

量子光エレクトロニクス研究室

～研究内容編～

*Quantum Opto-Electronics
Hayase Lab, KEIO Univ.*

光量子物理・量子技術の実験研究がしたい人は早瀬研へ！



INTERNATIONAL YEAR OF
Quantum Science
and Technology

2025年は記念すべき国際量子科学技術年！

ノーベル物理学賞も量子コンピュータ関連研究に
与えられました！

量子コンピュータや量子センサ、量子通信に直結
する実験をしたい人は、是非早瀬研へ！

量子光エレクトロニクス研究室（早瀬研究室）

2026年度メンバー（予定）

教授：1名 特任講師：1名

博士：3名 修士：7名 学部：5名？



物理好きでやる気のあるメンバーが揃っています！
研究生活を充実させたい人、是非早瀬研へ！



<https://www.appi.keio.ac.jp/hayase/>



@hayaselab



https://www.instagram.com/keio_hayase_lab/



（教員宛） hayase@appi.keio.ac.jp

（学生担当者宛） hayase-lab-student@gmail.com

見学や質問・相談など
いつでも受け付けます！
メール下さい！

YouTube（2025年）



YouTube



実験の様子や学生インタビューを視聴可能！

2026学部案内



M1田上君がインタビューに登場！

ホームページ



X



インスタ



説明見学会に是非来て下さい！

難しい分だけやりがいのある量子。
研究室に入ってから勉強すれば大丈夫！
未来を変える量子技術と一緒に実現しましょう！

- ✓ 量子や光の研究に興味のある人
(理論・実験どちらもやれます！)
(プログラミングや制御好き歓迎！)
- ✓ 学会発表・論文発表したい人
- ✓ 人に伝える・伝わる力を磨きたい人
- ✓ 研究を通して成長したい人

2026年度メンバー (予定)
教授：1名 特任講師：1名
博士：3名 修士：7名 学部：5名？

学生が運営。
教員は中身をみないので
なんでも相談下さい。

- ・説明見学会に参加希望
- ・他の日に見学や相談希望
- ・その他質問や相談のある方

Googleフォームへ 



11/6(木)・11/11(火) 3限 説明見学会

13:00 26-310Bに集合

研究室説明 + 実験室見学 + 相談会 (途中抜け可)

Googleフォーム登録推奨 (登録なし飛込も歓迎)

11/19(水) 午後 研究室分け説明会

厚生棟会議室 (教員 + 学生) いつでも歓迎！

教員説明：13:30～, 15:00～, 16:30～ (各回10分)

26-310B (学生のみ) いつでも歓迎！

11/20・21・25・26 午後 オープンラボ

13:00-16:00 26-310B

事前連絡不要。相談・見学などいつでも気軽にどうぞ！

量子革命2.0～“量子”の力で未来社会を切り拓く～

科学として重要かつ面白い！

2022年 ノーベル物理学賞

非線形光学・量子光学 ▶ 量子もつれ光子

ノーベル財団



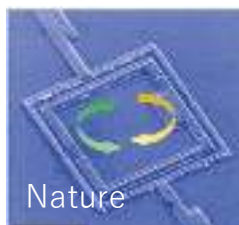
Q-LEAP



EPRパラドックスに決着

2025年 ノーベル物理学賞

超電導回路 ▶ マクロな量子コヒーレンス



Nature



IBM



早瀬研OB

量子コンピュータ実現へ

古典限界を超える革新的な技術が実現可能に！

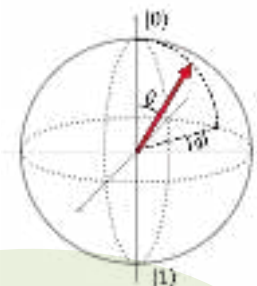
量子コヒーレンス（重ね合わせ状態）を活用

量子技術
3つの柱

量子計算

量子センサ

量子通信

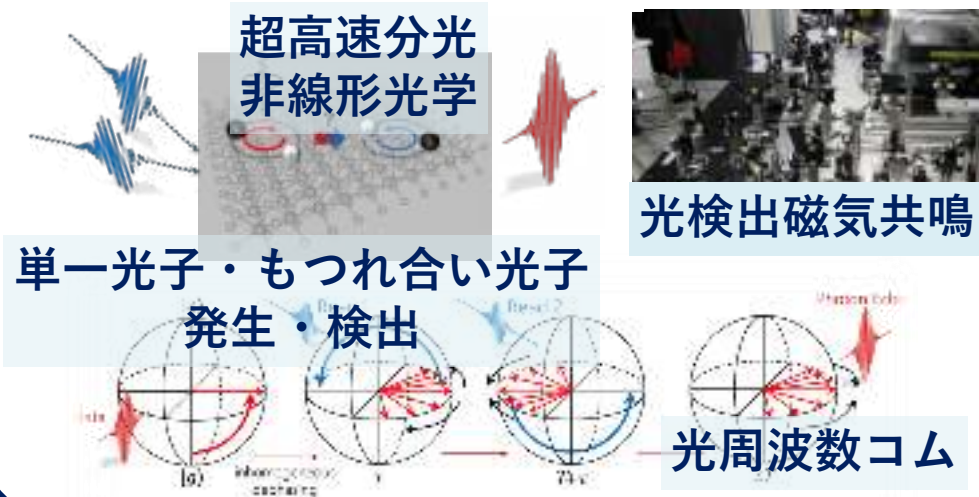


量子力学 量子光学 非線形光学 情報科学
基礎学理 材料・物性 エレクトロニクス
基盤技術 フォトニクス スピントロニクス

✓ 量子革命の鍵となる“量子コヒーレンス”と“量子もつれ”を
使った実験をしたい方は是非早瀬研へ！

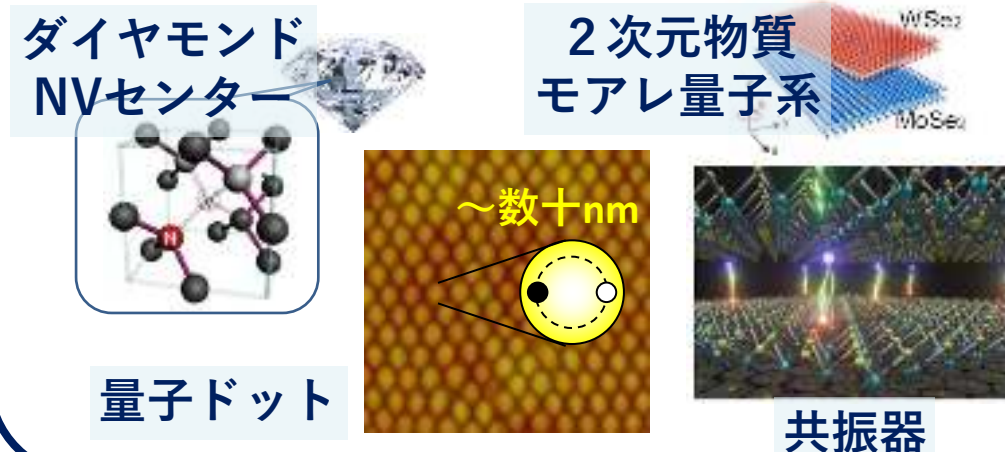
研究テーマ～量子の基礎から応用まで幅広いテーマ～

光技術



光と物質の
コヒーレント
な相互作用

半導体ナノ構造 (固体量子ビット)



光子と電子の量子状態
(量子コヒーレンスや量子もつれ) を制御・活用

▶ 新しい量子物理の解明と革新的量子技術の開発

✓ 光量子物理・量子技術の実験研究は早瀬研へ！

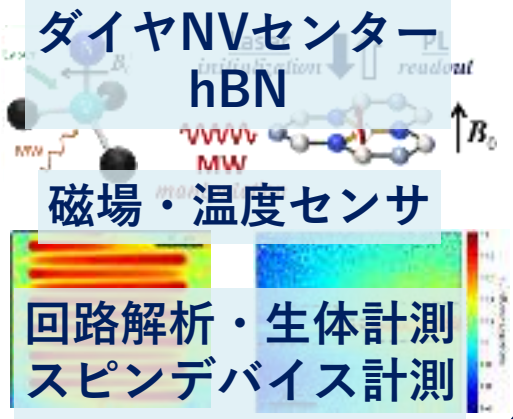
研究テーマ～量子の基礎から応用まで幅広いテーマ～

量子センサ

ダイヤNVセンター
hBN

磁場・温度センサ

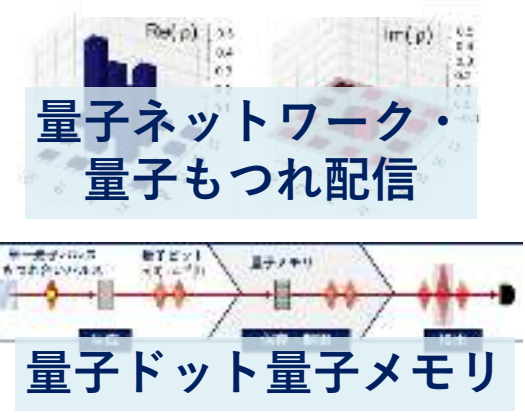
回路解析・生体計測
スピンデバイス計測



量子通信

量子ネットワーク・
量子もつれ配信

量子ドット量子メモリ



量子計算

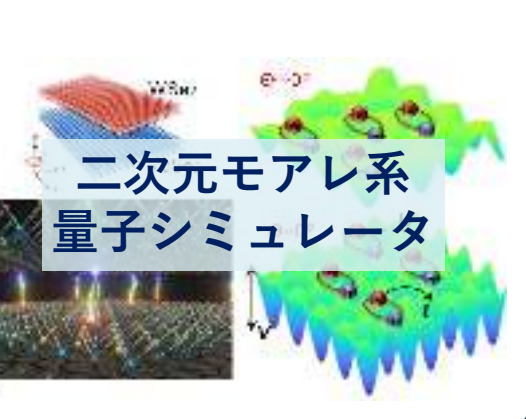
クライアント 量子デバイス サーバー (クラウド・サーバー)

