

SPEED Applianceによる成人矯正治療について

SPEED Appliance technique in adult cases

山崎俊恒

日本大学歯学部歯科矯正学教室

SPEED Applianceによる成人矯正治療について

SPEED Appliance technique in adult cases

山崎俊恒

日本大学歯学部歯科矯正学教室

YAMAZAKI Toshihisa

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Nihon University

キーワード: スピード・アプライアンス、スーパーケーブル、スライディング・メカニックス、微弱矯正力、セルフ・ライゲータリング・ブラケット

スピード・アプライアンスはアーチ・ワイヤー装着の際、結紮の代わりにブラケットに組み込まれたスプリングを使用する新しいスピード・ブラケットを中心として、1976年にハンソンにより開発された治療法で、1980年にアメリカ矯正歯科学会誌に発表された¹⁾。また、それ以来改良が加えられ、さらにこのシステムを活かす補助装置やアーチ・ワイヤーの開発が意欲的に行われてきた²⁾。

近年、中程度の叢生を有する症例に対しての非拔牙による治療の試みが増えており、臨床医はより弱く持続的な力を発現する超弾性矯正線に注目している³⁻⁵⁾。その中でも1993年にスピード・アプライアンスの開発者であるハンソンにより開発されたニッケル・タイタニウム7本巻きのスーパーケーブルは注目に値するもので、歯の移動に際し究極的に微弱で持続的な矯正力を発現する。スピード・アプライアンスとスーパーケーブルとの組み合わせによって混合歯列後期では6～10週間でレベリングの目的を達成し、永久歯列や成人の症例においても注目すべき効果が認められた⁶⁾。

今回は、成人矯正症例を通してスピード・アプライアンスを紹介したい。

Emmploying a resilient stainless steel spring clip to secure the arch wire, the SPEED Appliance requires no ligatures. The SPEED Appliance was developed by Dr.G.H. Hanson in 1976 and was reported on the

American Journal of Orthodontics in 1980¹⁾. Since then the system has been improved and auxiliaries and wires developed that make the system better²⁾.

Recently, non-extraction approach are trend to treat moderate crowding cases again. Therefor, clinicians pay attention to a new wires which are said to deliver light and continuos forces³⁻⁵⁾. One of the important new developmental wire is seven stranded nickel-titanium coaxial wire (Supercable) which is remarkable product. It was developed for using with SPEED brackets by Dr.Hanson in 1993. Supercable wire provides significantly minuter continuous forces than the other available wires. The combination of Supercable wire and SPEED bracket achieved the leveling effect within 6 to 10 weeks on treating late mixed dentition cases and also remarkable effects on adult cases⁶⁾.

This article is intended to introduce the SPEED Appliance techniques and show some adult cases.

スピード・アプライアンスはハンソンにより開発された装置で、1980年にアメリカ矯正歯科学会雑誌に発表され¹⁾ 15年が経過した。スピード・アプライアンスの利点は種々あるが⁷⁾、そのほとんどが組み込みのスプリング・クリップによるものであり、治療期間の約1/4短縮を可能にする素晴らしい三次元的コントロール、来院のインターバ

ルを長くできる、チェアタイムを短縮できるなどである。現在、カナダおよびアメリカ合衆国のおおよそ15%の歯科矯正医がスピード・アプライアンスを使用している。さらに、トロント大学のウッドサイドの国際的な講演や講習会、そしてデトロイト大学のバージャーの研究⁸⁻¹⁰⁾や講演などにより、スピード・アプライアンスを使用する矯正歯科医が年々増加している。

近年、中程度の叢生を有する症例に対しての非抜歯による治療の試みが増えているが、このような症例では後方歯群の頬側拡大と前歯群での前方拡大が必要とされる。一部の研究者や臨床医は真に弱い力を用いれば、このような移動でも骨の損傷を起こさずに移動方向への骨添加を促すことができる¹¹⁻¹³⁾と報告している。そして、臨床医はより弱く持続的な力を発現する超弾性矯正線に注目している³⁻⁵⁾。

その中でも、1993年にスピード・アプライアンスの開発者であるハンソンにより開発されたニッケル・タイタニウム7本巻きのスーパーケーブルは注目に値するもので、歯の移動に際し究極的に微弱で持続的な矯正力を発現する¹⁴⁾。著者の研究では、側切歯の舌側転位を想定した実験モデルによる計測で、スピード・アプライアンスにスーパーケーブル・ワイヤーを組み合わせた場合に、他のニッケル・タイタニウム・ワイヤーを組み合わせた場合と比較して約1/5～2/3の有意に弱い力を示した^{6, 15)}。また、他の部位に与える反作用も有意に弱かった¹⁶⁾。さらに、この組み合わせを臨床的に応用したところ、混合歯列後期では6～10週間でレベリングの目的を達成し、永久歯列や成人の症例においても注目すべき効果が認められた⁶⁾。

このようにスピード・アプライアンスとスーパーケーブル・ワイヤーとの併用によって、矯正治療での歯の移動において、新しい治療理論が生み出される可能性が期待される。

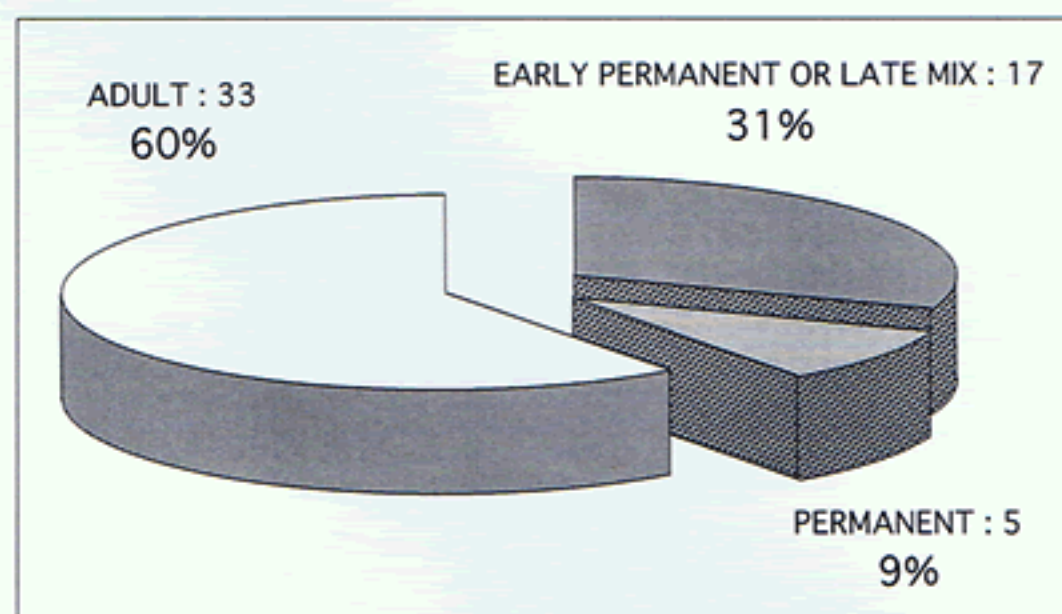


図1 治療開始患者の内訳

平成4年8月から平成6年6月までにスピード・アプライアンスで治療を開始した患者の総数は55名で、成人が60%あった。

患者の比率と診断傾向

著者は平成2年から4年にかけての2年間トロント大学に留学し、研究ならびに診療でウッドサイドに手ほどきを受け、スピード・アプライアンスと出会った。また、スピード・アプライアンスの開発者であるハンソンから直接に指導を受ける機会にも恵まれ、彼の治療理念に触れたことは大変に有意義であった。さらに、在留中にハンソンがスーパーケーブル・ワイヤーを開発し、その基本性質の計測に従事できたことはこの上ない光栄である。

トロントから帰国後の、平成4年8月から平成6年6月までにスピード・アプライアンスで治療を開始した患者の総数は55名で、成人が60%であった(図1)。また、成人では抜歯症例が多く、混合歯列晩期または永久歯列早期では非抜歯症例の比率が高かった(図2)。スピード・アプライアンスの使用を始めて22ヵ月経過して治療を終了したものは成人5症例、永久歯列(ⅢC～ⅣA)1症例、混合歯列晩期または永久歯列早期7症例の合計13症例であり(図3)、その治療期間の平均は16ヵ月であった。

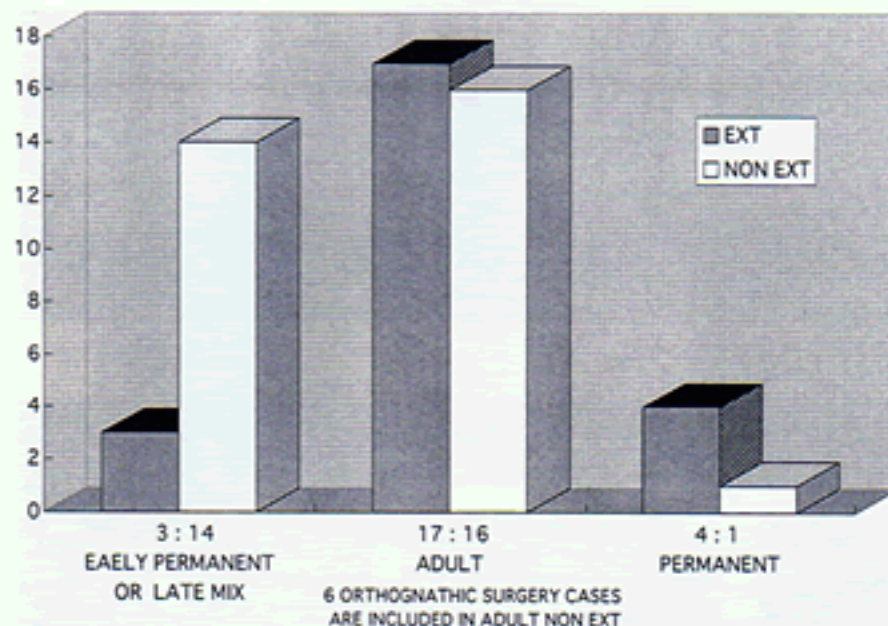


図2 治療開始患者の抜歯、非抜歯の症例診断の比率

混合歯列晩期または永久歯列早期では非抜歯症例の比率が高く、成人では抜歯症例の比率が高かった。

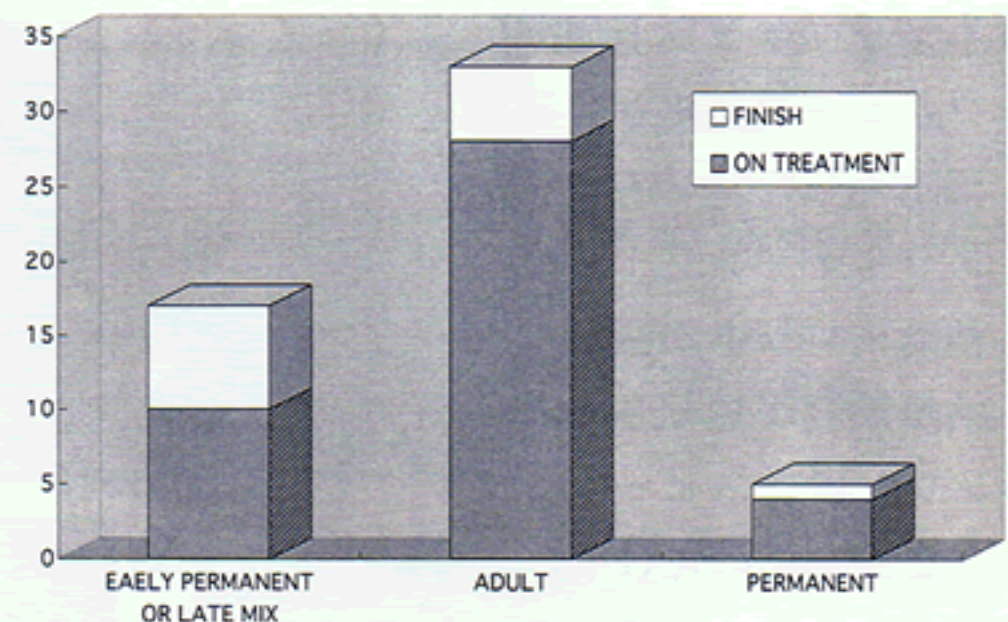


図3 治療終了症例数の比率

スピード・アプライアンスの使用を始めて22ヵ月経過して治療を終了したものは、混合歯列晩期または永久歯列早期7症例、成人5症例、永久歯列（ⅢC～ⅣA）1症例、の合計13症例であり、その治療期間の平均は16ヵ月であった。

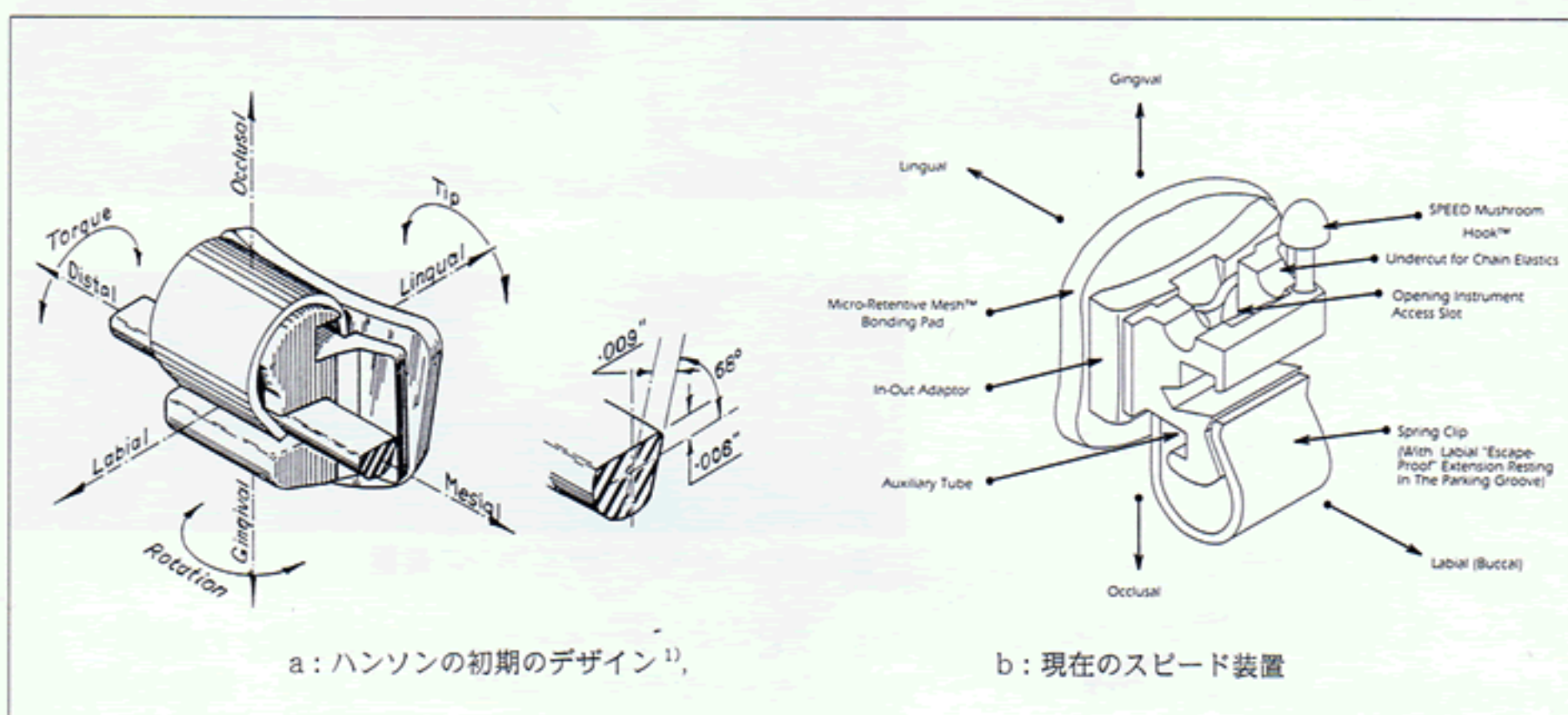


図4 スピード・アプライアンス

スピード・アプライアンスはハンソンにより開発された装置で、1980年にアメリカ矯正歯科学会雑誌に発表された¹⁾。また、それ以来改良が加えられ現在の形状となった。

ハンソンによるスピード・アプライアンス開発の概念

ハンソンは、1980年にアメリカ矯正歯科学会雑誌にスピード・アプライアンスを発表したが、デザインの根本は¹⁾ スプリング・クリップを組み込んで結紮の必要をなくすこと、スライディングの際の摩擦を減少すること、三次元的なコントロールが良いことで、スピード・ブラケットは小さいながら様々な補助装置が取り付けられる。図4aにハンソンの初期のデザイン、図4bに現在のスピード装置の構造を示す。

また、この論文でハンソンは、スピード・アプライアンスを26ヵ月のうちに600人の患者に試してみて、アーチ・ワイヤーの交換に片顎で少なくとも5分間結紮の時間から解放され、コントロールに優れ、スライディング・メカニックスの使用に適し、スプリングとアーチ・ワイヤーによって貯えられた大きなエネルギーは、望ましい緩徐な速度で働くと結論している。

スピード・アプライアンスの利点

スピード・アプライアンスの利点は、下記のもので挙げられる。

1. 小さなブラケットで衛生的
2. ワイヤーの交換が容易
3. 素晴らしいコントロール
4. スライディング・メカニックスの使用に有利
5. 補助スロットが活用できる
6. 治療期間が短縮される

ハンソンは、スピード・アプライアンスの利点について1986年のJCOインタビュー⁷⁾で、結紮不要の利点の他に、スライディング・メカニックスの使用に適している低い摩擦抵抗を有していること、アーチ・ワイヤーの交換が簡単なこと、歯垢や食物残渣の停滞が少ないこと、小さいので萌出途中の歯に着けられること、ブラケット間距離が増大するのでトルクと回転の効率が良いことなどがあると答えている。

以下にスピード・アプライアンスの利点について臨床例を挙げながら、順を追って解説する。

1. 小さなブラケットで衛生的

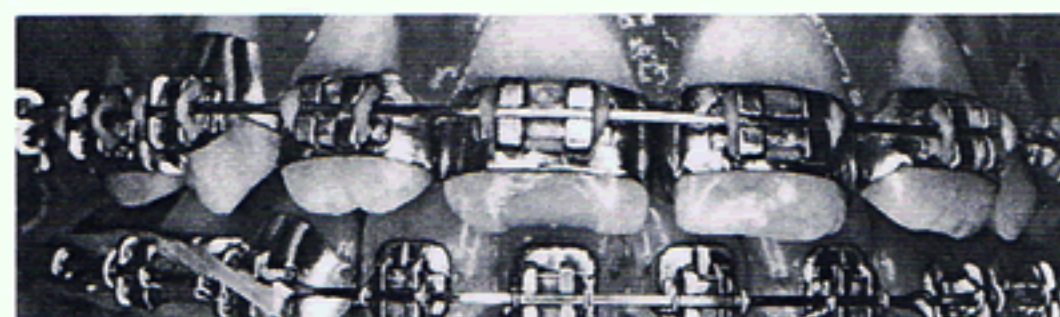
ブラケットが小さいので口腔内の清掃性が高く、さらに目立ちにくい。

- ・衛生的
- ・審美性に有利

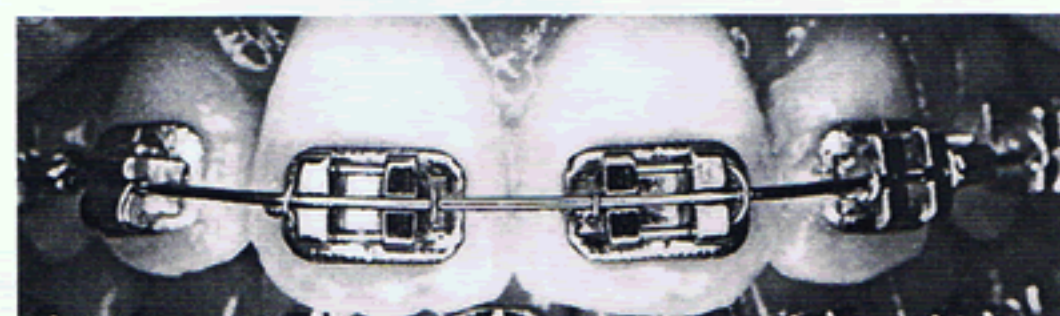
スピード・アプライアンスの利点のひとつは、ブラケットが小さいので口腔内の清掃性が高く、さらに目立ちにくいということである。JCOのインタビュー⁷⁾でハンソンは、最初は審美的な考慮から小さくしたが、結果的に清掃性が高くなったと答えている。さらに、小さいブラケットは歯面を覆い隠さないで位置付けの際に有利で、正確な位置付けができるとしている。

フルバンド、ボンディング用スタンダード・エッジワイズ、アクティブおよびスピードの各ブラケットの比較を図5に示す。スピード・ブラケットは他の装置に比べて、精密で小さく、衛生的である。

