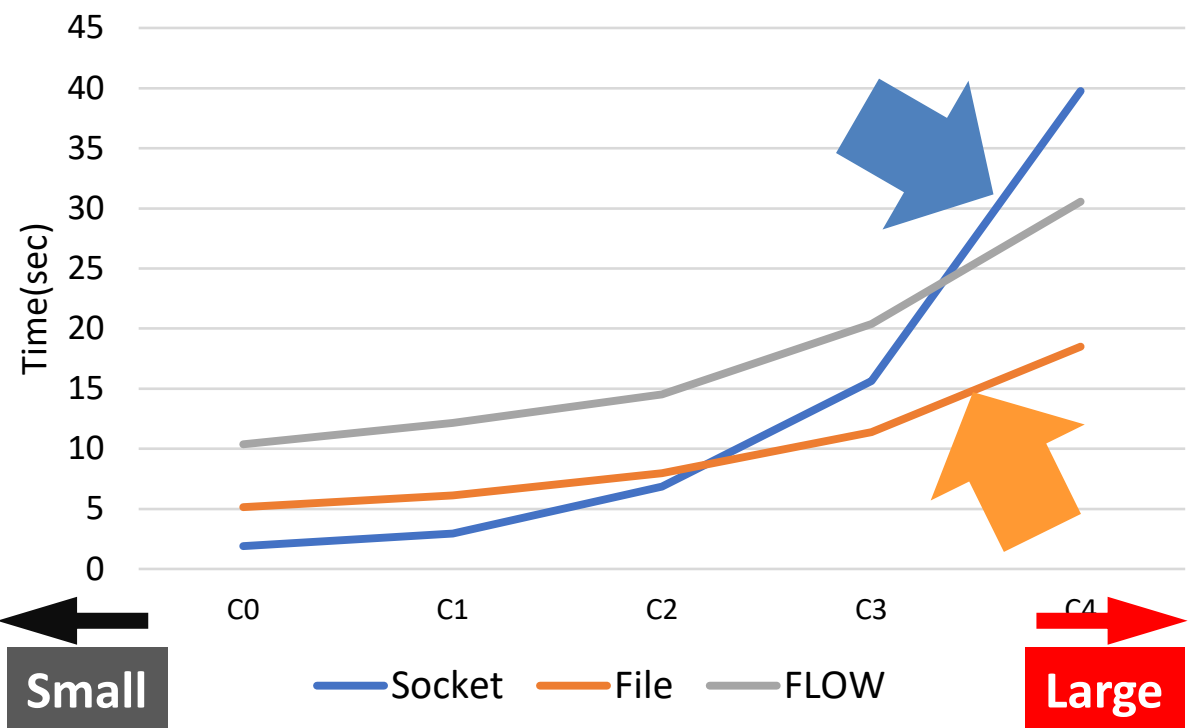
## 結果

- “Socket”はファイルサイズが小さい場合は効率が良いが、大きくなると“File”が有利
- 不老(FLOW)がWaitIO-Fileにおいて2倍時間がかかるのはHWの仕様から考えると妥当

| Case | Grid #    | Total Size  |
|------|-----------|-------------|
| C0   | 81,920    | 26,214,400  |
| C1   | 163,840   | 52,428,800  |
| C2   | 327,680   | 104,857,600 |
| C3   | 655,360   | 209,715,200 |
| C4   | 1,310,720 | 419,430,400 |



Down is good!



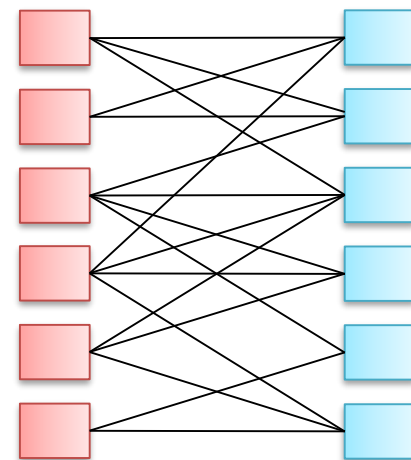
# 予備評価: WaitIO-Socket, -File

- O-A, 不老(名大)
- テストケース
  - モデルA: 160プロセス/40ノード  
: A64FX (Odyssey, 不老I)
  - モデルB: 20プロセス/1ノード:  
Intel Xeon (Aquarius, 不老II)
- Waitio\_isend/irecv/wait

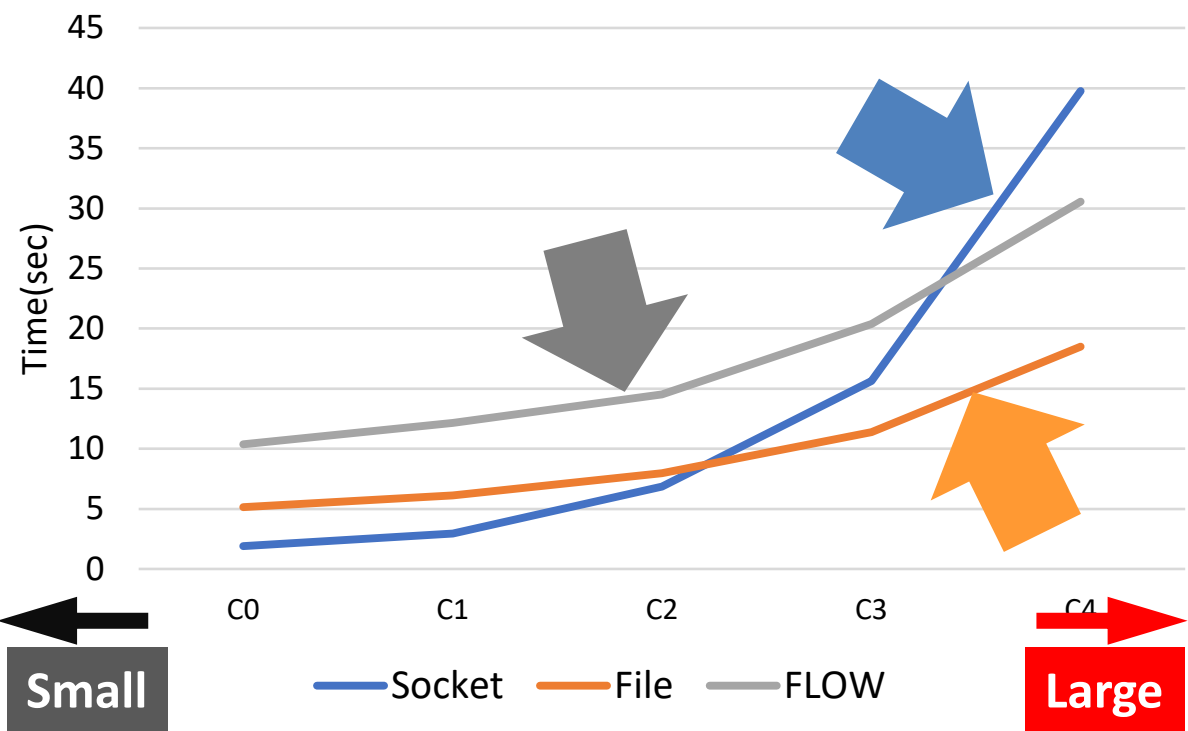
## 結果

- “Socket”はファイルサイズが小さい場合は効率が良いが、大きくなると“File”が有利
- 不老(FLOW)がWaitIO-Fileにおいて2倍時間がかかるのはHWの仕様から考えると妥当

| Case | Grid #    | Total Size  |
|------|-----------|-------------|
| C0   | 81,920    | 26,214,400  |
| C1   | 163,840   | 52,428,800  |
| C2   | 327,680   | 104,857,600 |
| C3   | 655,360   | 209,715,200 |
| C4   | 1,310,720 | 419,430,400 |



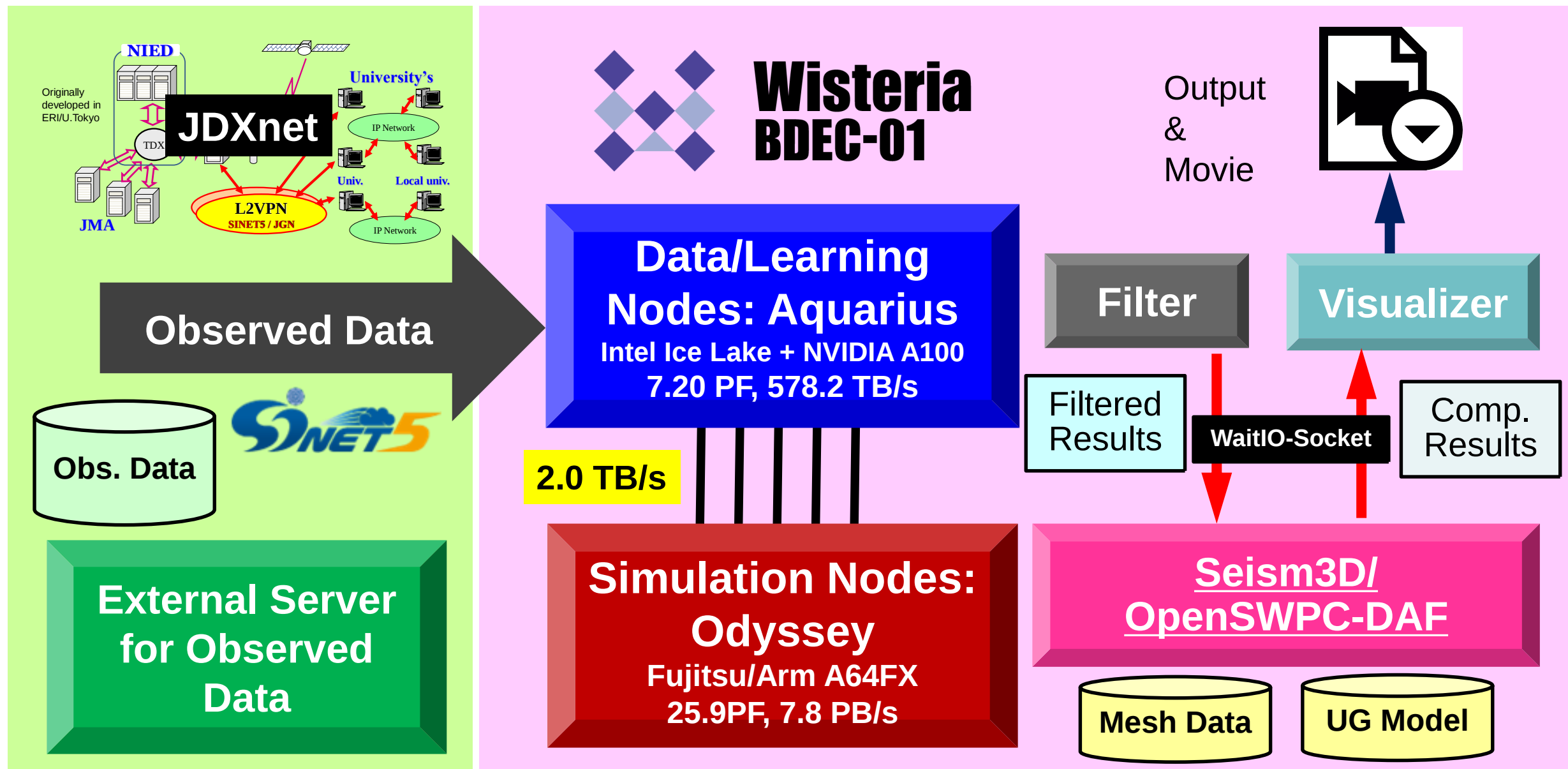
Down is good!