ブラインド量子計算



量子シミュレータ

二次元モアレ系
量子シミュレータ



光技術×半導体ナノ構造（固体量子ビット）
量子コヒーレンスや量子もつれを制御・活用

量子光学

超高速
光量子制御

Cavity QED

もつれ合い制御
量子トモグラフィ

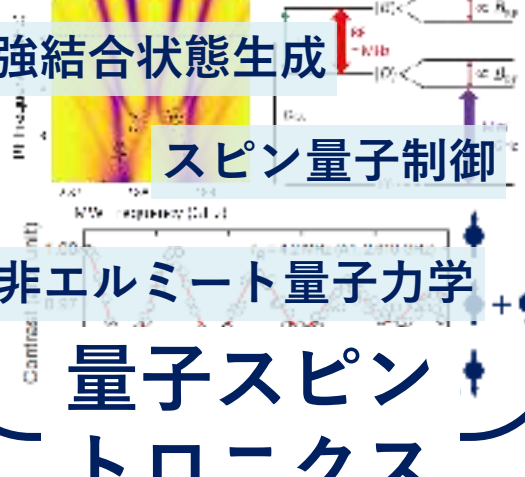


量子スピントロニクス

強結合状態生成

スピン量子制御

非エルミート量子力学



ナノ構造作製・ナノ物性

量子ドット成長

ダイヤ成長・微細加工

光共振器作製

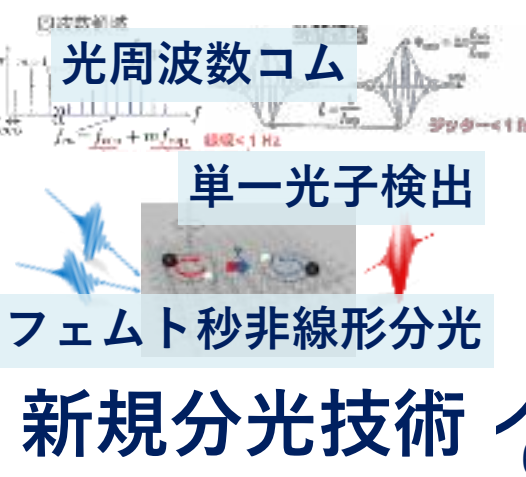


新規分光技術

光周波数コム

単一光子検出

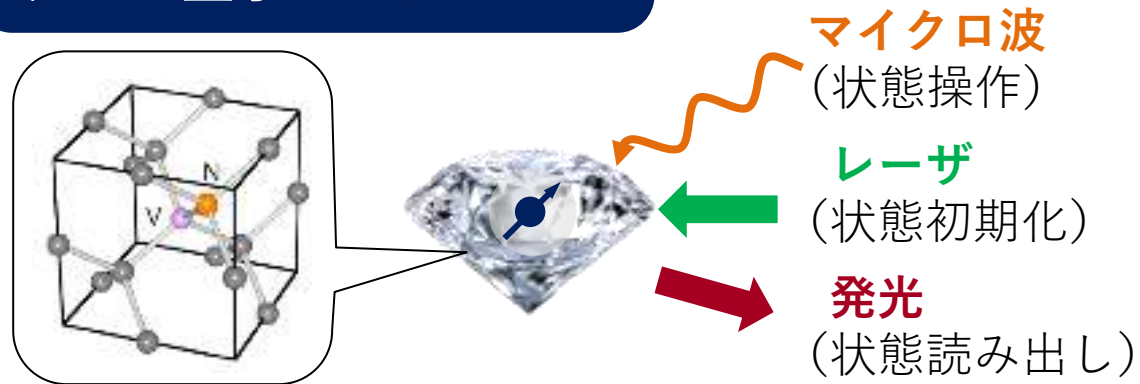
フェムト秒非線形分光



ダイヤモンドNVセンターを用いた量子センサ

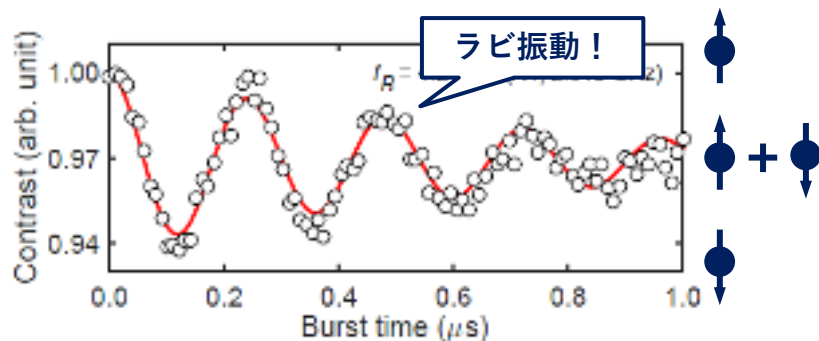
電子スピンの量子状態を用いて古典センサでは測れなかったものを測る

ダイヤ量子センサとは？



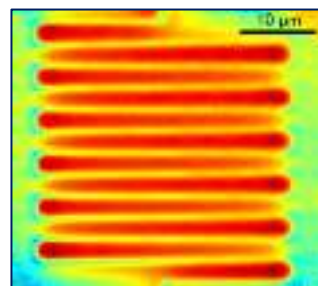
スピン重ね合わせ状態
(量子コヒーレンス)
を制御・測定

・ ミクロな領域の
磁場・電場・温度
を高感度に測定.



磁場・温度イメージング

量子状態制御法の開発. 量子力学の解明・追究.

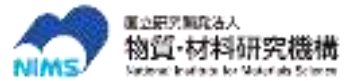


- ・ 回路検査, 電磁場計測, 医療診断など幅広い分野への応用.
- ・ 物性計測などにより基礎物理の発展に寄与.

✓ 大型プロジェクト参画・共同研究先多数



光・量子飛躍フ
ラッグシッププロ
グラム(Q-LEAP)

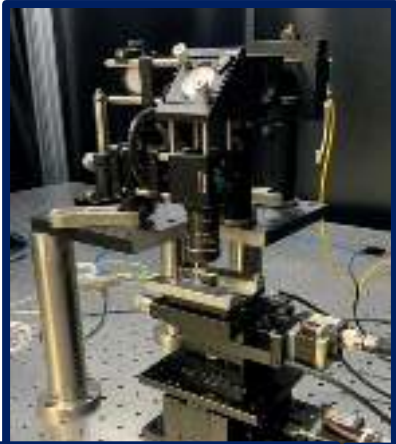


✓ 量子力学の基礎も応用もどちらも研究できます！

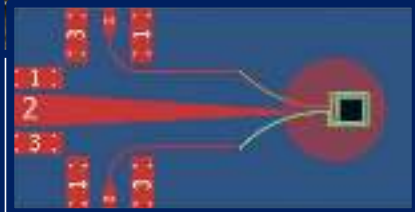
ダイヤモンドNVセンターを用いた量子センサ

電子スピンの量子状態を用いて古典センサでは測れなかったものを測る

装置構築



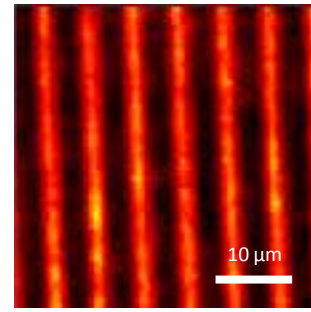
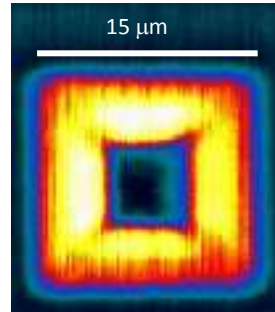
- ・ 光学系設計
- ・ 高周波回路設計
- ・ アンテナ設計
- ・ プログラミング



