日　磁　歯　誌
J J Mag Dent
ISSN 0918-9629

2019 Volume 28. Number 1

JSMAD

The Journal of the Japanese Society
of Magnetic Applications in Dentistry

日本磁気歯科学会雑誌

第28巻　　第１号

日本磁気歯科学会

The Japanese Society of Magnetic Applications in Dentistry

日本磁気歯科学会雑誌

The Journal of the Japanese Society
of Magnetic Applications in Dentistry

Vol. 28. No. 1 2019

日本磁気歯科学会発行

第 29 回　日本磁気歯科学会学術大会の開催について

この度 , 第 29 回日本磁気歯科学会学術大会が下記の要綱で行われました .

会　期：令和元年 11 月 9 日（土），10 日（日）
会　場：Hotel & Resorts BEPPUWAN
〒 879-1508 大分県速見郡日出町平道入江 1825
大会長：鱒見進一（九州歯科大学顎口腔欠損再構築学分野）
担　当：日本歯科大学新潟病院　総合診療科

特別講演：令和元年 11 月 9 日（土）
演題：「希土類系・白金系硬膜磁石（ミニマグ）の開発」
座長：大久保力廣（鶴見大学歯学部有床義歯補綴学講座）
講師：中野正基（長崎大学大学院工学研究科 電気・情報科学部門教授）

－　学術大会参加要綱　－

参加登録：参加登録費の振込みをもって参加登録と致します。
参加登録および登録費：
10 月 15 日（火）迄　　会員 6,000 円，非会員 8,000 円
10 月 15 日を過ぎた場合は、学会、宿泊、懇親会の参加不可
懇親会：令和元年 11 月 9 日（土）　19：00 ～ 20：45
懇親会会場：Hotel & Resorts BEPPUWAN 3F 豊の国（和室大宴会場）

連絡先：九州歯科大学顎口腔欠損再構築学分野
〒 803-8586
北九州市小倉区真鶴 2 丁目 6 番 1 号
E-mail: Jsmad29@gmail.com

本学会では認定医制度を設けており , 磁気に関する専門知識、臨床技能を有する歯科医師を認定医として認定しています .

第 19 回　国際磁気歯科学会のお知らせ

The 19th International Conference on Magnetic Applications in Dentistry General Information

General Information

The Japanese Society of Magnetic Applications in Dentistry (President: Chikahiro Okubo, Tsurumi University) is a scientific association founded in 1991 and is devoted to furthering the application of magnetism in dentistry. The 19th International Conference on Magnetic Applications in Dentistry organized by JSMAD will take place on the Internet as follows.

Meeting Dates:

Friday, February 28 to Tuesday, March 17, 2020

Location:

JSMAD web site:
http://jsmad.jp/international/19/

General Chair:

Prof. Shin-ichi Masumi, Kyushu Dental University

Executive Committee Chair:

Senior Lecturer Eri Makihara, Kyushu Dental University

Subjects:

Researches and developments related to dentistry and magnetism such as:

- Magnetic attachments for dentures
- Orthodontic appliances using magnets
- Measurement of jaw movement using magnetic sensors
- Biological effects of magnetic fields
- Dental applications of MRI
- Others

Registration Information

Registration:

Send e-mail titled "registration for 19th international conference" with your Name, University or Institution, Postal address, Phone, Fax and E-mail address to conference secretariat.

Registration Fees:

No registration fees. Anyone who is interested in magnetic applications in dentistry can participate in the conference via the Internet.

Publishing Charge for Proceedings:

After the conference, the proceeding will be published. The publishing charge is 10,000 yen per page. (No charge for invited paper.)

Guidelines for Presentation

Deadlines:

Entry: January 24, 2020
Poster submission: February 14, 2020

Entry:

Send Title and Abstract within 200 words with your Registration.

Paper submission:

Please send papers in Microsoft Word format to the conference secretariat by E-mail. All contents should be written in English. No multi-byte character, such as Japanese Kanji, should be contained. A template file can be obtained from the conference web site. Web presentations for the conference will be produced by the secretariat from the paper. The secretariat will not make any correction of the paper even miss-spelling, grammatical errors etc. Alternative format files are acceptable. Please contact to the secretariat for more detailed information.

Discussion:

Discussions will be done using a bulletin board on JSMAD Web Site via the Internet. The authors should check the board frequently during the meeting dates. If questions or comments on your presentation are posted, please answer them as soon as possible.

Notice to Contributors:

Freely-given informed consent from the subjects or patients must be obtained. Waivers must be obtained for photographs showing persons.

Note:

Copyright of all posters published on the conference will be property of the Japanese Society of Magnetic Applications in Dentistry. Copies of the posters will be made and transferred to JSMAD web site for continuous presentation after the meeting dates.

For further information,
send e-mail to conference secretariat.

Conference Secretariat

Shogo Tsuda, Kyushu Dental University
E-mail: jsmad2019in@gmail.com
Tel: +81-93-582-1131

Visit JSMAD Home Page for updates!
http://jsmad.jp/

日本磁気歯科学会よりお知らせ

☆お願い☆

現在磁気歯科学会では，会員への情報伝達の省力化を考え，電子メールでの情報配信を目指し、会員の方々へ，メールアドレスの登録をお願いしています。事務局へメールアドレスの登録をお願いいたします.

［新規入会］

入会希望者は，綴じ込みの会員登録用紙に必要事項を御記入の上，事務局宛に御送付ください.

入会金，年会費は綴じ込みの郵便振替用紙を御利用ください.

入会金：5,000 円

年会費：5,000 円

［未納会費の払込み］

既に会員の方で，旧年度の会費未納な方は綴じ込みに郵便振替用紙を用いて，該当年度の会費をお支払いください.

［認定医制度のご案内］

平成 17 年度より日本磁気歯科学会認定医制度が発足しまいた.

詳細は，本雑誌綴じ込みの案内または，下記ホームページを参照してください．また，ご不明な点につきましては，事務局までお問い合わせください.

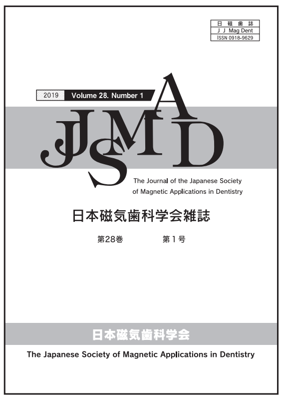
［ホームページのご案内］

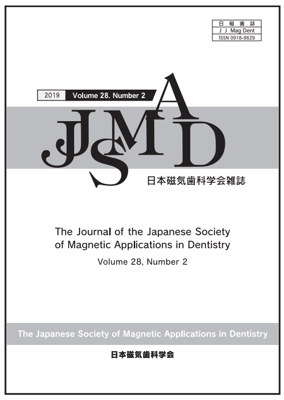
日本磁気歯科学会のホームページは ***http://www.jsmad.jp/*** です．ご活用ください

［事務局］

ご質問等は，以下事務局にお問い合わせください.

〒 980-8575　仙台市青葉区星陵町 4-1
東北大学大学院歯学研究科 歯科生体材料学分野内
日本磁気歯科学会事務局
TEL: 022-717-8317　　FAX : 022-717-8319





日本磁気歯科学会雑誌　第28巻　第1号

目　次

総説論文

原著論文

日本磁気歯科学会雑誌　第 28 巻　第 1 号

臨床論文

第 28 回 日本磁気歯科学会学術大会　抄録

日本磁気歯科学会雑誌　第 28 巻　第 1 号

JSMAD

The Journal of the Japanese Society of Magnetic Applications in Dentistry

Vol. 28, No. 1, 2019

Contents

総　説　Review
Journal home page:www.jsmad.jp/

磁性アタッチメントの基礎，特徴

鱒見　進一

九州歯科大学口腔機能学講座顎口腔欠損再構築学分野

The basics and characteristics of the dental magnetic attachments

Shin-ichi Masumi
Division of Occlusion and Maxillofacial Reconstruction, Department of Oral Function
Kyushu Dental University

要旨

本報告は，「磁性アタッチメント義歯で治療の幅を広げよう」という主旨のもと歯科用磁性アタッチメントに興味はあるがどのようなものかまだ理解できていない，あるいはこれから歯科用磁性アタッチメントを臨床応用してみようと考えている臨床歯科医師を対象に，歯科における磁石の臨床応用ならびに歯科用磁性アタッチメントの開発の歴史を通して，歯科用磁性アタッチメントの基礎および特徴について述べたものである．

Abstract

This report describes the basics and characteristics of dental magnetic attachments through the history of the clinical application of magnets in dentistry and the development of dental magnetic attachments, based on the theme “Extend the range of treatment with dental prostheses with magnetic attachments.” This report also targets dental practitioners who are interested in dental magnetic attachments or who want to try their clinical applications.

キーワード　（Key words）

磁性アタッチメント（magnetic attachment），基礎（basics），歴史（history），特徴（characteristics）

Ⅰ．はじめに

本内容は，2018年11月4日，第28回日本磁気歯科学会学術大会での教育講演1「磁性アタッチメント義歯で治療の幅を広げよう」の最初の講演内容である．講演の主旨から，歯科用磁性アタッチメントに興味はあるがどのようなものかまだ理解できていない，あるいはこれから歯科用磁性アタッチメントを臨床応用してみようと考えている臨床歯科医師を対象とした内容である．当日講演した，歯科における臨床応用の歴史，歯科用磁性アタッチメントの特徴について報告する．

Ⅱ．歯科における臨床応用の歴史

文献によれば，歯科において最も古い磁石の臨床応用は1952年のBehrmanらによる磁石のインプラントである．彼は，白金コバルト磁石を用いて磁石の吸引力を全部床義歯の維持に利用することを考えた（図1）[1]．

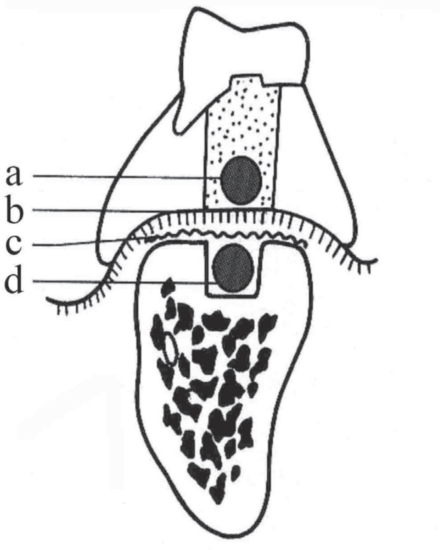


図1.　Behrmanらが考案した磁石のインプラント（模式図）
a : 義歯に埋入する白金コバルト磁石
b : 顎堤粘膜
c : タンタル製メッシュ
d : 顎骨に埋入する白金コバルト磁石

つぎに, Freedman, H. (1953) [2] や坪根 (1955) [3] は，フェライト磁石を用いて上下の義歯内に磁石を埋入し，小臼歯部および大臼歯部人工臼歯咬合面部に磁石を露出させ，閉口時には閉口筋筋力により，また開口時には磁石の反発力により全部床義歯を安定させることを考案した（図2,3）．

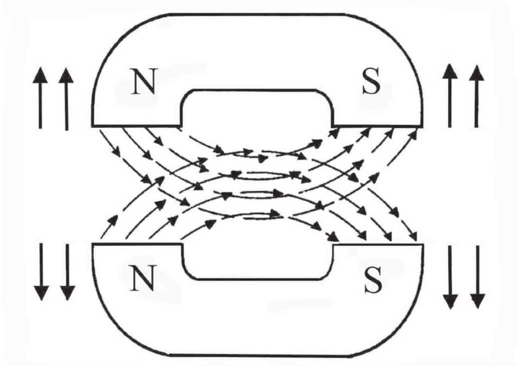


図2.　磁石の反発力により義歯を安定させる原理[2]

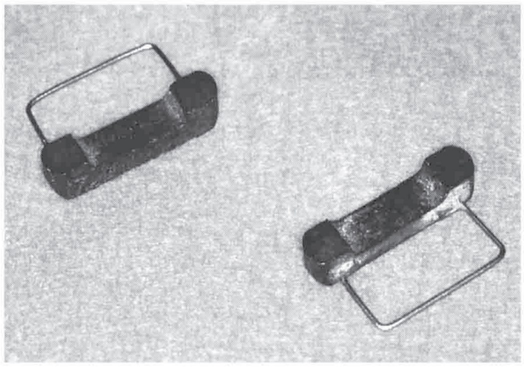


図3.　坪根考案の義歯に埋入する磁石
側面には埋没・重合操作時に移動しないための維持用ワイヤーが附属している

しかしながら，彼らの考案したフェライト磁石の応用にはいくつかの問題点がある．良好な義歯安定のための強い磁力を得るためには大きな磁石が必要であり，そのためには磁石の重量も増加するため，患者の顎が疲労してしまうことになる．また，適用する力が反発力であるため，下顎の顎堤吸収が著明な場合には閉口時に反発力によって下顎義歯が口腔外に飛び出してしまうことがある．さらに，フェライト系磁石は口腔内環境において容易に腐食し，これはまた容易に磁力を減少させる．このようなことからフェライト系磁石の口腔内への応用は長く続かなかった．

1970年代に小型で強力な希土類磁石であるサマリウムコバルト（Sm-Co）磁石が誕生した．1976年，佐々木ら[4]はこのSm-Co磁石を用いて，失活歯の根面内に磁石を埋入し，吸引力に

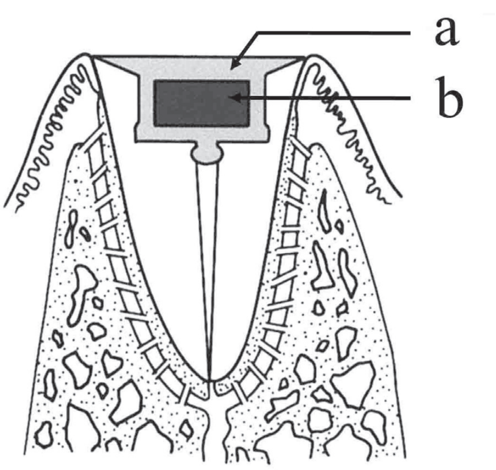


図4.　佐々木らが考案したSm-Co磁石による維持装置[4)]
a : アマルガム
b : Sm-Co磁石

よる維持装置として支台歯に応用した（図4）．しかしながら，Sm-Co磁石にもいくつかの問題点があった．希土類磁石もまた口腔内環境において容易に腐食するため，金メッキを施して対処したが,満足いくものではなかった．また,機械的強度が弱く，辺縁部から容易に破壊することや，当初は開磁路による吸引力 を応用しており，わずか150 - 300 gfであったため，補助的維持装置としての利用価値しかなかった．さらに150℃以上の環境で吸引力が減少するため，蝋義歯に磁石を埋入したままでのレジン重合操作は不可能であった．

これらの問題点を解決すべく，日本磁気歯科学会の前身であるDMA研究会が設立され，種々の研究が行われた．

まず，磁気回路に関しては，磁力線が大気中を通過するため経時的に磁力が減少する開磁路から，磁力線がスムーズに流れ高吸引力を発揮する閉磁路へ変更した．当時市販されていた歯科用磁性アタッチメントの代表的回路としてはCap type（HICOREX SUPER J），Split pole type（Gillings Split Pole System[5,6)]），Sandwich type（MAGFIT EX）が挙げられる．また，レーザー溶接技術の進歩によりSm-Co磁石を完璧にシールドすることも可能となり，超小型で高吸引力を発揮する歯科用磁性アタッチメントが開発，市販されることとなった．

時代とともに磁石の研究も進歩し，Sm-Co磁石からさらに高吸引力を発揮するNd-Fe-B磁石へと移り変わって行き，我が国で開発されているギガウス，フィジオマグネット，マグフィットなどの歯科用磁性アタッチメントは新世代磁性アタッチメントとして脚光を浴びるようになった．そのような中，日本磁気歯科学会が提案した歯科用磁性アタッチメントの国際標準規格案が2012年7月15日に採択され，現在ISO 13017として発行されるに至った．

Ⅲ．磁性アタッチメントの特徴

磁性アタッチメントの利点については，以下のとおりである[7,8)]．

1）支台歯に無理な荷重が掛かりにくい．

磁気力は通常，距離の3乗に反比例して減衰すると言われている．磁性アタッチメントも磁石構造体とキーパーとが密接した状態では強い吸引力を発揮するが，両者の間に僅かな間隙が出来ると，その力は急減する．また，アタッチメントの側方から加わった荷重に対する抵抗力は小さい．これらのことから，臨床的に義歯の着脱時に側方力が支台歯に加わった際，荷重を極めて小さくすることが可能である．

2）支台歯の状態に合わせての負担配分が可能である．

上述のとおり，磁性アタッチメントは支台歯への側方荷重を解放しやすいが，義歯の維持力が不十分なわけではない．すなわち，側方に滑りやすいと言っても，もし臨床的にそれが不都合な場合には，根面板の側面に補助形態を付与する等の方法を用いて義歯の側方動揺を止めることにより，機能的な義歯の設計が可能となる．各支台歯の状態に合致した力系を与えることで，その支台歯を義歯の維持源として活用することもできる．

3）臨床術式が簡便である．

完成部品としてのキーパーを根面板に，磁石構造体を義歯床に組み込むだけのことで，特殊な技術や器機を全く必要としない．また，磁性アタッチメントには方向性に関する制限がほとんど無いことから，義歯の設計も極めて容易である．

4）審美性に優れている．

磁性アタッチメントは義歯表面に露出しないため，クラスプ義歯と比較して，その審美性は格段に優れている．

5）維持力の低下がない．

摩擦力など物理的な力に依存する従来の維持装置は長期間の使用により，いずれも変形，摩滅，破損等により漸次その維持力が低下することは確認されている．しかし，磁石の力は本質的に消耗するものではなく，特に最近の希土類磁石は，数十年の単位でその性能が劣化しないとされている．

6）患者自身による取り扱いが容易である．

支台装置として磁性アタッチメントのみを用いた場合，その完成義歯は患者が装着しようと口腔内に挿入すると，アタッチメントの吸引力で自動的に所定の位置に納まる．患者にとっては，これが非常に重要な事柄であることが臨床経験的に確認されている．改めて，クラスプ義歯等が患者にとって如何に取り扱いが難しいものであるかを認識すべきである．

また，着脱のみならず，磁性アタッチメント義歯は複雑な構造ではないため，清掃等のメインテナンスに関しても有利である．

7）適応範囲が広い．

磁性アタッチメントは基本的に無髄歯の根面アタッチメントとして用いられてきたが，歯冠外アタッチメントとして有髄歯に用いることや，インプラント義歯等にも応用可能である．

また，その方向性の自由度が大きいことから，クラスプ，コーヌスクローネ等の様に着脱方向に制限の多い従来の各種維持装置との併用においても全く問題が無く，特に金属床やコーヌス義歯の修理時に威力を発揮する．

8）繰り返し使用が可能である．

磁性アタッチメントの吸引力は長期的に安定しているため，慎重に扱う限り，旧義歯から撤去したアタッチメントを再び新義歯で活用することも可能である．

Ⅳ．おわりに

以上，歯科用磁性アタッチメントの歴史からその基礎について，また，現在我が国で市販されている歯科用磁性アタッチメントの特徴について述べた．現在我が国で市販されている歯科用磁性アタッチメントは，いずれも国際標準規格に合致した素晴らしいアタッチメントである．より多くの臨床家の方々が日常臨床に応用していただくことを切望する．

参考文献

1）Behrman S.J., Egan G.P. Implantation of magnets in the jaw to aid denture retention. NY State Dent J 1953; 19: 353.
2）Freedman H. Magnets to stabilize. JADA 1953; 47:288-297.
3）坪根政治．義歯床に埋没する磁石．特許広報，東京，1958，特許庁，（出願 :1955.7.22.）1547.
4）Tsutsui H., Kinouchi Y., Sasaki H., Shiota M., Ushita T. Studies on the Sm-Co magnet as a dental material. J Dent Res 1979; 58:1597-1606.
5）Gillings B.R.D. Magnetic retention for complete and partial overdenture. Part I. J Prosthet Dent 1981; 45:484-491.
6）Gillings B.R.D. Magnetic retention for complete and partial overdenture. Part II. J Prosthet Dent 1983; 49:607-618.
7）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．医歯薬出版，東京，1993，37-38.
8）田中貴信 編．新・磁性アタッチメント 磁石を利用した最新の補綴治療．医歯薬出版，東京，2016，37-38.

総　説　Review
Journal home page:www.jsmad.jp/

磁性アタッチメントの安全基準（特に MRI との関連）

鈴木　恭典

鶴見大学歯学部有床義歯補綴学講座

Safety standards of magnetic attachments during an MRI

Yasunori Suzuki
Department of Removable Prosthodontics,
Tsurumi University School of Dental Medicine

要旨

MRI 検査の普及に伴い磁性アタッチメントの MR 装置に対する安全性について，情報提供が必要である．MRI 検査は磁場を用いて検査するので，磁性アタッチメントに影響を与える可能性がある．MR 撮像時の磁性アタッチメントが関与する問題点は撮像後のアタッチメントの磁力の減少，MR 装置の磁場による力学的影響，MR 装置の発熱による温度上昇の影響，強磁性体による著明なアーチファクトなどが挙げられる．そこで本論文では現状の MRI 検査現場での混乱や情報の不統一に対応するため，日本磁気歯科学会安全基準検討委員会で発表された口腔内に使用する歯科用磁性アタッチメントの MRI 検査における安全性について解説する．

Abstract

Information regarding the safety of the magnetic attachments during MRI is needed, with the spread of examination with MRI scans. An MRI examination may affect the magnetic attachment because it is performed using a magnetic field. The problem with magnetic attachments is the loose magnetic force following the MRI examination, the deflection force and torque of MRI, increases in temperature around the keeper, and the appearance of artifacts due to keepers. The present paper details the safety of magnetic attachments during MRI, which was reported by the Safety Standards Committee of the Japanese Society of Magnetic Applications in Dentistry for unifying the understanding of magnetic attachments in MRI examinations.

キーワード　　　　(Key words)

磁性アタッチメント（Magnetic Attachment），キーパー（Keeper）
MRI（Magnetic resonance imaging），アーチファクト（Artifact），安全性　(Safety)

Ⅰ．はじめに

近年，MRI（磁気共鳴画像）検査は，装置の高磁場化・高出力化による画質の向上や検査時間の短縮が可能となり，医科，歯科領域において急激に需要が高まっている．それに伴い，体内金属装着者における人体への為害作用が問題視されるようになってきた．歯科治療では，特に高齢者に磁性アタッチメントを使用し，義歯の維持安定を向上させる補綴処置が普及している．しかし，高齢者は，様々な全身疾患を有している可能性が高く，さらに口腔領域はMRI検査の頻度が非常に高い脳頭蓋と近接しているため，磁性アタッチメント（特に口腔内に装着するステンレス製キーパー）のMR装置に対する安全性について，情報提供が必要である．実際，個々の臨床現場では磁性アタッチメント利用者がキーパーの発熱などを理由に，頭部MRI検査を断られたりキーパーの除去を検査施行の条件に求められたこともある．

そこで本論文では現状のMRI検査現場での混乱や情報の統一化を図るため，日本磁気歯科学会安全基準検討委員会で発表された，口腔内に使用する歯科用磁性アタッチメントのMRI検査における安全性について解説する．

Ⅱ．MR撮像時の磁性アタッチメントが関与する問題点

MRI検査は人体の大部分を占める水素原子核と磁場を利用して人体内部の情報をコンピュータで画像にする方法である．MRI検査で注意が必要な患者は，①脳動脈瘤クリップ，強磁性体製インプラント，画像アーチファクトが生じる可能性のある金属を体内に埋め込んでいる②人工心臓を移植している③刺青（鉄分）を行っている④妊婦などが挙げられている[1)]．歯科用磁性アタッチメントは①に含まれ，MR撮像を拒否される可能性がある．MR撮像時の磁性アタッチメントが関与する問題点は撮像後のアタッチメントの磁力の減少，MR装置の磁場による力学的影響，MR装置の発熱による温度上昇の影響，強磁性体による著明なアーチファクトなどが挙げられる．

1．MRI検査後のアタッチメントの磁力減少

MRI検査後のアタッチメントの磁力減少については，検査現場より「MRI検査時にインプラントの磁石を利用して入れ歯を固定する磁性アタッチメント構造の義歯を外さずに検査を実施した結果，磁性アタッチメントの磁力が消失していた．」などの報告[2)]がなされている．本事例の背景には，検査予約時に出力して患者に渡す問診票を患者が持参しなかった．インプラント装着に関しては，患者が申告したが問診項目に関しての口頭でのやりとりは曖昧であった．当事者の問診に対する認識の甘さがあった．インプラントの種類によって，磁気が影響するものがあるとの認識が低かったことが挙げられている．

キーパーは磁石構造体でないので義歯を外して撮像を行った場合，MRI検査後に磁石構造体の吸着は損なわれない．しかし，義歯を装着したまま撮像を受けたり，MR検査室内に入ると，磁石構造体は逆方向の強力な磁場を受けて磁力が低下し，吸引力の喪失や義歯の飛び出しの危険性があるので注意が必要である（図1）．

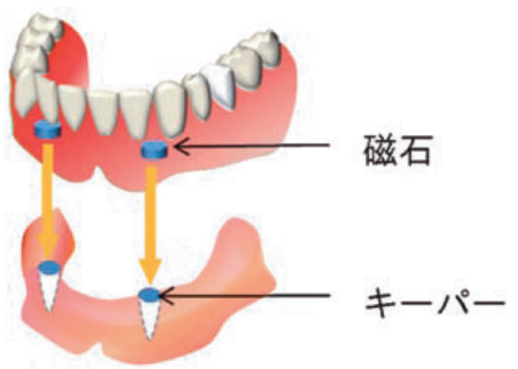


図1. 磁性アタッチメント義歯

歯科用磁性アタッチメントのMR画像への影響について，MRIにより磁石構造体の磁場強度の変化を撮像前後で測定した研究では10分程度の撮像時間で約20%の磁場の低下が認められたと報告されている[3)]．通常，磁性アタッチメントは，キーパーを口腔内，磁石構造体が義歯側に装着するが，海外製品には口腔内に磁石構造体を装着する製品もあるので検査時には注意が必要である[4)]．

2．MR装置の磁場による力学的影響（偏向力）

MR装置における偏向力の安全性に関して，

ASTM（米国材料試験協会）規格を用いキーパーに加わる力学的作用を検証している[5]．この規格は偏向力が45度以内であれば被検体が重力の影響よりも装置から受ける影響の方が小さいので安全であると規定している．

