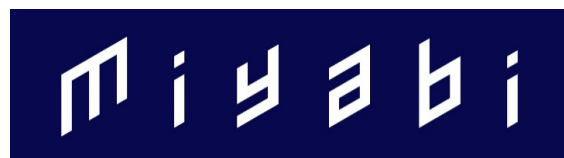


JHPCNから 「計算・データ・学習」融合を目指す 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 公募説明会@東大



Wisteria
BDEC-01



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

本日の趣旨



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO



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

- 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ群
- 学際大規模情報基盤共同利用共同研究拠点 (JHPCN) 公募課題
- 質疑
- 現在運用中のシステム
 - Wisteria/BDEC-01 (2021年5月運用開始)
 - Ipomoea-01 (2022年6月運用開始): 共通ストレージ
- もうすぐ運用を開始するシステム
 - Miyabi (2025年1月運用開始予定)

2001-2005

2006-2010

2011-2015

2016-2020

2021-2025

2026-2030

Hitachi SR8000
1,024 GF

SR8000

Hitachi SR11000
J1, J2
5.35 TF, 18.8 TF

IBM Power5+

Hitachi SR16K/M1
Yayoi
54.9 TF

IBM Power7

Hitachi
SR2201
307.2GF

HARP-1E

Hitachi
SR8000/MPP
2,073.6 GF

SR8000

Intel CLX

OBCX
(Fujitsu)
6.61 PF

疑似ベクトル

汎用CPU

加速装置付

NVIDIA GH200 +
Intel SPR/HBMMiyabi/OFP-II
80+ PFHitachi HA8000
T2K Todai
140 TF

Intel Xeon Phi

Oakforest-
PACS (Fujitsu)
25.0 PF

AMD Opteron

Fujitsu FX10
Oakleaf-FX
1.13 PF

SPACR64 IXfx

Reedbush-
U/H/L (SGI-HPE)
3.36 PFIntel BDW +
NVIDIA P100Wisteria
BDEC-01 Fujitsu
33.1 PFA64FX,
Intel Icelake+
NVIDIA A100BDEC-
02
150+ PF

Accelerators

Ipomoea-01 25PB

Ipomoea-
03

Ipomoea-02

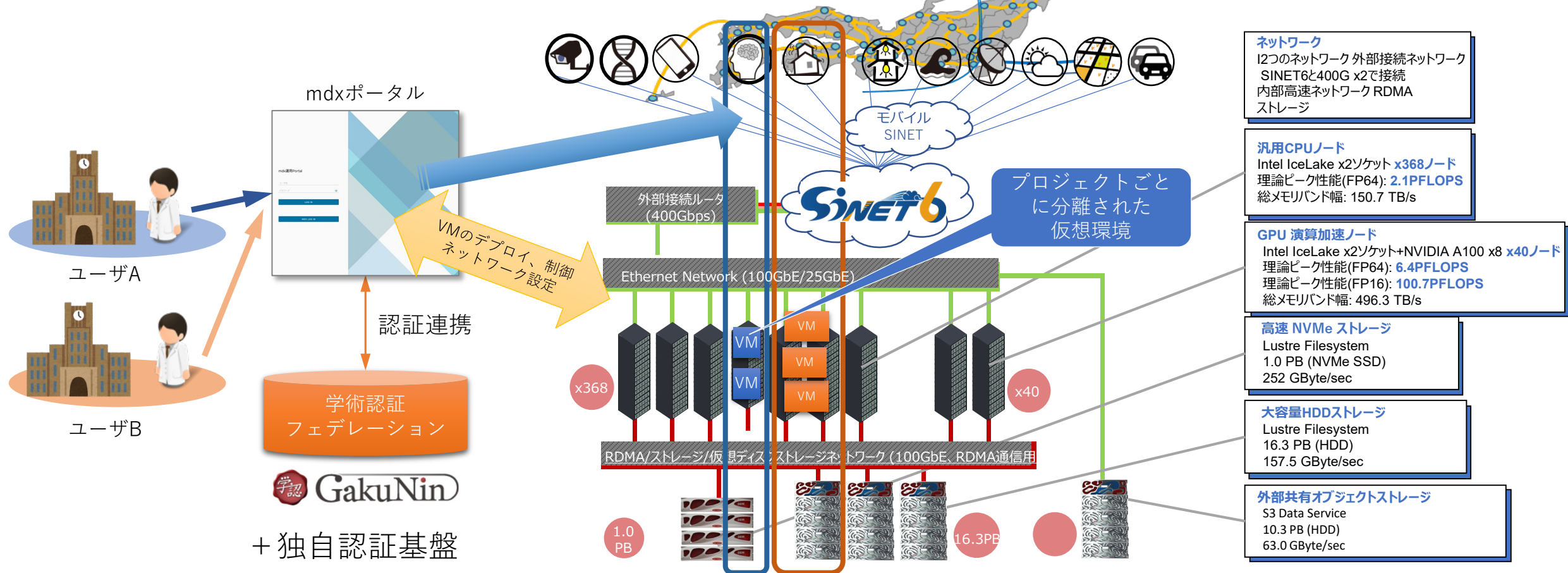
東京大学情報基盤 センターのスパコン

利用者2,600+名

55%は学外

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



スパコン利用諸制度(○:代表者, △:参加者)

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

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

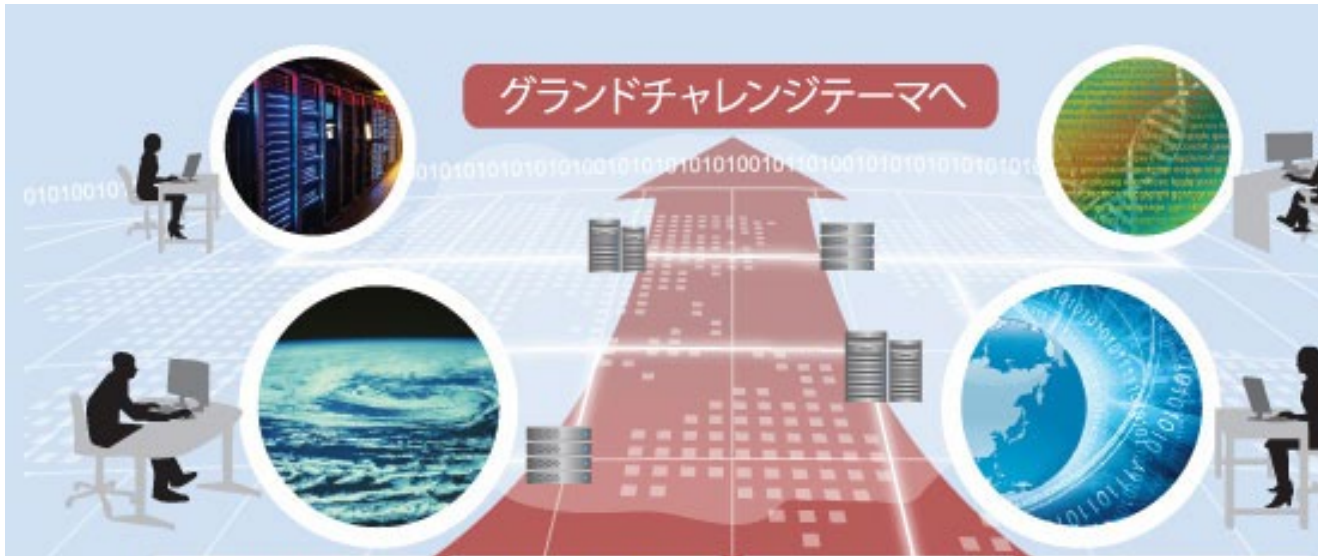
- JHPCNの概要
- 東大情報基盤センターのスパコン概要
 - Wisteria/BDEC-01
 - Ipomoea-01
- h3-Open-BDEC
- Miyabi
- JHPCN利用申込み

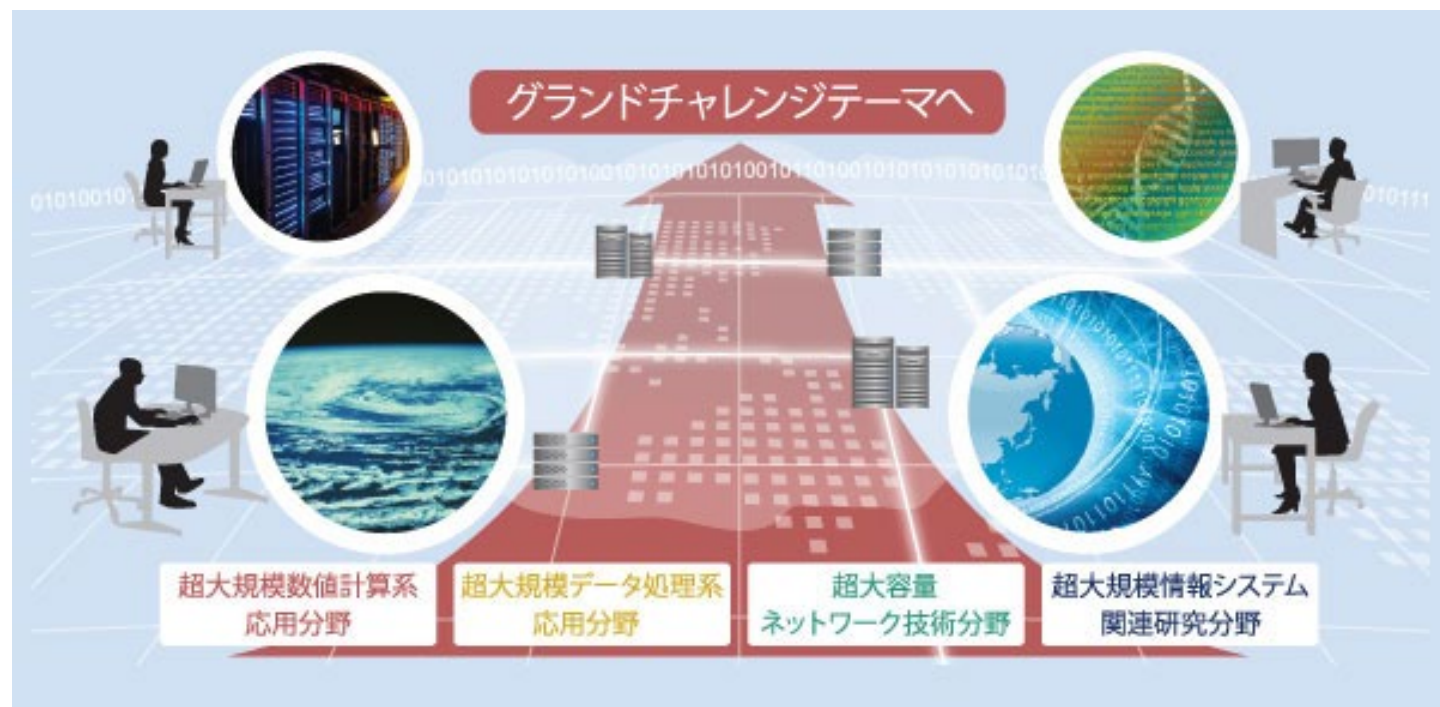
学際大規模情報基盤共同利用共同研究拠点(JHPCN)

<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ネットワーク型拠点
 - 北海道, 東北, 東大(中核拠点), 科学大, 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
 - 枠組みが変化(計算科学, データ利活用)(+ mdx)



- グランドチャレンジ的な問題について、学際的な共同利用・共同研究を実施することにより、我が国の学術・研究基盤の更なる高度化と恒常的な発展に資する
 - 超大規模計算機，超大容量ストレージ，超大容量ネットワークなどの情報基盤
 - 地球環境，エネルギー，物質材料，ゲノム情報，Webデータ，学術情報，センサーネットワークからの時系列データ，映像データ，プログラム解析、その他
 - JHPCNには、上記の各分野における多数の先導的研究者が在籍し、これらの研究者との共同研究によって、研究テーマの一層の発展が期待できる。
- 



共同研究分野(2021年度まで)

- 超大規模数値計算系応用分野
 - 地球環境, エネルギー, 物質材料等の科学・工学分野における科学技術シミュレーション, 関連するモデリング, 数値解析アルゴリズム, 可視化手法, 情報基盤等
- 超大規模データ処理系応用分野
 - ゲノム情報, Webデータ, 学術情報コンテンツ, センサーネットワークからの時系列データ, 映像を始めとするストリームデータなどに対する高度なメディア情報処理, プログラム解析, アクセスや検索, 情報抽出, 統計的・意味的分析、データマイニング
- 超大容量ネットワーク技術分野
 - 超大規模データ共有のためのネットワーク品質の確保や制御, 超大規模ネットワーク自体の構築と運用に必要な監視や管理, そのようなネットワークの安全性の評価と維持確保、およびこれら諸技術の研究開発の支援のための技術等
- 上記研究分野を統合した超大規模情報システム関連研究分野
 - ペタスケール／エクサスケールコンピュータのアーキテクチャ, 高性能計算基盤ソフトウェア, グリッド, 仮想化技術, クラウドコンピューティング等

共同研究分野(2022年度から)

- 分野1:大規模計算科学分野:2021年度までのJHPCN
 - 本日は(主として)これについて説明する
 - 超大規模数値計算系応用分野
 - 超大規模データ処理系応用分野
 - 超大容量ネットワーク技術分野
 - 超大規模情報システム関連研究分野
- 分野2:データ科学・データ利活用分野:2022年度からの新分野
 - mdxを中心に利用するような分野
- 分野1にも「大規模データ処理系応用分野」があるが、分野2は人文・社会系も含むより広い範囲が対象、分野1の「データ処理系」は科学技術計算に関わるデータ処理、データ解析、その手法の開発、が中心

共同研究のポイント: 全部を満たす, ということではない

- 学際的研究体制
 - 情報科学分野(計算機科学・データ科学)と応用分野による, 学際共同研究の推進
 - 審査においては学際的な研究体制の構築がなされていることを重視
- ソフトウェアおよびデータ活用推進
 - 単なる公開だけでなく, 成果の幅広い利活用を目指す取り組みを高く評価
- IT 基盤技術開発
 - アーキテクチャー, システムソフトウェア, セキュリティ等, IT 技術の基盤的研究につながる課題を高く評価: 各構成研究拠点の研究者との共同研究
- 拠点連携
 - 複数構成拠点の資源を活用, 複数拠点の研究者との連携体制
 - 広域分散型の大規模情報システム, アプリケーションのマルチプラットフォーム実装
- 大規模データ・大容量ネットワーク利用
- 計算機資源の利用のみではなく, 研究開発的要素が大きい課題を採択

共同研究の分類

- 一般共同研究課題（採択課題数全体の8割程度）
- 国際共同研究課題（採択課題数全体の1割程度）
 - 国際共同研究課題は、国内の研究者のみでは解決や解明が困難である問題について、国外の研究者と学際的な共同研究を実施する
 - 国外の共同研究者との打ち合わせ等の出張旅費を助成する制度がある
 - 1名・2週間程度の滞在可能
- 企業共同研究課題（採択課題数全体の1割程度）
 - 産業応用を重視した学際的な共同研究
- 各課題とも、大学・研究機関、民間企業からの参加が可能
- （分野1, 分野2）, （HPCI（スパコン利用）, 非HPCI）という組み合わせがあるが、ここでは（分野1・HPCI）に限定

応募資格

- 課題代表者
 - 日本国内の機関(大学・研究機関, 民間企業等)に所属する者
- 学生参加
 - 2024年度から学部生も参加可能, 学生は課題代表者・副代表者にはなれない
- 非居住者の参加(国際共同研究課題含む)
 - 後掲の「留意事項」を満たす限り制限はありません(心配な場合はご相談ください)
 - 利用する計算機を運用している構成拠点に所属している研究者が共同研究者として参加する必要がある⇒東大のスパコンを使う場合は必ず東大センターのメンバーを含む(ご相談ください)(規定★)
- 国際共同研究課題
 - 副代表者として日本国外機関所属研究者を1名以上含む必要がある
 - NHR国際共同研究課題はNHR所属機関研究者
 - 英文申込書による応募を必須, 規定★を満たす
- 企業共同研究課題
 - 課題代表者は必ず民間企業に所属する研究者
 - 副代表者の1名以上は規定★を満たす

スパコンの「利用資格」(1/3) : 「通常利用」

参考

- 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」

参考

- 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)

- 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。
- 「JHPCN」の場合は更にゆるい
 - 非居住者
 - 企業の方
 - 提案して採択されれば、共同研究の実態がある、と本学では判断している([利用規程](#))
 - 第3条(8)項
 - 追加の書類、審査等は不要
 - 採択後に研究倫理研修を受けて頂く必要あり



みなし輸出管理(2022年5月より)

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

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

その他

- 共同研究期間
 - 2025年4月1日～2026年3月31日
- 利用負担金：無料
- 課題審査：書類審査
- 資源量
 - 後述
- 応募方法（分野1・HPCI）
 - <https://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/ja/cfp>
 - 様式記入，Web経由で登録，所属機関長（部局長）の連絡先を登録
 - 利用分野（数値計算，データ処理，ネットワーク，情報システム）指定
 - 分類にのみ使用する

留意事項

- 採択研究課題の目的にのみ研究資源等を利用すること。
- 平和利用目的の提案であること。
- 人権および利益保護への配慮を行うこと。
- 文部科学省「生命倫理・安全に対する取組」に適合すること。
- 厚生労働省「研究に関する指針について」に適合すること。
- 経済産業省「安全保障貿易管理について」に適合すること。
- 実質的に同一の研究課題と思われる課題（ほぼ同等の研究体制・研究テーマの課題や、研究対象のみが異なる課題など）は採択しません。

スケジュール

- **募集要項公開・募集開始**
 - 2024年12月12日受付開始
 - <https://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/>
- 応募
 - 申込み締切: 2025年1月6日(月)17:00(厳守)
 - 2025年3月中旬までに結果通知
- 研究実施
 - 開始: 2025年4月1日
 - 第17回JHPCN シンポジウム(研究内容紹介・ポスター): 2025年7月上旬～中旬
 - 中間報告書: 2025年10月中旬
 - 共同研究期間終了: 2026 年3月31日
 - 最終報告: 2026 年5月中旬
 - 第18回JHPCN シンポジウム(研究成果報告): 2026年7月上旬
- 中間報告書(2ページ程度), 最終報告書提出は必須
- シンポジウム発表必須(2020・2021: 完全オンライン, 2022～: ハイブリッド)

NHR-JHPCN協力

<https://www.nhr-verein.de/en/>



- NHR
 - 2021年設立, ドイツ国内9大学センターのアライアンス
 - JSC, LZR@TUMはEU-wideのシステムであるのに対して, NHRは「第2階層」的位置付け
 - スパコン自体はそれほど大きくない
 - センターごとに重点アプリ分野があった
 - JHPCNと良く似た公募型研究プロジェクト: 個々の規模は大きく, 数も少ない: 10-15
 - ドイツの大学の研究者・学生に限定
 - Graduate School Scholarshipの制度はある: こちらはInternational
- JST国際プロジェクト等を契機として, 2015年頃から個別交流が始まる
 - いくつかのJHPCNプロジェクトに関係者が参加
- 2024年7月にNHR-JHPCN間で共同研究協約を締結
- 2025年度は「国際共同研究」の採択枠を拡大, NHRとの研究者を副代表とする国際共同研究課題の応募を奨励

NHR: Members

National High Performance Computing, Germany

<https://www.nhr-verein.de/en/>



University	High Performance Center	Website
RWTH Aachen	IT Center	NHR4CES@RWTH
Technische Universität Darmstadt	Hochschulrechenzentrum (HRZ)	NHR4CES@TUDa
Universität Nürnberg-Erlangen	Regionales Rechenzentrum Erlangen	NHR@FAU
Universität Göttingen	Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Göttingen (GWDG)	NHR@Göttingen
Karlsruher Institut für Technologie	Steinbuch Centre for Computing (SCC)	NHR@KIT
Technische Universität Dresden	Zentrum für Informationsdienste und Hochleistungsrechnen	NHR@TUD
Berlin University Alliance	Zuse-Institut Berlin	NHR@ZIB
Universität Paderborn	Paderborn Center für Parallel Computing	PC2
Universität Frankfurt am Main Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU) Universität Mainz Universität des Saarlandes	NHR Süd-West	NHR@SW

NHR-JHPCN Projects in FY.2024

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



jh240021	Takahiro Katagiri (Nagoya U.)	Novel Expansion of High-performance and Highly-reliable Numerical Methods and Applications	FAU Erlangen, Germany DLR, Germany BSC, Spain; LBNL, USA
jh240029	Kengo Nakajima (U.Tokyo)	Innovative Computational Science by Integration of Simulation/Data/Learning on Heterogeneous Supercomputers	FAU Erlangen, Germany JSC, Germany U. Wuppertal, Germany U. Cologne, Germany CEA, France; RBI, Croatia
jh240058	Takeshi Nanri (Kyushu U.)	Study on the real effect of non-blocking collective communications	FAU Erlangen, Germany TU Darmstadt, Germany TU Munich, Germany Georgia Tech, USA OSU, USA; NVIDIA, USA
jh240074	Toshihiro Hanawa (U.Tokyo)	Energy Efficient Operation for Supercomputing Systems	U. Paderborn, Germany (FAU Erlangen, Germany)
jh240080	Akihiro Fujii (Kogakuin U.)	Innovative multigrid III	FAU Erlangen, Germany U. Wuppertal, Germany TU Munich, Germany; INRIA, France

- JHPCNの概要
- 東大情報基盤センターのスパコン概要
 - Wisteria/BDEC-01
 - Ipomoea-01
- h3-Open-BDEC
- Miyabi
- JHPCN利用申込み

2001-2005

2006-2010

2011-2015

2016-2020

2021-2025

2026-2030

Hitachi SR8000
1,024 GF

SR8000

Hitachi SR11000
J1, J2
5.35 TF, 18.8 TF

IBM Power5+

Hitachi SR16K/M1
Yayoi
54.9 TF

IBM Power7

Hitachi
SR2201
307.2GF

HARP-1E

Hitachi
SR8000/MPP
2,073.6 GF

SR8000

Intel CLX

OBCX
(Fujitsu)
6.61 PF

疑似ベクトル

汎用CPU

加速装置付

NVIDIA GH200 +
Intel SPR/HBMHitachi HA8000
T2K Todai
140 TF

AMD Opteron

Intel Xeon Phi

Oakforest-
PACS (Fujitsu)
25.0 PFMiyabi/OFP-II
80+ PFFujitsu FX10
Oakleaf-FX
1.13 PF

SPACR64 IXfx

Reedbush-
U/H/L (SGI-HPE)
3.36 PFIntel BDW +
NVIDIA P100Wisteria
BDEC-01 Fujitsu
33.1 PFA64FX,
Intel Icelake+
NVIDIA A100BDEC-
02
150+ PF

Accelerators

Ipomoea-01 25PB

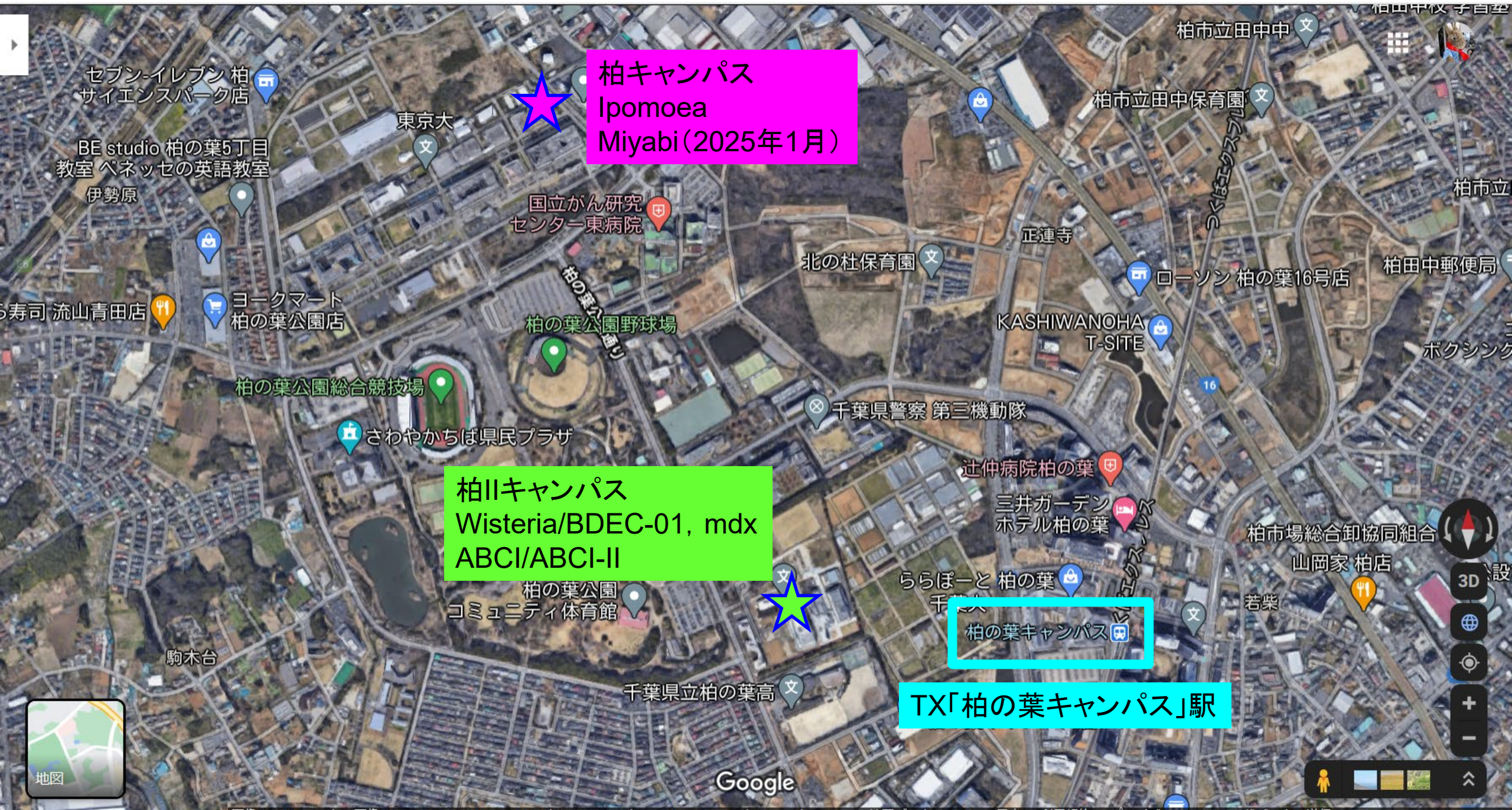
Ipomoea-
03

Ipomoea-02

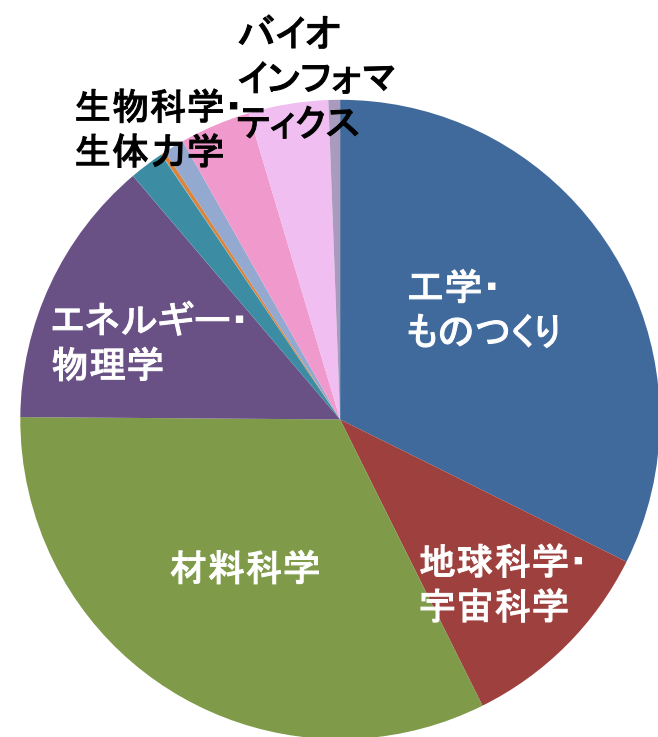
東京大学情報基盤 センターのスパコン

利用者2,600+名

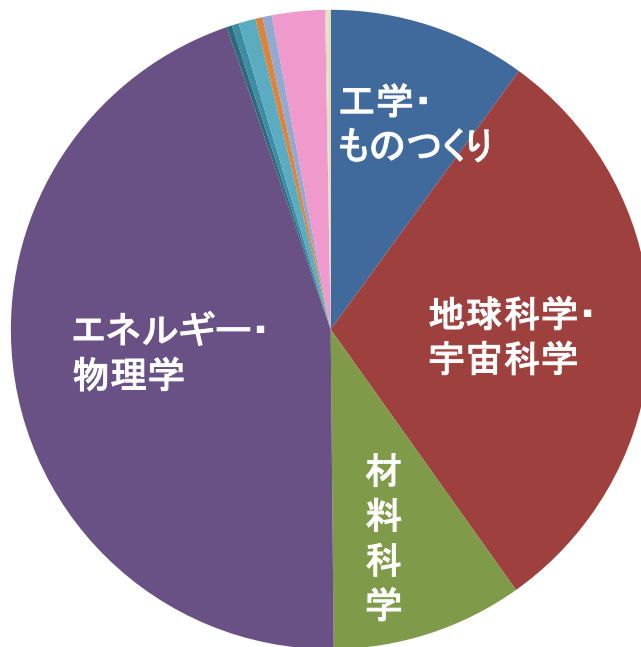
55%は学外



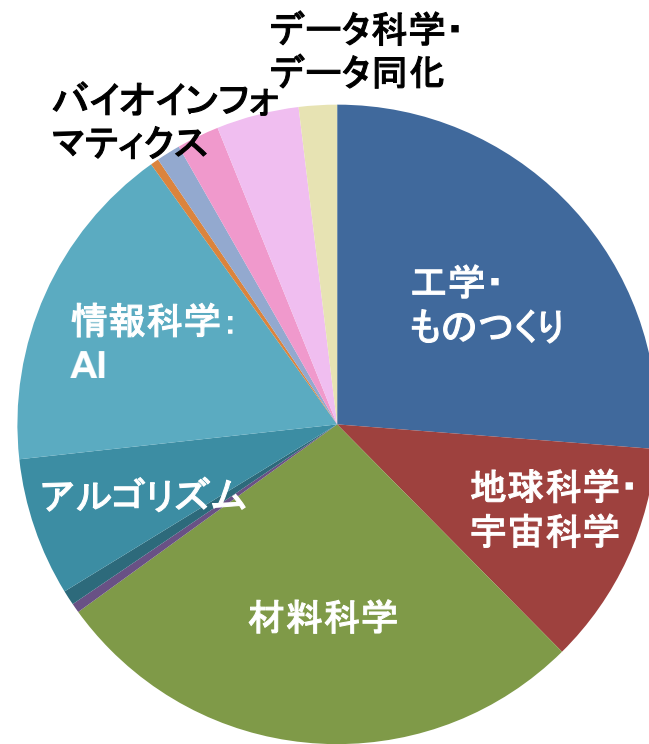
2022年度分野別 ■汎用CPU, ■GPU



OBCX
CascadeLake



Odyssey
A64FX



Aquarius
A100

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

スーパーコンピューティング の今後

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



BDEC (Big Data & Extreme Computing)

