

GUMMETAL ワイヤーを用いた 臨床一工夫

—金属アレルギー患者を対象として—

徳島大学大学院医歯薬学研究部口腔顎顔面矯正学分野



堀内信也



田中栄二

はじめに

矯正歯科臨床では、種々の矯正装置に、様々な素材のワイヤーが用いられている。ニッケルチタンワイヤーはマルチブラケットシステムにおいて、超弾性といった特性や、良好なスプリングバックから初期のアライメントやレベリングに適している。しかし、ベンディングを行うことが不可能でトルキングには適さず、フィニッシングやディテーリングには用いられない。一方、最も歴史の古いステンレススチールワイヤーやコバルトクロムワイヤーは、形態付与性、生体親和性、材料学的安定性、および、適当なstiffnessやresilienceを有し、しかも、安価であり、レベリング、空隙閉鎖、フィニッシング・ディテーリングといったマルチブラケット治療におけるいずれのステップにおいても有用であるものの弾力性が低いことが弱点であった。このようなことから、ステンレススチールワイヤーとニッケルチタンワイヤーの弱点を補完する素材として、チタンモリブデンワイヤーが登場した。このワイヤーは、相応なstiffnessと十分なスプリングバックを兼ね備え、加えて、良好な賦形性を有しており、両者の中間の特性を有するワイヤーとして注目され、初期のレベリングやアライメントを終了し、ステンレススチールワイヤーにてトルキングを行う前、あるいは、settle downの際にも、両者の橋渡し役として、その特性を生かした用途に応用されている。

2010年にロッキーマウンテンモリタからリリースされたGUMMETALは、チタンモリブデンワイヤーと同様にニッケルチタンワイヤーとステンレススチールワイヤーの両者の特性を併せ持つ材料として発売された。このワイヤーは、超高弾性限を有しながらも高強度であり、しかも、易形成性で加工硬化を起こさないという稀な特徴を有した材料である。また、チタンモリブデンワイヤーと比較しても、非線形弾性挙動を示しながら、極めて低いヤング率を有し、しかも際立った低摩

擦性であり、非常にユニークなトルクモーメント特性を発揮するベンディング可能なワイヤーである。

矯正歯科用ワイヤーと金属アレルギー

矯正歯科用ワイヤーのみならず、矯正歯科治療には多種多様な金属を用いた矯正装置が重要な役割を演じている。その一方で、治療技術の変遷により多様な金属が用いられるようになる、特に注意を要するのが金属アレルギーである。金属アレルギーは材料より溶出した金属イオンがハプテンとなり、たんぱく質と共有結合することで免疫原性を有することにより生じるIV型アレルギー（遅延性アレルギー）であるため、金属自身の遅延型アレルギーとしての感作性と、イオンとしての溶出性を十分に考慮せねばならない。特にイオンとしての溶出性とは、腐食性の高さを示すものであり、一般にはイオン化傾向の低い貴金属ほど溶出しにくく、酸化被膜（不動態化被膜）を形成する能力の高い金属ほど安定している。米山によると歯科領域で多用される金属についてイオン化傾向の高い順に並べると以下の通りとなる。

Al>Ti>Nb>Zn>Cr>Fe>In>Co>Ni>Mo>Sn>(H)>Cu>Hg>Ag>Pd>Pt>Au

これらのうち、不動態化被膜の形成能を有するものがTi、Nb、Crであり、生体親和性が高いとされている。一方、パッチテストなどのデータからはNi、Cr、Coに金属アレルギーを発症する確率が高く、別表の如く矯正歯科用ワイヤーと照らし合わせてみた場合、アレルギー患者に使用できる金属は自ずと限られてくる。

<別表>

ステンレススチール	73Fe-18Cr-8Ni-Mn
コバルトクロム合金	40Co-20Cr-16Fe-15Ni-7Mo-2Mn
ニッケルチタン合金	56Ni-44Ti
カップー NiTi	49.5Ni-44Ti-6Cu-0.5Cr
チタンモリブデン合金	80Ti-10Mo-6Zr-4Sn
チタンニオブ合金	Ti-23Nb-0.7Ta-2Zr-O

例えば、Coにアレルギー反応を持つ患者にはコバルトクロムワイヤーを選択肢から除外すればよいが、Crアレルギーの患者に対してはさらにステンレススチールワイヤーとカップーNiTiが除外され、アレルギーとして最も頻度の高いNiであると、選択肢がチタンモリブデン合金とチタンニオブ合金に限定される。さらに、複数の金属に対してアレルギー反応を示す患者も少なくなく、こうして制限を広げていくと、現状では最

もアレルギーとなりにくい歯科矯正用線材はチタンニオブ合金製ワイヤー (GUMMETAL) となる。

矯正歯科治療を完遂するためには、マルチブラケット装置に加え、リングアーチやトランスパラタルアーチ、さらに、動的治療を終了した後には保定装置の使用を考慮せねばならない。1.016mm (.040インチ)のGUMMETALワイヤーからマルチブラケット装置用のプリフォームアーチ、さらにはロジウムメッキが成されたホワイトワイヤーに至る幅広いバリエーションを有し、チタン製リングアタッチメントなども商品展開が成されており、金属アレルギー患者の矯正歯科治療に使用することができる貴重な選択肢の一つである。

