

## International Training Program ドイツ ルール大学ボッフム校 派遣報告

### 名古屋大学工学研究科電子情報システム専攻 氏名 山口 剛

今回、International Training Program (ITP) 長期派遣に参加いたしましたので、ここに報告させていただきます。

平成21年1月7日から3月8日までの2か月間、Germany・Ruhr-University, Bochum の Czarnetzki 教授の研究室に所属し、研究活動に従事させていただきました。研究室では、Czarnetzki 教授のほか、ポスドクの方、ドクターコースそして、マスターコースの学生、さらには、技官の方々に大変親切にいただき、研究活動に集中することが出来たと感じています。

そして、この2ヶ月間は経験的にも実務的にも私の今後の研生活に対して、とても大きな影響を与えるばかりではなく、人としての成長を遂げるための大きなステップであったと確信しています。それは、研究室での単なる研究活動のみではなく、研究室や現地で出会った人々とのコミュニケーション・言語も異なる不慣れた土地での生活など、それらすべてが今回の長期派遣の重要な地位を占めていたのではないかと感じさせるほど有意義なものであったために他ならないからです。

また、日本とドイツ及びヨーロッパ諸国との文化的な違いも肌で感じ取ることが出来ました。特に、生活面においての違いは大きなものがありました。それは、研究の進め方や時間の使い方そして週末の過ごし方など多岐に渡っており、見習うべきことも多くあると感じています。一般的に、日本人は勤勉であると言われますが、今回のドイツでの2ヶ月間を通して、ドイツの研究者が非常に勤勉であり、また非常に効率的な時間の使い方をすると思いました。そして、集中して研究を行うことで、余暇や自分の時間をうまく作り出していると感じました。

この文化的な違いを知ることは、コミュニケーションをしっかり取るうえで非常に重要なことで

あったと感じさせられました。2ヶ月間という長期間に渡ってドイツで生活をするということは住居の手続きや、食事ひとつをとったとしても言語の違いや文化の違いになど、多くの不安要素があり、これらを自分ひとりの力で解決しようとしていたら多大な困難に直面していたのではないかと感じられました。もちろん、困難に直面し、それらを自らの手で解決することは国際感覚を身につけ、世界で通用する研究者に成長するためには重要な要因の一つでもあると感じています。そして、異国での慣れない生活に大きな不自由をすることもなく、集中して研究活動に従事することが出来たのは、ルール大学ボッフム校の方々の協力のおかげだと感謝しています。その上で、英語を用い、積極的に話しかけたことでコミュニケーションをうまく取ることが出来たと感じています。

滞在期間中は、大学から徒歩で約30分・電車で1駅のところのキッチン・バスルーム完備のアパートを用意いただきました。そこで2か月の滞在期間のうちの1月と2月の間滞在しました。また、3月に入ってからの最後の1週間はボッフム中央駅から徒歩1分のところにあるホテル Ibis に滞在させていただきました。ドイツに到着した1月初頭は、例年にないような大寒波がヨーロッパを襲っており、最高気温でも氷点下という日本では体験したことのないような過酷な気象条件下にありました。ボッフムの町があるドイツ西部の気候はドイツ国内でも比較的温暖であり、雪が降り積もるようなことは非常に珍しいことであると現地学生も話していました。しかし、到着日には Czarnetzki 教授が自らボッフム中央駅まで迎えに来て下さり、非常に助かったことを覚えています。その後も、先生には様々なことにおいて手助けをしていただきました。到着後は、アパートの手続きの手助けをして下さり、また、生活のために大学近くのショッピングセンターを案内してくだ

さりました。さらには、大学内の施設なども案内してくださりました。特に、ルール大学では研究に必要な機材を大学内の工房で製造していることにとても驚きました。

また、別の機会に日本人学生だけで電車に乗っていた時に、雪の影響で電車が駅もないところで停車し、困惑したこともありました。車内アナウンスがドイツ語のみであったために、当時はどういった状況にあったかを理解するのにも苦労しましたが、学生間で協力しあって、無事に帰宅することが出来ました。ポッフムという町は日本人が少なく、ルール大学にも数人程度の日本人学生しかいないため、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。

