

2018年 11月

公益財団法人 船井情報科学振興財団  
2015年度 Funai Overseas Scholarship 第8回報告書

早坂 文 (はやさか たけし)  
Department of Mechanical Engineering  
University of California, Berkeley

2015年秋よりカリフォルニア大学バークレー校機械工学科の博士課程に在籍している早坂文です。今回の報告書では2018年5月から2018年11月までの状況を報告させていただきます。

## 1. 研究について

UC Berkeleyでは毎年5月上旬から8月下旬は夏休みです。私が所属する研究室の場合、夏休み期間中、学生は各自の判断で研究と休暇とのバランスを自己管理します。多くの学生は数週間から1ヶ月程度母国に帰省したり旅行したりします。それ以外の時間をどう過ごすかは基本的には本人の意思次第という感じです。一方で、携わっているプロジェクトによっては夏休み中でも進捗報告の義務が継続し、こなさなければいけないタスクやミーティングのために実質的には拘束され続けることとなります。私の場合過去の夏休みはいずれもプロジェクトに拘束されていましたが、今年の6月に企業とのプロジェクトが全て終了し、初めての自由な夏休みになりました。

ふんだんに与えられた時間の中でこれまでの2つのプロジェクトを通して感じてきた問題点を整理したり、論文を読んだり、これからの方向性についてのアイデアを紙に書き出してみたりしながら、次に起こすべき具体的な行動について日々考え続けていました。一方で9月上旬にMEMS2019という私の専攻分野の代表的な学会のアブストラクト投稿期限が控えていたので、それをマイルストーンとして夏休み中になんとかまとまった成果を出したいとも考えていました。この時期は自分がやりたいことに対して自由に時間を使えることに幸せを感じるとともに、あれよあれよという間に一日、また一日と過ぎ去って行く時間に焦りも感じていました。

結局8月中旬にデバイスの特性評価とデータ処理を進める過程で新規性を主張できそうなアイデアを思い付き、必要な実験とデータ処理のためのプログラムの作成を進めました。8月末までにある程度まとまった結果が出たので、発表のための図の作成などを進め、上記の学会に無事アブストラクトを投稿することができました。幸い投稿したアブストラクトが採択されたので、来年の1月下旬に韓国で開催される学会に参加することになりました。開催地が韓国ということで、学会のついでに日本に帰省して飛行機代を節約出来るという特典がつかえました。現在は学会に投稿したテーマで論文として発表出来るようにデータの整理を進めています。

ここからは私の研究内容について簡単にご報告したいと思います。私の専攻は Mechanical Engineering の中でも MEMS/Nano という分野で、MEMS は Micro Electro Mechanical Systems の略称です。MEMS デバイスは半導体集積回路の研究開発で培われたシリコン及びその他の半導体に関する物性・加工技術に関する知識をふんだんに活用して作製されます。半導体集積回路やその構成要素は電気信号を処理するための素子ですが、MEMS は半導体を機械構造として扱い、時にはセンサーとして、また時にはアクチュエーターとして振舞います。人間に例えると、半導体素子は脳や神経回路に、MEMS は各種感覚器官及び筋肉等に相当します。MEMS デバイスは半導体素子と同様に肉眼では識別できないほど微細な構造を有しています。その微細な構造ゆえに、MEMS はあらゆる産業分野に適用可能です。私が MEMS 研究に魅力を感じる点は主に二点あり、一点目は、研究室で開発されたデバイスがいつか大量に安く生産

され世界中で使用されるかもしれないということ、二点目は、MEMS デバイスを通じてあらゆる産業・研究分野に貢献するチャンスがあるということです。一方で、応用する分野によってデバイス開発に必要となる知識が異なるので、体系化するのが難しい研究分野でもあります。私は現在 MEMS デバイスの中でも MEMS 技術を用いた微小なガスセンサーについて研究しています。センサーとして機能する部分のサイズは数十マイクロメートル程度なので、デバイスを観察するためには光学顕微鏡や電子顕微鏡が必要になります。

