

# 「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
- 現在運用中のシステム
  - Oakbridge-CX (2019年7月運用開始)
  - Wisteria/BDEC-01 (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)

# 東京大学情報基盤センター



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



東京大学  
THE UNIVERSITY OF TOKYO

- 東京大学大型計算機センター(1965年)
- 東京大学情報基盤センター(1999年～)
  - 全国共同利用施設
  - 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 中核拠点(2010年～)
  - 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ(HPCI) 構成機関(2010年～)
  - 最先端共同HPC基盤施設(JCAHPC)(2013年～)
    - 筑波大学計算科学研究センター・東大情報基盤センター: OFP
- 2022年7月現在
  - 2式のスパコンを運用
    - Oakforest-PACS(OFP): 2022年3月末に運用終了
    - Oakbridge-CX(OBCX)
    - 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
  - 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 Today  
140 TF

Oakforest-PACS (Fujitsu)  
25.0 PF

OFP-II  
100+ PF

Fujitsu FX10  
Oakleaf-FX  
1.13 PF

Wisteria Fujitsu  
BDEC-01  
33.1 PF

BDEC-02  
250+ PF

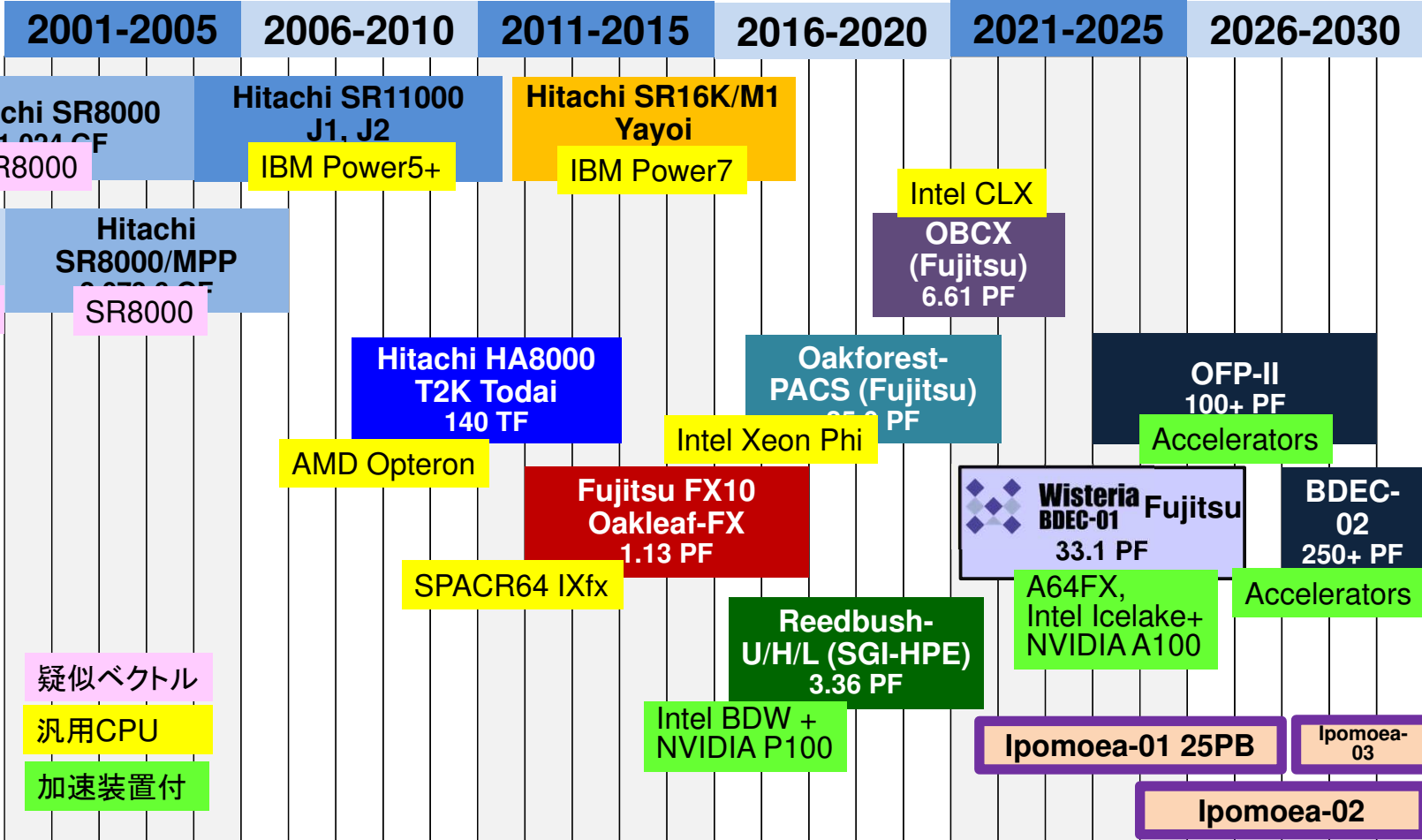
Reedbush-U/H/L (SGI-HPE)  
3.36 PF

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



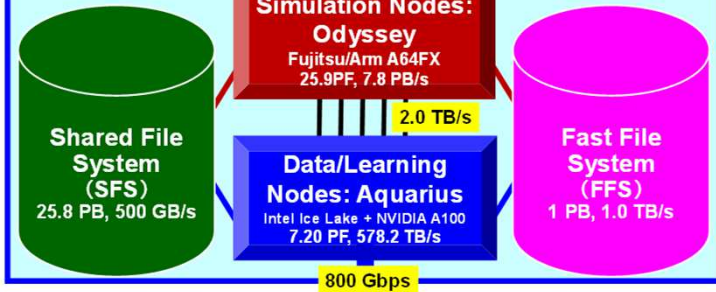
疑似ベクトル

汎用CPU

加速装置付



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



External Resources



External Network



External Resources



Wisteria BDEC-01

Simulation Nodes (Odyssey)



Wisteria BDEC-01

Data/Learning Nodes (Aquarius)



東京大学  
THE UNIVERSITY OF TOKYO



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

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

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

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

- JCAHPC (筑波大CCS・東大ITC), 2016年10月～2022年3月末
- 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6月末 (予定)
- 6.61 PF, #119 in 59<sup>th</sup> TOP500 (June 2022)



### Wisteria/BDEC-01 (Fujitsu)

- シミュレーションノード群 (Odyssey) : A64FX (#20)
- データ・学習ノード群 (Aquarius) : Intel Icelake+NVIDIA A100 (#115)
- 33.1 PF, #20 in 59<sup>th</sup> TOP 500, 2021年5月14日運用開始
- 「計算・データ・学習 (S+D+L)」融合のためのプラットフォーム
- 革新的ソフトウェア基盤「h3-Open-BDEC」  
(科研費基盤 (S) 2019年度～2023年度)



Reedbush



Oakforest-PACS



Oakbridge-CX



柏キャンパス  
OFF, OBCX



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



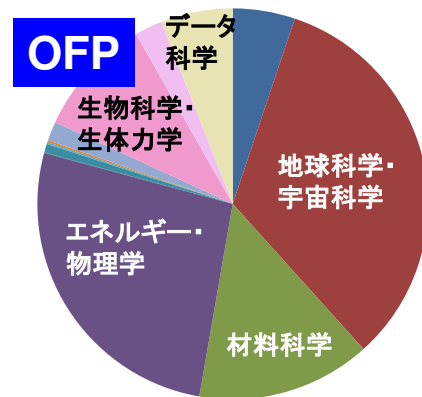
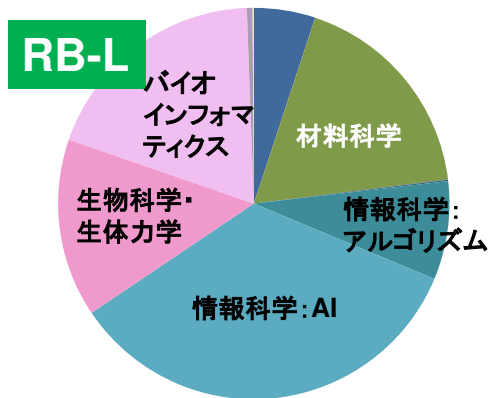
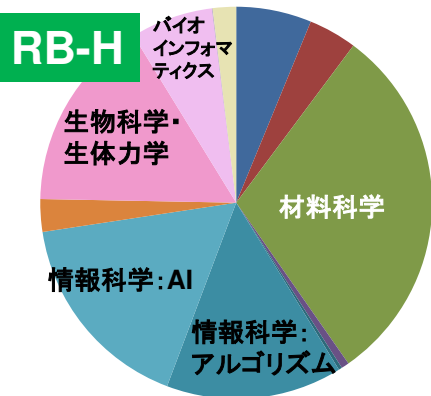
柏の葉キャンパス

TX「柏の葉キャンパス」駅

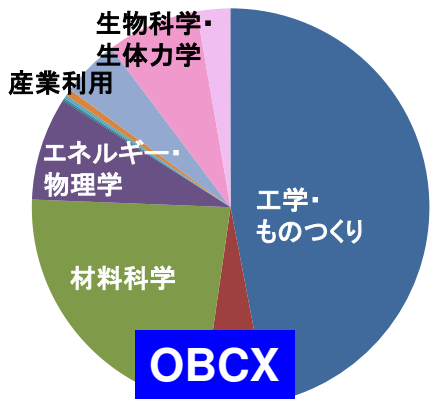


- **東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群の概要**
  - **システム紹介**
    - 概要
    - **Wisteria/BDEC-01**
    - **Oakbridge-CX (OBCX)**
    - **Ipomoea-01**

# 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

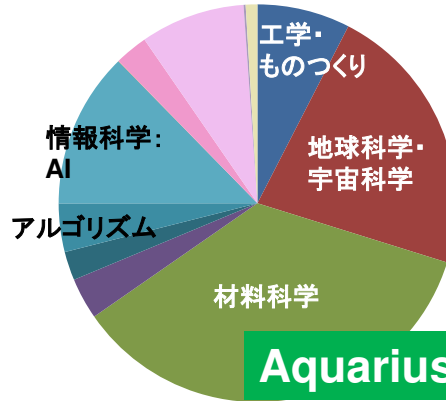
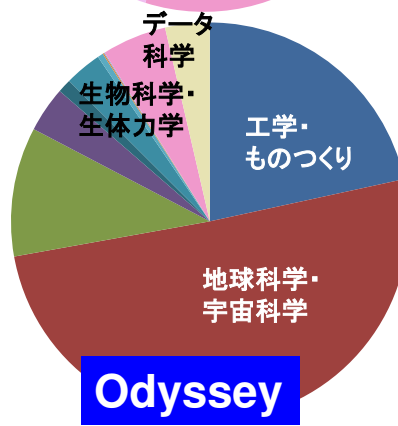
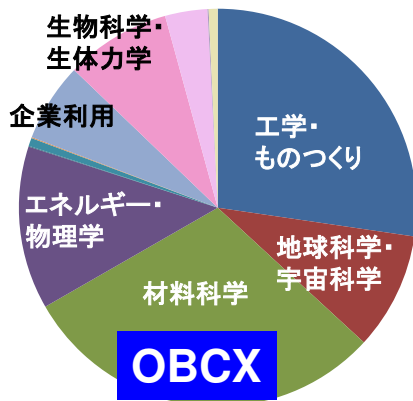
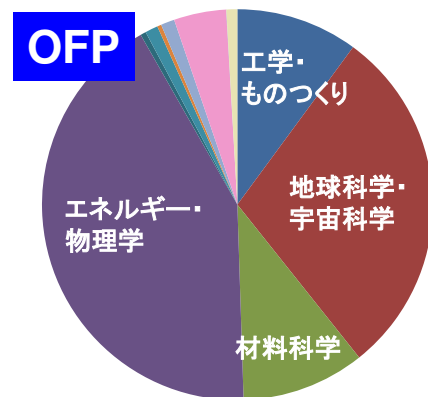
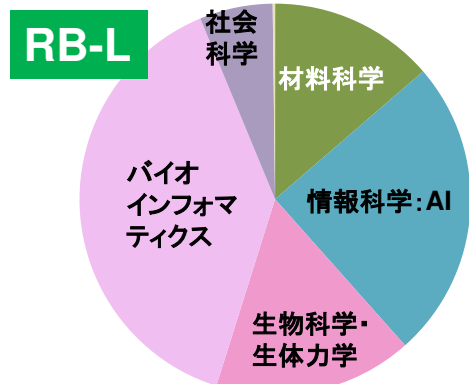
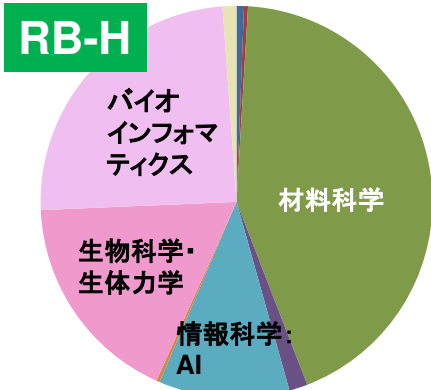


- 工学・ものづくり
- 地球科学・宇宙科学
- 材料科学



# 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

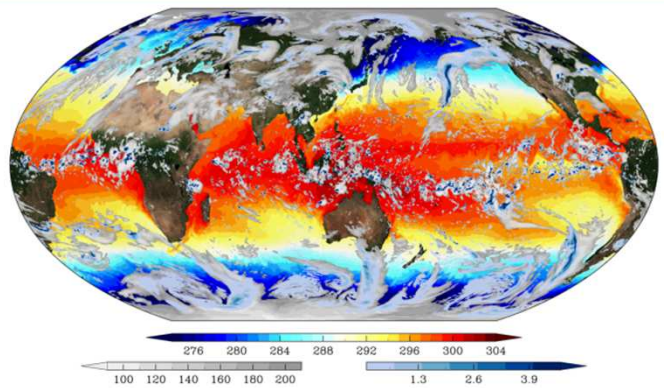


- 工学・ものづくり
- 地球科学・宇宙科学
- 材料科学
- エネルギー・物理学
- 情報科学: システム
- 情報科学: アルゴリズム
- 情報科学: AI
- 教育
- 産業利用
- 生物科学・生体力学
- バイオインフォマティクス
- 社会科学・経済学
- データ科学・データ同化

