

ICEPP 大学院進学ガイダンス 2026

2026年5月23日

量子研究の紹介

素粒子物理国際研究センター

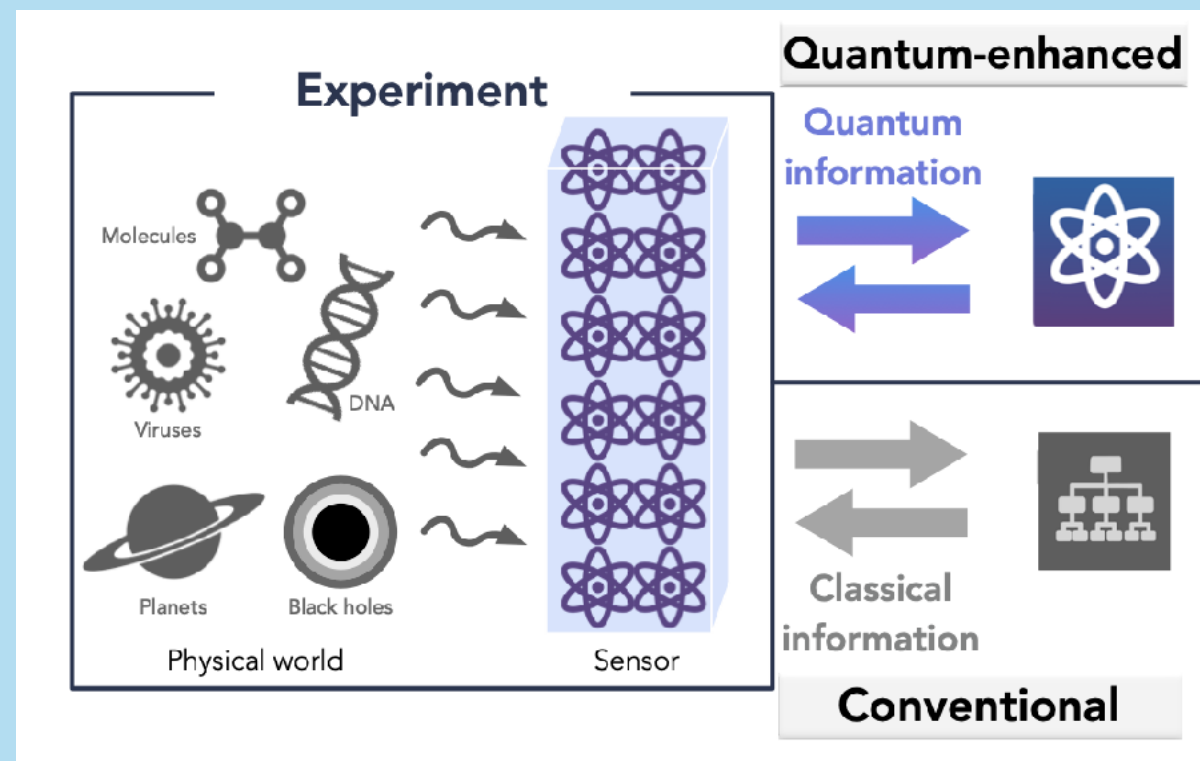
吉岡信行

量子研究の目指すもの

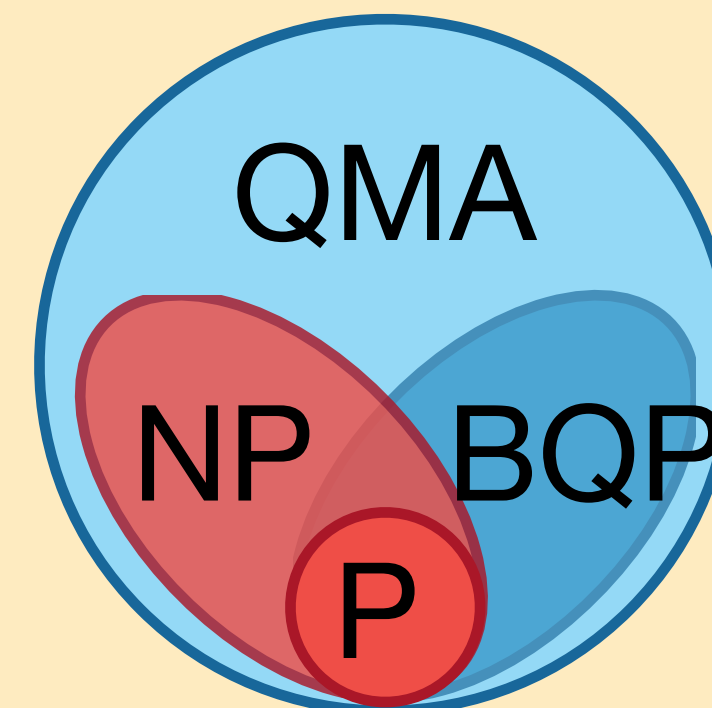
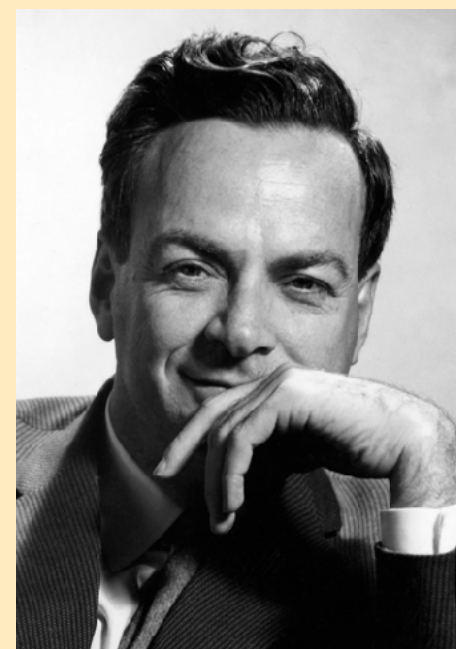
量子力学に基づく動作原理を活用 → 森羅万象を理解・制御したい

