

日本補綴歯科学会誌 特別企画 座談会

(公社) 日本補綴歯科学会のイノベーションロードマップを語る



座談会出席者（上段左から：窪木拓男，馬場一美，大久保力廣 / 下段左から：水口俊介，市川哲雄，大川周治）

日時：平成 31 年 4 月 15 日（月）14：00～16：30

場所：日本補綴歯科学会 事務局 会議室

開 会

大久保（司会） 本日は、年度初めのお忙しい中お集まりいただき、誠にありがとうございます。それでは、ただ今より日本補綴歯科学会誌（以下、補綴誌）の特別企画「座談会」を始めさせていただきます。今回の座談会のテーマは、「(公社) 日本補綴歯科学会のイノベーションロードマップを語る」です。ご存知のように、平成 30 年度日本歯科医学会執行部主導研究課題として、各専門分科会と認定分科会に対して、「2040 年問題」に向けて、歯科がどのように展開していくかを社会に示すために、イノベーションロードマップの作成依頼がございました。「逆転の発想 2040 年への道標」をテーマとして、① 2019 年～2025 年、② 2026 年～2032 年、③ 2033 年～2039 年と 7 年毎

を 3 ステージに区切って段階的に展開させるような達成目標を計画するものです。

(公社) 日本補綴歯科学会（以下、補綴学会）では、学術委員会と研究企画推進委員会が中心となって、「デジタル&バイオテクノロジーを基盤とした Smart Prosthodontic の創出」と題して、以下の 9 項目に関する本学会のイノベーションロードマップをまとめあげました。

1. 有病高齢者に対する歯科医療イノベーション
2. 細菌関連口腔疾患に対する歯科治療医療イノベーション
3. バイオロジーを基盤とした再生医療イノベーション
4. 幹細胞生物学を基盤とした再生医療イノベーション

5. ゲノム情報に基づく個別化歯科医療の実現
6. デジタル・AI 技術を基幹とした歯科補綴のイノベーション
7. IoT・AI を活用した歯科業界の創出
8. ビッグデータを活用した口腔予報システムの確立
9. 遠隔歯科医療の社会実装に向けてのイノベーション

今回は、この補綴学会が作成・提出しましたイノベーションロードマップを全学会員にも広く知っていただこうと、市川理事長のご提案でこの座談会のテーマとさせていただきました。すなわち、このロードマップを知ること、会員は将来の補綴治療や補綴研究の方向性を理解し、目標とすることができるからです。また、そのために学会がすべきこと、なくてはならないことを参加者全員で再考しながら、学会自体の進むべき方向性もディスカッションできればと思っています。

本日の座談会には、現理事長の市川哲雄教授と、次期理事長の大川周治教授、そして本学会の財務担当理事であり（一社）日本老年歯科医学会学術委員長の水口俊介教授、また今回のイノベーションロードマップを作成された学術委員長の馬場一美教授と、研究企画推進委員長の窪木拓男教授の 5 名の先生にご参加いただきました。私は、司会進行を務めます補綴誌編集委員長の久保力廣です。どうぞよろしくお願いいたします。

本日の進行ですが、この 9 項目のイノベーションを順次説明いただいて、いくつかの項目ごとに質問やコメントをいただきながら、最後にまとめて総合討論したいと思います。それでは、まず最初に、有病高齢者に対する歯科医療イノベーションについて、水口先生に日本の超高齢社会の現状と将来予測などに基づきながらご説明いただきたいと思います。

1. 超高齢社会に対する歯科医療イノベーション



水口俊介 常務理事、（一社）日本老年歯科医学会学術委員長

水口 私は老年歯科医学会のイノベーションロードマップをまとめる立場にありましたので、そのことも絡めながらお話をさせていただきます。

2040 年というのは、超高齢社会がほぼ成熟し

た段階であろうと考えられます。医療だけでなく、社会経済的な問題もある程度解決されていなければなら

ないと考えられます。それらの基盤となるのが「健康長寿社会」であると思います。そのために、補綴歯科学会のみならずすべての歯科医療関係者が、それぞれに考えなければいけない、つまり有病者だけでなく健康な高齢者、これから高齢者になる方々もふくめて、国民全体のことを考えなければならない段階だと考えてます。

平成 28 年の歯科疾患実態調査では 8020 達成者は 51.2% となり、80 歳以上の半分の方々に 20 本以上の歯が残っているということです。つまり歯がたくさんあるお年寄りが増えており、歯があるためにさまざまな問題が生じてきます。う蝕の増加や、4 ミリ以上の深い歯周ポケットの増加が高齢者で起こっているということが平成 28 年の調査の中でも浮かび上がってきています。

要介護高齢者では ADL の低下や介護の手の不足により、根面う蝕や歯周病、粘膜疾患が増加する可能性があります。残存歯の多い高齢者にはこういう状況が発生するということを考えておかなければならないのに、現状では口腔清掃が十分ではない場合のう蝕や歯周病予防に関する簡便で決定的な方策はまだないと考えています。

在宅や要介護の診療の最前線にいらっしゃる歯科医師は、「歯は残すべきとは思いますが、この患者さんの場合は本当に残していいのだろうか」ということを考えなきゃいけない。ただ、考えるときに何かのよりどころがないといけません。今のよりどころは、そのドクターの臨床経験でしかないというところですけども、ある程度のエビデンスを伴った指針を出してあげるといのがわれわれ学会の役目であろうと思います。どのような臨床判断をするべきかという、それぞれのエレメントを抽出して、判断のフローにもっていきけるようなモデル作りが必要です。

ただ、基本的には歯が残っているほうがいい。歯が残っているほうが、あるいは歯がなくても補綴されているほうが、歯がなくて義歯非装着の方よりも生存曲線は良い。宮古島での 15 年間にわたる追跡調査によると機能歯数 10 本以上とそれ未満で生存曲線に有意な差が出ているのは 80 歳以上ですが、70 代 60 代では有意差は見られなかった。つまり、高齢であればあるほど、歯があるなしの影響は健康に大きく影響するということが推察されます。

図 1 は高齢者の自立パターンです。上が男性、下が女性ですが、高齢者の 1 割はずっと、男性高齢者の一割はずっと自立を保ったままおなくなりになるいわゆる「ぴんぴんころり」の状況で、2 割の方は高齢者

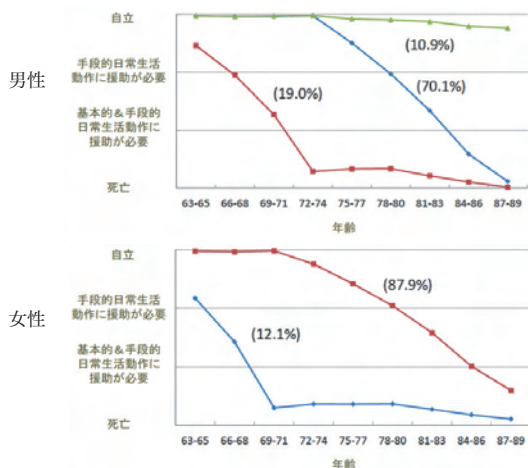


図 1 年齢による自立度の変化

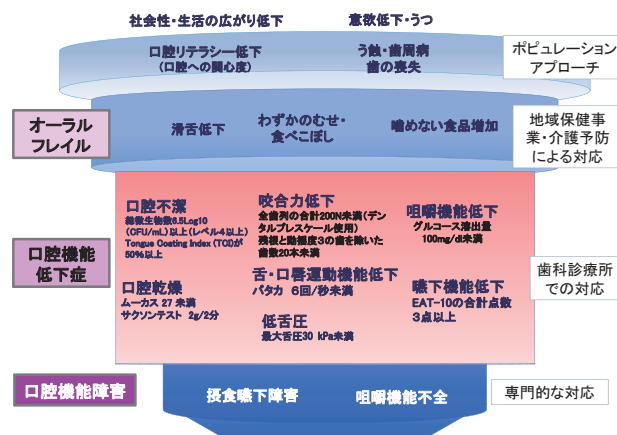


図2 「口腔機能低下症」概念図

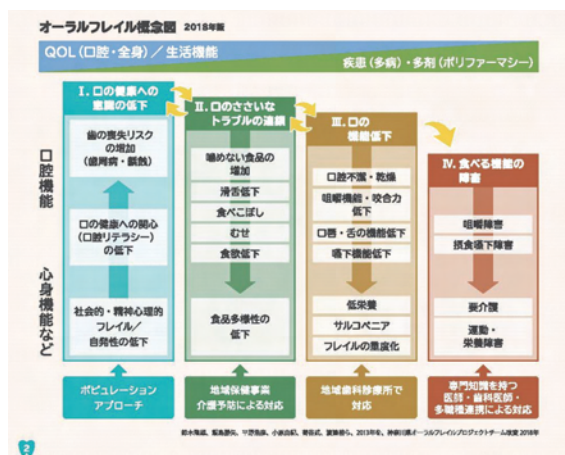


図3 最近のオーラルフレイル概念図

平成 25 年の国立長寿医療研究センターの研究班が作成した仮説概念図のなかで初めて「オーラルフレイル」という言葉が使われました。口腔機能を介して全身機能等も含めながらだんだん要介護に陥っていく状

日本老年歯科医学会は「老年歯科医学会の健康長寿社会への貢献」ということで、三つの柱でロードマップをつくり上げました。

もう一つの柱は、地域包括ケアシステムの中で歯科がどう活躍すべきなのかを、サポートしなければいけない。在宅歯科医療にかかわっている最前線の先生

方が無駄に迷うことのないような指針、臨床判断のサポートになるようなものを発信しなければならない。また、歯科衛生士教育の充実とそのための復職支援も考えなければならない。歯科衛生士さんは、免許を持っている人が大体 25 万人ぐらいですが、働いている人はその半分ぐらいです。これから歯科衛生士さんは、単に歯科医師のアシスタントではなくて、実際には在宅や病院にいる方の口の中をちゃんと診られる人というふうに考え、そういう方たちの復職支援をする。非常に大事な職種にこれからなり得ると考えられています。さらに、在宅診療においては、やはりリモートでいろいろなことができればいけない。患者さんの状況をほぼリアルタイムで把握することは必要です。特に義歯装着者であれば、義歯の中に組み込むさまざまなセンサーの開発も必要なことだと思います。

もう一つの柱は終末医療への対応です。健康長寿といっても、いずれはお亡くなりになりますから、そのお亡くなりになる前のわずかの期間にも QOL がちゃんと保たれるような、満足して三途の川を渡ることができるように、僕らがサポートしてあげなければいけないと思います。認知症患者さんへの歯科医療提供体制の確立、認知症患者の新義歯作成のガイドラインの作成などもプライマリーではもう既に完成していますが、さらにブラッシュアップしていくべきものではないかなと思いますし、エビデンスの更なる構築もしていかなければいけない。終末期になってくると、どうしても誤嚥性肺炎であるとか摂食嚥下機能の問題とかが出てきますので、その評価基準と診断基準の確立をしなければいけないだろうし、看取り医療への参画をより積極的にやって、歯科医療者の存在意義をここでも示さなければいけないと思います。