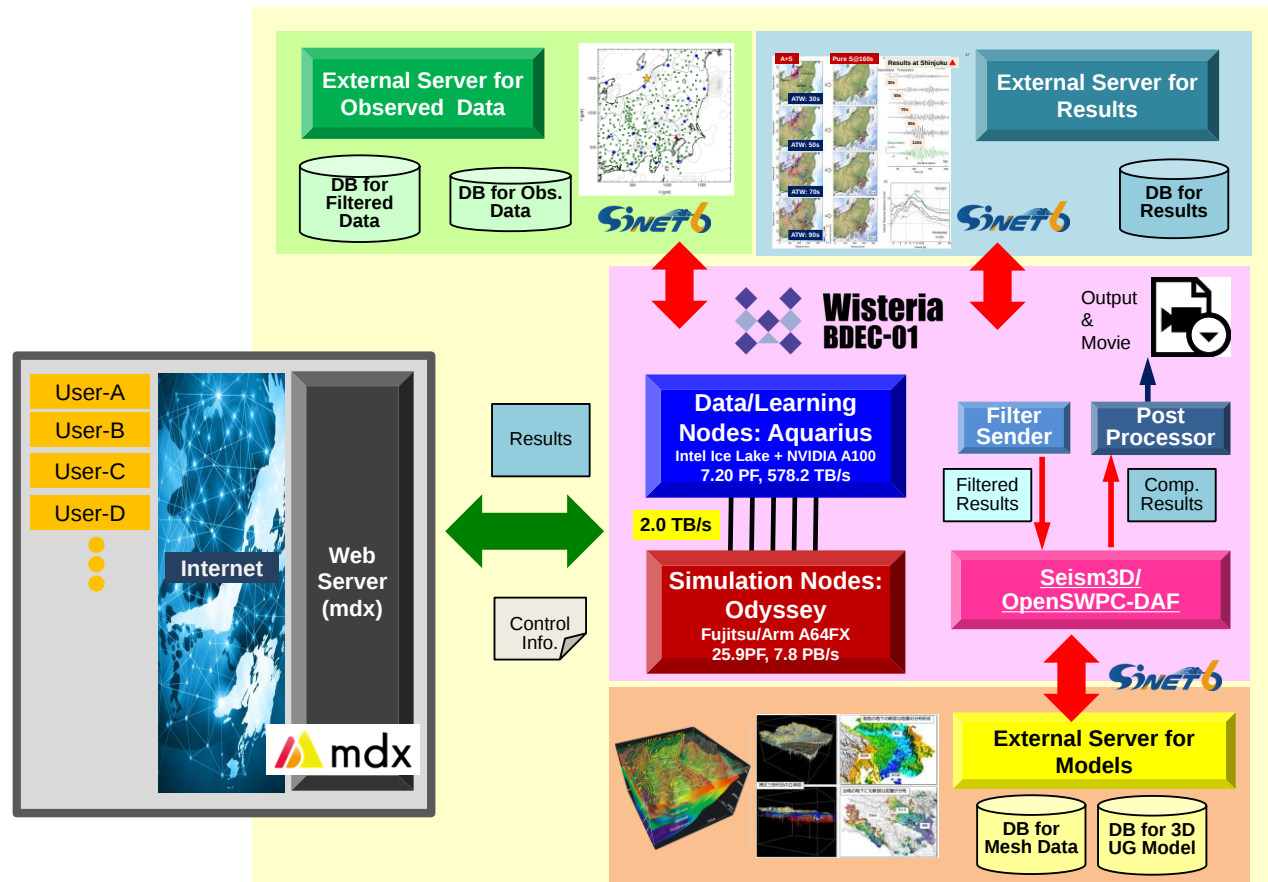
Small

Large

# 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

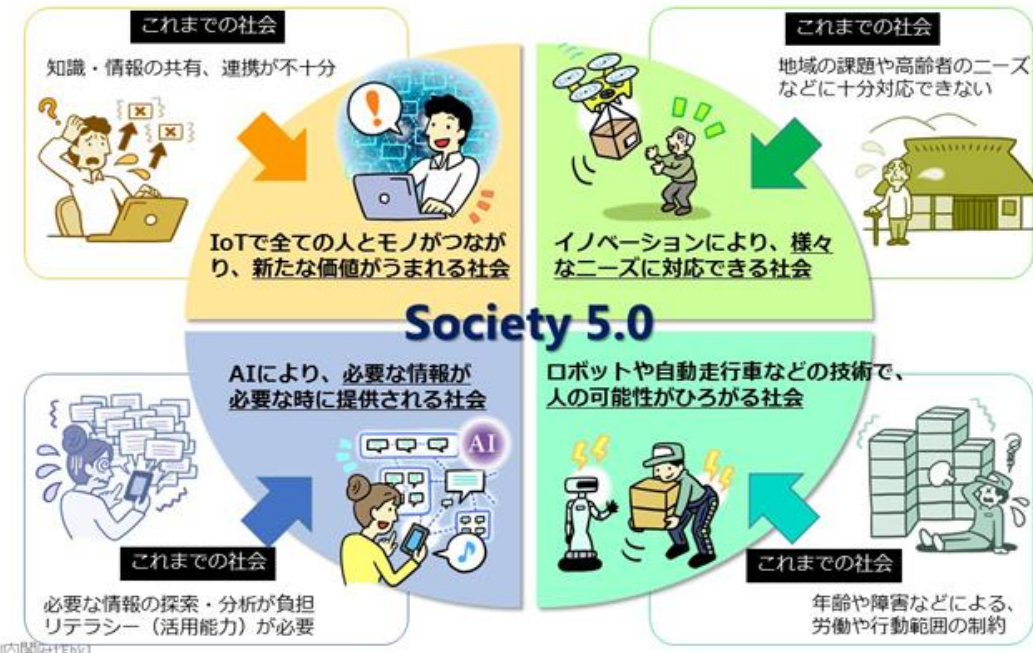


- 「3D長周期地震動＋リアルタイムデータ同化」融合シミュレーションシステムの「防災・減災」啓蒙・教育へ向けた利用・展開を図るため、Webベースのシミュレーション体験・データ利活用環境を構築(2022年度)
- 利用者はWeb Server(mdx上)にアクセスし、スパコン(Wisteria/BDEC-01)上でのシミュレーションの実施、計算結果、観測結果の可視化処理、表示等を行う。
- Web経由でデータ群をスパコン上で処理するフレームワークは様々なアプリケーションへの転用が可能

# mdx データ活用社会創成プラットフォーム

**超スマート社会 Society 5.0**：AI, IoT, ビッグデータなどの革新技術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



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



## 3本柱

1

### 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

2

### 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

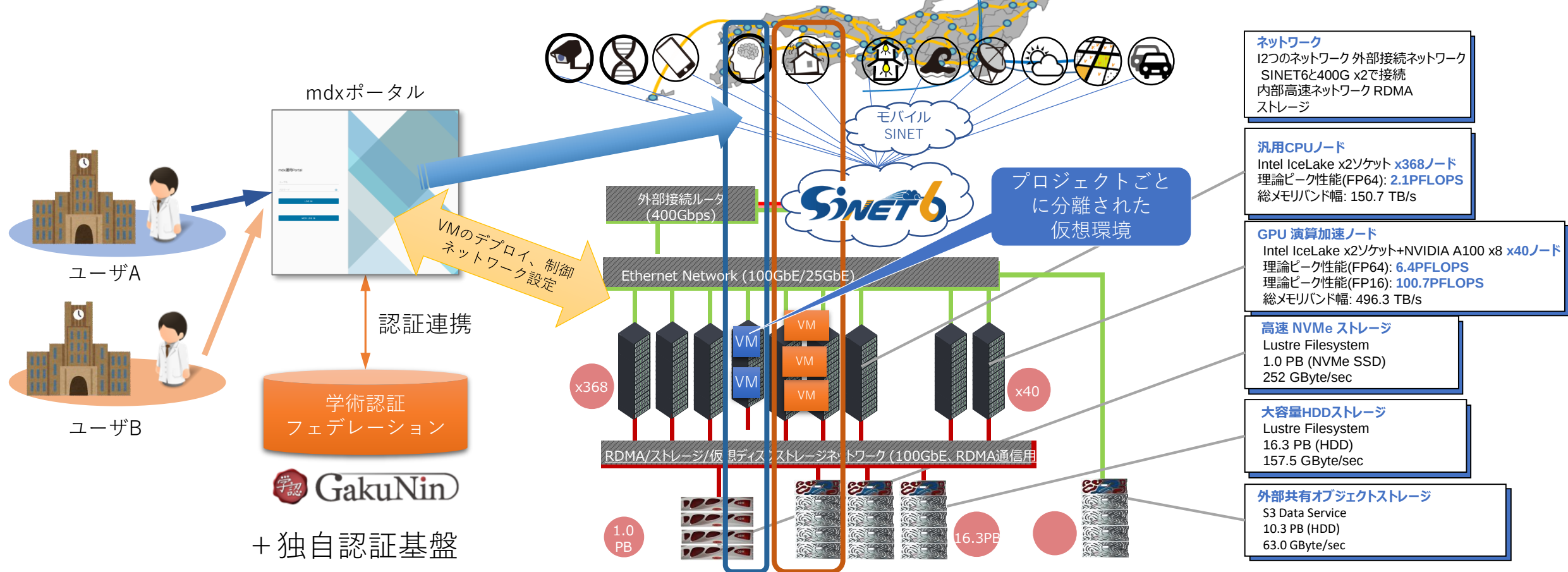
3

### 異種データ・異種知識の融合活用の推進

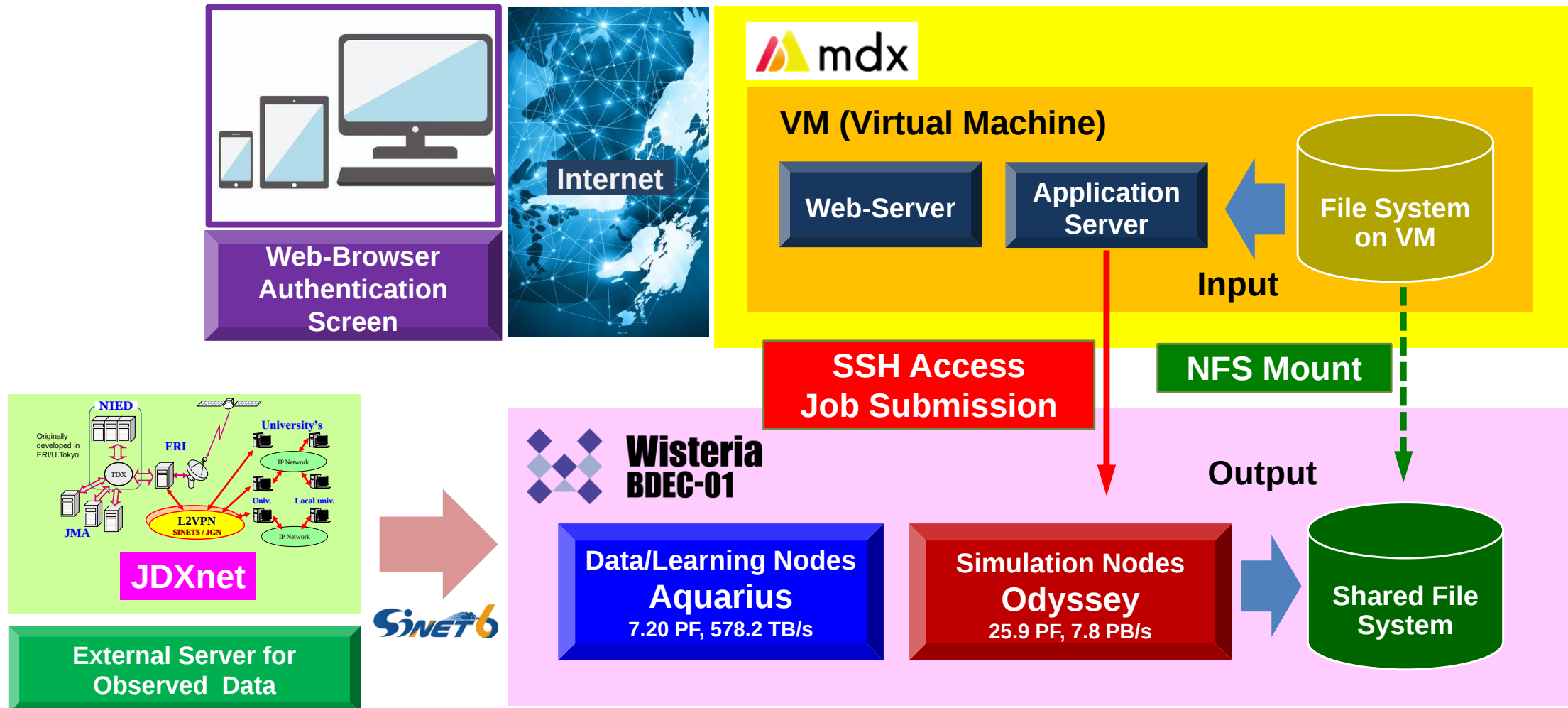
様々な分野のデータ保持者、解析者、利用者が産学にまたがって連携するコミュニティを形成し、新たな価値創造につなげる。

