

学位論文

歯科用多目的超音波治療器エアフローSⅡ<sup>®</sup>の  
歯面為害性

青柳恵子

大学院歯学独立研究科 健康増進口腔科学講座  
(主指導教員:音琴淳一教授)

松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士(歯学)学位申請論文

Damage on Tooth Surface by using  
Air Flow SⅡ<sup>®</sup>

Keiko AOYAGI

Department of Hard Tissue Research, Graduate School of Oral Medicine  
(Chief Academic Advisor : Professor Jun-ichi OTOGOTO )

The thesis submitted to the Graduate School of Oral Medicine,  
Matsumoto Dental University, for the degree Ph.D. (in Dentistry)

## 【要旨】

近年、歯面の着色除去あるいは Professional Mechanical Tooth Cleaning(PMTC)時にグリシン粉末がエアアブレーションに使用されている。今回、グリシン粉末によるエアアブレーションが歯面に為害性があるか、従来法と比較検討した。

本研究に使用した機器は、1)エアフローSⅡ<sup>®</sup>(EMS社、スイス):新規法、2)クイックジェット<sup>®</sup>M(株式会社ヨシダ、東京):従来法、3)ピエゾンマスター<sup>®</sup>700(EMS社、スイス):超音波、4)ラバーカップ(プロフィーカップ Pro ソフトタイプ(カボデンタルシステムズジャパン株式会社、東京)、回転数M+メルサージュファイン(株式会社松風、京都):PMTCの4種類単独ならびにPMTCとの組合せとした。

基礎的検討として、便宜抜歯した抜去歯を台座に頬側面を上面に固定し、新規法、従来法、超音波は歯面から3mm離して先端を固定、エア圧0.5MPaにて5、10秒噴射した。超音波も5、10秒間操作した。それぞれ、セメントエナメル境(Cement Enamel Junction: CEJ)から根尖寄りセメント質、CEJから歯冠寄りエナメル質部に施行した。処置後に歯面を水洗乾燥し、走査型共焦点レーザー顕微鏡(OLS3000, LEXT, 東京)による非接触計測と表面形状の撮影をし、表面粗さ(Ra)を計測した。

その結果、新規法はセメント質面において噴射時間を長くしても表面粗さは有意に増加せず、PMTC処置後に近い表面粗さであることが示された。この傾向は、エナメル質面においても同様であった。また、新規法は従来法と比較して、10秒処置後のエナメル質面で表面粗さは有意に小さかった。

次に、臨床的検討を行った。対象者は、動的歯周治療終了後1年以上経過した、プラークコントロールが安定している歯周維持療法(Supportive Periodontal Therapy; SPT)期の患者で、かつ、歯面着色が認められるものとした。対象部位は着色が認められる上下顎前歯部頬側面とした。なお、歯周疾患に関連する全身疾患を有するもの、喫煙者等は除外した。

処置は、新規法、従来法、PMTCの各々単独、各処置のPMTCとの併用処置とした。研究開始時に口腔内写真撮影と歯周組織検査を施行した。その後、各種の処置を施行、所要時間を計測した。術後1、3ヶ月に口腔内

写真撮影と同時に、着色指数と知覚過敏等の為害性発現の有無を調査した。

その結果、新規法により歯面清掃時間が短縮され、歯面着色については PMTC 併用と同様の結果が得られた。また、研究期間中には歯周ポケット深さ(Probing Pocket Depth: PPD)や歯肉炎指数に変化はなく、知覚過敏等の為害性は確認されなかった。一方、従来法は歯面着色について新規法よりも多く認められる症例が多く、知覚過敏症状が発現することがあった。すなわち、臨床的検討によって、エアフローSⅡ<sup>®</sup>の為害性の発現は確認されず、使用時の安全性、有効性が示唆された。

## 緒 言

歯科治療，特に歯周治療において，機械的歯面ならびに歯根面のプラーク，歯石を代表とする病因を除去することは歯周基本治療として歯周病の改善，進行停止，健康維持するために必須である<sup>1, 2)</sup>。さらに，臨床では患者の希望もあり，プラーク，歯石とともに歯面着色物を除去することも同時に施行されることが多く<sup>2)</sup>，その方法も，歯周治療の進歩とともに変化してきた。

その方法の1つとして，エアアブレーションシステムが現在広く適用されている。この手法は 1980 年代から応用され，炭酸水素ナトリウム粉末を歯面に吹き付けるものが最初に臨床で施行された<sup>3, 4)</sup>。しかし，臨床的に知覚過敏症の発症や歯肉の浮腫が発現する例が報告され<sup>5, 6)</sup>，生活習慣病である高血圧症患者などにも使用制限があった。2000 年代に入ってから，噴射粉末は炭酸カルシウムに変更され，粒径を 60  $\mu\text{m}$  から 50  $\mu\text{m}$  に小さくし，さらに，フレーバーの付与により知覚過敏症の発症が軽減している<sup>7)</sup>。

グリシンはアミノ酢酸であり，タンパク質を構成する必須アミノ酸の中で不斉炭素を持たないため立体異性を持たない最も単純な構造である。またコラーゲンに多く含まれ，糖原生をもつ。体内で蓄積・分解しなかったものが現在では改善され水溶性となり，安全性が報告され<sup>8)</sup>，市販のエアアブレーションに使用されるようになり，欧米においては歯肉縁下に適用される報告も散見されるようになった<sup>9, 10)</sup>。

そこで今回，近年新しく利用されるようになったグリシン粉末を利用するエアアブレーションシステムの1つであるエアフローS II<sup>®</sup>(EMS 社，スイス)を応用する際に，歯面にどのような影響があるか，抜去歯を用いた基礎的研究により従来の方法と比較検討した。さらに，臨床における使用時の為害性、とくに着色除去時における為害性を検討したので報告する。

## 実験材料及び方法

### 1. 基礎的検討

#### 1)被験歯

矯正治療による理由で便宜抜歯した下顎第一小白歯，7 歯を実験に供した．局所麻酔下で可及的に歯面，特に歯根面に器具による圧がかからないように抜去した．その後，歯根膜組織，肉芽組織を肉眼的に除去，3%ホルマリン水溶液(武藤化学株式会社，東京)にて洗浄後，冷蔵保存した．再度，歯根面に付着した残存軟組織を除去ならびに洗浄後，頬側を上部に向け，半分を硬石膏(メガストーン，吉野石膏社，東京)に埋入，台座に固定した．その後，エナメル質面は#2000 耐水研磨紙(三井理化学社，埼玉)，セメント質面は#400 耐水研磨紙(三井理化学社，埼玉)にて均一の粗さに調整，洗浄後，実験に供した．

#### 2)使用機器，方法

以下の3種類の機器を使用した．

(1)エアフローSⅡ<sup>®</sup>(EMS 社，スイス):新規法:歯面清掃機能と超音波スクレーリング機能を有する機器であり，今回は歯面清掃モードで，エア圧 0.5MPa，粉末(ソフト，EMS 社，スイス)にて使用した．

(2)クイックジェット<sup>®</sup>M(株式会社ヨシダ，東京):従来法:エア圧 0.5MPa，粉末(Q パウダー，株式会社ヨシダ，東京)にて使用した．

(3)超音波スクレーラー(ピエゾンマスター<sup>®</sup>700，EMS 社，スイス):超音波:ピエゾンチップ A タイプ(EMS 社，スイス)を 5mm 程度水平移動するように操作した．

これら3種類の機器は歯面から 3mm 離して先端を固定した(図 1)．

さらに臨床的用途を想定し，Professional Mechanical Tooth Cleaning: PMTC を施行した．すなわち，ラバーカップ(プロフィーカップ Pro ソフトタイプ，カボデンタルシステムズジャパン株式会社，東京)をハンドピースに装着し，メルサージュファイン(株式会社松風，京都)を被験部位に塗布し，回転数 M にて 10 秒間操作した．

#### 3)処置方法

各機器は，頬側面のセメントエナメル境(cement-enamel junction: CEJ)付近に対して操作した．操作時には他部位に噴出しないよう，被験部位以外を

テープ(塗装用マスキングテープ, スリーエムジャパン, 東京)でカバーした. 最初にエナメル質面に5秒噴出, 表面を水洗乾燥後, その状態を5秒処置とした. その後, 同一部位を同一機器でさらに5秒噴出し, 10秒処置とした. セメント質面に対してもエナメル質面と同様に施行した.

各機器, 方法は被験歯の半側に対して施行した. すなわち, 半側は新規法, 従来法, 超音波, PMTCの単独処置, もう半側は各単独処置後にPMTCを施行した(新規法+PMTC, 従来法+PMTC, 超音波+PMTC). 各処置は, 各々7例施行した.

#### 4)計測方法

試料を水洗乾燥し, 走査型共焦点形状レーザー顕微鏡(LEXT・OLS3000:オリンパス株式会社, 東京)による非接触計測を施行した. 計測は1試料につき表面粗さとして, 中心線平均粗さ値(Ra)を7回計測した. また, 計測と同時に表面性状観察のため画像撮影を行った. Baseline値として, 処置前のセメント質, エナメル質の表面粗さを計測した.

