

2024 年度年次報告書

分解・劣化・安定化の精密材料科学

2021 年度採択研究代表者

野村 琴広

東京都立大学 大学院理学研究科
教授

機能集積型バイオベースポリマーの創製・分解・ケミカルリサイクル

主たる共同研究者：

平野 寛（大阪産業技術研究所 物質・材料研究部 研究部長）

平野 雅文（東京農工大学 大学院工学研究院 教授）

研究成果の概要

本課題は、高性能分子触媒による精密重合を基盤とする非可食の植物資源から分解・再利用可能な高分子機能材料の開発、及びポリマーの選択的な結合切断と高効率物質変換によるファインケミカルズの合成法の開発に関する。2024年度は以下の主要な成果を得た。

- (1) 植物油とグルコースから誘導される非共役ジエン(10-ウンデセン酸とイソソルビド等からなる対称型のジエステル)の非環式ジエンメタセンス重合で得られるポリエステルの定量的な末端官能基化手法を確立した。得られるポリマーの熱物性は末端官能基の影響を受け、オリゴチオフエン末端ポリマーフィルムでは特異な発光特性も観察された。ポリマーの結晶化挙動の高次構造解析(均一な球晶形成がみられる)に取り組み、フィルムの動的粘弾性測定、機能評価(自己修復性等)、疲労特性や耐候性評価にも着手した。同様の手法で合成した、植物油(10-ウンデセン-1-オール)と各種アミノ酸とのコハク酸ジアミドからなるポリエステルアミドで調製したフィルムの機械特性は、分子量やアミノ酸の種類に依存した。この種のポリマーではアルコール分解が定量的に進行した。
- (2) 各種ポリエステルの(酸・塩基フリー条件下での)アルコール分解を可能とする塩化鉄触媒を開発した。廃衣料とアルコールとの反応では、ポリエステルの選択的ケミカルリサイクルが可能で、定量的にジエステルを回収した。アミンとの反応では、アルコールとの反応より温和な条件下で、ジアミドを与えた。ポリマー改質およびアップサイクルに向けた固体触媒の開発に取り組み、ポリマーの選択的 C-O/C-N 結合変換反応へと展開可能な Pt-Mo/TiO₂触媒や準安定相の ε-鉄炭化物(触媒、再利用性や連続反応性に優れた高活性 ZrO₂担持リン化鉄(Fe₂P)ナノ粒子触媒を開発した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) D. Shimoyama, S. Sato, S. Ohsawa, S. Irisawa, M. S. Asano, K. Nomura, “End-functionalized biobased aliphatic polyesters exhibiting unique emission/thermal properties”, *ACS Polymers Au*, 5, 241-246 (2025).
DOI: 10.1021/acspolymersau.5c00016
- 2) N. W. B. Awang, M. A. B. R. Hadiyono, M. M. Abdellatif, K. Nomura, “Depolymerization of PET with ethanol by homogeneous iron catalysts applied for exclusive chemical recycling of cloth waste”, *Ind. Chem Mat.*, 3, 49-55 (2025).
DOI: 10.1039/D4IM00081A
- 3) S. Hiruba, Y. Ogiwara, K. Nomura, “Depolymerization of PET with *n*-hexylamine, *n*-octylamine, and 3-amino-1-propanol, affording terephthalamides”, *Catalysts*, 15, 129 (2025).
DOI: 10.3390/catal15020129
- 4) T. Tsuda, H. Ishikawa, M. Sheng, M. Hirayama, S. Suganuma, R. Osuga, K. Nakajima, J. Nomura, S. Yamaguchi, T. Mizugaki, T. Mitsudome, “Highly active and air-stable iron phosphide catalyst for reductive amination of carbonyl compounds enabled by metal-support synergy”, *J. Am. Chem. Soc.*, 147, 14326–14335 (2025).
DOI: 10.1021/jacs.4c18611
- 5) T. Tsuda, S. Toyoda, H. Ishikawa, S. Yamaguchi, T. Mizugaki, T. Mitsudome, “Green synthesis of iron phosphide nanoparticles with high catalytic activity for liquid-phase nitrile hydrogenation”,

Catal. Sci. Technol., 10, 3544-3549 (2025).

DOI: 10.1039/D5CY00112A