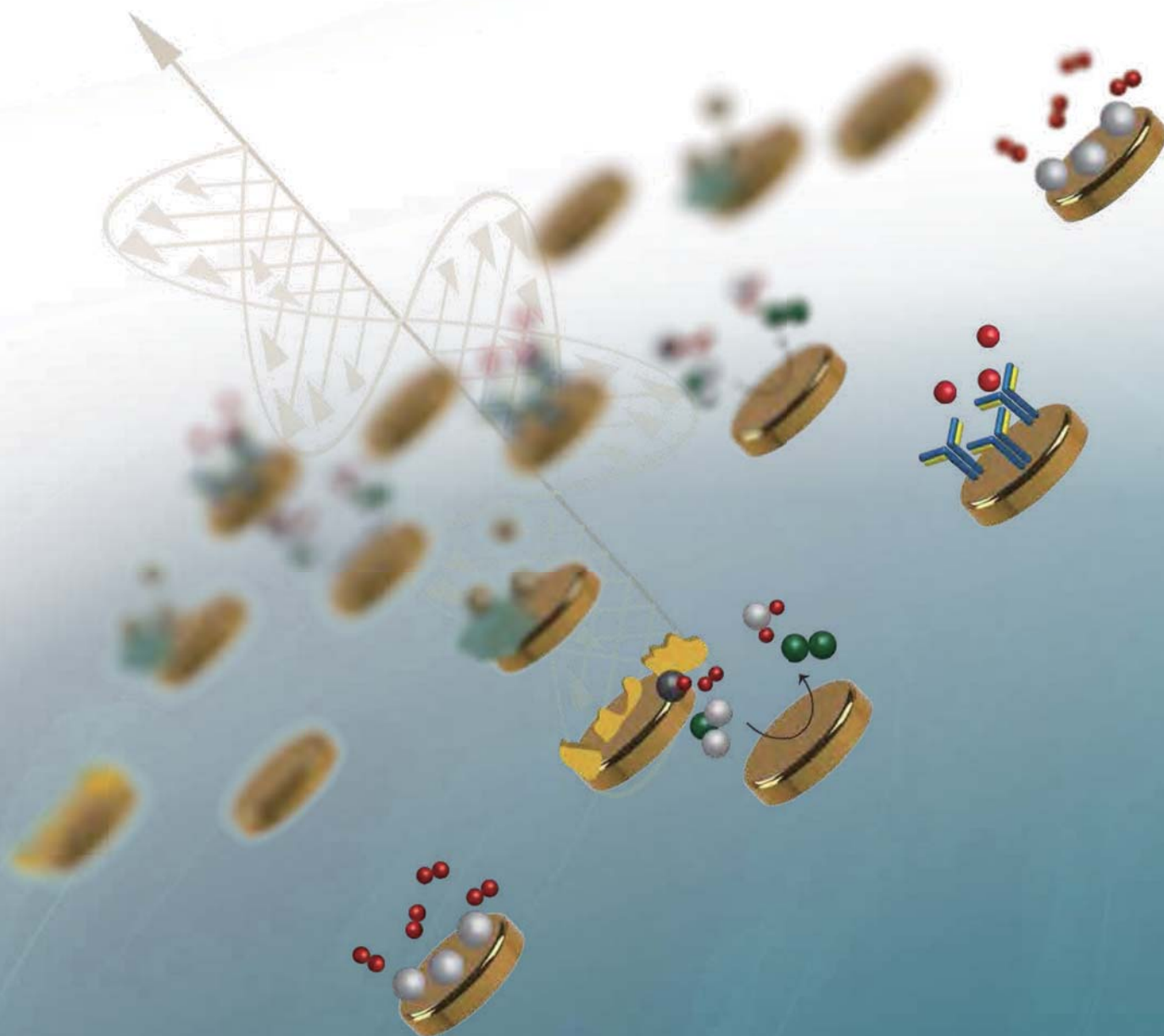
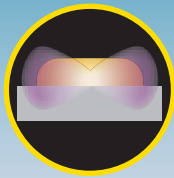


