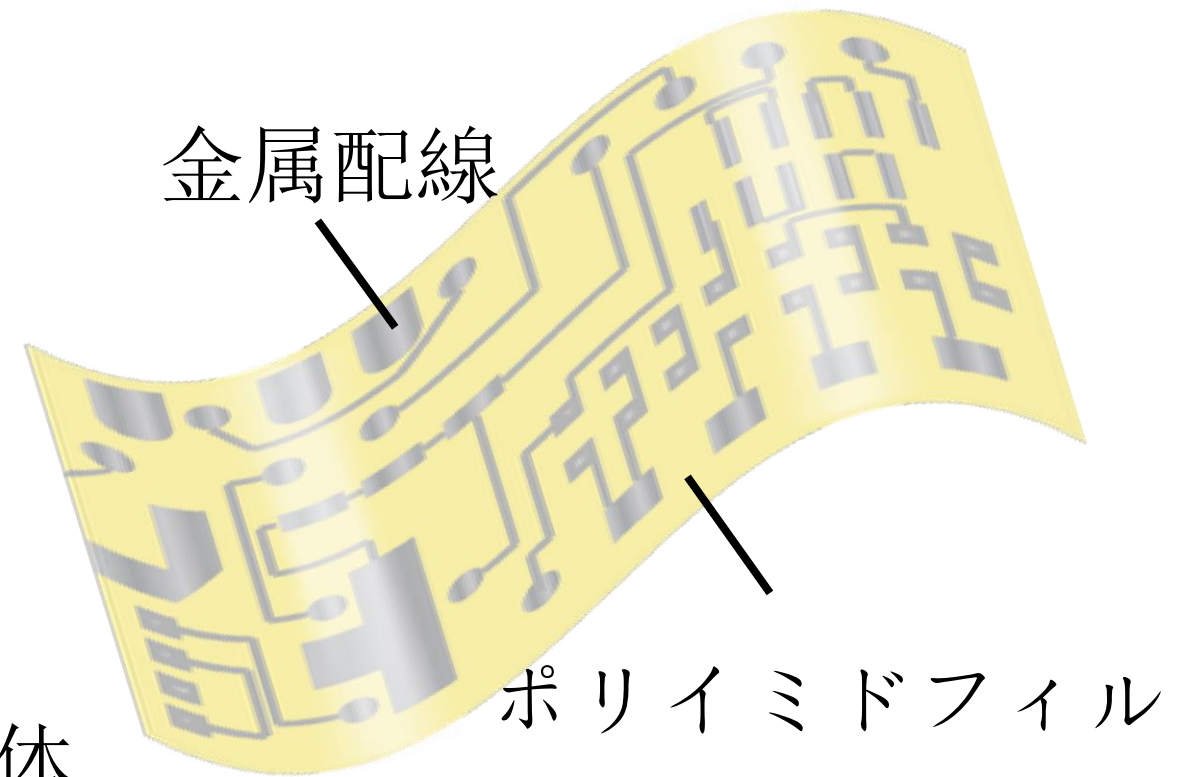


レーザー照射による直接的な超微細金属パターンニング技術

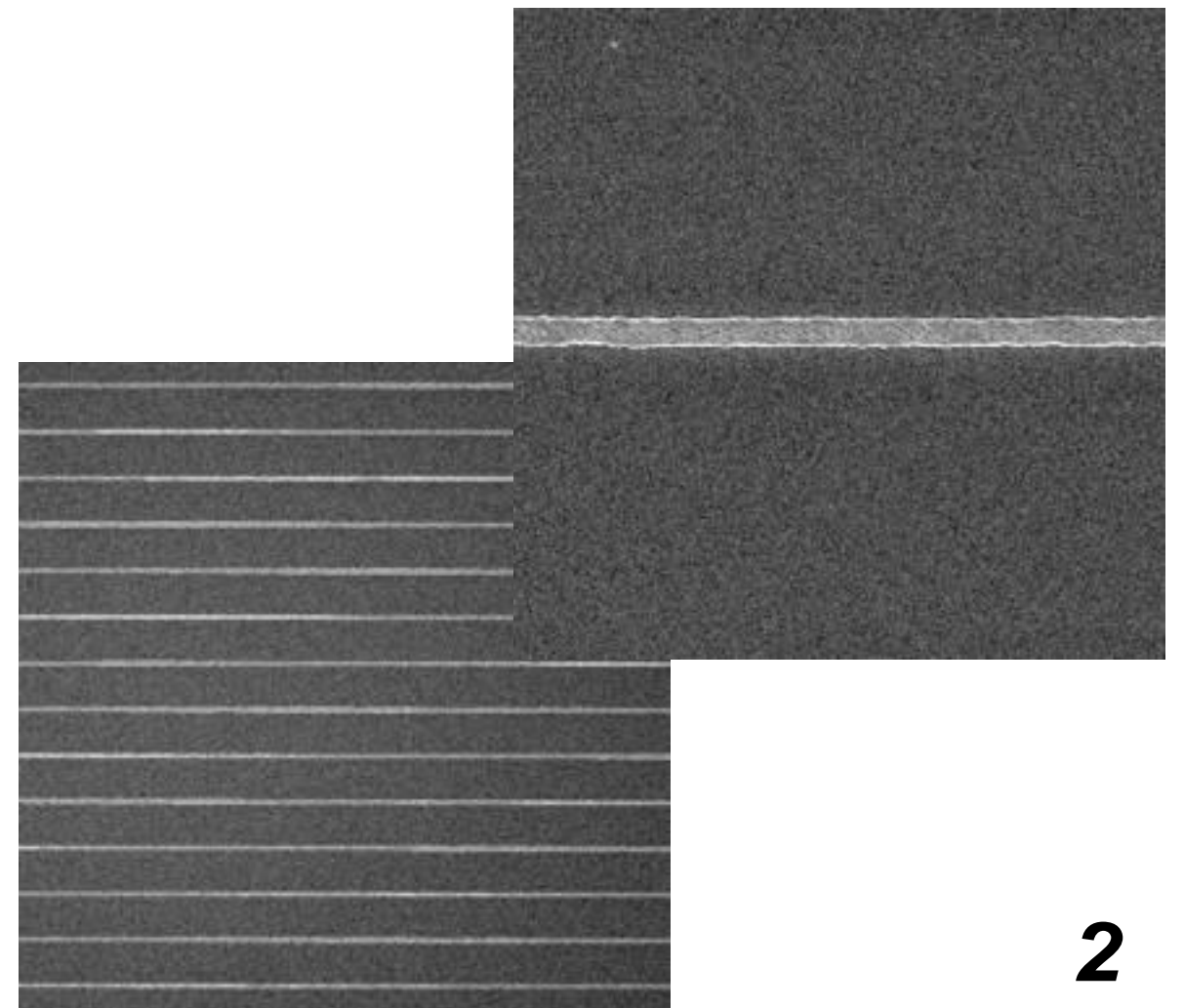
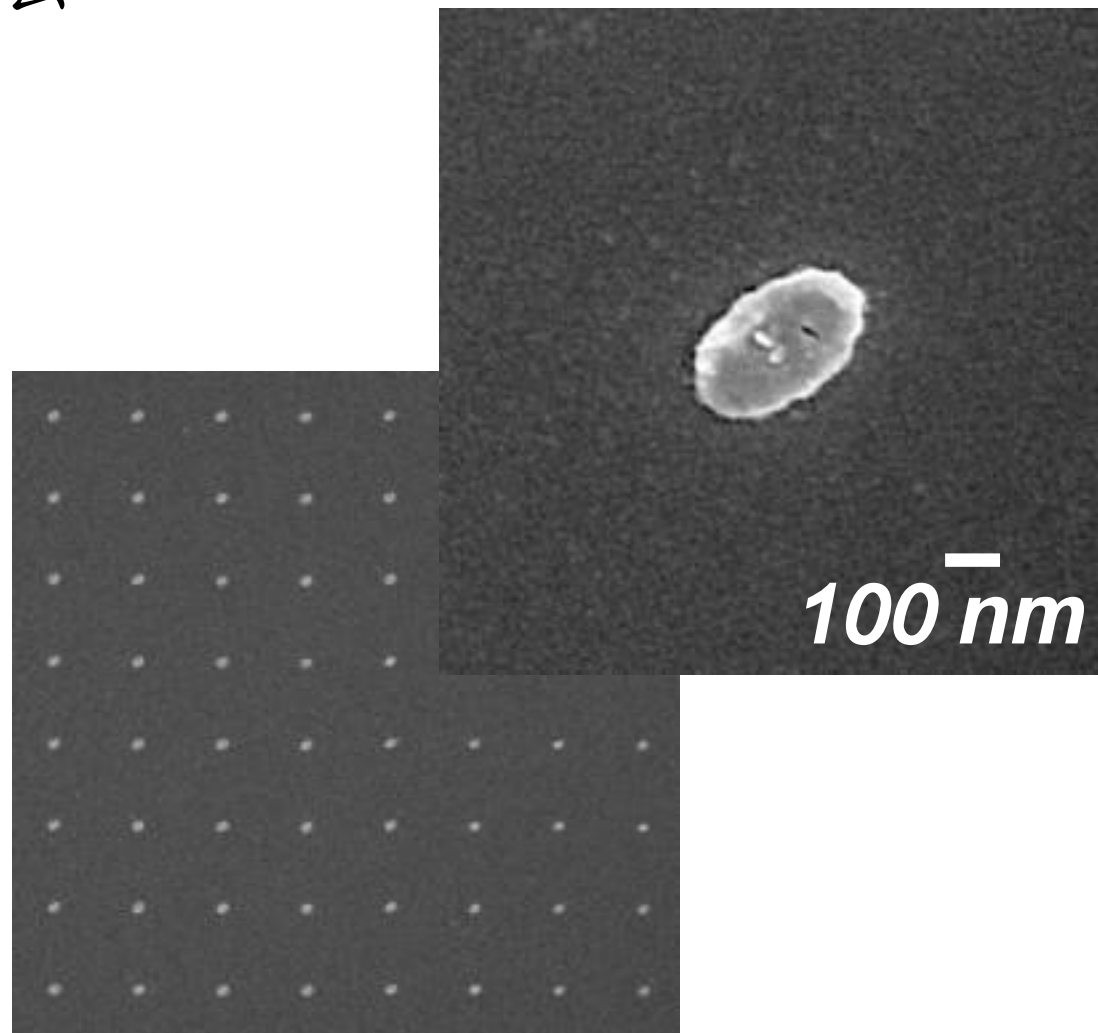
静岡大学 学術院工学領域 電子物質科学系列

