

光量子技術に関する 京都大学の取り組みの状況

京都大学 理事・副学長(研究推進担当) 北川 進
総合研究推進本部長

説明者 京都大学 大学院工学研究科 竹内繁樹

第23回量子技術イノベーション会議 ご説明資料
2025/2/19 @ 内閣府

本日の弊学出席者等

出席者

- 北川進 理事・副学長（研究推進担当）（オンライン）
総合研究推進本部長
- 竹内繁樹 大学院工学研究科 教授（対面）

陪席者

- 石川冬木 副学長（学術研究支援担当）（オンライン）
- 立川康人 大学院工学研究科長（オンライン）
- 田中耕一郎 大学院理学研究科長（オンライン）

京都大学における卓越した光量子技術研究者



竹内繁樹 工学研究科 教授

Q-LEAP ERATO

世界初の光子を用いた量子計算(1998)
光量子センシングと社会実装

櫻井賞・日本学術振興会賞ほか



高橋義郎 理学研究科 教授

Q-LEAP CREST

世界初の全光学Yb原子冷却(2003)
光を駆使した中性原子を用いた量子情報処理

紫綬褒章・仁科記念賞ほか



水落憲和 化学研究所 教授

Q-LEAP CREST

電気駆動ダイヤモンド単一光子源(2012)
光検出ダイヤモンド量子センサ

丸文研究奨励賞ほか

黎明期から、日本の光量子科学技術研究を牽引

京都大学における卓越した光量子技術研究者



野田進 工学研究科教授

フォトニック結晶レーザー
光量子制御

学士院賞・紫綬褒章など



田中耕一郎 理学研究科教授

テラヘルツ分光
光量子センシング

仁科記念賞・量子エレクトロニクス
業績賞など



木本恒暢 工学研究科教授

SiC単一光子源・量子センサ

文部科学大臣表彰 科学技術賞
・IEEE Andrew S. Grove Awardなど



中家剛 理学研究科教授

高エネルギー量子物理
(ハイパーカミオカンデ)

仁科記念賞・戸塚洋二賞など



高柳匡 基礎物理学研究所
教授

量子重力理論

仁科記念賞・ICTP Dirac メダルなど



森前智行 基礎物理学研究所
准教授

量子情報理論

大川出版賞など

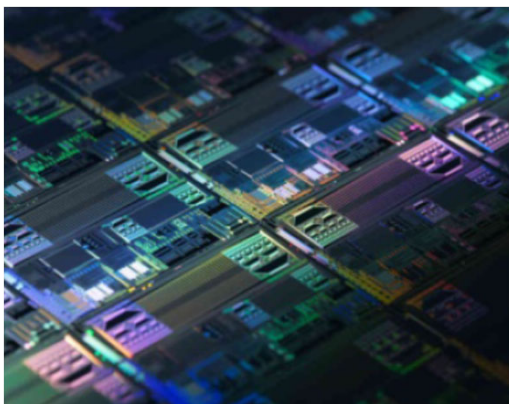
他にも多数の卓越した光量子科学技術研究者と若手研究者・学生が存在

量子科学技術における「光子」の特長

複雑な量子状態の生成や制御が室温で可能、
かつ応用範囲が極めて広い。

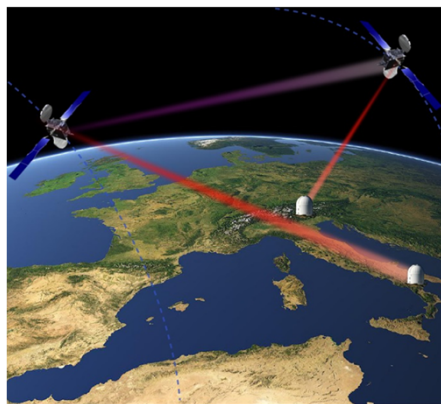
- 環境による擾乱に強い。
- 長距離伝送が可能 (100km 以上)。
- 既存の光学素子 (線形光学素子) による室温制御が可能。
- 光子の状態の準備、制御や検出を高い忠実度で実装可能。

