

(様式 1-1)

提出日：2024 年 5 月 7 日

2023 年度 大阪大学蛋白質研究所 拠点事業

研究成果報告書

(1) 事業名 (下記より該当事業名を選択し、ほかは削除して下さい。)

共同研究員

(2) 研究代表者

氏名：白土 優

所属機関名・部局名・職名：大阪大学 大学院工学研究科・准教授

(3) 研究課題名 (申請時に記載したものと同一課題名を記入して下さい。)

Pycococcus furiosus virus-like Particle (PfV)を用いた磁性ナノ粒子の 3 次元規則配列とナノ磁性素子への応用

(4) 蛋白質研究所受入担当教員

教員名：中川敦史 (研究室名：超分子構造解析学 研究室)

(5) 研究成果の概要 (公開)

*背景および目的、方法と結果、について、公開して差し支えない範囲で 1 ページ以内で記載。

磁性材料 (磁石) は、モーターや発電機等の輸送・電力機器や MRI などの医療機器、さらには、ハードディスクドライブやノイズフィルターなどの情報・通信機器にいたる様々な産業分野で利用されている。磁性材料を応用する上で重要な点は、磁化 (N 極 - S 極による双極子の向き) の磁場中や物質中での動きをどのように制御するかにある。磁性材料の生体応用においても例外ではなく、ウイルス・細胞を磁気特性を利用して検出する試みが進められており、ウイルス等と結合した際の磁化の動きを検出することが需要になる。これには、個々の磁性体の磁気特性とともに磁性体の集合体としての磁化の動きが重要になる。すなわち、磁性体 (磁性ナノ粒子) 間相互作用の制御が、重要課題の一つとなる。我々は、ウイルス等との結合種としてウイルス様粒子に着目し、特に、*Pycococcus furiosus* virus-like Particle (PfV) の cage structure 内部に磁性ナノ粒子を合成し、蛋白質へ外来分子の吸着をナノ粒子の磁性を利用して高感度かつ定量的に検出することを試みている。2022 年度までに結晶化した PfV への磁性ナノ粒子 (Co-Pt ナノ粒子) の合成に成功しており、2023 年度は、この成果を基に、PfV 結晶内に合成した磁性ナノ粒子間の磁氣的相互作用を、様々な時期計測手法によって検出し、ナノ粒子合成量による磁氣的相互作用の強度制御について検討した。

PfV 結晶内に合成した Co-Pt ナノ粒子は、粒径が約 2-3 nm のナノ粒子構造を形成し、磁氣的には室温で超常磁性を示す。交流帯磁率、直流帯磁率、残留磁化測定等の種々の磁化測定手法を駆使することで、形成されたナノ粒子間には双極子相互作用が働いており、その強度は形成されるナノ粒子の密度の上昇によって強くなることが明らかになった。一方、ナノ粒子の凝集が生じる場合、ナノ粒子サイズの増大により個々の凝集体の磁気特性がマクロな磁化挙動を支配することも明らかとなった。これらの結果は、2023 年度の国際会議 (INTERMAG, PCICM) 国内学術講演大会 (日本磁気学会、日本金属学会、日本磁気科学会) で発表済みである。招待講演も行っており、国内外からも評価されている。