

令和元年6月12日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K11597

研究課題名(和文) PEEK樹脂による審美的クラスプの開発

研究課題名(英文) Development of esthetic clasp with polyetheretherketone(PEEK)

研究代表者

石田 雄一 (ISHIDA, Yuichi)

徳島大学・病院・講師

研究者番号：90403708

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：PEEK樹脂によって製作されたクラスプを使用する場合、義歯の主材料であるPMMAレジンに埋入・接着させる必要がある。PMMAレジンとPEEKとの接着試験を行ったところ、PEEKにロカテック処理とセラミックプライマー処理を行った際に最も接着力が高くなった。また、PEEKクラスプの製作過程、チェアサイドでの調整過程では切削作業が必要となり、その後の研磨作業は必須である。研磨方法を表面粗さを測定しながら調査したところ、アクアブルーペーストを用いてポリッシングを行った方法が最も研磨効率がよかった。PEEKクラスプの試作品も製作したが、望ましい適合が得られなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

義歯の構成要素の1つであり、義歯を歯に固定するためのクラスプは主に金属で製作される。そのため、金属色による審美障害や歯科用金属アレルギーを有する患者には使用できない。PEEKは歯冠色に近い色調と優れた機械強度を有しており、生体親和性も高い。PEEKを用いたクラスプを開発することで、義歯の安定に必要な機能を維持しつつ、審美的で低侵襲なクラスプが実現できると期待できる。本研究はPEEKクラスプを臨床応用する上で必須となる内容であり、学術的意義や社会的意義は高いといえる。

研究成果の概要(英文)：In the use of PEEK as the clasp of removable partial denture, the PEEK clasp must be affixed to the denture base resin. In the adhesive experiment between PEEK and acrylic resin, rocatec treatment with ceramic primer application showed the highest shear bond strength. Furthermore, polishing smooth surface of PEEK clasp is required after the adjustment on the laboratory side and chairside. The methods of polishing PEEK surface were investigated with using a laser microscope. The surface roughness (the mean height of the surface and mean deviation of the assessed profile) of PEEK polished by "Aqua blue paste" and soft brush were significantly smaller than other groups. Additionally, prototype PEEK clasps were made. But appropriate fit between PEEK clasp and abutment tooth was not obtained.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：PEEK クラスプ 審美 金属アレルギー

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

歯が欠損した際に用いられる部分床義歯は、1 歯欠損から 1 歯残存まで適応することができる治療方法であり、難易度の差はあるものの、顎堤の状態や全身状態に左右されずに用いることができる欠損補綴治療の中でも最も適応範囲の広い治療方法である。さらに、取り外しが容易であるために本人、他者を問わずに日々のメンテナンスが行い易いことや、他の方法に比べて身体における侵襲を最小限に抑えて製作することができることから、昨今の超高齢社会化を背景にその需要度は高まっている。

一方で、義歯の構成要素の 1 つであるクラスプの主な材料は銀色の金属であるため、白い歯に適応した場合、非常に際立つ存在となる。そのため前歯から小臼歯にかけてクラスプを使用する症例では、審美的な回復は非常に困難となり、見た目を嫌がって義歯を使用しないという人も多い。また、近年では歯科用金属に対してアレルギーを有している患者が増えており、クラスプ製作のために用いられるコバルトクロム合金や金銀パラジウム合金に対してアレルギーを有している場合には、義歯が必要であっても使用できないという問題が生じる。

金属を使用しない義歯にはノンクラスプデンチャーがあり、非常に優れた審美性と金属アレルギー患者にも使用できる利点がある。しかし、主な材料である熱可塑性樹脂は柔軟性が大きすぎるため義歯のたわみを増加させ、維持力・把持力・支持力の不足も相まって、顎堤粘膜の疼痛や不安定な咬合回復、支台歯の移動を惹起させる危険性がある。

スーパーエンジニアリングプラスチックの 1 つであるポリエーテルエーテルケトン樹脂 (以下、PEEK 樹脂) は、歯冠色に近い色調と優れた機械強度と高い生体親和性を有しており、Cr-Br やインプラント上部構造への応用が報告されてきている。また、伸びにおいてもアクリルレジンよりもしなやかで PLA 樹脂よりも小さいため、PEEK 樹脂を用いることでクラスプに求められる理想的な物性と高い審美性を確保できる可能性が考えられる。しかし、これまで PEEK 樹脂性クラスプに関する研究は行われていない。

### 2. 研究の目的

本研究では、PEEK 樹脂を用いたクラスプの開発を行う。PEEK 樹脂はすでに整形外科等の医療分野で使用されていることもあり、基本物性や生体親和性については既知のところである。そこで、義歯のクラスプとして応用するために、まずは義歯の主な材料であるアクリルレジンとの最適な接着方法、PEEK 樹脂の研磨方法について調査する。

クラスプは義歯のアクリルレジンに埋入されることで義歯と一体化している。クラスプには義歯に加わる咬合力、義歯が脱離しようとする力の多くが加わるため、もしその接着が弱いとクラスプが義歯から脱離して義歯の破損が生じてしまう。そのため、PEEK 樹脂とアクリルレジンの接着を十分に確保することは非常に重要となる。

