

金属微粒子を用いたタンパク質結晶化学

((株) コンポン研究所¹、東大院・総合²)

武田佳宏¹、真船文隆²

【序】タンパク質の結晶では、その体積の 50 %以上が水で占められている。さらにタンパク質の構造を保持するために必要な水分子も多数存在する。我々はこの水で占められている空間に金属微粒子を 3次元に集積化する方法を開発した[1]。さらにこの方法を用いて、タンパク質結晶への機能性の付与を行った。具体的には、酸化鉄微粒子を集積化したタンパク質結晶を作製し、磁場によるタンパク質結晶のハンドリングを試みた。

【実験】水溶液中のレーザーアブレーションの方法によってPVPで安定化された酸化鉄微粒子 (PVP酸化鉄微粒子) を調整した。まず純水5 mLに 55 mgのPVPを溶解し、この溶液の底部に鉄のプレートを設置した。これに波長1064 nm、パルス幅10 nsのパルスレーザーを照射した。透過型電子顕微鏡により酸化鉄微粒子は、平均粒径が約15 nm の球形微粒子であることがわかった。さらにこの微粒子を10 mg 調整し、X線光電子分光法 (XPS)(図 1)とX線回折法(XRD)による微粒子の分析を行った。その結果、酸化鉄微粒子は Fe_2O_3 であることがわかった。これはフェリ磁性であり、磁場感受性を有する。次にリゾチームが結晶化する条件に整えた溶液に酸化鉄微粒子を共存させ、sitting drop法にて293 Kで数日間静置した。その結果、酸化鉄微粒子が集積化したリゾチーム結晶が析出した。

【結果と考察】酸化鉄微粒子を集積化したリゾチーム結晶は、金微粒子をリゾチーム結晶に集積化した場合と同様に{1}、正方晶結晶であり、酸化鉄微粒子はリゾチーム結晶の{110}セクターよりも{101}セクターに多く取り込まれていることが分かった。セクターによる集積化の違いは、金微粒子の場合と同様に、酸化鉄微粒子の負電荷と正に帯電するリゾチーム結晶表面との静電的相互作用がスムーズな[110]結晶表面よりラフなりゾチーム[101]結晶表面において大きいことが原因と考えられる。

酸化鉄微粒子の集積化リゾチーム結晶の磁場応答を調べるため、結晶液にネオジウム磁石を近づけた。すると酸化鉄微粒子の集積したリゾチ

ーム結晶は磁石のある方向に引き寄せられた。酸化鉄は微粒子になってもフェリ磁性の性質を保持しているため、結晶中の微粒子が磁石に引き寄せられる。その結果、リゾチーム結晶も磁力に引き寄せられたと考えられる。その結果、タンパク質結晶に磁場感受性の性質を付与することができた。さらにこれを用いて、直径 0.5 mm の針状磁石を用いて、ガラス基盤上に酸化鉄微粒子を集積化したタンパク質結晶を配列することに成功した。

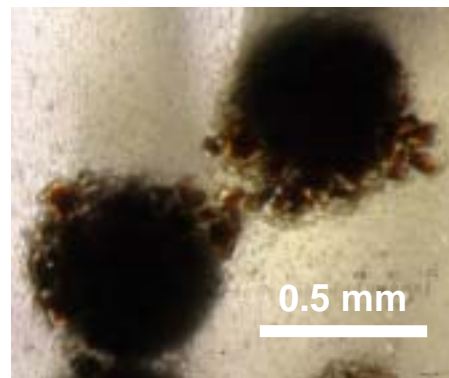
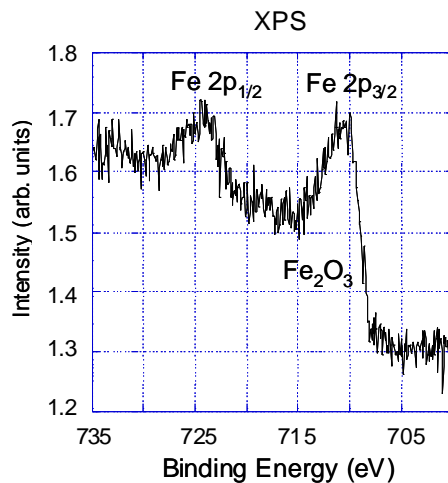


図 1 酸化鉄微粒子のX線光電子スペクトル(XPS) 図 2 酸化鉄微粒子を集積化したリゾチーム結晶を針状磁石上に配列した。

[1] Self-assembly of gold nanoparticles in protein crystal
Y. Takeda, T. Kondow, F. Mafuné *Chem. Phys. Lett.* 504, p175 (2011)