

地域医療をまもる
次世代歯科医療の臨床研究
研究報告概要

<中間報告書>

ごあいさつ

現在、歯科業界は大きな変革期の真っ只中にあり、高齢化や離職率の高さによる就業歯科技工士数の減少など社会的環境要因によって、多くの歯科医療関係者は切実な問題に直面しています。そのような問題を解決する方法として期待されているのがDX（Digital transformation）であり、デジタル技術を浸透させることで、人々の生活がより良くなるような変革を目指しています。

2021年6月に閣議決定された「まち・ひと・しごと創生基本方針2021」では、地方創生の3つの視点として「ヒューマン」、「デジタル」、「グリーン」を挙げています。2020年3月に開設した高知大学医学部YAMAKIN次世代歯科医療開発講座では、歯科の「デジタル」から地方創生を目指しています。具体的な取り組みとして、高齢化が進む高知県幡多地域の犬伏病院にデジタル歯科医療のサポート拠点（臨床デジタル技工研究室幡多分室）を設立しました。地域におけるデジタル技工の臨床上的の問題点を抽出して、解決方法を探り、歯科修復物製作のプロセスをデジタル化、普遍化、形式化することで、他地域でも応用できる枠組みを構築します。

歯科医療関係者が激変する環境に対応できるよう、デジタル技術の普及を目指した研究をおこない、培った独自技術、知識を地域の歯科医療関係者に発信し、『地域医療をまもる』活動を進めて参ります。



高知大学医学部
YAMAKIN次世代歯科医療開発講座
特任教授

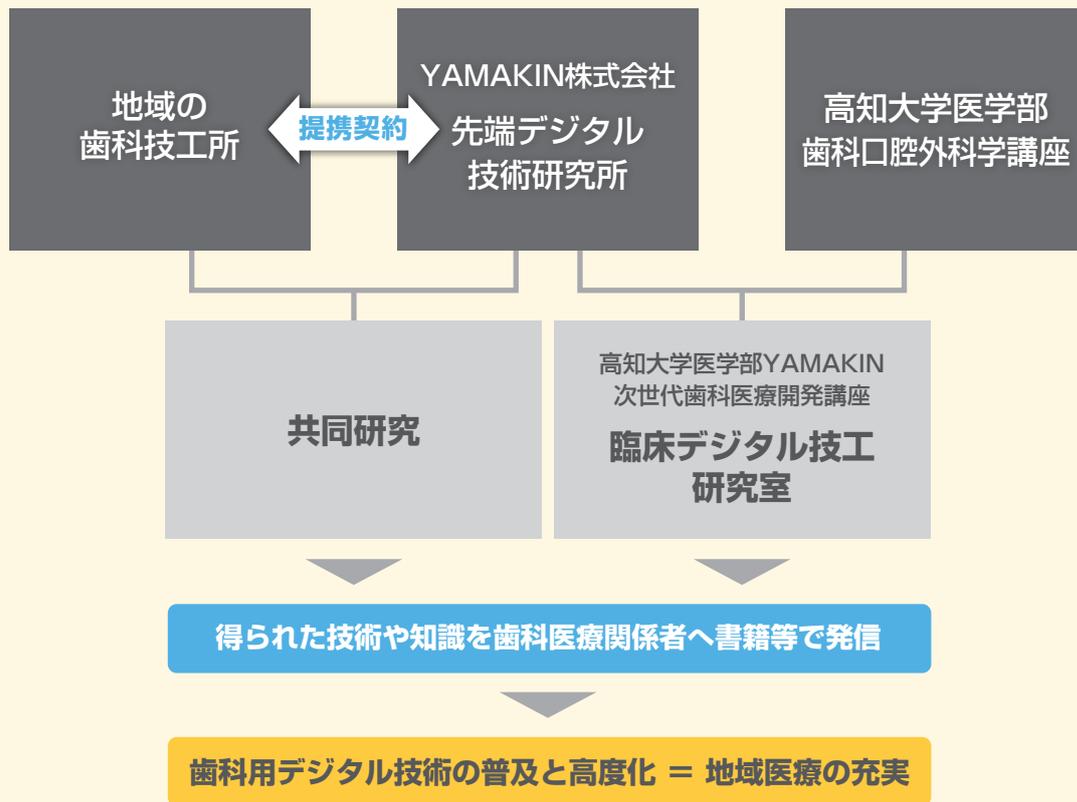
山本 哲也

わたしたちが考える地域医療

患者、歯科医療機関、行政との関係だけでなく、歯科技工士、販売店やメーカーも含めて地域医療の担い手となります。

最新デジタル技術を駆使した歯科修復物の製作方法確立だけでなく、既存の流通および物流のシステムと調和した効率的な情報伝達手段を駆使して歯科医療業界をつなぎ、医療システム構造の維持を図ることが求められます。

地域医療の存続のため、それぞれができることから始めていきましょう



地域医療を守る取り組み

Contents

目的	4
高知大学医学部YAMAKIN次世代歯科医療 開発講座の概要	6
次世代歯科医療研究の枠組み	14
臨床デジタル技工研究体制	15
学術的取り組みおよび技術の紹介	
学術技工チーム	18
デジタル技工チーム	20
インプラント技工チーム	24
一般技工チーム	26
デンチャー技工チーム	28



高知デジタル技工臨床研究チーム

地域医療をまもる取り組みを全国に

近年、さまざまな環境要因によって社会環境は大きく変化しています。環境要因は政治的（P：Politics）、経済的（E：Economy）、社会的（S：Society）、技術的（T：Technology）の4つに分けられ、それぞれの要因が複雑に絡み合っています。

Z世代と呼ばれるデジタルネイティブが社会の中心になりつつあり、企業の経営理念も利益追求からゼブラといわれる社会貢献性の両立を重要視するものになっています。また、2020年から猛威を振るっている新型コロナウイルス感染症（COVID-19）によって人々の生活様式は一変し、個人および社会の価値観さえも変わっています。このような劇的な社会環境の変化はこれまでに経験したことは少なく、あらゆる業界に対して大きな影響を与えています。

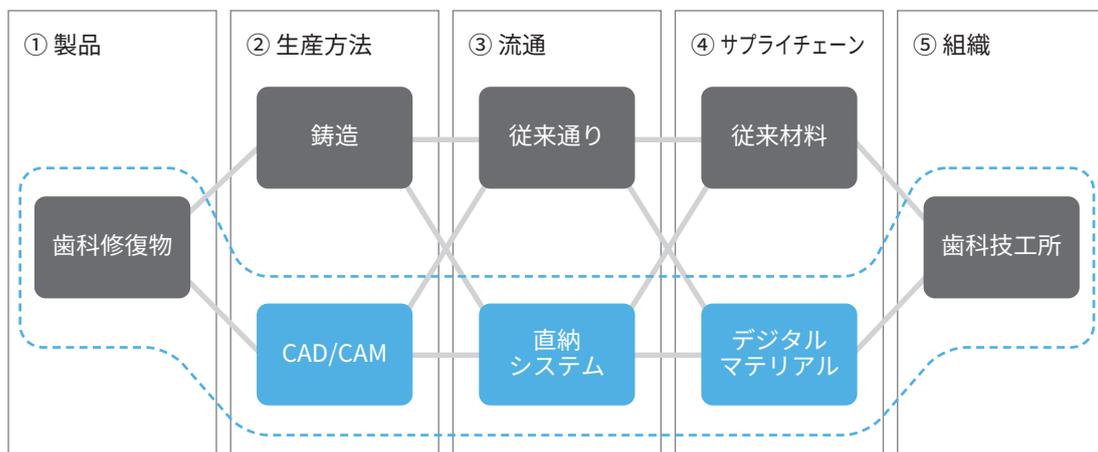
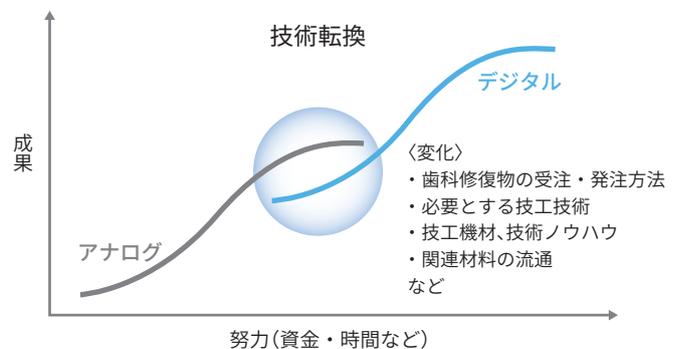
歯科医療関係者のみなさまが大きな環境変化に対応できるよう、デジタル技術を地域の歯科医療に応用する共同研究を実施しています。



