

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2006～2009

課題番号：18390521

研究課題名（和文） オールセラミックレストレーション実現のためのジルコニア表面改質法の開発

研究課題名（英文） Development of surface modification method of zirconia for realization of all-ceramic restoration

研究代表者

伴 清治 (BAN SEIJI)

鹿児島大学・大学院医歯学総合研究科・教授

研究者番号：10159105

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴理工系歯学

キーワード：材料加工・処理、生体材料、歯学、セラミックス

1. 研究計画の概要

高密度焼結のジルコニア (ZrO_2) は高い靱性を示し、オールセラミックレストレーションとして利用されている。ジルコニアは結晶相転移による亀裂（クラック）の進展防止によって、その高靱性が達成されている。しかし、光透過率が低いため、コアとして利用され、その上に審美性の前装用陶材を築盛する必要がある。このとき、コアのジルコニアと前装用陶材との結合力を高めるため、機械的な嵌合を作る必要がある。現状ではサンドブラストが用いられている。しかし、十分な接着強度が安定的に得られていない。この表面改質は前装用陶材との結合だけでなく、歯質との接着においても重要な因子である。ジルコニア表面の表面改質は、ジルコニアの歯科臨床への応用拡大にとって、不可欠の命題である。したがって、本研究はジルコニア製コアの新しい表面改質法を開発し、審美性及び機械的信頼性の高いオールセラミックレストレーションを実現するための周辺技術を確認することを目的とする。

2. 研究の進捗状況

(1) ジルコニアの表面特性の基礎研究のために、ジルコニア表面へのサンドブラストと熱処理による結晶相と残留応力を測定した。すなわち、サンドブラストにより、正方晶から単斜晶ジルコニアに相変態し、熱処理により単斜晶から正方晶に回復することを実証した。また、破壊靱性への影響も検討した。

(2) 化学的性質、すなわち酸との反応性を検討した。フッ酸には溶解したが、塩酸、硫

酸、リン酸には高濃度で加温しても侵食は認められなかった。

(3) ジルコニア表面の生物学的特性評価はMC3T3-E1細胞のMTT Assayを中心に、純チタンおよびアルミナを比較として用い。表面粗さの影響を検討した。表面粗さは、細胞増殖性や分化能に影響を与えたが、材質による差は認められず、ジルコニアはアルミナおよびチタンと同様に、生体不活性材料であることを確認した。

(4) ジルコニア表面にガラスコーティング技術を用いて、ハイドロキシアパタイト (HA) 相を生成した。まず、ジルコニアに、特殊ガラスを塗布・焼成し、次にHA含有量を変えたガラス混合物を塗布・焼成し、最表層は酸処理によりガラスを溶解し、HAのみが露出した生体活性層を設けた。HAはガラス層により強固に保持され、しかも表層は無数の空孔を有し、生体骨との接合に適する適用範囲の広い生体活性セラミック複合体を試作した。

(5) ジルコニアと接着材との結合性評価では、シランカップリング処理の効果は確認できなかった。しかし、リン酸エステル系接着モノマーがジルコニアとの接着には有効であることを確認した。また、オートクレーブ処理により、接着強度が有意に低下することを確認した。ジルコニアと前装用陶材との結合性評価では、マイクロテンサイルテストを行うためのジグを設計し、試験準備が整ったところである。

3. 現在までの達成度

③やや遅れている。

(理由)

接着試験方法が確立されておらず、試験方法を模索していたため。

4. 今後の研究の推進方策

接着試験は ISO9693 の方法およびせん断接着試験による方法を実施してきた。しかし、前者は試料作製に熟練を要し、大量に試料を作製することは困難であった。また、後者は基板と陶材との界面を鋭利に仕上げるのが根拠であり、測定値に大きなバラツキが生じてしまった。したがって、未だ、測定方法は確立されておらず、前処理方法の効果を有効に確認できないという問題点が残っている。今年度は試料作成の容易なマイクロテンスイルテストを試す。マイクロテンスイルテストでは、小さい試料に切り出すため、同一ロットの試料を大量に作製容易である。さらに、最近、多く市販されるようになってきた加圧注入型の前装陶材との接着についても検討する。

5. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計 18 件)

- ①. Ban S., Sato H., Suehiro Y, Nakanishi H, Nawa M. Biaxial flexure strength and low temperature degradation of Ce-TZP/ Al_2O_3 nanocomposite and Y-TZP as dental restoratives, J Biomed Mater Res: Appl Biomater, 87B: 492-498, 2008
- ②. Sato H., Yamashita D, Ban S. Relation between Biaxial Flexure Strength and Phase Transformation of Zirconia with Surface Treatments, J Ceram Soc Jpn, 116(1349): 28-30, 2008
- ③. Yamashita D, Sato H., Miyamoto M, Machigashira M, Kanbara K, Ban S. Apatite coating on zirconia using glass coating technique, J Ceram Soc Jpn, 116(1349): 20-22, 2008
- ④. Sato H., Yamada K, Pizzotti G, Nawa M, Ban S. Mechanical properties of dental zirconia ceramics changed with sandblasting and heat treatment, Dent Mater J, 27(3): 408-414, 2008
- ⑤. Ban S., Sato H., Nawa M, Suehiro Y, Nakanishi H. Effect of Sintering Condition, Sandblasting, and Heat treatment on Biaxial Flexure Strength of Zirconia, Key Engineering Materials, 361-363:779-782, 2008

他13件

[学会発表] (計 31 件)

- ①. Ban S., Takeuchi N, Okuda Y, Noda M, Kono H., Sato H. Properties of Dental Zirconia Changed with Sintering Temperature, 56th Japanese Association for Dental

Research, 2008.11.30. Nagoya

- ②. Ban S., Minesaki Y, Takenouchi Y. Surface Change of Zirconia by Nd:YAG Laser Irradiation, 86th International Association for Dental Research, 2008.7.5. Toronto, Canada
 - ③. Ban S., Sato H., Nawa M, Suehiro Y and Nakanishi H. Effect of Sintering Condition, Sandblasting, and Heat treatment on Biaxial Flexure Strength of Zirconia, 20th International Symposium on Ceramics in Medicine, 2007.10.24. Nante, France
- 他 28 件

[図書] (計 6 件)

- ①. 伴 清治 (分単). 第 1 章 オールセラミックスの可能性を開くジルコニア 1 理工学的特徴. 補綴臨床別冊 最新 CAD/CAM レストレーション, 三浦宏之・宮崎隆編, 医歯薬出版 (東京) 26-34, 2008
- ②. 伴 清治 (分単). 第 3 章 導入にあたっての注意点 4 フレーム処理の注意点. 補綴臨床別冊 最新 CAD/CAM レストレーション, 三浦宏之・宮崎隆編, 医歯薬出版 (東京) 86-89, 2008
- ③. 伴 清治 (分単). 第 3 章 II-4 陶材焼付用合金、II-5 陶材、IV-3 人工歯. 小倉英夫他編 コア歯科理工学, 医歯薬出版 (東京) 88-101, 142-147, 2008
- ④. 伴 清治 (分単). Part 1 メタルフリーレストレーションと CAD/CAM 技工 1. 座談会 歯科技工別冊 メタルフリーレストレーションと CAD/CAM 技工の最前線—インプラント時代のラボワークガイドブック, 医歯薬出版 (東京) 6-14, 2007
- ⑤. 伴 清治 (分単). Part 1 メタルフリーレストレーションと CAD/CAM 技工 4. メタルフリーレストレーションの歯科材料学. 歯科技工別冊 メタルフリーレストレーションと CAD/CAM 技工の最前線—インプラント時代のラボワークガイドブック, 医歯薬出版 (東京) 32-43, 2007
- ⑥. 伴 清治 (分単). 第 7 章 補綴治療と歯科材料, 3 セラミック系歯冠補綴材料. 臨床歯科理工学, 宮崎隆、中嶋裕、河合達志、小田豊編 第 1 版、医歯薬出版 (東京) 201-213, 2006

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: 生体適合性高強度セラミック複合材料とその製造方法

発明者: 伴清治

権利者: 鹿児島大学

種類: 特許

番号: 特願 2006-286146

出願日: 平成 18 年 10 月 20 日

国内外の別: 国内