

歯科領域から発信する新規医療技術の開発 — デジタル技術・骨再生医療を中心に —

抄録集

日時 令和4年12月18日（日）13時～15時

場所 大塚講堂（徳島大学蔵本キャンパス）

プログラム（敬称略）

1. デジタル技術を応用した次世代の低侵襲白いつめもの治療

保坂 啓一（徳島大学大学院医歯薬学研究部歯学域再生歯科治療学分野 教授）

2. コンピューターを活用した患者さんにやさしい被せ物の治療

大倉 一夫（徳島大学大学院医歯薬学研究部歯学域顎機能咬合再建学分野 講師）

3. 骨補填材である Bioactive Glass の歯科治療への応用

北村 知昭（九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野 教授）

4. 新規人工骨としての炭酸アパタイトの開発、実用化から再生医療へ

宮本 洋二（徳島大学大学院医歯薬学研究部歯学域口腔外科学分野 教授）

5. パネリストによる総合討論

問い合わせ先：徳島大学蔵本事務部歯学部事務課総務係

〒770-8503 徳島市蔵本町3-18-15

Tel：088-633-9100

e-mail：isysoumu2k@tokushima-u.ac.jp

デジタル技術を応用した 次世代の低侵襲白いつめもの治療

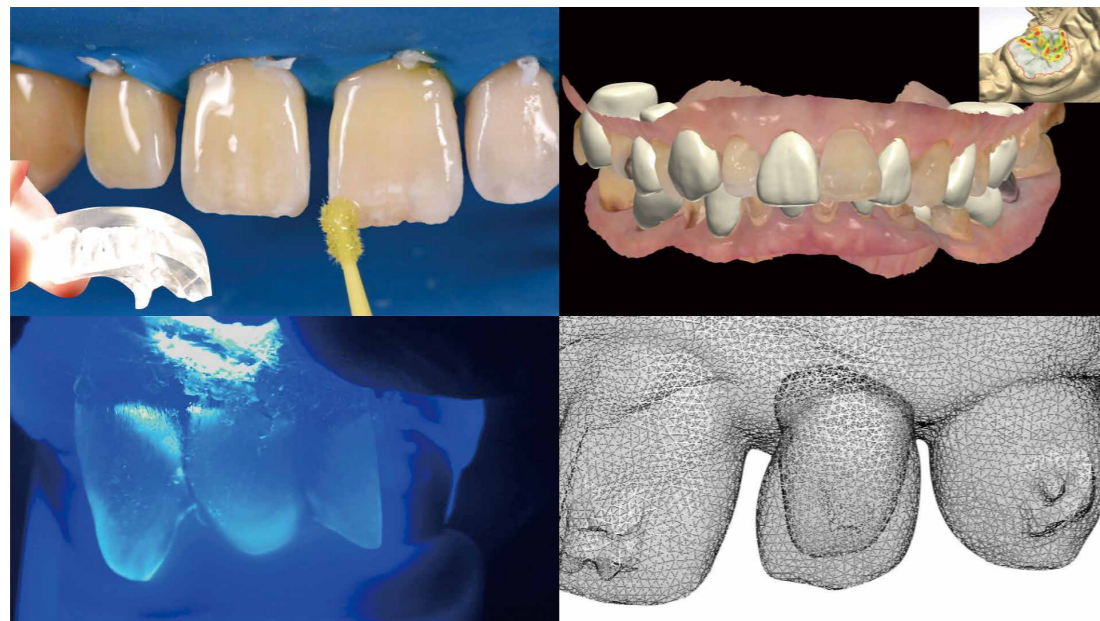
徳島大学大学院医歯薬学研究部再生歯科治療学分野
保坂 啓一

Minimally Intervention Dentistry Concept (低侵襲歯科医療)のもと、典型的なむし歯や歯の損耗、外傷などによる歯の欠損に対して、歯質接着技術に応用したコンポジットレジン(セラミックスとプラスチックとのハイブリッド材料)修復治療、いわゆる「白いつめもの治療」が行われている。近年では、我が国を中心としたさらなる技術革新により、これまで困難であると考えられてきた、広範囲、多数歯の治療にも応用されるようになり、歯硬組織再生が医療実装されていない現在、生体材料を用いた実現可能な機能・審美接着再生治療として、世界中から注目を集めている。

