

Q-LEAP 量子計測・センシング技術領域 採択時の研究開発課題

目 次

1. 採択時の研究開発課題一覧	P. 2～3
2. <2018 年度採択> Flagship プロジェクト 「固体量子センサの高度制御による革新的センサシステムの創出」	P. 4
3. <2018 年度採択> 基礎基盤研究 「高感度重力勾配センサによる地震早期アラート手法の確立」 「光子数識別量子ナノフォトニクスの創成」 「2 重に量子雑音を圧縮した量子原子磁力計の開発」 「複雑分子系としての光合成機能の解明に向けた多次元量子もつれ分光技術の開発」 「量子もつれ光子対を利用した量子計測デバイスの研究」 「量子センシング高感度化への複合欠陥材料科学」 「次世代高性能量子慣性センサーの開発」	P. 5 P. 6
4. <2020 年度採択> Flagship プロジェクト 「量子生命技術の創製と医学・生命科学の革新」	P. 7

1. 採択時の研究開発課題一覧

※所属・役職名はすべて採択時のものとなります。最新版につきましては、各技術領域 HP を参照してください。

<2018 年度採択>

【Flagship プロジェクト】 1 件

研究開発課題名	研究代表者	所属機関	役職
固体量子センサの高度制御による革新的センサシステムの創出	波多野 瞳子	東京工業大学工学院電気電子系	教授

【基礎基盤研究】 7 件

研究開発課題名	研究代表者	所属機関	役職
高感度重力勾配センサによる地震早期アラート手法の確立	安東 正樹	東京大学大学院理学系研究科	准教授
光子数識別量子ナノフォトニクスの創成	枝松 圭一	東北大電気通信研究所	教授
2重に量子雑音を圧縮した量子原子磁力計の開発	柴田 康介	学習院大学理学部物理学科	助教
複雑分子系としての光合成機能の解明に向けた多次元量子もつれ分光技術の開発	清水 亮介	電気通信大学大学院情報理工学研究科	准教授
量子もつれ光子対を利用した量子計測デバイスの研究	竹内 繁樹	京都大学大学院工学研究科	教授
量子センシング高感度化への複合欠陥材料科学	寺地 徳之	物質・材料研究機構機能性材料研究拠点	主席研究員
次世代高性能量子慣性センサーの開発	中川 賢一	電気通信大学レーザー新世代研究センター	教授

(研究代表者の五十音順に掲載)

<2020年度採択>

【Flagship プロジェクト】 1 件

研究開発課題名	研究代表者	所属機関	役職
量子生命技術の創製と医学・生命科学の革新	馬場 嘉信	量子科学技術研究開発機構量子生命科学領域	領域長

【Flagshipプロジェクト】「量子計測・センシング」の採択課題

採択課題 固体量子センサの高度制御による革新的センサシステムの創出

研究代表者 東京工業大学工学院電気電子系 波多野 瞳子 教授

(共同研究機関) 京都大学、東京大学、産業技術総合研究所、量子科学技術研究開発機構
デンソー、日立製作所、矢崎総業など

概要 固体量子センサの応用から物理まで一気通貫した研究開発を実施する「固体量子センサ協創拠点」を構築。室温・大気中でも優れたスピンドルヒレンス性を持ち、量子状態の初期化と読み出しを光で行えるというダイヤモンドNVセンタ（窒素-空孔対）を活用した量子計測・センシングデバイスのプロトタイプを開発し、社会実装を目指す。

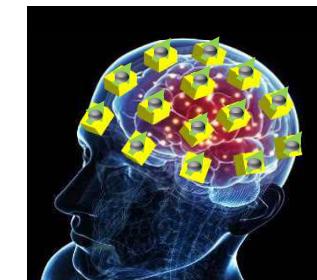


研究開発目標

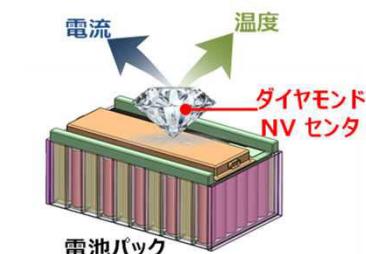
- ・高い感度と高い空間分解能を持つ脳磁計測システムに関するプロトタイプの開発
- ・電池やパワーデバイスの電流・温度をモニタリングするシステムに関するプロトタイプの開発

