

# 運用技術調査研究チームの取り組み

東京大学情報基盤センター  
埴 敏博

# 自己紹介：塙 敏博

- 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教授
  - 慶應大博士課程修了後、某私立大学に9年間
  - 筑波大学計算科学研究センター (2007/4-2013/11)、その後、現所属
- 研究：GPU・FPGAによるアクセラレータ、インタコネクト、  
メニーコアCPUにおけるコア利用最適化、  
スパコンを用いた大規模機械学習
- 業務：スパコン、HPCI共用ストレージ関連の調達・運用
  - 最先端共同HPC基盤施設 (JCAHPC) 運用支援部門長: Oakforest-PACS
  - 東大：Reedbush, Oakforest-PACS(JCAHPC), Oakbridge-CX,  
Wisteria/BDEC-01,  
HPCI共用ストレージ東拠点（理研R-CCSと共同）、mdx(他機関とも協力)
  - 筑波大：HA-PACS base cluster, HA-PACS/TCA, COMA, (Cygnus: 協力)
  - HPCI連携サービス・運営作業部会長 (2021/4- )



# 実施体制



HPCI共用ストレージ  
東拠点

Wisteria BDEC-01

Wisteria/BDEC-01  
Oakbridge-CX  
mdx

(代表機関) 東京大学情報基盤センター

ITO

(協力機関) 九州大学  
情報基盤研究開発センター

OCTOPUS & SQUID

(協力機関) 大阪大学  
サイバーメディアセンター

富岳

HPCI共用ストレージ  
西拠点

(分担機関) 理化学研究所  
計算科学研究センター

国内有数の計算資源、学術情報ネットワーク  
を運用する、基盤センター、国立研究所の研究  
者、技術スタッフが共同で実施

TSUBAME 3.0

(分担機関) 東京工業大学  
学術国際情報センター

不老

(協力機関) 名古屋大学  
情報基盤センター

ABC1

(協力機関)  
産業総合技術研究所

# 概要

---

- これまで日本で培われてきた計算基盤をより有機的に結合した、持続可能な次世代計算基盤の実現に向けた検討を実施
  - 「富岳」、HPCI第2階層システム群、
  - mdxをはじめとする各種データプラットフォーム、
  - GakuNin RDMなどの研究データ基盤、
  - それらを統合する学術情報ネットワーク  
といった多種多様なシステムの設計、運用の知見を集約
- 様々な研究者のニーズに対し、求める適切な資源を提供し、平易で柔軟かつシームレスな利用の実現
  - システム調査研究チームと連携してそれを支えるツールの研究開発について検討
- Society5.0の推進, SDGsの達成に貢献するプラットフォームとして、ひいては国内研究者全般の研究DXに資する共通インフラとして提供する

# 実現目標

---

- 研究DXに資する共通プラットフォームの実現
  - ユーザに対する利便性
  - より有機的に活用可能な計算基盤
    - 計算資源、データ、人とのつながり
- Society5.0の推進に資するプラットフォーム
  - データの利活用、システム利用方法、ネットワーク・セキュリティ
  - デジタルツイン、サイバーフィジカル
  - 社会課題解決：防災・減災、材料、資源・エネルギー、、
- SDGsを達成するプラットフォーム
  - 施設・設備の運用
    - カーボンニュートラル、省電力、ピークシフト
  - 運用ポリシー、Service Level Agreement
  - 複数組織の連携、システム更新時の対応
    - 電力逼迫への対応
    - 災害等緊急時

## 検討の進め方

---

- ワーキンググループ
  1. Society5.0運用
  2. 資源管理
  3. 施設・設備
  4. カーボンニュートラル
  5. データ利活用
  6. HPCI運営
- 以下、3グループで議論中
  - 設備・電力、カーボンニュートラル関連の**インフラ的側面**
  - 資源管理やSociety5.0、データ利活用など、**システム構成 & システムソフトウェア**
  - HPCIなどの**運用ポリシー、ユーザ視点**

