

ナノシリコン ～光り輝く新素材～

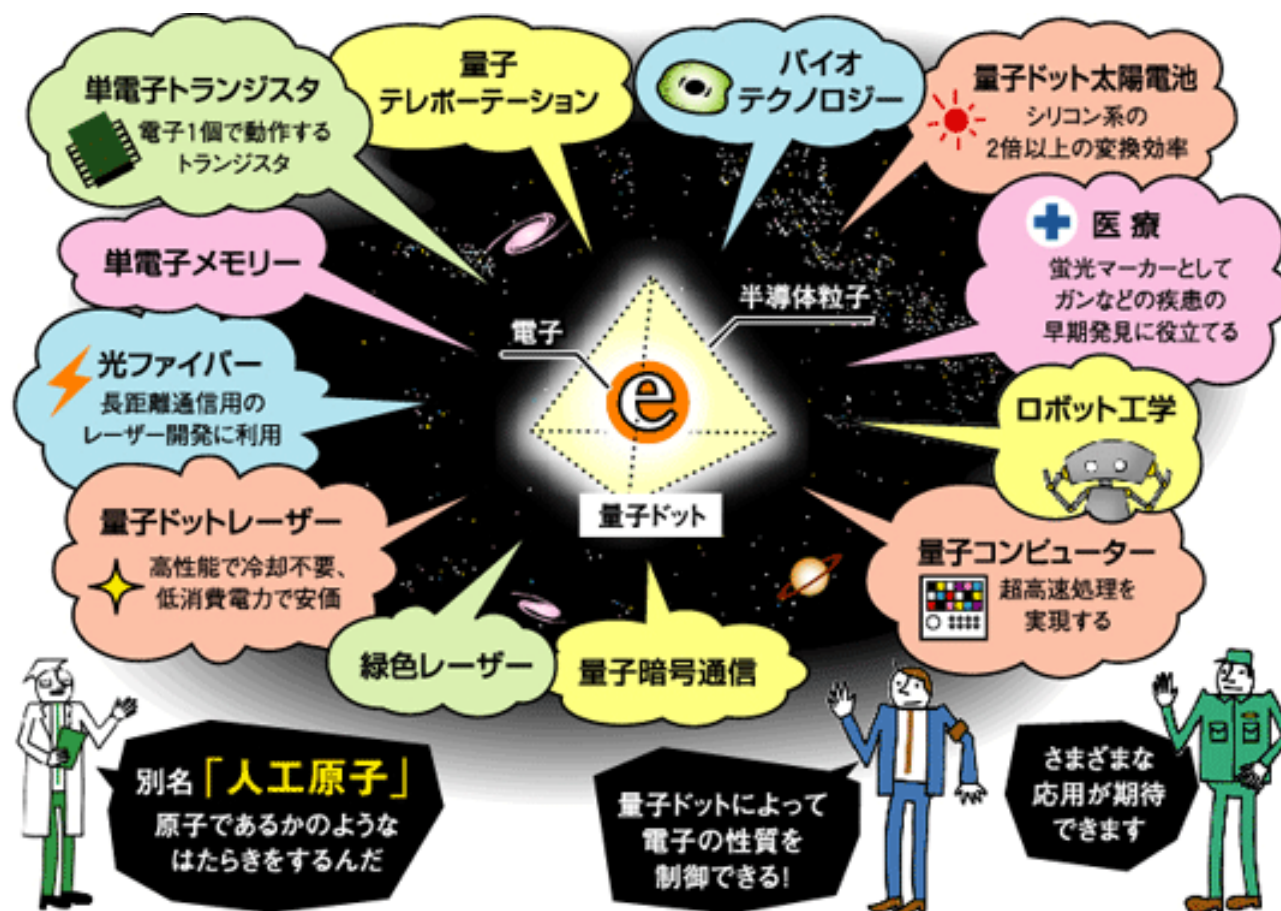
東京電機大学 工学部 電気電子工学科

助教 佐藤 慶介

教授 平栗 健二

本技術の背景

◆半導体ナノ粒子（量子ドット）



<http://j-net21.smrj.go.jp/develop/techno/entry/2010010701.html>

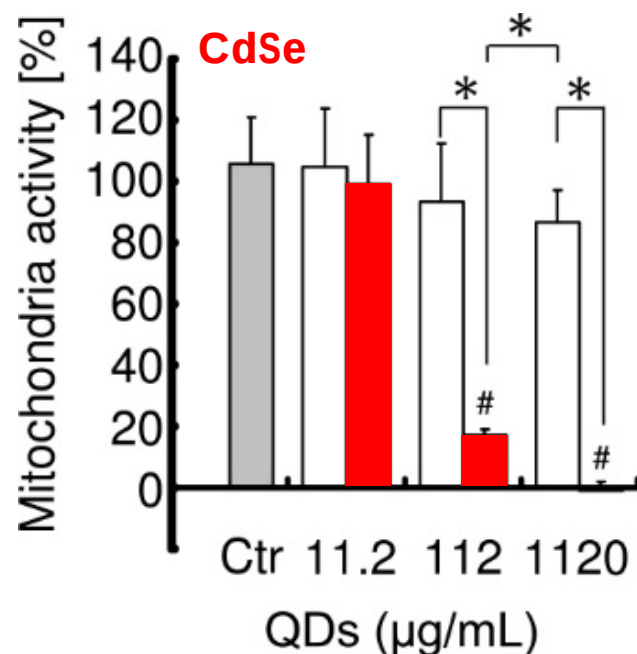
◆カドミウム系ナノ粒子

➤ 利点

- ✓ 蛍光波長が広い
- ✓ 量子収率が高い (50%以上)

