



# 「ポータブル・高感度な光デバイス」

～光を長く閉じ込める技術とその応用に向けて～

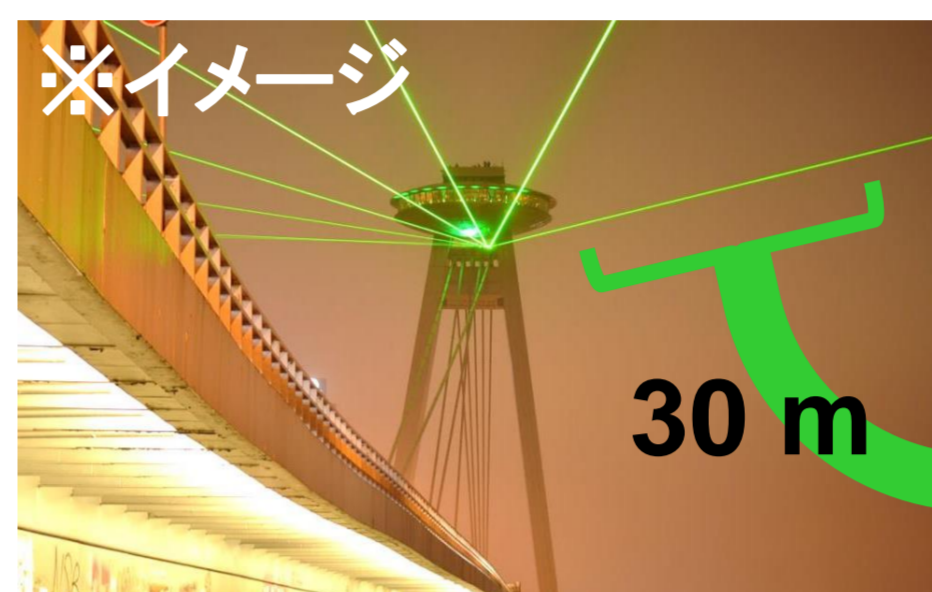
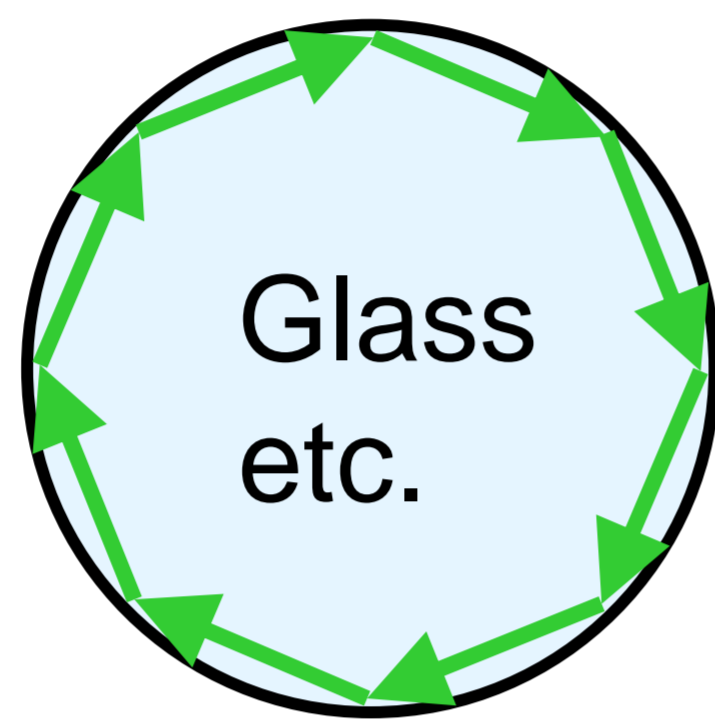
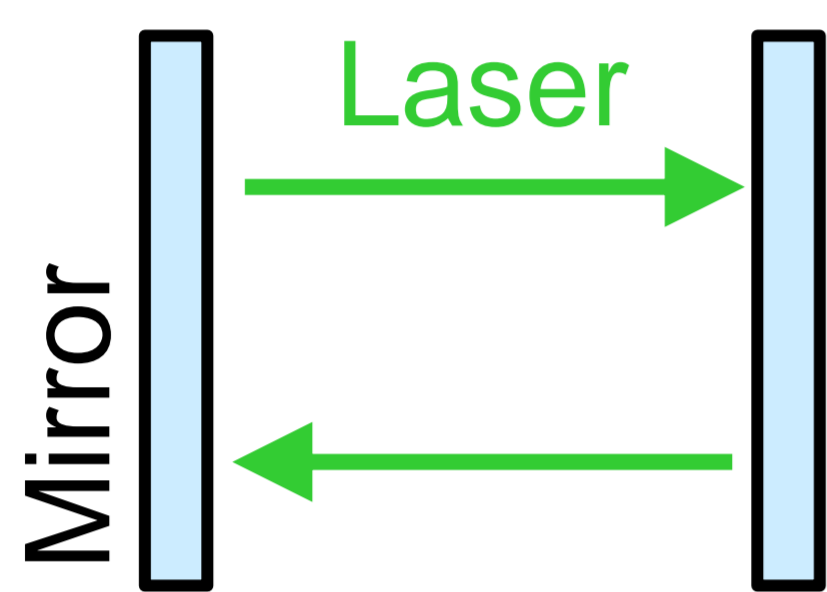
コアテクノロジー

マイクロ光共振器 = 光を閉じ込める小さな素子

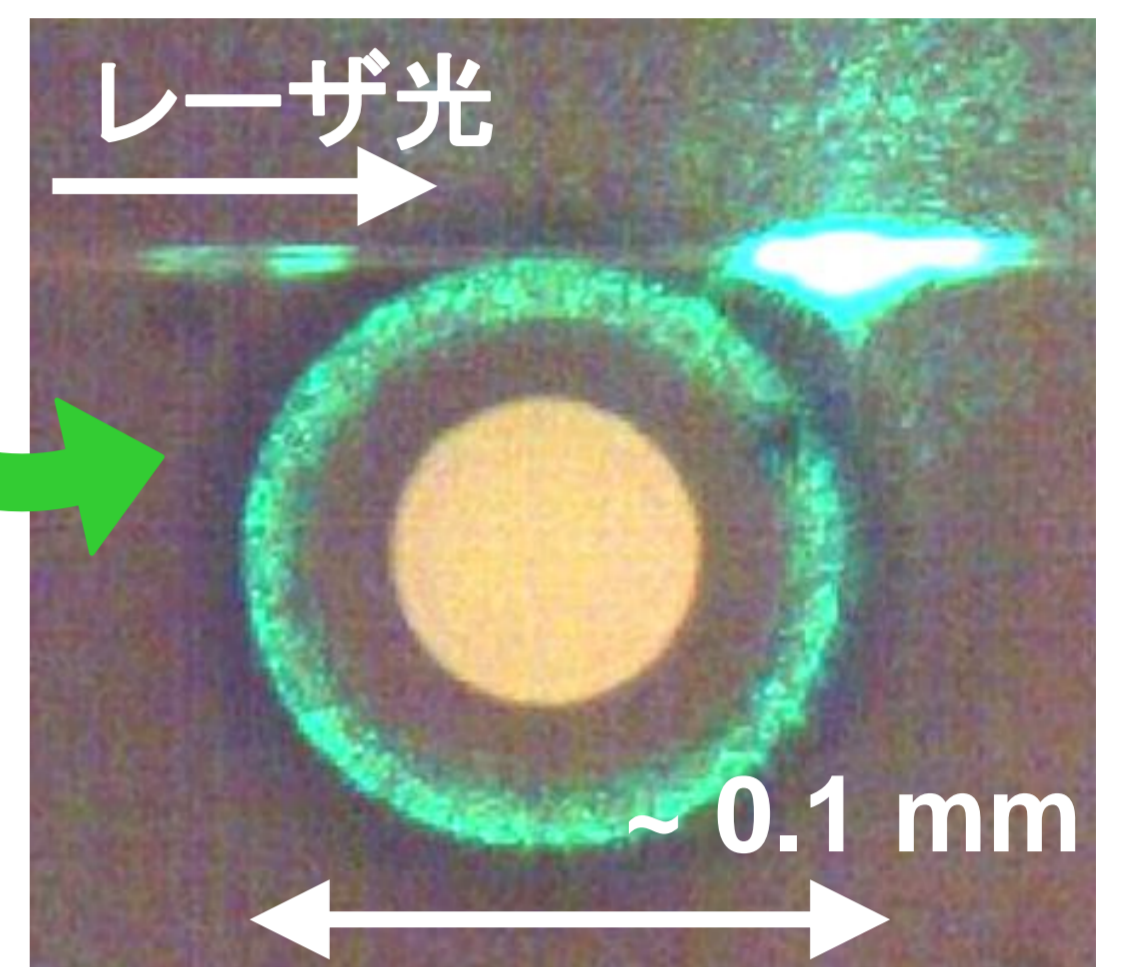
## 光の反射でレーザ光を閉じ込める

鏡を利用

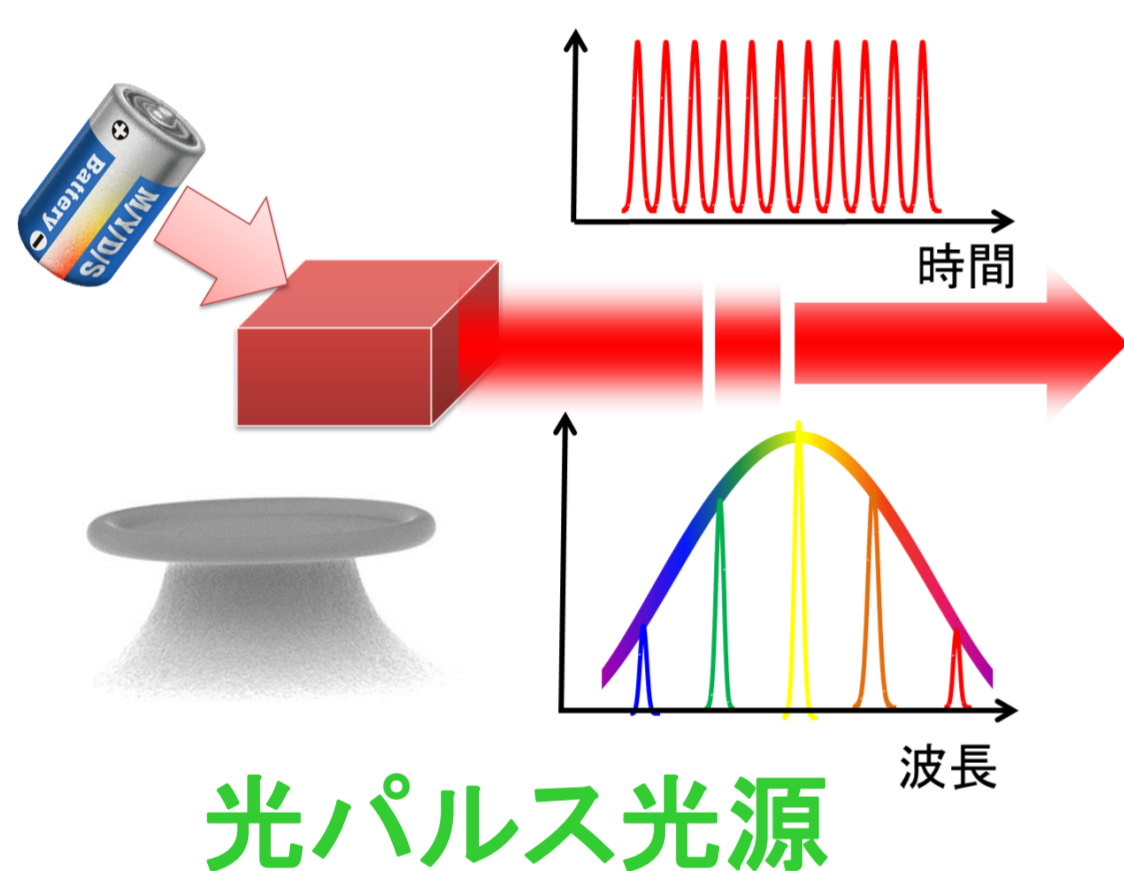
物質の屈折率を利用



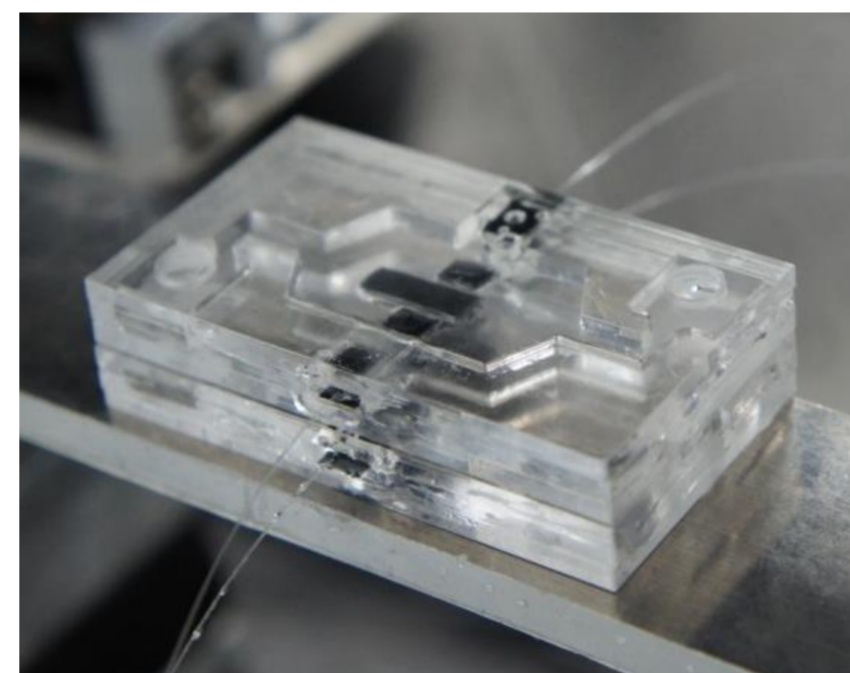
※イメージ  
0.0000001秒間  
光を閉じ込める  
⇒ 30 m の光を収納



