

脂質二分子膜形成過程解析のための 3次元グラフィックスシステムの開発

(広市大情報) ○小山 敬弘、 藤原 久志、 石渡 孝

【序】平面脂質二分子膜形成過程では、水中で脂質分子を含む油滴(脂質膜)が 100nm 程度まで薄膜化した後に、厚さ 4nm の二分子膜がその内部に出現し成長する。現在、この過程を反射光観測する実験システムを開発中である(本討論会、藤原口頭発表を参照)。この実験システムでは、脂質膜の前面および後面からの反射光による干渉縞が観測される事が予想される。そこで、得られた干渉縞より膜の厚さ形状を算出し、3次元グラフィックス表示するソフトウェアの開発を行う事とした。具体的には VisualC++開発環境において、画像処理プログラムおよびOpenGL をグラフィックインターフェースとした膜形状3次元表示プログラムを作製中である。なお先述の反射光観測システムは開発途中で実験データは得られていないので、スライドガラス上の石鹼膜で生じた干渉縞画像を解析用サンプルデータとして用いた。近年我々は、「情報科学の理学研究への応用」を1つの着眼点として研究を進めており、今回のシステム開発もその試みの1つである。

【解析用データ取得】 図1に示した装置を用いて、石鹼膜の反射干渉膜の画像を取得した(図2)。石鹼膜は、石鹼液をスライドガラスに塗りつける事で形成した。この膜に対し、蛍光顕微鏡ユニットを利用して 400 nm 光で落射照明を行い、膜の上面及び下面からの反射光により形成される干渉縞パターンを CCD カメラにより撮影・記録した。

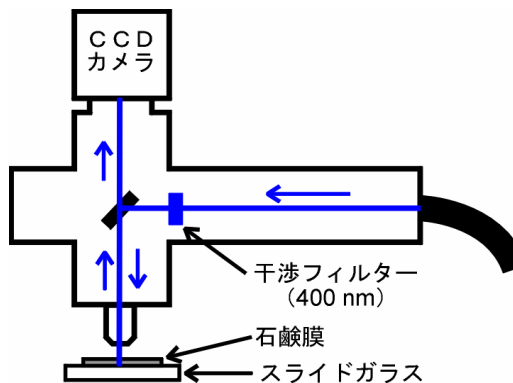


図1 反射光観測装置

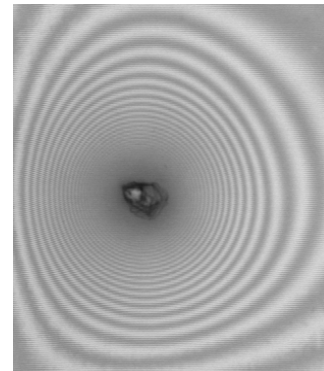


図2 干渉縞画像

【解析】 1: 膜の厚さ形状の算出 図2で見られる干渉縞は、以下の原理で形成される。石鹼膜に入射した光の一部が大気と石鹼膜との間で反射し、その後石鹼膜を透過した光の一部が石鹼膜とスライドガラスとの間で反射する。この2つの反射光の行路差 $2d$ が光の半波長の整数倍である場合、2つの反射光がお互いに強め合う又は打ち消し合うことによって干渉縞が発生する¹⁾。従って、石鹼膜における干渉縞発生部分は光の $1/4$ 波長の整数倍の厚みを有する。

図2より干渉縞を抽出する画像処理は以下の手順で行った。画像に存在する雑音除去を行い、画像のコントラスト調整を行った。そ

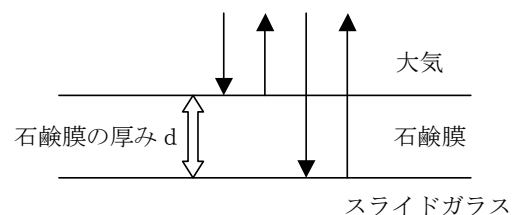


図3 干渉縞発生原理

の後に二値化を行い、ラベリングを行った²⁾。結果として抽出された干渉縞は図4の通りである。

干渉縞に基づく厚さ形状データの作成は次の方法によった。まず簡便のため、aの干渉縞の中央の厚みを100 nmと仮定し、さらに画像中心を頂きとする山型の形状と仮定して、他の干渉縞部分の厚みを求めた。またaの外側の部分の形状は取り扱わないこととした(厚み0 nmと仮定)。また、図2の中央部分は干渉縞抽出が困難であったので、全て1700nmの厚みを与えた(図4bの領域)。

2: 3次元グラフィックス表示

以上のようにして得られた膜の厚みデータをOpenGLを用いて3次元表示を行ったものが図5である。ここで用いたOpenGLとは、X座標とY座標とその座標での高さデータを与えることにより、3次元画像を描くことのできるOSに依存しない3次元のグラフィックスライブラリである。得られた縞の部分の厚みデータに基づきワイヤーフレームモデルを用いて3次元グラフィックスを作成した。ワイヤーフレームモデルとは物体の形状を線分の集まりで表現するモデルである³⁾。

今後の課題として、今回干渉縞が抽出できなかった部分をより細かく解析する事と、膜形状をより正確に把握するために膜画像の3次元グラフィックスの表示にサーフェスモデルを用いることが挙げられる。

【参考文献】

- 1) 谷田貝豊彦、応用光学 光計測入門(丸善株式会社、東京、1988)
- 2) 末松良一／山田宏尚 共著、画像処理工学(コロナ社、東京、2000)
- 3) Addison-Wesley、OpenGL Programming Guide 日本語版(星雲社、東京、1997)

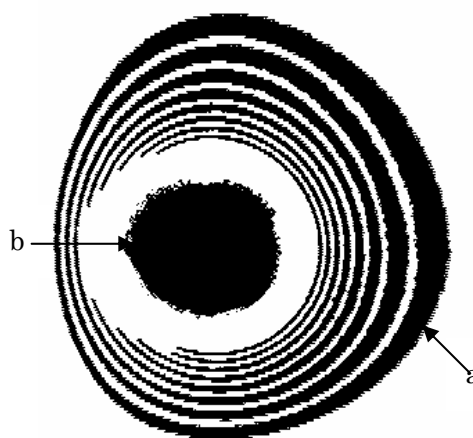


図4 抽出された干渉縞

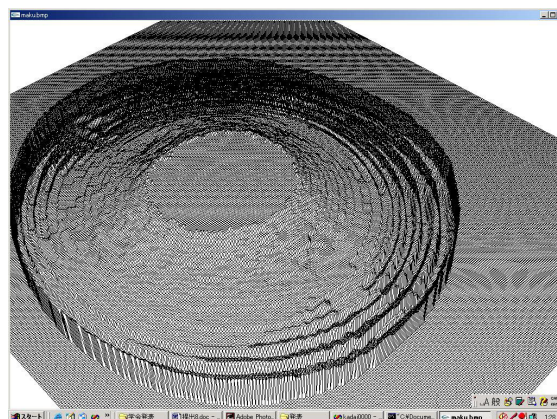


図5 OpenGLによる三次元表示