

2026年3月25日

計算科学研究教育拠点(COE)形成推進事業
令和7(2025)年度 研究進捗報告会

「量子HPCアプリケーション連携ハブ」

理化学研究所 計算科学研究センター
量子系物質科学研究チーム
上級研究員 白川知功
(代表: チームプリンシパル 柚木清司)

- IBM社の最新量子コンピュータが2026年にR-CCSに設置 (日本で2台目の量子コンピュータ)

R-CCS 1st floor

IBM Quantum System Two

名称に「kobe」が入ったこと自体、神戸市の世界的な認知度向上に貢献

名称: ibm_kobe



The ceremony of the launch (June 24, 2025)

R-CCS 3rd floor

RIKEN Fugaku



RIKEN R-CCS @Kobe

富岳とibm_kobeを連携させた「量子-HPC連携システム」の構築
JHPC-Quantum project (NEDO, 代表: 佐藤三久(R-CCS) 2023/11~2028/10)

スパコンと量子コンピュータを同じ施設内で繋げた世界で最初のシステム

本研究の目的

最新の「量子コンピュータ」および世界最初の「量子-HPC連携システム」

- これらの性能を活用するアプリケーション開発
- 得られる成果および施設を地元の企業・教育機関の研究者等に還元

■ 日本で最初の商用量子コンピュータの導入(2021年7月)

- IBM量子コンピュータ(IBM Quantum System One)@**川崎市: ibm_kawasaki**

→IBM Quantum System Twoにアップグレード(2025年10月)

東大-IBM-**川崎市**の三者による協定締結: 最新鋭の量子コンピュータを **川崎市** に設置し、企業や大学などによる利活用を促進

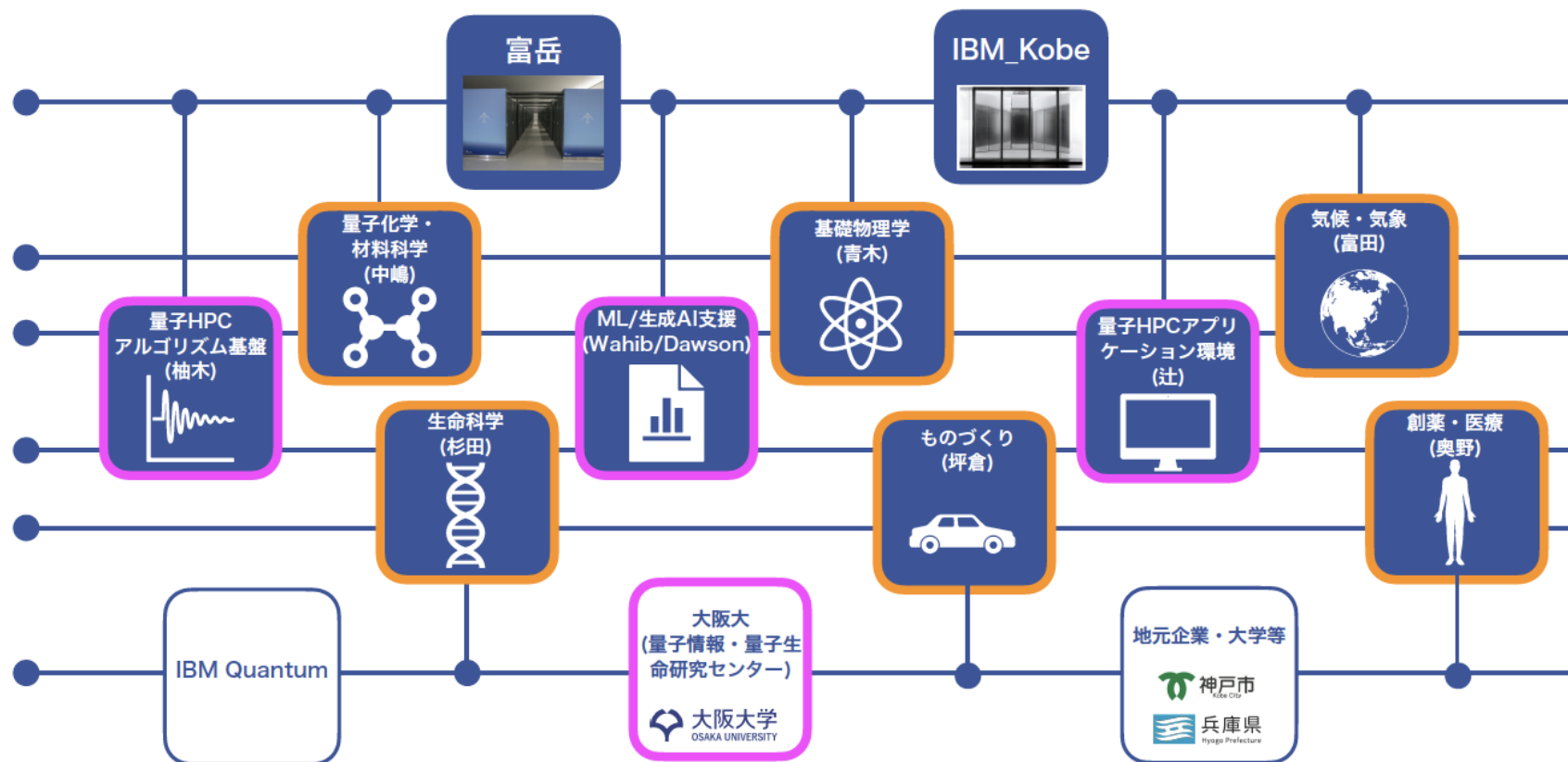
- JST「共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)」政策重点分野(量子技術分野)
(代表: 藤堂眞治(東大)、2022年度～2031年度): **川崎市も参画**