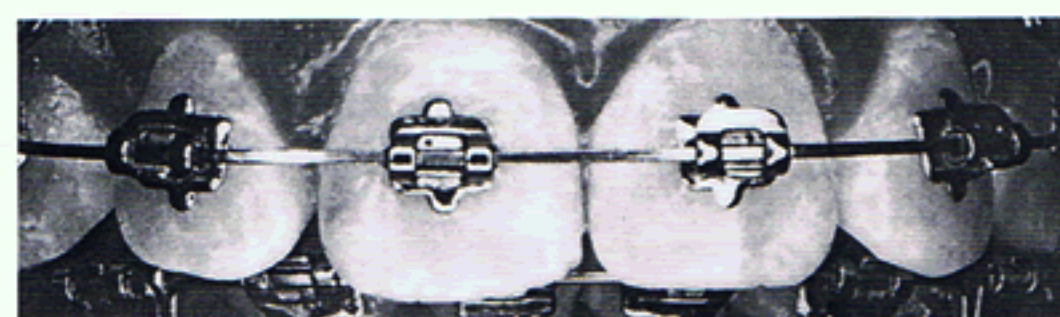
図6aは成人、図6bは若年者の患者に、スピード・アプライアンスが装着されている状態であ



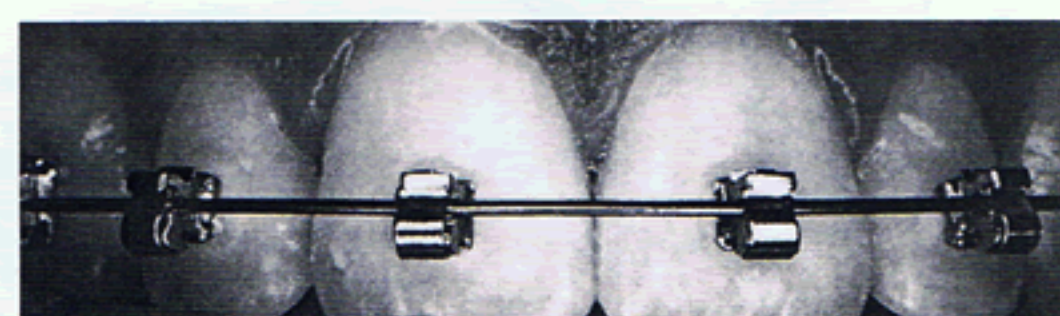
a: フルバンドでのスタンダード・エッジワイズ装置



b: ボンディング・ブラケットによるスタンダード・エッジワイズ装置



c: アクティブ装置



d: スピード・アプライアンス装置

図5 スピード・アプライアンスと他の装置との比較

スピード・ブラケットは他の装置に比べ、精密で小さく、衛生的である。上から2段目の右側側切歯にスピード・ブラケットの試作品が装着されている。

(G. Herbert Hanson: A Description of SPEED Appliance with Clinical Cases²³⁾より引用)

る。清掃性が良好な状態がわかる。

2. ワイヤーの交換が容易

- ・ self-ligation

結紮の煩わしさから解放され、チェアタイムが減少する。

- ・ 感染予防に有利

結紮線のピグテイルによる損傷が患者、術者ともにならない。

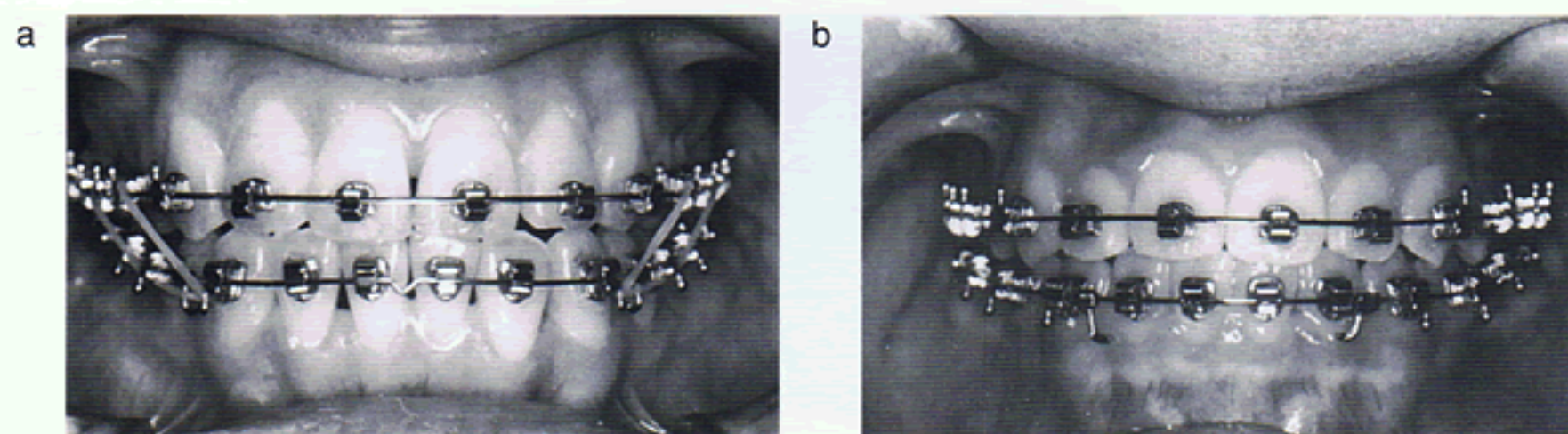


図6 スピード・アプライアンスの装着状態

スピード・アプライアンスが装着されている状態である。両者共に清掃性が良好な状態がわかる。

a: 成人患者

b: 若年者患者

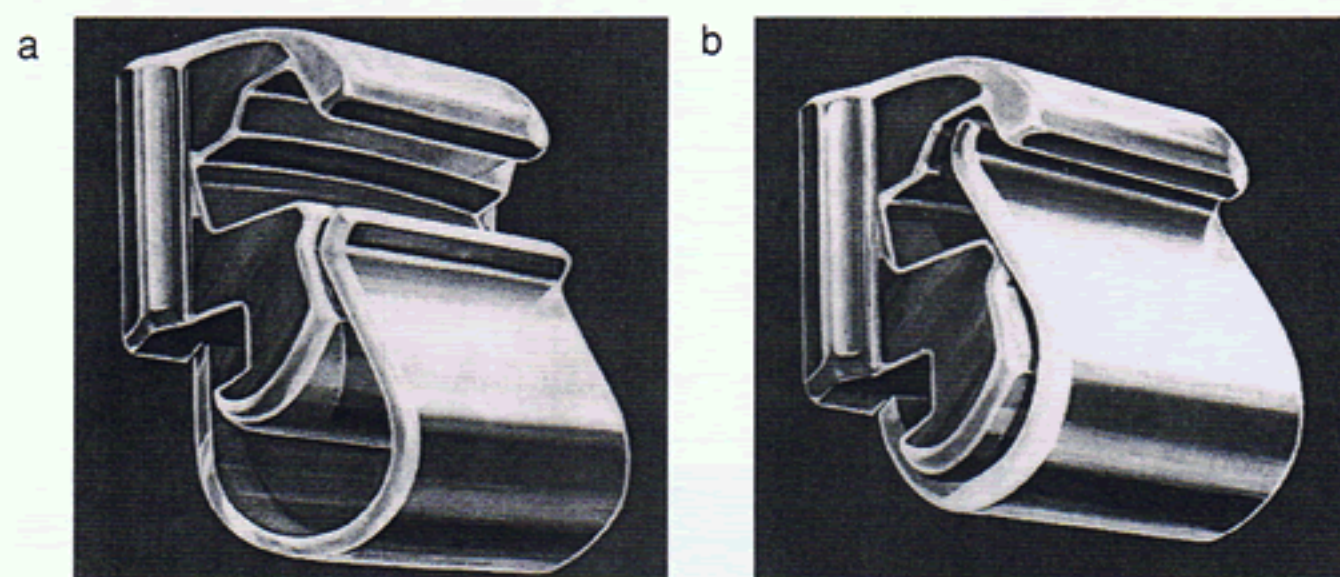


図7 スピード装置のスプリング・クリップ

組み込みのスプリング・クリップは、上図のように開いたり、閉じたりする。開いた状態では、スプリング・クリップの唇側部分のカーブした末端はブラケット本体のパーキング・グループに収まって安定する。閉じた状態では、スプリング・クリップの末端は逸脱防止のために設けられた本体上部の溝に収納される。

a: 開いた状態

b: 閉じた状態

第2の利点は、ワイヤーの交換が簡単であることである。結紮の煩わしさから解放され、チェアタイムが減少するばかりでなく、結紮線のピグテイルによる損傷の危険性が、患者、術者共にないので感染予防に大変に有利である。

組み込みのスプリング・クリップは、図7のように開いたり、閉じたりする。開いた状態では、スプリング・クリップの唇側部分のカーブした末端はブラケット本体のパーキング・グループに収まって安定する。約200グラムの力を加えるだけで、スプリング・クリップはパーキング・グループを越えて自動的に閉じる。閉じたスプリング・クリップの末端は、逸脱防止のために設けられた本体上部の溝に収納される。閉じたスプリング・クリップを開けるには、約600グラムの力が必要である。

スプリング・クリップは、開閉専門のインストゥルメントもしくはスケーラーで簡単に開けることができる(図8a)。開閉の器具や、スケーラーの先端は、スプリングの上部にある窪みに引っかかる(図8b)。閉じる場合は開閉専門のインストゥル

メントのもう一端の二股で軽く押す(図8c)。指先や爪で押しても簡単に閉じることができる(図8d)。スプリング・クリップを開ける際に最初は困難な場合もあるが、一度感覚を覚えると簡単に開けることができるようになる。スプリング・クリップを閉じる際には、スプリングの逸脱防止の溝に細いワイヤーがはまりこんだり、フルサイズのレクタングュラー・ワイヤーはスプリングが引っかかる場合があるので(図9a、b)、ディレクターやプライヤーでガイドし、スプリング・クリップを確実に閉じることが必要である。確実に閉じていない場合は、スプリング・クリップが変形する原因となるので、アーチ・ワイヤー装着後にもう一度、注意深く観察することが必要である。

メイジャーら¹⁷⁾は熟練した矯正アシスタントにより、エッジワイズ装置のエラスティック結紮と、セルフ・ライゲータリング・ブラケットであるアクティバ・ブラケットについて、アーチ・ワイヤーの着脱時間について比較検討した。エッジワイズ装置のエラスティック結紮10分に対し、アクティバでは3分ですむので、アーチ・ワイヤーの

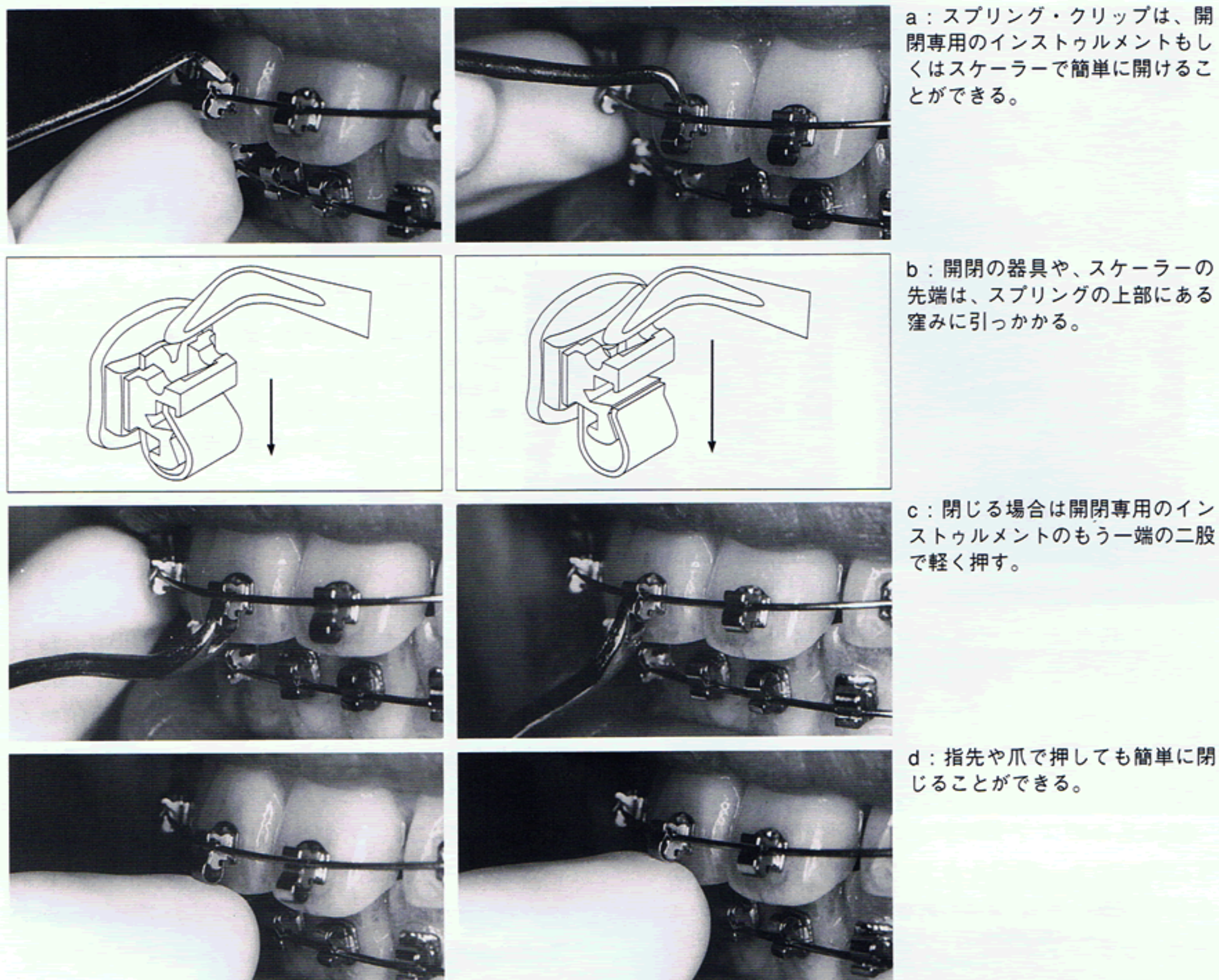


図8 スプリング・クリップの開閉方法

着脱の時間が7分短くなり、患者の出入り5分、アーチ・ワイヤーの調整6分との合計でアクティバでは14分となり、余った時間を患者とのコミュニケーションや、治療効率の向上のために有効に使用すると報告した。さらに、30分間に患者をふたりスケジュールすることも可能であるといっている。また、感染予防の点も強調している。

シバプジャ¹⁸⁾らは、スタンダード・ツインブラケットの結紮と、スピード、アクティバ、エッジロ

ックのセルフ・ライゲージング・ブラケットにおいて結紮時間を比較した。その結果、結紮線によるよりポリウレタンゴムによる結紮の方が時間が格段に短いものの、セルフ・ライゲーションの操作時間はさらに短く、特にスピーを閉じる場合が短いことを証明した。また結論では、セルフ・ライゲーション・システムの導入は、人間工学および経済的な考慮をさせるとし、また、感染予防の点で患者、術者および病院スタッフに大変有利

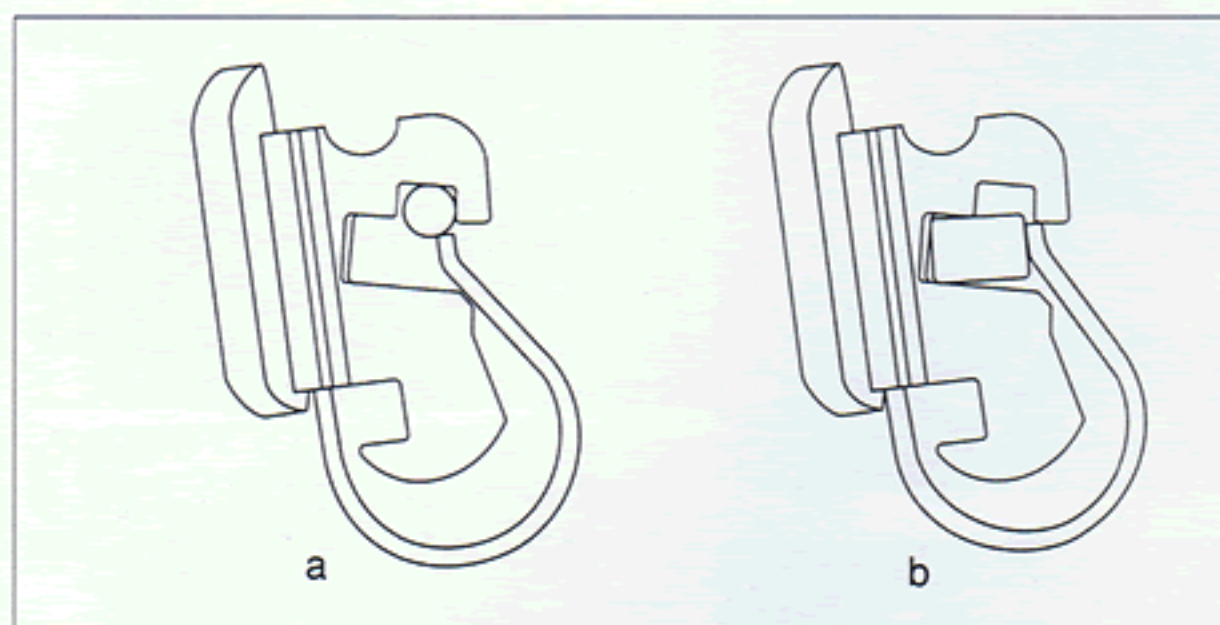


図9 スプリング・クリップが正しく閉じていない状態

スプリング・クリップを閉じる際には、逸脱防止の溝に細いワイヤーがはまりこんだり、フルサイズのレクタンギュラー・ワイヤーではスプリングが引っかかる場合があるので、ディレクターやプライヤーでガイドし、スプリング・クリップを確実に閉じることが必要である。

a: スプリングの逸脱防止の溝にはまりこんだ細いワイヤー

b: フルサイズのレクタンギュラー・ワイヤーに引っかったスプリング・クリップ

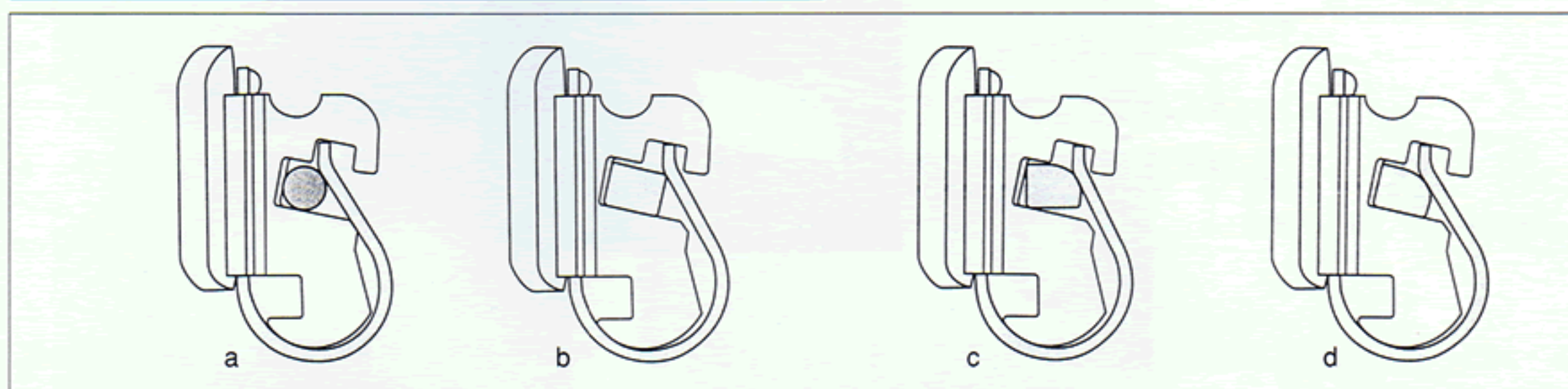


図10 スピード・アプライアンスに装着されたアーチ・ワイヤー

スピード・アーチはレクタンギュラー・ワイヤーのひとつの角が丸められた形態をしていて、スプリング・クリップとの協調で効果的なトルクのコントロールが行える。

a: ラウンド・ワイヤー

b: レクタンギュラー・ワイヤー

c: コントロール前のスピード・ワイヤー

d: コントロール後のスピード・ワイヤー

であると述べている。

3. 素晴らしいコントロール

ブラケットに組み込まれたスプリング・クリップは、弱い力で持続的に歯を3次的にコントロールする。

- ・抜歯症例の際に、歯根の平行性を保つためのアンギュレーションの付与が不要
- ・捻転の是正が早い
- ・歯体移動する

次の利点は、スピード・ブラケットによる歯のコントロールが優れているということである。

スピード・ブラケットはプレアジャステッドであるが、ストレートワイヤー装置での治療の90%が、最終的にアーチ・ワイヤーに何らかのベンディングを組み込んでいるとされる中で、ハンソン

は自分の50症例を調べた結果60%以上の患者のアーチ・ワイヤーにベンディングを入れていなかったとJCOのインタビュー⁷⁾で答えている。

ラウンド・ワイヤーでもレクタンギュラー・ワイヤーでも、スプリング・クリップによって図10a、bのように保持される。また、スピード・アーチは、レクタンギュラー・ワイヤーのひとつの角が丸められた形態をしていて、スプリング・クリップとの協調で効果的なトルクのコントロールが行える(図10c、d)。

