

# 安全，小型，安価な 普段使いのできる「飲む体温計」の開発

東北大学 大学院工学研究科  
特任准教授 吉田 慎哉

2019年5月30日

# 従来技術とその問題点

体温は最も基本的な生体情報の一つ

しかし、我々は「真の体温」をきちんと測れていない!!

通常の測定法

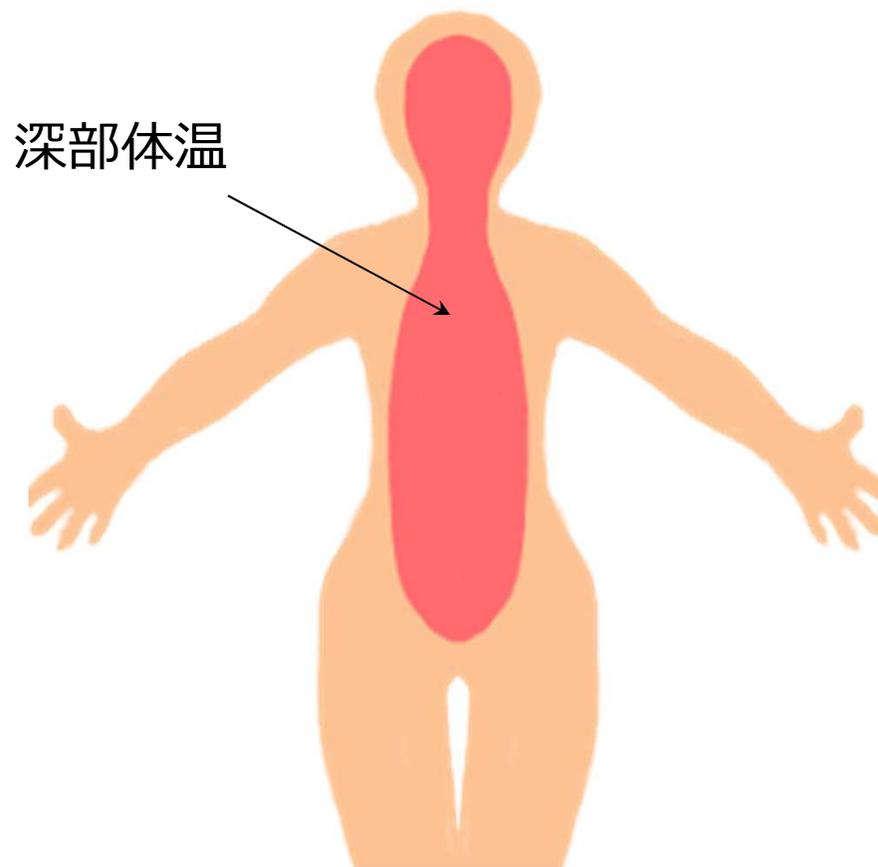
深部体温こそ、真の体温



体表体温計

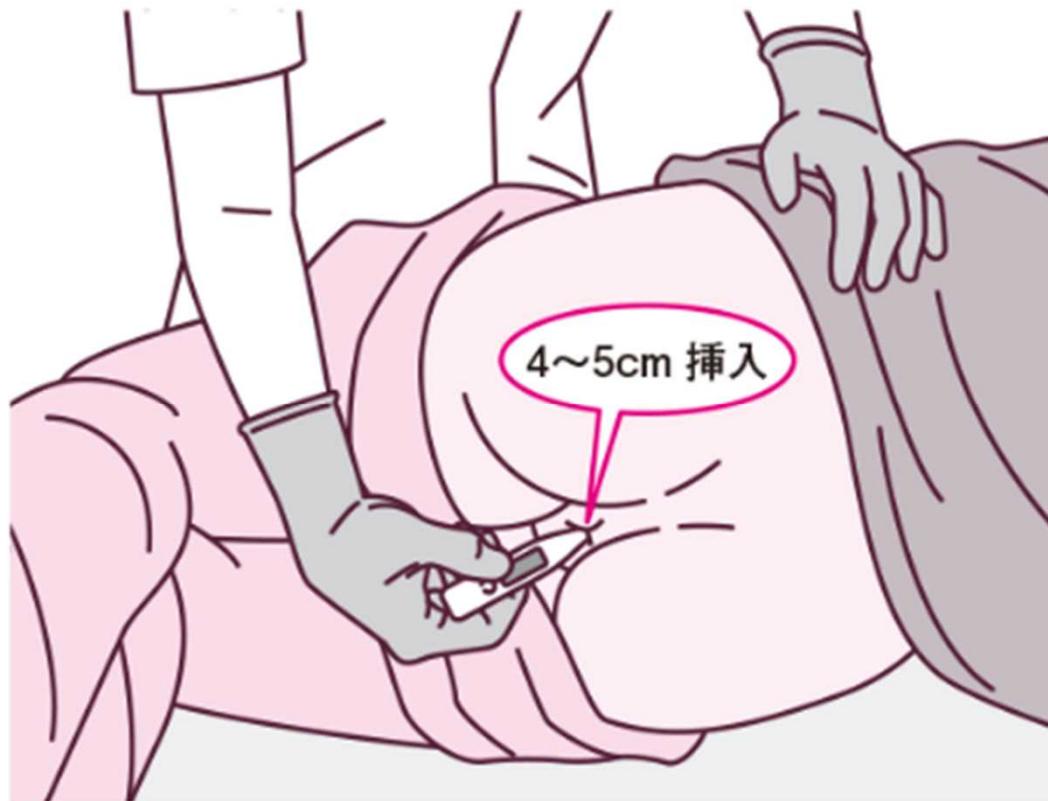


赤外線式耳体温計

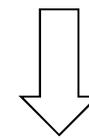


外部環境，気温，センサ部と皮膚との接触の仕方など，外乱に弱く，誤差が大きい。

## 深部体温の比較的低侵襲な測定法→直腸温



- ・ 不快感や羞恥心を伴う  
(通常は手術中に選択される)
- ・ 誤って腸壁などを傷つける可能性がある。



これを日常的に行うことは難しい

# 従来技術とその問題点

## カプセル型飲み込み体温計

**CorTemp®**  
Core Body Temperature Monitors

HQ Inc. \$ ~40

直径11mm  
