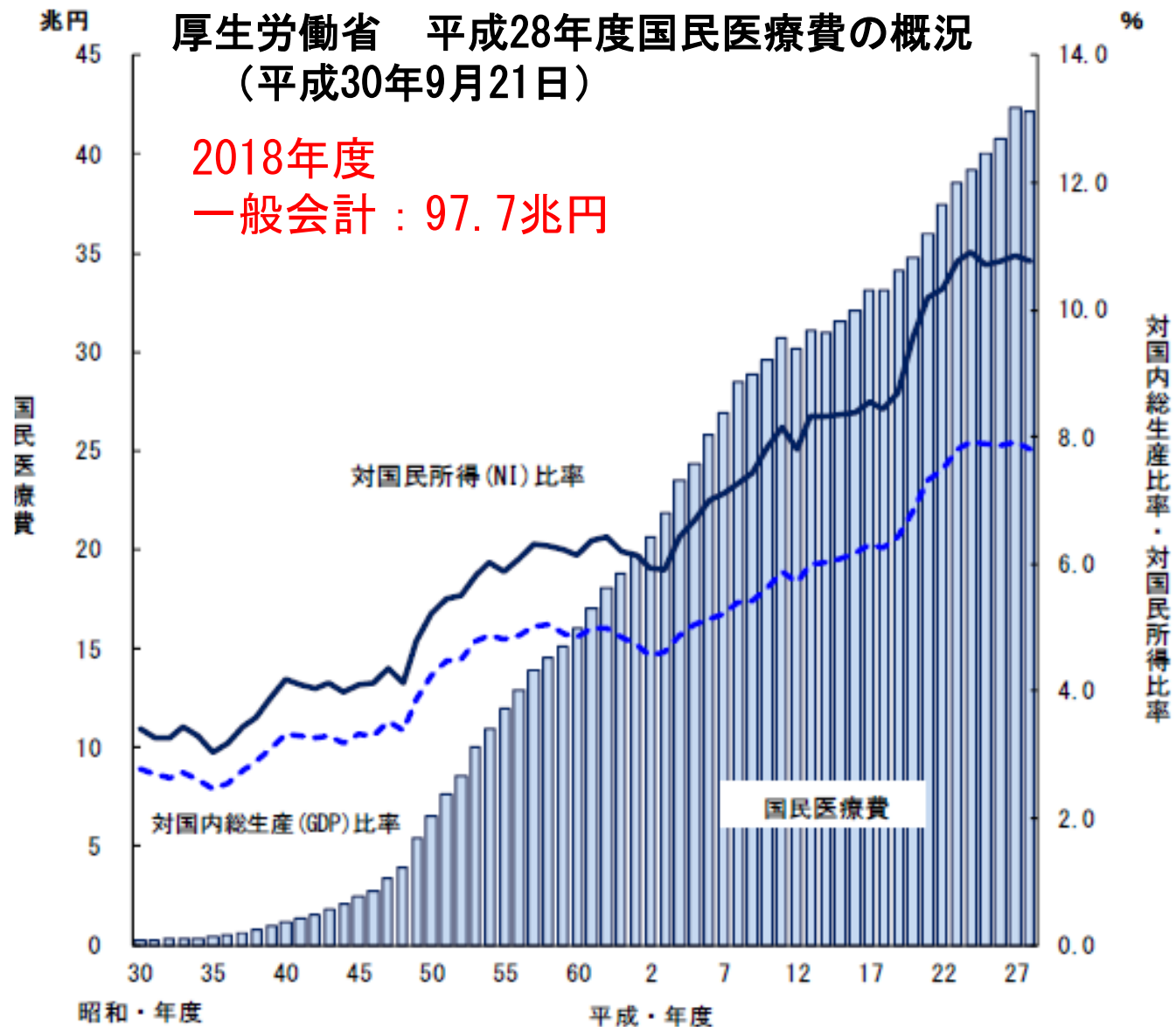


バイオ電子フォトンクスによる 生体情報非侵襲センシング に関する研究

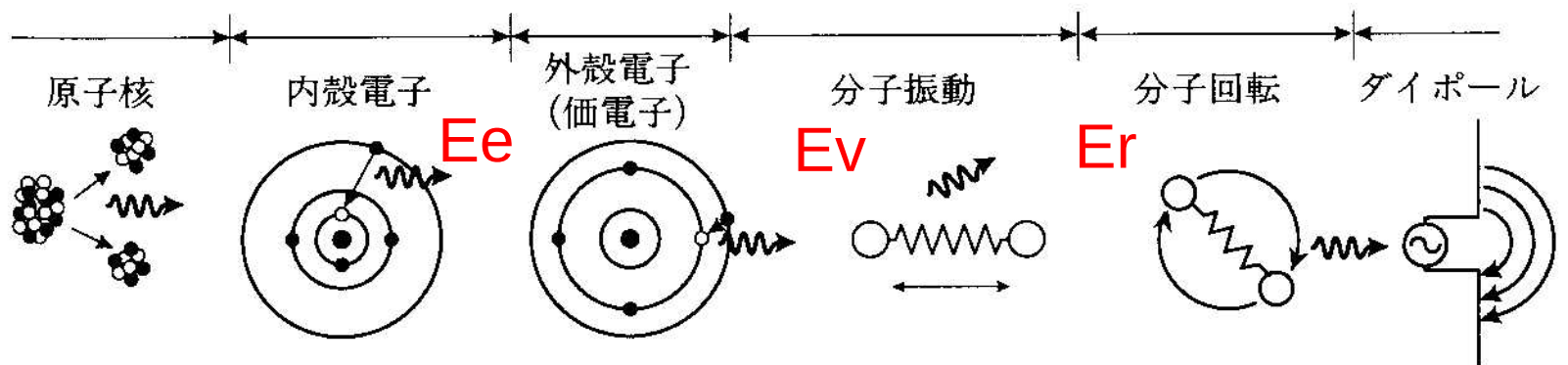
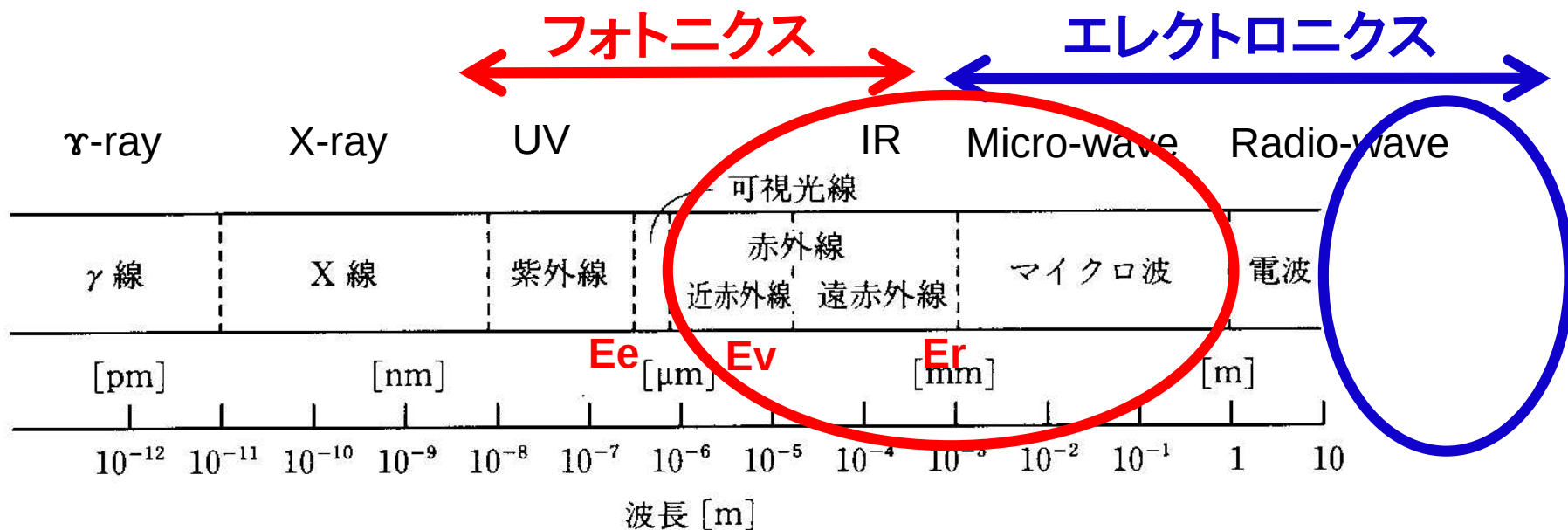
工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻
電気系工学専攻(兼)

