

簡易な装置で検出可能な 光ナノセンサの開発

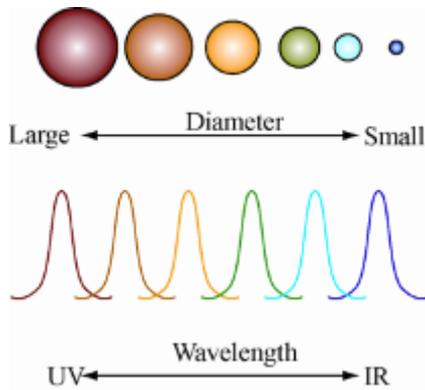
大阪公立大学
大学院工学研究科
准教授 遠藤 達郎



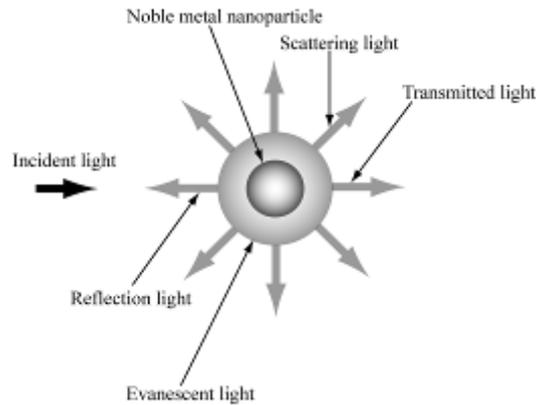
大阪公立大学 新技術説明会
2022年11月1日

ナノフォトニクスを駆使した バイオセンサー開発

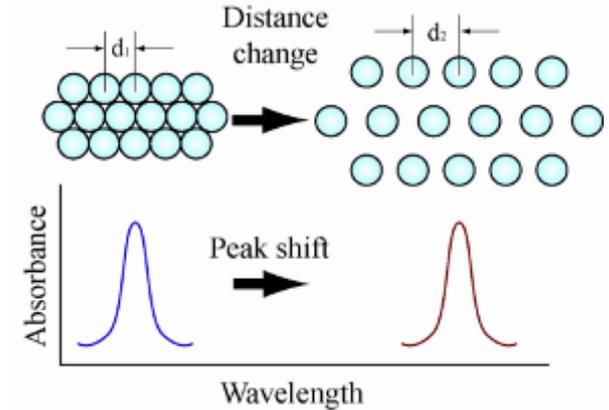
量子ドット



局在表面プラズモン共鳴



フォトニック結晶

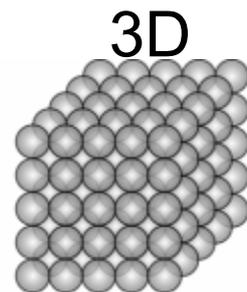
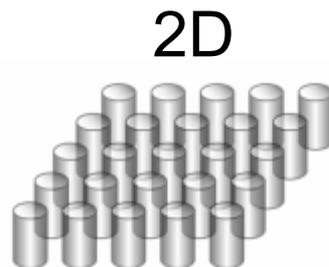
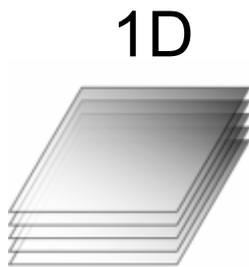
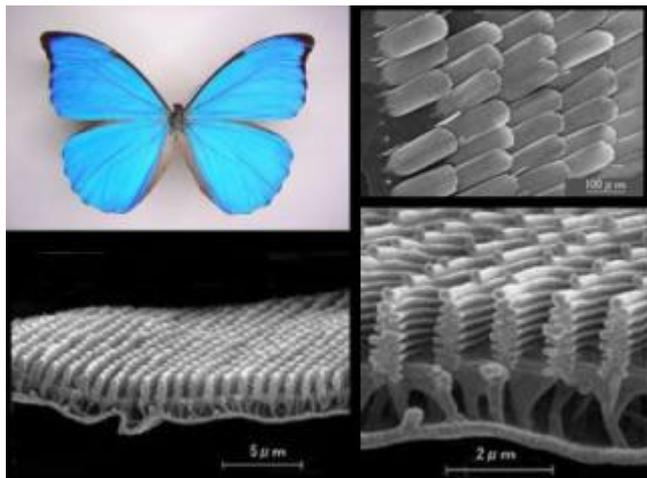


バイオセンサー開発の利点

- ・バルク材料とは異なる特性
→新規光機能(蛍光・光吸収・散乱・回折)発現
- ・漏話・エレクトロマイグレーションが無い
→更なる高集積・高機能化が実現可能
- ・周囲屈折率(誘電率)変化に対応した光学特性変化
→非標識で相互作用検出・解析が可能

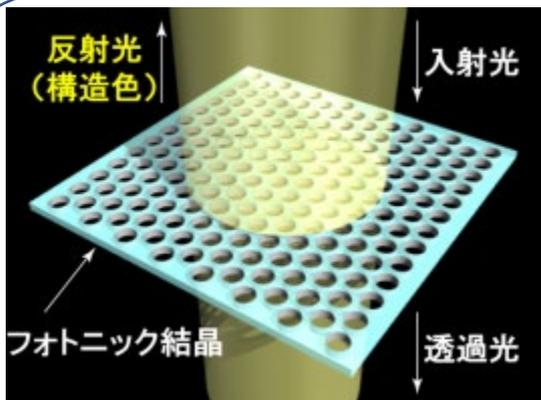
高感度・高集積バイオセンサー開発

PhCの構造



特徴: サイズ・構造に応じて特定波長の光を反射する

ブラッグ反射式



$$\lambda = 2(2/3)^{1/2} d(n_a^2 - \sin^2 \theta)^{1/2}$$

d : 間隔
 θ : 入射角度
 n_a : 平均屈折率
 f : 体積比

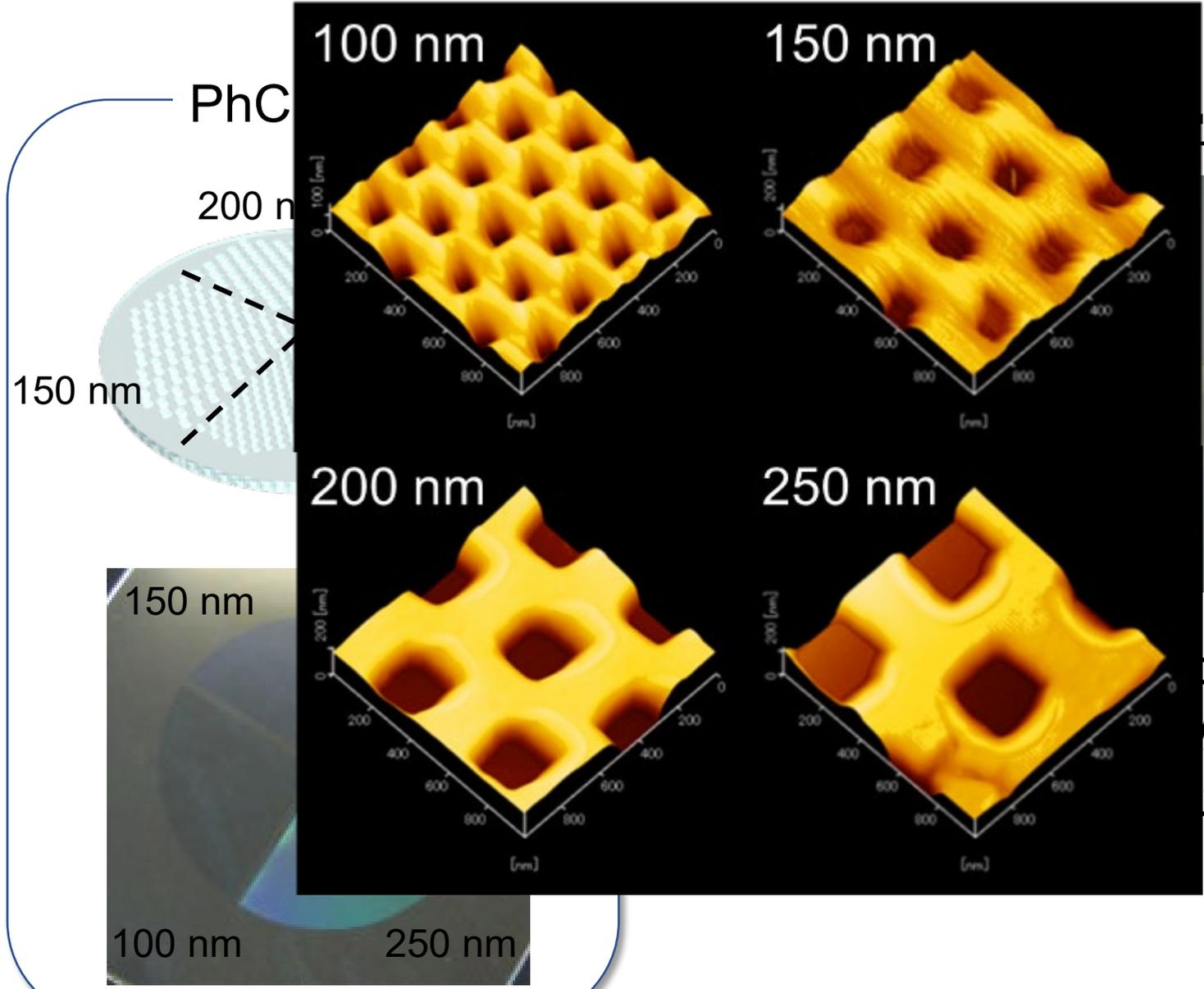
$$n_a = \sqrt{n_{hole}^2 f + n_{void}^2 (1 - f)}$$