しかし、適応症が拡大し、症例難易度が上がると、一見単純に見えるコンポジットレジン修復の治療も、術者の技術や経験によって仕上がりにばらつきが生じる、治療時間が長くなるなどの問題点がクローズアップされるようになる。したがって、多くの臨床現場では、MIDCの意義は理解されるものの、これまで慣れ親しまれてきた、健全歯質への犠牲が少なからず必要な従来型の治療が選択される場面が少なくない。

そこで、我々は、口腔内スキャン、ラボスキャン、CAD、3Dプリンティングといった発展著しいデジタル技術に応用して製作するクリアインデックスの活用によって、シミュレーション通りの形態を正確に治療歯にトランスファーする新しい治療技法の開発に取り組んでいる。術者依存性の高いコンポジットレジン修復治療に、標準化と効率化がもたらされるだけでなく、治療結果によりよい機能と審美が付与されることから、小児から高齢者まで多くの患者さんに、安心と安全の低侵襲歯科治療を提供可能な、次世代の白いつめもの治療として期待される。

本講演では、この治療を支える歯質接着、特に接着界面に起こる"Super tooth formation"とよばれる、天然歯を超える物理/化学的強化現象についても触れ、Advanced ミニマルインターベンションデンティストリーともいえる新しい歯科医療の世界について考えてみたい。



【現職】

徳島大学大学院医歯薬学研究部再生歯科治療学分野教授

【略歴】

- 2003年 東京医科歯科大学歯学部歯学科卒業
- 2005年 米国ジョージア医科大学客員研究員
- 2007年 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科修了(歯学博士)
- 2009年 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科助教
- 2018年 英国ロンドン大学キングス・カレッジ客員講師
- 2021年 現職

【著書・論文等】

Hosaka K et al. Eight-year Microtensile Bond Strength to Dentin and Interfacial Nanomechanical Properties of a One-step Adhesive. J Adhes Dent. 2021;23:461-7.

Hosaka K et al. Replacing mandibular central incisors with a direct resin-bonded fixed dental prosthesis by using a bilayering composite resin injection technique with a digital workflow: A dental technique. J Prosthet Dent. 2020.

Hosaka K et al. Ultra-high-speed videography of resin-dentin interface failure dynamics under tensile load. Dent Mater. 2019;35:e153-e61.

