

令和元年6月15日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K17141

研究課題名(和文)ユニバーサル接着材料の界面科学的接着機構の解明

研究課題名(英文) Investigation of bonding mechanism for universal adhesive from interfacial science perspectives

研究代表者

辻本 暁正 (TSUJIMOTO, Akimasa)

日本大学・歯学部・助教

研究者番号：10608409

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：近年、界面解析技術の進歩によって、物体表面を分子レベルで制御する手法を用いた“表面改質技術”が発展している。これらの技術の歯科への導入は、多様な歯科材料に対する接着性を有する“ユニバーサル接着材料”の開発につながっている。一方、歯科用接着材料の主要技術である様々な被着体に対する表面改質効果を正確に解析する評価法は、未だ確立されていない。そこで申請者は、“ユニバーサル接着材料の表面改質技術”に着目し、界面科学的な観点からその化学的接着機構を解明するとともに“次世代の接着評価法”を確立することを目的とした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、歯質接着材料の次世代の接着評価法の確立とともにこれらの様々な被着体に対する化学的接着機構について、界面科学的な観点から新たに客観的指標を与えるという学術的な特色を有している。本研究により得られた結果は、高性能の接着機能性材料開発に不可欠なものとなり、硬組織疾患の治療および修復物の補修修復治療の臨床術式の確立に資するのみでなく、新規医療産業創成にもつながり、その社会的意義は極めて大きい。

研究成果の概要(英文)：Recently, with the progress of interface analysis technology, surface modification technology using a method to control the surface at molecular level has been developed. The introduction of these techniques into dentistry has led to the development of universal adhesives that have adhesion to various substrates. On the other hand, an evaluation method to accurately analyze the surface modification effect on various adherends, which is the main adhesive technology, has not been established. Therefore, we focused on surface modification technology of universal adhesives and aimed to investigate the chemical adhesion mechanism from the interfacial science point of view to establish next-generation adhesion evaluation method.

研究分野：保存修復学

キーワード：ユニバーサル接着材料 界面科学 表面改質

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

### 1. 研究開始当初の背景

接着は、2つの被着体が接着材である第3の物質を介して近接する現象であり、その技術は歯科医療と極めて密接な関係にある。接着技術は二次的な硬組織疾患の予防、歯と人工物との分子レベルでの一体化、最小限の侵襲治療による歯の延命など様々な効果をもたらしている。今日では、歯科接着技術の発展は歯科医療の向上に直結する非常に重要な要素となっている。

### 2. 研究の目的

近年、界面解析技術の進歩によって、物体表面を分子レベルで制御する手法を用いた表面改質技術が発展している。これらの技術の歯科への導入は、多様な歯科材料に対する接着性を有するユニバーサル接着材料の開発につながっている。一方、歯科用接着材料の主要技術である様々な被着体に対する表面改質効果を正確に解析する評価法は、未だ確立されていない。

そこで、ユニバーサル接着材料の表面改質技術に着目し、界面科学的な観点からその化学的接着機構を解明するとともに“次世代の接着評価法”を確立することを目的とした。

### 3. 研究の方法

ユニバーサル接着材料として、G-Premio Bond (GC, Tokyo, Japan) および Scotchbond Universa Adhesive (3M OralCare, St. Paul, MN, USA) の2製品を用いた。被着試片としては、ウシ下顎前歯の歯冠部エナメル質および象牙質、Clearfil AP-X (以後 RC)、IPS empress CAD (以後 LD、Ivoclar Vivadent)、IPS e.max CAD (以後 LR、Ivoclar Vivadent)、IPS e.max ZirCAD (以後 ZR、Ivoclar Vivadent)、Casting Gold M.C. type III (以後 GA、GC) および Castwell M.C.12 (以後 AP、GC) の8種類とした。

