

次世代インフラを支える 自立電源技術の開発

産業技術総合研究所 人間拡張研究センター
駒崎 友亮

背景

- 高度経済成長期に整備されたインフラの老朽化が進み、細やかな点検・保守が求められる。
- 一方で、人手不足によって点検・保守の人員が不足しており、大幅な省力化が求められる。



IoTセンサを用いたインフラの常時モニタリング



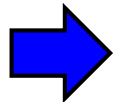
IoTによるモニタリングのメリット

- 常時モニタリングによる異常の即時検知・予測
- 点検頻度を減らせる（省力化, 法定点検を除く）

IoTによるモニタリングの課題

- IoTの電源問題

データは無線で送信できるが、電源のために配線を引く、または定期的な電池交換が必要

 省力化が目的なのに、配線工事や電池交換で逆に労力が増える

上記課題を解決し得る自立電源技術

- 環境発電（エネルギーハーベスティング）

太陽電池、熱電変換、振動発電など

- ワイヤレス電力伝送

広い空間で使うインフラ用途では難しい

- 原子力電池

原子力事故の懸念

環境発電の課題

- 発電可能な場所が限られる

- 用いるエネルギー源によって適用場所が制限され、どこでも使えるわけではない
- 導入に当たって環境調査や試行錯誤が必要

- 発電が不安定

- 場所だけでなく、時間的にもエネルギーの制限がある
- 信頼性が求められる重要なシステムに対しては使いづらい

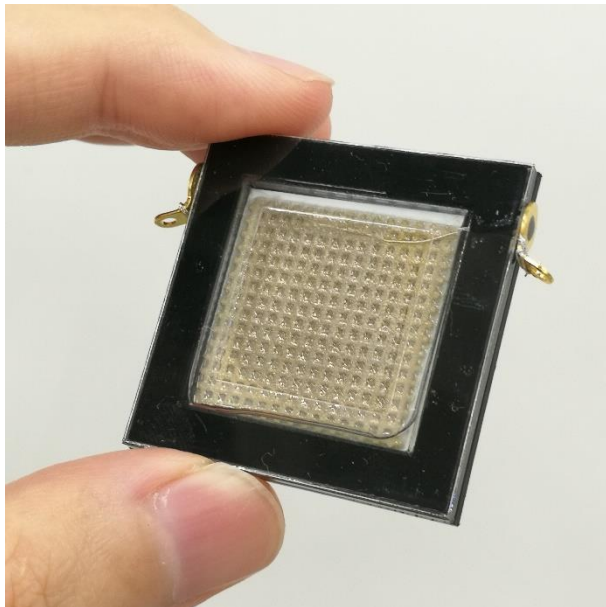


「広範な環境で安定した発電が可能な環境発電技術」 が必要

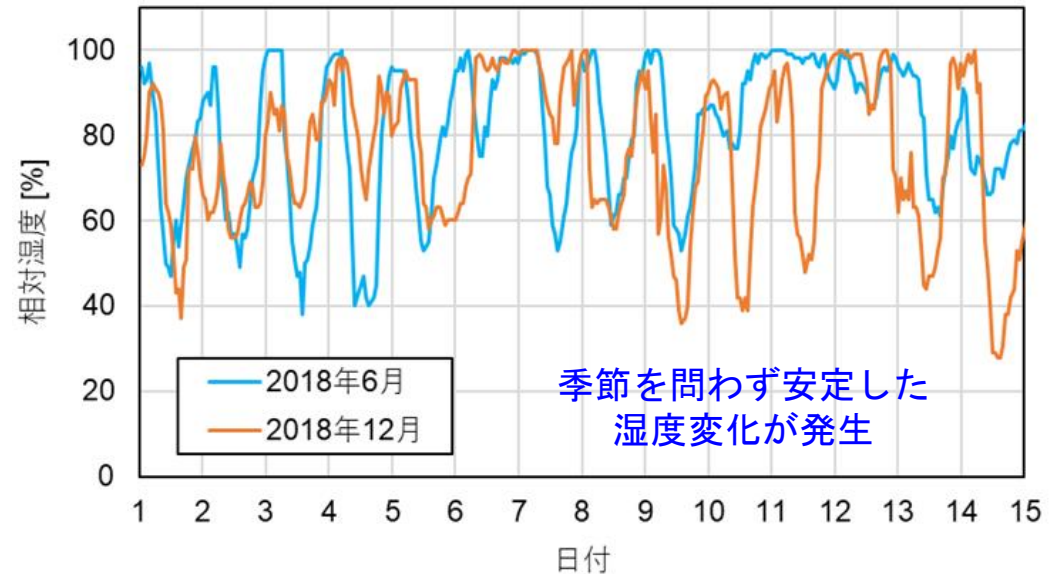
これを目指して、我々は、**湿度変動電池** の開発を行っている

技術開発の概要：湿度変動電池

昼夜の相対湿度変化を利用する発電素子

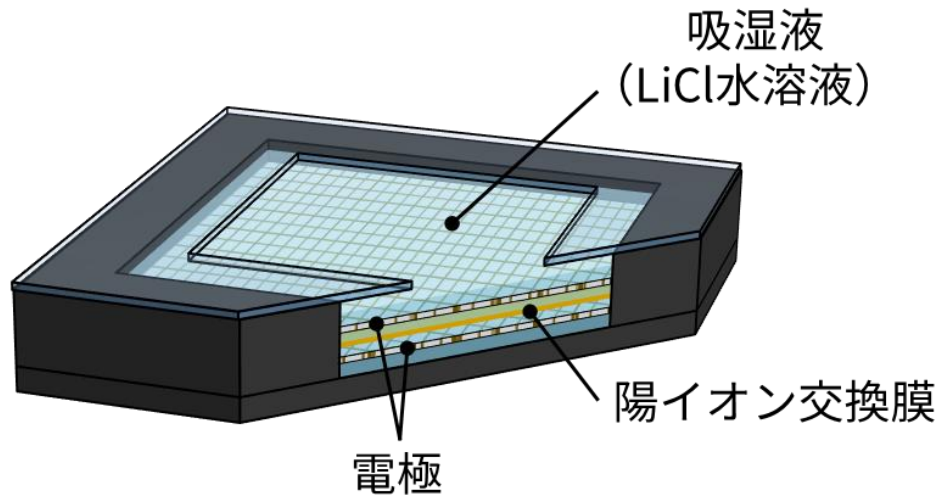


屋外の昼夜の相対湿度変化



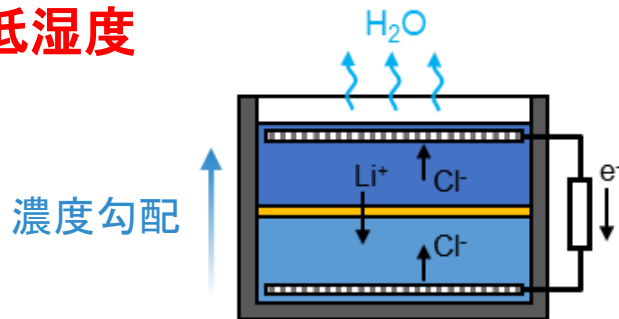
- ・ 外気が入ってくる場所であれば発電可能
- ・ 閉鎖空間でも温度が変われば相対湿度が変化
⇒配電盤、制御盤などの中でも使える

