

# 高柔軟性シリコーン吸湿材料の開発と 布状湿度センサへの応用

産業技術総合研究所

センシングシステム研究センター

研究員 駒崎 友亮

2020年9月10日

# 従来技術とその問題点

近年、ウェアラブル技術が注目を集めており、様々なセンサのウェアラブル化が求められている。

**湿度センサ**に関する発汗計測、快適性計測、蒸れ検知などのニーズがあり、ウェアラブル化が求められる。

しかし、従来の電子部品状の湿度センサは  
人肌に触れる用途には適さない

**接触違和感、布上への実装の難しさ**

# 従来技術とその問題点

## • 従来の湿度センサの構造



感湿膜が湿度に応じて吸湿し、誘電率が上昇することで湿度を計測

静電容量型湿度センサ

$$C = \varepsilon \frac{S}{d}$$

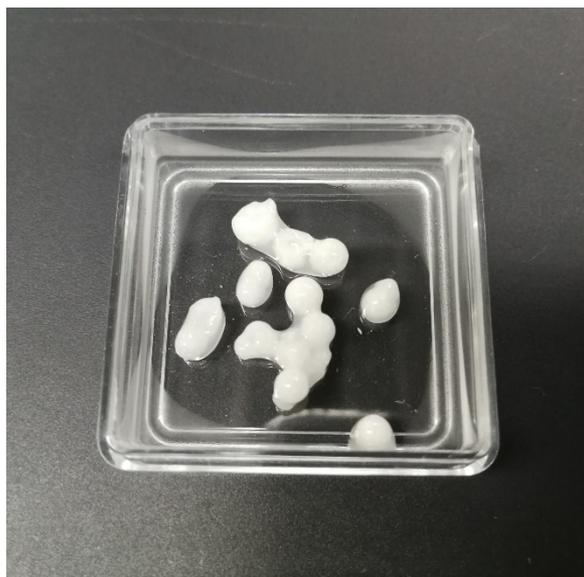
従来の感湿膜: ポリイミド、アクリルなど

⇒ 伸縮性に乏しく布と相性が悪い、  
ノイズの多い環境で使うには低感度

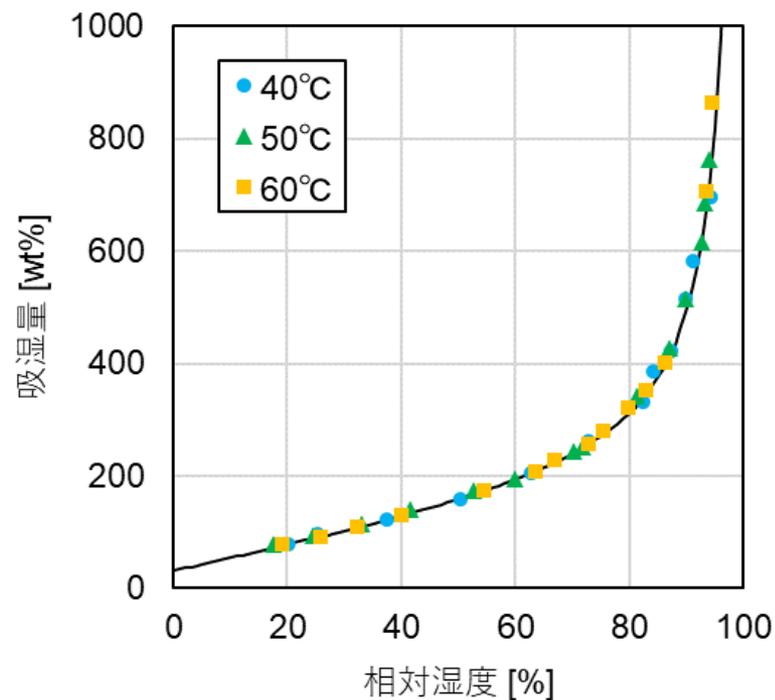
高柔軟性、高感度の新しい感湿材料が必要

# 高柔軟性シリコン吸湿材料の開発

- 潮解性物質に着目
- 潮解には相対湿度に応じて平衡点が存在



