

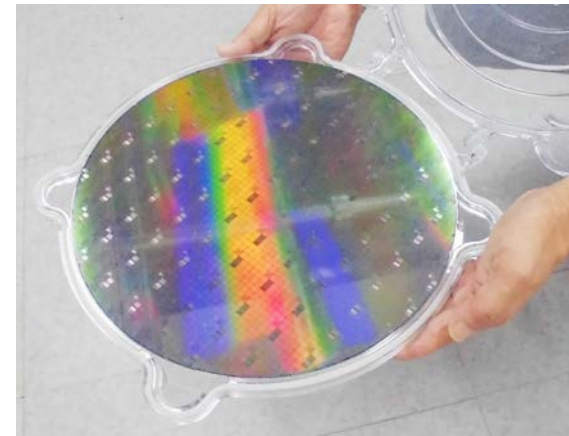
装置：300mm低温自動ウエハプローバー

半導体インタフェース（クライオCMOS集積回路）の検査



販売：Bluefors & AFORE

300mmウエハをそのまま冷却し特性を自動で検査



産総研が世界で4台目(アジア初)を導入

クライオCMOS集積回路とは？

量子コンピュータ及び量子アニーリングマシンのインターフェースの有力候補は**半導体CMOS集積回路**。しかし、**低温下**で動作させる必要があるため、室温で動作する通常の集積回路とは設計が異なる。低温下で動作する集積回路は、**クライオCMOS集積回路**と呼ばれる。（クライオは低温の意味）クライオCMOS集積回路設計には、**低温下でのトランジスタの動作特性**を正しく知ることが重要。

研究開発： ABCIを用いた量子回路シミュレーション

- ABCI上で、GPUを用いた**世界最速の41量子ビットの量子回路シミュレーション**を実施
- NVIDIA合同会社と産総研の共同グループによるABCIグランドチャレンジの成果

大規模な量子計算を試すことができるオープンなクラウド型計算システム

量子アプリケーション
開発者

量子アルゴリズム

従来技術と比較して、
大規模化・高速化を実現

シミュレーション結果

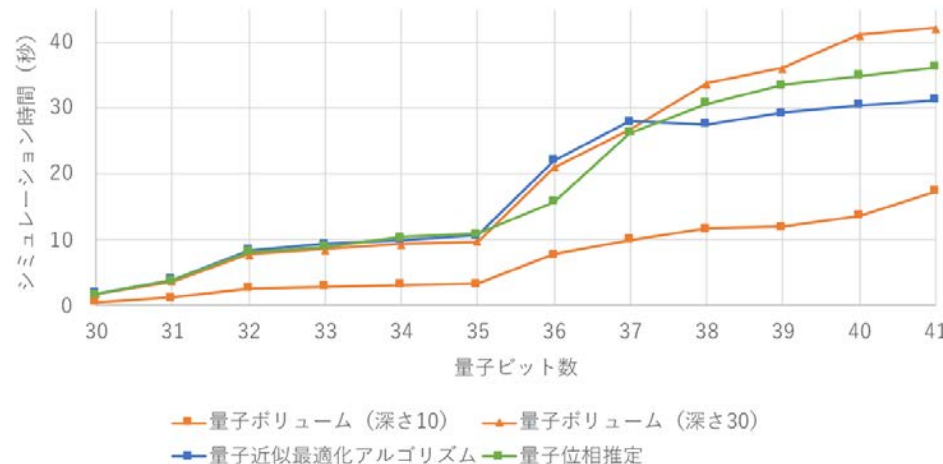
今回実施した量子回路シミュレーション

NVIDIA cuQuantum
アプライアンス

ABCI 計算ノード(A) 64台
(NVIDIA A100 512基)



ABCI



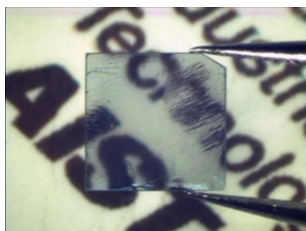
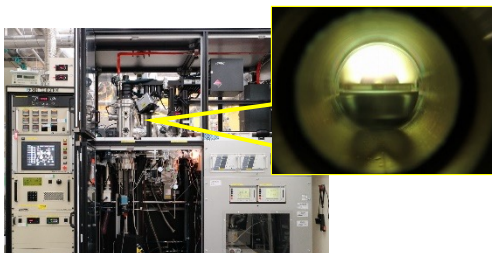
代表的な3種類のベンチマークプログラムで高い性能

開発された量子回路シミュレータはNVIDIAより公開、ABCI上で誰でも利用可能
→ 量子・AIクラウド設置に先行した、量子技術のユースケース開拓に貢献

研究開発：ダイヤモンド量子技術

ダイヤモンドNV中心を用いた量子材料・デバイス開発

量子センサ材料開発

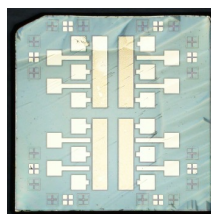


単一NV中心で世界最高感度を樹立
~9.1 nT/VHz @室温 ($T_2 = 2.4\text{ms}$)

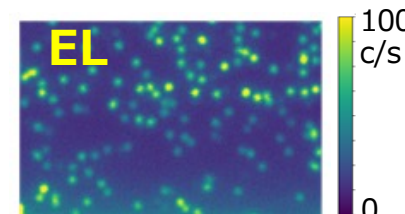
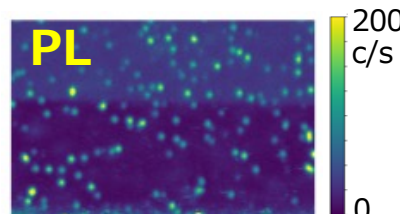
Nature Communication 10 3766 (2019)