抗原抗体反応・DNAハイブリダイゼーションに起因する平均屈折率 n_a 変化



反射ピーク波長シフト・強度減少が観察される

ポリマー製PhC試作



真

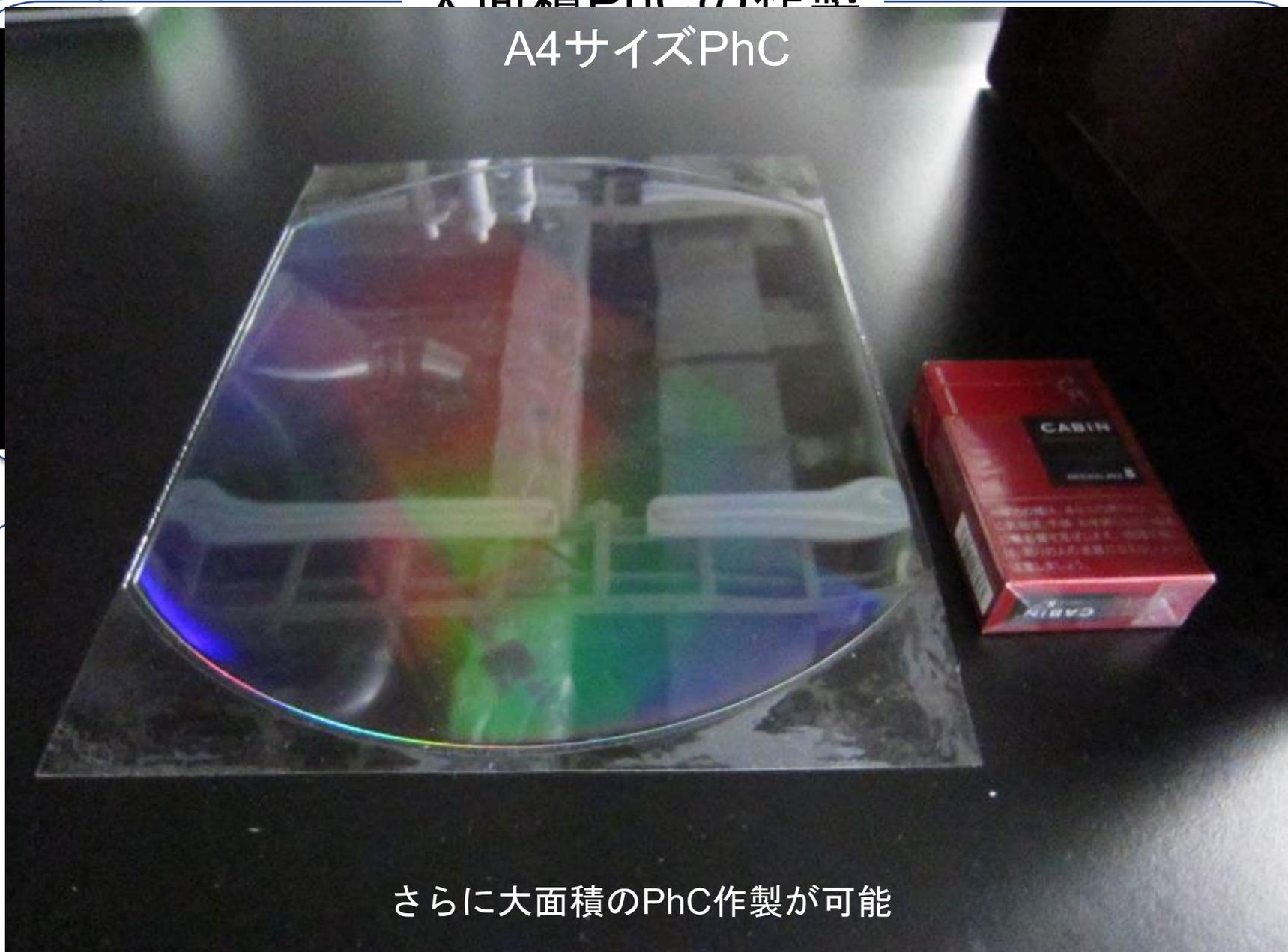


ニクスの利点
が可能
造が可能

大面積PhCの作製

A4サイズPhC

0

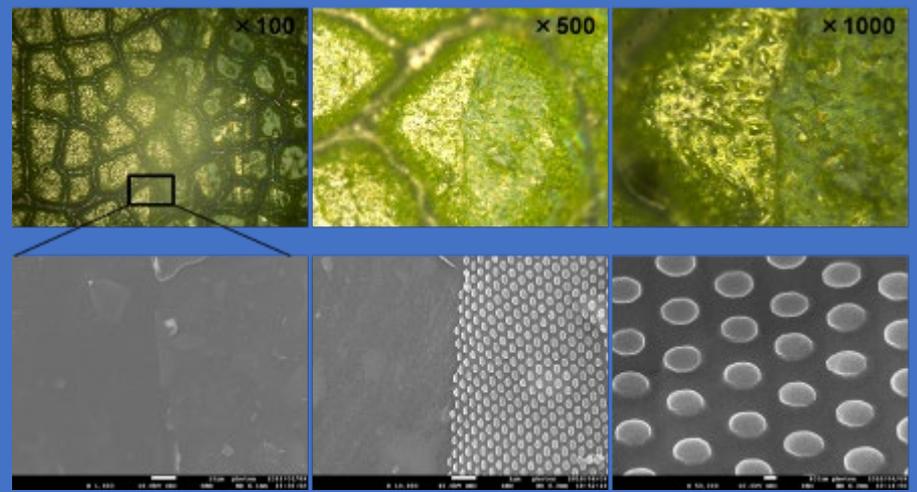
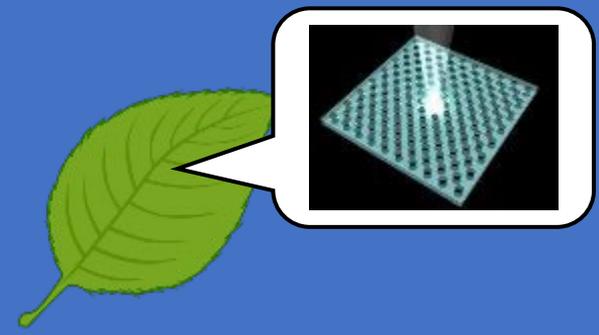
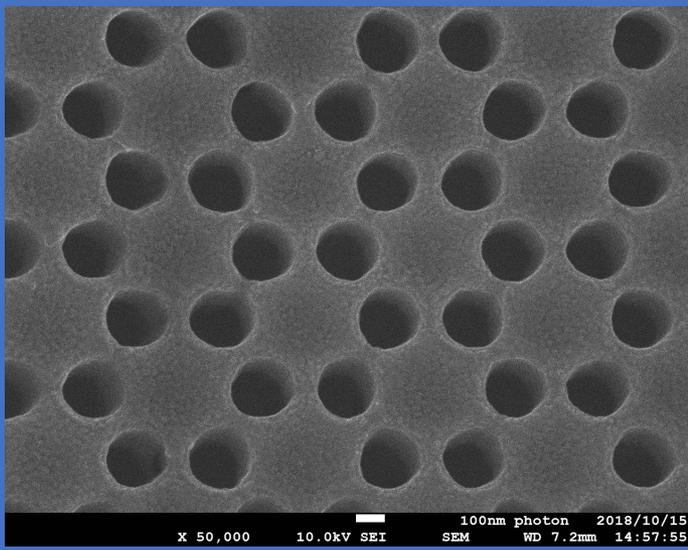


