

## 多重散乱光の干渉による光記録効果を用いた画像識別

関西学院大学大学院 理工学研究科  
物理学専攻 栗田研究室 和田喜子

## 1 概要

光の波長程度以下の大きさの散乱体が分散しているランダム媒質に光を入射させると、光は多重散乱され、媒質内に不規則な明暗模様（強度分布）が作られる。ランダム媒質に光反応体が添加されていると、この強度分布を光反応体量の分布として記録することができる（図1）。これが、多重散乱光の干渉による光記録効果である。干渉による強度分布は、入射光の入射角、偏光、周波数などの状態によって異なるので、この光記録では、入射光の状態を記録、識別することができる。本研究では、この光記録効果の新たな記録対象として画像を考え、液晶空間変調器によって強度もしくは位相を変調した光を用いて画像を記録し、画像識別の特性について研究した。強い光で記録した後、弱い光を入射し、例えば、光の入射角を掃引しながら試料からの蛍光強度を測ると、記録光の入射角と一致した角度で、蛍光の減少（ホール）が見られる（図2（A））。このホールの深さは、記録光と読み出し光の作る試料内の強度分布の相関関数に比例している。変調器によって画像情報を加えた光を用いて、記録、読み出しを行い得られるホールの深さは記録した画像と読み出し画像の相関演算になると考え、記録した画像と読み出し画像の識別を行った。

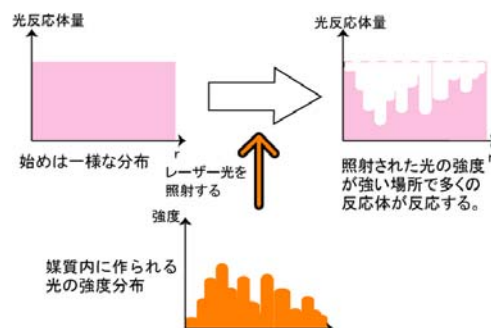


図1 光記録の概略図

## 2 実験と結果

光反応体として有機フォトクロミズム反応を示し蛍光を発するフルギド誘導体を添加し、散乱体として酸化チタンをPMMA中に分散させた試料を用いた。

大きく分けて以下に示す2つの実験を行った。

## ① 入射光の強度を変調して画像記録した実験

白黒の画像を記録した後、同じ画像で読み出した時、ホールは観測できた（図2（A））。しかし、記録画像の白黒部分を反転した画像で読み出した時は、ホールは見えなかった（図2（B））。ホールの深さが異なるということは、記録画像とその白黒反転画像は識別できることを意味する。その他に、識別できる画像の細かさの限界や、反転画像以外で読み出した時のホールの深さの変化特性などについても調べた。

## ② 入射光の位相を変調して画像記録した実験

位相変調した光によって、11種類の画像を試料上の異なる位置に記録した。その後、記録した画像を使って読み出しを行い、ホールの深さを比べた。結果は図3に示すように、記録画像が異なるとホールの深さが変化し、記録画像と読み出し画像が一致した位置で一番ホールが深くなった。よって、この光記録効果で、画像検索できる可能性があることが分かった。また、画像の相関値をコンピューターで計算した。計算結果と実験結果と比較すると、それらの結果は類似しており、記録画像と読み出し画像間の相関関数を実験によって全光的に得られることが分かった。

## ③ FDTD法によるシミュレーション

FDTD法を用いて入射光の周波数を変化させた光が作るランダム媒質中の強度分布を計算した。計算された強度分布同士の相関を取り、ホールの形状を計算によって求め、実験結果と比較した。

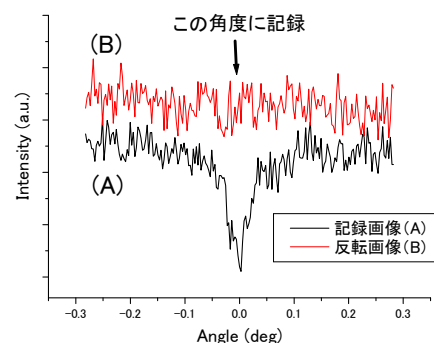


図2 ホールのグラフ

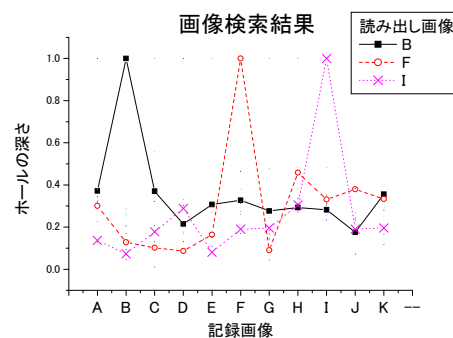


図3 画像検索の結果