

日本—V4 国際共同研究「先端材料」 2023 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	ペロブスカイト量子ドットに端を発する広帯域 X 線検出器の創生
研究課題名（英文）	Perovskites Quantum Dots based Broadband Detectors – from a quantum dot to a functional detector
日本側研究代表者氏名	千葉 貴之
所属・役職	山形大学 大学院有機材料システム研究科・准教授
研究期間	2021 年 11 月 1 日～ 2024 年 10 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
千葉 貴之	山形大学 大学院有機材料システム研究科 准教授	研究代表
城戸 淳二	山形大学 大学院有機材料システム研究科 教授	プロジェクト全般に対する助言
増原 陽人	山形大学 大学院理工学研究科 教授	量子ドットの合成に対する助言
阿部 遥	山形大学 大学院有機材料システム研究科 修士 1 年	量子ドットの合成・厚膜化・デバイス開発

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

これまでに、ペロブスカイト量子ドットを二次的に結晶成長することで、インクの分散安定性が向上することから、V4 側へのサンプルを供給できる体制を構築した。2023 年度は、山形大学で開発したペロブスカイト量子ドットのインクや固体粉末を V4 側に送付し、X 線や光照射における光学・電気応答を解析する。得られた結果を V4 および日本側にフィードバックし、ペロブスカイト量子ドットの表面配位子、化学組成、薄膜状態との相関性を明らかにする

3. 日本側研究チームの実施概要

2023 年度は、両末端にアミノ基を持つアルキルジアミンをペロブスカイトナノ結晶に添加し、薄膜形成過程でナノ結晶間を架橋化することで、塗布成膜による積層化を実施した。ナノ結晶にジアミンを添加した時、OA や OAm を配位子として未処理の CsPbI₃ ナノ結晶はジアミン添加により凝集がみられた。プロトン NMR 測定より OA や OAm がジアミンに置換されることで凝集を誘発していると考えた。一方で、ヨウ化鉛と DDAI で処理した CsPbI₃ ナノ結晶では凝集が抑制され、高い分散安定性を示した。また、片方の末端にアミノ基を持つアルキルモノアミンを添加した場合は、スピンコート薄膜後のオクタンリンスにより吸光度が減少したため、架橋構造が形成されていないことが示唆された。アルキルジアミンでは、リンス前後の吸光度が一致したことから、CsPbI₃ ナノ結晶間の架橋化に成功した。積層回数を増やすとともに吸光度は増加し、厚膜化を達成した。

さらに、アルキルジアミンにより架橋化した CsPbI₃ ナノ結晶膜を用いて、フォトダイオード [ITO/PEDOT:PSS/poly-TPD/cross-linked ナノ結晶/TPBi/Liq/Al] を作製し、透明電極 ITO 側からレーザー光（励起波長 405nm）を照射し光応答性を評価した。架橋化した CsPbI₃ ナノ結晶フォトダイオードは、照射強度依存した光電流を示した。さらに、アルキルジアミン有無によるナノ結晶層の比較を行い、アルキルジアミンによるナノ結晶の架橋膜では約 10 倍以上の光電流を示した。斜入射小角 X 線散乱を用いてナノ結晶の配向性評価により、アルキルジアミン添加によりナノ結晶間の配列が変化することが示唆された。今後の課題として、生成された電荷の取り出し効率を改善するとともに、アルキルジアミンにより架橋化した CsPbI₃ ナノ結晶膜を用いて X 線検出器へと応用する。