学術レポート
機能的咬合構築を目指す

不正咬合の矯正治療
(GEAW Systemを用いた矯正治療)

神奈川歯科大学咬合医学研究所
白数明義　　佐藤貞雄

はじめに

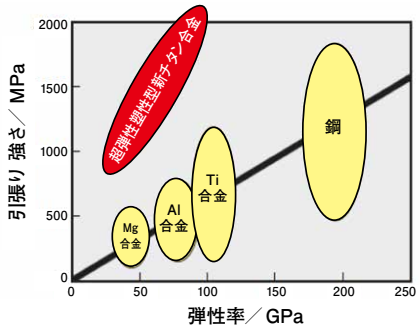
生理的機能咬合を確立するためには、適応*と代償*の原理を考慮にいれ、不正咬合に対する概念と明確な診断（戦略）、それに伴う治療計画(戦術）によって、下顎位の位置や、咬合高径の高さ・咬合平面の傾斜角・歯のガイダンス角、さらにストレスマネージメント等に対する的確な戦術を行わなければならない。

従来は、生理的機能咬合の確立を行うためのGEAR（装置）としてMEAW（Multiloop Edgewise Arch Wire)（ミョウ）装置を用いてきた。しかし、2010年6月にJM Ortho（旧ロッキーマウンテンモリタ）から矯正用新素材ワイヤーのGUMMETALワイヤー*が発売された（図1）。このワイヤーは、超弾性的性質と屈曲により加工硬化しない超可塑性を同時に実現した特異なチタン合金で、臨床応用した結果、MEAW装置のようなホリゾンタルループを付与することなく同等以上の治療効果が発揮されることが認められた。

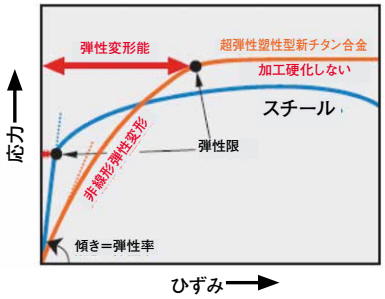
このGUMMETAL矯正ワイヤーを用いて「MEAWを用いた矯正治療」と同じ概念で臨床応用するSystemをGEAW（GUMMETAL Edgewise Arch Wire)(ギヤ）Systemといい、MEAW装置の代わりにGEAW装置を用いて臨床応用し、生理的機能咬合の確立に良好な結果を得ることに成功した（図3）。しかし、両装置とも単なる矯正装置である以上、GEAR（装置）であり、ただ単に屈曲し口腔内に装着しても効果的な治療結果が得られるものではなく、明確な診断と治療計画のもとにGEAW装置の屈曲と調整を行って初めて個性正常咬合の達成が得られるのである。

＊豊通マテリアル株式会社の資料によるGUMMETALワイヤーの特徴は以下の通りである(図2)

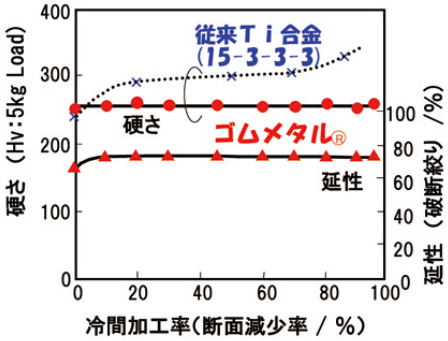
図1. 発売初期のGUMMETAL矯正ワイヤー
2010年の6月に発売されたゴムメタルアーチワイヤー。



1. 金属素材では実現不可能と考えられてきた、超低弾性率化と超高強度化とを両立させた、世界初の合金。



2. 非線形弾性変形挙動（フックの法則が成り立たない）を示し、2.5%を超える巨大弾性変形能を有する超弾性的性質。



3. 加工硬化を伴わずに99.9%以上の冷間加工が可能な超塑性的性質。

図2. GUMMETALワイヤー（超弾性塑性型新チタン合金）の特徴
（資料：豊通マテリアル株式会社）

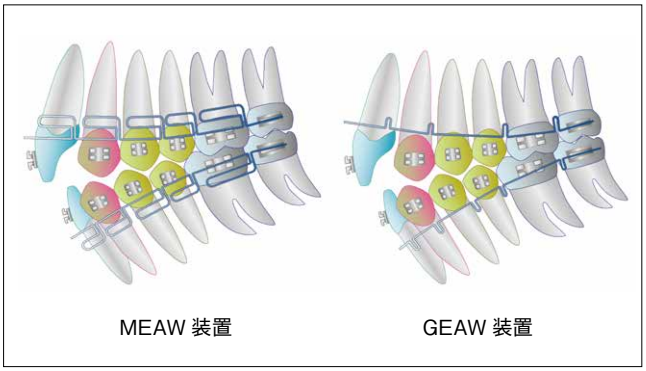
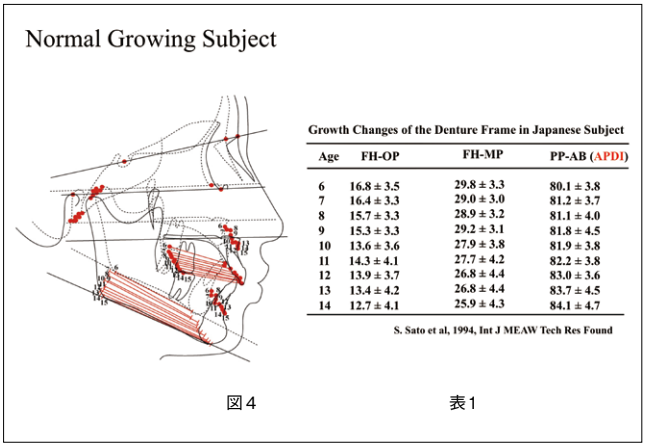


図3. MEAW装置とGEAW装置の図
MEAW装置とGEAW装置のイメージ図。

*適応とは，生体を取り巻くさまざまな環境の変化に機能的に対応して生命維持を可能にしようとする生体の反応(図4　表1)。



Growth Changes of the Denture Frame in Japanese Subject

Age	FH-OP	FH-MP	PP-AB (APDI)
6	16.8 ± 3.5	29.8 ± 3.3	80.1 ± 3.8
7	16.4 ± 3.3	29.0 ± 3.0	81.2 ± 3.7
8	15.7 ± 3.3	28.9 ± 3.2	81.1 ± 4.0
9	15.3 ± 3.3	29.2 ± 3.1	81.8 ± 4.5
10	13.6 ± 3.6	27.9 ± 3.8	81.9 ± 3.8
11	14.3 ± 4.1	27.7 ± 4.2	82.2 ± 3.8
12	13.9 ± 3.7	26.8 ± 4.4	83.0 ± 3.6
13	13.4 ± 4.2	26.8 ± 4.4	83.7 ± 4.5
14	12.7 ± 4.1	25.9 ± 4.3	84.1 ± 4.7

S. Sato et al, 1994, Int J MEAW Tech Res Found

図4. 表1. ヒトの顎顔面の成長における適応と代償の原理
6歳から14歳の顎顔面の発育、咬合平面の変化、上下顎の前後的位置関係（APDI）の経時的変化を調べると、咬合平面（FH-OP）は年齢とともに減少し、同時に下顎平面(FH-MP）も減少する。これに伴って、APDI（PP-AB）は増加することから、現代人の正常な顎顔面の発育においては、歯列後方部の咬合高径が増加する傾向にあり、下顎は前方に回転して咬合を適応させ、下顎下縁平面を減少させていることがわかる。このような下顎の適応によって、下顎の前方位を獲得し、骨格は次第にI級となってくる。

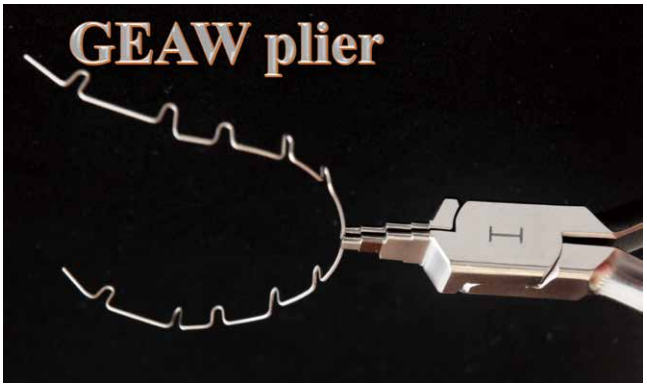


図6. GEAW プライヤー
GEAWプライヤーは、GEAW systemを達成させるために考案された、GUMMETALワイヤー専用の屈曲プライヤーである。

*代償とは，生体局所の構造的な欠陥に対応して最大の機能を可能にしようとする生体反応(図5)。

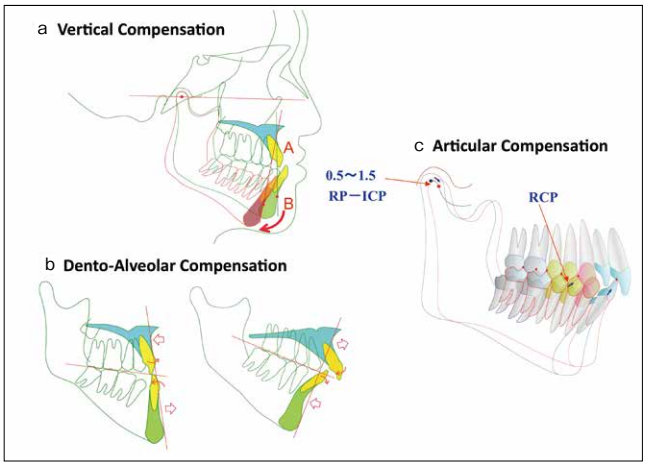


図5. 生体の代償反応
生体局所の構造的な欠陥に対応して最大の機能を可能にしようとする生体反応で、
a. 垂直的代償(Vertical　compensation)、
b. 歯と歯槽による代償(Dento-alveolar compensation)、
c. 顎関節による代償(Articular compensation)
が挙げられる。