ダイヤモンドサンプル作製

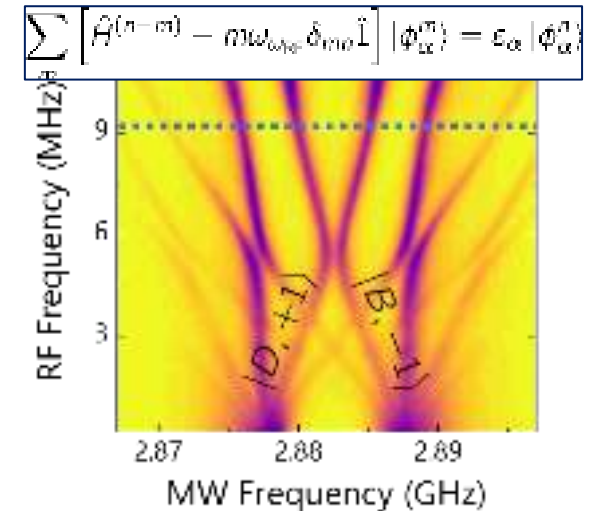


- ・ ダイヤ成長
(同位体制御)
- ・ ダイヤ加工
(位置・配向制御)
- ・ 物性物理



量子物理・量子力学

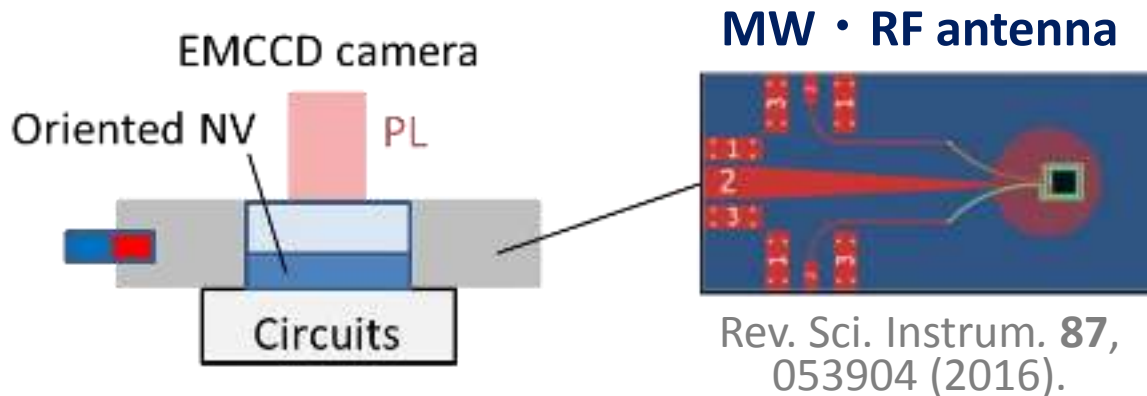
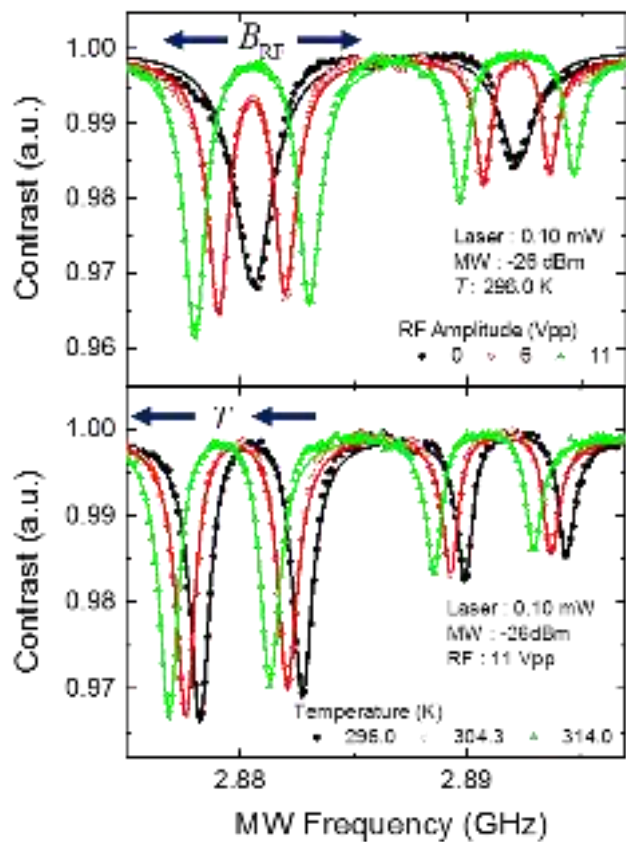
- ・ 量子状態制御
- ・ 量子物理・量子力学の解明



- ✓ 物情での学び（量子力学，物性，制御，回路，信号処理など）をフル活用
- ✓ 自分の興味に合わせたテーマ選定。量子，物性，制御，すべて研究対象！
- ✓ AIや機械学習など情報科学と量子との融合研究に興味ある方歓迎！

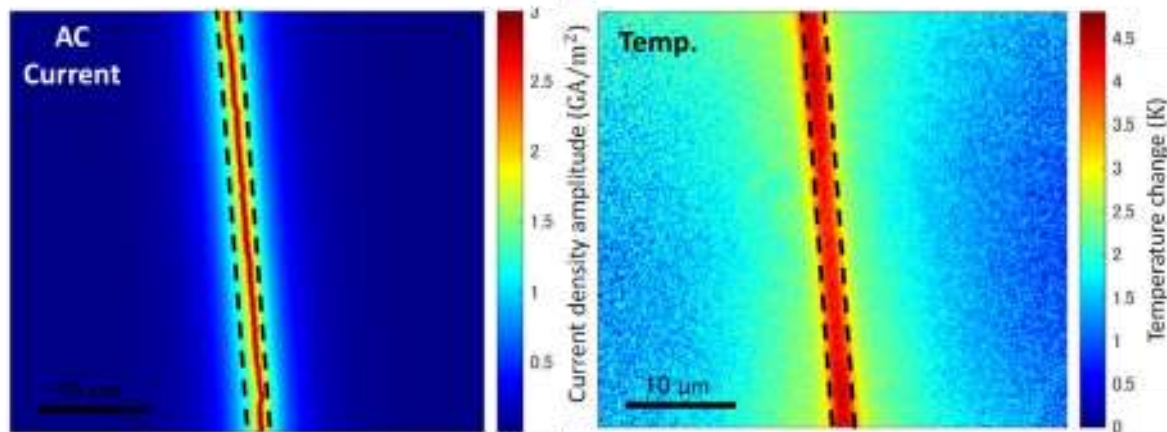
ダイア量子センサの微細回路イメージングへの応用

連続波－二重共鳴スペクトル測定による交流磁場と温度の同時イメージング



板橋君 (M2)

- QI2024 Young Poster Award
- 2024 NQC 探索型人材育成 次世代PJ RA
- NICT RA
- SIP RA



長尾君 (B4)

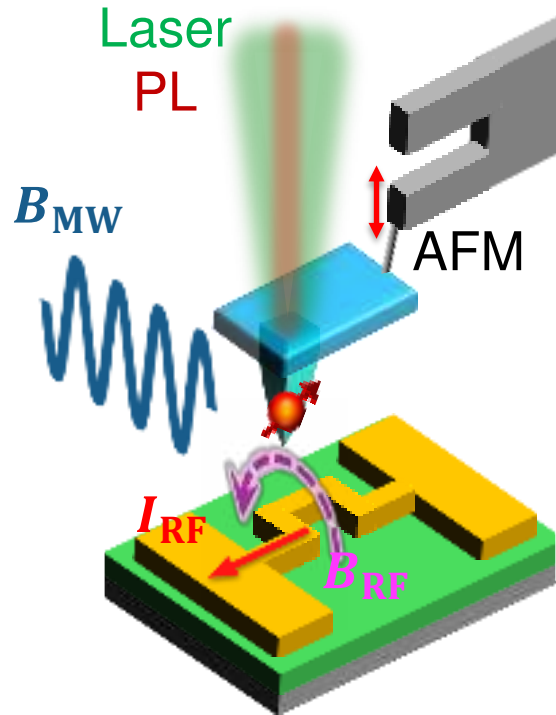
- フォトリソグラフィ ショップ ポスター発表

- ✓ ダイア電子スピンと光子との強結合状態を用いた独自の量子センサを開発
- ✓ マイクロスケール微細回路の電流と温度の可視化に世界で初めて成功
- ⇒ 回路計測・解析への応用. ミクロな領域の熱流解析への応用.

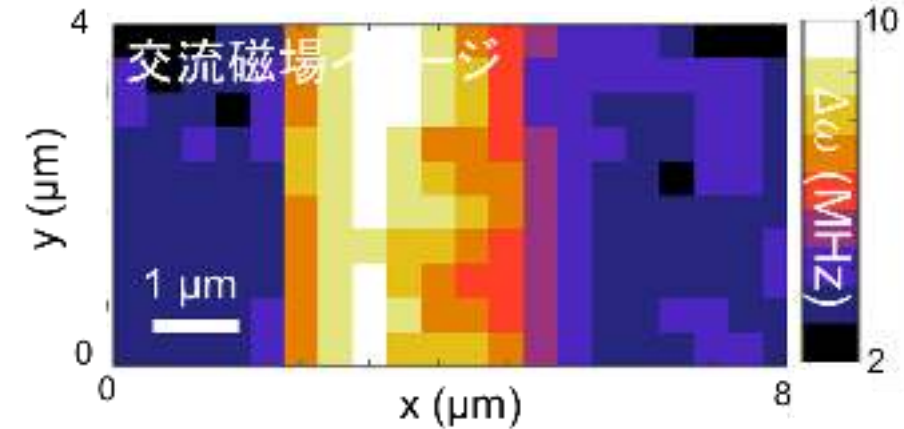
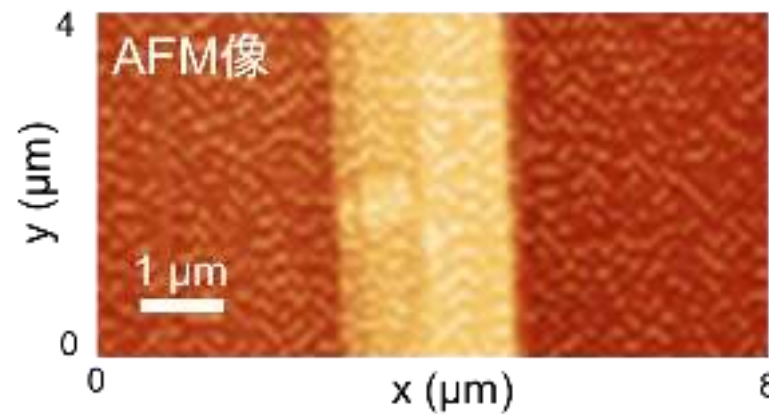
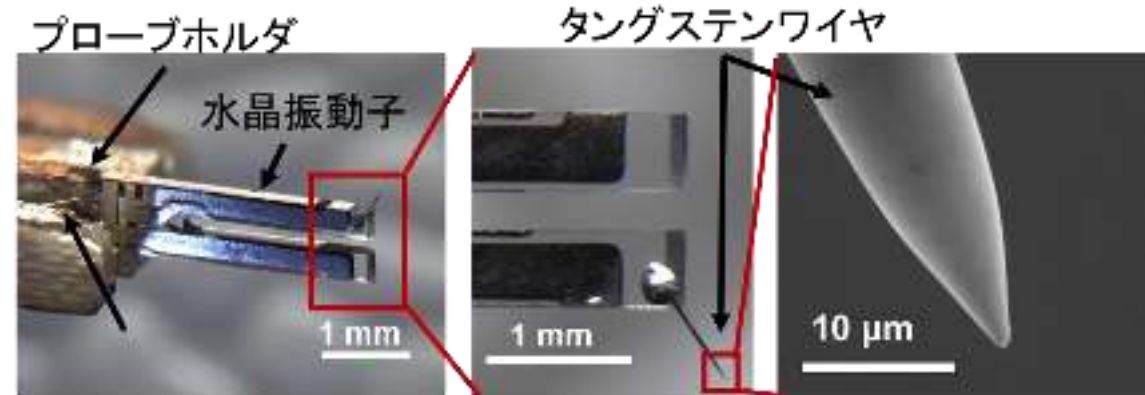
ダイヤモンド量子センサ走査型顕微鏡の開発

