

これまでの研究を振り返って

東北大学金属材料研究所
原子力材料工学研究部門；助教
余 浩 (Yu Hao)

私は2017年3月に北海道大学大学院工学院材料科学専攻にて、鶴飼重治教授の下で博士(工学)の学位を取得後、林重成准教授の下で博士研究員として積層構造材に使用される合金粉末の酸化および窒化挙動の研究に従事させて頂きました。2018年4月より東北大学金属材料研究所原子力材料工学研究部門(笠田研究室)にて助教として研究を行っております(図1)。この度「はばたく」へ寄稿する光栄な機会を頂きましたので、これまでの研究生活を振り返りつつ、現在の研究活動をご紹介させて頂きたいと思っております。

私は、中国中部の武漢市で育ちました。武漢市は中国の重要な工業基地であり、鉄鋼産業、冶金産業、自動車製造業など完全な工業体系を有し、「中国車都」とも呼ばれています。学部生の時に参加した自動車産業工場の見学をきっかけとして、材料開発に関する研究は工業生産に不可欠な存在ということを知りました。身近に感じられる材料開発の魅力が「材料工学」を専攻に選んだ最初の理由だと思っております。修士課程を通じて3年間、中国重慶の西南大学で微細 WC-10% Co 超硬合金の開発を行いました。WC-Co 系超硬合金は代表的な焼結硬質合金であり、主として切削工具材料として実用化されています。これら超硬合金ならびにサーメットの力学特性を向上させる目的で、結晶粒径の微細化に注目しました。VC, TaC, NbC 添加による WC-10%Co 超硬合金の結晶粒微細化と微細組織形成過程を解明しました。修士2年時に初めて日本を訪れ、住友化学株式会社材料研究部門のインターンシップに参加した際は、日本の材料研究者の方々の研究開発技術の堪能さや、様々な実験装置レベルの高さに驚くばかりであり、自分の研究認識が非常に小さいものを感じました。日本に素晴らしい研究をしている方々が大勢いることを肌で感じたことは、その後の日本で博士後期課程に進学への大きな励みとなりました。2013年10月1日、新しい世界への挑戦の第一歩として最先端技術を学ぶために、日本行の飛行機に乗りました。留学した当初は日本語を喋れず、初めての研究手法や専門用語が一杯あり、新しい環境に付いていくので精一杯でした。特に、私の日本第一の師である鶴飼重治先生には研究のみならず非常に多くのことを教えていただき心より感謝いたしております。博士後期課程に頂いた研究テーマは「革新的 Co 基酸化物分散強化(ODS)超合金の研究」でした。ODS 超合金は修士期間の WC-Co 系超硬合金と同

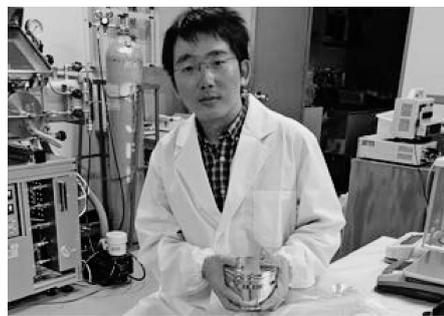


図1 メカニカルアロイング実験中の筆者。

じで粉末冶金方法で作られますが、汎用な Co 基耐熱材料の強化法は固溶強化と炭化物析出強化で、適用温度は800°C以下です。私の研究では Co 基 ODS 合金について1000°C以上で使用されるガスタービン動翼への適用を想定し、1000°C以上でも母相に溶けず熱的に安定な Y_2O_3 を用いました。耐酸化性を確保するため、適度な Cr, Al 添加により有効な Al_2O_3 スケール生成も目指しました。開発された Co-20 wt%Cr-(5-10)wt%Al ODS 超合金の耐酸化性は ODS でない汎用 Co 合金より大幅に優れ、Ni 基 ODS 合金と同等であることを示しました。博士後期課程において、使用出来る様々な実験装置や材料プロセスがどんどん増えることは非常に楽しいことでした。その過程においては実験結果をプレゼンテーションや論文としてとりまとめることを学びました。博士課程修了後、博士研究員として林准教授の指導で新しい分野・課題へ挑戦する機会をいただき、積層構造材に使用される Ni 合金粉末の酸化および窒化挙動の研究を行いました。合金粉末はバルク材に比べ比表面積が大きく活性で、造形中で真空や不活性ガスの雰囲気を使っていますが、融点以上の高温で酸素の溶解度が上がると酸化物が形成しやすくなります。レーザービーム・電子ビーム積層造形中の合金に混入した酸素・窒素を模擬するため、真空中で酸化した粉末とスパークプラズマ焼結した材料を用いて、電子顕微鏡から詳細に酸化量を計算しました。

現在は、東北大学金属材料研究所笠田竜太教授の下で、メカニカルアロイングを用いた新たな ODS 合金材料製造・加工プロセスの開発に関する研究に携わっており、FeCrAl-ODS 合金に形成されたアルミナ被膜の照射耐性を評価しております。酸化物粒子を含まない合金のアルミナ被膜に照射をすると、粒界へのボイド蓄積による寸法増加や被膜剥離が起こります。しかし、FeCrAl-ODS 合金に形成したアルミナ被膜は酸化物粒子を含み、この照射耐性は全く研究されていない未知の領域であります。ODS 合金のアルミナ被膜安定化メカニズムとその耐照射性の原理を明らかにすることを目指し、日々研究に邁進しています。

2013年に日本に留学してから、新しい環境において自分の力を伸ばしながら課題を解決する貴重な経験を頂いたことは、今後の研究活動に生かせると信じております。この4月から新環境となり助教として研究のみならず教育も行わなければなりません。まだまだ勉強しなければならないことが沢山あると痛感しています。これからも多くの新たな知見を得て、視野を広げていきたいと思っています。

(2018年8月1日受理)[doi:10.2320/materia.57.503]

(連絡先：〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1)