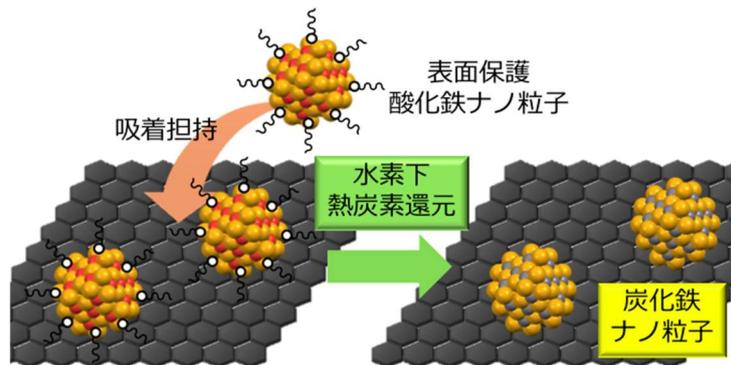


多孔性グラファイトを担体に用いた炭化鉄ナノ粒子の サイズ制御合成と強磁性相互作用の解明

東北大学理学研究科 助教 脇坂 聖憲

炭化鉄は金属性とセラミック性を併せ持つ非常に興味深い物質である。強磁性体として磁石になることが知られているが、炭化鉄ナノ粒子の磁性は依然としてよく分かっていない。炭化鉄ナノ粒子の磁性を明らかにできれば、超高密度磁気記憶素子として、付加価値の高い次世代のナノテク材料として活用する道が開ける。一方で筆者らは水素下熱炭素還元法 (Carbothermal Hydrogen Reduction) による新しい金属炭化物微粒子合成法を開発した (*Small*, 2021 巻, pp.2008127, 2021 年; *Nanoscale*, 12 巻, pp.15814, 2020 年)。これは水素下で行う熱炭素還元であり、カーボン担体上の前駆体を 500°C 以下の温和な条件で炭化できる優れた特徴を持つ。この炭化温度の低温下により、凝集を抑制した分散性の高いナノ粒子やクラスターの合成が可能となる。そこで本研究は水素下熱炭素還元法を用い、サイズをナノスケールで系統的に制御した炭化鉄ナノ粒子を高比表面積な多孔性グラファイト担体上に合成し、分散担持された炭化鉄ナノ粒子の磁気特性を解明する。

本研究は、①酸化鉄ナノ粒子の単分散担持、②水素下熱炭素還元法の最適化、③炭化鉄ナノ粒子のキャラクタライズ、④磁気測定を行う。炭化鉄ナノ粒子の前駆体として有機配位子で表面保護された酸化鉄ナノ粒子 (粒径 5, 10, 20, 30 nm) を用い、多孔性グラファイトに担持する。水素下熱炭素還元は凝集を防ぐために低温かつ短時間で炭化する条件に最適化する。炭化鉄ナノ粒子は粉末 X 線回折及び X 線吸収微細構造測定で同定する。磁束計を用いてキュリー点、磁化磁場ヒステリシスループ、磁場中冷却及びゼロ磁場冷却磁化曲線を測定する。



【実用化が期待される分野】

ハードディスクの心臓部である磁気記憶素子にはナノサイズの磁石が使われている。理論的にはナノ磁石をより小さくすれば記憶密度・容量が向上する。しかしやっかいなことに、ナノ磁石を更に小さくすると超常磁性と呼ばれる磁気現象が現れ、室温ではもはや磁石として働かなくなってしまう。炭化鉄のナノ粒子及びクラスターはこの超常磁性の壁を突破するブレイクスルーになる可能性がある。将来的には電子デバイスの小型化やデータ容量の増大・高密度化に繋がると期待される。