

総 説

補綴力をはかる — あゆみ 31 年と、これから —

石橋 寛二

岩手医科大学歯学部歯科補綴学講座冠橋義歯補綴学分野

(主任：石橋 寛二 教授)

(受付：2011年 5 月30日)

(受理：2011年 6 月 8 日)

平成 23 年 2 月 28 日最終講義

ただいま三浦歯学部長にご紹介をいただきました。ありがとうございます。本日は最終講義という名誉ある機会を小川彰学長をはじめ、岩手医科大学の方々に整えていただきましたことに、まずもって厚く御礼申し上げます。

本日の最終講義におきましては「補綴力をはかる—あゆみ 31 年と、これから—」というタイトルでお話をさせていただきます。

私は 1980 年 (昭和 55 年) 4 月 1 日、教授の辞令を当時の理事長、篠田紘先生からいただきました。それ以来、この 3 月で 31 年を数えることになります。岩手医科大学の大きな保護の下で教育、臨床、研究を行ってきた私どもの講座の歩みをご報告申し上げます。そして後半では、それを基礎として、私どもの講座あるいはこれからの歯科補綴学を担う人たちがどのように歩んでいくか、私の期待を込めてお話をさせていただきます。と思っています。

今から 40 年前、大学を卒業して補綴の医局

に残って間もないころに、石原寿郎教授の『補綴と生物学』という著書の中で、この言葉に出会いました (図 1)。補綴あるいは補綴物の生物学的要件としての Restoration と Maintenance という言葉が、私にとっては補綴を追究していく礎となりました。

まず、歯科補綴学講座のあゆみ 31 年についてご報告申し上げます。

1980 年 (昭和 55 年) 4 月から、この 3 月までの 31 年間でたどってみます (図 2, 3)。1980 年の講座がスタートした時点では、研究方法を知っているのは私だけ、そして機材もほとんど

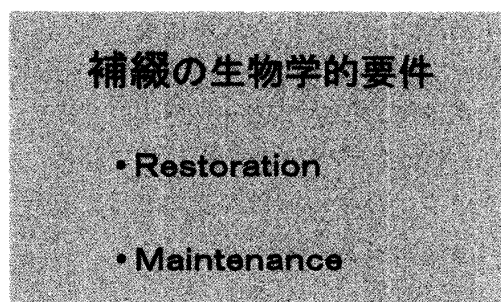


図 1

Significance of Prosthodontics -A Report on the Research Activities for 31 years, and Prospect of Prosthodontics-

Kanji ISHIBASHI

(Chief : Prof. Kanji ISHIBASHI)

Department of Prosthodontics, Division of Fixed Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University

1-3-27, Chuo-dori, Morioka, Iwate, 020-8505, Japan

岩手県盛岡市中央通 1 丁目 3-27 (〒020-8505)

Dent. J. Iwate Med. Univ. 36 : 89-98, 2011



図 2

ありませんでした。しかし、集まった10名の熱気だけは誰にも負けないものがあつたと記憶しております。

その後、間もなくから始めたのが生体への適合という大きなテーマでした(図4-a)。以前いた新潟大学で私が行ってきた研究をさらに発展させて新しい口腔生体顕微鏡をつくり、それによってブリッジポンティック下の顎堤粘膜のあり方を追究いたしました。それからクラウンの適合について、生体からみたクラウンの適合の条件を探りました。これらのブリッジポンティック下の設定条件あるいはクラウンの適合についての考え方は、私どもが1980年代のはじめに提唱したことが日本補綴歯科学会でも広く受け入れられております。

そして、1996年ごろになりまして、日本補綴歯科学会でシンポジウムの講師を引き受けたのを端緒としておりますが、クラウンの機能、すなわち機能率についてデータを出しました。これは10年間クラウンを装着した口腔内にあって、クラウンによる回復がどのように満足した



図 3

状態で機能しているか、ということ調べたものです。外国でもいくつかのデータがありますが、我が国においてこれだけの規模のデータは、私どもが発したもののだけと自負しております。

講座がスタートして間もないころ、顎機能障害、広く顎関節症と言われるものですが、顎関節症について私ども補綴科が取り組まなければいけない状況になりました。もちろん、以前から私自身もこの治療法等は検討していたところですが、広く顎機能についての研究がスタートいたしました。EMG バイオフィードバックの臨床応用を始めたのもこのころです。これについては後ほど詳しくお話をいたします。顎機能検査についてはEMG(筋電図)、咀嚼筋の圧痛あるいはMRIでした。MRIについて私どもは補綴学会で先駆けて発表することができました。岩手医科大学医学部と併設している歯学部という有利な条件の下だからこそできた1つです。そのほか、顎機能障害との関わりでストレス、筋疲労、心理特性等について検討を進めました。

