

## series わたしの仕事 (11)国土交通省

佐藤健二 (H14/2002卒)



### 〇はじめに～自己紹介～

今回、北條先生から京機会短信で国土交通省での仕事について紹介してほしいとの依頼がありました。機械工学系の学生が国家公務員として就職することは、年に数名と多くはないと思いますので、この場をお借りして、いったい機械工学系の人間がどのようにして国交省を志望するようになったのか、そして、どのような仕事を行っているのかについてご紹介させていただければと思います。なお、私は、京都大学工学部物理工学科をへて、機械工学専攻の修士課程を修了し、2002年に国土交通省に入省しました。京都大学では、学部・修士ともに、当時のメゾ材料評価学研究室（落合・北條研）に在籍しました。

### 〇国土交通省への入省

学生時代は、愛知県出身ということもあり、漠然と自動車メーカーに就職したいと考えていました。一方で、あまり社会的なことには関心がない無知な学生でした。ところが2つの出来事が私の考えを変え、最後は北條先生の一言が、国家公務員を目指す後押しになったように思います。まず大学2回生のときに、初代トヨタ・プリウスが発売されたことです。メーカーの中では当たり前だったのかもしれませんが、それまでエンジン単体の燃費効率をいかに上げるかに知恵を絞っている中（これは今でも重要ですが）、ハイブリッド自動車という仕組みを真剣に考え、実用化にいたったという、その革新性に衝撃を受けました。初代プリウスの発売の際にも当時の運輸省が測定する燃費について、ある一定値を達成するためにメーカー側技術者が相当の開発努力をしたような記事も読んだことがあり、国ではそのような業務があるというのを知ったのも、この頃です。

また、地球温暖化防止のための国際的な枠組みである、国連気候変動枠組条約・京都議定書がまさに京都大学がある京都で採択されたことが、個々のメーカーでの技術開発のほかに、制度的な仕組みを整えて、省エネそして地球温暖化ガスの排出減少につなげていくというやり方もあるということに一層関心をいただくようなきっかけとなりました。当時は、国際会議が開かれている宝ヶ池のプリンスホ

テルのレストランで短期間アルバイトをして、雰囲気だけ国際会議を味わっていたりしました。今思えばもっとましな方法があったと思いますが。。

その後、そういった衝撃があったことも忘れてしまい、修士課程まで進学しました。当時の落合先生（現・京都大学名誉教授）と北條先生（当時、助教授）は研究への指導も非常に熱心でしたが、どうにも研究に打ち込めない学生が私でした。そんなある日、北條先生が、「佐藤君は進路をどう考えているのか。研究者タイプではないし、メーカーのほかにも国家公務員の知り合いもいるから話を聞いたら？」ということで、メーカーだけでなく、いろいろな省庁の方の話を学会出張の際などに話を聞くうちに、一つのことを技術者として突き詰めるよりは、技術を活かした仕組みづくりで世の中をよくしていくこともできるという仕事があることに改めて関心を持ち始め、自動車関係の仕事ができる国土交通省を志望するようになりました。

## ○国土交通省での業務

皆さんは、国土交通省というと何を真っ先に思い浮かべますでしょうか。高速道路をはじめとした道路整備からダム、空港、港湾等の社会基盤たるインフラ整備の印象が強いのではないのでしょうか。最近では防災関係の業務が極めて重要となっています。国土交通省は、平成13年1月に省庁再編により、旧国土庁、北海道開発庁、建設省及び運輸省の四省庁が統合し発足した省ですが旧運輸省にあたる、国土交通省の「交通」の部分では、機械系の職員が多く活躍しています。具体的には、自動車・航空機・船舶・鉄道といった国民に身近で必要不可欠な交通手段が安全で環境にやさしいものとして発展していくために、交通事故防止のための安全基準策定や排出ガスの低減、省エネを目指した環境基準策定、審査といった業務に機械系の職員が多くかかわっています。最近では、自動車の自動運転技術やドローン技術などが急速に発展していますが、これらの新技術をいかに、円滑に社会に導入し、実装していけるかという観点から業務に取り組んでいるところです。また、自動車産業はグローバル産業であることもあり、国際商品たる自動車の基準を国際的に統一し、調和を図っていくことが重要となっており、国連等での業務の重要性・比重が高くなっています。

国家公務員は、大体2年ぐらいで異動をしていきますので、それぞれのポジションで難しい課題もありますが、毎回様々な業務を経験できることも個人的には魅

力に感じています。入省以来様々な業務を経験してきましたが、その一端をご紹介します。

**船舶の適切な国際リサイクルに向けて ～海事局造船課（2002.4—2004.3）～**

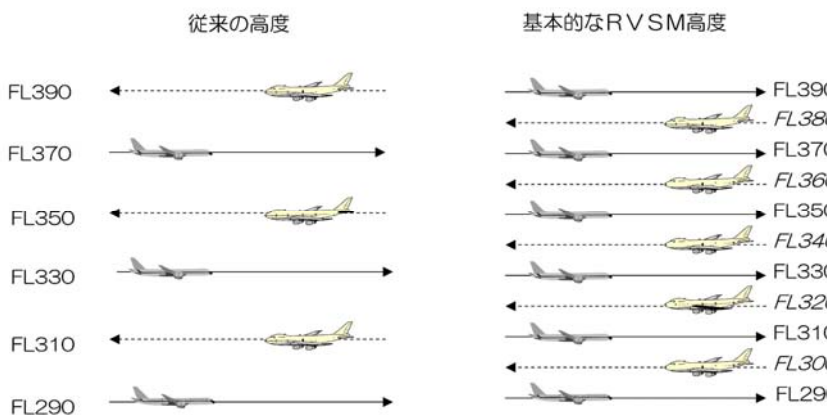


国交省 HP より

入省時に配属された課です。先進国で使用された船舶は、その後、転売され、最終的には発展途上国で解体され、その良質な鉄鋼や部品等は建物等に再利用されたりしていました。しかしながら、インド等では、適切な解体設備もなく、浜辺で直接解体を行っており、有害物質の流出や劣悪な労働環境が問題となっていたので、国連の機関において改善のためのガイドライン策定等が行われていました。

日本としては、世界有数の造船国、海運国として、この問題に積極的に取り組んでいました。そのような中、さらに効果的な取り組みを進めるために、国連機関としての方向性を決めるための英文決議文のドラフトをまかされ、四苦八苦しながら上司に相当直されたのが今はよい思い出です。決議文が関係国との交渉で修正されながらも無事に採択されたのでほっとした記憶があります。その後の多くの関係者の努力でシップリサイクル条約の採択が行われています。

**空の渋滞を解消する ～航空局技術部運航課（2004.4—2006.3）～**



国交省 HP より

当時、世界的に航空需要が増えている中、日本でも羽田空港の再拡張が計画されていました（その後、新たな滑走路が完成しています。）空にも道路があります。その道路は、垂直方向に、逆方向に交互に車線が重なって

いると考えてください。その車線が、航空需要の増加にともない混雑してきますが、技術の進化により、安全確保のための車線間隔の短縮が可能になってきまし

た。そのため従来の2000フィート（600m）間隔から1000フィート（300m）間隔に短縮する法律改正を担当しました。そうすると車線が2倍に増えるので、より多くの航空機を最適な高度で飛ばせるようになります。法改正自体は複雑な話ではないのですが、これに対応するため、航空局では、管制システムの更新、接続空域についての隣国との調整、航空会社での航空機への機器の装着やチェック、パイロットの訓練、継続的なモニタリングなど実施にあたっては多くの関係者を巻き込む一大プロジェクトであり、その一端を担うことができたのは良い経験となりました。

### 海外留学のチャンス ～米国UCLA（2007.7－2009.6）～

国家公務員では、本人のやる気と能力があれば海外留学に挑戦することができます。例えば、私もお世話になりました人事院の長期在外研修制度では、選抜の上で、合格した海外の大学院へ留学することができます（省内と人事院の選抜を経て、出願先は自己の能力で合否が決まります）省内選抜には何度か落ちましたが、



UCLA HPより

最終的には、英語の勉強をがんばり、その後米国にあるUCLA公共政策大学院に合格することができました。UCLAがあるロサンゼルスは、都市問題から派生する交通渋滞、大気汚染など様々な問題が生じており、その解決のために先進的に取り組んできた歴史があります。そのためUCLAには私が学びたい運輸分野の政策分析・立案に関する専攻があり2年間留学させていただきました。このときに米国政治の仕組みなども学んだのですが、その後の米国駐在に大いに役立ちました。ほかにも留学生活を通じてできた友人は貴重な財産ですし、また特に西海岸の米国人が見せる、外国人等のマイノリティに対するオープンな心、フェアを重んじる態度（たとえ英語が下手でも発言の機会を与え、みんな真剣に聞く）といったところは、勉強のみならずかけがえのない経験でした。

### 日本の自動車技術を国際標準とする ～米国駐在（2015.6－2018.5）～

自動車産業はグローバル産業であり、それまで各地域でバラバラであった自動車に関する基準を統一、調和していくことが重要となっています。また、新たな



ワシントンDCの桜

技術が出てきた場合に、日本の得意分野について、国際標準化していくことが、安全・環境に一層貢献するとともに、我が国の国際競争力の強化にもつながるところです。米国は、ご存じのとおり世界一の大国ですが、自動車の世界でも重要なプレーヤーであることから、国連の自動車基準に関して米国政府との調整や現地の状況の調査等のために3年間ワシントンDCに駐在しました。米国政府とのやりとりに加えて、頻繁に国連の国際会議があり米国外への出張も多かった時期ですが、急速に普及している電気自動車の安全基準に関して、初めて中国を巻き込み、日米欧中主導による国際基準成立に関わったことや自動運転に関する国際的な議論に参加できたことは思い出深い経験となりました。駐在の最後の方では、安倍首相とトランプ大統領のフロリダでの日米首脳会談に末端ではありますが関係する貴重な機会にも恵まれました。

## 事故のさらなる削減を目指して自動運転と高齢運転者対策を推進する

### ～自動車局技術政策課（2019.7—現在）～

現在いる課では、交通事故の削減等のための自動運転実現のための基準策定や技術開発といった業務を行っているほか、最近の高齢運転者のペダル踏み間違い等による事故を防ぐための自動ブレーキや踏み間違い時に加速を抑制する装置がついた安全運転サポート車（通称サポカーS）の普及のための取り組みを進めており、一層の交通事故の削減に課として一丸となって取り組んでいるところです。

私は、これらの施策を実施するための予算全般などを担当していますが、最近のこの両分野は非常に注目を浴びている状況です。例えば新聞記事にも当課の施策が「国土交通省〇〇の方針を決定」などと、かなり取り上げられているような状況で、毎日のようにマスコミの方からの取材・問い合わせがあります。



## ○最後に

いかがでしたでしょうか。今回の私の話が、皆様の国土交通省の業務の理解を深めたり、関心を持ったりすることにつながれば非常にうれしく思います。

国土交通省自動車局では、大学の先生方、自動車メーカー、外国政府、運送事業者、自治体など様々な関係者と一緒になって、より安全で便利な交通システムの実現に向けて取り組んでいます。もし自動車メーカーに就職していたら、逆の立場で国土交通省と仕事をしていたかもしれません。そう考えると面白くもあります。

## OB/OG訪問のすすめ

学生の方向けですが、当省の仕事に関心をお持ちいただけたらOB/OG訪問やインターンシップを受け付けています。個人的には、省庁やメーカーの先輩方への訪問を通して実際に働いている方の職場に行ったり、直接話を聞いたりしたことが自分の進路の最終決定に非常に役に立ちましたので、ネット情報が豊富な時代ではありますが、そのような機会があれば積極的に活用されるとよいと思います。

## 国家公務員試験の受験のすすめ

最後に、国家公務員になるためには、人事院が実施する国家公務員試験を受けて合格している必要があります。受験料はなく、合格した場合、3年間有効ですので、仮に現時点では国家公務員を考えていなくとも4回生やM1のときに受けておくのをおすすめします。個人的にも、M1のときに、北條先生のすすめで研究室のみんなで受けて合格したのが、就職への選択肢を広げることになり（院試の勉強のおかげで専門試験はあまり心配しませんでした）、結果的に国土交通省への入省につながっているため、チャンスを広げる意味でもおすすめします。

人事院国家公務員採用関係HP : <https://www.jinji.go.jp/saiyo/saiyo.html>

**series** わたしの仕事 (12) 東レ

内藤悠太 (H25/2013卒)



## ○はじめに

いつものことながら、突然北條先生からメールがあり、何かと思って開いてみると、京機短信への投稿依頼でした。何を書こうかとても悩んだのですが、率直に考えて皆様に有益な情報になるような、そこまでの人生経験はありません。ということで、最近の私自身の近況について、ざっと紹介したいと思います。

## ○自己紹介

私は、学部・修士ともに北條研（適応材料力学研究室）のお世話になり、その後、東レ株式会社（以下、東レ）に入社。入社から5年目の現在まで複合材料研究所にて働いています。また、昨年からは北條研に社会人博士としてお世話になっています。東レは、合成繊維・合成樹脂をはじめとする大手素材メーカーで、炭素繊維の売上ではトップシェアを獲得しています。北條研も複合材料研究所も、炭素繊維をベースとした複合材料である炭素繊維強化プラスチック（以下、CFRP）を研究しており、まさにCFRPにべったりなキャリアを歩んでいます。

さぞかし昔から材料力学、あるいはCFRPが好きなんだろうというとなんなわけでもなく、むしろ研究室に入るまでCFRPのことをほとんど知りませんでした。実はもともと小学生から学部卒業まで、もっぱら野球ばかりで、京都大学を選んだ理由も、所属リーグの他大学が甲子園ボーイだらけの超強豪だからという、まったく学問に関係のないもので、足りない成績を浪人生活で補って京都大学に入学しました。ポジションは投手だったのですが、入学後は能力の高すぎる他大学の打者との対戦を思う存分楽しむことができました。さらには、まさかのキューバのナショナルチームと対戦する機会もあり、WBCで見たことのある選手や、後にメ



(キューバ代表との試合の写真。試合後、ストレートとカーブを褒めてもらったのは、今でも覚えています！)

ジャーで新人王をとった選手や4番をはった選手に、4イニングの間コテンパンに打たれたのを今でもよく覚えています（一応しっかり0点で抑えたイニングもあります！）。打たれた思い出がやや多めではありますが、とても充実した野球生活を送ることができました。

その後、野球を引退し研究生生活が始まるのですが、最初は完全に目標を見失い、ふらふらしていました（しんどい時期でした）。ですが、北條先生、西川先生に材料研究の楽しさを教えていただき、すぐに第2の人生が始まったように思います。

学部、修士時代は、形状記憶ポリマーを使用した複合材料のモデリングをテーマに研究していました。このテーマを選んだ理由も、“形状記憶ってなんか凄そう”という非常に稚拙なものでした。メーカーから“形状記憶複合材料”そのものを手に入れることができなかつたこともあり、試行錯誤の成形から実験、そしてシミュレーションまで、自分の手で進められたこと、そして複雑な現象を、材料力学できちんとモデル化できた感動が、現在東レという材料メーカーで働いている1つの理由かもしれません。今振り返っても本当に楽しい研究生生活だったと思います。また、先生方の勧めもあり、修士2回生の終わりにFirst Authorとして、論文の執筆も経験させていただきました。慣れない英語での執筆、大量の査読者コメントへの対応など、大変苦勞しましたが、西川先生の強力なサポートを得つつ、なんとか複合材料系のトップクラスのジャーナルである“Composites Part A”への掲載許可をいただくことができました。論文を掲載できた喜びとともに、いかに学術界の論文の質を上げるために多くの研究者が無償である査読のプロセスを丁寧に取り組んでいるのか、強く実感できました。論文がアクセプトされた際に西川先生からもらった、「ひとまず、研究者の仲間入りですね」というコメントは今でも忘れられないです。



