

|          |  |
|----------|--|
| 氏名       | かみたかはら まさ のぶ<br>上高原 理 暢  |
| 学位(専攻分野) | 博士(工学)   |
| 学位記番号    | 工博第2233号   |
| 学位授与の日付  | 平成15年3月24日   |
| 学位授与の要件  | 学位規則第4条第1項該当   |
| 研究科・専攻   | 工学研究科材料化学専攻  |
| 学位論文題目   | PREPARATION OF BIOACTIVE INORGANIC-ORGANIC HYBRIDS<br>(生体活性無機-有機ハイブリッドの調製) |
| 論文調査委員   | (主査)<br>教授 小久保正 教授 平尾一之 教授 岩田博夫  |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、種々の無機成分と有機成分をナノスケールで組み合わせたハイブリッドを、ゾル-ゲル法により調製し、それらの力学的性質および擬似体液(SBF)中におけるそれらの表面におけるアパタイト形成能を調べることにより、生体骨と同等の力学的性質と骨結合能を併せ示す骨修復材料を調製する指針を追究した結果をまとめたものであって、序論、本論6章および総括からなっている。

序論では、従来の骨置換材料の問題点を指摘し、生体骨と同等の力学的性質と骨結合能を併せ示す新規骨修復材料開発の必要性を述べている。

第1章では、ポリジメチルシロキサン(PDMS)含有量の異なるPDMS-CaO-SiO<sub>2</sub>系ハイブリッドについて、力学的性質とSBF中でのそれら表面におけるアパタイト形成能を調べた結果を述べている。同系において、PDMS含有量を適当に選ぶと、ヒトの海綿骨と同等の力学的性質を示し、SBF中でその表面に容易にアパタイトを形成するハイブリッドが得られることを明らかにしている。

第2章では、CaO含有量の異なるPDMS-CaO-SiO<sub>2</sub>系ハイブリッドについて、力学的性質とSBF中でのそれら表面におけるアパタイト形成能を調べた結果を述べている。同ハイブリッドは、CaO含有量によりその力学的性質をほとんど変化させないが、CaO含有量が増加するにつれそのアパタイト形成能を増加させ、CaO成分を含まない場合には全くアパタイトを形成しないことを明らかにしている。

第3章では、CaOおよびTiO<sub>2</sub>の含有量の異なるPDMS-CaO-SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>系ハイブリッドを、SBFに28日間浸漬し、浸漬前後の力学的性質を調べた結果を述べている。同系のハイブリッドは、多量にCaOまたはTiO<sub>2</sub>を含有する場合には、SBF中で著しい機械的強度の低下を示すことを明らかにしている。

第4章では、CaOを含まないPDMS-TiO<sub>2</sub>系ハイブリッドについて、力学的性質とSBF中でのそれら表面におけるアパタイト形成能を調べた結果を述べている。同ハイブリッドは、そのままではアパタイト形成能を示さないが、温水処理を施すとアナタースのナノ粒子を析出し、アパタイト形成能を示すようになることを明らかにしている。また、温水処理後のハイブリッドの機械的強度は、ヒトの海綿骨に及ばないが、SBF中で低下しないことも明らかにしている。

第5章では、前章の系のPDMSをポリテトラメチレンオキシド(PTMO)に代えたPTMO-TiO<sub>2</sub>系ハイブリッドについて、力学的性質とSBF中でのそれら表面におけるアパタイト形成能を調べた結果を述べている。同ハイブリッドも、そのままではアパタイト形成能を示さないが、温水処理を施すとアナタースのナノ粒子を析出し、アパタイト形成能を示すようになり、しかも温水処理後もヒトの海綿骨と同等の機械的強度と高い変形能を示すことを明らかにしている。

第6章では、前章の系のTiO<sub>2</sub>をTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>に代えたPTMO-Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>系ハイブリッドについて、力学的性質とSBF中でのそれら表面におけるアパタイト形成能を調べた結果を述べている。同ハイブリッドは、温水処理を施さなくても、SBF中でその表面にアパタイトを形成し、ヒトの海綿骨と同等の機械的強度と高い変形能を示すことを明らかにしている。また、

SBF 浸漬後には、同ハイブリッドは、その機械的強度を増加させることも明らかにしている。

総括では、本研究の結果の概要を述べ、ハイブリッドの組成だけでなく構造をも制御すれば、骨結合能を示し、ヒトの海綿骨と同等の力学的性質を示し、しかも、生体環境下で安定な材料が得られると結論している。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、種々の無機成分と有機成分をナノスケールで組み合わせたハイブリッドを、ゾル-ゲル法により調製し、それらの力学的性質および擬似体液 (SBF) 中でのそれらの表面におけるアパタイト形成能を調べることにより、生体骨に近い力学的性質と骨結合能を併せ示し、しかも生体内で安定な骨修復材料を得る指針を追究した結果をまとめたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. ポリジメチルシロキサン (PDMS)-CaO-SiO<sub>2</sub> 系ハイブリッドは、PDMS 含有量を適当に選ぶと、ヒトの海綿骨と同等の力学的性質を示し、SBF 中で高いアパタイト形成能を示すことを明らかにした。
2. 同系ハイブリッドは、CaO 含有量が増加するにつれ、SBF 中で高いアパタイト形成能を示し、CaO を含まない場合には、アパタイト形成能を示さないことを明らかにした。
3. 同系およびこれを基礎組成とするハイブリッドは、多量の CaO を含む場合、SBF 中で著しい機械的強度の低下を示すことを明らかにした。
4. PDMS-TiO<sub>2</sub> 系ハイブリッドは、CaO を含まなくても、温水処理によりアナタースのナノ粒子を析出し、SBF 中でその表面にアパタイトを形成するようになることを明らかにした。
5. 上記系の PDMS をポリテトラメチレンオキシドで置換すると、ハイブリッドは、同様に温水処理によりアナタースのナノ粒子を析出し、SBF 中でその表面にアパタイトを形成し、しかも温水処理後もヒトの海綿骨と同等の機械的強度を示すことを明らかにした。
6. 上記系の TiO<sub>2</sub> を Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> に代えると、ハイブリッドは、温水処理を施さなくても、SBF 中でその表面にアパタイトを形成し、ヒトの海綿骨と同等の機械的強度と高い変形能を示し、しかも SBF 浸漬後には、その機械的強度を増加させることを明らかにした。

要するに本論文は、種々の無機成分と有機成分をナノスケールで組み合わせたハイブリッドの、力学的性質および SBF 中でのアパタイト形成能を調べることにより、生体骨に近い力学的性質と骨結合能を併せ示す骨修復材料を調製する指針を明らかにしたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は、博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。また平成15年1月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。