ミニ特集

材料技術史から見るこれからの技術展開 ～チタンおよびチタン合金～

企画にあたって

御手洗　容　子*　北　村　一　浩**

2018年9月20日，第163回秋期講演大会において「材料技術史から見るこれからの技術展開」と題したシンポジウムを開催した．金属材料は精錬，溶解，鋳造，成形(鍛造，圧延など)のプロセスを経て必要な特性を発現させるため，材料開発の歴史の中でプロセス開発は重要な役割を担ってきた．持続可能な社会のためには，材料特性だけではなく，環境低負荷プロセスや高効率プロセスの開発が必要であり，さらに，これらの新しいプロセスに適した合金開発や応用展開も期待される．これからの材料研究の新展開を考えるために，今までのプロセスや材料開発の歴史を振り返るとともに，これから期待される新しいプロセスや材料開発，実用分野などについて議論することを目的としてシンポジウムを企画した．「材料と社会」を担当する第1分野(旧第0分野)と「材料プロセシングを」担当する第6分野(旧第2分野)の共同企画である．シリーズ化して様々な材料，技術を取り扱っていく予定である．

初回は，航空機材料や生体材料として幅広い分野で使用されるTiをテーマに，製錬，鍛造プロセス，3次元積層造形，航空機用耐熱Ti合金，生体材料用Ti合金，医療デバイスの製品開発と承認，と上工程から製品・認証まで幅広い内容のシンポジウムを開催した．6名の講師による基調講演を頂いたが，常に50から70名の聴講者が参加しており，大変盛況であった．大変貴重なご講演をいただいたため，今回は講演の中からいくつか解説記事をいただきミニ特集とした．

まず，東大の岡部徹先生より「**チタンの製錬・精錬・リサイクル**」と題して，チタンの現状と日本の状況を振り返りつつ，現在の製造プロセスであるマグネシウム熱還元法の利点と問題点について解説いただき，新しい製錬法の重要性を示していただいた．またチタンスクラップを処理してチタンの一次原料であるスポンジチタンよりも高い純度のチタンを製造する技術についても述べていただいた．

次に，最近注目されている3次元積層造形について，阪大の中野貴由先生，石本卓也先生より「**チタンならびにチタン合金のAdditive Manufacturingプロセス**」と題して解説いただいた．積層造形技術の歴史はまだ浅いが，技術の発展を振り返りながら，熱源や結合方式により7種あることを示し，積層造形特有のプロセスパラメーターについて解説をいただいた．そこから形状，材質(組織)を制御するためのプロセスパラメータや積層造形特有の組織制御や異方性制御について解説をいただき，積層造形を用いた新しい材料創製への可能性を示していただいた．

また，大同特殊鋼株式会社の小柳禎彦氏には「**耐熱チタン合金の開発史について**」と題して，αチタン合金を中心に，航空機，自動車の用途別に開発史を解説いただいた．航空機用チタン合金では，必要とする特性に応じた添加元素と組織の選択が行われてきたこと，自動車用途ではマフラー部に使用される強度特性は航空機より要求されないが使用温度が高く耐環境性が要求されることを解説いただき，チタン合金の耐熱性を向上させるためには耐酸化特性に注目した材料開発や脆化相として避けられてきた金属間化合物を活用した合金開発が必要であることを示していただいた．

東北大学名誉教授である新家光雄先生には「**β型チタン合金の高強度・高靭性化の展開**」と題して，β型チタン合金を中心に，高強度合金，生体用合金の開発史について解説をいただいた．β型チタン合金の種類とそれぞれの特徴について説明いただき，高強度を引き出すための加工熱処理について解説をいただいた．生体用合金については，骨のヤング率に近づけるための材料設計法について解説をいただき，さらに形状記憶，ヤング率可変型，低弾性率を維持したままでの高強度化など新しい試みについても解説をいただいた．

最後に，帝人ナカシマメディカル株式会社の石坂春彦氏，植月啓太氏には「**金属積層造形法を用いた医療機器の製品開発から承認まで**」と題して，整形外科領域で用いられるインプラント材料を積層造形を用いて製造し，医療機器としての承認までの過程や困難の解決法について解説をいただいた．患者個別インプラント製造に積層造形が適しており，患者のCT画像から直接3次元設計と積層造形によるインプラントの製造が可能になるなど，新しいプロセスが従来の製造方法だけでなく価値観や医療技術をも大きく変える可能性があることを解説いただいた．

本ミニ特集では，様々な観点からチタンについて解説をいただいたが，チタン材料開発の歴史を振り返ることにより，将来の展望が垣間見えたと思う．今後の研究の参考にしていただければ幸いである．

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

御手洗容子
1994年　東京工業大学大学院理工学研究科博士後期課程金属工学専攻修了，同博士(工学)取得
1994年4月　日本学術振興会特別研究員(PD)
1995年4月　科学技術庁金属材料技術研究所(現物質・材料研究機構に)研究員
2014年4月から同構造材料研究拠点　副拠点長，グループリーダー．
専門分野：相変態，金属組織学，高温力学特性，耐熱材料
◎現在耐熱Ti合金，高温形状記憶合金の開発を行っている．

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

御手洗容子

北村一浩

* 物質・材料研究機構構造材料研究拠点　副拠点長，耐熱材料設計グループ；グループリーダー(〒305-0047 つくば市千現1-2-1)
** 愛知教育大学教育学部創造科学系 技術教育講座；准教授

Preface to Special Issue "Future Growth Expected from Technological History of Materials"; Yoko Yamabe Mitarai* and Kazuhiro Kitamura**(*Research Center for Structural Materials, High Temperature Materials Design Group, National Institute for Materials Science, Tsukuba. **Aichi University of Education, Kariya)
Keywords: *Ti alloys, smelting and refining, additive manufacturing, heat resistance, strengthening, toughness, medical devices, jet engine*
2019年1月30日受理[doi:10.2320/materia.58.175]