

International Training Program イギリス クイーンズ大学ベルファスト校 派遣報告

名古屋大学工学研究科電子情報システム専攻 村瀬 卓也

1.はじめに

この度 International Training Program (ITP)の長期派遣プログラムに参加し、北アイルランドのクイーンズ大学ベルファスト校にある Centre of Plasma Physics の Bill Graham 教授の研究室において、2012 年 11 月 5 日から約 2 ヶ月間、研究活動を行ったので、報告致します。

2.クイーンズ大学ベルファスト校とは

クイーンズ大学は、北アイルランドのベルファストにあるシティホールと呼ばれる市庁舎から南へ行った文教地区のエリアに存在します。このエリアはほかにアルスター博物館や植物園があり、のんびりとおだやかな場所となっています。クイーンズ大学は、大規模研究型大学の 24 校で構成される ラッセル・グループのうちの 1 校でとなっています。創立は 1845 年であり、150 年以上続く伝統校となっていて、研究も盛んです。

クイーンズ大学の学部には、Mathematics and Physics があり、その中にプラズマ物理に関する研究を行う Centre of Plasma Physics が設置されています。図 1 は Centre of Plasma Physics の建物となっています。Graham 教授の研究室もその一部として研究活動を行っており、大気圧プラズマや液中プラズマに関する研究のほかに、プラズマを医療に適用する研

究も行っています。



図 1 : Centre of Plasma Physics

3.ベルファストでの生活

ベルファストは日本よりも北側に位置し、そのため、冬は寒く、日照時間が短いです。頻繁に雨は降りますが、小雨程度で傘はほとんど必要とせず、フードでしのいでいました。またベルファストの治安は悪くないなど私は思いました。

私は、Graham 教授の薦めから、クイーンズ大学のホームページから accommodation staff の方に連絡を取り、滞在先の調整を進めました。学生寮は短期留学生を受け入れていなかったため、スタッフが利用する寮で生活することとなりました。寮には、家電、日常雑貨などの最低限の生活必需品は揃っており、生活に困る

ことはありませんでした。寮は大学から近く、徒歩 10 分弱で通うことができました。寮や大学の近くには、スーパー、カフェ、ファーストフード店、専門料理店が多く、食生活には困りませんでした。外食する際、主にカフェやファーストフード店を利用しましたが、£5~6 を支払うことで、満足に食事することができ、逆に量が多いと感じるほどでした。円高の影響からか、あまり高いとは感じませんでした。寮にいるときには、ニュースを見たり、映画を見るなどして過ごしていました。

休日には、Graham 教授の薦めもあり、市内観光やダブリンに行ったりしました。ベルファストは、シティホールを中心に発展しており、シティホール中心には多くの店やショッピングモールが立ち並び、ウィンドウショッピングを楽しみました。クリスマス前にはシティホールの前でマーケットが開かれ、とてもにぎわっており、熱気にあふれていました。クリスマスに対するアイルランド人の思い入れを感じました。そのためかクリスマス当日は家族と過ごす人が多いようでした。そのクリスマス前には、Graham 教授とクリスマスパーティーをして、北アイルランドのクリスマスを経験しました。

4. 研究活動

クイーンズ大学の初日に Graham 教授とお話しし、私のクイーンズ大学での研究テーマはコムソルを使ったシミュレーションとなりました。コムソルとは Comsol AB 社によって作成された汎用物理シミュレーションソフトウェアです。このソフトを使うことで、あらゆる物理現象を考慮して、シ

ミュレーションをすることが可能であり、様々なプラズマのシミュレーションを行うことが可能となります。研究活動 1 週目にはこちらで研究するため、安全講習のビデオを見たり、Andrew 氏にコムソルの使い方を教わるなどしました。2 週目には私の日本での研究内容について 10 分ほどスライドを用いて、発表しました。そして、3 週目以降、コムソルを用いて、私の日本で行っている実験条件 (図 2) も考えながら、大気圧プラズマのシミュレーションを行いました。

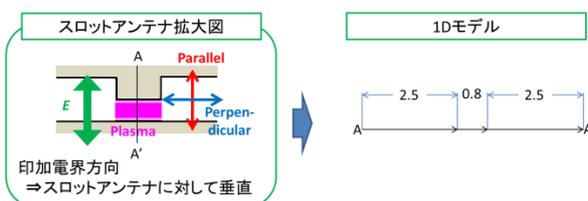


図 2 : シミュレーション条件

日本での実験は、ガス種として Ar を使用していましたが、Ar のプラズマ中の反応や断面積データを調べ、コムソルに入力しました。図 3~図 6 に断面積データを示します。