(<https://sqai.jp>)

本研究課題の成果をもとに、本研究期間中に、地元自治体と協力して大型プロジェクト獲得できればベスト

研究体制: 10PIs (R-CCS)+1PI(大阪大)



各分野へのアプリケーション開発(6PIs): 既存のHPCアプリケーションを活かし、量子計算を導入

基盤技術の研究開発(5PIs): 各分野のアプリケーションに共通する基盤技術の研究開発

今年度の進捗状況

□ 各分野へのHPCアプリケーションにおける量子計算応用の可能性を検討するため、研究代表(柚木)チームが中心となり、個々のアプリケーションPIらと個別ミーティング実施

・杉田T・辻Tとは共同研究機関と毎週火曜日10:00頃から1時間のミーティングを開催。

□ 研究代表(柚木)チームの全体チームミーティングやセミナー等に、他チームメンバーの積極的な参加により最新の量子-HPCハイブリッド計算などに関して情報共有

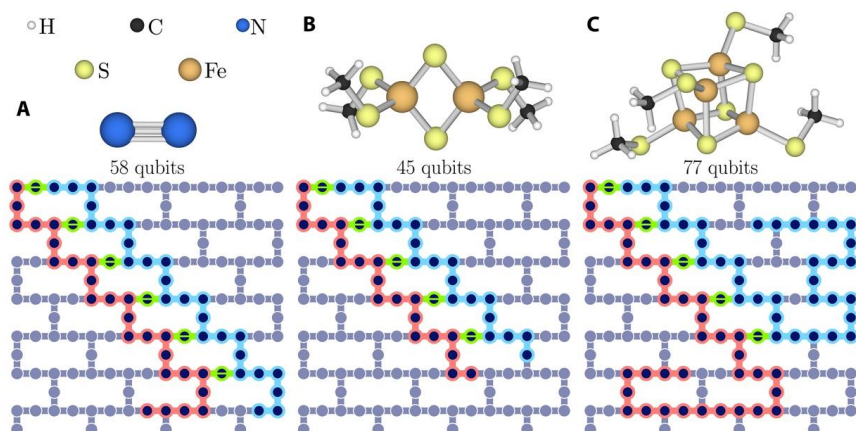
・坪倉Tメンバーは金曜日の柚木Tミーティングに参加・情報共有。

□ 2026年3月30日(月)に「TNの媒介する量子・古典融合研究集会」を開催@大阪

今年度の研究成果(柚木T)

