



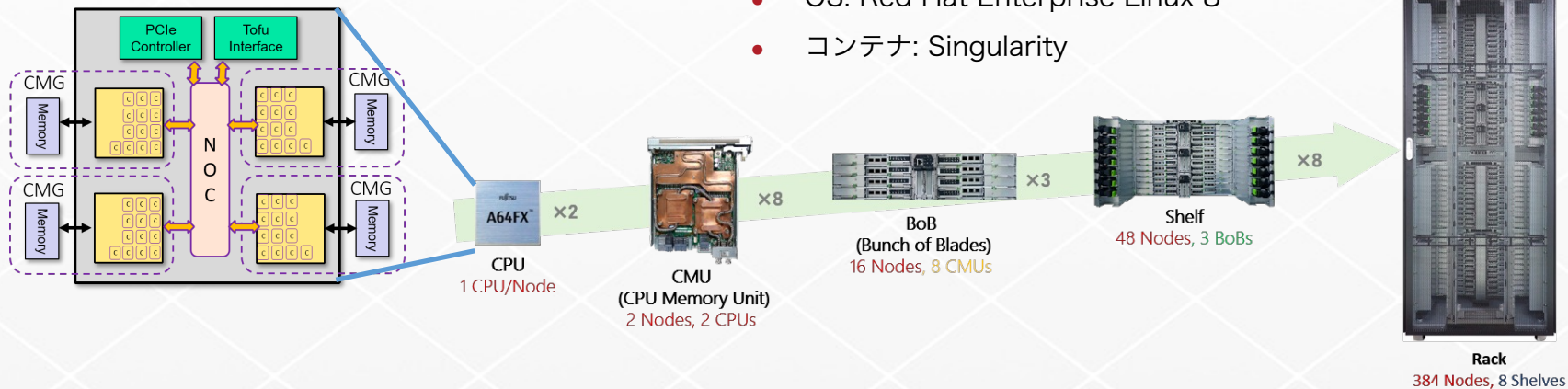
「富岳」のクラウド利用に関する取り組み

理化学研究所 計算科学研究センター
山本 啓二

2022.6.24 PCクラスタワークショップin 神戸2022「クラウドとHPC」

スーパーコンピュータ「富岳」

- 総ノード数: 158,976ノード
 - コア数: 7,630,848
- 倍精度理論性能: 488 PFLOPS
 - CPU: Fujitsu A64FX 2.0GHz
 - MEM: 32GB
- ストレージ
 - 第一階層: 1.6TB NVMe SSD / 16ノード
 - 第二階層: 150 PB 共有ファイルシステム
 - 第三階層: クラウドストレージ
- システムソフトウェア
 - OS: Red Hat Enterprise Linux 8
 - コンテナ: Singularity



