

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：34408

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K11184

研究課題名(和文) 審美面と強度を兼ね備えたナノジルコニアクラスプの創製

研究課題名(英文) Creation of nano zirconia clasp combining aesthetic aspect and strength

研究代表者

岡崎 定司 (OKAZAKI, Joji)

大阪歯科大学・歯学部・教授

研究者番号：80169094

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：一般的に使用される部分床義歯のクラスプは、審美性に劣り、金属アレルギーの場合には使用できないことから、レジンコーティング法やノンクラスプ義歯等の様々な材料や工夫が検討されているが不明確な部分が多く、弾性が低いことからジルコニアのクラスプへの応用には至っていない。そこで、本研究では、われわれは高い破壊靱性を持ちながら弾性も有するナノジルコニアに着目し、審美性・機械強度に優れた新規クラスプの開発を行い、臨床応用を目指す。3点曲げ試験や引抜試験、臨床応用に関する評価から、ナノジルコニアを義歯のクラスプに工夫して利用することで臨床応用できる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The clasp of the partial denture generally used is inferior in aesthetics and can not be used in the case of metal allergy, so various materials and devices such as resin coating method and nonclasp denture have been examined. It has not been applied to zirconia clasp because of its many clear parts and low elasticity. Therefore, in this research, we focus on nano zirconia with high fracture toughness but also elasticity, we will develop a new clasp with excellent aesthetic and mechanical strength and aim for clinical application. It is suggested that nanozirconia can be clinically applied by devising the denture clasp from the three point bending test, the pull-out test, and the clinical application.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：ナノジルコニア クラスプ

### 1. 研究開始当初の背景

近年、歯科治療における金属アレルギーの問題や患者の審美性に対する要求からジルコニアをはじめとしたオールセラミック修復がCAD/CAM技術の進歩とともにその優れた審美性、生体親和性から広く用いられてきている。その適用は、単独歯修復だけでなく、複雑な補綴物およびインプラント治療へと応用されている。ジルコニアは高い強度を持ち、クラックの拡大を抑制するというセルフヒーリング効果を有することから、更なる臨床応用が期待できる。

一般的に臨床で使用される部分床義歯のクラスプの材料はコバルトクロム合金等が挙げられ、審美性に劣り、特に金属アレルギーを持つ患者には使用できないのが現状である。このため、金属クラスプに変わる材料として、クラスプの鉤腕にレジンコーティングを施す方法や、ポリアセタール樹脂のクラスプなどの方法が報告されてきた。しかし、これらの方法は金属アレルギーの患者には使用できない、剛性や弾性などの機械的性質が不鮮明である等、複数の課題が残されている。その点で審美面と強度に勝るジルコニアはこれらに変わる材料としての期待が著しい。

強度に優れるジルコニアであるが弾性が若干低く、維持力を必要とするクラスプにおいては臨床応用が厳しいといえる。近年開発されたナノジルコニアはこのようなイットリア系ジルコニアの欠点を克服するため、水熱特性に優れたセリアを安定剤として用いるアルミナ粒子の複合体の材料研究が進められ双方向ナノ複合体が構築された複合化セラミックスが開発された。ジルコニア粒の中にはナノサイズの酸化アルミナ粒子が、さらに酸化アルミナ粒子の中にはナノサイズのジルコニア粒子が取り込まれ複合化している。通常の粒界では不純物が混入されやすく、強度を低下させる原因となってしまうが、ナノジルコニアでは不純物が無く粒界がきわめて強くなる。これにより強い曲げ強さと強固な破壊靱性値を有している。また、このナノジルコニアは厚みを薄くすることで弾性を持つことが知られており、本大学ではテレスコピッククラウンの支台歯として臨床応用を開始している。この材料を使用すれば、金属クラスプに変わるセラミッククラスプの開発が期待できる。

われわれ歯科医師が義歯を装着する患者のQOLを向上させるためには、咀嚼、会話、審美面にも満足し、口腔の健康維持に役立つことなどがあげられる。これらのことを達成するためには適正な咬合、様々な機能、感覚、外観などの回復や改善を果たし、顎口腔系の保全をはかることが基本であり、パーシャルデンチャーの必要性と意義がある。そういった意味では既存の金属を使ったクラスプは審美面では患者の満足を得難く、審美面で良好であり、かつ機械的強度がある材料として

