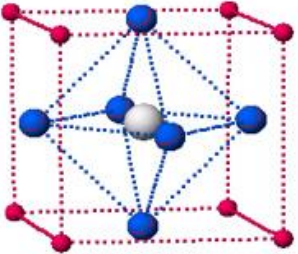


【5】	<b>【研究テーマ名】</b> <b>■ 塗って作れる次世代フィルム型太陽電池（ペロブスカイト太陽電池）</b>
<b>研究者情報</b>	
<b>研究領域・分野</b>	化学工学
<b>研究者名</b>	若宮淳志 教授
<b>大学名／所属</b>	京都大学／化学研究所
<b>講座名</b>	複合基礎科学研究系（分子集合解析研究）
<b>研究室 URL</b>	<a href="http://www.scl.kyoto-u.ac.jp/~wakamiya/index.html">http://www.scl.kyoto-u.ac.jp/~wakamiya/index.html</a>
<b>研究開発情報【研究シーズ内容】</b>	
<b>キーワード</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ペロブスカイト太陽電池</li> <li>■ フィルムタイプ太陽電池</li> <li>■ フレキシブルエレクトロニクス</li> <li>■ 京都大学 COI (Center Of Innovation)</li> <li>■ 大学発スタートアップ</li> </ul>
<b>研究項目</b> <b>／開発ポイント</b>	<p>現在量産されている太陽電池の多くは、シリコン系、化合物半導体系と呼ばれるもので高効率である(高いもので 25%)。一方で、材料や製造コストが比較的高いというデメリットがあった。さらにこれらは材料が厚く、曲げることができないため設置場所が制限されていた。</p> <p><b>ペロブスカイト太陽電池の研究開発</b></p> <p>次世代の新規太陽電池材料として期待されている「ペロブスカイト太陽電池」はペロブスカイトと呼ばれる結晶構造の材料を用いた有機・無機ハイブリッド材料を使用するもので高い変換効率を達成している。また塗布（スピコート、印刷など）技術で作製が可能のため、大面積で低価格化が可能で、フィルムなどの上にも作製が可能である。</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  <p style="text-align: center;">ペロブスカイト構造</p> </div> <div style="flex: 1; margin-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">●</span> NH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub><sup>+</sup></li> <li><span style="color: blue;">●</span> Br or I</li> <li><span style="color: grey;">●</span> Pb<sup>2+</sup></li> </ul> </div> <div style="flex: 2; margin-left: 20px;"> <p>研究室では、開発された材料を用いた太陽電池のデバイス作製・評価とともに COI による産学連携を形成して大面積でフレキシブルな太陽電池のデバイス実証と実用化、事業化を推進している。</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">桐蔭横浜大学 宮坂力教授 JST 2017 成果集より</p>
<b>研究概要</b>	1. ペロブスカイト太陽電池の実用化技術の研究・開発



一般的なペロブスカイト太陽電池は  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  などのハライド系ペロブスカイト半導体の光吸収層を p 型および n 型の半導体のバッファ層で挟んだ構造となっている。




一般的なペロブスカイト太陽電池の素子構造 (断面図)

電池作製には薄膜形成と塗布プロセスが

必要となり、各所で精力的に研究が進められたことにより変換効率が急激に向上した。

若宮教授の研究グループはペロブスカイト膜を均一に塗る技術確立し、セルレベルで 21.2% の発電効率を達成した。

太陽電池には様々な種類がある

種類	単結晶シリコン型	アモルファスシリコン型	ペロブスカイト型
主用途	 太陽光パネル	 電卓	 ウェアラブル端末
発電効率	27.6%	14.0	21.2
ほかの特徴	高耐久性	薄い	薄い 低コスト生産

(注) 発電効率はペロブスカイト型がエネコートテクノロジーズの数値、ほかは最大値(米NRELまとめ)

2019年1月10日 日経新聞より引用

断面図にある p 型バッファ層は従来 Spiro-OMeTAD という有機材料が用いられてきたが、製造コストが安く、かつ特性に優れた座布団型の構造をもつ独自の有機半導体材料 (HND-Azulene) を新たに開発し、これを用いることにより従来比 1.2 倍の変換効率を達成できた。

## 2. 新材料、新規作製手法による特性改善と実用化

従来のペロブスカイト材料は鉛系を中心に研究されてきたが、環境規制(RoHS)から産業化においては鉛フリーペロブスカイトの開発が強く求められている。本研究グループでは、「暖かい貧溶媒を用いるだけ」の HAT 法\*と「蓋をして加熱するだけ」で溶媒蒸気を制御する SVA 法という独自技術を開発し、これを組み合わせて均一性が高く高品質なスズ系ペロブスカイト半導体膜の研究を行っている。