#### 5)統計学的分析

Baseline, 新規法, 従来法, 超音波, PMTC, 新規法+PMTC, 従来法+PMTC, 超音波+PMTCの群間比較, および, Baseline, 5秒処置, 10秒処置の経時的比較と群間比較を, 対応あるStudent-*t*-testを用いて統計学的分析を施行した. 有意差は,  $P < 0.01$ をもって有意とした.

## 2. 臨床的検討

### 1)被験者

松本歯科大学病院口腔総合診療部, 鴨居歯科医院(長野県塩尻市), 山本デンタルクリニック(長野県安曇野市)において, 歯周治療後1年以上の歯周維持療法(Supportive Periodontal Therapy; SPT)期間を経過し, プラークコントロールならびに歯肉の炎症が安定している患者で, かつ, SPT時に歯面着色が認められるものとした. なお, 歯周組織に進行性炎症のある者, プラークコントロール, 特に上下前歯部のプラークコントロールが不良の者, 上下顎前歯部頬側歯面にう蝕治療が行われている者, 知覚過敏症のある者, 歯周疾患に関連がある全身疾患の既往がある者, 喫煙者, 毎日10杯以上の茶, コーヒ

一等飲用習慣のある者，研究期間中に抗菌剤等の服薬が必要になった者は被験者から除外した．処置法は事前に通達せず，患者都合による4ヶ月目以後の処置継続，あるいは中止を妨げないこととした．

被験者には，説明書を用いて臨床的検討について説明を行い，被験者本人から同意を得た．

## 2)被験部位，期間

歯面着色が認められる，上下顎前歯部頬側歯面(エナメル質，露出歯根面)を被験部位とした．被験者の同一部位に対し，研究開始日から3ヶ月までを第1の処置法と観察期間とし，3ヶ月から6ヶ月までを第2の処置法，ならびにその観察期間とした．

## 3)歯面処置法

以下の5種類の方法を施行した．

- a: 新規法
- b: 従来法+PMTC
- c: 新規法+PMTC
- d: PMTC 単独
- e: 従来法 単独

前述の基礎的検討にて，表面粗さが有意に大きかった超音波法は臨床的検討から除外した．各処置の使用条件は，基礎的検討に示す通りであった．しかし，処置時間は，新規法，従来法ともに1歯面あたり15秒以内とした．歯面への噴出方向は歯軸に対して45度の角度をつけ，円を描くように行った．PMTCも，基礎的検討と同様にラバーカップを歯科用コントラに装着，メルサージュファイン(株式会社松風，京都)0.1gを使用して，1歯面あたり15秒間施行した．各処置は，術者が肉眼で歯面着色が除去できたと判定できるまで行った．

各処置の組み合わせは，a→c，a→d，b→c，d→bの組み合わせで施行した．

被験者数を表4に示す．男女比ならびに年齢に有意差を認めなかった．各処置による3ヶ月後の着色増加の比較には，新規法:8症例，従来法:7症例，新規法+PMTC:9症例，従来法+PMTC:9症例，PMTC:10症例であり，同

一患者による 2 種類の処置による着色指数の増加の比較は、a→c:4 症例、a→d:4 症例、b→c:5 症例、d→b:4 症例であった。

#### 4)研究方法(表 1)

問診，アンケート，口腔内写真撮影，歯周組織検査後，全顎のプラーク，歯石を手用器具にて除去した。その後，(1)から(5)いずれかの方法で歯面への処置を行った。処置直後ならびに 1 ヶ月後に，口腔内写真撮影と，処置の為害性を評価した。3 ヶ月後には研究開始日と同様，口腔内写真撮影と歯周組織検査を施行し，為害性評価も同時に行った。この時点で為害性がなかった場合，第 1 の処置法と違う第 2 処置法を施行した。第 1 の処置法における処置後 1 ヶ月と 3 ヶ月と同様に，4 ヶ月と 6 ヶ月に，口腔内写真撮影，歯周組織検査ならびに為害性評価を施行した。

各処置，口腔内写真撮影，歯周組織検査ならびに歯面処置は，臨床経験 10 年以上の歯周病認定医，専門医，歯周病学会認定歯科衛生士が施行した。

#### 5)評価方法

##### (1)処置時間

各処置法(新規法，従来法，PMTc 単独)の着色除去にかかった時間を計測した。特に被験者毎に最も着色があり，除去時間が最も長かった部位について，各処置法の処置時間として計測した。

##### (2)口腔内写真撮影，歯周組織検査

口腔内写真撮影は，デジタルカメラ(NiconD750，ニコン，東京)，レンズ(MF18 デジタルマクロ，ニッシンジャパン，東京)を用い，正面像を上顎，下顎に分けて 1/2 スケールで撮影し，JPEG 形式で保存した。歯周組織検査は，ポケット深さ(Probing Pocket Depth: PPD)，歯肉炎指数(Löe and Silness Gingival Index: GI<sup>11)</sup>)を通法どおり計測した。

##### (3)着色状態の評価

着色状態の評価は著者らの指数を用いた(表 2)。術前，術後に撮影した写真を用いて，肉眼で着色範囲を確認し，6 段階に分けて評価した。術者間誤差は，評価段階毎に撮影した口腔内写真ですり合わせを行い，誤差がでないように補正した。



#### (4) 為害性の評価

知覚過敏症は、患者の主観的判断を指標として、処置前、処置直後、1 ヶ月後、3 ヶ月後に評価した(表 3)。

その他、歯肉外傷の有無、びらんの有無、発赤、腫脹を口腔内観察、被験者からの聴取ならびに口腔内写真から確認した。

この研究計画は、松本歯科大学倫理委員会にて承認を受け、施行した(承認番号 226 号)。

#### 5) 統計学的分析

Bonferroni 法にて  $P$  値を補正した後、

(1) 処置時間は、新規法、従来法、PMTC を施行した症例から 10 例を抽出して、対応ある Student- $t$ -test を用いて統計学的分析を施行した。有意差は、 $P < 0.01$  をもって有意とした。

(2) 歯周組織検査結果(PDD, GI)については、各処置法の術前と術後 3 ヶ月との比較を対応ある Student- $t$ -test を用いて統計学的分析を施行した。有意差は、 $P < 0.01$  をもって有意とした。

#### (3) 為害性の評価

知覚過敏の有無については Mann-Whitney 's U test を行って各群間を比較した。また、歯肉外傷、歯肉発赤・腫脹およびびらんの形成については、その有無を各群間で同様に比較した。

(4) 同一被験者の処置前と 3 ヶ月後着色指数の比較については、Tukey-Kramer 法にて比較した。

(5) 同一患者に行った 2 種類の処置(新規法 vs 新規法 + PMTC, PMTC vs 新規法, 従来法 + PMTC vs 新規法 + PMTC, 従来法 + PMTC vs PMTC) の処置前と処置後 3 ヶ月後の比較は Wilcoxon signed-rank test を使用して比較した。

## 結 果

### 1. 基礎的検討

#### 1) 処置前の表面粗さ

各処置前のセメント質面とエナメル質面の表面粗さは、base line 値である(図 2-1, 図 3-1). 各群内の有意差は認めなかった.

#### 2) 新規法, 従来法の表面粗さ

新規法は、経時的にセメント質面の粗さは増加したが、base line と比較して統計学的に有意な増加は認めなかった(図 2-1). また、従来法と比較すると表面粗さは小さい傾向を示したが統計学的に有意差を認めなかった. エナメル質面においても処置時間が増加すると表面粗さは増加したが、base line と比較して統計学的に有意差を認めなかった. 従来法と比較すると10秒処置において新規法の表面粗さが有意に小さかった(図 2-2).

セメント質面の処置後表面性状および歯面断層グラフを比較したところ、新規法は術前と比較して、10秒処置において明瞭な凹凸を認めず、従来法に見られるような象牙細管像を認めなかった(図 3-1a, b). エナメル質面については、10秒処置において従来法に認められるような噴射した残存粒子像も微細凹凸像を認めなかった(図 3-2a, b).

#### 3) 各処置間のセメント質表面粗さの比較

新規法は従来法と比較して表面粗さが小さいことが示されたが、セメント質面においては10秒処置で新規法が有意に大きな粗さを示した(図 2-1). エナメル質面における表面粗さは新規法が小さかったものの、従来法と比較して有意差を認めなかった(図 2-2).

10秒処置の各処置間表面粗さにおいて、新規法と超音波では、超音波が統計学的に有意に大きかった( $P < 0.01$ ). また、従来法と超音波は、base line と PMTC と比較して統計学的に有意に大きかった( $P < 0.01$ )(図 4-1).

従来法, 新規法, 超音波処置後 PMTC を行った場合、新規法 + PMTC は PMTC 単独と近似していた(図 4-2). また、この粗さ程度は図 4-2 中の点線に示すように、手用器具によるルートプレーニング後の値より小さかった.

