



集積化MEMS技術による細菌のストレス応答解明と細菌同定技術への応用

レジオネラ菌の識別に向けたフォトゲート型
蛍光センサによる計測システムの検討

本田 優斗¹, 崔 容俊¹, 村上 健介¹, 野田 俊彦¹, 高橋 一浩¹,
澤田 和明¹, 石井 仁¹, 町田 克之², 伊藤 浩之², 宮原 敏³, 齋藤 光正³

¹豊橋技科大, ²東工大, ³産業医科大学

レジオネラ感染症

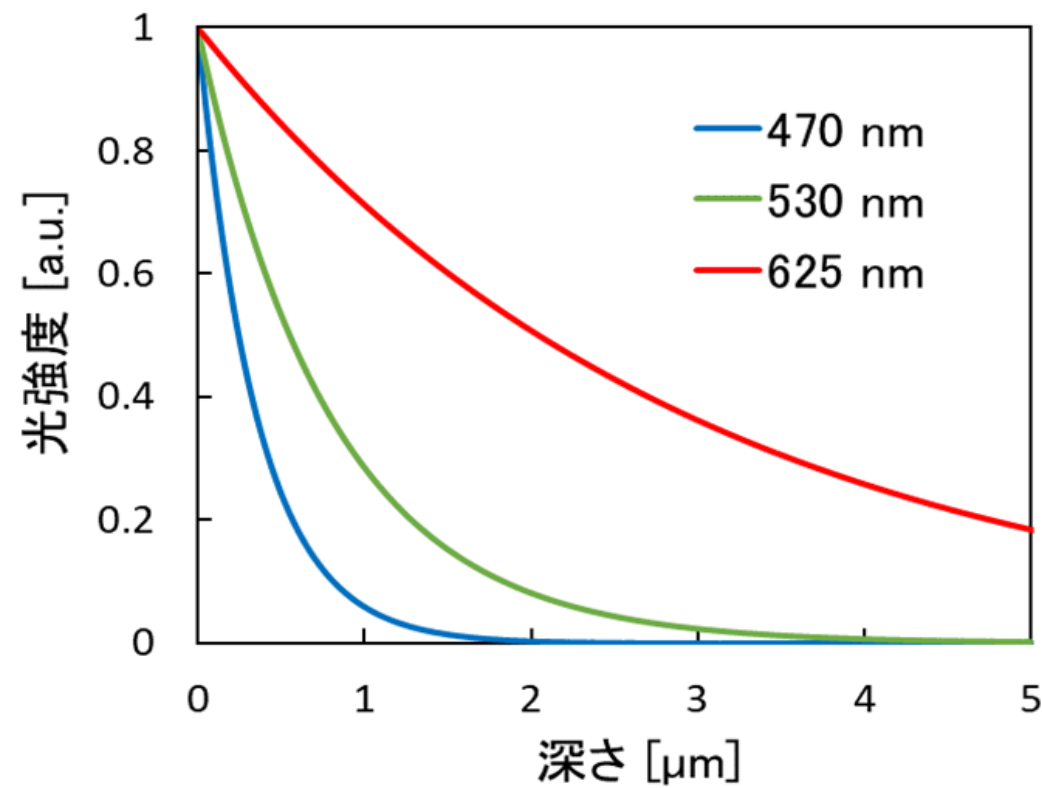
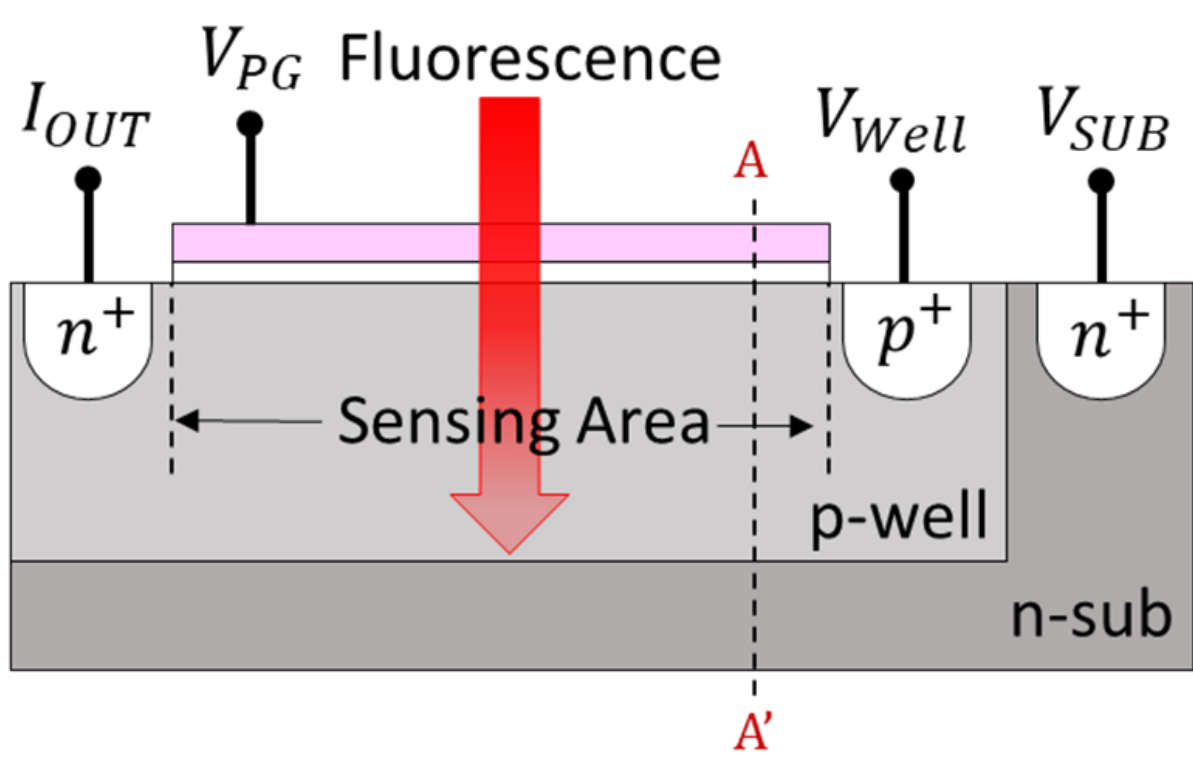
・ An explosive, common source outbreak of **pneumonia** caused by a previously **unrecognized bacterium** affected primarily persons attending an American Legion convention in Philadelphia in July,1976. Twenty-nine of 182 cases were fatal.

