

新技術説明会 09.06.26

# プラズモン共鳴を用いた 光学式圧力センサ・光制御電子源



大学院共生科学技術研究院 先端機械システム部門

(兼) 大学院工学府 機械システム工学専攻

教授 梅田 倫弘

助教 岩見 健太郎

# 発表内容

1. プラズモン共鳴を用いた光学式圧力センサ  
→ 微小領域の圧力センシング
2. プラズモン共鳴を用いた光制御電子源  
→ 電子線を用いた高速リソグラフィ

# 研究背景

## 圧力センサの応用分野

民生機器	給湯器 エアコン 洗濯機 携帯電話
FA	空圧計 水圧計 油圧計
自動車	タイヤ圧 マニホールド圧 カーナビ 燃料噴射
医療	血圧 脳圧

## 圧力センサの適用範囲

- 高温・高振動環境（自動車エンジン室内など）
- 高ノイズ環境（MRI下での血圧測定など）

→ 特殊環境下での圧力センサの必要性

# 従来技術とその問題点

既に実用化されている圧力センサには、ブルドン管などの機械式や、半導体を用いた電子式があるが、

機械式では装置が大型化

電子式では耐熱性・耐ノイズ性に難あり

等の問題があり、特殊環境下で用いづらい。

# 従来技術との比較

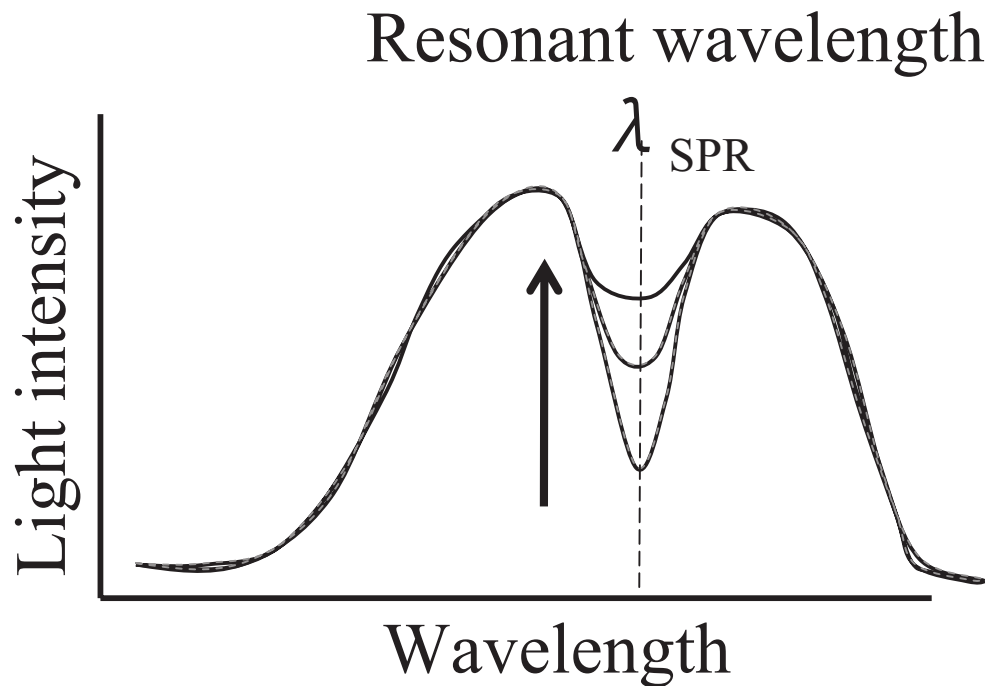
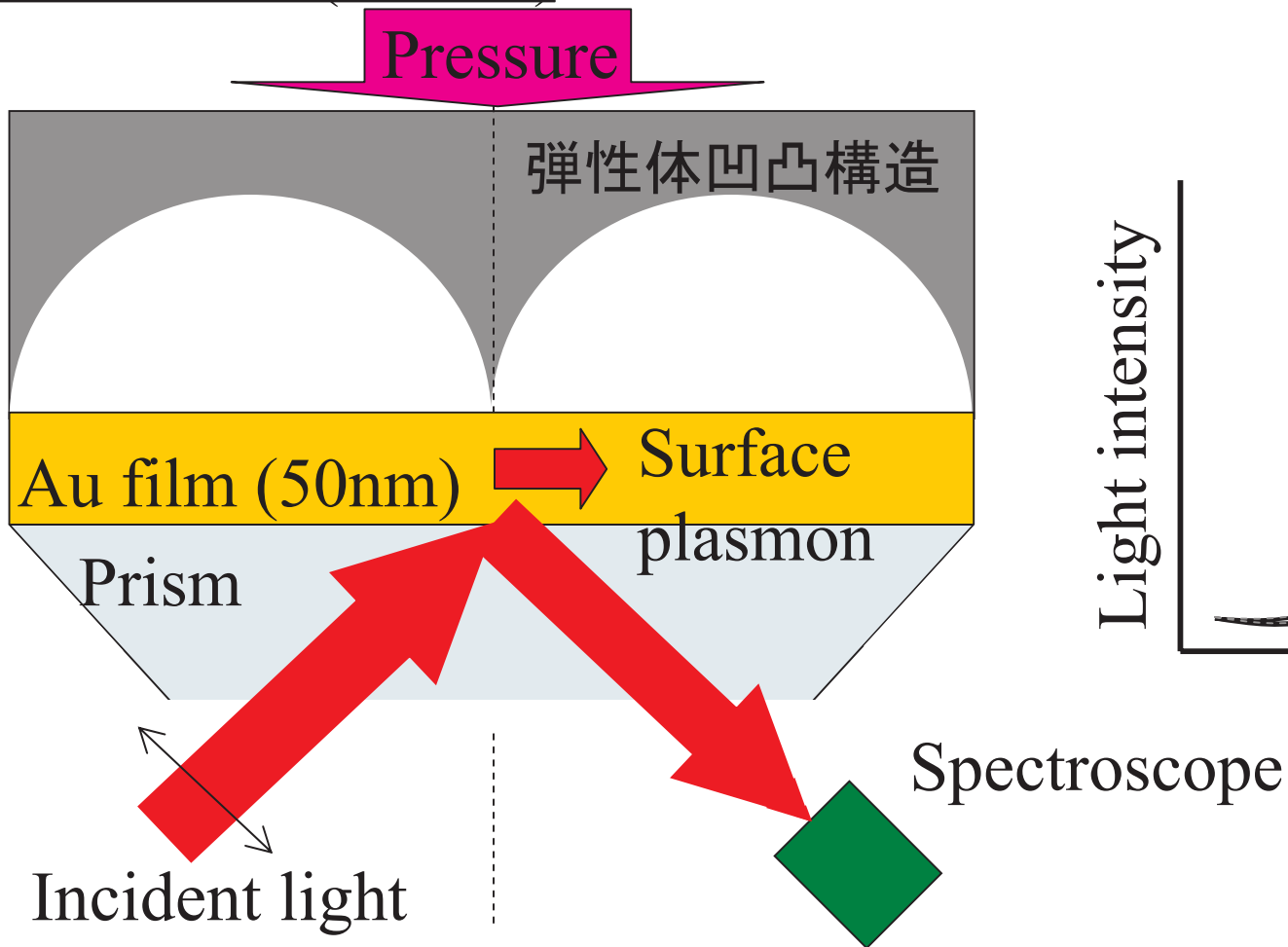
## 圧力センサの種類

