



北海道大学



北海道大学におけるスパコン・ インタークラウド連携について

PCクラスタワークショップ in 神戸 2022
2022年6月24日

北海道大学 情報基盤センター長

棟朝 雅晴

自己紹介

1

棟朝 雅晴(むねとも まさはる)

北海道大学情報基盤センター センター長

システムデザイン研究部門 教授

(情報科学院情報科学専攻情報理工学コース)

情報環境推進本部 情報化推進室長



専門: クラウドコンピューティング・並列分散処理

進化計算・メタヒューリスティクス・機械学習・最適化

進化計算学会 理事・副会長

情報処理学会 論文誌「数理モデル化と応用」編集委員長

7大学情報基盤センター クラウドコンピューティング研究会 主査

クラウド利用促進機構 総合アドバイザー

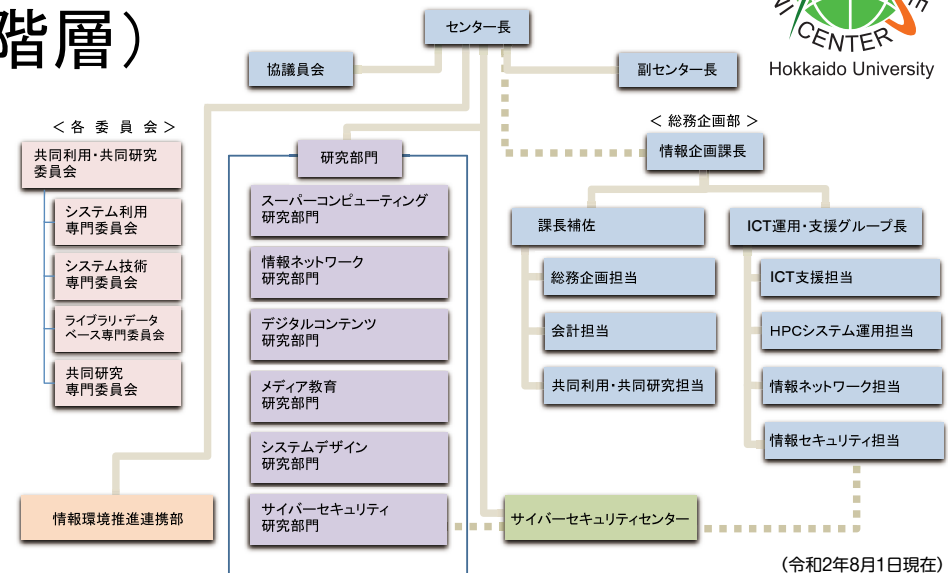
日本MSP (Managed Service Provider) 協会 顧問 など



北海道大学

北海道大学情報基盤センター

- 情報化を推進するための研究開発並びに情報基盤の整備及び運用を行い，教育研究等の高度化を推進するとともに，情報メディアを活用した教育の実施及び支援を行うことを目的とする。
- 「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点」(JHPCN)
(北大，東大，京大，東北大，東工大，名大，阪大，九大)
- HPCI (High Performance Computing Infrastructure)
(スパコン) 資源提供機関 (第2階層)



情報基盤センターが提供する研究支援システム

■ 学際大規模計算機システム(全国共同利用・共同研究)

■ スーパーコンピュータシステム

Grand Chariot (1,004 nodes)

使いやすさ重視の主力システム

Polaire (288 nodes)

省電力メニーコアシステム

■ インタークラウドシステム

広域分散クラウドシステム環境

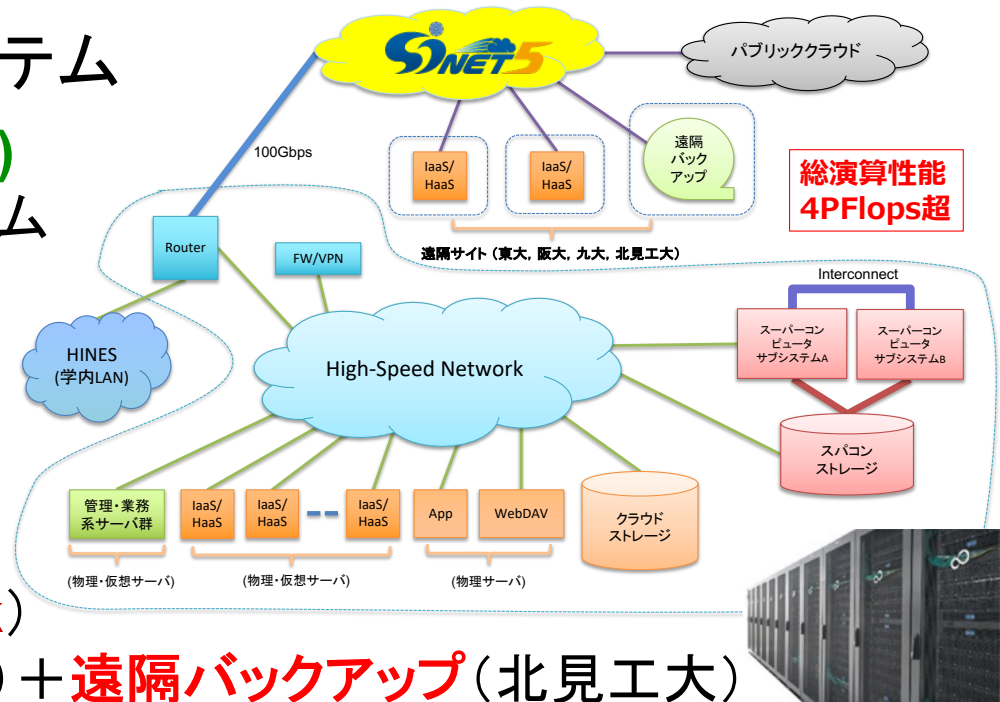
物理・仮想サーバ(**OpenStack**)

クラウドストレージ(**Nextcloud**) + **遠隔バックアップ**(北見工大)

インタークラウドパッケージ(北海道～九州に至る広域分散システム環境)

■ 人工知能対応先進的計算機システム(学内専用)

■ 学内における人工知能関連プロジェクト公募・利活用



北海道大学アカデミッククラウド（2011～2018）

- 学術向け「コミュニティクラウド」の先駆け（約10年前）
- 単なる計算資源の仮想化にとどまらず、クラウドミドルウェア **CloudStack** (Cloud.com社 → Citrix社 → Apache財団)を導入し、本格的なIaaS・PaaSの基盤を学術研究者へ提供
- ビッグデータ処理システム（Hadoopクラスタ＋機械学習パッケージ）を自動的に設定し利用者が占有して利用できる基盤を整備

