

領域番号	2606	領域略称名	高次複合光応答
研究領域名	高次複合光応答分子システムの開拓と学理の構築		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	宮坂 博（大阪大学・基礎工学研究科・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>電子励起状態分子はエネルギーや物質変換、光機能発現等において重要な役割を果たしている。しかし、実際に応用が想定される比較的大きな分子系では、① 高位電子励起状態から最低励起状態への迅速な緩和や、② 集合系における多数励起分子間の高速度な励起子消滅など、光エネルギー利用に対し大きな制限が存在する。更に、③ 通常の光吸収では1光子光学許容状態のみが遷移可能であり、多様な電子状態を有効に利用することも困難であった。これらの光利用に対する制限は、今後の新規光機能物質系の開発、また光物質変換・光エネルギー利用の革新的発展のためにも超克すべき重要な基礎的課題であるが、今までは非常に困難なものと考えられてきた。しかし近年、本提案領域の代表者や参画者の研究を含め、これらの制限を超える新現象が報告されだしている。これらの背景のもとに、分子系の電子励起状態利用に関わる上記の3種の制限を超克する手法として、多重・多光子励起、電子状態変調、集合体設計等の方法を用い、従来の“1光子吸収と1分子応答”を超える“複合励起と複合応答”の学理構築と応用を行い、光子有効利用を可能とする新規複合励起応答分子系の構築を本領域の目的とした。若手研究者の育成、国際ネットワーク形成も併せて行いながら、短期的な光化学分野における我が国の国際的優位性の継続のみならず、中長期的にも今後の発展に必用な分子系の光利用関連諸課題の共通基盤の確立をめざす。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>上記目的の達成のため研究項目 A01～A03 を置き、領域内および国際連携を含め研究を展開した。A01 班では高位励起状態の新規反応開拓と機構解明、局所場による特異電子状態へのアクセス手法開発、多重励起子状態の制御・応用などを目的に研究を行い、高位電子状態利用の多様化・一般化への基盤が形成された。A02 班では多分子協調による加算・増幅的複合応答系の開拓を目的に、増幅反応ネットワークと多機能光応答分子集合体の設計・開発を中心に研究を展開し、光反応を多数分子の協同的光応答に増幅可能な連鎖反応系や分子集合体が多数構築された。A03 班では光駆動・閾値応答集合体系などを対象に、分子性結晶における光誘起形状変化の時間・空間階層機構の解明、光強度に依存した多値応答新規物質の開発などからメゾマクロサイズの物質における光応答に必要な学理を得た。これらの複合光応答の研究成果は 965 本の報文（うち領域内共同研究 98 本、国際共著 182 本）や 433 件の国際学会の基調・招待講演などとして公表されるとともに、英語書籍（Springer 社、2019 年度末）の発刊が決定するなど国際的にも認知を得た。若手育成に対する積極的な取り組みは、246 件の学術表彰の受賞に代表される若手の活躍と成長に結実した。国際活動支援班の活動は多くの共同研究成果のみならず、フランス政府機関の支援のもと「日仏光化学共同研究所」の設置に至り、中長期的共同研究体制が構築できた。これらの結果から今後の分子系の光利用に関わる研究発展に必要な“新たな学術領域”の構築がなされたと考えられる。</p>		

科学研究費補助金審査部会 における所見	A- (研究領域の設定目的に照らして、概ね期待どおりの成果があったが、一部に遅れが認められた)
	<p>本研究領域は、分子系の光利用に対する制限である Kasha 則・励起子の消滅・1光子光学許容遷移、すなわち質・量・多様性の制限を超えるために、多重・多光子励起、電子状態変調、集合体設計などの方法を開拓し、高次複合光応答の実現を目指している。各研究項目からは質・量ともに優れた成果が出ている点や、国際共同研究体制の構築などによる人材育成を推進した点は高く評価できる。</p> <p>一方、研究課題による個別の研究成果を超えた本研究領域の成果として、提起された光利用に対する制限を超えるための「高次複合光応答」の学理は何か、計画研究と公募研究の連携によってどのように光利用に対する制限を超えるのか、その代表的かつ顕著な成果が明確ではなかった。これらが整理されることで、今後の当該分野の発展が期待される。</p>