准教授 小野 篤史

スマートデバイスやフレキシブルデバイスに用いられるポリイミド表面および内部への超微細金属形成技術



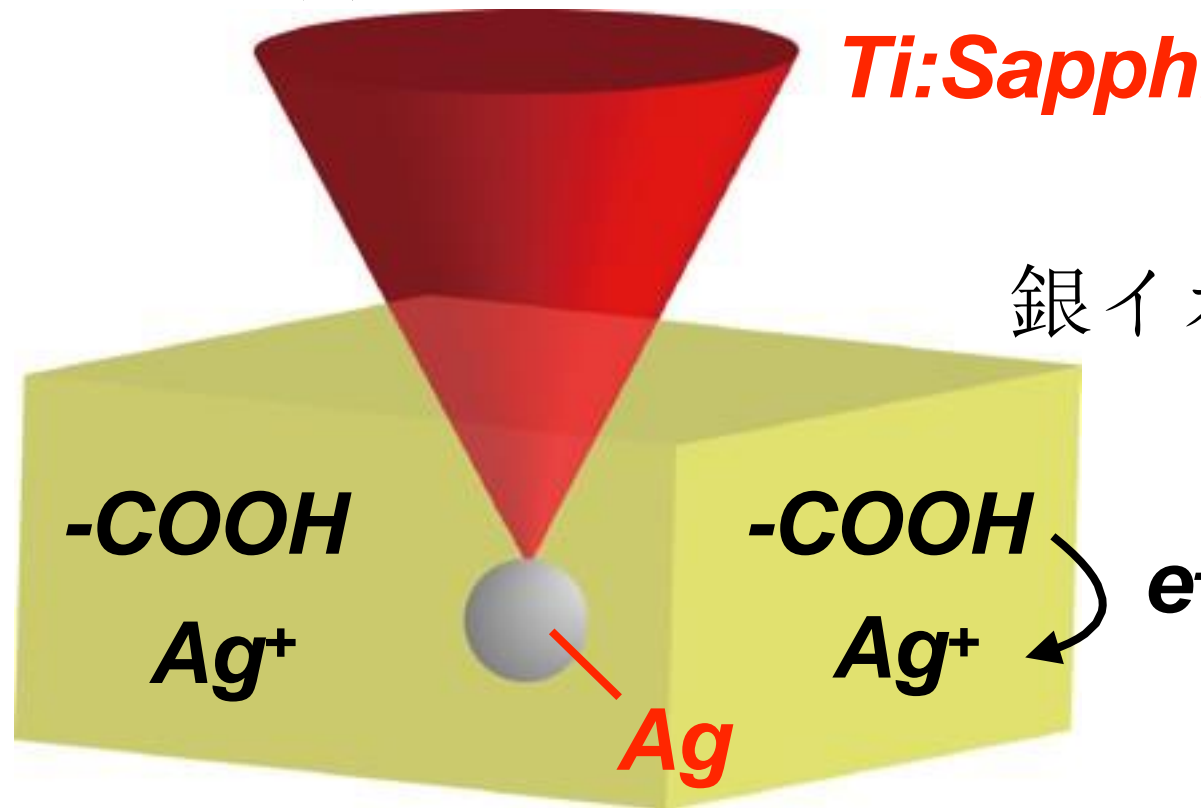
本技術により作製した銀ナノ構造体



# 本技術に用いられた基材および金属形成原理

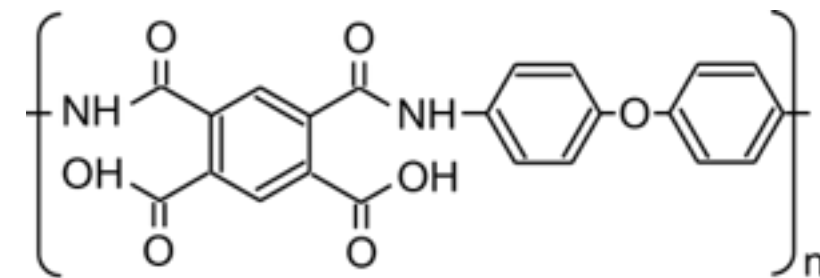
集光レーザー

**Ti:Sapphire laser**



銀イオン含有ポリマー

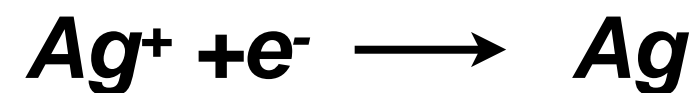
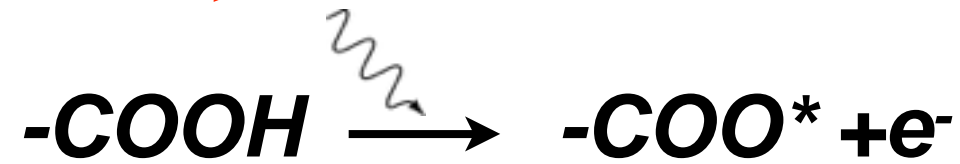
ポリイミド前駆体 + **AgNO<sub>3</sub>**