- (1) 情報処理の高速化
- (2) 科学現象の精密測定・計算

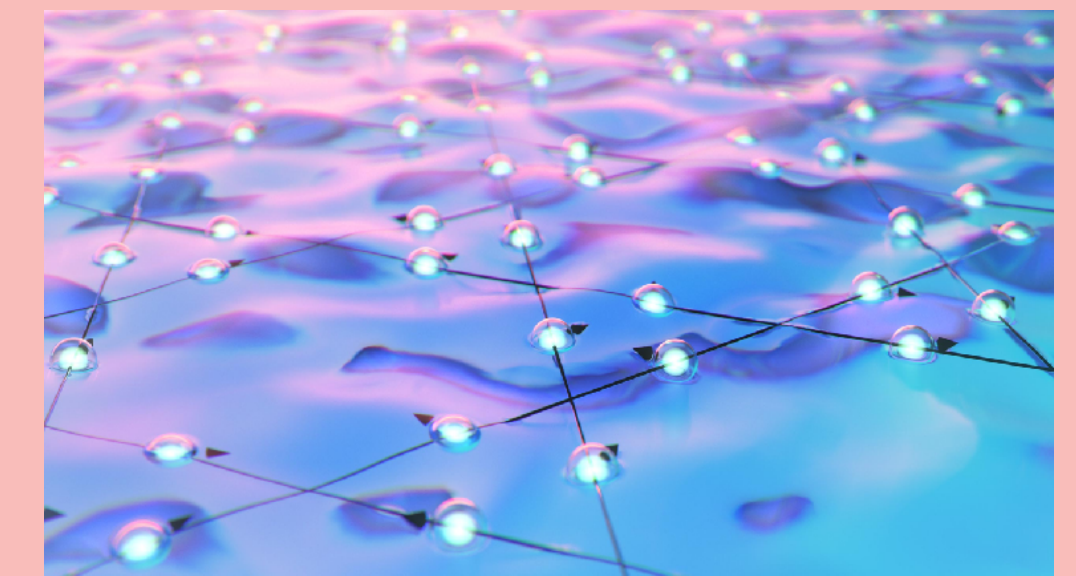
センサ・解析の量子強化



量子アルゴによる高速計算

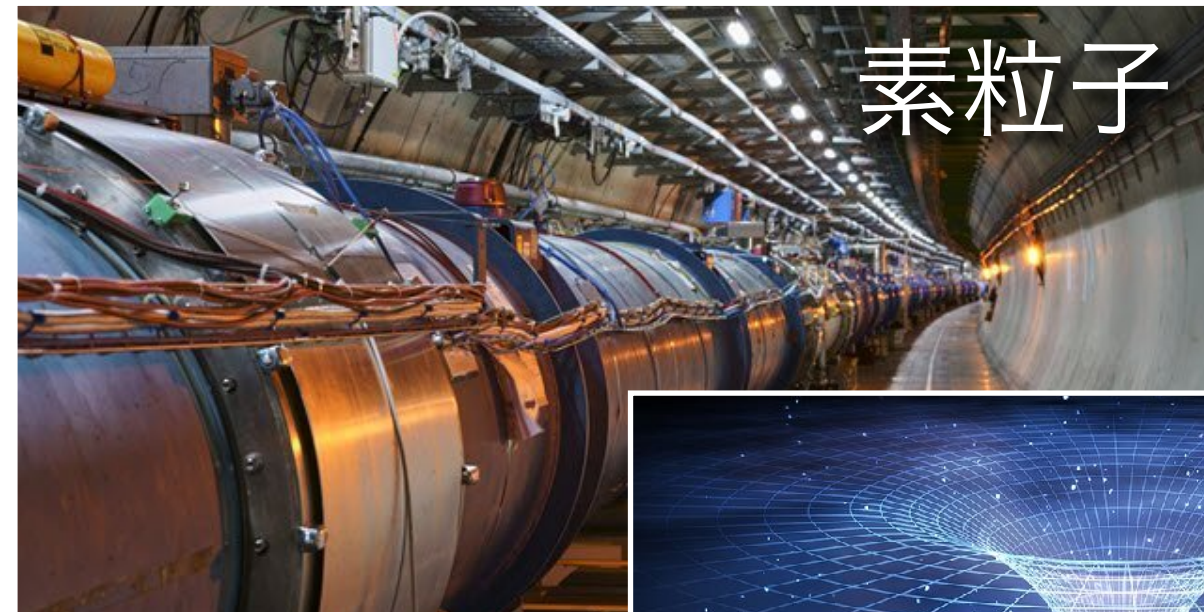