これまで述べてきたことの基盤となるのが、IT・AI・IoT 等のさまざまなツール、デバイス、マテリアルであり、それらを開発することが必要になると思います。口腔に関するさまざまなデバイスの改良と国民健康データの一元管理。有効なデータを集めるためにはこういうことが必要になってくるだろうと思います。さまざまな口腔疾患の AI も含めた診断法の確立と治療法の開発をするということですね。また患者さんの余命、あるいは診療の予後というのをできるだけ正確に予想して、治療を行うことがその患者にとって是非かというのをしっかり診断したうえで、それも家族にも理解していただく流れを作ることが肝要です。

2040 年にはすでに認知症やがんは克服されており国民は口腔の重要性を十分理解している状態になって

いるであろうし、そのように目指さなければならないと思います。そのためには歯科医師がそれまでのエビデンスをもとに予防医療や先制医療に貢献するメカニズムを構築しておく必要があるだろうと思います。地域包括ケアシステムの中で歯科医療関係者が活躍している世界となってくるでしょうし、健康寿命が延伸して、後期高齢者まで確実に生産人口となる社会になっていることが大事だと思います。実際、2040 年となると、人口比率としては 1 人の高齢者を 1 人の生産人口が支えるという状況になりますので、やはり年をとっても働けるうちは働かなければいけない。われわれも 70 を超えても歯科医師を続け、国民の健康に貢献しなければいけないと思いますが、まあ早めに引退したいかなと思いますけれども (笑)。

大久保 ありがとうございます。水口先生からは、2040 年の高齢者全体を見据えた貴重なお話をいただきました。歯がたくさんあるお年寄りが増えているということですが、歯があると困るというお話もありましたし、高齢者の自立度が低下することに対して歯科は何ができるのかという問いかけもございました。

特に口腔機能低下症、オーラルフレイルに関する情報と、地域包括ケアシステムにおける歯科、口腔健康管理の確立、終末医療への対応に有用なツール、デバイス、マテリアルの開発などについて興味深い説明もございました。ただ今の水口先生のご説明に何かご質問はございますか。



大川周治 副理事長

大川 確認なんですけど、口腔機能管理へのシフトということは口腔機能の数値化が基本になるというコンセンサスが得られたというふうに考えていいんですか。

水口 口腔機能管理へのシフトというのは、要介護高齢者に対しては従来の治療中心の歯科治療だけではなく、口腔機能低下を防ぎ維持するという観点の歯科治療にシフトするということです。口腔機能管理の具体的な方法や基準に関してはまだエビデンスは不足しています。診断基準はどのように作成いたしましたけど、もっとブラッシュアップしないといけないですし、恐らくもっと単純にしないとみんな使ってくれないというか普及しないと考えています。

大川 口腔機能低下症もオーラルフレイルも、検査しないとわからないですね。

水口 もちろん検査しないとわからないですね。

大川 口腔機能を検査するしかない、という方向にはいかないですか。

水口 なにも検査しないでということはないと思います。必ず検査をする。そしてそれが当たり前のことになる。当たり前のことにできるような簡便で正確な検査法を確立しなければなりませんね。

大川 治療前、治療後で口腔機能を数値化しないと、実施した治療の客観的評価はできないと考えています。

水口 もう一つは、この口腔機能管理に関しては、もちろん要介護高齢者とか終末期の方もしなければいけないですけど、一番の目的は健康な高齢者に対してそれよりも口腔機能が落ちないようにするというのが一つの大きい目的になります。高齢者の食習慣を健全にして疾病を防ぐ。予防医療、先制医療的なものになると思います。

大川 もう一つ、口腔衛生管理のオートメーション化というところは、どういう内容でしょうか。

水口 要介護高齢者の口腔健康管理を実施するためには、マンパワーが必要です。介護の現場ではどうしようもなく手が足りなくて口の中は二の次になっている。それを少しでも助けてくれるようなツールを開発しなきゃいけないです。

大川 そのツールというのは、口に入れると、自動的に口の中を清掃してくれるような装置のことですね。

水口 本当にきれいになる装置ですね。それを想定しているところですね。



馬場一美 学術委員長

馬場 本学のペリオの山本松男教授もジェット噴流のような強い水圧をスプリンを介して歯に当てて清掃しようとするような装置を開発していました。ある企業と共同でプロジェクトを進めていま

したが、ビジネスにならなかったようです。

水口 ビジネスになるかどうかは、これからの開発とプロパガンダですね。

馬場 でも、それ、大切ですよね。

水口 たいへん大事じゃないかなと思うんだけど。

馬場 「歯を、磨け、磨け」と言っただけで磨かない人、これは指導に問題があるのかもしれませんが、現実にはおられます。こういう装置はそういった患者には有効ですよ、介護の方も。

水口 歯磨剤のフッ素もだんだん濃くなってきました

けど、根面う蝕の予防にはまだ遠いですね。フッ素単独でも無理でしょうし、システムとして高齢者のう蝕予防を考えるのが重要だと思います。



窪木拓男 研究企画推進委員長

窪木 やはり、バイオフィルムを除去することが原則です。口に含んでスイッチを入れると口腔内のバイオフィルムを除去してくれる、中国製の口腔ケアロボットが売り出されています。

水口 中国製でありますか。幾らぐらいになりますか、大体。

窪木 緩和ケアのお医者さんが僕に紹介してくれました。「病棟で使いたい」と。数万円だとおっしゃっていました。

水口 それはいい。ちゃんと検証しなければなりませんね。

大久保 水口先生、補綴学会からのイノベーションとしては、在宅介護現場における生体モニタリングによる食介護という、要するに遠隔・在宅診療システムということをやイノベーションロードマップとして提案してますけど、そういったことは老年歯科医学会では提案がありませんでしたか。

水口 「老年歯科医学会の健康長寿社会への貢献」の基盤部分で提案されています。これからの歯科医療ではIT、IoT、AIが重要です。これを念頭に置いた診療や研究、教育を構成していくことが重要だと思います。全部床義歯の教育もCAD/CAMを取り入れたものにならなくてはなりません。

馬場 3 Shapeは新しい口腔内スキャナー、TRIOS4を今回IDSで出していましたけど、ブランク、リエスがわかるようになっていました。口腔内スキャナーで、ただスキャンするだけじゃなくて、そういう将来を見据えたものを開発している。

水口 それは何でわかるんだろうな。表面のテクスチャーでわかるのかな。それとも……。われわれには思いもつかないことを考えているかもしれませんね。

馬場 原理についてははっきりしませんが、かなり正確にできるんじゃないですかね。現在はTRIOS3ですけど、次がすぐ出たら買おうと思いました。やっぱり新たなアプリケーションをどんどん考えてる。——まあ、それは解りやすいリエスとかブランクに限定されるのかもしれないけども、そういうのもデジタルでできますよね。

ブランクに関連して一つ先生に伺いたいのは、梅田

先生って、長崎の口外の教授がおられますね、梅田先生の講演すごく勉強になったのですが、口腔機能とプラークコントロールと関係が言われていて、彼が言われていたのは、機能を維持することでプラークが少なくなる、つまり咀嚼することが口腔内のプラークを胃のほうに持っていつてくれるという。予備的な研究だったんですけど、2対2ぐらいの患者を対象として、2人は、脳血管障害か何かで手に麻痺が出て自分でプラークコントロールできない。だけど、食事は経口でとっている。残りの2人は、手指の動きに障害はなく自分でプラークコントロールできるんだけど、胃ろうになっていて、口の中からは食事をしていない。プロフェッショナルケアを行ってそれをベースラインとしてその後の口腔内細菌の数の変化を比べているんですよ。そうすると、手が動いても経口摂取していない方は自分で食べられている人に比べると口腔内の細菌数が多くなるんですね。要するに、機能を維持するとプラークコントロールもできるという。その結果、誤嚥性肺炎なんかのリスクも下がるというようなことを述べられていました。老年歯科の分野では、そういうのってもう一般的にデータとしてあるんですか。

水口 そういう認識でやってらっしゃる摂食嚥下を専門にされている先生がいらっしゃいます。胃ろうの患者さんと、通常の人で口腔内細菌と腸内細菌のフローラが違う可能性があると思います。フローラをコントロールするとう蝕や歯周病も撲滅できるような気がしますね。

馬場 それはもう一般的に言われていることなんですか。

大久保 一般的だと思います。私も聞いたことがあります。

水口 大腸の中の細菌ですね。

馬場 それはもう移植までいっていますからね、今はね。

水口 そうそう。経口することによって大腸の中の腸内細菌が変わるから、こうなるんじゃないかというような発想もできますね。

馬場 機能維持の波及効果が今どんどん広がっていますものね。歯磨きするだけじゃなくて、とにかく機能維持するということの大切さというのは、やっぱり補綴学会は主張するべきですよ。

市川 日本老年歯科医学会もそのようなことでやられています。では、補綴歯科学会との違いはあるのか、そして急速に歯の喪失は減少しており、補綴歯科の仕事、欠損に対して補綴歯科学会は今後どういう立ち位置でやっていくのかということをもう少し話し合うと



市川哲雄 理事長

いうかコンセンサスを得ることが必要かなと思います。補綴イコール老年というふうに考えれば別にいいんでしょうけど、そうではないと思います。

水口 学会としての老年

と補綴はイコールではないと思います。確かに多くのメンバーが重なっていますが、補綴は補綴装置自体の開発・改良やその効果の検証、老年はその成果を効果的に適用した結果の臨床の効果や社会的な効果を明確にし、それを保健医療政策につなげていくなど、社会的な活動の比重が大きくなっていると思います。とにかく綿密な協力関係を構築することが極めて重要だと考えています。

市川 補綴は若い人から高齢者全部をカバーして、歯列の機能の育成、維持、回復をする、とくに高齢期を快適に過ごすための口腔機能育成と維持を青年期から壮年期に確立できるのは、われわれ補綴だけの仕事かなと思います。

水口 そうですね。

窪木 今回のイノベーションロードマップの申請書に補綴から出させていただきましたが、歯周病学会は大規模に全身疾患と歯周病の関係を一生懸命やっておられます。今、市川理事長や馬場先生がおっしゃったように、ある疾患によって口腔機能にどのように影響が起こるのかを整理しておく必要を感じます。つまり、口腔機能をよくすれば認知機能がよくなるのではないかという研究方向もありますが、補綴歯科学会がちゃんとやらなくてはならないのは、各疾患により口腔機能にどのような影響が起こるのかという理解です。また、疾患のために投与する薬剤にしてもしかりです。

歯周病学会は、世界的にそれをちゃんとやって来られています。補綴歯科学は、機能のサイドを扱うトップの学問だとすれば、やはり疾患と機能変化に関して疾患ごとに取り組んで、そして、それをどのタイミングからどういう対応をするかということ議論しないといけないと思うんです。

案外、口腔顔面痛という領域が補綴歯科学会の中ではそれを扱ってきたという側面もありました。例えば、SSRIのような抗うつ薬の長期内服がブラキシズムを、抗精神病薬の長期内服が遅発性ジストニアを生じさせる場合があることはよく知られています。このような知識は、治療方法に直結しますので、それらをもう少し網羅的にやるべきじゃないかと思ってい