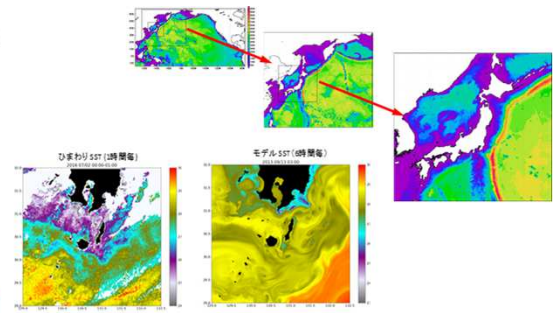
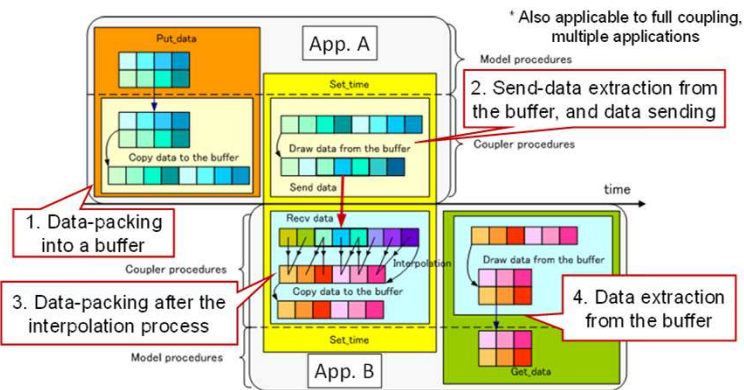
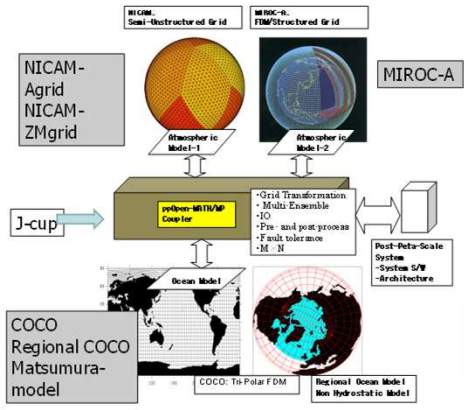
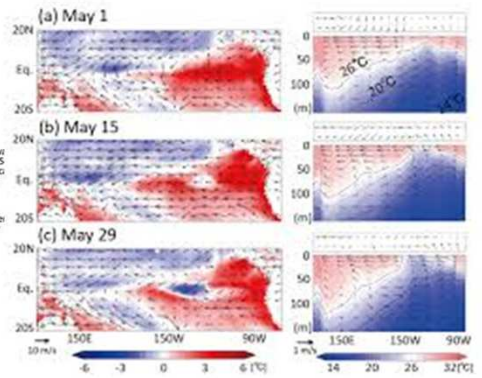
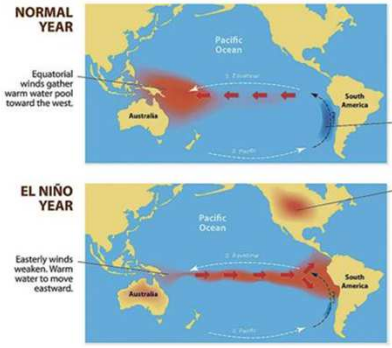
地球科学・宇宙科学分野ではOFP ⇒ Wisteria/BDEC-01への移行が順調に進んでいる

# 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

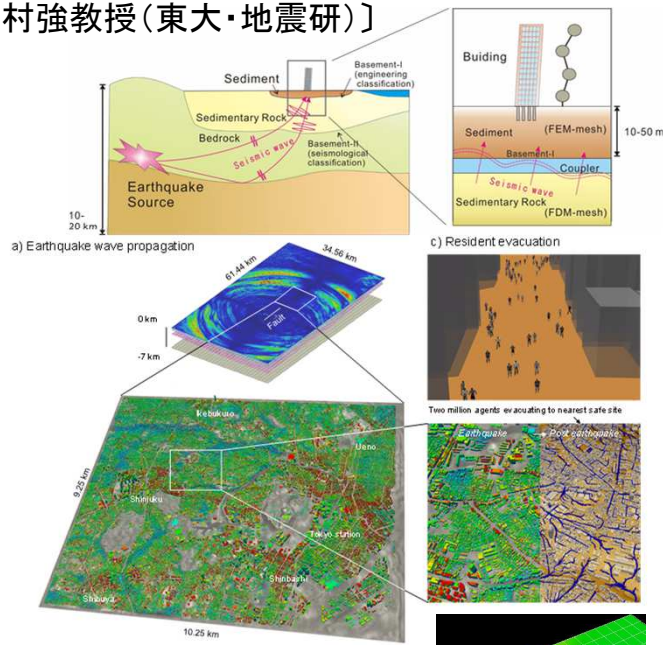
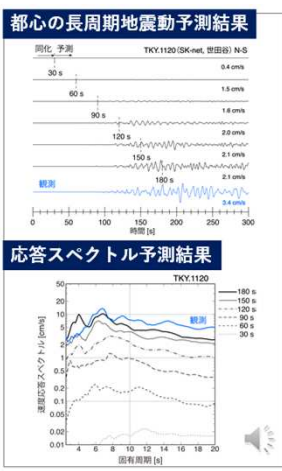
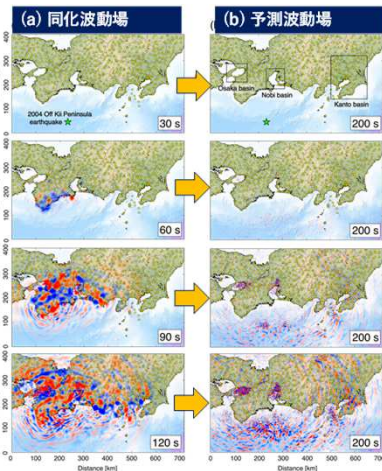
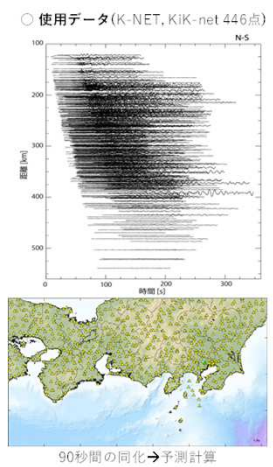


[画像提供: 佐藤正樹教授・羽角博康教授(東大・大気海洋研)]

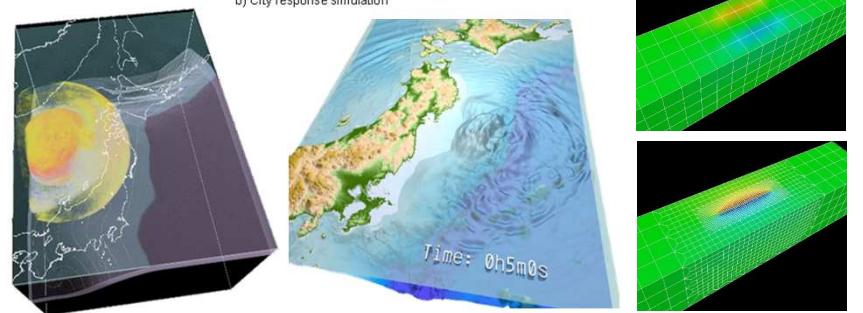
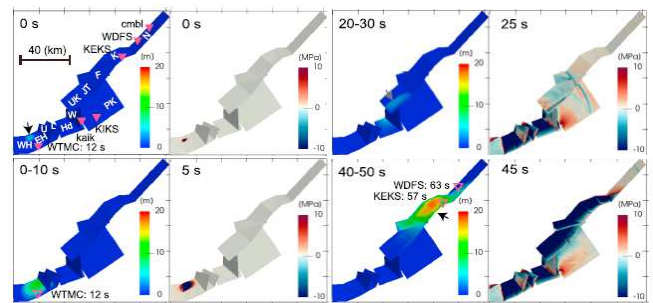
# 地震シミュレーション・地殻変動

## 東大地震研究所，東大理学系研究科等

[画像提供: 古村孝志教授・市村強教授(東大・地震研)]



[画像提供: 安藤亮輔准教授(東大・理学系)]





# 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)〕

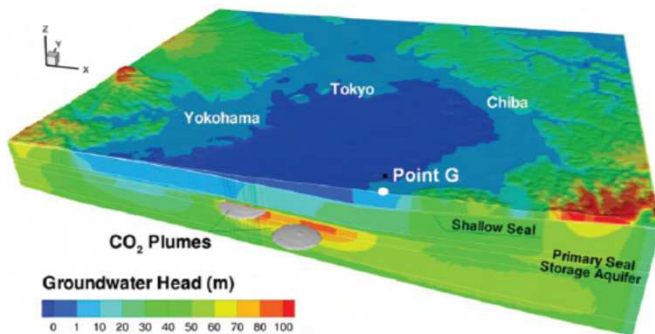
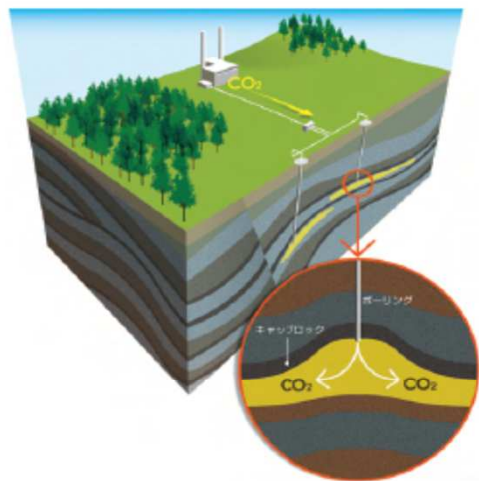
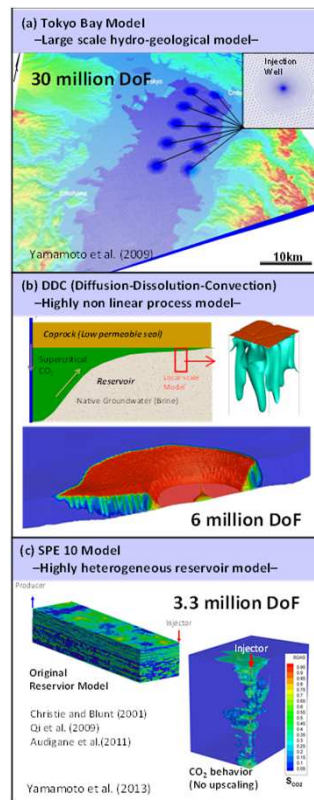
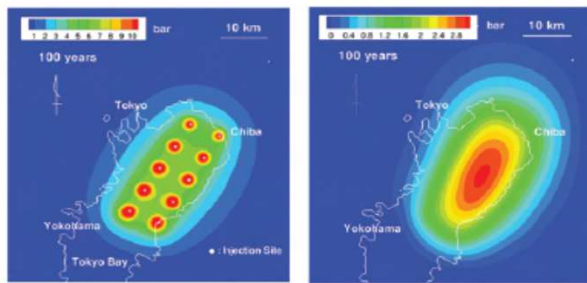


図-4 CO<sub>2</sub> 注入後の地下水圧 (全水頭換算) の分布 (100 年後)



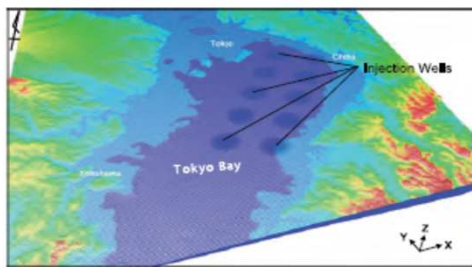
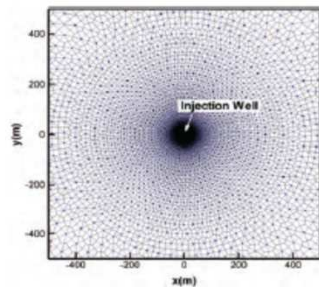
※:DOF: degrees of freedom



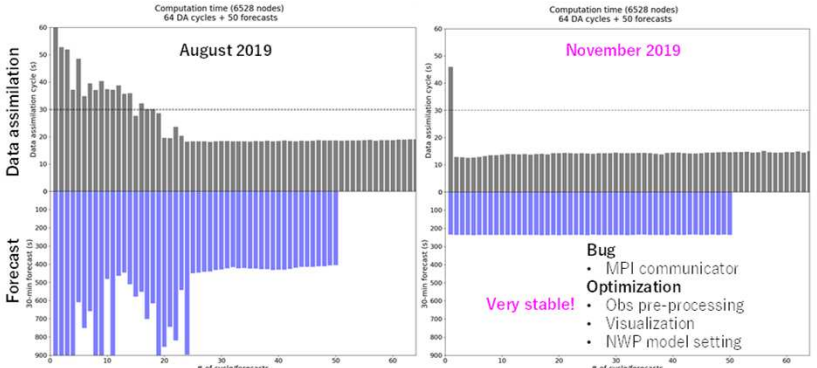
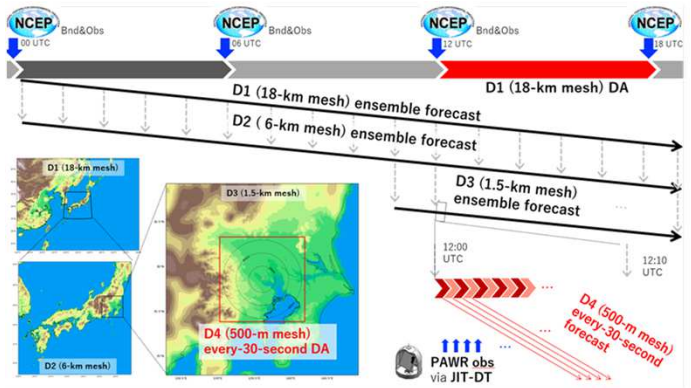
(a) 深部遮蔽層下面

(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、注入開始から 100 年後)

