

研究種目：展開研究

研究課題名：シリコンナノ材料を用いたレアメタルフリー白色 LED 素子の開発

ラボ長

所属：ナノサイエンスデザイン教育研究センター

氏名：荒 正人

研究成果（800 字程度、図表可）：

最近、集積度の向上やバルクとは異なる優れた機能の発現が期待されることから半導体ナノワイヤーやナノ粒子などのナノ材料が注目され、これらのナノ材料を使った電界効果トランジスタや太陽電池、熱電素子、センサーなどが報告されている。本研究代表者はシリコンの優れた特長に着目し、シリコン化合物を原料とした水熱合成を行なって、シリコンからなるナノチューブ、ナノカプセル、ナノ粒子などのナノ材料の作製に成功している。本年度は、水熱合成法によるシリコン系ナノ粒子の作製手法を確立し、ナノ粒子の構造およびその発光特性を明らかにすることを目的として研究を行なった。

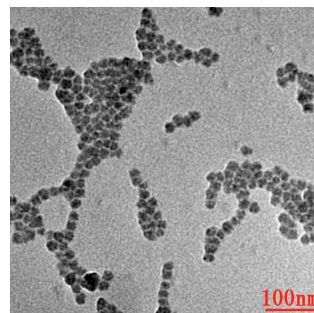


図 1. 作製したナノ粒子の TEM 像。

図 1 にシリコンモノオキシド(SiO)を原料とした水熱合成法で作製したナノ粒子の透過電子顕微鏡(TEM)像を示す。約 20nm の均一な粒径をもつアモルファスナノ粒子が得られていることを確認した。エネルギー分散型 X 線分析により、ナノ粒子はシリコンと酸素から構成されていることが明らかとなり、その元素比は $\text{Si} : \text{O} = 1.0 : 1.0 \sim 1.5$ であった。以上の結果から生成されたナノ粒子はアモルファスシリカナノ粒子であることが分かった。また、原料である SiO の投入量を変えることにより様々な粒径のナノ粒子を作り分けることに成功した。

ナノ粒子のフォトルミネッセンスを測定したところ、400 - 500 nm 近辺の波長領域において発光が観察された。この発光の起源はまだ解明されていないが、水酸基の脱水縮合により形成された欠陥対からの発光ではないかという

報告がある。図 2 に 4 種類の直径をもつナノ粒子の各々のカソードルミネッセンスのスペクトルを示す。フォトルミネッセンスのスペクトルで観察された発光ピークに加え、575 nm、625 nm を中心にしたピークが見られた。また、発光強度およびスペクトル形状のナノ粒子の粒径に対する依存性を確認することができた。これらの発光の起源はまだ明らかではないが、白色発光素子の開発のための有益な知見を得ることができた。

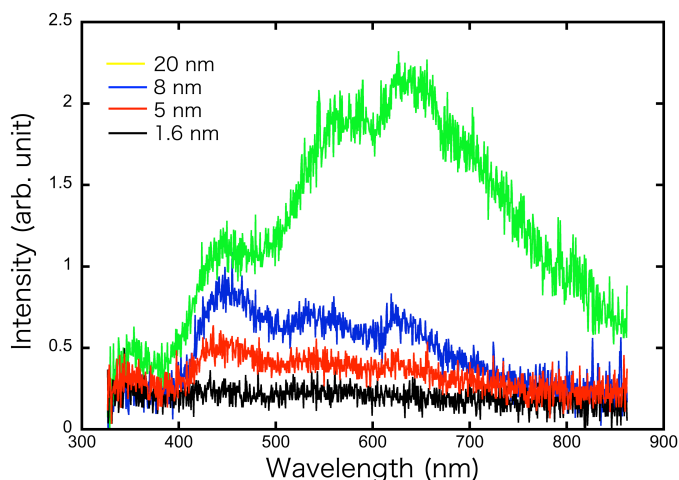


図 2. ナノ粒子のカソードルミネッセンススペクトル。

キーワード: アモルファスシリカ, 水熱合成, ナノ粒子, フォトルミネッセンス, カソードルミネッセンス

研究経費（H24 年度）の内訳

備品費	消耗品費	旅費	謝金	その他	合計
0 円	551,052 円	378,367 円	0 円	70,581 円	1,000,000 円

共同研究者等

(1) 共同研究者（氏名・所属）

一宮正義・大阪歯科大学

(2) 研究協力者（氏名・所属・学年（学生の場合））

富田健介・基礎工学研究科物質創成専攻・修士 2 年

山神光平・基礎工学部電子物理科学科・4 年

発表論文等（平成 24 年 3 月 31 日現在）

〔雑誌論文〕 M. Ara, K. Tomita, and H. Tada, “Growth Mechanism of Silicon Nanotubes Prepared by Hydrothermal Synthesis”, in preparation

〔学会発表〕

1. 荒 正人, 山神光平, 一宮正義, 芦田昌明, 埴田博一,
“水熱合成法によるシリコン系ナノ粒子の作製とその発光特性”,
第 60 回応用物理学会春季学術講演会（厚木）, 3/27-3/30, 2013
2. K. Tomita, M. Ara, and H. Tada,
“Growth Mechanism of Silicon-based Nanocapsules and Nanotubes Prepared by Hydrothermal Synthesis”,
8th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium (Osaka),
12/10-12/11, 2012
3. Masato Ara, Kohei Yamagami, Kensuke Tomita, and Hirokazu Tada,
“Growth Mechanism of Silicon-based Nanocapsules Prepared by Hydrothermal Synthesis”,
MRS Fall Meeting (Boston), 11/25-11/30, 2012
4. 富田健介, 山神光平, 荒 正人, 埴田博一,
“水熱合成法によるシリカナノチューブの作製”,
第 73 回応用物理学会学術講演会（松山）, 9/11-9/14, 2012

参考となるHP等