

# 半導体ナノ結晶をつかって未来の光をつくる

EP2 フォトニック材料学研究室

喜多隆(教授)、朝日重雄(准教授)、原田幸弘(助教)

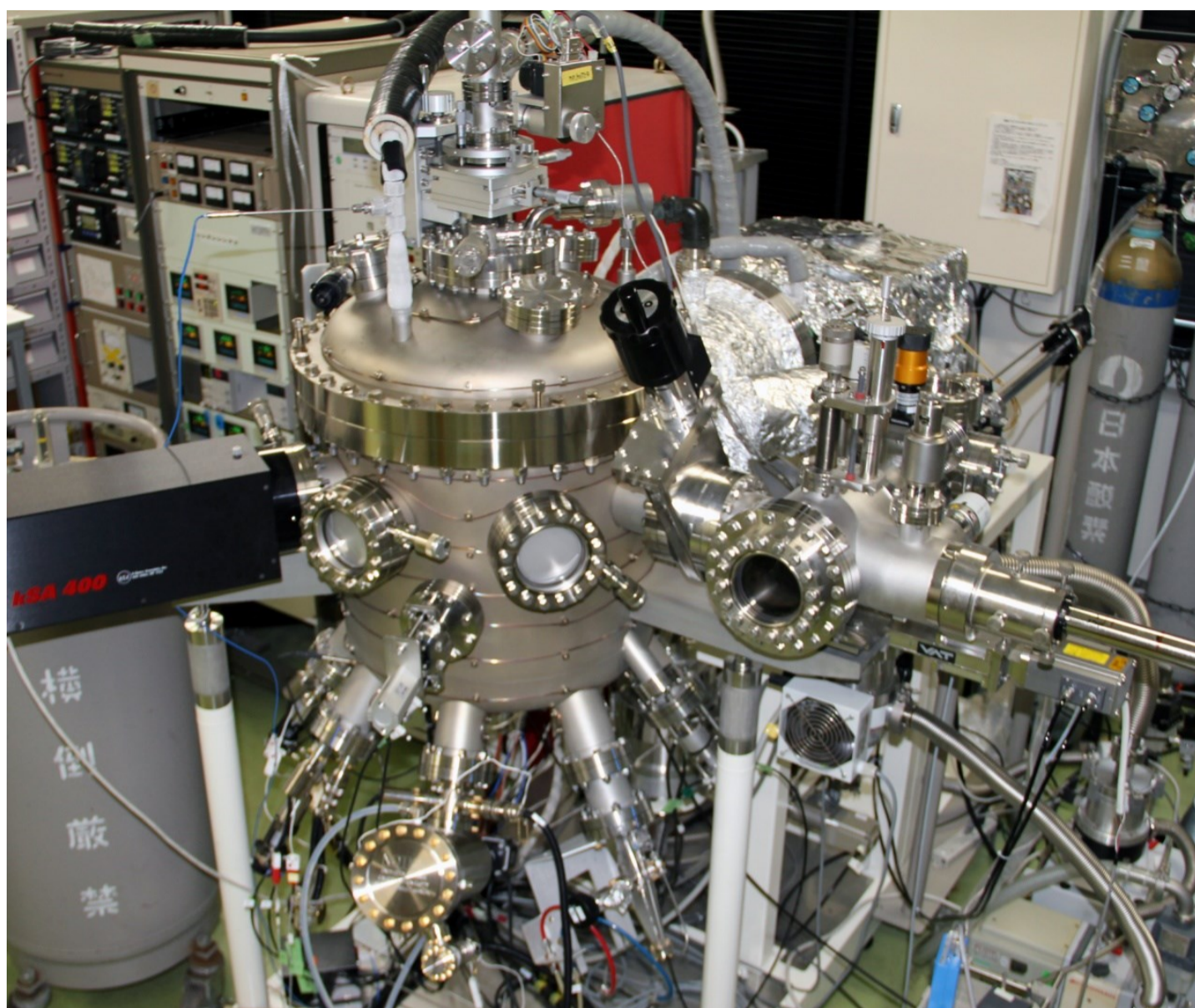
研究室ホームページ <http://www.research.kobe-u.ac.jp/eng-photonics/>