S + D + L

(シミュレーション(計算)+データ+学習)融合(S+D+L)

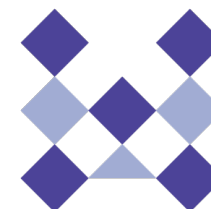
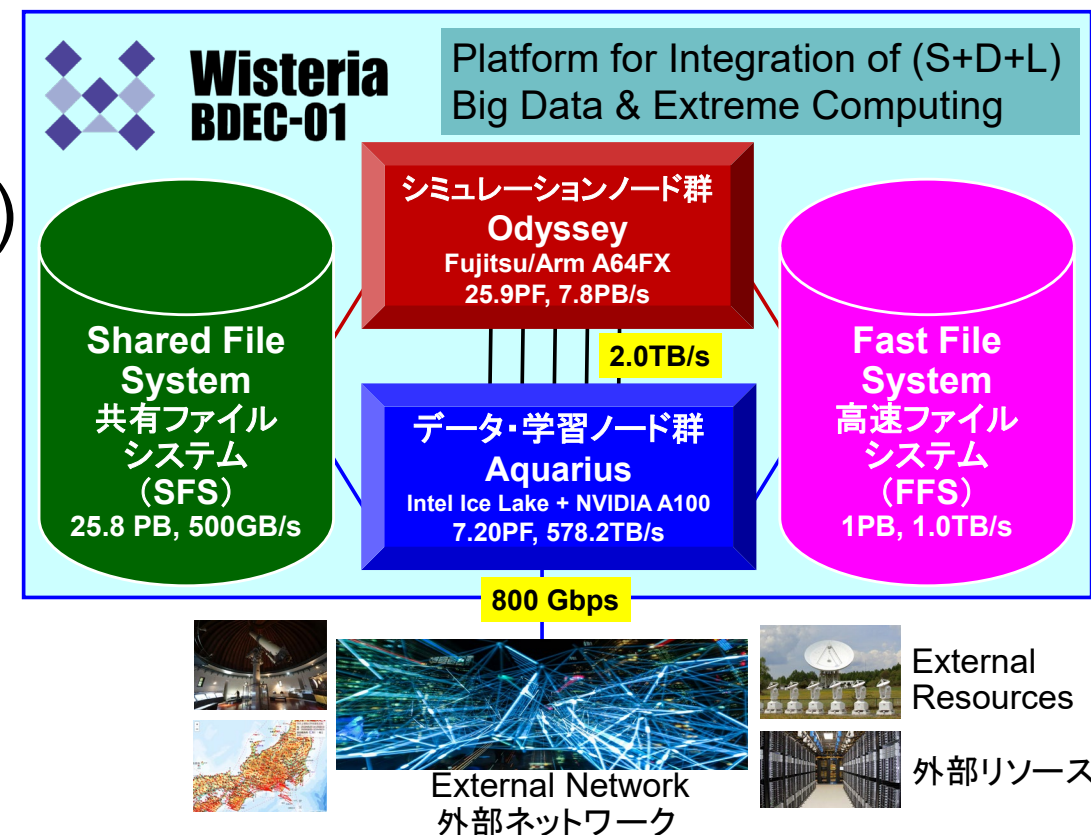
- 東大情報基盤センターでは、2015年頃から「(S+D+L)融合」の重要性に注目し、それを実現するためのハードウェア、ソフトウェア、アプリケーション、アルゴリズムに関する研究開発を開始
 - BDEC計画(Big Data & Extreme Computing)
 - 「データ+学習」による、より高度な「シミュレーション」
 - AI for HPC, AI for Science
 - 地球科学関連では自然な発想(すでに実施されている)
- 2021年5月に運用を開始した「Wisteria/BDEC-01」は「BDEC計画」の1号機
 - Reedbush, Oakbridge-CXは「BDEC」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



Wisteria/BDEC-01

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

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



Wisteria
BDEC-01

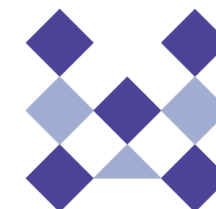
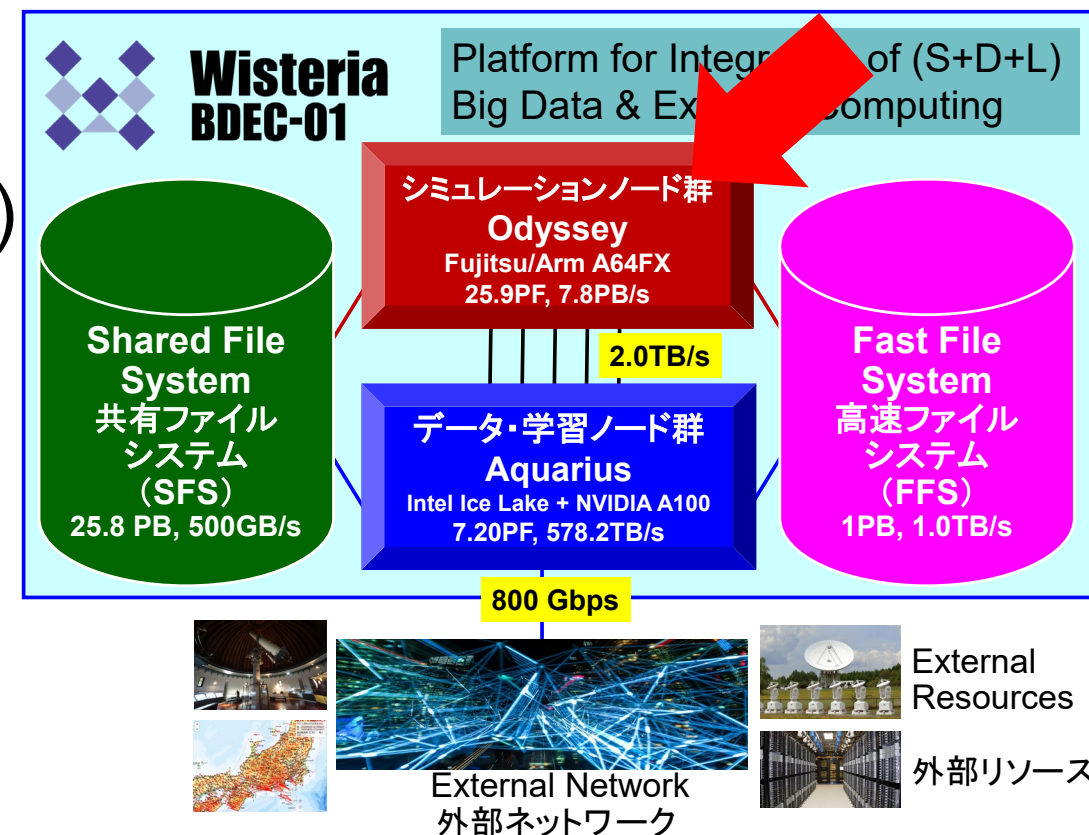
Wisteria/BDEC-01

- 2021年5月14日運用開始
 - 東京大学柏Ⅱキャンパス
- 33.1 PF, 8.38 PB/sec., **富士通製**
 - ~4.5 MVA(空調込み), ~360m²
- Hierarchical, Hybrid, Heterogeneous (h3)
- 2種類のノード群**

- シミュレーションノード群 (S, SIM) : Odyssey**
 - 従来のスパコン
 - Fujitsu PRIMEHPC FX1000 (A64FX), 25.9 PF**
 - 7,680ノード(368,640 コア), 20ラック, Tofu-D

- データ・学習ノード群 (D/L, DL) : Aquarius**
 - データ解析, 機械学習
 - Intel Xeon Ice Lake + NVIDIA A100, 7.2 PF**
 - 45ノード(Ice Lake:90基, A100:360基), IB-HDR
 - 外部リソース(ストレージ, サーバー, センサーネットワーク他)に直接接続
- ファイルシステム: 共有(大容量) + 高速

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

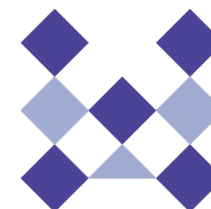
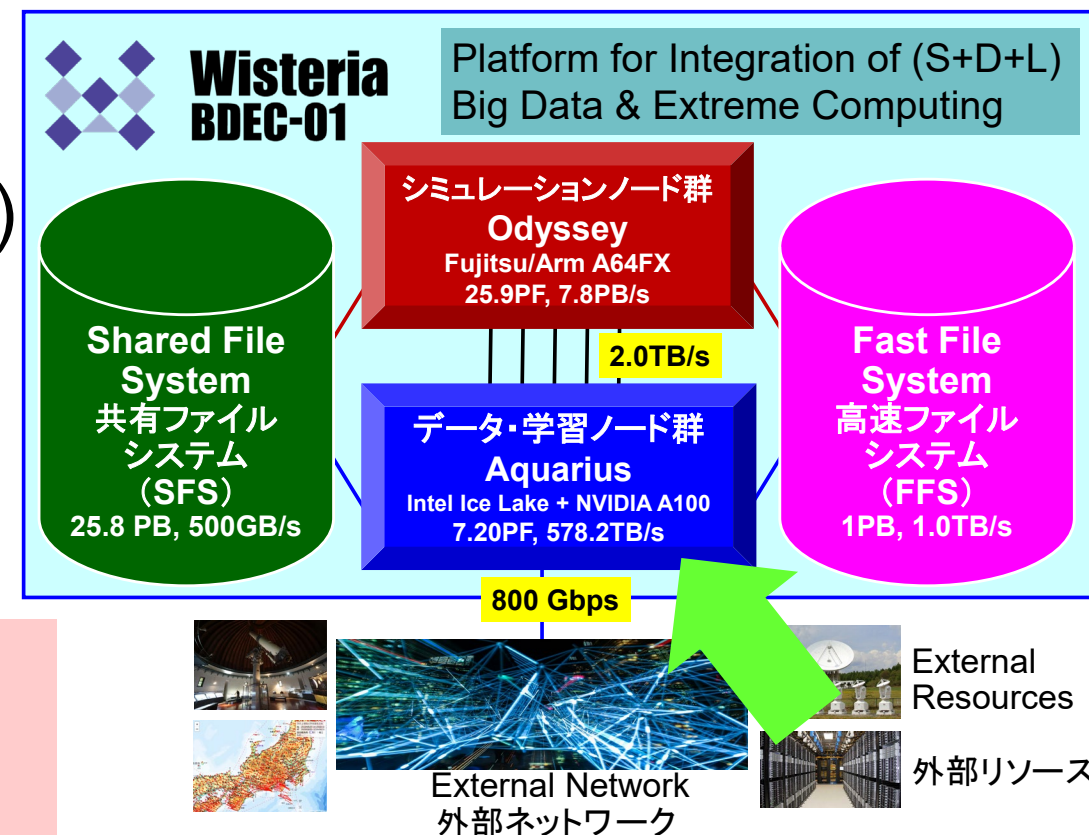


Wisteria
BDEC-01

Wisteria/BDEC-01

- 2021年5月14日運用開始
 - 東京大学柏Ⅱキャンパス
- 33.1 PF, 8.38 PB/sec., **富士通製**
 - ~4.5 MVA(空調込み), ~360m²
- Hierarchical, Hybrid, Heterogeneous (h3)
- 2種類のノード群**
 - シミュレーションノード群(S, SIM) : Odyssey**
 - 従来のスパコン
 - Fujitsu PRIMEHPC FX1000 (A64FX), 25.9 PF**
 - 7,680ノード(368,640 コア), 20ラック, Tofu-D
 - データ・学習ノード群(D/L, DL) : Aquarius**
 - データ解析, 機械学習
 - Intel Xeon Ice Lake + NVIDIA A100, 7.2 PF**
 - 45ノード(Ice Lake:90基, A100:360基), IB-HDR
 - 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

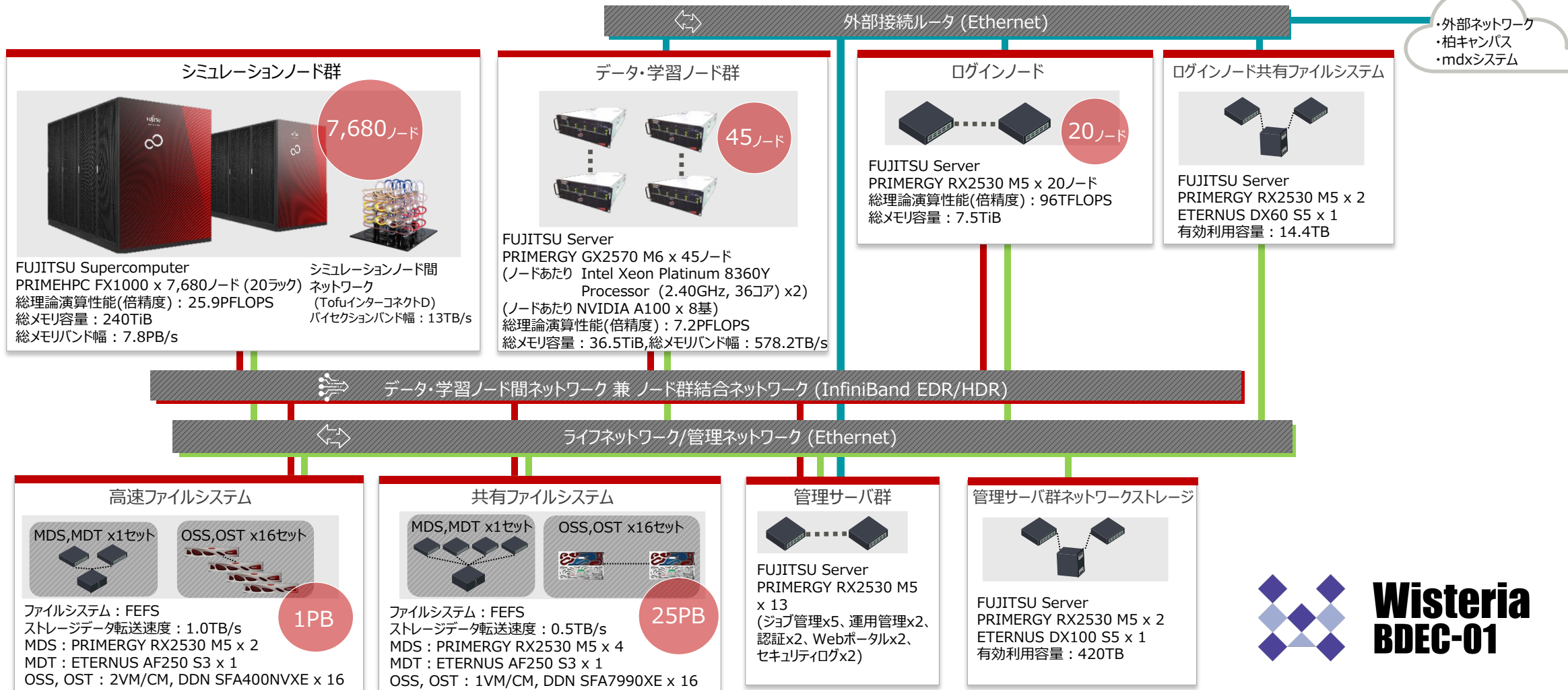
BDEC:「計算・データ・学習(S+D+L)」
融合のためのプラットフォーム
(Big Data & Extreme Computing)



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)



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 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、tcsh、tcl、vim、zsh、git など	
		Globus Toolkit、Gfarm、FUSE
コンテナ仮想化	Singularity Community Edition	

Simulation Nodes Odyssey

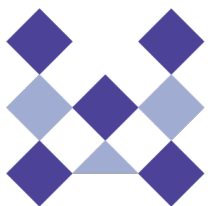
25.9 PF, 7.8 PB/s

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

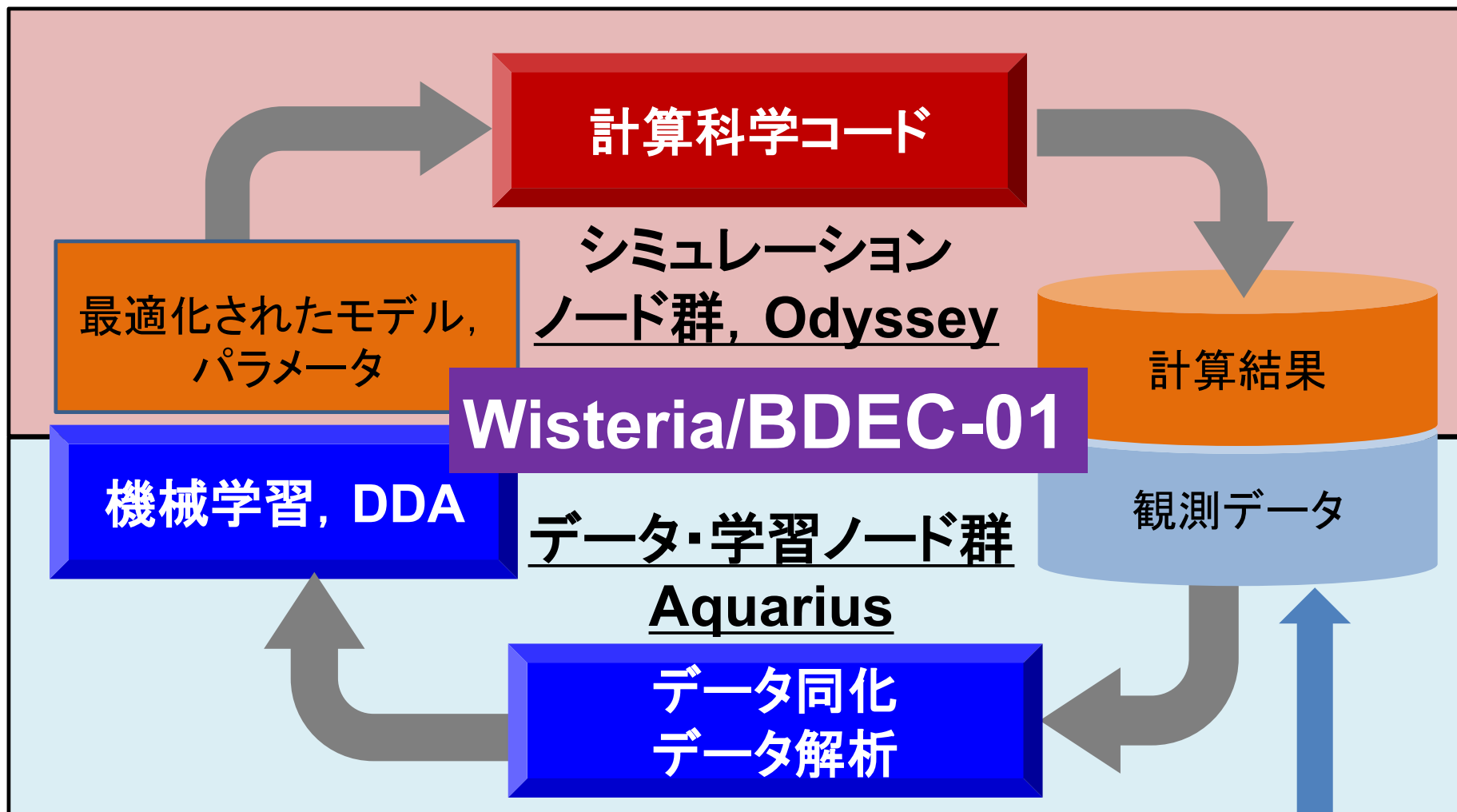
Shared File
System
(SFS)
25.8 PB,
0.50 TB/s

Data/Learning Nodes Aquarius

7.20 PF, 578.2 TB/s



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

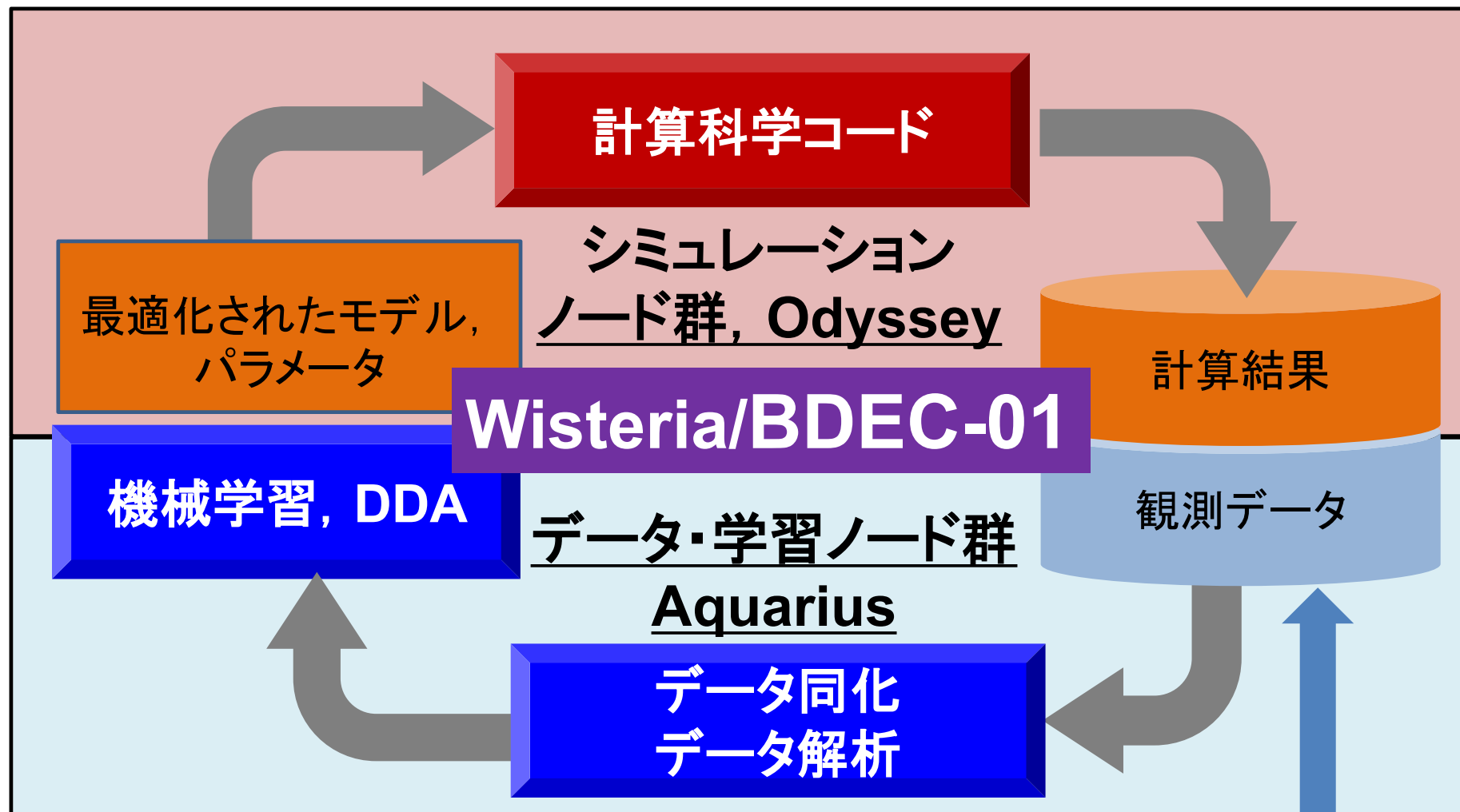
Shared File
System
(SFS)
25.8 PB,
0.50 TB/s

Data/Learning Nodes Aquarius

7.20 PF, 578.2 TB/s



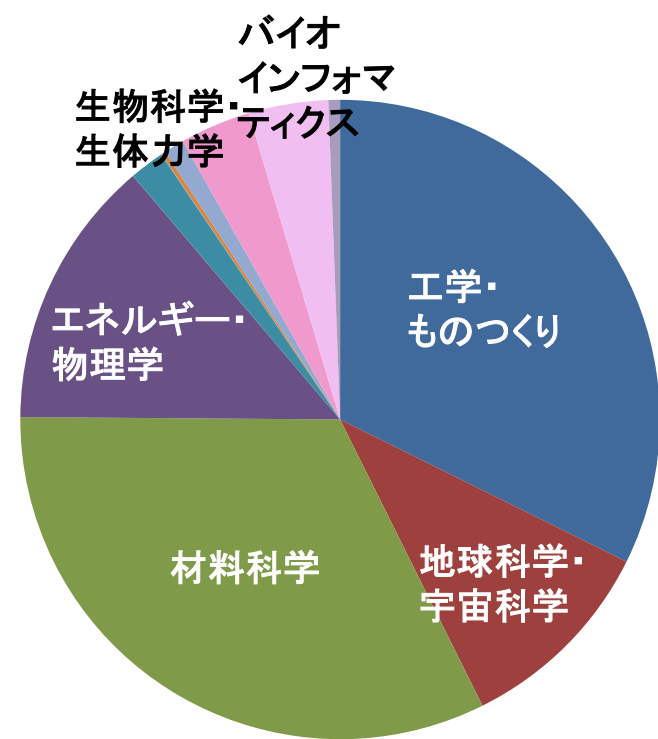
**Wisteria
BDEC-01**



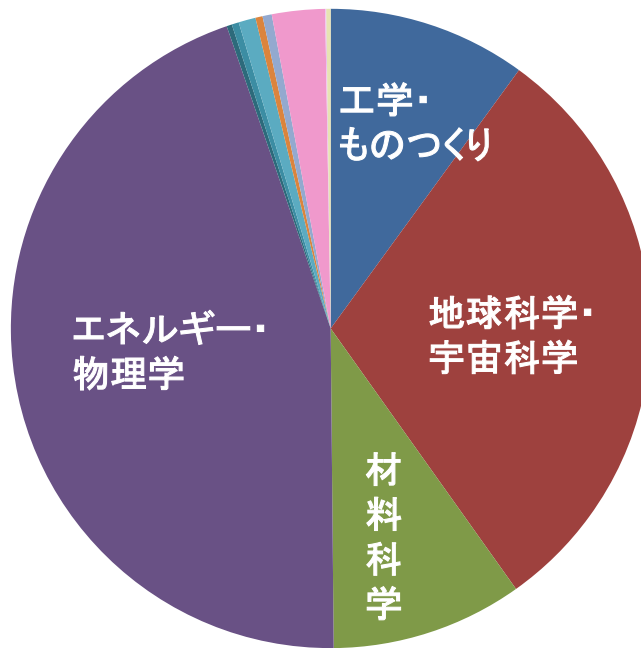
**シミュレーションのためのモデル・パラ
メータのデータ解析, AI/機械学習によ
る最適化 (S+D+L)**