#### 4) 各種処置間のエナメル質表面粗さの比較

新規法は、従来法や超音波と比較して統計学的に有意に小さかった( $P <$

0.01). また, 新規法と PMTC には有意差がなかった(図 5-1). また, 超音波 + PMTC は, base line, PMTC, 新規法 + PMTC と比較して統計学的に有意に大きかった( $P < 0.01$ )(図 5-2).

## 2. 臨床的検討

### 1) 着色除去時間

1 歯面あたりの着色除去時間において, 新規法( $8.5 \pm 5.1$  秒/歯)は, 従来法( $4.1 \pm 4.2$  秒/歯)より 4.5 秒程度長く, PMTC( $13.5 \pm 5.8$  秒/歯)より 6 秒程度短かった. 従来法は PMTC より統計学的に有意に短かったが( $P < 0.01$ ), 新規法は従来法と有意な差は認められなかった(図 6).

### 2) 歯周組織の変化

平均 PPD は, すべての処置, 同一患者の研究期間全体において  $\pm 1$ mm のみの変化であった(base line:  $2.2 \pm 1.3$ mm, 3 ヶ月:  $2.1 \pm 1.5$ mm, 6 ヶ月:  $2.3 \pm 1.5$ mm). 歯肉炎指数は, 研究期間中 GI=0 のままであり変化がなかった.

### 3) 各処置の着色指数

図 7 は, 各処置後 0 であった着色指数が, 3 ヶ月時にどの程度再発しているのかを示す. 従来法は, PMTC, 新規法 + PMTC と比較して, 統計学的に有意に大きかった( $P < 0.01$ ). 新規法 + PMTC は, PMTC よりやや小さかったが, 有意差は認めなかった.

### 4) 同一患者の着色指数

図 8 は, 同一患者で 2 種類の処置を施行した場合の, 3 ヶ月経過時の着色指数を示す.

新規法と新規法 + PMTC の比較では, 5 例中 4 例は同じ着色指数を認め, 両群間に有意差を認めなかった(図 8-1). 新規法と PMTC の比較では, 4 例中 2 例は同じ着色指数を認め, 2 例は PMTC 単独が良好な着色指数を示したが, 両群間に有意差を認めなかった(図 8-2). 新規法 + PMTC と従来法 + PMTC の比較では, 新規法 + PMTC が 5 例中 4 例において着色指数が小さく, 統計学的に有意差を認めた( $P < 0.01$ )(図 8-3).

PMTC と従来法 + PMTC の比較では, PMTC が 4 例中 3 例において着色指数が小さく, 統計学的に有意差を認めた( $P < 0.01$ )(図 8-4).

### 5) 為害性の評価

知覚過敏が発現したのは従来法のみであった。その割合は全体の3/16(18%)であったが、すべて1週間程度で消退し、1ヶ月以後継続した症例なかった(表 5)。また、歯周組織検査結果からも示されるように、すべての処置で研究期間中の歯肉の発赤・腫脹等は認めなかった。

## 考 察

歯面の着色は飲食により発症するものが多く<sup>13)</sup>、どの患者にも起こり得る事象である。基本的に着色除去は機械的手法で行われている。さらに着色除去手法とその効果について、客観的に臨床データを採取することは、着色の原因分析も含めて多様な要素があるため困難であり、報告されている研究も限られている<sup>14, 15)</sup>。

今回は、近年噴出する粉末の安全性から使用するようになったグリシン粉末を用いた新しい手法により、従来法の炭酸ナトリウムを用いている手法、ならびに歯面清掃仕上げに通常行われている PMTC における歯面研磨およびその併用と比較した。エアアブレーションとも呼ばれるこのシステムは噴出する粒子があるために、歯面の損傷、あるいは粒子の残存が疑われることが多い。本研究では、歯面、特にセメント質とエナメル質への影響を基礎的ならびに臨床的に検討した。また、日常臨床ではラバーカップによる歯面研磨をエアアブレーション後に併用することが多いために、本研究でも併用療法における効果についても併せて検証した。

まず、抜去歯のセメント質面とエナメル質面に対する影響について基礎的検討を行い、その後臨床における使用時の為害性について検討した。使用した抜去歯は下顎小臼歯であった。これは日常臨床において入手し易いこと、矯正治療の必要性による抜歯であり、う蝕や歯周病の既往が極めて少ない歯を入手できるという理由からであった。対象歯の調整は、従来法と同様の固定と表面処理を行った。その結果、一定の表面粗さを持つ対称面を調整することができた(図 2-1, 2)。

本研究では施行時間を 5 秒、10 秒に設定した。その理由は、Pilot study によって、臨床における 1 歯面あたりの着色除去にかかる時間は 15 秒以内であることが予測できたため、同一歯面に処置する時間は 10 秒を最大とすることとした。また、施行部位は CEJ 付近とした。その理由として、グリシン自体は生体吸収性が期待できるが、粒子が小さいものの、噴出する強さによってはセメント質やエナメル質への影響を及ぼす可能性があったため、セメント質厚さが薄く、臨床的にセメント質脱離による象牙質知覚過敏症が発生しやすい部位である CEJ 付近を基礎的検討の対象とした。

その結果、経時的なセメント質とエナメル質表面粗さの増加を認めたが、施行時間による有意差を認めなかった(図 2-1)。セメント質面において新規法は、超

音波と比較して有意に低い表面粗さを示した(図4)。エナメル質面においても新規法は従来法と比較して、10秒間で有意に低かった(図2-2)。また、超音波よりも有意に低い表面粗さで PMTC に近い表面粗さであることが示され、臨床での有効性が期待できた。さらに PMTC と併用する効果もある程度確認できた(図5)。

走査型共焦点レーザー顕微鏡画像で確認しても、従来法で危惧されているようなセメント質脱離による露出象牙細管と思われる明確な凹みや噴出した粒子の残存等は確認できなかった(図3)。以上より、新規法は、他の方法、特に従来法と超音波に比較して、表面粗さの減少が期待できることが示された。

そこで、臨床的検討として、1)歯面削除による有害作用として知覚過敏症が発現するか、2)歯肉において発赤、腫脹等の症状が発現するか、3)着色除去時間効率と再着色予防効果があるかを検討した。

被験者は、SPT 期間中でプラークコントロール良好な歯周病患者を選択した。その理由は、研究期間中に歯周組織パラメーターの変化をできるだけ排除するためである。また、歯肉の炎症部位が、粉末噴射によりさらに悪化する可能性を排除するためである。被験部位は、着色以外の歯面付着物であるプラークや歯石が少ない前歯部とした。さらに、処置時間が長くなる強固な着色をきたす喫煙者、着色をきたす飲料の過剰摂取習慣のある者を除外した。

その結果、PPD はすべての施行期間中ほぼ変化なく、歯肉炎指数も研究期間中変化はなかった。その理由として被験者のホームケアが安定しており、対象部位がプラークコントロールしやすい前歯部であったことが考えられる。

各施行時間は、従来法が新規法よりも短い時間であったが有意差はなかった。また、従来法は PMTC 単独よりも有意に短い施行時間であった(図6)。従来法がすべての処置法の中で有効であったのはこの点のみであった。

各方法3ヶ月経過時の着色指数によって比較すると、新規法は従来法より着色指数が低く、さらに新規法後に PMTC を施行することにより、従来法よりも有意に着色指数が低い結果となった(図7)。

本臨床研究では、同一患者に異なる処置法の比較を行った。このように同一患者において異なる処置法を比較した研究は少ない。その結果、新規法と新規法に PMTC を併用した結果は着色指数に関してはほぼ同様の結果を示

した(図 8-1). これにより, 基礎的研究のセメント質やエナメル質の表面粗さの結果(図 4, 5)に示されたように, 新規法による処置により, PMTCを行わなくても同様の歯面処置効果を臨床でも示すことができる. しかし, PMTC 単独と比較すると, 着色は全く同様になるとは限らない(図 8-2). この結果から, さらに症例数を増やして着色原因を分析する必要がある.

一方, 従来法と PMTC 併用, PMTC 単独は着色指数が大きいことが多かった(図 8-3, 4). これらの結果から, 基礎的検討結果と同様, 従来法は PMTC を併用しても, PMTC 単独や新規法と PMTC の併用と比較して有効性が低いことが示された. よって, 従来法は前歯部の着色除去使用時に注意する必要がある.

基礎的検討結果から予測されたように, 新規法では知覚過敏等の為害性は確認されなかった. すなわち, 新規法単独でも PMTC との併用でも, 歯面, あるいは歯肉に対して為害性なく施行できることが示された. 施行時間が PMTC よりも短いことから(図 7), 毎回 PMTC を施行する患者の代替法として期待できると推察される. しかし, 本研究は, 本機器の使用法を熟知している歯周病認定医, 専門医, 歯周病認定歯科衛生士が術者であったことを考えると, 一般的に使用方法には 1)同一部位に長い時間施行しない, 2)歯肉の炎症が著明な場合は避ける, などの基本的な使用条件を徹底させる必要がある.