## 光とエレクトロニクスを融合した次世代フォトニクスデバイスの研究

### ナノエレクトロニクス

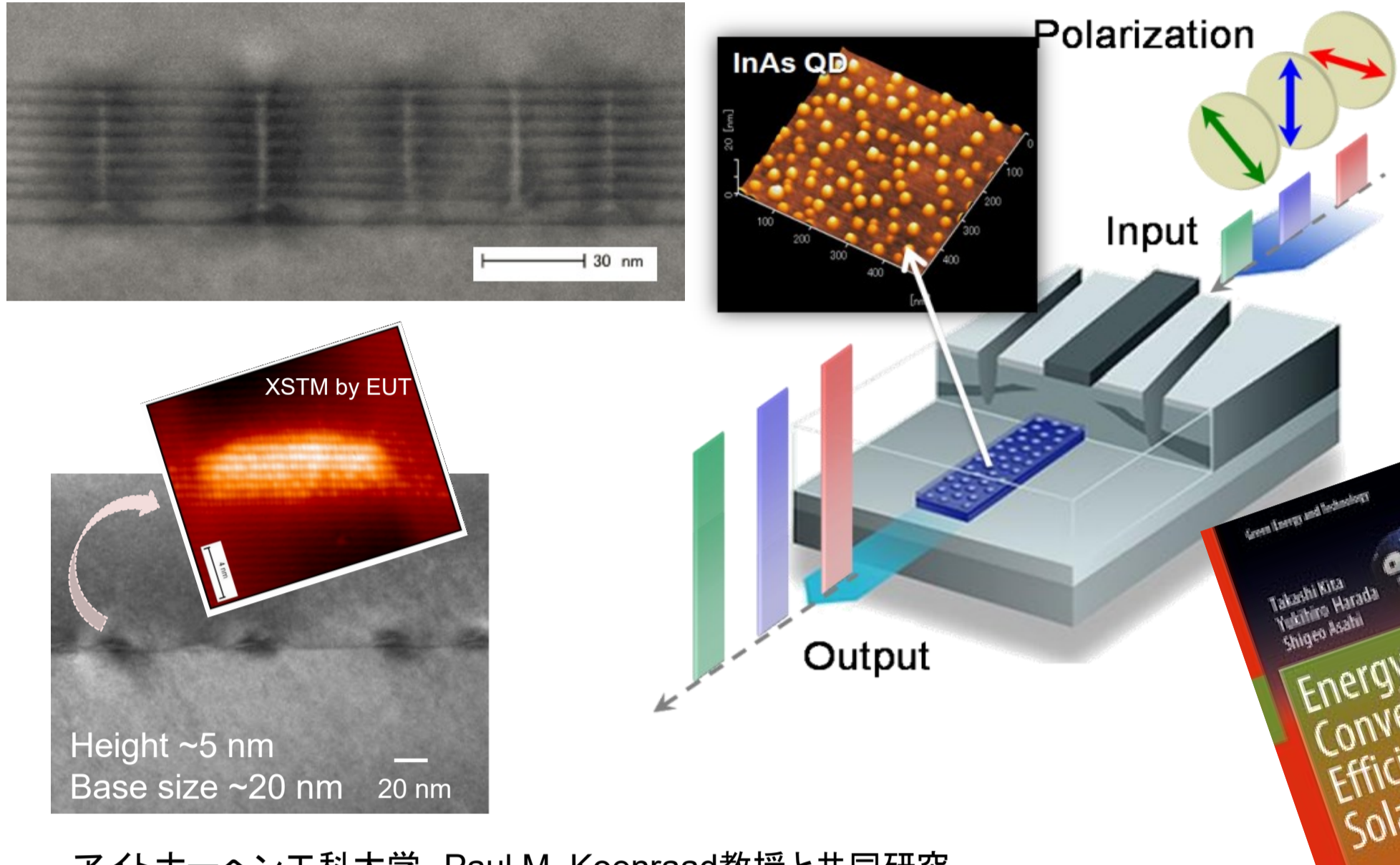
半導体量子ドットの作製と光通信デバイス応用

原子層レベルで制御した半導体ナノ構造の作製と構造評価



Height ~5 nm  
Base size ~20 nm

半導体光増幅器の作製と特性評価



InAs QD Polarization Input Output

アイトーヘン工科大学 Paul M. Koenraad教授と共同研究。

量子ドット太陽電池の基礎研究

変換効率50%を超える新しい高性能太陽電池

量子ドット太陽電池の変換効率

変換効率 (%)

伝導バンド 中間バンド 価電子バンド

伝導バンド-中間バンド間バンドギャップ (eV) 伝導バンド-価電子バンド間バンドギャップ (eV)

太陽電池のエネルギー変換効率

Energy Conversion Efficiency of Solar Cells

### 超高速フォトニクス

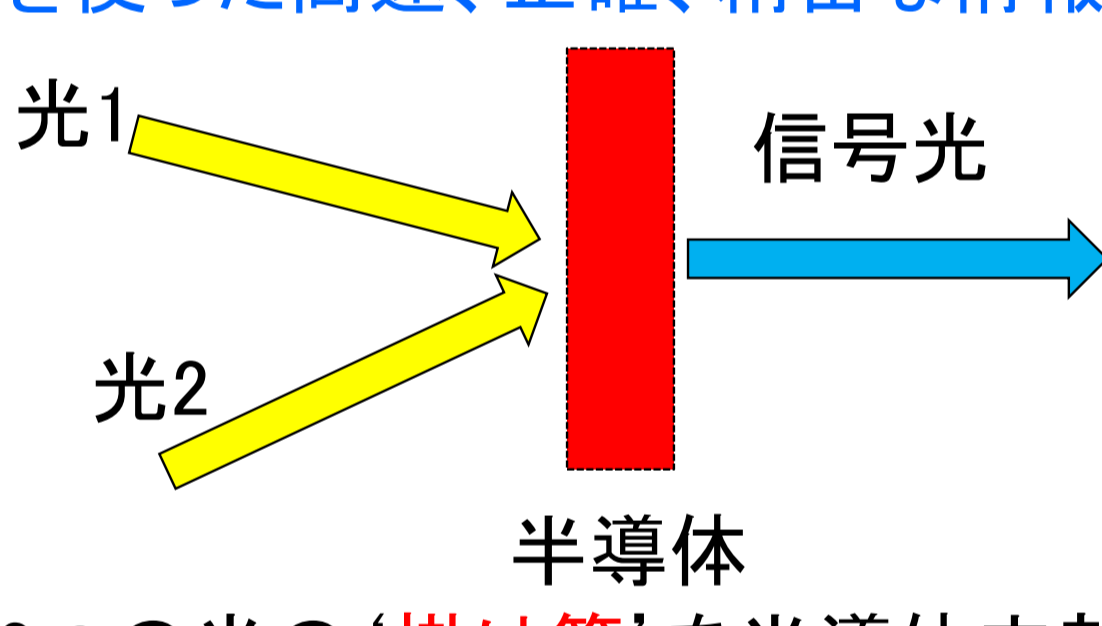
MHz( $10^6$ ) GHz( $10^9$ ) THz( $10^{12}$ ) PHz( $10^{15}$ ) EHz( $10^{18}$ )

