キャノングローバル戦略研究所・産業科学研究所　シンポジウム
「新産業立国へ」（令和8年11月13日）

SANKEN
大阪大学 産業科学研究所

社会を賢くする

～半導体量子のチカラ～

産業科学研究所　教授・副所長

大岩　顕

社会を賢くする

21世紀の社会は「エネルギー」だけでなく「情報」に支えられている

より賢い社会を実現するには、計算・通信・計測の革新が必要＝量子技術

データ量増大

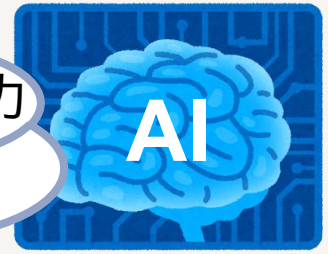






計算量増大

2030年の世界のデータセンター消費電力
一兆kWhに到達見込み
（日本の年間総発電量に匹敵）
(Energy supply for AI - Energy and AI - IEA)



AIサイバー攻撃
偽情報・ディープフェイク



通信量増大





誤情報

より依頼の情報多くの情報より良い意思決定を行良い意思決定を行う

社会を賢くする＝データを増やすことではなく、価値ある知識を生み出すこと

量子とは

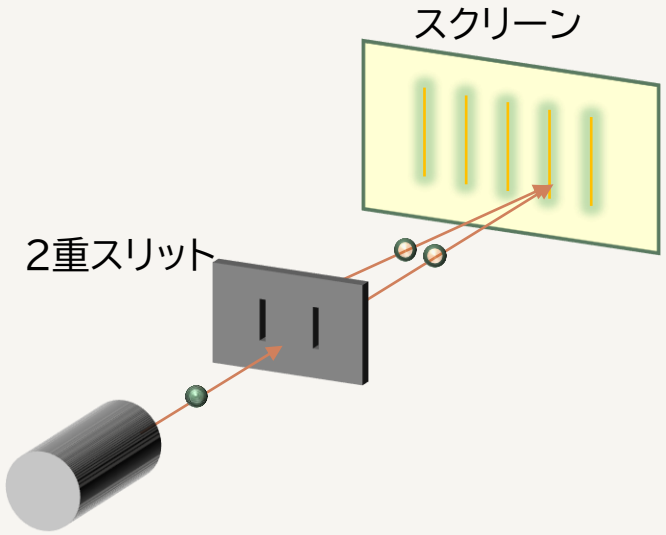
原子、電子、素粒子、陽子、中性子などミクロな世界（古典物理学の破綻）

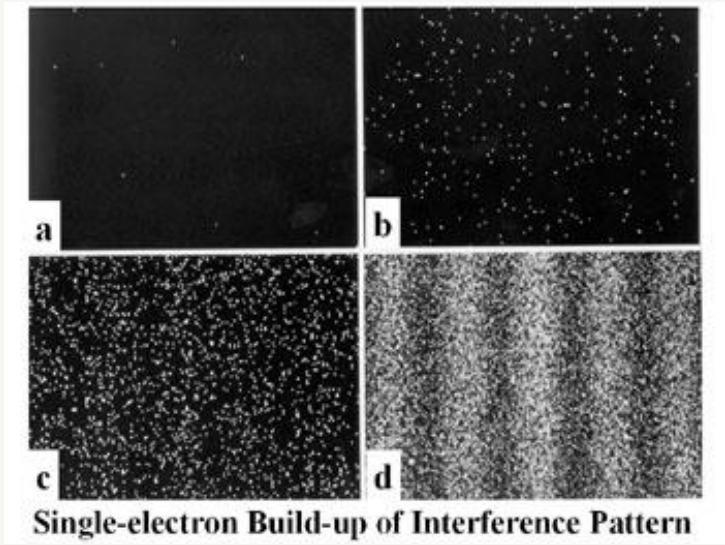
量子力学の成立
ハイゼンベルグ(1925)
シュレーディンガー(1926)