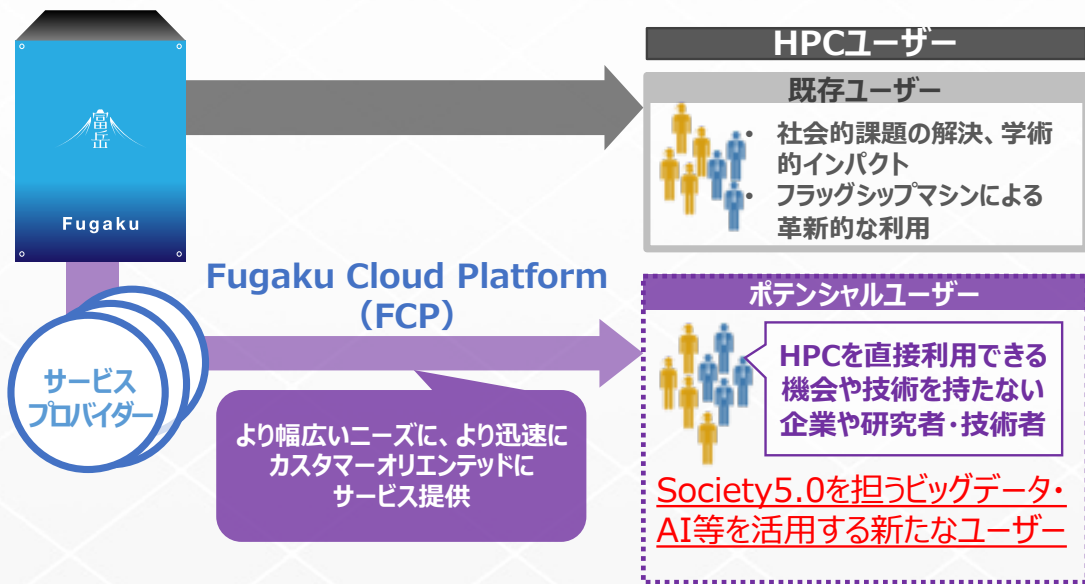
Courtesy of FUJITSU LIMITED

2021年3月から共用開始

- 共用前から、**クラウドの利用に関するソフトウェア開発や環境整備**を継続して実施中

「富岳」の目標

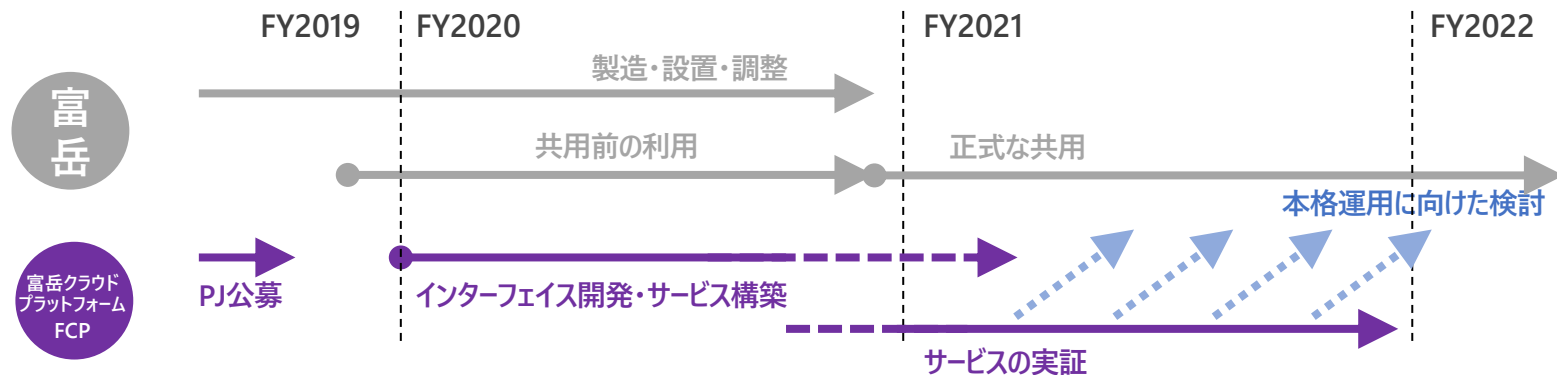
- 高い性能
- 利用の拡大
 - 利用分野
 - ・ 従来型の数値計算だけでなく、AI、IoT、ビッグデータ解析、ストリーミング処理などに拡大
 - 利用者層
 - ・ アカデミアだけでなく産業利用の拡大
 - 利用者数
 - ・ ポテンシャルユーザへの拡大



ポテンシャルユーザに対し、サービスプロバイダーの仲介を経て「富岳」の計算資源を提供する

「富岳」のクラウド的利用プロジェクト

- サービスプロバイダーを通して「富岳」の計算資源をエンドユーザに提供する方法を幅広く試行
- 2020～21年にかけて共同研究プロジェクト **計9プロジェクト（11事業者）** を実施
- 100名以上がサービス開発・実証に参加
- 4つの新規サービスを実証



