



## 「かためる」機能化、 「とかす」機能化

神戸大学助教；工学研究科機械工学専攻  
池尾直子

私は、2012年9月に大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻にて博士(工学)の学位を取得後、神戸大学大学院工学研究科機械工学専攻材料物性学教育・研究分野において、助教として研究・教育活動に取り組んでいます。

これまで私は、一貫して、生体材料を中心とする材料の高機能化を研究対象としてきました。修士・博士課程では、電子ビーム積層造形法を用いた新規高機能化インプラント用材料の開発に、博士取得後は現職にて、生体内分解性材料としてのマグネシウム合金の高機能化に関する研究に取り組んでいます。粉末の固化成形と、材料の分解という一見相反するとも言える現象を「生体材料の高機能化」という共通のキーワードの下で扱うことの面白さを感じつつ研究しています。

電子ビーム積層造形(EBM)法は、コンピューター上での三次元設計に基づき、三次元構造体を造形可能であるラピッドプロトタイプングの一種です。粉末を出発原料とし、電子ビーム照射による選択的熔融・凝固により任意の構造制御が可能となります。こうした任意の構造制御は、任意の力学機能制御の可能性につながります。そこで、従来の方法論では達成不可能である、骨類似の力学機能を発揮し得る人工材料の創製に取組むとともに、力学機能発現の支配因子の理解を目指しました。ご存知の通り、骨の力学的機能の特徴は、金属材料に比べて低いヤング率と高いエネルギー吸収性(靱性)、そして異方性です。骨は、マルチスケールの多孔質階層構造により、こうした優れた力学機能を獲得しています。それを単一の金属材料で達成することは極めてチャレンジングであり、目指すべき骨の優れた機能について知れば知るほど、この研究テーマの困難さを痛感したことを覚えています。

EBM法では従来除去されるべき、未熔融の残存粉末を構成部材として積極的に利用し、新たな機能を付与しようとい

う逆転の発想と、卒業研究で取り組んだ粉末冶金の知識との融合により、本テーマは加速的に進展しました。EBM法の任意形状設計能に基づく異方性孔を有するポーラス構造体(凝固部)の創製と内部への粉末の導入、さらに熱エネルギーの投入による粉末間、粉末-凝固部間のネック形成による粉末部の力学機能化により、低ヤング率、高いエネルギー吸収性、そしてこれらの異方性を同時発現する、骨機能を模倣した材料の創製に成功しました<sup>(1)(2)</sup>。さらに、凝固部の気孔率、気孔形状や、粉末部のネッキング割合を示すネックサイズ比の制御により任意の力学機能バランスが達成可能となりました。本構造体は、EBM造形部のmmオーダーの多孔質構造と、粉末部の $\mu\text{m}$ オーダーの多孔質構造がネッキングを介して有機的に連結した、まさにマルチスケール階層構造体であり、小さな粉末を組み上げ、新しい機能を有する材料を創造することに成功したといえます。

現職に着任後は、任意の力学的機能と生体内分解性を兼ね備えたマグネシウム合金の創製を目指した研究を行っています<sup>(3)</sup>。現在生体組織の固定、拡張に使用される材料は、抜去が必須であり、デバイス使用者の大きな負担となっています。したがって、本研究の完成は、生体内埋入後から必要な力学機能を発揮しつつも、損傷部の組織修復過程に合わせて分解し、最終的には完全に消失するという、高機能デバイスの創製につながります。そのためには、マグネシウムにとっては腐食環境である生体内での動的な分解と、*in vivo* 応力環境下での変形機構を綿密に解析することが不可欠であり、現在はそれを可能とする新たな評価システムの構築に精力的に取り組んでいます。

これまで取り組んできた、「かためる」こと、「とかす」ことにより機能を発揮するこれらの材料は、コンセプトこそ異なるものの、いずれも生体が本来有する機能の復元を目指すという点で一貫しています。最終的には、材料工学の立場から、患者のQOL(Quality of Life)向上を支える材料を提案することが、今の私の使命と強く感じています。材料工学の得意とする金属組織・機能制御を基盤とし、これまでにない優れた高機能化生体材料の創製を目指して金属材料研究の世界をこれからも邁進していく所存です。

## 文 献

- (1) N. Ikeo, T. Ishimoto, H. Fukuda and T. Nakano: Adv. Mater. Res., **49**(2012), 142-145.
- (2) 中野貴由, 藏本孝一, 石本卓也, 池尾直子, 福田英次, 野山義裕: 衝撃吸収構造体及びその製造方法, 特願2009-298803.
- (3) M. Nishioka, A. Taguma, N. Ikeo, A. Yamamoto and T. Mukai: ISETS'13, International Symposium on Eco Topia Science 2013, submitted.

(2013年9月15日受理)[doi:10.2320/materia.52.531]

(連絡先: 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1)