

# ナノアンテナが照らす明るい未来

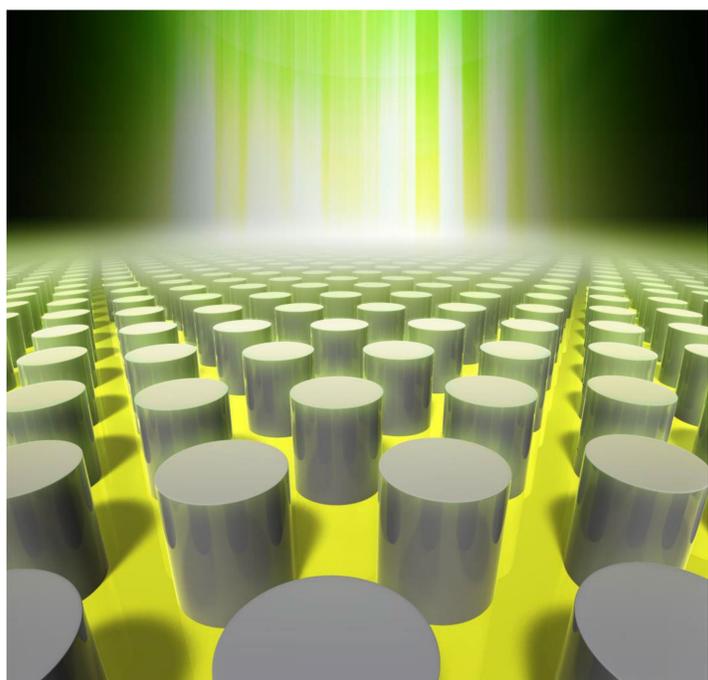
京都大学大学院 工学研究科 材料化学専攻

村井 俊介(助教)、東野 真(博士課程3年)、TienYang Lo(博士課程1年)、榎本 泰輔(修士課程1年)、丸山 紘也(修士課程1年)

## 研究の概要

ナノテクノロジーを使い、“**ナノアンテナ**”と呼ばれるナノサイズの微粒子が並んだ構造を作っています。ナノアンテナは**光を閉じ込めたり、集めたり、放ったり**することができます。私たちはナノアンテナの科学と応用を研究しています。

## ナノアンテナとは？



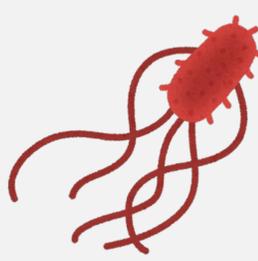
Ryosuke Kamakura et al., *J. Appl. Phys.* 124, 213105(2018)

**ナノ粒子**を光の波長スケールで周期的に並べたもの  
⇒10億分の1 m(ナノメートル、nm)スケールの構造

### 身の回りの“サイズ”



髪の毛  
0.05~0.1 mm



O157  
2000~6000 nm

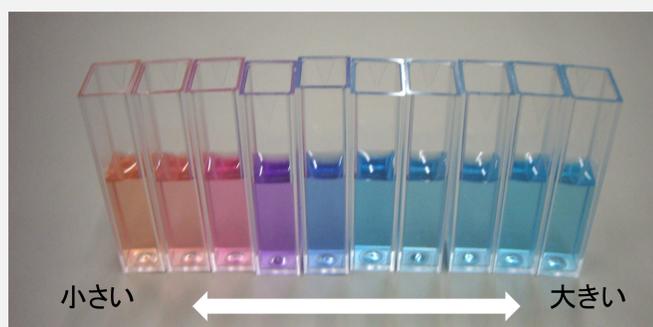


光(可視域)の波長  
380~780 nm

## ナノアンテナの仕組み

### ■ ナノ粒子の機能

特定の波長を持つ光に対して**強い応答**(吸収・散乱) = “**共鳴**”



例1: 銀ナノ粒子が分散した溶液



例2: 金ナノ粒子による着色(赤)