\* ) Hot Antisolvent Treatment : 高温の貧溶媒が激しく反応し、これにより多量の結晶核が得られる。

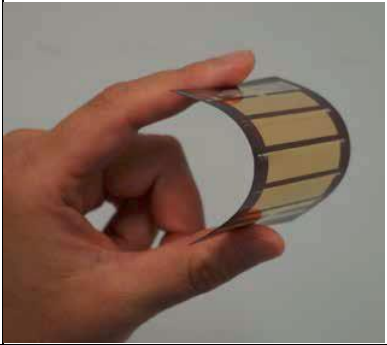
### 課題

- 膜厚 1um 以下のペロブスカイト膜を大面積で均一に塗布する技術が課題。大面積のパネル量産においては Roll-To-Roll 法による大面積化での塗布技術が必要となる。

	2. 鉛フリーのペロブスカイト膜として開発途上にあるスズ系ペロブスカイト膜は酸化されやすいなど、性能面や再現性が課題になっており研究開発が進められている。
<b>応用分野 ／インパクト</b>	1. 次世代太陽電池パネル 現在主流であるシリコン系太陽電池と同等の変換効率を低コストで実現できる可能性がある。またフィルム上に作製が可能であることから設置場所、移動の制約が少ないため設置費用が格段に安価でできるため大面積の次世代太陽電池パネルとして普及する可能性がある。 2. モバイル機器、ウェアラブル機器、IoT 向け太陽電池 薄い、軽い、フレキシブル（折り曲げ可能）という特徴を生かしたアプリとして小型のデジタル機器やウェアラブル端末への応用展開が考えられる。IoT 機器への搭載が可能になれば電池交換不要でデータ収集が可能になる。
<b>産学公連携の取組み</b>	1. JST COI プログラム（革新的イノベーション創出プログラム） 「活力ある生涯の Last5X イノベーション」の研究課題「フィルム型太陽電池」にて企業との連携を推進（平成 25 年度～平成 33 年度） 2. COI での研究成果をもとに 2018 年 1 月に（株）エネコートテクノロジース（京都市 川西康義社長）を起業しペロブスカイト太陽電池の事業化を進めている。
<b>そ の 他</b>	

### 産業化・実用化に向けた情報【産業化・実用化に必要な技術・ノウハウなど】

<b>キ ー ワ ー ド</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 太陽電池</li> <li>■ ペロブスカイト</li> <li>■ ウェアラブル、モバイル、IoT</li> </ul>
<b>事 業 化 目 標</b>	技術面ではシリコン系と同等の変換効率をもつペロブスカイト太陽電池を安定にかつ低コストで量産できる製造技術を確立する必要がある。太陽光パネル、モバイル機器、ウェアラブル機器、IoT など想定される用途はあるものの量産化においては顧客を探さなければならない。
<b>事 業 化 ポ イ ン ト</b>	研究中心であった鉛系ペロブスカイトは環境規制(RoHS)があるため Sn などの代替材料での実用化が急務である。また、量産化においては ROI 視点での投資判断が必要となるため、ターゲットとするマーケット、商品、顧客などのビジネスプランを明確にする必要がある。
<b>必要な技術・ノウハウ等 (企業に求める技術・ ノウハウ等)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ モバイル、ウェアラブル、IoT 機器の技術とビジネス・事業アイデア</li> <li>■ 印刷技術、コーティング（成膜）技術、製造技術（Roll-to-roll）</li> <li>■ 太陽電池のセル、モジュール技術</li> <li>■ 半導体材料（有機、無機）、製造装置</li> <li>■ フィルム、ガラス素材</li> </ul>
<b>企業へのメッセージ</b>	現行の太陽電池パネルの市場は中国メーカーで占められており日本メーカーの存在感が年々小さくなっている。パネル生産には多額の投資が必要とされ、また高い供給力

		<p>と技術水準、低コスト製造技術力が必要となる。上記の視点で考えると、早い段階でペロブスカイトがこの応用領域で主流化する可能性が高いとは言えない。まずは既存と競合しないモバイル、ウェアラブル、IoT といった用途から市場が形成されていくことが考えられる。</p> <p>京都大学 若宮教授ご提供</p>
<p>そ の 他</p>	<p>ペロブスカイト太陽電池の製造においては、ペロブスカイト材料を大面積で均一に塗布することが、製品の歩留まり、性能面（変換効率等）で重要となる。京都産学公連携機構では、この塗布工程を担当するメーカーとして京都のフィルムコーティングメーカーに橋渡しを行い、現在、テスト試作などを通じて共同研究の可能性を検討している。(2019.3 現在)</p>	