量子コンピュータ



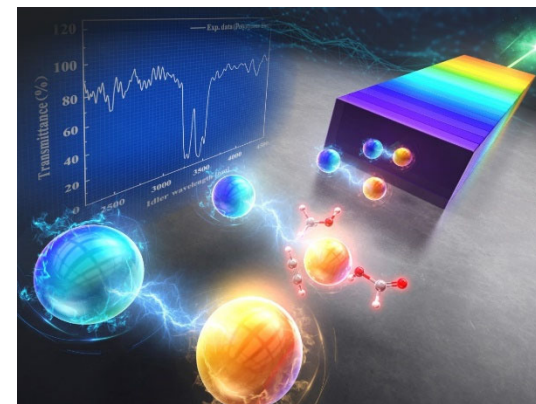
PsiQuantum/日経クロステックより

量子通信



Ji-Gang Ren, *et al.* Nature **549**, 70 (2017)

量子センシング



Tashima, *et. al.*, OPTICA Vol. 11, 81 (2024).

量子もつれ光子対を利用した光量子センシング

光量子技術を駆使して、限界を超える高感度な化学分析を、超小型化によりどこでも可能に



目的 可視光域の光源とスマートフォンに搭載されているようなシリコン検出器で、化学物質の赤外分光を可能にする光量子センサーを実現、社会実装を目指す。化学分析装置の、従来の限界を超える小型化、高感度化、低コスト化が期待。

現状 化学物質の鑑別、定量や状態分析には、赤外分光が有用。しかし、発熱体を光源に用いること、赤外線検出器の低い感度などにより、**従来技術(FTIR)の延長線上では、小型化、高感度化および低コスト化が極めて困難。**

社会実装のビジョン

- 高度な化学分析をどこでも可能に。
- 各種製造装置の高度化・価値向上。
- スマートトイレなどの新規市場創出。



量子赤外分光

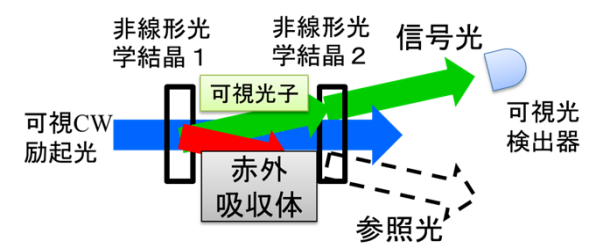
可視の光センサ・光源を用いて、赤外分光を実現。環境の発する黒体輻射(赤外線)の影響にも耐性(量子イルミネーション)。

最近の成果

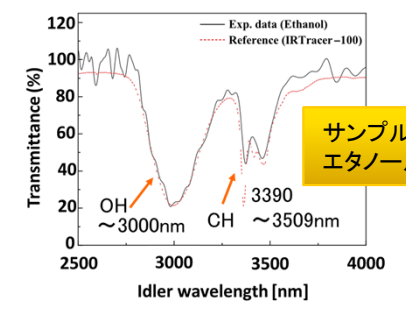
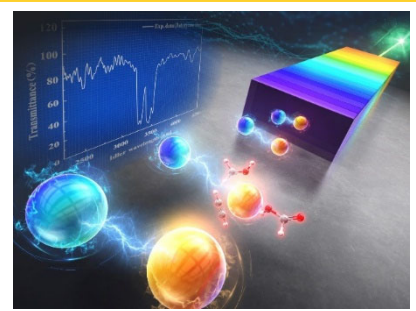
京都大学と島津製作所の共同研究成果

世界最大帯域(2~5 μm)の可視・赤外量子もつれ光源を開発、可視光用検出器を用いて、高分解能量子赤外分光を実現。

概念



量子もつれ光子対が生成される物理過程間の量子力学的な干渉現象を利用。



Tashima, Mukai, Arahata, Oda, Hisamitsu, Tokuda, Okamoto and Takeuchi, Optica (2024).

