

## 船井情報科学振興財団 第4回報告書

村上 和也

Ph.D. Pre-Candidate

University of Michigan

2018年1月

2016年9月から、ミシガン大学機械工学科のPh.D.課程に在籍している村上和也です。在学中にやりたいことがまだまだたくさんあるのに、留学してから早くも1年半が経過してしまいました。今回は、2017年の後半を振り返ります。

### 秋学期を振り返って

2017年秋学期は、Numerical Linear Algebra（数値線形代数）とParallel Computing（並列計算）という授業を履修しました。私は数学とコンピューターを利用して流体現象を解明する研究をしており、どちらの授業も徹底的に学びたいと思っていた内容でした。線形代数は数学科、並列計算はコンピューターサイエンスの設置科目で、数学やコンピューターそのものを研究している学生に混ざって課題や試験を行うのは大変でしたが、とても刺激になりました。両学科の友人も増え、彼らの数学的思考方やプログラミングの仕方からも多くのことを学びました。

線形代数はとても汎用性の高い分野で、例えば流体現象を記述する微分方程式をコンピューターで解くため離散化すると、線形代数の問題に帰結することがあります。数値線形代数の授業では、数学の問題として解くだけでなく、コンピューターを利用した解法の理論（例えば丸め誤差の影響を考慮した安定性解析）を学びました。並列計算の授業では、ミシガン大学が保有するスーパーコンピューターを実際に使って、MPI、OpenMP、GPUを利用するためのプログラミング手法を一通り学びました。今学期も確かな成長が感じられ、学んだことを早く研究に生かしていきたいです。

現在は2018年の冬学期が始まったところです（表1）。秋学期にQualifying Exam (Qual)と呼ばれる試験を受けましたが、結果は不合格で今学期もう一度受験することになりました。Qualの内容は、指導教員以外の教授2人に対して自分の研究に関するプレゼンを行い、45分間質問に答え続ける試験です。試験官だった教授からは一応前向きなコメントを頂いたもので、次回は合格できるように頑張ります。

授業に関しては、修士号を取得してから博士課程に進学した学生はここで卒業単位を満たすことになるのですが、修士号を持っていない博士学生には卒業単位が多く設定されており、私はあと4つ授業を履修する必要があります。しかし、これまでのように一学期に2つ以上履修する必要はないので、学期中も研究に専念することができそうです。興味のある授業もまだいくつか残っているので、時間を上手く管理しながら、授業と研究を両立していきたいと思います。

表1 カリキュラム (予定)

	1~4月	5~8月	9~12月
2016年		英語のサマースクール	秋学期
2017年	冬学期	夏休み	秋学期・Qualifying Exam
2018年	冬学期・Qualifying Exam	夏休み	秋学期
2019年	冬学期	夏休み	秋学期 (卒業単位取得)
2020年			
2021年	Defense?		

## 学会@Denver

ミシガン大学で研究を始めてから1年以上が経過し、研究成果が徐々に始めていたの  
で、2017年11月にコロラド州のデンバーで行われた学会 (70th Annual Meeting of the  
American Physical Society Division of Fluid Mechanics) に参加してきました。10分間の  
口頭発表と2分間の質疑応答を行い、自分のセッションが終わった後やレセプションにおい  
ても世界中の大学教授と直接お話しすることができ、とても有意義な時間を過ごせました。

発表した研究内容は、医療応用を視野に入れた流体力学の基礎研究です。人間の体も流体  
でできているので、流体力学の研究は医療技術の発展にも貢献しています。癌腫瘍や血栓を  
取り除く治療方法として、メスを必要としない超音波を利用した手術が注目されており、圧  
力変動により体内で誘起された発泡現象 (キャビテーション) がもたらすエネルギー集束が  
癌腫瘍や血栓を切除していると考えられています。そこで、超音波と干渉する気泡の現象を  
物理的に理解することが重要で、私はそれを数学とコンピューターを利用して解明する研究  
を行っています。具体的には、球面調和関数を用いて任意の気泡表面を記述し、超音波が引  
き起こす気泡の非球形モードの係数励振を、人体組織が保有する粘弾性の影響を考慮して理  
論的に説明しました。

## プロジェクトミーティング@Amherst

今学期から、アメリカの Office of Naval Research (ONR) という機関によって4年間  
支援される研究プロジェクトに参加することになりました。人間の体内で生じるキャビテー  
ション現象を解明するための、Michigan、Brown、Caltech の3校による共同プロジェクト  
です。特に、外傷性脳損傷と呼ばれる、外部からの衝撃によって脳内でキャビテーションが  
生じて死亡してしまう事故が多発しており、その具体的な物理現象の解明が主な目的です。  
普段は各校で研究を進めて、隔週で遠隔ミーティングを行っています。

UMass と UCLA で同じ研究プロジェクトを行なっているもう一つのグループがあり、  
2017年12月には、マサチューセッツ州のアマーストで両グループと ONR のプロジェクト  
担当者を含めた合同ミーティングを行いました。参加者は20名程度で、半分が大学教授、  
残りの半分が各教授の下で働いている博士学生またはポスドク研究員でした。プロジェクト

の進行状況を共有した後、研究の中のいくつかの課題について全員でディスカッションを行いました。私もポスター発表で自分の研究を共有し、各大学の教授や学生と議論させていただくことができました。このプロジェクトには、流体力学だけでなく固体力学や生物医学を専門としている方も参加しているので、学際的な研究が実現できて面白いです。

### 終わりに

最近、日本の小学生の男の子に将来の夢を聞いたアンケートで、1位が「学者・博士」だったという記事を目にしました。私も小さい頃から科学や工作が好きでしたが、本物の研究はもっと複雑で難しいものでした。しかし、それが面白さの一つでもあります。初心を忘れずに、これからもコツコツと頑張りたいと思います。