ハンソンは、アーチ・ワイヤーとスプリング・クリップのたわみがエネルギーとして貯えられ、その戻ろうとする力が相互作用して捻転の是正をすると言っている⁷⁾。

スプリング・クリップが歪むと(図11a)、スピード・ブラケットは常にワイヤーとの関係を、ホー

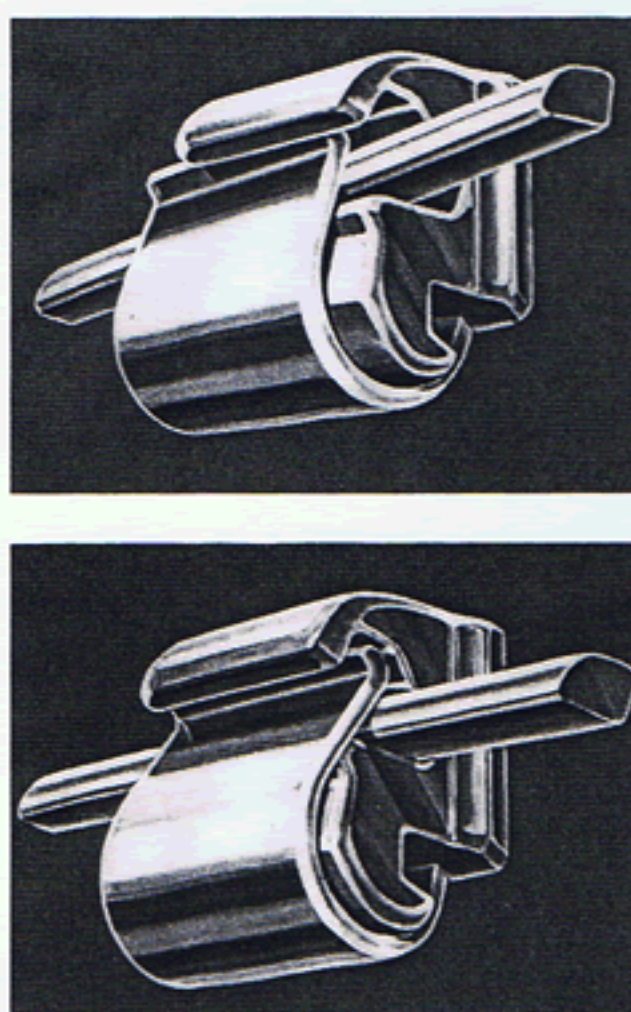
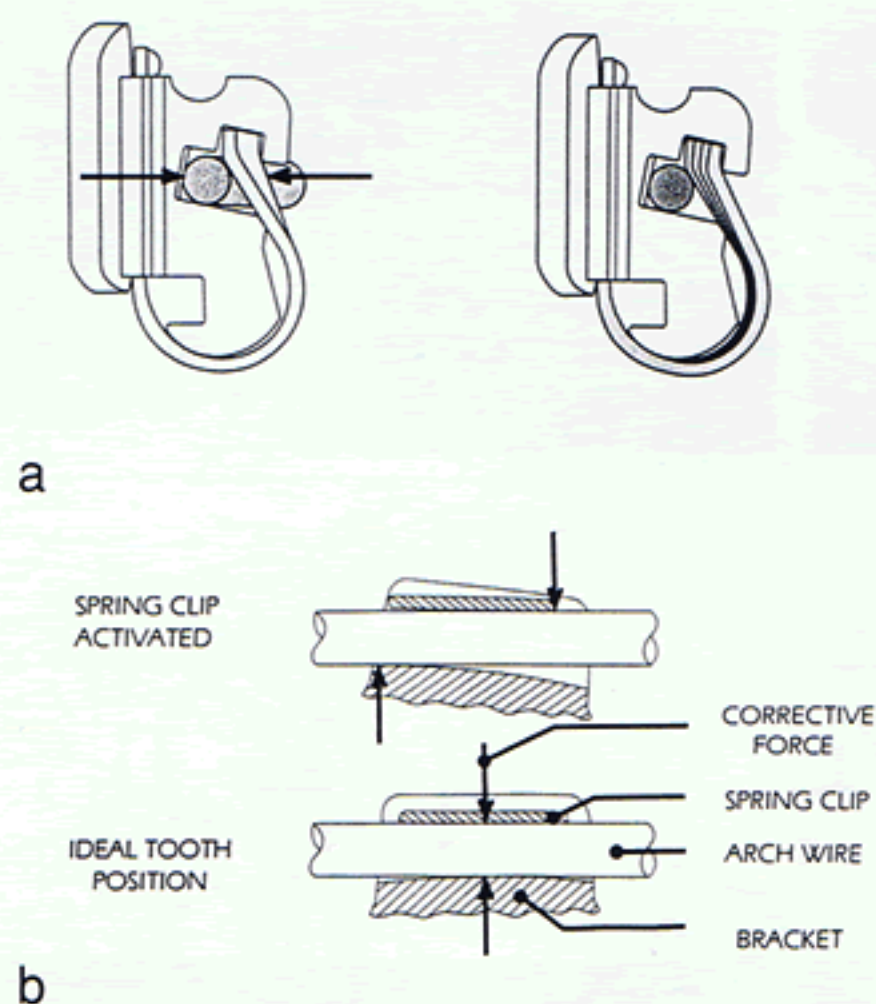


図11 スプリング・クリップによるコントロール

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、ホーム・ポジションと呼ばれる位置に戻そうとする。それは、ブラケットの基本底部面に緩やかなカーブを付与されていることにより、スプリング・クリップの働きで、拮抗する力が常に向き合うようになるまでコントロールされるからである。

a: スプリング・クリップが活性化されている状態

b: スプリング・クリップによるコントロール

ム・ポジションと呼ばれる位置関係に戻そうとする。それは、ブラケットの基底面には緩やかなカーブが付与されていることにより、スプリング・クリップの働きで、拮抗する力が常に向き合うようになるまでコントロールされるからである（図11b）。これにより、効果的に捻転や傾斜の是正が行われる。

スピード・アプライアンスのコントロールの良さを、混合歯列期後期と永久歯列早期の症例で図12～15に示す。図12、13の症例では、レベリングが7～8週で終了している。図14、15の症例では1年前後で治療が終了し、第1大臼歯のⅡ級傾向およびⅡ級関係も改善している。

これらの症例の進行が早いことについては、もうひとつの理由がある。それは7本巻き超弾性矯正線（スーパーケーブル）の持続的微弱矯正力によることが大で、これについて著者はトロント大学で研究をした結果と、帰国後の継続研究の結果について、平成7年の東京矯正歯科学会大会と日本矯正歯科学会大会で発表し、また、平成8年のアメリカ矯正歯科学会大会でも発表した^{6, 14-16)}。

スーパーケーブル・ワイヤーは、ハンソンがス

ピード・アプライアンスで使用するために1993年に開発したもので、非常に弱い力を持続的に発現し、永久変形を起こさない。図16は著者の研究¹⁴⁾の一部であるが、0.022インチのスロットのスピード・ブラケットを用いて、0.016インチ径のアーチ・ワイヤーをブラケット間距離10mmで1～3mmの転位をさせた結果であるが、他のワイヤーに比べてスーパーケーブル・ワイヤーは、非常に弱い持続力を発現することがわかった。

スピード・アプライアンスとスーパーケーブル・ワイヤーとの組み合わせは、成人の症例においても図17～19に示すように、注目すべき効果が認められた。各症例とも10週までに、ほぼ初期のレベリングの目的を達成している。

図20aにスーパーケーブル・ワイヤーを示す。図20bはスーパーケーブル・ワイヤーを下顎前歯部に装着した状態であるが、ワイヤーが90°以上曲げてクリップされてもワイヤーが適度にほぐれて対応することがわかる。このような場合でも、ワイヤーの変形は全く生じない。

ハンソンが推奨する0.022インチスロットのスピード・アプライアンスで使用するアーチ・ワイヤ

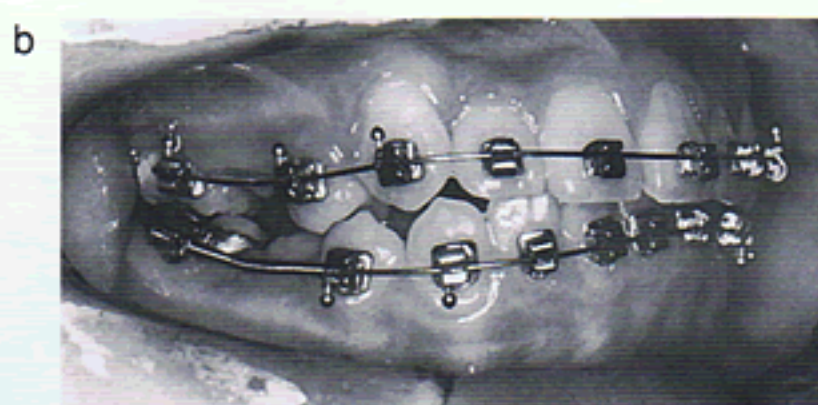
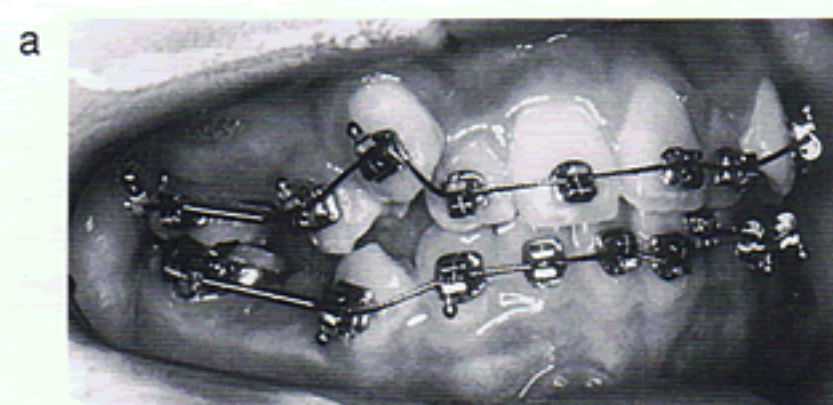


図12

a: 装着時

b: 7週後

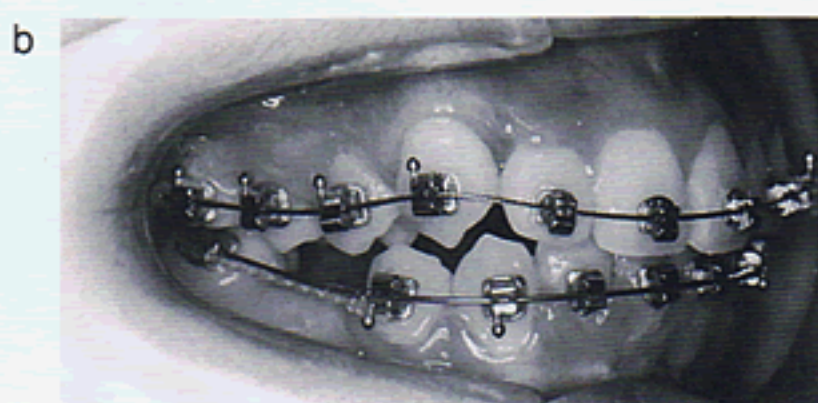
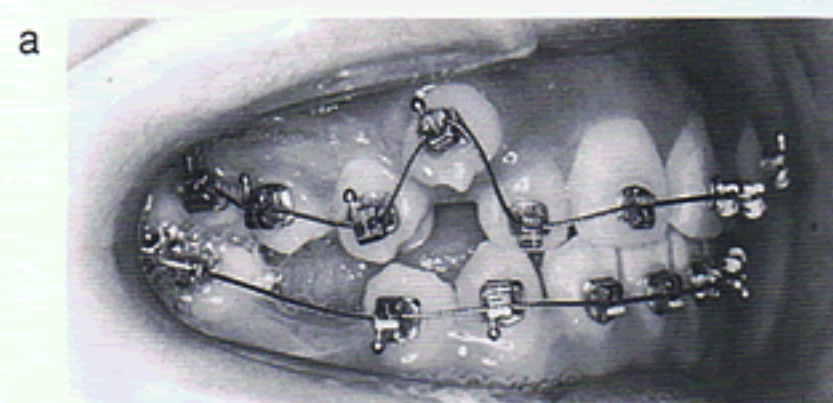


図13

a: 装着時

b: 8週後

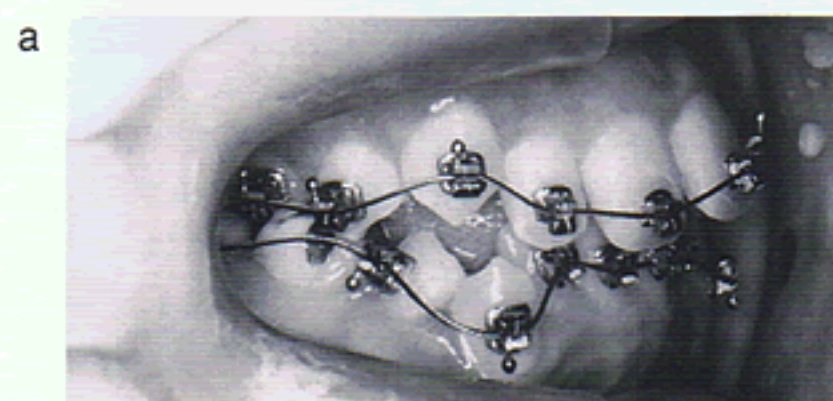


図14

a: 装着時

b: 治療終了時、11ヵ月1週後

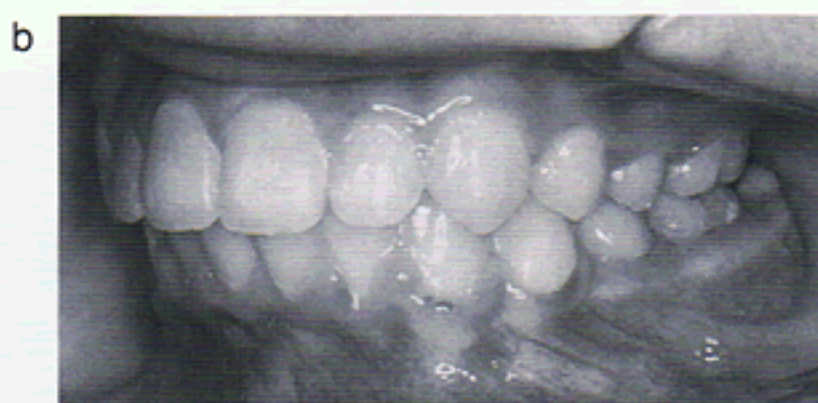
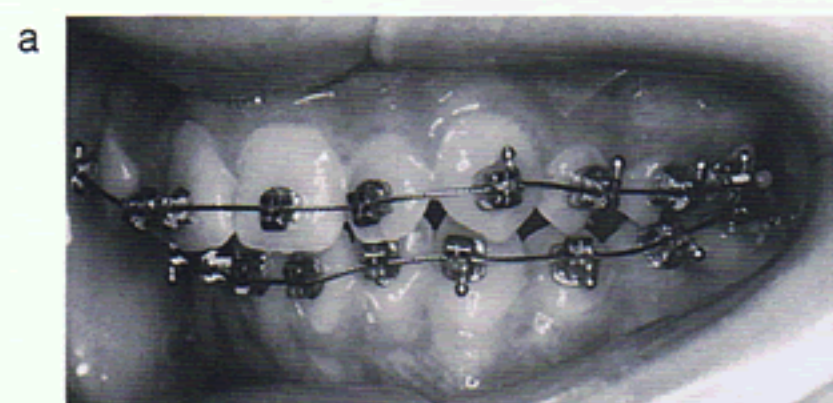


図15

a: 装着時

b: 治療終了時、13ヵ月後
側方歯群のII級の状態がI級に改善されている。

一の選択と進行の目安を、各ステップ別に下記に示す。

1. 初期排列

重度の不正咬合

- 1) 0.016"のコアキシャル、ニッケル・タイタニウムもしくはスーパーケーブル
- 2) 0.0195"のコアキシャルもしくは0.018"ニッケル・タイタニウム
- 3) 0.020"×0.025"ニッケル・タイタニウムのスピード・ワイヤー

中等度の不正咬合

- 1) 0.018"コアキシャルまたはスーパーケーブルもしくは0.016"ニッケル・タイタニウム

- 2) 0.020"ニッケル・タイタニウムもしくは0.020"×0.025"ニッケル・タイタニウムのスピード・ワイヤー

2. 遠心移動および後方牽引

大臼歯、小臼歯および犬歯の遠心移動

上顎: 0.020" ナイティノール、ステンレス・スチールまたはコバルト・クローム

下顎: 0.021"×0.021" ナイティノール

前歯の後方牽引

上顎: ワンダー・ワイヤー

(前歯部が0.019"×0.025"矩形で側方歯以降が0.018"円形)

下顎: 0.021"×0.021" ナイティノール

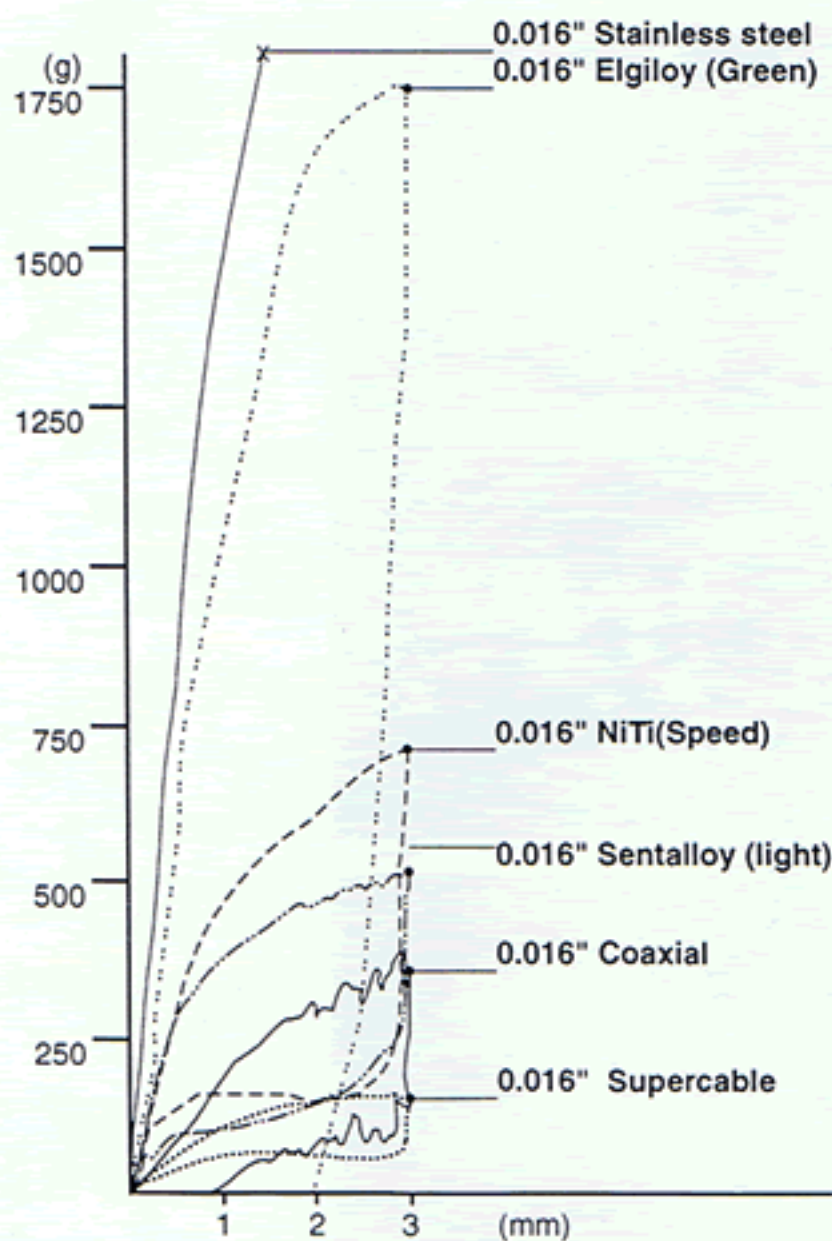


図16 アーチ・ワイヤーにより発現される力
(スピード・ブラケット)

0.022インチのスピード・ブラケットを用いて、0.016インチ径のアーチ・ワイヤーをブラケット間距離10mmにおいて、その中点を1～3mmの転位をさせた結果、他のワイヤーに比べて、スーパーケーブル・ワイヤーは非常に弱い持続力を発現することがわかった¹⁴⁾。