XNano II / X1

局在プラズモン解析システム



新しいナノプラズモニックセンシング技術
ナノマテリアルの分子レベルでの微小変化を解析



これまでにない“超高感度センサー”で ナノマテリアルの分子レベルでの微小変化を検知

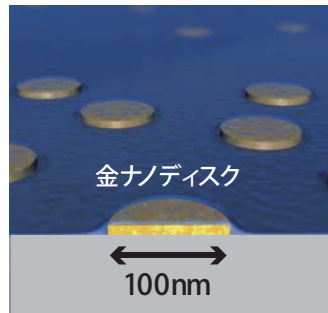
局在表面プラズモン現象 (LSPR) を応用した、ナノサイズマテリアルの新しい解析アプローチ

SPRは、金属表面における自由電子の集団的振動です。金属薄膜に光を照射することで励起可能ですが、そのためには一定の条件を必要とします。一般には光学プリズムの1つの面に、厚さ50nm程度の金(Au)を蒸着したセンサー素子が用いられています。また、金属ナノディスクに光を照射することでSPRを励起できます。この場合には光学プリズムが不要になるため、センサー構造を簡素化することができます。ナノディスクに光照射することで励起したSPRは、ナノディスクから離れて伝搬することはありません。すなわち、局在化しているため、**局在表面プラズモン共鳴 (Localized Surface Plasmon Resonance : LSPR)**と呼ばれています。

新しいナノプラズモニックセンシング技術



センサー表面の
カスタマイズができます
(SiO₂, Si₃N₄, TiO₂, Al₂O₃をコート)



ガラス基板には、
金ナノディスクが無数に形成
されています。



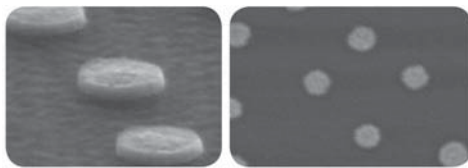
金ナノディスクそれぞれへの
微小な領域での分子の結合、
構造変化を検出します。



ナノ構造に加工した新センサー

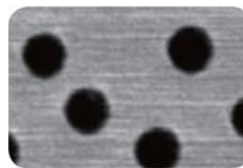
NPS (Nanoplasmonic Sensing) センサーの反応表面構造をドッド・リング・コーン・スフィア・ホールのナノ構造に加工したセンサーをリリースしました。
スフィア曲面表面への反応は生体的曲面を模倣するセンサーとして用いることができます。
また、ホール内壁への吸着などは薬剤の浸透や侵入の反応にも応用できます。

Disks



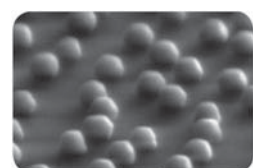
Diameter 60-200 nm
Height 10-30 nm

Holes



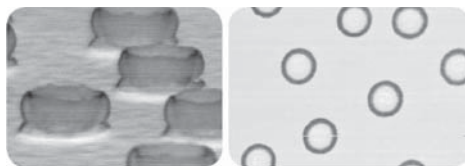
Diameter 60-200 nm
Depth max hole radius

Spheres



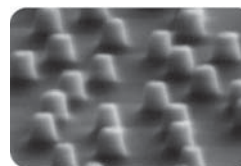
Diameter 60-200 nm

Rings



Outer diameter ~50 nm
Inner diameter ~30 nm
Height Approx. ring radius

Cones



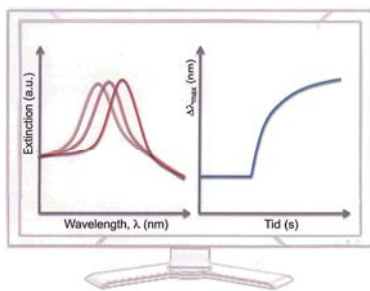
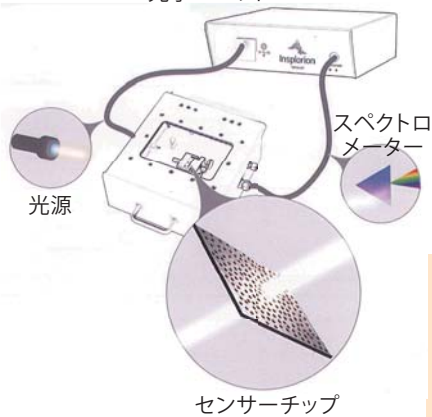
Base diameter 60-200 nm
Height Max 0.8 × diameter.
Angular slope 60 deg.

