

総括研究報告書

1. 研究開発課題名：骨融合インプラントのチタン材料表面の生体機能化
2. 研究開発代表者：埜 隆夫（所属 国立大学法人東京医科歯科大学生体材料工学研究所）
3. 相手国研究代表者：Luís Augusto Sousa Marques da Rocha（所属 サンパウロ州立大学パウリスタ校（ブラジル））
4. 研究開発の成果

本事業の主目的は、骨組織融合次世代生体多機能チタン基表面の創出である。特に、骨芽細胞を強固に接着し同時に微生物付着を最小限に抑える生体機能選択性を付与できる幾つかの表面改質技術を開発することである。各現象を支配する発現機構を理解することにも焦点を当てる。多機能をチタン表面に同時に付与する試みは世界初である。日本側は表面改質技術の開発と評価を行い、ブラジル側は摩擦腐食評価及び細胞・細菌接着評価を行う。本事業は、基本となる3つの主たる課題からなり、これらは互いに密接に関係している。(1) 表面形態、構造、化学組成が制御された表面を得るための電気化学的表面処理及びスパッタ蒸着技術（生体活性化学種と抗菌化学種の付与）。特に、階層的多孔体表面の創出と機能分子、生体分子の電着技術による固定化。(2) 摩耗腐食試験における電気化学測定技術による腐食及び摩耗腐食機構の解明。(3) 各表面への骨芽細胞様細胞及び細菌の接着を支配する機能の解明。(4) 特に、表面への骨芽細胞様細胞と細菌の優先的接着を支配する因子の解明。研究で日本とブラジルが交流を通じて相互的に取り組むことで、互いの強みの相乗効果により革新的生体機能表面の開発が期待される。本事業の結果は、インプラントの多機能表面の将来の製造を可能にする。また、若手の修士課程、博士課程の学生の参加は両国間の交流を促進し、日本とブラジルの相補的な関係は相乗効果を生み出すことが期待できる。

骨組織融合次世代生体多機能チタン基表面の創出、特に骨芽細胞を強固に接着し同時に微生物付着を最小限に抑える生体機能選択性を付与できる幾つかの表面改質技術の開発を目的として事業を推進した。特に、本年度は、Ag含有表面層の創製による抗菌性の付与、マイクロアーク酸化(MAO)層形成後の動物埋入評価、ブラジル側で開発したTi-Zr-Mo合金の組織解析及びマイクロアーク酸化処理の可能性の検討、Ti表面への新たな機能分子の固定化を検討した。

その結果、MAOにおけるAg含有技術の開発と抗菌性評価に関して、電解液のAg濃度を変化させ酸化層のAg含有量と抗菌性との関係を明らかにした。しかも、骨形成促進と抗菌性の相反する性質を同時に実現できる表面層が獲得できた。また、MAO処理Tiの動物埋入による評価を行い、骨形成にMAO処理が有効であることを示した。さらに、MAO酸化層への分極処理は、骨形成を促進することを明らかにした。一方、β型Ti-15Zr-7.5Mo合金を作製し機械的性質の評価を行った。また、MAO処理がTi-15Zr-7.5Mo合金に対しても可能であるか検討した。その結果、溶製したTi-15Zr-7.5Mo合金はβ相とα”相、ω相から構成されていることが明らかとなり、Ti-15Zr-7.5Mo合金のビッカース硬さはTi-6Al-4V合金より大きいことがわかった。また、弾性率はTi-6Al-4V合金と同程度であった。MAO処理はTi-15Zr-7.5Mo合金に対しても有効であり、処理によって多孔質酸化物層が形成されることが確認できた。Ti-15Zr-7.5Mo合金は現在、主流であるTi-6Al-4V合金と比べて、弾性率が同程度で硬さの値が大きいことから、医療用金属材料として機械的性質に優れていることが明らかとなった。さらにMAO処理により多孔質酸化物層が形成されることから、優れた機械的性質と硬組織適合性を両立が可能であると考えられる。さらに、MPCポリマーのTi表面への固定化条件を明らかにして、固定化による効果を示した。