

## 博士論文審査の結果の要旨

氏名	PHAN DUUY NAM
学位名	博士（工学）
学位番号	甲第 724 号
論文題目	Study on fabrication of nanofibers with multifunctions for textile, water filtration, and biomedicine (濾過および生物医学の為の多機能ナノファイバー製造に関する研究)
論文審査委員	主査 森川 英明 金 翼水 荒木 潤 夏木 俊明 鈴木 大介 Wei Kai (Soochow University) 山下 義裕 (福井大学 繊維・マテリアル研究センター)

(博士論文審査の結果の要旨)

本論文は、生体複合材料を用いたナノファイバーを電解紡糸法によって作製し、抗菌作用をもつ重金属吸着フィルターや創傷被覆材に応用される材料の特性を評価した研究をまとめたものである。

第 2 章では、異なる生体複合材料であるキトサンとセルロースを用いて重金属フィルターに応用される複合ナノファイバーを作製したことについて論じている。キトサンが有する水溶液中での不安定性とセルロースが有する非吸着特性などの欠点をキトサンとセルロースのハイブリッドシステムで克服したことについてまとめ、作製したナノファイバーが非常に均一で安定した構造であり高い機械的特性および良好な金属特性を示している。特に、この研究は As(V)、Pb(II)、および Cu(II) イオンの吸着に、電解紡糸法で作製したキトサン/セルロースナノファイバーを使用した新規性のある研究であり、排水の吸着剤として使用できる可能性を示している点で意義がある。

第 3 章では、PAN ナノファイバーを足場とした複数種の AgNPs について論じている。作製したナノファイバーの AgNPs の大腸菌および枯草菌に対する抗菌試験を行い、Ag<sub>2</sub>O/PAN および Ag/PAN ナノファイバーで良好な抗菌活性が見られ、AgCl/PAN ナノファイバーでは上記の作製されたナノファイバーに対して比較的弱い抗菌活性を示している。これによって、AgNPs を用いた新規の抗菌薬の開発の可能性を示している点で意義がある。

第 4 章では、AgNPs および CuNPs を組み込んだセルロースナノファイバーについて論じている。作製したナノファイバーの大腸菌および枯草菌に対する抗菌試験を行い、実験を行ったすべてのナノファイバーに優れた抗菌活性が見られ、金属放出量は組み込まれた AgNPs および CuNPs の含有量に比例することを明らかにしている。

第 5 章では、ヒノキチオールと ZnO ナノ粒子を含む PAN ナノファイバーの作製に成功した。その結果、ヒノキチオールが ZnO ナノ粒子の吸着を強化し、粒子をナノファイバー膜内に固定し続けられたことを示した。さらに、得られたナノファイバーは、ZnO との相乗的な抗菌活性をグラム陽性菌である黄色ブドウ球菌に対して示した。また、これらは色素吸着特性を示した。以上の結果から、環境分野および医学的分野での応用への可能性を示している点で学術機に意義がある。

本論文は、医療分野や環境分野などに用いられる多機能性を有したナノファイバーを作製し、ナノファイバーの可能性を大きく広げ、評価した点でも工学および学術的な意義を有している。よって、学位論文の審査基準に合致するものと判断する。上記を総合的に考慮して、本論文は学位論文として十分に認められるものと判断した。

(公表主要論文名)

1. Duy-Nam Phan, Hoik Lee, Bijun Huang, Yasuhito Mukai, Ick-Soo Kim  
Fabrication of electrospun chitosan/cellulose nanofibers having adsorption property with enhanced mechanical property  
Cellulose, 26(2019), pp. 1781-1793
2. Duy-Nam Phan, Nasanjargal Dorjjugder, Yusuke Saito, Goro Taguchi, Hoik Lee, Jung Soon Lee, Ick-Soo Kim  
The mechanistic actions of different silver species at the surfaces of polyacrylonitrile nanofibers regarding antibacterial activities  
Materials Today Communications, 21 (2019), 100622
3. Duy-Nam Phan, Nasanjargal Dorjjugder, Muhammad Qamar Khan, Yusuke Saito, Goro Taguchi, Hoik Lee, Yasuhito Mukai, Ick-Soo Kim  
Synthesis and attachment of silver and copper nanoparticles on cellulose nanofibers and comparative antibacterial study  
Cellulose, 26 (2019), pp. 6629-6640