新奇量子物理の舞台

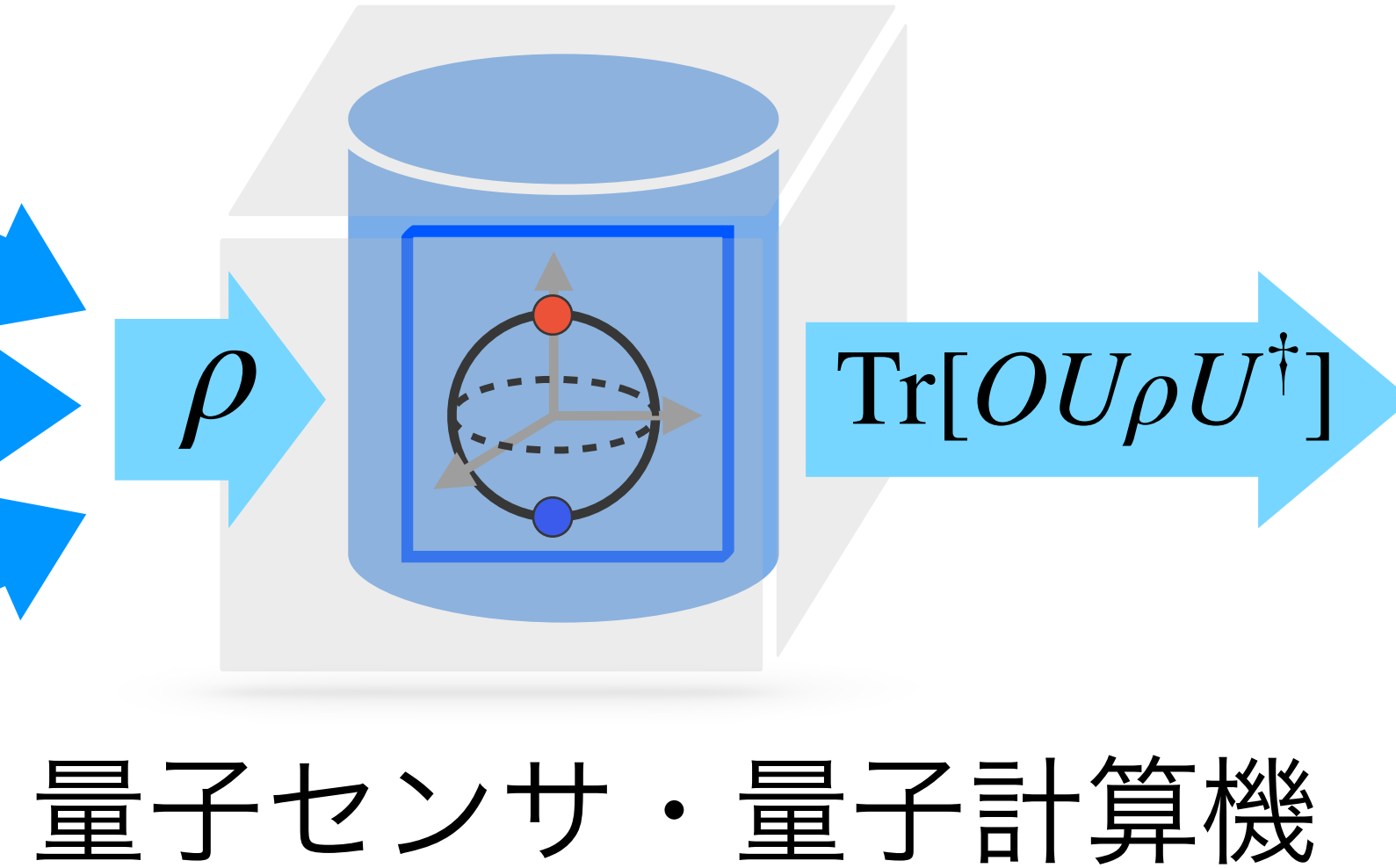
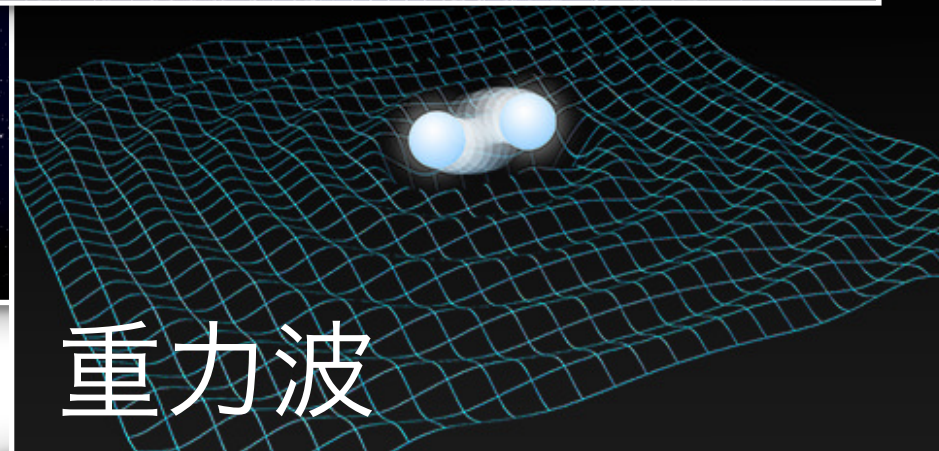
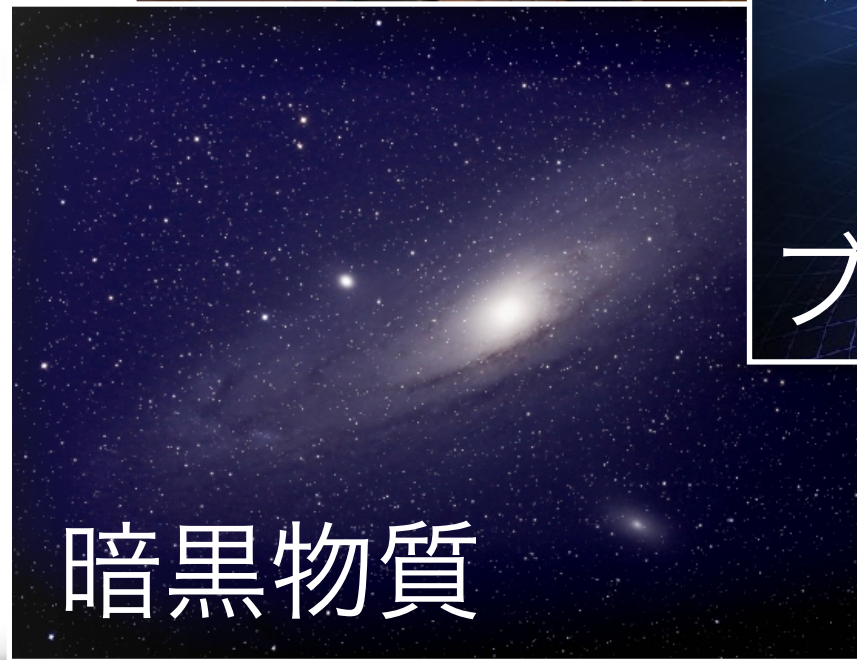


