

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13578 号
------	---------------

氏 名 梶田 貴都

### 論 文 題 目

Design and Development of High-Functional Soft Materials Based on Cross-Linking Chemistry and Self-Assembly  
(架橋の化学及び自己組織化に基づく高機能ソフトマテリアルの設計と開発)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	関 隆広
委員	名古屋大学	教授	鳴瀧 彩絵
委員	名古屋大学	准教授	高野 敦志
委員	名古屋大学	講師	野呂 篤史
委員	名古屋大学	准教授	竹岡 敬和

## 論文審査の結果の要旨

梶田貴都君提出の論文「Design and Development of High-Functional Soft Materials Based on Cross-Linking Chemistry and Self-Assembly (架橋の化学及び自己組織化に基づく高機能ソフトマテリアルの設計と開発)」は、高分子鎖の架橋及び自己組織化の観点から、熱可塑性エラストマー (TPE) や無水系プロトン伝導性電解質膜などのソフトマテリアルを高機能化するための設計と開発の指針を提案するものであり、英文にて全五章から構成されている。

第一章「General introduction」では、高分子の架橋及び自己組織化に由来する微視的な相分離について基本的な内容を説明しており、TPEやプロトン伝導性電解質膜などの材料において高分子の架橋及び自己組織化に由来する微視的な相分離がどのように寄与するのかを紹介している。また、研究の背景としてこれらの材料の高機能化を目指した研究の動向を紹介し、本論文にかかる研究の位置付けと目的を述べている。

第二章「Block polymer-based thermoplastic elastomers with noncovalent cross-links」では、工業的に製造されている実用TPEで約 $100 \text{ MJ m}^{-3}$ のタフネス (試料伸長による破断までに必要とされるエネルギー) を示す polystyrene-*b*-polyisoprene-*b*-polystyrene トリブロック共重合体 (SIS) をベースポリマーとし、化学修飾によって中央のポリイソプレンプロック中にイオン性官能基を導入することで、会合力が強かつ動的な架橋点として働く微視的なイオン凝集を生じさせ、高タフネスを示すTPEの創製を試みている。微視的なイオン凝集の動的特性により、タフネスが $480 \text{ MJ m}^{-3}$ まで大きく上昇することを引張試験によって明らかにしており、また、そのタフネスの値は現時点で世界トップクラスの値を示した。以上より、実用TPEへのイオン性官能基の導入が高タフネスなTPEを得るのに有効であることを明らかにしている。

第三章「Highly proton-conductive membranes composed of cross-linked polymers swollen with acid under nonhumidification」では、 $100^\circ\text{C}$ 程度の中温域かつ無水条件下で $100 \text{ mS cm}^{-1}$ 程度の高いプロトン伝導率を示す膜の創製を試みている。膜としての形状を維持させるために、塩基性官能基を有するpoly(4-vinylpyridine)を化学架橋させ (以下では得られた架橋ポリマーをCL-Pと記す)、このCL-P膜に水がなくても遊離プロトンを生じる不揮発性の強酸性液体である硫酸を大量に浸透させることで、無水条件下で使用しても、実用に供されている加湿膜に匹敵する $100 \text{ mS cm}^{-1}$ 程度の高伝導率を示す無水系プロトン伝導膜の開発に成功している。

第四章「Anhydrous proton conductivity of acid-swollen block polymer electrolyte membranes」では、第三章で用いられた化学架橋させたCL-Pの代わりにブロック共重合体を用い、自己組織化させることで、物理架橋点として振る舞う孤立ハードドメインの形成によりCL-P使用時と同様に形状を維持できる膜になるとの予測に基づき、無水系プロトン伝導膜の調製を試みている。具体的には、polystyrene-*b*-poly(4-vinylpyridine)-*b*-polystyrene トリブロック共重合体を用い、その膜を硫酸で膨潤させることで、無水条件下で $100 \text{ mS cm}^{-1}$ 以上の高いプロトン伝導率を示す膜が得られることを明らかにしている。

第五章「Summary」では本論文全体を総括し、本論文に記された研究手法が高機能ソフトマテリアル創製における重要な設計指針となることを述べている。

以上のように、本論文では架橋の化学と自己組織化を巧みに利用することで、高タフネスを示すイオン性熱可塑性エラストマーや、実用レベルの高伝導率に至る新規無水系高プロトン伝導性電解質膜などの高機能ソフトマテリアルの創製に関する研究結果が記されている。これらの結果は、高分子ソフトマテリアルの高機能化・高性能化における重要な設計指針を与えるものであり、学術上、工学上寄与するところが大きい。よって、本論文の提出者である梶田貴都君は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格があると判断した。