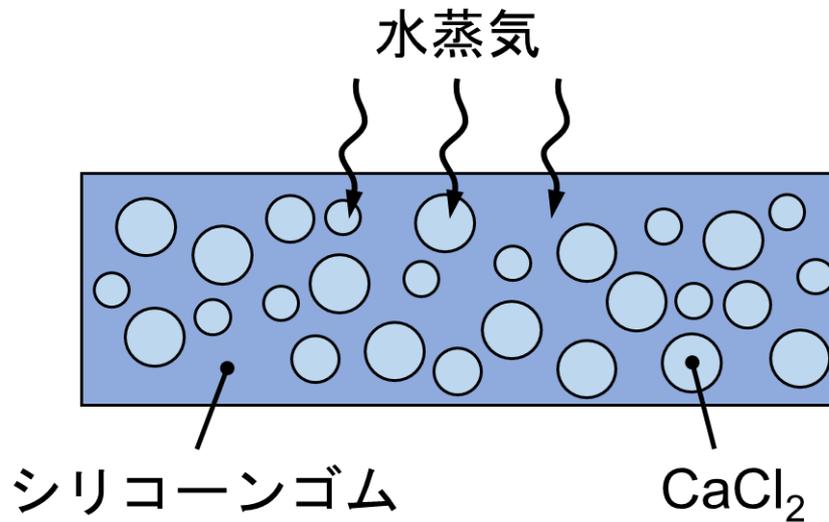
塩化カルシウムの潮解



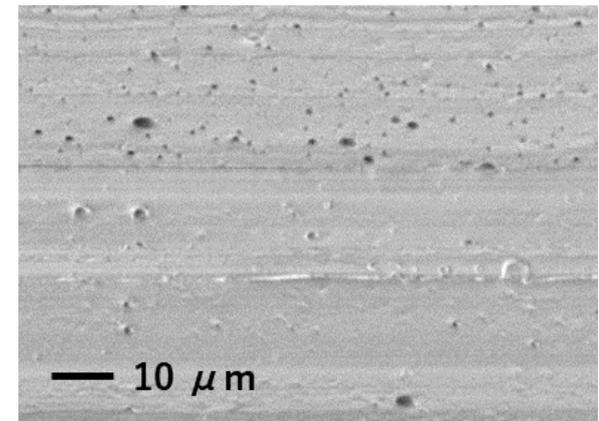
湿度と塩化カルシウムの  
吸湿量の関係

# 高柔軟性シリコーン吸湿材料の開発

CaCl<sub>2</sub>とシリコーンゴムを複合化した感湿材料を開発



作製した感湿材料

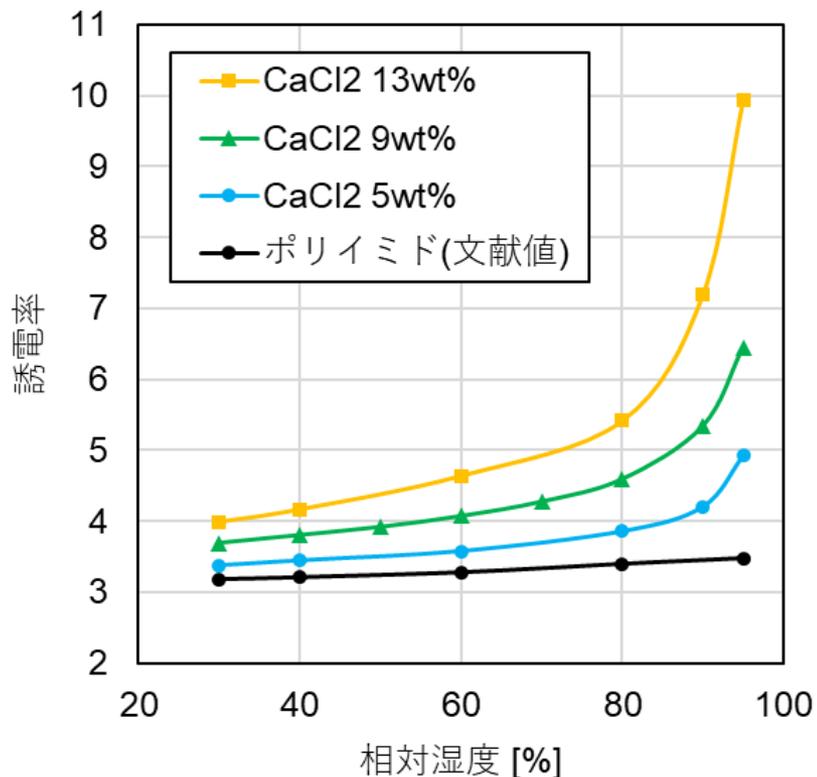


断面SEM写真

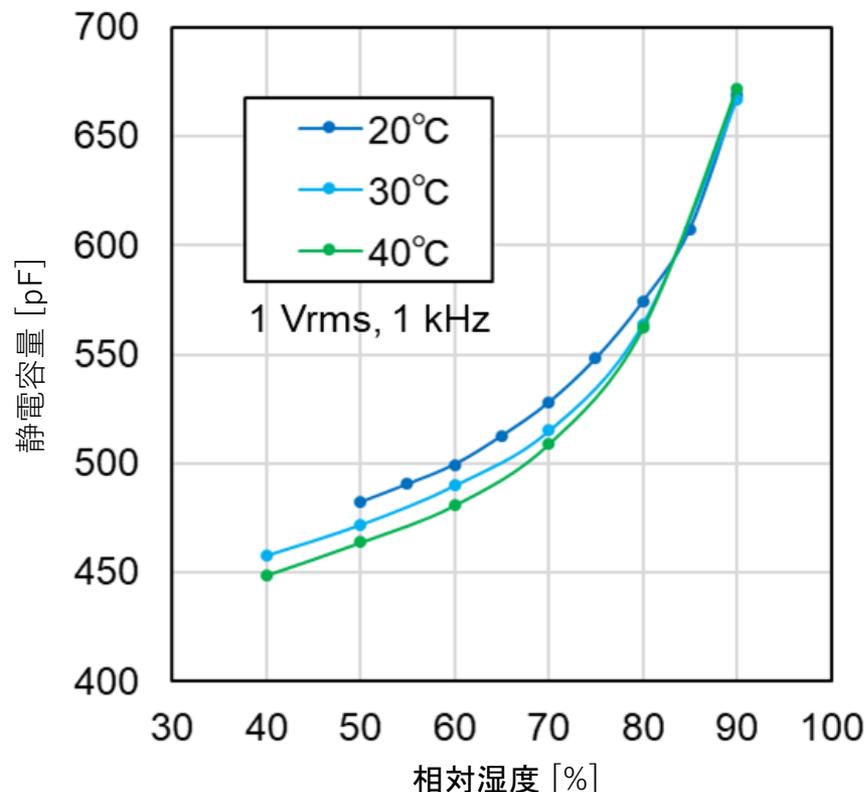
