

物質・材料研究機構 エネルギー・ 環境材料研究拠点 太陽光発電材料グループ —基礎から応用まで、社会実装を見据えた次世代太陽電池技術の開発—

〒305-0044 茨城県つくば市並木1-1
物質・材料研究機構 エネルギー・環境材料研究拠点
太陽光発電材料グループ
Email: shirai.yasuhiro@nims.go.jp
<https://www.nims.go.jp/research/group/photovoltaic-materials/>

1. グループの目的

物質・材料研究機構の第四期中長期計画開始(2016年～)と共に現在の太陽光発電材料グループが発足し、発足当時は再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT制度)の本格普及や再エネ大量導入の転換期を迎え、再エネ賦課金による利用者負担の増大や良質な太陽光パネル設置場所減少などの諸問題が顕在化し始めた頃でした。また、グループの発足以前からNIMSではこれら諸問題を予測し解決するべく次世代太陽電池技術の開発を推進しており、様々な成果が既にありました。当グループはそれらの成果の中でも特に低コスト・高効率化やパネル設置場所の選択肢向上が可能な技術としてペロブスカイト太陽電池や新規発電メカニズムに基づく超高効率太陽電池等の開発に着目し、発電メカニズム解明から社会実装を見据えた耐久性確立等を目指して設立されました。

2. グループの活動概要

ペロブスカイト太陽電池、量子ドットを利用する超高効率太陽電池、シリコンヘテロ接合(SHJ)太陽電池などの開発に取り組んでいます。これまで、量子ドットを利用した超高効率太陽電池開発では、中間バンド太陽電池コンセプトの原理動作の実証や制御された量子ドット作製プロセスの構築に取り組み、薄型SHJ太陽電池においては、高性能表面パッシベーション技術や高度光閉じ込め技術等を開発していました。しかし、現在はほぼペロブスカイト太陽電池に集中して研究を行っています。ペロブスカイト太陽電池では主に鉛系やスズ系ペロブスカイトの

高効率化と安定性向上に資する材料やプロセス技術を開発しています。

3. グループの研究紹介

様々な太陽電池において、基礎研究から新規デバイス作製プロセスの実現まで様々な成果が得られていますが、ここでは現在当グループが最も注力しているペロブスカイト太陽電池の成果を中心に紹介します。

ハロゲン化鉛ペロブスカイト結晶を用いたペロブスカイト太陽電池は、2009年に初めて報告されて以来、わずか6年間でそのエネルギー変換効率は20%を超え、2022年現在では25.5%に到達しています。その変換効率のみに着目すると、従来のシリコン太陽電池(最高効率26.7%)に迫る勢いがあり、さらに低温・溶液プロセスで素子を作製可能であるなど、注目すべき可能性を秘めた次世代太陽電池材料と考えられています。ただし、耐久性や大面積化については課題が多く残されています。また、これらのペロブスカイト太陽電池には重金属である鉛(Pb)が含まれており、将来的にこの技術を大量導入する場合は問題となり得ます。我々の研究グループでもこれらの課題に取り組んでおり、下記に示す成果をこれまでに得られました。

3.1 新規インターフェース層開発によるペロブスカイト太陽電池の耐久性向上

耐久性に課題の残るペロブスカイト太陽電池において、新規ホール輸送層として酸化ニッケル(NiOx)を用いたスパッタ成膜による薄膜を開発しました。このNiOx層を用いた素子では耐光性が大幅に向上し、室温付近では4000時間を超える連続発電記録を達成しました。さらに85℃を超える高温加速連続発電試験でも1000時間超の寿命を達成するなど、一定の条件下ならペロブスカイト太陽電池は既に実用に耐えるレベルにあることを示しました(図1)。

3.2 面積1cm²鉛フリーペロブスカイト太陽電池 環境負荷の大きい鉛に代わりスズを用い、ペロブ

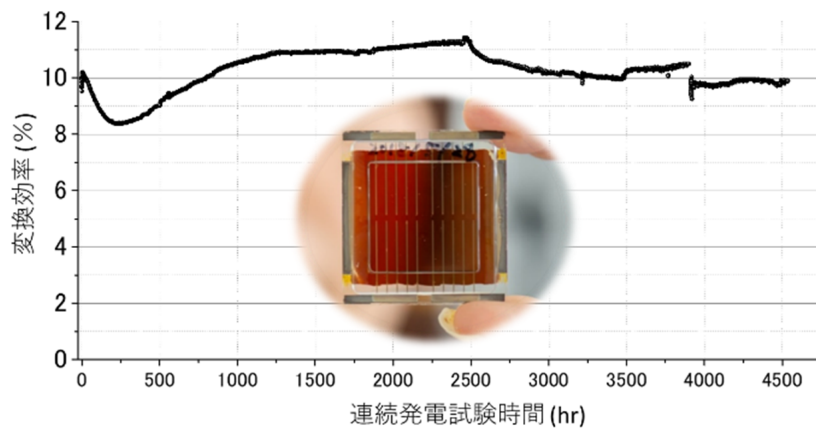


図1 高耐久性ペロブスカイト太陽電池の実現

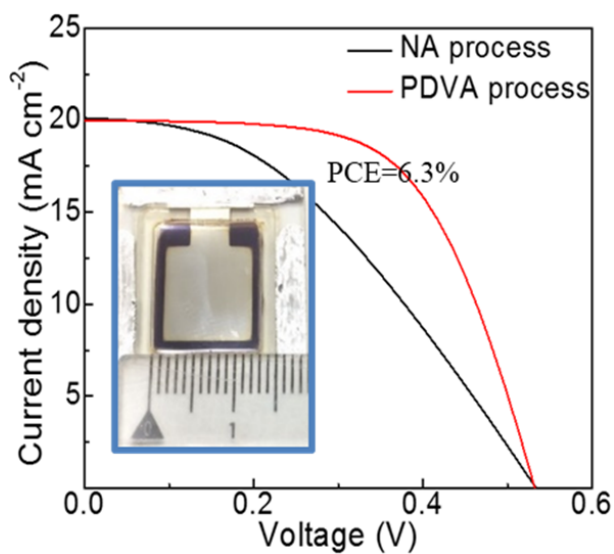


図2 面積 1cm² 鉛フリーペロブスカイト太陽電池

スカイトの結晶化工程において新規プロセスを開発

し、大面積での性能向上に資する結晶性に優れたスズ系ペロブスカイト膜を実現しました。鉛を含まないペロブスカイト太陽電池においては、従来より一桁以上大きな面積 1cm² で効率 6.3% を実現できました (図2)。

4. まとめ：今後の研究動向

高耐久性ペロブスカイト太陽電池の成果が企業との共同研究に貢献し、今後の社会実装を見据えた研究に発展しました。これまでの成果は今後のペロブスカイト太陽電池の多接合化などの研究を加速し、将来的には低コストと光電変換効率 30% 超を両立する太陽電池の実現も期待できると考えています。

最後に、本研究グループの研究活動は企業や公的機関からの支援や連携により成り立っており、この場を借りて御礼申し上げます。