INTERNATIONAL YEAR OF
Quantum Science
and Technology

量子力学の成立から100年

単一電子版ヤングの2重スリットの実験





粒子でもあり波でもある

物質の性質の理解やトランジスタ、レーザを代表とする様々なデバイスの発展に利用

量子技術とは

古典的には使えなかった自然（量子）の法則を情報処理に利用する技術

「電気回路におけ巨視的トンネル効果とエネルギー量子化の発見 」



2025年ノーベル物理学賞

量子技術の3つの柱

量子コンピュータ：従来コンピュータでは解くことが不可能な計算を解く

量子通信：原理的に盗聴を検知できる通信

量子センシング：高感度・高次元データの計測

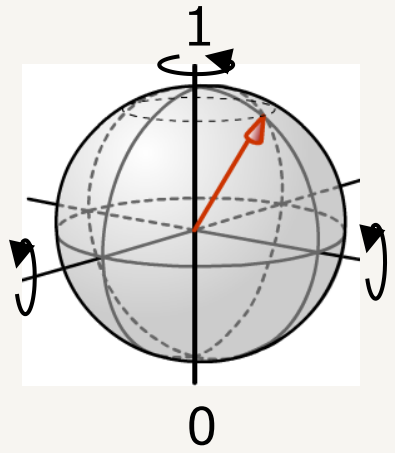
量子ビット

1ビット

0 または 1

1量子ビット(重ね合わせ)