長さ22 mm



equi**♥**vital™

**PHILIPS**

\$ ~75/ € 60

直径8.7 mm  
長さ23 mm



**e-Celsius®**  
Performance

BodyCap  
\$~60 /€60

直径8.9 mm  
長さ17.7mm



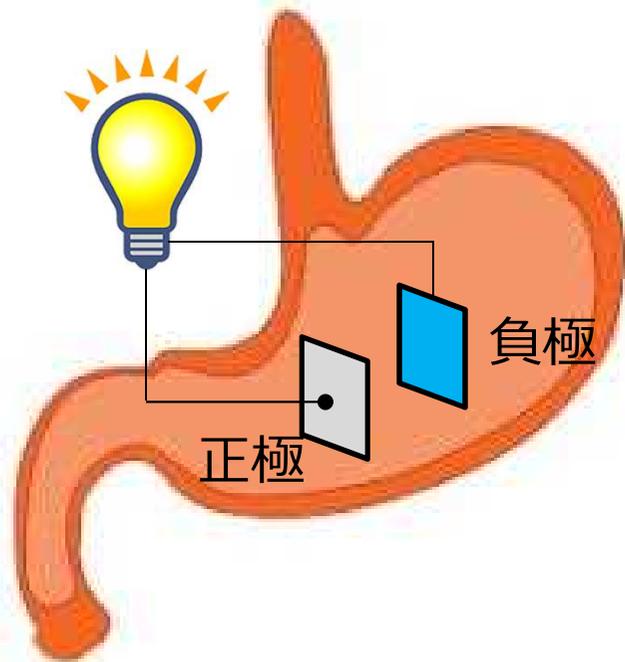
- 高価
  - 大きい→滞留リスク上昇
  - ボタン電池搭載
- 危険, 劣化の問題あり

# 新技術

## 安全，小型，安価な「飲む体温計」の開発

### ①胃酸発電・蓄電

→安全・低環境負荷

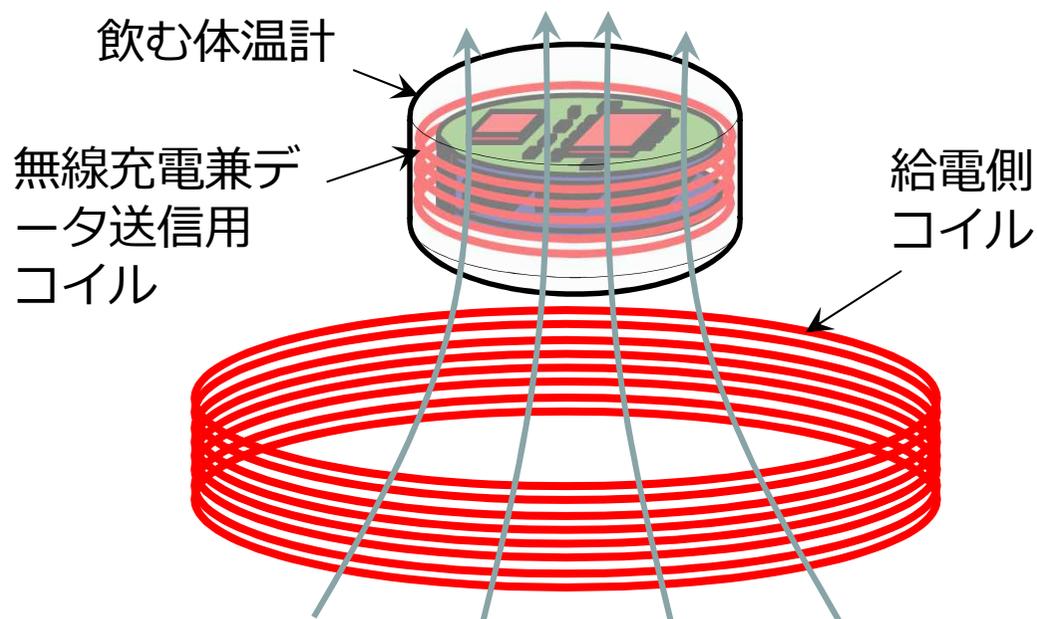


長時間間欠測定（1回/15~30分）

目標売価：～100円

### ②安全な蓄電素子へ無線充電

→大容量エネルギー搭載



高頻度測定（1回/15~60秒）

目標売価：～1,000円

# 新技術

## 安全，小型，安価な「飲む体温計」の開発

**錠剤サイズ**：残留リスク  
を極限まで減らす



電源，蓄電素子，カスタム I C  
マイコン，キャパシタ，温度セン  
サ，通信コイル，抵抗，etc.



