

氏名：川崎 亮

所属専攻・職名：機械理工学専攻 修士2年

派遣国：アメリカ合衆国

派遣先(研究機関名)：University of Washington, Materials Science and Engineering, Bordia Group

受入研究者(職・氏名)：Professor Rajendra K. Bordia

派遣期間：2012年9月8日～2012年10月6日(29日間)

派遣先での研究テーマ：人工骨用足場材料である多孔質ハイドロキシアパタイトの作成

(Development of Porous Hydroxyapatite as scaffolds for bone growth)

## 【研究実施概要】

### 《諸言》

人工骨形成における足場材料として多孔質材料が注目されている。骨組織形成において、多孔質材料の孔径や孔率、孔の連通性が重要であると考えられている。しかし、同時に生体内における荷重に耐える力学的強度を実現しなければならない。そこで、多孔質材料における孔径や孔の形状を制御できる Freeze Casting 法を用いて、骨親和性と力学的強度を同時に実現できる足場材料作成を試みた。

### 《実験》

ハイドロキシアパタイト (Hydroxyapatite#30, Sigma) を蒸留水と分散剤 (Darvan811, 1 wt%, Vanderbilt Co) で混ぜ合わせ、混濁液 (20 vol%) を作成した。混濁液にバインダー (polyvinyl alcohol, 1 wt%) を加え、アルミナボールと共に 20 時間混ぜ合わせた。次に、作成した混濁液を型に流し込み、Freeze Casting を行った。その後、Freeze Dry ( $-100^{\circ}\text{C}$ , 1300 Pa) を行い、焼結 ( $1350^{\circ}\text{C}$ , 23 hrs) した。

焼結した試料を Archimedes Testing により、Total porosity, Open porosity, Closed Porosity (いずれも %) を測定した。更に、Low Speed Saw により、試料を水平方向、および垂直方向に切断し、切断面を SEM 観察した。

### 《試料》

ハイドロキシアパタイト混濁液 (20 vol%)

T9: ダイナミック Freeze Casting: 室温から $-70^{\circ}\text{C}$ まで、 $-5^{\circ}\text{C}/\text{min}$  の割合で Freeze casting を行った。

T10: 静的 Freeze Casting:  $-70^{\circ}\text{C}$

T11: 静的 Freeze Casting:  $-60^{\circ}\text{C}$

T12: 静的 Freeze Casting:  $-50^{\circ}\text{C}$

T13: 静的 Freeze Casting:  $-40^{\circ}\text{C}$

T14: 静的 Freeze Casting:  $-30^{\circ}\text{C}$

## 【研究成果概要】

### 《結果》

試料 T9 において、径  $10\ \mu\text{m}$  程度の孔が多数できているのが観察された。ハイドロキシアパタイトの厚さは  $5\sim 10\ \mu\text{m}$  程度であった。密度計算結果では、全孔率は 70.2 % であり、そのうち連通していない孔が 19.6 % であった。

試料 T10 において、径  $5\ \mu\text{m}$  程度の孔が多数形成されているのが観察された。ハイドロキシアパタイトの厚さは  $2\ \mu\text{m}$  程度であった。密度計算結果では、全孔率は 69.6 % であり、そのうち連通していない孔が 10.2 % であった。

試料 T11 から 14 において、全孔率はそれぞれ 66.9 %, 64.8 %, 63.9%, 61.5 % であり、連通していない孔は 11%, 11.7 %, 12.5 %, 14.3 % であった。

人工骨用足場材料としては、孔の連通性が重要な要素の一つである。Dynamic Freeze Casting において連通性が低い値を示した結果については、Freeze Casting する際の温度調整が難しく、均一な勾配を描けなかったことが問題であると考えられる。SEM 観察に用いなかった試料は持ち帰ってきており、今後、孔径が骨形成に及ぼす影響について観察する予定である。

### 《多研究領域とのつながり》

私の専門は人工関節用摺動材料における超高分子量ポリエチレンだが、今回ワシントン大学では、同じ医療工学領域ではあるものの、使用した材料や計測機器、試料作製方法を学ぶことができた。また、受け入れ先の研究室は材料工学研究室であり、現在、医療分野との連携を強めようとしていた。そのなかで今回、短期間ではあったものの、医療材料とのつながりを作れたのではないかと考えている。医療材料を扱っていないながら、材料工学の知識が乏しかった私にとっても、非常に有意義な勉強をすることができた。



