

“Associative” な動的共有結合を導入した 機能性架橋材料（ビトリマー）の開発 —SDGs の達成に貢献する新規架橋様式の紹介— Development of Functional Cross-linked Materials by Incorporating Associative Dynamic Covalent Bonds

林 幹大

キーワード：架橋樹脂、結合交換型動的共有結合、ビトリマー、修復性

Keywords：Cross-linked materials, Bond-exchangeable dynamic covalent bond, Vitriimer, Healing

1. はじめに

「架橋」という手法は、高分子鎖間を連結し三次元網目を形成させる手法である。C. Goodyearが19世紀に発見した生ゴムの加硫反応から発展し、現代社会では、ゴム（エラストマー）や熱硬化性樹脂、接着剤、コーティングなどとして様々な架橋材料が適材適所で活躍している。

これら汎用架橋材料の欠点は、再成形加工やリサイクルが難しいという点である。従来の架橋材料の網目構造は共有結合性架橋により形成されており、共有結合性架橋点は不可逆であるため、一度架橋反応を施した材料は軟化や溶解することはない。

上記欠点を克服し、現代の「環境問題」に関する社会的な要求を満たすため、これまで様々な取り組みがなされてきた。2000年代以降の取り組みとしては、超分子結合の利用が代表的である¹⁾。水素結合・イオン結合・配位結合などの非共有結合は超分子結合と総称されるが、超

分子結合は、熱や光などの外部刺激により可逆的に解離・再結合する。そのため、超分子結合性架橋点を介して調製される架橋材料は、外部刺激により試料が軟化・流動させられ、再成形加工・リサイクル・自己修復が可能となる。一方、共有結合の結合力と比較して非共有結合の結合力は著しく弱く、そのため材料の力学強度が弱いという点が実用化を妨げている。

最近では、共有結合であるにもかかわらず、熱や光などの外部刺激により解離・再結合挙動を示す種も開発されており、これらは「動的共有結合（dynamic covalent bond）」と呼称されている²⁾。動的共有結合を架橋点に用いて調製された材料は、室温使用条件では解離・再結合挙動が凍結されているが、外部刺激下では架橋結合が交換されるため、再成形加工性・リサイクル性・修復性などを発現する。動的共有結合は、その結合交換様式を基に、以下の2つに分類される³⁾。1つ目は、超分子結合架橋と同様に「外部刺激下の解離」と「刺激除去下の再結合」という段階的な結合交換を経る、解離性動的共有結合（dissociative dynamic covalent bond）である。2つ目は、近年登場してきた新しい種で、常結合性動的共有結合（associative dynamic covalent bond）である。常結合性

2020年6月29日受付
HAYASHI Mikihiko
名古屋工業大学大学院 工学研究科 生命・応用化学専攻