マイルストーン

・脳磁計測システム	
4～5年目	感度5pT, 神経組織と小動物の脳磁計測
10年目	感度10fT, ヒトの脳磁計測
・電池・パワーデバイスのモニタリングシステム	
4～5年目	電池やパワーデバイス内部への量子センサ実装、電流・温度の同時計測
10年目	電流・温度をダイナミカルに計測する小型プロトタイプ



脳磁計測（イメージ）



電池／パワーデバイス
モニタリング（イメージ）

出口戦略

固体量子センサの材料・デバイス開発やセンサを用いた製品システム開発に関心の高い企業によるコンソーシアムを形成。各社の共通基盤技術として共同開発を行う協調領域と、個別のニーズ・アプリケーションに応じた競争領域を区別した開発連携により効率的でスマートな社会実装を目指す。

研究基盤の強化・次世代人材の育成

- ・若手リーダーに牽引させ、10年間で各分野の**世界第一人者**へ育成
- ・優秀な博士後期学生を研究員として雇用し、**次世代の若手リーダー**を育成
- ・協創拠点による**人材の流動性・異分野融合の加速**によって**新規学際領域でのポジション**を形成
- ・産官学連携によってポスドク・博士学生のキャリアパスを形成
- ・固体量子センサの**理論からシステムまで俯瞰できる人材**を育成

【基礎基盤研究】「量子計測・センシング」の採択課題①

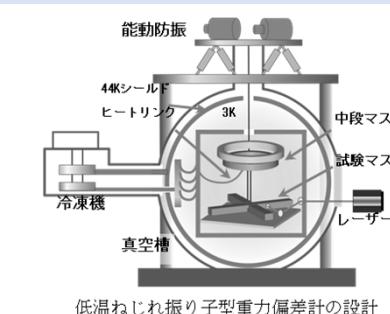
採択課題 高感度重力勾配センサによる地震早期アラート手法の確立

研究代表者 東京大学大学院理学系研究科 安東 正樹 准教授

概要 大規模地震の断層破壊時の重力場変化を高感度重力勾配計ネットワークで検知し、社会に対して早期にアラートを流すシステムを構築

Flagshipプロジェクトとの相補的・相乗的効果：

ねじれ振り子型センサの発展により、量子計測・センシングのプラットフォームに貢献



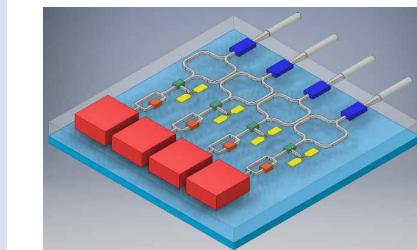
採択課題 光子数識別量子ナノフォトニクスの創成

研究代表者 東北大学電気通信研究所 枝松 圭一 教授

概要 光子状態が確定かつ高い量子干渉性を有する量子光源と、極めて高い精度・量子効率で光子数を識別し検出する光子数識別検出器を開発し、光子の量子性を駆使した量子計測を高度化

