

逆に 30 °C 以下まで冷却すると、元の構造とは異なる、インターディジテート膜(指組み構造、図 2 右上)を形成することが、小角 X 線散乱スペクトルの解析からわかった。マクロスケールでは、球状(図 3 左下)あるいは楕円球状(図 3 右下)の構造体として観測され、室温で数時間静置すると元の二重膜構造へと回復する特異な動的挙動を示した。興味深いことに、一軸異方的な磁性は二重膜、インターディジテート膜の両方で共通して観測され、異なる膜構造を

とりながらも、スピン間に働く相互作用には共通性が認められた。このような分子間相互作用に基づく秩序性は、磁気特性の制御において極めて重要な要素である。

今回の成果は、柔軟性と秩序性を両立させた分子性常磁性体の設計指針を初めて示したものであり、特に、スピンをもつ平面分子が規則正しく並んだ分子性常磁性体において、動的な膜構造変化を示した初めての例である。

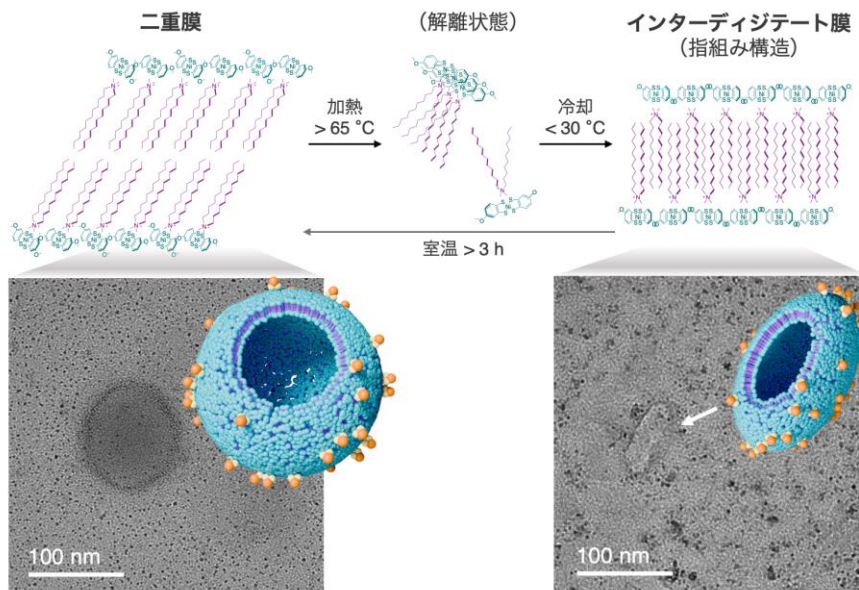


図 3 : (上) 球状カプセル内の二重膜の温度変化に対応する動的な構造変化の模式図。二重膜(左上)を加熱すると膜が解離し(中上)、冷却するとインターディジテート膜(右上)を形成するが、時間経過とともに元の二重膜(左上)に戻る。(下)加熱前(左)と加熱直後(右)の構造体の透過電子顕微鏡像。オレンジ色の分子は水分子である。

まとめと今後の展望

本成果は、柔軟で磁性を制御できるソフトな分子性常磁性体の開発を加速させ、フレキシブルデバイスなどの幅広い分野の応用につながることを期待される。また、本研究で用いた物質は単一分子量材料で構成されており、ソフトマター設計に関する重要な構造的・機構的知見を提供する。さらに、スピントロニクスへの応用や、ナノメディシン分野への応用、ソフト伝導体など、多岐にわたる分野における電子機能の多様化にも貢献するなど、ソフトマテリアル科学における重要な進展をもたらすことが期待される。

謝辞

本研究成果は、森研究室の伊藤雅聡氏(研究当時)、原田研究室の倉橋直也博士(研究当時)、木内久雄助教(研究当時)のほか、東京理科大学の菱田真史准教授、分子科学研

究所の中村敏和チームリーダー、浅田瑞枝博士、物質・材料研究機構の原野幸治主幹研究員、大池広志主任研究員、大阪公立大学の牧浦理恵准教授、武野カノクワン博士、立教大学の横森創助教(研究当時)との共同研究によるものである。本研究は、日本学術振興会 科学研究費 (JP19H05717、JP19H05715、JP20H05206、JP21K05018、JP22H04523、JP22H00106、JP23H04874、JP23K17865、JP23KK0255、JP23K22435、JP23H04861、JP24K01301)、Core-to-core プログラム(JPJSCCA20240001)、MEXT「マテリアル先端リサーチインフラ」事業(JPMXP1224MS1096)、科学技術振興機構(JST)戦略的創造研究推進事業さきがけ(JPMJPR22Q8、JPMJPR21Q2)、公益財団法人内藤記念科学記念財団、池谷科学技術振興財団、花王芸術・科学財団の支援により実施されました。