さらに大面積のPhC作製が可能

4インチサイズのPhCを間使に作製することができた(作製可能枚数: 数万枚以上)

マルチバンド
ナノ共振器
(多波長光閉じ込め)

葉表面へのデバイス
作製

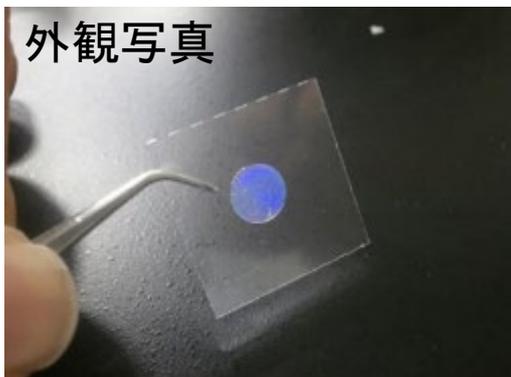


生体分子を用いたPhC作製

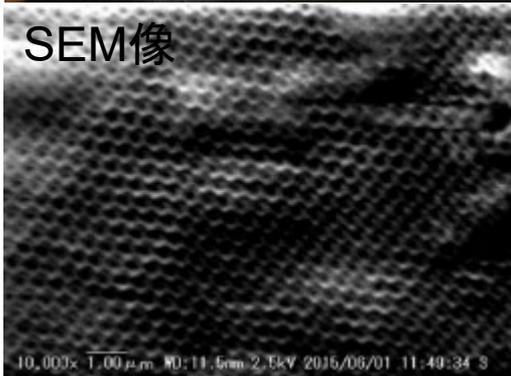
生体材料を基材としたナノデバイスの創製

DNA

外観写真



SEM像



転写部位

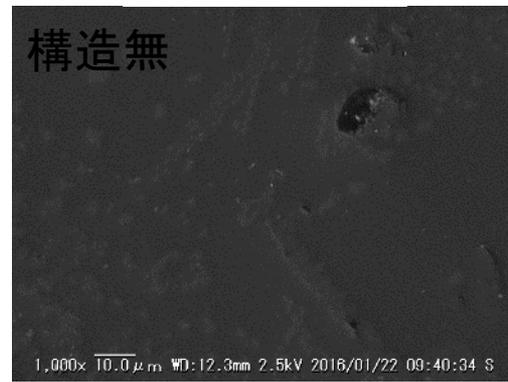


転写部位

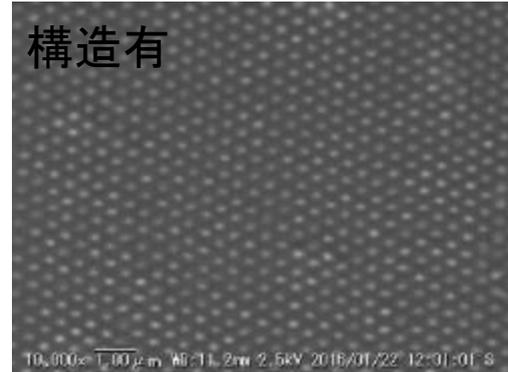


コラーゲン

構造無

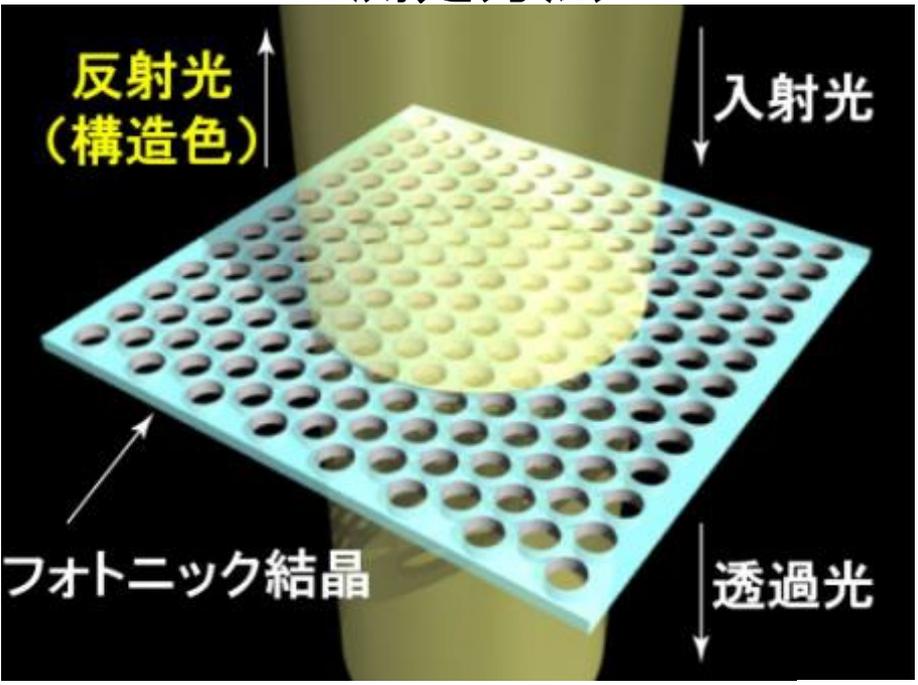


構造有

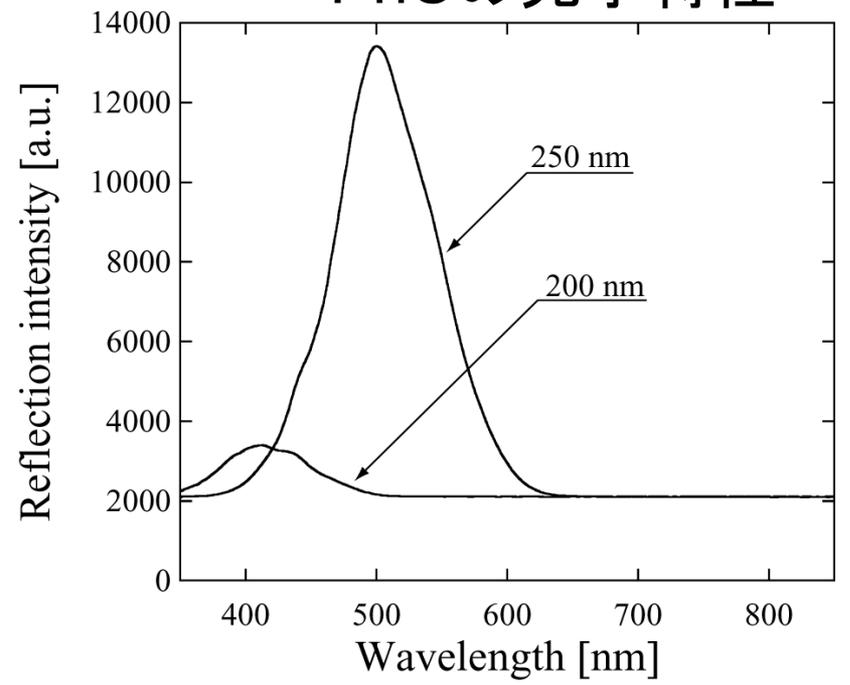


生体材料を基材としたナノデバイス創製に成功

