

パネルディスカッション
「FTQCアーキテクチャ研究をはじめよう！」

HPC研究の観点から

片桐 孝洋

情報処理学会 HPC研究会 主査
名古屋大学 情報基盤センター

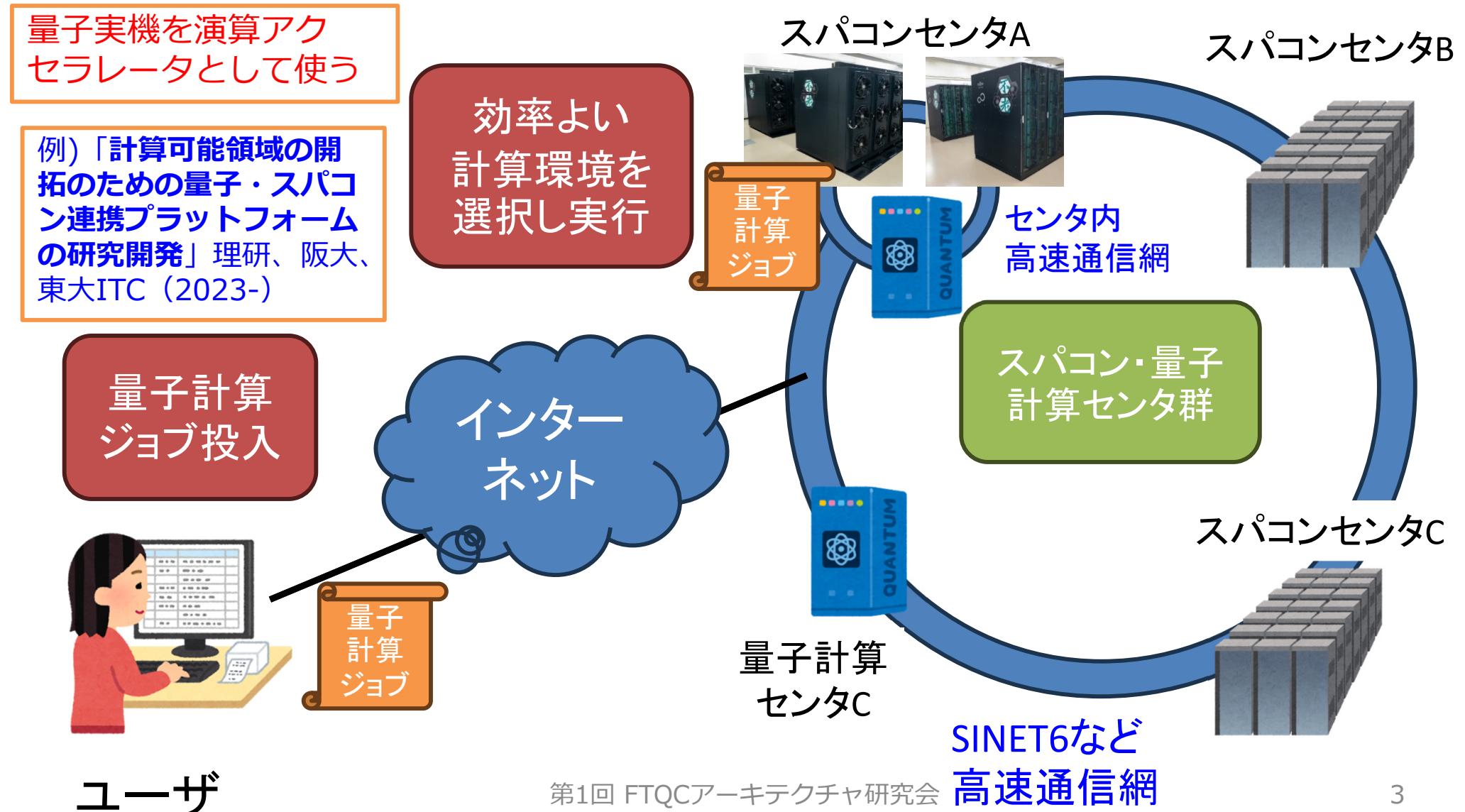
第1回FTQCアーキテクチャ研究会（キックオフ）
2024年11月25日(月) 12:30～17:00 サンポートホール高松
15:50～16:45 FTQCアーキテクチャ研究をはじめよう！（仮）
モデレータ：天野英晴（東京大学）

量子コンピューティング への期待

HPC-Centric Quantum Computingの実現

- 量子・古典計算環境が簡単に使える計算機環境実現
(昔のグリッドコンピューティングのようなもの)

Source: T. Katagiri, HQCC-AT: An Application Programming Interface for Hybrid Quantum-Classical Computing with Auto-tuning Facility, 7th September 2024. DOI: 10.13140/RG.2.2.18404.39043



