

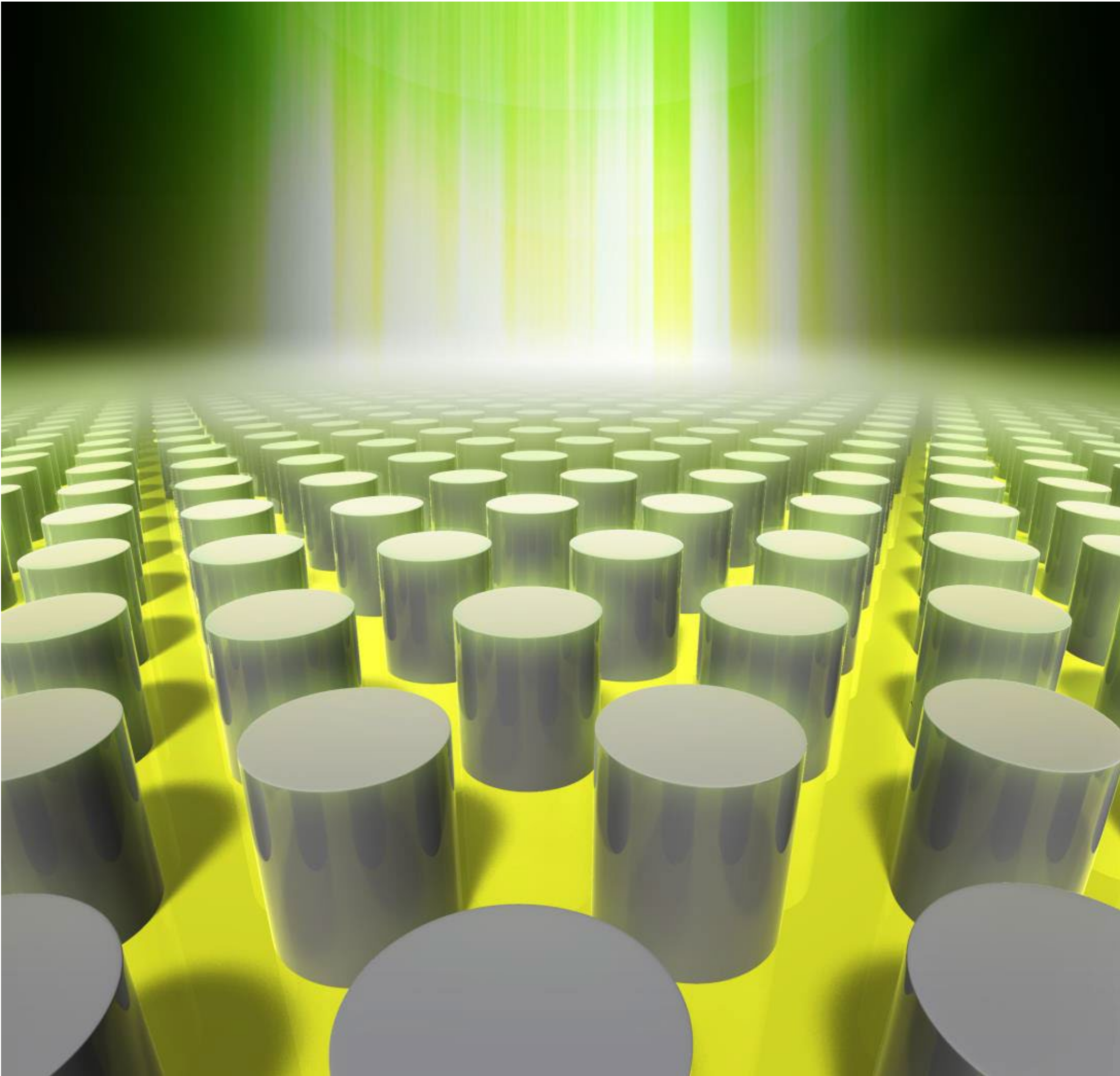
ナノアンテナが照らす明るい未来

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

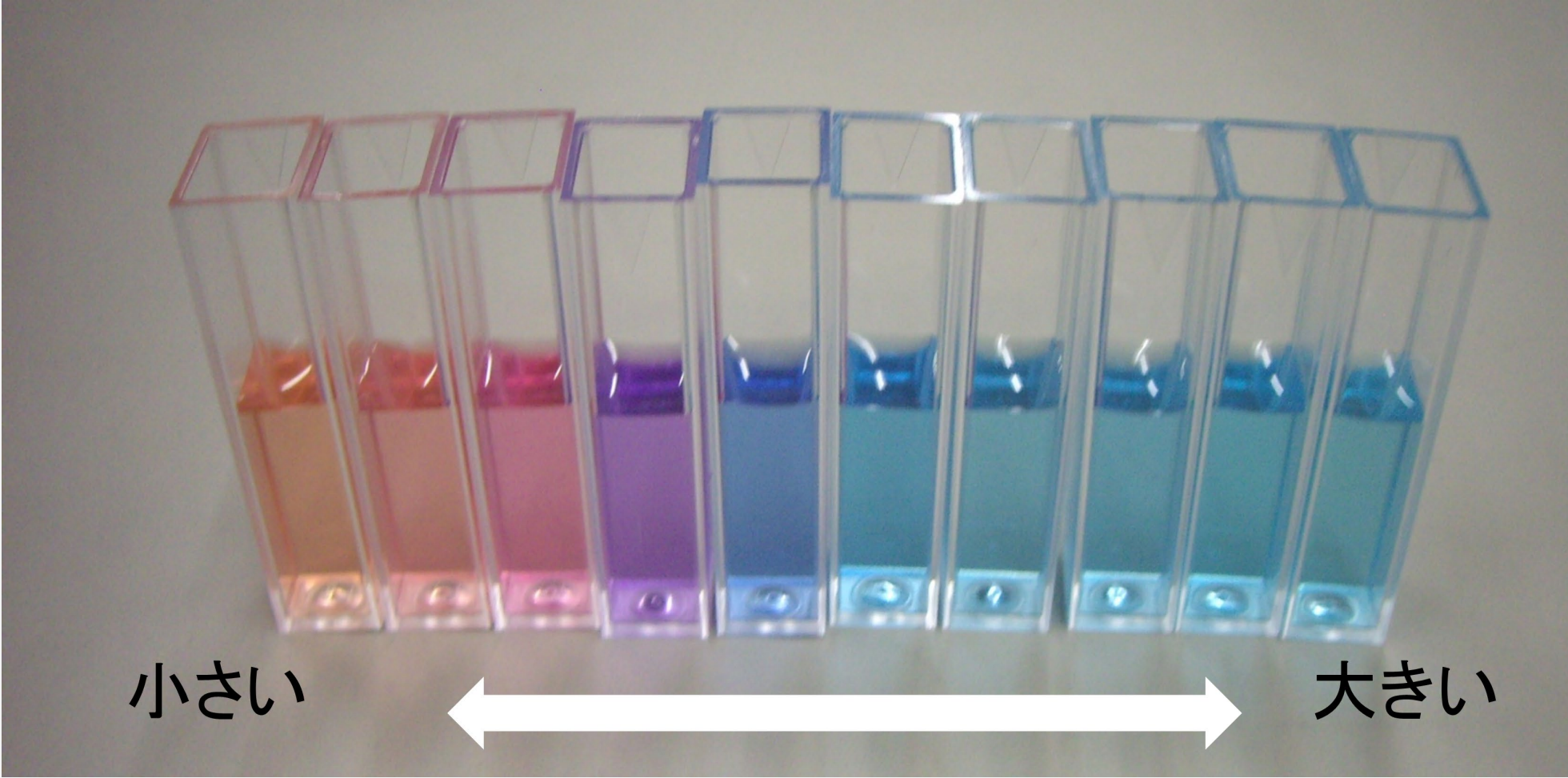
身の回りの“サイズ”

 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”



小さい ← → 大きい

例1: 銀ナノ粒子が分散した溶液



http://www.tajimaglass.com/prd_kinaka.html

例2: 金ナノ粒子による着色(赤)

