

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: 次世代光磁気材料を指向したナノデザイン制御

2. 研究代表者: 中嶋 敦 (慶應義塾大学理工学部 教授)

3. 研究概要

研究目標としては3つが挙げられる。

1) クラスタ機能単位の創成・評価とナノ制御クラスタ蒸着基板の作製(光・電子・磁気特性): サイズ・組成・幾何学的構造を規定した複合有機金属ナノクラスタの生成法の開発、孤立気相系での複合クラスタの光・電子・磁気特性の測定、クラスタの基板上へのソフトランディング、およびクラスタが配置された表面蒸着系での電子物性測定である。

2) 周期デザイン基板の創成とクラスタ修飾基板の評価(顕微鏡、振動分光): 人工的に構造制御された電子物性・光磁気物性の発現を可能にするために、周期制御された基板として、金属、金属酸化物、半導体のような固体基板上に展開した有機自己組織化膜を活用し、着地状態の均一性やクラスタ間の局所的電荷移動を非接触 AFM(NC-AFM)やケルビンプローブ顕微鏡により評価する。また、表面・界面の分光のため、和周波分光および四次ラマン分光を改良・開発する。

3) 気相クラスタおよびクラスタ修飾基板の磁性評価: 複合クラスタの磁気的性質を、気相孤立系においては分子線技術とシュテルン・ゲルラッハ型磁場偏向測定によりクラスタ中の電子スピンとスピン緩和について情報を得る。クラスタ蒸着試料の磁性と微視的レベルの表面磁性を磁気力プローブ顕微鏡で観測する。周期デザイン基板上のナノクラスタに対して、高輝度放射光施設を光源とするX線磁気円偏光測定法を適用し、金属原子ごとの磁性を解明する。

4. 中間評価結果

4 - 1. 研究の進捗状況と今後の展望

グループ間、チーム間の連携もよくとれており、十分進捗している。クラスタ創成・蒸着基板評価グループの成果は、クラスタ科学の大きな進歩を示している。周期デザイン基板創成・クラスタ修飾基板評価グループもソフトランディングに進歩を示している。また、表面・界面での分光技術の改良・開発にすぐれた成果を挙げている。ただし周期デザイン基板創成については、作製の見込みについて疑問視する声もあり、今後の新概念の創出とその実現に期待したい。米国 Argonne 国立研究所グループは精密な評価技術を有し、クラスタ間、クラスタ・基板間の相互作用解明に貢献している。また、アントラセンのクラスタのサイズにともなう自己組織化の変化は、当初計画で想定していなかった新しい展開もある。今後も順調な進展が見込まれるが、次世代光磁気材料をどのように創成していくのか、やや発散気味のテーマを如何に整理していくか、また戦略目標に向けてのデバイス化への道筋の明確化は必要となるであろう。

4 - 2 . 研究成果の現状と今後の見通し

クラスターを種々のレベルで制御することに成功しており、大変興味深い結果が得られている。今後の発展の芽も見出していることから、充分期待できる。取得特許が技術実施許諾契約まで至っているのは中嶋チームのみであり、このチームの独創性豊かな取り組みの一つの証といえる。

4 - 3 . 今後の研究に向けての助言・提言

本研究の基礎的学術的貢献と重要性を高く評価するものであるが、本研究課題の進展によって、次世代光磁気材料を指向していく具体的計画の検討が必要であろう。学術的興味からは、クラスターの電子状態の解明など現在取り組んでいる課題の更なる高度化・深化を期待したい。また、光磁気において、クラスターでなければならない電子状態を実現してみせることも非常に興味深い。具体的な提案としては、応用を見越してのクラスターの基板への配置の仕方のより徹底的な研究、基板上の個別のナノ構造の電荷移動計測の確立が望まれる。

他チームとの多様な連携を深め共同研究・融合研究もさらに推進してほしい。

4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

デバイス化への道筋がそれほど明確ではないが、新規クラスター状物質の発見は、将来の光・電子・磁気材料に大きな発展をもたらす可能性がある。大気中でも安定に使えるサンプルを提供できれば大きな進歩となろう。また、多様なナノ構造に立脚したデバイスの計測評価法としてもその意義は大きい。

4 - 5 . 総合的評価

研究がやや発散気味の面もあるが、比較的小さなチームであるにも関わらず、質・量ともに十分な成果を挙げており、順調に推移していると判断される。