光制御技術を利用したテラヘルツデバイス

エレクトロニクス

フォトニクス

光を使った高速、正確、精密な情報通信や計測



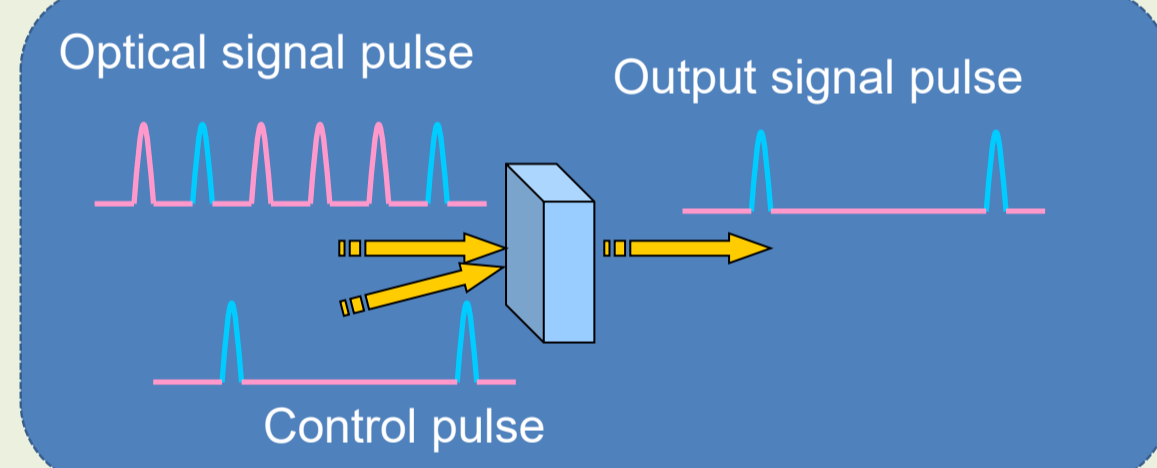
光1 光2 信号光 半導体

2つの光の「掛け算」を半導体内部で実現

波長変換のデバイス応用

- 近赤外光 × 近赤外光 → 紫外光発生
- 近赤外光 × 近赤外光 → テラヘルツ電磁波発生

超高速光スイッチ (次世代超高速光通信)