胃酸発電型  
スケルトンモックアップ

トイレに流れたデバイスは，下水処理場の沈殿工程で回収。  
川や海への環境負荷はない。

# 新技術

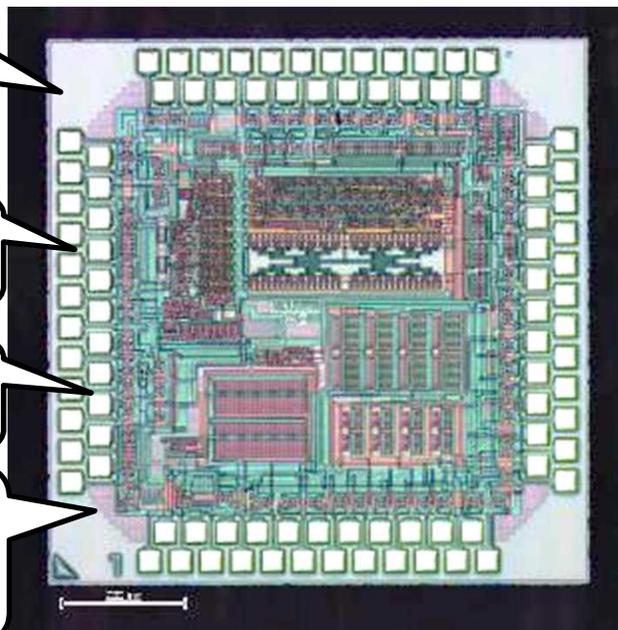
## 拡張性とコストを考慮したシステム設計

電源 & 通信

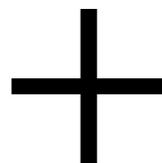
制御

符号化・変調

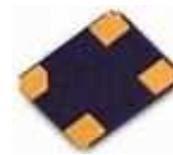
超低消費電力  
タイマー



飲込みセンサ用  
プラットフォームIC



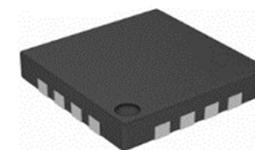
温度センサIC



発振器



キャパシタ



マイコン

量産汎用部品

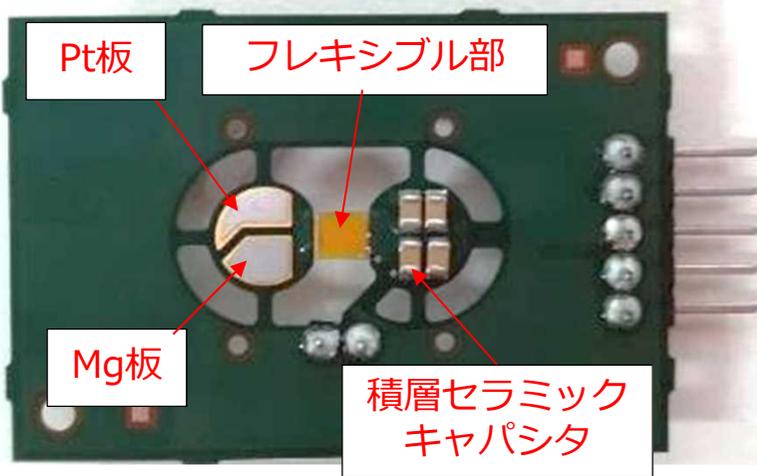
処理定式化による回路圧縮  
ハードウェアによる低消費電力・短時間動作  
旧世代CMOSによるカスタムIC

低コスト  
調達容易

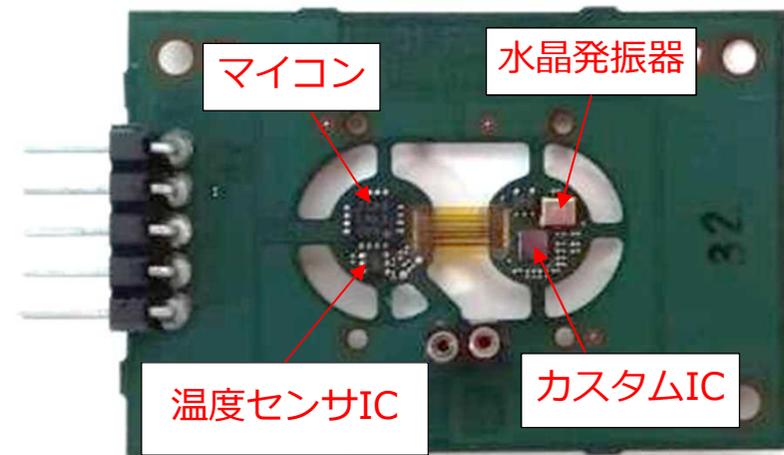
I<sup>2</sup>Cなどの汎用インターフェースを介して、様々なセンサの増設が可能 (pH, 圧力センサ等) →高付加価値の情報も将来は提供

# 新技術

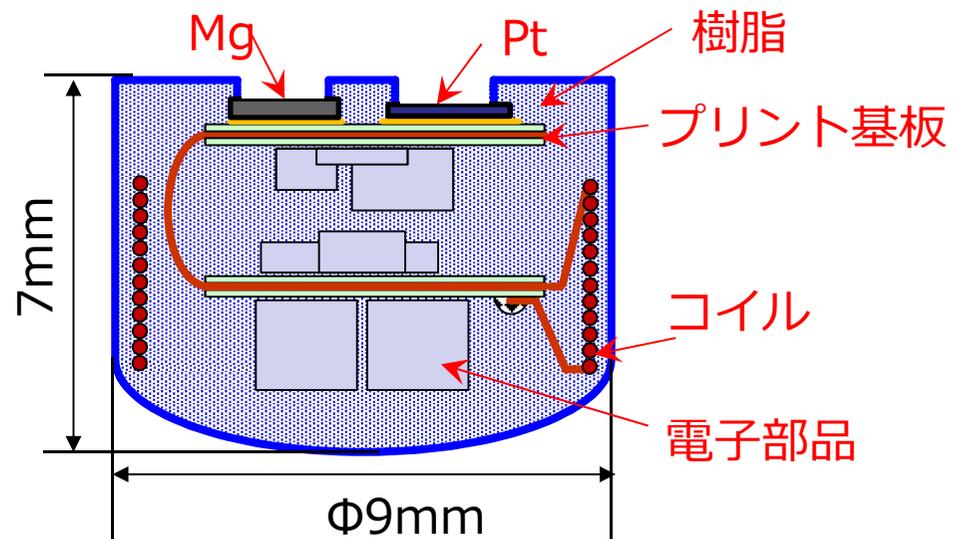
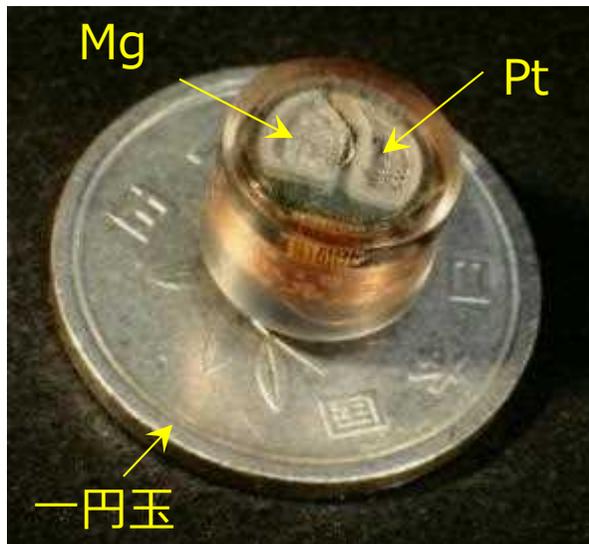
## 胃酸発電型デバイスの試作



(表)