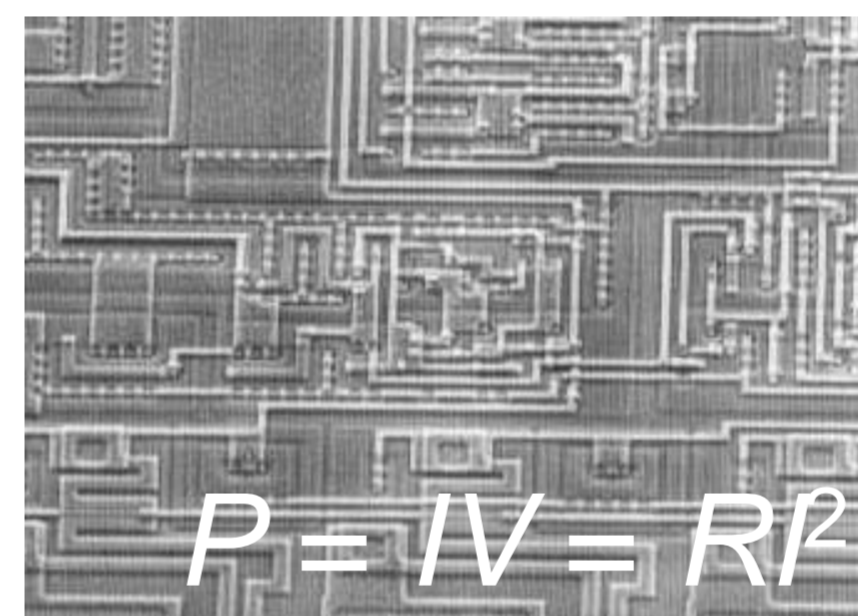
## 共振器中の光エネルギーが大きくなり、光と物質の相互作用が強く起こる。



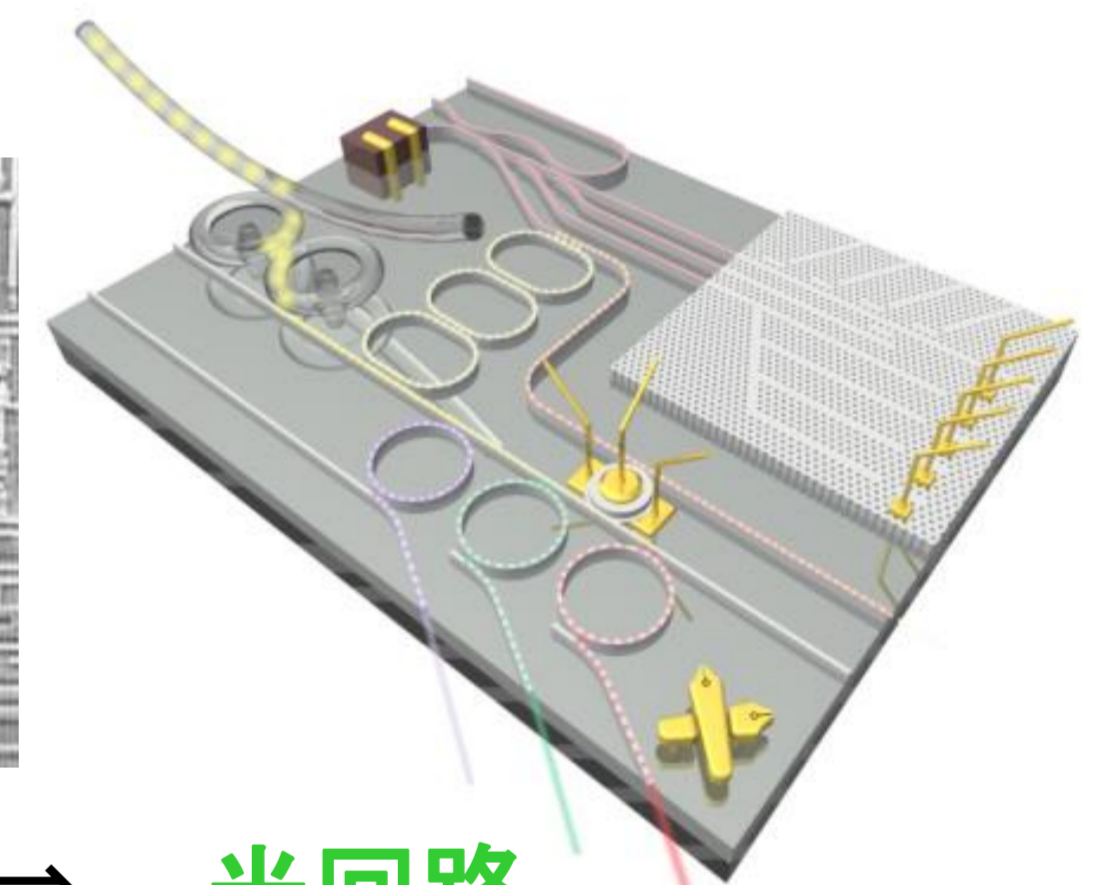
光パルス光源



環境センサー

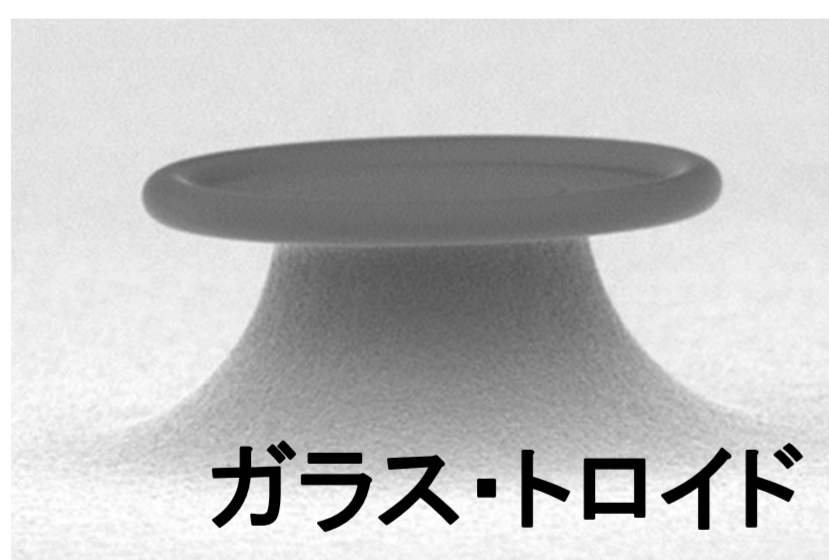


電子回路

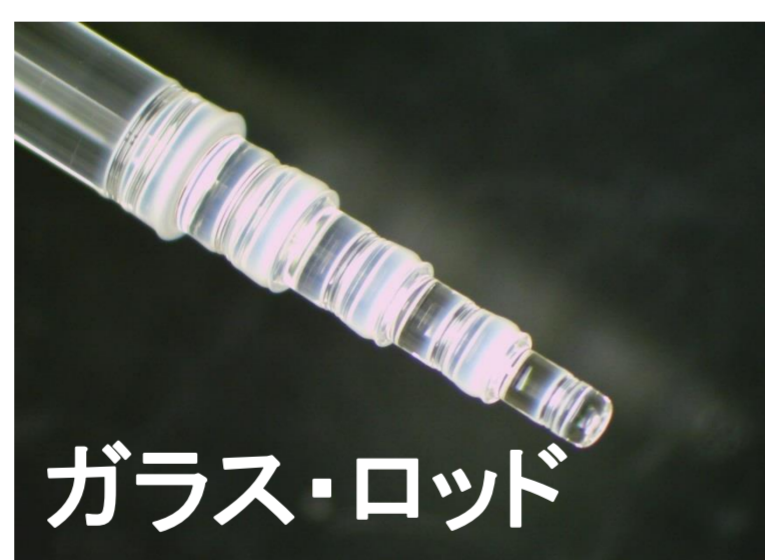


⇒ 光回路

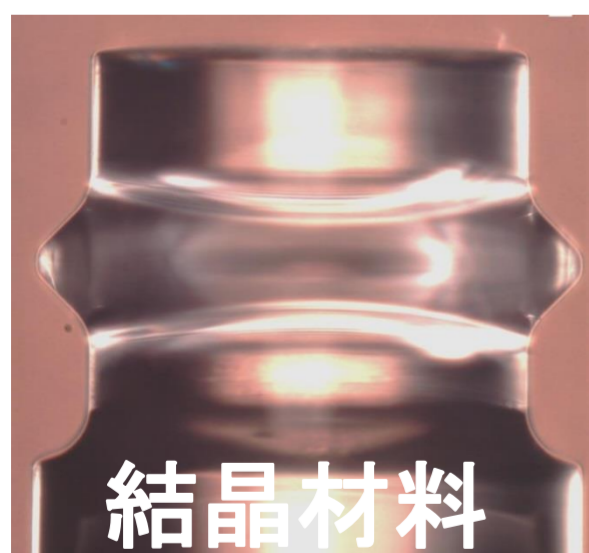
## 研究室で用いているマイクロ光共振器



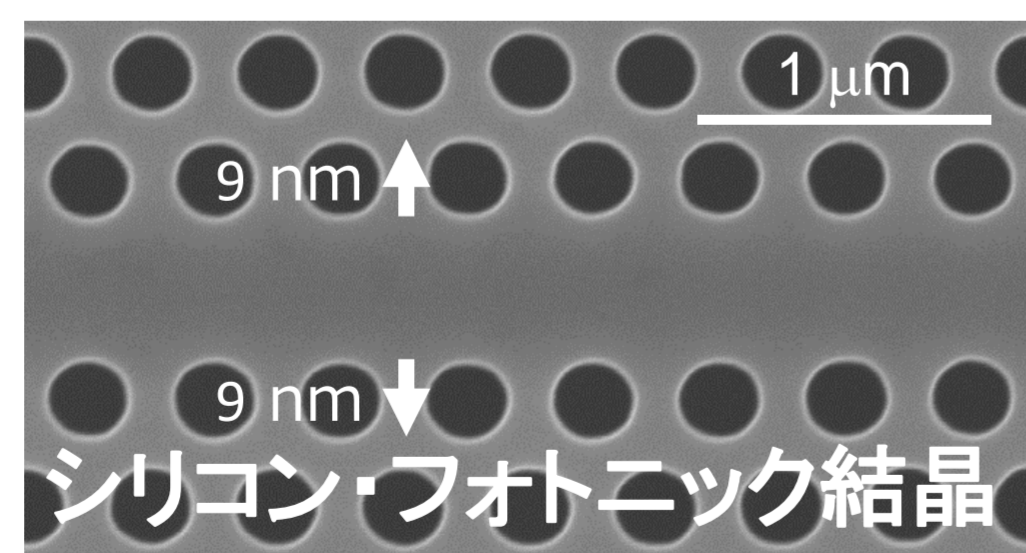
ガラス・トロイド



ガラス・ロッド



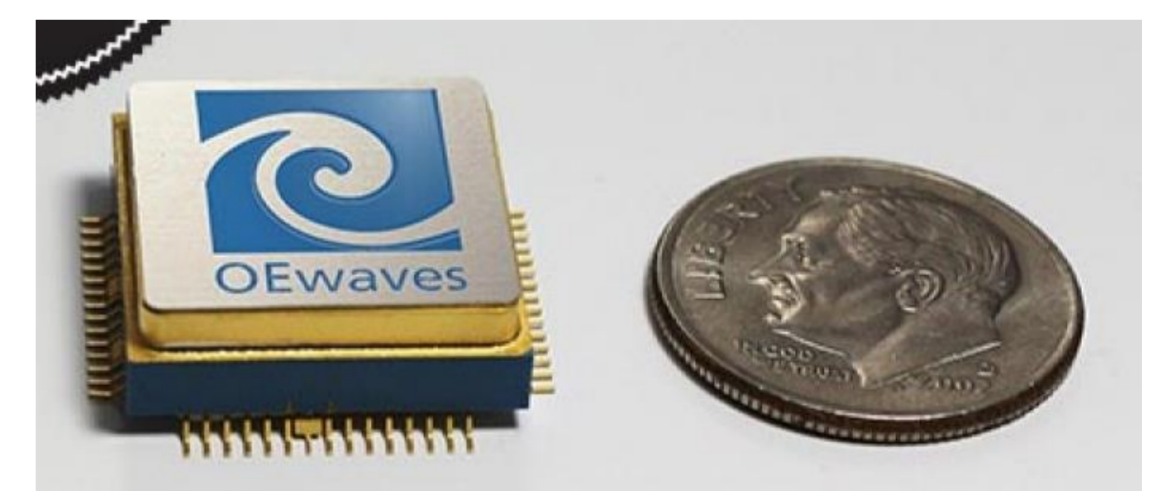
結晶材料



シリコン・フォトニック結晶