研究活動においては、Czarnetzki 教授の指導のもとヘリコン波プラズマに関する研究を行わせていただきました。また、私が研究活動に従事するにあたって研究室に在籍するドクターコースの学生である Mr. Yusuf Celik とともに研究を進めさせていただきました。教授より私に与えられた研究テーマは”Work on spectroscopic determination of electron temperatures and densities by emission spectroscopy in Argon.”であり、ヘリコン波による電子加熱の効果についてプラズマの発光をとらえ、解析を行いました。

まず始めに、私が行わなければならなかったことは、この研究に関しての理解及びどのような方針で研究を進めているかということを理解することでした。また、装置の使用方法について学ぶことも初期に行わなければならないこととして同様に重要でした。これらの理解のために、いくつかの研究に関する論文を読み、装置の使用については共に実験を行う Yusuf から教えていただきました。”Helicon-Type Discharge With a Flat Spiral Antenna, Dragos L. Critea, Christopher Isenberg, Dirk Luggenhoelscher and Uwe Czarnetzki, IEEE Transactions on Plasma Science, Vol. 36, No. 4, 2008.”, ”Plasma Ionization by Helicon Waves, Francis F. Chen, Plasma Physics and Controlled Fusion, Vol. 33, No. 4, pp339-364, 1991.”など、これらの論文を読むことでヘリコン波プラズマに関する見識を深めることが出来ました。ここでも、英語を用いてコミュニケーションを取り、研究内容に関する活

発なディスカッションを行うことでコミュニケーション能力・英語力の向上が図れたと感じました。そして、2 ヶ月間という短い期間の中で、どのような実験を行っていくかなどの研究方針について話し合いました。

そして、実際に、2 ヶ月間のあいだに取り組んだ実験について以下に示します。プラズマは真空チャンバー上部に取り付けられたアンテナに高周波を加えることにより誘導結合型プラズマ (Inductively Coupled Plasma : ICP) を生成しました。ここで、ガスはアルゴンガスを用い、圧力は 0.1Pa として、高周波電力は 1000W または 1500W でプラズマを生成しました。さらに、チャンバー外部に取り付けられたコイルに電流を流すことにより、磁場を発生させることでヘリコン波プラズマを生成しました。また、電流を変化させることで、磁場の強さを変化させ、磁場の強さに対する特性を測定しました。そして、それらのプラズマからの発光を ICCD カメラを用いることで観測しました。また、高周波の 1 周期を時間ごとに計測することでヘリコン波による電子加熱の効果を観測しました。そして、その結果をもとに、解析を行い、時間的な変化からドリフト速度を算出しました。さらに、その結果から電場と電子密度を計算から求めることが出来ました。

次に、ラングミュアプローブを用いた実験を行いました。この実験ではプローブはチャンバー側面から挿入され、磁場に伝搬する高周波をプローブを用いて観測しようと試みました。そして、水平方向にプローブを移動させることで、磁場に沿って伝搬してきた高周波を各位置において観測しました。また、この実験に関する論文として”Spatially limited ion acoustic wave activity in low-pressure helicon discharges, C. S. Corr, N. Plihon, P. Chabert, O. Sutherland and R. W. Boswell, Physics of Plasmas, Vol. 11, No. 10, 2004.” を読みました。伝搬してくる高周波を観測することによって、水平方向の密度分布と比較を行いました。そして、注入された電力と密度との間に相関性がないか得ようとしてみました。また、チャンバー下部からプローブを挿入することで、水平方向ばかりではなく軸方向の特性を得ようとしてみました。

研究室では、毎週火曜日に研究室ミーティング

が行われ、毎週金曜日にはセミナーが行われました。私もまた、研究室の一員としてミーティングとセミナーに参加させていただき、これらの結果についてディスカッションをする場に居合わせる事が出来ました。これらに参加することは、とても勉強になりました。さらに、金曜日に行われるセミナーは Czarnecki 教授の研究室に所属する学生だけではなく、Soltwisch 教授の研究室に属する学生も参加して行われました。そのため、私が所属していた研究室以外で行われているプラズマに関する他の研究内容をここで知ることが出来たのも良い機会であったと思えました。

