

Pb(II)/Bi(III)/Te(IV)を用いた一次元らせんペロブスカイト結晶薄膜のキロプティカルデバイス特性

Chiroptical Device Properties of Pb(II)/Bi(III)/Te(IV)-based One-dimensional Helical Perovskite Crystalline Films

早大先進理工¹ ◦(M1)鈴木 ひかり¹, (B)中村 大輝¹, 石井 あゆみ¹

Waseda Univ.¹, ◦Hikari Suzuki¹, Daiki Nakamura¹, Ayumi Ishii¹

E-mail: ayumi.i@waseda.jp

円偏光の検出は、物体の複屈折や応力の可視化を可能とする技術として近年高い注目を集めている。これまでに本研究では、有機キラル分子とハロゲン化鉛を融合した一次元らせん構造の薄膜デバイスを構築し、紫外光領域の円偏光を選択的に直接検出することに成功している¹⁾。本系の特異的な円偏光検出特性は、有機キラル

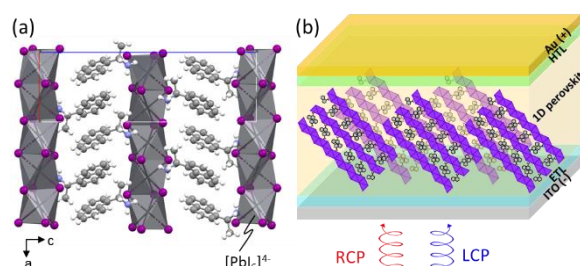


Fig. 1 (a) Single crystal structure of (S-NEA)PbI₃ and (b) the photoelectric conversion device.

分子により促された構造全体のキラリティ（空間反転対称性の破れ）と重原子からなる大きなスピン軌道相互作用に由来すると考えられる。本研究では、空間反転対称性が破れた結晶構造とスピンの寄与する光・電気的特性の制御、および、可視光領域での円偏光検出を目的とし、種々の重原子（Pb(II)、Bi(III)、Te(IV)）を用いた一次元らせん構造の薄膜デバイスの作製と評価を行った。

有機キラル分子には、*R*-(+)*および* *S*-(-)-(1-ナフチル)エチルアミン (*R*- or *S*-NEA⁺)を用い、ヨウ化鉛 (PbI₂) とジメチルホルムアミドに溶解させた前駆体溶液を作製し、スピコート法で薄膜を形成した。ヨウ化ビスマス (BiI₃) あるいはヨウ化テルル (TeI₄) を用いた場合も同様に薄膜を作製した。PbI₂は、*R* (or *S*)-NEA⁺とのヨウ素を介した水素結合により、[PbI₆]⁴⁺からなる八面体構造が面を共有し連結した一次元らせん構造 ((*R* (or *S*)-NEA)PbI₃) を形成する (Fig. 1a)。空間群は反転対称性の破れたキラルな *P*2₁2₁2₁ であり、*R* と *S* でらせん軸の回転方向は反転する。Bi(III)や Te(IV) を用いた薄膜も同様に、Pb(II)と類似した一次元らせん構造の形成が確認された。*(R*-NEA)PbI₃ および *(S*-NEA)PbI₃ は、それぞれ反転した向きに 5000 mdeg を超える強い円偏光二色性 (CD) 信号を 400 nm 付近に示す ($g_{CD} = 0.08$)。さらに、Bi(III)および Te(IV)を用い一次元らせん構造を形成することで、CD 信号を可視領域までシフトさせることに成功した。*(R* (or *S*)-NEA)PbI₃ を受光層として用いたデバイス (Fig. 1b) は、左右円偏光に対し高い消光比 ($R_L/R_R > 25$) で電流応答を示す。その光電変換効率は 100%を超えたことから、円偏光照射下における一次元らせん構造の電流生成は、単純な光電変換ではなく、スピン偏極状態の形成によるものであることが示唆された。同様に、Bi(III)および Te(IV)を用いた一次元らせん薄膜デバイスも作製し、可視領域で円偏光応答を確認した。

1) A. Ishii, T. Miyasaka, *Science Adv.* **2020**, *6*, eabd3274.