

平成 26 年度工学系共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

| | |
|------------|--|
| 所 属 | 機械物理工学専攻 |
| 研究者 (ふりがな) | 稗田 純子 (ひえだ じゅんこ) |
| タイトル | 表面特性を制御したチタンおよびチタン合金表面における骨形成能の評価 |
| 助 成 名 | 新任助教研究助成 |
| 採択金額 | 550,000 円 |
| 研究の背景 | <p>疾病や事故で失った骨や歯の機能を補うために人工関節や歯科インプラントが用いられ、骨との接合部にはチタンおよびチタン合金が使用されている。本研究では、骨形成を制御可能なチタンおよびチタン合金表面の創製のために、どのような表面電荷量・表面エネルギーの大きさを持つチタン表面が骨の形成を促進あるいは抑制するのかを明らかにすることを目標とする。そのために、チタン表面を様々な化学官能基で修飾することにより、様々な表面電荷量・表面エネルギーの大きさを持つチタン表面を作製し、生体模擬環境下での骨形成能との相関について研究を行った。</p> |
| 結果と考察 | <p>チタンの表面特性と骨形成能との相関を調査するために、チタン表面を異なる化学官能基により修飾し、異なる表面エネルギーおよび表面電荷を有するチタン表面を作製した。化学官能基としては、メチル基、アミノ基、チオール基を用いた。各官能基で修飾したチタン表面の X 線光電子分光(XPS)スペクトルより、チタン表面に各官能基が存在することが確認できた。</p> <p>【表面特性評価】</p> <p>水、ヘキサデカンおよびジヨードメタンの水滴接触角から、各官能基により修飾したチタン表面の表面エネルギーを算出した。図 1 に、各官能基で修飾したチタン表面での各溶液の水滴接触角を示す。鏡面研磨をしたチタン基板を使用した。比較として、超音波洗浄を行ったチタンおよびピラニア溶液により親水化したチタンの水滴接触角も測定した。超音波洗浄を行ったチタン (Ti)、ピラニア溶液により親水化したチタン(Ti-OH)、アミノ基修飾チタン(Ti-NH₂)、チオール基修飾チタン(Ti-SH)、メチル基修飾チタン(Ti-CH₃)の水の水滴接触角はそれぞれ約 53°, 28°, 42°, 69°, 100°であり、Ti-OH < Ti-NH₂ < Ti < Ti-SH < Ti-CH₃ となった。さらに、水、ヘキサデカンおよびジヨードメタンの水滴接触角から算出した各官能基で修飾したチタンの表面エネルギーを図 2 に示す。算出した表面エネルギーは、それぞれ約 72, 102, 74, 83, 35 mJ/m² となり、Ti-OH > Ti-NH₂ > Ti-SH > Ti > Ti-CH₃ であった。チタン表面をメチル基、アミノ基、チオール基で修飾することで、表面エネルギーを約 35~102 mJ/m² の範囲で変化させられることがわかった。</p> <p>【骨形成能評価】</p> <p>各官能基で修飾したチタンを 36.5°C の擬似体液中に 3 週間浸漬させ、骨の無機成分であるハイドロキシアパタイト(HAp)の析出挙動を調査した。3 週間浸漬した時点では、各官能基で修飾したチタン表面に析出物は見られなかった。しかし、XPS による測定により、試料表面に Ca が存在することがわかった。各官能基で修飾したチタンにおける Ca2p の XPS スペクトルのピーク面積を図 3 に示す。Ca2p のピーク面積より推定される Ca の吸着量は、Ti > Ti-OH > Ti-NH₂ > Ti-CH₃ > Ti-SH となった。水滴接触角および表面エネルギーとの相関については現在検討中である。</p> |

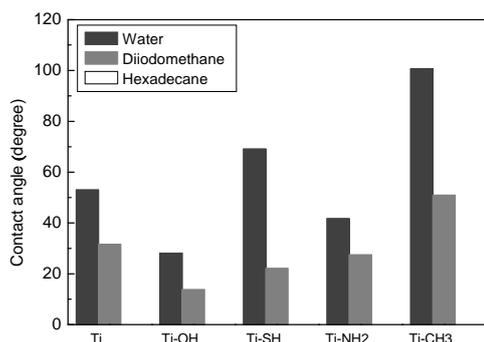


図1 各官能基で修飾したチタン表面の水滴接触角

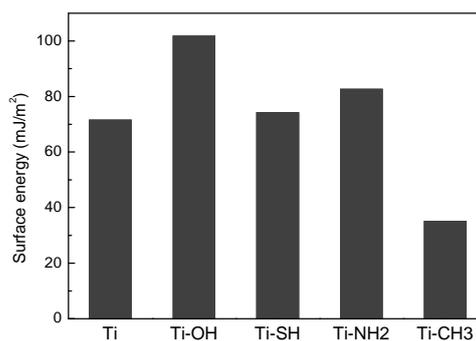


図2 各官能基で修飾したチタンの表面エネルギー

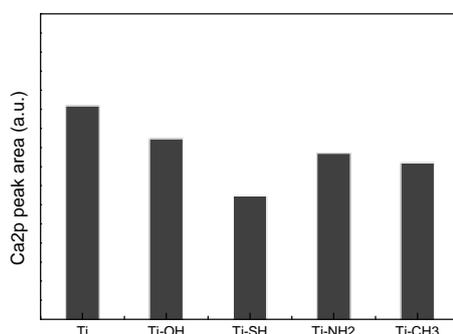


図3 Ca2p XPS スペクトルのピーク面積

結論と今後の課題

本研究では、チタンの表面特性と骨形成能との相関を調査するために、チタン表面を異なる表面官能基により修飾し、異なる表面エネルギーおよび表面電荷を有するチタン表面を作製した。XPS スペクトルより、各官能基がチタン表面に存在することが確認できた。水滴接触角から表面エネルギーを算出し、チタン表面をメチル基、アミノ基、チオール基で修飾することで、表面エネルギーを約 35~102 mJ/m² の範囲で変化させられることがわかった。また、骨形成能の評価においては、擬似体液の作製にはノウハウが必要であることがわかった。今後は、引き続き各官能基による HAp の析出挙動の違いについて精査するとともに、各官能基で修飾したチタンの表面電荷を測定し、骨形成能との相関について調査する。

使用内訳書

| 費目 | 内訳 | 金額 |
|-----|----------------------------------|---------|
| 備品1 | インキュベーター | 112,500 |
| 備品2 | OriginPro2015 | 117,987 |
| 消耗品 | チタン板, 試薬, 実験器具等 | 212,233 |
| 旅費 | ISPlasma2015/ IC-PLANTS2015 | 62,280 |
| その他 | ISPlasma2015/IC-PLANTS2015 学会参加費 | 45,000 |
| 合計 | | 550,000 |