GEAW装置の具体的な屈曲法と基本的調整法

GEAWプライヤー（Vertical Loop Step Bend plier（VLSB））とGEAW装置の基本フォームの屈曲

GEAWプライヤーは、GEAW system（佐藤貞雄先生が、提唱されている生理的な機能咬合の確立を、GUMMETAL矯正ワイヤーを用いて行う矯正治療のSystem）を達成させるために考案された、GUMMETALワイヤー専用の屈曲プライヤーである（図6、図7）。

このプライヤー（VLSB）の特徴は、両側端は1.3mmの直径の円（0.65R）となり、両側からループを屈曲することができる。形状は四段階のピラミッド型を示す。

図7. GEAW プライヤーの特徴図
図はプライヤーの形態的特徴を示す。

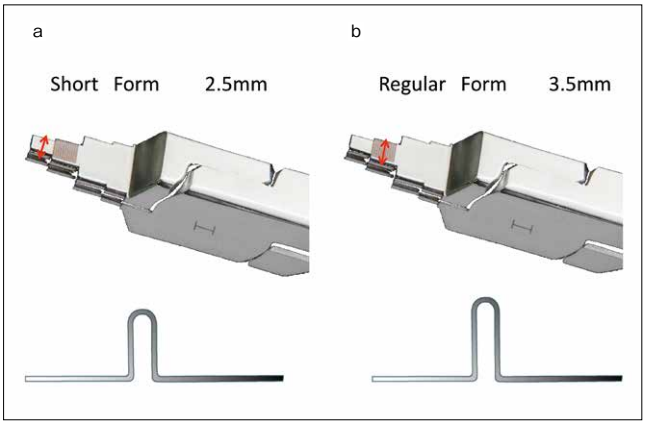


図8. Short FormとRegular Formの形態
a. 一段目で屈曲されるバーティカルループをShort Form（2.5mm）、b. 二段目で屈曲されるバーティカルループをRegular Form（3.5mm）と呼ぶ。

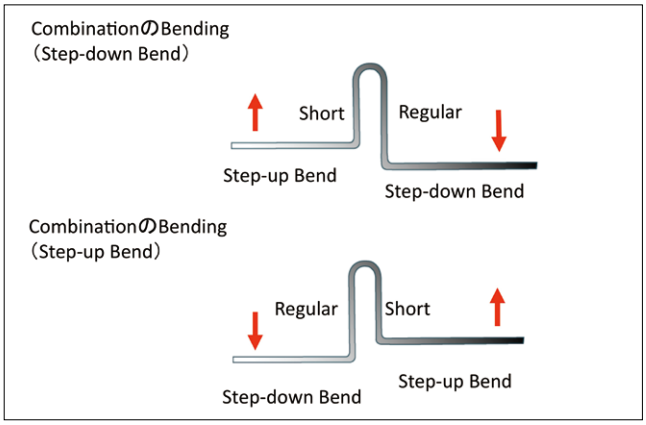
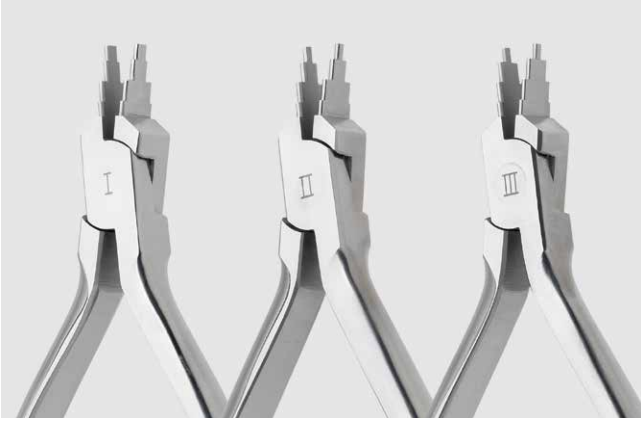


図9. Combination Formの形態
一段目〈Short Form（2.5mm）〉と二段目〈Regular Form（3.5mm）〉を組み合わせて屈曲されるバーティカルループをCombination Form と呼びStep-up Bend, Step-down Bendの作製を行う。

基本形状となるVLSB. Iは、上から一段目の幅は2.5mm、高さは2.5mmでこの幅を利用して屈曲されるバーティカルループをShort Formと呼ぶ。二段目の幅は3.5mm、高さは3.5mmでこの二段目で屈曲されるバーティカルループをRegular Formと呼ぶ（図8）。また、一段目の幅と二段目の幅を組み合わせて屈曲されるバーティカルループをCombination Form と呼び、Step-up, Step-down Bendを作製することができる（図9）。さらに、VLSB. Ⅱの形状は、上から一段目の幅は1.5mm、高さは2.5mmで、この幅を利用して屈曲されるバーティカルループは1.5mmのShort Formと呼ぶ。二段目の幅はVLSB. Iと同じRegular Formで、一段目の幅と二段目の幅を組み合わせて屈曲されるバーティカルループを2mmのCombination Form と呼び、Step-up, Step-down Bendを作製する。第三の形状のVLSB. Ⅲの一段目は、VLSB. Ⅱの形状と同じく1.5mmのShort Formと呼ぶ。二段目の幅は4.5mm、高さは3.5mmでこの二段目で屈曲されるバーティカルループを4.5mmのRegular Formと呼ぶ。一段目の幅と二段目の幅を組み合わせて屈曲されるバーティカルループを3mmのCombination Form と呼び、Step-up, Step-down Bendを作製する。

VLSB. I・Ⅱ・Ⅲ各形状とも三段目の幅は、上顎第一小臼歯ならびに下顎犬歯と下顎第一小臼歯等の平均的な近遠心的歯冠幅径の約9割の6.5mmで、高さは3.5mmである。さらに四段目の幅は、平均的な上顎犬歯ならびに上下顎第二大臼歯等の近遠心的歯冠幅径の約9割の7.5mmと、高さは2.5mmである。また、基底部の幅は8mmである。

VLSB. I・Ⅱ・Ⅲ各形状の各段の中心をすべて中央に設定した結果、棚の幅は両側とも同じで、VLSB. Iの一段目の棚の棚幅は、0.5mm、二段目は1.5mmで、VLSB. Ⅱ形状は、一段目の棚の棚幅は1mm、二段目はVLSB. Iと同じく1.5mmで、また、VLSB. Ⅲは、一段目の棚の棚幅は1.5mmで、二段目は1mmである。また、各形状とも三段目は0.5mm、四段目は0.25mmである。したがって、このプライヤーは、屈曲に用いるためだけでなく、歯冠幅径の目安を計測するためのルーラーとしても使用することができる。



VLSB. I（CUTVLSB1）　VLSB. Ⅱ（CUTVLSB2）　VLSB. Ⅲ（CUTVLSB3）

図10. GEAW プライヤー各種（カッコ内は商品番号）

薬事関連情報
販売名：バーティカルループ&ステップベンドプライヤー　一般的名称：歯科矯正用プライヤ
医療機器届出番号：09B2X00010000370　医療機器の分類：一般医療機器（クラスI）
製造販売：株式会社 シオダ　栃木県那須烏山市東原53

基本フォームのShort、Regular、Combinationの屈曲手順

Short Formの屈曲手順

Short Formは、基本形状のVLSB.Ⅰの一段目で把持し、一段目の幅（2.5mm）の高さのバーティカルループの屈曲を行う（図11、図12）。*VLSB.Ⅱは1.5mmのShort Form、VLSB.ⅢはVLSB.Ⅱと同じく1.5mmのShort Formのバーティカルループの屈曲を行う。

Regular Formの屈曲手順

Regular Formは、基本形状のVLSB.Ⅰの二段目で把持し、二段目の幅（3.5mm）の高さのバーティカルループの屈曲を行う。（図13、図14）*VLSB.ⅡはVLSB.Ⅰと同じ3.5mmのRegular Form、VLSB.Ⅲは4.5mmのRegular Formのバーティカルループの屈曲を行う。

