

2024 年度年次報告書

持続可能な材料設計に向けた確実な結合とやさしい分解

2023 年度採択研究代表者

荒井 俊人

物質・材料研究機構 高分子・バイオ材料研究センター
独立研究者

界面トポロジー制御で拓く高耐久・易分離無機有機接合

研究成果の概要

本研究では、有機材料と無機材料の接合において、破壊の起点になりやすい接着剤と基材の界面構造を制御することで、異種部材接合の高耐久化を進めている。特に、常温付近で硬化する塗布型材料を用いて、基材の表面に連結したネットワーク状の構造を形成し、ここに接合対象となる素材を充填・積層することにより、接合界面層の耐久性を向上させることを提案している。また、その力学的性質の設計指針をもとに、適切な外部刺激を与えることで、基材から剥離する方法を検討している。

本年度は、多岐にわたる高分子と、金属ナノ粒子、シリカなど、幅広い素材を対象としてネットワーク型の相分離制御や界面構造制御に取り組んだ。界面構造制御については、汎用材料であるポリジメチルシロキサン (PDMS) 表面に形成したナノ/マイクロメートルスケールの周期微細パターンを、ガラス基板上に転写する手法を開発し、誌上発表を行った¹⁾。また、相分離構造制御においては、その粗大化・構造凍結を操ることで、ナノ/マイクロメートルスケールの孔を有する塗膜構築が可能になった。こうした界面層構造を用いた積層構造体においては、孔径制御をもとに引張・せん断試験において数 MPa (メガパスカル) レベルの破壊強度を得た。また、この強度が向上するいくつかの機構についても計算機シミュレーションをもとに明らかにした。この接合技術に関する研究成果は展示会でも紹介し、現在は誌上発表等の準備を進めている。また、こうした接合層を形成した場合の分離技術についても検討を行い、条件に応じて、比較的簡単に剥離もできることを明らかにした。

今後は、無機・有機複合接着層の構造制御を高度化し、さらなる接着層の高耐久化に取り組む。また、基材に挟まれた接着層の硬化する様子を調べるための顕微分光測定系を早期に構築する。

【代表的な原著論文情報】

- 1) K. Shiba, K. Saito, K. Minami, S. Arai, G. Yoshikawa, L. Sun, M. Tenjimbayashi, *Adv. Sci.* **11**(40), 2405151 (2024).
- 2) M. Tenjimbayashi, S. Arai, *submitted*. (Archive; <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4493821/v1>)