（北條先生、研究室の同期と。卒業祝いは“デゴイチ”というレストランで。左から2番目が筆者。）



## ○東レでの仕事

自己紹介で述べた通り、入社～5年目の現在も引き続き、複合材料研究所に所属しています。なぜ材料系の研究所に機械系出身の私が研究者として所属しているのか、不思議に思う方もいると思います。実際、東レの中でも、機械系出身の研究者がいるのは、おそらく複合材料研究所のみだと思います。この理由は、材料の特性に起因していて、CFRPは、単純に方向によって物性の異なる異方性材料というだけでなく、炭素繊維と樹脂という、特性が極めて異なる材料で構成された、いわば内部に機械的な構造を有するような材料です。単に構成要素の物性を上げれば、CFRPとしての物性が上がるというわけではないため、その点で炭素繊維、樹脂、そしてその界面の特性を材料力学、破壊力学の観点で考察できる機械系研究者が材料設計の観点からも重宝されます。また、最近ではCFRPの適用範囲が拡大するにつれて、強度や弾性率の高いCFRPが欲しいというものから、複雑な形状を成形しやすいCFRPの母材が欲しいという、プロセス性も視野に入れた要望も増えてきています。CFRPの製造プロセスを鑑みると考慮に入れなければいけないファクターはさらに増えていき、製造途中の型内の温度分布（伝熱工学）や、熱せられて流体状態となった樹脂の挙動（流体力学）など、機械系の活躍の場も増えていきます。

入社後、私はその機械系の研究者が集められたメカニクスグループと呼ばれるグループに配属となりました。研究所の中ではやや特殊で、力学をベースとした材料設計とともに技術サポートをメインとするグループです。まさになんでも屋のようなイメージで、自身のグループの研究活動をただ遂行するだけではなく、研究所内外問わず様々な技術サポートの依頼にも対応します。入社したばかりのころは、本当に力学屋は材料の研究所に必要なのか半信半疑ではあったのですが、先輩方の獅子奮迅の活躍を見て、その疑問は一気に解消したように思います。私も同様に、両方の業務を行っていて、新しいCFRPの母材の研究をしつつ、時にはお客様の下へ、研究した材料をどう使うのか、あるいはどういういい特性があるのか、直接説明しに行くこともあります。外へ出る機会は、提案した材料をよりよく使ってもらえるようになるだけでなく、お客様の生のニーズを得ることができる場でもあり、私の研究サイクルにとっても有益なものとなっています。

## ○職場の風土

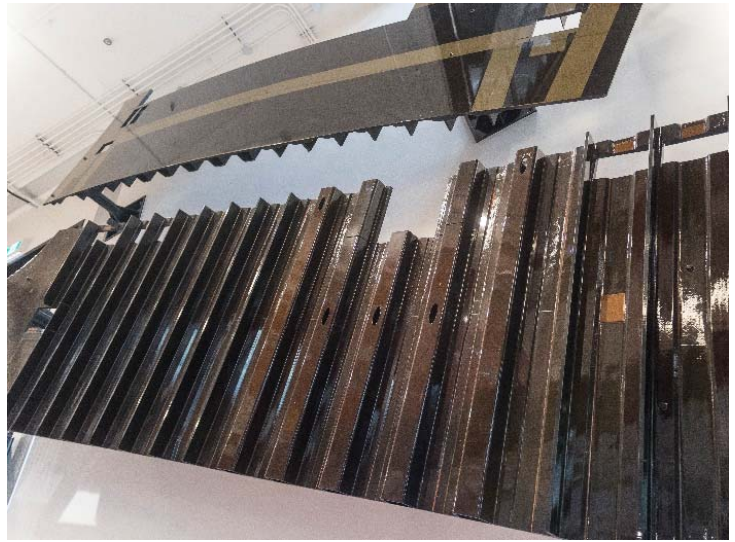
私自身、入社前から東レの風土についていろいろ話を聞いてきました。特に、北條先生からは、「東レは人を大切に育てる企業」だということを何度も伝えていただいたように思います。結論から申しますと、これはイエスだと思います。社内では、若手の内からたくさん成長の機会があります。社員で講師を回す勉強会、社内での英語のプレゼンテーション、様々な分野の講習会などといった練習・勉強の場だけでなく、海外の有名教授とのディスカッション、国際会議での発表などといった対外試合まで、たくさん経験することができます。その分業務へあてる時間が短くなってしまいうこともありますが、むしろ上司の方々がこういった場への参加をどんどん奨励してくれる風土があります。

もともと私は、自分への自信のなさもあって消極的な方ではあったのですが、上司がどんどんこういった機会を私にぶつけてくれました。1年目のはじめいきなり海外の有名な教授にプレゼンをする機会をもらったのをきっかけとし、業務においても早いうちからテーマリーダーとしてテーマを任せてもらいました。失敗したことも多々あったのですが、失敗したことよりも、挑戦したこと、よかったところに目を向けたアドバイスをもらえ、徐々に私自身の意識も変わってきたように思います。

## ○留学生活

唐突ですが、実は今年の8月から現在進行形でカナダのUBC（University of British Columbia）へ留学をしています。もともと海外留学をしたいという気持ちは持っていたわけではなく、会社での様々な成長の場を経て、外に出て自分の力を試してみたくなったというのがきっかけで、また国際会議に初めて出たときに感じた、海外研究者との壁を取り除きたいという気持ちによって、海外留学への希望がより強くなったように思います。

UBCは、航空機向けの成形プロセスのシミュレーションに強い大学です。航空機メーカー二強の一角であるボーイングへの貢献の大きさから、B777Xの主翼が大学内に飾られていたりします。私自身、プロセスの影響を材料設計に反映させたいという気持ちもあって、UBCの研究に強い興味があり、留学することとなりました。充実した研究設備、優秀な先生方、生徒たちに囲まれて、充実した研究生活を送ることができています。



(B777Xの主翼のカットサンプル。研究室建屋の入り口近くに展示されています。)

カナダ、特に今いるバンクーバーは、日本人留学生も多いこともあり、日本人にとって非常に住みやすい環境です。米、うどん、しょうゆをはじめとし、わさびや明太子、納豆までも簡単に手に入ります。北米の方は「キットカット」が好きということを知り、日本の限定キットカットであれば大丈夫だろうと、お土産に持って行ったところ、普通にスーパーで売っていたのには驚愕しました。。(ちなみに、つい最近「東京ばな奈」を売っているのも見かけました。値段は日本の3倍ほどですが。) また、ダウンタウンやブロードウェイは、ラーメン屋さん、お寿司屋さんがいっぱいあります。特にお寿司屋さんは、どちらかというカナダ料理と言っていけるくらい、日本とは異なるカナダスタイルを確立しています。食生活には、ほとんど困ることはありませんが、一方で外食は全体的に高いので必然的に自炊をしています。これまで料理をした経験がほとんどなかったのですが、料理作りの面白いこと！研究と一緒に、創意工夫することで、豊かな食生活がとても安価に手に入ります。留学後も趣味として続けていきたいなと思います。

英語については、京機短信の先輩方もたくさん記載されていますので、私も便乗して思っていることを書きたいと思います。こちらに来て特に実感したのは、自分自身の英語に対する認識の甘さです。これまでの経験から、研究を進めていく上でのコミュニケーションやディスカッションで大事なものは、語学というよりは専門性や内容の筋だという認識もあり、日本語のとき以上に準備は必要ではありませんが特に不自由なく進められています。ただし、これも相手が聞いてくれる環境にあるから成り立っているものなのだと、先生方や同僚たちが注意して私の

発言を聞いてくれる様子を見て日に日に感じるようになりました。聞き取りづらい英語は、少なからず相手にとってストレスを与えているように思います。日本人の英語は、ネイティブの方からすると非常に聞き取りづらいものらしく、実際短いセンテンスでも聞き返されることは何度もあります。試しにgoogle翻訳のスマホアプリで英単語を発してみると、見事に違う単語が表示されました。。。これまで発音についてはあまり意識していませんでしたが、留学を通じて練習するようになりました。単にディスカッションができるだけでなく、真の意味でよいコミュニケーションがとれるように日々努力を続けたいと思います。



(UBCの研究室の先生と同僚たちと。)

## ○社会人博士課程

最後に、現在履修中の博士課程についてです。なぜ社会人になってから再度博士課程に進みたくなったかという、単純に大学でもう一度勉強したいという気持ちが大きかったように思います。修士時代はどちらかという自分の研究対象のみに集中していたところがあり、社会人生活を通じて、実学の中での経験をたくさん得てきました。そういった経験を得た上で、もう一度大学での研究を自分自身で上乗せするとどういことができるのか、やってみたいと思ったというの

が一番の理由です。

会社も、社会人博士の取得を奨励してくれていたおかげで、3年目の頃に会社をお願いしたにもかかわらず、すんなり4年目から始めることができました。学費は自費で、余暇の時間も当然少なくなっていますが、1年半あまりの履修を通じて間違いなく3年目のころと比べ成長を実感できており、この決断が早いうちにできて本当によかったと感じています。今後も北條先生、西川先生の下でたくさん勉強させてもらいます！

### ○最後に

あまりメッセージ性のない短信となってしまい申し訳ございませんでした！特に計画性もなく、行き当たりばったりな人生を送っていますが、毎日充実した生活を送ることができているということは言えると思います。10年後どんな人生経験を語るができるのか、自分としても楽しみに毎日元気に過ごしたいと思います。

## series わたしの仕事 (13) ANA

鋤崎悠喜 (H19/2007卒)



卒業後、大学のことは時々思い出すものの、工学とは全く別の分野へ就職をした私には大学との接点がほぼありませんでした。しかしながら、研究室でお世話になった吉田先生が昨年よりOB、OGのメーリングリストの作成を始められたのをきっかけに何度か連絡をとらせてもらうようになり、その中で今回「わたしの仕事」の執筆依頼を頂きましたので、僣越ながら筆を執らせて頂きます。

私は現在、パイロットとして国内線および国際線に乗務しております。パイロットになるまでの道のりと現在の仕事について、簡単ではありますがご紹介したいと思います。

### <きっかけ>

まずは「なぜパイロットか？」というところですが、幼少より「パイロットっていいな」と漠然と思ってはいました。ただ、真剣になりたいと考えていたわけではなく、学部生活も終わりに近づき、大学院に進学するか、就職するか、就職するなら業界はどうしようかと考えていたところで選択肢のひとつとしてパイロットがあったに過ぎませんでした。しかし、就職活動でいろいろと調べたり話を聞いたりする中で、「飛行機を飛ばすにはたくさんの人の思いが詰まっている。パイロットはその思いを最終的に形にしてお客様に提供する責任者なんだよ」との話を聞き、やりがいがあると感じてパイロットになりたいと真剣に思い始めたのです。

### <訓練生時代>

さて、パイロットになるためには大きく分けて次の3つの道があります。

- ①航空大学校卒業後、航空会社に就職
- ②大学のパイロット養成課程修了後、航空会社に就職
- ③航空会社の自社養成パイロットに応募

私は③の道を選び、2007年に運航乗務員訓練生として入社しました。

入社後すぐに訓練が始まるわけではなく、まずは総合職の同期と同じようにさまざまな部署に配属されます。配属される部署は空港の旅客係員、整備部門、運航支援部門など様々ですが、私は営業部門に配属され、そこで約2年間代理店営業を経験しました。

それが終わるといよいよ訓練です。パイロットになるまでの訓練は基礎訓練といい、まずは4か月ほどの座学で航空法規や気象、航空力学、航法、システム、通信等についての基礎を集中的に学びます。パイロットは理系、文系、関係なくなることができますが、それぞれ得意不得意がありますので、お互いに助け合いながら勉強していくこととなります。

その後、アメリカのカリフォルニアにある訓練所で約2年の飛行訓練を受けました。まずはボンanzaという単発のプロペラ機を使ってお客様を乗せて飛ぶことができる事業用操縦士のライセンスを取得します。それが終わると飛行機をバロンという双発のプロペラ機に変え、双発機操縦のライセンスを取得し、最後に、雲の中で外が見えない中でも計器を頼りに飛行する計器飛行証明のライセンスを取得して基礎訓練が修了となります。



ボンanza



バロン

自分で操縦桿を握って飛ぶというのはもちろん初めての経験ですから緊張と失敗の連続でした。最初は空港の周りをぐるぐる回ってTouch and Goを繰り返す離着陸の練習と、Air work（失速からの回復練習や急旋回など）がメインですが、訓練が進むとNavigationが始まります。Navigationは自分で目的地までの飛行経路を決めて、風の情報を基に航路上の各地点の通過時刻を計算してNavigation Logを作成し、それを地上の物標を頼りにその通りに飛びながら目的地を目指すというものです。最初はどこを飛んでいるのか分からなくなって隣の外人教官に教えてもらったり、早口の英語でまくしたてるATC（航空交通管制）に戸惑ったり、雲

が予想よりも低くて雲の下を飛ばざるを得ず苦労したり（Navigationは高い高度を飛んだ方が地上物標がよく見えて飛びやすいのです）と大変でした。訓練が進むと段々と長いNavigationをするようになり、時には遠くグランドキャニオンの方まで飛んで行ったりすることもありました。

計器飛行の訓練では雲中での飛行を模擬するため、外が見えないようにフードをかぶり、かつ窓には目隠しをして飛びます。外が全く見えない中で計器だけを頼りに位置と高度を把握して空港に向かい、最終的には滑走路の正面まで行くことができるよう訓練していくのです。

基礎訓練を終えて帰国すると、次には実用機の訓練が待っています。まずはシミュレーターで飛行機の操縦とエンジンやシステム故障時の対処を繰り返し訓練します。その後は下地島で実機での訓練をし、それが終わるといよいよお客様を乗せた実機でのLine OJTになります。これを終わると苦節3年余り、やっと副操縦士としてデビューとなります。

### <お互いに助け合う文化>

長い訓練をしていると訓練がうまくいく人とそうでない人が出てきます。そんな時に助けてくれるのは一緒に訓練をしている同期です。毎晩、その日の訓練でやったことをみんなでお話し合っていました。その中で上手くいかなかったことや失敗してしまったことなどをお互いに伝え、うまくいっている人にアドバイスをもらったりみんなでお考えたりして、お互いに助け合いながら訓練を乗り切ってきました。

この「お互いに助け合う」というのがパイロットのKeywordで、訓練においても日常の運航についても常にこの精神が貫かれています。パイロットになる基準というのは相対評価ではなく絶対評価ですので、競争ではありません。全員で助け合い、弱点は得意な同期に教えてもらって克服することで全員のレベルを上げて訓練を乗り切っていくのです。特に失敗したことは隠さずに伝えることが重要です。誰かがする失敗は誰もがする可能性がある失敗です。失敗を恥ずかしがらずにみんなでお話し、対策を練ることで全員のレベルが上がっていくのです。

日常運航においてもいわゆる「ヒヤリハット事象」を匿名で投稿して共有する仕組みが整えられており、そこで得られる情報は欠かさずチェックするようにしています。





### <仕事の準備>

副操縦士として独り立ちするとまずは羽田空港を拠点として国内を飛び回ることになります。北は北海道から、南は沖縄県まで多くの空港がありますが、パイロットとしてはそのそれぞれの空港に対して準備をしなければならないので大変です。飛び始めたころは毎月新しい空港に行くのでその度に空港毎の勉強をし、万全な準備をしていきます。

日本は国土のほとんどが山地で構成されており、平地はわずかしかなかったりありません。そのわずかな平地部分に空港を作っているため、空港によっては滑走路の一方からは精密進入と呼ばれるまっすぐに進入できる進入方式が設定できますが、反対側は地形の制限によってまっすぐに進入できず、山を避けながらの進入をせざるを得ません。使う滑走路の向きは風向きによって決まりますので、どんな状況にも対応できるよう周辺の地形や進入方式、その空港特有の注意点などを頭に入れておく必要があるのです。

飛び始めて1年ほどたつと少しずつ国際線も飛び始めます。「よし、いよいよ海外だ！」と喜んだのも束の間、勉強することの多さに頭を抱えることになりました。

空のルールは基本的には全世界共通なのですが、その国独特のルールもあり、外国に行くにはその違いも頭に入れておかねばなりません。また、管制で使う英語もその国独特の訛りがあり、初めは聞き取るのに一苦労することもあります。何より国内を飛ぶのと違い、トラブルがあったときにすぐに近くに降りられる空港があるわけではありません。太平洋を横断するときには近くの空港まで2時間以上かかることもあります。そんな時にトラブルが起きたらどうするのか、あらかじめ想定して準備しておく必要がありますので、準備の量が膨大なのです。