田畑 仁

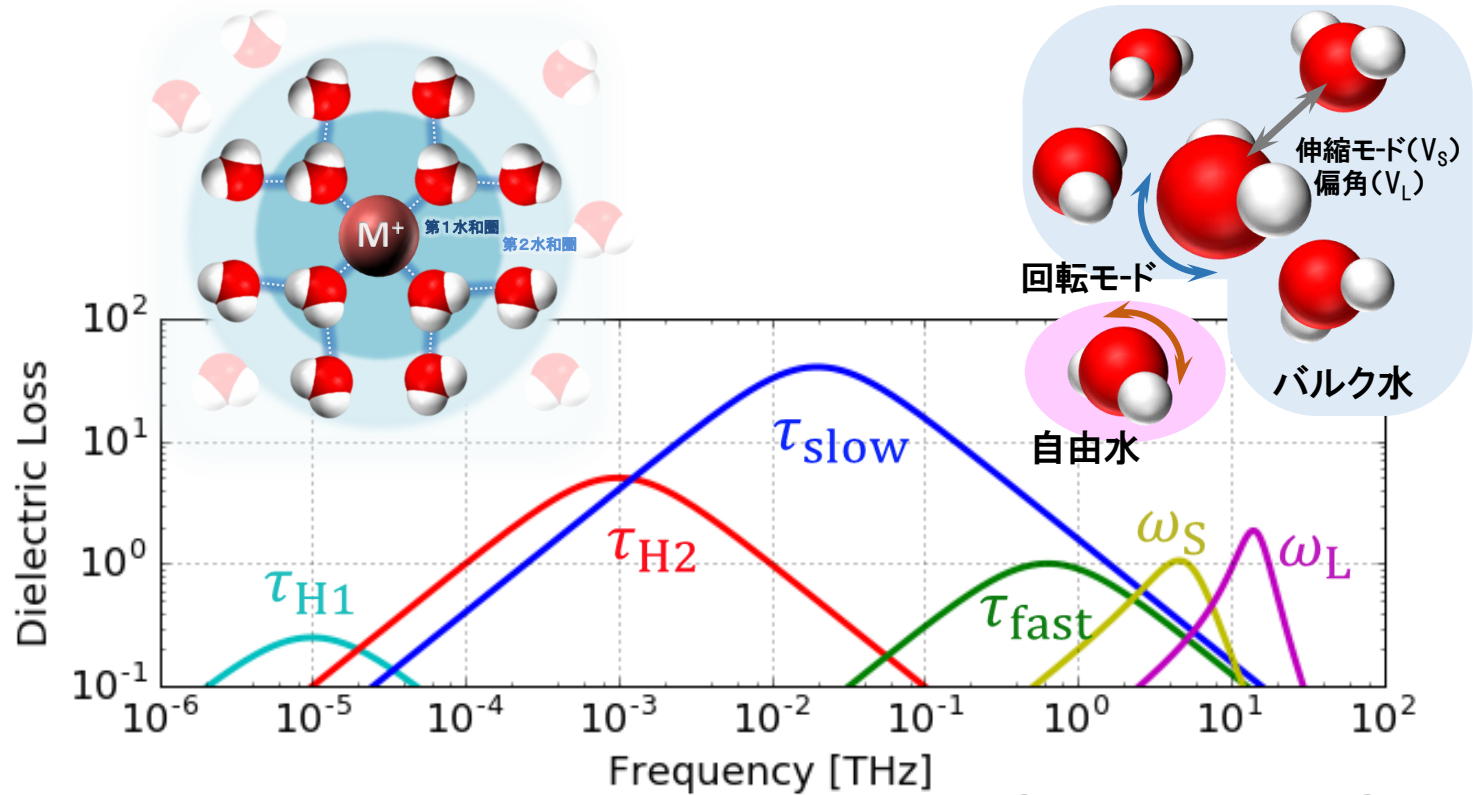
社会保障費、国民医療費の現状



電磁波と物理的・化学的性質



バイオ フォトニクス



$$\varepsilon^* = \frac{\Delta\varepsilon_{H1}}{1 + i\omega\tau_{H1}} + \frac{\Delta\varepsilon_{H2}}{1 + i\omega\tau_{H2}} + \frac{\Delta\varepsilon_{slow}}{1 + i\omega\tau_{slow}} + \frac{\Delta\varepsilon_{fast}}{1 + i\omega\tau_{fast}} + \frac{\omega_S^2 \cdot \Delta\varepsilon_S}{\omega_S^2 - \omega^2 + i\omega\gamma_S} + \frac{\omega_L^2 \cdot \Delta\varepsilon_L}{\omega_L^2 - \omega^2 + i\omega\gamma_L} + \varepsilon_\infty$$

第一水和水	第二水和水	バルク水	自由水	水分子間・水素結合	水分子間・水素結合
回転緩和	回転緩和	回転緩和	回転緩和	伸縮振動	偏角振動

$$E(t) \rightarrow E(\omega) = |E(\omega)| \exp(i\theta)$$

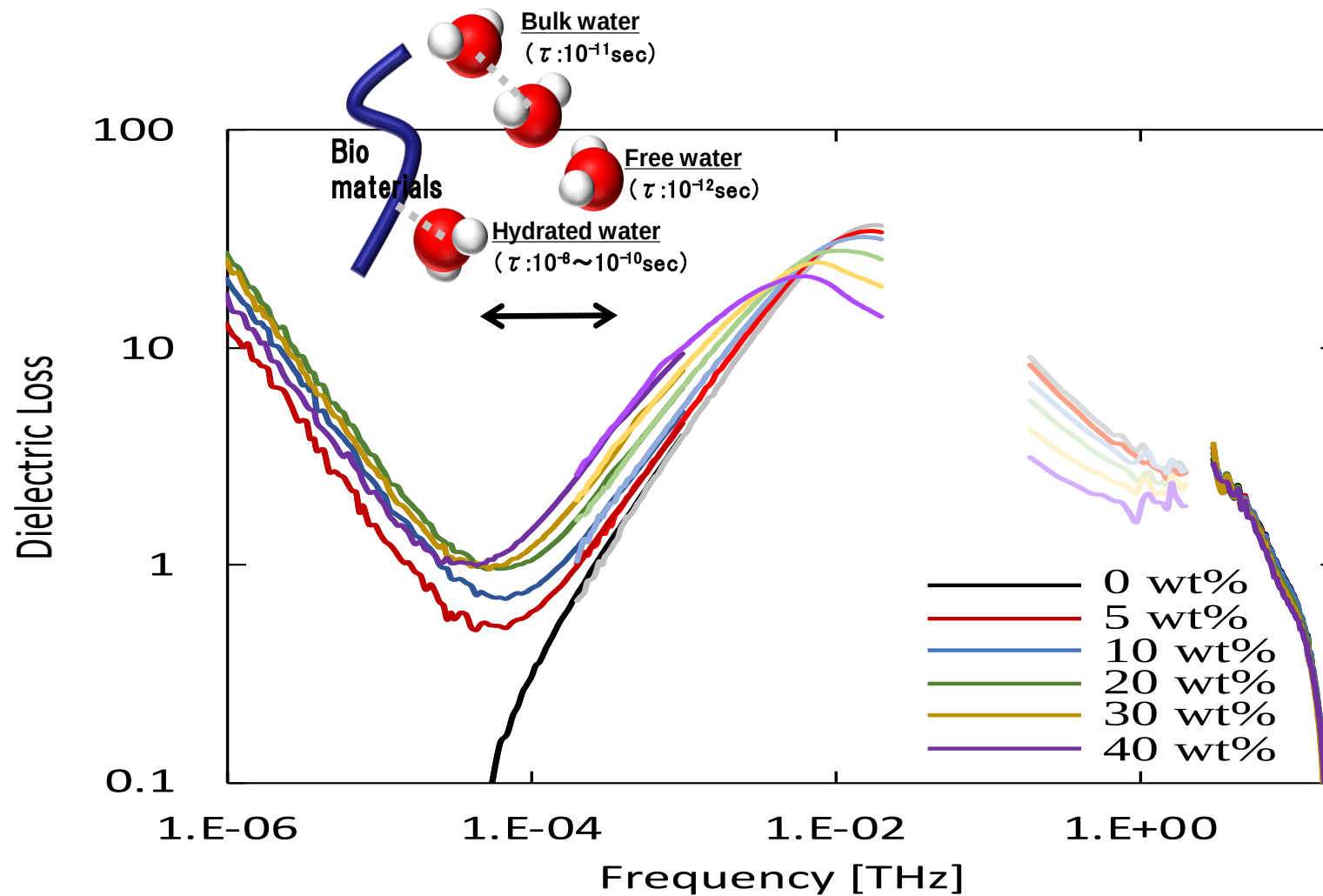
$$\varepsilon^* = \tilde{n}^2 = (n + ik)^2$$

$$\varepsilon' = n^2 - k^2$$

$$\varepsilon'' = 2nk$$

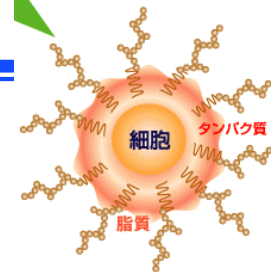
Kramers-Kronig計算不要

水和狀態：PEG (MW:4000)