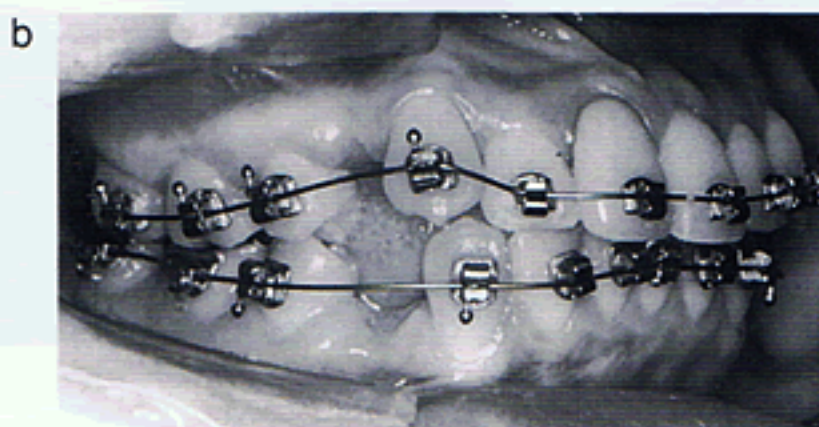
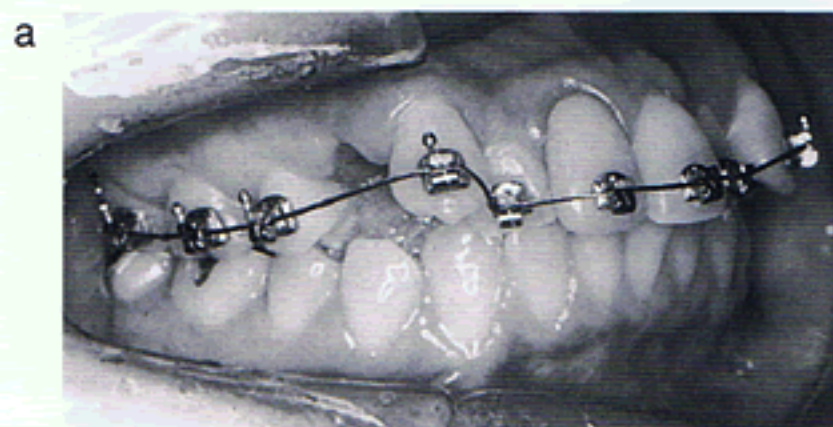


図17
a：装着時
b：8週後

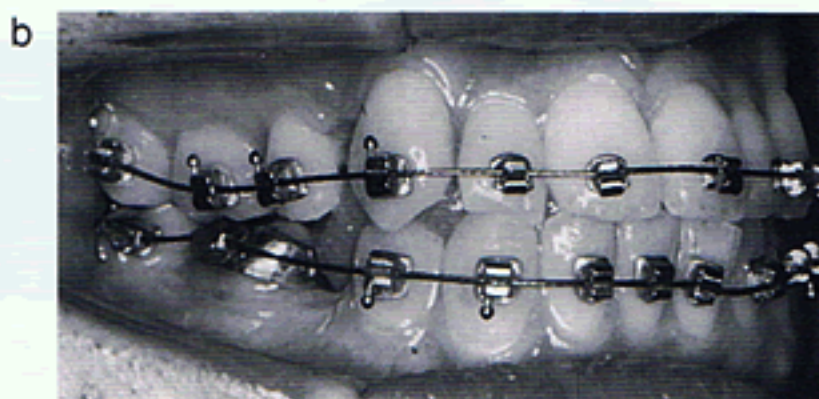
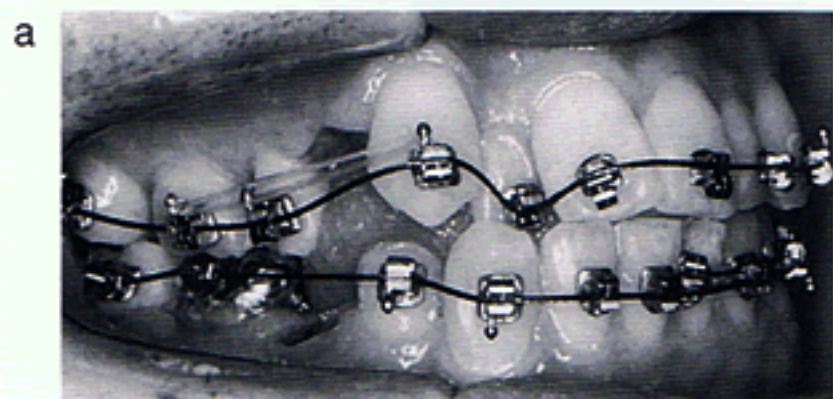


図18
a：装着時
b：10週後

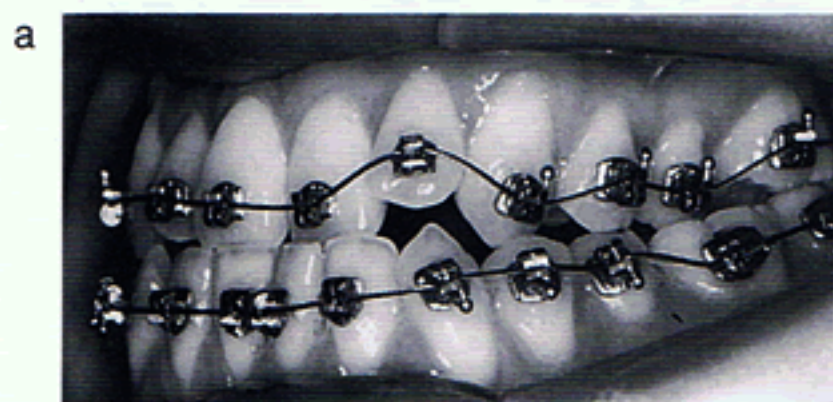


図19
a：装着時
b：7週後

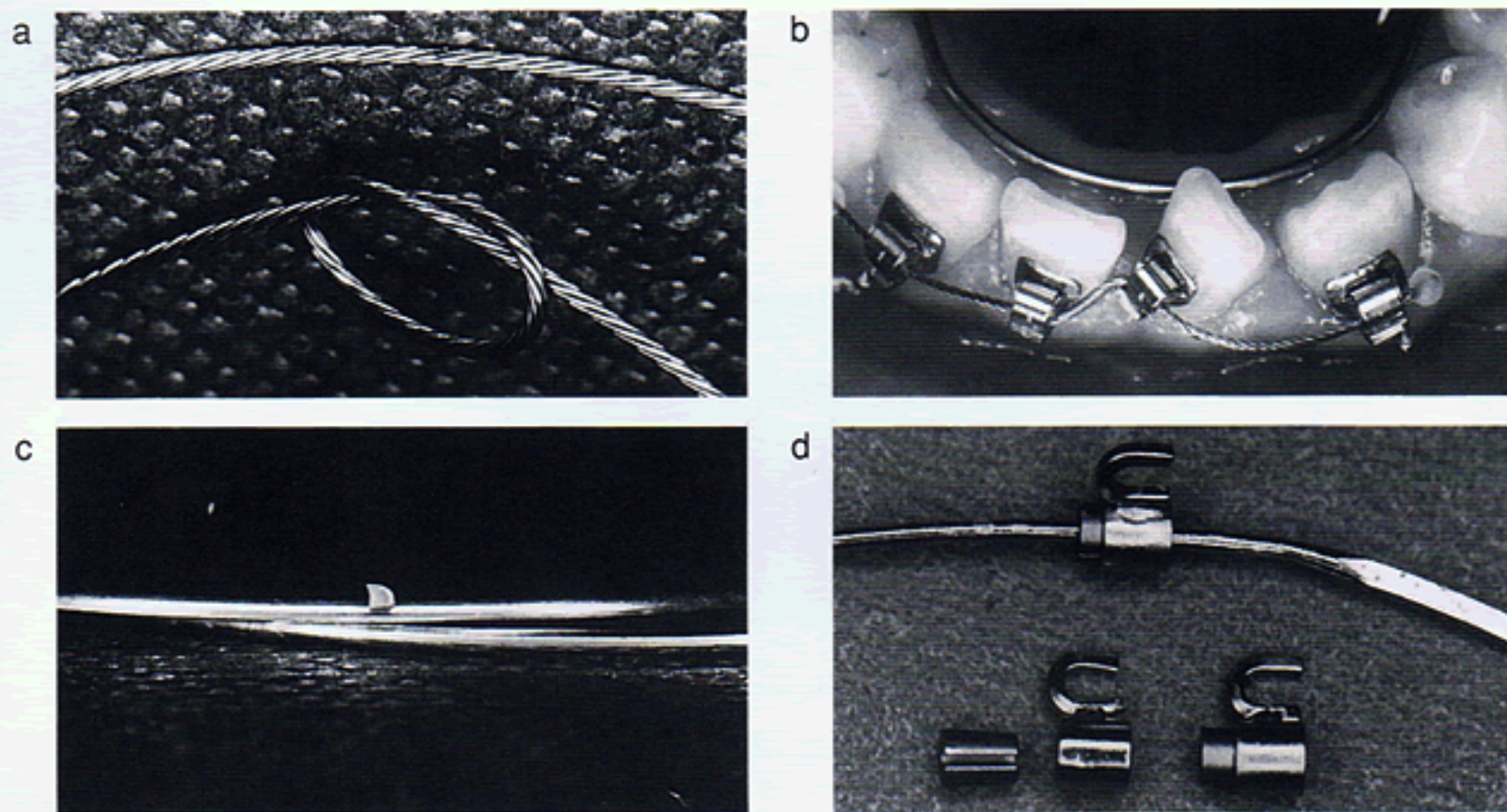


図20 スピード・アプライアンスで使用するアーチワイヤー

a、b：スーパーケーブル・ワイヤー 下顎前歯部に装着した状態をみると、ワイヤーが90°以上曲げてクリップされても、ワイヤーが適度にほぐれて対応することがわかる。このような場合でも、ワイヤーの変形は全く生じない。

c：スピード・アーチの断面は、レクタングラー・ワイヤーのひとつの角が丸められた形態をしている。

d：ワンダー・ワイヤーは、前歯部が0.019×0.025インチの矩形で側方歯以降が0.018インチの円形のアーチ・ワイヤーであり、後方牽引のための顎内ゴムや、II級ゴムを使用するために、スピード・フックが装着される。

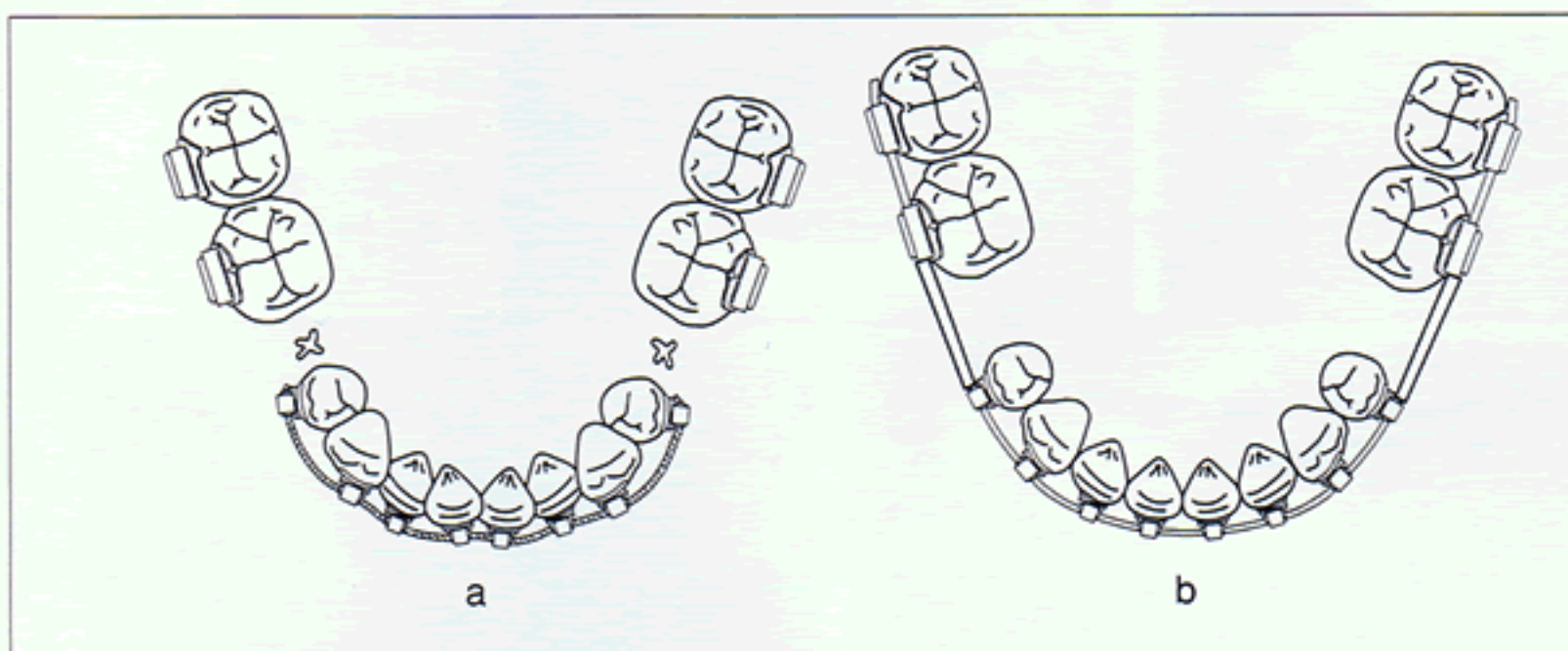


図21 典型的な抜歯症例のステップ

ハンソンは第2小臼歯の抜歯を薦めているが、スピード・ブラケットはどの部位でもターミナルになるので、便利である。弱いワイヤーを使う場合には、長いスパンはチューブなどで補強する。

a：前方歯群に挿入されたイニシャル・ワイヤー

b：アーチ・ワイヤーの抜歯部位に装着された補強チューブ

3. 最終段階

上下顎：0.017"×0.022" ステンレス・スチールのスピード・ワイヤーもしくは0.020"×0.025" ステンレス・スチールのスピード・ワイヤー

図20cにスピード・ワイヤーを、図20dにワンダー・ワイヤーを示す。

典型的な抜歯症例のステップの一部を、図21に示す。ハンソンは第2小臼歯の抜歯を薦めているが、スピード・ブラケットはどの部位でもターミ

ナルになるので、便利である。弱いワイヤーを使う場合には、長いスパンはチューブなどで補強する。

スピード・アプライアンスのコントロールが良好であることを、症例により証明する。

第1症例

初診時年齢24歳の成人女性で上顎右側乳犬歯の晩期残存のため、犬歯の捻転を伴った唇側転位があり、反対咬合である。90°の近心捻転を伴い唇側転位した上顎右側犬歯の移動経過と上下歯列の

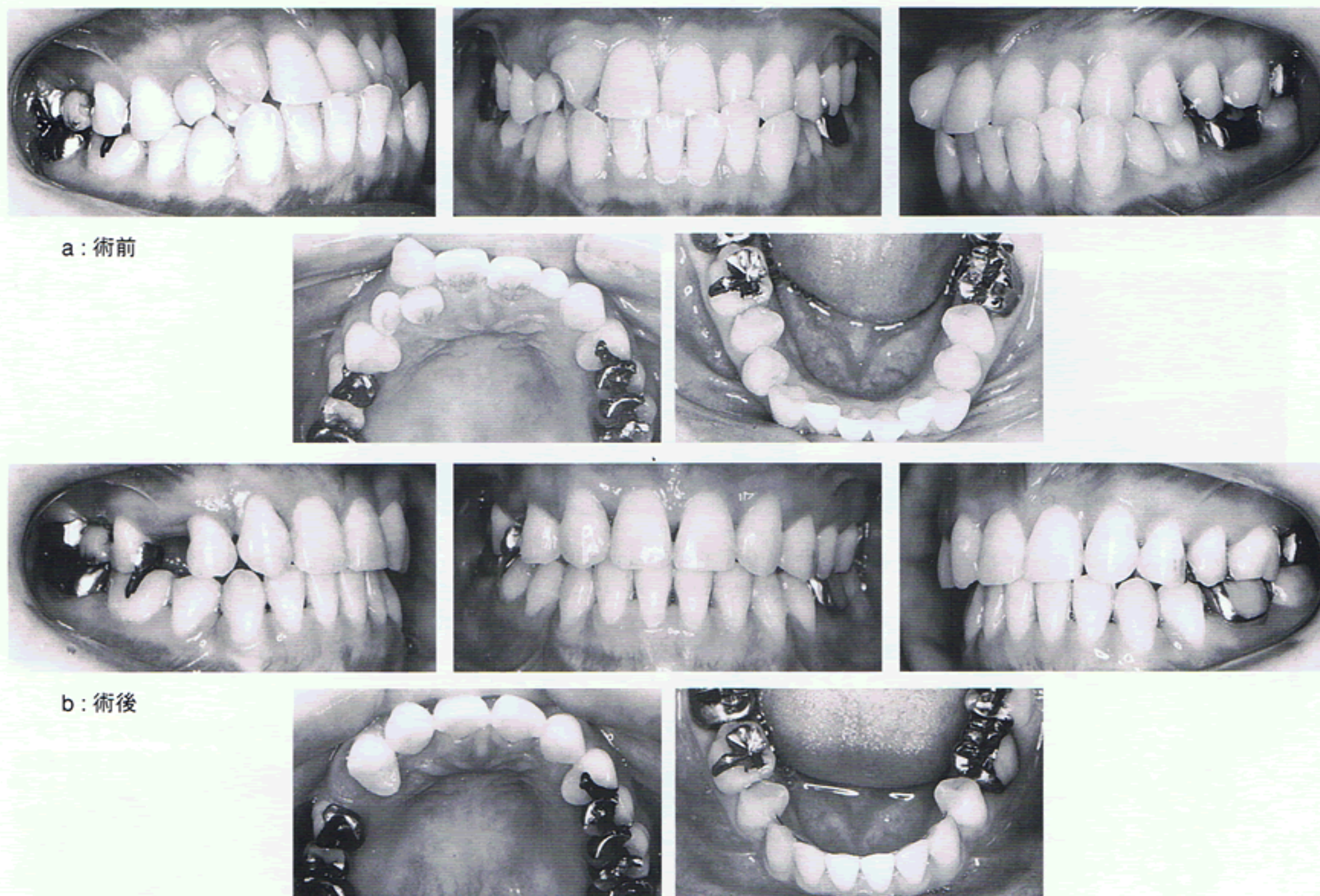


図22 第1症例の術前および術後
正中線の是正と反対咬合の改善がなされた。

正中線の是正に注目されたい。12ヵ月後のデンタル写真により、上顎右側側方歯群のコントロールが良好なことがわかる。治療は、16ヵ月で終了した(図22、23)。

第2症例

初診時年齢23歳9ヵ月の女性でⅡ級2類タイプの不正咬合である。治療は終了していないが、9ヵ月の経過により、上顎前歯部の歯軸是正と、オーバーバイトの改善に注目されたい(図24)。

第3症例

初診時年齢28歳9ヵ月の男性で、上下顎前歯の舌側傾斜により過蓋咬合を呈する。著者が帰国後初期の頃にスピード・アプライアンスを装着した患者で、本人の希望により上顎前歯部にセラミック・ブラケットを併用した症例である。しかし、13ヵ月後の最終段階で上顎右側側切歯は、ゼロ度トルクのスペシャル・ラテラルのスピード・ブラケットに付け替えて、歯根のコントロールをした。現在では、セラミック・ブラケットとの併用はしていない。また、この症例は、装着時にバイト・ブロックを使用して咬合による干渉を避けた。治

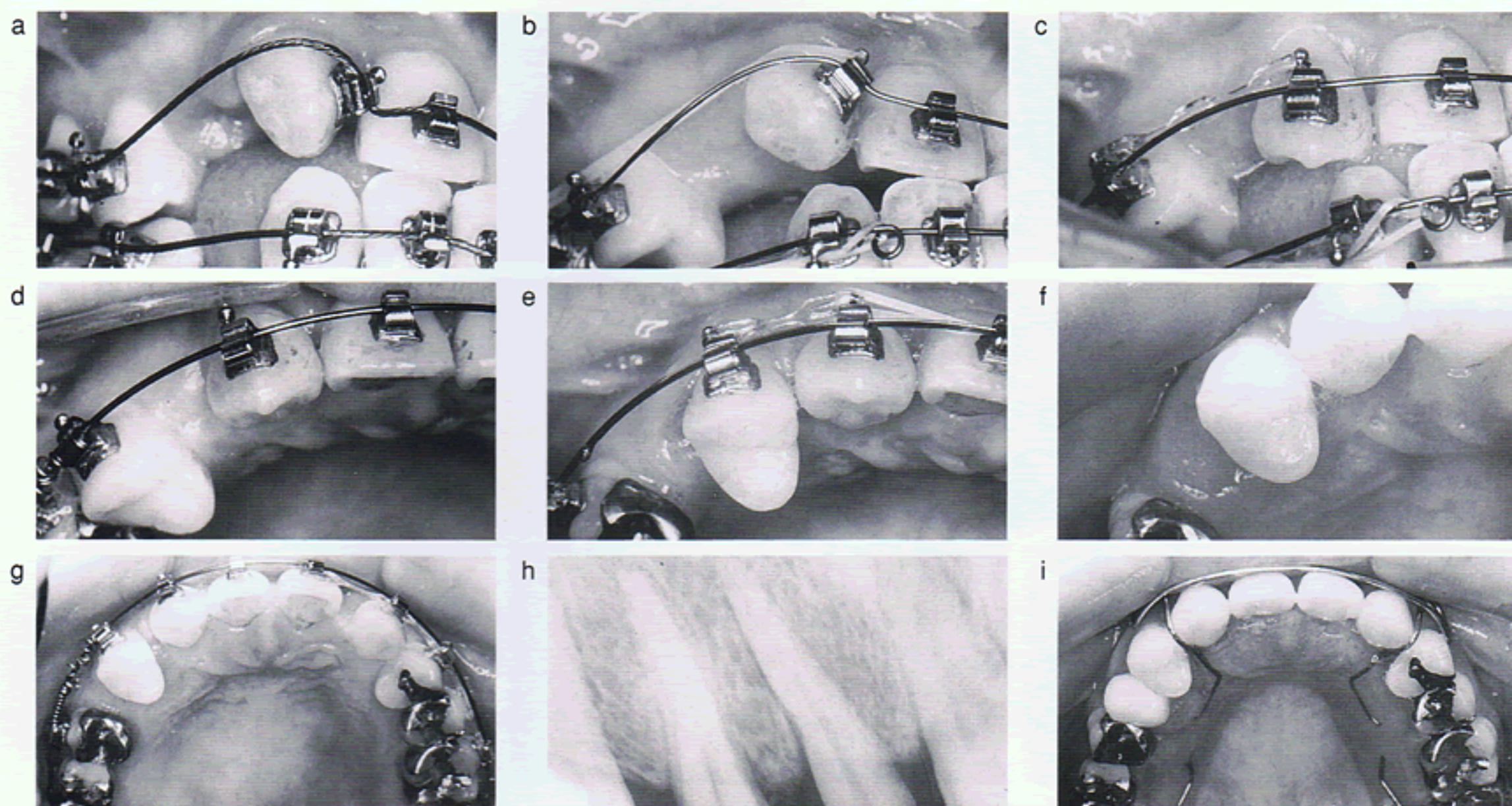


図23 第1症例の上顎右側側方歯群の移動経過

a~f: 装置装着後から終了時までの上顎右側側方歯群の移動状況

(a: 装置装着時 b: 7週後 c: 4ヵ月後 d: 6ヵ月後 e: 12ヵ月後 f: 術後)

g: 左側側切歯の矮小歯を抜歯して正中線の是正をしている(10ヵ月後) h: 12ヵ月後の右側側方歯群のレントゲン写真。歯根のコントロールが良好である。 i: リテーナーを装着した状態、上顎右側第1小臼歯と第2小臼歯の間に人工歯が排列されている。