従来の分子間相互作用測定センサーはフラットな基材ばかりでしたが、
ナノ構造体センサーにより目的の反応に適した環境で測定ができます。

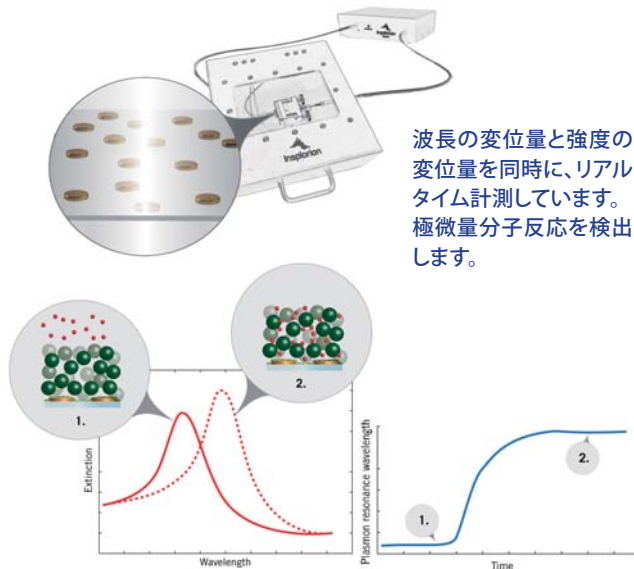
測定原理

システム概要

光学ユニット



左図: 波長の変化量を計測
(波長の変化=色の変化から、反応の強弱が分かります。)
右図: 時間別波長の変化量を計測
(最小1/10秒間隔での経時変化が読み取れます。)

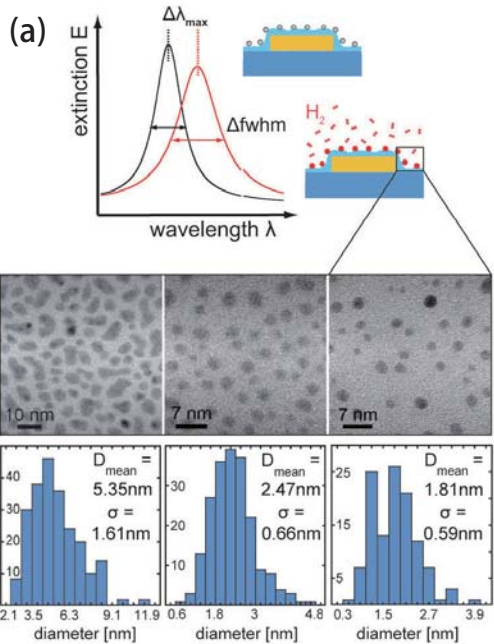


高温気相測定チャンバー 測定事例

パラジウムナノ粒子触媒と水素の貯蔵解析

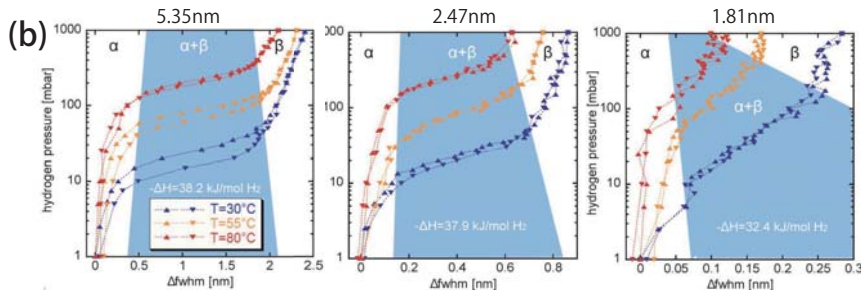
代替エネルギーの研究では、現在よりもクリーンなエネルギー源の探索がされています。

水素はより環境に優しい代替輸送燃料ですが、安全で信頼性が高い水素貯蔵媒体を必要とする点が重大な問題となっています。水素貯蔵材料としてはナノ粒子の方がバルク材料よりも有利であることはよく知られています。下記は、代表的なマテリアルである、パラジウムナノ粒子について、温度別の水素貯蔵特性についての測定事例です。



