

京都大学大学院 工学研究科 附属桂インテックセンター

# 多数の光子が織りなす量子もつれ状態の実現と応用に関する研究

プロジェクト代表: 竹内 繁樹 (電子工学専攻)

研究期間: 2025年10月1日~2030年3月31日

## 本研究プロジェクトの目的と主要構成員

### 研究概要

本プロジェクトでは、情報科学、数学、物理学の理論研究と量子光学の実験研究の融合を図り、**複雑な量子状態や、従来は実現されていなかった波長域での量子もつれ光などの「超量子もつれ」の基礎原理の理解と活用の研究**を行います。

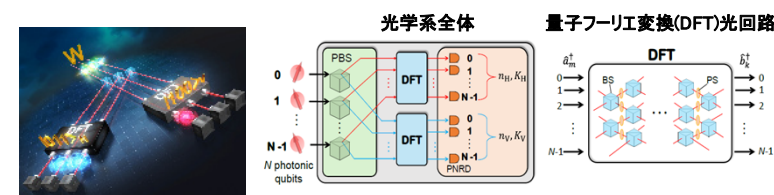
大規模な光量子回路により、巨大なヒルベルト空間とその制御テストベッドを実現、従来の「量子もつれ」の概念を超えた、多数の粒子が織りなす複雑な量子相関をもつ状態(超越量子相関状態)の実現と理解を目指します。

## 今年度の研究成果まとめ

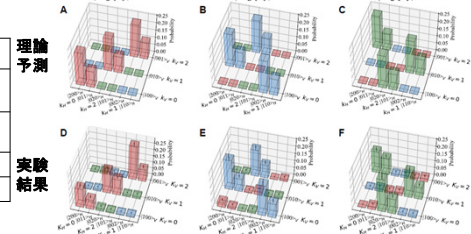
- 多数の光子からなる「W状態」と呼ばれる量子もつれ状態を、一括で一度に識別する「もつれ測定」の方法を新たに開発、さらにその実証実験に世界で初めて成功した  
 「多光子量子もつれ」状態の識別を飛躍的に効率化するだけでなく、多数の光子に対する量子テレポーテーションなどの実現に道を拓く成果  
 [1] G. Park, H. F. Hofmann, R. Okamoto, S. Takeuchi, Science Advances 11, ead4180 (2025).
- 高屈折率コントラストガラスによるリング共振器付き導波路を作製し、351.9 nmの帯域、212の共振モードに渡った発生光子対の周波数相関の観測に世界で初めて成功した  
 1394.0 nm から 1745.9 nm までのシグナル光子、アィドラー光子対の世界記録を更新  
 [2] Y. Hamayama, K. Sugiura, H. Gotoh, D. Nakamura, X. Zhu, S. T. Chu, B. E. Little, R. Okamoto, S. Takeuchi, APL Photonics 10, 076101 (2025).

## 令和7年度の研究活動及び主な成果

### 1. W状態に対する量子もつれ測定<sup>[1]</sup>

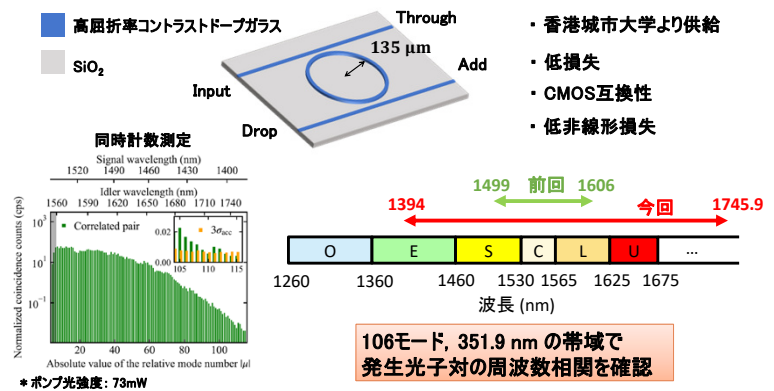


W状態の特徴	
定義	$\frac{1}{\sqrt{3}}( VHH\rangle +  HVH\rangle +  HHV\rangle)$
1量子ビットの検出	残りの量子ビットの量子もつれが維持
位相緩和	○
応用	量子ネットワーク、量子計算など



平均「測定識別忠実度」として「0.871」±0.039という高い値を達成

### 2. CMOS互換チップ上での超広帯域光子対生成<sup>[2]</sup>



## 組織構成

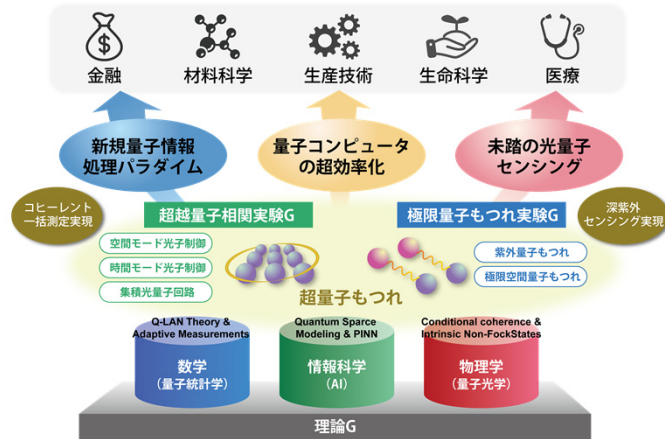


プロジェクトリーダー  
京都大学工学研究科  
教授 竹内 繁樹

### 主要構成員

准教授 岡本 亮  
助教 向井 佑  
特定研究員 田嶋 俊之

## 「超量子もつれ」という新しい学術の潮流を創出



## 外部資金獲得状況

科学技術振興機構(JST)による令和6年度戦略的創造研究推進事業 総括実施型研究ERATO 研究領域「超量子もつれ」2024-2029年度

竹内 繁樹

京都大学大学院工学研究科 電子工学専攻 教授

E-mail: takeuchi@kuee.kyoto-u.ac.jp

〒615-8530 京都市西京区京都大学桂

TEL: 075-383-2286 FAX: 075-383-2290

HP: http://qip.kuee.kyoto-u.ac.jp/