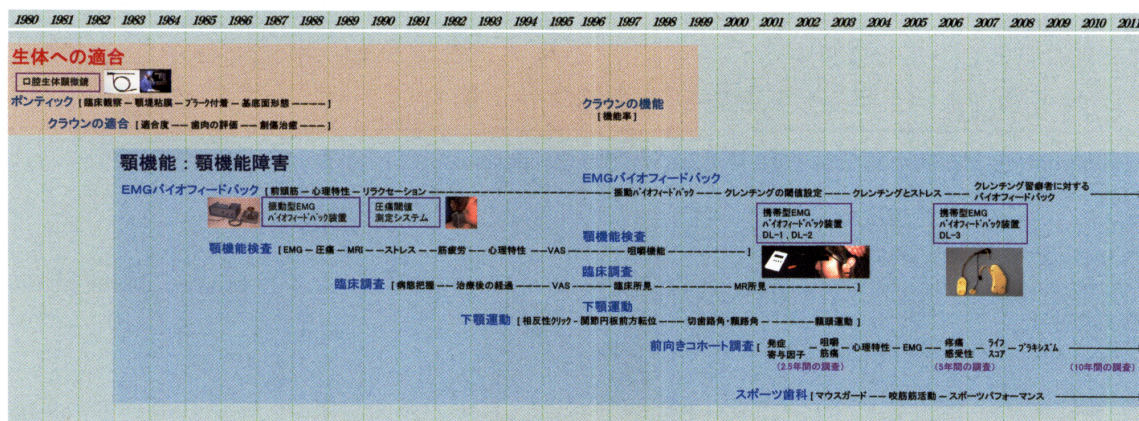


図 4-a

ここに書いてありますが(図 4-a), 1990 年代に入り下顎運動についての本格的な研究をスタートさせました。歯科医学は何かと言いますと、咬合・下顎運動がメインです。下顎運動の研究では最も精度のよい下顎運動解析装置を導入し、顎関節の動態についての検討を始めたわけです。関節円板前方転位について、そして切歯路角、顎路角、顎頭運動、補綴領域では古くから下顎頭を顎頭と呼んで顎頭運動と言いますが、解剖学的には下顎頭運動ということになります。

そして、先ほど申し上げました EMG バイオフィードバックの研究を、2000 年のはじめから再度力を入れて開始いたしました。携帯型 EMG バイオフィードバック装置の 1 号機、2 号機、そして 2006 年ごろに 3 号機を完成することになります。現在は 3 号機を使った EMG バイオフィードバックトレーニングの臨床応用について、私どもは広く国内外に発信しております。

一方特筆すべきことは、1990 年の終わりごろから顎機能障害、顎関節症に対する前向きコホート調査を実施したことです。症候群としての顎関節症の背景をよく整理していくためには、後向きではなく、前向きコホート調査が必要であろうということから、大変大がかりな 5 年間にわたる調査を実施いたしました。前向きコホート調査によって得られた成果は非常に大きく、この点についても国内外の学会で発表し、また大きな反響をいただきました。それから、顎機能の研究の一端として、スポーツ歯科関係

の研究も行っております。

次に口腔インプラントについての研究です(図 4-b)。私どもは 1980 年の前半からインプラント材料を追究する機会を持つことができました。それは生体活性ガラスです。生体活性ガラスの解析に取り組むことによって、バイオマテリアルの研究が私どもの講座で一段と活発になります。細胞親和性、リンパ球機能、それから有限要素法を用いた応力解析等を精力的に行いました。残念ながら生体活性ガラスは力学的な意味でインプラント材料としては限界があるということで断念せざるを得なかったわけです。

しかし、私どもが当初取り組んだ生体活性ガラスへのアプローチが、後のインプラント材料に取り組む大きな礎を築くことになります。

それから、審美性に関しては歯肉色、歯冠色の研究を始めました。歯周疾患に罹患し歯肉に炎症が起こると歯肉の色が変わりますが、それと審美性という観点でも非常に気になるところです。さらに、歯冠色の研究も精力的に始めていきました。コンピューターカラーマッチング(CCM)という考え方、その方法を歯科界に取り入れたのは私どもの講座が初めてです(図 4-b)。非接触型分光光度計を開発し、さらに Spectrophotometer MSC-2000 をオリンパスとの共同研究から生み出しました。この装置によって私どもは研究データを積み重ねることができました。そしてついに研究成果の集約として、2006 年に歯科用測色装置 Crystaleye Spectrophotometer という商品名でオリンパス