## ポイント

- 潮解性材料は吸湿性が非常に高い
- シリコーンゴムは水蒸気透過性が非常に高い

# 感湿材料の特性



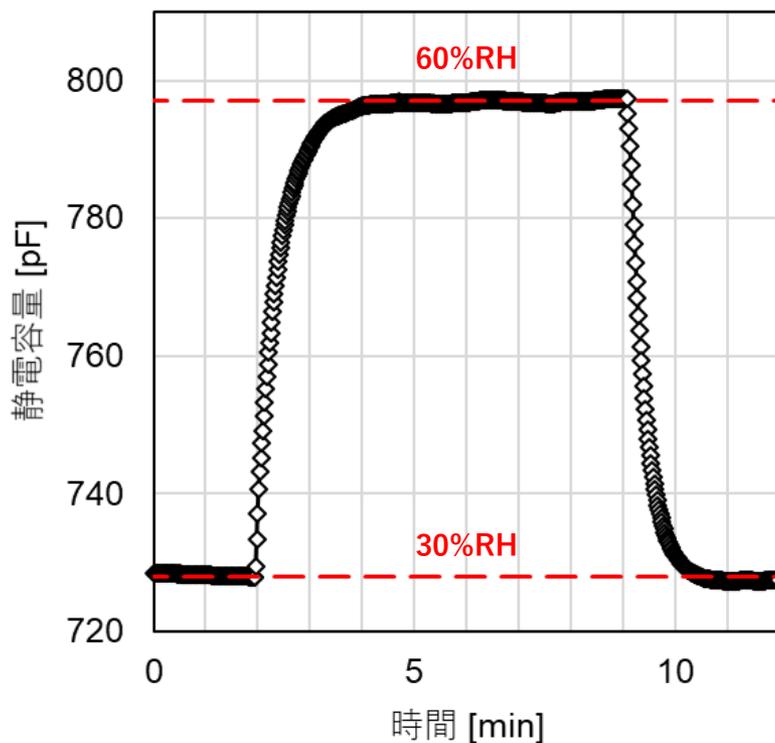
湿度 - 誘電率の関係



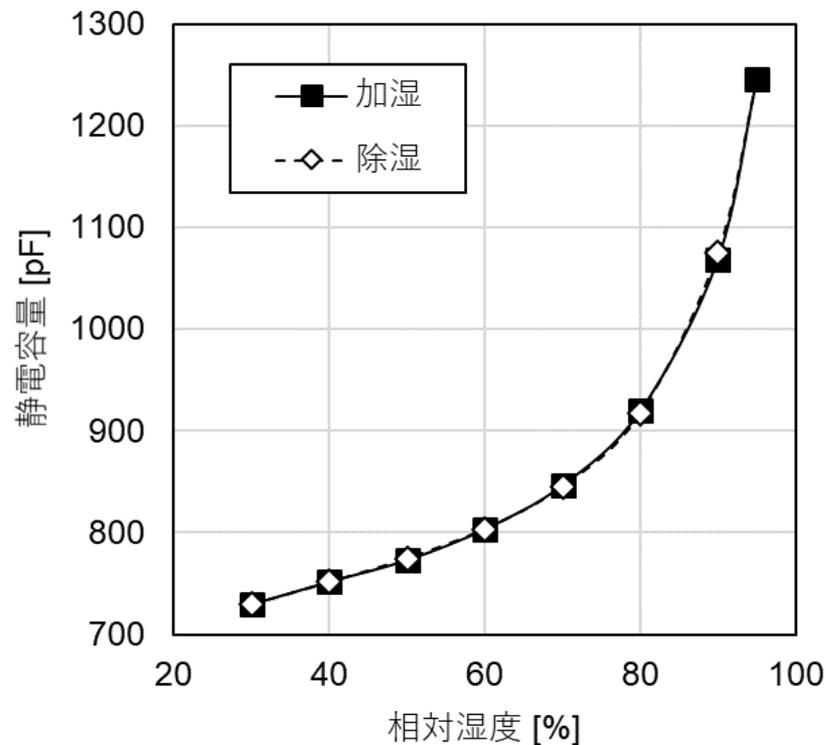
温度特性

最大でポリイミドの**4.8倍**の高感度を達成

# 感湿材料の特性



応答特性

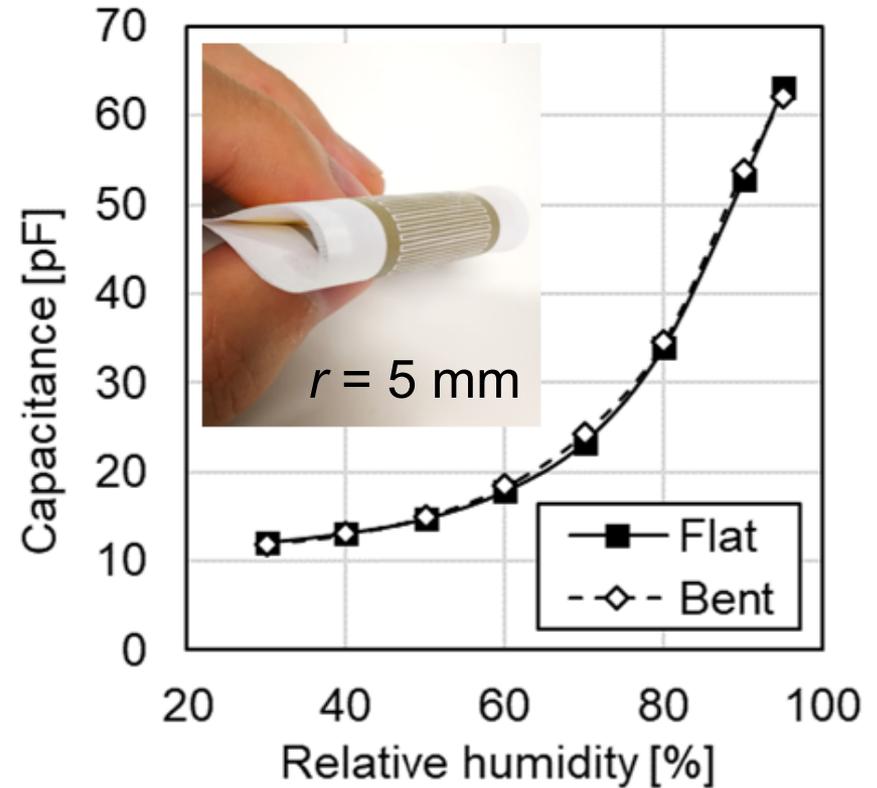
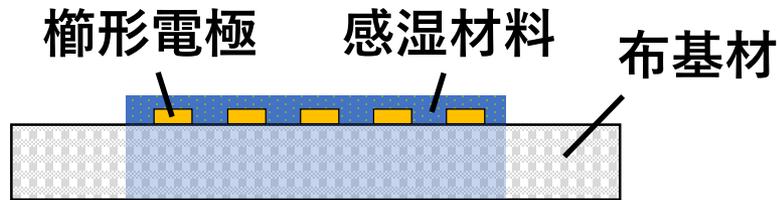


