

京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書

2020年 4月 24日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会長 藤 洋 作 様

所属部局 工学研究科

職 名 講師

氏 名 Park Jaehong

助成の種類	2019年度・研究活動推進助成	
申請時の科研費研究課題名	Elucidation of structure–property relations in organic/inorganic halide perovskite relevant to optoelectronic applications	
上記以外で助成金を充当した研究内容		
助成金充当に関わる共同研究者	(所属・職名・氏名)	
発表学会文献等	(この研究成果を発表した学会・文献等) American Chemical Society National Meetingに研究結果の概要を提出して発表許諾があり、口頭発表予定があったが、史上初のコロナ事態により予定された学術大会がキャンセルされた。	
成果の概要	別紙のとおり	
会計報告	交付を受けた助成金額	1,000,000 円
	使用した助成金額	1,000,000 円
	返納すべき助成金額	0 円
	助成金の使途内訳	費目 金額
		研究-備品費 543,400円
		研究-消耗品費 433,482円
		研究-諸会費 19,338円
		研究-通信-郵便・宅配便料 3,780円
当財団の助成について	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 京都大学教育研究振興財団助成事業は、本研究者が2019年科研費の支援ができない状況で、研究を継続して進めていく上で絶対的な支援となつた。このサポートにより、ベースのデータを生成して、2020年度の各種研究課題に対応するために必要な資料を準備することができた。	

成果の概要 / Park Jaehong

【研究内容】

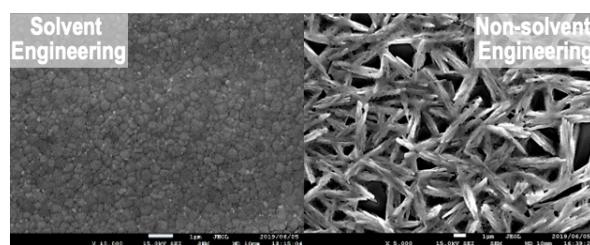
ハロゲン化金属ペロブスカイト半導体は、溶液加工性、高い光吸収能力と優れた電気的特性に応じて、光/電気応用分野に大きな可能性を持っている。ハロゲン化金属ペロブスカイト結晶性によって光電気物性、特に導電性の電荷移動度に影響を与える可能性があるということは、本研究の既存の研究では、すでに知られているが、物質の表面と界面の欠陥が光導電性影響またはページローブスカイトアプリケーションに重要であり、研究の必要性がある。（図1）。

ペロブスカイト表面の欠陥と電気的特性との相関関係を立証する目的を達成するために、本課題では、本出願人は、ペロブスカイト表面からの導電性と電荷移動度の測定とペロブスカイト表面とフィルム内部の電荷移動度の比較を実施した。

「Field-induced time-resolved microwave conductivity」(FI-TRMC) 測定法は、従来の有機半導体材料を対象に、半導体表面の電気伝導度を測定するために、優れた分析方法であることを証明した (S. Seki et al. Sci. Rep. 2013)。しかし、従来の測定法は、真空蒸着法によって製造されたサンプルのみ効果的に電気伝導度を測定することができたし、本研究のように、溶液状態で用意された試料での測定は、まだ前例がなかった。また、同じ試料を様々な半導体材料の光吸収による光導電性と電荷移動度を測定する性能が月に等を示した Flash-photolysis TRMC (FP-TRMC) 測定法 (J. Park et al. Nature. Comm. 2015) による光もも特性との比較前例もなかった。本研究では、両方の測定法の比較を通してフィルムの表面とフィルム内部に導電性の電荷移動度の比較という興味深い研究を行うことができる。

【実験】

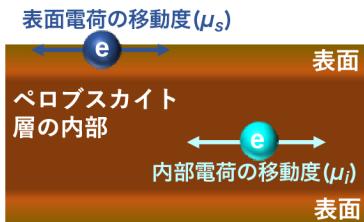
まず、構造・光学的・電気的性質がよく知られている MAPbX_3 ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$; X = I と Br) の二つのペロブスカイトを合成した。ペロブスカイト合成法では、さまざまな方法がある。その中の溶媒のエンジニアリングの方法で、優れた結晶性を有するペロブスカイトを得ることができる。本研究では、溶媒のエンジニアリング方法の使用の有無に応じたサンプルを製造し、まず鉱物とモポルロジを吸光法及び電子顕微鏡法 (SEM) により計測した。



FI-TRMC 実験はゲートバイアス電圧によって電荷が注入され、この電荷は、絶縁体層とペロブスカイト層の間に蓄積され、これをマイクロ波を使用して検出する方法である。そのため FI-TRMC 測定のためには、基板上に電極、絶縁体層、ペロブスカイト層、電子（または正孔）輸送層、電極の構造が必要である（図2）。しかし、電荷が蓄積されていない太陽電池などのデバイスとは異なり、この蓄積された電荷を検出するためには、電荷の蓄積によるペロブスカイト構造の安定性テストが必要であり、poly (methyl methacrylate) (PMMA)、ポリスチレンなどの絶縁体層を使用して、さまざまな FI-TRMC 測定のための構造をテストした。本実験の結果、ポリマー絶縁体層がペロブスカイト合成過程の中での不安定性を示すことが発見した。



図1.表面と内部電荷の区別



【今後の展望】

現在の問題を解決するために絶縁体層をペロブスカイト合成後積層する逆構造の研究を進めている。

【その他の成果】

本研究者は京都大学教育研究振興財団助成事業の支援を通じてハロゲンペロブスカイトの光導電率の研究を行うことができました。本課題のサポートを負ってペロブスカイト材料内の光導電率の研究と目標のために、本研究者は光分解時分してマイクロ波伝導性測定法 (Flash-photolysis time-resolved microwave conductivity) 装置を構築することができました。本装置は、ペロブスカイト材料だけではなく、有機半導体集積相にも応用が可能なため、研究テーマも、有機半導体と無機半導体での電荷特性の研究に拡張することができ、それによって、国内外の研究チームと、本機器を活用した電荷力学の共同研究を議論中です。

また、京都大学分子工学専攻の関研究所のナノ秒レーザー装置を利用して、本研究グループで構築した光分解時分してマイクロ波導電率測定法の実験を行うことができました。本研究グループでは、ペロブスカイトを直接合成して合成プロトコルによる光導電率の変化を追跡して、今後の研究費の受注のためのベースのデータを忠実に収集することができました。本データに基づいて、本研究者は、韓国の研究財団の基礎研究課題に申し込むことができた現在の審査結果を待っているところです。

また、本課題を遂行中京都大学エネルギー理工学研究所で開催されたシンポジウム (The 10th International Symposium of Advanced Energy Science) にポスター発表を介して、本研究グループの研究結果を知らせる機会を持ちました。