



Title	多重散乱光の波長相関特性
Author(s)	岡本, 卓; 朝倉, 利光
Citation	電子科学研究, 1, 79-80
Issue Date	1993
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24288
Type	departmental bulletin paper
File Information	1_P79-80.pdf



多重散乱光の波長相関特性

光システム計測研究分野 岡本 卓, 朝倉利光

移動微粒子懸濁液に二つの異なる波長のレーザー光を照射したときに得られる動的多重散乱光の波長相互相関特性について実験的に研究した。散乱光強度の相関係数は、光学的厚さおよび粒子数密度に依存する。一方、相関時間は粒子のブラウン運動の影響を受けず、懸濁液全体の流れだけを反映する。この結果、従来困難であった多重散乱流体の速度計測が可能であることが明らかとなった。

1. はじめに

粗面に二つの異なる波長をもつレーザー光を照射すると、それぞれの波長の散乱光によって生じる二つのスペックルパターンは粗面の粗さによってその相関度を変化させる。この性質を利用した二波長スペックル相関法は表面粗さの測定法として提案されているが[1], 原理的には粗面に限らずランダムな光散乱を起こすあらゆる物体に適用可能である。そこで私達は、対象物体として微粒子懸濁液を選び、それがもつさまざまな性質と得られる散乱光強度の相互相関関数の特性との関係を実験的に調べた[2]。特に、微粒子の運動が光強度の時間的ゆらぎに及ぼす影響に注目した。

2. 実験系

実験系の概略を図1に示す。多波長のアルゴンレーザー光を直径約20 mmの平行ビームにして、厚さ1 mmのガラスセルに照射する。セル中に入れる試料として、一定の直径をもつポリスチレン粒子を水に分散させたものを用い、セル全体を光軸に垂直な方向に一定速度で移動させる。懸濁液から出た動的散乱光は結像レンズを通して直径50 μm のピンホールに集められ、分散プリズムDPおよびレンズによって波長ごとに分離したのち、異なる二波長の光が光電子増倍管PM1およびPM2で検出される。得られた光強度変動 $I_1(t)$ および $I_2(t)$ は、FFTアナライザへ送られ、直流分を除去したゆらぎ成分の相互相関関数が計算される。

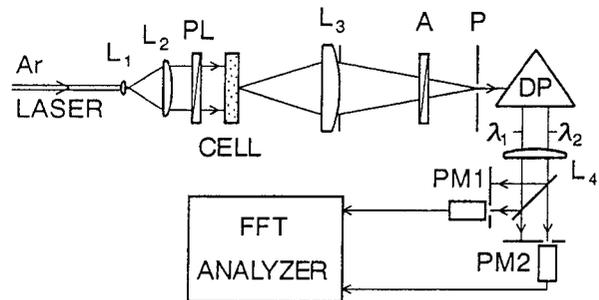


図1 実験系。L₁, L₂, L₃, L₄, アクロマートレンズ；PL, 偏光子；A, 検光子；P, ピンホール；DP, 分散プリズム；PM1, PM2, 光電子増倍管。

3. 光強度ゆらぎの相互相関関数

実験で得られた相互相関関数の一例を図2に示す。

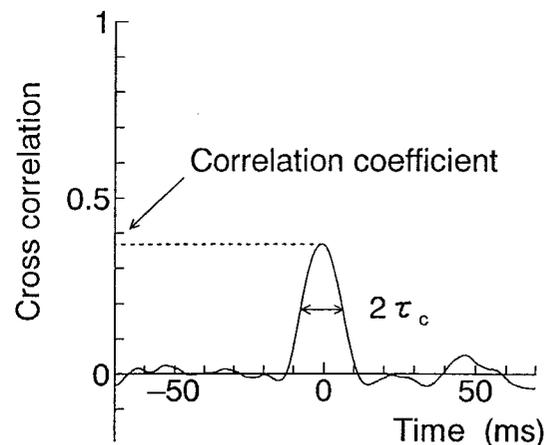


図2 散乱光強度ゆらぎの二波長相互相関関数。

この相関関数のピーク値（相関係数）は懸濁液中の散乱光の光路長分布などで決まるため、微粒子の直径や濃度に関係した量である。一方、相関ピークの半値半幅で定義される相関時間 τ_c は微粒子の運動状態を反映している。以下にこれらの関係について得られた結果を示す。

