

磁性アタッチメントの臨床とその展望

中村好徳^a, 田中 孝^b, 神原 亮^c, 熊野弘一^c, 増田達彦^c, 田中貴信^c

The Status Quo and the Outlook in the near Future for Magnetic Attachments

Yoshinori Nakamura, DDS, PhD^a, Takashi Tanaka^b, Ryo Kanbara, DDS, PhD^c,
Hirokazu Kumano, DDS, PhD^c, Tatsuhiko Masuda, DDS, PhD^c and Yoshinobu Tanaka, DDS, PhD^c

抄 録

1992年にわが国で初めての実用的な磁性アタッチメントが開発されて以来、既に四半世紀が経過したことになるが、この臨床システムも、既にありふれた日常的な術式となっている。磁性アタッチメントは、日本磁気歯科学会の主要メンバーが中心となり開発、改良を行い、2012年には、わが国から提案された磁性アタッチメントに関する諸事項が、ISOの国際規格として採用された。このことにより今後、世界各国で製造、販売される全ての磁性アタッチメントが、われわれの提案した規格の要件を満たさなければならなくなった。本稿では、磁性アタッチメントの概要および基本的な臨床手技をはじめ、臨床症例、さらに今後の可能性についても提示したい。

キーワード

磁性アタッチメント, オーバードンチャー, ISO, 歯冠外アタッチメント

I. はじめに

工業界において開発されたサマリウム・コバルト磁石、さらに強力な磁力を持つネオジウム磁石の性能に早くから注目し、部分床義歯への応用を愛知学院大学歯学部の中村貴信名誉教授を中心とする研究グループがさまざまな検討を行い、1992年にわが国で初めての磁性アタッチメントが市販された。これらは、従来の機械式支台装置に比べ多くの臨床的利点を備えた臨床用具として、全国的に大きな反響を呼んだ。その後、ユーザーそれぞれの要望に応えることもあり、多様な形態の磁性アタッチメントを紹介した¹⁻¹³⁾。発売以来およそ四半世紀で、累計約250万個の磁性アタッチメントが、臨床現場に届いているものと推定される。市販直後の大騒ぎも鳴りを潜め、残念ながら、最近では磁性アタッチメントが話題になることは少なくなった。この臨床システムも、既にありふれた日常的な術式となっている¹⁴⁻²⁴⁾。

しかし、われわれは磁性アタッチメントそのものの臨

床の評価が低下したとは考えておらず、身近な若い歯科医達も、日常の臨床で当たり前の装置として利用している。磁性アタッチメントの原理・原則が本来極めて単純なものであり、それに付随する臨床技法も簡明なことから、「今更騒ぎ立てるほどのこともない」というのが現状であろうと考える。

しかし、われわれとしては、この臨床システムを「より簡便に、より多様な症例に」活用できるよう、その後も幾多の検討を重ねて来た。具体的には、コーヌステレスコープと組み合わせたMT冠(Magnotelescopic Crown)や磁性アタッチメントを有髄歯にも積極的に適用する技法も開発した¹³⁻¹⁹⁾。これは、スペース的な制限から、歯冠外型アタッチメントの形態を取らざるを得ないが、臨床的には有用な手段と考える。

現在の日本では、年間、健康保険適応義歯だけでも部分床義歯650万床、全部床義歯300万床が供給されているのが現状である²⁵⁾。さらに、近年の超高齢社会背景を考慮すると、今後、有床義歯の需要は必然的に増加し、

^a オアシス歯科医院東刈谷(東海支部)

^b 愛知学院大学歯学部附属病院歯科技工部

^c 愛知学院大学歯学部有床義歯学講座

^a Dental Clinic Oasis (Tokai Branch)

^b Laboratory of Dental Hospital, Aichi-Gakuin University

^c Department of removable prosthodontics, School of dentistry, Aichi-Gakuin University