偏向試験はPhilips社製（Achieva 3.0T Nova Dual）装置のガントリー付近において３種類の磁性アタッチメント GIGAUSS D400, D600, D1000 (GC) に生じる振れ角度が測定された[6]．最も磁力の大きい GIGAUSS D1000 キーパーでは3.0TのMR装置によっておよそ9.0gf程度の力学的作用を受けた（図２）．

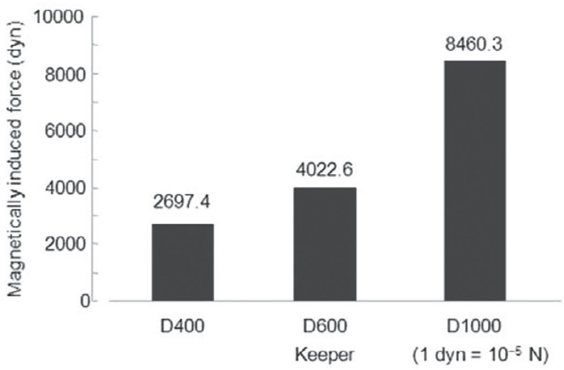


図 2.　MR 装置の磁場による力学的影響

しかしキーパーを接着させる歯科用セメントの接着強さは，40N（約4kgf）以上あり[7]，十分な耐性を有すると考えられる．キーパーが外れかかったり，キーパーが取り付けられている口腔内の補綴装置（根面板，インプラント，歯冠外アタッチメント）（図３）などが緩んでいると，MR装置の磁場により口腔内でキーパーが移動，脱離して義歯の維持力が減少したり，口腔粘膜を損傷したり，誤嚥，誤飲を引き起こす恐れがあるため，検査前に口腔内のキーパーや周囲の歯科用装置が緩んでいないか確認する必要がある．

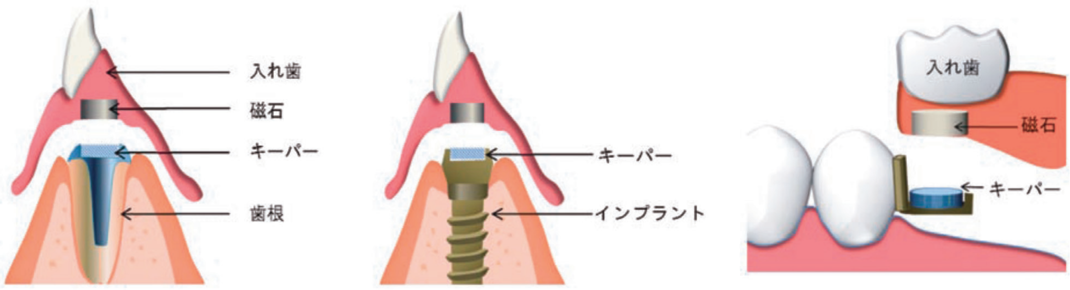
MR装置から受ける磁力により患者がキーパー周囲の違和感や疼痛を訴える場合は，検査を中止して歯科医院に連絡するよう患者に指示するべきである．

３．MR装置の発熱による温度上昇の影響(発熱)

磁性アタッチメントのキーパーはMR撮像中のラジオ波の影響により発熱を認める。発熱によりキーパー付根面板の温度が上昇すると歯根のセメント質の為害作用，歯根膜の破壊が生じる[8-10]．またインプラント部の発熱は歯槽骨の壊死を引き起こす可能性がある[8]．

発熱試験はPhilips社製（Achieva 3.0T Nova Dual）およびGE社製（Signa HDxt 3.0T）の装置を使用し，歯科用インプラントにGIGAUSS D600　キーパーを合着したものと，歯科用金銀パラジウムを用いた根面板にD600キーパーを鋳接したものに対し，磁性アタッチメント周囲の発熱の可能性が検討された．測定部位は歯肉縁相当部とポスト先端部を選択し，20分間の照射を行い温度上昇を測定した[6]．

根面板の温度上昇は最大RF照射　6分間で0.2度，15分以内で0.5度，20分間で0.5～0.7度の温度上昇が認められた（図４）．しかし硬組織のタンパク変性が生じる可能性のある根管内の温度は50～60度以上あるため[11]，通常の撮像時間では生体への影響はないことが証明された．インプラントの温度上昇は最大



根面板　　インプラント　　歯冠外アタッチメント

図 3.　様々な磁性アタッチメントの使用例

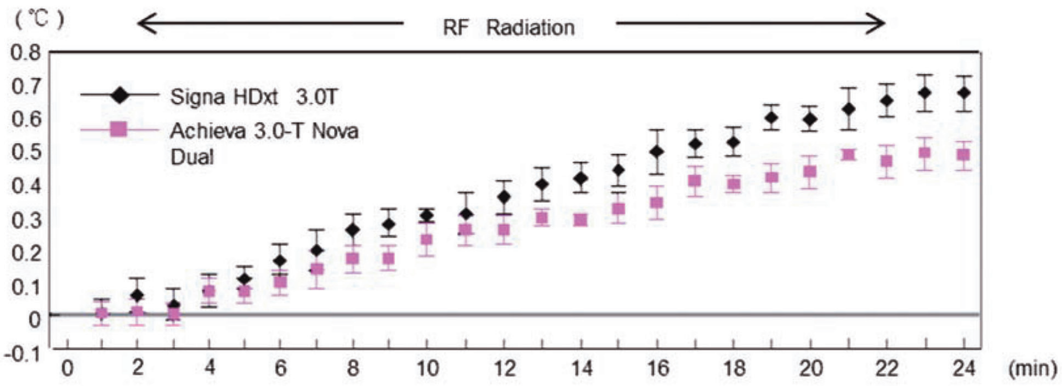


図 4.　キーパー付根面板の MR 装置の発熱による温度上昇の影響

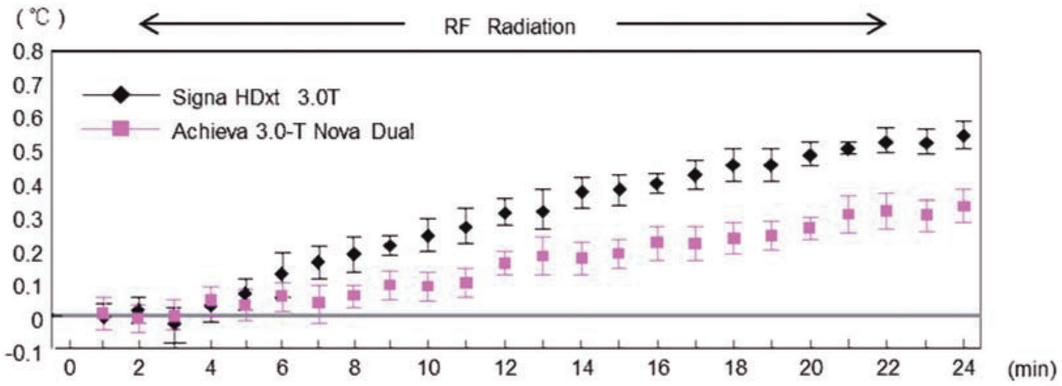


図 5.　キーパー付インプラントの MR 装置の発熱による温度上昇の影響

RF 照射 6 分間で 0.1 ～ 0.2 度　15 分以内で 0.4 度　20 分間で 0.5 度の温度上昇が認められた（図５）．歯槽骨の壊死は 44 ～ 47 度（体温の 7 ～ 10 度以上）の温度変化で誘発されるため[8]通常の撮像時間では生体への影響はないことが証明された．

４．強磁性体による著明なアーチファクト

　レントゲン検査時のアーチファクトは検査法により異なる．CT 検査時のアーチファクトは，物質の原子番号に依存するため，ほとんどすべての金属で著明なアーチファクトが生じる．MRI 検査時のアーチファクトは強磁性体（Fe, Ni, Co）とそれ以外では全く異なり，日常臨床に使用される歯科用材料には磁性アタッチメントキーパー，支台築造用ピン，矯正用バンドとブラケット，ステンレススチールクラウンなどが挙げられる．また問題のない金属（非磁性体）は金銀パラジウム，PGA，チタンなどがある．

（臨床例）

65 歳，女性　下顎骨骨髄炎が疑われた．上顎前歯部のキーパーを口腔内診察時に確認，アーチファクトが読影の障害になることが予想されたが，診断を求められ MRI 撮像を行った．MR 画像ではアーチファクトが生じ，下顎大臼歯よりも前方の観察が困難となった．(図６，７）

１）MRI アーチファクトの範囲，大きさについて

　磁性アタッチメント撮像時のアーチファクトはキーパーの磁化率の違いによって生じるものであり，キーパーからの距離が離れるほど磁場の乱れは少なく，アーチファクトは小さい．アーチファクトが生じるのはキーパー近辺の口腔内や頭頸部であり，胸部，腹部，脚部などはキーパーの影響をほとんど受けない．アーチファクトの大きさへ影響を与える因子は多数あり，大きさを定量化することは不可能であ

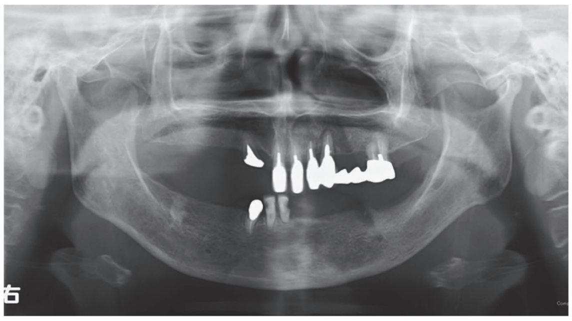


図 6.　アーチファクトが生じた臨床例

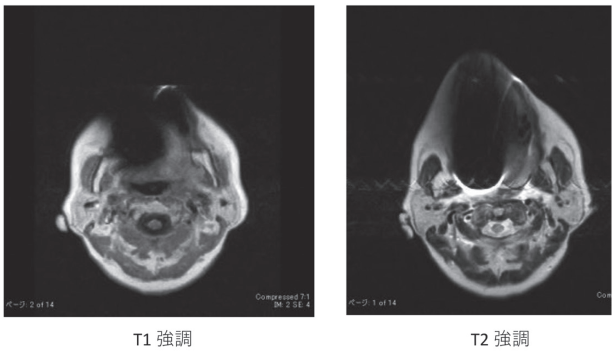


図 7.　アーチファクトが生じた MR 画像

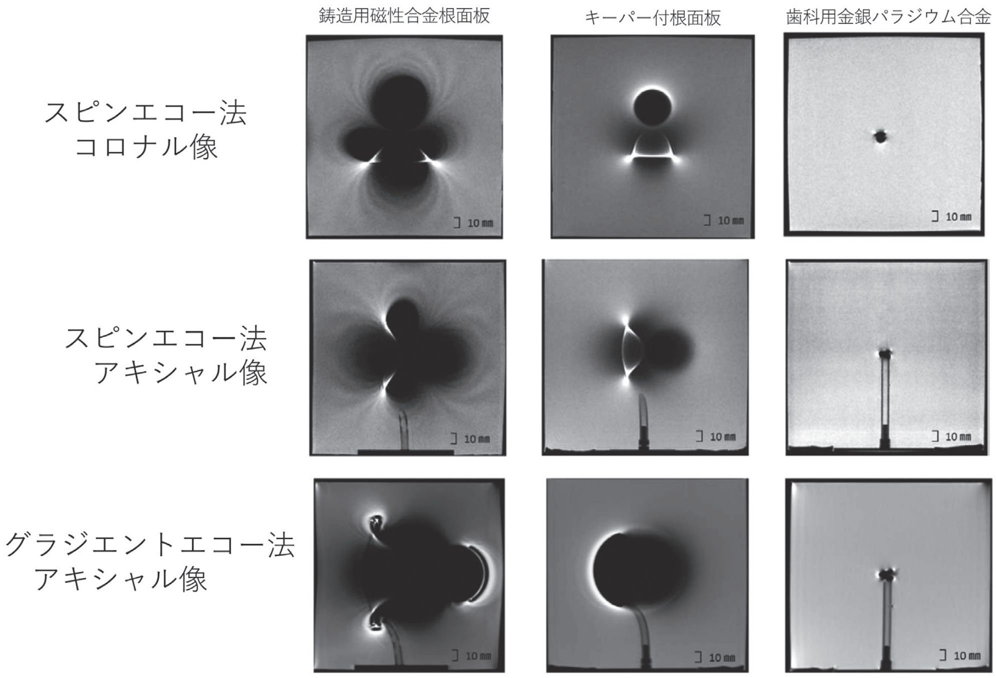


図 8.　撮像法の相違によるアーチファクトの大きさ

る．MR 装置の静磁場強度，撮像法の違いに関しては，スピンエコー（SE）法よりグラジエントエコー（GRE）法の方が，SE 法においては T1 強調やプロトン強調よりも T2 強調の方がアーチファクトは大きい [6,12]（図８）．
その範囲は約 4 ～ 8㎝であり，キーパーの設置部位によりアーチファクトの出現部位が変わる．すなわち読影部位や選択された撮像方法により読影の可否が決まる．診断部位が口腔底，舌，咽頭などの口腔周囲組織である場合や，磁化率の影響を強く受ける撮像方法を用いる場合には，アーチファクトにより診断は困難になる．アーチファクトの影響を小さくしたい場合には，SE 法では 1 ピクセルあたりの周波数域の広いシーケンスを選択する必要がある [13]．GRE 法ではそれに加え，エコータイム（TE）が短い撮像方法を選択する必要がある．装置の種類により受信帯域（BW）の設定ができない場合は，TE を変化させることで連動して変化させるとよい．しかし, これらの設定を行うと，画像の SNR が低下することに加えて，アーチファクトの縮小効果には限度がある．そのため，MRI で診断する部位や選択された撮像方法が磁化率の影響を強く受ける場合には読影は困難となり，歯科医師によるキーパーの除去が必要になる．

２）MRI アーチファクトの防止策

口腔，舌，咽頭などの口腔周囲組織を読影

でアーチファクトにより診断が困難になる場合は，キーパーの除去が必要である．キーパー付根面板の製作は従来から行われている鋳接法とダイレクトボンド法[14]（図９）がある．

鋳接法　　キーパーボンディング法

図 9.　キーパー付き根面板

鋳造によりキーパーを根面板に設置する鋳接法は，鋳造時の金属の収縮応力によるキーパーの変形，隙間腐食，鋳造後の研磨による吸引力が低下，キーパーの除去が困難などの問題がある．ダイレクトボンド法はダイレクトボンド用キーパーを接着性レジンセメントで根面板に合着する方法で，キーパーの変形や酸化がなく吸着面の研磨も必要としない．またセメントラインによりキーパーの外形が明瞭であるため除去も容易である（図 10）．

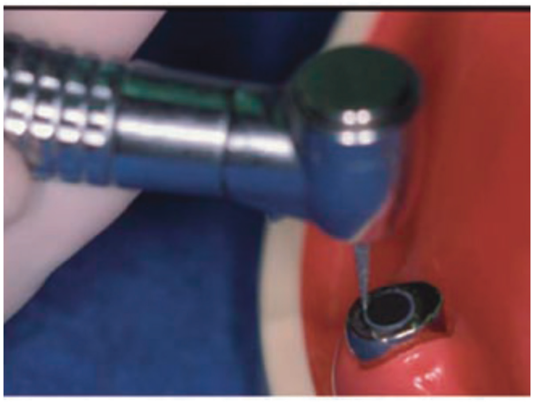


図 10.　タービンによるキーパー除去

Ⅲ．歯科医師からの MRI 撮像時の提案

磁性アタッチメントを装着した患者に対する MRI 撮像時へのインフォームドコンセントは，①キーパー周辺での MRI 画像への影響がある，②脳幹部を含め，脳の診断にほとんど差し障りがない，③口腔内疾患で MRI 診断が不可欠となる可能性は極めて低い，④ MRI 撮像時には磁石構造体（義歯）を外す，⑤最悪の場合はキーパーを撤去できる，⑥キーパーを撤去しても元に戻すことは可能で義歯が使用できなくなることはない，などが挙げられる．また患者への伝達には，①磁性アタッチメント装着の説明時に口頭で MR 検査での注意事項を伝える，②メーカーで作製した取扱い説明カードを渡す，③患者説明用リーフレットを説明しながら渡す，などの方法が推奨されている．

Ⅳ．まとめ

MR 撮像時における磁性アタッチメントの影響を以下に示す．

① MR 撮像時のキーパー装着者の生体安全性については問題ない．

②アーチファクトの出現は避けられないが撮像部位とキーパー設置部位によってはアーチファクトが生じても読像に支障を及ぼさない．

③読像が困難と予想される場合は，キーパーを容易に除去可能なセメント固定法が望ましい．

磁性アタッチメントは適切な診断のもとに，正しい方法で使用されればほとんどの MRI 撮像に関して問題はない．

参考文献

1） Gegauff AG, Laurell KA, Thavendrarajah A, Rosenstiel SF: A potential MRI hazard: forces on dental magnet keepers. J Oral Rehabil 1990 ; 17 : 403-410.

2） 公益財団法人日本医療機能評価機構．医療事故情報収集等事業　第 33 回報告書「ＭＲＩ検査室への磁性体（金属製品など）の持ち込み」（医療安全情報 No. 10）について．2013 ; 157-165.

3） 土橋俊男，藤田　功，槇　利夫，北川松雄，鈴木　健．歯科用磁性アタッチメントの MR 画像への影響．日本放射線技術學會

雑誌 1998 ; 54 : 517-520.
4) 高田雄京，高橋正敏，木内陽介，中村好徳，田中貴信，佐藤秀樹，泉田明男，天雲太一．海外製歯科用磁性アタッチメントを構成する材料と内部構造．日磁歯誌 2013 ; 22 : 96-102.
5) American Society for Testing and Materials（ASTM）. ASTM F2052-06 standard test method for measurement of magnetically induced displacement force on medical devices in the magnetic resonance environment. West Conshohocken, PA:ASTM International, 2006.
6) 日本磁気歯科学会　安全基準検討委員会．磁性アタッチメントとMRI．日磁歯誌 2012 ; 21: 91-110.
7) 阿部有希，長谷川みかげ，内田天童，木内美佐，諸隈正和，秋田大輔，渋谷哲勇，小川　泰, 永井栄一, 月村直樹, 石上友彦．キーパーボンディング法におけるセメントキーパーの維持力の検討．日磁歯誌 2011 ; 20 : 37-43.
8) Eriksson AR, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. J Prosthet Dent. 1983 ; 50 : 101-107
9) Saunders EM. In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha 2 Histological response to temperature evaluation on the external surface of the root. Int Endod J 1990 ; 23 : 268-274.
10) Kreisler M, AL-Haj H, Dhoedt B. Intrapulpar temperature changes during root surface irradiation with an 809-nm GaAlAs laser. Oral surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002 ; 93 : 730-735.
11) Eriksson AR, Albrektsson T, Grane B, McQueen D. Thermal injury to bone. A vital-microscopy description of heat effects. Int J Oral Surg 1982 ; 11 : 115-121.
12) Florentina T. IIMURO. Magnetic Resonance Imaging Artifacts and the Magnetic Attachment System. Dental Materials Journal 1994 ; 13 : 76-88.
13) 土橋俊男・槇 利夫・鈴木 健・藤田 功 . SE法における metal artifact について ―各種 parameter と metal artifact の関係―．日本放射線技術学会雑誌 1997 ; 53 : 798-805.
14) 平野智一，杉山浩一，水野行博：ダイレクトボンディング法による磁性アタッチメントの技工術式の検討．日磁歯誌 2003 ; 12 : 40-45.

総 説 Review
Journal home page:www.jsmad.jp/

磁性アタッチメントの義歯設計と装着の注意点

石上 友彦

日本大学歯学部

Magnetic attachment denture design and the installation of magnetic attachments

Tomohiko Ishigami
Nihon University School of Dentistry

要旨

磁性アタッチメントは , 常に支台歯に密着しており機能圧が加わるので , 義歯の設計に関してはレストと同様に歯根膜負担を受けることに留意する . 現在は根面板以外にも多用されるが , 支台歯の負担能力に適した形態が必要である .

磁性アタッチメントは , キーパーと磁石構造体が密着することで本来の維持力が発揮され , 両者間に空隙が生じたり , 位置がずれると想定した義歯の機能が得られない . そして , 磁石構造体を義歯に組込む際には , 歯根膜と粘膜 , 合着材の性状を知り , 組込み操作を行うことが大切である .

Abstract

As a magnetic attachment is always in close contact with the abutment tooth, and functional pressure is applied, it is important for dentures to be designed in a way that addresses the periodontal membrane burden on the rest. Currently it is widely used besides the root cap, but a form suitable for the burden ability of the abutment tooth is necessary. The original attractive force of the magnetic attachment is brought into tight contact with the keeper and the magnetic assembly. Therefore, the denture's function cannot be optimized when an air gap forms or the position is deviated between them. It is important to know the properties of the periodontal ligament membrane, mucosa, and lining material when incorporating the magnetic assembly into the denture.

キーワード (Key words)

義歯設計 (Denture design)
磁性アタッチメント(Magnetic attachment)
臨床術式(Clinical procedure)

Ⅰ．緒言

磁性アタッチメントは，常に支台歯に密着しており機能圧が加わるので，義歯の設計に関してはレストと同様に歯根膜負担を受けることに留意する．つまり歯周組織に問題があり，垂直的に動揺する歯には不適応である．しかし，側方荷重を受けにくい形態のキーパー付根面板にすることにより，動揺度２程度でも歯周ポケットの改善を図り活用することは可能である．この場合，支台歯が受ける側方力や回転力に対する抵抗を少なくする事により，大きな外力を支台歯に伝達しない，いわゆる支台歯に優しいアタッチメントの使用方法[1)]が必要となる．また，支台歯に十分な負担能力があり，義歯に高い機能性が求められる場合には，側方力に対する補助的な抵抗形態を与える事で，リジットで強固な維持装置として用いる方法[2)]や，有髄歯に対しては歯冠外アタッチメント用の既製パターン[3)]もあり，使用しやすくなった．もちろん，これらの場合には，磁性アタッチメントも歯に優しい維持装置ではなく，各支台歯の状態に適した形態を与えることで，その支台歯を義歯の維持源として十分活用することができるアタッチメントとなる．

「歯に優しい」にしろ「リジット」にしろ，磁性アタッチメントは，キーパーと磁石構造体が密着することで本来の維持力が発揮され，両者間に空隙が生じたり，位置がずれると想定した義歯の機能が得られない．また，磁石構造体を義歯に装着する際には，キーパー付根面板の縁下アンダーカットに合着材が迷入し，硬化してしまうと義歯の撤去が困難になる．歯根膜と粘膜，合着材の性状を知り，装着操作を行うことが大切である．今回は磁性アタッチメントを利用した義歯設計の要点と磁石構造体を義歯へ装着する際の注意点を紹介する．

Ⅱ．磁性アタッチメント義歯設計の要点

義歯設計にあたっての基本的な要点は一般的な部分床義歯と変わらず，支持，把持，維持の３大原則は同じである．磁性アタッチメントは単なる維持装置の一つであり，その選択は義歯装着後に予想される口腔内変化に対し，どのような条件下にそれらが置かれるかが問題となる．磁性アタッチメントは必ず咬合圧を受けるオクルーザルストップとなるので支台歯の状態により，咀嚼機能時の支持負担のバランスへの配慮が大切であり，義歯が受ける側方力に対する把持力のバランス，咬合のバランスそして義歯全体としての維持力のバランスの関係が相乗的に義歯の術後経過に影響を与える．

１）残存歯をどうするか

少数歯残存症例において，残存歯の状態が不良で，現状のまま部分床義歯を装着しても早期に総義歯に移行してしまう症例がある．患者は咬合時の残存歯の歯根膜感覚を好み，同部位に負担を掛け過ぎる結果，早期に残存歯の保存を不可能にしてしまう場合が多い．このような症例に義歯を製作する時には歯根膜の感覚を残しながら負担の多くを粘膜に支持させ，かつ残存歯の保全を考慮した義歯の設計が必要である．例えば残存歯の臨床的歯冠歯根比を改善し，着力点を下げ，負担を軽減するために側方力を受けないキーパー付根面板形態にし，支持と把持のバランスを考慮した義歯を製作することが有効である．

２）維持形態をどうするか

磁性アタッチメントは無髄歯に対する根面アタッチメントの形態がその基本とされている．つまり根面板の形態を可及的に低く設計し，支台歯が受ける側方力や回転力に対する抵抗を少なくする事により，大きな外力を支台歯に伝達しない使用方法である．しかし，支台歯に十分な負担能力があり，義歯に高い機能性が求められる場合には，逆に側方力に対する補助的な抵抗形態を与えることで，リジットで強固な維持装置として用いることも可能である．つまり，維持力は同じでも把持形態を必要に応じて付与することで，磁性アタッチメントの義歯における役割が異なる．

３）咬合平面の修正が必要か

口腔内の部分的な歯冠修復の安易な繰り返しで，咬合平面が崩れている場合も多い．磁性アタッチメントを使用するにしても，このような場合はバランスの良い咀嚼運動が行えず，平

面の不正が義歯の安定や咀嚼運動を阻害したり,残存歯に過度な負担を掛けてしまうことになる.残存歯の形態を修正し,適正な咬合平面にするには修復物を再製作するか,キャップクラスプ等を用いることになる.しかし,これらの修復は容易ではなく,咬合面レストや前歯部切縁等のコンポジットレジンによる修復により良好な結果が得られることも多い.

4）咬合高径,顎位が正しいか

少数残存歯でしばしば経験するのは,残存歯が義歯の咬合平面から逸脱していたり,逆に残存歯を基準として義歯を考え,咬合高径や咬合位が不適正になり,製作した義歯の良好な機能が得られないことである.磁性アタッチメントを活用する際も残存歯にとらわれず,咬合平面や咬合高径を適正にする必要がある.

5）オクルーザルストップのバランスは良いか

部分床義歯においては歯根膜感覚をどのように患者さんに与えるか,つまり,オクルーザルストップをどのように確保するかが義歯設計の重要なポイントとなる.磁性アタッチメントは確実に歯根膜感覚が得られので,基本的には支台歯間線の法則に準じる.しかし,支台歯が前歯部のみで義歯安定に不安があり,支台歯の骨植も不良の場合は支台歯を連結固定し,支台歯全体を一つとして考える必要もある.また,支台歯が少なければ粘膜負担や咬合のバランスを考慮する必要がある.少数歯残存であれば,全てをキーパー付根面板やコーヌスの内冠様に修復し,オーバーデンチャーとしてオクルーザルストップのバランスを獲得するのも一手段である.