0と1を同時に表現



nビットは2^n個の数を表現できる：000…000、000…001、…、011…111、111…111

nビット

2^n個の数のどれか1つ

n量子ビット

2^n個全てが重ね合わせ

測定をすると重ね合わせの状態でも結果は0か1

量子もつれ

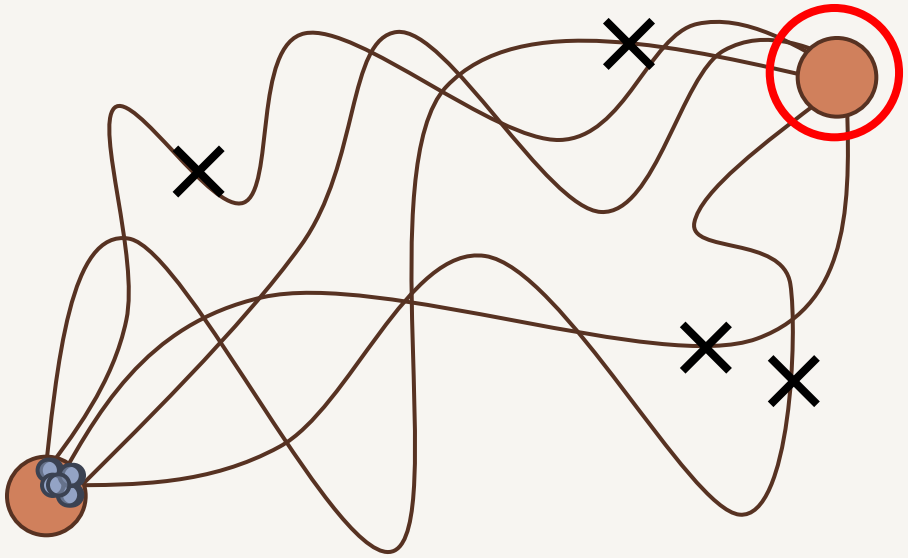
多数の粒子で1つのシステムを作る





2022年ノーベル物理学賞

量子コンピュータ



量子もつれ

量子アルゴリズム(ほしい答えだけを与えるプログラム:量子干渉)が必要

解くことが困難な問題(計算量が膨大な問題)を解くことができる。

※どんな問題でも解けるわけではない

自然現象そのものをシミュレートし、新しい材料や薬を生み出す

応用

- 化学・触媒(例　アンモニア合成触媒)
- 創薬
- 材料開発(次世代半導体・電池など)
- 最適化問題・金融・素因数分解

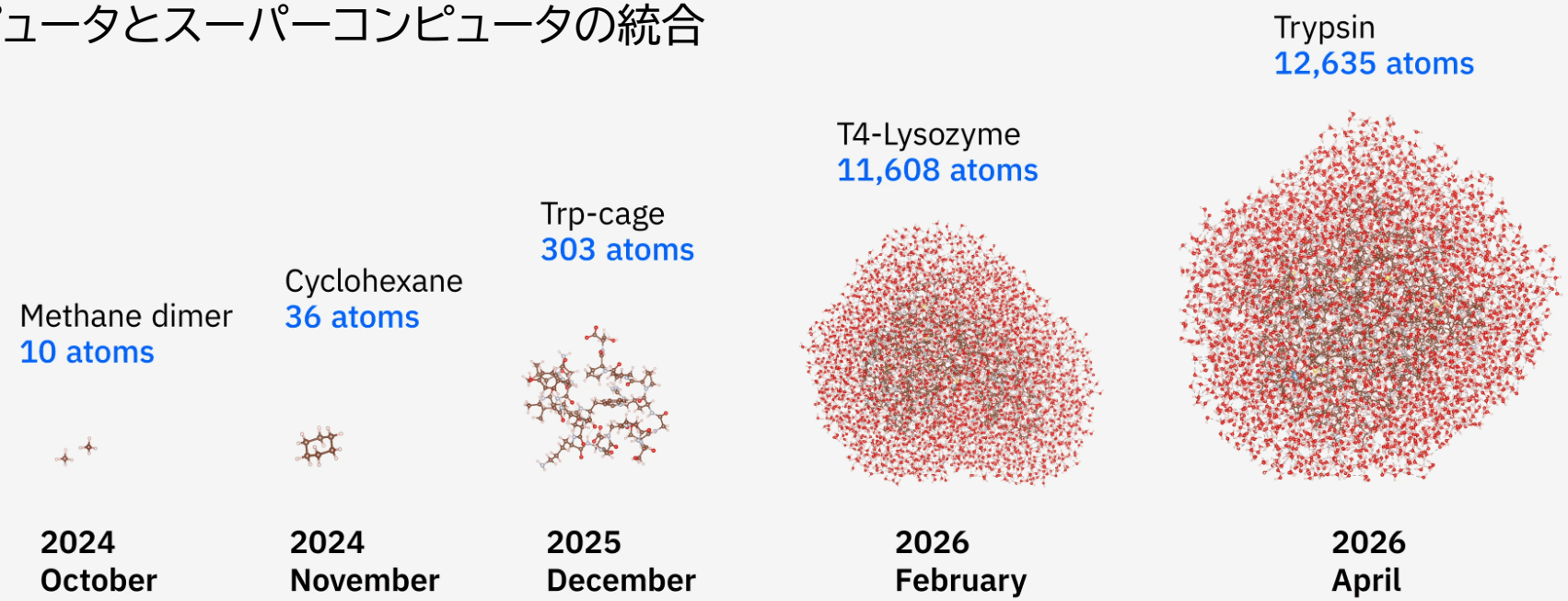
など

量子中心のスーパーコンピューティングを用いて12,635原子からなるタンパク質複合体をシミュレート

arXiv:2605.01138

クリーブランドクリニック、理研、IBMが12,635原子からなるタンパク質複合体をシミュレート

量子コンピュータとスーパーコンピュータの統合



ACMゴードン・ベル賞最終候補

将来、従来のコンピュータでは不可能な化学物質の物理的特性を予測できる能力

量子通信・量子センサ

量子鍵配送（Quantum Key Distribution: QKD)