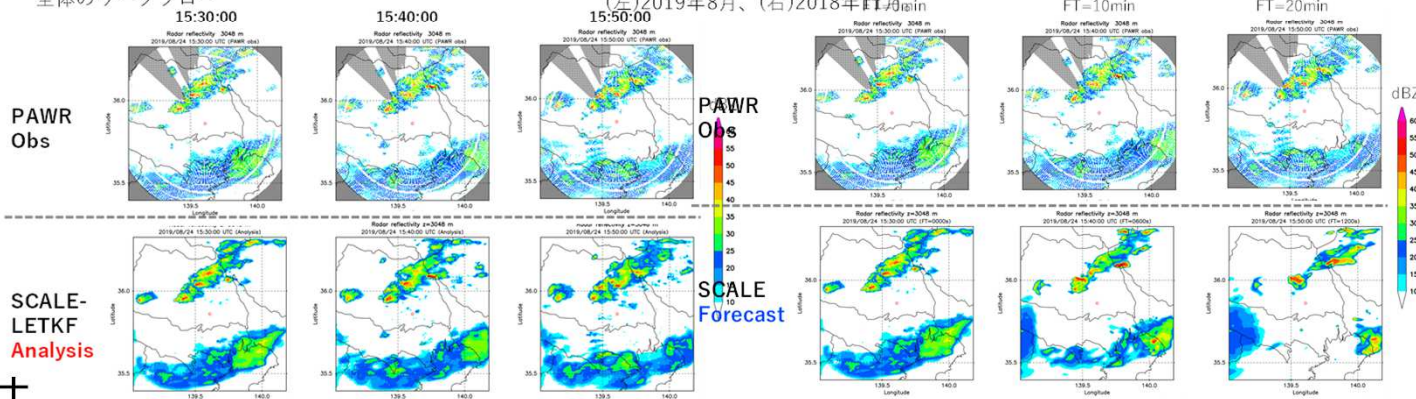


# ゲリラ豪雨予測のリアルタイム実証実験 (理化学研究所)



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

全体のワークフロー



[画像提供: 三好建正博士 (理化学研究所)]

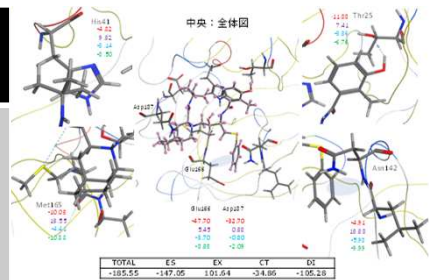
2019年8月24日の事例についてのテスト結果。(上)レーダー観測と(下)SCALE-LETKFによる解析で得られたレーダー反射強度(dBZ)を示す。 2019年8月24日の事例についてのテスト結果。(上)レーダー観測と(下)SCALE-LETKFによる予報で得られたレーダー反射強度(dBZ)を示す。

# 「COVID-19」対応HPCI臨時公募課題

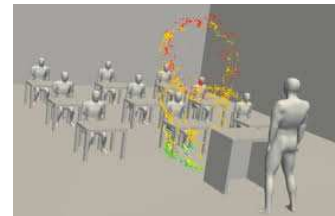
## 全14のうち6課題が東大システムを利用(2020年度)



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 (立教大学)	Oakforest 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 (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 (千葉大学)	Oakbridge 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 (神戸大学)	
Spreading of polydisperse droplets in a turbulent puff of saturated exhaled air	Marco Edoardo Rosti (OIST)	



資料提供: 望月祐志教授(立教大学)

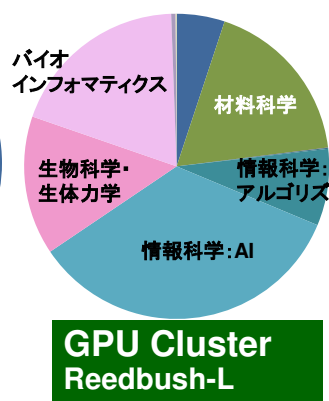
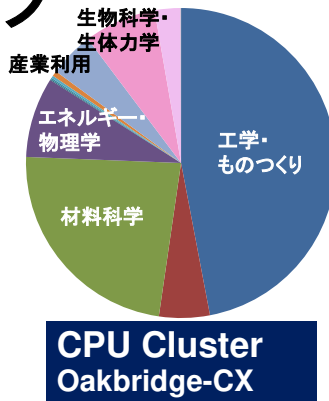


[資料提供: 坪倉誠教授(神戸大学)]



# 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



- 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



# (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

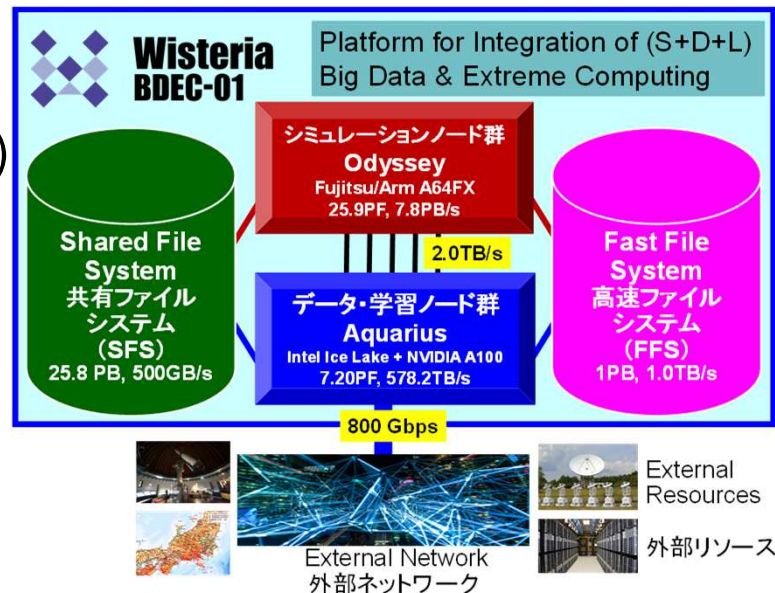




# Wisteria/BDEC-01

- 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**

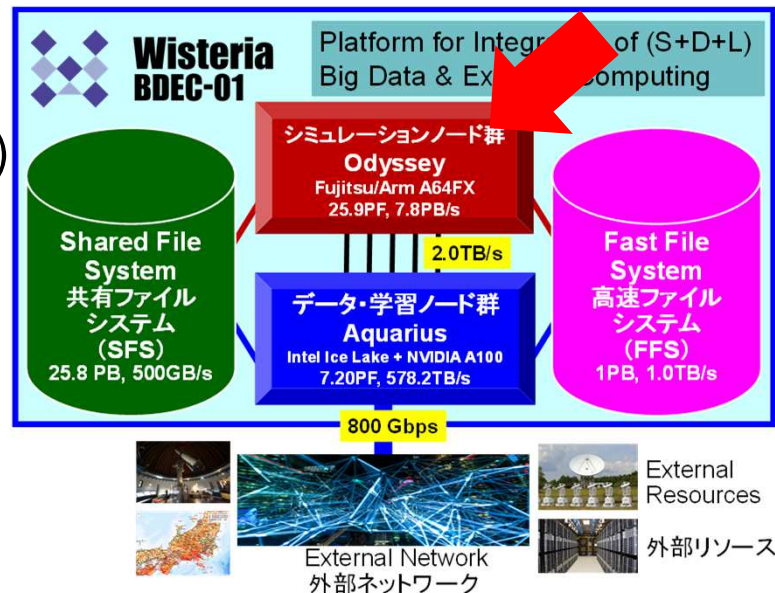
## シミュレーションノード群 (S, SIM) : Odyssey

- 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**

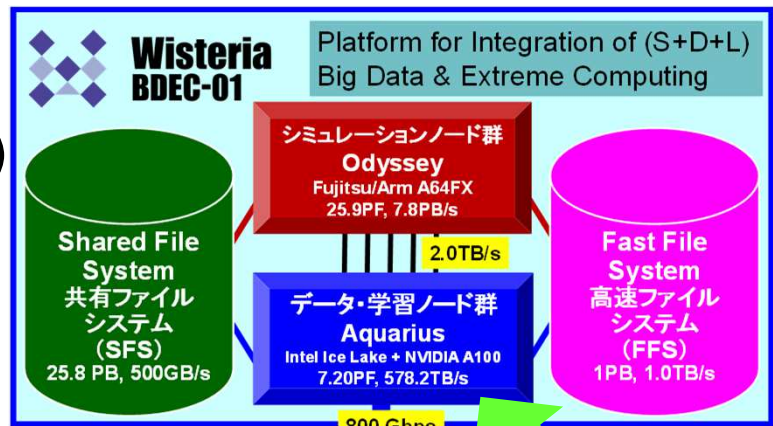
# Wisteria/BDEC-01

- 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

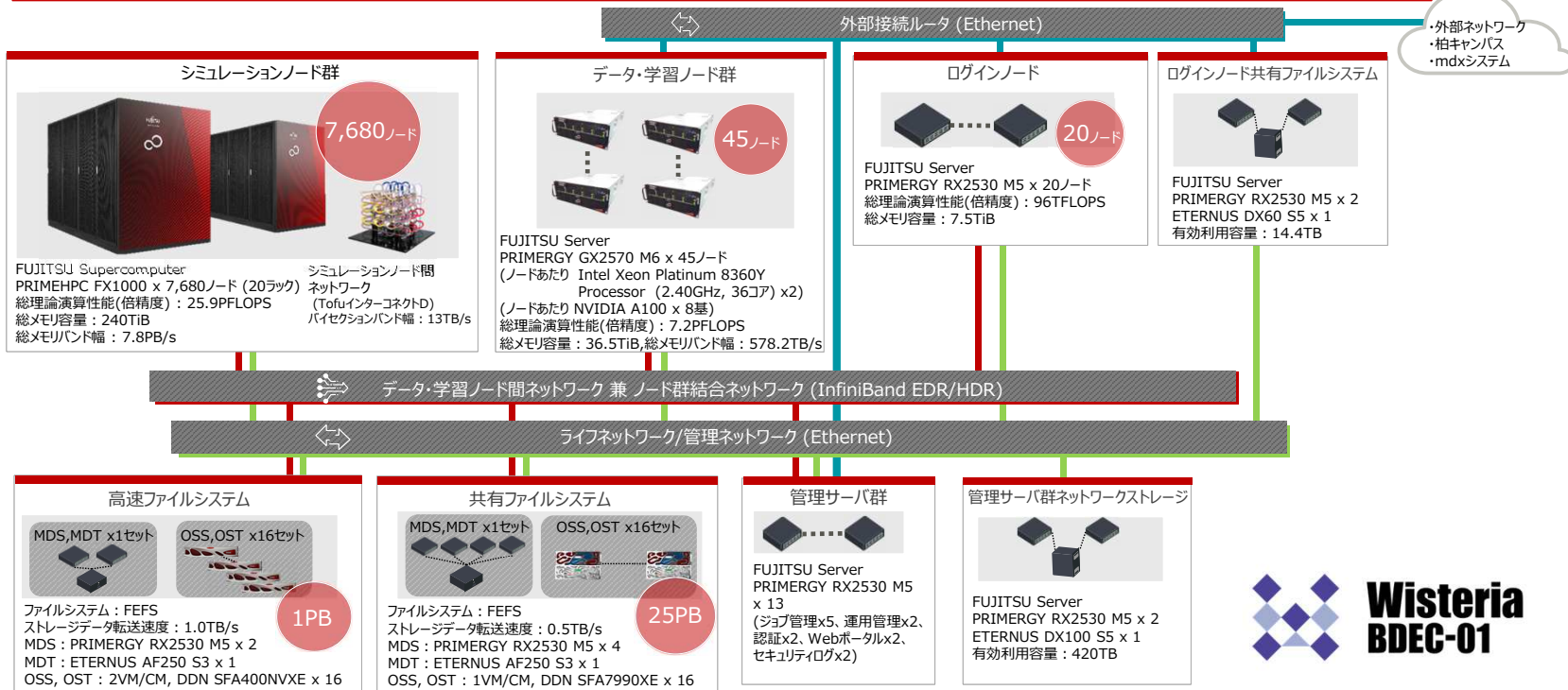
BDEC:「計算・データ・学習(S+D+L)」  
融合のためのプラットフォーム  
(Big Data & Extreme Computing)



**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)





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

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
ネットワークポロジ		6次元メッシュ / トーラス	Full-bisection Fat Tree
インターコネク		Tofuインターコネク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 PRIMEHPC FX1000	FUJITSU Server PRIMERGY GX2570 M6
CPU	プロセッサ名	A64FX	Intel Xeon Platinum 8360Y (開発コード名: Ice Lake)
	プロセッサ数 (コア数)	1 (48+アシスタントコア2 or 4)	2 (36+36)
	周波数	2.2 GHz	2.4 GHz
	理論演算性能	3.3792 TFLOPS	5.53 TFLOPS
	メモリ容量	32 GB	512 GiB
	メモリ帯域幅	1,024 GB/s	409.6 GB/s
GPU	プロセッサ名	-	NVIDIA A100
	SM数 (単体)		108
	メモリ容量 (単体)		40 GB
	メモリ帯域幅 (単体)		1,555 GB/s
	理論演算性能 (単体)		19.5 TFLOPS
	搭載数		8
	CPU-GPU間接続		PCI Express Gen4 x 16レーン (1レーンあたり片方向32 GB/s)
	GPU間接続		NVLink x 12本 (1本あたり片方向25GB/s)

# 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 (Fortran77/90/95/2003/2008、C、C++)	Intel コンパイラ(Fortran77/90/95/2003/2008、C、C++) NVIDIA HPC SDK (Fortran77/90/95/2003/2008、C、C++、OpenACC 2.7) NVIDIA CUDA SDK (CUDA C、CUDA C++)
メッセージ通信 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、tclsh、tcl、vim、zsh、git など	
		Globus Toolkit、Gfarm、FUSE
コンテナ仮想化	Singularity Community Edition	