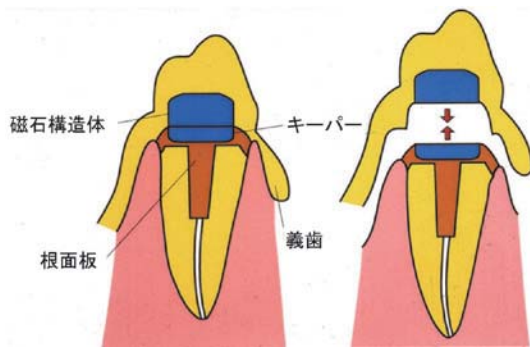


図1 磁性アタッチメント義歯の基本構造

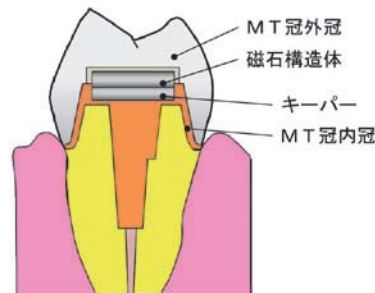


図2 Magnotelescopic Crown (MT冠) 模式図

それにとまない歯科用磁性アタッチメントの利用頻度も増加することが予想される。

本論文は、今後さらなる需要の高まりが予想される歯科用磁性アタッチメントの特徴や基本的な臨床手技について紹介することにより、歯科用磁性アタッチメントを十分理解し、適切にかつ有効に臨床応用できる事を目的としたものである。

II. 磁性アタッチメントの概要

1. ISO規格の採用

経済産業省の国際共同研究助成事業 (NEDO) の一つとして、「歯科用磁性アタッチメントの最適化と国際標準の創成」なるグラントが2005年に採用された。本件は、わが国の磁性アタッチメント事業の成功を契機として、世界各国で多様な製品が市場に紹介されるようになったため、患者と臨床医の信頼を確保するために、国際的な商品規格が不可欠であるとの見地から、文字通り当分野でリーダーシップを発揮してきたわが国から、合理的な発信を行うことになった。

その後、年一回世界各地で開催されるISO国際会議の場において、磁性アタッチメント規格の必要性とその具体的な内容を提案して来た。7年後の2012年パリ会議において国際規格が採用となり正規の国際規格 (IS: International Standard) として登録された。当然のことながら、これにより、わが国のJISも含め、今後はわれわれの創った規格を無視した商品を市場に出すことは、いずれの国においても不可能となったということである^{26,27)}。

2. 磁性アタッチメントの臨床的利点

磁性アタッチメントを義歯の支台装置として利用することは、単に従来の支台装置に代用出来るだけではなく、磁石の特性に基づいて、以下のような点において従来の支台装置より優位であると考え^{1-3,24)}。

1) 機械的支台装置のように摩耗・破損する部分がなく、長期間の使用においても維持力の減衰がない。

2) 磁石構造体のサイズを適正に選択することで、維持力のコントロールが容易にできる。

3) 力の方向が厳密でなく、義歯の設計・製作が容易である。

4) 審美性が優れている。

5) 完成義歯は複雑な形態とならないため、患者自身による取り扱いが容易である。

6) アタッチメントの維持力は磁石構造体が根面板から離れると急激に減少するため、義歯の着脱時に支台歯に非機能的な力が加わる危険性が少ない。

7) 適応範囲が広い。

3. 磁性アタッチメントの具体的な利用法

1) 根面板型

磁性アタッチメントの基本的な利用形態は根面アタッチメントの一つとして利用することであった (図1)。すなわち、臨床条件に劣る残存歯を可及的安全に義歯に組み込むためには、歯冠歯根長比を改善すると同時に、磁石構造体とキーパーとの吸着面で側方過重が解放されやすいなどの磁性アタッチメントの特性を利用することが、極めて有用でありこれが磁性アタッチメントの根本的な利用法であることは確かである。しかし、いわゆる垂直的動揺が確認されるレベルの残存歯への適用は避けるべきである¹⁻³⁾。

3) MT冠 (Magnotelescopic Crown) 型

磁性アタッチメントの臨床応用が進む中で、当然のことながら、臨床症例においては、残存歯の状態が必ずしも劣悪ではない場合も頻繁に遭遇することになる。その場合にも、いわゆる「歯に優しい」支台装置にこだわる根拠は乏しく、義歯自体の機能性を高めるためにも、より積極的な設計が選択される。われわれは、この様な臨床要件に対処するために、磁性アタッチメントをコーヌステレスコープクラウンと組み合わせた、Magnotelescopic Crown (MT冠) システムを考案した^{5,6)} (図2)。このMT冠は、コーヌス様の支台装置ではあるが、コーヌステレスコープのような複雑な技工操

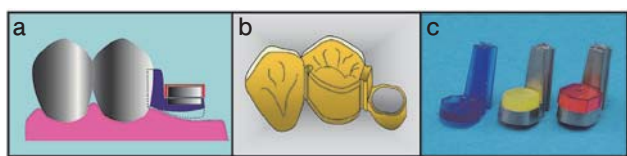


図3 歯冠外磁性アタッチメント模式図
a: 頬側面観, b: 舌側面観, c: EC キーパーパートレ (ジーシー)