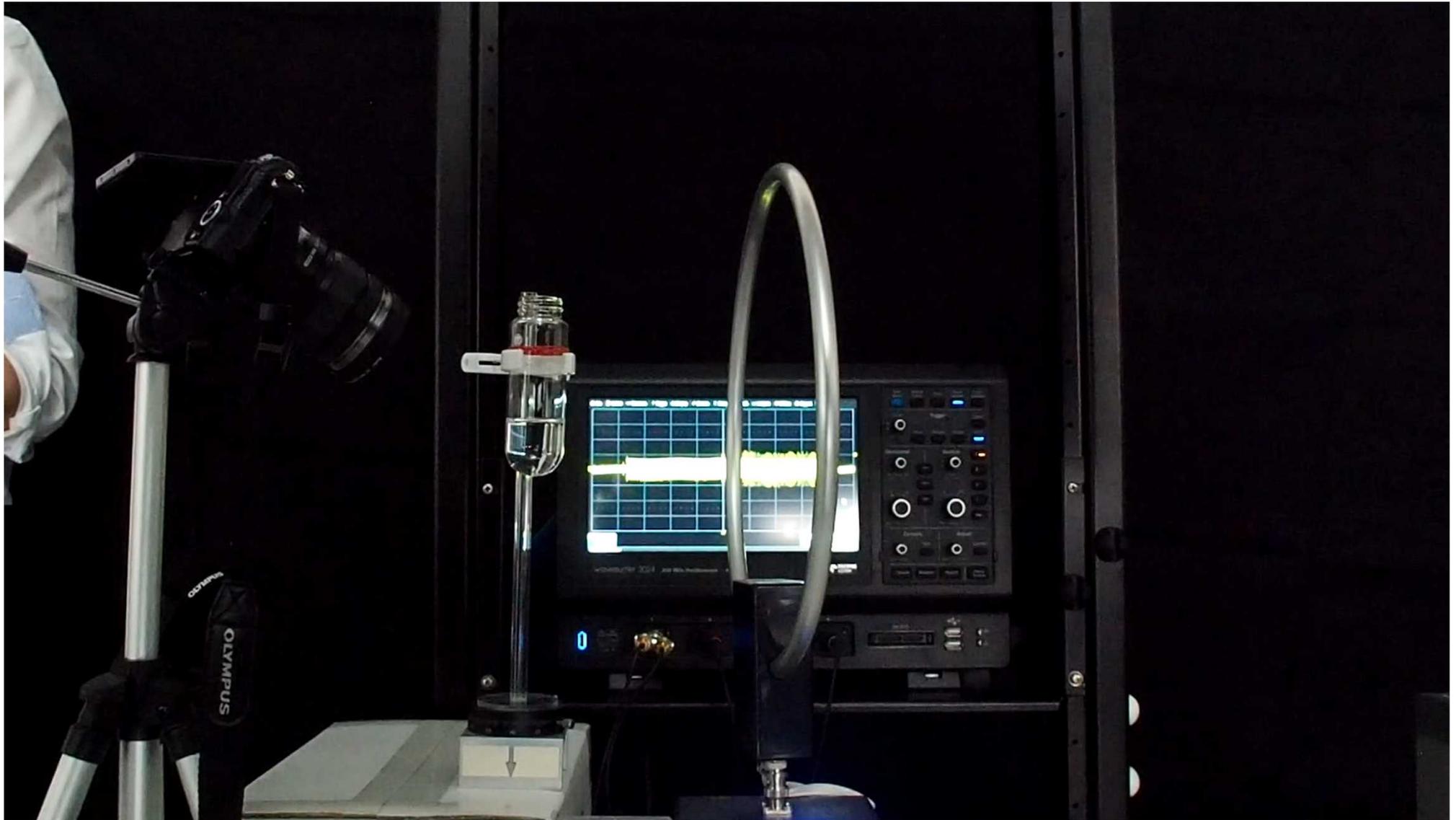


(裏)



# 新技術

## 人工胃液を用いた通信実験デモ



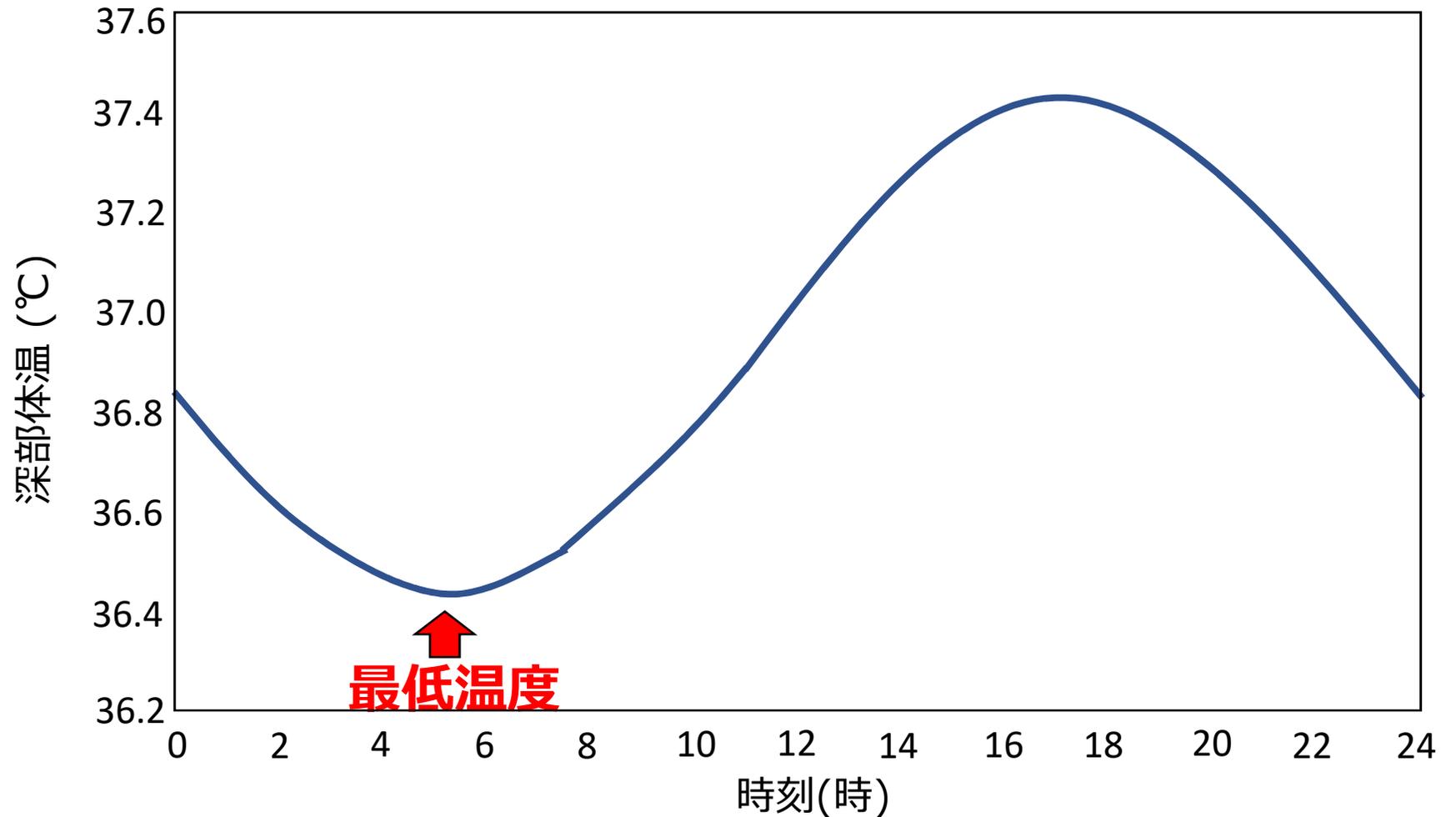
動物適用実験にも成功 (2019/03/13 プレスリリース済)

