

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： イオン架橋の動的特性制御によるポリマー材料の高機能化

2. 個人研究者名

三輪 洋平（岐阜大学工学部 教授）

3. 事後評価結果

ポリマーに結合するイオン基の凝集により動的に架橋したエラストマーを対象として、その強度特性に関する微視的メカニズムおよびメカニクスを解明することを目的とした。具体的には、本材料の特徴である、(1)イオン基の相互作用を通じて動的ネットワーク挙動を容易に制御できること、(2)分子構造および架橋構造がシンプルであること、を活かして、負荷変形時の分子スケールでの挙動や構造変化を解析した。また、その知識を基盤としてユニークで豊かな物性の発現を目指す材料設計法の確立に挑戦した。

引張り負荷下のイオン架橋エラストマーの分解 X 線散乱より、応力に比例して凝集体サイズが縮小することを発見し、局所の応力集中によって強靱化する本材料のメカニズムを解明した。この強度に関する基盤的成果を高く評価する。

ポリマーとイオン基の相分離によってネットワーク構造が形成されることに着目し、イオン基に変えてフッ素成分を用いた構造を作製し、きわめて短時間での自己修復性を示すことを発見した。このメカニズム発見によって、自己修復性に関する新たな材料設計方針を得た。論理的材料設計により豊かな材料特性を導く優れた取り組みである。

CO₂ ガスによって、素早く可逆的に軟化する動的架橋エラストマーや、弾性率および伸びが大きく増加するエラストマーを開発し、ガスによる力学特性制御への道を開いた。また、その基本的なメカニズムを実験的に明らかにした。新たな材料機能への展開が大いに期待される成果であり、材料設計法として高く評価する。

今後の展開と期待

イオン架橋自己修復エラストマーの力学特性を産み出すメカニズムや、相分離によるネットワーク構造形成に関する知見によって、材料設計に関する基本的な考え方が提示されている。今後は、これに沿った具体的な設計や作製を通じての社会実装が大いに期待される。産業界との協業も有望である。また、知財戦略としての整備も望まれる。

気体によって材料特性を制御するアイデアは材料開発の新機軸を開くものであり、今後の展開および分野としての成長が大いに期待される。柔軟な発想と優れた実行力を兼ね備えており、今後の進展を大いに期待している

学術面も優れた知識を有しているため、材料の強度特性に関する微視的メカニズム・メカニクスについての基礎的な探求の継続を望みたい。複雑で動的な内部構造から発現する特性に対する材料の体系的・合理的な開発指針を得るには、その探求が重要な位置を占める。