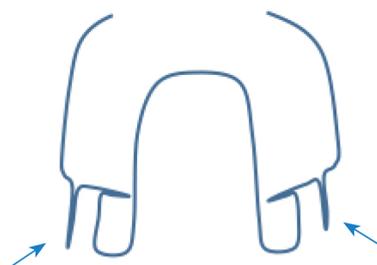
では、GUMMETALを用いた臨床応用例を供覧する。

症例1

症例1はGUMMETALにて歯列弓の側方拡大を行った症例である。患者はCoにアレルギー反応を示したため、臨床にて頻繁に用いられるサンプラチナ線などのコバルトクロム系のワイヤーは使用できなかった。矯正用バンド、リングルシースはステンレス鋼であり、銀ロウは銀、銅、亜鉛を主成分とするため

臨床問題とはならない。GUMMETALにて作製した拡大装置を月に1度の拡大調整を行ったところ半年の装着で十分な拡大量が得られた。GUMMETALにて作製された拡大装置はループを有しないシンプルな構造で、装着感も良好であった。

GUMMETALにて作製したポータータイプ拡大装置



Gummetal製拡大装置の設計
矢印：リングルシースへの挿入部

Coアレルギー患者に、0.914mm (.036インチ)のGUMMETALワイヤーを使用し拡大装置を製作、装着した。

GUMMETALワイヤーを用いた臨床一工夫 -金属アレルギー患者を対象として-

症例2

第2症例は、NiとCoにアレルギー反応を示し、ステンレススチール、コバルトクロム、ニッケルチタンワイヤーが選択枝から除外された。叢生が軽度であったため、GUMMETALとTMAワイヤーを組み合わせるレベリングは順調に進行したものの、上顎大臼歯の幅径調整とトルクコントロールのため、トランスパラタルアーチの使用が必要であった。チタン製リングル

アタッチメント(GMアタッチメント101キット)を上顎左右第1大臼歯にダイレクトボンディングし、GMアタッチメントのスロットに0.914mm (.036インチ)のGUMMETALワイヤーを横方向に2本挿入するデザインのトランスパラタルアーチを作製し、トルクコントロールを行った。

Ni、Coフリーにて行った外科的矯正治療症例



患者にチタン製リングルアタッチメントをダイレクトボンディングし、印象採得を行った後、印象にリングルアタッチメントのダミーを挿入し石膏を注入し、製作用模型を作製する。



臼歯部トルクを有効に発揮させるために、リングルアタッチメントのスロットには0.914mm(.036インチ)のGUMMETALを往路と復路の2本分挿入した。遠心のループは屈曲時の破折を防ぐために設定し、近心の主線にはコイル状にワイヤーを屈曲することでトルクの減衰を防止した。



トランスパラタルアーチを装着し、トルク調整を行った。

症例3

第3症例はNi、Pd、Co、Cr、Moと多くの金属にアレルギーを示す口唇裂口蓋裂患者の一例であるが、叢生が重度であり、しかも使用できるワイヤーはGUMMETALワイヤーに限定された。0.012インチや0.014インチなどの細いGUMMETALワイヤーと、0.016×0.022インチといった比較的径の太いGUMMETALワイ

ヤーをオーバーレイすることで歯列の拡大と叢生の解消を行うことができた。また、途中、エルジロイコイルスプリングを短期間使用したが、シリコンチューブにてスプリングを被覆することで粘膜との接触を回避し、幸いにもアレルギー症状の出現をみなかった。

GUMMETALにて治療を行った口唇裂・口蓋裂の一例



初診時年齢26歳の女性。左側口唇口蓋裂による上下顎前歯の叢生を主訴に来院した。Ni、Pd、Co、Cr、Moに金属アレルギーがあった。非抜歯にて叢生を解消することとなった。



臼歯部にチタンチューブ、小白歯～前歯にかけてはセラミックブラケットを装着し、0.014GUMMETALにてレベリングを開始した。

GUMMETALワイヤーを用いた臨床一工夫 -金属アレルギー患者を対象として-



動的処置開始後7か月経過。016×022GUMMETALに014GUMMETALをオーバーレイし、1]をレベリング。



動的処置開始後14か月。上下顎016×022GUMMETAL、1~3間及び、3]~3]間にはエルジロイオーピングコイルスプリングを装着した。粘膜との接触を避けるためコイルスプリングは、シリコンチューブにて被覆し、アレルギー症状が出現した場合には直ちに撤去できる体制をとった。



