

ひと桁小さなモノづくり ～金属ナノ粒子を並べると何ができるか？～

京都大学 工学研究科 材料化学専攻

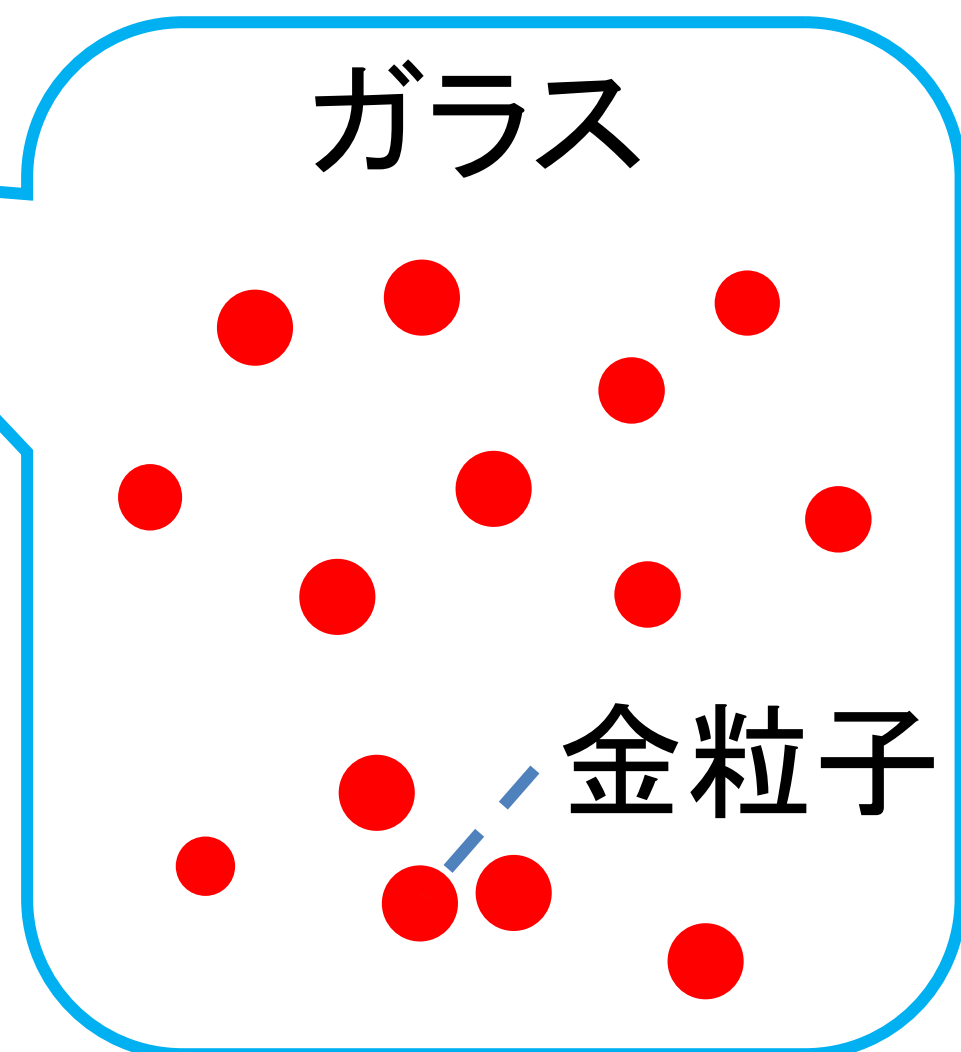
村井俊介(助教)、宇野翔馬(修士課程2年)

鎌倉涼介(博士課程1年)

ガラスの美しい赤、これはナノ*サイズの金粒子のプラズモンの色です。



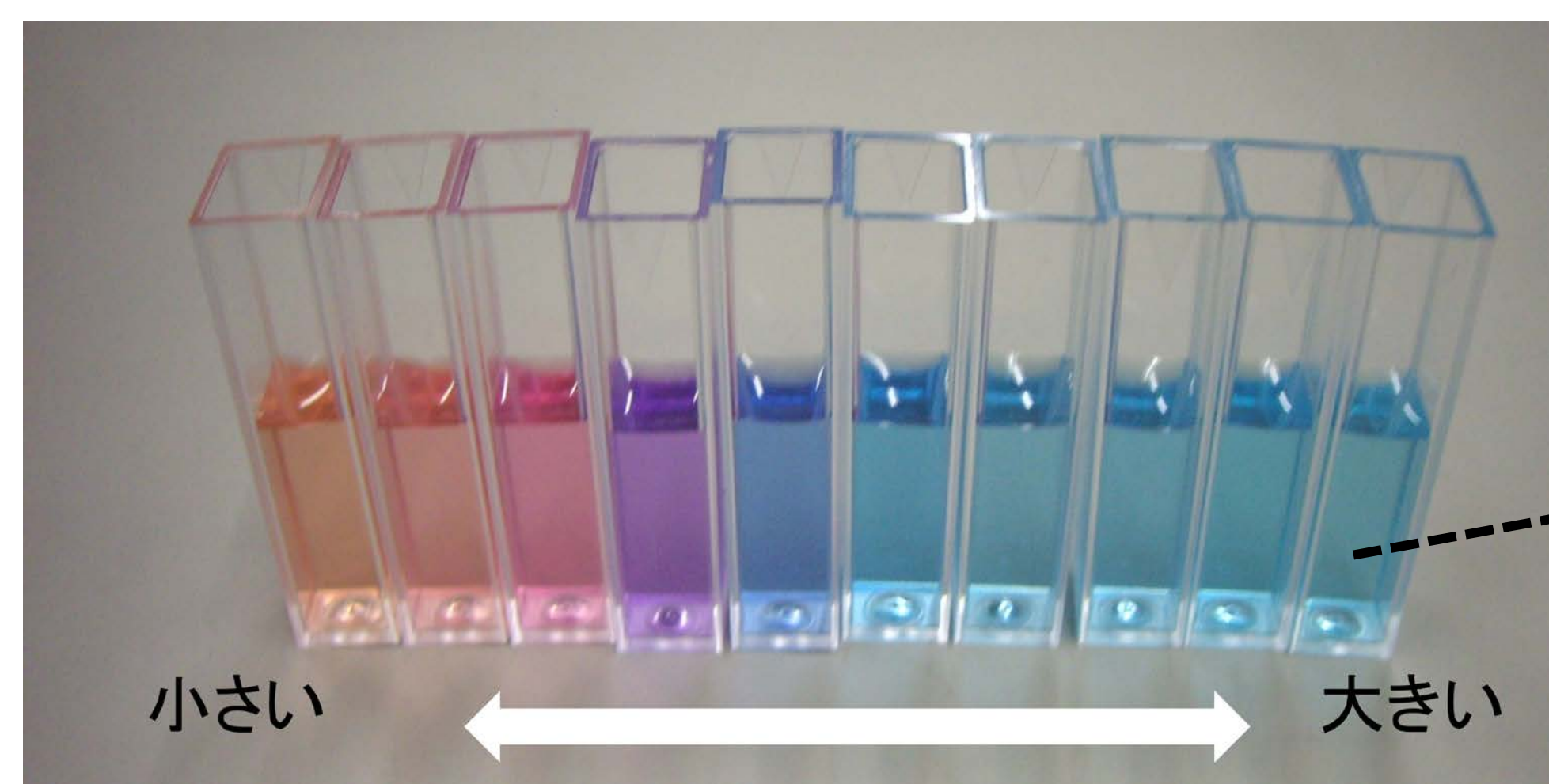
http://www.tajimaglass.com/prd_kinaka.html



