

わたしの仕事 (31)株式会社ホンダ・レーシング

小溝達也 (H24/2012卒)



1. はじめに

今回、恩師である川那辺先生より京機短信の「わたしの仕事」へ寄稿文執筆の依頼をいただきました。私自身このような寄稿文を執筆するのは初めての経験ですが、皆様にホンダ・レーシングという会社を知ってもらうとともにこの京機短信を読んでいる学生の皆さんにとっても今後の進路を決める参考になれば幸いです。

まず簡単に自己紹介です。私は4回生～修士課程修了まで燃焼・動力研究室でディーゼルエンジンの熱効率向上と排気有害物質低減に関して研究をしていました。卒業後の進路を考える上で当時の私は大学で学んだエンジンに関する知識を活かせる企業を考えており、その中でも私が幼少のころからミニバイクレースに参戦するなどバイク好きだったということもあり、バイクメーカーである本田技研工業へ入社しました。その後販売店と工場での半年間の実習の後、今の職場であるホンダ・レーシング 開発室へ配属され現在はエンジン研究ブロックの技術者としてレーシングエンジンの性能・機能・耐久性の向上につながる技術手段の研究の仕事をしています。

2. ホンダ・レーシングという会社について

私の働いているホンダ・レーシングは国内外の2輪モータースポーツ (MotoGP、全日本ロードレース、ワールドスーパーバイク、ダカールラリー、国内外トライアル、国内外モトクロスなど) においてホンダのワークスチームの運営とそこに参戦するためのワークスマシンの開発を行う一方、モータースポーツを楽しみたい一般のお客様向けのレーシングマシン開発・販売を行うなどホンダの中でもレースを専門に扱う会社になります。モータースポーツでファンの方々に感動を提供するとともに、「レースは走る実験室」と考え、このレース活動の中で培われた技術やノウハウを次の市販車開発へフィードバックするという重要な役割を担っています。私たち技術者はモータースポーツで勝つ喜び、参加する喜びをお客様と共有するため他社に負けない圧倒的な性能を持つマシンを提供できるよう日々開発に取り組んでいます。

3. 私の仕事について

ホンダ・レーシングは多くのレースに参加していますが、私は入社して以降MotoGPマシンのエンジン開発関連の業務に携わっています。

MotoGPとはロードレース世界選手権というヤマハ、スズキ、ドゥカティなども参戦する世界最高峰のバイクレースのことで、年間21戦で争われ世界で50億人以上が視聴する非常に人気のあるモータースポーツです。

ここにホンダは排気量1000cc、最高出力230ps以上を発生させる水冷V型4気筒エンジンを搭載するRC213Vで参戦しており、最高速度は350km/hを超えます。



※出典：ホンダ・レーシング HP

ここでは具体的に私がどのような仕事をしてきたかを紹介したいと思います。まず入社してすぐは先輩社員の方の下について工具や研究設備の使い方などの基本的なことを教わりながら性能・機能・耐久性にまつわる様々なテスト業務を行っていました。この中でなぜこのテストが必要なのか？このパーツは性能面や機能面でどのような効果があり、どんな懸案点があるのか？その懸案を解消するにはどういった仕様にすればよいのか？といったことを考えながらテスト結果を元に設計や開発チームに提案していく力を養っていきます。

ある程度一人でテスト業務ができるようになると段々と仕事を任せられるようになり私はマシンのドライバビリティ解析を任せられました。レースにおいてラップタイムを短縮するためにはエンジン出力を上げトップスピードを上げるということも重要ですが、コーナーでの減速・旋回・加速という一連の動作を安定して行い高い旋回速度を保って曲がることも重要となります。特にこの安定して行えるというのが大切で、例えばコーナー進入でのマシン挙動に一貫性がないとライダーは自信をもってコーナーに入っていくことができずコーナリング速度は落ち、転倒リタイヤのリスクも高まります。

当時ライダーからエンジンに一貫性がないという打ち上げがあり対応が必要となりました。

私はまずライダーはエンジンのどの部分に違和感を感じ、それはどういった物理事象から来ているのか？を見極めることからスタートしました。MotoGPマシンを操る世界トップライダーはエンジントルクが自分の思っているものからコマ数Nm違うだけでもそれを感じ取ってしまうほど非常に鋭敏な感覚の持ち主です。そのライダーの感じるわずかな違いを実際の走行データを元にベンチ上でコーナーでの動作を再現させたりしながら、実際に出力されるエンジントルクや燃焼圧力などのデータ解析を行っていきました。多くのパラメータを振り解析を進める中それがある条件が重なったときに発生することが分かった私は次にその対応策を検討していきました。レギュレーションによりシーズン中のエンジン仕様変更はできないためセッティングでの対応策を検討し、その解決手法を提示できたことで翌週からのレースではライダーもその改善を感じ良いレース結果を得ることができたことはとても良い思い出です。

自分のやった仕事がすぐに現場に反映されそれがレース結果として感じることはできるのはこの仕事の良い点だと思います。もちろん毎回良い結果が得られるとは限りませんが・・・

その後通常のエンジン開発業務と平行してスペインの石油関連企業であるレプソル社とのエンジンオイル開発を任されることとなりました。エンジンオイルはエンジン内部の潤滑保護と冷却の役割を担っていますが、フリクションの観点でエンジン出力にも影響を与えるためエンジンにとっては重要な要素になります。MotoGPマシンはエンジン回転数も出力も一般の市販車とは全く異なり非常に厳しい環境でオイルは使用されることになるため、高いエンジン保護性能と低フリクション化を同時に実現するのは難しい課題でした。その課題をどうすればクリアできるのか？当時潤滑油に関してほとんど知識のなかった私は独学で勉強しつつ、スペインの技術者とTV会議や時には実際に現地で議論を重ねたりもしながら試行錯誤を繰り返していきました。時には出力が落ちてしまったり、時にはエンジンを焼付かせてしまったりと失敗も多かったですが、その都度配合などを変更しながら改善を進めていきました。私が開発を担当し始めて数年後ようやく目標の性能を満たすものが完成し、それを投入したマシンがチャンピオンを獲得したときは本当に嬉しかったし、スペインの技術者ともその喜びを分かち合うことが

できました。



レプソル社の研究施設



レプソル社の技術者たち

エンジンオイルに関しては今も開発の手を緩めることなく日々改善できるよう互いに協力しながら研究を進めています。

現在は今まで経験してきたことを活かしながら翌シーズンに向けたMotoGPエンジン本機の開発に取り組んでいます。こちら常にも常に失敗の連続ではありますがチャンピオン獲得に向けチーム一丸となって日々頑張っています！

4. 最後に

レースマシン開発というと華やかな印象を持たれる方もいるかもしれませんが、実際は速いマシンを作るという目標に向かって泥臭く小さな改善を積み重ねていくという地道な仕事です。日々ライバルが進化を続けていく中で自分たちもそれに負けない性能を追求していくというのは当然苦勞もありますが、自分たち作ったマシンがレースに勝ちチャンピオン獲得という成果を挙げた時の喜びや誇らしさは素晴らしい充実感を与えてくれ、それがホンダ・レーシングで開発を行うモチベーションにもなっています。昨年は奇しくもチャンピオン獲得を逃してしまいましたが、チャンピオンを奪還し世界中のファンの方に感動を届けられるようこれからも開発を続けていきたいと思えます。

最後に拙い文章ではあったと思いますが、この「わたしの仕事」を読んだ学生の皆様が少しでもレースという世界に興味を持ち、今後の進路の参考となれば幸いです。

わたしの仕事 (32) ローム(株)

浜地健次 (H19/2007卒)



1. はじめに～自己紹介～

京機会会会員の皆様、こんにちは。ナノ物性研究室（木村健二先生、鈴木基史先生、中嶋薫先生）OBの浜地と申します。鈴木先生から京機短信への寄稿のお話をいただきました。学部時代は、固体物理学をはじめ結晶成長、薄膜、表面での物理現象に興味を持ち、研究室では“高温斜め蒸着による金属ナノウイスカの創製およびその成長メカニズム解明”をテーマにしていました。朝は実験、夜は成長モデルを考える、という楽しい日々でした。

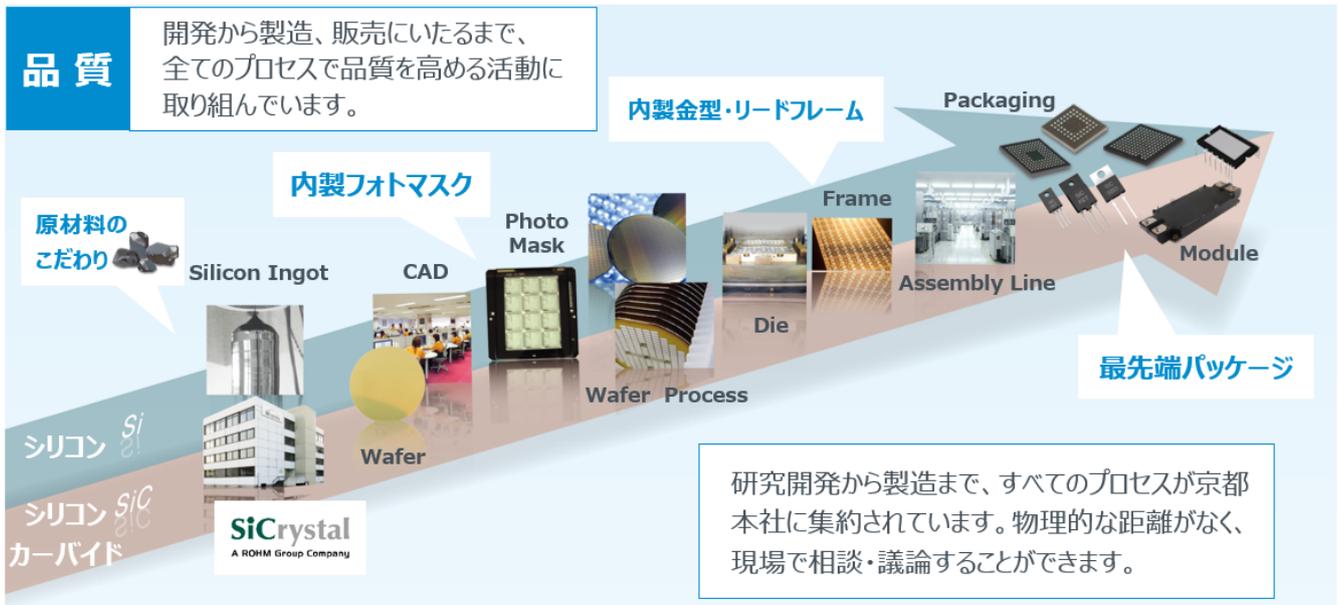
実は、今もその日々と大して変わっていません。私のロームでの仕事について、飾らずそのままを紹介させていただきたいと思います。

2. 入社 (2009年～2011年)

2009年にロームに入社して、社会人13年目です。社内では中堅です。私の働くロームは、LSIをはじめとした電子部品の開発、製造、販売を行っている会社です。“われわれは、つねに品質を第一とする。”を企業目的の最初の一文に掲げているのですが、この部分がなかなか気に入っています。社内でなにかトラブルがあった時でも、必ず立ち戻って考えるのは、本当に品質を第一として判断しているだろうか、という点です。社長よりもこの一文が偉いので、これには誰も逆らえません。

ロームの特徴は、研究開発から製造までが右京区西大路五条の京都本社に集まっており、研究開発と設計、製造、工場との物理的な距離がなく、気軽に現場で議論ができるところです。研究開発の立場としては、研究テーマに対して耳の痛いことをたくさん言われますが、それらは必ず製品化の壁として立ちはだかるものですので、大事な情報が早々にインプットされ、製品化を意識した研究開発が行えます。もちろん自分が始めたテーマをそのまま製造まで担当することも可能です。

博士課程に進学するか迷い、就職すると決めた後にロームを選んだのは京都に



ローム株式会社の紹介

あったから、というのが一番の理由です。附属図書館もこれまで通り利用できますし、彼女（現在の妻）と一緒に住めるからです。

そして、2009年に入社し、社内でも尖った新事業としてバイオ、医療関係の研究開発と事業化に取り組む部署に配属されました。様々な研究開発テーマに関わりましたが、医療・健康用途の“センサ”に取り組むことが多かったです。どのテーマも、これまであまり縁がなかった生物学や医学の現象について考えるワクワクするものでした。

共同研究で東京の大学へ通った時期もありますが、そこでも、電車が動き始める早朝から実験を行い、夕方以降は図書館にこもり、実験で観測した現象を微分方程式でどうにか表現できないか、と考える日々でした。朝に実験すると目が冴えていますので思考が研ぎ澄まされて良いアイデアが浮かぶような気がします。朝実験は周りにおすすめしています！

どのテーマでもやっていることは、仮説を立て、実験をし、得られたデータをよく観察し、現象を捉えなおし、仮説を修正、そしてまた実験、という当たり前の繰り返しでした。科学的にはどのテーマも新しく、考えていて楽しいものばかりでした。

しかし、楽しいだけでは製品化には至りません。ビジネス（法規制、規格、採算性、製品ライフサイクルなど）の観点でしっかりやっていけるという判断がなかなかできず、ほとんどのテーマは製品化には結びつけられませんでした。

3. 小型血液検査装置 Banalyst (2010年～2018年)



小型血液検査装置 Banalyst とバイオチップ

製品化に結びついたテーマとして小型血液検査装置 Banalyst があります。Banalyst は、これまでは大病院の大型装置に限られていた一部の検査項目を、手のひらサイズのバイオチップを利用することにより小型装置で検査可能にしたものです。具体的な検査項目は、糖尿病のマーカである HbA1c や炎症マーカーの CRP、hsCRP、腎機能マーカー Cys-C などです。ロームのバイオチップは、 μ -TAS (Micro-Total Analysis Systems) という技術を応用して、血液の血漿血球分離から試薬との混合、攪拌、光学測定までを行うことができます。

私に関わり始めたのは Banalyst を市場に投入してこれから軌道に乗せていこう、という時期でした。まずは取扱説明書の作成を担当しました。そこから、本当に色々な業務を体験させてもらいました。感じたこと、反省したことを幾つかピックアップしてみます。

- ・装置の取扱説明書の作成：

検査技師さんにとってわかりやすく書くことが必須でした。並行して印刷所を探すのも大変でした。はじめに部数を控えめに発注し、結局はもっと必要になったのも苦い経験です。取扱説明書の改訂タイミング、装置販売数予測、印刷コスト、在庫の保管などを総合的に考慮して数量を決めなくてはいけないのに、どれも見積もりが難しく苦勞しました。

- ・ バイオチップの出荷梱包の設計 :

国内陸路、空路、海外陸路を輸送する際に、内部試薬が移動すると検査時にエラーとなるため、衝撃による試薬漏出を防ぐクッション性が要求されました。さらに、空路ではマイナス 20 °C まで周囲温度が下がるため、試薬が凍らないように対策する必要もありました。

梱包により、耐衝撃、耐寒冷の対策をしましたが、それだけでは不十分で、お客様からのクレームが止みませんでした。寒冷については試薬自体の改良という根本対策で解決しました。しかし、衝撃については根本対策を打てず、漏出してしまった試薬を事前に検知する機能を装置に追加することでなんとかお客様に納得いただきました。

確率的に発生する問題を完全にゼロにすることは難しいので、発生率（ばらつき）を統計的に正しく分析し、対策の効果を数値的に示しながらお客様に納得していただけるよう折衝していくしかないと感じました。

- ・ 欧州、米国、中国での販売店探し :

海外の展示会の設営業者との交渉、ノベルティーの準備など細かいところまで自分たちで行いました。ドイツ出展時は、展示会期間中に紹介動画を映す液晶モニタの盗難にあい、ドイツの警察署に届け出る事態も。英語があまり通じませんが、身振り手振りと言、そしてgoogle翻訳でなんとか乗り切りました。海外出張時は警察にお世話になることも想定して、現地の言葉の準備をするようになりました。

- ・ 次世代機種の開発 :

初代Banalyst装置が販売から10年経過するタイミングで後継機をリリースすべく、新装置の開発に着手しました。機械、電気、試薬、ソフト専門など多様なメンバーでの開発、議論は楽しかったです。私は、装置開発の検証と妥当性確認を担当し、装置の機能・性能を全てカバーできるよう、まずは広く、そして部分的に深く勉強する日々でした。家庭的にも、結婚し子供が生まれ、ハードワークが続いた時期です。これまでは基本的には自分一人でなんでもやってしまう働き方でしたが、膨大な試験を一人でこなせるわけもなく、自分以外の人の上に頼ることが多くなりました。ナノ物性研究室時代から、“時間がかかっても常に自分で考えながら、マニュアルに頼らず、勉強し、現場で理解しながら進める”というスタイルでやってきたので、自分でやってみて把握する、と

いうことができないのはストレスを感じました。妻にも一人で育児を任せがちになり、反省しました。

・装置の修理、アフターサービス：

次世代機種を無事市場投入できた後は、すぐに修理とアフターサービスのプロセスを構築に着手しました。お客様から故障で装置が返却されれば、お客様での検査に支障がないよう、すぐに代替え機を用意し、故障機を迅速に修理し返却しなければなりません。故障機の返却には意外にも変動があり、年末、年度末は返却数が急増するため、それに合わせて人員を確保したり、交換部品を見積もったり、細かな調整に追われる日々でした。

こうして振り返ってみると、華やかな仕事とは言えません。しかし、誰かがやらなければいけない仕事をこぼさずにしっかり拾って着々とクリアしてこられたと思います。実際に病院やクリニックに訪問し、自分の設計した装置が役立っているのを見ると、“嬉しい”という一言では言い表し難い様々な感情が湧き出しました。

Banalyst が表示する検査値は、人の人生を左右します。糖尿病マーカーのHbA1c の値が高ければ、薬の服用や生活習慣を変える必要があります。新生児にとっての炎症マーカーである hsCRP は感染症の有無を示し、治療方針を決める判断材料となります。患者様の生活を左右しますので、装置が間違った値を表示することはあってはならないのです。そういったことから、病院やクリニックで Banalyst を見つけると、嬉しいという感情と同時に、正しい値を変わず表示してくれているかなあ、どこかおかしくなっていないかなあ、と不安な感情も同時に現れます。もちろん、市場に出すときにはあらゆる検証・確認をして送り出しているのですが、強く自信を持っているのですが、やはり不安は消えないのです。

そんな小型血液検査装置 Banalyst の事業ですが、本当に色々な理由があり、2018年末に株式会社堀場製作所に事業譲渡されました。事業譲渡といっても、お客様（患者様、病院、販売店）にご迷惑を掛けるわけにはいきませんので、通常業務をしつつ、事業譲渡の業務もし、肉体的にも精神的にも疲れしました。丁度、事業譲渡が決まる前からLSI事業のモデルベース開発を推進する業務も並行して行っていましたので、わらじを三足履いているような状況で、さらに第二子も誕生してヘトヘトになっていました。しかし、第一子の時には出来なかった育児休

