

pH感受性蛍光色素を用いた 太陽電池モジュール内酢酸検出センサの開発

長崎秀昭^a, 浅香孝^a, 板山知広^a, 岩見健太郎^a, 山本千津子^b, 原由希子^b, 増田淳^b, 梅田倫弘^a
^a東京農工大学, ^b産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター モジュール信頼性チーム

研究の目的

◆ 太陽電池モジュール内酢酸の非破壊・非接触測定法

我々は、pH感受性蛍光色素を用いた酢酸検出センサによる測定方法を提案している [1, 2]

酢酸発生 → pH変化 → 2波長の蛍光強度が変化

◆ 課題: 酢酸検出センサの寿命が短い

◆ 目的: 酢酸検出センサの長寿命化
担体材料によるセンサ寿命への影響調査

実験

各担体材料のセンサ寿命を高温高湿試験により評価

◆ 高温高湿試験

- ・飽和塩化カリウム水溶液による湿度制御 [3]
- ・温度85°C, 相対湿度79%環境下にセンサを曝露
- ・曝露時間に対する蛍光スペクトルを測定
- ・センサ寿命の見積もり

◆ 担体材料

Polytetrafluoroethylene membrane filter (PTFE)
ベントナイト, シリカ粒子

結果・考察

◆ pH感受性蛍光色素の蛍光スペクトルpH依存性

蛍光色素: SNARF-4F (Thermo fisher scientific)

励起波長: 532 nm

蛍光波長: 587 nm, 650 nm

周囲環境のpHにより, 2波長の蛍光強度比が変化

蛍光強度比 (Fluorescent Intensity Ratio: FIR)

$$FIR = I_{587} / I_{650} \quad \text{pH依存}$$

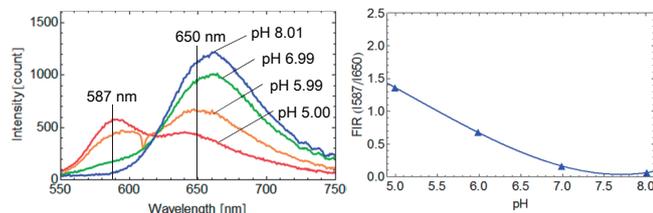


Fig. 1. Fluorescent spectra and fluorescent intensity ratio of various pH SNARF-4F solution.

◆ 各担体材料のセンサ寿命見積もり

規格化蛍光強度 F/F_0

$$F/F_0 = \exp(-\alpha t)$$

F : 蛍光強度

F_0 : 初期蛍光強度

α : 蛍光強度減衰速度係数

t : 曝露時間

センサ寿命: SN比が10に至る時間で評価

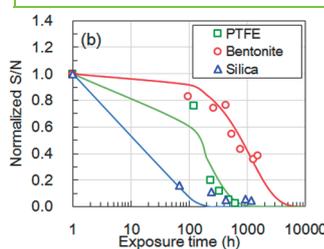
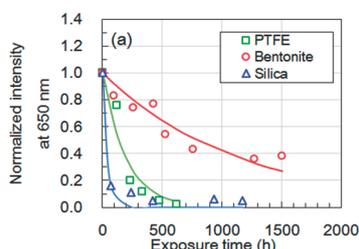


Fig. 3. Curve fittings of fluorescent intensity and signal to noise ratio; (a) normalized fluorescent intensity at 650 nm and (b) normalized signal to noise ratio of various carrier sensors.

◆ 高温高湿環境による蛍光スペクトル・FIRの変化

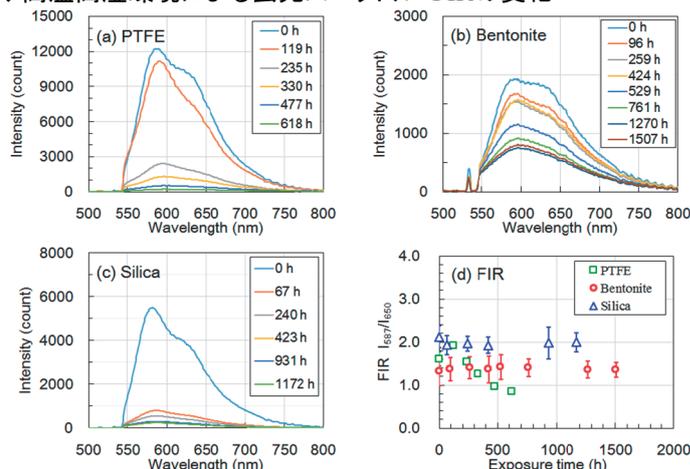


Fig. 2. Change of fluorescent spectra and fluorescent intensity ratio as function of exposure time under 85°C, 79%RH condition. Error bar shows ± 3 standard deviation.

Table 1. Estimated lifetime of various carrier sensors.

Carriers	Estimated lifetime (h)
Bentonite	4432
PTFE	1149
Silica	163

結論

■ pH感受性蛍光色素担体として3種類の材料を評価

蛍光強度: 全てのセンサで高温高湿環境により減衰
減衰速度は担体材料により異なる

FIR: ベントナイト, シリカ粒子は一定, PTFEが変化
センサ寿命: ベントナイトが4432時間と長寿命

■ 今後の予定

ベントナイト担体センサによるモジュール内酢酸の評価

謝辞

本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」の委託により実施された。

参考文献

- [1] T. Asaka *et al.*, Japanese Journal of Applied Physics, vol. 53, 04ER18 (2014).
- [2] T. Asaka *et al.*, Japanese Journal of Applied Physics, vol. 54, 08KG07 (2015).
- [3] L. Greenspan, Journal of Research of the National Bureau of Standards A, Physics and Chemistry, vol. 81A, pp. 89-96 (1977).