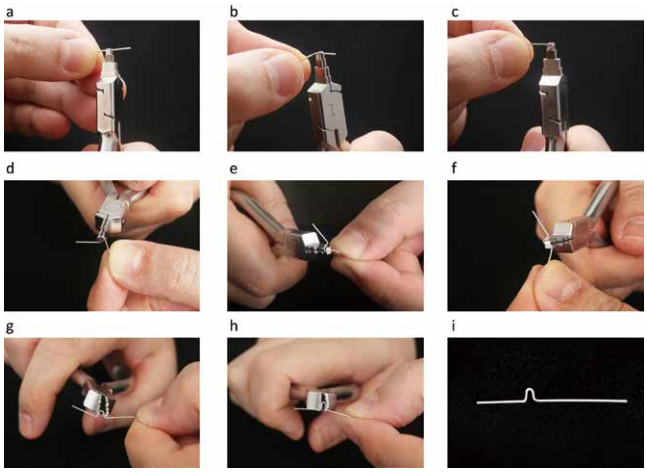


図11.（a～i）. Short Formの屈曲手順
GEAWプライヤーの一段目で把持し、バーティカルループの屈曲を行う。

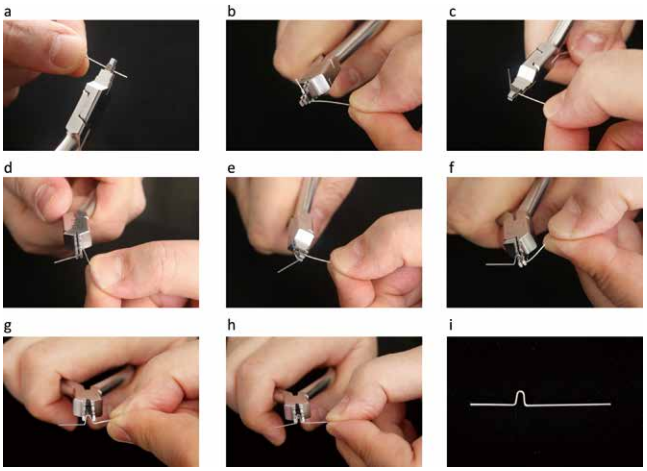


図13.（a～i）. Regular Formの屈曲手順
GEAWプライヤーの二段目で把持し、バーティカルループの屈曲を行う。

Combination Formの屈曲手順

Combination Formは、基本形状のVLSB.Ⅰの一段目の幅（2.5mm）と二段目の幅（3.5mm）の差を利用してStep-down Bend, Step-up Bendの屈曲を行う。初めに一段目の幅(2.5mm)で屈曲し、折り返しは二段目幅（3.5mm）で屈曲された1mmの高さの差のバーティカルループをStep-down Bendとする（図15、図16）。逆にStep-up Bendは、初めに二段目の幅（3.5mm）で屈曲し、折り返しは一段目幅（2.5mm）で屈曲された1mmの高さの差のバーティカルループをいう（図17、図18）。*同じようにVLSB.Ⅱの一段目の幅と二段目の幅を組み合わせて屈曲されるバーティカルループを2mmのCombination Formで、VLSB.Ⅲの一段目の幅と二段目の幅を組み合わせて屈曲されるバーティカルループを3mmのCombination Formと呼ぶ。

＊注：下顎の場合のStep-down Bend, Step-up Bendの屈曲の表現は逆になる。

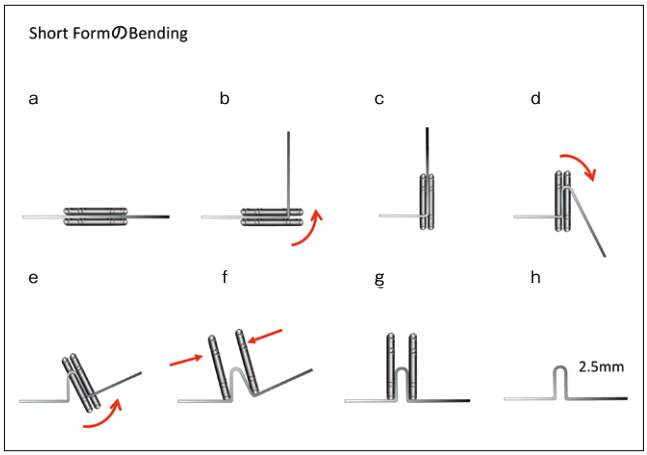


図12.（a～h）. Short Formの屈曲手順の図
a～hは、屈曲の流れを示す。

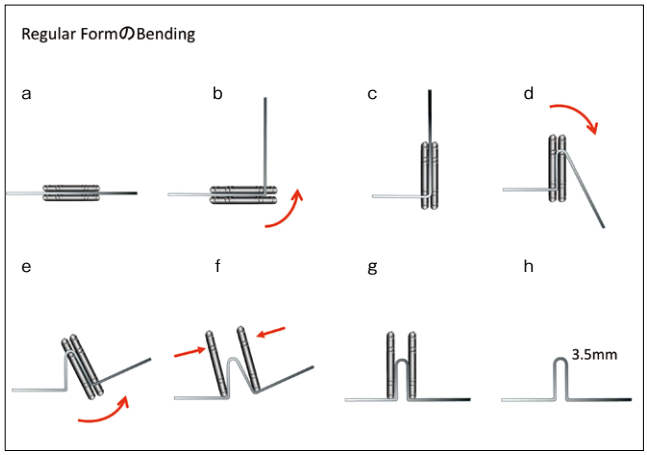


図14.（a～h）. Regular Formの屈曲手順の図
a～hは、屈曲の流れを示す。

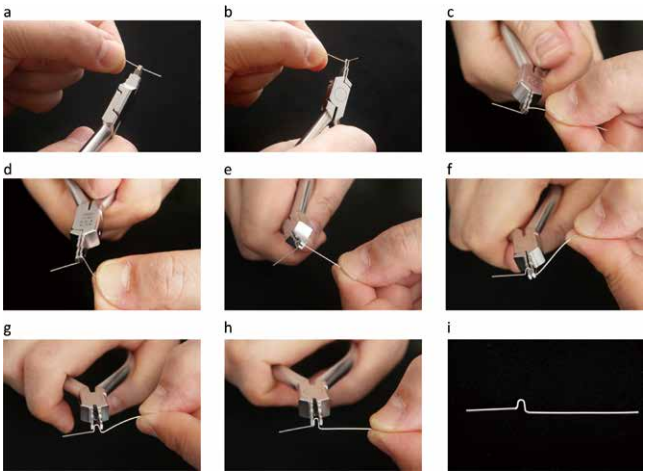


図15.（a～i）. Combination FormのStep-down Bendの屈曲手順
一段目で把持し屈曲を行い、折り返しは二段目で把持し屈曲されたバーティカルループをStep-down Bendとする。

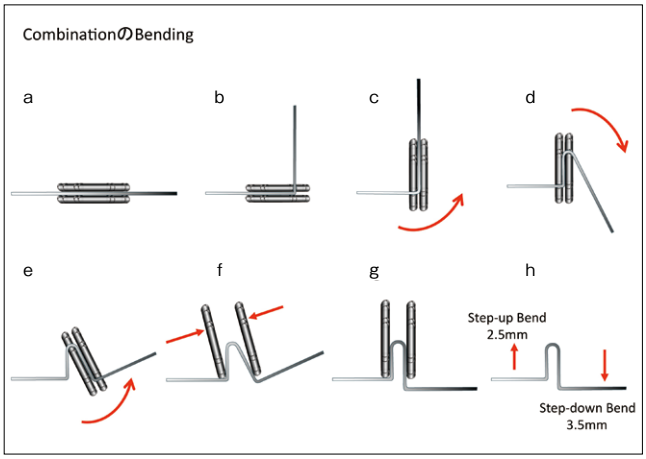


図16.（a～h）. Combination FormのStep-down Bendの屈曲手順の図
a～hは、屈曲の流れを示す。

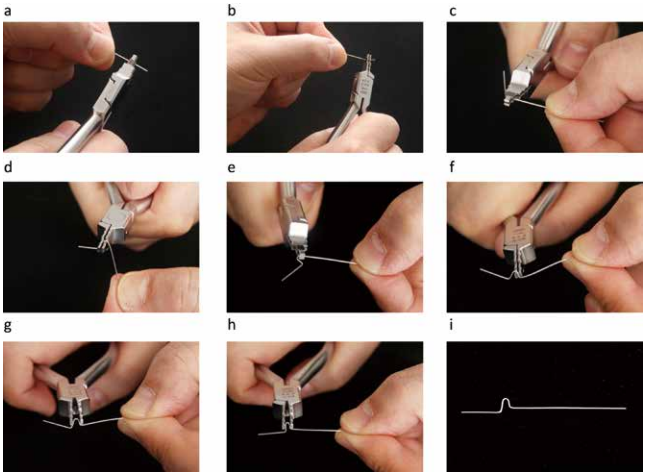


図17.（a～i）. Combination FormのStep-up Bendの屈曲手順
二段目で把持し屈曲を行い、折り返しは一段目で把持し屈曲されたバーティカルループをStep-up Bendとする。

