

ペロブスカイト太陽電池の実デバイスにおける光誘起イオン輸送の観測

Photoinduced Ion-Transport in $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ Perovskite Solar Cells

物質・材料研究機構 ○柳田 真利, 白井 康裕, カダカ B. ドュラバ, 宮野 健次郎

NIMS, Masatoshi Yanagida, Yasuhiro Shirai, Khadka B. Dhruba, and Kenjiro Miyano

E-mail: YANAGIDA. Masatoshi@nims.go.jp

ハロゲン化鉛ペロブスカイト薄膜は低温プロセスで作製可能で、大きな吸光係数、適切なバンドギャップ(~ 1.6 eV)、長い拡散長を有することからその太陽電池は高い光電変換特性を示す。一方で、ペロブスカイト内部においてヨウ化物イオンやその空乏（カチオン）などのイオンが輸送され、電流-電圧曲線のヒステリシスや特異な電流過渡応答を示すことが報告されている。今回、光学的に透明な $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ペロブスカイト太陽電池を作製し、ペロブスカイト層(240 nm)において光誘起されるイオンの輸送を透過率変化で観測したので報告する。¹ 520nm のポンプ光強度を 1 SUN 照射下で得られる短絡電流密度(J_{SC})になるようにして、また 103 Hz から 10 mHz 付近まで周波数で強度変調($0 \sim J_{\text{SC}}$)して、デバイスに照射し、変調に同期する 680 から 820 nm のプローブ光の透過率変化($\Delta T/T$)を測定した。図 1(a)と(b)にプローブ光 750 nm の時の Cole-Cole プロットとプローブ光波長に対する $\Delta T/T$ スペクトルをそれぞれ示した。 $\Delta T/T$ スペクトルはペロブスカイトの透過スペクトルの波長微分（短波長側へ 0.2 nm 変化）と一致した。 $\Delta T/T$ スペクトルはピコ秒パルス励起による過渡吸収スペクトルと一致するが、Cole-Cole プロットの $\Delta T/T$ の虚部の最小値が 50 mHz 付近に観測され、光励起による電子や正孔の挙動に比べてはるかに遅い過程であることがわかった。また拡散係数が $10^{-10} \sim 10^{-11} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ と見積もられたことから、ペロブスカイト中においてイオン輸送が光によって誘起されると考えた。数値計算から光誘起によって生じた電子や正孔の輸送特性などの差に由来して電荷中性を満たすためにイオンが動くことが示唆される。

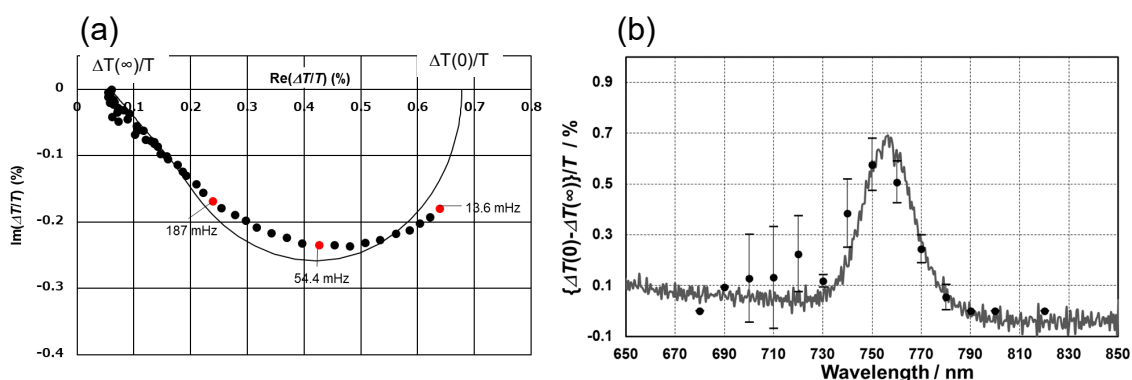


図 1(a) 520nm のポンプ光を強度変調した時のプローブ光を 750 nm とした透過率変化 (Cole-Cole プロット) 実験データ(●)とフィッティング(—)。 (b) 過渡透過率変化スペクトル (●) と定常状態の透過率を波長微分(0.2 nm シフト)したスペクトル (—)。

(参考文献) 1, M. Yanagida, Yasuhiro Shirai, Dhruba B. Khadka, and Kenjiro Miyano, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2020, 22, 25118-25125.