

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名: 自己組織化超分子ポリマーの動的機能化
2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名(研究機関名・職名は研究参加期間終了時点):
研究代表者
原田 明(大阪大学大学院理学研究科 教授)

3. 事後評価結果

A+

分子レベルでのホスト-ゲスト相互作用を、マクロな目で見えるレベルでの物性制御につなげる課題に挑戦し、優れた成果を挙げた。シクロデキストリンポリマーと、様々のゲスト分子ポリマーとの分子レベルでの相互作用の違いを利用して、選択的に相手を認識し、接着するポリマーゲルの作製に成功した。この成果を進展させ、自己修復材料、刺激応答性接着材料、刺激応答性伸縮材料など新規な機能材料を創製した。

シクロデキストリン(CD)の分子レベルでの認識・会合をマクロレベルのゲル材料の選択的接着にまでつなげた成果は高く評価される。このCDを用いた選択的接着ゲル系においては、ホストゲルのCDの環サイズに適合した大きさのゲスト分子をもつゲルだけが、相手を選んで接着することを見出した。この分子レベルでの会合に基づく接着は、外部刺激による脱着も可能であり、幅広い応用展開が期待される。

アゾベンゼンをゲストとして用いると、紫外光照射により α CDを含むホストゲルとゲストゲル脱着が起こり、可視光を照射することにより、再び接着することが認められた。さらに、ホストゲルに β CDを含むゲルを加えておくと、紫外光照射により、アゾベンゼンゲルが接着する相手を α CDから β CDゲルにスイッチする現象を見出した。このような接着相手の選択は、分子レベルでの分子認識・会合挙動に基づいて解釈することが可能であり、この原理に基づき様々の組み合わせでの選択的接着を実現した。

ゲストとしてアダマンタン分子を、ホストとして β CDを分子中にもつポリアクリルアミドヒドロゲルは、切断しても接触するだけで再接着する自己修復性を示した。ゲスト分子をフェロセンとした場合も同様の自己修復性が見られたが、酸化剤で処理した酸化フェロセンでは接着が起らず、酸化還元反応により自己修復機能が制御できることを認めた。

ラクトン開環重合超分子触媒を創製した。一つのCDにラクトン取り込みと重合触媒機能を、もう一つのCDに生成ポリマー鎖を固定・排出する人工クランプの機能をもたせることで、分子量数万のポリエステル合成が可能であることを示し、新しい概念の触媒システムを提案した。

これらの成果は、国内外で特許出願されている。また、Nature Chemistryなどの雑誌に掲載され高い評価を得ている。基礎科学として新しい概念を提言するだけでなく、選択的接着、刺激応答性接着、自己修復など機能材料としての展開の道筋をつけており高く評価できる。