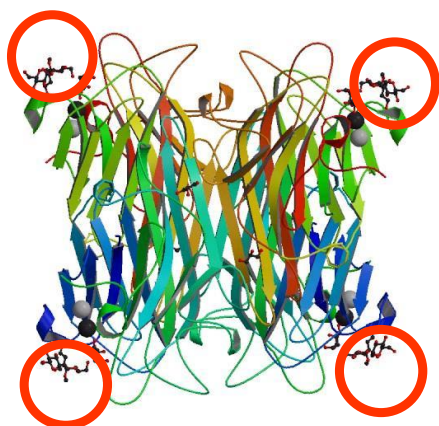
ラベルフリー検出：レクチン-糖鎖

レセプター（受容体）
とも呼ばれています



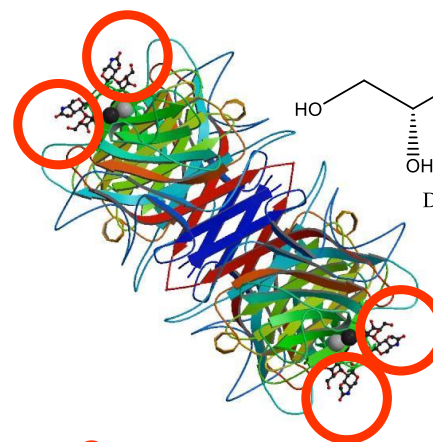
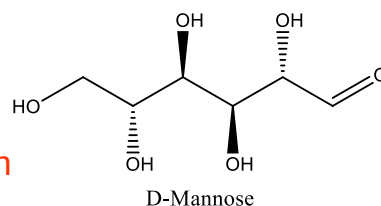
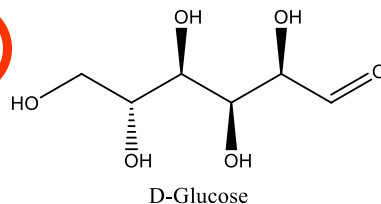
糖鎖： DNA & タンパク質に次ぐ 第3の生体分子
-> 免疫反応、アレルギー etc.

Sugars Lectins	Glucose (Glc)	Mannose (Man)	N-Acetyl Glucosamine (GlcNAc)	Galactose (Gal)
	Specific bind	Specific bind		
Soybean Lectin				Specific bind



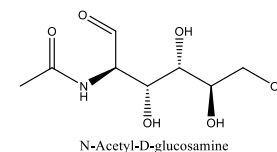
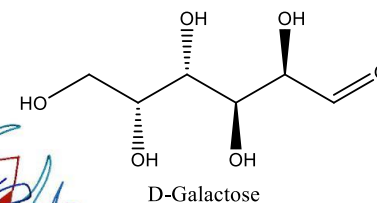
Red O ⇒ Sugar chain

Concanavalin A

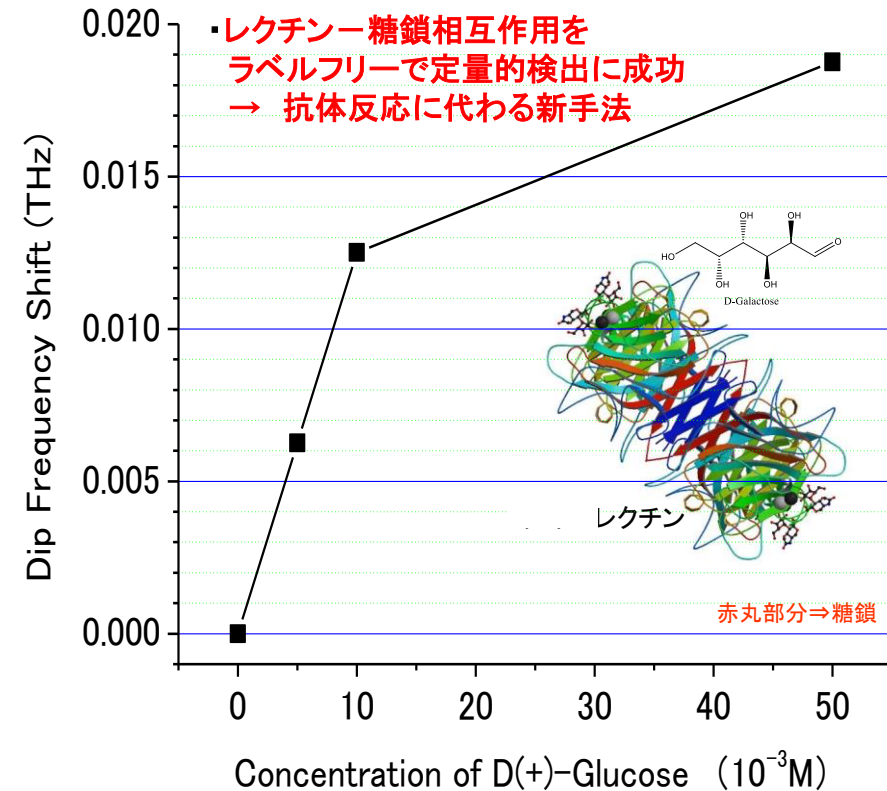
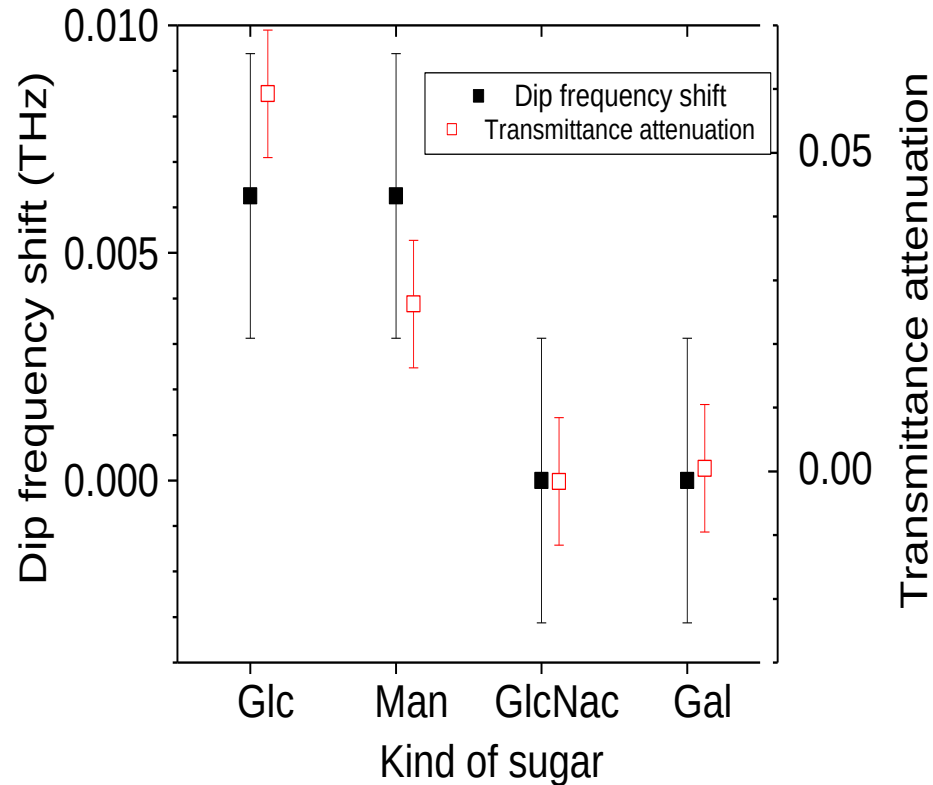