➤ 問題点

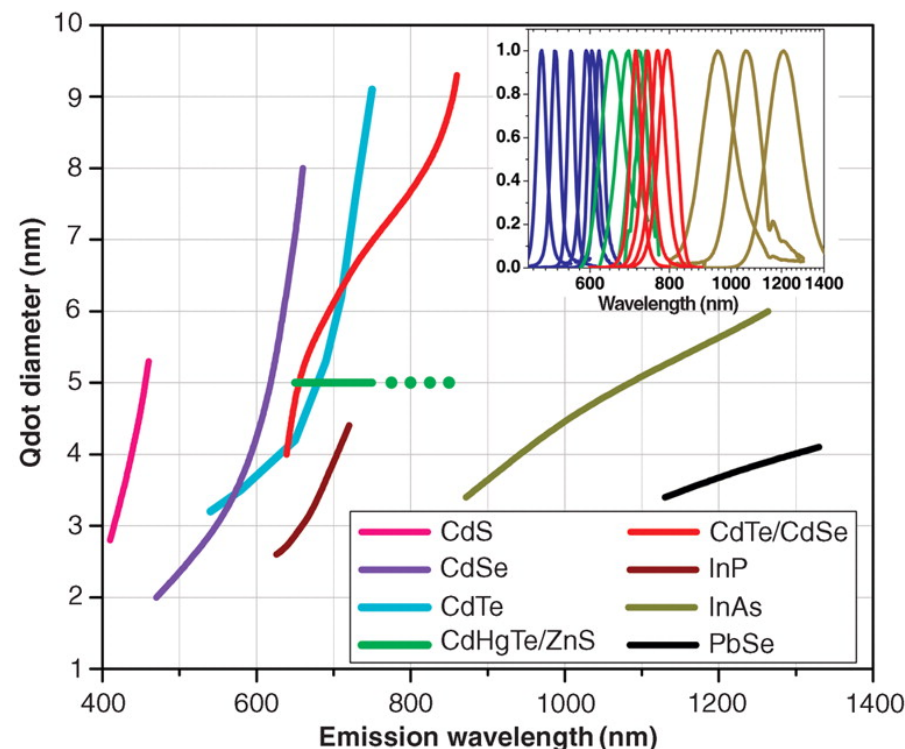
- ✓ 生体への毒性が高い



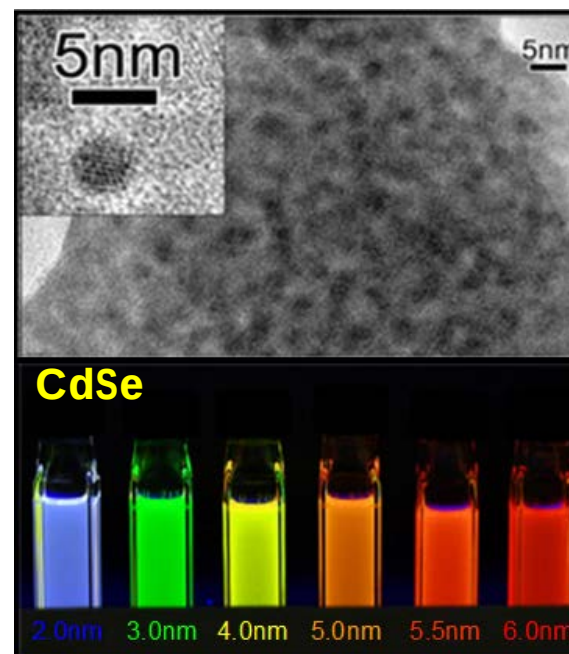
細胞死滅

東京慈恵会医科大学との共同研究より

K. Fujioka, K. Sato, K. Hirakuri et al.,
Nanotechnology, 19, 415102 (2008).



X. Michalet et al., Science, 307, 538 (2005).