本研究では着色評価が比較的容易な前歯部歯面を中心に検討した. 一方, 露出歯根面についても為害性を示さなかったが, 今回は症例数がかなり少なかった. よって今後, 継続的にデータを蓄積していく予定である. さらに, 喫煙を含めた着色原因を特定したうえで, 着色除去法の優劣を判定していく検討も予定している.

## 結 論

グリシン粉末を使用するエアアブレーションの為害性を検討する基礎的ならびに臨床的検討を施行した。

基礎的検討では、セメント質面において新規法は噴射時間を長くすると表面粗さは増加したが、従来法と統計学的に有意差を認めなかった。エナメル質面においては PMTC と同等の表面粗さであった。また、新規法は象牙質を露出させないことが示された。

臨床的検討では、新規法による為害性は確認されなかった。また歯面清掃時間がやや短縮され、従来法と比較して歯面再着色が少なかった。これらより、本機器の臨床における使用時の安全性が確認できた。



## 謝 辞

本研究に際し、終始ご指導、ご鞭撻を賜りました松本歯科大学大学院歯学独立研究科、健康増進口腔科学講座、音琴淳一教授に深甚なる感謝の意を表します。また、多大なるご指導を戴きました松本歯科大学歯科理工学講座教授 永澤 栄教授ならびに松本歯科大学大学院健康増進口腔科学講座、山本昭夫教授ならびに藤井健男教授に深謝致します。

最後に臨床データ採取にあたっては、臨床研究の共同研究者である山本歯科クリニック山本朋章先生ならびに佐々木国子、日本歯周病学会認定歯科衛生士に感謝深謝致します。

## 参考文献

- 1) 特定非営利活動法人日本歯周病学会編(2015)歯周治療の指針 2015, 4歯周炎の特徴3)歯周治療に関する特徴, 第1版, 14, 医歯薬出版, 東京.
- 2) 村井正大(1988)臨床歯周治療学, 第七章初期治療, 第1版, 139-55, 三樹企画出版, 東京.
- 3) 河村 英世(1987)歯面研磨器クイック・ジェット(R)に関する研究 とくに噴射時間が歯根面におよぼす形態学的影響について. 日大歯学 61 , 296-302.
- 4) 郷家 英二, 田中 憲二, 村井 正大(1985)歯面研磨装置について:クイック・ジェットの使用例と表面あらさの評価. 紫耀 33, 587-93.
- 5) 永目 誠吾, 中井 孝佳, 竜門 睦正(1984)PROPHY-JET による歯面着色物の除去効果. 歯界展望 63, 541-8.
- 6) 増田 晴美, 荒井 法行, 清水 伸, 伊藤公一, 村井正大(1987)スケーリング後の歯面研磨装置の応用について. 日歯周誌 29, 952-8.
- 7) 高山 和人, 加藤 伸一, 横沼 久美子, 熊谷 知弘(2016)微細炭酸カルシウムを配合した歯磨剤のステイン除去能力とエナメル質への初期侵襲性の評価. 歯科審美 29, 14-8.
- 8) Koishi Reiko, Taguchi Yoichiro, Okuda Makiko, Tanaka Akio and Umeda Makoto(2016)Behavior of Human Gingival Epithelial Cells on Titanium Following Abrasion of the Adjunctive Glycine Air Polishing Powder. Hard Tissue Biol, 25, 205-11.
- 9) Wennström, Dahlen and Ramberg (2011)Subgingival debridement of periodontal pockets by air polishing in comparison with ultrasonic instrumentation during maintenance therapy. J. Clin. Periodontol 380, 820-27.

- 10) Moëne, Decaillet, Andersen and Mombelli (2012) Subgingival plaque removal using a new air-polishing device. *J Periodontol.*, 81, 79-88.
- 11) Løe H and Silness R (1963) Periodontal disease in pregnancy. *Acta Odont Scand*, 21: 533.
- 12) 福島正義 (2009) 変色歯治療の過去, 現在, 未来, *Niigata Dent. J.* 39, 1-15.
- 13) 上田雅俊, 稲田芳樹, 高津兆雄, 山岡昭, 岡西 昭典, 山中 優欣, 神原正樹, 小西浩二 (1987) 歯面着色物の除去に関する研究 (第 5 報). *日歯周誌* 29, 634-40.
- 14) 尾上文菜, 犬飼順子, 中垣晴男, 向井正規 (2013) 機械的歯面研磨によるヒトエナメル質の表面粗さの変化. *口腔衛生誌*, 63, 35-42.
- 15) Atkinson, D. R., Cobb, C. M. and Killoy, W. J. (1984) The Effect of an Air-power Abrasive System on in vitro Root Surface. *J. Periodontol.*, 55: 13-8.
- 16) Weeks, L. M., Leacher, N. B., Barnes, C. M. and Holroyd, S. V. (1984) Clinical Evaluation of the Prophy-Jet (R) as an Instrument for Routine Removal of Tooth Stain and Plaque. *J. Periodontol.*, 55: 486-8.



図1：対象となる抜去歯牙とエアフローSII（新規群）噴射設定

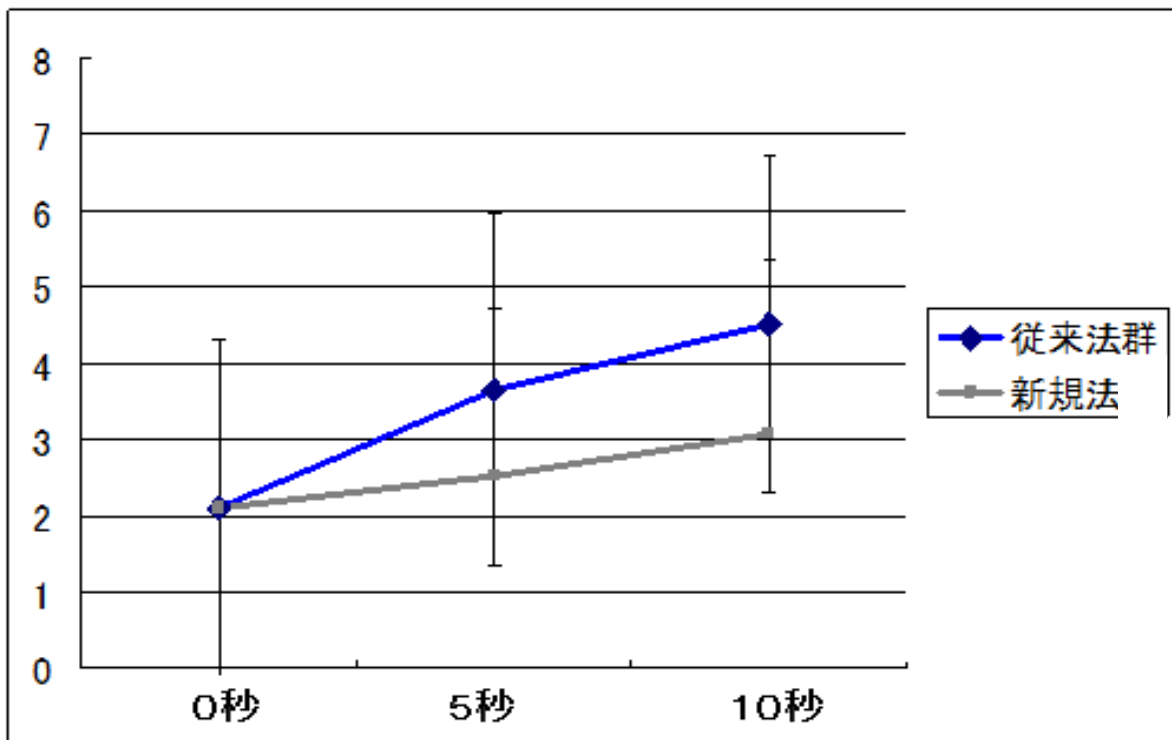


図 2-1 セメント質面の表面粗さ (新規法と従来法)

