

## 論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 / 乙第 号	氏 名	前田 知貴
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学教授 Ph.D. 堀田 篤			
副査 慶應義塾大学教授 工学博士 鈴木 哲也			
慶應義塾大学専任講師 博士(工学) 藤岡 沙都子			
慶應義塾大学専任講師 博士(情報理工学) 尾上 弘晃			
<p>修士(工学)前田知貴君提出の学位請求論文は「Gel Characteristics and Viscoelasticity of Semi-crystalline Polymers and Copolymers for the Fabrications of Nanofibers and Hydrogels (結晶性および共重合ポリマー溶液のゲル特性と粘弾性評価によるナノファイバーおよびハイドロゲルの作製)」と題し、全7章より構成されている。本論文をもって、2015年11月より主査と副査による専修予備審査がとり行われ、さらには個別のディスカッションを幾度か経て予備審査を通過し、専攻にて受理申請が承認されるに至った。その後、2015年12月8日に公聴会が開催され、最終審査会において論文審査と学識確認が無事になされて認められ、本報告に至った。前田知貴君の研究成果につき以下に述べる。</p> <p>3次元ネットワーク構造を有するナノファイバーシートやハイドロゲルは、次世代の複合材料や医療デバイスの開発に向けて有用な材料であることから、国内外で盛んに研究されている。ナノファイバーシートは、ナノファイバーの3次元ネットワークにより構成される。このナノファイバーの有力な作製手法として、エレクトロスピンニング(ES)法と呼ばれる静電気力を利用した紡糸方法がある。しかし、結晶性および共重合ポリマーでは溶液がゲル化してしまうため、ES法において、それら有用な材料により直径300nm以下という微細なナノファイバーを作製することが困難であった。ハイドロゲルは、ポリマー分子鎖の3次元ネットワークに水を含ませた材料である。特に、再生医療用途を目指したハイドロゲルでは、温度応答性(25°Cから37°Cで昇温ゾル-ゲル転移すること)が重要なファクターである。このような温度応答性ハイドロゲルの現状の課題として、10wt%以下という低濃度の溶液を用いて、ハイドロゲルを作製できないことが挙げられる。</p> <p>そこで、本論文では、溶液のゲル特性と粘弾性を制御することで上記課題に取り組んだ結果をまとめている。すなわち、ナノファイバー作製では、溶媒選定により溶液のゲル化を抑えることでファイバーを微細化した。また、温度応答性ハイドロゲル形成では、クレイナノシート(ラポナイト)の添加により疎水性相互作用を高めることで低濃度溶液を実現した。以下に、本論文の具体的な内容を示す。</p> <p>第1章では、ナノファイバーシートおよびハイドロゲルの現状と課題について述べている。第2章では、ポリマー溶液、エレクトロスピンニング法、ゲルに関する基礎原理および背景について述べている。第3章では、結晶を架橋点としてゲル化する結晶性ポリマーのナノファイバー化を実施している。具体的には、溶媒としてメチルシクロヘキサンを用いて、ポリプロピレン(PP)の相互作用を抑制した溶液を用意し、直径約230nmのPPナノファイバーを作製した。第4章では、分子鎖中に2種のモノマーがランダムに存在するランダムコポリマーのナノファイバー化を実施している。その結果として、直径約160nmの生体適合性の高い2-メタクリロイルオキシエチルホスホリルコリン(MPC)コポリマーナノファイバーを作製した。第5章では、分子鎖中に2種のモノマーがブロック状に存在するブロックコポリマーのナノファイバー化を実施している。具体的には、一方のブロックの相互作用を抑制することでゲル特性を制御し、直径約350nmのスチレン系エラストマー(SIS)ナノファイバーを作製した。第6章では、温度応答性を示すブロックコポリマー水溶液に対して、ラポナイトを添加することで、低濃度でありながら温度応答性を示すハイドロゲルを作製している。その結果、2.75wt%という低溶質濃度の温度応答性ハイドロゲルを得た。第7章に、各章の結果をまとめ、今後の展望を述べている。</p> <p>以上要するに、著者はナノファイバーシートおよびハイドロゲルを次世代の複合材料や医療デバイスとしての実用化の観点から整理し、直径300nmという微細なナノファイバーおよび10wt%以下という低濃度の溶液を用いた温度応答性ハイドロゲルを作製する目的で、結晶性および共重合ポリマー溶液のゲル特性と粘弾性を評価し、得られた結果をまとめている。これより、今日まで未解決であった、1)直径300nm以下の微細な結晶性および共重合ポリマーのナノファイバーの作製、2)溶液濃度10wt%以下の低濃度温度応答性ハイドロゲルの作製について、溶媒選定やクレイナノシートの添加により溶液のゲル特性と粘弾性を制御することで実現できるという1つの大きな知見を得た。本論文の成果は国際誌論文・国際学会・国内学会で発表され、工学上寄与するところが大きい。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。		