第5回光量子センシングワークショップ ～ 光量子センシングと先端光計測の協奏 ～

Q-LEAP

2024年11月29日 (13:00～16:00)

ハイブリッド開催 (オンライン+京大桂キャンパス)

- ・ オープニングトーク
「拡がる光量子センシングの世界」 京都大学 竹内繁樹
- ・ Q-LEAP最新成果紹介
「時間分解量子赤外分光に向けて」 京都大学 向井佑
- ・ 招待講演
「光干渉断層計 (OCT) の最前線」 京都大学 辻川明孝
「計測インフォマティクスの発展と展開
- 情報計測から革新的計測解析へ -」 関西大学 鷺尾隆

235名の参加 (オンライン182名、現地53名)

ご来賓の挨拶

プログラム
ディレクター
荒川泰彦先生



文部科学省
量子研究推進室
田淵敬一室長



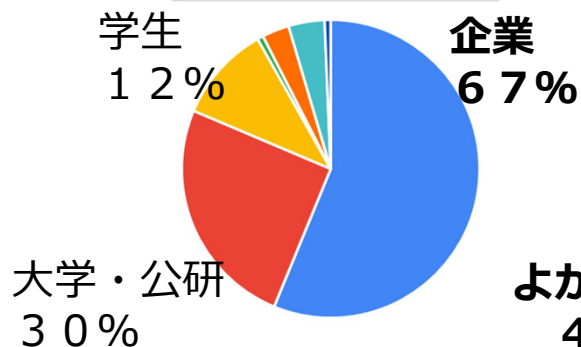
オンライン画面



現地会場

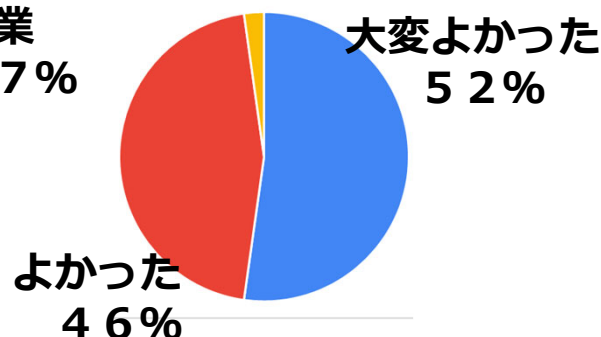


申込者の内訳



前回同様に産業界を
中心に幅広い参加者

アンケート結果

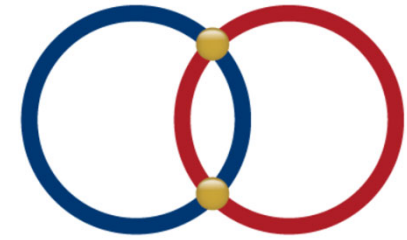


98%の方から「よかった」
以上のご評価

技術研究の動向

- ・ とてもわかり易いご発表でした。光量子センシングを知る良い機会になりました。
- ・ 光量子センシング技術の最新の成果のご講演を拝聴することができ、大変勉強になりました。また、従来のOCTについて、現場で使用される立場の先生ご自身のご講演から、最新の状況と課題をお伺いできたことも、勉強となりました。
- ・ 素晴らしいワークショップだったと思います。
- ・ 竹内教授の講演は、基本から高度な内容まで、組み立てや展開が大変わかりやすく助かりました。