ナノスケールの情報（構造・磁場・温度）を可視化

ダイヤモンド中窒素空孔中心（NVセンター）
× 原子間力顕微鏡（AFM）



装置・プローブ
を自作！



✓ 電子スピン二重共鳴を用いた独自のセンシング手法を実装。プローブから装置まで自作
⇒ 連続波によるMHz交流磁場イメージングを初実証・温度イメージの同時取得も可能に！

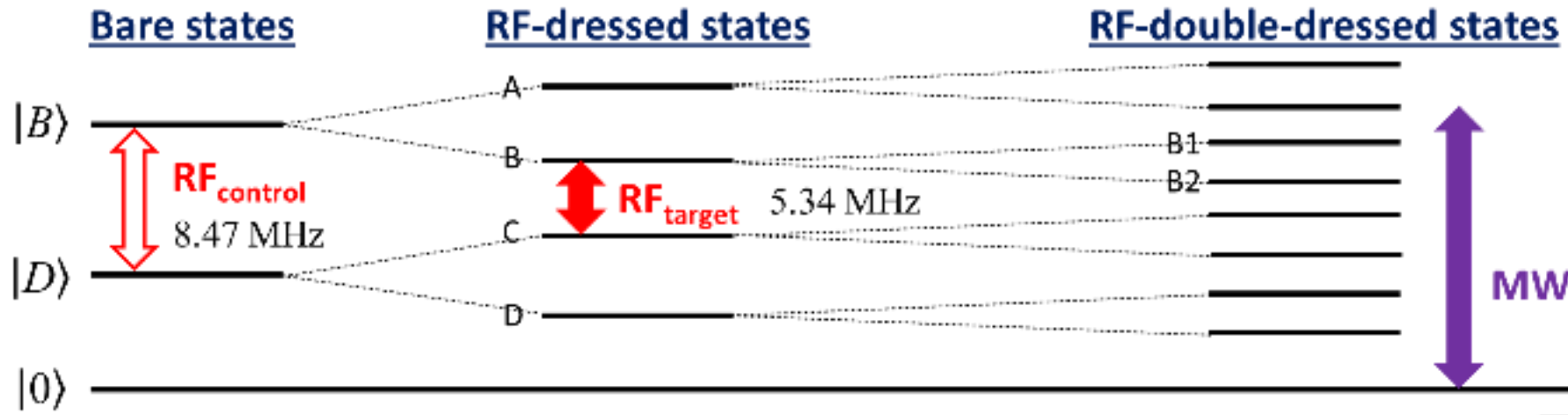


小室君 (M1)
2025春応物
Poster Award
次世代PJ RA
SIP RA



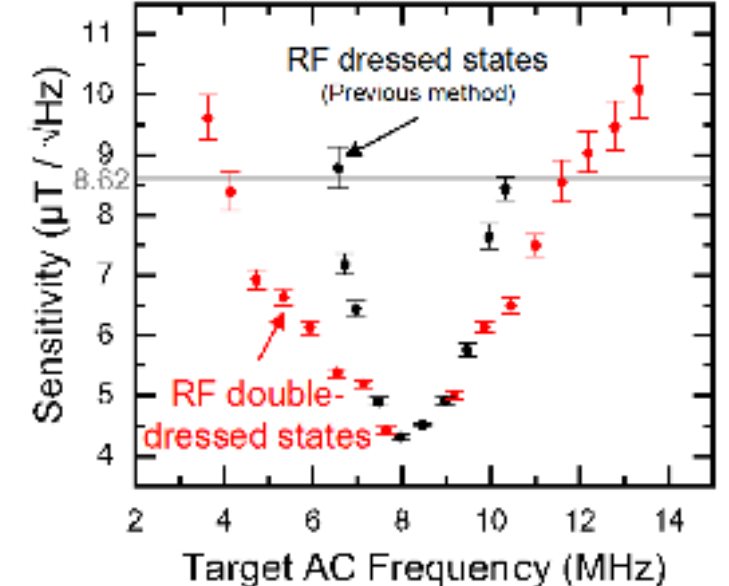
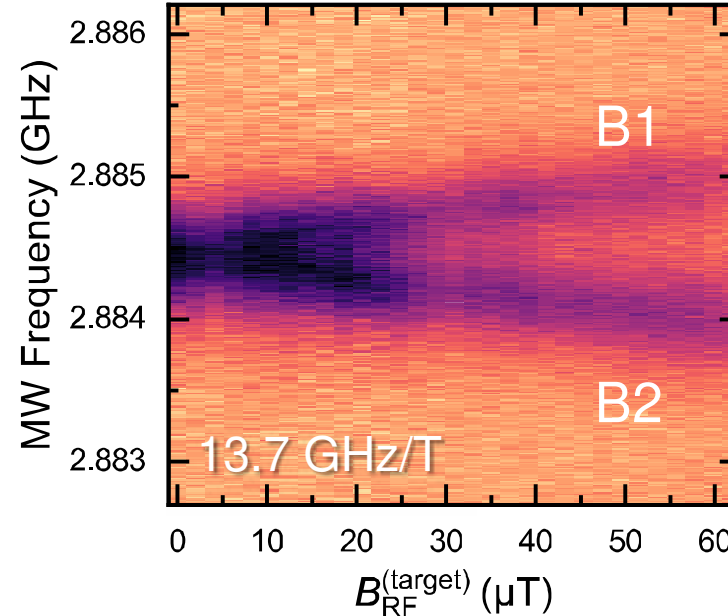
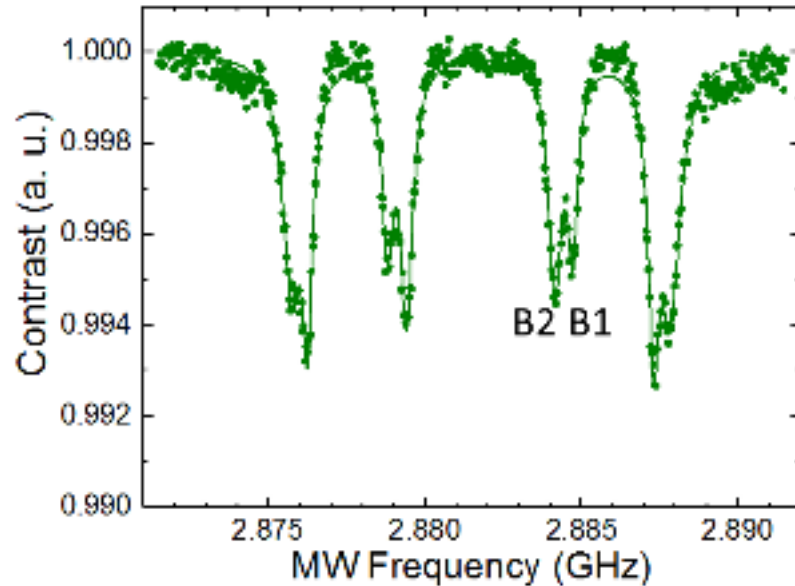
電子スピン-光子の強結合状態による量子磁場センサの新規開発

電子スピン三重共鳴励起による周波数可変交流磁場センサ



岡庭君 (D2)

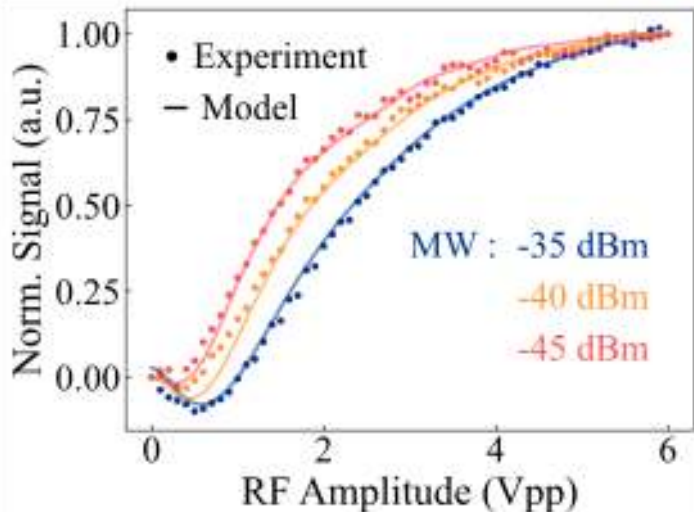
- 学振DC1
- 優秀卒論賞
- 優秀修論賞
- 2023 NQC 探索型人材育成
- NEC C&C研究員
- 次世代PJ RA
- NICT RA



ダイア電子スピンと光子のコヒーレント相互作用解明とセンサ応用

Lindbladマスター方程式による電子スピン集合体の量子状態ダイナミクスの解析

$$\frac{d\rho}{dt} = -\frac{i}{\hbar}[H, \rho] + \sum_i \left(L_i \rho L_i^\dagger - \frac{1}{2} \{ L_i^\dagger L_i, \rho \} \right)$$



^{14}N 核スピンとの相互作用, 電磁波との相互作用, 緩和, 歪電場分布などを考慮

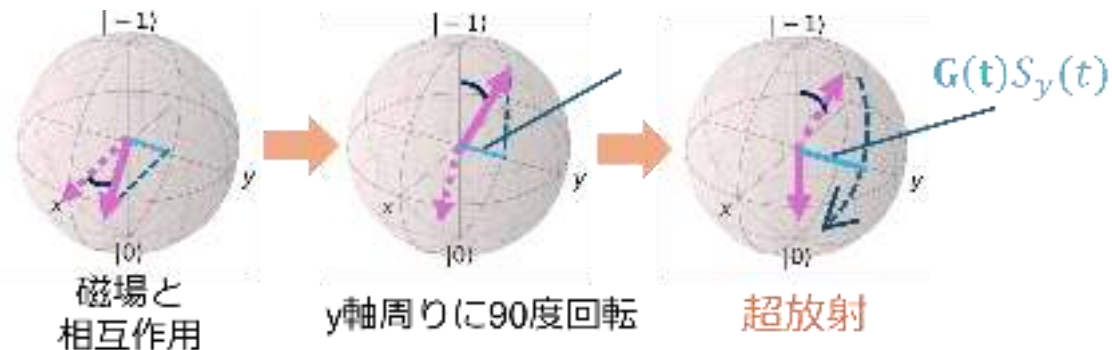
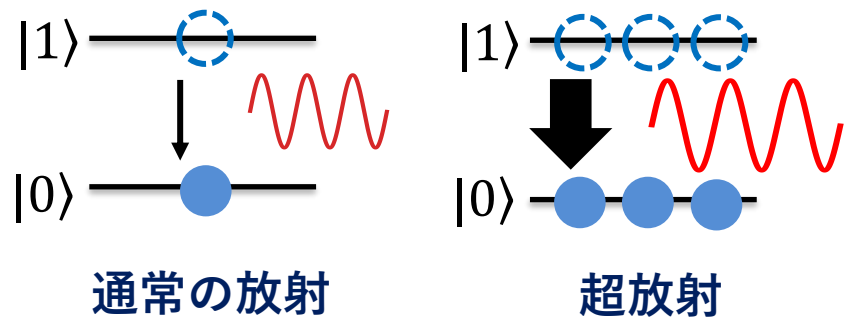
✓ 二重共鳴信号の高精度な再現に成功