6）把持面が確保できるか

義歯は機能時に動揺しなければ,多くの場合良好な結果が得られる.そのためには義歯の着脱時や機能時に義歯を確実に把持する面を付与する必要がある.しかし,骨植に不安がある根面板形態の磁性アタッチメントに,把持のための側壁を付与すると負担が大きく,術後不良になる.また,片側的な誘導面や義歯着脱方向と一致しない把持面も支台歯への負担となる.把持面は口腔内全体として,常に拮抗する面等を考慮しながら付与すれば,義歯の安定が得られ,支台歯の負担も少なく,良好な術後の経過が得られる.把持面の獲得に当たっては,前処置として歯冠修復を行うことも良いが,前処置が行いにくい場合は,残存歯面に拮抗する面を少し形成するだけでも効果的である.把持面が得られない全部床オーバーデンチャーの場合は,筋圧形成による床形態や義歯が動揺しない咬合関係を付与する.

7）対合歯との力関係

近年は骨支持のインプラント,歯根膜支持の天然歯さらに粘膜支持の義歯床の３者が一口腔内に混在しながら機能する症例がある.いずれにしろ,このように咬合負担能力の異なる対合歯関係を一口腔内でバランス良く機能させるには支持組織の負担能力の違いを知り,人工歯の性状を知り,そして経時的な口腔内の変化に対応するメインテナンス[4)]を行うことが不可欠である.

8）審美的要求度

磁性アタッチメントは支台歯を形成する必要はあるが,クラスプ等と異なり,磁力による維持装置なので,審美性が求められる部位には有効である.

9）経済的問題

治療計画は患者さんの経済的な問題が最優先する場合が多い.磁性アタッチメントは自由診療となるので,患者さんの金銭的負担はあるが,それに担う有用な維持装置であると確信している.

Ⅲ. キーパー付根面板の注意点

支台歯に優しいキーパー付根面板は,歯肉縁下は歯冠修復のマージンと同様に歯周ポケット内を埋めるように立ち上げ,歯肉縁上部は歯槽堤の形態に沿って可及的に低くする（図１）.歯肉縁上部の根面板側壁を高くすると支台歯は側方圧や回転力を受けやすくなり,高くなるにつれ頬舌方向に強く応力が加わる[5)].根面板上のキーパーの位置は歯頸部断面の形態

で決まるが,基本的には断面の中央か,舌側寄りに置くことが支台歯への応力は少ない.

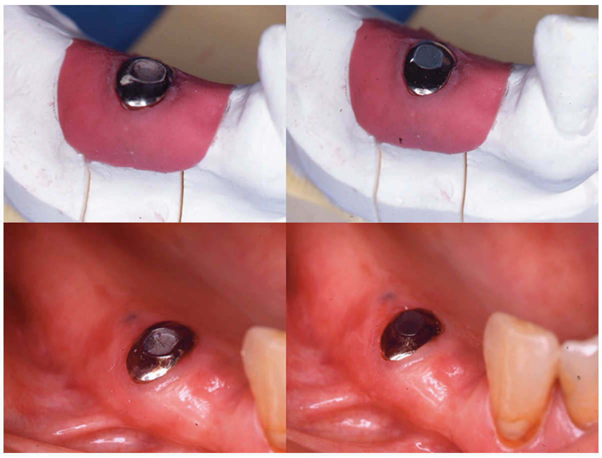


図 1.　人工歯肉用のシリコーンを用いたキーパートレーによる根面板用の作業用模型.歯の状態が不安な根面板は顎堤の形態に沿った形にする

Ⅳ. Magnotelescopic Crown: MT 冠の注意点

リジットな MT 冠のキーパー付内冠の製作は,模型上で歯列と着脱方向を確認し,対合歯とのクリアランスを確認し,キーパーを咬合平面に揃え,着脱方向に注意をしながら内冠を製作する.内冠のテーパーを厳密に 6°にする必要はないが軸面の表面研磨は大切である.

外冠製作時はコーヌス冠とは異なり,厳密な摩擦力の調整は必要ない.内冠を口腔内に試適し,取り込み印象を行い,完成させる方が確実である.外冠の製作にはハウジングパターンを用いてワックスアップを行うと簡便である.模型上で内冠のキーパーに密着するように磁石構造体を外冠に設置し,完成させることが可能である.磁石構造体を外冠に合着する際は,接着性レジンセメントを用い,空隙(エアーギャップ)ができないように注意が必要である(図 2).

図 2.　根面板の側壁を高くし,抵抗形態を付与したマグノテレスコープクラウン

Ⅴ. 歯冠外アタッチメントの注意点

磁性アタッチメントは有髄歯に使用できる歯冠外アタッチメント用パターンを用い,その適応範囲を広げている（図 3）.歯冠外アタッチメントは,支台歯を連結し,かつ把持面を付与して用いることを推奨する.歯冠外アタッチメントはカンチレバー形態による支台歯への負担あるいは不潔域の増大などの欠点もあり,患者さんの清掃状態に術後経過は大きく左右されるため,適応症の選択が重要である（図 4）.

図 3.　歯冠外用磁性アタッチメントのパターンと使用例

図 4.　歯冠外アタッチメントは,支台歯を連結し,把持面を付与すると良い

Ⅵ. 義歯床縁設定の注意点

オーバーデンチャーの問題点として，義歯床による根面板周囲の歯周組織に対する侵襲が挙げられる．磁性アタッチメントを小臼歯や前歯に使用する場合，支台歯となる歯根の唇，頬側歯肉の膨隆により義歯床が入るスペースが不足する．根面板は必ず歯根があるので，この部位の義歯床縁を歯肉頬移行部まで延長すると，歯根による膨隆部下の義歯床内面にはアンダーカットが存在するため食物残渣が停滞しやすくなる．また，義歯着脱時に支台歯の唇頬側マージンの歯肉が侵襲されやすくなり，さらに口唇部が過豊隆になりがちである．そこで義歯床縁の位置はキーパー付根面板の唇，頬側マージンに一致させるか，支台歯の歯肉部のサベイラインより支台歯寄りに設計することを推奨する．このことで，歯周組織に対する侵襲を防げると共に，装着感の優れた義歯を製作することが可能となる（図５）．

図 5.　義歯床縁はキーパー付根面板の唇，頬側マージンに一致させるか，根面板歯肉部のサベイラインより上に設定する

Ⅶ. 磁石構造体の義歯への装着時注意点

１）レジン床への装着

磁石構造体の吸着面以外はサンドブラスト処理により表面を粗造にし，合着材との接触面積を多くして合着力を増強してある．

磁石構造体をキーパーに設置し，完成義歯が口腔内の所定の位置に確実に戻ることを確認する（図 6-①）．戻らない場合は適合試験材（フィットチェッカー，ジーシー，東京，日本）で磁

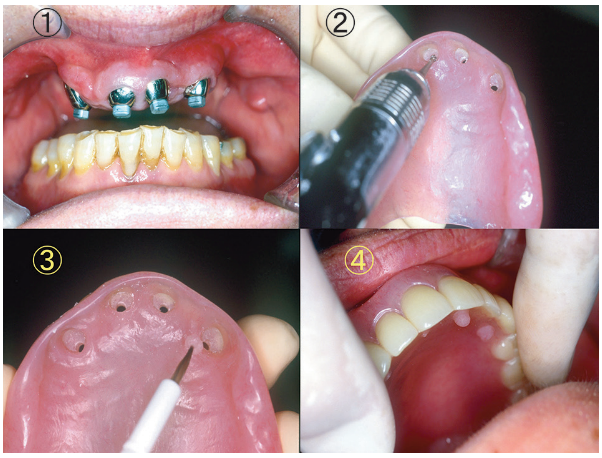


図 6.　常温重合レジンを用いた，レジン床への磁石構造体の合着手順

石構造体と義歯床内のスペースの確認を行い，削合調整を行う．その際，スペースを空け過ぎ，常温重合レジンの量が多くなると，合着時にレジンの収縮で磁石構造体が引かれキーパーとの間に空隙が生じ維持力が発揮されなくなることもあるので注意が必要である．図７のグラフは「ジーシー社製ギガウス D400,D600,D800（それぞれ約 400,600,800gf の吸引力を有する磁性アタッチメント）を C（石膏ダミーのスペース），さらに 0,9㎜ 3,1,5㎜ 3 のスペースを付与した状態で常温重合レジンにより磁石構造体を合着した際の吸引力を比較したグラフである[6]．スペースが大きいほど吸引力が低下することがわかる．ただし D8 に関しては本来の吸引力が常温重合レジンの収縮力より強かったようである．

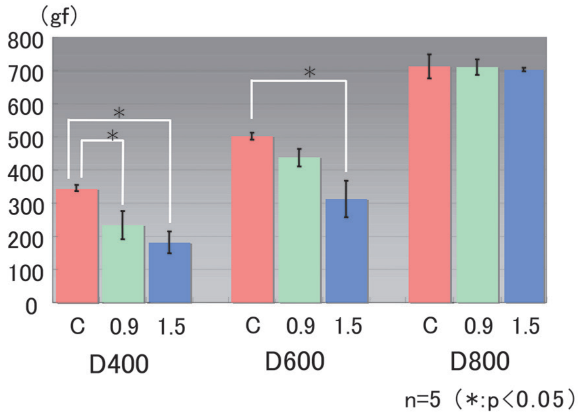


図 7.　磁石構造体合着時のスペースの違いによる吸着力の差

義歯の戻りが確認できたら，磁石構造体にメタルプライマーを塗布し乾燥させ，再度キーパーの所定の位置に設置する．石膏スペーサーで確保されている磁石構造体の義歯内部の合着部位にラウンドバー等により，遁路を形成し，合着時に常温重合レジンの過剰レジンを排出させる準備をする（図６-②）．義歯内部の合着部位に常温重合レジンを筆積みで満たし（図６-③），義歯を口腔内の所定の位置に手圧にて戻し，磁石構造体を合着する．その際，遁路から余剰な常温重合レジンの排出を確認する（図６-④）．

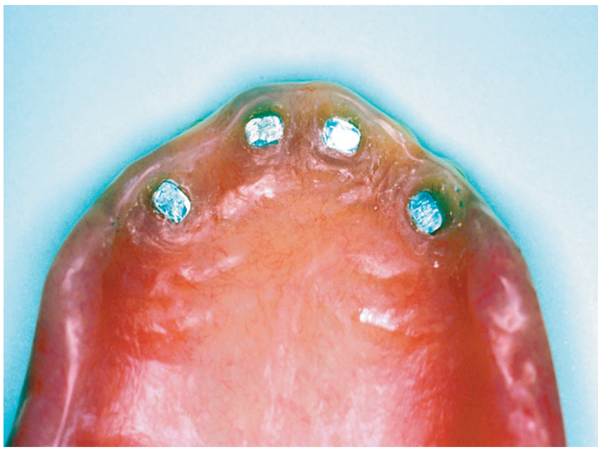


図８.　常温重合レジンによりレジン床内に合着された磁石構造体

遁路から排出された常温重合レジンの硬化状態を確認し，義歯を口腔内より撤去する（図８）．常温重合レジンが完全に硬化するまで口腔内に保持すると，レジンが歯肉縁下の僅かなアンダーカットに入り込み撤去が困難なことがある．この失敗を回避するためには，予め縁下に印象材等でブロックアウトしておくか，根面板をセメント合着した際の縁下セメントを除去せず，磁石構造体を即時重合レジンで合着した後に縁下セメントを除去するのも良い方法である．しかし，常温重合レジンのタイミングに慣れてくればこれら回避策は必要ない．臨床実験[7]では筆積みしたレジンの表面の艶がなくなるタイミングで口腔内に圧接し，２分程度保持し，撤去すると良い．しかし，筆積みは術者により混液比も異なるので，２分間は一応の目安であり，個人の確認は必要である．

合着後の僅かなレジンのバリはエアーギャップの原因となるので，丁寧に削除し（図９），磁石構造体とキーパーが密着していることをフィットチェッカー等で確認する．

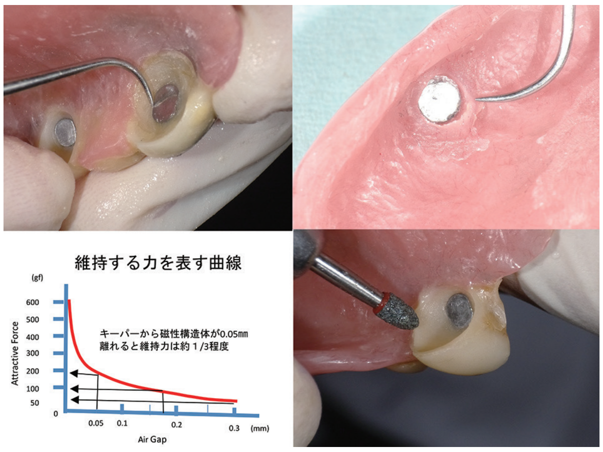


図９.　僅かなレジンのバリも除去し，エアーギャップを防ぐ

２）金属床への合着

ハウジングパターンは義歯床内に，最小限のスペースで磁石構造体が設置できる既製のプラスチックパターン[8]である．ワックスと同様に焼却でき，金属床フレームワークや補強用にワックスで形態が付与できる（図 10）．歯科用金属で鋳造し，これを組み入れた義歯を完成後，金属になったハウジングに，流動性が良く化学重合もするレジンセメントを用いて，口腔内で合着する．

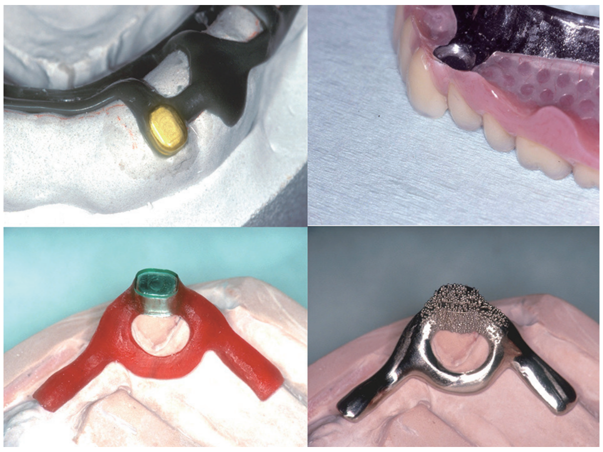


図 10.　ハウジングパターンの使用例

　磁石構造体をキーパーに設置し，完成義歯が口腔内の所定の位置に確実に戻ることを確認することはレジン床の場合と同じである．ハウジング内と磁石構造体にメタルプライマーを塗布し乾燥させる．

図 11.　レジンセメントを用いた，ハウジング内への磁石構造体の合着手順

ハウジング内にレジンセメントを適量入れ（図 11-①），磁石構造体の吸着面を上にして，ハウジング内に押し入れる（図 11-②）．溢れてきたセメントを完全に拭き取る．磁石構造体を組入れた義歯を口腔内に戻し，磁力により磁石構造体がキーパーに密着して，合着材が完全に硬化するまで待つ．図 12 は磁石構造体装着時の模式図である．

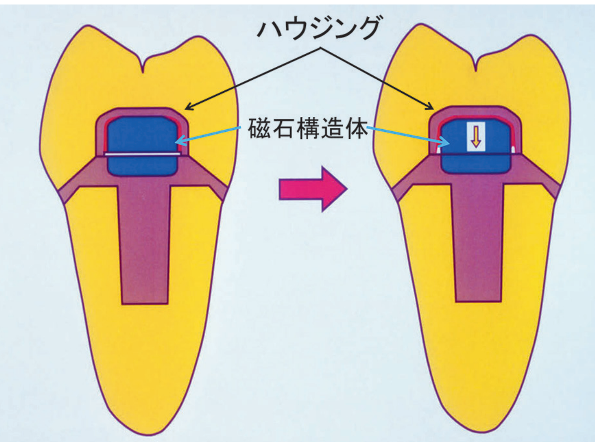


図 12.　ハウジング内における合着時の磁石構造体の動き図

　組入れ時の溢れたセメントは完全に拭き取らなければ，硬化後，キーパーと磁石構造体の間のエアーギャプとなり十分な維持力が発揮されないので（図 13），注意が必要である．

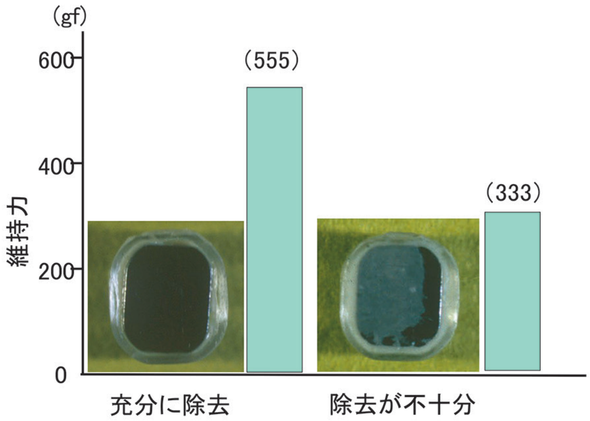


図 13.　余剰セメント除去の違いによる維持力の差

Ⅷ．結語

　磁性アタッチメントは発売当初から複数の製品が市販され，治療術式も比較的簡便で支台歯に優しく非常に有用な維持装置である．現在は種々のアイテムが揃えられ，最も数多く使用されているアタッチメントである．しかし，磁性アタッチメントといえども維持装置の一つであり，義歯設計にあたっての維持装置の選択は，通常の義歯と同様種々のバランスが大切である．そして，最も重要なことは補綴治療終了後の口腔内管理である．残存歯の歯周管理，義歯の適合，咬合状態の確認，残存歯の状態変化への対応，口腔内の加齢変化にも伴う対応を定期的に行い，術者が治療した口腔内状態を継続することが不可欠である．

参考文献

1）石上友彦．磁性アタッチメントの臨床─症例から学ぶ実践テクニック－．東京：口腔保険協会；2017.

2）石上友彦，田中貴信，川澄勝久：マグフィト EX600 を用いた Magnotelescopic Crown（MT 冠）の製作法，歯科技工,25（12）：1486-1491,1997.

3）Ohyama T, Ishigami T, Sakaguchi S, et al: The Extracoronal Magnetic Attachment Using Ready-Made Patterns, JJ Mag Dent, 15（2）: 28-32, 2006.
4）石上友彦．補綴後のメインテナンス―患者さんと歯科医師のために―．（編)石上友彦，加藤　均，吉田惠一．東京：口腔保健協会；39-70,2016.
5）藤本俊樹，石上友彦，大谷賢二，他：キーパー根面板の高さがオーバーデンチャーの支台歯に及ぼす影響，日磁歯誌,15（1）：p29-34,2006.
6）中林晋也，瀧本博至，石上友彦，他：磁石構造体合着時に使用する常温重合レジンの量と吸引力の関係について，日磁歯誌,14（1）：p39-42,2005.
7）Endo S, Ishigami T, Miyata K et al : Hardening time of self-curing resin for installing magnets and removing denture, JJ Mag Dent, 18（2）: p46-49, 2009.
8）石上友彦，田中貴信，岸本康男，他：「マグフィット600」技工用アクセサリ（housing pattern）の試作，日磁歯誌,3（1）：p73,1993.

総　説　Review
Journal home page:www.jsmad.jp/

磁性アタッチメントを使用したインプラントオーバーデンチャー（IOD）

田中　譲治

日本インプラント臨床研究会
MACS 研究会

Implant overdentures with magnetic attachments

Jyoji Tanaka
Clinical Implant Society of Japan
MACS Implant Center

要旨

超高齢社会を迎えて，少数インプラントで高い効果があるインプラントオーバーデンチャー（以下 IOD）が注目されている．そして，そのアタッチメントとしてあらためて磁性アタッチメント（以下 MA）に関心が寄せられている．

IOD は義歯の安定の向上に優れた効果があるだけでなく，顎堤保全にも高い有用性があるが，特に MA は咬合力を面で受ける構造のため，顎堤保全および咬合支持に有用である．また，超高齢社会を迎え要介護を見据える必要がある中，取り外しが楽で，メインテナンスもしやすいなど，ユニバーサルサポートの義歯としても MA は高い有用性があるといえる．構造が単純なため，咬傷や擦過傷の予防にも優れる．さらに，MA の維持力は数値で示すことができ，デジタルデンティストリーにもふさわしく，シンプルであるため CAD/CAM デンチャー，3D プリンターへの応用もしやすい．MA を用いた IOD のさらなる普及が期待される．

Abstract

With a super-aging society, increasing attention is being paid to implant overdentures (IODs), as they provide a favorable outcome with a limited number of implants. Recently, there has been renewed interest in magnetic attachments (MAs) for use in IODs.

IODs are known to be effective for improving denture stability as well as for preserving the residual ridge. MAs, which receive the occlusal force on the plane, have also been demonstrated to be effective for preserving the residual ridge and supporting occlusion. In a super-aging society with an increasing need for nursing care, MA-IODs, which can easily be removed and maintained, have high potential as universal-support dentures. Due to their structural simplicity, MAs are associated with reduced incidences of bite injuries and scratches. MAs are also suited for use in digital dentistry because their retentive force can be expressed numerically, and the simplicity of MAs makes them compatible with CAD/CAM dentures and three-dimensional printers.

These features are anticipated to further enhance the popularity of MA-IODs.

キーワード　(Key words)

磁性アタッチメント（Magnetic attachment）、インプラントオーバーデンチャー（Implant overdenture）、ユニバーサルサポート（Universal support）、超高齢社会（Super-aged society）、要介護（Nursing care）

Ⅰ．はじめに

超高齢社会を迎えて少数のインプラントで高い治療効果のあるインプラントオーバーデンチャー（以下IOD）が注目されている．下顎無歯顎において全部床義歯でなく2本支台のIODを第一選択にすべきというMcGill Consensus[1] が提唱されるなどIODが広く普及してきている．上顎においてもリップサポートの回復[2] や固定性インプラント補綴に対してメインテナンスしやすいなどの利点があるインプラント補綴として関心が寄せられている．[3]加えて，最近では部分床義歯への応用にも広く使われ始めてきている．

インプラントは義歯の安定に有用であるだけでなく顎堤保全にも高い有用性がある．人生100年計画といわれる中，義歯を10年20年30年と使用していくことも考えると顎堤吸収についても考慮することが肝要となってきている．その意味で積極的に顎堤吸収を予防する治療としてもIODが有用である[4-7]．次に，要介護を見据えると取り外ししやすくメインテナンスもしやすい義歯，すなわち「ユニバーサルサポート」[8, 9] の義歯が望まれる．加えて，咬傷や擦過傷のしづらいアタッチメントが推奨される．このようなことを考えると磁性アタッチメントは，咬合力を面で受けとめ確実に咬合支持の改善もできるなど顎堤保全に優れたアタッチメントといえる．また，取り外しも楽で片手で外すことができるなど，「ユニバーサルサポート」のアタッチメントとしても有用で，小型で単純であるためメインテナンスもしやすいだけでなく咬傷や擦過傷予防にも有利である．そして，近年デジタルデンティストリーが注目されている中，維持力を数値として示すことができ，それ以上の維持力が出ないという磁性アタッチメントはデジタル支台装置の代表といえ，また，シンプルであるためCAD/CAMデンチャーにも応用しやすい[10]．

このようにさまざまな特長のある磁性アタッチメント[11] を使用したIODは高い有用性があり[12-14]，広く普及することが期待されているので，これらについて述べてみたい．

Ⅱ．顎堤保全および咬合支持への利用

Zarbは「有床義歯の使用は顎堤吸収というバイオロジカルコスト（生物学的代償）を払っていることになる」と提唱しており[4]，良好な義歯は顎堤吸収は少ないが，人生100年計画と言われる中，長期間には顎堤吸収が危惧される（図1）．

図1. 長年適合不良な義歯を使用していたためか顎堤吸収が著しい両側遊離端症例．
a,b：62歳女性．顎堤吸収が著しいが，歯がある部位については顎堤吸収が抑制されている．また，クラスプによる残存歯への負荷が危惧されるとともに，審美的にも劣る．
c,d：インプラント支台を用いることで，顎堤吸収の抑制が期待できる[6) 7)]．また，残存歯への負担軽減，審美改善ができた．磁性アタッチメントは咬合力を面で受けとめるため，顎堤保全に有用である．

図1b.

そこで，古くから報告のある歯を残してオーバーデンチャーにすることで顎堤保全を期待する方法があらためて見直されている．CrumとRooneyらは5年間の顎堤吸収の比較研究において総義歯で平均5.0㎜に対して，天然歯を

図 1c.

図 1d.

支台としたオーバーデンチャーは平均0.6mmと報告しており[5]，さらにVan Steenbergheらは158名のIODの12年間観察結果において骨吸収が1.7㎜に留まっていると報告し[6]，IODによる積極的顎堤保存という考えをすでに2001年に打ち出している．Kordatzisらは5年にわたる臼歯部顎堤の研究において総義歯平均1.63㎜に対して，IODは0.69㎜であったと報告している[7]．このように，IODは義歯の安定向上だけでなく，顎堤保全にも有用であることが言われているが，その支持装置として磁性アタッチメントは咬合力を面にとらえるため，顎堤保全に非常に有利な支持装置と考えることができる．また，咬合支持の改善にも有利であり，いわゆるアイヒナーの分類で欠損病態の悪化スピードが速いといわれるステージを，簡便に良好なステージ改善することが出来る[12-15]．

次に，磁性アタッチメントは磁気エネルギーを用いているため，把持なしで維持力[16]を得られるという他の支台装置にない優れた維持力発現機構を持っている．そのため，著者はこの特筆すべき機能を引き出すため，磁性アタッチメントの使用法を使用目的によって大きくTypeR，TypeSR，TypeBSRの3つに分けて設計している[9,12]（表1）．磁性アタッチメントならではの設計の考え方で，これにより使用目的にあわせて「支台の保全」「機能回復」を鑑みて適切な設計にすることができる．そして，インプラント支台は天然歯支台と大きく異なる点として，支台の位置やインプラントの本数を術者が決めることができるため，骨量，顎堤状態，患者の期待度，治療費などによりこれらを決定し，使用目的にあった設計が可能となる（図2）．

Type R使用（ソフト・デザイン）：維持（Retention）のみを主たる目的とし，支持および把持を期待しない使用法．咬合支持は粘膜に期待する「支台の保護」を重視した補綴設計．
Type SR使用（サポート・デザイン）：維持のみでなく支持（Support）をも目的とし，咬合支持の改善も期待する使用法．支台により咬合支持の改善を期待した補綴設計．
Type BSR使用（リジッド・デザイン）：維持，支持のみならず把持（Bracing）も目的とし，確実なリジッドサポートを期待する使用法．「機能回復」を重視した補綴設計．
※ Type R, Type SR：構造としては側方力を逃せるように義歯内面とキーパー側面に間隙を確保．
※ Type BSR：構造としては把持機能をもつように義歯内面とキーパー側面に間隙を設けない．

表1　磁性アタッチメントの使用目的による分類[8) 9)]

図 2. インプラントおよび天然歯を用いた上顎無口蓋義歯 .
a,b,c : 61 歳女性．義歯不安定の改善および無口蓋義歯を希望して来院．患者の希望で動揺があり予後不良であるが 4| 歯冠は残し，73|7 のインプラントおよび |3 残根歯を磁性アタッチメント支台とした．インプラント支台は天然歯支台と大きく異なる点として術者が支台の位置や数を決めることができるため，支台歯間線を適切にとれる位置にインプラントを埋入することで, 優れた義歯安定を得ることができ , 維持のみでなく支持をも目的とした Type SR 使用で咬合支持の改善もできる設計とすることができた.
d : 9 年経過後の口腔内写真 . 4| は抜歯となったが，キーパーと磁石構造体はともに一度も交換していない．9 年後においても経過良好である．顎堤保全もできたと考えられる .

