

# 巨大熱膨張が引き起こす鉛ハライドペロブスカイトの負の屈折率温度係数

## Negative thermo-optic coefficient of a lead halide perovskite

### originating from its large thermal expansion

京大化研 ○半田岳人, 田原弘量, 阿波連知子, 嶋崎愛, 若宮淳志, 金光義彦

ICR, Kyoto Univ. ○T. Handa, H. Tahara, T. Aharen, A. Shimazaki, A. Wakamiya, and Y. Kanemitsu

E-mail: handa.taketo.8s@kyoto-u.ac.jp

近年、鉛ハライドペロブスカイトが簡便かつ安価に作製可能な新しい光学デバイス材料として大きな注目を集めている[1]。これまで精密な分光測定から、ペロブスカイト半導体が室温において GaAs などの高品質無機半導体に匹敵する優れた光学特性を持つことが解明されてきた[2]。一方、光学応答の温度依存性は従来半導体と大きく異なることが明らかにされつつあり[3]、その理解が基礎および応用の両面から強く求められている。最近我々は、鉛ハライドペロブスカイトが温度上昇に伴う屈折率の減少を示す特異な半導体であることを報告した[4]。この負の屈折率温度係数の起源を明らかにすることは、基礎物性のより深い理解につながるるとともに、ペロブスカイトを用いた光学デバイスの精密な設計に重要な知見を与えることが期待される。本研究で我々は、負の屈折率温度係数の起源を解明し、さらにこの特性を活用した新しい光学応用例を実証したので報告する。

本研究では、ワイドギャップ半導体である塩化物ペロブスカイト  $\text{MAPbCl}_3$  ( $\text{MA} = \text{CH}_3\text{NH}_3$ ) を試料として用いて、可視域全体の屈折率分散の温度依存性を計測した。測定の結果、 $\text{MAPbCl}_3$  が可視全域で負の屈折率温度係数を有し、その絶対値が吸収端付近で大きくなることが分かった。この特徴的な温度特性の物理的起源を明らかにするために、ローレンツ振動子モデルに基づく解析を行った。ローレンツ振動子モデルにおける屈折率の温度依存性は、吸収ピークエネルギーの温度変化および、熱膨張による電子密度の減少により決定される。我々は、吸収スペクトルおよび格子定数の温度依存性を測定し、吸収ピーク変化と熱膨張それぞれの寄与を実験的に決定した。その結果、 $\text{MAPbCl}_3$  が巨大な熱膨張率を示し、これに起因する電子密度の大きな減少が負の屈折率温度係数をもたらすことを明らかにした[5]。この負の屈折率温度係数は、ペロブスカイト半導体の特異な熱物性が光学特性に影響を与えていることを示す特徴である。さらに講演では、通常の半導体とは逆の特性である負の屈折率温度係数を活用した新しい応用の例として温度特性補償の実証実験結果を議論する。

本研究の一部は、JST-CREST (JPMJCR16N3)、科研費 (17J09650)の援助による。

## References

- [1] Y. Kanemitsu and T. Handa, *Jpn. J. Appl. Phys.* **57**, 090101 (2018).
- [2] T. Yamada et al., *Phys. Rev. Appl.* **7**, 014001 (2017).
- [3] T. Handa et al., *Phys. Rev. Mater.* **2**, 075402 (2018).
- [4] T. Handa et al., *Sci. Adv.* **5**, eaax0786 (2019).
- [5] T. Handa et al., submitted for publication.