鈴木君 (D1)

- ✎ Keio SPRING
- ✎ ASPIREプログラム
デンマーク短期留学
- ✎ CREST RA
- ✎ 次世代PJ RA

電子スピン超放射に基づく量子センサの新原理開拓



佐久間君 (B4)

✓ 磁場センサ・pHセンサへの応用

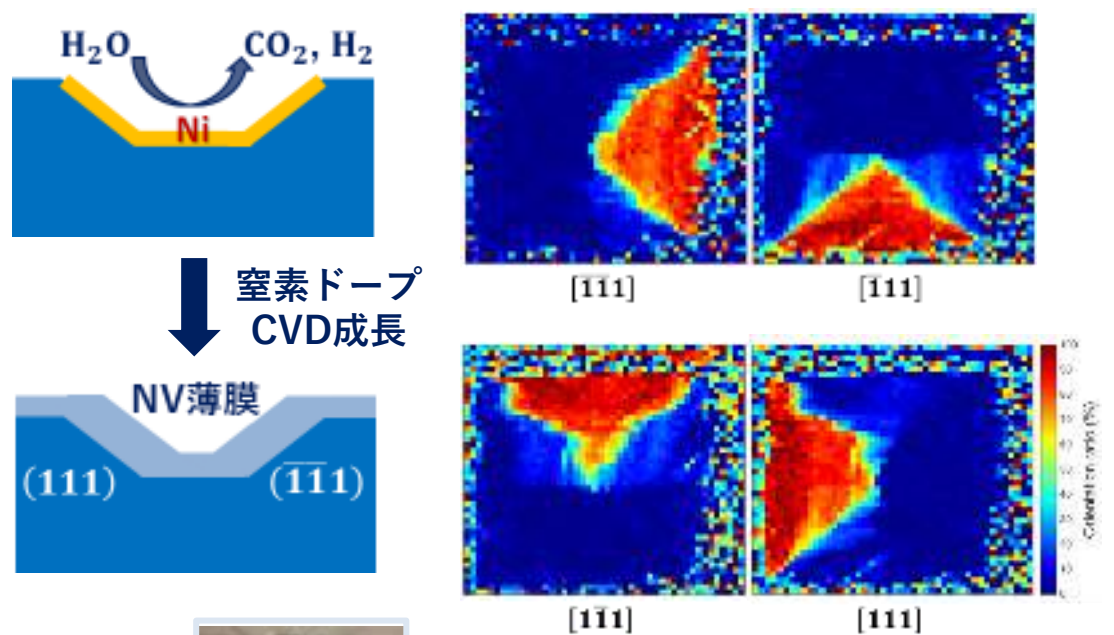
- ✎ 量子エレクトロニクス研究会
ポスター発表

ダイヤモンドサンプルの作製・ダイヤ量子センサの特性評価と制御

微細加工基板上ダイヤ成長による
高性能ダイヤ量子センサ開発

新規エッチング法によるダイヤ薄板構造
の作製と高性能温度センサ開発

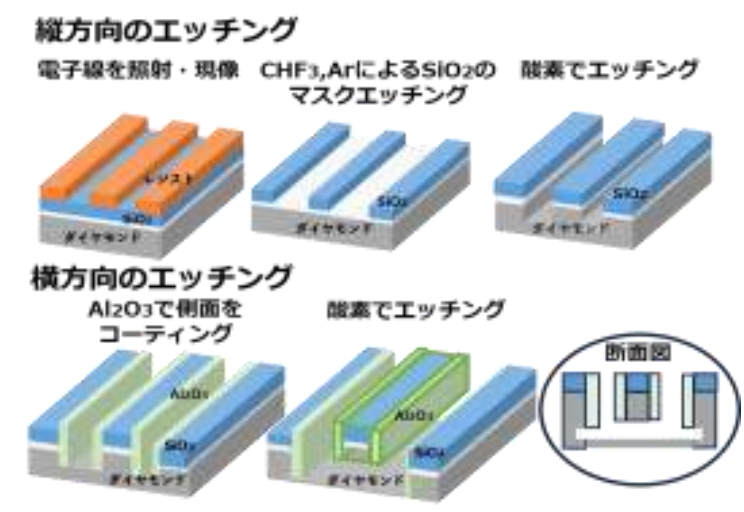
✓ 高配向NV生成・配向方向制御に成功



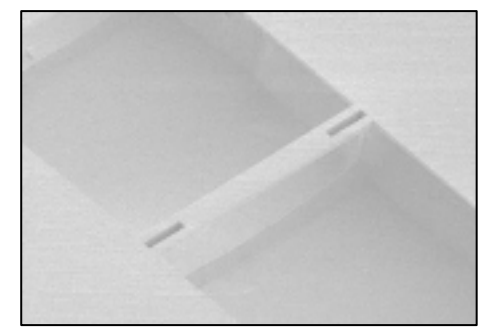
伊牟田君 (M2)

- 🏆 2024ダイヤシンポ
ジウム学生奨励ポスター賞
- 🏆 産総研RA
- 🏆 次世代PJ RA

✓ 温度イメージングに適した薄板構造の試作に成功



東大・岩本研で作製



高井君 (M1)



土屋君 (M2)

- 🏆 次世代PJ RA
- 🏆 産総研RA

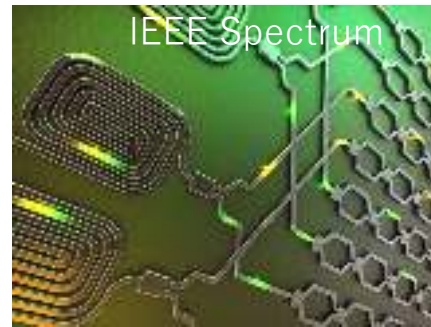
超高速非線形分光と量子ドットを用いた量子フォトンクス

超高速非線形分光技術により光の量子性を制御して次世代の光量子技術を実現する

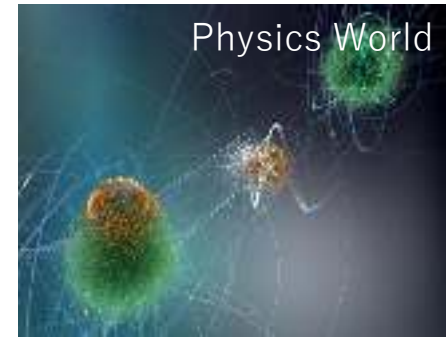
光の波動性 + 粒子性（単一光子やもつれ合い光子）を活用



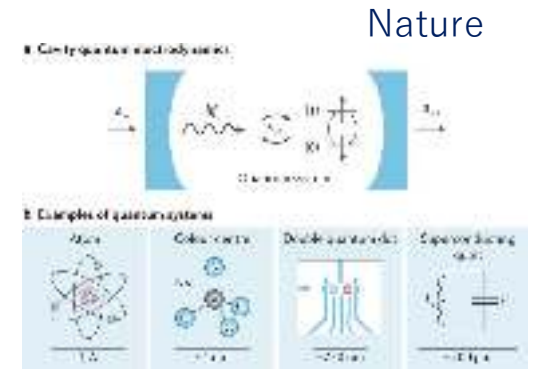
量子インターネット



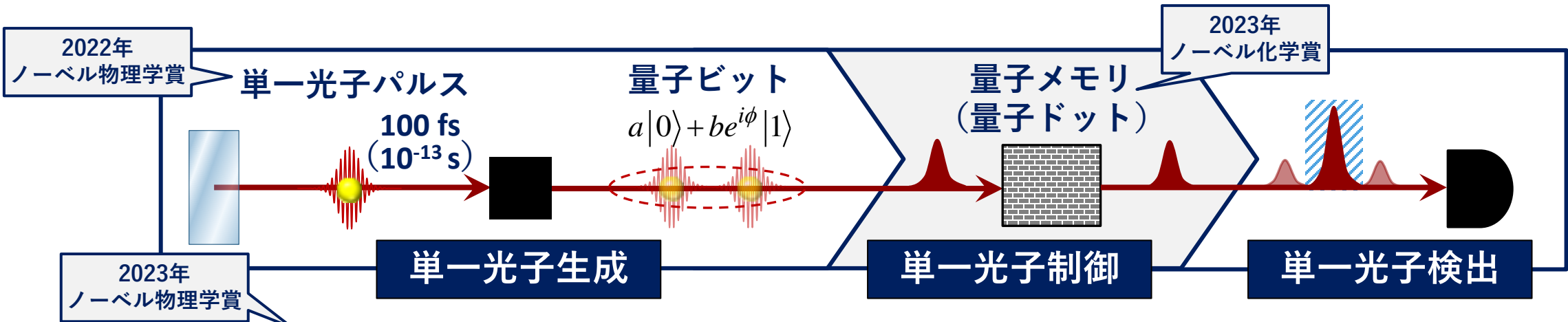
光量子コンピュータ



量子テレポーテーション



量子電磁力学



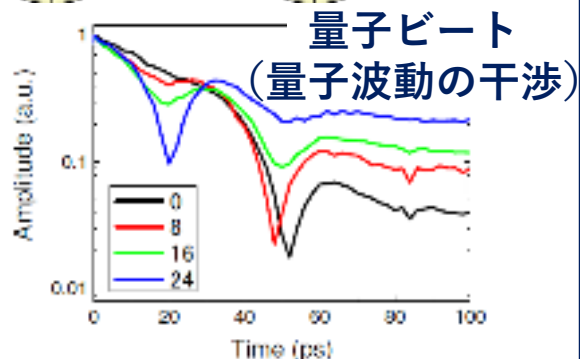
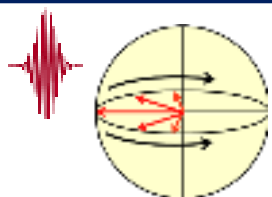
✓ 超高速（フェムト秒）領域の光子の生成・制御・検出技術の開発