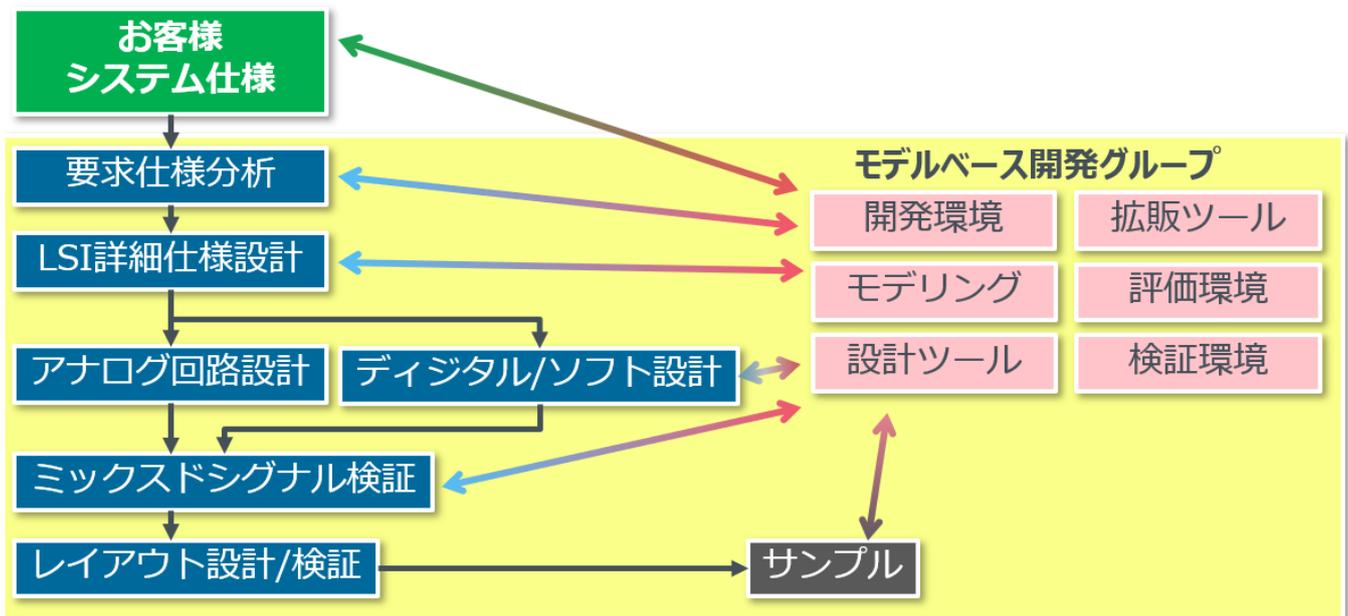
暇を取得することで、子供たちとの関係の基盤を作る良い機会になりました。

4. モデルベース開発（2016年～現在）

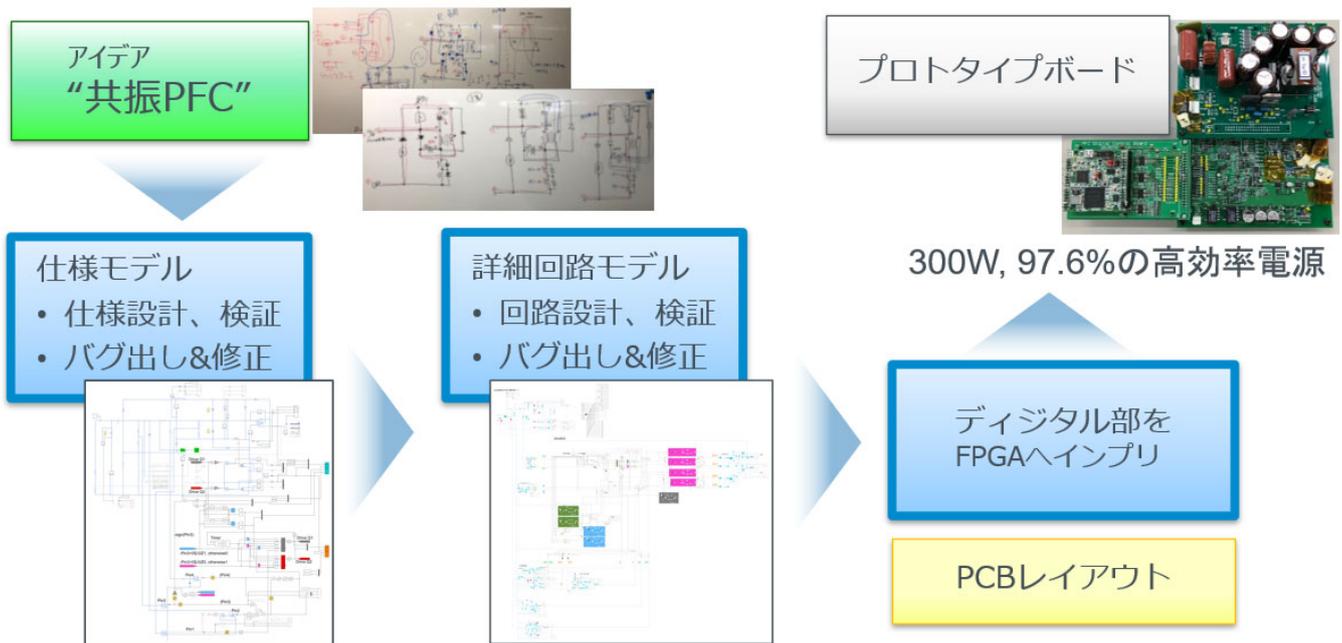
小型血液検査装置 Banalyst の事業譲渡後は、LSI 事業本部に異動し、モデルベース開発を社内に推進展開しています。モデルベース開発は、2000年はじめ頃から自動車メーカーを中心として自動車開発に積極的に導入されたフロントローディングを行う開発手法の一つです。

自動車業界での導入の背景に、別々に作られたシステムをいざ車に搭載して評価する際に、元のシステムの仕様が正しく共有できておらず狙った性能が出ない、という問題がありました。多様なシステムを搭載する自動車メーカーを特に悩ませるものです。その対策として、動くモデルを通して部門を跨いで仕様を正しく共有する“モデルベース開発”が自動車業界では推進されてきました。

ロームの LSI 開発に置き換えてみても、同様の問題があります。そのため、モデルベース開発が有効な部分には積極的に導入するような取り組みを行っています。



ロームのモデルベース開発 “モデルベースといえばローム！”



AC-DC 変換電源トポロジー “共振 PFC” のモデルベース開発事例

具体的には、交流電圧を直流電圧に変換するための電源ICの開発や、制御ICの受け手側のプラント（例えば直流電動機、交流電動機）のモデリング、放射ノイズの規格試験の事前検証などにモデルベース開発を適用しています。全体に適用したり、部分的に適用したりと、製品に応じて臨機応変に対応しています。

どのような場合でも、モデリングする対象のことを素っ裸にするつもりで深く深く知っておく必要がありますので、色々な手法で対象の特性を暴き出します。対象を良く知った上で妥当な近似や簡素化をして、設計検証に必要な精度（正確性、再現性）とリーズナブルなシミュレーション時間を両立するモデルに落とし込んでやります。こうして、ロームの開発にマッチしたモデルベース開発を行うことで、開発期間の大幅な短縮やコスト・人工数の削減を実現できています。モデルの精度を追求することで試作をせずに量産に進むことができた製品もあります。

ただし、モデルベース開発も完璧ではありません。モデルベース開発で設計・検証をすれば早い段階でミスが見つかり後工程での手戻りがなくなる、試作レスで開発ができる、というのがうたい文句なのですが、大事な注意点が2点あります。

1. モデルベース開発による検証の網羅性が低いとミスを見逃す。網羅性が十分であることをいかに保証するか。
2. モデルがいくら実機と同じ動作・応答をするといっても、細かく見れば必ず

実機との差異、誤差は存在する。その実機との差をどのように扱うか。

私自身も上の2点に対して、いつも確実に答えられるわけではないのですが、物理的な見方、統計的なデータの扱い方を養うことが答える助けになっています。理論的に押さえられるところ（ホワイトモデリングできる部分）は確実に押さえたいですし、値は全て平均、標準偏差などの指標により統計的に扱います。

そのような訳で私の机の上、棚の上など、平らな面はいつも物理と数学の本で“整然と”散らかっています。コロナ禍で在宅勤務が中心となり非可逆過程をたどる一途です。恩師の鈴木基史先生の講義プリントの式をフォローした時のノートは、今でも見返すことがあり、手に取れるところに置いています。学生の頃は生意気にも電磁気学は古典的で完成した学問だからさっと勉強して応用的な内容に進みたいと思っていました。しかし、電磁気学は勉強すればするほど素朴な疑問が湧いてきて、非常に奥深い学問だということが30代になってようやく認識できました。今は、特殊相対性理論もしっかり勉強してようやく磁場というものがなんであるのか、理解しかけてきたところです。いくつになっても勉強は楽しいですし、まだまだわからないことだらけです。死ぬまでに少しでも多くこの世界の成り立ちについて知ることができれば、というのが勉強のモチベーションです。私の仕事とも被っていますので、ありがたい限りです。

最近では社内で電磁気学の講義もどきをする機会もいただきます。社内の講義では、よくわかりやすい説明を、と求められます。わかりやすく説明する努力はしますし、難しいことをわかりやすく説明することは良いことです。ただ、自分がわかりやすく説明できる内容ばかりを集めても本末転倒ですので、わかりやすく説明できないことは開き直って私の理解のままを説明しています。最低限、何が（私にとって）難しいかを明確にして、どこに問題（本質）があるのか（あると考えているのか）をわかりにくくとも示すのが重要と考えているからです。書いていて、ただの言い訳のような気もしてきましたが。

5. 終わりに

長々とお付き合いいただきまして、ありがとうございます。鈴木基史先生から本稿のお話をいただいた時、唯一ついていたご注文は“飾らずに書け”ということでしたので、半日で一気に書き上げました。内容が飛んだり、本題から逸脱し

たりと読みにくいところもあるかと思いますが、何かのご参考になれば幸いです。

そして、在校生の皆様へ。よく学び、学びながら遊んでください。学生時代にもっと基礎をしっかり学んでいればよかったと振り返ることもありますが、遊んでいた経験も案外と役立つ場面がくるものです。学ぶ中でも、少し足を延ばして別分野の本を読んでみたり、ちょっとした思い付きで実験条件を変えてみたり、遊びながら学んだことは忘れないものです。

それから、友人を大切にしてください。学生時代の友人というのは変なこだわりがあったり、必ず発言の最初に“逆に”と言うやつがいたり、どんなに寒い日でも四月と十月にはコートを着ないと決めて震えていたり、計算を間違う度に激怒して用紙を破り捨てたり、一癖二癖あるやつが多いと思います。そんな奴らこそ大切です。自分に同意してくれる人とばかり話をしていてもあまり新しい思考には繋がりません。喧嘩のように熱く議論できる友人がいれば、知恵を拝借し、励ましあいましょう。

最後になりましたが、木村健二先生、鈴木基史先生、中嶋薫先生に心からのお礼と、これからのご健康をお祈り申し上げます。

わたしの仕事 (33) 関西電力株式会社

石川達雄 (H15/2003卒)

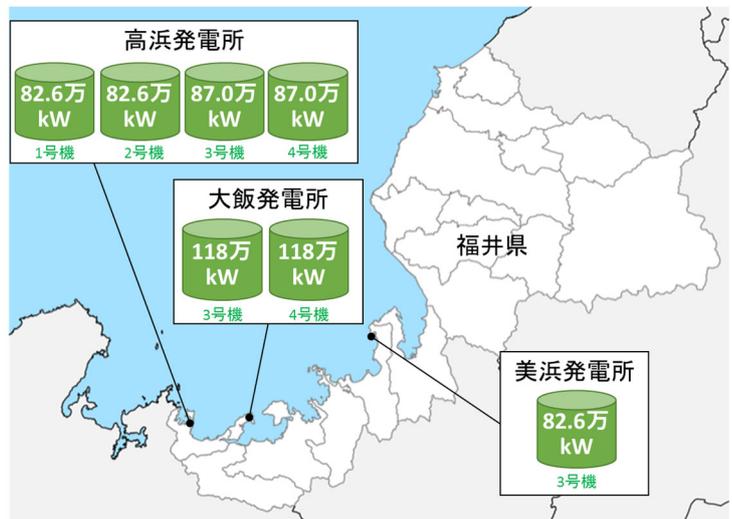


1. はじめに

学生時代に大変お世話になった吉田先生より寄稿のお誘いを頂き、僣越ながら私の仕事を紹介させて頂くことになりました。簡単に自己紹介しますと、学生時代は伝熱工学研究室（鈴木健二郎先生、岩井先生）、熱システム工学研究室（吉田先生、岩井先生）でご指導を受け、また、京機会学生会SMILEの1期生として貴重な経験をさせて頂き、2005年に関西電力に入社しました。関西電力は原子力発電、火力発電、再生可能エネルギー（水力、太陽光など）による発電事業や国際事業などに取り組んでおりますが、私は原子力発電事業一筋17年目になりますので、範囲が狭く恐縮ですが、原子力発電事業について紹介致します。

2. 関西電力の原子力発電

関西電力の原子力発電事業は、福井県三方郡美浜町に事業本部を置き、福井県的美浜町、高浜町、おおい町にそれぞれ原子力発電所を有しています。1970年に美浜町で国内初の加圧水型軽水炉（PWR: Pressurized Water Reactor）プラントの運転を開始し、以降これまで11基のプラントを建設してきました。2011年の福島第一原子力発電所事故の後、4基のプラントは廃止を決定しましたが、現在も7基の運転可能なプラントを有しており、国内最大規模の原子力発電事業を行っている会社です。これら7基については、福島第一原子力発電所事故の後、大規模な改造工事を行い、地震や津波等の自然災害への対策を従来よりも大幅に強化したり、万が一事故が起きた場合の対応設備を多数追設したりするなど、安全性が格段に向上したプラントになっています。運転開始からの経過年数が国内では最長の高浜発電所1号機（46年経過）をはじめ、運転開始から30年を経過したプラント



関西電力の原子力発電所

を多く有しているという特徴があり、後ほど紹介する私の仕事（プラントの高経年化対策業務）に繋がっています。

また、海外では現在30カ国以上において原子力発電が利用されており、運転中のプラントは400基以上にのぼりますが、原子力業界は運転経験や知見の共有を非常に大事にしている業界で、関西電力でも多くの海外の組織と連携を図っています。例えば、世界原子力発電事業者協会（WANO）への加盟や米国電力研究所（EPRI）の研究プロジェクトに常時参加する他、海外電力会社（米国のDuke EnergyやフランスのEDFなど）と情報交換協定を締結する等、他にも書き出すときりがありませんが、様々な活動を行っています。

一例としてWANOについて少し紹介しますと、WANOは原子力発電所を所有する世界中の電力会社が加盟している民間組織で、ロンドンを本部として4つの地域センター（アトランタ、パリ、モスクワ、東京）があり、私も東京センターに一時期出向していました。東京センターはアジアの電力会社が加盟している地域センターで、スタッフの大半は日本、韓国、中国、台湾、インド、パキスタンの電力会社からの出向者で構成されており、私が出向した当時は米国やイギリスから来られた方も在席していました。WANOでは世界中のプラントの運転経験の共有やピアレビューなどが行われます。ピアレビューとは各国の電力会社から様々な分野の専門家を招集してチームを構成し、プラントに2～3週間程度滞在して、現場ウォークダウン、資料確認、スタッフへのインタビューなどを通じてプラント管理状況全般をレビューする活動で、自社のみでは気付くことができない改善事項を洗い出すことができます。WANOの公用語は英語ですので、私のような英語が不得意な状態で出向した者にとってはインド訛りの聴き取り辛い英語が追い打ちとなり、なかなか大変な環境ですが、多種多様な価値観にも触れることができるため、出向者にとって自らを成長させる場にもなっていると思います。（当時は今のようなコロナ禍でもありませんし、色々な国に出張できるという楽しみもありました。）

3. 仕事内容

入社してから、原子力発電所で現場設備のメンテナンス業務（点検や補修工事の管理）や改造工事に携わったり、さきほど紹介したWANOへの出向を経験したりしましたが、キャリアの半分近くは、原子力事業本部でプラントの高経年化対

策業務というものに携わっています。

プラントの高経年化対策とは、大まかに言うと、運転開始から30年や40年を経過したプラントが更に長期間運転しても安全性を維持できるよう、長期間運転した状態（例えば60年）での設備の劣化状態を予測評価し、取替／改造やメンテナンス計画を検討するとともに、国（原子力規制委員会）に対してプラントの運転期間の延長を申請し、1年程かかる厳しい審査を受ける業務になります。

日本では、福島第一原子力発電所の事故後に改正された法律により、プラントの最初の運転期間が40年に制限されており、原子力規制委員会から認可を受ければ、20年の延長が可能です。このため、40年を経過する前にはプラントの安全上重要な全ての設備（弁や計器類を入れると3,000以上）に対して、その部品毎に想定される劣化事象を踏まえて長期運転に対する健全性を評価するとともに、特別な点検も行い、今後20年運転継続しても安全性が確保できることを確認しなければなりません。様々な評価項目がありますが、例えば、長期間の熱や放射線に晒されて靱性が低下した設備（金属材料）に大きな傷があると仮定しても事故時や大きな地震時に損壊しないか、電力／計装ケーブルの樹脂の持つ絶縁性能が過酷な事故環境に耐えられるほど維持されているか、設備を支持するコンクリート構造物の強度が維持されているかといったことを、プラントメーカーなどにも協力してもらい、設備の材料や使用環境に応じて一つ一つ評価していくとともに、今後のメンテナンス計画もチェックしていきます。

40年を超えると聞くと、相当古い設備を使い続けているという印象を持たれる方もいると思いますが、長期間の使用が難しいと判断した設備は機器の大小を問わず取替えを進めています。また、核燃料を内部で燃焼させている原子炉容器のような取替えが困難な設備については、念入りに点検を行って傷などが無いことを確認し、長期間使い続けても問題ないことを確認しています。（放射線量が高く容器の内部に直接人が入ることはできませんが、検査用ロボットを投入して検査します。）



蒸気発生器の取替えの様子

評価に当たっては、国内外でこれまで起きたトラブルなどの運転経験や、プラントメーカーと共同で実施した実機模擬材による試験結果、大学／海外機関の研

究成果等、様々な知見を活用して評価を行うことにはなりますが、原子力発電所は一度事故が起きると多大な影響を及ぼすことにはなりますので、これまでの事故の反省も踏まえ、安全性に万全を期すため、常に新たに取り入れるべき知見がないかも気にしなければなりません。2016年に関西電力の高浜発電所1,2号機と美浜発電所の3号機に対して、現行の法律に改正されて以降、国内で初めて40年を超える運転が原子力規制委員会に認可されましたが、認可を受けた直後から新たに取り入れるべき知見がないかの確認が始まっています。

プラントメーカーや国内外の研究所と連携して材料の劣化メカニズムの更なる解明や評価手法の開発などの研究開発活動も行いますし、国内の原力発電所を所有する電力会社や原子力分野の関係組織で検討会を設立し、国内外の情報を体系的に収集／分析して、プラントの運用変更や改造工事に結びつけるような取り組みも行っています。

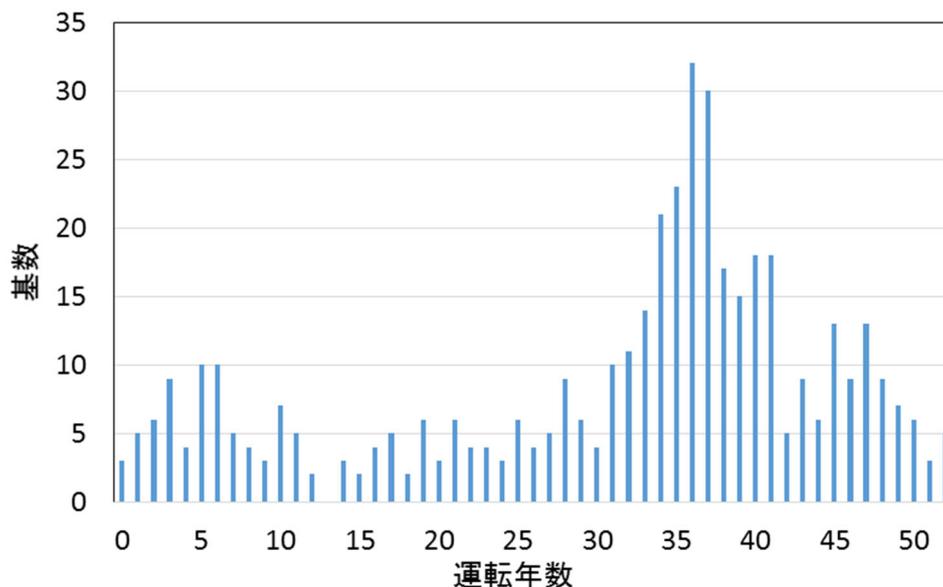
また、コミュニケーションによる知見拡充も行います。例えば、国際原子力機関（IAEA）では、数年おきに原子力発電所の長期運転をテーマとした国際会議を開催していますが、2017年に開催された会議（リヨン、フランス）では、私も当社の取り組みを発表するとともに、各国の取り組みを学ぶことができました。



国際会議での発表の様子（左）と集合写真（右）

情報交換協定を結んでいるフランスの電力会社（EDF）を訪問し、長期運転に対する取り組みを学んだりもしましたし、また、米国は運転ライセンスを80年までに更新しているプラントもあるほど長期運転に積極的な国ですが、米国電力研究所（EPRI）の専門家に依頼して、当社のプラント評価に用いているデータや手法が米国と比べて遜色ないかを確認してもらったりもしました。

下のグラフは、世界の原子力発電プラントの運転年数と基数を整理したものです。各国で運転開始から30年や40年を超えるプラントが増えており、また、60年や80年といった長期利用を目指す国も多くあることから、国境を越えて情報を共有し、お互いの安全性を高め合う取り組みが活発に行われています。一度どこかで事故が起これば、世界中の原子力発電の信頼性が損なわれてしまう業界ですので、このように情報共有を積極的に行う環境があるのだと感じています。



世界の原子力発電プラントの運転年数別の基数 (2021年8月31日時点)
(IAEA PRISデータを基に作図)

4. 最後に

将来の日本のエネルギー構成を考えると、原子力発電をどの程度の規模で使用するのかという点は、様々なご意見があると思います。ただ、私個人としては、原子力発電は今後も重要なエネルギー源としての役割を担うものと考えています。原子力発電は安全性の維持・向上をたゆまず継続しているということ、本稿を通じて少しでもご認識頂けると幸いです。

また、学生の皆さまの中には、(私も学生時代はそう思っていました、) 関西電力と聞くと地域限定の仕事をしているように思われる方もいると思いますが、関西電力は国内の原子力発電業界の中で中心的な役割を担っており、世界中と常に繋がっている業界であることも知って頂けると幸いです。

わたしの仕事 (34) 国立研究開発法人 海洋研究開発機構

松田景吾 (H19/2007卒)