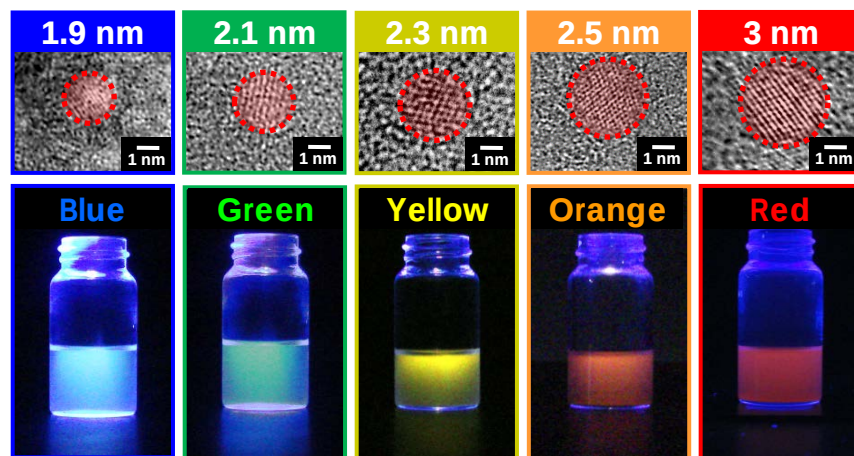


<http://www.max-plus.net>

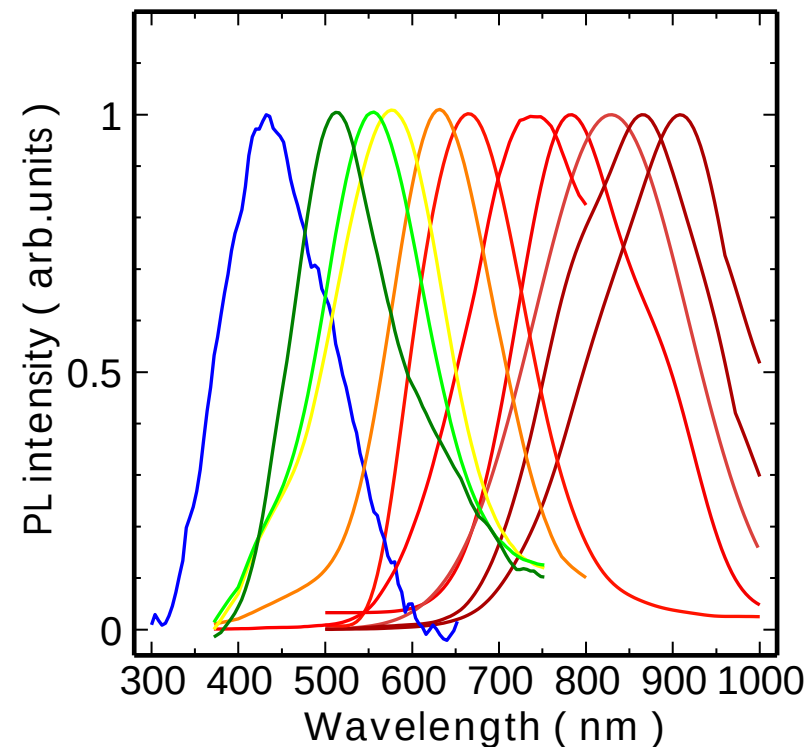
◆シリコンナノ粒子

➤ 利点

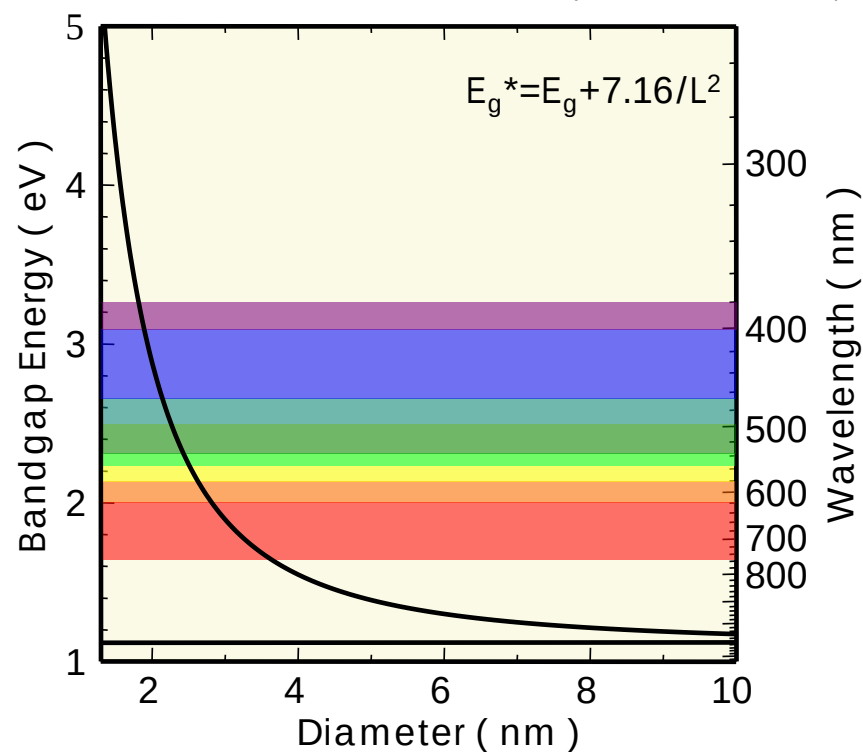
- ✓ 蛍光波長が広い
- ✓ 各種環境下での光安定性が高い
- ✓ 生体安全性が高い