ます。

水口 疾患と口腔機能を網羅的に調べるというのは、具体的には何か手法がありますかね。まあそれがイノベーションですが。

馬場 網羅的に調べなきゃだめなんじゃないですか。

水口 そうなんです、何か手法はあるかな。

馬場 それは両方とも調べるしかないんじゃないですか、やっぱり。

窪木 例えば、脳梗塞や認知症を例に挙げて、そういうふうには疾患ごとにその自然経過の中での口腔機能の変化を理解するコホート研究を行うべきでしょう。また、症例報告を含めて文献検索を行いシステムティックレビューを行うべきだと思います。そのためには、医科との連携が不可欠になると思います。

水口 口腔機能あるいは口は全身の中の一部であり、実に多くの要因が絡んでますからね。



司会：大久保力廣

大久保 最低でも口腔のリハビリテーションをすることによって、認知症を予防できる可能性が高いということを補綴学会はアピールしたい気がしますけれど。

市川 ただそれも、生命科学から認知症に取り組んでいる人たちから見たら首を傾げるところがありますよね。

水口 そのように言う人もいらっしゃいますが、そこは注意深くエビデンスを取る必要があると思います。

大久保 確かにそうですね。

馬場 でも認知症の人は、少なくとも口腔機能は低下しますよね。

市川 だから、矢印の向きがどちらが大きいかとなると……。

馬場 正しいことは押さえておかなければいけない。ただ、その波及効果がどうかというと、やっぱり難しいですね。でも、僕たちは両者の関係を知っておかなきゃいけない。僕もアルツハイマーの人を診ているんですけどね、固定性のインプラントをオーバーデンチャーにして管理はできるんですよ。でも、結局、今はもう流動食です。経口摂取もまだ一応やってますけれども……。

水口 それは口腔機能を発揮しようとする事自体が、意欲が発揮できなくなっているということですね。

馬場 はい、一応食欲はまだあるので、経口では食べられており、それと介護職員の理解があり口腔ケアもできています。アルツハイマーの診断を受けて、それ

も進行性のアルツハイマーで6カ月後には施設での生活が必要になると言われて、本当に6カ月で認知機能が劇的に低下されました。診断を受けた当初は、「先生、私なっちゃいました」っておっしゃってたんですよ。6カ月後にはもう僕のことをわからなくて、それから今2年間、3カ月毎に介護施設から来院されますけど、全身的にいろんな問題が出てきますよね。本当に多様な問題が。でも、その人は流動食ですけど、まだ経口で摂取して口の中がきれいなんですよ。正直言って、私の治療・管理がどれだけ御本人のためになっているのかわかりません。でも、少なくともご家族は一生懸命看護されているので、それを支えてあげたい。大久保 「認知症はストレス性の脳疲労が原因」と聞いたこともあります。

窪木 そのように断定する臨床データもないのが実情ですね。不明なので両方の因果関係を明らかにするべきだと思います。

大川 認知症の種類には気を付ける必要があります。アルツハイマー型認知症は、現在の医学では進行を遅らせることは可能でも、治すことはできません。

水口 あとは、認知症というよりは、むしろMCIから認知症に変更するのをブロックできるかどうかというところでしょうね。

馬場 レム期の行動異常とレビー小体型が関連しているという報告があり、睡眠時ブラキシズム研究をやっているとそういった現象をいち早く検出できる可能性もあります。

水口 なるほどね。

大久保 それでは、次に、窪木先生からバイオロジー関連の歯科医療イノベーションについて、ご説明いただきたいと思います。

2. バイオロジー関連の歯科医療イノベーション

窪木 先程、水口先生がおっしゃっていたように、口腔内と腸内フローラ、プロバイオティクスというところに大きなフォーカスが当たっており、膨大な研究予算が投入されています。ご存じの通り、次世代シーケンサーを用いて便に含まれている細菌叢を丸ごと解析したゴードン (Gordon) 先生のネイチャー論文から端



が発せられているわけです (図4)。特に、肥満大国である米国では肥満を抑制する腸内細菌が注目されています。すでに、腸内細菌の移植治療がアメリカで

もしかしたら、唾液の細菌叢、腸内細菌叢？

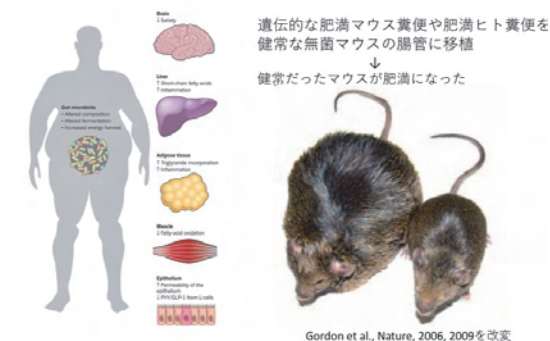


図4 口腔内と腸内フローラ、プロバイオティクス

プロバイオティクスの台頭 細菌を減らすという戦い方からの決別



図5 プロバイオティクスの台頭

顎骨(歯槽骨)骨密度の診断方法

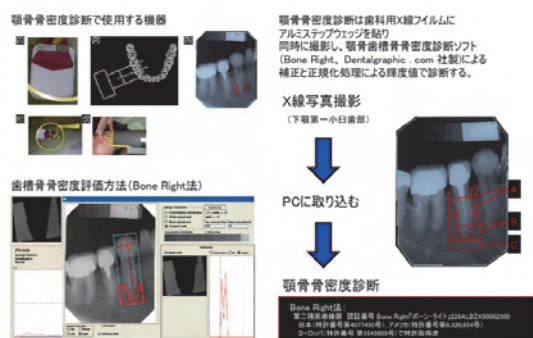


図6 歯槽骨密度評価

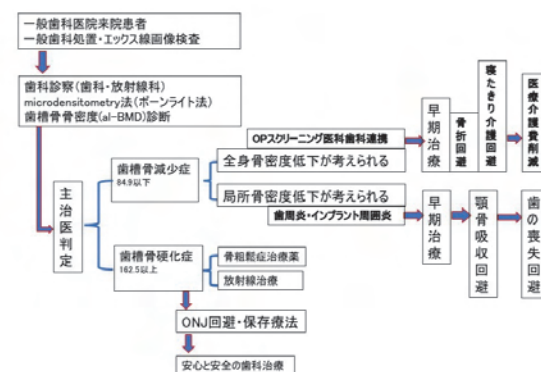


図7 歯槽骨減少症と歯槽骨硬化症

は実施されており、健康な方の便が売買されています。便の前処理後、ファーストPCR、セカンドPCR、次世代シーケンサーで網羅的シーケンスという順で解析していきます。われわれの研究室では、老人介護施設の入所者の腸内細菌叢を解析しており、ある種類の細菌が腸内にたくさんいる方は低体重になるという、横断研究結果が得られています。

プロバイオティクスの分野では、スウェーデンのカロリンスカインスティテュート (Karolinska Institutet) のL. ロイテリ菌プロデンティスに関する研究が有名です (図5)。今まで歯科においては、う蝕や歯周病の原因菌を減らそうという闘い方が主流だったのですが、口腔内の細菌叢を善玉菌にシフトさせる闘い方に大きく転換しようとする意欲的なものです。特に歯を磨くことができない方、例えば精神病院に入院されている方々では、積極的にスウェーデンでもトライされています。また、これが腸内細菌に影響を与えるというエビデンスも最近出てきて、金属アレルギーや自己免疫疾患、骨粗鬆症、認知症との関連が疑われるなど大騒ぎになっています。日本では、本学

会の会員である広島大学の二川教授がこのプロバイオティクスのエキスパートとして有名です。

次は、歯槽骨減少症、歯槽骨硬化症についてお話をしたいと思います。市川先生が研究してこられたとお聞きしていますが、実臨床では今までこれを簡便に検査する方法がなかったのです。医科の骨粗鬆症のスクリーニング検査と同等の口腔内検査が開発され、医療機器の認可がおりました。本検査では、アルミのラダーをフィルムに貼付してデンタルX線写真撮影を行う方法です (図6, 7)。医科のスクリーニング法では手のひらの単純X線写真を撮影するMD法が有名ですが、この部位の皮質骨と海綿骨の比率が下顎の小白歯の根尖部と同等であることから、この部位のデンタルX線写真を利用します。非常にシンプルですが、再現性が高いのが特徴です。ある数値 (84.9) 以下を歯槽骨減少症、ある数値 (162.5) 以上を歯槽骨硬化症とします。減少症のほうは、将来的には薬物療法がトライされるでしょう。また、薬剤関連顎骨壊死 (MRONJ) のリスクが高い骨硬化の程度が高い人をスクリーニングできると期待されています。そして、

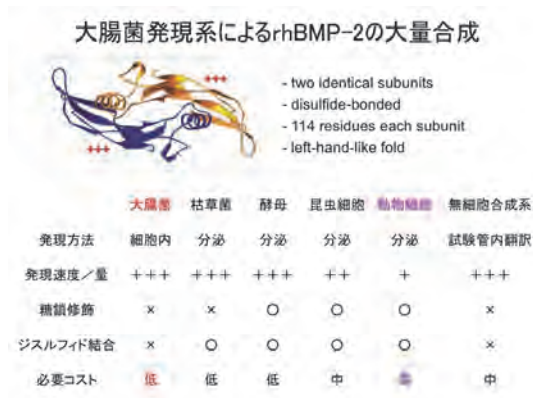


図8 大腸菌発現系による rhBMP-2 の大量合成

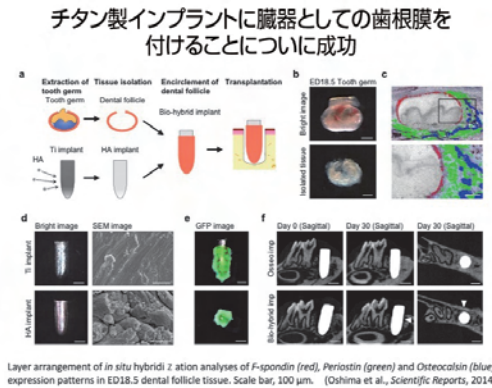


図9 チタン製インプラントに臓器としての歯根膜を付与することに成功

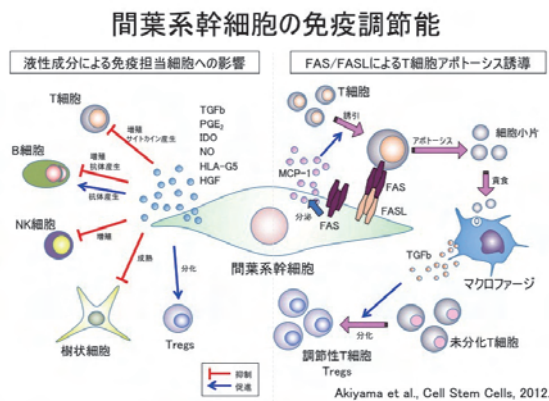


図10 間葉系幹細胞の免疫調節能

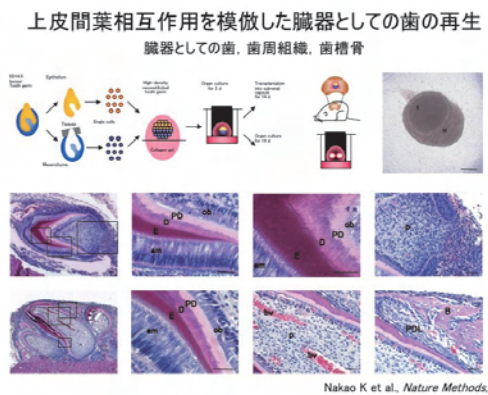


図11 上皮間葉相互作用を模倣した臓器としての歯の再構成

これを表現形とする遺伝子診断も可能になるだろうと思います。

骨再生を目指したサイトカイン療法も、大腸菌由来 rhBMP-2 が有望です (図8)。ついに、整形外科領域で First-In-Man (FIM) 試験がスタートすることになったとお聞きしております。バイオの研究は、具体的アウトカムが今まであまりなく、たくさんお金を投下していただいた割には、国民に貢献できていなかったのですが、ついに貢献できるタイミングになったと思っています。