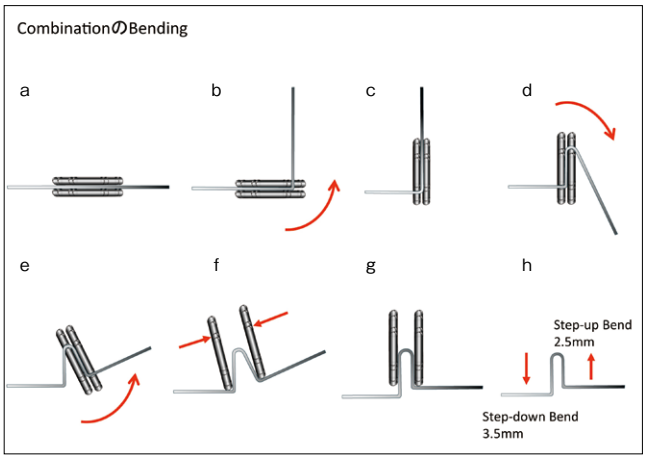


図18.（a～h）. Combination FormのStep-up Bendの屈曲手順の図
a～hは、屈曲の流れを示す。

上下顎のGEAW装置

基本形状のVLSB. Iを用いた上下顎のGEAW装置の作製のためのGUMMETAL矯正ワイヤーは、基本的に上下顎のアーチの形態に整形（プリフォーム）された0.016×0.022、0.017×0.022、0.018×0.022各インチのレクタンギュラーワイヤーを使用する（図19、図20）。屈曲はShort FormとRegular Formさらに Combination Formを組み合わせて、初めから上下顎小臼歯部を挺出させるStep Bendを屈曲し、大臼歯部にはTip-back Bend屈曲し、歯軸コントロールのトルクやファーストオーダーベンドが屈曲されたエッジワイズ法の最終段階で用いられ

図19. GUMMETAL White 矯正ワイヤー
GEAW systemで主に使用するワイヤー

図20. GUMMETAL 矯正ワイヤー

るアイデアルアーチである（図21）。完成したGEAW装置の上下顎の図（図22）。

＊症例に応じたVLSB.Ⅰ・Ⅱ・Ⅲのプライヤーの使い分けは、不正咬合の垂直的あるいは水平的不調和の程度によって異なるが基本的には、まず基本形状のVLSB.Ⅰを用いてスタートし、咬合高径や咬合平面の改善量の大きさによって、順次VLSB.ⅠからVLSB.ⅡさらにVLSB.ⅢとCombination Formの形態を変え咬合再構成していく。

＊症例に応じた歯軸コントロールのトルクは、ゴムメタルアーチ・トルクターレットを用いて屈曲を行う。図に示すようにワイヤーサイズとトルクの角度を8段階で調整を行う（図23）。

＊基本的には、GEAW装置の屈曲にはゴムメタルアーチワイヤー用いて行うが、症例の咬合状態によってアーチワイヤーの使用が困難な場合には、ゴムメタルストレートワイヤー切線を用いて屈曲を行う（図24）。

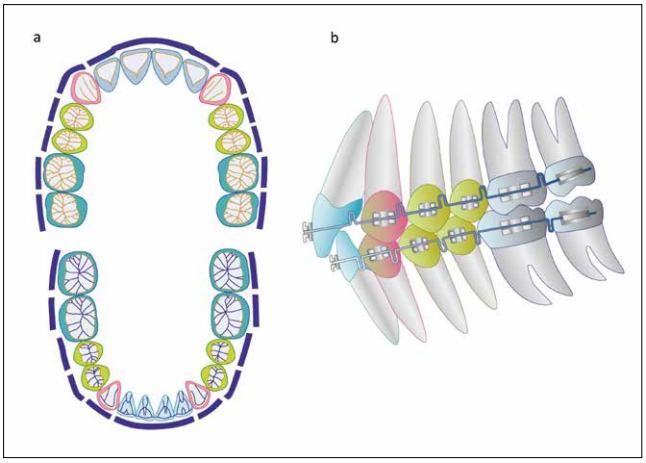


図21. GEAW systemのアイデアルアーチの形態図
aは咬合面観、bは側面観で、側切歯より遠心部の各歯間部にバーティカルループが屈曲されたアイデアルアーチである。

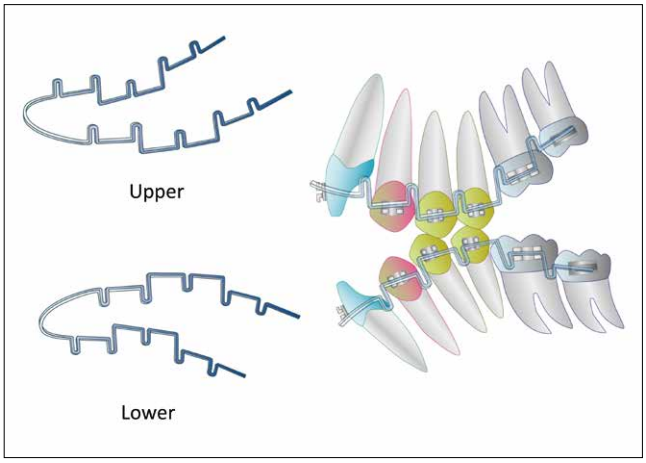


図22. GEAW装置の完成イメージ図
GEAW装置は、MEAW装置とは異なり初めから小臼歯部のStep Bendを屈曲していく。

スロットサイズ	トルク	代表的な使用例
.017”×.022”	0°	アーチフォームの屈曲
.018”×.022”	0°	アーチフォームの屈曲
.017”×.022”	10°	前歯部トルクの屈曲
.018”×.022”	10°	前歯部トルクの屈曲
.019”×.025”	10°	前歯部トルクの屈曲
.017”×.025”	20°	前歯部トルクの屈曲
.018”×.025”	20°	前歯部トルクの屈曲
.019”×.025”	20°	前歯部トルクの屈曲

図23. 関連器材
ゴムメタルアーチターレット
ゴムメタルワイヤーのターレットとしてだけでなく、トルクを付与するツールとしても使用できる。

図24. 関連器材
ゴムメタルストレートワイヤー切線

GEAW装置のメカニズムと臨床例ならびに骨格別調整法

GEAW装置のメカニズム

GEAW装置による治療メカニズムの基本は、MEAW装置と同じく、第一に近遠心的整直として歯を遠心に整直することによって咬合高径の改善、咬合平面および歯列の近遠心的スペース確保が行えること（図25）、第二に水平的整直として歯の近心回転の改善、歯列弓の拡大、歯列の水平的スペースの確保が行えること（図26）、第三に頬舌的整直として頬舌的に傾斜している歯を整直させることによって咬合高径の改善、適切なガイダンスの確立、機能咬合の獲得を行うことができることにある（図27）。この三つのメカニズムを用いてGEAW装置を調整する。

咬合再構成における第一小臼歯の意義

GEAW装置を用いて不正咬合を治療する場合もMEAW装置の時と同じく、特に小臼歯部を中心とした咬合再構成を行うことは非常に有効的である(図28)。その理由は、

1. 垂直的コントロールの原点となる臼歯（低位になりやすい臼歯）である。
2. 咬合平面再構成の支点となる臼歯である。
3. 咬合再構成において歯列の前後的中央の歯で最も重要な臼歯（ポステリアー・ディスクレパンシーとファンクショナルマトリックスの中間で咬合の歪を受けやすい臼歯）である。
4. 咀嚼筋活動の影響が少ない臼歯である。
5. 顎関節から最も遠い臼歯（下顎位を決定するのに有効な臼歯）である。
6. 後方誘導路の臼歯である。

以上のように小臼歯部を中心とした咬合平面の再構成は有効であるので、GEAW装置の屈曲において初めから小臼歯部のStep Bendを屈曲していく理由でもある。

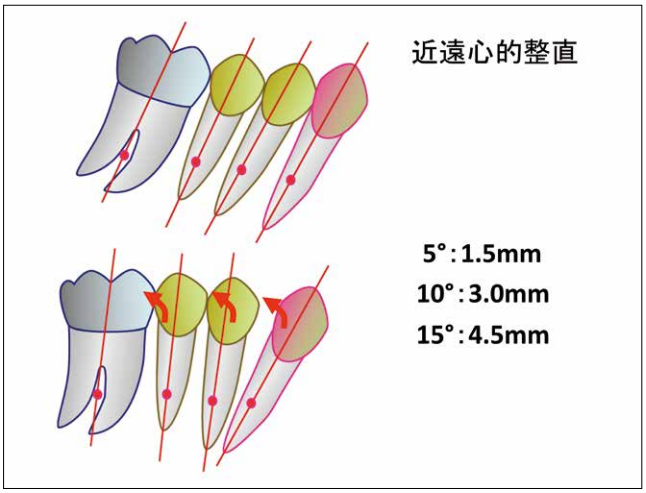


図25. GEAW装置のメカニズム-1
GEAW装置は、Tip-back Bendによって近遠心的に整直させることができる。5° 整直すると1.5mmスペースができ、10° だと3.0mm、15° 整直できれば小臼歯の歯冠の約半分の4.5mmものスペースを確保できる。

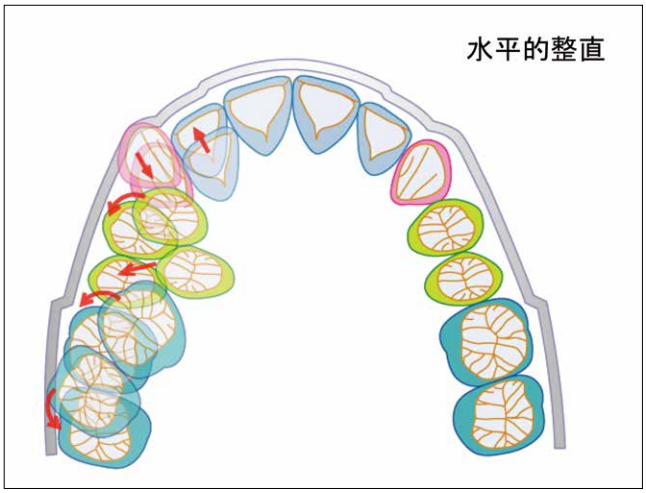


図26. GEAW装置のメカニズム-2
GEAW装置は、レベリングの段階からアイデアルアーチに屈曲されたVertical loopを装着していくため、歯列の側方への拡大が容易に行える。Vertical loopの効果によって水平方向の整直が行われる。