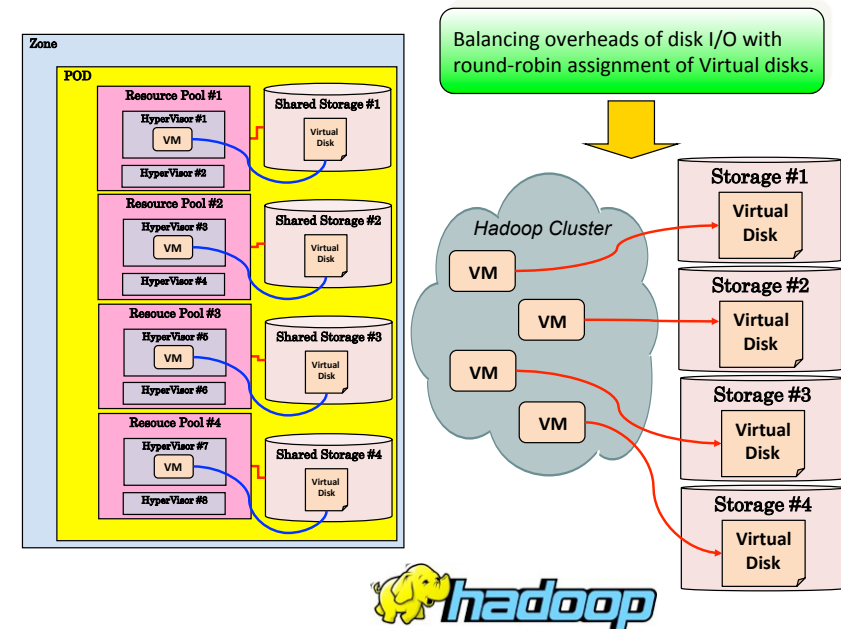
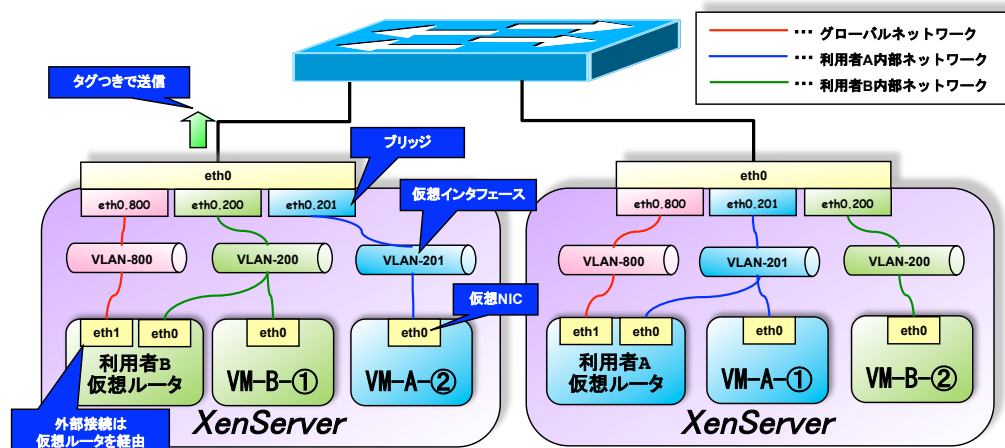


Cloud.com(当時) CEO Dr. Sheng Liang
(現 Rancher Lab. CEO)と(SC10展示)



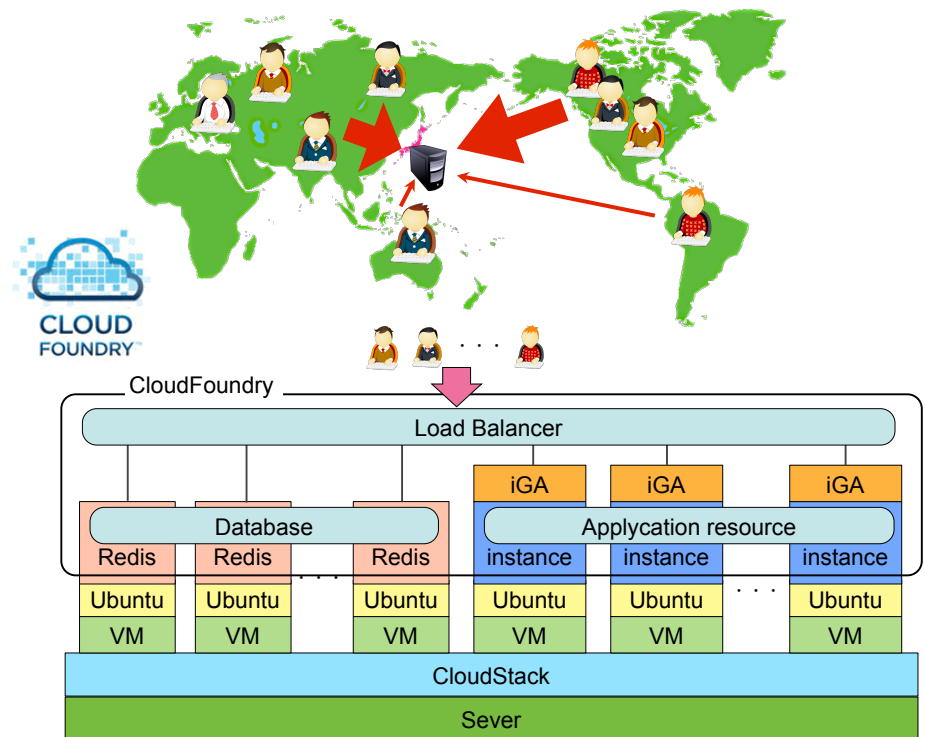
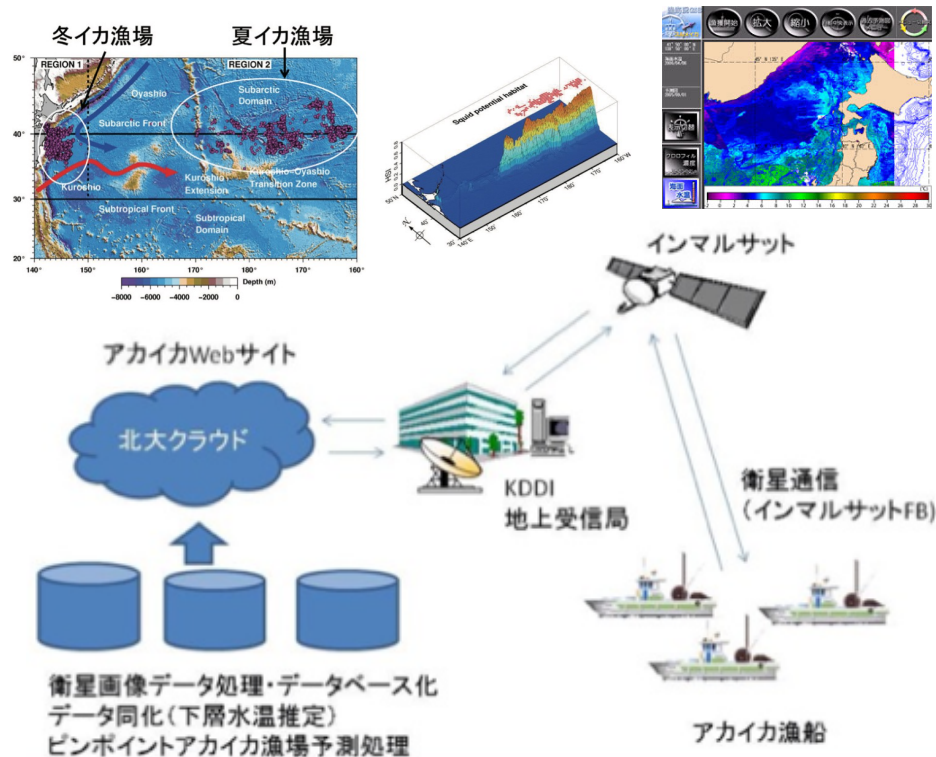
Virtual Private Cloud (VPC)・ビッグデータクラスターサービス