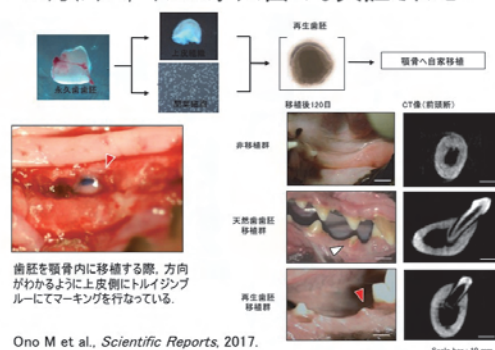
それから、歯根膜つきインプラントについてです (図9)。ご存じの通り、チタン製インプラントは骨結合するので、成長期の学童には顎骨の成長を抑制し、使えない訳です。また、骨結合したインプラントは、天然歯と連結しにくいので、歯根膜つきインプラントの開発が進んでいます。この図はラットの研究成果ですが、今トランスレーショナル研究がじわじわと進んでいるということです。間葉系幹細胞に関する研究も進んでいます (図10)。特に幹細胞が老化することによって、歯周病や骨粗鬆症が生じるということから、

幹細胞自体を科学することがこれらの疾患の治療・予防にもつながると言えます。また、間葉系幹細胞自体が、局所の免疫を抑制し、再生に適した環境を提供するということがわかってきました。この幹細胞の機能が悪くなると自己免疫疾患になるということがわかり、歯周病、インプラント周囲炎、骨粗鬆症、金属アレルギー等の発症メカニズムに迫ることができるかもしれません。

それから、歯の再生に関しても、もうご存じのとおり臓器としての歯の再生が徐々に可能になってきています (図11, 12)。犬の永久歯でも実証されている状況になってきました。唾液腺のほうも可能性が高まっており (図13)、徐々にこれが現実味を帯びているということで、世界中で上皮と間葉を iPS 細胞から誘導するという研究が、激烈な開発競争ポイントになっています。

睡眠時ブラキシズムは、北海道大学の山口先生、昭和大学の馬場先生や皆さんが研究され、保険導入が目指されています (図14)。睡眠時ブラキシズムの測定は質問票などの方法では近似することが難しく、臨床

この方法は、イヌの永久歯でも実証された！

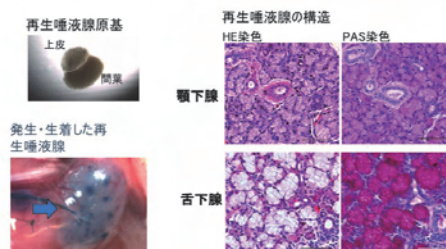


Ono M et al., *Scientific Reports*, 2017.

図 12 イヌの歯の再構成

再生唾液腺の作製と生着

器官原基法を応用して唾液腺の再構築は成功した



腺特異的な腺房構造を有した再生唾液腺を作製可能であることが示された

Ogawa M et al., *Nature Communications*, 2013.

図 13 唾液腺の再構成

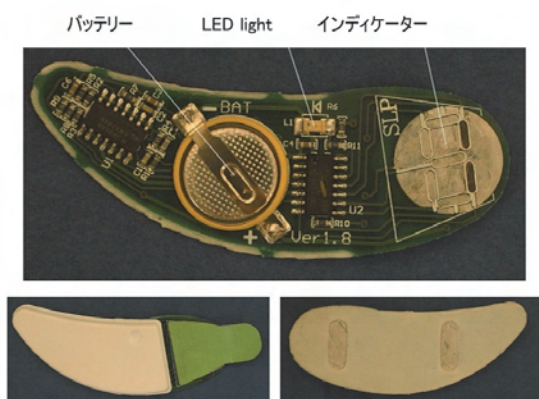


図 14 睡眠時ブラキシズムの測定と診断

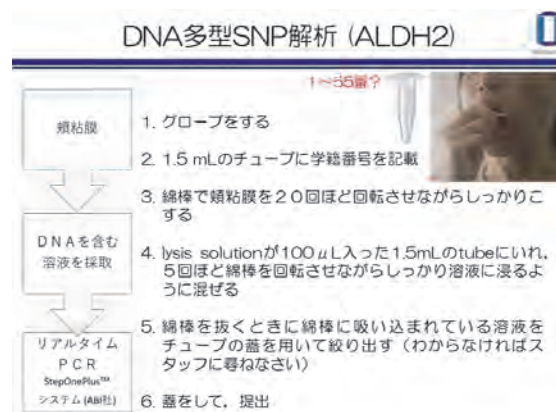


図 15 ALDH2 の遺伝子多型を利用した遺伝子検査

に何とか上げなくてはならない検査法と言えるでしょう。これは一つの例で、バイトストリップを取り上げました。なるべくウェアラブルで簡単、かつ定量性のよいものがどんどん臨床応用されると思います。

それから、遺伝子診断に関しては一塩基多型 (SNPs) が有名です (図 15)。飲酒した時に、アセトアルデヒドがたまると症状が悪くなるので、アセトアルデヒドを分解する ALDH2 という酵素の多型が注目されています。この際、歯科が有利なのは口腔粘膜から非侵襲で細胞がとりやすいことです。綿棒でちょっとこすただけで細胞がたくさんとれ、十分遺伝子解析ができます。皮膚を切らなくても、血液を採取しなくてもよいわけです。岡山大学歯学部の学生 53 名に毎年 ALDH2 の遺伝子検査をやり、学生たちの飲酒許容性を測定し伝えています。この酵素が骨粗鬆症と関係があるということがわかり、補綴歯科においても重要な観点となりました。例えば、フルデンチャーでものごく骨吸収が強くなる人たちを将来予測することが可能になるかもしれません。

大久保 窪木先生からは、バイオ関係のイノベーション

ンについてお話をいただきました。最初は、口腔内細菌と腸内細菌をプロバイオティクスによって細菌変化させることにより細菌叢をコントロールして、歯科の 2 大疾患であるう蝕や歯周疾患を撲滅させるという補綴のイノベーションというよりは歯科治療の全体のイノベーションと言えるようなお話がございました。

それから、再生のイノベーションとしては、BMP 投与療法による歯槽骨の再生や歯根膜を有するインプラント、ステムセルのエージングの制御による歯槽骨の骨粗鬆症や歯周病の予防に関するお話がありました。

さらにまた、一大エポックメイキングとも言える幹細胞生物学の進歩による口腔組織再生や歯胚や骨の再生、最後に遺伝子診断システムなどのお話がありました。本当にイノベティブな驚きの連続でしたけれども、何か先生方からコメント等ございますでしょうか。

大川 この間、聞いた話ですが、疾患のゲノム解析はもうほぼ完了していて——約 2,000 の解析が終わっていて、これらすべての疾患を対象としたゲノム解析

の費用は約 10 万円だが、特定の疾患に限定すれば、2,000 円から 5,000 円でできるところまで進んでいるようです。顎口腔領域のブラキシズムや、歯周病などのゲノム解析というのは今、どこまで進んでいますか。

窪木 東京大学に大きなデータベースがあり、日本人のゲノムをどんどん読んでいくラボがありまして、その方が病気になったかどうかとか、生命予後等いろいろなことを研究されていて、徐々に明らかになりつつあります。その中で有望だと思われるものを、実際に今先生がおっしゃったように 200 とか 300 とかをデータセットとして 10 万円ぐらいで得られるようになっていきます。歯科に関しては、本当はもっともっと思うのですが、日本ではまだ全然前に行っていないですし、残念ながら、人種によってかなりの大きな差があります。日本でもやらなければいけない研究になっています。

大川 ゲノム解析が進んでも、結局、異常はわかるけれど、遺伝子治療ができるかというところではまた難しい。

窪木 例えば認知症になりやすいリスク因子としてリポアポたんぱく E2 が知られていますが、それが陽性であった場合にゲノム編集を行うという所まではできていません。しかし、認知症のリスク因子となるような生活習慣を避けるなどが可能となります。また、最近では、遺伝性乳がん卵巣がん症候群 (HBOC) の原因遺伝子 BRCA1 もしくは BRCA2 が陽性の場合には、がんの早期発見や予防に重要な知見を及ぼすことになります。補綴領域でも、ある遺伝的素因があり、噛み合わせを失ったら相互作用でこんなこと (例えば、咬合感覚異常、認知症、歯槽骨減少症、低体重等) が起こるということが研究できれば、初めてそれらの表現形を予防するための補綴歯科治療や咀嚼機能訓練が有望だということになるだろうと思っています。

馬場 もともと全身と歯科との関係については、全身からのというのも大切だし、歯科からののも大切なんですけど、それはそれで置いておいて、強固なエビデンスがないまま、感覚的に関連があるのではと言ってしまうと後で問題が生じると思います。先生の再生の話ですが、再生が硬組織と歯に特化し過ぎていて、例えば食べられないというのは、解決しなければいけない問題ですが、ただ歯を入れたって噛めない人がいますよね。筋の問題とか、その辺はどうですか。

例えば、慶應の生理学教室の岡野先生の話を知ったときに、脊損なんかを再生で治して機能回復を目指すときに、全てを再生でやるのは無理だから、例えば口

ボットスーツみたいなものの助けを借りて機能回復をするといった発想があり、ものすごく広い視野で研究を広げられていると感心しました。

歯科として僕らが例えば骨と歯をそろえたとしても、虚弱になっていて食べられなかったら——やっぱり同じだけれども、阪大の澤先生なんかは iPS 細胞を用いて心筋をサポートしていますよね。咀嚼筋を再生医療で何とかして摂食嚥下をサポートするとか、ロボットスーツのようなもので咀嚼運動をサポートするとか、やっぱり口から食べたいというのはありますよね。そういう研究は今どんな感じなんですか。

窪木 水口先生のほうが多分よくご存知かもしれませんが、舌骨を上昇させ、食物を咽頭に送り込み、そしてそれを嚥下し、食道の蠕動運動で食物を下降させるという連続的な神経活動パターンが嚥下時には生じます。球麻痺などにより摂食嚥下障害が生じた場合には、筋の活動能力は保存されていても、この一連の神経活動が発生せず、摂食嚥下障害が生じます。この際に、この一連の神経活動パターンを温存された神経活動からトリガーとして得て電氣的にこの一連の神経活動を付与してやることにより嚥下機能を回復しようという試みがなされています。