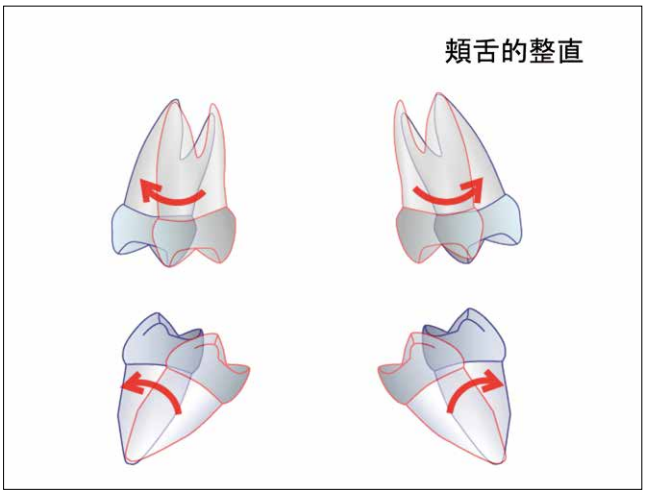


図27. GEAW装置のメカニズム-3
GEAW装置には、Vertical loopの効果とトルクの効果によって頬舌的に歯を整直させることができ、その結果、咬合高径の改善と歯列弓の拡大を行うことができる。

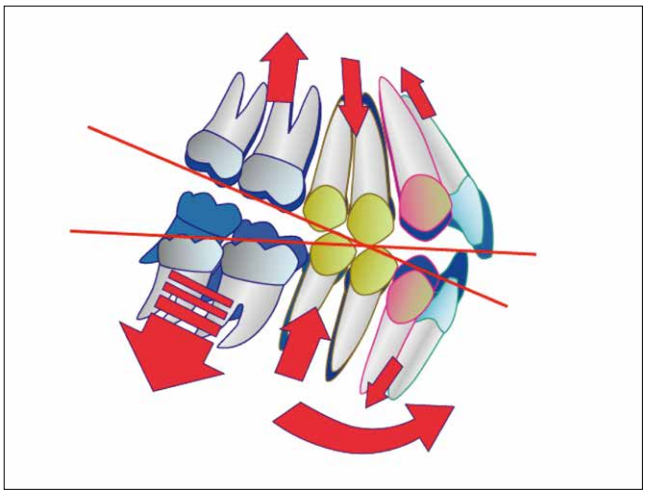


図28. 咬合再構成における第一小臼歯の意義
GEAW装置を効果的に用いるためには、小臼歯部の咬合高径のコントロールによる下顎位の獲得が最も重要であり、小臼歯部を中心とした咬合平面の再構成が不正咬合の改善の鍵となる。

GEAW装置の臨床例と骨格別調整法

不正咬合の骨格別の調整法は、基本的にMEAW装置の骨格別調整法と変わりはないが、不正咬合は症例ごとに診断と治療計画によってゴールが異なるため、GEAW装置の調整法も症例ごとに屈曲形態を変えなければならない。

（1）High Vertical ClassⅢ Open Biteの症例と屈曲手順

患者は、受け口と前歯部の叢生を主訴として来院した成人男性。口腔内所見では、犬歯、大臼歯の咬合関係はAngleの分類Ⅲ級でOver jet 1.0mm、Over bite −1.0mmで、叢生を伴う開咬状態を示した（図29）。治療目標は、この不正咬合の形態的特徴を生み出している顎顔面骨格全体の不調和に対して、咬合系へのアプローチにより正常化させ、下顎の機能的な運動を回復し、顎顔面骨格の動的調和を獲得させる。そのためには、この不正咬合の要因であるポステリアー・ディスクレパンシーの解消を行い、上顎大臼歯部の咬合高径を減少させ、大臼歯部の過剰な押し出し現象により水平化された咬合平面を急傾斜に咬合再構成することによって不調和の改善を行う（図30）。屈曲手順は、ポステリアー・ディスクレパンシーの解消のために大臼歯部にTip-back bendを、小臼歯部にはStep-up Bendの屈曲を行い干渉を取り除く。次に上顎大臼歯部の咬合高径を減少させ、大臼歯部の過剰な押し出し現象により水平化された咬合平面を急傾斜にするよう、上顎の咬合平面を小臼歯部を中心に前歯部はStep-down Bendを臼歯部はStep-up Bendを屈曲し、咬合平面が後ろ上がりになるように再構築を行うことによって、不調和の改善がなされる（図31）。治療経過の口腔内写真（図32）と術後の口腔内写真（図33）。

図29. High Vertical ClassⅢ Open Bite症例の初診時口腔内写真
犬歯、大臼歯の咬合関係はAngleの分類Ⅲ級を示し、前歯部は叢生を伴う開咬を呈している。

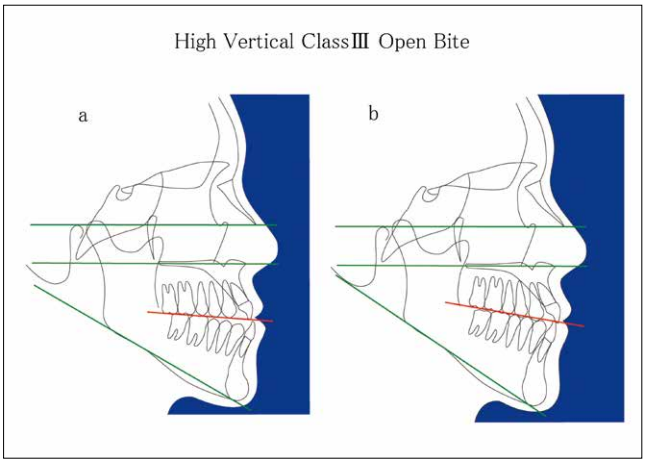


図30. High Vertical ClassⅢ Open Bite症例の術前・術後のイメージ図
a. 術前の形態的特徴を示すイメージ図。
b. 治療目標を示すイメージ図。

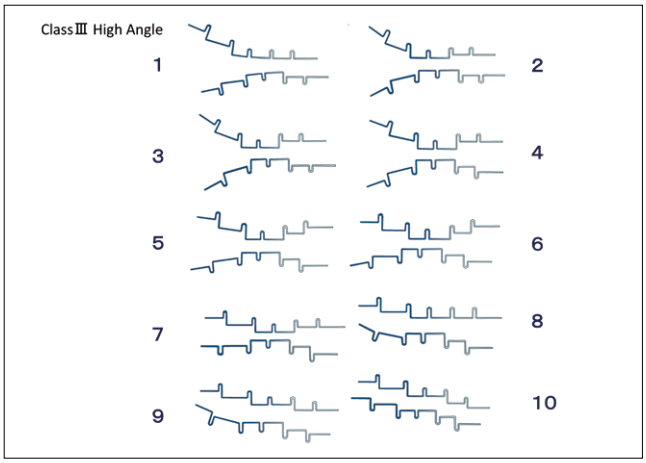


図31. GEAW装置によるHigh Vertical ClassⅢ Open Biteの屈曲手順
この不正咬合は、ポステリアー・ディスクレパンシーの影響が強いため、強めのTip-back Bendを屈曲し特に上顎大臼歯部の圧下と整直を行い、小臼歯部のStep-up Bendによって下顎位を確立し、水平化された咬合平面を急峻になるよう屈曲し咬合再構成を行う。
1.～10. は屈曲手順

図32. High Vertical ClassⅢ Open Bite症例の治療経過の口腔内写真

a. 治療開始から1週間後、0.016×0.022インチのGEAW装置に初めから小臼歯部にStep-up Bendを屈曲し装着。大臼歯部にはTip-back Bendを屈曲。顎間ゴムは、垂直ゴムで上下顎のコバヤシフックと下顎の右側犬歯近心はクリンパブルフックを使用した。

b. 3ヶ月後、0.017×0.022インチのGEAW装置に変え大臼歯部のTip-back Bendをさらに強める。上下顎小臼歯部のStep-up Bendを強め、下顎前歯部にもStep Bendを屈曲し高径の挙上を行う。顎間ゴムは、上下顎犬歯近心のコバヤシフックとループに垂直ゴムとShortⅢ級ゴムを使用した。

c. 5ヶ月後、臼歯部の干渉は除去され下顎位は遠心位に誘導された。大臼歯部のTip-back Bendは緩め、咬合平面の再構築を開始。顎間ゴムは、上顎前歯部の両側犬歯近心と第一小臼歯遠心に、下顎は側切歯遠心にコバヤシフックを装着し垂直ゴムとShortⅢ級ゴム。加えて下顎第一大臼歯遠心にコバヤシフックを装着しClass Ⅲ Check Elastics（3/16インチ、6オンス）を使用し下顎の後方への回転を開始した。

d. 10ヶ月後、咬合平面を急傾斜な後ろ上がりの階段状に再構築するために、下顎大臼歯部にStep-up Bendを上顎前歯部にはStep-down Bendを屈曲。顎間ゴムは、緊密な嵌合状態を得るために前歯部と臼歯部に三角ゴムとボックスゴム（3/16インチ、6オンス）を使用した。