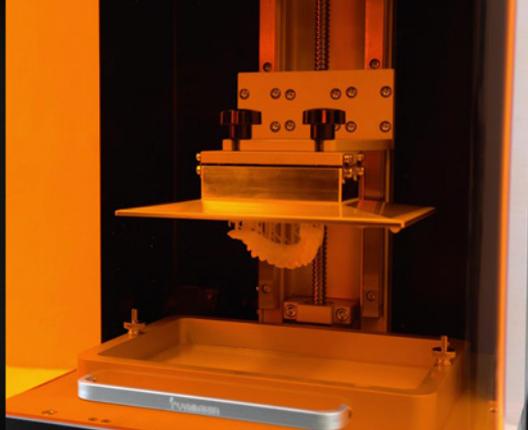
デジタル技工臨床研究の様子（イメージ）

歯科医療の不連続的進化

デジタル技術の急速な発達によって、従来のアナログからデジタルに「不連続的進化」が進んでいます。高知大学医学部YAMAKIN次世代歯科医療開発講座（以下、本講座）では、デジタル技術の臨床的評価をおこない、その成果を出版物やセミナーなどさまざまなかたちで歯科医療業界に広く公開することで、デジタル技術の普及と高度化に寄与し、歯科技工技術の継承と地域医療の充実に尽力して参ります。



歯科修復物製作におけるイノベーション（新結合）



高知大学医学部 YAMAKIN 次世代歯科医療開発講座

特任研究チーム

研究メンバー



特任教授
(高知大学医学部 歯科口腔外科学講座教授)

山本 哲也



特任准教授

坂本 猛



特任研究員 デジタル加工技術担当

山本 恭平



特任研究員 研究開発担当

松浦 理太郎



特任研究員 ICT開発担当

山下 大輔



特任研究員 ICT開発担当

浅尾 達也



特任研究員 デジタル加工担当

黒岩 良介



特任研究員
次世代歯科医療研究コーディネート担当

鈴木 寛子

1) デジタル技術を活用した歯牙移植法の検討

智歯を抜歯して歯の無い箇所への移植をおこなう症例などの術前シミュレーションにデジタル技術を活用することを検討する。移植歯を使って繰り返し試適すると移植歯自体および移植箇所が損傷するリスクがあるので、事前に移植歯と同形状のモデルを製作し、移植箇所へのスペーサーおよび骨成長の調整として用いる。そうすれば、移植箇所が移植前に整うため、治療時間の短縮が可能となり、患者負担の低減につながると考えられる。

本研究では、下記の3段階の検討を実施しており、現状①まで完了している。

- ① CTデータから3Dプリントして検証模型製作
- ② 試適シミュレーションへの活用検討
- ③ 材料の生物学的安全性および骨成長が阻害されないか確認

① CTデータから3Dプリントして検証模型製作

事前に歯牙形態モデルを製作しておくために、CTデータを活用する。CTデータはDICOM (Digital Imaging and COmmunications in Medicine: ダイコム) と呼ばれる2次元の連続スライス画像データに患者情報なども付与されたファイル形式で出力されたものである。これは、医療現場で用いられるさまざまなシステムに連携した標準規格である。

しかしながら、歯牙形態モデルの製作にDICOMをそのまま使用することはできない。2次元の画像データを3Dデータ (STLファイル) に変換することで、CADソフトウェアとの連携、3Dプリンターによる造形が可能になる。

ここでは、DICOMからSTLへのデータ変換およびCADソフトウェアなどを用いたデータ抽出、修正、3Dプリントによる造形の検証を実施した。

検証フローを図1に示す。

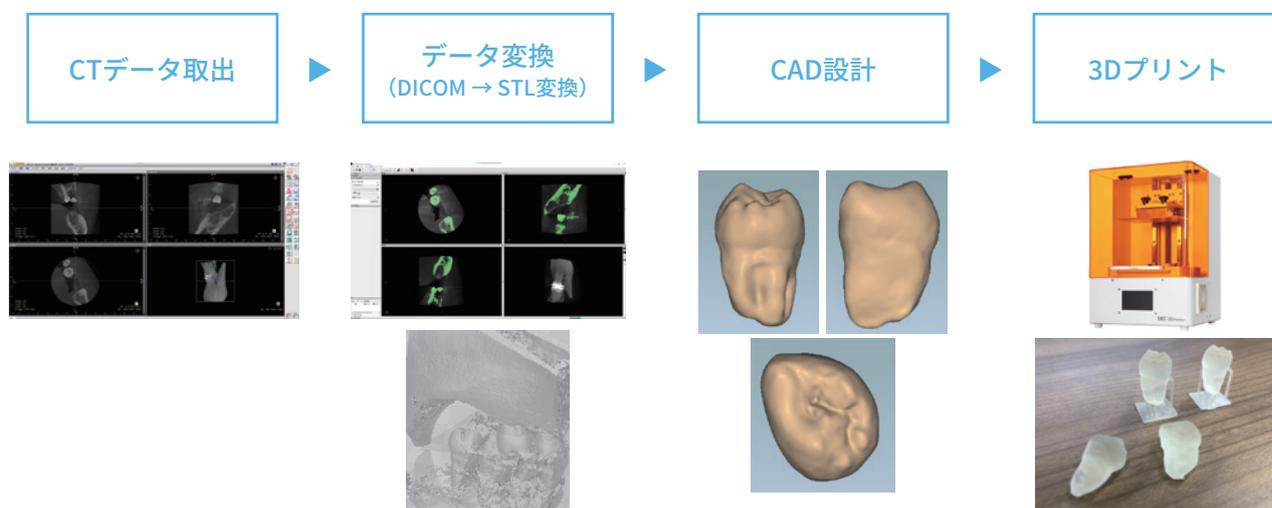


図1 検証フロー

<取り組み内容と課題>

- ・CTデータ（DICOM）から3Dデータ（STL）への変換

「InVesalius」というソフトウェアを用いデータ変換を試みた（図2）。

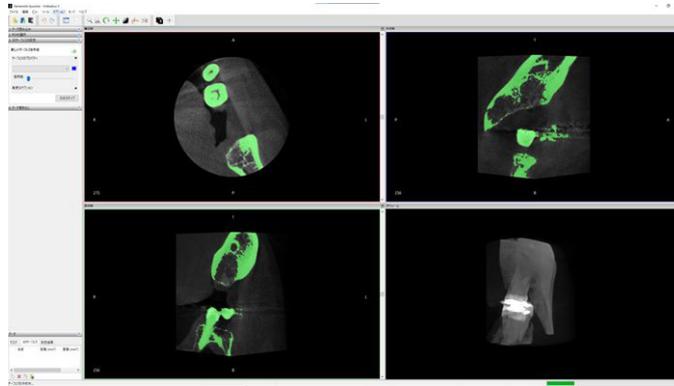


図2 データ変換作業の様子

得られたSTLファイルを図3に示す。写真のようなノイズがあり、スムーズな3Dデータを得ることができなかった。ノイズの要因として、CTの精度や骨密度の違いなどが考えられるが、今後の課題として検討している。