K. Sato, K. Hirakuri et al., Chemistry-An Asian Journal, 5, 50 (2010).

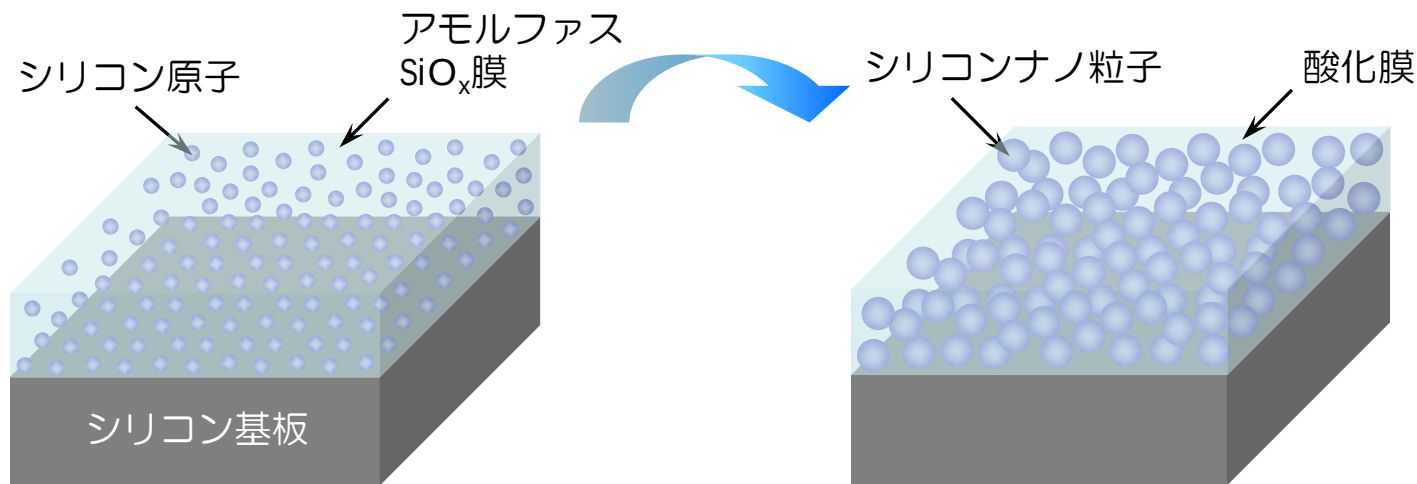


K. Sato, K. Hirakuri et al., Journal of Applied Physics, 100, 114303 (2006).
Chemistry-An Asian Journal, 5, 50 (2010).



従来技術

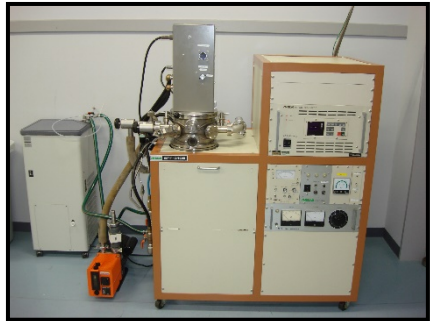
◆ボトムアップ法（PVD手法）



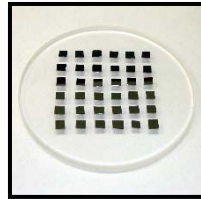
ナノ粒子を抽出
するために...

☞ HF水溶液処理

☞ 超遠心処理



スパッタリング装置



Si/SiO₂
ターゲット



加熱装置

K. Sato et al., Applied Surface Science, 216, 376 (2003).

K. Sato, K. Hirakuri et al., Chemistry-An Asian Journal, 5, 50 (2010).

K. Sato et al., 特許第4336133号、特許第4570379号、特許第5495038号、
US7132692 (US Patent)

従来技術の問題点

◆ボトムアップ法（PVD手法）

- ✓ 高価な装置を使用
- ✓ 複数の製造プロセス工程を要するため、複数の装置が必要
- ✓ 製造コストが増高
- ✓ 製造装置の容量に依存するが、ナノ粒子の収量は数 μg /バッチであり、生産性が低い
- ✓ 発光量子収率が低い

新技術

◆新規手法

トップダウン法（ウェット手法）

➤ 使用する材料と装置



シリコン粉末
(100 nm)