# 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、ボタン電池をなくすことに成功した。
  - 錠剤サイズにまで小型化できることを実証。
  - 胃酸電池型，無線充電型とともに，劣化の心配がなく，保存性もよい。
    - ・ 大量生産に適した組立工程と構造も発明。
- 従来のものよりも安価にできる可能性大。

# 想定される用途

深部体温とそのリズム（体内時計）の把握  
これらを簡便に測定する術は今までなかった。

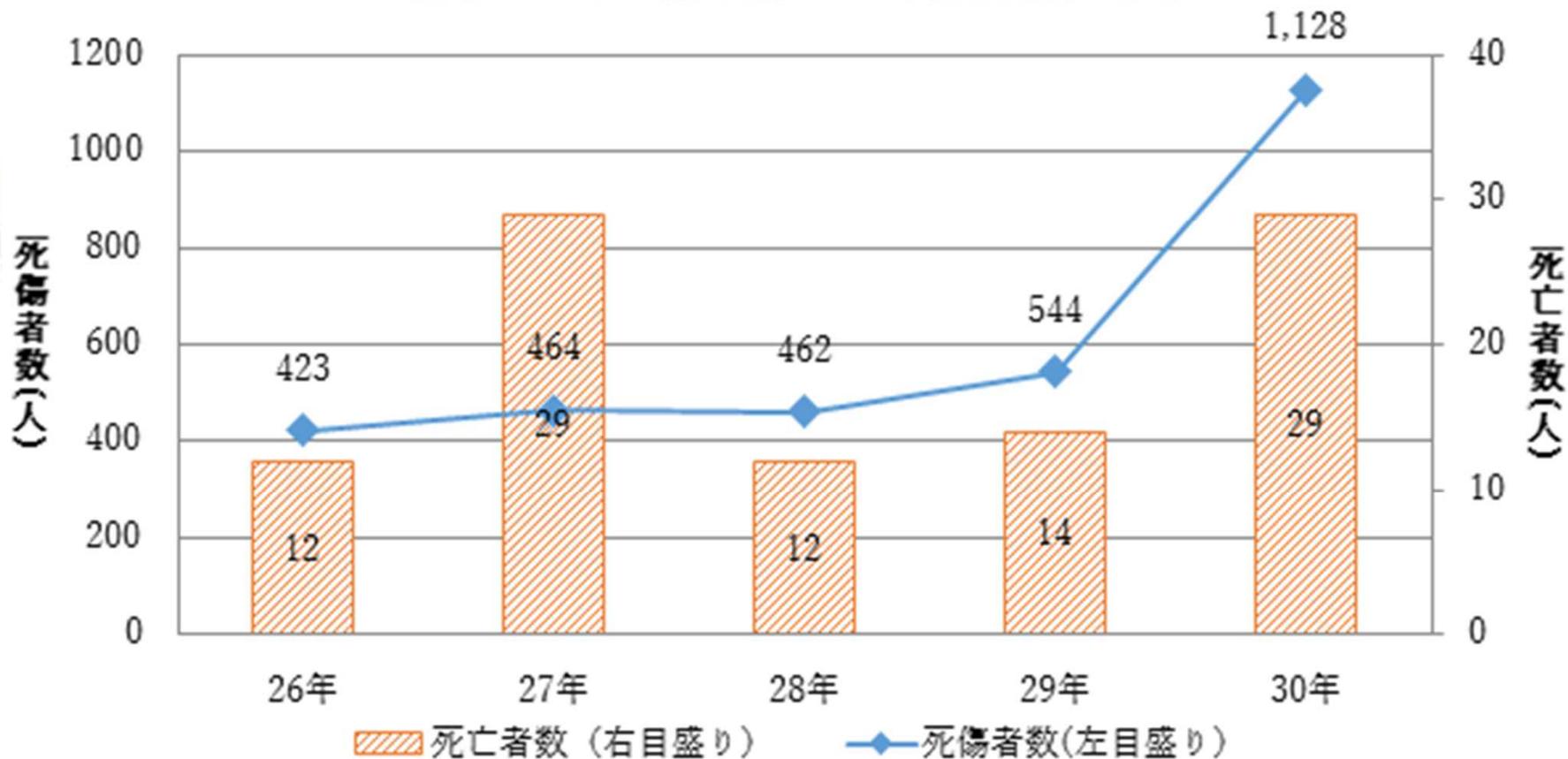


# 想定される用途

## 熱中症・低体温症防止



職場における熱中症による死傷者数の推移



酷暑環境等で発生する労働災害を防ぐ

# 想定される用途

## 健康増進・ヘルスケア

夜中まで勉強・仕事

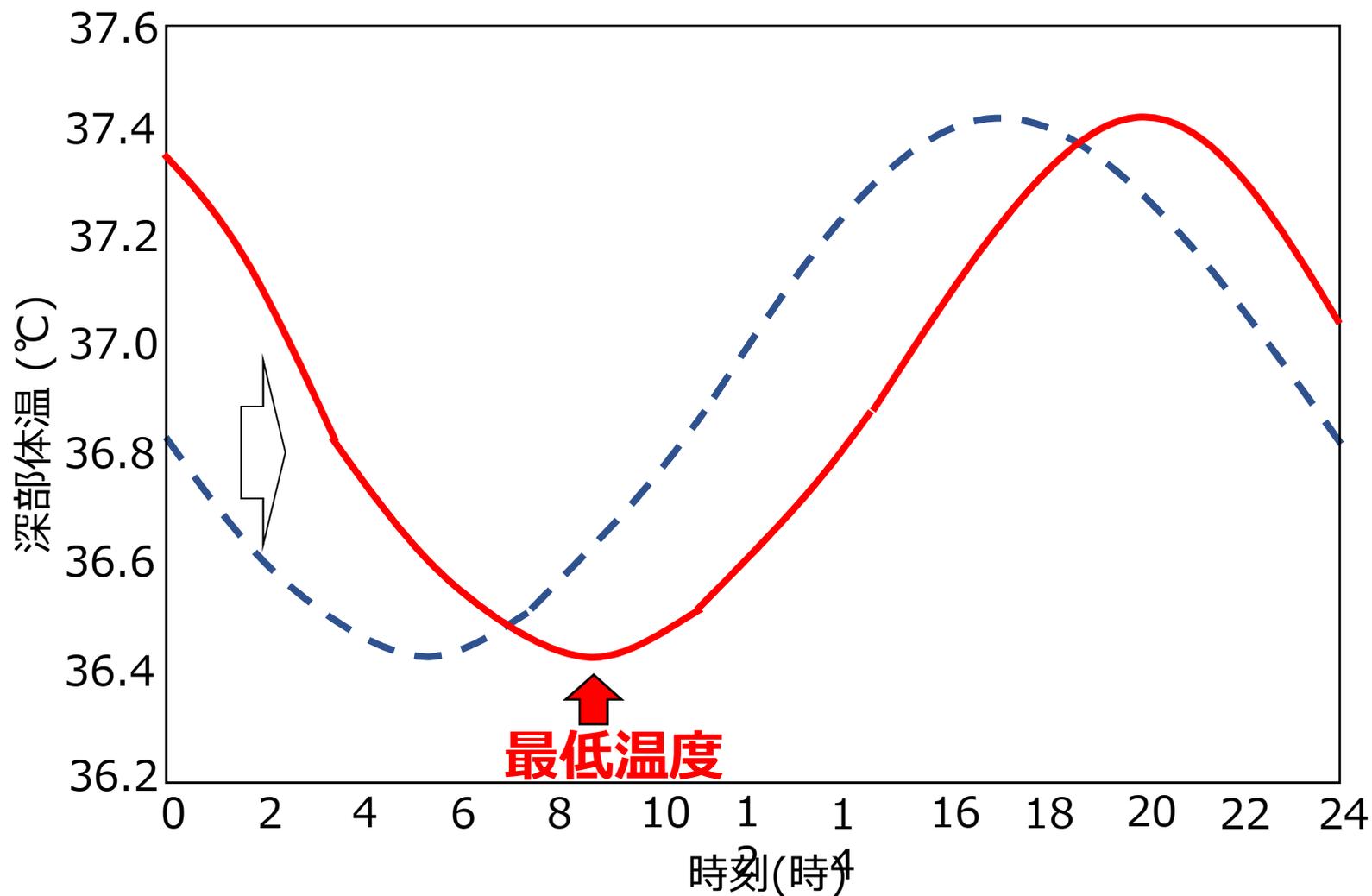
残業...