	耐熱性	耐ノイズ性	小型化
機械式	○	○	×
電子式	×	×	◎
光学式	○	○	○

小型・耐ノイズ・耐熱性の高い  
光学式圧力センサの開発が必要  
→表面プラズモン(SPR)共鳴圧力センサ

# SPRによる圧力センシングの原理

全反射減衰法(ATR法)



圧力

→ 接触面積増加

→ SPR励起条件の崩れ

→ 反射光増加

スペクトル評価 → 光源・検出器を単純化したい



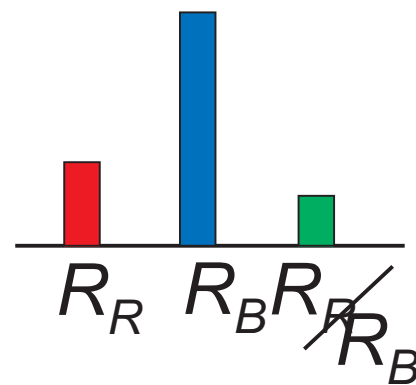
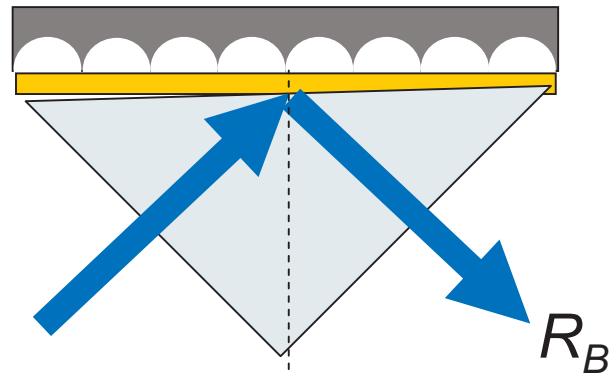
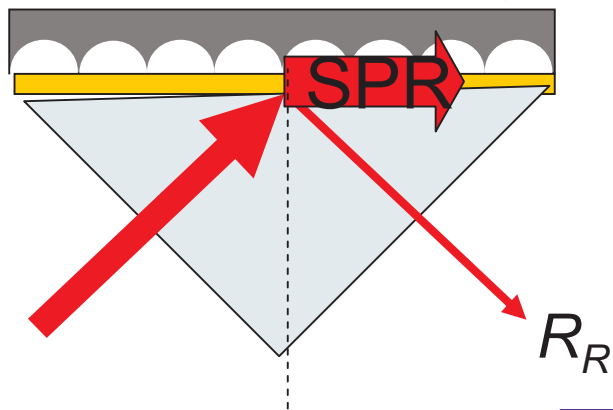
2波長センシング法