フッ硝酸溶媒



硝酸溶液

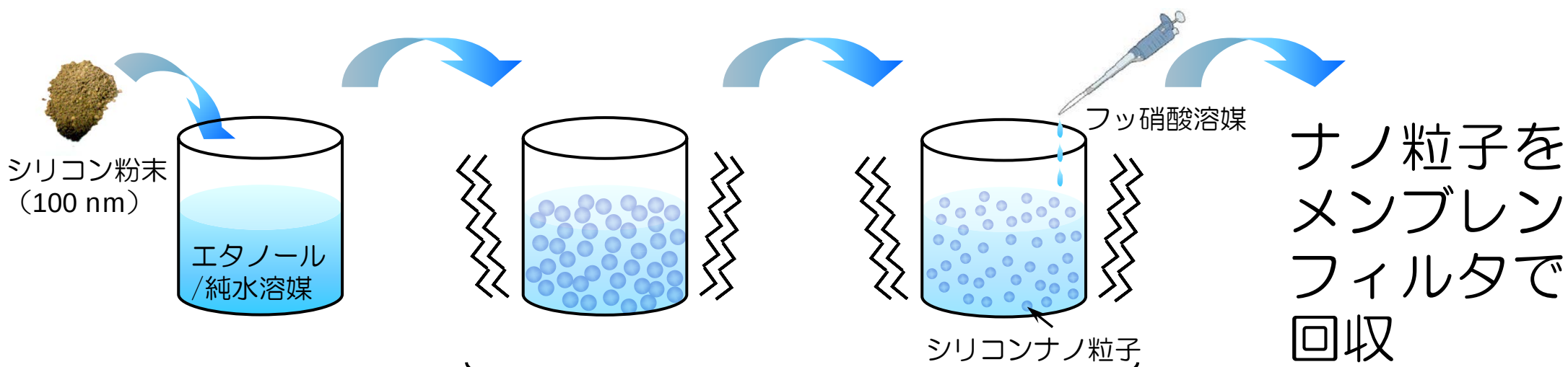


テフロン容器

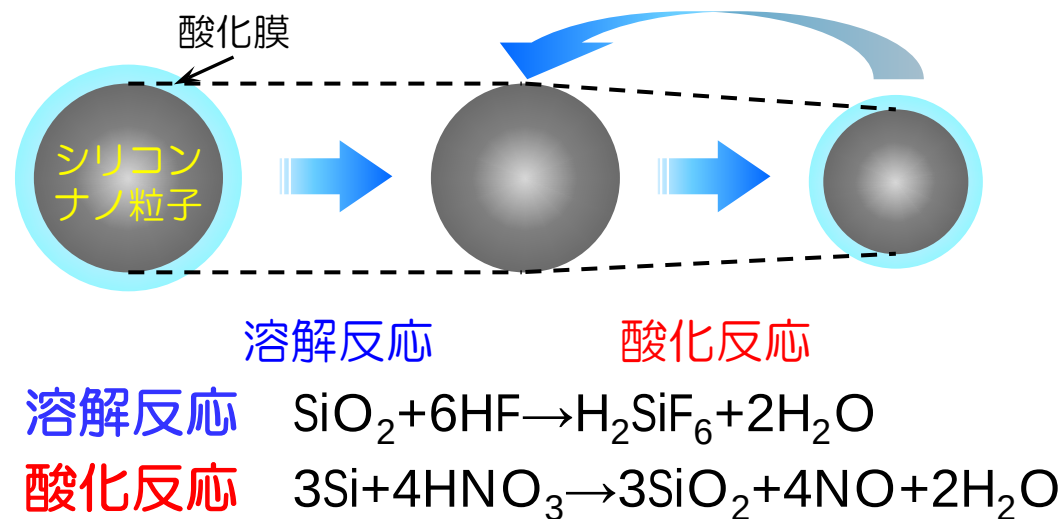


超音波装置

◆ トップダウン法（ウェット手法）



超音波装置



K. Sato, K. Hirakuri et al., Chemistry Letters, 38, 558 (2009).

