

● 特 集 / 座 談 会 ●

矯正治療のグローバルな展開 — トロント発

Donald G. Woodside, D.D.S., M.Sc., F.R.C.D., Ph.D., F.R.C.S., F.D.S. (Univ. of Toronto, Canada)

黒田 敬之 (前 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科・顎顔面矯正学分野) =司会進行

山崎 俊恒 (日本大学歯学部歯科矯正学講座, 総合歯学研究所臨床研究部門)

矯正治療のグローバルな展望—トロント発(前)

Global Outlook of Orthodontic Treatment ---a message from Toronto

出席者(順不同、敬称略)

Donald G. Woodside, D.D.S., M.Sc., F.R.C.D., Ph.D., F.R.C.S., F.D.S. (Univ. of Toront, Canada)

黒田敬之(東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科・顎顔面矯正学分野=収録時)=司会進行

山崎俊恒(日本大学歯学部歯科矯正学講座, 総合歯学研究所臨床研究部門)

スピード・テクニクの指導者で知られるトロント大学のDonald G. Woodside教授を迎え、これに詳しい先生を交えて矯正治療の現状と展望について語り合ってもらった。前半の今回は、機能的矯正装置からスピード・アプライアンスへの移行、スピード・テクニクのメカニクスなどについて報告する。(収録はMarch, 2002、東京)。



左より山崎俊恒先生、黒田敬之先生、Dr. Donald G. Woodside

黒田 ウッドサイド先生はスピード・テクニクの講習会のため何度か来日されているのですが、じっくりお話をうかがう機会がこれまでありませんでした。今日は特にお時間を割いていただき、座談会という形でお話をおうかがいする機会に恵まれました。明日はもうお帰りになるという大変お忙しいなかで恐縮です。

また、山崎先生は長い間ずっとウッドサイド先生の教えを受けてスピード・テクニクを実践してこられ、今回もウッドサイド先生の講習会のチーフ・インストラクターとしてお手伝いされました。ウッドサイド先生をよくご存じの先生ということで、いろいろお話を聞かせていただければと思って、お忙

しいところご参加いただきました。両先生共よろしく願いいたします。

私は司会進行といいますか、話題を引き出す役目で参加させていただきます、東京医科歯科大学の黒田でございます。

／ ウッドサイド先生の略歴 ／

まず初めに、ウッドサイド先生のご経歴について伺いたと思います。まず、ご卒業は？

Woodside 歯科大学を卒業したのが1952年で、あまり昔なので化石ではないかと思っております(笑)。卒業するときにはゴールド・メダルをとって、首席



Dr. Donald G. Woodside

で卒業しました。また、学業と学外活動がともに極めて優秀であったということで、大学自体からも特別賞をいただきました。

黒田 トロント大学ですか？

Woodside ノバスコシアのダルハウズィ (Dalhousie) 大学です。医学部、歯学部が大変有名な名門校です。私がいたころは、医学部、歯学部の学生は合同授業で、教える側としては、だれが医学部でだれが歯学部かというのは全く区別なしに、全部一緒に教育を受けました。

1,2年は合同授業です。それから分かれてますが、歯科にはテクニカル・コースがあと2年あります。歯学部の学生と医学部の学生と一緒に合同授業することはハーバード・システムと呼ばれています。現在またそれが脚光を浴びています。

卒業してから1年間は政府の仕事をしていました。それはポスト・グラジュエートにはおカネが要るので、自分で稼いでいたわけです。ハーバード大学に行くことになっていたのですが、ハーバード大学の

矯正科の教授が亡くなりました。仕方がないからトロント大に行きました。教授はモイヤース先生でしたが、ちょうどお辞めになってアンアーバー、ミシガン大学に転勤になってしまいました。

モイヤース先生の後任がジェンキンス先生という、オーストラリアから来た先生で、ベッグ法を少しやってくられたような方でした。このジェンキンス先生も途中でお辞めになりました。私はまだ学生でしたが、学部長から頼まれて、アクティング・チェアマンを急場しのぎにやることになりました。

その当時のテクニックは、いわゆるラビオリンガル・テクニックでした。それでも週に1回、半日だけ、ボーゼン先生というイリノイ大学を卒業して1年目の方が教えにこられたのですが、その先生に初めてエッジワイズ・テクニックを習いました。ラビオリンガルを教えてくださいました先生は非常に優秀でして、細いフィンガー・スプリング (0.014") を1mm アクティベーションし、約30 g の力で歯を動かすということで、大変興味がありました。

黒田 それは私たち日本の矯正家にとっても大変興味のあることです。私たち日本でも、日本の矯正学の父といわれる医科歯科大学の高橋新次郎先生は、ペンシルバニア大学でルー・ロイ・ジョンソン先生からラビオリンガル・テクニックを教わり、私たちはそれを教わりました。

先生のフィロソフィーのバックグラウンドに自然派の考え方があったことは存じ上げませんでした。

Woodside ラビオリンガル・テクニックを教わってきましたが、かなり弱い力で歯が速く動くということは、われわれにとっては驚異的な経験でした。ハンソン先生という方は私より1~2歳若いのですが、彼もやはり、こんなに弱い力でこんなに速く歯が動くということに非常に驚きました。歯が速く動くということと同時に、口腔衛生の面からいっても良い

ということも言えました。

ツインワイヤー・アプライアンスも使いましたが、これも口腔衛生の面から悪くはないと思います。エッジワイズテクニックは、やってみますと、歯を三次元的に動かすことができるというところがすごく新鮮でした。ラビオリンガル・テクニックでは三次元的には動かせなかったのです。

黒田 マスターズ・ディグリーはトロントでお取りになったのですか？

Woodside そうです。その時の卒業論文は「咀嚼時における咀嚼筋の筋電図的解析」というものでした。

それはさておき、次のトロントの新しいチェアマンにはグレンジャー先生という方が来ました。この方は矯正学の先生ではなく、統計学の専門家でした。この方が赴任されてから、地域全体のポピュレーションを調べ、矯正治療の優先順位を統計的に調べていったのです。どういう治療がどういうときに重要であるかということです。

一方、パーリントンのグロス・センター※でその頃すでに研究活動が活発で、経年的な成長発育資料が集められていて、将来そこでいろいろな研究ができるという可能性が芽生えていました。

その後、やっと矯正の専門医がチェアマンとして

※パーリントン・グロス・センター

パーリントン・グロス・センターの既存資料は、1952年にDr. Moyers、Dr. GraingerそしてDr. Mittonによって始められた研究である。当時のBurlington市の人口は5,000人でオンタリオ州の人口の大部分を占め、カナダ全国民の40%を占めていた。人種的にはコーカシアンで、殆どがアングロサクソンであった。他の民族も少数居住していたが、資料に混じらなかった。1952年から1971年の20年間の経年資料に供した1,380名の子供達とその親達312名のパーリントン・ファミリーと呼ばれる資料を核に、その後順次追加された資料は膨大な数にのぼり保管状態もきわめて良好であり、歯科矯正分野の研究においては無二の貴重資料である。



黒田 敬之先生

着任しました。その方がハーボルト先生です。ここでやっと機能的装置が登場してくるわけです。

黒田 先生は、PhD（名誉博士号）もトロントでとられたんですか。

Woodside PhDはスウェーデンのカロリンスカ研究所からです。トロント大学には博士課程がありませんから。

ハーボルト先生は、ヨーロッパの臨床的な研究活動に大変興味をお持ちで、矯正治療にも基本的な生物学的な概念が適用されねばならないと言われていました。ハーボルト、モイヤース、この2人が北米に機能的装置を導入した最大の貢献者です。

機能的矯正装置からスピード・アプライアンスへ
～ウッドサイド先生における変遷～

黒田 先生のアカデミック・バックグラウンドについては大変よくわかりました。2番目の質問に入りたいと思います。

ウッドサイド先生といえばファンクショナル・アプライアンス（機能的装置）で世界的に知られていらっしゃると思います。しかも、先生の機能的顎矯正装置は、他の人たちが使った機能的顎矯正装置、FKO、ノルウェースタイルのものに比べて構成咬合のバイトの高いものを使っていらしたと思います。そのようにユニークなコンセプトで機能的矯正装置を多用されている“機能派矯正家”と思っていた人が多いと思いますが、山崎先生、いかがですか。初めはそういう印象でしたね。

山崎 私もウッドサイド先生は、ファンクショナル・アプライアンスに精通されているということが頭にあったのですが、トロント大学で1992年から2年間勉強させていただき、ポストグラデュエイト・クリニックでのご指導や先生ご自身の診療も見せていただきました。そのあとのスピード・コースのレクチャーも含めて、下顎がすごくプラスティックである、変化をたくさんするというので、先生のファンクショナルのお考えの深さにだんだん感銘していったんです。

もちろんこのことには研究の裏付けがあって、1970年代後半からストックホルム大学のリンダー・アロンソン教授と行っている下顔面高の増大とエアロウェイの関連についての研究や、やはり1970年後半よりトロント大学でカニクイザルを用いた動物実験によるファンクショナル・アプライアンスの効果についての継続的な研究によって、適応禁忌も含めてどういう効果があるか解っていらっしゃるのので、臨床で確固たる目標をもって効率的に使用できるのでしょうか、同様の適応症例に使ってみても先生のようにはうまくいかないことがありまして、やはり先生は研究でも臨床でも一流なんだということを思い知らされることがしばしばです。

1998年のAJOの論説¹⁾に、ファンクショナル・ア



山崎 俊恒 先生

プライアンスに対する誤解について書いていらっしゃいましたが、あれが大変興味深かったことを記憶しています。北米では1950～60年の頃から、機能的装置に否定的な意見がかなり蔓延してしまっていて、頭から信じていない人がかなりいるようなんです。グレーバーが著書の中で述べているように、ヨーロッパから入ってきた機能的装置が簡単に使える、エッジワイズなどと違って簡単に口腔内に入れられるということで、歯科矯正のことがあまりわかっていない人が、モーターホテルみたいなところで簡単に講習会を受けただけでやっても、うまくいかないという趣旨のことを書いていらっしゃったと思います。

黒田 大変面白いコメントだと思いますが、そこでウッドサイド先生にお伺いしたいのは、いわゆる機能派からどのように器械派の一つであるスピード・テクニックへの展開を図られたのか、先生のクリニカルな面でのコンセプトを少しお聞かせください。

Woodside 機能的装置を専門にしている矯正家と言われるのは極めて心外でして、それだけをやってき

たわけではありません。ハーボルト先生がチェアマンでいらして、機能的装置についても毎週1時間の講義がありまして、それ以外は臨床でいろいろな経験を積んでいったわけです。構成咬合のバイトが高いとおっしゃいましたが、それはMSの学生が論文を書いていた時期で、そのときのテーマでもありました。

機能的装置を睡眠中も使って、咀嚼筋の筋活動を見るという実験をしました。実際に使ってみますと、咀嚼筋の安静時の筋活性が非常に落ちる、あるいはほとんどゼロになってしまったということで、筋肉の反射性緊張の影響はかなり落ちるのではないかとということがわかりました。

そうであれば、皮膚とか結合組織などの弾性、粘性といった特性を使って治療に役立てることができるのではないかと考えました。それで、少しバイトを高くしてやったほうが、皮膚とか結合組織を伸展させることができるので、歯槽頂にかかる力をかなりそれで操作できるのではないかと思いました。しかし、バイトを高くとったやり方はすぐ中止しました。いつまでもやったわけではありませんでした。

先ほどちょっと話しましたパーリントン・グロース・センターには、毎年とられてきたセファログラム、模型があり、個成長を追跡した資料が眠っていたわけで、金鉱みたいなものでした。そこでの資料を使った研究から一つわかったことは、下顎の成長量は、機能的装置を入れたほうが早いということでは決してないということでした。機能的装置を夜間に使っても、下顎の成長を促進することはありませんでした。

もう一つ、バイトを高くすると、口蓋が下後方に傾斜すること、中顔面の成長がかなり抑制されてくるということがわかりました。傾斜してくるということは、せっかく前歯に与えたトルクが外れ

てしまうということにもなりかねませんでしたので、バイトをとる場合も極端に高くしないで、本来のレベルということに落ち着くようになりました。

さて、次にフレンケル先生の登場です。私たちにとてもかなり大きな刺激でした。24時間使えるアプライアンスが欲しかったのです。何とかそういうものがないかと考えていました。持続的に使えば下顎の成長を促したり、関節窩に刺激を与えて、持続的に筋肉に刺激を与えていい成果を出せる。そういうものが欲しかったのです。

確かにフレンケルのアプライアンスは、非常に生物学的な根拠に則った優れたものであることは誰しも認めていることですが、臨床的にそれを使うとなると、なかなか使いづらいところがありました。比較的もろいもので、患者さんがなかなかうまく使ってくれない。ポケットに入れてしまったり、踏んづけて壊したりということがあったわけです。それが一つ問題でした。