集光域のみピンポイントで銀が析出する

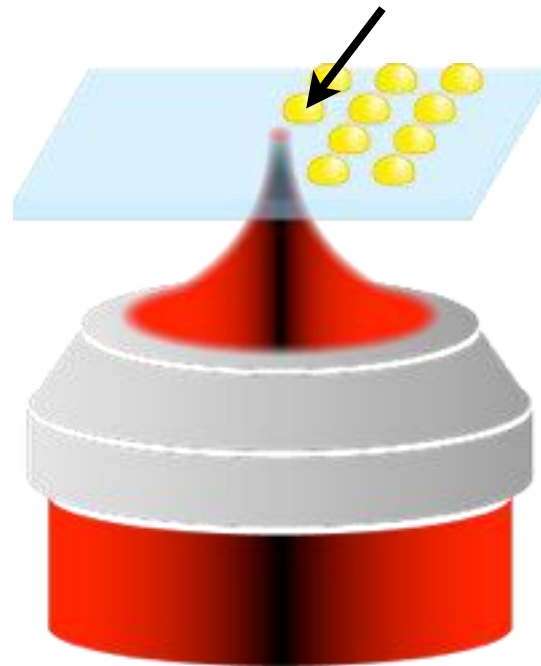
光還元を応用

光エネルギー



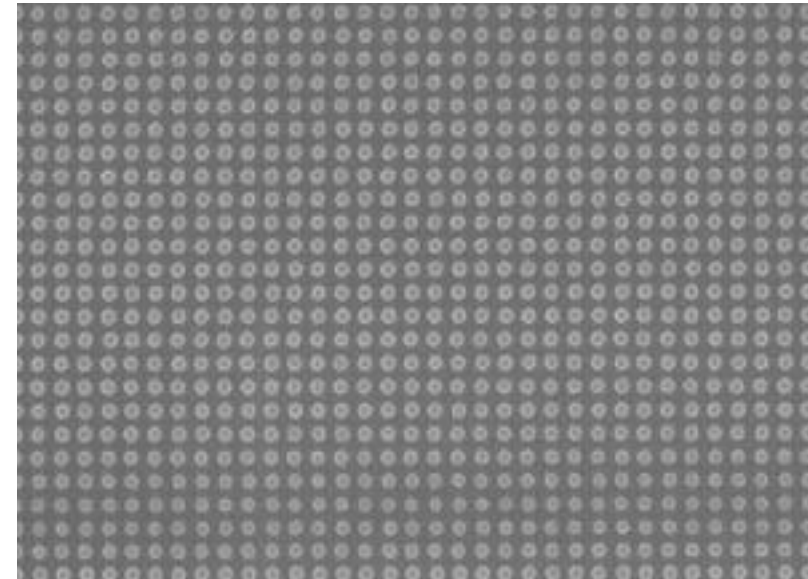
レーザースキャンにより任意  
の パターニングが可能

照射領域のみに  
金属ナノ構造体が  
形成される

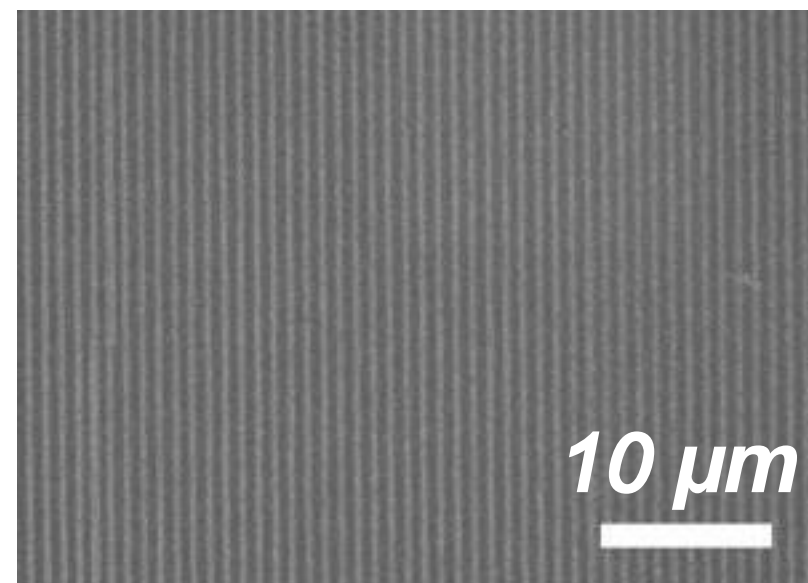