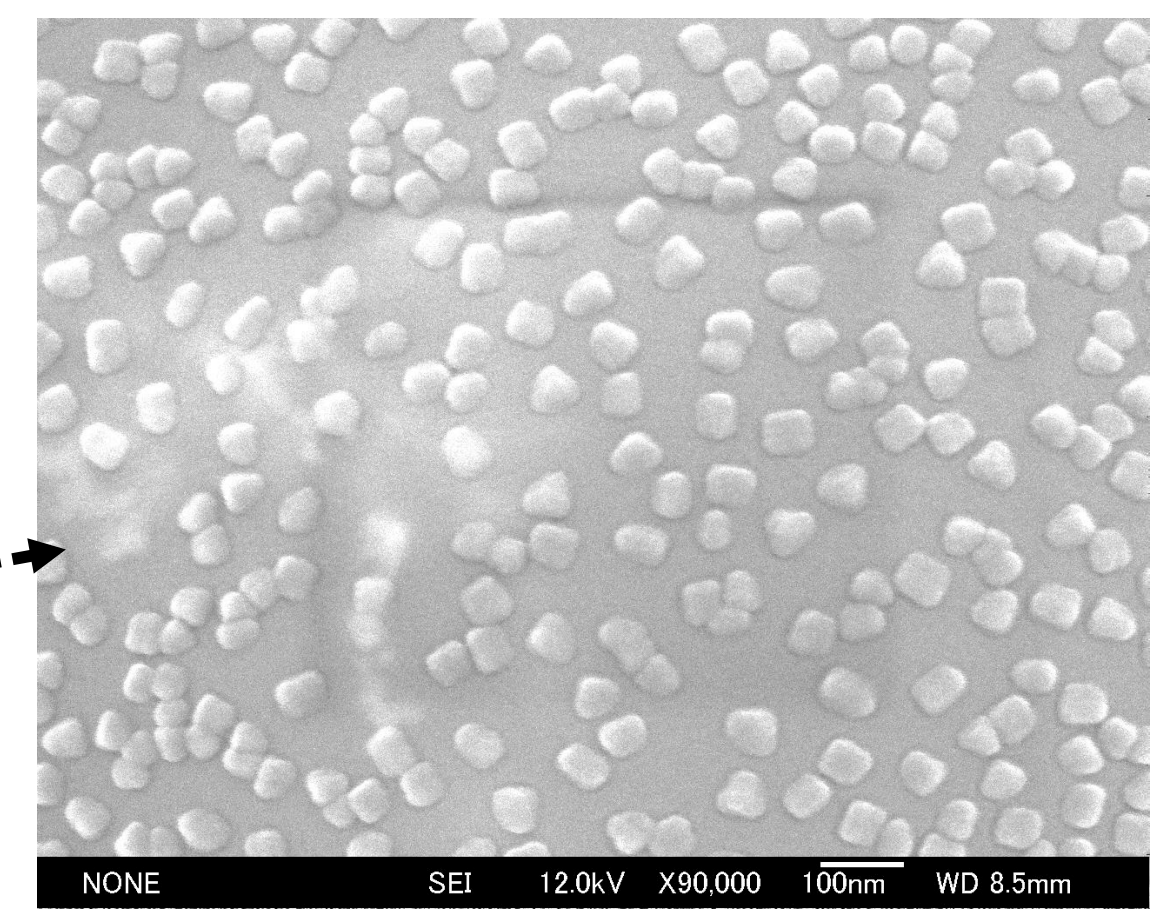
*ナノは10億分の1の意味です。
インフルエンザウイルスが100ナノメートルの大きさです。

