

## 留学報告

## Study Report

## 米国マサチューセッツ工科大学 (MIT) 留学報告

大竹拓至\*

## Report on Study Abroad at Massachusetts Institute of Technology

Takuji OTAKE

## 1. 留学の経緯

まず初めに、大同特殊鋼(株) (以下、当社という)における海外留学制度について説明させていただく。当社は入社4年目以降の社員を対象に1年間の海外留学者を募集しており、これまで若手や中堅研究者が、海外の大学や研究機関などへと派遣されている。基本的に、留学は本人の自主性を重んじているため、自己推薦の形態を有しており、留学先や研究テーマは自らが選定する。留学時の生活においても、本人に一任するところが多く、語学勉強、学会や展示会の参加など、学びの機会を自ら計画することができる。

私が留学を希望した経緯であるが、研究活動を通じて海外顧客とのディスカッションや国際学会での報告の場が増えてきた際に、自身の語学力不足を痛感するとともに、海外でも通用する技術者になりたいと強く感じたことが発端である。私は入社以来Ni基超合金の塑性加工技術を研究しているが、この分野では欧米の研究レベルが非常に高く、業務を進める上で最先端の研究を海外の著名な教授の元で学びたいと考えるようになった。とはいえ、自身の語学力不足や海外生活への心理的ハードルがあり、始めはなかなか決心がつかなかったが、当社の先輩方や同僚が果敢に海外留学へ挑戦する様子を間近で見られたことで勇気をもらい、入社7年目にして留学制度に応募した。留学先として、マサチューセッツ工科大学のOlson教授の研究グループに2023年8月から2024年9

月まで加わることができた。Olson教授はICME(Integrated Computational Materials Engineering)と呼ばれる、さまざまなスケールで統合的なシミュレーションを実施して材料開発を行う技術分野における第一人者である。私の研究テーマであるNi基超合金のプロセス開発において、塑性加工による材料の形状変化や設備負荷だけでなく、その際の材料のマイクロ組織の変化や最終的な機械的特性を予測した上で、最適な製造プロセスを提案する必要がある。しかしながら、それらを高精度に予測するためには前工程である溶解・凝固工程や、後工程である熱処理工程中の組織変化も考慮する必要があり、シミュレーションの高精度化が難しい要因の一つであった。ICMEはこういった実際の複雑な製造プロセスを最終的な材料特性に落とし込むのに適した手法であり、この分野の研究技術を習得したいと強く感じたことが、Olson教授の研究室を選定した最大の要因である。

## 2. 留学

## 2.1 留学先について

留学先であるマサチューセッツ工科大学はマサチューセッツ州ケンブリッジに位置する。隣接するボストンはアメリカで最も歴史の古い都市の一つであり、ニューヨーク、ロサンゼルス、シカゴ、ワシントンD.C.に次ぐ全米第5の都市である。アメリカ独立戦争のきっかけとなったボストン茶会事件などが有名であり、歴史のあ

2025年3月12日 受付

\* 大同特殊鋼(株)技術開発研究所 (Corporate Research &amp; Development Center, Daido Steel Co., Ltd.)

る街並みと近代的な高層ビルが共存している。ボストンとケンブリッジは世界トップクラスの高等教育機関を有する大学都市であり、留学したマサチューセッツ工科大学の他にもハーバード大学、ボストン大学、バークリー音楽大学などの幅広い分野での有名大学を有する。私が住んでいた所はボストン北部のフェンウェイという地域であり、米国最古の野球場であるフェンウェイ・パークで有名である。都市部であり、米国でありながら車が必要ないほど公共交通機関が発達しており、通学は購入した自転車で行っていた。毎日ケンブリッジ南部の大学までチャールズ川を渡ってサイクリングし、非常に恵まれた立地で生活することができた。スーパーマーケットも徒歩圏内にあり、日本食についてもオンラインスーパーで調達できることから、食生活についても何不自由なく過ごすことができた。ただし、円安やインフレの影響は凄まじく、物価についてはおおよそ日本の3~4倍であり衝撃を受けた。

