



生体用チタン合金のさらなる発展を目指して

東北大学金属研究所助教；
生体材料学研究部門

趙 研

1. はじめに

私は、2012年3月に大阪大学にて博士(工学)の学位を取得し、同年4月より、東北大学金属研究所 生体材料学研究部門 新家研究室にて助教として勤務しております。この度は、本稿を執筆させて頂く機会を頂きましたので、これまでの研究、現在の研究課題および抱負について述べさせていただきます。

2. これまでの研究

私は、大阪大学では電離気体であるプラズマを用いた有機材料および半導体材料の加工・形成プロセスの開発を念頭に、プラズマと各材料との相互作用の解明に関する研究を行ってきました。これらの研究では、プラズマ照射により各材料の表面形状および化学結合状態にプラズマ中のイオンおよびラジカルならびに真空紫外-紫外域の光が及ぼす影響について、詳細に分析を行いました。特に化学結合状態については、SPring-8での硬X線光電子分光装置(BL47XU, BL46XU)を用いた実験により、試料の深さ方向への分析を行いました。これらの研究を通じて、プラズマ中のイオンのイオンエネルギーを高度に制御することにより、これまで困難であると考えられていたプラズマの有機材料加工プロセスへの応用や有機材料へのダメージを抑制した半導体薄膜/有機材料積層構造の形成プロセスが実現可能であることを見出しました。

3. 現在の研究課題

これまでプラズマを用いた新規プロセスの開発を念頭に、プラズマと有機材料および半導体材料との相互作用の解明に関する研究を行ってきましたが、モノ作りを行いたい、新規材料の開発を行いたいとの考えから、金属材料の世界に飛び込んで参りました。数多くある金属材料の中でも、チタンおよびチタン合金は、優れた耐食性に加え、高い比強度、600°C程度までの耐熱性といった、極めて優れた特徴を有しており、生体材料分野、宇宙・航空機分野、化学・電気分

野、海洋分野などを中心に、ますます発展することが期待されています。特に、生体材料分野でのチタンおよびチタン合金の発展は、Quality of life(生活の質)を向上させる上で、極めて重要であり、私にとって非常に興味深い研究課題であります。

現在、最も多く用いられている生体用チタン合金は、(α + β)型チタン合金であるTi-6Al-4V ELI (Extra Low Interstitial)合金です。しかし、Ti-6Al-4V ELI合金は、本来航空機分野での使用を念頭に開発されており、その構成元素であるバナジウム(V)の細胞毒性が非常に強いことが知られています。そのため、細胞毒性の指摘のない元素を用い、Ti-6Al-4V ELI合金と同等、あるいはそれ以上に優れた力学的および生物学的生体適合性を有する新しい生体用チタン合金およびその加工プロセスの開発が極めて重要であります。そこで、私は、細胞毒性を有する元素を排除した新規生体用チタン合金として開発された、 β 型チタン合金であるTi-29Nb-13Ta-4.6Zr合金(TNTZ)に着目し、微量元素の添加や高歪加工による微細組織制御により、さらなる力学的および生物学的生体適合性の向上を目指す研究を行っています。

また、チタンおよびチタン合金のより一層の普及のためには、低コスト元素からなるチタン合金の開発やその製造加工プロセスコストの削減が不可欠であります。そこで、細胞毒性が低く、かつ海底に大量に埋蔵されているマンガンに着目し、Ti-Mn系合金の開発に関する研究も行っています。Ti-Mn系合金では、(α + β)型合金であるTi-8Mnが開発されており、航空機分野で実用化されていましたが、Ti-6Al-4V合金の登場により現在ではほとんど用いられなくなってしまっています。Ti-Mn系合金は、細胞毒性が低い元素により構成され、かつ高強度であるという特徴を有し、生体用チタン合金としての高い可能性を秘めているにも関わらず、生体材料分野での実用化には至っていません。最先端の合金設計・製造・加工技術および材料分析・評価技術を用いることにより、基礎特性の系統的な分析を行い、十分な力学的および生物学的生体適合性を有する β 型Ti-Mn系合金の開発を目指しています。

4. おわりに

金属材料の世界に飛び込み、これまで主に扱っていた有機材料や半導体材料との様々な違いを目の前にし、ますます金属材料に興味を惹かれています。例えば、同じ金属や合金であっても、1パーセント以下の微量な元素添加あるいは加工熱処理により微細組織が変化し、特に力学的特性に極めて大きな影響を与えることは驚きでありました。驚きと同時に、所望の特性を有するチタン合金の実現に対して、極めて大きな可能性を感じております。一つ一つの実験結果を新鮮に思う今の気持ちを忘れることなく、生体用チタン合金の研究・開発に邁進し、そのことを通して、金属材料学のさらなる発展に寄与できればと考えております。最後になりましたが、この度は本稿を執筆させて頂く機会を頂き、誠にありがとうございます。心よりお礼申し上げます。

(2012年7月17日受理)

(連絡先：〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1)