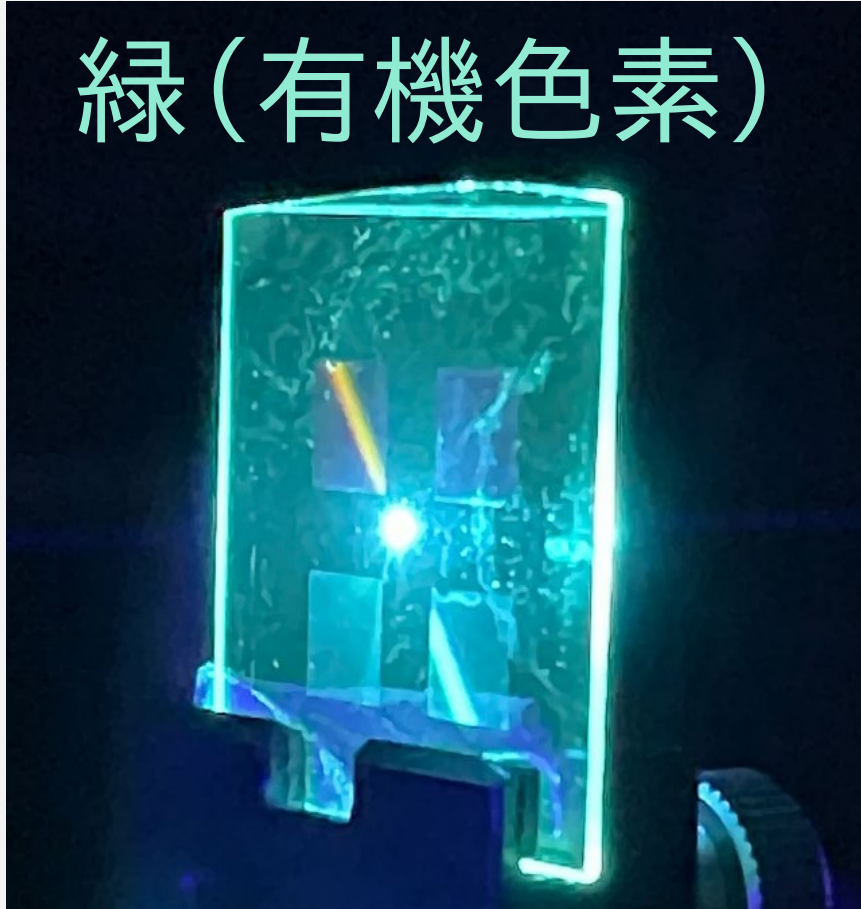
発光材料+ナノ粒子

↓

発光の増強

■ 周期的に並べる効果

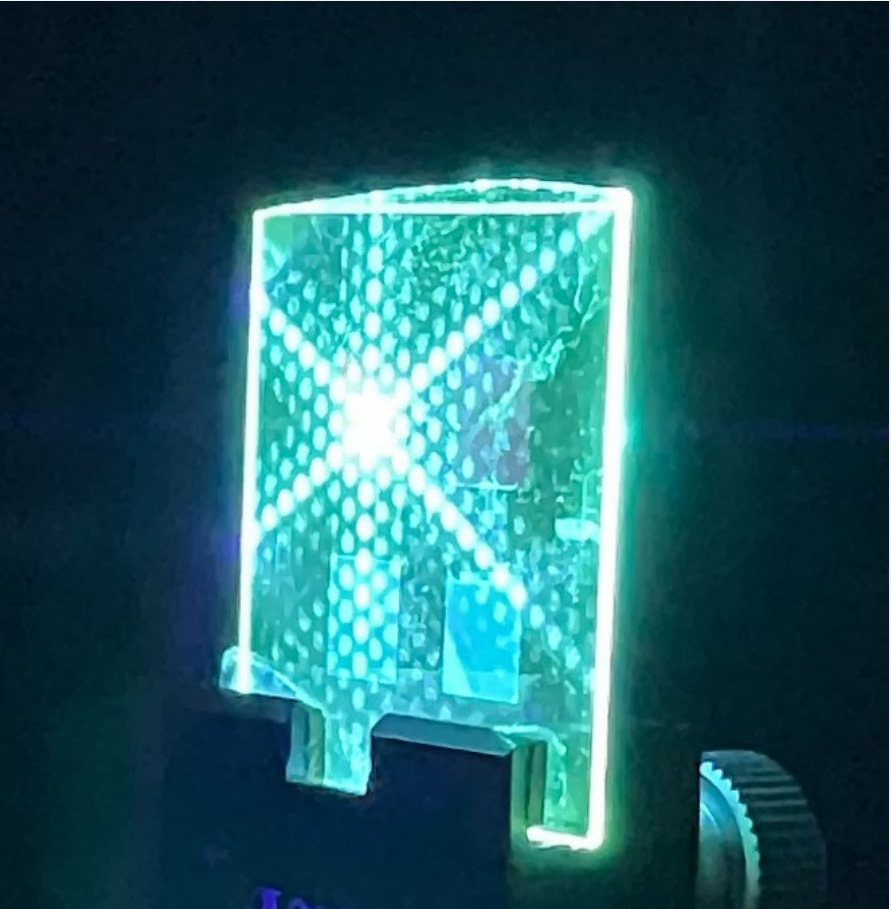
個々のナノ粒子の応答が揃って、それぞれのナノ粒子よりも強い応答が生まれる



緑(有機色素)