図33. High Vertical ClassⅢ Open Bite症例の術後の口腔内写真

犬歯、大臼歯の咬合関係はAngleの分類Ⅰ級へと変化し、前歯部の叢生は改善された

（2）Low Vertical Class Ⅲ Deep Biteの症例と屈曲手順

患者は、受け口と上顎右側の八重歯を主訴として来院した成人女性。口腔内所見では、大臼歯部の咬合関係はAngleの分類Ⅰ級で、唇側転位した右側の犬歯関係はⅢ級を示し、下顎の正中は半歯分左側に偏位していた。Overjet-2.1mm Overbite 2.1mmであった（図34）。治療目標は、この症例の根本的な問題点である不足した咬合高径の改善のために、小臼歯を中心とした咬合高径の増加により上顔面高の改善を行う。さらに急傾斜な上顎大臼歯部の咬合平面を水平化させ、下顎の機能的な過剰回転を抑制する（図35）。屈曲手順としては、下顎枝の成長が旺盛なため咬合高径の増加量との間に不調和をきたしてくるので、特に上顎小臼歯部にはStep-down Bend、下顎小臼歯部にはStep-up Bendを屈曲し、咬合高径を増加させることによって下顎の過剰な前方回転を抑制させる。さらに上顎大臼歯部にはStep-down Bendを屈曲し水平的な咬合平面に再構成するよう調整を行う（図36）。治療経過の口腔内写真（図37）と術後の口腔内写真（図38）。

図34. Low Vertical Class Ⅲ Deep Bite症例の初診時口腔内写真
大臼歯咬合関係はAngleの分類Ⅰ級で、右側犬歯関係はⅢ級を示し、下顎の正中は半歯分左側に偏位している。

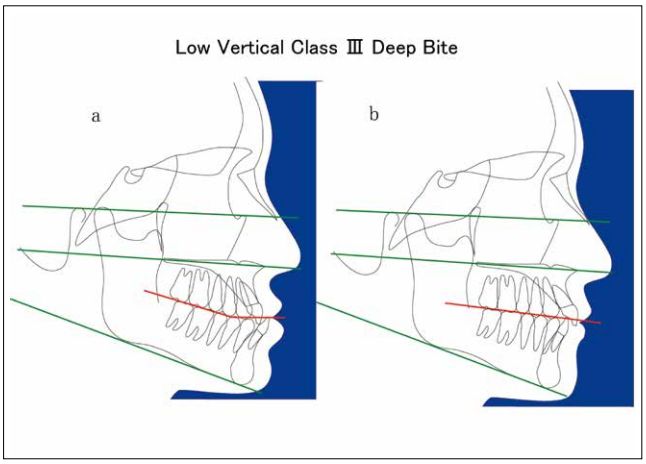


図35. Low Vertical Class Ⅲ Deep Bite症例の術前・術後のイメージ図
a. 術前の形態的特徴を示すイメージ図
b. 治療目標を示すイメージ図

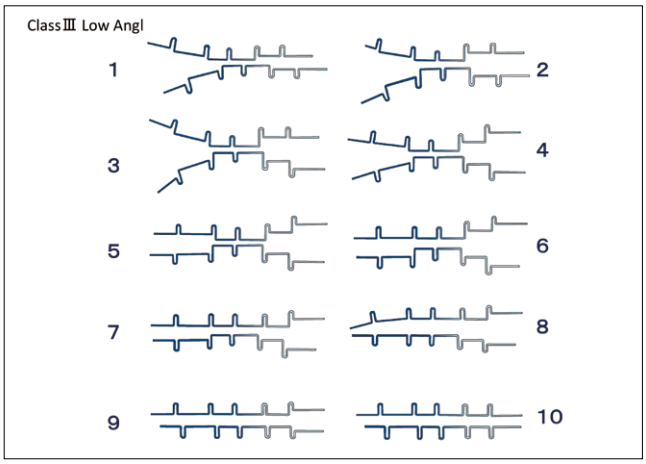


図36. GEAW装置によるLow Vertical Class Ⅲ Deep Biteの屈曲手順
この不正咬合は咬合高径の不足によって下顎が過剰に回転したために起こっている。したがって小臼歯部のStep-up Bendを用いて積極的に咬合高径を増加させ咬合平面を水平化させることによって咬合再構成を行う。
1. ～10. は屈曲手順

図37. Low Vertical Class Ⅲ Deep Bite症例の治療経過の口腔内写真

a. 治療開始から1ヶ月後、上顎右側にMOGW（Modified Offset GUMMETAL Wire）・左側にGEAW装置（0.018×0.022インチ）を装着、下顎はGEAW装置（0.016×0.022インチ）を装着し、初めから小臼歯部にStep-up Bendを、大臼歯部には約25°の連続的なTip-back Bendを屈曲し、垂直および水平的レベリングを開始した。顎間ゴムは、垂直ゴム（3/16インチ、6オンス）を使用した。

b. 3ヶ月後、上下顎をGEAW装置(0.017×0.022インチ)に変え、小臼歯部のStep-Bendを強めに屈曲し、大臼歯部のTip-back Bendをさらに強めた。前歯部の被蓋を確実にするため下顎前歯部にもStep Bendを屈曲した。顎間ゴムは、垂直ゴムとShort Class Ⅲ Elastics（3/16インチ、6オンス）を使用した。

c. 7ヶ月後、上顎大臼歯部にStep-down Bend屈曲し挺出を行なった。顎間ゴムは、右側前歯部には垂直タイプを、左側前歯部にはⅡ級タイプのボックスゴムを、臼歯部には垂直タイプのボックスゴムを用いた。

d. 12ヶ月後、大臼歯部のStep-down Bendと左側下顎前歯部のStep Bendは残し、すべてのベンドを取り除き歯軸のコントロールを行い、オクルーザルガイダンスの確立を行った。顎間ゴムは、垂直タイプのボックスゴムを前歯・臼歯部に使用した。

図38. Low Vertical Class Ⅲ Deep Bite症例の術後の口腔内写真

大臼歯の咬合関係はアングルの分類Ⅰ級、犬歯関係もⅠ級となり正中の偏位も改善した。

（3）Low Vertical Class Ⅱ Open Biteの症例と屈曲手順

患者は、前歯部の開咬を主訴として来院した成人女性。口腔内所見では、犬歯、大臼歯の咬合関係はAngleの分類Ⅰ級で、Over jet 4.9mm、Over bite -2.9mmで開咬を示し、上下顎前歯部に軽度の叢生を認めた（図39）。この不正咬合の形態的特徴である極端に急峻な大臼歯部の咬合平面による下顎の開大によって下顎は遠心咬合となり顎機能障害に陥りやすい。さらに、上顎の咬合高径が異常に低位であるため下顎位を前方に適応させることが困難となる。したがって、特に上顎大臼歯部の咬合平面に対し積極的にアプローチを行うことにより、咬合平面の水平化と咬合高径を増加させ、下顎の機能的な運動を回復させる（図40）。屈曲手順としては、High Vertical Class Ⅲ Open Biteとは逆の適応反応を示しているため、上顎骨は前方に回転するように成長する。さらに、下顎の小臼歯の咬合高径が特に低位を示しているためStep-up Bendを屈曲することによって咬合高径の増加を行う。また、大臼歯部の咬合平面は急峻となっているため、下顎の大臼歯はTip-back bendとStep-down Bendの屈曲によって整直と圧下を行う。さらに上顎の大臼歯部をStep-down Bendの屈曲によって挺出させ、咬合高径の増加と咬合平面を後ろ下がりになるよう咬合再構成することによって下顎を前方に回転させ機能咬合を獲得させる（図41）。

治療経過の口腔内写真（図42）と術後の口腔内写真（図43）。

図39. Low Vertical Class Ⅱ Open Bite症例の初診時口腔内写真
犬歯・大臼歯の咬合関係はAngleの分類Ⅰ級を示し、前歯部は開咬状態で上下顎前歯部に軽度の叢生を示す。

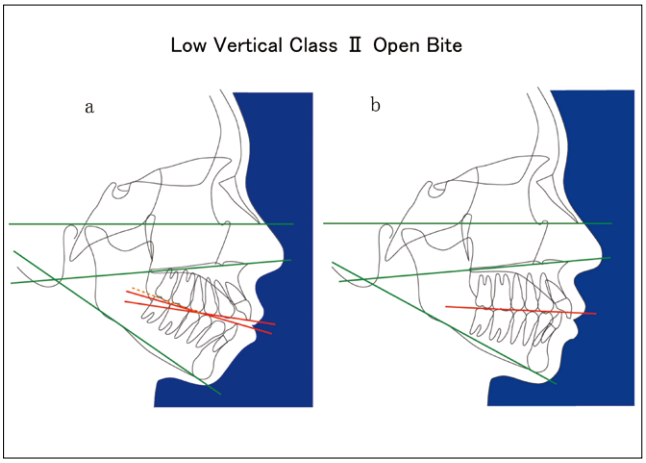


図40. Low Vertical Class Ⅱ Open Bite症例の術前・術後のイメージ図
a. 術前の形態的特徴を示すイメージ図
b. 治療目標を示すイメージ図