ICEPP量子チームでは全てに取り組んでいます

素粒子物理と量子技術



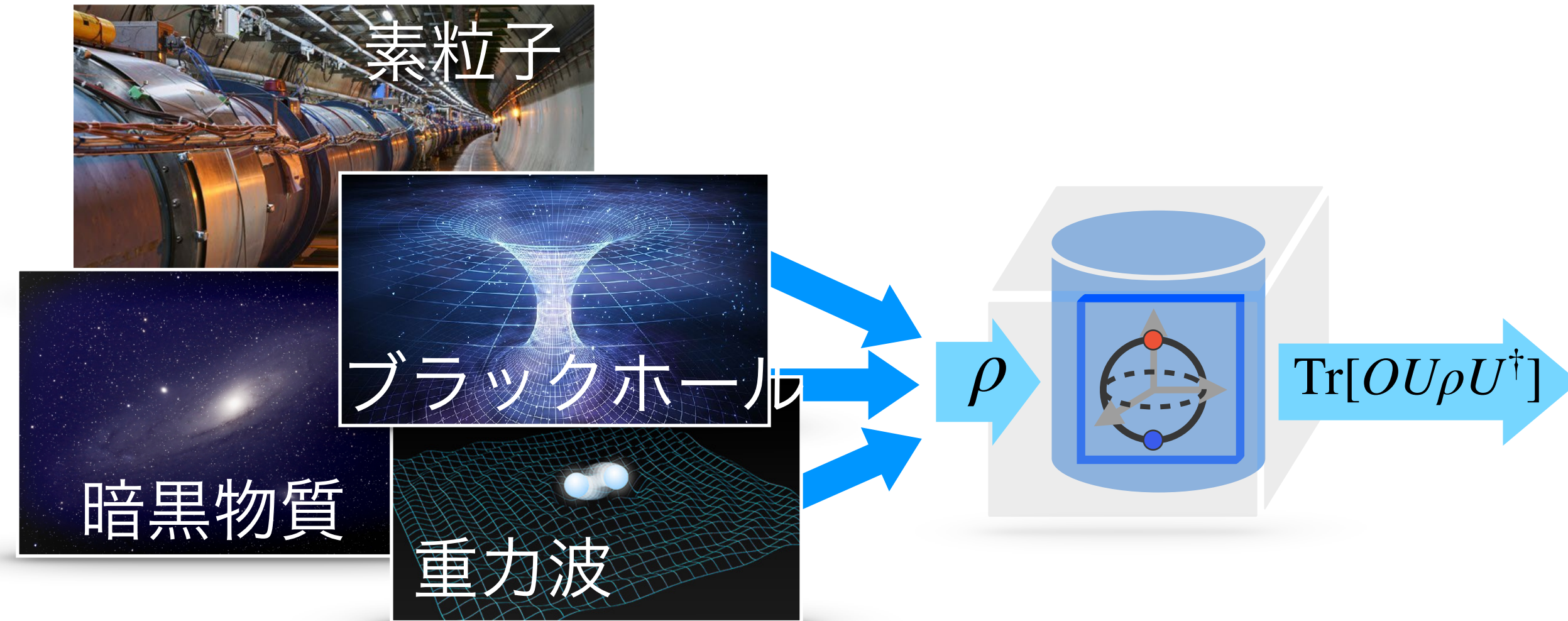
モデル化
データ埋め込み



- ▶ 新粒子・暗黒物質の発見
- ▶ 量子重力の理解
- ▶ 物質・力による創発現象の解明

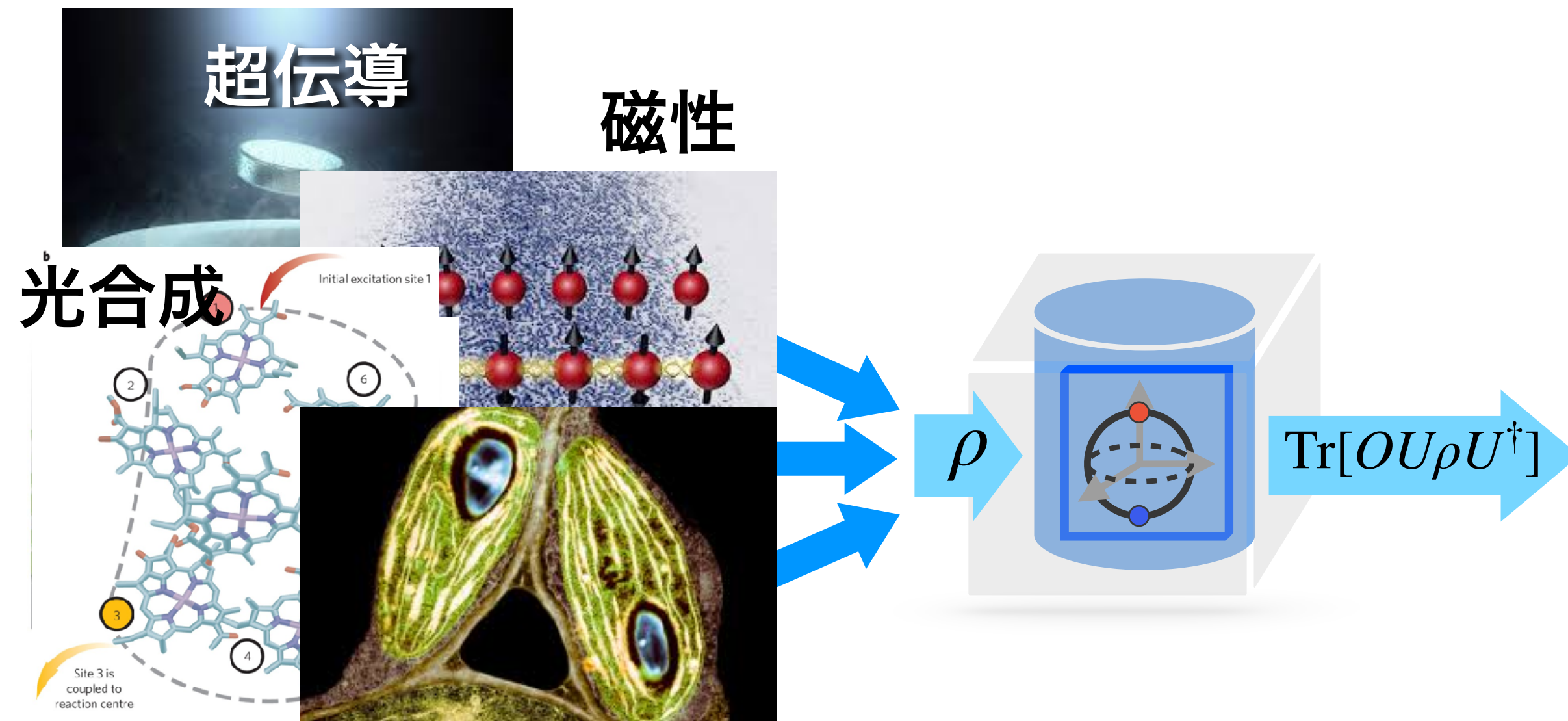
量子科学と量子技術

高エネ物理



- ▶ 新粒子・暗黒物質の発見