動的処置開始後18か月。下顎前歯のレベリングを、016×022GUMMETALと014GUMMETALにて行っている。



動的処置開始後22か月。016×022GUMMETALにて仕上げを行っている。



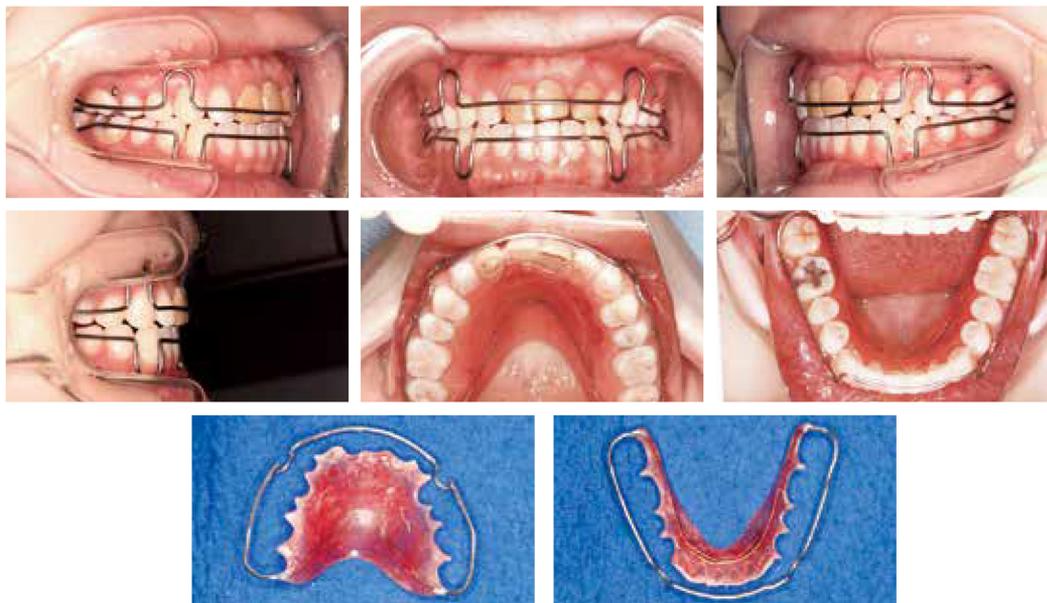
GUMMETALワイヤーを用いた臨床一工夫 -金属アレルギー患者を対象として-

症例4

GUMMETALワイヤーは1.016mm (.040インチ)径をラインアップしているが、この径になると、床装置の主線としても十分な剛性を発揮する。第4症例はNiとPd、Crに金属アレルギー

があったため、1.016mm (.040インチ) GUMMETALにて、Begg typeの保定装置を作製して使用している。尚、上顎前歯についてはセラミック冠などによる最終補綴を予定している。

GUMMETALにて作製した保定装置



Ni、Pd、Crに金属アレルギーを有するに対して、1.016mm (.040インチ) GUMMETALワイヤーを使用し、可撤式保定装置製作、装着した。

まとめ

矯正歯科治療の多くの場面をGUMMETALにて執り行うことを想定し症例を供覧した。

金属アレルギー患者に矯正歯科治療を行う場合には、あらゆる材料を吟味し、患者にとって最も安全で、最も有効な素材を選択する必要があるが、現時点では、比較的高頻度にみられるNi、Co、Crによる金属アレルギーに加え、Mo、Snなどが陽性反応を示した場合、使用できる金属素材はGUMMETAL一択となる。

GUMMETALの長所は、逆に短所であり、しなやかな弾性を有するという事は、逆に剛性には欠けるということである。このため、矯正歯科治療の多くの工程をGUMMETALワイヤーにて行うためには創意工夫し、様々な症状に対する対処法として多くの引き出しを準備しておくことが肝要である。

<参考文献>

1. Evaluation of torque moment in a novel elastic bendable orthodontic wire. Kuroda S, Watanabe H, Nakajima A, Shimizu N, Tanaka E. Dent Mater J.2014;33(3):363-7.
2. Measurements of the torque moment in various archwire-bracket-ligation combinations. Hirai M, Nakajima A, Kawai N, Tanaka E, Igarashi Y, Sakaguchi M, Sameshima GT, Shimizu N. Eur J Orthod. 2012 Jun;34(3):374-80.
3. 矯正用ワイヤーと金属アレルギー. 米山 隆之、東京矯歯誌19巻1号 Page41-46.
4. 矯正歯科医が知っておきたい金属アレルギー患者の診断・治療の最前線. 松村 光明、東京矯歯誌19巻1号 Page31-40.
5. 矯正歯科医が知っておきたい歯科用金属アレルギーとその問題点. 海老原 全、東京矯歯誌19巻1号 Page25-30.

著者略歴

田中栄二

1988年 大阪大学歯学部歯学科卒業
1993年 大阪大学大学院歯学研究科歯学臨床系
(歯科矯正学)修了
1995年 大阪大学助手歯学部
1998年 広島大学助手歯学部
1999年 広島大学講師歯学部附属病院
2001年 広島大学助教授歯学部口腔健康発育学講座
2008年 徳島大学教授大学院ヘルスバイオサイエンス研究部
口腔顎顔面矯正学分野
2015年 徳島大学教授大学院医歯薬学研究部(名称変更)
2016年 徳島大学病院 病院長補佐

堀内信也

1992年 徳島大学歯学部歯学科卒業
1994年 徳島大学歯学部附属病院助手
2010年 徳島大学大学院口腔科学教育部博士課程修了
2012年 徳島大学病院講師
2014年 カナダアルバータ大学, Postdoctoral fellow