スマホ・タブレット



現代人は体内時計がずれやすい環境にいる



# 想定される用途

もし体内時計が狂ってしまうと…**様々な病気のリスクが上がる**

流産



睡眠障害



気分障害（鬱病等）



肥満



糖尿病



癌



# 想定される用途

日本では500万人，米国では1500万人以上の人々が不眠で悩んでいると言われている ⇒ **快適な睡眠を求めている。**

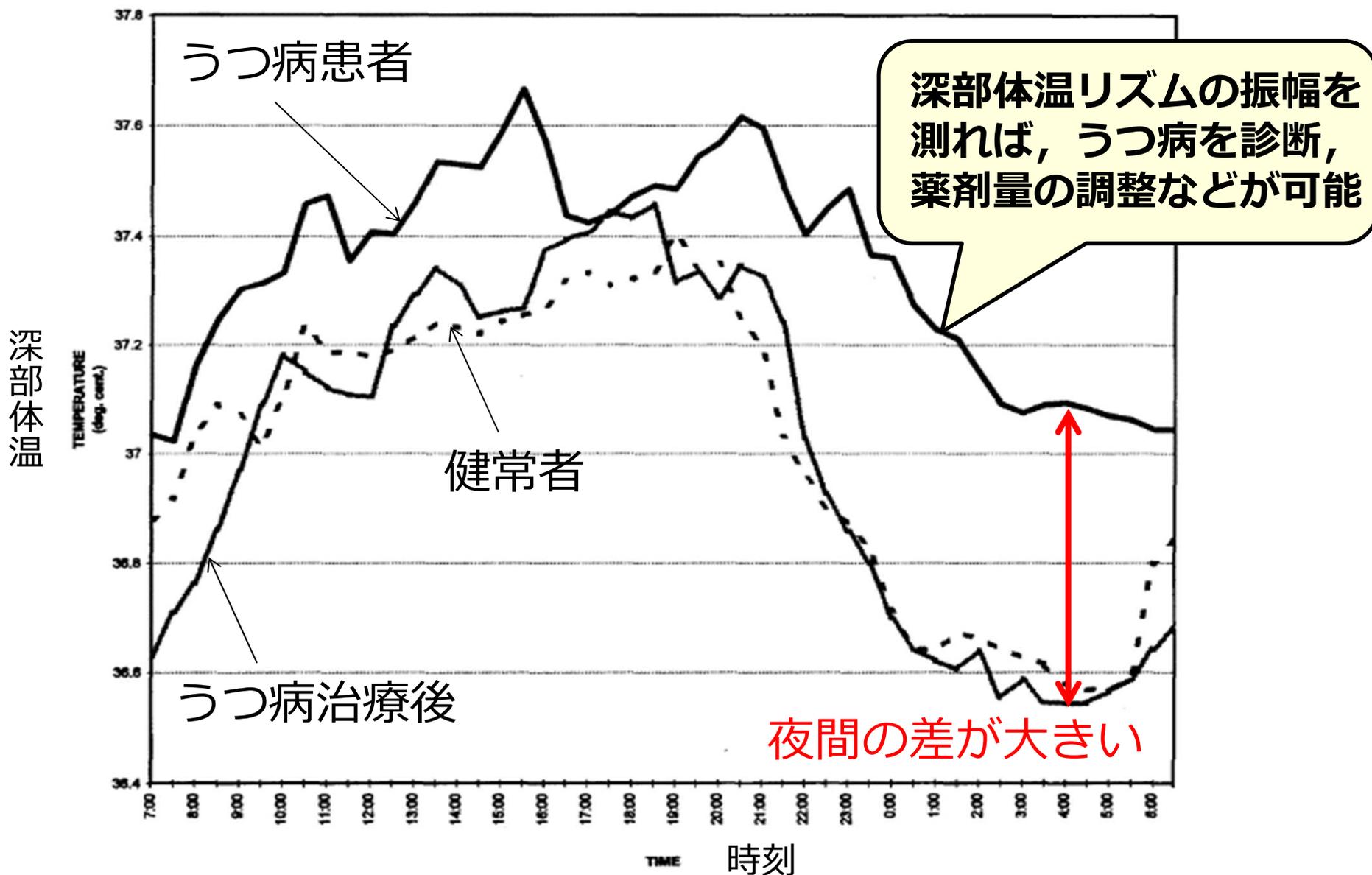
**体内時計の乱れに起因する睡眠障害患者への睡眠薬処方の効果的ではない。**



スリープテック市場の1アイテムとして幅広く普及する可能性あり。睡眠薬の減薬にも貢献

# 想定される用途

## うつ病や認知症の早期発見



# 想定される用途

## ユースシーンの一例

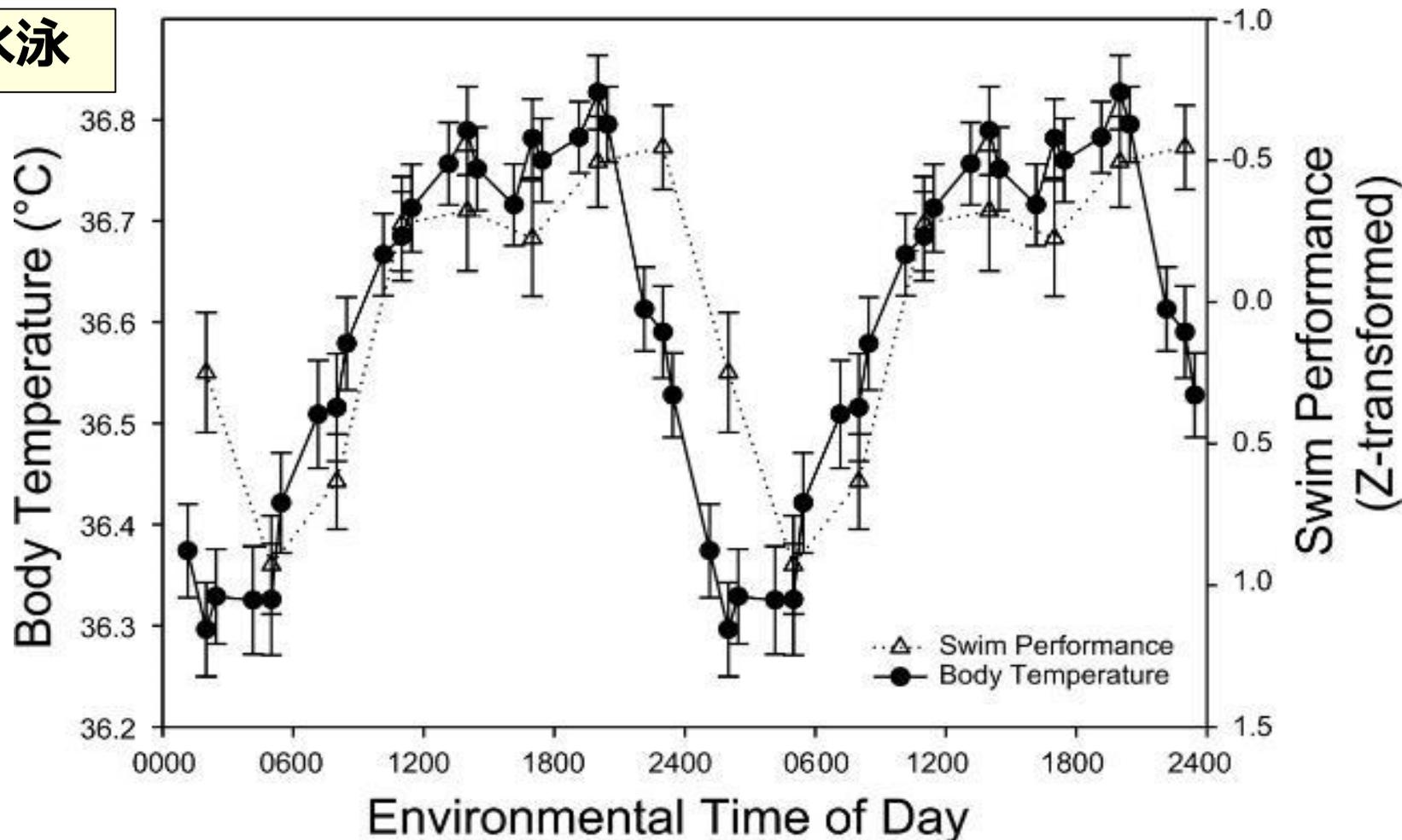


# 想定される用途

## 運動・知的能力の最大化

心身のパフォーマンスは**深部体温とリズムに依存**

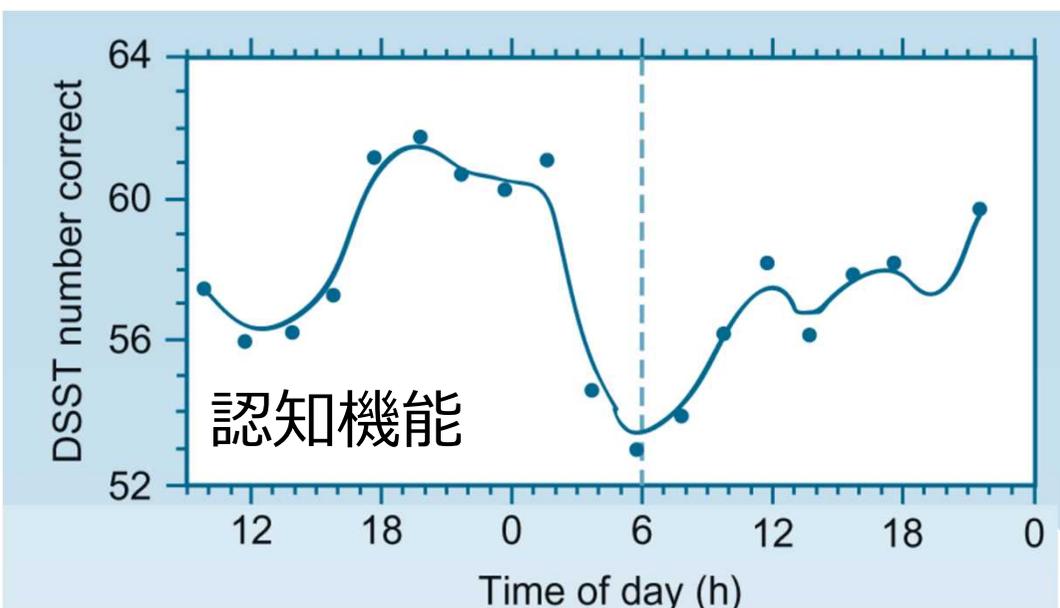
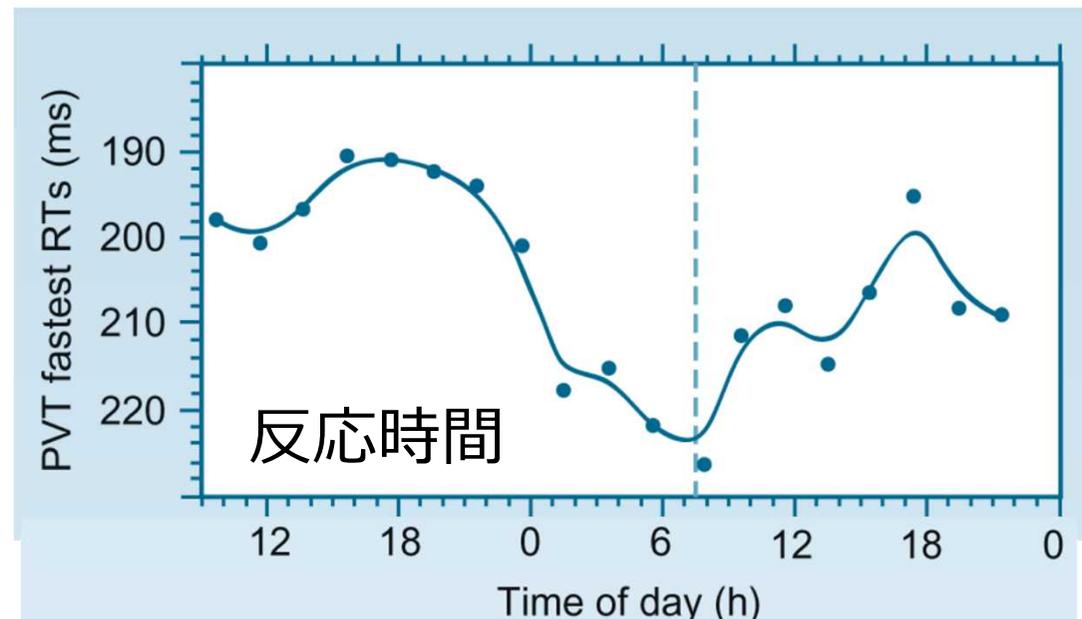