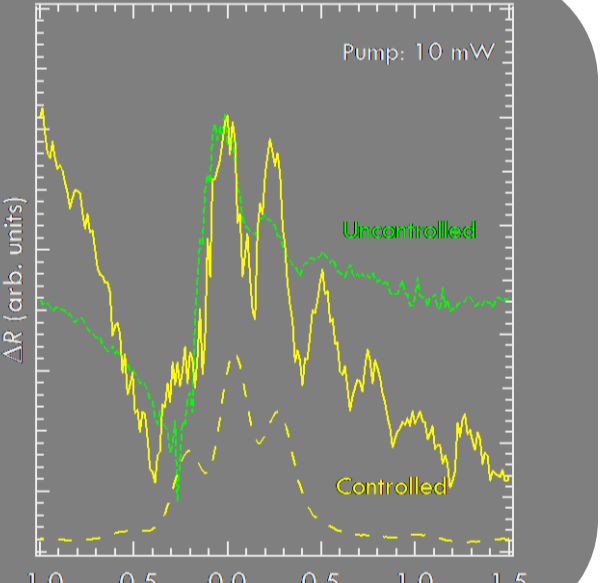


Optical signal pulse Output signal pulse Control pulse

物性開拓

半導体内部の電子の「波」の干渉をデバイスへ

振幅や振動時間を光で制御

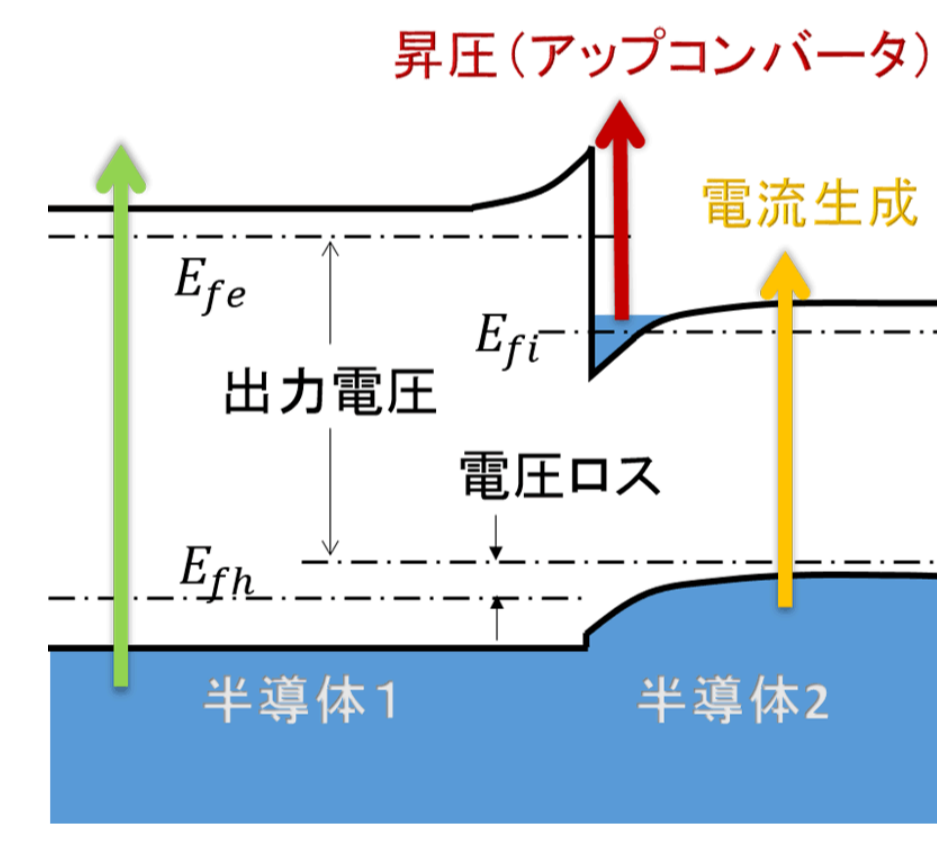


### 新型太陽電池構造の提案

日経産業新聞 2017年4月18日

2光子によるアップコンバージョン太陽電池

変換効率50%以上に太陽電池、波長長い光利用



昇圧(アップコンバータ) 電流生成

