

International Training Program 韓国 成均館大学 派遣報告

名古屋大学工学研究科電子情報システム専攻 黒田 俊之

2009年12月3日から2010年1月31日の60日間にわたり、International Training Program (ITP) 長期派遣に参加し、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。

成均館大学はソウル市とスウォン市にキャンパスが二か所あり、私はその中でも理系学部が集まるスウォン市の 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新機能性薄膜材料の開発及び評価、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。建物は広くゆったりとしていて、共用の実験装置なども数多く存在し、クリーンルームも設置されていて設備が充実していました。今回、私はCAPST のセンター長を務める Han 教授の研究室に配属され、研究を行うことになりました。

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薄膜形成を重点的に研究しており、実験装置や薄膜評価装置が充実しています。毎週月曜日には九時半から先生方を交えたミーティングがあり、ドクターの学生は毎週研究の進捗状況を報告していました。先生方、学生の双方から活発な意見が飛び交い、毎回内容の濃いミーティングに参加させて頂き、非常に有意義な時間を過ごすことができました。私が日本で行っている研究は微結晶シリコン薄膜堆積に関する研究だったので、近似している研究内容も多くあり、なじみやすい研究室でした。Han 教授の研究室の学生は非常に研究熱心で、実験やデスクワークなど何事に対しても一生懸命で学ぶべき点がたくさんありました。中国やフィンランドからきた留学生もいて、皆がグローバルな視点を持っており、将来は外国で研究をしたり、働きたいという学生も数多くいました。また、全員が日常会話程度の英語能力を持ってお

り、韓国の学生の言語能力の高さに驚きました。ミーティングでは英語で議論することもあり、日常的に英語を使う習慣ができていたことも彼らの英語能力の向上につながっていると感じました。自分の英語能力のなさを認識させられ、彼らと生活を共にすることで良い刺激をうけることができました。私も彼らに負けないように積極的に英語で話しかける事を心がけました。

Han 教授をはじめ、研究室の皆さんにはとても親切にいただき、特に学生の方々には毎日のように近くの飲食街に夕食に連れて行っていただきお世話になりました。街中では英語はあまり通じず、私はハングルも読めなかったため、食べたいものを日本人だけで決める際には本当に苦労しました。しかし、彼らがオススメ料理を紹介してくれたり、どんな料理かを解説してくれたりしたおかげで様々な種類の韓国料理を食べることができ、韓国の食文化にすばやく慣れ親しむことができました。韓国料理は辛いものが多く、皆さんが心配してくださいましたが私は辛い料理が好きだったので苦になることはありませんでした。韓国料理店のサービスの良さとおいしさに感動しながら毎日を過ごしました。食後にはたまに韓国式ビリヤードに連れて行っていただき、韓国の文化に



図1 成均館大学図書館

触れるとともに学生との親睦を深めることができました。私も韓国の文化に興味があると同時に、彼らもまた日本の文化に大変興味があり、食べ物や映画の話など様々な事の質問攻めでした。彼らは K-J workshop で、何度も日本に来たことがあるので、その体験談なども聞くこともでき、私たちとは違う視点で日本を見たときの鋭い質問がきました。答えられないことも多くあり、日本の文化も知らないことがたくさんあるなど思いました。彼らに指摘されることで自分の文化についても考える機会が増え、異文化交流とは自国と他国の両方の文化を考えることができる素晴らしい機会だと実感しました。また、秘書の Kim さんは日本に滞在したことがあるようで、日本語での会話ができるので生活面で非常にお世話になりました。日本の文化もよく知っているのので、日本の文化と韓国の文化の違いも比較して教えてください、韓国での生活に早く慣れることができましたと思います。

私は 60 日間にわたり成均館大学に隣接した外国人訪問者用ゲストハウスに宿泊させていただきました。冷蔵庫や洗濯機などの家電製品やキッチン、シャワールーム、日用雑貨など、生活に必要な物は一通り揃っていて、CAPST から徒歩 10 分という近さもあり、快適に暮らすことができました。韓国の冬は非常に寒く、気温が -10°C 以下になることもあるのですが、部屋の中はオンドルという床暖房により部屋の温度を一定に保つことができ、暖かく過ごすことができました。