光は超高速ですが、逆に小さなところに閉じ込めることは苦手です。光パルス発生や高感度センサ、光信号処理の実現には、光を長く一か所に閉じ込める必要があります。これは効率的な光の閉じ込めによって、光共振器内の「光と物質の相互作用」が強くなるためです。近年では米国のベンチャー企業がマイクロ光共振器を用いた製品を販売し始めるなど、産業界でも注目を集める技術です。

米国OE Waves社の製品



研究者名

電子工学科／総合デザイン工学専攻 田邊孝純

お問合せ先

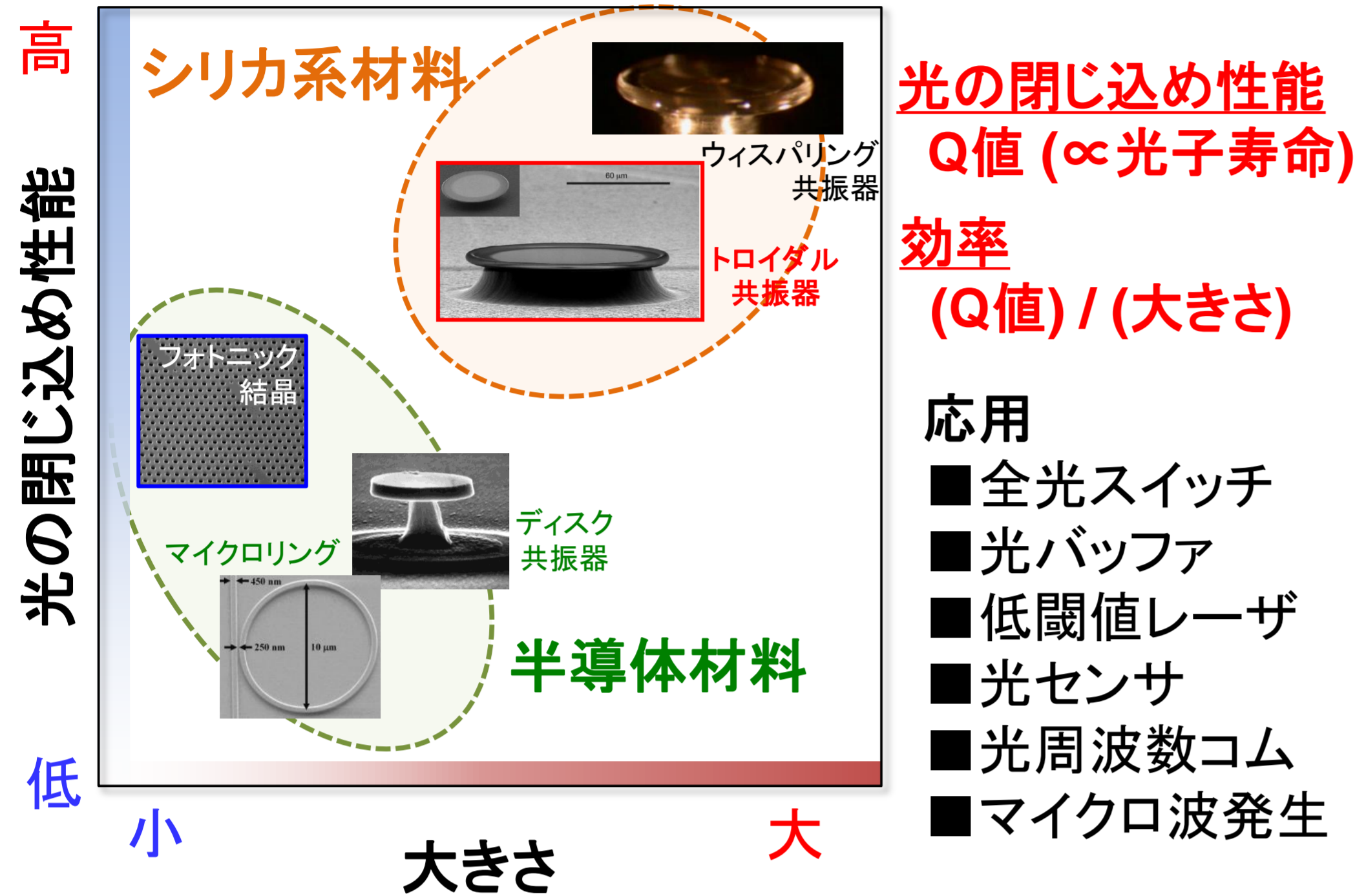
takasumi@elec.keio.ac.jp 045-566-1730 <http://www.phot.elec.keio.ac.jp/>



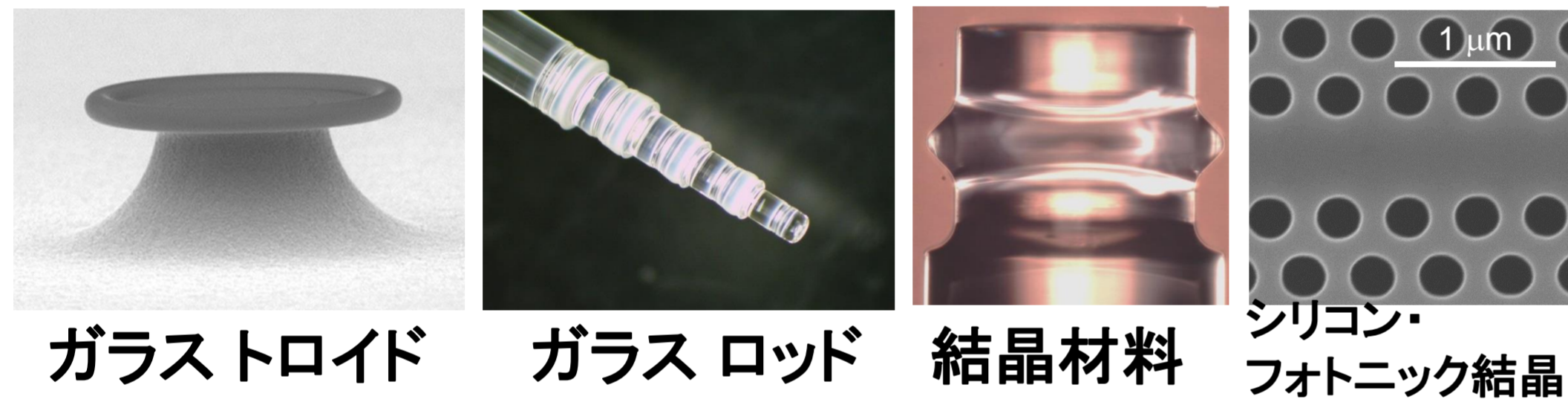
# 「マイクロ光共振器の作製」

～研究室の基盤技術～

## マイクロ光共振器の種類



## 田邊研究室で用いている光共振器

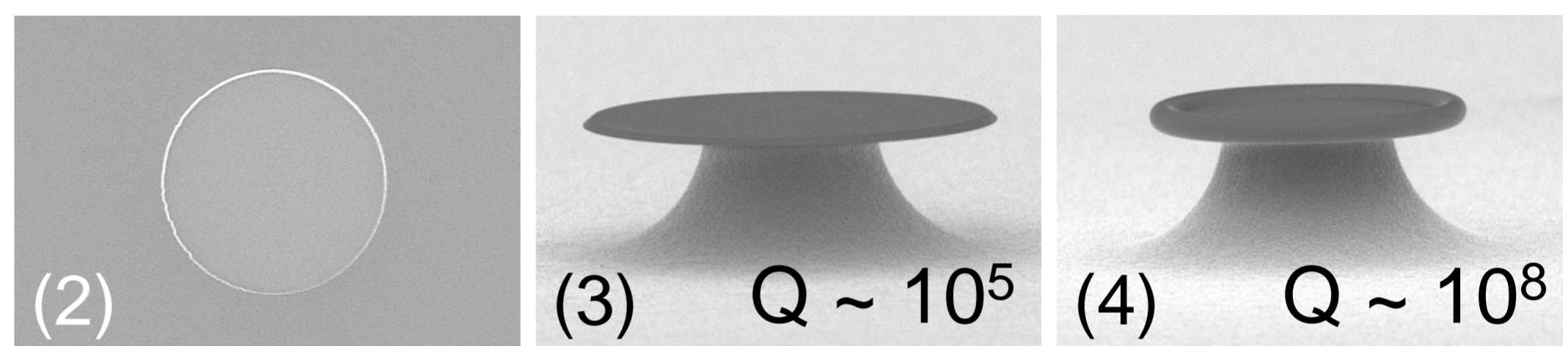
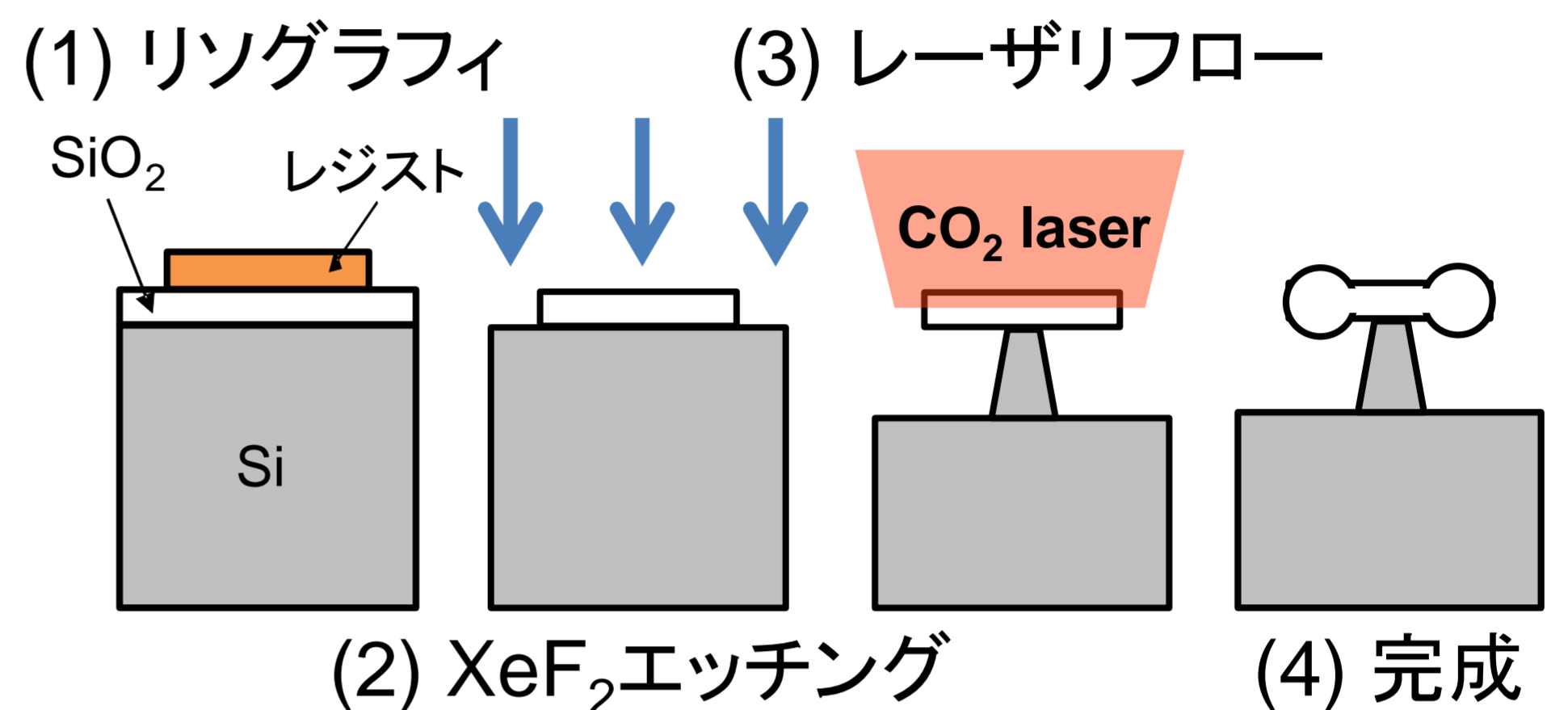


