

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	1-13. 界面分析
小項目	1-13-3. 微粒子界面分析

概要（200字以内）		
<p>微粒子は、小さくなるほど比界面積が増大し、表面エネルギーも大きくなるため、界面の性質が重要となる。微粒子界面分析法は、界面の直接分析法と間接分析法に分類できる。分析対象となる微粒子も、ナノサイエンス・ナノテクノロジーの隆盛と相まって多様性を極めている。生体微粒子や環境微粒子の他に、量子ドット、金や銀のナノ粒子、有機ナノ粒子、磁性粒子などの人工微粒子の種類が著しく増大している。したがって、これらの微粒子を対象とし得る新規な分析法の開発が切望されている。</p>	<table border="1"> <tr> <td>微粒子界面分析</td> </tr> </table> <p>(1) 直接的分光的方法 X線分光法、電子顕微分光法、SPM、表面増強ラマン、表面プラズモン共鳴近接場分光、非線形レーザー分光、質量分析、キラル分光、セルソーター</p> <p>(2) 間接的力学的方法 電気泳動法、光泳動法、誘電泳動法 電磁泳動法、磁気泳動法、クロマトグラフ法、沈降分析法、AFM</p>	微粒子界面分析
微粒子界面分析		
現状と最前線		
<p>微粒子界面分析法は、分光法を主体とする直接分析法と、泳動法や分離法による間接分析法に分類できる。分析対象となる微粒子も、ナノサイエンス・ナノテクノロジーの隆盛と相まって生物・環境試料から人工微粒子まで極めて多様である。</p> <p>(1) 直接的分光的手法</p> <p>X線吸収法や蛍光X線法は、数nmの領域に迫るような、極めて微小な領域まで元素とその化学状態の分析が可能な分解能を達成している。主に固体微粒子表面の分析に利用されている。微粒子が発生するエバネッセント波や、微粒子内の自由電子の光との共鳴現象は、近年、精力的に計測分析やセンシングに利用されている。金や銀のナノ粒子が市販され、生体分子の分析に使用されている。ウイスパリングギャラリーは、新しい光学現象であり、微粒子界面分析に利用されつつある。分子分光法の中では、ラマン散乱法が分子情報が多い。表面増強ラマン法(SERS)は極めて高感度であるが、ナノ粒子が不均一だと強度の再現性が低下する。しかし、この方法の信頼性を高めて実用分析法にしようという努力もなされている。微粒子の界面はSHGにとっては計測しやすい対象である。顕微SHGやSHGキラル分光も試みられている。CARSイメージングの行える装置が市販された。SNOMは、微粒子界面の分析にも威力を発揮している。一般に走査プローブ顕微鏡法は、化学情報を得ることは苦手であるが、金属探針を用いる近接場ラマンや、化学修飾STM探針により、ナノ領域の化学イメージングが可能となった。</p>		

微粒子を静電的にトラップし、レーザーにより微粒子表面の物質のみをイオン化することで、単一微粒子の TOF-MS 分析が実現された。液体中では、細胞や分析対象微粒子のレーザートラッピング技術が普及しているが、今後、分光法と組み合わせられて、界面分析法としても発展するものと思われる。セルソーターは、生体微粒子分離分析の革新的技術として広く普及している。しかし、これを凌ぐ国産技術の開発が求められているのが現状である。

(2) 間接的力学的手法

微粒子分析法として広く利用されているサイズ排除クロマトグラフィーやアフィニティークロマトグラフィーは、微粒子界面の化学特性を反映していることが多い。しかし、沈降法や電気泳動法は、界面の化学的特性にはあまり敏感でない。近年、直流電場以外の様々な外場を利用する微粒子泳動法が研究され、泳動速度のサイズ依存性や、化学修飾した壁面への付着力測定から、界面磁化率や界面官能基の解析がなされるようになってきた。たとえば、液液界面で磁性錯体を生成するような有機液滴の磁気泳動速度のサイズ依存性から、界面の磁化率と磁性錯体の濃度が決定された。また、酵母細胞の電磁泳動により、酵母表面のマンノース鎖とガラス壁面のレクチンとの単一の結合力が計測された。

AFMによる結合力計測もなされているが、この場合、細胞や微粒子をカンチレバー先端に固定する必要がある。これに対し、電磁泳動法では、図1に示すように、微粒子に触れることなく、どのような微粒子界面についても分析が可能である点で、細胞などの検査法として利用が期待できる。誘電泳動法は、小さな微粒子では、界面のイオン雲がその挙動に重要な役割を果たす。外場の作用力を用いる微粒子分析法は、分光的手法と組み合わせられることにより、新たな発展の可能性に富む分野である。

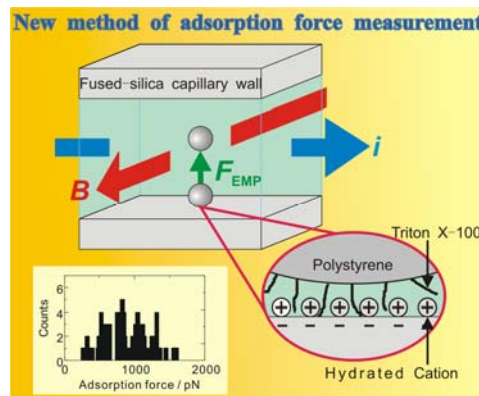


図1 電磁浮力による単一微粒子の付着力測定法

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

- 1) 電荷、質量、磁性が同時に測定できる微粒子分析法の開発、
- 2) 単一微粒子のナノマッピング法、
- 3) 磁気力を利用する微粒子分析法の確立、
- 4) 細胞界面分析法の発展

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

- 1) 生体・環境微粒子のバルク・界面分析法の確立、
- 2) 微粒子分析法と微粒子合成法の統合的手法の開発、
- 3) マイクロセルソーターの開発と普及、
- 4) 微粒子の機能分析法の進歩

キーワード

微粒子界面、界面磁化率、界面単一官能基分析、細胞表面分析、生体・環境微粒子