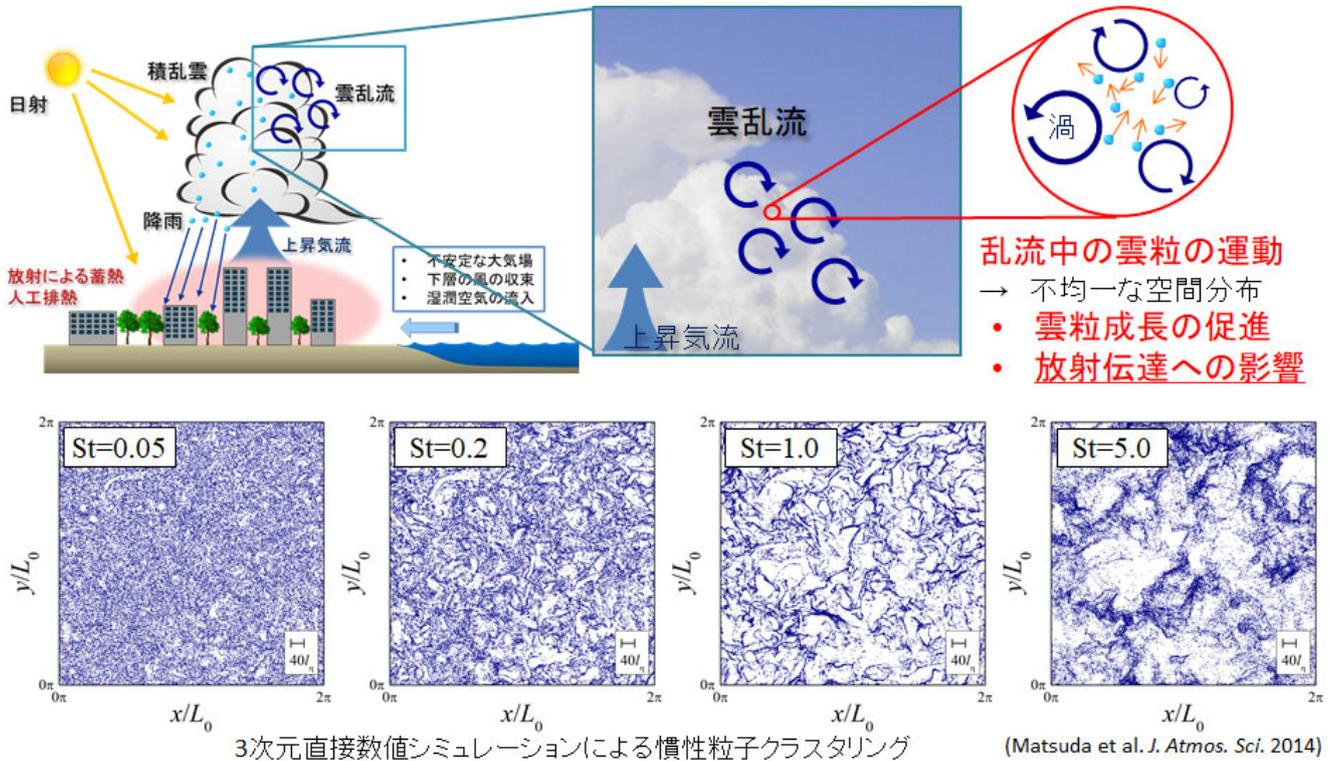
1. はじめに

私は環境熱流体工学研究室にて6年間、小森 悟 先生、黒瀬良一先生らのご指導を授かり、2012年3月に博士学位を取得した松田と申します。現在、国立研究開発法人 海洋研究開発機構の副主任研究員として大規模数値シミュレーションを用いた研究を行っています。今年8月のこと、黒瀬先生より京機短信に原稿を執筆してくれないかとのご連絡をいただきました。どうしようかと思いつつ京機短信の最新号を見てみたところ、なんと、同回生の浜地君が「わたしの仕事」に原稿を寄せているのではないですか。急に懐かしさが込みあげ、執筆を快諾することにしました。内容自由、長さ自由と、何とも寛大な制約条件のもと、これまでの私を振り返りながら、或る博士学生のその頃とその後をご紹介したいと思います。

2. 環境熱流体工学研究室

現在の私の仕事について書こうと思つくと、やはり学部4年から博士後期課程まで在籍した機械理工学専攻・環境熱流体工学研究室から話を始めなくてはなりません。

研究室配属前の学部3回生の頃の私は、本当に新しいものを創り出す仕事として研究開発の仕事を目指したいと考えており、研究開発の仕事を得るための手段として博士課程への進学は有力な選択肢でした。そのため、学部4回生での研究室選びの際には、博士課程まで視野に入れて面白い研究ができそうな研究室はどこかを考えていました。そんな最中、環境熱流体工学研究室では、機械理工学専攻でありながら風波や雲などの自然環境の中の流体現象を対象にした研究が行われていること、それだけでなく乱流を伴う燃焼流や混合反応流を対象とした研究も行われていることを知りました。特に私の目を引いたのは、燃焼の数値シミュレーションの可視化図に現れていた、見るからに“複雑そう”な乱流渦構造でした。



雲乱流と雲粒の慣性粒子クラスタリングに対する数値シミュレーション結果

「乱流とはこんなに“複雑そう”な構造なのか、こんなに“複雑そう”なら研究すべきことが沢山あるに違いない」という安直な考えと、もともと気象などに興味があったこともあって、環境熱流体工学研究室への配属を希望しました。

環境熱流体工学研究室では、雲を対象とした研究を進めることになりました。積雲や積乱雲などの対流雲の中では、多数の雲粒（水滴）が乱流中を運動しています。雲粒同士が衝突し合体すると大きくなり、それによって雨粒へと成長します。このような雲粒の衝突併合成長は雲の発達から降水に至るまでのプロセスを精度よく予測するうえで重要となるものです。卒論の研究テーマは、この雲粒の衝突併合成長が乱流によって促進される効果に関する研究でした。

この研究を通して、乱流中での粒子の運動について勉強するうちに、雲乱流というのが非常に興味深いものであることを知りました。乱流中を運動する雲粒は、空気に比べて質量が大きい重い慣性粒子であるために、慣性力によって乱流渦からはじき出されます。この効果によって、乱流中では雲粒の不均一な空間分布が形成されます。これを乱流による慣性粒子クラスタリング（または乱流クラスタリング）と呼びます。つまり、乱流がなければ雲粒が一様ランダムに分布するような条件であっても、乱流があると慣性粒子クラスタリングによって不均一に分布するようになるのです。そこで、修士課程以降では、このような乱流中での慣

性粒子クラスタリングに着目し、日射などに伴う熱輸送プロセスである放射伝達プロセスや、雲のレーダー観測において重要なマイクロ波散乱プロセスに及ぼす雲粒のクラスタリングの影響について調べる研究に取り組みました。例えば、ナビエ・ストークス方程式をそのまま解く直接数値シミュレーションによって一様等方性乱流場を形成し、その乱流中での多数の粒子の運動を追跡することで慣性粒子クラスタリングを再現します。さらに、得られた粒子分布に対して、乱数を用いて放射伝達を計算するモンテ・カルロ光線追跡シミュレーションを実施することで、世界で初めて乱流による粒子クラスタリングが放射伝達に及ぼす影響を定量的に明らかにしました。雲乱流中の放射伝達プロセスに着目するということは、環境流を研究対象としてきた小森先生と、噴霧燃焼の研究を行っている黒瀬先生のお二人がいたからこそ、いただくことのできた着眼点でした。雲乱流を模擬した風洞実験にも取り組みましたが困難を極め、最終的には数値シミュレーションの結果を中心として博士論文をまとめ、学位を取得するに至りました。

環境熱流体力学研究室に在籍して最も強く感じたことは、機械工学の知識は決して機械工学だけに使えるものではないということです。機械工学として学んできた物理・数学やシステム概念などは、様々な工業装置に共通しているだけでなく、工業装置の外の様々な自然現象にも共通しています。そのため、応用次第で様々な分野へ進出していけるのです。

3. 海洋研究開発機構（JAMSTEC）

学位取得後、2012年に、幸いにも海洋研究開発機構（JAMSTEC）の地球シミュレータセンターに研究員として着任することができました。

海洋研究開発機構は、文部科学省所管の独立行政法人（国立研究開発法人）のひとつで、海と地球に関する研究開発を行う研究機関です。海の中を深度6500mまで潜航することのできる有人潜水調査船「しんかい6500」や、海上からドリルパイプを7000m以上伸ばして深海底を掘削することのできる地球深部探査船「ちきゅう」などを保有していることで知られています。また、日本のスーパーコンピュータ開発史上の金字塔のひとつである「地球シミュレータ」を運用していることでも有名です。2002年に運用が開始された地球シミュレータ（初代）は、その圧倒的な性能で当時の世界最速のスーパーコンピュータとなりました。その後、地球シミュレータは世界ランキング上位を目指すマシンではなくなったものの、

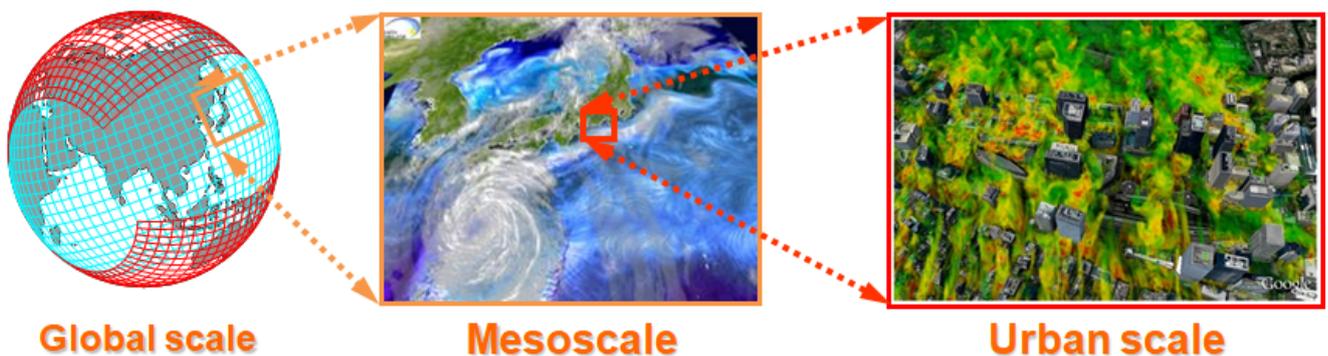
リプレースによって計算性能を向上させながら運用が続けられており、世界最先端の数値シミュレーション研究を支え続けています。今年3月には、4代目の地球シミュレータ（ES4）が稼働を開始しました。

私が着任した地球シミュレータセンター（現 地球情報基盤センター）では、この地球シミュレータを活用して、数値シミュレーションを用いた気象・海洋・宇宙などに関する研究や数値シミュレーション技術の研究開発が行われていました。私は、当時の高橋桂子グループリーダー（現 早稲田大学・教授）の下で、雲乱流に関する研究に継続して取り組み、数値シミュレーションを大規模化させながら発展させる機会をいただきました。また、雲乱流の研究と並行して、グループで開発されてきたマルチスケール大気海洋モデルMSSG（Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment）の研究開発にも携わることになったのです。

4. マルチスケール大気海洋モデルMSSGの高度化

マルチスケール大気海洋モデルMSSGは、大気と海洋の現象を対象とした高解像度シミュレーションを実施するために、海洋研究開発機構で開発された数値モデルです。MSSGと書いて「メッセージ」と呼んでいます。地球全体（全球）をカバーするスケールから、国・地域などを数kmから数百mのメッシュで解像したメソスケール、さらには建物の一つ一つを数mメッシュで解像した都市街区スケールまでも対象とすることができるマルチスケールのモデルです。対流活動による雲の形成を考慮できる高解像度の台風予測シミュレーションや、赤道付近のメソスケール対流活動を捉える大気海洋結合シミュレーションなどを実施することができます。

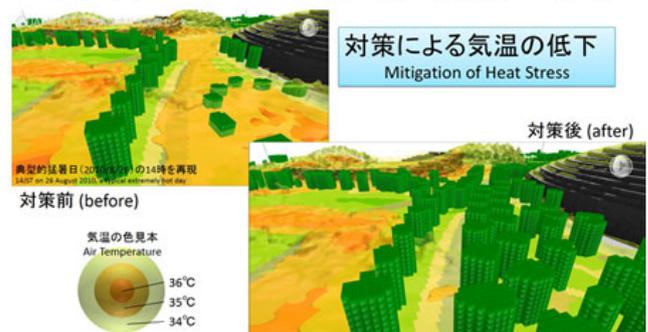
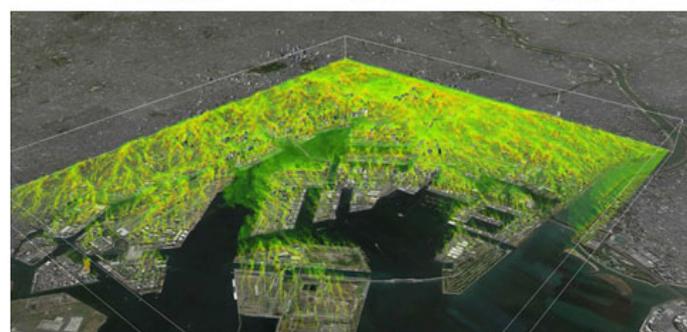
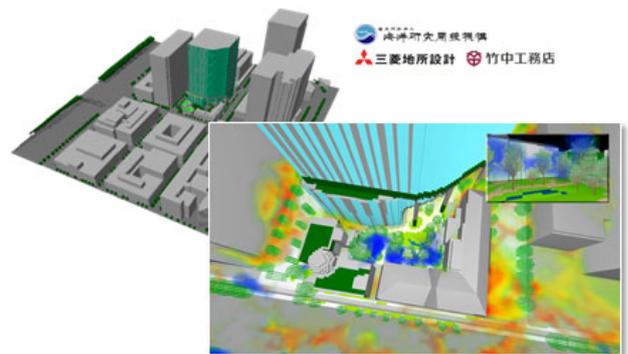
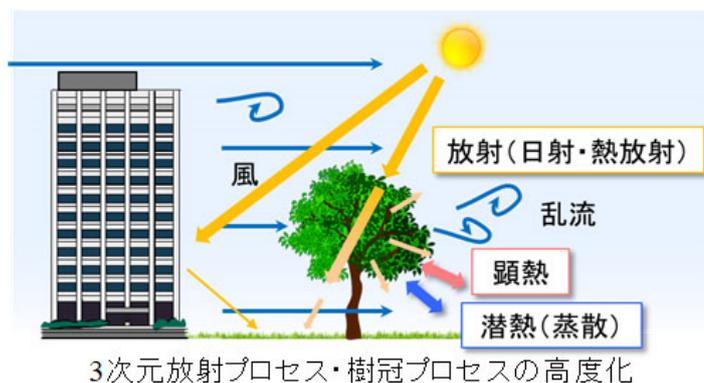
MSSGの大気コンポーネントでは、大気密度、運動量、圧力の輸送方程式と水蒸気・雲水・雨水などの水物質の輸送方程式の計算をコアとして、雲粒の発生



マルチスケール大気海洋モデル MSSG

や雨粒への成長を取り扱う雲微物理プロセスや、日射や熱放射による熱輸送を取り扱う放射伝達プロセスなど、様々な要素物理プロセスの計算が行われます。都市街区スケールシミュレーションでは、その放射伝達プロセスをより精緻に計算する必要があります。そのため、大学で放射伝達シミュレーションを行った経験を活かして、都市街区スケールシミュレーションの高度化のためのモデル開発を私が担当することになりました。放射伝達プロセスについては、全球スケールやメソスケールの大気シミュレーションでは、鉛直方向の1次元の放射熱輸送を考慮するだけで十分なのですが、都市街区スケールの大気シミュレーションでは、建物の壁面や樹木の樹冠（葉の茂っている部分）での放射熱収支やそれらによる日陰の影響も考慮しなければなりませんので、3次元の放射伝達計算が必要となります。私は、都市街区スケールの3次元放射伝達プロセス部分を改良して計算コストの低下と計算精度の向上を図り、さらに街区内の樹木の樹冠熱収支計算部分についても放射熱収支や蒸散量の計算の精緻化を進めました。これらの改良を進めることで、MSSGを使って実在街区を対象とした暑熱環境シミュレーションを実行できるようにしました。

改良後のMSSGによる最初の街区暑熱環境シミュレーションは、株式会社三菱地所設計と株式会社竹中工務店との共同研究のもとで「丸の内パークビル」（東京・丸の内）の中庭緑地を対象に1m解像度で実施したものでした（2014年）。建



MSSGによる都市街区スケール暑熱環境シミュレーション

物に囲まれた中庭緑地の夜間の低温化現象に対する樹木の効果を明らかにしました（動画：<https://youtu.be/AI0O-Y3fdPI>）。

その後、今度は中央大学との共同研究のもとで、当時建て替えが計画中であった新国立競技場（ザハ・ハディド氏の提案に基づく旧計画案）の周辺を対象に暑熱環境シミュレーションを実施しました（2014年）。3次元放射伝達を考慮して暑さ指数（Wet-Bulb Globe Temperature, WBGT）を算出することにより熱中症リスクの評価も行い、日本学術会議の提言の作成に貢献しました。このシミュレーション結果について、2015年に国際会議で発表するためにフランスへ渡航する直前、計画案そのものが白紙撤回されたことは今でも忘れられません。「ここまで説明してきたこの競技場の建設計画は実は数々の批判を受けていました。そして、3日前に、3日前に、安倍首相により白紙撤回されてしまいました！ だからこの競技場を実際に目にすることはありません！ とにかく、2020年の東京オリンピックをどうぞお楽しみに！」と最後に話したその発表は、これまでの国際会議発表の中で最も聴衆に受けた発表となりました。

さて、その次には、環境省と文部科学省の協力要請に応じて、2020年東京オリンピック・パラリンピック大会を契機とした環境対策の検討に貢献するため、主要な競技会場が置かれる東京湾臨海部を対象としたシミュレーションに取り組みました（2015年）。計算効率を向上させることで、12.5km×14.0kmを5mで解像した大規模暑熱環境シミュレーション（動画：<https://youtu.be/9x9jCmkhTf0>）を実現し、来場者の想定ルートを対象に緑地による暑熱環境改善効果を明らかにしました。ご存じのように、大会は1年延期になった末、無観客での開催となりました。暑熱環境の評価を行った身として、残念でなりません。

とはいえ、このように実績を積みながらモデルの性能や機能も拡充させてきたことで、ついには社会実装可能なレベルまでMSSGを成長させることができました。文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）の一環で、熊谷スポーツ文化公園（埼玉県・熊谷市）を対象とした事例では、埼玉県と協力し、現地観測に基づいてシミュレーションの信頼性を検証したうえで、埼玉県が検討中だった暑熱環境改善策を事前評価しました（2016～2018年）。埼玉県では暑熱環境シミュレーションの結果を踏まえて暑熱対策工事計画を決定し、実際に対策工事が行われるに至りました。

このように実施してきたMSSGによる都市街区スケールの暑熱環境シミュレ

シヨン結果のアニメーションは、ヒートアイランド現象について説明する日本科学未来館の展示動画 (<https://www.youtube.com/watch?v=EMm9La3riNA>) にも用いられています。

MSSGによる都市街区スケールシミュレーションについては、現在も高度化技術開発を進めており、将来的には暑熱環境以外の様々な微気象現象に対して高速かつ高精度に解析できるモデルへと成長させていきたいと思えます。

5. エクス=マルセイユ大学長期滞在

MSSGのモデル開発と暑熱環境シミュレーションを進める一方で、雲乱流に関する研究も継続して進めてきました。それまでに、雲粒の乱流中でのクラスタリングが雲のレーダー反射強度に及ぼす影響を定量的に評価し、その影響を推定するための数式モデルの構築も行っていました。雲のレーダー観測では、アンテナから雲に向かってマイクロ波を送信し、雲粒によって散乱されて返ってくるマイクロ波をアンテナで受信しています。この反射強度が、雲粒のクラスタリングが生じている場合には、散乱されたマイクロ波同士の干渉によって増加する可能性があり、その定量評価を行ったのです。その際に重要となったのが、雲粒の数密度変動スペクトル（数密度の空間変動強度に関する波数スペクトル）でした。乱流に関しては乱流エネルギースペクトルがどのような形状となるのかがよく知られているのですが、乱流中の慣性粒子クラスタリングが生じている場合の数密度変動スペクトルについては全く知られていなかったのです。私の研究ではこれを数値シミュレーション結果に基づいて半経験的な数式モデルに落とし込んだのですが、その適用範囲を明らかにするためには、そもそも高レイノルズ数乱流中の慣性粒子クラスタリングがどのようなマルチスケール構造を持つのかを明らかにする必要がありました。そんな時期に運よく、ウェーブレット法を使った乱流のマルチスケール解析で有名なKai Schneider先生（エクス=マルセイユ大学・教授）に出会うことができたのです。ハワイ島での国際会議でのことで、素晴らしい自然環境に囲まれて楽しく意見交換ができたことも幸いでした。共同研究の話も進んだので、せつかくの機会だと考え、海洋研究開発機構の在外研究員等派遣制度に申請することにしました。

海洋研究開発機構の在外研究員等派遣制度では、希望者が申請し審査で認められれば、1年間を上限として海外の研究機関に長期滞在することができます。研究



在外研究員等派遣制度によるマルセイユ滞在（2018年9月～2019年8月）

職の職員に限らず毎年数名がこの制度で海外へ派遣されています。私の申請は無事に認められ、2018年9月から2019年8月までの1年間、エクス=マルセイユ大学のマルセイユ数学研究所に長期滞在し、共同研究を進めることになったのです。

マルセイユ数学研究所は、名前の通りフランス南部の主要都市マルセイユにあります。地中海に面した港湾都市で、旧港の周辺は南フランスらしいベージュ色の外観の建物が並ぶ美しい街並みである一方、少し路地を入ると落書きアートが

あふれる、様々な側面を持つ街です。ギリシャ人が入植して以降およそ2600年の歴史を通して、地中海文化圏の国々との往来も多いことから、多様な背景の人々が暮らす街でもあります。

マルセイユでの共同研究では、当初考えていた手法ではうまく結果が出なかったものの、少しアプローチを変えて慣性粒子クラスタリングのマルチスケール構造の一端を明らかにする研究を進めることができました。しかし、それだけでなく、マルセイユを起点にパリやイギリスなどに足を運んで様々な研究者と出会う機会を得られましたし、マルセイユで混相乱流に関するワークショップを開催することもできました。また、マルセイユで出会った学生や他大の先生らとのさらなる共同研究にも着手することができ、研究者として活動の範囲を拡げることもできました。