## プロセス設備



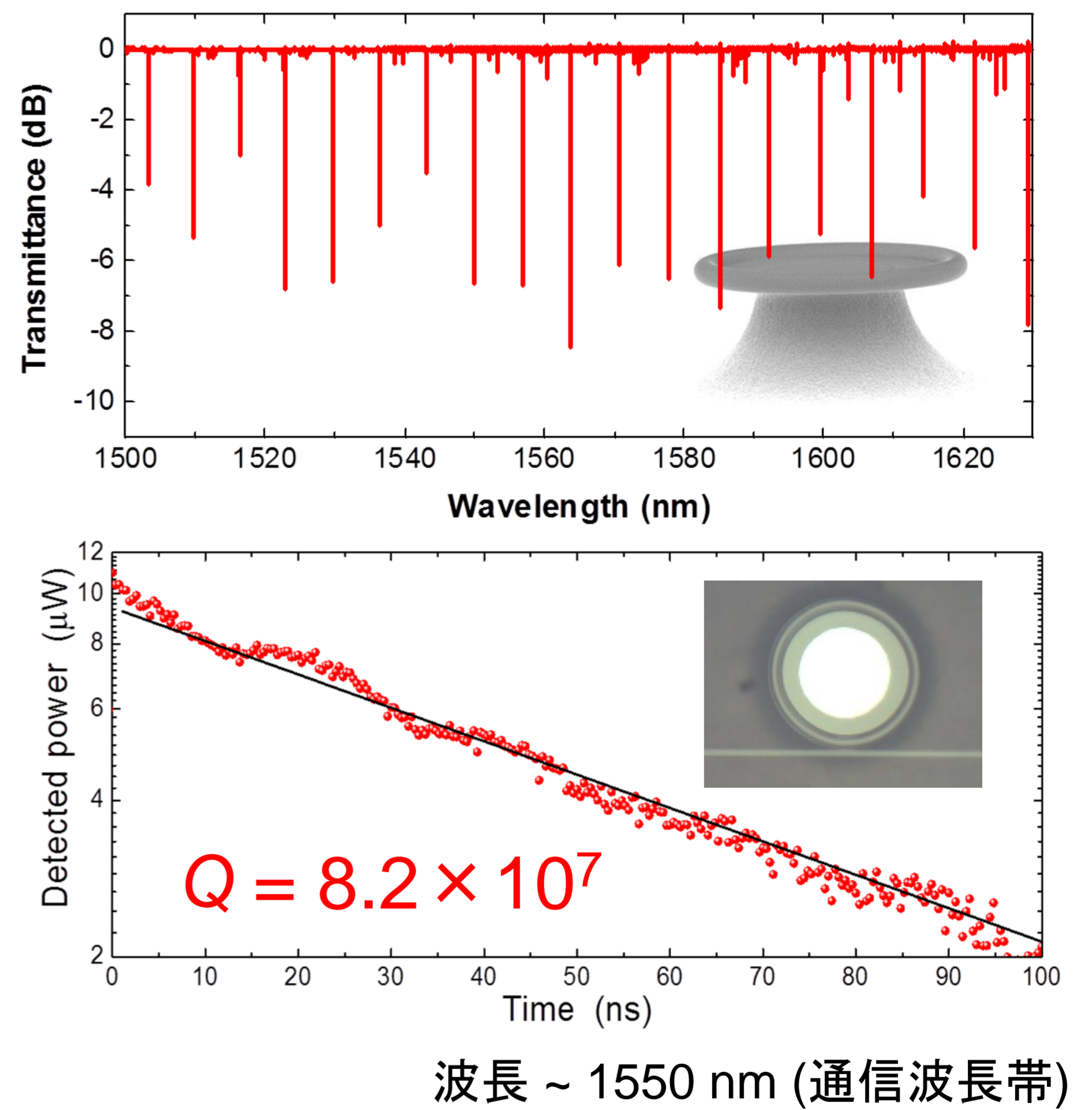
## 高Q値ガラストロイド光共振器

### 作製方法



レーザーリフローでガラス表面を溶解して滑らかにすることで、光の散乱を防ぎ高いQ値(高性能)が得られる。

## 閉じ込め波長 & 光子寿命の測定



研究者名

電子工学科 / 総合デザイン工学専攻 田邊孝純

お問合せ先

takasumi@elec.keio.ac.jp 045-566-1730 <http://www.phot.elec.keio.ac.jp/>

# 「マイクロ光共振器によるセンサ応用」

～ポータブルで高感度なセンサの開発に向けて～

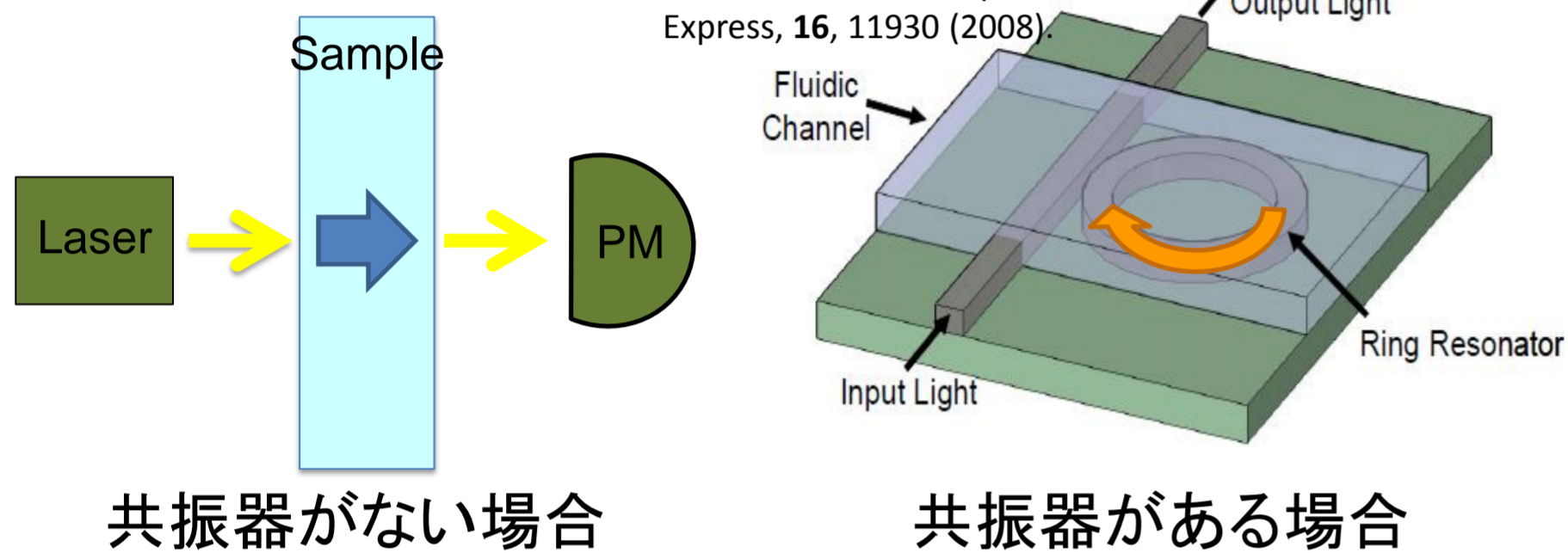
## 研究の目標

■ pH・アンモニアガス・タンパク質の高感度センシング

■ ポータブルでパッシブなガスセンサの開発