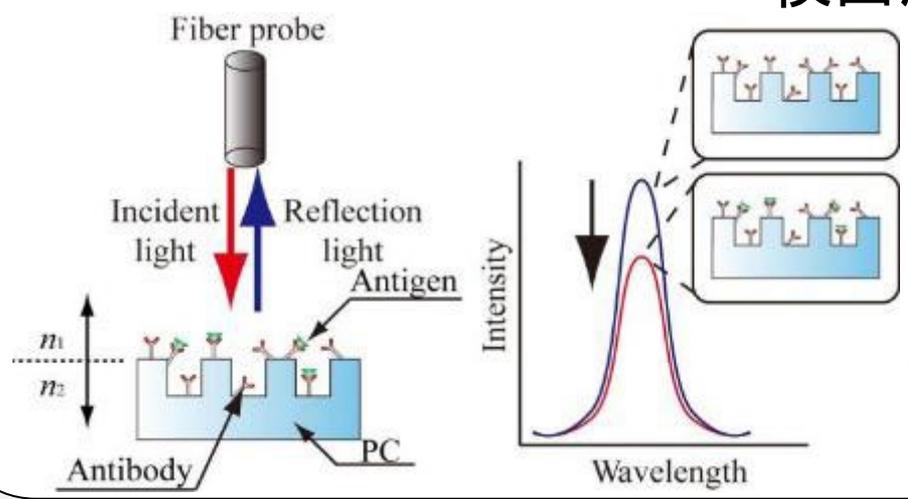
測定方法



PhCの光学特性



検出原理



フレネル反射式

$$R = (n_1 - n_2)^2 / (n_1 + n_2)^2$$

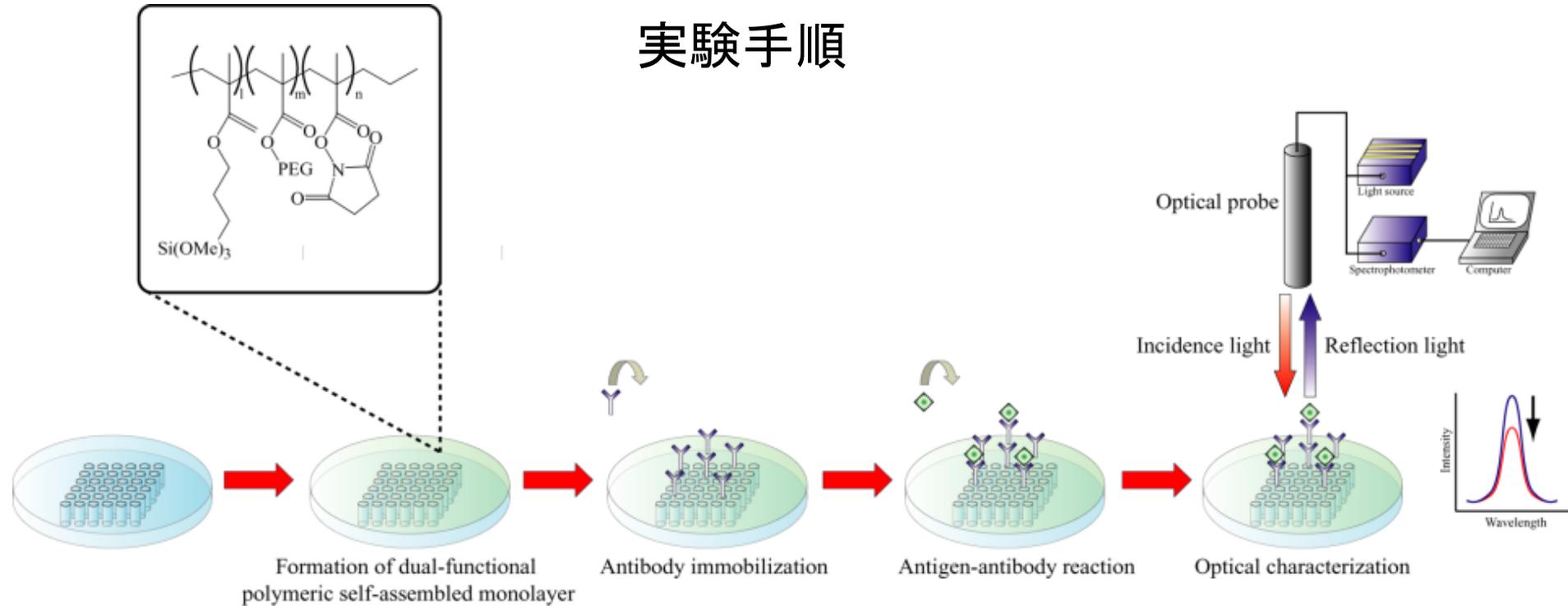
R: 反射強度

n: 平均屈折率

- ・抗原抗体反応による平均屈折率変化
→ピークシフト・反射強度変化

ポリマー製PhCを用いた 唾液中インフルエンザウイルスの検出・定量

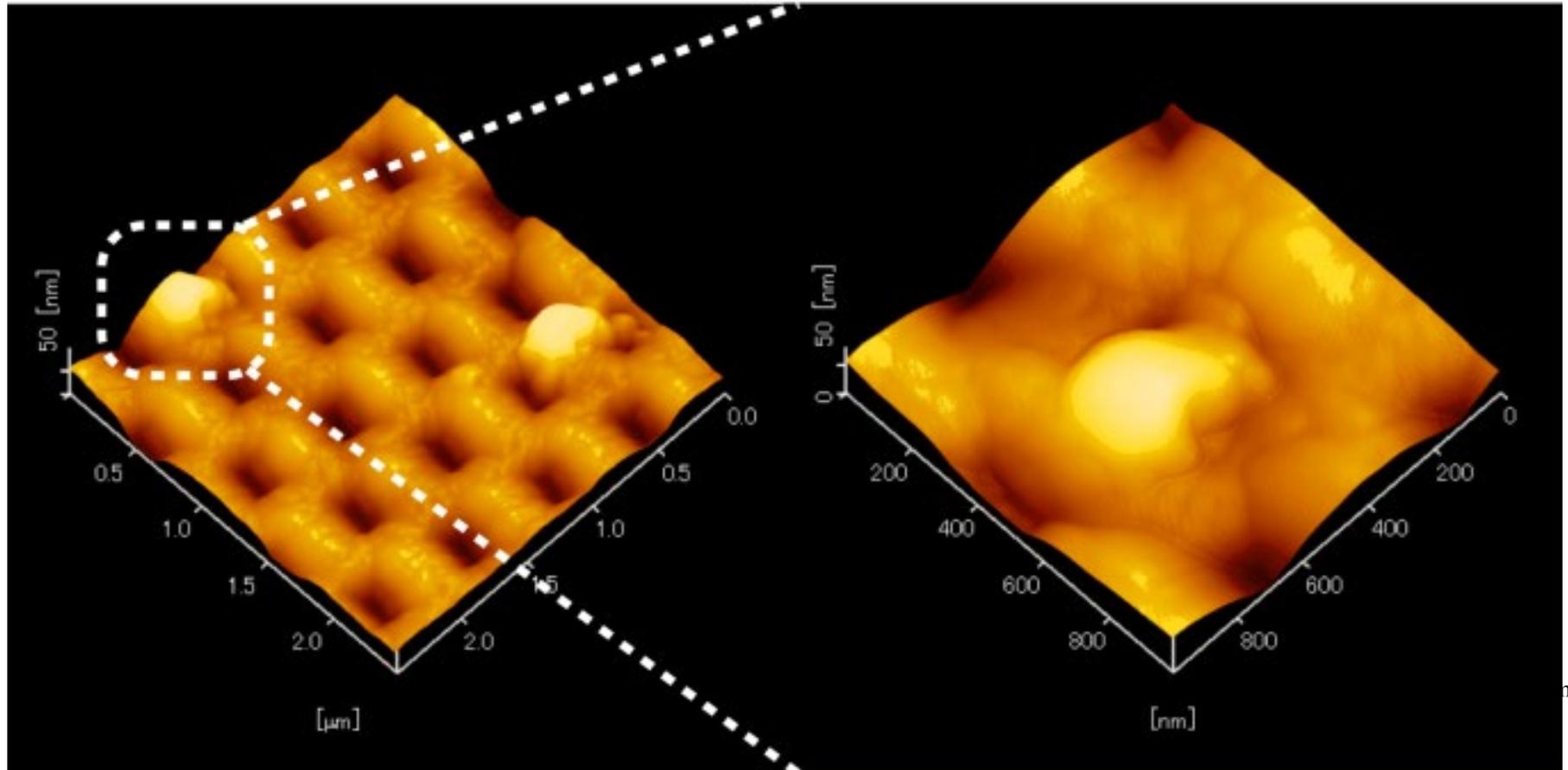
実験手順



- 1) フォトニック結晶を準備
- 2) 表面処理剤を介して抗体をフォトニック結晶表面へ固定化
- 3) 抗原溶液を滴下、室温下で静置
- 4) 洗浄操作の後、光学特性評価

ポリマー製PhCを用いた 唾液中インフルエンザウイルスの検出・定量

Intensity [a.u.]



