

# 量子センシングの社会実装に向けて

日本成長戦略会議  
第3回量子WG 資料



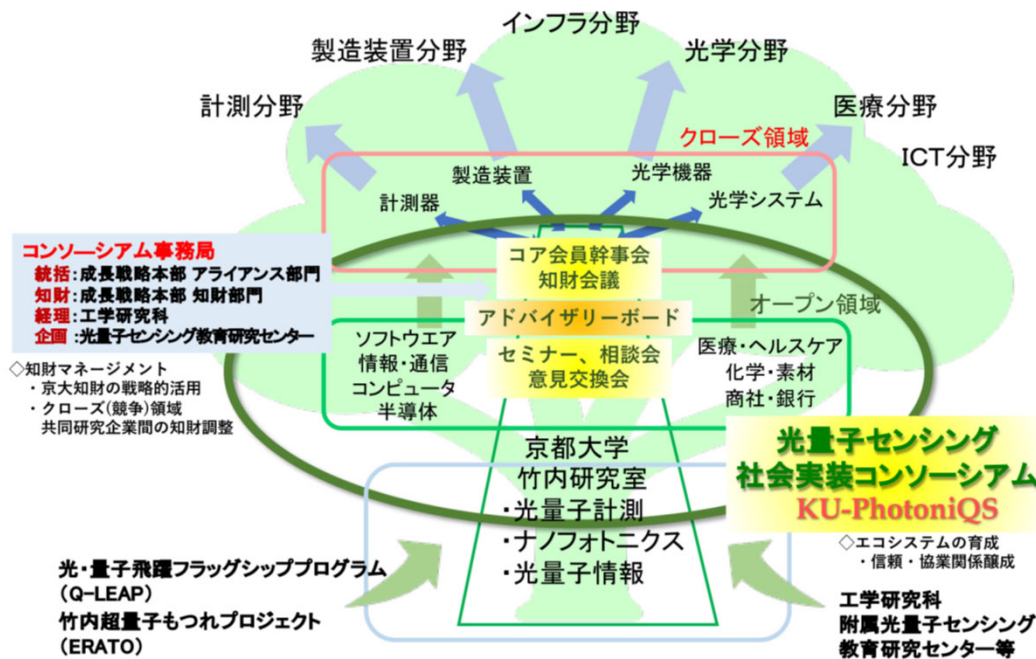
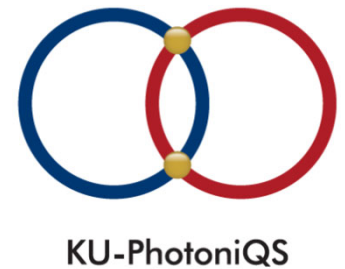
**2026年3月26日**

京都大学 大学院工学研究科 教授  
光量子センシング教育研究センター長  
**QIH** 光量子科学(京都大学)拠点長

竹内 繁樹

# コンソーシアムを通じて見えてきた企業との連携の進め方

## □ 京都大学光量子センシング社会実装コンソーシアム



2023年9月設立、現在11社が加盟

島津製作所、東京エレクトロン、富士フイルム、堀場製作所、SCREENホールディングス、富士電機、オキサイド、日本ガイシ、シーシーエス、三井物産、他1社

## □ 見えてきた企業との連携の進め方

□ 出口の**アプリケーション**が、**企業ごとに全く異なる**。

□ 汎用測定機器、半導体製造装置への組み込み、燃焼過程モニタリングなど。

□ 共通基盤的な**技術開発**や**知見の共有**が重要。

□ 新たな量子センシングプロトコルの開拓、高効率もつれ光源、実装技術など。

□ 一方で、現在の**大学のリソース・企業各社の努力のみでは対応が困難**。

# 量子センシングへの投資拡大・社会実装加速 にむけた提言

【企業側の困りごと その1】 参入判断に必要なデータが入手困難。また様々な技術・装置が必要な為、実験試作機の内作もハードルが極めて高い。

## □ 共用光量子センシングプラットフォームの設置

- 光量子センシングの各種テストベッドによる試験。また、実験試作機の構築のための光デバイス実装技術・装置を集約。参入障壁を低減。
- 企業と大学の学生・研究者の共創の場としても活用。

【企業側の困りごと その2】 社内に量子技術の分かる人材がいない。社内人材の教育や量子人材採用も困難。

## □ 企業・大学の若手研究者・学生の育成方法の体系化

- 量子計測・センシング、量子光学、量子もつれ・光子計数の基礎などの、光量子センシング必須項目を体系的に学べる場を創出。
- 量子もつれ光などの展示装置や、テストベッドによる体験的学習。
- 企業研究者と大学院生が共に学び、新たな気づきや出会いを育む。

# 量子センシングへの投資拡大・社会実装加速 にむけた提言

【企業側の困りごと その3】 光量子センシングの社会実装にむけて必要となる技術課題の解決は、企業単独では困難。

## □ 学理探求と実装高度化を統合する、産官学連携・光量子センシング研究開発プログラム

- 光量子センシングの物理限界の探求、新たな量子センシングプロトコルの開拓から、実装に向けた量子もつれ光源の性能向上、装置の小型化、実環境耐性確立を、垂直統合型で推進する。
- 産官学が有機的に連携し、企業単独での限界を打破する。
- 出口別ロードマップや、標準化にむけた de facto standard も議論。

