

2025 年度終了報告書

戦略的創造研究推進事業・ALCA-Next・資源循環領域

音動的物質工学に基づく資源循環技術の創製

研究開発代表者：

本多 智（九州大学 先導物質化学研究所 准教授）

主たる共同研究者：なし

1. 概要

(1) 研究および計画の概要

架橋高分子は人類社会に不可欠な存在である一方、その高い信頼性（高強度・高耐久性）と、使用後の解体・再資源化との両立は長らく困難であった。これに対し研究代表者は、独自に開拓した「音動的共有結合性物質の工学（ADCME）」に基づき、独自設計の音響デバイスによって静／動的架橋材料の物性をピンポイントで可逆／不可逆的に改変する方法論を確立してきた。本 FS 課題では、ADCME を高信頼性接着剤の解体に拡張し、その有効性を検証することを目的とした。

研究計画は、(i) 共振周波数および焦点形状の異なる複数の HIFU デバイスの設計・製作と音響特性シミュレーション、(ii) 既存の高信頼性接着剤の音響解体性評価、(iii) ①樹脂-樹脂、②樹脂-ガラス、③ガラス-金属、④金属-金属の被着体組合せで作製した試験片に対する接合面での音響解体の実現可能性検証、を3つの研究項目として設定した。応募当初は独立した研究項目として「感音性接着剤の開発」を掲げたが、領域会議とサイトビジットでの議論を踏まえ、本 FS の目的に照らしてフォーカスを明確化する観点から当該項目を計画から削除した。また、スモール・加速フェーズへの円滑な移行を見据え、研究項目 (iii) に小型製品への応用検証を新たに明示的に位置付けた。実施段階では、研究項目 (ii) が当初想定よりも早期に完了したことから、研究項目 (iii) に注力する形で研究を進めた。

(2) 成果の概要

本 FS 課題では、当初、音響解体に資する応答性基のスクリーニングを進め、比較的弱い共有結合を含み熱や光に応答する物質を感音性物質として再定義する研究を進めていた。本 FS の目的に照らしてフォーカスを明確化する観点から、当該項目については計画から削除したが、下記論文は、その過程で得られた知見の一部を報告した本 FS 課題に関連する成果である。

Honda, S.*, Zhang, Y., Tanaka, M. Light-Driven Rheological Modulation of Solventless Polymer Networks Enabled by Precisely Architected Flexible Star Polysiloxanes. Chem. Commun., 61, 19112-19115 (2025).

概要：精密合成された柔軟な星型ポリシロキサンの末端に光応答性アントラセン導入し、無溶媒条件下で光・熱刺激を印加することにより力学物性を大幅かつ可逆的に変化させることに成功した。応答性基の選定および分子設計指針は、当初計画における本 FS 課題における応答性基のスクリーニングと共通の枠組みで進めたものである。