$\lambda_{SPR}$  のみの評価 → 光量の変化と圧力を分離できない

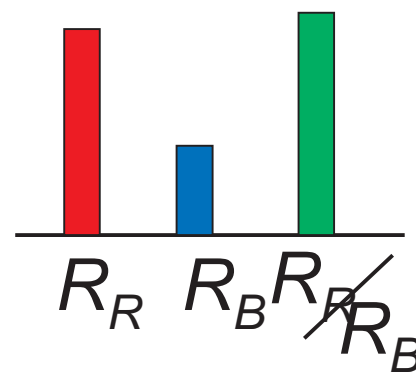
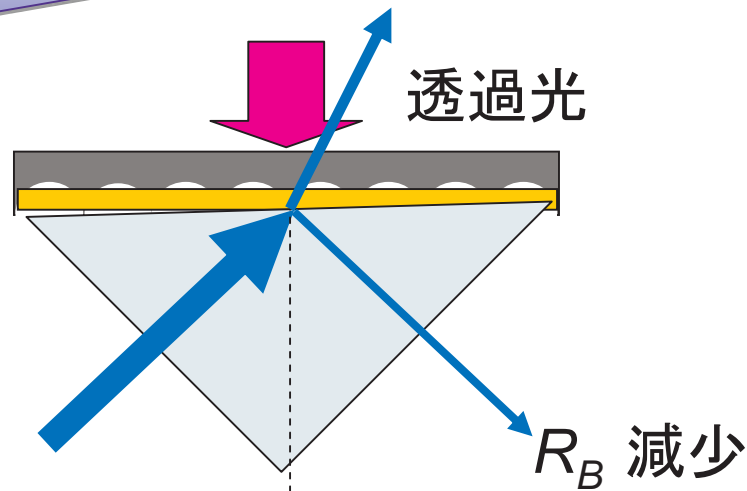
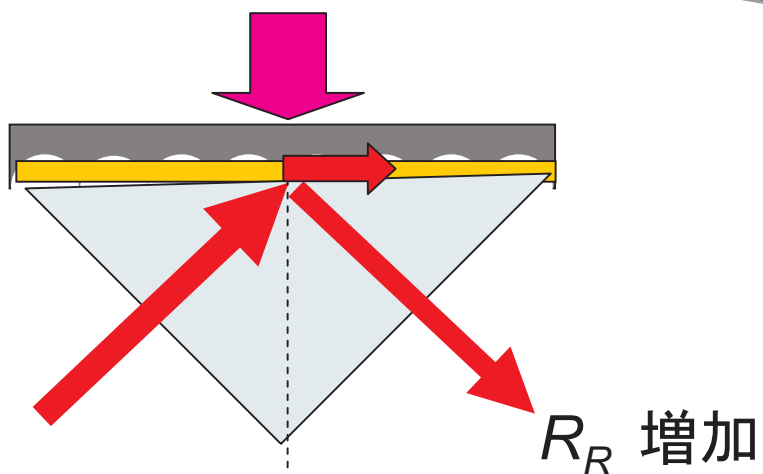
# 2波長圧力センシングの原理

625 nm ( $\sim \lambda_{SPR}$ )