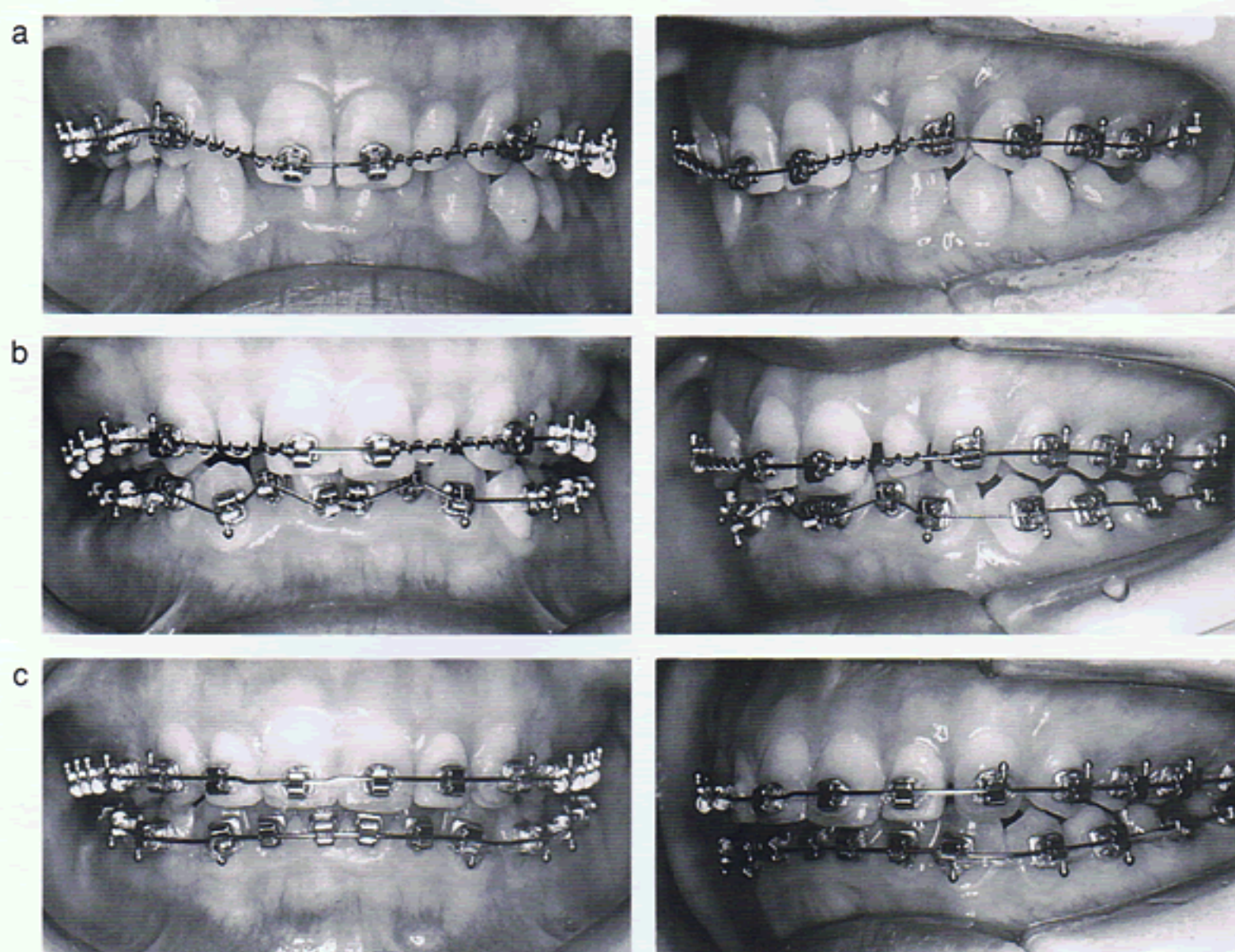


図24 第2症例の治療経過

a: 上顎装置装着時

b: 2ヵ月後、下顎装置装着時

c: 9ヵ月後、上顎前歯部の歯軸の是正とオーバースライドの改善がなされている。

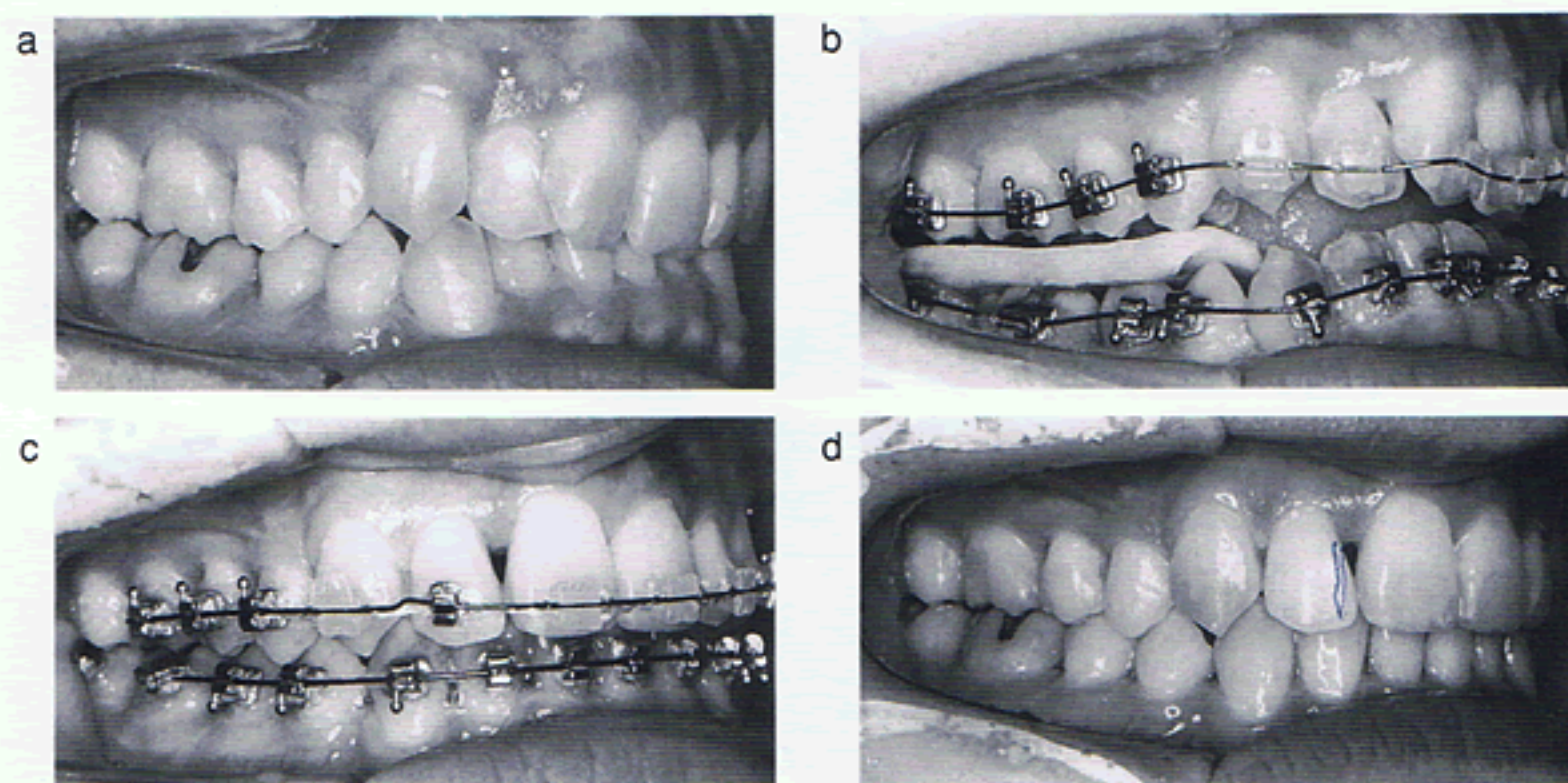


図25 第3症例の治療経過

- a: 術前
側方歯群はII級関係を呈している。
- b: 装置装着時
バイトブロックの使用により咬合による干渉を避けている。
- c: 13ヵ月後
上顎右側側切歯は、ゼロ度トルクのスペシャル・ラテラルのスピード・ブラケットに付け替え、歯根のコントロールをしている。
- d: 術後(14ヵ月後)
過蓋咬合は改善された。

療は14ヵ月にて終了した(図25)。

第4症例

初診時年齢57歳6ヵ月の男性で、反対咬合を主訴として紹介を受けた。上顎左側側切歯が欠損しており、補綴物が多いので困ったが、下顎左側第1小臼歯だけを抜歯して治療を進行した。前歯部のバイトとジャンプまで5ヵ月間バイト・ブロックを使用した。スーパーケーブル・ワイヤーによって組織に弱い力で刺激を与えることから始め、2ヵ月後にNiTiにより積極的な拡大を始めたが、3ヵ月後までに急速な改善がなされた。治療は12ヵ月3週にて終了した。レントゲン写真によると抜歯部位である下顎左側第1小臼歯の近遠心の歯根のコントロールも比較的良好で、歯根の吸収もほとんど認められなかった。また、側貌セファログラムにより、上顎前歯の唇側傾斜に歯槽骨が伴っていることが認められる(図26~28)。

4. スライディング・メカニックスの使用に有利

スピード・アプライアンスは摩擦が少ないので、スライディング・メカニックス使用の際、効果的に歯の遠心移動や空隙の閉鎖ができる。

次の利点は、スピード・アプライアンスは摩擦が少ないので、スライディング・メカニックスの

使用に適しているということである。

バージャー¹⁰⁾は、ステンレス・スチールおよびプラスチックのエッジワイズ・ブラケットの結紮に、ポリウレタン・エラスティックおよびステンレス・スチールの結紮線を使用した際のアーチ・ワイヤーの滑走摩擦について、スピード・ブラケットのスプリング・クリップによるアーチ・ワイヤーの把持の場合と比較検討した。図29に0.0175インチのブレードッド・ワイヤーの結果を引用したが、スピード・ブラケットの結果は他に比べてチャートの横振れもなく非常に摩擦が低いことがわかる。バージャーはスピード・ブラケットは特に、レクタングュラー・ワイヤーやブレードッド・ワイヤーを使った場合に、他のブラケットの結紮方法に比べて有意に低い摩擦を示したと結論で述べている。

同様の滑走摩擦についての研究で、ケンプ¹⁹⁾およびワイス²⁰⁾は、特にゼロ度のセカンド・オーダーの場合において、他のブラケットに比べてセルフ・ライゲーション・ブラケットであるアクティバおよびスピードの摩擦が少なかったことを証明した。

また、シムズら²¹⁾はアクティバの摩擦が一番少ないものの、スピードにおいてもステンレス・スチールのツイン・ブラケットにおけるポリウレタ



a: 術前



b: 術後

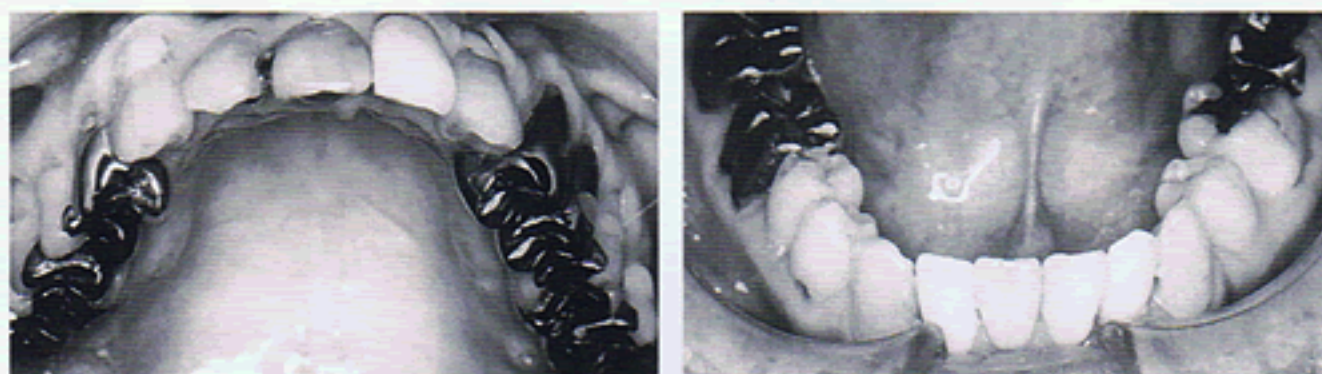


図26 第4症例の術前および術後

反対咬合の改善がなされた。上顎左側側切歯の欠損のため、下顎第1小臼歯を抜歯して治療した。

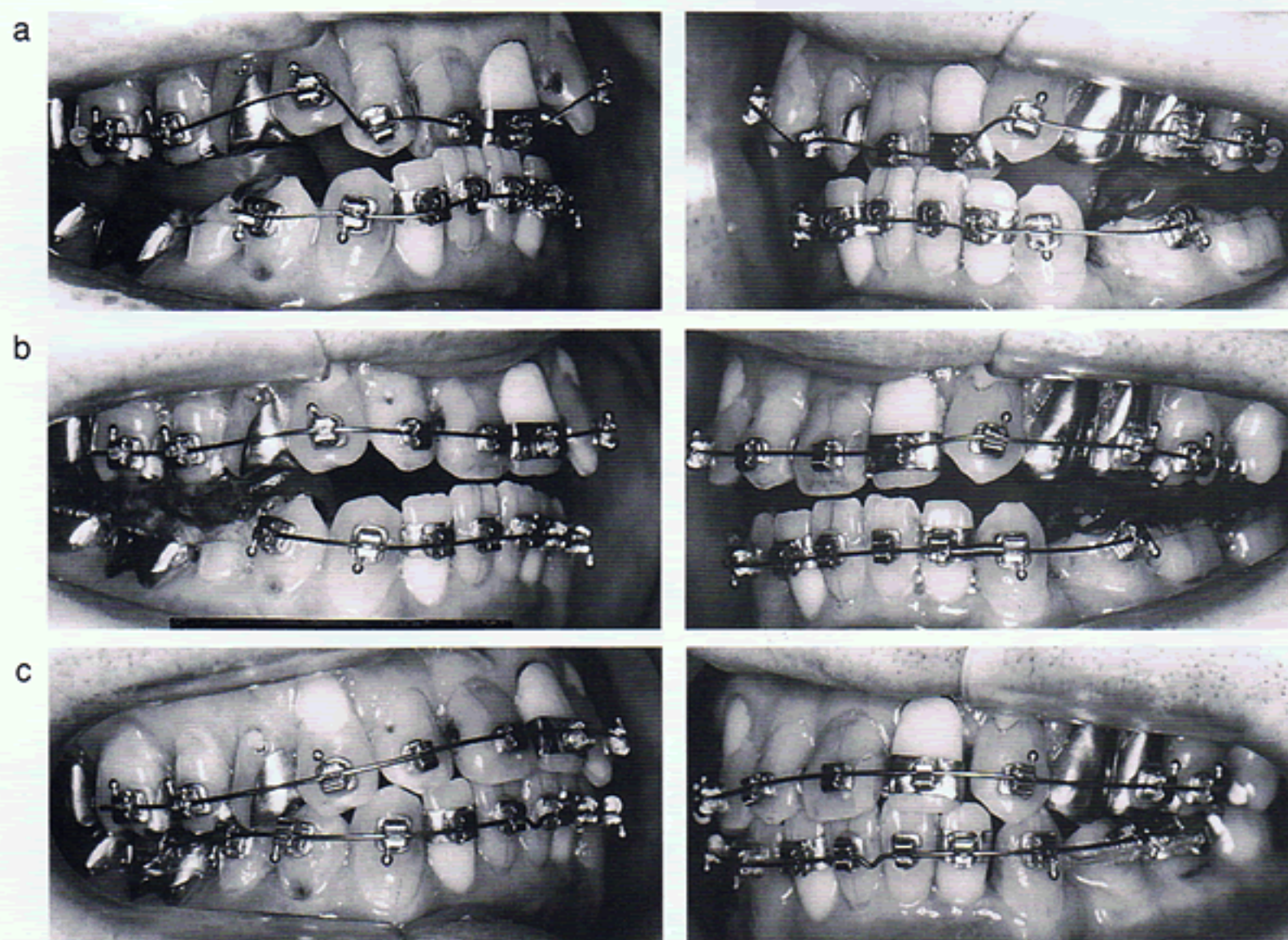


図27 第4症例の移動経過

a: 1ヵ月後

スーパーケーブル・ワイヤーによって組織に弱い力で刺激を与えることから治療を開始した。

b: 3ヵ月後までに急速な改善が達成された。前歯部のバイットのジャンプまでの5ヵ月間バイト・ブロックを使用した。

c: 6ヵ月後

バイットのジャンプとともに側方歯群の咬合が回復した。

*次ページにつづく

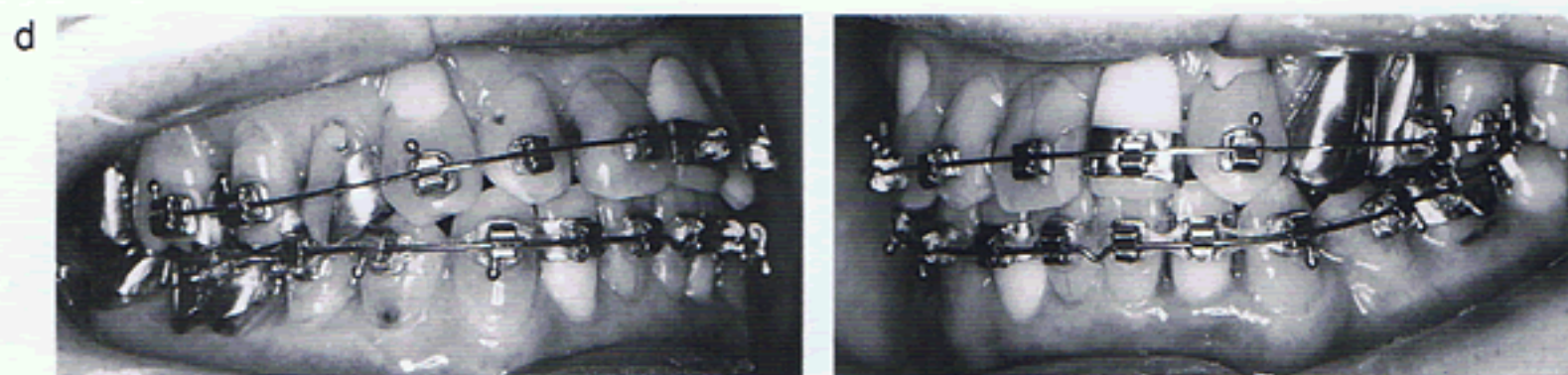
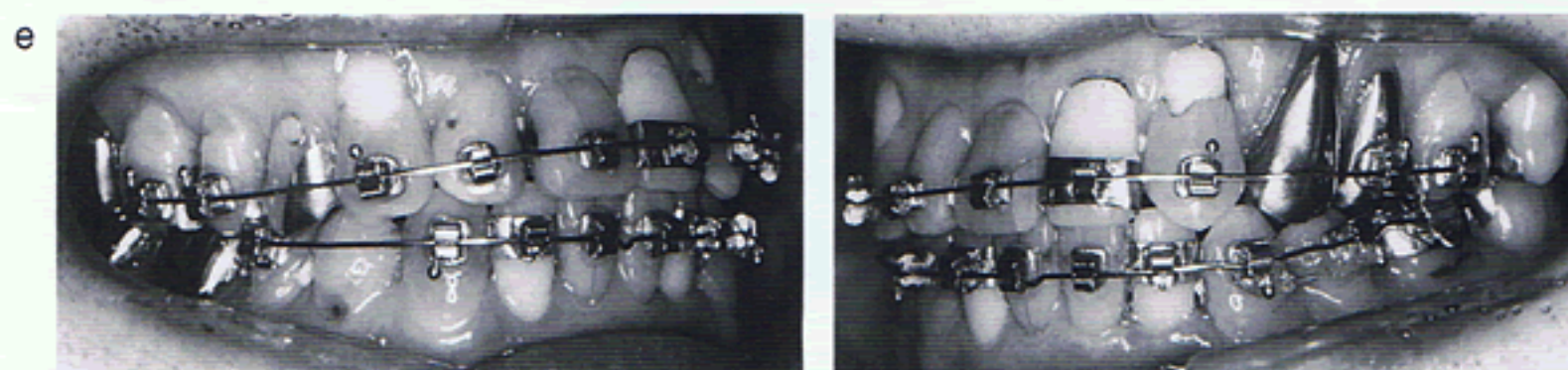