馬場 それは歯科ですか。

窪木 残念ながら歯科ではありません。補綴治療は形態の回復だけでなく、機能の回復を含みます。先ほどの水口先生のお話しの中にも含まれていましたが、リハビリテーションの概念をより広く捉えて、咀嚼筋や嚥下に関連した上咽頭筋群に電気刺激を行うなども考えるべきだと思います。補綴治療だけでは、その介入効果が大きくないという研究成果もありますので、咀嚼機能訓練、嚥下機能訓練などの介入研究を今後どんどんやり、その治療効果をもって保険導入を目指すべきだと思います。

市川 その最初の咀嚼障害の病因病態からのきちっとした分類が、補綴学会としてできていないですよね。例えば、歯による咀嚼障害もあるし、筋力の衰えによるものもあるし。その分類別の咀嚼障害の出現頻度もないですよ。

窪木 そのとおりです。

市川 そこからスタートしないと。そうすると、それに対して何らかの介入をしたらこのぐらいになったというのを、窪木先生は覚えているかどうかわかりませんが、症型分類を策定するときに、咀嚼障害を整理しましょうというのをあの当時言っていましたよね。

窪木 おっしゃっていました。そういう意味でも、全

身疾患と咀嚼機能の関連づけをもう少し本当に網羅的にやっておかないと、今の先生の問いに答えられないですよ。噛めないといっても、それは認知症かもしれないのですよ。噛めないといっても、重症筋無力症かもしれません。噛めないといっても、内服している薬剤の副作用かもしれないのです。それを僕たちは十分診断もできないで、入れ歯を入れて、歯を補ったら何とかなるのではないかと思っている。その点では市川先生がおっしゃったことはもうストレートに重要だと思います。

市川 医科側でも歯を入れたら治ると思っている人が多いですからね。だから、それをきちんとわれわれから発信していかないと。

窪木 いやー、そのとおりです。

馬場 歯を治す、再建するのはすごく大切ですが、やはり咀嚼機能としての全体を僕らが再生できるようにと、反対に機能障害をきたす原因が、幾つかあるのでしたら、それもきちんと診断できるように重要なところは押さえておきたいですよ、2040 年であれば。

窪木 そうですね。

馬場 再生というと歯、骨ばかりになるので、その辺もできればいいと思いますけど、夢みたいな話ですけどね。

窪木 やればできると思います、本当に。

大久保 細菌関連とかバイオロジーのお話がありましたけど、もちろん補綴学会主導でやりたいと思いますけど、何か関連する学会、例えば歯周病学会や保存学会等とアライアンスというか、コンソーシアム化して、いくつかの学会と統合して研究すると早くなりませんか。

窪木 僕は歯周病に関して言うと、歯周病を撲滅するためには、頭を今までのスキームにとらわれすぎない研究を行うことが重要なのだと思いますね。もっと違う領域、ちょっと外れた人たちがいいアイデアを持っています。補綴学は科学研究費でいうところの補綴・理工系歯学という細目と、再生歯学という2つの細目を持っています。科学基盤の多様性、ダイバーシティは今後の補綴歯科医学を発展するうえで欠いてはいけないものと思えます。先生のおっしゃった共同でもいいですが、ちょっとビギナーズラックもあるんじゃないかなというのが僕の意見です。

大川 先ほど市川先生が言われた咀嚼機能の障害の分類ですが、咀嚼機能の検査による数値化を基準に検討するというのは無理なのでしょうか。

市川 数値化はもちろん重要ですが、咀嚼障害でもいろいろな原因があり、それらを明確に分類しておくこ

とは重要だと思いますが。

大川 まず咀嚼機能を、現時点で可能な方法により数値化したうえで、「この原因は」という順番で考えていくことが重要だと思います。結局、食べられるか食べられないかがポイントですから。

市川 病因病態があつて、その数値化があります。それを同時に進めていくことだと思います。だから、どちらが先かというアプローチの問題がありますが、グミゼリーによる咀嚼評価も、食べられるかどうかを必ずしも全て評価できるかということもあります。

大川 結局、咀嚼の複雑さが原因だと思います。ですが、例えば咀嚼の一側面であっても、厚労省が認可した検査法により咀嚼機能を数値化したうえで、全身状態や顎口腔領域の状態を併せてチェックするという発想にならないと、多職種連携はほとんど先に進まないことになります。危機感を持って対処することが重要です。

市川 たしかにアプローチの仕方はいろいろありますが。

大川 咀嚼障害に関しては症型分類である程度示されており、それに全身疾患を併せてチェックするという発想ではだめなのでしょうか。

市川 症型分類というよりも、咀嚼障害をもう少しトップダウンにきちっと整理することをわれわれはしてこなかったから、それもしなくてはいけないでしょうし、咀嚼機能を数値としてある程度定めることもなかなかしてこなかったわけです。グミゼリーというのが保険点数としてやっと認められましたが、それを本当に機能管理や治療に不可欠なものにすることはこれからが正念場でしょう。

大川 おっしゃる通りだと思います。国や国民の求めに真摯に向き合い、咀嚼機能検査だけでなく、口腔機能低下症の検査・診断も同様に、前に進めていくことが重要だと思います。実践したうえで修正する、代替となる検査法を提出する、というポジティブな行動が今、求められています。

市川 補綴学会は、これまで咀嚼障害をきちっと体系的に整理してこなかったのではないのでしょうか。だから、中枢性のもの、末梢性のものだったらこういうふうにありますよと、それをもう少し整理していくと



いうのは大事な、今までなかった一つのアプローチの仕方かなと思いますし、補綴学会だからできる作業と思います。

水口 今までの咀嚼に関

- 1) 理事長経験者
佐々木啓一(東北大)、吉谷野瀬(九州大)、矢谷博文(大阪大)、松村英雄(日本大)
市川哲雄(徳島大)、大川周治(明海大)、
取りまとめ役: 大久保力廣(鶴見大)
- 2) 中堅研究者
学術委員会
馬場一美(昭和大)、江草 宏(東北大)、花田一洋(北医大)、馬場俊輔(大歯大)、
鮎川保則(九州大)、上田貴之(東歯大)、苗木賢治(医歯大)、横原絵理(九歯大)、
横山紗和子(昭和大)、峯 篤史(大阪大)
- 研究企画推進委員会
窪木拓男(岡山大)、玉置勝司(神歯大)、大野 彩(岡山大)、小川 徹(東北大)、
菊谷 武(日歯大)、菅沼岳史(昭和大)、藤澤政紀(明海大)、滝 正大(東歯大)
- 3) 若手研究者(イブニングセッション演者)
乙丸貴史(医歯大)、森本太一朗(森本歯科)、川上滋史(岡山大)、竹市卓郎(医歯大)、
鈴木善貴(徳島大)、濱中一平(福歯大)、仲田豊生(鶴見大)

図 16 2040 年への歯科のイノベーションマップ作成者

する研究が、要するにデバイスありき、あるいはツールありきというので進んできたのが多分一番問題であるのだと思います。

市川 それもありますね。われわれも馬場先生がおっしゃったように、咀嚼障害は歯の再生が大事であるけれど、いろいろなものがあるということももう一回立ち返って考えなければいけないと思います。

大久保 続きまして、馬場先生から残りのデジタル、AI、ビッグデータ、遠隔歯科に関するイノベーションをご説明していただきます。

3. デジタル技術を基幹としたイノベーション

馬場 今回まとめさせていただいたものは、理事長の命を受けまして窪木先生と一緒に、一応3階層から意見を拾い上げてます。第1の階層は、歴代の理事長先生の座談



会です。本件を座談会の話題に組み込ませていただいて、先生方のご意見をいただきました。要するに補綴学会のトップの方のご意見です。中間層としては、窪木先生の委員会と私どもの委員会の全委員から意見を聴取しています。あと若い層として、イブニングセッションに参加された先生方に個別に依頼してご意見いただきました。だから、今回まとめたものは、ほぼ全ての階層、と言ったらおかしいですけども、それに近い層から抽出したご意見を集約したものです(図16)。

まずデジタルから行きますけど、先ほど窪木先生が細菌の話をしていましたので、少しだけ僕らの研究をご紹介します。これは MPC というポリマーをコーティングして義歯を汚れなくしようとする試み

MPCコーティングによるデンチャーブラーク付着抑制

Denture vs MPC coating denture

Takahashi N, et al. J Prosthet Dent, 2015
Fukunishi M, et al. Int J Prosthodont, 2017
Itoya K, et al. J Vis Exp, 2016
Itoya K, et al. J Prosthet Dent, 2017

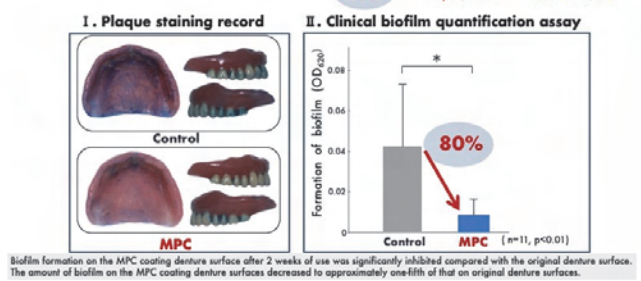


図 17 MPC ポリマーを義歯表面にコーティングすることによりデンチャーブラークの付着を抑制できる

です(図17)。汚れたものをきれいにするのではなくて、汚れないようにする。この研究は時間も手間もかかりましたが、何とか実用化されそうです。これ以外に最近注目しているのは市販のマウスウォッシュです。アース製薬のモンダミンプロケアという殺菌作用の配合されているものがありまして、それを使ってみたら興味深い結果が出ています。患者さんにクロスオーバーで、モンダミンを用いて義歯を入れたまま洗口してもらいました。最初はモンダミンなしで、あとはありで1週間。それで次世代シークエンサーで細菌解析したんですね。そうすると、デンチャーブラークは有意に減った。左側がブラーク付着面積の全例です(図18)。モンダミンだけでですね。あとは真菌の数も減った。これは有意ではないですが、次世代シークエンサーで細菌の割合を調べると、明らかに門レベルでファーミキューテス(Firmicutes)、属レベルでストレプトコッカス(Streptococcus)が全例で減っています(図19)。これは予備研究でしかないんですけど、この程度の簡便な介入で口の中は変えられるし、もしかしたら僕たちがまだわかっていないような介入、非常に簡便で安価な介入がまだ他にもあるかもしれない。将来的には歯科医院を受診することが基本ではなくて、日常生活で行い得る介入で歯科医療のあり方を変えていくというのが大きな流れになっていくのではないかと思います。これはほんの一例ですが、2040年にどうなっているべきか、いろんな発想が必要です。

ではデジタル関連を申し上げます。まずは補綴診療を全てデジタル化するということが2025年までには起こるだろうと思っています(図20)。これが集約された意見で、その中でやっぱり一番大切なのは、全てがデジタル化されることによって——最初は面倒かもしれないですけども、最終的には絶対に治療は効率化

