

超音波を用いて粒子の位置や運動をリアルタイムに観測

- Point 1. 超音波を用いてナノ・ミクロン領域の微粒子の大きさ、位置や運動を高速・高精度に計測することができます
- Point 2. 光学的な手法では測定困難な、光透過性が低く、粒子濃度が高い固体粒子分散液やエマルションでも測定可能で産業用途の幅がひろがります
- Point 3. 測定装置が簡単で小型であるので、製造ラインに組み込みが可能です



次世代の超音波観測技術

本技術の内容

超音波を用いた観測方法は、古くはソナーによる海底探査や、比較的最近では超音波エコー診断による胎児の描画など、広く産業で活用されています。超音波を用いた測定のメリットは、光と比べ透過性が高く、また装置も比較的簡単であるということが挙げられます。

図1 動的超音波散乱(DSS)の代表的な計測システム概要

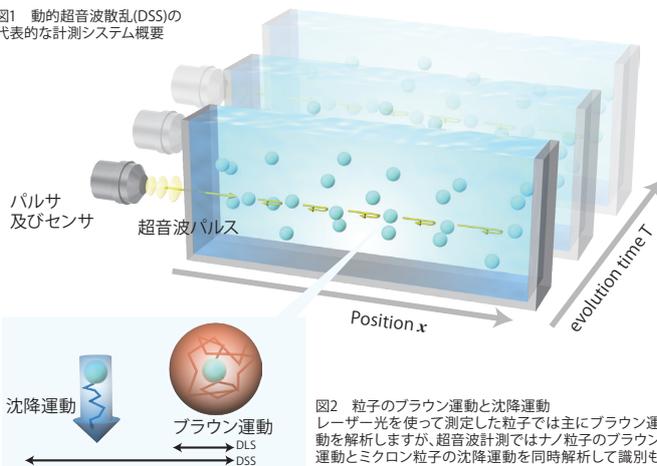
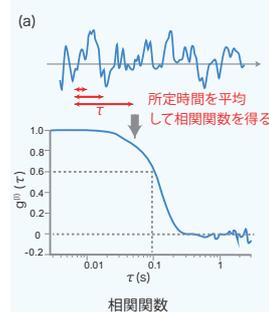


図2 粒子のブラウン運動と沈降運動
レーザー光を使って測定した粒子では主にブラウン運動を解析しますが、超音波計測ではナノ粒子のブラウン運動とミクロン粒子の沈降運動を同時解析して識別も可能です。

従来の解析手法(相関関数)



本特許技術の解析手法(位相差分布法)

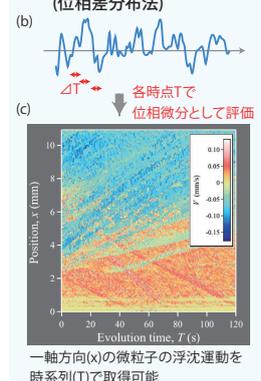


図3 従来の解析手法との比較
従来の動的散乱の解析では、所定時間を平均して情報を得る相関関数が広く使われてきました(a)。一方、本特許技術では、瞬時の粒子の粒径や運動に応じた散乱の位相に注目しています(b)。従来手法と比べ、浮遊微粒子の瞬時の運動に関する詳細情報を得られるようになりました(c)。一般に、位相差分布法では膨大な情報を扱う必要がありますが、計算機など周辺技術の発展に伴ってこれが可能となりました。

この超音波のメリットを生かしたのが動的超音波散乱(DSS)という手法です(図1)。これは、レーザー光を用いた動的光散乱(DLS)と幾つかの点で共通していますが、粒径に応じてブラウン運動と沈降運動の影響力が変わることや考慮している点(図2)、新しい解析手法である位相差分布法を用いることで粒子の座標や運動方向などの情報を得られる点(図3)など、独自の改良も行われていることが異なる点です。



超音波方式の特長を活かし、欠点を解消

従来技術との比較

動的超音波散乱(DSS)は、動的光散乱(DLS)にはなかった幾つかの技術的な問題が出てきます。本特許技術では、それらの問題に対応しています。

① 超音波や電場を使って微粒子の運動状態を分析

従来の発想では、高エネルギーの超音波を微粒子にあてると、浮遊する微粒子が超音波のエネルギーを受けて動きが乱され、正しい計測結果が得られないとされていました。逆に、超音波エネルギーを低くするとSN比が悪く、測定時間が長くなるという問題がありました。そこで、あえて高エネルギーの超音波を微粒子に加えて揺さぶることで、超音波微粒子速度を把握しながら、SN比のよい散乱情報を短時間で得るという手法を開発しました。さらに最近では電場印加に伴う粒子の運動から微粒子の表面特性(ゼータ電位)を得る手法も開発しました。

② ブロードバンドパルスを用いた測定法の改良 ロックイン位相法

単一波長のレーザーパルスと比べ、超音波源は様々な周波数成分が含まれているブロードバンドパルスであるため、沈降速度と粒径の計測精度に課題がありました。そこで、音場を周波数ごとに取り出し、正確な情報を抽出する方法などにより、計測精度を向上させています。



製造ラインで、迅速な非破壊計測が可能に

産業応用のイメージ

ペースト材料やカーボン電極材料の製造において、プロセスの最適化・効率化のために、反応の進行具合や攪拌状況を把握する必要があります(図4)。従来より、レーザーを用いた動的光散乱(DLS)という手法が用いられてきましたが、計測試料が透明であること、高濃度の場合は希釈が必要となることなど、どちらかと言えばラボレベルの計測に限られ、製造現場のニーズに広く応えられていませんでした。超音波を用いた本特許技術では、透明度が低く、濃厚な微粒子分散液を、高速・高精度に計測することができるため、従来の動的光散乱(DLS)が採用できなかった分野にも応用が可能となります。



図4 高濃度の粒子分散液が必要となる材料
電気自動車の負極材料に使われるカーボン電極材料や電子基板に使われる導電性ペーストなど

問い合わせ先

知的財産情報



京都工芸繊維大学 産学公連携推進センター 知的財産戦略室(研究推進・産学連携課知的財産係)
tel: 075-724-7039 / fax: 075-724-7030 / e-mail: chizai@kit.ac.jp

特許出願あり