### <実運航の流れ>

これらの準備を前提にフライトに臨むわけですが、出社するとまず機長と一緒にその日の気象や航空情報などをチェックし、フライトプランを決めるブリーフィングを行います。このブリーフィングがとても重要で、フライトの70~80%はこのブリーフィングで決まると言われています。特に重要なのがその日の気象の解析で、様々な天気図やデータから出発地、目的地、代替飛行場での天候や航路上で揺れるエリア、高度などを見極め、必要に応じて飛ぶ高度を変更したり、燃料を追加で搭載したりします。国際線を飛んでいると特に感じるのですが、四季の変化のはっきりしている日本近辺の気象というのは大変難しいと思います。JET気流の通り道になっているため晴天乱気流と呼ばれる揺れが多く発生したり、前線の通過や積乱雲の発生、台風の通過などがあったりします。離着陸に支障をきたす霧の発生や降雪、近年ではゲリラ豪雨と呼ばれる局所的な激しい気象現象も発生します。これらの現象を予測し、安全を第一に、出来る限り揺れが少なく、かつ定時性を守れて燃料効率の良い高度を選定したり、目的地悪天候による待機や混雑による遅れなどを予測して燃料を追加搭載したりしていきます。

これを終えて飛行機に乗り込むと飛行機の整備状況をチェックし、必要に応じて整備士から説明を受けます。また、CAとのクルーブリーフィングでは、揺れる時間帯や注意点を伝え、緊急時の対処の確認などを行います。地上旅客係員とは搭乗予定時刻の確認をし、場合によっては変更したりすることもあります。様々な部署の人たちと効率よくコミュニケーションをとり、しっかりと安全を確認したうえで定刻で出発できるようにしています。

飛行機が出発すると、フライトプランに基づいて目的地を目指します。飛んでいる間は管制と交信しながら、外部監視、計器類や風、外気温のモニター、他の

航空機の位置把握などをして現状の把握をし、それと地上での気象解析を考えあわせながら今後の予測をしていきます。揺れもなく、なんのトラブルもなければ良いのですが、揺れるとき、もしくは揺れる兆候があるときにはそれに対して対処していきます。揺れそうな雲があれば管制に一時的な経路の変更を要求して避けたりし、遅延があれば、増速したり高度を変更したりして定刻到着を目指しています。

天気の良いときに見えるコクピットから見る景色は素晴らしいです。特に富士山、関東平野の夜景や日の出などは絶景です。逆に東南アジアを夜中に飛ぶと、雷がピカピカ光っている発達した積乱雲を回避しながら飛ぶこともあります、あれはできればあまり見たくない光景です。



※操縦席後方の補助座席より、撮影スタッフが許可を得て撮影しております。

## <コミュニケーション>

飛行機にはパイロットが2人乗務しています。役割としては1人が主に操縦を担当し、もう1人が通信などの操縦以外の業務を担当します。業務としてはこのようになっていますが、飛行に関わる様々なことの判断に関しては、2人で相談してより良い方を選択するようにしています。場合によってはCAや整備士に相談したり、アドバイスを求めることもあります。こうして、1人の頭で考えるのではなく、多くの頭で考えてより良い方法を見つけることで、より安全で質の高いフライトを

作り上げていくよう努力しています。そのためには個人がいろいろな判断ができることに加えて、それをうまく人に伝えたり、受け取ったりするスキル、あるいは必要な情報をうまく人から引き出すスキルが必要です。このスキル、大変に奥が深くて日々悩みながらフライトをしているのですが、このスキルの原点は今までの人との関わりなのだろうと思います。パイロットになるにあたっては先にも書いた通り理系文系は関係がなく、機械系で学んだこと自体はアドバンテージにはなれど、必須ではないと思います。しかし、学生時代にいろいろと遊び、学び、あるいは部活に没頭して時間を過ごす中で、多くの友達、先輩、後輩、教授や先生方と関わった経験はパイロットとして仕事をする上で大きな財産であり、基礎になっています。

このことはパイロットに限らずあらゆる仕事に共通していることで、この先、重要性がどんどん増してくることだと思しますので、ぜひ、学生の方々には色々なフィールドで多くの人と関わり、コミュニケーションをして頂きたいと思します。

以上、現在の仕事について、簡単ではありますが紹介させて頂きました。学生の皆さんはこれからそれぞれの道に進まれるかと思いますが、その中でひとつの参考になれば幸いです。

## series わたしの仕事 (14)株式会社 I H I

頼(らい)泰弘 (H19/2007卒) 博士(工学)



### 1. はじめに

先日、日経新聞で、「「博士」生かせぬ日本企業」[1]なる記事が特集されており、私も博士号を取得し企業に就職したひとりとして問題意識を持っておりました。そんな記事を読むや否や、吉田先生から同記事が添付された本原稿の執筆依頼メールが届き、非常にビックリしたとともに、やはり日本の喫緊の課題として大学の先生方も問題意識を共有しているのだなあ実感しました。博士号の必要性や企業で求められる能力等については、昨年京大工学研究科のホームページに寄稿させていただき[2]、ご参照いただければと思います。本稿では私が博士号を取得し、IHIに入社後に携わった研究開発、製品開発について悪筆ながらご紹介したいと思います。

### 2. 自己紹介

私は、学部4回生から博士号取得まで10年間(!)中部主敬先生、巽和也先生にお世話になり、「通気性固体の熱的効果を利用したメタノール部分酸化改質の反応特性」という研究(主に実験)を行っていました。専門は伝熱工学、燃焼工学になります。研究では両先生のご指導に恵まれ、なんとか博士号取得まで漕ぎつけました。途中修士課程1年の夏から1年間休学し米国・モンタナ州立大学に留学し、現地の学部生に交じって機械系の授業を受けました。また、博士課程1年目にはJSPS組織的な若手研究者等海外派遣プログラムを使ってインペリアルカレッジ・ロンドンで3か月間研究生を経験しました。2回の留学経験は、英語でのコミュニケーション面だけでなく、多様な価値観に触れるという意味でも現在の社会人生活に非常にプラスの影響を与えてくれたと感じています。本稿を読まれた現役の学生の皆さんにも、是非今いる世界に閉じこもらず、外の環境に触れる機会を作ってほしいと思います。

さて、私がIHIを就職先に選んだ理由は、①自分の専門性や技術を「製品」として世に出したいという希望、②研究テーマに関連する「エネルギー問題」に対してインパクトのある解決手段を提案できる業界、③「燃焼」という分野で世



現在 I H I グループは、「技術をもって社会の発展に貢献する」を経営理念の一つに掲げ、①資源・エネルギー・環境、②社会基盤・海洋、③産業システム・汎用機械、④航空・宇宙・防衛の4つの領域で事業を展開しています。

#### 4. 私の仕事

私は、入社当初は技術開発本部の熱・流体研究部という部署に配属されました。技術開発本部はコーポレートの研究所で、総勢500名の技術開発員（うち120名が博士号取得者）が横浜・磯子の事業所に集結しています。技術開発本部は I H I グループを基盤技術で支えるとともに、製品・サービスの高度化や将来事業創出に向けた研究開発を行っています。

私が配属先で初めて任された仕事は、ある製品に関する特許調査でした。大学では論文を読むことには慣れていましたが、特許に触れるのは初めてで、戸惑いとワクワクを行ったり来たりしていました。とくに特許独特の言い回しには苦勞させられました。過去数年の関連する特許だけでも数百件に及び、人海戦術で関連度や侵害の可能性など、自社製品の開発を進めるうえで障害となる可能性のある特許を洗い出しました。もちろん大学でも特許を出願している研究室はありますが、少なくとも私は触れたことがなかったため、民間企業らしいなあと感じたのを覚えています。特許調査を皮切りに、入社1年目ではいくつかの製品に関する技術サポート、例えば、まだ世に出ていない製品の開発、お客さまサイトで稼働している機器のトラブルの原因究明、国のプロジェクトで開発している製品の試験担当などを経験しました。

入社2年目からは同じく技術開発本部のインキュベーションセンターという、新製品の技術シーズを製品へとincubate、ふ化するという部署に異動となり、バイナリー発電の仕事に携わることになりました。

ここでバイナリー発電とは何かを簡単にご説明します。バイナリー発電とは、低沸点媒体（おもに代替フロンや炭化水素）を作動流体としてランキンサイクル（火力発電所などの蒸気タービンと同様のサイクル、[図2](#)）を構成し、タービン発電機を駆動させ電力を得るシステムで、従来未利用であった80℃～200℃程度の工場排熱や地熱・バイオマス等の再生可能エネルギーを利用した発電が可能となります。もちろん皆さんもご承知の通り、サイクル効率は、 $\eta_{th} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$ で定義さ

れるカルノー効率上限となり、熱源が低温になればなるほど効率が低くなるのですが、もともと捨てられているエネルギーを“燃料”にするためメリットがあるというのがバイナリー発電の考え方です。

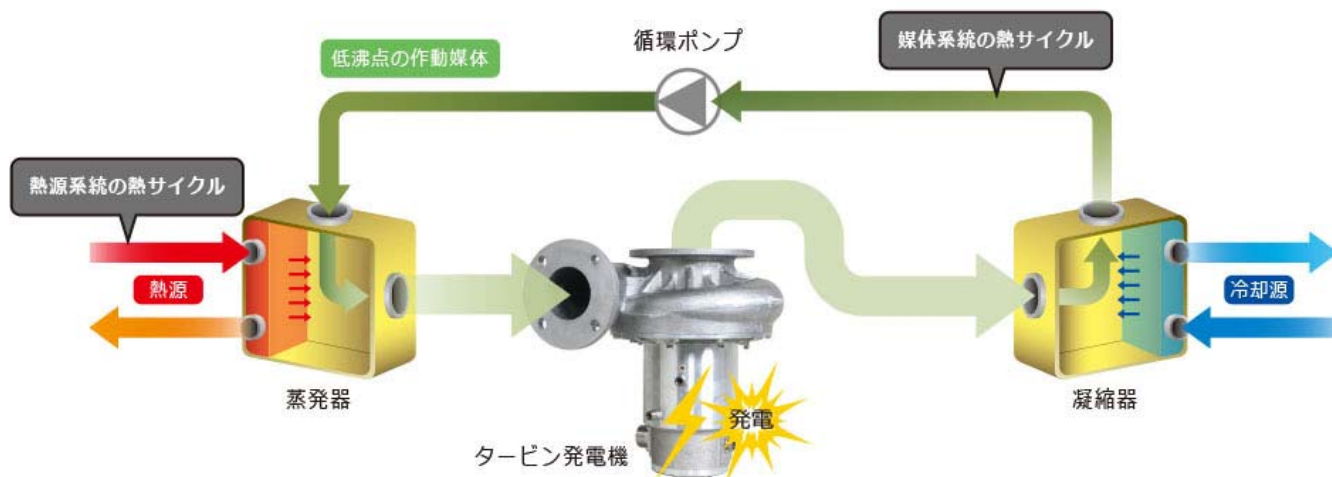


図2 バイナリー発電のしくみ[4]

I H I では、当時20 kW級のバイナリー発電装置のパッケージをすでに販売しており、これを100 kW級に大型化するため、海外ベンチャー（以下X社）と協業し技術開発を進めていました。私は部内では英語が得意だったということもあってか、X社との技術的なやり取りを任せられました。初めてX社へ出張した（入社して初めての海外出張でした）ときの議題は、X社製品の国内法（電気事業法）への適合状況の確認でした。法律への適合状況を確認するといっても、「日本の法律にこう書いてある」だけでは納得してもらえず、「その法律はどんな意味があるのか」、「なぜ守らないといけないのか」など、法律の裏にある前提や、法律の解釈の仕方など、様々な知識が必要になるため、非常に苦労しました。（もちろん法律に詳しい人のサポートがあってこそその交渉でした。）そんなやり取りをX社側の技術者が認めてくれたのか（分かりませんが）、その後やりとりは非常にスムーズに進み、実プラントでの実証試験[5]、商用1号機の引き渡し（図3）までなんとか漕ぎつけました。





図3 バイナリー発電、商用1号機全景[6]

現在は、バイナリー発電の熱源をより低温（60℃～80℃級）に拡張するための技術開発の取りまとめを行っています。バイナリー発電は比較的小さなシステムのため、プロジェクトを取りまとめるためには非常に幅広い技術分野に関する知識が必要になります。（熱サイクル、回転機械、機械加工、材料選定、電気（強電、弱電）、制御理論など）各領域の専門家と共にプロジェクトを進めるためには、それぞれの領域の知識をある程度持っていないと議論が成り立ちません。そのため、大学時代に得た知識を総動員し、足りない部分は教科書を復習し、勉強しています。（当時勉強をサボっていたのを毎日後悔しています・・・）

## 5. これまでを振り返って

入社から7年間で、研究開発～製品化までの一連の流れを経験し、振り返ってみると、技術シーズを製品化まで持っていくには非常に長い道のりがあることを痛感しています。とくに研究開発の現場では、技術的に優れていることに目が行きがちです。もちろん技術を磨くことは重要なのですが、少しだけでも、その技術がどのように役に立つのか、市場に受け入れられるためにはどうすればよいのか、という視点も研究者には必要なのではと思います。

最近 I H I では、研究開発に「デザイン思考」取り入れるため、東北芸術工科大学とビジネスパートナー協定を締結しました[7]。デザイン思考とは、想定するユーザーの行動パターンやニーズ、問題点を具体的に考え、仮説を立てた上でそれに対する解決方法となるアイデアを具現化していくというアプローチです。いわゆるマーケット・イン、顧客起点と言った方が分かりやすいかもしれません。研究や製品開発においても、潜在顧客の困りごとを起点とし、仮説を立て、困りごとに対する解決手段として手持ちの技術を生かすというアプローチが今後の製品開発には重要なのではないかと考えています。

## 6. さいごに

自分のこれまでの会社生活を振り返ってとりとめもなく書いてしまいました。I H I の宣伝に始まり、私の漠とした妄想に終始してしまい大変恐縮ですが、読んでいただいた皆さんの何かしらの参考になれば幸いです。

[1] 日本経済新聞、「博士」生かせぬ日本企業(2019)、

<<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO53006550V01C19A2SHA000/>>

[2] 京都大学工学部・工学研究科、博士学位取得者からのメッセージ、

<<https://www.t.kyoto-u.ac.jp/ja/admissions/doctor/dmessage>>

[3] 株式会社 I H I 、技術の系譜図、<[https://www.ihl.co.jp/ad\\_cm/](https://www.ihl.co.jp/ad_cm/)>

[4] 株式会社 I H I 回転機械エンジニアリング、バイナリーとは?、

<<https://www.ihl.co.jp/compressor/binary/binary/>>

[5] I H I 技報、100kW級中型バイナリー発電装置「Heat Innovator®」によるエンジン排熱の回収、

<[https://www.ihl.co.jp/var/ezwebin\\_site/storage/original/application/608784b4fd7ec9ebcc42fb194cbede65.pdf](https://www.ihl.co.jp/var/ezwebin_site/storage/original/application/608784b4fd7ec9ebcc42fb194cbede65.pdf)>

[6] 株式会社 I H I 、プレスリリース2018/3/19、

<[https://www.ihl.co.jp/ihl/all\\_news/2017/resources\\_energy\\_environment/2018-3-19/](https://www.ihl.co.jp/ihl/all_news/2017/resources_energy_environment/2018-3-19/)>

[7] I H I 技報、東北芸術工科大学× I H I 、

<[https://www.ihl.co.jp/var/ezwebin\\_site/storage/original/application/fb88d483f748d7a17f9f090169ebcbe9.pdf](https://www.ihl.co.jp/var/ezwebin_site/storage/original/application/fb88d483f748d7a17f9f090169ebcbe9.pdf)>

**series** わたしの仕事 (15) 国立天文台

中本崇志 (H23/2011卒)

**○ はじめに**

私はソフトウェアエンジニアです。京機会なのに「なぜソフトウェア？」と思われるかもしれませんが、私は中学生のときからプログラミングが好きで、ソフトウェア開発の仕事はずっと志していました。大学受験で学科を選ぶにあたり、ソフトウェアだけを学ぶのでは面白くないと思い、あえて情報学科以外の中からなんとなくつぶしがききそうな物理工学科、そして機械システム学コースに進みました。学部と修士では松久先生の振動工学研究室に在籍し、2011年に修士号を取得しました。実験（装置製作も含む）とシミュレーションの両方を一人でやる研究室だったので、技術者としての基礎が身に付いたと思います。