図 2b.

図 2c.

図 2d.

Ⅲ．ユニバーサルサポートのための利用

義歯設計の代表的概念には，フレキシブルサポート，リジットサポートが挙げられるが，超高齢社会を迎えて障害を意識させないユニバーサルデザインを重視した，著者が提唱した設計概念である「ユニバーサルサポート」すなわち「すべての人のために使いやすさと優しさを追求し，欠損があるという障害を意識させないことを重視した義歯設計概念」が改めて注目されている[8,9]．「ユニバーサルデザイン」は 1980 年代にアメリカの建築家であり , 工業デザイナーのロナルド・メイス氏によって唱えられた言葉で , 障害者も高齢者も健常者も含めたすべての人々が暮らしやすくなるように , すべての人のための使いやすさと優しさを追求したデザイン[17] であるが , 超高齢社会を迎えて , 義歯設計もこのことを意識したデザインが推奨されてきている . 前述したように，磁性アタッチメントは把持なしで維持力を発現する機構のため，義歯の着脱において指向性がなく取り外しが楽で，また，磁性アタッチメントの特有な復元力もあり，義歯を定位置に装着することも容易である（図 3).

図3. 長寿社会を迎えて手の不自由さや介護者のことも考えてユニバーサルサポートの義歯設計が望まれる.
a : 上顎はクラスプを使用した義歯で着脱方向が規制されており着脱は難しく, 両手を使って外す必要がある.
b : 下顎は磁性アタッチメントを用いたIODで, 片手で簡単に着脱ができる.

図3b.

高齢者においては手の不自由さなども加わり目視でホックが留めづらくなるように, ボールアタッチメントやバーアタッチメントの着脱は難しくなる可能性があり, また, 要介護状態における介護者にとっても着脱しやすい磁性アタッチメントは優れると考えられる. まさに, 健常者にとっても障害者にとっても使いやすいアタッチメントといえ, 磁性アタッチメントはユニバーサルサポートに最適なアタッチメントといえる.

Ⅳ. 要介護を見据えた利用

要介護状態では咬傷や擦過傷についても考慮する必要があるが, その意味でも磁性アタッチメントは高径が低く, かつシンプルで, 咬傷や擦過傷を起こしづらく推奨される. また, 口腔清掃においても, 口腔粘膜を清掃する流れで容易に清掃できる (図4).

図4. 要介護や認知症を見据えてアタッチメントを選択することが肝要.
a: ボールアタッチメントは清掃がしづらいだけでなく, 咬傷や擦過傷を起こしやすい.
b: 磁性アタッチメントは低めでシンプルな構造のため, 咬傷や擦過傷を引き起こしづらいだけでなく, 要介護状態においても粘膜を清掃する一連の流れで容易に清掃できる.

図4b.

次に, 磁性アタッチメント以外の支台装置は弾性, 摩擦, 嵌合, くさび効果などを利用しているため, 着脱を繰り返すことで維持力は減衰してしまうが, 磁性アタッチメントの他の支台装置にない特長として維持力の減衰がないことがあげられる. そのため定期的なアタッチメントの交換の必要がない. 歯科治療においてメインテナンスが重要であることはいわれているが, 要介護を見据えると通院できなくなることもあり, 交換の必要のない磁性アタッチメントは非常に有用といえる (図5). また, 着脱方向が規制されないためインプラントの埋入方向が不良な場合でも問題をおこしづら

図 5. 23 年経過したインプラント 2 本支台の IOD.
a : 65 歳女性 . 磁性アタッチメントを用いた IOD. 23 年経過しているが適合 , 義歯安定もよく , 経過良好 .
b : キーパー , 磁石構造体 , 義歯ともに 1 度も交換していないが , 磁性アタッチメントの 1 部に劣化が認められる程度で良好に機能している .

図 5b.

く，インプラントが弱いとされる側方力を逃すなど磁性アタッチメントはインプラントと非常に相性の良いアタッチメントといえる．

現在，インプラント治療の進歩により，無歯顎多数歯欠損に対してのフルアーチの固定性インプラント治療も普及しつつあるが，要介護を見据えると，ある時期になったらメインテナンスしやすい IOD に設計変更することも推奨されており [3) 12,18)] IOD の必要性が再認識されている．また，要介護状態においても IOD にしておくことで，運動制御作用が低下していても [19)] 義歯の維持安定が出来るだけでなく，不随意運動がある場合の義歯の安定や摂食機能の改善のための舌接触補助床の維持としても有用である [20)]．

Ⅴ．デジタルデンティストリーとしての利用

近年，産業界のハイテクノロジーが歯科に応用され，特に CAD/CAM の進歩には目を見張るものがある．現在では歯冠修復だけでなく，義歯への応用も目覚ましく，ディスクからの削り出しや，3D プリンターによる義歯製作が臨床応用され始めている [21,22)]．加えて口腔内スキャナーの進歩により，印象材を使用しない治療法やコピーデンチャー製作もおこなわれているようになっている [10,23)]．このような中，磁性アタッチメントは維持力が数値として示すことができ，それ以上の維持力を発揮されないというデジタルデンティストリーとして代表的な支台装置ともいえる．加えて，構造がシンプルであるため，3D プリンターデンチャーなどへも利用しやすい．図 6 に印象材を使用せず，

図 6. 口腔内スキャナーや 3D プリンターにより , 印象材を使用せずに , 簡便に IOD の製作が可能となった .
a,b : 印象材で口腔内の印象採得をせずに , 旧義歯（a）を口腔外で口腔内スキャナーにてスキャンする .
c : 取得したデータ , または , データをもとに改善したデータによる試適用義歯を簡易 3D プリンターで製作する .
d : 3D プリンターで製作した試適用義歯にて , 粘膜裏装材を用いて機能印象をおこなう .
e,f : 機能印象した試適用義歯をデータ化して , バーチャル上で理想的な排列をし , 3D プリンターにて完成義歯を製作する .
g,h : 人工歯部はコア採得後 , 人工歯部を削除し , 流し込みレジンにて完成させたのち , 磁石構造体を取り付けた . 維持力を数値で示すことができるなどデジタル支台装置の代表ともいえる磁性アタッチメントは構造もシンプルで CAD/CAM デンチャーに最適であると考えられた .

図 6b.

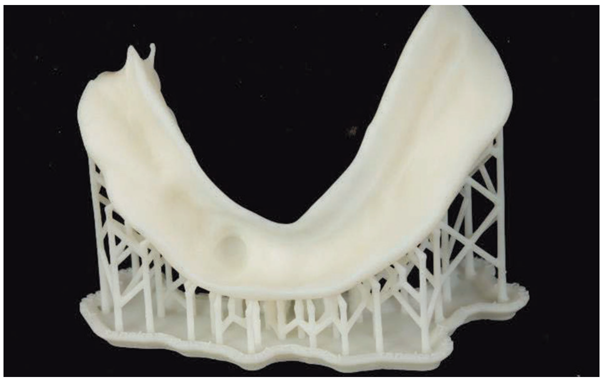


図 6c

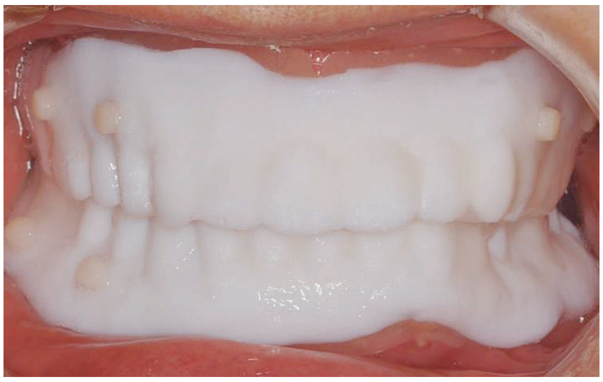


図 6d

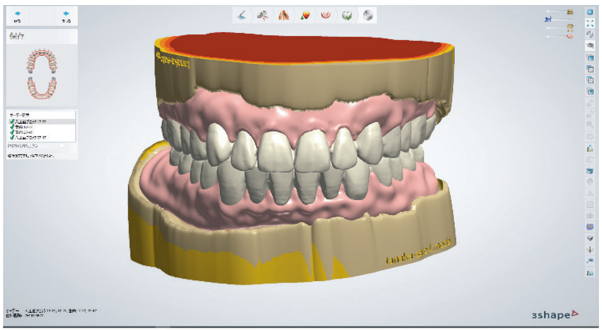


図 6e

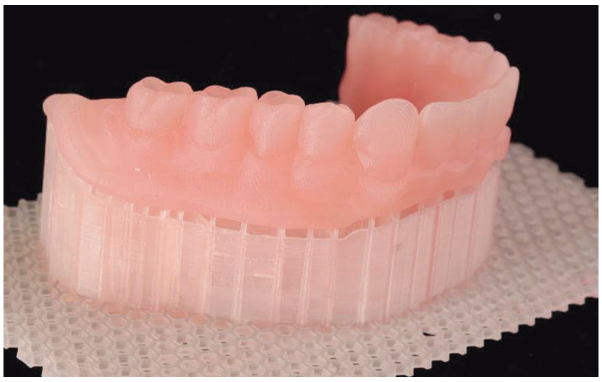


図 6f

図 6g

図 6h

口腔内スキャナーおよび3D プリンターにより IOD を製作する術式を示す．在宅において印象材の誤飲を防止でき，また，データを保存することで，作り直しも簡便にできる．また，ディスポーザル義歯への応用など，取り付けが簡便な磁性アタッチメントの利用とともにさまざまな可能性がある．

Ⅵ. おわりに

磁性アタッチメントは磁力という特殊な維持力発現機構を用いているため，他の機械的支台装置にはないさまざまな利点があるデジタル支台装置といえよう．そして，規格の上で製作されていることの多いインプラントと相性が非常に良く，磁性アタッチメントの利点とインプラントの利点の相乗効果で，磁性アタッチメントを用いたIODは優れた治療法といえる．世界においても類のみないスピードで高齢化している我が国において，磁性アタッチメントを用いたIODは優れた治療法として，健康長寿につながるさらなる発展，普及が期待される．

参考文献

1）Feine JS, Carlsson E, Awad MA, Chehade A, Duncan WJ, Gizani S, et al. The McGill consensus statement on Overdentures. Int J Oral Maxillofac Implants 2002; 17（4）: 601-602.

2）Zitzmann NU, Marinello CP. Treatment plan for restoring the edentulous maxilla with implant-supported restorations: removable overdenture versus fixed partial denture design. J Prosthet Dent 1999; 82（2）: 188-196.

3）田中譲治．上顎無歯顎のインプラント補綴固定性vs. 可撤性～長寿社会を迎えてインプラントオーバーデンチャーの必要性を探究～．日補綴会誌2019；11（2）：102-110.

4）Zarb GA, MacKay HF. The partially edentulous patient.1.The biologic price of prosthodontic intervention. Aust Dent J 1980; 25（2）: 63-68.

5）Crum RJ, Rooney, GE Jr. Alveolar bone loss in overdentures: a 5-year study. J Prosthet Dent 1978; 40: 610-613.

6）van Steenberghe D, Quirynen M, Naert L, Maffei G, Jacobs R. Marginal bone loss around implants retaining hinging mandibular overdentures. at 4-, 8- and 12-years follow-up. J Clin Periodontol Jul, 2001; 28（7）: 628-633.

7）Kordatzis K, Wright PS, Meijer HJ. Posterior mendibular residual ridge resorption in patients with conventional dentures and implant overdentures. Int J Oral Maxillofac Implants 2003; 18: 447-452.

8）田中譲治．磁性アタッチメントを用いたインプラント補綴の設計指針．Quintessence Dental Implantology 2002；9（6）：27 ～ 43.

9）Tanaka J, Hoshino K. A prosthetic design guideline for effective usage of magnetic attachments － application to restorations supported by implants －．日磁歯誌2003；12（1）：10-25.

10）田中譲治，村上高宏，菅野岳志，木村健二．口腔内スキャナー使用の光学印象による種々の臨床応用：フルアーチインプラント症例の光学印象からコピーデンチャーの製作まで．日口腔インプラント誌2019；32（1）：71-79.

11）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；2016，19-33, 74-90.

12）田中譲治．インプラントオーバーデンチャーの基本と臨床－磁性アタッチメントを中心に－．東京：医歯薬出版；2012，32-39，112-117.

13）田中譲治．磁性アタッチメントのインプラントオーバーデンチャーへの臨床応用～長寿社会を迎えて～．日磁歯誌2016；25（1）：20-29.

14）前田芳信, 和田誠大．インプラントオーバーデンチャーの臨床とエビデンス．東京：クインテッセンス出版；2017，14-16，26-28.

15）田中譲治．QOLを高める補綴装置・磁性アタッチメント　インプラント治療への積極的導入．日磁歯誌2010；19（1）：17-28.

16）水谷紘．パーシャルデンチャーの支持、把持、維持を考える - 特に把持に重点をおいて - . 水谷紘､星野悦郎監著．可撤式オーバーデンチャーの概念．歯科評論1995，201-210.

17）Ronald M. Universal Design : Housing for the Lifespan of All People, Washington : D4S4 Department of Housing and Urban Development,1988.
18）田中譲治．要介護を見据えてインプラントを考える～インプラントオーバーデンチャーの活用～．歯界展望 2015；126（2）：234-257.
19）Müller F, 高齢患者におけるインプラント支持補綴装置の利点 .In:Wismeijer D, Chen S Buser D（編）, 黒江敏史 , 船越栄次（監訳）,ITI Treatment Guide Vol 9. 高齢患者へのインプラント治療 . 東京 : クインテッセンス出版；2017，25-34.
20）田中譲治．要介護を見据えてインプラント補綴の検討．Quintessence DENTAL Implantology 2018；25（2）：87-98.
21）水口俊介、金澤学．CAD/CAM による全部床義歯製作の未来．デンタルダイヤ 2014；39（16）：64-72.
22）田中譲治，西岡航司，樋口鎮央．最新 CAD/CAM 技術により可能となったインプラントオーバーデンチャーのパラダイムシフト . Quintessence DENTAL Implantology 2015；22（6）：39-47.
23）田中譲治．インプラントオーバーデンチャーにおける設計の考え方と注意点．日口腔インプラント誌 2019；32（4）：168-179.

総　説　Review
Journal home page:www.jsmad.jp/

キーパー付根面板（コーピング）の形成と印象

永田　和裕

日本歯科大学新潟病院　総合診療科

Preparation and impression of a root coping with a keeper for magnetic dentures

Kazuhiro Nagata
Comprehensive Dental Care, Niigata hospital, The Nippon Dental University

要旨

キーパー付根面板は，根面板とポストを一体化した形態であり，磁性アタッチメントで使用される基本的な部品である．
オーバーデンチャーの支台装置として使用されることが多いため，二次カリエスや歯周病のリスクが高い．
本報告ではこれらの障害を防止する，適切な支台歯の形成法や印象採得の方法について解説を行う．
支台の形成に際しては，Biological width を遵守する必要があり，そのため超音波スケーラーや Er-Yag laser を使用した，深い歯周ポケットと骨縁下ポケットの改善法に関して解説を行う．また印象採得では，レンツロ操作による気泡混入を防止するため，洗浄用のシリンジを使用した印象の注入法について解説を行う．

Abstract

A root coping with a keeper fabricated using a root cap and post is the primary component of a magnetic denture. This component is used as a retainer for overdentures, thus increasing the risk of secondary tooth caries and/or periodontitis.
This article explains the accurate technique for the preparation and impression taking of abutment teeth to prevent such complications.
The technique involves the reduction of deep and infrabony pocket depth by the use of ultrasonic scalers or Er-YAG laser to maintain the biological width of abutment teeth after tooth preparation. The impression-taking procedure that uses a cleaning syringe to prevent the incorporation of air bubbles entrapped by lentulospirals is described.

キーワード　(Key words)

キーパー付根面板（root coping with keeper）
支台歯形成（tooth preparation）
印象採得（impression taking）
磁性アタッチメント義歯（magnetic denture）

キーパー付根面板とは？

キーパー付根面板は磁性アタッチメントとして最も使用頻度が高い支台装置の形態である．構造的にはポストを有する根面板に，ステンレス製のキーパーを鋳接あるいは接着したもので，義歯側に取り付けた磁石構造体とともに維持と支持機能を営む（図1）．形態的には，歯冠長が短く把持機能を持たない支持タイプと，比較的歯冠長が長く把持・安定機能を有する把持タイプが存在し，支台歯の状態等に応じて選択される．

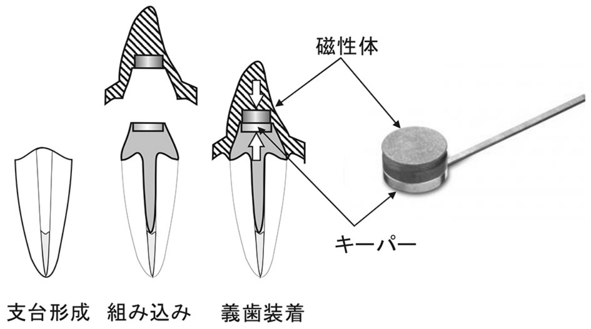


図1. キーパー付根面板

根面板で問題となりやすい臨床的なポイント

キーパー付根面板（以下根面板）は，オーバーデンチャーの支台装置として，残存歯の咬合支持が少なく歯冠歯根比の不良な症例に適用されることが多い．また，マグノテレスコーピッククラウン（MT冠）を使用しないオーバーデンチャー症例では，支台歯の周囲は義歯床で閉鎖されるため，自浄性が乏しく歯周病や二次カリエスのリスクが高くなる．さらに，根面板はポストクラウンと同様に，内側性のポストと外側性のクラウンが一体として製作され，通常の修復物と比較して印象採得や補綴物製作が難しく，マージンやポストの適合不良を生じやすいことから，不適切な根面板の設置は結果的に早期の支台歯の喪失につながる可能性も有る．

従って本解説では，支台装置として根面板を設置する際に必要とされる支台歯形成や印象採得に関して，根面板の脱離とともに，支台歯の歯周病や二次カリエスの予防の観点から臨床上のポイントや注意点を解説する．

根面板形成時の注意点

ポスト孔の形成

根面板の維持は，主としてポストによってまかなわれるため，維持に必要とされる形態を付与するとともに，間接法で製作しやすい形態とする必要がある．長さは歯根の2／3程度とし，応力の集中を防ぐためポストの先端を骨縁下とすることが望ましい．また，根の破折防止のためポストの太さは，細い方が望ましいが，細すぎると印象採得や技工操作でエラーが生じやすいため，根の1／3程度とする．さらに，印象撤去時に印象材が切れないように，アンダーカットの無いスムーズな外開きの形態を付与する必要がある（図2）．

ここで重要なのは，ポストの接着を阻害する，軟化歯質や根管充填材を完全に除去することである（図3）．

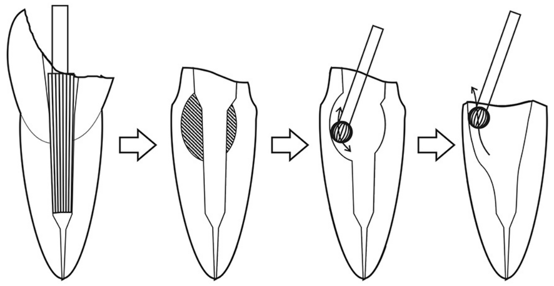


図2. ポスト孔の形成
所定の長さと太さを付与した後に，ミューラー等を使用して，ポスト孔内面の軟化歯質を除去し外開きの形態とする．

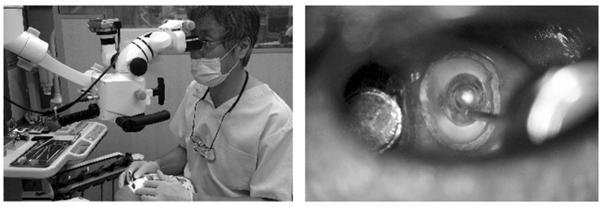


図3. ポスト孔内面の観察
齲蝕検知液を根管内にも適用して，ポスト孔の内面の観察を行い，軟化歯質を除去する．その際ミラーテクニックが必須となるが，マイクロスコープを併用することで正確な操作が可能となる．

マージンの設定および支台歯形成

根面板のマージンがセメント質上に設定され，かつ根面が歯肉縁上に露出している場合は二次カリエスが発生しやすくなる．また過度に深く形成し，歯周組織を損傷した場合は，継続的な歯肉の炎症や退縮を生じるため，マージンは歯肉溝内で上皮性および結合組織性の付着を阻害しない位置に設定することが必要とされる．このようなマージンの設定に関して，歯周病学的な観点から表現すると“生物学的幅径（Biological width）を保護した形成”を行うことになる（図4）.

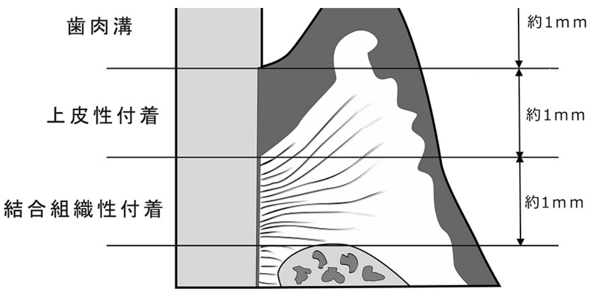


図4. Biological width（BW）
BWは結合組織性付着と上皮性付着によって構成され，骨頂部からおおむね2mm～2.2mm程度の値となる.

Biological width（BW）の遵守

BWは健康な歯周組織に認められ，歯肉溝，上皮付着，結合組織性付着が1mm程度の幅で連続する組織構造を有している[1)]．歯肉の炎症が生じると歯周ポケットが形成され，歯肉縁下の細菌が増加するとともに，付着部が破壊され，ポケットの深化や歯槽骨の吸収が生じる．また，修復物の製作時にBWを損傷する位置に形成限界を設定すると，歯肉の炎症が継続し，出血により印象操作が困難となるうえ，長期的に歯肉腫脹や歯周組織の破壊を招く場合もある[2,3)].

従って，長期的な歯周病の予防だけでなく，精密な形成・印象操作による修復物の適合の向上や，歯肉の退縮による二次カリエスの予防を図るためには，根面板形成の全過程において適切なBWを確保する必要があり，もし歯周病や縁下カリエスによって，支台歯のBWが障害されているなら，前処置を行って事前に適切なBWを確保しておく必要がある.

BWが障害されている症例では，歯周ポケットが深い場合と，骨縁下カリエスやポケットによって付着が阻害されている場合がある．いずれの場合も前処置としてプラークコントロールが良好で歯肉の炎症が改善していることが前提となる.

まず深い歯周ポケットが存在する場合は，歯肉溝が1~2mm程度となるよう歯肉を切除することが望ましい．実際の操作では，ポケットに細めの圧排糸を挿入して，その直上に根面板の形成限界を設定した後．ポケットが1~2mmとなるまで,歯肉をトリミングする（図5）．電気メスなどでもこのようなポケットのdecreasingは可能だが，Er-YAG-Laser等を使用すると，効率的な修正が行えるうえ早期の創傷治癒が期待出来る．またトリミングが終了した支台歯には，ポスト付きのテンポラリークラウンを製作し，支台歯の上方からブラッシングを行うことで歯肉の改善を図る.

また，歯肉縁下カリエスや骨縁下ポケットのためBWが阻害されている症例では，歯肉のトリミング後に，ＢＷを確保するため超音波スケーラーやピエゾチップを使用して，根面板の形成限界から．1.5~2.0mmの範囲で歯槽骨の骨頂部をトリミングする(図6, 7)．基本的には，外科的延長術と同じコンセプトであるが，歯肉弁の剥離を行わないため，術時間が短く患者の

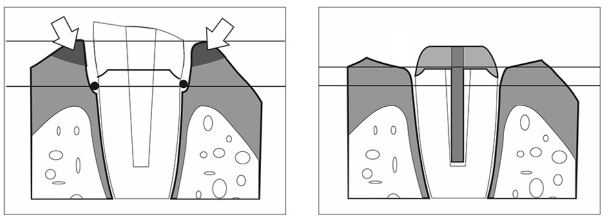


図5. 深いポケットの処理
ポケットに圧排糸を挿入し，BWを阻害しない位置に形成限界を設定した後，電気メスやLaserを使用して，歯肉溝が1～2mm程度となるように歯肉をトリミングする．その後ポスト付きのテックを製作し歯肉の改善を図る.