#### (1) 接着試験

ユニバーサル接着材料の異なる被着体に対する接着性の検討を行うため、エナメル質、象牙質、RC、LD、LR、ZR、GA および AP の平坦面を SiC ペーパーの #600 で研磨し、被着面とした。被着面に対しユニバーサル接着材料を製造者指示に従って塗布し、照射した。また、エナメル質および象牙質に対しては、アドヒーズの塗布に先立って、リン酸エッチングを15秒間行った条件についても同様に接着試片を製作した。これらの試片に対し、内径 2.4 mm の Ultradent 接着試験用モールドを固定し、コンポジットレジン (Clearfil AP-X, Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan) をその高さが約 1.5 mm 程度になるよう填塞し、照射を行い、これを接着試験用試片とした。これらの接着試験用試片は、照射後から 37 精製水中に 24 時間保管、あるいはその後サーマルサイクル試験機 (サーマルショックテスター TTS-1, トーマス科学) を用いて 5 ~ 60 を 1 サイクルとし、各温度における係留時間を 30 秒間としたサーマルサイクル (TC) を 10,000 回負荷した。所定の保管期間が経過した後、万能試験機 (Type 5500R, Instron) を用いて、クロスヘッドスピード毎分 1.0 mm の条件で剪断接着強さを測定した。接着強さ測定後の破断試片については、その破壊形式を知るために、実体顕微鏡を用いて 10 倍の倍率で歯質側破断面を観察し、界面破壊、歯質あるいはコンポジットレジンの凝集破壊およびそれぞれの混合破壊として分類した。

#### (2) 表面自由エネルギーの測定

接着試験に用いた被着面に対し、ユニバーサル接着材料を製造者指示に従って塗布し、照射を行った。これらの試片に対し、蒸留水、プロモナフタレンおよびジヨードメタンを用いて接触角の測定を行った。接触角の測定は、全自動接触角計 (Drop Master DM 500, Kyowa Interface Science) を用い、セシルドロップ法で蒸留水を 1.0  $\mu$ L 滴下し、装置に付属するソフトウェア (FAMAS, Kyowa Interface Science) を用いて  $\theta/2$  法で測定を行った。表面自由エネルギーと接触角の関係は、接着仕事量、液体の表面自由エネルギー、固体の表面自由エネルギーおよび測定された接触角とから拡張 Fowkes の理論式で定義される。この拡張 Fowkes の理論式に各数値を代入することによって、ユニバーサル接着材料塗布面における表面自由エネルギーの各成分を算出した。

### 4. 研究成果

#### (1) 接着試験の結果

ユニバーサル接着材料の様々な被着体に対する接着性 (Figure 1 および 2) は、アドヒーズおよび被着体の種類によって異なるものであった。また、LD、LR、ZR、GA および AP に対する接着強さは、アドヒーズの種類にかかわらず TC 負荷によって有意に低下した。

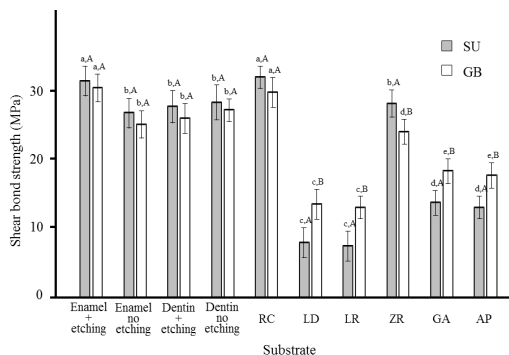


Figure 1: 24 時間保管後の接着強さ

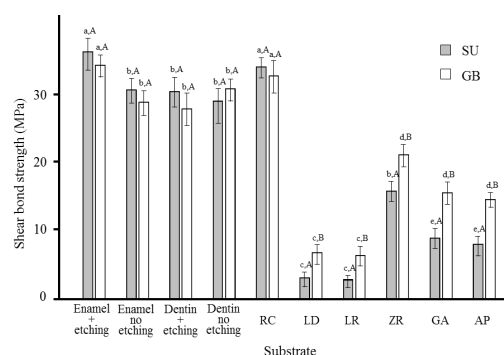


Figure 2: 10,000 TC 後の接着強さ

(2) 表面自由エネルギー

様々な被着体の有する表面自由エネルギーは、被着体の組成成分によって異なるものの、ユニバーサル接着材料を用いたアドヒーズ処理面においては、いずれの被着体においても同様な界面科学的性質を示した。このように、ユニバーサル接着材料は様々な界面科学的性質を有する被着面を均一化し、その後に充填されるコンポジットレジンとのぬれ性および相溶性を高める事で、その接着性を向上させる可能性が示された。