インフルエンザウイルス濃度に依存した反射スペクトル変化を観察
することができた

(特許出願済: WO/2011/065398)

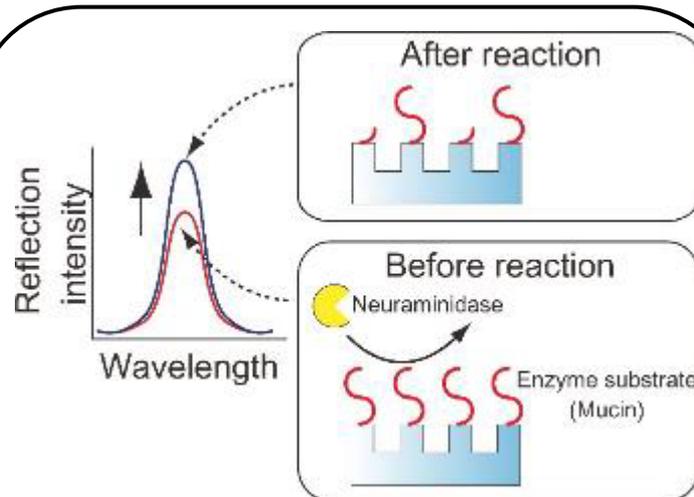
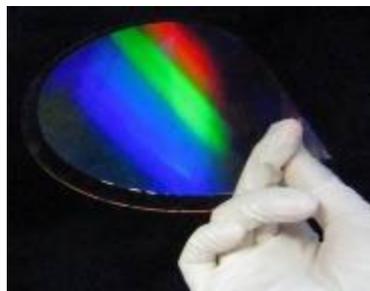
検出原理

スマートフォン
(iPhone)



画像(動画)
撮影・解析

ナノインプリント製
PhC



ノイラミニダーゼ活性に依存した
色彩強度変化

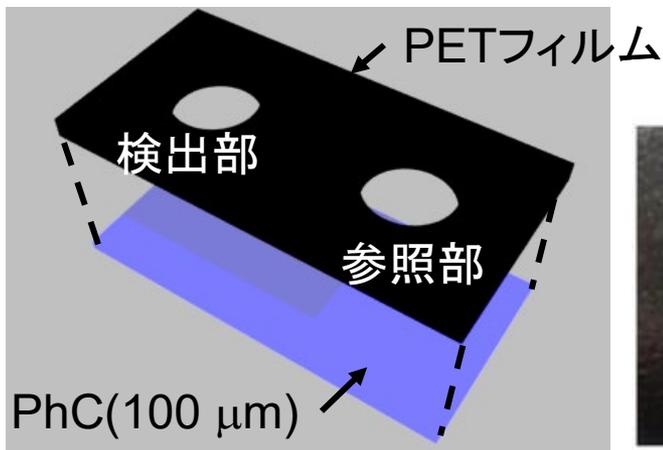
操作手順

- 1) PhC表面へノイラミニダーゼ基質(ムチン)を固定化
- 2) 基質固定化PhCへノイラミニダーゼ溶液を滴下
- 3) 静置・反応(10 min)
- 4) 洗浄・乾燥
- 5) カメラ撮影・解析(色彩強度変化観察)

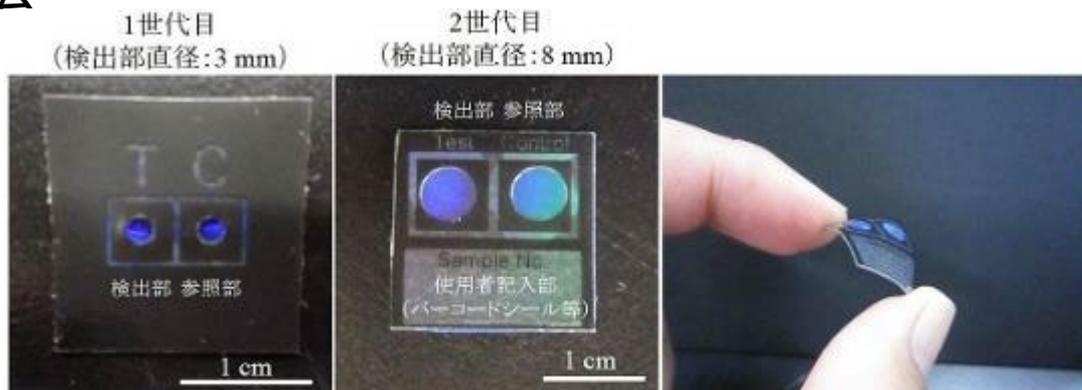
ポリマー製PhCの色彩強度変化をスマートフォン上で解析

デバイス設計・試作

構造概略図

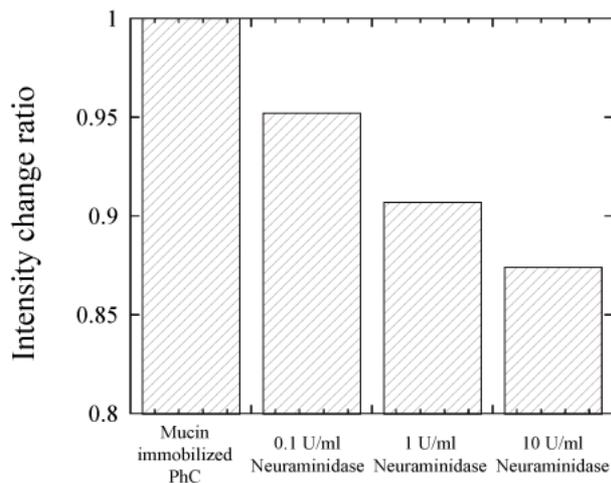


外観写真



分光光度計を用いたノイラミニダーゼの検出

反射強度変化率



※ノイラミニダーゼ濃度:0.1~10 U/ml

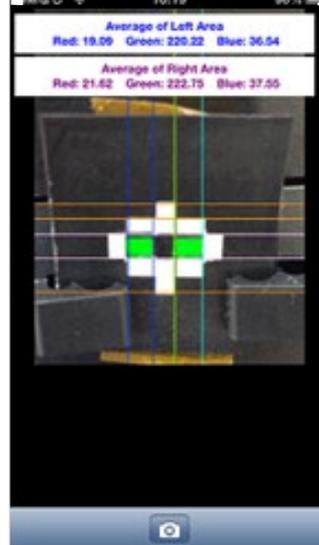
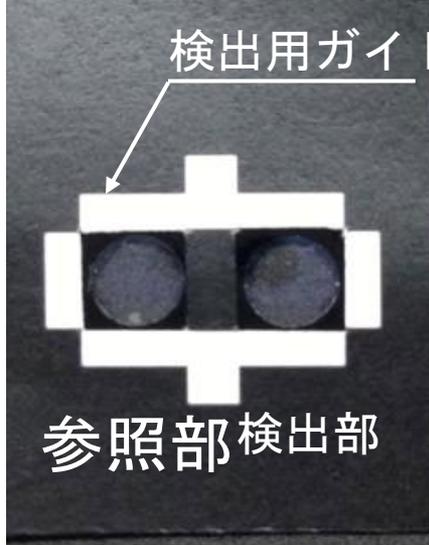
$$\text{Intensity change ratio} = \frac{R_{\text{After}}}{R_{\text{Before}}}$$