負担が少ない，術後の治癒期間が短いなどのメリットが有る．ただし肉眼での施術ではポケット内の観察が十分に行えないことから，マイクロスコープ下での処置が望ましい．

根面板の形態による違い

根面板のマージン部の形成では，歯冠を短くし側方力を軽減する支持タイプ[4]と，歯冠を長くし把持安定を高めたＭＴ冠[5]では異なった形態を付与する必要がある．支持タイプでは，形成限界からの立ち上がりを押さえて歯質を削除するが，高さを抑えてキーパーを設置す

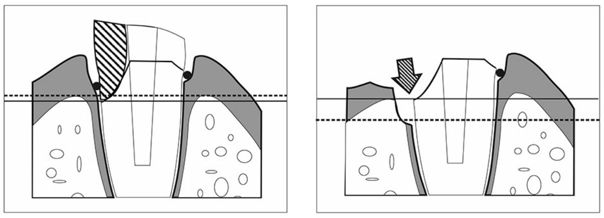


図 6. BW が阻害された症例
縁下カリエス（斜線）のため，骨頂（点線）に対して形成限界（実線）が下に位置するケース．歯肉のトリミングと同時に，骨頂部をトリミングし形成限界から1.5~2.0mm の距離を確保する. なお, フラップ手術より少ないが，処置後に炎症の改善とともに歯肉の退縮が生じるため，最終的に形成限界を修正した後に印象を行う．

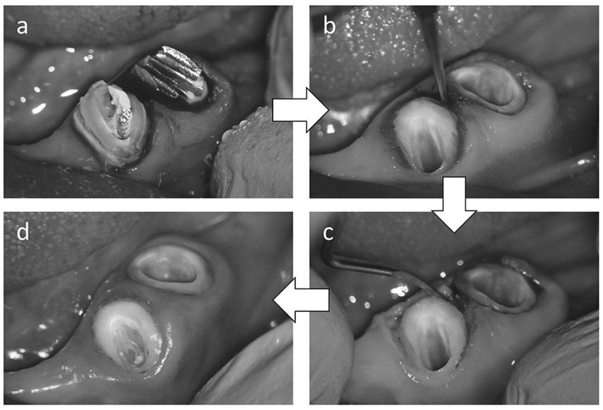


図 7. 超音波スケーラーによる骨頂部のトリミング
a：補綴物の除去後，歯肉の炎症と骨縁下ポケットの形成を認める．
b：ポスト付きのテックで歯肉の改善を図った後，骨頂部を超音波スケーラーでトリミングする．
c：根面のルートプレーニング
d：処置後一ヶ月程度をおいてマージンを再修正し印象を行う．

るスペースを確保するために，内側を陥凹させて形成する場合もある（図 8）．一方把持タイプではできるだけ歯質を残して形成し，強い側方力にも対応できる形態とする（図 9）．

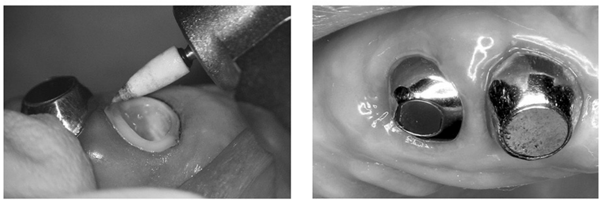


図 8. 支持タイプの支台歯

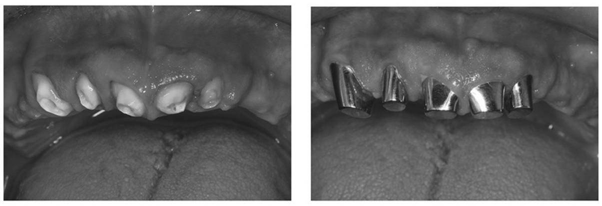


図 9. 把持タイプの支台歯

根面板の印象採得の実際

根面板では，ポスト孔とマージン部を同時に印象採得する必要があるため，印象操作は通常の修復物より難しくなる．マージンに関しては，形成限界が作業模型に正確に再現出来るように一般的なクラウンと同様に二重圧排とし，印象材の断裂を防ぐため，細い圧排糸を残した状態で印象操作を行う（図 10）．

ポスト孔の印象では，通常レンツロを使用し形成したポスト孔に印象材を注入するが，マージン印象を同時に行うため操作時間に余裕がなく，レンツロの回転操作中に気泡を混入することがある．著者はこのような気泡の発生を防止するため，先端をポスト孔の太さに合わせてカットしたニシカスピン®を洗浄用のシリンジに取り付け，流動性の良いシリコン印象材をシリンジに充填して，ポスト孔やマージン部に注入している（図 11）．

なお模型を製作する際はガム模型を製作し，根面板と辺縁歯肉との調和が取れるように留意する．なお支持型のコーピングは，上方からブラシを挿入し清掃しやすい形態とするサニタリータイプと，辺縁歯肉を封鎖しプラークの付着を抑制するシーリングタイプが存在し

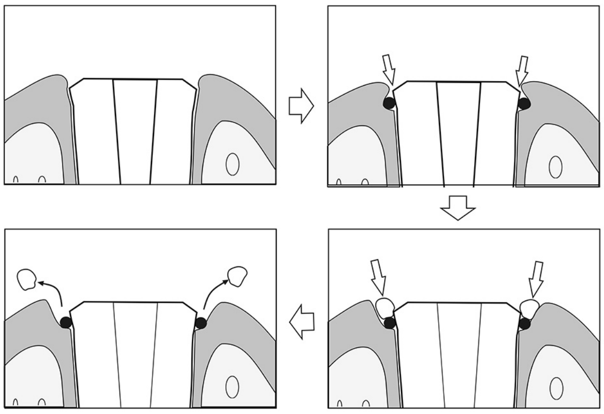


図 10. 二重圧排による印象採得
歯肉溝に細い圧排糸を挿入後，やや太めの圧排糸を挿入する．印象直前に太い圧排糸のみを取り除き直ちに印象採得を行う．

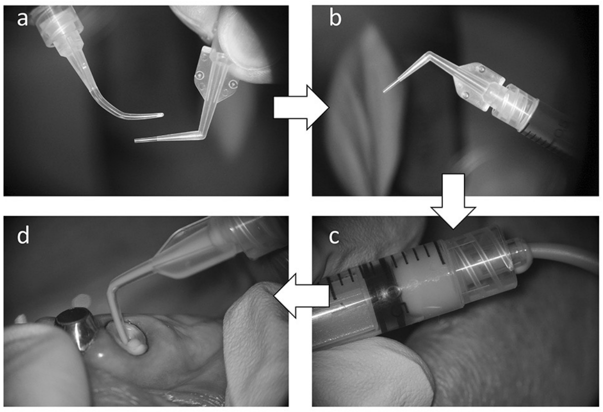


図 11. シリンジを使用したコーピングの印象
a：印象に使用するニシカスピン®，ポストの太さに合わせて先端を切断・屈曲する．
b：同一規格のため，洗浄用のシリンジにピンを取り付けることが可能．
c：シリンジの後方に気泡が入らないように，前方から流動性の良いシリコン印象材を注入する．
d：印象材の注入後にシリンジにピンを取り付け，直ちにポストとマージンへ移送する．

（図 12）症例に応じて適時選択する．

以上，本論文では適切な根面板の製作に関して，その支台形成および印象採得の問題点とその改善策について述べた．オーバーデンチャーの支台歯として使用される根面板では，患者自身の口腔清掃管理が，安定した歯周組織の維持や二次カリエスの予防に不可欠となるが，Biological width の確保やマージンの精密な適合も，予後に影響を与える重要な因子であり，十分な配慮が必要となる（図 13）．

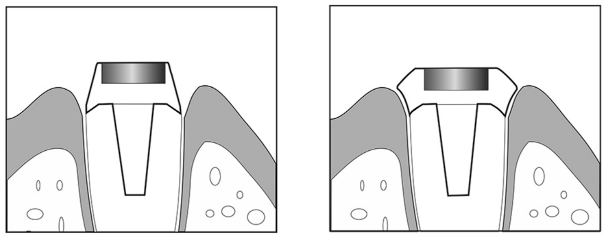


図 12. マージン形態のバリエーション
サニタリータイプ：歯肉溝を解放し，ブラシによる上方からの清掃を容易にする
シーリングタイプ：歯肉溝を封鎖しプラークの付着を防止する

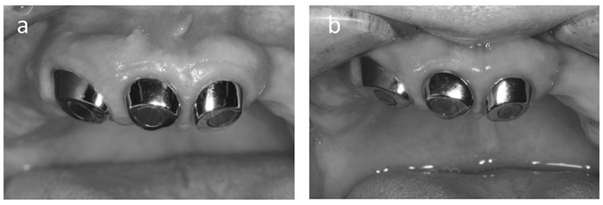


図 13. 5 年経過症例
a：2013 年装着時
b：2018 年リコール時．歯肉の炎症，退縮をほとんど認めない．

参考文献

1. Nevins M, Skurow HM. The intracrevicular restorative margin, the biologic width, and the maintenance of the gingival margin. Int J Periodontics Restorative Dent. 1984;4（3）:30-49.
2. Gunay H, Seeger A, Tschernitschek H, Geurtsen W. Placement of the preparation line and periodontal health--a prospective 2-year clinical study. Int J Periodontics Restorative Dent. 2000;20（2）:171-81.
3. Padbury A, Jr., Eber R, Wang HL. Interactions between the gingiva and the margin of restorations. J Clin Periodontol. 2003;30（5）:379-85.

4. 石上 友彦.【磁性アタッチメントで困ったら;診療ガイドラインを踏まえて】磁性アタッチメントの失敗と対策. 日磁気歯会誌. 2013;22（1）:24-9.
5. 田中貴信, 會津英紀, 石上友彦, 市川哲雄, 大川周治, 大久保力廣　ほか. 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.　53.

総　説　Review
Journal home page:www.jsmad.jp/

磁性アタッチメント義歯・技工操作のポイント

山下　正晃

和田精密歯研株式会社

Details of handling magnetic attachment dentures from the perspective of the dental technique

Masateru Yamashita
Wada Precision Dental Laboratories CO., LTD

要旨

磁性アタッチメントを応用した補綴装置については，患者個々の諸条件によって，あるいは患者の予後を見据えた歯科医師の考え方，補綴装置を製作する立場の歯科技工士からの提案などによって様々な設計が考えられる．さらに，欠損補綴装置に必要な支持・把持・維持の機能における支台装置の選択や機能については，必ずしも磁性アタッチメントでなければならない理由があるのかという点についても，疑問視する判断基準を持つべきと考える．いわゆる，磁性アタッチメント以外の支台装置の特徴を把握することは重要であり，そのうえで磁性アタッチメントを応用することのメリット・デメリットを勘案し，欠損補綴装置の設計・製作をおこなうためのラボサイドの判断基準のプロセスについて解説をする．

Abstract

When choosing restorative appliances with magnetic attachments, we can consider several denture designs based upon each patient's condition, the preference of the dentist making the prognosis, or the point of view of the dental technician who fabricates it. Moreover, we need criteria for judging whether we need to choose magnetic attachments for the functional aspects of the abutment appliance, which needs support, bracing, and retention as a restoration for a missing part. It is obviously important that we understand the character of the abutment appliance apart from the magnetic attachments. Taking into account the merits or demerits of applying magnetic attachments, we will explain the process for judging criteria from the dental technician perspective in order to design or fabricate restorative appliances for missing parts.

キーワード　(Key words)

磁性アタッチメント（Magnetic attachment），遊離端欠損（free-end missing），
支持力・把持力・維持力（support・bracing・retention），義歯の動き（movement of denture）

Ⅰ．はじめに

ラボサイドの視点から支台装置の選択基準として，以下の点が挙げられる．

①支台装置を決定する前にどのような可撤式補綴装置の設計になるのか．

②患者の要望は何か．

③どの部位に，何の支台装置を応用するとどのようなメリットとリスクがあるのか．

などがあり，支台装置の選択が直接的な目的ではなく，患者個々に適用した欠損補綴装置を設計・製作するうえで最適な支台装置を選択することがポイントで，そのような点をラボサイドが適切に考察するためにはチェアサイドからの口腔内情報，患者の要望などを知ることが重要となる．

次に，欠損補綴装置の義歯の動きについての考察になるが，支台装置の部位と本数，上下顎を含めた欠損歯列の形態について義歯床の動きを考慮した支台装置の選択が求められる．

歯列に対して，支台歯の部位が前方に2箇所，後方に2箇所あればその欠損補綴装置は動きを考慮することのないリジッド（非緩圧）な義歯を製作することができる．

たとえ4箇所の支台があっても前方に偏っている場合は，後方2箇所の左右支台歯間を軸とした回転軸があり，咬合などの機能時に対して回転軸があることを考慮した設計が求められる．さらに，前方に3箇所，2箇所，1箇所といった本数と部位に偏りがある場合は，機能時における義歯の動きに対して許容するアタッチメントを選択する必要がある（図1）．

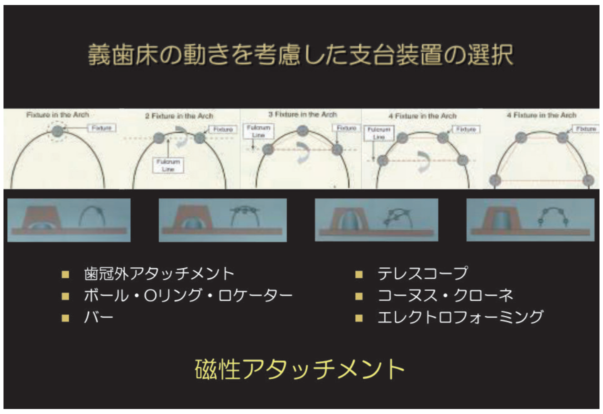


図1. 支台装置の部位・本数とアタッチメントの機能性との関係

Ⅱ．欠損補綴装置における支台装置の種類について

支台装置の種類や分類について詳細に述べることはできないが，動きを許容しないリジッドタイプ（非緩圧型）と，義歯の動きを許容するフレキシブルタイプ（緩圧型）の２つに分類することができる．また，アタッチメントそのものはフレキシブルタイプであってもその応用の仕方で補綴装置そのものがリジッド設計されることもあることも周知していただきたい．

リジッドタイプの支台装置については支台歯と義歯床が強固に連結されることになり，咀嚼機能時に大きな優位性がある．反面，義歯床側に過度な咬合負担が生じた場合に，支台歯にも過度な負担が生じ，歯根破折やアタッチメントの破損といった原因に繋がるなどのリスクとの強い因果関係があるのも実際のところである．

フレキシブルタイプの支台装置の場合，義歯の動きに対して考慮した選択をするが，義歯が動くことによる咀嚼機能時の優位性が少なからず劣ることが考えられる．

その動きについては，上下・水平・回転に対応するような機能を備えたものがあるので，支台歯の部位，本数や対合関係によって選択されるものと考えられる[1)]．

Ⅲ．リジッドタイプ（非緩圧型）の支台装置について

歯冠外アタッチメントとして応用した場合のポイントとして，支持・把持・維持をアタッチメントのみに求め過ぎない点である．応用の仕方はその限りではないが，欠損補綴装置を長期に安定させるためには口腔一単位で欠損補綴装置の機能性を検討することが重要となる．また，症例にもよるが歯冠外アタッチメントを付与するための歯冠修復の治療についても複雑化することが考えられ，歯冠修復装置と義歯が強固に連結されるための負担バランスにも注意を要する．また，歯冠外アタッチメントの破損や周囲の汚染なども長期的なメインテナンスを要する（図2，3）．

コーヌスクローネの義歯についても，義歯部分に過度な咬合力が加わると欠損側最後方

図 2. 歯冠外アタッチメント義歯の一例

図 3. 歯冠外アタッチメントのリスクファクター

歯の歯根破折の起因となることは予測できる．また，コーヌスクローネの場合は支台歯が減少した場合は床を追加するなど口腔内の変化に応じて補綴装置を改変していくことも可能となる（図 4）．

図 4. コーヌスクローネの一例

Ⅳ．フレキシブルタイプ（緩圧型）の支台装置について

ボールアタッチメントは支台装置としては緩圧型の機能ではあるが，パーシャルデンチャーの欠損部後方に応用することで，動きとしての機能に役割はない．言い換えれば，ボールアタッチメントでなければならない理由はなく，遊離端欠損部のパーシャルデンチャーの動きとしての沈下を抑制する機能として応用されていることがある（図 5）．

図 5. 欠損部後方にボールアタッチメントで支持機能を求める

ボールアタッチメントが複数本ある場合に注意したいことは，脱着時の支台への影響である．脱着方向をある程度許容するものの義歯の脱着時の方向に対して支台への負担があることは気付かなければならない（図 6）．

図 6. 義歯着脱方向と支台への負荷との関係

また，ボールアタッチメントの可動部についても金属タイプとゴム製のものがある．劣化した場合は交換すれば良いだけのことではあるが，義歯が使用されている期間のアタッチメント周囲のクオリティーの問題，あるいは交換時の容易さや難易度なども選択基準の一つとなると考える（図7）．

図7. アタッチメント耐久性と劣化の問題

バーアタッチメントについては，最低2本の支台が必要と考える．左右側に応用すればリジッドな義歯になるが，前方に1箇所用いれば後方沈下を許容する義歯となる．咀嚼機能時の義歯の安定性が高いことも大きな特徴ではあるが，義歯の構造上の強度が必要になると共に，アタッチメント可動部の交換についても準備が必要となる（図8，9）．

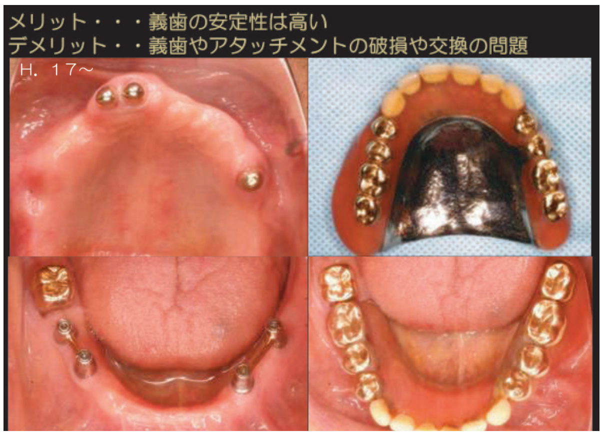


図8. リジッド設計のバーアタッチメント

図9. 後方沈下を許容したバーアタッチメント

ロケーターアタッチメントと呼称されるものも，昨今，応用の頻度が高まってきているものと考える．　アタッチメントの可動部が劣化するパーツが容易に交換できることと，高径が低いことが大きな特徴といえる（図10）．

図10. ロケーターアタッチメントの一例

V．磁性アタッチメントについて

いくつかの支台装置について特徴を述べてきたが，磁性アタッチメントについてはどのような特徴があるのだろうか．非緩圧型と緩圧型の支台装置のどちらに分類されるのか，義歯の動きに許容することは出来るのか，支台歯の部位や本数に影響されるのか，など考察していきたい．

まず，当社ラボにおける各種支台装置の臨床応用（製作数）の推移から考察すると，欠損補綴装置へのインプラントの応用は時代の潮流に大きな影響を及ぼしてきていることが

認められる（図 11）．対して磁性アタッチメントを応用した症例については直近の９年間の推移をみても減少傾向であることがわかる（図 12）．これは，先にも述べたロケータアタッチメントの普及が起因しているものと思われる．

磁性アタッチメントの特徴については，

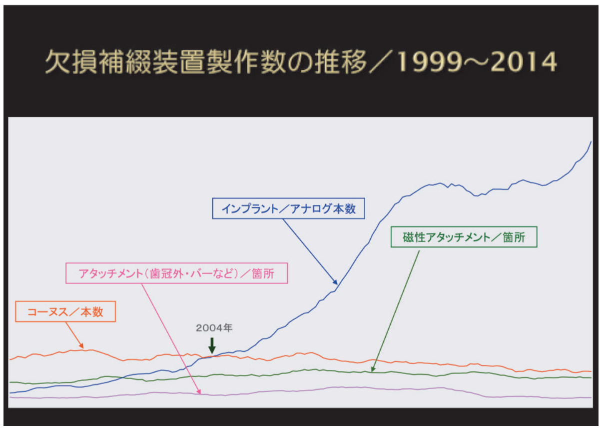
①支持機能として，着力点が低いことから歯軸方向へ負担が少ない伝達ができる．

②把持機能として，側方力に対する為害作用を回避できる．

③義歯の着脱が容易．

などが挙げられることから，高齢者への応用にもメリットが大きい（図 13）．

Ⅵ．磁性アタッチメントの臨床例について



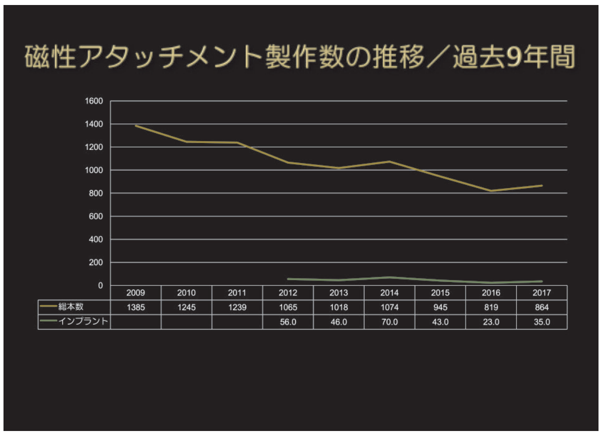


図 11・12. 各種支台装置の臨床応用の推移 / 和田精密歯研株式会社における製作数

遊離端欠損部後方にインプラントを埋入，磁性アタッチメントを応用した症例である．それ以外については，上顎は総義歯，下顎は残存歯にＲＰＩクラスプを用いた一般的な金属床義歯である．いわゆる遊離端欠損部に対して義歯

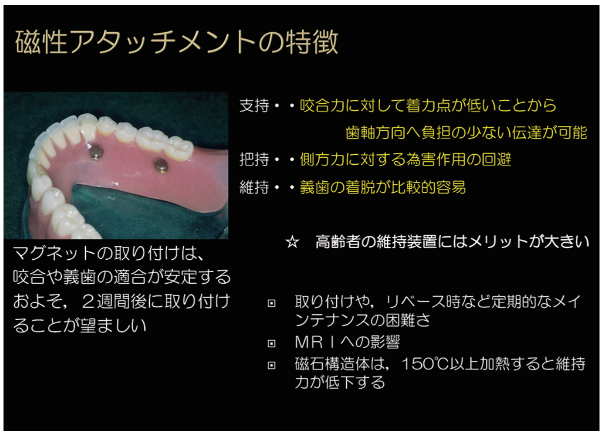


図 13. 磁性アタッチメントの特徴

図 14. 義歯の後方沈下を抑制した磁性アタッチメントの応用例

の沈下を抑制した義歯設計ということであり，その設計が患者のＱＯＬに大きな優位性を示したということである（図 14）．

Ⅶ．キーパー付根面板製作時の注意点

磁性アタッチメントを応用した義歯製作と合わせて，キーパー付根面板を製作することになるが，以下の注意点が考えられる．

①咬合平面に準ずること．

②キーパー付根面板の形態に起因する，隣在歯や支台歯形成に注意を払う．

③義歯製作時に影響されるクリアランスを考慮する．

などが挙げられるが，咬合平面に加えて歯軸方向や義歯の調節彎曲や義歯の着脱方向になどにも総合的に判断する必要がある[2]．一般的にキーパー付根面板を先行して製作することが慣例化されているために，咬合平面が確認で

きる模型が必要であることはもとより，人工歯の排列位置やクリアランスなどの明確な情報が求められる（図15）．

Ⅷ．キーパー付根面板の製作ステップ

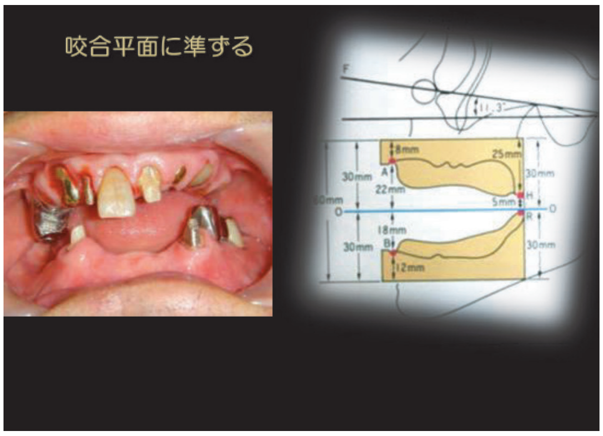


図15. 欠損補綴装置と仮想咬合平面との関係

磁性アタッチメントの支台装置が天然歯の場合に最も臨床的に多いのが根面板へのキーパーの付与である．キーパー付根面板の製作工程について以下に述べる[3]．

①ガム付き模型の製作．
②根面板の中のキーパーの位置決定．
③鋳造及び，研磨．

特に②のキーパーの位置決定については，残存歯質の影響を受けやすいので注意が必要である（図16，17）．

Ⅸ．磁石構造体の取り付けについて

義歯内に磁石構造体を取り付ける方法については術者の考え方によるところではあるが，一般的には口腔内における咬合の安定，顎堤粘膜への適合の安定が成立している状態で口腔内で取り付けることが第一選択肢であると考える．キーパーが付与されている支台装置が天然歯に場合や，インプラントの場合，あるいは混在している場合など様々なパターンが考えられるが，義歯が機能時に支持力・把持力・維持力が最大限に発揮できる状態で取り付けられていることが最も望ましい（図18，19）．

Ⅹ．磁性アタッチメント義歯のトラブルとラボサイドの因果関係

口腔内に装着された磁性アタッチメント義歯が永遠に破損することがないことは周知に事実であるが，破損の原因を分析すると何らかの原因は必ず存在する．義歯の構造上における強度不足の問題もあれば，咬合力や咬合関係，患者の取り扱いによるものや，メインテナンス不良といった問題など，原因については必ずどこかにたどり着くものである（図20，21）．

Ⅺ．まとめ

ラボサイドの立場から述べてきたことから，ラボサイドにおける磁性アタッチメントを応用した欠損補綴装置を製作する立場の役割について述べ，まとめとする．

①支台装置として磁性アタッチメントの選択が適切かどうかを確認し，考えられるリスクがある場合は必ず伝達をする．そのためにも，必要な旧義歯や対合関係についての情報提供を依頼する．
②キーパー付根面板をセットしてから義歯製

図16・17. キーパー付根面板の製作ステップ

図 18・19. 磁石構造体を口腔内に取り付ける前準備

図 20. 補強不足による義歯の破折

図 21. アタッチメント部の人工歯の脱離

作に問題が起こることは避けたいので，キーパー付根面板などを製作する段階から，上部構造の可撤式補綴装置を把握しておく．

③ラボサイドは各メーカー，各サイズを準備し，歯根形態・クリアランスなどから，適切な磁性アタッチメントを選択する．

④クラウンブリッジとデンチャーの両方の知識をもち，磁性アタッチメントの機能を損なわない技工ステップを順守する．

⑤チェアサイドで磁石構造体を取り付ける状況を理解し，取り付けミスが起こらない準備をする．問題点など歯科医師と情報を共有すること．

その他，ラボサイドの立場から症例に応じた注意点をしっかり捉え，磁性アタッチメントを応用した補綴装置を通じて，患者のＱＯＬ向上に努めていきたい．

Ⅻ．利益相反

本論文に関し，利益相反にある大学等はありません．本論文中に著者が所属する和田精密歯研株式会社の製作数の記述があります．本論文中に著者が所属する和田精密歯研株式会社が出版する参考文献があります．

参考文献

1）監修前田芳信．インプラントを支台とするオーバーデンチャー設計集．大阪：和田精密歯研株式会社；2008.5，5
2）堤嵩詞ほか．目で見るコンプリートデンチャー歯科技工別冊　東京：医歯薬出版；1994，88-105
3）田中貴信．磁性アタッチメント　東京：医歯薬出版；1992，1294-121

特　集　Feature
Journal home page:www.jsmad.jp/

歯科用磁性アタッチメントの国際標準化を目指して　－ ISO/ TC106 ミラノ会議 －

高田　雄京

ISO 対策委員会　委員長
東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野

The commission report of the ISO corresponding committee Working toward the international standardization of dental magnetic attachments — ISO / TC106 meeting in Milan —

Yukyo Takada
Chairperson of the ISO Corresponding Committee
Division of Dental Biomaterials, Tohoku University Graduate School of Dentistry

要旨

2017 年に歯科用磁性アタッチンメントの国際規格 ISO 13017 が定期改訂を迎えたため，同年 4 月に NP（新規事業項目提案）申請を行い，NP 投票によって新規事業として可決された．8 月に ISO/ TC 106 の年次会議（香港会議）で日本提案の WD（作業原案）が DIS（国際規格案）投票にかけられることが決定し，2018 年 3 月の DIS 投票によって DIS 13017：2018 が誕生したが，27 件ものコメントが付いた．2018 年 9 月に開催された年次会議（ミラノ会議）でコメントの回答と改訂案を審議したが，FDIS（最終国際規格案）投票の承認まで至らず，修正後に再度 DIS 投票にかけることになった．本稿では，ISO 13017 の定期改訂についての活動と 2018 年に開催されたミラノ会議の概要について略説する．

Abstract

As the regular revision of the international standard ISO 13017 for magnetic attachments occurred in 2017, an NP (New Work Item Proposal) application was submitted in April of the same year and approved as a new work by NP vote. At the annual meeting of the ISO/TC 106 (Hong Kong meeting) held in August, it was decided that the Japanese proposal WD (working draft) would be subjected to DIS (International Standard Draft) vote. The DIS vote in March 2018 resulted in establishing DIS 13017: 2018; however, 27 comments were added to it. Although answers to the comments and proposed amendments were discussed at the annual meeting (Milan meeting), held in September 2018, approval for the FDIS (final international standard draft) vote could not be received, and it was decided that this draft of the DIS after revision should be subject to a second DIS vote. This article outlines our activities on the regular revision of ISO 13017 and reviews the summary of the Milan meeting held in 2018.

