

ディビジョン番号	10
ディビジョン名	分析化学

大項目	1. 分析化学
中項目	1-20. 材料分析・材料解析
小項目	1-20-4. イメージング技術

<p>概要（200字以内）</p> <p>最近のナノテクノロジーを中心とした機能性材料の研究において、局所分析のニーズは急速に増大している。微細化効果による機能の発現メカニズムの解明における分布分析の重要度は、更に増加し、これまでの元素の分布を議論するレベルから、化学結合状態や電子状態の分布を分析するレベルにシフトしつつある。このニーズを満足する技術として、イメージング技術が急速に発展している。</p>	
<p>現状と最前線</p> <p>材料研究開発分野では、ナノテクノロジーの進歩により、これまでのマクロな材料特性を活用する方法から、機能性薄膜に代表される表面改質や微細化効果を利用したナノ粒子分散などの技術が急速に発展している。これに伴い、材料分析・解析技術分野においても表面・局所分析ニーズが増大し、微小エリアでの組成・状態解析が急速に進歩している。</p> <p>コンピュータの高性能化による画像処理技術の発展に伴い、バイオイメージング技術も急速な進歩を示しているが、ここでは材料分析・解析に関係する分野に限定してイメージング技術の様子を紹介する。</p> <p>従来は、形態観察は光学顕微鏡、電子顕微鏡などの顕微鏡手法で行われ、その後試料の特定の位置に対して、分光分析法を用いてスペクトル測定を行い、点分析としての分析を行うことが主であった。分布分析の多くは、元素組成に関する情報について電子顕微鏡に付随したX線分析法が主体であった。</p> <p>最近のイメージング技術の発展に寄与した技術には以下の4点が上げられる。</p> <p>1) 励起源の微小化と検出器の高感度化</p> <p>コンフォーカルラマン分光法に代表される励起源の微小化により、400nm を切る空間分解能で分布分析が可能となった。また、検出器の感度向上により、分布分析の時間が大幅に短縮された。</p>	

2) 位置分解を有する検出器 (マルチチャンネルディテクター) の高性能化

従来は、空間分解能を上げるためには、励起源を微小化する方法が主であったが、位置分解能を有する検出器の開発により、検出器側からも位置分解能を向上させることが可能となった。これにより、赤外吸収分光法のイメージング分解能は、数 μm まで高められた。同時に多点同時測定が可能であることから、広域 (cm オーダー) の分布測定が短時間で行えるようになった。

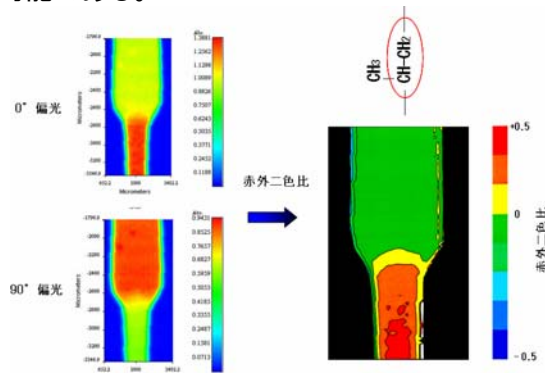
3) コンピュータによるスペクトル解析および画像処理技術

コンピュータ技術の進歩により、顕微鏡像とスペクトルを同時に処理し、ピクセル毎に特定の情報 (元素組成、化学結合状態、結晶状態、電子状態など) により、その強度 (半定量的数値かも可能) によりイメージング化して、カラーで出力することが可能となっている。これにより位置分解能向上への寄与が大きい。

4) 試料ステージコントロール機構の高精度化

走査プローブ顕微鏡の進歩に付随したメカトロニクスの進歩により、ステージを nm オーダーの精度で制御可能となり、高い位置分解能でのスペクトル測定が可能となった。

下図にアイソタクチックポリプロピレン繊維を延伸処理した試料の配向性を、赤外二色比法を用いてイメージングした結果を示す。延伸により細くなった部分 (下部) は延伸方向に配向していることが分かり、中心部ほどこの傾向が顕著であることが分かる。このように偏向板を活用し、得られたスペクトル強度を用いて画像処理することにより、配向性の分布を評価することが可能である。また、特定のスペクトルを用いれば、結晶性や特定の官能基成分の分布イメージ像を得ることも可能である。



将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

プローブ顕微鏡技法を応用した近接場顕微鏡法を用いた 100nm 以下の位置分解能を持った分布分析技術の開発

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

電子線源の更なる微小化およびレンズ系での収差改善による超高分解能電子顕微鏡の開発

キーワード

イメージング、位置分解能測定、アレー検出器、共焦点、マッピング

(執筆者: 志智 雄之)