図27 第4症例の移動経過（つづき）
d: 9ヵ月後
抜歯部位である下顎左側第1小臼歯部の閉鎖を行っている。



e: 12ヵ月後
抜歯部位近遠心の歯根のコントロールを行っている。

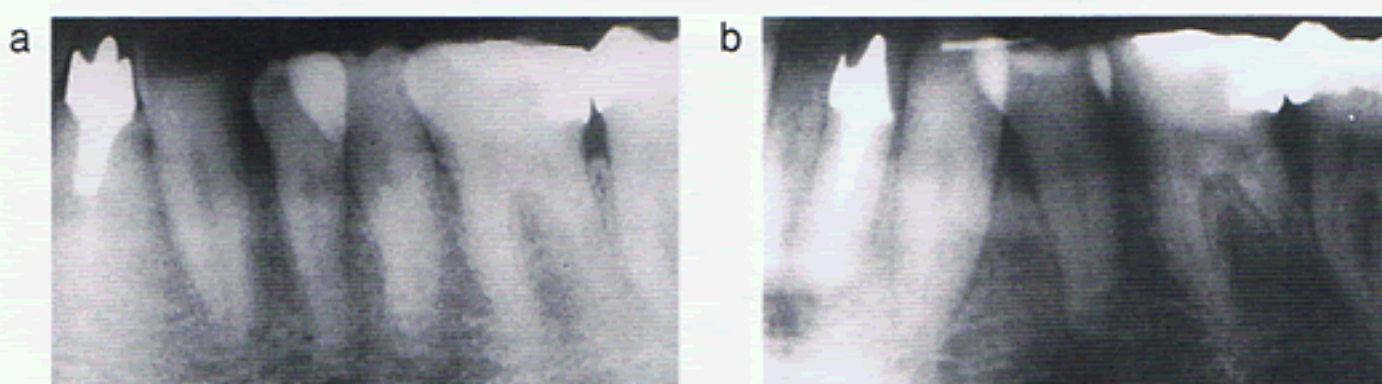
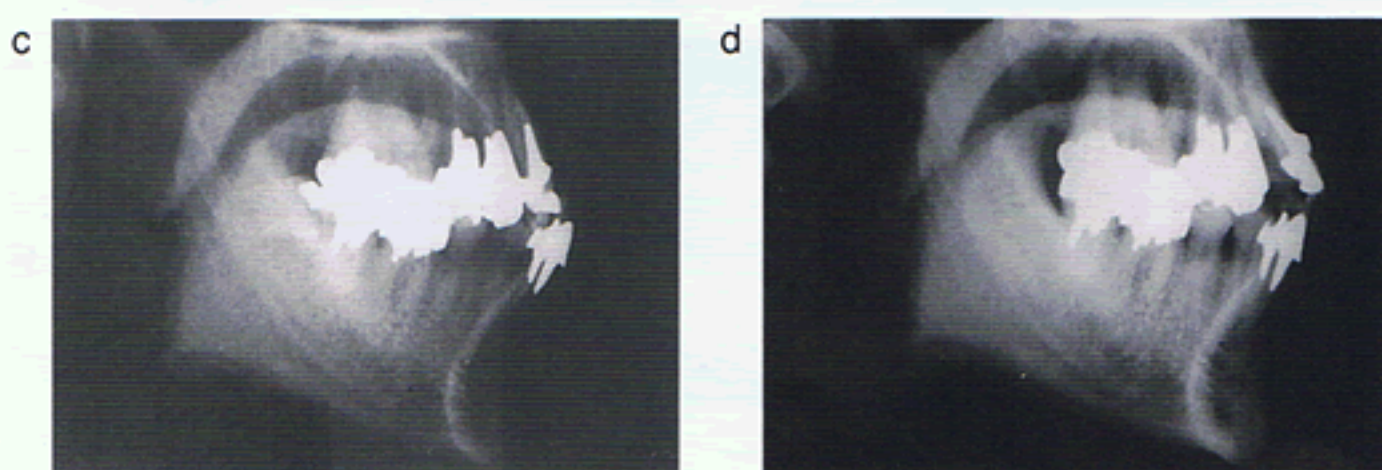


図28 第4症例のX線写真
a、b: 術前、術後のパノラマX線写真
抜歯された下顎左側第1小臼歯部近遠心の歯根のコントロールは比較的良好で、根吸収もほとんど認められない。



c、d: 術前、術後のセファログラム
上下顎前歯の歯軸改善に歯槽骨が伴っている。

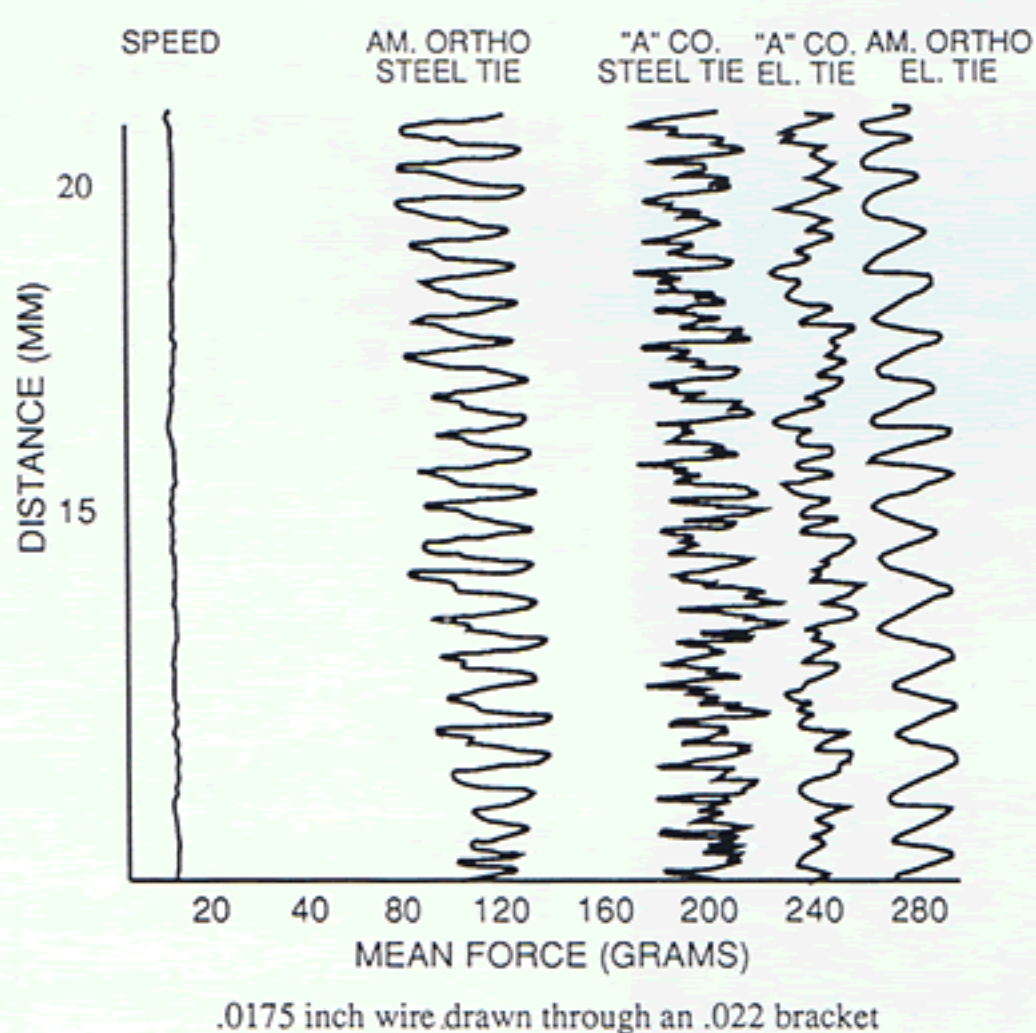


図29 ワイヤーとブラケット間の滑走摩擦
(バージャー¹⁰⁾の論文から引用)
0.0175インチのブレードッド・ワイヤーを用いた滑走摩擦は、スピード・ブラケットのスプリング・クリップによるワイヤーの把持では、他のブラケットと結紮方法の組み合わせに比べて、チャートの横振れもなく非常に摩擦が低いことがわかる。

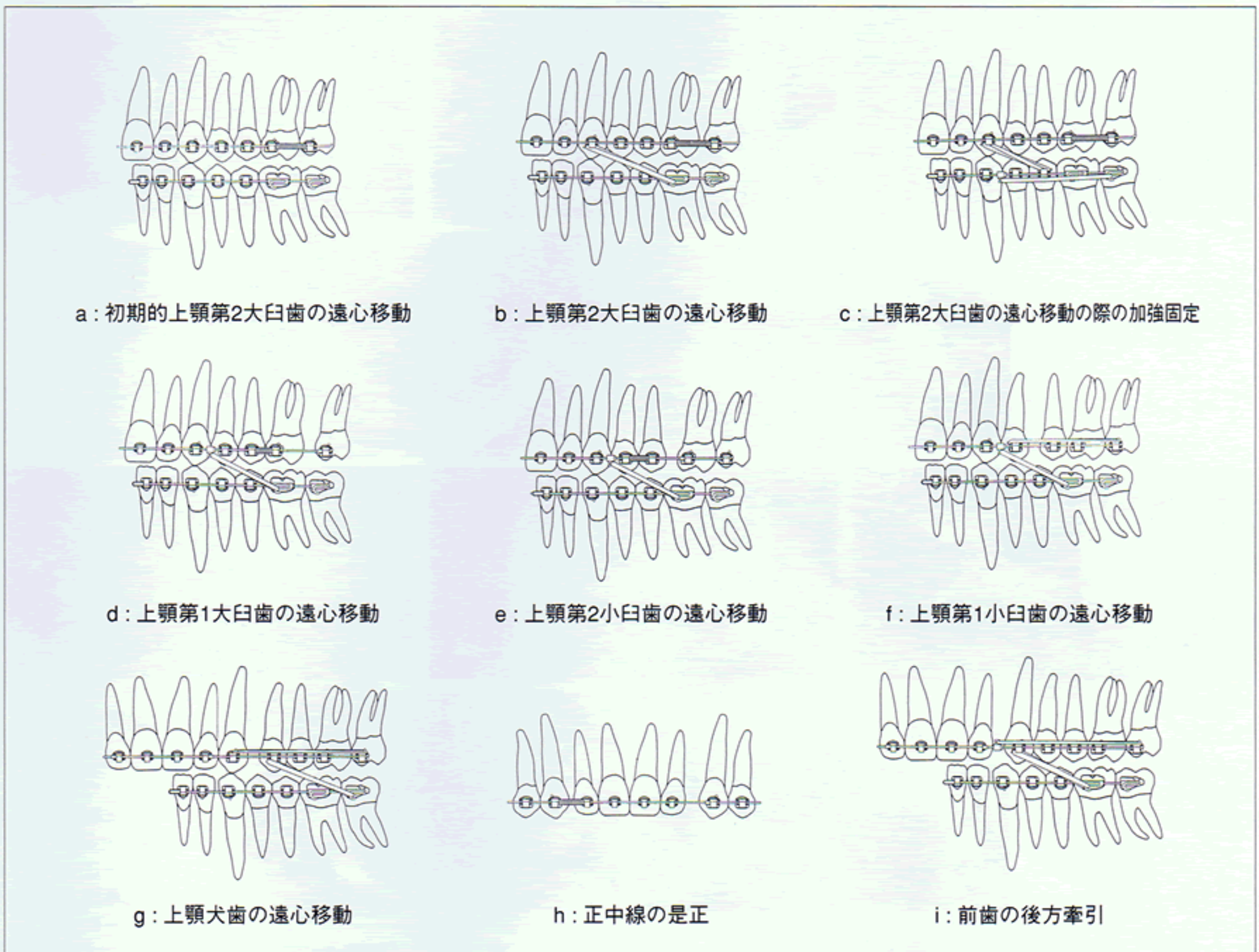


図30 スライディング・メカニクスによるⅡ級非抜歯症例の治療ステップ

a : 弱いコイル・スプリング力を利用して、治療のはじめから上顎第2大臼歯の遠心移動を開始する。

b : 下顎歯列が十分排列され固定源としての準備ができたならば、コイル・スプリングの力を強め積極的に上顎第2大臼歯の遠心移動を開始する。前歯部のフレアーアウトを防ぐため、2オンスのⅡ級ゴムが使用される。

c : 下顎下縁平面の前方傾斜を防ぐために、下顎歯列に加强固定として3.5オンスの顎内ゴムが使用され、Ⅱ級ゴムは上顎犬歯から下顎第2小臼歯にかけられる。

d : 上顎第2大臼歯をストップさせ、上顎第1大臼歯の遠心移動を開始する。Ⅱ級ゴムは2オンスの力が使用される。

e : 上顎第2小臼歯の遠心移動は、第1大臼歯と同様に達成される。

f : 上顎第1小臼歯の遠心移動は3.5オンスの顎内ゴムによって行われる。Ⅱ級ゴムは2オンスの力が使用される。

g : 同様に上顎犬歯の遠心移動を行う。

h : 正中線の是正が必要な際には弱いコイル・スプリングの力によって行う。

i : 前歯の後方牽引は、デュアル・ディメンジョン・ワンダー・ワイヤー（前歯部が矩形で側方歯以降が丸）を使用して、3.5オンスの顎内ゴムによって行われる。引き続き、2オンスのⅡ級ゴムが使用される。

ン・エラスティックによるオーや8の字結紮に比較して、摩擦が非常に少ないことを証明している。

スライディング・メカニクスを使用するスピ

ード・アプライアンスでのスライディング・メカニクスによるⅡ級非抜歯症例の治療ステップを図30に紹介する。

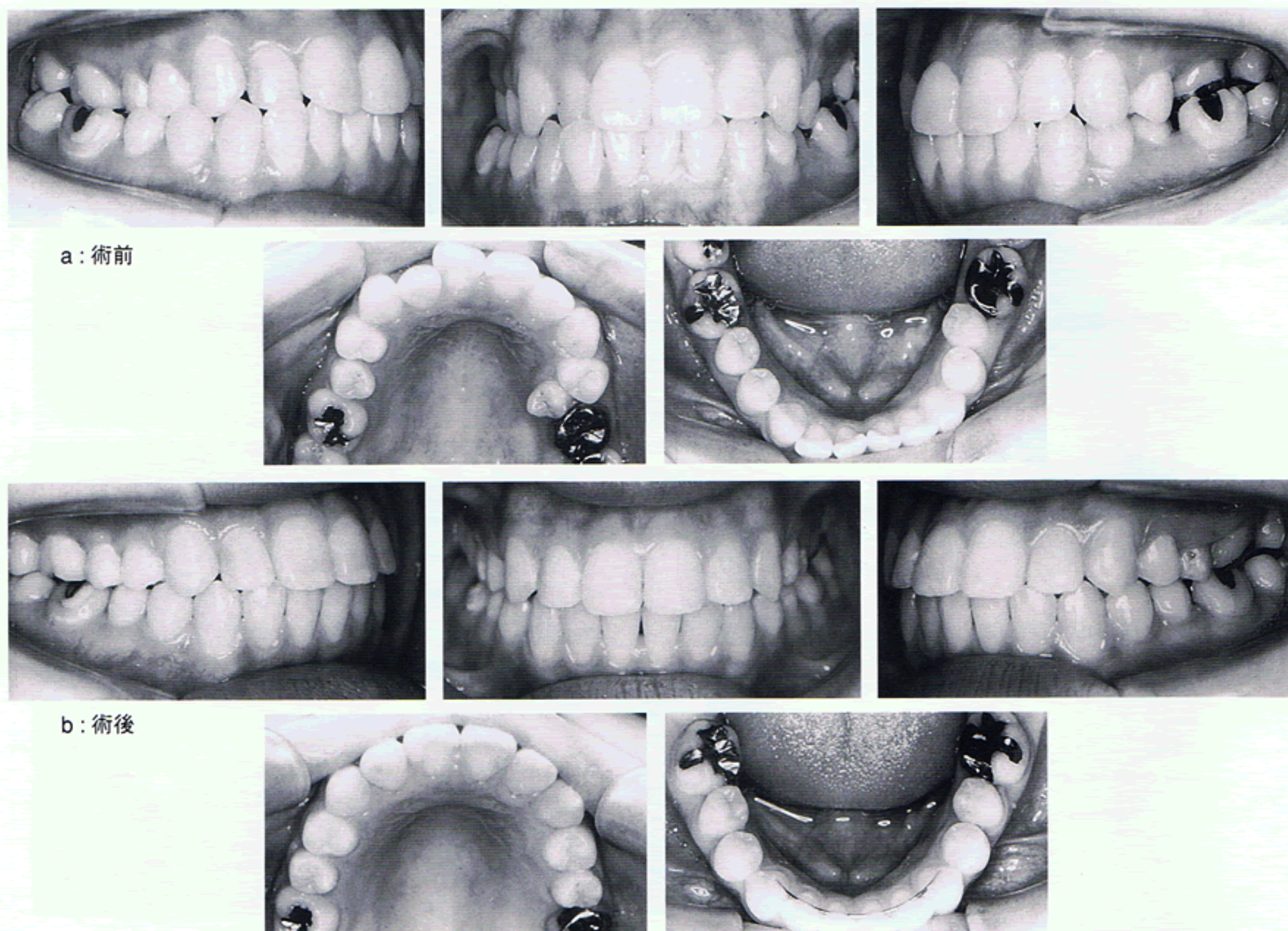


図31 第5症例の術前および術後
左右側共に大臼歯の交叉咬合の改善がなされ、上顎左側大臼歯群の遠心移動により上顎左側第2小臼歯が排列された。

スライディング・メカニックスを使用した成人症例を、2症例提示する。

第5症例

初診時年齢18歳11ヵ月の成人女性で上顎左側第2小臼歯の舌側転位があり、上顎左側第1、第2大臼歯の近心転位により歯列が歪んでいた。閉口時に下顎が機能的に左側にシフトし、最大嵌合位で左右側共に大臼歯部の交叉咬合が存在した。右側臼歯部に交叉ゴムを使用した他に、いかなる拡大装置も使用していない。上顎左側第2小臼歯の排

列のために、上顎左側大臼歯の遠心移動を行った成人症例である。上顎第2大臼歯の遠心移動開始3ヵ月後のレントゲン写真により、歯体移動している状況が確認できる。治療は14ヵ月で終了した(図31、32)。

第6症例

初診時年齢26歳3ヵ月の成人女性で、Ⅱ級抜歯症例である。治療は、上下顎左右側第1臼歯を抜歯して進行した。上顎では約1年で叢生の解除、前歯のアップライトおよび抜歯空隙の閉鎖が終了した

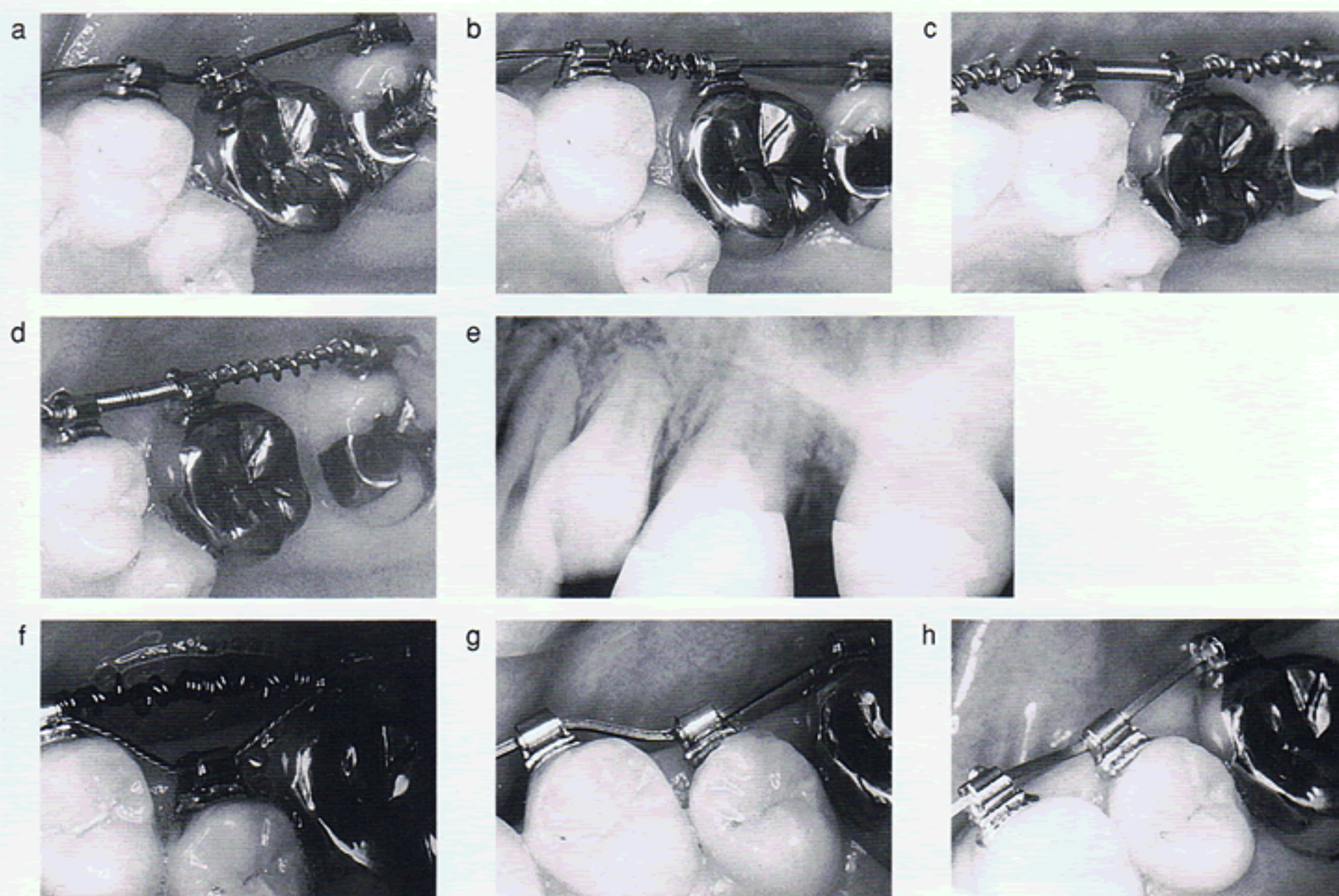


図32 第5症例の上顎左側大臼歯群の移動と第2小臼歯の排列の経過

- a: 6週後
スーパーケーブルが装着されている。
b: 6ヵ月後
第2小臼歯および第1大臼歯の捻転が改善された。
c: 6ヵ月後
上顎第2大臼歯の遠心移動を開始した。
d: 8ヵ月後
第2大臼歯の遠心移動の開始6週後
e: 9ヵ月後
上顎第2大臼歯の遠心移動開始3ヵ月後のレントゲン写真。