**○ 海外インターンシップと最初の会社 Cosylab**

修士課程の途中でVulcanus in Europeという奨学金プログラムに当たり、1年間休学してスロベニアという国で語学研修と、Cosylab社でのインターンシップを経験しました。応募時に学業成績や推薦状を提出するのですが、成績はかなり悪い方でしたが、機械学会関西学生会などの学外活動が評価されてマッチングに通った、と後で聞きました。海外企業では専門分野とその分野の成績や実績を問われることが多いですが、そういった学外活動も評価に繋がるというのはちょっと意外でした。同社は加速器や核融合炉といった大型物理実験施設向けの監視制御システムを主に開発する会社で、そこでソフトウェアとハードウェアを結び付けてモノを制御することを覚えました。インターンシップ中には、客先である国際核熱融合実験炉（ITER）に出向いて仕事もしました。ITERは日本も参加する国際プロジェクトです。この頃から、国際プロジェクトに技術者として関わるってカッコいいなと思い、国際プロジェクトを志向するようになりました。

修士取得後に正社員として採用され、同社の最初の海外拠点である日本支店を立ち上げました。顧客開拓のための営業や入札対応業務を最初のうちは行っていました。仕事が取れず、技術者としての仕事がなかなかできずに苦悶していたのをよく覚えています。数年たってようやく軌道にのり、技術者としての仕事がで

きるようになってきました。ただ、多くの国際的な科学技術プロジェクトは国立の研究機関が主導しており、よりプロジェクトの中核に関わりたいと思い、ソフトウェアエンジニアの募集がかかっていた東京・三鷹の国立天文台に移りました。

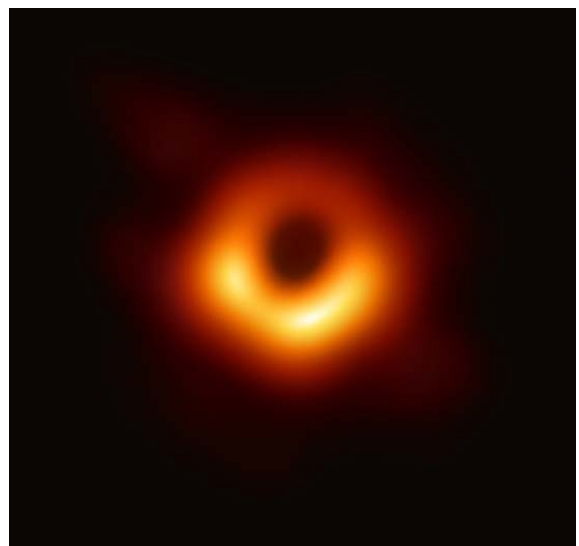
## ○ 国立天文台（ALMA編）

大学共同利用機関法人自然科学研究機構国立天文台には世界中の天文学者が集い、天体観測や理論研究などが行われています。それだけではなく、世界水準の望遠鏡を建設・運用し、台内外の天文学者の共同利用に供することも重要なミッションの一つとなっています。つまり、国立天文台が望遠鏡を作って、大学などの研究者がその望遠鏡で観測します。望遠鏡建設・運用のため、数多くの技術者を国立天文台は擁しており、私もそのうちの一人です。近赤外領域では補償光学、電波領域では干渉計技術などにより、宇宙望遠鏡と比べて地上望遠鏡の方がコストや解像力などの点で利点があり、国立天文台ではこれらの地上望遠鏡が主力プロジェクトとなっています。

私は主に2つのプロジェクトに関わっています。1つはALMAという電波望遠鏡です。計66台のアンテナで天体からの電波を捉え、干渉させることで、天体画像を取得する望遠鏡です。日米欧の国際プロジェクトで、南米チリのアタカマ砂漠の約5,000mの高地に建設されています。直近では、M87中心の超大質量ブラックホールの直接撮像にALMAが使われたのがみなさんにとって一番身近な成果かと思います。



ALMAがある5,000mの高地  
日本が担当したアンテナの前で



M87中心のブラックホール画像  
(Credit: EHT Collaboration)

私がこのプロジェクトに加わったときには建設はすでに終わっており、運用フェーズに入っていました。ただ、ALMAに限らず、大型の物理実験施設では常に最新の研究成果が効率的に得られるよう、建設後に性能や信頼性の向上を行い続けます。その一環として、私は韓国との合同チームで、新しい分光相関器を設計・開発しています。ALMAではアンテナで受信した電波をデジタル信号に変換します。各アンテナからは96Gbpsのデジタル信号が出力され、それらが一ヶ所に集められ、FFTを用いて相互・自己相関処理をリアルタイムに行います。国立天文台はFPGA技術を用いた専用設計の相関器を開発・保守していますが、その機能の一部をより安価な汎用計算機とGPUを用いて実現しようとするのが私の仕事です。そうすることにより、ほとんどの機能をソフトウェアで実装することができ、将来的な拡張性にも優れたものとなります。

多くの国際プロジェクトでは、新しいシステムや装置を導入するのに世界各国の専門家による設計や計画の審査を受けなければなりません。この審査を「レビュー」と呼びますが、レビューを様々な段階で受け、パスしていく必要があります。私は最終設計段階のレビューのために各種エンジニアリングを行い、大量の英文文書を作成し、レビューアからの容赦ない指摘や質問に答えていくということを最近行いました。レビューが終わった後には、疲れがどっとでましたが、一方で国際プロジェクトに貢献できた実感をもつことができ、技術者として経験値を積むことができたと思います。

ちなみに、機能のほとんどはソフトウェアで実現されるのですが、実際に設計を進めていくとハードウェアの問題にぶつかることが多かったです。例えば、計算機を含む多くの電子機器は高度5,000mで使うようには設計されていません。電子機器にとって高地で一番問題となるのは放熱の問題です。計算負荷により発生する熱は、通常は空気の自然対流や強制対流により放熱させます。しかし、高地では空気が薄いために放熱性能が悪くなるのです。普通の計算機は計算性能を落とすなどして過熱を防ぐようになっているので安全ではあるのですが、必要な計算性能は確保しなければいけません。性能を確かめるには現地で試験するのが手っ取り早いのですが、日本からチリは遠い上、5,000mの環境は人間にとっても過酷でもあり（人によりますが、私は酸素ボンベがないとキツイです）、しかも望遠鏡はすでに運用段階に入っているため、現地試験を実施するのは簡単ではありません。

せん。そこで、ベンチマークソフトを用いた低地での実験と解析などを組合わせて、必要な性能が5,000mの環境でも得られることを示すことになりました。この解析には熱流体力学の知識が必要で、社会人になってはじめてヌセルト数を使いました。「つぶしがきく」と思って進んだ物理工学科でしたが、そこでの学びがこんなところで活かしています。

## ○ 国立天文台（TMT編）

私はTMTというプロジェクトにも関わっています。TMTはThirty Meter Telescopeの略で、その名の通り口径30メートルの光赤外望遠鏡です。日米加印中の5か国による国際協力により建設を目指しており、設計が進められています。私は近赤外撮像装置と望遠鏡制御システムのソフトウェア設計・開発などに携わっています。設計途上なのであまり記事として書くことがないのですが、この記事を書く直前に、プロジェクト本部があるアメリカ・カリフォルニア州ロサンゼルス近郊のパサデナというところに異動しました。国立天文台では、研究技師系と呼ばれる技術者のポジションは公募という形で広く台内外から採用・昇任がなされており、私も公募による選考を経て今のパサデナでのポジションを幸いにも得ることができました。国際プロジェクトの中枢にさらにもう一歩近づくことができたと感じています。これからの仕事を楽しみにしているとともに、重責を感じているところです。



TMTの完成予想図（クレジット：国立天文台）

## ○ プロジェクトの国際化と大型化にともなって

物理・天文分野における大型施設は、性能向上のために施設がより大型化していく傾向にあります。建設費が一千億円を超えると、日本だけでは費用を賄うこ

とができないため、複数の国で一つの施設を建設・運用するのが2000年頃からの傾向となっています。国立天文台で最新の二大プロジェクトであるALMAとTMTはどちらも国際プロジェクトです。また、望遠鏡は大気の揺らぎや晴天率などを考慮して世界各地の中から建設地が選定されるため、条件の悪い日本国内には新しい大型望遠鏡はこの先ほとんど建設されないだろうと思われます。そのため、国立天文台に所属する技術者には、プロジェクトの国際化や大型化への対応が強く求められています。言語が英語なのは当たり前として、IECなどといった国際規格への対応や、系統的なプロジェクトマネジメントやシステムエンジニアリングなどがその典型例です。また、ソフトウェアの分野は開発手法や技術トレンドの変化が早く、ソフトウェア業界の慣習とプロジェクト全体のやり方をうまくマッチさせていかなければなりません。

また、多くの国際プロジェクトでは、各国は資金提供をするだけでなく、in-kind contributionとして施設の一部を製作するなどして責務を果たす必要があります。望遠鏡の場合には、貢献の割合によって各国の観測時間割当が決められるため、生産性は技術者にとってとても重要な点になります。一つのプロジェクトの下で、各国の技術者は協力しつつも、ある点では競争でもあると私は感じています。世界的な競争の中で、国立天文台の技術者は、個人としても組織としても生き残りをかけて自分たちのスキルを上げていかなければなりません。「ソフトウェアは全部××国で作れば良いよね」などと言われたら、私は居場所がなくなることでしょうし、そうなりつつあるところに危機感を抱いています。

大型化に伴ってプロジェクトが長期化する傾向にあり、プロジェクトに所属する技術者一個人として見たときに大きな問題だと感じています。望遠鏡を建設から運用開始するまでに10年などといった期間が必要になってきています。国立天文台の規模では同時期に大型建設プロジェクトは1つか、せいぜい2つ程度しか走らせられません。そうすると、大半の技術者は生涯のうち建設に携われるのは2～3回程度となってしまう、学んで次に生かすというサイクルがほぼ回らないことになってしまいます。モチベーションを保つのも容易ではなく、うまく区切りや小プロジェクトを設定し、レビューなどといった機会を利用して評価を受けることで、成長の機会を求めていく必要があると今のところ私は考えています。他の業界でも似たような状況があるのであれば、そののところどう取り組んでいけばよいのか、せっかく京機会という場があるので、情報交換とかできれば良いなど

勝手に思っています。

## ○ 技術者視点で国立天文台の良いところ

望遠鏡本体などの大型装置の設計・製作などでは、メーカーの協力を仰ぐ必要があり、国立天文台の技術者の仕事の中心は仕様策定やインターフェースの取り纏め、テスト・検証などになります。一方で、国立天文台では自分たちで装置の設計・製作もできるところが他の国立研究機関と比べたときの強みです。例えば、メカニカルエンジニアリングショップと呼ばれる工場が台内にあり、一通りの工作機械があるので、装置の設計から製作、評価までを行えます。TMTの近赤外撮像装置では、国立天文台の研究者・技術者が光学・機械・電気電子・ソフトウェアの設計を行います。近赤外装置では、装置自身からの熱輻射が観測の妨げになることから、油などの液体潤滑剤が使えない液体窒素温度・真空環境下で光学部品をアクチュエータで動かすことになるのですが、そういった特殊環境下でも動かせる装置を設計できる機械系技術者がいるのはとても強力です。開発要素も多々あり、このような環境下でも装置が信頼性をもって動作するかどうかを確認するためのプロトタイプ試験に、私はソフトウェアエンジニアとして関わることもあります。こういった開発から設計までが台内で完結できるのはとてもよい環境だと思います。

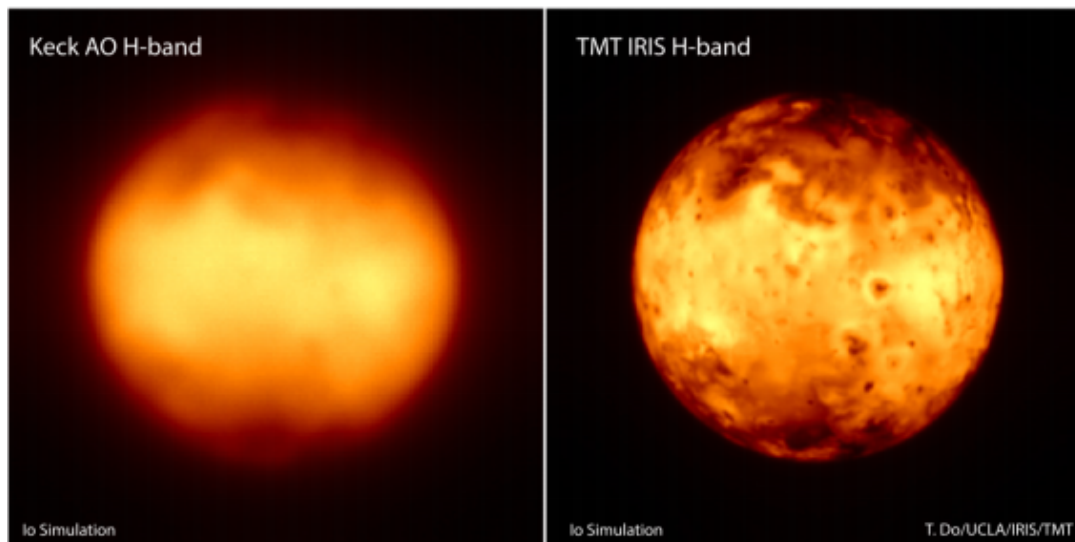
ソフトウェアに関して言えば、デバイスに近い下位のソフトウェアについてはメーカーが設計・開発をすることが多いですが、上位のソフトウェアは他国の大学や研究所と共同で国立天文台の技術者が設計・開発・試験を担当することが多いです。エンドユーザーは天文学者になるため、ソフトウェアエンジニアを台内に擁することで、天文学者からの要求に比較的素早く対応できるのがユーザー視点のメリットです。また、自分たちで設計して、コードを書いて、試験・運用まで一貫してできる環境というのは、技術者個人の成長という観点でとても良いことだと考えています。

国立研究機関ということもあり、メーカーと比べると、自分達で設計・開発した技術に関しては公開する方向の力学が働きます。他国でも似たような文化が共有され、同じプロジェクトやチーム下では詳細な技術文書などがお互いに見られたりしますので、とても参考になります。一方で、自分が設計するものはみんなに見られるので、中途半端なことや誤魔化しがきかないところは大変なところでもあります。見られなくても、ちゃんとやらなければいけないのは重々承知して



いますが。

ちなみに、国立天文台の技術者としてやっていくにあたって、天文の知識はほとんど不要です。星座の名前を聞かれても私は全く分かりません。上位要求仕様は天文観測の視点から記述されるので、それを下位仕様や設計に落とし込むのに天文の知識が必要なときもありますが、全ての技術者がそれを行うわけではありません。とはいえ、天文の知識があった方が理解が早いし、楽しいので、私は時間を見つけて勉強するようにしています。分からないことがあれば、同じオフィスにいる天文学者に聞けます。要求仕様書やサイエンスケースの全てが理解できるわけではありませんが、素人ながらもサイエンスの面白さが分かるので、やる気につながります。あと、自分の仕事を説明するのにきれいな天体画像が使えるのはこの分野ならではのと思います。ビジュアル、重要ですね。



TMTが完成すると右のように地上からでも木星の衛星イオがくっきり見えるらしい (Wright et al., The InfraRed Imaging Spectrograph (IRIS) for TMT: latest science cases and simulations, 2016より)

## ○ おわりに

国立研究機関の（研究者ではなく）技術者という、京機会会員の中では比較的珍しい仕事をやっていると思います。メーカーなどとは少し異なった競争原理や技術者への要求がありつつも、必要とされる素養は大きく変わらないかと思っています。物理・天文分野ではプロジェクトの国際化・大型化の流れの中で成果の出せる技術者が必要とされており、そういったところにも私たちが活躍する場があるんだということで、この記事が（特に若手の）皆さんのキャリアに少しでも参考になればと思います。

## わたしの仕事 (16) ソニー

寺本勝行 (H21/2009卒)