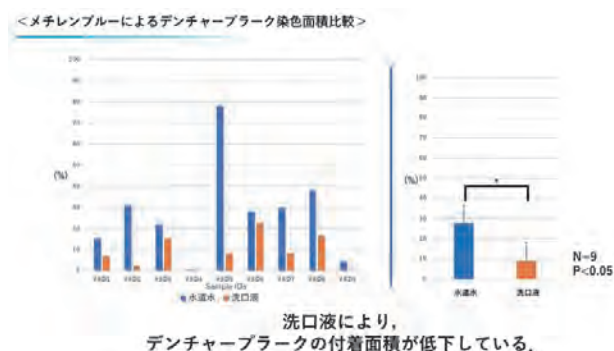


図 18 洗口液によるデンチャーブラック付着面積の減少

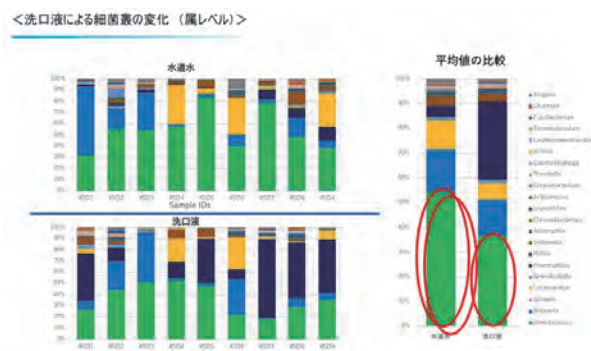


図 19 次世代シーケンサーによるデンチャーブラック解析、属レベルでストレプトコッカス属の割合が減少している

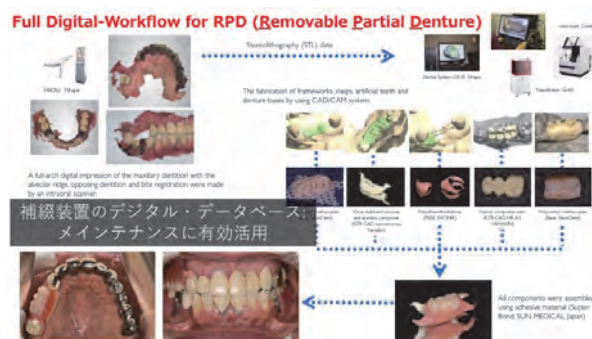


図 20 部分床義歯製作ワークフローのフルデジタル化

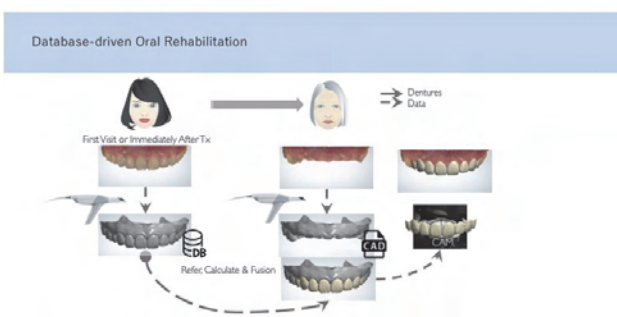


図 21 データベース基盤型補綴治療，健常歯列のスキャンデータや補綴装置のデジタルデータをデータベースとして保持し（左），欠損が生じたときに参照・利用して補綴装置の製作を行う（中，右）

します。デジタル化の牽引役である口腔内スキャナーやラボスキャナーを例にとると、これらを用いれば模型を保管する必要はなくなります。矯正領域は完全にその方向にあります。模型を倉庫に保管していたのは昔で、現在は全部デジタル化されていてデータベース化されています。歯を動かすのもデジタル化されていて、ものすごく効率化されています。補綴で口腔内スキャナーが普及しているように見えますけど、なかなか日本では普及していなくて、3Mも撤退しますし、ライナーが普及した矯正より遅れています。しかし、口腔内スキャナーは補綴でも今後、標準的な器具となっていくと思います。

デジタル化による補綴治療形態，ワークフローも変わっていくと思います。従来補綴ではう蝕，歯の喪失，義歯の破折といったイベントがあって初めて治療するという，イベント・ドリブンな治療でした。口腔内形態・補綴装置製作過程がすべてデジタル化されればこれらのデジタルデータはスペースの問題を気にせず長期的に保持できます。データベース化して、そうすれば歯の欠損が起こったときに、そのデータを参照

して歯冠補綴も欠損補綴もできます（図21）。もっと言えばそういったデジタルデータベースを基盤とした治療がもう10年以内には主流になると思います。それが少なくともナショナルワイドでできるかどうかです。現在、日本デジタル歯科学会の理事長をされている末瀬先生の言われるように口腔内検診をすべてIOSでやれば、日本人全部の口腔内データを国民ベースのデータベースとして構築できますので、これは治療に使えますよね。例えばカリエスになってクラウンを作るにしたって、このデータベースを利用して最終的なクラウンの形をデザインできます。それに似た使い方はすでに行われています。

次に、やはりリスク対応，今度はワークフローの話です。窪木先生の話にもありましたけど、ジェネティク，エビジェネティックな検査とそれに対応したワークフローが確立されてくると思います。ジェネティクだけではなくて，DNAの配列変化を伴わないメチレーションだとか，そういった後天的なエビジェネティックな変化というものもやっぱり歯科治療の予後に関連してくることは容易に想定できますの

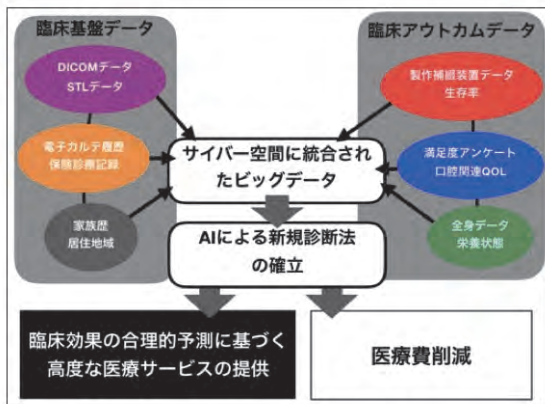


図 22 Society 5.0 概念図

で、生化学的な検査を基盤として、その患者さんが持っているリスクを考慮した予後管理がきるようなシステム、リスクに対応した治療法の選択、リスク管理を行う、当然そういう方向にいくと思います。少し時間がかかるかもしれませんが、ただ単にワークフローをデジタル化するというのではなく、生物学的な情報の収集にもデジタル技術を利用する。最新のGWASに代表されるさまざまな遺伝子解析で行われている統計解析はすべてデジタル技術を基盤としている。ゲノムワイドにその患者さんのリスクを抽出しようと思ったって手作業では絶対にできません。高度に洗練された統計をデジタル化してやっていますので、そういったものをベースラインのデータとして組み込む。もちろんその前に基盤データの整備が要るのですが、そういった治療予測まで行えるワークフローをくみこむことが次のステージと思っています。最終的にはこういうデータが自動的に収集されビッグデータになって、AIで問診から診断、治療方法の選択ができるようになります。その後の治療、予後管理までつながるのだと思います。少なくとも、内科医がほとんど要らなくなると言われていますけど、それは極端な話として、補綴でも全てがデジタル化されて統合データとして利用できるようになり、これはQOLや機能データも含めてですが、AIの支援を得てどういった補綴治療がその人に対して最良か？治療が要るのか要らないかも含めて、選ばれ、リスク管理までされるようになると思います。まさしく政府の推奨するSociety 5.0です(図22)。

また、僕が個人的に想像するのは、2040年であっても補綴診療の最終形態は、すべてが再生医療ベースになるのではなく、今まで補綴が培ってきた生体材料が多くの部分で残るであろうということです。それは

なぜかという、比較的若い患者対象でしたら再生医療により生体と同じような機能が文字通り再生されるのは素晴らしいと思いますが、高齢者の場合は先程申し上げた管理の問題へ対応するために、また、水口先生がおっしゃっていましたが、生体情報収集デバイスとして、やはり補綴装置のメリットはあると思います。ですから従来使用されてきた補綴材料は絶対残ると思いますが、より洗練されて残るのだと思います。それらも含めてリスク管理とリスク対応を考えたワークフローにおいてAIが活用されるでしょう。

もう一つは、補綴治療の波及効果というところに焦点がいくと思いますし、先ほど窪木先生の話もそうですけど、全身状態から補綴治療を再考するというのも当然必要でしょう。両者は双方向的だと思いますが、補綴治療が国民の生活にどこまで波及効果があるかということが、うまく整理されなければいけないと思います。口腔関連QOLを向上することは間違いないので、この点については自信をもって情報発信していく必要があると思いますが、認知症やフレイルの予防といった大きな問題については、十分にエビデンスを吟味してじっくりとではなく、どのような患者であれば、あるいはどのようなタイプの認知症やフレイルであれば補綴治療の効果があるのか？あるいはないのか？といった対応が大切です。

例えば、レム期の行動異常、レム行動障害というのはほぼレビー小体型の認知症のリスクファクターとして認知が高いんですね。レム期というのは基本的には筋肉が弛緩している時期ですので、ブラキシズムがそこでおこるとするのは、それにレム行動障害と関連していることもありえますが、関係ないとしても、睡眠時ブラキシズムを治療するうえでは、こうした睡眠障害についても理解すべきです。ですから、ブラキシズムに伴う力だけに注目して歯科的な問題を解決するだけでなく、睡眠中の現象として生じる睡眠時ブラキシズムというのをきちんと評価できるような枠組みを作って、睡眠との関連で波及効果を注意深く検討しながら研究を進めていかないと、オーラルアプライアンスは歯科ができますが、現行の保険医療制度では睡眠時無呼吸の診断を歯科医師はできません。そこは戦略的にやらなければいけないと思っています。

あとはIoTですね。近未来的にはIoT化に関連して、デバイスを口の中に入れて自動的に生体情報を収集するというのはものすごいメリットがあります。例えば患者さんの位置情報で徘徊の問題に対応するとか、生体情報から重篤な疾患の早期発見を行うとかです。ね、「命を救う歯科」というのは私どもの大学の

宮崎前歯学部長が大好きでした。現在、僕たちが開発しているスプリントベースのブラキシズム検出装置には温度センサーを入れています。なぜかという、温度をモニターしてスプリント使用のコンプライアンスを確かめるわけです。これはほんの一例で、口の中からどのぐらいの生体情報がとれるか。結構とれると思うんですね。再生医療だけではなくて補綴装置をこうした方法で使えばIoT化され自動的にデータが収集されビッグデータ、AI解析という流れにものれます。これもそんなに遠くない未来に解決、補綴でやらなければいけないところだと思います。5年、中期でも、第2ステージでもいいと思いますが、これは、他のIoTとの連携だとか、あとは生命予後に関連するような生体情報が口の中からとれるのであれば素晴らしいと思います。