金属の種類(金、銀、銅など)粒子の大きさや形、溶かすもの(ガラス・水など)により、プラズモンの色が変わります。

サイズの違う銀ナノプリズム



電子顕微鏡像



プラズモンって？

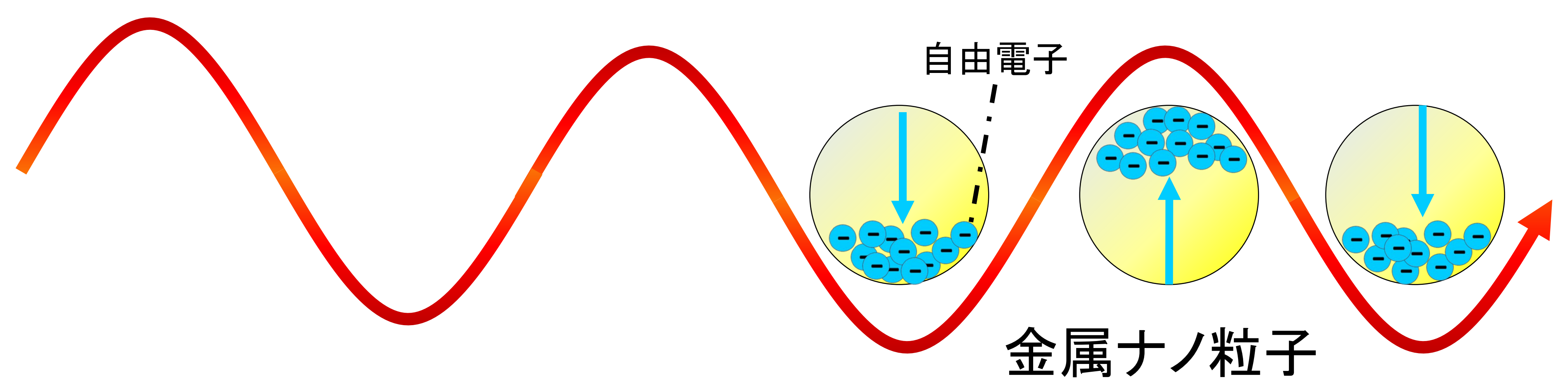


©2010熊本県くまモン

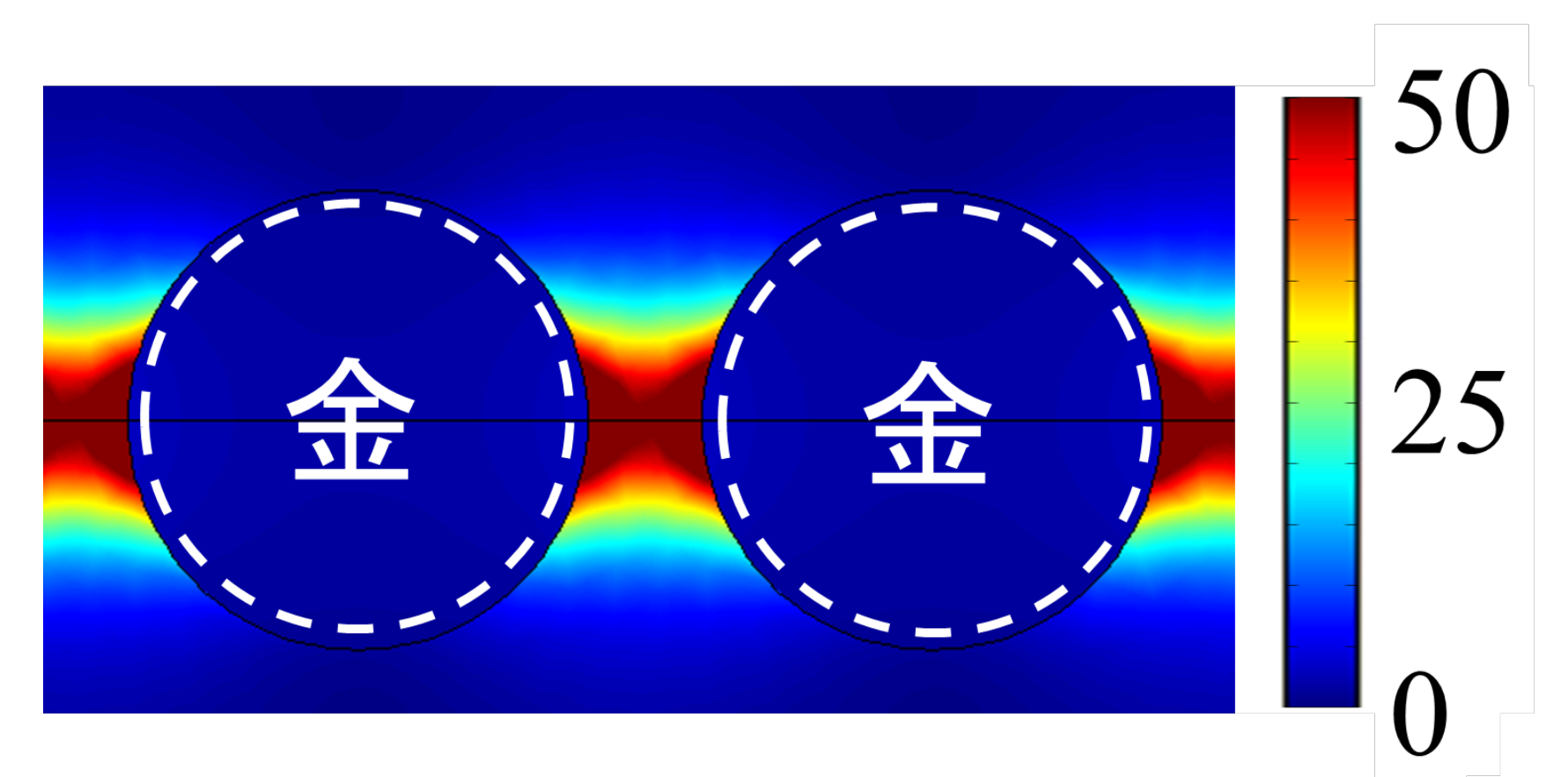
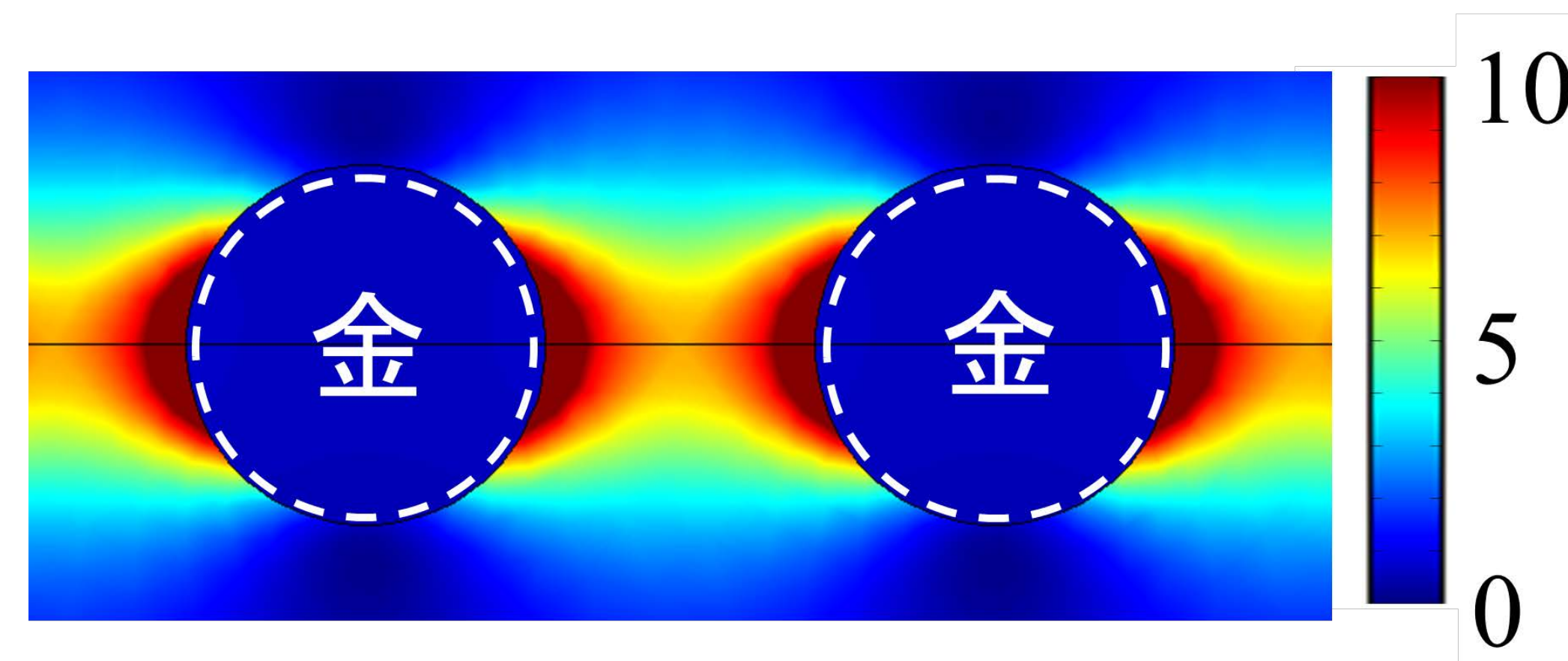
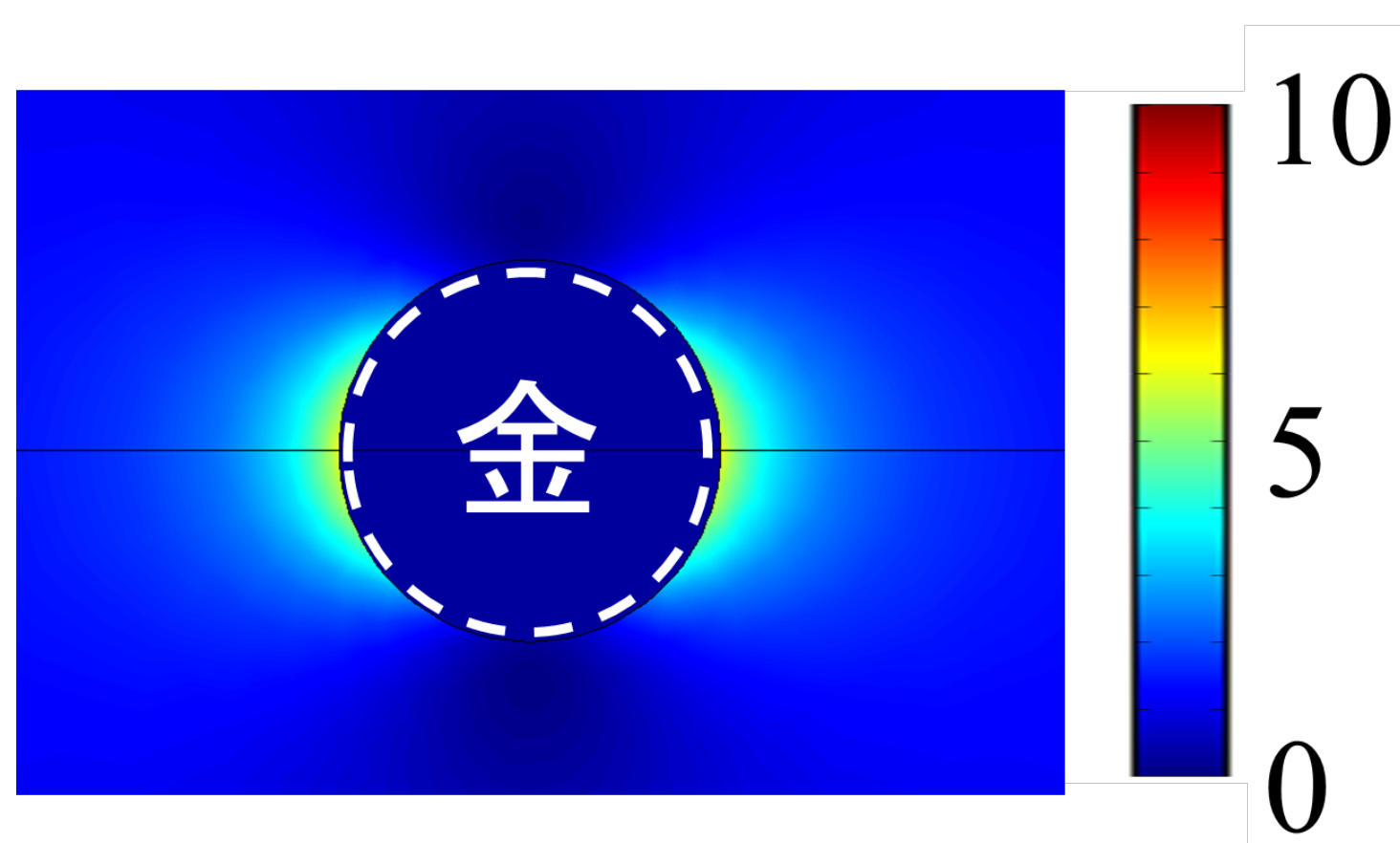
光(電磁波)



