

一次元らせん構造が誘起する特異光スピン機能

(早稲田大学先進理工¹⁾) ○石井あゆみ¹

Tailored Optical Spin Functions via One-dimensional Helical Structures

(¹School of Advanced Science and Engineering, Waseda University) ○Ayumi Ishii¹

Unique electromagnetic properties have been observed in low-dimensional inorganic crystals with broken spatial inversion symmetry, garnering significant attention in recent years. In particular, heavy-atom systems with strong spin-orbit interactions exhibit distinctive physical phenomena, such as current-induced magnetism and bulk photovoltaic effects. In this study, we developed a method to control one-dimensional helical structures composed of inorganic materials using organic chiral molecules. This approach enabled the detection of circularly polarized light through spin polarization and achieved bulk photovoltaic effects exceeding 15 V.

Keywords : One-dimensional helical structure, Organic-inorganic hybrid, Broken spatial inversion symmetry, Spin polarization, Bulk photovoltaic effect

近年、空間反転対称性が破れた異方性のある結晶構造を持つ低次元物質において、Si などの高次元半導体では観測されない特異的な物理現象が報告され、高い注目を集めている。中でも、強いスピン軌道相互作用を持つ重原子系において、電子やフォノンの空間的な閉じ込め効果、トポロジカル効果、超電導、スピン偏極、電流誘起磁性、バルク光起電力効果など、特異的な物理現象を示すことから、新しい半導体材料としてその応用が期待されている。本研究では、光によるスピン偏極状態の形成を利用した新しい光検出技術を創

出すべく、重原子からなる一次元らせんナノ物質の特異的な電子・スピン状態を有機無機ハイブリッド構造により制御した新しい光半導体材料とデバイスの創製を行っている。これまでに、重原子から構成されるらせん配列を分子キラリティにより操作した有機無機ハイブリッド材料を創製し、その一次元配列による特異的な電子・スピン状態を利用した新しい光デバイス機能を報告している。例えば、ハロゲン化鉛からなる一次元らせん構造を有する薄膜を用いた光検出素子において、右あるいは左円偏光を選択的に検出することに成功した。円偏光の検出能を示す消光比（左右円偏光の検出感度の比、 R_{LCP}/R_{RCP} ）は 25 を超え、円偏光を直接検出する素子として最高値を達成している¹⁾。本薄膜の著しく高い円偏光選択性と光導電性は、有機キラル分子との相互作用により誘起された Pb と I からなるらせん配列と強いスピン軌道相互作用に起因した巨大な円偏光二色性とスピン偏極状態の形成によるものである。最近では、ハロゲン化鉛の一次元らせん構造に極性を付加することで、15V を超えるバルク光起電力の発現に成功した²⁾。本講演では、新たに設計した有機キラル分子と重原子イオン (Pb^{2+} , Bi^{3+} , Te^{4+} など) を用い空間反転対称性の破れと異方性を制御した一次元マテリアルについて、その構造と特異的な光・スピン物性についても報告する。

1) A. Ishii, T. Miyasaka, *Science Adv.* **2020**, *6*, eabd3274. 2) A. Ishii, et al., *accepted*.

