

**フェムト秒レーザー照射により
TiO₂ 膜上に形成した周期的微細構造の細胞伸展への影響**
**Influence of cell spreading for periodic nanostructures on TiO₂ film formed
by femtosecond laser irradiation**

阪大院工¹, 阪大接合研², 近大理工³, 東医歯大生材研⁴, 東工大応セラ研⁵, 東北大金研⁶

○篠永 東吾¹, 塚本 雅裕², 西井 諒介³, 堀口 直人¹, 永井 亜希子⁴,

山下 仁大⁴, 塙 隆夫⁴, 松下 伸広⁵, 謝 国強⁶, 阿部信行²

Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.¹, JWRI, Osaka Univ.², Sch. of Sci. and Eng., Kinki Univ.³, Inst. of
Biomat. and Bioeng., Tokyo Med. and Dent. Univ.⁴, Mat. and St. Lab., Tokyo Inst. of Tech.⁵, Inst.
for Materials Research, Tohoku Univ.⁶

○Togo Shinonaga¹, Masahiro Tsukamoto², Ryosuke Nishii³, Naoto Horiguchi¹,
Akiko Nagai⁴, Kimihiro Yamashita⁴, Takao Hanawa⁴, Nobuhiro Matsushita⁵, Xie Guoqiang⁶,
Nobuyuki Abe²

E-mail: togo@jwri.osaka-u.ac.jp

【背景】 チタンは機械的性質や耐食性に優れていることから生体材料として広く用いられている。しかしながら、金属材料であるが故に骨と直接接合しないなどの問題がある。近年、生体適合性の向上のためにチタン基板表面に酸化チタン膜を形成することが注目されている。ここで、生体適合性の更なる向上には細胞が接着する足場、すなわち材料の表面形状が非常に重要である。材料表面へ周期的な微細構造を形成することができれば、細胞を溝の方向に沿って配向させる新機能を付加することができる可能性がある¹⁾。周期的微細構造の幅は、細胞の接着斑の幅程度の周期 (100~1000 nm) が有効であると考えられる。我々は酸化チタン膜に対して周期的微細構造を形成することで生体適合性を変化させることを考案した。酸化チタン膜上への周期的微細構造の形成にはフェムト秒レーザーが有効なツールの一つである。これまでの研究により、酸化チタン膜の表面に対してフェムト秒レーザーの基本波を照射すると、レーザー照射スポット内に対して自己組織的に周期的微細構造が形成されることがわかった²⁾。その周期は用いたレーザーの波長 775 nm より非常に短い約 250 nm となった。本研究では、フェムト秒レーザー照射により酸化チタン膜へ形成した周期的微細構造が細胞の伸展方向に与える影響を調べることを目的とした。この際、レーザーの波長を変化させることで形成する周期的微細構造の周期を変化させた。

【実験方法】 酸化チタン膜はエアロゾルビームを用いてチタン基板上に形成した。微細構造形成のために使用したフェムト秒レーザーの波長、パルス幅、繰り返し周波数はそれぞれ 775 nm、150 fs、1 kHz である。レンズを用いて酸化チタン膜表面に集光照射した。実験でエネルギー減衰器を調整することによりレーザーフルエンスを変化させた。また、レーザーの波長は波長変換を行い変化した。レーザー照射後の膜表面は走査型電子顕微鏡 (SEM) により観察した。細胞試験後の試料は固定した後に染色し、蛍光顕微鏡を用いて細胞伸展の様子を観察した。

【実験結果】 酸化チタン膜表面へフェムト秒レーザーの基本波及び第二高調波を用いて掃引させながら照射した表面 SEM 観察像をそれぞれ図 1(a)及び(b)に示す。図 1(a)及び(b)からレーザーの偏光 E に対して垂直な方向に対してそれぞれ溝を有する周期的微細構造が形成されており、周期は基本波の場合約 250 nm、第二高調波の場合は約 130 nm であった。基本波照射後の試料で骨芽細胞の細胞培養試験を試みたところ、細胞が周期的微細構造の溝に沿って伸展している箇所が存在した。

参考文献

1) J. Lu, et al.: Acta Biomater, 4 (2008) 192. 2) T. Shinonaga, et al.: Trans. of JWRI, 41, 1, (2012), 25.

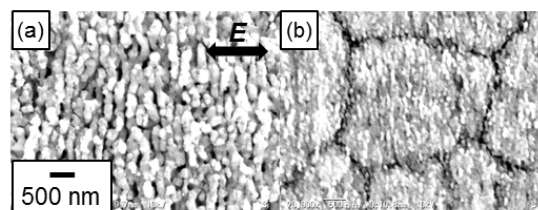


図 1. フェムト秒レーザー照射後の酸化チタン膜表面 SEM 観察像: (a)基本波、(b)第二高調波