

# 光学特性を有する金属ナノ材料を利用したナノ生体計測技術の開発

## Ultra-Small Fluorescent Metallic Nanomaterials for Biomedical Imaging

呉高専 ◯田中 慎一

NIT (KOSEN) -Kure, ◯Shin-ichi Tanaka

E-mail: s-tanaka@kure-nct.ac.jp

数個から数十個の原子で構成される蛍光性金属ナノ材料（白金ナノクラスター）は細胞無毒でサイズが電子の Fermi 波長（ $\sim 0.5$  nm）以下であるため、電子軌道が量子化され分子サイズ（構成原子数）に依存した蛍光特性（量子サイズ効果）を示す。（図1）そのため、合成条件を最適化することによって可視光から近赤外領域に蛍光特性を持つ白金ナノクラスターを実現できることを見出した。加えて、従来の蛍光プローブに比べて高輝度でかつ光退色しないので、癌の浸潤や転移など長期間経過観察を必要とする診断・観察用の生体分子プローブとして最適である。そこで、本発表では蛍光性金属ナノクラスターの合成とその生細胞観察への応用に関する研究について報告する。

蛍光波長（構成原子数）を制御して白金ナノクラスターを合成するために、PAMAM Dendrimer (PAMAM)を鋳型分子として用いた。合成した白金ナノクラスターは青色（ $E_m:470$  nm）<sup>1)</sup>から緑色（ $E_m:520$  nm）<sup>2)</sup>、赤色（ $E_m:630$  nm）<sup>3)</sup>、近赤外（ $E_m:720$  nm $\sim E_m:820$  nm）まで構成原子数に依存した発光波長を示すことが明らかとなった。さらに、細胞毒性が低いことを確認しただけでなく、誘導結合プラズマ質量分析計を用いた定量分析と走査透過型電子顕微鏡を用いた結晶構造観察によって、構成原子数が13 $\sim$ 18個、粒径が0.5 nm以下になることも明らかにした。さらに、白金ナノクラスターで、乳癌細胞（MDA-MB 231）の膜表面に存在する癌転移活性化因子(PAR-1)を標識し、蛍

光観察を実施したところ、細胞表面から明るい蛍光が観察され、特異的に PAR-1 を修飾できただけでなく、生体分子プローブとしての有用性についても実証した。（図2）

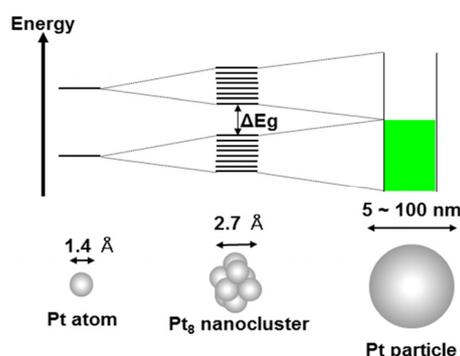


Fig. 1. The electronic state of metallic (platinum) nanoclusters predicted by the spherical jellium model.

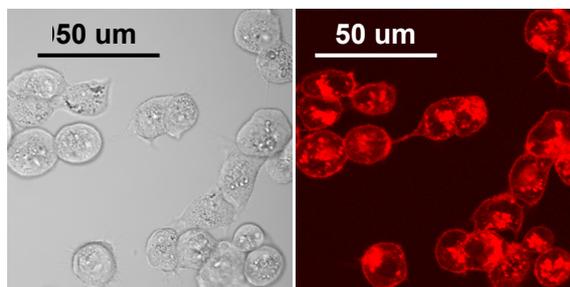


Fig. 2. Brightfield (left) and confocal luminescence (right) images of living MDA-MB-231 cells incubated with PAR-1 antibody conjugated red-emitting Pt nanoclusters.

### 参考文献

- 1) **S. Tanaka** et. al., *Angew. Chem. Int. Ed.* **50** (2011) 431.
- 2) **S. Tanaka** et. al., *Opt. Mat. Express* **3** (2013) 157.
- 3) 特許第 6573370 号