from The New England J. Medicine, 297, 1989 (1977).

・ The bacteria grow best in warm water, like the kind found in **Hot tubs**, **Cooling towers**, etc.

from <http://www.cdc.gov/legionella/about/causes-transmission.html>

フォトゲート型蛍光センサ

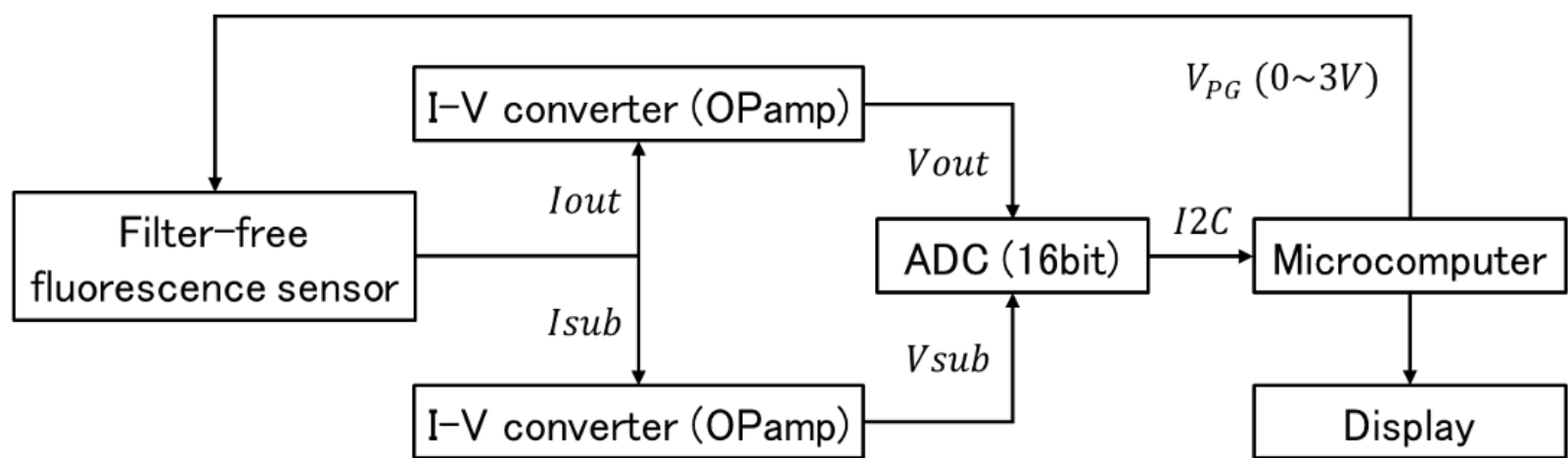


波長による光の侵入深さの違いを利用し蛍光を検出

$$I = \frac{qS\lambda}{hc} (1 - e^{-\alpha W}) \phi_0(t)$$

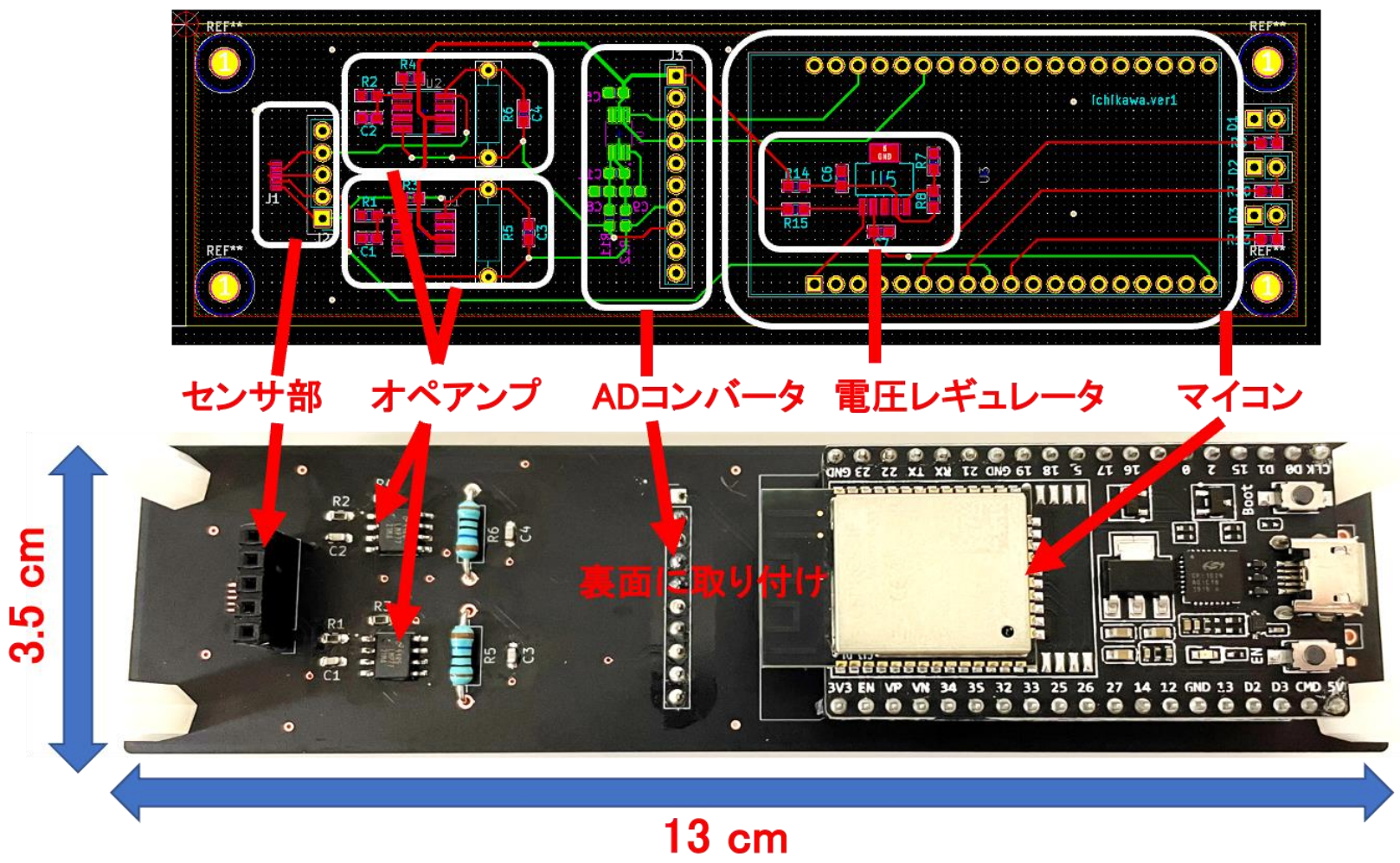