湿度変動電池の構造と仕組み

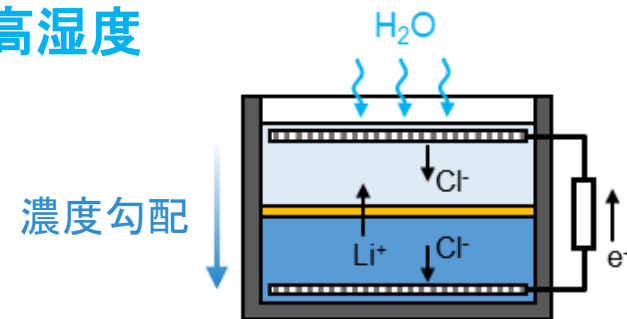


- LiCl水溶液が湿度に応じて吸湿
- 電池内に濃度勾配ができる
- 濃度勾配が電圧を生み出す

低湿度



高湿度

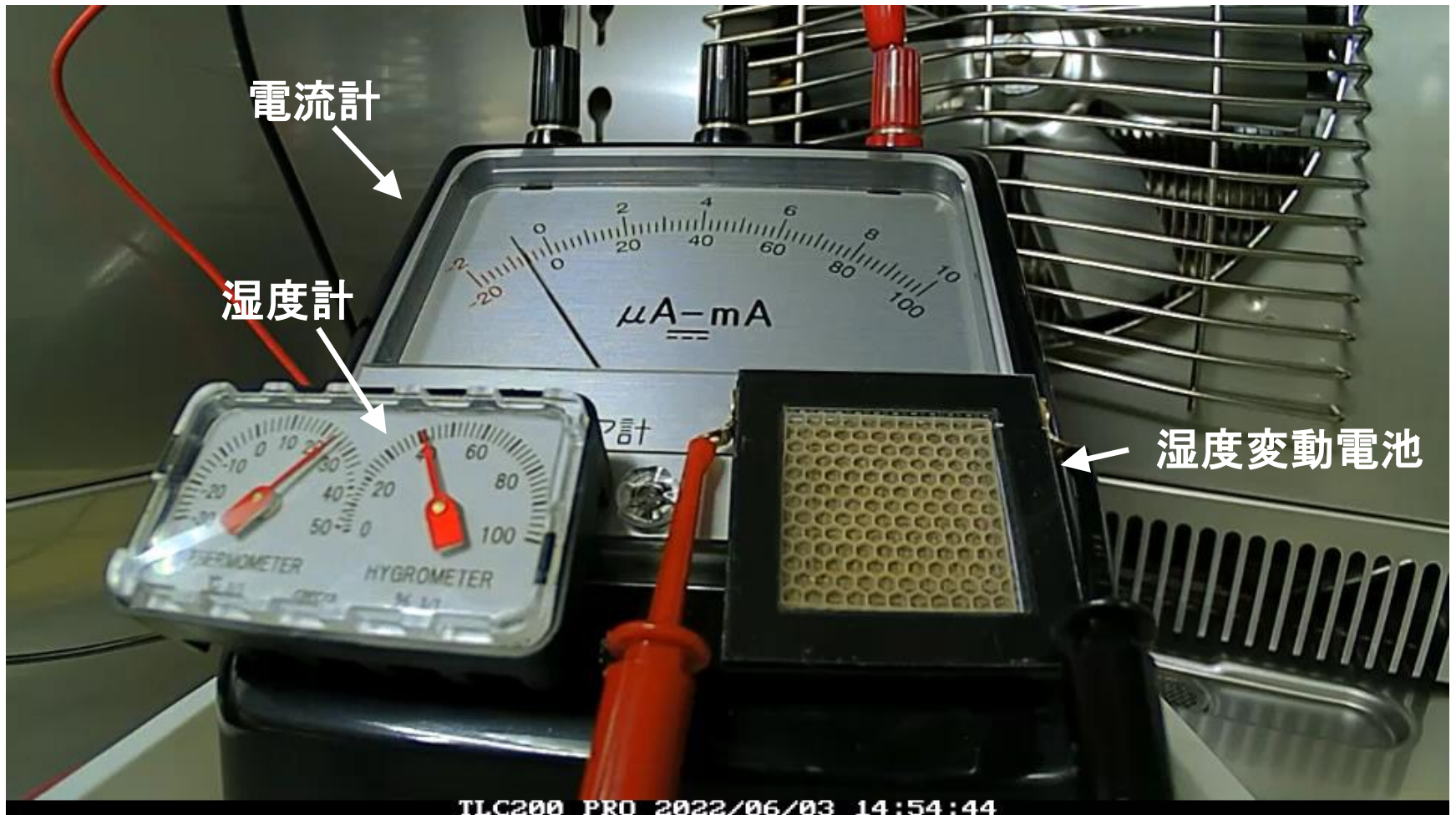