- ▶ 量子重力の理解
- ▶ 物質・力による創発現象の解明

物質科学



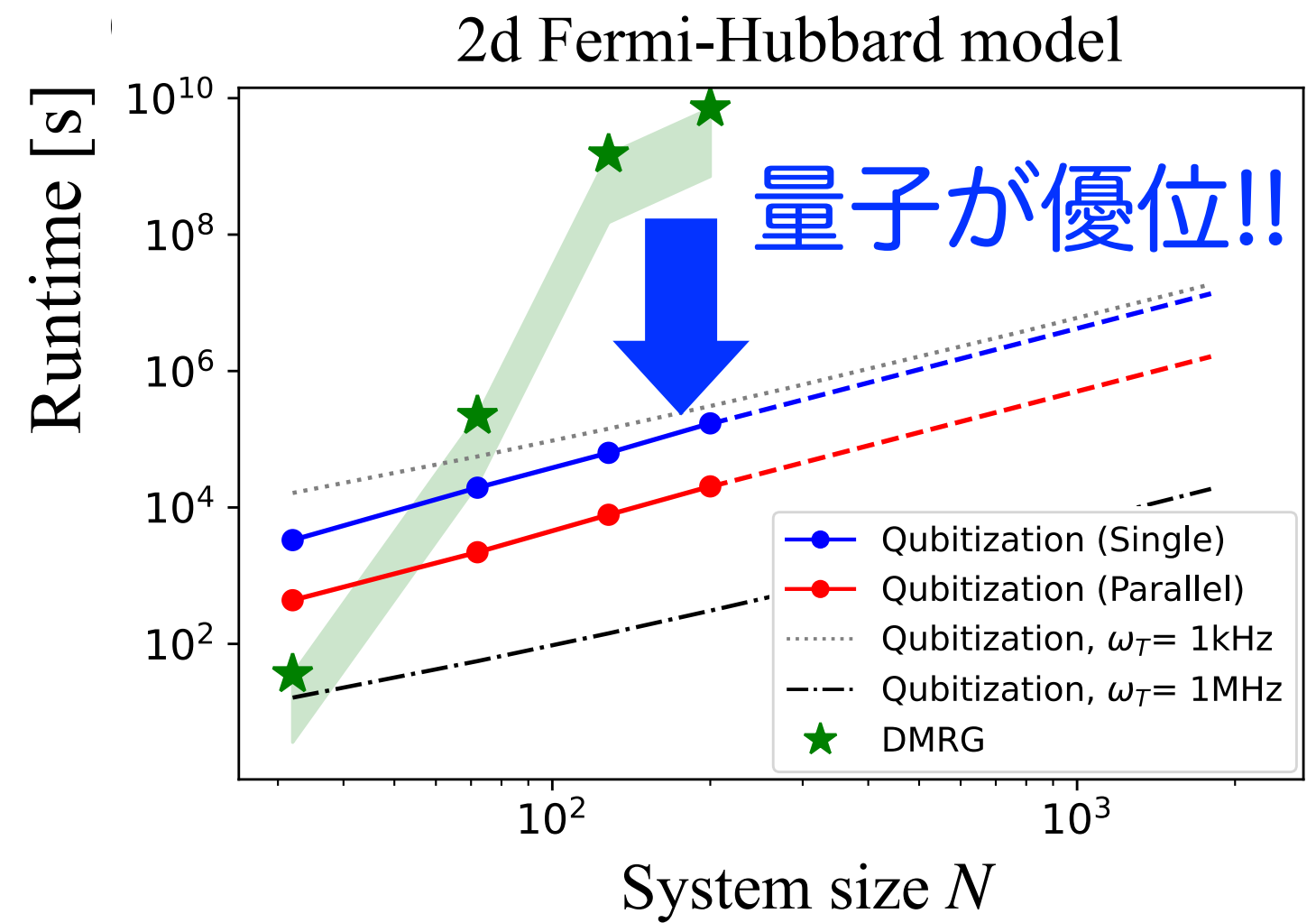
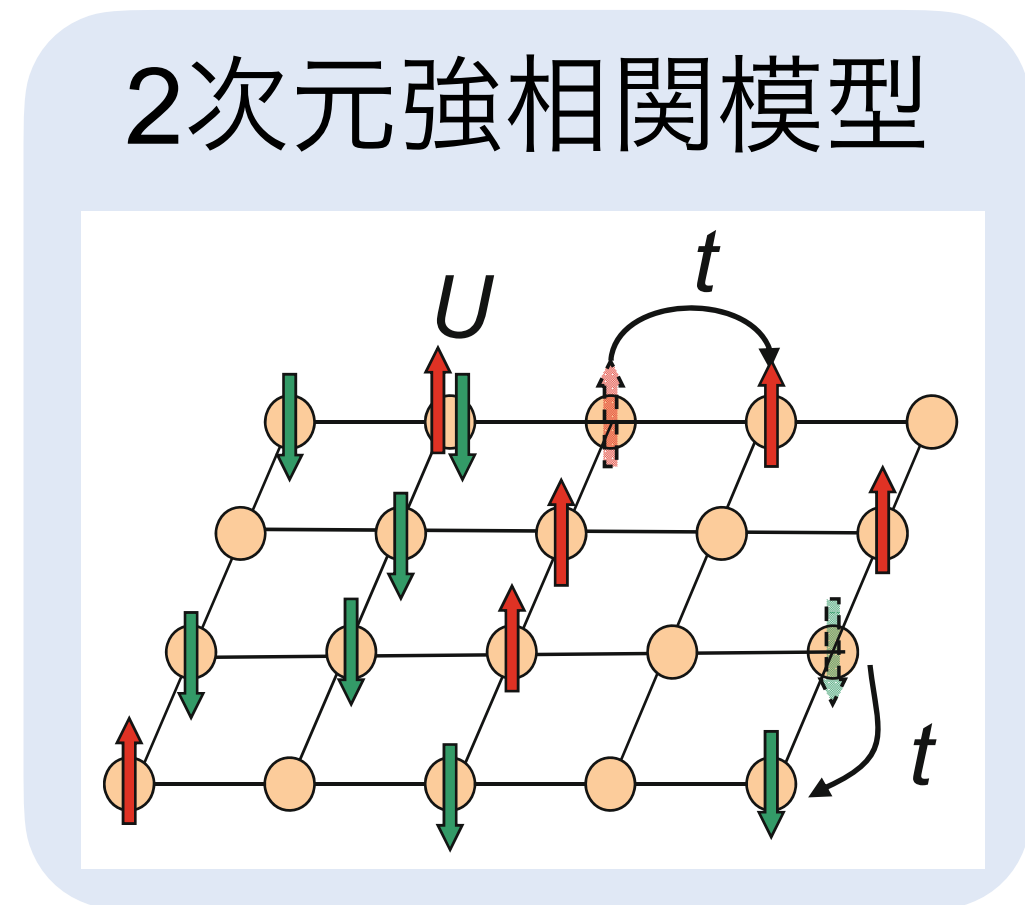
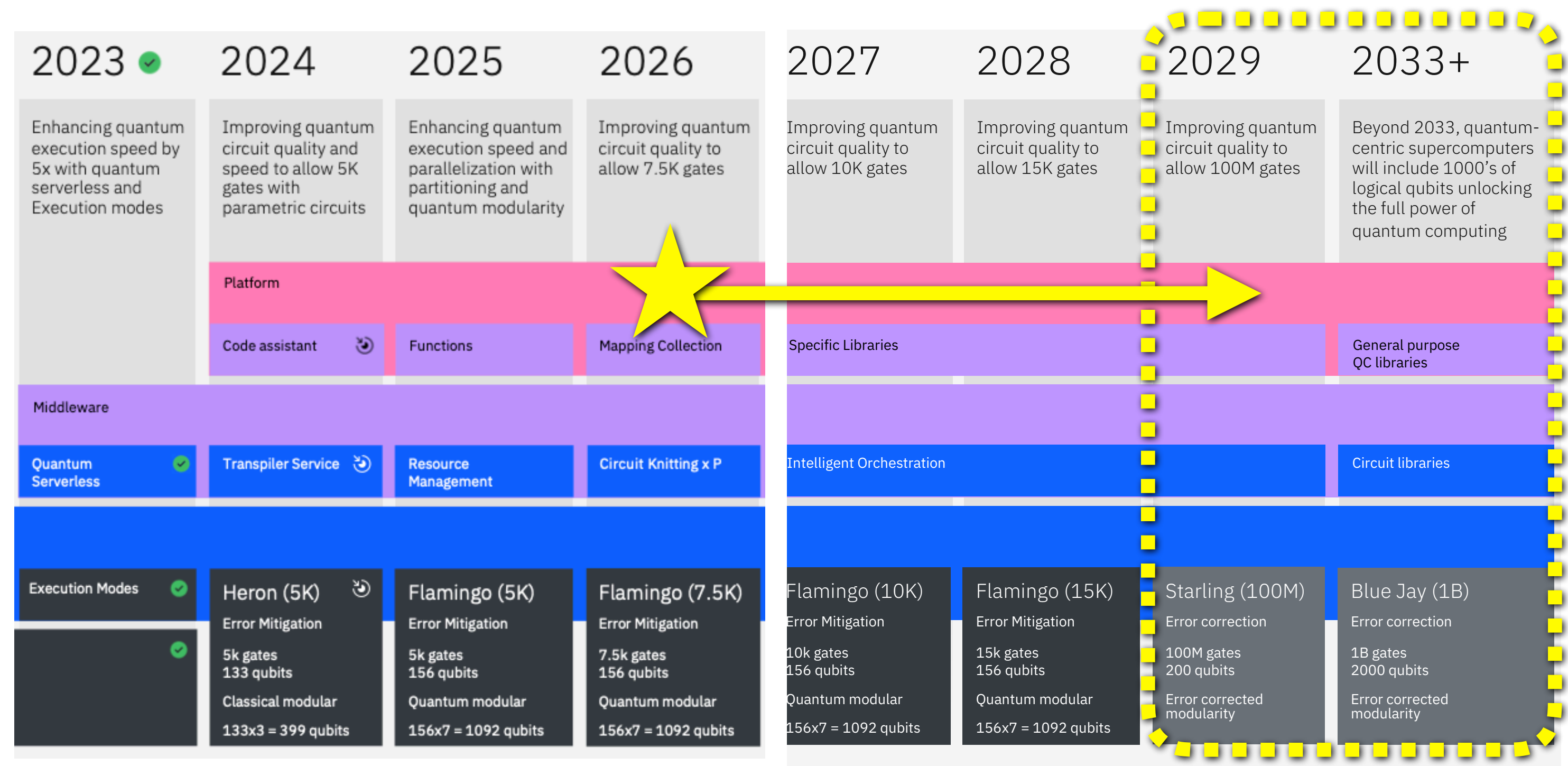
- ▶ エキゾチック物質の予言
- ▶ 第一原理的な機能制御
- ▶ 化学反応の定量的理解

流体力学, CAE etc...