(a) パラジウムナノ粒子の水素との反応を測定。パラジウムナノ粒子の粒径、5.35, 2.47, 1.81 nmの3種類をSiO₂をスペーサーにしたプラズモンAuセンサーに吸着させています。装置はX1気相対応モデルを使用。TEM像と粒度分布の結果も同時に示しています。

(b) 水素との反応をそれぞれの粒子サイズで、30, 55, 80°Cと3段階に変化させ計測。それぞれに計測において、 α (固体と水素の状態)、 $\alpha + \beta$ (混合状態)、 β (水素化合物状態)のフェーズが明確に計測が可能です。それぞれの粒子径でパラジウムナノ粒子の状態変化を計測可能であることがわかりました。

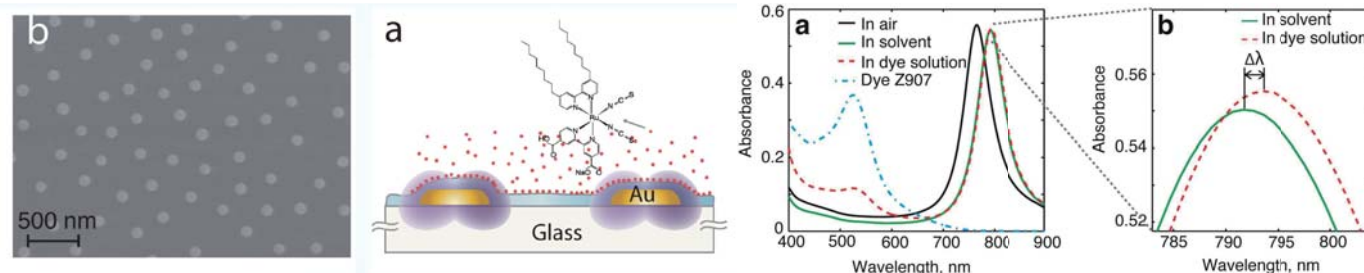


Indirect Nanoplasmonic Sensing: Ultrasensitive Experimental Platform for Nanomaterials Science and Optical Nanocalorimetry, Christoph Langhammer, Elin M. Larsson, Bengt Kasemo, and Igor Zoric, Nano Letters 10 (2010) 3529-3538.

液相測定チャンバー 測定事例

色素増感太陽電池の色素分子とチタニア電極の相互作用解析

グレッツェル教授論文あり



a) 金ナノディスク上の酸化チタンへの色素の吸着反応をリアルタイムに計測。色素増感太陽電池の再現が可能です。
b) 酸化チタン膜(12nm)のついた、金ナノディスク分布SEMイメージ

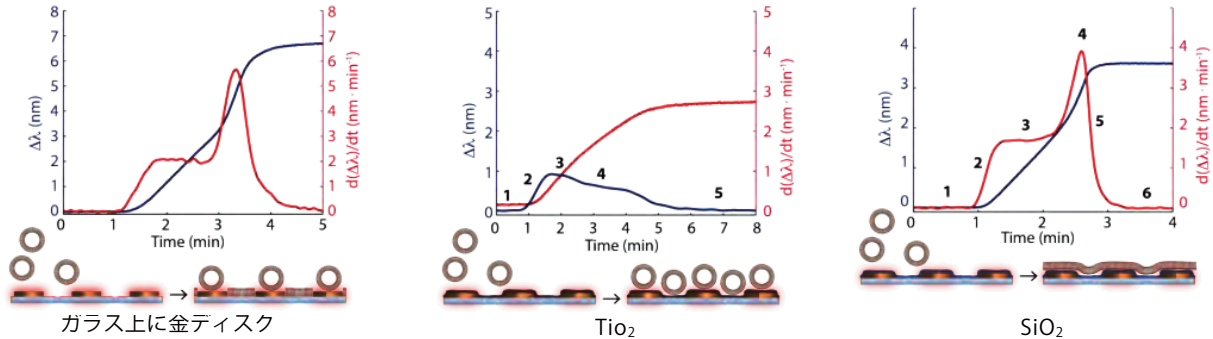
▲ 溶液のみの場合と色素を測定した場合、波長のピークが異なるため、酸化チタンへの色素の吸着反応が発生していることがわかります。

Time-Resolved Indirect Nanoplasmonic Sensing Spectroscopy of Dye Molecule Interactions with Dense and Mesoporous TiO₂ Films, Viktoria Gusak, Leo-Philipp Heiniger, Michael Graetzel, Christoph Langhammer, and Bengt Kasemo, Nano Letters (2012) dx.doi.org/10.1021/nl3003842.

