

平成 31 年 12 月 8 日

若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 201980158

氏名 植木 翔平

(氏名は必ず自署すること)

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。
なお、下記記載の内容については相違ありません。

記

1. 派遣先：都市名 バーミンガム (国名 英国)
2. 研究課題名 (和文) : マルチスケール材料試験による準安定オーステナイト鋼の水素脆性評価
3. 派遣期間：平成 31 年 5 月 24 日 ~ 平成 31 年 11 月 24 日 (185 日間)
4. 受入機関名・部局名：University of Birmingham・School of Metallurgy and Materials
5. 派遣先で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

本プログラムで取り組んだ研究課題は、変形中の動的な水素の拡散挙動がカギとなる準安定オーステナイト鋼の水素脆化（水素による機械的性質の低下）メカニズムを明らかにするために、マイクロスケール材料試験技術とナノオーダーでの微細構造解析の組み合わせによるマルチスケールの評価手法を用いて問題解決へアプローチすることであった。変形中による組織変化（変形誘起マルテンサイト変態）が起こる準安定オーステナイト鋼では、水素によって延性が著しく低下し、擬へき開や平坦ファセットといった特徴的破面が現れる。これらは、形成されたマルテンサイトや双晶界面といったマイクロ組織に関係するとされている。そこで、材料の微視組織から所望の結晶方位を有するマイクロ引張試験片を作製し、単結晶ならびに双結晶の水素チャージ、未チャージ状態における破壊形態についてそれぞれ調査した。その後、電子線後方散乱回折（EBSD）や透過型電子顕微鏡（TEM）を用いて変形組織の調査を試みた。さらに、派遣先研究機関との共同研究先である Oxford 大学を訪問し、3D アトムプローブトモグラフィー（3DAPT）解析を用いて変形微視組織と水素濃度分布との対応付けを試みた。特に、変形組織の高分解能 EBSD 解析では、双晶界面分離が起こる直前の状態において界面近傍に残留オーステナイト（母相）が多量に存在していることが明らかになり、派遣前に提案していた破壊メカニズムを支持する有力な成果を得ることができた。

当初の実験計画に加えて、派遣先の研究グループが所有しているプラズマ集束イオンビーム装置を用いた高分解能 3D-EBSD 解析の実験も行い、その技術を習得した。この手法を用いることで、三次元でのひずみ分布を調査することができ、本研究のさらなる発展が見込まれる。しかし、本課題に対する実施までは行えておらず、今後もバーミンガム大学との共同研究の一環として継続していく予定である。

6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

派遣期間中、2019年9月にスウェーデンのストックホルムで開催された国際会議(EUROMAT 2019)に参加し、それまでに派遣先で得られた研究成果を派遣開始以前の考察に組み込み、口頭発表を行った。その後の研究成果についても、Paul Bowen 教授ならびに Yu-Lung Chiu 博士らの研究グループと連絡を取り合いながら、さらに議論を深め、学会発表を行い、最終的には国際学術誌への共著論文の掲載を目指す。

「5. 派遣先で従事した研究内容と研究状況」で示したが、習得した高分解能 3D-EBSD 解析技術を本研究課題へと適用し、さらに発展的な実験を行う予定である。まずは、マイクロ引張試験技術を用いて、水素チャージ材ならびに未チャージ材の破壊直前の状態を模擬する。変形領域に対して 3D-EBSD 解析を行い、各試験片の発達組織(変形誘起マルテンサイト)ならびにひずみ分布について比較・検討する。さらには、水素助長疲労き裂進展の問題へと発展させ、進展したき裂先端領域の 3D-EBSD 解析の実施を計画している。

また、3DAPT 解析のために訪問した Oxford 大学では、鋼の応力腐食割れに関する研究で有名な Sergio Lozano-Perez 教授との議論も交わすことができ、これまでの実験結果から推察される破壊メカニズムについての理論的妥当性を高く評価していただいた。その際に、水素濃度分布解析手法の一つとして二次元高分解能二次イオン質量分析装置(Nano-SIMS)を利用した実験の提案をいただいた。バーミンガム大学における高分解能 3D-EBSD 解析と併せて、今後の研究方針に組み込んでいく予定である。

7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

海外という新たな環境に身を置き研究に従事したこの期間は、自身がこれまで行ってきた研究内容について多角的な視点から再考することのできた有意義なものであった。私の研究は、マイクロスケールという微視組織レベルでの材料の力学特性評価に特化したものである。一方、派遣先機関での研究は、構造材料としての実用化を図るマクロな機械的性質評価や、マイクロよりさらに階層が一段階下がったナノレベルでの変形メカニズムに注目したものであった。実際に派遣先での研究を経験することで、原子レベルでは何が起こっており、その一方で、巨視的な力学応答とどう関係しているのか、これまでの自身の研究成果について見つめ直す非常に良い機会となった。また、能動的にアイデアを創造し続け、積極的に議論しあう現地の Ph. D 学生らとの研究生活は、自身の研究に対する価値観や姿勢を大きく変えてくれた。一方で、決して流暢ではない英語という第二言語を用いてのコミュニケーションでは、自分の考えを上手く相手に伝えられないのと同時に、相手の思考や気持ちを十分に理解できず、悔しい思いをしたときが何度もあった。それでも、実験を進めていくにつれて次第に波長が合い、親密な関係を築くことができたことは、純粋な好奇心のもと、真理の追究を目指す研究者という本質に言語の壁はないのだと気づかせてくれる貴重な経験であった。海外の研究者と連携をとりながら、得られた研究成果をグローバルに発信し、社会に貢献するためにも、これらの経験を今後の研究活動にしっかりと還元していきたいと考えている。

プログラム期間中、派遣先ではシェアハウスに滞在しており、研究活動だけでなく、日々の生活からも異文化交流を通じて多くのことを学ぶことができた。特に、多国籍なバックグラウンドをもったルームメイトとの生活の中で、日本とは異なる感性に触れることで、自分の中の常識という概念がよい意味で覆された。異なる価値観や考え方があると認識したうえで、互いを拒絶するのではなく、尊重しあって生活していく現地での日々は、私を人間的にも成長させてくれた貴重な経験であったと感じている。