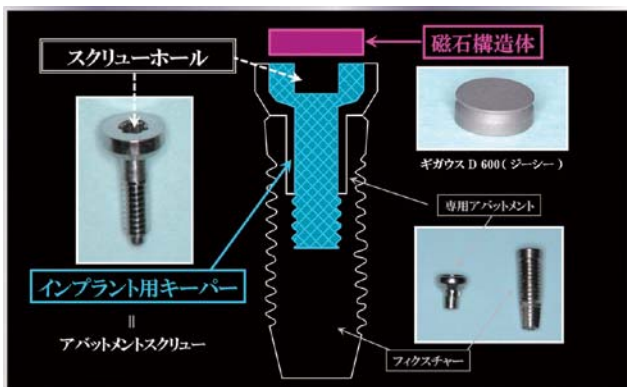


図4 インプラント用キーパー

作は必要とせず、磁性アタッチメントの維持力を用いて義歯を維持安定させる比較的シンプルな支台装置であり、リジットサポートによる審美的な補綴治療を可能としたものである。

3) 歯冠外 (extracoronary) 型

われわれは、磁性アタッチメントのさまざまな利用法を工夫してきたが、最後の障壁は有髄歯への適応であった。磁性アタッチメントは開発以来、さまざまな改良が加えられ、当初のタイプに比べ大幅な小型化が進んだとはいえ、現実的な適用部位のスペースは極めて限られたものであり、MT冠を含め、無髄歯に準じた方法で有髄歯に適用することには一般的に無理があった。この問題に対処するために、われわれは磁性アタッチメントを従来の機械式の歯冠外アタッチメントに準じて、支台歯に隣接する欠損腔に補助的なアームを出し、その上に適応することで、有髄歯への活用も可能にした。本法の開発で、すべての残存歯に磁性アタッチメントの適応が可能になった¹³⁻¹⁸⁾。

磁性アタッチメントを生活歯に適応させた歯冠外磁性アタッチメントの模式図を図3に示す。この歯冠外磁性アタッチメントは、ECキーパーパートレ(図3-c)を歯冠補綴装置に組み込み製作するものである⁶⁻⁹⁾。

しかしながら、この歯冠外磁性アタッチメントは必然的に構造上カンチレバーになる為、その構造や形態、支台歯の連結歯数など、これまで力学的検討が行われ、その安全性が確認されてきた¹⁵⁻¹⁸⁾。

4) インプラントキーパー

現在世界各国で活用されているインプラント上部構造の一部に、磁性アタッチメントキーパーを組み込んだもので、インプラントを土台とした各種補綴装置の製作が可能となった(図4)。上部の補綴装置が可撤性となることに加え、上部構造の製作が容易になるという利点、また、天然歯同様にインプラント自体を過大な荷重から守るという点から、臨床現場では高い評価を受けつつある^{2,13)}。

現時点では、特定のインプラント体に既製品として直接適用可能な磁性アタッチメントは限定されているが、今後の更なる発展が期待される分野である。

4. 各術式を選択基準

義歯の設計に関して、術者として診査・判断すべき主要な事項としては、それぞれの症例の欠損様式、支台歯の状態、咬合関係、患者の希望などがあげられるが、特に、個々の支台歯の負担能力に応じた磁性アタッチメント形態を付与、選択することで、さまざまな様式で磁性アタッチメントを利用することも可能となる。

そのため、磁性アタッチメントを適用する支台歯に関しては、動揺度、BOPの有無、X線写真による周囲組織の診査、診断が必要不可欠であり、臨床状態が良い支台歯にはMT冠、生活歯には歯冠外型を、臨床状態が不良な支台歯では為害作用のある側方を可及的に避けることが可能な、高さの低い根面板型が妥当ではないかと考える¹⁻⁹⁾。

III. 磁性アタッチメントの基本的術式

1. 支台歯形成について

1) 根面板型

根管治療の終了した支台歯について、通法に従って歯冠切断と根管形成を行う。根面形成は通常根面アタッチメントや根面キャップ型のそれに準ずる。平板のキーパーを設置するので、基本的には平面形成である。しかし、一般に咬合平面に対しては唇側歯肉縁のほうが低い位置にあり、特に、唇側歯肉が退縮している場合などには2面形成が必要となる。これは、アタッチメントに十分な維持力を発揮させるためと、アタッチメント自身の義歯床内への取まりをよくするために、原則的には咬合平面に平行に設置されるからである(図5)。さらに、根面板辺縁の適合性を高めるため、根面全周にベベルを付与することが望ましい(図5-a)。次に、キーパースペースの確保の為、支台歯上面を凹面形成し(図5-b)、最後に回転防止溝を付与する(図5-c)。ポストの長さは、歯根の骨植状態にもよるが、本システムでは支台歯への荷重の作用点が低いことを考慮して、通常5mm程度を目安にしている¹⁻³⁾。