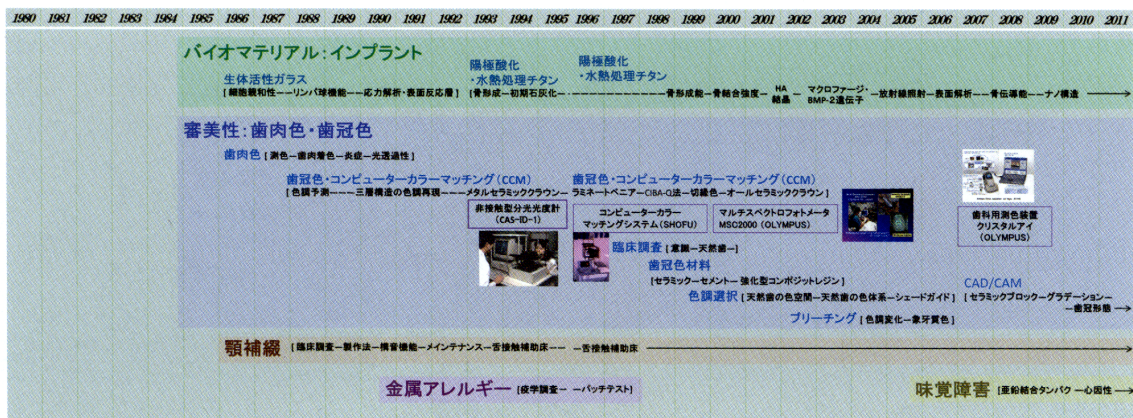


図 4-b

から発売に至っております（図4-b）。

そのほか、私どもの講座では顎補綴の研究もかなり早い時期から行ってまいりました。当時の歯学部附属病院時代に高度先進医療として認められたのが顎顔面補綴の治療です。それから、金属アレルギーについても行ってまいりました。現在でも、診療の場で金属アレルギーの疑いの患者さんをたくさん迎えております。当時、東京医科歯科大学を代表とする金属アレルギーについての大がかりな疫学調査に加わりました。これによって膨大なデータが得られ、研究、治療方法等が飛躍的に進歩しております。

さてここからは、補綴：これから、というお話を申し上げたいと思います（図5）。私どもの31年間のささやかな研究の中から、これから歯科補綴学がどう変わるのか、補綴歯科治療にどう貢献できるのか、ということを3点に絞ってお話申し上げます。

まず1つは、バイオフィードバック療法です（図6）。クレンチングが顎関節症等の原因の1つであることは広く言われてまいりました。し

かし、夜間に生じるブラキシズムの追究はできても、日中における状態を把握できるところまで進んでおりません。私どもは、そこにセルフコントロールの医学をバックグラウンドにしながら追究してまいりました。先ほど申し上げました前向きコホート研究の中では、咬合、下顎運動、疼痛感受性、心理特性について研究データを出してまいりました。下顎運動、あるいは疼痛感受性から顎関節症を惹き起こす危険性があるというデータを得ることができております。そしてこの質問表、生活習慣、食生活、習癖、こういうことについても詳細にデータを積み重ねました（図7）。

例えば、この5年間の前向きコホート研究から顎機能障害（顎関節症）の寄与因子になり得るものは何なのかを探ってみますと、こういうことが挙げられます（図8）。顎関節症の中には関節雑音と運動障害と疼痛があります。これを3大徴候と言いますが、関節雑音の場合には患者さんは一般に見逃すことが多いので、私どもはこの取り扱いに関して、雑音を持っている人は口が開かなくなるとか、顎関節あるいは咀嚼

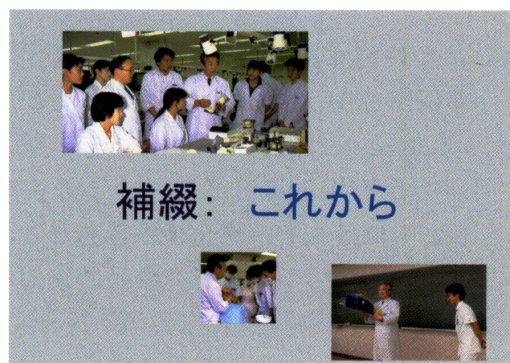


図5

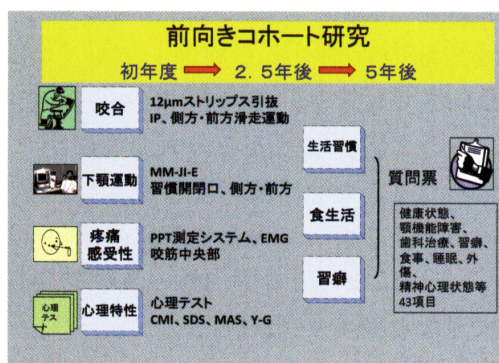


図7

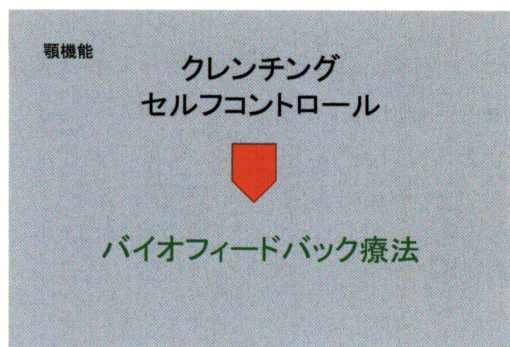


図6

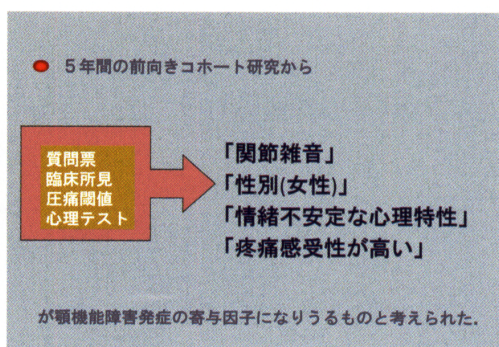


図8

筋に痛みを生じることがあり得る、ということを示しました。性別では女性、それから情緒不安定な心理特性、疼痛感受性が高い、こういうことが顎機能障害発症の寄与因子となり得るということがわかりました。疼痛感受性との関わりですが、圧痛閾値が例えば2キログラム以下の場合には、顎関節症になるリスクは7倍ぐらいになることまで、私どものこのデータから示すことができましたわけです。

