

【学術変革領域研究（B）】

材料反応化学：材料を原料とする化学反応設計

	研究代表者	東京大学・大学院工学系研究科・准教授 正井 宏（まい ひろし）	研究者番号：70793149
	研究課題 情報	課題番号：26B205 キーワード：高分子、化学反応、材料分解、材料変換、リサイクル	研究期間：2026年度～2028年度

なぜこの研究を行おうと思ったのか（研究の背景・目的）

● 研究の全体像

—— 空白の学術領域「材料に対する化学反応」の体系的理解に向けて ——

有機反応・無機反応・触媒反応・酵素反応・電気化学反応など、多彩な化学反応を駆使することで、人類は様々な材料を創り上げてきた。これらの高度に体系化された化学反応は、物質を構成する結合を自在に開裂・形成し、別物質へと変換する技術として、学術や産業にとって不可欠な存在となっている。

一方で、その最終生成物である材料は極めて安定なため、これを原料とした化学反応は依然として困難とされてきた。しかし、近年急速に高まる高分子材料の分解や資源循環への要求を前に、もはや材料は最終生成物ではなく、原料や資源として見なすべき存在へと変わりつつある。そのため、材料の持つ不均一性や堅牢性に阻まれてきた従来の化学反応ではなく、材料であることを活かした、材料のための反応化学に対する体系的理解が求められている。

そこで本研究領域では、溶液中を想定して開発されてきた古典的化学反応ではなく、材料そのものを反応対象とした高効率化学反応—材料反応化学（マテリアクション）—の科学を探究する。高分子材料のミクロ・メゾ・マクロ・界面スケール間での運動性を活用して、協働性・加速性・連鎖性に基づく材料ならではの化学反応を開拓し、新しい材料科学を切り拓く。

材料を活かした、材料のための反応化学

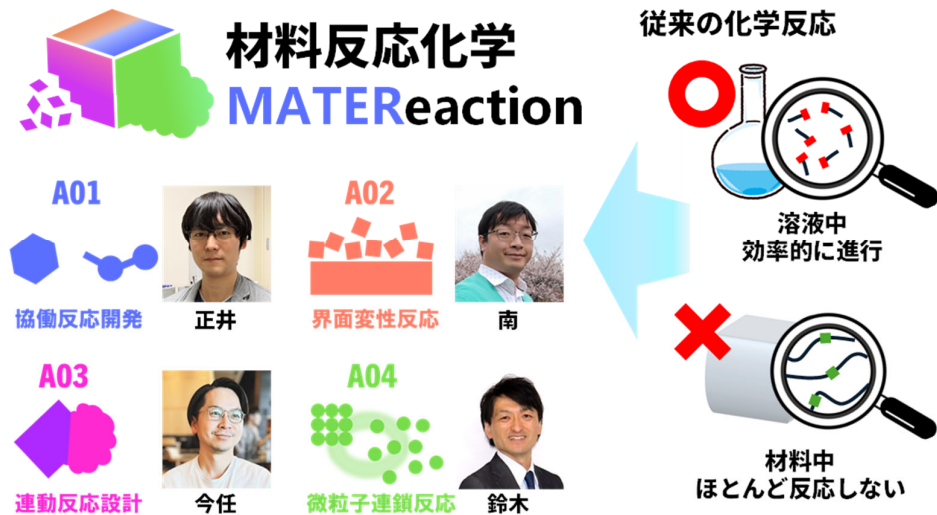


図1 本領域研究のイメージ図

この研究によって何をどこまで明らかにしようとしているのか

● 研究戦略

安定な高分子材料における高効率反応を実現するためには、材料のミクロ・メゾ・マクロ・界面といった、各スケール特有の化学現象と反応性を精緻に理解・制御する、新たな学理構築が不可欠である。本研究領域では、材料特有の環境を活かした独創的な反応を実現するために、材料を対象とした物質変換研究において独自技術を開発してきた研究者4名が参画する。その技術と知見を有機的に連携させることで、材料における多重刺激分解（協働性）・増幅分解（加速性）・カスケード分解（連鎖性）に向けた新たな反応化学を体系化し、材料反応（マテリアクション）の学理を築く。



図2 本領域の研究戦略

● 研究体制

A01班 正井 宏（東京大学）



協働反応開発

化学結合の観点から、高分子材料中での高反応性を実現するための原理・機構・理論などを解明し、高分子材料反応に資する新たな化学反応系を開発する。特に環境中に広く存在する刺激に着目し、温和な多刺激を協働させる実用的な反応系を実現する。

A02班 南 安規（産業技術総合研究所）



界面変性反応

材料界面制御の観点から、強靱材料中の安定結合を高効率に切断するための反応場を設計する。従来はその強靱性によって、化学反応が困難とされてきた安定材料スーパーエンジニアリングプラスチックの分解と、再生原料からのケミカルリサイクルを達成する。

A03班 今任 景一（広島大学）



連動反応設計

材料メゾスケールの高分子鎖制御の観点から、材料中での高反応性を実現する原理・機構・理論などを解明する。材料中での反応が特に非効率な結晶性高分子材料を対象とし、光刺激によって材料メゾスケールを変性させることで、加速的な材料分解を実現する。

A04班 鈴木 大介（分担：西澤 佑一朗）（岡山大学）



微粒子連鎖反応

微粒子スケールの観点から、材料中での高反応性を実現する原理・機構・理論などの設計指針を明らかにする。微粒子材料の大きな比表面積を活用して、微粒子間の接合界面を外場刺激や反応によって脆化させることで、材料の高効率分解を達成する。

● 期待される波及効果

本研究は、複数の物質や刺激が協働する反応や、材料中で連鎖的に進行する非平衡変化など、反応化学においてこれまで見過ごされてきた現象に着目し、化学反応を駆使して材料を自在に変換する新技術を創出する。これらの研究は、材料リサイクル・資源循環における新技術の開発につながるだけでなく、反応化学におけるミクロ・メゾスケールの新たな視点と学理を提供するとともに、材料科学における新機構・新概念の創成など、基礎科学に対しても幅広く貢献する。

ウェブサイト等

<http://www.matereaction.t.u-tokyo.ac.jp>