金属の自由電子が光によって振動



プラズモンを使って、光を集めることができます。

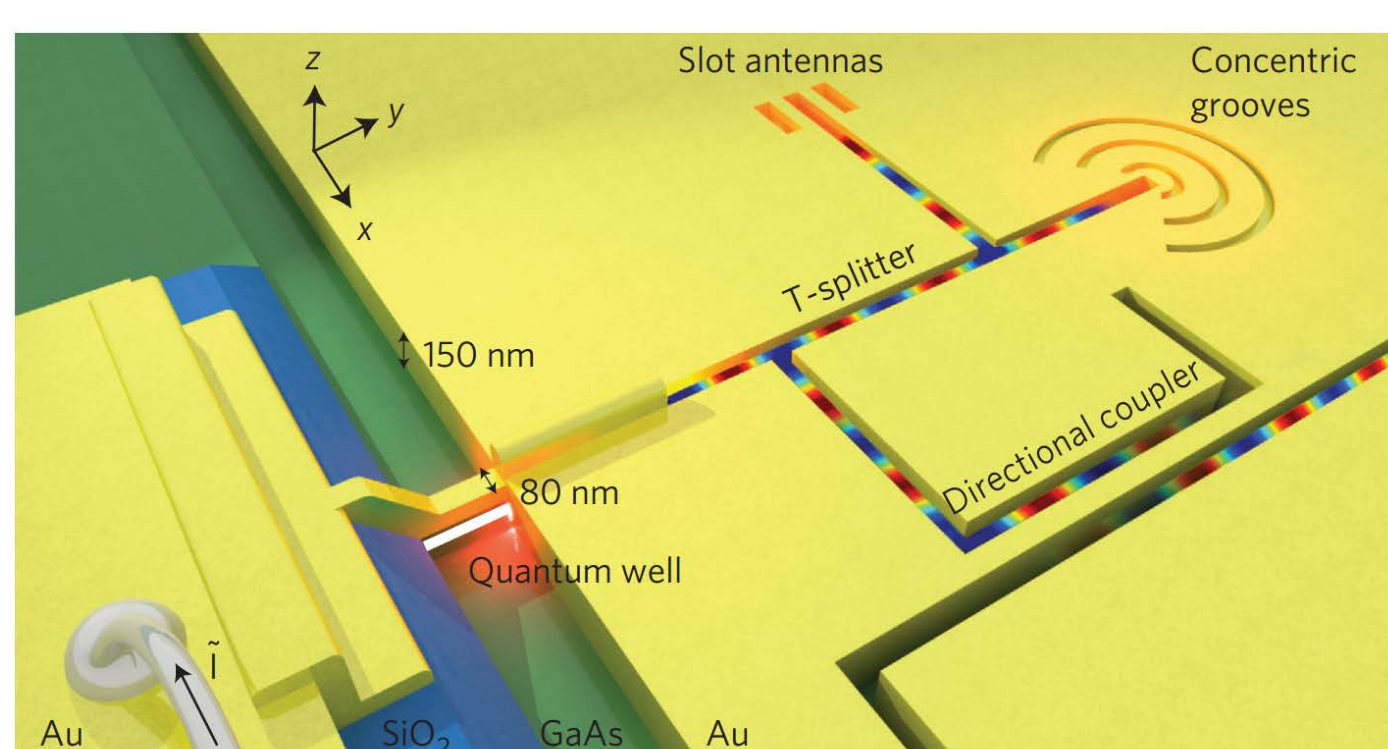


※同じ金属を使っても、数や配置によって特性が変わります。

近年のナノテクノロジーの進歩によって、粒子のサイズや配置を精密に制御できるようになってきました。この進歩が新しいサイエンスとテクノロジーへと繋がっていきます。

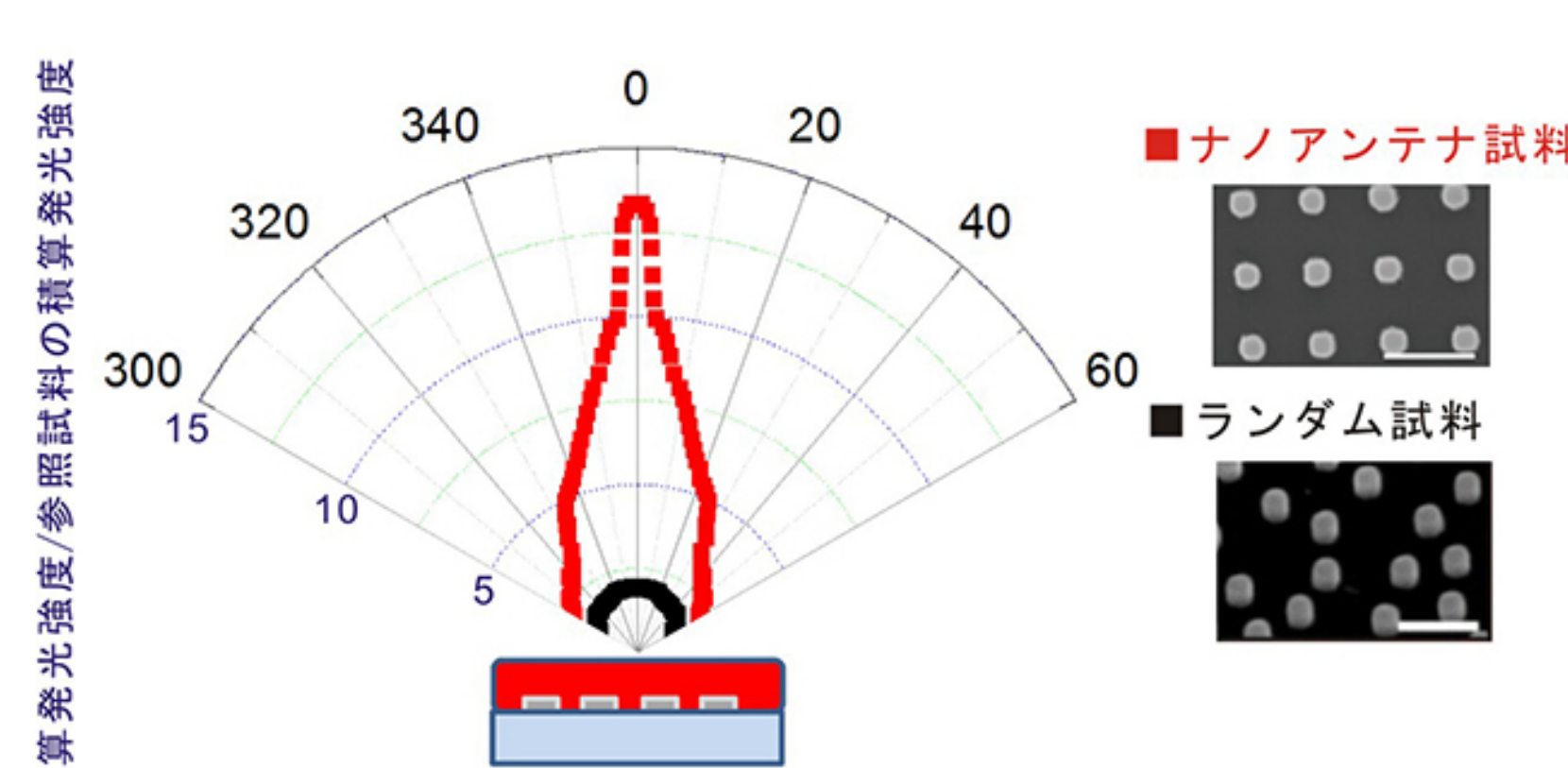
プラズモンの研究(プラズモニクス)

光ナノ回路



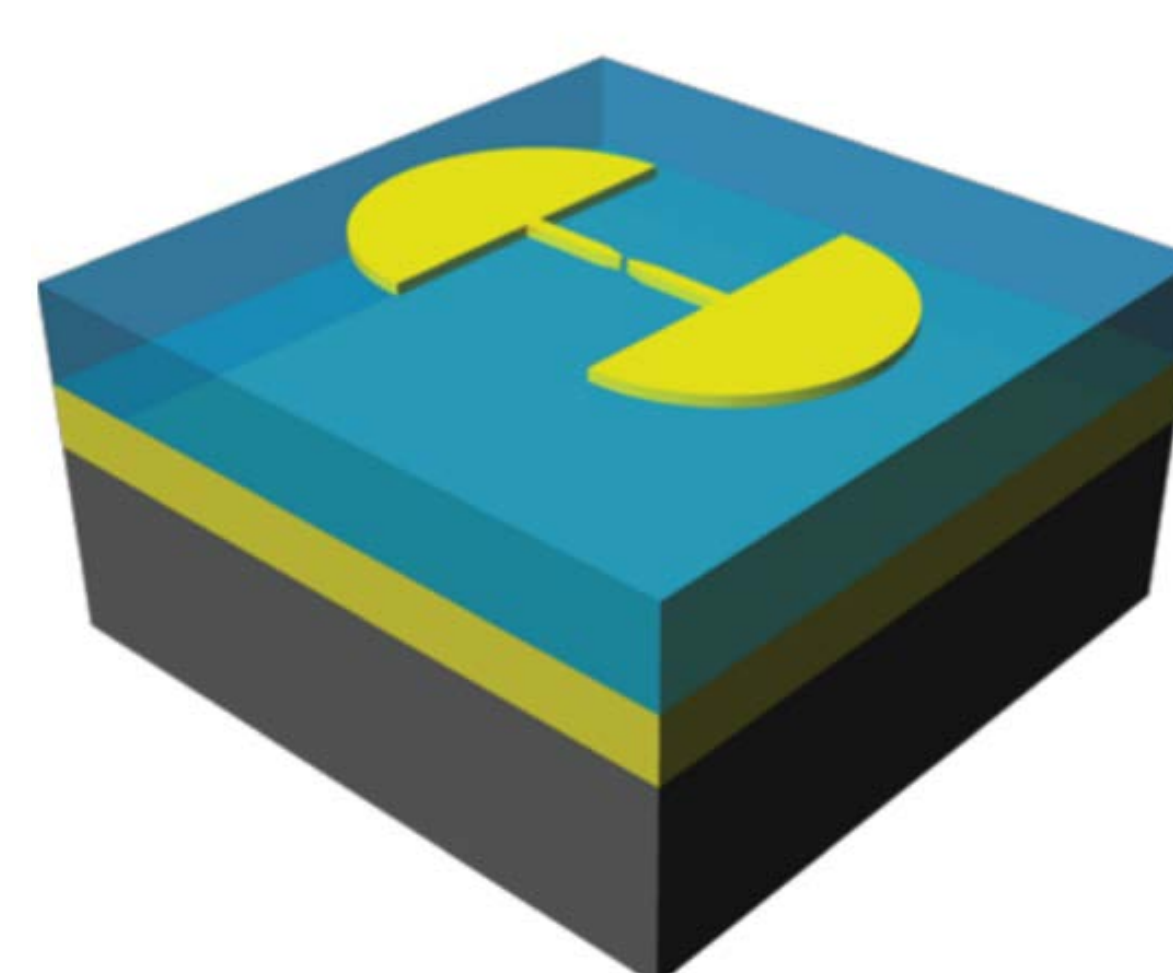
Kevin C. Y. Huang et al., Nat. Photon. 8, 245 (2014)

