

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	動的共有結合化学に基づく機能性ポリマー/シリカコンポジットの創製
Title(English)	
著者(和文)	小菅孝浩
Author(English)	Takahiro Kosuge
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11152号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:大塚 英幸,高田 十志和,石曾根 隆,古屋 秀峰,斎藤 礼子
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11152号, Conferred date:2019/3/26, 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

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	小菅 孝浩	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	大塚 英幸	教授	斎藤 礼子	准教授
	審査員	高田 十志和	教授		
		石曾根 隆	教授		
	古屋 秀峰	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「動的共有結合化学に基づく機能性ポリマー/シリカコンポジットの創製」と題し、全7章から構成されており、日本語で書かれている。「動的共有結合ユニット」としての機能と「メカノクロモフォア」としての機能の両方を有するジアリールベンゾフラノン (DABBF) 骨格に基づく、機能性ポリマー/シリカコンポジットの創製に関する研究についてまとめられている。

第1章「序論」では、ゾルゲル法を用いたポリマー/シリカコンポジット材料、可逆的結合に基づく機能性高分子材料、高分子メカノケミストリーに基づく力学応答性材料、DABBF を利用した機能性材料、について述べた後、本研究の意義と目的について述べている。

第2章「動的共有結合ユニットの結合組み換え反応性と架橋高分子の構造との相関」では、DABBF 骨格をポリマードメイン中、シリカドメイン中に有するポリマー/シリカコンポジットを系統的に合成し、DABBF 骨格の結合組み換え反応の反応性と、架橋高分子の一次構造との相関について調査し、DABBF 骨格を運動性の高いドメインに導入することで、構造再編成機能が発現することを明らかにしている。

第3章「運動性が制限されたシリカネットワーク中での動的共有結合性メカノフォアの力学応答性評価」では、運動性が制限されたシリカネットワーク中における DABBF 骨格の力学応答性を評価している。その結果、DABBF 骨格は架橋構造により効率的に力学的刺激を受け、さらにシリカネットワーク中では、DABBF 骨格の解離種であるアリールベンゾフラノン (ABF) ラジカルの運動性が制限されることで ABF ラジカル同士の再結合が抑制され、力学応答性が向上することを明らかにしている。

第4章「動的共有結合性メカノフォアを用いたメカノクロミックポリマー/シリカコンポジットエラストマーの創製とその特性評価」では、二官能性 DABBF アルコキシシラン誘導体と両末端にアルコキシシリル基を有するポリ(アクリル酸ブチル)から、ゾルゲル法によりメカノクロミックポリマー/シリカコンポジットエラストマーを合成し、その機能発現のメカニズムを調査している。電子スピン共鳴 (ESR) 測定の結果から、ポリマードメインとシリカドメインの界面近傍に存在する DABBF 骨格が、力学的刺激により選択的に切断されていることを明らかにしている。

第5章「二種類の異なるメカノクロモフォアを用いたマルチカラーメカノクロミック材料の創製と評価」では、メカノクロミック特性が運動性の影響を受けやすい DABBF 骨格と、運動性の影響を受けにくいナフトピラン (NP) 骨格という、性質の異なる二種のメカノクロモフォアを用いて、マルチカラーメカノクロミック材料の創製とその評価を行っている。ゾルゲル法により合成した、ポリマー/シリカ界面に DABBF を、ポリマードメイン中に NP を有するポリマー/シリカコンポジットが、力学的刺激の強度、溶媒添加、経過時間に応じて複数の色彩変化を示すことを明らかにしている。

第6章「動的共有結合化学に基づく修復性とメカノクロミック特性を併せもつポリマー/シリカナノハイブリッドの創製と評価」では、自己修復性とメカノクロミック特性を併せもつポリマー/シリカナノハイブリッドの創製と評価を行っている。二官能性 DABBF アルコキシシラン誘導体と DABBF 含有架橋ポリウレタンを混合して、DABBF 骨格の組み換え反応を行いながらゾルゲル反応を行うことで、シリカ成分が均一に分散したナノハイブリッドを合成している。得られたハイブリッドはシリカ成分が均一に分散したことにより、複合化前の架橋ポリウレタンと比較して力学物性が大きく向上し、加えて引張により青色を呈することを見出している。さらに、得られたハイブリッドが自己修復性を示し、修復後のサンプルはオリジナルと同様の力学物性、メカノクロミック特性を示している。ESR 測定の結果から、ポリマードメイン中の運動性の高い DABBF が結合組み換え反応によって自己修復性を発現し、ポリマードメインとシリカドメインの中間の運動性を有する界面の DABBF が力学的刺激により選択的に切断され、メカノクロミック特性を発現することを明らかにしている。

第7章「結論」では、本論文の内容について総括している。

これを要するに、本論文は自己修復性高分子材料、力学応答性材料のさらなる汎用展開、新規コンポジット材料の開発につながる知見を提供するものであり、工学上、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。