

巻頭言

金属中の結晶成長と金属表面における結晶成長

Crystal Growth in Metals and on Metal Surfaces

芹 澤 愛*



私は金属工学出身で、組織制御による金属材料の特性向上を専門としています。中でもアルミニウム合金の高強度化に関する研究に注力してきました。学生時代、自動車のアルミ化プロジェクトが走っており、これは輸送機器材料を鉄からアルミニウムといった軽量金属に置き換えることで軽量化を図り、燃費を向上させて排出ガスの削減を目指すものです。アルミニウムの高強度化は主に、添加する原子(溶質原子)の分散や凝集を制御して、金属中に析出物(溶質原子を含む金属間化合物)を形成させることで実現します。すなわち、金属内でいかに原子の動きを操って析出物を核生成・成長させるかが高強度化の鍵となります。析出物の素となる溶質原子の種類や組み合わせ、添加量も重要な因子ですが、クラスタリング(核生成)と原子拡散(成長)のバランスを取りつつ、いかに制御するかで析出強化量は驚くほど変わります。また、析出物は高密かつ微細に形成させると最大の強度を発揮することが多く、高密微細な析出物の形成を実現させる組織制御技術の確立に腐心してきました。

2014年に現所属に異動し、自身の研究室を創設した際、信州大学の手嶋勝弥先生、芝浦工業大学の石崎貴裕先生のご指導を賜る機会を得て、溶液中あるいは金属表面に結晶を作製する研究に取り組み始めました。着任直後、まっさらなと言えば聞こえがよいですが、事務机しかない実験室にたたずみ、研究テーマの立ち上げに苦心したことを昨日のこのように思い出します。そんな中、やってみないかとお誘いいただいたリチウムイオン電池の正極材料の研究は渡りに船でした。炉とるつぼだけ準備すれば無限の可能性が広がる「フラックス法」は、最高の研究対象であったとともに、結晶を作製することの面白さを教えてくれた師となりました。作製条件や出発材料の調整でこんなにも多様な表面構造や特性を付与できるのかという発見に加え、金属中の析出物の形成制御と同じ発想を活用できるという気づきを得、これまで携わってきた研究が結晶成長という一つの軸で繋がった瞬間でした。時を前後して、金属表面に結晶を作る研究にも着手しました。「フラックスコーティング法」が頭に思い浮かんだ読者の皆様も多いかと思いますが、水蒸気を利用した「蒸気コーティング法」の応用です。蒸気コーティング法では、水蒸気と基材の金属を反応させ、金属表面に水酸化物皮膜を作り出すことで、金属の耐食性が大幅に向上します。本手法を活用することで、金属表面に皮膜を作製しつつ、水蒸気の熱エネルギーで金属中の原子拡散を同時に制御して高強度化も図る「水蒸気プロセス」を開発してきました。つまり、金属中の結晶成長と金属表面の結晶成長を同時に操っているわけです。これまで別々に扱ってきた金属のバルクと表面を一つのプロセスの中でシームレスに捉えることで、金属/皮膜中への原子の分配挙動や、金属表面に皮膜を作ることで生じる溶質原子濃度の変化を駆動力とした析出物の核生成・成長挙動に関わる理論構築ができればと考えています。

本稿執筆中、ポストドク時代の恩師も好んだ言葉「Tough times bring opportunity(ピンチはチャンス)」が何度も頭をよぎりました。フラックス法、蒸気コーティング法が、ピンチをチャンスに変えてくれた宝であったと改めて感じます。コロナの封印が一気に解け出した今日この頃、私にとっては教授に昇進した記念の年に、フラックス法から学んだ結晶作製に絡む様々な経験と知識を肥やしとし、より一層の飛躍を遂げたく存じます。これからの社会で必要とされる材料を生み出し、多くの人に使っていただける未来に繋げていけると願っています。

*Ai SERIZAWA, 芝浦工業大学工学部材料工学科