

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	黒川 成貴
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 志澤 一之
		慶應義塾大学准教授	博士(理学) 渡邊 紳一
		慶應義塾大学専任講師	博士(工学) 藤岡 沙都子
<p>学士（工学）、修士（工学）を有する黒川成貴君提出の学位請求論文は「Electrospinning 法を用いたナノファイバー作製と複合化による環境調和型複合材料の開発」と題し、全 5 章から構成されている。本論文をもって、2018 年 12 月より主査と副査による専修予備審査がとり行われた。さらに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、2019 年 1 月 15 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を経て、本報告に至った。黒川成貴君の研究成果につき、以下に述べる。</p> <p>本論文は、石油由来プラスチックの代替として期待されるバイオプラスチックの力学物性向上に焦点をあてている。そして Electrospinning 法によるナノファイバーの作製とその強化材としての有効性を示すこと、およびその複合化により環境調和型複合材料を創ることを目的としている。</p> <p>第 1 章では、バイオプラスチックの現状と課題点について述べており、課題解決に向けて着目したナノファイバー作製手法の 1 つである Electrospinning 法、および繊維強化型複合材料について記述し、本研究の目的を述べている。</p> <p>第 2 章では、Electrospinning 法により、高強度および優れた紡糸性を有するバイオプラスチックである Cellulose acetate のナノファイバー (CA-NF) を作製し、バイオプラスチックの一種である Poly(butylene succinate) (PBS) へ複合化して作製した CA-NF/PBS 複合材料の力学物性を評価している。CA-NF と PBS は水素結合を形成するため界面親和性が高く、複合材料のヤング率は CA-NF の含有率増加にともない線形に上昇することを明らかにしている。また、Electrospinning 時に高速回転コレクターを用いた際、430 m/min 以上の回転速度において CA-NF に配向性を付与でき、これを強化材に用いた複合材料は未配向のものと比較して高ヤング率を示すことを明らかにしている。</p> <p>第 3 章では、Electrospinning 法により得られた CA-NF に醜化処理を施し、化学構造中のアセチル基を水酸基へ変換することで水素結合を生じさせ、さらに高強度な強化材として再生セルロースナノファイバー (RC-NF) の作製を試みている。RC-NF を代表的なバイオプラスチックである Polylactide (PLA) へ複合化したところ、RC-NF は親水性で PLA は疎水性であるために、界面親和性があまり良好ではないことが明らかになっている。その一方で、RC-NF は CA-NF より高強度であるために、CA-NF と比較して高い補強効果を有することを示している。</p> <p>第 4 章では、高透明性および高強度を有する複合材料の作製のため、Stereocomplex 結晶を有する PLA ナノファイバー (sc-PLA ナノファイバー) を Electrospinning 法で作製し、Poly(L-lactide) (PLLA) へ複合化することで、自己強化型 PLA 複合材料を研究している。Dichloromethane:Pyridine = 7:3 (wt/wt) の混合溶媒を用いて調製した 7 wt% の溶液から、平均直径 367 nm の sc-PLA ナノファイバーを作製できることを示している。また、この自己強化型 PLA 複合材料は 75% 以上の可視光透過率を示し、高い透明性を有していることを明らかにしている。加えて、そのヤング率および引張強度はナノファイバー含有率の増加にともない線形に上昇することを明らかにしている。また、本複合材料は、ガラス転移点以上での貯蔵弾性率低下を抑制することができ、80°C においてその貯蔵弾性率は pure PLLA の 23.1 倍まで向上し、耐熱性を大幅に改善できることを示している。</p> <p>第 5 章では、各章で得られた結果を総括し、本論文の結論を述べている。</p> <p>以上要するに、本論文では Electrospinning 法による高強度ナノファイバーの作製とバイオプラスチックへの複合化により、環境調和型の高強度複合材料の研究をおこなっている。これらの技術と知見は、持続可能社会の実現に向けて利用促進が期待されているバイオプラスチックの物性を効果的に向上させるための有効な技術であると位置づけることができ、プラスチックによる環境問題の解決にも寄与しうる。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。		