- 利用者毎にVLANを割り当て、仮想ルータで制御
→ 研究者毎にネットワークを隔離したVPCとして利用可能
- ビッグデータ処理パッケージの提供: Hadoop + Mahout(機械学習パッケージ) + R (+MPI, Torqueなど並列計算も可能)
- 利用者の申請後、自動的に構築してすぐに利用できるクラスタパッケージとして提供



アカデミッククラウドの(10年前ぐらいの)活用事例

- 汎用 PaaS (CloudFoundry) を活用した、機械学習(進化計算)と人との連携による大規模なインタラクティブ進化システムの構築等、先端的な情報システムに関する研究開発を推進
- 水産科学(イカ漁場予測)におけるデータの集約などの活用事例

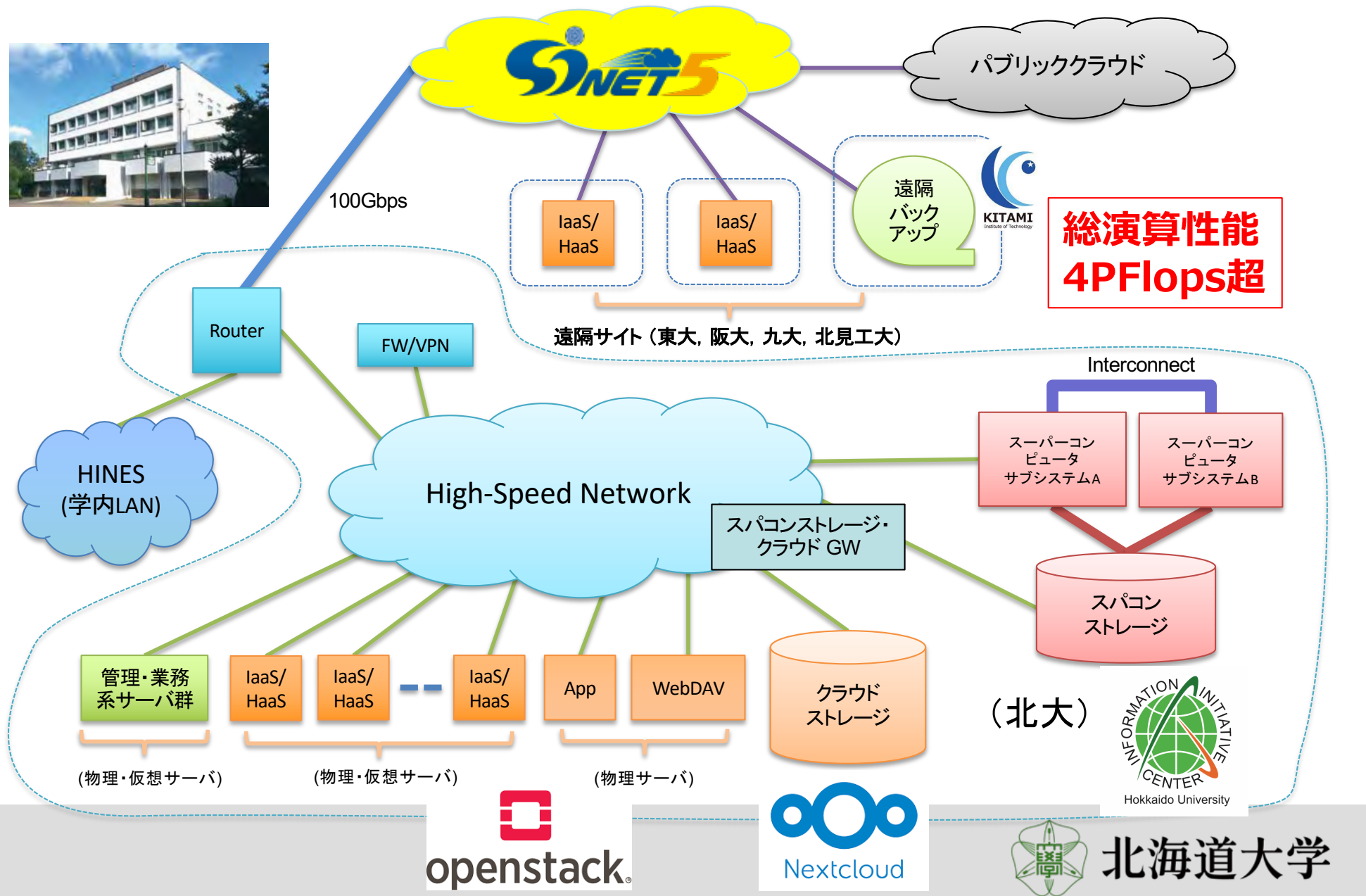


北海道大学ハイパフォーマンスインタークラウド(2018～)

- 北大における学術情報基盤を集約化し, 全国共同利用・共同研究による国内外の研究者を支援する, 基幹システム
- 高性能スパコン+ ベアメタル(物理サーバ)中心の高性能クラウドを密に連携(スパコン・クラウドGWも用意)
- 北海道～九州に至る広域分散クラウド環境をパッケージ化(インタークラウドパッケージ)して提供 → SINET5を活用した広域ネットワーク・分散システム関連研究を支援
- **CloudStack** から **OpenStack** (Mirantis OpenStack) へ
- ペタバイト級のストレージ(+ 遠隔バックアップ@北見)
→ 研究データの長期保存への対応(+アーカイブ)