2022年度分野別計算資源利用割合

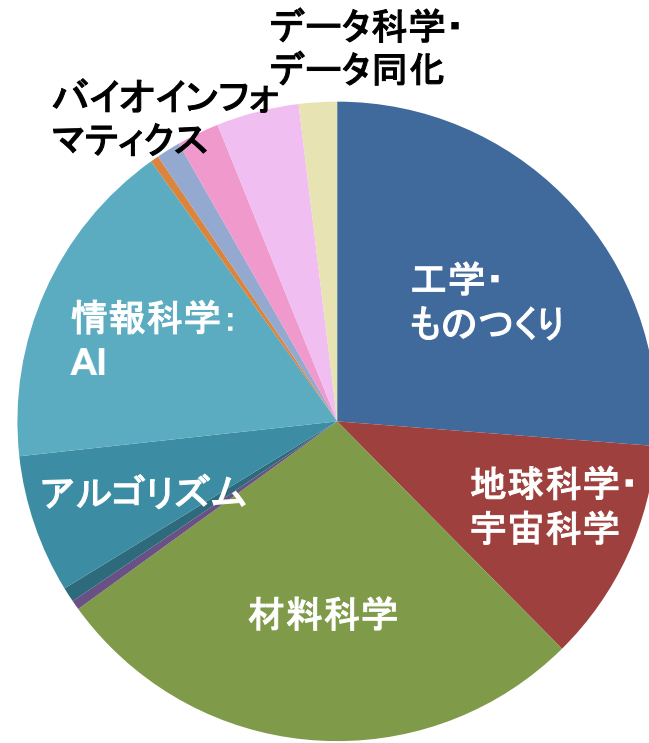
■汎用CPU, ■GPU



OBCX
CascadeLake



Odyssey
A64FX

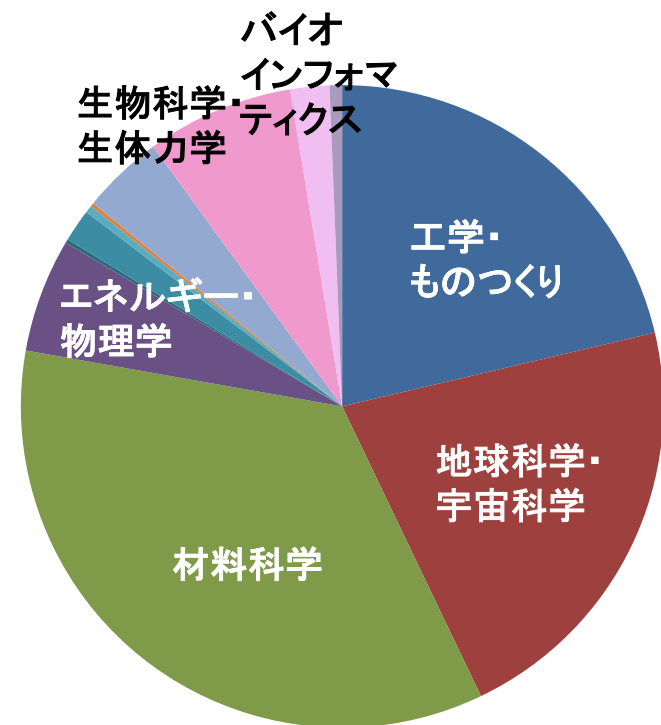


Aquarius
A100

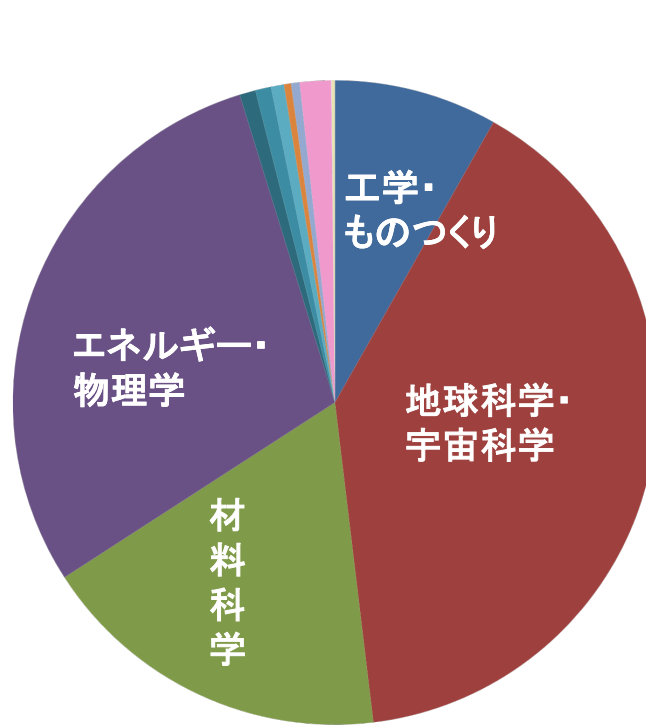
- 工学・ものづくり
- 地球科学・宇宙科学
- 材料科学
- エネルギー・物理学
- 情報科学: システム
- 情報科学: アルゴリズム
- 情報科学: AI
- 教育
- 産業利用
- 生物科学・生体力学
- バイオインフォマティクス
- 社会科学・経済学
- データ科学・データ同化

2023年度分野別計算資源利用割合

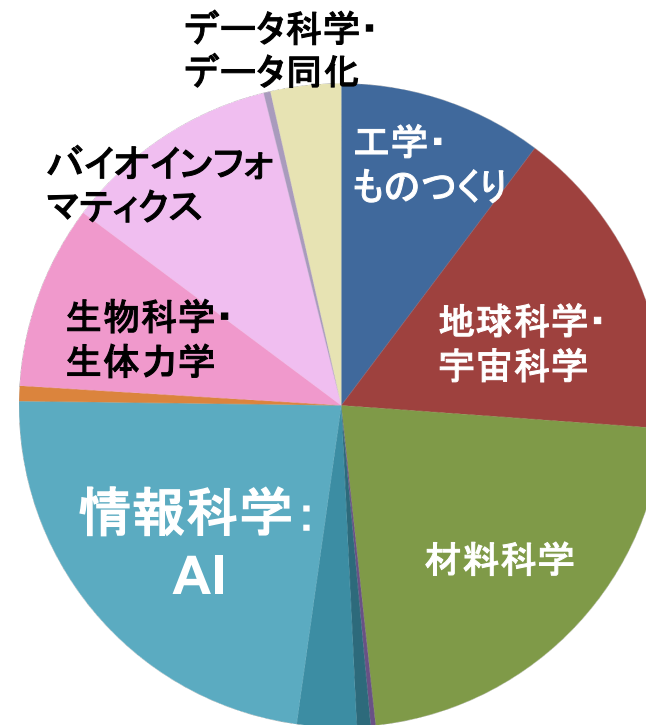
■ 汎用CPU, ■ GPU



OBCX
CascadeLake
2023年9月末退役



Odyssey
A64FX

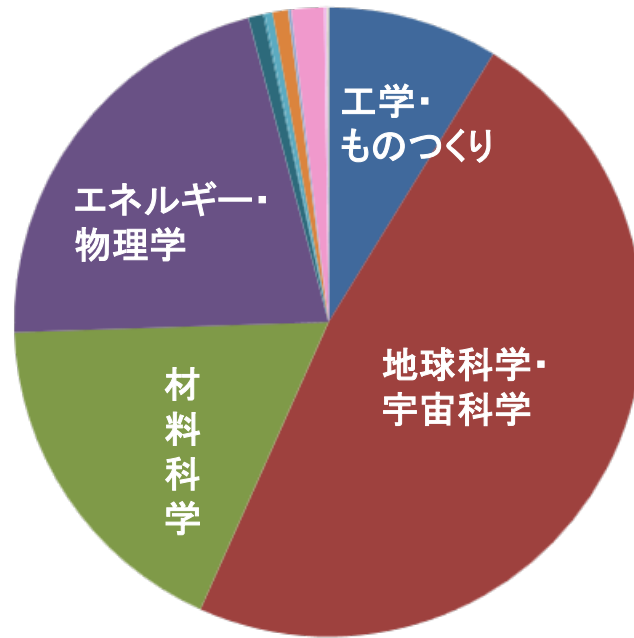


Aquarius
A100

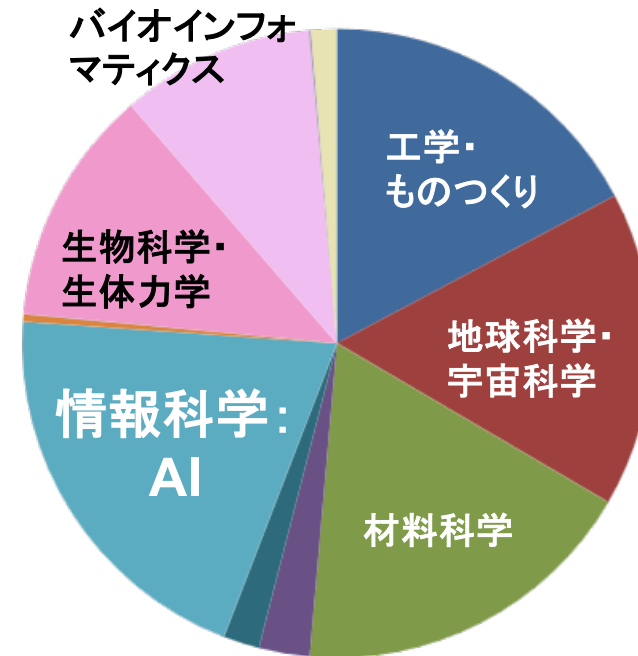
- 工学・ものづくり
- 地球科学・宇宙科学
- 材料科学
- エネルギー・物理学
- 情報科学: システム
- 情報科学: アルゴリズム
- 情報科学: AI
- 教育
- 産業利用
- 生物科学・生体力学
- バイオインフォマティクス
- 社会科学・経済学
- データ科学・データ同化

2024年度分野別計算資源利用割合(11月末まで)

■ 汎用CPU, ■ GPU



**Odysseey
A64FX**

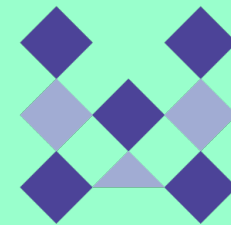


**Aquarius
A100**

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

	Site	Computer/Year Vendor	Cores	$R_{\max}$ (PFLOPS)	R_{peak} (PFLOPS)	GFLOPS/W	Power (kW)
1	<u>El Capitan, 2024, USA</u> DOE/NNSA/LLNL	HPE Cray EX255a, AMD 4th Gen EPYC 24C 1.8GHz, AMD Instinct MI300A, Slingshot-11, TOSS	11,039,616	1,742.00 (=1.742 EF)	2,746.38 63.4 %	58.99	29,581
2	<u>Frontier, 2021, USA</u> DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory	HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3 rd Gen. EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11	9,066,176	1.353.00	2,055.72 65.8 %	54.98	24,607
3	<u>Aurora, 2023, USA</u> DOE/SC/Argonne National Laboratory	HPE Cray EX - Intel Exascale Compute Blade, Xeon CPU Max 9470 52C 2.4GHz, Intel Data Center GPU Max, Slingshot-11, Intel	9,264,128	1,012.00	1,980.01 51.1 %	26.15	38,698
4	<u>Eagle, 2023, USA</u> Microsoft	Microsoft NDv5, Xeon Platinum 8480C 48C 2GHz, NVIDIA H100, NVIDIA Infiniband NDR	2,073,600	561.20	846.84 66.3 %		
5	<u>HPC 6, 2024, Italy</u> Eni S.p.A.	HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3rd Generation EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, RHEL 8.9	3,143,520	477.90	606.97 66.3 %	56.48	8,461
6	<u>Fugaku, 2020, Japan</u> R-CCS, RIKEN	Fujitsu PRIMEHPC FX1000, Fujitsu A64FX 48C 2.2GHz, Tofu-D	7,630,848	442.01	537.21 82.3 %	14.78	29,899
7	<u>Alps, 2024, Switzerland</u> Swiss Natl. SC Centre (CSCS)	HPE Cray EX254n, NVIDIA Grace 72C 3.1GHz, NVIDIA GH200 Superchip, Slingshot-11	2,121,600	434.90	574.84 75.7 %	61.05	7,124
8	<u>LUMI, 2023, Finland</u> EuroHPC/CSC	HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3 rd Gen. EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11	2,752,704	379.70	531.51 71.4 %	53.43	7,107
9	<u>Leonard, 2023, Italy</u> EuroHPC/Cineca	BullSequana XH2000, Xeon Platinum 8358 32C 2.6GHz, NVIDIA A100 SXM4 64GB, Quad-rail NVIDIA HDR100	1,824,768	241.20	306.31 78.7 %	32.19	7,494
10	<u>Tuolumne, 2024, USA</u> DOE/NNSA/LLNL	HPE Cray EX255a, AMD 4th Gen EPYC 24C 1.8GHz, AMD Instinct MI300A, Slingshot-11, TOSS	1,161,216	208.10	288.88 72.0 %	61.45	3,387
13	<u>Venado, 2024, USA</u> DOE/NNSA/LANL	HPE Cray EX254n, NVIDIA Grace 72C 3.1GHz, NVIDIA GH200 Superchip, Slingshot-11	481,440	98.51	130.44 75.5 %	59.29	1,662
16	<u>CHIE-3, 2024, Japan</u> SoftBank, Corp.	NVIDIA DGX H100, Xeon Platinum 8480C 56C 2GHz, NVIDIA H100, Infiniband NDR400, Ubuntu 22.04.4 LTS	163.200	91.94	138.32 66.5 %		
17	<u>CHIE-2, 2024, Japan</u> SoftBank, Corp.	NVIDIA DGX H100, Xeon Platinum 8480C 56C 2GHz, NVIDIA H100, Infiniband NDR400, Ubuntu 22.04.4 LTS	163.200	89.78	138.32 64.9 %		
18	<u>JETI, 2024, Germany</u> EuroHPC/FZJ	BullSequana XH3000, Grace Hopper Superchip 72C 3GHz, NVIDIA GH200 Superchip, Quad-Rail NVIDIA InfiniBand NDR200, RedHat Linux, Modular OS	391,680	83.14	94.00 88.4 %	63.43	1,311
22	<u>CEA-HE, 2024, France</u> CEA	BullSequana XH3000, Grace Hopper Superchip 72C 3GHz, NVIDIA GH200 Superchip, Quad-Rail BXI v2, EVIDEN	389,232	64.32	103.48 62.2 %	52.17	1,233
28	<u>Miyabi-G, 2024, Japan</u> JCAHPC	Fujitsu, Supermicro ARS 111GL DNHR LCC, Grace Hopper Superchip 72C 3GHz, Infiniband NDR200, Rocky Linux	80,640	46.80	72.80 64.3 %	47.59	983
36	<u>TSUBAME 4.0, 2024, Japan</u> Institute of Science Tokyo	HPE Cray XD665, AMD EPYC 9654 96C 2.4GHz, NVIDIA H100 SXM5 94 GB, Infiniband NDR200	172,800	39.62	61.60 64.3 %	48.55	816
58	<u>Wisteria/BDEC-01 (Odyssey), 2021, Japan</u>	Fujitsu PRIMEHPC FX1000, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu-D	368,640	22.12	25.95	15.07	1,468

技術的な特徴など



Wisteria
BDEC-01

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

更に詳細な情報

- A64FX(富士通)
 - <https://www.fujitsu.com/jp/products/computing/servers/supercomputer/a64fx/>
 - https://old.hotchips.org/hc30/2conf/2.13_Fujitsu_HC30.Fujitsu.Yoshida.rev1.2.pdf
- FUJITSU PRIMEHPC FX1000
 - <https://www.fujitsu.com/jp/products/computing/servers/supercomputer/>
- 3rd Gen Intel Xeon Scalable
 - <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/3rd-gen-intel-xeon-scalable-video.html#gs.zb3u0m>
 - <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/3rd-gen-xeon-scalable-processors.html#gs.zb4d00>
 - https://www.hotchips.org/assets/program/conference/day1/HotChips2020_Server_Processors_Intel_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

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
 - <https://h3-open-bdec.cc.u-tokyo.ac.jp/>
- Wisteria/BDEC-01 & h3-Open-BDEC紹介講演(日本語)
 - https://www.youtube.com/watch?v=Csj_9aGNXCg
 - <https://www.pccluster.org/ja/event/pccc20/exhibition/itc-u-tokyo.html>
- Wisteria/BDEC-01 & h3-Open-BDEC紹介講演(英語)
 - <https://www.youtube.com/watch?v=jX51NF2LniE>



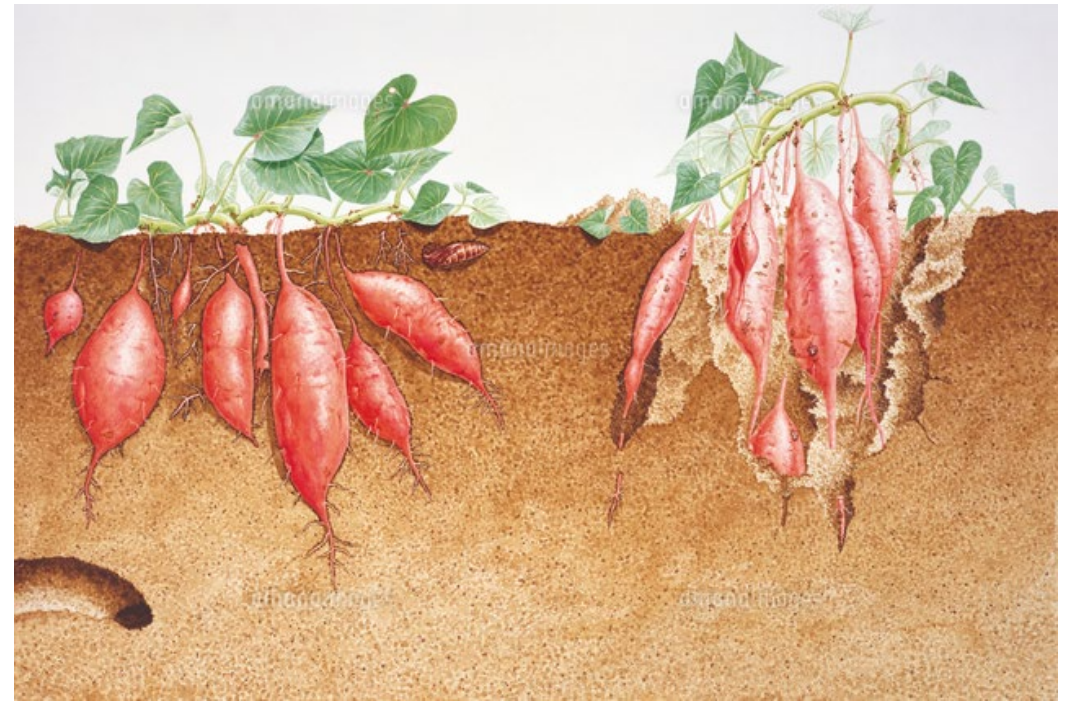
**Wisteria
BDEC-01**



- JHPCNの概要
- 東大情報基盤センターのスパコン概要
 - Wisteria/BDEC-01
 - **Ipomoea-01**
- h3-Open-BDEC
- Miyabi
- JHPCN利用申込み

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



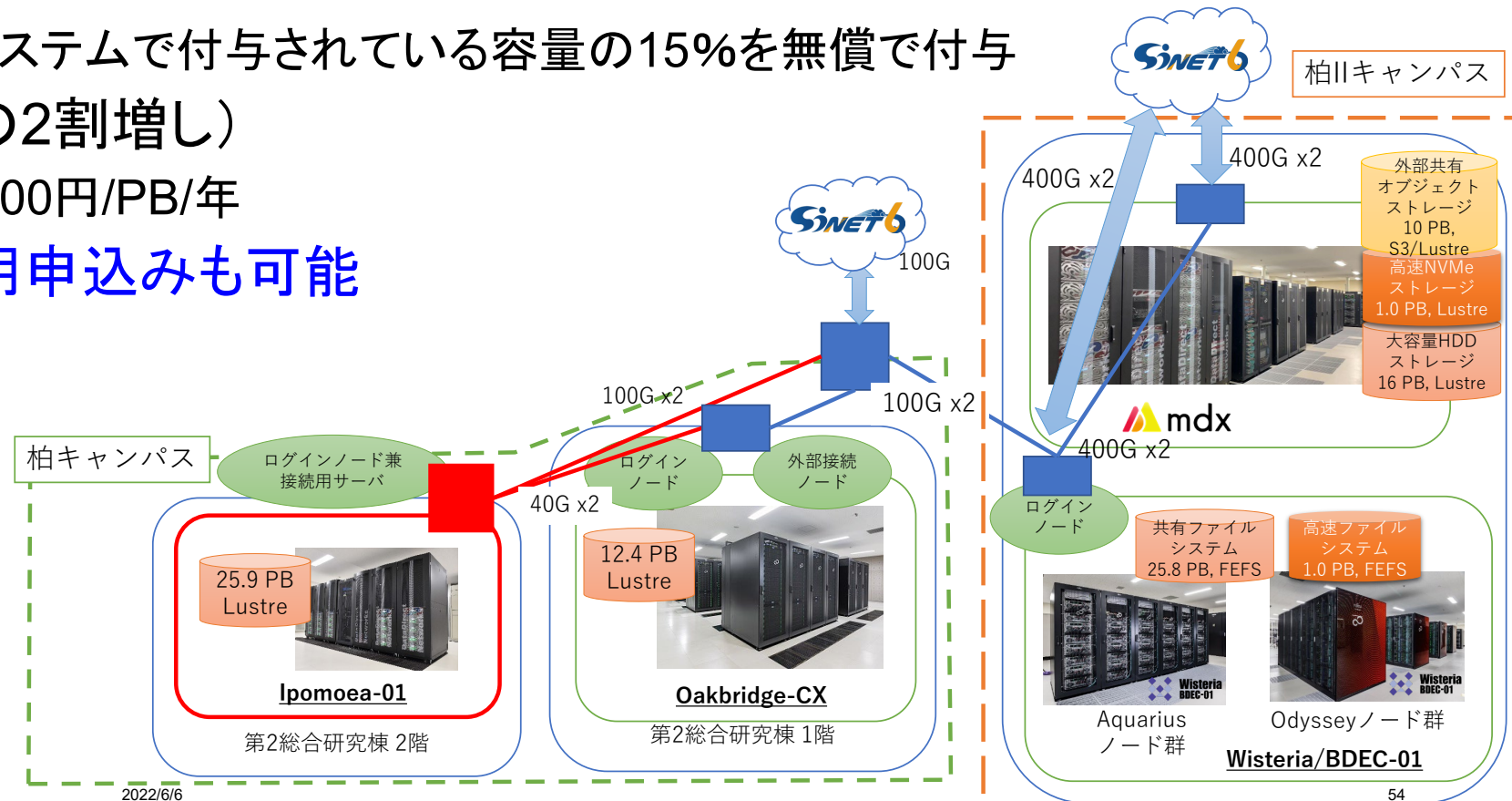
大規模共通ストレージシステム「Ipomoea」

- 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



- JHPCNの概要
- 東大情報基盤センターのスパコン概要
 - Wisteria/BDEC-01
 - Ipomoea-01
- **h3-Open-BDEC**
- Miyabi
- JHPCN利用申込み

Simulation Nodes Odyssey

25.9 PF, 7.8 PB/s

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

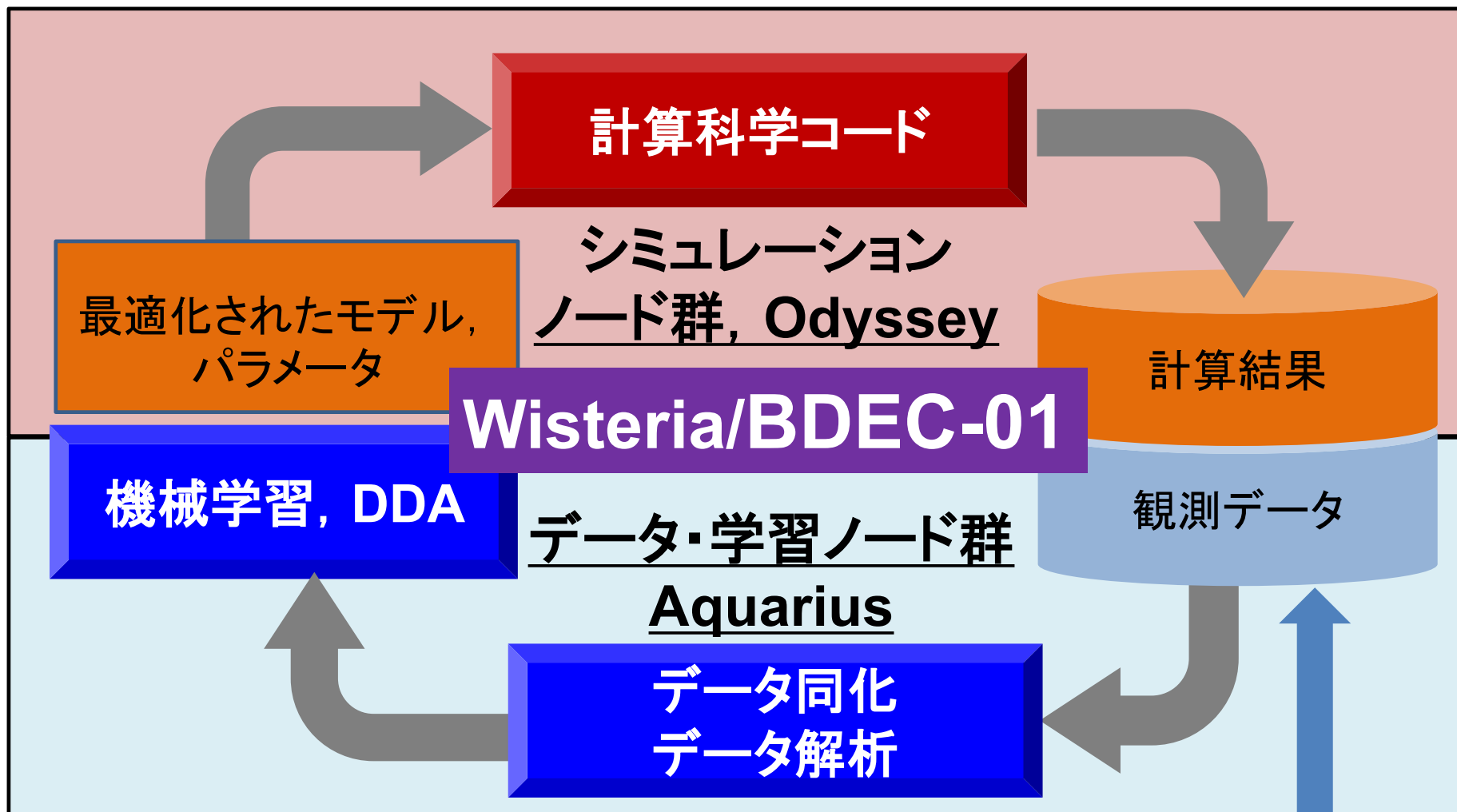
Shared File
System
(SFS)
25.8 PB,
0.50 TB/s

Data/Learning Nodes Aquarius

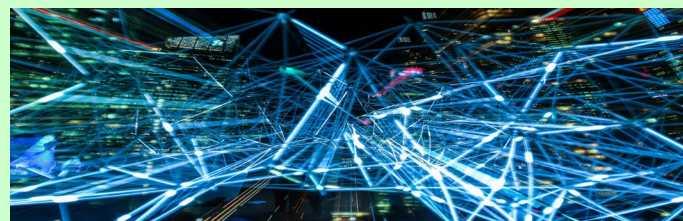
7.20 PF, 578.2 TB/s



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

h3-Open-BDEC

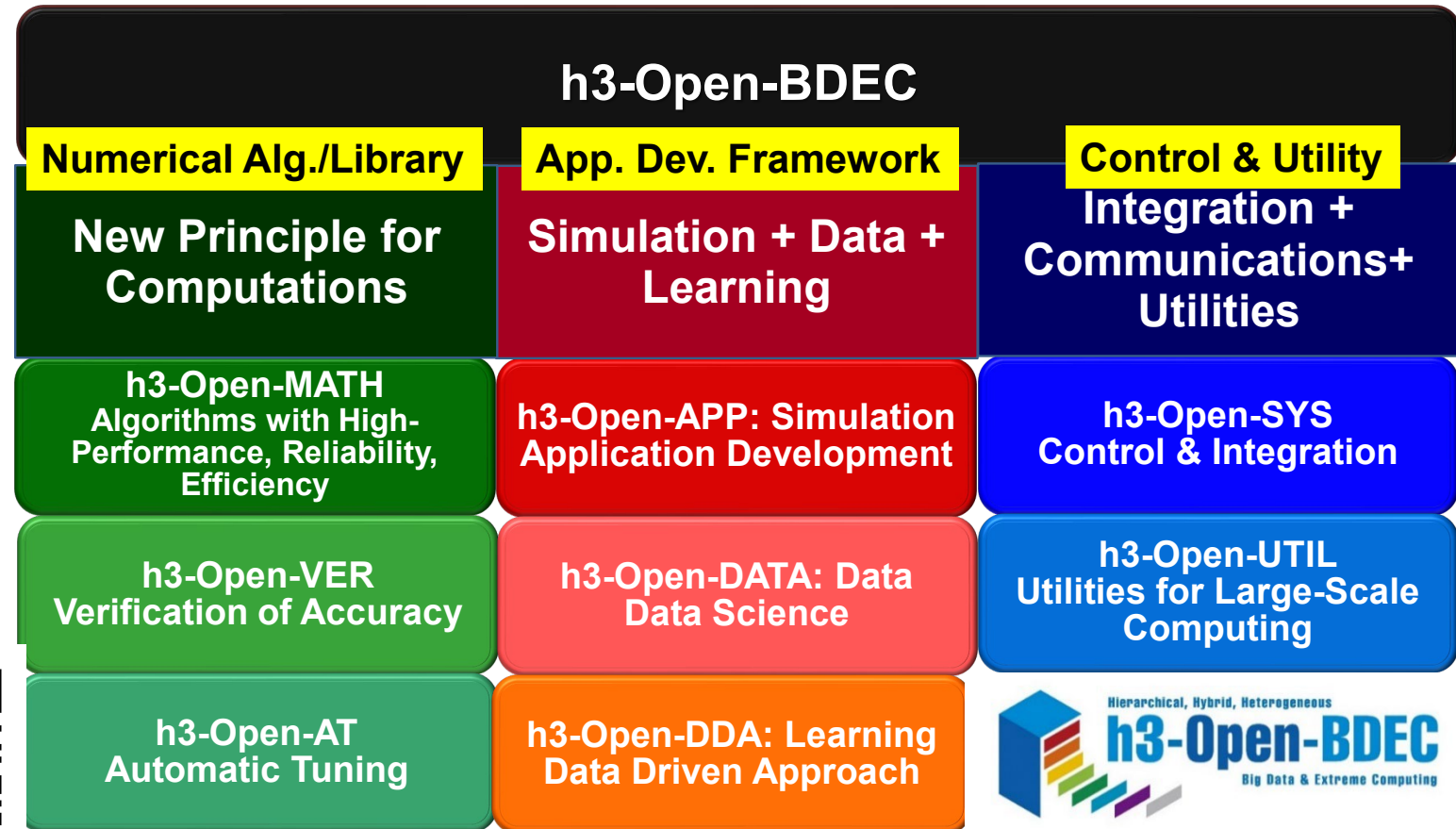
「計算＋データ＋学習」融合を実現する革新的ソフトウェア基盤
科研費基盤研究(S)(2019年度～23年度, 代表: 中島研吾)