**Laser power 5 mW,  
Scan speed: 3  $\mu\text{m}/\text{sec}$ ,  
Line period: 1  $\mu\text{m}$**

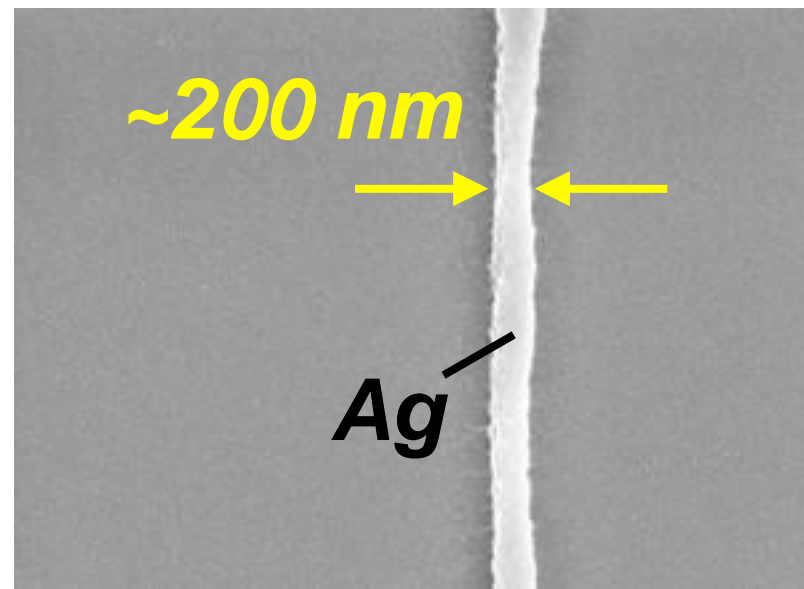
銀ナノドットアレイ



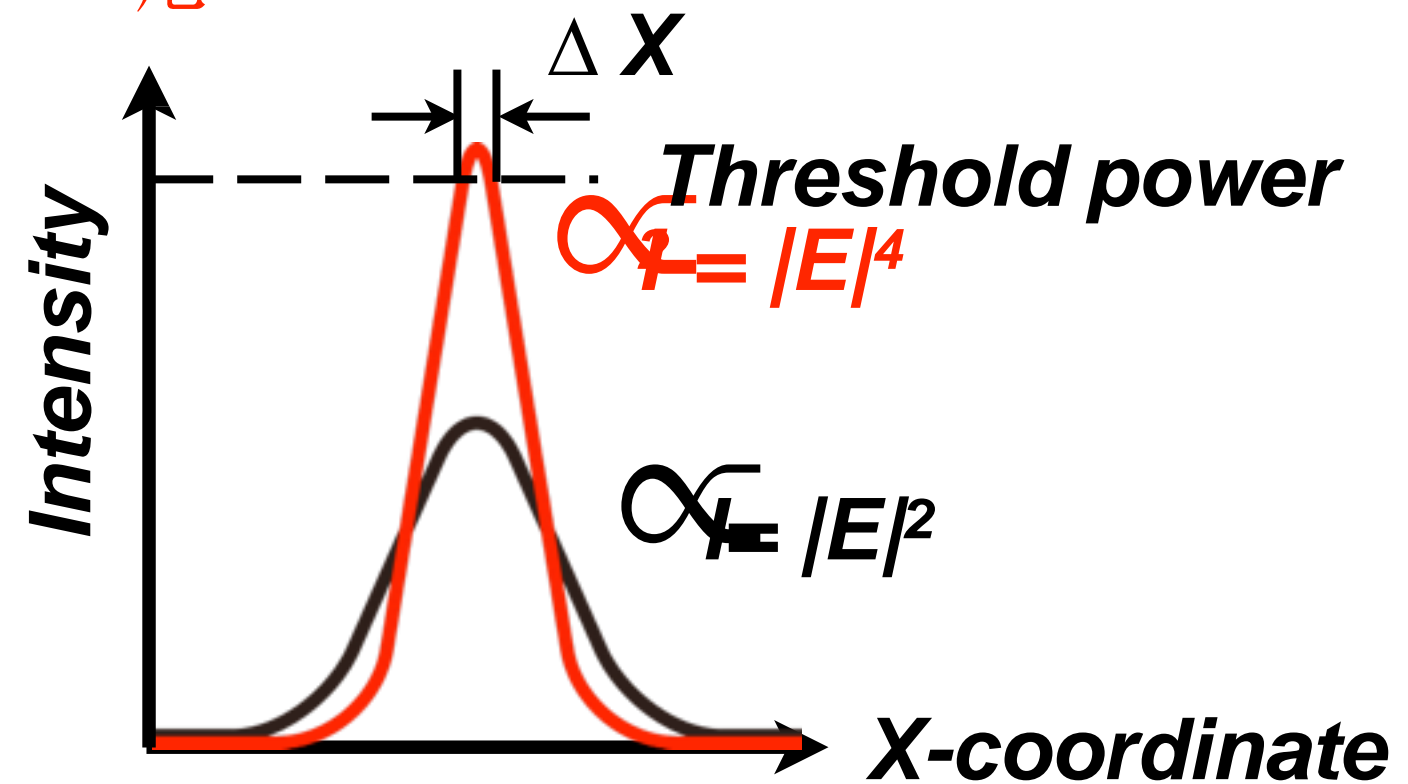
ライン&スペース