身近なガスセンサーと言えば台所等に設置されている一酸化炭素警報器が例として挙げられますが、業務用では一酸化炭素以外にも様々なガス種に対するセンサーが販売されています。ガスセンサーの応用例としては、石油・ガス採掘現場等での危険なガスの検出や、環境中の有毒ガスのモニタリング、呼気中の気体成分を分析して健康診断に活用するなどの例が挙げられます。なぜ既に多くのガスセンサーが市場で入手可能な状況の中でガスセンサーの研究をしているかということ、一つ目の理由は小型で低消費電力かつ安価なガスセンサーの需要が高まっているためです。MEMS 技術に基づいてガスセンサーを設計・作製すれば小さく安く作ることは難しくありません。二つ目の理由としては既存のガスセンサーの多くがその性能面で共通した課題を抱えているためです。いくつかの課題の中でも私達が解決しようとしているのは消費電力と選択性の課題です。ガスセンサーに求められる消費電力はアプリケーションによって異なりますが、スマートフォンやタブレットなどのモバイル機器や、大量のガスセンサーを環境中に配置させるセンサーネットワークなどへの応用では少しでも低い消費電力が求められます。一方、市場で広く受け入れられている既存のガスセンサーの多くは高温で動作させる必要があるため、比較的高い電力が必要となるということが課題となっています。選択性とは、ガスセンサーがある特定のガスに対してのみ高い感度を持つ一方、その他のガスには低い感度を持つことで、検出対象のガスのみを検出する性能のことです。既存の多くのガスセンサーは選択性に乏しい、すなわち検出対象外のガスにも反応してしまうという共通の課題を数十年の間抱えており、未だに有効な解決策は提示されていません。私達のグループでは低消費電力で動作可能なグラフェンを用いたガスセンサーをプラットフォームとして用いていますが、グラフェンガスセンサーもまた選択性の課題を抱えており、その課題が解決されない限りはたとえ低消費電力でも実践的なアプリケーションに使用するのは難しいというのが実情です。これまで研究資金を支援してくれていた企業はいずれもグラフェンガスセンサーの低消費電力に魅力を感じており、選択性の課題さえ解決できれば市場で大きなシェアを握ることが出来るかもしれないという期待のもとに将来の可能性に投資していました。

上述したように選択性の課題は数十年の間解決することが出来なかった課題なので単独のアイデアや技術で全てを解決するのは難しいと思われませんが、一連の課題解決策のほんの一部でも提示出来るように現在研究を進めているところです。

## **2. その他の活動**

最近ほぼ毎週金曜日にビリヤードをするようになりました。日本にいる時はほぼ無経験でしたが、フィリピン大学から短期留学で来ている学生達と遊んでいるうちにルールを覚え、今では学生生活に欠かせない楽しみとなりました。フィリピンには Efren Reyes という伝説的なビリヤードプレイヤーがいるせいか、これまでフィリピン大学から研究室に派遣されて来た4人の学生達は皆ビリヤードが上手で、キューの持ち方や球の打ち方を私に教えてくれました。私がビリヤードをプレーし始めたのは2017年の夏で、当時はキャンパス近くのバーに置いてある無料のビリヤード台でプレーしていたのですが、無料なだけに他の人に台を譲らなければいけないことも何度かありました。今年の夏からは確実にプレー出来るように真剣にビリヤ

ード場を探し始め、キャンパスからすぐ近くのダウンタウンにある Draw Billiards というところでプレーするようになりました。Draw Billiards にはバーも併設されているので、お酒を飲みながらビリヤードを楽しめます。お酒もビリヤードも好きな私にとってはここでビールを飲みながらビリヤードをプレーする時間が至福の時となりました。同じ研究室のトルコ人の学生達も同じ場所でほぼ毎週金曜日にプレーしていることが分かったので、お互い時間が会う時は合流して3対3や4対4でルールを工夫しながらプレーするようになりました。トルコでもビリヤードはとても人気があるそうです。ビリヤードの面白いところは、体力を消耗しない一方で技術と計画性を要求すること、技術が上がればショットの成功率も高まる一方で、ほんのわずかな狂いでも結果に反映されるため、上級者でも完璧なプレーをするのは難しいのですが、一方で初心者でも意図せぬ好プレーをすることが多々あるということです。それゆえに、初心者と上級者が一緒にプレーしても思わぬ展開になることが多く、最後まで楽しめます。

### **3. 今後の予定**

今学期で卒業に必要な単位を全て取得しコースワークは終了する予定です。年末年始は来年一月の学会の発表準備に集中したいと思います。最後になりますが、船井情報科学振興財団のご支援に心より感謝申し上げます。

### **思い出の写真**



Draw Billiardsにて