# mdx データ活用社会創成プラットフォーム

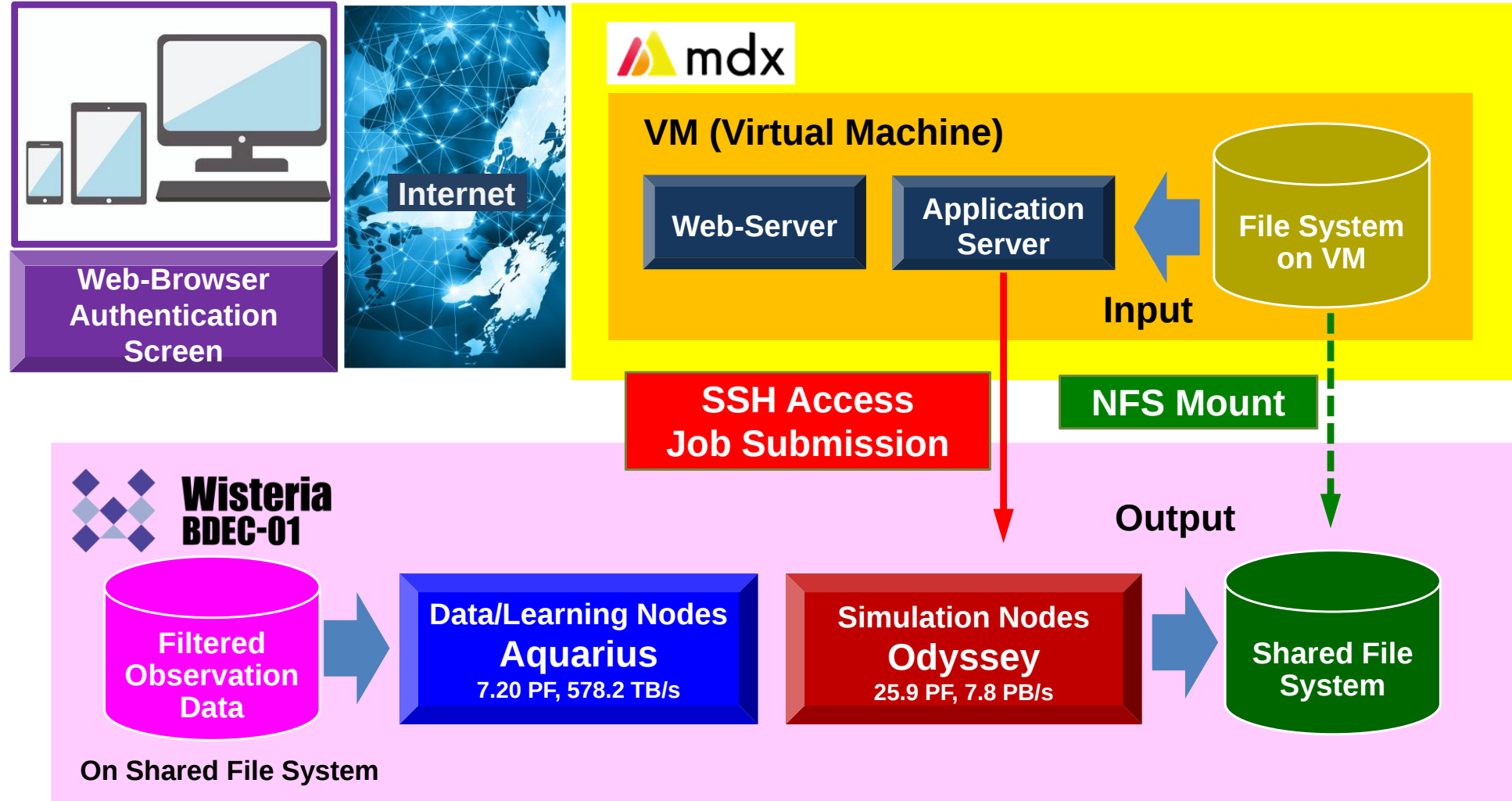
- データ活用・セキュリティを重視したクラウド型の高性能仮想化環境
- 9大学2研究所が共同運営し、全国共同利用



# Web-based Simulation System for Outreach Activities



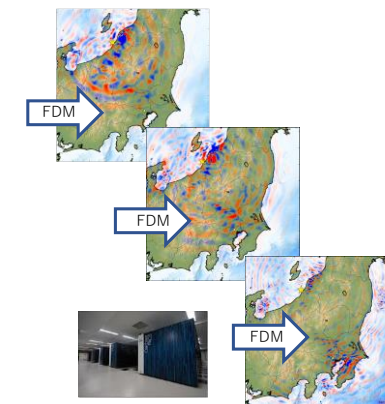
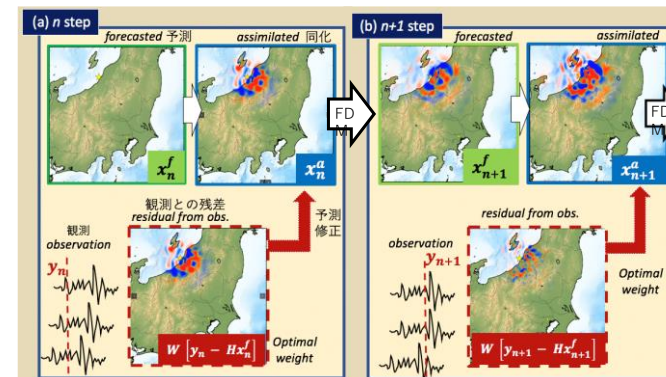
# Web-based Simulation System for Outreach Activities (Prototype for Demonstration)



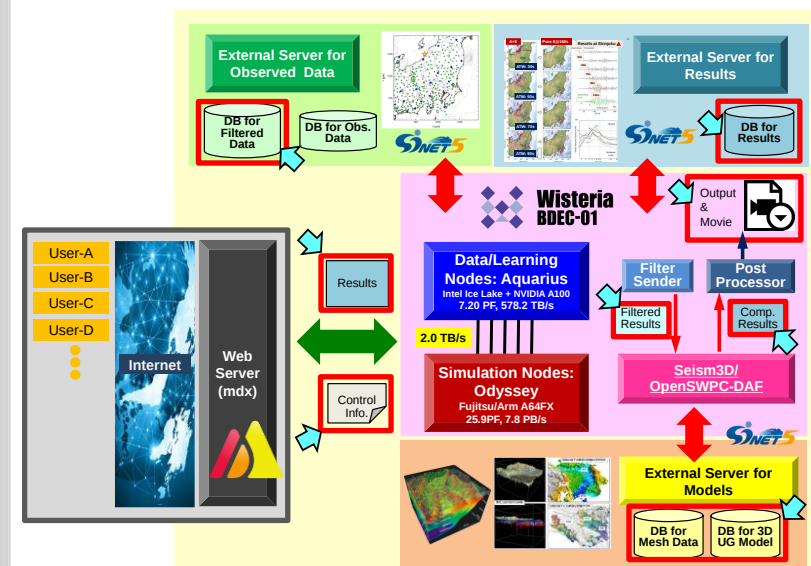
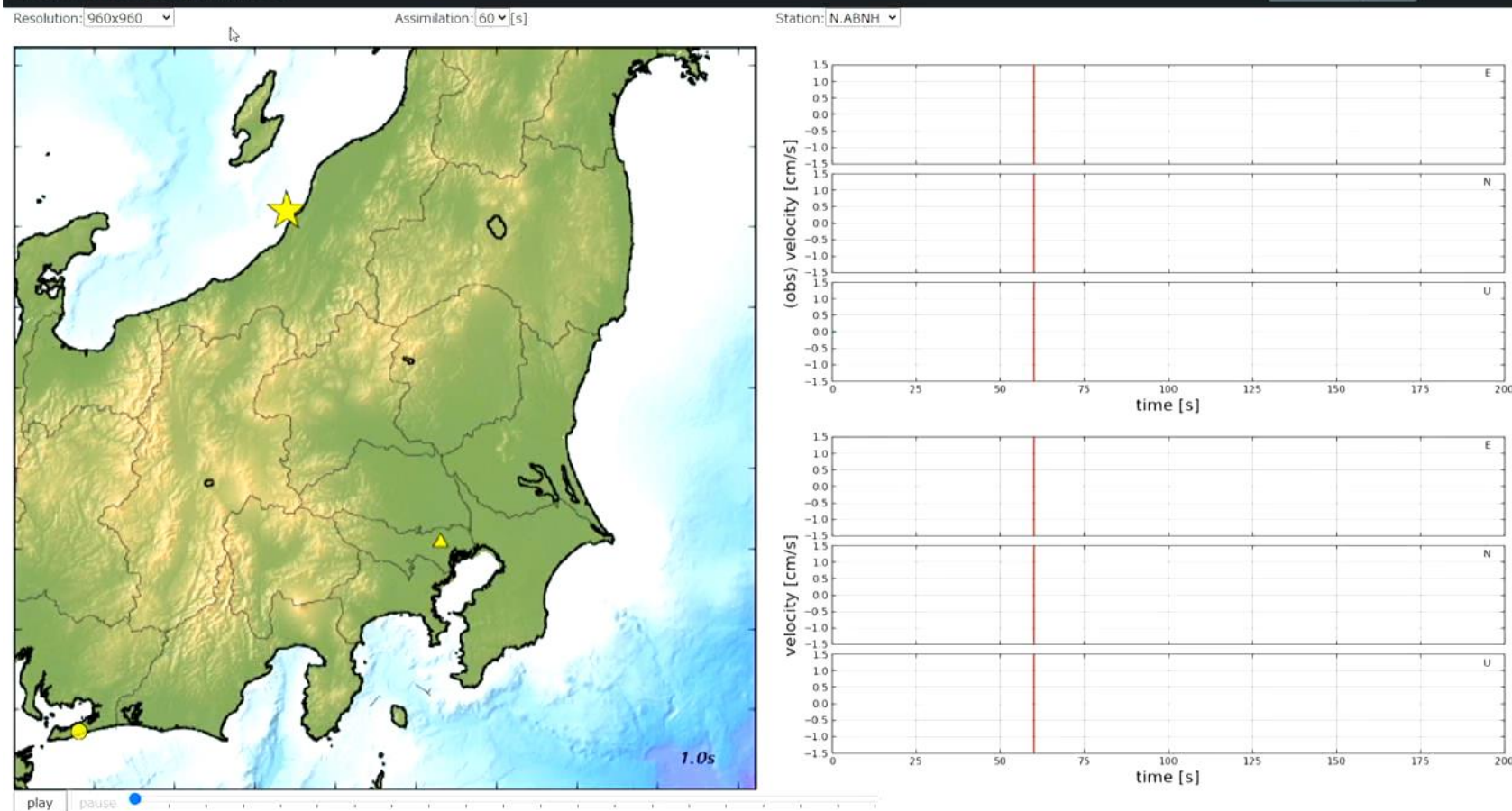
# mdxからWeb経由で大規模シミュレーション・データ同化をインタラクティブに実行

(A+S) Assimilation+Simulation

(Pure S) Pure Simulation/Forecast



Chuetsu offshore earthquake, 2007

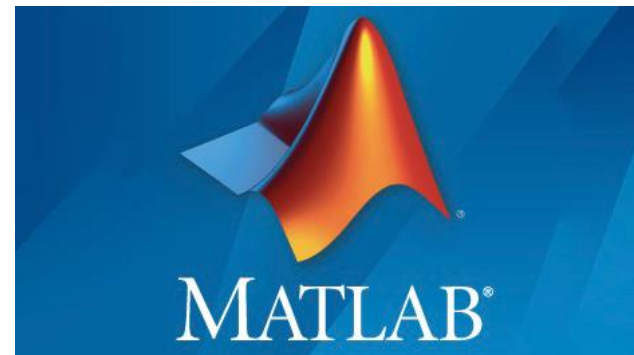
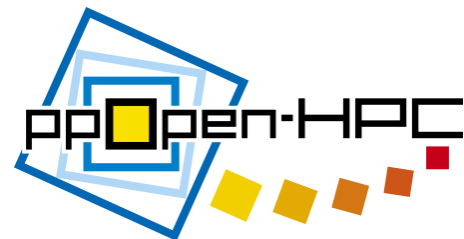


- 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要
  - システム紹介
  - ソフトウェア (h3-Open-BDEC)
- **スーパーコンピュータ(スパコン)を使うための様々な制度の紹介**
  - **通常利用(一般・トライアル)**
  - お試し利用, 講習会
  - HPCI
  - JHPCN
  - 若手・女性, AI for HPC
  - HPCチャレンジ, 教育利用
  - 企業利用(一般・トライアル)

# スパコン利用にあたっての指針(1/3)

## OBCX, 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)
    - OBCX, 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/>
    - OBCX, 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)
    - OBCX, Aquarius