ナノジルコニアを選びクラスプとして有用性があるか検討することとした。

### 2. 研究の目的

現在の歯科治療には、患者からの審美面に対する要求や金属アレルギーに対する問題から、ジルコニアをはじめとしたオールセラミック修復が広く用いられている。一般的に使用される部分床義歯のクラスプは、審美性に劣り、金属アレルギーの場合には使用できないことから、レジンコーティング法やノンクラスプ義歯等の様々な材料や工夫が検討されているが不明確な部分が多く、弾性が低いことからジルコニアのクラスプへの応用には至っていない。そこで、本研究では、われわれは高い破壊靱性を持ちながら弾性も有するナノジルコニアに着目し、審美性・機械強度に優れた新規クラスプの開発を行い、臨床応用を目指す。

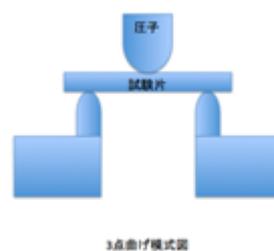
### 3. 研究の方法

#### (1)義歯のクラスプとして適正な維持力を発揮するための弾性を有するナノジルコニア材料の厚みの策定

既成の金属クラスプ材料として使用されるコバルトクロム合金、金銀パラジウム合金、3級合金および本実験に使用するナノジルコニアの厚みを変化させ、3点曲げ強度を調べることで義歯のクラスプとして十分な維持力を発揮できる条件を策定する。

なお、本実験に使用する材料は長さ15mmと設定し、厚みを複数にわけ、それぞれ試験体は各4検体とし、万能試験機を利用して、3点曲げ試験を行う。

なお、本実験で使用するナノジルコニアに関してはパナソニックヘルスケアより提供される。



#### (2)ナノジルコニアより作製したクラスプの設計の検討

焼き入れ可能な炭素鋼で、上顎右側第一小臼歯を想定した模型を作製する。模型の寸法は、高さ12mm、最大豊隆部の直径を12mmとし、繰り返し着脱が常に一定の方向となるよう、ガイドプレーンとして長さ8mmの大きさの面を設定する。また、最大豊隆部から下1mmのところアンダーカット0.25mmを、最大豊隆部下2mmでアンダーカット0.50mmがとれるような設計をとる。作業用模型よりCAD/CAM法を利用してナノジルコニアクラ

スプの作製を行う。また、アンダーカット 0.25、0.50 mm の両方を使用する。その後、万能試験機を使用して、上顎右側第一小臼歯を想定した模型に、クラスプの繰り返し着脱試験を行う。また、ナノジルコニアの特性を生かした設計として義歯設計とし、中間欠損症例に対するフレーム設計を行い、同じくクラスプの着脱試験を行った。

### (3) 臨床応用

前述の実験結果を踏まえ、ナノジルコニアを拮抗腕とし、唇側にポリエステル樹脂を利用した義歯を作製し、大阪歯科大学附属病院に通院する女性患者に適應した。詳しくは研究成果に記載する。なお、本実験は大阪歯科大学医の倫理委員会の承認をえて行った。

## 4. 研究成果

### (1) 義歯のクラスプとして適正な維持力を發揮するための弾性を有するナノジルコニア材料の厚みの策定

ナノジルコニアは日本パナソニック電子株式会社より販売され、2006 年に薬事承認されている。セリア安定化ジルコニア結晶内に数百 nm サイズのアルミナ粒子が、さらにアルミナ結晶粒内にも数十 nm サイズの微細なセリア安定型ジルコニア粒子がそれぞれ取り込まれた組織が複合化している構造である。

一般手に使用される既成の金属クラスプ材料としてはコバルトクロム合金、金銀パラジウム合金、3 級金合金があげられる。3 点曲げ試験を行ったところ、他の金属と比較してもナノジルコニアでは維持腕としては十分な強度を果たさない可能性が示唆された。

### (2) ナノジルコニアより作製したクラスプの設計の検討

上顎右側 4 (5 6 の中間欠損) に対してクラスプ設計を行い、ガイドプレーンおよびレスト形成後、CAD/CAM によりナノジルコニアクラスプを作製した。CAD/CAM 法により数回に渡り作製を行ったが、常に維持腕先端部の適合は不良で、維持力も低下していた。逆に拮抗腕やガイドプレーン等は適合が良好であることが明らかとなった。従って、クラスプの着脱試験を行う予定であったが、着脱試験は叶わなかった。また、ナノジルコニアの物性を考えた場合、前述の実験結果と併せて考慮しても維持腕として使用する場合ナノジルコニアの破折の可能性が高いと推察した。



図 1 利用した模型 (ニッシン社製)



図 2 ナノジルコニアクラスプ (試作品)