スムーズなSTLファイルを得られれば、該当箇所のみ抽出して3Dプリントすれば良いが、今回のSTLファイルはノイズが多いので、スムージング処理が必要である。これらの処理はCADソフトウェアもしくは専用ソフトウェアを使って実施する。

図4、5に上下顎8番の3Dデータを示す。スムージングによって滑らかなモデルになることが確認できた。



図3 得られたSTLファイル

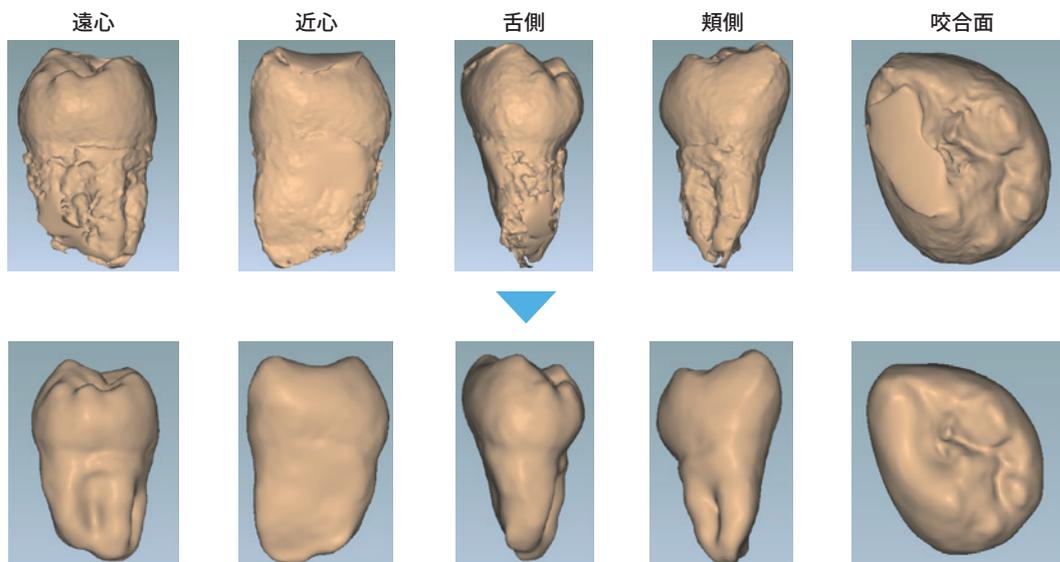


図4 上顎8番の3Dデータ（上段：スムージング前 下段：スムージング後）

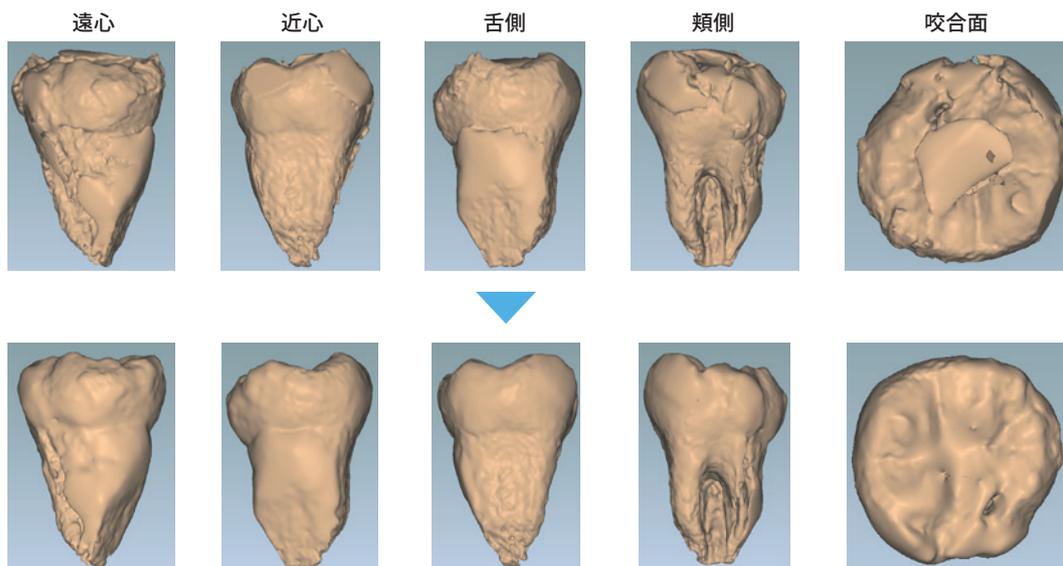


図5 下顎8番の3Dデータ（上段：スムージング前 下段：スムージング後）

この3Dデータを用いて3Dプリンターで造形したモデルを下記に示す。使用した3Dプリンターは「TRS 3DプリンターXL（ヤマキン）」、材料は「iMAS SG&トレイ（ヤマキン）」を用いた。この材料はオートクレーブ可であり、表面（口内）に一時的に接触する用途で生物学的安全性評価がなされたものである。

造形物を図6に示す。



図6 造形した歯牙形態モデル

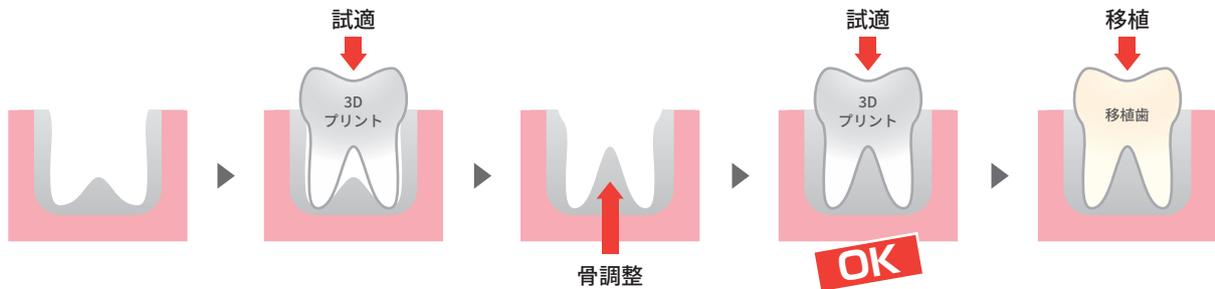
本検証では、ノイズやノイズ除去のスムージング処理の労力に課題が見つかったが、歯牙形態モデルの製作まで可能であることがわかった。