# スパコン利用にあたっての指針(2/3)

## OBCX, 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(OBCX, 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)

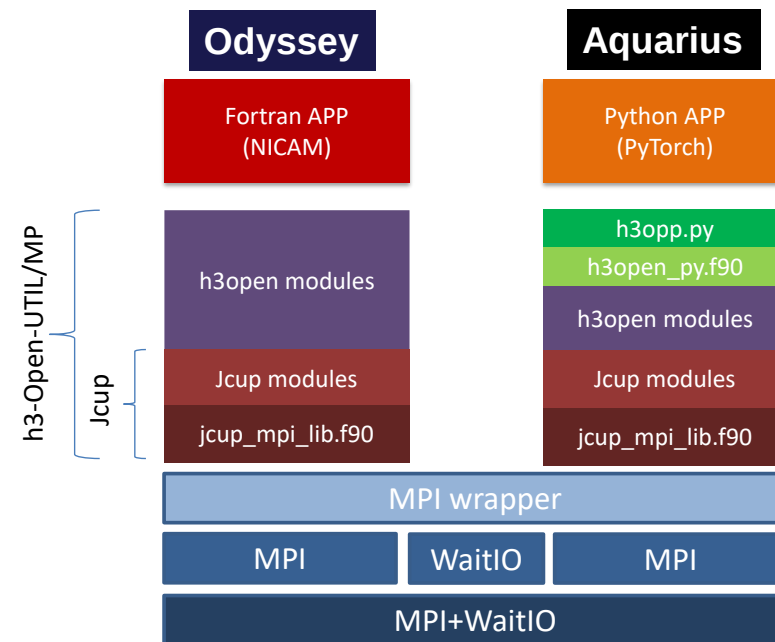
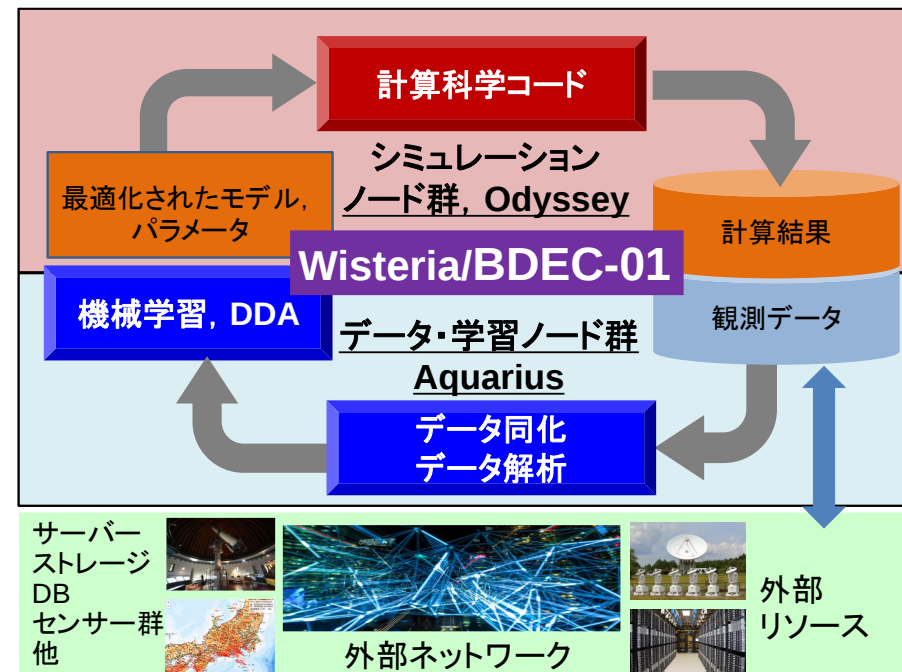
## OBCX, Odyssey, Aquarius

|                   | OBCX                                                                                                                    | 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・<br>MATLAB等 | ○                                                                                                                       | ×～△                                                                                                                     | ○                                                                                                                                                        | -                                                                                               |
| その他の特徴            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Intel Xeon CPUのため特殊なチューニングは必要なく、そこそこの性能が出る</li> <li>外部接続ノード, SSD搭載ノード</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>A64FX(Arm)</li> <li>チューニング必須</li> <li>FP16</li> <li>商用コードへの対応がやや遅れている</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>CPU(Ice Lake): 高い推論性能</li> <li>GPU(A100): Tensor Core + Tensor Float [TF32]</li> <li>超大規模シミュレーションには不向き</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>O-A連携についてはソフトウェア開発(h3-Open-BDEC, WaitIO), 応相談</li> </ul> |

# 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年度向け利用説明会(オンライン)

- 2022年11月29日(木)1300-1500(JHPCN)
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/seminar/20221129.php>
- 2023年1月19日(金)1300-1600(企業, 若手・女性, AI-for-HPC)
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/seminar/20230119.php>
- 2023年7月(予定)(企業, 若手・女性, AI-for-HPC )
- 諸制度
  - 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/>

# 2023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<br>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<br>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<br>(プロダクションラン)など, 無<br>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          | 2023年2月10日<br>(4月1日開始保証) |
| お試し利用      |          | 随時          |                          |
| JHPCN      |          | 年1回(1月)     | 2023年度募集終了               |
| HPCI       | 一般・若手・産業 | 年1回(10-11月) | 2023年度募集終了               |
| 若手女性       | 一般       | 年2回(8・2月)   | 2023年2月21日               |
|            | インターン    | 年1回(夏季)     | 2023年7月4日                |
| AI for HPC |          | 随時, 年4回審査   | 2022年2月28日               |
| HPCチャレンジ   |          | 年数回         |                          |
| 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2月16日               |
|            | トライアル    | 随時, 年4回審査   | 2023年2月16日               |

# 2022年度からの主な変更点

| 旧                       |       | 新           |      |
|-------------------------|-------|-------------|------|
| 一般利用                    | パーソナル | 通常利用(一般)    | グループ |
|                         | グループ  |             |      |
| トライアルユース<br>(大学・公共機関向け) | パーソナル | 通常利用(トライアル) | グループ |
|                         | 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<br>(企業向け)      | パーソナル | 企業利用(トライアル) | グループ |
|                         | 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<br>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/riyokutei.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」

- ご不明な点は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>

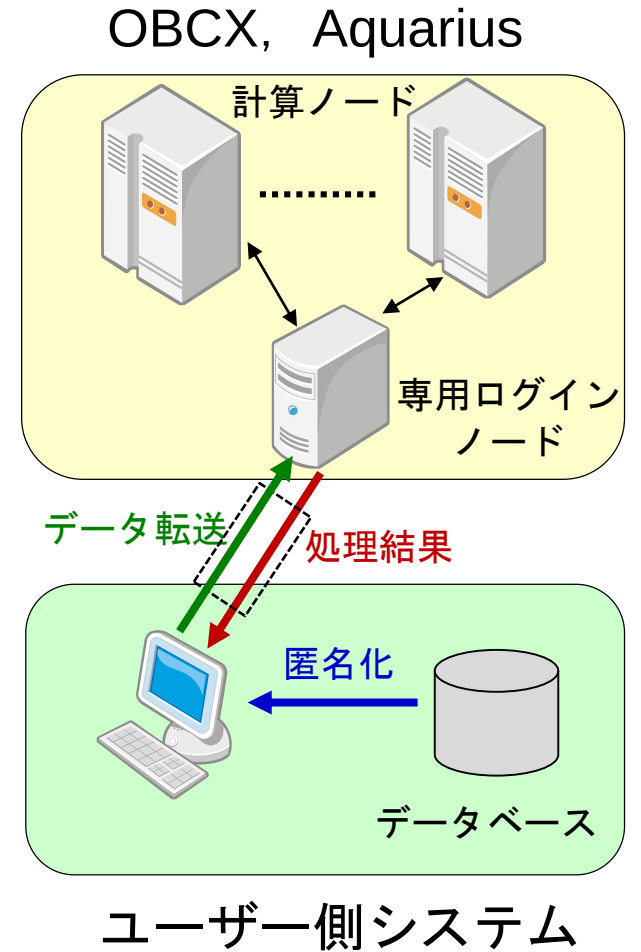
- 外国為替及び外国貿易法の関連法令(以下「外為法等」)が改正され, 2022年5月1日からみなし輸出管理の対象が拡大
  - 外為法等が対象とする貨物の輸出及び技術の提供
  - 国境を超えた貨物輸出, 技術提供の他, 国内であっても, 居住者から非居住者への技術の提供が「輸出とみなさ」れ, 外為法による輸出管理の対象となる(みなし輸出管理)
- 改正外為法等では, 「居住者⇒居住者」の技術提供についても, 技術提供を受ける居住者が外為法等に規定される外国政府・外国法人等から強い影響を受けている状態に該当(以下「類型該当」)する場合, みなし輸出管理の対象
  - 改正外為法等を遵守し, み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

# 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, OBCX)」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1.5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)

- OBCX, 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, OBCX 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

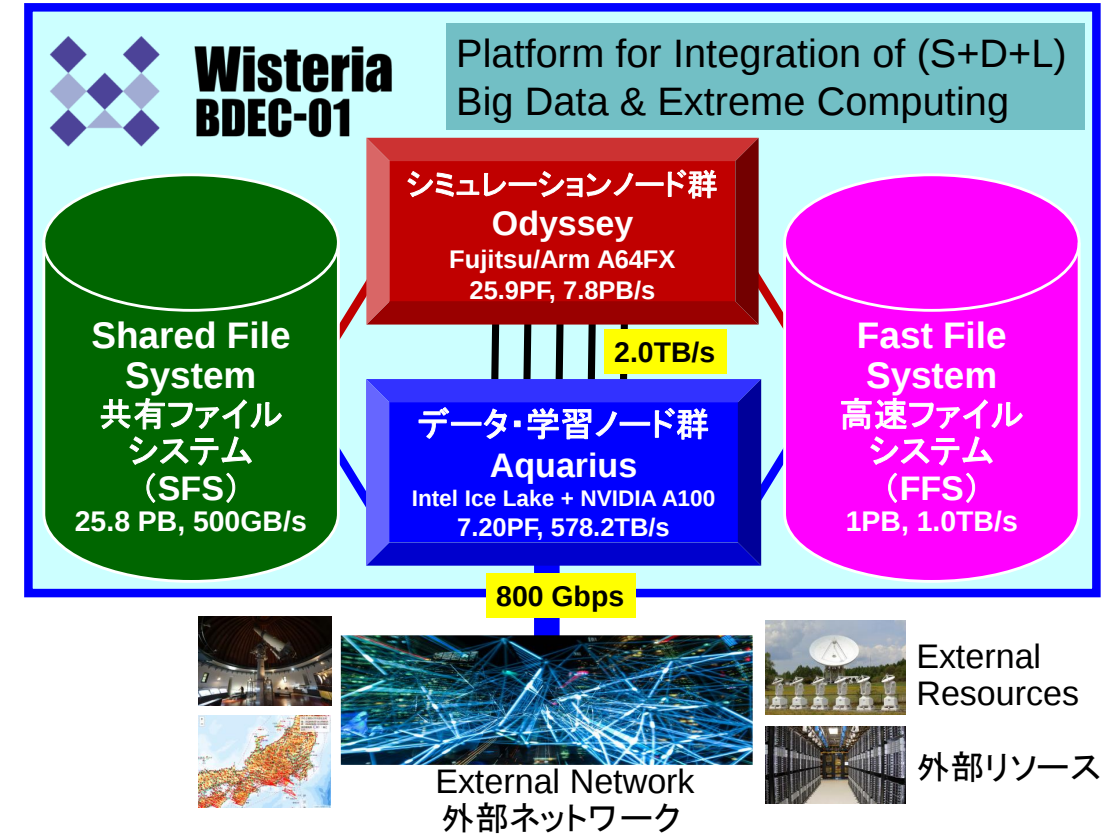
- 一般利用

- 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



# 2023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10日**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！
- 負担金について
  - 電気料金単価高騰
    - 2023年3月末時点で、2021年度の約2倍
    - 2022年度平均で、2021年度の約1.5倍
    - ただ、原油価格は減少しつつあり、円高も相俟って電気料金単価も減少することが期待される
  - **2023年度**
    - 2022年度の1.5倍となっている（企業利用も含む）
    - ストレージは据置
    - それでも足りないので、Odysseyについては4月以降最大25%程度をシャットダウンする、電気料金単価の状況を見て、運用率を回復する
      - 例年、4月～6月は利用率低い

