

事業項目 5 量子・スパコン連携プラットフォームの 構築および運用技術の開発

理化学研究所 計算科学研究センター
量子HPC連携プラットフォーム部門 量子HPCプラットフォーム運用技術ユニット
(本務) 運用技術部門 施設運転技術ユニット
(兼務) AI for Scienceプラットフォーム部門 AI開発計算環境運用技術ユニット

三浦 信一

実施体制



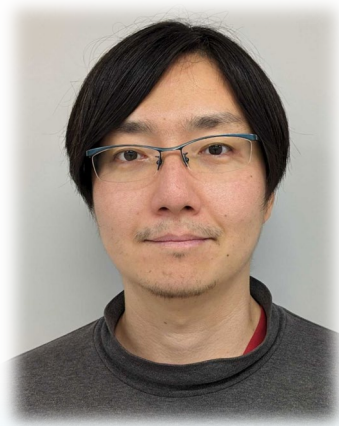
三浦 信一
事業項目5 代表

運用技術部門
施設運転技術ユニット
(兼) 量子HPC連携プラットフォーム部門
量子HPCプラットフォーム運用技術ユニット
ユニットリーダー



松下 聡
施設整備担当

運用技術部門
施設運転技術ユニット
(兼) 量子HPC連携プラットフォーム部門
量子HPCプラットフォーム運用技術ユニット
シニアテクニカルスタッフ



幸 朋矢
開発・運用担当
(2024年4月着任)

量子HPC連携プラットフォーム部門
量子HPCプラットフォーム運用技術ユニット
技師



内田 崇
開発・運用担当
(2024年5月 着任)

量子HPC連携プラットフォーム部門
量子HPCプラットフォーム運用技術ユニット
テクニカルスタッフ

事業項目5 の実施内容

- 量子コンピュータおよび量子シミュレーション向け高性能スーパーコンピュータを設置・整備し、これらのシステムとスーパーコンピュータ「富岳」を始めとするスパコンからなる量子・スパコン連携プラットフォームを構築し運用する

- 実施内容

1. 量子・スパコン連携プラットフォームのユーザ管理・運用システムの開発

- ・ 実施期間: 2023年度～ 2025年度
- ・ ユーザの登録・管理、さらに、それらのユーザーがシステムを利用する場合の認証を行う機能が必要であり、そのための管理ツール、および、認証のための仕組み(Web)を整備する。
- ・ 量子コンピュータやスパコン等、安全保障審査を考慮したオープンな管理システムを作成
- ・ 富岳の経験を踏まえ、富岳Nextでの利用も見越したユーザ管理システムを構築

2. 量子・スパコン連携プラットフォームのソフトウェア環境の整備

- ・ 実施期間: 2024年度～2026年度
- ・ スパコン側の利用環境として「富岳」と高性能シミュレーション向けスパコンとして整備するシステムを想定する。「富岳」においては、ユーザー利用のポータルをOpen OnDemandで整備し、必要なソフトウェアをスパコン向けパッケージマネージャーであるSpackもしくはSingularity等のHPC向けコンテナ環境で提供し、ユーザーの利便性の向上を図る。

3. 量子コンピュータの整備と「富岳」との接続

- ・ 実施期間: 2023年度～ 2025年度
- ・ 超伝導型の量子コンピュータは、「富岳」と同じ建屋内に設置し、「富岳」と高速なネットワークで結合する。これによって、低レイテンシ・高バンド幅のネットワークに接続することによるシステム連携の効果を評価
- ・ InfiniBand もしくはEthernet(100GbE以上)のネットワークで近接で接続

事業項目5 における実施内容（続き）

- 実施内容(続き)

- 4. 量子・スパコン連携プラットフォームにおけるモニタリング、障害検知手法の開発

- 実施期間: 2025年度～ 2026年度
 - 全体の運用を円滑に進めるためのツールを整備する。システムの稼働率のモニタリング、障害検知などを行うためのツールを開発

- 5. 広域での量子・スパコン連携環境の整備

- 実施期間: 2023年度～ 2025年度
 - イオントラップ型の量子コンピュータは理化学研究所和光キャンパスに整備する。これらの量子コンピュータとは接続としてはNIIが提供するSINETを用い、広帯域低遅延なネットワークで接続する。また遅延時間を改善するために広域光ネットワークでの接続も検討し、試験運用・評価を行うとともに、広域で量子コンピュータとスーパーコンピュータとの接続方法の実証を行う

- 6. 複数サイトにおける量子・スパコン連携評価

- 実施期間: 2025年度～ 2026年度
 - 他サイト 特に東京大学と大阪大学からのアクセスの実証実験を行う。最終目標の一つである相互運用のための実証実験を行う。

IBM Qの導入

- 2025年度春を目標にIBM Quantum System Two(超電導型量子コンピュータ)をR-CCS(神戸)に導入予定
 - 最新アーキテクチャである、Heronを導入予定
 - 本プロジェクトによる占有利用
 - 富岳およびスパコン(隣接・遠隔)と直接通信可能とする
- 導入スケジュール
 - ～2023年3月末 建屋・設備設計・積算 (完了)
 - 2024年6月～2025年1月 建屋・設備工事 (完了)
 - 2025年1月～ IBM-Q 設置工事
- 導入完了までの間、クラウド経由にしてIBM Qを利用中