② 試適シミュレーションへの活用検討

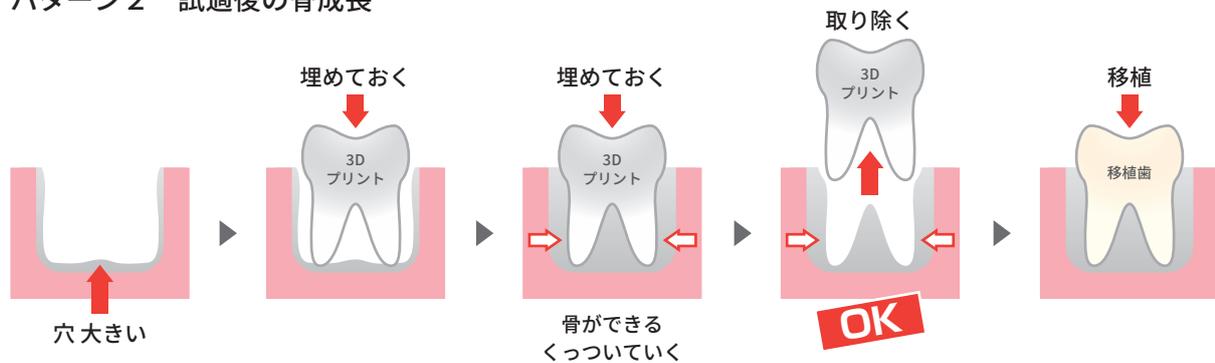
<研究予定>

下記2パターンの臨床評価をおこなう。

パターン1 試適後の骨調整



パターン2 試適後の骨成長



③ 材料の生物学的安全性および骨成長が阻害されないか確認

<研究予定>

今回歯牙形態モデルに使用した材料の安全性試験を追加で実施する。また、上記パターン2の骨成長を評価したうえで阻害されないか確認する。さらに、骨補填材の導入など最適な環境を見出すことも検討する。

2) デジタルを活用した歯科技工指示

本研究では、デジタルの活用によって、技工指示に必要な情報以外に、「色」情報（口腔内写真など）、スキャンデータなどの付随情報の関連付け、歯科治療において必要な情報の一元管理、それらのデータを歯科医師と歯科技工士が共有、コミュニケーションが可能とするシステム構築を目指している。

<本研究で実装した機能>

① ファイル添付機能

写真やスキャンデータなどの付随データの関連付け、データ登録が可能。

② 歯式選択リスト

各部位の補綴物・使用材料などの情報をリストから選択して入力可能（図7）。リストの項目はカスタマイズでき、ニーズに合わせて運用できる。

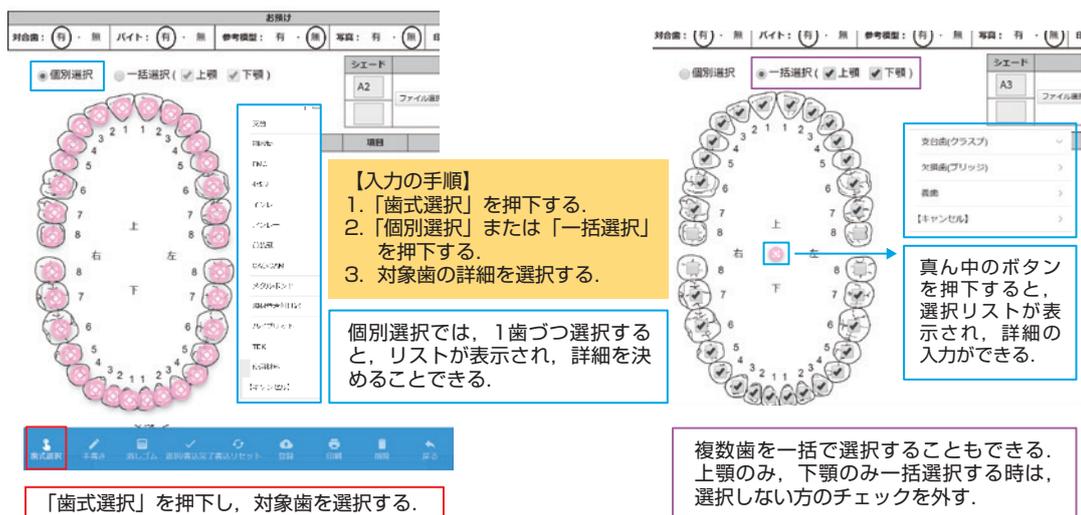


図7 画面イメージ（歯式の選択）

③ 手書き入力

手書き入力にも対応。義歯症例において維持装置などの設計イメージを文字情報のみで表現することが難しいため、図8に示すように歯式図上に手書き入力し、歯科医師と歯科技工士が完成形イメージを共有できる。

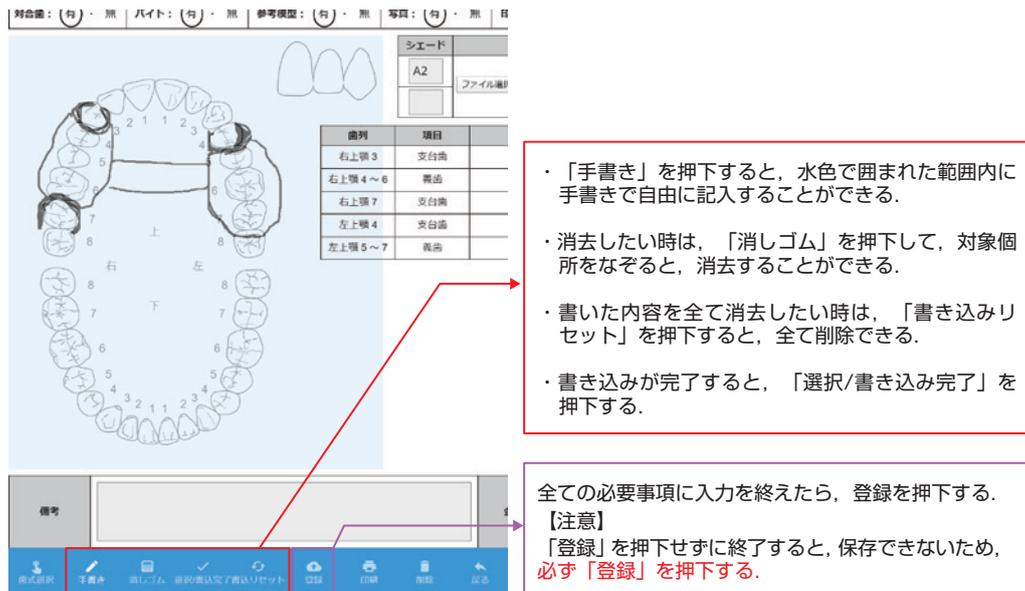


図8 画面イメージ（手書き入力）

④ 検索機能

歯科医院側で登録した技工指示情報は、クラウドを通じて委託先の歯科技工所へ即座にデータ連携される。システム上に登録した情報は、履歴情報として管理される。図9に示す検索機能を実装しており、患者ごとの治療履歴などを容易に抽出することが可能。



図9 画面イメージ（履歴一覧）

<今後の取り組み>

さまざまなデータ集計機能の実装を進めている。蓄積したデータを容易に集計できるようにすることで、集計作業にかかる時間短縮、作業負荷の低減を目指している。データをただ集計して終わりではなく、しっかりと分析して次のアクションプランにつなげられる仕組みづくりにつなげたい。

3) 口腔内スキャナーの検証

口腔内スキャナーによる光学印象が普及すれば、模型が不要になり、模型作りで生じる粉塵などが無くなることによる環境改善、印象材や石膏などの消耗品経費削減、口腔内3Dデータ保管および活用、歯科技工所との模型のやり取りがなくなり、クラウドシステムを通じた新たなコミュニケーションなど、歯科医療が大きく変わっていくだろう。

本研究では、口腔内スキャナー^{*}による光学印象から歯科修復物製作までの一連の工程における臨床的な評価を通じて、課題を抽出し、歯科医療機関にて活用できる情報を収集する。



スキャンデータ



切削物の確認 (模型上)



適合写真 (口腔内)

<課題>

① チェアサイドでのスキャン工程

- ・ 患者への負担

口が小さい患者の場合は難しく、患者負担が大きい

- ・ 口腔内の状態による影響

貴金属の詰め物が口腔内にあると、ハレーションを起こしやすく、スキャンエラーが発生し、スキャンに時間がかかる。対策として、ハレーション防止のパウダー塗布などの手法が考えられる。