超高速非線形分光と量子ドットを用いた量子フォトンクス

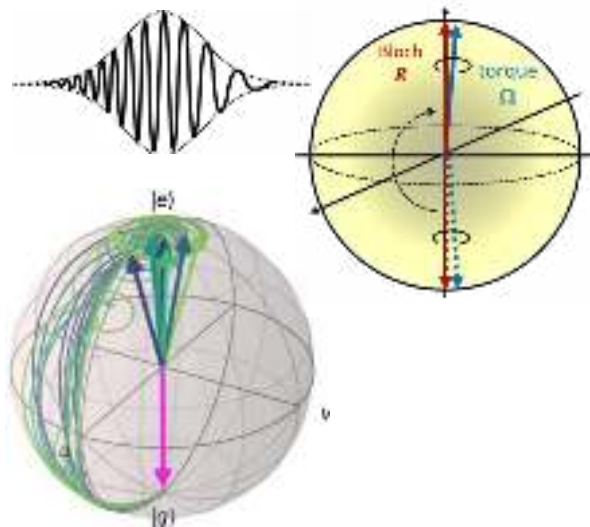
超高速非線形分光技術により光の量子性を制御して次世代の光量子技術を実現する

超高速非線形分光による量子ドットの重ね合わせ状態（量子ビット）のフェムト秒コヒーレント制御

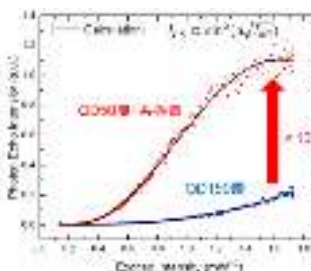
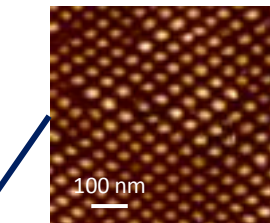
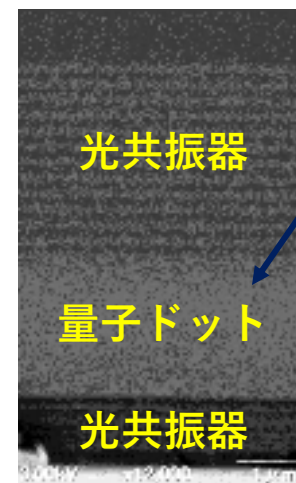
超電導量子コンピュータ（IBM Q）よりも4桁以上速い量子演算



- ・ 電子の重ね合わせ状態（量子コヒーレンス）の超高速制御
- ・ 量子メモリへの応用



- ・ 特殊な光技術を用いた電子の量子状態制御法の開発



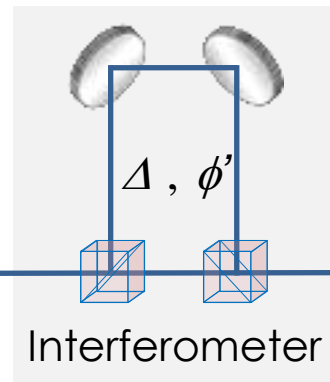
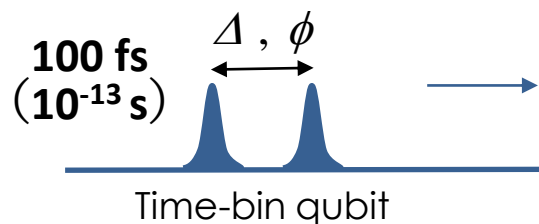
- ・ 共振器 + 量子ドットで新規フォトリック構造作製

✓ 超高速非線形分光 + 半導体ナノ構造で、
光子と電子の量子状態をどこまで自在に操れるのか？

フェムト秒単一光子検出器の開発と量子計測応用

フェムト秒パルスポンプアップコンバージョン法による単一光子パルス検出

フェムト秒単一光子パルス



Nonlinear Crystal

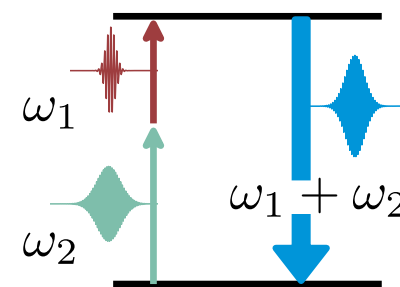
Pump



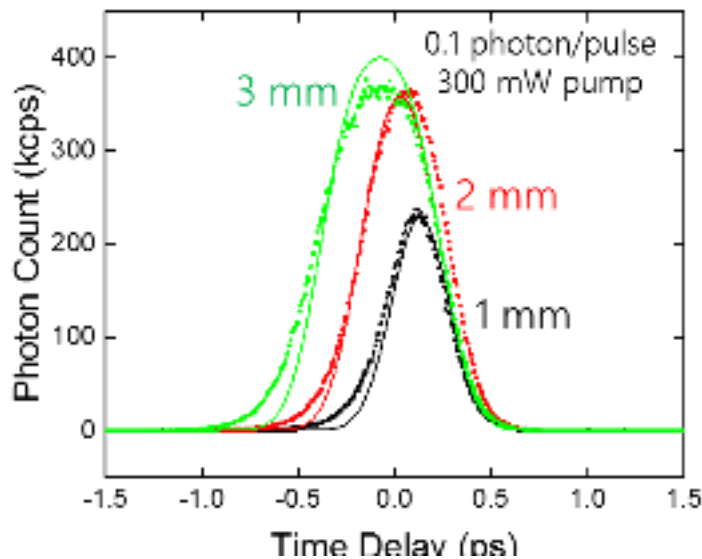
Single Photon Detector

BPF

アップコンバージョン
(和周波発生)



Y. Kochi, *et al.*, Opt. Express **32**, 47549–47560 (2024).



河内君 (D3)

- 🏆 学振DC1
- 🏆 優秀卒論賞
- 🏆 優秀修論賞
- 🏆 フォトニクス分野
注目発表
- 🏆 招待講演 3件
- 🏆 2022NQC探索
人材育成
- 🏆 NTT PHI Lab海外
研究インターン
シップ
- 🏆 次世代PJ RA

時空間多重信号への拡張

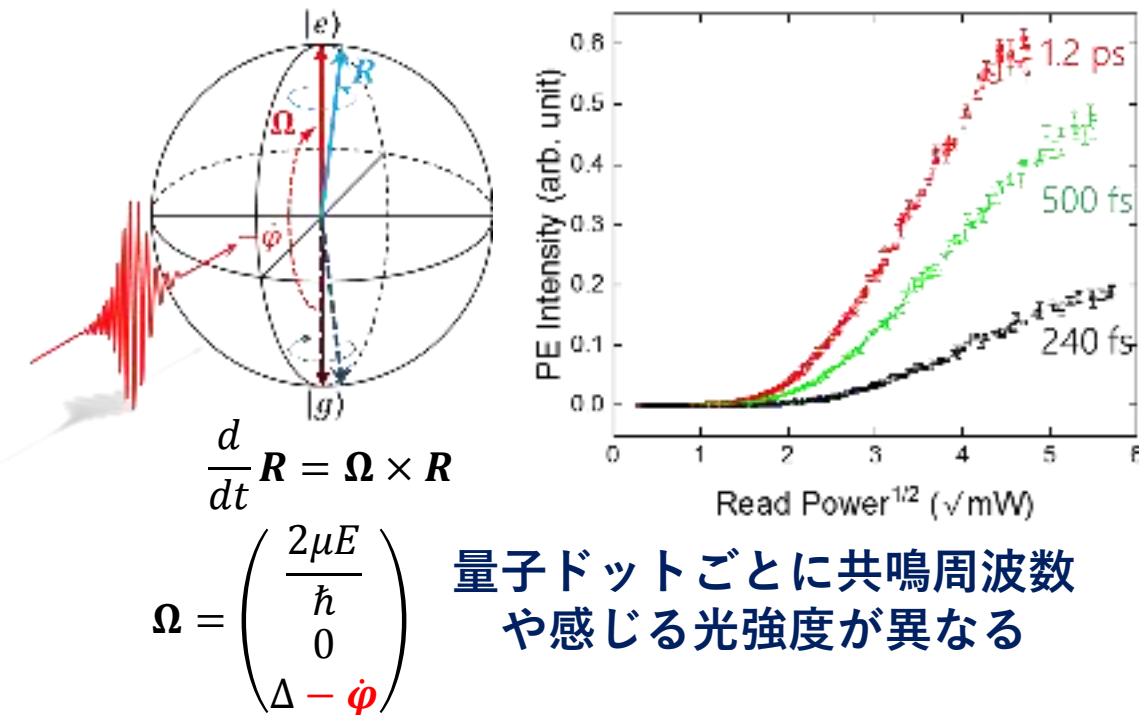


石原君 (B4)