私の滞在期間中には、マクロン大統領の政策を批判するデモ「黄色いベスト運動 (les gilets jaunes)」が活発化し、一部暴徒化したこともあって、土曜の外出時に出くわしてヒヤヒヤする場面も何度かありました。それでも、研究に、観光に、趣味にと様々な目的で、美しい景色と多くの人に出会うことのできた有意義な滞在でした。今思えば、非常に幸運なタイミングで1年間を過ごせたと思います。私が長期滞在を終えて日本に帰国した半年後、新型コロナウイルスの感染がヨーロッパにも拡大し、マルセイユでは厳しい外出制限を伴うロックダウンが実施されました。それ以降、マルセイユで知り合った人たちとの再会はまだ叶っていません。その反面、急速なオンラインツールの普及によって、国際共同研究は以前より進めやすくなったように感じています（日仏米を繋いだ深夜のオンライン会議には辛いものがありますが）。この国際共同研究を今後も継続し、そのうちまた現地で顔を合わせられればと願う日々です。

6. おわりに

ここまで、私が携わってきた仕事についてつらつらと振り返ってきました。気が付けば、私が海洋研究開発機構に来てもうすぐ10年が経ちます。これまで、雲乱流や都市街区スケール暑熱環境シミュレーションに関する研究に取り組んできましたが、このような様々な物理を含むマルチフィジックス現象を相手にするうえでは、学生時代に様々な科目を愚直に勉強していたことが生きてきていると感じます。流体力学や輸送論、熱力学はもちろんのこと、電磁気学、制御工学、固

体物理学、物理化学、工業数学などなど。当時の試験勉強の最中、友人らと黒板を使って議論したことも確実に功を奏していると思います。

また、研究室配属のころを振り返れば、「こんなに“複雑そう”な乱流には研究すべきことが沢山あるに違いない」という安直な考えは、強ち間違いではなかったと思います。実際、乱流は複雑でした。雲乱流も、都市街区スケールの微気象も、どちらも乱流を無視することはできず、また研究するほどに底が深いと感じてしまいます。最近では、雲乱流中のクラスタリングについて、教科書には書かれていない新しい現象を見つけて論文を準備中です。

最後になりますが、大変ありがたいことに、2020年度には、雲乱流に関するこれまでの研究業績を認められ、日本流体力学会の若手研究者賞である竜門賞を受賞するという榮譽にあずかることができました。研究室の諸先輩方が過去に受賞しており、私もいつか受賞できればと思っていた賞を受賞できたことは、大変光栄であるとともに、身の引き締まる思いです。今後は、研究者として中堅と呼ばれるところに入っていくことになるかと思いますが、より一層、大きく活躍していければと思います。

小森先生、黒瀬先生を始め、これまでに様々なご指導をくださり、研究活動を支えてくださった皆様に感謝申し上げます。

わたしの仕事 (35)住友電気工業(株)

河内星子 (H19/2007卒)

1. はじめに・自己紹介

こんにちは。河内星子(かわちせいこ)です。2003年に物理工学科に入学し、4回生で熱物理工学研究室(当時は牧野研)に所属しました。2007年に学部卒で住友電気工業(株)に入社し、現在まで勤続しています。

今回、ご縁あって寄稿させて頂くことになり、自分にとっても改めてこれまでの仕事を振り返る良いきっかけとなりました。この機会を頂いた吉田先生に感謝しております。

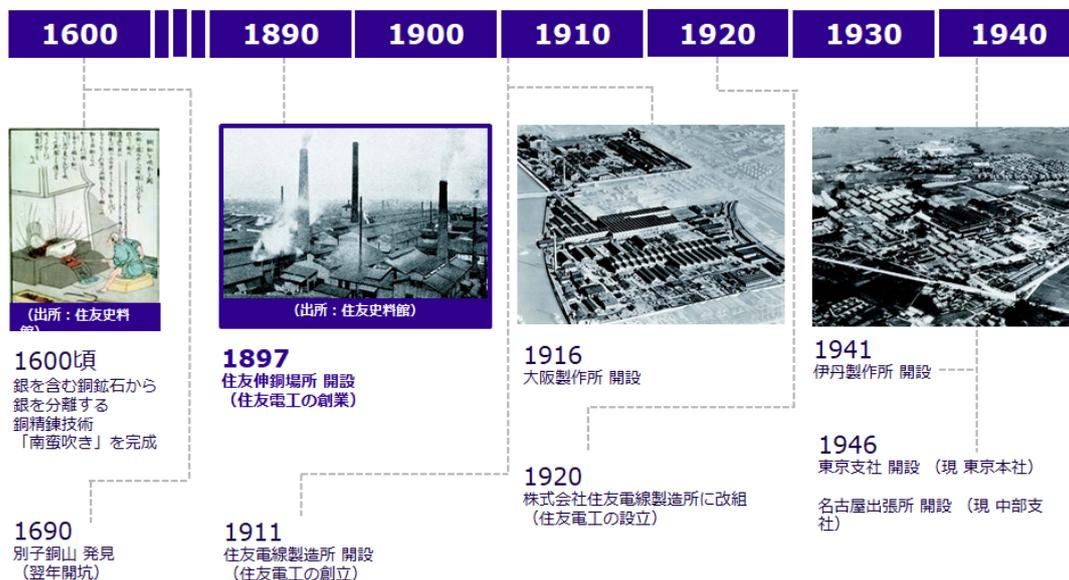


職場の仲間と登山(前列左が筆者)

2. 住友電気工業(株)について

まず住友電気工業(以下、住友電工)について簡単にご紹介します。

日本国内で製造業に従事されていれば、社名くらいは聞いたことがある、という方が多いかもしれません。しかし一般的にはあまり知名度が高くないため、入社してしばらくは親戚などにどこで働いているか覚えてもらいにくいのが難点です。私自身、部活の先輩が就職したときに、初めて住友電工の社名を聞いたような気がします。



また、仮に住友電工と仕事上の付き合いがあったとしても、取り扱う製品が多岐にわたるため、どの部門と付き合いがあるかで企業イメージがそれぞれ異なっているようです（個人的な観測範囲での印象ですが）。また、せっかく住友電工のこと知ってるよ！と言って頂いても、そんな製品つくってたっけ？というリアクションになりがちで、申し訳なく思うこともしばしばです。かつては（おそらく今でも）「住友電工は中小企業の寄せ集め」と言われたように、雑多な小さな組織がそれぞれに独自の製品技術で勝負しているような面があり、それは住友電工の強みでもあり弱みでもあります。

自動車 CASEの加速的進展とモビリティの進化に貢献する。



情報通信 増加するデータトラフィックに応え、大容量高速通信時代の実現に挑む。



エレクトロニクス モバイル端末・自動車・航空機器のさらなる進化を支える。



環境エネルギー 再生可能エネルギーの普及など、新しいエネルギーシステムを構築する。



産業素材 高機能な素材を開発・提供し、産業や社会インフラの発展に寄与する。



会社四季報などで確認できる業種分類では、住友電工は「非鉄金属」に分類されますが、これは電線（銅線）の製造から事業を始めたことによります。現在では売り上げの多くを自動車関連部品、とくにワイヤーハーネスが占めている、いわゆるBtoBメーカーになっています。近年の主要な製品を挙げるだけでも、ワイヤーハーネスをはじめ、高圧電線ケーブル、光ファイバ、化合物半導体、電子デバイス、超硬工具、交通制御システム、など多岐にわたり、一言では紹介しきれないのが住友電工という会社です。

それでもやはり材料系のイメージが強く、最終製品にも機械装置はほとんどないため、機械系エンジニアが活躍するイメージが湧きにくいかもしれません。採用活動の時期にも、機械系の学生の興味を引くのに苦労することが多いのですが、実際には、たくさんの京機会出身者が住友電工の様々な部門で働いています。その活躍分野は、王道の機械設計から製品の構造設計、ソフトウェア開発、材料開発、解析など多岐にわたっています。

私が入社した2007年頃は、グループ会社全体での売上の中で海外が占める割合はまだ1/3程度でしたが、今では半分を超え、6割に迫る比率となっています。必然的に海外拠点も増え、社員が海外で仕事をする機会も多くなりました。世界的なパンデミックで人やモノの流れは一時的に急減しましたが、そのような状況であっても、ビジネスの舞台が広がっていく流れは変わらないだろうと感じます。

3. 私の仕事

3. 1. どんな仕事

2007年に入社してから2021年9月まで生産技術部という部門に所属していました。まず、この生産技術部について紹介します。

私が9月まで所属していた生産技術部は、前項で紹介したように“寄せ集め”でできている住友電工の中ではやや珍しい、全社横断的な組織のひとつです。事務系の部門では人事や経理などがありますが、技術系では生産技術部と、社内の通信インフラ整備を担う情報システム部、それに一部の研究・企画部門しかありません。特に生産技術部は、住友電工のような“寄せ集め”の製造業ではやや珍しい、住友電工グループ全社のモノづくりレベル向上を推進・実現する役割を期待されている部門です。そのための有形無形の技術開発だけでなく、実際に工場を建て、生産設備を設計製作し、生産ラインを整え、改善するところまで自分の手

を動かして参画することが求められます。

では私自身はどのような仕事に携わっていたかという、ひとことで言うなら「検査装置の開発・設計」です。社内の様々な製品の検査（出荷前の最終検査や、途中の工程内検査など）を自動化するための技術開発と、その装置の設計が主な仕事です。つまり、主な「お客さん」は社内の生産現場です。もちろん、検査装置を製造・販売している装置メーカーはたくさんありますが、私が所属していたグループで手掛けている製品は、全くの新製品で製品の情報を社外に出したくないもの、あるいは検査技術が世の中で確立していないものや、既製の検査装置では必要な精度が得られないもの、などです。

そういった要望に対し、計測・制御技術の知識や経験をもとに、新しい検査装置を開発・設計します。仕事の性質上、具体的な内容をここで書けないのが申し訳ないのですが、入社してから学んだ画像処理、センシング、制御プログラミングなどの知識を生かして装置の開発に取り組みました。

仕事のやりがいは、やはり自分で開発した装置が実際の製造ラインで稼働したときに感じる達成感にあります。単なる技術開発だけでなく、すぐに役立つ、つまり“稼げる”装置をリリースするところまでを求められますが、それが実現できたときはそれまでの苦労が報われるような気持ちになります。

また、全社横断的な組織であることで、様々な製造現場のことを直に知ることができるのも生産技術部の仕事の面白いところです。私が就職活動中に住友電工に興味を持ったきっかけが「いろいろな製品をつくっている」という点であり、それを実感できる職場だったと思います。一つの組織に所属していながら、精密な電子デバイスの実装ラインから巨大な設備が並ぶ海底ケーブルの製造ラインまで、多様なモノづくりの現場に当事者として参加できるところがとても特徴的です。

その代わりに、自分がイチから作り上げた製品を世の中に送り出す、という経験はできないのですが、私自身はこの、色々なモノづくりに首を突っ込むような仕事のやり方が向いていたようです。十数年勤める中で色々なモノづくりについて学び、同僚にも恵まれ、楽しく働かせてもらいました。

3. 2. グローバル化とダイバーシティ

前項で紹介した通り、海外の売上比率が増えている状況なので、社員としても

海外で仕事をする機会が増えています。もちろん、新卒の新入社員の中に海外でビジネスの経験がある人はほとんどいないので、会社として若手にどうやって海外経験を積ませるか、ということについても検討が進み、ここ数年で色々と選択肢が増えました。

海外経験のある方だと分かって頂けるとは思います、海外の支店や関係会社の立場からすると、日本から出張や駐在の形で派遣される社員は、一騎当千の“なんでもできる”、“経験豊かな”人材を求められます。それは現地スタッフを教育・統括したり、日本国内と比べるとステークホルダーの多い複雑なプロジェクトを限られた人数で推進することが必要なので、当然と言えば当然なのですが、それではなかなか若手が経験を積む機会が回ってきません。

そこで、研修の一環として、人事が一部費用を負担したり、期間を短く区切って海外に短期駐在できるような制度が整えられ、比較的、経験の浅い若手社員を海外に送り出すハードルが下がってきました。本人の適性を見極めるという意味でも、色々な選択肢があることは若手社員にとってもプラスになるだろうと思います。

私自身は、そういった諸制度とはまったく縁が無く（制度がリリースされたときにはすでに対象の年次を過ぎていたので…）、2011～12年にかけて約1年半の間、中国・蘇州での新工場立ち上げのプロジェクトにかかわったのが、最も大きな海外経験です。複数の製造ラインをさみだれ式に立ち上げていく計画で、一か月毎に出張と帰国を繰り返すような生活をしていました。

新しい工場の立ち上げだったので現地スタッフも勢いがあり、賑やかで面白い現場でしたが、当然、工場の運営面や技術面では未熟なので、毎日なにかしらのトラブルに見舞われていました。それでも、本当に何も無いところに一台ずつ設備を運び込み、ユーティリティを繋ぎ、動かす、というところから1年が経つ頃にはそれなりの工場として操業できるようになっていたときには、さすがに感慨深いものがありました。このときに国内外および社内外のたくさんの人と一緒に仕事をして、様々な立場や考え方のもとで自分の役割を果たせたことは、その後の仕事の進め方に大きく影響を与える経験となりました。

私のように、個人的な経験としてグローバル化やダイバーシティの進展を実感している社員は多いと思いますが、会社全体の組織的な取り組みとしてはまだ道半ばかなと思います。住友電工は大きくて古い組織なので、良くも悪くも変化は

ゆっくりとしています。10年前に比べれば、ライフステージに関わる諸制度は利用しやすくなり、女性や外国籍の社員は増え、社内外の研修で学ぶ機会も多くなりましたが、ダイバーシティが組織風土として根付き、新しい競争力を生み出すまでにはまだまだ様々な努力が必要そうです。

なお、住友電工の組織風土で良い点をひとつあげると、部門長などの意思決定者について、役員クラスに至るまでエンジニア出身者が過半数を占めるうえ、BtoBでの商売がほとんどなため、様々な場面で技術的な議論が尊重されやすく、立場に寄らないフラットな意見交換をしやすい、というところがあります。エンジニアとして働くうえで、とてもありがたい風土です（会社全体の利益向上に即効性があるかと問われると難しいところですが）。そういう良いところを活かしつつ、新しい価値観も根付いてより良い組織になって欲しいと個人的に思っています。

3. 3. リクルータ経験を通じて感じたこと

私の仕事という意味で重要な要素のひとつが、入社以来ずっと続けているリクルータ業務です。就職してから数年間は学生に近い立場の先輩として、勤続10年を越えた頃からは、それなりに経験を積んだ社会人として、毎年、就職活動中の京大機械の学生の皆さんとお話しする機会を頂き、大変貴重な経験となりました。研究の話聞かせてもらったり、就活に関する不安や悩みを伺ったりしていると、私自身も学生時代に、何も分からずに迷ったり悩んだりしていたことを思い出します。

自分が就活をしていたときは、なんとなくメーカー中心に見て回っていたものの、特にやりたいことがあったわけではなく、住友電工みたいに色々やっているところだったら、働いているうちに何かやりたいことや向いていることがみつかるかな、と考えて入社しました。そしてそれは、そんなに間違っていなかったと思います。やりたいことが特にない人も、それに負い目を感じることなく、色々な人と話をしてみたら良いのではないかと思います。

また、自分の就活当時はほとんど意識していませんでしたが、住友電工のような比較的大きな会社であっても、京大機械系出身者には技術力だけでなく、マネジメントを担う役割も期待されています（前で書いた通り、特に住友電工ではマネージャー層の多くがエンジニア出身であるという事情も関係していると思いま

すが)。

私自身、マネジメントの仕事が面白いと思えるようになったのは最近のことです。就職活動をしていた頃や、入社して数年間は、自分の手を動かして何かを作るほうが絶対おもしろい、人の上に立つ仕事なんて向いていないしめんどくさそう、とっていました。

しかしここ数年で仕事の範囲や裁量が広がったことで、どんな分野であっても、物事は複雑化していて自分ひとりの力で出来ることは限られており、その一方で、人と協調し、みんなで頑張ることで大きな成果が得られるということ学びました。その、みんなで頑張るために方向性を示して環境を整えることこそがマネジメントの役割であり、上手くいったときの達成感は、やはり一人で仕事をしているだけでは味わえないものです。

もちろんエンジニアとして日々の勉強、知識のアップデートは必須ですが、それを前提としたうえで、学生の皆さんには、そういう方向で力を発揮できるかもしれない、ということも頭の片隅に置いて頂ければと思います。

4. 最後に

ところで、2021年10月に生産技術部から異動になり、事業部門の設備設計者として新しい職場で働いています。これまでよりもビジネスの現場に近く、自分の仕事が明日の売上に直結するような職場です。そういう場所でも役に立てそうだと評価してもらえたということで、その期待に応えられるように力を尽くしたいと思っています。

また、これまでの道のりを振り返ると、様々な形で諸先輩方のサポートを頂いてきたことに気付きます。私自身も中堅と言われる年頃になり、おかげさまで後輩も増え、その活躍を目にする機会も多くなりました。これからは学生の皆さんを始め、若い人をサポートする立場であることを意識して、できる限りの支援をしたいと思っています（これは多くの先輩方も同じですよ）。

色々先の見えにくい世の中ですが、親切心と好奇心を忘れずにサバイブしていきたいものですね。末筆になりますが、京機会の皆様のご多幸とご健勝をお祈りしております。

わたしの仕事 (36)株式会社島津製作所

片岡達哉 (H22/2010卒)



1. はじめに～自己紹介～

京機会会会員の皆様、はじめまして。ナノマイクロシステム工学研究室（田畑先生、土屋先生、菅野先生、平井先生）OBの片岡達哉と申します。恩師である土屋先生より、京機短信への寄稿のお話をいただき、筆を執らせていただきました。島津製作所で「製品開発」を担う、ひとりの機械系技術者目線からの所感を皆様にお届けできればと思います。

学生時代には「DNAハイブリダイゼーションによりセルフアセンブルしたマイクロコンポーネントの付着力測定」、「MEMS（微小電気機械システム）デバイスを用いたCarbon Nanotube引張試験」をテーマに、MEMS材料の評価に取り組みました。いずれも、評価の要求を満たす試験機の設計／製作する工程、評価材料を試験機上へセルフアセンブルする工程を経て、やっと試験できるという研究でした。実験に失敗して虎の子のサンプルを失ったときの後悔、さらに試行錯誤して目的の結果が得られた時の大きな感動は今でも鮮明に覚えています。

就職活動では「漠然と世の中に役立つことができれば」と考えて様々な企業を調べました。就職活動中にはあまり意識していませんでしたが、「これまで測れなかったものを測ってみる」、「マッチした試験機を自作する」という経験は、分析機器メーカーとしての島津製作所に興味を持つきっかけになっていたのかもしれない。

2. 島津製作所について

島津製作所の歴史は、日本の科学立国を夢見た初代島津源蔵が教育用理化学機器の製造工場を京都木屋町で操業した1875年から始まります（図1）。以来、社は「科学技術で社会に貢献する」のもと、二代目の島津源蔵によるX線撮影、蓄電池製造以降、新技術開発により社会課題の解決に引き続きしてきました。現在に至る140年余り、文明開化、戦後からの復興、高度経済成長、そして現在のQuality of Lifeの向上に至るまで日本の歴史とともに歩んできました。2002年には田中耕一

の「生体高分子の質量分析法のための穏和な脱着イオン化法の開発」により、日本の民間企業で初めてノーベル賞受賞者を輩出した会社でもあります。

今では分析・計測機器、医用機器、産業機器、航空機器の4つの事業部で展開しており、分析・計測機器では、クロマトグラフ、質量分析計、精密万能試験機、環境分析計。医用機器では、X線TVシステム、回診用X線撮影装置、乳房専用PET（Positron Emission Tomography）システム。産業機器では、ターボ分子ポンプ、油圧ギアポンプ、油圧コントロールバルブ。航空機器では、フライトコントロールシステム、水中無線通信装置。と、典型的な多品種少量生産の会社です（図2）。かかわる業界が広く、様々なお客様とより便利で安全・安心な社会の実現に科学技術で応援しています。

多品種少量生産の業態を長年続けてきた結果、島津製作所にはたくさんの要素技術が息づいています。そして、それら技術は社会から必要とされる時を粛々と待っています。例えば、東日本大震災を機に食品への放射能汚染が社会問題化しました。これを機に、島津製作所はPETの放射線測定技術を応用し、食品放射能検査装置“FOODSEYE”を開発しました。また、最近では新型コロナウイルスのPCR需要の爆発的な増大に対して、それまでノロウイルス、インフルエンザウイルスの検出技術を応用して、コロナウイルス検出試薬キットをいち早く上市し、その後前処理工程とPCRと蛍光測定までを全自動化した遺伝子解析装置AutoAmpを開発しました。幅広い分野の技術開発を進め、様々なバックグラウンドの技術者が社内にいることで、新たな社会課題にいち早く対応する素地があるのではと考えています。



図1 1895年ごろの島津製作所（木屋町本店）

分析・計測機器	見えないものを見る、測れないものを測り、暮らしの安心・安全や、産業の発展に貢献する	 液体クロマトグラフ 質量分析計 (LC-MS)	 ガスクロマトグラフ 質量分析計 (GC-MS)	 精密万能試験機	<ul style="list-style-type: none"> ・物体に含まれる成分の種類・量を分析する装置 ・物体の強度や弾性、濃度などを計測する装置 など 	
医用機器	画像処理技術を活かした医用機器により、早期発見・早期治療に貢献する	 X線TVシステム	 回診用X線撮影装置	 乳房専用PETシステム	<ul style="list-style-type: none"> ・X線撮影システム、血管撮影システム等の画像処理技術を用いた診断機器 など 	
産業機器	お客様の“実現不可能”を“可能”に変え、産業の発展を実現する	 ターボ分子ポンプ	 油圧ギヤポンプ	 油圧コントロールバルブ	<ul style="list-style-type: none"> ・半導体製造に必須の真空環境を創り出すポンプ ・建設機械や産業車両の動力源となる油圧ポンプ ・金属製造に必須の焼成炉 など 	
航空機器	様々な航空機器の提供により搭乗者の「安全、快適、負荷軽減」を実現する	 パワー・ドライブ・ユニット・ギヤボックス スタビライザ・トリム・アクチュエータ アングル・ギヤボックス フライトコントロールシステム	 コントロール・バルブ・モジュール	 フラップ・アクチュエータ	 水中光無線通信装置	<ul style="list-style-type: none"> ・高い高度を飛行する航空機内の環境を整えるシステム ・機体姿勢などを制御するシステム ・水中光無線通信技術“水中光Wi-Fi”など