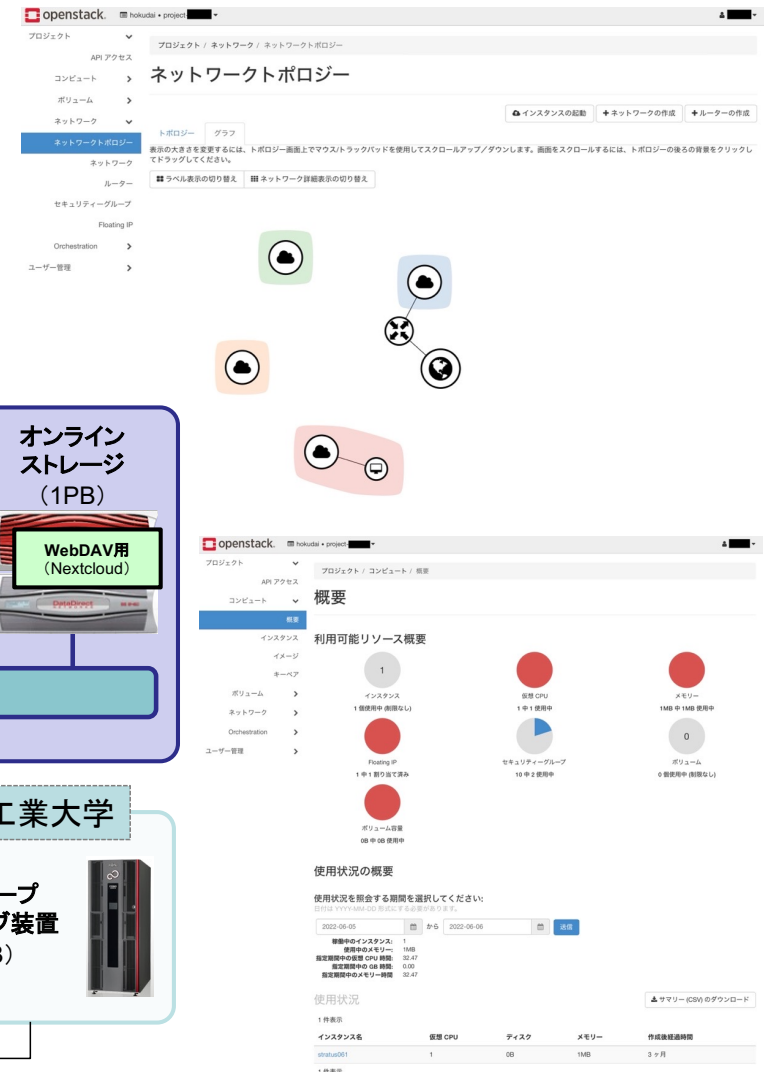
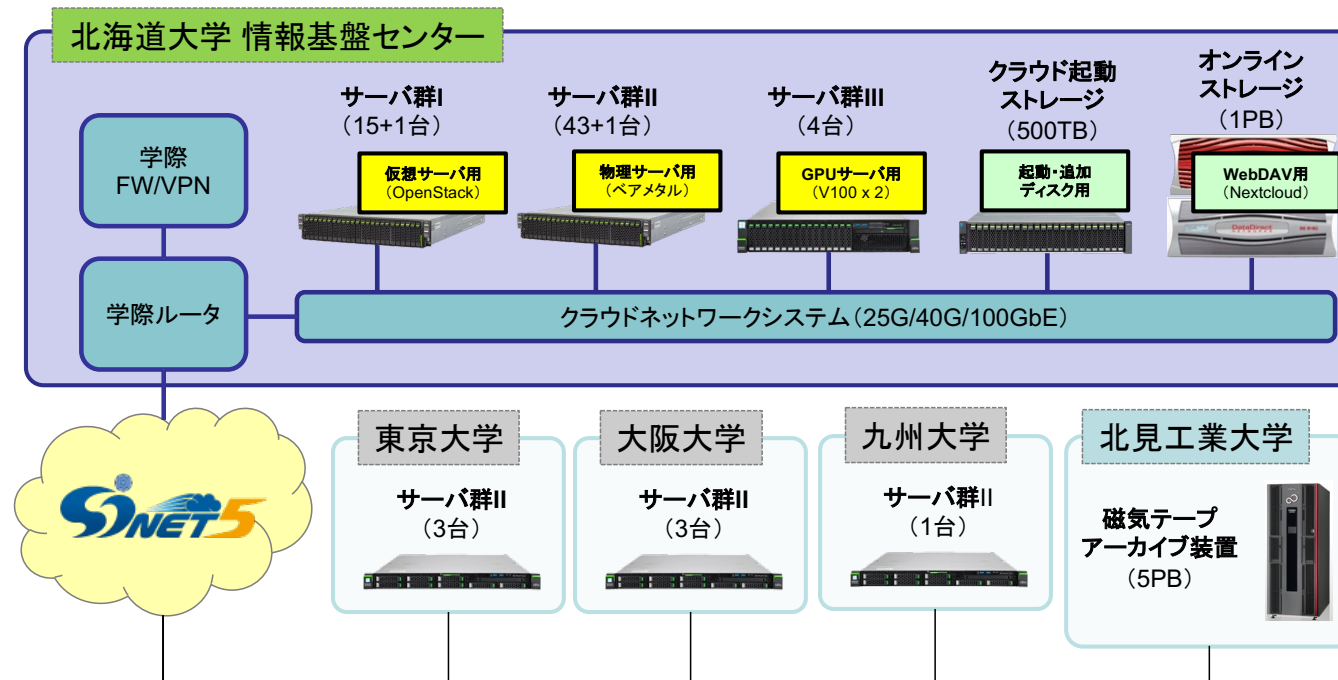


北海道大学ハイパフォーマンスインタークラウド(2018～)



