OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	拡散光を用いた高濃度コロイド溶液に含まれる微粒子の分散と凝集状態の計測に関する研究
Author(s)	谷口, 純
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1717
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

氏　　名	谷口　純（たにぐち　じゅん）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　２１５８６　号
学位授与年月日	平成 19 年 9 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 基礎工学研究科システム創成専攻
学位論文名	**拡散光を用いた高濃度コロイド溶液に含まれる微粒子の分散と凝集状態の計測に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　岡村　康行 （副査） 教　授　永妻　忠夫　　教　授　荒木　　勉

論文内容の要旨

本論文は、拡散光を用いて高濃度コロイド溶液に含まれる微粒子の粒子径と数密度を求めることにより、溶液中での微粒子の分散や凝集などの状態を計測する手法に関する研究をまとめたものである。これまで、高濃度コロイド溶液に含まれる微粒子の粒子径と数密度を同時に測定する手法は提案されていない。高濃度のコロイド溶液に含まれる微粒子の粒子径分析にはレーザー回折・散乱法や動的光散乱法が、質量分析には近赤外・赤外分光法が用いられてきた。レーザー回折・散乱法や動的光散乱法は散乱体によって光が一度だけ散乱される単散乱領域での測定方法であり、高濃度のコロイド溶液を測定するためには溶液を数千倍に希釈する必要がある。また、近赤外・赤外分光法は溶液の吸光度より微粒子の質量を測定する方法であるが、吸光度には散乱の影響が含まれるので濃度既知のサンプルを用いて補正を行う必要がある。そのために、これらの手法を用いての高濃度コロイド溶液に含まれる微粒子の粒子径や数密度を測定することは困難であった。近年、多重散乱領域でも測定可能な拡散分光法が、高濃度コロイド溶液を測定する手法として注目を浴びている。拡散分光法によって、かなり高濃度のコロイド溶液を測定できるようになったが、光の散乱される回数には制限がある。さらに、拡散分光法では、溶液に含まれる微粒子の粒子径を求めるのに溶液の粘性が必要となる。そこで、拡散光子密度波を用い溶液を希釈せずに高濃度コロイド溶液に含まれる微粒子の粒子径と数密度を測定する手法を提案する。拡散光子密度波は、強度変調光を高散乱媒質中に入射させた時に発生する特殊な光子密度のエネルギー波であり、光子の散乱回数に制限はない。高濃度コロイド溶液中を伝搬してきた拡散光子密度波の強度と位相の変化より、溶液の吸収係数と散乱係数を同時に分離して計測できる。この拡散光子密度波によって測定した溶液の光学特性をもとに、高濃度コロイド溶液に含まれる微粒子の粒子径と数密度を吸収理論と散乱理論を用いて求めることができる。

論文審査の結果の要旨

微粒子を液体、気体、固体中に分散・凝集させた状態は一般にコロイドと呼ばれ、様々な分野において利用されている、特に高濃度コロイド中の粒子のサイズや数密度などの計測はホトニクス結晶や光触媒などの新機能性材料開発、

乳製品などの食品の安全管理、医療診断などにおいて重要である。本論文は、コロイド溶液中を伝搬する拡散光子密度波（DPDW）を利用した、高濃度コロイド溶液に含まれる微粒子の粒子径および数密度の同時計測に関する研究成果をまとめたものである。

本論文では、まず高濃度コロイド計測に関するこれまでの研究を概観したのち、それらの問題点を指摘し、提案手法の意義を述べている。最も基本となるランダム媒質中を伝搬する拡散光子密度波について詳細に記述したのち、現実の計測試料形状を考慮した DPDW の理論式を導出し、半導体レーザ、光ファイバ、高感度光検出器、ロックイン増幅器からなるヘテロダイン方式による計測系を構築し、理論式の有効性を確認している。ついで、シリカ微粒子が分散したコロイダルシリカ、脂肪球微粒子とカゼインミゼル微粒子が分散した牛乳を計測対象とし、それぞれの粒子径および数密度が同時に計測可能であることを示している。特に、後者の場合、波長が異なった２つのレーザを用いているものの２種類の微粒子の同時測定に成功しており、この種の計測としては初めてである。粒子径については標準的な計測手法であるレーザ回折法、動的散乱法による結果と比較的よい一致をみている。本手法は、従来手法では単散乱状態あるいはパラメータ抽出に際し粘性計測を必要とするのに対し多重散乱状態での計測が可能であり、溶液の希釈が不要でありコロイド状態を直接計測できる特徴を有している。この特徴を積極的に用いて高濃度コロイド中微粒子の凝集過程の時間変化を求めている。牛乳に含まれるカゼインミゼル微粒子は溶液のイオン濃度によって凝集反応が起こることが知られており、本手法を用いて粒子径の増大さらには数密度の減少を確認している。一方また粒子径がカゼインミゼルに比べ一桁程度大きい脂肪球については数密度の変化はなく、わずかに粒子径の増大を確かめている。このように高濃度コロイド溶液中微粒子の分散、凝集現象の定量的評価が行えること示している。

以上のように、本論文は、拡散光を用いて高濃度コロイドの分散、凝集状態の定量的評価法を実現し、新機能材料開発、食品の安全管理などに大きく寄与するものであり、博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと認める。