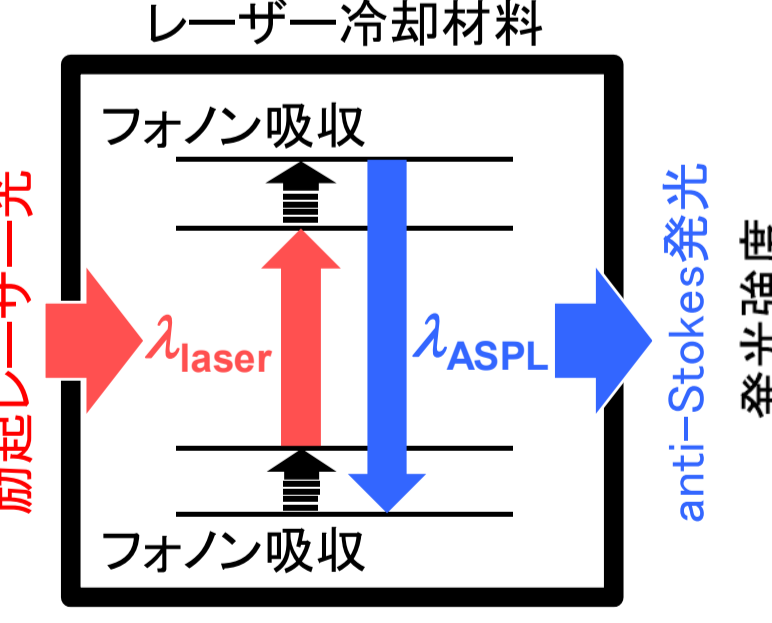
出力電圧 電圧ロス

半導体1 半導体2

神戶大

### レーザー光を利用した固体材料の冷却

固体中の熱(フォノン)を anti-Stokes発光(ASPL)を使って消去



レーザー冷却材料

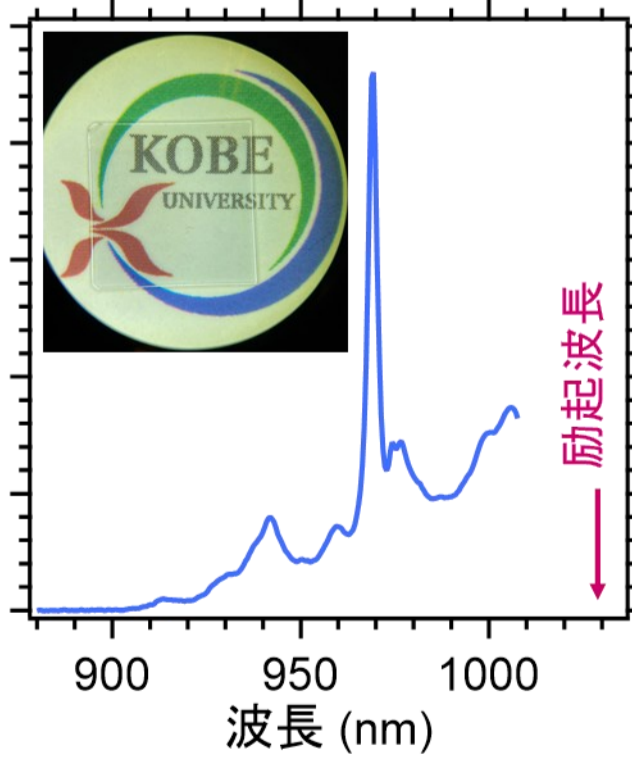
フォノン吸収

励起レーザー光

anti-Stokes発光

発光強度

励起波長



900 950 1000 波長 (nm)

### 新型コロナウイルスを不活化する紫外光源の開発

冷陰極蛍光ランプ: Cold Cathode Fluorescent Lamp (CCFL)