② CAD工程

スキャンデータのエラー補正、トラブルシューティング

③ 3Dプリンターの出力工程

前工程で得られるデータに問題がなければ、工程自体への影響は少ないと考えられる。しかし、形状によっては造形不良、造形できてもサポートピンの調整が多く必要など、不具合が想定される。

<今後の予定>

継続的な評価およびデータ蓄積を進める。チェアサイドから、治療に関する情報がデジタル化されることで歯科治療全体でのデジタル技術活用が大きく進むきっかけとなる。

しかしながら、現状は各工程での課題も多く、機器コストも非常に高く導入には相応のリスクもある。ただ、歯科医療従事者の人材不足が顕著に表面化している状況から、確認された課題に対する解決方法をノウハウとして蓄積し、デジタル技術を活用した次世代の歯科医療フローを確立し、普及させていくための情報発信につなげていく。

※ 本研究では、データ互換性がある口腔内スキャナーを使用しています。



次世代歯科医療研究の枠組み

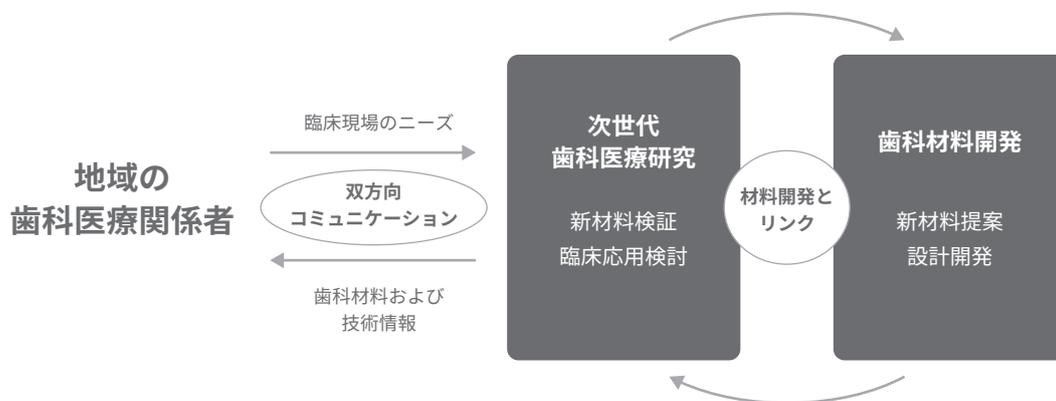
新しく設計開発された歯科材料は、次世代歯科医療研究にて検証がおこなわれ、開発現場にフィードバックされて、さらなる改良、改善がおこなわれます。その繰り返しを経て製品化した材料を使用して、臨床応用を進め、より臨床現場で使用しやすい情報を付加し、全国の歯科医療関係者に情報発信します。

実際の使用感や、新たなニーズの創出を次の研究にフィードバックし、次世代の歯科材料開発につなげて参ります。



YAMAKIN株式会社
技工統括

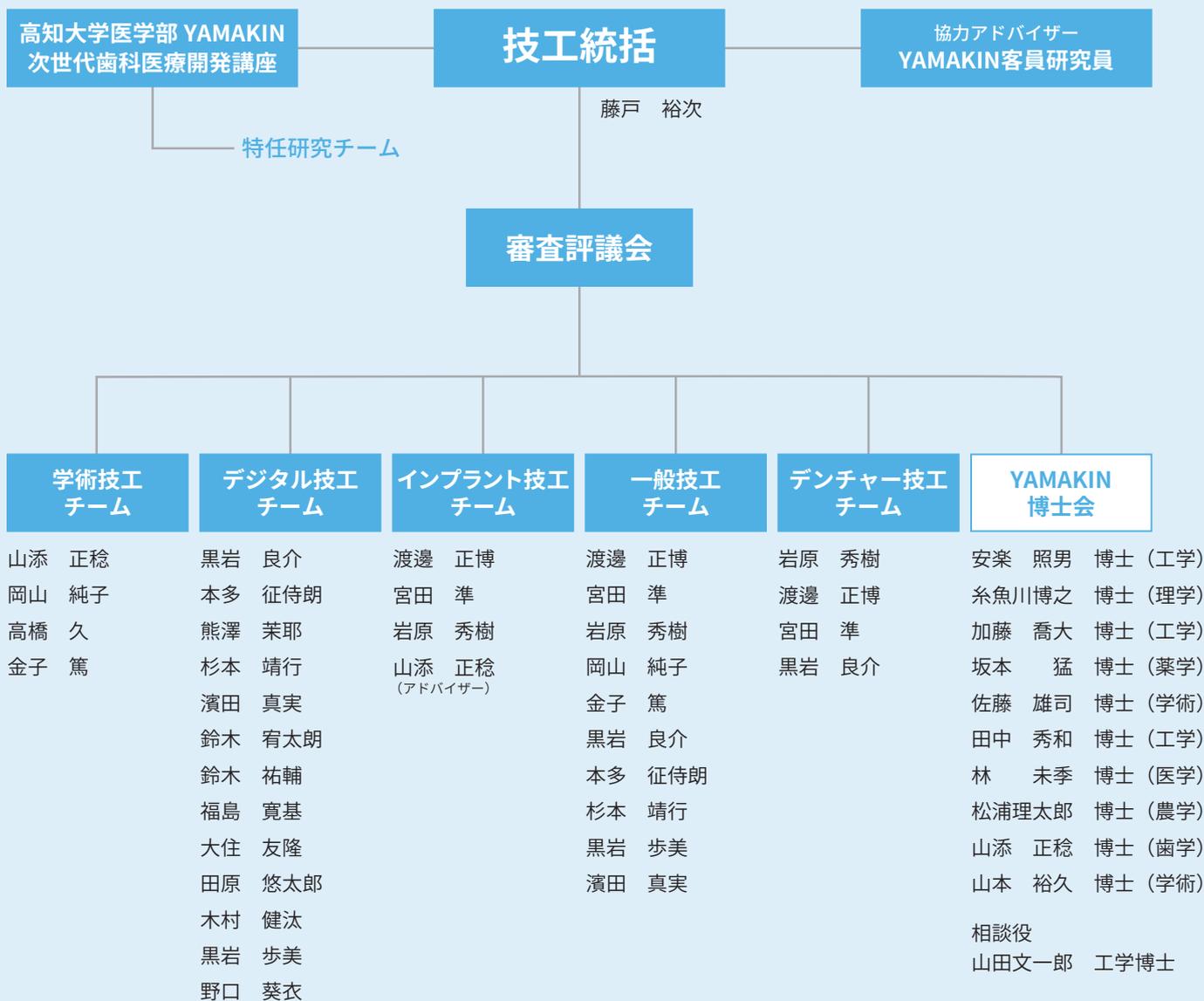
藤戸 裕次



次世代歯科医療研究の枠組み

臨床デジタル技工研究体制

「デジタル×匠」



各研究部門の紹介



高知大学医学部YAMAKIN次世代歯科医療開発講座

- ・地域医療をまもるための歯科における臨床的、技術的またはシステムの課題を研究対象として、科学的根拠に基づいた課題解決などの研究をおこなう。また、得られた研究成果を歯科医療関係者に広く情報発信することも重要な意義とする。
- ・地域医療をまもる観点から、どの地域でも良質の医療サービスが継続的に受けられることを目的とする。
- ・デジタルを含めた歯科技工の高度な加工技術を医科に積極的に提案し、新しい歯科医療を開拓する。



特任研究チーム

高知大学医学部 共同研究講座「次世代歯科医療開発講座」にて、特任スタッフとして活動するメンバーから構成される。活動の定義は、大きく分けて、大学における研究活動のセクションとフィールドワークを含む活動をおこなう実証研究に携わるメンバーの2つに定義される。



