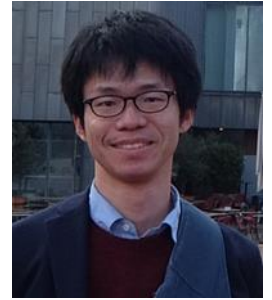


わたしの仕事 (30)川崎重工業株式会社

近藤祐太 (H25/2013卒)



1. はじめに

縁あって本連載への寄稿のお誘いをいただきました。お話を伺うと重工各社さん既に投稿されていて残るは住友重機械工業さんと弊社のみということでした。会社を代表してというには内容が伴いませんが、せっかくの機会ですので私の仕事内容について紹介させていただきたいと思います。

まず私の自己紹介ですが、2013年に工学部物理工学科を卒業しています。学部4回から修士修了まで当時の塩路・石山研究室に所属してお世話になりました。

(燃焼動力工学研究室、今の石山・川那辺研究室になります。)研究室では研究室旅行の他に皆で鍋パーティーをしたり、ピザパーティーをしたりと楽しく過ごしておりました。遊んでばかりだったというと先生方に怒られてしまいますので、真面目に研究のお話もしますと当研究室はレシプロエンジンに関する研究をしていて、私もエンジンに関する研究をしていました。研究内容を詳しく思い出すために久しぶりに修士論文を引っ張り出しますと題名が「定容容器内の伝播火炎による壁面熱流束に関する研究」となっています。わかりにくいですが、エンジン燃焼室内で壁面に逃げていく熱の研究をしておりました。研究室ではレシプロエンジンの基礎的な燃焼の知識が身に付きましたが、この後出てくる通り今もレシプロエンジンに関わる仕事をしておりますので、当時の知識は非常に役に立っています。余談ですが私が学部時代に唯一落とした単位が熱力学で、後に研究室で指導教員になる塩路先生の講義でした。人生どの道に進むかわからないものだと感じます。

2015年の大学院修了後は川崎重工業に就職しました。入社7年目になりますが入社以来発電用ガスエンジンの設計開発を担当しています。

2. 川崎重工業株式会社について

私が所属している川崎重工業(以降は川重)はいわゆる日本の三大重工の1つであらゆる製品を手掛けています。例としては航空機部品(特に機体部分とジェットエンジンの一部)、電車の車両、船舶、産業用ロボット、産業用のレシプロエン

ジン、ガスタービン、蒸気タービン等で、挙げていくとキリがありません。特徴としては重工では珍しくモーターバイクやジェットスキーといったB to Cの製品を製造していることでしょうか。このように様々な製品を扱う川重ですが、始まりは船舶の製造で創業者の川崎正蔵が1878（明治11）年、東京に川崎築地造船所を開設したことが起源です。当時の築地造船所はすでに閉鎖されていますが、数年後に明治政府から払い下げられた神戸の川崎造船所は現在も川重の神戸工場として残っており、私の職場にもなっています。

こうして造船からスタートした川重は蒸気機関車、飛行機等に手を広げて行って今に至ります。最近ではKawasaki Hydrogen Roadと言って水素の活用に力を入れており、水素を運ぶための液化水素運搬船や水素を使うための水素ガスタービンの開発を行っています。2019年頃まで水素は将来的な技術という印象が強かったですが、世界各国で2050年脱炭素を目指すことが表明、規定される中で日本の菅首相も2050年カーボンニュートラル宣言をしました。このことで、にわかに脱炭素化社会実現のための技術の一つとして世間の注目も浴びるようになったと感じています。

3. わたしの仕事

自己紹介の通り私は産業用ガスエンジンの設計開発をしています。簡単に製品の紹介をさせていただきますと扱っているのは産業用のガスエンジンの中でも工場の自家発電や中規模の発電所で使うような少し大きめの発電用のエンジンです。都市ガスや天然ガスを燃料としています。出力は仕様によって少し違いますが、一番よく売れているのが最大出力7.8MWのもの（KG-18-V）で、これは一般家庭約2000世帯分の電力を賄う程度の規模になります。商品名でカワサキグリーンガスエンジンと言い、10年ほど前に上市して以降、同クラスでは世界最高レベルの発電効率49.5%や高い環境性能NOx排出量200ppm（O₂濃度0%換算）が評価されて国内の発電用ガスエンジンで高いシェアをいただいています。



カワサキグリーンガスエンジン(KG-18)

3-1. 1年目～3年目

カワサキグリーンガスエンジンは私が入社したころには完成していましたので、設計開発としての主な業務内容は既存モデルの改良という趣になります。ガスエンジンの性能向上のために一部の部品の設計変更を行うというものです。具体的な私の仕事としては、何かしら性能向上のアイデアに基づいて新規で追加する部品や既存部品の一部を変更した部品を考えます。簡単な部品は自分で製造図面を書いてしまいましたが、大体は考えた形を簡単なポンチ絵にして部署内の専門の方をお願いして詳細図面を起こしてもらいます。図面をもとに試作品を製作して実機試験を行い、試験結果・性能を評価、問題なければ量産エンジンに適用していくといった流れです。