| Substrate                   | $\gamma_s$                   | $\gamma_s^d$               | $\gamma_s^p$               | $\gamma_s^h$               |
|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Enamel (phosphoric acid)    | 71.6<br>(2.4) <sup>a</sup>   | 41.1<br>(0.7) <sup>a</sup> | 11.3<br>(1.5) <sup>a</sup> | 19.2<br>(2.2) <sup>a</sup> |
| Enamel (no phosphoric acid) | 55.9<br>(3.5) <sup>b</sup>   | 40.6<br>(0.7) <sup>a</sup> | 3.8<br>(1.5) <sup>b</sup>  | 11.5<br>(2.4) <sup>b</sup> |
| Dentin (phosphoric acid)    | 62.3<br>(3.4) <sup>c</sup>   | 40.8<br>(0.5) <sup>a</sup> | 4.3<br>(1.3) <sup>b</sup>  | 17.1<br>(3.0) <sup>a</sup> |
| Dentin (phosphoric acid)    | 67.6<br>(3.4) <sup>d</sup>   | 41.0<br>(0.6) <sup>a</sup> | 6.3<br>(1.2) <sup>c</sup>  | 20.3<br>(3.3) <sup>a</sup> |
| Resin Composite             | 54.0<br>(2.4) <sup>b</sup>   | 40.4<br>(0.3) <sup>a</sup> | 5.6<br>(1.2) <sup>c</sup>  | 8.0<br>(1.2) <sup>c</sup>  |
| Lithium Disilicate          | 69.0<br>(2.4) <sup>d</sup>   | 40.8<br>(0.6) <sup>a</sup> | 9.1<br>(1.2) <sup>d</sup>  | 19.1<br>(3.4) <sup>a</sup> |
| Leucite glass ceramic       | 70.2<br>(2.1) <sup>a,d</sup> | 41.1<br>(0.6) <sup>a</sup> | 9.6<br>(1.2) <sup>d</sup>  | 19.5<br>(2.4) <sup>a</sup> |
| Zirconia                    | 67.9<br>(2.4) <sup>d</sup>   | 41.0<br>(0.6) <sup>a</sup> | 9.0<br>(1.5) <sup>d</sup>  | 17.9<br>(2.3) <sup>a</sup> |
| Type III gold alloy         | 64.2<br>(2.1) <sup>c</sup>   | 40.9<br>(0.6) <sup>a</sup> | 7.1<br>(1.0) <sup>c</sup>  | 16.2<br>(1.4) <sup>d</sup> |
| Au-Ag-Pd alloy              | 62.0<br>(2.9) <sup>c</sup>   | 40.7<br>(0.3) <sup>a</sup> | 6.5<br>(1.2) <sup>c</sup>  | 14.9<br>(1.2) <sup>c</sup> |