# 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<br>(年額、税込)                 | 利用可能<br>ノード・GPU数                                               | 割当トークン量(年間)<br>及び消費係数                                                                                                                                                                                | ディスク量                                  |
|----------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 申込1セット当り | 90,000円<br><br>(企業:<br>108,000円) | Odyssey :<br>最大2,304ノード<br><br>Aquarius :<br>最大64GPU<br>(8ノード) | 8,640 トークン<br>(Odyssey 1ノード、<br>24時間 × 360日相当)<br><u>(10.42円／NH)</u><br><br>Odyssey 消費係数 : 1.00<br>(1ノード当たり)<br>※優先利用ノード群<br>(全体の15%程度)は<br>消費係数が1.50 となります<br><br>Aquarius 消費係数 : 3.00<br>(1GPU当たり) | •グループ (/work) 2TB<br>•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<br>(年額、税込)                                         | 利用可能<br>ノード・GPU数                                               | 割当トークン量(年間)<br>及び消費係数                                                                                                                                                 | ディスク量                                                                                           |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ノード固定<br>Aquarius<br>申込1セット当り | 3,240,000円<br>※1セットのみ<br>申込可能<br><br>(企業:<br>3,888,000円) | Odyssey :<br>最大2,304ノード<br><br>Aquarius :<br>最大64GPU<br>(8ノード) | 207,360 トークン<br>(8GPU, 24時間 × 360日相当)<br><br>Odyssey 消費係数 : 1.00<br>(1ノード当たり)<br>※優先利用ノード群<br>(全体の15%程度)は<br>消費係数が1.50となります。<br><br>Aquarius 消費係数 : 3.00<br>(1GPU当たり) | <ul style="list-style-type: none"> <li>•グループ (/work) 48TB</li> <li>•利用者 (/home) 50GB</li> </ul> |

- Odessey, 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<br>(年額、税込)                                                            | 利用可能<br>ノード数                                                   | 割当トークン量(年間)<br>及び消費係数                                                                                                                                               | ディスク量                                                                                          |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GPU専有<br>Aquarius<br>申込1セット当り | 405,000円<br>※申込単位は<br>1,2,4セットのみ<br><br>(1,2,4GPU)<br><br>(企業:<br>486,000円) | Odyssey :<br>最大2,304ノード<br><br>Aquarius :<br>最大64GPU<br>(8ノード) | 25,920 トークン<br>(1GPU、24時間 × 360日相当)<br><br>Odyssey 消費係数 : 1.00<br>(1ノード当たり)<br>※優先利用ノード群<br>(全体の15%程度)は<br>消費係数が1.50となります。<br><br>Aquarius 消費係数 : 3.00<br>(1GPU当たり) | <ul style="list-style-type: none"> <li>•グループ (/work) 6TB</li> <li>•利用者 (/home) 50GB</li> </ul> |

- Odessey, 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

# 通常利用(一般)(OBCX)

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

|                    | 利用負担金<br>(年額、税込)               | 利用可能<br>ノード数 | 割当トークン量 (年間)<br>及び消費係数                      | ディスク量                                                                                          |
|--------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 基本コース<br>(1セット当たり) | 150,000円<br>(企業 :<br>180,000円) | 最大256ノード     | 8,640 ノード時間<br>(24時間×360日相当)<br>消費係数 : 1.00 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・グループ (/work) 4TB</li> <li>・利用者 (/home) 50GB</li> </ul> |
| ノード固定<br>(1セット当たり) | 225,000円<br>(企業 :<br>270,000円) | 最大256ノード     | 8,640 ノード時間<br>(24時間×360日相当)<br>消費係数 : 1.00 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・グループ (/work) 4TB</li> <li>・利用者 (/home) 50GB</li> </ul> |

Total: 1,368 nodes

128 nodes with SSD

16

OBCXの16ノード(外部接続ノード)

SINET経由で外部計算機資源に直接接続、BDECにおけるデータ・学習ノード群と同様の役割

✓ SSD搭載ノードもノード固定可能

✓ 外部接続ノードはノード固定で利用

# 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<br>600万個 | <ul style="list-style-type: none"><li>✓ ユーザIDごとに登録</li><li>✓ 複数グループ所属による容量変動なし</li><li>✓ ログインディレクトリ兼用</li></ul>                    |
| /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"><li>✓ プロジェクトコードごとに登録</li><li>✓ 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</li><li>✓ グループメンバーで共有利用</li></ul> |

# 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]   |

## 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10日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！

- 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<br>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](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/>

- Wisteria/BDEC-01, Oakbridge-CX, Oakforest-PACS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），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
  - ✓ 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

# 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, Oakbridge-CX, Oakforest-PACS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(オンライン)(1/2)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/197/>

- 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 など、GPUに関連した課題に対して、メンターからの助言を受けながら、その課題解決に取り組めます。
- メンター
  - エヌビディア合同会社、東大情報基盤センターなどから参加し、参加者の課題解決にご協力します。
- **12月12日～19日に実施(終了)**
  - 各チームで実践中は、ベストエフォートでメンターがQ&A対応
  - 年度内にもう1回、来年度は4回以上実施の予定



# GPUミニキャンプ(オンライン)(2/2)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/197/>

- 実施形式
  - Zoom と Slack を使ったオンライン形式
- 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<br>(トライアル) |       | △   | ○  | △  |    | +面接 | 一部 | ✓   |   |   | ✓ | ✓ | 3ヶ月無料<br>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     |

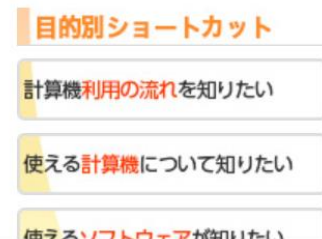
# HPCI

<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
- 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



# HPCI課題募集

[https://www.hpci-office.jp/pages/proposal\\_submission?tab=current](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<br>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になっている
  - 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
  - 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-3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
- 2024年度の募集は2023年11月頃開始
  - [uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp](mailto: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)

# 2020年度東大利用課題（OB外：OBCX外部接続）（1/2）

| 課題番号          | 課題名・代表者（所属）                                                                                               | RB | OFP | OB | OB外 | FENNEL |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----|-----|--------|
| jh200002-NAH  | 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<br>三浦英昭（核融合科学研究所）                                                      |    | ○   |    |     |        |
| jh200005-NAH  | 大規模並列計算による格子の最短ベクトル探索の効率化に関する研究<br>柏原賢二（東京大学）                                                             | ○  |     |    |     |        |
| jh200008-NAH  | Developing Accuracy Assured High Performance Numerical Libraries for Eigenproblems<br>片桐孝洋（名古屋大学）         | ○  |     | ○  |     |        |
| jh200016-NAH  | データサイエンスに基づく高分子材料の構造物性相関<br>天本義史（九州大学）                                                                    | ○  |     |    |     |        |
| jh200020-MDH  | 機械学習に基づくマクロ経済変動の数理モデリング<br>齊木吉隆（一橋大学）                                                                     | ○  |     |    |     |        |
| jh200022-DAH  | 社会の分析とシミュレーションのための合成人口データ提供システム<br>村田忠彦（関西大学）                                                             |    |     |    |     | ○      |
| jh200023-NAHI | Hierarchical low-rank approximation methods on distributed memory and GPUs<br>横田理央（東京工業大学）                | ○  |     |    |     |        |
| jh200027-ISH  | 超巨大ニューラルネットワークのための分散深層学習フレームワークの開発とスケーラビリティの評価<br>田仲正弘（情報通信研究機構）                                          | ○  |     | ○  |     |        |
| jh200029-NAH  | 時空間領域境界積分方程式法の高速解法の開発と巨大地震シミュレーションへの応用<br>安藤亮輔（東京大学）                                                      |    | ○   |    |     |        |
| jh200036-MDHI | High resolution simulation of cardiac electrophysiology on realistic whole-heart geometries<br>中島研吾（東京大学） |    | ○   | ○  |     |        |
| jh200037-NAH  | 高性能・変動精度・高信頼性数値解析手法とその応用<br>中島研吾（東京大学）                                                                    | ○  | ○   | ○  |     |        |

# 2020年度東大利用課題（OB外：OBCX外部接続）（2/2）

| 課題番号                 | 課題名・代表者(所属)                                                                                                       | RB | OFP | OB | OB外 | FENNEL |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----|-----|--------|
| jh200038-MDH         | 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(情報通信研究機構)                                                  |    |     | ○  |     |        |
| jh200041-NAH         | Innovative Multigrid Methods II<br>藤井昭宏(工学院大学)                                                                    |    | ○   | ○  |     |        |
| <b>jh200042-DAH</b>  | <b>Deep Learningを用いた医用画像診断支援に関する研究</b><br><b>佐藤一誠(東京大学)</b>                                                       | ○  | ○   | ○  |     |        |
| <b>jh200043-MDHI</b> | <b>Development of Fast Surrogate for Approximating Large-scale 3D Blood Flow Simulation</b><br><b>下川辺隆史(東京大学)</b> | ○  | ○   | ○  |     |        |
| jh200045-NAH         | エクサスケール時代の数値計算手法に対する性能予測技術<br>深谷猛(北海道大学)                                                                          |    | ○   | ○  |     |        |
| jh200046-DAH         | 分散機械学習技術を用いた大規模医用画像処理の実現に向けた研究<br>大島聡史(名古屋大学)                                                                     | ○  |     |    |     |        |
| <b>jh200047-NWH</b>  | <b>ハイブリッドクラウド構築とゲノム情報解析の効率的な運用に関する研究</b><br><b>長崎正朗(京都大学)</b>                                                     |    |     | ○  | ○   |        |
| jh200051-NAHI        | Scalable Multigrid Poisson solver for AMR-based CFD applications in Nuclear Engineering<br>小野寺直幸(日本原子力研究開発機構)     |    |     | ○  |     |        |
| <b>jh200062-NAH</b>  | <b>ゲリラ豪雨予測のリアルタイム実証実験</b><br><b>三好建正(理化学研究所)</b>                                                                  |    | ○   |    |     |        |
| jh200064-NAH         | 機械学習を用いた風環境予測精度の向上と防災技術への応用<br>高木洋平(横浜国立大学)                                                                       |    | ○   | ○  |     |        |
| jh210003-NWJ         | 財務ビッグデータの可視化と統計モデリング<br>地道 正行(関西学院大学)                                                                             |    |     |    |     | ○      |

# 2021年度東大利用課題（OB外：OBCX外部接続）（1/2）

| 課題番号                | 課題名・代表者（所属）                                                                                                   | RB | OFP | OB | OB外 | W-O | W-A |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----|-----|-----|-----|
| jh210002-NAHI       | Developing Accuracy Assured High Performance Numerical Libraries for Eigenproblems<br>片桐孝洋（名古屋大学）             |    |     | ○  |     | ○   |     |
| jh210003-NAH        | GPU・CPU・ARMプロセッサに対する原子力CFDアプリケーション用の混合精度ポアソン解法<br>小野寺直幸（日本原子力研究開発機構）                                          |    |     | ○  |     |     | ○   |
| jh210004-NAH        | 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<br>三浦英昭（核融合科学研究所）                                                          |    | ○   |    |     | ○   |     |
| jh210009-MDH        | 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（情報通信研究機構）                                              |    |     |    | ○   |     |     |
| h210011-DAH         | Deep Learningを用いた医用画像診断支援に関する研究<br>佐藤一誠（東京大学）                                                                 | ○  |     |    |     |     | ○   |
| jh210015-NAH        | 高性能かつ高信頼な数値計算手法とその応用<br>荻田武史（東京女子大学）                                                                          |    | ○   | ○  |     | ○   | ○   |
| jh210017-MDH        | Development of physics informed machine learning for soft matter: polymer flows and beyond<br>John Molina（京大） |    |     | ○  |     |     | ○   |
| Jh210018-NWH        | ハイブリッドクラウド構築とゲノム情報解析の効率的な運用に関する研究<br>長崎正朗（京都大学）                                                               |    |     | ○  | ○   |     |     |
| jh210021-MDHI       | High resolution simulation of cardiac electrophysiology on realistic whole-heart geometries<br>中島研吾（東京大学）     |    | ○   | ○  |     | ○   |     |
| <b>jh210022-MDH</b> | <b>三次元強震動シミュレーションとリアルタイムデータ同化の融合<br/>中島研吾（東京大学）</b>                                                           |    | ○   | ○  | ○   | ○   | ○   |
| jh210023-NAH        | 時空間領域境界積分方程式法の高速解法の開発と巨大地震シミュレーションへの応用<br>安藤亮輔（東京大学）                                                          |    | ○   |    |     |     |     |