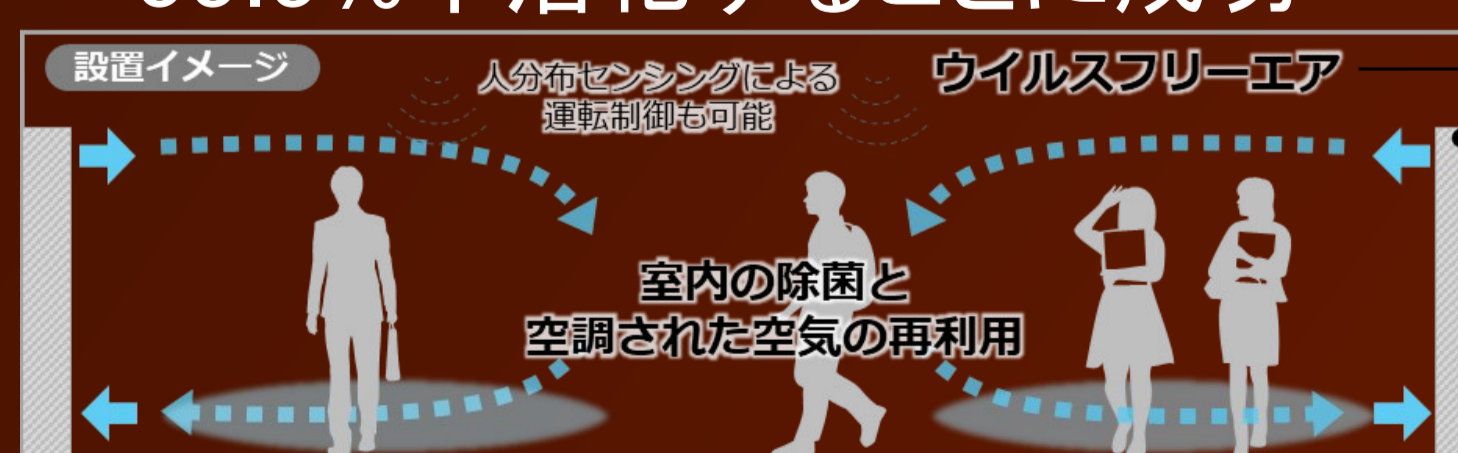
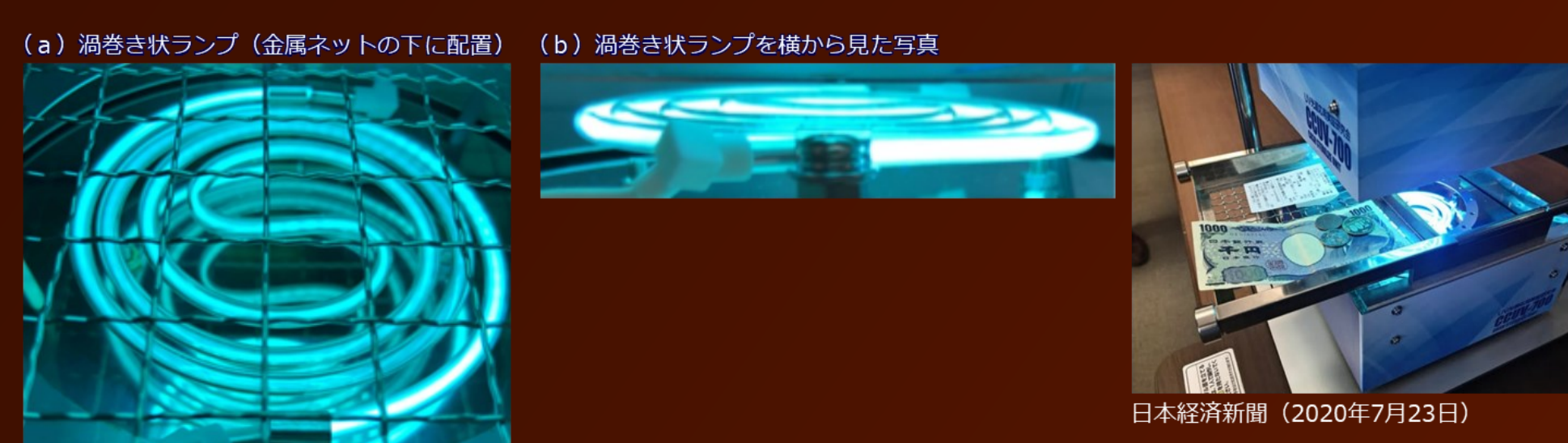
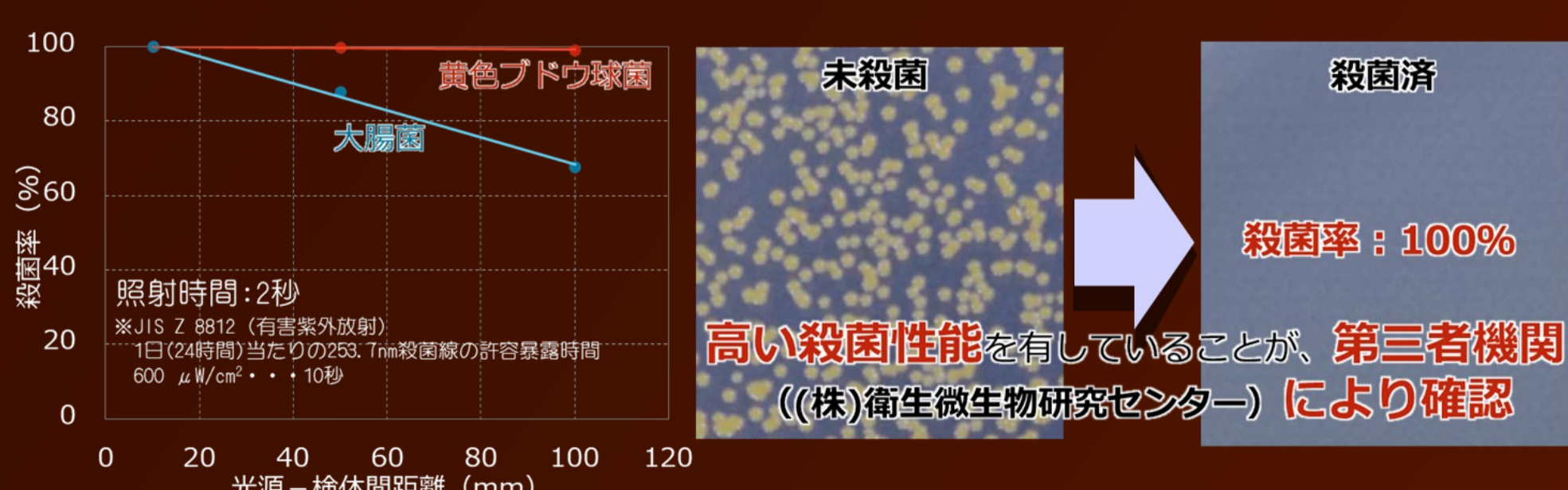
- 管径2mm~4mmくらいの小径。
- 小型化が可能。
- 冷陰極管を使用して長寿命(6万時間)。
- 誘導灯、看板、電気機器の内部照明、機器用照明に利用。
- 水銀封入量5mg以下。(水銀条約規制クリア)