ナノアンテナがあると…





例3: 発光材料(緑)+ナノアンテナ

✓ ポイント

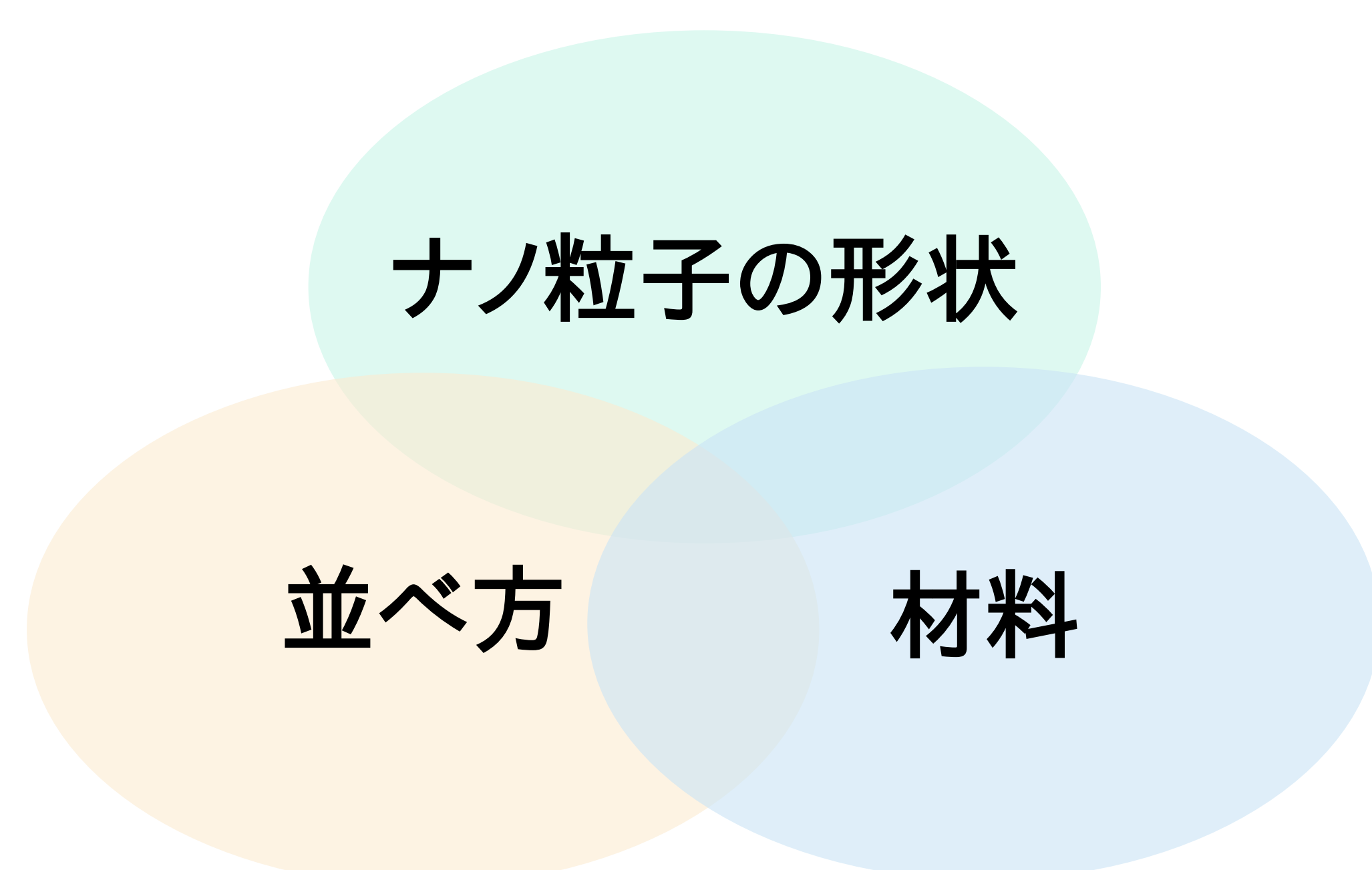
並べ方で応答する波長・増強する光の向きをコントロールできる

↓

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

