

令和 3 年 6 月 4 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K17113

研究課題名(和文) PEEK冠の臨床応用に向けた基礎的研究

研究課題名(英文) Fundamental research for clinical application of PEEK crown

研究代表者

大森 哲 (Omori, Satoshi)

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・助教

研究者番号：70706895

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではポリエーテルエーテルケトン(PEEK)のクラウンへの応用として、PEEK冠およびレジン前装PEEK冠の臨床術式を確立・提案することを目的とした。

臼歯部モノリシックPEEK冠において、繰り返し荷重の有無によるクラウン咬合面および軸面厚み・形態の最適化、支台歯形成形態の最適化を行い、PEEK冠は咬合面厚み1.0mm、マージン形態はディープシャンファーのときに優れた機械的強度を有することが明らかになった。また、臼歯部レジン前装PEEK冠において、PEEKフレームワーク形態および前装部コンポジットレジン形態の違いによらず、十分な機械的強度を有していることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新規メタルフリー修復材料としてPEEKのクラウンへの応用が期待されている。PEEKは優れた機械的特性を有しているが、十分な審美性を有しているとは言えず、より一層口腔内の色調に調和させるためにはPEEKへのコンポジットレジンの前装が有効と考えられている。

本研究では、PEEKのクラウンへの応用として、PEEK冠およびコンポジットレジン前装PEEK冠に最適な支台歯形成形態、PEEKフレームワーク形態の提案を行った。このPEEK冠の臨床術式を確立・提案は臨床応用拡大に向けて極めて有益な情報となりうると考える。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to establish clinical procedures for monolithic polyetheretherketone (PEEK) crowns and composite resin veneered PEEK crowns for molar regions.

In the monolithic PEEK crown, the occlusal and axial tooth reductions were optimized with and without mechanical cycling. The monolithic PEEK crown has superior mechanical strength with 1.0-mm occlusal reduction and deep-chamfer finish line. In addition, the composite resin veneered PEEK crown has sufficient mechanical strength regardless of the framework design and veneered composite resin design.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：PEEK ポリエーテルエーテルケトン 破壊強度 クラウン 歯冠補綴材料

## 様式 C - 19 , F - 19 - 1 , Z - 19 ( 共通 )

### 1 . 研究開始当初の背景

歯科治療において歯冠部歯質欠損症例や、根管処置歯に対する補綴処置を行う際に、クラウンによる歯冠補綴修復が行われる。従来からクラウンは全部金属冠や陶材焼付鑄造冠に代表されるように、金属を使用したものが主流であり、金属修復はその機能性、高い精度、高い長期安定性などの理由から臨床で広く利用されている。しかし、金属修復は金属アレルギーのリスクを有し、審美的要求の高まりから、代替材料としてのメタルフリー修復の必要性が高まっている。臼歯部においてハイブリッドレジン CAD/CAM 冠の適応が保険収載され、補綴物のメタルフリー化が進行している。ところが、脱離や破折のリスクが高いという問題点も報告されている。

新規メタルフリー修復材料としてポリエーテルエーテルケトン ( PEEK ) のクラウンへの応用が期待されている。PEEK は金属と比べると審美性に優れるが、より口腔内の色調に調和させるためには PEEK へのコンポジットレジンの前装が有効と考えられる。PEEK 材の臼歯部クラウンへの応用に際し、機能が重要視される大臼歯部では PEEK 単独使用のモノリシック PEEK 冠、機能性と審美性の両方が求められる前歯部・小臼歯部ではコンポジットレジン前装 PEEK 冠の適応が考えられる。

しかしながら、モノリシック PEEK 冠の応用に際し、支台歯形成形態 ( 咬合面削除量、マージン形態 ) や口腔内での長期使用を想定した繰り返し荷重時のクラウンの機械的強度におよぼす影響については知られていなかった。また、コンポジットレジン前装 PEEK 冠の支台歯形成形態および PEEK フレームワーク形態、前装コンポジットレジン形態がクラウン機械的強度に及ぼす影響については知られていなかった。

### 2 . 研究の目的

本研究では、モノリシック PEEK 冠・コンポジットレジン前装 PEEK 冠の機械的強度を評価することにより、モノリシック PEEK 冠・コンポジットレジン前装 PEEK 冠に最適な支台歯形成条件、PEEK 設計デザインを提案することを目的とした。具体的には以下の内容の研究を行った。

( 1 ) モノリシック PEEK 冠における PEEK 厚み ( 支台歯形成量 ) を変化させた時の、繰り返し荷重の有無におけるクラウン破壊強度の解析、クラウン形態・支台歯形成形態の最適化