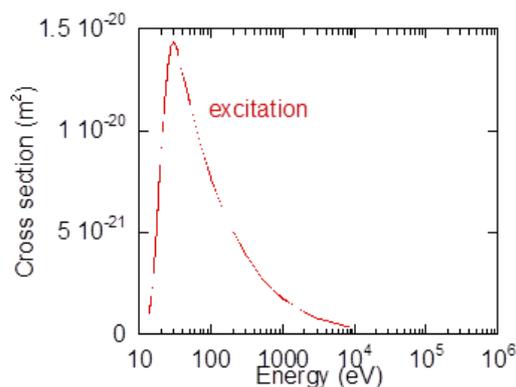


図 3 : Ar excitation の断面積

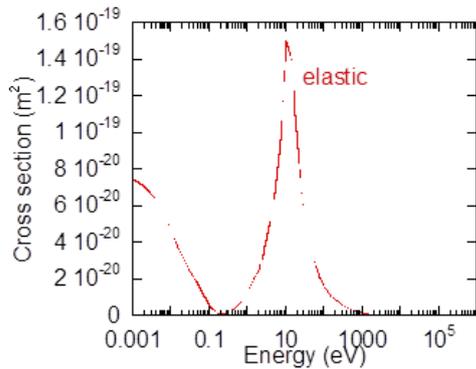


図 4 : Ar elastic の断面積

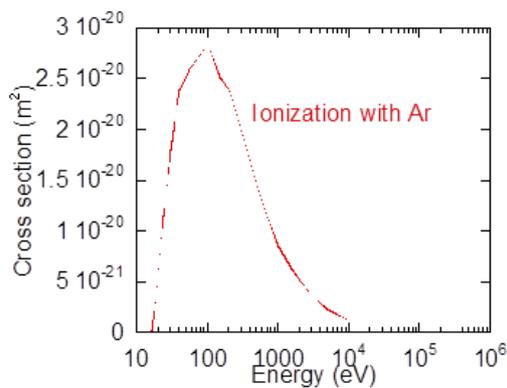


図 5 : Ar ionization の断面積

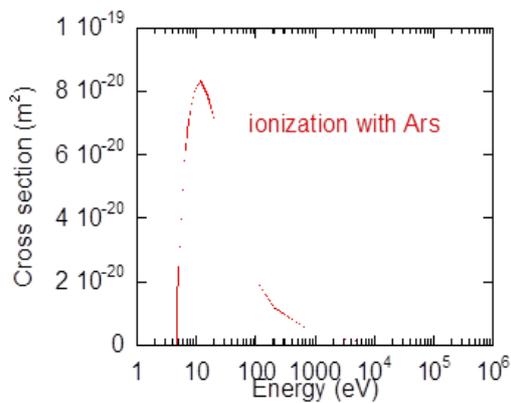


図 6 : Ar ionization の断面積

これらの実験条件と周波数を 13.56MHz とし、コムソルに入力したことによって、得られた電子密度の時間変化の電極間距離依存性を図 7(a),(b)に示します。この図から、電極間距離が広いと電子密度が大きいたことが分かります。しかし、電子密度はどちらにおいても、時間とともに増加し続けてい

ます。これは、ガス温度が一定として、シミュレーションを動かしており、ガス温度の時間変化を考慮していないことによるものであると考えられます。次に図 8 に電極間距離 0.8 mm におけるイオン密度の時間変化のグラフを示します。13.56 MHz の電圧を印加していることから、イオン密度が振動していることがわかります。また図 9(a),(b)に $T=250$ ns 及び $T=10$ μ s における電子密度とイオン密度の比較を示します。このグラフから、どちらの時間においても、中心部において、プラズマ密度とイオン密度が等しくなっています。これはプラズマが電気的中性を保つということと矛盾していません。また $T=10$ μ s で、電極付近 0.7~0.8 mm において、イオン密度が電子密度より大きくなっています。これは、プラズマが金属に接しているとき、その界面にシースができていることを示唆しています。

