

多重散乱フリーな新しい動的光散乱測定法

東大・生研 ○高木晋作・田中肇

動的光散乱法は、散乱光の周波数スペクトルから拡散係数や音速など、ゆらぎのダイナミクスについての情報が得られ、物性研究の強力な手段の一つに挙げられる。高濃度コロイド溶液における光散乱実験では、光の多重散乱がスペクトルを歪ませてしまい、これまでダイナミクスを正しく評価することが困難であった。われわれがこれまでに開発してきた位相コヒーレント光散乱法は、従来法での分光対象である熱励起ゆらぎにかかわって「光励起モード」を分光するもので、多重散乱成分を完全に除去できるという特徴をもつ。その原理は、Fig.1 のように周波数の異なる 2 本の CW レーザー光を交差させて媒質中に移動干渉縞を作り、これと位相のそろったさまざまな媒質の運動モードを励起する、というものである。例えば、移動格子縞の領域内にあるコロイド粒子は誘電率が周囲の溶媒と異なるために、溶液の化学ポテンシャルが光による変調を受け、系の静電エネルギーを最小化しようとする光の強度縞と位相の揃った濃度分布が形成される。ところが、球の拡散よりも速く干渉縞が移動すると濃度分布はそれに追従できなくなる。この様子を位相コヒーレント光散乱によって観測する。ランダムに励起される熱ゆらぎとは異なり、光励起モードは位相が完全にコヒーレントなため、位相も含めて検波することでコヒーレントな単一散乱光だけを観測でき、多重散乱成分は干渉縞とインコヒーレントなため一切検波されない。したがって、たとえ白濁した試料であっても濃度拡散スペクトルを正確に測定できるのである。

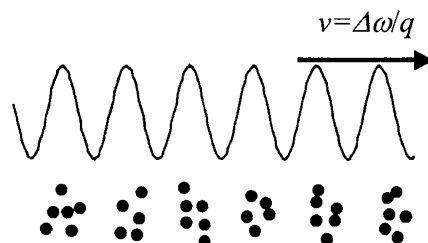


Fig.1 光移動干渉縞によるコロイド溶液中のコヒーレントな濃度勾配の励起。

実験に用いた試料の粒径は 50nm~170nm で、格子間隔 0.2μm の干渉縞により全ての試料で濃度拡散スペクトルの観測に成功した。特に、粒径 0.1μm、濃度 1% のコロイド懸濁系において半値半幅の散乱角依存性を測定したのが Fig.2 である。本来、濃度拡散モードの半値半幅は散乱波数 q の 2 乗に比例して増加するが、従来法では明らかに q に依存しておらず、多重散乱の影響が顕著に表れている。ところが、位相コヒーレント光散乱による測定結果は、波数の 2 乗に比例しており、単一散乱の結果を正しく反映していることがわかる。

コロイド濃度が 0.01% から 2.5% まで変化すると、いずれの試料でも協同拡散を反映して、スペクトルから求まる拡散係数は線形に増大した。拡散係数の濃度依存性の詳細については講演で報告する。

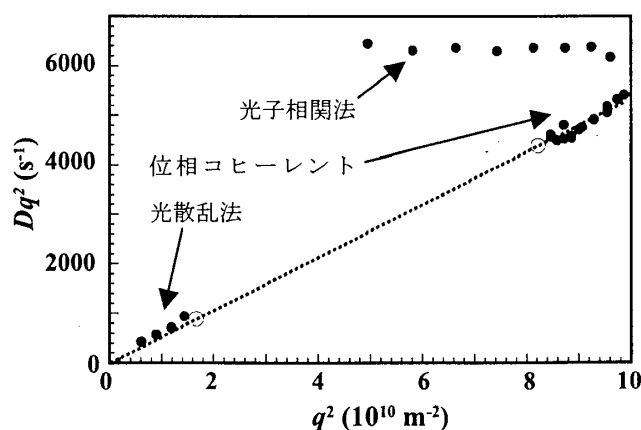


Fig.2 半値半幅の散乱波数依存性。