盗聴不可能な暗号鍵を量子の性質で生成

東芝、NICTなど



TOSHIBA HPより

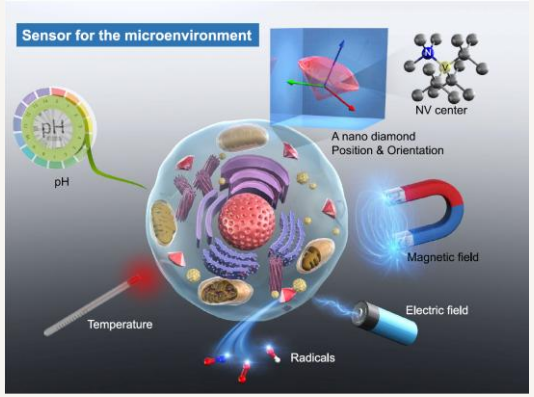
- 10dB口スあたり300kb/s
- 90～150km

半導体技術でチップ化

量子インターネット（2040～）

- 量子コンピュータ接続（量子もつれ）による クラウド計算
- 分散量子センシング
- 量子中継技術が課題

ダイヤモンドNV中心による生体計測



細胞内の位置、方向、磁場、電場、自由ラジカル検出、温度、pH測定など
Progress in NMRS 134–135 (2023) 20–38

量子もつれを利用した高感度測定

慣性航法

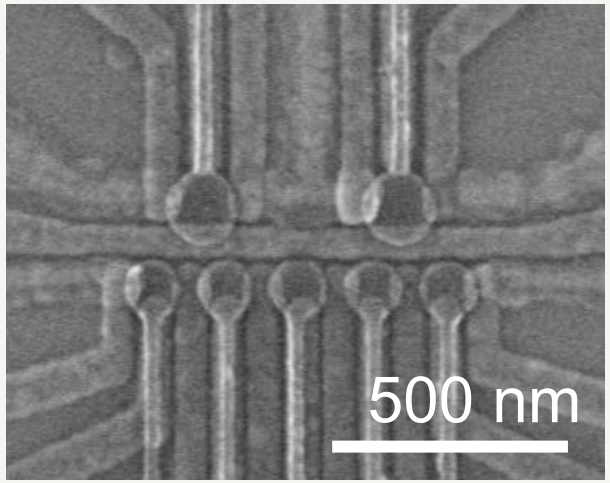
- GPSを使わない自律航法
- ド・ブロイ波（原子）を使った超高性能ジャイロスコープ

半導体量子

超伝導回路、中性原子、イオン、光、半導体が量子ビットの候補

量子コンピュータ開発の課題
　量子ビットは脆弱＝誤り訂正が必要
　現状：超伝導量子ビット150～1000ビット、中性原子1000ビット＝＞将来100万量子ビット以上が必要