# 施設設備・カーボンニュートラル

目的: 省電力、HPC・データセンター運用に適したカーボンニュートラルの実現に向けた調査研究

- ・ 国内外での再生可能エネルギー活用、低炭素排出発電技術、蓄電技術・熱再利用技術等の利用動向を調査、日本の国土における適用可能性
- ・ 施設・設備の省電力技術と組み合わせを念頭に、カーボンニュートラル・カーボンネガティブに向けた要素技術の体系
  - ・ PUE削減、排熱の利用
  - ・ 既存システム・新規設置システムのリアルタイム消費電力モニタリングによる省電力運用分析・実証実験
    - ・ TSUBAME4.0, Wisteria/BDEC-01, OFP-II
  - ・ 過去・既存システムの運用履歴分析
    - ・ これまで運用したReedbush(東大), Oakforest-PACS(JCAHPC)システムの消費電力を含むジョブ実行ログ分析



太陽光発電などの再生可能エネルギー  
[資源エネルギー庁ホームページ]



バイオガス燃料電池  
[資源エネルギー庁ホームページ、三菱重工業]

系統受電



安定化のための蓄電池  
[資源エネルギー庁ホームページ、日本ガイシ、住友電気工業]

<https://datacenterfrontier.com/waste-heat-utilization-data-center-industry/>



排熱再利用

# 資源管理

目的：次期フラッグシップシステム、国内主要スパコン + リアルタイムデータおよび蓄積データ基盤  
+ それらを接続する学術情報ネットワークSINET

クラウドとも連携

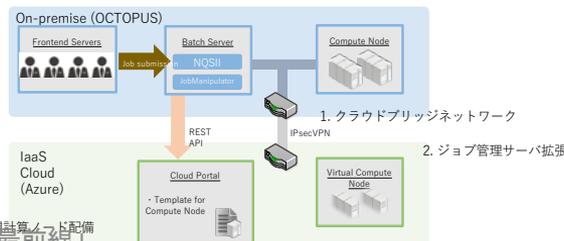
一体的に運用される基盤の構築・運用に必要とされる技術的要件を検討

- 利用効率、高可用性や耐故障性
- 電力需給バランス調整によるスパコン・クラウド間連携によるカーボンニュートラル化への貢献
- セキュリティリスク



## クラウド連携・クラウド的利用の試み

- クラウドバースティング
- REST APIによるスパコンの操作
- S3APIによるストレージ操作
- 学認GakuNinによる認証



クラウドバースティングの例(大阪大学)

# データ利活用

## 目的:

研究データ基盤をハブとして活用し、各計算資源およびストレージの密な連携によりデータ利活用の促進に繋げる。

## 検討項目:

- 研究データ基盤と各システム相互の連携
- ストレージ階層の連携・管理・制御
- 大規模データに関しては極力ストレージを移動することなく適切なセキュリティの維持、データ保全、連携
  - データ規模に応じた取り扱いの指針

高速・小容量

SSD, キャッシュ  
各スパコンの Lustre FS

ローカルストレージ

システムストレージ

例: 東大 Ipomoea-01

センターワイドストレージ

例: 名古屋大光ディスク

アーカイブ装置

例: mdx, ABCI, 商用クラウド

HPCI 共用ストレージ

クラウドストレージ

低速・大容量

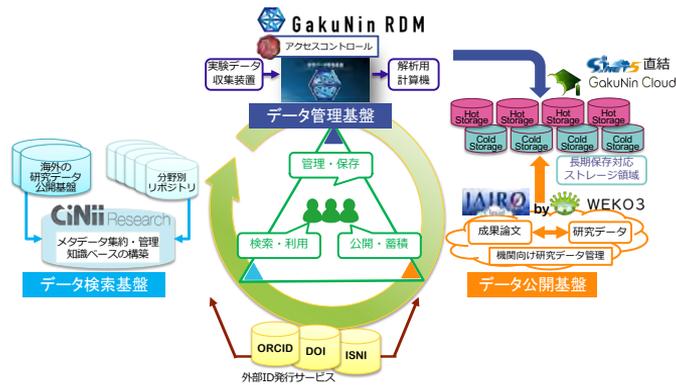
スパコン等

解析

共有基盤

データ連携

可視化システム (例: 名古屋大)