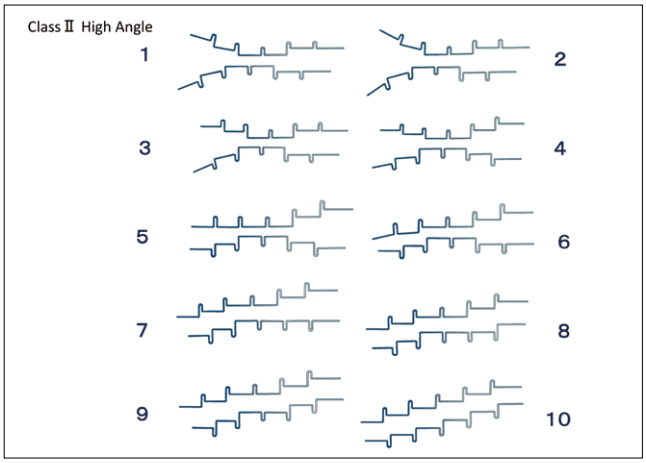


図41. GEAW装置によるLow Vertical Class Ⅱ Open Biteの屈曲手順
この不正咬合は非常に急峻な咬合平面を有しているため、咬合再構成を行ううえにおいて非常に困難な症例である。したがって、特に下顎の小臼歯のStep-up Bendを用いて積極的に咬合高径を増加させると同時に下顎の大臼歯の圧下と整直を徹底して行い、さらに下顎の前方への適応を促すために上顎大臼歯部の挺出も積極的に行なうことにより、後ろ下がりになる咬合平面に再構築すべく屈曲を行う。
1. ～10. は屈曲手順

図42. Low Vertical Class Ⅱ Open Bite症例の治療経過の口腔内写真

a. 治療開始から2週間後、右側上下顎はMEAW装置（0.016×0.022インチ）で、左側上下顎はGEAW装置（0.016×0.022インチ）を用いて行った。初めから小臼歯部にStep-up Bendを屈曲し、臼歯部には連続的に約20°のTip-back Bendを屈曲し整直と圧下を行った。顎間ゴムは、垂直ゴムを使用した。

b. 3ヶ月後、右側はMEAW装置で、左側のGEAW装置のサイズを0.017×0.022インチに変え、装置のTip-back Bendをさらに約5°強くし干渉の除去を行った。また、前歯部にもStep Bendを屈曲した。さらに、上顎の歯列弓拡大を0.7mm（ゴムメタル線）のマリガン装置を装着し行った。顎間ゴムは、垂直ゴムとShortⅡ級ゴムを使用した。

c. 5ヶ月後、装置のTip-back Bendは、下顎臼歯部を残しすべて取り除いた。上顎大臼歯部のStep Bendも取り除き咬合再構築を開始した。顎間ゴムは、ClassⅡCheck Elastics（3/16インチ、6オンス）を使用し下顎の前方回転の誘導を開始した。

d. 8ヶ月後、咬合平面を後ろ下がりにするため階段状のベンドを強め、さらに下顎前歯部を挺出させるよう屈曲した。顎間ゴムは、前歯・臼歯部に垂直タイプのボックスゴムを用い、歯軸コントロールを行いオクルーザルガイダンスの確立を行った。

図43. Low Vertical Class Ⅱ Open Bite症例の術後の口腔内写真
犬歯・大臼歯の咬合関係はアングルの分類Ⅰ級となり、歯列弓の改善も得られた。

（4）Low Vertical Class II Deep Biteの症例と屈曲手順

患者は、上顎前突を主訴として来院した成人女性。口腔内所見では、大臼歯の咬合関係はAngleの分類Ⅱ級で、Over jet 8.2mm、Over bite 4.8mmを示し、上顎の左側側切歯は口蓋側に傾斜し、さらに下顎前歯部にはスリーインサイザーを認めた（図44）。治療目標は、積極的に咬合高径を増加させながら臼歯部咬合平面を水平化あるいは後ろ下がりにし、下顎枝の潜在的成長能と調和させることによって下顎を前方位に再適応させ、顎関節部での代償を促すことである。そのためには、まず、生理的な下顎位を決定し、咬合高径の増加により咬合支持の確立を行い、顆路傾斜角と調和した適切な臼歯離開を確立させる。さらに、適切な相対前方誘導路角と歯冠内開口角の確立を行い下顎位の安定を図る（図45）。屈曲手順としては、スピー彎曲が強く臼歯部咬合平面は急傾斜を示し咬合高径は不足しているため、上顎小臼歯部にはStep-down Bend、下顎小臼歯部にはStep-up Bendを屈曲し咬合高径を増加させ、上顎の大臼歯部にはStep-down Bendを屈曲し咬合平面を水平化させ咬合再構成を行う（図46）。治療経過の口腔内写真（図47）と術後の口腔内写真（図48）。

図44. Low Vertical Class II Deep Bite症例の初診時口腔内写真
犬歯・大臼歯の咬合関係はAngleの分類Ⅱ級を示し、上顎左側側切歯は、口蓋側に傾斜しさらに下顎前歯部はスリーインサイザーを認める。

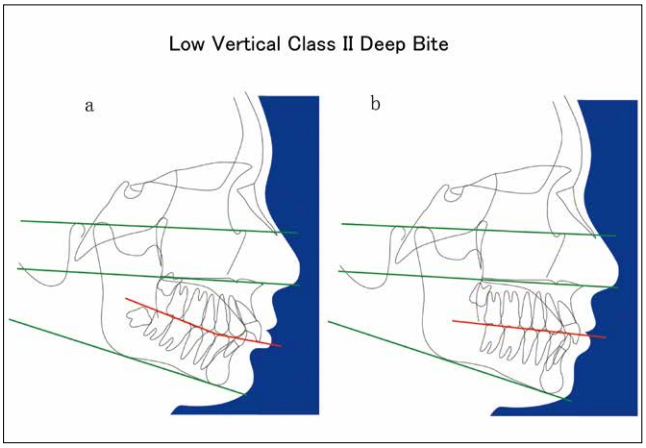


図45. Low Vertical Class II Deep Bite症例の術前・術後のイメージ図
a. 術前の形態的特徴を示すイメージ図
b. 治療目標を示すイメージ図

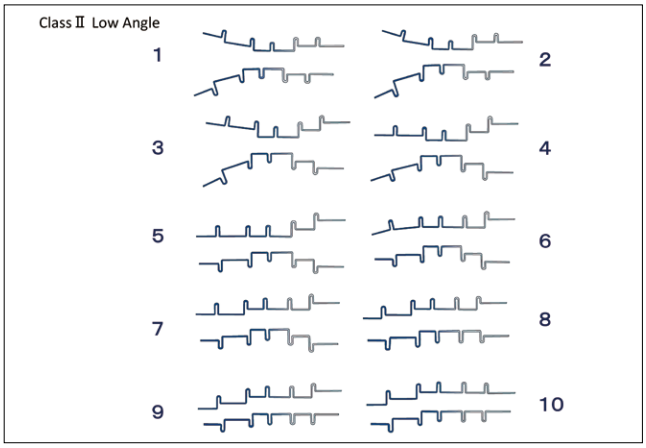


図46. GEAW装置によるLow Vertical Class II Deep Biteの屈曲手順
この不正咬合は、下顎枝の成長能に咬合高径の増加が追いつかず下顎が後方で回転しスピー彎曲の強い咬合を示している。したがって、咬合高径を増加させるよう小臼歯のStep-up Bendを屈曲し咬合平面を水平化させるよう屈曲する。
1. ～10. は屈曲手順

図47. Low Vertical Class II Deep Bite症例の治療経過の口腔内写真

a. 治療開始から2週間後、初めからStep-up Bendを上下顎小臼歯部に屈曲したGEAW装置(0.016×0.022インチ)を装着し、大臼歯部には連続的に約25°のTip-back Bendを屈曲し垂直的レベリングを開始した。顎間ゴムは、同じくコバヤシフックに垂直ゴムを使用した。
b. 2ヶ月後、0.018×0.022インチのGEAW装置に変え下顎大臼歯部のTip-back Bendをさらに強めに屈曲し、整直と圧下を継続した。上下顎前歯部にもStep Bendを屈曲し咬合高径の挙上を行った。上顎大臼歯部のTip-back Bendは取り除き、上顎の歯列弓拡大のため0.7mm(ゴムメタル線)のマリガン装置を装着した。上下顎両側犬歯近心側と下顎第一小臼歯近心側のコバヤシフックにShortⅡ級ゴムを使用した。
c. 5ヶ月後、下顎位は近心位に誘導され前歯部の咬合関係は改善し始めたので、0.017×0.022インチのGEAW装置に変え、上顎大臼歯部のStep Bendを取り、リバースのベンドを屈曲し咬合平面の再構築を開始した。顎間ゴムは、垂直ゴムとClass Ⅱ Check Elastics(3/16インチ、6オンス)を使用し下顎の前方回転の誘導を開始した。
d. 9ヶ月後、大臼歯部を階段状に屈曲し咬合平面をより水平的に咬合再構成させた。さらに前歯のStep Bendは除去し、緊密な嵌合状態を得るために小臼歯部にボックスゴム(3/16インチ、6オンス)を使用した。