430 nm



加圧



圧力印加に対する波長ごとの応答の違いを利用

# 弾性体凹凸構造の製作

ポリジメチルシロキサン(PDMS)を採用

- 透明
- 基材と硬化剤の混合割合によって弾性率が変化

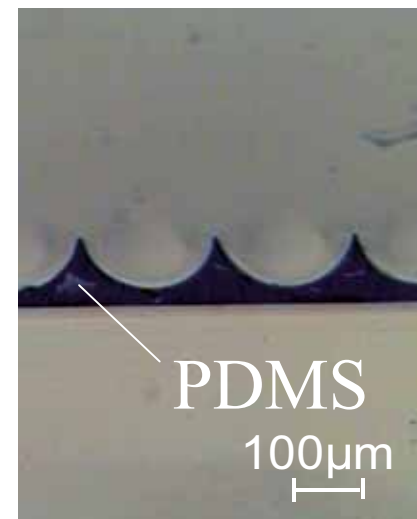
レンチキュラレンズ  
(ピッチ5.6本/mm)



**PDMS凹凸周期構造**

**圧力による接触面積  
の変化に利用**

---

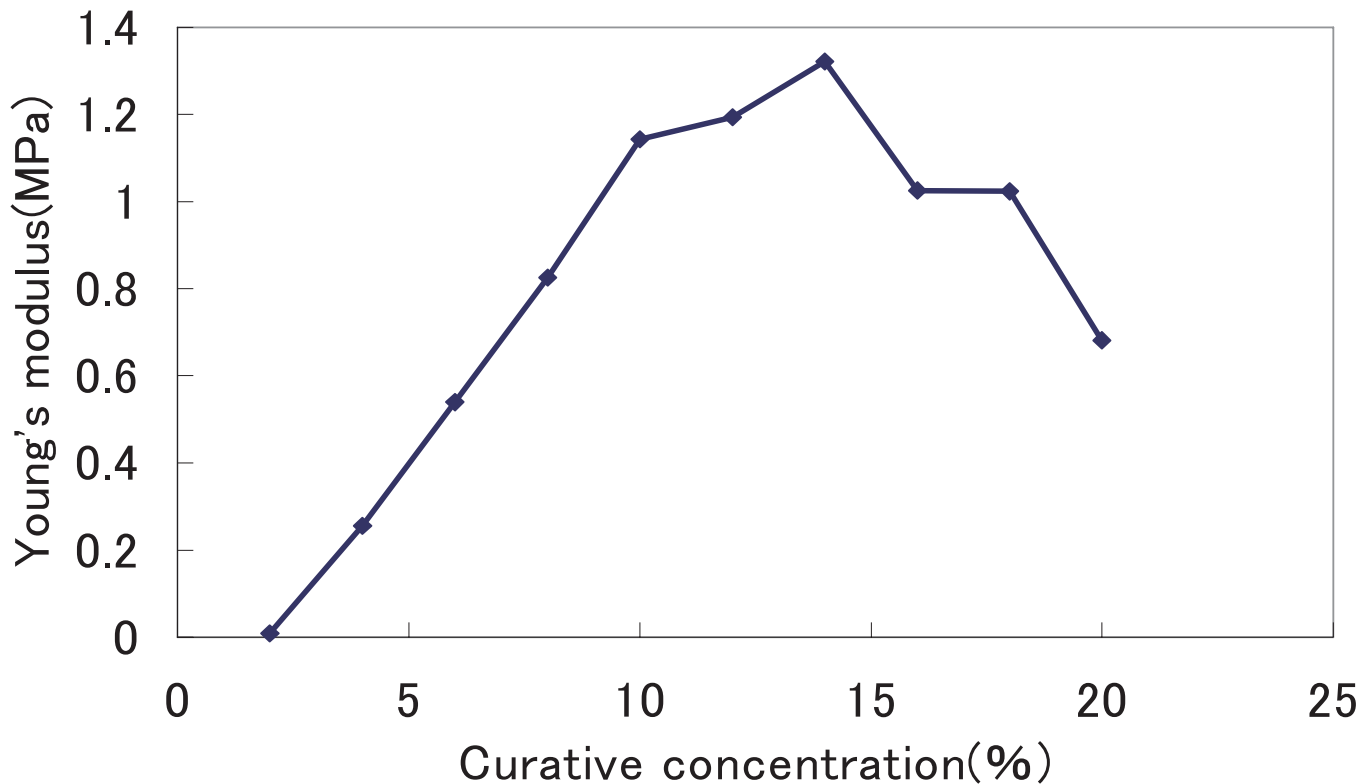




# PDMSの弾性率制御

## PDMSのヤング率

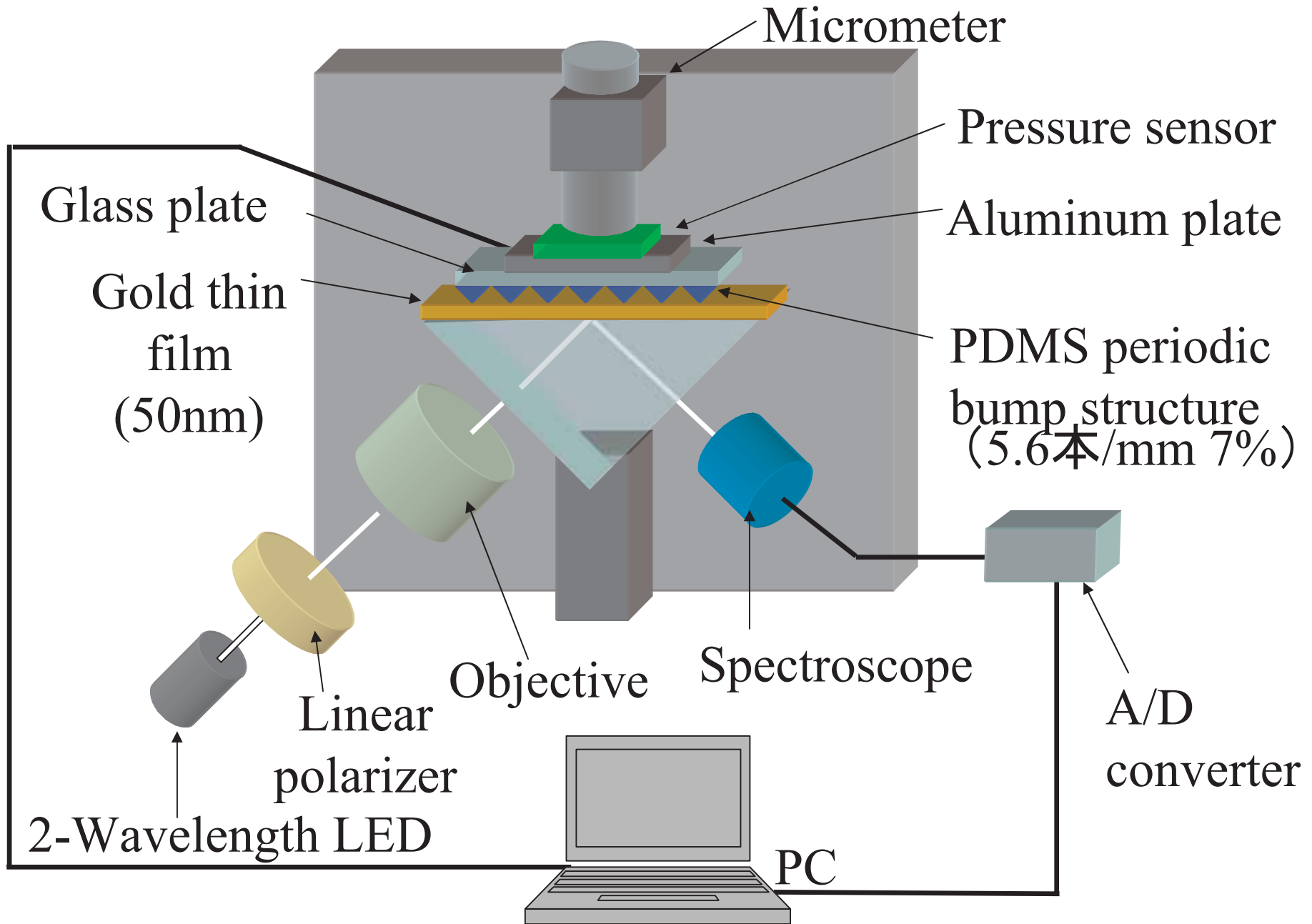
基材と硬化剤の混合率によって変化



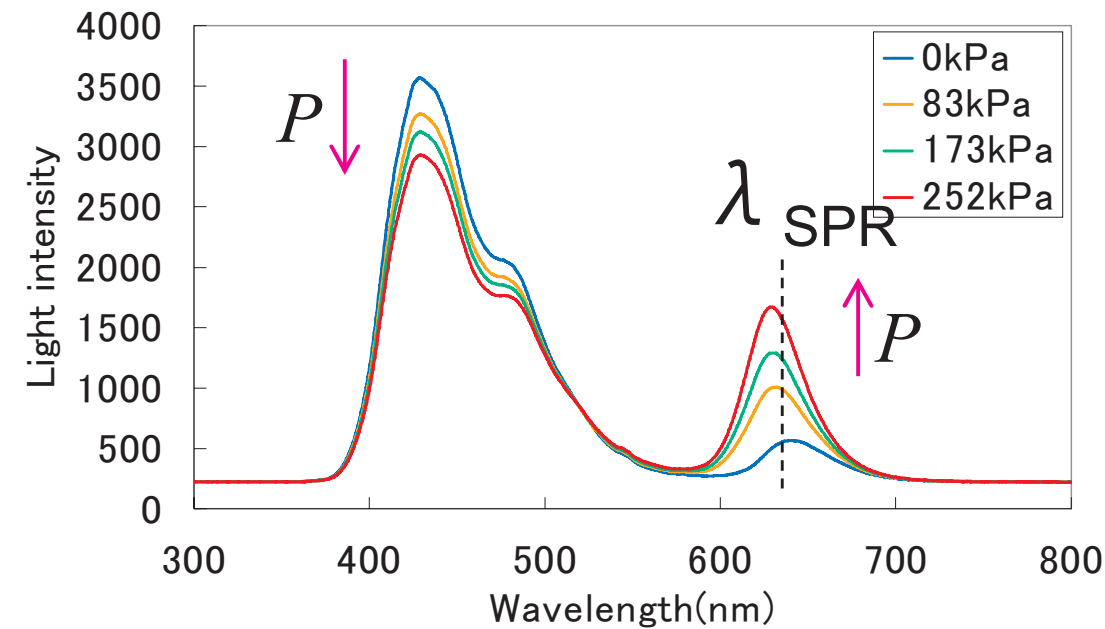
- 14%時に最大値(1.32MPa)
- 10%までは線形に増加
- 14%以降はヤング率が減少