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

Hierarchical,
Hybrid,
Heterogeneous

Big Data &
Extreme
Computing

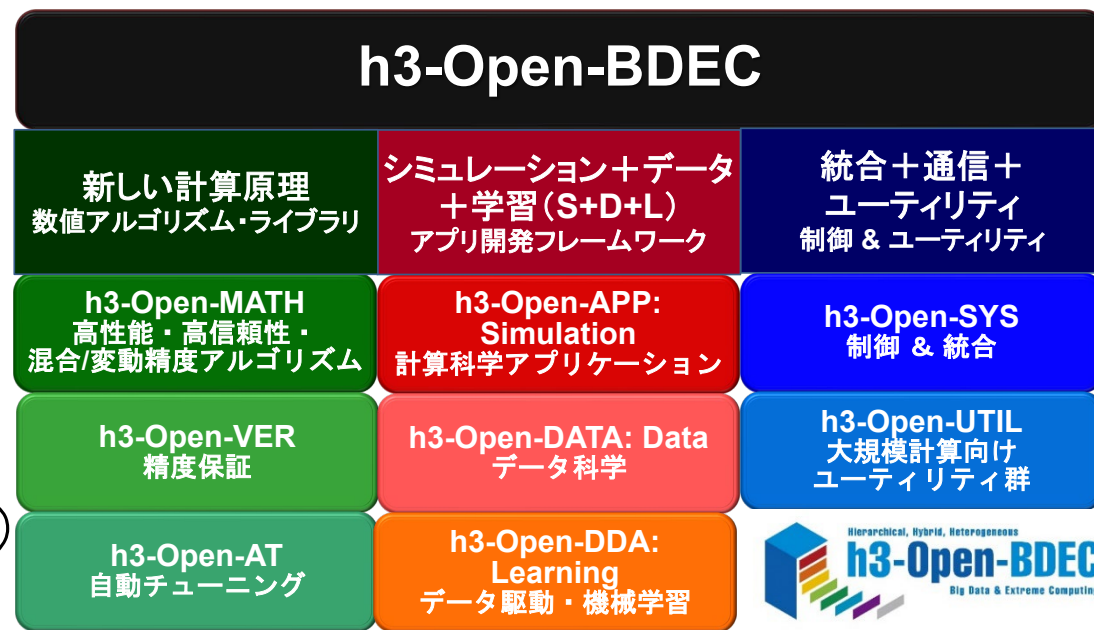
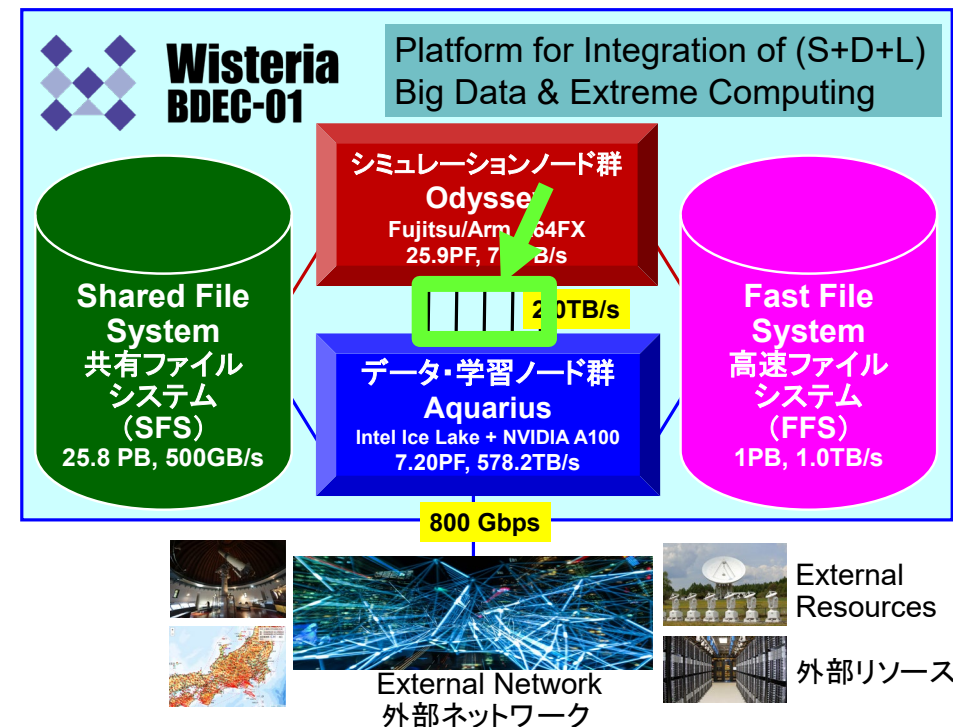
- ① 変動精度演算・精度保証・自動チューニングによる新計算原理に基づく革新的数値解法
- ② 階層型データ駆動アプローチ等に基づく革新的機械学習手法
- ③ ヘテロジニアス環境(e.g. Wisteria/BDEC-01)におけるソフトウェア, ユーティリティ群



(S+D+L)融合 の実現へ向けて



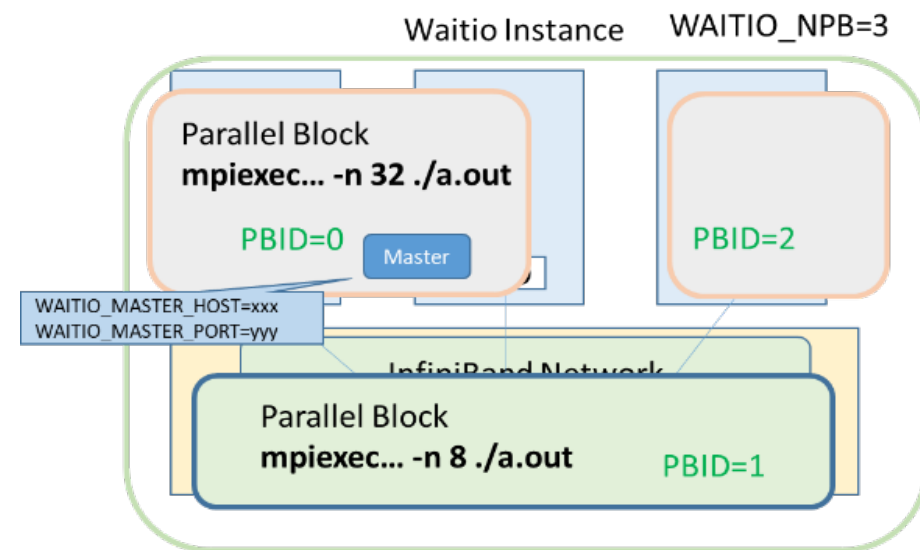
- Odyssey-Aquarius連携
 - MPIによる通信は不可
 - O-Aを跨いでMPIプログラムは動かない
 - Odyssey-Aquarius間はInfiniband-EDR (2TB/sec)で結合されている
- ソフトウェア開発
 - 高機能カプラー: h3-Open-UTIL/MP
 - O-A間通信: h3-Open-SYS/WaitIO
 - IB-EDR経由 (WaitIO-Socket)
 - 高速ファイルシステム (FFS) 経由連携 (WaitIO-File)
 - MPIライクなインタフェース



API of h3-Open-SYS/WaitIO-Socket

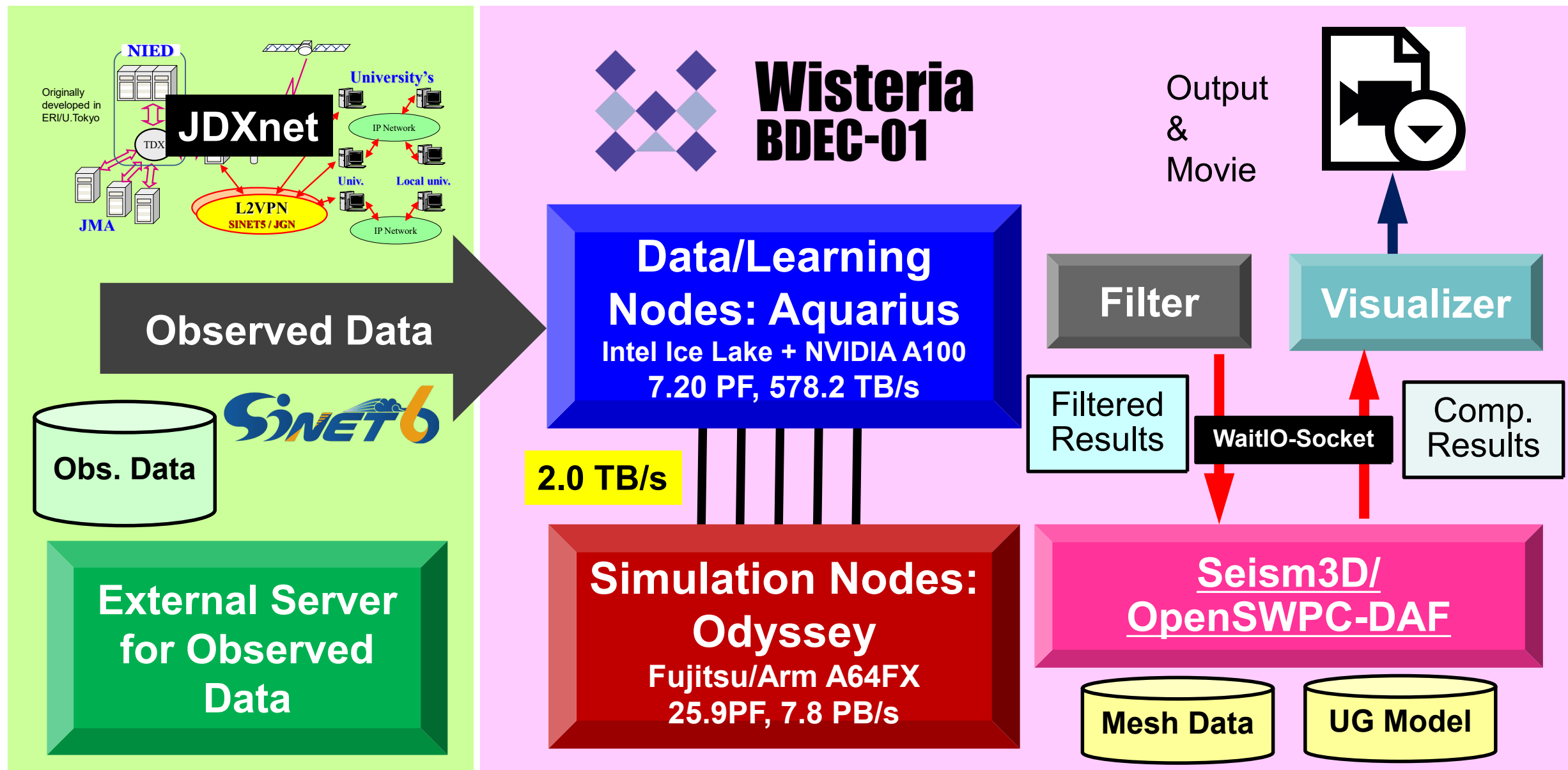
PB (Parallel Block): Each Application

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



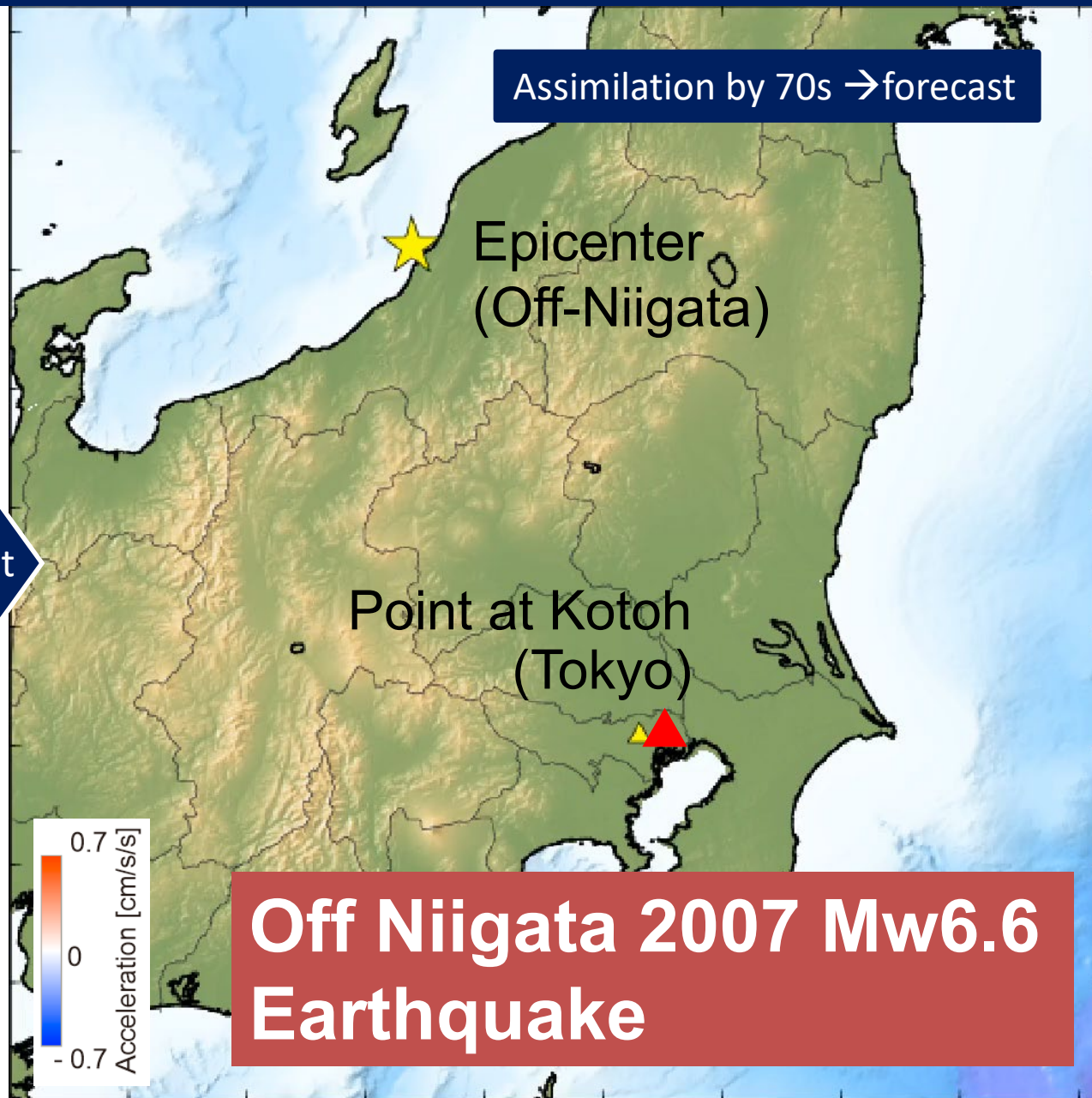
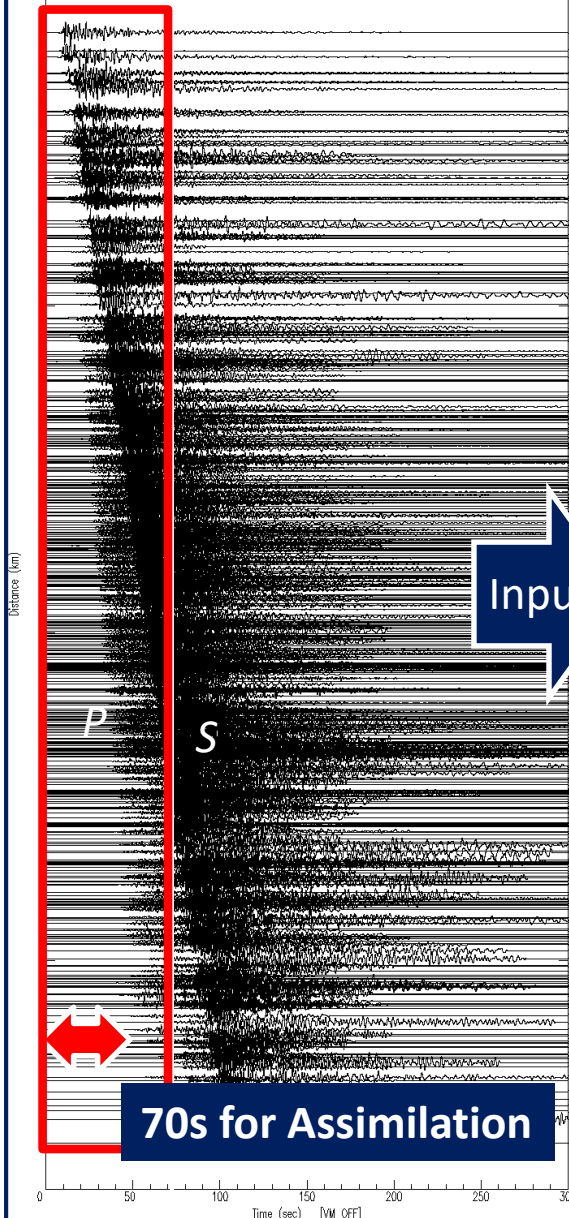
[Sumimoto et al. 2021]

長周期地震動シミュレーション＋観測データ同化

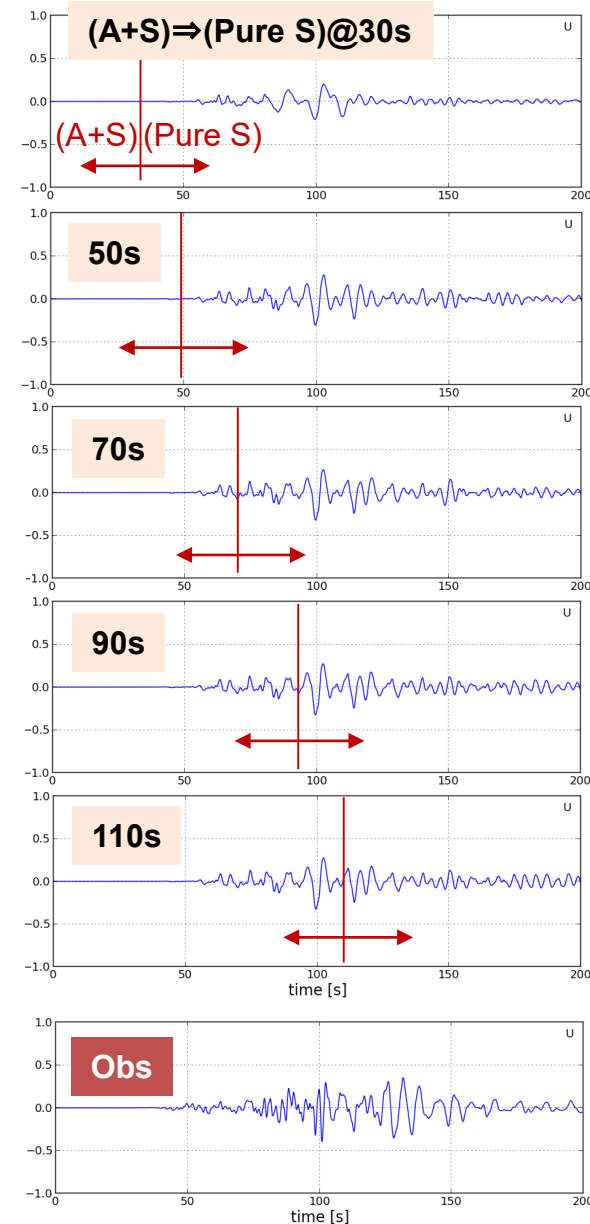


Data Assimilation + Pure Simulation/Forecast

482 K-NET, KiK-net Observation



Results at Kotoh ▲ (N.KOTH)
N 35° 37.0'
E 139° 46.9'



Communications by WaitIO-Socket

[Kasai et al. 2021]

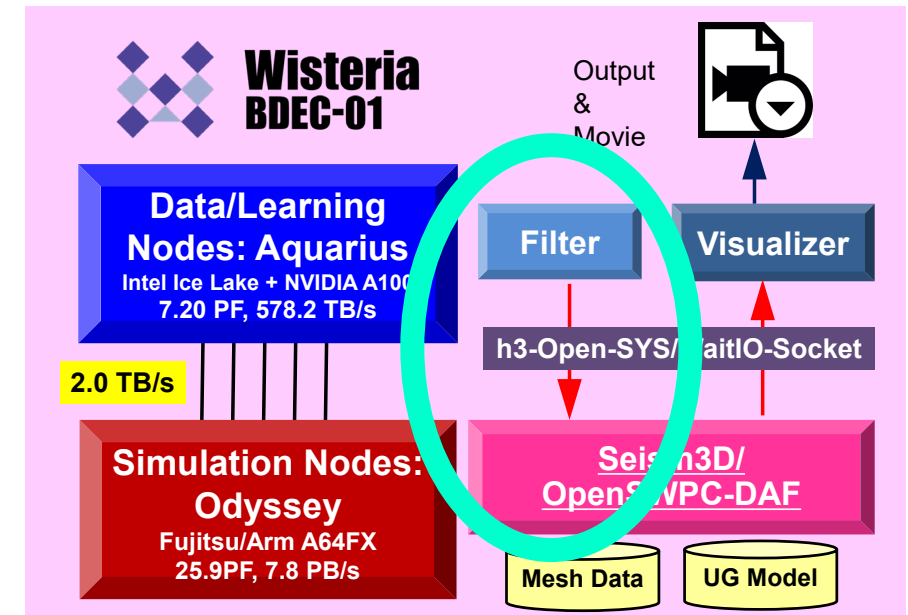
Aquarius: SEND

```
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)

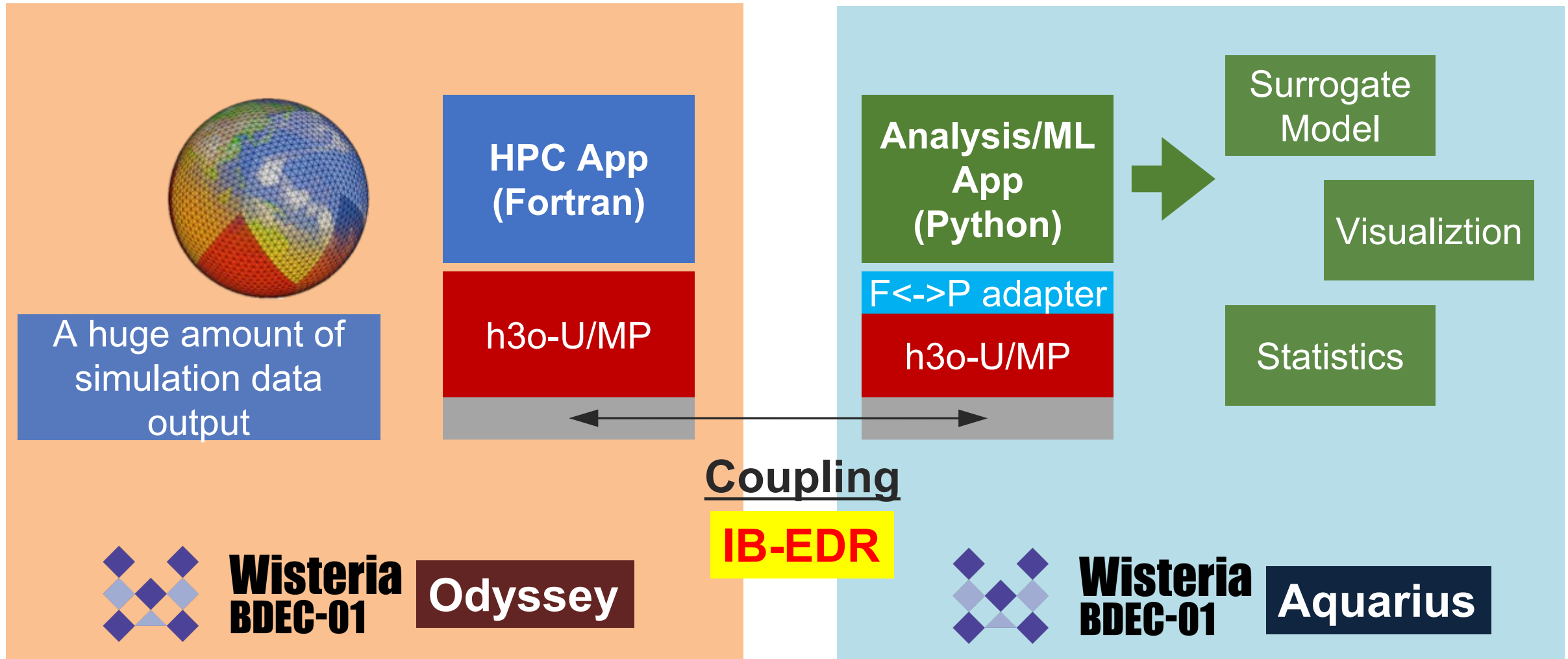
if (myrank==0) then
  open(100,file='./obsfile_list.txt', form='formatted', status='old', iostat=ierr)
  do i=1,300
    <省略: obsデータ読み込み処理>
    print *, "Send obs data ....."
    call WAITIO_MPI_ISEND (NTMAX1_o, 1, WAITIO_MPI_INTEGER, 2,1, WAITIO_COMM_UNIVERSE,req(1,1), ierr)
    call WAITIO_MPI_ISEND (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,...)
```



h3-Open-UTIL/MP (h3o-U/MP) Extended Multiphysics Coupler



h3-Open-UTIL/MP・

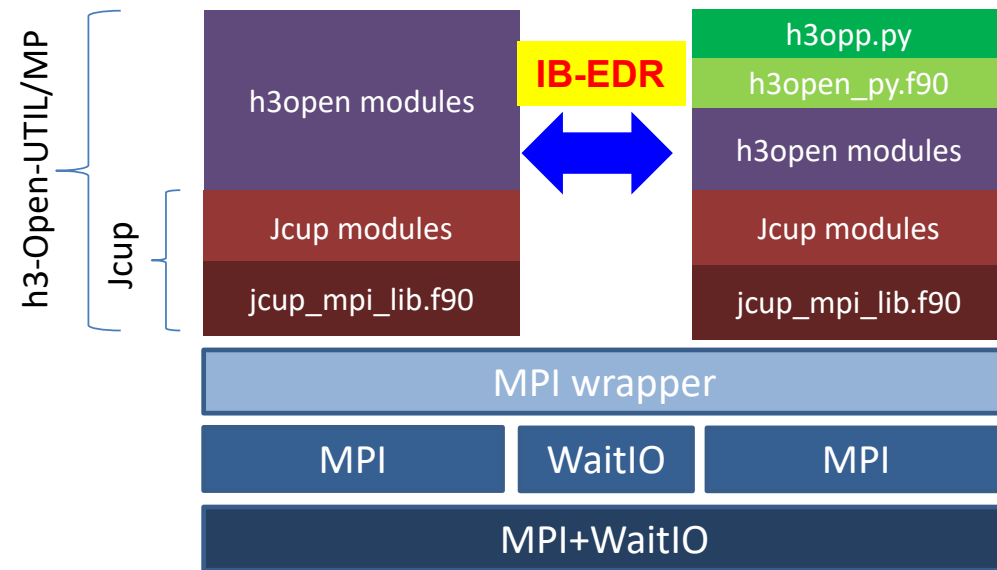
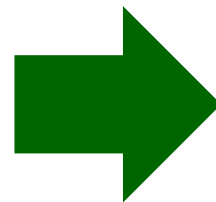
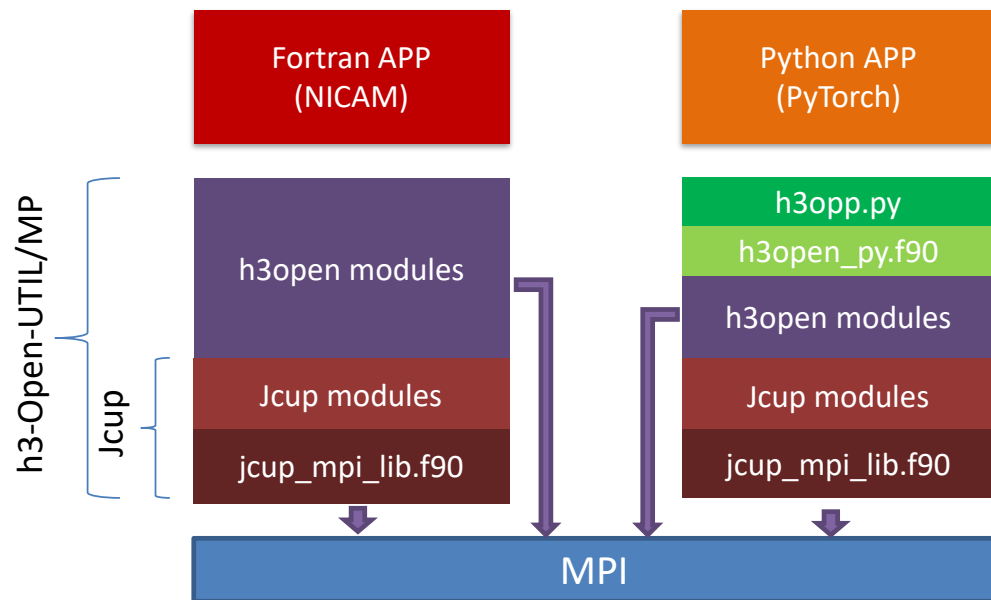
h3-Open-SYS/WaitIO-Socket連携

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
- <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/No3/12_202205-Wisteria-1.pdf



- JHPCNの概要
- 東大情報基盤センターのスパコン概要
 - Wisteria/BDEC-01
 - Ipomoea-01
- h3-Open-BDEC
- **Miyabi**
- JHPCN利用申込み

