

金属系バイオマテリアルの生体機能化

東北大学金属材料研究所 新家光雄

1. はじめに

生体機能性金属系バイオマテリアルの創製にあたって、無毒性・非アレルギー元素で構成されたチタン合金、ステンレス鋼あるいはコバルト合金の研究・開発が進められてきた。さらには、力学的生体適合性の向上も要求されるようになり、骨の弾性率（10～30GPa）と類似な弾性率を有する無毒性・非アレルギー元素で構成された低弾性率 β 型チタン合金の研究・開発が精力的に推進されてきている。この例として、本研究代表者らのグループにより開発されたTi-29Nb-13Ta-4.6Zr合金（TNTZ）があり、その弾性率は、約60GPaで、これまで実用されてきているTi-6Al-4V ELI合金のそれ（約110GPa）に比べて極めて低い。しかし、骨の弾性率に比べると依然として大きな弾性率であることから、さらに低弾性率である金属系バイオマテリアルが要求されている。一方、TNTZのような高力学的生体適合性チタン合金であっても生体活性機能を持たない。このため、ハイドロキシアパタイトを中心とする生体活性セラミックス表面修飾が種々のプロセスによって検討されてきており、金属系バイオマテリアルの生体活性機能化が進められている。しかし、表面修飾層と基盤金属系バイオマテリアル界面の傾斜機能性が不十分であるため強固な接着が達成されていないことから、傾斜機能性生体活性層の形成が必要とされている。さらには、表面修飾層の骨伝導性を向上させるための叙放剤を組み込むことも要求される。極めて最近では、金属系バイオマテリアルと生体機能性ポリマーとの複合化により金属系バイオマテリアルに生体と類似の生体機能を付与することまでもが要求されるようになってきている。そこで、骨類似の力学的機能を有する金属系バイオマテリアルの生体機能化のために、関連異分野生体材料研究者が研究・開発成果を持ち寄り討論する場を提供する。

2. 研究経過

金属系バイオマテリアル研究者（骨類似弾性率金属系バイオマテリアルの設計・開発、力学機能性評価、加工プロセス制御による高力学機能化、表面処理による高力学機能化、金属系バイオマテリアル・生体機能高分子融合化、金属系バイオマテリアルの生体活性セラミックス表面修飾、超弾性・形状記憶機能化、金属系バイオマテリアルの歯根機能化）、セラミックス系バイオマテリアル研究者（CVDやスパッタリングによる生体活性セラミックス表面修飾、生体ガラスディップコーティング法に生体活性表面修飾、骨伝導性促進叙放剤機能性生体活性セラミックス表面修飾）、高分子系バイオマテリアル研究者（血液適合性ポリマー修飾、生体機能類似ポリマー修飾）、歯学研究者（生体組織適合機能性評価、歯科用金属系材料の設計・製造）および医工学研究者（動物を用いた力学的生体適合性評価）のエキスパートおよび若手を一同に会したワークショップあるいは若手を中心としたワークショップを開催した。

3. 研究成果

2009年7月28日および29日に東北大学金属材料研究所講堂にて次に示す東北大学金属材料研究所ワークショップを日本バイオマテリアル学会東北地域講演会と同日開催した。

東北大学金属材料研究所共同研究ワークショップおよび日本バイオマテリアル学会東北地域講演会
「金属系バイオマテリアルの生体機能化—バイオメタルサイエンスの創製に向けて—」
共催：日本学術振興会第176委員会
東北大学グローバルCOEプログラム「材料インテグレーション国際教育研究拠点」

同ワークショップにおいて、図1に示す表紙および裏表紙を示す概要集が配布された。また、参加者数は以下のとおりであった。

7月28日

東北大学（教員）22名、東北大学（学生）21名、他大学（教員）18名、他大学（学生）3名、
独立行政法人1名、財団法人1名、岩手県職員1名および民間3名

7月29日

東北大学（教員）21名、東北大学（学生）20名、他大学（教員）14名、他大学（学生）3名、
独立行政法人1名、財団法人2名および民間2名

二日間の合計：133名



図1 東北大学金属材料研究所ワークショップで配布された概要集の表紙および裏表紙

ワークショップのプログラムを以下に示す。また、図2にワークショップの講演風景および集合写真を示す。

7月28日(火)

