

2023 年度年次報告書

新原理デバイス創成のためのナノマテリアル

2023 年度採択研究代表者

松島 敏則

九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所
准教授

2次元ペロブスカイトを用いた高速キャリア輸送の実現

研究成果の概要

2次元ペロブスカイトの有機層としてはアルキルやフェニル等の光学的・電子的・電気的に不活性な有機アミンばかりが用いられてきた。そこで本研究では、バルキーで機能性を有する有機アミンを導入した2次元ペロブスカイトの設計指針の確立および基礎物性の解明を狙う。さらに、キャリア輸送性が高い有機アミンを導入した2次元ペロブスカイトを用いて、有機アミン層と金属ハロゲン層を介した高速キャリア輸送を実現することを目指す。

本年度は、有機トランジスタの研究分野でホール輸送能力が高いことが知られているベンゾチオフェン骨格の有機アミン(BTBTAI)を合成し、そして、ヨウ化鉛 PbI_2 と反応させることで2次元ペロブスカイト $[(\text{BTBTA})_2\text{PbI}_4]$ 膜の作製を行った。吸収・発光スペクトル測定、X線回折測定、走査型電子顕微鏡測定により、スピコート膜中で2次元ペロブスカイト構造の形成が確認され、さらに、 PbI 無機層と BTBTAI 有機層が基板に対して平行に配向していることを見出した。この $(\text{BTBTA})_2\text{PbI}_4$ 膜を用いて電界効果トランジスタを作製したところ、P型トランジスタ特性が得られた。ホール移動度は約 $0.12 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ であった。光電子分光測定から見積もったエネルギー準位から考えると、 PbI 無機層ではなく BTBTAI 有機層へのホール注入が生じることから、BTBTAI 有機層がP型トランジスタ駆動に寄与していると考えられる。

有機トランジスタの研究分野では、分子間の相互作用により分子間のパッキングを向上させることにより、トランジスタの高速動作が実現されている。ところが本研究では、2次元ペロブスカイトの PbI 無機層と連結させることで BTBTAI のパッキングをホール輸送に有利な形態に変化させ、それにより、P型トランジスタ駆動させることに成功した。2次元ペロブスカイトをテンプレートとして用いる方法で有機分子をトランジスタ駆動させたことは学術的に重要であることに加えて、将来的な産業応用の面からも大きなインパクトが期待される。