Fe_3O_4ナノ粒子を用いたグアニン結晶板の磁場配向特性

Magnetic orientation characteristics of guanine crystal plates using Fe_3O_4 nanoparticles

山口大[1]，広島大[2]，○(M1)竹内　海人[1]，倉橋　優[1]，岩坂 正和[2]，浅田 裕法[1]
Yamaguchi Univ.[1], Hiroshima Univ.[2] ○K. Takeuchi[1], M. Kurahashi[1], M. Iwasaka[2], H. Asada[1]
E-mail: b012vgv@yamaguchi-u.ac.jp

【はじめに】　比較的高い屈折率を有するグアニン結晶板はバイオリフレクターとして期待されている。これまでに、我々は磁性ナノ粒子(Fe_2O_3)をグアニン結晶板に付与することで低磁場での磁場配向が可能であることを報告している[1],[2]。本研究では、磁性ナノ粒子のサイズや修飾子、種類についてさらなる検討を行った。今回、良好な結果が得られた粒径 15 nm の Fe_3O_4 ナノ粒子を付与したグアニン結晶板の光学特性や磁場配向特性について報告する。

【実験方法】　磁性ナノ粒子付与グアニン結晶の作製は、まず、磁石を下部に配置し、Fe_3O_4 ナノ粒子が分散した水をグアニン結晶板が分散した水に滴下した。その後、余分な磁性ナノ粒子を除去するために遠心分離機で洗浄を 3 度繰り返した。観察及び磁場配向実験は、Si 基板に張り付けたフレームシール中に洗浄後の結晶板を滴下しカバーガラスで封入した。磁場印加には 3 軸のヘルムホルツコイルを使用した。

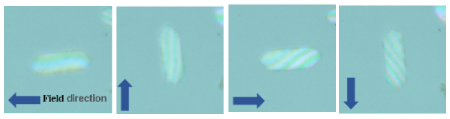

Fig.1Orientation control of guanine crystal plate by horizontal magnetic field.

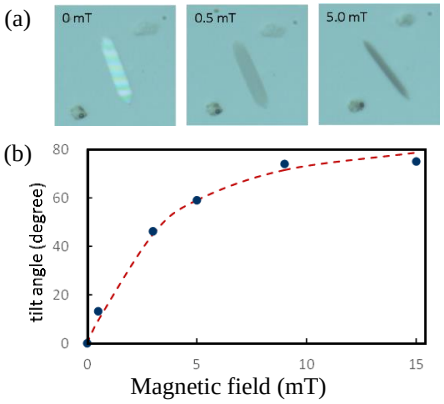

Fig. 2 Orientation control by vertical magnetic field for horizontal magnetic field of 3 mT. (a) Optical microscope images and (b) tilt angle of guanine crystal plates as a function of vertical magnetic field.

【実験結果】　図 1 は水平磁場による配向実験の結果である。水平磁場の大きさは 3 mT であり、図中の矢印がその方向を示している。図より(102)面に光干渉縞が確認できることから、結晶板には歪がなく結晶の光学特性が保たれていることがわかる。結晶の長手方向が磁場方向に沿った形で配向しており、mT オーダでの回転制御が可能である。次に垂直磁場による基板からの傾斜角の制御実験を行った。図 2(a)に観察像を、(b)に(a)より求めた基板に対する(102)面の傾斜角の垂直磁場依存性を示す。水平磁場の大きさは 3 mT である。図(b)中の破線は印加した垂直磁場と水平磁場の合成磁場の方向(基板からの角度)を示している。図より、垂直磁場が増加するにつれて傾斜角が増加しており、破線とよく一致していることがわかる。次に、真横から白色 LED を入射し、ナノ粒子を付与したグアニン結晶を磁場配向することで、カバーガラス上においたツユクサの表皮細胞に近傍から反射光を当てた観察実験を行った。図 3 に結果を示す。参考のため、前回報告した粒径 10 nm の Fe_2O_3 ナノ粒子を付与した場合[2]とグアニン結晶単体からの反射光による観察結果を示している。Fe_3O_4 を利用した結晶からの反射光の場合、局所的な光のため暗視野的な像が得られており、コントラストが増加していることがわかる。また、Fe_2O_3 と比べ、少量での低磁場化が可能になったことから、グアニン結晶単体と同等な光反射特性を得ることができた。このように磁場で結晶板の角度を変えることで光を走査しながらの観察が可能となった。

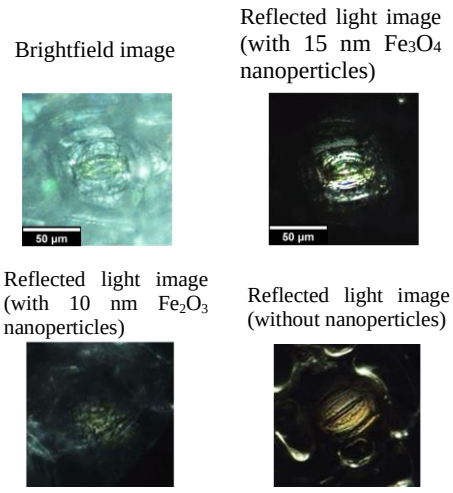

Fig.3 Optical microscope images by using reflected light from guanine crystal plates.

【参考文献】

[1] R. Nagai et al., AIP Advances, **10**, 015032(2020).
[2] 長井 他 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 09-005(2020).