量子デバイス開発

PIN接合技術を用いたダイヤモンドデバイス

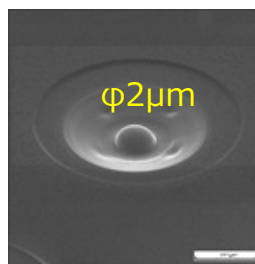


ダイヤモンドPIN接合ダイオード

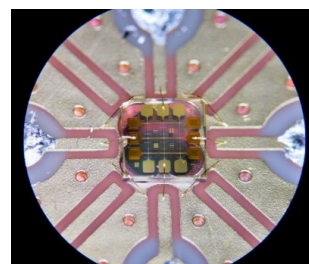


NVの電氣的励起に世界で初めて成功

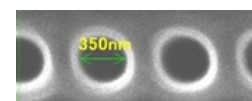
高度な量子操作に向けたダイヤモンド光学構造体



ダイヤモンドレンズ構造



多層配線技術



フォトニック結晶構造

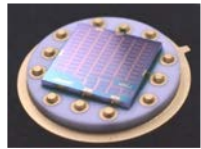
【文科省】Q-LEAP 量子計測・センシング領域 「固体量子センサの高度制御による革新的センサシステムの創出」

【総務省】グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発 量子中継技術 「量子メモリの光リンク技術」

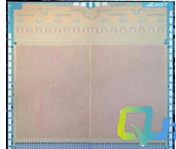
【内閣府】ムーンショット目標 6 「量子計算網構築のための量子インターフェース開発」

研究開発：量子標準技術

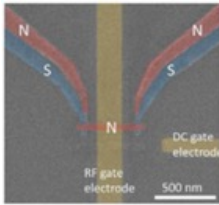
量子電気標準



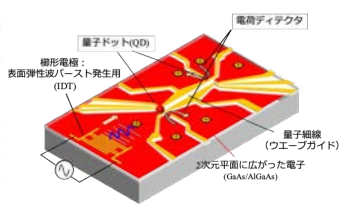
1 M Ω 量子化ホール抵抗素子



10 V ジョセフソン量子電圧素子



単一電子移送素子

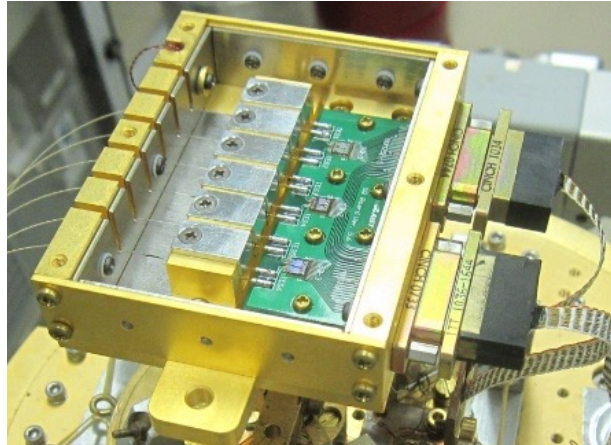


量子電子光学素子

図：産総研の量子電気標準（電圧・抵抗）および単一電子量子移送・操作や量子電子光学のデバイス

- ・ Qufab製量子素子などによる世界最高精度の量子電気標準の確立と維持
- ・ 飛行量子ビットによる量子電子光学の研究：*Phys. Rev. X* 12, 031035 (2022)他
- ・ 基礎・応用研究・産業への橋渡し：*IEEE Trans. Inst. Meas.*, Vol. 71, pp.1-8, *Nat. Phys.* 18, 25-29 (2022), *Commun. Phys.* 4, 267 (2021)プレスリリース (2022/9/7, 2021/12/16, 2021/12/14,)、他アウトリーチ活動

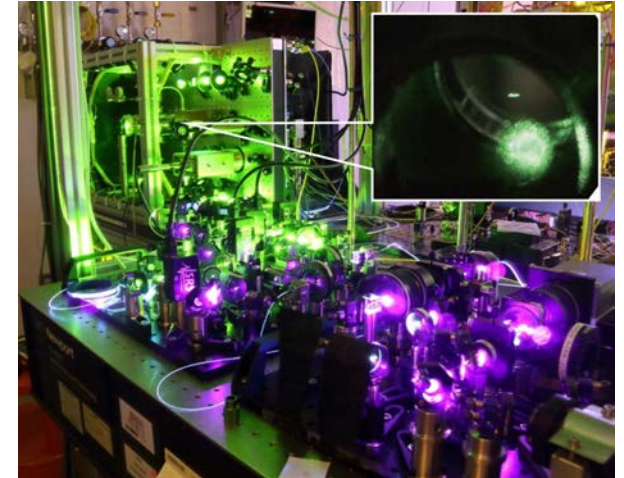
超伝導単一光子検出器



図：産総研の超伝導単一光子検出器/光子数識別器

- ・ 光量子コンピュータの実現に必須な通信波長帯での量子状態の生成に初めて成功 *Nature Photon* 4, 655-660 (2010)
- ・ 単一光子分光計測による低侵襲バイオイメージングに成功 *Front. Bioeng. Biotechnol.* 9, 789709 (2021).
- ・ プレスリリース (2017/4/5)
光子一つが見える「光子顕微鏡」を世界で初めて開発

光格子時計



図：産総研のイッテルビウム光格子時計

- ・ プレスリリース① (2018/9/21)
長期間運転可能なイッテルビウム光格子時計の開発
- ・ プレスリリース② (2020/11/3)
光格子時計の半年間にわたる高稼働率運転を世界で初めて達成
- ・ プレスリリース③ (2022/12/8)
光格子時計とセシウム原子泉時計で暗黒物質の探索に挑む