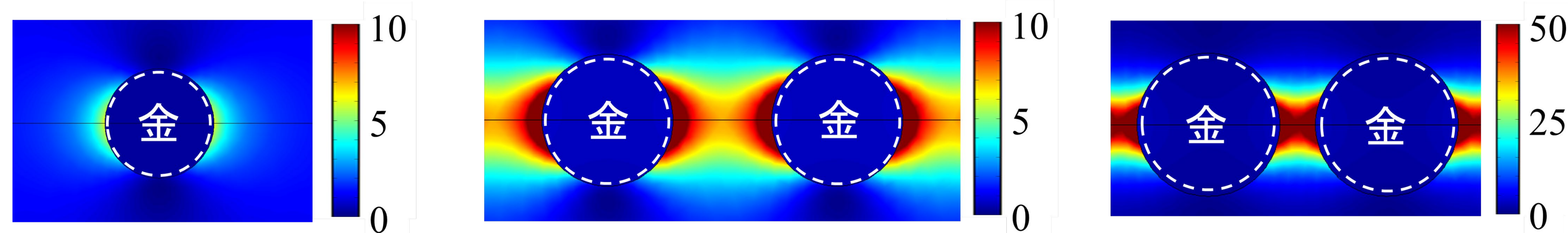
■ ナノアンテナの設計・作製



■ 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。



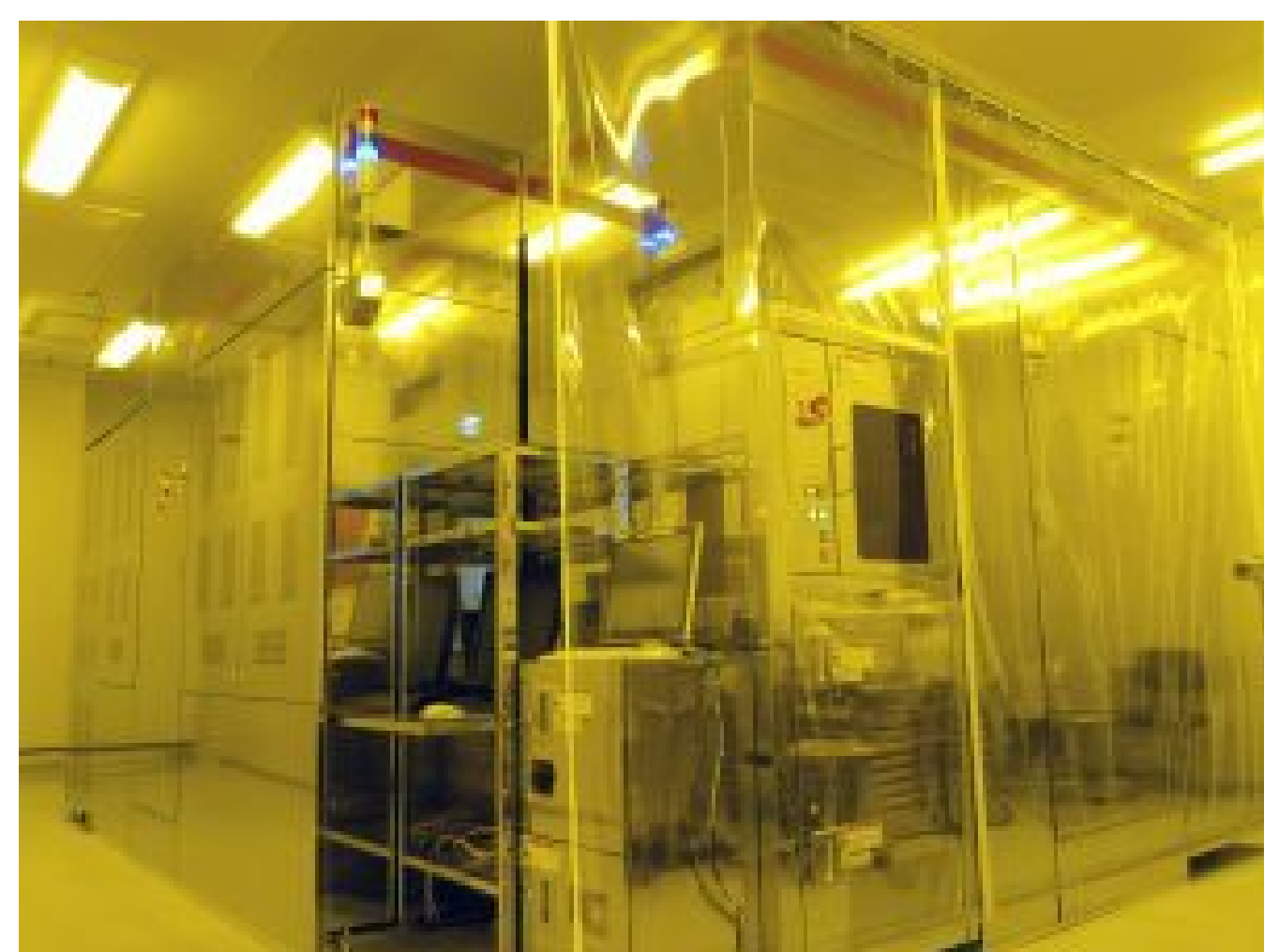