2001-2005

2006-2010

2011-2015

2016-2020

2021-2025

2026-2030

Hitachi SR8000
1,024 GF

SR8000

Hitachi SR11000
J1, J2
5.35 TF, 18.8 TF

IBM Power5+

Hitachi SR16K/M1
Yayoi
54.9 TF

IBM Power7

Hitachi
SR2201
307.2GF

HARP-1E

Hitachi
SR8000/MPP
2,073.6 GF

SR8000

Intel CLX

OBCX
(Fujitsu)
6.61 PF

疑似ベクトル

汎用CPU

加速装置付

NVIDIA GH200 +
Intel SPR/HBMMiyabi/OFP-II
80+ PFHitachi HA8000
T2K Todai
140 TF

AMD Opteron

Intel Xeon Phi

Oakforest-
PACS (Fujitsu)
25.0 PFFujitsu FX10
Oakleaf-FX
1.13 PF

SPACR64 IXfx

Reedbush-
U/H/L (SGI-HPE)
3.36 PFIntel BDW +
NVIDIA P100Wisteria
BDEC-01 Fujitsu
33.1 PFA64FX,
Intel Icelake+
NVIDIA A100BDEC-
02
150+ PF

Accelerators

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

最先端共同HPC基盤施設

<http://jcahpc.jp/eng/index.html>



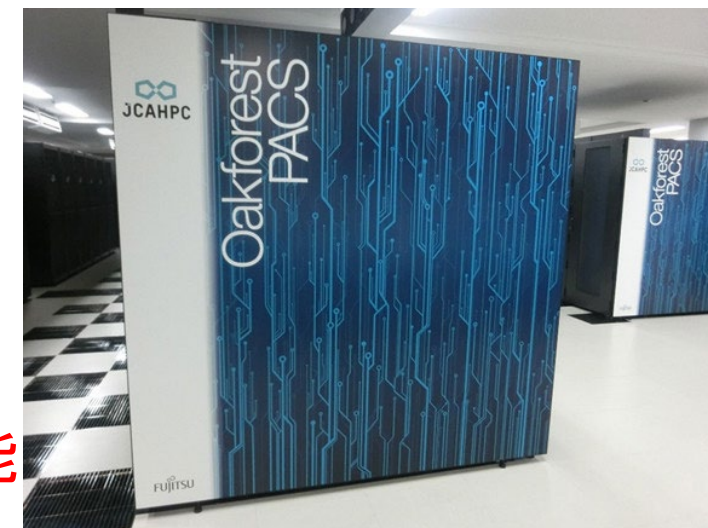
筑波大学
University of Tsukuba



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

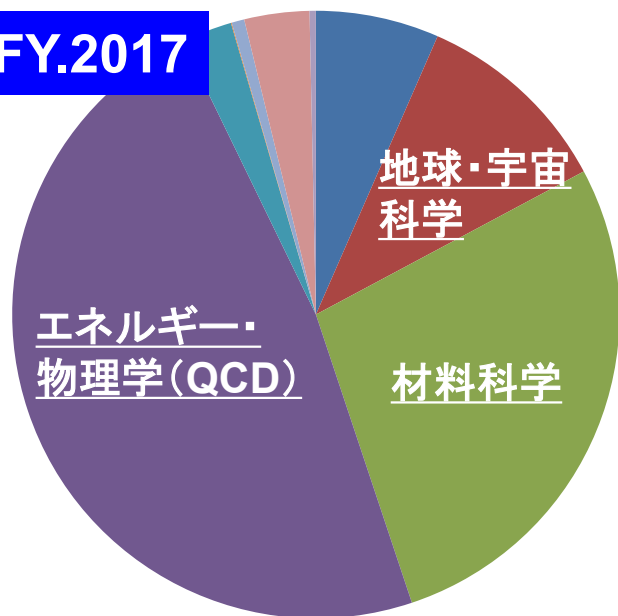


- 2013年創立
 - JCAHPC (Joint Center for Advanced High Performance Computing)
 - 筑波大学計算科学研究センター・東京大学情報基盤センター
 - 最先端計算科学の推進
 - 大規模システムの設計・導入・運用を共同で実施する我が国でも初の試み: より大規模なシステムを効率的に導入可能
- Oakforesat-PACS (OFP) : JCAHPC第一号機
 - Intel Xeon Phi 8,208ノード, 25PF (富士通)
 - 2016年11月時点でTop500の6位 (国内1位)
 - 2022年3月末で退役
 - 「京」の退役後, 「富岳」登場までの2019・2020年度は事実上の「National Flagship System」としての役割を担う
- OFP-II (OFP後継機) へ向けた試み

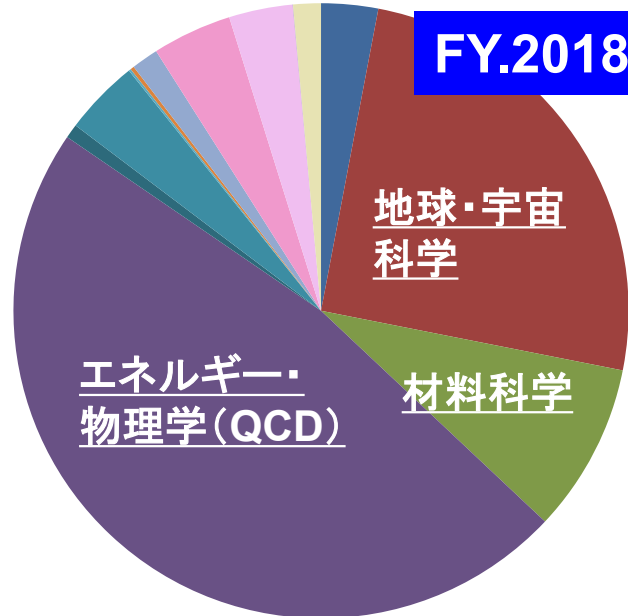


研究分野別CPU時間割合：OFP

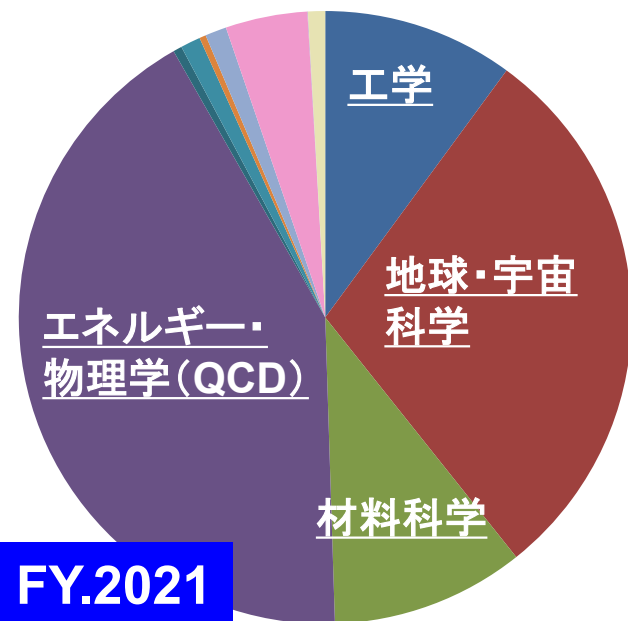
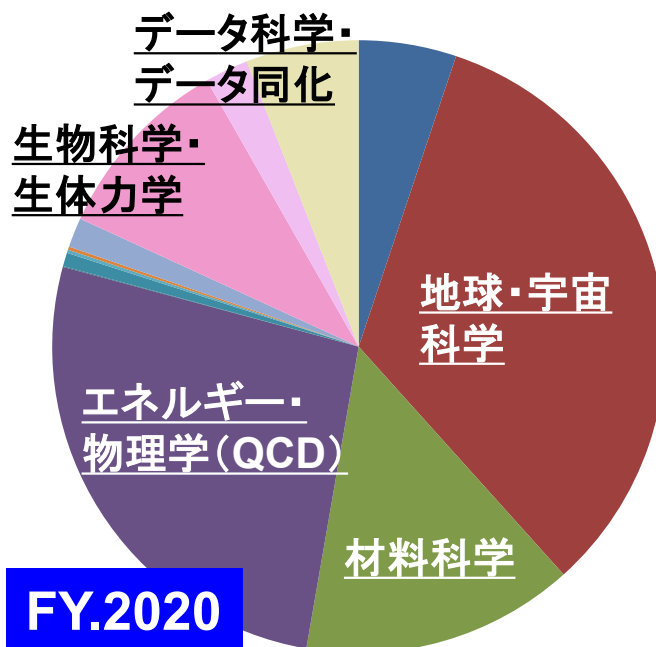
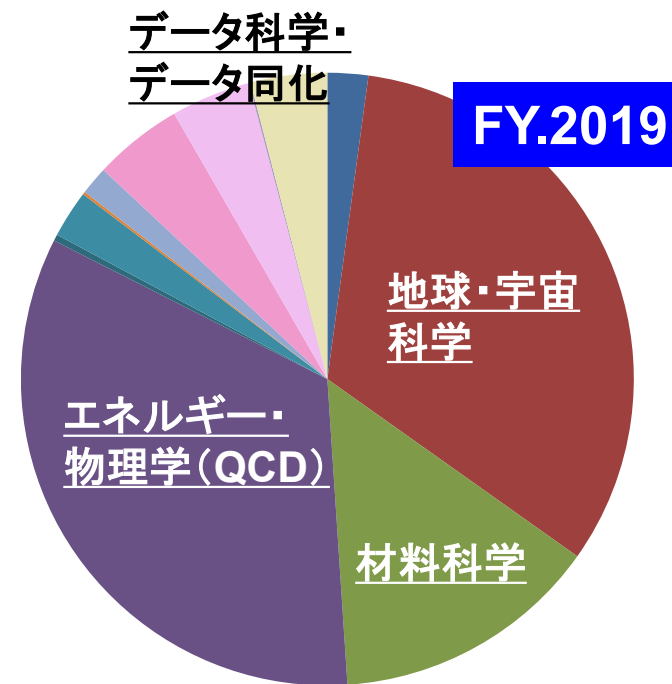
FY.2017



FY.2018



FY.2019



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

OFP-IIへの道(1/2)

- OFP (Oakforest-PACS) 後継機種 (OFP-II)
 - JCAHPC (最先端共同HPC基盤施設)
 - 筑波大学と共同
 - 2025年1月運用開始予定
- スパコンへの性能要求, 省電力, 脱炭素化⇒演算加速器搭載は不可避 (電気代も高騰)
 - 2021年秋には方針決定

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



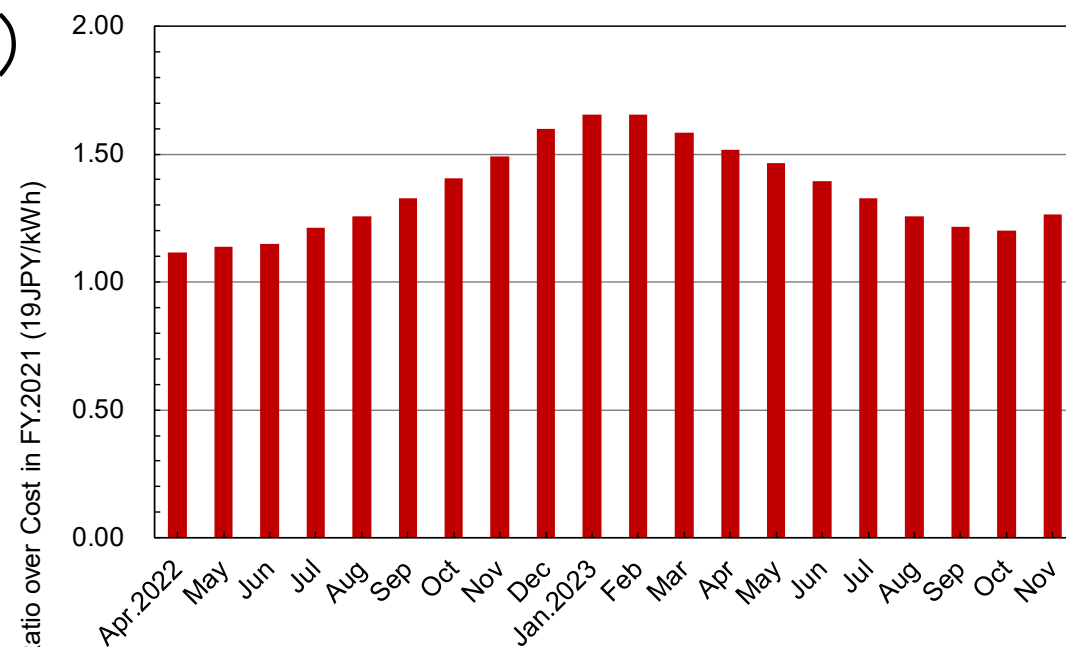
筑波大学
University of Tsukuba



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO



JCAHPC



電力単価推移 (対2021年度比)

OFP-IIへの道(2/2)

- OFP-II (2025年1月運用開始)
 - 汎用CPUクラスタ(CPU-Group) + GPUクラスタ(Acc-Group)
 - 「計算・データ・学習」融合路線は継続
- GPUの選定は2022年6月に終了
 - OFPユーザー(3,000人以上)のGPUへの移行には18-30ヶ月必要
 - 7種類のベンチマーク(計算科学分野)
- NVIDIA社製GPU採用に決定(2022年6月)
 - H100もしくはその後継機
 - 決め手
 - 性能そのもの
 - Fortranで記述されたアプリケーションのポータビリティ
 - OpenACC/StdPar(Standard Parallelism)によるGPU化は比較的簡単,
OpenMP/MPIハイブリッドによって並列化されたプログラムに適している

CPU-Group
CPU only

Acc-Group
CPU+GPU

GPU移植・移行の計画

- NVIDIA Japanの協力
- 3,000人以上のOFP利用者:2つの形態
- 「自己移植(Self Porting)」:様々なオプション
 - 8日間のハッカソン(ミニキャンプ), 3ヶ月に1回, オンライン・ハイブリッド, Slack併用
 - 筑波大(JCAHPC), 科学大, 名古屋大, 九州大, 北大共催
 - 毎月開催される「相談会」(Zoom, 非ユーザーも自由に参加できる)
 - 素晴らしく充実した「移行ポータルサイト」, 各種講習会
 - https://jcahpc.github.io/gpu_porting/
- 「サポート移植(Surpported Porting)」, 2022年10月開始
 - 多くのユーザーを有するコミュニティコード(19種類, 次頁), OpenFOAM(NVIDIA)
 - 外注のための予算も確保(落札ベンダーが担当する予定)
 - 「サポート移植」グループメンバー(主に若手)はハッカソン・相談会にも積極的に参加
- 基本的にOpenACC/StdPar(Standard Parallelism)推奨



Category	Name (Organizations)	Target, Method etc.	Language
Engineering (5)	FrontISTR (U.Tokyo)	Solid Mechanics, FEM	Fortran
	FrontFlow/blue (FFB) (U.Tokyo)	CFD, FEM	Fortran
	FrontFlow/red (AFFr) (Advanced Soft)	CFD, FVM	Fortran
	FFX (U.Tokyo)	CFD, Lattice Boltzmann Method (LBM)	Fortran
	CUBE (Kobe U./RIKEN)	CFD, Hierarchical Cartesian Grid	Fortran
Biophysics (3)	ABINIT-MP (Rikkyo U.)	Drug Discovery etc., FMO	Fortran
	UT-Heart (UT Heart, U.Tokyo)	Heart Simulation, FEM etc.	Fortran, C
	Lynx (Simula, U.Tokyo)	Cardiac Electrophysiology, FVM	C
Physics (3)	MUTSU/iHallMHD3D (NIFS)	Turbulent MHD, FFT	Fortran
	Nucl_TDDFT (Tokyo Tech)	Nuclear Physics, Time Dependent DFT	Fortran
	Athena++ (Tohoku U. etc.)	Astrophysics/MHD, FVM/AMR	C++
Climate/ Weather/ Ocean (4)	SCALE (RIKEN)	Climate/Weather, FVM	Fortran
	NICAM (U.Tokyo, RIKEN, NIES)	Global Climate, FVM	Fortran
	MIROC-GCM (AORI/U.Tokyo)	Atmospheric Science, FFT etc.	Fortran77
	Kinaco (AORI/U.Tokyo)	Ocean Science, FDM	Fortran
Earthquake (4)	OpenSWPC (ERI/U.Tokyo)	Earthquake Wave Propagation, FDM	Fortran
	SPECFEM3D (Kyoto U.)	Earthquake Simulations, Spectral FEM	Fortran
	hbi_hacapk (JAMSTEC, U.Tokyo)	Earthquake Simulations, H-Matrix	Fortran
	sse_3d (NIED)	Earthquake Science, BEM (CUDA Fortran)	Fortran

Category	Name (Organizations)	Target, Method etc.	Language
Engineering (5)	FrontISTR (U.Tokyo)	Solid Mechanics, FEM	Fortran
	FrontFlow/blue (FFB) (U.Tokyo)	CFD, FEM	Fortran
	FrontFlow/red (AFFr) (Advanced Soft)	CFD, FVM	Fortran
	FFX (U.Tokyo)	CFD, Lattice Boltzmann Method (LBM)	Fortran
	CUBE (Kobe U./RIKEN)	CFD, Hierarchical Cartesian Grid	Fortran
Biophysics (3)	ABINIT-MP (Rikkyo U.)	Drug Discovery etc., FMO	Fortran
	UT-Heart (UT Heart, U.Tokyo)	Heart Simulation, FEM etc.	Fortran, C
	Lynx (Simula, U.Tokyo)	Cardiac Electrophysiology, FVM	C
Physics (3)	MUTSU/iHallMHD3D (NIFS)	Turbulent MHD, FFT	Fortran
	Nucl_TDDFT (Tokyo Tech)	Nuclear Physics, Time Dependent DFT	Fortran
	Athena++ (Tohoku U. etc.)	Astrophysics/MHD, FVM/AMR	C++
Climate/ Weather/ Ocean (4)	SCALE (RIKEN)	Climate/Weather, FVM	Fortran
	NICAM (U.Tokyo, RIKEN, NIES)	Global Climate, FVM	Fortran
	MIROC-GCM (AORI/U.Tokyo)	Atmospheric Science, FFT etc.	Fortran77
	Kinaco (AORI/U.Tokyo)	Ocean Science, FDM	Fortran
Earthquake (4)	OpenSWPC (ERI/U.Tokyo)	Earthquake Wave Propagation, FDM	Fortran
	SPECFEM3D (Kyoto U.)	Earthquake Simulations, Spectral FEM	Fortran
	hbi_hacapk (JAMSTEC, U.Tokyo)	Earthquake Simulations, H-Matrix	Fortran
	sse_3d (NIED)	Earthquake Science, BEM (CUDA Fortran)	Fortran

Category	Name (Organizations)	Target, Method etc.	Language
Engineering (5)	FrontISTR (U.Tokyo)	Solid Mechanics, FEM	Fortran
	FrontFlow/blue (FFB) (U.Tokyo)	CFD, FEM	Fortran
	FrontFlow/red (AFFr) (Advanced Soft)	CFD, FVM	Fortran
	FFX (U.Tokyo)	CFD, Lattice Boltzmann Method (LBM)	Fortran
	CUBE (Kobe U./RIKEN)	CFD, Hierarchical Cartesian Grid	Fortran
Biophysics (3)	ABINIT-MP (Rikkyo U.)	Drug Discovery etc., FMO	Fortran
	UT-Heart (UT Heart, U.Tokyo)	Heart Simulation, FEM etc.	Fortran, C
	Lynx (Simula, U.Tokyo)	Cardiac Electrophysiology, FVM	C
Physics (3)	MUTSU/iHallMHD3D (NIFS)	Turbulent MHD, FFT	Fortran
	Nucl_TDDFT (Tokyo Tech)	Nuclear Physics, Time Dependent DFT	Fortran
	Athena++ (Tohoku U. etc.)	Astrophysics/MHD, FVM/AMR	C++
Climate/ Weather/ Ocean (4)	SCALE (RIKEN)	Climate/Weather, FVM	Fortran
	NICAM (U.Tokyo, RIKEN, NIES)	Global Climate, FVM	Fortran
	MIROC-GCM (AORI/U.Tokyo)	Atmospheric Science, FFT etc.	Fortran77
	Kinaco (AORI/U.Tokyo)	Ocean Science, FDM	Fortran
Earthquake (4)	OpenSWPC (ERI/U.Tokyo)	Earthquake Wave Propagation, FDM	Fortran
	SPECFEM3D (Kyoto U.)	Earthquake Simulations, Spectral FEM	Fortran
	hbi_hacapk (JAMSTEC, U.Tokyo)	Earthquake Simulations, H-Matrix	Fortran
	sse_3d (NIED)	Earthquake Science, BEM (CUDA Fortran)	Fortran

Miyabi (1/2)

2025年1月運用開始



筑波大学
University of Tsukuba



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

• Miyabi-G: CPU+GPU: NVIDIA GH200

– NVIDIA GH200 Grace-Hopper Superchip

- Grace: 72c, 3.456 TF, 120 GB, 512 GB/sec (LPDDR5X)
- H100: 66.9 TF DP-Tensor Core, 96 GB, 4,022 GB/sec (HBM3)
 - CPU-GPU間はキャッシュコヒーレント
 - Grace側からH100のメモリに直接アクセス可能: AMR等CPUが得意な処理
- NVMe SSD for each GPU: 1.9TB, 8.0GB/sec, GPUDirect Storage

– 合計 (CPU+GPU)

- 1,120 nodes, 78.8 PF, 5.07 PB/sec, IB-NDR 200

• Miyabi-C: CPU Only: Intel Xeon Max 9480 (SPR)

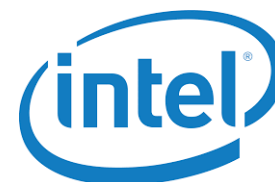
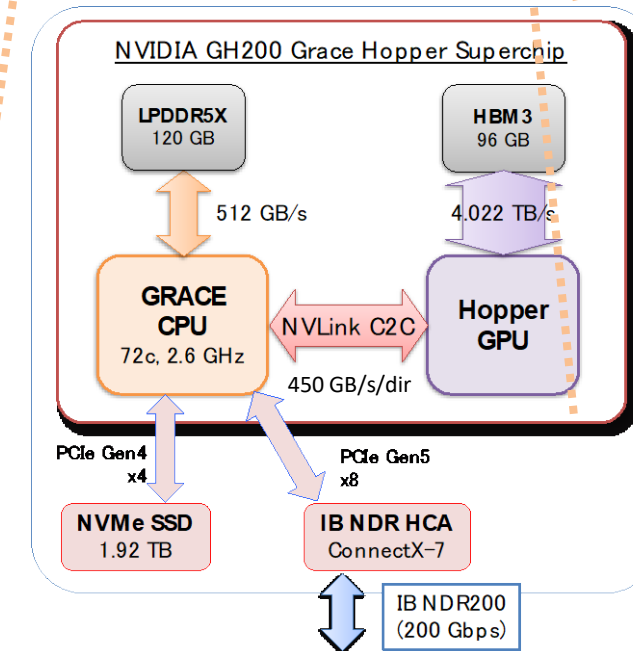
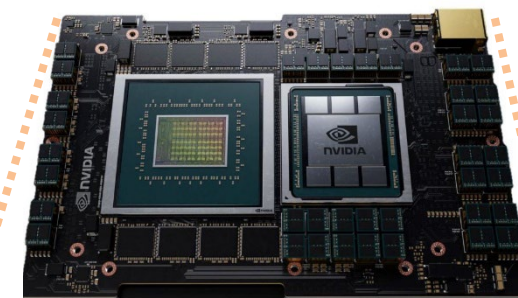
- Intel Xeon Max 9480 (1.9 GHz, 56c) x 2
 - 6.8 TF, 128 GiB, 3,200 GB/sec (HBM2e only)

– 合計

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



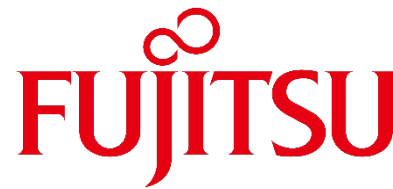
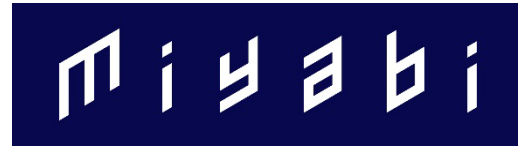
NVIDIA





Miyabi (2/2)

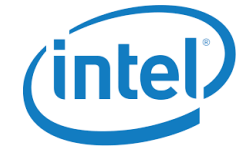
2025年1月運用開始



筑波大学
University of Tsukuba



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO



NVIDIA®



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

IB-NDR(400Gbps)

IB-NDR200(200)

IB-HDR(200)

Miyabi-G

NVIDIA GH200 1,120
78.2 PF, 5.07 PB/sec

Miyabi-C

Intel Xeon Max
(HBM2e) 2 x 190
1.3 PF, 608 TB/sec

File System

DDN EXA Scaler
11.3 PB, 1.0TB/sec

Ipomoea-01
Common Shared Storage
26 PB



NVIDIAのGPUの歴史(2017~)

	Memory (GB)	Memory Bandwidth (GB/sec)	FP64 (GFLOPS) 64bit 倍精度	FP32 (GFLOPS) 32bit 単精度	FP16 FP16 Tensor Core (GFLOPS) 16bit 半精度	TDP (Watt) 熱設計電力
P100	16	720	4,700	9,300	18,700	250
V100	32	1,134	8,200	16,400	130,000	300
A100	40	1,555 (1.00)	9,700	19,500	312,000	400
H100	80	3,352 (2.16)	33,500	66,900	1,979,000	700
GH200 GPU	96	4,022 (2.59)	33,500 1	66,900 x2	1,979,000 x60	~1,000 (CPU含む)

Miyabi システム構成図

FUJITSU



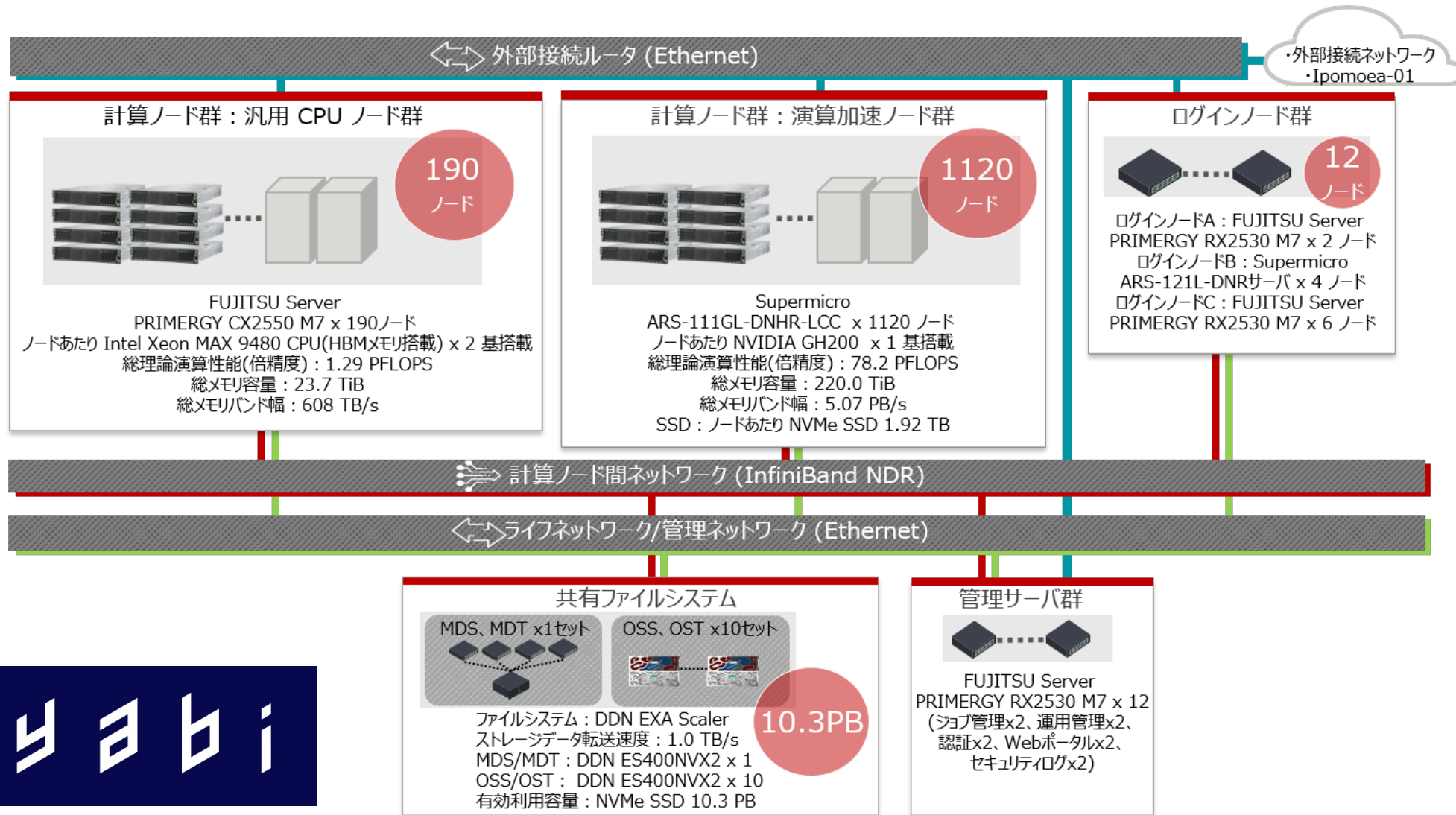
JCAHPC



筑波大学
University of Tsukuba



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO



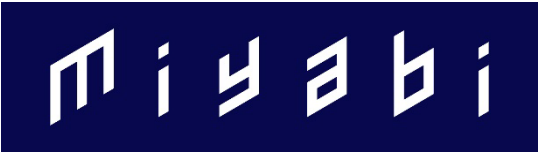
m i y a b i

Miyabi 全体構成



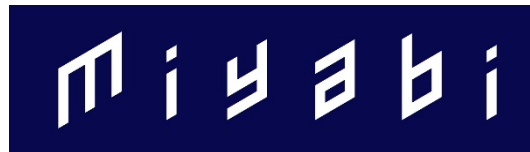
項目		汎用CPUノード群	演算加速ノード群
総理論演算性能		1.29 PFLOPS	78.8 PFLOPS
総ノード数		190	1120
総メモリ容量		23.75 TiB	220.02 TiB
総メモリバンド幅		608 TB/s	5.07 PB/s
ネットワークポロジ		フルバイセクション Fat Free	フルバイセクション Fat Tree
共有ファイルシステム	ファイルシステム	Lustre (DDN EXAScaler)	
	サーバ(OSS)	DDN ES400NVX2	
	サーバ(OSS)数	10	
	ストレージ容量	10.32 PB	
	ストレージ データ転送速度	1.0 TB/s	