λ : 波長
 ϕ_0 : 光強度
 W : 光検出深さ

小型測定システム

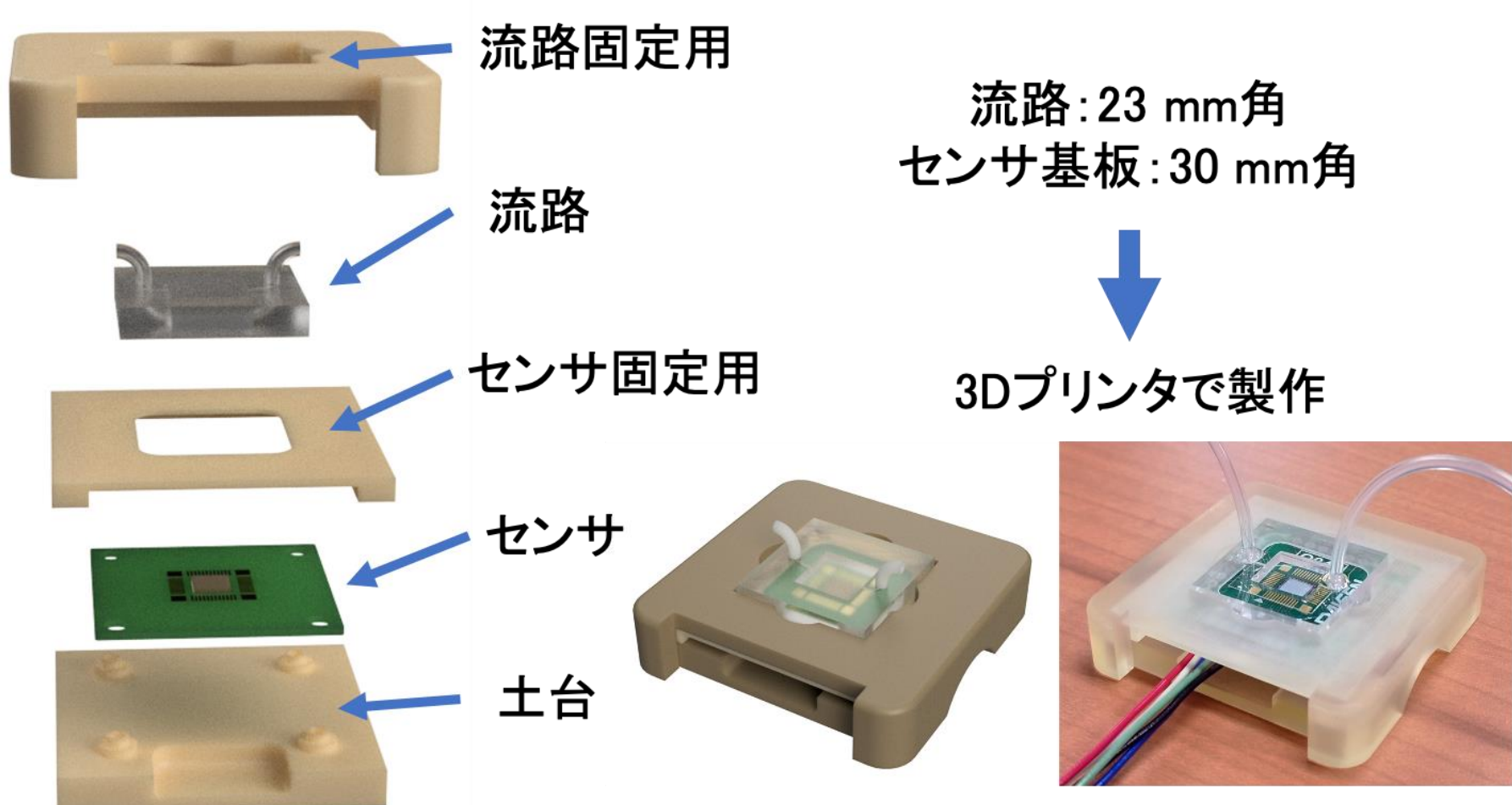


- LMP7721 (オペアンプ) → I-V変換用
- ADS1115 (16bit ADC) → 高分解能のデジタル変換
- ESP32 (マイコン) → データ読出・センサや回路への電源供給、電圧制御