繰り返しになりますが、補綴装置がIoT化されればデータの自動収集・集積が可能となります。そうすればビッグデータの構築が可能となり、AIを活用して、医科領域とも連携して早期に重篤な疾患の予防システムをつくって医療費を削減しようというアイデアも重要です(図22)。ウェアラブル、在宅医療、メディカルAI支援による遠隔医療というのは現在盛んに取り組まれています。基本的には地域医療が超高齢社会を担います。今、僕もややこしい治療を大学でやっていますけど、そうした患者が90歳になったらどうなるのかなと思います。65歳の人にはほぼ90歳まで平均で生きられますので、そうすると認知症は50%以上発症するわけです。そうでなくても遠くからの通院は困難になる。ですから、地元の歯医者を紹介しようと思って探しています。特に遠くから来る人には、そういった患者さんにどれだけ僕たちが支援できるかという、AIでさっきのように早めに診断して、口の中のリスクをよく診断して、将来どうなるかということ予測して、補綴装置の選択を行う。また、早めに地元の歯科医師に紹介して診療情報を共有し必要に応じて支援する。さきほどデジタル化によってデータベースを基盤として患者さんに補綴診療をデリバーできると言いましたが、患者さんのデジタルデータを持っておけば、もし義歯をなくしてしまったり壊れたりしたって、こちらでそのデータで装置の製作や修理を行い、配送する。あるいはドローンで送ることができるかもしれない。冗談ではなく、将来的にはそういう話になると思います。

楽しい老後という、ちゃんと考えられて動けるということだと思いますが、少なからず補綴医が貢献できる場所は多くあると思いますので、どの部分に貢

献できるのかということも将来的には明確にしておかないと、何でも僕らができるという話にするとややこしくなりますので、そういったところを最終的にはわかって貢献できればいいなと思っています。

大久保 馬場先生からは、まず、モンダミンによる洗口効果を一例として、日常生活での口腔健康向上へのかかわりができるという提案がありました。それから、単に補



綴装置のフルデジタル製作というのではなくて、有歯時代のデータをもとにした大きなデータベース基盤型のワークフローが必要だということ。また、生物学的情報、すなわち遺伝因子や環境因子をもとにしてAIを活用することにより治療計画を立案、リスク対応することが重要ではないかというお話がございました。加えて、IoTにより全ての生体情報を連携させることが必要ですし、ビッグデータやデジタルテクノロジーを駆使して超高齢社会における補綴治療の未来像に関するお話もいただきました。

本当にたくさんのイノベーションをお話いただきましたけれども、先生方からご質問やコメント等はいかがでしょうか。

市川 モンダミンの話で、非常に簡単で非常に効果があるとされましたけど、少し口の管理をするだけで生命予後をこれだけ延びるというデータが出ています。一方、薬なんかは何千億円、何百億円使ってそれより少ない期間延びたということを堂々と言うわけです。われわれはもっと自信を持ってやればと思います。

窪木 馬場先生、これからはAIとロボットでほとんど支台歯形成もできてしまうと思うのですが、今後20~30年の間に歯科医がやっている今の印象も、印象はほぼ口腔内スキャナーになりそうではないですか。形成はどうですか。

馬場 形成もできるようになると思います。切削機にカバーがついていて、上から歯に押し当てるだけで、デザインされた形成形態をズドンと削れるような。そんな気がしますけどね。

水口 僕らは形成といっても、基本的にはCAD/CAMでやっているようなものですからね、頭の中で、

窪木 隣在歯を削らないようにというのは、もしかしたらロボットのほうが上手だったりしてね。

馬場 ダビンチはもう結構標準的になっていますものね。楽だって言いますよね。やっぱり手が届きにくい

ところじゃないですか、難しいのは、歯科でも手が届きにくい臼歯部の治療に活かせる機器が開発されればいいですね。ただ、技術の重要性はそう簡単には消えないんじゃないですかね。例えば口腔内スキャナーで印象をとるにしても、やっぱりうまい下手はあります。だから形成にしたって、自動化されても技術教育は残る。それはやっぱり段階的なのではないですか。

大川 咬合採得のデジタル化について、馬場先生はどういうイメージを持っていますか。

馬場 欠損が小さければ、レジストレーション・マテリアルも間に合わないし、咬合器へのマウンティングもしなくていいので、現時点でもデジタルのほうが合理的です。だけど、欠損が大きくなるとリップサポートを決める必要がある場合など、ワックス・リムが必要ですよね。僕はもとあったデータの重ね合わせで対応できると思っています。要するに、健常歯列の状態であるいは補綴治療した直後のデータをキープしておいて、それを参照し、残存歯や残存組織を重ね合わせて顎間関係や排列位置を決める。そういった治療に将来的にはなっていくと思うし、実際にこういったワークフローのシミュレーションはできてます。すごく再現性もいい。ただ、老化によって残存歯の位置も変わるし解剖学的形態も変化するので、その辺はやはりビッグデータを基盤にしたAIですよね。予測しなければいけないですからね。

実際に DENTCA がそうですが、顔全体の情報で歯列の位置を予測するということがすでに行われています。まだレベルはそんなに高くないと思いますが、目的をしっかりとっておけばAIというのは非常に使いやすいはずです。AI ってマジックボックスだと捉えられがちですが、AI ってしっかりと方向性がないと使えませんから。インプットとアウトプットをちゃんと決めておかないとだめなので。アウトプット、インプットをしっかりと設定しておけば、多分できると思います。

大川 有歯顎時のデータを記録、保存して利用するというわけですね。もう一つ、口腔内の健康度を数値化する技術の確立、というのはどういうイメージですか。

馬場 客観的データとしては口腔内の歯の欠損状態だとか、ペリオの状態だとか、あとは機能のデータなど数多くのデータを記録することが可能です。それらのデータをどう捉えるかだと思います。口腔関連 QOL だとか健康関連 QOL などの主観的データとの関係を検証しながら、どのデータが一番その人の口腔健康状態を反映しているかを明らかにして、そういったデータを指標にすれば解りやすいと思います。

大川 筋力低下に対する治療法ですが、ロボット支援についてはどんなお考えをお持ちですか。

馬場 その辺は、やっぱり極端なものですよね。ロボット支援が必要になるって、ものすごく少ない数でしょうけれども、そういうトライアルもあっていいと思っただけなので、現実的にどうかというのは正直言ってわかりません。でも、咀嚼ロボットというのがありますからね。

大川 ヘルメットをかぶったら食べさせてくれる、というようなイメージでしょうか。

馬場 一時期、坂東先生が顎運動をされていましたよね。ああいった技術は当時は mini コンピュータが必要でしたが、今では十分に使えますものね。

窪木 使えますね。

馬場 でも、あのときは使えなかったですよね。現在ではパソコンレベルのスペックであのぐらゐの運動は再現できるわけだから、デジタル記録した顎運動を用いて咬合面形態を作るというワークフローが将来的に普及するかもしれません。

水口 あとはメーカーがどういう協力をしてくれるのかというか、その辺が結構難しいですよね。CAD に今言ったようなことを落とし込むのか。咬合器にもそれほどクオリティーの高いのは多分できていないと思うんですよ。

馬場 ただ、徳島と鶴見でまだ頑張ってるやっていますよね。

水口 必ずできるようになるとは思います。

馬場 顎運動測定器も松風と一緒にやられていますよね。やっぱり坂東先生はすごいなと思って、改めて感心しております。

市川 坂東先生は電子工学的にものを作ることが好きなんですね。

大久保 今回は 20 年後のことを予測する座談会ですので、20 年前にどのような研究があったのかなと昔の補綴誌を見ていたら、たしか今お話ししていた 6 自由度型の顎運動測定装置が掲載されていました。ですから、20 年というのはそういう期間なのかもしれないですね。シーズが開花するような。

馬場 そうですね。まさか CAD/CAM がこんなになるとは思いませんでしたからね。僕は初めて CAD/CAM を見たとき、絶対やらないと思いました。ぐるぐる回っていましたものね、支台歯の上で(笑)。

大久保 神奈川歯科の藤田先生がされていた頃ですよ。

馬場 ものすごい前ですけどね。

大久保 窪木先生は先ほど歯胚の再生の確立というこ

とを、第3ステージに挙げていましたけど、21年後にはできそうですか。

窪木 そうですね……。ぎりぎりではないでしょうかね。できているかできていないか、ぎりぎりだと思いますね。ただ、それよりは予防のほうが早いですよ。ずっとずっとそっちが重要ですから。

水口 歯を失わないようにすることですね。

窪木 歯を失わないようにすることは早いと思いますよ、僕の感覚だと。プロバイオティクスの状況といい、免疫をちょっとさわるほうの歯周病抑制の効果なんかを見ていくと、これはもしかしてと思わせますね。歯の破折はなかなか治らないかもしれませんが。

水口 歯折はパラファンクションをコントロールできるようになれば大丈夫ではないですか。

窪木 薬を作ってくれましたらね。

水口 通常の咀嚼力では折れませんからね。

窪木 そうですね。

大久保 最初に水口先生が老年歯科医学会のイノベーションロードマップを教えてくださいましたけど、何か他学会のイノベーションロードマップというのも見たいなという感じがしますよね。そうすると、何か私たちと整合できるところとか、あるいは何か大きく共同できるようなところも見えてくるのかなという気もしました。

水口 僕も理事会で先生方が出した原稿を見てすごい参考になりましたよね。なるほどと思いましたものね。

大久保 決して他学会と競うのではなくて、他学会のロードマップも参考に共同研究するのも良いのではないですか。

水口 学会がコラボレーションをもっとしなければいけませんね。

馬場 僕はそこはちょっとネガティブというのか、注意深くなっちゃうのは、やっぱり欠損があって介入するかしないかもそうですけれども、介入した後も治療法によって違いますよね。インプラントなのか、可撤なのか、ブリッジなのかという、僕らはものすごく多様な患者さんを診ているわけです。欠損も多様だし、治療の選択も多様だし、患者の個性も多様だし、特に今2040年で老年問題を考えれば患者さんの全身的な背景も多様だから、その中にやっぱりある程度埋もれちゃうわけですよ、機能にしても、患者さんの治療に対する受け取り方にしても。だから、その辺はかなり注意深く分類した後でやらないと、多分、全体でぎっくりやっても何も出てこないと思います。それは逆にものすごく大変な作業ですが。

水口 すごく大変な作業だと思います。

馬場 だけど、やっぱりやらなければいけないと思います。その端緒になる仕事として、市川先生が始められて、窪木先生から僕も受け継ぎましたが、補綴学会が開発した症型分類があるので、うまく有効利用すべきだと思います。症型分類別に、その患者さんが持っているバックグラウンド別に機能の標準値をつくるだとか、基盤になりうる分類を持っているわけだから、使わなければいけないと思います。

大久保 これまでイノベーションの話がずっと続きましたけれども、さっき馬場先生が生体材料はそれでもまだ残るという、私もそのとおりの話がありました。大川先生が「補綴の深化」と書かれていたことを思い出したのですが、これまでは補綴治療がイノベーションによってどれほど広がっていくかというお話でしたけど、今の補綴をもっと深くしていくこともすごく重要だと思います。例えば審美にしても今が限界ではないと思います。ジルコニアにしても20年前には、ほとんど研究もなかったですよ。それが20年経つとそういった新しい材料も開発され補綴はますます深化していくわけです。