1～3年目はレシプロエンジンの設計について学びながら、上記の設計開発業務をぼちぼち行っていました。レシプロエンジンの設計については基本的に材料力学に基づくものでしたが、独特の設計検討項目も多く興味深いものでした。例えばエンジンのクランク軸は運転中にねじれの振動を起こしており、強度に影響するのでその計算方法について学びましたし、このねじり振動以外にもエンジン特有の全体振動の要因となる力（爆発力や慣性力といった起振力）がどのようにエンジンに働くかということも学びました。振動については多くの産業用機器について回るものですが、起振力の働き方と製品形状によって様々に変化するもので非常に奥が深いものだと感じます。

2年目からはよく海外出張にも行かせてもらいました。出張内容は主に海外メーカーとの協議ですね。もともと英語は得意な方で英語を話すことも好きな質でしたので喜んで行っていました。海外出張の良いところは日程に少しゆとりを持って計画するので、移動時間等で空きがあると少し観光もできるというところで、特に途中下車して立ち寄ったドイツのケルン大聖堂は内部の装飾や造形が圧巻で印象に残っています。



ケルン大聖堂

3-2. 4年目 北海道出張

さて設計開発業務で部品改良等を行っていた私ですが、3年目以降になると客先に据え付けたエンジンの試運転に立ち会うことも多くなりました。特に改良部品を入れてから初号機となるエンジンや使う燃料が少し特殊なエンジンの立ち合いをすることがよくありました。

最も印象に残っているのが4年目の2018年に客先エンジンの試運転立ち合いで北海道に出張したときの事です。1週間ほどの出張で半分ほど日程を消化した頃で試運転自体は順調に進み、残っている大きなところはエンジンの最終性能計測というところでした。当時札幌のホテルに泊まっていたのですが朝の3時か4時に軽い揺れで一度目が覚めたのを覚えています。そのときは地震かなと思ってすぐにベッドに戻り、結局6時過ぎに起床しましたが、すぐに部屋の電気がつかないことに気が付きました。ホテルの1階に下りると1Fロビーの自動ドアが開けっ放しになっており地震で停電したかなと外に出るとコンビニに行列ができていたところも見えました。このときはこれはちょっと困ったことになったかなと思っていました。実際はちょっと困ったどころの話ではなく、この地震が甚大な被害をもたらした北海道胆振東部地震だったのですね。後にわかることですが、日本では初めてのブラックアウトが起きていたのです。それからが大変で地震で建物等に物理的な被害がなくても電気が止まるだけでこんなにも困ってしまうものなのかということを感じました。例えば物流や冷蔵庫が止まるので食料の確保が難しくなってきます。コンビニやスーパーの棚が本当に空っぽになっているのは初めて見ました。水の確保も困ったものでホテルやマンションなどの高い建物はポンプで水をくみ上げているので電気が止まるとポンプが止まり、水も止まってしまうのですね。もちろんトイレも困ります。水はそのうちポンプを使っていないお店で分けてもらえるようになり、トイレも札幌駅がいち早く電力が復旧したので何とか耐えましたが、食料は2、3日たったころにはお菓子くらいしかなくなって、お腹を空かせていました。そんなおり平常時だと怒られてしまうかもしれませんが、川重の作業服のままトイレを借りるために札幌駅をうろうろしていたところ声を掛けられました。お話を聞くと川崎重工業北海道支社の方で事務所を札幌駅の駅ビルに構えているのでもしよかったら、今回の試運転出張のメンバーで来てくださいとおっしゃっていただきました。全くの他部署で初対面でしたが、お言葉に甘えて実際に伺ったところカップラーメンをいただきました。数日ぶり

の温かいもので一息つけて本当に感謝の気持ちでいっぱいでした。

ちょうどその頃だったと記憶しているのですが、客先の発電所から少しでもブラックアウトの復旧を助けるために試運転中のエンジンを回して発電してくれないかと連絡がありました。試運転メンバーも疲れがたまっていたのですが、停電が復旧しない非常時に少しでも力になれるならということで発電所の方に迎えに来ていただき作業に当たりました。地震で伸縮管が破損していないか等点検してからエンジン起動。試運転項目をほぼすべて消化しているとはいえ、地震後なのでハラハラしながら見守るといった具合です。やはり空腹だったので少しへろへろしながらの作業でしたが、何事もなく発電所のエンジン全台を回すことができました。あれから数年経ちますが、いまだこのときの仕事ほどやりがいがあったものはありません。冷静に考えると78MWほどの発電所でしたので、北海道全域で考えると微々たる量で本当に貢献できたかはわかりません。しかし自分の仕事がどのように社会に貢献できているか、これ以上なく実感できた瞬間でした。