もう一つの問題といいますか、われわれが望んでいたのは、1日中そういうアプライアンスを入れておいて、同時にブラケットなども着けて歯のアライメントも進行させてやることです。つまり、顎関係を是正しながら歯並びも改善してやりたかったのです。

モイヤース先生とベネズエラと一緒にコースをしたことがあります。そのときに、いま言ったような、両方同時にできるようなことがあるといいなということをお話ししました。そうしたら、モイヤース先生がドイツの装置で、エラスティック・オープン・アクティベーターというものを紹介してくださいました。いろいろ調べてみますと、確かに24時間使える。ワイヤーも少し調整しながら使っていけば、顎関係および歯並びの改善も同時進行でできるということがわかりました。

もう一つ、バイオネーターなどと比べると、エラス

ティック・オープン・アクティベーターのほうが使いやすいことでした。バイオネーターだとアンカレッジを維持しておくのが難しいこともありましたが、こちらのほうは下顎の歯槽突起が全然接触しない形のもので、もちろん慎重に作らないといけないのですが、作製をきちんとしてやれば、アンカレッジのことはあまり問題にしなくて使えると思いました。

さらに、24時間アプライアンスを使い、かつ装置も入れておきたいということで、70年代の中頃ですが、ハーブストのアプライアンスを使うことになりました。顎関節のトモグラムを撮って計測し、ハーブストを6ヵ月使ったもの、12ヵ月使ったものを比べ、検討しました。

動物実験をしまして、サルにバイトロックをかませて24時間入れてやりました。そうすると、確かに関節窩に変化が出ましたし、顎頭の成長方向にも変化が見られました。このことは、組織学的な検討でも確認されました。要するに、下顎は回転はしなかったけれども少し開いたということです。

さらに、3つの点について動物実験で調べました。第1点は、ハーブスト・アプライアンスを混合歯列期に使った時の変化。第2点は、ハーブストを、永久歯が生えてきたけれどもまだ成長が続いている成長期の動物に使っての変化。第3点は、もたらされた変化が安定してちゃんと維持されるかどうか。これらを70年から90年にかけて追跡しました。

黒田 よくわかります。私は先ほど“機能的矯正家”だと申し上げましたが、それは、先生のバックグラウンドとして、ファンクションを大切にされるというコンセプトが脈々とあるという意味でした。

Woodside ハーブストは使ってみていいデータが出たのですが、アンカレッジロスが最終的には問題で、対応しきれないということでした。でもデータとしては非常によくて、24時間これを使った結果、関節

窩の改変、リモデリングが確かに起こったということがMRIでも確認されました。

いよいよハンソン先生ですが、私とあまり歳は違いませんが、ものすごく優秀な学生でした。私たち2人とも意見の一致するところがいろいろありまして、弱い力で、確かに歯を難なく動かしていける。ラビオリンガルのそのやり方はとてもいいと思いました。口腔衛生の点からはよかったということが言えます。

もう1つは、ツインワイヤーとかエッジワイズのブラケットとかいうのは、使えないことはないけれども、口腔衛生の面で少し劣ります。それから、見た目がよくないということがある。そこで、ハンソン先生が審美的な、いいブラケットを設計し始めたので、これはいいなと思っていました。

／スピード・テクニックを推奨されている根拠／

黒田 これからいよいよスピード・テクニックに入っていただくのですが、その前に少し伺いたいことがあります。

エッジワイズ・テクニックの本尊としてツィード・テクニックというのがありますが、これについても、先生はコースをおとりになっていますよね。

Woodside そうです。インストラクターもしていました。

黒田 そこで今度は山崎先生にお聞きしたいのです。山崎先生は日本で一番スピード・テクニックをこなしておられる先生だと思いますが、先生もたしかツィードのエッジワイズをずっとやっておられましたね。先生の学校ではたくさんの方がやっていたりしゃるわけですが、自他ともに日本でのスピード・テクニックを今一番よくやっておられる先生として、スピードの魅力というのはどのへんにあるとお考え

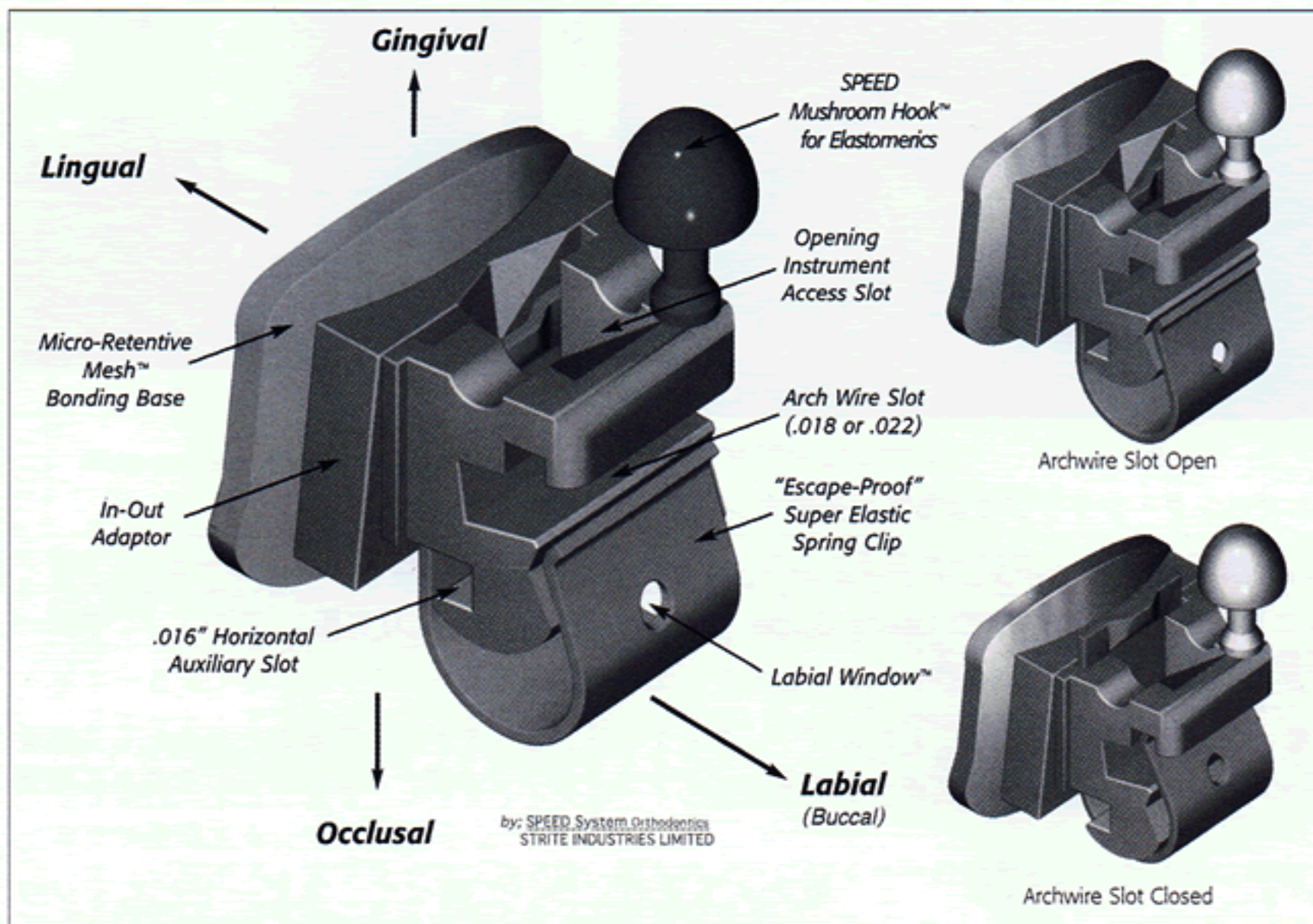


図1 スピード・ブラケット

スピード・アプライアンスは1975年にDr. Hansonによってプロトタイプが作られ、1980年にアメリカ矯正歯科学会雑誌に発表されてから20年以上経過した。スピード・ブラケットの構造は、近年の開発により、現在では左記のような構造になっている（SPEED User's Guide: Strite Industries Ltd.より引用）。基本的にはプレアジャステッドのエッジワイズ装置で、セルフライゲーションブラケットである。組み込みのスプリング・クリップによってアーチ・ワイヤーを保持するので、結紮の必要がない。近年の開発で、スプリング・クリップがニッケル・チタン製になり、さらにラビアルウィンドウが設けられたので、初心者にも扱い易くなった。

ですか。

山崎 たぶん、スプリング・クリップによるアドバンテージが全てを代表すると思うのです。私は最初はツイードの考えを、日本大学の岩澤忠正教授や納村晋吉教授から教えられまして、ツイードファウンデーションのアクティブメンバーの資格を1989年に取得したんですが、ツイードのフィロソフィーはエッジワイズでの考え方としてスピード・テクニックの中にも受け継いでいます。実際スピード・アプライアンス（図1）はプレアジャステッドのエッジワイズ装置でセルフライゲーションであるわけなんですから当然のことです。

その一例として、いわゆる固定源となる歯列にスタビライジング・アーチを使い、移動させたい歯列の側にはワーキング・アーチを使うというような使い分けについては、スピード・テクニックの治療の中でもその考え方を取り入れています（症例2c,

d=p24）。ただし、スペース・クロージングいわゆるアンマスには、クロージング・ループを使わないで、スライディング・メカニクス（症例1c=p20, 症例2d=p24）を使います。

15年ぐらい前にセラミック・ブラケットが出たり、ストレートワイヤー・テクニックがかなり盛んになってきたりした頃に、私もプレアジャステッド・ブラケットとスライディング・メカニクスを取り入れてストレート・ワイヤー・テクニックを本格的に始めたんですが、いま振り返ってみると、まさにそのテクニックが、スピード・ブラケットを使うことで、私の治療法にすごくマッチして、特にフリクションの問題などがスピード・アプライアンスで一挙に解決しました。

黒田 フィットしたというわけですね。

山崎 私の考えていた治療法にぴったりきたんです。

黒田 そういう意味で先生はスピード・テクニック

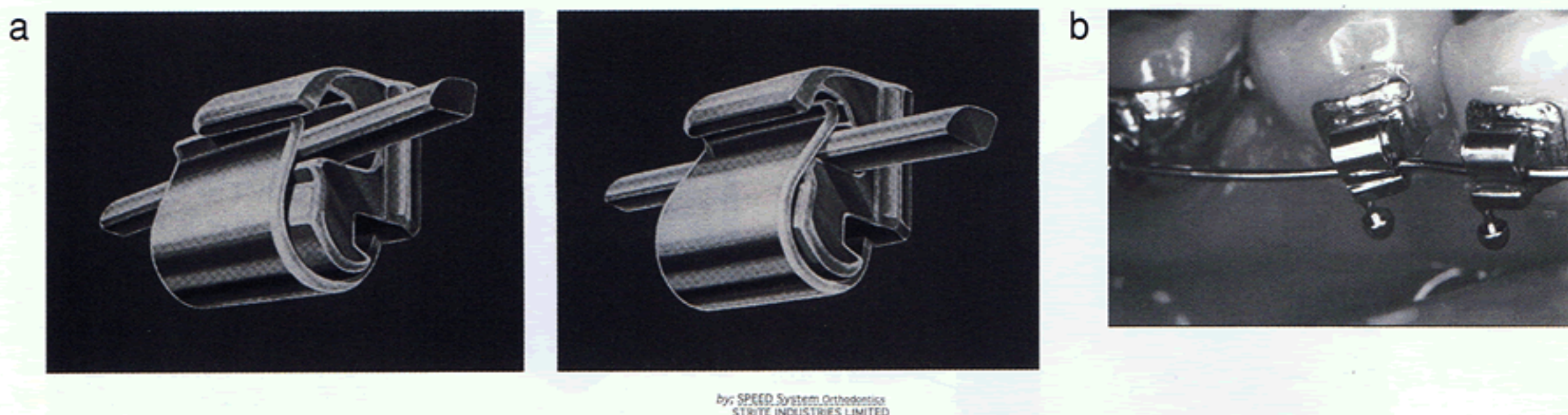


図2 スピード・ブラケットのスプリング・クリップによる三次元的コントロール

a: ホームポジション

図左のようにスプリング・クリップが歪むと、スピード・ブラケットは常にワイヤーとの関係を、図右のようなホーム・ポジションと呼ばれる位置関係に戻そうとする (SPEED User's Guide: Strite Industries Ltd.より引用)。このようにスピード・ブラケットは歯の位置の姿勢制御を常に行なっている。

b: ティップとローテーションのコントロール

下顎左側第2小臼歯の不正状態は、スピード・ブラケットのスプリング・クリップとワイヤーの両者のたわみとして蓄えられたエネルギーが徐々に解放していくことによって、ティップとローテーションのコントロールが同時に行なわれて改善していく。