Simulation Nodes

**Odyssey**

25.9 PF, 7.8 PB/s

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

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

Data/Learning Nodes

**Aquarius**

7.20 PF, 578.2 TB/s

計算科学コード

シミュレーション  
ノード群, Odyssey

最適化されたモデル,  
パラメータ

計算結果

**Wisteria/BDEC-01**

機械学習, DDA

データ・学習ノード群  
Aquarius

観測データ

データ同化  
データ解析



**Wisteria  
BDEC-01**

サーバー  
ストレージ  
DB  
センサー群  
他



外部ネットワーク



外部  
リソース

Simulation Nodes

Odyssey

25.9 PF, 7.8 PB/s

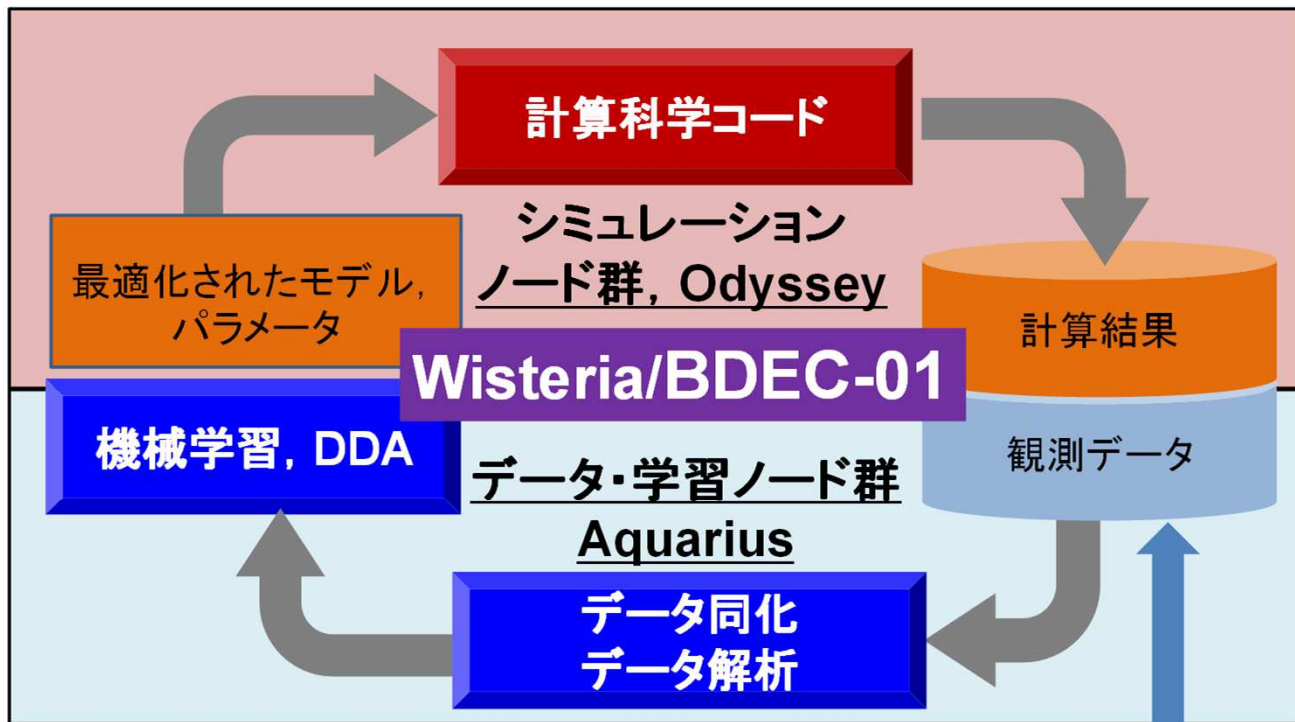
Fast File System (FFS)  
1.0 PB, 1.0 TB/s

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

Data/Learning Nodes

Aquarius

7.20 PF, 578.2 TB/s



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



Wisteria  
BDEC-01

# 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

# Rankings@ISC 2022

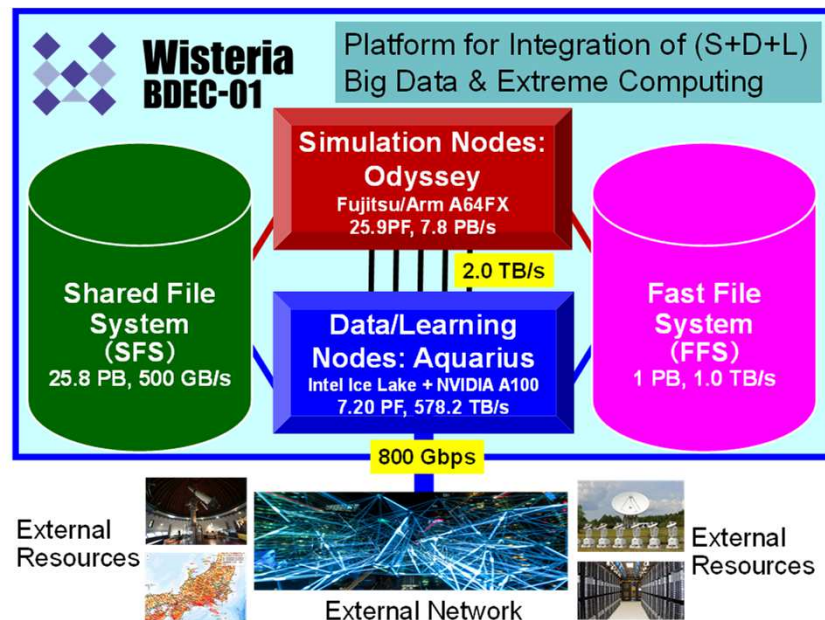
## June 2022



ISC HIGH  
PERFORMANCE  
2021 DIGITAL

JUNE 24 - JULY 2, 2021  
ISC-HPC.COM

	Odyssey	Aquarius
TOP 500	20	115
Green 500	34	21
HPCG	10	62
Graph 500 BFS	3	-
HPL-AI	10	-

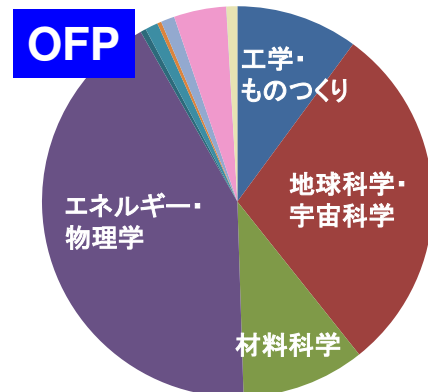
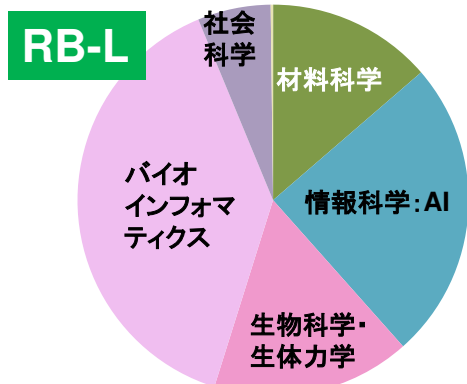
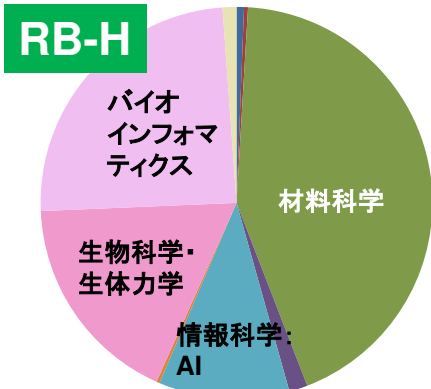


# GFLOPS (ピーク性能) 当たり利用負担 (円) : 電気代 GFLOPS/W (Green 500)

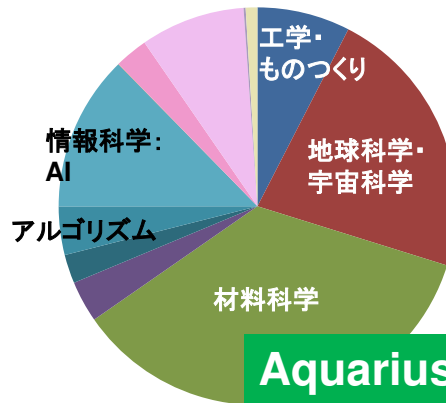
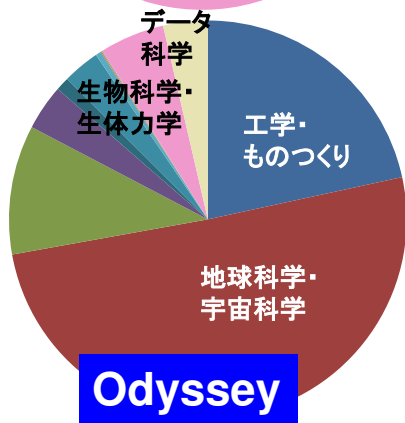
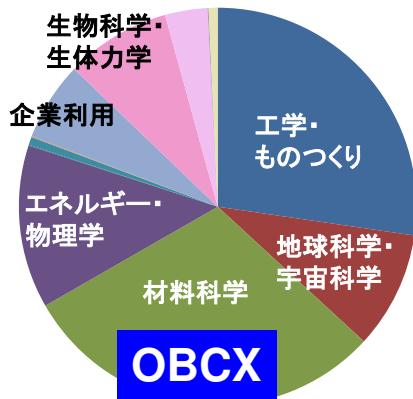
System	JPY/GFLOPS Small is Good	GFLOPS/W Large is Good
Oakleaf-FX/Oakbridge-FX (Fujitsu) (Fujitsu SPARC64 IXfx)	125	0.866
Reedbush-U (HPE) (Intel Xeon Broadwell (BDW))	61.9	2.310
Reedbush-H (HPE) (Intel BDW+NVIDIA P100x2/node)	15.9	8.575
Reedbush-L (HPE) (Intel BDW+NVIDIA P100x4/node)	13.4	10.167
Oakforest-PACS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



- 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

# 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\\_Irm\\_a\\_ICX-CPU-final3.pdf](https://www.hotchips.org/assets/program/conference/day1/HotChips2020_Server_Processors_Intel_Irm_a_ICX-CPU-final3.pdf)
- NVIDIA A100 TENSORコア GPU
  - <https://www.nvidia.com/ja-jp/data-center/a100/>
  - [https://www.hotchips.org/assets/program/conference/day1/HotChips2020\\_GPU\\_NVIDIA\\_Choquette\\_v01.pdf](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>



# 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69位(2020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

# Oakbridge-CX (OBCX)

## 世界第119位

## 2022年6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

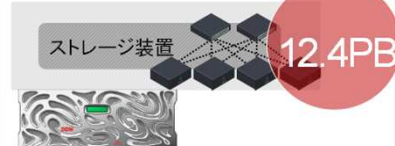
#### 管理サーバ群



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

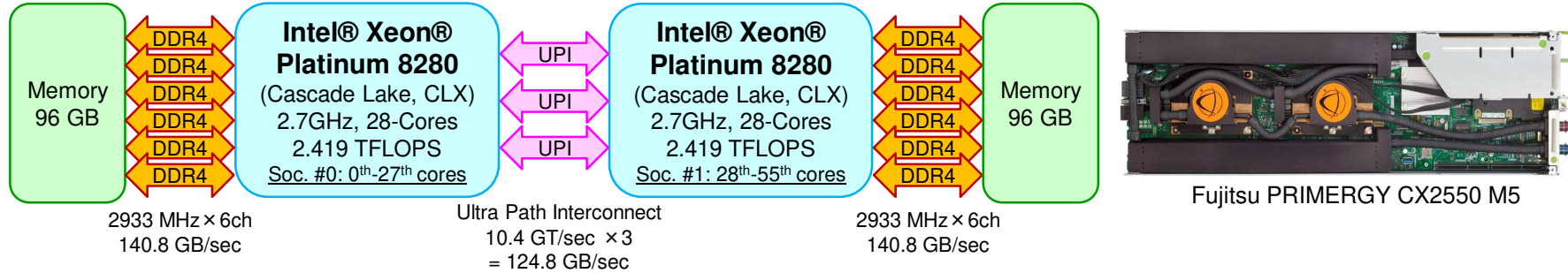


12.4PB

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)



- 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
ネットワークポロジ		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 (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		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

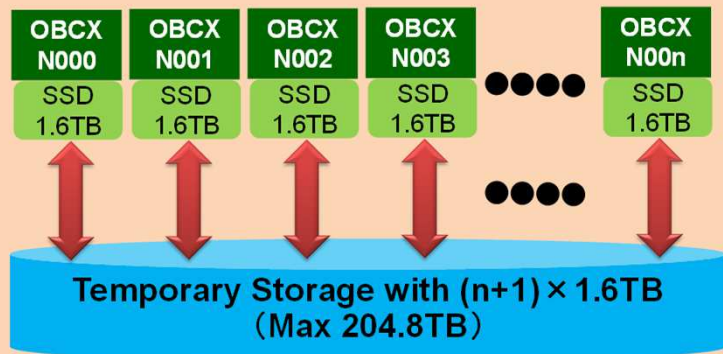
# ソフトウェア構成

項目	構成
OS	Red Hat Enterprise Linux 7, CentOS 7
コンパイラ	GNU コンパイラ 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	Mpjava, 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