- 歯体移動していることがわかる。
f: 11ヵ月後
上顎第1大臼歯遠心移動が終了し、第2小臼歯の頬側牽引を始めた。
g: 12ヵ月後
銅ワイヤーにより第2小臼歯の排列を図る。
h: 13ヵ月後
第2小臼歯の頬側牽引開始後2ヵ月

が、下顎での第2小臼歯の前方移動による大臼歯Ⅰ級関係の獲得に時間がかかり、結果的に治療終了までに1年7ヵ月を要した。下顎の両側第2小臼歯を抜歯すれば、動的治療期間がより短縮できたと感じる。前歯群の後方牽引による抜歯空隙閉鎖の際に使用した顎内ゴムは3.5オンスで、Ⅱ級顎間ゴムには2オンスの力を使用した(図33、34)。

5. 補助スロットが活用できる

スピード・ブラケットには、0.016×0.016インチ

の補助スロットが付いているので、様々な活用ができる。

補助スロットはフック装着ばかりでなく、その活用により大きな転位や捻転の改善に有効に利用できる。

補助スロットには、様々な形態のスピード・フックが装着できる。スピード・フックが補助スロットに装着された状態を図35に示す。しかしながら、臼歯部にマッシュルーム・フック、前歯部にもミニ・フックが付けられたスピード・ブラケット

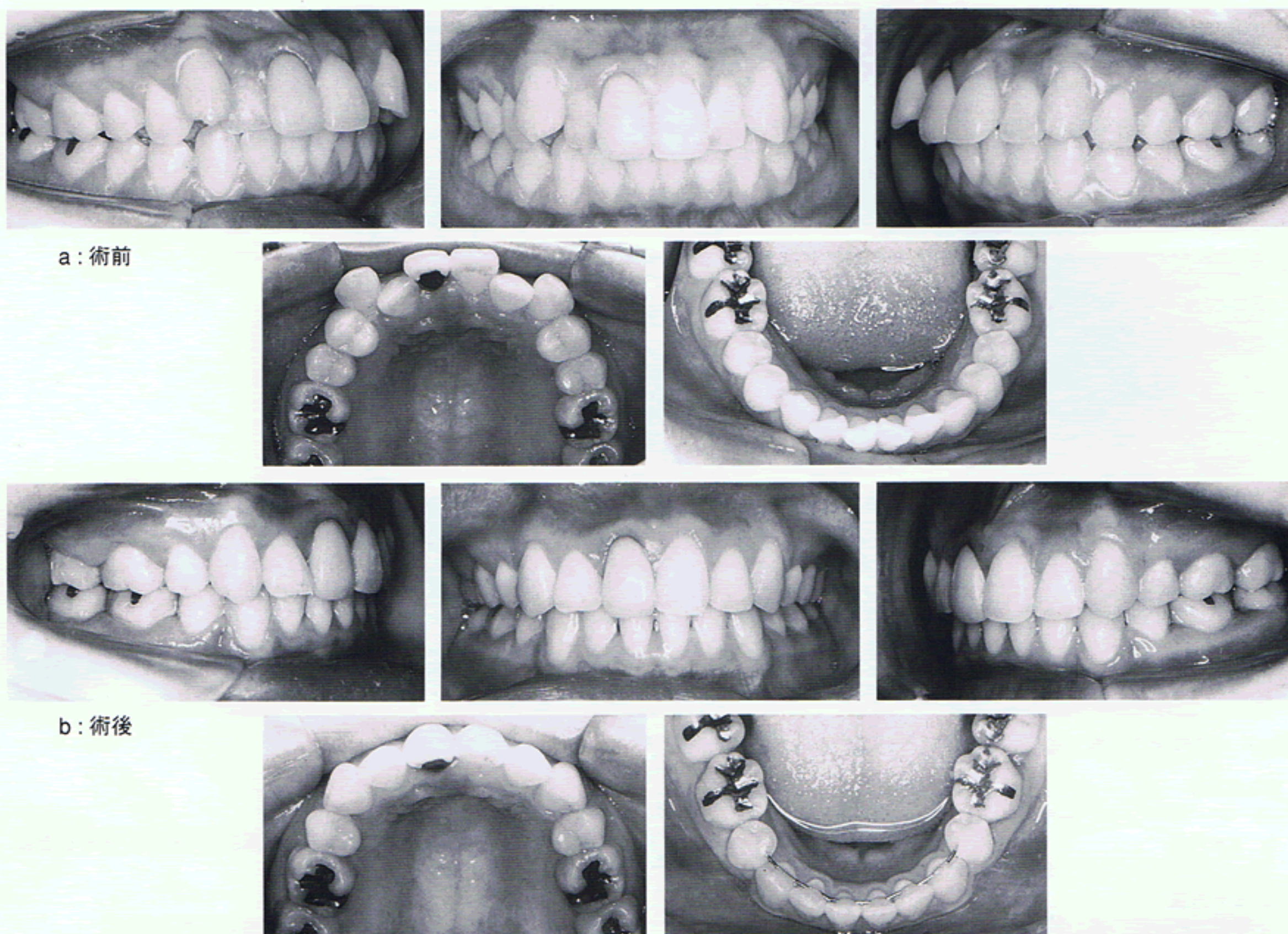


図33 第6症例の術前および術後
叢生の排除、上顎前歯部のアップライトおよびⅠ級関係の咬合が確立された。

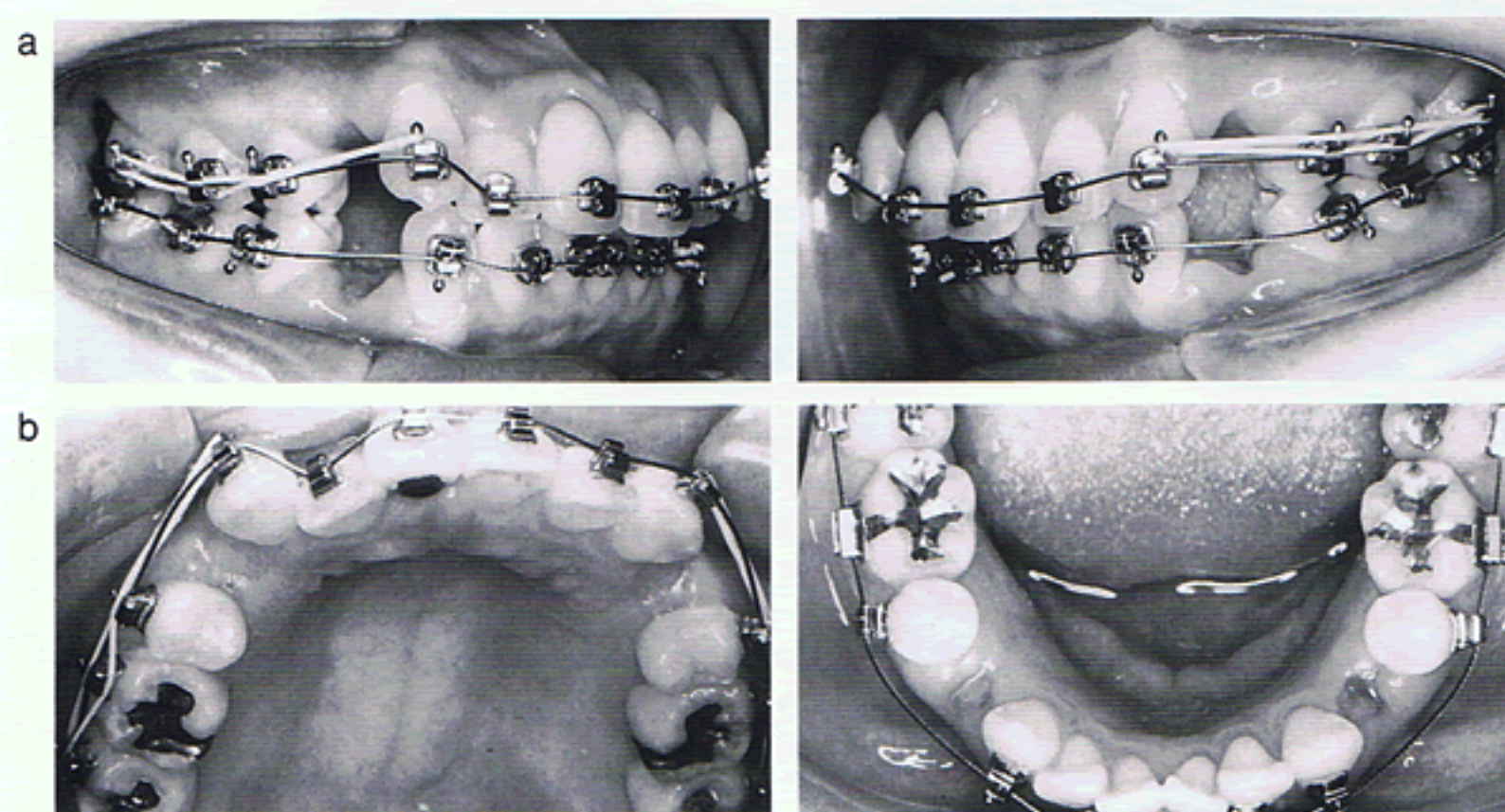


図34 第6症例の経過
a: 1ヵ月後
スーパーケーブルによりレベリング
をしている。
b: 1ヵ月後の咬合面
徐々に叢生の改善がなされている。
*次ページにつづく

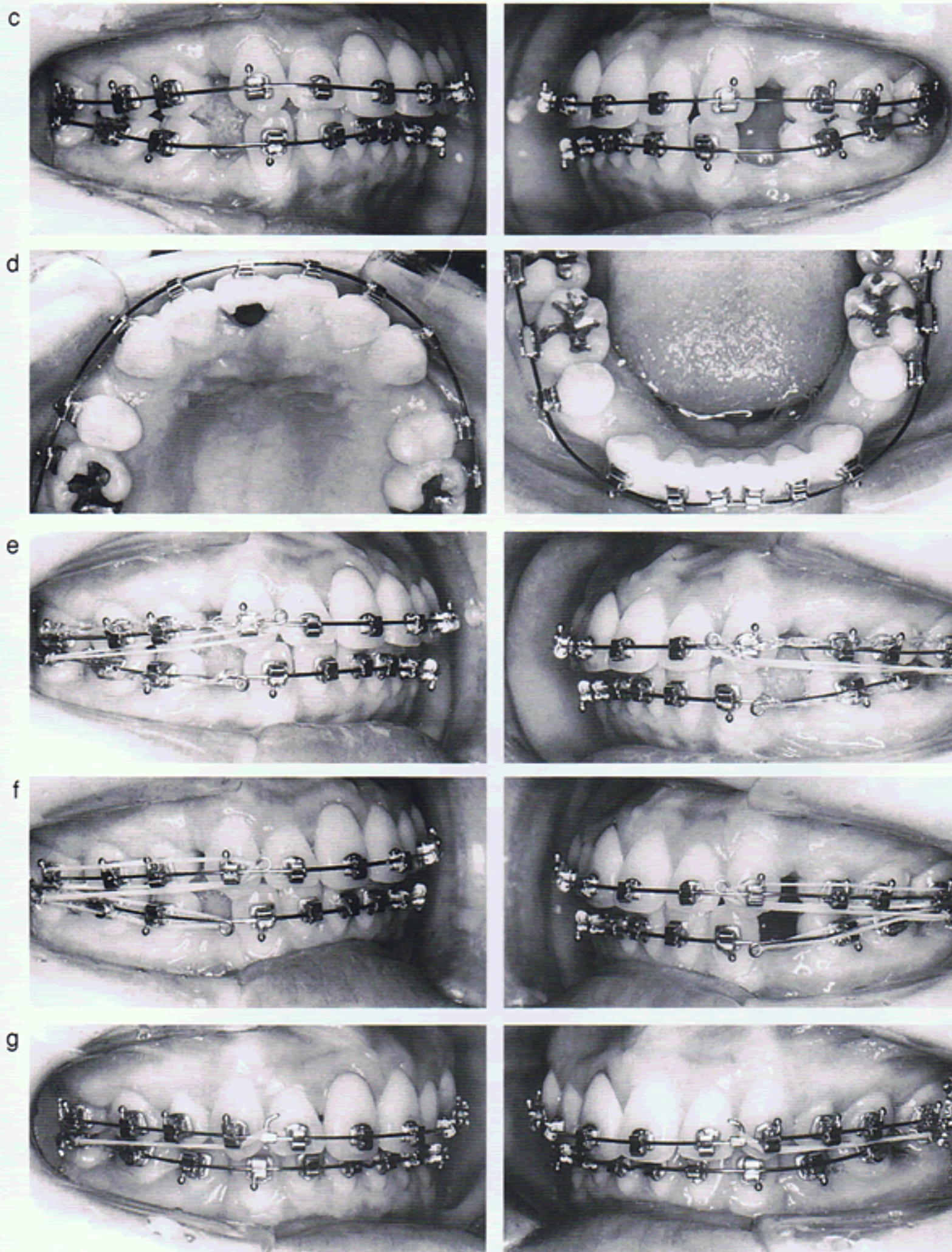


図34 第6症例の経過 (つづき)

c: 3ヵ月後

0.020×0.025インチのナイタイのスピード・アーチが装着された。

d: 3ヵ月後の咬合面

前歯部の叢生は改善された。

e: 4ヵ月後

ワンダー・ワイヤーにて前歯の後方牽引を開始した。牽引力にはチェーン・エラスティックを用いている。

f: 5ヵ月後

患者の協力状態が得られるので、牽引力を3.5オンスの顎内ゴムに替えた。II級ゴムは2オンスの力を使用している。

g: 17ヵ月後

0.020×0.025インチのステンレス・スチールのスピード・ワイヤーにより最終排列を行っている。引き続きII級ゴムは2オンスを使用している。

トが開発されたので、現在では以前ほどスピード・フックは活躍しない。

ハンソンは45歳以上の捻転の改善に、補助スロットにブレードッド・ワイヤーによるセクショナルのレバーを装着して、大きな転位や捻転の改善を行うことを推奨した⁷⁾。

補助スロットにセクショナルのレバーを用いた症例を紹介する。

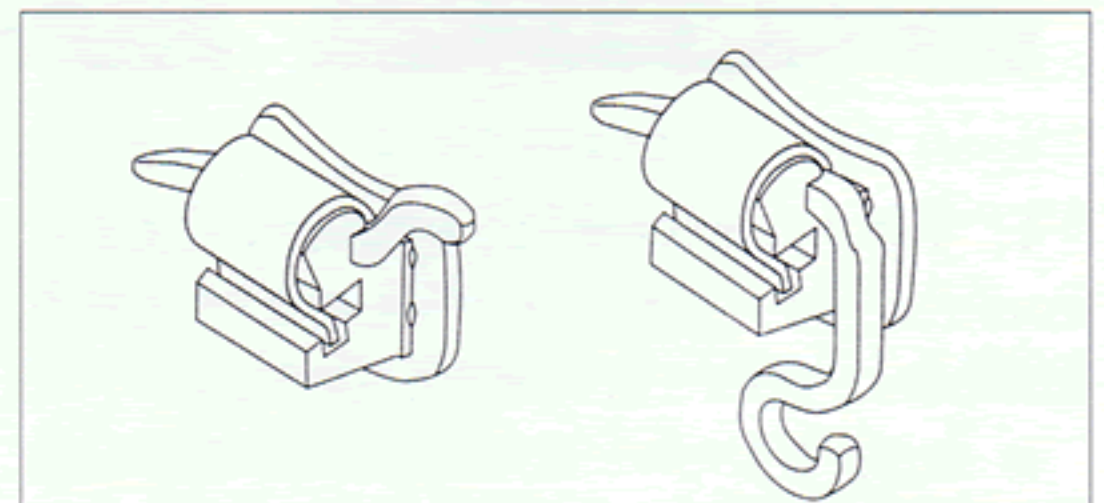


図35 補助スロットに装着されたスピード・フック

補助スロットは様々な形態のスピード・フックが装着できる。

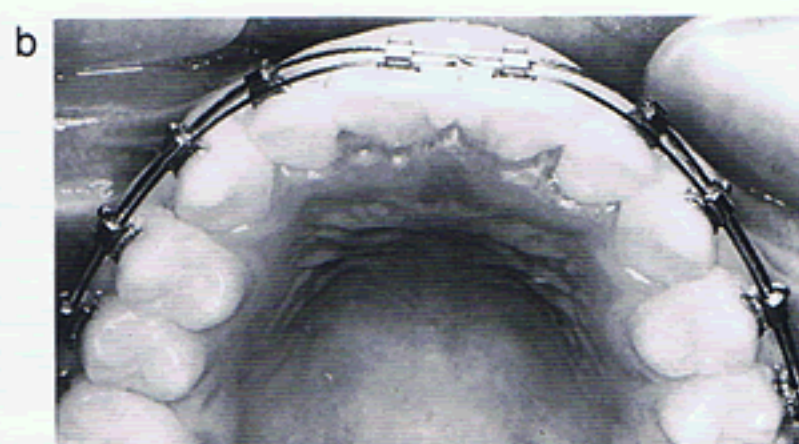


図36 補助スロットにセクショナルのレバーを用いた症例 1)

中切歯の翼状捻転に0.016インチのナイタイのレバーを使用し、僅か1ヵ月で著明な改善がみられた。

a: 装着時
b: 1ヵ月後

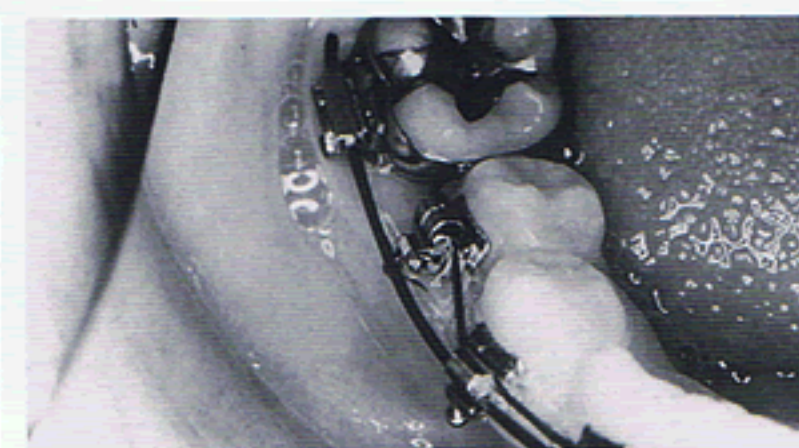
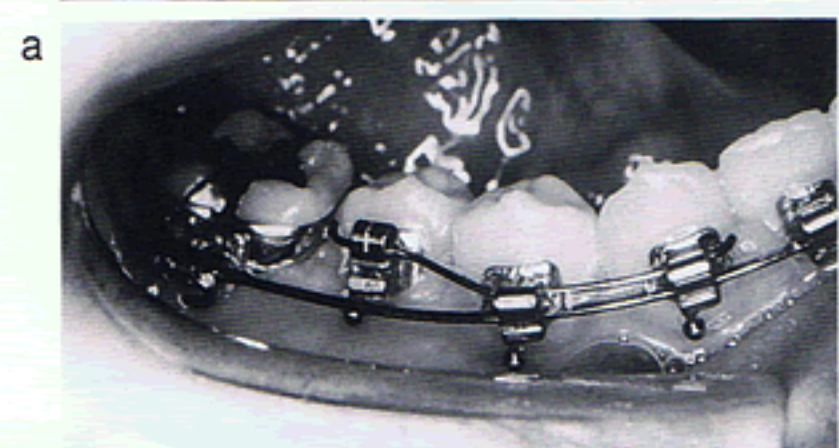