✓ IV変換回路 帰還抵抗 100 MΩ → 分解能 125 μV (1.25 pA)/LSB



センサ + PDMS製流路



レジオネラ属菌

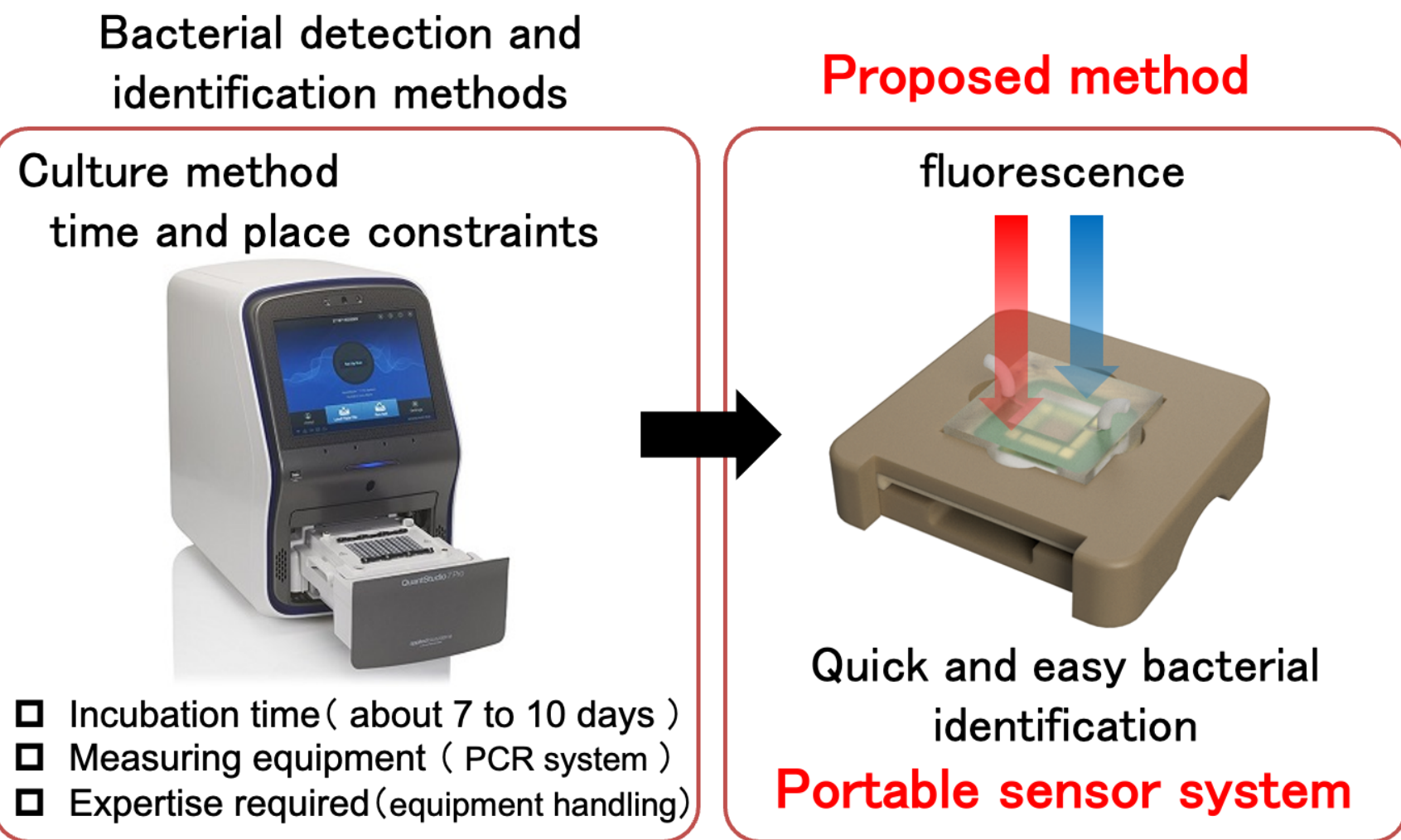
レジオネラ属菌の特徴



感染
↓
レジオネラ肺炎

サイズ 長さ: 2~20 μm
幅: 0.3~0.9 μm
生息場所 循環水を用いる施設 (温泉等)
性質 紫外励起光照射による蛍光放出
L. dumoffii *L. erythra*
菌種により蛍光の性質が異なる