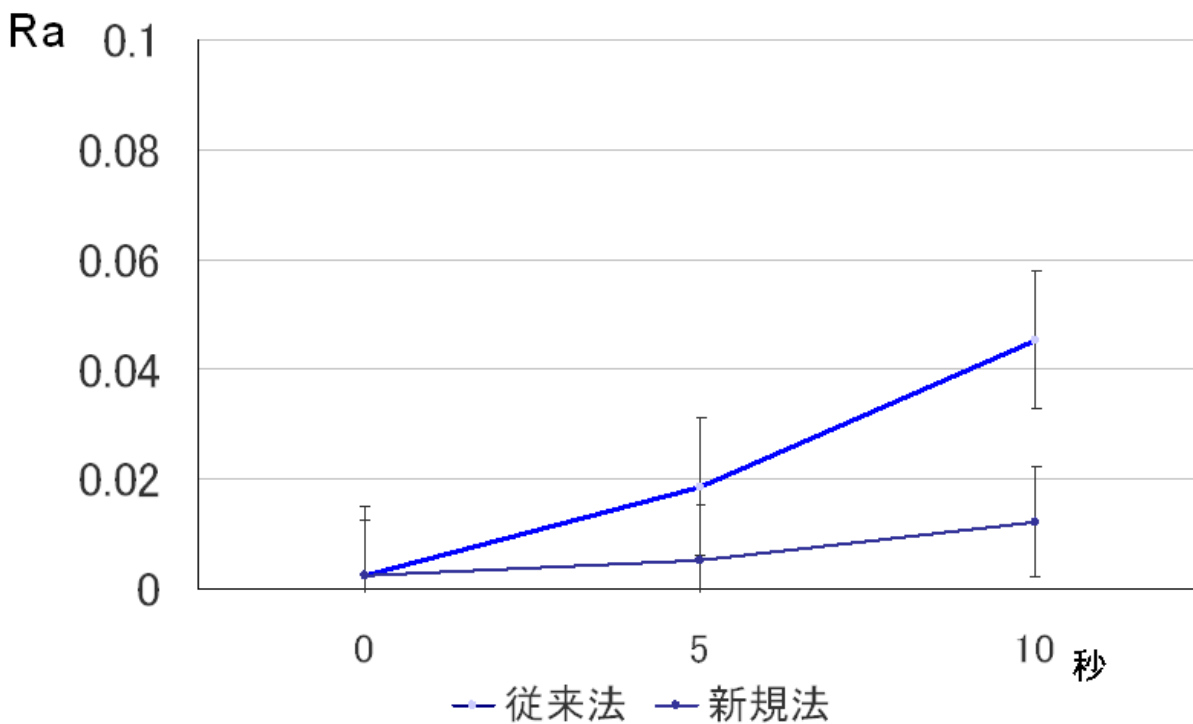
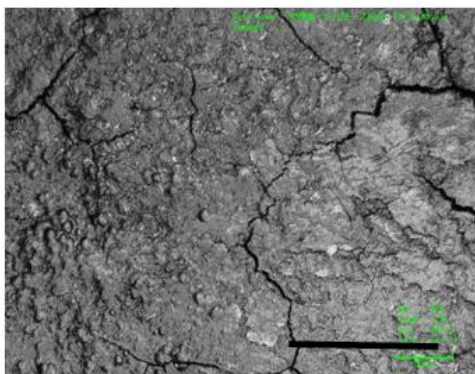
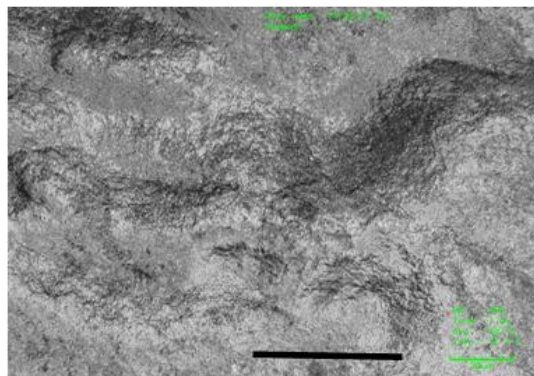


図 2-2 エナメル質面の表面粗さ (新規法と従来法)

術 前



10 秒



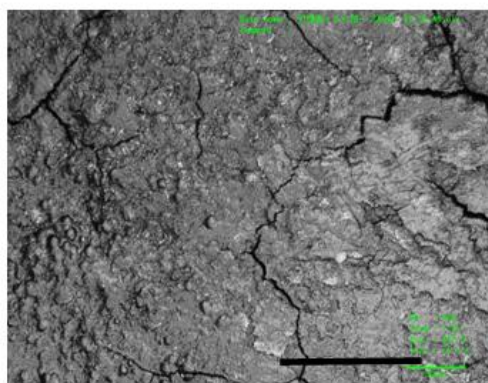
10  $\mu$ m

処置歯面断層グラフ

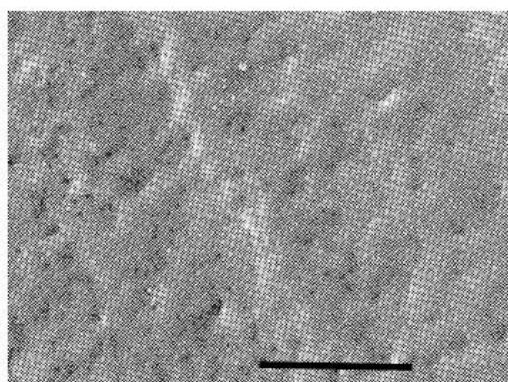


図 3 - 1 a セメント質処置面 (新規法)

術 前



10 秒



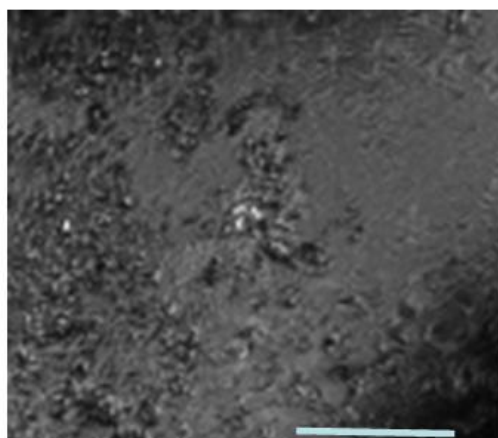
10  $\mu$ m

処置歯面断層グラフ

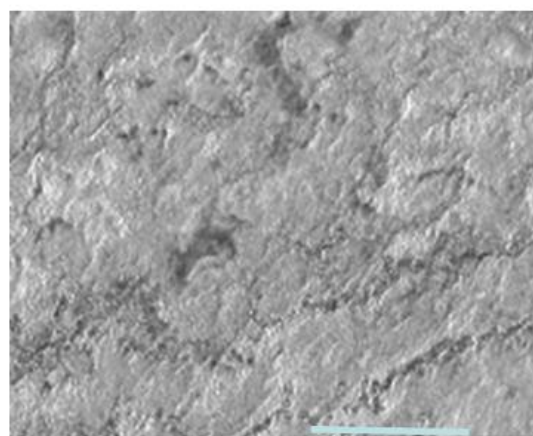


図 3 - 1 b セメント質処置面 (従来法)

術 前



10 秒

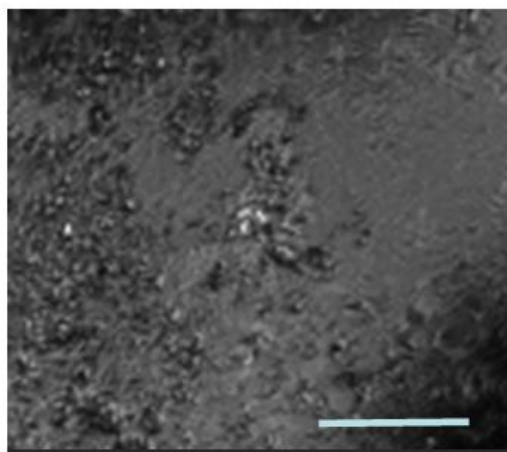


10  $\mu$ m

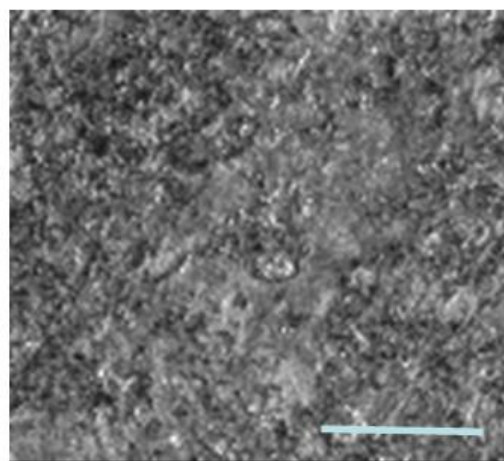
処置歯面断層グラフ

図 3 - 2 a エナメル質処置面 (新規法)

術 前



10 秒



10  $\mu$ m

処置歯面断層グラフ

図 3 - 2 b エナメル質処置面 (従来法)