SINET5

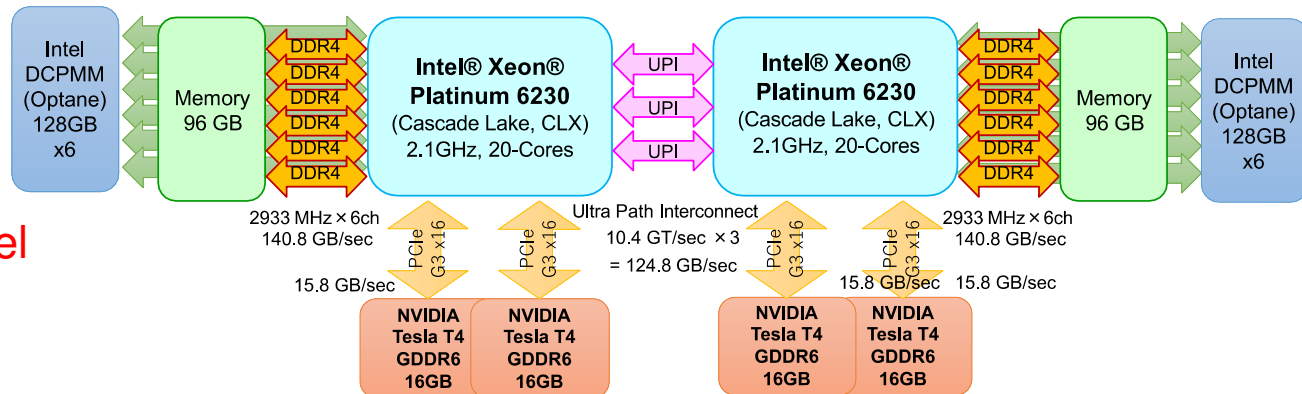


# Mini-DP (1/2)

- 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

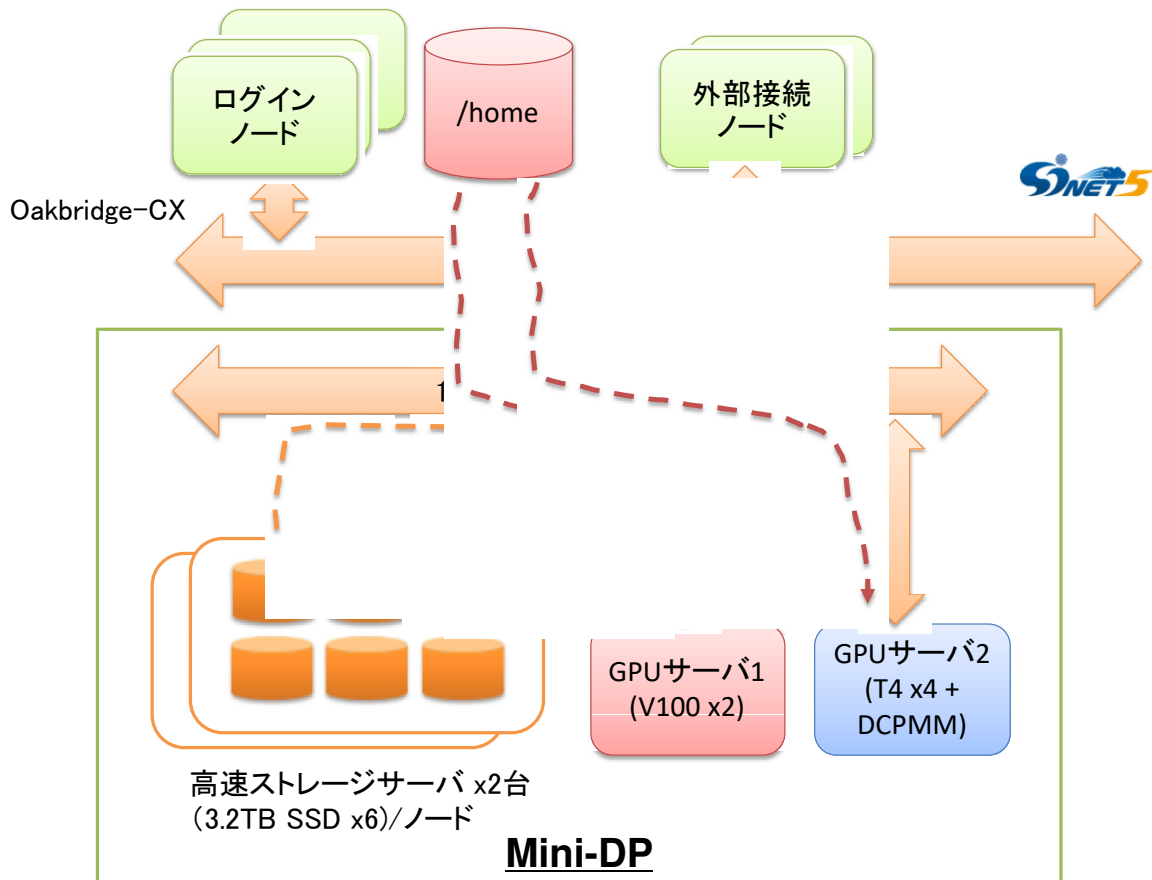
- GPUサーバ2 × 1台

- 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>

# 大規模共通ストレージシステム「Ipomoea」

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





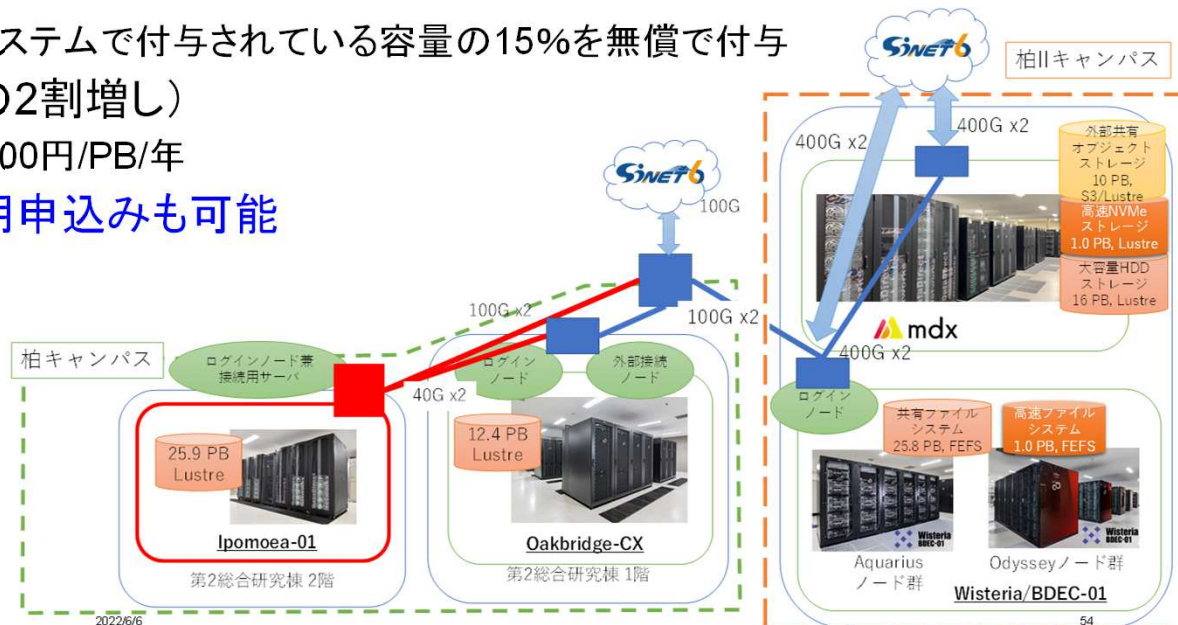
# 大規模共通ストレージシステム「Ipomoea」

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



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

# Ipomoea-01



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

# h3-Open-BDEC

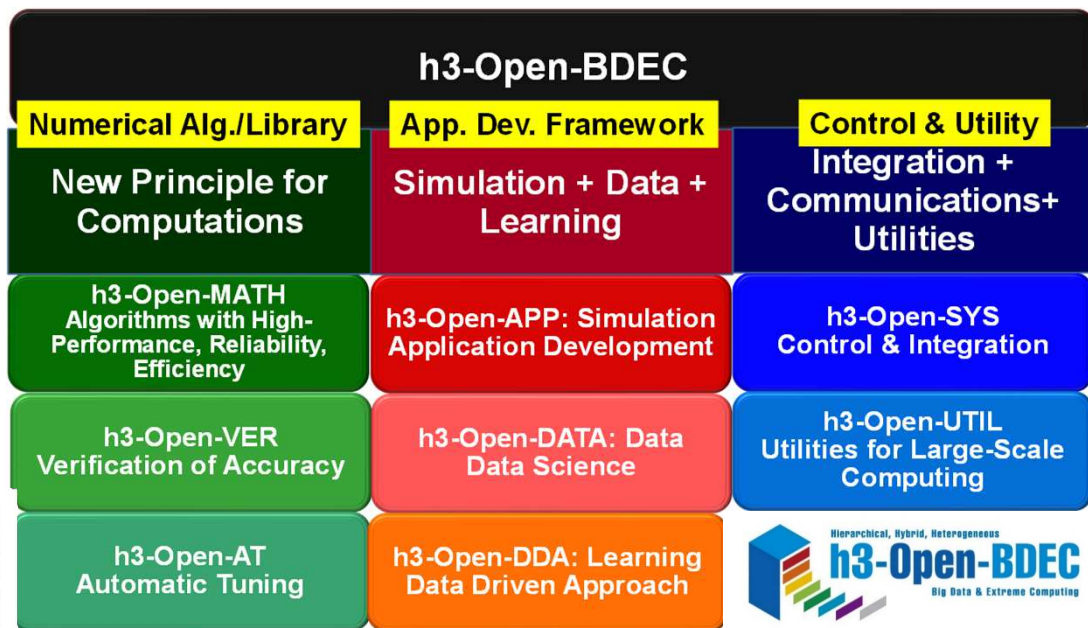
「計算+データ+学習」融合を実現する革新的ソフトウェア基盤  
科研費基盤研究(S)(2019年度~23年度, 代表: 中島研吾)

<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



Simulation Nodes

**Odyssey**

25.9 PF, 7.8 PB/s

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

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

Data/Learning Nodes

**Aquarius**

7.20 PF, 578.2 TB/s

計算科学コード

シミュレーション  
ノード群, Odyssey

最適化されたモデル,  
パラメータ

計算結果

**Wisteria/BDEC-01**

機械学習, DDA

データ・学習ノード群  
Aquarius

観測データ

データ同化  
データ解析



**Wisteria  
BDEC-01**

サーバー  
ストレージ  
DB  
センサー群  
他



外部ネットワーク



外部  
リソース

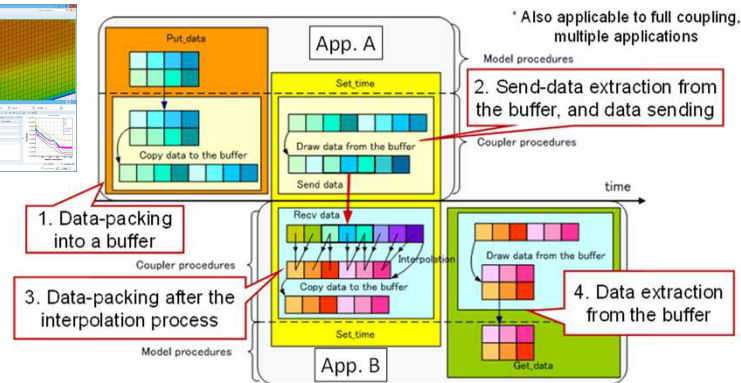
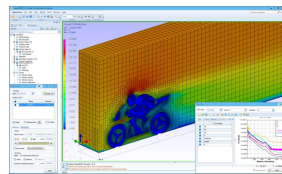
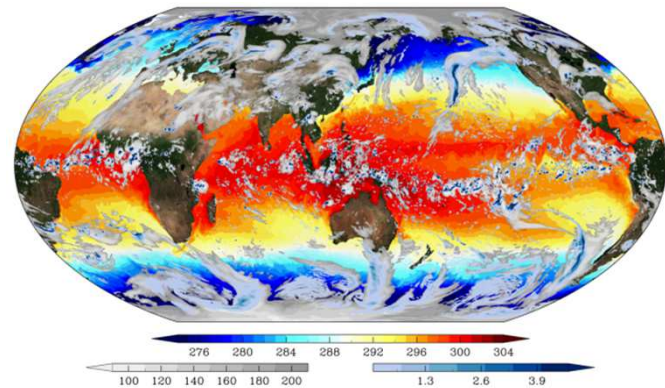


# Wisteria/BDEC-01上における

## h3-Open-BDECを使用した(S+D+L)融合



- シミュレーションとデータ同化の融合
  - 典型的・伝統的な(S+D+L)融合
- 気候・気象のための大気海洋連成シミュレーション
  - 東大大気海洋研, 理研, 国立環境研他
- **リアルタイム同化+三次元強震動シミュレーション**
  - 東大地震研(後述)
- リアルタイム災害シミュレーション
  - 洪水, 津波
- 既存シミュレーションコードの(S+D+L)融合による高度化
  - OpenFOAM





# AI for HPC, AI for Science の実現へ向けて



## Odyssey-Aquarius連携

– MPIによる通信は不可

• O-Aを跨いでMPIプログラムは動かない

– Odyssey-Aquarius間はInfiniband-EDR (2TB/sec)で結合されている

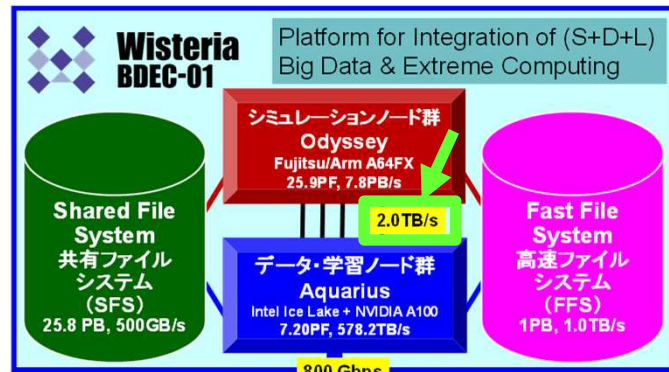
## ソフトウェア開発

– 高機能カプラー: h3-Open-UTIL/MP

– O-A間通信: h3-Open-SYS/WaitIO

• IB-EDR経由 (WaitIO-Socket)

• 高速ファイルシステム (FFS) 経由連携 (WaitIO-File)



External Network  
外部ネットワーク

External Resources

外部リソース

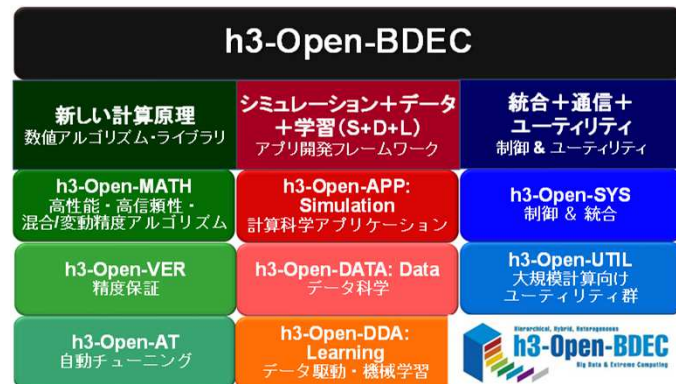
## h3-Open-BDEC

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

# h3-Open-SYS/WaitIO

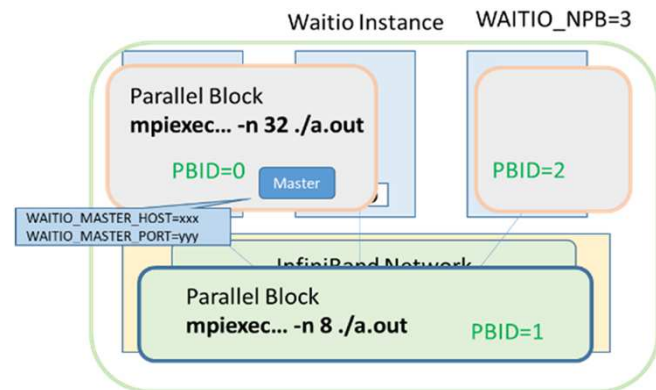
データ受け渡しライブラリ〔松葉, 2020〕  
〔住元他, HPC-181, 2021〕