## 光共振器を用いたセンシング

### 利点

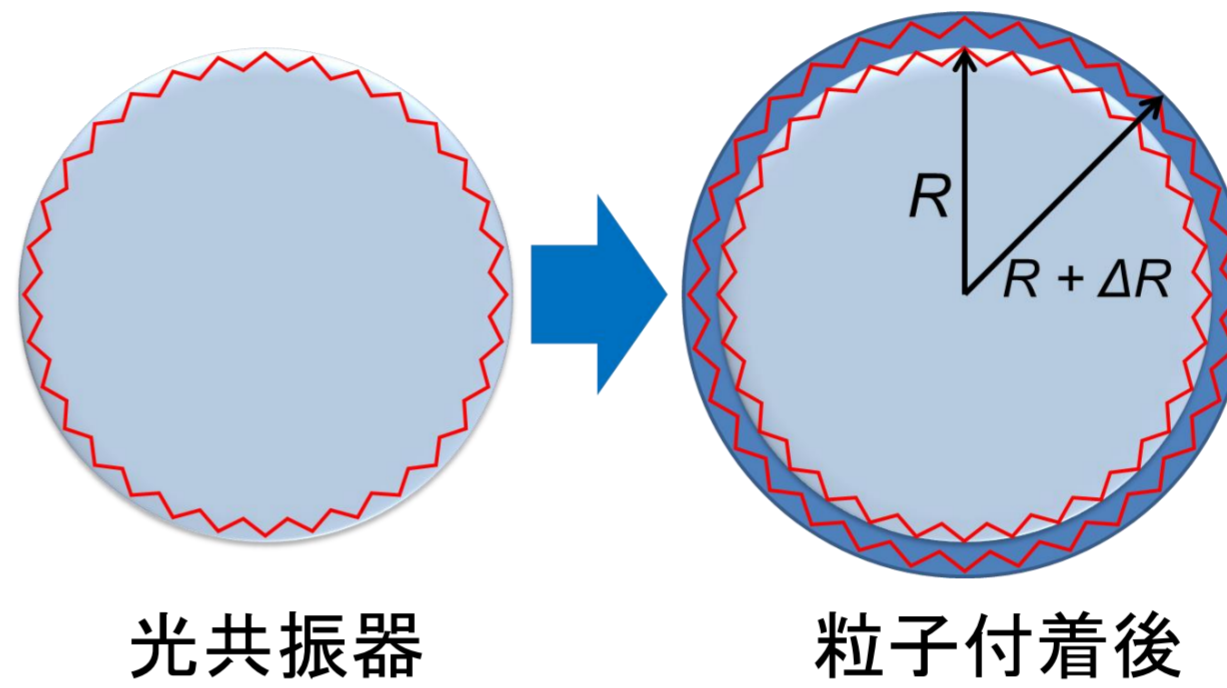


共振器がない場合

共振器がある場合

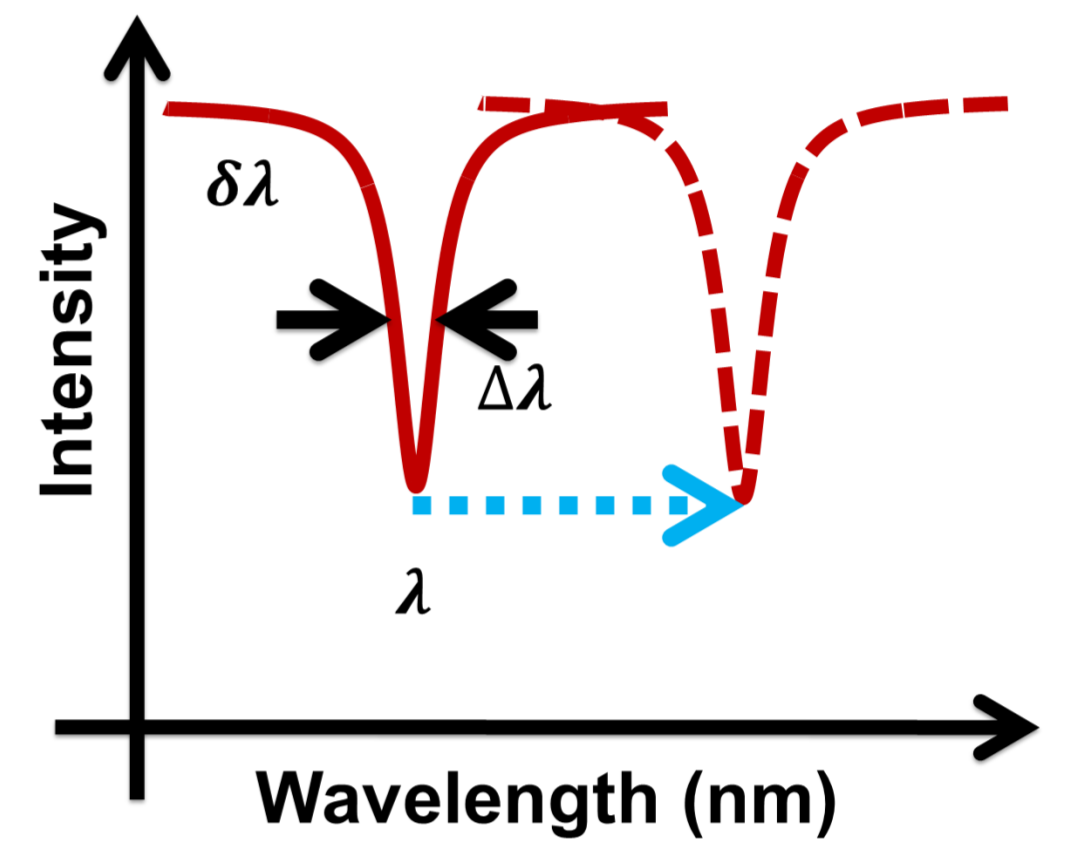
共振器により光と物質が複数回相互作用する  
⇒ センサの小型化が可能

### 原理



光共振器

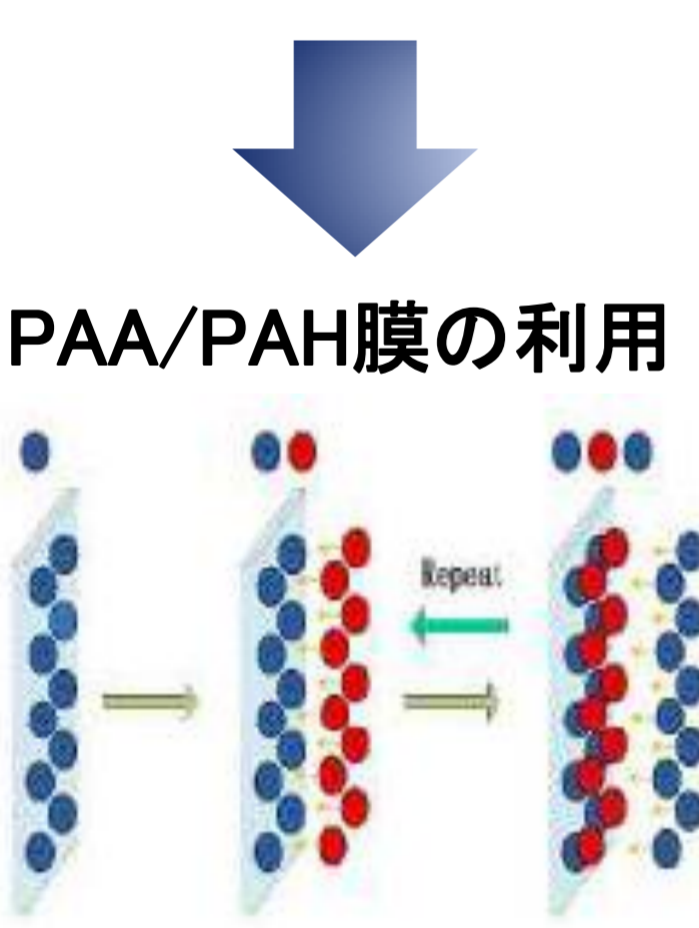
粒子付着後



光共振器表面に粒子が付着することで共振波長がシフトする

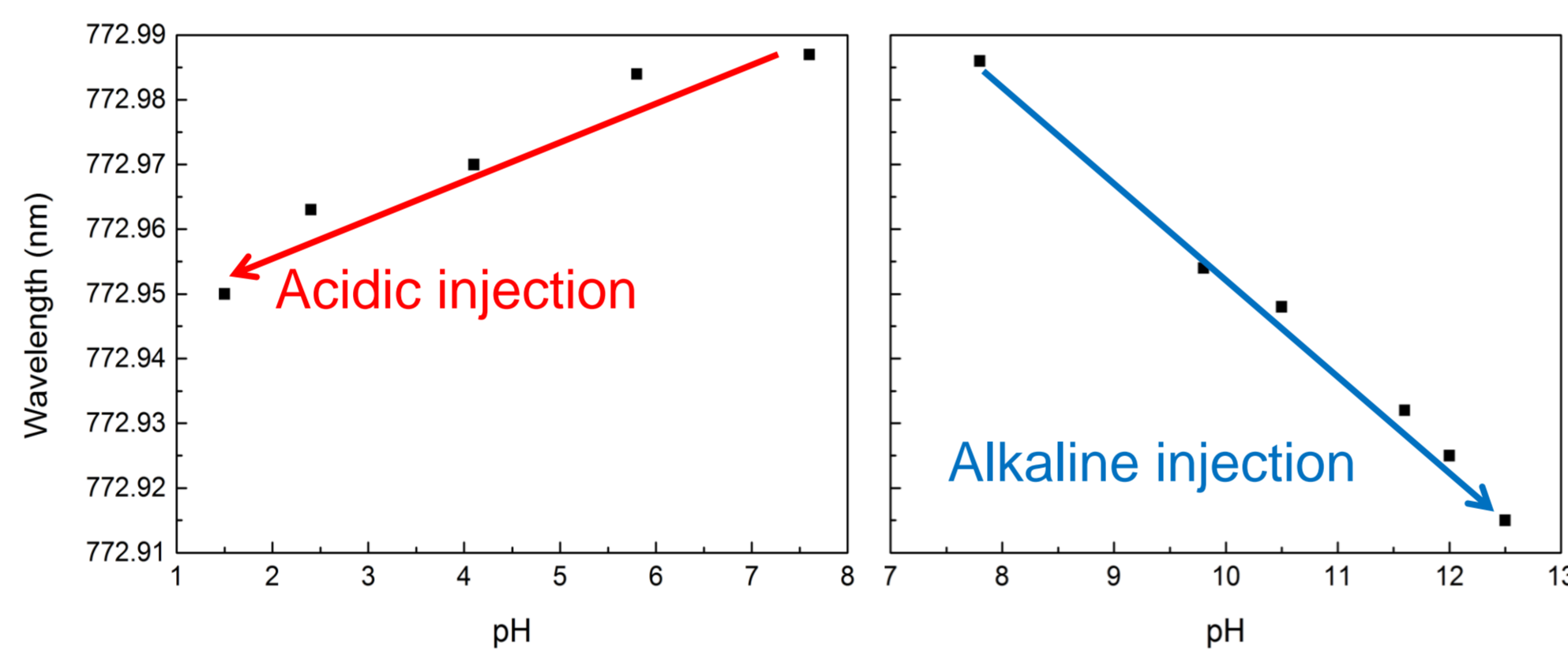
## 光共振器を用いたpH, アンモニアガスセンシング

### 高感度化の工夫



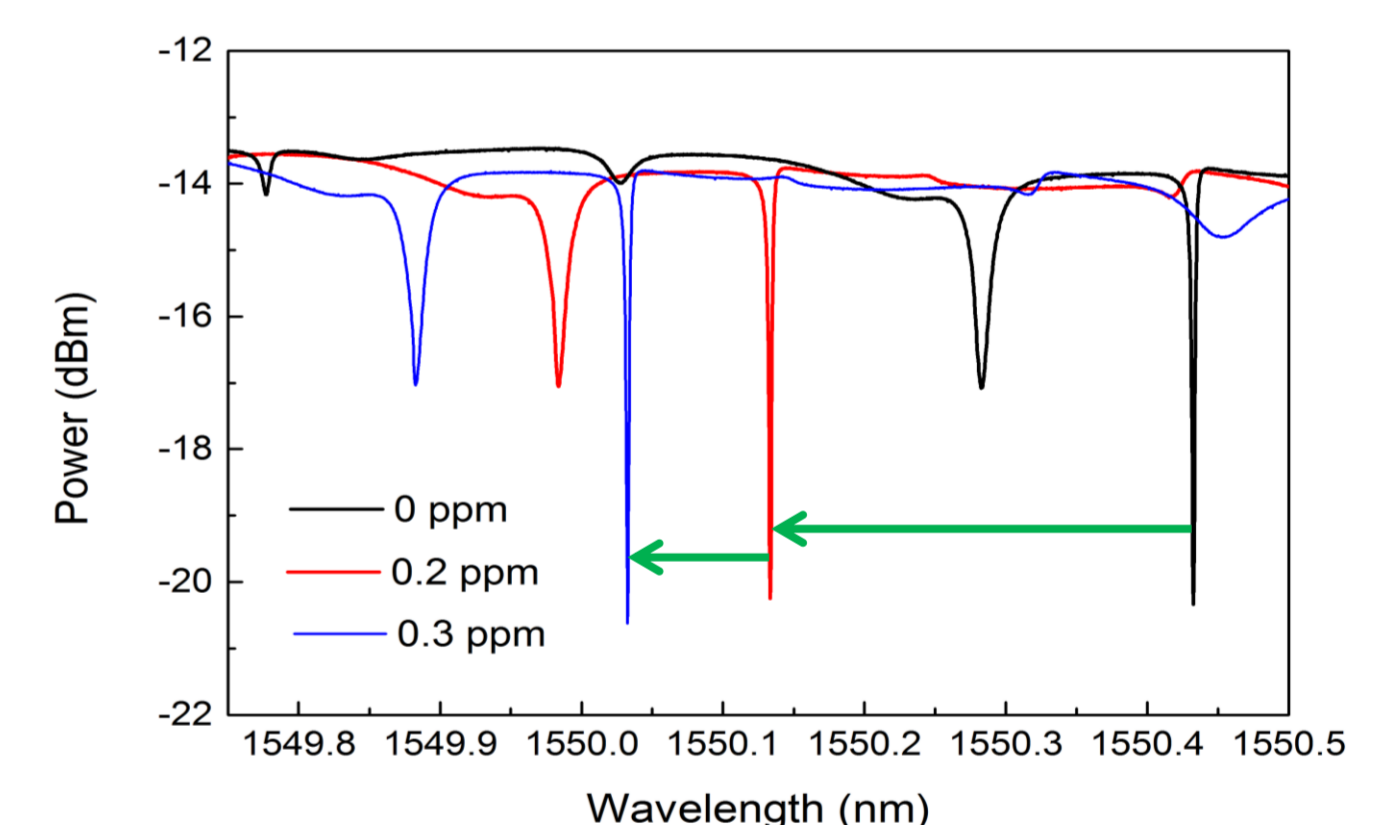
B. Gu, et al., Opt. Express, 17, 22296 (2009).