図2 島津製作所の事業

3. 島津製作所での製品開発

島津製作所での仕事は、「マーケティング」、「研究開発」、「製品開発」、「生産技術」、「品質保証」、「営業」に大別されます。このうち、製品上市してビジネスを創生する仕事は私の所属でもある「製品開発」の部門が担当します。

ある製品を商品化する際には、「製品開発」部門が「マーケティング」部門や、「営業」部門と連携して、今市場にないものはなにか、近い未来必要となる商品は何かを調査します。次に、その製品を実現化するために必要な要素技術を、「研究開発」部門と連携して獲得し、その後、開発プロジェクトを立ち上げます。開発プロジェクトの中では、お客様に求められる機能を実現し、適切な価格で、適切な時期に、販売エリアで定められた規格の要求を満たした製品を作り上げていきます。製品が完全にできあがってしまった後に、生産上、品質保証上の問題が生じないように、設計、試作、評価、量産立ち上げの各ステップで「生産技術」部門、「品質保証」部門の審査をうけながら、安定した量産方法の検討と、製品販売後のアフターフォローも含めて検討を進めていきます。

「製品開発」部門の役割は、「製品開発」だけにはとどまりません。競合他社の動向や潜在ニーズを探索するマーケティング活動、製品デモや、よりきめ細か

いお客様のニーズを拾い上げるための特注対応の営業活動支援、日々の生産効率化によるコストダウン活動、測定原理にさかのぼった不具合調査など、各部門の仕事を横断的に支援するのも「製品開発」部門に求められる大切な仕事です。ともすれば、問い合わせ対応、クレーム対応に追われて、「製品開発」に時間が割けなくなる時がどうしても発生しますが、そこで得られたお客様からの率直なコメントからの気づきは、次のプロジェクトに直接生きてきます。また、自分が開発した製品がお客様にどう評価されているかを知ることが、褒められる場合も叱られる場合も、大きなモチベーションとなります。

4. わたしの仕事

私は島津製作所の分析計測事業部に所属し、機械系技術者として水質分析計の「製品開発」に従事し、全窒素・全りん計、全有機体炭素計（以下、TOC計と呼ぶ）（Total Organic Carbon）計を開発してきました。全窒素・全りん計は事業所から排出され環境へ流出する汚濁物質の管理用途に使用され、24時間365日環境汚染の流出防止に役立っています。TOC計は上述の汚染物質の管理用途はもちろん、半導体製造用の超純水や、製薬用水などの上流工程での水質管理にも使用される守備範囲の広い製品です。

4.1 全窒素・全りん計の開発（中国での仕事）

入社2～3年目の時期、私は全窒素・全りん計のモデルチェンジに機械系技術者として参加しました。当時、環境意識の高まりから、全窒素・全りん計のニーズが中国で一気に広がった経緯があり、本製品は中国での生産を立ち上げることになりました。私が参加したのは、開発が6割方終わり、中国の工場での量産性の評価がスタートする時期でした。

生産性検証とは、製品の量産がスムーズに立ち上がることをプロジェクト内で確認する工程で、量産と同じ図面で、量産と同じ設備を使い、量産と同じ作業者に装置を組み上げてもらい、図面通りに製品が完成することを確認します。本工程は「生産技術」部門が中心となり進める工程ですが、私も中国蘇州の工場に2カ月間滞在し、設計者側の目線で、現地協力会社から調達した部品の評価、製造ラインでの組立指導に携わりました。

中国での生産は日本国内での生産よりコストが安くなるという印象があるかも

しれません。しかしながら、このころから、すでに中国の経済もどんどん成熟に向かい、工賃や物価も日本とさほど差がなくなっていました。また、品質リスクのある部品は価格が高くとも日本から調達するなど、適材適所を意識しながら部品の調達先を吟味していきました。製造ラインの組立指導では、事前に目標組立時間を伝えたくて、中国メンバーと打ち合わせながら進めました。中国メンバーは非常に意欲的で、他ラインの工程で使用している治具をもってきて、「これを応用して、組立時間を短縮できないか？」と質問されたり、倉庫の効率化のため「半完成品を在庫しやすいよう、組立手順を変更してよいか？」と提案をくれたり、当時の私では目の届かなかったできなかったアイデアが、チームからたくさん生まれました。中国に1名で派遣されていた私に対し、中国メンバーは、島津製作所本社の技術者としてみなしてくれ、その場での判断を求めてきました。当時、メンターの先輩とのペアで仕事を進めることに慣れていた私にとって、自分で判断して進めていくことは、うれしい反面、間違った判断は絶対にできないというプレッシャーを感じたのを覚えています。無事、「生産技術」部門より生産性検証に合格の連絡を受けたとき、心からほっとしました。



図3 中国蘇州工場にて（中央が筆者）

4.2 純水用オンラインTOC計の開発（プロジェクトリーダーとしての仕事、機械系技術者としての仕事）

島津製作所はTOC計の世界シェアNO.1です（当社調べ）。島津製作所が得意とするのは、高い酸化分解能力をもち、排水など高濃度なTOCを測定するのに適した燃焼酸化方式のTOC計です。一方、TOC計の市場では半導体や製薬の製造工程に使用されるような純水／超純水の品質管理にも広く用いられており、この分野では、高い酸化力が必要とされないため、コンパクトさや維持管理性の良さに強みのある湿式酸化方式のTOC計が選ばれる傾向にあります。当時、島津製作所では湿式酸化-導電率方式はラインナップしておらず、これを新たに開発することとなりました。入社4～9年目の時期、私はこのプロジェクトのリーダー兼、技術者として要素研究から製品化まで、携わることになります。

最もこだわったのは、酸化光源を水銀フリーとしたことです。湿式酸化方式のTOC計では試料に紫外線を照射して、試料中のTOCを酸化分解します。一般的に、光源には低圧水銀ランプが使用されます。しかしながら、水銀による大気・水・土壌への汚染リスクのため、環境への排出は確実に防ぐ必要があります。特に、RoHS指令、Minamata Convention（水俣条約）などにより使用量、廃棄方法の制限が厳格化されており、分析装置の酸化光源においても低圧水銀ランプの代替技術が求められてきました。この要求に応えるため、水銀フリー光源の選定、試料流路と光源の位置関係の最適化、ランプ駆動用電源回路設計、ランプ保持&配管方法の検討など、ランプメーカーと協力しながらすり合わせ、泥臭く試作と酸化回収率試験を繰り返し、開発チーム一丸となって水銀フリーのTOC用酸化光源を完成させました。

このプロジェクトで私が最も苦戦したのは、プロジェクトリーダーとしての業務でした。プロジェクトリーダーの仕事は、製品仕様の決定、全体スケジュールの管理、開発メンバー間でのすり合わせ、営業、品質保証部、生産技術部門との部署間調整、毎月行われる技術会議への報告などがあります。技術的なハードルと対峙する一方で、プロジェクト全体を見渡して、進むべき方向を決める。さらに、対外的にこれを論理的に説明していく。当時の私にとっては、とてもタフな仕事でした。一度報告した内容を次の会議で取り消すこともあり、プロジェクトメンバー全員で悩んだ時期もありました。しかし、そのような状態でも温かい目で見守っていただいた上司、苦しみなながらも明るくともに開発を進めてくれたプ

プロジェクトメンバーのおかげで何とか製品化までたどり着くことができました
(図4)。



図4 新製品発表会の様子（京都新聞 日刊2020年10月16日金曜日掲載）

5.終わりに

京都大学での研究生活を起点として、島津製作所での10年間を振り返りながら本稿を書き進めてきました。本稿により、「島津製作所で働くひとりの機械系技術者目線での所感」が皆様の目にふれ、新たなご縁となれば幸甚です。

最後になりましたが、社会人10年目の節目の年に、これまでの仕事を振り返るきっかけを与えてくださった土屋先生に改めて感謝の意を表し、結びとさせていただきます。

わたしの仕事

(37) DMG森精機株式会社

廣野陽子（H19/2007卒）



1. はじめに

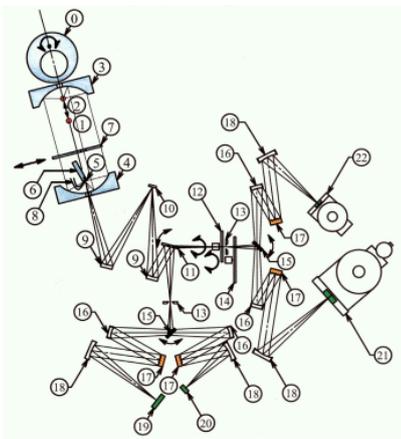
京機会会員の皆さま、明けましておめでとうございます。2007年に熱物理工学研究室（牧野研）を卒業、2009年に精密計測加工学研究室（松原研）を修了しました廣野陽子と申します。京機短信1月号という新春号に寄稿させていただきますこと、大変光栄かつ有難いことと存じます。京機会の「わたしの仕事」について、直近では同級生の投稿が相次ぎ、また、オンラインの新人歓迎会や総会、更には仕事関係でも同窓生にしばしば遭遇するようになり、懐かしさも相まった今、この節目での投稿に感慨深く筆を進めている次第でございます。

わたしは、大学3回生の授業で初めて旋盤の理論を学んだとき、この機械を考案した人は天才であると衝撃を受け、また、同学年での実習授業では、学生実習工場において初めて普通旋盤/手回し旋盤を回したときから、もう「工作機械」というものに心を奪われ、知れば知るほど好きになり、今に至ります。下手の横好きという視点で工作機械についてご紹介させていただきたく存じます。

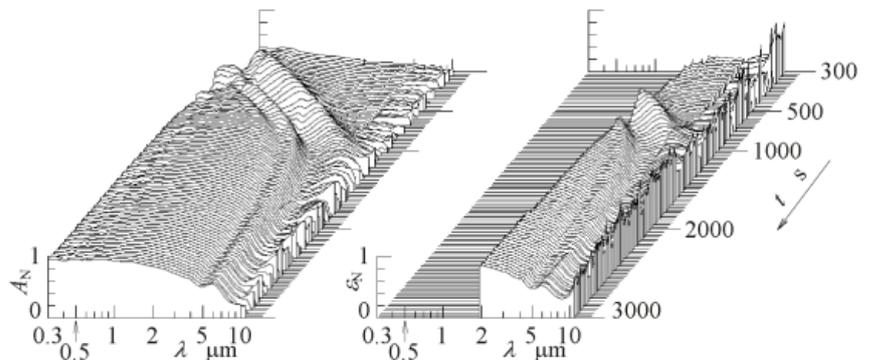
2. 大学・大学院での研究

大学3回生時、どの研究室に所属したいかという研究室見学に参加し、憧れの工作機械の研究室（精密計測加工学研究室、松原研）を訪れ、ぜひここへと心に決めたことが昨日のように思い出されます。4回生の研究室配属は大体がじゃんけんで決めるということで、それもまた一興と考え、負けたこともまた鮮明です。その後、当時の授業だったか何かの説明会だったかで、松久先生から、「B4/M1・2で異なる研究室に行った方が面白い」というお話を聞き、（当時の松久先生は、ここでは記載するのが憚られるほどの前衛的なご発言もあり、やはり京都大学に籍を置く者としては、それこそが我が出身校の良きところであり愛すべきところであると思ったものですが）じゃんけんで決まったということは、何か意味があることだったのではないかという気もしてきて、牧野研へ喜んで入りました。そこでは、C++を用いた分子動力学シミュレーションから実験まで幅広く学ぶこと

ができ、学士論文は「高温大気酸化過程にある金属表面の半球反射率と放射率のスペクトルの測定」というテーマに取り組ませていただきました。まず、黒体を作るというお題をいただき、どうすれば黒体になるかを考えた結果、ステンレス鋼にφ24mm程度の大きな穴を開け、φ1mmほどの穴が開いたふたをかぶせようとするに至りました。全反射を目指すためには内部の形状精度や表面粗さがランダムであればあるほどよいということで、慣れていない自分が加工することになり、あまりに下手すぎてモクモクとステンレス鋼から煙を上げながら大好きな旋盤で穴加工をしていました。この経験こそが、自分はどんくさすぎて旋盤工にはなれない、旋盤を設計する方がまだ向いているかもしれないと思った瞬間でした。



Experimental setup

Figure 5. Spectrum transition of absorptance A_N and emittance ϵ_N .

Ref: [New Spectrophotometer System for Measuring Thermal Radiation Characteristics of Real Surfaces of Thermal Engineering Entirely](#), T. Makino and W. Wakabayashi, *Journal of Thermal Science and Technology*

大学4回生での院試を経て、大学院からは夢にまでみた工作機械の研究室（精密計測加工学研究室、松原研）へ入ることができ、松原先生からお題をいただきました。「最近では2階の工場にも工作機械を設置するメーカーがあります。例えばタンクローリーが隣の道路を走ったとしましょう。どの程度、道路が振動し、建物に伝わり、工作機械に伝わり、製作される部品の精度に影響するのでしょうか？ 無視できる程度なのでしょうか？ 何か対策を打った方が良いでしょうか？」心が躍りました。なんと面白い。しかし、自分には考える術がない。どうすればよいのか。そこで、当時博士課程1回生、現在松原研で准教授をされている河野先生が何かから考えれば良いかを教えてくださいました。研究室にはFFTアナライザがあり、ファンクションジェネレータがあり、工作機械があり、NC（数値制御）が

あり、それらでこういった実験を行えば何が得られるのか、基本的なことを教えてくださいととも、考えるヒントをいただきました。毎月、様々な企業の方へ発表させていただける機会もあり、そこで考え直すことも多々あり、だからこそ、自分などに工作機械という題材は務まるのか、社会に出てからも取り組んで良いのかという自問自答も始まりました。就職活動が始まり、当初は工作機械業界のみを希望しており、第一志望は当時の株式会社森精機、現DMG森精機株式会社でしたが、最後の方には自信を無くし、他の業界も多少見る（といっても、大学にOBが来られる際にお話を聞く程度でしたが）ようになりました。しかし、やはり他業界はじっくりこず、結局、三菱重工業株式会社様がニッチな工作機械開発を行っているを知り、どこよりも早く合格通知をいただけたという流れもあって入社を決めました。

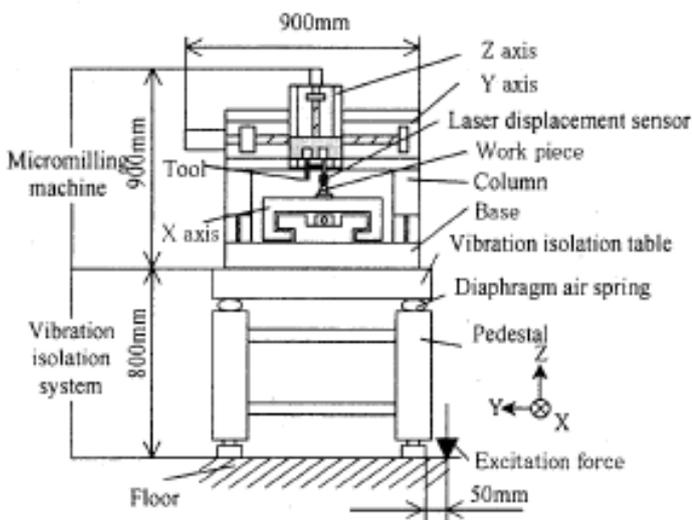


Fig.1 Experimental system

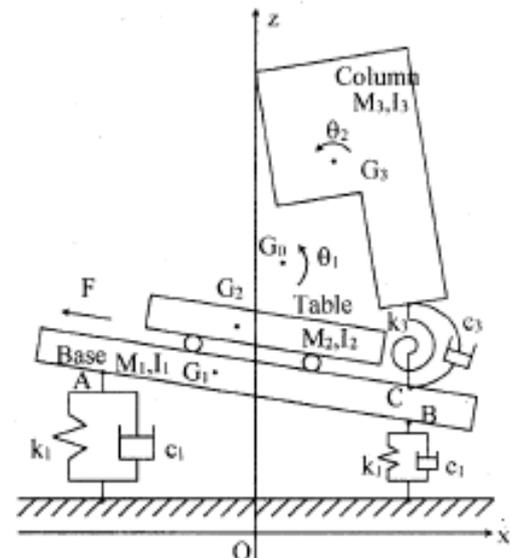


Fig.4 Rigid vibration and internal vibration model

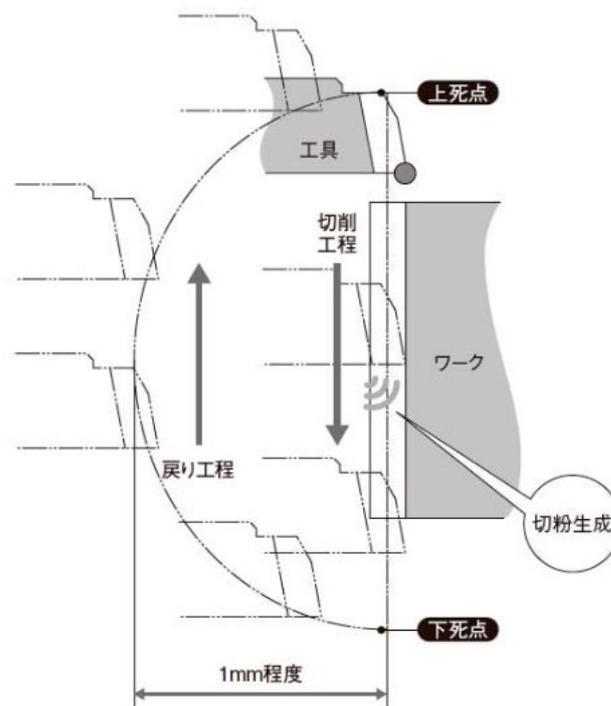
Ref. マイクロ切削加工機の振動解析（廣野、松原、廣岡）日本機械学会第7回生産加工・工作機械部門講演会

3. 三菱重工業株式会社での工作機械開発

3. 1 新入社員論文

三菱重工業株式会社の工作機械部門では、普通の旋盤やマシニングセンタではなく、歯車を加工する専門の歯車機械や、数mもの対象を加工する大型機などがありました。2009年の入社から2019年4月の平成最終月まで在籍し、様々な経験をさせていただきました。まず、有名なお話ですが、三菱重工グループでは、新入社員に「新入社員論文」というものを課します。これだけで仕事になるわけで

はないですが、1年を通して何でも良いので論理的に取り組み、その成果を論文にまとめよというものです。また、タグチメソッドなどの品質工学を使用した社員は、各事業部で優秀者を1名以下募り、最終的には本社で発表の上、当時の研究所所長からお褒めのお言葉をいただくというセレモニーもありました。わたしは、ギヤシェーパのリリービング干渉に取り組みました。歯車機械で最も有名なのはホブ盤ですが、2段ギヤ加工など、ホブが干渉する場合に用いられるのがギヤシェーパという機械です。下図のように、上から下へ動くときに加工を行い、下から上へ動き際には加工を行わずリリービングを行います。これがヘリカルギヤの場合、どのような経路で逃げなければ干渉するのか、しかし安全を見すぎると時間がかかる、などの理由で、リリービングをシミュレーションし、加工・非加工時間予測を精密に行うことが当時は難易度が高いものでした。精密に予測できても時間がかかり過ぎては意味が無く、現代のようなスペックのPCも少ない当時においては、いかに早くある程度当たるシミュレーションができるかがカギであり、ここにタグチメソッド2段階活用というオリジナリティも盛り込んで面白い新入社員論文を書くことができました。研究所所長からスカウトされ、工作機械以外には全く興味を持たないので、三菱重エグループの他の事業所には何の興味もありませんと丁寧にお断りしたのも今となっては失礼な限りであったと反省しています。



3. 2 北米自動車メーカー向けホブ盤開発とゲストエンジニア

2年目は開発した機械の検証担当、3年目は上市した機械のフィールドトラブル対応で国内を津々浦々し、4年目には国内自動車メーカーとの共同開発をメインで担当、5年目に北米自動車メーカー向けホブ盤開発を担当しました。

2~4年目にも面白いことはたくさんあったのですが、次に皆さまと集まった際にお酒のお供にするべく、ここでは割愛したいと存じます。

5年目からは安全規格やスペックの読み解き、週に一度のお客様とのwebミーティングを行っていました。webミーティングといっても、現在のそれとは異なり、顔を映すと回線が重くなるため、画面共有を行いながら電話をしているような状態でした。機械設計者ではありませんでしたが、取り纏め業務を行っていたため、自動搬送を行うメーカーとのインターフェース信号の確認なども行わなければならない、アジェンダの準備、話す内容のスクリプト準備、議事録の作成とお客様やサプライヤー様への確認など、英語が苦手であるからこそ行わなければならないことも多く、最初は非常に苦労しました。

