

【新エネルギー分野(太陽光発電)】

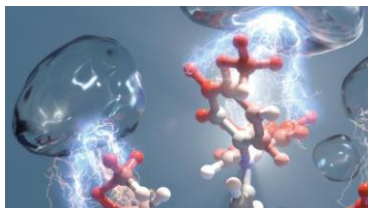
仮訳

温暖化ガスの低減にも貢献する次世代太陽電池の革新的プロセス

(米国)

2021年6月2日

ニューヨーク大学工学部タンドン校舎(NYU Tandon)の研究チームは、ペロブスカイト太陽電池の重要なドーピングプロセスの速度と効率を大幅に向上させ、CO<sub>2</sub>も貯留する方法を開発した。



NYU Tandon の André D. Taylor 准教授が率いる研究チームは、CO<sub>2</sub>に晒す過程を利用して、ペロブスカイト型太陽電池の中間層の高速で効率的な p 型ドーピングプロセスを考案した。

画像提供: Andre Taylor

2021年6月2日(水) 米国ニューヨーク州ブルックリン—ペロブスカイト太陽電池は近年、電力変換効率が2006年の3%から現在の25.5%へと飛躍的に向上し、シリコンベースの太陽電池との競争力を高めている。しかし、競争力のある商業用技術となるまでには多くの課題が残されている。

今回、ニューヨーク大学工学部タンドン校舎 (NYU Tandon)の研究チームは、課題の1つである太陽電池の有機正孔輸送材料の p 型ドーピングに関わる重要なステップでの障害を解決するプロセスを開発した。本研究「CO<sub>2</sub> doping of organic interlayers for perovskite solar cells」は、「Nature」誌に掲載されている。

正孔輸送層への酸素の注入・拡散による従来の p 型ドーピングプロセスは非常に時間がかかり(数時間から1日所要)、ペロブスカイト太陽電池の商業的な量産は非現実的だ。

NYU Tandon 准教授の André D. Taylor 氏が率いる研究チームには、同校化学・生物分子工学部より、ポスドク研究員の Jaemin Kong 氏とアシスタント・プロフェッサー

の Miguel Modestino 氏が参加しており、酸素の代わりに CO<sub>2</sub> を利用して、この重要なステップの速度を大幅に向上させる方法を発見した。

ペロブスカイト太陽電池では、通常、光活性のペロブスカイト層と電極との間の電荷抽出用の中間層として、ドーピングした有機半導体が必要だ。従来、これらの中間層をドーピングする方法として、ペロブスカイト太陽電池の正孔輸送材料として広く用いられる  $\pi$  共役系の有機半導体、spiro-OMeTAD に、リチウム塩のリチウムビス(トリフルオロメタンスルホン)イミド (LiTFSI) を添加する。そして、この spiro-OMeTAD:LiTFSI ブレンドフィルムを空気や光に晒し、ドーピングプロセスを開始する。

この方法は長時間を要するのみならず、周囲環境の条件に大きく依存する。Taylor 氏と研究チームは、これとは対照的に、spiro-OMeTAD:LiTFSI 溶液に紫外線下で CO<sub>2</sub> をバブリングする、迅速で再現可能なドーピング方法を報告した。この手法では、中間層の導電率は、元のブレンドフィルムに比べて 100 倍、また酸素をバブリングした場合の約 10 倍まで急速に向上することがわかった。CO<sub>2</sub> 処理したフィルムは、後処理なしで、高効率で安定したペロブスカイト太陽電池を実現した。

「ペロブスカイト太陽電池にプレドーピングした spiro-OMeTAD を適用すると、デバイス製造や処理時間の短縮に加え、電池の安定性も向上します。」と、筆頭著者の Kong 氏は言う。「その一要因は、spiro-OMeTAD:LiTFSI 溶液中の有害なリチウムイオンの大部分が、CO<sub>2</sub> をバブリングする過程で、炭酸リチウムとして安定化することにあります。」

プレドーピングした溶液をペロブスカイト層にスピンキャストする際に、炭酸リチウムは最終的にろ過され、除去される、と同氏は言う。「このような方法で、効率的な正孔輸送層を作る、極めて純度の高いドーピングされた有機材料が得られます。」

研究チームには Samsung、イェール大学、韓国化学技術研究所(KRICT)、ニューヨーク市立大学大学院センター、韓国・圓光大学、光州科学技術院(GIST)からの研究者らも参加して、PTAA、MEH-PPV、P3HT や PBDB-T 等、他の  $\pi$  共役ポリマーの p 型ドーピングにも CO<sub>2</sub> ドーピング法が使えることを発見した。Taylor 氏によると、研究者らは、太陽電池で一般的に使用される有機半導体の限界を押し上げることを目指しているという。

「多様な  $\pi$  共役有機ポリマーへの CO<sub>2</sub> ドーピングの幅広い適用性は、有機太陽電池から有機発光ダイオード (OLED) や有機電界効果トランジスタ (OFET)、さらには熱電デバイスに至るまで、有機半導体のドーピング制御を必要とするあらゆるデバイスの研究を

促進しています。」と、Taylor 氏は言う。新プロセスでは極めて大量の CO<sub>2</sub> ガスを消費するため、将来的には CO<sub>2</sub> の回収・貯留の研究への適用も検討できるとのことだ。

「各国政府や、また企業も同様に、脱炭素化までではないにしろ、CO<sub>2</sub> 排出量の削減を目指す状況下において、本研究は、大量の CO<sub>2</sub> を炭酸リチウムに反応させて次世代の太陽電池を改善し、かつこの温室効果ガスを大気から除去する方法を提供しているのです。」と、同氏は言う。研究チームは、この新しいアプローチの着想を、電池研究の直感に反した洞察から得たとのことだ。

「リチウム酸素/空気電池を長い間研究してきた経験から、酸素電極が空気に晒されて形成される炭酸リチウムは、リチウムイオン電池を枯渇させて電池容量を損なわせるため、大きな課題であることはわかっていました。今回のスピロドーピング反応では、その炭酸リチウムの形成を活用しており、リチウムを結合させ、ペロブスカイト太陽電池の長期的な安定性を脅かす可動イオンの生成を回避しています。私たちは、この CO<sub>2</sub> ドーピング技術が、有機エレクトロニクス既存の課題克服や今後の発展の足掛かりとなることを期待しています。」

本研究は、米国科学財団(NSF)、韓国研究財団(NRF)、中国国家留学基金管理委員会(CSC)およびブルックヘブン国立研究所(BNL)の米国エネルギー省(DOE) Center for Functional Nanomaterials(CFN)が支援した。

本研究論文「CO<sub>2</sub> doping of organic interlayers for perovskite solar cells」は、<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03518-y>に掲載されている。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、米国・ニューヨーク大学(NYU)の以下の記事を翻訳したものである。

“World first concept for rechargeable cement-based batteries”

(<https://engineering.nyu.edu/news/innovative-process-removes-key-hurdle-next-generation-solar-cells-also-lockbox-greenhouse>)

(Reprinted with permission of New York University Tandon School of Engineering.)