私が CAPST での研究内容を決めるにあたり、初回のミーティング時に私が簡単な自己紹介をすると共に、学生に自分の研究について紹介をして頂きました。皆さんの研究の概要を知ることができ、自分の研究テーマを決める上で非常に参考になりました。また、研究室全体を見学させて頂き、実験装置一つ一つについて説明を受けました。実験室は広くて綺麗に整頓されており、実験がしやすい環境になっていました。その他にも Han 教授の配慮で隣にある Lee 教授の研究室の見学もさせて頂きました。Lee 教授の研究室はエッチングやバイオ応用の分野の研究も行って、興味深い研究テーマが多くありました。Lee 教授と直接お話をする機会を頂き、研究内容の紹介や実験室の案内をしてくださいました。そうしたうえで最終

的に Han 教授と話し合い、博士課程の Youn J. Kim 氏のもとで私の日本の研究テーマでもある微結晶シリコン($\mu\text{c-Si:H}$)薄膜堆積の研究を行うことに決まりました。私は日本で微結晶シリコン薄膜太陽電池応用のための SiH_4/H_2 マイクロ波プラズマの気相診断の研究を行っていて、これまで実際にまだ微結晶シリコン薄膜を基板上に堆積させ、膜質の評価を行ったことはありませんでした。そこで、膜質評価経験が豊富な Youn J. Kim 氏と共に研究し、議論することで今後の日本での研究に活かすことができると考えました。

近年、太陽光発電はエネルギー問題と環境問題の双方を改善するために非常に注目されています。ここで、その材料であるシリコン薄膜は SiH_4/H_2 混合ガスを用いてプラズマ化学気相成長法で低温製膜することができ、太陽電池への応用に向けて盛んに研究が行われています。薄膜シリコン太陽電池は結晶シリコン太陽電池に比べ、シリコン原料が削減でき、エネルギーペイバックタイムが短いことから大きな注目を集めています。その中でも微結晶シリコン薄膜はアモルファスシリコン(a-Si:H)薄膜に比べ、スペクトル感度領域が広く、光安定性が良いという利点を持っています。しかしながら、光吸収係数が低いために厚膜化が必要となり、高速堆積技術が高生産性及び低コスト化の鍵となります。また、膜の高品質化による発電効率の向上や基板大面積化による生産コスト低下も課題となっています。

CAPST で研究を始めるにあたり、まずお互いの研究について理解するために Youn J. Kim 氏と今までの研究結果をプレゼンテーション形式で発表しあいました。お互いが同じ分野の研究をしていますが、違うプラズマ源でかつ違った視点で研究をしているので、分からないことも多くあり、その場で質問して理解できるように努めました。それから今後行う実験内容について詳しく話し合い、研究計画を練りました。私が韓国で用いた PECVD 装置は、特許取得中である新規プラズマ源を用いていました。カソードシャワーヘッドからチャンバー内に SiH_4 、 H_2 混合ガスを導入し、それに 13.56MHz の RF パワーを加えて容量結合プラズマ(CCP : Capacitively Coupled Plasma)を生成します。ガラス基板を設置した対向電極はヒーターで加熱

できるようになっており、基板温度一定で製膜することが可能になっています。さらに RF 電極間には、棒状電極が設置してあり、VHF(146MHz) または UHF(314MHz)を加えて二次プラズマを形成することができます。この PECVD 装置を用いて製膜したシリコン薄膜をこれまでにラマン分光法や FT-IR(Fourier Transform Infrared Spectroscopy)、XRD(X-Ray Diffraction)などの様々な手法で評価してきたので、今度はプラズマの評価として発光分光法 (OES : Optical Emission Spectrometry) により SiH^{*}、Si^{*}、H_αなどのプラズマ中の発光を主に計測することにしました。また、透過型電子顕微鏡(TEM : Transmission Electron Microscope)を用いて高デポレート製膜条件と高結晶化率製膜条件における膜断面の微結晶相とアモルファス相の観察も行うことにしました。この研究計画についてはミーティングの時に研究室の方々に発表しました。

