

# ハイブリッドで変わる量子の世界

# 光をめぐるハイブリッド量子科学

## どんな研究？

## 何がわかる？

### 新学術領域「ハイブリッド量子科学」

本ポスター発表では2つのトピックス、「光をめぐるハイブリッド量子科学」と「量子の世界を可視化する」をご紹介します。ハイブリッド量子科学は新しい量子物理、量子技術として今注目を集める研究分野です。光からみたハイブリッド量子科学について、私達が参画している新学術領域研究（文科省）の研究成果からご紹介します。

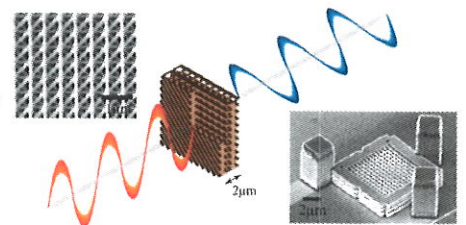
### 研究内容

#### 新しい光を作り出す — カイラルフォトニック結晶を用いた円偏光輻射場制御と量子ドット発光制御 東京大学 岩本 敏

光子-スピン間の高度量子インターフェースの実現には、円偏光状態の効率的生成技術や円偏光光子と物質の相互作用の制御技術の開拓が重要です。これら技術の基礎となる概念が、円偏光光子の輻射場自体の制御で、半導体カイラルフォトニック結晶を用いて円偏光輻射場を制御し、量子ドットと円偏光光子の相互作用の増強と制御の実現を目指して研究を進めています。

カイラルフォトニック結晶は光の波長程度の周期構造を有する三次元キラル構造で、円偏光を固有偏光としてフォトニックバンドが形成されるため、左右円偏光の状態密度の制御が可能となります。これまでに培ってきた三次元フォトニックナノ構造形成技術を利用して半導体を用いたカイラルフォトニック結晶の実現に成功しており、巨大旋光性や広帯域円二色性などを確認しています。また、ごく最近、カイラル三次元フォトニック結晶中に形成された光共振器モードの観測にも成功しました。

※カイラルとは — 右手と左手のように形は同じでも、ひとつの像に重ならない性質。



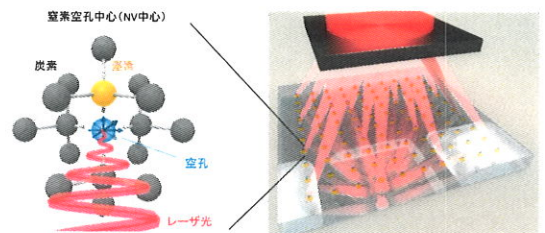
カイラルフォトニック結晶を用いた円偏光輻射場制御と量子ドット発光制御

#### 光が可能にする新しい物質制御 — ダイヤモンドを用いた量子ビット制御 横浜国立大学 小坂 英男

ダイヤモンド中の窒素空孔中心（NV中心）の電子スピン対に着目した、量子情報制御の研究を行っています。NV中心はダイヤモンド中の窒素不純物と炭素欠損が隣接して対となったもので、そこにできる電子状態は高い量子性をもつことが示されています。私たちの研究室では、この電子の3つの量子状態と、窒素原子14や炭素原子13にある原子核のスピン状態を様々な光を用いてコヒーレントに制御することに成功しています。

最近では、光によるホロノミック量子操作と呼ぶ新たな手法の開発により、マイクロワットという小さな光パワーを用いながらも、従来の約100倍速い1ナノ秒で約3倍高い精度で電子操作を実現しました。これにより約1億個の電子を光で一括して制御する可能性を示しました。

※スピンとは — 電子や光子などの素粒子には、スピンと呼ばれる内部自由度があり、素粒子によってスピンの大きさが決まっています。

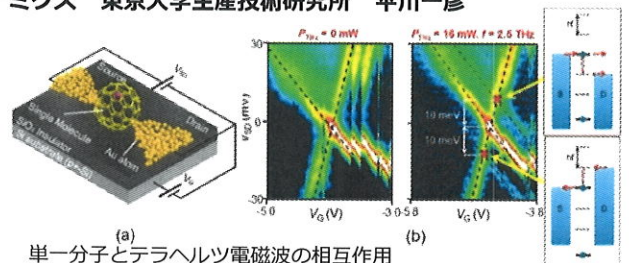


ダイヤモンド中の窒素空孔中心（NV中心）の電子スピンのレーザー光によるホロノミック量子制御

#### テラヘルツが拓く新しい世界 — 分子スケールの電子伝導とテラヘルツダイナミクス 東京大学生産技術研究所 平川一彦

電子を0次元的に完全に閉じ込めることができる単一分子を活性層とする極限ナノトランジスタについて、テラヘルツ（THz）電磁波を用いて量子伝導の解明と制御、応用に関する研究を行っています。THz電磁波の波長は100 μm程度あり、1 nm以下の単一分子とは相互作用が極めて小さいと言う問題があります。我々は、単一分子トランジスタ構造のソース・ドレイン電極をTHzアンテナとして用いることにより、回折限界を10万倍も越えて、THz電磁波と単一C60フラーレン分子を強く相互作用させることに成功しました。右図は、単一C60分子を活性層とするトランジスタのクーロン安定化ダイアグラムで、この試料に波長119 μmのレーザー光を照射したところ、フォトンサイドバンドが形成されていることを確認しました。ナノギャップ電極を用いることにより電磁波の電界を10万倍も増強できること、さらに強いTHz電界で電子の伝導を制御できることを意味しています。

※テラヘルツ光とは — 100 μm程度の波長をもつ、マイクロ波長帯と通信波長帯の間にある光で、様々な応用が期待されている。



単一分子とテラヘルツ電磁波の相互作用 (a)単一分子トランジスタ構造。(b)テラヘルツ電磁波を照射しないとき(左)と照射したとき(右)の単一C60分子トランジスタのクーロン安定化ダイアグラム。



連絡先：根本 香絵 / 国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系

TEL : 03-4212-2561

FAX : 03-4212-2561

Email : nemoto@nii.ac.jp