

セルロース微結晶の磁場配向と光反射強度変化

Changes of the light reflection on the cellulose micro crystal under the magnetic field

千葉大院工¹, JST さきがけ² °宮下 惟人¹, 岩坂 正和^{1,2}

Chiba Univ.¹, JST PRESTO², Yuito Miyashita¹, Masakazu Iwasaka^{1,2}

E-mail: yuito.miyashita@chiba-u.jp

【背景と目的】生物が生産する結晶には人工的に作製困難な微細構造を持つものが多い。近年、それらの構造による光学（フォトンック）特性が学術的関心を集めている。本研究で取り扱うセルロースは自然界で植物が豊富に生産する物質であり、多くの産業製品の素材として利用されている他、セルロース結晶（繊維）のナノ構造の加工法に関する研究が活発である。その分子構造はグルコース糖鎖状である。また、分子内及び分子間水素結合により数種類の結晶構造をとる。セルロース結晶の構造体を利用した新たな光学素子の開発を見据え、nm~μm スケールのセルロース結晶について、磁場を用いた光学特性の制御法に関する検討を行った。

【実験】セルロース結晶は反磁性物質であり、ファイバー形状のセルロースの磁場による配向制御が杉山らによって発見された^{1,2)}。本研究ではマイクロスケールのセルロース微結晶の磁場配向を利用して、暗視野条件下での配向過程におけるセルロースサスペンションからの光反射強度の変化を解析した。実験ではセルロース_β構造の微結晶製剤(CEOLUS FD-F20, 旭化成ケミカル)を使用し蒸留水溶媒中でサスペンション状態に懸濁したものを試料とした。暗視野照明の照射方向と磁場の印加方向の組み合わせによる反射強度の増減制御法とメカニズムの考察を行った。印加磁場の発生源には水冷式電磁石及び垂直ボア式超伝導磁石を使用した。

【結果と考察】蒸留水溶媒中での粒子密度 (1.96×10^6 / ml) が低く凝集作用が生じにくい条件を整えたことで、ミリテスラオーダーといったこれまでの報告に比べて 1 桁以上低い磁場強度において配向を観察することに成功した。加えて、暗視野光源を使用した顕微鏡観察を行い、外部磁場の印加によって配向回転するセルロース微結晶からの反射光の強度が変化することを確認した。今回使用したセルロースの結晶（繊維）は約 1.601~1.509 の光屈折率を有していることが知られており³⁾、結晶面と照明光との接触面の変化に起因する他、顕濁液状態での結晶間の多重反射による効果も含まれていることが考察できる。今後は周期境界条件を利用したセルロースサスペンションモデルなどを検討し、数値計算による結晶構造と光学特性の解析を進める予定である。

【謝辞】本研究は JST さきがけ「藻類・水圏生物の機能解明と制御によるバイオエネルギー創製のための基盤技術の創出」領域および JSPS 特別研究員奨励費の支援によるものである。

【参考文献】

- 1) Sugiyama, J., Chanzy, H., Maret, G., *Macromolecules*, **25**, 4232, (1992).
- 2) Kimura, F., et. al., *Langmuir*, **21**, 2034 (2005).
- 3) P. H. Hermans, "Physics and Chemistry of cellulose fibers", Elsevier Publishing Corp. Inc. New York, p204 (1949)