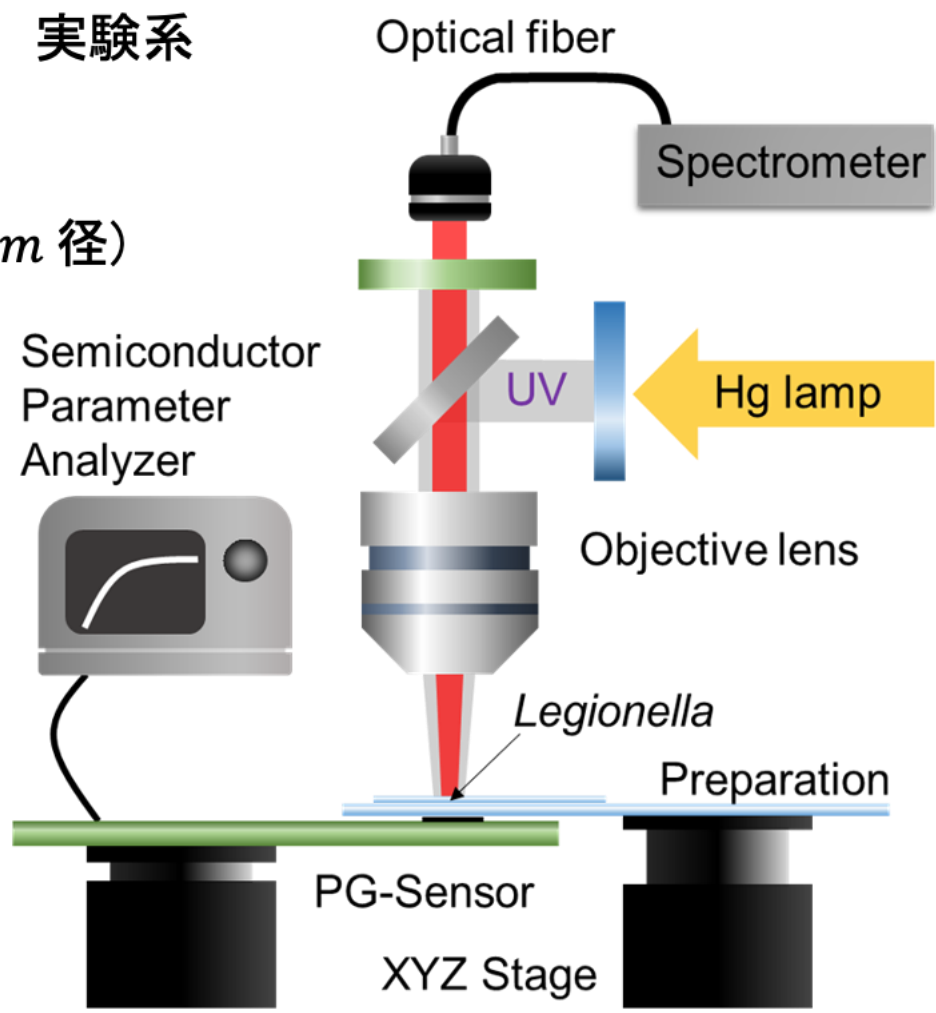
小型検知システムへ



細菌蛍光測定系

測定対象: レジオネラ属菌
(*L. dumoffii*, *L. erythra*)
励起光: 365 nm (紫外光)
対物レンズ: ×20 (照射スポット 200 μm 径)
取得データ
分光器 (USB4000): 蛍光スペクトル
半導体パラメータアナライザ: 光電流

