

分子認識を利用した伸縮性・強靱性・自己修復性材料を開発

高分子側鎖におけるホスト-ゲスト相互作用を利用した伸縮性・強靱性・自己修復性材料の開発と

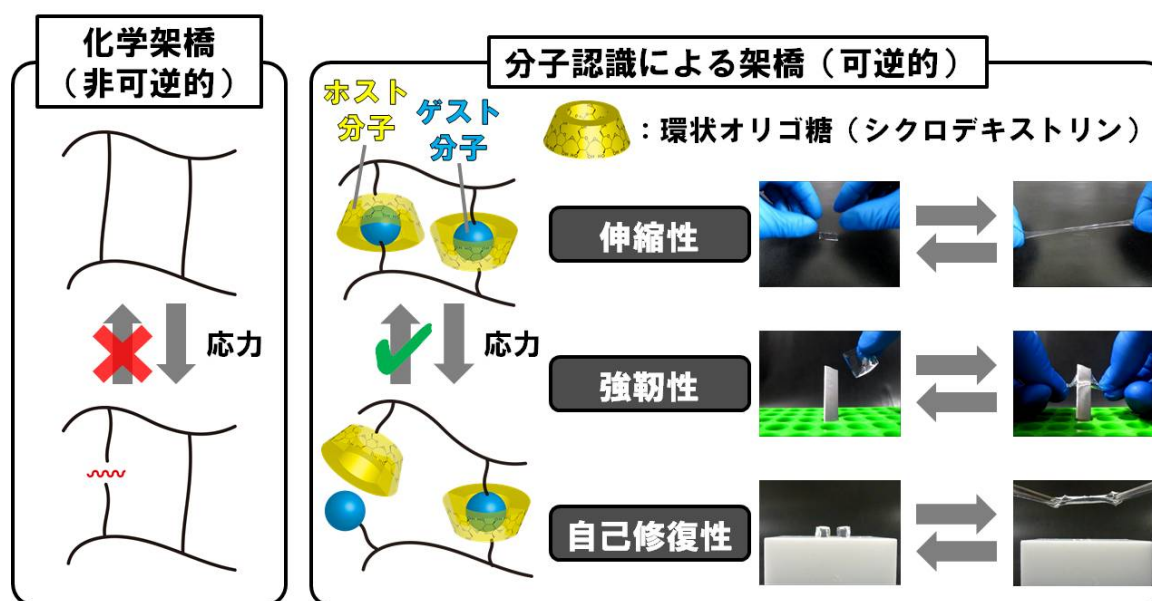
その応用展開

(阪大院理¹・ImPACT²) ○中畑雅樹¹・高島義徳¹・原田 明^{1,2}

[1L20]

(Tel: 06-6850-5445)

要旨 従来材料の代替として、丈夫で耐久性の高い高分子材料に対する需要が高まっている。大阪大学大学院理学研究科の原田明特任教授、高島義徳助教、中畑雅樹特別研究員らの研究グループは、分子と分子の可逆的な結合で高分子を橋架けすることで、**透明でよく伸び縮みし、強靱で切れにくく、かつ切れたとしても元通りに繋がる**材料を開発した。この材料を基板にコーティングすることにより、乾燥状態で表面についた傷に**必要最小量の水を噴霧するだけで傷が塞がる**ことを示した。工業用途、医療用途等の幅広い分野への応用展開が期待される。



従来技術 金属やガラス、セラミックスといった材料にはない機能を有する高分子材料に高い期待が集まっている。しかし、現在用いられている高分子材料において、高分子架橋型の材料は一般に脆く、少しの変形で容易に壊れてしまう。また何らかの要因で材料に傷やひびが入ると、力がかかった際にその点に力が集中することで簡単に裂け、亀裂が進展して壊れてしまう。さらに一度壊れたものは基本的には元に戻ることがなく、使い捨てを余儀なくされている。通常の高分子材料は、切れると戻らない非可逆的な結合によって架橋されており、材料内部の分子運動が制限されていることがこれらの問題を引き起こしている。