Red O ⇒ Sugar chain

Soybean lectin



ConA(Lectin) - Glucose (Sugar chain)



Label Free Sensing System

$$\frac{[\text{Glc}]}{\Delta m} = \frac{[\text{Glc}]}{\Delta m_{\max}} + \frac{1}{\Delta m_{\max} K_b}$$

Binding Constant ConA-Glc

$$K_b = 1.0 \times 10^2 \text{ M}^{-1}$$

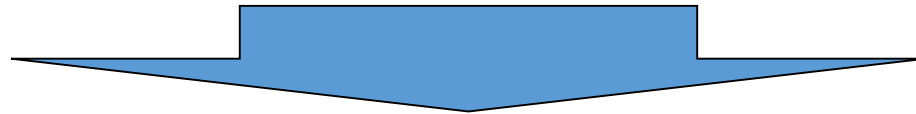
従来法との比較

	Present (ELISA)	This work
Time (min.)	~300	~10
Quantity(μ L)	100	1
Sensitivity (pg/mL)	25~1000	0.1

(蛍光)ラベルフリー、高感度測定

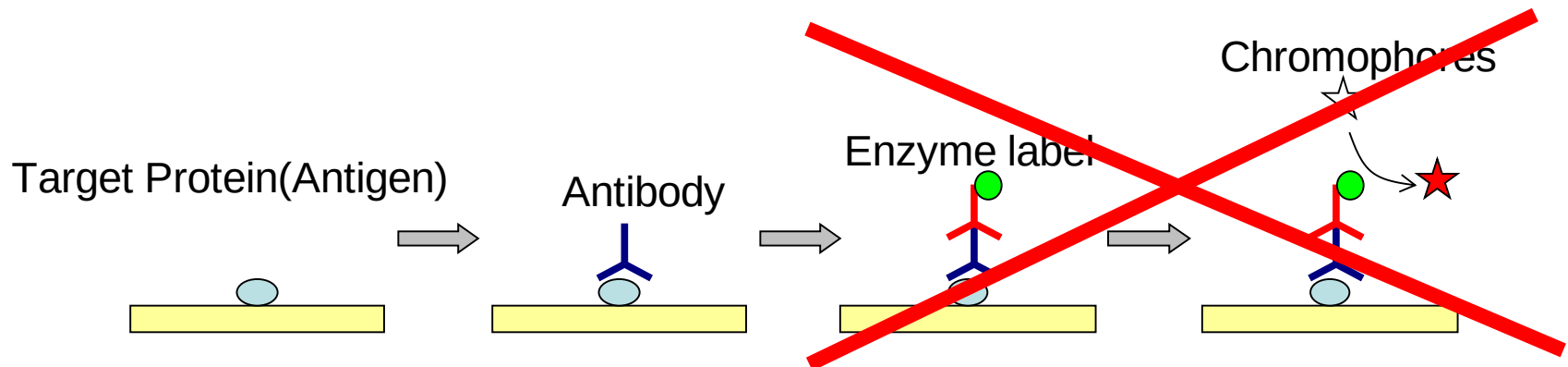
【現行の計測手法】

1. **ELISA** method (enzymatic detection): organic solvent
2. **Western Blotting** method : Electrophoresis
3. **Immune chromatography** : Labor hour



