

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ポリアスパルテートを組み込んだハイブリッド材料の分子構造転移とマクロ形状応答に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	水野陽介
Author(English)	Yosuke Mizuno
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11460号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:古屋 秀峰,芹澤 武,大塚 英幸,宍戸 厚,斎藤 礼子
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11460号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	水野 陽介	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	古屋 秀峰	准教授	斎藤 礼子	准教授
	審査員	芹澤 武	教授		
		大塚 英幸	教授		
宍戸 厚		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「ポリアスバルテートを組み込んだハイブリッド材料の分子構造転移とマクロ形状応答に関する研究」と題し、日本語で書かれ、全6章から構成されている。

第1章「序論」では、ポリペプチドの二次構造と転移挙動に関する従来の研究を概説し、ポリアスバルテートが示す固体状態での二次構造転移に伴う機能応答性の可能性を論じ、本研究の目的を述べている。

第2章「高配向なポリアスバルテート分子集合体のらせん反転に伴うマクロな異方形状変化」では、ポリ(β -フェネチル L-アスバルテート)(PPLA)分子の配向バルクフィルムと架橋により配向固定化したキセロゲルについて、二次構造転移に伴う異方的なマクロ形状変化挙動を検討している。PPLA の右巻き α ヘリックスから左巻き π ヘリックスへのらせん反転に伴い、試料形状が配向方向に 10%程度収縮するという異方的な変化を見出している。配向バルクフィルムでは、らせん反転しない剛直なポリグルタメートを混合して形状変化量を調節できることが示され、配向方向の収縮には左巻き π ヘリックスの形成量が強く寄与していることを明らかにしている。また、配向キセロゲルは、変形後に良溶媒で膨潤すると主鎖らせんが巻き戻るとともに試料形状が復元し、再度らせん反転に伴う形状変化が起きることを示している。得られた成果から、主鎖らせん反転を利用して、らせん軸配向方向に収縮する異方的なアクチュエータシステムの創出に成功していることを示している。

第3章「ポリアスバルテート分子が側鎖架橋されたポリメチルメタクリレート (PMMA) ハイブリッドキセロゲルの合成と二次構造転移による等方的な形状変化」では、PMMA キセロゲルネットワークに組み込んだポリアスバルテート分子の二次構造転移挙動を調べ、二次構造転移挙動が分子ネットワークへ与える影響について述べている。PMMA ネットワーク鎖にポリアスバルテート分子を組み込んだハイブリッドキセロゲルは、ラジカル重合性基を側鎖の一部に導入した PPLA をラジカル共重合する方法を用いて調製している。PMMA マトリックス中で架橋された状態においても、PPLA 分子は昇温に伴うらせん反転を示すことを明らかにしている。さらにらせん反転温度でハイブリッドキセロゲルの大きな体積収縮が起きることを示し、らせん反転により体積収縮挙動が引き起こされることを明らかにしている。少量のポリアスバルテート分子を PMMA ゲルに組み込むことで、大きく等方的な体積収縮を引き起こす刺激応答性キセロゲルを実現していることを示している。

第4章「架橋部位の異なるポリアスバルテート-ポリメチルメタクリレート (PMMA) ハイブリッドキセロゲルの温度応答体積変化挙動とその機構」では、第3章で見出したハイブリッドキセロゲルのマクロ形状変化について、ポリアスバルテート分子の架橋構造が与える影響を調べ、マクロ形状変化の機構について考察している。ハイブリッドキセロゲルの体積収縮は、架橋構造が異なる場合にも観測されることを明らかにしている。透過型電子顕微鏡観測で得られるポリアスバルテート分子の凝集構造は、側鎖架橋されたキセロゲルではらせん反転に伴って凝集構造が解消されるが、主鎖架橋のキセロゲルでは維持されることを明らかにしている。キセロゲルでは架橋点を有する PPLA 分子、または擬似的に架橋点となる PPLA 分子集合体が存在し、らせん構造の変化に伴い分子ネットワークが歪み、その歪みを解消するためにキセロゲルは体積収縮することを明らかにしている。

第5章「シリカポリアスバルテートハイブリッド粒子の二次構造転移挙動」では、Grafting-from 法でシリカ粒子表面に修飾した PPLA 分子の二次構造と転移挙動について述べている。PPLA は粒子表面に結合された状態でも、クロロホルムと変性溶媒の混合溶液中でヘリックス-コイル転移を起こすことを明らかにしている。また、固体状態では、PPLA 分子は温度上昇による不可逆的ならせん反転を起こすことを明らかにしている。

第6章「総括」では、各章で得られた結果を総括して、今後の展望を述べている。

これを要するに、本論文はハイブリッド材料について、組み込んだポリアスバルテート分子のらせん反転に伴いマクロな形状変化が発現する新たな分子アクチュエータ機能を見出しており、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。