R_{Before} : 反応前(ムチン固定化)反射強度
 R_{After} : 反応後反射強度

PhCを用いた酵素反応検出に成功

スマートフォンを用いたノイラミニダーゼの検出

ソフトウェア・測定系の構築



手順

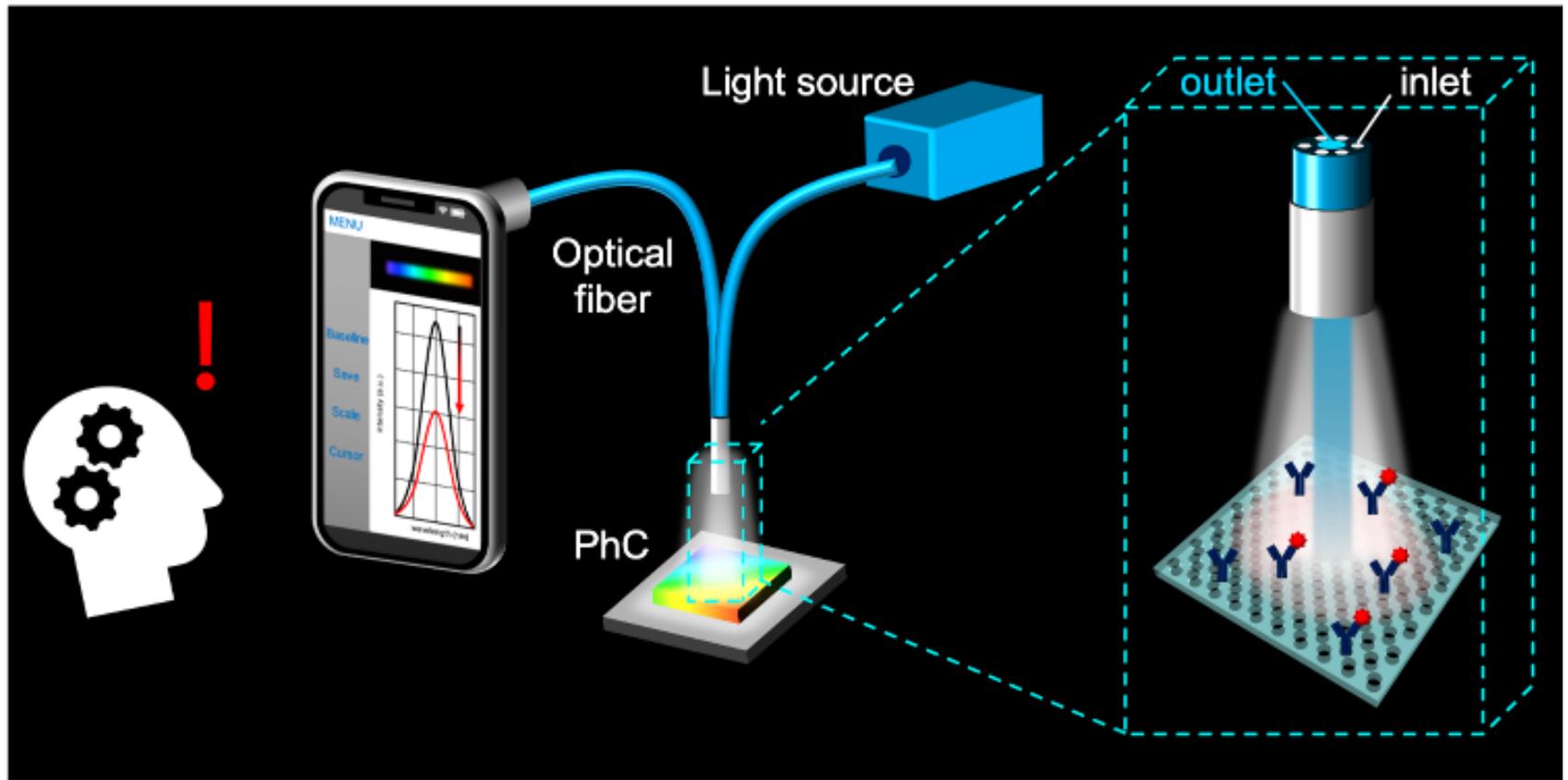
- 1) 測定位置移動（検出用ガイド）
- 2) 画像/動画撮影
→画像取り込み
- 3) RGB強度解析・G強度数値化
（スマートフォン上で解析）
（参照部・検出部）

測定機器 : iPhone5 (iOS7)