Miyabi ノード構成



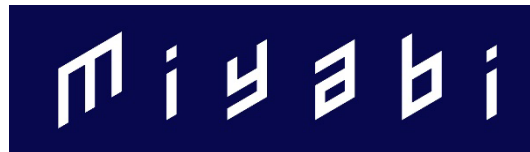
項目		汎用CPUノード群	演算加速ノード群
マシン名		FUJITSU Server PRIMERGY CX2550 M7	Supermicro ARS-111GL-DNHR-LCC
CPU	プロセッサ名	Intel Xeon Max 9480	NVIDIA Grace CPU Arm Neoverse V2 CPU
	プロセッサ数(コア数)	2 (56 + 56)	1 (72)
	周波数	1.9 GHz	3.0 GHz
	理論演算性能	6.8096 TFLOPS	3.456 TFLOPS
	メモリ容量	128 GiB	111.7 GiB
	メモリ帯域幅	3.2 TB/s	512 GB/s
GPU	プロセッサ名	—	NVIDIA Hopper H100 GPU
	搭載数		1
	理論演算性能		66.9 TFLOPS
	メモリ容量		89.4 GiB
	メモリ帯域幅		4,022 GB/s
	CPU-GPU 間接続		NVLink Chip-2-Chip interconnect (片方向 450 GB/s)
SSD			NVMe SSD 1.92 TB (PCIe Gen4 x4)
冷却方式		水冷	水冷
インターコネクト		InfiniBand NDR200 (200Gbps)	InfiniBand NDR200 (200Gbps)

Miyabi ソフトウェア構成 (1/2)



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

Miyabi ソフトウェア構成 (2/2)



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

	Site	Computer/Year Vendor	Cores	$R_{\max}$ (PFLOPS)	R_{peak} (PFLOPS)	GFLOPS/W	Power (kW)
1	<u>El Capitan, 2024, USA</u> DOE/NNSA/LLNL	HPE Cray EX255a, AMD 4th Gen EPYC 24C 1.8GHz, AMD Instinct MI300A, Slingshot-11, TOSS	11,039,616	1,742.00 (=1.742 EF)	2,746.38 63.4 %	58.99	29,581
2	<u>Frontier, 2021, USA</u> DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory	HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3 rd Gen. EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11	9,066,176	1.353.00	2,055.72 65.8 %	54.98	24,607
3	<u>Aurora, 2023, USA</u> DOE/SC/Argonne National Laboratory	HPE Cray EX - Intel Exascale Compute Blade, Xeon CPU Max 9470 52C 2.4GHz, Intel Data Center GPU Max, Slingshot-11, Intel	9,264,128	1,012.00	1,980.01 51.1 %	26.15	38,698
4	<u>Eagle, 2023, USA</u> Microsoft	Microsoft NDv5, Xeon Platinum 8480C 48C 2GHz, NVIDIA H100, NVIDIA Infiniband NDR	2,073,600	561.20	846.84 66.3 %		
5	<u>HPC 6, 2024, Italy</u> Eni S.p.A.	HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3rd Generation EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, RHEL 8.9	3,143,520	477.90	606.97 66.3 %	56.48	8,461
6	<u>Fugaku, 2020, Japan</u> R-CCS, RIKEN	Fujitsu PRIMEHPC FX1000, Fujitsu A64FX 48C 2.2GHz, Tofu-D	7,630,848	442.01	537.21 82.3 %	14.78	29,899
7	<u>Alps, 2024, Switzerland</u> Swiss Natl. SC Centre (CSCS)	HPE Cray EX254n, NVIDIA Grace 72C 3.1GHz, NVIDIA GH200 Superchip, Slingshot-11	2,121,600	434.90	574.84 75.7 %	61.05	7,124
8	<u>LUMI, 2023, Finland</u> EuroHPC/CSC	HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3 rd Gen. EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11	2,752,704	379.70	531.51 71.4 %	53.43	7,107
9	<u>Leonard, 2023, Italy</u> EuroHPC/Cineca	BullSequana XH2000, Xeon Platinum 8358 32C 2.6GHz, NVIDIA A100 SXM4 64GB, Quad-rail NVIDIA HDR100	1,824,768	241.20	306.31 78.7 %	32.19	7,494
10	<u>Tuolumne, 2024, USA</u> DOE/NNSA/LLNL	HPE Cray EX255a, AMD 4th Gen EPYC 24C 1.8GHz, AMD Instinct MI300A, Slingshot-11, TOSS	1,161,216	208.10	288.88 72.0 %	61.45	3,387
13	<u>Venado, 2024, USA</u> DOE/NNSA/LANL	HPE Cray EX254n, NVIDIA Grace 72C 3.1GHz, NVIDIA GH200 Superchip, Slingshot-11	481,440	98.51	130.44 75.5 %	59.29	1,662
16	<u>CHIE-3, 2024, Japan</u> SoftBank, Corp.	NVIDIA DGX H100, Xeon Platinum 8480C 56C 2GHz, NVIDIA H100, Infiniband NDR400, Ubuntu 22.04.4 LTS	163.200	91.94	138.32 66.5 %		
17	<u>CHIE-2, 2024, Japan</u> SoftBank, Corp.	NVIDIA DGX H100, Xeon Platinum 8480C 56C 2GHz, NVIDIA H100, Infiniband NDR400, Ubuntu 22.04.4 LTS	163.200	89.78	138.32 64.9 %		
18	<u>JETI, 2024, Germany</u> EuroHPC/FZJ	BullSequana XH3000, Grace Hopper Superchip 72C 3GHz, NVIDIA GH200 Superchip, Quad-Rail NVIDIA InfiniBand NDR200, RedHat Linux, Modular OS	391,680	83.14	94.00 88.4 %	63.43	1,311
22	<u>CEA-HE, 2024, France</u> CEA	BullSequana XH3000, Grace Hopper Superchip 72C 3GHz, NVIDIA GH200 Superchip, Quad-Rail BXI v2, EVIDEN	389,232	64.32	103.48 62.2 %	52.17	1,233
28	<u>Miyabi-G, 2024, Japan</u> JCAHPC	Fujitsu, Supermicro ARS 111GL DNHR LCC, Grace Hopper Superchip 72C 3GHz, Infiniband NDR200, Rocky Linux	80,640	46.80	72.80 64.3 %	47.59	983
36	<u>TSUBAME 4.0, 2024, Japan</u> Institute of Science Tokyo	HPE Cray XD665, AMD EPYC 9654 96C 2.4GHz, NVIDIA H100 SXM5 94 GB, Infiniband NDR200	172,800	39.62	61.60 64.3 %	48.55	816
58	<u>Wisteria/BDEC-01 (Odyssey), 2021, Japan</u>	Fujitsu PRIMEHPC FX1000, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu-D	368,640	22.12	25.95	15.07	1,468

GH200の予備評価

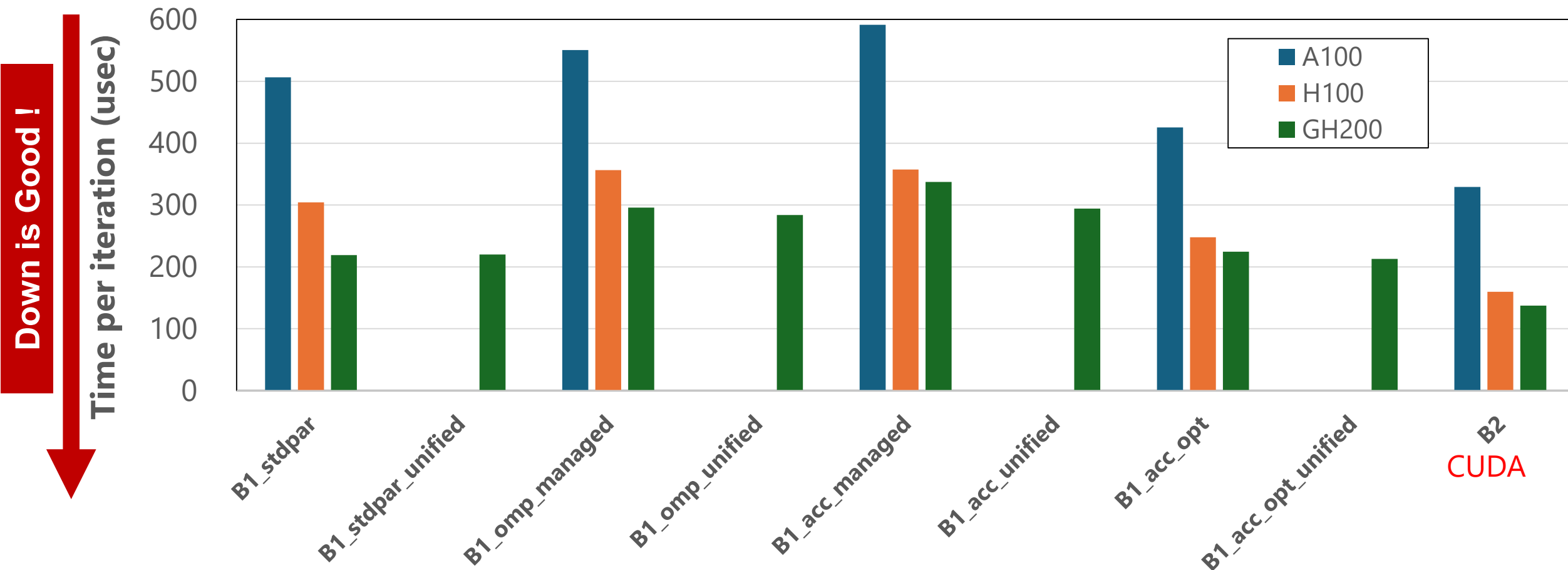
- 空冷版のGrace-Hopper (Supermicro製, 写真)で評価中
 - Miyabi-Gとの違い (Miyabi-G → 評価機)
 - Graceメモリ容量 120 GB → 480 GB
 - Graceメモリバンド幅 512 GB/sec → 384 GB/sec
- OS: Rocky Linux 9.4 aarch64
 - kernel: 5.14.0-427.{20,22,28}.1.el9_4.aarch64+64k
 - 64Kページ、irqbalance無効, numa_balancing無効, ...
 - 参考
 - <https://docs.nvidia.com/grace-patch-config-guide.pdf>
 - <https://docs.nvidia.com/grace-performance-tuning-guide.pdf>
- CUDA 12.4, CUDA Driver: 550.90.7, 555.42.06
- OFED 24.04-{0.6.6, 0.7.0}
- NVHPC 24.5-2
- コンテナ
 - Apptainer 1.3.{2,3}, Enroot (+caps) 3.5.0



Poisson 3D: small (128x128x128)

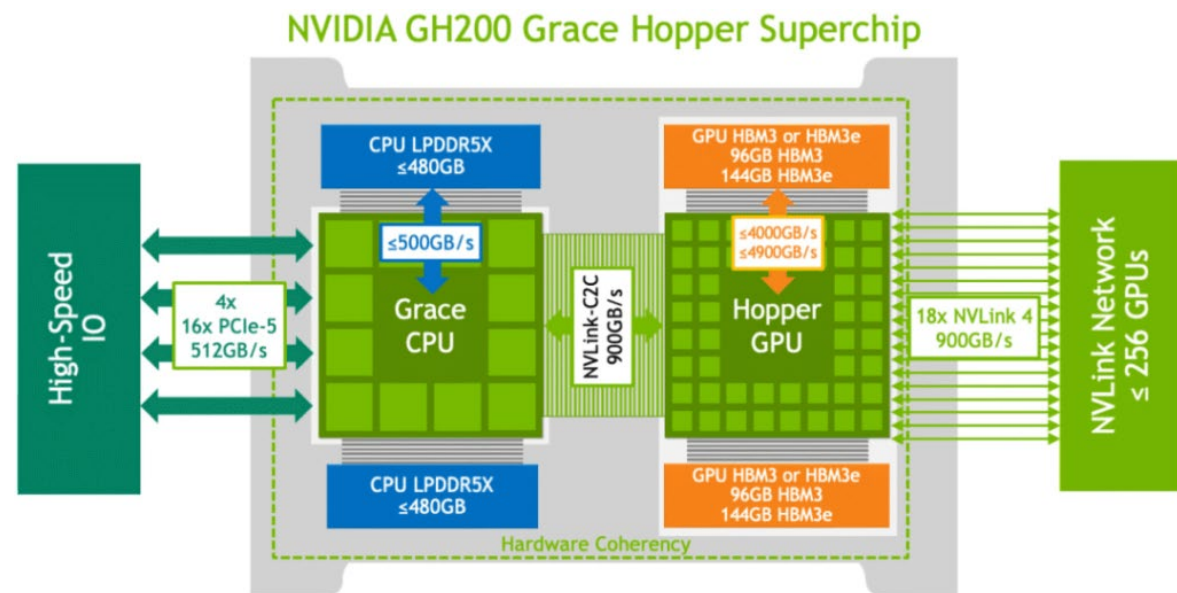
[埜 他, 第195回HPC研究会, 2024]

	メモリバンド幅 (GB/sec)	FP64 (GFLOPS)
A100	1,555 (1.00)	9,700
H100	3,352 (2.16)	33,500
GH200 : GPU	4,022 (2.59)	33,500



GH200の特性

- Grace-Hopper相互のメモリ空間を直接参照可, NUMA的な扱い
- CPU-GPU間: コヒーレントインタフェース (NVLink-C2C, 450GB/sec/dir)
 - PCIe Gen 5の7倍以上の帯域
 - CPU-GPUの効率的使い分け可能
 - 従来は転送がボトルネック
 - プログラミングも容易
 - AMD MI300Aも同じ方向性



- 小規模問題, GPUが不得意な計算をCPUが柔軟に処理することも可能

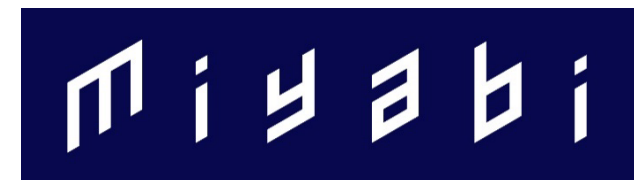
Miyabiによって何をするか，何ができるか？

- 中心は「計算科学」，「シミュレーション」
 - GH200の特性を活用すれば，より複雑な処理を効率的にかつ容易に実施できそう
- 「計算・データ・学習」融合の更なる促進
- 更に進めて「AI for Science」の推進
 - AIを活用した科学研究の革新
 - 従来の「AI for Science」: Data Driven Science
 - 生成AI・基盤モデル
 - LLM等にも使用される「基盤モデル」の「トークン」の入れ替え，学習によって様々な分野へ適用可能
 - ANLの「Stormer (Short-Term Weather Forecasting)」
 - <https://www.anl.gov/cels/development-of-predictive-models-shortterm-forecasting>
- 「量子コンピューティング」との融合（次頁）
 - 2025年度中には，Miyabi, Wisteria/BDEC-01とJHPC-quantumの量子コンピュータ群によるハイブリッド環境での利用が可能となる

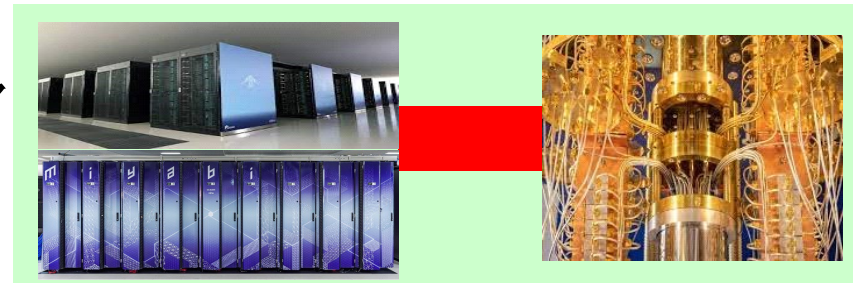
量子・スパコン連携プラットフォーム(JHPC-Quantum)

<http://jhpc-quantum.org/>

- JHPC-quantum (FY.2023-FY.2028)
 - 理研R-CCS, ソフトバンク, 東大, 阪大
 - NEDOポスト5G関連事業, 産業応用への期待
- 2基のリアルな量子コンピュータを導入
 - IBM(超伝導型), 100+Qubit, 理研神戸
 - Quantinuum(Ion-Trap型), 20+Qubit, 理研和光
- アプリケーション
 - 量子物理, 誤り訂正, 量子機械学習+シミュレーション
- 東大の役割
 - QC-HPCハイブリッド連携環境向けシステムソフトウェア
 - QC as Accelerators
 - h3-Open-BDECの拡張
- 2025年度末: 富岳・東大スパコンとQCの連携開始



CPU		GPU			Others	
A64FX Arm	X86	NVIDIA Intel AMD Arm	AMD	Intel	Sambanova Cerebras Graphcore etc.	Quantum
h3-Open-SYS/WaitIO						



	ノード年 GPU年 (千円)	ピークメモリバンド幅 (GB/sec) GPUのみ*	Stream (Triad) (GB/sec)	定格消費電力 (W/node)	GF/W Green 500
Miyabi-G	300	4,022*	3,755	1,250	72.73 (JEDI, #1 in Green500, June 2024)
Miyabi-C	240	3,200	1,976	920	6.53 (Kyoto U., #97)
Odyssey	90	1,024	830	260	15.07
Aquarius	270	1,555*	1,377	679 (1GPU+0.25CP U)	24.06
OBCX	150	281.6	237.1	623	5.08
OFP	50	115.2(DDR4) 921.6(MC-DRAM)	90 490	215	4.99

Miyabiの運用

- 基本的にはこれまでのスパコンの運用を踏襲
 - OpenOnDemandによる利用についても検討中
 - <https://openondemand.org/>
 - Wisteria/BDEC-01ではテスト済み
 - 大規模HPCチャレンジ実施, ノード固定は実施しない
 - Miyabi-GではGPUを分割して利用するMIG (Multi-Instance GPU) の使用を可能とする
 - 4分割, 負担金はGPUの4分の1, CPU (Grace) の資源も4分の1割り当てる
 - 講習会, 講義, デバッグなど少量の資源で良い場合に活用
- Miyabi-G (NVIDIA GH200), Miyabi-C (Intel Max) は分離して運用するが, 技術的に連携して動かすことは可能 (WaitIO等の利用)
 - 必要に応じて, 使えるようにする

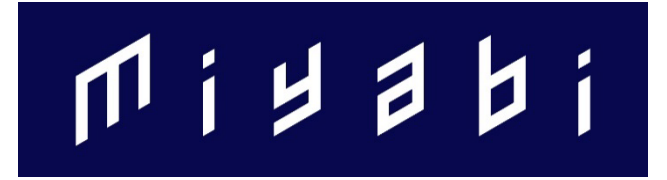


MIG (Multi-Instance GPU)

- GPUリソース(SM(演算コア), メモリ)を複数のインスタンスに分割する機能
 - <https://www.nvidia.com/ja-jp/technologies/multi-instance-gpu/>
- 想定される活用シーン
 - 1基のNVIDIA GH200の演算リソースを使い切れない場合
 - ➔ 分割されたGPUを使えば, トークン消費量を抑えられる
 - 実装・開発中のコードのデバッグ・動作テスト・機能テスト
 - ➔ (見かけの)GPU数が増えるので, ジョブ投入後の待ち時間が短縮される
 - 教育利用(主にGPUプログラミングの初心者・初級者向け)
 - ➔ (見かけの)GPU数が増えるので, 多数の受講者のジョブが同時に実行される
- Miyabi-GでのMIG利用形態(NVIDIA GH200を4分割)
 - MIG利用キュー: debug-mig, short-mig, regular-mig
 - トークン消費量は通常のノード占有キュー(debug-g, short-g, regular-g など)の 1/4
 - GPUリソース(SM数)の少ないMIG#3を回避するジョブ投入オプションはない

	MIG#0	MIG#1	MIG#2	MIG#3
GPUリソース	32 SMs, 24 GB	32 SMs, 24 GB	32 SMs, 24 GB	26 SMs, 24 GB
CPUリソース	18コア, 27 GiB	18コア, 27 GiB	18コア, 27 GiB	18コア, 27 GiB

Miyabi利用説明会



- 2025年1月16日(木)14:00-16:00
 - オンライン＋現地会場(東大柏キャンパス第2総合研究棟3F315号室)
- 内容
 - システム紹介
 - 利用制度紹介
 - 個別相談
 - 見学(現地会場のみ)
 - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/seminar/20250116.php>

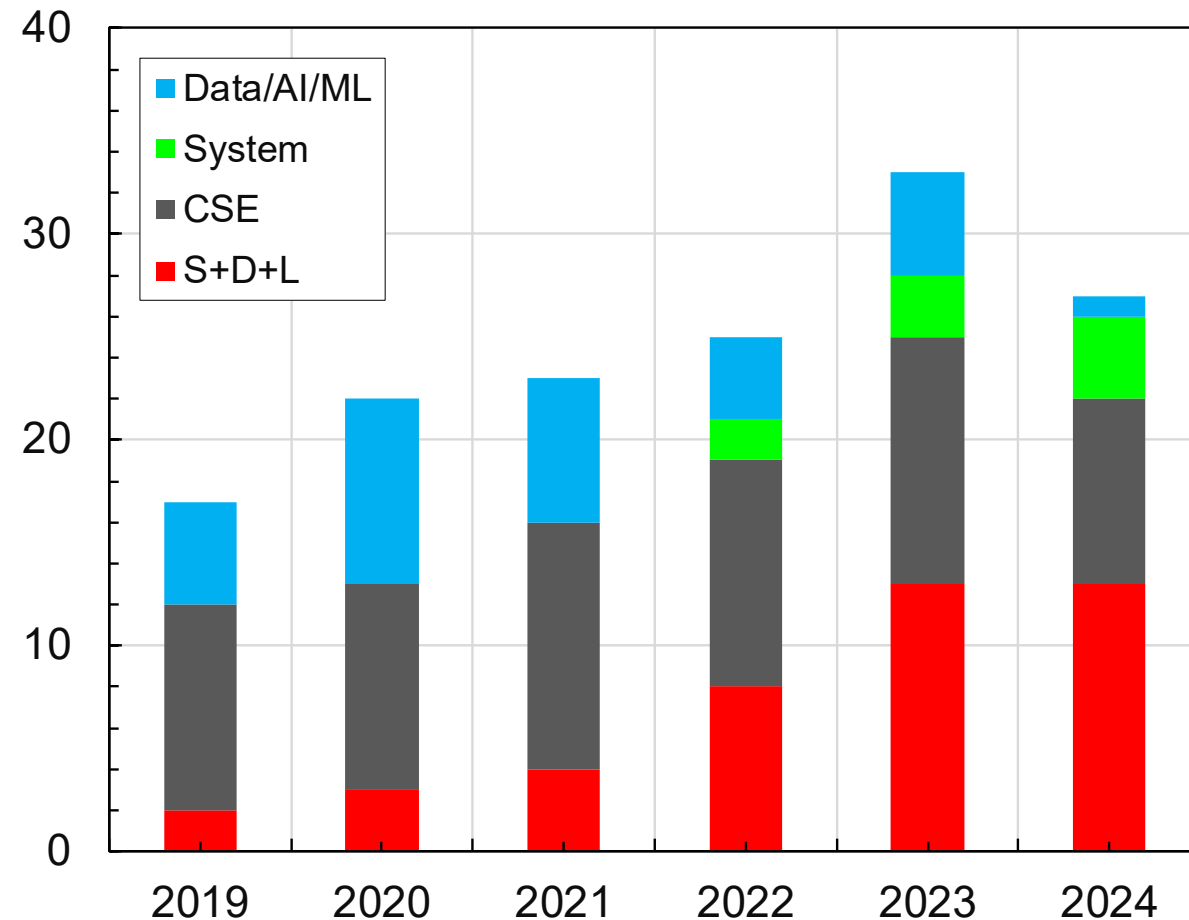


- JHPCNの概要
- 東大情報基盤センターのスパコン概要
 - Wisteria/BDEC-01
 - Ipomoea-01
- h3-Open-BDEC
- Miyabi
- **JHPCN利用申込み**



東大のスパコンを利用した JHPCNプロジェクトの推移

- 従来型の計算科学関連課題は一定数あるが、最近は「S+D+L」融合型が急速に増加
 - h3-Open-BDECによる「計算・データ・学習」融合の推進
 - チュートリアルも実施
- CSE ■, データ・学習・AI関連 ■ のうちいくつかはTSUBAME 4.0へ移動
 - OBCXの外部接続ノードのユーザーも





東大のスパコンを利用した JHPCNプロジェクト(2024年度)

- https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL26/No6/37_202411_kyoten.pdf



提案書(日本語・English)

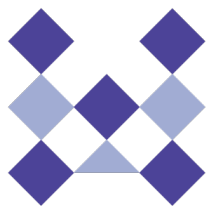
- 本文3頁以内
 - 研究目的
 - JHPCN公募型共同研究として実施する必要性, 研究の意義, 研究計画
 - これまでの研究成果(継続の場合)
 - 拠点連携課題, 大規模データ・大容量ネットワークにおける具体的計画
 - 主な関連発表成果
- 資源利用計画等(別ファイル): 2024年度から変更
- 執筆のポイント
 - 明確な目標, 学際的な研究, 学術的意義, JHPCN共同研究としての意義(次頁(再掲))
 - 新規課題は準備が十分整っている(と思わせる)ことが重要
 - これから並列化を始める, というのはやや難しいかも知れない: 個別にご相談ください
 - 継続課題は前年度成果(特に中間報告書段階)をある程度重視
 - 審査は毎年実施されるが, 複数年計画として「研究計画」を記述することは可能
 - 特に新規課題は, 将来へ向けての全体像がより明確になる
 - 明確な資源利用計画(とは言え, なかなか事前に書くのは難しい)
 - ○ノード×○時間×○ケース

共同研究のポイント: 全部を満たす, ということではない

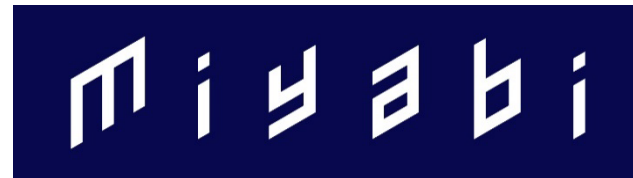
- 学際的研究体制
 - 情報科学分野(計算機科学・データ科学)と応用分野による, 学際共同研究の推進
 - 審査においては学際的な研究体制の構築がなされていることを重視
- ソフトウェアおよびデータ活用推進
 - 単なる公開だけでなく, 成果の幅広い利活用を目指す取り組みを高く評価
- IT 基盤技術開発
 - アーキテクチャー, システムソフトウェア, セキュリティ等, IT 技術の基盤的研究につながる課題を高く評価: 各構成研究拠点の研究者との共同研究
- 拠点連携
 - 複数構成拠点の資源を活用, 複数拠点の研究者との連携体制
 - 広域分散型の大規模情報システム, アプリケーションのマルチプラットフォーム実装
- 大規模データ・大容量ネットワーク利用
- 計算機資源の利用のみではなく, 研究開発的要素が大きい課題を採択

利用可能な資源(1/2)

- スパコン等: 他大学(他拠点)の資源との併願も可能(推奨)
 - Wisteria/BDEC-01 (Odyssey, Aquarius)
 - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/wisteria/service/>
 - (要相談) Odyssey/Aquarius連携, 外部接続(Aquarius), Wisteria-Messenger利用
 - Ipomoea-01
 - 規定に応じて各ユーザーに配分
 - Miyabi (Miyabi-G, Miyabi-C)
 - <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/miyabi/service/>
 - (要相談) Miyabi-G/Miyabi-C連携, 外部接続



Wisteria
BDEC-01



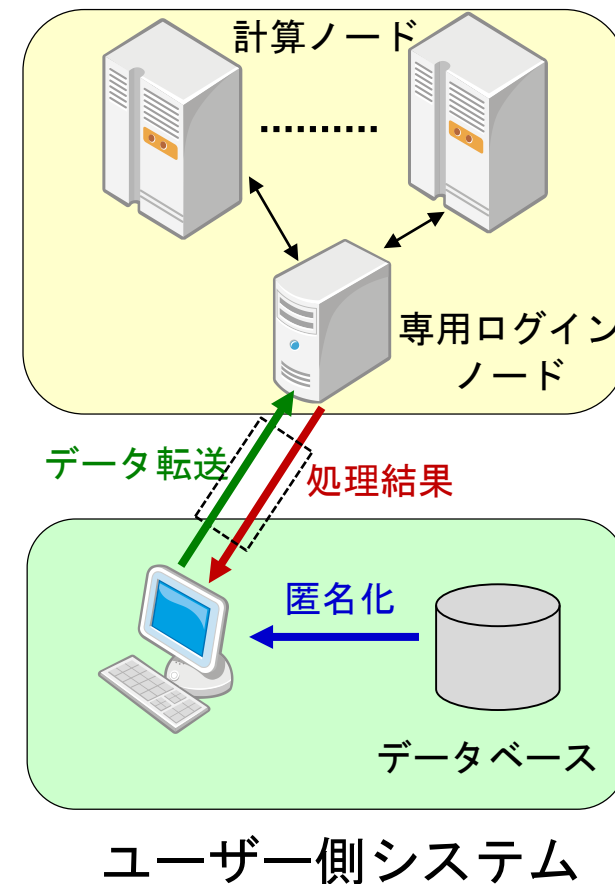
利用可能な資源(2/2)

- 基本的に資源の追加はできない
 - 自前の予算で追加することは可能(審査有り)
- Aquariusは「GPU専有, ノード固定」可能
 - GPU専有: 1・2・4GPUを専有する(負担金(トークン消費率)が1.35倍)
 - 特定のノードのGPUを一定期間専有できる(同じGPUとは限らない)
 - GPU専有数の範囲であれば, 実行時に待つ必要が無い, 長時間の実行も可能⇒ML
 - ノード固定: 8GPU専有に相当
 - ノードを専有できる
 - Miyabiにはこの制度はない
- 利用ノード数の上限があるが, 1ヶ月に一回「大規模HPCチャレンジ(後述)」で, より大規模な資源を利用可能(後述)
 - 提案書に利用計画として記述することは可能

ノード固定の本来の目的

https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/reedbush/service/fixed_node.php

- ライセンスサーバが必要な商用プログラムを利用したい
- データに対するセキュリティを確保するために、専用HDを使用したい
- データ転送用に専用通信回線を敷きたい
- 一般バッチジョブキューでは対応できないような長時間ジョブを実行したい
- **Aquariusは「ノード固定」可能: 事前に必ずご相談ください: 値段も高いので...**

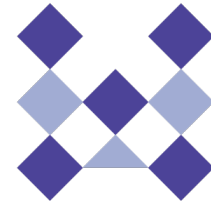


大規模HPCチャレンジ

<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)
- Wisteria/BDEC-01
 - Odyssey(6,144ノード)とAquarius(36ノード)は(当面は)別々に実施
- Miyabi
 - Miyabi-G, Miyabi-Cは(当面は)別々に実施, 2025年4月以降
- 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
- JHPCNと併用可能: 提案⇒審査は必要です

Wisteria/BDEC-01 (1/2)



Wisteria
BDEC-01



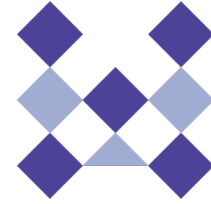
- 概要

- Odyssey: シミュレーションノード群, Fujitsu A64FX 7,680ノード搭載
- Aquarius: データ・学習ノード群, Intel Xeon Platinum 8360Y・NVIDIA A100 Tensorcore 45ノード搭載(ノード当たり8 GPU, 合計360 GPU)
- ネットワーク経由でssh, scp/sftpを利用したログインノードアクセス, ファイル転送
- 高速なファイルシステムを用いたビッグデータ解析が可能
- OdysseyとAquariusを両方使用したい場合は, それぞれ別々に申し込む

- 特殊な利用形態(要相談)

- Aquariusの各ノードは, 外部リソース(ストレージ, サーバー, データベース, センサーネットワーク等)に直接接続可能
- Odyssey・Aquarius連携による「計算・データ・学習」融合(h3-Open-BDEC)
- SINET L2VPN経由でログインノード, 外部接続ノードへの直接接続
- 東大センター担当窓口(uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp)宛てご相談ください).