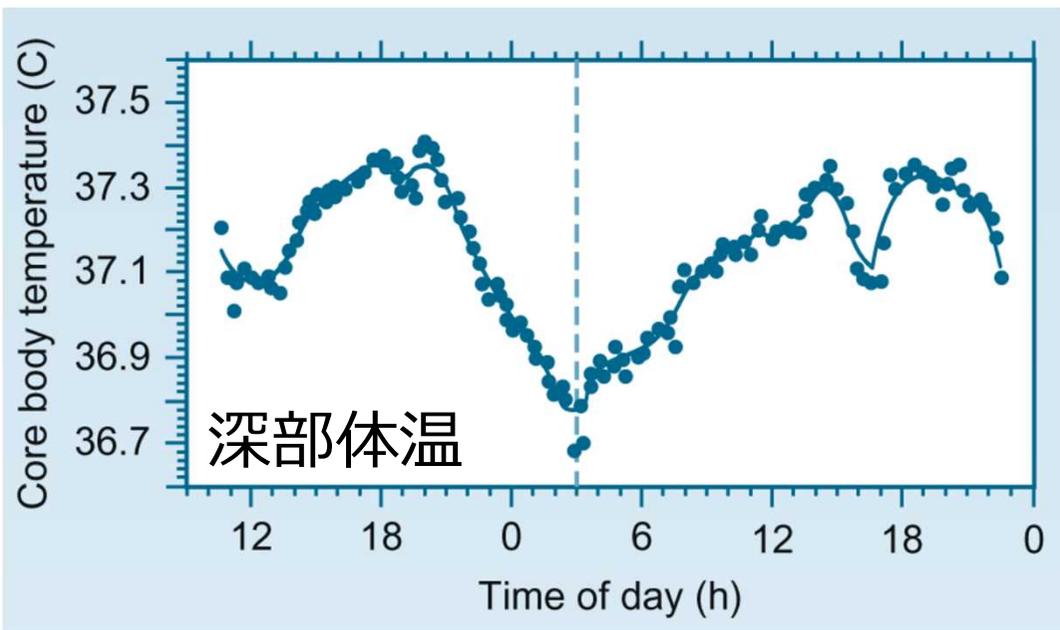
### 200m水泳



**3%もタイムが上下する!!**

# 想定される用途

## 運動・知的能力の最大化



**深部体温と知的能力も  
平行関係にある**

N. Goel, M. Basner, H. Rao, and D. F. Dinges, "Circadian rhythms, sleep deprivation, and human performance," *Prog. Mol. Biol. Transl. Sci.*, vol. 119, pp. 155-190, 2013.

# 想定される用途

## 運動能力や反応速度の最大化



アスリート



e-スポーツ



受験生

# 実用化に向けた課題

- 現在、胃酸発電型デバイス側のシステム開発については、動物適用実験が可能なところまで開発済み。無線充電型デバイスについてはシステム構成の基礎検討を実施している。
- 今後は、受信器の小型化や通信システムの最適化なども検討する。
- しかし、医療機器（クラス2を想定）となるので、上市までのハードルが高い。  
→それ自体が他社の参入障壁にもなる。

# 企業への期待

- （部分露出）樹脂封止の技術を持つ企業との共同研究を希望。
- 投資していただける企業（医療機器やスポーツ用品メーカー様等）を募集。

（ヨーロッパやアメリカでは、飲込み型デバイスのスタートアップが近年設立されている。日本には今のところ存在しない。）

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 個別昇圧回路、昇圧回路、及び電子機器
  - 出願番号 : 特願2018-159617
  - 出願人 : 東北大学
  - 発明者 : 吉田 慎哉, 中村 力
- 
- 発明の名称 : 電池、及び、電子機器
  - 出願番号 : 特願2015-255668
  - 出願人 : 東北大学
  - 発明者 : 吉田 慎哉, 中村 力, 兵藤 宏, 本間 格
- 
- 発明の名称 : 検出システム、受信機、及び、検出方法
  - 出願番号 : 特願2015-255666
  - 出願人 : 東北大学
  - 発明者 : 中村 力, 吉田 慎哉, 宮口 裕

# お問い合わせ先

東北大学

産学連携機構イノベーション戦略推進センター企画室

TEL 022-752-2195

FAX 022-752-2195

e-mail [promo-innov-koho@grp.tohoku.ac.jp](mailto:promo-innov-koho@grp.tohoku.ac.jp)