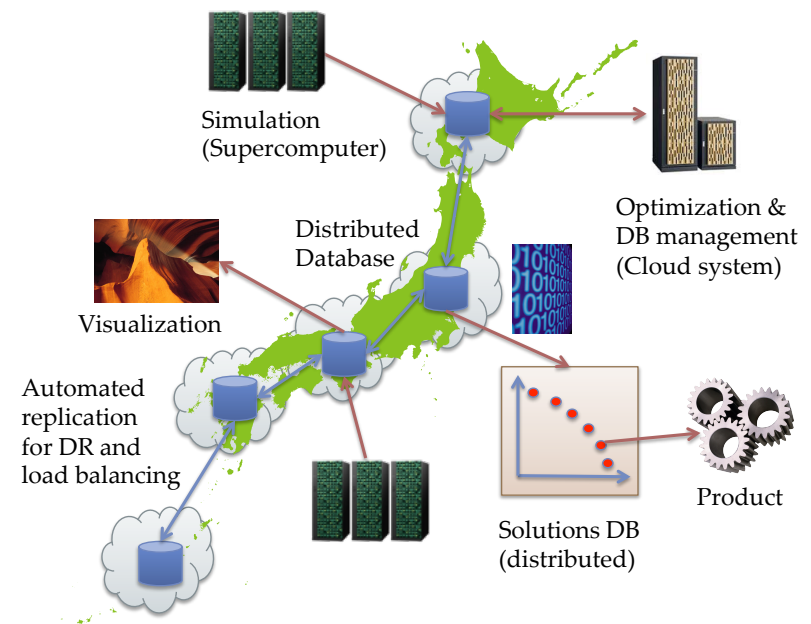
インタークラウドシステム

- OpenStackで自由に環境を構築可能
- 仮想プライベートクラウドとして隔離
- インタークラウドパッケージの提供
(北海道～九州の広域分散システム)



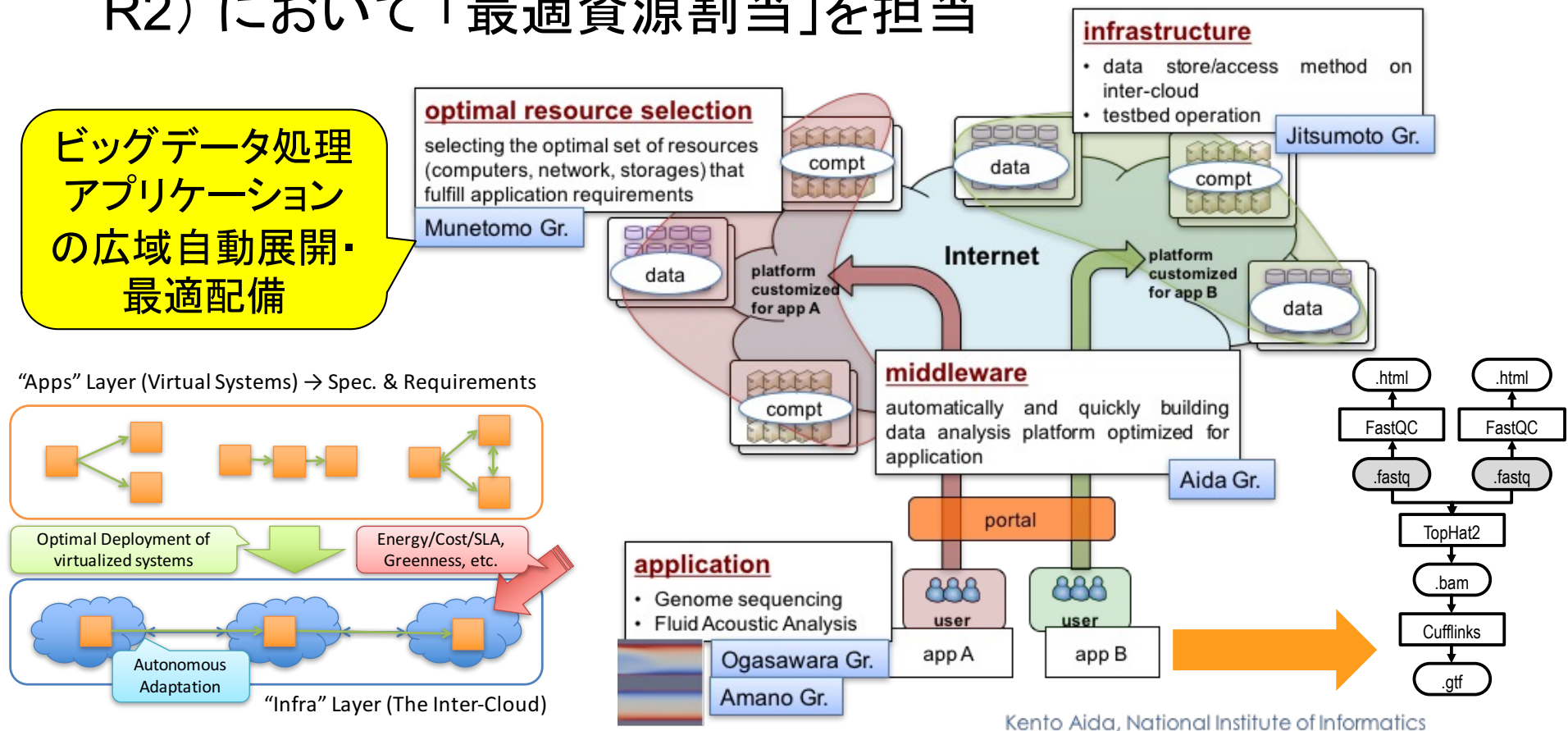
インターネットクラウドの実現・活用に向けた取り組み

- インタークラウドの活用, 共同研究
 - スパコンとクラウドの有機的連携による問題解決基盤
 - インタークラウドにおける広域分散ビッグデータ処理アプリケーションの最適配備フレームワーク(CREST BigData)
 - 国立情報学研究所「学認クラウドオンデマンド構築サービス」との連携
- エッジコンピューティングへの展開
 - MEC (Mobile Edge Cloud) 最適化
 - SINET広域データ収集基盤との連携
- オープンサイエンス対応
 - 北大Global Facility Center との連携 (学内実験機器の共同利用)
 - 国立情報学研究所 GakuNin RDM と北大クラウドストレージとの連携