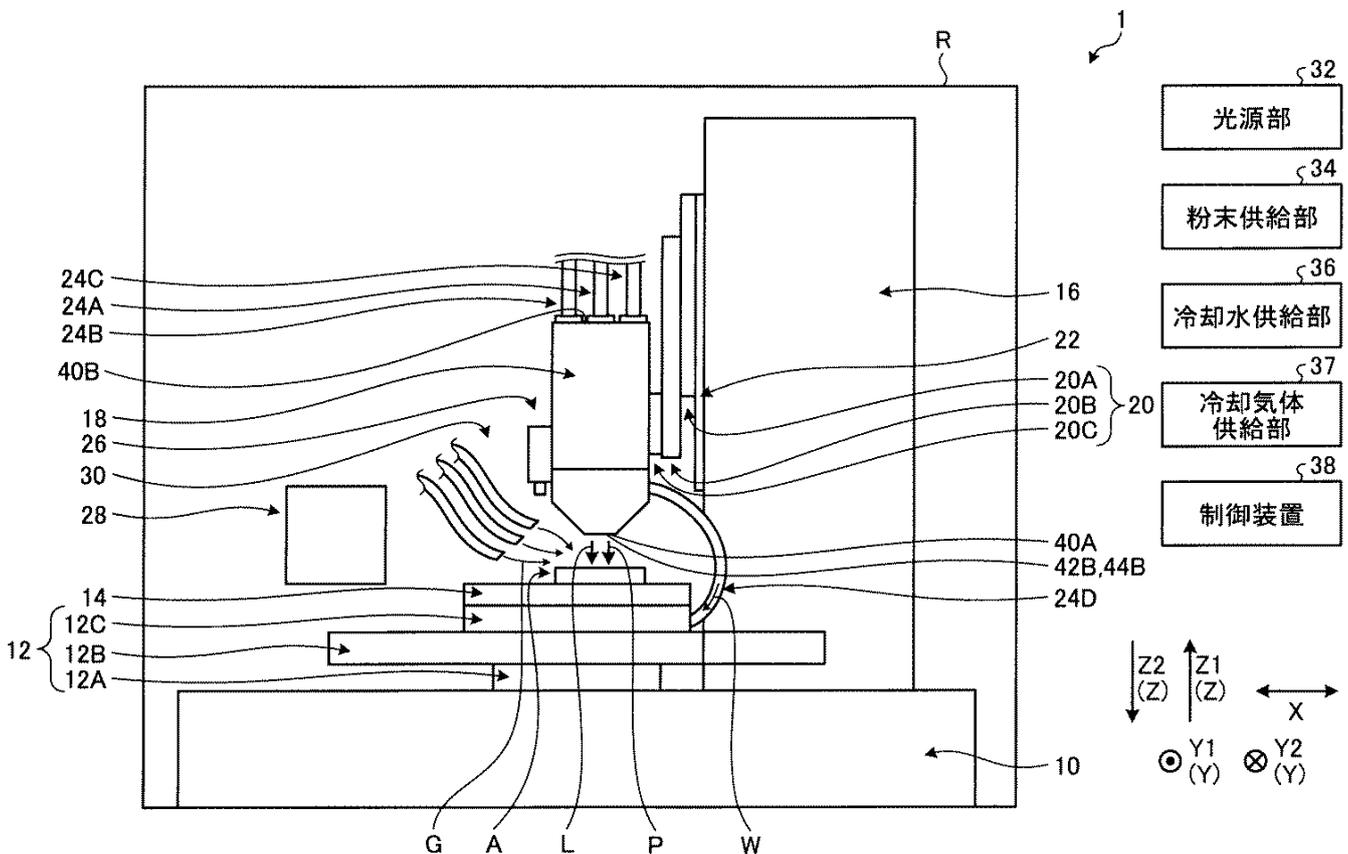
6年目には開発・設計・製造した機械を12台出荷し、7・8年目は米国の支社とお客様工場でゲストエンジニアとして勤務しました。アジア人は若く見えるため、最初は「アジアンリトルガール」とニックネームをつけられ、とくにデトロイトという昔気質の方々が多数いる土地柄もあり、ハンドリングが難しい部分もありました。しかし、わたしの判断に従ったことでうまくいく、楽になる、お金が稼げるなどのベネフィットを周囲が感じてくれるようになり、最後には何を言っても「イエス、ママ」と返してくれるようになりました。アメリカではP.E.（プロフェッショナルエンジニア）の地位が高く、地域や業界によってはPhDよりも評価が高いことあり、それを受け、わたしもP.E. Jp.（技術士）を取得しました。それも現地での成功に一役買ったのではないかと思います。また、1週間に1度は日本語を話したくなり、毎週土曜になると、日本人のマスターが経営する小さな居酒屋に通い詰めていました。そこには、1人で駐在する諸先輩方がたくさんいらっしゃり、1人で放り込まれたわたしを仲間のようによく扱ってくれ、ゴルフ場やカジノへ連れて行ってくださったり、高価なワインを飲ませていただいたり、歴史や経済をそれぞれの視点から語ってくれ、唯一無二の経験ができたと思います。



出張で飛行機に乗りすぎて航空会社から表彰され、ソムリエ田崎真也様と撮った写真

3. 3 Additive Manufacturing (AM、金属3Dプリンタ)

米国へ滞在している間に自分が主任になっていたり、会社が分社化されていたり、他メーカーの買収にあうのではという噂もあったりしましたが、とくに気にすることも無く、帰国後はお客様工場での経験を次の開発に生かそうと意気込んでいました。が、マーケティング部署のような新設部署へエースを集めると言われ、謎のまま参加、上司の不祥事で次なる部署へ1年未満で異動となりました。しかし、その部署こそが現在取り組んでいるAMを取り扱おうとしていた部署です。AMの技術的な説明については次章に譲りますが、今ではあれは運命的な出会いであったと思っています。AMを始めて1年3ヶ月、プロマネ兼唯一の機械設計担当である自分と電気ソフト設計担当である主人とで新製品を世に出し、特許を出願し、周囲からは家族経営の町工場と揶揄されていたのも良い思い出です。この分野は面白い、これからも取り組みたいと考えていたのですが、直属の部長に嫌われ、技術者生命を絶たれそうになっていたところを、松原研の1つ上の先輩に救われ、学生時代に第一志望であったDMG森精機株式会社へ転職する運びとなりました。



三次元積層装置及び三次元積層方法（特開2020-152946号公報）より

<https://astamuse.com/ja/published/JP/No/2020152946>

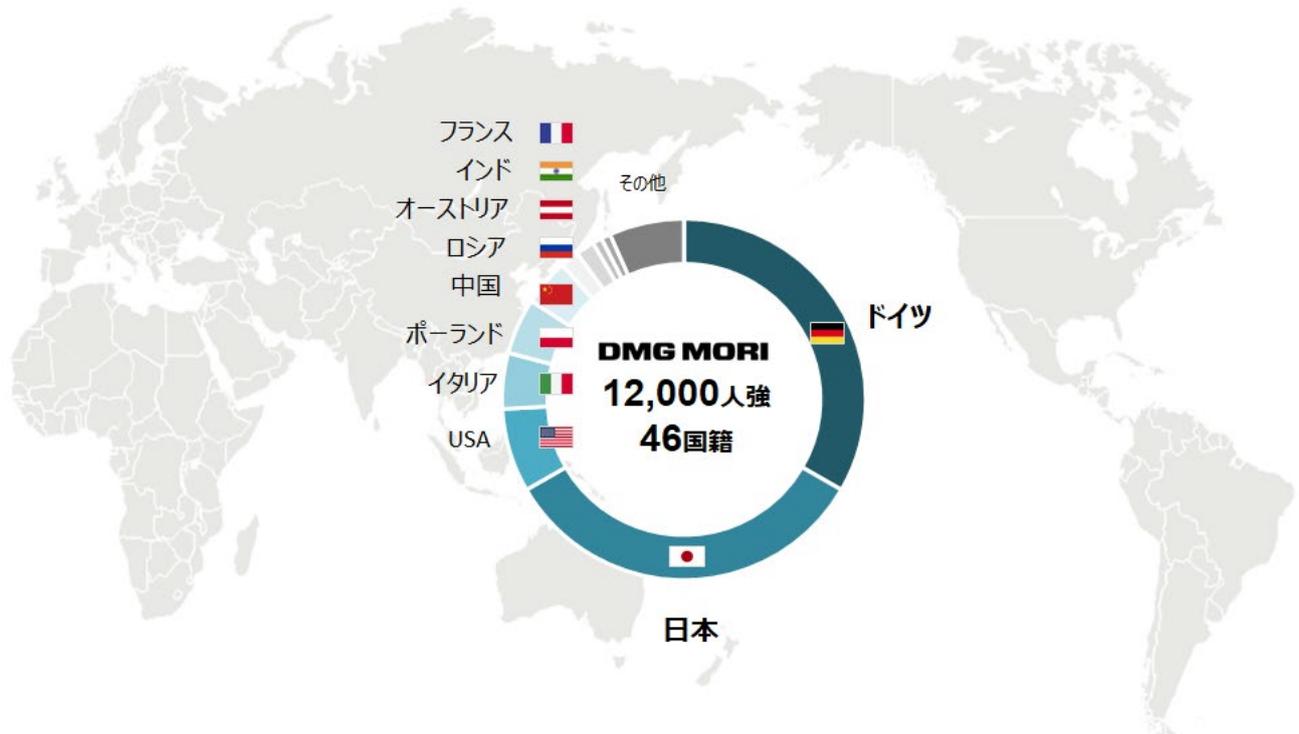
4. DMG森精機株式会社での開発

4. 1 DMG森精機株式会社と同社における開発

DMG森精機株式会社の事業内容は、工作機械（マシニングセンタ、数値制御装置付旋盤及びその他の製品）の製造、販売です。経営理念の1項目が最も分かりやすく端的に弊社の精神をあらわしていると考えため、記載します。

「わたしたちは、独創的で、精度良く、頑丈で、故障しない機械、自動化システム、デジタル技術を、最善のサービスとコストでお客様に供給することを通して、ターニングセンタ、マシニングセンタ、複合加工機、研削盤、加工オートメーションで、グローバルワンを目指す」

弊社は日本とドイツの会社が経営統合しており、社員の1/3が日本、1/3がドイツ、1/3がその他というグローバルな環境で仕事ができる面白い会社です。

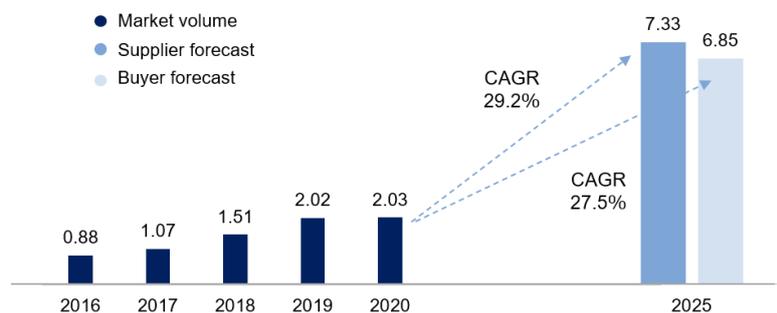


社員構成

4. 2 Additive Manufacturingとは

Additive Manufacturing（以下、AM）産業は1986年に初めて特許権利化されてから目覚ましい発展を遂げています[1]。その途上において人々の興味は、試作を早める目的であるラピッドプロトタイピングから、機能試作を行うファンクショナルプロトタイピングへと変化し[2]、新たな機能を付加する付加製造として、様々な業界に広まりました。Directed Energy Deposition（以下、DED）方式は、

航空宇宙産業での利用が期待されてきましたが[3][4]、昨今、そのアプリケーションは様々な分野に広がっています。たとえば、金型、ギヤ歯面、ベアリングシート、ロータリーダイ、カムシャフトなどへのhard facing（表面硬化、硬化肉盛）としての利用が挙げられます[5][6]。なかでも、DEDによる耐摩耗コーティング・クラディング、合金工具鋼などへのコーティングの要望が高まっています。これは、DEDが安価な母材の表面へ機能材料を付加することができるためであると考えます[7]。DEDの採用では図面をほとんど変更することなく、より安価に、より廃棄物を少なく、エネルギー消費量すなわちCO₂排出量を抑えられるという考えが一般的になり、そのハードルの低さからCAGR（Compound Average Growth Rate、年平均成長率）がAMの中で最も高いという下図[8]のマーケット予想に繋がっていると考えます。さらに、カーボンニュートラル、サーキュラーエコノミーも背中を押しています。令和3年版環境・循環型社会・生物多様性白書[9]によると、企業や金融機関においても、パリ協定を契機に、ESG（Environment・Social・Governance）金融の動きなどと相まって、脱炭素化を企業経営に取り込む動き（脱炭素経営）が世界的に進展しています。また、21世紀政策研究所研究主幹梅田氏の著書[10]では、サーキュラーエコノミーで今後起こりうることとして、ものづくりのありかたの変革、製品設計におけるライフサイクル思考などが挙げられています。これらの大目標につながる製造手法として、今DEDが正に注目されていると考えます。

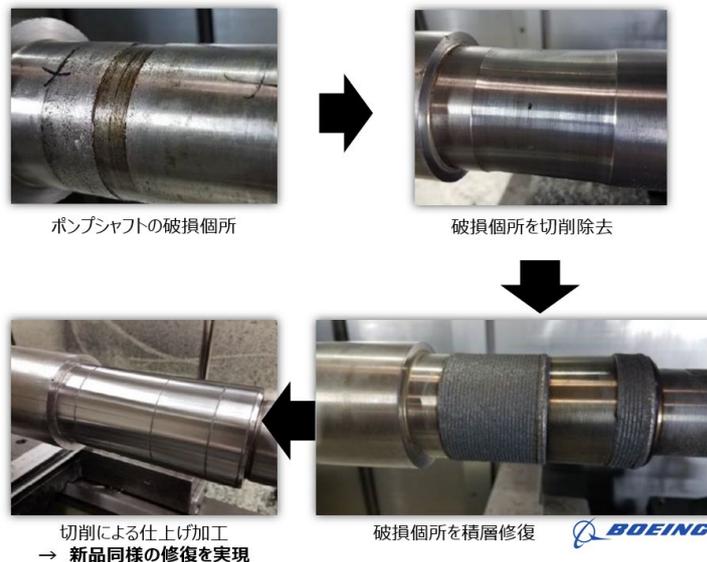


AM POWER REPORT 2021 Metal Additive Manufacturing より[8]

4. 3 DED方式AMのアプリケーション事例

下図に実際の生産工程での活用例を示します。America Makes TRX eventにてBoeing社が発表した内容ですが、同社は当社DED方式ハイブリッド機を活用し、

ポンプシャフトの修復を行っています。図に示すポンプシャフトの破損個所について切削除去し、積層により破損個所を修復、最後に切削により仕上げ加工を行い、新品同様の修復を実現しています。同社は、サステナブルな航空機製造をテーマにこの取り組みを行っており、カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーの考えが世界的に進む中、こういった取り組みは増加していくと推測できます。



4. 4 博士後期課程入学

もっと真面目にこの分野の技術に取り組むため、2021年10月に松原研の博士後期課程に入学しました。8月の入学試験は英語と口頭試問があり、これぞ京大という英語の試験、先生方の鋭いご質問をいただき、身の引き締まるような思いでした。10月からは授業や他の学生さんとのグループディスカッションがありますが、コロナ禍ということでオンラインが多く、何とか仕事との両立ができています。コロナ禍であることがマイナスであったことも多々あったと思うのですが、海外のお客様とのお打合せ回数も増えたり、国内外合わせて各月20件ほど外部の方々とお話しできたり、コロナ禍が助けになったこと、学べたこともたくさんあったと感じられる2021年でした。11月には第10回JSME先端生産技術に関する国際会議（LEM21）でまずは1つめの国際会議発表もさせていただきました。データも考察も不足していましたが、2022年はしっかり勉強し、データも取り、京大機械系らしく真面目に好きなことを楽しんで結果を出していきます。

4. 5 現在のわたしの仕事

金属3Dプリンタというと、時間をかけて何か複雑なものを製造する機械という

イメージでしたが、AMの中でもDED方式は、コーティング代用や焼入れ代用による工程集約、材料費削減、省エネ、カーボンニュートラルなど、いま製造業に求められる全てといっても過言ではないアイテムが含まれる機械というイメージが世界的に持たれるようになったと思います。量産に必要な機能を有したAM機開発を続けるだけでなく、アプリケーション開発やお客様との工程設計など、AMに関する全てに取り組み、お客様を通して社会への貢献をする、非常に抽象的ではありますが、これがわたしの現在の仕事です。

5. おわりに

ありきたりですが、工作機械はマザーマシン、製造業を支えていると言われます。わたしは、工作機械の最も面白いところは、その商品を購入した人がそれを使い、稼ぎ、生活を生み出すことだと思っています。日本は賃金上昇率が低迷しています。豊かさとは何なのか、全世界の各地域で、そのタイミングで、それぞれ異なります。しかし、人が服を着る限り、食事を摂る限り、工作機械は必要です。人生を豊かにするための工作機械とは何なのか、考えながら走り続けたいと思います。

松原先生、河野先生、これからもご指導のほどよろしく願いいたします。吉田先生、今回はお声がけいただき誠にありがとうございます。段さん、これからも一緒に京機会イベント盛り上げられればと思います。

末筆になりますが、京机会の皆様のご多幸とご健勝をお祈りいたします。

- [1] Hull, C.W., Apparatus for Production of Three-Dimensional Objects by Stereo Lithography, United States Patent, US 4575330, 1986.
- [2] Tofail, S.A.M., Koumoulos, E.P., Bandyopadhyay, A., Bose, S., O'Donoghue, L. and Charitidis, C., 2018, Additive Manufacturing: Scientific and Technological Challenges, Market Uptake and Opportunities, Materials Today, Vol. 21, 1, pp. 22-37.
- [3] Kuriya, T., Koike, R., Mori, T. and Kakinuma, Y., 2018, Relationship between Solidification Time and Porosity with Directed Energy Deposition of Inconel 718, J. Adv. Mech. Des. Syst. Manuf., Vol.12, No.5, pp. 1-11.
- [4] Liu, R., Wang, Z., Sparks, T., Liou, F. and Newkirk, J., 2017, Aerospace Applications of Laser Additive Manufacturing, Laser Additive Manufacturing Materials, Design, Technologies, and Applications, pp.351-371.
- [5] Tuominen, J., Kaubisch, M., Thieme, S., Nakki, J., Nowotny, S., Vuoristo, P., 2019, Laser Strip Cladding for Large Area Metal Deposition, Additive Manufacturing, Vol.27, pp.208-216.
- [6] Cecchel, S., Ferrario, D., Mondini, C., Montani, M. and Previtali, B., 2019, Application of Laser Metal Deposition for a New Model of Assembled Camshaft, J. Mater. Eng. Perform. Vol.28, pp.7756-7767.
- [7] Cracking Suppression by Substrate Preheating Using Induction Heater in Directed Energy Deposition, Yoko HIRONO, Takanori MORI and Daisuke KONO
- [8] AM POWER REPORT 2021 Metal Additive Manufacturing
- [9] 令和3年版 環境・循環型社会・生物多様性白書
- [10] サーキュラーエコノミー 梅田靖 著

わたしの仕事 (38) 東北大学工学研究科 (教員)

松隈 啓 (H20/2008卒)



1. はじめに

東北大学工学研究科ファインメカニクス専攻(機械系専攻の一つ)准教授の松隈啓(まつくま ひらく)と申します。吉田先生より寄稿依頼を受け、気軽に返事をしたものの、数多い大学教員の中で私である必要はないように思いましたが、後の祭りですので諦めて書くことにします。大学教員になりたい学生の方は、身近な先生に実情をお伺いするとよいと思います。

まずは簡単に自己紹介と大学の紹介をします。私は2004年に学部に入學し、学部時代から博士後期課程まで、光工学研究室で6年間 蓮尾先生にご指導を受け、2013年3月に博士の学位を取得しました。その後、東大、阪大でのポスドク研究員を経て、2017年9月より東北大学の助教となり、2021年10月より現職となりました。今いるのは、京機会員の清野慧(さとし)先生が2007年まで教授をされていた研究室の後継にあたる研究室になります。学生時には、レーザーを使った原子物理関連の研究をやっていましたが、レーザーを軸に分子物理やレーザープラズマ、レーザー光源開発などの研究を経験した後、現職ではレーザーを使った精密計測の研究を行っています。

勤務先の東北大学は宮城県仙台市にあり、主に、研究所のある片平キャンパス、文系学部のある川内(かわうち)キャンパス、理系学部のある青葉山キャンパス、病院がある星陵キャンパスに分かれています。地図^[1]で見ると川内と青葉山の2つのキャンパスはほぼ繋がっているのですが、ポテンシャルエネルギーが全く異なります。なお、報道もされているのでご存知の方も多いと思われそうですが、現在青葉山キャンパスの隣に次世代放射光施設が建設されています。こちらが今後東北大学・東北地区の目玉施設になっていくことかと思えます。

工学部は青葉山キャンパスにあります。「山」なので4つのキャンパスのうち一番高いところにあります。桂キャンパスをご存じの方は、あの勾配をもう少しきつくした坂を上っていくと辿り着けると思っていただければ、およその想像ができるかと思えます。赴任当初は自転車で通いましたが、すぐさま心が折れて自動車通勤になりました。ほとんどの学生は原付で通学しますが、中途半端に雪が積

もる場所のため、彼ら・彼女らと事故らないか心配しながら運転しています。原付が転ぶと後ろの原付が急ブレーキをかけてまた転ぶ、という地獄絵図を複数回見たので、車間距離を空けて走ります。明らかなスリップとABSの作動を感じながら滑り降りる坂の途中のガードレールはどこかしらに誰かがぶつかり、毎年のように新しくなります。また山自体が天然記念物指定を受けているような原始的な場所で、クマ警報、イノシシ警報メールが絶えません。地震が多いことにもまだ慣れず、阪神大震災も東日本大震災も経験していない自分にとって昨年2月の地震では大変恐ろしい思いをしました。悪いことばかり書きましたが、夏は圧倒的に過ごしやすいです。関西では夏の暑さにやられて一度身体に熱がこもると夏が終わるまで抜けませんが、こちらは30℃を超える日が1週間続くことはほぼなく、夜も冷えて過ごしやすいです。東京以西は春と秋が短くなって久しいですが、ここでは春夏秋冬を感じられます。