キーワード　(Key words)

歯科用磁性アタッチメント　(Dental magnetic attachment)
国際標準化　(International standardization)
国際標準化機構(ISO)　(International Organization for Standardization)

Ⅰ．はじめに

2007年のISO/ TC106ベルリン会議から8年の年月を経て2015年に歯科用磁性アタッチメントの国際規格ISO 13017がようやく完成した．2012年にISO 13017が，2015年には維持力測定に関する不足分を追補版として発行した．これにより，当初からの目標であった小型で軽量であるのに大きな維持力を示す日本の歯科用磁性アタッチメントの長所を遺憾なく発揮できる国際規格[1-7]となった．ISO規格は，5年毎に定期改訂を行うことになっており，改訂が必要な場合には新規格を策定する場合と同様にNP(新規事業項目提案)を申請するきまりとなっている．この申請に対して，策定グループ（WG）の各国のメンバーが投票（NP投票）し，改訂を行うかどうかを決定する．2017年にISO 13017が定期改訂を迎えたため，これを機に課題となっていたISO 13017と追補版の一本化[8]を実現することを目指し，同年4月にNP（新規事業項目提案）申請を行い，NP投票によって新規事業として可決された．8月にISO/ TC 106の年次会議(香港会議)で日本提案のWD（作業原案）がDIS（国際規格案）投票にかけられることが決定し，2018年3月のDIS投票によってDIS 13017：2018が誕生した[9]．年内にFDIS（最終国際規格案）に到達することを目標に定め，2018年9月に開催された年次会議（ミラノ会議）でコメントの回答と改訂案を審議したが，目標達成には至らなかった．

本稿では，2018年に開催されたミラノ会議の概要およびその後の対応について略説し，2019年の大阪会議におけるFDIS実現に向けてのISO対策委員会活動についても言及したい．

Ⅱ．定期改訂版の策定経過

2017年に課題となっていたISO 13017と追補版（ISO 13017:Amd.1）の一本化についてのNP投票が行われ，新規事業として可決されたものの，最もステージの低いWD（作業原案：ステージ20.00）から審議開始となった．短い3年の期間内で規格の発行を可能にするため，2017年8月に開催された香港会議でDIS登録（国際規格案：ステージ40.00）までWDを昇格しなければならない状況であった．規格策定は，原案のWDから始まり，1年ごとにCD（委員会原案），DIS，FDISの過程を経て発行に至るため，通常通りでは4年の策定期間を要する（ただし，規格案に問題がなければ飛び級して次のステージに行く場合もあり，香港会議ではCDを飛び級してDIS 13017になった）．

香港会議における歯科用磁性アタッチメントのSC2/ WG22会議では，一部の修正を除き，ほぼ日本案のままで賛同を得ることができ，DIS登録からの審議もSC2総会で可決された[9]．2018年3月に締め切られたDIS投票では，P-メンバー（積極的参加国）14ヶ国がすべて賛成ということでDIS 13017：2018となったが，100％可決であるのも関わらず，27件ものコメントが付き，2018年9月に開催される年次会議ISO/ TC106（ミラノ会議）に向けて，コメントの回答と対応策に追われることになった．（図1）主なコメントは，書式と維持力測定の手順および維持力の求め方に関するものであったが，2018年7月に国内会議を行い，回答と対応策の議論を進め，ミラノ会議に至った．3年間で規格発行（ステージ60.60）まで行き着かなければならないので，FDIS登録（最終国際規格案：ステージ50.00）の可決を狙った審議を目指した．（図2）

Ⅲ．SC2/ WG22会議

今回の年次会議ISO/ TC106は，イタリアの観光地ミラノ市内の北西部に位置するミラノマリオットホテルで行われた．大聖堂のある地下鉄ドゥオーモ駅から6つ目のワグネル駅が最寄り駅で観光やショッピングに便利な場所である．

SC2/ WG22会議は，予定通り9月19日の午前(10:30 ～ 12:00)にホテル内の会場「Porta」で行われた．(図3, 表1)参加国は10カ国(日本，米国，オーストラリア，カナダ，韓国，サウジアラビア，ドイツ，中国，ノルウェー，ベルギー)，24名の出席者で会議が進められた．日本代表団として鱒見進一（コンビーナ），高田雄京(エキスパート), 高橋正敏(エキスパート), 安増絵理（旧姓：槙原，エキスパート)，Mary Kanyi（コンビーナ補助）の5名がISO対策委

Ballot Information

Reference	ISO/DIS 13017 (Ed 2)	**Committee**	ISO/TC 106/SC 2
Edition number	2		
English title	Dentistry -- Magnetic attachments		
French title	Médecine bucco-dentaire -- Attaches magnétiques		
Start date	2017-12-28	**End date**	2018-03-22
Opened on	2017-12-28 00:00:19	**Closed on**	2018-03-24 00:01:05
Status	Closed		
Voting stage	Enquiry	**Version number**	1
Note			
Vienna agreement	ISO lead	**CEN ballot type**	CENENQ
CEN reference	prEN ISO 13017	**CEN committee**	CEN/TC 55

Result of voting

P-Members voting: 14 in favour out of 14 = 100 % (requirement >= 66.66%)

(P-Members having abstained are not counted in this vote.)

Member bodies voting: 0 negative votes out of 17 = 0 % (requirement <= 25%)

Approved

図 1. DIS 投票結果

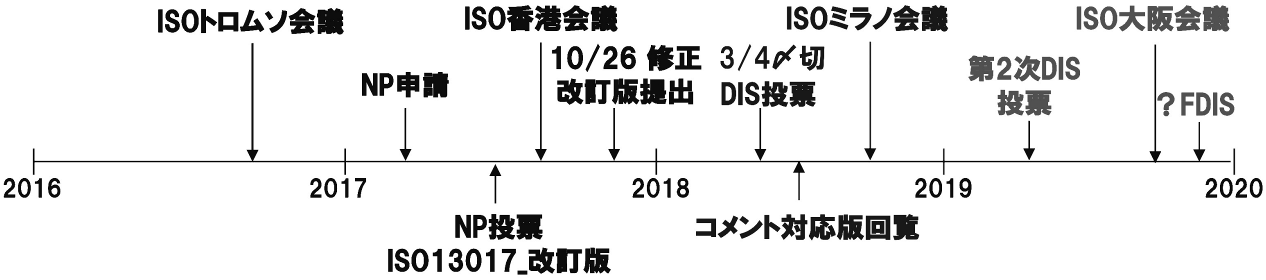


図 2. 定期改訂版の策定経過

図 3. ISO/ TC 106 年次会議会場（ミラノマリオットホテル）

TC/SC/WG	Title	Mon Sep 17		Tues Sep 18		Wed Sep 19		Thurs Sep 20		Fri Sep 21	Meeting Time	Meeting Room
		AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM		
TC 106 - Plenary	**Dentistry**									X	**9:00 – 12:00**	
TC 106/WG 10	Biological evaluation						X				13:00 – 17:00	
SC 1 - Plenary	**Filling and restorative materials**								X		**13:00 – 15:00**	
SC 1/WG 2	Endodontic materials		X								13:00 – 17:00	
SC 1/WG 7	Dental amalgam	X									9:00 – 12:00	
SC 1/WG 9	Polymer-based restorative materials				X						13:00 – 17:00	
SC 1/WG 10	Dental luting cements, bases and liners						X				13:00 – 17:00	
SC 1/WG 13	Orthodontic products			X							8:00 – 10:00	
SC 1/WG 17	Orthodontic anchors			X							10:30 – 12:30	
SC 2 - Plenary	**Prosthodontic materials**							X			**10:30-12:30**	
SC 2/WG 1	Dental ceramics	X									8:00 – 12:00	
SC 2/WG 6	Color stability test methods			X							8:00 – 12:00	
SC 2/WG 7	Impression materials						X				13:00 – 17:00	
SC 2/WG 12	Corrosion test methods					X					8:00 – 12:00	
SC 2/WG 14	Dental brazing materials						X				13:00 – 15:00	
SC 2/WG 16	Polymer veneering and die materials				X						13:00 – 17:00	
SC 2/WG 18	Dental waxes				X						13:00 – 17:00	
SC 2/WG 20	Artificial teeth (CANCELLED MEETING)											
SC 2/WG 22	Magnetic attachments					X					10:30 – 12:30	
SC 2/WG 23	Chairside denture base relining materials		X								13:00 – 17:00	
SC 3 - Plenary	**Terminology**							X			**9:00-11:00**	

表 1. 会議のスケジュール（SC2/ WG22）

図 4. SC2 / WG22 会議

員会から出席した.（敬称略）ISO 13017 が歯科用インプラントの国際規格に引用される可能性が出てきたことから，インプラントの規格策定を担当しているメンバーが出席したことで通常よりも多くの国が参加した.（図 4）

会議は，アジェンダに従い順調に進み，27 件のコメントに関しては維持力測定および静的浸漬試験の手順の一部を除き，ほぼ日本の提案どおりになった．しかし，オーストラリアとベルギーから事前に提示のない過去の審議事項に回帰するようなコメントが出され，審議が困窮する事態が生じた．8 年の審議を経て発行された規格の試験手順を全て書き直すという主張であったため，会議を中断して数ヶ国のエキスパートが個別に過去の審議の経緯を交えて説明したが，十分な納得は得られなかった．そこで，維持力測定および静的浸漬試験の手順を単純化しステップバイステップで明記することを落し所に定め，各国の合意を得ることが出来たが，次回の年次会議までに修正稿を各国

に事前に回覧し，合意を得てから修正稿をSC2事務局に提出することになった．

このような予期せぬ事態のため，目標としていたFDIS登録の実現は次年度に持ち越され，その修正稿に二度目のDIS投票（第二次DIS投票）を課すことになった．稀な事例であるが，DIS投票を経てDIS（次のステップであるFDISの審議に値する規格案）になった規格案が，技術的な修正を必要とする場合には，その規格案を修正後にもう一度DIS投票にかけてFDISの審議をしても良いDISであるかどうかを決定する．結局のところ，SC2総会も今回のSC2/ WG22会議の結論を支持する結果となり，DIS 13017は第二次DIS投票に曝されることに決定した．

Ⅳ．第二次DIS投票

ミラノ会議で審議されたDIS 13017 : 2018の修正案は，2018年の年末までに再修正し，各国のエキスパートに回覧して事前にコメントを求めることになった．この時点で各国のエキスパートのコンセンサスが得られた場合には，DIS 13017の第二次DIS投票が正式に遂行される．ここで過半数の同意が得られるとFDISとしての申請が承認され，次のステップとしてFDIS投票に進むことが可能になる．

このような訳で，各国のコンセンサスを得るべく維持力測定および静的浸漬試験の手順を単純化し，ステップバイステップで明記する課題に多くの時間を費やした．その結果，英文校正等が終了し，ISO対策委員会のメンバーの了承を得て再修正の完了を迎えたのは翌年2019年1月末であった．早速，2月初めにSC2事務局に再修正案を仮提出し，事前に各国のエキスパートに回覧してコメントを求めたが，それに対するコメントはなかった．

そこで，各国のコンセンサスを得たとみなし，正式に再修正案をSC2事務局に提出して第二次DIS投票が3月5日～3月19日の期間に行われた．締め切り日の翌日に投票結果が開示され，P-メンバー国の投票者12名のうち8名がFDISとしての提出を承認したが，コメントがないにもかかわらず，残り4名は大阪会議終了まで待ってからFDISとしての提出を承認するという結果になった．多数決ではFDIS登録とすることが可能であったが，SC2事務局の提案を重視し，2019年9月開催の大阪会議で十分なコンセンサスを得た後にFDISとして申請する方針とした．

Ⅴ．大阪会議に向けての対策

今回の主な修正は，規格書の記述を読むだけで正しく測定手順を遂行でき，かつ規定に即した測定値を得ることができるように維持力測定および静的浸漬試験の手順を単純化することである．DIS 13017の再修正案がこの要件を満たすことを各国のエキスパートに示すことが最重要課題であるが，各国のエキスパートの中には，磁性アタッチメントを実際に見たことのない人も含まれており，策定内容の理解に支障をきたしている現状があった．

大阪会議では，自国開催の地の利を生かして，SC2/ WG22会議で維持力測定装置を用いた測定手順を実演し，その正当性を各国にアピールすることを計画している．磁性アタッチメントを手に取り，測定手順を実演することは，百の説明をするよりも理解を深めることに寄与し，十分なコンセンサスを得てFDISとしての申請承認を得る秘策と期待している．

Ⅵ．おわりに

2005年から始まった歯科用磁性アタッチメントの国際標準化は，ISO 13017 : 2012及びISO 13017: 2012/Amd. 1（追補版）の2つの国際規格を誕生させた．2017年の定期改訂を機に，これら2つの規格が一本化されることになり，新たな磁性アタッチメントの国際規格が産声を上げつつある．今回の策定では，今までとは異なり，初めてDIS段階での足踏みを経験するに至ったが，この苦い経験を糧として規格発行まで邁進する所存である．今後もISO対策委員会に会員の皆様のご支援，並びにご協力をお願いしたい．

参考文献

1）髙田雄京. ISO対策委員会報告　歯科用磁性アタッチメントの国際標準化を目指して. 日磁歯誌 2011; 20(1): 81-85.

2）ISO 13017: 2012(E), Dentistry － Magnetic Attachments.
3）髙田雄京 . ISO 対策委員会報告　歯科用磁性アタッチメントの国際標準化を目指して　－ ISO/ TC 106 パリ会議－ . 日磁歯誌 2013; 22(1): 65-68.
4）ISO 13017：2012(E)/Amd.1, Dentistry － Magnetic Attachments. https://www.iso.org/standard/52350.html （2019 年 9 月 4 日）
5）髙田雄京 . ISO 対策委員会報告　歯科用磁性アタッチメントの国際標準化を目指して － ISO/ TC 106 インチョン会議－ . 日磁歯誌 2014; 23(1): 72-75.
6）髙田雄京 . ISO 対策委員会報告　歯科用磁性アタッチメントの国際標準化を目指して － ISO/ TC 106 ベルリン会議－ . 日磁歯誌 2015; 24(1): 48-53.
7）髙田雄京 . ISO 対策委員会報告　歯科用磁性アタッチメントの国際標準化を目指して － ISO/ TC 106 バンコク会議－ . 日磁歯誌 2016; 25(1): 39-44.
8）髙田雄京 . ISO 対策委員会報告　歯科用磁性アタッチメントの国際標準化を目指して － ISO/ TC 106 トロムソ会議－ . 日磁歯誌 2017; 26(1): 30-34.
9）髙田雄京 . ISO 対策委員会報告　歯科用磁性アタッチメントの国際標準化を目指して　－ ISO/ TC 106 香港会議－ . 日磁歯誌 2018; 27(1): 22-27.

原著論文　Original paper
Journal home page:www.jsmad.jp/

楕円形歯科用磁性アタッチメントの水平方向のずれに対する維持力変化

高橋　正敏，山口　洋史，髙田　雄京

東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野

Change in retentive forces with a horizontal shift of oval-shaped dental magnetic attachments

Masatoshi Takahashi, Hirofumi Yamaguchi and Yukyo Takada
Division of Dental Biomaterials, Tohoku University Graduate School of Dentistry

要旨

Abstract

Previous studies revealed that the retentive forces of circular-shaped dental magnetic attachments decrease with an increase in horizontal displacement. In this study, the retentive forces of oval-shaped dental magnetic attachments in different horizontal positions were measured and the relationships investigated. The mechanism leading to change was studied using models.

The oval magnetic attachments used were: GIGAUSS (cup-yoke type) and MAGFIT (sandwich type). Retentive forces were measured, as per ISO 13017, in various positions whereby the center of the magnetic assembly and that of the keeper were shifted horizontally along the major or minor axis at intervals of 100 µm.

Retentive forces of both sets decreased with an increase in the horizontal displacement. The decrease was not uniform, and the curve had many inflection points. Analysis using mathematical formulas established that the retentive force of the cup-yoke type is influenced by the contact surface area of the disk-yoke to keeper in addition to that of the cup-yoke to keeper. On the other hand, when the center of the sandwich type shifts along the major axis, the contact surface area of the yoke to the keeper influences the retentive force. When the center shifts along the minor axis, the consequent change from a closed magnetic circuit to an open magnetic circuit determines the retentive force.

キーワード　(Key words)

歯科用磁性アタッチメント（dental magnetic attachment）
維持力（retentive force）
水平方向のずれ（horizontal shift）
閉磁路（closed magnetic circuit）
サンドイッチ型（sandwich type）

Ⅰ．緒言

歯科用磁性アタッチメントは，義歯の維持装置のひとつとして広く利用されている．クラスプと比べて審美的に優れており，また，ボールアタッチメントやロケーターと異なり，義歯の機能時に支台歯への側方力を生じにくく歯周組織に優しいことが特徴である[1-4]．最近では，2-IODや4-IODに代表されるインプラントオーバーデンチャー（IOD）にもよく利用されており，全部床義歯に比べ高い満足度が得られることが報告されている[5,6]．

歯科用磁性アタッチメントは，義歯に組み込む際に磁石構造体とキーパーの吸着面に間隙，いわゆるエアーギャップが存在すると，密着時と比べて維持力が低下することが知られている[2-4]．一方で，吸着面が密着していても，磁石構造体とキーパーが水平的にずれると両者が一致しているときと比べて維持力が低下することが，三次元有限要素法解析や実測により報告されている[7,8]．ここで，水平的なずれと維持力の関係に注目する．

磁石の吸引力（維持力）Fの近似式は式1で表され，吸着面の磁束密度を大きくするか，吸着面の面積を大きくすることで磁束量が増え，吸引力は向上する[9]．ここで，Cは定数，Bは吸着面の磁束密度，Sは吸着面の断面積である．

$$F = C \times B^2 \times S \qquad \text{式1}$$

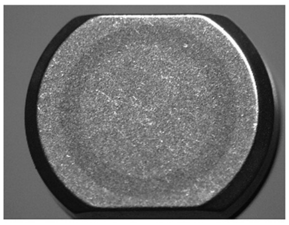
海外のいくつかの製品で見られる開磁路型の歯科用磁性アタッチメントにおいては，磁石構造体とキーパーが水平的にずれたときの維持力は，式1より，両者の吸着面の接触面積に比例すると考えられる．一方，日本の製品を含めほとんどの製品は閉磁路型の歯科用磁性アタッチメントであり磁気回路が設計されているため，維持力は接触面積に単純に比例するとは考えづらい．そこで前報では[8]，カップヨーク型の磁気回路を備えた円形の磁性アタッチメントの維持力をISO 13017[10,11]に従って測定し，磁石構造体とキーパーの水平的ずれと維持力の関係を詳細に調べた．そして，得られたデータとモデル化して導き出した式とを比較した．その結果，カップヨーク型の維持力の変化は，キーパーに対するカップヨークの接触面積を主としディスクヨークの接触面積を従とした，閉磁路構造に関わる接触面積の変化に伴うことが分かった[8]．ところで，磁性アタッチメントの形状は円形だけではなく，根面形状に合わせやすい楕円形もある．また，歯科用磁性アタッチメントに使われている磁気回路はカップヨーク型だけではなく，サンドイッチ型もある．

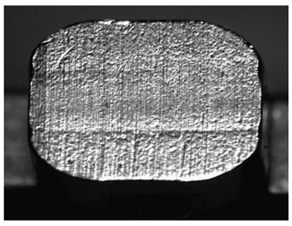
本研究では，2種類の楕円形の歯科用磁性アタッチメントの維持力をISO 13017に従って測定し，磁石構造体とキーパーの水平的ずれと維持力の関係を調べた．得られたデータとモデル化して導き出した式とを比較することで，維持力の変化の仕組みを解析することを目的とした．

Ⅱ．材料および方法

1. 歯科用磁性アタッチメント

楕円形の歯科用磁性アタッチメントを2種類（ギガウスC600，ジーシー，東京，日本）（マグフィットEX600W，愛知製鋼，愛知，日本）用意した．ギガウスの磁気回路はカップヨーク型であり，マグフィットの磁気回路はサンドイッチ型である．それぞれの製品の詳細を表1に，吸着面からの外観を図1に示す．





a　ギガウス　　b　マグフィット

図1. 磁石構造体の外観（吸着面観）

2. 維持力測定

ISO 13017[10,11]に規定されている維持力測定装置とデジタルフォースゲージ（ZPS，イマダ，愛知，日本）を用いて，引張速度4.5 mm/minで維持力を測定した．磁石構造体とキーパーの中心の一致した状態から，キーパーを水平方向に100 µmずつずらしながら維持力を測定した．ずらす方向は，磁性アタッチメントを吸着

表 1. 楕円形の歯科用磁性アタッチメント

略　号	製品名（製造者名）	磁気回路	吸着面サイズ
ギガウス	ギガウス C600 （ジーシー）	カップヨーク型	長軸 3.7 mm 短軸 3.3 mm
マグフィット	マグフィット EX 600W （愛知製鋼）	サンドイッチ型	長軸 3.8 mm 短軸 2.8 mm

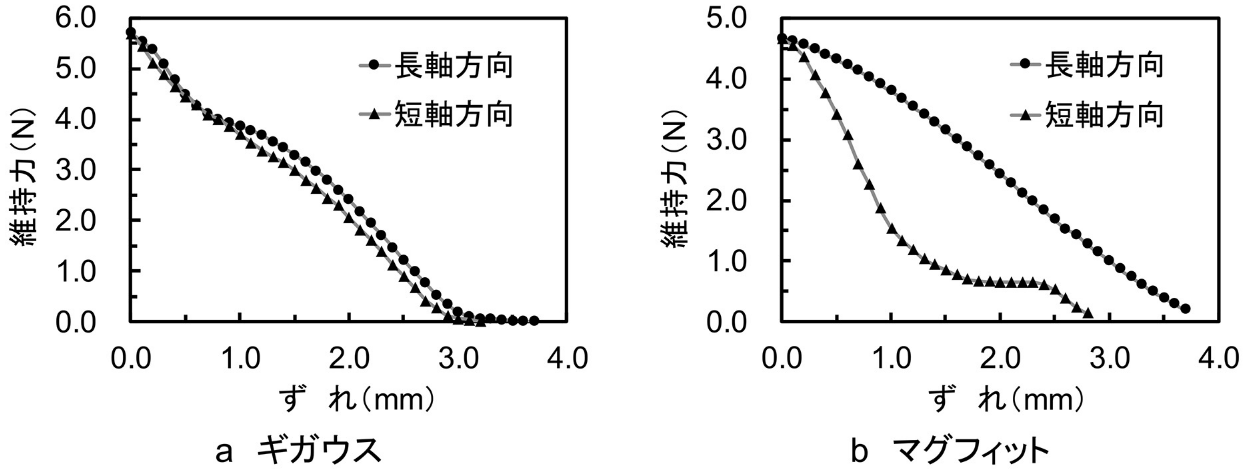


図 2. 水平的ずれに対する維持力

面から見たときの楕円形の長軸方向と短軸方向の 2 種類とした．

Ⅲ．結果

ギガウスとマグフィットの水平的ずれと維持力の関係を，それぞれ図 2 に示す．本研究で測定した磁性アタッチメントの維持力はいずれも，ずれが増加するにつれて複数回変曲しながら低下した．磁気回路の種類により維持力の低下挙動は異なった．カップヨーク型のギガウスは，長軸方向と短軸方向のどちらも似た挙動を示した．一方，サンドイッチ型のマグフィットは，長軸方向では終始なだらかに低下し，ずれ 1.5 ～ 2.5 mm 付近は直線状に低下した．また，短軸方向では初めに急激に低下し，ずれ 2 mm 前後で一定の値を示し，その後は緩やかに低下した．

Ⅳ．考察

1．カップヨーク型の磁気回路（ギガウス）

1）磁石構造体の内部構造

吸着面の外観から分かるように（図 1），ギガウスの楕円形の形状は，円形の磁石構造体の二辺を平行に削除することで作られている．そこで，過去の研究と同様に [8]，図 3 のような単純モデルを利用して内部構造を考える．R：磁石構造体外円の半径，r：磁石構造体内円の半径，a：ディスクヨークの半径，b：スペーサーの