ヒステリシス特性

応答速度: 2分、ヒステリシス: なし

# 布上湿度センサの作製

スクリーン印刷で布上に湿度センサを作製した



センサの湿度応答特性

# 応用例①: 衣服内湿度のモニタリング

センサに配線を設け、衣服内に挿入して  
湿度モニタリングを行った



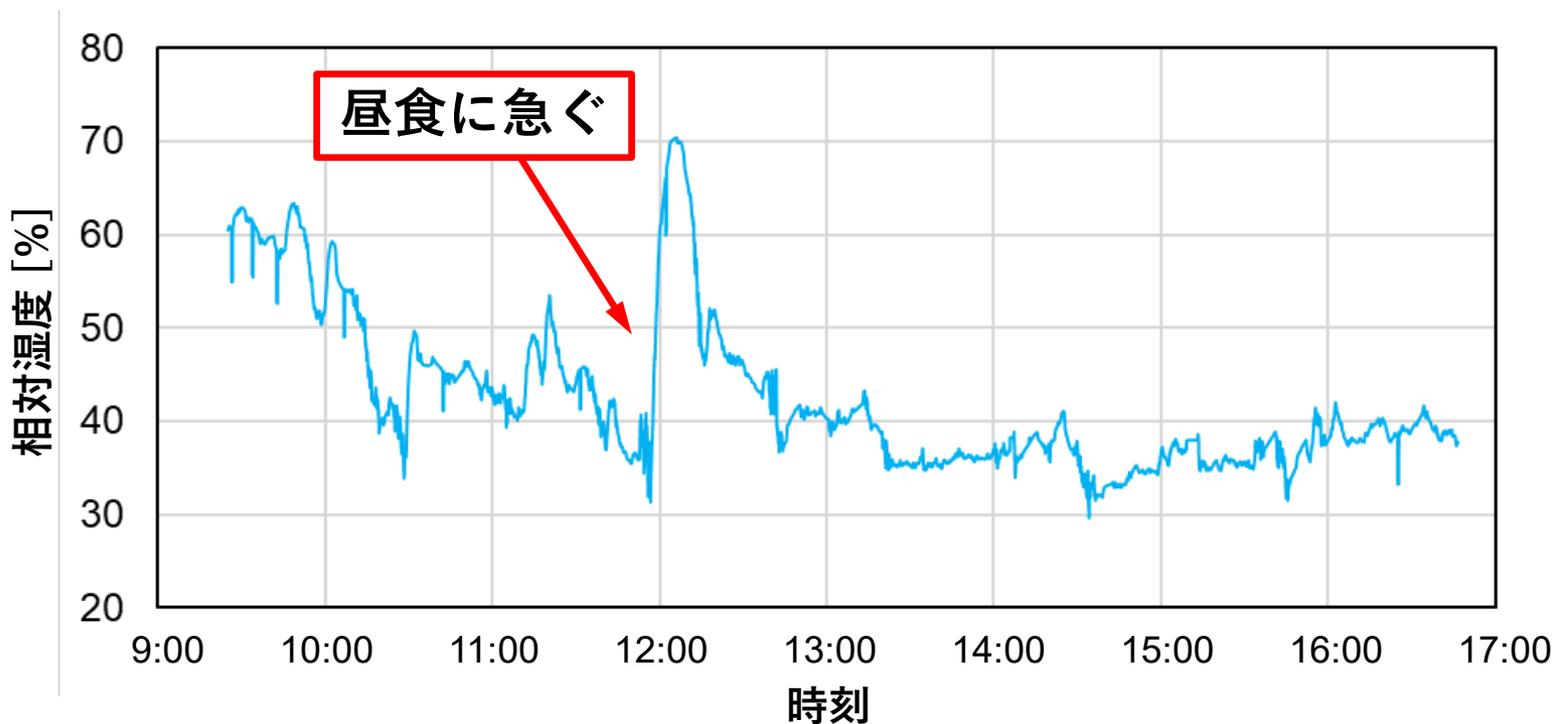
計測器とセンサ



衣服内湿度  
モニタリングの様子

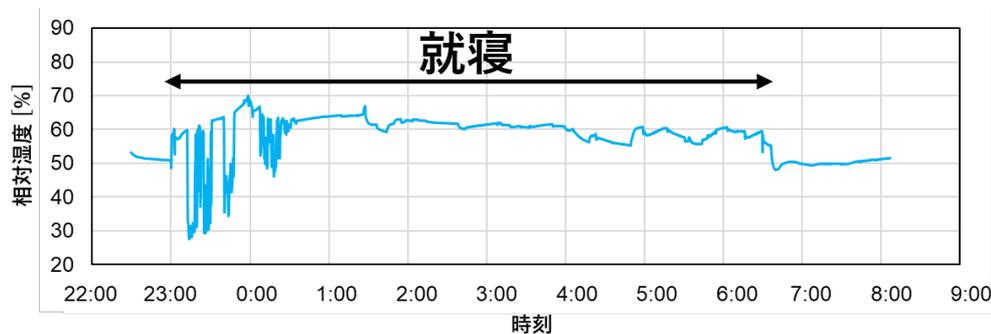
# 応用例①: 衣服内湿度のモニタリング

## 勤務中の衣服内湿度を一日間計測



汗ばむ様子などをモニタリング可能

# 応用例②: ベッド内湿度の測定

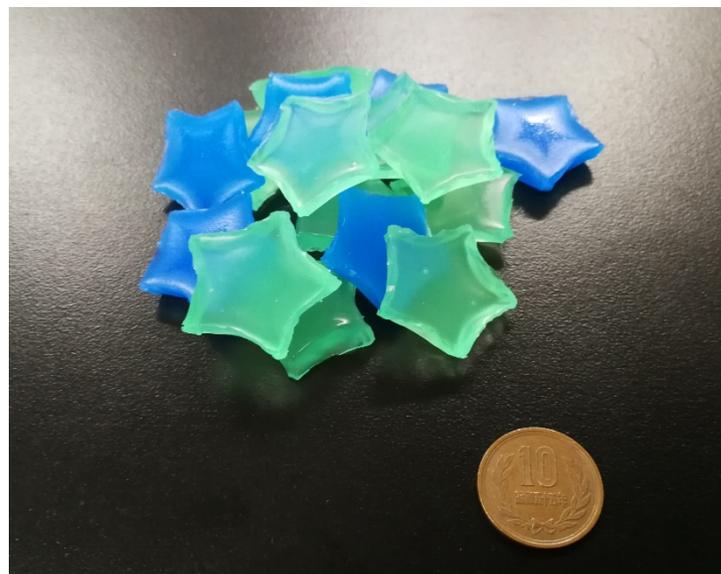


睡眠のモニタリング、  
介護・医療現場での褥瘡予防

シート型湿度分布センサ