# 2021年度東大利用課題（OB外：OBCX外部接続）（2/2）

| 課題番号          | 課題名・代表者（所属）                                                                                          | RB | OFP | OB | OB外 | W-O | W-A |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----|-----|-----|-----|
| jh210024-NAHI | Hierarchical low-rank approximation methods on distributed memory and GPUs<br>横田理央（東京工業大学）           |    |     |    |     | ○   | ○   |
| jh210026-NAH  | Innovative Multigrid Methods II<br>藤井昭宏（工学院大学）                                                       |    | ○   | ○  |     | ○   |     |
| jh210027-NAH  | 機械学習モデルのリアプノフ指数ならびにリアプノフベクトルの解析<br>齊木吉隆（一橋大学）                                                        |    | ○   |    |     |     |     |
| jh210030-DAH  | 大規模分散医用画像処理に向けた医用画像処理アプリケーションの最適化<br>大島聡史（名古屋大学）                                                     |    |     |    |     |     | ○   |
| jh210034-NAH  | 高レイノルズ数乱流のデータ科学プラットフォームの構築<br>石原卓（岡山大学）                                                              |    | ○   |    |     |     |     |
| jh210035-NAH  | GPUの高速並列計算で実現する交差禁止制御可能な高分子シミュレータの開発<br>萩田克美（防衛大学校）                                                  |    |     |    |     |     | ○   |
| jh210040-MDH  | 合成人口プロジェクト：従業地・通学地属性の確率的割当てと深層学習による空中写真からの住宅判別 村田忠彦（関西大学）（HPCI共有ストレージ使用）                             |    |     |    |     |     |     |
| jh210044-NAH  | エクサスケール時代の数値計算手法に対する性能予測技術<br>深谷猛（北海道大学）                                                             |    | ○   | ○  |     | ○   |     |
| jh210046-NAH  | グラフ構造で一般化された動的負荷分散フレームワークの構築と重合メッシュ法への適用<br>森田直樹（筑波大学）                                               |    |     | ○  |     |     |     |
| jh210049-MDH  | Developing data driven analysis methods for extreme scale numerical simulations<br>朝比祐一（日本原子力研究開発機構） |    |     |    |     |     | ○   |
| jh210051-MDH  | Development of Fast Surrogate for Approximating Large-scale 3D Blood Flow Simulation<br>下川辺隆史（東京大学）  | ○  | ○   |    |     |     | ○   |
| jh211011-NWJ  | 財務ビッグデータの可視化と統計モデリング<br>地道 正行（関西学院大学）（FENNEL使用）                                                      |    |     |    |     |     |     |

# 2022年度東大利用課題(OB外:OBCX外部接続)(1/3)

## 計算科学, 計算機科学・システム, データ・学習, 融合

| 課題番号             | 課題名                                                                        | 代表者(所属)      | OB | OB外 | W-O | W-A |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------|----|-----|-----|-----|
| jh220005         | 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) |    |     | ○   |     |
| jh220007         | 偏った訓練データに基づく力学系の機械学習モデリング                                                  | 齊木吉隆(一橋大学)   |    |     | ○   |     |
| jh220009<br>国際共同 | Hierarchical low-rank approximation methods on distributed memory and GPUs | 横田理央(東工大)    |    |     |     | ○   |
| jh220011         | 大規模分散医用画像処理アプリケーションの実用化に向けた研究                                              | 大島聡史(名古屋大)   |    |     |     | ○   |
| jh220012         | ノードを跨ぐ多数GPU環境下でのマルチフィジックス粒子法の高速度化                                          | 浅井光輝(九州大)    |    |     |     | ○   |
| jh220013         | 時空間領域境界積分方程式法の高速度解法の開発と巨大地震シミュレーションへの応用                                    | 安藤亮輔(東大)     |    |     | ○   |     |
| jh220014         | 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(京大)     | ○  | ○   |     |     |
| jh220019         | 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)   |    |     | ○   |     |
| jh220020         | 極端気象現象予測における不確実性の起源の解明<br>(AI-for-HPC発展課題)                                 | 澤田洋平(東大)     |    |     | ○   | ○   |
| jh220022         | 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)  | ○  |     | ○   | ○   |

# 2022年度東大利用課題(OB外:OBCX外部接続)(2/3)

計算科学, 計算機科学・システム, データ・学習, 融合

| 課題番号             | 課題名                                                                                         | 代表者(所属)    | OB | OB外 | W-O | W-A |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----|-----|-----|-----|
| jh220029         | 三次元強震動シミュレーションとリアルタイムデータ同化の融合                                                               | 中島研吾(東大)   | ○  | ○   | ○   | ○   |
| jh220030         | 超高解像度の即時予測の実現に向けた都市街区内風況データベースの構築                                                           | 小野寺直幸(原研)  |    |     | ○   | ○   |
| jh220031         | Targeting exa-scale systems: performance portability and scalable data analyses             | 朝比祐一(原研)   |    |     | ○   | ○   |
| jh220036         | 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)  |    |     |     | ○   |
| jh220038         | 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)   |    |     |     | ○   |
| jh220041<br>国際共同 | High resolution simulation of cardiac electrophysiology on realistic whole-heart geometries | 中島研吾(東大)   | ○  |     | ○   | ○   |
| jh220042         | 人と衣服と気流の連成相互作用シミュレーション・フレームワークの構築                                                           | 青木尊之(東工大)  |    |     |     | ○   |
| jh220046         | 次世代演算加速装置とそのファイルIOに関する研究                                                                    | 塙敏博(東大)    |    |     |     | ○   |
| jh220047         | グラフ構造で一般化された静的負荷分散フレームワークの高度化とメッシュフリー法への適用                                                  | 森田直樹(筑波大)  | ○  |     |     |     |
| jh220048         | 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) |    | ○   |     |     |

# 2022年度東大利用課題（OB外：OBCX外部接続）（3/3）

計算科学, 計算機科学・システム, データ・学習, 融合

| 課題番号             | 課題名                                               | 代表者(所属)         | OB | OB外 | W-O | W-A |
|------------------|---------------------------------------------------|-----------------|----|-----|-----|-----|
| jh220049<br>国際共同 | Innovative Multigrid Methods II                   | 藤井昭宏(工学院大)      | ○  |     | ○   |     |
| jh220052         | 時空間発展する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)       |    |     |     | ○   |
| jh220054         | ソフトマター流動の機械学習                                     | John Molina(京大) |    |     |     | ○   |
| jh220055         | 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<br>(AI-for-HPC発展課題) | 菊地淳(理研)         |    |     | ○   | ○   |
| jh220057         | 統合機械学習分子動力学システムの構築                                | 奥村雅彦(JAEA)      | ○  |     | ○   | ○   |
| jh220058         | 次世代学術情報基盤に向けた基盤ソフトウェアの実践的な研究・<br>開発・評価            | 杉木章義(北大)        |    |     |     | ○   |

- 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<br>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<br>Odyssey                                                                                                                                                                                                         | Wisteria/BDEC-01<br>Aquarius                                                                                                                                                                                                              | Oakbridge-CX                                                                                                          | mdx<br><a href="https://mdx.jp/mdx/">https://mdx.jp/mdx/</a>                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>6ヶ月(90,000円相当)</b><br>① 8,640(2ノード×6ヶ月)<br>② 2,304ノード<br>③ 1.00(1ノード)<br>④ 4TB<br><br><b>12ヵ月(180,000円相当)</b><br>① 17,280(2ノード年)<br>② 2,304ノード<br>③ 1.00(1ノード)<br>④ 4TB<br><br><b>ディスク容量追加(1TB)</b><br>6ヶ月:3,240円<br>12ヶ月:6,480円 | <b>6ヶ月(135,000円相当)</b><br>① 12,960(1GPU×6ヶ月)<br>② 8ノード(64GPU)<br>③ 3.00(GPU)<br>④ 6TB<br><br><b>12ヶ月(270,000円相当)</b><br>① 25,920(1GPU年)<br>② 8ノード(64GPU)<br>③ 3.00(GPU)<br>④ 6TB<br><br><b>ディスク容量追加(1TB)</b><br>6ヶ月:3,240円<br>12ヶ月:6,480円 | <b>6ヶ月(150,000円相当)</b><br>① 8,640(2ノード×6ヶ月)<br>② 256ノード<br>③ 1.00(1ノード)<br>④ 8TB<br><br><b>ディスク容量追加</b><br>6ヶ月:3,240円 | ✓ 608vCPU(4ノード相当)<br>✓ 1GPU<br>✓ 仮想ディスク 100GB<br>✓ 高速内部ストレージ 1TiB<br>✓ 大容量内部ストレージ 2TiB<br>✓ オブジェクトストレージ 2TiB<br>✓ グローバルIPアドレス 1個 |

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」2022年度採択課題(1/2)

## 2022年度前期

| 課題名                                                                                                | 代表者          | 所属機関                                          | 利用システム                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------|--------------------------|
| 濡れた粉体の変形・流動特性の理解                                                                                   | 吉井 究         | 大阪大学基礎工学研究科                                   | OBCX                     |
| t6A修飾を含むリボソーム翻訳開始複合体における開始コドン認識動態の分子動力学計算による解析                                                     | 亀田 健         | 立命館大学生命科学部                                    | mdx                      |
| 擬スペクトルMHDコードで狙う磁気回転乱流における慣性領域の解像                                                                   | 川面 洋平        | 東北大学学際科学フロンティア研究所                             | OBCX, Odyssey            |
| 着陸探査プローブのクラッシュブル材とレゴリスの衝突・干渉作用に関する数値解析                                                             | 徳永 賢太郎       | 東京大学工学系研究科                                    | Wisteria/BDEC-01 Odyssey |
| 磁気ノズルスラストにおける中性粒子流れとエネルギー輸送の数値解析                                                                   | 江本 一磨        | 横浜国立大学理工学府                                    | OBCX, Odyssey            |
| 次世代銀河分光観測に向けたフィールドレベル解析の確立                                                                         | 大里 健         | 京都大学基礎物理学研究所                                  | Aquarius                 |
| 階層性が内在するガラスのエネルギー地形における低周波数振動の緩和予言能の起源                                                             | 白石 薫平        | 東京大学総合文化研究科                                   | OBCX                     |
| Constructing deep learning models of biological fitness landscapes from sequencing data            | Adam Beattie | Chemistry Department, The University of Tokyo | Aquarius                 |
| 波形インバージョンによる南大西洋下のマントル最下部領域の地震波異方性構造推定                                                             | 大鶴 啓介        | 東京大学理学系研究科                                    | OBCX                     |
| 地震波形インバージョンによるマントル最下部のS・P波速度構造同時推定—地球深部の熱・化学進化の理解に向けて—                                             | 佐藤 嶺         | 佐藤嶺東京大学理学系研究科                                 | OBCX                     |
| 臨界レイノルズ数付近における矩形ダクト乱流中の二次流れと熱的制御                                                                   | 関本 敦         | 岡山大学学術研究院                                     | Odyssey                  |
| Inversion modeling of aquifer deformation for permeability estimation using Automatic Differential | 張 毅          | 公益財団法人地球環境産業技術研究機構                            | OBCX, Aquarius           |

# 「若手・女性」2022年度採択課題(2/2)

## 2022年度インターン

| 課題名                                                                                                                         | 代表者           | 所属機関                                                  | 利用システム   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|----------|
| SED フィットティングによる大規模データからの若返り銀河の検出                                                                                            | 田中 匠          | 東京大学理学部                                               | OBCX     |
| 乱流促進装置による層流-乱流遷移現象の大規模DNS                                                                                                   | 市坪 翔          | 横浜国立大学理工学部                                            | OBCX     |
| Forest Type Classification Based on Deep Learning Techonologies                                                             | 裴 慧卿          | 東京大学農学部                                               | Aquarius |
| Optimality Comparison of Chemical Kinetic Mechanism for Large Eddy Simulation of Turbulent Non premixed Hydrogen Combustion | Rahmat Waluyo | Institute of Industrial Sciences, University of Tokyo | OBCX     |

## 2022年度後期

| 課題名                                                                                                     | 代表者            | 所属機関             | 利用システム   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------|
| investigating tropical cloud organization and its interaction with large-scale circulation using global | HUNG CHING SHU | 東京大学理学系研究科       | Odyssey  |
| Key roles of hydrodynamic interactions on coil-globule transition of polyelectrolytes                   | Jiaxing Yuan   | 東京大学先端科学技術研究センター | Aquarius |
| データ駆動的アプローチを用いた水素燃焼現象の予測                                                                                | 大平 和季          | 東京大学工学系研究科       | OBCX     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 表面上における炭素膜の成長過程に関する研究                                                    | YUE QIANG      | 岡山大学自然科学研究科      | OBCX     |
| 衛星データと数値シミュレーションに基づく超低周波波動とリングカレントイオンの波動粒子相互作用の解明                                                       | 山本 和弘          | 東京大学理学系研究科       | OBCX     |
| 南極沿岸の棚氷の融解を促進するメカニズムの解明                                                                                 | 松田 拓朗          | 北海道大学低温科学研究所     | Odyssey  |
| クラックを含む資料の荷重への応答の分子動力学法を用いた解析                                                                           | 船橋 郁地          | 東京大学理学系研究科       | OBCX     |