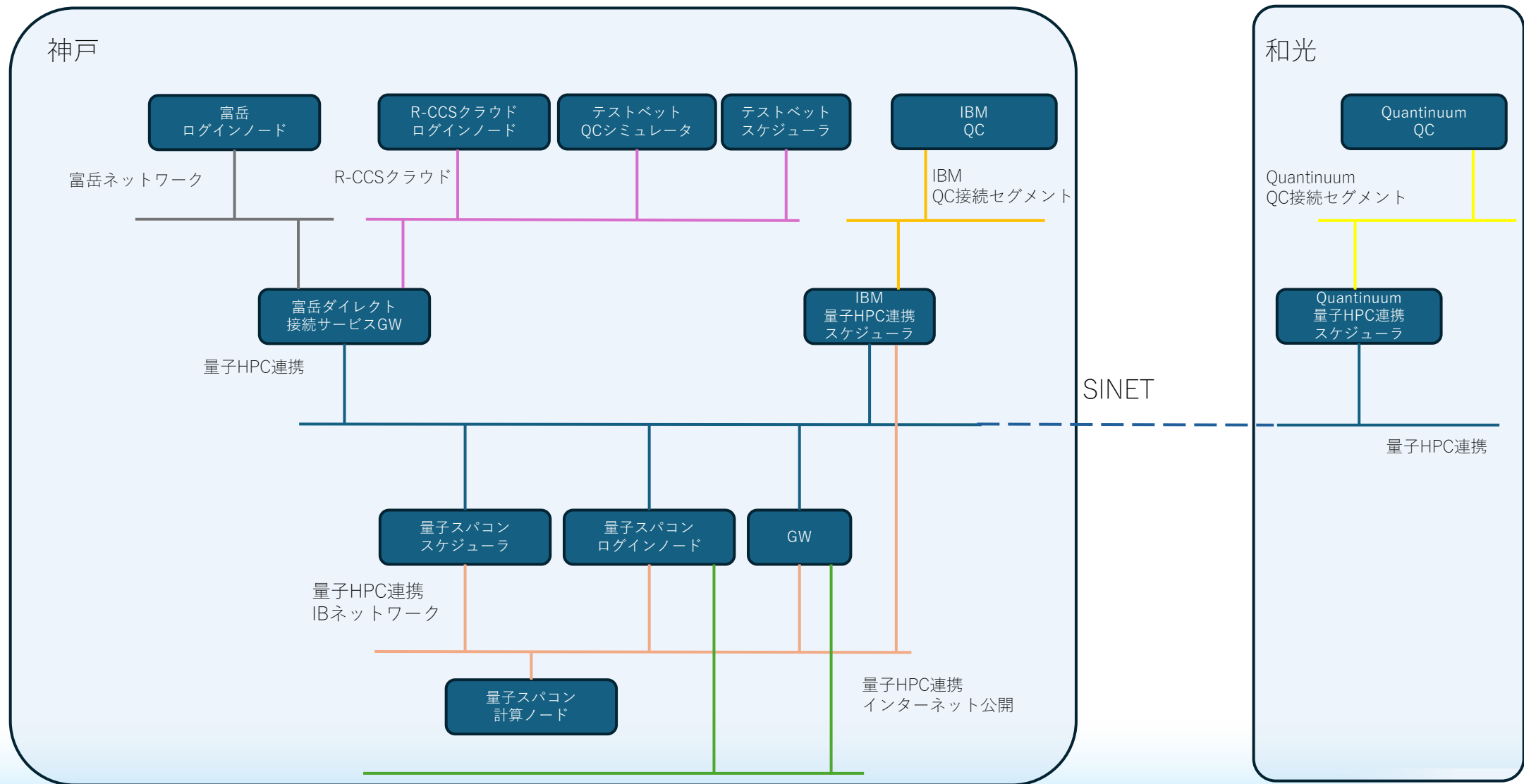
Quantinuumの導入

- 2025年春を目標にQuantinuum H1-2 (イオントラップ型量子コンピュータ)を理研(和光地区)に導入完了
- 導入スケジュール
 - 第1フェーズ (約6か月) (完了)
 - Quantinuum社に設置されたH1-2 をクラウド利用(占有)
 - 1ヶ月あたりの総稼働時間は255時間、そのうち約180時間が、ジョブの実行と自動校正で利用可能
 - 第2フェーズ (約9か月) (完了)
 - 現在利用中のH1-2 を和光に輸送
 - Quantinuum社に設置された別の量子コンピュータをクラウド利用(51,000 HQC)
 - 第3フェーズ(現在)
 - 和光に設置したH1-2 を占有利用
 - 1ヶ月あたりの総稼働時間は315時間、そのうち約220時間が、ジョブの実行と自動校正で利用可能