Chemical Communications, 25, 3759 (2009).

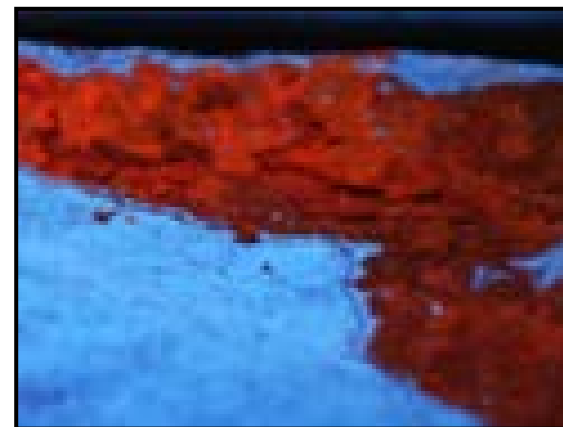
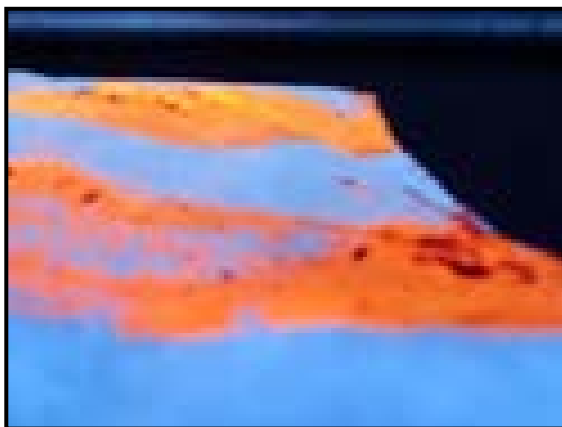
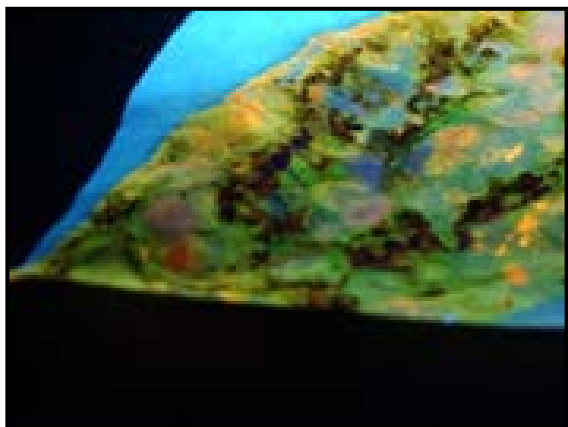
新技術の特徴