帰国してからも、医科大学や共同研究先の企業で成果を発表することによって、今後ともワシントン大学との協力関係を維持できればと考えている。

### 【外国語のスキルアップ・コミュニケーション能力の向上、海外におけるネットワークづくり】

アメリカでの宿泊はホームステイを選択したため、研究活動はもちろんのこと、家庭でもコミュニケーションを通じてスキルアップをはかることができた。また、同じ家に中国人や韓国人も同じようにステイしており、多くの国の文化(教育や政治、将来についてなど)を話すことができた。この経験は非常に有意義であり、英語だけでなく、他の言語(韓国語、中国語、フランス語)を勉強するモチベーションになり、今後も続けていきたいと考えている。

受け入れ先の研究室は材料工学の専門であり、今後とも医療とのつながりを深めていきたいと考えていた。そのなかで、医療工学を研究している身として、有益な知識交換や、これからの関係構築に携われたのではないかと考えている。直近では、日本で共同研究している企業や、医科大学の先生に、アメリカで行ってきた研究の概要を発表しに行く予定である。

個人的には、スポーツに今まで関わってきて良かったと感じている。留学中、ワシントン大学のラクロスチームの練習に参加しており、非言語的コミュニケーションをとることができた。また、グランドでサッカー、バスケット、アルティメット、野球などを行っている生徒が多数おり、その中に入ることによって多くの友人を作ることができた。スポーツを通すことによって作られるネットワークの力を改めて実感した。

### 【派遣の感想】

今回、アメリカ、ワシントン大学に留学できたのも、JSPS プログラム、京都大学榎木教授、同大学富田教授を始め、多くの方にご協力いただきました。厚くお礼申し上げます。

私が留学中に痛感したことは3つあります。

まず一つ目は、仮説思考型の議論です。

話を聞くことができても発言できない。細かな指示の内容が一度で聞き取れないなど、コミュニケーションの障害としてどうしても英語力はネックになりました。教授やグループのメンバーと深い議論をするためにも、ツールとしての英語力を地道に鍛えていくしかないということを痛感しました。その中でも、自分なりの仮説を準備し、議論することによって、ある程度の話の道筋や方向性をイメージしながら話をすることができました。英語力を伸ばしていくことは必須ですが、仮説をもつ重要性を改めて認識できました。

二つ目はアジアの中の日本の位置づけです。

これは留学という観点から気付いた点ですが、日本人はアジアの中でも留学生が少ないのではないかと思います。



私が所属していた研究室には日本人は一人もおらず、逆に中国人や韓国人、インド人などが多数在籍しておりました。人口の違いを考慮しなければいけないとは思いますが、やはり島国から出ていく人は少ないのではないのでしょうか。留学が有意義なものかそうでないかは人によると思いますが、私は少なくとも、韓国人や中国人、フランス人と同じ机を囲んで議論した時間はかけがえのないものだったと感じています。

三つ目はリベラルアーツ教育の重要性です。

アメリカの学生は自分の意見を確固として持ち、かつ発言をしていたと思います。日本の教育は詰め込み型で、科学、歴史、文学、芸術など学びはしますが、アウトプットする機会が少ないように思われます。また、大学の部活動にも力を入れており、トレーニングルームやスタジアム、テニスコートやサッカーグラウンド、野球場など、広大な土地に数多くの施設がありました。学問だけでなく、時間を見つけて運動など、文字通り「心技体」の教育を行っていたと思います。詰め込み型の教育は賛否両論ありますが、私はそれほど否定的ではありません。しかしながら、その知識をどのように活用するかという道筋が見えていない学生が多いように思いました。今、世界で起こっている問題を自分事として捉え、意見を持つことが大事だということを再認識しました。

今回、1 か月という短期間ではありましたが、経験として得られたことは大きく、これからも語学勉強を始め、人材としてもグローバルに成長していきたいと思います。

改めて、このような機会を下さり、誠にありがとうございました。大変感謝しております。