実際に韓国の学生と共に研究を行ってみて、彼らは数多くの研究テーマを持っており、幅広い知識を持っていると感じました。それも全てに対して全力で取り組んでいるためだと思います。そのため、時間の使い方がうまく、常に研究成果に向かって進んでいるといった印象を受けました。また、研究結果に対する正しい考察ができ、その結果から次にするべきことを自ら考え実行することができる能力が優れていると感じました。実験の準備などの際には分からないことがあったら、同じ研究室の学生だけではなく他の研究室の学生にも相談して問題解決に取り組んでいました。その際には快く相談に乗ってくれたり、実際に手伝ってくれたりもして学生間の強いつながりを感じました。そうしてお互いを高めあう点は私も見習わなければならないと思いました。

滞在中の研究の成果は最後に研究室の方々に発表しました。今までに英語で発表したことがなかったため、滞在中のプレゼンテーションの準備や発表を通して、英語で研究内容を伝えることの難しさを知ることができ、良い経験になりました。また、英語での日常会話や発表により自分の英語能力を韓国に来て間もない頃よりもかなりあげることができたのではないかと思います。最終発表が終わった後には、私のプレゼン資料を先生がすぐにチェックしてくれて、私の英語の間違ってい

る点やプレゼンの改良点を指摘してくださいました。発表後すぐに指導していただくことで頭にも入りやすく、自分の間違いをすぐに訂正することができ非常に勉強になりました。こうした先生方の教育も日本と同様に熱心だと感じました。また、忘年会や新年会の時には、私たちに気さくに話しかけてくれました。大学ではもちろん厳しいところもありますが、学生想いの非常に優しい先生方でした。その先生方の下で二ヶ月間でしたが研究を行えたことを光栄に思います。

ITP を通して韓国で生活することにより、日本に居ては決して得られなかった経験や文化の違いを身をもって体験するなど様々な貴重な経験をすることができました。観光では、世界遺産である昌徳宮や韓国の伝統家屋が連なっている南山コル韓屋村を訪れました。昌徳宮では、日本語のガイドもあって、韓国宮廷を目の前で見学することができ、王族がどのように生活していたのかを知ることができました。南山コル韓屋村では、様々な伝統家屋を見ることができ、当時の家の中の様子や生活風景をイメージすることができました。伝統工芸品や昔のおもちゃなども置いてあり、誰でも楽しんで文化を学べる施設だったと思います。また、韓国ではキリスト教を信仰する人が多いです。私も休日に教会を訪れる機会があり、様々な年代の人たちが礼拝堂でお祈りをしていました。また、若者だけの祈る時間もあるとあって、そこでは今週誕生日の人を祝ったり、歌や楽器を演奏するなどして楽しい時間を過ごしていました。若者が小さい子たちに勉強を教えたり、一緒に遊んだりす



図 2 昌徳宮

る時間もあるようです。宗教といえは少し固い印象が私にあったのですが、実際に体験することでその考えも変わりました。これらの経験は以前の私の概念を大きく変え、私自身の世界観を上げることができ、人生においての財産にもなりました。これからの世界はグローバル化が進み、世界とのつながりが重要になってくると思います。外国に滞在したことがあるという強みは私の将来において非常に役立つものだと確信しています。

韓国で研究を行うにあたって、初めは不安で胸がいっぱいでした。自分の言葉が通じるのか、コミュニケーションはうまく取れるのか、生活にうまく馴染めるのかなど考え始めるとキリがないほどでした。しかし、実際に韓国で研究を行ってみて、非常に多くの外国人の方々と出会い、意見を交換することができ自分の視野が広がったと思

います。研究の事だけではなく、韓国の文化や私生活の事などいろいろと話すことができました。英語でコミュニケーションを取ることは難しかったのですが、その分、自分の意思を伝えることの重要性を再確認できました。Han 教授には年末にエンジニアとしての心構えを教えてくださいました。5年後、10年後の自分と世界を想像して、目標を立て、その目標に向けて今日何ができるかを考える。そして、常に世界を見て行動すべきことを教わりました。今後の研究生活では今回学んだ国際意識を持って研究に励みたいと思います。

最後に、温かく迎えてくださった Han 教授をはじめとする CAPST の皆様及びこのような機会を与えてくださった ITP 関係者の皆様に心より感謝申し上げます。