Wisteria/BDEC-01 (2/2)



Wisteria
BDEC-01



- ソフトウェア

- 【言語コンパイラ】

- Fortran, C, C++

- 【ライブラリ】

- MPI, BLAS, LAPACK/ScaLAPACK, FFTW, PETSc, METIS/ParMETIS

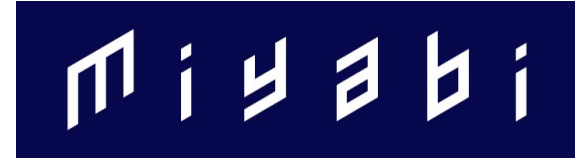
- 【アプリケーションソフトウェア】(一部GPU化非対応)

- OpenFOAM, ABINIT-MP, PHASE, FrontFlow/Blue, FrontISTR, REVOCAP, ppOpen-HPC, **h3-Open-BDEC, HyperWorks(Aのみ), MATLAB(Aのみ)**

- 【コンテナ仮想化】

- singularity (docker image可能)

Miyabi (1/2)



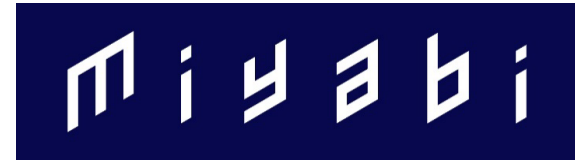
- 概要

- Miyabi-G: 演算加速ノード, NVIDIA GH200, 1,120ノード(1,120GPU)搭載
- Miyabi-C: 汎用CPUノード, Intel Xeon MAX 9480 with HBM 190ノード搭載(ノード当たり2 CPU, 合計380 CPU)
- ネットワーク経由でssh, scp/sftpを利用したログインノードアクセス, ファイル転送
- 高速なファイルシステムを用いたビッグデータ解析が可能
- Miyabi-GとMiyabi-Cを両方使用したい場合は, それぞれ別々に申し込む

- 特殊な利用形態(要相談)

- Miyabi-G, Miyabi-Cは外部リソース(ストレージ, サーバー, データベース, センサーネットワーク等)に直接接続可能
- Miyabi-G・Miyabi-C連携による「計算・データ・学習」融合(h3-Open-BDEC)
- SINET L2VPN経由でログインノード, 外部接続ノードへの直接接続
- 東大センター担当窓口(uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp)宛てご相談ください).

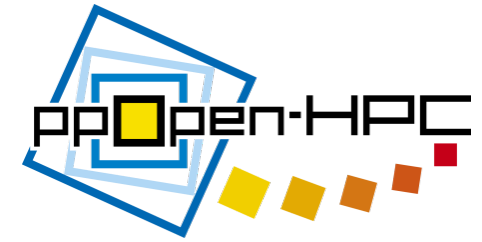
Miyabi (2/2)



- ソフトウェア
 - 【言語コンパイラ】
 - Fortran, C, C++
 - 【ライブラリ】
 - MPI, BLAS, LAPACK/ScaLAPACK, FFTW, PETSc, METIS/ParMETIS
 - 【アプリケーションソフトウェア】(一部GPU化非対応)
 - OpenFOAM, ABINIT-MP, PHASE, FrontFlow/Blue, FrontISTR, REVOCAP, ppOpen-HPC, **h3-Open-BDEC, MATLAB (Miyabi-Cのみ)**
 - 【コンテナ仮想化】
 - singularity (docker image可能)

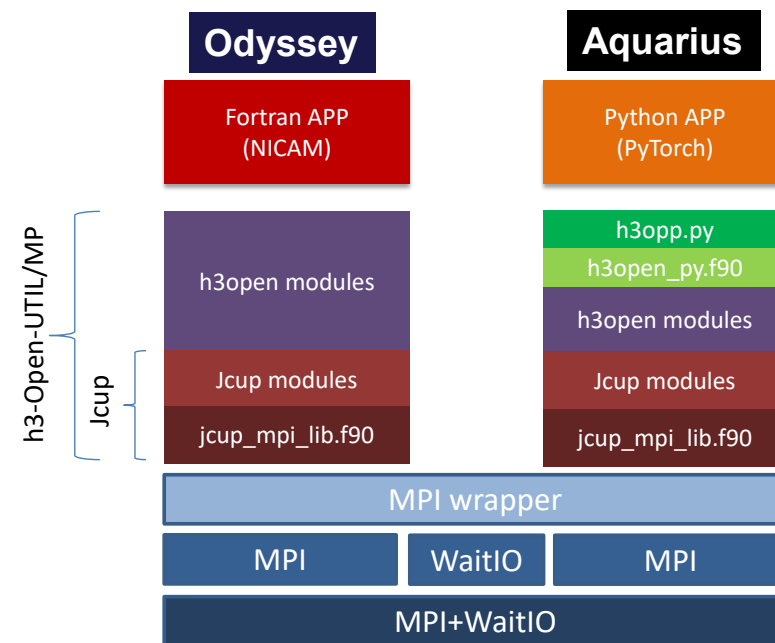
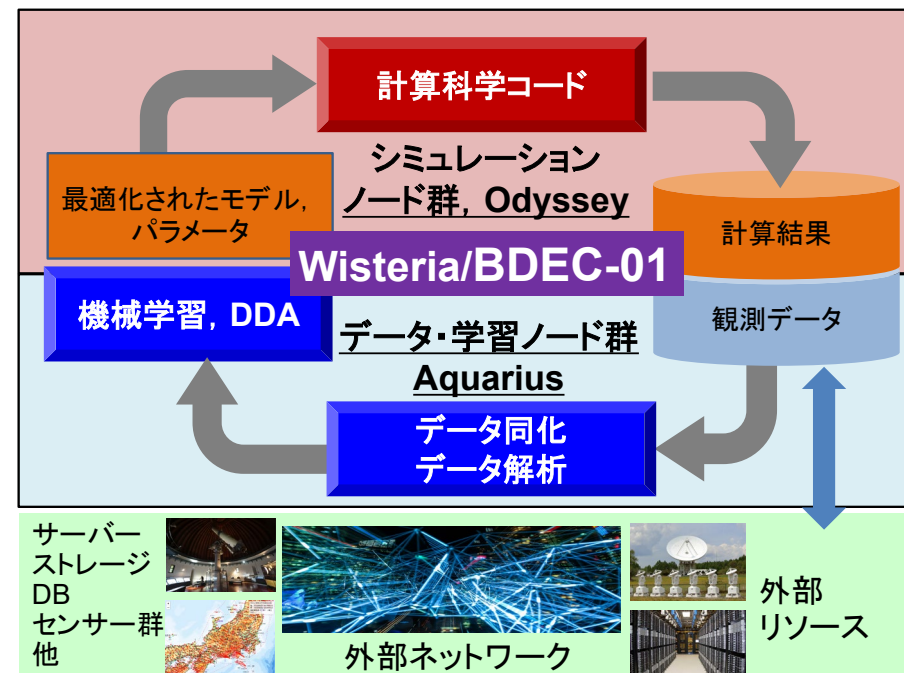
利用可能なアプリケーション群

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

- Aquarius, Miyabi-Cで利用可能
 - ✓ アカデミックユーザー限定
- 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



利用カテゴリ

- ①Odyssey
- ②Aquarius (一般利用)
- ③Aquarius (GPU専有) : 8GPU占有 = ノード固定
- ④Wisteria/BDEC-01追加ストレージ
- ⑤Miyabi-G NVIDIA GH200
- ⑥Miyabi-C Intel Max
- ⑦Miyabi-G/Miyabi-C追加ストレージ



複数組み合わせ可能, 他大学とのリソースとも組み合わせ可能

2025年度計算資源(東大分)(1/2)

ストレージはノード時間・GPU時間に比例して配分

Wisteria/BDEC-01, Ipomoeaは各システムの合計が配分される

Ipomoeaはグループ毎配分の外、各ユーザーも5TBまで無料で利用可能

NH: ノード時間, GH: GPU時間

	上限	ストレージ	Ipomoea (グループ)	単価	実行ジョブ上限
Odyssey	276,480 NH (32ノード年)	2.00TB (1ノード年当たり)	0.30TB (1ノード年当たり)	10.41円/NH	2,304ノード
Aquarius (一般利用)	95,040 GH (11GPU年)	6.00TB (1GPU年当たり)	0.90TB (1GPU年当たり)	31.25円/GH	8ノード(64GPU)
Aquarius (GPU専有)	69,120 GH (8GPU年) 1・2・4・8 必ず8,640の倍数			42.19円/GH	GPU専有数分
Miyabi-G	86,400 NH (10ノード年)	5.00TB (1ノード年当たり)	0.75TB (1ノード年当たり)	34.72円/NH	256ノード
Miyabi-C	103,680 NH (12ノード年)	4.00TB (1ノード年当たり)	0.60TB (1ノード年当たり)	27.78円/NH	64ノード (128CPU)

2025年度計算資源(東大分)(2/2)

追加ストレージの申請も可能となりました
Ipomoea-01の追加は自費でお願いします

	上限	単価
Wisteria/BDEC-01	100 TB	6,480円/TB
Miyabi-G/Miyabi-C	50 TB	

2025年度計算資源



- 2023年度より要求資源量の上限値が明文化された
 - 複数センター計算資源を利用の場合は負担金360万円相当
 - 各センターについては300万円相当
 - mdxの利用は、基本的に一律100万円相当(共有予算方式)
 - 「分野1:大規模計算科学分野」で、スパコンとmdxを両方利用する場合には、min(360万-スパコン合計値, 100万)がExcelシートに表示される(後述)
- 東大情報基盤センターのスパコンの負担金
 - 2023年度以降は2022年度の50%増し(一律), 全体の予算が変わらないために, 利用できる資源量は従来の1.5分の1程度となる
 - Wisteria/BDEC-01 (Odyssey) (1ノード年): 6万円⇒9万円
 - Wisteria/BDEC-01 (Aquarius) (1GPU年): 18万円⇒27万円
- 「優先確保資源」
 - 減額される場合にプロテクトしたい分: 通常は一律一定割合で減額となる

資源量積算根拠と利用目的: 申込書参照(页数制限無)

- 課題分野(1)「大規模計算科学分野」の応募課題と、課題分野(2)「データ科学・データ利活用分野」のHPCI資源または個別予算方式のmdxの利用を申請する応募課題では、審査における重要な評価項目ですので、明確に記載してください。
 - 十分な記載がない場合には、課題全体の評価が低くなることがあります。
- ただし、課題分野に関わらず、新規課題でかつ申請資源の総量が100万円以下の場合には、積算根拠の記載は不要です。
- また、「データ科学・データ利活用分野」でmdxを「共有予算方式(通常の場合)」で申請する場合は、mdxについては積算根拠は不要です(HPCI資源も申請する場合には、HPCI資源については積算根拠を記載してください)。
- なお、積算根拠が記載不要な場合でも、利用目的については記載が必要です

資源量積算根拠と利用目的: 申込書参照(页数制限無) (追加)

- 「大規模計算科学分野」でmdxを「共有予算方式(通常の場合)」で申請する場合は、mdxについては積算根拠は「必要」です。
- Excelシートには、スパコンとmdxを両方利用する場合には、min(360万-スパコン合計値, 100万)が表示されますが、資源量積算根拠では「実際に使用する資源量」を記載してください。
 - たとえば、Excelシートに「600,000」と表示されても、実際は「100,000」しか使わない予定の場合には、「100,000(実際の利用予定の資源量)」に基づき「資源量積算根拠」を記述してください。
- 不明確、かつ不親切ですみません。お困りの場合にはuketsuke(at)cc.u-tokyo.ac.jpまでお問い合わせください。

資源量積算根拠と利用目的:事例(1/2)

計算資源名（提供拠点名）：Super Computer A System (A University)

利用目的：研究テーマ1 xxxの開発を行う

積算根拠：

- 予備計算：64ノード×2時間×10ケース
- 本計算：256ノード×10時間×100ケース
- ストレージ：yyデータセットY TB, ワークエリア X TB, 合計 XX TB x 12ヶ月

計算資源名（提供拠点名）：Super Computer B System (B University)

利用目的：研究テーマ2 xxxの計算を行い，xxxの結果を得る

積算根拠：

- 予備計算：64ノード×2時間×10ケース
- 本計算：256ノード×10時間×100ケース
- ストレージ：yyデータセットY TB, ワークエリア X TB, 合計 XX TB x 12ヶ月

資源量積算根拠と利用目的:事例(2/2)

計算資源名 : mdx(個別予算方式)

利用目的 : 研究テーマ3 xxxの計算を行い, xxxの結果を得る。また〇〇〇のサービス提供を行う

積算根拠 :

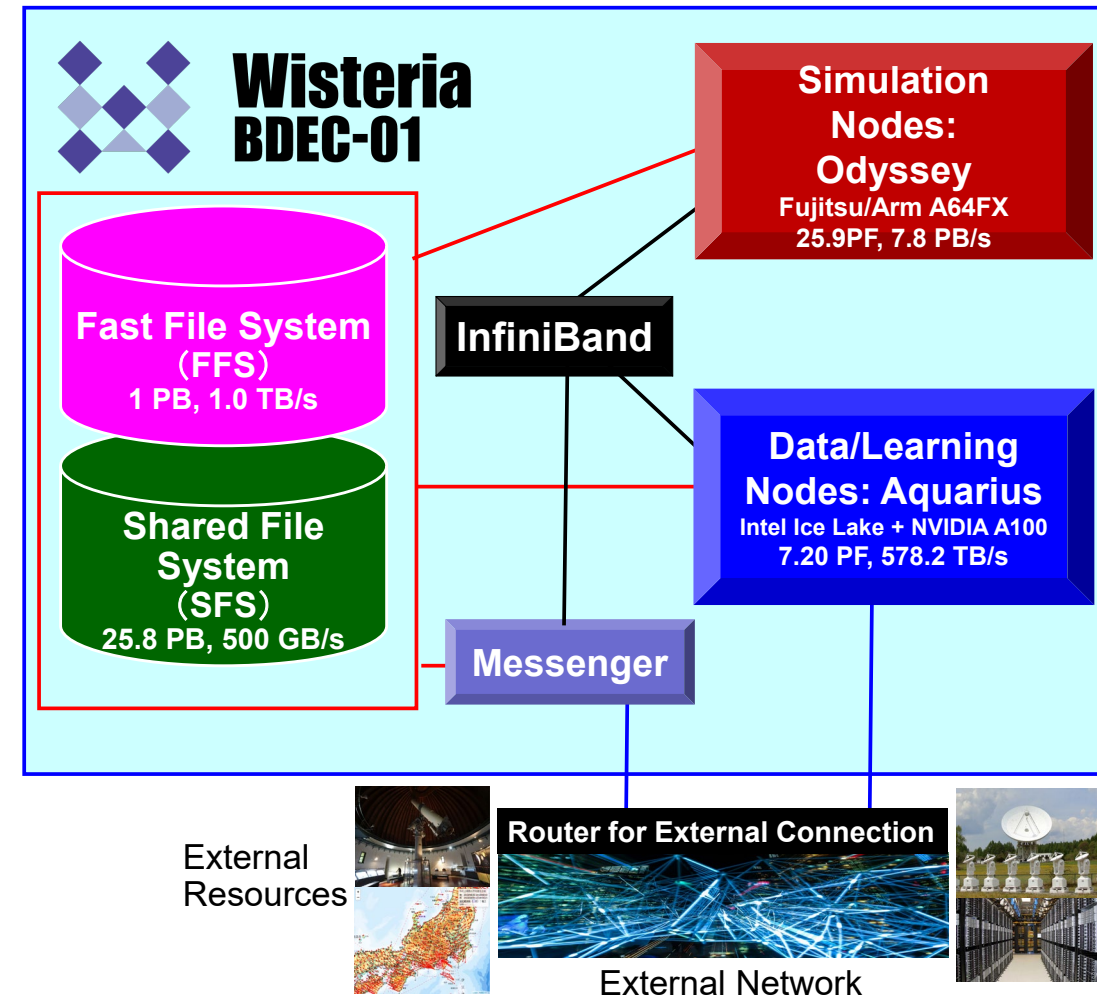
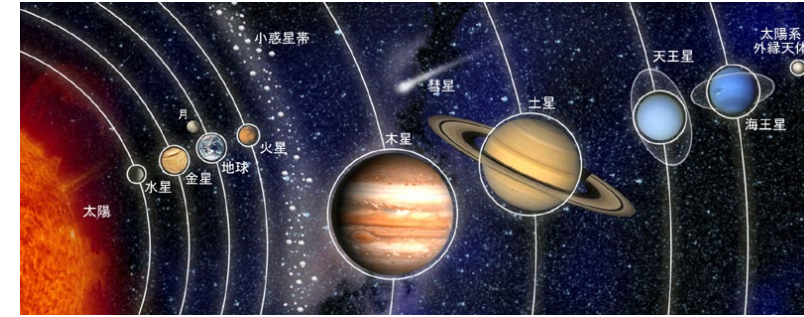
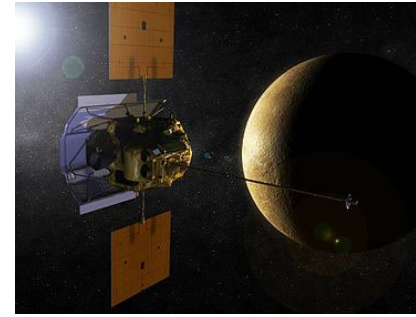
- ✓ 予備計算 : 2GPUパック × 2時間 × 10ケース
- ✓ 本計算 : 8GPUパック × 10時間 × 100ケース
- ✓ 〇〇〇サービス : 6CPUパック × 10,000時間 : このサービスはAという機器からのデータを受け取り適時的に解析してBに送るものであり、予期せぬVMの停止を防ぐために起動保証VMとする。
- ✓ ストレージ : yyデータセットY TBを内部保存用に大容量ストレージに200日間保持する。また計算用のワークエリアとして仮想ディスク X TBを100日分確保し、公開用にオブジェクトストレージを XX TB x 150日使用

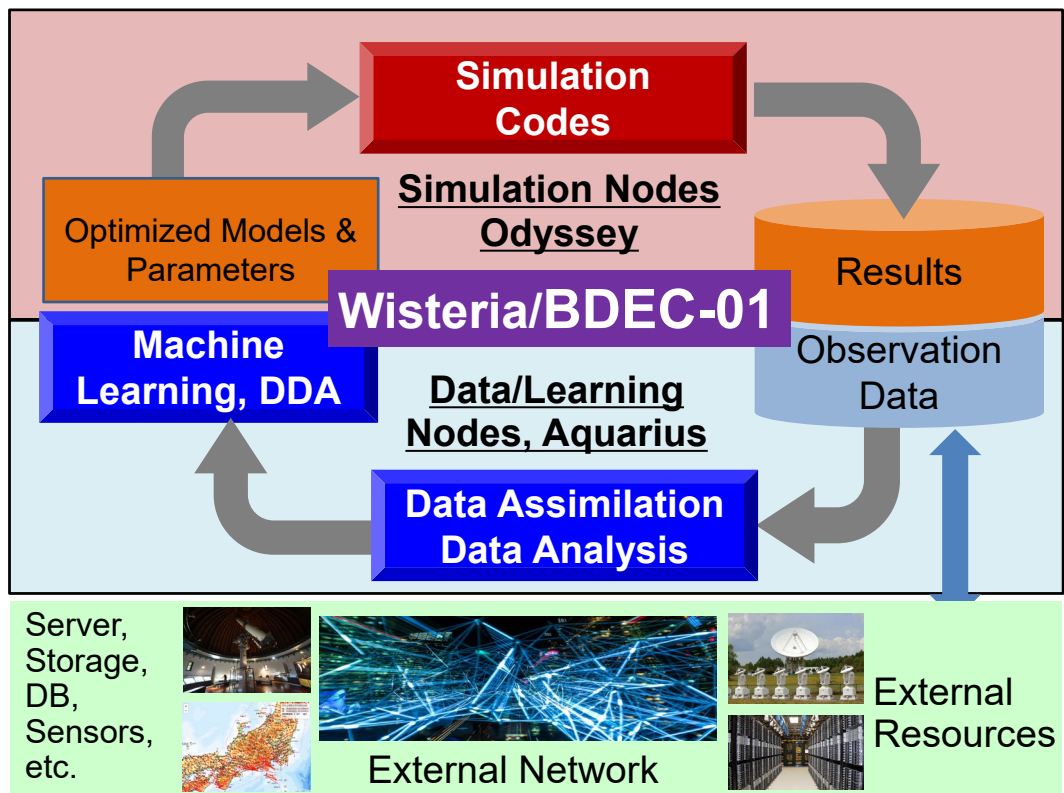
JHPCN共同研究課題への応募

- 計算科学アプリケーションの並列化・最適化
 - 「GPU化」はテーマとなりうるが, MPI・OpenMPについては要相談
 - Odyssey向け最適化は十分それだけでテーマとなりうる
 - 得られた知見を利用者へ積極的に公開(Odyssey: 名古屋大とも情報を共有)
- Miyabi-G: GH200の特性を生かしたアプリケーション開発, 最適化
- マルチフィジックス連成
- 「S+D+L」融合(S+D, S+L)
 - h3-Open-BDEC, h3-Open-UTIL/MP, WaitIO-Socket/File活用: 検証, 改良に貢献
- 特に, リアルタイムデータ処理を含む場合
 - 大規模並列処理が必要となるような場合を想定
 - 単にデータを取得, 貯蔵する場合は「分野2」へ応募されるのが良いかも知れない
- mdxとの連携も可能
- 困ったことがありましたら, お気軽にご相談ください。

Wisteria-Messenger

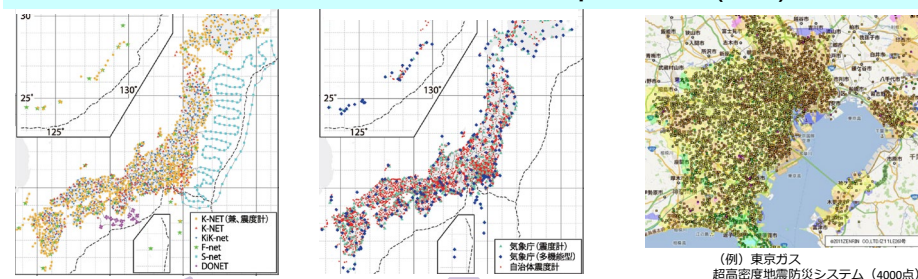
- Intel Xeon Gold 6348 (IceLake)
 - 2.6 GHz, 28 cores/socket
 - 2 sockets × 6 nodes
 - IB-HDR
- Aquariusと同等の機能を有する
 - Odysseyと連携して「S+D+L」融合可能
- 一般公開していない
 - JHPCN採択者は相談に応じて使用可能
(「S+D+L」融合に関する研究のみ)



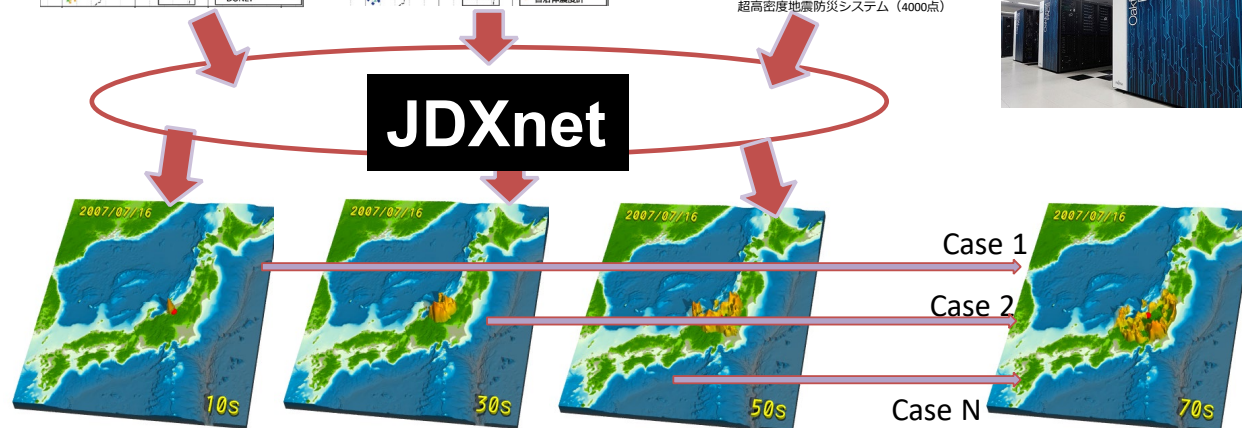
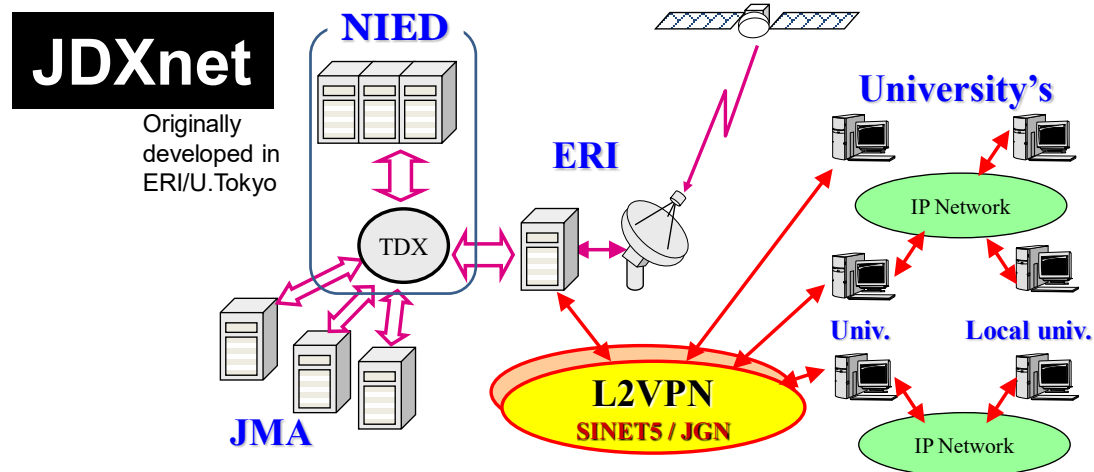