ソフト開発環境 : Xcode5

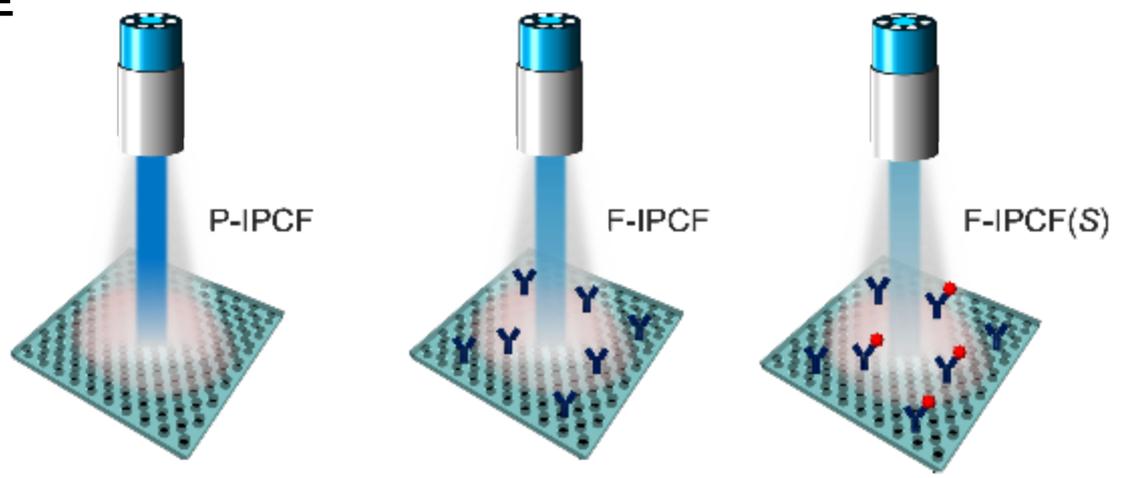
ポリマー製PhCを用いた生体計測・疾病診断への応用

スマートフォンを用いた新型コロナウイルススパイクタンパク質の検出

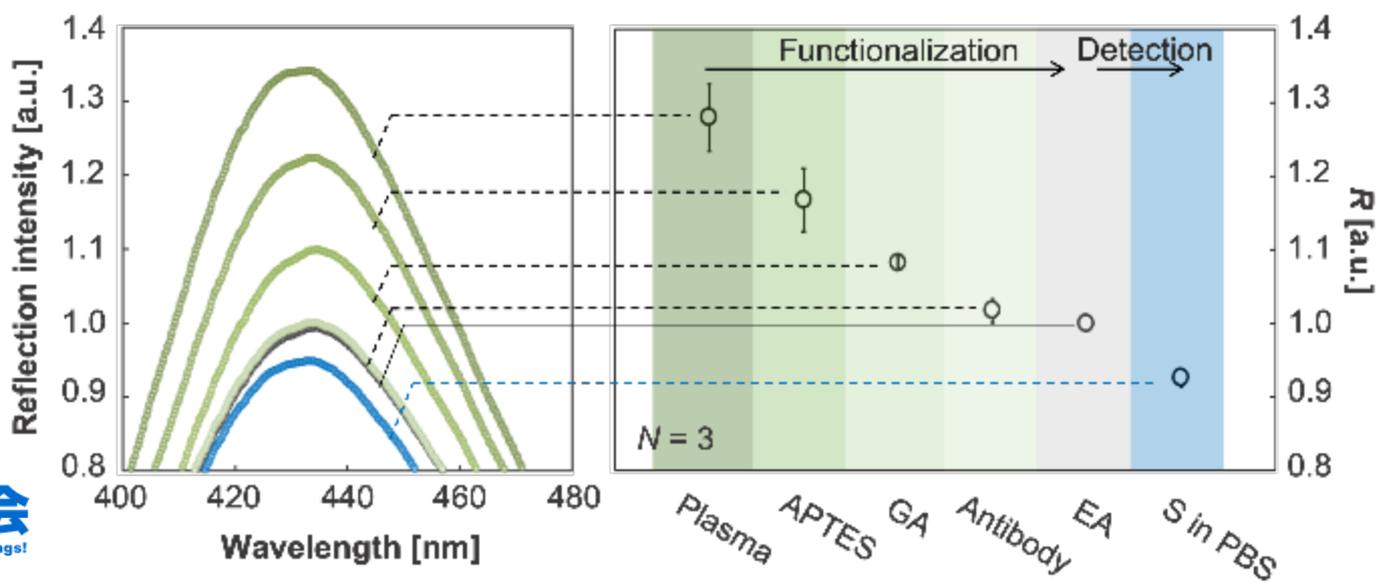


スマートフォンを用いた新型コロナウイルススパイクタンパク質の検出

検出原理



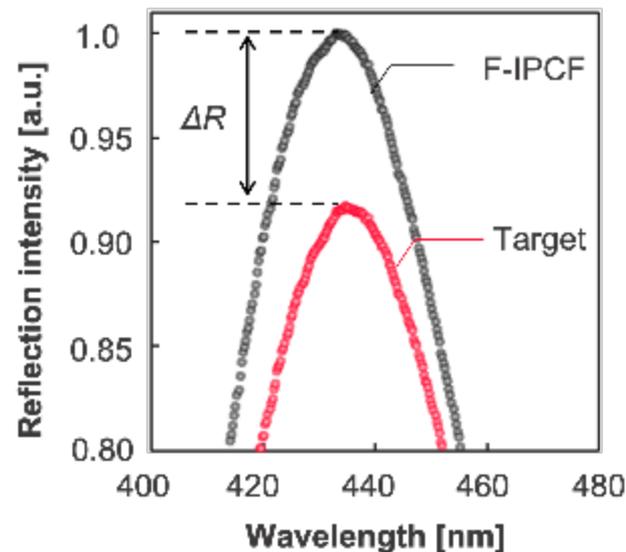
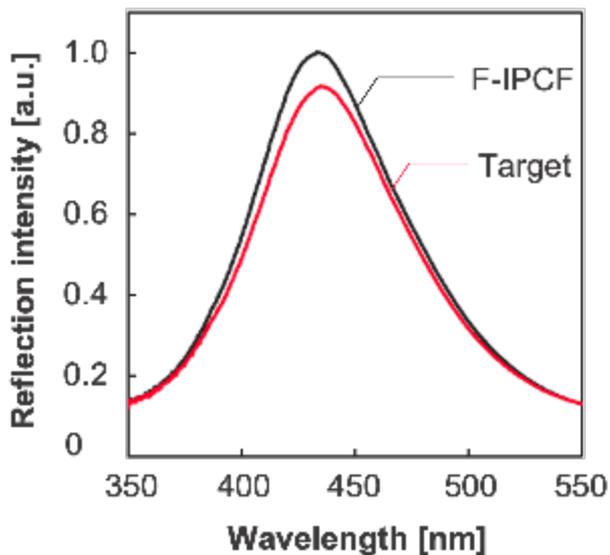
各操作手順毎のスペクトル変化