積雪時の青葉山キャンパス。1~2週間に1回くらい積もります。12月のはじめから3月終わりくらいまで、積もっては溶け、を繰り返していくうちにアイスバーンが形成されます。

東北大学の学生の出身地^[2]は1/3が東北出身、1/3が関東出身、1/3が残りの地区になっています。学んだ学生の多くは関東の企業に就職します。2/3が東北以外の出身であることに加えて、東北で大手企業となるとインフラ系と銀行くらいしか思いつきません。その他大手半導体企業の工場で勤務する学生がちらほらはいませんが、東北で就職というのは難しいようです。小規模な会社を見ると日経系メディアに取り上げられるクラスのこれから伸びそうなテクノロジー企業がいくつかあるのですが、まだ学生の目につくまでには育っていないようです。

さて、自己紹介・大学紹介を終えたところで、本題の仕事について述べます。このシリーズでは、これまで大学教員の寄稿がなかったようですので、研究内容にはあまり触れず、大学教員の仕事について紹介したいと思います。

2. 大学教員になる過程

我々の少し上の世代の先生方までは、博士の学位を持っていることは大学の助手（現在の助教相当）として採用されるにあたって必要条件ではなかったようですが、現在では、大学教員になるにあたって、博士学位がほぼ必須になっています。

博士の学位を取得した後、大学教員になる経路として私の知る限りのパターンは下記の通りです。

（1）直後採用（助教や特に優秀な方だと准教授、教授）

（2）大学や研究所でのポスドク経験後、教員として採用（組織は変わることも多い）

（3）企業での研究経験を経由して教員

私の経歴は（2）に該当します。ポスドクは苦勞することも多いですが、今の職場にそのまま採用されていれば気付かなかっただであろうこともあり、貴重な経験にはなっています。

3. 大学での仕事

大学における仕事は准教授までであれば（1）講義、（2）研究、（3）研究室運営に関する庶務、（4）大学・学科運営に関する庶務、（5）学会等外部の運営に関する庶務あたりになるろうかと思えます。それはおそらくどこの大学も変わらないと思いますが、比重は大学によって大きく異なります。

(1) 講義

教育は最も重要な大学の使命であり、授業は正しい知識を学生に授ける点でも緊張感を強いられる仕事です。初年度の授業では、1コマの授業に対して丸1日程度をかけて授業資料を用意し、板書シミュレーションをして臨みます。それでも時間通り終わらないとか、教え方の失敗は多々あります。授業中の学生の反応を見ながら進める必要もあり、授業の終わりにはどっと疲れが溢れます。ちなみに私立大では1日平均1.5コマ授業がある、とある先生から伺いました。私の場合は平均週2コマなので、私立大に比べると1/4程度ということになります。

私は今年度から実験・実習以外の授業を持つことになり、通常時に授業をしたことがないですが、コロナ禍では、BCP (Business Continuity Plan) レベルに応じて、完全オンライン、または対面原則で、学生の希望に応じてオンラインとハイブリッドで授業を行う、ということになっています。両方が困らないようにタブレット端末にスタイラスペンで手書きしながら、対面受講者に対してはそれをスクリーン投影し、オンライン受講者には直接ウェブ会議ツールで共有する方式を取っています。ただし、オンライン受講者の一部（もしくは大多数？）はノートを取らずにスクリーンショットだけで済ましているであろうと思われ、それで身についているのであれば良いのですが、本当に今後大丈夫だろうかという一抹の不安はあります。オンライン受講世代が研究室に入ってきたときに、コロナ禍の授業に対する真価が問われそうな気がしています。

それから吉田先生から京大との違いを書いてください、というお話しだったので、東北大の特色的なカリキュラムについて参考までに書きます。

・クォータ制

2016年入学以降の学生に対して、機械系専門科目はセメスターを半分に分けた4学期制を導入しています。1科目は週2回の講義で約2カ月で終了し、各クォータの終わりごとに試験が行われます。学生にとっては短期留学しやすくなるなどのメリットがあるようです。教員個人の感想としては卒論・修論提出時期に授業科目の評価（テスト・レポート）が半分になるため負担の分散になっており、ありがたいです。

・ International Mechanical and Aerospace Engineering Course (IMAC)

機械科での国際コースですが、東北大ではこのような取り組みが多く、学部・学科で行われています。日本語の講義と同じ内容の講義を英語で行います。なお日本語を母語とする学生もこちらのコースに入学することができ、実際に複数在籍しています。

旧帝大系にお勤めの先生で上記週2コマは多いのではないかと感じられた方もいらっしゃるかと思いますが、このコースのために、授業科目数は倍になっています（ただしこのコースの学生人数は少なく現状1クラスで、教員の教育負担は日本語講義のみの時代に比べて1.4~1.5倍くらいかと思われます。）。なお、英語授業は結構大変です。英語で授業をする、という行為ももちろん大変ですが、それよりも原則同じ内容、となると教科書選びがかなり困ってしまいます。数学や物理などは、古典的名著があるのでよいですが、機械系専門科目でマイナー科目になると図書館に英語の教科書があることは少なく、選ぶこともできず、仕方ないので独自のプレゼン資料を作って講義をする、ということになります。この辺りのことで授業担当初年度に大変な思いをしました。

補足：ところで、このような取り組みに関連して、Times Higher Educationの世界大学ランキングについて述べたいと思います。ランキングには、世界版^[3]と日本版^[4]があります。2022年版では東大（35位）、京大（61位）、東北大（201-250位バンド）、阪大（301-350位バンド）、東京工業大学（301-350位バンド）．．．であり、日本版では、東北大、東工大、東大、京大、阪大．．．の順番になっています。評価項目は

世界版：教育、研究、論文の引用数、国際性、収入

日本版：教育リソース、教育充実度、教育成果、国際性

と本当に同じ会社がやっているのか疑わしくなるような、かなり異なる評価項目になっています。このような根本的に異なる評価項目の入れ替えをするのは、日本版では研究と無縁の大学まで含めて順序を付けざるを得ないためと推測していますが、上位勢では多くの大学が国際性ポイントで失点している中、東北大は国際性での失点が少ないため、日本版では優位を取っています。結局のところ、ランキングは指標を変えれば、いくらでも順位の調整ができるものだと言えますので、ランキングの上下について気にする必要はないかと思いますが、こういった

もので大学運営を評価され、下手をするとそのために大学運営の舵を切っている現実があるということだけは留意しておいた方がよいかと思います。

(2) 研究

大学での研究の目的は、基礎科学の推進とともに、それを基に教育し、人材を育成し輩出すること、社会へ還元することです。そのために学生に与える研究テーマは教育に資するものでなくてはなりません。これらを満たすために、研究をするのには多くの場合、研究費が必要になります。教員は科研費などの国の助成金や民間の助成金への申請をして、研究費獲得を試みます。交付していただいた場合には、その研究費で、より深い成果を得るために、学生とともに苦悶と歓喜の入り混じった研究活動を行っていくのが我々の日常です。工学部の学生の多くは修士課程で就職していくので、2年（学部からいる学生は3年）の間に、研究テーマを理解して問題を設定して、（ときには問題設定を修正して）未知の問題に解答を出す、というプロセスを協力しながらやっていく、という一連のプロセスを経ることができるようにしています。

なお昨今、多くの大学で運営資金が減らされている状況で、助成金に採択されないと研究成果が出なくなってまた採択されず、という負のループに陥ることも多いと聞きます。私は駆け出しの今のところ、幸いにも採択されていますが、将来逆境に陥ったときに抜け出す力を貯める期間にしなければならないという思いもあります。

少しだけ、自分の研究のことに触れたいと思います。我々のグループの研究は、精密工学や生産工学に分類されるもので、特に計測学の研究を行っております。私は、学生時代からポスドク時代に行ってきた光工学をベースにして精密計測学への展開を図っております。ナノメートル精度を切り始めた、現在の精密工学（精密計測学、ものづくり）の最先端領域は、計測・加工ともに光なしでは成り立たない時代になっています。その中でもレーザーは、高コヒーレンス、周波数安定性、高輝度など自然光にない特性を持っており、これらの特性を活用することで、計測学に対する新たなアプローチが期待できます。最新の研究としては、光周波数コムと呼ばれる光周波数を精密に制御されたレーザーを用いて精密計測学の新たな潮流を作り出すべく挑戦しています。学生時代から今まで手広くやってきた研究がようやく少しずつ繋がりはじめていることを面白く感じており、レーザーを

中心にした技術で色々な分野に手を出していきたいと思っています。

(3) 研究室運営に関する庶務、(4) 大学・学科運営に関する庶務、(5) 学会等外部の運営に関する庶務 に関しては、基本的には断れない何らかの用事があると思っていただければよろしいかと思えます。助教の時代から准教授になって特に(4)、(5)が激増しました。

学会活動については、大学以外の会員の方にはあまりなじみのない部分かもしれませんが、もう少し書いておこうと思えます。私は現在、精密工学会(精密加工、計測などを主に扱う学会)でいくつかの役を頂いています。現状で、会誌編集委員会、広報情報部会の委員を引き受けています。会誌編集委員会は、学会員に配布される学会誌の編集を請け負う委員会であり、記事の企画、校閲などを行います。広報情報部会はHPの充実や学術誌の広告など、学会の広報に関わる委員会です。いずれの委員会も年間複数回の会議があり、その日程に合わせて割り当てられた仕事を報告しながら進めるという方向で運営されています。企業の方もいらっしゃいますが、やはり大学教員の方が動きやすいということもあって大学教員の数が多くなっています。これらの本部の委員会とは別に東北支部の幹事も引き受けています。こちらは、東北6県の大学・企業の結びつきを強め、学生の育成をすることが目的と思われれます。以上が当面のところ私が引き受けている学会に関する庶務です。専門家ではない方や学生の方に学会・研究分野を認知していただいて、大会に来てもらったり、記事を読んでもらったりしていただくと学会の裾野も広がり、共同研究につながったり、新しい研究の潮流ができ、学術振興、社会還元(人材育成、研究成果共有・発展)に果たす役割は大きいと思われれます。大学の本務ではない上に、関わると結構大変な仕事ですが、大学教員の重要な仕事の一つとして位置付けられています。

4. 最後に

京機会会会員の皆さまへ

大学教員だけが言っていることで、巷ではどの程度受け取られているか分かりませんが、昨今の大学の財政事情は(大学が多数あるのでトータルでは多いかもしれませんが、)少なくとも個別にみると、かなり厳しい方向に向かっていると思われれます。前述の大学ランキングや最近だといくつかの有力出版社が作成した

指標での論文評価などを基にパイを奪い合い、ますます世知辛い目先の利益優先の時代に突入しています。京大や他大学も含めてどのような状況になっているのか、少しでもご興味を持ってネット記事のいくつかを読んで考える時間をもっといただけたら幸いです。

なんだかボヤキのような記事になってしまいましたが、上述の通り教育のためにも研究活動が行われているはずですので、よく教育を受けた人材を社会へ輩出するためにも真面目に研究・教育を行っている大学への補助は増やしてもらいたい（もしくは現状では“真面目”度の評価に対する感度係数が高すぎるか、妙な関数になっているか）というのが本心で、関係各位の皆様には、ぜひともご配慮をお願い致します。

それから話が飛びますが、最近、同級生や卒業年次の近い方が偉くなっていて研究室の学生が就職面接を受けに来た、というのを何度か聞いております。松隈の教育の足りない部分が多くあると思いますので、遠慮なくご指摘頂き、学生の気付きにして頂けると幸いです。

学生の方々へ

博士後期課程に進んだ方が学位を取得後、職種の希望があるかと思いますが、民間ではない研究機関となると大学と国立研究所（理研、産総研、etc.）が主な就職先になると思います。大学と研究所では、仕事の体系はかなり異なりますが、選択肢を並べて選べる状況にある人というのはかなり少ないと思います。選べないので、なってしまった後は覚悟してその場所での仕事をするだけであり、この記事が役に立つかは分かりませんが、大学赴任の折にでも、一読してもらえたら幸いです。また、ご自身の指導教員の先生をはじめ、教員の方々が身近におられると思いますので、お話しを伺ってみるとよいと思います。

博士後期課程進学をしない多くの学生の皆様へもメッセージを書きたいと思います。学生時代、大して勉強をせず、適当な理解をしたまま働き始めると、後悔することが多いものです。授業や研究計画書作成などのために、色褪せた学部時代の講義ノートを読み直しています。全然わかんねえなあと思って受動的に聞いていたり、行かなかったりした講義でしたが、今になって能動的に見返すと大変に良い講義資料を授かっていたと、若かりし日の自分の阿呆さを恥じ入るばかりです。きっと企業で働いている方も同感だろうと思われれます。せっかくなので納

得のいくように勉強してください。でも同時にたくさん遊んでください。皆さんが楽しい学生生活を送り、希望を叶えられることを願っています。

参考URL

[1] <https://www.tohoku.ac.jp/japanese/profile/campus/01/access/>

[2] <https://www.tohoku.ac.jp/japanese/profile/about/06/about0602/>

[3] <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/>

[4] <https://japanuniversityrankings.jp/>

わたしの仕事 (39) 日産自動車株式会社



矢野 裕 (H22/2010卒)

1. はじめに

京機会会会員の皆様、こんにちは。環境熱流体工学研究室（小森悟先生、黒瀬良一先生）OBの矢野裕と申します。吉田先生ならびに恩師である黒瀬先生から、京機短信への寄稿のお話をいただき、筆を執らせていただきました。卒業してから現在に至るまで日産自動車株式会社に勤務し、車体設計、海外赴任および電動化戦略の立案など様々な業務を経験させていただきました。今回は自身の振り返りも兼ねて、少しでも皆様の参考になる話ができれば幸いです。

2. 日産自動車を志したきっかけ

仕事の話に入る前に、私が日産自動車を志したきっかけについて触れさせて下さい。私が日産自動車で働きたいと思ったのは、中学生の頃に一目惚れをした、SKYLINE GT-R(R34)のような車を、自身も設計してみたいと考えたからです。京都大学の物理工学科を受験しようと思ったのも、当時、日産自動車のお客相談センターに電話をかけ、どうしたら日産に入って開発に携われるか相談したところ、機械系への進学を進められたというのがきっかけでした。幸いなことに入社から貯金期間を経て実際に購入することができ、今も日常使いからドライブ、サーキット走行などかけがえのない愛車として活躍してくれています。



愛車のSKYLINE GT-R(R34)

3. 車体設計の仕事

2012年に入社してから2020年までの8年間は、自動車の骨格である車体と呼ばれる部分の設計をしていました。最初に担当したのは、日産自動車が海外で展開しているInfinitiという高級車ブランドのQ50(日本ではSKYLINE)という車で、主に下屋と呼ばれるプラットフォームの部分を担当しました。入社していきなりSKYLINEが担当できるとは思ってもみなかったのが、嬉しい反面、本当に自分が設計した部品で大丈夫なのだろうかという怖さも感じながら、必死に図面を書いていたことを鮮明に覚えています。



Infiniti Q50の車体。色は展示用に高張力鋼板の使用箇所を分かりやすくしたものの

ここで皆様に車体設計の仕事を簡単にイメージしていただくため、1つ質問をさせて頂きたいと思います。車体は主に鉄板から作られるのですが、その厚みはどれくらいだと思いますでしょうか？ 乗員を支えた上で、万が一の際には衝突にも耐えるのだからきっと厚い板からできているのだろうと、私も最初はイメージしていました。しかしながら、実際には1mm台が大部分を占め、なかには1mm未満の鉄板が使われている部位もあります。では次に、厚さ1mmの大きな鉄板の外周のみを固定し、その上に自身が乗ることをイメージしてみてください。板が変形しそうだと思いませんか？ ではなぜそんな薄い鉄板から丈夫な車体を作られるのかというと、形を変えることで剛性を上げることができるという、皆様が材料力学で勉強されていること(断面2次モーメントなど)を応用しているからです。鉄板をどのような形にして、どのように他の部位と組み合わせるのが、最も軽量かつ衝突など全ての性能を満足させられるかを考える、というのが車体設計の仕事です。

Infiniti Q50(SKYLINE)の次に担当したのが、同じくInfinitiのQ60という車で、今度は上屋と呼ばれるボデーの部分を設計しました。上屋はお客様から直接見える外観の部分を担当するため、いかにデザイナーの想いを形にできるかがポイント

です。例でいうと、Infinitiのデザイン言語の中にクレセントカットCピラーというものがあり、実際に織り込みをするサイドウィンドウという部品を担当したのですが、複雑な面を成形しようとした際に出るひずみが原因で、光が乱反射して綺麗に見えないという現象に苦労し、ガラスメーカーの皆様と一緒に何度も改善を重ねました。そうやって苦労した部品が実際に車に取り付けられ、栃木工場で初めてQ60の試作車両を見た時の感動は、今までの会社人生で一番の思い出と言っても過言ではありません。



Infiniti Q60



クレセントカットCピラーの概念(左)とInfiniti Q60の実際のサイドウィンドウ(右)

車体設計として最後に担当したのが、電気自動車のARIYAという車であり、そのベースとなるCMF-EVと呼ばれるプラットフォームの開発でした。このプラットフォームはアライアンスを組むルノーとの共同開発で、フランス人と議論を重ねてお互いのアイデアを織り込むことで、数多くの新技術を採用することができました。例として挙げると、ARIYAの特徴の1つとして広々とした前席の足元空間があるのですが、EVの設計自由度を最大限に活かして、従来のガソリン車から空調ユニットの配置やそれを支える車体の構造を大幅に変更しています。実際に開発を行う中で、音振や水密を始めとする性能上の課題や、工場での組み立て手順を従来のガソリン車から大幅に変える必要があり、それをいかに日産とルノー双方の工場で行うかといった生産課題に直面しました。それらの課題を解決するため、実験部門や生産部門と何度も試作品を用いて検証したり、エキスパートリーダーと呼ばれる社内の各性能のスペシャリストに意見を求めて改善を重ねることで、課題を1つ1つクリアしていき、最終的には非常に競争力のあるパッケ

ーシングが実現できたのではないかと考えています。



ARIYA



ARIYAの広々とした足元空間(左)とそれを実現したCMF-EVプラットフォーム(右)

4. 海外赴任の経験

車体設計としての8年間の中で、2度の海外赴任を経験させて頂きました。1度目はGlobal Challenge Programと呼ばれる社内の若手向け教育プログラムで、2016年に約3か月間、イギリスにあるNissan Technical Center Europe(以降NTCE)に赴任をさせて頂きました。詳細は弊社の採用ホームページにインタビュー記事が掲載(https://www.nissanmotor.jobs/japan/NE/career/gcp_interview02.html)されているためそちらに譲るとして、異なる文化やラウンドアバウトと呼ばれる環状交差点に合流するための急発進など、異なる市場環境を肌で感じる大変良い経験となりました。



NTCEの外観(左)と一緒に仕事をした現地のメンバー(右)



Infinitiディーラーを訪れた際の写真(左)と実際のラウンドアバウト(右)

2度目は2019年から2年間、インドのチェンナイという街にあるRenault Nissan Technology & Business Centre India(以降RNTBCI)に赴任しました。RNTBCIはインド国内で生産している日産およびルノーの車両を開発しているとともに、インドから遠隔で日本の車両開発をサポートするという業務も行っており、私は主に後者を担当しました。ここではマネージャーという立場で、約20名のチームを率いるという経験をさせて頂き、特にマネジメント視点で多くの学びを得ることができました。また、イギリスの時以上に異文化を感じる機会が多く、牛が優先される道路や守られない車線などを目にすると、それぞれの国にあった車を開発するためには、まずその国を知ることから始めなければならないということを痛感させられました。



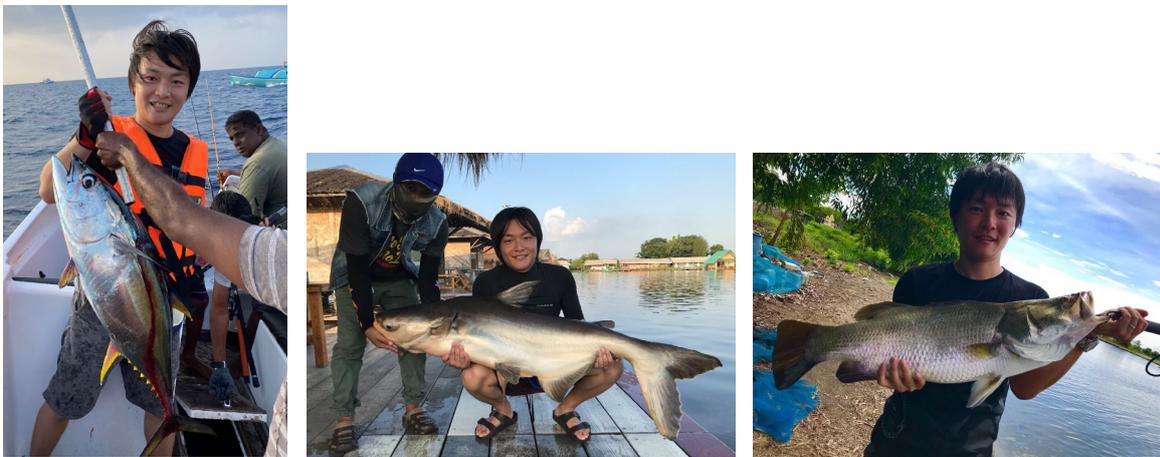
チームのメンバーと会社近くのレストランにて



道路を横断する牛(左)、車線の守られない道路(右)