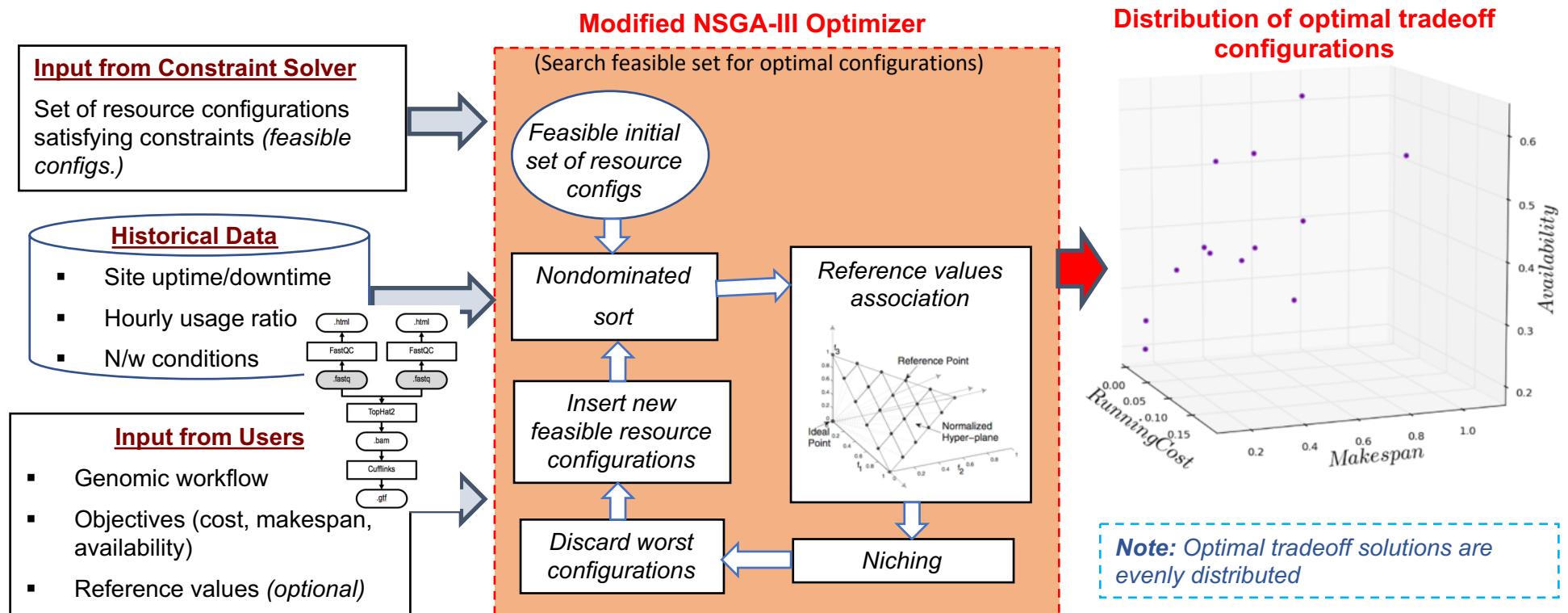
JST CREST BigData: Optimal Cloud Resource Allocation

- 「インタークラウドを活用したアプリケーション中心型オーバーレイクラウド技術に関する研究」(研究代表:NII合田教授, H27～R2) において「最適資源割当」を担当



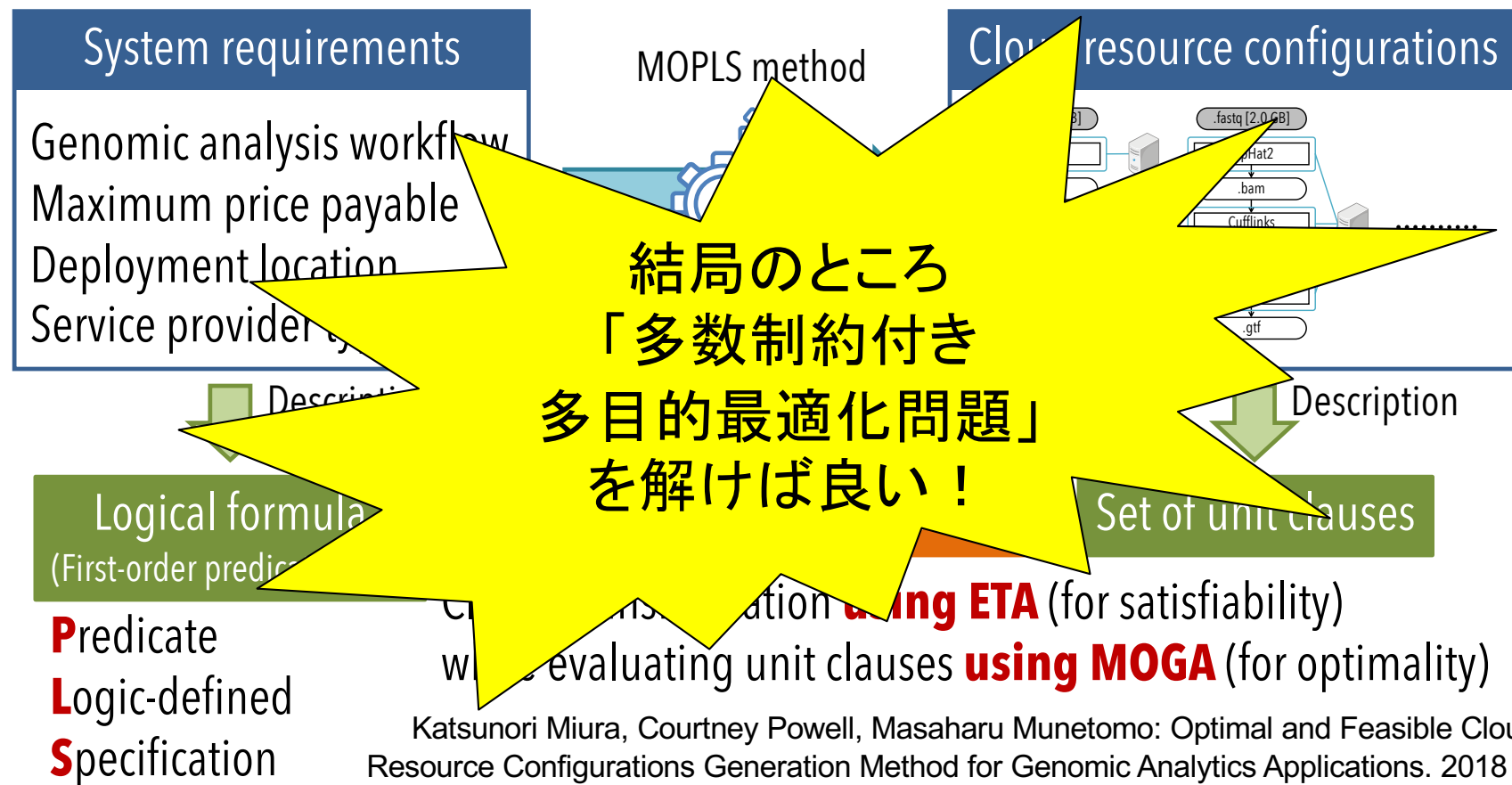
ビッグデータワークフローの最適資源割当

- ゲノム解析等のビッグデータワークフローのための「インタラクティブ最適資源割当」の最適化エンジンを、論理推論(等価変換)と進化計算(多目的遺伝的アルゴリズム)を用いて実現



