

2016 年秋季講演会シンポジウム報告 「太陽電池モジュール信頼性の現状と今後の展開」

本シンポジウムは、大分類 16「非晶質・微結晶」の分科企画シンポジウムとして、9 月 14 日（水）に開催された。近年、太陽光発電システムの導入量は飛躍的に増加しており、その出力維持のための長期信頼性技術も、同時に重要度を増している。本シンポジウムは、太陽電池の信頼性に関わる最新技術や材料開発に関する討論を通じて、今後の方向性を議論し、当該分野のさらなる発展を目指すものである。応用物理学会では初めての企画であるが、フレキシビリティが高く、様々な分野の専門家が集う応用物理学会こそ、モジュール信頼性という新しい学問分野に挑戦する場として相応しいと考える。イントロダクトリートーク 1 件、招待講演 7 件、一般講演 3 件の構成で行われた。

冒頭に、産総研・増田（敬称略、以下同様）より、太陽電池モジュールの信頼性に関する現状、および今後の展開について、イントロダクトリートークがあった。太陽電池モジュールの劣化は、物理的な劣化と化学的な劣化に大別され、さらに屋外においては、UV 光・湿度による影響、電圧誘起劣化(PID)などが複合的に発生するため、セル、封止材、ガラス、バックシートなど、モジュール構成要素の各専門家の連携が必要であることが述べられた。また、現在広く用いられている評価基準の一つである 1000 時間の高温高湿試験では見出せない、モジュール耐久性の優劣が存在する結果も示され、評価法および評価基準に関する深い議論が求められていることが強調された。

東京理科大・植田からは、山梨県北杜市にあるメガソーラにおける太陽電池モジュールの屋外試験に関する結果が招待講演として紹介された。北杜メガソーラには、多結晶 Si、単結晶 Si、Si ヘテロ接合、a-Si、a-Si/ μ c-Si タンデム、CIS などのモジュールが設置され、2008 年から継続して発電量の計測を行っており、この長期評価による多くの知見が得られつつある。結晶 Si 系モジュールにおいては、2008 年から 3 年間のシステム劣化率に対し、その後の 4 年間の劣化率は低減傾向にあり、長期使用の可能性を裏付ける結果が得られていることが示された。

奈良先端大・Islam からは、光学測定を用いたモジュール劣化の評価法に関する招待講演がなされた。一例として、ラマン分光法を用いることで、モジュールに用いられるエチレン酢酸ビニル共重合体 (EVA) などの封止材の劣化評価が可能である。屋外曝露を行ったモジュールにおいて、酢酸発生に起因するラマンスペクトルの変化を確認しており、非破壊でモジュール評価ができる有用な結果が示された。また、屋外曝露で PID を発現したモジュールの評価結果についても紹介された。

デュポン・青木からは、UV 光照射のモジュール特性への影響に関する招待講演がなされた。封止材である EVA 中における酢酸の発生量評価において、高温高湿試験のみを行った場合と比べ、事前に UV 照射を行ったモジュールの EVA において、より酢酸の発生量が多いという実験結果が示された。屋外では湿度負荷と光照射が同時に与えられるため、実環

境の劣化評価における重要な結果である。

SCREEN・北村からは、レーザーテラヘルツ顕微鏡によるモジュールのPID評価に関する招待講演がなされた。セル中に電界が存在する箇所において余剰キャリアが過渡的に作り出す電流を起源として発せられるテラヘルツ光を、PIDの評価に活用できる。シャントパス形成に起因するPIDが起きたp型結晶Siモジュールにおいては、PID前のモジュールと比べてテラヘルツ光強度が高まる結果が示された。汎用のPLやELと比べて感度が高く、PIDの初期段階での検出などへの適用が期待される。

産総研・原からは、結晶Si系太陽電池モジュールの劣化に関する包括的な内容の招待講演がなされた。特にPIDについて、p型、n型での現象の違いなど、詳細な結果がまとめられた。また、封止材にシリコンを用いた軽量モジュールが紹介され、電力用途以外への新たな応用についても言及された。

信越化学・大和田からは、シリコン封止材の応用に関する招待講演が行われた。屋外曝露試験やPID試験において、汎用のEVAを用いたモジュールと比較し、高い耐久性を有することを示した実証結果が紹介された。また、やわらかい材料であり、かつ、温度による硬さの変化が少ないため、割れの問題が起きにくい長所も主張された。一方で、リサイクルの難しさなどの課題についても議論された。

京セラ・田中からは、同社製モジュールの長期耐久性に関する結果を取りまとめた招待講演がなされた。佐倉工場に設置した多結晶Siモジュールにおいて、30年での劣化率13%であったという具体的な結果が報告された。また、屋外曝露を行ったモジュールを回収して高温高湿やUV照射などの加速試験を行うことで、モジュール劣化機構に関するより多くの知見が得られるのではないか、という見解も示された。

招待講演のみならず、一般講演も充実した内容であった。北陸先端大・山口からは、n型フロントエミッター型モジュールのPID試験についての詳細な検討結果が報告され、劣化が短時間で飽和し、印加電圧によらず飽和値が一定である実験結果と、セルの窒化Si中のKセンターが正に帯電する現象により劣化が説明できるという仮説が提示された。東北大・小野寺からは、PIDの時間変化に関する定量的議論のため、電界下におけるEVA中のNaの移動を計算する試みが発表された。産総研・櫻井からは、CIGSモジュールにおける高温高湿試験において、事後の照射を行っても回復しない劣化が一部のモジュールにおいて確認される結果が紹介された。暗所での高温高湿試験は、実際の屋外では起こりえない環境であるため、試験規格の改良が求められる。バイアス電圧を印加しながら高温高湿試験を行うと、この特徴的な劣化が起きないことが確認されたことから、この手法の試験規格への導入が検討されている。

本シンポジウムには、用意された会場の定員に近い100名前後の聴講者があり、また討論も活発に行われた。シンポジウム終了後には、招待講演者と世話人での懇親会も開催し、さらなる意見交換も行った。今回のシンポジウムをきっかけに、関連の研究者間の交流が広がることを祈念する。

(北陸先端科学技術大学院大学・大平圭介)