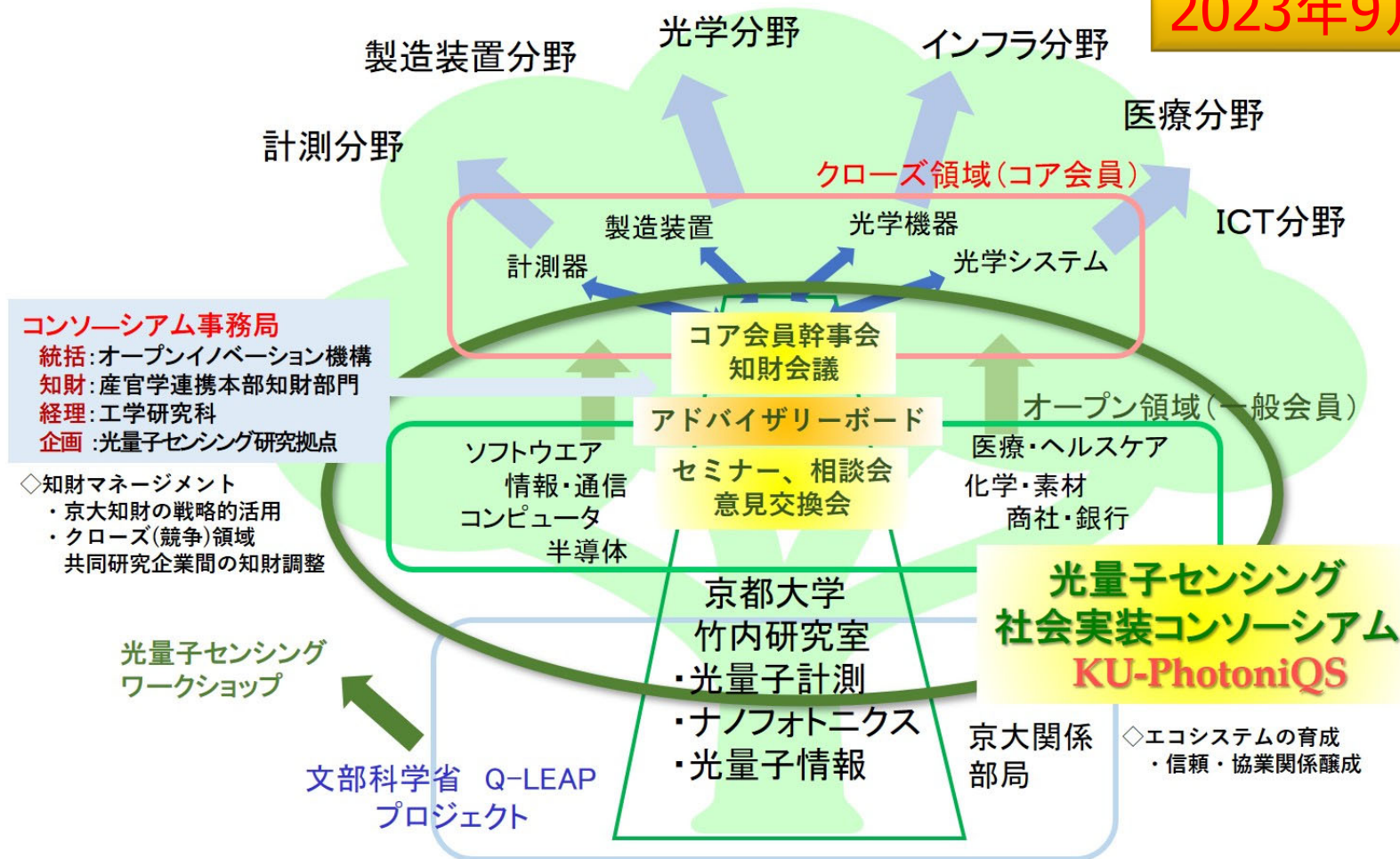
京都大学光量子センシング社会実装コンソーシアム



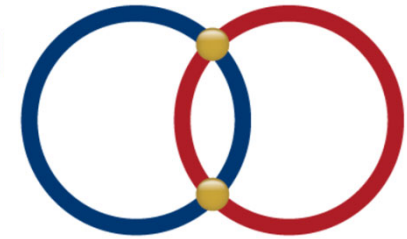
KU-PhotoniQS

京都大学竹内研究室の光量子技術を核に、基礎基盤研究及び社会実装を目指した共同研究を推進するとともに、産業界が相互に連携し、社会実装を加速するエコシステムの構築を目指す。