( 2 ) コンポジットレジン前装 PEEK 冠における PEEK フレームワーク形態および前装コンポジットレジン形態を変化させた時の、クラウン破壊強度の解析と PEEK フレームワーク形態・前装コンポジットレジン形態の最適化

### 3 . 研究の方法

( 1 ) モノリシック PEEK 冠における PEEK 厚み ( 支台歯形成量 ) を変化させた時の、繰り返し荷重の有無におけるクラウン破壊強度の解析、クラウン形態・支台歯形成形態の最適化

下顎右側第一大臼歯のメラミン歯を用い、咬合面削除量、軸面削除量、マージン形態を変えて支台歯形成を行った。試料は 1.0/C ( 咬合面削除量 1.0mm、軸面削除量 1.0mm、シャンファー形態 )、1.5/C ( 1.5mm、1.0mm、シャンファー形態 )、1.0/DC ( 1.0mm、1.5mm、ディープシャンファー形態 )、1.5/DC ( 1.5mm、1.5mm、ディープシャンファー形態 ) の 4 群とし、各形態の支台歯に対応するモノリシック PEEK 冠を各 24 個ずつ作製した。支台歯をコア用レジンにて複製し、作製したモノリシック PEEK 冠を接着性レジンセメントにて接着し、専用ジグに包埋した。包埋後、半数の試料を衝突摩耗試験機にて咬合面中心窩に歯軸方向に繰り返し荷重試験 ( 50N、1Hz、24 万回 ) を行った後、万能試験機を用いて同部位、同方向にモノリシック PEEK 冠が破壊するまで荷重し、破壊時最大荷重値を測定した。破壊後の試料は、実体顕微鏡を用いて破折様相の観察・分類を行った。

( 2 ) コンポジットレジン前装 PEEK 冠における PEEK フレームワーク形態および前装コンポジットレジン形態を変化させた時の、クラウン破壊強度の解析と PEEK フレームワーク形態・前装コンポジットレジン形態の最適化

上顎大臼歯を想定したステンレス製支台歯模型 ( 軸面テーパ $6^{\circ}$ 、歯冠高径 5mm、直径 11mm ) を用いた。試料はコンポジットレジン前装 PEEK 冠、STD ( 全周 0.5mm 厚の PEEK フレームワークにコンポジットレジン前装 )、EXP ( 口蓋側歯頸部に高さ 2.5mm のサポート形態を付与した 0.5mm 厚の PEEK フレームワークにコンポジットレジン前装 )、CRC ( CAD/CAM コンポジットレジン冠 ) の 3 群とし、支台歯模型に対して各群 12 個ずつクラウンを作製した。クラウンはいずれも咬合面厚み 2 mm、直径 11 mm となるように作製した。作製した試料を接着性レジンセメントでステンレス製支台歯模型に接着後、専用ジグに包埋した。万能試験機を用いて咬合面中央から口蓋側辺縁に向かって 4mm の点に歯軸方向に破壊が生じるまで荷重を負荷し、破壊時最大荷重値を記録した。破壊後の試料は、実体顕微鏡を用いて破折様相の観察・分類を行った。

### 4 . 研究成果

( 1 ) モノリシック PEEK 冠における PEEK 厚み ( 支台歯形成量 ) を変化させた時の、繰り返し荷重の有無におけるクラウン破壊強度の解析、クラウン形態・支台歯形成形態の最適化

各条件における 1.0/C, 1.0/DC, 1.5/DC, 1.5/DC の破壊荷重値の平均値および標準偏差は以下それぞれ繰り返し荷重なし (MCO) 群で  $2287.8 \pm 164.6\text{N}$ ,  $2627.5 \pm 220.5\text{N}$ ,  $2195.8 \pm 132.3\text{N}$ ,  $22543.9 \pm 162.9\text{N}$ , 繰り返し荷重 (MC) 群ではそれぞれ  $2564.0 \pm 328.8\text{N}$ ,  $2977.9 \pm 357.0\text{N}$ ,  $2201.5 \pm 180.7\text{N}$ ,  $2210.1 \pm 137.1\text{N}$  であった。MCO 群では, 1.0/DC が 1.5/C に対して有意に高い値を示し, MC 群では 1.0/C と 1.5/C, 1.0/DC と 1.5/C および 1.5/DC 間に統計学的有意差が認められた。また MCO 群と MC 群における各形成量同士の比較では, 同一形態の試料では繰り返し荷重前後で統計学的有意差を認めなかった (図 1)。

各条件での破折様相の Class A (クラウンのみの破壊) および Class B (支台歯の破壊を伴う破壊) の試料数 (Class A:Class B) は, 1.0/C, 1.5/C, 1.0/DC, 1.5/DC の順に MCO 群で, (12:0), (11:1), (3:9), (0:12), MC 群で (8:4), (12:0), (0:12), (1:11) となった (表 1)。