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



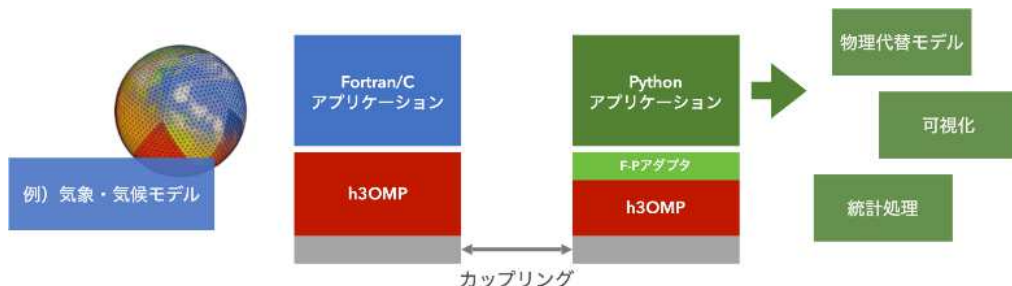
[Sumimoto et al. 2021]

# 「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に機能拡充。

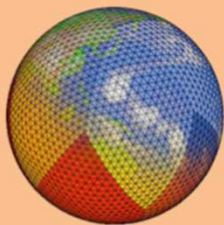


Fortran/CアプリとPythonアプリの連成計算の模式図  
〔八代・荒川 2020〕

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



## ARM: A64FX



A huge amount of  
simulation data  
output

HPC App  
(Fortran)

h3o-U/MP

## IceLake+A100

Analysis/ML  
App  
(Python)

F<->P adapter

h3o-U/MP

Surrogate  
Model

Visualization

Statistics

Coupling

IB-EDR



**Wisteria  
BDEC-01**

**Odyssey**



**Wisteria  
BDEC-01**

**Aquarius**

# h3-Open-UTIL/MP

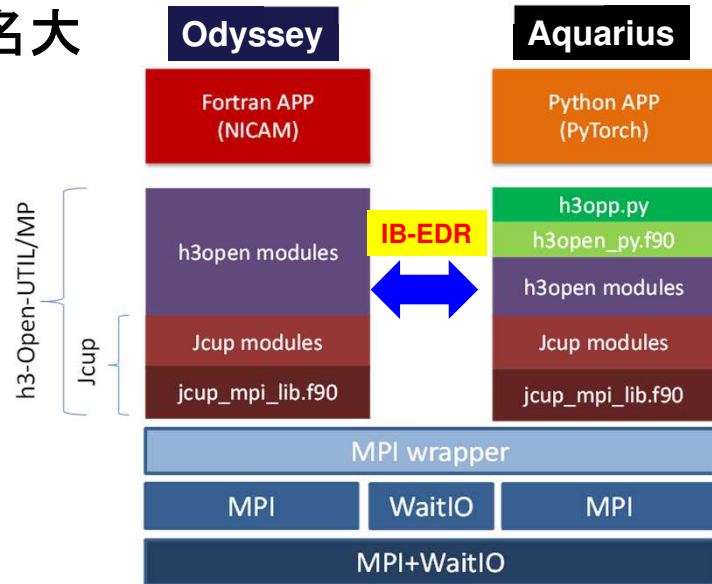
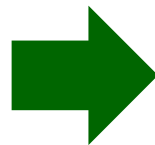
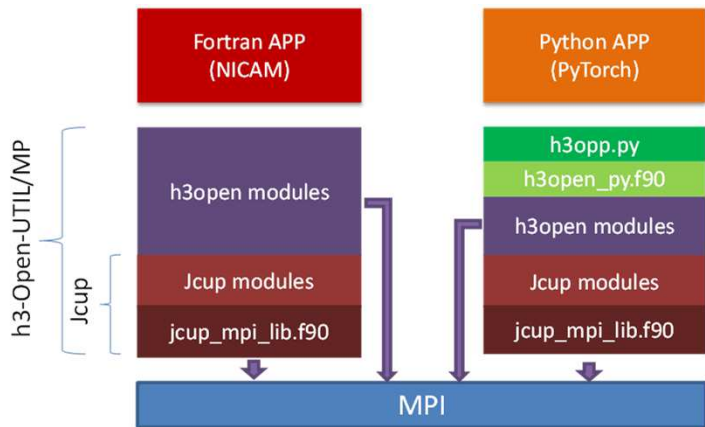
## h3-Open-SYS/WaitIO-Socket連携

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



- h3-Open-UTIL/MP

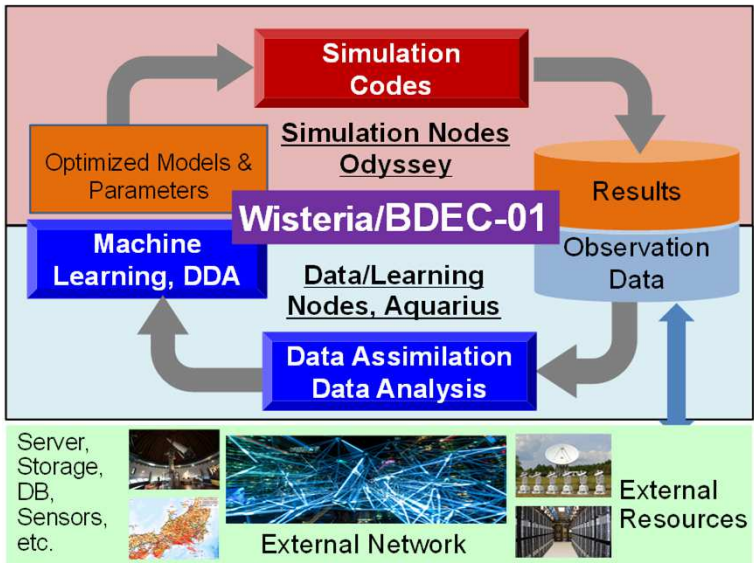
- [https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No3/13\\_202205-Wisteria-2.pdf](https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL24/No3/13_202205-Wisteria-2.pdf)
- <http://nkl.cc.u-tokyo.ac.jp/files/202207UtilMPfinal.pdf>



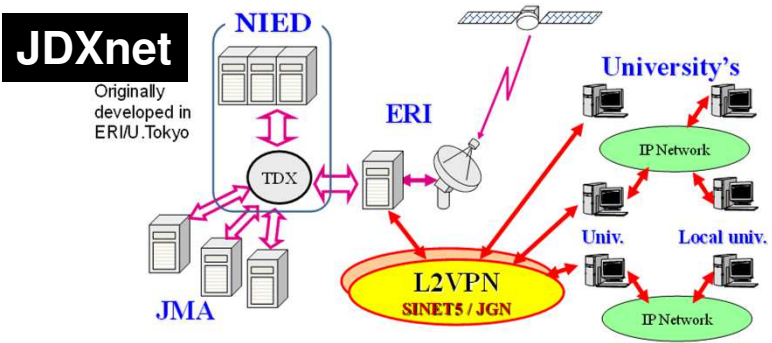
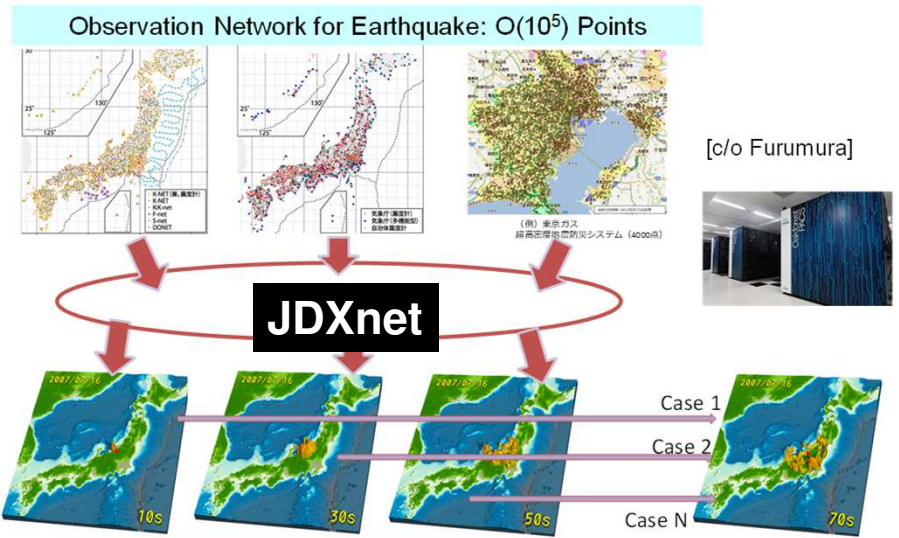
- h3-Open-SYS/WaitIO-Socket

- [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)
- [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)





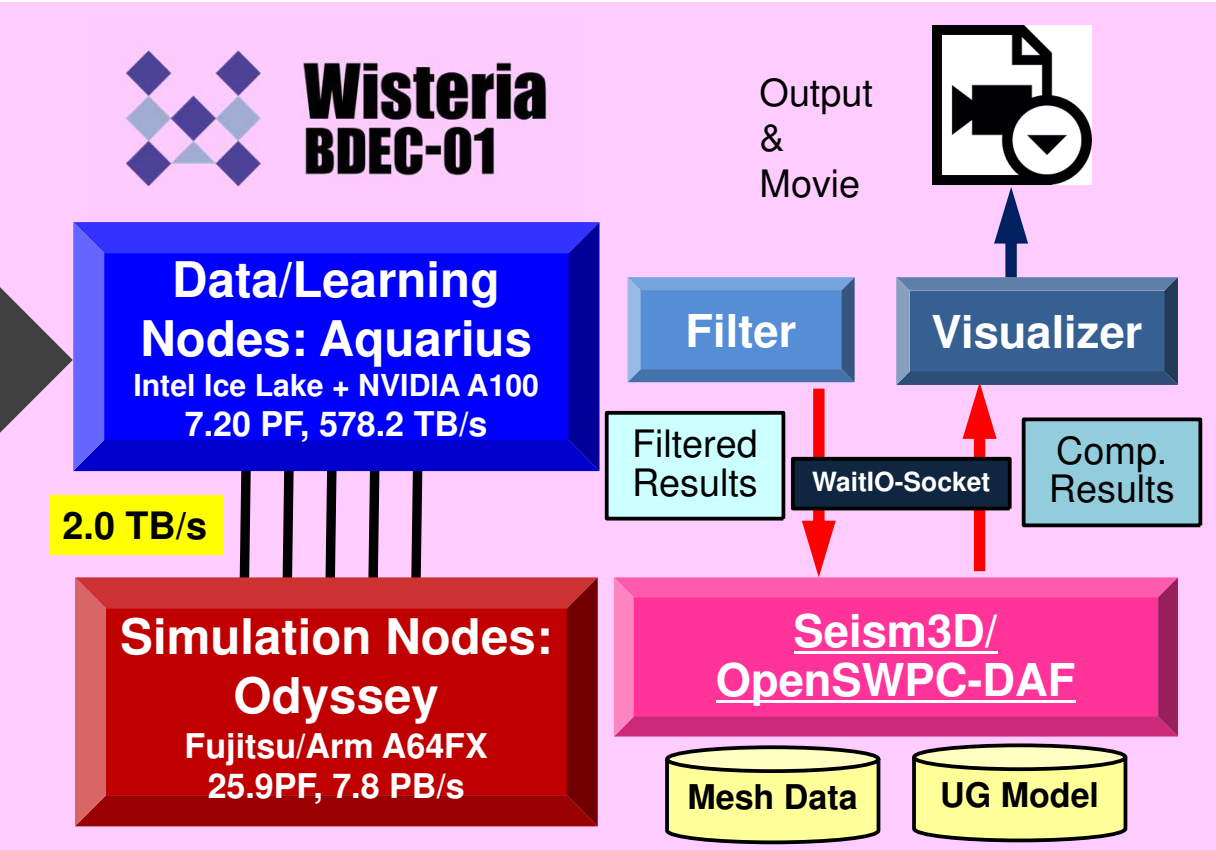
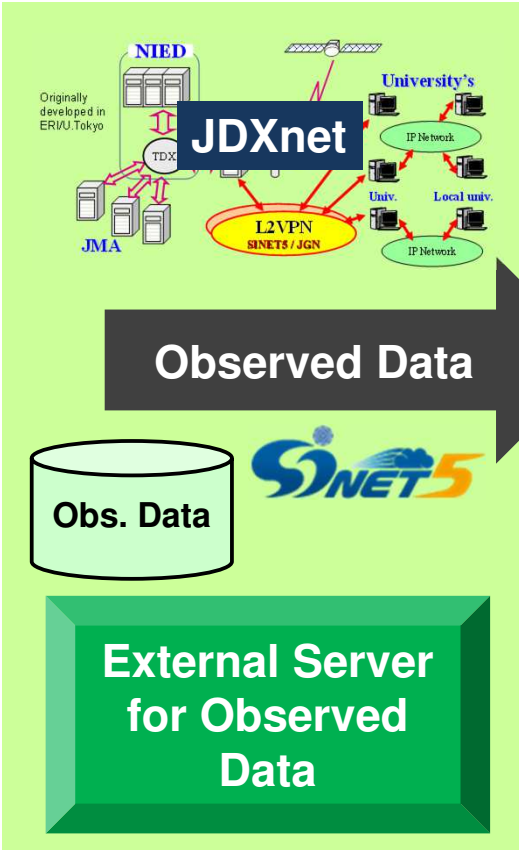
# リアルタイムデータ同化＋ 3D強震動シミュレーション融合 JDXnetによるリアルタイム観測データ活用



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



# h3-Open-SYS/WaitIO-SocketのAPI

## ■ APIは通信実現の最小限に限定

- グループ作成、isend(), irecv(), wait()とmisc関数を提供
  - TAGサポート(64bit), ANY\_SOURCE, ANY\_TAGサポートなし