3-3. 5年目～ 新型モデルKG-18-T

5年目の頃からはガスエンジンの新型モデルの開発が本格化しました。それまでのカワサキグリーンガスエンジンのモデルは大きく4種類のみでした。V型18気筒のKG-18と12気筒のKG-12に加えて排ガスタービン過給機を可変ノズル仕様とした高効率仕様のKG-18-VとKG-12-Vになります。開発当初はカワサキグリーンガスエンジンの発電効率に追随するようなエンジンはなかつ



「KG-18-T」外観

たのですが、欧州メーカーを中心に積極的なガスエンジンの開発が行われて発電効率で上回ってくるようなエンジンも発表されるようになりました。さらにはガスエンジンの使い方も変化してきました。これまではベースロードとして常に定格の最大出力付近で発電し続けるような使い方が主でした。しかし特に欧州で風力発電といった自然エネルギーを利用した発電が普及した結果、天候に左右されやすい不安定な自然エネルギー由来の電力の増減に対して、そのときの電力需要

とのギャップを埋めるよう調整するような運用の仕方、調整電源としての使い方が多くなってきました。調整電源では要求電力の急変動にこたえるためにエンジン負荷を素早く変更できる高い応答性が重視されます。こうした状況の中、欧州メーカーは過給機を直列に2台配置する2段過給技術を適用することで、高応答でなおかつ発電効率も高いエンジンを開発していました。

2段過給は過給機を直列に配置して給気をそれぞれの過給機直後で冷却することで主に以下のようなメリットがあります。

① 過給機効率の向上による発電効率向上

2段過給によって全体の過給機効率が向上しますが、これによりエンジンの排気の流れがよくなって発電効率向上につながります。

② エンジンの給気圧力の上昇

エンジンに入る空気は過給機によって圧縮されていますが、この圧縮空気の圧力を高くすることが可能となります。これによりエンジン側の燃焼最適化に自由度が生まれます。

新型モデルのKG-18-Tではこの2段過給を適用して、そこに従来モデルで培った燃焼技術等を組み込むことにより高効率で応答性の良いエンジンとなっています。私はこのKG-18-Tの開発の中で事前の性能検討、一部エンジン部品の設計、エンジン全体の振動検討を担当することで幅広く各種解析や検討の経験を積むことができました。KG-18-Tは2020年6月にリリースすることができ、その後に受注もいただいています。今のチームメンバーの一員としてよいエンジンを開発して世に出せたことを誇らしく、またうれしく思います。

4. おわりに

私のこれまでの経験をつらつらと書く内容になってしまいましたが、ここまで読んでいただきありがとうございます。OBOGで様々な仕事をされている方がいらっしゃると思いますが、こんな仕事をしている人もいるのかというように読んでいただくと幸いです。私の仕事も楽しいことと困ってしまうことが半々くらいですが、印象に残っていることはおおよそ書くことができたと思っています。

折角ですので私のこれからの仕事についても少し書かせていただきます。私はガスエンジンの設計開発をしており、これからも続けていきたいと考えています。このガスエンジンは化石燃料である天然ガスを燃やして発電する装置です。ガス

エンジンの将来を考えますと、先にも少し触れました通り、今各国でカーボンニュートラルが推進されており、エネルギー供給を化石燃料から再生可能エネルギー等の低炭素なエネルギーに切り替えていく変革期に突入しています。そのためガスエンジンが燃料としている天然ガスも将来的には再生可能エネルギーに取って代わられるかと思えます。しかしながら現状の再生可能エネルギーは化石燃料と比べると価格が高く、天候等によって発電量が大きく左右されるという課題があります。また原子力も低炭素なエネルギーの一つですが、その安全性が問題視されていてなかなか稼働していません。このように低炭素なエネルギーはいくつかありますが、いずれも現状では市場で化石燃料に勝てるだけの競争力を持っておらず、その普及には補助金等の政策による手厚い支援が必要な状況です。さらには仮にエネルギー源が全て再生可能エネルギーに置き換わったとしても化石燃料と違ってエネルギーの貯蔵が簡単にできません。貯蔵方法についても発電した電力を水素やアンモニアに変換しておく、電力を電池にためるといった方法が提案されていますが、いずれも価格や安全性もしくはその両方に課題を抱えています。水素やアンモニアで貯蔵する場合はその電力への再変換といった利用方法も開発途上です。このようにカーボンニュートラルには課題が山積みで将来的にどういった貯蔵方法、利用方法が普及するのか誰にも予測が付きません。こうしたエネルギー供給の変革期の中でレシプロエンジンの設計開発をしている私が積極的に関われるのは利用方法の部分です。レシプロエンジンがエネルギー利用方法の一つとして、これから単純なガスエンジンの性能向上が求められていくのか、調整電源として利用されていくのか、または水素やアンモニアを燃やすエンジンが普及していくのか様々な開発の選択肢が広がっているように感じます。ただレシプロエンジンの開発を通して、ブラックアウト等の起こらない安定したエネルギー供給の元で日々の生活が送れるように少しでも貢献できればと思っています。