研磨が不十分で表面が粗造な義歯は、口腔内細菌やデンチャープラークが非常に付着しやすく、口臭や残存歯のう蝕や歯周病の要因となり、高齢者においては誤嚥性肺炎の一因となることもある。PEEK 樹脂製のクラスプは、PEEK 樹脂ディスクから CAD/CAM によって削り出すことで製作される。さらに、チェアーサイドにおける調整時にも PEEK クラスプを切削することは多くの場合で生じると予想されるため、PEEK クラスプ表面を滑沢な状態に維持するためにも簡便で確実な研磨方法の確立が必須となる。

さらに、PEEK 樹脂はこれまでのクラスプの主材料であった金属とは物性が大きくことなるため、PEEK 樹脂に最適なクラスプの形態を模索する。

### 3. 研究の方法

#### (1) PEEK 樹脂の接着試験

被接着体は PEEK 樹脂とコバルトクロム合金の 2 種類とし、直径 10mm、高さ 3mm の円柱状とした。接着材料は常温重合レジンとした。被接着体に機械的・化学的表面処理を行った後、常温重合レジン接着させ、万能試験機を用いて剪断試験を行った。

(論文投稿中のため、詳細な記載は控える)

#### (2) PEEK 樹脂の研磨試験

図 1 に研磨試験に用いた材料を示す。試験片は直径 1mm、高さ 1mm の円柱状とし、PEEK ディスクから削り出して製作した。全ての試験片は 800 番の耐水ペーパーを用いて流水下で研磨した。その後 70% のイソプロパノール中で 15 分間超音波洗浄を行ったのち、蒸留水にて 3 回洗い流した。

試験片の研磨方法は以下の 7 種類とした。

NT：表面研磨を行わなかった

C：歯科用ゴム製研磨材 (セラマスター HP 13S、松風、日本) で 1 分間、20,000 min<sup>-1</sup> の速さで研磨した

Material <sup>o</sup>	Brand Name <sup>o</sup>	Manufacturer <sup>o</sup>
PEEK <sup>o</sup>	JUVORA DENTAL DISCS <sup>o</sup>	Ivity Bio Biomaterial Solutions, Lancashire, UK <sup>o</sup>
歯科用ゴム製研磨材 <sup>o</sup>	セラマスター HP 13S <sup>o</sup>	SHOFU, Kyoto, Japan <sup>o</sup>
ポリッシングブラシ <sup>o</sup>	フランネルポイント <sup>o</sup>	Polirapid, Singen, Germany <sup>o</sup>
艶出しペースト <sup>o</sup>	シルキーシャイン <sup>o</sup>	Yamahachi, Aichi, Japan <sup>o</sup>
艶出しペースト <sup>o</sup>	アクアブルーペースト <sup>o</sup>	Quest corp., Aichi, Japan <sup>o</sup>

図1. 研磨試験に用いた材料

CS: セラマスターで1分間、20,000 min<sup>-1</sup>の速さで、シルキーシャイン(山八、日本)で1分間、10,000 min<sup>-1</sup>の速さで研磨した

CSB: セラマスターで1分間、20,000 min<sup>-1</sup>の速さで、シルキーシャインで30秒間、10,000 min<sup>-1</sup>の速さで、さらに艶出しペースト(アクアブルーペースト、クエスト、日本)で30秒間、10,000 min<sup>-1</sup>の速さで研磨した

CB: セラマスターで1分間、20,000 min<sup>-1</sup>の速さで、アクアブルーペースト1分間、10,000 min<sup>-1</sup>の速さで研磨した

S: シルキーシャインで3分間、10,000 min<sup>-1</sup>の速さで研磨した

B: アクアブルーペーストで3分間、10,000 min<sup>-1</sup>の速さで研磨した

シルキーシャインおよびアクアブルーペーストで研磨する際には、全てポリッシングブラシ(Flannel Discs No. 102, Polirapid, Germany)に付けて行った。

試験片はレーザー顕微鏡(レーザーマイクロ스코プ OPTELICS HYBRID、レーザーテック、神奈川、日本)にて観察した。Sa(面の算術平均高さ)、Ra(線の算術平均高さ)それぞれ算出するため、各面あたり3箇所を計測し、得られた表面粗さの数値において中央値を示したデータを代表値として用い、各群の平均表面粗さを計算した。

### (3) PEEK クラスプのデザインの検討

ジルコニアを用いて上顎犬歯、上顎第一小臼歯の模型(以下、支台歯)を製作し、歯科用口腔外スキャナにてPCに歯冠形態を取り込んだ。歯科用CADソフトを用いて数種類のクラスプをデザインし、PEEK ディスクからPEEK クラスプを削り出した。PEEK クラスプのバリの除去と研磨を行った後、マイクロSCOプで確認しながら支台歯に試適を行った。今後は繰り返し着脱試験を行い、維持力の変化を測定することで最適なデザインを模索する予定である。(実験中のため詳細な報告は控える)