ナノアンテナ



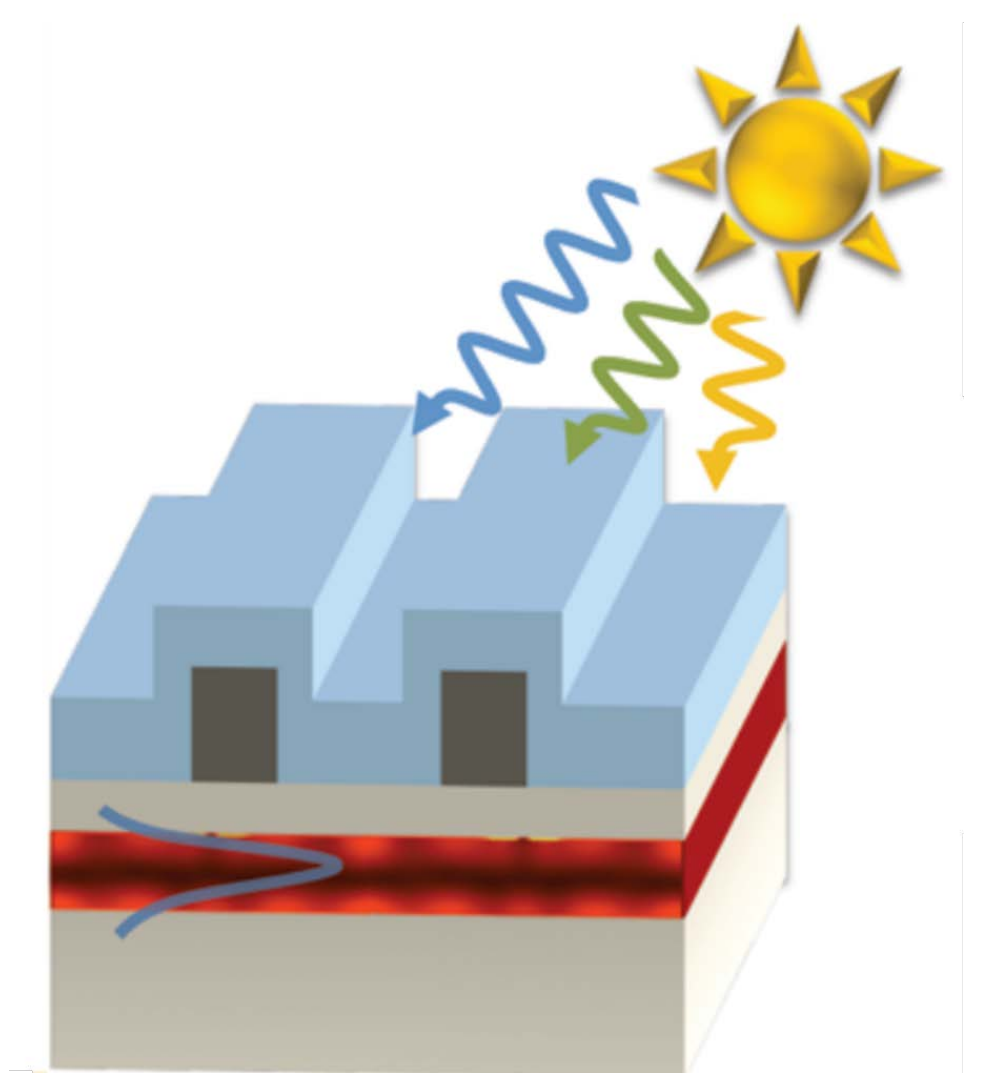
http://www.kyoto-u.ac.jp/static/ja/news_data/h/h1/news6/2013/130510_1.htm

センサー



Lia V. Brown et al., Nano Lett. 15, 1272 (2011)

太陽電池



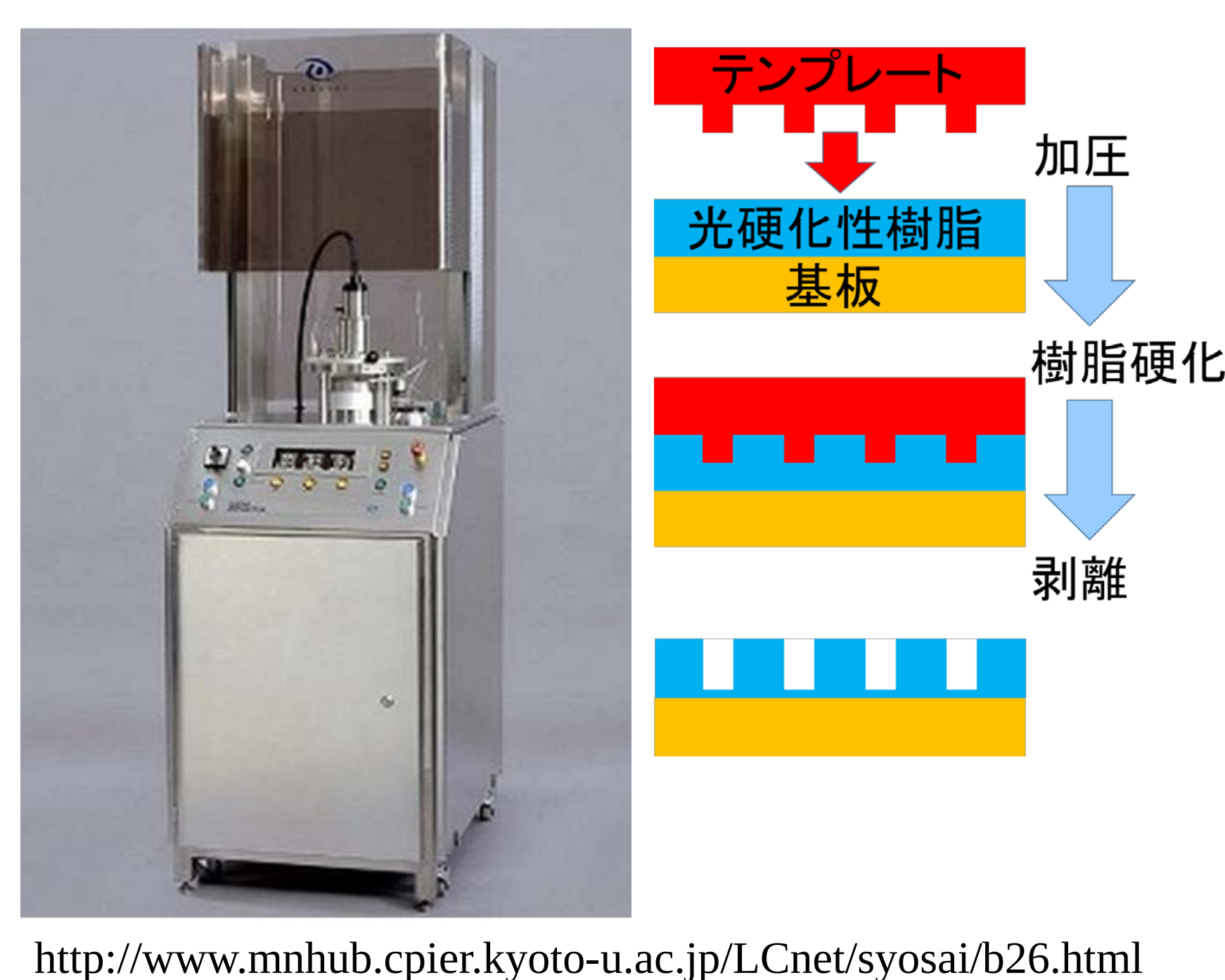
Jeremy N. Munday et al., Nano Lett. 11, 2195 (2011)