### 〇はじめに～自己紹介～

私は学部・修士を吉田英生先生・岩井裕先生の熱工学研究室にて修了後、2011年にソニー株式会社に入社しました。その後再び2014年に社会人博士課程に編入学し、2020年3月に博士号を取得するまでのべ9年間に渡り吉田先生・岩井先生に師事し、人生の恩師として大変お世話になりました。その間、修士の際にはカナダのトロント大学<sup>1</sup>、社会人になってからは会社からの研究員として米国のスタンフォード大学に留学する機会に恵まれたこともあり、日本と海外（主に北米）におけるAcademia/Industryの役割分担、博士課程の位置付けの違い、また企業の国際的な研究力とはどういったことかなど、多くの視点を学ぶことが出来ました。昨年に米国からの帰国後、自身の博士論文を完成させねばと執筆に励んでいるところ、吉田先生から「わたしの仕事」への寄稿の依頼を頂きました。一度目は学生、二度目は企業からの研究員としてという立場を変えての留学経験、社会人博士として研究室に戻るに至った経緯など、少し違った経験も交えて仕事のお話をお伝えできるのではとの思いから執筆をさせて頂くことにしました。

### 〇ソニーでの仕事

2011年にソニーに入社以来、私は光学素子の開発から量産展開までを行う部署に所属し、主にデジタルカメラ向けのガラス系レンズ素子の開発に従事してきました。レンズというと旧来からの技術のように思われる方もいらっしゃるかもしれませんが、現在のレンズは非常に高精度な加工技術の結晶であり（ちなみにガラスは非晶質ですが）、サブミクロン（0.1 $\mu\text{m}$ ）オーダーの精度が要求されます。私はガラスモールドレンズと呼ばれる、ガラス材料そのものをプレス成型してレンズを産み出す技術において、その開発から量産展開までを担っています。本技術は、研磨加工では作製が困難な20次の多項式で表されるような非球面形状の表面をもつレンズを作ることができる技術で、美しい写真やカメラレンズの小型化

<sup>1</sup> トロント大学留学記 <http://www.wattandedison.com/Teramoto.pdf>

に大きく寄与しています。技術的に見ると、金型加工、金型表面に使用する特殊コーティング、成形プロセス、成形装置、また非球面のサブミクロン形状を高精度に評価する測定機と後段処理のアルゴリズム、更に各種シミュレーション技術まで、とにかく幅広く多様なモノづくりの技術が要求されます。現在10年目になりましたが、3年単位ぐらいで様々な関連技術を学びながら仕事に取り組み、やっとおおよそ本分野全体に理解が及んだと感じるようになってきたところです。

読者の方の中には学生の方も多くいらっしゃるかと思います。大学／大学院で学んだことがどう仕事に生きるのか、研究と異なるテーマの仕事をした際に研究で養った力をどう生かすのか？ これは良くある問いかと思えます。私の場合も大学での研究テーマ（メタン改質による水素生成）と現在の仕事（ガラスレンズ開発）は全く異なりますが、技術的観点では大いに繋がっており、学問が生きています。具体的には、材料力学や熱力学、また伝熱工学で得た知見などは成形技術に、また有限要素法を用いたシミュレーション開発なども大学で概要を学んでいたことが活かしました。ガラスの変形はレオロジー（粘弾性物質）として扱うことが出来ますが、これは液体と固体の両側面をもつ物性値の表現であり、流体力学で学んだことがここに繋がったか！と感じるなど、業務の中で常に学問の恩恵を感じます。しかし、より本質的に重要なのは、体系的な学問の理解、つまり抽象化された概念を理解することは、具体的な現象をただ目の前の現象として見るだけでなく、一つ上の視点から体系の一部・構成要素として生じる現象だと見ることが出来ることだと思えます。ガラスの成形一つをとっても日々新たな現象（＝産業的には問題・課題）と出会うわけで、それを抽象体系に繋げて見ていくことで、問題の解決はもちろん新たな課題の予測までたどり着けることもあります。そういった意味で、抽象の体系である学問は具体の連続である日々の業務に活かすことが出来る、これを自身では「抽象と具体の梯子を行き来する」と意識化して取り組んでいます。



ガラスモールドレンズ（Sony HPより）

## ○米国スタンフォード大学留学～企業からの研究者として～

入社から7年目、社内選考の結果、幸いにして社費留学のチャンスを得ました。ちなみに詳しくは後述する社会人博士の最中でしたが、吉田先生は「しっかり結果を出してこい！」と強くプッシュして下さり、非常に心強く感じたことを記憶しています。留学形態としては研究者としての派遣、受け入れ先の選定から交渉（金銭面含む）まで全て自身で行うものでした。行きたい研究室を絞り込み、繋がりを持った人を探し、見つければ紹介をお願いし、無ければ直接教授にメールで連絡しSkypeにつなげる。よくあるプロセスですが、メールは返ってこない、返ってきても断られる、Skypeで話しても断られるが続き、相当ハードでした。そして受け入れ拒否の原因が、会社からのFundingの規模や共同研究期間、派遣研究者の人数など、共同研究先として大学側が企業に求めるスケール感の差でした。実は直前にScience誌を賑わしていたテーマで世界的にもホットだったことから、韓国のSamsung、中国のHuaweiなど名だたる世界的な大企業が挙って共同研究を模索しており、派遣研究者1人として限られた研究費を持って行く規模観の留学は相手にしてもらえなかったのです。予定していた渡航時期が4ヶ月後に迫るも受け入れ先が決まらず、最後のチャンスとして国際学会でメールでは一度断られたスタンフォード大学の先生を突撃訪問し、共同研究テーマをその場で議論、最終的に受け入れ許可が下りました。

このプロセスだけでも非常に大きな経験となりましたが、日本企業という観点で見れば個人が鍛えられて良かったでは済まされない背景があります。留学後に出会った世界各国の企業からの研究者との会話から、世界中の大学の最先端の研究をビジネスにつなげていくため専門的なチームがある企業が少なくないことが分かりました。彼らは、億単位の予算で研究プロジェクトを立ち上げ、プロジェクトごとに複数の研究室を選び数千万円の共同研究費にて関係する有力な研究室を抑えていく、善し悪しは別として他社が入り込む隙は無くなっていくようなやり方です。共同研究先には研究者を送り込みますが、研究者の仕事は研究ではなく研究マネジメントであり、1人で複数の大学、複数の研究室に派遣されている研究者の方もいました。一方、日本企業では会社として大規模な国際な共同研究を主導していく形というよりは、必要に応じて部署ごとに対応するという形が一般的かと思います。Fundingの規模やスピード、大学との人脈や共同研究を交渉していくノウハウが分散してしまうため、共同研究にこぎつける前に競争に負けるこ

とが生じつつある現状を目の当たりにしました。

上述した現状の中、幸いにしてスタンフォード大学に留学出来ました。企業からの研究者としての留学は学生時代のトロント大学留学時とは全く異なる重要な点を気づかせてくれました。それは、私自身の研究のみではなく、研究室 対 会社を意識すること。会社には私個人をはるかに超えるリソースがあるため、自身が研究することに加えそのリソースを大学側に繋いでいき、より大きな成果を産



スタンフォード大学



同僚と学科のクリスマスパーティーにて  
(右から2番目が筆者、左側が妻と長男)

むことが出来ないかを意識することでした。そういった観点から、留学先の教授との議論もかなりの時間を産業展開まで見据えて今後どのようにコラボレーションしていくかに充て、併せて会社側との交渉も行いました。結果、自身が帰国後もより大きなテーマを立てて共同研究を続けていくことに成功し、現在は日本側からそのプロジェクトに関わっています。

## ○社会人博士

前述したように、現在は非常に充実した会社生活を送っておりますが、入社直後は様々なギャップに苦しみました。最も大きかったのは配属でした。当時のソニーは機械系という大きな枠で採用の後、面談を踏まえて配属というものでした（現在はより細かなテーマごとに応募・採用）。先に記したように、修士時代の研究テーマはメタン改質による水素生成であり、私は当時の研究所で実施されていたエネルギー関連の研究を希望しましたが、蓋を開けてみると配属先はガラスレンズ開発。これまでデジタルカメラこそ使うものの写真に興味もなければ光学に馴染みも無い私は大いに戸惑いました。また、修士時代はカナダに留学し世界の人たちと仕事がしたいと意気込んで入社しましたが、光学や光学素子の分野は日本が世界でも非常に強い分野です。ほとんどの関係先は日本企業であり、それも学生時代に想像していたキャリア像とギャップが大きく私を苦しめました。転職も考えましたが、何も学んでいない状態で移ることは逃げになる、少なくとも一つ結果を出すまではやろうと歯を食いしばったことを記憶しています。

入社3年目が終わること、そういった葛藤を吉田先生に相談し、社会人博士として研究室に戻れないかをお願いしました。通常、社会人博士というと大学・企業間での共同研究に関連するなど、会社での仕事と間接的にでも繋がっていることが普通ですが、私の場合、自身の技術的知見の向上、修士時代に研究をもっとやりたいと思った思い、またカナダ留学で感じた海外における博士号の重要性が動機であり、場所も京都と東京ということでもかなりチャレンジングなものでした。今思い返すと甘く見ていた節があり、何よりもフルタイムで仕事をした後、家族がある中で自身の時間を研究に充てるというのは非常にハードで難しいものでした（家事の分担が疎かになると妻からは趣味で研究してるのだから！と何度も叱責を受けました(笑)）。当初は共同研究として一緒に進めていた修士課程の学生さんとの議論にもついていけなくなり、最初の2年間は何も結果が出せないまま過

ぎてしまいました。そんな中、岩井先生より、固体酸化物型燃料電池（SOFC）に対するメタン-アンモニア混合燃料という世の中で前例のないテーマを頂き、これが非常に面白く没頭して取り組むことが出来ました。また、遠隔で共同研究を行う上では会社でチームを見る立場になったことも大きく寄与しました。実験系を考え、計画を組み、結果を見て考察する。そしてそれを周囲に協力を求めながら動かしていく。これは当にプロジェクトを動かしていくということですが、自身が人を動かしていく立場になり経験を積んだ結果、遠隔で新規テーマに修士の学生さん達と挑むこともうまく進められるようになりました。途中、会社からの米国留学も挟み時間がかかってしまいましたが、岩井先生に主査を頂き、先月無事に博士号を取得するに至りました。

## ○博士教育の重要性

社会人博士を終えたものとして、博士教育の重要性には是非触れたいと思っています。皆が認識する通り、近年は修士修了にて就職することが一般的であり、博士に進学することは企業への就職という進路には不利にさえなり得ること、また経済的なサポートが必ずしも十分ではないことなどにより大多数は博士進学を検討さえしない現実があるかと思えます。一方、米国では企業の就職においても博士号が重要であることや、自身の博士課程を振り返っても企業で仕事をする上でも本来は非常に強力な育成期間であるはずだと感じます。現状は一筋縄で変えられるものではありませんが、自身のカナダ・米国留学経験と社会人経験も併せて検討すると、重要な観点が3つあるかと思えます。第一に、博士課程で鍛えられるべき能力は何か、次に大学と企業が求める能力のミスマッチ、最後に大学と企業での人材育成の役割分担です。

博士課程で鍛えられるべき能力は何か、専門的な議論は出来ませんが私の経験から絞り込むと、1つのテーマに対し、深く、かつ多面的に考え、挑み、新たな知見を創り出していく思考+洞察+構築力、そして自身のみならず周囲の協力を得ながら事を進めていく遂行力、そして何よりこの2つを併せ持つことが重要であると思えます。例えば、私が所属していたスタンフォード大学の研究室では、企業側として研究を進める私のカウンターパートは博士課程の学生でした。企業側の多様な要望に対して深い議論をするための専門性を鍛えると同時に、企業相手のプロジェクトを動かすことも担っており、当に両側面のトレーニングを徹底的

に積む期間として博士課程が位置付けられていました。自身の社会人博士を振り返っても、物理的に距離が離れ時間的制約が大きかったため、研究に求められる思考力や洞察力に加えて、事を動かす遂行力が必要となり、両観点を同時に使いこなす非常に良いトレーニングになりました。

では、大学と企業のミスマッチとはどういうことか。従来、日本の大学での博士課程は主に前者、つまり思考+洞察+構築力に重きが置かれていたのではと認識しています。本来それは企業においても非常に重要な視点ですが、特に企業では後者である遂行力が無ければただの評論家になりがちです。多人数が関わるプロジェクトが多い業務においては必ず遂行力が求められますので、前者のみが強く後者がこれからトレーニングだと、企業ではどうしても専門性は高いが使えない奴、といった方向にとられがちです。ここで重要なのは、決して思考+洞察+構築力が求められていない訳ではない点です。当然ですが、深く多面的な考察は常に重要です。更に言えることは、遂行力があれば例え博士の専門性と企業でのアサインにずれがあっても、遂行力で周りの協力を得ながら事を動かし、既に鍛えられている思考+洞察+構築力で新たな分野をすぐに学んでいくことができます。博士課程において両側面を鍛えること、これが何より重要かと感じています。

ではそもそも博士教育のような人材育成がどこでなされるべきか、大学と企業の役割分担についてです。日本では企業においてその教育が成されるという指摘があるかと思ひ、現在でもある程度は当てはまると思ひます。それは、欧米企業のようにJob Descriptionで明示的な役割を与えられその遂行を評価される考え方に対し、ある程度の隙間を残した採用と業務アサインを行い、教育的観点での業務アサインの中で長期的に人を育てていくという企業と従業員の関係性の違いによるものかと思ひます。一方で、昨今は企業における中央研究所の廃止が続くなど基礎研究が減少し、よりビジネスにつながる短期的な応用研究に絞ることが少なくなかと思ひます。また、転職が一般的になってくるなど企業と従業員の関係性も欧米（特に米国）に少しずつですが近づいてきています。これは人材育成の観点でみると企業内において、深く、多面的に、じっくりと考え挑むという経験をするのが難しくなっていることであり、より大学等の高等教育機関でのトレーニングは重要となってくるかと思ひます。社会人として博士課程を経験しその有用性を実感した立場としては、大学、企業双方の理解が進むこと、また社会的に博士レベルの教育の役割を担う主体についても議論が進んでいくことを



願っています。

### ○最後に～変化は成長の糧～

思い返せば大きな学びはいつも環境の変化に対して、その咀嚼と適応から得られてきたと感じています。変化は自身で選んだものから受動的なものまで種類も大小も様々です。大学への入学、研究室への配属、就職、2度の留学、社会人博士、またプライベートで言えば結婚や子どもを授かったことも含まれます。そしてその変化には常に何かしらの判断があったと思います。判断が正しかったか間違っていたかよりも、正しかったと自身が思えるように結果を作っていくという心持ちが前に進む原動力になっていると感じます。

これから進路を決める学生の方にとって就職は判断が難しいこともあるかもしれませんが、いざ決めて就職してみると大きなギャップに苦しむ方もいるかもしれません。ここに記させて頂いた私の経験は一例でしかありませんが、何かしらの葛藤が生じた際はそれを噛み砕き、その変化を成長の糧として捉え、何かしら次の行動に移して頂けると良いと思います。たとえ時間がかかっても、必ず次に繋がる気づきが得られ、新たな成長の機会が伴ってくると思います。

## わたしの仕事 (17)コスモエネルギー開発

臼井智哉 (H21/2009卒)



### はじめに

私は学部・修士と振動工学研究室に在籍し、当時教授でいらした松久先生に師事しました。卒業後は、機械系の皆様から少々縁遠いであろう石油開発業界に身を置いています。現在はアラブ首長国連邦 (UAE) に赴任し、UAEとカタール国の国境線上にあるエル・ブンドク油田からの原油開発・生産に携わっています。

京機短信にてOB・OGの皆様の寄稿を拝読していて、私とは遠い世界で皆様ご活躍されているので、今回執筆の依頼が届き大変驚いております。石油開発業界は機械系の卒業生・学生の皆様に馴染みがないものと思いますが、私が京大卒業後どのようにして今に至っているか、また業界や仕事についてなるべく平易にご説明できればと思います。

激動のコロナウイルス禍で今後社会情勢が変わることかと思えます。そんな変化の時の中、学生の皆様にとって、自由な発想で将来について考えていただく一助にでもなれば幸甚です。

