

2016年12月

# Funai Overseas Scholarship

## 第4回留学報告書

Purdue University  
School of Electrical and Computer Engineering  
Ph.D. Student  
荒川 智洋

Purdue での PhD 生活も2年目に入りました。この報告書では、現在携わっているの研究の状況のほか、ここ最近の生活の様子などを報告いたします。

### 1. はじめに

ここインディアナ州も12月に入り、一段と寒さが厳しくなってきました。昨年は報告書に雪の写真を載せた記憶がありますが、今年はこれまでに雪はほとんど降っておらず、気温だけが下がり、なんだか少しばかり寂しいような気もします。

さて、今年の夏には PhD プログラムにおける最初の関門である Qualifying Exam (通称 QE) に無事合格することができました。実はこの試験が行われたのが夏の交流会の約2週間後ということもあり、交流会に参加している際も試験のことが頭から離れませんでした。サンフランシスコでの4日間は試験前の緊張をほぐしてくれたように思います。講義などがない夏の間は、昼間は研究、夜は QE の対策といったスケジュールでほぼ毎日をおすごしていました。現在は次のマイルストーンである Preliminary Exam に向けて準備を進めています。

現在は大きく分けて3つの研究プロジェクトに携わっています。これらについては後ほど詳しく述べたいと思いますが、従来からの研究である、無線による電力および情報の同時伝送に関するプロジェクトに加え、今セメスターからは新たに情報通信に関する2つの研究に参加しています。研究の対象も情報通信に加え、回路理論、電磁気学、機械学習、コンピュータ工学など、少しずつ分野が広がっています。

今セメスターは2つの講義を受けています。一つは実解析に関するものであり、通信工学の理論においては、まれに厳密な数学的解析が必要となることがあることから、この講義を受けることになりましたが、このコースは数学科の大学院生向けに開講されているもので、私にとっては講義について行くのがやっとという感じです。もう一つは工学では基礎となる線形代数の講義で、こちらはこれまでの復習を兼ねて受講しています。

### 2. 研究活動

すでに前回の報告書でも述べましたが、私が中心となって進めているプロジェクトとして、電磁誘導を利用した無線での電力・情報伝送に関する研究があります。電磁誘導を利用した通信は、非接触 IC カード (Suica など) や NFC といった形で既に幅広く実用化されていますが、実は学術的な研究が非常に少なく、例えばどのくらいの距離であればどの程度の通信速度が得られるのか、といったことは現時点でほとんど分かっていません。私たちはこの問題を通信工学的なアプローチで解明することを目的としています。“はじめの一歩”として国際会議へ論文を一報投稿し、現在は査読の結果を待っている状況です。またこれまでに実験用の伝送モジュールを製作し、現在はそれらを用いて通信・電力伝送の特性の測定を行なっています。このプロジェクトはこれまでのメンバーに加え、アイオワ大学のプロジェクトチームと共同で研究を進めています。

2つ目のプロジェクトとして、アメリカの DARPA（国防高等計画局）が主催する Spectrum Collaboration Challenge（SC2）と呼ばれるコンテストにチームで参加をしています。近年、様々な機器が無線によってネットワークに繋がるようになってきていますが、その中で通信に使われる周波数資源の割り当てが難しくなりつつあります。従来は、たとえば携帯電話には 800 MHz、無線 LAN などには 2.4 GHz というように事前にそれぞれの機器や特定の利用目的に対して周波数帯域を割り当てることが一般的でした。しかしこの手法では、増え続ける無線機器に対応できなくなることが予想されています。このコンテストでは、通信機器が使用する周波数帯域を動的に切り替えるアルゴリズムを開発し、様々な通信環境において、利用できる周波数帯域を偏りなくいかに有効利用できるかを競い合います。この技術の開発にあたってはディープラーニングを使用することを予定しており、これまでに OpenStack を基盤とした高速なコンピューティング環境を研究室内に構築しました。また複数の広帯域なソフトウェア無線を使用する必要があるため、サーバと無線モジュール間をおよそ 200 Gbps 近い速度で接続し、安定して通信できるようなネットワークを構築しています。以前情報工学を学んでいた身としては、こういったシステムの構築に携われるのは非常に嬉しいことです。

現在参加しているもう一つのプロジェクトとして、テキサス A&M 大学および USNA（米海軍兵学校）と共同で、ミリ波を利用した通信技術の開発を行っています。すでに述べた通り、無線通信においては周波数帯域の割り当てが問題となっていますが、この問題を解決するもう一つの方法として、従来使われていなかった、ミリ波と呼ばれる数十～数百 GHz の高い周波数帯域を使うことが考えられます。一般に高い周波数を使うことでより高速な通信ができるようになることから、将来的には動画配信など高速な通信が必要となる携帯電話などで使われることが有力視されています。その一方で、携帯電話などの移動端末は複数の基地局（アンテナタワー）と同時に通信することで品質の良い伝送ができるようになっていますが、ミリ波を使用する際には、より精度の高い基地局間での通信制御が要求されます。私たちのプロジェクトでは、ミリ波通信の実現だけでなく、そのバックボーンとなる通信回線を SDN（Software Defined Network）を利用して最適化する技術を開発しています。

### 3. その他

休日など時間ができた際には、車を使って少し遠出をすることも多くなりました。すでにご存知の通り（？）私が住んでいる地域は大学を中心とした町のようなところなので、この周辺には、いわゆるアトラクションと言えるものはほとんどありません。そのため、州都であるインディアナポリスまで出かけた（片道 1.5 時間）、あるいはシカゴまで行くこともあります（片道 3 時間）。いずれもあまり近くはありませんが、一日あれば十分往復することができる距離です。

余談になりますが、夏の交流会に参加した際には、帰りに Amtrak が運行するサンフランシスコ～シカゴ間の列車、California Zephyr に乗ってみました。約 4,000km の距離をおよそ 3 日間かけて走る列車で、サンフランシスコから始まり、ネバダ砂漠やコロラドの山岳地帯など様々な景色を楽しむことができます（ちなみに日本列島の最北端～最南端が約 3,000km）。この時は QE 対策の資料を持ち込んでいたので、3 日間丸々勉強に当てることができました。切符は飛行機よりも若干安い程度です。移動手段としての「コスパ」はあまり良くはありませんが、眺めはとても良いので、もし機会があればアメリカの長距離列車をぜひ試してみてください。

最後に、留学に関して様々なご支援を頂いている船井情報科学振興財団の皆様に対し、改めて感謝を申し上げます。