

学位論文の内容の要約

氏名	渡會 俊晴
学位の種類	博士 (工学)
学府又は研究科・専攻	大学院生物システム応用科学府 生物システム応用科学専攻
指導を受けた大学	東京農工大学
学位論文題目	干渉動的光散乱法による異相界面近傍における微粒子動態計測に関する研究に関する研究

【論文の内容の要約】

球状粒子の拡散係数は、液体のバルク領域において Stokes-Einstein 関係式に従うが、が固液境界や気液境界のような異相界面の近傍領域をブラウン運動するとき、固体または気体と液体の流体力学的相互作用が粒子の運動に影響を与える。本研究では、干渉動的光散乱法を用いて異相界面近傍において抑制される微粒子の動態を観測する。

干渉動的光散乱法において最も基礎となる時間領域低コヒーレンス動的光散乱法は低コヒーレンス干渉法の原理を応用し、光路長分割計測を用いて散乱体積の中心位置を選択できる。そのため、異相界面から十分離れた自由拡散領域から異相界面効果に起因する抑制拡散領域におけるブラウン粒子の拡散係数をシームレスに計測することが可能となる。

時間領域低コヒーレンス動的光散乱法を用いてシングルマイクロン粒子の固液界面効果を直接観測した。本手法では、参照平面鏡からの反射光と試料からの後方散乱光との光路長差が光源のコヒーレンス長以下のとき、干渉信号が検出される。

さらに微小な領域の固液界面効果を観測するために極短時間領域低コヒーレンスの確立した。サブマイクロン粒子の固液界面効果は壁面から数 μm の距離で顕著に現れるため、より高分解能な計測が必要となる。そこで極短時間コヒーレンス光源であるファイバレーザを用いることにより光軸方向分解能の向上した光路長分割計測を行った。新たに空間伝搬型マイケルソン干渉計を構築し、サブマイクロン粒子の固液界面効果を実証した。本実験によりサブマイクロン粒子の固液界面効果は直接観測された。

構築した低コヒーレンス動的光散乱法を時間領域計測からスペクトル領域計測へと展開された。スペクトル領域計測においては、検出器として分光器を使用する。本実験では回折格子とラインセンサを用いて任意の波長範囲を高速に走査できる分光部を独自に構築した。したがって計測時間の短縮を図り、より実用的な計測技術として干渉動的光散乱法を確立した。

さらにスペクトル領域低コヒーレンス動的光散乱法を用いて気液界面近傍で抑制される微粒子の拡散運動を観測した。スペクトル領域低コヒーレンス干渉法の原理により、液面の位置が一度の計測で取得できるため、気液界面効果近傍における微粒子の抑制効果を初めて観測することを可能にした。サブマイクロン粒子において、気液界面近傍で拡散運動が抑制される効果を観測することができた。

本論文の成果として、干渉動的光散乱法の確立により異相界面近傍における微粒子の拡散運動の変化を実験的に実証された。