

## International Training Program 韓国 成均館大学 派遣報告

### 名古屋大学工学研究科マテリアル理工学専攻 氏名 定末 佳祐

2011年12月9日から2012年2月6日の60日間にわたり、International Training Program(ITP)長期派遣プログラムに参加し、韓国の成均館大学にて研究を行いましたので、ここに報告させていただきます。

#### 【派遣先】

成均館大学はソウル市とスウォン市に二ヶ所キャンパスがあります。ソウルキャンパスには文系や体育系、芸術系の学部があり、今回理系学部が集まるスウォンキャンパスの Center for Advanced Plasma Surface Technology (CAPST)を訪問させていただきました。

CAPST ではプラズマを用いて作られた機能性薄膜材料の研究開発及び評価、プラズマ診断など様々な分野における最先端の研究が行われています。私は CAPST のセンター長を務める Han 教授の研究室を訪問しました。Han 教授の研究室はプラズマ化学気相成長法(PECVD: Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)やマグネトロンスパッタリングを用いた機能性薄膜形成を重点的に研究しており、また実験装置や薄膜評価装置が充実していることから優れた成膜、薄膜解析技術を有しています。

#### 【研究】

##### <韓国での研究テーマ>

私の研究室では、超はっ水薄膜の研究を行っており、Han 教授と事前にメールでやり取りした際に超はっ水薄膜について学びたい旨を伝えた結果、PECVD による超はっ水薄膜の作製を韓国での研究テーマにすることとなりました。

##### <研究背景>

はっ水性表面は、自動車用フロントガラスや携帯電話のディスプレイなど様々な物に応用されています。一般的にはっ水性とは、接触角が  $90^\circ$  を



図.1 CAPST

超えることをいい、 $150^\circ$  を超えるものを超はっ水性と呼びます。はっ水性向上のためには、疎水性官能基と表面凹凸構造が必要であり、自然界においては、はすの葉がこれらを有し超はっ水性を示します。近年、「バイオミメティクス」と呼ばれる生物の構造とその機能から着想を得て、それらを人工的に再現することによって、工学や材料科学、医学などの様々な分野への応用を目指す研究が盛んに行われています。

##### <研究目的>

PECVD によりガラス基板上にシリカ系はっ水膜を成膜し、接触角  $150^\circ$  以上の薄膜作製を目的としました。また、条件を変化させた際、表面の官能基や構造がどのように変化するか調べました。

##### <実験>

私と同じマスターコースの Joon S. Lee さんと共同で実験を行いました。成膜基盤にはガラス基板を用い、まず RF 容量結合型プラズマ CVD 装置によりシリコン酸化膜を成膜しました。原料ガスとして、常温で液体である OMCTS を酸素でバブリングし、上部電極のシャワーヘッドから供給しました。また、下部電極はプラズマ生成とは別の RF

電源から RF バイアスを基板に印加できる構造になっており、RF バイアスがかかることによってシリコン酸化膜の硬度が上昇しました。その後、原料ガスに HMDS を使い、水素ガスと同時に供給し、プラズマを発生させ、はっ水処理を行いました。今回の研究では、投入 RF 電力と、水素ガス流量を変化させて実験を行いました。

評価方法として、プラズマ中の残留ガス分析 (RGA)、接触角測定、表面の凹凸構造を測定するため原子間力顕微鏡 (AFM)、膜の化学結合状態を調べるため、FT-IR を用いました。

#### <実験結果>

RF 電力を変化させた時の接触角の値を示します (図.2)。RF 電力の増加に伴い、接触角の値は向上しました。また、投入電力を 140W にしたとき、接触角の値が非線形に上昇しました。このことから、投入電力を 140W にしたとき、膜の構造になんらかの変化があったと考えられます。

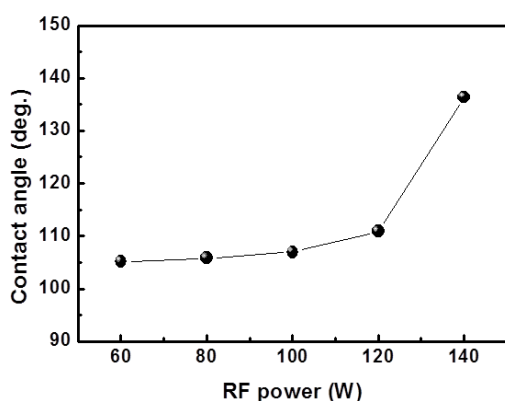


図.2 投入電力に対する接触角変化

次に、投入電力を変化させた時の、AFM、FT-IR の結果を示します (図.3 および図.4)。どちらも 140W の所で値が大幅に大きくなっていることから、投入電力 140W の時に表面の凹凸構造、疎水性官能基が十分に得られたと考えられます。データは割愛しますが、水素ガスの流量を増加させると、接触角の値はさらに向上し、一部は超はっ水性を示しました。