## 4. 研究成果

### (1) PEEK 樹脂の接着試験

PEEK 樹脂に口カテック処理後、セラミックプライマーを塗布した場合、未処置のコバルトクロム合金と同程度の接着力が得られることが分かった。義歯の製作過程において、未処置のコバルトクロム合金をレジンに埋入することは一般的な作業工程である。(論文投稿中のため、詳細な記載は控える)

### (2) PEEK 樹脂の接着試験

各群の表面粗さの結果を表2に示す。Sa、RaともにベースラインとなるNTは0.69、0.65で最も大きい値を示した。NTと比較すると研磨を行った6群はいずれも表面粗さが有意に小さい値を示した。さらに、一元配置分散分析の結果より、研磨群の中で最も表面粗さが大きいCは残りの5つの研磨群と比較して有意に大きな表面粗さを示した。また、Saの値においてSはCSB、CB、Bよりも有意に大きな表面粗さを示し、Raの値においてSはCS、CSB、CB、Bよりも有意に大きい値を示した。

Polishing <sup>a)</sup> Group <sup>b)</sup>	Sa (μm) <sup>c)</sup>		Ra (μm) <sup>c)</sup>	
	Mean±SD <sup>d)</sup>	95% CI <sup>e)</sup>	Mean±SD <sup>d)</sup>	95% CI <sup>e)</sup>
NT <sup>a)</sup>	0.693±0.084 <sup>d)</sup>	0.633-0.754 <sup>e)</sup>	0.653±0.109 <sup>d)</sup>	0.575-0.730 <sup>e)</sup>
C <sup>a)</sup>	0.082±0.012 <sup>d)</sup>	0.073-0.090 <sup>e)</sup>	0.080±0.017 <sup>d)</sup>	0.068-0.092 <sup>e)</sup>
CS <sup>a)</sup>	0.018±0.004 <sup>d)</sup>	0.015-0.021 <sup>e)</sup>	0.018±0.006 <sup>d)</sup>	0.014-0.022 <sup>e)</sup>
CSB <sup>a)</sup>	0.016±0.005 <sup>d)</sup>	0.013-0.020 <sup>e)</sup>	0.016±0.005 <sup>d)</sup>	0.013-0.020 <sup>e)</sup>
CB <sup>a)</sup>	0.015±0.004 <sup>d)</sup>	0.013-0.018 <sup>e)</sup>	0.012±0.004 <sup>d)</sup>	0.009-0.015 <sup>e)</sup>
S <sup>a)</sup>	0.028±0.012 <sup>d)</sup>	0.019-0.037 <sup>e)</sup>	0.031±0.014 <sup>d)</sup>	0.021-0.042 <sup>e)</sup>
B <sup>a)</sup>	0.011±0.001 <sup>d)</sup>	0.010-0.012 <sup>e)</sup>	0.009±0.002 <sup>d)</sup>	0.008-0.011 <sup>e)</sup>

表2. 研磨試験の結果

が大きいCは残りの5つの研磨群と比較して有意に大きな表面粗さを示した。また、Saの値においてSはCSB、CB、Bよりも有意に大きな表面粗さを示し、Raの値においてSはCS、CSB、CB、Bよりも有意に大きい値を示した。

### (3) PEEK クラスプのデザインの検討

PEEK クラスプの試作品をいくつか製作したが、望ましい支台歯との適合を得ることができなかった。支台歯のスキャニング過程で誤差が生じていた可能性もあったため、石膏やメタルの支台歯も製作し検討したが、適合は改善されなかった。(実験中のため詳細な報告は控える)

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 2 件)

Kosuke Kurahashi, Takashi Matsuda, Yuichi Ishida, Tetsuo Ichikawa. Effect of polishing protocols on the surface roughness of polyetheretherketone, Jouenal of Oral Science, 査読あり, 2019

Tetsuo Ichikawa, Kosuke Kurahashi, Liu Lipei, Takashi Matsuda, Yuichi Ishida. Use of a polyetheretherketone clasp retainer for removable partial denture: a case report, Dentistry Journal, 査読あり, Jun 3;7(1), 2019 DOI: 10.3390/7010004

〔学会発表〕(計 2 件)

倉橋宏輔、松田 岳、石田雄一、市川哲雄、研磨方法がポリエーテルエーテルケトンの表面粗さに及ぼす影響、公益社団法人日本補綴歯科学会第 128 回学術大会、ポスターセッション、札幌、2019

石田雄一、チタン代替材料としての PEEK の可能性、公益社団法人日本口腔インプラント学会第 47 回学術大会、モーニングセミナー、仙台、2017

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：後藤 崇晴

ローマ字氏名： GOTO, Takaharu

所属研究機関名：徳島大学

部局名：大学院医歯薬学研究部(歯学域)

職名：助教

研究者番号(8桁): 00581381

研究分担者氏名：内藤 禎人

ローマ字氏名：NAITO, Yoshihito

所属研究機関名：徳島大学

部局名：大学院医歯薬学研究部(歯学域)

職名：徳島大学専門研究員

研究者番号(8桁): 20509773

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：倉橋 宏輔

ローマ字氏名：KURAHASHI, Kosuke

については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。