# 「若手・女性」2022年課題採択数の推移

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

# 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)

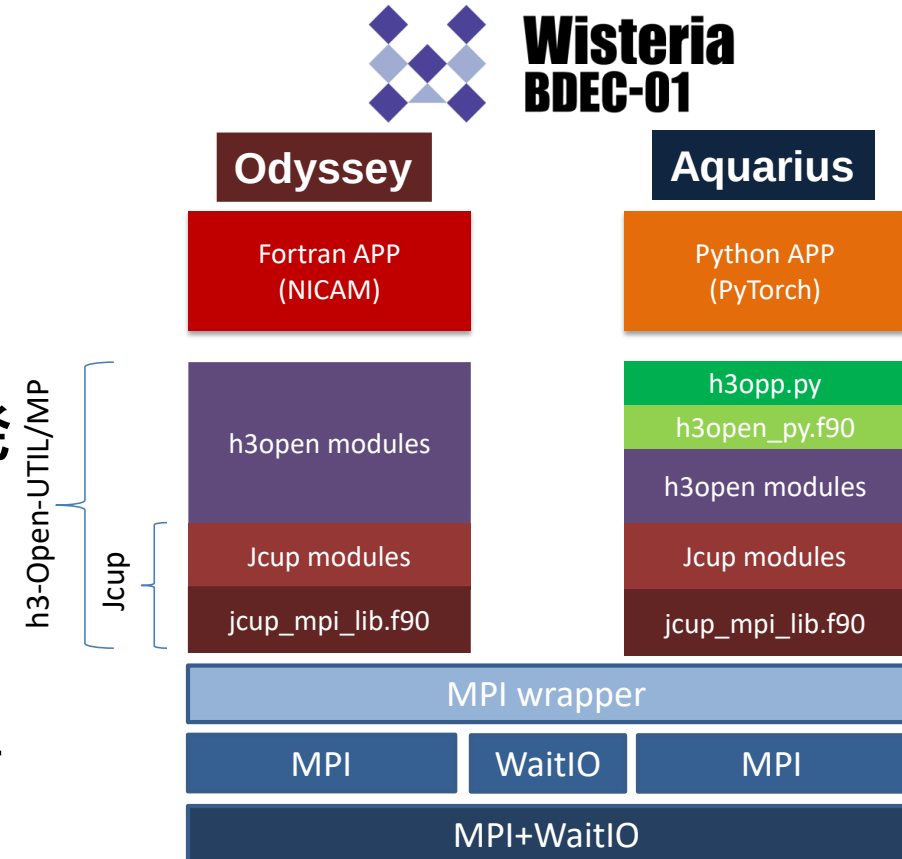
<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/exploratory/AIforHPC/>

- (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)
  - OBCX, 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)



# これまでの採択課題

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

- 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<br>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
- Oakbridge-CX
- 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](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<br>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(OBCX, O, A)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

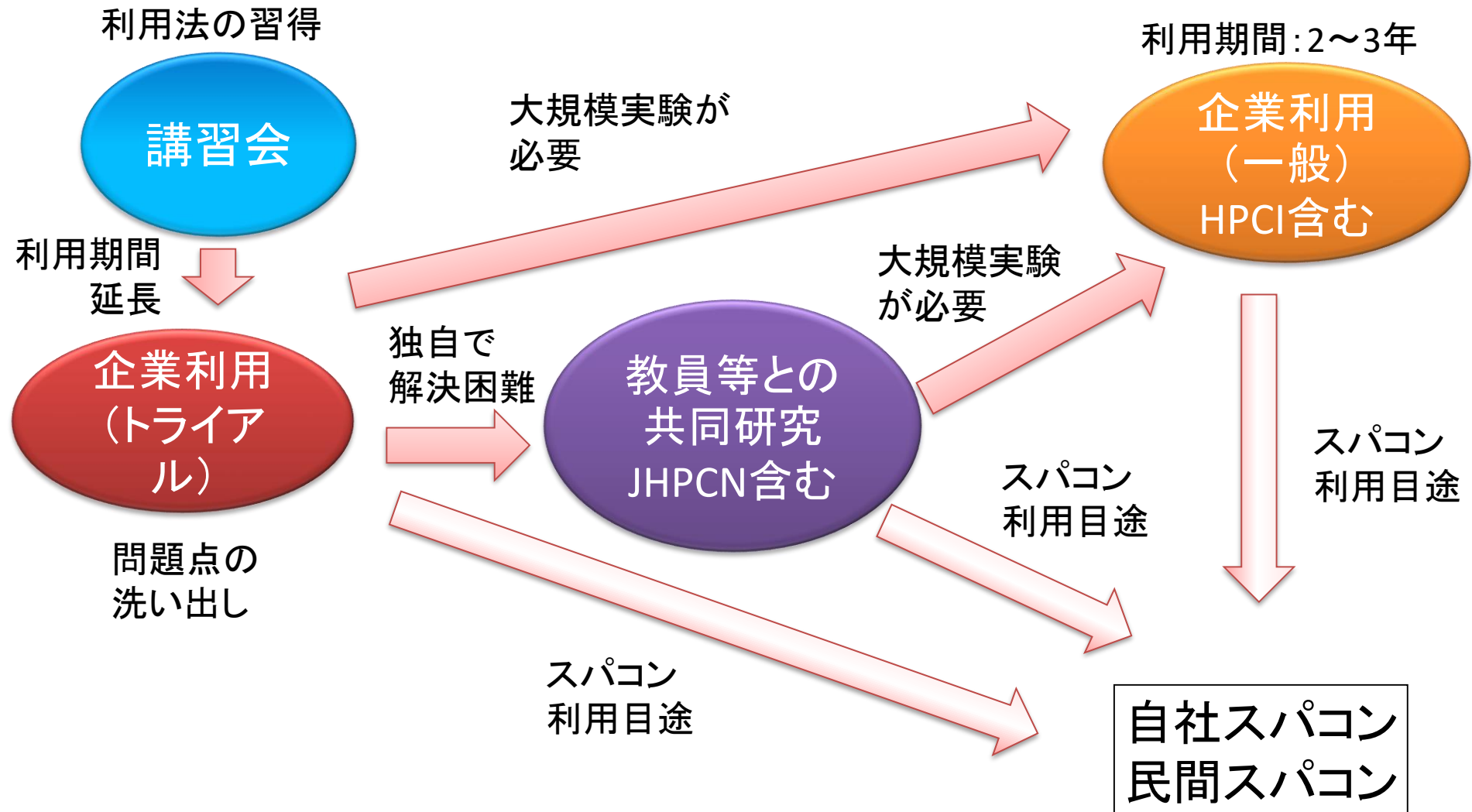
- ・有償, 最長12ヶ月

## 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)

# 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<br>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）<br>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を利用する必要性<br>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）<br>※ 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。<br>（ 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 ）<br>1. 計算科学<br>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。<br>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<br>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。<br>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<br>特記事項なし                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

# 2023年度諸制度(○:代表者, △:参加者)

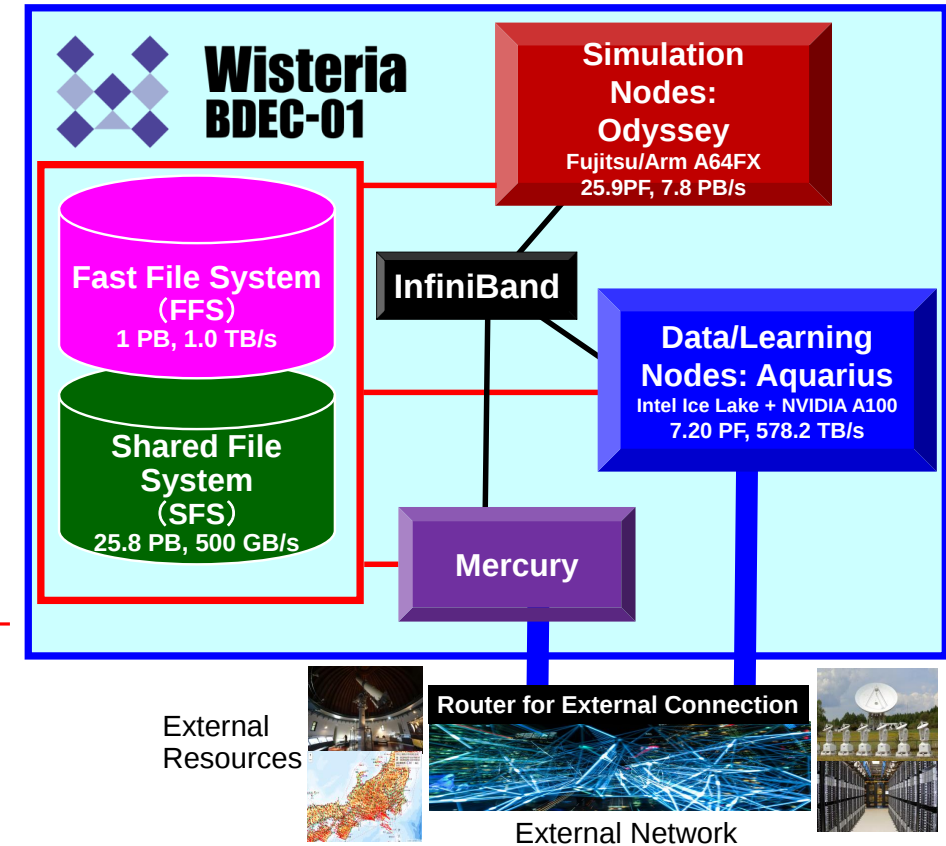
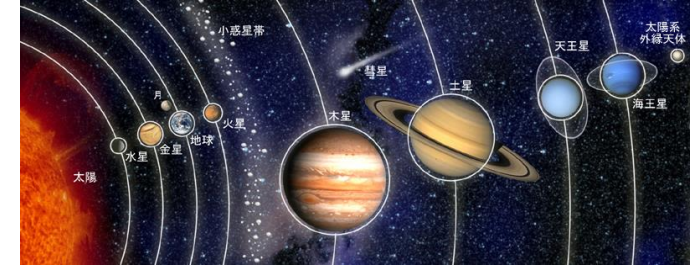
| 制度名        | 種別    | 大学等 | 企業 | 学生 | 個人 | 審査  | 無料 | 備考                                                |
|------------|-------|-----|----|----|----|-----|----|---------------------------------------------------|
| JHPCN      |       | ○   | ○  | △  |    | 書類  | ✓  | 基礎研究                                              |
| 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<br>(プロダクションラン)など, 無<br>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          | 2023年2月10日<br>(4月1日開始保証) |
| お試し利用      |          | 随時          |                          |
| JHPCN      |          | 年1回(1月)     | 2023年度募集終了               |
| HPCI       | 一般・若手・産業 | 年1回(10-11月) | 2023年度募集終了               |
| 若手女性       | 一般       | 年2回(8・2月)   | 2023年2月21日               |
|            | インターン    | 年1回(夏季)     | 2023年7月4日                |
| AI for HPC |          | 随時, 年4回審査   | 2022年2月28日               |
| HPCチャレンジ   |          | 年数回         |                          |
| 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2月16日               |
|            | トライアル    | 随時, 年4回審査   | 2023年2月16日               |

- おまけ: 将来構想

# 将来構想: OFP-II, Mercury

- 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, 電力料金高騰
- Wisteria-Mercury (2023年11月～)
  - GPUクラスタ
  - OFP-IIプロトタイプ
- OFP-II (2024年4月)
  - OFP後継機 (JCAHPC: 筑波大学と共同), 200+PF
  - GPUクラスタ
    - Mercuryと同じ, もしくはその後継GPU
  - CPU Onlyノード群あり (GPUホストと異なる可能性)
- アプリケーションの移植が必要 (3,000人)
  - 講習会, GPUミニキャンプによる対応



60<sup>th</sup> TOP500 List (Nov., 2022)

R<sub>max</sub>: Performance of Linpack (TFLOPS)