### pHセンシング



$7.5 \times 10^{-5}$  pH unit

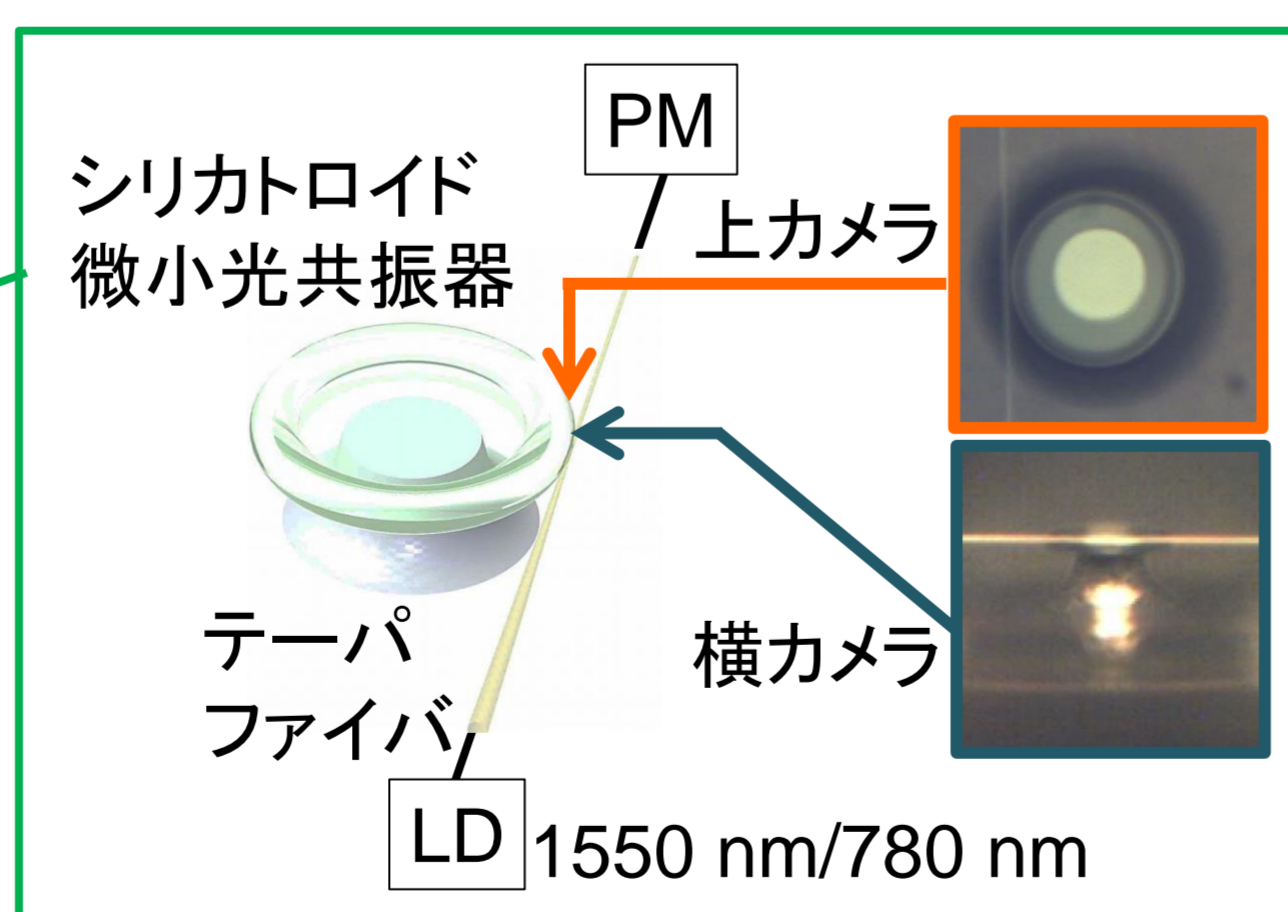
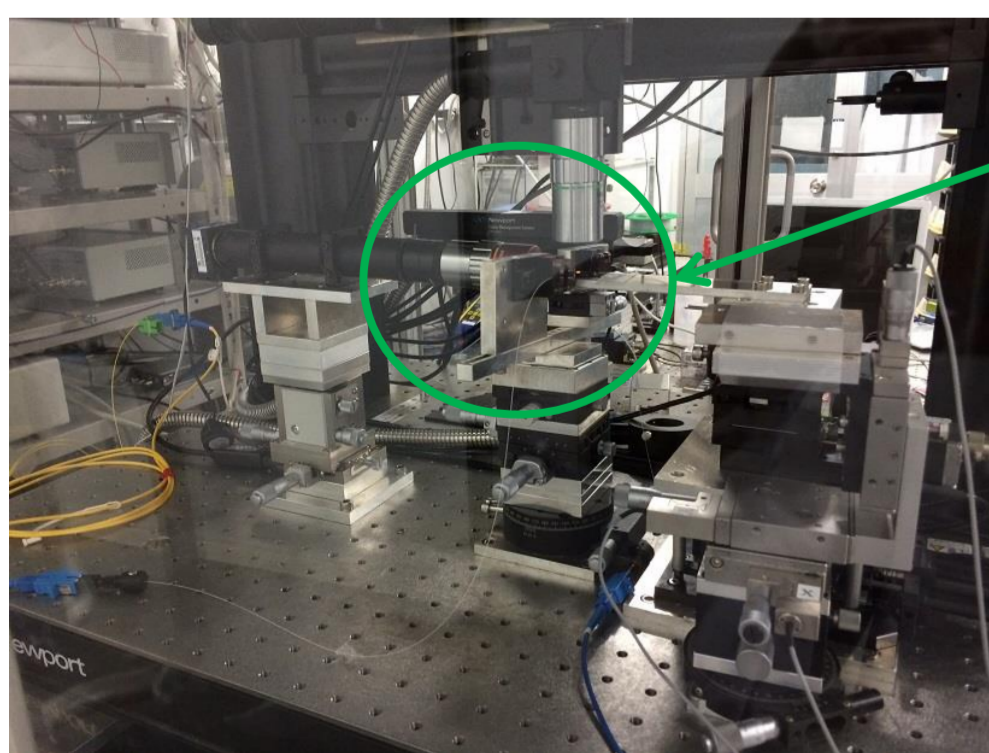
### アンモニアガスセンシング



-0.84 ppm

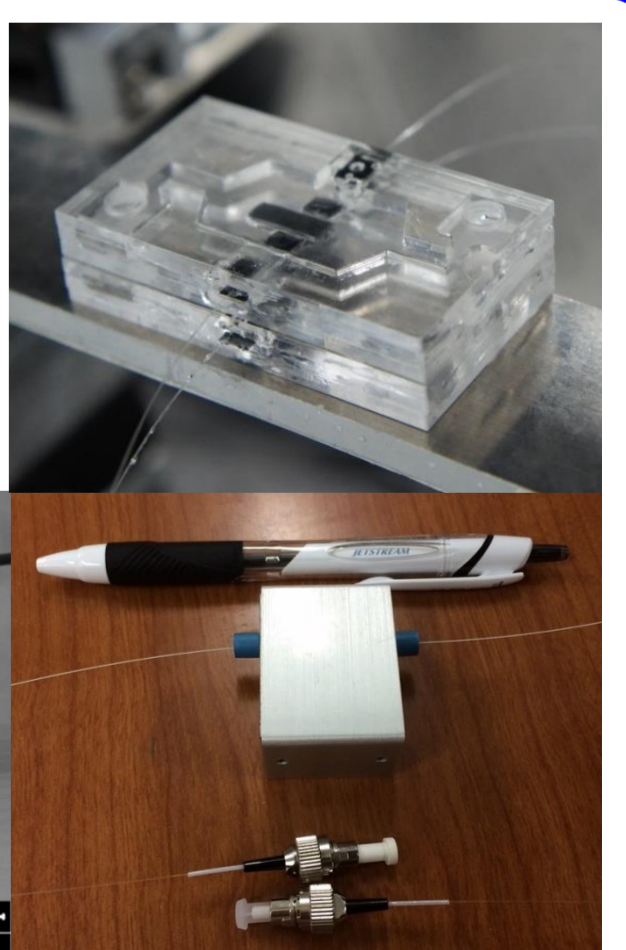
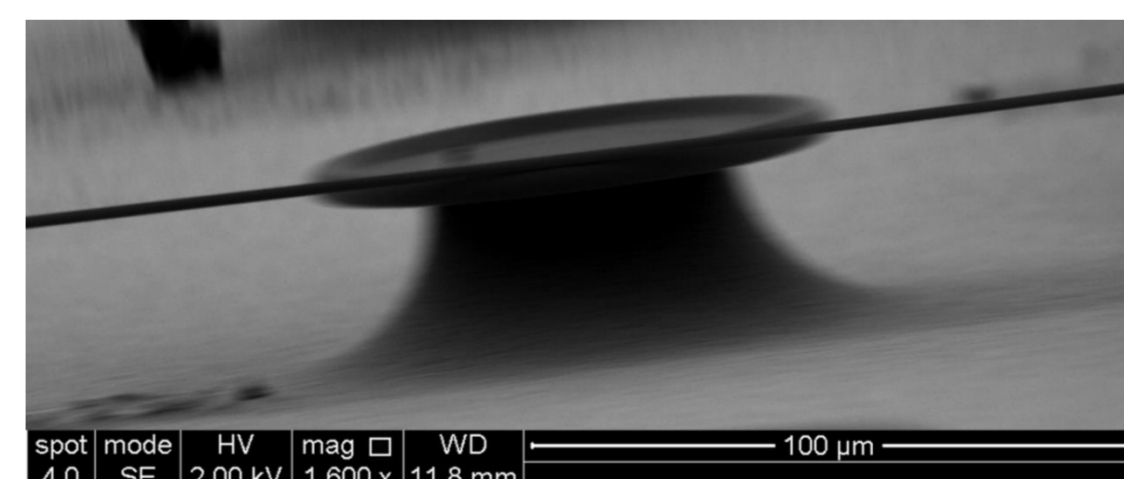
## パッケージング

