

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名：有機材料を用いた次世代強誘電物質科学の創成
2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名(研究機関名・職名は研究参加期間終了時点):

研究代表者

堀内 佐智雄(産業技術総合研究所フレキシブルエレクトロニクス研究センター 研究チーム長)

主たる共同研究者

賀川 史敬(理化学研究所創発物性科学研究センター ユニットリーダー)

熊井 玲児(高エネルギー加速研究機構物質構造科学研究所 教授)(平成 25 年 4 月～)

中尾 裕則(高エネルギー加速研究機構物質構造科学研究所 准教授)(～平成 25 年 3 月)

3. 事後評価結果

○評点:

A 期待通りの成果が得られている

○総合評価コメント:

本研究課題では、CREST研究開始前に研究代表者らが開発した、電子やプロトンの授受を特徴とする「ドナー・アクセプター(DA)型強誘電体」を基盤に、希少金属や有毒な鉛を含まない有機強誘電体の新材料開発を目指し、新材料の探索・創成、物性評価、デバイス化のための基盤技術開発を進めてきた。開発された新規有機強誘電体は電荷移動錯体、酸-塩基超分子、プロトン互変異性分子、双性イオン分子の4類型に分類され、化合物種は先行研究成果も含め30種を超えた。

材料創成においては、水素結合によるプロトン移動原理を元に、分極反転動作の最適化を併せて図ることで、高性能の新規有機強誘電体の開発指針を示し、新規材料を数多く創出した。また、生体物質でもあるイミダゾール系化合物が優れた強誘電性を示すことを見出し、有機溶剤への溶解性に優れた2-メチルベンゾイミダゾール(MBI)について、常温・常圧下で印刷法による薄膜メモリ素子化に成功した。3Vの低電圧でのメモリ動作が確認されており、将来、プリンテッドエレクトロニクス技術のラインナップとして「有機強誘電体」の付け加えられることが期待される。

一方、物性評価では、電荷移動錯体結晶における巨大な自発分極が分子間の動的な電子移動で決定されることを電気分極測定と電場下の放射光X線回折実験から明らかにし、新規の強誘電分極発現機構「電子型強誘電性」を初めて実証した。さらに、ピエゾ応答力顕微鏡によって強誘電ドメイン構造の可視化に初めて成功し、任意の位置に分極反転ドメインを書き込むことにも成功、ドメイン壁のナノスケール制御が可能であることを示した。

本研究課題では合成・薄膜化、解析、理論を担う研究グループが効果的に連携し、新材料の創成と解析に重点を置いて研究を推進してきた。CREST研究終了後も、この連携体制を維持し、作用機構などの基盤的研究をしっかりと続けることで、本研究から生まれた新たなサイエンスの種を育て、大きな木に育て上げることを期待する。一方で、今後は実用化に向けたステップアップも意識して、デバイス設計・評価の専門家や産業界との協力にも取り組んで欲しい。新規有機強誘電体のサイエンスと応用両面での展開に期待する。