4. 実験結果

図3は、波長488 nmと514.5 nmの散乱光で得られた相関係数が、微粒子の体積濃度によって変化する様子をプロットしたものである。濃度が高くなると散乱回数が増加し、光路長の分布が広がるために相関が低下する。また、粒子直径によって異なる相関係数が得られるが、これは、相関係数が粒子濃度のみに依存するのではなく、散乱体の光学的厚さと粒子数密度に支配されているためである。ここで、光学的厚さとは試料の厚さを光子の平均自由行程で割ったものである。

セルの移動速度（微粒子の平均速度）と相関時間の関係を図4に示す。自己相関関数（波長488 nm）から

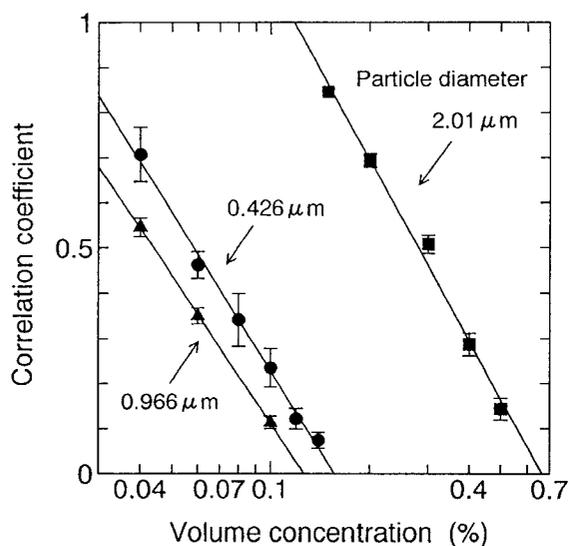


図3 粒子の体積濃度と散乱光強度ゆらぎの相関係数の関係。

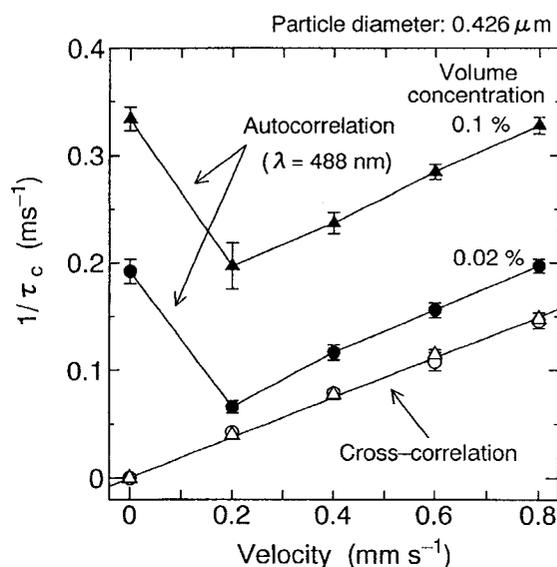


図4 粒子の平均移動速度と相関時間の逆数の関係。

得られる相関時間は、粒子のブラウン運動の影響を大きく受けているのに対し、相互相関関数（波長488 nm, 514.5 nm）から計算した相関時間は、ブラウン運動の影響を受けず、その逆数が粒子の平均速度に比例する。さらにその比例係数は粒子濃度にほとんど影響しない。したがって、相関ピークが検出できる濃度範囲において、二波長相関法は多重散乱媒質の速度測定に有効な方法であることがわかった。

5. おわりに

二波長相関法は、粗面に限らずコロイド溶液のような多重散乱体に対しても応用できることが明らかとなった。二波長の相関をとるということは、散乱光の中の直進成分に近いものだけを選択的に取り出していることに対応するため、光CTの手法を応用したと見することもできる。ただし、生体のような高濃度媒質では前方散乱光の二波長相関成分がほとんどないため、本手法は皮膚血流のような表面散乱光の解析に有効だと思われる。

【参考文献】

[1] B. Ruffing: J. Opt. Soc. Am. A, 3, 1297 (1986).

[2] T. Okamoto and T. Asakura: Opt. Commun., 103, 355 (1993).