例:金ナノアンテナの光分布

✓ 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

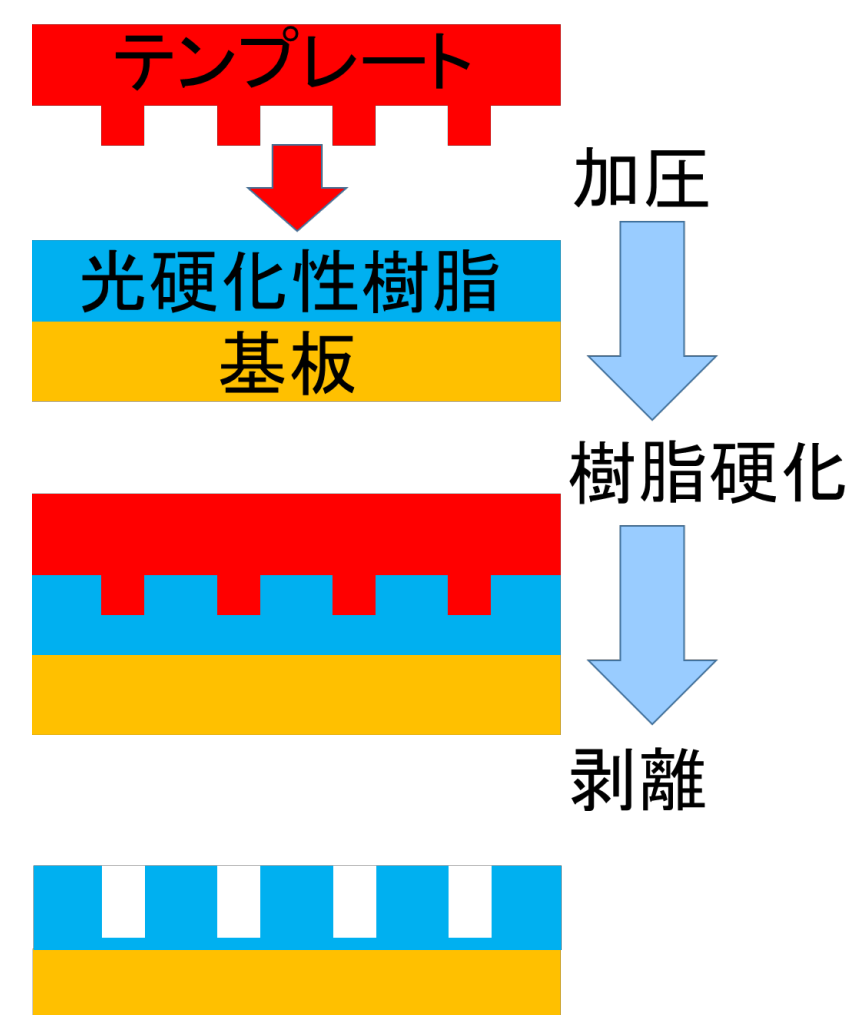


<http://www.nanoplat.cpier