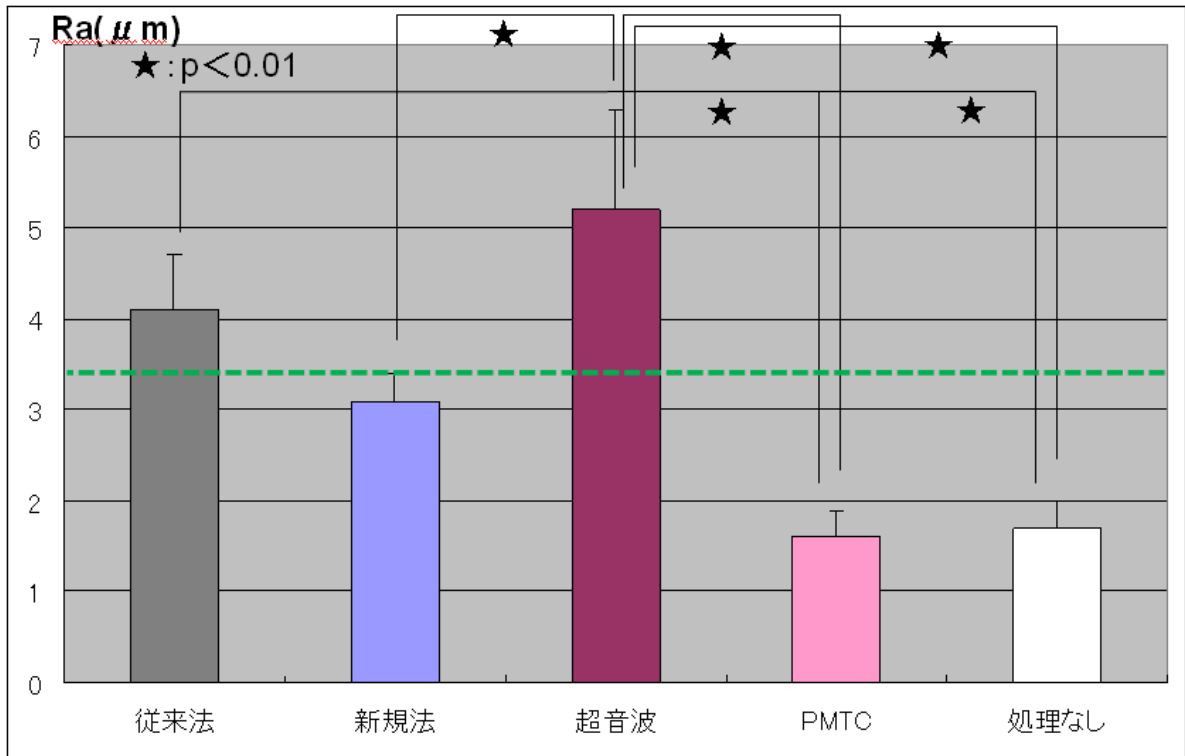


図4-1 各処置によるセメント質面の表面粗さ

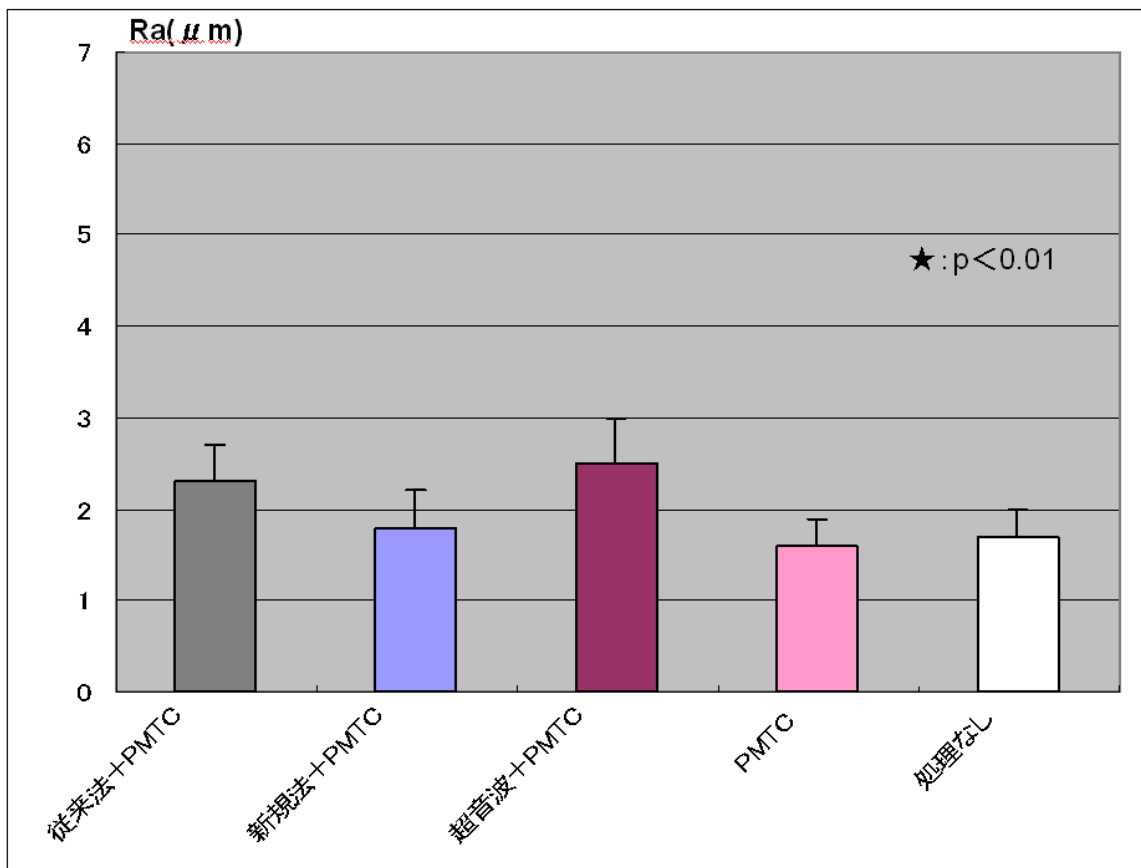


図4-2 各処置によるセメント質面の表面粗さ



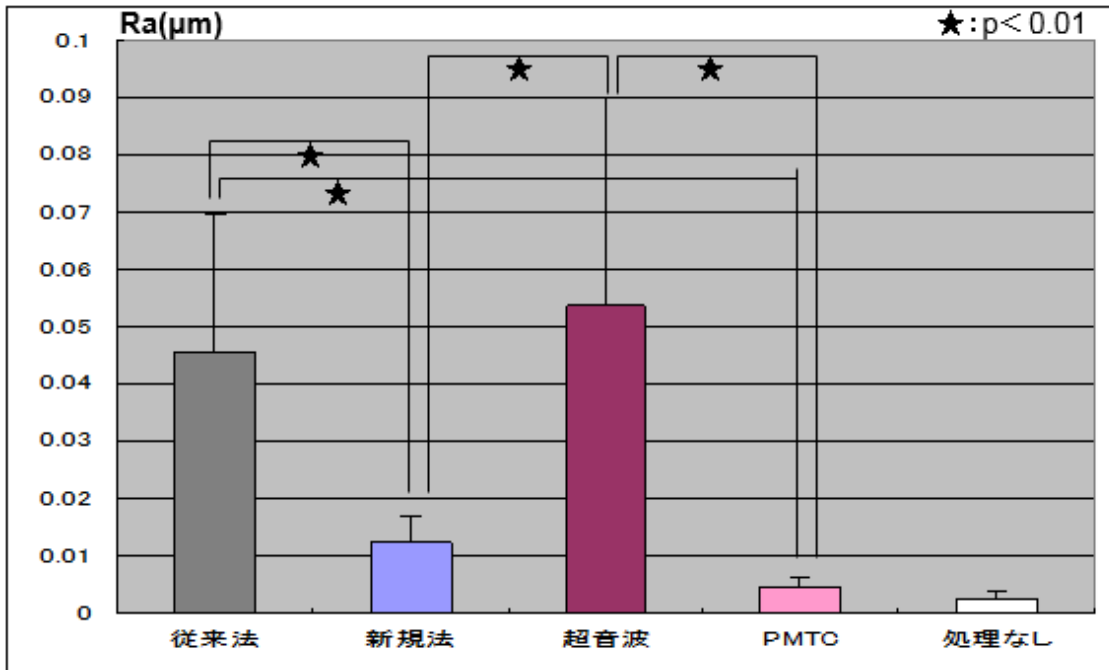


図5-1 各処置によるエナメル質面の表面粗さ

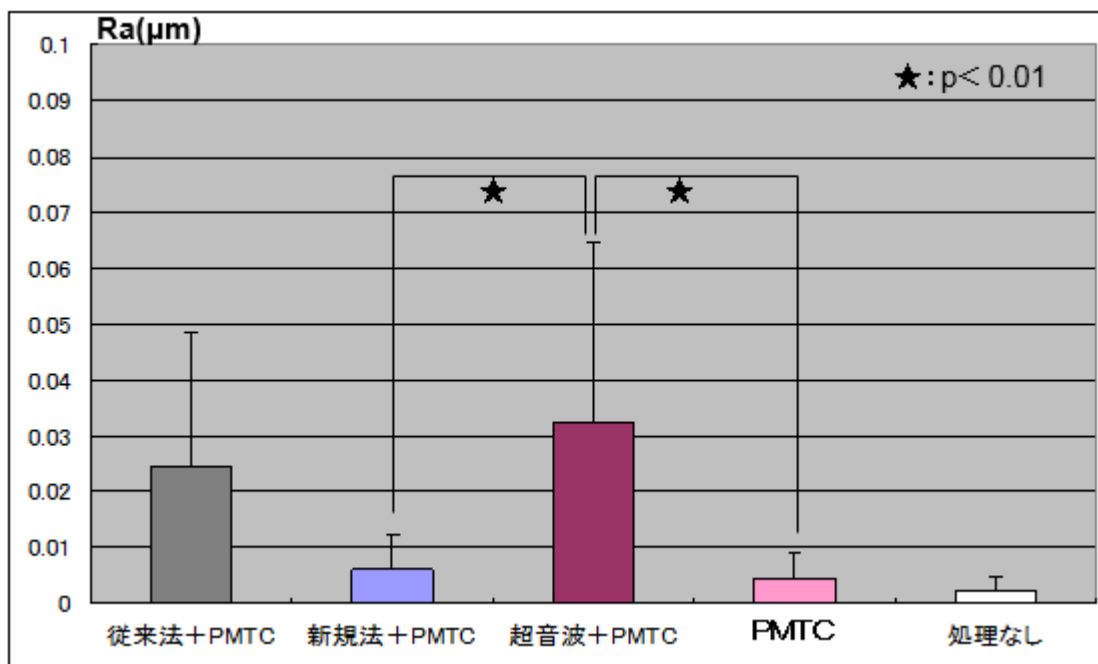


