

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 光合成初期反応のナノ空間光機能制御
2. 研究代表者： 橋本 秀樹（大阪市立大学 大学院理学研究科 教授）
3. 研究概要

構造を改変した光合成色素蛋白超分子複合体を、ナノ空間において自在に配列させた、人工光合成膜試料を作成し、超高速時間分解コヒーレント分光および時間分解顕微分光を用いた励起エネルギー移動の実時間計測と広い周波数領域でのフォノン物性の測定を行い、統括的な励起エネルギー移動メカニズムの解明及びデバイスとしての利用指針を確定することで、21世紀をリードするバイオナノテクノロジーの基盤技術形成を促進する。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

研究チームは、AFM によるアンテナ構造のタンパク分子レベルの直接観察に成功しており、アンテナ分子間のエネルギー移動機構の解明につながる成果をあげた。人工光合成タンパクについて、オキナワモズクへの応用を実施し、本研究の成果を燃料電池に応用するなど、新しい発想、提案がなされていることは、研究の着実な進展の表れである。

光合成アンテナ機構について、原子レベルの分解能による直接観測が可能になった点は、提案事項を単なる想像から現実に変えるための必須過程である。過渡回折分光法と誘導フォトンエコー法によるカロテノイド計測、第3のパルスのタイミング制御により、不活性ラマン振動を選択励起するなど、新しい計測法の開発に成功している。単純な分子ラマンとは異なり、巨大な生体分子ラマンでは、むしろ分子に結合するリガンドの角度が変化するような励起が重要なことが指摘されており、本手法は有効と考えられる。光合成の抑制過程を制御することで、自然界よりはるかに高効率なスーパー光合成につながる事が期待される。

研究チームは人工カロテノイドの製造技術、AFM 観測技術、レーザー分光の計測技術のいずれをとっても高度なものを有しており、これらは堅実に整備されてきた。また、研究チーム間の連携も良く、互いに新しい知見や応用に役立っている。互いにお互いの長所を生かして成果を生み出そうとする姿勢が積極的な協力体制を整備させる好ましい原動力となっている。

研究チームはさらに本 CREST の採択を契機として、大阪市から巨額の財政援助を得て、新しい研究機構を設立するなど、さらなる拡充を実現しており、今後の展開が期待できる。

4-2. 今後の研究に向けて

研究チームは、人工カロテノイドの製造技術とレーザー分光、分子ダイナミクスなどの基礎科学、さらにそれらのスーパー光合成、新しい燃料電池提案など、基礎から応用、技術と科学の融合、さらに将来の夢の構築まで、幅広い範囲のスコープを形成する能力に優れている。こうした背景を最大限にいかし、今後は人工光合成膜の構築とこれを用いた光合成のエネルギー伝達機構解明に関して世界の他の追随を許さない、確固たる成果を上げることを期待する。また、研究実施体制の拡充も計画されており、これを機軸とした、更なる発展も期待する。

4-3. 総合的評価

光合成をエネルギー変換に利用する提案および研究は、これまでもかなりなされてきたが、その中でも、本研究は、光合成に真正面から取り組む本格的な研究であり、世界に先駆けて、人工光合成膜を構築し、これを用いて光合成のエネルギー伝達機構を解明しようとする超一流の研究である。研究には、AFM を含む先端的なナノ技術とフェム秒分光・時間分解顕微分光計測などの高度な光計測技術が含まれている。

本研究は、基礎から応用まで広範囲にわたり実施されており、CREST の目的に適合する研究であるが、出口イメージを明確にして、後半の研究を推進することが期待される。