談話室（海外研究体験記）

米国 Purdue 大学への 学位留学

石 井 智

国立研究開発法人物質・材料研究
機構国際ナノアーキテクニクス
研究拠点 (MANA)

〒305-0044 茨城県つくば市並木
1-1

(2016 年 1 月 17 日受理)

My PhD Study at Purdue University

Satoshi ISHII

International Center for Materials Nanoarchitectonics
(MANA), National Institute for Materials Science,
1-1 Namiki, Tsukuba, Ibaraki 305-0044

(Received January 17, 2016)

1. 留 学 前

元々国内の博士課程に進学しその間に 1 年程度留学したいと漠然と思っていた私だったが、せっかくなら学位留学をしたいと思ったのが修士 2 年だった 2007 年の夏。誰も学位留学は勧めてくれなかったが、ただ漠然とアメリカの大学院に留学して「留学生」になってみたいという思いだけで準備を始めた。周りに学位留学経験者はほとんどいなかったため、まず入学方法などの情報集めに結構な時間を割いた。またアメリカの大学院の出願時には TOEFL と GRE のスコアが必要なため、これらの試験勉強も始めたが、どちらも相当難しかった。日本の理系学生の中では英語はできるほうだったが、どちらの試験にも通用しなかった。2007 年の秋から冬にかけては修士の修了研究が大詰めを迎えていて、実験を終え帰宅してから深夜過ぎまで留学準備をする生活が続いた。心身ともに疲れていることが多かったが、不思議と充足感があった。

そして修士論文の発表会の日に Purdue 大学からの合格通知が来た。その前後に、当時は文部科学省が募集していた学位留学向け 3 年間の奨学金の採択通知も届いた。こうして修士修了 1 か月前の 2008 年 2 月によ

やく進路が決まったのである。

2. 留 学 生 活

Purdue 大学は West Lafayette というアメリカ Indiana 州の田舎町にある。Indiana 州は Michigan 湖の南に位置していて、州都の Indianapolis から West Lafayette までは車で北西に約 1 時間。周りに何もないことを揶揄して、学生たちは middle of nowhere なんていっている。

さて、2008 年 6 月から私は Purdue 大学の PhD コースに入学し、留学生活が始まった。根拠のない自信を持ってスタートした留学生活だったが、新しくナノ光学という分野を始めたことも手伝って自分自身では何かしようにも何もできず、もやもやした気持ちが溜まっていった。後で振り返るとそのときは鬱状態だったと思う。一人でいると落ち着かずお菓子を暴食し 3 か月で体重が 7~8 kg 増えていた。

結局不安だけを抱えながら、約半年が過ぎてしまった。そのころ、私の PhD アドバイザーの Shalaev 特別教授が新しいテーマを立ち上げるにあたり、そのテーマを担当する学生を募った。ナノ光学にはそれまで専ら貴金属が用いられてきたが、新たに導電性セラミックスのナノ光学利用を検討するのがテーマの趣旨である。ちょうど私の学部の専門が材料だったので、そのテーマに加えてくれるように教授にお願いした。そして、このテーマは私を含め PhD コース 1 年目の学生 3 人で担当することになった。このテーマを始めたことで文字どおりほんの少しずつ状況が好転していった。精神状態は落ち着いてきて、体重はその後約 1 年で元に戻った。担当したテーマは挑戦的だったことと担当学生がみな新人だったため、研究をまとめるのには時間がかかった。だが、この 3 人を Equal contribution として 2010 年に出版した論文は 6 年間で引用数が 636 回を超えるヒット論文となった。

ここでアメリカの PhD コースについて触れよう。アメリカの PhD 修了要件は日本とは異なる。まず、修了要件に授業の単位が含まれていること。私の場合最低七つの講義を受講しなければならなかった。アメリカの大学および院の 1 学期分の授業一つは 3 単位、週に 150 分。日本の大学と比較すると 1 単位、週に 60 分多いだけだが、感覚として 3 倍以上しんどい。中には楽な講義もあるが、大抵宿題がたくさん出され、宿題をこなすのは結構大変だった。ただしその分実力がつく。2 年目に受講した数値電磁気学の講義では、グループで取り組んだ課題をほぼそのまま学会発表することができた。

