

International Training Program オランダ トゥエンテ大学 MESA+ 派遣報告

名城大学理工学研究科電気電子工学専攻 渡邊 均

今回、International Training Program (ITP)の長期派遣プログラムに参加をしたので、ここに報告をしたいと思います。

平成22年1月10日から平成22年3月20日の2ヶ月間、オランダのトゥエンテ大学 MESA+へ研究派遣を行いました。この2ヶ月間の間は、トゥエンテ大学、Prof.Dr.ir. Albert van den Berg 教授の研究室に所属をし、研究活動を行ってきました。研究室では、Prof.Dr.ir. Albert van den Berg の他、Dr. Edwin T. Carlen、ポスドク、ドクター、技官の方々に大変親切にいただき、研究活動に集中できたと思います。

この2ヶ月間、オランダの Enschede(エンスヘーデ)という都市で過ごした経験は、今後のドクター生活だけではなく、今後の人生においても大変有意義になるものでした。この ITP の長期派遣では、研究に関する知識だけではなく、私自身が、人として成長をするきっかけを与えてもらい、大きく成長をして日本に帰国できたと思っています。派遣中のオランダでは、研究室での研究活動だけではなく、「研究室の人たちや現地の地元の人たちとのコミュニケーション、違う文化と触れあう、不慣れな土地で生活をする」といった貴重な体験もできました。これらも長期派遣プログラムの中では、研究以外では重要な位置づけに置いていると思います。

オランダに滞在中は、オランダの文化及びヨーロッパの文化に触れることができ、いろいろと考えさせられることが多かったです。特に、生活においては、日本との考え方や価値観の違いがはっ

きりとわかりました。非常に効率よく時間を上手く使うことで、自分の自由な時間をしっかりと確保して、余暇・休憩時間などにあてていました。そして、午前中(10:30-11:00)・午後(15:00-15:30)のそれぞれで、休憩時間があります。この休憩時間には、コーヒールームに集まり、コーヒーを片手にいろんな話題について話をしていました。オン・オフの切り替えをしっかりとしていました。

お昼ご飯の時は、多くのオランダ人は、大学内にあるスーパーに行き、パン、ハム、チーズなどを買い、コーヒールームでその材料からサンドイッチを作って食べます。もちろん、大学内にはカフェ(学生食堂)はありますが、オランダ人はあまりカフェで食べることはしていませんでした。理由は「値段が高い」からだそうです。しかし、実際に、私がカフェに行き、値段を見てみると、そんなに高いとは感じませんでした。スーパーで購入して、少しでも安く、ご飯を済ませます。オランダ人は、節約家だと言われるのは、この辺りからきているのかもしれませんが。

オランダに滞在中は所属研究室から徒歩10分以内のトイレ・バス共同のアパートを用意していただきました。1月初旬に私が初めてオランダに到着する際には、トラブルの連続でした。今年の冬は、例年よりも雪が多く、日本でもニュースになるほど大寒波がヨーロッパを襲いました。その影響で、飛行機が遅れてしまい、エンスヘーデから大学に行くバスが無くなってしまっていて、スキポール空港周辺のホテルで一泊しました。そして、次の日にスキポール駅からエンスヘーデ駅の直通列車に乗

って、エンスヘーデまで行く予定でしたが、電車が雪のためにキャンセルになりました。その結果、幾度となく電車の乗り継ぎが必要となりました。しかし、一緒にITPの長期派遣に参加した日本人学生と共に、全く初めての路全図を見ながら、学生間で協力しあって、無事にエンスヘーデに到着することが出来ました。エンスヘーデという町は日本人が少なく、トゥエンテ大学にも数人程度の日本人学生しかいないため、これ以外にもITP 派遣者同士で協力し合えたことも良かったと感じています。エンスヘーデに到着後、Dr. Edwin T. Carlen とポスドクの方々がお迎えに来てくださったので、無事に合流できました。大学に到着後も、滞在先の研究室の方々の手助けもあり、スムーズにアパートの手続きも終わりました。また、生活のために必要なものを購入するために、エンスヘーデ駅周辺のショッピングモールを案内してくださったり、大学の施設、研究室の設備・実験室の案内などもしていただきました。滞在先の研究室の方々には、これ以外にも本当にお世話になりました。

エンスヘーデ、トゥエンテ大学の紹介

エンスヘーデはオランダのスキポール空港から電車で揺られること 2 時間、比較的ドイツよりの位置にあり、人口は約 15 万人で、中世から 20 世紀初頭にかけて綿織物として栄えていました。トゥエンテ大学はエンスヘーデと隣町の Hengelo(へ

ンゲロー)とのちょうど中間地点に位置をしており、エンスヘーデ駅より、バスに乗り 15 分程度で大学に着きます。大学周辺は、自然豊かで、キャンパス内には川や池などがあります。そして、そこには野鳥が生息しており、自然とともに共存している感じでした。トゥエンテ大学は 1961 年に設立され、どの校舎も伝統的な雰囲気を持っていました。しかし、現在、新しい校舎の建て替え作業が行われており、滞在中に通った建物(Fig.1)も今年の 5 月には新しい校舎へと移ることが予定されています。MESA+は、1999 年に MESA (MicroElectronics,Sensors and Actuators) と CMO(Center for materials research)を合併したナノテクノロジー研究所として MESA+が設立されました。MESA+は、あらゆる分野の研究者を集め、彼らの知識を融合することで新しい事が生まれると考えられているので、異なる分野からの研究者が集まっています。また、施設としてはフル装備されているクリーンルームも備えています (Fig.2)。

研究活動内容

研究活動内容においては、アドバイザー:Dr. Edwin T. Carlen の指導のもと、SiNW に関する研究で “Selective in-situ immobilization of biomolecular probes for silicon nanowire biosensors” を行いました。まず、このテーマで研究を行うために、知識や研究方法をしっかりと理解する必要がありました。



Fig.1 研究室がある建物の様子



Fig.2 クリーンルームの外見

また、どの装置を使用し、どうやって使うかなどについても知る必要がありました。いくつか読んだ論文の中でも“Selective Surface Functionalization of Silicon Nanowires via Nanoscale Joule Heating, Inkyu Park, Zhiyong Li, Albert P. Pisano, and R.