◆ トップダウン法（ウェット手法）

- ✓ 安価な装置を使用
- ✓ 真空装置を使用しない
- ✓ 製造プロセス工程を簡素化
- ✓ 製造コストを大幅に削減
- ✓ 製造装置の容量に依存するが、ナノ粒子の収量は数mg/バッチであり、生産性が高い
- ✓ 反応溶媒の調製により、粒子サイズを自在に調整できる

シリコンナノ粒子の応用例

➤ 可視領域において**緑色**から**赤色**の範囲で調製



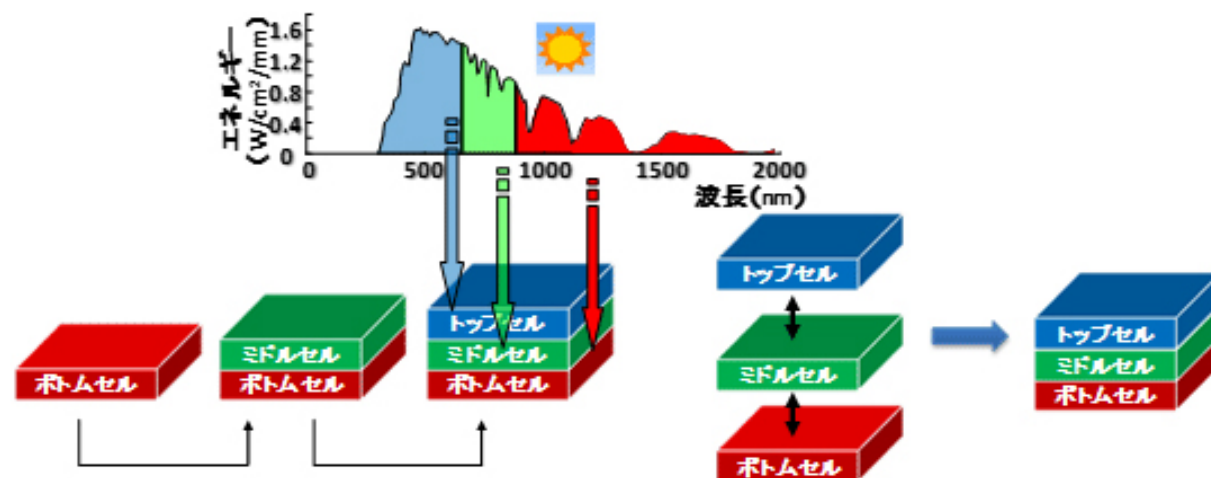
■ 生体医工学分野

☞ 生体内医療器具



■ 環境・エネルギー分野

☞ 光吸収帯変調用光電変換材料



企業への期待

- ✓ 蛍光粉末の製造技術を持ち、材料創成や化学関連の企業との連携が可能である。
- ✓ 蛍光粉末に興味のある、医療機器・製薬関連、装飾関連、総合化粧品関連の企業との連携が可能である
- ✓ 量子ドット系太陽電池を開発中の企業、環境・エネルギー分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効である。

本技術に関する知的財産権

発明の名称：シリコンナノ粒子の製造方法

出願番号：特願2013-044180

特許権者：学校法人東京電機大学

研究担当者：平栗 健二、佐藤 慶介