

「しなやかなタフポリマー」の実現に向けた分子設計・材料設計戦略

Molecular and Material Design Strategy for Flexible and Tough Polymers

伊藤 耕三

東京大学大学院新領域創成科学研究科、内閣府革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)

高分子は、我々の身の回りで盛んに用いられている材料であり、薄く、軽く、強靱で柔軟という点に特徴がある。そのため自動車分野に限っても、燃料電池やLiイオン電池のセパレータや車体構造材料などで利用されており、今後ますます重要な役割を果たすと予想されている。たとえば燃料電池やLiイオン電池のセパレータの場合、薄くなればなるほど性能が向上するために出力や容量の大幅な向上が期待できるが、薄くなることで当然破れやすくなり、安全性や信頼性に課題が出てくる。また自動車の構造材料として利用された場合には、車体重量が大幅に軽くなることで航続距離が増加し省エネにも大きな貢献が期待できるが、高分子材料の場合には硬度を高めることで脆くなることも知られており、やはり安全性や信頼性が懸念されている。以上の問題を解決するためには、強靱性と柔軟性をあわせ持ち、さらに自己修復性などの新しい機能を有する高分子材料の開発が必要であり、我々はこのような高分子材料を「しなやかなタフポリマー」と呼んでいる。「しなやかなタフポリマー」の特徴は、強靱性すなわち壊れにくい点にあり、たとえば亀裂が入っても進展しにくい、柔軟性をもって応力を躲(かわ)す、劣化しても自己修復して老化を防ぐなどの機能が期待されている。

昨年、内閣府 革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)がスタートし、「超薄膜化・強靱化『しなやかなタフポリマー』の実現」が採択された。本プログラムでは、燃料電池やLiイオン電池のセパレータの超薄膜化、車体構造用樹脂の強靱化、タイヤの薄ゲージ化などを実現するために、「しなやかなタフポリマー」を実現するための分子設計・材料設計の戦略を確立することを目指している。そのためには新規な分子構造の導入とともに高分子材料の破壊機構の解明が必要であり、放射光への期待はきわめて大きい。本講演では、まず本プログラムの概要について紹介し、次にタフポリマーを実現するための新しい分子構造の1つとして期待されている環動高分子について解説する。その中で、放射光を用いたナノ計測への期待についても述べてみたい。