塩化リチウム水溶液の吸湿

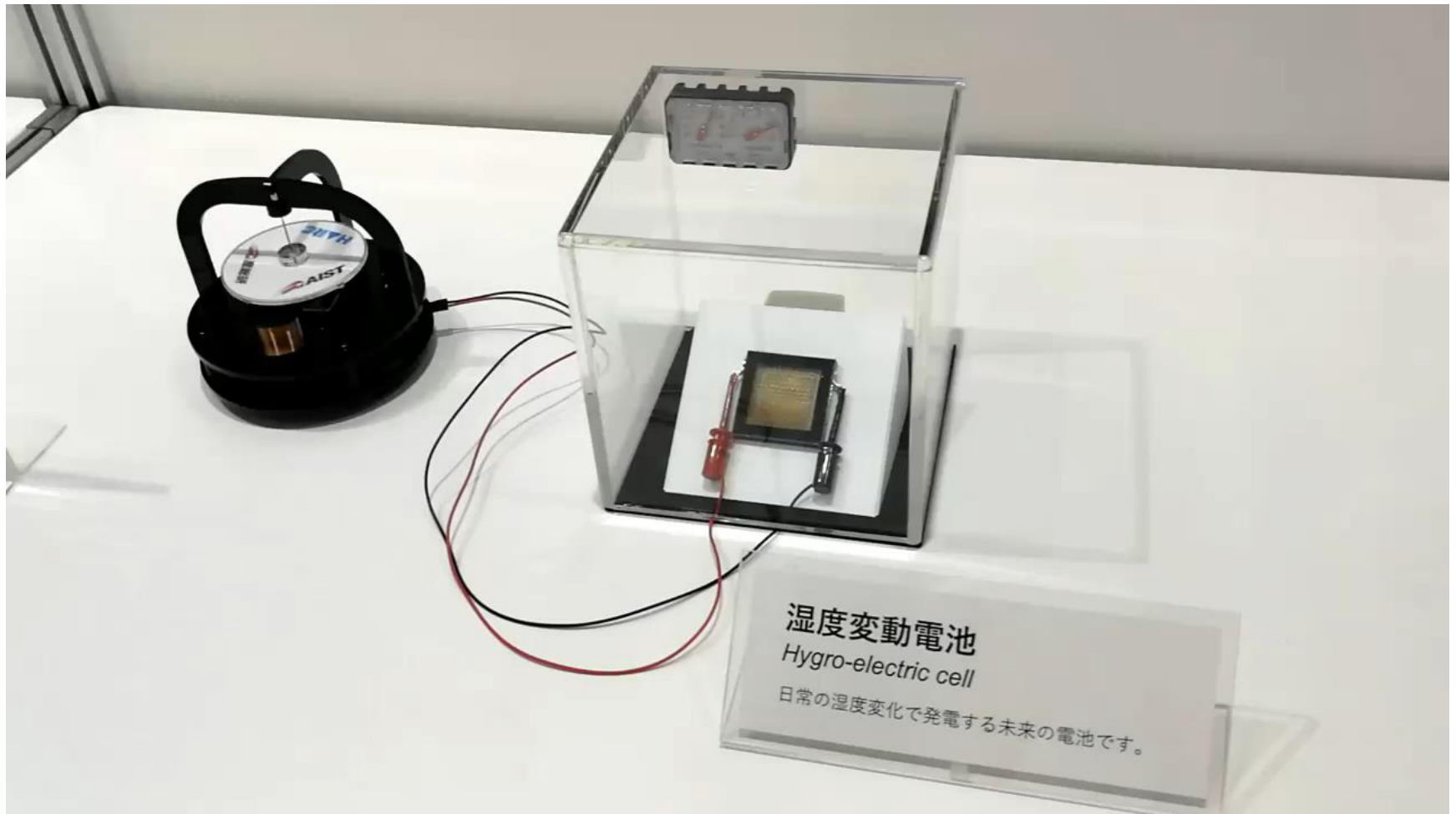
湿度 30⇔90%RH, 4時間ごと



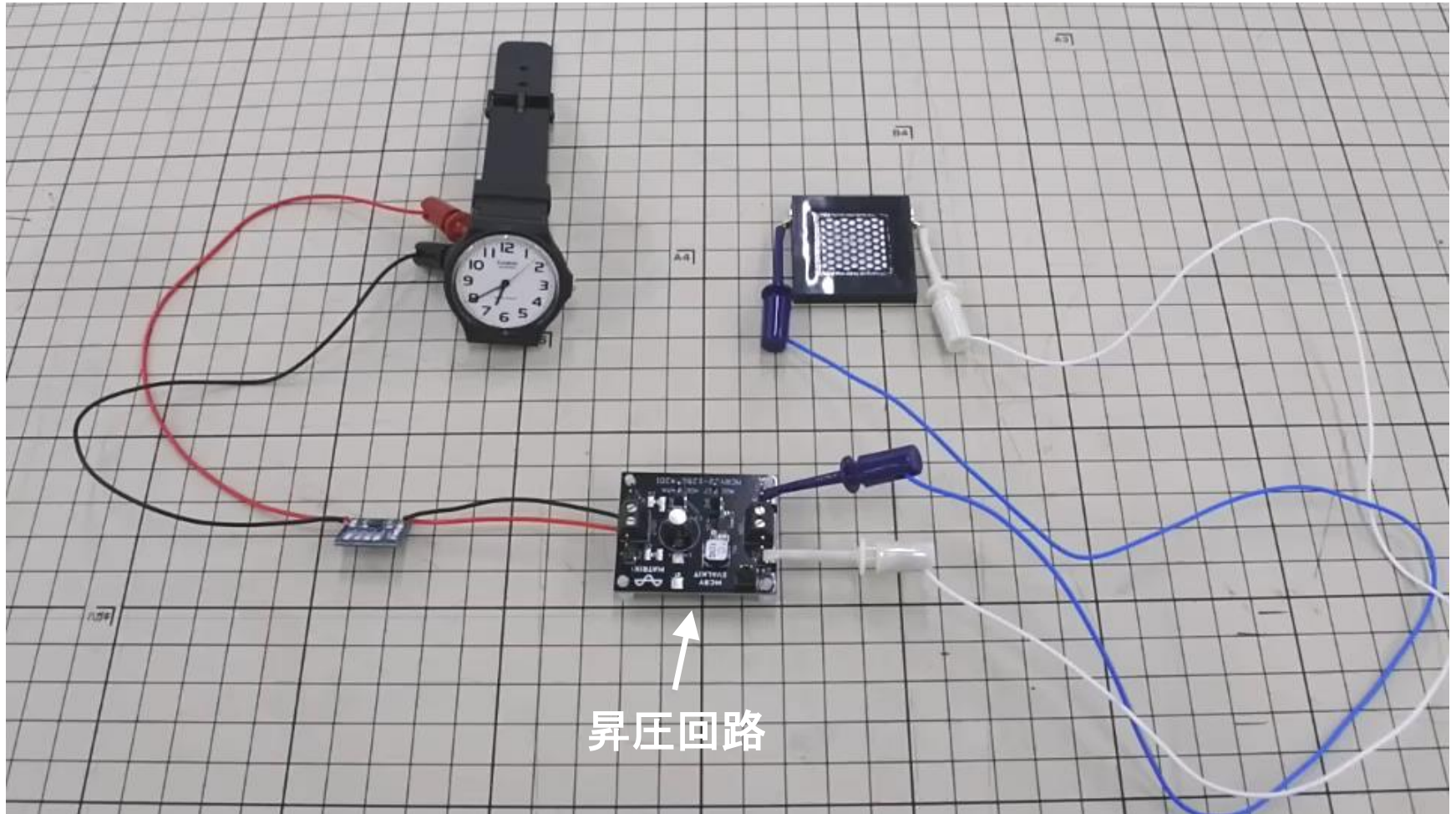
湿度変動電池の発電の様子