Stanley Williams, NANO LETTERS, 2007 Vol. 7, No. 10 3106-3111”を参考にし、2ヶ月間の研究方針や研究スケジュールを英語でディスカッションを行い、スケジュールを決めました。このときだけではなく、実験を行っている時や、結果についてのディスカッションを行っている時も、常に英語で会話をしており、スピーキングが苦手な私も、このときだけは、私の意見も言わなくてはいけなかったもので、英語でディスカッションを行いました。この長期派遣を機に私の英語のスピーキング力の向上につながったと思います。

ここで、「SiNW」について説明したいと思います。「SiNW」は、各種のセンサー応用としていくつもの論文があります。検出できるものとして、たんぱく質、DNA、ガス分子、ガン細胞などといったものがあります。しかし、「SiNW」はセンサー応用として期待をされていますが、SiNWだけでは、検出はできません。目標とした分子を検出するために、SiNWの表面にプローブ分子を結合させる必要があります。このプローブ分子をSiNWの表面に結合させる際に、いくつか問題が生じます。SiNWの表面にプローブ分子を結合させる時に、SiNW以外のところでもプローブ分子が結合をしてしまうことです。このままでは、SiNW以外のところで結合したプローブとDNAが反応してしまい、センサー領域であるSiNWのところまで、ターゲットDNAが届くことが困難となります。また、すべてのSiNWにプローブ分子が結合をしてしまうために、ターゲットDNA以外のデータも検出してしまいます(pH、ガス分子、温度、電気的ノイズなど)。これでは、ターゲットとしているDNAだけを検出することが困難となってきます。そこで、今回はFig.3に示した

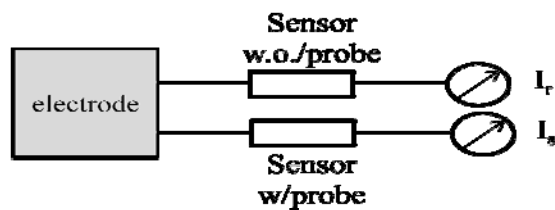


Fig.3 SiNW の回路図

ように、基板表面に、2本のSiNWを作製し、一本はプローブ分子が結合しているもの、もう一本の方は、何も結合していないSiNWの状態を作製する必要があります。プローブ分子が結合している方は、ターゲットDNAやpH、ガス分子、温度、電気的ノイズを検出できます(I_s)。一方、プローブ分子が結合していないほうは、ターゲットDNAは検出できないので、それ以外のpH、ガス分子、温度、電気的ノイズを検出できます(I_r)。そして、それぞれの求めたデータから $|I_s - I_r|$ を行うことで、本当に検出したいターゲットDNAのみのデータを求めることができます。

この実験を成功させるキーポイントがあります。それは、片方のSiNWだけに、プローブ分子を結合させるところです。片方のSiNWだけにプローブ分子を結合させるために、まず、SiNWの上に数百nm程度の膜を形成させます。形成させた後で、片方のSiNWの上の部分のみ、薄膜の除去を行い、プローブ分子を結合させます。そして、残っている膜の除去を行うことで、片方だけプローブ分子が結合しており、もう片方には何も結合していないSiNWだけのものが作製できます。この状態を作製するためには、大きく分けて二つの目標を達成する必要があります。「1. SiNWの上に数百nm程度の薄膜を作製する」「2. 部分的にその膜を除去する」の二つです。一つ目の目標である、SiNW上に薄い膜を作製する方法として、スピンコータを使用して、薄膜の形成を行いました。スピンコータを使用して、「拡散速度、拡散時間、最大回転速度、回転時間、加熱温度、加熱時間」の条件の組み合わせを考えて、SiNW上に数百nm程度の薄膜を作製することを行った。まず、最初にSiO₂基

板上に薄膜を形成することを行いました。これは SiNW が SiO₂ からできているためです。SiO₂ 板上で薄膜の形成の確認が取れてから、その条件で SiNW がある基板上で実験を行いました。その結果、SiO₂ 基板上で膜厚が 150nm 程度の膜の作製に成功しました。その後、この条件下で SiNW がある基板上で薄膜を作製したところ、SiNW 上に約 200nm の薄膜の作製に成功しました。しかし、この後、片方の SiNW のみ薄膜を除去する必要があります。その方法は、SiNW に電圧を印加させ、SiNW を加熱させて、周りの薄膜の除去を行います。その後は、SiNW 上の薄膜を除去する作業が残っていますが、上手く薄膜を除去することができない可能性があります。「どのようにして、片方の SiNW だけを加熱をして、薄膜を除去するか？」といったことを考えていました。

以上のように、オランダで SiNW に関する研究、国際交流を通して今後の博士後期課程の研究のさらなる進展に役立てたり、日蘭相互の文化を深めるきっかけにすることができ、かけがえのない 2 ヶ月間になったと思います。ITP の長期派遣プログラムに参加をして、いろいろなものを学んできました。それは、実験に関する知識だけではなく、日本にいては体験できないことを体験させてもらいました。もう一度、オランダの滞在中にお世話になった滞在先の方々に感謝をしたいと思います。最後に、このような機会を与えてくださった、堀勝教授、豊田浩孝教授、諸先生方、名古屋大学職員の皆様、ITP 関係者の皆様に心より感謝申し上げます。