図37 補助スロットにセクショナルのレバーを用いた症例 2)

萌出待ちのために排列が遅れた下顎第2小臼歯に0.016インチのナイタイのレバーを使用し、僅か1ヵ月後にメイン・アーチ (0.020×0.025インチのナイタイのスピード・アーチ) にクリップできるまでに改善された。

a: 装着時
b: 1ヵ月後



図38 捻転の改善の症例 1)

若年者では下顎左側第2小臼歯の捻転の改善が、0.018インチのスーパーケーブル・ワイヤーにより5週間で改善した。

a: 装着時
b: 5週後

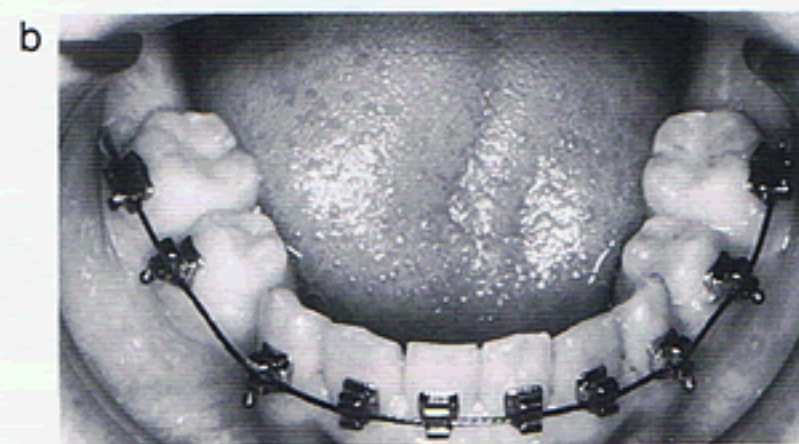
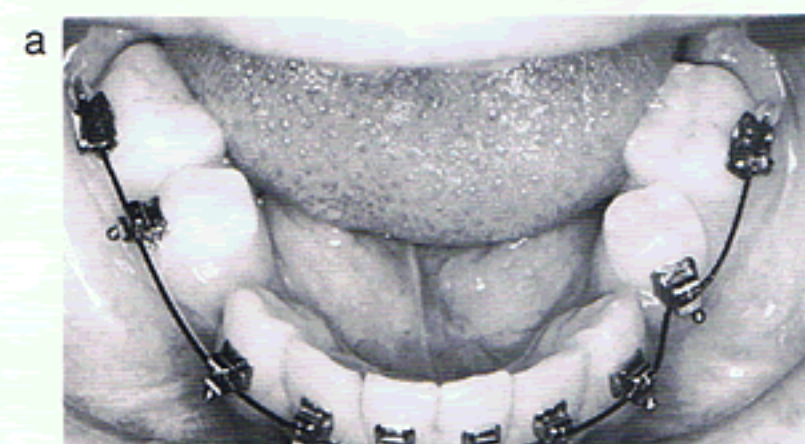


図39 捻転の改善の症例 2)

成人でも0.016インチのスーパーケーブル・ワイヤーにより9週間で、下顎左側第2小臼歯遠心捻転、右側第2小臼歯近心捻転がほぼ改善された。

a: 装着時
b: 3ヵ月後

1) 中切歯の翼状捻転に、両側第2小臼歯から0.016インチのナイタイのレバーを使用した症例を図36に示す。僅か1ヵ月で、著明な改善が認められた。

2) 萌出待ちのために排列が遅れた下顎第2小臼歯に、0.016インチのナイタイのレバーを使用した症例を図37に示す。僅か1ヵ月後にメイン・アー

チとして装着されていた0.020×0.025インチのナイタイのスピード・アーチにクリップできるまでに改善された。

しかしながら、1993年にスーパーケーブル・ワイヤーが開発されてから、捻転歯の改善にレバーを使う頻度が減った。

スピード・アプライアンスとスーパーケーブル・ワイヤーの組み合わせによる捻転の改善例を紹介する。

1) 若年者では下顎左側第2小臼歯の捻転の改善が、0.018インチのスーパーケーブル・ワイヤーにより5週間で図38のように改善した。

2) 成人でも0.016インチのスーパーケーブル・ワイヤーにより9週間後に、下顎左側第2小臼歯遠心捻転、右側第2小臼歯近心捻転が図39のように改善された。

補助スロットとスーパーケーブル・ワイヤーの組み合わせによる、特に有効な使用法は、コイル・スプリングにより排列スペースの獲得を行いながら、転位歯を排列する方法である(図40)。

この方法による側切歯の舌側転位の改善例を、図41に示す。

ある程度の排列スペースが確保できたら、メイン・アーチにブラケット間距離と同長のクローズド・コイル・スプリングを活性化して挿入する。該当歯を含め両隣在歯の4～5歯の補助スロットに、0.016インチのスーパーケーブル・ワイヤーを挿入する。スーパーケーブルの両端は、ほつれと逸脱を防止するためクリンパブル・フックで止められるが、著者は光重合レジンを用いている。メイン・アーチに挿入されたクローズド・コイル・スプリングは、初回に2ミリ程度毎回引き延ばし活性化して挿入し、適時活性化していく。転位歯はスペースの獲得とともに自然に排列され、最終的にメイン・アーチとして使用されている0.017×0.022または0.020×0.025インチのナイタイのスピード・ワイヤーにクリップされる。側切歯の舌側転位が重篤な場合、歯根の唇側へのコントロールのために、ゼロ度トルクのスペシャル・ラテラル・ブラケットが利用できる。

6. 治療期間が短縮される

・治療期間の短縮

・SPEED Applianceの使用により、治療期間が約

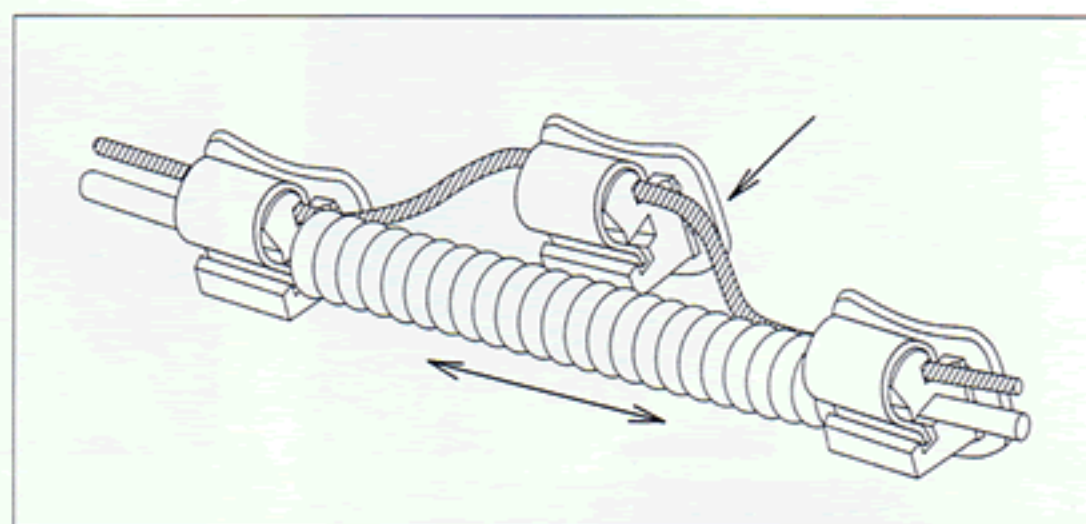


図40 補助スロットを活用した転位歯の排列法

補助スロットとスーパーケーブル・ワイヤーの組み合わせにより、排列スペースの獲得を行いながら、有効的に転位歯が排列できる。

1/4短縮できる

・来院のインターバルを長くできる

ハンソンは、スピード・アプライアンスの使用によって、従来までのメカニックスで24ヵ月の治療期間を予定する症例に対しては、18ヵ月の予定を見積もれば良く、治療期間の約1/4である6ヵ月間短くなるとし、それでもなお、彼の症例では装置除去の2～3ヵ月前に治療目標を達成していると言っている⁷⁾。前述のように、著者が22ヵ月間スピード・アプライアンスを使用して終了した13症例の治療期間の平均は16ヵ月であったように、治療期間は明らかに短縮できるものと思われる。また、スプリング・クリップによる持続的なコントロールは、結紮の締め直しから解放するので、治療のインターバルは6週間と長くとれ、マネジメントのうえでも大変に有利である。

最後に、スピード・アプライアンスの持続的な矯正力による歯根吸収の問題について、最近発表されたブレイクらの論文²²⁾を紹介して考えてみたいと思う。ブレイクらは0.018インチスロットで治療したエッジワイズ33名とスピード30名の患者資料を用いて、スピードの持続的な矯正力と、エッジワイズ装置の断続的な力の違いによる歯根吸収について差がないという証明を試みた。

その結果、非抜歯症例群より抜歯症例群の上顎側切歯において両装置ともに有意に歯根吸収が多

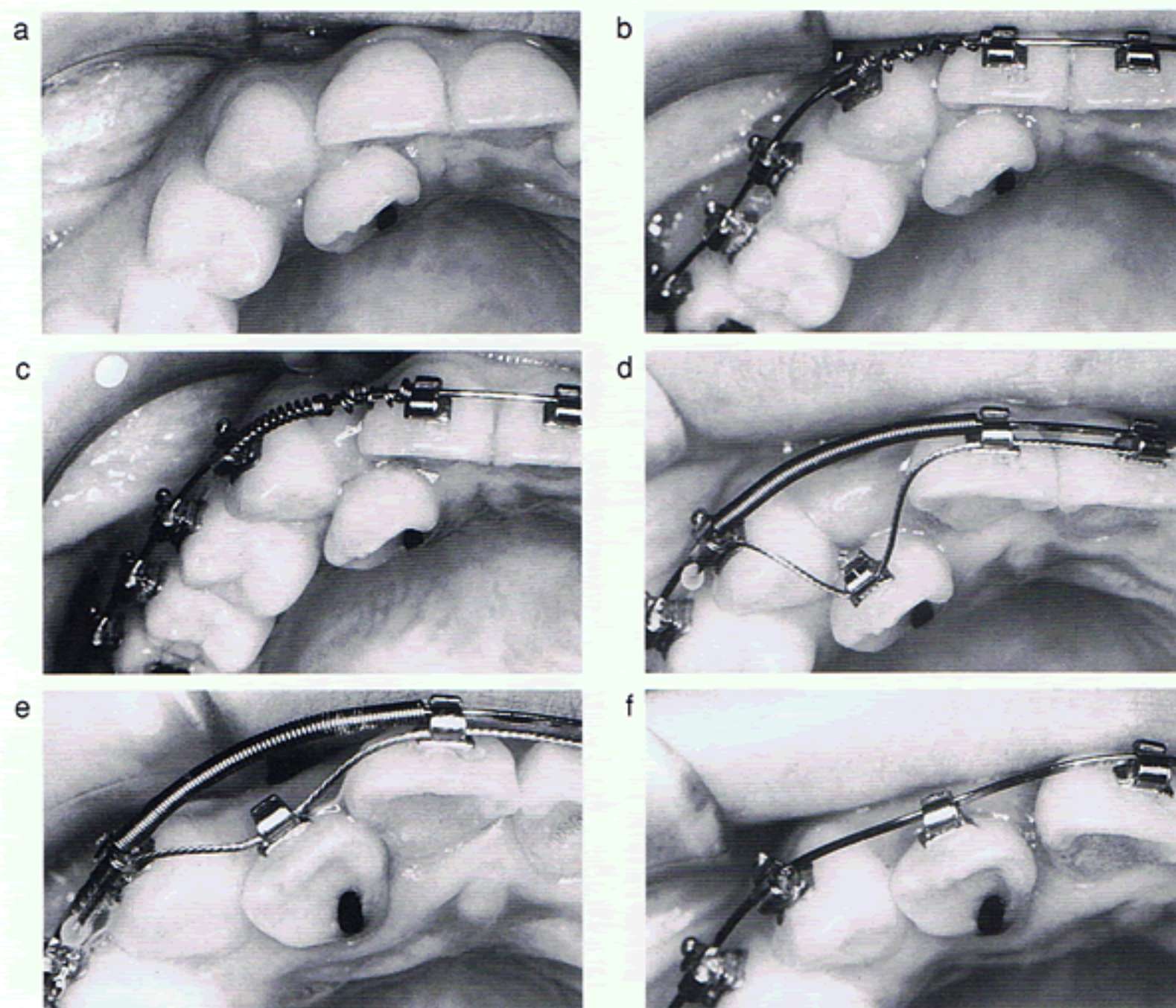


図41 補助スロットを活用した転位歯の排列例

a: 初診時

上顎右側側切歯の排列スペースがなく、舌側転位している。

b: 4週後

ナイタイ・コイルにより排列スペースの獲得を開始した。

c: 10週後

ナイタイ・コイルにステンレス・スチールのオープン・コイルを追加してスペースの獲得を続けた。

d: 3ヵ月後

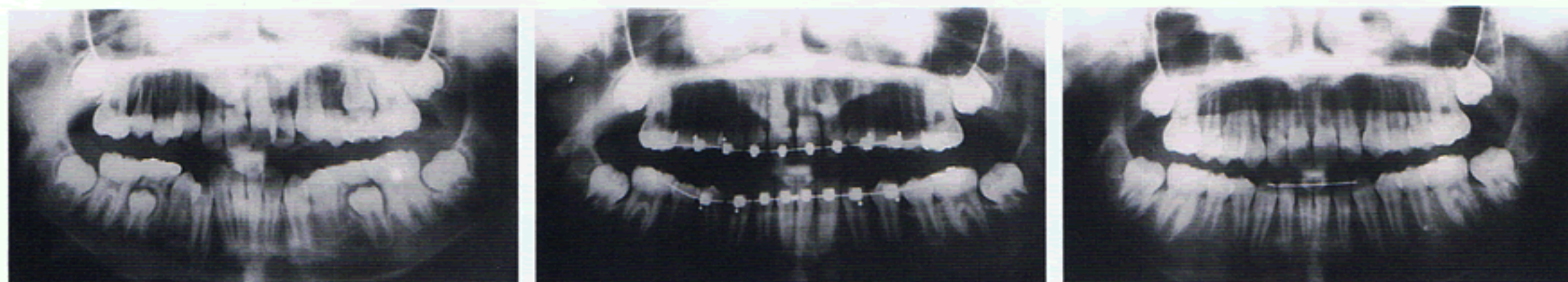
排列スペースがある程度確保できたので、さらにスペースを広げながら、補助スロットに0.016インチのスーパーケーブル・ワイヤーを挿入し、転位歯の同時牽引を開始した。スーパーケーブルの両端は、ほつれと逸脱を防止するため光重合レジンを用いて止めてある。

e: 4ヵ月後

コイルを引き延ばして活性化し、さらに排列スペースを獲得している。

f: 5ヵ月後

転位歯が獲得スペースに移動したのでコイル・スプリングを除去し、メイン・アーチにクリップした。同時牽引開始後3ヵ月で転位歯が排列された。



a: 治療前

b: 治療開始5ヵ月後

c: 術後

図42 混合歯列後期に治療を開始した患者の歯根完成度

混合歯列後期に治療を開始し、11ヵ月1週で治療を終了した患者のパントモX線写真である。このように歯根完成前に移動が終了した患者の、今後の歯根完成経過は非常に興味のあるところである。

く認められたものの、スピード・アプライアンスとエッジワイズ装置の間では、予測どおり歯根吸収について有意の差は認められなかったと報告している。

しかし、ハンソンは1991年に自分の20症例について、ウッドサイドらに調査してもらったところでは、有意な歯根吸収が認められなかったとし、自分

の弱い力を用いるスピード・テクニックは歯根吸収の危険性を大幅に減少すると言っている²³⁾。

図42は混合歯列後期に治療を開始し、11ヵ月1週で治療を終了した患者のパントモX線写真である。図42aは治療前、図42bは治療開始後5ヵ月のときにブラケット・ポジショニングと歯根の完成度合いを調べるために撮ったもの、図42cは11ヵ

月にわたる治療後のものであるが、三者ともに側方歯の歯根は未完成である。このように、歯根完成前に移動が終了した患者の今後の歯根完成経過は、非常に興味のあるところである。

以上、スピード・アプライアンスの取り扱いと治療法について、スピード・アプライアンスの利点を挙げながら、関連文献による裏付けと臨床例の提示により解説した。

このようにスピード・アプライアンスにおける初期排列でのスーパーケーブル・ワイヤーとの併用、遠心移動や後方牽引の際のスライディング・メカニックスの使用、補助スロットの活用などにより、矯正治療での歯の移動において、新しい治療理論が生み出される可能性が期待できる。

謝辞

今回の講演および投稿に際して、スピード・アプライアンスの解説に使用した図の引用を、A Description of the SPEED Appliance with Clinical Cases²³⁾ および The SPEED System : Users Guide より行うことを快諾くださった、G.H.ハンソン先生ならびにストライト・インダストリーズ・リミテッド社のリチャード・ストライト氏に深く感謝の意を表す。

文 献

- 1) Hanson, G.H. : The SPEED system : A report on the development of a new edgewise appliance. Am. J. Orthod., 78 : 243-265, 1980.
- 2) Hanson, G.H., Gibbon, W.M. and Shimizu, H. : Bonding bases coated with porous metal powder : Comparison with foil mesh. Am. J. Orthod., 83 : 1-4, 1983.
- 3) George F. Andreasen and Ray E. Morrow : Laboratory and clinical analyses of nitinol wire. Am. J. Orthod., 73 : 142-151, 1978.
- 4) Burstone, C.J., Qin, B. and Morton, J.Y. : Chinese NiTi wire-A new orthodontic alloy. Am. J. Orthod., 87 : 445-452, 1985.
- 5) Miura, F., Mogi, M., Ohura, Y. and Hamanaka, H. : The super-elastic property of the Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 90 : 1-10, 1986.
- 6) 山崎俊恒、納村晋吉 : SPEEDSystemとSupercable wireの組み合わせによるleveling効果について、第54回日本矯正歯科学会大会抄録集 : 192, 1995.
- 7) Hanson, G.H. : J.C.O. interviews, Dr. G. Herbert Hanson on the SPEED bracket. J. Clin. Orthod., 10 : 183-189, 1986.
- 8) Berger, J.L. : The SPEED appliance : A 14-year update on this unique self-ligating orthodontic mechanism. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 105 : 217-223, 1994.
- 9) Berger, J.L. : (Up) Righting misconceptions concerning the SPEED bracket system. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 102 : 17A-22A, 1992.
- 10) Berger, J.L. : The influence of the SPEED bracket's self-ligating design of force levels in tooth movement. : A comparative in vitro study. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 97 : 219-228, 1990.
- 11) Roberts, W.E., Goodwin, W.C. and Heinner, S.R. : Cellular response to orthodontic force. Dent. Clin. North Am., 25 : 3-17, 1981.
- 12) Mollenhauer, B. : An aligning auxiliary for ribbon arch brackets : rectangular boxes from ultrafine high tensile wires. Aust. Orthod. J., 11 (4) : 219-226, 1990.
- 13) Burstone, C.J. : The biophysics of bone remodeling during orthodontics-Optimal force considerations : The biology of tooth movement. 321-333, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1989.
- 14) 山崎俊恒、納村晋吉、Woodside D.G. : 7本巻き超弾性矯正線 (Supercable) の持続的微弱矯正力について、第54回日本矯正歯科学会大会抄録集 : 183, 1995.
- 15) 山崎俊恒、本吉 満、中嶋 昭、本目祥人、丸山 順、納村晋吉 : 7本巻き超弾性矯正線 (Supercable)

による矯正力の歯列内分布について—Edgewise mechanicsとSPEED Systemとの比較—.東京矯正誌、5:160、1995.

- 16) 丸山 順、山崎俊恒、本吉 満、中嶋 昭、本目祥人、馬場貴弘、田村隆彦、納村晋吉：SPEED bracketを使用した場合の歯列弓への影響について—上顎側切歯舌側転位を想定して—、第54回日本矯正歯科学会大会抄録集：186、1995.
- 17) Maijer, R.and Smith, D.C. : Time savings with self-ligating brackets. J. Clin. Orthod. 24 (1) : 29-31, 1990.
- 18) Shivapuja, P.K., and Berger, J. : A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. Am. J. Orthod. Dentfac. Orthop., 106 : 472-480, 1994.
- 19) Kemp, D.W. : A comparative analysis of frictional forces between self-ligating and conventional edgewise orthodontic brackets. Diploma thesis, Department of Orthodontics, University of Toronto : 1992.
- 20) Weiss, L. : Frictional characteristics of aesthetic brackets in sliding mechanics. Diploma thesis, Department of Orthodontics, University of Toronto : 1993.
- 21) Sims, A.P.T., Waters, N.E., Birnie, D.J., and Pethybridge, R.J. : A comparison of the forces required to produce tooth movement in vitro using two self-ligating brackets and a pre-adjusted bracket employing two types of ligation. Euro. J. Orthod., 15 : 377-385, 1993.
- 22) 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.
- 23) G. Hervert Hanson : A Description of the SPEED Appliance with Clinical Cases. 36-37, SPEED System Orthodontics, Canada, 1996.

(連絡先)

山崎俊恒

日本大学歯学部歯科矯正学教室

〒101 東京都千代田区神田駿河台 1-8-13