本研究結果より, モノリシック PEEK 冠は咬合面の厚みが繰り返し加重試験後の破壊強度に影響を及ぼし, 咬合面削除量の小さい (クラウン咬合面厚みが薄い) ほうが破壊荷重に抵抗する可能性が示唆された。また, 軸面削除量の小さい (クラウン軸面厚みが薄い) ほうが再修復治療の可能性が高いことが示唆された。

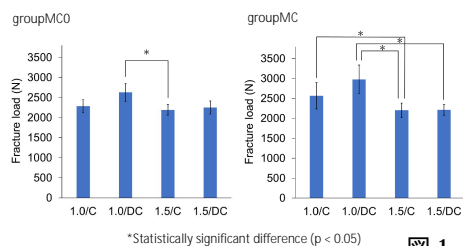


図 1

	groupMCO		groupMC	
	Class A	Class B	Class A	Class B
1.0/C	12	0	8	4
1.5/C	11	1	12	0
1.0/DC	3	9	0	12
1.5/DC	0	12	1	11

表 1

## (2) コンポジットレジン前装 PEEK 冠における PEEK フレームワーク形態および前装コンポジットレジン形態を変化させた時の, クラウン破壊強度の解析と PEEK フレームワーク形態・前装コンポジットレジン形態の最適化

各群の破壊荷重の平均値と標準偏差は, STD, EXP, CRC 群の順に  $1610.9 \pm 361.1\text{N}$ ,  $1680.8 \pm 178.0\text{N}$ ,  $1698.0 \pm 283.7\text{N}$  であった。STD と EXP, STD と CRC, EXP と CRC の間には統計学的有意差は認められなかった (図 2)。

破折様相では, Class 1 (再修復治療可能な破折) および Class 2 (再修復治療困難な破折) の試料数 (Class 1:Class 2) は STD, EXP, CRC 群の順に (9:3), (10:2), (2:10) であった。STD と EXP の間には統計学的有意差は認められなかったが, STD と CRC, EXP と CRC の間でそれぞれ統計学的有意差が認められた (表 2)。

本研究結果より, コンポジットレジン前装 PEEK 冠は, PEEK フレームワークの形態によらず高い破壊強度を示し, CAD/CAM コンポジットレジン冠と比較して高い確率で支台歯への影響が少ない破折様相を示し, 臨床応用の可能性が示唆された。

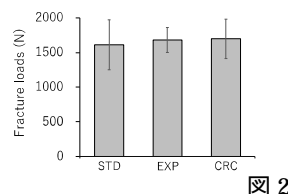


図 2

	Class 1 (Restorable failure)	Class 2 (Non-restorable failure)	Statistical category
STD	9 (75.0%)	3 (25.0%)	a
EXP	10 (83.3%)	2 (16.7%)	a
CRC	2 (16.7%)	10 (83.3%)	b

Statistical significance is expressed between the different letters ( $p < 0.017$ )

表 2

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Ayaka Shirasaki, Satoshi Omori, Chiharu Shin, Mina Takita, Reina Nemoto, Hiroyuki Miura	4. 巻 18
2. 論文標題 Influence of occlusal and axial tooth reduction on fracture load and fracture mode of polyetheretherketone molar restorations after mechanical cycling	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Asian Pacific Journal of Dentistry	6. 最初と最後の頁 29 ~ 36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Mina Takita, Satoshi Omori, Chiharu Shin, Ayaka Shirasaki, Reina Nemoto, Hiroyuki Miura	4. 巻 8
2. 論文標題 Effect of framework design on fracture strength of composite resin veneered polyetheretherketone (PEEK) crowns	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of the Japan Academy of Digital Dentistry	6. 最初と最後の頁 151 ~ 162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Sukumoda Erika, Nemoto Reina, Nozaki Kosuke, Omori Satoshi, Noda Michiko, Sato Miho, Takita Mina, Miura Hiroyuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Increased Stress Concentration in Prosthesis, Adhesive Cement, and Periodontal Tissue with Zirconia RBFDPs by the Reduced Alveolar Bone Height	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Prosthodontics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jopr.13293	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Noda Michiko, Omori Satoshi, Nemoto Reina, Sukumoda Erika, Takita Mina, Foxton Richard, Nozaki Kosuke, Miura Hiroyuki	4. 巻 16
2. 論文標題 Strain analysis of anterior resin-bonded fixed dental prostheses with different thicknesses of high translucent zirconia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Dental Sciences	6. 最初と最後の頁 628 ~ 635
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jds.2020.10.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------