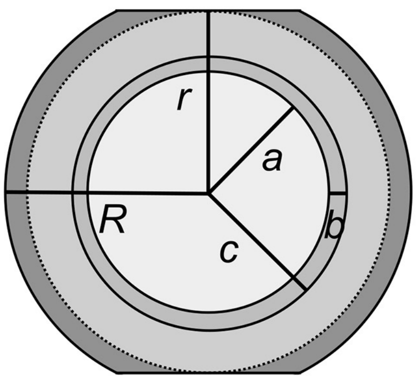


図 3. ギガウス磁石構造体の単純モデル（吸着面観）

厚さ，$c = a + b$：ディスクヨークとスペーサーを合わせた半径である．前述のとおり，磁石構造体の吸引力は，吸着面の磁束密度を大きくするか吸着面の面積を大きくすることで向上する[9]．しかし，本研究で用いたギガウスは磁石構造体に強力なネオジム磁石を使っているため，カップヨークの磁束密度は飽和に近いと考えられる．したがって，この場合はカップヨークの面積が大きいほど吸引力は向上することになる．ところで，市販の磁石構造体の磁気回路は，磁石構造体とキーパーがずれることなく吸着した状態で最適化されているはずである．カップヨークから出た磁束は，キーパーを通過し，ディスクヨークを通って磁石に戻る．磁石構造体の吸着面では，カップヨークおよびディスクヨーク部分を通過する磁束が同程度となるように設計されているはずである．つまり，吸着面におけるカップヨークの面積 S_{cup}（式2）とディスクヨークの面積 S_{disk}（式3）は，同程度であるべきであり（式4），以下の式が成り立つ．

$$S_{cup} = \pi r^2 - \pi(a+b)^2 \qquad \text{式2}$$
$$S_{disk} = \pi a^2 \qquad \text{式3}$$
$$S_{cup} \leq S_{disk} \qquad \text{式4}$$

これら式2~4に，表1に示したギガウスの内円の半径（r = 1.65 mm）と，スペーサーの一般的な値（b = 0.15 mm）を代入して計算すると，ディスクヨークの半径 a が得られる．すなわち，ギガウスのディスクヨークの半径は1.10 mm，カップヨークの厚みは0. 40 mmであろう．

2）磁石構造体とキーパーの接触面積（長軸方向のずれ）

磁性アタッチメントの維持力はキーパーと磁石構造体の吸着面の接触面積に依存するので[9]，先ず，長軸方向のずれ t（中心や外円が長軸方向にずれた長さ）に伴う両者の接触面積 S を図4に示す θ と X を用いて計算した．このとき，θ は磁石構造体の輪郭の中でキーパーと接触している弧の中心角を長軸で二等分した変数であり，$X (= \sqrt{R^2 - r^2})$ は R と r とともに直角三角形の一辺を成す定数である．磁石構造体とキーパーが完全に重なっているとき（$t = 0$）の接触面積 S_0 は，中心角 2θ の扇型2つと，底辺 $2X$ 高さ r の三角形2つを合わせた面積なので，式5で表される．そして，ずれ t で重なっているときの接触面積 S は，ずれの区間 $T_1 = \{t \mid 0 \leq t \leq 2X\}$ と $T_2 = \{t \mid 2X \leq t \leq 2R\}$ に応じて式6と式7で表される．

$$S_0 = \pi R^2 \times \frac{4\theta}{2\pi} + 2rX = 2R^2\theta + 2rX \qquad \text{式5}$$

$$S_1 = S_0 - 2rt \qquad \text{式6}$$

$$S_2 = R^2(2\theta - \sin 2\theta) = 2R^2\cos^{-1}\frac{t}{2R} - \frac{t}{2}\sqrt{4R^2 - t^2} \qquad \text{式7}$$

$$\because \ \theta = \cos^{-1}\frac{t}{2R}, \ \sin 2\theta = 2\sin\theta \cdot \cos\theta$$

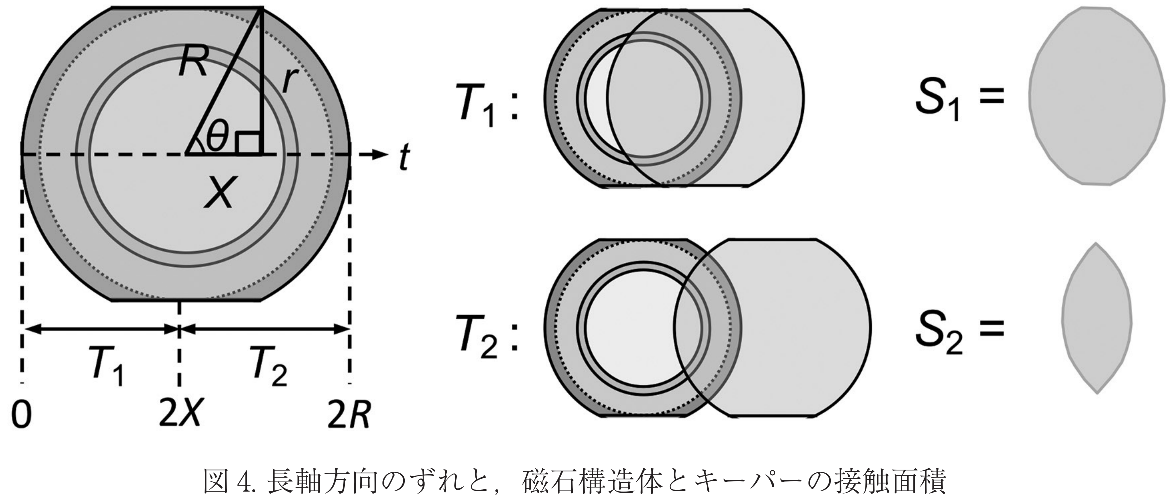


図4. 長軸方向のずれと，磁石構造体とキーパーの接触面積

3）ディスクヨークあるいはカップヨークとキーパーの接触面積（長軸方向のずれ）

カップヨーク型磁性アタッチメントの磁気回路が適正に機能するためには，前述のとおり，ディスクヨークとキーパーの接触面積も重要である．長軸方向のずれに伴うディスクヨークとキーパーの接触面積を，過去の研究[8]と同様に計算した．図5に示すように，接触面積 $S_{disk\ 1\sim3}$ は，ずれの区間

$T_1=\{t\,|0\le t\le R-a\}$, $T_2=\{t\,|R-a\le t\le R+a\}$, $T_3=\{t\,|R+a\le t\le 2R\}$

に応じて式8~10で表される．

$$S_{disk\ 1}=\pi a^2 \qquad 式8$$

$$S_{disk\ 2}=a^2\cos^{-1}\left(\frac{t^2+a^2-R^2}{2at}\right)+R^2\cos^{-1}\left(\frac{t^2-a^2+R^2}{2Rt}\right)-\frac{\sqrt{4t^2a^2-(t^2+a^2-R^2)^2}}{2} \qquad 式9$$

$$S_{disk\ 3}=0 \qquad 式10$$

また，カップヨーク型の維持力は，主にカップヨークとキーパーの接触面積に依存する．カップヨークとキーパーの接触面積 S_{cup} は，磁石構造体とキーパーの接触面積 S と，ディスクヨーク＋スペーサーとキーパーの接触面積 S_{spacer} を用いて，式11で表される．なお，S_{spacer} は，S_{disk} の a を c に置き換えることで得られる式である．

$$S_{cup}=S-S_{spacer} \qquad 式11$$

これら式5~11に1）で求めたギガウスの各値を代入し，得られたカップヨークあるいはディスクヨークの接触面積を図6（a）に示す．ここで，維持力に影響を与える，磁気回路に関わる接触面積 S_{mag} について考える．ディスクヨークの接触面積がカップヨークの接触面積より大きい場合は，カップヨークから出た磁束はキーパーを通りそのままディスクヨークへと戻るので，カップヨークが主であり，$S_{mag}=S_{cup}$ である．一方で，ディスクヨークの接触面積がカップヨークの接触面積より小さい場合は，カップヨークを通る磁束が制限されるとともに，カップヨークから出た磁束の一部はキーパーから空気中を通りディスクヨークへ戻るため，一部の磁束が開磁路のように振る舞うと考えられる．そこで，この場合は式12で S_{mag} の補正を行った．なお，磁石の吸引力は磁気回路を持つことで2～4倍に向上すると言われているため[12,13]，開磁路として働く接触面積の維持力への影響を閉磁路の1/3とした．

$$S_{mag}=S_{disk}+\frac{S_{cup}-S_{disk}}{3} \qquad 式12$$

そして，その磁気回路に関わる接触面積 S_{mag} を維持力に換算した計算値を図6（b）に実測値とともに示す．短軸方向についても長軸方向と同様に計算し，得られた接触面積あるいは維持力を図7に示す．

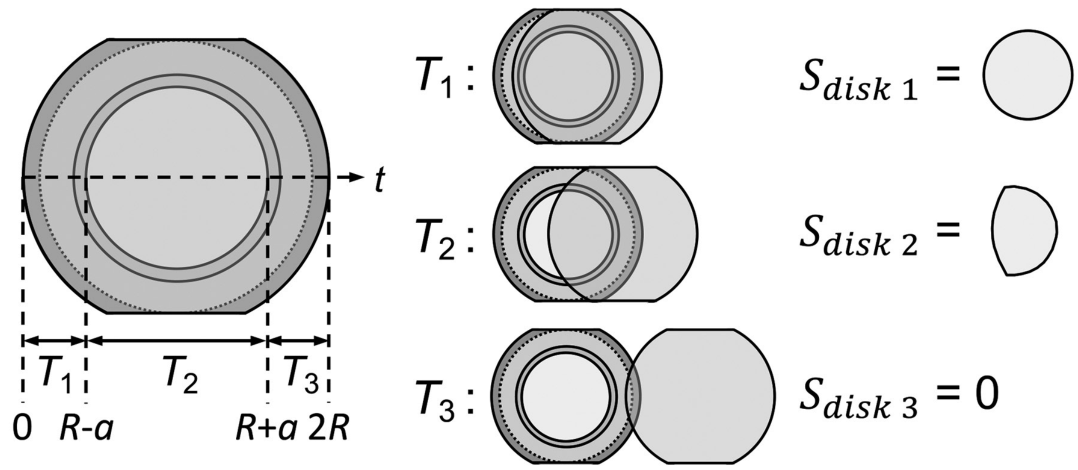


図5. 長軸方向のずれと，ディスクヨークとキーパーの接触面積

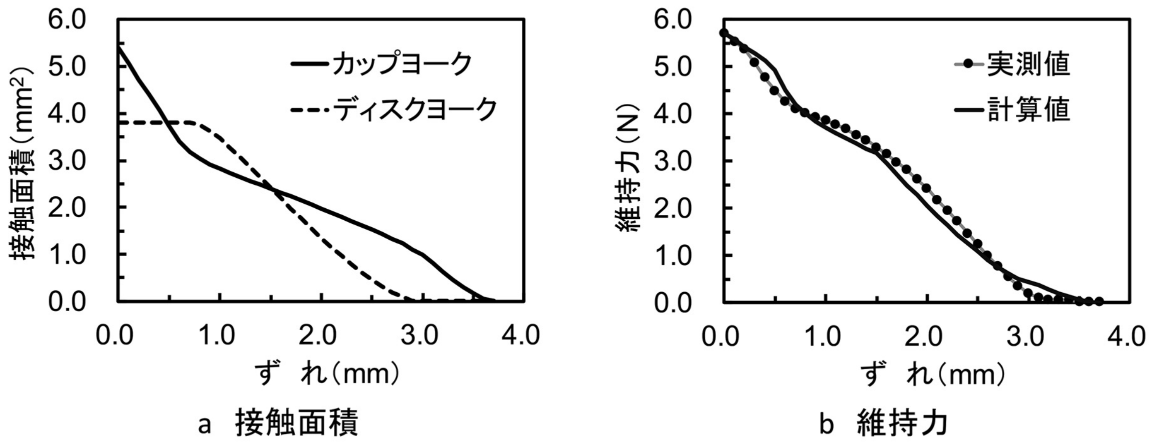


図 6. 長軸方向のずれと接触面積あるいは維持力

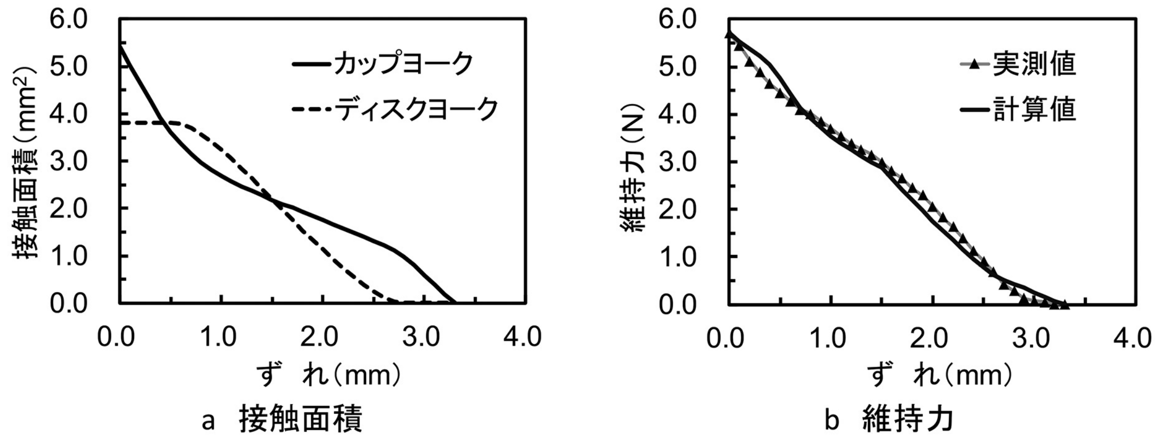


図 7. 短軸方向のずれと接触面積あるいは維持力

この計算値は維持力の変化の特徴をよく表していた．このことから，カップヨーク型の楕円形磁性アタッチメントの水平的ずれによる維持力の変化は，キーパーに対するカップヨークの接触面積を主とした磁気回路に関わる接触面積の変化に伴うことが分かった．カップヨークとディスクヨークの接触面積が逆転すると，一部の磁束が開磁路のように振る舞うことも裏付けられた．カップヨーク型磁性アタッチメントについては，円形でも楕円形でも，水平的ずれに対し同様のメカニズムで維持力が低下することが明らかになった．

2. サンドイッチ型の磁気回路（マグフィット）

維持力変化を解析するため，磁石構造体の内部構造を単純化して考えた（図 8）．d：長軸の長さ，e：短軸の長さ，f：切り落とし角の長軸方向の長さ，g：ヨークの厚さである．長軸方向にずれる場合のヨークとキーパーの接触面積は，磁気回路を構成する 2 つのヨークで同時に同量が減少する．各ヨークとキーパーの接触面積は，ずれ t が $d - 2f$ までは，ずれに比例

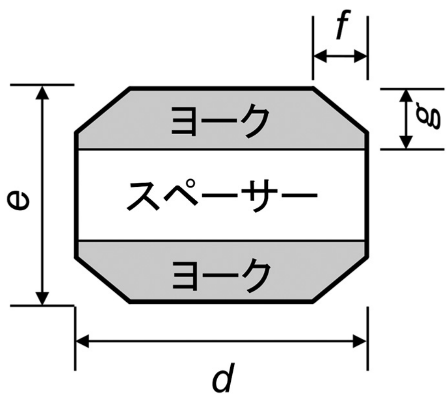


図 8. マグフィット磁石構造体の単純モデル
（吸着面観）

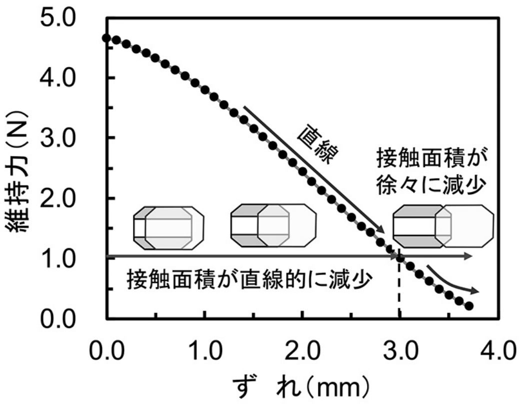


図 9. マグフィットの長軸方向のずれと維持力

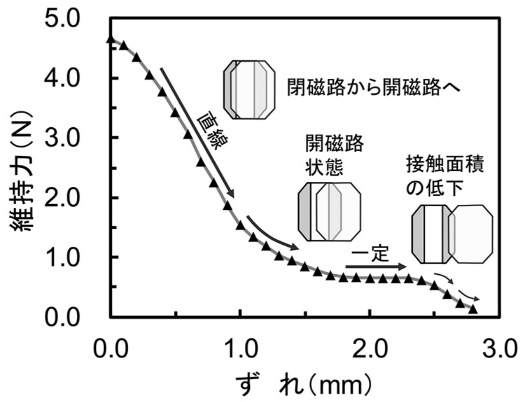


図 10. マグフィットの短軸方向のずれと維持力

して直線的に減少し，その後は減少が徐々に緩やかになる．実測値を見ると（図 9），ずれ 1 mm ほどまでの初期を除き，維持力は接触面積の変化と良く調和しており，直線で低下し，最後は下に凸の形で低下している．初期に低下が直線ではなく緩やかなのは，キーパーとの接触の外れた磁石構造体吸着面からキーパー側面への磁力の影響と考えられる．磁石構造体とキーパーが密着していなくても，距離 1 mm 程度までは，磁力が影響するのであろう．

短軸方向にずれる場合は（図 10），ずれ t が g までは，ずれとともに片方のヨークの接触面積，すなわち磁気回路を構成する面積が減少する．その減少は，初めが直線，その後は徐々に緩やかである．ずれ t が g を超えると，片方のヨークがキーパーから外れて磁気回路が保てなくなり，閉磁路から開磁路に変わる．その後は，開磁路型磁石として働き，その接触面積は，ずれ t が $e-2g$ まで一定の値で変わらない．そして，ずれ t が $e-2g$ を超えると，接触面積は，ずれ t が $e-g$ までは上に凸，その後は下に凸で減少する．前述のとおり，ヨークがキーパーから外れても距離 1 mm 程度まで磁力が影響すると考えられるので，各変化点は約 0.5 mm ほど水平的ずれの大きい側にシフトしているが，実測値はその変化の特徴を良く表していた．

3. 臨床で楕円形磁性アタッチメントを利用する際のキーパーの設置方向

本研究結果から，楕円形の磁性アタッチメントの維持力は，横ずれする方向により低下挙動が異なることが分かった．特にサンドイッチ型では楕円形の長軸方向と短軸方向で大きく異なり，長軸方向では横ずれ時の維持力低下が緩やかであった．インプラント支台には円形の磁性アタッチメントが利用されるので，楕円形の磁性アタッチメントの対象は支台歯である．臨床手順ではキーパー付根面板を歯根に装着してから磁石構造体を義歯床内に合着するため，楕円形の方向を決めるのはキーパー付根面板である．天然歯の根面はあまり広くなく，また，傾斜角度や捻転角度は容易に変えることができないため，ある程度の制限はあるが，根面板の製作時にはキーパーの設置方向も可能な範囲で考慮すべきであろう．例えば，顎堤の形態や欠損分類，咬合関係により，ずれが起こりやすい方向が予測できる場合は，そのずれ方向に長軸を近づけるようにキーパーを設置することで，横ずれ時の維持力低下を抑えることができる．

Ⅴ．結論

楕円形磁性アタッチメントが水平方向にずれた際の維持力変化は，カップヨーク型では円形と同様に磁気回路に関わる接触面積の変化に伴うことが分かった．また，サンドイッチ型は，短軸方向では磁気回路が保てなくなり急激に低下するが，長軸方向では磁気回路が保たれ低下が緩やかであることが分かった．

謝　辞

本研究のため，マグフィット EX600W のサンプルをご恵与いただいた愛知製鋼株式会社

に感謝いたします．

参考文献

1）亀田行雄．インプラントパーシャルデンチャー IARPD の臨床．東京：デンタルダイヤモンド社；2015，8-26.
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；2016，44-48.
3）石上友彦．磁性アタッチメントの臨床－症例から学ぶ実践テクニック－．東京：口腔保健協会；2017，1-4，53-61.
4）和田誠大．インプラントオーバーデンチャーのアタッチメントベストチョイス．東京：デンタルダイヤモンド社；2018，40-49.
5）Cune M, van Kampen F, van der Bilt A, Bosman F. Patient satisfaction and preference with magnet, bar-clip, and ball-socket retained mandibular implant overdentures: a cross-over clinical trial. Int J Prosthodont 2005; 18（2）:99-105.
6）Ellis JS, Burawi G, Walls A, Thomason JM. Patient satisfaction with two designs of implant supported removable overdentures; ball attachment and magnets. Clin Oral Implants Res 2009; 20（11）:1293-1298.
7）永井秀典．三次元有限要素法を用いた磁性アタッチメント最適構造の検討．日磁歯誌 2016；25（1）：62-72.
8）Takahashi M., Sakatsume H., Kanyi M., Takada Y. Effect of horizontally shifting the center of the magnetic assembly and that of the keeper on the retentive force of cup-yoke dental magnetic attachments. J J Mag Dent 2017; 26（2）:8-14.
9）菊地　亮．磁性アタッチメント吸引力向上のための試み．日磁歯誌 2015；24（1）：16-22.
10）ISO 13017:2012. Dentistry — Magnetic attachments.
11）ISO 13017:2012/Amd.1:2015. Dentistry — Magnetic attachments.
12）株式会社二六製作所．磁気回路について．<https://www.26magnet.co.jp/products/jiki.html>；1997 [accessed 19.05.01].
13）下西技研工業株式会社．キャップマグネット．<http://www.simotec.co.jp/products/magnet/593.html>[accessed19.05.01].

原著論文　Original paper
Journal home page:www.jsmad.jp/

三次元有限要素法による最適構造を付与した磁性アタッチメントの吸引力特性について
－吸着面傾斜角度が吸引力に及ぼす影響－

熊野弘一[1)]，永井秀典[1)]，神原　亮[1)]，増田達彦[1)]，中村好徳[1)]，中村浩子[1)]，庄司和伸[1)]，
長谷川信洋[1)]，松川良平[1)]，藤波和華子[1)]，小島規永[1)]，髙田雄京[2)]，武部　純[1)]

1）愛知学院大学歯学部有床義歯学講座
2）東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野

Characteristics of the attractive force of a magnetic attachment with an optimal structural design using a three-dimensional finite element method
- Influence of the inclination angle of the attractive surface -

Hirokazu Kumano[1)], Hidenori Nagai[1)], Ryo Kanbara[1)], Tatsuhiko Masuda[1)], Yoshinori Nakamura[1)], Hiroko Nakamura[1)], Kazunobu Shoji[1)], Nobuhiro Hasegawa[1)], Ryohei Matsukawa[1)], Wakako Fujinami[1)], Norinaga Kojima[1)], Yukyo Takada[2)] and Jun Takebe[1)]
1) Department of Removable Prosthodontics, School of Dentistry, Aichi-Gakuin University
2) Division of Dental Biomaterials, Tohoku University Graduate School of Dentistry

要旨

Abstract

We investigated the influence of the inclination angle of attractive surfaces on the attractive force in a magnetic attachment with an optimal structure design by using the three-dimensional finite element method. Two types of analysis models were constructed: a basic model and an optimal model with an optimal structure design. In the analysis, the attractive forces were calculated when the magnetic assembly and the keeper were in contact with each other and in the inclination condition where one of the keepers was a fulcrum and the other end was detached and inclined at various angles. There were 21 different inclination angles of attractive surfaces ranging from 0 to 20 in one-degree increments. Finite element analysis revealed that the magnetic flux density inside the magnet assembly decreased when the inclination angle of the attractive surface increased in both the basic and the optimal models. The attractive forces of both of the two models also decreased in inverse proportion to the inclination angle of the attractive surfaces. The results of this analysis suggest that the magnetic attachment with an optimal structural design is strongly influenced by the inclination angle of the attractive surfaces. (188 words)

キーワード　(Key words)
磁性アタッチメント（magnetic attachment），有限要素法（finite element method）
吸引力（attractive force），吸着面傾斜角度（inclination angle of attractive surface）

Ⅰ．緒言

歯科用磁性アタッチメントは機械的な維持力を使用しないため，支台歯に有害とされる横方向の荷重が小さいことや審美性に優れているなどから，その臨床的有用性が高く評価されている[1-3]．これまで歯科用磁性アタッチメントは，様々な開発，改良を繰り返し，可及的に小型で大きな吸引力を発揮させるために様々な磁気回路が設計されている[4-6]．

歯科用磁性アタッチメントは，磁石構造体およびキーパーで構成されており，磁石構造体の内部に設置されている磁石は磁性体と非磁性体によって包み込まれた構造となっている．磁性体は磁束を通すことができ，非磁性体は磁束を通しづらい性質である．歯科用磁性アタッチメントは，磁石構造体とキーパーが接することで，磁石から出た磁力線の束である磁束が磁性体を通過することで閉磁路という磁気回路をつくり吸引力を発揮する．

吸引力は，磁石構造体とキーパーの吸着面積と磁束密度により影響を受ける．もともと小さな歯根への適応が前提である歯科用磁性アタッチメントの大きさは可及的に小型にする必要があるため，磁石構造体とキーパーの吸着面積自体を大きくすることは不可能である．そのため，磁束密度を大きくすることが可能ならば，効率的に歯科用磁性アタッチメントの吸引力を上昇させることが出来る．そこで，磁石構造体およびキーパーにおける内部構造の一部に非磁性体を設定することで，磁気回路が変化し磁束密度が上昇する可能性がある．すなわち，最適な磁気回路を導入することで，臨床価値のより高い磁石構造体およびキーパーの開発が可能であると考えられる．歯科用磁性アタッチメントに用いられる材料の磁気特性は，非常に複雑な特徴を有するため，正確な吸引力を計算することは困難である[7]．そこで，磁石内部における動態を可視化し，条件を変化させながらシミュレーションを行う事が可能である有限要素法解析を用いることが，磁気回路の最適化において最も合理的な手法であると考えられる．

当講座では，歯科用磁性アタッチメントにおける吸引力の更なる向上を目的とし，歯科用磁性アタッチメント内部構造の違いによる磁気回路の変化が，吸引力に及ぼす影響について三次元有限要素法を用いて，検討を行ってきた[8, 9]．その結果，磁石構造体及びキーパー中心部に非磁性体を設定することにより，歯科用磁性アタッチメントの吸引力が向上する最適構造を確認した[9]．

