

平成 22 年 4 月 30 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007 ~ 2010

課題番号：19592257

研究課題名 (和文) ヒドロキシアパタイトで被覆した骨伝導型多孔質インプラントの開発と骨伝導機構の解明

研究課題名 (英文) Development of porous surfaced oral implant with HA thin film and analysis of its osteoconductive property.

研究代表者

遠藤一彦 (ENDO KAZUHIKO)

北海道医療大学・歯学部・教授

研究者番号：70168821

研究代表者の専門分野：生体材料工学

科研費の分科・細目：歯学・補綴理工系歯学

キーワード：口腔インプラント、ヒドロキシアパタイト、骨伝導性、多孔質チタン、表面改質

### 1. 研究計画の概要

口腔インプラントの骨埋入部をハイドロキシアパタイト (HA) 薄膜でコーティングする表面処理法は、骨伝導性の付与に有効である。しかし、多孔質な表面に対しても均一な HA 薄膜を簡便に形成できる方法は、未だ開発されていない。表面に形成されたポーラス構造の空隙に骨の侵入を早期に実現できる骨伝導型多孔質インプラントが開発され、骨とインプラントフィクスチャーとの機械的結合が強化されれば、インプラントの初期固定が向上するばかりでなく、短いインプラントの使用が可能となり、臨床上きわめて有用であるものと考えられる。

そこで本研究では、多孔質なインプラントフィクスチャーに対しても、高い骨伝導性を有する HA 薄膜を細孔の内部まで均一に形成するコーティング法を確立することを目的としている。また、口腔インプラントは生体内で高い耐食性を有していなければならないことから、コーティング前後における純 Ti ならびに Ti 合金の耐食性を評価する。具体的には、(1) HA 薄膜形成時の基盤加熱温度や HA 薄膜の熱処理条件と析出した HA の結晶性や溶解性との関係を調べる、(2) HA 薄膜の溶解性と pH 緩衝能との関係を明らかにし、骨伝導モデルを理論的に構築するための基礎データを得る、(3) HA コーティング前後における純 Ti や Ti 合金の耐食性を評価する、(4) (1) ~ (3) の基礎データに基づいて、溶解性および pH 緩衝能を調整した HA 薄膜を均一にコーティングした多孔質インプラントを創製する。

### 2. 研究の進捗状況

現在までの研究 (平成 19 年度 - 平成 21 年度) で、純 Ti 基盤をリン酸カルシウム溶液 (pH7.0-7.4, Ca/P=1.67) に浸漬し、電流の印加にともなうジュール熱で 50-70°C に加熱することによって、基盤の表面に HA が均一に析出して薄膜になることを明らかにし、(1) 低い温度で長時間加熱したほうが緻密な構造の HA 薄膜が形成されること、(2) HA 薄膜は pH5.2 以下の溶液中で高い溶解性を有することを確認した。また、(3) 形成した HA 薄膜の骨伝導性は、薄膜から微量溶出する水酸化物イオンやリン酸イオンの pH 緩衝能によって発現する可能性が高い、(4) HA 薄膜を形成した純 Ti および Ti 合金の疑似体液中における耐食性を電気化学的手法と ICP を用いた溶液中に溶出した金属イオンの分析法を用いて評価したところ、薄膜の形成によって耐食性が向上することを明らかにしている。さらに、多孔質な Ti 試料の表面に対しても HA 薄膜が形成可能であることを示した。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。  
(理由)

現在までに、基盤加熱法による純 Ti 表面のヒドロキシアパタイト (HA) 被覆の条件 (溶液組成、基盤温度、加熱時間等) を確立するとともに、HA 皮膜形成のメカニズムを明らかにした。また、HA 薄膜に溶解性や pH 緩衝能に関するデータも得られ、骨伝導性との関係も明らかにしている。さらに、HA 被覆した純 Ti の耐食性が向上することを確認

している。これらの結果から、当初の研究計画の 90%は達成されているものと考えられる。

#### 4. 今後の研究の推進方策

多孔質な表面に対しても、HA 被覆が可能であることを既に示しているが、細孔の内部にまで均一に HA 薄膜を形成する処理条件に関して、を溶液の成分・組成や加熱条件を見出す必要がある。また、多孔質な HA 被覆インプラントの骨埋入部と組み合わせて使用するアバットメント（粘膜貫通部）の耐食性、耐磨耗性および組織適合性を向上させる TiN コーティングに関しても検討を加え、口腔内で長期間にわたって安定に機能する口腔インプラントシステムを提案する。さらに、現在までに得られた成果を国際学会で発表するとともに、最終的なデータの解析とまとめを行って、国際誌に論文を投稿する。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 5 件)

1. 遠藤一彦、橋本正則、長野二三、大野弘機、液相析出法を用いて Ti 表面に形成した HA 薄膜の溶解性と pH 緩衝能、第 54 回日本歯科理工学会学術講演会、2009 年 10 月 2 日、鹿児島。
2. 長沼広子、赤沼正康、高薄紀男、遠藤一彦、橋本正則、長野二三、大野弘機、越智守生、TiN コーティングした純 Ti の酸性フッ化物溶液中における耐食性、第 54 回日本歯科理工学会学術講演会、2009 年 10 月 2 日、鹿児島。
3. 遠藤一彦、亀澤広子、橋本正則、長野二三、越智守生、大野弘機、Pt コーティング併用高温酸化処理を施した純 Ti の酸性フッ化物溶液中における腐食挙動、第 53 回日本歯科理工学会学術講演会、2009 年 4 月 11 日、東京(タワーホール船堀)。
4. 遠藤一彦、亀澤広子、越智守生、大野弘機、山根由朗、酸性フッ化物溶液中における Ti および Ti 合金の腐食挙動、第 51 回日本歯科理工学会学術講演会、2008 年 4 月 27 日、横浜(鶴見大学)。
5. K. Endo, M. Tamura, H. Ohno, Mechanism of Hydroxyapatite Film Formation on Titanium Substrate by Thermally Induced Liquid-phase Deposition Method, International Dental Materials Congress 2007, November 24, 2007, Bangkok, Thailand.