ここで海外赴任により興味をもって頂くために、プライベートの話にも少し触れさせて頂くと、私は趣味で釣りをしますが、チェンナイの日本人会には釣り部があり、そのメンバーでよくインドからほど近いモルディブという国に合宿に行っていました。そこで自分が釣ったマグロなどの魚を刺身にして食べるのは、生ものを食べる頻度が減っているせいもあってか、一段と格別なものでした。また、インドでは揃えることができないものが必要になった際は、周辺国へ買い出しに行くのですが、その際に訪れたタイも釣りの環境が充実しており、日本では

お目にかかれない魚を釣ることができました。他企業からの出向者の方も含めて趣味を充実させている方が非常に多かった印象で、プライベートを充実させることが海外赴任を楽しむ1つのポイントだと感じました。あいにく新型コロナウイルスが流行した影響により任期途中で緊急帰国となり、後半の1年間は日本から仕事を行っていた関係上、インドの観光地を巡る前に帰任となってしまったことが心残りですが、また機会があればぜひ海外に赴任したいと思いますし、海外赴任に興味を持たれている方はぜひそのチャンスがある環境を選ばれることをお勧めします。



モルディブでの釣り合宿の一枚(左)とタイの管理釣り場にて(中、右)

5. 電動化戦略の立案

日本に帰任してからは少し開発を離れて、電動化戦略の立案をおこなう部署に異動となりました。皆様もよく耳にされているかと思いますが、欧州を中心とする電動化の波により、自動車業界は大きな変革期を迎えています。電動化の難しいところは国ごとに電動化を取り巻く環境が全く異なるということで、海外赴任から学んだことそのものですが、それぞれの国における自動車を取り巻く環境を正しく理解することが大変に重要です。それを理解した上で、グローバル企業である日産自動車が、リーフで培った実績を最大限活かしながらも、どう変わっていくべきかを考え、実行に移していくというのが今の私の仕事です。そのエッセンスが先日発表された日産AMBITION 2030に凝縮されていますので、もし興味のある方がいらっしゃいましたらぜひ目を通して頂ければと思います。これからの10年で日産自動車が大きく変わっていくということがお分かり頂けるかと思います。(<https://global.nissannews.com/ja-JP/releases/211129-00-j>)



Nissan Ambition 2030

6. おわりに

ここまで色々と私が経験したことを書かせて頂きましたが、自動車の開発は極めて多くの要望を、社内はもちろんのこと社外の方々も含めた数多くの人々の力によって、1つにまとめ上げていく作業であるため、一筋縄とはいかず日々勉強と実践の繰り返しですが、実際に車ができた時の感動は何物にも代えがたく、とてもやりがいのある仕事だと感じています。1つ学生の皆様に僭越ながらアドバイスさせて頂くことがあるとするならば、ぜひ機会を見つけて社会人の方の話を色々と聞いて、今学んでいることが実際に社会でどう役に立っているのかをイメージしてみるとよいと思います。車体設計の仕事の中で薄い(イコール軽い)鉄板でも形状を変化させることで剛性を持たせ、性能を満足させるという話をさせて頂きましたが、これはまさに皆様が材料力学で学んでいることであり、社会との繋がりがイメージできると日々の学習へのモチベーションが湧くのではないかと思います。また、一人の車好きとして、もし自動車に興味のある方がいらっしゃいましたら、ぜひ一緒に後世に楽しい車を残していくことにチャレンジできればと思いますので、説明会などを通してコンタクトして下さい。長くなりましたが、最後までお読み頂きありがとうございました、少しでも皆様の参考になりましたら幸いです。末筆ではありますが、皆様の学生生活が実り多きものとなりますようお祈りいたします。

わたしの仕事 (40) 日本電産株式会社

荻野 良 (H25/2013卒)



1. はじめに

京機会会員の皆様、こんにちは。この度、吉田英生先生から「最近とりわけ注目されていて学生の関心も高い」企業に勤めているということでご指名いただきまして、大変恐縮ながら執筆に至ることとなりました。

簡単に自己紹介させていただきますと、学部及び大学院時代には当時の先端イメージング工学研究室にて井手亜里先生からご指導を受けておりました。体育会ボート部にも所属しており、琵琶湖から桂キャンパスまで原付で往復していました。その後、日本電産株式会社（以下、日本電産）に入社してからは一貫して車載向けの製品開発に従事し、途中に海外駐在を経て、現在は滋賀県にて、新事業立ち上げを目指し新しい製品の開発に取り組んでおります。2015年に入社してから丸7年経過したところです。

日本電産は、1973年に創業して以来成長を続け、2030年に向けて売上高10兆円を目指し突き進んでいる野心的な企業で、時価総額で見るとすでに日本有数の企業価値があります。また、なお第一線で活躍中で創業者の永守重信会長直伝の三大精神や三大経営手法を基礎として、ジョブ型人事など新しい人事制度導入による適材適所の人材育成等、個人のビジネスマンとしての成長機会が豊富にある企業です。今回、年度初めにこのような機会を頂いたことを大変名誉に思いながら、わたしの仕事の紹介を通じて皆様に少しでも日本電産に興味をもっていただければと願って書かせていただきます。

2. 『世界を動かす』をつくっている：日本電産について

日本電産は現在、従業員約11万人、グループ企業約330社を世界中に擁しており、小さいものから大きいものまで、“回るもの、動くもの”全てを手がける「世界No.1の総合モーターメーカー」です。HDD用モーターをはじめ、自動車の電動パワーステアリング用モーター、ATM用カードリーダー、オルゴールなど、数多くの世界シェアNo.1製品を生産しており、特にブラシレスモータの分野においては世界の約50%を生産しております(図1)。また近年、モーターによる電力消費量

は、世界で使用される全電力量の40%~50%、日本では約55%を占めるといわれており[1]、日本電産は高効率・高機能モーターの開発・製造を通じて、世界の省エネと発展に大いに貢献しています。

最近とりわけ注目を浴びている電気自動車（EV）の分野では、その心臓部であるトラクションモータ（図2）を手掛けており、累計で26万台を超える販売実績があります（2022年1月決算発表時点）。中国顧客のみならず欧州顧客や日系顧客、更には米系顧客（スタートアップ企業等）や異業種からの新規受注が実際に進展中で、今後の販売台数のさらなる伸びが社内外から期待されています。2022年3月には、世界最小径クラスのリニア振動モーターシリーズを発表しています（図3）。これは主にスタイラスペンへの搭載を想定している製品で、筆記時のペン先の振動をモーターによって再現し、実際に紙に書いているような触覚を再現するものですが、一般的なスマートフォンに搭載されている振動モーターの約50分の1という省電力性能です。振動用モーター（スマートフォン向け）の累計出荷台数は2020年末時点で3億台を超えており、軽薄短小技術、高効率化技術、制御技術により生み出される製品は顧客から高い評価をいただいております。

ブラシレスモータ(情報系 + パワー系)

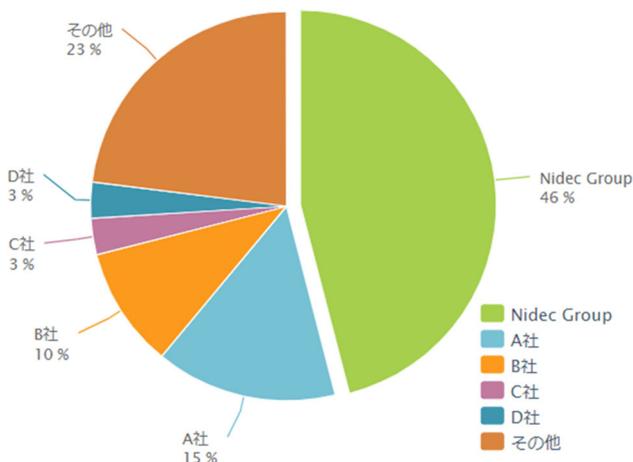


図1 世界のブラシレスモータの販売台数シェア[2]

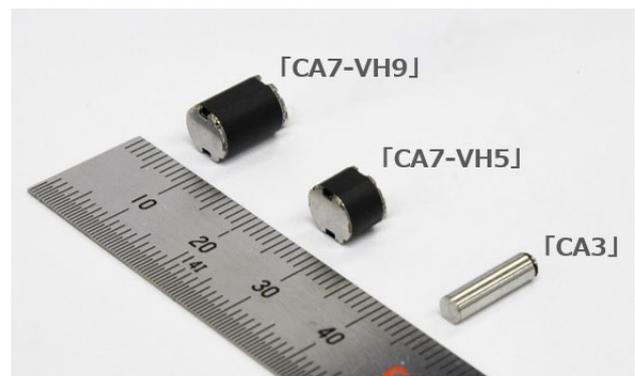


図3 リニア振動モータ「CAシリーズ」[4]

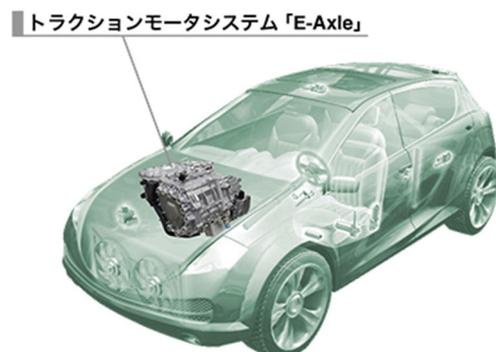
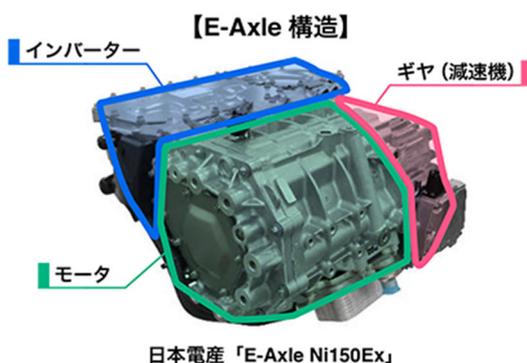


図2 日本電産トラクションモータシステム（EV駆動用モーター）[3]

さて、日本電産を知っていただくうえで避けては通れないのが、創業者の永守重信会長（以下、会長）と、会長直伝の多くの経営哲学、考え方です。会長は、経営者として非常に有名ですからご存じの方も多いかもかもしれませんが、1973年に4人で創業し現在に至るまで第一線で活躍されています。昨年は何度も実際にお会いする機会があり訓示も頂きました。世界の厳しい経済事情を背景にした叱咤激励、過去の経験談を交えながらの夢や目標の熱い話は、いつ聞いても飽きることはありません。7年前の入社式後の懇親会の際には何の流れか、手帳にぎっしり予定が詰まっているところを私を含めた数人に見せて「ほら、パンパンやろ」と話して頂き、なんと気さくな人だと驚いたことを覚えています。管理職向けの会議はもちろんのこと、一般社員が参加する開発発表会への積極的な参加、また少人数の昼食会を開きご自身の経験談を直接語って頂くなど、これほど会長と一般社員の距離感が近い会社はないと思うほど身近な存在です。

日本電産の経営哲学・考え方は数えきれない程のものがあり、「挑戦への道」という会長著書の社内向け教本を毎朝繰り返し読んで、心身に染み込ませています。例えば三大精神「情熱、熱意、執念」「知的ハードワーキング」「すぐやる、必ずやる、出来るまでやる」については、日本電産社員の目指すべきビジネスマンの心構えを簡潔に表現したものと理解していますが、この文字を見ない日はない、聞かない日はない、というくらいに日常的なワードとなっています。2030年に向けた売上高10兆円という目標もしかりですが、全社員が体現することを前提とした言葉選びや投げかけになっていることで、単なるトップの目標・考え方ではなく、全社員の自分事となっており、脈々と受け継がれていると感じています。

また、出版されている書籍も読みやすく学ぶことが多いため、自ら進んで読んでいます。最近出版された本「成しとげる力」の中には、人を育てることや心の機微をつかむことの重要性とその方法が書かれています。言葉だけではなく、実際の経営において実践されていることを実感しており、引き続き何度も読んで学び自分の力としたいと思っています。

3. わたしの経験

ここでは、皆様により具体的にイメージいただくために、個人的な経験をできるだけそのままに紹介しようと思います。

（１）就職活動

当時の私は、必ず就職したいというよりは「ピンとくる会社があれば就職したい」という今思えば贅沢な考えを持っていたため、周囲の就職先がほぼ決まっている状況になってもものんびりしていました。そんな中、合同説明会で日本電産のブースにたまたま立ち寄り話を伺った時のことです。京都に日本電産という企業があり、モーターを「これからの産業のコメ」と位置づけ怒濤の勢いで事業規模を拡大し業界トップの実績であること、さらに2030年に向け非常に挑戦的な目標をもって突き進んでいることを知りました。私の専門である機械工学分野でここまで挑戦的な目標を掲げ実行する企業は他に知らず、また、業界トップを走り続けさらに会社規模を10倍以上に拡大するという事で、新事業の創成も今後何度も必要となるはずであり、技術の最前線で活躍できる会社だと思い、「ピンときた」ため、その場で意思を固めエントリーし、有難いことに採用頂きました。当時、私を含めて友人もほとんどが知らない企業だったことで、私は良い企業を掘り当てたと感じ、「ここで活躍して会社を大きくしてやる」という熱意を沸き立てたことを覚えています。

（２）入社時

入社後、5か月にわたって研修がありました。はじめの1か月は日本電産の精神と基本的なビジネスマナーを徹底的に学びました。その後、技術系には「モーターカレッジ」と銘打った研修があり、技術的な一般知識とモーターに関する基礎知識を身に着けました。この中で、海外工場での現場研修があり、私は中国にある自動車用の電動パワーステアリング（Electric Power Steering；以下、EPS）用モーターの製造ラインに入り現地スタッフに混ざって、モノづくりの現場を体験しました。日本電産は内製化を積極的に行っており、アルミの鋳造、樹脂の成型、シャフトの旋削から、モーターアセンブリの組み立て、検査まで一連の工程を、まさに現場に入って見て触れることができました。同じ組立をしていても未熟な私と熟練工では雲泥の時間差が生まれますが、すぐに慣れて追いつく作業とそうでない作業があり、この差は設計段階でおおよそ決まってしまうということを学びました。開発者でありながら生産現場を経験する機会を得たことは、現場が作りやすい製品を設計するうえで大変貴重なものとなっています。

(3) 部署配属～3年目まで

配属先は、自動車用のEPS用モーターの開発部署でした(図4)。当時日本電産の新商材であった機電一体のパワーパックと呼ばれる製品(図5)を開発するプロジェクトチームの設計担当として、材料力学や機械力学、機械製図など大学で学んだことをベースに、組み立て寸法公差の定義、はめあい・ねじなどの締結要素の設計検討と検証、および部品・組立図面製図を行いました。EPSは、車の基本機能である「走る・曲がる・止まる」のうち、「曲がる」機能を実現するユニットで、重要保安部品に位置づけられているため、信頼性の高い設計や高い品質を実現するものづくりが求められます。開発期間は、切削品での試作から量産開始までおよそ2年ですが、私はちょうど試作開始直後での配属となり量産までの一連の流れの中で業務ができました。対象の製品の具体的な計算や検証をもって一つ一つ設計課題をクリアしていくことを通して、技術者としての基礎を積み上げた期間だったように思います。



図4 EPS用モーターの役割[5]

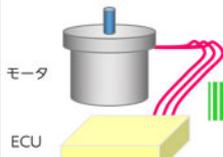
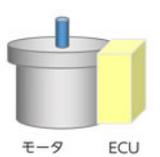
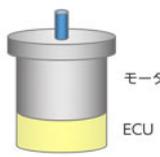
	別体タイプ	近接配置タイプ	パワーパック
構造概要	モーター-ECU間をハーネスで接続するタイプ	モーター、ECUはそれぞれ別体であるが、ハーネスを介さず、モーター近傍にECUを配置したもの	モーターの一部にECUのケースを設けて、モーターにECU部品を組み込むことにより構成されたもの
外観	 モーター ECU	 モーター ECU	 モーター ECU
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ○ ECUの設置場所が自由 × ハーネスが高い × ハーネス損失で効率が落ちる × ハーネスからのラジオノイズ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ハーネス損失が無く効率が良い ○ モーター、ECUのハンドリング性が良い × パッケージが大きくなる × 防水構造が難 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ハーネス損失が無く効率が良い ○ 小型・軽量化が可能 ○ コストダウンが可能 ○ 防水性が容易に確保できる △ 組み込んでいく為のレイアウト考慮

図5 EPS用モーターのパワーパック化[5]

(4) 韓国駐在期間(約2年半)

上記パワーパックの担当案件がちょうどひと段落ついたタイミングで、会社としてEPSの新プロジェクトを韓国顧客とともに立ち上げる事となり、顧客の技術的要望と当社設計を融合させ顧客満足を得る活動を展開するアプリケーションエンジニアとして、私に声がかかりました。当時、韓国は営業拠点であって技術スタッフはおらず周りを見ても珍しい境遇でしたが、海外で自立して活動することは問題解決能力や判断力、技術的説明力を人一倍身につける良いチャンスであり、さらには国外の人脈を得るまたとないチャンスだと思い、快諾しました。

新しく取引が始まった顧客の開発メンバーとの技術協議を連日実施し、日本の開発拠点メンバーとも連携して、中国工場での量産開始と安定供給を目標に対応しました。顧客の開発拠点と納入拠点は韓国にあり、製品は開発段階から韓国に納入されるため、問い合わせやクレームも技術的な内容は私がまず一人でスピードをもって初期対応する必要がありました。役員までエスカレーションするような大変な困難に直面した時期もありましたが、頼るべきところに頼りながら解決し、安定供給までの成果をなんとか上げることができました。量産した部品が搭載された車を実際に韓国の道路で見かけたときは、本当に嬉しく誇らしい気持ちになりました。

韓国での駐在経験を通して、困難に粘り強く立ち向かえば問題は解決できるということや、説得力を持つためには良い資料だけではなく多くのバックグラウンドを熟知することや信頼関係を築くことが大切だと学びました。また、顧客や営業スタッフ、日本のプロジェクトメンバー、中国の工場など多くの関係者とコンタクトをとって連携する中で、たった一つのモーターの開発でさえ一人では到底できず、一人一人の積み重ねで成り立っているということも学びました。一人の無力さを痛感しながら社会を成す社会人の偉大さまで感じ、たとえできることが小さくてもコツコツ頑張ることが社会に貢献することに繋がると思えるようになったことは、人生の視野を広げる上で思いがけない収穫でした。



図6 韓国でできた友人とサムギョプサルを食べた時の写真
温かい人ばかりで公私ともに人脈を広げることができました

(5) 帰国～社内公募～現在

2020年に任務を終えて韓国から帰任後は、EPS案件のプロジェクトリーダーと

して、新規受注に向けてベンチマーク調査の計画と実行および高効率モーターの開発を行いました。それまであまり関われなかったモーターの磁気設計にも手を伸ばし、積極的に技術を学び開発に活かしていました。

そんな中、社内で車載分野の次世代を支える新事業立ち上げプロジェクトの話が持ち上がり、立ち上げメンバーに若干名の社内公募がありました。非常にハードルの高い事業構想であって難しいプロジェクトであり、私は上述のプロジェクトリーダーとして充実して活動中だったので悩みましたが、入社前に考えていた技術の最前線での事業創成に挑戦するチャンスが今まさに来たと思い、飛び込みました。ここでは、形のないものを形にするという「無」からの商品企画が主業務となり、いわば「生みの苦しみ」への挑戦をしています。実際、知らないことだらけで、何度もくじけそうになりながら、「必ずやる、出来るまでやる」と言い聞かせながら踏ん張っています。なかなかどうして、ここまで苦労するとは思っておらず、順風満帆に見えたこれまでの経験が何だったのかと思うほどですが、必ず解決し新事業を立ち上げ会社と社会に貢献するという強い志で臨んでいます。ここに乗り越えた過去の経験として書けないことが悔やまれますが、それは別の機会といたします。今後、環境の変化もあるかもしれませんが、将来に希望をもって目の前のことに全力を尽くし、会社を通じて社会の未来を創造したいと思います。

4. さいごに

日本電産は2023年に創立50周年を迎えるとともに、次の50年に向けてさらなる高みを目指しながら、2030年には売上高10兆円を目標としています。高い目標を達成するため常に変革に取り組んでおり、厳しいながらもやりがいのある日々を送っています。目まぐるしい社内外の変化の中で、力強く楽しみながら社会に貢献していきたいと思います。

以上、会社概要と私の経験についてできるだけ飾らずに書かせていただきましたが、いかがでしたでしょうか。皆様にとってどれだけ良い影響を与えられるものとなったかは定かではありませんが、日本電産について少しでも理解が深まり、興味が少しでも沸いたとすれば大変嬉しいです。もし「動くもの、回るもの」に関する新事業を一緒に立ち上げたいという方がいらっしゃれば、京機会名簿などを頼りに、どうぞご連絡ください。採用権限はないですが（笑）、お話を聞いて

アシストすることはできます。もちろん、その他の理由でも日本電産の門戸を叩いてくださる方を歓迎します。

最後になりますが、このような機会を頂いた吉田先生ならびに段さん、ありがとうございました。ご期待にそえる文章になっていることを祈ります。

日本電産採用情報

新卒採用情報：<https://www.nidec.com/corporate/recruit/gradu/>

中途採用情報：<https://www.nidec.com/corporate/recruit/career/>

参考資料

- [1] 一般社団法人日本電機工業会「トッランナーモータ」
- [2] 富士経済「精密小型モータ市場実態総調査2013」
- [3] 日本電産 未来への取り組み；トラクションモータシステム「E-Axle」
- [4] 日本電産 製品ニュース；日本電産が世界最小径クラスのリニア振動モータシリーズを開発
- [5] 日本電産 ソリューション事例；電動パワーステアリング用 モータ・ECUのパワーパック化