省電力モーターの駆動



腕時計の駆動

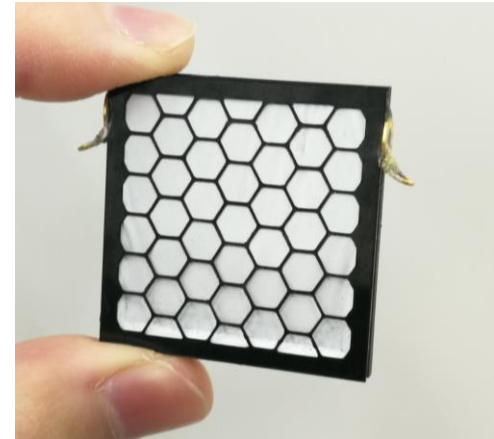


湿度変動電池の性能

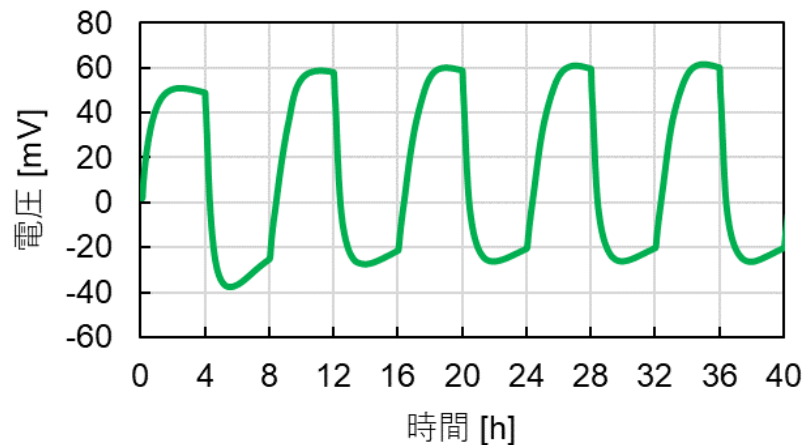
35×35×5 mmの湿度変動電池 1セル

- 重量 約5g