リアルタイムデータ同化＋ 3D強震動シミュレーション融合 JDXnetによるリアルタイム観測データ活用

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



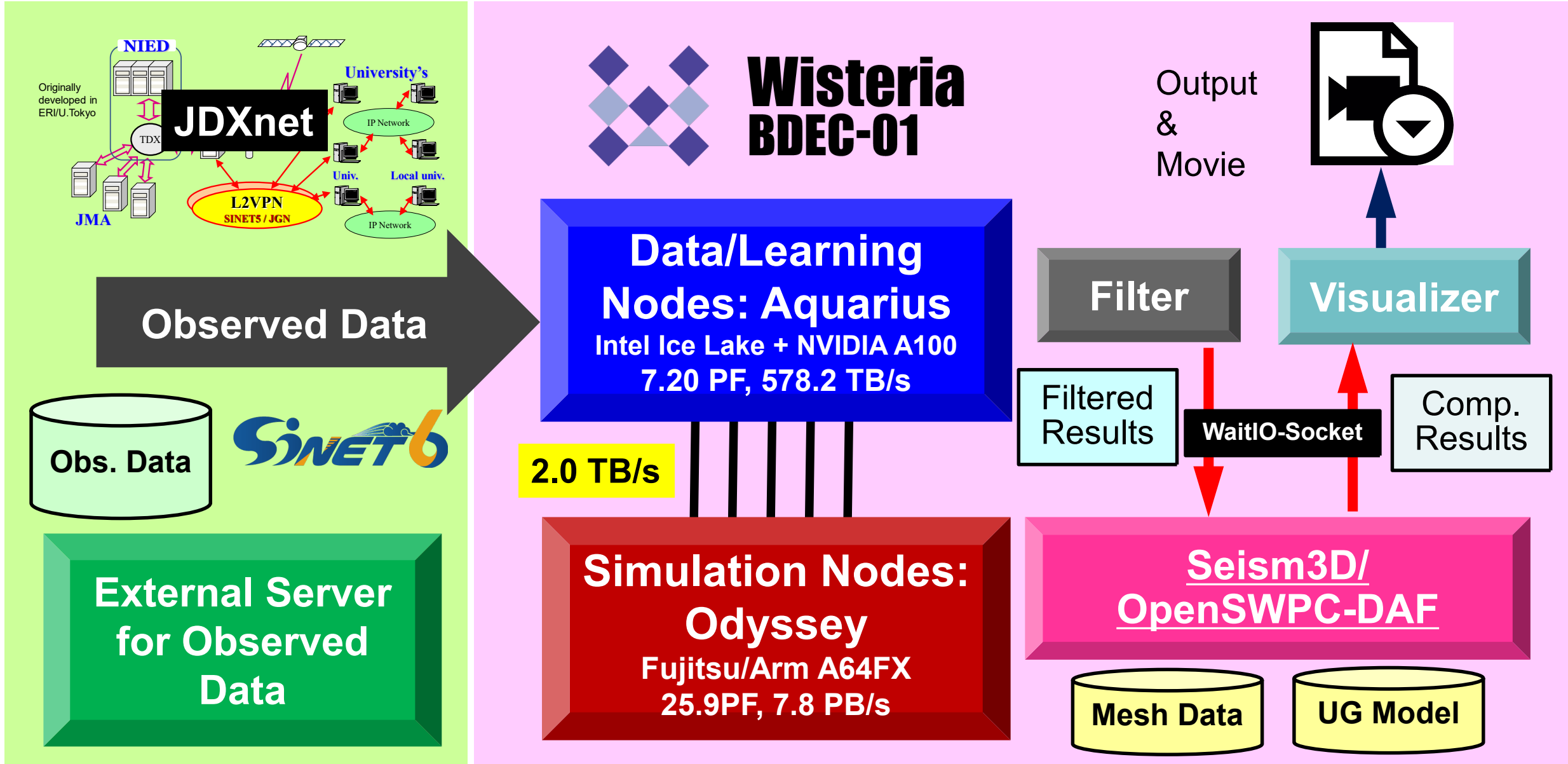
[c/o Furumura]



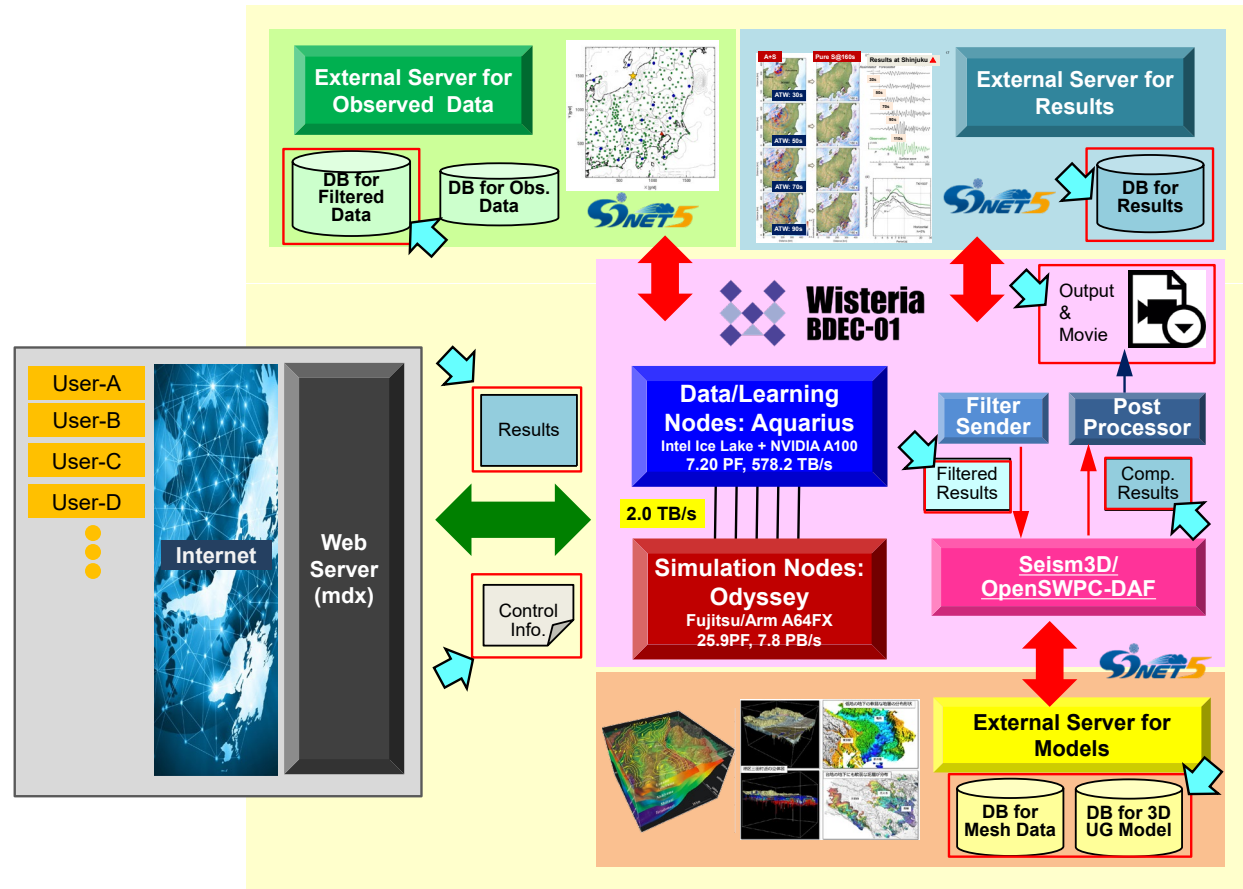
Real-Time Data/Simulation Assimilation
Real-Time Update of Underground Model

[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

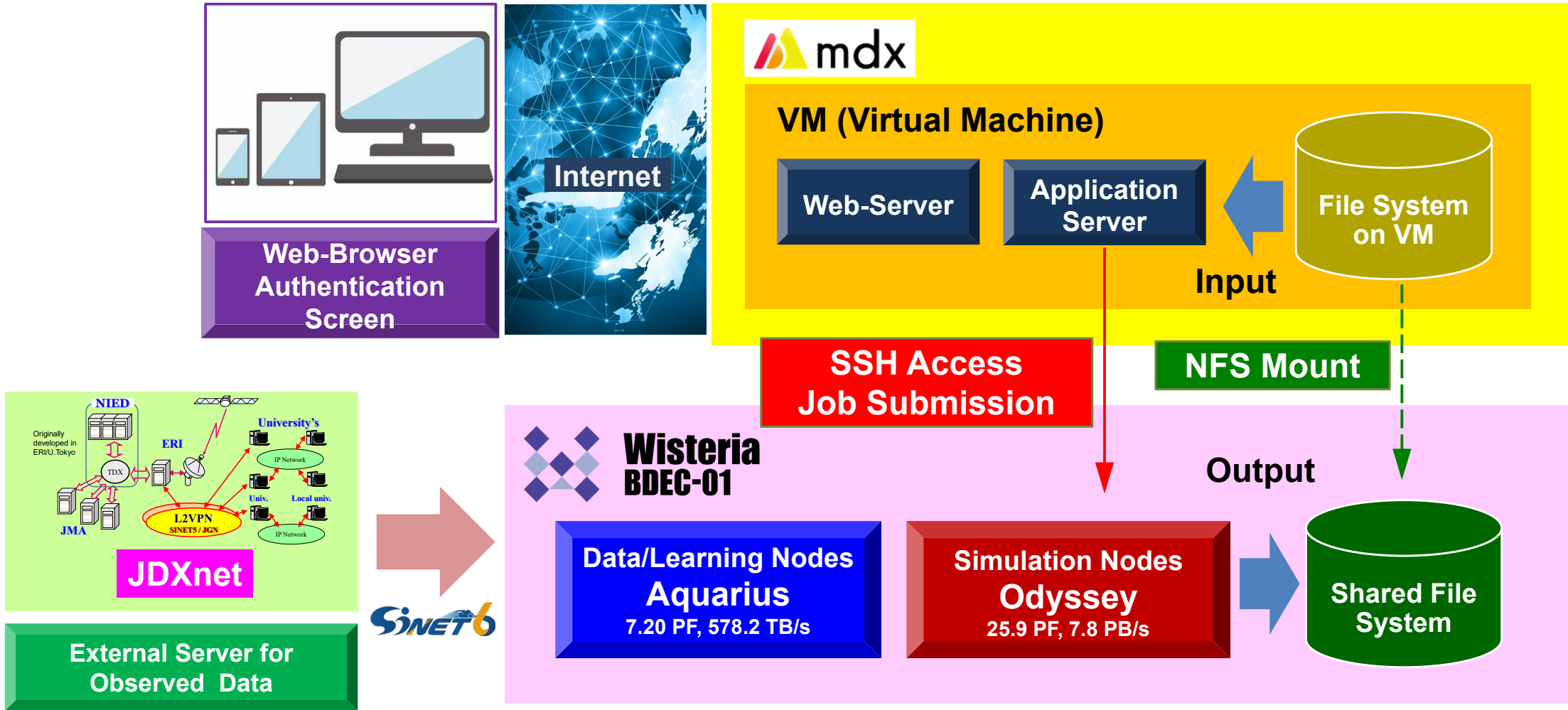


Webベース シミュレーション体験・ データ利活用システム mdxとの連携事例



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

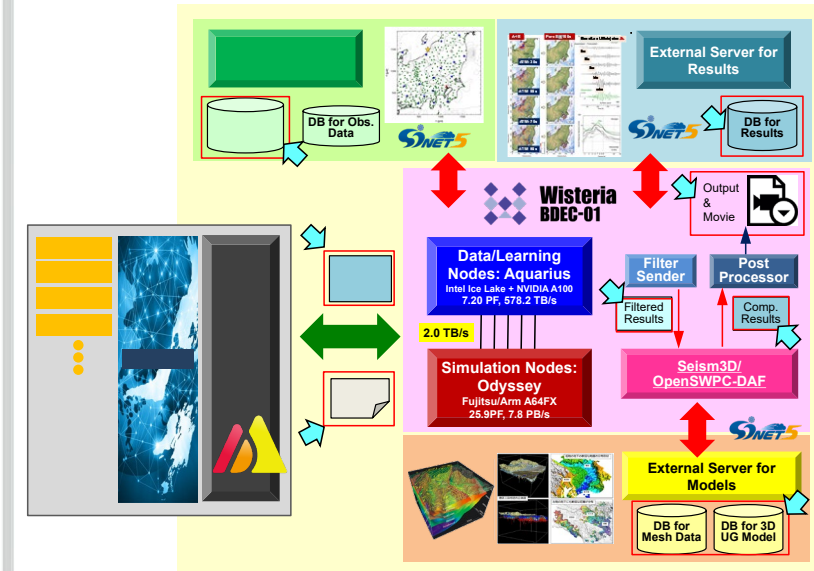
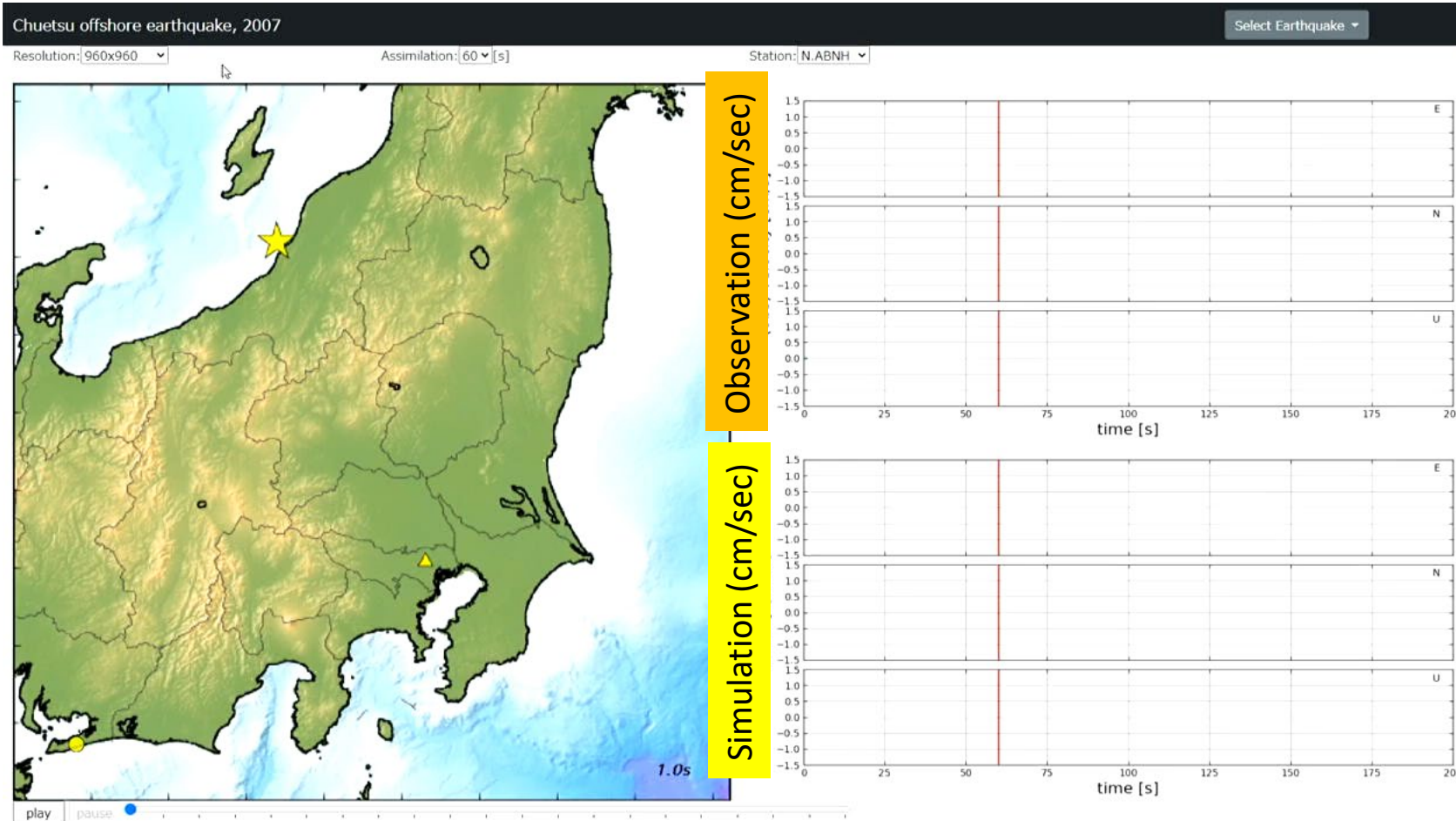
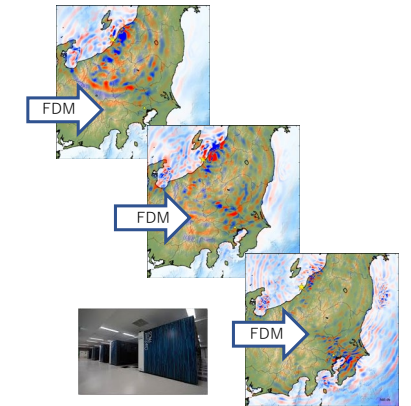
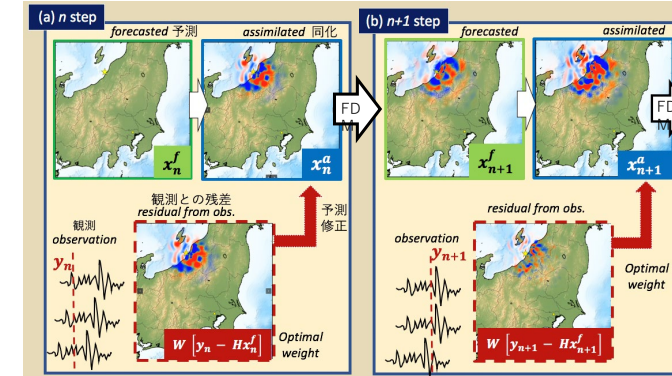
Web-based Simulation System for Outreach Activities



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

(A+S) Assimilation+Simulation

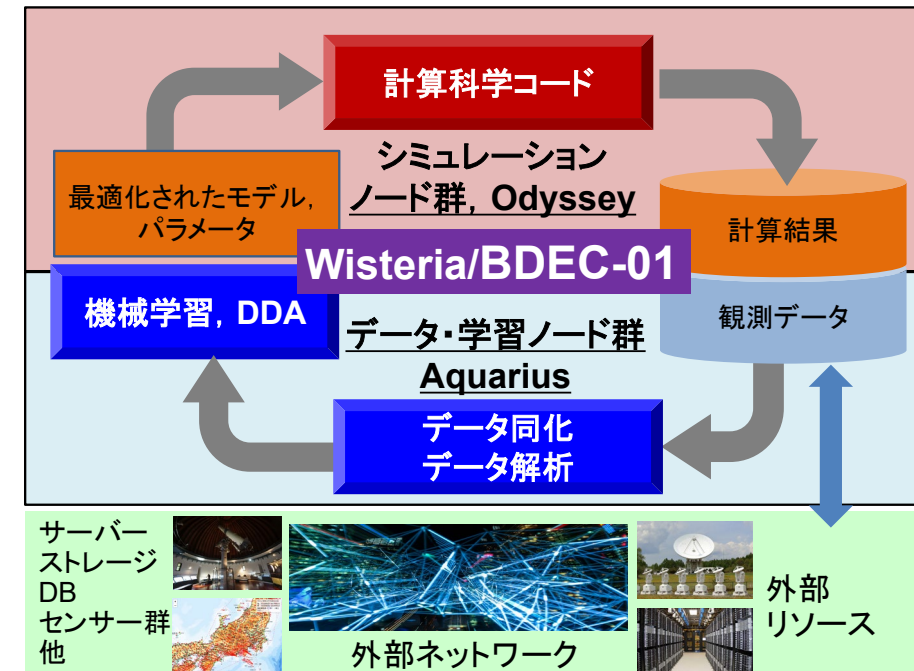
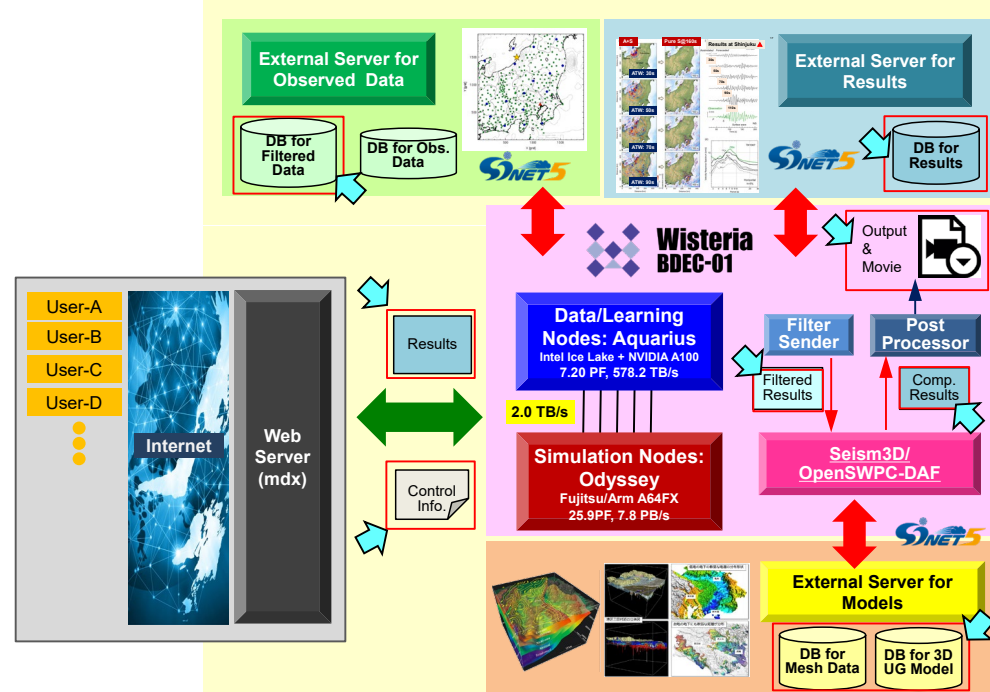
(Pure S) Pure Simulation/Forecast



Odyssey-Aquarius連携, Wisteria/Miyabi-mdx連携 Miyabi-G/Miyabi-C連携

- 検討中の方は是非お気軽にご相談ください。
 - h3-Open-SYS/WaitIO, h3-Open-UTIL/MP
- uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp

IB-NDR (400Gbps)		
IB-NDR200 (200)	IB-HDR (200)	
Miyabi-G NVIDIA GH200 1,120 78.2 PF, 5.07 PB/sec	Miyabi-C Intel Xeon Max (HBM2e) 2 x 190 1.3 PF, 608 TB/sec	File System DDN EXA Scaler 11.3 PB, 1.0TB/sec



- JHPCNの概要
- 東大情報基盤センターのスパコン概要
 - Wisteria/BDEC-01
 - Ipomoea-01
- h3-Open-BDEC
- Miyabi

- JHPCN利用申込み
- 番外編:代替制度

JHPCNは少しハードルが高いと感じられる場合

- 無料・審査無し
 - お試しスパコン利用(無料体験)
 - お試しアカウント付き並列プログラミング講習会
- 無料・審査あり: JHPCNの一手手前の位置づけ
 - 若手女性利用
 - AI for HPC: 特にこれから「計算＋データ＋学習」融合にとりかかろうとしている場合
- 有料・報告義務あり
 - トライアル利用(通常の30%の負担金)
 - 企業の場合は事前審査あり, 最初の3ヶ月間は無料
- 「企業利用」も含めて2025年1月下旬に来年度公募説明会を予定している

若手女性・AI-for-HPC (○: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
 - 個人研究限定(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(個人研究限定)
 - 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
 - グループ利用は2022年度から廃止(「教育利用」へ移行)
- 成果公開
 - 報告書(ニューズレターへの寄稿), 報告会
- 特に優れた一般枠課題は, JHPCN萌芽型共同研究課題として推薦
 - 7月のJHPCNシンポジウムでポスター発表できる

若手・女性利用(応募可能な計算機資源)

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

Wisteria/BDEC-01 Odyssey	Wisteria/BDEC-01 Aquarius	mdx https://mdx.jp/mdx/
<u>6ヶ月(90,000円相当)</u> 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	<u>6ヶ月(135,000円相当)</u> ① 12,960(1GPU×6ヶ月) ② 8ノード(64GPU) ③ 3.00(GPU) ④ 6TB	✓ 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
<u>12ヵ月(180,000円相当)</u> ① 17,280(2ノード年) ② 2,304ノード ③ 1.00(1ノード) ④ 4TB	<u>12ヶ月(270,000円相当)</u> ① 25,920(1GPU年) ② 8ノード(64GPU) ③ 3.00(GPU) ④ 6TB	
<u>ディスク容量追加(1TB)</u> 6ヶ月:3,240円 12ヶ月:6,480円	<u>ディスク容量追加(1TB)</u> 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

「若手・女性」課題採択数の推移

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

年度	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
前期	4	2	2	14	21	17	28	10	11	23	14
後期	3	2	3	16	16	21	4	8	7	6	10
インターン	-	2	2	5	2	0	5	1	4	3	3
合計	7	6	7	35	39	38	37	19	22	32	27

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)

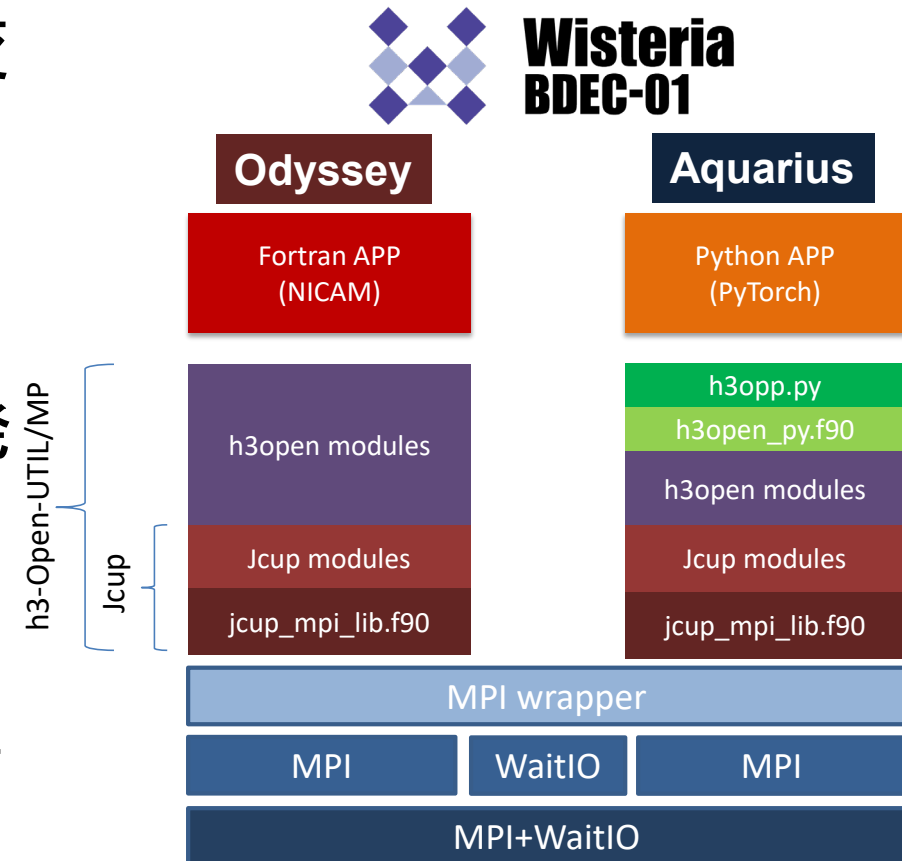
<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/exploratory/AIforHPC/>

- (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50万円相当(変更の可能性あり))
 - Wisteria/BDEC-01
 - Wisteria/BDEC-01 (Odyssey+Aquarius) 利用推進
- Wisteria/BDEC-01向けソフトウェア群の共同開発
 - h3-Open-BDEC
- 成果公開
 - 報告書(ニューズレターへの寄稿), 報告会(若手・女性と合同, JHPCNに採択の場合は免除)



採択課題：計算＋データ同化＋機械学習融合

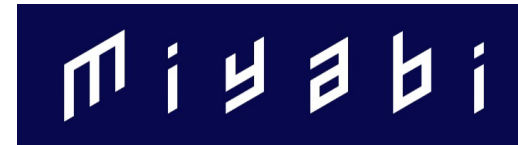
年度	代表者	課題名	使用計算機	備考
2020	澤田洋平 (東京大学工学系研究 科・准教授)	地球科学シミュレーションの 不確実性定量化の新展開	Oakforest-PACS	
2021	澤田洋平 (東京大学工学系研究 科・准教授)	超巨大アンサンブル 計算と機械学習の協調によ る地球科学シミュレーション の不確実性定量化	Wisteria/BDEC-01 (Odyssey) Wisteria/BDEC-01 (Aquarius)	h3-Open-BDECの提供する Odyssey-Aquarius連携ライブラリ の開発にも貢献。FY2022/23/24 JHPCN課題採択
2021	菊地淳(理化学研究所 環境資源科学研究セン ター・チームリーダー)	数値シミュレーションと機械 学習との融合による東京 湾の赤潮予測	Wisteria/BDEC-01 (Aquarius) Oakbridge-CX	FY2022/23JHPCN課題採択
2022	川崎猛史(名古屋大学 大学院理学研究科・講 師)	機械学習を用いた非晶質固 体系の破壊予測システムの 開発	Wisteria/BDEC-01 (Aquarius) Oakbridge-CX	FY2023/24JHPCN課題採択
2024	深川宏樹 (DeepFlow株式会社)	ハイパーグラフニューラル ネットワーク(HGNN)による SGSモデルの導出	Wisteria/BDEC-01 (Aquarius)	

2025年度向け利用説明会(オンライン)(予定)

- 2023年12月04日(月)(JHPCN)
- 2025年1月16日(金)14:00-(Miyabi利用説明会)
- 2025年1月30日(木)09:30-(企業, 若手・女性, AI-for-HPC)
- 2025年7月下旬(企業, 若手・女性, AI-for-HPC)
- 2025年度から「企業利用(成果非公開型)」を実施予定
 - 負担金は上がります



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