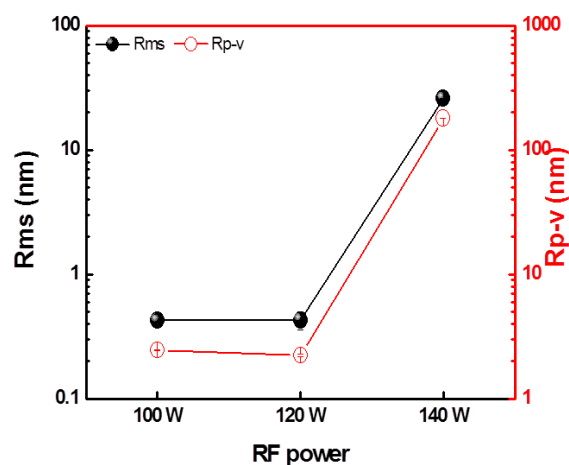


図.3 投入電力に対する表面粗さ

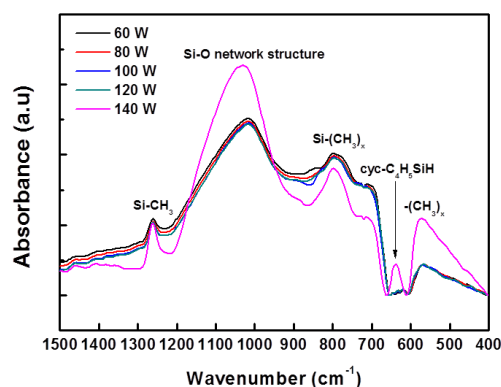


図.4 投入電力に対する FT-IR スペクトル

## 【生活】

### <研究室>

基本的に、研究室へは毎日 10 時に行っていました。午前中はデスクワーク中心で、皆論文を読んだり、学会の資料を作成したりしていました。私は Lee さんに勧められた、はっ水膜に関する論文を読んでいた。午後は主に実験をしていました。夜はたいてい 19 時頃に私は帰宅していましたが、韓国の学生は皆遅くまで残っているようでした。

最初の 2 週間は施設内の見学が主で、CAPST 内にある様々な装置を見学させていただきました。中には、日本でも見たことのない実験装置もあり、とても刺激的でした。



図.5 使用した PECVD 装置

昼食は、主に大学の食堂を利用することが多かったです。キャンパス内に3か所くらいあり、日替わりで行っていました。値段が日本に比べて安く(200~300円ほど)、メニューも日替わりであるため、とても充実していました。

夕食は研究室にいる場合、出前を取ることが多かったです。韓国料理だけでなく、中国料理やピザもあり、日本より出前が発達している印象を受けました。

また、一度だけ研究室のメンバーでスキーに行きました。韓国でウィンタースポーツをするという貴重な体験ができて良かったです。他にも、韓国の郷土料理や刺身など、色々な所に連れていってもらえることができました。留学中に何度か飲みに行く機会があったのですが、私は酒が強いと褒められて嬉しかったです。韓国ではビールに焼酎を混ぜて飲む習慣があると初めて知りました。



図.6 ゲレンデ

#### <ゲストハウス>

私が今回宿泊したゲストハウスは大学から徒歩で5分程度の場所にあり、ベッド、冷蔵庫などの家具やインターネット回線も整っており、日本と同じように生活することができました。また、床暖房も完備されていたため、快適に過ごせました。私が派遣された12月から2月にかけては韓国では気温が常に氷点下で、頻繁に雪が降っていて、とても寒い時期だったので、床暖房はありがたかったです。



図.7 ゲストハウスの庭

#### <休日>

土日は基本的に休みだったので、電車でソウル方面に観光に行きました。ソウル駅までは1時間ほどで、列車の間隔も日本とさほど変わりませんでした。ソウル駅周辺やミョンドンは多くの人で賑わっていました。ソウル方面以外にも、世界遺産である長安門に行きました。中国の万里の長城のように城壁の上を歩けるようになっていました。



図.8 長安門

## 【総括】

ITP 長期派遣を通して韓国で 60 日間生活し、研究を行うことで、日本では得難い貴重な経験を行うことができました。私にとって海外で 60 日もの間生活するのは初めてのことであり、初めは不安が大きかったですが、研究室の学生がとても優しく親身になってくれたので、無事に留学を終えることができました。また、英語でコミュニケーションをとることの難しさを実感しました。今回の経験を活かして、今後は自分の研究室の留学生とも積極的に英語でコミュニケーションをとるよう努めようと思います。

研究においては、韓国の学生の研究に対する姿勢や考え方など、学ぶことが多く大きな刺激となりました。今後研究を行う上で、今回学んだことを活かしていきたいと思います。

最後に、このようなすばらしい機会を私に与えてくださった ITP 関係者の皆様、韓国での生活、研究においてサポートしてくださった、Han 教授ならびに研究室メンバーに心より感謝申し上げます。