

氏名(本籍)	きむ 金	よん 榮	じん 鎮	(韓国)
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博甲第6423号			
学位授与年月日	平成25年3月25日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	数理物質科学研究科			
学位論文題目	<b>Study on Stimuli-Responsive Smart Nanofiber with Tunable Properties for Biomaterials</b> (刺激応答性スマートナノファイバーの開発とそのバイオマテリアルへの応用に関する研究)			
主査	筑波大学教授	博士(工学)	青柳隆夫	
副査	筑波大学准教授	博士(農学)	辻村清也	
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	陳国平	
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	田口哲志	

### 論文の内容の要旨

The detail research objectives of this dissertation can be summarized as;

- Design, synthesis and characterization of two kinds of smart polymers
  1. Photo-crosslinkable and temperature-responsive smart polymer
  2. Thermally-crosslinkable and temperature-responsive smart polymer
- Preparation of the smart fibrous-hydrogel and demonstration of potential application for cell capture and release with 'on-off' switchable properties
- Fabrication of the smart nanofiber with 'on-off' switchable swelling behavior for correspondingly 'on-off' controllable drug release
- Preparation of temperature and magnetic field dual-responsive smart nanofiber and demonstration of hyperthermia ability with 'on-off' controllable drug release for improved cancer therapy

First of all, chapter 1 described the objectives of whole study in this dissertation. In the chapter 2, the background of fibers, biomaterials and smart biomaterials will be introduced. The different techniques for fabrication of fibers or nanofibers are summarized. Additionally, current research on biomaterials and smart biomaterials are also summarized. Chapter 3 described a design of smart polymers that free radical copolymerized PNIPAAm-based crosslinkable copolymers. The synthesized polymers in this work, which are photo-crosslinkable and thermally-crosslinkable polymer, are characterized for temperature responsiveness. In chapter 4, fabrication of smart fibrous-hydrogel and their tunable properties are described. After crosslinking, the tensile strength, size and swelling-deswelling properties in response to temperature change are demonstrated. Furthermore, as an application, captures and releases cells ability of smart fibrous-hydrogel are discussed. Chapter 5 introduced a smart nanofiber which has a reversibly tunable property in response to 'on-off' temperature alternation cycles. Temperature triggered drug release was characterized for

dextran as well as for ‘on-off’ duration of temperature alternation cycles. In chapter 6, ‘on-off’ drug release from a magnetic field-responsive magnetic nanoparticles embedded smart nanofiber is discussed. An alternative magnetic field was used to heat the smart nanofiber, and consequently shrunk smart nanofiber was demonstrated. The smart nanofibers were loaded with anticancer drug, and an AMF was used to trigger on demand drug release. The improved hyperthermic therapy of smart nanofiber was demonstrated with double effect of chemotherapeutic and hyperthermia in skin cancer cell. Lastly, the whole works of this dissertation are summarized in the last chapter, chapter 7.

## 審査の結果の要旨

本論文では、刺激応答性材料を用いて新しい機能材料への展開に関する研究、すなわち安定なナノファイバーの再生医療へ応用およびドラッグデリバリーシステムへの展開に関する研究を遂行している。温度変化に応答したモデル細胞のキャプチャーとリリースを可能にし、細胞コンテナへの可能性を見出している。また、包埋させたモデル薬物の制御放出にも成功している。この研究をさら発展させて皮膚あるいは上皮性のガンに対する、温熱治療と抗ガン剤制御放出を併用した新しいガン治療の提案も行っている。この際、ナノ磁性微粒子の交流磁場の誘導加熱を利用しており、大変興味深い。これまで多くの刺激応答性高分子の研究が行われてきたが、本研究では機能材料設計に大変有益な知見を得ており、博士（工学）の学位を与えるに十分な内容を含んでいると判断する。

平成 25 年 2 月 14 日、数理物質科学研究科学学位論文審査委員会において審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。