東北大学金属研究所共同研究ワークショップ

9:30-10:00 医療用ポリマーを含浸した多孔質チタンの開発

仲井正昭、新家光雄、赤堀俊和、堤晴美、石井大輔
東北大学 金属材料研究所

10:00-10:30 パックセメンテーション法によるチタンの骨適合化表面改質

上田恭介、須藤 初、成島尚之
東北大学大学院 工学研究科

10:30-11:00 口腔内で高耐食性を有するチタン合金の創製

武本真治、服部雅之、吉成正雄、河田英司、小田豊
東京歯科大学 歯科理工学講座

日本バイオマテリアル学会東北地域講演会

11:10-11:40 チタン表面へのコラーゲン/HA コーティングおよび化学処理による生体機能化

鶴沼英郎、川井貴裕
山形大学大学院 理工学研究科

11:40-12:10 MRIにおける金属材料：課題と期待

山本徹
北海道大学大学院 保健科学研究所

13:40-14:30 基調講演 アルカリ加熱処理チタンの基礎と臨床応用

中村孝志
京都大学大学院 医学研究科

14:30-15:00 Zr-Nb 系合金および多孔質チタンの生体親和性動物実験における骨組織の反応について
服部友一¹、森川圭造²、佐藤啓二²、新家光雄³、赤堀俊和³
¹名城大学 理工学部、²愛知医科大学 整形外科、³東北大学 金属材料研究所

15:00-15:30 高圧下巨大ひずみ加工を利用した機能性格子欠陥導入による Ti 材料の相変態組織制御と
高力学機能化
戸高義一
豊橋技術科学大学 生産システム工学系

15:40-16:10 Ni フリー生体用超弾性合金の開発
細田秀樹
東京工業大学 精密工学研究所

16:10-16:40 Zr-Nb 合金の相構成と熱処理挙動に及ぼす第 3 元素添加の影響
池田勝彦
関西大学 化学生命工学部

7 月 29 日(水)

東北大学金属研究所共同研究ワークショップ

9:30-10:20 基調講演 PEG 分子鎖を介した細胞接着性ペプチドの固定化
埜隆夫
東京医科歯科大学 生体材料工学研究所

10:20-10:50 ポリマー超複合による人工細胞膜表面金属の創製と機能
石原一彦、崔 志連
東京大学大学院 工学系研究科

10:50-11:20 材料科学と生物学の 2 つのベクトルで考えるバイオインターフェイス
岸田晶夫
東京医科歯科大学 生体材料工学研究所

11:30-12:00 骨質から見たバイオマテリアルの生体機能化
中野貴由
大阪大学大学院 工学研究科

12:00-12:30 生体機能化のための表面設計
小幡亜希子、春日敏宏
名古屋工業大学大学院 工学研究科

14:00-14:30 生体用 Co-Cr-Mo 合金の動的再結晶挙動と Processing map の構築
千葉晶彦
東北大学 金属材料研究所

14:30-15:00 生体吸収性金属材料としてのマグネシウム合金
山本玲子
材料研究機構 生体材料センター

15:00-15:30 歯科修復用金属材料の力学的特性
福井壽男
愛知学院大学 歯学部



図2 東北大学金属材料研究所ワークショップの講演風景および集合写真

4. まとめ

本ワークショップでは、工学研究者だけでなく、医学研究者および歯学研究者も一同に介して、それぞれの立場から、金属系バイオマテリアルを議論した。さらに、金属は、元来、生体機能を有さないことから、セラミックあるいはポリマーとの融合も重要な課題となっており、本ワークショップでは、金属を専門とする材料研究者だけでなく、セラミックやポリマーを専門とする材料研究者からも、医科・歯科分野での金属の有効利用の観点から最新の研究内容が紹介された。ワークショップという形で、このような議論の場を提供することは、金属系バイオマテリアルの発展に重要な役割を果たすと考えられ、次年度以降の継続開催の望む声も多く寄せられた。