「学生時代」・「石油開発とは」・「就職」・「退職、そして英国留学」・「現在の仕事」の5部構成にさせていただきました。思いがけず長文になってしまいましたが、最後までお付き合いくださいませ。

### 学生時代 (石油開発業界に入った経緯)

学部・修士と機械工学の学生として過ごしたわけですし、入学当初から何かしらものづくりに関わりたいとぼんやり思っていました。ところが、年次が上がるに連れ、先の人生についての不安を感じるようになりました。特にメカ好きな学生仲間が持つロボット、自動車、航空機などへの深い愛情を見ていると、彼らと同じ道を目指したときに彼ら以上に価値を見出せるだろうかと思ったものです。その不安の中で私が一つ抱いていた願望が、日本の外に出て活躍したいというものでした。幸いにも幼少期に6年ほどアメリカに住んでいたことがあり、国外に出ることへの抵抗がなかったのだと思います。

そんな不安と願望を抱えた修士1回生になりたての春先、吉田キャンパス物理

系校舎の掲示板を眺めていると、「Schlumberger 海外インターンシップ 費用会社負担・日当支給」といった見出しのポスターが目に入りました。「Schlumberger」が何なのかは当時皆目検討つきませんでした。「会社のお金で海外行けるってめっちゃええやん！」と飛びつきました。後からSchlumberger(シュルンベルジェ)について調べてみるとフランスに起源を置く多国籍の油田サービス会社(油田に関わる種々のデータ計測、解析、操業等を行う会社)ということが漠然と分かりました。が、そんな事業内容は正直何でもよく、海外に行けるという希望による推進力だけで応募し、運良く、その年の夏に1ヶ月半、米国ボストンの研究所でのインターンシップに参加させていただくことができました。その際、掘削に関する数値シミュレーションに携わり、ものづくり以外の世界でも機械系の知識を活かせることを肌で感じる事ができた貴重な経験となりました。

そんな経験を経て、自分の海外に向けた関心と、機械系の知識を活かせる場としての(自分にとっての)目新しさが、そのまま石油開発という仕事への興味につながり、私はインターンシップでもご縁のあったSchlumberger社の日本法人に入社することにしました。

## 石油開発とは

社会人になってからの私のキャリアについて書く前に、そもそも石油開発とは何か、について簡単に説明したいと思います。

多くの方にとって、石油と聞くと身近なものとしてガソリンやジェット燃料が思い当たるかと思います。その他にも火力発電所で蒸気タービンを回すための熱源としてや、プラスチック製品の原料などとしても利用されます。こうした石油を元にした最終製品が日本に届くまでには、いくつかのステップが必要となります。それらのステップを川の流れに例え上流・中流・下流の三つに分けられます。

### (図1)

- ・ 上流：油田の探鉱・開発・生産
  - ・ 中流：石油精製(製油所など)
  - ・ 下流：石油販売(ガソリンスタンドなど)
- 私が今回の記事で触れている「石油開発」はこの区分での「上流」にあたります。業界特有の表現ではE&P(Exploration & Production)と呼ばれるところになります。なお、この記事では「石油」の開発と表現しておりますが、天然ガスの開発も同じE&Pビジネスのく

くりに入ります。

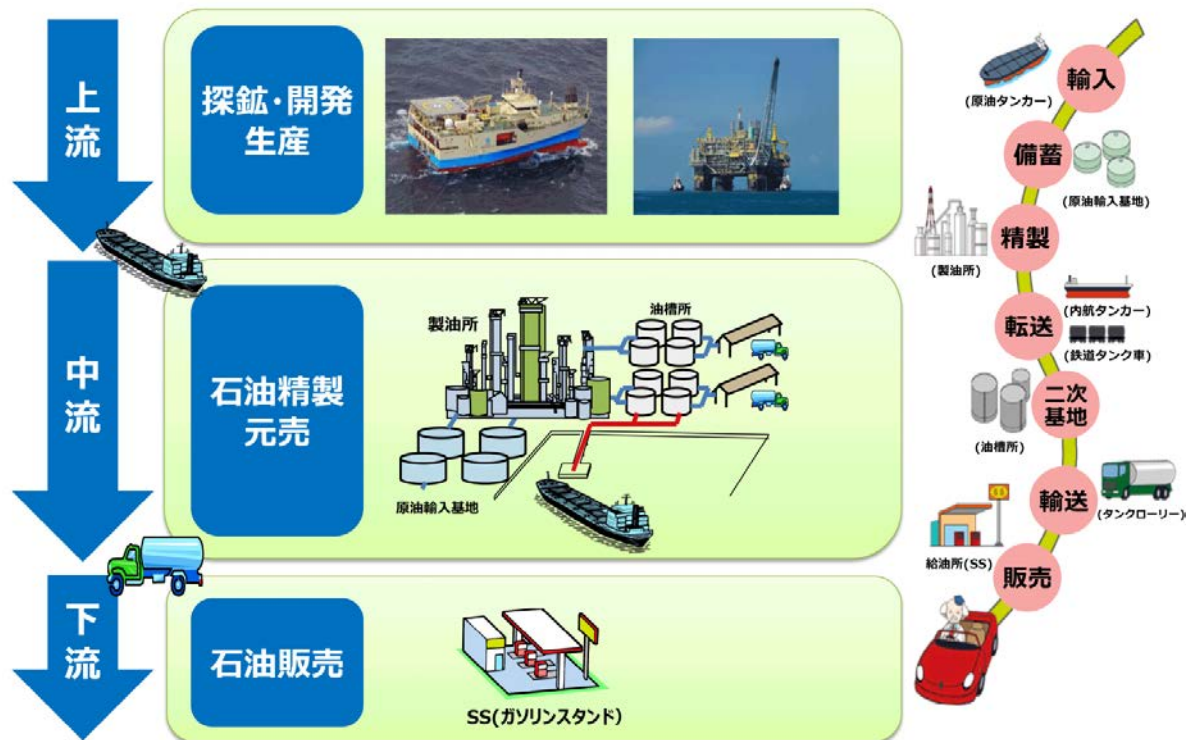


図1 石油が一般消費者に届くまでのステップ（出典：資源エネルギー庁）

石油がどうやって地中に存在できるかということについては、未だ諸説ありますが、海に溜まった有機物（生物の死骸）が数億年・数千万年といった長い年月をかけて化学変化したというのが最も有力な説と考えられています。日本には石油資源が少ないこと、一方で、中東には多く存在することはほとんどの方がご存知かとは思いますが。我々が採集可能な石油資源が存在するには一般的にいくつかの条件があります。（図2）

- ・条件1：有機物を豊富に含み、石油を生成する能力を有する岩石が存在すること（＝根源岩）
- ・条件2：多孔質で浸透性のある岩石が石油が移動し集積する場所として存在すること（＝貯留岩）
- ・条件3：石油を溜める容器となる地質構造が存在すること（＝トラップ）
- ・条件4：集積した石油が散逸するのを防ぐ地層（＝シール）

石油開発というのは、これらの条件が揃った場所をいかに見つけ（探鉱）、地中に見つかった石油をいかにして取り出すか（開発・生産）を追い求めるもの、と表現できます。

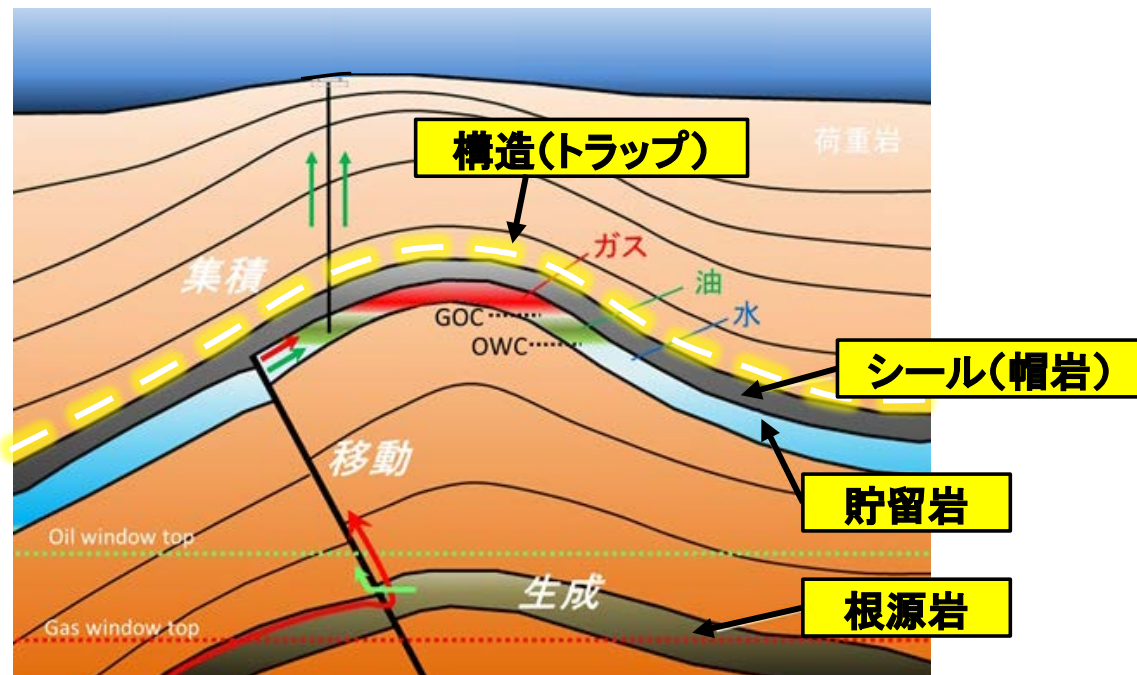


図2 石油資源が存在するための条件  
(出典：石油天然ガス・金属鉱物資源機構作成の図表を一部修正)

小学校の授業で、石油の可採年数は30-40年、と学んだかと思いますが、可採年数の定義は「可採埋蔵量（現存する技術で現時点見つかった油田から経済的に取り出さる石油）÷年あたりの生産量」であり、新しい油田が発見されたり、石油を地下から取り出すためのより効率的な手法が編み出されると、可採埋蔵量は変動していきます。技術者はこの可採埋蔵量の増加及び可採年数の維持に貢献する重要な役割を果たしていると言えます。石油大手メジャーBP社が毎年まとめている[BP Statistical Review of World Energy](#)の最新（2019年）の統計によると、可採年数はちょうど50年となっています。ちなみにこのBP統計、新旧エネルギーに関わる誰もがおそらく参考にする統計です。

## 就職

さて、私のキャリアに関する話に戻らせていただきます。先述の通り、シュルンベルジェの日本法人に入社したわけですが、最初の勤務地は日本ではなく、サウジアラビアのアル・コバルという場所でした。私が入社したシュルンベルジェの日本法人は、掘削を行った井戸の中で地下のデータを計測（検層）する機器の開発・製造センターという立ち位置でした。社内には、一部の希望者をフィールドエンジニアとしてユーザー側の経験を数年させた後、機器開発拠点に戻すというグローバルプログラムがありました。「フィールド」と呼ばれる世界中の石油

開発の現場部門に派遣し、機器を使用して検層作業を実施するプログラムです。私もそのプログラムの趣旨に沿ってのサウジアラビア赴任でした。

現地での仕事内容としては、顧客（サウジアラムコ社）の持つ陸上及び海上の油田に配備される「リグ」と呼ばれる掘削施設（[図3](#)）にて、掘削機器に自社の計測機器を連結させ、地下3000-4000メートルもの地下で井戸周りの地層の比抵抗・孔隙率・比重などのデータ計測をして顧客に提出するというものでした。2016年に公開されたハリウッド映画「バーニングオーシャン(原題: Deepwater Horizon)」でリグでの仕事がある程度忠実に描かれている（シュルンベルジェ社も登場します）ので、ご興味ある方は参考になるかと思えます。



**図3** 左：ジャッキアップリグ（出典：コスモエネルギーホールディングスホームページ） 右：リグ上の検層キャビンにてデータ収集中の筆者

地下深くになると圧力は大気圧の数百倍、温度は100℃を当たり前のように超えます。その中で掘削の非定常な衝撃・振動にもさらされるわけですので、計測を行う電子機器やそれを据え付ける金属部分への負担は相当なものです。製品の設計上も耐久性は重点が置かれるポイントですが、使用環境が環境だけに、製品は頻繁に故障します。また、リグの操業は365日24時間止まることなく続いています。顧客は1日あたり数千万円の費用をリグや装置に対して支払っています。そんな大金が動く中、機器の故障が発生してオペレーションが止まり、トラブルシューティングをしている間も時間が消費されます。その間も顧客はリグやその他装置のレンタル費を払い続けています。自分の計測機器に故障が発生した時、顧客が感じるフラストレーションが誰に向くかは、察しがつくかと思えます。何度アメリ

力南部訛りの英語で罵倒されたか数え切れません（笑）

元々タフな勤務になることは承知の上で、覚悟をして臨んだ赴任でしたが、なかなか精神的にも身体的にもこたえました。僻地での連続勤務、中東の暑さ、上述の顧客からのプレッシャー。私と一緒に現地の同じ部署に配属されたサウジ人6人中4人が入社2カ月で辞めたというのがその過酷さを表していたかと思います。

ただそんな苦しみの中でも、石油開発自体の醍醐味については社会に出る前よりも魅力を感じていたのも事実です。そして技術者として、ただ石油のありかを指し示すヒントとなるデータを顧客に渡すよりも、自分がそのヒントを受け取る側となり、石油を実際に産み出す、業界全体の鍵を握る立場で仕事をしてみたいという願望が沸いたきっかけとなった経験でした。

## 退職、そして英国留学

サウジアラビアでのフィールドエンジニアとしての勤務は1年7カ月続き、それから神奈川県にあった日本法人の開発拠点に戻り、メカニカルエンジニアとして計測（検層）機器開発に携わりました。先述したような過酷な圧力・温度・衝撃が生じる環境で、いかに長時間機器が計測を続けられるかということが課題としてありました。材料選定や構造設計で知見を得ることにやりがいを感じられる任務だったと思っています。ただ思いのほか、日本法人にいながら海外に出る機会が無いというのが少しずつ引っ掛かるようになっていました。前述の石油開発の鍵を握る立場で仕事をしてみたいという願望が心に残っていたこともあり、シュルンベルジェ社を4年余りで退職し、石油開発に関するより専門的かつ広範囲の知識を得るべく私費での留学を決意しました。

留学先は今後のキャリアに少しでも箔がつくよう名門大学がいいだろうという考えと、修士号が一年で取得できる時間的な利点も考慮し、英国インペリアル・カレッジ・ロンドン（ICL）のMSc Petroleum Engineeringのコースに進みました。応募にあたっては、以前所属した大学（院）等の成績を提出するので、京大時代の学業成績がそこそこに良かったのは幸いでした。現役の学生の皆様も将来に生きてくる可能性がありえますので、今のうち出来る限りは良い成績をとることをおすすめしておきます。

留学先ではEU、アフリカ、アジア諸々から集まった十数か国60人あまりのクラスメイトとともに1年間石油工学の基礎から学びました（図4）。EUからの学生は

大学から進学してきた生徒が多く、アジアからの学生は私同様就業経験のある人が多かったのが印象的でした。大学のレベルで言うと、ICLは世界大学ランキングで例年10位以内に入る大学なので、優秀な学生が集まっていると想定していましたが、京都大学に在籍していた経験と比較すると、数学的なセンスは日本の学生の方が平均的に高いと感じました。一方で、外国の生徒が会得したことや実行したことを他者に披露する能力の高さには圧倒されるものがありました。いわゆるプレゼンテーションの能力です。私が休み時間にクラスメイトに教えてあげた内容を、次の授業でそのクラスメイトがいかにも自分の回答として自然に披露する、なんてケースもありました。



図4 International Field Tripでイランを訪れた際のクラス写真  
(筆者右から3人目)

1年の留学を終え、いざ再就職となるのですが、重大な問題に直面しました。留学を決意した2014年頃、ICLの当コースの卒業生は石油メジャーに進むケースが多かったこともあり、「大プロジェクトを多く手掛ける石油メジャーで技術と経験を身に着ける」か、「日本の石油開発会社にて日本国のエネルギー資源確保に貢献する」という二つの選択肢を見据えていました。ところが、いざ留学を始める2015年になるとシェールオイル開発の技術革新に起因した原油価格の暴落の影響（図5）を受けて、石油開発業界全体が一気に引き締めを開始しました。物を販売するビジネスに携わっておられる方であれば、自分たちが生産する商品の価値が一瞬で半額以下に下がるのがどれだけ大変なことかご想像いただけるかと思います。



