

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 10日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22791829

研究課題名（和文） 新規ジルコニア切削器具の考案と切削法の確立

研究課題名（英文） Cutting performance of zirconia using diamond burs

研究代表者

有吉 芽生（ARIYOSHI MEU）

東京医科歯科大学・歯学部・非常勤講師

研究者番号：20516299

研究成果の概要（和文）：

ジルコニアフレームの切削効率の向上と高い切削耐久性を有する歯科用バーの開発を目的に本研究を行った。ジルコニアは審美性に優れ、生体親和性や高い機械的性質を有するため近年オールセラミック修復のコーピング材料として多用されてきた。しかし、高い物性ゆえに技工操作における微調整や臨床における除去等での切削が極めて困難であった。そのためこれまでジルコニア切削に適しているとされながら、客観的評価の無かった歯科用および技工用バーについてその切削効率と耐久性を解析し、ジルコニア切削に最も適する粒子や形状について検討した上、新規バーの開発に取り組んだ。

研究成果の概要（英文）：

Zirconia ceramics have been widely used for all-ceramic restorations because of their good biocompatibility, chemical stability, esthetic appearance, and high mechanical properties. Since zirconia ceramics are extremely hard to cut, it is very difficult to remove zirconia all-ceramic restorations in clinic. The objective of this study was to investigate the cutting efficiency of rotary instruments with diamond burs on zirconia ceramics.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・保存治療歯学

キーワード：ジルコニア 切削器具 切削効率 バー

## 1. 研究開始当初の背景

近年、歯科治療における審美的要求が高まる中、ジルコニアオールセラミック修復が注目されている。ジルコニアは 2005 年に日本国内において厚生労働省の認可を得て以来、その審美性だけでなく優れた生体親和性や機械的特性から、オールセラミック修復のコーピング材料として臼歯部におけるクラウンブリッジやインプラント上部構造などに広く応用されている。

しかし、臨床において普及が進む一方でその高い物性ゆえに切削しにくく、ジルコニアを用いた補綴物作製の際、技工操作における微調整は極めて困難である。また、研削、サンドブラスト処理、研磨、熱処理条件がジルコニアコーピングの最終強度に影響を及ぼすとの報告もあり (Guazzato.M.et al, 2004)、調整の際にはダイヤモンド粒子にて圧力を最小限にとどめ、注水下にて研削することを推奨されている。しかし、実際圧をかけないためにはスムーズに切削できるバーの使用が求められるが、それが可能なバーはほとんど無い。また、臨床においてはジルコニアオールセラミックによる最終修復が終了した後でも、支台歯の再感染による根管治療の際や、セラミック部のチップング等で、装着した補綴物を除去せざるを得ない状況が生じる。しかし、その除去はジルコニアの強靱な物性のため極めて困難である。除去の際、補綴物自体の材質が切削しにくい程、切削の起点は補綴物と歯質のマージン部に置かれやすい。これは、歯質と補綴物の境界を明らかにし接着界面を壊していくという点においては有効であるが、補綴物が削れていかなければ、おのずと歯質の削除量が増加してしまうのも事実である。そのため、申請者はジルコニアを効率的に除去できる歯科用バーを開発することは、歯質の保存という視点から

も重要であると考えた。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、近年臨床において広く応用されているジルコニアフレームの切削効率の向上と、高い切削耐久性を有する歯科用バーの開発であった。歯科治療における審美的要求が高まる中、ジルコニアオールセラミック修復が注目されつつある。ジルコニアは、審美性だけでなく、その優れた生体親和性や機械的性質を有することから、オールセラミック修復のコーピング材料として臼歯部におけるクラウンブリッジやインプラント上部構造などで応用されている。しかし、その高い物性ゆえに切削しにくく、補綴物作製の際、技工操作における微調整は極めて困難である。また、臨床においてはジルコニアオールセラミックによる最終修復が終了した後も、支台歯の再感染による根管治療の際や、セラミック部のチップング等で、装着した補綴物を除去せざるを得ない状況が生じる。しかし、その除去はジルコニアの強靱な物性のため、現在歯科において多用されているバーを用いてでは極めて困難である。そのため申請者は、これまでジルコニア切削に適しているとされながら、客観的評価の無かった既存の歯科用および技工用バーについてその切削効率と耐久性を解析し、ジルコニア切削に最も適する粒子や形状について検討した上で、新規バーの開発に取り組んだ。