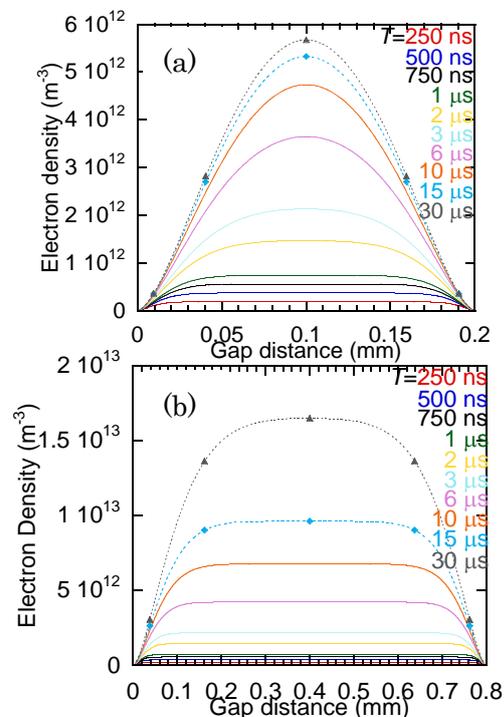


図 7 : 電子密度時間変化

(a) $d=0.2$ mm

(b) $d=0.8$ mm

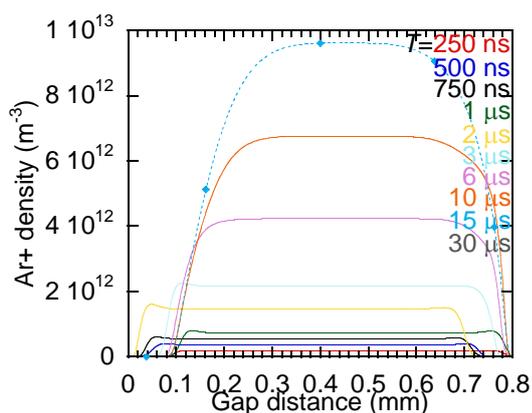


図 8 : イオン密度時間変化

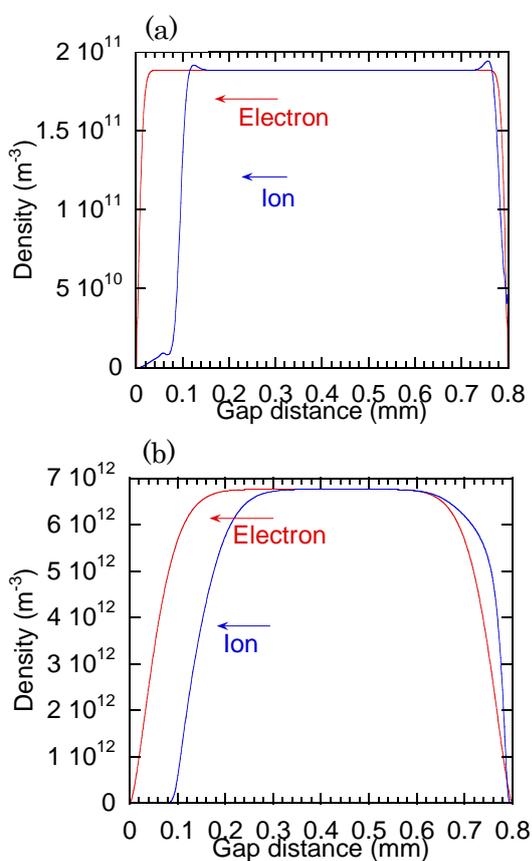


図 9 : 電子密度とイオン密度の比較

(a) $T=250$ ns

(b) $T=10$ μ s

5. 研究生活

研究室では毎週火曜日の昼にミーティングが開かれます。最初に全員が進捗状況を短く口頭で発表し、その後 2 人がスライドを用いて、発表しました。スライド発表の時間は一人 20 分程度となっており、その後議論しました。そうすることで、研究の方向性を定期的に確認しました、またその時間以外でも Graham 教授のいらっしゃる時間に教室に伺い、議論したりもしました。

6. まとめ

当初私は、初めての一人暮らしということもあり、海外生活を楽しみに思う反面、不安にも思っていました。しかし、始めてみると、Graham 教授をはじめとして、多くの方の協力もあり、約 2 ヶ月の海外での研究生活を終えることができました。海外での研究生活により、日本では体験することができないことを多く経験し、異なる文化と触れ合うとても良い機会となりました。また今後の研究活動をさらに発展させたり、非常に有意義なものとなりました。今回学んだことを忘れずに、今後の生活へと役立てていきたいと思っています。

最後になりましたが、滞在先の Graham 教授および研究室の皆様にご感謝するとともに、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、名古屋大学プラズマナノ工学研究センター、ITP 長期派遣プログラムに携わってくださった皆様に感謝申し上げます。