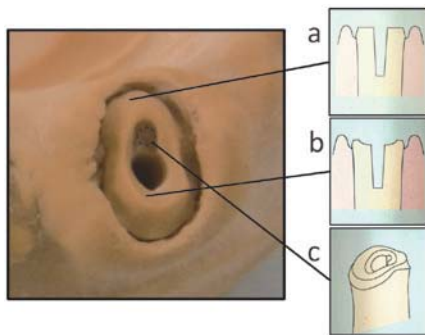


図5 支台歯形成 (キーパー根面板)

a: 全周ベベルの付与, b: 凹面形成,
c: 回転防止溝の付与



図6 支台歯形成 (MT冠)

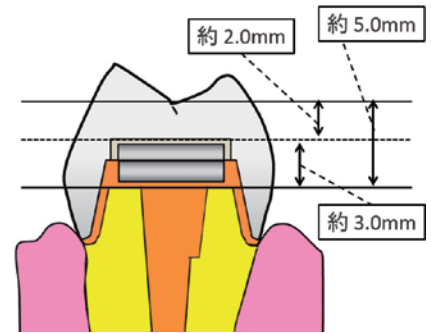


図7 MT冠適応時に必要なクリアランス

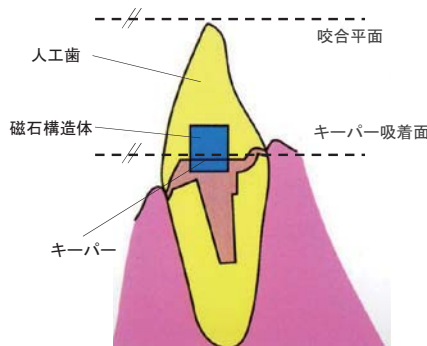


図8 キーパー吸着面の設定位置と人工歯との関係

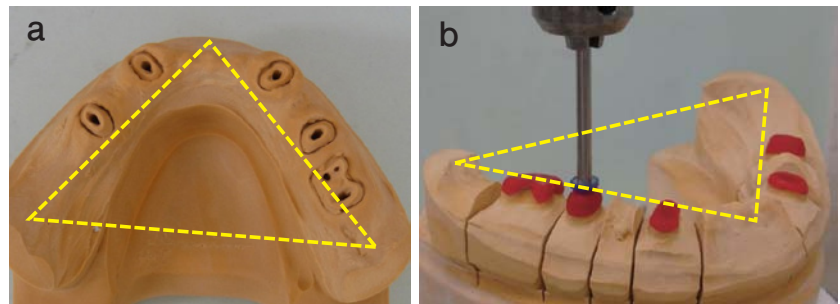


図9 全顎印象された下顎作業模型

a: 下顎作業用印象, b: キーパーを咬合平面と平行に設置

2) MT冠型

MT冠の支台歯形成を図6に示す。MT冠形成に関しては、キーパー根面板とは異なり側方力に対して抵抗する支台歯形態の為、残存歯質を可能な限り残した形成が望ましい。MT冠形成の留意すべき事項の一つとして、対合歯とのクリアランス量の確保が挙げられる。必要なクリアランス量の目安としては、キーパーとキーパートレー、磁石構造体とハウジングの厚径が合計約3.0mmであり、さらに、その上部の補綴装置におけるクリアランス量も2.0mm以上必要であり、少なくとも合計5.0mm以上の対合歯とのクリアランスが必要になる(図7)。軸面における支台歯形成量については、MT冠は内冠及び外冠の二重冠構造のため、通常の歯冠補綴装置における支台歯形成量に加えて、内冠の厚み分約0.5mmさらに深く形成する必要がある。また、基本的に支台築造窩洞形成に準じて歯質の厚さは1.0mm以上必要とする。マージン形態については、内冠が適合しやすいシャンファー形態が望ましいと考える^{1-3,7-9)}。