9つの共同研究プロジェクト <https://www.r-ccs.riken.jp/fugaku/fcp/>

- Altair Engineering, Inc.
 - 「ヴォージュプロジェクト: Altair PBS WorksとRadiossを使用した富岳でのクラウド利用の共同研究」
- HPCシステムズ株式会社
 - 「大規模化学計算を富岳で高速かつ簡便に実行可能なサイエンスクラウドの実証」
- 株式会社HPCソリューションズ（株式会社アルゴグラフィックス）
 - 「ジョブスケジューラによる富岳へのクラウドバースティング」
- 株式会社エクサ
 - 「富岳利用環境整備 ～みんなの富岳～」
- エクストリーム-D株式会社
 - 「XTREME-Stargate (TM) とスーパーコンピューター富岳の接続実証実験」
- 公益財団法人計算科学振興財団（株式会社ヴァイナス）
 - 「富岳クラウド的利用に向けたFOCUS/VINAS産業利用アプリケーション実証」
- Nimbix, Inc.
 - 「Democratizing HPC on Fugaku with JARVICE XE and Kubernetes」
- 富士通株式会社
 - 「富岳ISV利用環境の整備・実証」
- Rescale, Inc.
 - 「Rescale ScaleX on Supercomputer Fugaku」

サービスの分類

- 試行的実施では**多様なサービスを対象に**実現性を検討
- “クラウド的”なサービスは大きく分けて3タイプ（複数のタイプに跨ることも）
- 各タイプにおいてサービス開発を実施
- **ユーザーサポートタイプとアプリケーションサービスタイプの一部で実際にサービスが提供可能に**