微細加工装置(京都大学 ナノテクノロジーハブ拠点)

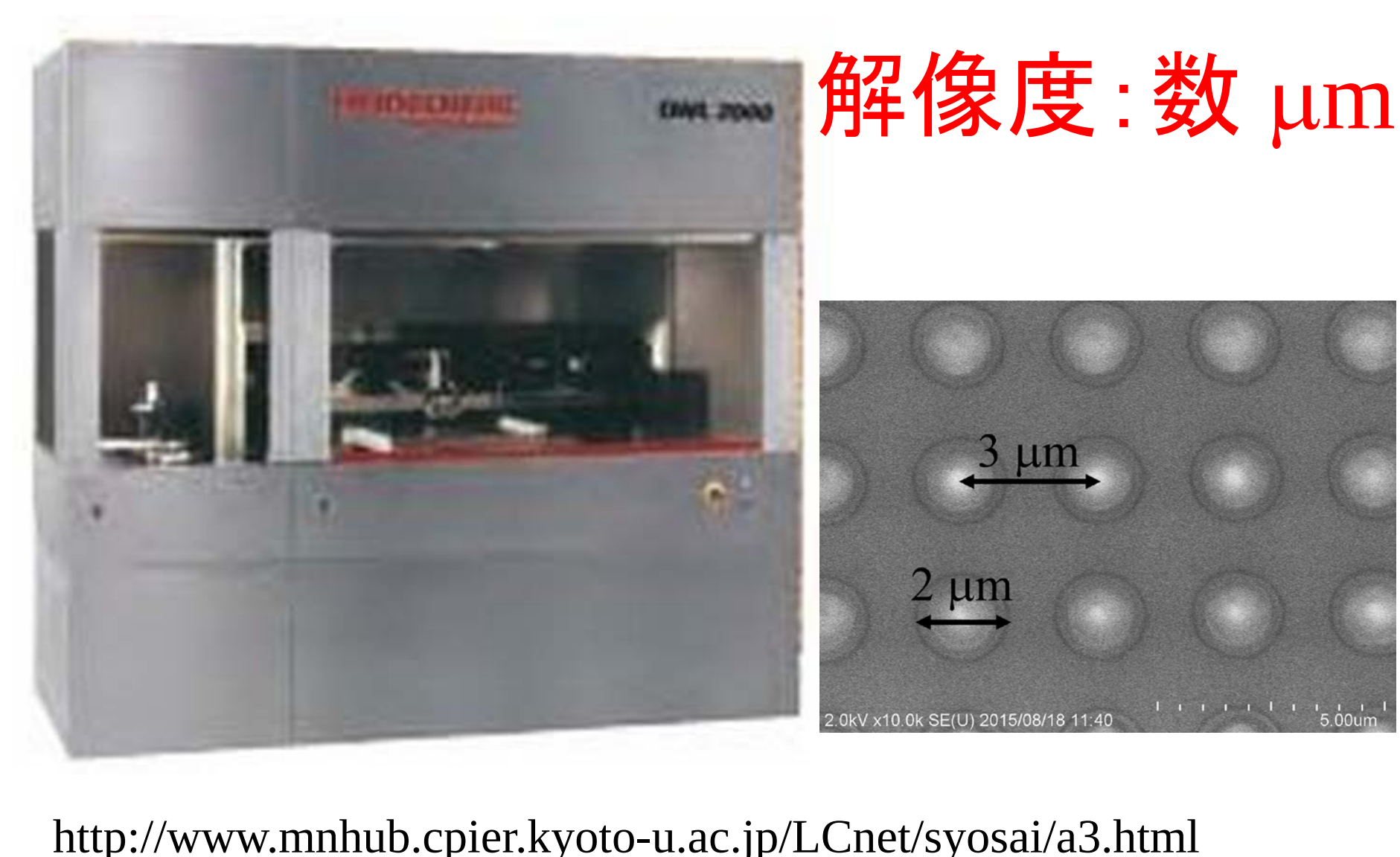
大面積超高精度電子線描画装置



ナノインプリント



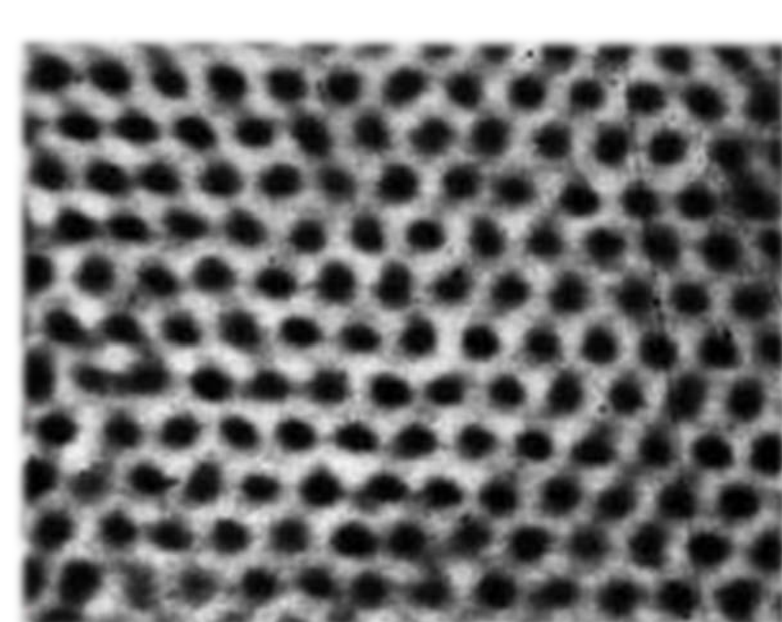
レーザー直接描画装置



メソポーラスシリカを用いた構造作製

●メソポーラスシリカとは？

メソ・・・10 nm前後
ポーラス・・・穴だらけの
シリカ・・・ガラスの材料

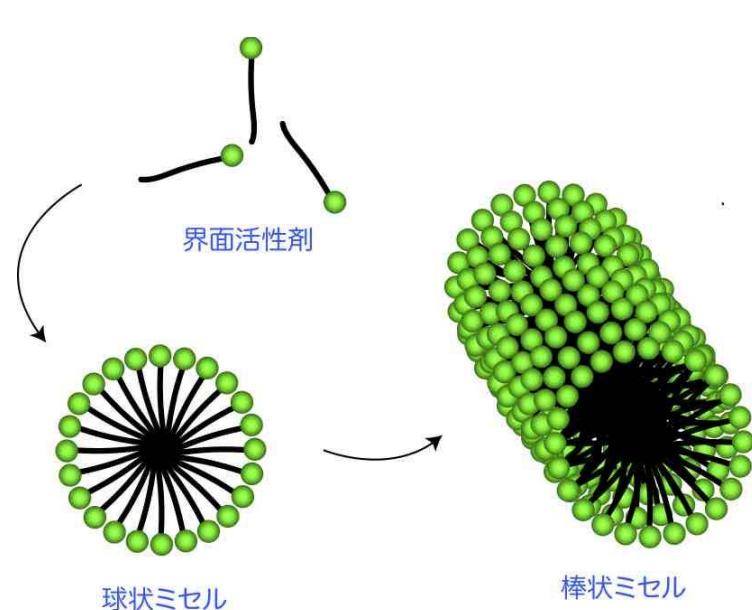
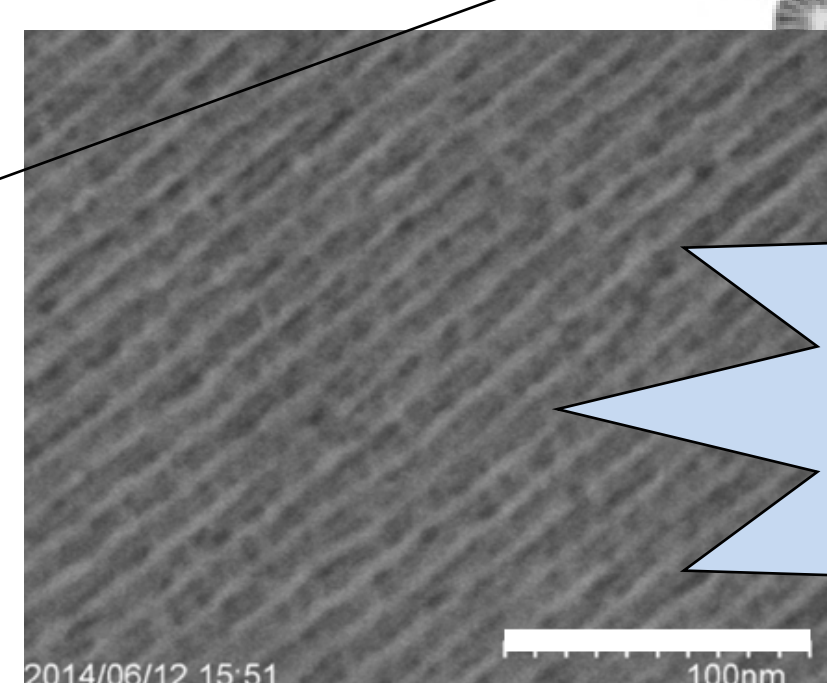