WaitIO API	概要
waitio_isend	Non-Blocking送信
waitio_irecv	Non-Blocking受信
waitio_wait	送受信完了待ち合わせ
waitio_init	WaitIO初期化
waitio_get_nprocs	PB毎の参加プロセス数獲得
waitio_create_group waitio_create_group_wranks	PB間通信グループ生成 (メンバ配列指定、関数指定)
waitio_group_rank	グループ内Rankの獲得
waitio_group_size	グループサイズの獲得
waitio_pb_size	全PBのサイズ獲得
waitio_pb_rank	全PB内Rankの獲得

- 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(導入実施中, 2022年3月から利用可能)

- OBCX, Aquarius
- 国内大学教職員・学生のみ利用可能

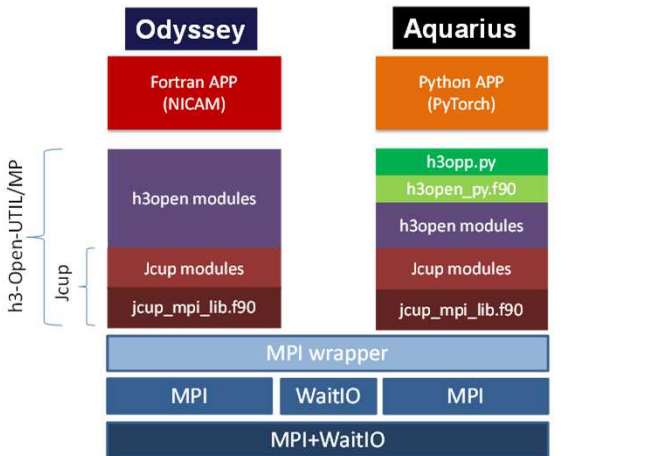
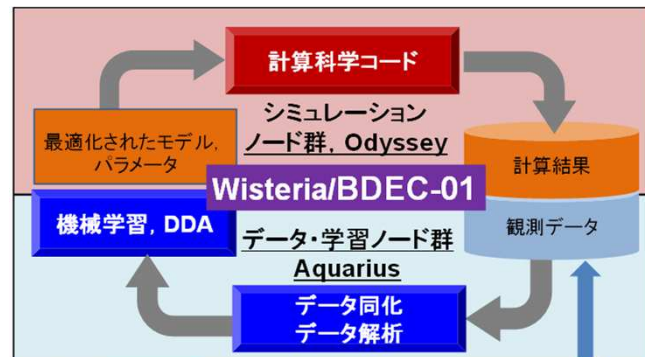




# MATLABの導入 「S+D+L」融合, AI for HPCの実現



- 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



# 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・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中(h3-Open-BDEC, WaitIO)</li> </ul>

# 2022年度向け利用説明会(オンライン)

- 2021年10月8日(金)1300-1500(全般, HPCI中心)
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/seminar/20211008.php>
- 2021年11月25日(木)1300-1500(JHPCN)
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/seminar/20211125.php>
- 2022年1月21日(金)1300-1600(企業, 若手・女性, AI-for-HPC)
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/seminar/20220121.php>
- 2022年7月22日(金)1400-1700(企業, 若手・女性, AI-for-HPC)
  - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/seminar/20220722.php>
- 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/>

# 2022年度諸制度 (○:代表者, △:参加者, 赤字:変更)

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

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

制度名	種別	募集	次回締切
通常利用	一般・トライアル	随時	
お試し利用		随時	
JHPCN		年1回(1月)	2022年度募集終了
HPCI	一般・若手・産業	年1回(10-11月)	2022年度募集終了
若手女性	一般	年2回(8・2月)	2022年8月29日
	インターン	年1回(夏季)	本年度分終了
AI for HPC		随時, 年4回審査	2022年8月末, 11月末
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)	2022年8月17日
	トライアル	随時, 年4回審査	2022年8月17日 2022年11月16日



# 2022年度の主な変更点

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

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

# お金を払えば使える(○:代表者, △:参加者)

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

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

# スパコンの「利用資格」(1/3) : 「通常利用」

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

# スパコンの「利用資格」(2/3):「通常利用」

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

# スパコンの「利用資格」(3/3) : 「通常利用」

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

# みなし輸出管理(2022年5月より)

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

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

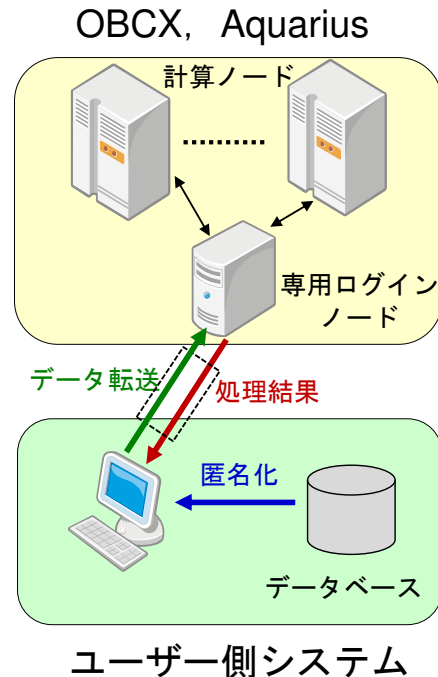


# 通常利用(一般): 大学・研究機関向け

- 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



**Wisteria  
BDEC-01**

- トークン(ノード時間)を購入

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

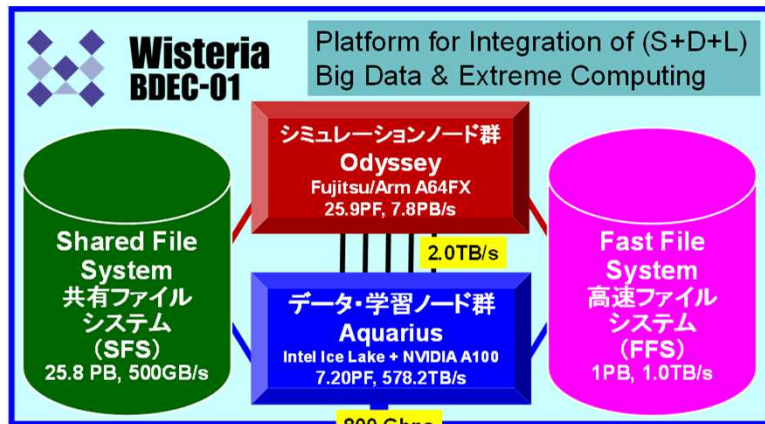
- 一般利用

- ノード固定

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

- GPU占有

- Aquariusの1・2・4GPUを占有して利用
- 審査無し



External Network  
外部ネットワーク



External Resources

外部リソース

# 利用コース(基本コース)

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

グループ	利用負担金 (年額、税込)	利用可能 ノード・GPU数	割当トークン量(年間) 及び消費係数	ディスク量
申込1セット当り	60,000円  (企業: 72,000円)	Odyssey : 最大2,304ノード  Aquarius : 最大64GPU (8ノード)	8,640トークン (Odysset 1ノード、 24時間×360日相当) <u>(6.94円/NH)</u>  Odyssey 消費係数 : 1.00 (1ノード当たり) ※優先利用ノード群 (全体の15%程度)は 消費係数が1.50 となります  Aquarius 消費係数 : 3.00 (1GPU当たり)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•グループ (/work) 2TB</li> <li>•利用者 (/home) 50GB</li> </ul>

# 利用コース(ノード固定: Aquarius) (1ノード・8GPU)

## 審査あり

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

	利用負担金 (年額、税込)	利用可能 ノード・GPU数	割当トークン量(年間) 及び消費係数	ディスク量
ノード固定 Aquarius 申込1セット当り	2,160,000円 ※1セットのみ 申込可能  (企業: 2,592,000円)	Odyssey : 最大2,304ノード  Aquarius : 最大64GPU (8ノード)	207,360 トークン (8GPU,24時間×360日相当)  Odyssey 消費係数 : 1.00 (1ノード当たり) ※優先利用ノード群 (全体の15%程度)は 消費係数が1.50となります。  Aquarius 消費係数 : 3.00 (1GPU当たり)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•グループ (/work) 48TB</li> <li>•利用者 (/home) 50GB</li> </ul>

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



# 利用コース (GPU専有: Aquarius) 審査無し

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

	利用負担金 (年額、税込)	利用可能 ノード数	割当トークン量(年間) 及び消費係数	ディスク量
GPU専有 Aquarius 申込1セット当り	270,000円 ※申込単位は 1,2,4セットのみ  (1,2,4GPU)  (企業: 324,000円)	Odyssey : 最大2,304ノード  Aquarius : 最大64GPU (8ノード)	25,920トークン (1GPU、24時間×360日相当)  Odyssey 消費係数: 1.00 (1ノード当たり) ※優先利用ノード群 (全体の15%程度)は 消費係数が1.50となります。  Aquarius 消費係数: 3.00 (1GPU当たり)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•グループ (/work) 6TB</li> <li>•利用者 (/home) 50GB</li> </ul>

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

# ジョブクラス(基本コース)

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

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

# 通常利用(一般)(OBCX)

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

	利用負担金 (年額、税込)	利用可能 ノード数	割当トークン量(年間) 及び消費係数	ディスク量
基本コース (1セット当たり)	100,000円 (企業: 120,000円)	最大256ノード	8,640 ノード時間 (24時間×360日相当) 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 (1セット当たり)	150,000円 (企業: 180,000円)	最大256ノード	8,640 ノード時間 (24時間×360日相当) 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>



**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

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

# 無料・審査無し(○:代表者, △:参加者)

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

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

# お試しスパコン利用(無料体験)

[https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/trial/free\\_trial.php](https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/trial/free_trial.php)

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

# お試しアカウント付き並列プログラミング講習会

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

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

- Wisteria/BDEC-01, 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/183/>

## • 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。

## • 2022年度は7月12日～19日に実施

- 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



終了

# GPUミニキャンプ(オンライン)(2/2)

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/183/>

- 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年度企業利用に発展した事例もあり

終了

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

# HPCI: 原則無料・審査有り (○: 代表者, △: 参加者)

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

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

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

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

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

## 情報基盤センター群以外の会員リスト

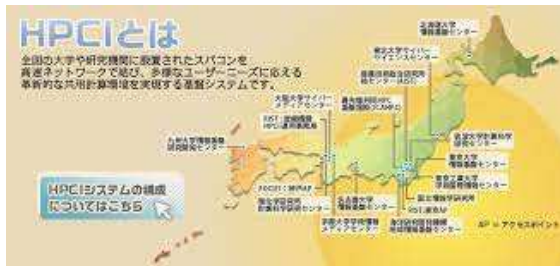
一般社団法人日本流体力学会
財団法人計算科学振興財団
特定非営利活動法人バイオグリッドセンター関西
自然科学研究機構核融合科学研究所
スーパーコンピューティング技術産業応用協議会
神戸大学
東京大学物性研究所計算物質科学研究センター計算物質科学イニシアティブ(分野2「新物質・エネルギー創成」)
東京大学生産技術研究所(分野4「次世代ものづくり」)
計算基礎科学連携拠点(分野5「物質と宇宙の起源と構造」)
名古屋大学 太陽地球環境研究所
独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
独立行政法人海洋研究開発機構
一般社団法人日本計算工学会
計算生命科学ネットワーク

国立研究開発法人理化学研究所計算科学研究機構
高エネルギー加速器研究機構 共通基盤研究施設・計算科学センター
情報・システム研究機構 国立情報学研究所
一般財団法人高度情報科学技術研究機構
筑波大学 計算科学研究センター
大阪大学 核物理研究センター
国立研究開発法人産業技術総合研究所 情報技術研究部門
東京大学 物性研究所
東北大学 金属材料研究所
情報・システム研究機構 統計数理研究所
自然科学研究機構分子科学研究所 計算科学研究センター
独立行政法人宇宙航空研究開発機構 情報計算工学センター

# HPCI

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

- 富岳及び各大学センター等(第2階層)のスパコンの利用
  - 複数資源申請可能(OdysseyとAquariusは別資源と見なす)
- 公募型・原則無償
  - 原則年1回(10-11月締切)募集
  - 複数回募集, 随時募集課題有
  - 様々な制度がある
- 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(1/2)

[https://www.hpci-office.jp/pages/proposal\\_submission?tab=current](https://www.hpci-office.jp/pages/proposal_submission?tab=current)

- 令和4年度(2022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:2021年9月7日(火)
  - 電子申請受付開始:2021年10月6日(水)
  - 電子申請受付締切:2021年11月5日(金)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), Oakforest-PACS(OFP)利用可能



# HPCI課題募集(2/2)東大からの拠出資源量

NH:ノード時間, NY:ノード年

**OdysseyとAquariusの両方を使いたい場合はそれぞれ申請する必要あり!**

[https://www.hpci-office.jp/pages/proposal\\_submission?tab=current](https://www.hpci-office.jp/pages/proposal_submission?tab=current)

	総拠出量	最大利用ノード数	一般	若手	産業
Odyssey	19,906,560 NH (= 2,304ノード年)	2,304ノード	1,728,000 NH (= 200ノード年) 400 TB	864,000 NH (= 100ノード年) 200 TB	1,036,800 NH (= 120ノード年) 240 TB
Aquarius	34,560 NH (= 4ノード年)	共用:8ノード, 64GPU 占有:1ノード, 8GPU	8,640 NH (= 1ノード年) 48 TB	8,640 NH (= 1ノード年) 48 TB	8,640 NH (= 1ノード年) 48 TB
Oakbridge-CX	1,728,000 NH (= 200ノード年)	256ノード	172,800 NH (= 20ノード年), 80 TB	172,800 NH (= 20ノード年), 80 TB	172,800 NH (= 20ノード年), 80 TB

- 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)