### 従来の実験方法



### パッケージング (UV硬化剤)

⇒ 持ち運び可能  
結合を保つことができる



研究者名

電子工学科 / 総合デザイン工学専攻 田邊孝純

お問合せ先

takasumi@elec.keio.ac.jp 045-566-1730 <http://www.phot.elec.keio.ac.jp/>

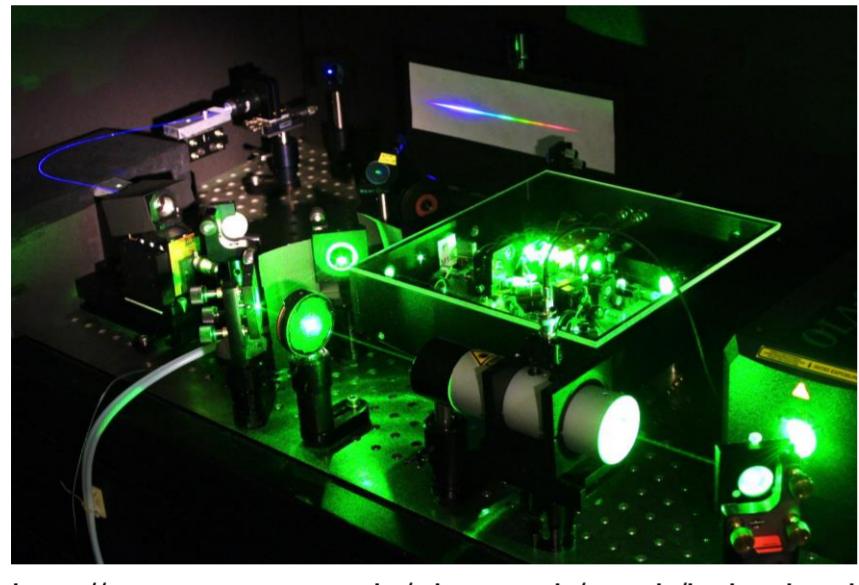
# 「マイクロ光共振器による光カーコム光源」

## ～小型・省エネ・高繰り返し光パルス光源の開発～

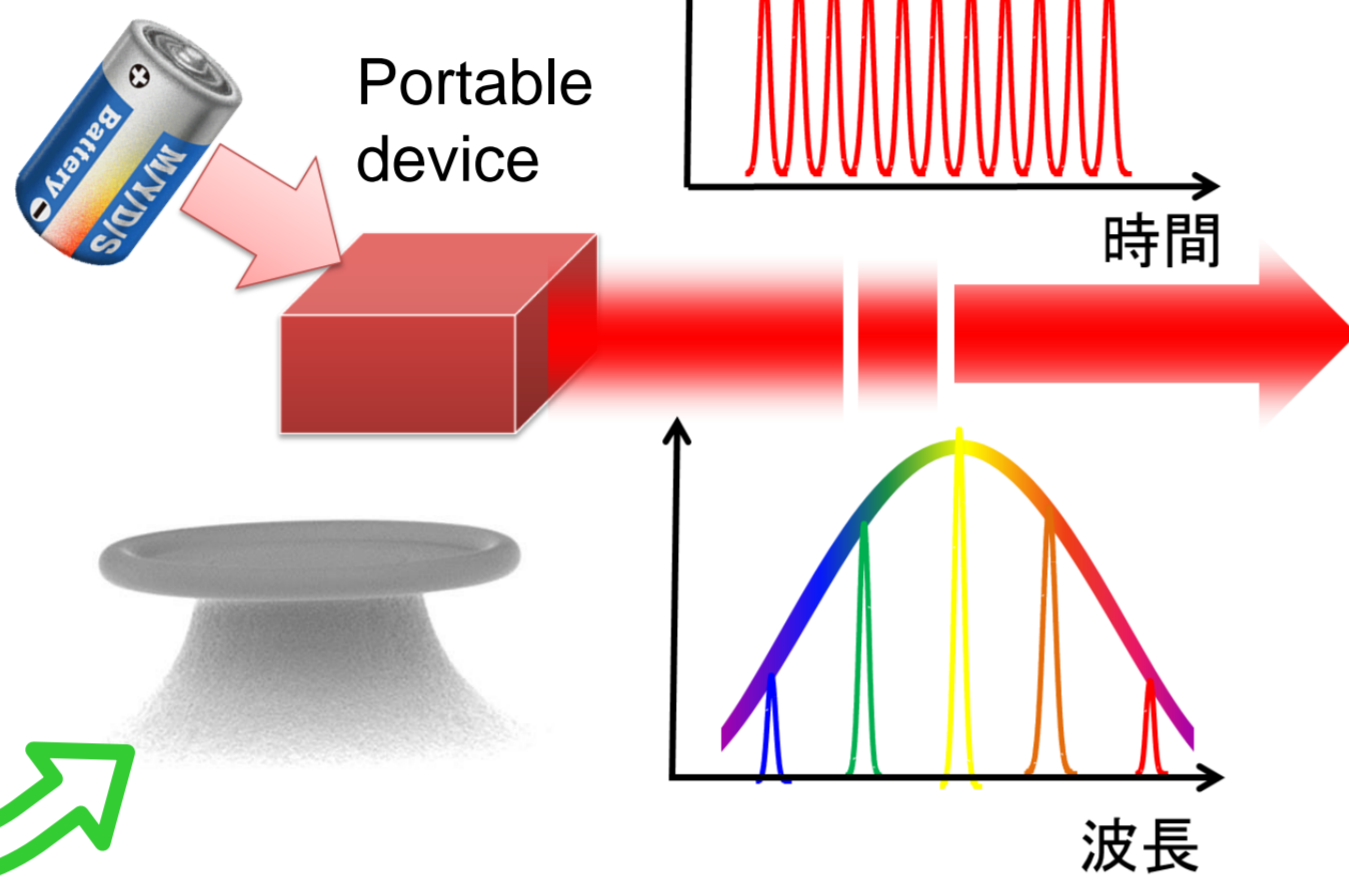
### 研究の目標

- ポータブルな光コム光源
- 小型な高繰り返し光パルス発生器

従来の光コム光源

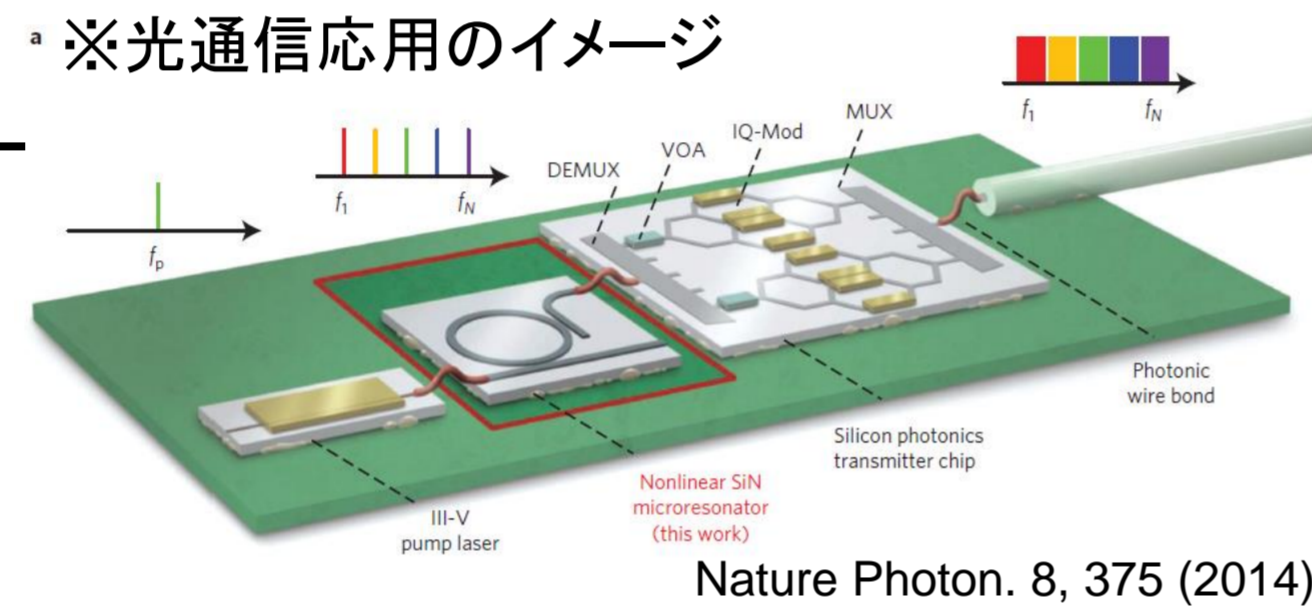


<http://www.mpq.mpg.de/~haensch/comb/index.html>



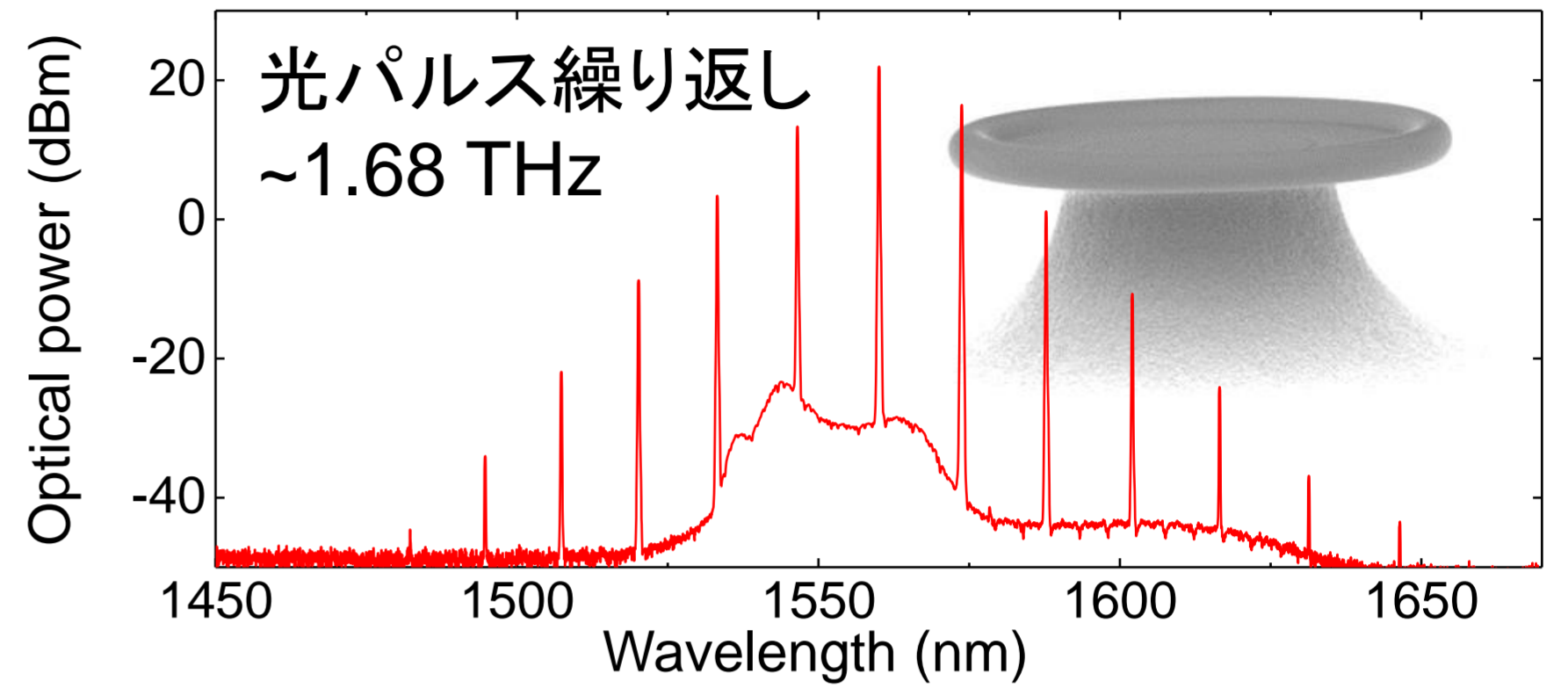
### 応用例

- 小型な環境化学センサー
- 光通信の光源
- マイクロ波発生器
- 安定レーザ光源
- ...