を一生懸命やっておられるということですが、いわゆる指導者、スピード・テクニックの世界中の福音者の立場でウッドサイド先生、いかがですか。

Woodside 私も、ツイード・テクニックは60年代、70年代ごろはやっていました。レベリングにはジャラバックのループ・アーチが使われました。スピード・ブラケットのプロトタイプが出たのが75年²⁾。私は初めからいろいろ使ってきましたが、問題がないわけではなく、一番困ったのはワイヤーが外れるということです。良かったのは小型であること、セルフライゲーションであること、それにフリクションが低く、持続的に作動するという力がかかっているのもいいところで、とても魅力的なものでした。ワイヤー・ベンディングをあまりしなくてもよいこと^{3~5)}と、作用・反作用の関係で、反作用のところが非常に少なくなってきたというのがいいと思います。

確かにエッジワイズで牽引などをしていく場合、トルクが必要になってきます。根の吸収という観点からいっても、やはり問題があったかと思います。

私たちもそれについて調べて、スピードとエッジワイズとで根の吸収がどのように違うかということをして90年のAJOに発表⁶⁾しました。この論文のファースト・オーサーはブレイクという人ですが、スピード・テクニックでは根尖が丸くなるなり方が非常に少なく、有意差があったということです。

そういうわけで、ハイジーンの面から言っても使いやすい、持続的な力を使える、反作用が非常に少なく済む、セルフライゲーションで心理的にもよいなどの利点があって、何よりも私が一番気に入っているのは、スプリング・クリップによるモーターと呼ばれている効果です。これは子どものおもちゃを想像していただければいいと思います。ずっと作用があって、あらゆるモーターがかかっているわけです。途中でその効果が落ちてきたり、止まってしまうということはないし、正確に持続的な作用がかかります (図2a, b)。あんな小さなブラケットで歯の回転の是正があれほど正確にでき、しかもその位置が保たれるというのは、やはりすばらしいと思って

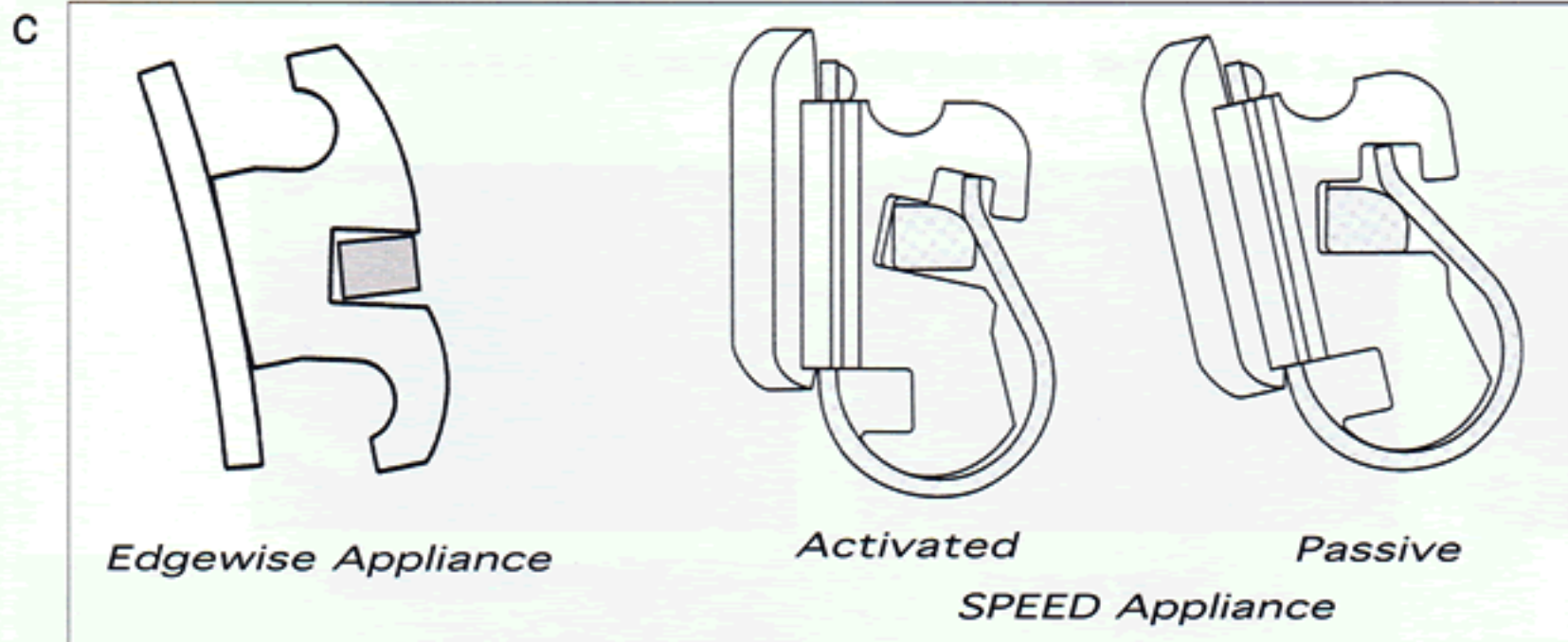


図2 スピード・ブラケットのスプリング・クリップによる三次元的コントロール
c: トルクのコントロール

トルクは、エッジワイズ・アプライアンスではワイヤーの力により発現するのに対し、スピード・アプライアンスではワイヤーとスプリング・クリップとの協調によって達成され、力の発現において根本的な相違がある。

スピード・アプライアンスでは、図右（SPEED User's Guide: Strite Industries Ltd.より引用）のように、SPEEDワイヤー（ワイヤーの断面がレクタングラー・ワイヤーの一つの角が丸められた形態をしている）に組み込みのスプリング・クリップが作用することで、ブラケットスロットの底面の咬合面側の角に相對するワイヤーの角が押し込まれることによってトルクが発現する。

エッジワイズ・アプライアンスでは、図左のようにワイヤーの矩形断面の対角線に相当する二つの角がブラケット・スロット内でロックすることによりトルク力が発現する。

います。

トルクの観点（図2c）から言いましても、このシリーズはとても使いやすいということになります。もし抜歯をした場合であっても、抜歯用の特別なブラケットのシリーズは必要ないし、抜歯をした部位に使う特別なインクリネーションということも考えなくてもよいということです。

スプリング・クリップというのは非常に持続的に作動するというのが最大の魅力だと思います。歯を遠心に牽引していきつつアップライトをするということで、とても使いやすいものです。歯根の平行性についても、特に抜歯ケース用をブラケットなどを使わなくても、犬歯と第2小臼歯との根の平行性は確立されます（症例1=p20）。セルフライゲーションというのは、時間の節約というか、経済性からいっても大変意味のあることで、1人のアポイントメントを15分といたしますと、セルフライゲーションで

あるかないかによって4～6分も時間が違ってきます。1日1人を診るのなら何でもないかもしれませんが、一生涯の時間数を合計すればすごい節約になっていると思います。

黒田 山崎先生にお聞きしたいのですが、エッジワイズのメカニズムの中におけるスライディング・メカニズム、これがスピード・テクニックの中でスムーズに先生ご自身が移行できるようなものがあるとおっしゃっていました。その辺はいかがですか。

山崎 スタンダードエッジワイズでは、ベンディングしてトルクをかけ、セカンドオーダーベンドとかを入れますので、スライディング・メカニクスを使用するとワイヤーのステップがブラケットに引っかかりますので、やはりクロージング・ループを使わざるを得なかったのです。しかし、ストレート・アーチのブラケットを使い始めてからは、私は今は0.022"のスロットを使っていますが、そのときは

症例1 スピードアプライアンスによる矯正治療（抜歯症例）（山崎俊恒；1988～2000年）

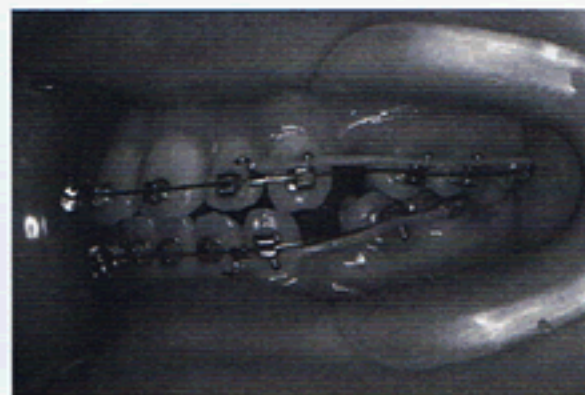
症例1



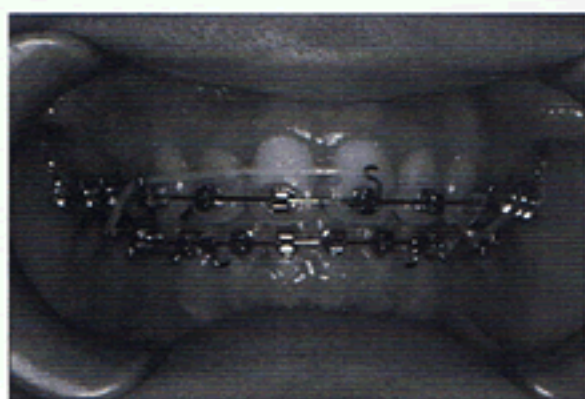
a: 初診時



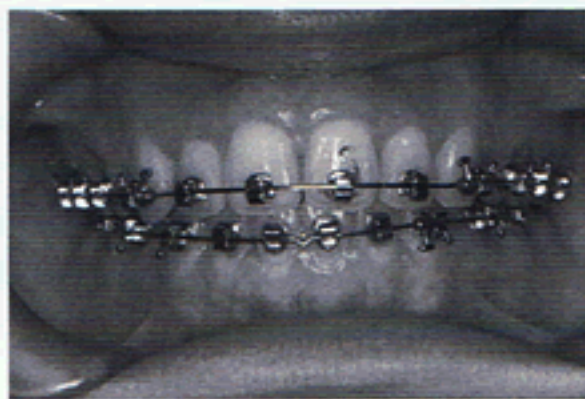
b: 装置装着時



c: 約11週後の経過



d: 約12ヵ月後の経過



e: 約18ヵ月後の経過



f: 19ヵ月後動的治療終了時

症例1 スピード・アプライアンスによる矯正治療（抜歯症例）（山崎俊恒；1988～2000年）

a: 初診時年齢18歳4ヵ月の女性患者。大臼歯関係はI級であるが半咬頭弱のII級傾向があり、上下顎前歯の突出が著しいため、上下顎左右第1小臼歯の便宜抜歯を行って治療することとした。