UVLA

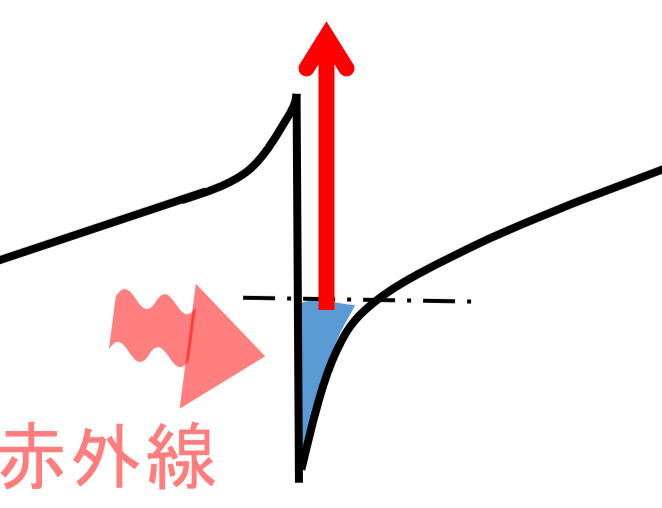
UV光源応用実証研究会

1秒で新型コロナウイルスで99.9%不活化することに成功

#### CCFL光源による菌の不活化

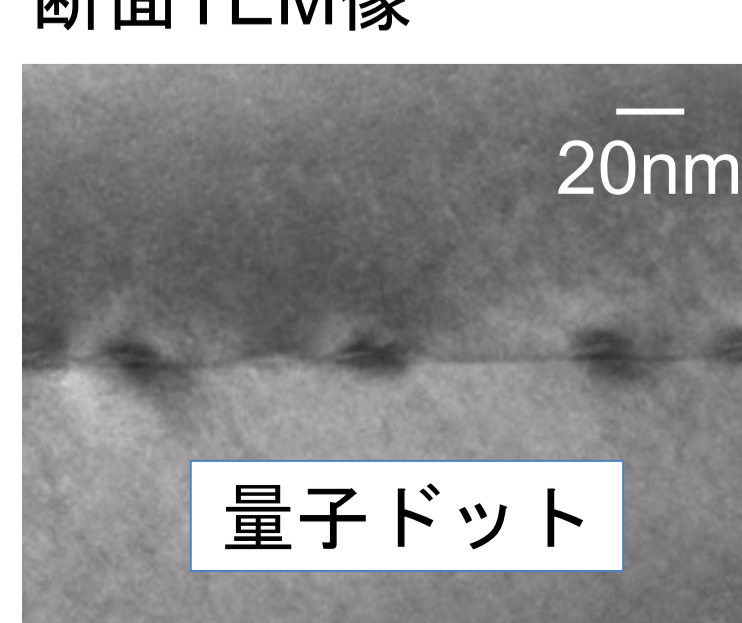


### 半導体ヘテロナノ構造を利用した赤外線センサーの開発



赤外線

断面TEM像



20nm

量子ドット

半導体ヘテロ界面を利用して赤外線を高感度に検出する。