図5-2 各処置によるエナメル質面の表面粗さ

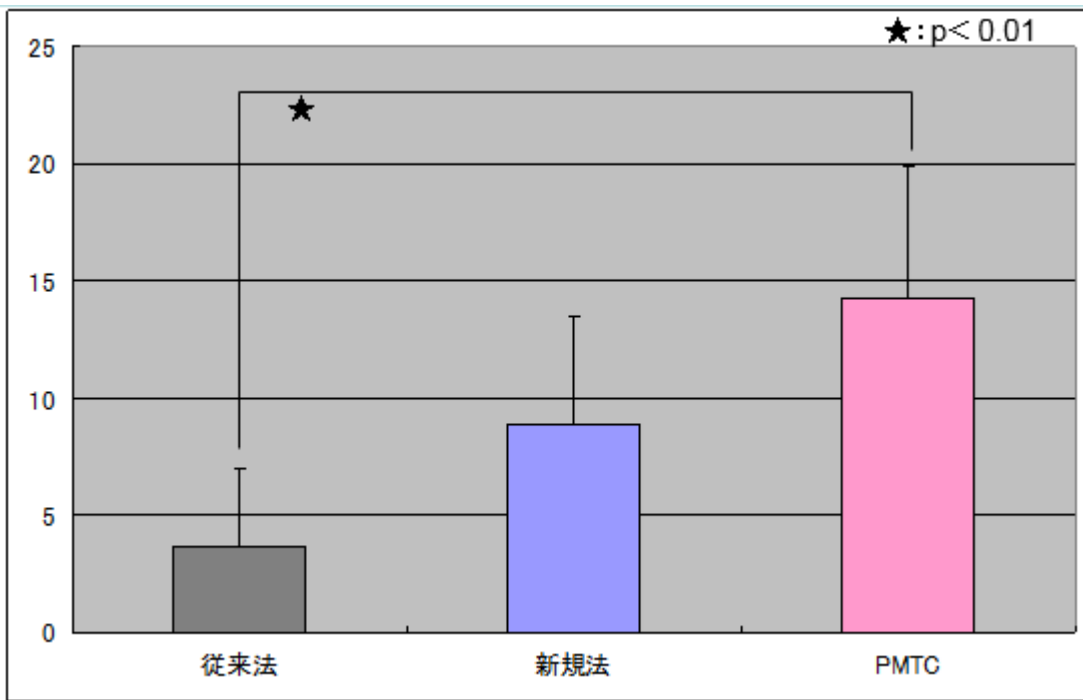


図6 1 歯面あたり着色等除去の所要時間

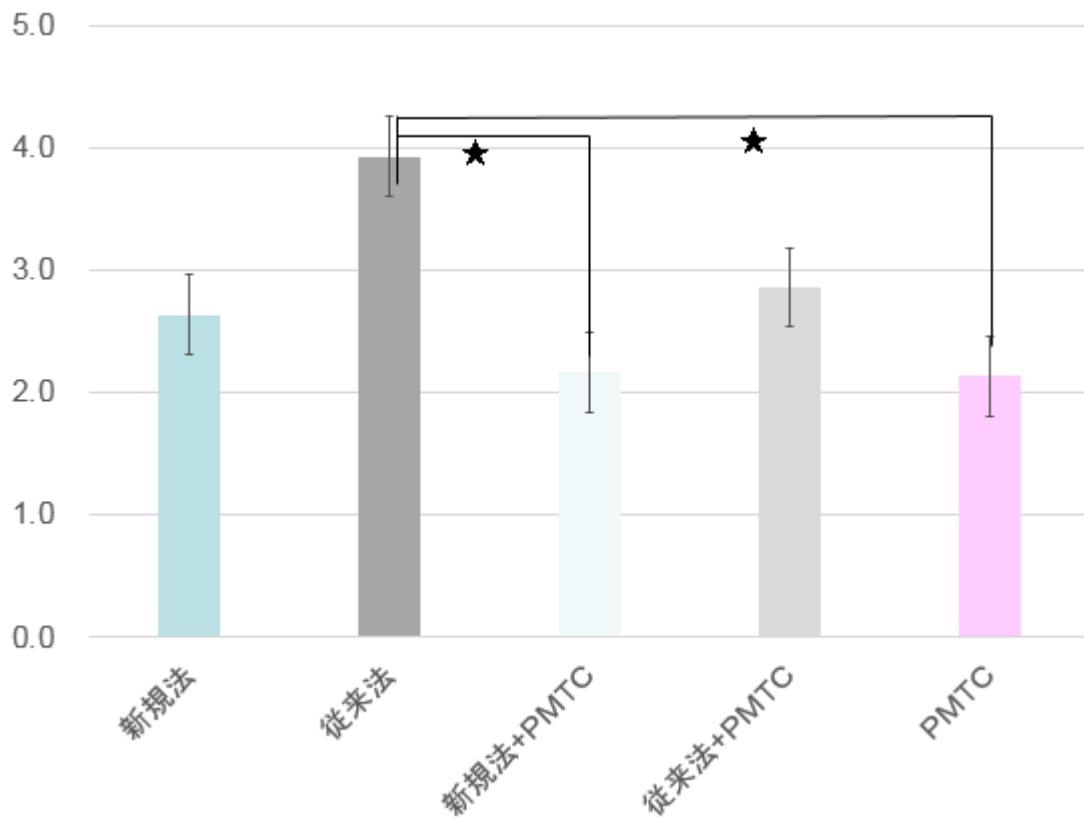


図7 各処置後3ヶ月経過時の着色指数

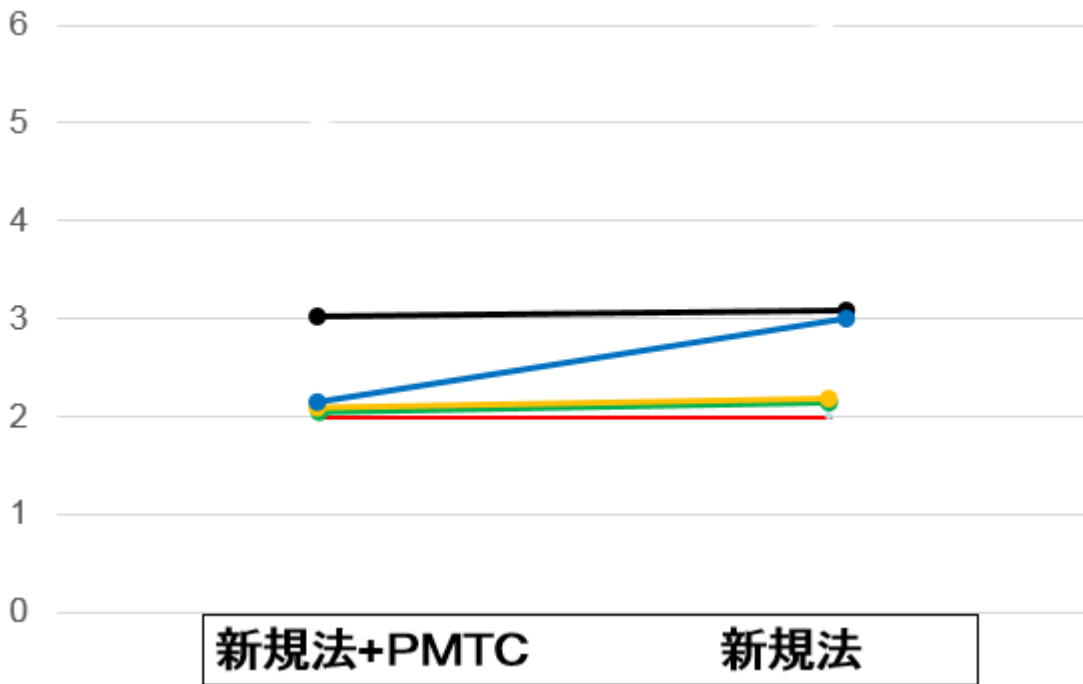


図 8 - 1 同一患者症例の処置方法比較  
(新規定+PMTC と新規定)