.kyoto-u.ac.jp/apparatus/a15/>

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

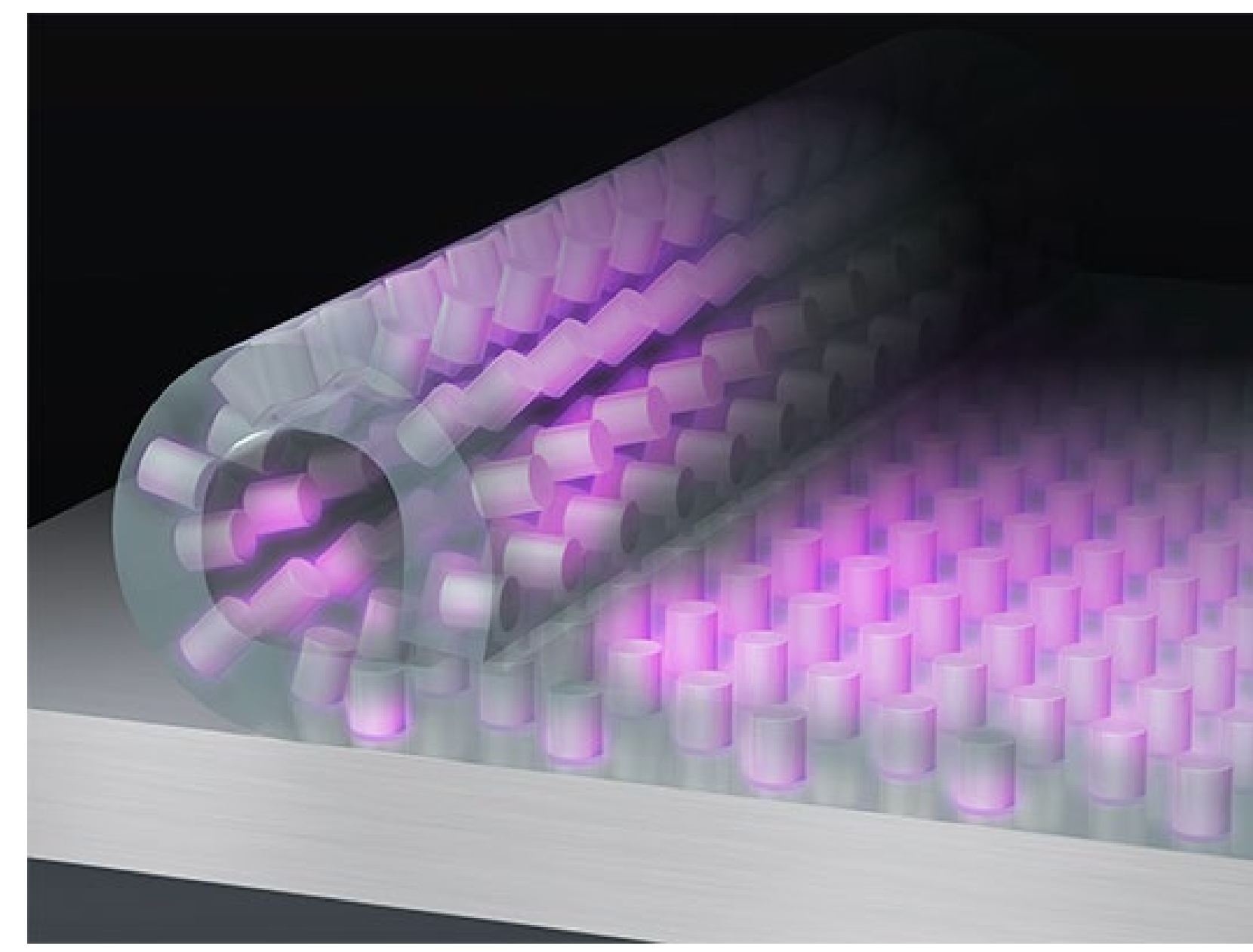
実際の研究例

高効率な白色指向性光源への応用



