

X線小角散乱法と回転結晶法を用いた コロイド単結晶中の格子乱れの解析

Lattice distortion analysis of single colloidal crystal by using small angle

X-ray scattering with rotating crystal method



名大院工¹, JASRI² ○(DC) 鷲見 隼人¹, 太田 昇², 関口 博史², 原田 俊太¹,
宇治原 徹¹, 田川 美穂¹

Nagoya Univ.¹, JASRI.², ○(DC) Hayato Sumi¹, Noboru Ohta², Hiroshi Sekiguchi², Shunta Harada¹,

Toru Ujihara¹, Miho Tagawa¹

E-mail: sumi@unno.material.nagoya-u.ac.jp

【背景】

ナノ粒子表面に DNA を修飾することで、DNA の選択的結合性によりナノ粒子を周期的に配列させてコロイド単結晶を作製する技術が報告されている[1]。ナノ粒子のコロイド結晶では、その結晶構造や不完全性が物性に影響を与えることが知られているが[2]、十数ナノメートルの周期性と数マイクロメートルの厚みを持つコロイド結晶全体の 3 次元構造評価は困難である。そこで本研究ではナノからマイクロスケール構造の評価が可能な X 線小角散乱(SAXS)法と単結晶構造解析に用いられる回転結晶法を合わせた手法を用いて、コロイド結晶中の格子乱れを 3 次元で評価した。

【実験】

本研究では DNA を修飾した金ナノ粒子(DNA-AuNP)を用いて、粒径 16.1 nm と 19.0 nm の金ナノ粒子からなる CsCl 構造(単純立方格子)を持つコロイド単結晶を作製して、測定に使用した。溶液中に存在する数個のコロイド単結晶をポリイミド製マウント上に取り出し乾燥させた後、SPRING-8 の BL40B2 において、試料を 0.1°/s で回転させながら X 線を照射し、SAXS 測定を行った。

【結果】

Fig. 1 に 2 次元検出器により取得された SAXS パターンの一例を示す。この回折スポットを幾何学的に 3 次元逆格子空間に変換した (Fig. 2)。逆格子点位置から試料は格子定数 25 nm の単純立方格子であることが分かった。次に、回折スポットの広がりからコロイド結晶の持つ格子乱れ(粒子の理想位置からの変位)を計算した。その結果、各格子面に対して 2~8% 程度の格子乱れがあることが明らかになった。今回、回転結晶法を用いることで、DNA-AuNP のコロイド単結晶の 3 次元の逆格子点及び格子乱れを取得することに成功した。測定精度の向上のためには高い回折強度の取得が必要であり、そのためには結晶性が高く、大きなコロイド単結晶が必要になると考えられる。

【参考文献】

[1] E. Auyeung *et al.*, *Nature*, **505** (2014) 73-77.

[2] C. L. Haynes *et al.*, *Journal of Physical Chemistry B*, **107** (2003) 7337-7342.

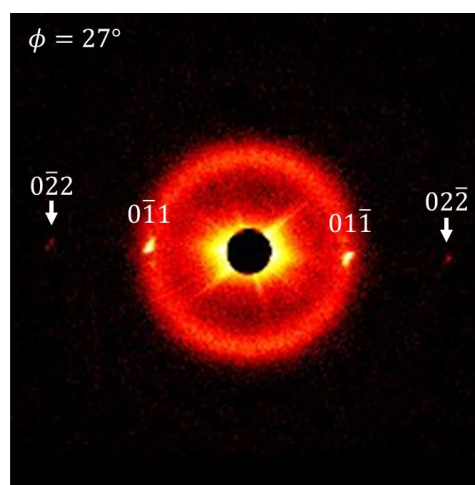


Fig. 1 SAXS pattern from the dehydrated DNA-AuNP superlattice on 2D detector at rotation angle 27°.

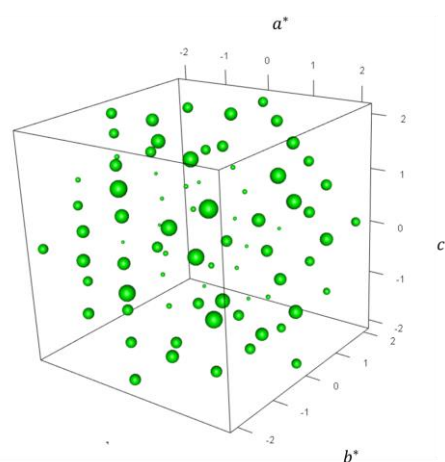


Fig. 2 3D reciprocal lattice of the dehydrated DNA-AuNP superlattice. The spot sizes indicate the effect of lattice distortions.