

## PEG 包含 $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ナノ微粒子の作製と局所構造解析 Synthesis of PEG covered $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ nanoparticles and XAFS spectra

神田康平, 藤原康暉, 井手太星, 大嶋晃人, 橋本達哉, 相原大輝, 一柳優子\*  
横浜国立大学, 〒240-8501, 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5

K. Kanda, K. Fujiwara, T. Ide, A. Oshima, T. Hashimoto, D. Aihara, Y. Ichiyanagi  
Yokohama National Univ., 79-5 Tokiwadai Hodogaya-ku Yokohama, 240-8501, Japan

### 1 はじめに

医療分野においても、磁気ナノ微粒子の研究は注目を集め、多くの可能性が見出されている。その中でも、薬剤輸送(Drug Delivery System, DDS)は患部に直接作用することにより、効果的な治療と患者への負担の軽減が期待されている。[1]

DDS においては血液中で凝集しないような液中分散性と、患部に適切に粒子を集めることができるような患部選択性が重要な要素としてあげられる。

本研究では One-pot solvothermal synthesis[2]を応用し、高い親水性能を持った PEG に包含された  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  ナノ微粒子を作製することを旨すとともに、XAFS (X 線吸収微細構造:X-ray Absorption Fine Structure)測定により、局所構造の解析から不純物の評価を試みた。

### 2 実験

PEG で包含された  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  ナノ微粒子は、polyethylene glycol 400(PEG400)液体の中で  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaOH}$  を 1 時間 343 K で加熱・攪拌させ反応させることにより、前駆体を作製した。得られた反応液を箱型オーブンで加熱したのち、エタノールを用いて洗浄・乾燥した。

得られた試料について、粉末 X 線回折(XRD)パターンから結晶構造を同定した。PEG 包含を確認するために FT-IR 測定および質量分析(MS)測定を行った。また、レーザー回折・散乱式粒度分布測定装置で液中での分散測定を行った。さらに KEK-PF の BL-9C にて XAFS 測定を行った。

### 3 結果および考察

XRD パターンより作製した試料はスピネル型構造を持ち、不純物のピークがないことを確認した。ピーク形状から粒径を見積もった結果、10.5 nm であった。FT-IR 測定および MS 測定の結果より、PEG で包含された  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  ナノ微粒子が得られたことを確認した。液中での分散測定からは、先行研究における既存の製法の  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  ナノ微粒子の二次粒径(1  $\mu\text{m}$  - 10  $\mu\text{m}$ )よりも小さい 430 nm の median 値を持った粒度分布が得られ、分散性が向上した。

次に XAFS 測定で得られた EXAFS 振動  $k^3\chi(k)$  をフーリエ変換したスペクトル(Fig.1)の形状を比較した

ところ、本微粒子は  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  の標準試料のピーク形状に近く、 $\text{Co}_3\text{O}_4$  の標準試料とは全く異なり、不純物が存在しないと言える。また、 $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  をナノ微粒子にし PEG で包含すると、バルクの試料と比べて、B-A のピークの変化量に比べて B-B のピークが極端に低くなっていることから、従来 B-site で安定な Co 2 価イオンが A-site を占める割合が増えていると考えられる。

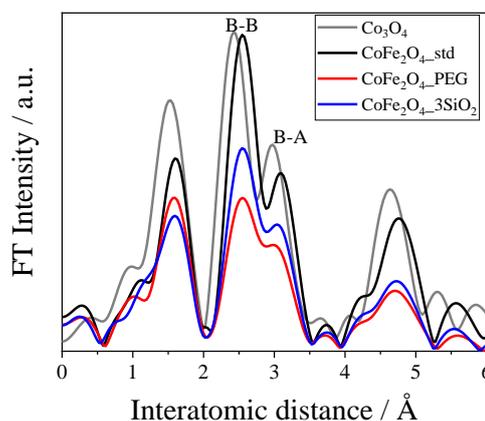


Fig.1 Fe K-edge における  $k^3\chi(k)$  をフーリエ変換したスペクトル

### まとめ

今回の研究では、PEG で包含された  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  ナノ微粒子の作製に成功した。液中での分散が向上したことにより、DDS の課題の 1 つである血液中での安定的な分散に大きく期待ができる。

### 参考文献

- [1] 一柳優子., *医学の歩み*. **8**(2009) 535-539.  
[2] Yuefa Jia, et al., *RSC Adv.* **6**(2016) 76542-76550.

### 成果

ナノ学会第 16 回大会ポスター賞受賞  
「Cu-Zn フェライトナノ微粒子の磁気特性と医療応用」藤原 康暉 (横国大院工)

\* yuko@ynu.ac.jp