Immunoassay on the membrane filters

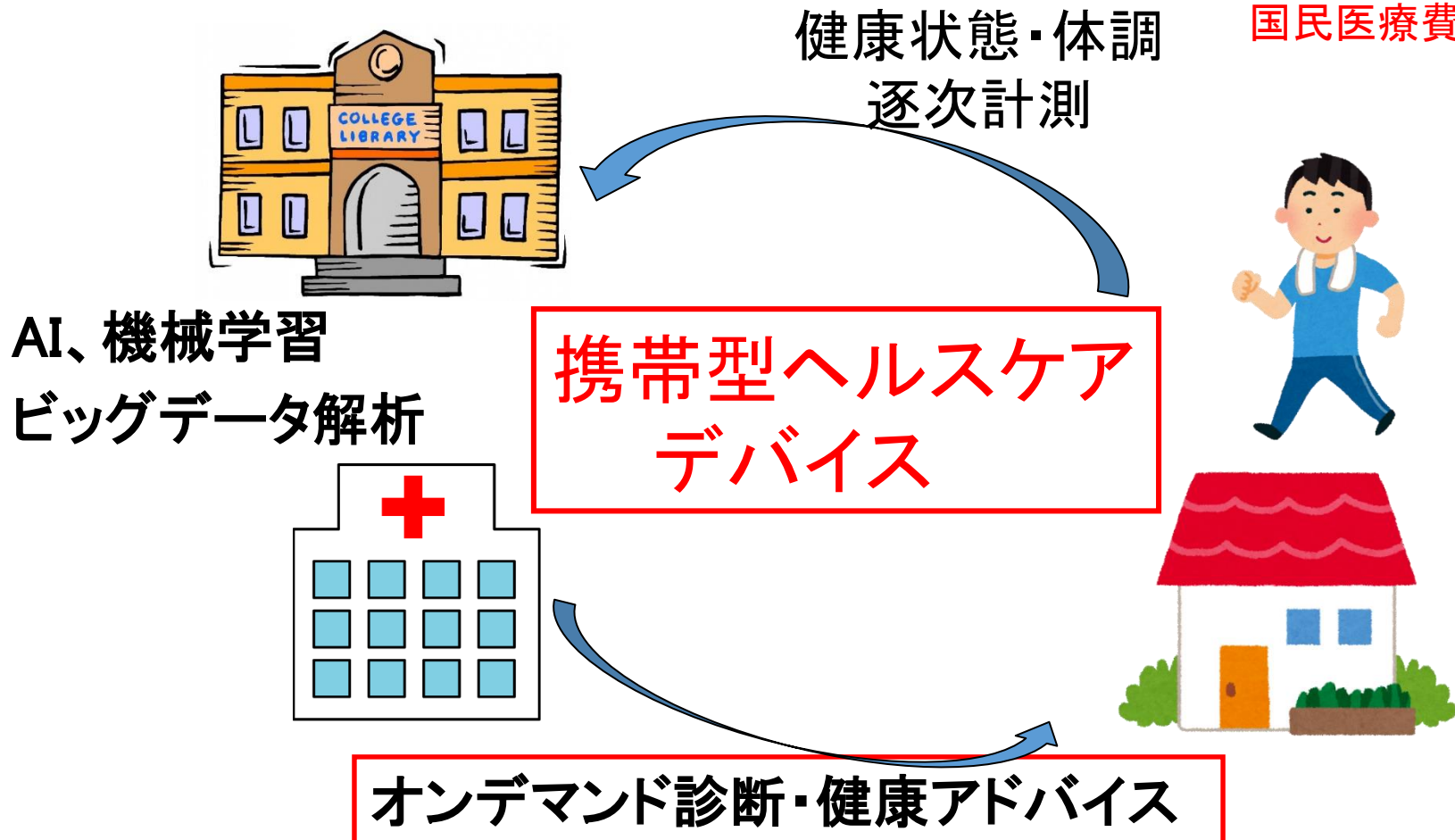
Present : antibody + 2nd antibody (Chromophore gr.)



