



大学・企業における 研究生活を振り返って

東北大学金属材料研究所；助教
山中 謙太

私は2013年9月に東北大学大学院材料システム工学専攻にて、東北大学金属材料研究所千葉晶彦教授の下で博士(工学)の学位を取得しました。修士課程修了後は一旦民間企業に研究開発職として就職しましたが、その後博士課程の学生として大学に戻り、現在は日本学術振興会特別研究員(2014年5月より助教)として引き続き千葉研究室で研究を行っています。本稿を執筆する機会をいただきましたので、これまでの大学および企業における研究経験を振り返り、感じたことを述べさせていただきます。

私は千葉教授が岩手大学から東北大学に赴任し、初めて配属された修士課程の学生の一人でした。修士課程では代表的な生体用金属材料の一つとして人工股関節に使用されているCo-Cr-Mo合金を対象に、熱間加工を利用した組織制御について研究を行いました。従来、人工股関節には鋳造材が使用されていましたが、力学特性や耐摩耗性が不十分でした。難加工材である本合金の熱間加工プロセスを構築するため、加工条件と組織の関係を調べましたが、その中で予期せず動的再結晶の発現により結晶粒径が $1\ \mu\text{m}$ 以下にまで著しく微細化されることを見出しました。一般に動的再結晶で得られる結晶粒径は数 μm 程度と言われており、超微細粒組織の形成には大きなひずみを付与する必要があります。通常の熱間鍛造レベルのひずみ量で超微細粒組織が得られる本合金は特異であり、そのメカニズム解明に取り組みました。

ところで、生体用Co-Cr合金は他合金に比べて弾性率が高いため、血管狭窄部の治療に用いられるステント用材料としても期待されています。このような用途には金属アレルギーの懸念されるものの、塑性変形能に優れるNiを添加した合金が用いられていました。近年、私たちはNiフリー合金であってもわずかに窒素を添加すると冷間加工性や引張延性が飛躍的に改善することを明らかにし、博士課程では、本合金系における窒素添加に着目し、研究を行いました。その結果、直径 $10\ \text{nm}$ 以下のナノ窒化物の形成を初めて見出し、塑性変形や相安定性、強化機構の観点からその影響を明らかにしました。これらの研究は基礎的側面が強いですが、千葉研究室が進める産学官連携研究を通してCo-Cr-Mo合金の

製造技術に応用されています。

企業在職中にはチタン材料の研究開発に従事し、新合金の開発から純チタン板材の成形性改善、表面処理などに取り組みました。一般に、大学と企業では、それぞれ基礎と応用という点で研究へのスタンスが異なると言われる。実際、企業に在職中は当時の上司から「まずはいい材料を」と言われていたが、一方で、材料設計の基礎的な部分を繰り返し問われました。また、在職中はいくつかの製品の品質不良の原因調査を行いました。結局、多くは製造時のトラブルが原因でしたが、不具合の発生メカニズムが冶金現象として基礎的かつ明快に説明できることに気付きました。このことは当時、いわゆる「企業での研究開発」というものへの先入観のあった私にとって強く印象に残りました。

私のこれまでの研究を振り返ると、大学と企業といった異なる環境であっても応用を意識しつつも常に基礎に立ち返って研究を行うという点において共通する部分が多くあり、本質には違いがないように感じました。2016年には現在所属する金属材料研究所が100周年を迎えますが、初代所長である本多光太郎先生が示された「実学」に基づく伝統の中で研究を行えたこと、短い期間ではありますが企業でのものづくりを経験したことが現在の私にとって貴重な財産となっています。

学位取得後の昨年10月からは、最近注目を集めている「3Dプリンター」の中でも金属材料を対象とした電子ビーム積層造形(EBM)に関する研究にも取り組んでいます。EBMでは金属粉末に選択的に電子ビームを照射し、熔融凝固部を積層させることで造形物を作製します。従来技術では困難な複雑形状が得られること、金型を必要とせず、製造コストやリードタイムの低減が可能なこと、新たなものづくり技術として医療や航空宇宙、自動車など幅広い分野から大きな期待が寄せられています。一方で、EBM特有の結晶成長挙動が見られることや同じ材料でも従来の鋳造で作製した場合と比べ著しく優れた力学特性が得られることなどが明らかになりつつあり、学術的にも興味深いテーマです。欧米を中心として大規模な研究拠点が整備され、急速に進展しつつありますが、我が国における新たな産業の基盤になりうる加工プロセスとして、その基礎学理の構築に取り組む所存です。

今日では生体用Co-Cr合金といっても、従来の人工関節から歯科補綴物、ステント、脊椎矯正用ロッドなど、応用分野は多岐にわたり、特性面のみならず医師や患者の視点にも立った多面的な材料開発が必要です。また、EBMでは相変態・熱伝導などの複雑な現象が同時に起こるため、凝固過程や組織形成に不明な点が数多く残されています。千葉教授が常々言われているように、現象の複雑な実用材料・実用プロセスにこそ今までにない新たな学理が存在するはず。実際に役立つ優れた材料の開発を目指すと同時に、材料科学の発展にも貢献できればと思います。最後になりますが、この場を借りて千葉教授をはじめ、これまでお世話になった皆様に深くお礼申し上げます。

(2014年2月6日受理)[doi:10.2320/materia.53.267]

(連絡先: 〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1)