～作り方～

1. 洗剤などに使われる界面活性剤の濃度を調節するとハチの巣状に
2. シリカを加える
3. 溶液に基板を入れて引き上げる

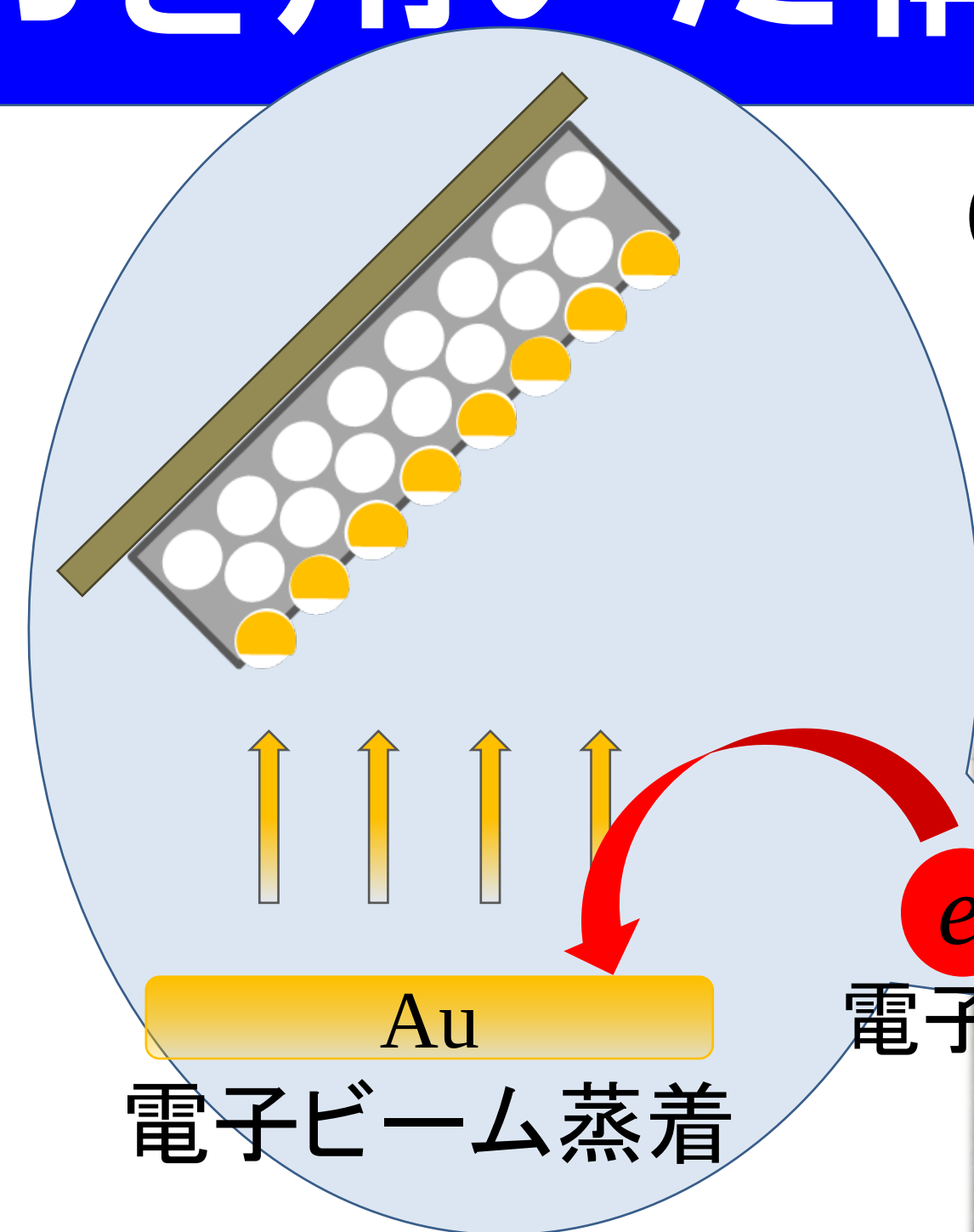


実際に作製したもの→

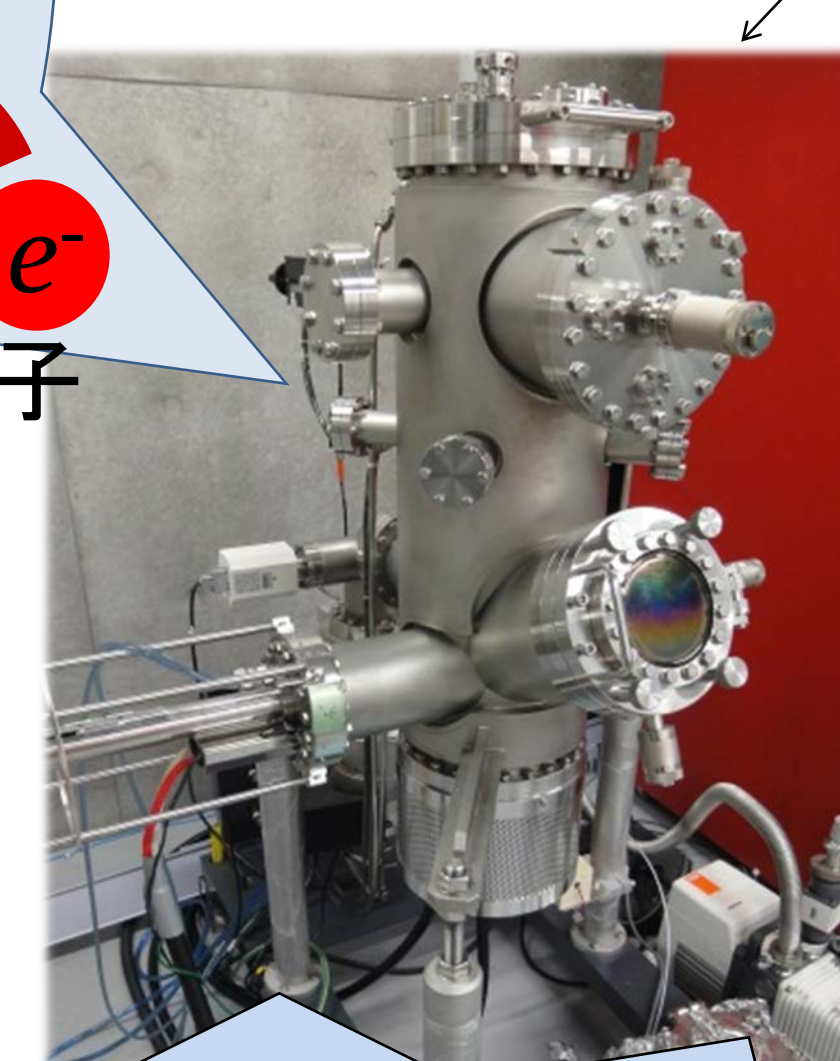


<http://www.chem-station.com/blog/2010/09/post-186.html>

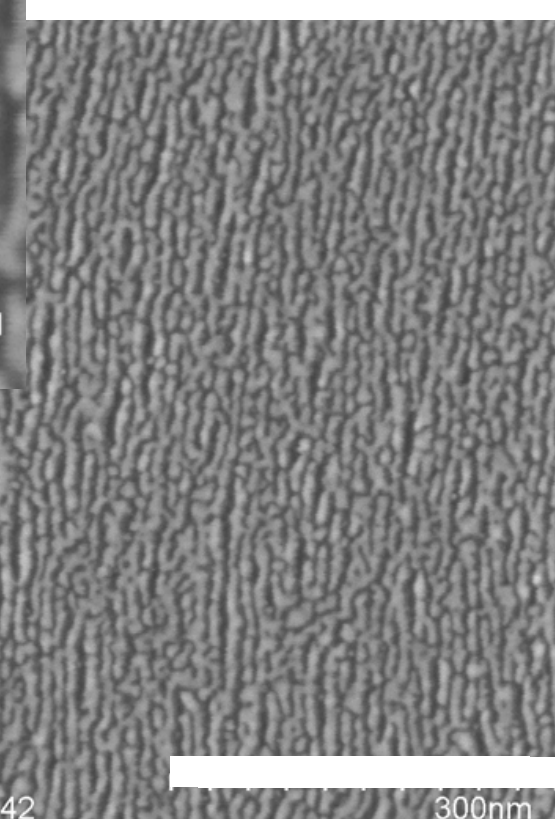
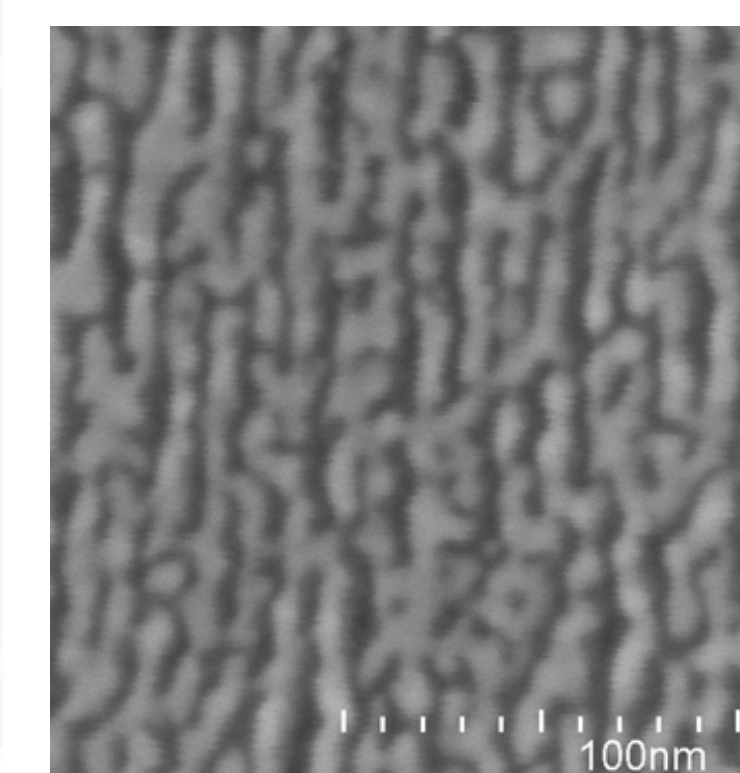
界面活性剤を変えると
穴の **大きさを変えられる!!**



●斜め蒸着でナノ構造を作製 真空中で金属などに電子を当て 蒸発させて膜を作製する装置