メンブレン構造のコントロール

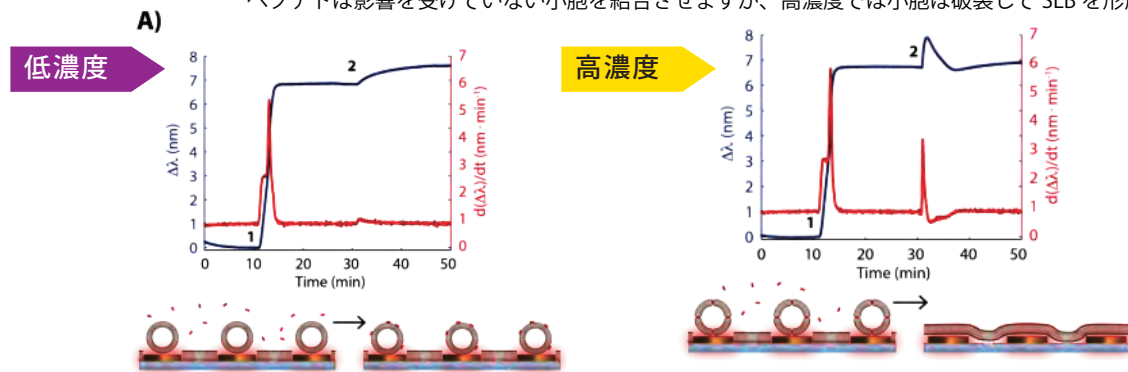
ナノプラズモニックセンサー (NPS) 表面に複数のコーティング材を使用することで、表面材料の構成を制御することができます。以下は脂質膜をプラットフォームとして (小胞と二重膜)、複数の表面材料を使用した測定事例です。(ガラスを基盤とし、未処理のゴールドディスク、さらに TiO₂ と SiO₂ の順にコーティングを行いました。非常に高感度なナノプラズモニックセンサー技術からは、脂質の吸着性のみならず、生成膜の構造と膜ペプチドの順序に関する相互作用の情報を得ることができます。

■各種センサー表面の溶液中へ小胞を導入した際の典型的な反応曲線



■低・高濃度での比較：脂質形成、湾曲したセンシングペプチドとの相互作用

ペプチドは影響を受けていない小胞を結合させますが、高濃度では小胞は破裂して SLB を形成します。



参考文献 Controlling Lipid Membrane Architecture for Tunable Nanoplasmonic Sensing, Goh Haw Zan, Joshua A. Jackman, Seong-Oh Kim, and Nam-Joon Cho, *Small* 2014, DOI: 10.1002/smll.201400518

ラインナップ

液相測定用
チャンパー
XNano II

液相で定量フロー測定

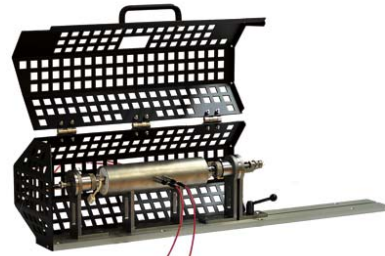


- 最大80℃までの温度別に計測
- 極低分子の吸脱着、分子の構造変化も計測できます
- 有機溶媒を使用した測定
- 固液界面の浸透や膨潤反応をリアルタイムに計測

【XNano II 仕様】			
最小サンプル量	~100 μL	光源	タンガステンハロゲン
温度制御	~80℃	測定スポット	φ 2mm以下
標準フローレート	20-100mL/min	波長	450-1000nm

気相・高温
測定用
チャンパー
X1

高温中でのガス吸着測定、 触媒反応のリアルタイム詳細解析



- 最大600℃での高温下で測定でき、
ナノサイズの材料変化を温度別に計測
- チャンパーには、2センサーを搭載でき、
リファレンスとサンプル測定を同時に測定
- ナノサイズ材料の酸化還元反応を計測

【X1 仕様】			
センサー数	2チャンネル	光源	タンガステンハロゲン
基材	Quartz, ステンレススチール	測定スポット	φ 3mm以下
温度制御	~600℃	波長	450-1000nm