

次世代金属系バイオマテリアル開発の新たな展開

東北大学金属材料研究所 新家光雄

1. はじめに

近年の生体用チタン合金の開発において、骨類似の低弾性率は最も重要な特性の一つとなっている。従来から医療用に用いられている Ti-6Al-4V ELI 合金の弾性率は約 110GPa であるのに対して、研究代表者らが、世界に先駆けて開発した Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr 合金 (TNTZ) は、金属材料としては極めて低い弾性率である約 60GPa を示す。1998 年に同合金を開発した後、世界中で同合金と類似のコンセプトの新チタン合金が次々に開発されている。現在においても、新チタン合金の開発は続いているが、合金設計による低弾性率化の理解が進み、ほぼ限界のところまでできているように感じられる。そのため、最近では、生体用チタン合金を含む金属系バイオマテリアル開発に新たな展開が求められるようになってきている。一方、生体用チタン合金を含む金属系バイオマテリアルは、骨機能を代替する器具に用いられることが多いことから、骨との接着性の向上が目指されてきた。そのため、ハイドロキシアパタイト (HAp) を中心とする生体活性セラミックスによる表面修飾が検討されてきた。その結果、現在までに、実に多種多様な表面処理プロセスが提案されている。このように、金属系バイオマテリアルの研究開発は、創生期から成熟期への移行段階にきているように思われる。そこで、本ワークショップでは、これまでの金属系バイオマテリアルの研究開発動向を総括し、新たな展開の方向性を討議する場を設けることとした。

2. 研究経過

金属系バイオマテリアルであるチタン合金、コバルト合金、マグネシウム合金等の設計・開発、電子ビームやレーザービーム等を利用した先端金属粉末造形技術、金属と骨との界面状態の解析、生体活性セラミックスによる金属の表面処理プロセスの開発、応力解析による金属器具の形状最適化、セラミックスとポリマーとの複合化によるハイブリッド材料の開発、金属の超弾性・形状記憶機能化、生体機能性多孔質セラミックス材料の開発、動物を用いた力学的生体適合性評価等に関する研究を進めている工学研究者、医学研究者および歯学研究者等を一同に会したワークショップを開催した。

3. 研究成果

2011 年 9 月 29 日および 30 日に東北大学金属材料研究所講堂にて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ともに同日開催した。

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
「次世代金属系バイオマテリアル開発の新たな展開」

共催：日本学術振興会第 176 委員会

東北大学

東北大学グローバル COE プログラム

軽金属学会東北支部

日本金属学会機能性チタン合金研究会

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。

東北大学(教員)31 名、東北大学(学生) 34 名、他大学(教員)30 名、他大学(学生) 7 名、
独立行政法人 1 名、民間 4 名

合計 107 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の写真、図3に懇親会時の集合写真を示す。

9月29日(木)

9:30-10:00 Co-Cr-Mo合金の塑性変形における粒界と双晶界面近傍での組織変化
東北大学金属材料研究所 ○小泉雄一郎, 鈴木将, 李秉洙, 松本洋明, 李云平, 黒須信吾, 千葉晶彦

10:00-10:30 Ti-Nb系合金の形状記憶特性に及ぼす侵入型原子の影響
東京工業大学精密工学研究所 ○田原正樹, 稲邑朋也, 細田秀樹
筑波大学 物質工学系 金熙榮, 宮崎修一

10:30-11:00 Mg合金の医療応用と生体適合性評価
物質・材料研究機構国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 ○山本玲子

11:00-11:30 電子ビーム・レーザービーム積層造形法を用いた機能性インプラントの設計
大阪大学大学院 工学研究科 ○中野貴由, 池尾直子, 石本卓也, 芹沢愛

13:00-13:55 基調講演 金属材料の生体組織適合性-界面化学的適合 vs. 機械的嵌合
東京医科歯科大学生体材料工学研究所 ○塙隆夫

13:55-14:25 人工関節置換術が骨に及ぼす力学的影響について
九州大学応用力学研究所 ○東藤貢

14:25-14:55 各種合金の生体親和性について
名城大学理工学部 ○服部友一, 赤堀俊和
東北大学金属材料研究所 仲井正昭, 新家光雄
名城大学理工学部 材料機能工学科

15:15-15:45 水熱電気化学処理によるTi基特異構造金属表面のナノ構造制御
東京工業大学応用セラミックス研究所 ○松下伸広, 陳君怡, 君島由里子, 勝又健一, 岡田清
東京工業大学大学院理工学研究科 生駒俊之, 吉岡朋彦, 田中順三
東北大学金属材料研究所 謝国強, 稗田純子, 仲井正昭, 新家光雄
大阪大学接合科学研究所 塚本雅裕, 篠永東吾, 阿部信行

15:45-16:15 水溶液プロセスを用いた生体材料用チタン表面へのアモルファス・アナターゼ皮膜の作製と評価

名古屋大学大学院工学研究科 ○黒田健介, 興戸正純
名古屋大学エコトピア研究所 市野良一

16:15-16:45 真珠層を被覆した生体活性 Ti 合金の開発

愛媛大学大学院理工学研究科 ○小林千悟, 仲井清眞, 阪本辰顕

9月30日(金)

10:00-10:30 金属系バイオマテリアル中の析出相

東北大学大学院工学研究科 ○成島尚之

10:30-11:00 応力誘起相変態を利用した生体用チタン合金の弾性率自己調整機能化

東北大学金属材料研究所 ○仲井正昭, 新家光雄, 稗田純子, 趙曉麗, 趙幸鋒

11:00-11:30 放電プラズマ焼結法による Ti/ β -TCP および Ti/PLLA 複合材料の創製と機械的性質

兵庫県立大学大学院工学研究科 ○三浦永理
東京工業大学大学院工学研究科 小林郁夫
名古屋工業大学大学院工学研究科 渡辺義見

13:00-13:30 早期の骨結合を目的としたインプラント表面の開発ー可溶性リン酸カルシウム (SCP) コートチタンインプラントー

東北大学大学院医工学研究科 ○古澤利武, 佐藤正明
山形大学大学院理工学研究科 鶴沼英郎

13:30-14:00 スラリー埋没加熱処理を利用した金属生体材料へのアパタイト被覆

北見工業大学工学部 ○大津直史, 中村勇氣, 松林裕真, 高原豊文

14:00-14:30 骨形成を抑制するチタンの表面修飾

関西大学化学生命工学部 ○上田正人, 池田勝彦

14:45-15:15 Bone Tissue Engineering のための β -TCP 多孔質体への骨芽細胞の動的播種・動的培養

東京大学大学院医学系研究科 Dajiang DU
東京大学大学院工学系研究科 古川克子, ○牛田多加志

15:15-15:45 脳神経外科領域における機器開発研究の現状と課題

東北大学大学院医学系研究科 ○中川敦寛, 齊藤竜太, 富永悌二



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の写真



図2 東北大学金属材料研究所ワークショップ懇親会時の集合写真

4. まとめ

本ワークショップでは、金属を専門とする工学研究者だけでなく、セラミックスを専門とする工学研究者、医学研究者および歯学研究者等が一同に会して、それぞれの立場から、金属系バイオマテリアルに関する最新の研究成果について議論した。本ワークショップは、研究代表者が本所に異動してきてから毎年開催してきており、今回で6回目を迎えた。その間、本ワークショップを通じて、異分野の研究者間の共同研究が開始される等の成果が出てきている。今後もワークショップという形で異分野の研究者が会する場を提供することにより、金属系バイオマテリアルの発展に貢献したいと考えている。