## 3. 研究の方法

本研究ではまず歯科用ダイヤモンドポイント及び回転切削器具の違いがジルコニアの切削効率に及ぼす影響について評価した。

### (1) 材料および方法

ジルコニア試料として、イットリア部分安定化ジルコニア (セルコン、デンツプライ) を業者指示に従って焼成し、ダイヤモンドディ

スクを用いて 0.5 mm 厚に薄切した。歯科用切削バーとして、2 種のダイヤモンドポイント；RD-31 (MD、メリーダイヤ) とスムーズカット K2 (GC、ジーシー) を用いた。また、回転切削器具としてエアータビンハンドピース (AT)；Ti-Max X600, NSK、380,000rpm と 5 倍速マイクロモーターハンドピース (MM)；Ti-Max X95L (NSK、200,000rpm) を用いた。各群におけるジルコニア試料の切削性能の測定は、切削性能測定試験機 (東医歯大生材研試作) に切削装置を固定し、送り速度 5.0 mm/min でジルコニア板を注水下にて垂直に切削し、その際にジルコニア試料に加わる荷重をリアルタイムで 60 秒間測定した。

得られたデータは、移動平均により平滑化し (図 1 参照)、各試料でバーが 1.5mm 切り込んだ時点での試料に加わる荷重の平均値を求めた。得られたデータは Wilcoxon の順位和検定と符号付順位検定を用いて危険率 5 %にて検定を行った。

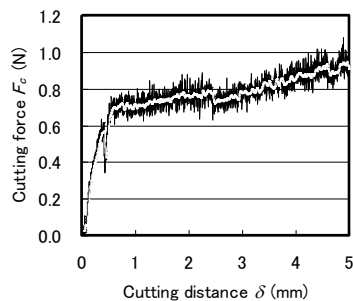


図 1；切削時にジルコニアに加わる付加の経時的変化 (AT-MD 群)。白線は移動平均 (21 個) により平滑化したデータを示す。

また、切削試験後のダイヤモンドポイントの表面は光学顕微鏡で観察し SEM で形態変化を試験前のものと比較した。

### (2) 結果および考察

結果を図 2 に示す。ジルコニアに対するダイヤモンドバーの切削性能は GC を用いた場合、5 倍速マイクロモーター (MM) に比べエアータビン (AT) において高い切削性能を示した。一

方で MD を用いた場合には、AT と MM 間に有意差は認められなかった。またエアータビン (AT) を用いた場合、GC は MD よりも高い切削性能を示すことが分かった。以上の結果から、AT と MM の切削効率はダイヤモンドバーの種類によって異なることが分かった。またダイヤモンドバーの種類によってジルコニアに対する切削性能に違いが認められた。

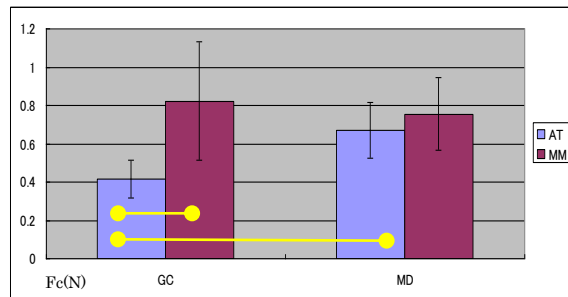


図 2；ジルコニアに対する切削性能測定結果 Mean ± SD (N=5) ●● The bars were statistically different

また光学顕微鏡によるダイヤモンドポイント表面の観察においては G C 群 MD 群ともに試験前に比較し、切削試験後はポイント表面の摩耗が認められたが A T と MM の間に大きな形態学的な差は認められなかった。G C 群は切削試験後には試験前に比較して、電着されたダイヤモンド粒子のへき開している像が多く確認されたが、完全に脱落している粒子は認められなかった。

これは、G C のダイヤモンドポイントは一層目に 110 ミクロン、2 層目に 75 ミクロンと粗さの異なるダイヤモンド粒子を 2 層に分けて電着しており、その結果、粒子が完全に脱落することなく切削できたことが示唆される。一方、MD 群では 切削試験後では試験前に比較し、GC と同様に粒子数が減少し、所々では粒子がへき開しているだけでなく完全に脱落しているのが確認された。これは MD に電着されているダイヤモンド粒子は 150-180 ミクロンと G C に比較し粒子が粗

