

# 臨界流体中の自己集積化による ナノ構造体の創成

理工学部 生体医工学科、バイオ・ナノエレクトロニクス研究センター

前川 透 教授、センター長 Toru Maekawa



## 研究概要

臨界流体中における機能性複合ナノ構造体の創成

## 研究シーズの内容

流体に他の分子を溶解させ、流体の亜臨界・臨界点極近傍・超臨界領域において、様々なナノ構造体を合成する手法を開発しました。特に、二酸化炭素（臨界温度 31.0 °C）、ベンゼン（289.0 °C）、エタノール（243.1 °C）中に金属錯体を溶解させ、光分解自己集積化過程・熱分解自己集積化過程をとおして、様々なナノ構造体が形成されることがわかりました。例えば、(A) フェロセンを溶解させた二酸化炭素あるいはベンゼン中へのレーザー照射による「鉄粒子内包カーボンナノ粒子」の生成（図 1(a) 参照）；(B) コバルトセンを溶解させたベンゼン中へのレーザー照射による「コバルト粒子内包カーボンナノ粒子」の生成；(C) フェロセンとコバルトセンを溶解させたベンゼン中へのレーザー照射による「鉄・コバルト合金粒子内包カーボンナノ粒子」の生成（図 1(b), (c)）；(D) 銅錯体を溶解させたベンゼン中へのレーザー照射による「カーボンナノコイル」の生成（図 1(d)）；(E) フェロセンを溶解させたエタノールの熱分解による、様々な形状の「マグネタイトナノ粒子」の生成（図 1(e)）；等、臨界流体を利用した自己集積化過程により、新規複合ナノ材料を合成することが可能となります。

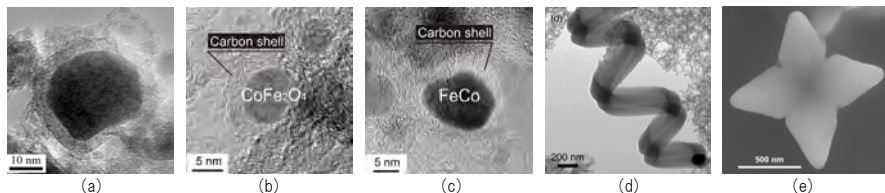


図 1 臨界流体中の自己集積化過程により形成されるナノ構造体。(a) フェロセン溶解二酸化炭素の光分解による鉄 (Fe) 内包カーボンナノ粒子の合成；(b) フェロセン・コバルトセン溶解ベンゼンの光分解による合金 ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ) 内包カーボンナノ粒子の合成；(c) フェロセン・コバルトセン溶解ベンゼンの光分解による合金 ( $\text{FeCo}$ ) 内包カーボンナノ粒子の合成；(d) 銅錯体 ( $\text{Cu}(\text{tbaoc})_2$ ) 溶解ベンゼンの光分解によるカーボンナノコイルの合成；(e) フェロセン溶解エタノールの熱分解による非球形マグネタイト ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) ナノ粒子の合成

## 研究シーズの応用例・産業界へのアピールポイント

溶質分子と溶媒流体の組み合わせにより、様々なナノ構造体が形成されます。今後、亜臨界・臨界・超臨界流体中の自己集積化過程を利用した新規複合ナノ材料（磁性ナノ粒子・生体整合性機能性ナノ粒子等）の開発が期待されます。

## 特記事項(関連する発表論文・特許名称・出願番号等)

1. 特許第 5213223 号 炭素含有化合物の分解方法及びカーボン微小構造体の製造方法
2. 特許第 5213227 号 アモルファスカーボン薄膜作製方法
3. 特許第 5392932 号 アモルファスカーボン薄膜作製方法
4. Y. Hayasaki *et al.*, Synthesis of magnetic alloy-filling carbon nanoparticles in super-critical benzene irradiated with an ultraviolet laser, *Heliyon* **2**, e00171 (2016). DOI: 10.1016/j.heliyon.2016.e00171
5. T. Fukuda *et al.*, Low temperature synthesis of carbon fibres and metal-filling carbon nanoparticles with laser irradiation into near-critical benzene, *RSC Adv.* **5**, 12671–12677 (2015). DOI: 10.1039/C4RA15709E