本年度の { 量子HPC関連出版論文: 7報
量子HPC関連プレプリント: 13報

■ 量子HPC連携システムを用いた大規模量子多体計算



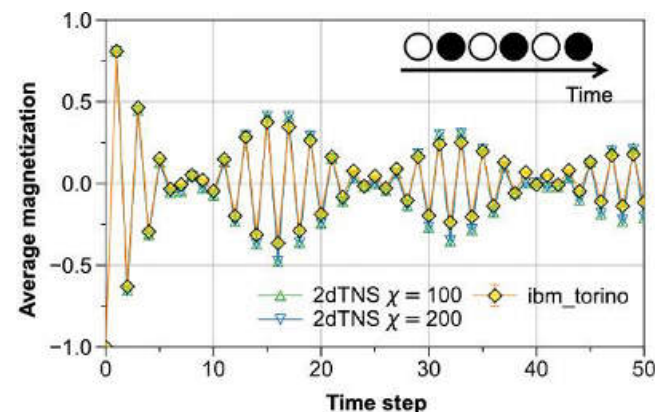
- 古典計算機を用いた厳密計算可能領域を超えた範囲の量子化学計算を始めて実現

[J. Robledo-Moreno et al., Science Advances **11**, eadu9991 (2025)]

理研プレスリリース:
量子スパコン連携による量子化学計算に成功

https://www.riken.jp/press/2025/20250619_1/index.html

■ 量子コンピュータを用いた長時間量子多体シミュレーションによる2次元離散時間結晶の発見



- 軽量の量子誤り緩和法を導入することで長時間量子多体ダイナミクスを実現・新しい量子多体現象を発見

[K. Shinjo et al., npj Quantum Information **12**, 41 (2026)]

理研プレスリリース:
量子コンピュータで磁化の規則的振動を観測

https://www.riken.jp/press/2026/20260312_1/index.html

今年度の研究成果(中嶋T)

量子-HPCハイブリッド電子状態計算による生体分子反応の高精度シミュレーション

目的

- 生体分子反応では, 活性部位: 強電子相関, タンパク質環境: 大規模系を同時に扱う必要
- **量子計算 + HPC古典計算のハイブリッド手法**を構築

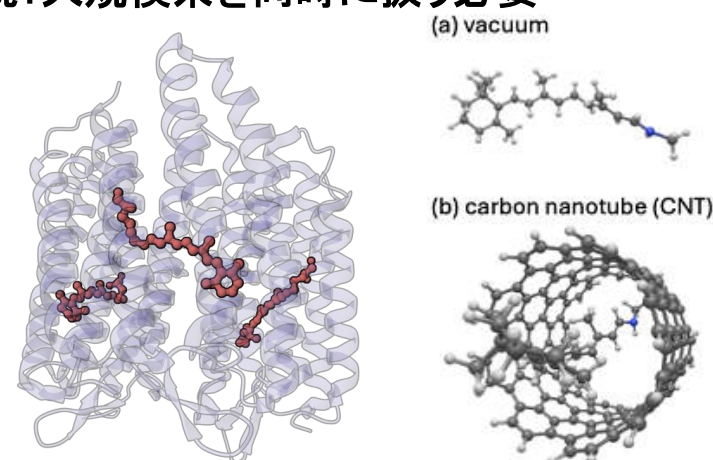
手法

- ONIOM型量子-古典ハイブリッド計算
- 量子アルゴリズム: TE-QSCI
- 計算環境:
古典計算: **富岳** + **NTChem**, 量子計算: **Reimei**
Tierkreis workflow による統合

