

## 留学報告

## Study Report

## 英国バーミンガム大学留学報告

梶原崇至\*

## Report on Study Abroad at the University of Birmingham

Takanori KAJIWARA

## 1. 留学の経緯

冒頭に、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する。国外大学あるいは国外研究機関にて原則1年、語学習得・研究活動を目的に赴任を認める制度であり、受入れ先の探索・生活基盤の構築・研究テーマや語学学校の選定も留学者に一任されるところが多い。ある意味では自由であるが、明確な目的意識を持たなければ貴重な機会を無駄にしかねない、そのような制度である。

私が定めた留学のコンセプトは「熱間加工ネオジム磁石の耐食性PRの可能性探索」であった。2016年の入社以来、ネオジム熱間加工磁石の研究開発に従事し、7年目を迎えていた。熱間加工磁石は一般的な焼結磁石と比較し、重希土類フリー・低CO<sub>2</sub>排出また高耐食性を有するなど、独自の特長がある。しかし、耐食性については腐食機構や焼結磁石との定量的な違いに関する知見が乏しく、研究の結果次第では、熱間加工磁石の新たなPRの種になる可能性があると考えていた。

バーミンガム大学のAllan Walton教授もこの耐食性研究に関心を寄せて下さり、訪問研究員として滞在が決定した。2022年当時、磁石に関する共同研究を当社と実施中であり、留学の打診は容易であった。受け入れ先のWalton教授の経歴を調査すると、博士論文のタイトルは『A Zinc Coating Method for NdFeB Magnets』と、耐食性と関係のあるテーマであった。運命的なものを感じ、ぜひ

磁石の耐食性研究を行いたいと申し出たところ、ご快諾頂き、2023年4月に渡英する運びとなった。

## 2. 留学

## 2.1 留学先について

バーミンガムは留学先として素晴らしい場所であった。人口がロンドンに次いで第2位の大きな工業都市であり、18世紀初めにバーミンガム周辺の地域で石炭による鉄の精錬が始まったことから、「産業革命の発祥地」とされている。バーミンガム大学は1900年設立で、8000名のスタッフと38000名の学生が在籍する総合大学であり、工学系の設備も充実している。また留学生は5000名以上が在籍しているため、多様な人種が混在しており、アジア人であるからといって特に注目もされず、非常に居心地が良かった。



図1. バーミンガム大学のキャンパスの様子  
(9月 夏休み中)。

2024年9月25日 受付

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

Walton 教授率いる Magnetic Materials Research Group (MMG) も例外ではなく、多様な出自のメンバーが在籍し、私を温かく迎えてくれた。MMG は水素を活用した革新的な希土類磁石リサイクル事業を強力に推進している。折しも REPM2023 という希土類磁石関係の国際会議がバーミンガム大学で9月に開催され、MMG は主催者を務めていた。また、バーミンガム南東部のタイズリーにおいて 100 t 規模の製造ラインを敷設工事中であるなど、多忙な時期に私が加入したが、Walton 教授および MMG のメンバーは多くの時間を割いてくれた。

私の関心から、リサイクル磁石も加えた耐食性研究を推進した。当該磁石は HPMS (Hydrogen Processing of Magnet Scrap) と呼ばれる MMG 独自の製法で作製される。ネオジウム磁石搭載のモータに水素を導入すると、磁石のみが脆化および脱磁され、モータから磁石を効率的に抽出することができる。抽出した磁石粉末から被膜成分を篩で分離し、組成調整の合金とともにそのまま焼結する。溶解を伴わず、環境負荷が低い点が注目されている。合金添加による組織不均一やコンタミによる耐食性悪化の懸念があったため、個人的に関心があった。

## 2. 2 研究活動について

耐食性研究は一筋縄ではいかなかった。借用させてもらった環境試験機は温度と湿度を制御する装置であったが、数年間不使用であったため、炉内清掃や各種治具の準備、消耗品の交換など、地道な復旧作業を行った。問題なく動作するようになり、いざ磁石の腐食開始をと、高温高湿試験 (80 °C 前後, 80 %RH 程度) を始めたが、磁石の腐食進行が想定よりも遅く、腐食機構解明にはより強い腐食環境を実現する必要があった。

しかし、そこは英国有数の総合大学であり、打聞はすぐ見つかった。学内有識者から情報を集める中で塩水液滴法という活路を提案された。注射器で少量の塩水を磁石に滴下し、環境試験機に所定の条件 (室温, 80 %RH 程度) で放置する。高温高湿の環境試験と比較して腐食性が強く、試験時間を短縮かつ暴露範囲を小規模にできる。塩水濃度の調節で腐食の程度を制御できる点も良かった。

遅々としていたが、年末には全試験条件を整えた。腐食組織の特徴付けにあたり、まずはサンプル調製を行った。放電加工・Ni めっき・樹脂埋め・研磨はすべて自分で行った。顕微鏡観察は大学の専門家をお願いし、研磨条件を何度も調整した。綺麗な組織が確認できた頃には、街はクリスマスを迎えていた。

年明けからラストスパートをかけ、一定の成果を得る

ことができた。3月の帰国のことを考えながら本番の実験を進めるのは何とも悲しかったが、条件決定後は腐食試験を迅速に推進でき、熱間加工磁石の腐食に関して新たな知見を得ることができた。リサイクル磁石はリサイクル前と同等の耐食性を示し、嬉しい結果となった。

## 2. 3 その他留学を通して感じたこと

余談ではあるが、住居選びも難航した。留学中はハーボーンという地域に賃貸物件で暮らした。大学関係者が多く住む地域で Walton 教授にも勧められた地域であるが、家族帯同のため過度に神経質になり、物件の内覧を 10 件以上行ったため、住居決定まで 1 か月を費やした。

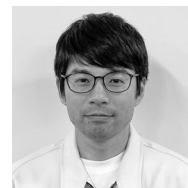
怪我の功名ともいべきか、英語でのサバイバル能力は向上した。最初は物件の相場が分からず、多くの物件を内覧した。現地の代理人との会話では、私の英語の下手さとうんざりされつつも恥を忍んで、とにかく自分の意志を粘り強く伝え続けた。住居選び中盤以降は、ある程度冷静かつ洗練された表現ができるようになった。最終的に見つけた物件には私も家族も満足していた。スマートなやり方とはいえないが、英国での住居選びを通して会話力・精神力ともに鍛えられたと感じている。



図2. MMG メンバーと昼食 (3月 帰国4日前)。

## 3. 留学を終えて

留学を通して築いた人間関係は今も継続している。MMG のメンバーや友人は今も有益な情報を届けてくれており、留学を通して得た何よりの財産だと感じている。Walton 教授そして MMG メンバーの皆は、私の研究や生活をあらゆる面で支援してくれた。この場を借りて心より感謝申し上げる。また、留学を陰に陽にそして強力に支援してくださった社内関係者の皆様、そして 1 年間英国においても変わらず私を支えてくれた妻と娘にも感謝する。



梶原崇至