マサチューセッツ工科大学は1861年に創立されたアメリカを代表する名門校であり、ノーベル賞受賞者は101人と、工科大学としては世界最多である。「イノベーションを通じてより良い世界をつくる」を共通目的としており、楽しくて風変わり、エリートだけどエリート主義ではない、数字にこだわる、創意工夫と芸術性に富む、出身問わず才能ある人々を歓迎する、といった風土がある。Olson研究室のメンバーは10名ほどで博士学生、ポスドク、客員研究員などが世界各国から集まっている。高強度Al合金、積層造形用Co合金、船用TRIP鋼、制振合金などの多種多様な合金開発について、Apple、Pratt & Whitney、Tesla、SpaceXなどの有名企業と共同研究を実施している。



図1. マサチューセッツ工科大学のGreat Dome.

## 2. 2 研究活動について

研究テーマとして、Ni基超合金の製造プロセスがミクロ組織と機械的性質におよぼす影響について取り組んだ。Olson研究室は計算工学がメインの研究室であり、主な実験は日本で進めつつ、大学では組織変化を予想す

るための拡散挙動や析出挙動のモデリングについて注力した。ICMEのコンセプトに基づいて凝固、熱間加工、熱処理を含んだプロセス全体における組織変化をモデル化するため、ラボ試験にて各工程での途中止めサンプルを用意し、各現象に対する計算手法を検討した。自分の専門分野である塑性加工だけでなく、幅広い分野の理論を理解する必要があり、研究開始当初は自身の知識不足と英語力不足で精神的に辛かったが、時間をかけて論文を読み込み、シミュレーションも条件を微調整しながらトライ&エラーを繰り返すことで、1つ1つ内容を理解できるようになった。普段の業務をこなしながら片手間で習得するには難しい技術であり、留学中に集中して取り組めたことが良かったと思う。また、Olson教授の講義を聴講させていただき、熱力学を基礎から勉強できたことも非常に有益であった。講義の最後には学生2~3名でチームを作り、ICMEを駆使して材料設計するプロジェクトにも参加させていただけた。プロジェクトにはそれぞれ共同研究企業がスポンサーについており、強度や靱性や製造上の制約などの実用的な設計目標が与えられた。各テーマについて1人ずつOlson研究室の学生がサポーターとしてアドバイスしてくれるだけでなく、企業の担当者とのディスカッションの場もあり、3か月という短期間ながらもハイレベルな材料設計が体験できる貴重な機会であった。計算モデルに基づいて、1つ1つの成分についてどうしてその量なのかを説明できる必要があり、材料設計の面白さを学ぶことができた。本研究内容であるICMEに基づくプロセスモデリングについては、今後も継続して深掘りする意義が大きく、留学中の経験を活かして引き続き取り組んでいきたい。



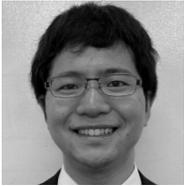
図2. Olson研究室メンバーの集合写真.

※ Olson教授(後列中央), 本人(前列中央)

## 3. 留学を終えて

米国での1年間は本当にあつという間に過ぎてしまった。自身にとっては研究面でも生活面でも新しい事に挑戦した1年であり、とても大変であったが非常に充実した生活を送ることができた。今後はしっかりと成果を出

して会社に還元できるよう、学んだ事を活かして頑張りたい。留学前は不安が大きかったが、行ってみれば案外何とか適応できるということも学んだ。留学を通じて世界を広げることができ、得られるものは計り知れないので、若手にも是非とも続いて行って欲しいと思う。最後に、留学を支援してくださった社内関係者に感謝するとともに、快く留学を受け入れてくださった Olson 教授にこの場を借りてお礼申し上げます。



大竹拓至