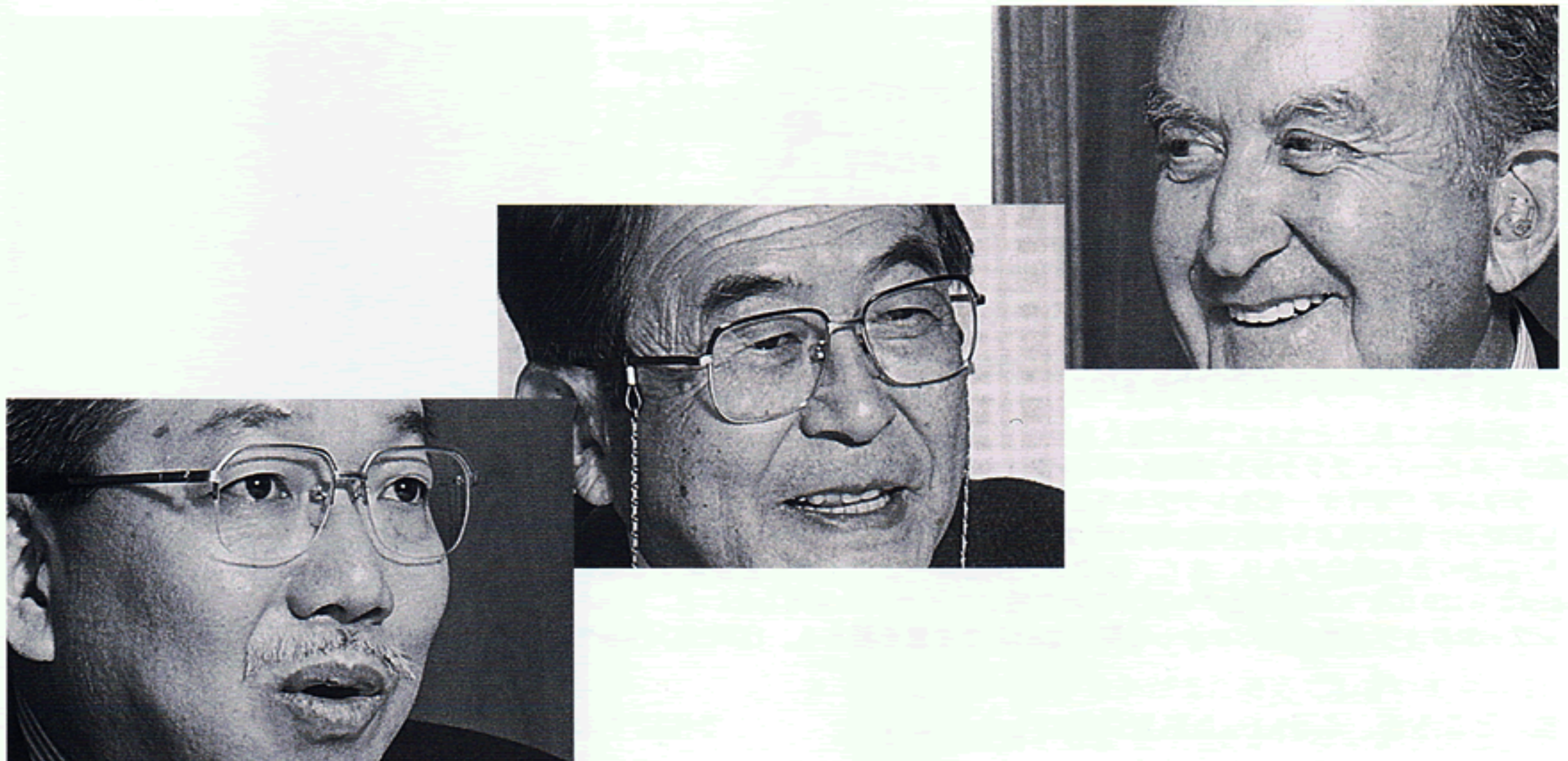
b: 装置装着時の状態。0.022インチスロットのロスタイプのスピード・アプライアンスを装着し、上顎は0.020" Supercable（7本巻超弾性矯正線：Seven stranded nickel-titanium coaxial wire）、下顎は0.018" NiTiにて初期排列を開始した。

c: 約11週後の経過。上下顎に0.017"×0.022" stainless steel SPEED wireを装着し、3.5オンス（約100グラム）の顎内ゴムを用いてスライディング・メカニクスにより抜歯空隙の閉鎖を開始した。

d: 約12ヵ月後の経過。上顎歯列の正中が顔面の正中とほぼ一致しているので、上顎にフルサイズである0.020"×0.025" stainless steel SPEED wireを装着し2オンス（約60グラム）の顎間ゴムにより、主に下顎右側側方歯群の近心移動によって上下顎正中線の是正を開始した。

e: 約18ヵ月後の経過。治療開始後14ヵ月に上顎前歯群のスライスカットにより歯間副径を減少させ上下顎前歯群間のボルトンインデックスのバランスを適正化し、その後残余空隙の閉鎖と上下顎正中線の是正を継続進行させてほぼ満足できる咬合状態が獲得された。

f: 19ヵ月後動的治療終了時の状態。上顎では犬歯間、下顎では小臼歯間にボンデッド・リング・リテーナーを装着してから唇側のブラケットを除去した。上顎では歯冠部被覆型透明保定装置を夜間に併用させた。



0.018"のスロットを使っていまして、0.016"×0.022"のステンレススチールのワイヤー、つまりフルスロットのサイズの88%ぐらいの細さの硬度の高いワイヤーでスライディングさせると、非常に効率的で反作用も少なく楽だということがわかりました。

黒田 それとスピードとの関係はいかがですか。

山崎 スピード・アプライアンスでスライディング・メカニクスをやる場合、フリクションが少ないので、弱い力で牽引できるので大臼歯のアンカーロスが少ない。さらに、全ての歯の姿勢制御がスプリング・クリップによりいつも行われているので、このことでも大臼歯のアンカーロスが少なく、しかも前歯のトルクも維持され、結果的には治療時間が短くなるといったように良いことづくめなんです。

黒田 いまウッドサイド先生が幾つか利点を挙げられていましたが、山崎先生がなぜスピード・アプライアンスにシフトしていったか、実際に使ってみてこういう点がいいということと、ちょうど合致して

いると思います。

もう一点お聞きしたいのは、例のストレート・アーチワイヤー・テクニックのトルクなどもビルトイン・タイプのブラケットを使いますでしょう。そういうものだと、どうしても、人類学的に、白人と日本人との歯の形の違いなどがよく話題になっています。このスピード・テクニックの中では、そういった点はあまり感じられたことはないですか。日本人ではこういうところを注意しなければいけないよというところはなかったですか。

山崎 いわゆるストレート・テクニックのブラケットは、全部セットアップされていてブラケットのプリスクリプションつまり決められた処方があるわけです。いろいろな先生のテクニックによって、いろいろな角度のついたブラケットがあるわけですが、私はスピードではロスタイプのものを使っているんですが、以前も基本的にはロスタイプを使っていたので根本的には変えていないということになりま

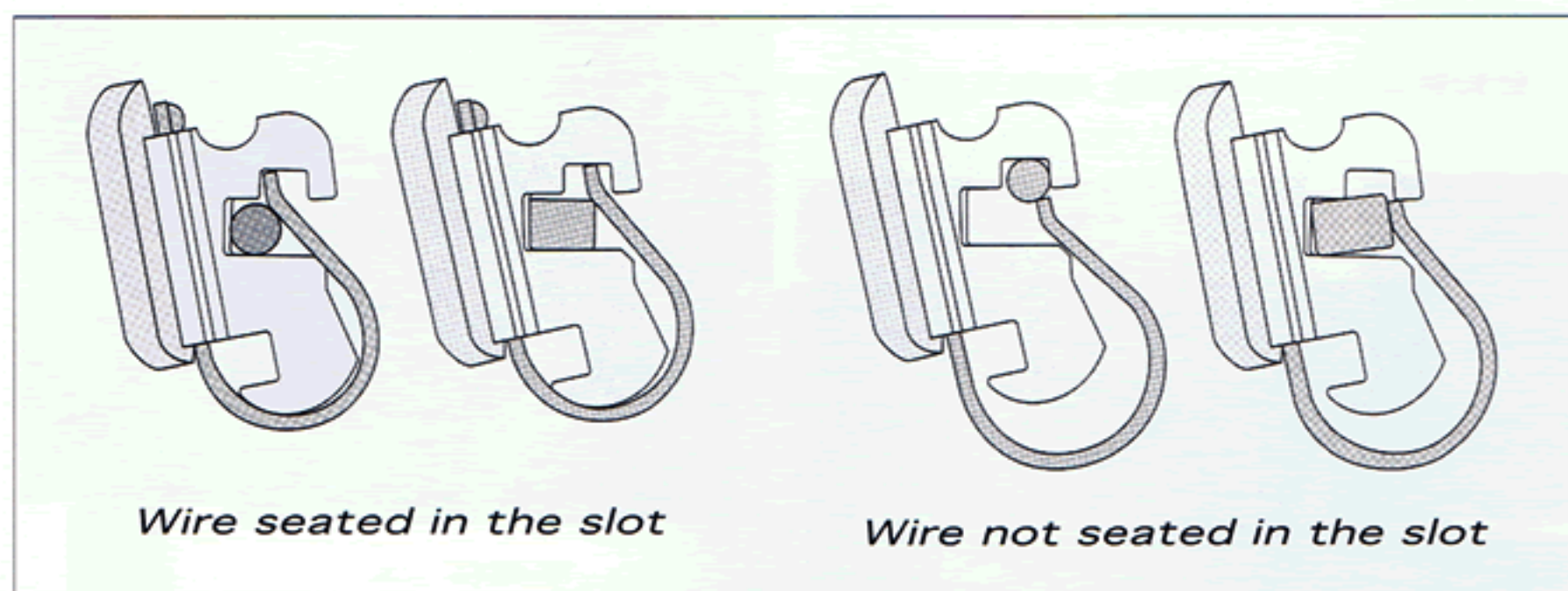


図3 スピード・ブラケットでのスプリング・クリップによるワイヤーの保持

ラウンド・ワイヤーでもレクタングラー・ワイヤーでも、スプリング・クリップによって図左のように保持される。しかしながら、図右のように、細い径のラウンド・ワイヤーはスプリング・クリップの逸脱防止溝（エスケーププルーフ・スロット）に入り込む場合があり、また、レクタングラー・ワイヤーを使用する際は、0.018" slotならば0.018"×0.022"、0.022" slotならば0.022"×0.025"とやや矩形の幅の短いワイヤーを使用しないと、フルサイズのレクタングラー・ワイヤーはスプリング・クリップが角に引っかかって閉じないので注意を要する。（SPEED User's Guide: Strite Industries Ltd.より引用）

す。ところが、こういった処方是谁にも合うようにということでは平均値で作られているということは、逆にいえば誰にも合わないということです。

黒田 そうですね。

山崎 AAOでどなたかがお話しになっていましたが、90%のストレート・ワイヤーの治療では最後にはベンディングが入っているんだということでした。私は、誰にも合わないという点を、ベンディングでなくてブラケットとワイヤーの多少の遊びを使い、骨が抵抗することでパーソナライズできると思うんです。そういった点でもスピード・アプライアンスの弱い力を使う手法は有利だと思います。そういう考えのもとにいま使っています。

黒田 最後のところ、非常に大事なことを山崎先生は指摘されていると思います。そこでウッドサイド先生のコメントをお聞きしたいのです。

Woodside まとめとして、スピード・テクニックについて4点ほど申し上げておきたいと思います。

最初に、現在のスピード・ブラケットのスプリング・クリップはニッケルチタン製で、非常に弱い力

で作用するようになっていています。ステンレス製のものでのたわみの力は80 gぐらいだと思いますが、ニッケルチタンは、たぶんその半分ぐらいでしょう。

2番目に、スプリング・クリップには、現在はラビアル・ウィンドーといって小さな穴が開いておきますので、スケーラーとかエクスプローラーをそれに引っかけて使えば、今までよりもっと簡単に開け閉めできます。

3番目に、これは初心者によく見られる間違いですが、スピード・テクニックはシステムそれ全体でパッケージになっていますので、ブラケットだけ使うとかこっちだけ使うというわけにはいきません。ブラケットを使う方が多いようですが、自分が持っている今までの角線（レクタングラーワイヤー）を入れてしまったりしますと、引っかかってしまってスプリングのところが閉じません（図3）。私たちのものはちゃんと角を落とした、丸みが半分ついているフィニッシング・ワイヤーを使っていますので、それを使わないと何の意味もないわけです。

