



虚心坦懐に現象と向き合う

茨城工業高等専門学校助教；機械システム工学科
小野寺礼尚

この度「はばたく」への寄稿の機会を頂きましたので、私のこれまでの研究を振り返りながら簡単な自己紹介をさせていただきます。

私は岩手大学工学部材料物性工学科を2010年3月に卒業した後、東北大学大学院工学研究科応用物理学専攻に入学、本年3月に学位を取得しました。4月からは茨城工業高等専門学校機械システム工学科に勤務しております。修士・博士課程では東北大学金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センター 渡邊和雄教授のもとで「Fe基アモルファス合金の結晶化過程における強磁場効果」の研究に取り組みました。

特定の組成のアモルファス合金に適切な熱処理を施すことで超微細な結晶相が高密度に分散したナノ結晶合金を作製することができます。このナノ結晶合金はトランスコアなどに応用が期待される優れた軟磁気特性を有することが知られていますが、特に硅素鋼板に匹敵する高飽和磁化を併せ持つためには、結晶相としてbcc-Feを得る必要があります。前駆体としてFe基アモルファス合金を選択します。このFe基アモルファス合金から晶出するbcc-Fe結晶粒の密度、粒径がナノ結晶合金の磁気特性を支配していることが知られています。この合金の磁気特性の向上、あるいは制御のために結晶粒密度の向上や粒径の高均一化が求められています。私の研究は、前駆体アモルファス合金の結晶化過程に強磁場を印加することで、このbcc-Feの核形成・粒成長を制御することを目的としていました。金属材料の相変態における強磁場の効果は、当時既に幾つかの研究例があり、磁場印加によって強磁性相が得るゼーマンエネルギー利得が相平衡条件を変化させることで、強磁場下で相転移温度が変化することが一般に知られています。アモルファスは準安定状態であり、結晶化とは安定相への構造緩和過程です。Fe基の場合、結晶化時のアモルファス相は常磁性、晶出する結晶相は強磁性であ

るため、磁場印加で両相が得るゼーマンエネルギーには大きな差があり、より大きなエネルギー利得を得る強磁性相の結晶化が強磁場印加で促進されるのでは？という興味のもと研究を始めました。

この研究課題には修士課程から取り組んでいましたが、初めて見出した強磁場効果は当初予想していた結晶化の促進効果ではなく、抑制効果でした。10 Tという強磁場を印加しても結晶化温度がわずか3 K上昇するだけの小さな効果でしたが、結晶化が確実に強磁場の影響を受けることを見出したと自信を持つことができました。さらに実験を重ねることで、この現象が拡散に律速された結晶成長の成長速度抑制効果であることを明らかにしましたが、修士課程ではこの現象の起源に迫ることはできませんでした。

博士課程へ進学してからは、当初予想していた結晶化促進効果を引き出すために新しい試料にも取り組み、その結果、確かにbcc-Feの結晶化を促進する強磁場効果が存在すること、それが核形成の促進効果であることを明らかにしました。さらに組成によっては核形成の促進後に成長が抑制されるという複雑な強磁場効果を見出すに至りました。

強磁場印加による強磁性結晶核の形成促進効果は結晶相のゼーマンエネルギー利得から考えても妥当な効果であり起源の説明も容易ですが、はじめに見出した成長抑制効果を説明することは困難でした。一般に、アモルファス合金における結晶相の成長過程は拡散に律速されます。従って、成長速度の抑制とは成長を支配する原子拡散の抑制効果であり、拡散係数が強磁場印加で低下すると考えるまではそれほど時間を要しませんでした。しかし、拡散係数を構成する要素の何が磁場の影響を受けているかは最後まで問題として残っていました。最終的にこれまでの実験結果を解析しなおし、先入観を持たずに見つめた結果、拡散の活性化エネルギーが強磁場印加で上昇すること、その起源には磁気モーメント間の交換相互作用のエネルギーが影響しているとの考えに至りました。

先入観をもたず現象を見つめる、学部時代の恩師である岩手大学吉澤正人教授の言葉をお借りすると「虚心坦懐に現象と向き合う」ことを、私が胸を張って実践できているとは言い難いですが、この精神を常に持ち続けたいと考えています。

4月から新環境となり現在は研究室の立ち上げ、来年度から学生を受け入れます。自分が多くの先生に研究者として育てていただいたことを忘れずに、今後は指導者として虚心坦懐の精神で学生と共に現象に向き合っていきたいという決意表明をして結びに代えたいと思います。

(2015年5月19日受理) [doi:10.2320/materia.54.413]

(連絡先: 〒312-8508 ひたちなか市中根866)