2023年9月1日発足



光量子センシング社会実装コンソーシアムの活動



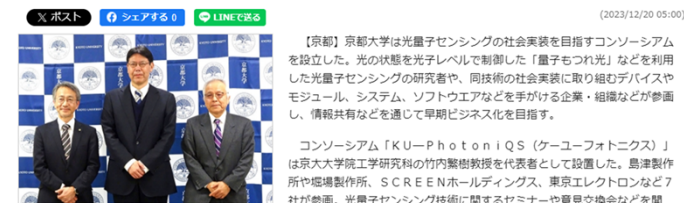
KU-PhotoniQS

京都大学竹内研究室の光量子技術を核に、基礎基盤研究及び社会実装を目指した共同研究を推進するとともに、産業界が相互に連携し、社会実装を加速するエコシステムの構築を目指す。

- ・設立 2023年9月1日
- ・キックオフイベント 2023年12月11日
- ・プレスリリース 2023年12月18日
- ・第1回年次総会開催 2024年6月21日
 - アドバイザリーボード会議
 - 総会、セミナー、意見交換会

☆現在 コア会員 1社、一般会員 7社

京大、光量子技術を社会実装 コンソーシアム設立



日刊工業新聞(電子版)2023.12.20掲載



来賓: 量研室 澤田室長 アドバイザー: 東大 荒川先生

 **SHIMADZU**
Excellence in Science

TEL

HORIBA

SCREEN

他4社



総会の様子



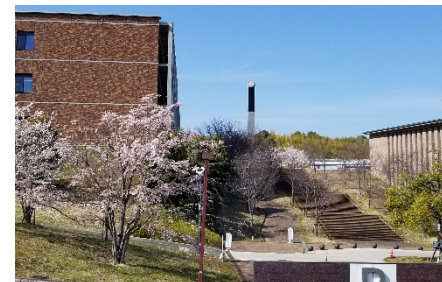
意見交換会

京都大学大学院工学研究科 附属光量子センシング教育研究センターの設立

2025年4月設立予定

工学研究科を中心に、理学研究科および医学研究科などとも連携し、**光量子センシングの学術の深化、社会実装および人材育成の世界的な拠点となる**ことを目指す。

- 光量子センシングおよび光量子科学の教育推進
- 光量子センシングに関連する研究推進
- 光量子センシングに関連する社会実装の推進
- 学外機関との連携



京都大学工学研究科
(桂キャンパス)

次世代の光量子科学技術を担う、博士課程学生の育成

理学、工学、情報学研究科が協力、全学横断的な量子技術研究者育成を推進

令和元年～



京都大学卓越大学院プログラム
Innovation of Advanced Photonic and Electronic Devices
先端光・電子デバイス創成学



木本 プログラム
コーディネータ



竹内・田中
副コーディネータ



学位取得者 34名
在籍者 53名

令和4年～

科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創設事業

京都大学

未来を創る先端量子技術フェローシップ
Advanced Quantum Technology Fellowship to Create the Future



田中 前代表



中家 代表



竹内工学統括

学位取得者 20名
在籍者 42名

光量子科学技術の研究環境を積極的に構築

- 工学研究科 光量子センシング教育研究センター
光量子センシングに関する研究を推進 令和7年度
- 化学研究所 スピントロニクス学術連携研究教育センター
ダイヤモンド量子センシングに係わる研究を推進 令和6年度
- 理学研究科 サイエンス連携探索センター研究ユニット
未踏量子計測に関わる研究を推進 令和6年度
- 基礎物理学研究所 重力量子情報センター
量子情報理論・量子重力に関する研究を推進 令和5年度

まとめ: QIH参画への意欲と可能な貢献

- 京都大学は、日本における光量子科学技術の拠点として、QIHに貢献します

京都大学の参画により、現在のQIHの機能を補完・強化できる点

- 光量子技術、特に光量子センシングにおける研究拠点として、国際連携ならびに他の国内拠点と連携。
- 京都大学の各研究科から優れた光量子技術人材(博士課程学生および修士課程学生)を輩出、量子技術エコシステムに供給する。
- 日本国内のQIHネットワークを、京都大学の様々な卓越した研究分野(医学、薬学、化学、物理学、数学、農学、情報科学など)と連結する。