4番目に、レベリングにはスーパーケーブルとい

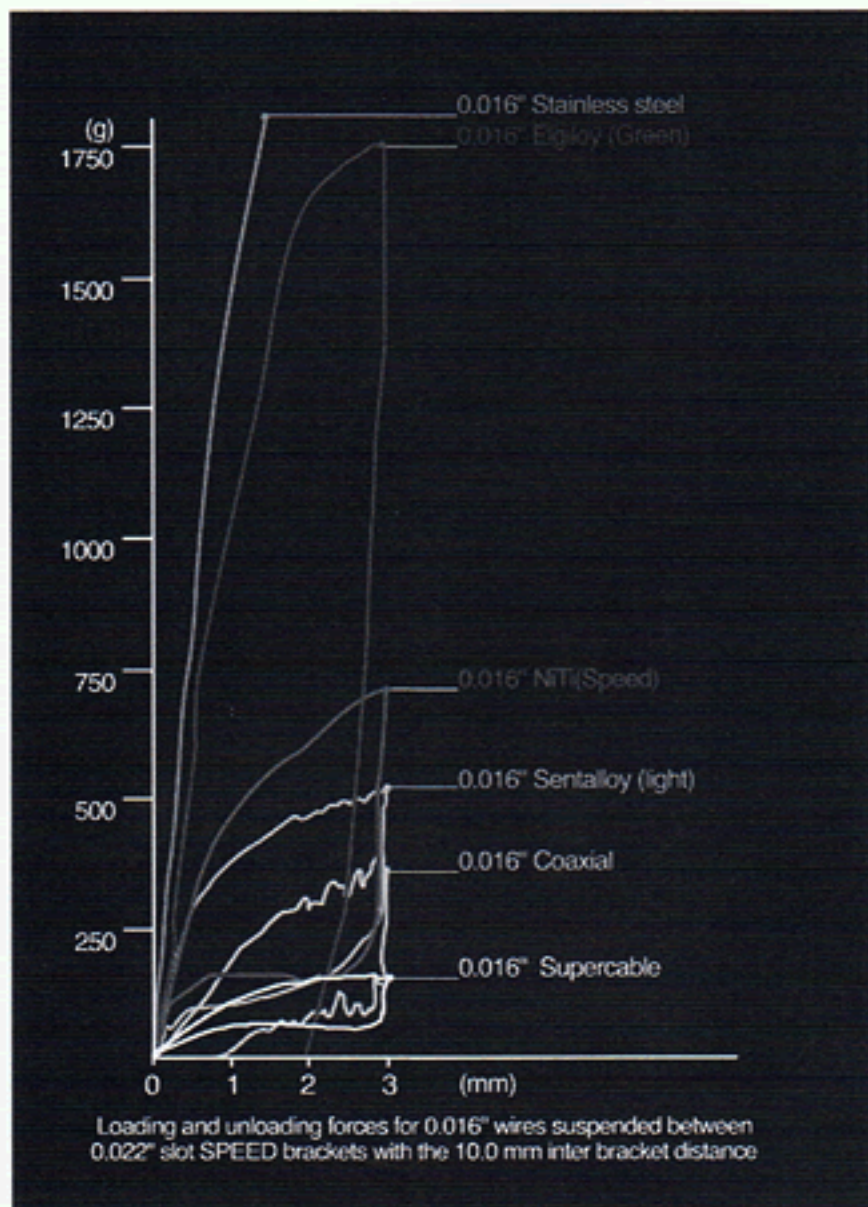


図4 スーパーケーブルの持続的な微弱矯正力（山崎俊恒、Woodside, D. G., 1993年）

ニッケル・チタニウム7本巻き超弾性矯正線であるスーパーケーブルの持続的な微弱矯正力について、0.022インチのスロットのスピード・ブラケットを使用し、ブラケット間距離10mmでアーチワイヤーの中央に力を加え、0～3mmまでの変位をさせる三点曲げ試験により、0.016"径のアーチワイヤーでの力を比較検討した。Stainless steelは約1mmの変位で1800gの加重により、スケールオーバーした。Elgiloy は2mmで永久変形を起こした。NiTiは約170g、Sent alloy-light は約120gの力をアンローディング時に示した。Stainless steel coaxialはアンローディング時にわずか90gの力を示したが1mmの永久変形が残った。Supercableは65gの持続的な一定の力が変位の解放を通じて働き、永久変形を起こさなかった。スーパーケーブルとスピード・ブラケットの組み合わせにより、混合歯列期後期や幼弱永久歯列期では6から10週で初期排列の目的を達し、永久歯列でも約3カ月で目的を達成できる。

も意味がありません。犬歯の牽引であれば50 g ぐらいでいいですし、アンカレッジを少しスリップさせるのであれば80 gでも十分です。大きな力をかけると、せっかくのトルクがまた消えてしまいますので、トルクを凌駕するような力をかけないようにし、ライトフォースを使ってください。

黒田 全体の治療期間について、スピード・テクニックの場合はどうですか。

Woodside そのご質問には一言ではお答えできません。いずれにしても矯正の治療は比較的長くかかります。一方、患者さんの協力がないと全く進まない話ですので、指示通り正しく使ってくれるかどうか大事なカギになります。予約をしておいたのに来ないとか、頻繁に装置が壊れるとか、そういうことが続きますと、こちらの努力だけではどうにもなりません。例えば、普通一般に治療が24ヵ月かかったとしたら、このシステムでいけば、15～18ヵ月ぐらい^{3, 4, 7)}（症例1=p20、症例2=p24）と言えないこともあります。個人差がありますから、一概にそうとも言い切れない話です。

AAOが最近、統計で出していますが、普通、平均的な治療期間は30ヵ月という報告をしています。私の症例では、患者さんの協力がかなり悪くても30ヵ月に及ぶことはまずありません。（to be continued）

うワイヤーがあります。ニッケルチタンを7本よじった同軸ケーブルのようなものですが、それをぜひお使いいただきたいと思います。2mmぐらいのアクティベーションでかかる力を40～60 gでやるということです（図4）。

アーチワイヤーというのは、かけても8週間とか12週間ぐらい使っていって、少しずつ効果が出てくるわけですから、その間、スーパーケーブルは途中で力が消えるとかだんだん弱くなるということはありませんで、長い間続けて働くことができます（症例1b=p20）。

初心者の方は、最初にかける力が強すぎます。今まで強い力を使っていたら、そのまま移行していくのは、やはり難しいところがあります。私たちのものは最大でも80 gでOKです。ゴムのパワーチェーンなども非常に力が弱いので、そこをよく理解して使っていただかないと、せっかくお使いいただい

症例2 スピードアプライアンスによる矯正治療（非抜歯症例）（山崎俊恒；2000～2002年）

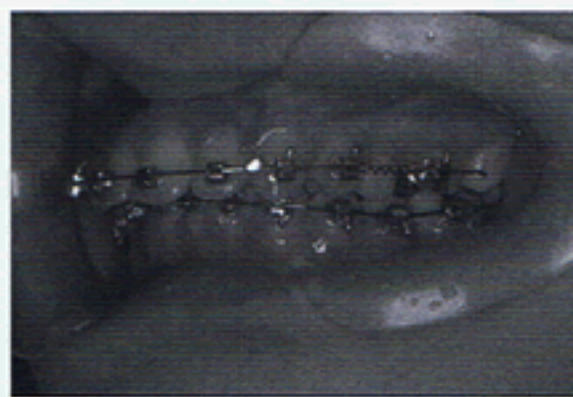
症例2



a: 初診時



b: 装置装着時



c: 約3ヵ月後の経過



d: 約12ヵ月後の経過



e: 約14ヵ月後の経過



f: 19ヵ月後動的治療終了時

症例2 スピード・アプライアンスによる矯正治療（非抜歯症例）（山崎俊恒；2000～2002年）

a: 初診時年齢22歳4ヵ月の成人女性。上下顎歯列弓ともに捻転歯や転位歯が存在していなかったが、大臼歯関係はフルステップのII級関係で上顎前歯の著しい突出が認められた。FMA=19.5°, FMIA=66.5° とII級非抜歯の適応症例であり、患者の治療に対する協力の意志を確認したので非抜歯による治療をおこなった。

b: 装置装着時の状態。0.022"スロットのロスタイプのSPEEDアプライアンスを装着し、上顎は0.018"、下顎は0.016" NiTiにて初期排列を開始した。

c: 約3ヵ月後の経過。上顎では前歯群0.020"×0.025" stainless steel SPEED wire、犬歯以降0.020" stainless steel round wireであるDual dimension arch wireを製作して装着し、大臼歯の初期的な遠心移動を開始した。下顎では0.020"×0.025" nickel-titanium SPEED wireにて排列を加速させている。

d: 約12ヵ月後の経過。治療開始後9ヵ月にて大臼歯の遠心移動が終了し、引き続いて行った小臼歯の遠心移動が終了したので、前歯群の後方牽引を開始した。上顎のアーチワイヤーのフックおよび犬歯のフックから2.7オンス（約75グラム）のII級顎間ゴムを、それぞれ下顎の第1、第2大臼歯のバックルチューブのフックに左右で掛け、上顎犬歯の遠心移動と、上顎前歯群の後方牽引を同時に行った。下顎ではフルサイズである0.020"×0.025" stainless steel SPEED wireを装着し固定を強化してある。

e: 約14ヵ月後の経過。上顎歯列の遠心移動が完了したので、上顎左右第2小臼歯にブラケットを装着し、0.020"×0.025" nickel-titanium SPEED wireを装着して上顎第2大臼歯を含めたフルアーチでの排列のコントロールを開始した。2.7オンス（約75グラム）のII級顎間ゴムを上顎犬歯のフックから継続使用させ、さらに側方で垂直ゴムを併用させて咬合の緊密化をはかった。

f: 動的治療期間19ヵ月で良好な咬合関係が獲得された。保定は上顎では歯冠部被覆型透明リテーナーを使用し改善された上顎前歯歯軸の安定を図り、下顎では左右犬歯間にボンデッド・リンガル・リテーナーを装着している。

矯正治療のグローバルな展望—トロント発(後)

Global Outlook of Orthodontic Treatment - a message from Toronto

出席者(順不同、敬称略)

Donald G. Woodside, D.D.S., M.Sc., F.R.C.D., Ph.D., F.R.C.S., F.D.S. (Univ. of Toront, Canada)

黒田敬之(東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科・顎顔面矯正学分野=収録時)

山崎俊恒(日本大学歯学部歯科矯正学講座, 総合歯学研究所臨床研究部門)

座談会の後半は、アメリカやヨーロッパの矯正治療の現状、およびグローバルな視点からの展望について、インタビューの模様を紹介する。



左より
山崎俊恒先生、
黒田敬之先生、
Dr. Donald G. Woodside

北米とヨーロッパの矯正治療の違い

黒田 座談会後半に入りますが、まずウッドサイド先生は、世界中でいろいろなところでご講演をされていますし、特にEOS (European Orthodontists Society) のミーティングでは、私自身もウッドサイド先生によくお目にかかっています。先生に伺ってみたいのは、日本の矯正家たちに、先生の目から見た北米とヨーロッパの矯正学の違いについてお話をしていただけますでしょうか。

Woodside 違いはもちろんありますが、その違いはだんだんと少なくなってきて、一つにまとまりつつ

あると言っていると思います。言ってみれば世界規模の一つの大きな団体と言っていると思います。

世界的に大体標準化されたような考え方が行き渡っています。最初、ヨーロッパの矯正家たちに興味を持ったのは、研究報告が多かったからです。大学レベルでの研究報告が10分とか20分とか、非常にいい研究が報告されて、それが私には非常に興味深かったわけです。可撤式のアプライアンスというのは今ではあまり使われているところではなくて、殆どが固定式になっていますから、そういう意味では、特定の何かの特徴があるということはないと思います。

一方、アメリカは、矯正について生物学的な観点から取り組んでいるのは3大学しかありません。ア

ンアーバーとシアトル、ハーバードだけです。私にとって生物学的な評価、解釈が単なるメカニクスを云々するよりかはるかに興味がありました。

一つ大きな違いは、ヨーロッパでは大学で教えている人たちは、自分で開業して一般の患者を診てはいけないことになっています。イギリスとか北欧諸国はそうになっています。これは両刃の剣みたいなもので、そういうふうに厳しくやっておけば、もちろん研究活動に没頭できるけれども、臨床経験がないものですから、臨床経験を自分の講義の中に反映させることが無理になってきて、これもやはり難しいと思います。

一方、アメリカは逆でありまして、ほとんどの大学の先生は週に1日ぐらいは自分の診療所で患者さんを診ていると思います。これは一つの特典と言うべきですが、濫用してはいけません。あまりこれをやり過ぎると研究活動がおろそかになります。臨床も大事ですが、その辺のバランスが難しく、その日数を増やせば収入の足しになることは当然言えるわけですが、そちらばかりに気をとられると、やはり差し支えが出てくると思います。この辺は慎重にしないといけないということです。

もう一つ言えることは、優れた臨床医はどこの世界にもいますし、どうしようもない人もまたどの世界にもいますので、国を決めて言うことはできません。ベッグ法をやっている方もあれば、エッジワイズとかスピード、いろいろなことをやっている方もいらっしゃるでしょうが、腕のいい人はおのずと目立ってくるでしょう。

黒田 同感です。私がヨーロッパの矯正学に触れたのは、1966年から67年、コペンハーゲンのアーネー・ビヨルク先生です。当時は、ドイツの有名なコルクハウスという先生方がいらしたり、あるいはイギリスにタレーとか、その前のバラードという先生

がいらしていました。スウェーデンではルンドストローム先生、ノルウェーのカール・ライダン。コルクハウス先生などはストリクトにリムーバブル・アプライアンスのプレートを使って、しかも帝王的で、全部一つのフィロソフィーでやられていました。ところがほかの先生方、特に私が師事したビヨルク先生はまさにバイオロジー、生物学的なベースでやっていたらして、ただし先生のおっしゃったように、クリニカルな面は一切やられていなかったのも、臨床的な面では全然別でした。

アメリカへは、ちょうどミシガンに1969年から71年にかけて行きましたが、そのときにアメリカのいろいろな先生方を知りました。そのときに驚いたことは、アメリカの矯正の教授は週に何回か自分のプライベートのオフィスを持って臨床をやっていることでした。どちらかというと、臨床の患者さんを治療するという点に一生懸命で、リサーチはそれほどではなかったという印象です。