- 最大電圧 61 mV
- 最大電流 1.2 mA
- 最大出力 36.7 μ W

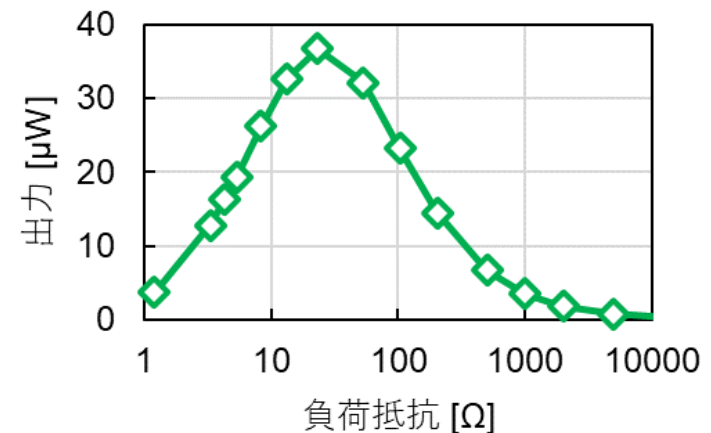
屋外では平均数 μ Wの発電が可能



電圧測定結果 (湿度30 $\leftrightarrow$ 90%, 4時間ごと)