- 🏆 フォトニクス
ワークショップ
ポスター発表
- 🏆 レーザー学会
口頭発表

チャープパルスを用いた均一量子制御 (ARP) によるフォトンエコー信号増強

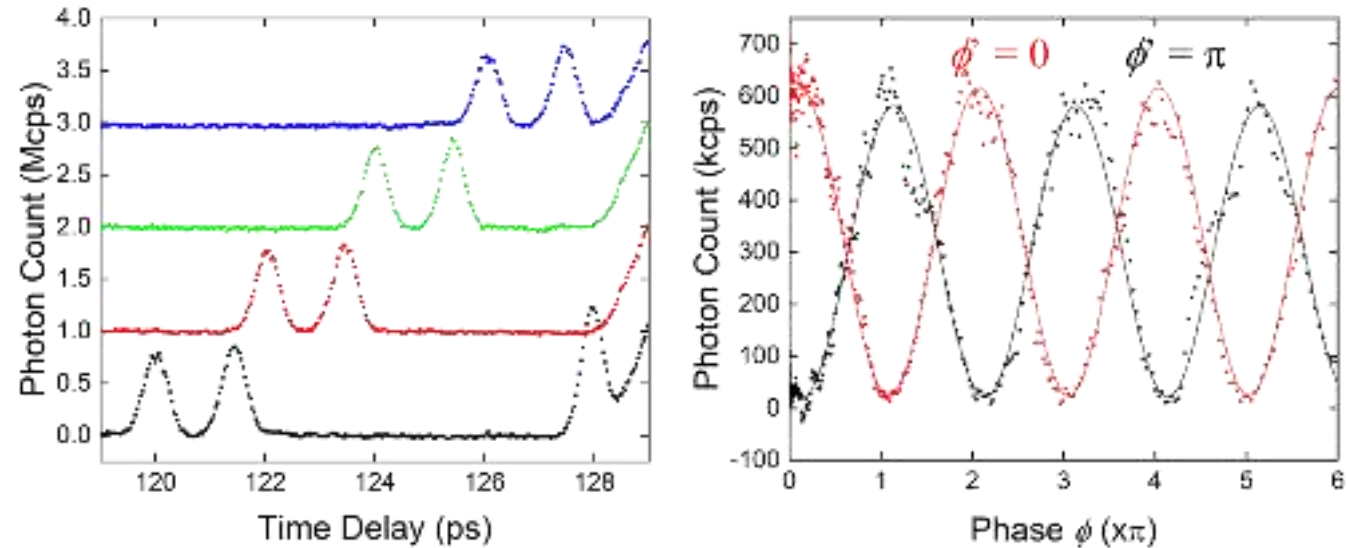
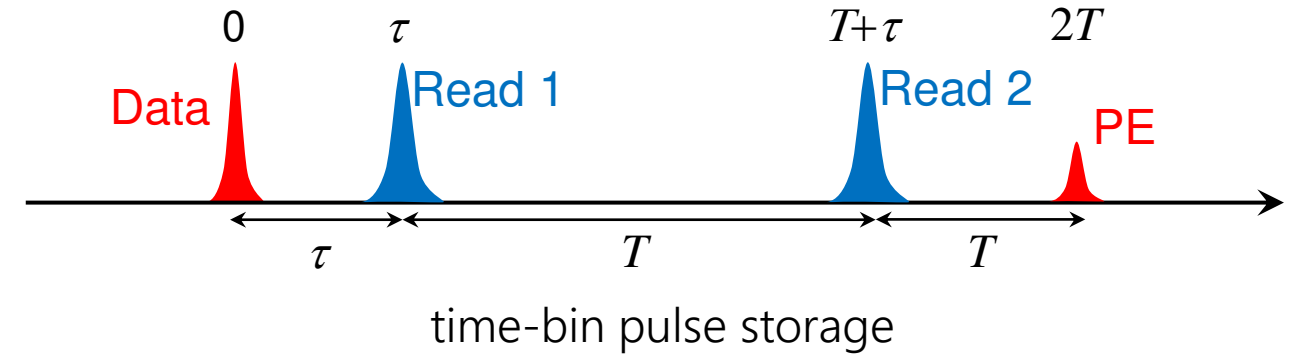
ARP: Adiabatic Rapid Passage



- ✓ ARPによりフォトンエコー信号強度が3.2倍に増強

K. Kochi, *et al.*, Proc. SPIE 128840E (2024).

フェムト秒光量子メモリ応用

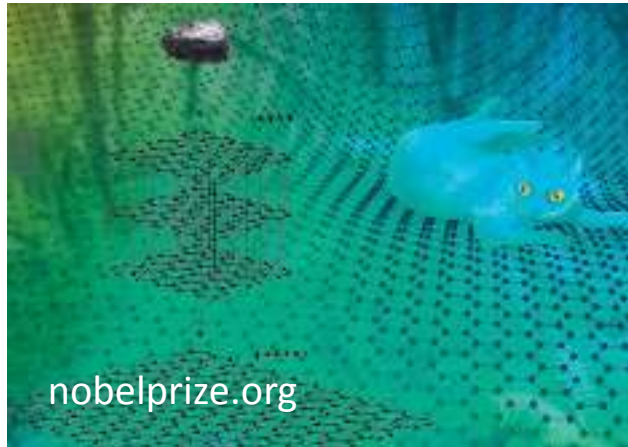


- ✓ フェムト秒オーダーtime-bin量子ビットの保存・再生に成功 (位相保持)

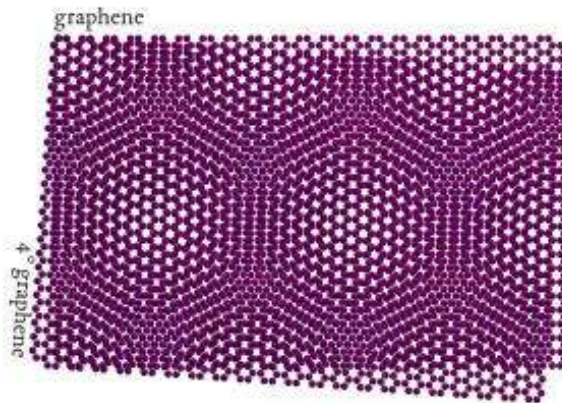
二次元半導体の量子制御と量子技術応用

モアレ超格子中励起子の量子制御と固体量子シミュレータ応用

グラフェン=炭素単原子層：
2010年ノーベル物理学賞



単原子層をわずかに回転させ
重ねるとモアレ構造が出現



単層二次元半導体の特徴

- 巨大な励起子効果
- 円偏光による電子の運動の制御
- モアレ構造による新たな量子性の発現

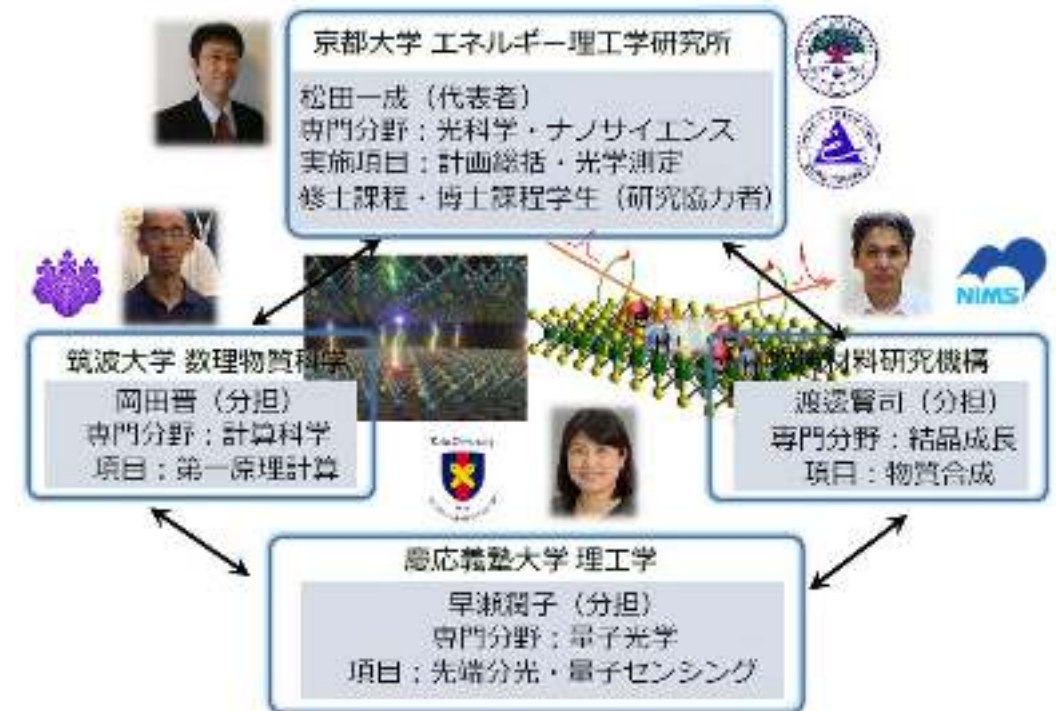
- ✓ モアレポテンシャル中に閉じ込められた励起子を量子ビットとして利用
- ✓ 超高速非線形分光による量子コヒーレンス計測・制御



