

有限要素法による太陽電池モジュール内酢酸生成・拡散解析 Analysis of Acetic Acid Generation and Diffusion in Photovoltaic Module Based on Finite Element Method

東京農工大学¹, 産総研², °岩見 健太郎¹, 浅野 正太¹, 森本 考紀¹,
城内 紗千子², 原 由希子², 増田 淳², 梅田 倫弘¹

Tokyo Univ. of Agri. Tech.¹, AIST², °Kentarō Iwami¹, Shota Asano¹, Takanori Morimoto¹,
Sachiko Jonai², Yukiko Hara², Atsushi Masuda², and Norihiro Umeda¹

E-mail: k_iwami@cc.tuat.ac.jp

太陽電池 (PV) 劣化機構の 1 つに, モジュール封止材であるエチレン・酢酸ビニル共重合樹脂 (EVA) への水分子拡散と加水分解反応による酢酸発生が挙げられている^[1]. 我々は PV モジュール内部での酢酸生成・拡散の非破壊検出法の確立を目指し, 金属錫薄膜センサによる光学的検出法を提案し, 湿熱劣化(DH)試験や紫外線 (UV) 照射・DH 複合試験に適用してきた^[2]. これらの手法により測定された酢酸挙動を理解するために, 今回, 有限要素法にもとづく商用マルチフィジックス解析ソフトウェア COMSOL を用いて酢酸生成・拡散解析を行ったので報告する.

解析には COMSOL MULTIPHYSICS 5.1 の希釈化学種輸送インターフェースを用いた. 周囲環境は 85°C/85%RH DH 試験を模擬し, EVA 中の水分濃度と酢酸濃度について反応拡散方程式を連立して時間領域で解いた. 解析モデルを Fig. 1 に示す. 厚さ方向を 10 倍強調してある. 太陽電池セルとタブ線表面, ガラス面は水・酢酸とも流束なし境界と仮定した. EVA 中の水の飽和濃度および拡散係数, バックシートの水分透過係数は文献値を用い, その他のパラメータは実験結果と整合するように試行錯誤的に定めた. モデル自由度は約 45 万, メモリ量は約 24 GB であった. 計算には東京工業大学の TSUBAME 3.0 を利用した. 計算された酢酸濃度経時変化を Fig. 2 に, 4500 時間経過後の酢酸濃度分布を Fig. 3 に示す. ピークの酢酸生成量は 1800 $\mu\text{g/g}$ 程度であり, 先行研究^[3]と一致する結果が得られた. このことから, 酢酸分布の経時変化を部分的に再現できたといえる. 一方で, モジュール端部付近の酢酸濃度は低くなる傾向がみられた. これらはモジュール端部の境界条件への依存性が大きいと考えられる.

本研究は, NEDO「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.

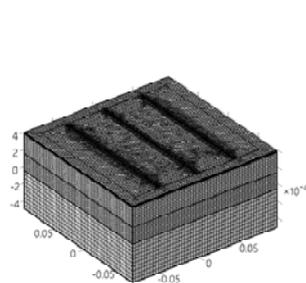


Fig. 1 解析モデル

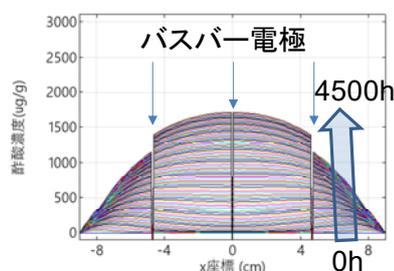


Fig. 2 酢酸濃度の経時変化

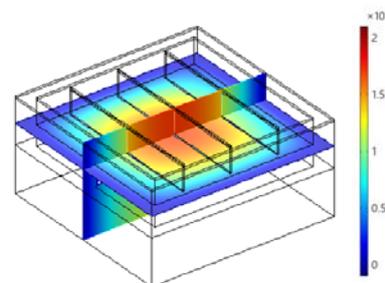


Fig. 3 4500 h 後の酢酸濃度分布

[1] A. Masuda *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **54**, 04DR04 (2015).

[2] R. Hamaoka *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **57**, 08RG16 (2018).

[3] A. Masuda and Y. Hara, Jpn. J. Appl. Phys., **57**, 04FS06 (2018).