大川 補綴の核の部分、コアの部分をやはりもう一回見つめ直す必要があると思います。何のために補綴しているのか。患者さん、あるいは国民に対して食べられるようにしてあげていくということが補綴としての一番本質的な部分だと考えています。そして、食べられるようになったかどうか、ということの数値化して示すことができるのが補綴の専門性である、というのが私の考えです。ただ、先ほども市川理事長が言われたように、咀嚼障害というものがまだ十分整理できていない状態です。だから私としては、現時点での検査法で何とか数値化しながら、将来的に咀嚼機能評価を全身的な観点から整理された状態へと進めていくのが「深化」だと捉えています。

窪木 大川先生がおっしゃった質保証という観点は大変重要だと思います。ただ、数値で測ったら質保証ができるかという、ちょっとそれは僕もよくまだイメージできていなくて、数値で示した医療をこっちの100人にはやってみて、そして今までの非常にアナログの普通の治療を100人にして、そしてアウトカムがこっちはこんなによくなったということを示したら、厚労省はお金をそこへ投下すると思うんです。正面切ってそういう研究をして、治療効果をはっきりさせて、そうしたら僕はもう絶対に前に行くと思います。イメージだけでそれを「こっちのほうがいいよ」と言っていると、多分最後にやられるんですよ。医療費が

高騰したといったら、要らない検査は全部もう「絶対要らんよ」みたいになるわけです。

特に市川先生がおっしゃった、こういう病気のときにはこういう薬を、Bの疾患のときにはこういうリハビリをとか、そういう病気を診断するような診断に関しては、明らかな治療の選択肢があるじゃないですか。それに対しては、それを見きわめる検査というのはものすごく貴重で、その検査に対してはお金が必ずついて、そして消えることがないというのが僕のイメージです。

大小の変化だけを捉える検査、アウトカムをちゃんと表現するというのはとても重要ですが、治療法を限定しないので、今までいろいろな口腔機能の検査が出現しては消えていき、出現しては消えていき—咬合音みたいなのがいい例ですけど、そうやって消えていったのは、本当の意味でのメリットが患者さんから見えないというようなことがあったわけです。このような後退が、今後あってはならないと思います。

例えばブラキシズムに関して言うと、明らかに測定しないと誤差があまりに大きいのですよね。したがって、この検査は必要だと思います。そういう検査の信頼性や妥当性、費用対効果に関するガイドラインを僕たちが持つことによって、国民にもっと利益を与えられると思っています。

大久保 窪木先生のおっしゃった国民にわかりやすいアウトカムの評価方法は本当に重要ですよ。そうすれば、誰もが補綴治療を高く評価し認めていただけるようになるのではないかと思います。

馬場 窪木先生がおっしゃるとおりですけど、付け加えると検査値が怖いのは、個人間の多様性がすごくあるので、データは取れるけど役に立たないこともある。疾患を診断できるかどうかということです。カットオフ値を決めて、感度・特異度からみてきっちり診断できるような検査じゃないと、わかりやすい、わかりにくいの前に検査値として成り立たないですよ。

例えば80歳の人と20歳の人とは絶対違うだろうし、年齢でちゃんと階層化することと、サブタイプをある程度設定し、その中でやればもしかしたらできるかもしれない。今の基準で咀嚼機能異常や低下症というのを設定したとして、今の検査機器でどのぐらいの正診率かということを僕は把握していませんが、そのあたりは今どういう感じですか。

大川 一番の問題は保険に導入された咀嚼機能検査がほとんど実践されていないということです。その理由は、先生方が指摘されているような検査自体の問題ではなく、実施した補綴歯科治療が客観的に評価される

ことへの強い抵抗感です。現在のカットオフ値の科学的根拠は確かに十分とは言えませんが、治療前と治療後のデータで判定するという方法での評価はとても有効だと私は考えています。

馬場 それはそうだと思いますね。

大川 操作の煩雑さではなく、補綴歯科治療の客観的な評価への抵抗感が、咀嚼機能検査を躊躇する理由となっているようです。

窪木 補綴歯科治療の効果がなかった場合に、そのことがばれてしまうということ（笑）。

大川 質保証に対する抵抗感が強いと感じています。そして、その抵抗感を払拭すべく諸先生方をサポートするのが補綴学会の重要な役割の一つだと考えています。咀嚼機能検査を治療の前後で実施する環境は整っています。臨床の現場で実践していかなければ、科学的根拠を築くためのデータも集まりません。

水口 そうすると、やはり普通の教育のグレードアップ、ブラッシュアップというか、手法も含めてしないといけないですね。CAD/CAMがこれだけ浸透したのだったら、もうアンダーグラデュエートからCAD/CAMを導入していくような形にしないといけないのではないですか。

大川 市川理事長が導入された補綴歯科修練医・認定医制度は、補綴歯科医療の質向上にとって大きい原動力になると思います。

市川 今後、歯の欠損はどんどん減ってきます。装置を作ることも歯を削ることも、自動化されてきます。ブラキシズムなどもフォースコントロールされてきます。では、補綴は何だというところが問われてくると思います。でも、われわれのやるべきこと、やらなくてはいけないことは絶対あると私たちは信じています。だから、それを国民にもわかる形で示していくことが重要です。今回の歯科専門医機構での専門性の議論でもそうですが、補綴は一般の人にはなかなか見えにくいんです。それをきちんと説明できるようにしていくことが必要でしょう。2040年に向けて補綴が頑張らないと、やらないといけないところを見える化していくことが大事と思っています。

大久保 そうですね。先日、補綴学会と栄養学会とのコラボレーションがプレスリリースされました。先生方は栄養との関連をどのように考えられていますか。

窪木 僕がイメージしているのは、多品目の食品が食べられるという古くて新しい指標がリバイバルしそうだということです。肉だったり、それから野菜だったり、食物繊維をたくさんとるというような、栄養素やかみ応えを含めた新しい指標が生まれたということ

す。補綴歯科治療のアウトカムは、咬合力のようなサロゲートエンドポイントのみではなくて、本当のゴールは、そういう多品目が不自由なく食べられて、それによって認知症予防やフレイル予防に貢献できるということだと思います。この社会的にインパクトがあるアウトカムに見合うだけの咀嚼能力の向上指標というのをまだ見つけていないということだと思います。その閾値を見つけることによって全身健康に寄与できる。その閾値がはっきりすれば、大川先生がおっしゃったように、ここまでは上げないとだめですよという話になるのです。

本当に国民のために貢献できるアウトカムにするためには、今までの補綴装置ではだめかもしれない。もっときちんとしたものでなければいけない。大川先生がおっしゃった深化ということです。デンチャーならもっとこれぐらい噛めなければ意味がないという話かもしれません。そのカットオフレベルを何らかの形で早く明らかにして、そこに向かわなければいけません。これがはっきりしていないから、形式的に歯を入れたらよいというところに臨床が止まってしまっているのだと思います。

大久保 補綴のアウトカム、機能評価を栄養学的に表現するというのは確かにとても合理的ですね。そのほか、言い足りないことがございましたらお願いします。

窪木 一つ追加させていただきます。Shortened Dental Arch がもてはやされた時期がありました。確かに、ライフステージを考えれば有益な場合もあります。しかし、介護予防、フレイル予防、認知症予防を目指さないといけないステージでは、どの程度の食品や栄養素が効率的に消化吸収できているかという観点から、合格しているかどうかは未だわかりません。あの歯を抜いた後の、歯がなくなった後の脳細胞の減り方を見ていくと、やっぱり本当にその Shortened Dental Arch でいいかどうかというのはまだはっきりしていないと僕は思っています。そういう観点で、全身健康に寄与できるレベルのカットオフを僕たちが早くつかまえる必要があるのではと思っております。

大久保 それでは本日の総括を市川先生からお願いいたします。

4. 総括

市川 馬場先生の言われた多様性というのは、補綴の長所でもありと同時に不利というのか、補綴を非常に曖昧なものにするわけです。昔、ある先生が医学を一言で言うと言ったと疾病の克服であり、薬学は創薬だといえるが、じゃあ、歯学は何だというときに、一言で言えな



いのが弱点だと言っていました。補綴も同じように、歯周病だったら例えば「歯周病の撲滅」って言えますが、補綴は今のところ一言で言えないんですね。そこがある意味弱さやわかりにくさだと思うんですね。

インプラント学会、あるいは老年の理事長は補綴の出身ですよ。前任者もそうだったのですが、そういうふうなところが強さでもあり弱さであり、国民に非常にわかりにくくしている。だから、補綴の意義を何か一つで言えるような、補綴はこうなんだと言えものがあれば非常にいいのですが、それを何とか克服して、20年後の2040年には補綴が頑張っていなければいけないわけです。いいキャッチコピーがあれば、大川先生に何かわかりやすいものをつくっていただければと思います。そして、Prosthodontics の「tics」というのは多分技術を表わすと思いますが、Medicine というのか、本当の意味での Prosthodontic medicine になるように進んでいっていただければと思っております。

大久保 最後に大川先生お願いいたします。



大川 本日は水口先生、窪木先生そして馬場先生に、本学会のイノベーションロードマップについて語っていただきました。口腔健康管理、口腔機能管理の確立、口腔衛生

生管理のオートメーション化、プロバイオティクス、歯根膜付きインプラント、口腔組織の再生医療、ビッグデータによる補綴歯科治療のフルデジタル化等々、今後の歯科界をリードしていくべく、素晴らしいロードマップをご提示いただきました。

お示しいただいたように、補綴には多様性があります。しかし、その多様性は優れた特徴でもあり、一方で前進を躊躇させる欠点にもなっています。ですから、補綴の原点に立ち返ることが必要だと思います。「食力(捕食、咀嚼し、嚥下する力、すなわち食べる力)」を維持向上させるのが補綴の核になる部分であり、治療前と治療後における食力の数値化が健康寿命延伸のカギを握っていると考えています。私が教育問題検討委員会委員長を拝命している時に「補綴専門性のレベル担保の試み」を作成いたしました。これは一案ではありますが、食力の客観的評価とともに、補綴歯科治

療の質保証をいかに実践していくかが重要であり、お示しいただいたロードマップを実現するうえでも不可欠だと考えています。諸先生方のご理解、ご協力、ご支援を賜りたくお願い申し上げます。

大久保 大川先生、どうもありがとうございました。予定どおり座談会の終了時間となりました。

超高齢社会のさらなる進展に対して、私たちは決して保守的になるのではなくて、市川理事長先生が提唱されている「補綴の挑戦と進化」、それから大川先生が提唱される「補綴の深化」を継続することによって補綴は大きく進んでいくのだと思っています。そうした意味で、本日の座談会により学会員の方々に補綴学会の今後20年間の変革の道標というのをお伝えできますことは非常に有意義だと思います。前回の座談会では、歴代5名の理事長の先生にお集まりいただいて、

これまでの補綴学会の軌跡あるいは変遷をお話しいただきましたが、本日はこれからの20年間で前回に引き続き形で話し合えたので、補綴治療の未来予想図を描くことができたのではないかと思います。

学会員の皆様には、今回学会が提示したこのイノベーションロードマップに対するご意見、ご感想をお寄せいただいて、追加事項等があればイノベーションロードマップをさらに充実させていきたいと思っています。ご参加いただいた先生方、本日は本当にありがとうございました。それでは、これをもちまして座談会をお開きとさせていただきます。お疲れさまでした。

閉 会