# 乾燥剤としての利用

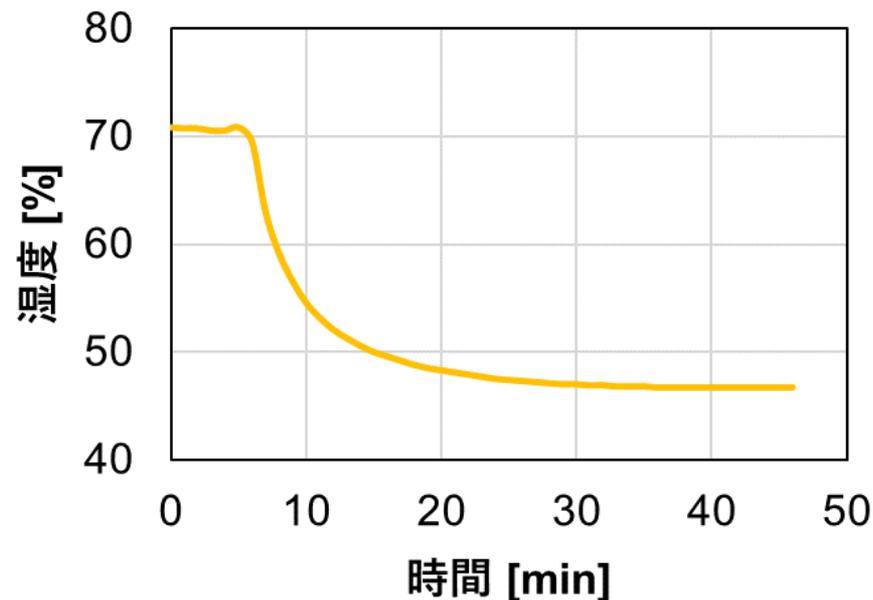
- シリコーン吸湿材料はそのまま乾燥剤・調湿剤としても使用可能
- 成形性、着色性に優れ、意匠性を高められる



星形に成形したシリコーン乾燥剤

# 乾燥剤としての利用

シリコン乾燥剤を入れ、容器内の湿度を計測



30分程度で湿度が70%⇒47%へ低下

# 新技術の特徴・従来技術との比較 (湿度センサとして)

- 非常に柔軟なセンサを実現でき、人肌に触れる用途でも使用可能
- 従来の感湿材料よりも高感度
- 配合で感湿特性を調節可能
- ヒステリシスがほぼゼロであり、正確な湿度計測が可能
- 応答速度は市販の湿度センサよりもやや劣る

# 新技術の特徴・従来技術との比較 (乾燥剤・調湿剤として)

- シリカゲルや珪藻土と比較して非常に柔軟な乾燥剤
- 着色性や成形性に優れ、意匠性の高い乾燥剤が実現可能
- 配合で吸湿特性を調節可能
- シリカゲルなどと同様に加熱して再利用可能
- ヒステリシスなく吸放湿するため調湿性に優れる

# 想定される用途

- 布状湿度センサ
  - 熱中症予防
  - 蒸れ検知、快適性計測
  - 褥瘡予防
- シリコン乾燥剤
  - 食品用乾燥剤
  - 生活雑貨
  - 調湿建材



# 本技術に関する知的財産権

発明の名称：感湿複合材及び湿度センサ

出願番号：PCT/JP2020/005375

出願人： 国立研究開発法人産業技術総合研究所

発明者： 駒崎 友亮、植村 聖

# お問い合わせ先

産業技術総合研究所  
イノベーション推進本部  
知的財産部 技術移転室

TEL           029-862-6158  
FAX           029-862-6159  
e-mail        [aist-tlo-ml@aist.go.jp](mailto:aist-tlo-ml@aist.go.jp)