コンサル型サービス

ユーザーサポート

- ・ ユーザー支援（申請サポート・利用サポート）
- ・ 代理店機能
- ・ 課金と利用料徴収

SaaS型サービス

アプリケーションサービス

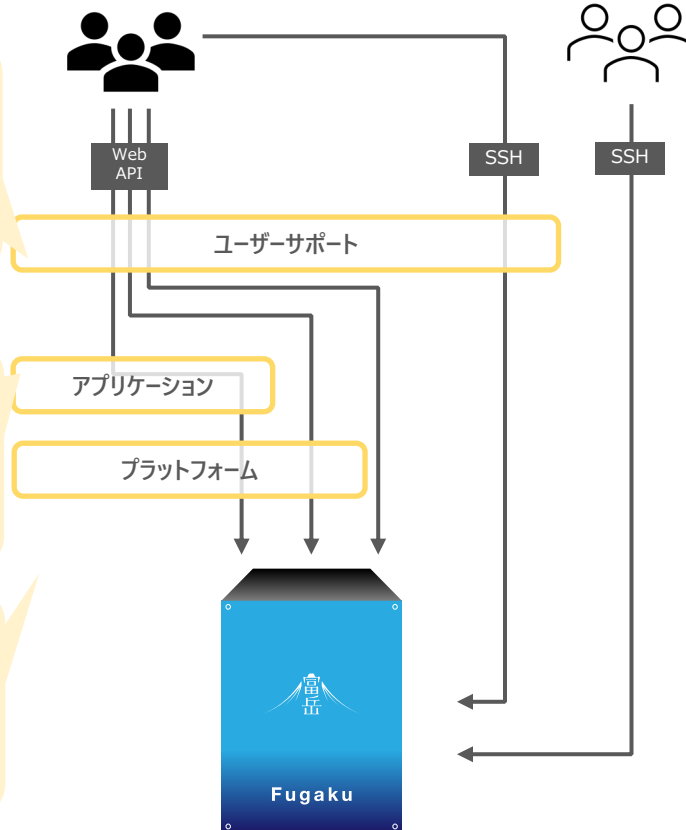
- ・ アプリケーションの提供
- ・ アプリケーション利用に関するサポート

プラットフォームサービス

- ・ ジョブスケジューラやクラスツール等のユーザーアクセスプラットフォームの提供
- ・ 課金と利用料徴収

クラウド的利用サービス利用者

一般利用者



「富岳」の環境整備

- サービスプロバイダーのサービス開発に必要な機能を整備
 - RESTful APIを用いたジョブ操作インターフェイス
 - 「富岳」認証基盤
 - OpenID Connect/SAMLに対応した認証基盤(IdP)を構築
 - 開発されたサービスに富岳アカウントでSingle Sign Onが可能
 - 「富岳」のストレージへのS3プロトコルによるアクセス
 - 仮想環境
 - コンテナ技術(Singularity)による仮想化
 - 広帯域/セキュアネットワーク
 - ドキュメント整備
 - HPCチェックリスト
 - SLA/SLO
 - セキュリティホワイトペーパー

RESTful APIを用いたジョブ操作インターフェイス

- HPC向けに定義されたREST APIのNEWT 2.0の一部を「富岳」で実装

- ジョブ操作(投入/削除/一覧/状態)がAPIで可能

- 認証は「富岳」認証基盤と連携する

https://api.fugaku.r-ccs.riken.jp/foo_function

- ファイル操作はS3 APIとする

- 他のシステムと「富岳」を連携させることが容易になる

- 今後

ジョブ開始・終了などのステータス変更をWebHookとして実装予定

README.md

NEWT 2.0

✔ PASSED

NEWT - Nice and Easy Web Toolkit, a ReSTful API for High Performance Computing.

#Modules The NEWT 2.0 is organized into 7 different, individually configurable modules. Each module is individually customizable by linking in a new adapter that conforms to the specification.

- **Account:** Gets information about users and groups on the system.
- **Authentication:** Deals with authentication of users.
- **Command:** Runs commands on the system.
- **File:** Create, remove, update, and delete objects in the file system.
- **Job:** Queues, monitors, and modifies jobs on the system.
- **Status:** Checks the status of each system.
- **Stores:** Provides a key-value storage system for applications using NEWT 2.0.

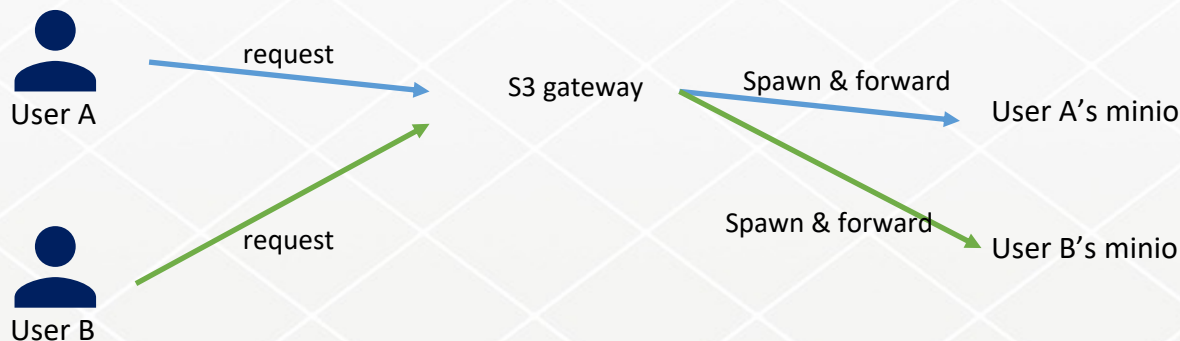
<https://github.com/NERSC/newt-2.0>

「富岳」のストレージへのS3プロトコルによるアクセス

- 「富岳」のファイルシステムにS3プロトコルでアクセス可能とする
 - ファイル操作APIとして広く普及しており、開発ライブラリも豊富
 - S3の適切な権限設定により、安全にファイルの読み書きが可能
- PoC検証済み、今年度内のサービス化を目指す