主な結果

- TE-QSCI によりCASSCI(6e,6o)では得られない配置を効率的にサンプリング
- 励起エネルギー: CASSCI(8e,8o)参照値に近い精度
→ **量子計算の有効性を実証**

arXiv:2601.15677



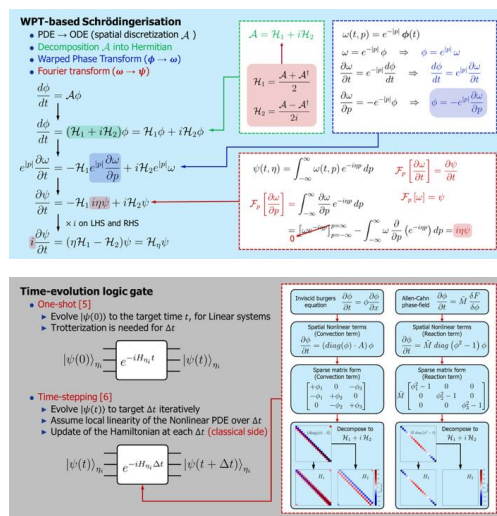
TS*における励起エネルギー (eV)

Method	active space	T_0	S_1
CASSCI	(2e,2o)	2.24	2.28
CASSCI	(6e,6o)	1.44	1.48
TE-QSCI	(8e,8o)	1.23	1.27
CASSCI	(8e,8o)	1.26	1.29

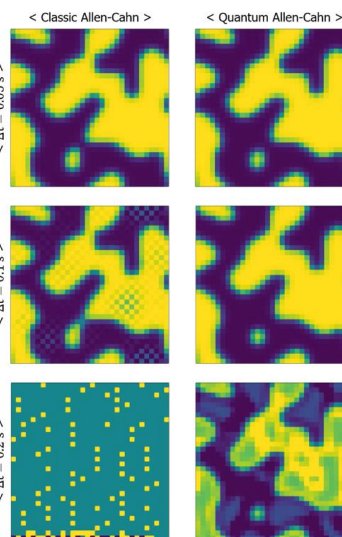
今年度の研究成果(坪倉T)

■ 時間ステップ型ハミルトニアンシミュレーションによる非線形偏微分方程式の解法 (フェーズフィールド法向けに適用)

- 2つの主要アルゴリズムを組み合わせた量子・古典ハイブリッド手法
 - Warped Phase Transform (WPT)**: 古典的な偏微分方程式を量子計算可能なシュレディンガー型方程式へ変換
 - 時間ステップ法**: 各時間ステップで非線形項を局所的に線形化
- 偏微分方程式の離散化で生じる時間刻み幅(CFL)制約を緩和し, 計算精度の向上可能性を示した
 - 時間刻み幅の制約が厳しい問題(フェーズフィールド法)に対しても**安定かつ妥当な解を得られる**



時間単位の
制約による
計算の発散



WPT(上) / 時間ステップ法(下)

古典(左)と量子(右)フェーズフィールド法

SC25において最優秀ポスター賞受賞

地元貢献、今後の展開

1. IBM量子コンピュータ「IBM Quantum System Two」のオンプレミス設置

- ・量子スパコン連携システムとしてのオンプレミス設置は世界初。
- ・兵庫県・神戸市にとって世界に先駆けた象徴であり、国際的プレゼンスを大きく高めるPR効果

2. 地元企業・大学等への利用機会の提供と共同研究の推進(計画)

- ・神戸に設置された量子コンピュータを地元企業・大学に積極的に開放し、産学官連携共同研究を推進する。
- ・地域からの技術発信力を強化するとともに、**神戸を量子HPC研究の国際的拠点として確立**する。

3. 地元の企業研究社や教育機関に対する量子人材育成(計画)

- ・「B. 人材育成事業・アウトリーチ事業」と連携、地元の小中高生を対象とした量子教育プログラムを展開したい。
- ・大学生・大学院生を含む若手研究者を育成したい。

2、3に関して兵庫県・神戸市と連携したい。

今後の展開: 基盤技術の研究開発(5PIs)から各分野へのアプリケーション開発(6PIs)への連携強化

- ・辻T: 量子HPCアプリケーション環境
- ・柚木T: 量子HPCアルゴリズム基盤
- ・Wahib T・Dawson T: ML/生成AI支援
- ・大阪大学: 量子モジュール



- ・量子化学(中島T) ・基礎物理学(青木T)
- ・生命科学(杉田T) ・ものづくり(坪倉T)
- ・気候・気象(富田T) ・創薬・医療(奥野T)