

氏名：初鳥 匡成

所属専攻・職名：機械理工学専攻・修士2年

派遣国：アメリカ合衆国

派遣先(研究機関名)：マサチューセッツ工科大学

受入研究者(職・氏名)：教授・Nicolas Hadjiconstantinou

派遣期間：2012年10月8日～2012年11月7日(31日間)

派遣先での研究テーマ：一般すべり流理論の非定常系への拡張と応用

(Extension of the general theory of slip flow to unsteady cases and its application)

### 【研究実施概要】

近年のマイクロ工学におけるMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)技術の急速な発展により、マイクロスケールの気体流の振舞の理解はその重要度を増している。マイクロスケールでは流体力学の前提である連続体仮定が成り立たず、希薄気流としての取り扱いが必要となり、その解析には一般に希薄気体力学の基礎方程式であるボルツマン方程式が用いられる。ボルツマン方程式は、希薄気体のみならず、熱輸送におけるフォノンの挙動や、半導体内部の電子の振舞を記述するにも用いられるなどその応用範囲は非常に広く、その解法の研究は盛んになされている。

しかしながら、ボルツマン方程式中には分子間衝突の効果を表す衝突項があり、これは従属変数である気体分子速度分布関数の5重積分という非常に複雑な形をしている。そのため、計算コストの観点からボルツマン方程式を解くことは大変である。その難点に対して、現在もっとも有力な方法として知られているのがDSMC(Direct Simulation Monte Carlo)法として知られる確率解法である。

本派遣プログラムにより、微小系の輸送現象についてDSMC法によるアプローチで研究を行っているMITのHadjiconstantinou教授の研究室に一月滞在了。DSMC法を研究しているグループは多いが、本研究室で研究されているLVDSMC法(Low-Variance Deviational Monte Carlo)は、確率解法の短所であるノイズを抑えることに成功しており、その方法の広い応用が期待されている。滞在期間中に教授や研究室の学生との議論を交えつつ、その方法論の吸収に努めた。

また、以前に、私の所属する研究室との共同研究において、本研究室の確率解法により、私の現在の研究テーマにも深く関連している問題が扱われた。その結果を踏まえて、私が現在取り組んでいる問題へのLVDSMC法の応用ができないか考えた。そこでその応用の可能性の可否について検討し、ディスカッションを行った。

また、自身のこれまでの研究について発表する機会を頂けた。私にとっては英語を用いて口頭発表をするのは実は初めての機会でもあり、資料作成・発表・質疑応答を通して、良い経験ができたように思う。

### 【研究成果概要】

分子気体力学の基礎方程式であるボルツマン方程式の解法であるLVDSMC法のアイデアを滞在期間中にある程度まで吸収することができたと思う。現在私の所属している研究室で、ある研究においては、その手法としてこのLVDSMC法を検討していることもあり、帰国後に私の得た知見を広めたいと考えている。

過去の共同研究で、表面温度が一様で時間と共に上昇していく平行2平板間を占める希薄気体の温度場について、所属研究室の直接解法と滞在先の確率解法で得られた結果の比較を行っている。そのこともあり、派遣前、私は現在自分が直接解法により取り組んでいる別の問題にも、確率解法の応用ができないかということに関心があった。そのため具体的に、同軸2重円筒間を占める希薄気体の問題を設定しその応用の可否を探った。当初、定式化から推測して、比較的スムーズに進めることができるのではないかと考えていた。しかし予想に反して、実際には付加的なコーディングが必要であることが教授の教示により分かった。そのこともあり、まとまった結果を得るところまで滞在期間中に到達できなかったが、この体験を通して、LVDSMC法をはじめとする確率解法の性質をより理解することにつながったとも考えている。

また、今回の滞在期間中に、私の普段の研究について発表する機会を頂けた。母国語ではない英語を用いていると、

普段オフィス等で会話の形で双方向的に議論をするときと、口頭発表の形でまずは一定時間こちらがプレゼンテーションを続けるときとでは、また違った心がけが必要であるというように感じられた。発表後には、いろいろな質問・親身なコメントを頂けたので非常に有益であったと考えている。

#### 【外国語のスキルアップ・コミュニケーション能力の向上，海外におけるネットワークづくり】

##### — 英語のスキルアップ・コミュニケーション —

MIT では、実にたくさんのセミナー・オリエンテーションが実施されていました。それらは、機械工学専攻内の他の研究室の学生の研究発表，あるいは軽食・飲み物を片手に気軽に議論・雑談をするといった形式のものでした。自分の専門分野とはまた異なった研究の（したがって専門用語等を事前に知っているわけではない）口頭発表を聞くのは、やはり新鮮であり、また英語のリスニングのよい練習にもなったと思っています。滞在先の研究室の、フランス出身のドクターコースの学生が声をかけてくれたので、一緒にこれらの学内のイベントに参加していました。そうしているうちに徐々にコミュニケーションも円滑になっていきました。英語のスキルアップという点では、滞在期間中に劇的には上達できませんでしたが、日常表現やちょっとした言い回しをはじめとしてある程度の進歩はできたと思います。

##### — 海外におけるネットワークづくり —

滞在先の研究室の学生とお互いの研究についての情報交換が行えました。自分の先輩が研究で用いていた概念が、見た目は全く異なる別の問題にしかし根本は同じアイデアで適用されているのを聞いて、両者の共通点に気づくことができました。また、フランス、中国、カナダと様々な国出身の人が大学学部時代までを母国で過ごしたうえで大学院から進学してきたので、彼らの出身国の日常・大学生活の雰囲気といったことについても話を聞けて、楽しかったです。また研究分野もそう遠くないので、連絡を取り合い、近い将来にまた学会等の機会に再会しようとお世話になった学生と約束を交わしました。



## 【派遣の感想】

### — 派遣プログラムについての感想 —

学生時代に海外の大学に滞在し研究をするという貴重な経験をさせて頂き、この場を借りて派遣プログラムとプログラムを通してお世話になった方々にお礼を申し上げます。

日常の場面において、英語の能力をもっと磨かなければならないと痛感させられることは何度もありましたが、ボストンの街の治安が良かったこともあり、実際に現地で過ごしてみるとそれほど生活面での困難さといったものは感じず、どうにかなるものだなと思いました。そして当初予想していたよりもすぐに派遣先研究室での活動に集中し始めることができました。

普段活動している日本を離れ、海外ではこまごまとしたことにわずらわされることが少なく、まとまった時間を研究に使うことができたというのは一つの事実です。普段とは違う環境に身を置くと、自分自身の状態にも変化が起き、日本にいる時との自分との違いを感じました。そうしますと、また日本の研究室に帰った時何をころがけるべきかということがわかりました。こうしたことは実際に海外に行く機会がないと分らなかったことであると思うので、今回の渡航の一つの収穫であると考えています。

派遣先の研究室では学生の大半の方が博士課程進学者で研究者を目指している方が多く、普段の研究のことや大学院のことなど話を聞いていて刺激を受けることが多かったです。そんな彼らと、より円滑にコミュニケーションをとるためにも英語力のスキルアップはこれからも続けなければと思っています。

### — 派遣プログラムへの要望 —

本プログラムは、(1)若手の大学教員・博士課程学生にとどまらず、私のような修士課程学生も申請が可能といった、門戸の広さ(2)派遣先・派遣期間をこちらで選べるという自由度の高さ、といった点で非常に利用しやすいプログラムであるように思いました。本プログラムは本年度で終了とのことですが、今後も可能であれば学生に海外機関滞在の機会を提供するこのようなプログラムをぜひ設置していただきたいと思っています。