YAMAKIN客員研究員

全国で歯科医療の臨床最前線で活躍する歯科医療関係者。臨床家の視点からアドバイスしていただき、ニーズに合致する歯科材料開発やデジタルを活用したシステムづくりにつながっている。



YAMAKIN博士会

ヤマキンのさまざまな専門分野のエキスパート集団であり、おのこの知識や経験、技術を融合することで、イノベーションを継続的に発生させる原動力となっている。現在、医学、工学、理学、薬学、歯学、農学、学術の専門家（社員）が属している。



審査評議会

各チームから選出した専門的知識や専門的技術を持ち合わせたメンバーで構成され、各チームメンバーの知識、技術の醸成を図る。



学術技工チーム

材料学に基づいた研究結果や成果をエビデンスとし、その知識を日々の臨床技工にリンクさせた情報をユーザーに発信する。また、より専門的な活動として各学会への参加や発表、投稿を継続的にこなうことで歯科業界への貢献を目的とする。



デジタル技工チーム

ICTを活用し、歯科に応用したデジタルデータを臨床技工に展開する。そして、デジタル技工を応用することで、作業の効率化と品質向上を図る。



インプラント技工チーム

歯科医師が埋入したインプラント体に個々の口腔内環境に合致した歯科修復物を作製し、咀嚼、審美、機能面において、欠損前と同様な生活をおくれる状態に戻す。



一般技工チーム

個々の患者や歯科医師からの審美的、機能的要求に応え、満足度の高い治療をサポートする。



デンチャー技工チーム

欠損した歯牙を回復させるため、粘膜面も考慮した可撤式歯科修復物を作製する。また、さまざまな素材を応用し機能を持たせた装置を実現する。



学術技工チーム

研究メンバー



エグゼクティブ

山添 正稔 博士（歯学）

大阪歯科大学歯科技工士専門学校 専攻科

松本歯科大学歯学独立研究科 硬組織疾患制御再建学講座 大学院

<論文> Study of corrosion of combinations of titanium / Ti-6Al-4V implants and dental alloys



エキスパート

岡山 純子 修士（学術）

早稲田歯科技工トレーニングセンター

臨床歴：2年 技工学校 授業担当（セミナー含む）

高知工科大学工学研究科基盤工学専攻起業マネジメントコース 大学院

<論文> アナログからデジタルへの環境変化と仕事の意識に関する研究～歯科技工士を対象として～



チーフ

高橋 久 修士（工学）

行岡保健衛生学園 歯科技工士科

高知工科大学工学研究科基盤工学専攻物質・環境システム工学コース 大学院

<論文> オールセラミックス製修復歯に関する研究



レギュラー

金子 篤

高知県歯科技工士専門学校

臨床歴：4年

技工学校 授業担当（セミナー含む）

参加学会

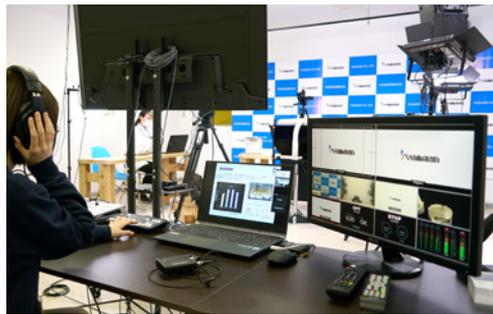
- 日本歯科理工学会
- 日本デジタル歯科学会
- 日本歯科技工学会
- 日本歯科保存学会
- 日本補綴歯科学会
- 日本接着歯学会
- 日本歯科産業学会
- 日本歯科審美学会
- 日本口腔インプラント学会
- 日本歯科色彩学会



学術活動の取り組み



研修およびセミナー



オンラインセミナー／デモ



書籍発刊



YAMAKIN博士会との連携



デジタル技工チーム

研究メンバー



エグゼクティブ

黒岩 良介 修士（学術）

埼玉歯科技工士専門学校
高知工科大学工学研究科基盤工学専攻起業マネジメントコース 大学院
〈論文〉 歯科材料メーカーによるデジタル化推進のためのビジネスモデル提案