| Substrate                   | Adhesive | $\gamma_s$                 | $\gamma_s^d$               | $\gamma_s^p$              | $\gamma_s^h$               |
|-----------------------------|----------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Enamel (phosphoric acid)    | SU       | 59.1<br>(2.2) <sup>a</sup> | 40.6<br>(0.2) <sup>a</sup> | 7.1<br>(0.6) <sup>a</sup> | 11.4<br>(1.0) <sup>a</sup> |
|                             | GB       | 58.8<br>(1.9) <sup>a</sup> | 40.3<br>(0.3) <sup>a</sup> | 7.0<br>(0.5) <sup>a</sup> | 11.5<br>(1.2) <sup>a</sup> |
| Enamel (no phosphoric acid) | SU       | 57.8<br>(1.8) <sup>a</sup> | 40.5<br>(0.8) <sup>a</sup> | 6.1<br>(0.9) <sup>a</sup> | 11.2<br>(1.9) <sup>a</sup> |
|                             | GB       | 57.0<br>(1.7) <sup>a</sup> | 40.4<br>(0.7) <sup>a</sup> | 5.8<br>(0.5) <sup>a</sup> | 10.8<br>(1.8) <sup>a</sup> |
| Dentin (phosphoric acid)    | SU       | 58.8<br>(1.8) <sup>a</sup> | 40.5<br>(0.7) <sup>a</sup> | 6.8<br>(0.9) <sup>a</sup> | 11.5<br>(1.8) <sup>a</sup> |
|                             | GB       | 58.3<br>(1.5) <sup>a</sup> | 40.3<br>(0.4) <sup>a</sup> | 6.4<br>(0.5) <sup>a</sup> | 11.6<br>(1.1) <sup>a</sup> |
| Dentin (no phosphoric acid) | SU       | 57.4<br>(1.8) <sup>a</sup> | 40.5<br>(0.8) <sup>a</sup> | 6.0<br>(0.9) <sup>a</sup> | 10.9<br>(1.4) <sup>a</sup> |
|                             | GB       | 57.2<br>(1.8) <sup>a</sup> | 40.4<br>(0.7) <sup>a</sup> | 5.9<br>(0.5) <sup>a</sup> | 10.9<br>(1.6) <sup>a</sup> |
| Resin composite             | SU       | 59.1<br>(2.1) <sup>a</sup> | 40.5<br>(0.3) <sup>a</sup> | 7.0<br>(0.8) <sup>a</sup> | 11.6<br>(1.1) <sup>a</sup> |
|                             | GB       | 58.6<br>(2.0) <sup>a</sup> | 40.4<br>(0.3) <sup>a</sup> | 7.0<br>(0.7) <sup>a</sup> | 11.3<br>(1.2) <sup>a</sup> |
| Lithium disilicate          | SU       | 57.6<br>(1.8) <sup>a</sup> | 40.4<br>(0.8) <sup>a</sup> | 6.1<br>(0.9) <sup>a</sup> | 11.1<br>(1.2) <sup>a</sup> |
|                             | GB       | 57.3<br>(1.7) <sup>a</sup> | 40.4<br>(0.6) <sup>a</sup> | 6.1<br>(0.9) <sup>a</sup> | 10.8<br>(1.2) <sup>a</sup> |
| Leucite glass ceramic       | SU       | 57.9<br>(1.7) <sup>a</sup> | 40.4<br>(0.8) <sup>a</sup> | 6.2<br>(0.9) <sup>c</sup> | 11.3<br>(1.8) <sup>a</sup> |
|                             | GB       | 57.2<br>(1.7) <sup>a</sup> | 40.4<br>(0.7) <sup>a</sup> | 6.0<br>(0.7) <sup>a</sup> | 10.8<br>(1.6) <sup>a</sup> |
| Zirconia                    | SU       | 58.5<br>(1.8) <sup>a</sup> | 40.5<br>(0.5) <sup>a</sup> | 6.4<br>(0.9) <sup>a</sup> | 11.6<br>(1.9) <sup>a</sup> |
|                             | GB       | 57.2<br>(1.3) <sup>a</sup> | 40.3<br>(0.5) <sup>a</sup> | 6.1<br>(0.7) <sup>a</sup> | 10.8<br>(1.5) <sup>a</sup> |
| Type III gold alloy         | SU       | 58.2<br>(1.8) <sup>a</sup> | 40.5<br>(0.5) <sup>a</sup> | 6.4<br>(0.9) <sup>a</sup> | 11.3<br>(1.5) <sup>a</sup> |
|                             | GB       | 57.5<br>(1.8) <sup>a</sup> | 40.3<br>(0.5) <sup>a</sup> | 6.0<br>(0.7) <sup>a</sup> | 11.2<br>(1.3) <sup>a</sup> |
| Au-Ag-Pd alloy              | SU       | 58.3<br>(1.8) <sup>a</sup> | 40.5<br>(0.4) <sup>a</sup> | 6.3<br>(0.9) <sup>a</sup> | 11.5<br>(1.5) <sup>a</sup> |
|                             | GB       | 57.4<br>(1.5) <sup>a</sup> | 40.3<br>(0.4) <sup>a</sup> | 6.1<br>(0.7) <sup>a</sup> | 11.0<br>(1.4) <sup>a</sup> |