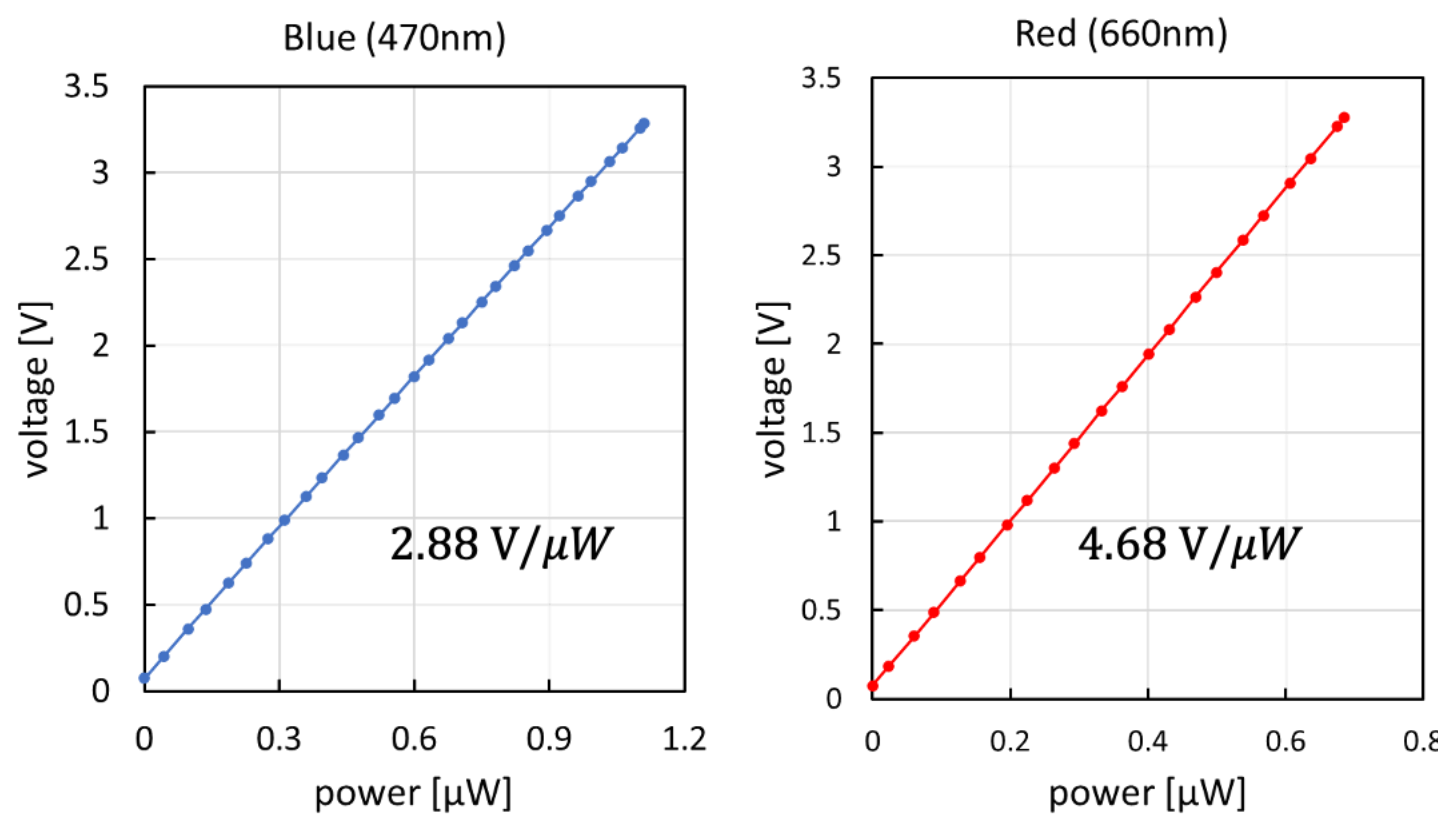
センサ以外の測定系が大型



入射光強度依存性

LED光源波長: 470 nm, 660 nm
ファイバー径: 400 μm
顕微鏡レンズ: ×20
VPG: 3 V

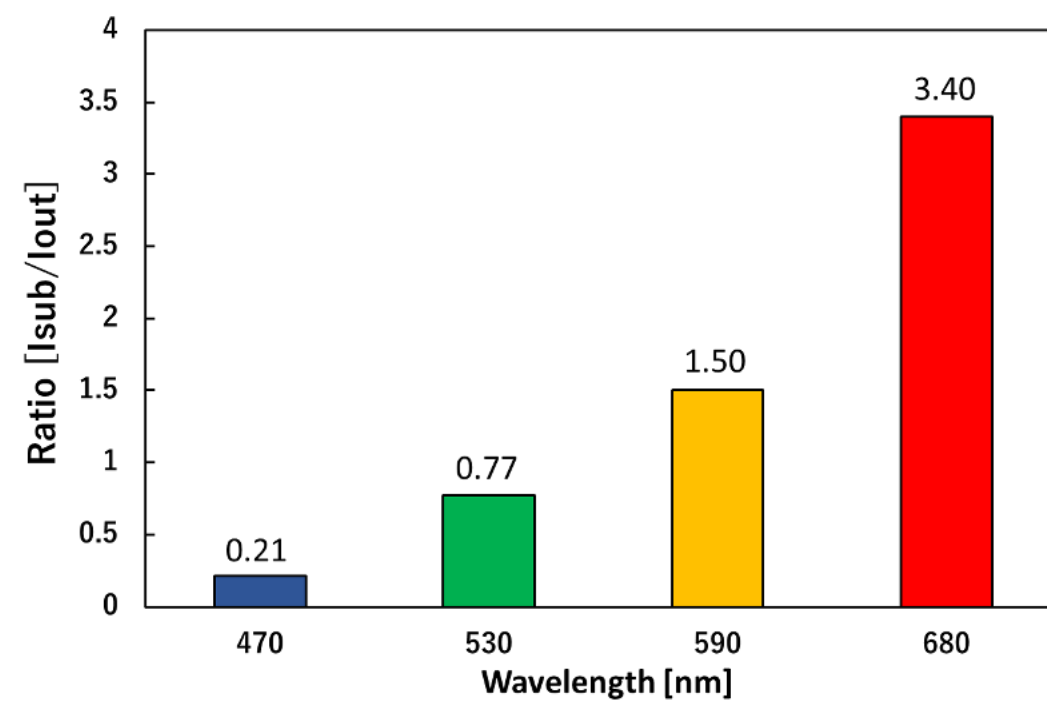
Input		Output		Supply	
Imin	Imax	Vo min	Vo max	Vcc	Vref
0 A	30 nA	0.1 V	3.2 V	3.3 V	0.1 V



Isub/Iout比率の波長依存性

各波長における表面側、基板側のセンサ出力の比率を測定

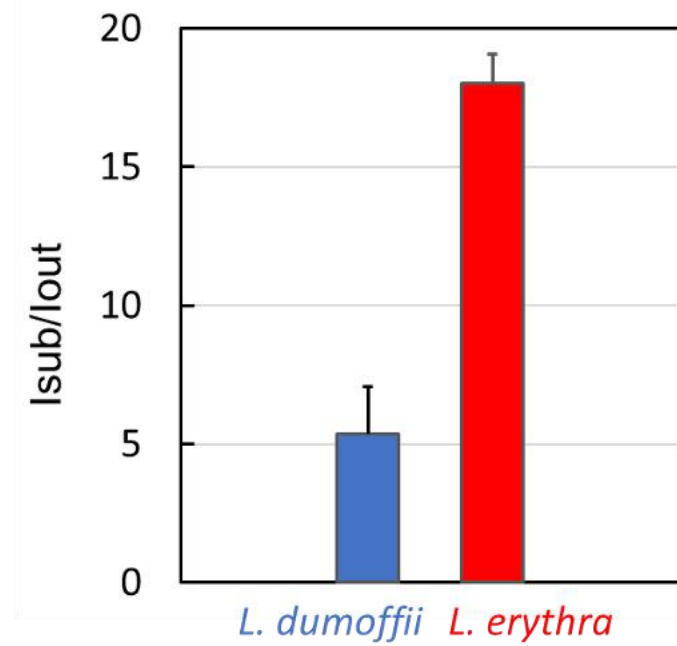
波長: 470, 530, 590, 680 [nm]
ファイバー径: 400 μm
顕微鏡レンズ: ×20
VPG: 3 V
100回分データ読出し
→ 平均化



波長による比率の違いを確認
2出力の同時計測を確認

細菌識別

測定対象: レジオネラ属菌
(*L. dumoffii*, *L. erythra*)
励起光: 365 nm (紫外光)
対物レンズ: ×20 (照射スポット 200 μm 径)



蛍光波長の異なる菌種における Isub/Iout の比率による識別可能性

まとめ

レジオネラ菌の識別に向けたフォトゲート型
蛍光センサによる計測システムの検討

- 可搬性に優れた小型計測システムを検討
- IoutとIsubの比率による波長情報の取得

✓ 細菌測定への適用
✓ Isub/Iout の比率による識別可能性