量子技術とその理論

今後数年で
誤り耐性量子計算の世界へ

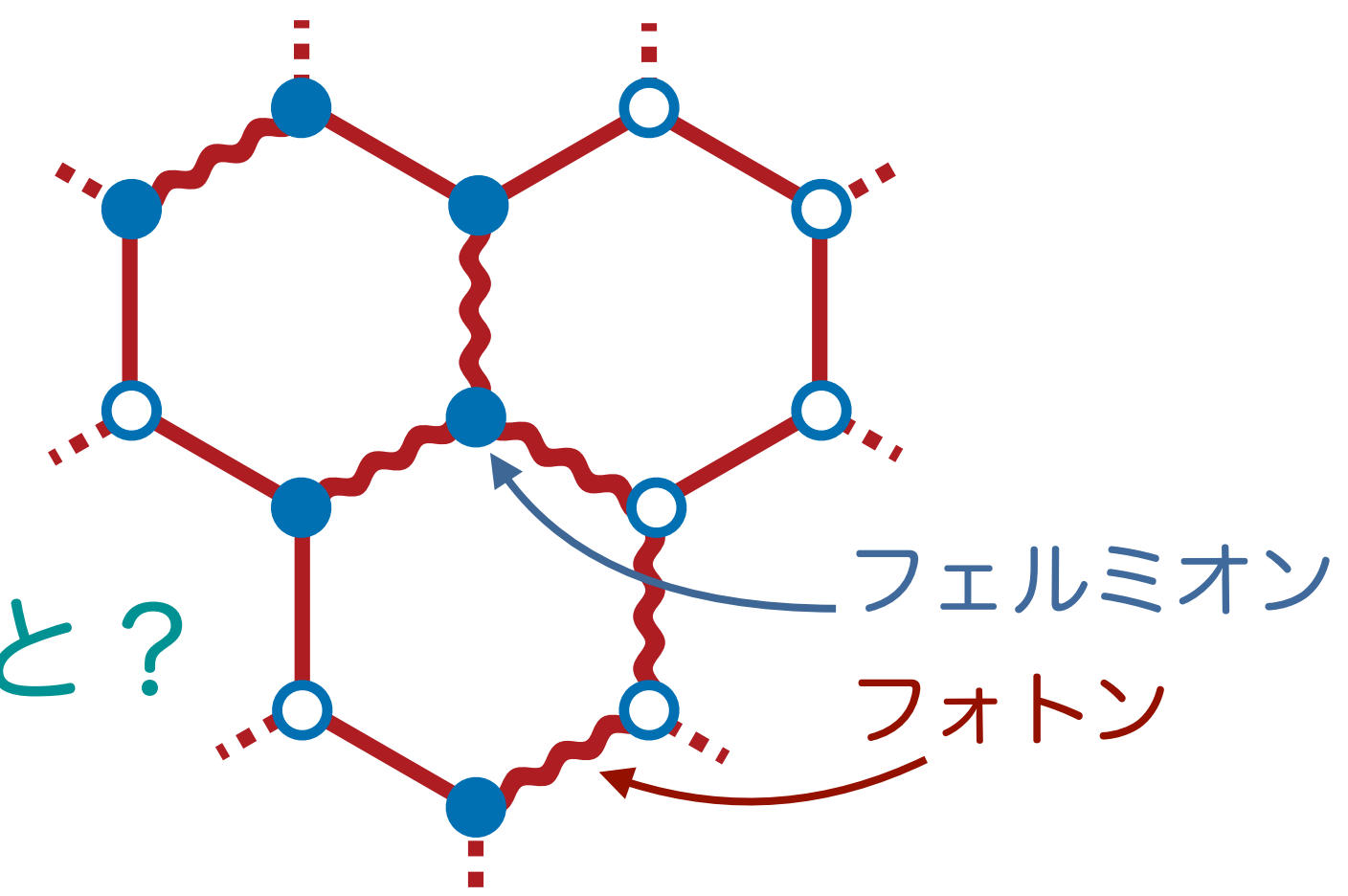
10万量子ビットあれば...



1 month
1 day
1 hour



素粒子物理だと？



2次元格子ゲージ理論？ 5

量子計算研究は科学の総合格闘技

アプリケーション層

- ・ 計算量理論的に量子優位性の存在が証明できる問題は？
- ・ 実行時間の意味で量子優位性がある問題は？

計算機アーキテクチャ層

- ・ メモリ・計算実行・エンタングルメント媒体など役割の分割方法？
- ・ 魔法状態の生成・構成は？失敗時のリカバリーは？

量子誤り訂正層

- ・ 符号化率の高い低密度符号？
- ・ 符号の時間変動による万能計算？

ハードウェア層

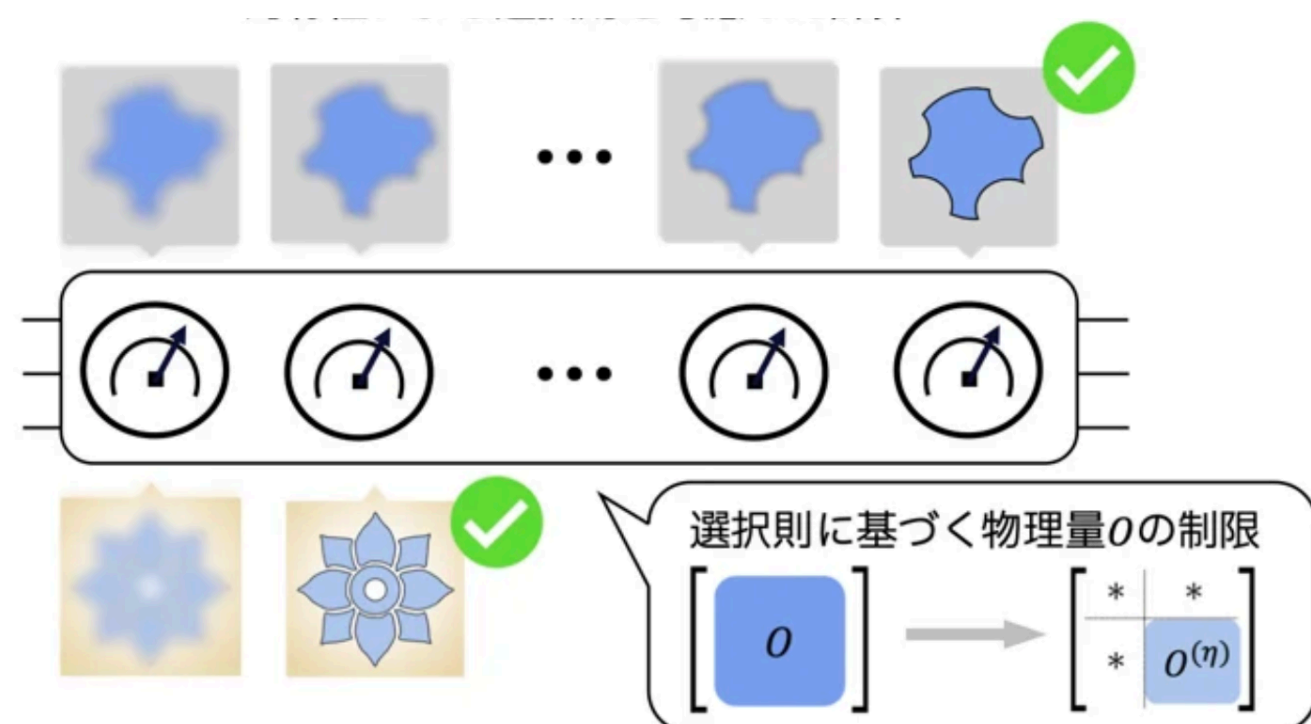
- ・ 超伝導・中性原子・イオン・光etc.に最適な符号はどれか？
- ・ 高忠実度な物理ゲート操作の方法は？

ICEPPの理論チームの取り組み

量子アルゴリズム for 量子物理

- ・ 対称性と量子推定 Koizumi, ..., [NY, PRL \(2026\)](#)
Koizumi, ..., [NY, PRA \(2026\)](#)

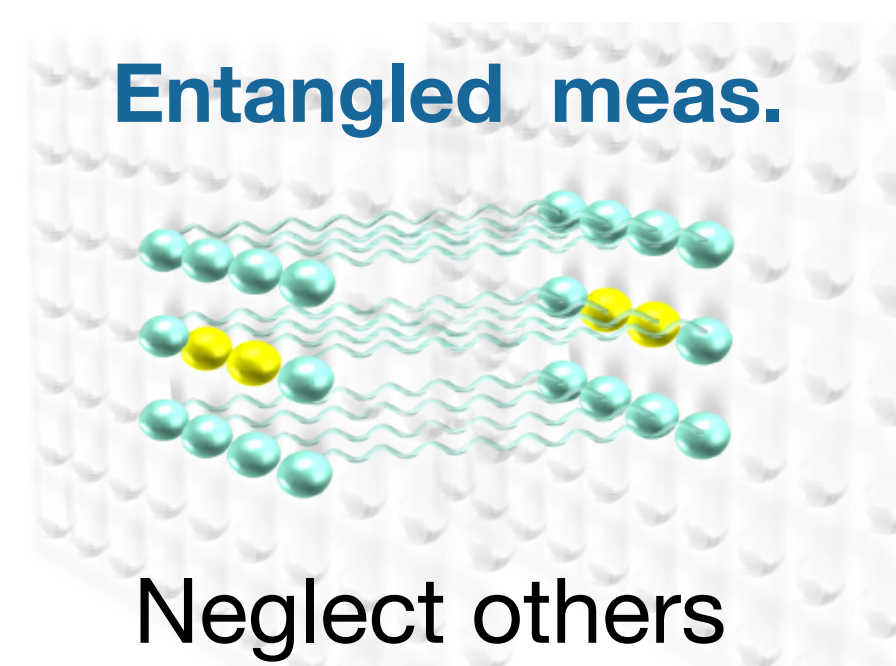
対称性活用による推定の超二乗加速の達成



- ・ 幾何学的な局所性の活用

Gibbs状態の物理量推定コストを指数改善

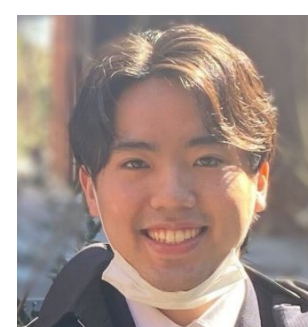
Hakoshima*, ..., [NY*, PRL \(2024\)](#)