光量子センシングの  
未来ビジョン実現へ





## □ 參考資料

# 量子赤外分光(QIRS)とは

## 赤外吸収分光(FTIR)

赤外分光装置は、分子の種類や構造、配向を特定可能なツールとして、化学・薬学から、各種生産現場で不可欠なツール。

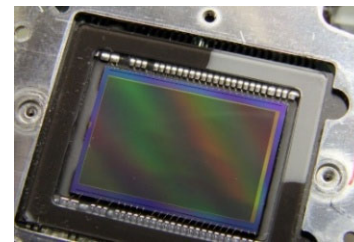
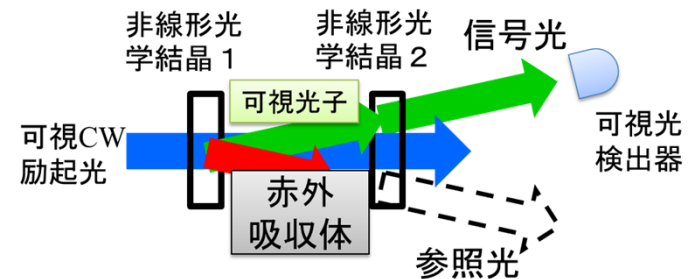
しかし、さらなる小型化・高感度化、低コスト化には、課題が存在。効率の低い発熱体が光源。赤外検出器が高価で低感度。

## 量子赤外分光(QIRS)

量子もつれ光子対の「発生プロセス間の量子干渉」を利用。

- 可視<sup>(注)</sup>の光源・可視の検出器のみで赤外吸収分光が可能に。
- 室温の黒体輻射の影響を受けない。

装置の著しい小型化・高感度化が期待。



Public domain

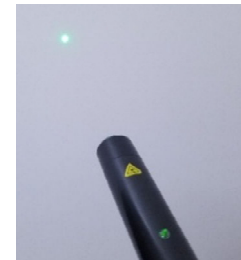


Photo by S.T

(注) シリコン検出器で受光可能な波長 $0.4 \sim 1 \mu\text{m}$ を可視、 $2 \sim 5 \mu\text{m}$ を中赤外、 $5 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$ を遠赤外と呼ぶ。

# 急激に進展する量子赤外分光

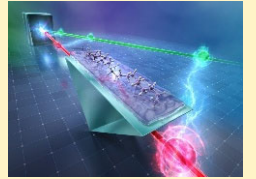
## 新機能・応用

フンボルト大(2020)

量子赤外吸収  
イメージング

京大(2025)

全反射型QFTIR



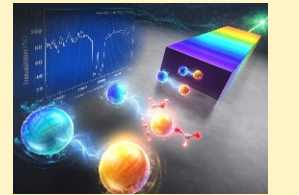
京大(2024)

パルス励起  
高分解能QFTIR



京大(2024)

超広帯域QFTIR  
帯域 2~5  $\mu\text{m}$



京大(2021)

量子FTIR法  
発案と実証  
(基本特許)

A\*star(2016)

世界初の報告  
帯域 4.0~4.5  $\mu\text{m}$

京大(2022)

波長可変QIRS  
帯域 2~5  $\mu\text{m}$

京大(2022)

遠赤外QIRS  
帯域 8~10.5  $\mu\text{m}$

京大(開発中)

遠赤外量子干渉  
帯域 ~20  $\mu\text{m}$

波長域の拡大

2016

2018  
Q-LEAP開始

2025

## 量子赤外分光・イメージングの特徴

- 可視域の光源・検出器で実現できる。
- 黒体輻射ノイズの影響を受けない。

- 安価・高感度・超高画素・高速応答のシリコンセンサーが利用可能。
- 高感度赤外センサーで問題となる輸出管理の問題が生じにくい。
- 小型化・軽量化、低消費電力化が可能。
- 極微プローブ計測や、ダイナミックレンジの拡大が期待。
- 赤外プローブ光(量子もつれ光)を単一モード光ファイバで伝送可能。

従来の赤外分光装置の置換えを超えた、ゲームチェンジャーとなりうる応用の例

小型ポータブルな量子赤外吸収イメージセンサ・顕微鏡

マイクロプラスチックや微量薬物などのその場成分分析

既存の赤外顕微鏡は大型で低速

小型でコンパクトなfs～ns 時間分解量子赤外分光(TR-IR)

光触媒におけるキャリアダイナミクスや化学反応の分析

既存のTR-IRは非常に大型で高額

# 光量子センシング(量子赤外分光)の将来ビジョン

## 光量子センシングに期待する特長

- 小型
- 低電力
- オンチップ
- 高速時間分解
- 微弱光(低侵襲)
- 高温環境
- リモート
- 高精細イメージング

安全・安心な暮らしから、宇宙、海洋まで幅広い応用。



# 1. (2) ⑫量子もつれ光センサ

- 細胞の非侵襲観察や網膜厚みの精密計測など医療技術の進展や、高感度化学物質検知により、安全・安心社会に貢献
- 2030年に量子OCTで体積分解能 $1\mu\text{m}^3$ 以下を実現。また、可視光検出器で遠赤外域までの量子赤外吸収分光を実現
- 可視・赤外量子もつれ光源の開発、光子検出器の高速化や赤外域での長波長化、統合的な高速信号処理の開発を進める