**混合率によって圧力測定レンジを選択可能**

# 実験装置



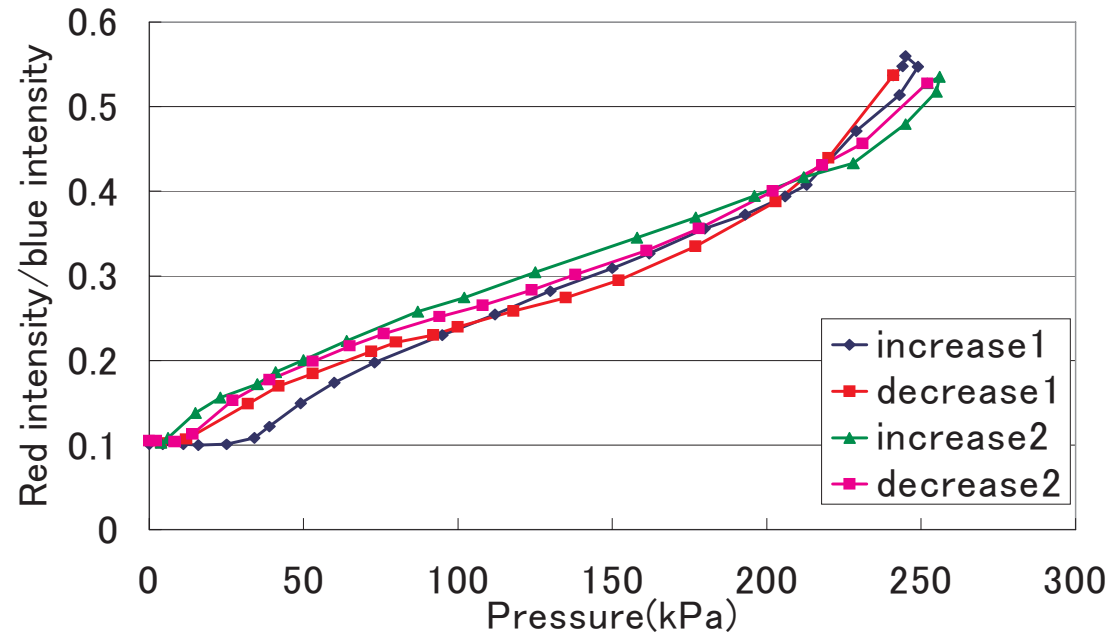
# 2色LEDを用いた圧力センシング実験



反射光強度スペクトル

圧力印加時の応答

共鳴波長  $\lambda_{SPR}$   $\longrightarrow$  増加  
短波長  $\implies$  減少

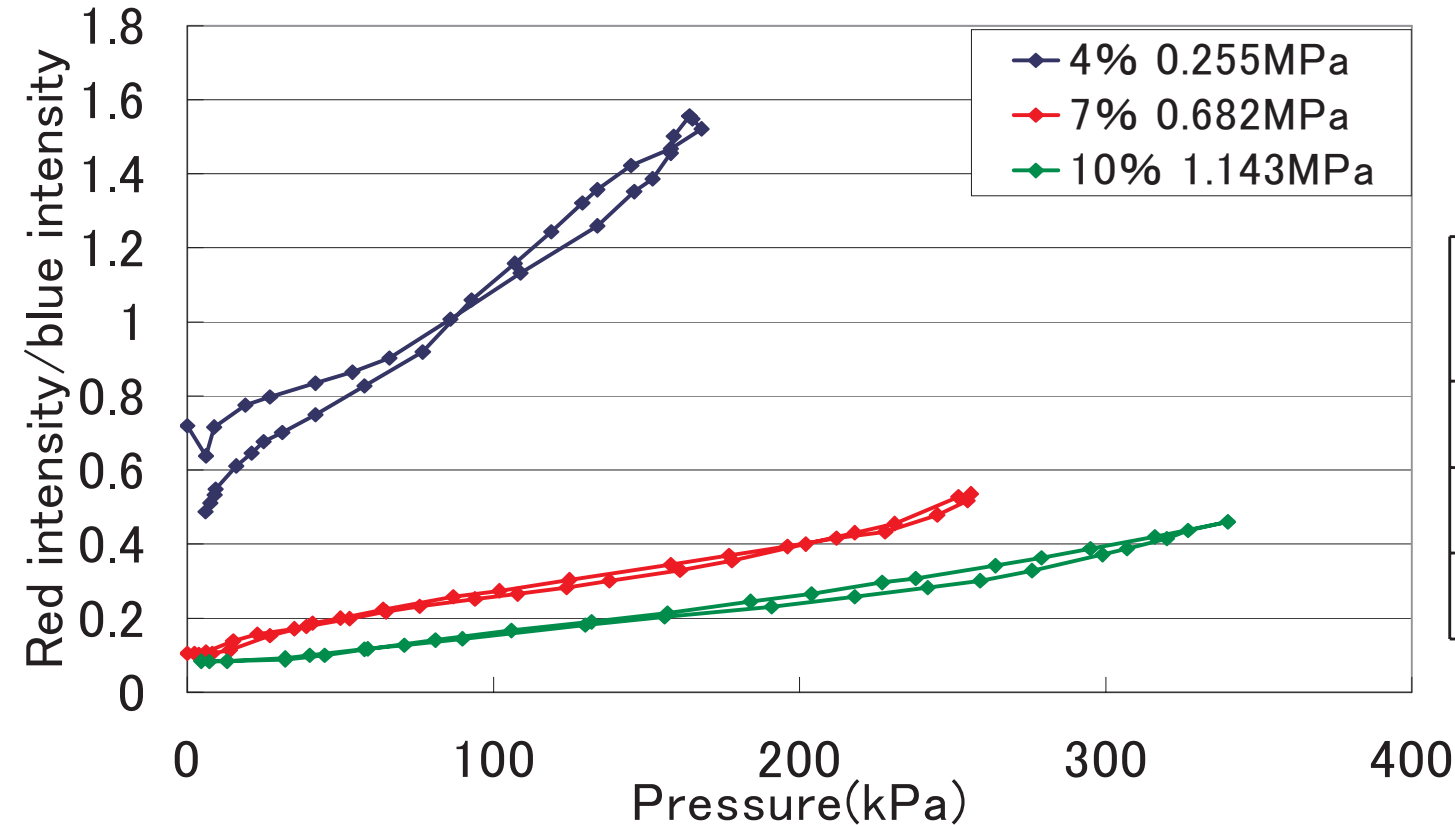


圧力に対するピーク強度比

ヒステリシスの低減

LEDとPDによる光学系の  
単純化

# ヤング率による測定レンジの変化



混合率	ヤング率 (MPa)	測定レンジ (kPa)
4 %	0.255	0~168
7 %	0.682	0~256
10 %	1.143	0~340

硬化剤の混合率によりPDMSのヤング率を制御



圧力に対する感度・測定レンジの選択

# 新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、耐電磁ノイズ性を改良した光学式圧力センサを開発することに成功した。
- 測定に使用する弾性体のヤング率制御により測定レンジが可変となる。

# 想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、高温・大振動環境や、強い電磁ノイズにさらされるMRI装置などに適用することで、従来測定できなかった圧力が測定できるというメリットが大きいと考えられる。
- 上記以外に、光ファイバの先端に集積化することで小型化できる効果も期待され、エンジン室内部のような複雑な構造体内部での使用が期待できる。

# 想定される業界

- 利用者・対象

自動車エンジン室内の圧力測定

（自動車業界など）

MRI観察中の生体内での血圧測定

（バイオ系研究所など）

## 実用化に向けた課題

- 現在、プリズムを用いたマクロモデルで基本原理の圧力測定を実証。しかし、小型化の点が未解決である。
- 今後、本圧力センサの小型化のため、光ファイバ先端に集積化された圧力センサの製作を行っていく。
- 実用化に向けて、圧力に対するセンサの光学的応答の線形性向上技術を確立する必要もあり。