Expectation values of LVP:

$$\frac{\text{Tr}_{A+B} \left[(\rho^{(A+B)})^n o_A \right]}{\text{Tr}_{A+B} [(\rho^{(A+B)})^n]}$$

$\rho^{(A+B)}$: reduced density operator on A and B



D1 小泉



特任助教 和田



水上さん



箱嶋さん

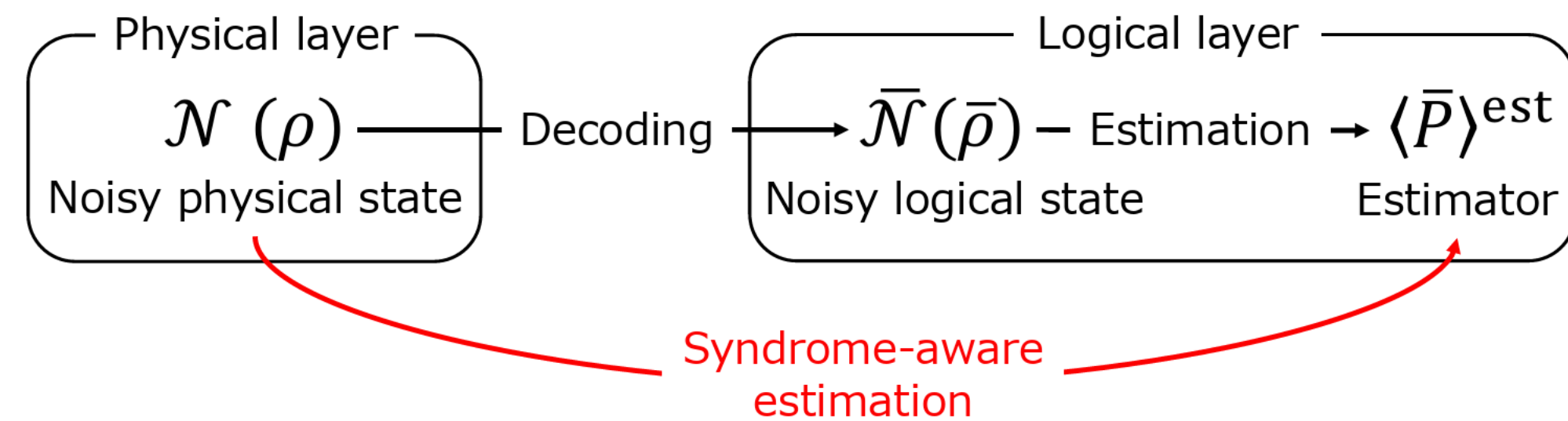
ICEPPの理論チームの取り組み

ノイズの理解と制御

量子ノイズ対抗の総力戦

Tsubouchi, ..., [NY](#), arXiv:2603.05145 [QEC 2026]