社会的背景

- 高齢化社会：社会保障費/医療費の増大
- 「健康寿命」の延伸が急務

2018年度
一般会計：97.7兆円
国民医療費：40兆円



健康に関連する代表的皮膚ガス成分

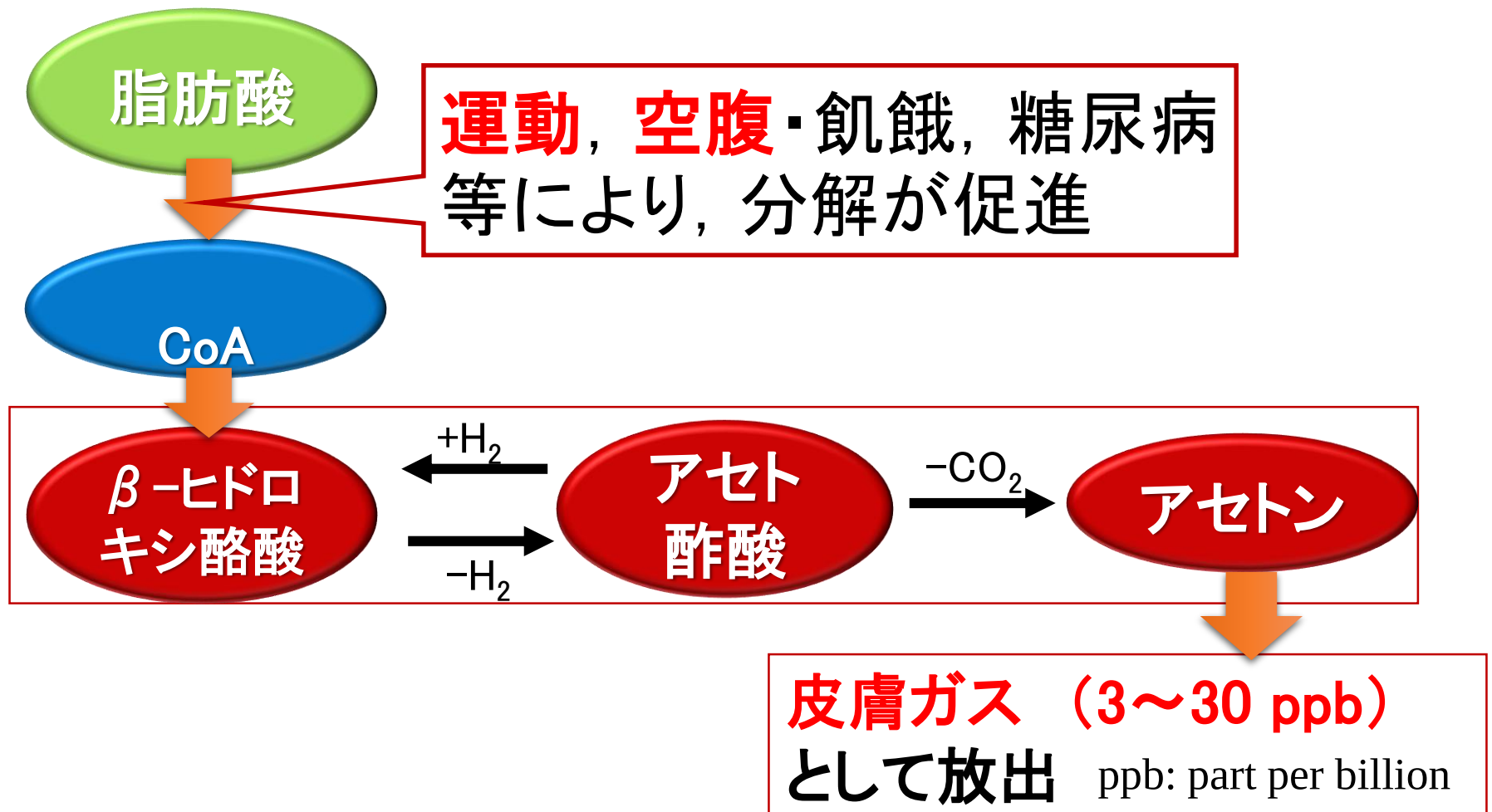
皮膚表面からは60種類以上のガス成分放出*

ppb: part per billion(10億分の1)

皮膚ガス成分	健康状態	濃度 [ppb/min]
	酔いの程度	3.6 - 245.9
	二日酔いの程度	0.9 - 22.9
	老化加齢の進行	
	運動空腹糖尿病	2.8 - 26.9

*Paweł Mochalski et al., *J. Chromatography B*, vol.959, pp.62-70, 2014.

皮膚アセトン



- 携帯装着、無意識、非侵襲計測： **小型・軽量**
- 皮膚ガス(極低濃度)計測： **超高感度**

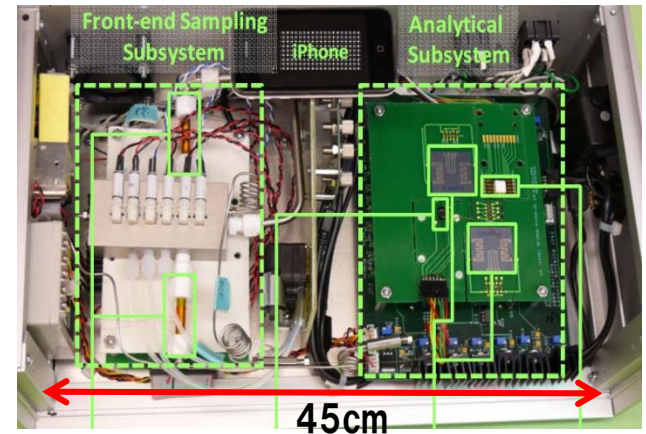
高感度ガス計測の従来技術

A ガス濃縮冷凍機