図48. Low Vertical Class II Deep Bite症例の術後の口腔内写真
犬歯、大臼歯の咬合関係はAngleの分類Ⅰ級へと変化し、正常な被蓋が確立された。

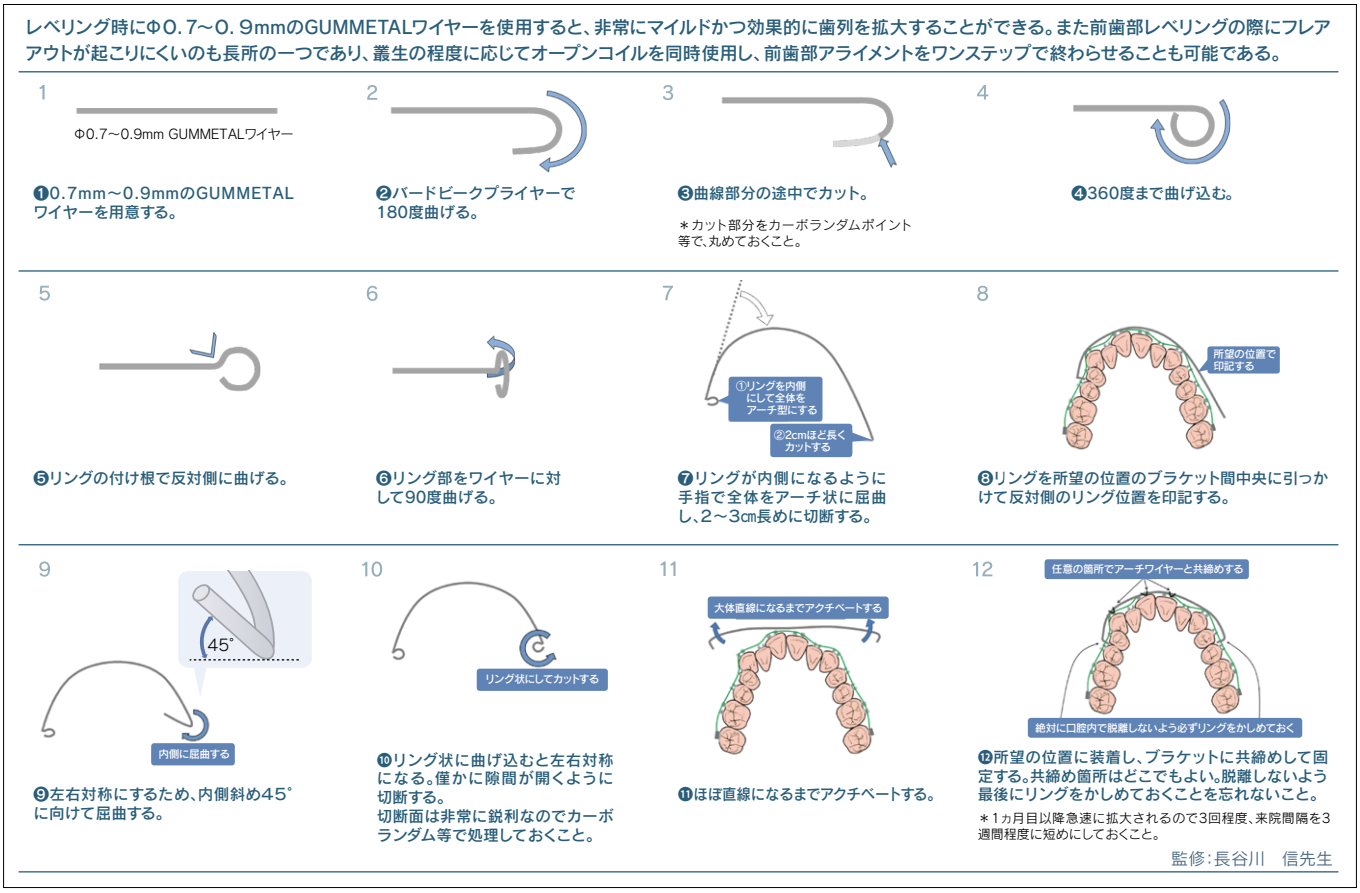


図49. マリガンのオーバーレイアーチ屈曲法

＊症例の中で使用されているマリガン装置（歯列をEnlargement（拡大））の屈曲法を示す図で、図に示すようにゴムメタルの技工線を用いて行う（図49）。

＊マリガン装置には、ゴムメタルストレートワイヤー巻線、ゴムメタルホワイトストレートワイヤー巻線を用いて作製する（図50、図51）。

図50. ゴムメタルストレートワイヤー巻線

図51. ゴムメタルホワイトストレートワイヤー巻線

まとめ

GEAW装置もMEAW装置と同じく屈曲には練習が必要ではあるが、GUMMETAL矯正ワイヤーは、非常に弾性に富み屈曲が非常に楽なワイヤーであるので、屈曲手順に従って基本的注意事項を守れば症例において大きな誤りはないと思われる。しかし、この装置を用いるための最も重要なことは不正咬合に対する概念と、診断(戦略)と治療計画(戦術)の立案である。これなしにはGEAW装置は何の役にも立たない装置である。この点を十分に理解し装置を用いて頂きたい。

＜参考文献＞

1）白数明義　他：MEAW 装置を用いるための不正咬合の考え方．歯科医療 2007 年夏号（Vol.21 No3）第一歯科出版．東京.

2）Richardson, E. R. : Atlas of craniofacial growth in Americans of African Descent, Center for Human Growth and Development, Craniofacial Growth Monograph Series, 1991.

3）Bhatia. S. N, Leighton, B. C. : A manual of facial growth, A computer analysis of longitudinal cephalometric growth data, Oxford Univ. Press, 1993.

4）Sato, S., Sakai, H., Sugishita, T., Matsumoto, A., Kubota, M., Suzuki, Y. : Developmental alteration of the form of denture frame in skeletal Class III malocclusion and its significance in orthodontic diagnosis and treatment. Int J MEAW Tech Res Found 1 : 33-46. 1994.

5）Slavicek, R., Sato, S. : The dynamic functional anatomy of craniofacial complex and its relation to the articulation of the dentitions (pp482-514). Das Kauorgan Funktione und Dysfunktionen. Gamma Dental Edition, (Austria) 2001.

6）佐藤貞雄：顎顔面骨格のダイナミックスと不正咬合．日本歯科医師会雑誌，47:19-32,1994.

7）佐藤貞雄：不正咬合とは何か　ー不正咬合の発現機序ー．歯科医療，13:5-16,1999.

8）佐藤貞雄：顎顔面の垂直的高径と不正咬合　ー生体の適応と代償の原理ー．日本歯科医師会雑誌，55(3):15-25,2002.

9）佐藤貞雄　他：顎関節機能を考慮した不正咬合治療，東京臨床出版．東京．1996.

10）佐藤貞雄　他：MEAW を用いた矯正治療．第一歯科出版．東京．2001

11）佐藤貞雄　他：MEAW を用いた矯正治療Ⅱ〔アドバンス編〕．第一歯科出版．東京．2005

12）白数明義、佐藤貞雄：初心者のための MEAW を用いた矯正治療，第一歯科出版．東京．2008.

13）白数明義、佐藤貞雄：機能的咬合構築を目指す不正咬合の矯正治療，第一歯科出版．東京．2014.

著者略歴

白数明義（しらす　あきよし）

白数デンタルオフィス理事長

神奈川歯科大学咬合医学研究所　非常勤講師

1953年　岡山市に生まれる

1978年　岐阜歯科大学(現 朝日大学歯学部)卒業

1978年　岡山大学医学部入局(歯科口腔外科学)

1981年　歯科医院開業

1987年　医学博士(岡山大学医学部)

2000年　神奈川歯科大学非常勤講師(歯科矯正学)

2003年　神奈川歯科大学非常勤講師(成長発達歯科学講座)

2009年　白数デンタルオフィスを移転開業

2014年　神奈川歯科大学咬合医学研究所　非常勤講師(研究員)

佐藤貞雄（さとう　さだお）

神奈川歯科大学咬合医学研究所　所長

神奈川歯科大学　特任教授(学事顧問)

1971年　神奈川歯科大学　卒業

1971年　神奈川歯科大学　助手(歯科矯正学)

1978年　神奈川歯科大学　講師

1979年　歯学博士(神奈川歯科大学)

1981年　米国アラバマ大学留学(生化学 W.T.Butler 教授)(1982年まで)

1989年　神奈川歯科大学　助教授

1991年　日本MEAW研究会会長(2000年まで)

1996年　神奈川歯科大学　教授(2010年まで)

2001年　オーストリア　ドナウ大学　客員教授(現在に至る)

2004年　米国　タフツ大学　客員教授(現在に至る)

2006年　神奈川歯科大学咬合医学研究所　所長(現在に至る)

2010年　神奈川歯科大学　学長(2014年まで)

発行: JM Ortho Corporation

東京都千代田区神田駿河台2-2御茶ノ水杏雲ビル14F

〒101-0062 TEL(03)5281-4711

薬事関連情報

販売名：ゴムメタル　一般的名称：歯列矯正用ワイヤ

医療機器認証番号：222AKBZX00025000　医療機器の分類：管理医療機器（クラスII）

製造販売：株式会社JM Ortho