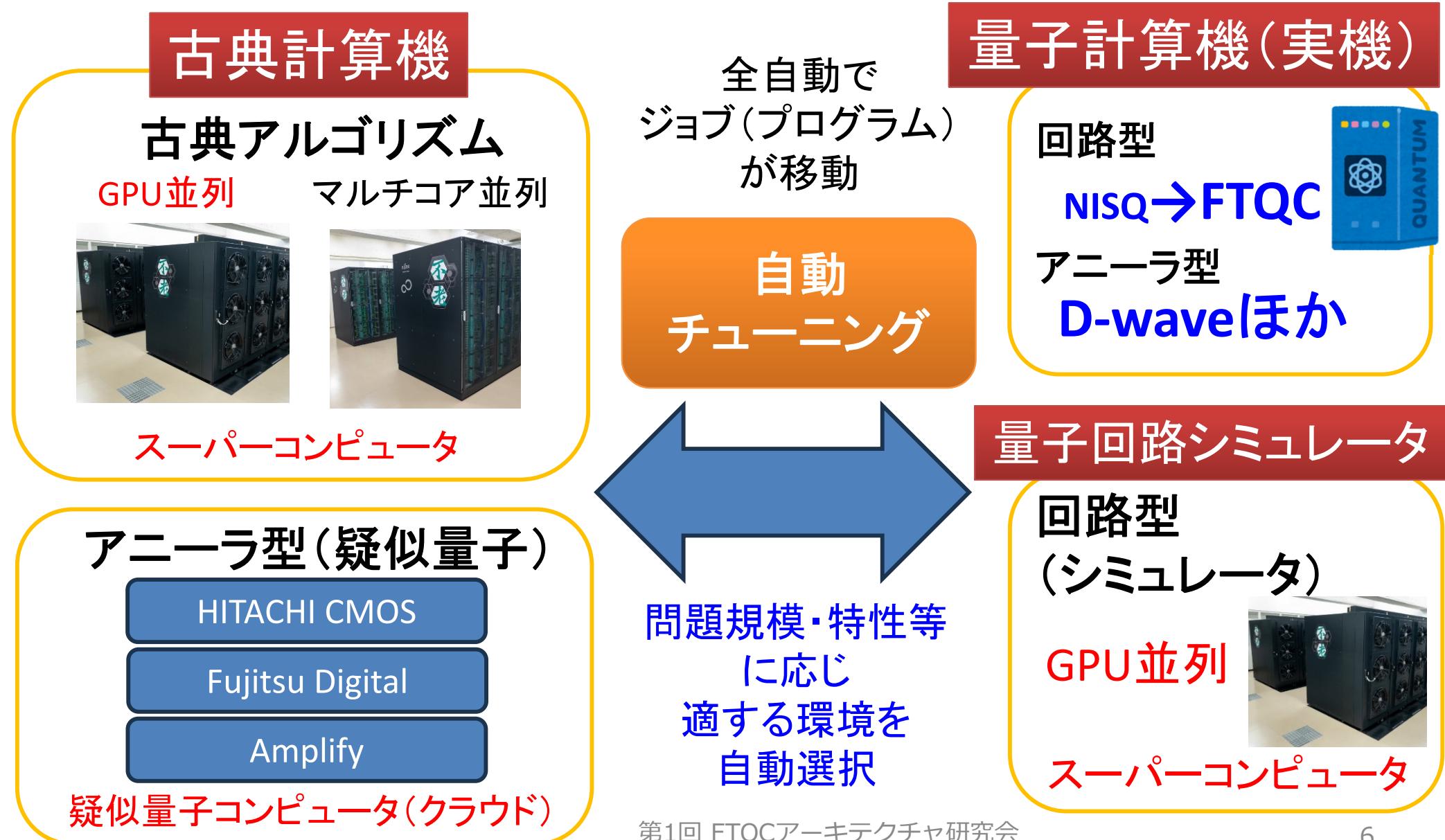
連携の方向

考えられる連携テーマ

- **HPCシステム**
 - 量子コンピュータ実機とスパコンを繋ぐ技術開発
例)Remote Procedure Call(RPC)?、量子計算クラウド技術
 - 専用スケジューラ開発 例)優先度付？
 - 量子・古典資源の自動切替方式開発
- **HPCプログラミング環境**
 - プログラミング言語・フレームワークの開発
 - HPC計算環境の開発 (Python…)
 - 数値計算ライブラリ（量子・古典双方）の開発
- **HPCツール**
 - 量子回路シミュレータ開発(並列化、GPU化、実機より有効？)
 - 性能プロファイラ開発
 - 量子や古典の自動性能パラメタ調整機能開発
- **HPCアルゴリズム・性能評価**
 - 数値計算アルゴリズム開発（行列分解、反復解法、誤差解析…）
 - 量子計算ベンチマーク策定
 - 性能モデル・性能解析の方式開発
- **HPCアプリケーション**
 - HPC分野のキラーアプリ??

量子・古典環境の自動的な切換え

● 自動チューニング (AT) 技術の適用



考慮事項

量子コンピュータを実力評価する 時期が到来

・ 実アプリを用いた性能評価！

- 例) 跡行列の連立一次方程式を解くHarrow-Hassidim-Lloyd (HHL) アルゴリズム
 - 古典アルゴリズムの計算量は $O(N)$ で、HHLでは $O(\text{poly}(\log N))$ で量子加速
 - 右辺 b と解ベクトル x の入出力に、 $O(N)$ のコストがかかると元が取れない
 - 問題を縮小して解く場合、古典でもその考え方を活用し計算量削減可能（例：ランダムサンプリングアルゴリズム）
 - 多くのシミュレーションでは、ソルバ部分は最下層
 - 何度も呼ばれることが多い → IO性能も重要
 - 前処理や後処理がある、ファイルアクセス時間も無視できない

データ入出力とIO時間を含めて、起動から終了までの
実行時間と解の精度の評価から始めよう！