

研究課題別延長事後評価結果

1. 研究課題名： 自己組織化に基づくナノインターフェースの統合構築
2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名(研究機関名・職名は研究参加期間終了時点):

研究代表者

君塚 信夫 (九州大学 大学院工学研究院・主幹教授)

3. 事後評価結果

延長前の本課題研究開始時(平成19年度)に、以下4項目の構想を掲げて研究を遂行し、5年間に数多くのサブテーマに取り組んで、多彩な成果を報告した。

- (1) 自己組織性を有する金属錯体, 金属ナノ材料の開発ならびに配列構造, 電子構造の制御
- (2) 金属錯体を構成要素とする有機-無機複合ナノ粒子の開発とナノ粒子界面(内/外表面)の構造・機能制御
- (3) 固体表面における金属錯体の二次元吸着組織化と高次構造制御
- (4) 超比表面積ナノ界面の構築と機能化

その結果、新しい機能性ナノ界面の構築とともに、界面の構造的特徴を最大限に活かす新機能の創成に結びつける研究として「ナノ界面の機能分子システム化学」を展開する終盤(平成24年度)に至り、アゾベンゼン基を有するイオン結晶-イオン液体の光誘起相転移現象を新たに見出した。そこで関連するテーマを5件ほど設定し、延長課題研究として実施した(平成25.7~平成26.3)。その中で特筆に値すると判断される光エネルギーの有効利用とそれに関係する2テーマについての成果概要を記す。

1. アゾベンゼン基を含むイオン結晶/イオン液体の合成ならびに光誘起相転移現象

本テーマでは、イオン性両親媒性化合物の分子構造にイオン液体の分子設計概念を導入することにより、分子片末端に嵩高いアンモニウム基を導入した一連の新しいイオン結晶ならびにイオン液体を合成・開発し、分子構造とダイナミックな熱力学的特性ならびに分光学的特性の関係を明らかにした。

2. パイ電子系液体の分光特性と評価-フォトン・アップコンバージョン液体の開発

分子界面の精密設計により、空気中で高効率なフォトン・アップコンバージョン(低エネルギーの光を高エネルギーの光に変換する技術)の実現に成功した。三重項-三重項消滅(TTA)機構に基づくフォトン・アップコンバージョンは、従来、溶液中において2個の励起三重項分子を拡散衝突させ、高エネルギーの励起一重項を形成させる方法論であるが、揮発性有機溶媒の使用や励起三重項が酸素により容易に失活するなど、実用化には多くの問題を抱えていた。分岐アルキル鎖やイオン液体部位を芳香族発色団(アントラセン)分子に導入して液体アクセプターとし、ドナー色素(ポルフィリン白金錯体)をドープして“無溶媒”のフォトン・アップコンバージョンシステムとしての機能を調べた結果、媒体(有機溶媒、ポリマー)中における色素分子の拡散を用いるのではなく、アクセプター液体分子間を3重項励起エネルギーが移動(マイグレーション)するという、全く新しいメカニズムに基づく高効率のフォトン・アップコンバージョンを実現した。

大気下で利用できるフォトン・アップコンバージョン分子システムが開発できれば、従来の光化学の常識を書き換える成果となり、実用化のインパクトは大きい。実用化研究に進むためには、この方式の魅力を十分にPRしていただきたい。適切なパートナーとなる企業と連携して、研究がステップアップしていくことを期待している。