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

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

# 学際大規模情報基盤共同利用共同研究拠点 (JHPCN)

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

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



# JHPCNの共同研究課題(1/2)

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



- 学際的共同研究課題
  - 計算科学・計算機科学・数値アルゴリズム
  - 代表・副代表は異なる分野から
    - センター教員の参加は必須ではないが、多くの課題ではそうなっている
  - 分野横断的＋複合的な課題が推奨されているが、チューニング支援、問題解決のためのアルゴリズム開発などの例が多い⇒最近では機械学習関連の課題が多い
- 提案書ベース、毎年40-50件受入
  - 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**
- **2023年度の募集は2022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	OPF	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 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 柏原賢二(東京大学)	○				
jh200008-NAH	Developing Accuracy Assured High Performance Numerical Libraries for Eigenproblems 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 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 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 村田忠彦(関西大学)					○
jh200023-NAHI	Hierarchical low-rank approximation methods on distributed memory and GPUs 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 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 安藤亮輔(東京大学)		○			
jh200036-MDHI	High resolution simulation of cardiac electrophysiology on realistic whole-heart geometries 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 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	OPF	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 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> 佐藤一誠(東京大学)	○	○	○		
<b>jh200043-MDHI</b>	<b>Development of Fast Surrogate for Approximating Large-scale 3D Blood Flow Simulation</b> 下川辺隆史(東京大学)	○	○	○		
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 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 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> 長崎正朗(京都大学)			○	○	
jh200051-NAHI	Scalable Multigrid Poisson solver for AMR-based CFD applications in Nuclear Engineering 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> 三好建正(理化学研究所)		○			
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 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 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	OFFP	OB	OB外	W-O	W-A
jh210002-NAHI	Developing Accuracy Assured High Performance Numerical Libraries for Eigenproblems 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 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 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 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 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 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 長崎正朗(京都大学)			○	○		
jh210021-MDHI	High resolution simulation of cardiac electrophysiology on realistic whole-heart geometries 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 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 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	OFFP	OB	OB外	W-O	W-A
jh210024-NAHI	Hierarchical low-rank approximation methods on distributed memory and GPUs 横田理央(東京工業大学)					○	○
jh210026-NAH	Innovative Multigrid Methods II 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 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 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 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 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 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 森田直樹(筑波大学)			○			
jh210049-MDH	Developing data driven analysis methods for extreme scale numerical simulations 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 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 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 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(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部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 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	埴敏博(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 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 (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・ 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)

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

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

# 若手・女性利用

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

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

# 若手・女性利用(応募可能な計算機資源)

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

Wisteria/BDEC-01 Odyssey	Wisteria/BDEC-01 Aquarius	Oakbridge-CX	mdx <a href="https://mdx.jp/mdx/">https://mdx.jp/mdx/</a>
<b>6ヶ月(60,000円相当)</b> ① 8,640(2ノード×6ヶ月) ② 2,304ノード ③ 1.00(1ノード) ④ 4TB	<b>6ヶ月(90,000円相当)</b> ① 12,960(1GPU×6ヶ月) ② 8ノード(64GPU) ③ 3.00(GPU) ④ 6TB	<b>6ヶ月(100,000円相当)</b> ① 8,640(2ノード×6ヶ月) ② 256ノード ③ 1.00(1ノード) ④ 8TB	✓ 608vCPU(4ノード相当) ✓ 1GPU ✓ 仮想ディスク 100GB ✓ 高速内部ストレージ 1TiB ✓ 大容量内部ストレージ 2TiB ✓ オブジェクトストレージ 2TiB ✓ グローバルIPアドレス 1個
<b>12ヶ月(120,000円相当)</b> ① 17,280(2ノード年) ② 2,304ノード ③ 1.00(1ノード) ④ 4TB	<b>12ヶ月(180,000円相当)</b> ① 25,920(1GPU年) ② 8ノード(64GPU) ③ 3.00(GPU) ④ 6TB	<b>12ヶ月(200,000円相当)</b> ① 17,280(2ノード年) ② 256ノード ③ 1.00(1ノード) ④ 8TB	
<b>ディスク容量追加(1TB)</b> 6ヶ月:3,240円 12ヶ月:6,480円	<b>ディスク容量追加(1TB)</b> 6ヶ月:3,240円 12ヶ月:6,480円	<b>ディスク容量追加</b> 6ヶ月:3,240円 12ヶ月:6,480円	

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

# 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(試行)(1/2)

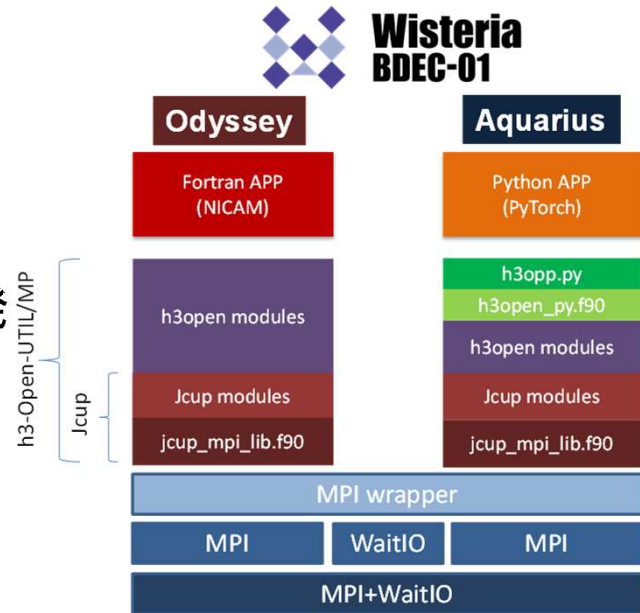
<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/exploratory/AIforHPC/>

- (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(試行)(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50万円相当)
  - 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

## 地球科学, 計算+データ同化+機械学習融合

年度	代表者	課題名	使用計算機	備考
2020	澤田洋平 (東京大学工学系 研究科・准教授)	地球科学シミュレーションの 不確実性定量化の新展開	Oakforest-PACS	
2021	澤田洋平 (東京大学工学系 研究科・准教授)	超巨大アンサンブル 計算と機械学習の協調によ る地球科学シミュレーション の不確実性定量化	Wisteria/BDEC-01 (Odyssey) Wisteria/BDEC-01 (Aquarius)	h3-Open-BDECの提供する Odyssey-Aquarius連携ライ ブラリの開発にも貢献して もらう予定
2021	菊地淳(理化学研 究所環境資源科学 研究センター・チ ームリーダー)	<a href="#">数値シミュレーションと機械 学習との融合による東京 湾の赤潮予測</a>	Wisteria/BDEC-01 (Aquarius) 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 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:来年度)

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

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

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

# 企業利用(審査有り)(○:代表者, △:参加者)

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

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

# 企業利用概要

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

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

# 企業利用(一般)

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

- 「企業利用(一般)」
  - 「提案書+面接審査」がある以外は「一般利用」とほぼ同じ, 年2回募集
  - 成果報告書提出(終了後1ヶ月以内), 中間報告会
    - ✓ 負担金1.2倍, ノード固定等も利用できる
    - ✓ 「トークン移行」不可: 「原則として」提案時に利用する計算機(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 お試リ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)
- ・次回は2022年2月頃締切
- ・成果報告義務あり

## ③ 企業利用(一般): 報告義務有り

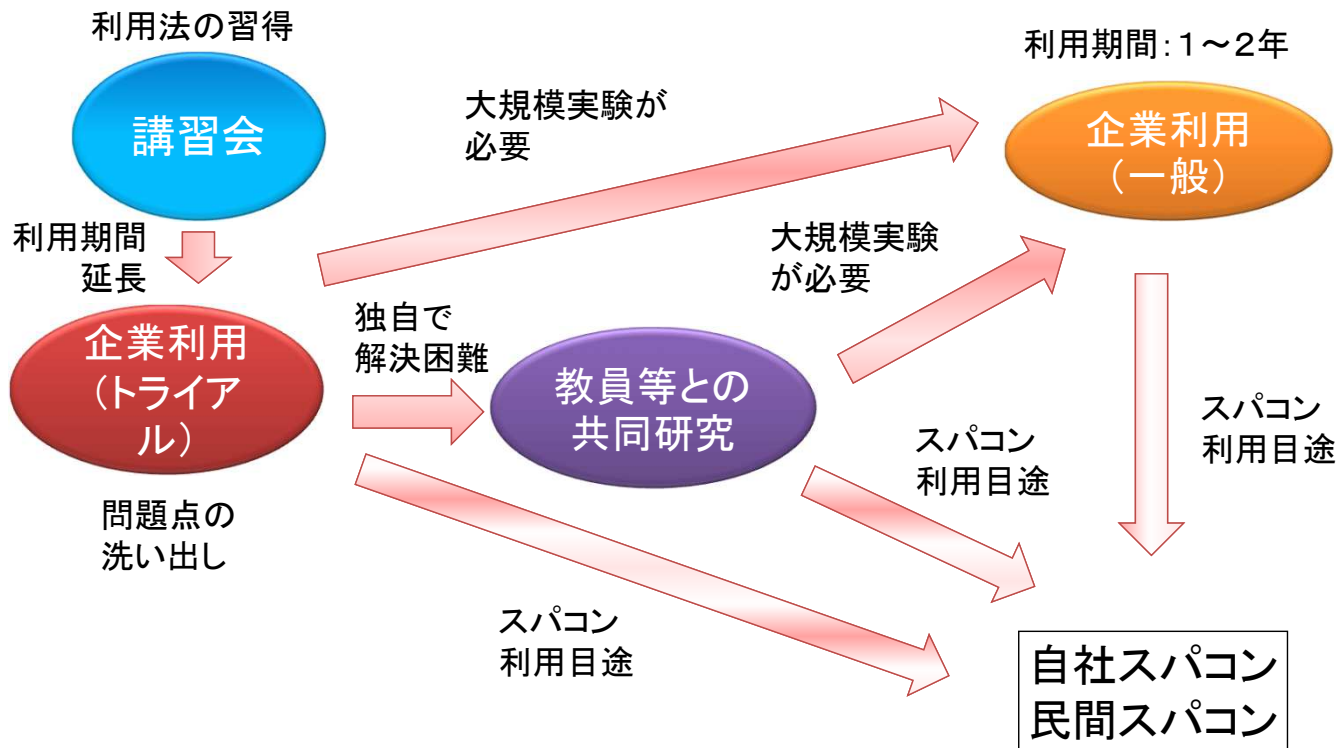
- ・有償, 最長12ヶ月

## 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/>

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

制度名	種別	募集	次回締切
通常利用	一般・トライアル	随時	
お試し利用		随時	
JHPCN		年1回(1月)	2022年度募集終了
HPCI	一般・若手・産業	年1回(10-11月)	2022年度募集終了
若手女性	一般	年2回(8・2月)	2022年8月29日
	インターン	年1回(夏季)	本年度分終了
AI for HPC		随時, 年4回審査	2022年8月末, 11月末
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)	2022年8月17日
	トライアル	随時, 年4回審査	2022年8月17日 2022年11月16日

# YouTubeチャンネルのご紹介

研究事例紹介や、セミナー・講習会の録画などをご覧になれます。

- 「東京大学情報基盤センター」チャンネル

<https://www.youtube.com/channel/UC2CHaGp1AO-vqRIV7wmU0-w>

- Wisteria/BDEC-01システム紹介

[https://www.youtube.com/watch?v=SXjYtatz0-4&list=PLobjSv\\_ny85IW03OAPUJ9DWJoHhNiQgvY&index=3&t=104s](https://www.youtube.com/watch?v=SXjYtatz0-4&list=PLobjSv_ny85IW03OAPUJ9DWJoHhNiQgvY&index=3&t=104s)

- 第10回JCAHPCセミナー

[https://www.youtube.com/playlist?list=PLobjSv\\_ny85mfPTuCC2i7r\\_sPQYKZvy2e](https://www.youtube.com/playlist?list=PLobjSv_ny85mfPTuCC2i7r_sPQYKZvy2e)

- 柏キャンパス一般公開[https://www.youtube.com/playlist?list=PLobjSv\\_ny85kr1lg2m-bUiMC2a9W6k53u](https://www.youtube.com/playlist?list=PLobjSv_ny85kr1lg2m-bUiMC2a9W6k53u)

- JCAHPCセミナー:「人類と地球を護るスーパーコンピューティング」

[https://www.youtube.com/playlist?list=PLobjSv\\_ny85l-z-VJCy690ZjIAA04xCRA](https://www.youtube.com/playlist?list=PLobjSv_ny85l-z-VJCy690ZjIAA04xCRA)

- お試しアカウントつき講習会

[https://www.youtube.com/playlist?list=PLobjSv\\_ny85kXY2Mtnhn1k7pM-epQaD2y](https://www.youtube.com/playlist?list=PLobjSv_ny85kXY2Mtnhn1k7pM-epQaD2y)

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 Today  
140 TF

Oakforest-PACS (Fujitsu)  
25.0 PF

OFP-II  
100+ PF

Fujitsu FX10  
Oakleaf-FX  
1.13 PF

Wisteria Fujitsu  
BDEC-01  
33.1 PF

BDEC-02  
250+ PF

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

Mercury

Ipomoea-01 25PB

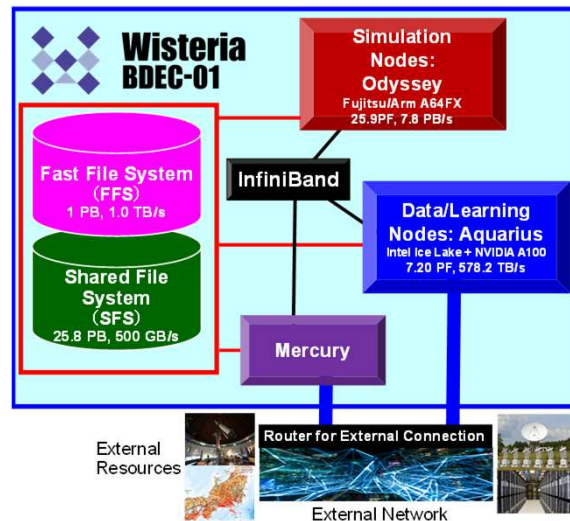
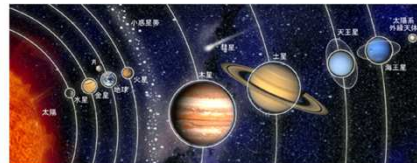
Ipomoea-03

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

# 東大センター将来構想

- 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
- Wisteria-Mercury (2023年6月～)
  - GPUクラスタ
  - OFP-IIプロトタイプ (32+ノード, 128+GPU)
- OFP-II (2024年4月)
  - OFP後継機 (JCAHPC, 筑波大・東大共同)
  - GPUクラスタ (Mercuryと同じ, もしくはその同型GPU), 100+PF
  - CPU Onlyのノード群もあり
- 2022年秋以降「GPUキャンプ」頻繁に開催します!





# 2023年度向け利用説明会(オンライン)(予定)

- 2022年10月上旬(全般, HPCI中心)
- 2022年11月下旬(JHPCN)
- 2023年1月下旬(企業, 若手・女性, AI-for-HPC)
- 2023年7月下旬(企業, 若手・女性, AI-for-HPC)



**Wisteria  
BDEC-01**



- 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/>