(3) アドヒーズ処理面における表面自由エネルギーと接着強さの相関性の検討

ユニバーサル接着材料の接着強さは被着体の種類によって異なるものの、処理面の表面自由エネルギーは被着体の違いによる影響は認められなかった。これは、ユニバーサル接着材料の化学的接着能が被着体の種類によってこのように、接着強さの評価とは別に、表面自由エネルギーを指標として検討することによって、その接着機構の一端を明らかにすることが可能であった。

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 22 件)

- 1) Tsujimoto A, Nagura Y, Shimatani Y, Nojiri K, Hidari T, Takeda M, Takamizawa T, Miyazaki M, Hinoura K. Influence of shortened etching time for enamel bonding of universal adhesives. 接着歯学 2019; 37: 12-20. 査読有
- 2) Sugimura R, Tsujimoto A, Hosoya Y, Fischer NG, Barkmeier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Surface moisture influence on etch-and-rinse universal adhesive bonding. Am J Dent 2019; 32: 33-38. 査読有
- 3) Nagura Y, Tsujimoto A, Fisher NG, Baruth AG, Barkmeier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Effect of reduced application time of universal adhesives on enamel bond fatigue durability and surface morphology. Oper Dent 2019; 44: 42-53. doi: 10.2341/17-261-L. 査読有
- 4) Imai A, Takamizawa T, Sugimura R, Tsujimoto A, Ishii R, Kawazu M, Saito T, Miyazaki M. Interrelation among the handling, mechanical, and wear properties of the newly developed flowable resin composites. J Mech Behav Biomed Mater. 2019 89: 72-80. doi: 10.1016/j.jmbbm.2018.09.019. 査読有
- 5) Tsujimoto A, Barkmeier WW, Erickson RL, Fischer NG, Markham MD, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Shear fatigue strength of resin bonded to dentin under cyclic fatigue at physiological frequency. Eur J Oral Sci 2018; 126: 316-325. doi: 10.1111/eos.12537. 査読有
- 6) Tsujimoto A, Barkmeier WW, Fisher NG, Nojiri K, Nagura Y, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Wear of resin composites: Current insights into underlying mechanisms and evaluation methods. Jpn Dent Sci Rev 2018; 54: 76-87. doi: 10.1016/j.jdsr.2017.11.002. 査読有
- 7) Suda S, Tsujimoto A, Barkmeier WW, Nojiri K, Nagura Y, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M.