そして、日中の状態を把握するためには、どうしても日中の行動を妨げない状態で生体情報を得ることが必要であるということで、装置の改良を重ねまして、これが第3号機として完成した携帯型EMGバイオフィードバック装置です(図9)。これは耳にかけることによって日常生活を支障なく行い、そのデータを取ることができるものです。

これはその1例で、日中5時間の筋電図記録を示します(図10)。デスクワークをしている時間、食事をしているところ、休憩している、間食をしている、診療している被検者のデータです。

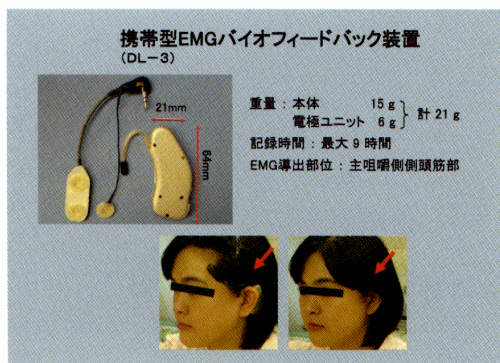


図 9

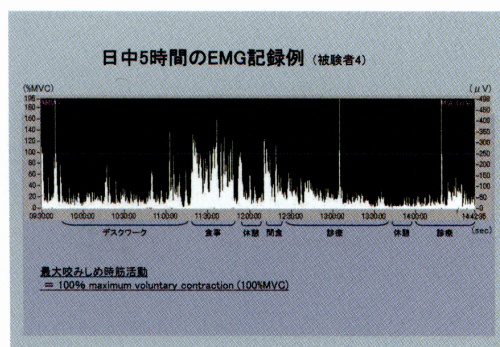


図 10

クレンチングというのはぐっと食いしばるのですが、クレンチング状態が、例えば食事をしている時とどう違うのか識別することが私どもの研究にとっては大きな難関でした。クレンチングイベントの識別方法を示します(図11)。機能運動そして非機能運動を拾いあげ、個々に一定の基準で設定することができます。この場合には20% MVCで3秒続いた場合をクレンチングイベントとして設定することになります。

被検者にこの装置を入れて記録した結果ですが、左側はこのクレンチング群、右側のほうは非クレンチング群です。クレンチング群のほうが、筋活動量が多いことがわかりいただけるかと思います(図12)。日中のクレンチングは弱い筋活動が多く認められ、また高度の不安傾向と関連があることが明らかになりました。そして、クレンチング群の総筋活動量、左側と右側の違いは3.5倍ぐらいクレンチング群が総筋活動量としては多いことがわかります(図13)。

現在、私どもの研究結果から、クレンチング習癖者におけるEMGバイオフィードバックの

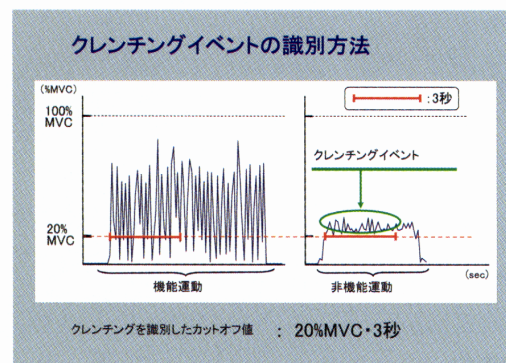


図 11

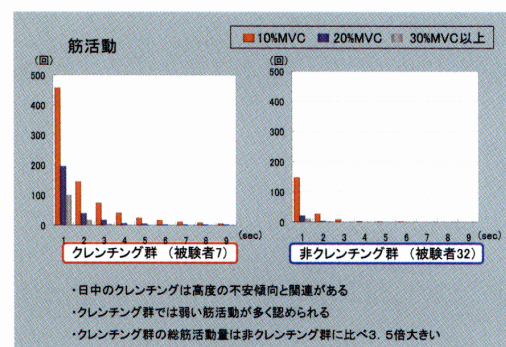


図 12

有用性を確かめることができました(図14)。これは実用段階に入ったことを意味します。バイオフィードバックというのは私どもが普段気付かない生体情報を信号に変えて認知させ、意識させる方法です。このバイオフィードバックトレーニングをする前が左側、右側が行って4日たったときの状態です。ブルーの機能運動は、食べたり、しゃべったりしているわけですから当然必要です。しかし、赤で示される非機能運動は、生体にとってはないほうがいいわけで、バイオフィードバックトレーニングを行うことによって、ご覧のように右側のスライドで示す赤がずっと少なくなっています。バイオフィードバックの有用性を示す貴重なデータとして、昨年私どもの教室で発表いたしました。これが今後顎口腔領域におけるセルフコントロール医学の基盤として取り入れられていくだろうと思っております。