2. 印象採得について

キーパー根面板の印象採得については、後に製作する

磁性アタッチメント義歯に対してキーパー吸着面をどのような位置や角度に設定するべきか配慮が必要である。キーパー根面板は、当然磁性アタッチメント義歯床下に位置するものであるため、キーパー吸着面の位置や角度については、磁性アタッチメント義歯の人工歯排列の妨げにならず、かつ適切な人工歯とのクリアランスを確保できることなどから、咬合平面に対して可及的に平行になるように設定することが望ましいとされている¹⁻³⁾(図8)。そのため、キーパー根面板の印象採得に関しては、咬合平面が不明瞭な局部印象ではなく、支台歯数に関わらず咬合平面の指標となるランドマークを明確に示すことが可能な全顎印象にて印象採得を行うべきである(図9)。

3. 支台歯の管理について

磁性アタッチメントに限らず歯科補綴装置全般は、日々の口腔清掃の如何により、その予後成績が大きく左右されることは周知の事実である。磁性アタッチメントは、比較的形態が単純なものから、複雑な構造を有するものまでさまざまな形態があり、これらを用いることで機能的、審美的な補綴処置を可能とし、多くの患者から

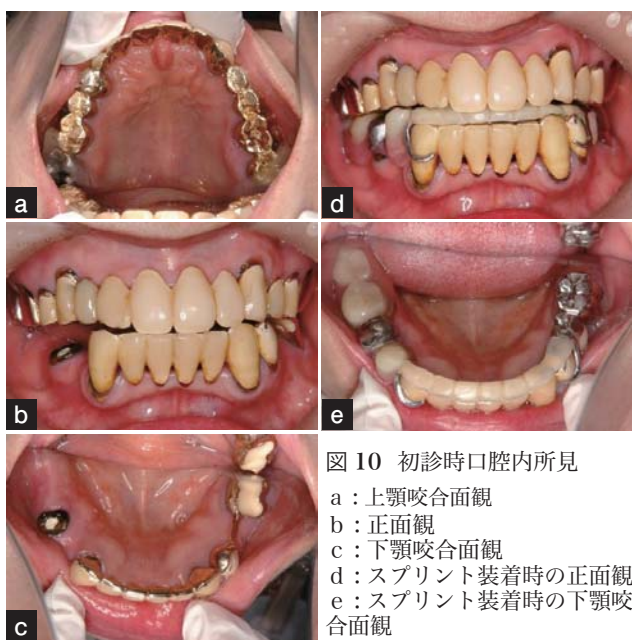


図 10 初診時口腔内所見
 a : 上顎咬合面観
 b : 正面観
 c : 下顎咬合面観
 d : スプリント装着時の正面観
 e : スプリント装着時の下顎咬合面観



図 11 初診時のパノラマ X 線写真



図 12 診断用ワックスアップ

満足を得てきている。しかし、機能面、審美面を追求するあまり、口腔清掃が困難な口腔内になってしまうこともしばしば見受けられる。磁性アタッチメントの形態の種類としては、根面板型、MT 冠、歯冠外型に分かれる。根面板型に関しては、形態は比較的単純ではあるが、天然歯の形状とは大きく異なり、歯冠長が低く、どこに位置しているのか、磨けているか否か曖昧であることなどから清掃を困難なものとしている。また、歯冠外型は、グループやインターロックなど複雑な形態を有しており、この構造がセルフケアを困難なものとしているのも事実である。MT 冠は、根面板型とは異なり、義歯床下に位置しないことや、歯冠外型と比較して複雑な形態を有していないことから、口腔清掃に関しては少なからず有利な様式、形態と考えられる。しかしながら、その MT 冠に関しても天然歯の形状とは大きく異なることは事実であり、口腔清掃の必要性は言うまでもない。これらのことを踏まえ、われわれは、補綴処置の終了した患者に定期的な口腔清掃指導を行うことにより可能な限り徹底した口腔管理を行い、プラークコントロールレコード (PCR) が 20 パーセント以下になり、定期的な口腔清掃指導の効果が見られた症例も報告されている²⁸⁾。

それ故に、磁性アタッチメントを活用する際には、機能的、審美的な治療を可能とする反面、口腔内をプラークが堆積しやすい環境にさせない様に、出来る限り患者には定期的な口腔清掃指導、メンテナンスを行う必要があると考える。

IV. 歯科用磁性アタッチメントを用いた臨床例

1. MT 冠型磁性アタッチメントの臨床

患者：71 歳女性。

主訴：スプリントを外したい、見た目をきれいに、食事がとれない。

口腔内所見：顎関節症のため他院でスプリント治療を受けたが、スプリントなしでは、上下の咬合は不安定で咬合ができない状態であった。

欠損は、 $\overline{321|124} \overline{76421|1257}$ である。上顎にはフルアーチのブリッジ、下顎には適合不良なスプリントタイプの部分床義歯が装着されていた (図 10)。