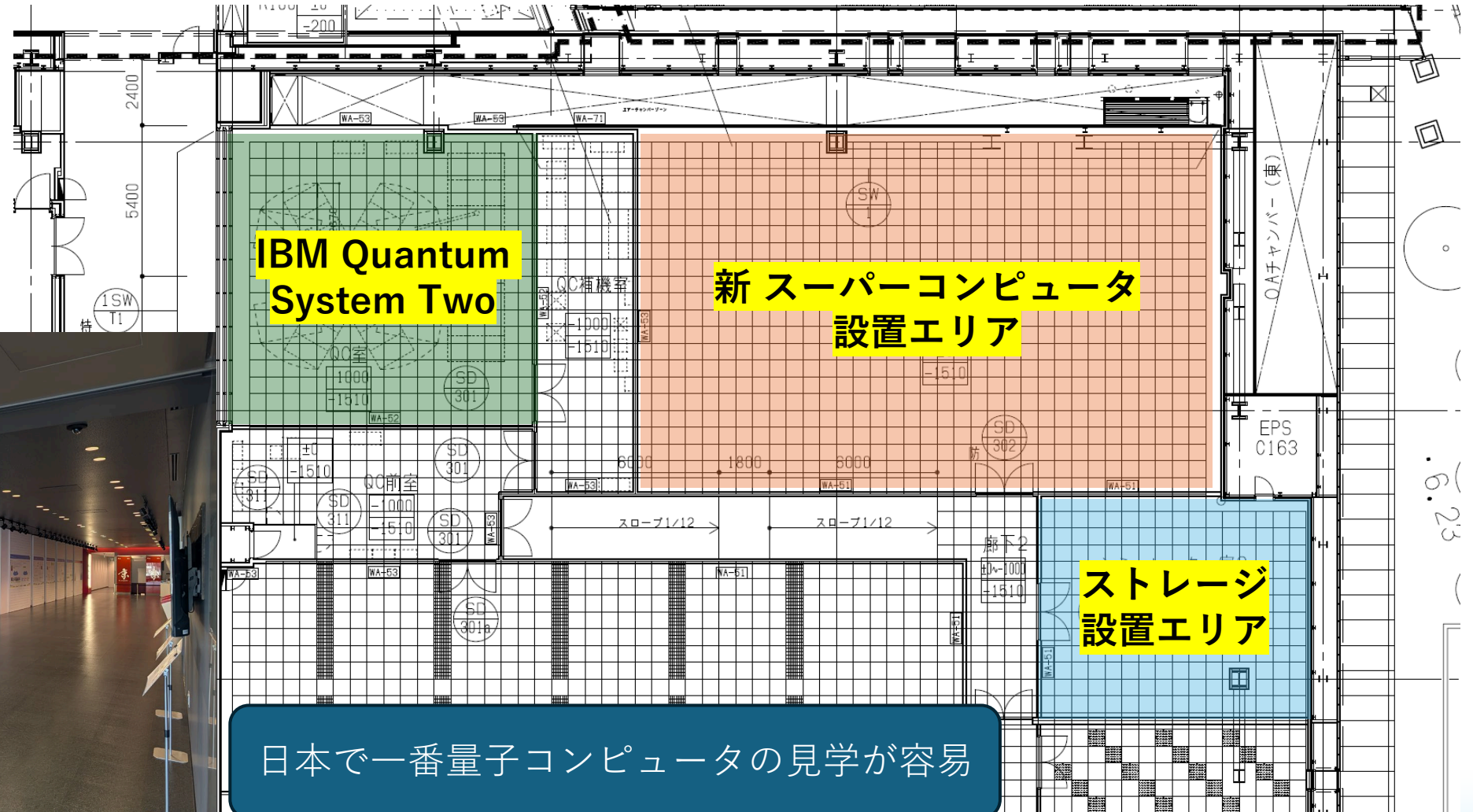
シミュレータ(GPUスパコン)導入計画

- 現状の量子コンピュータは量子ビット数が十分ではなく、将来を見据えた量子ビット数で評価可能なシミュレータが必要
 - GPUを用いた量子コンピュータシミュレータを導入
 - R-CCSに設置予定
 - 温水冷却技術を用いた高効率なスーパーコンピュータ
- GPUスパコンの導入を想定し、スケジューラの試験環境を整備中
 - REST-APIを経由したジョブ投入等の環境を評価中
 - 量子コンピュータのコーディネーター間の連携用プラグインを開発中

量子HPC連携プラットフォームで構築するネットワーク環境



IBM Q およびシミュレータ導入予定位置



日本で一番量子コンピュータの見学が容易

2024年度の実施状況

- 量子・スパコン連携プラットフォームのユーザ管理・運用システムの開発
 - 年度内にテスト運用の開始を予定
- 量子コンピュータの整備と「富岳」との接続
 - IBM社製量子コンピュータの導入のための施設改修を完了
 - Quantinuum社製量子コンピュータの導入を完了・稼働開始済み
- 広域での量子・スパコン連携環境の整備
 - 神戸地区・和光地区間のネットワークの整備完了
- 量子・スパコン連携プラットフォームのソフトウェア環境整備
 - ユーザー利用のポータルをOpen OnDemandで整備し、必要なソフトウェアをSingularityによるコンテナ環境で構築中