次はチタンインプラントについてです(図15)。

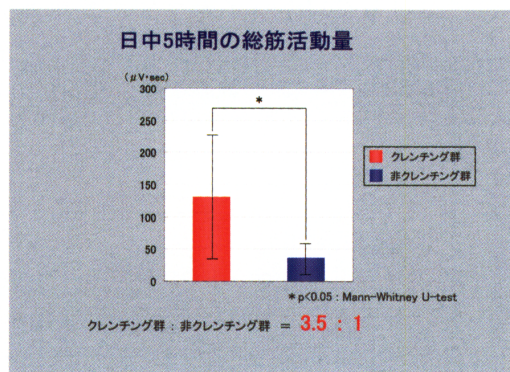


図 13

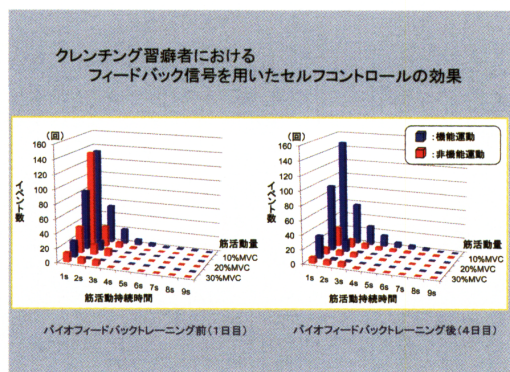


図 14

現在ではチタンインプラントが主流で、その数もたくさんあります。しかし、一口にチタンインプラントと言っても、骨と接するチタンの界面の性状はさまざまです。私どもはチタンインプラントが早期に骨結合し、安定してほしいこと、そして応用範囲を広げるためには骨の状態が悪い場合でも適応できるようなインプラントであってほしいと願ってまいりました。

その中から、陽極酸化・水熱処理方法が有用であるということに気がつきます。陽極酸化・水熱処理方法というのは、 β -グリセロリン酸ナトリウムに酢酸カルシウム、こういう電解質溶液で陽極酸化処理をいたしまして、そのあとに水熱処理を施す方法です(図16)。

その結果どうなるかと言いますと、このように陽極酸化・水熱処理をすることによって、単結晶が出てくることが特徴です。これは擬似体液に浸かる前、14日後、28日後を示しておりますが、結晶が元どおりのまま、ここに付着してくるのがわかります。もともとの単結晶はそのまま残っています。多孔質、ぬれ性で、六方晶

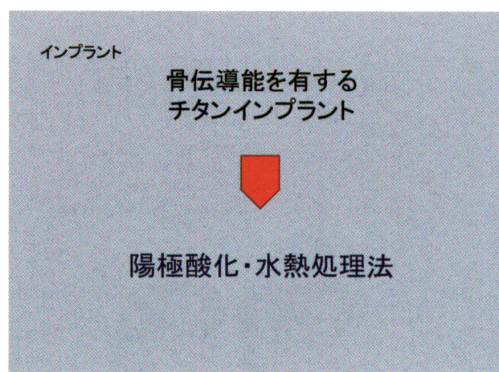


図 15

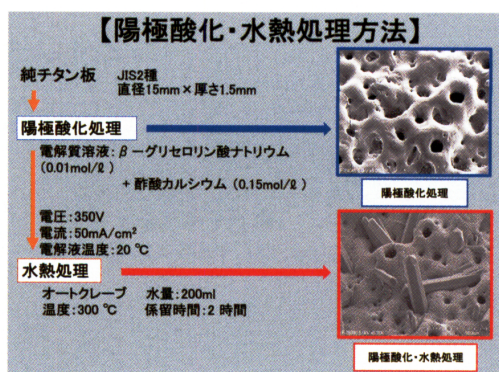


図 16

形の単結晶をもとにしながらカルシウム、リン等が付着してくる特徴を持っております（図 17）。

この構造が本当にいいのかどうかを、初期のころに、まずは動物実験をしてみました。最初は 4 週間でやったのですが、さらに早い時期でのデータが求められるだろうということでビーグル犬に埋めて、2 週間後の状態でございます。こちらの左側 2 つは純チタン、右側が陽極酸化・水熱処理したチタンインプラントです。この違いは何かと言いますと、右側のほうの陽極酸化・水熱処理チタンインプラントでは、インプラントに沿うように骨の生成が見られております。これが大きな特徴で、数ミクロンから数十ミクロンの繊維骨で覆われており、類骨と骨芽細胞様大型間葉系細胞が密に配列しているのがわかります（図 18）。この病理組織所見から骨接触率を調べてみました。そうしますと、純チタンの場合と陽極酸化・水熱処理した場合には骨接触率に大きな差があることが明らかになっております。

