

平成28年度 新学術領域研究（研究領域提案型）中間評価結果（所見）

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（光量子や光子数）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。これらの背景を基に、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、A01～A03 班を置き研究を展開してきた。A01 班（特異電子状態へのアプローチ）では、高位電子励起状態の特異反応、局所場による電子状態変調、多重励起子応用等を対象に基礎的観点から研究を行っている。高位電子状態から他分子（クロモフォア）への高速電子移動を経た光反応、半導体量子ドットの多重励起子失活の抑制、高位電子状態の新規計算手法開発などが達成され、高位電子状態利用の多様化・一般化、多重励起子利用への基盤構築が計画通り進展している。A02 班（多分子協調場と手法の開拓）では、加算性や協同性を持つ光化学システムの構築をめざしている。1分子の酸化によって1000分子の異性化を誘起する反応増幅系、反応場自体の光スイッチングを可能とする界面2次元配列など、分子レベルの光反応を多数分子の協同的光応答に増幅可能なシステム作製が順調に進展している。A03 班（高次光応答分子システムの構築）では、光駆動・閾値応答集合体系などを対象に、機構解明、新規分子・集合体開発、固体系計測法開発等の研究を行っている。光照射により形状変化する分子結晶の時間・空間階層機構の解明、ハスの葉と同様の高次構造を持つ有機結晶の光形成法の開発、有機ナノ粒子の光熱複合応答、固体内部の反応深さを照射時間制御できる新規分子系の作製など、メゾ・マクロレベルにおける光誘起変化過程の解明と制御、新規物質系の開拓などが順調に行われている。以上、各班共に順調に進展しており今後の更なる班間の連携を通じた研究進捗の基盤が構築された。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの進展が認められる)</p>
	<p>本研究領域の目的達成に向けて、多重・多光子励起、電子状態変調、集合体設計などの手法を用いた「多光子・多分子光応答」系の開拓に取り組んでいる。計画研究は全体として順調に進展しており、特に、精密な分子設計によって、従来の光科学の限界を超えるような「複合励起」を実現する分子系の開発に成功していることは高く評価できる。また、公募研究においても、新規分子系、分子集団系の構築と光応答の研究を活発に推進しており、先駆的な結果が得られている。</p> <p>研究領域内の連携に関しては、総括班による積極的な奨励や本研究領域の研究組織の研究者専用のホームページを利用した情報共有などを通じて、相補的な共同研究という面においては既に十分な進展が認められる。今後、相乗的な連携効果につながる共同研究への展開に期待したい。また、若手研究者の育成についても、総括班によって様々な視点から十分に配慮された運営がなされており、若手研究者の学協会等の論文賞やポスター賞、学協会賞等の受賞などにつながっている。</p> <p>審査結果の所見において指摘された「対象とする分子系の不足」に対しては、公募研究において試料調製系の研究者を多く採択することで対応しており、領域全体として、企画・調整が円滑に行われているものと判断できる。</p> <p>一方で、一部の研究課題について、本研究領域の趣旨との関連が不明確なものや進捗が思わしくないものが見受けられることから、適切な議論や連携研究の強化に基づく軌道修正、研究の加速が望まれる。また、今後、実験系研究者と理論系研究者との共同研究の更なる進展により、多光子・多分子光応答系の「開拓」に留まらない、高次複合光応答分子システムの「学理の構築」に向けた展開を期待したい。</p>