論理記述と進化計算を用いた資源割り当て最適化

- 等価変換(**ETA**, 論理記述による推論・制約充足)と多目的進化計算(**MOGA**, 多目的最適化)を組み合わせることで, 多数の制約を満たす資源割当を実現



Katsunori Miura, Courtney Powell, Masaharu Munetomo: Optimal and Feasible Cloud Resource Configurations Generation Method for Genomic Analytics Applications. 2018 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science, CloudCom 2018



述語論理記述と等価変換による制約充足

■ 述語論理で，ワークフロー，インタークラウド基盤に関する制約条件を記述し，等価変換で解を探索する

[Cloud resource configuration A]

Deploy **m4.16xlarge** in Virginia region for TopHat2
 Deploy **c4.8xlarge** in Virginia region for Cufflinks
 Deploy **c4.2xlarge** in Virginia region for StringTie

[Execution time for genome analysis]

7145.17 sec

[Cloud resource usage cost]

13.18 USD

[Cloud resource configuration B]

Deploy **c4.8xlarge** in Virginia region for TopHat2
 Deploy **c4.2xlarge** in Virginia region for Cufflinks
 Deploy **c4.xlarge** in Virginia region for StringTie

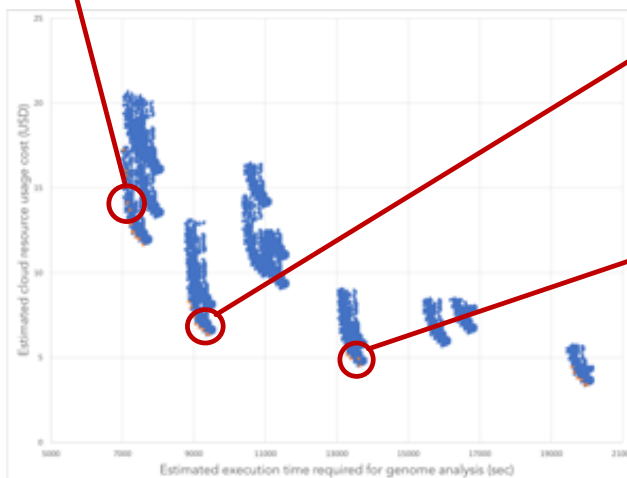
[Execution time for genome analysis]

9357.24 sec

[Cloud resource usage cost]

6.32 USD

コスト ↑



[Cloud resource configuration C]

Deploy **c4.4xlarge** in Virginia region for TopHat2
 Deploy **c4.4xlarge** in Virginia region for Cufflinks
 Deploy **m4.xlarge** in Virginia region for StringTie

[Execution time for genome analysis]

13440.94 sec

[Cloud resource usage cost]

4.98 USD

実行時間 →



1. 学際大規模計算機システム(スパコン・クラウド・ストレージ)の整備拡充・利活用(データセンター設備の整備を含む)

- 次期システム更新時(2023~24)の性能向上(現行比最低2倍以上)
- 今後の研究ニーズ(BigData・AI・IoT等)を踏まえたシステム設計・構築

2. 研究データ管理基盤の整備・利活用

- 次世代学術研究プラットフォーム・学認RDM(国立情報学研究所)連携
- 学際大規模計算機システム等、学内ストレージ基盤の整備・利活用
- データ公開基盤について、図書館リポジトリ等との連携運用