発光材料+ナノ粒子



発光の増強

### ■ 周期的に並べる効果

個々のナノ粒子の**応答が揃って**、それぞれのナノ粒子よりも**強い応答が生まれる**



例3: 発光材料(緑)+ナノアンテナ

#### ✓ ポイント

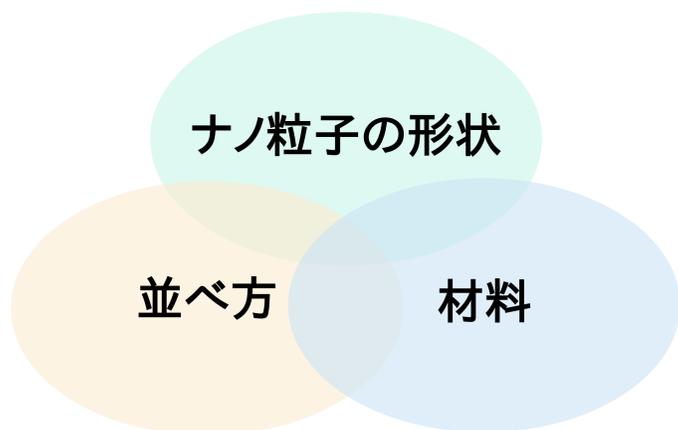
並べ方で**応答する波長**・増強する**光の向き**をコントロールできる



**光に対するアンテナ=ナノアンテナ**

# 私たちの研究について

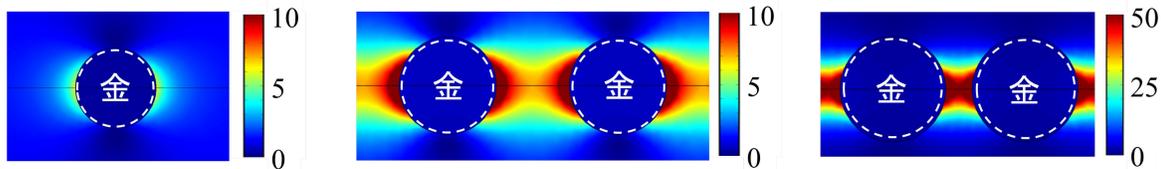
## ■ ナノアンテナの設計・作製



## ■ ナノアンテナの評価

- ナノアンテナ内の光分布 (シミュレーション)
- 発光増強効果

※同じ材料を使っても、数や配置によって特性が変わります。



例: 金ナノアンテナの光分布

### ✓ ポイント

ナノアンテナは光源や照明、レーザーなどへの応用が可能な技術

# ナノアンテナの作製技術

## 電子線描画装置

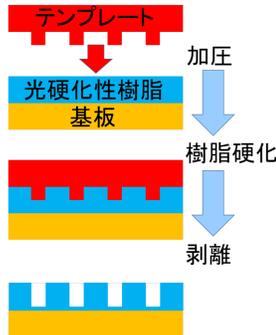


<http://www.nanoplat.cpier.kyoto-u.ac.jp/apparatus/a15/>

## ナノインプリント



<http://www.nanoplat.cpier.kyoto-u.ac.jp/apparatus/b26/>



## ドライエッチング装置



<https://nanonet.mext.go.jp/facility.php?mode=detail&code=70>

### ✓ ポイント

半導体素子の作製に用いられる微細加工技術 (リソグラフィ・エッチング) を利用

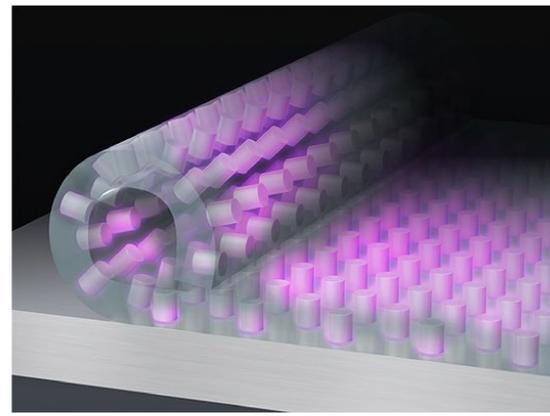
# 実際の研究例

## 高効率な白色指向性光源への応用



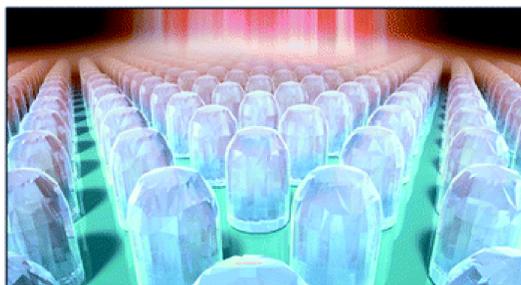
Shunsuke Murai et al., *J. Mater. Chem. C*, 11, 472-479 (2023)

## 貼るだけで明るくなるナノアンテナシール



Shunsuke Murai et al., *J. Appl. Phys.* 129, 183101 (2021)

## より低損失な材料の探索



Makoto Higashino et al., *J. Mater. Chem. C*, 10, 9730-9739 (2022)