Flagshipプロジェクトとの相補的・相乗的効果：

量子光源・検出技術の高度化により、光子を用いた量子計測・センシングの発展に貢献



光子数識別検出器と
量子光回路の集積化

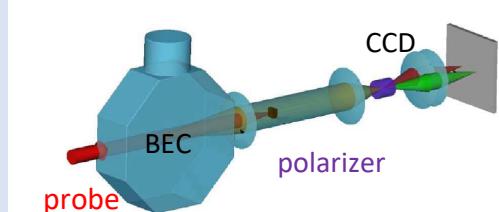
採択課題 2重に量子雑音を圧縮した量子原子磁力計の開発

研究代表者 学習院大学理学部物理学科 柴田 康介 助教

概要 ボース・AINシュタイン凝縮体を用いた磁力計において、原子スピン量子雑音と光量子雑音の圧縮を同時に達成し、従来の限界を上回る磁場感度を実現

Flagshipプロジェクトとの相補的・相乗的効果：

量子磁気センサに関する基礎的知見により、固体量子センサの性能向上に貢献



ボース・AINシュタイン
凝縮体空間磁力計の模式図

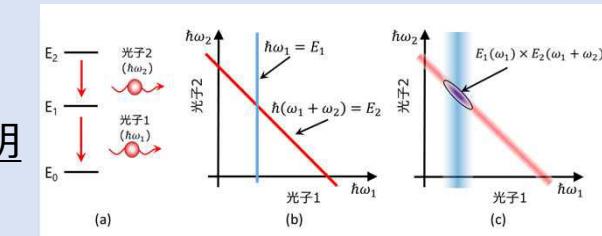
採択課題 複雑分子系としての光合成機能の解明に向けた多次元量子もつれ分光技術の開発

研究代表者 電気通信大学大学院情報理工学研究科 清水 亮介 准教授

概要 2つの光子間の時間-周波数領域における量子もつれの情報を抽出する二次元量子分光法の提案と原理実証を行うとともに、光合成など有用な複雑分子系の物理機能を解明

Flagshipプロジェクトとの相補的・相乗的効果：

新しい量子計測技術である二次元量子分光法を実証し、量子計測・センシングのプラットフォームに貢献



二次元量子分光の原理

【基礎基盤研究】「量子計測・センシング」の採択課題②

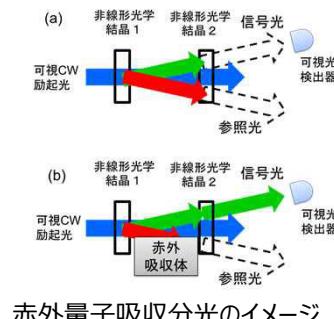
採択課題 量子もつれ光子対を利用した量子計測デバイスの研究

研究代表者 京都大学大学院工学研究科 竹内 繁樹 教授

概要 周波数相関をもつ量子もつれ光子対を利用した量子計測デバイスを開発。特に、量子もつれ光を用いた赤外量子吸収分光装置の開発を実施し、可視光検出器による高感度赤外吸収分光測定を実現

Flagshipプロジェクトとの相補的・相乗的効果：

量子もつれ光を用いた新しいセンサ技術の開発により、量子計測・センシングのプラットフォームに貢献



赤外量子吸収分光のイメージ

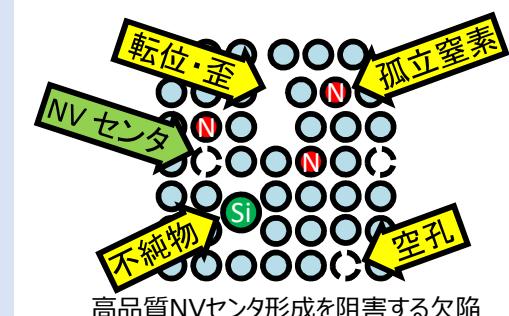
採択課題 量子センシング高感度化への複合欠陥材料科学

研究代表者 物質・材料研究機構機能性材料研究拠点 寺地 徳之 主席研究員

概要 量子センシングに資するダイヤモンド単結晶作製法の開拓及び、複合欠陥を高濃度・高品質に形成するための欠陥形成学理を構築し、磁気感度の高いダイヤモンドNVセンタを作製

Flagshipプロジェクトとの相補的・相乗的効果：

高度な結晶成長・評価技術を駆使してダイヤモンドNVセンタの高性能化を行い、固体量子センサの作製技術を向上



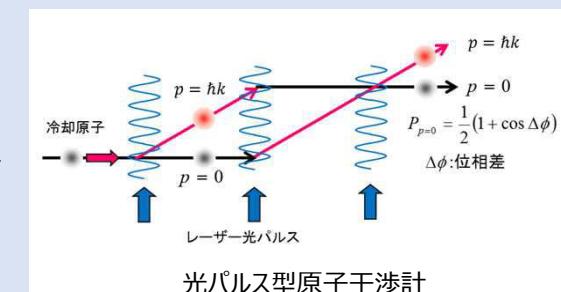
採択課題 次世代高性能量子慣性センサーの開発

研究代表者 電気通信大学レーザー新世代研究センター 中川 賢一 教授

概要 原子の運動状態や量子状態の高度な制御技術を用いて原子干渉計の検出感度大きく向上するための基盤技術を開発し、既存の量子慣性センサーの装置の大幅な小型化を実現

Flagshipプロジェクトとの相補的・相乗的効果：

量子慣性センサの高感度化に関する知見により、量子計測・センシングのプラットフォームに貢献



(研究代表者名の五十音順に記載)

