

## 研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: 光電場のナノ空間構造による新機能デバイスの創製

2. 研究代表者: 石原 一 (大阪府立大学大学院工学研究科 教授)

### 3. 研究概要

本課題では物質系の広域空間コヒーレンスを積極的に活かした光機能による、超高効率な、或いは新奇なデバイス動作の実証を目指している。最も基本的な構造を持つ薄膜のポテンシャルを最大限引き出すための - 族化合物の成膜や - 族複合構造作製技術の向上、量子位相ゲート動作を実現させるための相関光子対発生や干渉計測技術の開発などを行い、電子共鳴非線形応答としては異例のフェムト秒クラス応答速度の観測や、世界で例のない短波長の「もつれあい光子対」の高效率生成などに成功している。

### 4. 中間報告結果

#### 4 - 1. 研究の進捗状況と今後の見込み

本チームは、現在大阪府立大学、大阪大学、東北大学、情報通信研究機構の4グループ構成である。スタート時点は大阪大学(理論と実験グループ)と、三菱電機の構成であったが、主要な研究者の移動により今日の強力なチーム構成となっているものの、移動による研究環境整備などによって一部に遅れが発生した。後半に入って、理論グループのリーダーシップのもと、重点化と、グループ間の連携の一層の強化によって計画を超えることが十分期待できる。

#### 4 - 2. 研究成果の現状と今後の見込み

本課題は従来無視されてきた内部電場の空間構造を活用し、トレードオフになりがちな主要性能を限界性能でバランスさせる光機能設計につなげていくことを目指している。これまでチームで蓄積してきた、高品質塩化銅(CuCl)膜、複合多層膜技術の更なる高度化を進めながら、世界初の半導体での量子相関光子対の発生などの顕著な成果を引き出している。また研究の進展の過程でCuCl膜でのフェムト秒クラスの超高速緩和や光マニピュレーションでの量子ドット操作、量子ドット集団からの超放射現象の発見など新たな方向での成果も上げている。今後は薄膜、複合薄膜の巨大非線形光学応答、量子位相ゲートに向けた非線形位相シフト評価、量子ドット超放射過程を応用したデバイス機能実証にフォーカスすることで、波及効果の大きな成果が生まれることが期待される。

#### 4 - 3. 今後の研究に向けて

個々のグループの研究レベルは高く、これまで数多くの成果が出ている。

本チームの特徴である、超高速光スイッチから量子ゲートまでの広範囲のターゲットを理論グ

グループが束ねていくといった研究推進の妙が見える形になるまで連携が進むよう、後半の進め方に工夫がなされると更にインパクトが強まるであろう。

#### 4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

本チームが前半に挙げた「量子もつれ光子対」の発生は半導体で成し遂げたことから注目度が高い。期待される量子通信や量子計算機に必須の基幹技術まで高める上で、更に高い障壁を超えていく基礎的なつめが望まれる。本課題は高度化していくネットワーク社会に、これまでの常識を覆す光機能での飛躍を提供することを追求するものである。理論と実証を両輪に、学術的にはもとより、波及効果の高いブレークスルー技術も大いに期待できる。

#### 4 - 5 . 総合評価

幅広い研究分野を理論グループが総合的にリードし、独自性の高い領域に挑戦するもので、チーム型研究としても価値ある課題である。前半の研究成果を見ても、画期的な成果に繋がる芽が出てきており、グループ連携の強化により、それらが戦略目標に対して一層のインパクトを持つ成果に結実すると期待される。