エキスパート

本多 征侍朗

広島歯科技術専門学校
デジタルトレーニングセミナー（DTS）講師



チーフ

熊澤 茉耶

日本歯科大学東京短期大学
デジタルトレーニングセミナー（DTS）講師



チーフ

杉本 靖行

高知県歯科技工士専門学校
臨床歴：13年



チーフ

濱田 真実

河原医療大学校
デジタルトレーニングセミナー（DTS）講師



レギュラー

鈴木 宥太郎

河原医療大学校
デジタルトレーニングセミナー（DTS）講師

〈アシスタント〉

鈴木 祐輔

福島 寛基

大住 友隆

田原 悠太郎

木村 健汰

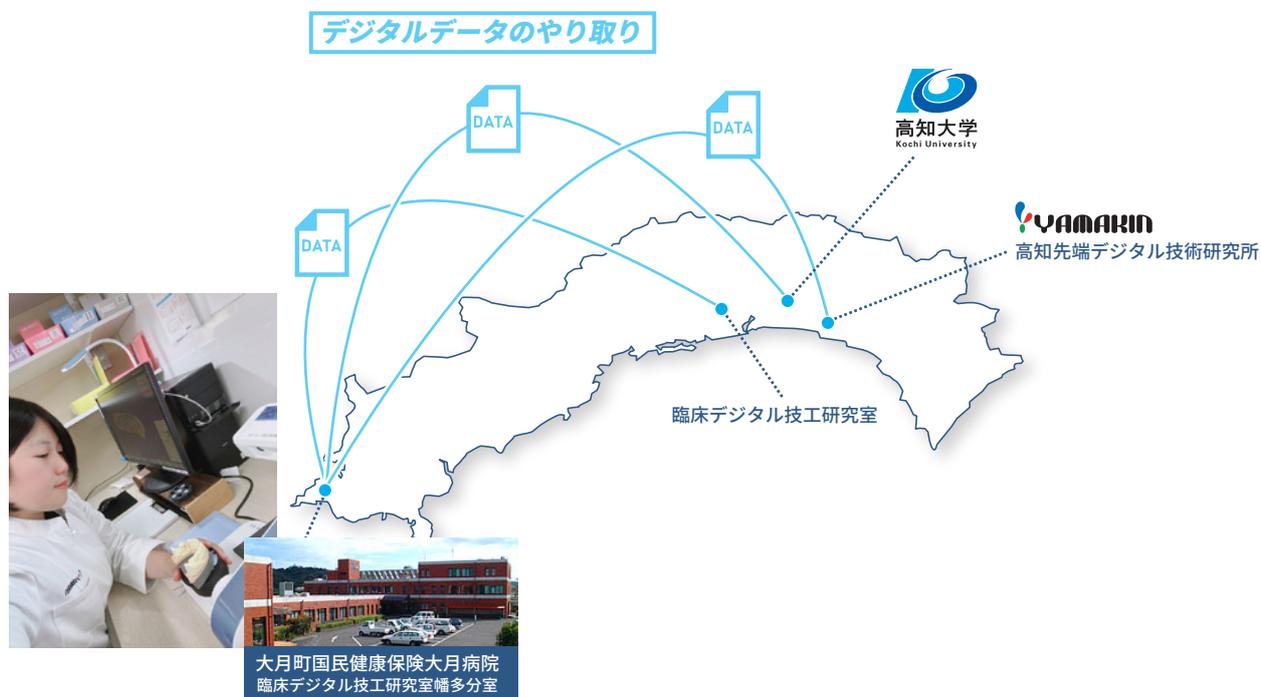
黒岩 歩美

野口 葵衣 臨床デジタル技工研究室幡多分室 勤務

高知県西部における取組紹介

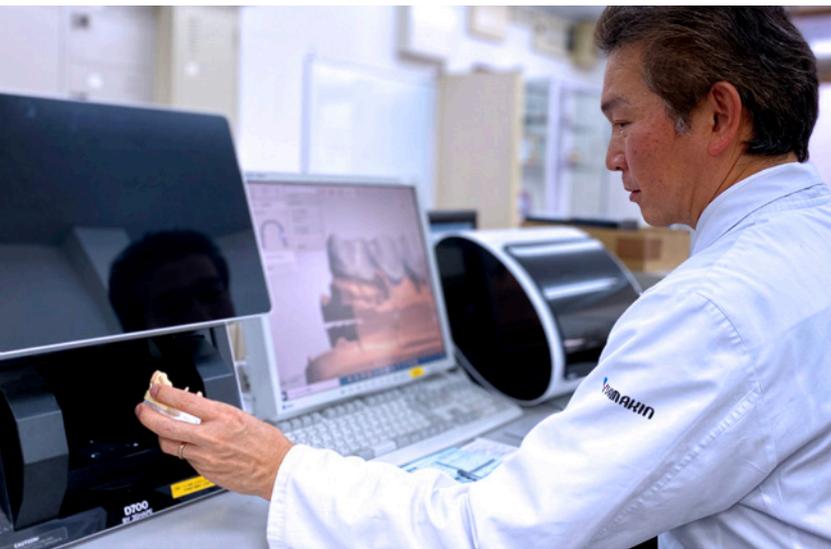
高知県のなかでも高齢化が進む西部幡多地域は、地域の歯科技工士が少ないため、地域内で歯科修復物をすべてまかなうことができず、遠く離れた地域の歯科技工所に依頼せざるを得ない状況となっています。そのような状況では、患者に対するきめ細やかな対応が難しいため、地域医療にとって不利な環境であるといえます。

2021年8月に幡多地域の大大月病院に設置した臨床デジタル技工研究室幡多分室には、研究メンバーが常駐し、高知大学やヤマキンの高知先端デジタル技術研究所、臨床デジタル技工研究室にネットワークをつなぐことで臨床体制を整え、デジタル技術を駆使した歯科修復物の地域供給に関する臨床的な実証研究をおこなっています。



幡多地域の人口データ（令和3年4月1日）

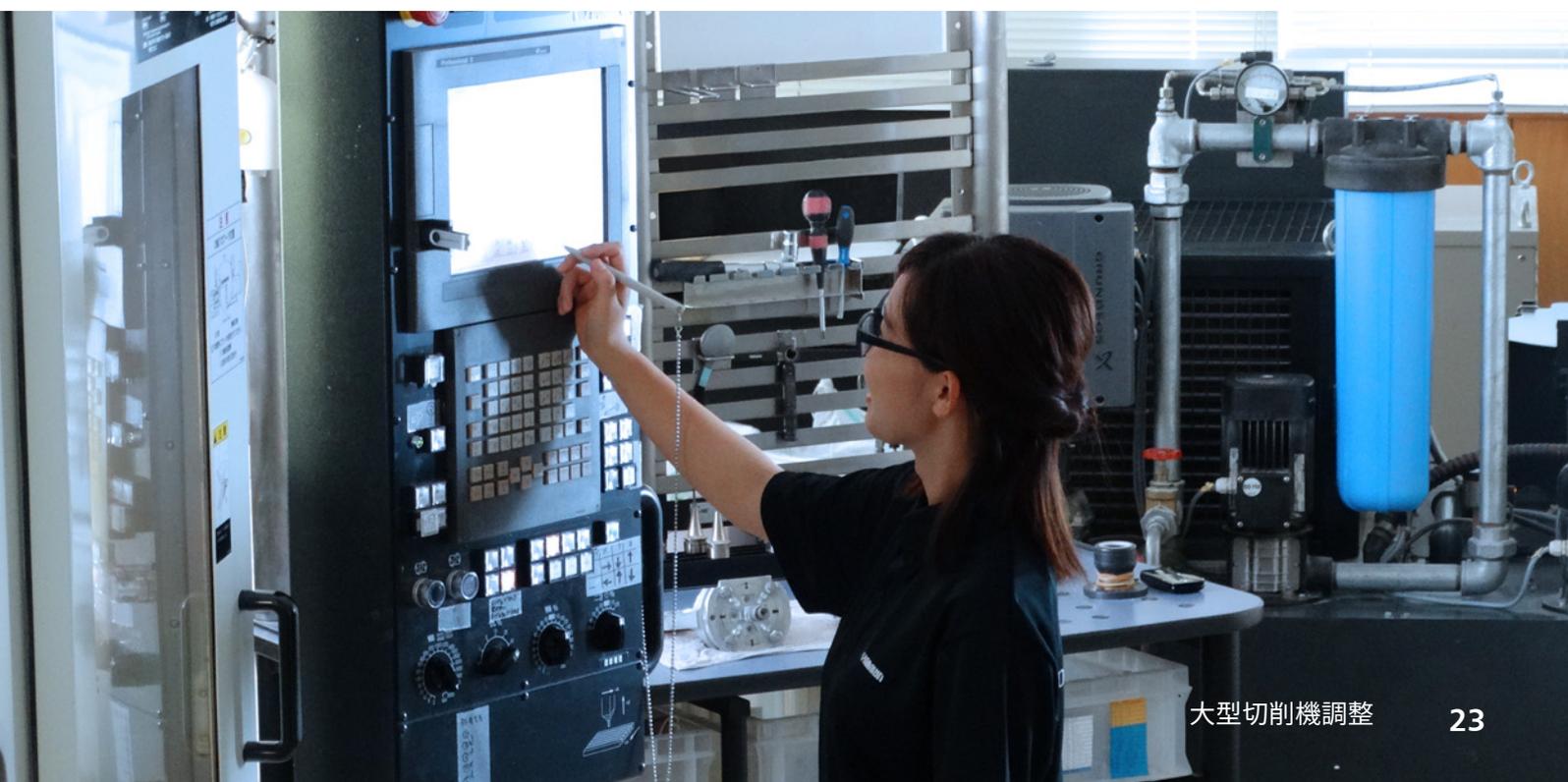
市町村	総数	15歳未満	15～64歳	65歳以上
宿毛市	18,983	2,012 (10.6%)	9,292 (48.9%)	7,679 (40.5%)
土佐清水市	11,814	836 (7.1%)	4,736 (40.1%)	6,242 (52.8%)
四万十市	32,353	3,639 (11.2%)	16,472 (50.9%)	12,242 (37.8%)
大月町	4,292	286 (6.7%)	1,826 (42.5%)	2,180 (50.8%)
三原村	1,382	98 (7.1%)	607 (43.9%)	677 (49.0%)
黒潮町	10,051	888 (8.8%)	4,495 (44.7%)	4,668 (46.4%)
合計	78,875	7,759 (9.8%)	37,428 (47.5%)	33,688 (42.7%)
参考（日本全体） <small>(2020年9月15日現在推計)</small>		11.9%	59.3%	28.7%



スキャニング



メタルミリング





インプラント技工チーム

研究メンバー



エグゼクティブ

渡邊 正博

早稲田歯科技工士トレーニングセンター
臨床歴：13年



エキスパート

宮田 準

大阪セラミックストレーニングセンター
臨床歴：13年



チーフ

岩原 秀樹

大阪セラミックストレーニングセンター
臨床歴：25年



アドバイザー

山添 正稔 博士 (歯学)