次にナノジルコニアの特性を生かした義歯設計として、中間欠損症例に対するフレーム設計を行った。図 3 に示すフレームに対し引き抜き試験を行った結果、アンダーカット部に維持腕としてナノジルコニアを取り込んでしまうことにより破折の恐れがあることを確認した。拮抗腕、ガイドプレーン、レスト部は両者ともに良好な適合を示していた結果から、図 4 のような維持腕を使用しないナノジルコニアクラスプを作製したところ、拮抗腕、ガイドプレーン、レストの適合の良さから、ある程度の維持は得ることができることが明らかとなった。そこで、ポリエステル樹脂の併用を検討した。



図 3 ナノジルコニアクラスプ (試作品)





図4 ナノジルコニアクラスプ（試作品）維持腕を使用しなかった

### (3) 臨床応用

ナノジルコニアを拮抗腕使用し、ポリエステル樹脂を唇側に使用した場合、十分な維持が獲得できることが明らかとなったので、和田精密株式会社の協力のもと、患者に十分な説明とご理解をえたうえで臨床応用に臨んだ。

患者は初診時 69 歳の女性で初診日は平成 29 年 9 月 24 日、主訴は臼歯部欠損による咀嚼障害であった（図 5）。また、既往歴は金属アレルギーで義歯に金属を使用することができないことからナノジルコニアを利用した義歯の利点欠点について説明し、補綴治療を開始した。

エックス線写真検査による歯槽硬線は明瞭で、歯根膜腔の拡大、歯根の破折は認めなかった。歯周基本検査から、歯周ポケットは 4mm 以下、動揺度 0 であった。しかし、既往歴として金属アレルギーを有する事から、金属を使用しない本義歯の使用について十分説明し、作製を開始した。研究成果(2)の結果から、維持腕にはポリエステル樹脂を利用することとした。

完成したナノジルコニアフレーム義歯に対し、患者は十分な満足をいただき、良好な経過を辿っている。（図 6-8）今後とも経過を観察する予定である。



図 5 初診時口腔内写真

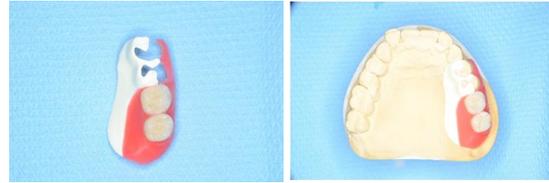


図 6 上顎蠟義歯写真



図 7 下顎蠟義歯写真



図 8 蠟義歯試適写真

以上の結果より、ナノジルコニアを義歯のクラスプに工夫して利用することで臨床応用できる可能性が示唆された。

### 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 3 件）

1. Nishizaki M, Komasa S, Taguchi Y, Nishizaki H, Okazaki J. Bioactivity of NANOZR Induced by Alkali Treatment. International Journal of Molecular Science 査読有  
<http://doi.org/10.3390/ijms18040780>, 18(4), 2017.
2. Komasa S, Nishizaki M, Kusumoto T, Terada C, Yin D, Kawamoto A, Yamamoto S, Yoshimine S, Nishizaki H, Shimizu H, Okazaki J, Kawazoe T. Osteogenesis-Related Gene Expression on Alkali-Modified NANOZR and Titanium Surfaces with nanonetwork Structures. バイオインテグレーション学会雑誌 査読有  
7:87-94,2017.
3. Komasa S, Satoh W, Naito D, Nishizaki M, Zhang H, Nakai K, Kusumoto T, Yoshimine S, Kon-I H, Takahashi K, Nishizaki H, Komasa Y, Okazaki J. Impact of clinical experience on the attitude of dentists toward nonmetal clasp

dentures. Journal of Osaka Dental University 査読有 50(2):85-92, 2016.

〔学会発表〕(計 3 件)

1. 西崎真理子, 小正 聡, 田口洋一郎, 西崎宏, 岡崎定司.

アルカリ処理したナノジルコニアの生体活性

第 47 回日本口腔インプラント学会学術大会

2017 年 9 月 24 日

京都市歯科医師会館 (京都府京都市)

2. 岡崎定司, 小正 聡, 佐藤 航, 西崎 宏  
審美性と強度を兼ね備えたナノジルコニア  
クラスプの創製

第 23 回日本歯科医学会総会

2016 年 10 月 22 日

福岡国際会議場 (福岡県福岡市)

3. 佐藤 航, 小正 聡, 内藤大介, 高橋一也,  
西崎 宏, 小正 裕, 岡崎定司.

日本補綴歯科学会第 125 回学術大会

2016 年 7 月 10 日

石川音楽堂 (石川県金沢市)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

岡崎 定司 (OKAZAKI, Joji)

大阪歯科大学・歯学部・教授

研究者番号: 80169094

### (2) 研究分担者

小正 聡 (KOMASA Satoshi)

大阪歯科大学・歯学部・講師

研究者番号: 70632066