出力測定結果



技術開発の必要性（技術面）

- 耐久性の向上

現状では寿命が2～3か月しかなく、実用化には10年以上の耐久性が求められる（主に電極の劣化がネック）

- Ag/AgCl以外の電極系の探索

現状では電極にAg/AgClを用いており、高価であるとともに反応の繰り返しで劣化が発生する。より安価で劣化しにくい電極系の開発が必要

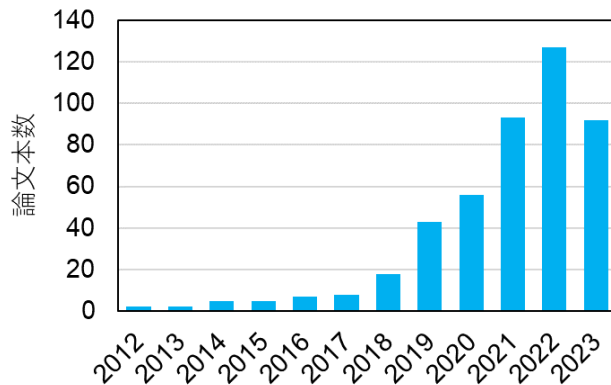
- 出力の向上

現状でも実環境で数 μ W/セルの発電が可能であり、IoTセンサ用途では実用レベルだが、さらなる出力向上ができれば応用の幅が広がる

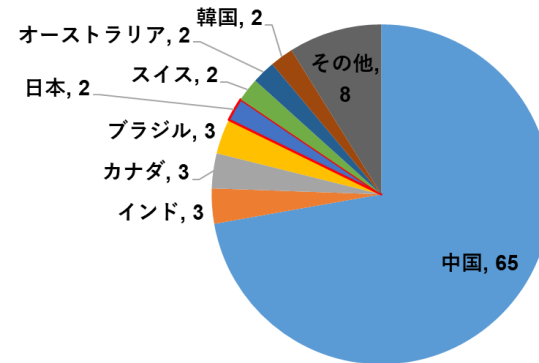
技術開発の必要性（外的要因）

• 湿度発電分野での遅れ

世界では湿度を使った発電技術の研究開発が進んでおり（湿度変動電池とは別原理）、研究者の数では日本は大きく遅れている



世界の湿度発電に関する論文発表件数



2023年1～7月の国別の論文発表件数

• 欧州の電池規制

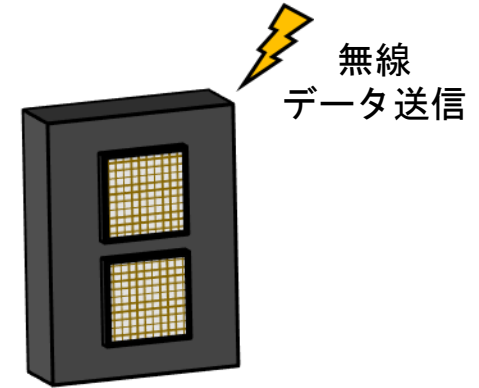
欧州では電池に対する規制が始まっており、将来的には一次電池の使用が規制される可能性がある

社会実装のイメージ・シナリオ

• 社会実装イメージ

「測りたい場所につけるだけで
センシングできるIoTセンサ」

として社会実装を想定



湿度変動電池で駆動する
IoTセンサのイメージ

• 社会実装シナリオ

- 現在、関電工、農研機構と連携して電力インフラ、農業での活用を検討中
- これらの分野で実証例を増やして技術をアピールし、電池メーカーなどを巻き込んで実用化に繋げる
- スマートメーター、火災報知器、電子棚札などインフラ保守以外の用途も多数想定される