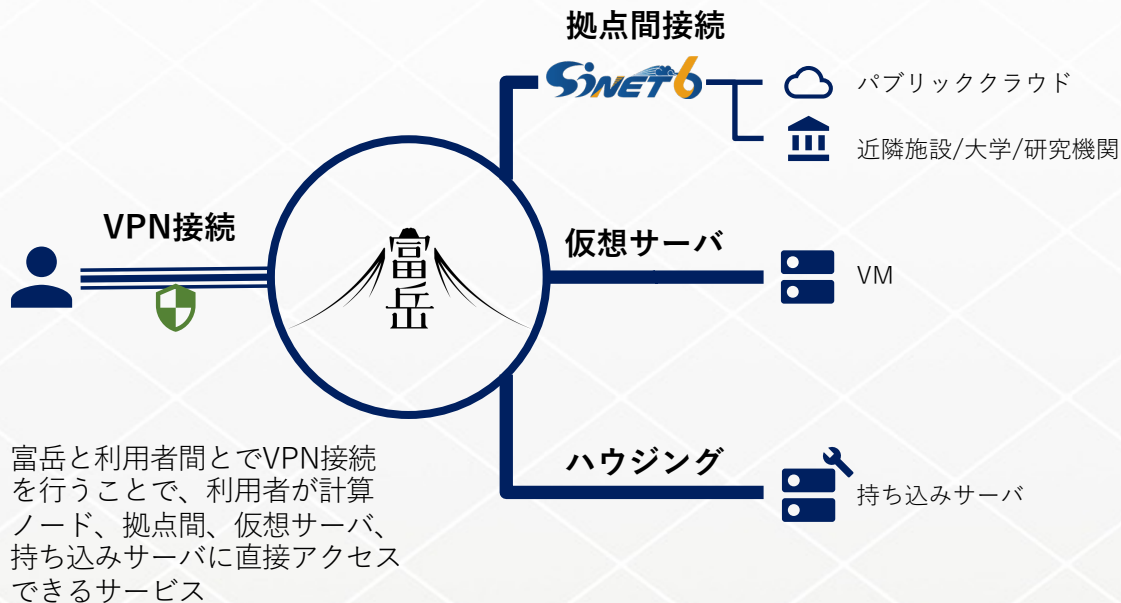
実装

1. S3のリクエストをパースしユーザを特定
2. 該当ユーザの権限でS3サーバ(minioを利用, <https://min.io/>)を起動
3. 起動したS3サーバにリクエストを転送
4. S3サーバからレスポンス
5. (一定時間の後)S3サーバを停止



広帯域/セキュアネットワーク

- 「富岳」ダイレクト接続サービス
 - 「富岳」の計算ノードと相互に直接通信可能なネットワークサービスを提供
 - 「富岳」とその他の計算資源、ストレージ、サービスなどとの連携が可能



富岳とパブリッククラウドや利用者機関間を、SINETや光ファイバーを用いて直結できるサービス

富岳に近接した低レイテンシ・広帯域のネットワークにR-CCSの用意する仮想サーバを設置できるサービス

仮想サーバでは対応できない特殊な計算機をR-CCSに持ち込み、富岳に近接した低レイテンシ・広帯域のネットワークに接続できるサービス

「富岳」とのダイレクト接続

- パブリッククラウドとの連携
 - 「富岳」とパブリッククラウドのデータセンターを直結
 - SINETクラウド接続サービスを利用
 - 「富岳」からクラウドへのデータ退避
 - クラウドのインスタンスやマネージドサービスと「富岳」の連携が可能
- 他機関との連携
 - 他機関のスパコンとの直結を試行中

まとめ

- 「富岳」の利用拡大に向けて、サービスプロバイダーの仲介を経た計算資源の提供を試行
 - サービスを実現するために必要な基盤を整備
 - 4つの新規サービスを実証
 - アプリケーションサービス
 - ユーザサポートサービス
- 今後の課題
 - サービスの展開 (SaaS)
 - 先端的技術の活用を含む富岳の高度化に向けた継続的な技術開発
 - リアルタイム処理, CaaS, FaaS



アカデミア・産業界を問わず試験的な利用から本格的な研究開発まで広く「富岳」を活用できるような利用環境を整備

