



これまでの研究生活を振り返って

東京工業大学物質理工学院材料系；助教
永島涼太

1. はじめに

筆者は現在、東京工業大学物質理工学院材料系にて中田伸生教授の研究室で助教をしております。2022年3月に同大学の竹山雅夫教授(現名誉教授)のご指導の下、博士(工学)の学位を取得しました。このたび、本稿を執筆する大変貴重な機会をいただきましたので、学生時代からこれまでの研究について振り返るとともに、今後の抱負について述べていただきます。

2. これまでの研究活動

筆者は学士課程から博士課程まで東京工業大学物質理工学院にて、一貫して耐熱金属材料の研究に取り組んできました。学部3年生の後期から4年生までは林重成准教授(現在は北海道大学教授)の研究室で、アルミナ(Al_2O_3)形成オーステナイト系耐熱ステンレス鋼の高温酸化に関する研究を行っていました。拡散係数の小さいオーステナイト系耐熱ステンレス鋼の表面に保護性のアルミナ皮膜を形成させるためには、フェライト系よりも高濃度のAlの添加が必要である一方、この添加に伴い硬くて脆い β -NiAl相の金属間化合物相が形成され、鋼の製造性や加工性が著しく低下します。Cu添加がアルミナ皮膜形成のために必要な臨界Al濃度を著しく低減させるとの先行研究例を踏まえて、当時の筆者の研究テーマは、モデル合金を用いてそのメカニズムを解明することでした。林先生とのディスカッション中に意見が衝突することもありましたが、それは当時4年生であった筆者に対して一人の研究者として接して下さっていたからだと感じております。筆者を含め誰もが安心して意見を言える雰囲気づくりを徹底されていた先生の姿勢は、現在の筆者の研究指導の根幹として引き継がれています。

合金表面の高温酸化の研究を行う中で、表面だけではなく合金内部の組織制御にも興味を持つようになり、修士・博士課程では竹山雅夫教授ならびに小林覚准教授の研究室で、 γ' -Ni₃Al相に頼らない新たなNi基合金の組織設計指導原理の構築に資する研究を行っていました。2050年のカーボンニュートラル実現へ向けて、エネルギーの安定供給と持続可

能な社会の実現のために、CO₂無排出の酸素水素専焼タービンと蒸気温度700°C以上の蒸気タービンを組み合わせた高効率ガスタービンコンバインドサイクル発電技術の開発が求められています。高温で10万時間以上を耐え得る耐熱材料の設計のためには、材料の熱力学的な最終状態(平衡論)とそこに至るまでの過程(速度論)の知見が必要となります。研究室に配属されたばかりの頃、竹山先生の部屋に呼ばれてHaynes244という合金中の760°C/8000h時効材の粒内にNi₂(Cr, Mo)相と粒界に塊状の相が析出するという論文を渡され、「Ni-Cr-Mo三元系の相平衡の実験をしてみないか」と言われたことをよく覚えています。「はい」と答えて、その日から実験が始まりました。今、教員の立場になって改めて考えると、シンプルなNi-Cr-Mo三元系の状態図の再調査というテーマはかなり挑戦的なものであったと思います。合金溶製～平衡化熱処理～組織観察と半年以上もの時間と労力をかけた挙げ句、もし新しい結果が出なかったらと、考えるだけで恐ろしいです。幸いなことに、 γ 相がP-NiCrMo相とNi₂(Cr, Mo)相の2種類の金属間化合物相と平衡することを明らかにしました。

正直なところ、最初の頃は、組織制御のテーマを行っていた研究室の同期を羨ましく思うこともありましたが、そのため学生時代に、筆者の心情を察した竹山先生から「一芸に秀でるものは多芸に通ず」とよく言われていました。状態図の研究を通じて、組織をデザインするためには単に状態図の見方や使い方だけではなく、作り方を経験することによって、相の存在情報だけではなく、相変態およびそれを利用した組織制御の方法が見えてくると実感しています。博士課程進学後にも同じテーマの研究を続け、自身で明らかにしたNi-Cr-Mo三元系状態図に基づいてモデル合金を作製し、粒界にP相、粒内にNi₂(Cr, Mo)相を析出させる組織制御を実現することができました。

3. 現在の研究活動

現在は、上述の酸素水素専焼ガスタービンコンバインドサイクル発電用の耐熱材料の開発に資する研究に加えて、中田伸生教授のご指導をいただきながら、変形に及ぼす粒界(同相界面)と異相界面の効果に関する研究にも挑戦しています。これらの研究を通して、金属材料の変形への理解を深める(学理の追究)だけではなく、その知見を応用して新材料の実用化(社会へ貢献)ができるように、多面的な視野を持って取り組むことが重要であると感じています。まだまだ勉強しなければならないことが多々ありますが、これまで学んできたことを生かしつつ、新しいことを吸収しながら研究に取り組んでいきたいと思っております。

最後になりましたが、本稿執筆の機会を設けていただいた関係者の皆様、これまでご指導、ご鞭撻をいただいた東京工業大学 竹山雅夫教授、北海道大学 林重成教授、そして現在お世話になっております東京工業大学 中田伸生教授をはじめ、これまでお世話になった多くの方々へのこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

(2024年1月29日受理)[doi:10.2320/materia.63.269]

(連絡先: 〒226-8503 横浜市緑区長津田町4259)