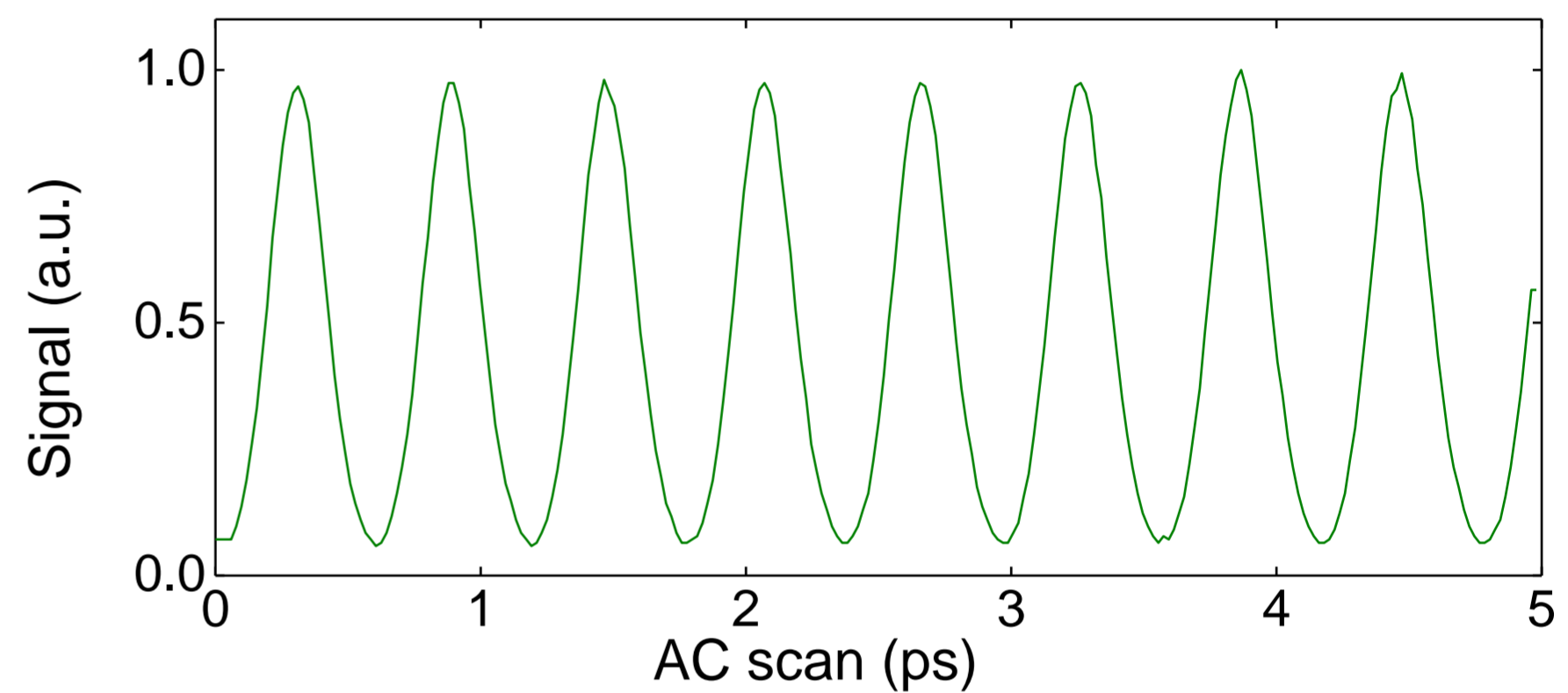


### 光カーコム (ガラスロッド光共振器)

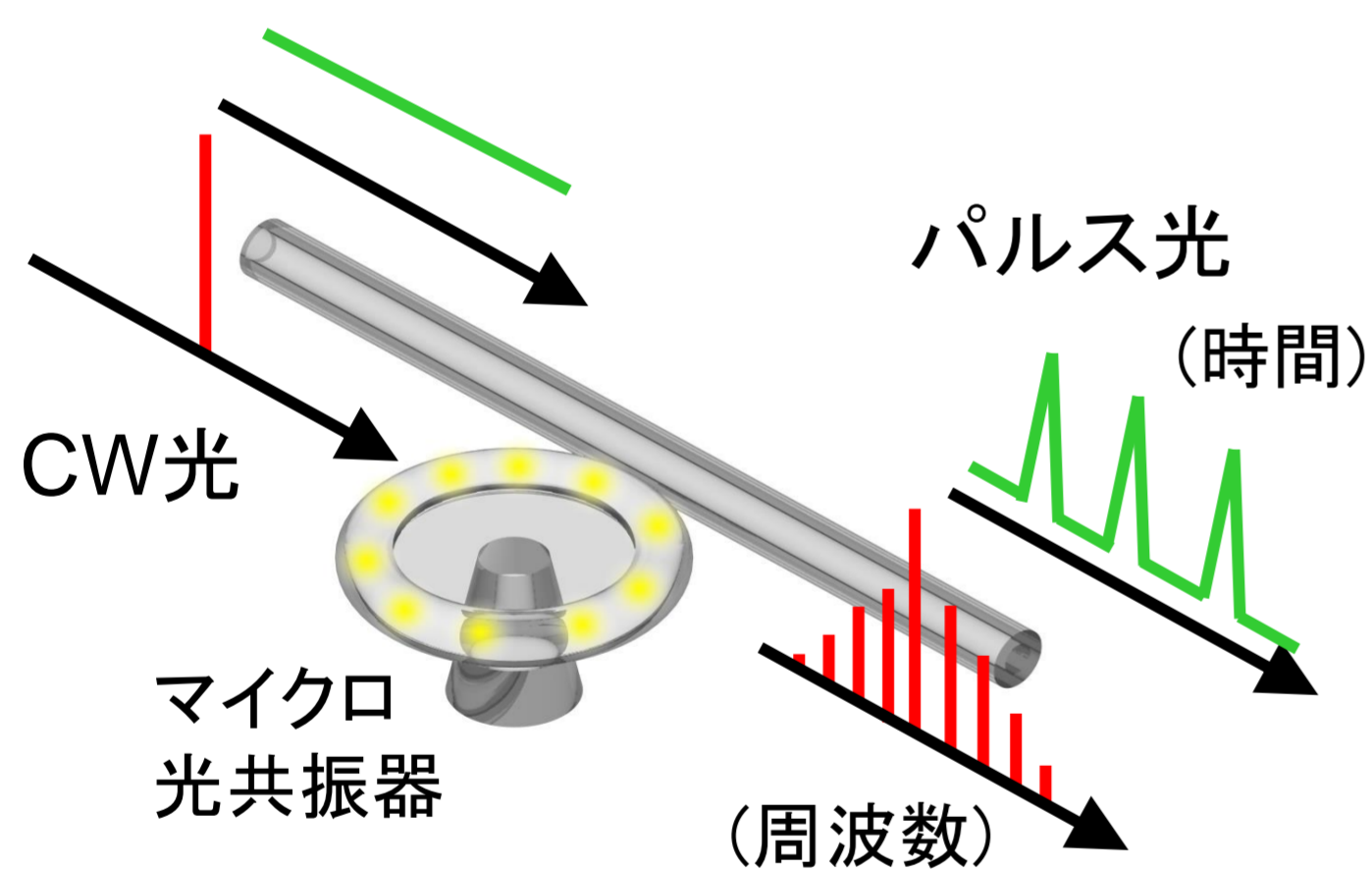
#### スペクトル (周波数成分)



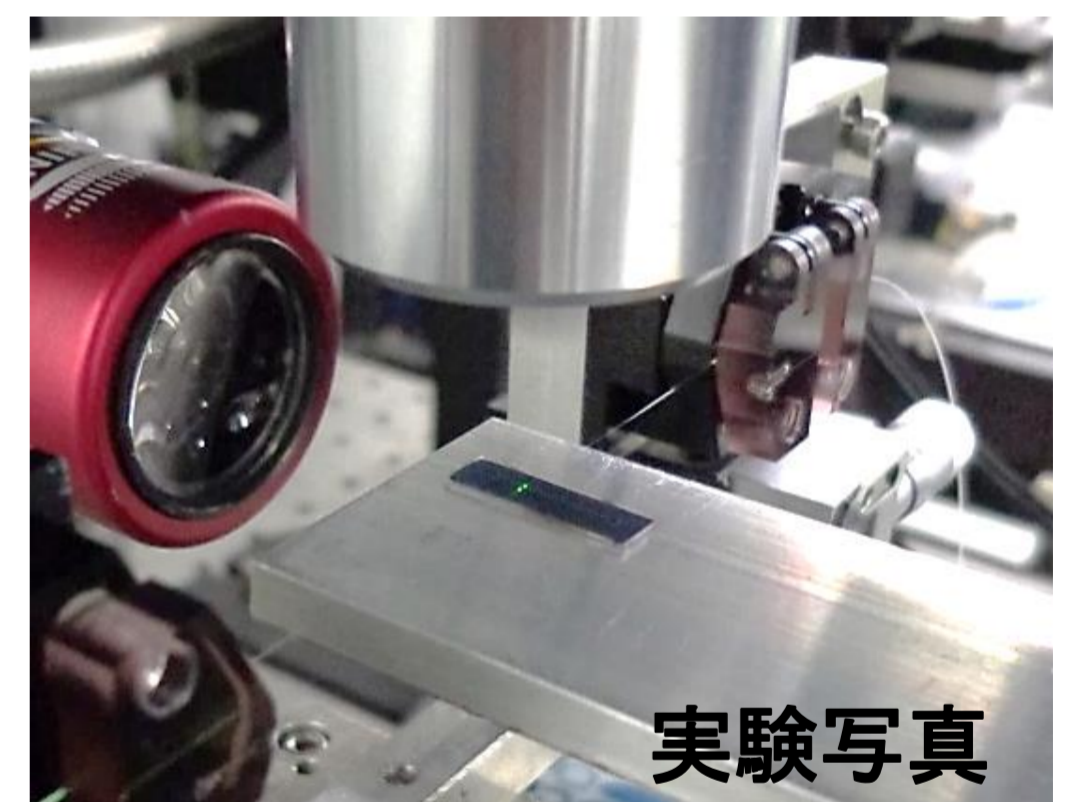
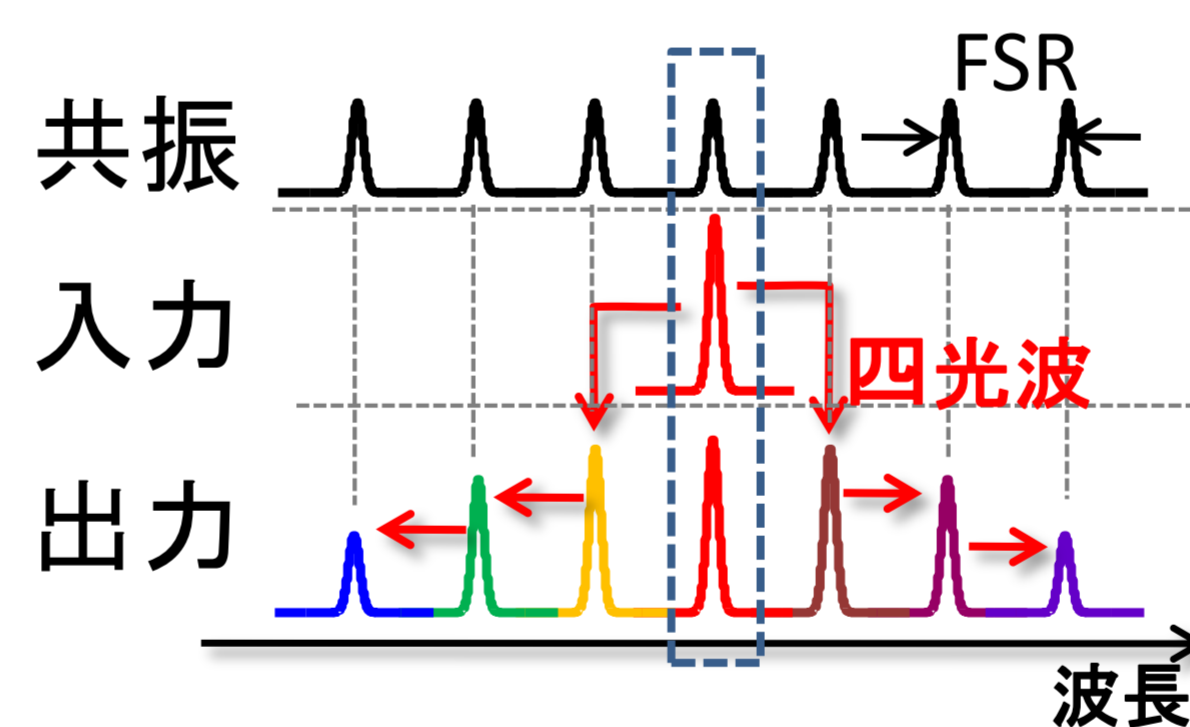
#### 自己相関波形 (時間成分)



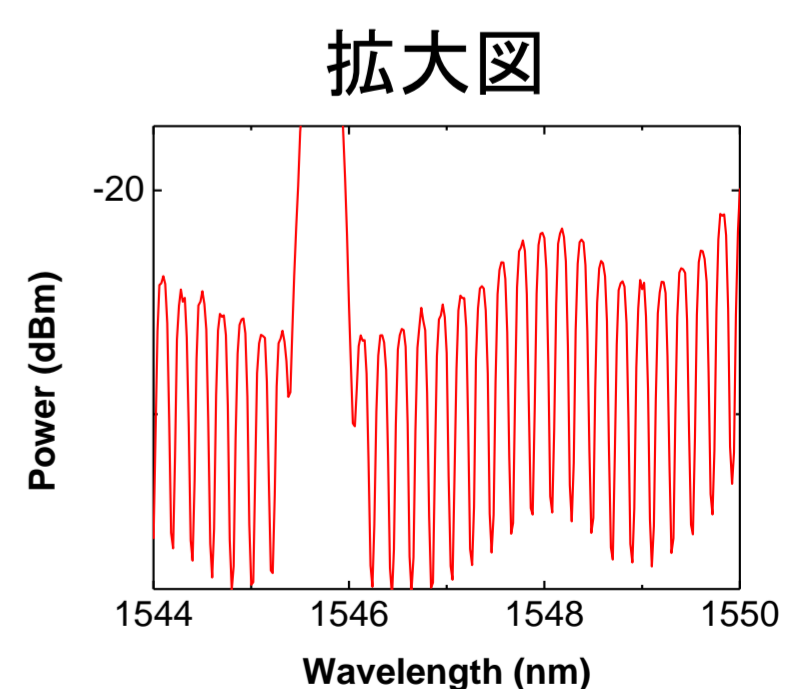
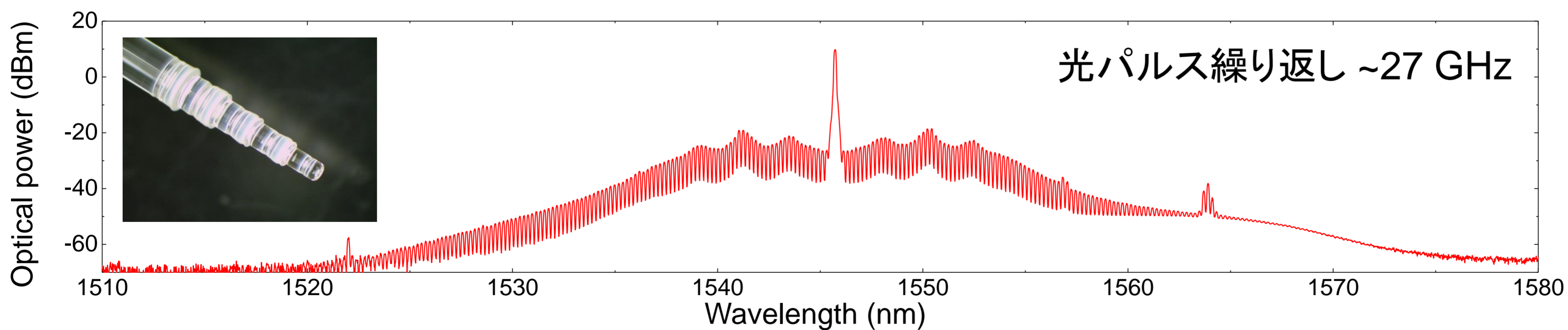
### 発生方法と実験セットアップ



#### 光共振器内の波長変換



### 光カーコム (ガラスロッド光共振器)



研究者名

電子工学科 / 総合デザイン工学専攻 田邊孝純

お問合せ先

takasumi@elec.keio.ac.jp 045-566-1730 <http://www.phot.elec.keio.ac.jp/>