R<sub>peak</sub>: Peak Performance (TFLOPS), Power: kW

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

172

|    | Site                                                                            | Computer/Year Vendor                                                                                   |                         | Cores | R <sub>max</sub><br>(PFLOPS) | R <sub>peak</sub><br>(PFLOPS) | Power<br>(kW) |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|------------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1  | <u>Frontier, 2022, USA</u><br>DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory              | HPE Cray, EX235a, AMD Optimized 3 <sup>rd</sup> Gen. EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11  | Frontier: 52.2 GFLOPS/W | 64C   | 8,730,112                    | 1,102,000<br>(=1.102 EF)      | 1,685.65      |
| 2  | <u>Fugaku, 2020, Japan</u><br>R-CCS, RIKEN                                      | Fujitsu, PRIMERGY GX2570 M6, Xeon Platinum 8360Y 36C 2.4GHz, NVIDIA A100 SXM4 40 GB, InfiniBand HDR    | Fugaku: 14.8 GFLOPS/W   | 36C   | 7,630,848                    | 442.010<br>(= 442.0 PF)       | 537,212.0     |
| 3  | <u>LUMI, 2022, Finland</u><br>EuroHPC/CSC                                       | HPE Cray, EX235a, AMD Optimized 3 <sup>rd</sup> Gen. EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11  |                         | 64C   | 1,110,144                    | 151.90                        | 214.35        |
| 4  | <u>Leonardo, 2022, Italy</u><br>EuroHPC/CINECA                                  | Atos, BullSequana XH2000, Xeon Platinum 8358 32C 2.6GHz, NVIDIA A100 SXM4 64 GB, Infiniband HDR        |                         | 32C   | 2,414,592                    | 148.60                        | 200.79        |
| 5  | <u>Summit, 2018, USA</u><br>DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory                | IBM, Power System AC922, IBM POWER9 22C 3.07GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR InfiniBand |                         | 22C   | 2,414,592                    | 148.60                        | 200.79        |
| 6  | <u>Sierra, 2018, USA</u><br>DOE/NNSA/LLNL                                       | IBM, Power System S922LC, IBM POWER9 22C 3.1GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR InfiniBand |                         | 22C   | 1,572,480                    | 94.64                         | 125.71        |
| 7  | <u>Sunway TaihuLight, 2016, China</u><br>National Supercomputing Center in Wuxi | Sunway MPP, Sunway SW26010 260C 1.45GHz, Sunway                                                        |                         | 260C  | 10,649,600                   | 93.01                         | 125.44        |
| 8  | <u>Perlmutter, 2021, USA</u><br>DOE/NERSC/LBNL                                  | HPE Cray, EX235n, AMD EPYC 7763 64C 2.45GHz, NVIDIA A100 SXM4 40 GB, Slingshot-10                      |                         | 64C   | 761,856                      | 70.87                         | 93.75         |
| 9  | <u>Selene, 2020, USA</u><br>NVIDIA                                              | NVIDIA DGX A100 SuperPOD, AMD EPYC 7742 64C 2.25GHz, NVIDIA GA100, Mellanox Infiniband HDR             |                         | 64C   | 555,520                      | 63.46                         | 79.22         |
| 10 | <u>Tianhe-2A, 2018, China</u><br>National Super Computer Center in Guangzhou    | TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692v2 12C 2.2GHz, TH Express-2, Matrix-2000                         |                         | 12C   | 4,981,760                    | 61.44                         | 100.68        |
| 22 | <u>ABCI 2.0, 2021, Japan</u><br>AIST                                            | Fujitsu, PRIMERGY GX2570 M6, Xeon Platinum 8360Y 36C 2.4GHz, NVIDIA A100 SXM4 40 GB, InfiniBand HDR    |                         | 36C   | 504,000                      | 22.21                         | 54.34         |
| 23 | <u>Wisteria/BDEC-01 (Odyssey), 2021, Japan</u><br>ITC, University of Tokyo      | Fujitsu, PRIMEHPC FX1000, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu interconnect D                                        |                         | 48C   | 368,640                      | 22.12                         | 25.95         |

2001-2005

2006-2010

2011-2015

2016-2020

2021-2025

2026-2030

Hitachi SR8000  
1,024 GFHitachi SR11000  
J1, J2  
5.35 TF, 18.8 TFHitachi SR16K/M1  
Yayoi  
54.9 TFHitachi  
SR2201  
307.2GFHitachi  
SR8000/MPP  
2,073.6 GFHitachi HA8000  
T2K Todai  
140 TFOBCX  
(Fujitsu)  
6.61 PFOakforest-  
PACS (Fujitsu)  
25.0 PFOFP-II  
200+ PFFujitsu FX10  
Oakleaf-FX  
1.13 PFWisteria  
BDEC-01 Fujitsu  
33.1 PFBDEC-  
02  
250+ PFReedbush-  
U/H/L (SGI-HPE)  
3.36 PF

Mercury

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

# スケジュール概要



筑波大学  
University of Tsukuba



東京大学  
THE UNIVERSITY OF TOKYO

## Mercury & OFP-II

- GPU移行のための諸作業は遅くとも、2022年秋に始める必要がある
- それ以前にMercury・OFP-IIに搭載するGPU(両者は同じ)を決める必要あり
- 2022年2月～3月
  - プリベンチマークを各社に依頼(計算科学系7種類, Fortran, C)
- 2022年6月
  - GPUベンダーを決定
  - ポイント:性能, ポーティングのしやすさ, サポート体制, Fortranへの対応
- 2022年秋～
  - ポーティング開始, 当初はAquariusをプラットフォームとして使用(11月から開始)
  - OFP-II調達開始(2022年11月8日:導入説明会)
- 2023年秋～
  - Mercuryを使用した最適化, 評価:調達については2023年1月から再開
- 2024年4月:OFP-II運用開始

# Pre-Benchmarks

## OFP-II及びMercury向けGPU決定



筑波大学  
University of Tsukuba



東京大学  
THE UNIVERSITY OF TOKYO

- 7種類, 計算科学系(次頁)
  - CPU向け(OpenMP+MPI), GPU化済(CUDA/OpenACC)
  - 3つのカテゴリー(事実上は2つ:B,C), それぞれ2レベル
  - Mercury(2023秋), OFP-II(2024春)に使用するHWを想定した性能推定

|   |                                 |     |                                            |
|---|---------------------------------|-----|--------------------------------------------|
| A | CPU向けコードのホストCPU上での最適化(Optional) | A-1 | As-Is                                      |
|   |                                 | A-2 | 最適化                                        |
| B | CPU向けコードのGPUへの移植                | B-1 | 最低限の変更(OpenACC, OpenMP, Standard Language) |
|   |                                 | B-2 | フル最適化(OpenACC, CUDA)                       |
| C | OpenACC/CUDAによるGPU化済みコードの最適化    | C-1 | As-Is                                      |
|   |                                 | C-2 | フル最適化                                      |

# 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        |

# 各カテゴリの概要・評価基準

- Category-B: (OpenMP+MPI)
  - B-1: 最低限の変更 (OpenMP, OpenACC, Standard Language etc.)
  - B-2: フル最適化 (CUDA, OpenACC etc.)
  - 評価
    - B-2性能(絶対値)
    - (B-1)／(B-2)の性能比(できるだけ1に近い場合を高く評価)
- Category-C: (OpenACC, CUDA) , GPU化済み
  - C-1: As Is
  - C-2: フル最適化
    - C-2性能の絶対値で評価
- 性能・移植性の両者を評価
  - Performance & Portability
  - B-1においては特にPortability重視

# ポーティング概要

## Mercury & OFP-II



- サポート: 基本的には各自によるポーティング
  - ミニキャンプ, 講習会を頻繁に実施する
  - 相談会(毎月1回)
  - 移行ポータルサイト
    - [https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/gpu\\_porting.php](https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/gpu_porting.php)
- 特別サポート: 大口ユーザー(HPCI), コミュニティコード: 16個
  - JCAHPC, GPUベンダーによるサーヴェイ, 最適化
    - 全コード, 一部, ミニアプリ
  - 2022年11月から徐々に開始
    - Slackによるコミュニケーション, 一部会話は他グループとも共有
    - 商用コードを含むため, 別途NDA締結の必要あり(対応済み)

# MPI+OpenMPで並列化されたFortranプログラムのGPUへの移行手法(オンライン)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/196/>

- 趣旨
  - 本講習会ではOFP-IIへのプログラム移植に向け、既存のMPI+OpenMPでCPU向けに並列化されたFortranプログラムのGPU環境への移植手法を学ぶ
  - 受講料は無料
  - GPUへの移行は基本的にOpenMP(CPU向け)で並列化されたループを対象として実施
  - GPU向けのループ並列化の手段としてはOpenACC, OpenMP 5.x, do concurrent, CUDA Fortranなど様々であるため、それぞれの特徴や使い方を学ぶ
  - Wisteria/BDEC-01(Aquarius)を活用し、OpenMPでCPU向けに並列化された有限要素法のプログラムを題材とした、GPUへの移植の演習を行う
- 12月7日午後開催(オンライン)(終了)
  - 年明けにも開催予定

# GPUミニキャンプ(オンライン)

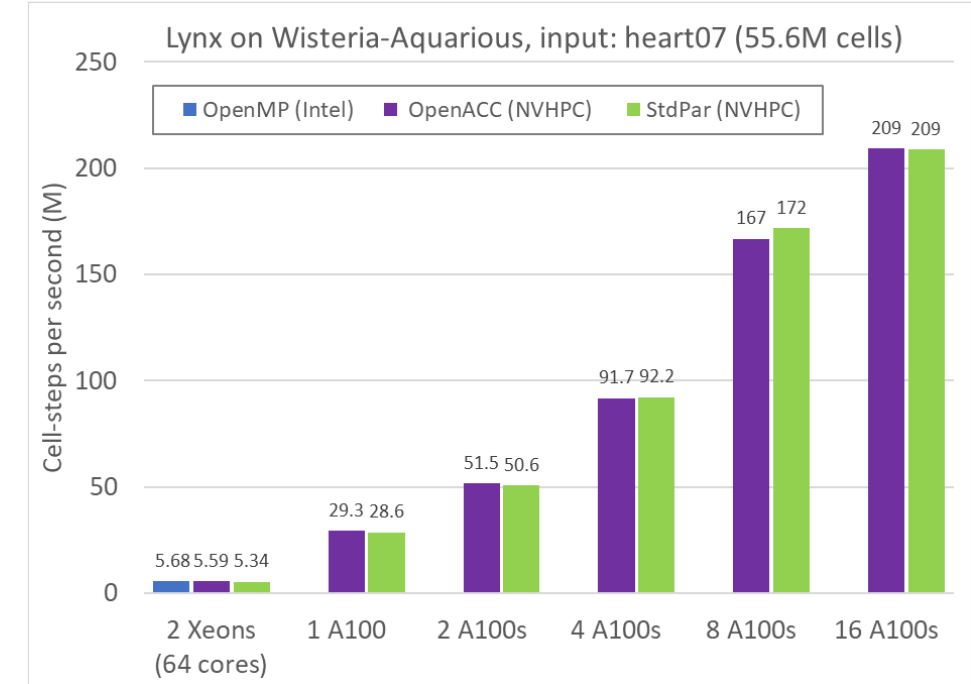
<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/197/>

- 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 など、GPUに関連した課題に対して、メンターからの助言を受けながら、その課題解決に取り組みます。
- メンター
  - エヌビディア合同会社、東大情報基盤センターなどから参加し、参加者の課題解決にご協力します。
- **12月12日～19日に実施(終了)**
  - 各チームで実践中は、ベストエフォートでメンターがQ&A対応
  - 年度内にもう1回、来年度は4回以上実施の予定



# GPU化へ向けて

- 「OpenMP + MPI」で並列化されていれば, OpenACCによるGPU化は比較的容易
  - 標準言語によるGPU化も可能
  - 配列アクセス順序等の関係で, コード全体の構成を見直す必要が生じる場合もある
  - F77は一部不可 (entry文)
- 移行ポータルサイト (再掲)
  - [https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/gpu\\_porting.php](https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/gpu_porting.php)
    - 講習会
    - ミニキャンプ
    - 相談会 (毎月開催)



心臓電気生理学有限体積法シミュレーションの計算性能 (時間当たり処理量), OpenACCと標準言語 (StdPar) の比較, Wisteria/BDEC-01 (Aquarius) 使用 [Naruse et al. 2022]

# お気軽にご相談ください

問合せ先: [uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp](mailto: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-vqRlV7wmU0-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](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](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](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](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](https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No4/09_202207-Wisteria-1.pdf)