パノラマ X 線所見を図 11 に示す。本症例では、臼歯部咬合の崩壊、咬合平面の乱れ、歯肉の発赤、腫脹、著明な下顎骨隆起の存在、各所の不良補綴装置、根尖病巣などが確認された。

処置手順：まず、フェイスボウを用いて研究用模型を咬合器に装着し、最終的な咬合高径と歯冠形態を確認するために診断用ワックスアップを行い (図 12)、審美性などに関わる患者の承諾も得た。次いで下顎隆起の切除と下顎の不良補綴装置の撤去を行い直ちに治療義歯を装着した。続いて、各残存歯の根管治療を行い、 $\overline{6}$ に関しては、骨植状態が不安なため歯根のヘミセクションを行い、キーパー根面板を適応した。その他の支台歯すべてに、MT 冠型磁性アタッチメントのキーパー付き内冠を装着した。結果的に、磁性アタッチメントを用いた、支台歯数は上顎で 8 個、下顎で 5 個となった (図 13)。それらを支台として、最終補綴装置として、上顎に可撤性のフルアーチブリッジを、また、下顎にはオーバーデ



図13 口腔内に装着されたMT冠の内冠と上下顎完成義歯



図14 最終補綴装置装着時の口腔内



図15 初診時口腔内



図16 上下顎プロビジョナルレストレーションと下顎治療義歯装着



図17 下顎支台歯形成後の口腔内

ンチャーを装着した(図14)。

完成義歯は、審美性と着脱の容易さなど、多くの点で患者から十分な満足を得たが、装着後15年経過した現在でも、その機能性および審美性に関しては問題ない。

2. 歯冠外磁性アタッチメントを用いた臨床例

患者：60歳男性。

主訴：見た目が悪い，食事がうまく取れない。

口腔内所見：17-4/4-7欠損。

上顎前歯部には歯頸部の露出した不良補綴装置がいくつか見られたが，臼歯部には深刻な問題はなかった。8には，不良補綴装置が残存していたが，歯根の状態には問題がなかった。また，下顎前歯部にはレジン冠が装着されていた(図15)。

処置内容：下顎片側性遊離端症例において歯冠外磁性アタッチメントを適用した症例である。

まず初めに，上下顎前歯部にプロビジョナルレストレーション，下顎欠損部に咬合支持を増すことを目的としたトリートメントデンチャーを装着した(図16)。

最終補綴物の設計は，上顎前歯部においては，歯根状態を考慮し，レジン前装铸造冠ブリッジとした。下顎については，前歯残存歯は全て陶材焼付前装冠にて連結固定し，その遠心部に歯冠外型磁性アタッチメントを適用した部分床義歯を設計した。下顎前歯部の支台歯形成が

終了した口腔内写真を図17に示す。まず，各支台歯に通常の歯冠形態を付与したワックスパターンを作製し，それぞれの欠損側(本症例では2箇所)舌側部にブレースアーム，インターロックの形成を行い，この遠心部にサバイヤーを用いてそれぞれECキーパートレーを設置した(図18)。铸造後，前装部を完成した後，トランスファー印象し，新たな作業用模型を作製した。その後，フィメール部を完成させ，通法通り義歯のメタルフレームを作製し蝸義歯を完成させた(図19)。アタッチメント隣接部にはそれぞれブレースアームとインターロックが設定されている(図20)。完成義歯は口腔内で優れた審美性と磁性アタッチメント義歯に特有のスムーズな着脱を具現している(図21)。

3. 支台歯の負担能力を考慮した磁性アタッチメント選択例

患者：83歳女性。

主訴：よく噛めない，見た目が悪い。

口腔内所見：上顎は765/567欠損，下顎は543I/456欠損。

初診時の口腔内状況は，義歯の不適合により下顎義歯を装着していない状態で，両側臼歯部の咬合支持の喪失に加え，歯周疾患の進行による前歯部の歯列不正や，咬合平面の乱れが確認された。咬合支持は，前歯部のみの