T. Akiyama et al., *Bunseki Kagaku*, vol.55, pp.787-792, 2006.

B ガスクロマトグラフィ



S. K. Kim et al., *Proc. Transducers'11*, pp.799-802, 2011.

繰り返し使用

これまでの最高感度:20 ppb

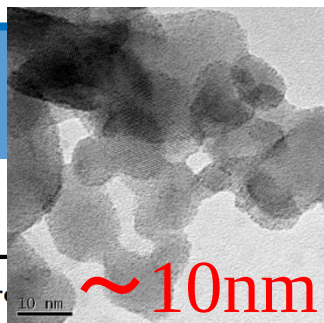
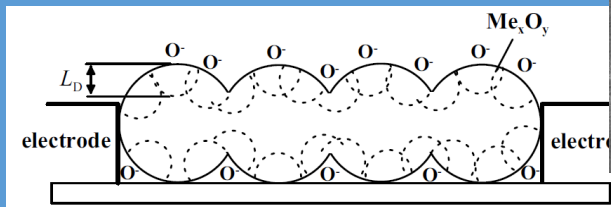
M. Righettoni et al.,
Anal. Chim. Acta, vol. 738, pp. 69-75, 2012.

我々の研究

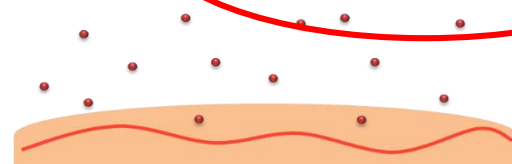
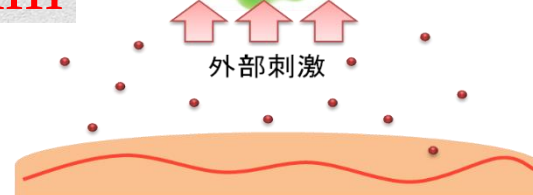
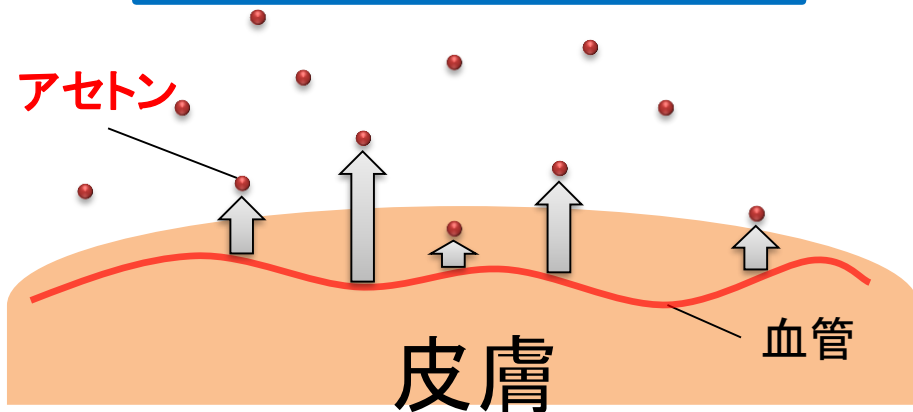
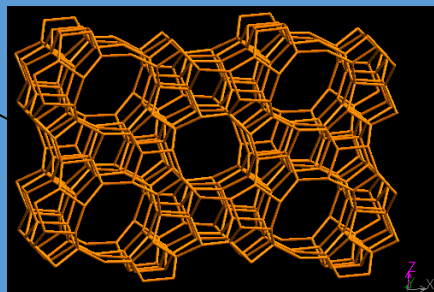
半導 デバイス、ナノテク技術で小型・軽量高感度化へ

