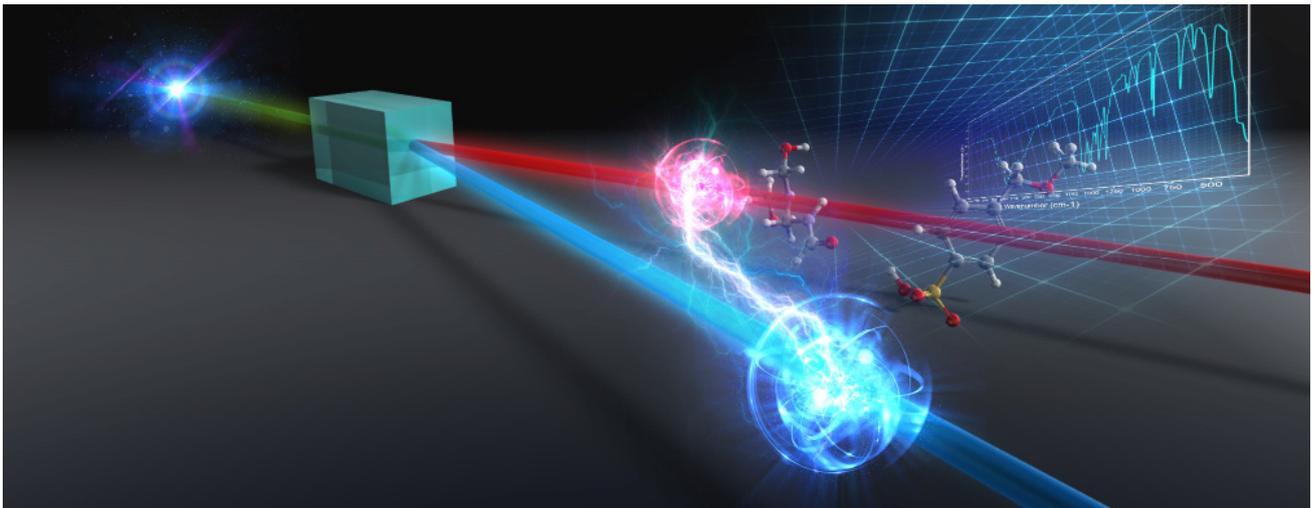


## 「量子もつれ」の不思議な世界を、大阪・関西万博で一般初公開 —リアルな装置で体験する、光量子センシングの未来—

### 概要

電子や光子といった個々の量子の振るまいや、複数の量子間の相関（量子もつれ<sup>\*1</sup>）を制御することで、従来の技術の限界を超える量子科学技術が注目されており、国連総会により2025年は「国際量子科学技術年」と宣言されました。この記念すべき年の夏、内閣府と文部科学省の主催により大阪・関西万博を会場に、企画展「エンタングル・モーメント — [量子・海・宇宙] × 芸術」が開催されます。

この企画展において、京都大学大学院工学研究科の竹内繁樹教授らの研究グループは、株式会社島津製作所およびsantec Holdings株式会社の協力のもと、「量子もつれ」の不思議な世界を、量子もつれ光子対を利用したその場で実際に動作している装置により体験するという、一般公開では知る限り国内初となる展示を行います。また、従来の技術の限界を超える、量子もつれ光をもちいた「光量子センシング」技術とその社会への波及についても紹介します。



## 1. 背景

電子や光子といった個々の量子の振るまいや、複数の量子間の相関（量子もつれ<sup>\*1</sup>）を制御することで、従来の技術の限界を超える量子科学技術が注目されています。特に 2025 年は、現在の量子科学の端緒となった 1925 年のハイゼンベルクらによる行列力学の構築から 100 周年の節目の年になることから、国連総会は 2025 年をユネスコの「国際量子科学技術年」として宣言しました。この記念すべき年に、内閣府と文部科学省の主催により「エンタングル・モーメント」と題し、私たちを取り巻く「量子・海・宇宙」の世界を科学・技術・芸術のコラボレーションで体感する企画展が開催されます。

一方、京都大学はノーベル賞を受賞した、湯川秀樹博士、朝永振一郎博士、福井謙一博士を始めとする多くの研究者らが量子科学の発展に長年貢献し続けています。その中で、京都大学大学院工学研究科の竹内繁樹教授の研究グループでは、量子としての光の振るまいを長年研究し、量子もつれや量子干渉について多くの成果を上げ、また量子もつれの性質を利用した新たなセンシング技術である光量子センシングの研究を推進しています。

このような、量子もつれやそれを用いた量子科学技術の進展にともない、「量子もつれ」という言葉も聞かれるようになってきました。しかし、量子もつれ状態にある光や、そこにみられる、2022 年のノーベル物理学賞の受賞対象になった「ベルの不等式のやぶれ」などの、量子もつれに関係する不思議な現象に関し、その場で実際に動作する装置での展示は知る限りにおいて今までなく、一般の方が直接見たり触れたりする機会はありませんでした。

今回、竹内繁樹教授らの研究室メンバーを中心とし、京都大学総合研究推進本部、京都大学成長戦略本部、京都大学博物館、及び京都大学桂地区事務部などからなる京都大学万博量子展示チーム（下記 3. に詳細記載）は、「量子もつれ」の不思議な世界を、実際に量子もつれ光子対を利用したその場で実際に動作している装置により体験するという、一般公開では知る限り国内初となる展示を行います。また、島津製作所や santec Holdings などの協力を得て、従来の技術の限界を超える、量子もつれ光を用いた「光量子センシング」技術とその社会への波及についても紹介します。