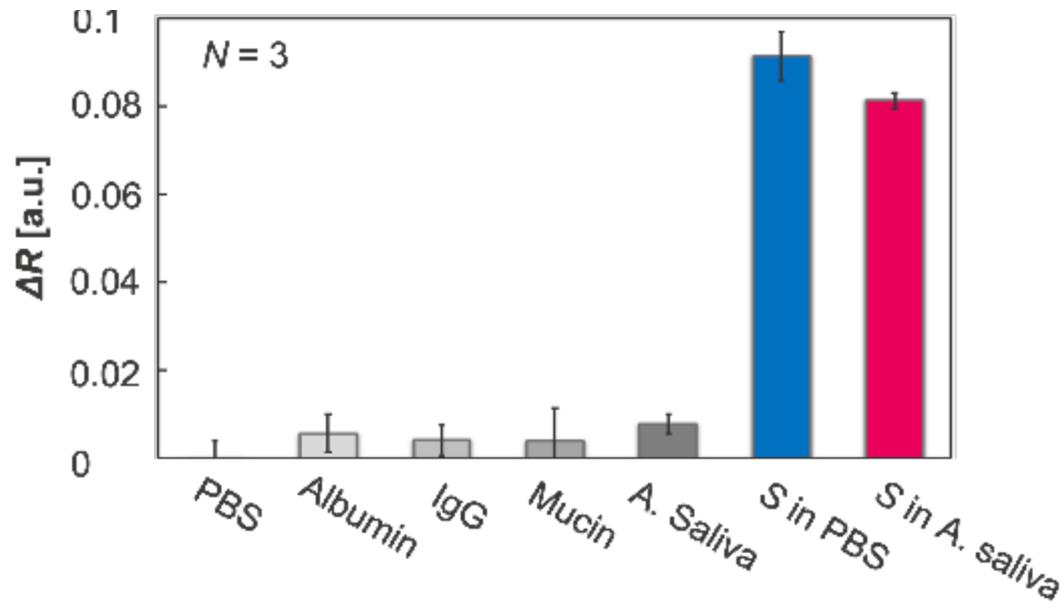
スマートフォンを用いた新型コロナウイルススパイクタンパク質の検出

スペクトル変化

スペクトル変化（拡大図）

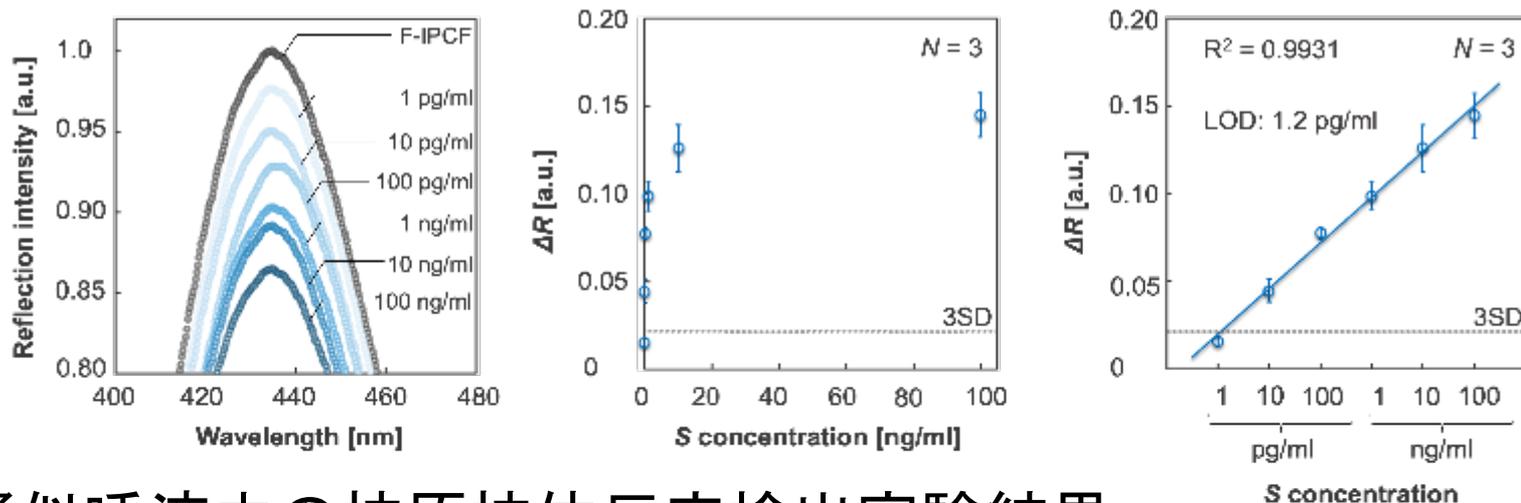


選択性評価

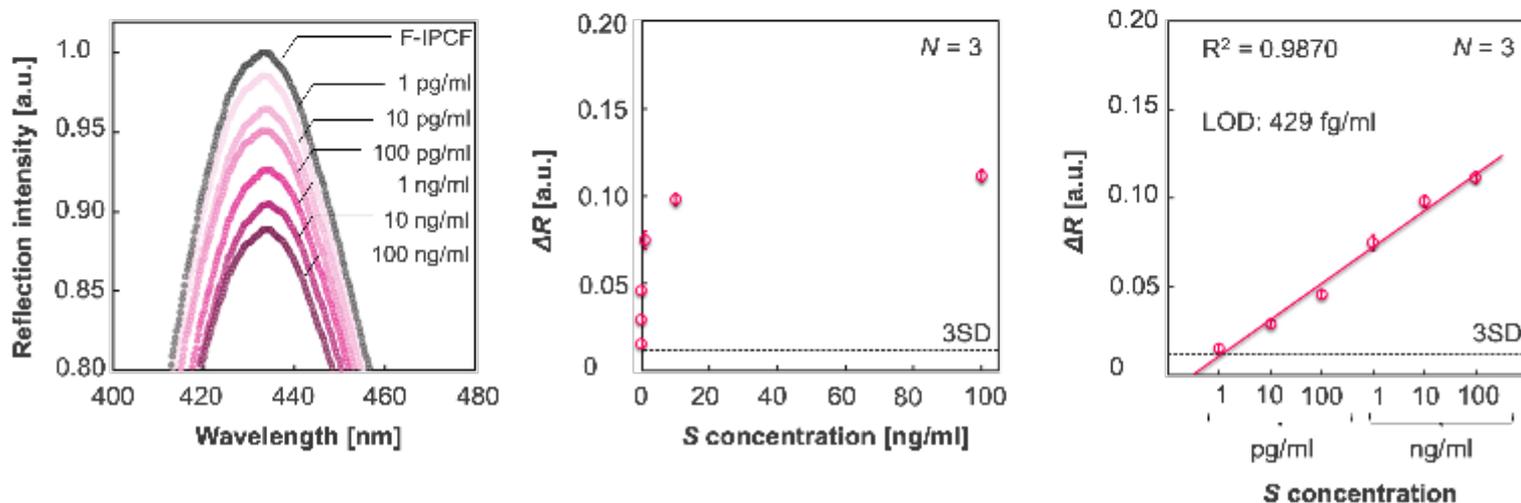


スマートフォンを用いた新型コロナウイルススパイクタンパク質の検出

緩衝液中の抗原抗体反応検出実験結果

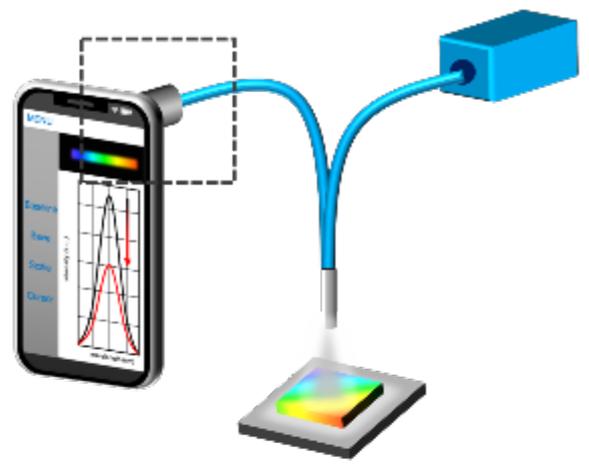


疑似唾液中の抗原抗体反応検出実験結果

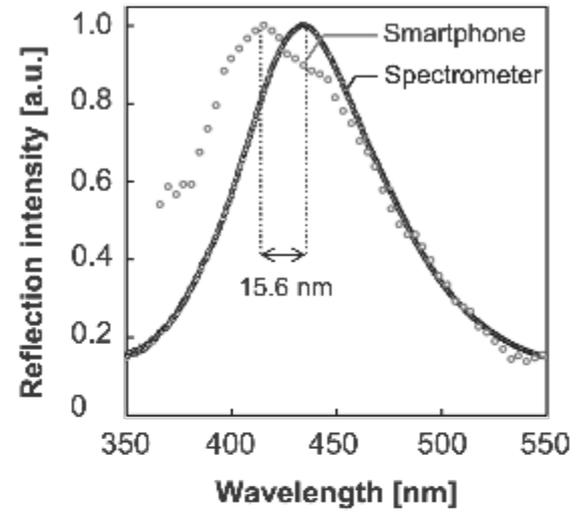


スマートフォンを用いた新型コロナウイルススパイクタンパク質の検出

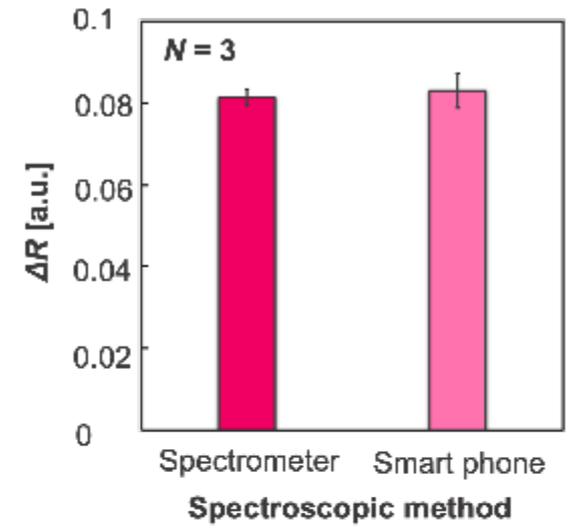
測定系概略図



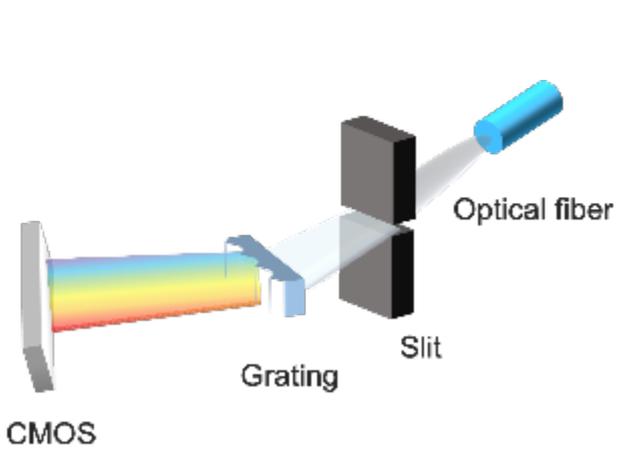
スペクトル比較



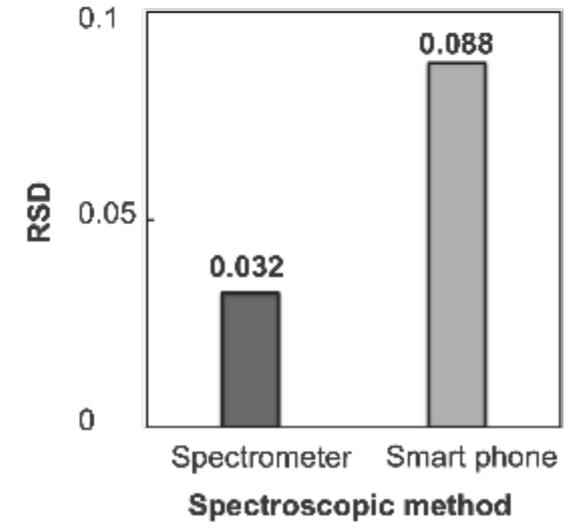
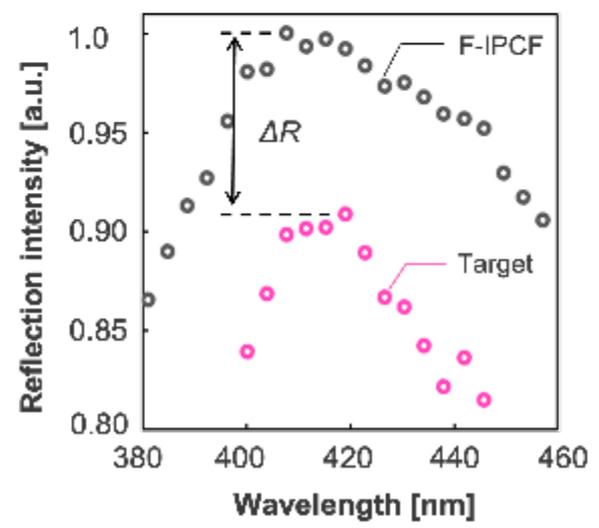
強度比較



分光器構成



スペクトル比較 (拡大) 強度比較 (標準偏差)



お問い合わせ先

大阪公立大学

URAセンター 井端 雅一

TEL 072-254-9128

FAX 072-254-7475

e-mail gr-knky-uracenter@omu.ac.jp

新技術説明会

New Technology Presentation Meetings!

大阪公立大学

Osaka Metropolitan University

総合知で、超えていく大学。

大阪公立大学

Osaka Metropolitan University

大阪市立大学 × 大阪府立大学



大阪公立大学のHPで**研究シーズ集**を公開しています。QRコードもしくは下記URLよりご覧ください。

<https://www.omu.ac.jp/research/collaboration/seeds/>

大阪公立大学 研究シーズ一覧

検索