私はアメリカでその後もいろいろなところを回りましたが、あえて言えば、ノース・アメリカではトロントにウッドサイド先生という有名な方がいらした。それからシアトルのワシントン、アンアーバー。あとはノースカロライナもいいところだと思います。あとは、ハーバードのコンラッド・モリスという先生のところはかなりレベルの高い、リサーチでもすごくトップクラスのところでした。先生のお弟子さんは、4年連続でミロン・ヘルマン賞をとりましたね。すばらしいことです。それぐらいすごいところでした。そういう意味でも僕はトロントというのはすごく注目しているんです。山崎先生はトロントにいらしたのは九十何年でしたか。

山崎 92年から94年です。

黒田 その当時、先生が受けられたカナダの印象を話していただけませんか。



Dr. Donald G. Woodside

山崎 私はあまり比較して考えたことはないのですが、アメリカとヨーロッパの違いといいますと、私の時代になるとほとんど差がなくなっていると思うんです。ずいぶん前の作品ですが、女優のソフィー・マルソーが「ラ・ブーム」という映画に出ていて、ダンスパーティーのときに、プレートが相手の男の子の口にひっかかって出てきてしまうというようなシーンがあって、ヨーロッパはプレートをやっているというような見方がやはりあるんだなと思ったことがあります。一方、アメリカは、「ゲーニーズ」にしろ「E.T.」にしろ、ブレースを着けている設定になっていますので、やはりそういう違いがあったんだと、私は感覚的に思っただけです。

トロントにいたときは、ほとんど矯正の教室だけでしたが、前述のバーリントン・グロース・センターの資料は膨大で素晴らしいもので、ウッドサイド先生が金の鉤脈のようなものと表現されたのは的を得た表現だと思います。あとは友達が生理学のセッスル先生のところにいましたので、たまに顔を出しました。動物愛護団体からの圧力はありますが、

動物を使って矯正を含め生体力学的な実験、研究ができるということがすばらしいと思いました。大学院の学生たちも優秀で非常に熱心で、いつこんなことを調べていたんだろうというように、表面上の付き合いだけでは解らない努力をしていることにいつも驚かされました。それだけ目的意識がはっきりしているということでしょう。

Woodside カロリンスカ研究所とは30年ぐらい共同研究してまして、15編ぐらい論文と一緒に書いて発表しています。やはり生物学というのに私は大変興味がありまして、その意味で、ここで同じテーマを追究することができました。最初はルンドストローム先生と10年、15年ぐらいのお付き合いをしていて、もちろんリンダー・アロン先生ともお会いすることがありました。顔面の成長発達というのが主なテーマで、私たちのバーリントンのグロース・センターでやっていることと、スウェーデンのエアウェイの研究というのは非常によく合致するところがあって、お互い学ぶことが多くありました。

北米の矯正治療の現状

黒田 そこで、現在の北米の矯正学の現状をお聞きしたいのですが、IADRなどで話を聞きますと、現在アメリカでは、カナダもそうかもしれませんが、アカデミックなポジションに学生が残らない、大体みんな臨床のほうで開業したがるという話を聞くのですが、アメリカの矯正学、矯正治療の現状を先生はどのようにごらんになっていますか。

Woodside 大変深刻な問題です。最大の問題は人材を確保するというのが一番難しいということだと思います。

第1の問題は、とにかく子ども1人を大学にやるためには共稼ぎでやらないと絶対できません。大学の

給料だけではとても大学へ子供を入れることはできません。結婚したとしても、奥さんの側から言わせれば、大学の給料よりも開業したほうが収入が多いのだから、そうしないとどこの大学へもやれないではないかということになります。ですから、大学に残る人が少なくなってくるということなのです。

大学の経営者側も、経済的な背景ということにまだ目をつむっていて、収入がいかに大事であるかについて十分な配慮がされていないということがあります。家族を育てていくのがいかに大変かという、もっと社会的な全体の大きな政治経済の力をよく見ないといけません。ただ残れ残れと言っても無駄であるということです。

ハーボルト先生がいつか言いました。「自分が大学で教えていたら、子どもを大学にやることができないというのは、全く人生の悲劇だ」と。名門校にやろうと思ったら、1人の月給だけではやれません。

もう一つ、いろいろな面で若い人自体が試験詰めに なっていて、すっかり嫌気がさしているということが言えます。とにかく大学に入っても10年ぐらいの間はいろいろな試験を受けなくてはいけないので、幼稚園ぐらいから始まって、高校、大学へ入って、いろいろな専門教育を受けて、いちいち試験を受けて先に進まなければいけないし、アメリカン・ボードにしたって、それがあって、もういいかといってもまだまだ大学はそれでは承知しません。大学にいる間中、論文を書いたか、あれをしたかと追い立てられて、ほとんど若い人は嫌がっています。

黒田 日本のいろいろな現象は必ず北米の現象のあとをフォローしているわけですが、少なくともこの問題に関する限りは、日本はまだ恵まれています。日本の若い先生方はアカデミックな分野に残って、何かやりたいという意欲はまだあるんです。現在はまだいいんですが、お話を伺っていて、ひよっとす



山崎俊恒先生

ると日本でも、今の経済状態を考えると、だんだんそうなるかなというような感じを持ちました。

Woodside 大学の経営陣というのは、矯正歯科を“カネの成る木”だと思っています。だから、患者をどんどん診て収入を上げようと考えていまして、実際それをやらせている大学もままあります。研修医にもたくさんの患者を扱わせる。ところが、ちゃんとケースを仕上げないでどんどん出ていっちゃうというので、なかなかきちんとした一貫した臨床教育ができないわけです。ただ、それなりの収入になる。学部をそれで運営していこうという考え方がありますから、これも大きな問題だと思います。

もう1つ言えることは、いろいろな学会でお気づきだと思いますが、矯正歯科をいかに売り込むか、こちらも非常にやりすぎになっていると思います。どの学会に行ってもそういう発表がたくさんあって、本来ならば、基礎研究であるとか、患者にとって何が一番いいかを発表すべきところを、歯科医にとって何が一番いいかという発表で埋められているところがありまして、これも大きな問題だと思います。

ですから、患者がたくさん来る手段を教えるというよりも、ご自分の治療のレベルを上げていくためにいろいろな勉強をしてもらいたいと思います。

黒田 今のお話ですが、今の日本の矯正歯科学会の現状といいますか、傾向に非常に似ているのではないかと思います。矯正治療とか、矯正のニーズだとかいうものを盛んに言っていますが、患者さんの治療の内容をどうやってレベルアップしたらいいかという面よりも、そちらのほうが強調されているということをウッドサイド先生はおっしゃっているのだと思います。そういったところを山崎先生はどうお感じになりますか。

山崎 ウッドサイド先生は生物学的な基礎研究に興味があるということを先程からおっしゃっていました。確かに基礎的な研究が結果的に患者さんの治療に反映はされてきますが、もう少し臨床に近い部分の研究が必要だと思います。先ほど先生がおっしゃっていたように、売り込みのための主張になるのではいけないと思います。

黒田 だんだん日本でもそういう傾向が出てくるのではないかと思うわけですか。

山崎 その通りです。私は患者さんのための利益が一番だと思いますので、特に臨床ではそういう治療を心がけていますし、研究的な興味も臨床に非常に近いところにあります。また、きちんとした臨床教育をしなければいけないというご指摘もその通りだと思います。

黒田 今のウッドサイド先生のご指摘は、われわれ日本の現状にとっても、一つの警鐘としてすばらしいと思います。

今後の矯正学、矯正臨床の展望

黒田 最後のトピックスですが、将来、矯正学とか

矯正臨床はどのように展開するとお考えですか。また、どのように展開すべきだとお考えですか。

Woodside 私は将来をそんなに長く見られないのが残念ですが（笑）、この分野も進歩していくことは事実だと思います。

その第1点はやはり生物学だと思います。今までは個人的な意見というか、自分でやってみてこうだったという話が多かったと思うのですが、エビデンス・ベースド・メディスンだと思います。全て証拠とか事実に基づいた評価ということになりますし、いろいろな枠組みをきちんと決めてやっていく必要があります。それによって始まることが多いと思います。

もう1つは、細胞生物学の技術的な進歩によって、診断技術がすごく高くなると思います。生物学的な分析の評価・測定技術もどんどん進歩していきますので、例えば不正咬合ひとつを見ても、それは遺伝的なものなのか、あるいは環境因子によるものか、細胞レベルで区別ができるようになると思います。そうなったら、この人にとってはどういう治療目標がいいのかということがわかってきますから、細胞生物学的な評価というのは一つのガイドラインになりますし、この人は外科でなければいけないとか、カムフラージュみたいなものでいいとか、あるいは通法通りの治療がいいのかという方針をもっと正確に決められる時代がきっと来ると思います。

その次に、三次元的なセファログラム解析です。その手段が今はあると思います。特に上顎の歯列を見た場合、スペースがどれくらい必要かということを見る場合、どうしても3次元的な計量的評価をしなければ無理だと思います。

それから、左右の幅径の拡大にしても、今までよりもっと正確にわかるようになるでしょう。大事なのは、私たちは今まで側貌ばかりのセファロの計算をしてましたが、誰も横顔としゃべっている人はい



黒田敬之先生

ないわけで、人はやはり正面を向かって話をしますので、もっと正貌に対する解釈が必要かと思います。

技術革新はこれからまだまだ続くと思いますし、イオンを埋入して歯の色をつけたメタルのブラケットも絶対出てくると思います。見えないように舌側から操作するというやり方は私も今やっていて、スピードの中切歯のブラケットを下顎の前歯の舌側に着けるといのも現在やっていますから、ますます外から見えない形ができてくると思います。

また、スーパーケーブルを舌側に入れるということも可能ですし、インビザライン※※ということになると思いますが、ある意味では本当の専門の矯正医にとってあまりよくない傾向だと思います。近いうちに、キットとして普通の薬局で売るのはない

かと思います。ホワイトニング・キットと同じです。そうになったら、自分で買って、それこそドゥー・イット・ユアセルフのやり方で、本当の意味の専門医にとっては好ましくない傾向だと思います。

もう1つ言えることは、ヴァーチャル・リアリティー（仮想現実）ではないんですが、そういった矯正のやり方が出てくると思います。画面で全部見せて、こういうふうになるというのを見ながらやるということは絶対できると思います。将来こうなりますよというものです。それはある意味においては、難症例だけを扱うのが真の意味の矯正のスペシャリストになるという時代になるかもしれません。

もう1つ言えることは、会社組織になってきて、サラリーマン的な矯正医が増えてくるでしょう。デンタル・クリニック・オブ・アメリカといったような組織がきっと蔓延してきて、そこに加盟してやっている先生が増えてくると思います。われわれの専門の学会のライセンス委員会はなるべくそういうふうにならないように防波堤をしてやっていますが、そんなものはいつまで続くかわからないので、これも1つの憂慮すべき問題です。

セルフライゲーション・ブラケットは将来、確実です。リガチャーは古いというか、パッカーでとめるというのは、もう過去のものになります。

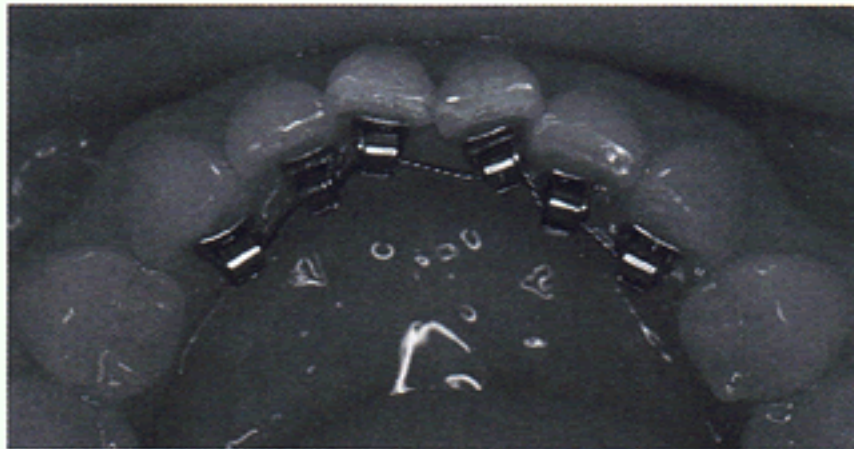
黒田 ちょっと寂しい感じを持つ面と同時に、逆に夢も出てくる。いろいろな意味で、また違った形の夢もあろうかと思っています。