半導体量子ビット



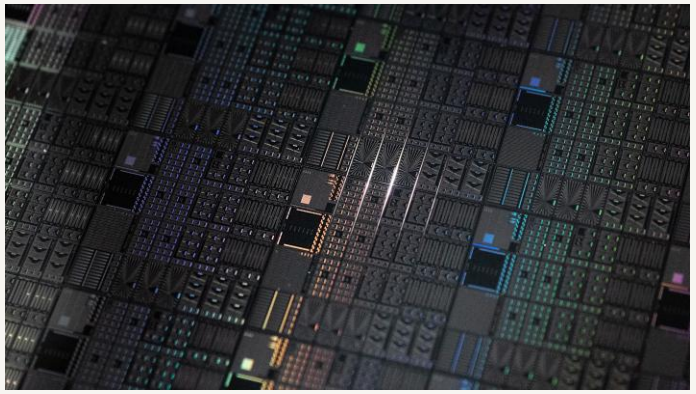
半導体量子ビット　≈　トランジスタ

スピン（電子が持つ磁石の性質）を使う

シリコンが主流

圧倒的なスケールアップの可能性（集積化）

現代のCPUには100億を超えるトランジスタ



Physical qubits for quantum computing | imec

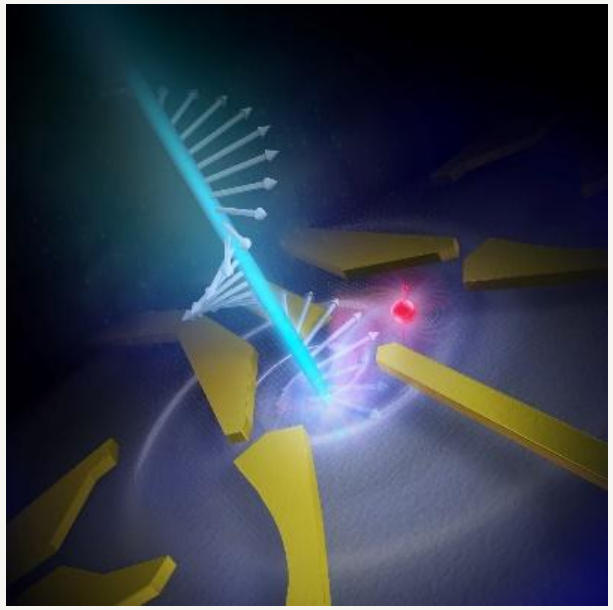
18量子ビット（HRL Nature 655, 1154 (2026)）
Intel, imec, CEA, 日立, Dirac, Quobly,
Quantum motionなど
世界的半導体企業やスタートアップが参入

光通信デバイス・光集積回路

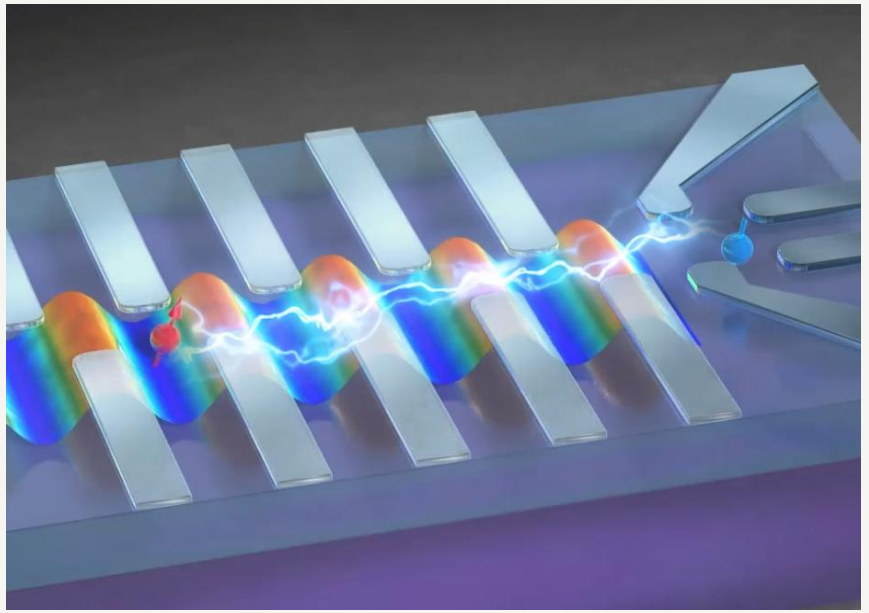
量子システム創成研究分野の研究

1. 光子－スピン量子状態変換に基づく量子ネットワークの研究開発

2. シリコン量子ビット大規模集積化のための中距離結合技術



光子ースピン量子インターフェース
光子偏光から電子スピンへ量子状態を転写



中距離量子状態結合
離れたSi量子ビットを結合

国際標準化

cea leti
imec
RIKEN
NYU
RUB
TU Delft
Institute of SCIENCE TOKYO
東京大学 生産技術研究所 Institute of Industrial Science, The University of Tokyo
MOONSHOT RESEARCH & DEVELOPMENT PROGRAM
国立研究開発法人 科学技術振興機構 Japan Science and Technology Agency

まとめ

AI社会をより良くするため

半導体量子が創る新しい価値





より賢く

量子コンピュータ

より安全に

量子通信

より正確に

量子センシング

半導体量子技術が計算・通信・計測のすべてを高度化しながら、
安全で信頼できる社会基盤を作る