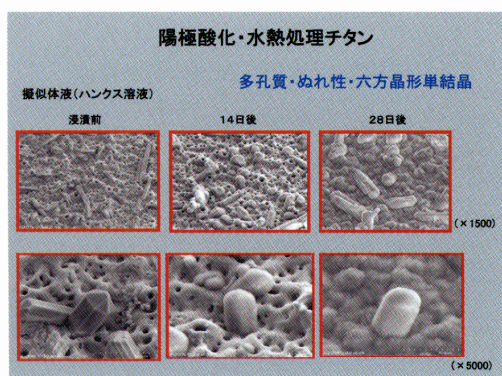


図 17

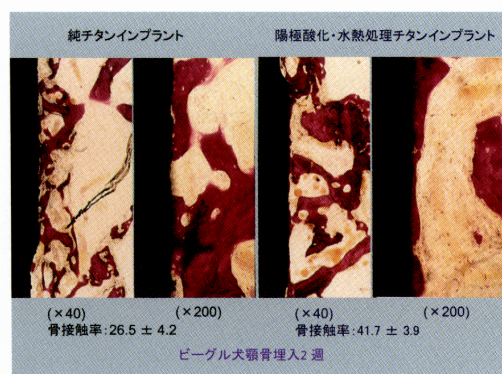


図 18

これは骨芽細胞培養モデルによるものですが、骨芽細胞の分化に伴い形成される石灰化物は、未処理の純チタンに比較して陽極酸化・水熱処理チタン上では早期に形成されることがわかります（図 19）。

マクロファージというのは、インプラント埋入後の創傷治癒過程の初期に出現するもので、骨誘導シグナルの遺伝子を発現するものです。インプラントと骨との結合、このオッセオインテグレーションの過程と現象に関わる細胞として私どもは注目してまいりました。細胞はこのような表面に沿って密着しながら伸展し付着しているのがよくわかります（図 20）。

これは走査電顕、ナノ構造を確認したものです（図 21）。ナノ構造になりますと細胞がマトリックスや接着性たんぱく質を吸着しやすい構造となります。ご覧のように、細胞突起の先端部分で細かい細胞突起がナノ構造を有する陽極酸化皮膜に接着、伸展しているのが確認されます。これは共焦点レーザー顕微鏡での観察です（図 22）。赤色で示す actin（細胞骨格形態）は

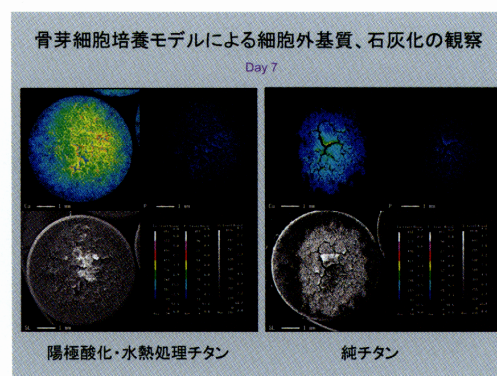


図 19

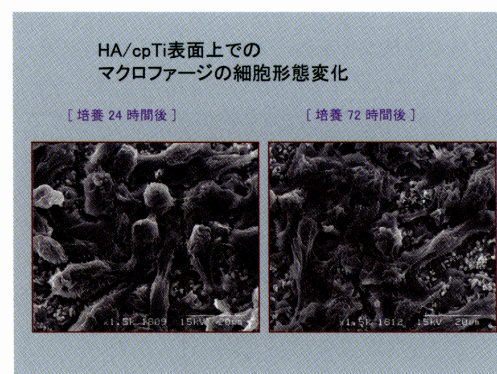


図 20

どちらにも見られるのですが、緑色で示した FAK、細胞接着を示すものですが、これが陽極酸化・水熱処理チタンで細胞突起の先端部分まで局在していることがわかります。

このように、陽極酸化・水熱処理チタンというのは、これからのチタンインプラントに求められる要件を満たしていると考えられます。骨伝導能を有しているということは、早期のオッセオインテグレーション、それから応用範囲の拡大につながります（図 23）。

3つ目の提言を申し上げます。私が大学を卒業した 41 年前、全部鋳造冠は既に歯科補綴学の多くの先駆者の努力によって臨床でしっかりと確立されておりました。それは、咀嚼機能の回復、咬合の安定を約束する優れた方法として現在まで続いております。

しかし、成熟した現代社会にあって、やはり審美性をも考えなければいけない状況となっております。そうしますと、小白歯部あるいは大白歯部においても自然観のあるクラウンでの回

復が待たれるようになります。その意味で、私はカラーマネジメントシステムと CAD/CAM システムを合わせることによって臼歯部における自然観のある合理的なクラウン修復が可能であることを提唱したいと思うわけです（図 24）。