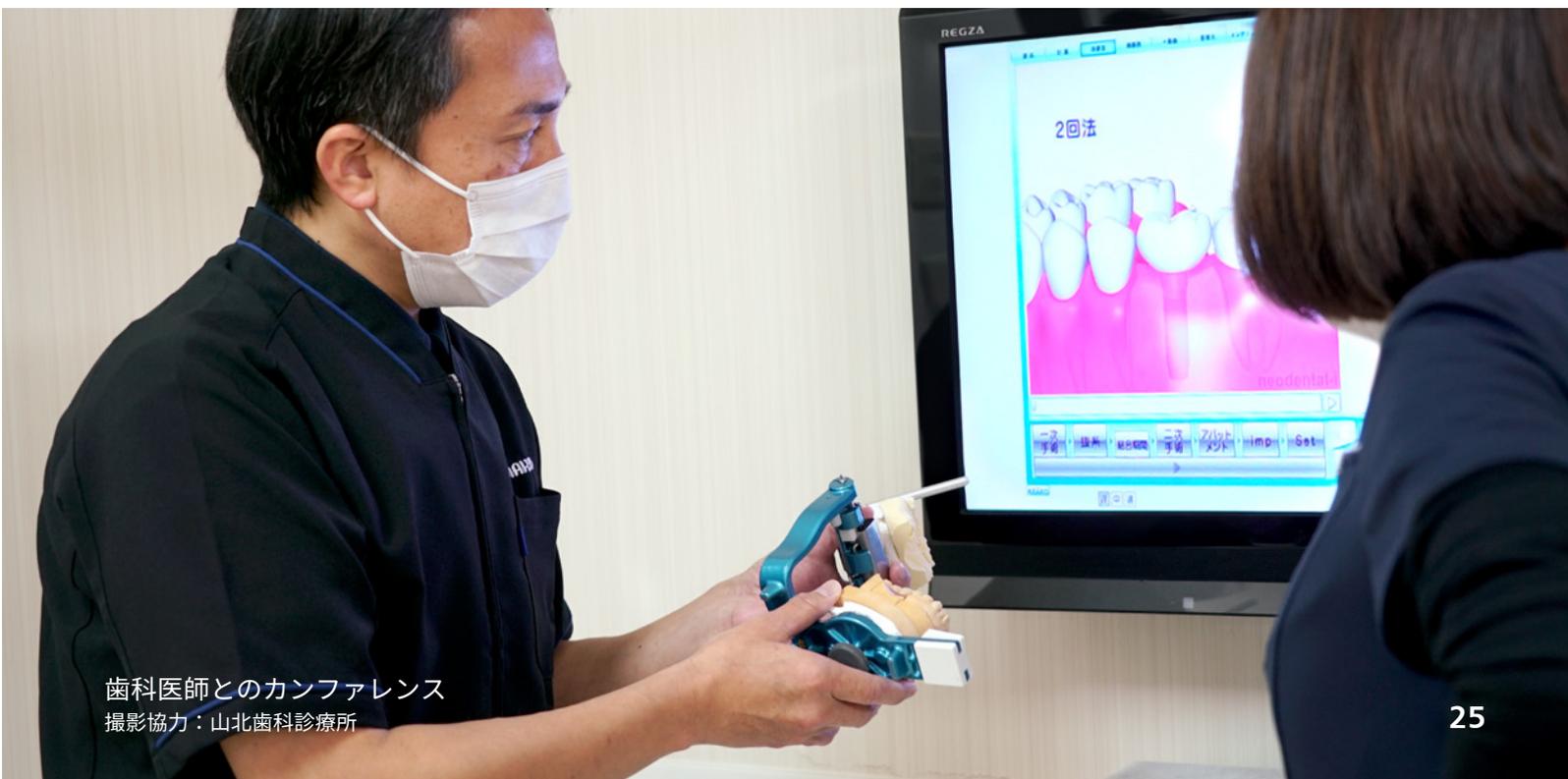
大阪歯科大学歯科技工士専門学校 専攻科
松本歯科大学歯学独立研究科 硬組織疾患制御再建学講座 大学院



ナノジルコニアインプラントフレーム



インプラントパーツ





一般技工チーム

研究メンバー



エグゼクティブ

渡邊 正博

早稲田歯科技工士トレーニングセンター
臨床歴：13年



エキスパート

宮田 準

大阪セラミックストレーニングセンター
臨床歴：13年



チーフ

岩原 秀樹

大阪セラミックストレーニングセンター
臨床歴：25年



レギュラー

岡山 純子 修士（学術）

早稲田歯科技工士トレーニングセンター
臨床歴：2年
高知工科大学工学研究科基盤工学専攻起業マネジメントコース 大学院
技工学校 授業担当（セミナー含む）



レギュラー

金子 篤

高知県歯科技工士専門学校
臨床歴：4年
技工学校 授業担当（セミナー含む）



レギュラー

黒岩 良介 修士（学術）

埼玉歯科技工士専門学校
デジタルトレーニングセミナー（DTS）講師
高知工科大学工学研究科基盤工学専攻起業マネジメントコース 大学院



レギュラー

本多 征侍朗

広島歯科技術専門学校
デジタルトレーニングセミナー（DTS）講師



レギュラー

杉本 靖行

高知県歯科技工士専門学校
臨床歴：13年

〈アシスタント〉

黒岩 歩美

濱田 真実



ポーセレンレイアリング



患者へのインフォームドコンセント
撮影協力：山北歯科診療所



写真はイメージです

デンチャー技工チーム

研究メンバー



エグゼクティブ

岩原 秀樹

大阪セラミックトレーニングセンター
臨床歴：25年



エキスパート

渡邊 正博

早稲田歯科技工士トレーニングセンター
臨床歴：13年



チーフ

宮田 準

大阪セラミックトレーニングセンター
臨床歴：13年



レギュラー

黒岩 良介 修士（学術）

埼玉歯科技工士専門学校
デジタルトレーニングセミナー（DTS）講師
高知工科大学工学研究科基盤工学専攻起業マネジメントコース 大学院



金属床



大型切削機でのジルコニア切削



ディスクマテリアル

全国の協力体制



KANSAI.tech

関西先端デジタル技術研究所

関西先端デジタル技術研究所

高知先端デジタル技術研究所



KOCHI.tech

高知先端デジタル技術研究所

産学連携によって地域医療をまもる拠点

臨床デジタル技工研究室
幡多分室

国内3拠点にある先端デジタル技術研究所を結ぶネットワークを中心に、日本が世界に誇る歯科技工技術の存続のため、デジタル技術を活用した歯科技工の普及を進めています。

関東先端デジタル技術研究所



KANTO.tech
関東先端デジタル技術研究所

「次世代歯科医療の臨床研究を通じて 地域医療を追求します」

—編集後記—

地域の歯科医療をまもるために必要なのが、デジタル技術の普及です。下記の3点が普及のために重要と考えております。

① 寄り添った情報

歯科医療関係者には、デジタル技術を使いこなすZ世代（近い将来のアルファ世代）のデジタルネイティブがいらっしゃれば、従来の手作業による技術に固執し、デジタル技術に拒絶感をおぼえる方もいらっしゃいます。そのような方でもデジタル技術のメリットを享受できるよう、寄り添った情報提供が必要です。

② オープンな技術

自社の利益のため、ユーザーを囲い込むようなクローズドシステムは、歯科業界全体の技術発展を阻害すると考えます。使いやすく応用しやすいオープンなシステムが求められます。

③ 全方位的な情報発信

地域医療を担当する歯科医療関係者は歯科医師、歯科技工士、歯科衛生士だけでなく、流通業者、大学関係者なども含みます。情報の地域格差をなくし、全国どこでも日本が世界に誇る高品質な歯科医療を受けることができます。

わたしたちは引き続き地域医療をまもるため、デジタル技術の普及につとめて参ります。

