

先導研非常勤講師講演会

11月22日(木) 15:00-17:15

先導研筑紫キャンパス 中央棟 1階 111 講義室 (コピー室横)

プログラム

15:00-16:00

**“ナノカーボンの合成・評価と電子デバイスへの応用 —ナノカーボンによる
低消費電力LSIを目指して—”**

佐藤 信太郎 先生 (産業技術総合研究所 連携研究体グリーン・ナノエ
レクトロニクスセンター グループリーダー)

16:15-17:15

“タンパクの光誘起結晶化”

奥津 哲夫 先生 (群馬大学大学院工学研究科 教授)

○講演内容の詳細は次ページ以降の要旨をご覧ください。

主催：先導物質化学研究所

連絡先：吾郷 浩樹 (内線 7817, ago@cm.kyushu-u.ac.jp)

辻 剛志 (内線 7816, ta-tsuji@cm.kyushu-u.ac.jp)

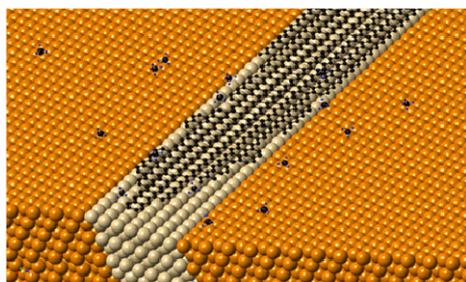
「ナノカーボンの合成・評価と電子デバイスへの応用 ナノカーボンによる低消費電力LSIを目指して」

佐藤 信太郎

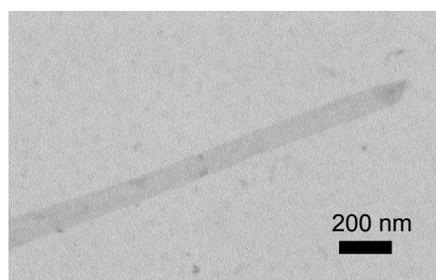
産業技術総合研究所 連携研究体グリーン・ナノエレクトロニクスセンター
グループリーダー

LSIは微細化によりその性能を向上させてきたが、その物理的限界が近づきつつあり、性能向上のために新しい材料が次々と導入されている。我々は、カーボンナノチューブ、グラフェンといったナノカーボン材料を配線やトランジスタのチャンネル材料として利用し、LSIの低消費電力化を目指している。

本講演では、グラフェンのトランジスタ応用を目指した我々の取り組みについて説明する。まず化学気相合成(CVD)法によるグラフェンの大面積合成とその透過電子顕微鏡による評価、成長条件とグラフェングレインサイズの相関について述べた後、グラフェンのグレインサイズと電気特性の相関について議論する。さらに、グラフェンにバンドギャップを形成するためのリボン化や、ヘリウムイオン照射によるトランスポートギャップの形成について説明する。さらに、最近我々が発見した自己組織化的手法によるグラフェンナノリボンの形成について紹介する。



銅双晶上に自己組織化的に形成されるグラフェンナノリボンの模式図



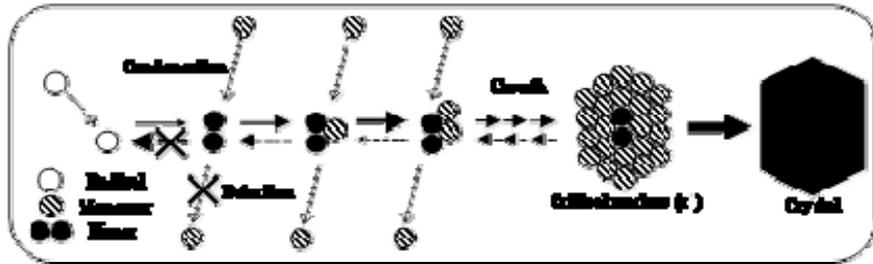
グラフェンナノリボンのTEM像

タンパクの光誘起結晶化

群馬大学大学院工学研究科 奥津哲夫

タンパク質の光化学反応をきっかけとして結晶成長が誘起される現象を見出し、機構の解明を進めてきた。今までに、この観測結果が本当であるか、再現性良く実験を進めるための実験方法の工夫を経て、タンパク質の光化学反応の機構の解明、光化学反応と結晶核形成の関連を合理的に説明する機構の提案と実証実験、この現象をより多くのタンパク質の結晶化に適用する試み、プラズモン共鳴を用いた光反応による結晶化、膜タンパク質への展開、を進めている。

光化学反応をきっかけに結晶化が促進される機構は、化学反応によって生成した共有結合性のタンパク質のクラスターが核となり成長したと考えられる。しかし、クラスターが



必ず結晶へと成長するものではない。核になり得るクラスターを積極的に作ることで結晶を得る方法を検討すべきである。

ダイマーが核に成長する条件として、ダイマーが結晶中の隣り合う二つの分子と同じ構造を有していることが必要である。このような構造を持つ分子をテンプレート分子と呼ぶことにする。タンパクに光を当てた場合、生成するクラスターの形はタンパク表面の Tyr 残基の位置で決まる。リゾチームの場合、表面の Tyr 残基は 3 個あり、これら同士が結合すれば 6 通りの構造が生じる。検討の結果、このうちの一つだけがテンプレートになり得ることがわかった。

この事実は、リゾチームでは偶然にもテンプレートが形成されたが、他のタンパクではテンプレートの形成が保証されないということである。そこで、この問題を解決するために、多様な構造のダイマーを生成させる戦略を検討した。タンパクを直接光励起せず、溶液中のカルボニル化合物をラジカル化させタンパクと反応させて表面のアミノ酸をラジカル化させる。カルボニル化合物として、キノンあるいはケトンを用いた。電気泳動実験によりダイマー生成を確認し、過渡吸収実験を行い、キノンが 12 種類のアミノ酸をラジカル化することを確認した。これはリゾチーム表面の半分以上のアミノ酸をラジカル化できることになり、クラスターの形の多様性を増やすことにより結晶化に至る確率を増やすことができた。また、タンパクに光を当て過ぎると変性してしまい却って結晶化が阻害される問題について如何に適切に光を当てるか、プラズモン基盤を用いる方法を検討した。

最近、膜タンパクの光誘起結晶化に取り組み始めた。脂質と水が作る液晶相が立方相からラメラ相へ相転移すると、ラメラに拡散した膜タンパクは上下のラメラ層のタンパクと相互作用し結晶化する。脂質の相転移を誘起する光機能性界面活性剤を合成し、脂質の相転移を誘起させることに成功した。光化学反応は狭い空間で空間限定して起こすことができるので、タンパクを濃縮できる可能性がある。

参考文献

[1] T. Okutsu, Photochemically Induced Crystallization of Protein, *J. Photochem. Photobiol. C: Photochemistry Reviews*, **8**, 143-155 (2008).