先ほど研究カレンダーの中でお話ししました歯科用測色装置 Crystaleye Spectrophotometer です（図 25）。分光測色であること、小型であること、高精度であることを特徴としております。歯はそれぞれの小さな面積の中でも、さらに色合いが違っております。したがって 1 つの色だけで表現することはできません。この装置では、歯冠全体を瞬時に撮影してそのデータがコンピューターに取り込まれます。そのあと 3 点を抽出し、それに合った色合いを探ることができます。それから、この色合いがどの辺まで分布しているのか、そういったことまで示すことができます（図 26）。

科学研究費（国際研究）をいただきまして、3 年間にわたって国際研究をアメリカ・ボストンで実施いたしました。500 名のご協力を得

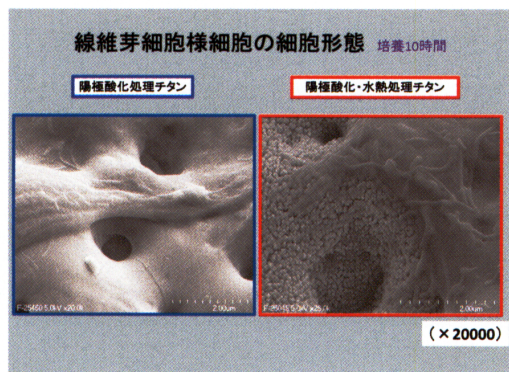


図 21

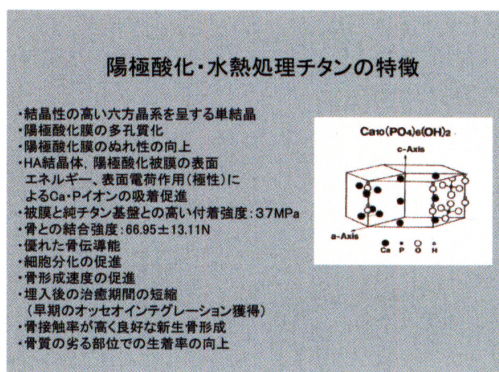


図 23

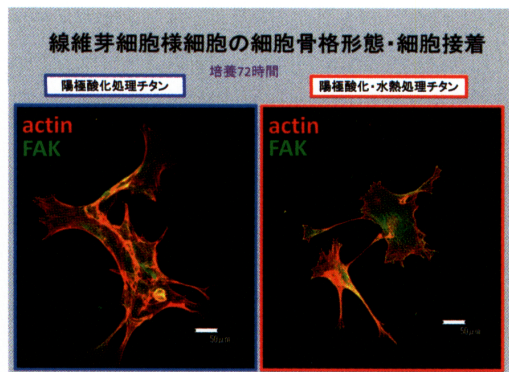


図 22



図 24

て、天然歯の分析をしたデータの1つです(図27)。このように中央部、歯頸部、あるいは先端部、各々で色合いが違っております。

こういう色彩学的な分析に合わせて、これからはCAD/CAMを用いたオールセラミッククラウンをクラウン型として製作するべきだということを、私は提唱してまいりました(図28)。しかし、クラウン型のCAD/CAMはなかなか広がらない、それはなぜかと言いますと、クラウン型というのは歯冠全体をブロックから作ってしまう方法ですが、色調の点で満足いくかど

うかという不安がありました。ところが、この数年にわたって、こういう様々な色合いのブロックが登場してまいりました(図29)。日本で市販される前に、私どもが先駆けてそれを詳細に分析する機会を得て、このデータを発表してまいりました。CAD/CAMにより、ブロックから一体として、一回で作れるクラウン型のオールセラミッククラウンが可能となってきたのです。これがその研究データで、太い青色の線で示した天然歯のデータにどれだけ沿っているかということですが、非常にいい色合いのも