玉置
特任講師



JST-CREST「二次元半導体・ヘテロ構造の 量子光プラットフォームの構築と応用」



光周波数コムによる量子物性計測

デュアルコム非同期光サンプリング (ASOPS) ポンププローブ分光

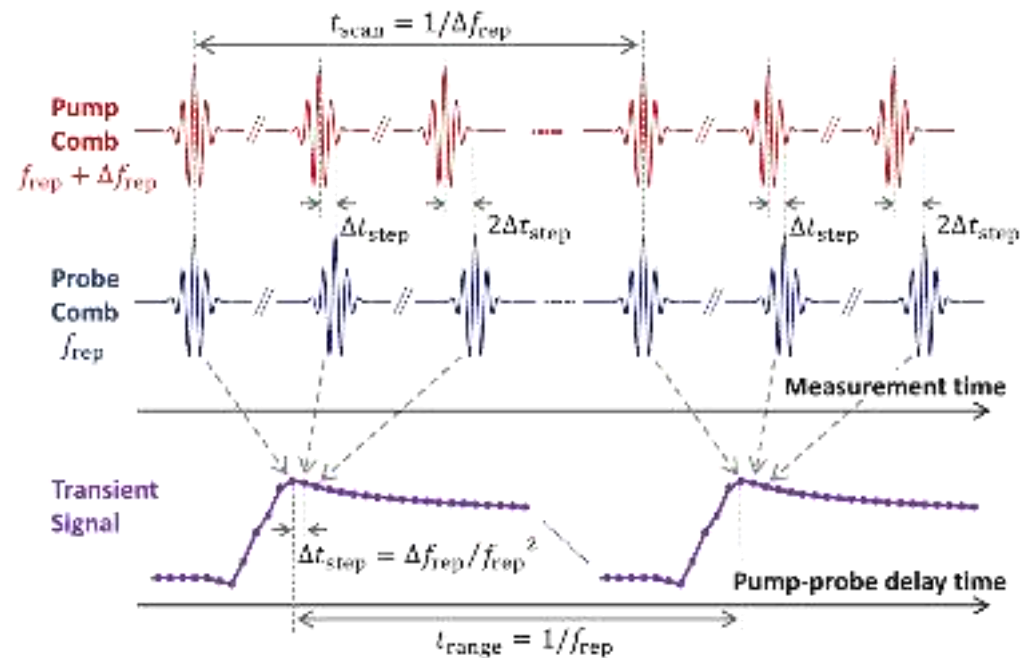
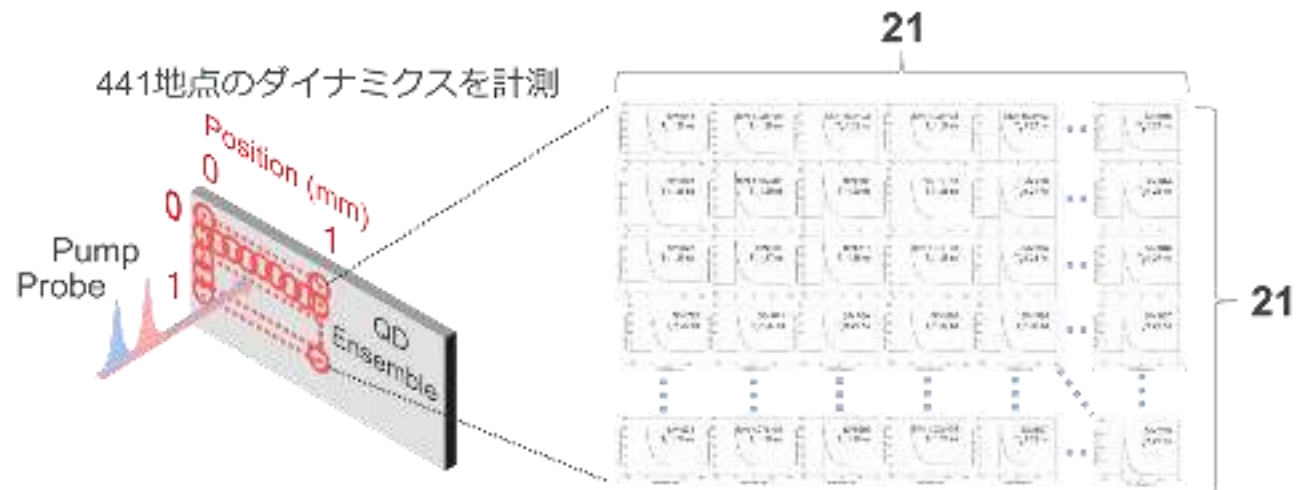


Fig. 1. (Color online) Principle of ASOPS pump probe measurement using a dual comb.

機械ステージによる遅延時間掃引が不要



光による 50 MHz の高速サンプリング



✓ 高い時間分解能 (～パルス幅) と広い時間範囲 (20 ns) を保ちながら, 測定時間を大幅短縮 (12日⇒30分)



福原君 (B4)

- 🏆 プレゼン技法
発表会ベスト
プレゼンター
- 🏆 量子エレクトロニクス研究会ポスター発表

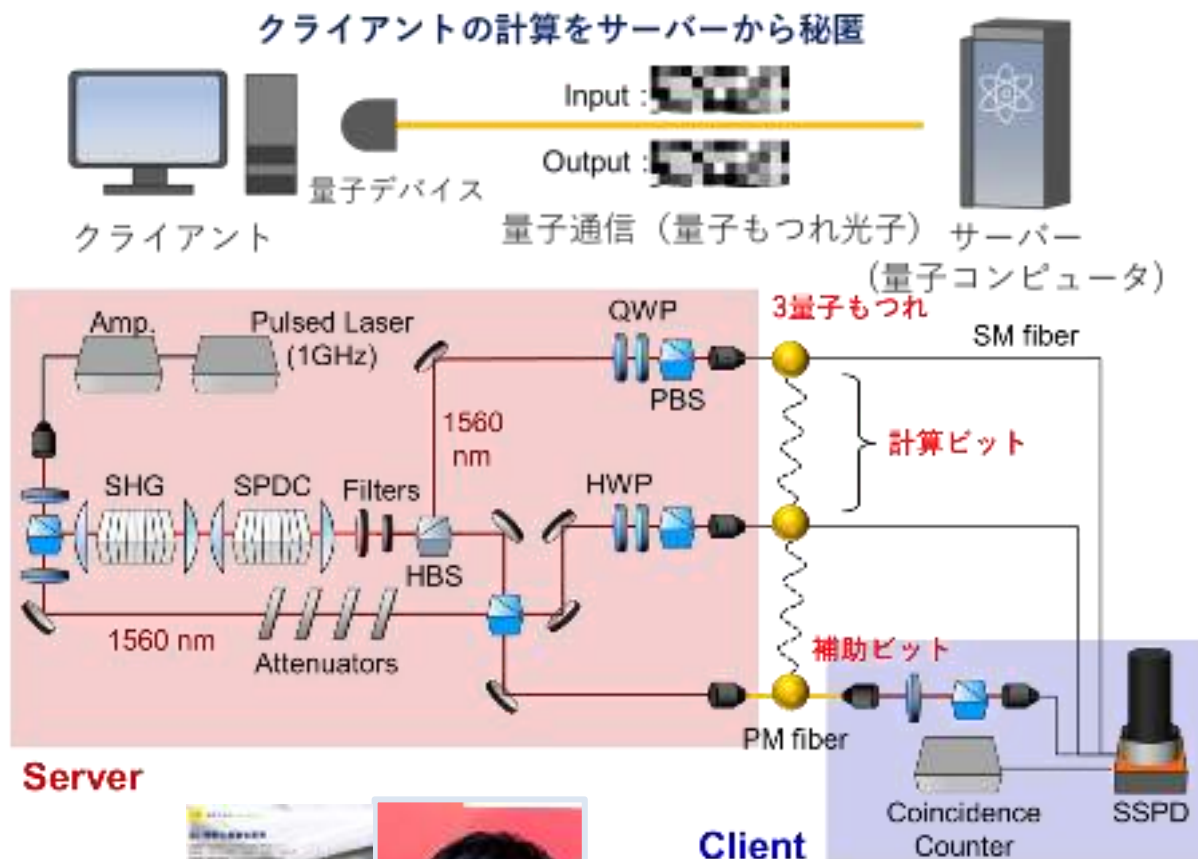


赤澤君 (B4) 阿讃坊君 (OB)



- 🏆 優秀卒論賞
- 🏆 2025春応物
講演奨励賞

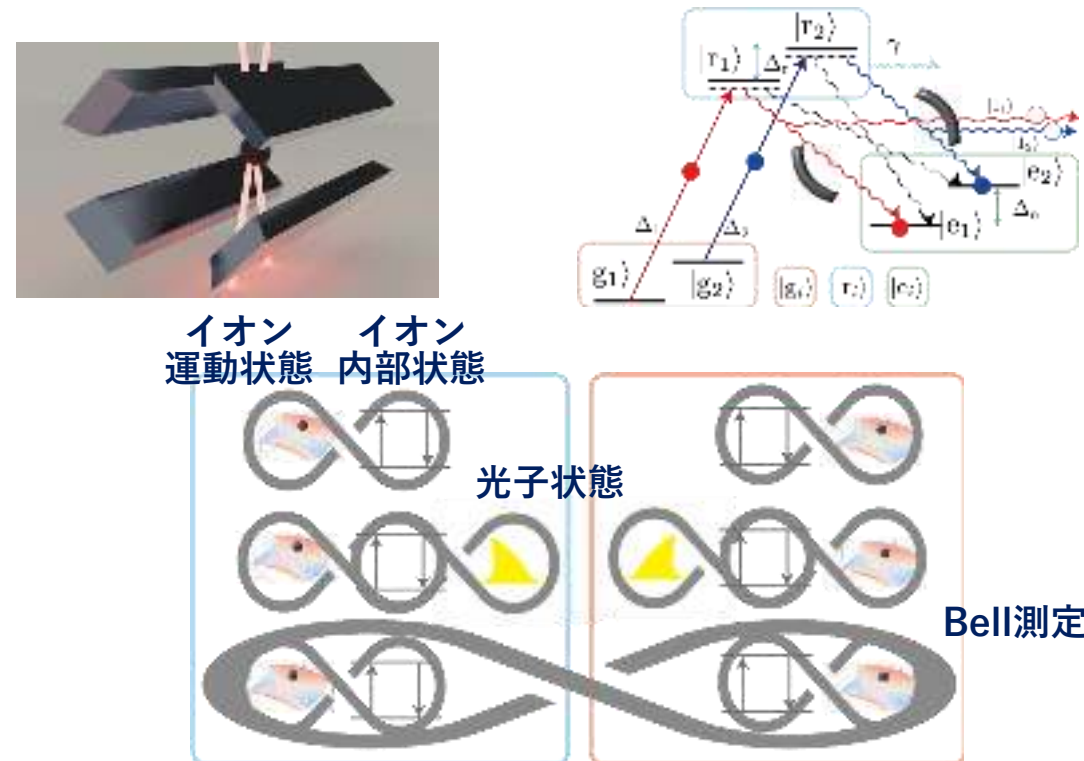
量子もつれ光子を用いたブラインド量子計算



田上君 (M1)

- ✧ 物理情報工学特別賞
- ✧ ASPIREプログラム
デンマーク短期留学
- ✧ 2026理工学部案内
- ✧ 武岡PJ RA

イオントラップ系による遠隔量子もつれ生成



青木君 (B4)

- ✓ イオントラップ運動GKP
状態の遠隔もつれ生成
- ✧ 量子技術サマースクール優秀
ポスター賞
- ✧ 量子エレクトロニクス研究会
ポスター発表