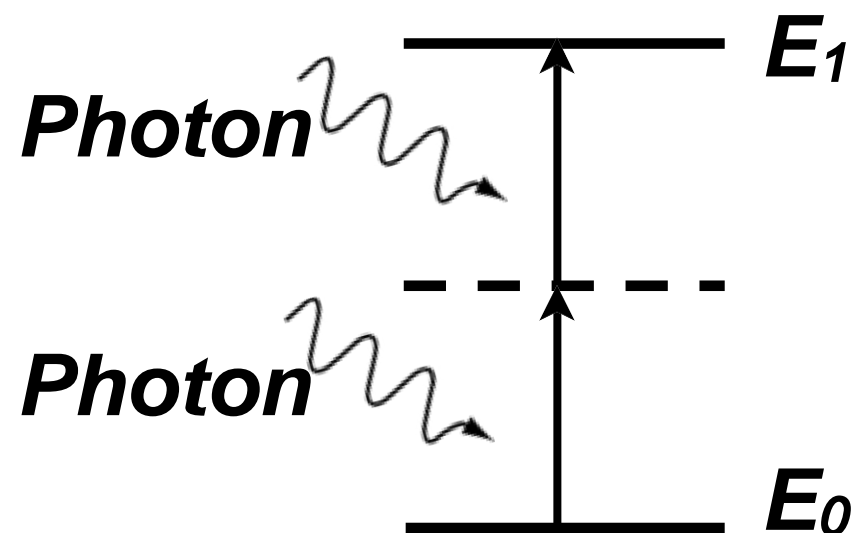
## 2光子光還元法により 超微細パターンニングを実現



2光子吸収非線形効果により  
超微小領域においてのみ反応

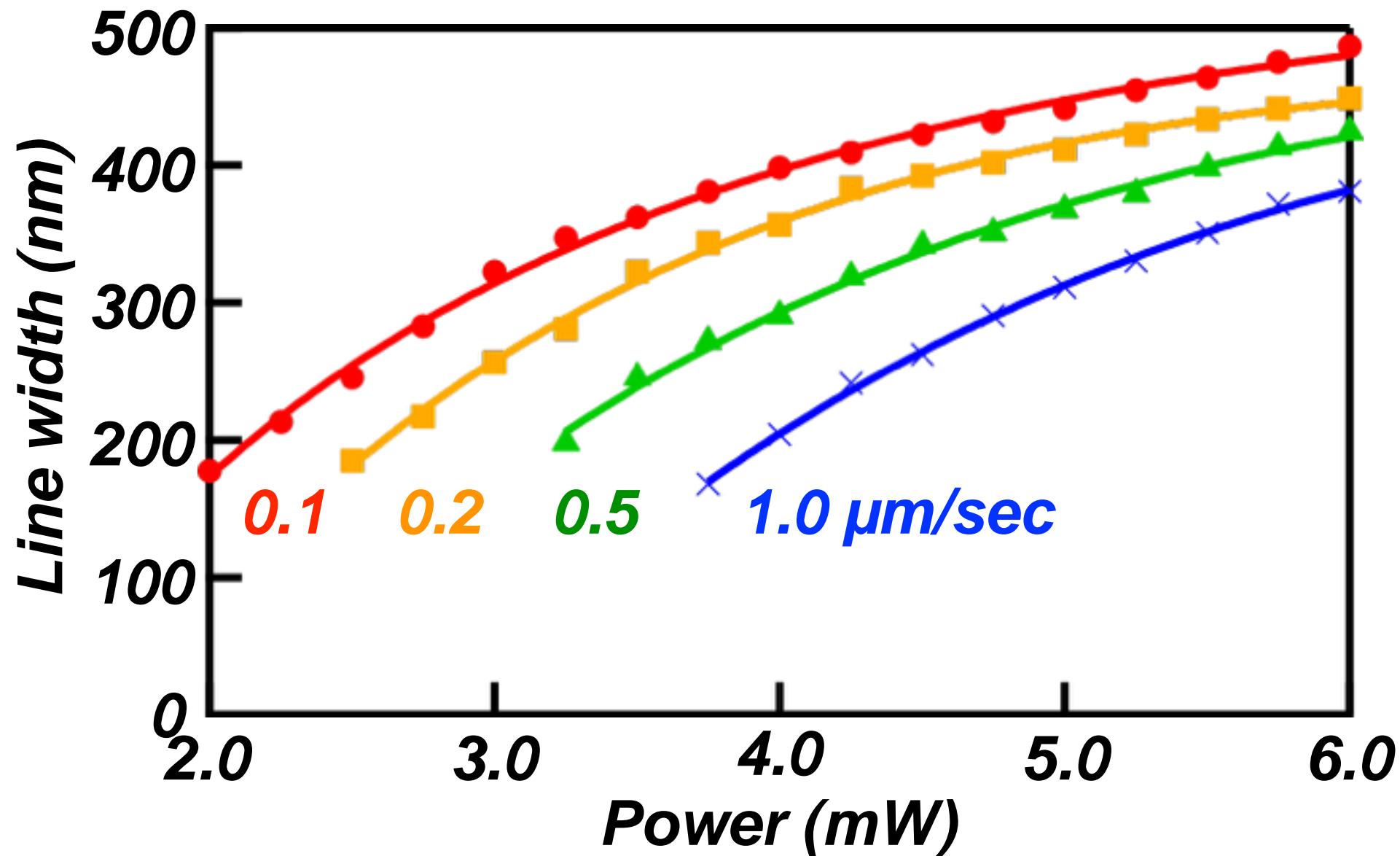
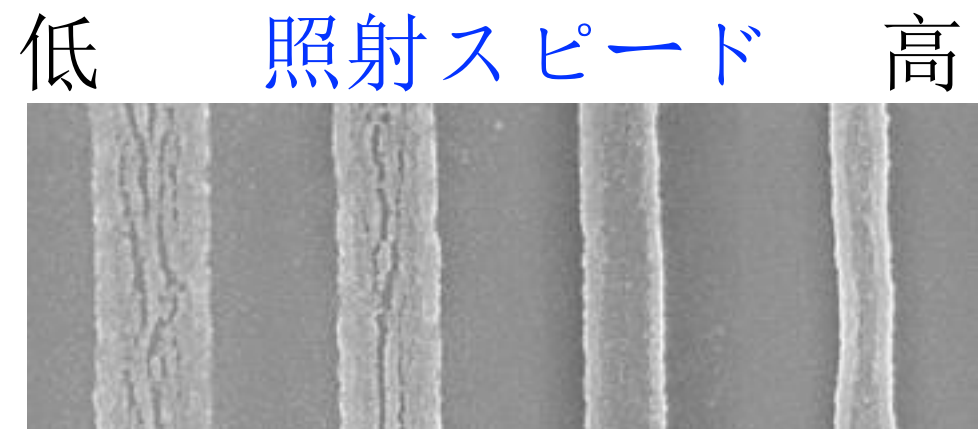
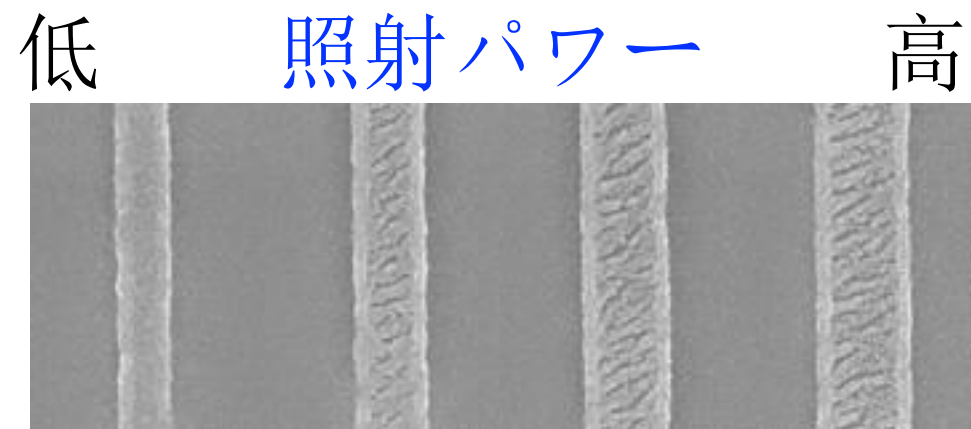


