

# ナノ構造pHセンサーによる 太陽電池モジュール内酢酸の非破壊検出

○浅香 孝<sup>1</sup>、板山 知広<sup>1</sup>、長崎 秀昭<sup>1</sup>、岩見 健太郎<sup>1</sup>、  
山本 千津子<sup>2</sup>、原 由希子<sup>2</sup>、増田 淳<sup>2</sup>、梅田 倫弘<sup>1</sup>

1. 東京農工大学、2. 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター

## 1. 研究背景・目的

太陽光発電の普及を進める上で、太陽電池(PV)モジュールの  
長期信頼性の向上(長寿命化)は必要不可欠

→ 正確な信頼性評価技術(劣化評価)が重要

### PVモジュールの劣化メカニズム<sup>1)</sup>

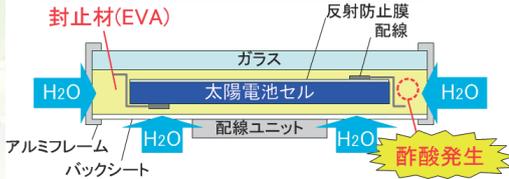


図1: 提案するPVモジュール内酢酸の非破壊検出法

[主な酢酸評価方法]

イオンクロマトグラフィー ... 破壊分析

非破壊・経時・定量可能な測定手法が存在しない



## 提案手法

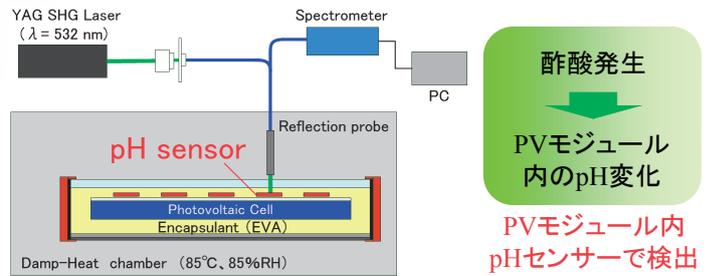


図2: 提案するPVモジュール内酢酸の非破壊検出法

PVモジュール内の微量酢酸発生をpH変化で非破壊検出<sup>2)</sup>

## 2. ナノ構造pHセンサーの作製・評価

### pH感受性蛍光色素: SNARF-4F @invitrogen<sup>3)</sup>

- ・蛍光ピーク波長 ... 587, 650 nm
- ・蛍光強度比 (Fluorescent Intensity Ratio;  $FIR = I_{587}/I_{650}$ ) はpHに依存

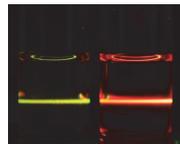


図3: SNARF-4Fの蛍光

### メンブレンフィルター (MILLIPORE)

- ・親水性PTFE製のナノ構造多孔質膜
- ・耐熱性・耐薬品性
- ・孔径 ... 200 nm
- ・膜厚 ... 65 μm

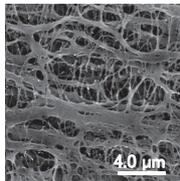


図4: メンブレンフィルターの表面構造 (SEM像)

SNARF-4F溶液 (0.2 mM, 20 μl) を  
メンブレンフィルターへ滴下後、加熱乾燥  
→ SNARF-4Fフィルター

- ① SNARF-4Fフィルターの  
pHに対するFIR測定

FIR ↔ pH

蛍光 (FIR) から  
pHを算出可能



図5: SNARF-4FフィルターのFIRとpHの関係

- ② SNARF-4Fフィルターの  
微量酢酸に対する応答

湿度 (酢酸蒸気): 5%

pH 8.0 → pH 7.0

SNARF-4Fフィルターの  
微量酢酸に対する応答確認

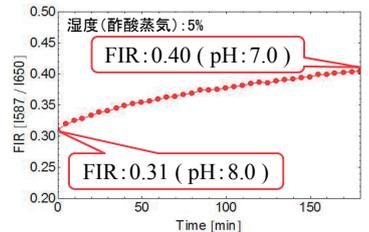


図6: 低湿度酢酸蒸気下でのSNARF-4FフィルターのFIR時間応答

## 3. SNARF-4FフィルターによるPVモジュール内微量酢酸の検出

### Damp-Heat試験

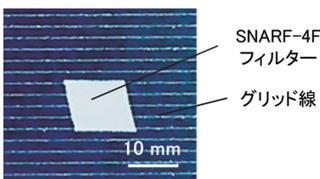


図7: PVモジュールに  
ラミネートした  
SNARF-4Fフィルター

- ・SNARF-4Fフィルター  
(0.2 mM, 20 μl, pH 9.8)
- ・SNARF-4Fフィルターを  
ラミネートしたPVモジュール
- ・条件: 85°C, 85%RH, 暗所保管

Damp-Heat試験下での  
SNARF-4Fフィルターの  
FIR (pH) 応答

### Damp-Heat試験

pH 8.7

pH 5.5

SNARF-4Fフィルターで  
PVモジュール内の  
微量酢酸検出可能

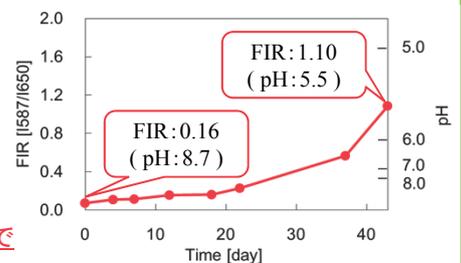


図8: Damp-Heat試験中のPVモジュール内の  
SNARF-4FフィルターのFIR時間応答

## 4. 結論

- ・SNARF-4FフィルターはpH検出特性を有する
- ・SNARF-4Fフィルターが微量酢酸に対して応答可能
- ・Damp-Heat試験において、SNARF-4FフィルターでPVモジュール内の酢酸発生によるpH変化を検出

## 参考文献

- 1) C. Peike, S. Hoffmann, P. Hülsmann, B. Thaidigsmann, K. A. Weiß, M. Koehl, and P. Bentz, Sol. Energy Mater. Sol. Cells **116**, 49 (2013).
- 2) T. Asaka, K. Iwami, A. Taguchi, N. Umeda, and A. Masuda, Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 04ER18 (2014).
- 3) J. Liu, Z. Diwu, and W.-Y. Leung, Bioorg. Med. Chem. Lett. **11**, 2903 (2001).