- Comparison of enamel bond fatigue durability between universal adhesives and two-step self-etch adhesives: Effect of phosphoric acid pre-etching. *Dent Mater J* 2018; 37: 244-255. doi: 10.4012/dmj.2017-059. 査読有
- 8) Suzuki S, Takamizawa T, Imai A, [Tsujimoto A](#), Sai K, Takimoto M, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M. Bond durability of universal adhesive to bovine enamel using self-etch mode. *Clin Oral Investig* 2018; 22: 1113-1122. doi: 10.1007/s00784-017-2196-x. 査読有
  - 9) Nagura Y, [Tsujimoto A](#), Barkmeier WW, Watanabe H, Johnson WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Relationship between bond fatigue durability and surface free energy characteristics of universal adhesives to enamel. *Eur J Oral Sci* 2018; 126: 135-145. doi: 10.1111/eos.12398. 査読有
  - 10) Sai K, Takamizawa T, Imai A, [Tsujimoto A](#), Ishii R, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M. Influence of application time and etching mode of universal adhesives on enamel adhesion. *J Adhes Dent* 2018; 20: 65-77. doi: 10.3290/j.jad.a39913. 査読有
  - 11) [辻本暁正](#), 嶋谷祐輔, 名倉侑子, 野尻貴絵, 左 敏愛, 氏家真穂, 高見澤俊樹, 宮崎真至, 日野浦 光. ユニバーサルアドヒーズの表層重合層が象牙質接着疲労耐久性に及ぼす影響. *接着歯学* 2018; 36: 57-65. 査読有
  - 12) 高見澤俊樹, 鈴木崇之, 高橋奈央, 河津真美, 斎藤達郎, 武田光弘, [辻本暁正](#), 宮崎真至. 機能性モノマーの有無がセルフエッチングアドヒーズのエナメル質接着疲労耐久性および表面自由エネルギーに及ぼす影響. *接着歯学* 2018; 36: 47-56. 査読有
  - 13) Hirai K, [Tsujimoto A](#), Nojiri K, H Ueta, Takamizawa T, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M. Influence of photoirradiation conditions on bond durability and interfacial characteristics of universal adhesives. *Dent Mater J* 2017; 36: 747-754. doi: 10.4012/dmj.2016-019. 査読有
  - 14) [Tsujimoto A](#), Barkmeier WW, Hosoya Y, Nojiri K, Nagura Y, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Comparison of bond fatigue durability to enamel of universal adhesives and two-step self-etch adhesives in self-etch mode. *Am J Dent* 2017; 30: 279-284. 査読有
  - 15) Ouchi H, [Tsujimoto A](#), Nojiri K, Hirai K, Takamizawa T, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M. Effect of oxygen inhibition layer of universal adhesives on enamel bond fatigue durability and interfacial characteristics with different etching modes. *Oper Dent* 2017; 42: 636-645. doi: 10.2341/16-255-L. 査読有
  - 16) [Tsujimoto A](#), Barkmeier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Relationship between simulated gap wear and generalized wear of resin luting cements. *Oper Dent* 2017; 42: e148-e158. doi: 10.2341/16-270-L. 査読有
  - 17) [Tsujimoto A](#), Fischer NG, Barkmeier WW, Baruth A, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Effect of shortened phosphoric acid pre-etching times on bond fatigue durability of universal adhesives and surface morphology of enamel. *J Adhes Dent* 2017; 19: 267-273. doi: 10.3290/j.jad.a38437. 査読有
  - 18) [Tsujimoto A](#), Barkmeier WW, Takamizawa T, Watanabe H, Johnson WW, Latta MA, Miyazaki M. Comparison between universal adhesives and two-step self-etch adhesives in terms of dentin bond fatigue durability in self-etch mode. *Eur J Oral Sci* 2017; 125: 215-222. doi: 10.1111/eos.12346. 査読有
  - 19) [Tsujimoto A](#), Barkmeier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Effect of oxygen inhibition in universal adhesives on bond durability and interfacial characteristics. *Am J Dent* 2017; 30: 71-76. 査読有
  - 20) [Tsujimoto A](#), Barkmeier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Depth of cure, flexural properties and volumetric shrinkage of low and high viscosity bulk-fill comonomers in comparison to bulk-fill resin composites. *Dent Mater J* 2017; 36: 205-213. doi: 10.4012/dmj.2016-131. 査読有
  - 21) [Tsujimoto A](#), Barkmeier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Influence of thermal cycling on flexural properties and simulated wear of computer-aided design/ computer-aided manufacturing resin composites. *Oper Dent* 2017; 42: 101-110. doi: 10.2341/16-046-L. 査読有
  - 22) [Tsujimoto A](#), Barkmeier WW, Takamizawa T, Wilwerding T, Latta MA, Miyazaki M. Interfacial characteristics and bond durability on universal adhesives to various substrates. *Oper Dent* 2017; 42: e59-e70. doi: 10.2341/15-353-L. 査読有

〔学会発表〕(計 13 件)