## 2光子吸収遷移過程





# 金属線幅の照射パワー，照射スピード依存性



## 金属マイクロナノ構造形成技術比較

### 提案技術

レーザーリソグラフィ 光還元直接描画

マスクレスな任意金属パターンニング。

真空プロセス，めっきプロセス等が一切不要な  
簡便かつ精密なパターンニング。

### 従来の金属配線技術

電子線リソグラフィ

電子線描画と真空蒸着

レーザーリソグラフィ

真空蒸着とアブレーション

フォトリソグラフィ

フォトマスクと真空蒸着

プリンテッド  
エレクトロニクス

銀ナノインクジェット

本提案技術の特徴: フレキシビリティ

ポリイミドフィルムを母材としているため、フレキシブルデバイスへの適用が可能。

類似先行技術: プリントッドエレクトロニクス

**SCIENCE 321, 1468 (2008).**

***Initial***



***Uniaxial stretching***



***Biaxial stretching***

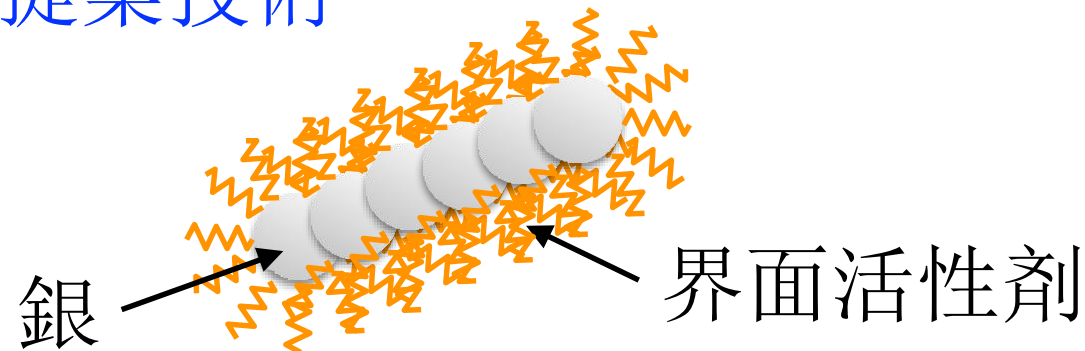




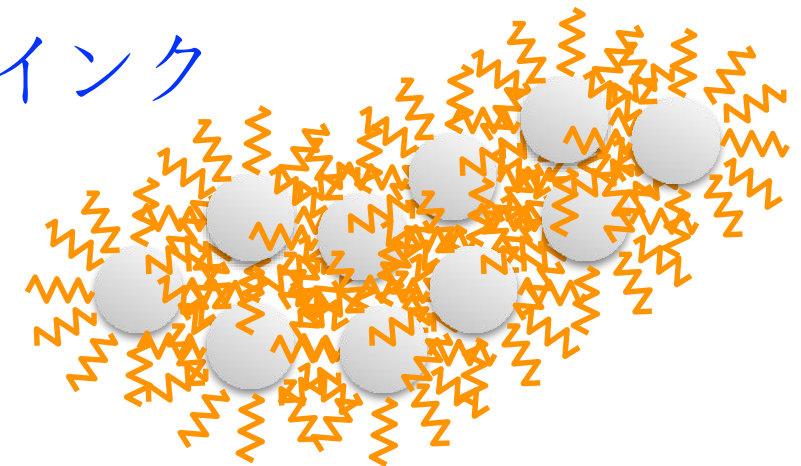
## 本提案技術の特徴：金属配線への適用

提案技術は，レーザー照射技術により，銀ナノ粒子が凝集して細線が形成されるため，界面活性剤で覆われた銀ナノ粒子を含む銀ナノインクよりも低抵抗になると期待される。

提案技術

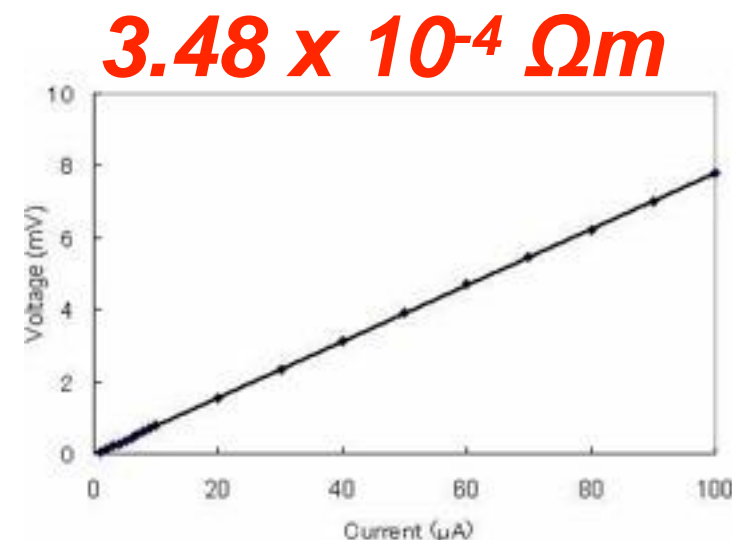
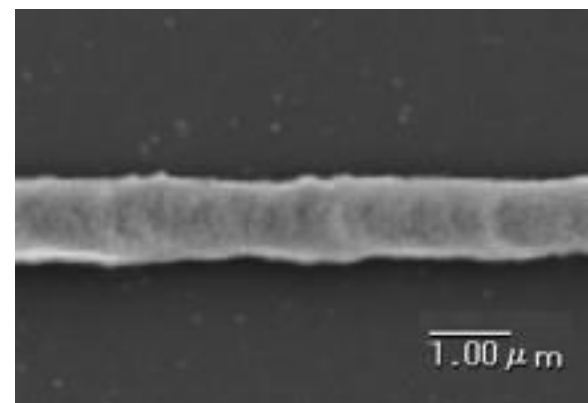


銀ナノインク



類似先行技術：**AgNO<sub>3</sub>**含有**PVP**における**2**光子還元

**Opt. Exp. 16, 1174 (2008).**



本提案技術の特徴: **3次元金属構造形成**

**2**光子吸収は焦点域の1点のみで反応するため、  
焦点を3次元的にスキャンすることにより、  
3次元金属構造体が作製される。

類似先行技術: **2光子還元**

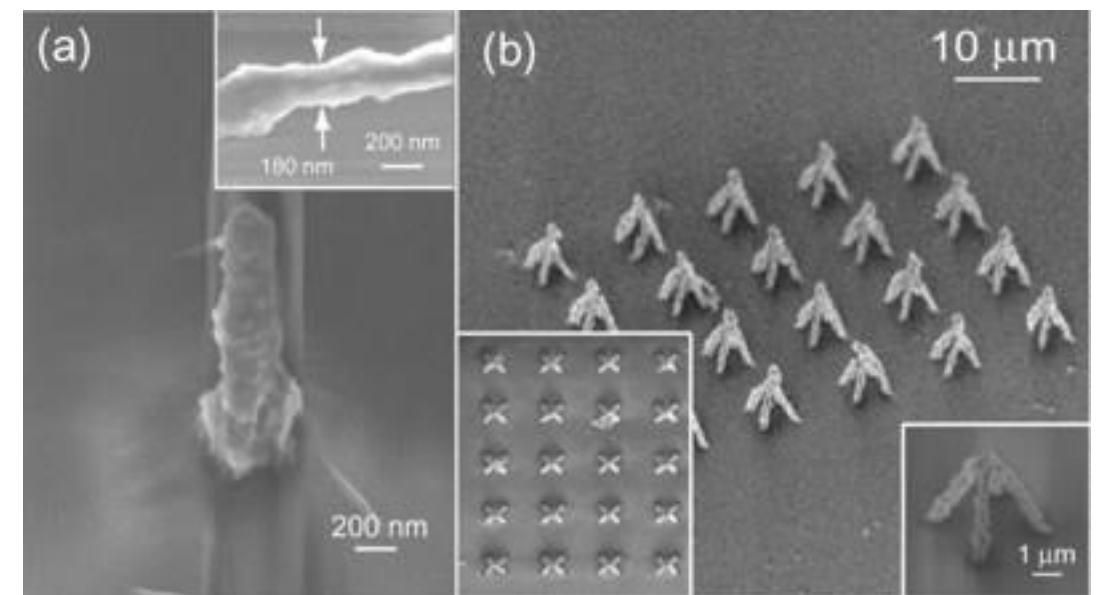
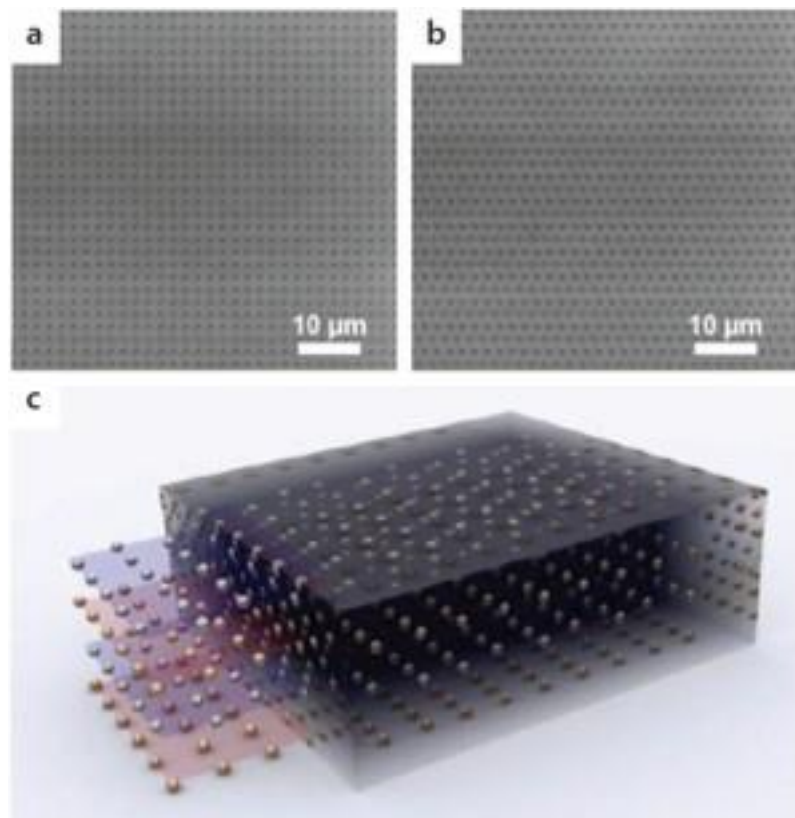
**Small 5, 1144 (2009).**