私が留学前勤務していたシュルンベルジェ社でも2015年前半からグローバル規模での大幅な人員縮小を開始しました。留学を決めた際に私が会社を去ることを伝えていた会社の同期が、私よりも先に会社を去るという体験もありました。原油価格の低迷と業界の引き締めは私の留学中もずっと続き、石油開発業界はどの会社も採用をほぼ止める事態になっていました。欧州の石油開発会社は労働ビザの発給を必要としないEU出身学生の応募しか基本的に受け付けていないという話もあり、日本に戻り石油開発に携わることができる企業への就職という目標に絞ることにしました。



図5 WTI原油価格の変遷と筆者の留学のタイミングの悪さを表す図

日本での再就職活動も市況が苦しいだけに楽ではなかったのですが、縁あって現在のコスモエネルギー開発に採用され、晴れて留学前から思い描いた石油開発技術者への道を踏み出しました。(余談ですが、仮に原油価格が上がると石油開発業界にいる私などにとっては不況を脱する兆しとして喜ばしく感じられるのですが、この場合当然ガソリン価格等も上がりますので、業界外の皆様が抱く感情は私とは一般的に真逆ということになります。が、あまり敵視はしないでください...。)

## 現在の仕事

コスモエネルギー開発への再就職後、東京本社での勤務を経て2017年11月より

現在に至るまでUAEアブダビにオフィスを置くブンドク社に出向しました。UAEアブダビとカタール国の国境線上に位置するエル・ブンドク油田にて操業する油層技術者として働いています。ちなみにエル・ブンドク油田から生産された原油は日本に向けて出荷されていますので、皆様が日々使用するガソリンやプラスチック製品の一部に含まれて（いると信じて）います。

油層技術者が何をするか簡潔に述べると、「地下にある石油とその地層の状態や広がり調査・理解し、石油を効率的に取り出すための手段を考える人」と言うのが正しいでしょうか。新しい井戸を一本掘るには、数十億円ものコストがかかります。そのため石油を取り出そうと油田のあちこちに闇雲に井戸を何本も掘ることは許されません。数千メートルも地下にある油田のことなので、数本の井戸から集めた情報で全体を完璧に把握することは不可能です。不確実性がある完璧ではない情報量から、より確実性の高い手段を探り、次に掘る井戸をどこに配置すれば更なる利益を生めそうかを考えるのが我々の仕事と言えます。これまで収集されてきたデータと、それを元に構築したシミュレーションモデルを相手に、にらめっこの毎日です。



図6 エル・ブンドク油田 中央処理施設 俯瞰写真  
(出典：ブンドク社ホームページ)

さて、UAEとカタールの二国の名前を並べて聞くと不穏に感じる方もいるかもしれません。この二国、2017年6月より国交を断絶しています（2020年5月現在）。つまり我々の会社は国交のない二国に挟まれて操業しているのです。これは地理的にただ挟まれているというだけでありません。我々が行う石油開発事業はUAE

アブダビ及びカタール両政府より油田の権益を得て実行しており、税金や利権料の支払いも両政府と結んだ契約に基づいて行っています。新規の開発活動なども逐一両政府の国営石油会社に報告し承認をもらう必要が生じます。国交を断絶している二国政府ですので、足並みを揃えることは容易ではないのが実情です。間にいる我々がフラストレーションを溜めるような状況も少なくありません。それでも、前の会社を退職し、貯金を切り崩し私費留学までして携わりたいと思った仕事にいま従事していると思うと、きちんと前進できていたのだなという感慨もあります。

## 最後に

気づけば随分な長文になってしまいました。こんなにも自分語りが好きだったのかと我ながら少々引いています…。ですが京大を出てからの9年間の自分の歩みを振り返るととてもいい機会になりました。この機会を与えてくださったことに感謝いたします。

正直申しまして、私のような機械から離れてしまった者が、機械系の同窓会報で自らの経験を披露していいものなのかと躊躇していました。ただ、大学に入った当初にぼんやり抱いていた「ものづくりをする自分」の将来像に縛られて視野を狭めていた自分自身の経験があるので、ぜひ学生の皆様には、柔軟に自分の将来について発想を巡らせていただきたいと思い、この記事を書かせていただきました。

人がやりたいことや夢と言うのは、その人のライフステージや、周囲からの影響によってどんどん変わって然るべきものだと思います。私は当初の「ものづくりをする自分」への漠然とした憧れから「ものは作らないけれど機械の知識を屋台骨にした技術者」へと憧れの対象を変え、就職しました。就職した後には、機械工学の知識とはまた異なる知見を必要とする道に移行する決心をしました。未だにこの先どうしていこうか、頻繁に思いを巡らせていますし、今後何度新たな決心をしたとしても、そうした思考は延々と続いていくのだろうと思っています。

皆様も、この先のキャリアを考える際、機械系として素晴らしいキャリアを歩んでいる諸先輩方の「わたしの仕事」の傍らに、こんな人もいたよな、程度に思っていていただけると幸甚です。最後までお読みいただき、ありがとうございます。

## わたしの仕事 (18) トヨタ自動車(株)

小林麻衣子 (H21/2009卒)



### 1. はじめに自己紹介

- ・ 学歴：2005年入学 → 機械システム学コース専攻  
熱工学研究室（吉田先生、岩井先生、齋藤先生）  
配属 → 2009年学卒で入社
- ・ 家族構成：夫、長男（9歳）、次男（4歳）

### 2. 仕事内容

私は入社以来経理系の部署に従事しています。経理部門の中に、事務系からも技術系からも入れる部署があり、私はそこに配属になりました。京大機械系の卒業生は設計・実験の部署に配属されることが多いので、珍しいことと思います。

そこでまずは、トヨタの全体像をお金の観点より紹介致します。5/12決算発表でしたが、2019年度連結の売上高は29.9兆円、営業利益は2.4兆円でした。因みに30兆円という額は、日本の国家予算の1/3～1/4にあたります。連結ですので、海外事業体・子会社対象企業なども含んだ額ではありますが、新型コロナウイルスの影響下で、全世界のこんなに沢山のお客様に買っていただいて、従業員としては嬉しく、感謝しかありません。

お客様の多種多様なニーズに合わせ期待を超えるべく、日々地域・車種毎に開発が行われており、私の仕事は、その中でも、Cセグメント（3ナンバーエントリーモデル）の原価・収益企画です。ここからは、原価・収益企画について触れたいと思います。私達の会社は、クルマを作りお客様に買っていただいて利益を得ることで存続できます。一方で、クルマの販売価格も各モデル決まっています。例えば、軽自動車はおよそ100万円、コンパクトカーはおよそ150万円などで、そのレンジを超えると車を買っていただけません。従って私達は、販売価格から利益を引いた金額をお小遣いとして、クルマを作る必要があります。いかにお小遣いの中でやりくりして、お客様にとって魅力的な一台の車に仕上げていくのかを企画することが、私の仕事です。

### 3. やりがい

私の仕事のやりがいは、国や文化の違いを受け入れ合いながら共通の目的を成し遂げるために一丸となって活動できることです。ここで、私にとって最も印象深かった、ある北米プロジェクトでの経験を紹介したいと思います。私が担当することになった時、このプロジェクトは残された時間で解決するには困難を極める課題に直面していました。加えて、初めての英語圏の仕事で、当時の私の英会話力はゼロでした。アサインされた時の絶望感は今でもよく覚えています。しかしプロジェクトに残された時間を考えると、絶望感に浸る余裕は全くなく、毎日届くTOEICのような長文メールと、週に何回もセットされる北米とのSkypeに悪戦苦闘しながらも、粘り強くコミュニケーションを続けるうちに、どうしたら北米側が仕事を進めやすいのか、それによってプロジェクトを加速させやすいのか



北米出張時の休日 夕食のアメリカンフード

が分かってきて、それからは北米とのコミュニケーションもプロジェクトを進めることも苦でなくなり軌道に乗り始め、自分がプロジェクトを動かしている1人だと感じることができました。プロジェクトが終わった時、全ての課題を解決することができなかったことが実際の結果でしたが、その分、次回のモデルチェンジに向けて、自分達がどうすべきだったのか、何がやりづらくて次期にむけて変えるべきなのか等、これも北米と活動しているところです。

### 4. トヨタの"働き方改革"

入社して仕事することがルーティンだった時代が、今やどこにいても仕事を遂行する時代へと変わりつつあります。トヨタも例外ではなくテレワークする社員が増えていますが、実は最近の出来事ではありません。

私自身がテレワークを始めたのは5年前で、次男出産から3ヶ月で復職した時でした。子供の送迎や発熱などがあっても、仕事を滞りなく進められるよう、テレワークができる端末を用意してもらいました。その時すでに、テレワークができ

る勤怠制度も、端末も、存在はしていたのですが、活用している社員は限定的で、特に男性社員は朝早くから夜遅くまで会社にいることが当たり前でした。

その光景が変わり始めたのは約3年前で、テレワークを活用する男性社員が増えました。これには大きく2つ理由があり、1つは、世帯の有無を問わず、社員がどこでも仕事ができるよう制度と端末が拡充されたこと、もう1つは、上司に共働き世代が増えたことです。私が入社した時の上司の世代は、共働き世帯はとて少なく、長男幼少期での育児と仕事の両立は、私だけでなく上司も手探りでした。

しかし、約3年前はちょうど自分より8歳ほど年上の社員がマネージャーになったタイミングで、マネージャー自身が両立環境下にあるケースが増えました。それにより、送迎や発熱で早く帰るとか遅く出社する姿を上司自身が見せてくれる光景が増え、部下もそうすることへの躊躇が減ったように思います。私が当時所属していたグループは、海外生産車を扱いながら両立環境下の社員が多かったため、海外出張やテレワークでグループ員の出社率が3割の時もありました。テレワークのしやすさは部署に依り、製造現場や設計部門、医療従事者は依然として出社率が高いですが、それでも今年に入って世間がテレワークを導入・拡充する前から、トヨタは制度もシステムもある程度整っていたため、比較的スムーズに足元の環境変化を受け入れられました。

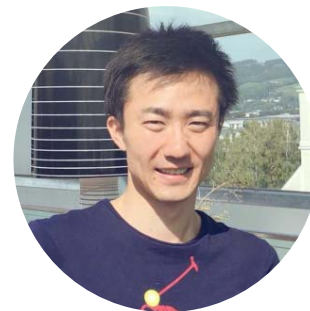
## 5. さいごに

この場をお借りして、学生さんの皆さんへ一言お伝えしたいと思います。

学生の皆さん、例年と違う時間を与えられ、様々なことに使われていると思いますが、その中で、ぜひ英会話または外国語会話にも取り組むことをおすすめします。私は英語は得意科目ではありましたが、話すことはできないまま社会人になりました。その結果、業務上北米と会話できるようになるために、夜明け前に英会話の勉強に始まり、夜が明けた頃現地とのSkype会議、日中は業務、夕方～夜は母親業、子供が寝た後は残務、そしてまた夜明け前に英会話の勉強・・・という寿命を削るようなことをする羽目になりました。両立環境下で勉強時間を捻出することがいかに体に酷かということを経験しましたので、もし皆さんに今時間があるならば、自己研鑽されることをおすすめ致します。

## わたしの仕事 (19) パナソニック(株)

嶋田康章 (H22/2010卒)



### 1. はじめに・自己紹介

大学では、吉田先生の熱工学研究室に所属しておりました。今回お世話になった吉田先生からお声がけいただき、自身の頭の整理、読まれる方への新たな気づき、さらに、ここから何かしらのコラボレーションが生まれればと考え、寄稿してみようと思いました。

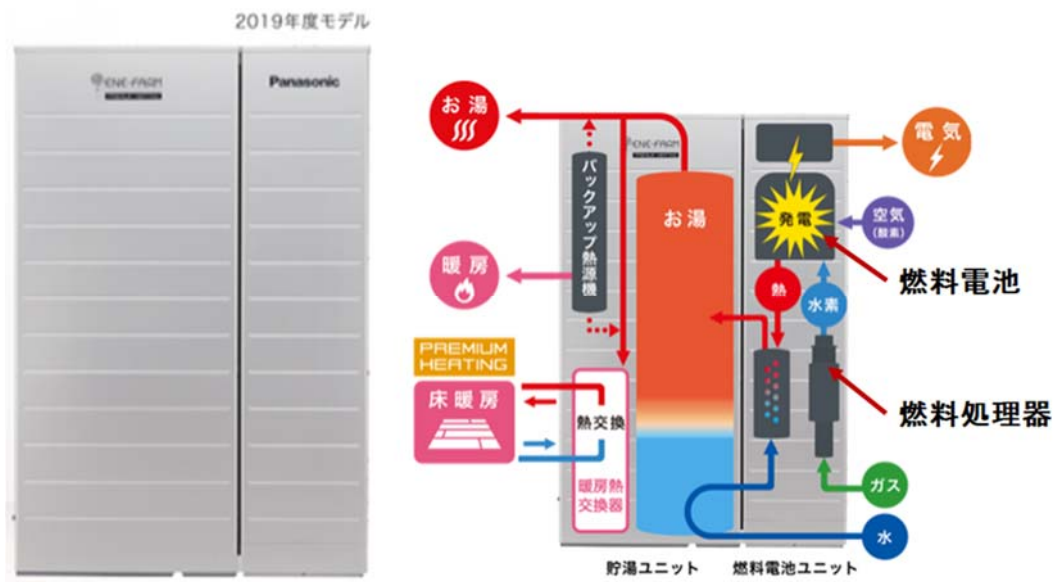
まず簡単に自己紹介ですが、私は2010年に物理工学科を卒業し、2012年に航空宇宙工学専攻を修了しました。その後、パナソニック株式会社の中の主に家電などの商品を手掛けるアプライアンス社へ入社しました。そこで、エネファームに搭載される燃料処理器という、家庭に来ている都市ガスなどのガスから複数の化学反応プロセスを経て水素を生成するデバイスの開発に入社以来携わっています。

現在は、その技術開発とともに顧客の潜在的な欲求価値を探索しカタチにしていくFuture Life UX (FLUX) という今年度新設された組織の仕事も兼務しています。

趣味はランニングで、大学時代から続けており、フルマラソンは2時間40分台で走れます。社内で駅伝部を創り (いろいろな組織論を試す場としても使っていますが)、部署を越えたコミュニケーションも活発に行っています。ちなみに社内にはダンス部やボードゲーム部など自発的な集まりは多々あります。駅伝部は最もガチです(笑)。

### 2. エネファームの技術開発

商品化に向けての技術開発の流れは、技術本部という組織が先行技術開発を行い、その技術を事業部の技術部へ引き継いで量産化に向けてブラッシュアップしていくというものです。入社1年目は事業部の技術部で量産化に向けた技術開発プロセスを学び、入社2年目から技術本部へ異動し、以降現在まで燃料処理器の先行技術開発に携わっています。



### エネファームの外観と構成要素 (<https://panasonic.biz/appliance/FC/>)

エネファームは、簡単に説明すると、家庭に来ている都市ガスやLPガスを燃料にして、自宅で発電すると同時に、発電の時に出る熱を無駄なく利用して、電気とともにお湯もつくる家庭用ガスコージェネレーションシステムです。エネファームは水素をつくる燃料処理器と、その水素と空気中の酸素を用いて発電する燃料電池で構成されています。燃料処理器は、都市ガスやLPガスを複数の化学反応を経て水素に変換する、言わば小さな化学プラントであり、燃料処理器の開発技術は家電メーカーの技術というより、むしろ化学プラントメーカーなどの技術に近いです。