く、この点が、切削効率にも影響したことが考えられた。この研究により、ジルコニアを切削するのに適したバーの開発には、ダイヤモンド粒子のサイズや、電着に使用するメッシュのサイズの検討が必要だと分かった。

#### 4. 研究成果

申請者はこれまで切削効率測定装置（東京医科歯科大学生体材料工学研究所 所有）を用い切削効率の評価を行ってきた。ジルコニアの切削効率に及ぼす影響因子を検討したところ、使用する回転切削器具（エアータービン、5倍速マイクロモーター）の違いだけでなく、ダイヤモンドバーの種類も切削効率に影響することが分かった。（有吉ら、2010、Takahashi. et al, 2010）さらに切削効率、耐久性ともに回転切削器具の周速度やバーの砥粒のサイズ、電着方法の違いなどが影響していることが示唆されており、これらの因子を検討することで、よりジルコニア切削に適したバーの構造条件が明らかになることが分かった。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計7件）

①高橋礼奈, 有吉芽生, 二階堂 徹, 田上順次 最近のレジンコーティング材と無髄歯への適応 日本歯科理工学会誌 査読なし 第32巻第1号 2013 9-12

②Gando I, Ariyoshi M, Ikeda M, Sadr A, Nikaido T, Tagami J. Resistance of dentin coating materials against abrasion by toothbrush. Dent Mater J. 査読あり 32(1) 2013 68-74

③Toru Nikaido, Rena Takahashi, Meu Ariyoshi, Alireza Sadr, Junji Tagami Protection and Reinforcement of Tooth

Structures by Dental Coating Materials MDPI AG, Basel, Switzerland 査読あり 2(4) 2012 210-220

④Aoki K, Kitasako Y, Ichinose S, Burrow MF, Ariyoshi M, Nikaido T, Tagami J. Ten-year observation of dentin bonding durability of 4-META/MMA-TBB resin cement—a SEM and TEM study. Dent Mater J. 査読あり 30(4) 2011 438-447

⑤Takahashi R, Nikaido T, Ariyoshi M, Kitayama S, Sadr A, Foxton RM, Tagami J. Thin resin coating by dual-application of all-in-one adhesives improves dentin bond strength of resin cements for indirect restorations. Dent Mater J. 査読あり 2010 29(5) 615-622.

⑥Ariyoshi M, Nikaido T, Foxton RM, Tagami J. Influence of filling technique and curing mode on the bond strengths of composite cores to pulpal floor dentin. Dent Mater J. 査読あり 2010 29(5) 562-569.

⑦Takahashi R, Nikaido T, Ariyoshi M, Foxton RM, Tagami J. Microtensile bond strengths of a dual-cure resin cement to dentin resin-coated with an all-in-one adhesive system using two curing modes. Dent Mater J. 査読あり 2010 29(3) 268-276.

〔学会発表〕（計4件）

①I. GANDO, M. ARIYOSHI, T. NIKAIIDO, M. IKEDA, A. SADR, and J. TAGAMI Wear resistance of surface coating materials by toothbrushing abrasion IADR 2012年06月20日～2012年06月23日 Iguacceededil;u Falls, Brazil

②R. Takahashi, M. Ariyoshi, T. Nikaido, S. Okano, M. Nagai, T. Yasue, M. Ikeda, H. Miura, K. Takakuda, J. Tagami. Cutting efficiency of diamond burs on zirconia

ceramics IADR 平成22年7月15日 スペイン、  
バルセロナ

③M. ARIYOSHI, Y. SHIMADA, A. SADR, J.  
TAGAMI, Y. SUMI Diagnosis of interdental  
cavitated caries lesions by Optical  
Coherence Tomography IADR 平成22年7月  
15日 スペイン、バルセロナ

④有吉芽生, 高橋礼奈, 二階堂 徹, 岡野秀  
鑑, 永井正洋, 安江 透, 池田正臣, 三浦宏  
之, 高久田和夫, 田上順次 ジルコニア切削  
用ダイヤモンドポイントにおける切削効率  
の検討 日本歯科理工学会 平成 22 年 4 月  
18 日 東京

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

有吉 芽生 (ARIYOSHI MEU)  
東京医科歯科大学・歯学部・非常勤講師  
研究者番号：20516299