ドイツにおいて、研究費取得のための会議に参加することが出来たこともまたとても良い経験であったと感じています。この会議のために、審査官に対するポスターセッションが行われました。もちろん、この会議が非常に重要なものであるため念入りな準備を行っていました。この会議で特に印象に残った点として学生も研究費獲得のために会議に参加する点が挙げられると思います。そのため、どのような研究を実際に行っているかをドクターの学生ばかりでなくマスターコースの学生も一生懸命アピールしていたのを覚えています。私もルール大学における様々な研究内容を見ることが出来ました。また、先生方を除いて、審査官の方々や学生らによるディスカッションの機会もありました。学生がどれだけ素晴らしい研究を大学でさせてもらっているかを自分の考えを持って、主張していることに感銘を受けました。このような機会を得られたことにより、ドイツの学生がどのような考えやスタンスで研究に取り組んでいるかを知ることが出来たことが今回の派遣で私が特に得られたことだと感じています。また、共に実験を行い、英語を用いてディスカッション出来たこと、そして、2ヶ月間にも及ぶ海外での生活もまた自分の今後において貴重な経験を得られたと感じています。

また、研究ばかりではなく、休日にはドイツの文化や歴史について学び、体験することが出来ました。滞在していた期間中には、ドイツ西部で古くから行われているお祭りに参加することが出来ました。このお祭りは、2月中旬の木曜日から火曜日にかけて開催され、その間は学校も銀行など

も休みとなります。そして、カーニバルでは、趣向を凝らした大きな山車や、仮装した音楽隊達が次から次へとパレードをしていました。山車には政治家や経済を皮肉ったものが多く、山車の上の人々は「Helau!」（ヘラウ）と叫びながらお菓子等がまかれています。特に、我々が派遣された地域にある大都市の「デュッセルドルフ」・「ケルン」そして、「マインツ」で行われるカーニバルはドイツ3大カーニバルと呼ばれています。私は、Czarnecki 教授の勧めもあり、派遣先で知り合った友人たちと共にカーニバルを見るためにデュッセルドルフへと行きました。また、ルール大学のあるボッフム市は産業革命以来、ドイツの産業を支えてきたルール工業地帯の一部です。そこで、研究室の学生に勧められ、ボッフム市内にある **Germany Mining Museum** へと行きました。この博物館は昔の炭坑の上に建てられており、地下には実際に掘進められた炭鉱の跡が保存されていました。ここには、ドイツの産業を支えた炭鉱で働く人たちの歴史や機械の発達の様子が詳細に展示されていました。今までも、日本における産業の発達の様子などは日本の博物館で見ることが出来ました。しかし、ドイツはイギリスなどに比べると遅れを取ってはいましたが、産業革命が起きたヨーロッパでの文明の発達の様子を見ることが出来たのは貴重な経験であったと思えます。

今回の2か月という期間は、非常に有意義な時間をドイツにて過ごすことが出来たと私は感じています。それは、共同研究者である素晴らしい友人の Yusuf とともに、ヘリコン波プラズマに関してしっかりと研究をすることが出来たからです。さらには、研究ばかりではなく、海外で2ヶ月間アパートに住み、生活したことも私にとって貴重な経験であったと思われれます。また、生活を通して、ドイツに友人ができ、ドイツそしてヨーロッパの文化や歴史を学ぶことが出来ました。

私は、昨年の10月にも ITP の短期派遣プログラムに参加させていただき、ヨーロッパのプラズマスクールに参加し、有意義な時間を過ごすことが出来ました。そのため、今回の長期派遣にも参加したいと強く希望していました。結果として、長期派遣プログラムに参加し、ルール大学の研究室に所属して研究を行うというものであったので、

短期派遣とは内容的に大きく異なっていましたが、このプログラムもまた有意義に過ごすことが出来ました。そして、このような機会を与えてくださったルール大学の Czarnetzki 教授、名古屋大学プラズマ工学研究センターITP 事務局に感謝したいと思います。また、是非とも今回の経験を後輩たちに伝え、海外で生活すること、海外の研究者と交流を深めることが如何にプラスになるかを伝えたいと思います。