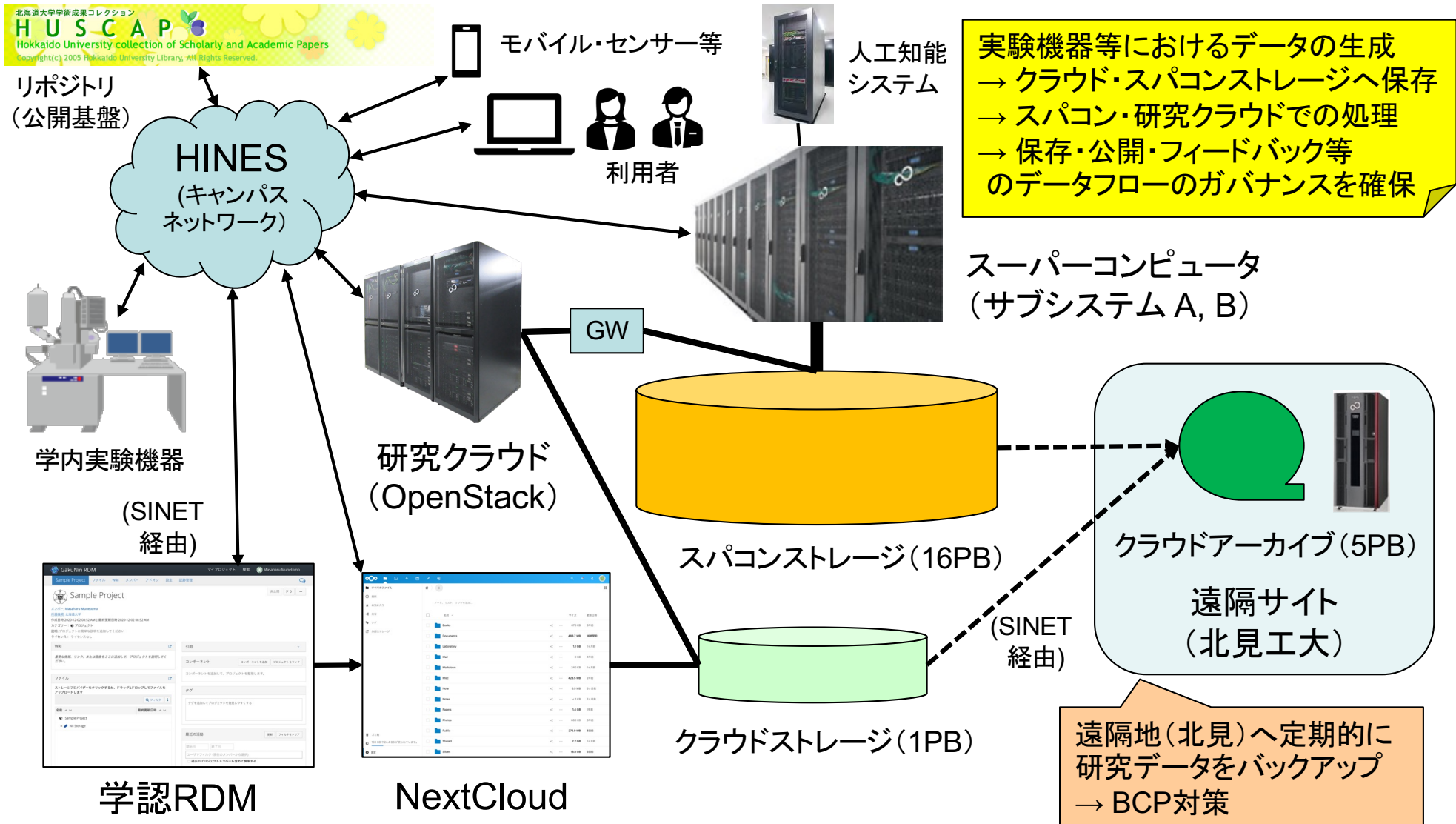


3. 実験・観測機器と情報基盤との有機的統合

- 電子顕微鏡・シーケンサ等、大規模実験・観測機器のネットワーク対応・学際大規模計算機システムなど大規模計算基盤との連携・有機的統合
- オープンファシリティ等、各種共用実験機器の遠隔操作・データ連携、IoTなどの観測機器からの情報収集、計算処理、AI技術の活用



北海道大学における研究データ基盤を取り巻く環境



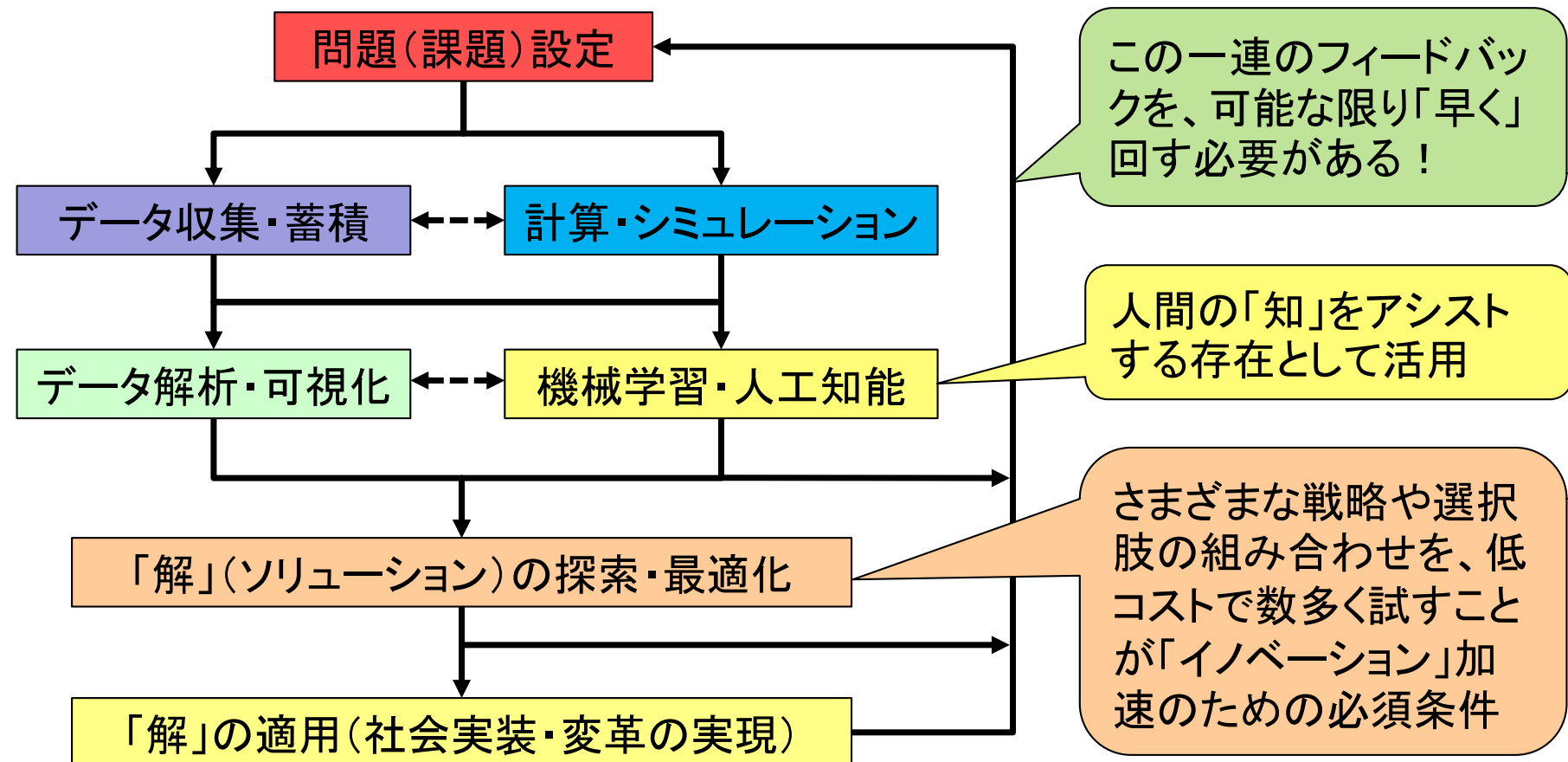
研究手法の改革(いわゆる研究DX)実現に向けて

- データの収集～蓄積～処理～公開・利活用のフロー全体を効率化、最適化し、ガバナンスやセキュリティも確保したサービスとして研究者に提供
 - 特にデータソースとしての実験機器やセンサーネットワークと連携するためのプラットフォームを、サービス・パッケージとして提供すべき
- 計算・シミュレーション、データ解析・可視化、機械学習・人工知能等の(大規模)計算処理との連携
 - 先進的な研究分野から「プラットフォーム」を開発していき、その「ベストプラクティス」を広く共有し、他分野へも展開していくことが必要
- 各研究分野において埋もれているデータを適切に見つけ出し、活用するためのシステム構築、コミュニティ形成が必要
- 最終的には、研究者(人)と情報基盤(IT)とが密に連携し、自律的に共進化するエコシステムを形成したい



研究DXのための進化的フィードバック(私見)

■ 社会の問題解決を最大限加速するためのデジタル技術活用



まとめと今後の方向性について

- 北海道大学情報基盤センターでは、10年以上前からスパコンとクラウドを組み合わせたシステム・サービスを提供してきた。
- 両者のサービスモデルの違いを意識しつつ、(世界規模の)インタークラウドエコシステムにスパコンやプライベートクラウド・ビッグデータストレージ等の(大学の)情報基盤を融合させ、研究者にとって使いやすいプラットフォームやサービスとして提供し、(共同)研究を活性化することが情報基盤センターに求められる。
- 研究手法の変革に向けたシステムとしての最適解を、パブリック・プライベートの枠に捉われず模索していく。