【Flagshipプロジェクト】「量子計測・センシング（量子生命）」の採択課題

採択課題 量子生命技術の創製と医学・生命科学の革新

研究代表者 量子科学技術研究開発機構(QST) 量子生命科学領域 馬場 嘉信 領域長
(共同研究機関) 東京大学、大阪大学、神戸大学、京都大学、大陽日酸、東レリサーチセンターなど

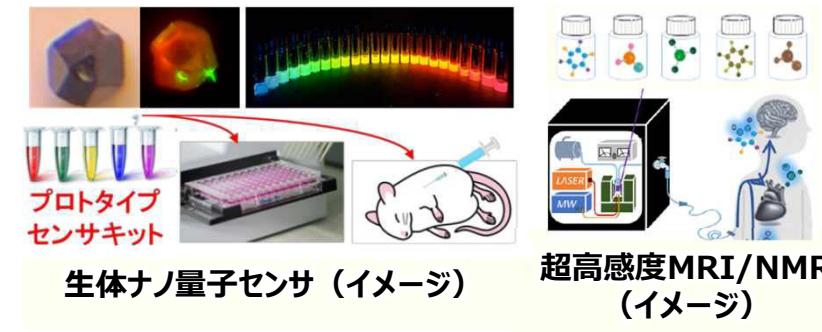
概要

- 医学・生命科学の革新と社会イノベーションの創出により世界を先導する、量子生命技術を創製
- 生体ナノ量子センサ、超高感度MRI/NMRおよび量子論的生命現象の解明・模倣に関する研究開発を実施し、医学・生命科学研究に利活用される計測技術のプロトタイプを実現



研究開発目標

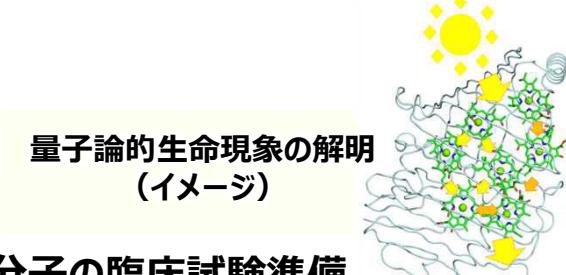
- 広視野、高解像度、多項目同時計測可能な生体ナノ量子センサシステムの開発
- 超偏極化、量子符号化等の量子技術に基づいた超高感度MRI/NMR装置および新規の長寿命・低毒性超偏極プローブ分子の開発
- 生体の量子コヒーレンス高精度測定技術および生物の光合成や磁気受容等における量子効果の分光学的解析技術の開発による、これまで明らかにされていない生物機能の量子論的機構の解明



マイルストーン

5年後：各標的臓器内の温度・pH等3項目の計測

室温超偏極ピルビン酸の代謝イメージングの実現および室温超偏極装置の開発
超短パルスレーザー等を利用した光合成タンパク質の量子コヒーレンスの観測



10年後：小動物内の温度・pH等3項目の同時計測・イメージングの実現

大型動物での室温超偏極代謝イメージングの実現および新規診断可能な長寿命センサ分子の臨床試験準備
超短パルスレーザーの短パルス化等、開発した測定系の人工光合成光受容タンパク質の機能解明研究等への活用

出口戦略

- 量子技術の生命領域への応用に向けて、医工・产学を超えた活発で長期にわたる連携のためコンソーシアムを形成
- 产学官の製品開発に向けた緊密な意見交換を進め、産業界への橋渡しを加速するとともに、ベンチャー創業を推進
- QSTの豊富な実績に基づいた前臨床・臨床研究システムを構築し、医療分野での実用化を加速

研究基盤の強化・次世代人材の育成

- 博士号取得10年前後の若手研究者と医学・生命科学で世界的業績を残している研究者の連携体制を構築
- 量子科学技術の基礎、医学・生命科学展開から社会実装までを俯瞰し先導できる世界的リーダーを育成