【謝辞】

本講演の一部は、徳島大学研究クラスター事業の支援を受けたものである。



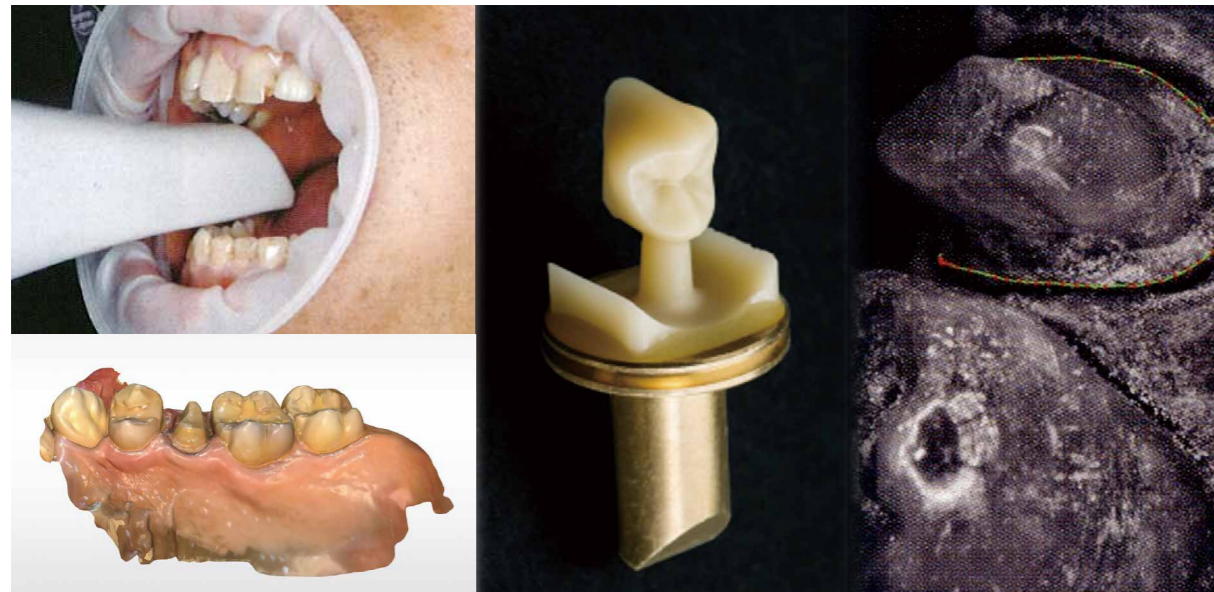
コンピューターを活用した 患者さんにやさしい被せ物の治療

徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野
大倉 一夫

歯の被せ物を作るときに型取りでつらかった方は多いと思います。デジタル器機の進化によって、苦痛の少ないカメラ（口腔内スキャナー）を用いた型取りが可能となりました。

金属アレルギーを起こさない、白くて美しく、強い材料もコンピューターの支援によって実用化されています。ハイブリッド型コンポジットレジン冠（CAD/CAM冠）やジルコニアセラミック冠などがその代表です。従来のハイブリッド型コンポジットレジン冠は少しずつ盛り足したものを固めていくため、全体を均等に固めるのが困難で、物性が不均一となり強度に劣りました。問題点を改善するために、ほぼ完全に固められたハイブリッド型コンポジットレジンのブロックをコンピューター技術で削り出すのがCAD/CAM冠です。物性が均一で強度に優れるだけでなく、ブロックの色を積層構造とすることで前歯に使えるほど色調が改善されました。ジルコニアは核燃料であるウランの被覆材として使用されるほど安定な材料ですが、焼き固めることによる収縮が20%以上もあり、そのままでは被せ物としての精度が不十分でした。この材料に関しても完全に焼き固める前の加工しやすい切削用ブロックをコンピューター技術で削り出し、コンピューター制御で完全に焼き固めることで必要な精度と強度が得られました。透明感などの色合いも改善が進み、積層された構造によって色調を整え、強度の高いジルコニア単独で被せ物が製作できるようになりました。

このような患者さんにとって優しい先進的な治療を紹介いたします。



【現職】

徳島大学病院歯科（かみあわせ補綴科）講師

【略歴】

- 1993年 徳島大学歯学部卒業
- 1997年 徳島大学大学院歯学研究科博士課程修了
- 1998年 徳島大学助手 歯学部附属病院（歯科麻酔科）
- 2000年 徳島大学助手 歯学部（歯科補綴学第二講座）
- 2003年 カナダ・モントリオール大学客員教授 歯学部（口腔内科学）
- 2005年 徳島大学大学院助手（ヘルスバイオサイエンス研究部咬合管理学）
- 2013年 徳島大学大学院講師（ヘルスバイオサイエンス研究部咬合管理学）
- 2015年 徳島大学大学院講師（医歯薬学研究部顎機能咬合再建学）
- 2017年 現職

【著書・論文等】

咬合学と歯科臨床 よく噛めて、噛み心地のよい咬合を目指して（大倉 一夫，安陪 晋，鈴木 善貴，第5章 睡眠時ブラキシズム、138-164）中野 雅徳，坂東 永一編，医歯薬出版，2011

大倉 一夫，CAD/CAM冠の臨床手技とプリンシパル，香川県歯科医師会 CAD/CAM 研修会（平成 27 年 10 月 23 日，高松市）

Okura K, Occlusal Force Control and Digital Dentistry, Dentisphere4-international scientific meeting 5th ASEAN plus & Tokushima joint international conference (November 29th 2019, Surabaya, Republic of Indonesia)



