

研究領域名	半導体における動的相関電子系の光科学
領域代表者名	五神 真（東京大学・大学院工学系研究科・教授）
領域代表者からの応募総額	12億4660万円
研究期間	平成20年度～24年度

動的電子相関効果がもたらす新しい光科学技術の発掘と解明

1. 本領域の目的

光科学技術はレーザーの発明を機に飛躍的に発展し、21世紀に入りその進歩はいっそう加速している。光の潜在力をさらに引き出す新技術への期待が高まり、そのため、光と物質の関わりについて新たな視点で見直すことが必要である。その鍵は、物質の励起状態に生じる多数の電子間の相互作用や量子力学的位相相関－動的相関電子系－を制御することにある。本領域では、分光学・量子光学、半導体デバイス工学、ナノ材料化学と量子多体系理論などの密接な連携により、動的相関電子系によって生じる新規な光効果を探索し、その基礎学理を創り、応用への道筋を探ることに挑戦する。これにより光科学と物質科学が融合した新しい学術領域の創成を目指す。

2. 本領域の内容

半導体と光の物理・科学を、分光学・量子光学、半導体デバイス工学、ナノ材料化学、量子多体系理論、などと有機的に連携させ、動的相関電子系における新規な光効果や現象を組織的に研究する。例えば、半導体励起子系の自発的量子凝縮を実現し、動的電子相関効果の本質を引き出す。半導体からの光子数状態発生など新たな光量子機能発現の道筋を探る。クリーンな半導体光デバイスを作製し、ゼロから金属的な高密度域に至るキャリア密度制御、量子閉じ込め、外場、温度などに応じて、動的電子相関効果が光学応答や光機能にどう反映し活用可能かを系統的・定量的に調べ上げる。化学的手法によって得られる多様なナノ材料に対して、時空間ダイナミクスを計測する分光手法を適用することで、特異的あるいは普遍的な動的電子相関効果の発現と機能性を、発見し解明する。動的相関電子系および光との結合系をミクロに記述する新しい理論体系や計算手法の構築を行い、実験結果と比較検討する。系統的な理解・解釈を得て全体として学理にまとめ上げ、新現象・新機能の予測を行う。

3. 期待される成果

本領域の研究の発展により動的相関電子系の学理形成と異分野間交流が進めば、物質の光効果が、分野間を超えて統一的に理解され、共通の言葉で語れるようになる。先端学理と技術の共有化が分野を超えて進み、関連する分野全体の学術研究・基盤技術の水準の向上・強化が図れる。

【キーワード】

動的電子相関効果：物質の励起状態において多数の電子の間に働くクーロン相互作用が引き起こす多体効果のこと。

【審査部会における所見】

本研究領域は、近年国際的にも発展があり、顕著な基礎的成果が得られてきている光科学分野と物質科学分野を融合し、新しい量子デバイスへの応用を視野に入れた分野横断的な総合的研究を行おうとする提案である。光科学分野と物質科学分野の第一線の研究者が集結し、実行力のある研究組織構成となっている。また、各計画研究もこれまでの研究実績に基づいてよく検討されており、光科学、物質科学およびエレクトロニクス科学に関する新しい学理の創出も期待できる。

半導体における動的相関電子系の光科学

—量子多体系の学理と新しい光科学への展開—