今の話の中で、スピードのアプライアンスをリングルに入れるという話がありましたが、山崎先生はご存じですか。

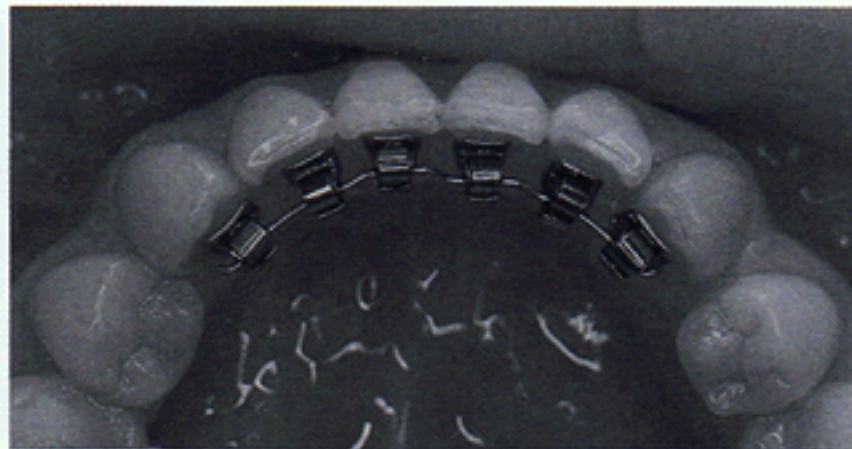
山崎 私は、計画というか、トルクのゼロ度のものを下顎前歯の舌側に着けたり、ベースの薄いものをリングルに利用するという考えはあるんですが、まだ試行錯誤の状況です（図5）。

※※ インビザライン

セットアップ模型で作られた歯冠被覆型透明装置を利用して、約2週間ごとにコンピューター構築にて排列予測された新しい装置に順次交換して使用させ、6～24ヵ月で全顎の排列是正を行う歯列矯正の手法。1997年に創立された北米の会社が受注作成をしている。



a : begining



b : 3 months progress

図5 舌側に接着されたスピード・ブラケット（山崎俊恒；2002年）

矯正治療後約20年経過している成人女性。後戻りというよりも晩発性叢生の発生と思われる排列不正が下顎前歯部に生じていた。唇側に装置を装着したくないという患者の希望によりスピード・ブラケットによる舌側での矯正を試みた。スピード・ブラケットはシングル・ウィドゥスのブラケットなので、舌側に装着する際にも有利である。さらに、近年の開発によりスプリング・クリップがニッケル・チタン製になり、さらにラビアルウインドウが設けられたので、舌側に装着しても開閉操作が容易である。

a：下顎前歯部唇側用のスピード・ブラケットを同部位の舌側に転用し、0.018" Supercableにて再排列を開始した。

b：約2ヵ月後に0.018" stainless steel round wireに換え、約3ヵ月後にwireに屈曲を組み入れて排列を助長した状態である。叢生は解放され、左右犬歯の捻転も是正されている。下顎右側中切歯は術前に不正状態が強く、右側側切歯との重なりが大きかったため適正位置に位置づけができなかったためこのようなワイヤーの屈曲が必要になったが、再着による位置づけの是正をした方がいいことは言うまでもない。また、ビルド・イン・トルクは舌側用にセットアップされていないので、レクタングュラー・ワイヤーの使用はできない。



a : begining



b : 2 months progress

図6 スーパーケーブルの直接貼り付け法による排列の是正（山崎俊恒；2001年）

22歳の頃に矯正既往のある成人女性で、術後5年を経過していた。来院時には保定的手段はなんら講じてなかった。下顎右側中切歯の近心捻転の再発の再治療を希望したが、症状が軽度であったため、Supercableの舌側直接貼り付け法による改善を行なった。

a：0.018インチ径のSupercableを下顎右側第1小臼歯近心小窩から順次前歯群の舌側面にlingual retainer接着用光重合レジンにて直接張り付けた。

b：約2ヵ月後下顎右側中切歯の近心捻転がほぼ改善したので、0.0195インチ径のstainless steel coaxial wireをボンデッド・リソナル・リテーナーとして貼り替え、保定に移行した。この貼り替えによって個々の歯に新たな矯正力が生じてさらなる改善が起こり、ワイヤーの活性が無くなった時点で固定式の保定装置となる。

黒田 でも、スピード・テクニックの中にはあるんですね。

山崎 スピード・テクニックのプロダクトの中にはまだありません。ハンソンが計画をしているという話は何年か前に聞きましたが、それはたぶん現実にはなっていないと思います。

黒田 将来の問題だということですね。

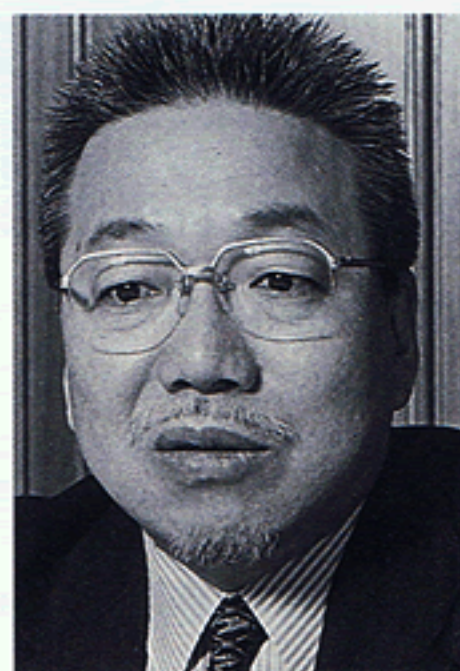
山崎 スーパーケーブルを直接貼り付けるという方法(図6)を私が提案して、ウッドサイド先生もリラップした症例というか、晩発性叢生のものに直接はりつけてやっているんですが、その延長として中切歯用のブラケットを舌側にはりつけて治療している症例もあるということだと思います。

Woodside 患者さんも別に問題なく使ってくれているみたいです。

今日は私のほうが楽しませていただいて、いろいろ勉強になりました。17世紀のサミュエル・ジョンソンが、「どんな人でも試験を目の前に控えていたら集中して考えるだろう」と言っていますが、今回は試験じゃなくて、楽しい頭の体操をさせていただきました(笑)。

黒田 最後に、私はどうしても先生のご意見をお伺いしたいことがあります。

矯正治療というのはサイエンス・アンド・アートだというふうに言われますが、サイエンスであるというからには、再現性がなければいけません。とこ



ろが、われわれ臨床の分野は人ひとりずつ全然違いますし、サイエンスとしての再現性を求めたときには無理だと思います。そこで、私の考えは、臨床の症例一つ一つがエビデンスだということです。例えば50ケース、100ケース、300ケース集めてスタティスティックスで、平均的な傾向を出しても、それはエビデンス・ベースのトリートメント・プランニングでは本当の意味はないのではないかと思います。サイエンスとしては、一つ一つのケースを丁寧にた

くさん見ていかなければいけないのではないかと思います。いるのですが、いかがでしょうか。



Woodside おっしゃる通りです。どうしてもアートの部分を排除することはできないと思います。量の差だけだと思いますが、術者も個人個人違いますし、患者も個人個人違うので、あまりにも誤差が多すぎて、アートが入らなければとてもやっていけません。もちろんきちっと決められた術式でやりますが、それはあくまでもそれぞれの矯正の先生方が判断の一助となるガイドなので、そのもの自体に絶対的な意味があるというわけではありません。

黒田 時間が来たようです。今日はお忙しい中、お2人の先生にはお時間を割いていただき、有益なお話し聞かせていただき、ありがとうございました。

(おわり)

ウッドサイド先生のファンクショナル・
アプライアンスに関する論説の紹介と解説
(山崎俊恒)

文献：

Donald G. Woodside : EDITORIAL (論説), Do functional appliances have an orthopedic effect ? (functional appliancesは顎整形的效果があるか?), AJO-DO, VOLUME 113 NUMBER 1 : 11-14, January 1998.

●前置き（この論説の背景）：

ウッドサイド先生の「ファンクショナル・アプライアンスは顎整形的效果があるか？」と題する論説が1998年1月号AJOに掲載されている。先生のファンクショナル・アプライアンスについての基本的な考えを理解するために最適と思われるので、翻訳文に解説を加えて紹介させていただく。

この論説はDr. Graber がファンクショナル・アプライアンスによる治療効果について、トロント大学名誉教授のDr. Woodsideに依頼したものである。

ご存じの通り、Dr. Woodsideは下顎の成長についての研究では有名であり、最近ではスウェーデンのストックホルム大学のLinder-Aronson教授と1970年代後半から下顔面高の増大に主眼をおいた研究に取り組み、エアーウェイ、特にadenoidectomyの関連について継続的な発表を精力的に行っており、近年共著で一冊の本にまとめられた。

一方、同時期のやはり1970年後半よりファンクショナル・アプライアンスについて、カニクイザルを用いた動物実験をトロント大学の矯正学教室で継続的に行い、助教授のDr. AltunaおよびDr. Metaxasとの共同研究による発表を行ってき

る。さらに、トロント大学生理学教室教授で前学部長であるDr. Sessleとの共同研究など多方面での共同研究を続けている。また、大学院の学生から後に講師になったDr. Yaminの学位論文などの指導において、TMJのremodelingに関する組織学的な解明をしてきた。

このような長年にわたる研究結果に基づいた理論的背景を持ってこの論説は書かれているので、一読する価値は十分であるとの観点からご紹介させていただくこととした。論説には図・表や文献がついてないが、関連の一部について引用し、内容を紹介しながら解説を付け加えさせていただいた。

ファンクショナル・アプライアンスは、1950年代中頃に北アメリカの矯正医に紹介された。この新しい装置は当初、故Dr. Robert Moyersによって北アメリカに招かれたDr. Egil Harvoldの影響下で作られた。トロントの矯正医は、幸運なことに1950年代末期と1960年代初頭の2期にDr. Harvoldの影響下にさらされた。

その後、ファンクショナル・アプライアンスに秀でた臨床医が、その知識を北アメリカに教えに来たという事実にもかかわらず、北アメリカ矯正科医でのこの治療方法の評価は現在まで期待はずれである。我々がHarvold、Fränkel、GraberとMcNamara、Clark、David Hamilton、および他の多くのすばらしい教育者を持ったことに疑いの余地はない。彼らはこの矯正の治療方法に伴う恩恵と問題の特性について教育しようと試みていた。

Dr. GraberのDentofacial Orthopedics with Functional Applianceの第2版の中に興味深い記述がある。彼の記述では、「残念なことにファンクショナル・アプライアンス・セラピーは、アメリカ人支持者のある者たちにより売り込まれ過ぎてきた。週末

のモーターでの“テールゲート”コースも、未熟な矯正科医、小児歯科医もしくは自称矯正科医によってあまりにも頻繁に行われている」とある。

Dr. Graberはさらに、「未熟な矯正科医および無資格の小児歯科医、一般開業医などの過度の使用による患者における好ましくない効果は失敗の波紋を生じ、ファンクショナル・アプライアンスに対する激しい反動を多くの地域で引き起こしている」と書いている。

●解説1:

このように、1950から1960年代にかけてDr. Havoldによる感化の時代があり、ヨーロッパの矯正の巧妙なシステムが北アメリカの矯正の審美性と咬合の確立という要求を達成するための有効な補助手段として取り入れられようとしてきたことがわかる。しかしながら残念なことに未熟者による売り込みと煩雑な使用による「ネガティブ・トーク」により不当な評価を受け続けていると言うことであろう。

しかしながら、生物学的に優れた診断システムを使用し、ファンクショナル・アプライアンスの機能を理解している思慮深い臨床医は、セファロトレースとその結果から特定の事例において十分な整形効果を知ることができる。問題点は結果における個々のバリエーションにある。結果における個々のバリエーションの理由のうちで顕著なものは次の8つの要因である。

1. 患者の受け入れにおける多様性。
2. ある臨床医はこの類の装置の夜間装着を提唱するのに対し、ある者は一日中の装着を推奨している。成長中の顔面構造物に対して長期間の効果を作用させるならば、一日中装着できる装置は少なくとも最初のうちは有益に作用するであろう。この方法には、

患者の顔の外見あるいは発声に不都合な影響を及ぼさない装置の設計が必要とされる。

3. 治療後の成長の減少する期間に対して、矯正治療中に下顎の成長の遅れを取り戻すような効果があるのである。

4. 静止期まで続く下顎成長において、下顎は多様な加速を伴った波状型の成長をすることが知られている。矯正治療が静止期に行われると、有意な整形変化は起こらないであろう。

5. 誤った診断は要因の一つである。臨床医が重度の不正咬合、もしくはその後に従来の治療で失敗した場合に、私は次の言葉をよく聞いてきた“ファンクショナル・アプライアンスを入れてみましょう”。これらは、ファンクショナル・アプライアンスを決して使ってはいけない典型的な症例で、現実には、そのような症例の多くが実際に将来外科症例となっている。私たちはある限界を超えての成長のコントロールは絶対にあてにできないのである。