骨補填材である Bioactive Glass の 歯科治療への応用

九州歯科大学口腔機能学講座口腔保存治療学分野

北村 知昭

歯の硬組織（エナメル質や象牙質）、歯髄（歯のシンケイ）、および根尖歯周組織（歯根先端周囲の骨組織等）に生じた疾患に対して行う歯科治療を総称して歯科保存治療と言い、科学的根拠に基づいた専門知識・技術に加え、様々なバイオマテリアルを駆使して歯科保存治療を実践する歯科医師を歯科保存専門医と言います。現在、歯科保存専門医が目しているバイオマテリアルのひとつに「バイオセラミックス」があります。

バイオセラミックス研究の歴史は約 50 年と比較的新しい研究領域です。歯科保存治療では 1990 年代に米国でバイオセラミックス系材料の臨床使用が始まり、近年では歯科保存治療用バイオマテリアルにおけるグローバルスタンダードのひとつとなっています。日本においても「バイオセラミックス系」あるいは「バイオセラミックス配合」と冠した歯科保存治療用製品が数多く見られるようになってきました。

私達の研究グループは、バイオセラミックスのひとつで、1970 年頃に骨組織と結合する物質として発見された Bioactive Glass（バイオアクティブガラス）に着目し、現代歯科医療への還元と将来の歯科医療への展開を目的とした開発研究を行なっています。「現代歯科医療への還元」としては、2009 年頃から Bioactive Glass を配合した歯科保存治療用材料に関する材料学的・生物学的な研究を積み重ね、2017 年に製品化を果たしました。多くの歯科医師に評価いただき、2021 年の国内シェアは約 20% となり、現在ではアジア各国の歯科医師にも高く評価され普及し始めています。「将来の歯科医療への展開」としては、再生医用材料に Bioactive Glass を応用する研究に取り組んでいます。2004 年頃から再生に関わる細胞が接着・増殖するための足場（Scaffold）に関する研究を開始し、近年では骨組織や歯の再生医用材料として Bioactive Glass を配合した Scaffold が有用であることを明らかにしつつあります。

今回のシンポジウムでは、私達の研究グループが歯科治療への応用を目的として開発した Bioactive Glass 配合歯科保存治療用材料に関する基礎および臨床研究の成果を中心にお話しします。



【現職】

九州歯科大学歯学部口腔機能学講座口腔保存治療学分野 教授

【略歴】

1989年 九州歯科大学歯学部卒業

1993年 九州歯科大学大学院歯学研究科修了

1994年 九州歯科大学歯学部助手（現・口腔保存治療学分野）

2005年 九州歯科大学歯学部助教授（現・口腔保存治療学分野）

2010年 九州歯科大学歯学部口腔機能学講座口腔保存治療学分野教授

2022年 現職

【著書・論文等】

- 1). Murata K, Washio A, Morotomi T, Rojasawasthien T, Kokabu S, Kitamura C: Physicochemical properties, cytocompatibility, and biocompatibility of a bioactive glass based retrograde filling material. *Nanomaterials*, 11(7), 1828, 1-18, 2021.
- 2). Washio A, Teshima H, Yokota K, Kitamura C, Tabata Y: Preparation of gelatin hydrogel sponges incorporating bioactive glasses capable for the controlled release of fibroblast growth factor-2. *J Biomater Sci, Polym Ed* 30(01), 49-63, 2019.
- 3). Washio A, Morotomi T, Yoshii S, Kitamura C: Bioactive glass-based endodontic sealer as a promising root canal filling material without semisolid core materials. *Materials* 12(23)3967, 1-17, 2019.