シンドローム測定に基づく古典 / 量子推定
量子戦略の指数的な優位性を証明



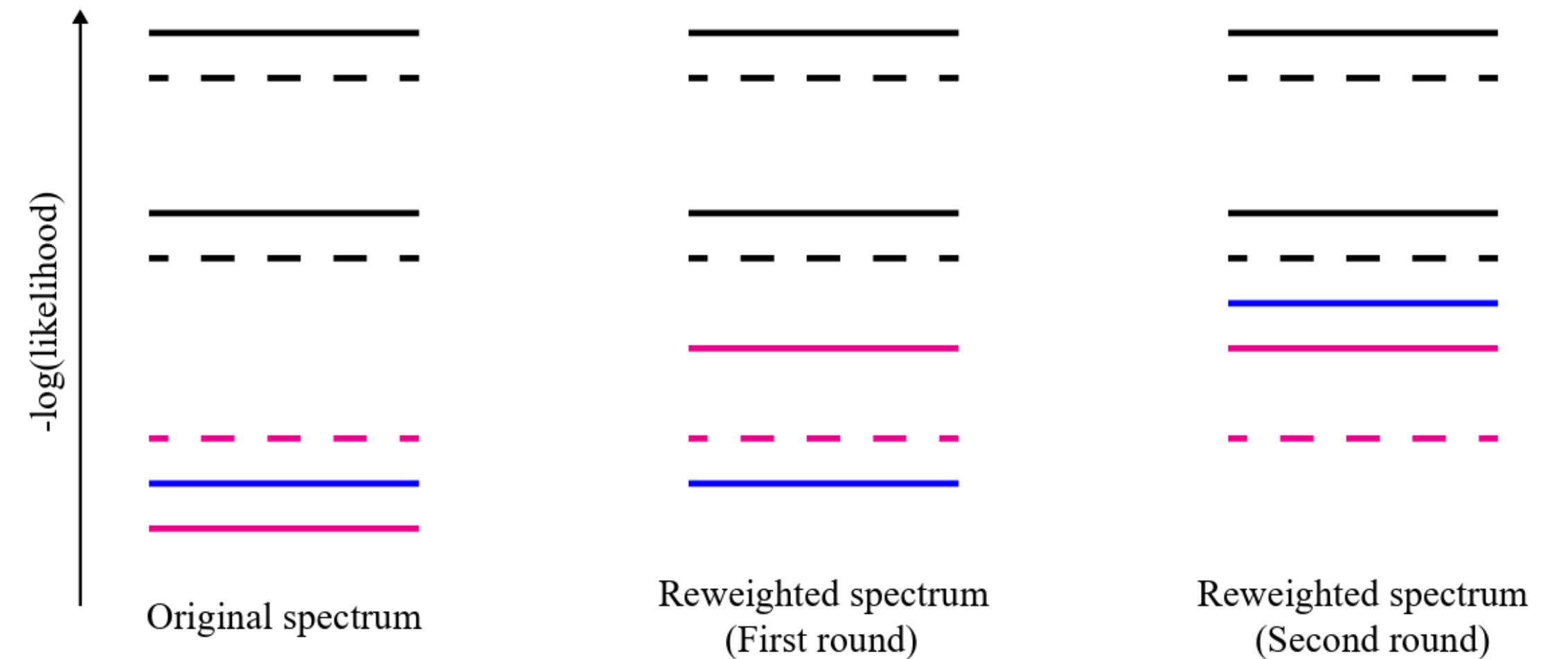
D3 坪内



量子誤り耐性計算のpostselection

Xie, [NY](#), Tsubouchi, Li arXiv:2601.17757

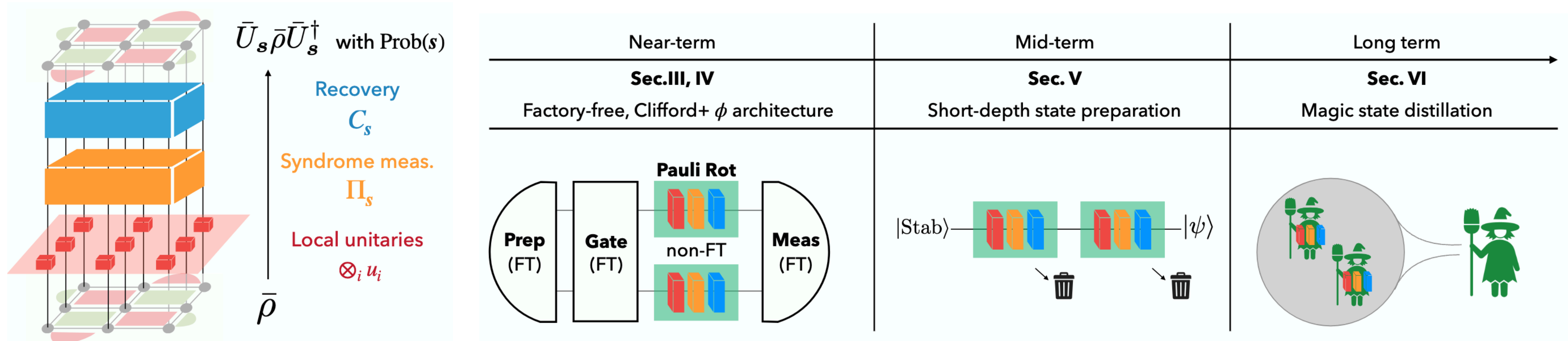
decoder-agnosticかつ効率的なpostselection
[[144, 12, 12]]符号：1%棄却、精度を100倍向上



ICEPP理論チームの取り組み

アーキテクチャ提案 [NY, Seif, Cross, Javadi-Abhari, arXiv:2510.08290](#)

部分的な誤り耐性のみだがfactory-freeかつaddressableなnon-Clifford gateの実装法を提案



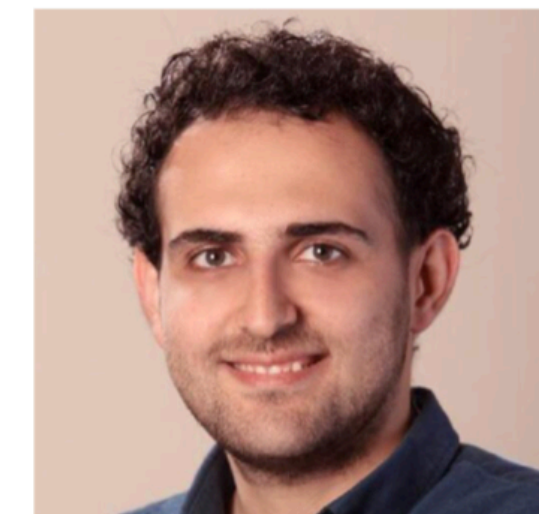
表面符号・qLDPC符号など任意のCSS符号に適用可能



Alireza Seif

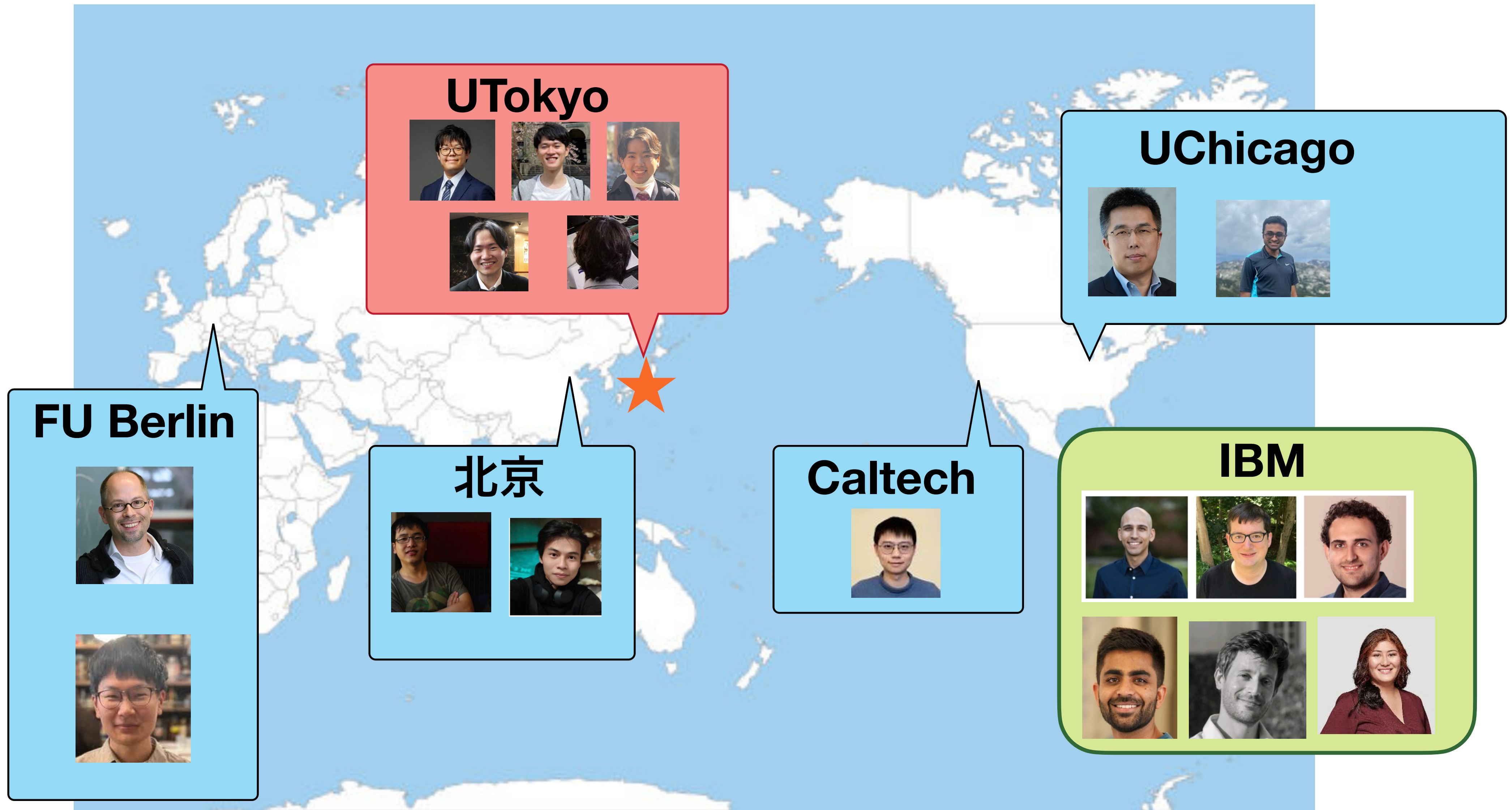


Andrew Cross



Ali Javadi-Abhari

ICEPP理論チームの取り組み



ICEPPで量子ネイティブになりませんか？

- 量子 = 物理・情報・工学・数学の結節点
自然科学にとどまらず、金融・セキュリティ・創薬を含めた幅広い応用
- 修士課程・博士課程を通じた問題解決能力の養成
→ 幅広い進路（金融系・コンサル系・製造業・官公庁・研究職 ...）
- 国際的なトップ環境で切磋琢磨する経験
英語力・コミュニケーション力・忍耐力
- 人類の叡智に貢献する経験