- 1) [辻本 暁正](#), 名倉 侑子, 大内 元, 鈴木 崇之, 高見澤 俊樹, 宮崎 真至. 高粘度バルクフィラーおよびコンポジットレジン の重合収縮応力および曲げ特性. 第 71 回日本歯科理工学会春期学術講演会. 2018 年
- 2) [辻本 暁正](#), 名倉 侑子, 嶋谷 祐輔, 野尻 貴絵, 石井 亮, 高見澤 俊樹, 宮崎 真至, 近藤 貢. 新規ユニバーサルアドヒーズ "Prime & Bond Universal" の歯質接着性能. 第 148 回日本歯科保存学会春期学術大会. 2018 年
- 3) [Tsujimoto A](#), Barkmeier WW, Fischer NG, Baruth AG, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Influence of reduced application time of universal adhesives on enamel bond fatigue strength and

- surface morphology. 96th General Session & Exhibition of IADR. 2018 年
- 4) 辻本 暁正, 嶋谷 祐輔, 名倉 侑子, 廣兼 栄造, 石井 亮, 高見澤 俊樹, 宮崎 真至, 日野浦 光. 充填法の違いがバルクフィレジンの重合収縮応力に及ぼす影響. 第 37 回日本接着歯学会学術大会. 2018 年
  - 5) Tsujimoto A, Shimatani Y, Nagura Y, Nojiri K, Hosoya Y, Takamizawa T, Miyazaki M. Depth of cure of resin composites using varying light irradiance exposures with LED curing unit. 66th Annual Meeting of JADR. 2018 年
  - 6) Tsujimoto A, Barkemier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Comparison of bond fatigue strength to enamel and dentin between universal adhesives and two-step self-etch adhesives to enamel and dentin. The 47th AADR/CADR Annual Meeting & Exhibition. 2017 年
  - 7) Tsujimoto A, Barkmeier WW, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Bond fatigue strength of current adhesives to enamel and dentin. Brazil Japan Joint Research Workshop on Adhesive Dentistry. 2017 年
  - 8) 辻本 暁正, 名倉 侑子, 野尻 貴絵, 石井 亮, 高見澤 俊樹, 宮崎 真至, 日野浦 光. リン酸エッチングの処理時間がユニバーサルアドヒーズのエナメル質接着疲労耐久性および表面性状に及ぼす影響. 第 36 回日本接着歯学会学術大会. 2017 年
  - 9) Tsujimoto A, Nagura Y, Imai A, Suzuki T, Nojiri K, Ishii R, Takamizawa T, Miyazaki M. Polymerization shrinkage stress and flexural properties of low viscosity bulk-fill and conventional resin composites. 第 147 回日本歯科保存学会秋期学術大会. 2017 年
  - 10) Tsujimoto A, Nagura Y, Imai A, Suzuki T, Nojiri K, Ishii R, Takamizawa T, Miyazaki M. Simulated wear of current high viscosity resin composites. The 65th Annual Meeting of Japanese Association for Dental Research. 2017 年
  - 11) Tsujimoto A, Nagura Y, Nojiri K, Barkmeier WW, Latta MA, Takamizawa T, Miyazaki M. Bonding performance and interfacial characteristics of short fiber-reinforced resin composite. 10th International Federation of Esthetic Dentistry. 2017 年
  - 12) 辻本 暁正, 土屋 賢司, 植田 浩章, 平井 一孝, 金澤 智恵, 鈴木 総史, 高見澤 俊樹, 宮崎 真至. ユニバーサルアドヒーズおよび 2 ステップセルフエッチアドヒーズのエナメル質および象牙質に対する接着疲労耐久性. 第 146 回日本歯科保存学会春期学術大会. 2017 年
  - 13) 辻本 暁正, 高見澤 俊樹, 野尻 貴絵, 大内 元, 鈴木 崇之, 宮崎 真至. 歯質接着システムの表層低重合層が象牙質接着性に及ぼす影響. 第 69 回日本歯科理工学会学術講演会. 2017 年

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 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 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：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、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。