図 18 既製プラスチックパターンを固定した状態の完成したワックスパターン



図 19 完成したメタルフレームおよび蠟義歯



図 20 歯冠外磁性アタッチメントのメール部とフィメール部



図 21 完成した下顎補綴装置と口腔内正面観



図 22 初診時口腔内所見

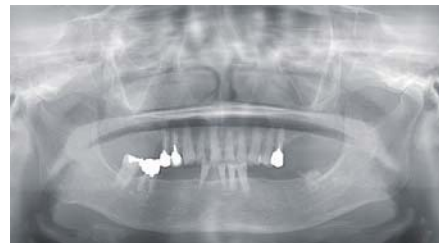


図 23 初診時パノラマX線写真



図 24 上顎ファイナルプロビジョナルと上下顎治療用義歯を装着した口腔内正面観

状態であり、残存歯の状態はいずれについても良好な状態とは言い難いものであった (図 22, 23)。

処置内容：まず、上下顎に暫間義歯を製作し、咬合支持の確保を最優先とした。その後下顎残存歯すべてに根管処置を施し、残存歯すべてにキーパー根面板を装着した。その上に暫間的なオーバーデンチャーを適用し、咬合状態の安定を確認した時点で、上顎前歯部の支台歯形成を行った。これらに対するプロビジョナルレストレーションと暫間義歯とで、咬合状態の安定性は確保されたが、結果的に咬合高径は前歯部で 3.0 mm 拳上され、

審美性に関する患者の満足も得られた (図 24)。次いで、上顎残存歯には陶材焼付冠による歯冠補綴装置を製作したが、543 および 34 はそれぞれ連結冠とし、その遠心部に歯冠外磁性アタッチメントを適応した。

完成した上下顎義歯とそれらの口腔内装着状況は図 25-27 に示す通りであるが、各支台歯それぞれの負担能力と欠損状態を考慮して、根面板型、MT 冠型、歯冠外型のすべてを同一の口腔内に適用した症例となった。結果的には、咀嚼機能はもちろん、審美性の大幅な改善に関しても患者から十分な満足が得られた (図 28)。



図25 完成した上下顎磁性アタッチメント義歯



図27 最終補綴装置装着時の口腔内

V. 今後の課題

クラスプやコーヌス・クローネのような手作りの支台装置に比べ、磁性アタッチメントは基本的に完成した既製品を利用することが特徴である。アタッチメント自体はより高性能化を目指して、今後も新製品の開発や従来品の改良が続くことであろう。

磁性アタッチメント自体も決してまだ完璧なものではない。口腔内の磁性材料が、その部位によってはMRI診断に影響をおよぼすが、その根本的な対策は今後の課題である。また、口腔内の限られたスペースと過酷な環境に対応すべく、今後も改良すべき難問が山積している。磁気工学の進歩で、いずれ現存の希土類磁石より更に高性能な永久磁石の開発も示唆されており、ヨーク材としての強磁性合金も順次改良されると思われる。その時には、インレーの上に載せたレストのような超小型で利用法も簡便な第2世代の磁性アタッチメントの誕生も可能となる。しかし、現在において、磁力を利用する磁性アタッチメント・システムの基本概念はほぼ確立され、磁性アタッチメントは、われわれの日々の臨床現場で既に不可欠な医療用具となった。これは最近、歯科医が安



上顎

下顎

図26 上下顎磁性アタッチメント装着時口腔内写真

(上顎：歯冠外磁性アタッチメント，下顎：MT 冠内冠，キーパー根面板)



初診時

術後

図28 初診時と磁性アタッチメント義歯装着時の比較

易な抜歯を避け、負担能力が不十分と考えられるような残存歯も温存することが多く、結果的にそれらをかかずに補綴装置に組み入れるかが大きな課題となってきたからであると思われる。各支台歯の負担能力に応じた形状で適用することができ、長期間の利用が可能なこの磁性アタッチメントの更なる改良を期待する。

文献

- 1) 田中貴信. 磁性アタッチメント 磁石を利用した新しい補綴治療. 東京：医歯薬出版；1992.
- 2) 田中貴信. 新・磁性アタッチメント 磁石を利用した最新の補綴治療. 東京：医歯薬出版；2016.
- 3) 田中貴信. 続・磁性アタッチメント 108問108答. 東京：医歯薬出版；1995.
- 4) Tanaka Y, Nakamura Y, Hoshiai K. General remarks concerning magnetic attachments in dentistry. Proceedings of the Japan Academy 2002; May: 97-105.
- 5) 田中貴信, 中村好徳, 星合和基, 石田 隆, 長谷川信洋. 磁性アタッチメントによる新しい磁気補綴学. 補綴誌 1999；43：422-431.
- 6) 田中貴信, 星合和基, 金澤 毅, 中村好徳, 出崎義規, 津田賢治ほか. 磁性アタッチメントの臨床とその展望—更なる臨床活用への提案—. 日磁歯誌 2001；10：31-44.

