

訪問日 2014年9月9日

物質・材料研究機構 先端的共通技術部門 高分子材料ユニット 界面機能グループ

三木 一司 グループリーダー

研究題名：ラマン散乱断面積を意識したコアシェル粒子二次元配列の開発とウイルス検出センサーへの応用

物質・材料研究機構（NIMS）・三木一司先生を訪ねて

MANA 棟の三木研究室を訪ねました。アジアの優秀な女性研究員抜きでは研究室は成り立たないと先生が言う程国際色豊かな研究室です。これは同所が過去スーパーCOEとして若手国際研究拠点に認定され、文科省のWPI（World Premier International Research Center Initiative）として世界でもトップクラスの研究拠点に選ばれたことに発しているようです。

当日はまず我々が理解しやすいように実験室を案内してもらいました。助成研究と関連する導電性基板上に金属ナノ粒子を等間隔に緻密に配列する手法、金属ナノ粒子による変色、評価するラマン分光器などを見学させてもらいました。また、先生のライフテーマである半導体関連、シリコン結晶スピントロニクスの研究設備なども見学させてもらいました。

先生は2012年よりJST「e-ASIA共同研究プログラム」で、タイ（国立ナノテクノロジー研究所：NANOTEC）とベトナム（材料科学研究所：IMS）と共同で、東南アジアで深刻なマラリアと子宮頸癌を検出する表面ラマン増強効果（SERS）型バイオセンサーを研究開発しています。共同研究先のタイのNANOTECは、半分以上ヘルスケア関係部門で多くの医者がおり、マラリア検出抗体などはタイの知財で、国外への持ち出しができないそうです。従って日本で開発したセンサーをタイで実証実験します。SERS型バイオセンサーは、従来の簡便なイムノクロマトグラフィーとDNA配列同定法のつなぎとなる位置づけの検出方法で、検出感度がその中間で汎用性が高いものです。SERS型は分子の振動をみるものですが、どこにレーザーを当てても同じ強度の信号がでる汎用基板をつくらうとするものです。当日は、NANOTECで撮ったDNA染色像と、マラリア検出抗体の染色像を光学顕微鏡像に重ね合わせ、マラリア罹患初期、中期、末期と症状が進行する何れの段階でも検出が可能な事を説明して頂きました。このバイオセンサ用は高価な抗体材料を考慮してmm角程度の小さな基板で充分とのことでした。

最初、先生は光化学反应用流体デバイスを想定したプラズモニクリアクターの研究を開始し、cm角レベルの大面积導電性基板上に金ナノ粒子を等間隔で緻密に配列することで、近接場光源の大面积化に成功しました。しかも金ナノ粒子表面に有機物を修飾し反応原料を補足することで、光化学反応を効率化しようというものです。このとき、ナノ粒子が基板から剥がれないように、金粒子と基板間をチオール結合により固定しました。更に二酸化チタン光触媒を金ナノ粒子配列上に固定することで、この表面プラズモン共鳴波長の2光子吸収により高いエネルギー励起が可能になります（光の非線形性）。すなわち太陽光の主成分である可視光を紫外光に相当する光励起を引き起こすことが可能になったとのことでした。

ラマン散乱は2光子過程であるため、信号強度は電場増強率の4乗に比例するので、表面プラズモン共鳴によって生じる強い電場により、ラマン光を極めて強めることができます。ラマン散乱の強度は金属ナノ粒子の体積に比例し、一方ナノ粒子のサイズが大きくなると共鳴周波数は長波長へとシフトします。先生は信号強度を維持しながら波長を短波長側に制御する方法として金銀コアシェル構造を利用しました。財団の助成研究はこのコアシェル粒子の2次元配列の開発です。この成果をバイオセンサーに

応用するためには疎水性表面を親水性に変え、色素分子を介して先端に抗体を付ける事を計画しているとのことです。

半導体技術、物理、機械など一つのデバイスを作るには学の融合、更には国際的共同研究の必要を強く感じた訪問でした。

(2014年9月9日、技術参与・飯塚)

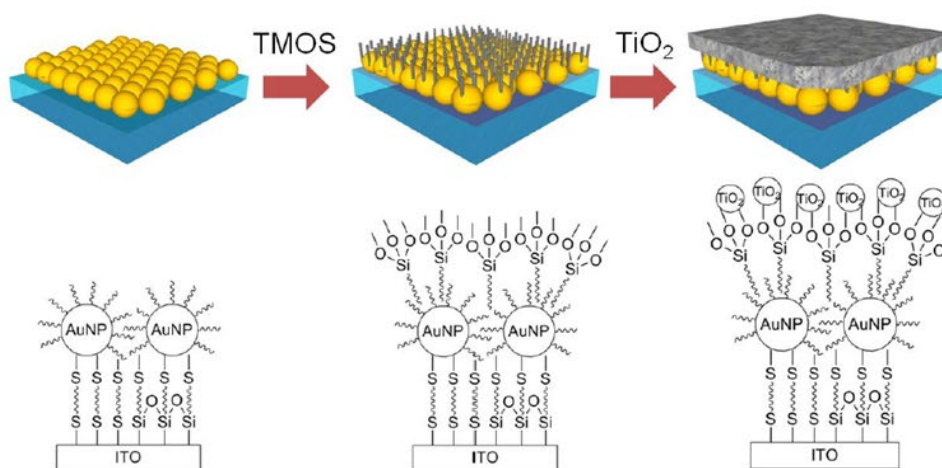


説明に使った同じポスターの前で、
中央が三木先生

e-ASIA members



右から4人目が三木先生、5人目がタイの
ナノテク研究所の所長



Anatase
3.5 nm
Band gap 371 nm