メソポーラスシリカの上に
金を蒸着したサンプル

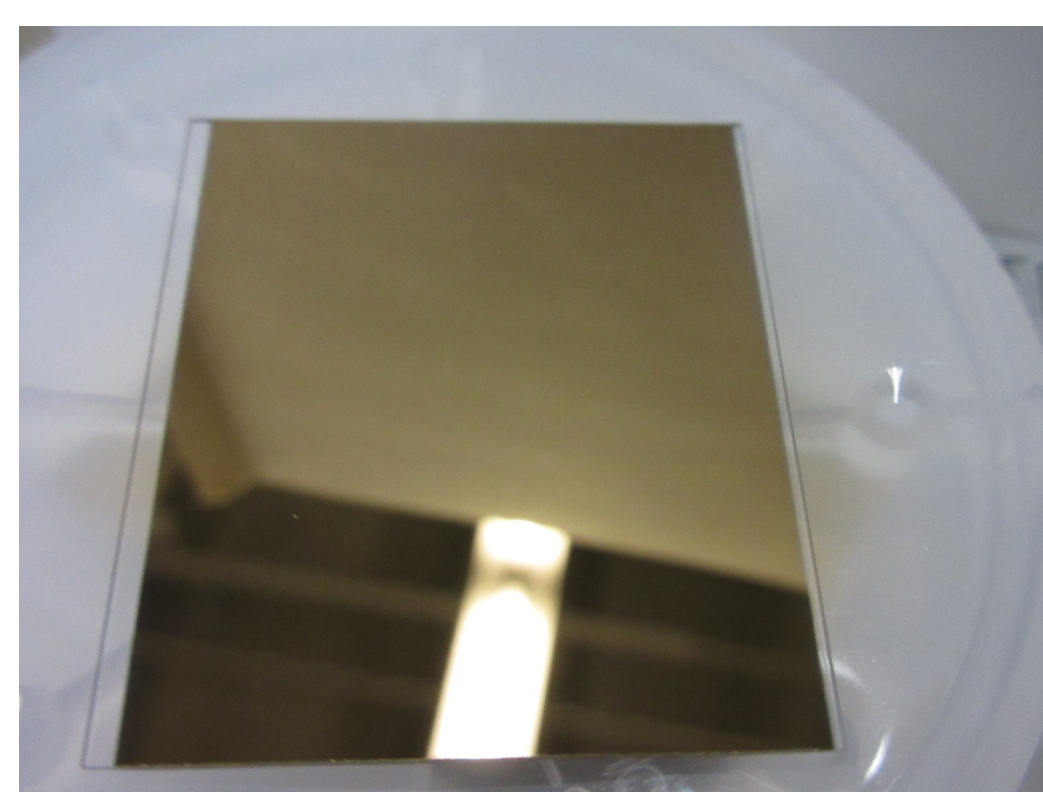


従来よりも **小さな構造を
安く、簡単に** 作製できる!!

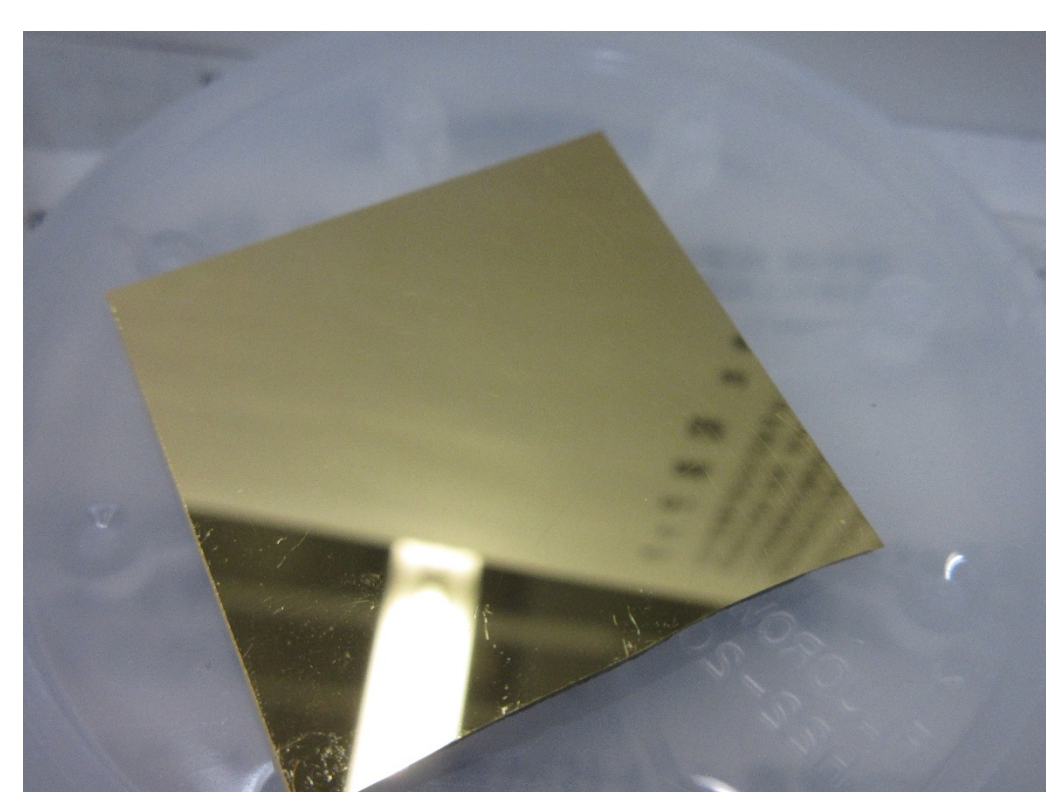
発光材料の効率アップや
センサーへの応用が期待できる

貴金属以外の材料では？

窒化チタン



金



価格

金: 4750円/グラム

田中貴金属 2015/09/18

窒化チタン: 6800円/100グラム

高純度化学

埋蔵量

金: 0.000000004 %

チタン: 0.57 %

Geochim. et Cosmochim. Acta, 28 (1964), p. 1273

電磁界シミュレーション