燃料処理器内で起こす化学反応は主に3つあり各部反応温度が異なります。水素を生成する改質反応部（600℃～700℃）、改質反応で出た一酸化炭素を低減しつつ水素をさらに生成する変成部（200℃～300℃）、一酸化炭素を除去する選択酸化部（100℃～200℃）です。各部の温度が適正範囲にならなければ、水素の量が足りなくなったり、ガス成分が不適正となって燃料電池が正常に作動しなくなります。家庭用と言う事で、弊社の燃料処理器は、これら複数の反応部を一体型の容器に収めコンパクトに仕上げていますが、このコンパクトさの弊害として、設計を僅かに変えるにも、温度が狂わないか細心の注意を払う必要があり、苦労が多くもあり、面白くもあります。

作動温度をみてもわかるように、容器の鋼材はクリープ域で使用することとなり、クリープ設計や高温疲労の設計が必要となります。材料は何をつかうか、形



状はどうか、材料メーカーとも密に協力しながら決めていきますが、電機系のメーカーなので、サポートしてくれる金属の高温設計などの経験者も少なく、このため、就職してからは必要ないと思っていた材料強度学の教科書やボイラー設計の教科書なども開いて参考にしています。社内においては、理解されにくい技術ですので、いかにわかりやすく伝えて理解してもらおうかというところにも苦労があります。

入社1年目は、発売前の追い込みの時期に開発の現場に投入されたため、目の回るような忙しさでした。エネファームの運転試験で運転途中で停止してしまうなどのトラブルがあると、すぐに燃料処理器の温度は適正かななどのデータを見て、原因を分析して、運転パラメータを変更するなどの対策の検証を行うというのが、毎日のように続けました。運転性能だけでなく、ガス流路の漏れが生じてしまうなどの製造時のトラブルもあり、次々と多方面で起こる問題にスピーディに対応しなければならなかったので、その解決に必要な知識を素早く身に着け解決していくという日々でした。忙しく感じましたが、学びが多く充実していました。

入社2年目から先行技術開発に携わり始めると、ゆったりとしているという感覚で、スピード感の違いに少し戸惑いもありました。直近ではなく将来どんな技術が必要になるかという視点の切り替えが必要だったので、別の難しさがありました。直近と将来に向けた開発のどちらも経験しているというのは、現在でも、案外強みになっています。

また、実験でやっていることは結構泥臭かったりします。燃料処理器では、温度が各部でどうなっているかの把握が重要になります。このため、100点以上の温度測定点に熱電対を手付けしたり、自分で実験装置を考えて手作りしたりなど、思えば大学時代と似たようなことをやっているなと感じます。

今もなにかと大学との繋がりがあり、新たな技術の情報収集のために学会に行くと、吉田先生と会うこともしばしばあり、癒されています(笑)。

### 3. 産総研デザインスクールでの体験

技術開発も長年続けてきましたが、近年、ターニングポイントとなった経験をご紹介します。2018年の8月から産総研がデザインスクール (<http://plus-sdesign.jp/>) の実行可能性調査(フィージビリティスタディ)を行うとのことで募集があり、いろいろとラッキーが重なった結果、このデザインスクールに参加で

きたと言う経験です。

このデザインスクールは、VUCA (Volatility、Uncertainty、Complexity、Ambiguity) の時代と言われる激動の時代において、社会で本当に必要とされる技術を見出し、それを社会実装していくために必要な俯瞰力、共創力、実践力、リーダーシップを学ぶスクールです。

さまざまな企業、研究者が総勢20名ほどの規模で、8か月間、週1日、産総研のある柏の葉に集まり、アート思考、システム思考、デザイン思考、未来洞察、クリエイティブリーダーシップなどの盛りだくさんのプログラムから、スキルセット、マインドセットを体験的に学び、技術を社会へ実装していくプロセスを実践的に学びました。毎日刺激に満ちた学びが得られ、同じ場所で技術開発をしているだけでは、こうした考え方があるということさえ知らないままだったと思いますが、このスクールで出会ったどの考え方も非常に面白く、知的好奇心に目覚めたような感覚を覚えました。

特に印象に残っているのは、欧州スタディツアーです。オーストリアやデンマークに2週間ほど滞在し、技術を社会実装している事例のフィールドリサーチや、世界で最も刺激的なビジネスデザインスクールと言われるカオスパイロットの学生たちとワークショップを行いました。



カオスパイロットの学生と

カオスパイロットは、カオスな状況でもパイロットとしてナビゲートできる人材を育成することを目的としており、世界中から個性のある多様な人材が集まって実践的なプロジェクトを推進されていました。なかにはパラリンピックの選手もいました。

その多様な学生とのふれあいが最も刺激的でした。多様な文化が交わるなかでは、常識などなく、新たな発想が次々と生み出される場となっていました。そもそも、彼らはいままでとは違う考え方をしろという教えのもとで自らのクリエイティブウェイを構築しているとのことで、一人ひとりの思考の仕方が全然違うように感じました。

日本を代表して行っているので(笑)、個人的には負けてはならないという意気込みでした。まさに絶対に負けられない戦いでした。最後に「おまえは最高にFunnyだったぜ」と言われたので爪痕は残せたのかなと思っています(笑)。

このような経験から、自分もしくは周囲が無意識につくりだしている暗黙のルール（メンタルモデル）が、新たな発想の妨げになっている可能性があるということに気づきました。むしろ、なにをやってもいいという感覚を持っていれば、そうしたメンタルモデルによるワナにはまることもないので、思い立ったらひとまずやってみる、ということは新たな発見をしていくうえでは良いプロセスなのではないかと思いました。

そのプロセスは、周りから見たら失敗ととらえられることもあるので、肉体的にも精神的にも削られるかもしれませんが、それに耐えただけの価値のある学びが得られます。

社内でも、産総研デザインスクールで学んだことや自ら学びをつかみ取るという考え方を広めようと考え、私と一緒にこのスクールに参加していた方と二人で、ファシリテーションを行うワークショップを自主的に展開しております。この活動は、スクールに在籍中からスタートさせ、卒業後も東京、京都など数多くの社内拠点で実施し、社外でも行うことも企画したりして、継続的に続けています。

そうした活動をつづけていると、私自身の人脈もかなり増え、組織としてもどの人に何を聞けばよいかより広く共有できるようになり、組織としての知を高めることにも繋がり、さまざまなメリットが生まれてきております。

先の読めない時代において生き残っていくためには、越境したコラボレーショ

ンによる知と知の結合でアイデアを生み出していくことが必要だと感じています。社外でもお声がけいただければ、飛んでいきたいところですが、現在はコロナ対応のため、オンラインでも同様の体験ができるようなワークショップを開発中です。



社外でのワークショップの様子

#### 4. 最後に

「よく遊び、よく学べ」という吉田先生の言葉はよく覚えており、社会に出てからも、楽しみながらチャレンジをし、いろいろ経験を積んで学びを得ていくことも重要性だと再認識し、奥が深い言葉だったのなと感じている次第です（先生さすがですね）。

今のようなモノで満たされた時代では、ただ単純に機能を増やしたようなモノ売りでは勝てず、生き残るには、人の暮らしを豊かにするコトづくりが重要だと言われています。そうしたコトを生み出していくためには技術だけでなく、人や社会を良く見ていかなければならないと、デザインスクールでは学びました。

こうした中うまれた組織が兼務しているFuture Life UX(UX: User Experience)で、B (Business)・T (Technology)・C (Creative) の多様な人材が集まって、顧客の潜在的な欲求価値を探索しカタチにしていく組織です。新たな組織で、会社としてもチャレンジングな取り組みとなります。骨は拾ってやるからフルスイングしろという社長からの言葉を胸に失敗を恐れず、私自身も楽しみながらチャレンジしたいと思います。

## わたしの仕事 (20) デンソー

加見祐一 (H20/2008卒)



### ■はじめに

今回、お世話になった吉田先生から「わたしの仕事」の寄稿のご依頼をいただき、僭越ながら、私の仕事の紹介をさせて頂きたいと思います。学生の皆様のキャリアプランの参考になれば、また、社会で活躍されている皆様のちょっとした興味のきっかけにでもなれば幸いです。

### ■自己紹介

在学中は学部生から修士課程まで吉田先生率いる熱工学研修室に所属し、マイクロチャンネルでの気液相変化を伴う熱流動の解析・実験に取り組みました。2008年に物理工学科を卒業、2010年に航空宇宙工学専攻を修了し、現在は株式会社デンソー（愛知県刈谷市）に勤め、車両用のエアコンシステムの開発・設計を行っています。

### ■デンソーという会社

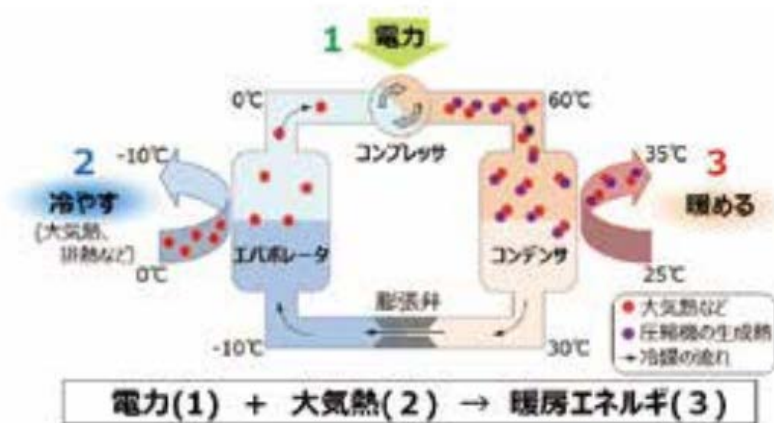
自動車部品メーカーとしてご存じの方もいらっしゃるかと思いますが、デンソーという会社は実は売上高連結5兆円（国内3兆円）、従業員グローバル17万人（単独4.5万人）の巨大企業です。取引先としては、50%弱を占めるトヨタ自動車をはじめ、国内、国外のほとんどの自動車メーカーと取引があります。電動化、自動運転といった自動車業界の大変革の波の中、従来の事業領域から先進領域、自動車以外の領域への拡大、シフトを進めているところです。（意外に思われるかもしれませんが、QRコードを発明したのもデンソーです。）

### ■私の仕事

会社アピールはこれくらいにして、本題である、私の仕事の紹介をさせて頂きます。

私は2010年の入社以来一貫して、電気自動車向けのエアコンシステム、通称“ヒ

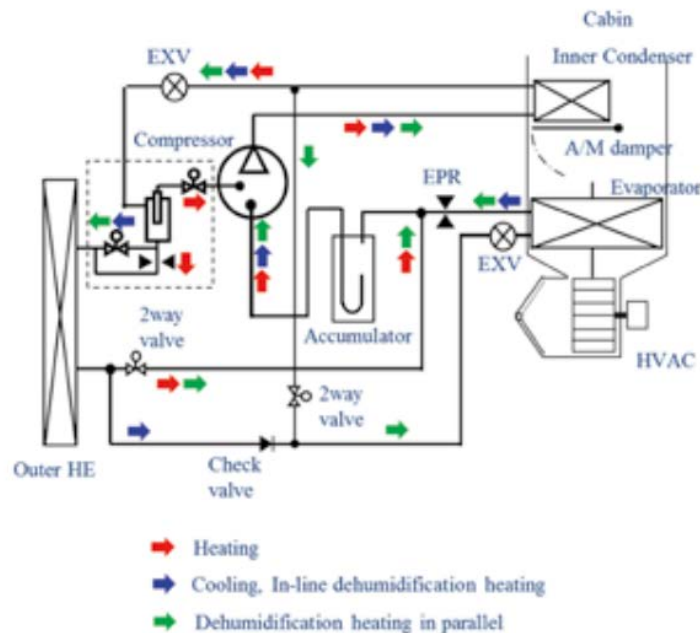
「ヒートポンプエアコンシステム」の開発・設計に従事しています。従来のエンジンの車のエアコンシステムは、エンジンの冷却水を使って暖房を行い、冷凍サイクルを使って冷房を行うシステムです。しかし、電気自動車ではエンジンがない、もしくはエンジンが作動しない（プラグインハイブリッド車など）ため、暖房に必要な熱エネルギーを新たに創出する必要があります。車室内を快適に保つためには、冬季には5kWといった熱量が必要になり、これは車両の走行エネルギーよりも大きなエネルギーとなります。そのため、単純に電気ヒーターなどを使って電気エネルギーからこの熱エネルギーを創出すると、車両の航続距離が本来の半分以下になってしまいます。これに対し、大気の熱を使って冷凍サイクルによって暖房を行うヒートポンプシステムでは同じ暖房エネルギーを得るために必要な電気エネルギーが約1/3と高効率であり、車両の航続距離確保に有効な暖房手段になります。私は、このヒートポンプエアコンシステムの開発初期にその担当チームに新卒配属され、これまで約10年間、開発～量産設計を担当してきました。



### ヒートポンプの原理（出典：デンソーテクニカルレビューVol. 22）

さて、この「開発」という仕事について、もう少し具体的に紹介したいと思います。私はデンソー内において「システム開発」と言われる業務を担当していました。これは、設計図面を描いて試作し、性能を評価・改良して…というような一般的に想像される「ものづくり」の仕事とは少し違うものです。3～5年後、時には更に将来の車両において必要とされるエアコンの機能・付加価値を検討し、その成立性や課題を実験やシミュレーションを通じて検証・解決し、構成する部品（熱交換器やコンプレッサ、バルブ、センサなど）の担当グループに要求仕様（開発目標値）を示すと共に、システム全体をどう運転させるかの制御アルゴリズムを構築し、量産する製品のベースを作り上げるものです。とてもありがたい

ことに、在学中に学んだ熱流体や冷凍工学の知識、実験・解析の経験が直接的に活かせる環境でした（まわりを見ても稀有なパターンのように思います）。熱バランスのシミュレーションを行ったり、実験室で自作の装置でデータを取ってはその現象メカニズムをメンバーで議論したり、研究室の延長のような形で仕事することも多かったです。一方で、システム開発の担当者はプロジェクトを牽引する役割もあり、冷凍サイクルの原理原則は当然のこと、自動車業界の流れや、各車両メーカーの動向、競合の情報、クルマの仕組みや、各 부품の特性、品質保証、製造など、幅広い知識・スキルが必要とされます。足りない知識を学び、他分野の専門家の知識・スキルを吸収し、自身の中で咀嚼して、どう活用するか。その吸収力、応用力こそがエンジニアの本質で、それを研究室で研究テーマや研究会を通じて教えていただいていたのだなと実感します。



### 開発したヒートポンプシステム（出典：デンソーテクニカルレビュー Vol. 22）

その後2015年、私は自身が開発に携わったヒートポンプシステムをとある車両メーカーの電動車に搭載する、「量産設計」を行うチームに異動になります。ここでは、その車両の特性・制約に合わせてシステムの詳細仕様を車両メーカーと調整し、量産仕様を決めていくのですが、これまで開発を担当して社内で仕事が完結していた私にとってはとても新鮮な経験で、貴重な学びとなりました。部品設計の場合は要求仕様を満足する製品を作れば終わりですが、システム担当というのはさらにそれをどう作動させるか、紙面上では見えない価値を生み出す仕事です（もちろん、部品設計も高度な知識と調整能力を必要とする素晴らしい仕事で

す)。例えば、車両メーカーの方との課題対応においては、多くの部品を束ねるシステム設計担当として、時には部品の仕様を変更し、時には物は変更せずに制御アルゴリズム変更で対応し、様々な要素を天秤にかけて検討を行い、メーカーの担当者と対応を決めていくという、とても緊張感と刺激のある良い経験になりました。自身の担当した製品、判断した対応策が実際に車に搭載されて、世の中を走っていることはなかなか感動的なものです。我々の直接のお客様は車両メーカーですが、その先にはクルマに乗られるお客様がいて、その方々の快適、満足のために仕事をしているのだという、メーカーの本質を再認識させられる良い経験でした。

開発したヒートポンプシステムはものづくり日本大賞や日本機械学会などありがたい評価をいただいております。複数のメーカーの車両に搭載頂いています。現在は再び開発チームに戻り、設計でのお客様目線を活かして、次世代の製品開発を行っています。



ものづくり大賞受賞時の写真（左端が私）

#### ■最後に

メーカーのエンジニアというのは、自身の生み出したものが社会の役に立つことを肌で実感できる仕事だと思います。日々の苦労はありますが、お客様の手に自分の製品が届いたときの喜びは格別です。学生の皆さんのキャリアプランの選択肢の1つとして、参考になれば幸いです。