6. 多くの不正咬合の実体は、下方および後方への下顎の回転もしくは、過蓋咬合位までの上方および前方への下顎の回転によってカモフラージュされている。従って真のⅢ級下顎前突は、下方および後方に回転した中等度のⅡ級を呈する過度の下顔面高を伴った症例なのかもしれない。臨床医は、不正咬合の本質を明らかにできない単純な診断システムを用いている。臨床医がカモフラージュされた、実はⅢ級不正咬合に誤ってⅡ級ファンクショナル・アプライアンスを使用したとき、不幸な結果が後で起こるであろう。

7. 過度の下顔面高の特徴をもつ症例において、従来の方法でファンクショナル・アプライアンスを使用するのも危険である。そのような症例で側方歯群の萌出のためにアクリル樹脂をトリミングしたとき、さらに増加した下顔面高と、下顎の下方および後方

への回転の増加、そして前歯部の開咬を伴った有害な結果が起こるであろう。

8. 最後に、2つのステージ分けた矯正治療は管理上やっかいで、フェーズAとフェーズBの治療の間に成長コントロールを維持するのは難しいであろう。

●解説2：

通常の矯正専門医としての常識的な診断システムを使用し、ファンクショナル・アプライアンスについての知識がある者にとっては、ある症例では十分な顎整形的効果があることが理解できるはずだといっており。理解を困難にしている問題点は、個々の症例のバリエーションにあるのだと言っている。そのバリエーションには上記の8項目にまとめられている。

第1項目は、患者に装置を使用させる場合に何の抵抗や疑問も持たずに協力してくれる人、使用に対しては抵抗は無いが物理的な時間の問題で使用時間が充分とれない人、または、使用したくないが協力する人、そして使用したくないので協力の悪い人など条件は様々と言うことであろう。

第2項目での、長時間使用させる装置で患者の協力性を上げるための装置の設計で、外見あるいは発音に不都合な影響を及ぼさないと言う点において、スピード・アプライアンスの開発者であるDr. Hansonが開発したスピード・リポジショナー（図7）は、義歯の金属床を応用したような設計であるので優れており、Dr. Woodsideも絶賛してる。

第4項目に述べられているように、このような装置を使用させて顎の整形効果を引き起こさせるためには成長のスパートの時期を選んで使用させることが肝心で、例えば女子では、下顎の成長の加速期が7.5歳と12.7歳にある⁸⁾ことなどの成長のスパートに関する知識と患者の成長様相の的確な把握によって効果ある使用ができるということである。



図7 スピード・リポジショナー

スピード・リポジショナーは、1990年初頭にSPEEDアプライアンスの開発者であるDr. Hansonが開発したアクチベーターで、義歯の金属床を応用したような設計であるので装着感が良好であり、外見あるいは発音に不都合な影響を及ぼさないため、患者の協力性に優れている。また、唇側や頬側に誘導線などのワイヤーが組み込まれていないため、マルチブラケット装置と併用することにより、顎関係と歯並びの改善とが同時進行でできる。Dr. Woodsideもスピード・リポジショナーを絶賛しており、SPEEDアプライアンスとの併用も薦めている。

ある。

第5項目で述べられているように、「限界を超えての成長のコントロール」できないし、そのような誤った使い方が、前述の「ネガティブ・トーク」を起こさせる結果になっていることは明白である。

第6項目以降に書かれているように、Ⅲ級下顎前突のような下顎長が大きい形態をしていても、下顎が下後方へ回転することによって、過度の下顔面高を持つⅡ級症例にカモフラージュされてしまうので、適応装置の選択を誤る危険性があるということがある。さらに、このような症例にⅡ級ファンクショナル・アプライアンスを使用し、側方歯群の萌出を促すと症状はさらに悪化の一途をたどり、取り返しのつかない結果を招くと警告している。ファンクショナル・アプライアンスの使用には適応症例があり使用目的にかなった使用方法があるということである。

続いて、ファンクショナル・アプライアンスのII級治療における理論的根拠について述べられている。

大学の中には、ファンクショナル・アプライアンス治療の顎整形的効果を支持しないものがあることには、実際失望させられる。下顎の成長および中顔面の発育がファンクショナル・アプライアンス治療によって変えることができるかどうか、という論争がある。着実に大きくなる体という証拠が、例えば下顎の成長方向といった、環境の影響が目立った変化を引き起こすという見解を支持する矯正論文を増やしている。

II級不正咬合の治療におけるファンクショナル・アプライアンス治療は、そのような環境的干渉の一つの形式を示す。フレンケル、ハーブストおよびアクチベーターといったこの様な装置の多くが、顎顔面複合体における要素の多少のリモデリング効果を生ずることを示している。

ファンクショナル・アプライアンス使用による現行の理論的根拠は、ファンクショナル・アプライアンス治療が次の8つの要因を通して、II級不正咬合の治療を達成することができることを示したすばらしい論文および研究に基づいている。

- 1) 歯槽的变化
- 2) 中顔面の前方成長の制限
- 3) 子どもの成長で通常起こる範囲を超えた下顎の成長刺激
- 4) 上方および前方から後方への顎頭成長方向の向け直し
- 5) 下顎枝形態のたわみ
- 6) 下方および前方より水平方向への下顎成長形式の変化
- 7) 骨のリモデリングを誘発する神経筋肉の解剖学的

構造および機能の変化

8) 関節窩の適応変化

●解説3:

このような確固たる根拠の元にファンクショナル・アプライアンスでのII級の改善が成されるということである。

続いて様々に行われている研究個々のものは非常に有意義であるが、中に学ぼうとする姿勢の者を混乱させ、誤解を招くような研究があるといつて、その理由を列挙している。

明らかに、これらの効果は複合する場合がある。その部位における上記に詳しく記述した研究の多くが、我々が臨床的に目にする矯正治療への下顎の成長の貢献に焦点を置いている。このために多くの動物実験および臨床実験が、様々な下顎位置づけ装置により行なわれた。残念なことに、ファンクショナル・アプライアンスの研究のあるものから引き出された結論の正当性は、熱心な学生の誤解を招きやすい。これらの理由は以下に要約される。

1. セファロ研究の問題。研究者の中には、意味のある統計的プロトコルの使用を可能にするのには少なすぎるサンプルを用いている者もいる。さらにセファロ研究の中には、治療後の顎位の変化を見るためにSNA、SNAおよびANBなどの角度計測を必要とするものもある。しかしながらこれらの角度は、骨格的变化は起きていなくとも切歯位置の変化により増減するために根拠のない結果と言い換えることができてしまう。
2. 下顎長の計測に用いられるセファロ計測点のいくつかは、側貌セファロにおいて位置づけは難しい(例えばコンディリオン)。加えて、研究者が下顎長をコンディリオンよりもアーティキュラーレのようなセファロ計測点から計測するときに、実際の下顎

長の増加と機能的な顎頭の転位との区別は不可能である。ヒトと動物実験の両方でのファンクショナル・アプライアンス治療の後に、顎頭が関節窩の中で前方に位置することがしばしばある。多くのセファロ研究において、この因子は考慮されなかった。増加した顎頭長の評価もまた、時には側貌セファロの解剖学的構造物への重ね合わせから行われた。エックス線像はよく他の頭部構造物により不明確となるので、この手順は無視できない誤差をもたらす。

3. セファロ研究の中には、微量ながら統計的に有意な増加成長を示すものがある。しかしながら、これらは事実あるのかもしれないが、不正咬合の総合的な治療においては臨床的には意味が無い。

4. 最後に、セファロ計測の平均値によるグループの比較は、個々の症例において不正咬合の是正に貢献している治療効果を隠蔽してしまうであろう。

組織的研究もまた問題を持っている。例えば、トリチウムチミジンのようなラベリング法を用いた研究者は、増加した細胞活性は軟骨芽細胞発育の増加を意味すると仮定している。これは、下顎長の増加をも示していると考えられている。実際、この活性は代謝活性の増加のみに反映するであろう。数々の研究が、顎関節組織標本から新骨形成の量による特質報告をしている。とりわけ2つの技術的問題および1つの分析的問題が、組織標本によるそのような新骨形成の量を計測する際に存在する。個々の変異が、動物およびヒトの両方で頭蓋に位置する顎関節において出現する。新骨形成の量の正確な比較をする場合、これらの解剖学的変異の各々の全てにおいて、切片の断面は動物間において理論的に言えば同一でなければならない。次に組織切片の厚さは、脱灰切片もしくは石灰化切片と同一でなければならない。よって、関節窩における新骨形成量の計測の規格化した方法では、全ての切片および動物を用い

なければならない。

他の多方面にわたる種々の問題を書き留める。ヒトに可撤式ファンクショナル・アプライアンスを使用したとき、患者の協力は様々なので臨床的結果は異なる。次に解剖学的および生理学的な相違が、被験動物および被験者間に存在する。実験結果および異なった研究者の結論は、実験モデルの年齢の相違から一致しないであろう。したがって、成長期の結果は、青年期もしくは若い成人のそれと比較される。研究者はまた、成長の様々なレベルにおける下顎成長率において、変異を考慮するのを怠っているかもしれない。多くの臨床的研究において、治療していないⅡ級Ⅰ類コントロール症例を見つけるのは困難であるので、実験結果はたびたび治療していない標準の被験者と比較される。

異なる作用の違ったファンクショナル・アプライアンスのデザインがある可能性があり、直接は比較できない。下顎前進の量、咬合面構造のタイプ、装着時間の指示などによる装置における作用の相違はよくあることなので、実際には2人の研究者が同様の装置デザインおよび咬合面構造の装置を使用していることはない。研究グループ間の性別、年齢、コントロールにおける同一性が欠けている。

●解説4：

これらの研究の問題点は、総じると個々の症例におけるバリエーションが有りすぎる結果であると考えて良いであろう。

治療したⅡ級のコントロールには標準の被検者との比較ではなく、未治療のⅡ級群を使用しなければわからないということも指摘している。

最後に、Dr. Woodsideの研究結果と実績による主張と将来の展望について書かれている。

これら全ての問題にもかかわらず、特定の個体に

においてファンクショナル・アプライアンスは顎整形的效果を引き起こすという概念を支持する説得力のある証拠がある。これら全ての研究の系列の完成で不足していることは、関節窩のリロケーションの研究と思われる。ミシガン・アンアバー大学およびトロント大学においてよく管理された動物研究は、一日24時間の装置装着において大きな量の下方および前方への関節窩のリロケーションを示していた。これらの結果によると、下顎の持続的なリポジションおよび間欠的な下顎のリポジションの両者が認められている。ヒトからの証拠は、これら動物研究の結果を支持するために蓄積されている。骨格性Ⅱ級不正咬合治療へのこの興味深いアプローチの可能性を研究することをこのような情報がそのうち、より多くの学究的な同僚を納得させることを期待する。

●解説5：

以上のようにDr. Woodsideはファンクショナル・アプライアンスは顎整形的效果があり、その証拠もあるので、多くの人々がファンクショナル・アプライアンスに対する誤解と偏見を解いてくれることを期待して結ばれている。

この論説に書かれていたように、ファンクショナル・アプライアンスの使用に当たっては、安易な使用をせず、診断に則り、目的を持って使用されることを願って止まない次第である。

（山崎俊恒）

参考文献

- 1) Woodside,D.G. : EDITORIAL, Do functional appliances have an orthopedic effect ?, AJO-DO 113 : 11-14, 1998.
- 2) Hanson,G.H. : The SPEED system: A report on the development of a new edgewise appliance, Am.J.Orthod. 78 : 243-265, 1980.
- 3) Hanson,G.H. : J.C.O. interviews Dr. G. Herbert Hanson on the SPEED bracket. J. Clin. Orthod. 10 : 183-189, 1986.
- 4) 山崎俊恒：スピード・アプライアンスによる成人矯正治療について，日本成人矯正歯科学会雑誌 第3巻：31-56, 1996.
- 5) 山崎俊恒：スピード・アプライアンスの特徴—装置の利点とbracket positioningおよびarch wireの選択について—，東京矯正歯科学会雑誌 第7巻：144-161, 1997.
- 6) Blake,M., Woodside,D.G. and Pharoah,M.J. : A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with the edgewise and Speed appliances, Am.J.Orthod.Dentofac.Orthop. 108 : 76-84, 1995.
- 7) 山崎俊恒，田村幸子，中久木正明，納村晋吉：スピード・アプライアンスによる治療効果について—動的治療期間の短縮—，日本矯正歯科学会雑誌 第57巻 第5号：327-339, 1998.
- 8) Buschang,P.H., Tanguay,R., Demirjian,A., LaPalme,L., and Goldstein,H. : Modeling longitudinal mandibular growth, Percentiles for gnathion from 6 to 15 years of age in girls, Am.J.Orthod.Dentofac.Orthop. 95 : 60-66, 1989.