

2024 年度年次報告書

トランススケールな理解で切り拓く革新的マテリアル

2024 年度採択研究代表者

青木 大亮

東京理科大学 創域理工学部

助教

イオンダイナミクスが拓くプラスチックの革新的タフ化戦略

研究成果の概要

本年度の主要成果として、合成過程で僅かに残留していた 4-dimethyl amino pyridine(DMAP) が、元のポリマーに対して 32 倍ものタフ化と 3.2 倍もの高弾性率化を同時に実現する重要な対イオンであることを発見した。また、第三級および第四級アンモニウム対イオンがイオン性櫛型ポリマーの力学特性に与える効果の違いを明らかにした[1]。結果として、第三級アンモニウム対イオンのみが、相反する高弾性率化と強靱化を両立できることを発見した。一方、類似の四級アンモニウム対イオンでは従来通りの弾性率と靱性のトレードオフ関係が見られた。また、高エネルギー加速器研究機構での SAXS/WAXS 測定により、大きなカウンターイオンであってもナノ構造体を形成することを実際に観測し、本プロジェクトの強靱化メカニズムの基盤となるナノ構造の観測に成功した。

また、本 ACT-X のイオン相互作用による強靱化するポリマーを探索する過程で、全構成要素が植物由来の原料から作られる高強度プラスチックを偶然発見した。フラン(植物由来)とマレイン酸無水物(植物由来)を原料とするこのポリマーは、比較的低い温度(86°C)のガラス転移温度(Tg)を持ちながら、引張強度が 88MPa という高い値を示し、従来のガラス状高分子における Tg と引張強度との関係を逸脱した特異な力学特性を示した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Daisuke Aoki*, Kento Yasuda, Kotaro Uchiyama, Koji Arimitsu*

“Tertiary Ammonium Counterions Outperform Quaternary Ammonium Counterions in Ionic Comb Polymers: Overcoming the Trade-Off between Toughness and the Elastic Modulus”

Polym. J. **2025**, accepted. [Selected as Rising Stars in Polymer Science 2025]