もう一つの大きな違いは Qualifying Exam (QE) と呼ばれる筆記試験があること。これは大抵入学してから1年後に受け、2回受験して基準点に達していないとその先 PhD コースを続けることができなくなってしまう。そのため QE は PhD 取得のための大きな関門である。実は私の場合、QE を留学開始直後に受験し、条件付きながら合格してしまった。これですいぶん気が楽になったのだが、本来であれば1年後に控えている QE 合格という目標がなくなってしまい、このことも留学初期の不安につながったように思う。

授業と QE 以外の要件は、略して prelim と呼ばれる中間発表と defense (公聴会) で、これは日本の博士課程と同様だろう。

授業に関しては必須単位の受講は2年生の終わりには終了していたが、その後も1学期に一つか二つの講義を受講したり聴講したりした。アメリカの授業は教授の教え方が上手なものが多く、新しい知識を吸収するには効果的であった。

研究に話を移すと、2年生後半から金属の平面レンズの開発を主なテーマとした。金属薄膜は良く光を反射するが、金属薄膜に微細加工を施すことで凸レンズや凹レンズのような特性を持たせたり、回折限界以下の干渉縞を形成したりできるのである。このようなナノ光学の研究では、デバイスの設計、電磁場計算、試料作製、光学測定が伴うが、始めは教授や先輩に教えていただいて後にすべて自分でできるようになったことは、現在の研究で大いに役に立っている (Fig. 1)。

最初の論文を含め、どの論文執筆も激務だった。激務という理由は指導してくださった先生方のレスポンスが非常に早い上に修正箇所が多いからである。1日かけて修正した論文を夕方先生方に送ると夜には次の修正が来ていて、がんばって深夜に再度送ると午前2時にはまたコメントが返ってくる、という日が2週間くらい続いてようやく投稿にこぎつける。

前述の平面レンズの研究が順調に進み、3年目の終りに prelim をパスし、4年目の2012年2月末には defense を終えることができた。2012年の年明けに急遽 PhD の修了を早めることにしたため、準備はその年の1月初旬。博士論文の提出は defense の6日前、そこから defense 用のスライドを作り、発表練習は3日前。これでも過去の先輩達よりは時間的に余裕のある日程だった。

3. 根岸特別教授

Purdue 大学に留学中の一番の出来事は、根岸英一特別教授のノーベル化学賞受賞である。根岸教授のノーベル賞受賞が2010年10月であるが、その4カ月ほど前た

Fig. 1. (color online). Author's profile photo when using a focused ion beam instrument at Birck Nanotechnology Center in Purdue University.

またま知り合いの日本人のついでで根岸教授のご自宅にお邪魔する機会に恵まれた。そのときは根岸教授のことはあまり知らなかったが、当時75歳であったにもかかわらずお元気で、何よりお話しされているときの雰囲気というかスケールが大きい印象を受けた。日本国内の教授とは世界観が違って、アメリカの大学の競争の中で業績を出し続けている日本の教授とはこういうお方なのか、と。そしてその4か月後、根岸教授の業績が特出して先駆的であったことを早朝のニュースで知ることになる。

自分のいる大学でノーベル賞受賞者が出るなんて機会は生涯に二度あることではない、と思いその日は研究をサポートして根岸教授の記者会見会場に詰めかけた。日本の主要メディアは大方揃っていただろう。その場にいた日本人は私と友人の3人だけだったので、複数のメディアのインタビューを受けて、実際に日本のテレビで放送されたりネットニュースの記事になった。この日根岸教授は朝から晩まで取材や会見攻めで大忙しだったが、実はお昼ごろすべてを中断して通常どおり学部生の授業を行っている。ノーベル賞という最も権威ある賞を受賞しても教授としての職務を果たす姿勢に感心した。

4. ま と め

PhD 取得後アメリカには JSPS 海外特別研究員として半年ほど滞在し、2012年10月末に帰国した。始めは留学を続けていけるのか悩んでいたが、最後に PhD を取得して帰国できた自分はとても恵まれていて、留学して良かったと思う。

最後になるが、PhD を取得できたのは Shalaev 特別教授、Kildishev 准教授、Drachev 准教授、Boltasseva 准教授、Narimanov 教授らと友人そして両親のおかげである。そして費用のかかる留学生生活を経済的心配なく過ごせたのは、文部科学省の長期海外留学支援プログラムによる奨学金にほかならない。ここに改めて謝意を表す。