**Diammine silver ions  
(DSI) 0.05M  
(AgNO<sub>3</sub>/NH<sub>3</sub>)**

**+ NDSS**

**Nanotechnology 26, 121001 (2015).**

**AgNO<sub>3</sub>  
in gelatin**



**3D patterning**

## 本提案技術の課題

### 作製した金属細線の抵抗率（計測系構築中）

未測定のため具体的値は不明だが

,

真空蒸着法による銀細線よりも高抵抗で  
インクジェットによる銀細線よりも低抵抗  
を示すと推定される。

### 3 次元配線の実証

厚膜ポリイミドの作製に取り組み中

## 期待される用途

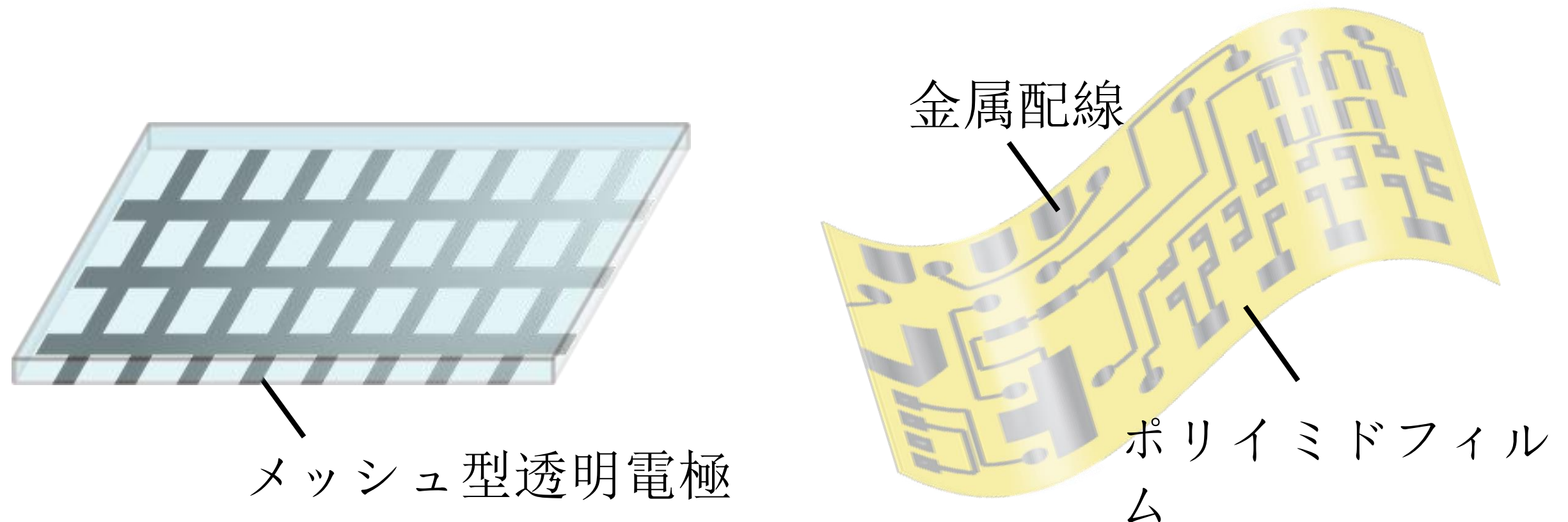
### 透明電極

**ITO**基板とのハイブリッド構造も可能

フレキシブルデバイス，スマートデバイスの金属配線

**3次元立体配線**も可能

プラズモニックデバイス，メタマテリアル作製要素技術



## 企業の方への期待

ポリマー重合技術を有する企業の方による 材料開発