## 学術研究データプラットフォーム

既存の3基盤を有機的に繋ぎ先端機能を実現しオープンサイエンスの実践に不可欠な人材育成の仕組みを提供

2017-2021  
2022-2027



- データバラン機能**  
計画に基づきデータ管理等を機動的に変換し、OAPなどプロジェクト管理に不可欠な仕組みへと変革
- データプロビオンス機能**  
データの把握情報の整理から利用状況を把握できる。データ公開へのインセンティブモデルを提供
- コード付帯機能**  
データ・プログラム・解析環境のパッケージ化による信頼性を提供し、研究成果の高視性を飛躍的に向上
- 秘匿解析機能**  
秘匿計算技術で機密な情報を安心して解析できる環境の提供で、新しいデータ駆動型研究の世界を開拓
- キュレーション機能**  
専門的なデータキュレーションを実施できるエコシステムを構築し、データ再利用の促進に寄与
- セキュリティ基盤環境**  
最新かつ堅固なセキュリティ技術による超信頼性ストレージを提供し、データの共有と保護の両立を実現
- 人材育成基盤**  
研究データ管理に必要なスキルを学ぶ環境を提供し、全ての研究者を新しい科学の実践者へと育成

# HPCIなどの運用ポリシー、ユーザビリティ

HPCI全機関に拡大、HPCIコンソーシアムでも議論を継続していく必要

## A)センター間での協調・連携、シームレスな利用

- 各センターにおける運用ポリシーの違いについて調査し、特に類似のアーキテクチャのシステム間での相互利用について検討

## B)ソフトウェアの共通化（コンテナ、仮想化）、ノーコード・ローコードへの対応

リソース集約によるコスト削減効果

- 同一アーキテクチャ: コンテナの利用
- 異なるアーキテクチャ: 仮想化, Python, ノーコード・ローコード環境
- 「重点課題アプリ」の配備、性能分析と、ユーザへの提供

## C)ディザスタリカバリ、可用性向上

- 災害や電力逼迫などの際の緊急対応

OpenOnDemandやJupyter Notebook など、ユーザビリティを統一する上でUIの検討

## D)HPCI全体での計算需要と計算資源量の調整

- HPCI全体での長期の資源提供計画を調査し、需給バランスが極端に崩れないために必要な要件について整理

## E)営利目的の産業利用、Service Level Agreement

- 富岳、ABCIを参考にしながら、大学センターが営利目的の産業利用を認める条件や影響について調査

フラッグシップと第二階層のシームレスな連携に向けた統合的な環境  
[解決すべき課題] 認証、課金、ジョブ実行、ファイルの扱い、…

## まとめ:

- **持続可能な次世代計算基盤の実現・維持に向けて**
  - 国が掲げる「**2030年度に 2013年度比-46%の野心的な削減目標**」に向けて、再生可能エネルギー、カーボンニュートラル技術の積極的な導入が必須
  - 電力効率・冷却効率の改善や省電力運用によるエネルギー削減、ユーザの啓蒙による実効効率の向上も重要
- データ利活用を柱に、研究データ基盤とデータプラットフォームや各種ストレージシステムの柔軟な連携 + ワークフロー → **社会課題解決につなげる**
  - 多様なシステムに対するユーザビリティの一貫性
  - 複数機関の連携による可用性・耐故障性の維持



フラッグシップだけでなく第二階層システム群も含めた**HPCI全体の協調**  
運用技術に対する不断の研究開発、人材育成