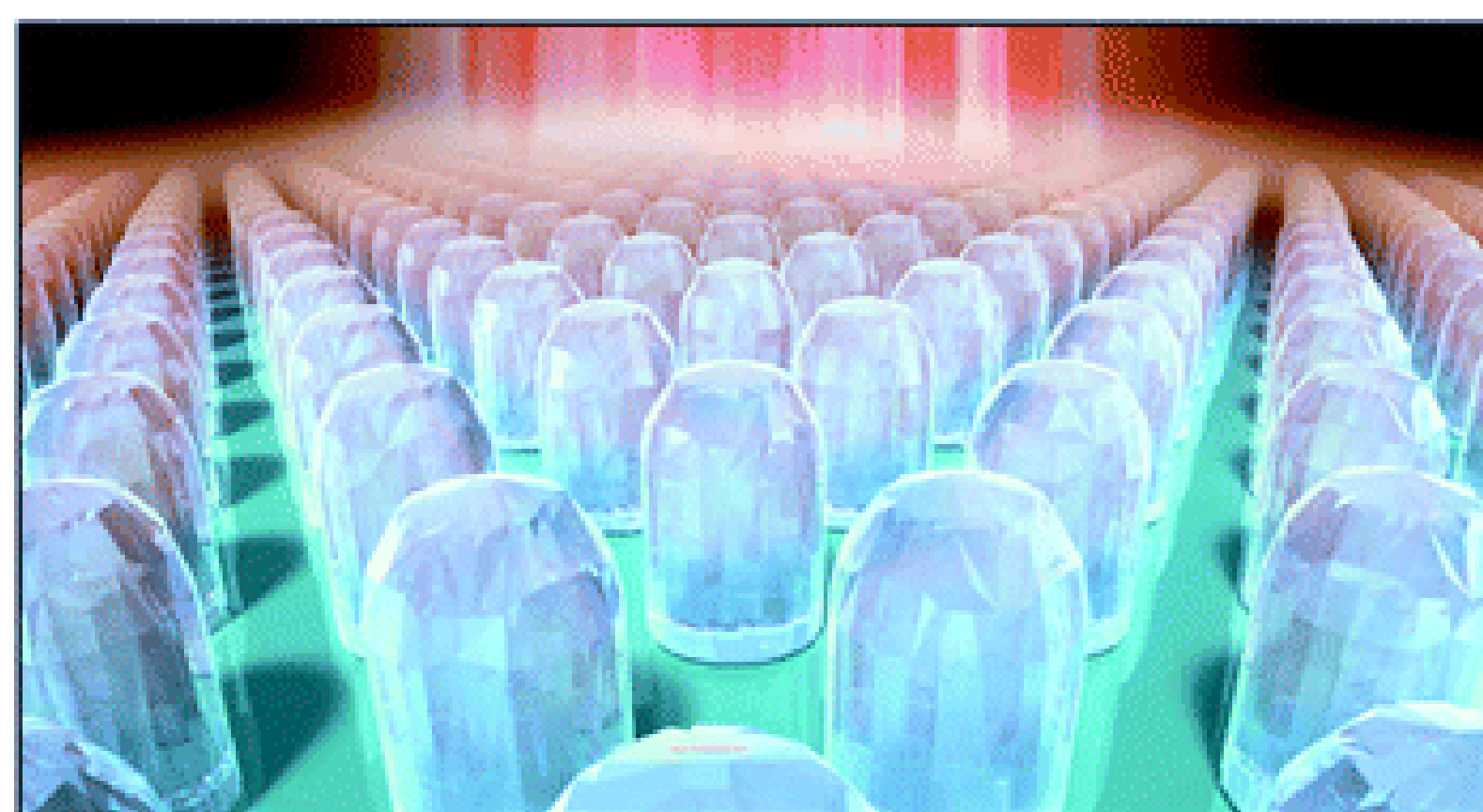
Shunsuke Murai et al., *J. Mater. Chem. C*, 11, 472-479 (2023)

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)