図 25

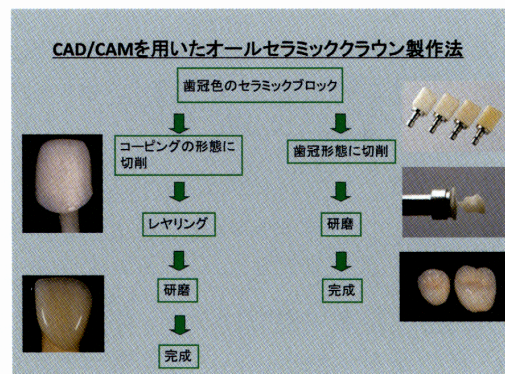


図 28

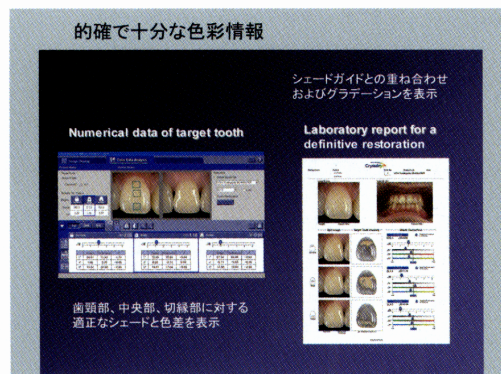


図 26



図 29

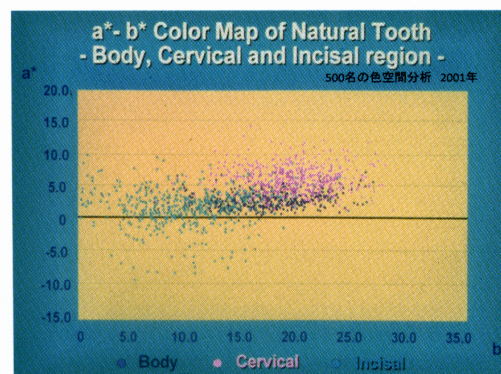


図 27

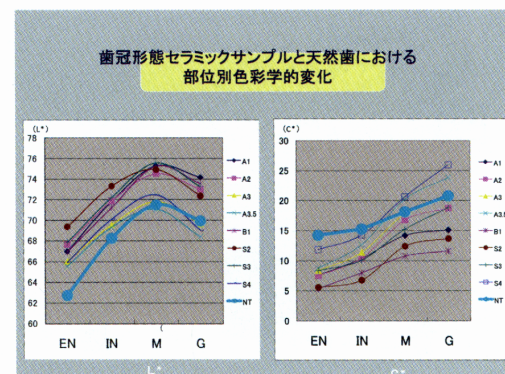


図 30-a

のが出てきております（図 30-a, b）。

現在の保険制度の中では小臼歯部、大臼歯部等は自然観のあるクラウンでの回復は認められないのですが、このように分光測色とクラウン型の CAD/CAM を組み合わせた合理的な製法が確立されてきた現在、国民への貢献ができるのではないかと考えております（図 31）。

人の生きがいをサポートする補綴歯科治療を目指してまいりました。いま私が最終講義というこの日に振り返ってみますと、こんなことを思い浮かべます（図 32）。

患者さん自身が臨床決断に参加する補綴歯科治療を行うことが重要です。臨床決断に参加するためには、患者さんにあいまいな言い方ではなく、数値として具体的に示すことが求められます。そしてクラウンの適合をはじめ、審美性に関わるオールセラミッククラウンの色調等についても、経験主義ではなく、事実に基づいて行う補綴歯科治療がいつそう推進されなければなりません。それから、歯科医師、歯科衛生

士、歯科技工士、この歯科医療を中心的に担う 3 職種がチーム医療として、さらに各々の役割を高めて、補綴歯科治療を行わなければならないということをいま改めて感じます。

時間になりました。31 年間、教育、臨床、研究に、たいへん温かい目で見てくださった岩手医科大学の環境の中で、私どもの講座が仕事をさせていただきました。厚く心から御礼を申し上げるものでございます。

このスライドは、日本海の秋田県から青森県にちょっと入ったところですが、1980 年（昭和 55 年）、私どもの講座がスタートしたときの最初の医局旅行の写真です（図 33）。この夕日を見ながら、10 名の医局員とともに、これから頑張ろうぜと誓ったことを思い出します。31 年間に経過いたしました。重ねて、これまでのご支援、ご指導に心から感謝申し上げます。最終講義を終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

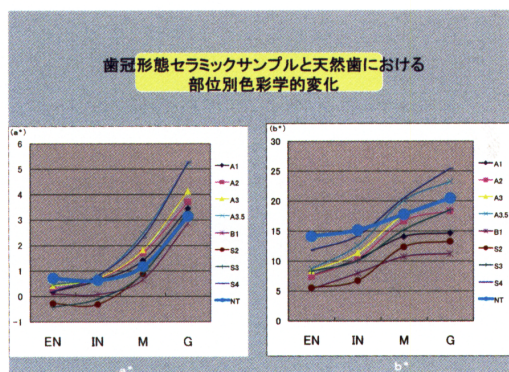


図 30-b



図 31

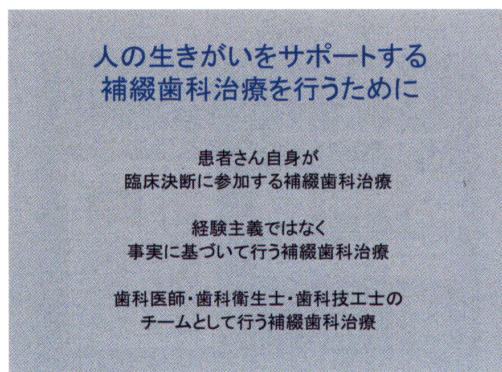


図 32

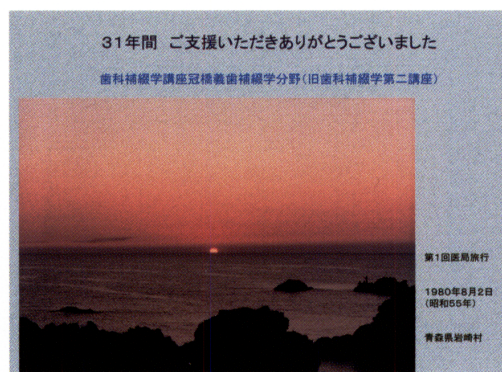


図 33