

チタン

TITANIUM JAPAN

October 2019

Vol.67 No.4

目 次

〈紹介〉	
チタンめぐり XXI (海外②) カラーグラビア	編集委員会 … 3
チタンめぐり XXI (海外②)	編集委員会 … 5
チタン合金を用いた、スポーツ用義歯「コンフォート スポーツ」の特徴	篠崎 功治 … 6
カザフスタンのスポンジチタン取引の開発秘話	中村 繁夫 … 10
〈第14回チタン世界会議結果紹介〉	
第14回チタン世界会議参加報告—基調講演—	成島 尚之 … 15
製錬と粉末製造	渡辺 明治 … 18
溶解と casting	水上 英夫 … 19
展伸および成形加工	後藤 恭彦 … 20
積層造形、ニアネットシェイプ成形	大橋 善久 … 21
ミクロ組織と特性の関係—Room 300	森 健一 … 22
ミクロ組織と特性の関係—Room 200	江村 聡 … 23
ミクロ組織と特性の関係—Room 150	鷲見 芳紀 … 24
ミクロ組織の進化	今野 昂, 伊藤 良規 … 25
金属間化合物とチタン基複合材料	松若 大介 … 26
腐食環境	國枝 知徳 … 27
航空宇宙応用	佐原 亮二 … 28
生体・福祉応用	上田 恭介 … 29
海洋、ガス、その他のアプリケーション	高橋 一浩 … 30
〈報告〉	
チタン溶接トラブル事例講習会報告	上瀧 洋明 … 32
〈研究報告〉	
積層造形法を用いたチタン/生体活性ガラスコンポジットによる骨形成促進新規 生体材料創成	李 誠鎬 … 36
チタン合金の結晶粒微細化による高強度化	蘆田 茉希 … 37
準安定組織・不均質組織制御したチタン合金の高温塑性・超塑性変形	松本 洋明 … 38
結晶塑性モデルによる純チタン板の塑性変形挙動の予測	浜 孝之 … 44
電子ビーム積層造形法を用いて造形したTiAl合金の特異な微細組織と力学特性 …… 趙 研, 安田 弘行, 當代 光陽, 上田 実, 竹山 雅夫, 中野 貴由 …	50
電子ビーム三次元積層造形プロセスにおけるTiAl合金部材の伝熱解析と熔融池の可視化 …… 池田 亜矢子 …	57
〈展示会情報〉	
第6回関西高機能金属展2019への出展報告	芦原 幸一 … 62
2019年度第1回チタン市場開発・製品開発スタッフ養成講座受講報告	中松 尚徳 … 64
2019年度第2回チタン市場開発・製品開発スタッフ養成講座受講報告	原田 将大 … 66
2019年夏季賛助会員総会・研修会・交流会報告	関 秀陞 … 68
経済産業省「こども見学デー」2019年報告	芦原 幸一 … 71
〈事務局からの案内〉	
文献抄録	72
令和元年6月～8月中の主なニュース	76
金属チタン統計	78
委員会報告	80
チタンに関する催物紹介	81
チタン需要開拓助成事業	83
令和2年度チタン研究助成対象研究課題の公募	84
編集委員長就任のご挨拶	中村 宣雄 … 86
〈編集後記〉	山口 誠 … 87



積層造形法を用いたチタン/生体活性ガラス コンポジットによる骨形成促進新規生体材料創成

李 誠 鎬*

LEE, Sungho* Development of Novel Biomaterials for Bone Regeneration by Titanium/Bioactive Glass Composites Using Additive Manufacturing



1. 目 的

優れた生体親和性を示すチタン材料は、生体材料として広く使用されている。生体活性ガラスは、材料から溶出したイオンにより生体機能を促進する効果を示す。その代表的な例として、Bioglassは骨充填剤として実用化されており、溶出したケイ酸・カルシウムイオンにより骨芽細胞の増殖・分化を促進させ、早期骨再生を可能とする。SLM (Selective Laser Melting) 法は、積層造形の粉末床熔融結合に広く用いられる方法である。本研究グループでは積層造形法を用い、スキャンストラテジーによる組織制御¹⁾、粉末/個体のコンポジット化による力学特性の制御²⁾に成功している。本研究ではSLM法を用い、生体材料として広く用いられているTi-6Al-4VとBioglassを複合化し、骨形成促進効果を付与した、新たなチタン/生体活性ガラス複合骨代替材料の作製を目指した。

2. 結 果

Ti-6Al-4VにBioglass (BG) 含有量が10, 30 vol% (略称: BG x , $x=10, 30$) になるよう混合粉末を作製し、 $\phi 15\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ の型に充填した。エネルギー密度を 2.0 J/mm^2 に、レーザーパワーを30, 360 Wとし、 $\phi 10\text{ mm}$ の単層スキャン複合体 (BG x -P, $P=30, 360$) を作製した。BG x -PのXRD結果から、チタンと Ti_5Si_3 のピークが見られた。Ti-Siの混合エンタルピーはTi-Al, Ti-Vより低く、Ti-Siの相図から今回の混合比は Ti_5Si_3 を形成する組成であった。よって、SLMプロセス中にチタンとBGのSiが反応し、 Ti_5Si_3 を形成した。 Ti_5Si_3 は、チタンやTi-6Al-4Vより骨との結合強度が高いと報告されている。Fig. 1にBG30-PのEDSマッピングイメージを示す。BG30-30 (Fig. 1 a-c) はSi-rich部分とCa-rich部分が一致しない。つまり、BGの大部分

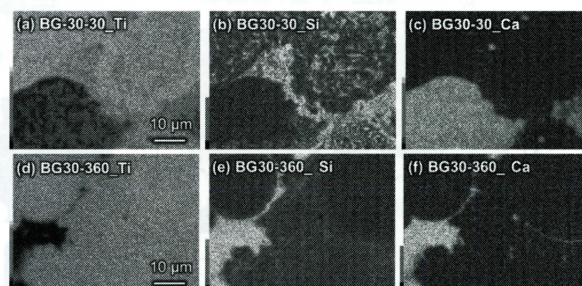


Fig. 1 EDS element mapping images of (a-c) BG30-30, (d-g) BG30-360: (a, d) Ti, (b, e) Si, (c, f) Ca.

のSiがTi-rich部分に移動しチタンと反応したことを意味する。また、Ca-rich部分では CaTiO_3 の形成が確認された。一方、BG30-360 (Fig. 1 d-f) は、Ti-richの部分とSi/Ca-rich部分が分離されている。これは、速いスキャンスピードにより急冷雰囲気が形成され、BGが非晶質として存在し、複合化に成功したことを意味する。BG30-360は、少量の Ti_5Si_3 及び非晶質のBGを含有することから、骨形成促進効果に加え、骨と強固に結合可能な骨代替材料として期待できる。本成果は、日本金属学会欧文誌特集「Latest Research and Development of Structural and Functional Titanium-Based Materials」に掲載されている³⁾。

なお、本研究は大阪大学大学院工学研究科中野貴由教授との共同研究である。本研究遂行にあたり、(一社)日本チタン協会平成30年度チタン研究助成によりご支援いただきました。ここに深く感謝の意を示します。

参 考 文 献

- 1) T. Ishimoto, T. Nakano, et al., Scr. Mater. 132 (2017) 34-38.
- 2) N. Ikeo, T. Nakano, et al., J. Alloys Compd. 639 (2015) 336-340.
- 3) S. Lee, T. Nakano, et al., Mater. Trans. 60 (2019) 1779-1784.

* 大阪大学 大学院工学研究科
(現所属: 産業技術総合研究所)