## 2. 展示内容

「量子もつれ」の展示は、「エンタングル・モーメント」の全展示領域内の約 100m<sup>2</sup>の領域で行います。展示は下記の 3つの ZONE から構成され、展示物の概要は下記となります。本展示は、朝永振一郎博士のエッセイ「光子の裁判」<sup>\*2</sup>に登場する“波乃光子”をモチーフとしたキャラクター「ミツコ」が皆様をご案内します。

### ZONE 1 「光子の不思議と光量子センシング」

プロローグとして、光の最小単位が光子であること、その光子の特徴、もつれ光のイメージを説明する。

### ZONE 2 「量子もつれ光の不思議を体験」

最先端の光量子もつれの実験装置を万博会場で動作させ、来場者に不思議な現象を体験していただく。

#### ① 量子もつれ光の発生装置

量子もつれ光を実際に発生させ、その場で発生している量子もつれ光の映像を展示する。

#### ② 2つの光子を用いた量子干渉実験

量子力学の世界では、複数の物理過程の間で干渉が生じ、本来起こるはずの現象が生じなく

なる場合がある。光子の対を半透鏡に入射する実験で体験していただく。

③ ベルの不等式のやぶれを実証する装置

物理現象はその場所での物体の状態が決まる（局所実在性）ということが、量子の世界では成り立たない。その事を検証した 2022 年のノーベル物理学賞の対象の「ベルの不等式のやぶれ」の実験を、量子もつれ光子対を用いた実験装置で体験していただく。

ZONE 3 「量子もつれが変える世界」

従来の技術の限界を超える量子もつれ光を用いた「光量子センシング」技術について紹介。

① 量子光干渉断層撮影装置（Q-OCT）（展示装置協力：santec Holdings）。

来場者に、OCT 装置を用いて自分の指の内部を観察できることを体験してもらい、量子もつれ光を用いた Q-OCT により分解能が大きく向上できることを説明する。

② 量子赤外分光装置（展示担当：島津製作所）

来場者に、赤外分光光度計を利用して分子認識や定量ができることを体験してもらい、量子もつれ光を用いた量子赤外分光では、大幅な小型化が可能となることを説明する。

③ エピローグ

量子もつれ光を用いた「光量子センシング」技術とその社会への波及について説明するとともに、京都大学に発足した「光量子センシング社会実装コンソーシアム」での取り組みなどを紹介する。

### 3. 京都大学万博量子展示チームについて

代表： 竹内 繁樹（京都大学大学院工学研究科 教授）

幹事： 加賀田 博司（京都大学学際融合教育研究推進センター 光量子センシング研究拠点ユニット 特定教授）

展示装置製作： 岡本 亮（京都大学大学院工学研究科 准教授）、衛藤 雄二郎（京都大学大学院工学研究科 准教授）、向井 佑（京都大学大学院工学研究科 助教）、阿部 尚文（京都大学大学院工学研究科 特定研究員）、田嶋 俊之（京都大学大学院工学研究科 特定研究員）、京都大学竹内研究室 学生有志

量子赤外分光装置展示担当： 株式会社島津製作所

OCT 装置展示協力： santec Holdings 株式会社

キュレーター： 今泉 真緒（株式会社ダズ）、島田 卓也（Crosshat\*）、朴 鈴子（株式会社 Office PARK）

キャラクターデザイン： 井上 仁行（パンタグラフ）

展示装置製作協力： 株式会社つむら工芸、株式会社東京インストルメンツ

運営協力： 京都大学総合研究推進本部、京都大学成長戦略本部、京都大学博物館、京都大学光量子センシング社会実装コンソーシアム、京都大学桂地区（工学研究科）事務部

### 4. 本展示に関わる研究プロジェクトについて

本展示は、文部科学省光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP「量子もつれ光子対を利用した量子計測デバイスの研究」（代表者：竹内繁樹 京都大学教授、JPMXS0118067634））、科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業（ERATO「竹内超量子もつれ」（代表者：竹内繁樹 京都大学教授、JPMJER2402））のアウトリーチ活動の一環として実施されます。

## 5. 展示期間と場所

エンタングル・モーメント — [量子・海・宇宙] × 芸術

・会期: 2025年8月14日(木)～8月20日(水)

・会場: 大阪・関西万博 EXPO メッセ「WASSE」

### <用語解説>

※1 **量子もつれ**: 量子もつれ (Quantum Entanglement) とは、2つの異なるシステム間で相関した状態が2つ以上あり、それらが (量子において複数の状態が同時に成立する) 量子重ね合わせ状態にあることを言います。1935年にアインシュタインとボーアが、その存在について議論を闘わせたことが有名ですが、現在ではさまざまな量子技術の重要なリソースとして利用されています。

※2 **光子の裁判**: 朝永振一郎博士が昭和24年に記したエッセイ。被告人「波乃光子」が二つの窓を同時に通ったと主張することを量子力学を用い検証する裁判劇。「量子力学的世界像」(みすず書房) など多くの書籍に掲載されています。

### <展示に関するお問い合わせ先>

竹内繁樹 (たけうちしげき)

京都大学大学院工学研究科・教授

TEL: 075-383-2286 (090-5076-3694)

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

### <報道に関するお問い合わせ先>

京都大学 桂地区 (工学研究科) 事務部 総務課 企画広報掛

TEL: 075-383-2010 FAX: 075-383-2011

E-mail: 090ryoshisyutten@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

### <関係するホームページ等>

・エンタングル・モーメント展 特設ページ:

<https://www.qst.go.jp/site/entangle-moment/>

・大阪・関西万博 公式サイト:

<https://www.expo2025.or.jp/>