

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名：ソフトナノマテリアル3D分子イメージング法の開発

2. 研究代表者：松尾 二郎（京都大学大学院工学研究科 附属量子理工学研究実験センター 准教授）

3. 研究概要

本研究は、有機物や生体高分子などのソフトナノマテリアルを、高速重イオンによる電子励起や巨大クラスター衝突励起を用いた2次イオン質量分析法(SIMS)により分子イメージングすることを目的としている。高速重イオンを用いる分子イメージング法は、固体内で核衝突をほとんど起さずに電子的に分子を脱離・イオン化させる原理に基づいており、これまで困難と考えられてきた原子衝突によるソフトなイオン化を実現する画期的な手法である。さらに、有機物を破壊することなくエッチングすることのできるクラスタービームと組み合わせて、有機物や生体高分子などのソフトナノマテリアルの3D分子イメージング法を確立し、ナノ・バイオテクノロジー分野に画期的な評価手法を提供する。

分析時間を1桁程度短縮する新しい2次イオン計測システムの構築や、等価的に低エネルギーのクラスターイオンビームを用いた有機分子低ダメージエッチング技術を開発した。さらに、小型分子イメージング装置の概念設計およびその試作も進め、新開発の2次イオン計測システムを用い2000Pa 程度の低真空でも測定が可能な“WET-SIMS”装置を実現し、含水有機材料や揮発性分子の SIMS スペクトルの取得に成功した。さらに、壊れやすく変質しやすい生体組織切片や細胞の分子イメージングに必要な急速冷凍法や薄片化法等の前処理技術や組織内部の露呈を行う加工技術を開発した。これらの技術を組み合わせ培養細胞1個を数ミクロンの空間分解能でイメージングすることに成功し、本手法が生命科学分野に応用可能であることを示した。さらに、クラスターイオンを用いて有機物を低ダメージでエッチングする技術の開発も行い、有機半導体薄膜の深さ方向分析などが可能であることを明らかにした。

4. 中間報告結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

生物や高分子試料の応用分野の開拓も含め、独自の計測技術・装置開発を行い、これまでの方法には達しない研究実績を上げている。今後のさらなる進捗には、生体試料の選択、分析手法、分析結果の解釈などではバイオ系の研究者との共同研究、連携が必須になってくるが、その連携は偏っており、関係分野の研究者と広く交流することにリーダーシップを発揮して欲しい。本チームは、国際的な評価も高いが、この分野は欧米も強い関心を持っており、今後、競争はますます激しくなっていくと推察される。勿論、国際的な連携・協調は大切であるが、日本はエレクトロニクス、機械技術では強いのに、情報処理技術で逆転されることがこれまで多かったことを思い起こし、この轍を踏まず、この分野でも世界に一步先駆けた開発に努めていただきたい。

4-2. 今後の研究に向けて

研究の前半は可能性を追求してやや広めに研究を展開して来たが、後半はサンプルの特徴などを考慮しつつ、手法も絞って開発することが重要である。特に分解能の向上に注力し、当初の目標値である分解能1 μm を達成して欲しい。特に、本研究は、MALDI よりも分解能が高いので生体系、医学の研究への影響力のある研究として期待できるものであるが、本手法がこの分野の基本的な計測・評価技術として、認知

され、発展するためには、本方法でしか出来ない、これで初めて分かったというような他では不可能というポテンシャルを示す事例研究とその発信がぜひとも必要と考えられる。

4-3. 総合評価

計測・分析技術・装置は、最近、学術的にも、産業的にも、欧米の後塵を拝している状況が多々あるが、打破するために、日本発の重要かつ期待される技術として位置づけられる。本チームは、我が国発のクラスターイオンビームによる生体試料などのソフト材料の分析を可能にし、高速重イオンによるSIMSでは世界をリードする優れた研究をし、興味深い成果が得られている。後半に向けては、これまでの研究の進捗から見て、初期の目標である $1\mu\text{m}$ の解像度を少なくとも達成し、さらに収束イオンビームのイメージングに向けた研究に注力してほしい。イメージングには走査型と投影型があるが、生体試料が主たるターゲットだとするならば、「何が知りたいか」を深く考察すると共に、バイオ系の研究者と緊密な連携をとって開発の方向を絞ることを薦める。以上の達成には、技術を向上させる装置試作と実証が不可欠であるが、実現への特段の支援が必要であることを付記する。