複合機能型 高感度ガスセンサ

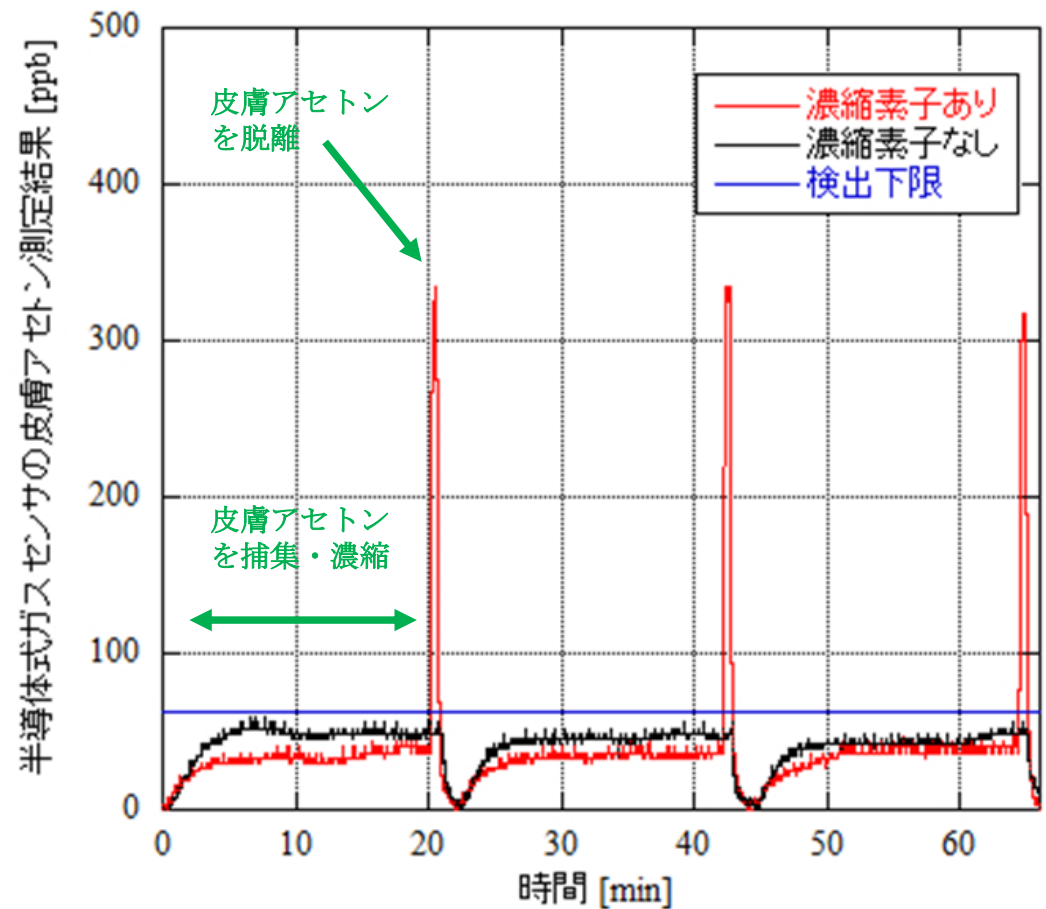
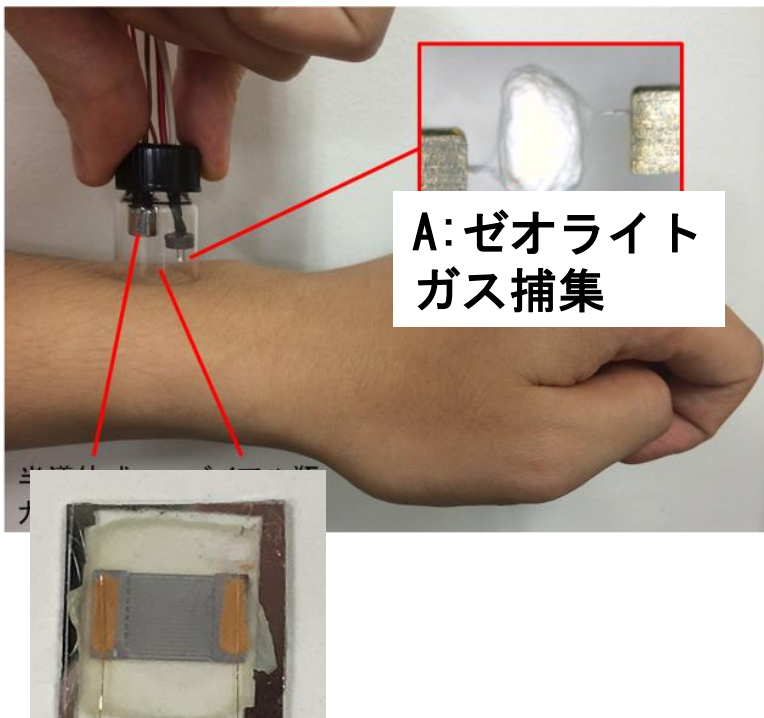
B:検出部



A:ガス捕集部



複合機能型センサによるアセトン計測



期待される応用分野

■ 高齢者の見守り支援

- 食事摂取量の極端な低下，食事摂取忘れを防止
- 家族や介護者と食事摂取状況を共有

■ 糖尿病患者・予備軍への支援

- 糖尿病の診断や経過観察，

■ 妊婦の状態管理

- 妊娠悪阻（つわりが重症化）
- 異変の早期発見