ディスプレイ，**LED**照明，イメージセンサなどの電子デバイス，光デバイスへの応用開発

フレキシブルデバイス，スマートデバイスへの 応用開発

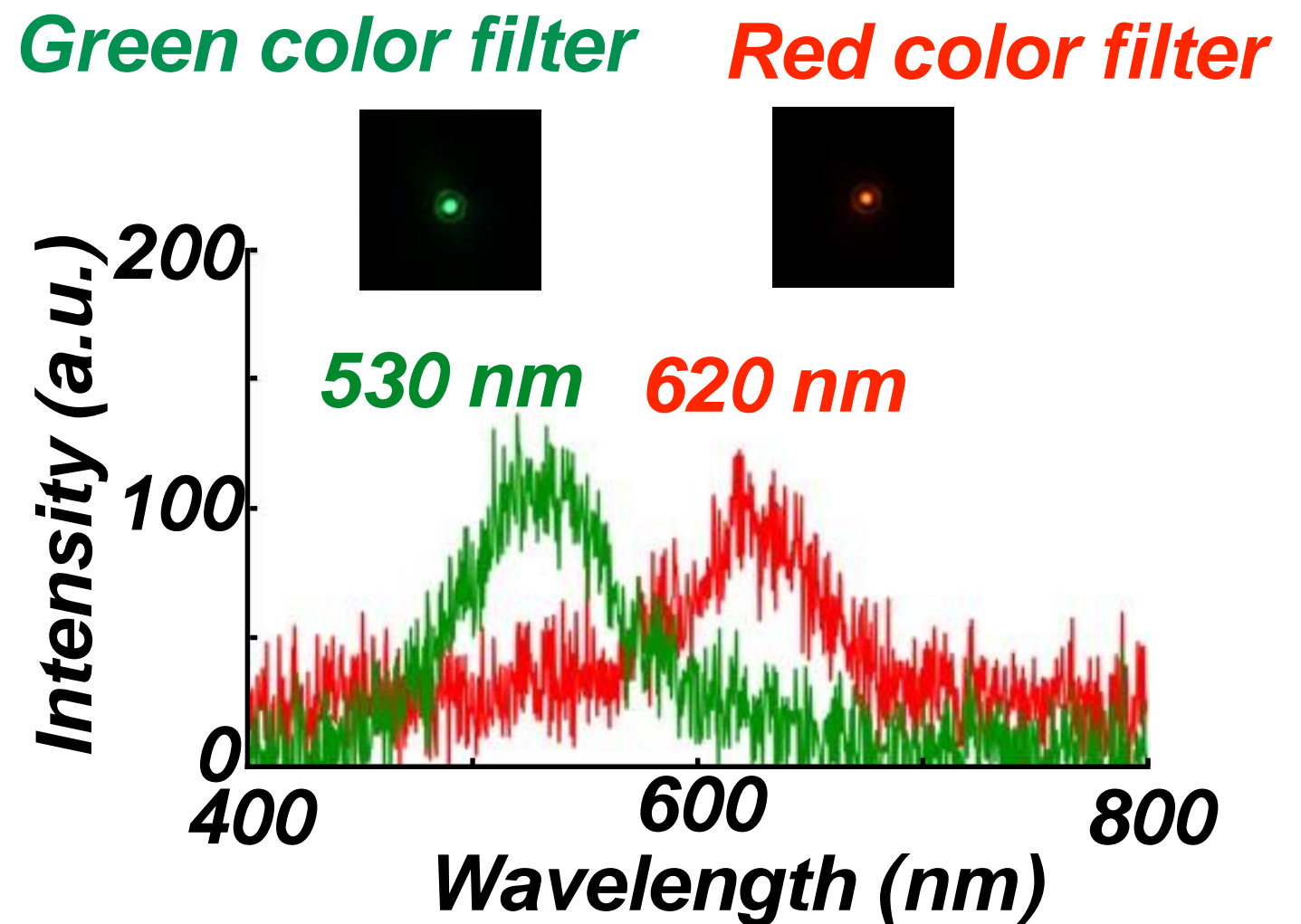
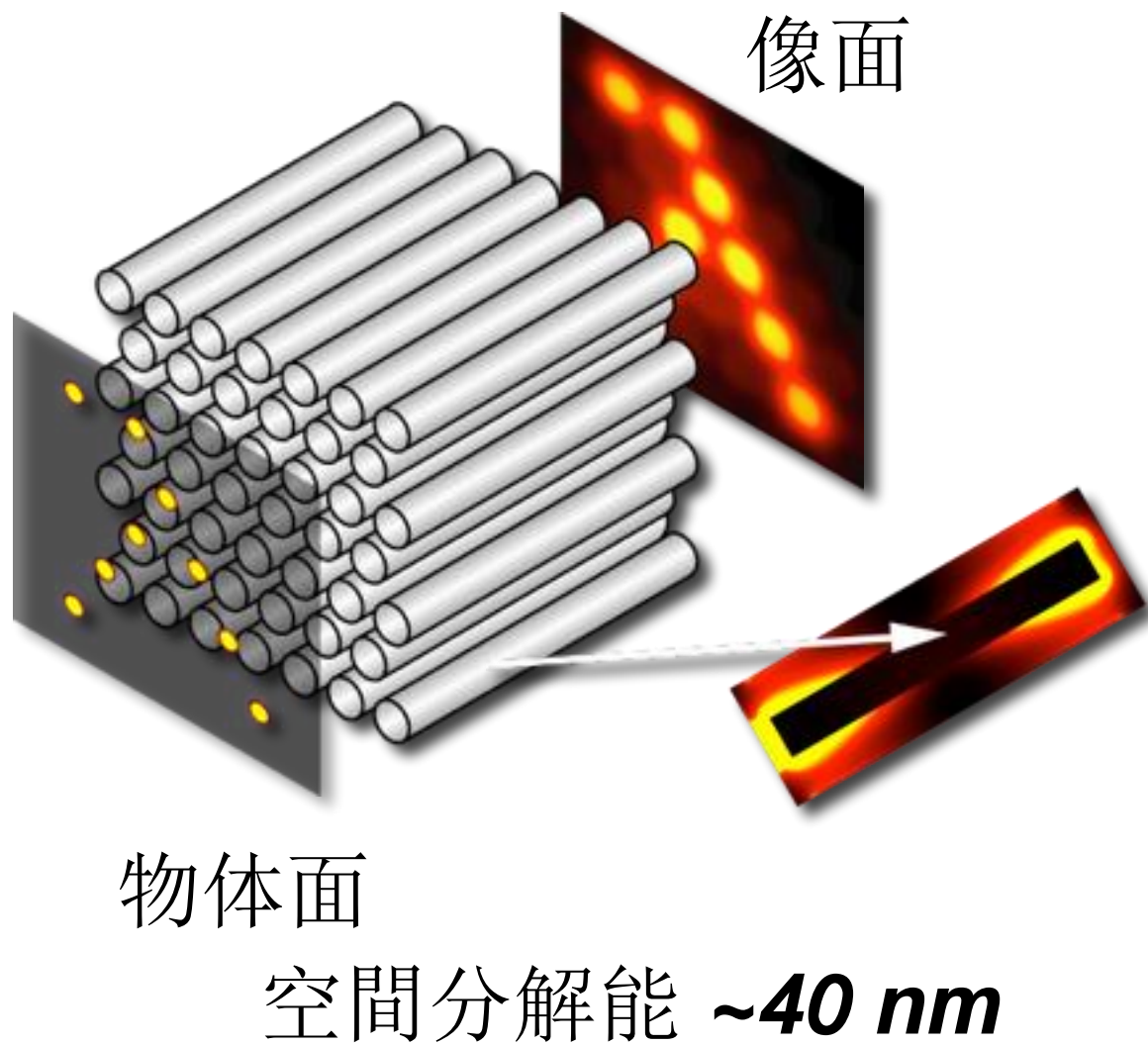
プラズモニックデバイス，メタマテリアルなどの次世代光デバイスの共同研究開発



発表者の専門分野：プラズモニク

光学顕微鏡の回折限界を超えた解像度を有する金属ナノレンズ

可視情報+距離計測画像情報を同時取得可能なプラズモンフィルタ実装イメージセンサ



## 本技術に関する知的財産権

発明の名称： 金属微細構造体の製造方法

出願番号 : 特願**2016-045936**

出願人 : 静岡大学

発明者 : 小野 篤史, ミゼイキス ビガンタ  
ス

## お問い合わせ先

静岡大学イノベーション社会連携推進機構

**TEL: 053-478-1702**

**e-mail: [sangakucd@cjr.shizuoka.ac.jp](mailto:sangakucd@cjr.shizuoka.ac.jp)**