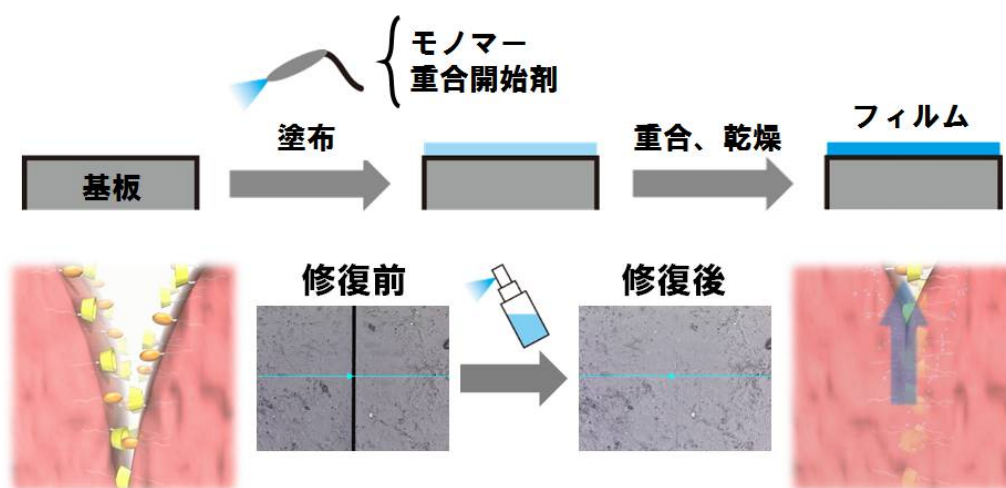
本技術の具体例と特徴 そこで我々の研究グループでは、材料を構成する高分子間に二種類の分子（ホスト分子、ゲスト分子）からなる**可逆的な結合を導入**した。ホスト分子として、食品添加物としても広く用いられている**環状オリゴ糖（シクロデキストリン）**を選択した。ホスト分子は、その空洞の中にゲスト分子を取り込み分子複合体を形成し、これが可逆的な結合として機能する。可逆的な結合を導入した材料は、内部に化学的な橋架け部位が全く含まれないにも関わらず、自立性を有し流れることのない、内部に水を含んだヒドロゲル状の材料として得られる。得られる材料は次に示すような優れた特徴を示す。

(1) 伸縮性：得られる材料は10倍以上の長さまで伸ばしても切れることがなく、かつ可逆的に伸び縮みさせることができる。可逆的な結合による力の分散により、このような高い伸縮性が発現される。

(2) 強靱性：この材料に鉛筆やカッターの刃のような鋭いものを突き立てても貫通することはなく、非常に切れにくい。可逆的な結合が力を分散し、傷の進展を防ぐことによりこのような性質が現われる。

(3) 自己修復性：強い力をかけて材料を二つに切断しても、切断面同士を再接触させると再び接着する。切っても繋がる結合の性質がそのまま材料の性質として現れ、従来技術より深い傷にも対応できる。

本技術の効果と応用展開 この材料は生体適合性に加えて成型加工性もあり、複雑な形状の生体組織のような用途にも対応可能である。水以外の揮発しない溶媒に置き換えることで耐乾燥性を付与することもできる。応用展開の一例として、**自己修復コーティングフィルム**の作製にも成功している。重合前のモノマー溶液を基板上に塗布し、重合後、乾燥することで基板上にコーティングフィルムが得られる。この表面に傷を付けた後に少量の水を噴霧すると、可逆的な結合の再形成により**表面の傷が消失**する。例えばこれを車体の外装に適用すれば、雨が降ると表面の傷が修復することが期待される。



このように、今回我々が開発した材料は優れた力学的性質（伸縮性・強靱性・自己修復性）を有し、また**設計の自由度が大きい**ため、化成品から医用材料まで**幅広い用途への応用**が期待される。

適用分野 コーティング、接着剤、衝撃吸収材料、アクチュエータ、タイヤレイヤー、細胞培地、止血シート、臓器保護パッチ、3D造形、人工臓器、フレキシブル電子材料、ウェアラブルデバイス