- 7) 田中貴信, 星合和基, 中村好徳, 今泉洋子, 岡田通夫, 長谷川 明. 磁性アタッチメントの新たな適応症を求めて—歯冠外アタッチメントへの挑戦—. 日磁歯誌 2006;15:1-13.
- 8) 岡田通夫, 中村好徳, 田中貴信. 歯冠外アタッチメントとしての有髄歯への適応. 日磁歯誌 2010;19:29-38.
- 9) 神原 亮, 中村好徳, 田中貴信. 初めての磁性アタッチメントを成功させるために. 日磁歯誌 2014;23:31-39.
- 10) 小木曾太郎, 中村好徳, 神原 亮, 安藤彰浩, 秦 正樹, 増田達彦ほか. キーパートレー材料の違いによる鑄造精度への影響. 日磁歯誌 2010;19:61-68.
- 11) 星合和基, 田中貴信, 長谷川信洋, 川北雅子, 藤波和華子, 若山浩一郎ほか. 金属床義歯における磁性アタッチメントの術後調査. 日磁歯誌 2004;13:1-8.
- 12) 中村好徳. 有限要素法によるオーバーデンチャーと磁性アタッチメントの力学的解析. 補綴誌 1998;42:234-245.
- 13) 田中貴信. 「蝶々に育った毛虫さん」—磁性アタッチメント開発秘話—. 日磁歯誌 2013;22:1-12.
- 14) 中村好徳. 歯冠外型磁性アタッチメントを用いた補綴症例. 補綴誌 2011;3:284-287.
- 15) 増田達彦, 熊野弘一, 中村好徳, 宮田利清, 安藤彰浩, 庄司和伸ほか. 三次元有限要素法を用いた歯冠外アタッチメントの応力解析. 日磁歯誌 2007;16:18-22.
- 16) Ohno Y, Kanbara R, Nakamura Y, Masuda T, Kumano H, Hayashi K et al. Magnetic Attachment using Three-dimensional Finite Element Method. J J Mag dent 2012;21:29-35.
- 17) 安藤彰浩, 中村好徳, 神原 亮, 大野芳弘, 田中貴信. 三次元有限要素法による歯冠外磁性アタッチメント支台歯周囲組織の応力解析. 日磁歯誌 2009;18:32-41.
- 18) 中村浩子, 中村好徳, 田中貴信. 光弾性実験を用いた各種磁性アタッチメント義歯の応力解析. 日磁歯誌 2009;18:42-51.
- 19) 熊野弘一, 中村好徳, 増田達彦, 坂根 瑞, 金野弘靖, 白石浩一ほか. Magno-Telescopic Crown (MT 冠) を用いた補綴症例. 日磁歯誌 2012;21:70-74.
- 20) 平井秀明, 吉岡 文, 尾澤昌悟, 浅見和哉, 服部正巳, 田中貴信. 反対咬合症例に磁性アタッチメントを利用して補綴処置を行った1例. 愛院大歯誌 2012;50:261-265.
- 21) 坂根 瑞, 田中 孝, 浅見和哉, 岡田通夫, 尾澤昌悟, 服部正巳ほか. 磁性アタッチメントを連結部に用いた分割顎義歯の製法について. 顎顔面補綴 2013;36:46-53.
- 22) 尾澤昌悟. 磁性アタッチメントのインプラントへの適用—顎顔面補綴治療ガイドライン作成の経験から—. 日磁歯誌 2012;21:28-31.
- 23) 石上友彦. 磁性アタッチメントの失敗と対策. 日磁歯誌 2013;22:24-29.
- 24) 鱒見進一. 磁性アタッチメントの適用はどのような点に有効か. 日磁歯誌 2013;22:30-35.
- 25) 厚生労働省大臣官房統計情報部: 社会医療診療行為別調査. 東京: 厚生統計協会; 2004.
- 26) 高田雄京. ISO 対策委員会報告. 日磁歯誌 2011;20:81-85.
- 27) ISO13017 Dentistry—Magnetic attachments, International Organization for Standardization, 2012.
- 28) 榊原由希子, 安井智美, 松下和子, 山口みどり, 増田達彦, 安藤彰浩ほか. アタッチメント磨けてますか?—歯科衛生士による磁性アタッチメント義歯利用患者への口腔衛生指導—. 日磁歯誌 2011;20:76-80.

著者連絡先: 中村 好徳

〒448-0803 刈谷市野田町沖野 53-4

オアシス歯科医院東刈谷

Tel: 0566-93-4618

Fax: 0566-93-4619

E-mail: nakamura@dpc.agu.ac.jp