

# 化学的手法により合成した Fe ナノ粒子の生成過程、生成相と飽和磁化の相関

○小川智之  
(東北大院工)

Correlation between growth dynamics, phase and saturation magnetization of Fe nanoparticles synthesized by chemical route

○T. Ogawa  
(Eng. Tohoku Univ.)

## はじめに

新たな磁気デバイス用材料のひとつとして、高飽和磁化を有する磁性ナノ粒子の集合体の研究・開発が盛んに行われている。例えば、化学的に合成された Fe ナノ粒子は高飽和磁化を有しており、そのポリマーとの複合材料は粒子間で働く強い双極子相互作用磁界(3kOe 以上)を起源とした高周波駆動デバイス用材料として注目されており、我々の研究グループでも精力的に研究を行ってきた。これまでの我々の研究から、合成した Fe ナノ粒子の飽和磁化は温度や反応時間等の合成条件に非常に敏感であり、特に、界面活性剤の役割が重要であることを見出してきた。本研究では、種々の界面活性剤を用いて合成した Fe ナノ粒子について、Fe 原材料の熱分解過程の知見を交えながら、飽和磁化および結晶構造との関係を議論する。

## 実験方法

Fe ナノ粒子表面への物理・化学吸着力の指標として界面活性剤の分子構造を反映した極性を表す親水新油バランス (HLB) 値を用い、比較的強く吸着する界面活性剤としてオレイルアミン (OlAm; HLB = 9.3)、弱く吸着する界面活性剤としてトリベンジルアミン(TBeAm; HLB = 2.3)、トリオクチルアミン (TOcAm; HLB = 1.3) を選択した。これらの界面活性剤を含んだ溶媒中で  $\text{Fe}(\text{CO})_5$  を熱分解することによって Fe ナノ粒子を得た。得られた Fe ナノ粒子に対し、X 線回折(XRD)、X 線吸収微細構造解析(XAFS)、透過型電子顕微鏡観察(TEM)、飽和磁化の評価を行った。また、フーリエ変換型赤外吸収(FT-IR)スペクトルを用いて  $\text{Fe}(\text{CO})_5$  の熱分解過程を評価した。

## 実験結果

TBeAmおよびTOcAmを用いた場合、飽和磁化は最大で200emu/g程度であり、バルク値(220emu/g)に匹敵する値となっていることが分かった。また、OlAmを用いた場合では160emu/gと20%程度小さい。XRDおよびXAFSの結果から、飽和磁化が大きいFeナノ粒子ではバルクFeと同様のbcc相を長周期で構成しているのに対し、飽和磁化が小さいFeナノ粒子では格子が伸張し歪み、かつ、短周期の構造であることが分かった。以上の結果から、飽和磁化と結晶相との間に相関があり、これはFe原子間で働く交換相互作用に起因するものと考えられる。一方、図1に示すFT-IRの結果から、 $\text{Fe}(\text{CO})_5$  の分解は界面活性剤種に依存し、TBeAmやTOcAmでは $\text{Fe}(\text{CO})_5$  の熱分解が緩やかであることが分かる。以上の結果から、緩やかな $\text{Fe}(\text{CO})_5$  の熱分解はFeナノ粒子生成時に緩やかなFe原子の供給につながり、結果として、長周期のbcc相の形成を促し、飽和磁化の大きなFeナノ粒子となることが推察される。

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究(B) 23360132、若手研究 (A) 26709018によって支援されている。

## 参考文献

- 1) M. Kamata *et al.*, IEEE Trans. Magn. **48**, No.11, 3944 (2012).
- 2) H. Kura *et al.*, J. Phys. Chem. C **114**, 5835 (2010).
- 3) T. Ogawa *et al.*, J. Magn. **16**(3), 308 (2011).

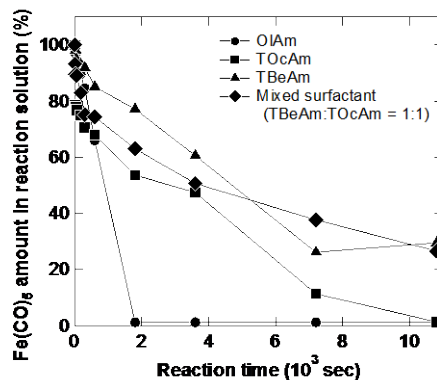


Fig.1  $\text{Fe}(\text{CO})_5$  amount vs. reaction time for synthesis of Fe NPs using various kinds of surfactant.