新規人工骨としての炭酸アパタイトの開発、 実用化から再生医療へ

徳島大学大学院医歯薬学研究部口腔外科学分野
宮本 洋二

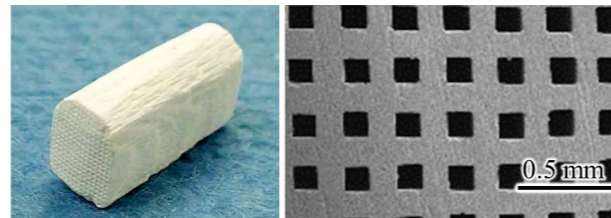
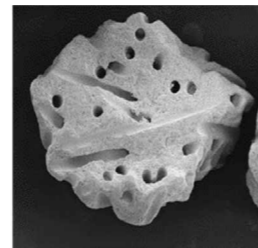
骨欠損に対する治療の gold standard は自家骨移植ですが、自家骨移植には健常部への侵襲や採取できる骨の量や形などの問題があります。これらの解決法としてハイドロキシアパタイト (HA) が人工骨として広く使用されてきました。HA は優れた骨伝導性がありますが、体内ではほとんど吸収しません。そのため、長期に体内に残遺し、細菌感染を受け、時に感染源になります。一度、HA が感染すると難治性で、全て除去する必要があります。私たちは骨の再建や再生を考える場合、最も優れた生体材料は「自家骨」と言う観点から、自家骨に置換する生体材料の開発を目指しました。

日本の歯学部では骨の無機成分 (骨アパタイト) は HA であると教えられることが多いのですが、これは間違いです。骨アパタイトは HA とは違って、体内で吸収され骨と置換します。

この骨置換性の違いは何に起因するのでしょうか。実は、骨アパタイトは HA ではなく、炭酸基を含んだ炭酸アパタイトです。炭酸アパタイトは溶解性が高いため、体内で吸収され骨と置換します。私たちは九州大学の石川邦夫教授との共同研究で、低結晶性の炭酸アパタイトの人工合成に世界で初めて成功しました。2017 年に薬事承認を得て、2018 年より株式会社ジーシーからサイトランス[®] グラニュールとして市販されています (右図上段)。このサイトランスは歯科インプラント周囲の骨造成術、骨欠損への適応が認められた日本では初めての人工骨です。

本講演では炭酸アパタイト開発の経緯と人工骨としての特徴、実用化、臨床成績について説明させていただきます。

さらに、炭酸アパタイトの骨再生医療用スキャフォールドへの応用を目指して、多孔体の開発にも 2 つの方法で成功しました。一つは、CaSO₄ を出発物質として、水と練和し、その練和体内にマイクロファイバーを混合、硬化後、ファイバーを高温で焼却、除去することによって、硬化体内にファイバーの形の空洞を作製することができます。この段階では CaSO₄ の多孔体ですが、炭酸化、リン酸化を行うことによって、形態を変化させずに、炭酸アパタイトに変換させます。この方法で種々の径の気孔を有する多孔体の作製に成功しました (右図中段)。もう一方は、Ca(OH)₂ を出発物質としてバインダーと共に押出成形する方法です。ちょうど、「トコロテン」を押し出すようにして連通気孔を有する多孔体が作製できます。これらの多孔体の開発と動物実験の結果についても報告します (右図下段)。



【現 職】

徳島大学大学院医歯薬学研究部口腔外科学分野 教授

【略 歴】

- 1983 年 徳島大学歯学部卒業
- 1987 年 徳島大学大学院歯学研究科修了
- 1987 年 徳島大学歯学部助手 (口腔外科学第一講座)
- 1992 年 徳島大学歯学部附属病院講師 (第一口腔外科)
- 2003 年 秋田大学医学部附属病院口腔外科科長・助教授
- 2005 年 秋田大学医学部附属病院口腔外科科教授
- 2007 年 現 職

【著書・論文等】

- ・ Fukuda N, Ishikawa K, Miyamoto Y : Alveolar ridge preservation in beagle dogs using carbonate apatite bone substitute. *Ceramics International*, 48: 1796-1804, 2022.
- ・ Fujioka-Kobayashi M, Miyamoto Y, Ishikawa, et al. : Osteoclast behaviors on the surface of deproteinized bovine bone mineral and carbonate apatite substitutes in vitro. *J Biomed Mater Res A*, 110: 1524-1532, 2022.
- ・ 宮本洋二, 福田直志, 秋田和也ら : 口腔領域における骨補填材としての炭酸アパタイトの現状と今後の展開. *日本口腔インプラント学会雑誌*, 2022, (印刷中)