# 企業への期待

- 未解決の小型化について、ファイバ端への集積化技術、とくに基準圧室を封止する技術が必要。
- 封止の技術を持つ企業との共同研究を希望。
- また、圧力センサを開発中の企業、測定分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

# 本技術に関する知的財産権

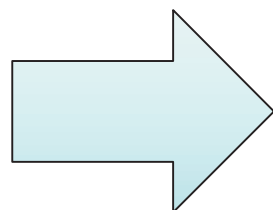
- 発明の名称 : 圧力センサ
- 出願番号 : 特願2009-80709
- 出願人 : 東京農工大学
- 発明者 : 梅田倫弘、岩見健太郎

# 発表内容

1. プラズモン共鳴を用いた光学式圧力センサ  
→微小領域の圧力センシング
2. プラズモン共鳴を用いた光制御電子源  
→電子線を用いた高速リソグラフィ

# 研究背景

家電・情報デバイスの智能化・小型化の要求



ASIC (特定用途集積回路)  
MEMS (微小電気機械システム)

の多品種少量生産の要求

フォトリソグラフィ: 原版(フォトマスク)が高額で  
多品種少量生産に向かない

電子ビームリソグラフィ: 電子線での一筆書きのため  
生産性が悪い

高速電子ビームリソグラフィの必要性

# 従来技術とその問題点

高速電子ビームリソグラフィは実用化段階にあり、海外のベンチャー企業などが参入している  
→装置が大型化、高コスト  
等の問題があり、いまだ普及していない

マイクロマシニング技術を用いた電子源の一括製作が研究されているが、実用化に至っていない

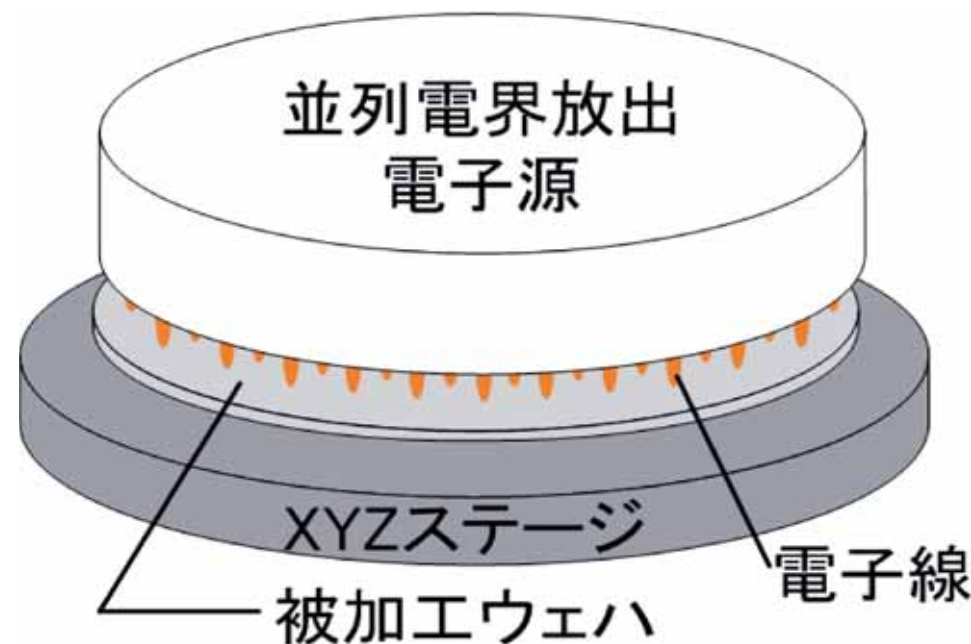
# ウェハレベル高速電子線リソグラフィ

## 背景

MEMSの多品種少量生産の要求

- ・フォトリソグラフィはマスクコストが問題
- ・電子線リソグラフィは生産性に問題

→ **電子線のマルチビーム化による  
高速リソグラフィの必要性**



電子線放出の低電圧化・電子源の高密度配置が課題となっており、  
実用化に至っていない

→新規の電子放出方法による解決を目指す

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 電子放出装置および電子放出方法
- 出願番号 : 特願2009-109717
- 出願人 : 東京農工大学
- 発明者 : 岩見健太郎、梅田倫弘

# お問い合わせ先

**東京農工大学 産官学連携・知的財産センター  
研究コーディネーター 江口 元（えぐち はじめ）**

**TEL : 042-388-7283**

**FAX : 042-388-7173**

**Email : [h-eguchi@cc.tuat.ac.jp](mailto:h-eguchi@cc.tuat.ac.jp)**