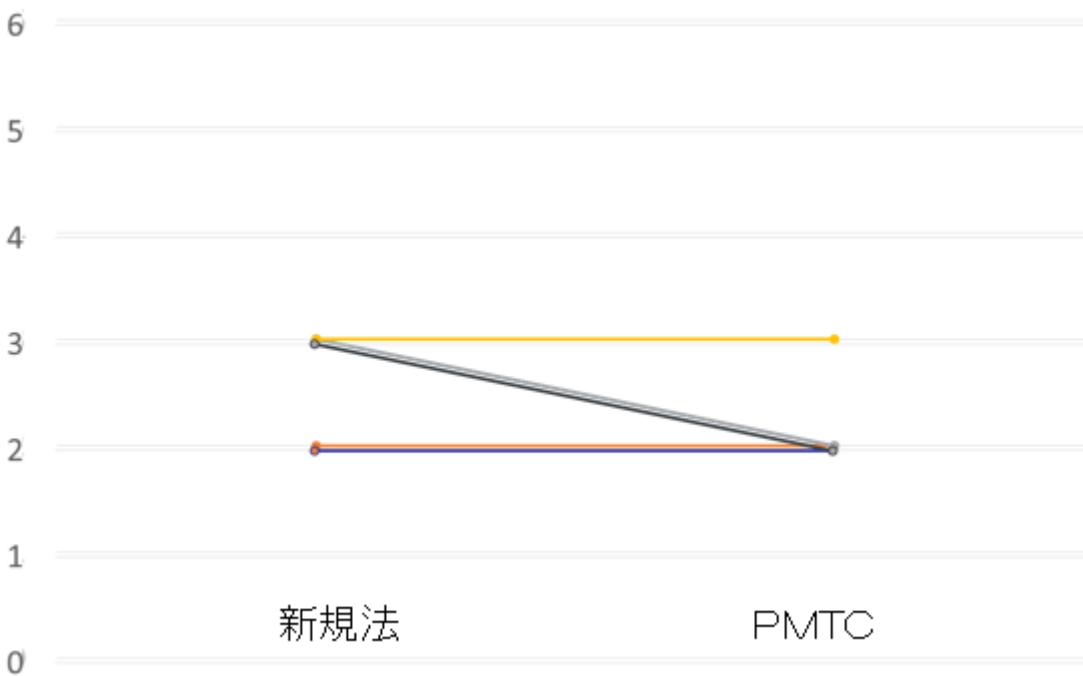


図 8 - 2 同一患者症例の処置方法比較 (新規定と PMTC)

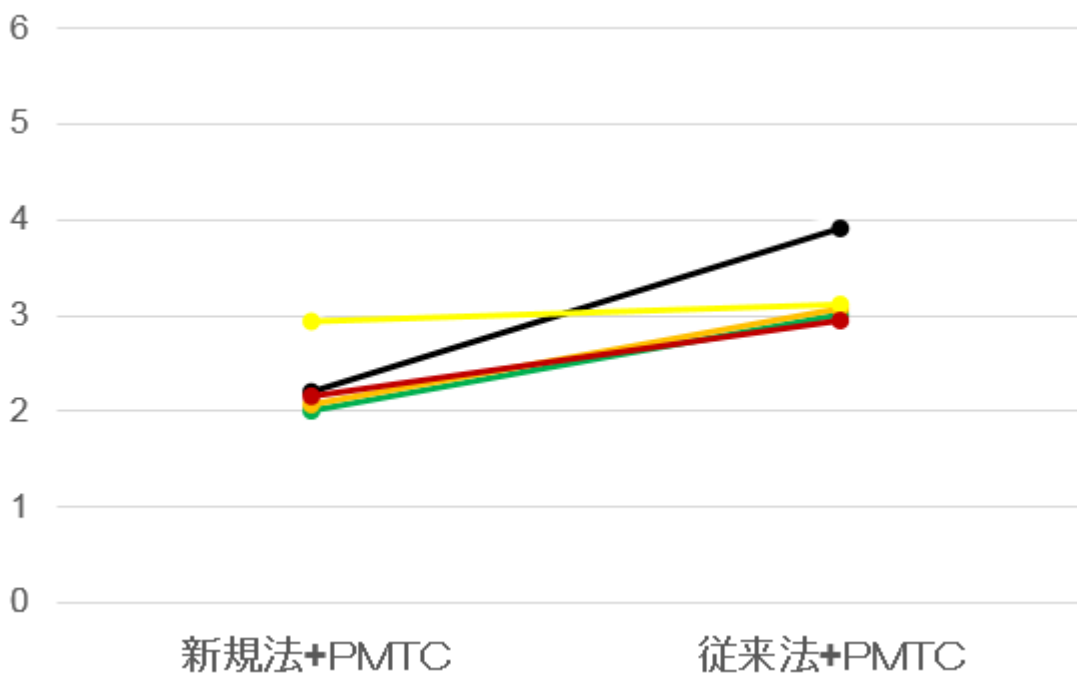


図 8 - 3 同一患者症例の処置方法比較  
(新規法+PMTC と従来法+PMTC)

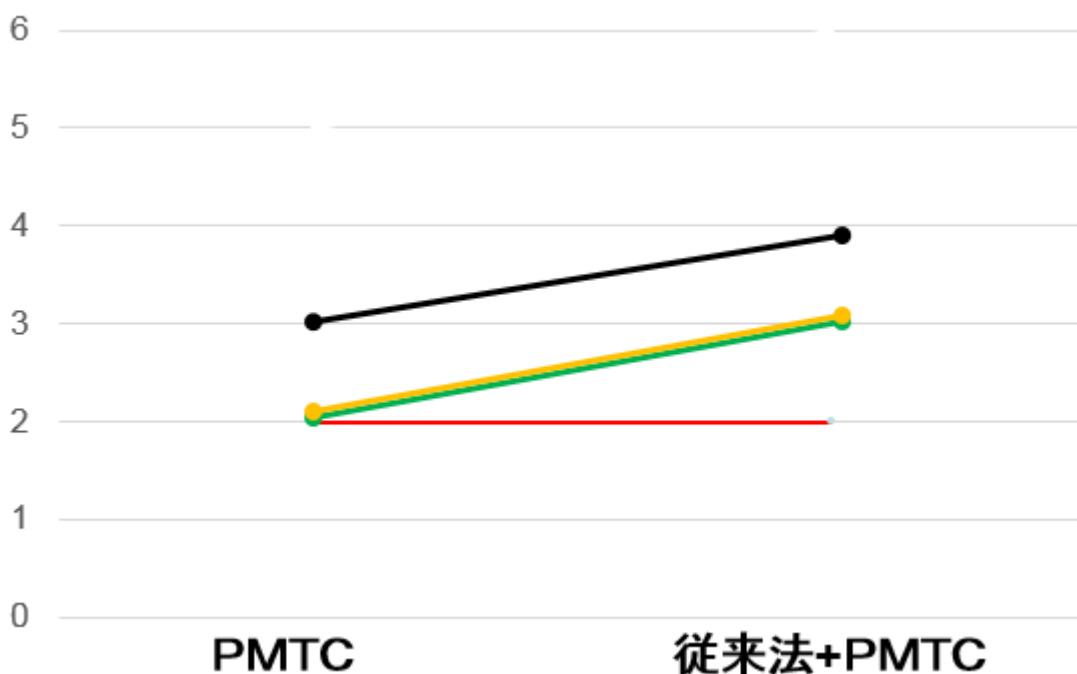


図 8 - 4 同一患者症例の処置方法比較  
(PMTC と従来法+PMTC)

**表1 研究方法手順表**

	各処置	問診・アンケート (術前:初診時健康状態) (術後:処置後の為害性)	口腔内写真	歯周組織検査 PPDとGI
SPT(リコール) 来院時、研究同意後	術前	○	○	○
	術後		○	
1ヶ月後	術後	○	○	
3ヶ月後	術前	○	○	○
	術後		○	
4ヶ月後	術後	○	○	○
6ヶ月後	術前	○	○	○
	術後		○	

注:ただし、患者の都合などにより、4ヶ月以降の処置中止を妨げない。

**表2 着色評価方法**

- 0 着色を認めない
- 1 歯面にわずかな着色を認める。
- 2 歯肉側歯頸部あるいは片側隣接面に明瞭な一層の着色を認める。
- 3 歯肉側歯頸部および隣接面に明瞭な一層の着色を認める。
- 4 歯肉側歯頸部から隣接面に明瞭な連続する着色を認める。
- 5 歯面を全体(1/3以上2/3未満)の著名な着色を認める。
- 6 歯面を全体(2/3以上)の著名な着色を認める。

表3 知覚過敏症評価基準

- － : なし
- ＋ : 一過性の過敏症が時々ある
- ++ : 一過性の過敏症が常時ある
- +++ : (持続性) 疼痛を伴う過敏症がある

表4 各処置方法の被験者

処置方法	男性(人)	女性(人)	年齢
新規法	4	4	52.8±16.3
従来法	4	3	54.2±13.9
新規法+PMTC	5	4	55.0±13.4
従来法+PMTC	4	5	57.4±15.5
PMTC	5	5	54.7±12.7

表5 知覚過敏の発現

	+++	++	+	－
新規法	0	0	0	8
従来法	0	0	2	7
新規法+PMTC	0	0	0	9
従来法+PMTC	0	0	1	8
PMTC	0	0	0	10