本研究は，最適構造を付与した歯科用磁性アタッチメントにおける吸着面傾斜角度が吸引力に及ぼす影響について，三次元有限要素法を用いて，検討を行った．

Ⅱ．材料と方法

1. 解析環境

本研究に用いた解析手段に関しては，モデル構築には，汎用有限要素プリ・ポストプロセッサ（Marc mentat2010、MSC）を用い，解析および結果表示には、電磁界解析システム（μ-MF、μ-TEC）を用いた．

1. 解析モデル

解析モデルの試料として，現在最も多く使用されている歯科用磁性アタッチメント（GIGUSS D600，ジーシー）を参考とすることとした．モデル化に先立ち，その形状の測定を行った．アタッチメントの外部形状は，メーカー発表の数値と実測を照らし合わせ，内部形状については，磁石構造体を包埋剤（SCANDIQUICK，スキャンディア）にて包埋後，自動精密切断機（アイソメット，BUELER）を用いて切断し，表面形状測定装置（VF-7510，KEYENCE）を用いて形状測定を行い，この計測値をもとに解析モデルを構築した．

解析モデルの規格は，磁石構造体を，直径3.6 mm，高径1.3 mmとし，磁石構造体内部に含まれる磁石は，直径2.6 mm，高径0.5 mmの円型とし，リングは，幅0.2 mm，高径0.2 mmとした．シールドディスクは直径2.2 mm，高径0.2 mmとした．また，キーパーは，直径3.6 mm，高径0.7 mmの円型とした．

本研究では，解析モデルの構築にあたり対象とする歯科用磁性アタッチメントが線対称であることを考慮し，解析モデルを1/2モデルとし，それを基本モデルとした（図1）．また基

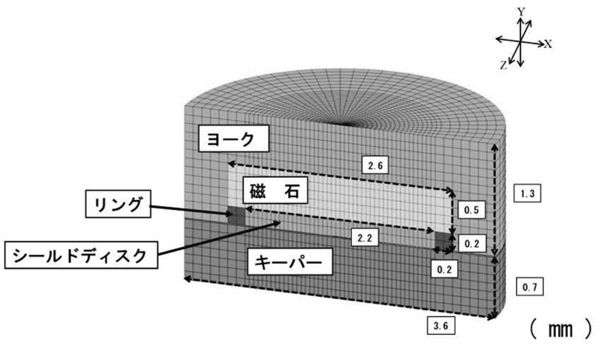


図 1. 基本モデル

表 1. 解析条件

磁石		
	ネオジム磁石	(BH) MAX = 46MGOe
		残留磁束密度 = 1.22T
キーパー		
	磁性ステンレス鋼 (XM 27)	飽和磁束密度 = 1.35T
B−H 曲線		$B = Bs\{1-\exp(-\mu r \cdot \mu o \cdot H/Bs)\}$

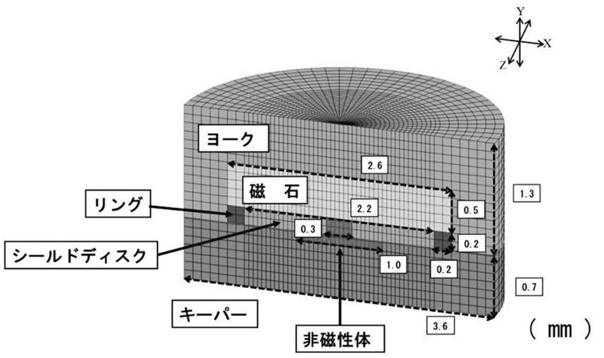


図 2. 最適モデル

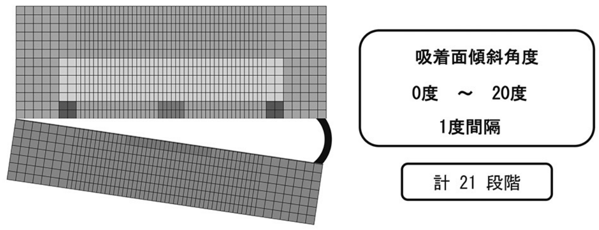


図 3. 解析項目

本モデルに磁石構造体およびキーパー中心部に非磁性体を設定した最適構造を付与したものを最適モデルとした（図 2）. 最適モデルに設定した非磁性体は，磁石構造体のシールドディスク中心部に直径 0.3 mm，キーパー吸着面中心部に直径 1.0 mm，深さ 0.1 mmとした. 解析範囲は，磁石構造体およびキーパーの周囲 3 mmの範囲を解析対象とし，要素分割を行った. 要素タイプは，三次元五面体および六面体要素とし，要素数は 107,604，節点数は 112,468 にて構築した.

2. 解析条件

磁石の材質は，Nd-Fe-B（ネオジム・鉄・ボロン）とし，その磁気特性については，当講座の宮田らの報告[10]より得られた磁石の熱特性とメーカーの発表値を基に算出した. また，ヨークおよびキーパーの材質は SUS XM27 とし，その磁気特性については実測値と表 1 に示す近似式を用いて B-H 曲線[11]を算出した.

3. 解析項目

解析項目は，基本モデルおよび最適モデルにおいて，磁石構造体とキーパーが接触した状態から，キーパーの一端を支点として，吸着面の傾斜角度を 0 度から 20 度まで 1 度ずつ傾斜，離開させた 21 段階の項目とし，各モデルにおける磁束密度分布および吸引力について検討を行った（図 3）.

Ⅲ. 結果

1. 磁束密度分布

基本モデルと最適モデルにおける代表的な解析結果の磁束密度分布を示す（図 4，5）.

基本モデル，最適モデルともに吸着面傾斜角度の増加に伴い，磁石構造体，キーパー内部における磁束密度の減少および磁石構造体右側のヨーク部分における磁束密度の減少が認められた. また，基本モデル，最適モデルともに吸着面傾斜角度の増加とともに，キーパー吸着面上部における漏洩磁場の増加が認められた. 吸着面傾斜角度が，0，1，5 度において基本モデルと比較すると，最適モデルでは，磁石構造体のシールドディスク部における磁束密度の上昇が認められた. しかし, 7, 10 度においては，磁束密度の上昇は認められなかった.

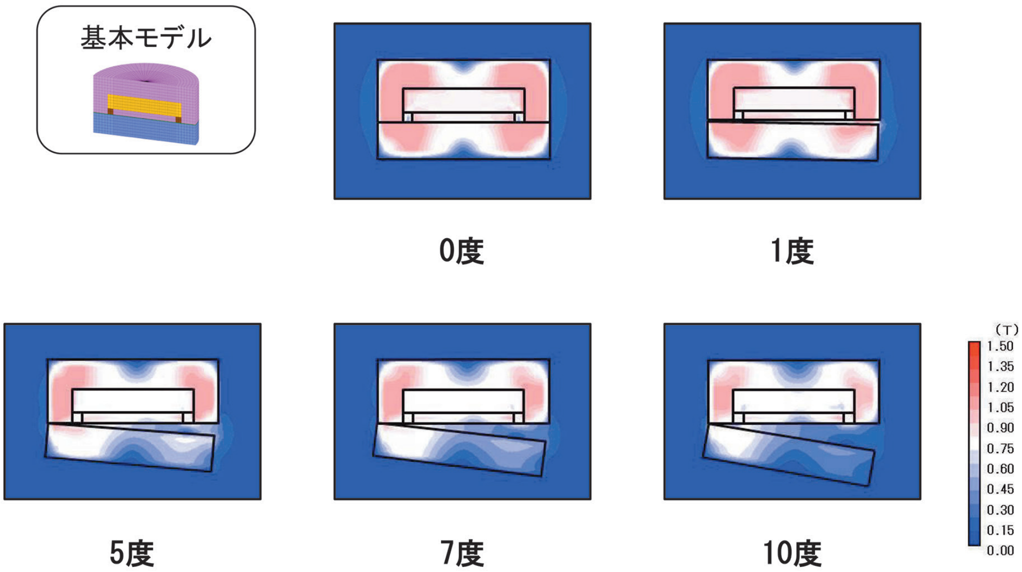


図 4. 磁束密度分布（基本モデル）

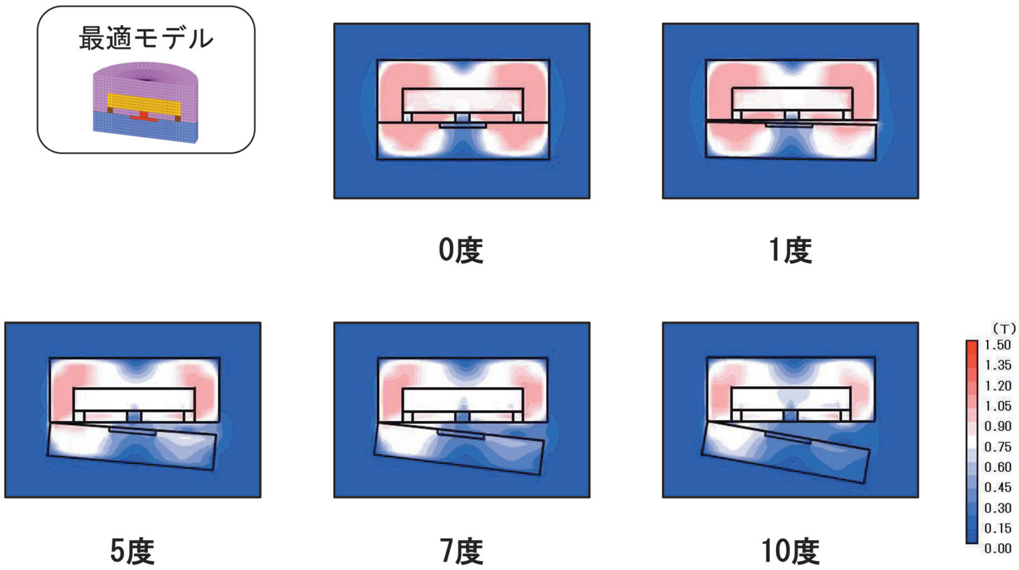


図 5. 磁束密度分布（基本モデル）

2. 吸引力

吸着面傾斜角度と吸引力の関係を示す（図 6）.

基本モデル，最適モデルともに吸引力は，吸着面傾斜角度の増加に反比例して減少した．吸着面傾斜角度が 5 度までは，基本モデルと比べ最適モデルのほうが，吸引力が大きいのが確認できた．吸着面傾斜角度が 6 度以上になると，吸引力は基本モデル，最適モデルともに，ほぼ同等程度であるのが確認できた．

吸着面傾斜角度が 6 度における吸引力の減

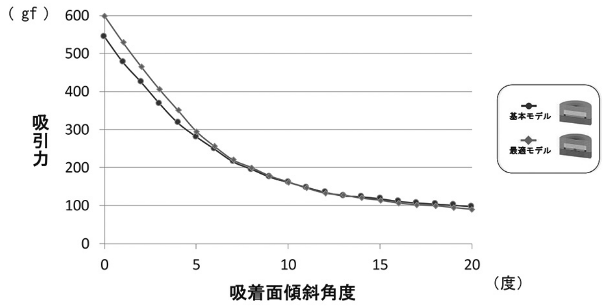


図 6. 吸引力

少率は，基本モデルでは約54％であり，最適モデルでは約58％であった．吸着面傾斜角度が20度における吸引力の減少率は，基本モデルでは約82％であり，最適モデルでは約85％であった．吸着面傾斜角度の増加による吸引力の減少率は，基本モデルよりも最適モデルの方が大きかった．

Ⅳ．考察

1. 解析方法について

磁石が生み出す吸引力や反発力の動態の詳細を実測，観察することは，容易ではない．磁場は均一の材料のなかでもすべての方向に勾配を有するために，単純な計算式が成立しないためである[7]．磁力や磁場を，専用機器を用いて直接計測することは可能であるが，計測結果から最大限の磁力を発生する磁石を設計し，最小限の漏洩磁場とする最適化の検証等は非常に難しい問題である[12, 13]．このような磁気回路内部における動態の追求に関して，現時点では，有限要素法が唯一の方法である．すなわち磁気回路の構成部分を微小な区画として，連立方程式を解く方法である．有限要素法は，様々な条件を付加しながら磁気回路内部における動態を可視化し，シミュレーションを行うことが可能である．そのため，この様な課題に対しては，有限要素法解析を用いて，付与すべき合理的な形態を模索し，その上で装置を実体化することが，時間的・コスト的にも最も有効である[14, 15]．有限要素法は，今回の解析のように解析対象の周囲空間にも磁場分布を持つ複雑な境界値問題に対する理論解析値を与えることを可能にしている．そのため，本研究において有限要素法を用いた解析は妥当であると考える．

2. 解析モデルについて

近年，内部構造を詳細なデジタルデータとして構築できる技術が革新的に進歩してきている[16-18]．これらのデータを有限要素法解析に組み込み，実際の形状に近い状態でシミュレーションを行なうことが可能となってきた．詳細な解析モデルの構築には，CADデータを元に構築する方法などがある．詳細な形状を再現しようとした場合，要素分割が増加する．有限要素法においては，要素分割が算出結果に大きな影響を及ぼすことは言うまでもない．詳細な形状を再現するため，要素分割を増加させれば，解析精度は向上するが，それに要する労力，計算時間の長期化など実用性に欠けることになる．今回の解析対象である歯科用磁性アタッチメントは大きさが規格化されており，また線対称な形態であることから，計算時間の短縮を目的に，可及的に解析モデルを単純化した．解析モデルにおける内部構造は非常に重要であるため，解析モデルの構築に参考として用いた試料の内部構造を実測し，その数値をもとに解析モデルを構築した．解析モデルの単純化による影響がないことを予備解析にて確認し，さらに，これらの解析結果をもとに，アスペクト比が良好な要素を用い，モデル構築および要素分割を行った．解析モデル構築時に，アスペクト比の悪い要素が含まれると，計算精度を落とす原因となると報告されている[19]．また，今回の解析においては，空間部にも磁束分布が存在するため，漏洩磁場が解析結果に影響を与える可能性があると考えられる．そのため解析領域の範囲を検討するため，再度，予備解析を行い，実際に結果に影響を及ぼす範囲に限定した解析領域の設定を行った．その上で，最終的な解析を行ったため，本モデルにおける解析精度は高いものと考える．

3. 解析条件について

磁場解析において，軟磁性ステンレス鋼や磁石の磁気特性は非常に重要である．しかし，これらの詳細な磁気特性は十分に知られてはいない．そこで本解析では，軟磁性ステンレス鋼についてはSUSXM27の磁気特性の実測を行い，実測不可能なところに関しては，近似式よりB-H曲線を算出した．この点については，SUSXM27のより正確な数値の測定が今後の解析における課題の一つであると考えられる．また，磁石構造体に含まれる磁石に関しても不明な点が多く，今回の解析に関しては，当講座の宮田ら[10]が行った磁石構造体の熱特性とメーカー発表の数値を参考にその磁気特性を決定したが，こちらに関しても今後更に詳細な検討が必要と考えられる．

4. 解析結果について

磁石における吸引力はF=（1/2 μ 0）･S･B2 {μ 0:真空の透磁率, S:吸着面の面積, B:磁束密度} で表される．吸引力は，吸着面の面積と磁束密度によって影響を受ける．さらに，吸引力は磁束密度の値の2乗に比例するため吸着面の面積の影響よりも大きく影響することが分かる[8)]．歯科用磁性アタッチメントにおける磁束密度を大きくすることが出来れば，吸着面の面積の減少による影響よりも，磁束密度の増加の影響を強く受け，効率的に吸引力を上昇させることが可能となると考えられる．そのため、磁気回路の最適化には，この吸着面の面積と磁束密度における関係が非常に重要である．これまで当講座では，磁性アタッチメントにおける吸引力の更なる向上を目的とし，歯科用磁性アタッチメント内部構造の違いによる磁気回路の変化が，吸引力に及ぼす影響について三次元有限要素法を用いて，解析，検討を行ってきた[8, 9)]．その結果,磁石構造体及びキーパー中心部に非磁性体を設定した最適構造を付与することで，磁性アタッチメントの吸引力が向上する事を確認している[9)]．しかしながら，最適構造を付与することにより最適モデルでは，磁性体固有の磁束密度の限界である飽和磁束密度に近い状態まで磁束密度が上昇している．そのため，磁石構造体とキーパーが傾斜，離脱することによって，歯科用磁性アタッチメント内部における磁束密度分布に強い影響を及ぼし，その結果として，吸引力の減少率に関しても最適モデルの方が大きかったと考えられる．すなわち最適モデルの方が基本モデルよりも吸着面傾斜角度影響の影響を強く受ける可能性が示唆された．

Ⅴ．結論

最適構造を付与した歯科用磁性アタッチメントにおける吸着面傾斜角度が磁束密度分布，吸引力に及ぼす影響について，三次元有限要素法を用いて，検討を行った結果，以下の結論を得た．

1．吸着面傾斜角度による磁束密度分布に対する影響は，基本モデルと比べ，最適モデルの方が大きかった．
2．吸着面傾斜角度による吸引力の減少率は，基本モデルと比べ，最適モデルの方が大きかった．
3．今回の解析結果から，最適構造を付与した歯科用磁性アタッチメントは，吸着面傾斜角度の影響を強く受ける可能性が示唆された．

なお，本論文に関して開示すべき利益相反状態はない．

参考文献

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．続磁性アタッチメント -108 問 108 答 -．東京：医歯薬出版；1995.

3）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.

4）手川歓織，木内陽介．シリンダ型磁性アタッチメントの維持力の特性解析．日磁歯誌 1999；8（1）：48-56.

5）手川歓織，向井雅彦，木内陽介．斜めに磁化されたスプリットポール型磁性アタッチメントの特性解析．日磁歯誌 2002；11（1）：14-19.

6）手川歓織，木内陽介．第3世代に向けた磁性アタッチメントの開発．電子情報通信会技研報 ME とバイオサイバネティックス 2007；107（154）：47-50.

7）木内陽介．磁性アタッチメントの基礎物理学．東京：歯科ジャーナル；1993：38（1）：17 － 26.

8）Kumano H., Nakamura Y., Kanbara R., Takada Y., Ochiai K T. A three-dimensional finite element evaluation of magnetic attachment attractive force and the influence of the magnetic circuit. Dent Mater J 2014；33（5）：669-673.

9）永井秀典：三次元有限要素法を用いた磁性アタッチメント最適構造の検討．日磁歯誌 2016；25（1）：62-72.

10）Miyata T., Niimi J., Ando A., Shouji K., Imaoka S., Ohno Y.et al. Infuluence

of heating of a magnetic attachment on the attractive force. J J Mag Dent 2008；17：44-50.
11）熊野弘一，中村好徳，岩井孝光，神原　亮，増田達彦，中村浩子ほか．三次元有限要素法を用いた磁性インプラント用キーパーの吸引力特性についてースクリューホール形態の違いによる影響―．日磁歯誌 2013；20（1）：55-60.
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 1999；42：422-431.
13）中村好徳，田中貴信，石田　隆，増田達彦，出埼義規，津田賢治，ほか．有限要素法における磁性アタッチメント「マグフィット EX600R」の吸引力に関する理論的検討 - 2次元と3次元との比較検討 - ．日磁歯誌 1999；8（1）：57-62.
14）美咲隆吉，坪井　始．表面電荷法による電極形状の最適化について．電学論 A 1983；103（12）：675-682.
15）小貫　天，島本英樹，山村次男．有限要素・境界要素併用法を用いた三次元磁界解析における境界要素法定式化の改良．電学論 A 1989；109（11）：497-503.
16）藤本俊輝．根面板の設計がオーバーデンチャー装着時の挙動に及ぼす影響 - 三次元有限要素法による力学的解析 – ．日大歯学 2007；81（2）：85-99.
17）本橋具和．圧迫骨短縮術の三次元有限要素法による力学解析．日顎変形誌 2007；17（1）：1-8.
18）安藤彰浩，中村好徳，神原　亮，熊野弘一，宮田利清，大野芳弘ほか．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（1）：32-41.
19）東町高雄．有限要素法のノウハウ．東京：森北出版；1993

原著論文　Original paper
Journal home page:www.jsmad.jp/

三次元有限要素法を用いた最後方臼歯に適用したキーパー吸着面の角度の違いによる支台歯周囲組織の応力解析

神原　亮，熊野弘一，中村好德，庄司和伸，青山莉子，武部　純

愛知学院大学歯学部有床義歯学講座

Three-dimensional finite element stress analysis of the tissue around the abutment tooth by the difference in the keeper angles of the most posterior molar in magnetic attachment dentures

Ryo Kanbara, Hirokazu Kumano, Yoshinori Nakamura, Kazunobu Shoji, Riko Aoyama, Jun Takebe
Department of Removable Prosthodontics, School of Dentistry, Aichi Gakuin University

要旨

Abstract

The application of a magnetic attachment to the most posterior molar is effective as the most posterior support region of the denture. However, a good clinical prognosis is rarely provided, for the abutment tooth is located under the denture base with poor self-cleaning properties.

In this study, we investigated the mechanical influence of the angular difference of the keeper surface applied to the molar most posterior to the abutment teeth and surrounding tissues using the three-dimensional finite element method.

The analysis model was constructed using a mandibular cast model manufactured by Nissin Co., Ltd. In the prosthetic design, the overlay prosthesis was made by applying a magnetic attachment to the mandibular left second molar. Analysis items were modeled by setting the keeper surface parallel to the occlusal plane, and the keeper surface was set perpendicular to the tooth axis of the abutment.

The analysis results showed the relaxation of the stress distribution in the mandibular left second molar in the model in which the keeper surface was set perpendicular to the tooth axis of the abutment. In addition, a decrease of the periodontal ligament burden area and an increase of the mucous burden area could be confirmed.

キーワード　(Key words)

Ⅰ．諸言

磁性アタッチメントは，支台歯に対して為害作用として働く側方力を可及的に排除し，かつアタッチメントを構成している永久磁石の維持力に加え，義歯設計に必要な支持を兼ね備えた支台装置である[1)].

部分床義歯を設計するにあたり，磁性アタッチメントを最後方臼歯へ適用することは，最後方部に支持域を獲得し，遊離端欠損になる得る症例の欠損形態を中間欠損化することを可能とする．さらに磁性アタッチメントの吸引力により義歯に必要な維持力を獲得することが出来る臨床的に有用なものである．

また，獲得される維持力に関しては，中林らの報告にあるように，磁性アタッチメントの吸着面角度の変化に対する吸引力の影響は，吸着面に対して垂直方向の時に，最大の吸引力を発揮するとされている[2)]．そのため，キーパー付根面板の吸着面角度は，基本的に咬合平面に対して平行に設定し最大の吸引力が発揮できるように設計することが推奨されている[3)]．しかしながら，キーパー付根面板の吸着面角度を咬合平面に平行に設定したことによる，最大吸引力の獲得の反面，支持域としても機能するため，歯軸方向とは異なる方向で咬合力を支持する結果，支台歯歯根周囲組織への力学的影響が懸念されることも事実である．

そこで本研究は．下顎部分床義歯に対して，三次元有限要素法を用いて最後方臼歯に適用されるキーパー吸着面の角度の違いが支台歯周囲組織に如何なる力学的影響をもたらすのか検討することを目的とした．

Ⅱ．材料および方法

1. 解析環境

本研究に用いた解析環境について，解析モデルの構築は，汎用有限要素プリポストプロセッサー（patran 2013 64bit，MSC software，California，USA）を用い，解析には，汎用非線形構造解析ソルバー（marc 2010, MSC software，California，USA）を用いた．

2. 有限要素モデル構築

１）下顎モデル

本研究に用いた下顎モデルの構築については，下顎石膏模型（A.G.U/PD2, ニッシン, 京都, 日本）および頭蓋骨モデル（P10-SB.1，ニッシン，京都，日本）を用いて行った（図１）．初めに, 石膏模型を3Dスキャナー（3Dスキャナー7シリーズ，デンタルウイングス，Montreal, Canada）を用いて模型形状をスキャンし，模型形状データをSTLフォーマットにて作成した．次に，石膏模型では得られない顎骨および歯根形状データについては，頭蓋骨モデルをCT撮影し，得られたＣＴデータは，三次元構築ソフト（mimics，Materiarize，Leuven, Belgium）を用いて下顎骨データ, 歯根形状データをSTLフォーマットにて作成した．これらSTLデータをpatran 2013 64bitにインポートし，有限要素モデルの構築を行った．構築した下顎モデルを図２に示す．

下顎モデルの構築について，顎堤粘膜および歯根膜の厚径に関しては，文献値を参考に設定し，また，下顎骨形状に関しては，便宜的に単純な形態とした[4,5,6)]．

図 1. 下顎石膏模型・頭蓋骨モデル

図 2. 下顎モデル

２）下顎部分床義歯モデル構築

下顎部分床義歯モデルの構築について，本研究にて検討を行う下顎義歯設計は，下顎左側第二大臼歯にキーパー付根面板を設計し，左右側の第一小臼歯にはRPIクラスプを支台装置とした金属床義歯とした．そのため，石膏模型上で下顎左側第二大臼歯にキーパー付根面板のワックスパターンを製作し，その上で両側の欠損部にろう義歯を製作した．製作したキーパー付根面板，ろう義歯および下顎石膏模型に備え付けのフレームワークを図３に示す．

これらのワックスパターン，ろう義歯および下顎フレームワークを，石膏模型同様3Dスキャナーを用いてスキャンし，下顎部分床義歯形状データをSTLフォーマットにて作成し，patran 2013 64bitにインポートしてモデル構築を行った．構築した下顎部分床義歯モデルを図４に示す．

３）解析モデル構築

構築した解析モデルおよび解析モデルの総要素数，総節点数を図５に示す．本研究に適用した磁性アタッチメントは，歯科用磁性アタッチメント（GIGAUSS D1000，ジーシー，東京，日本）とし，磁性アタッチメントの規格については正確に再現し，構築した．

３．有限要素法解析

１）解析項目

解析項目としては，キーパー吸着面を咬合平面と平行に設定した咬合平面平行モデル（図６a）と，キーパー吸着面を支台歯である下顎左側第二大臼歯の歯軸と垂直に設定した歯軸垂直モデル（図６b）とし，各モデルを同一条件下にて力学的検討を行った．

２）解析条件

（１）力学的物性値

解析モデルの力学的物性値を表１に示す．これらの物性値は全て様々な文献を参考にして設定した[7-11]．また,部分床義歯のフレームワークおよびキーパー付根面板を含む磁性アタッチメントについては，同一の材料定数にて設定

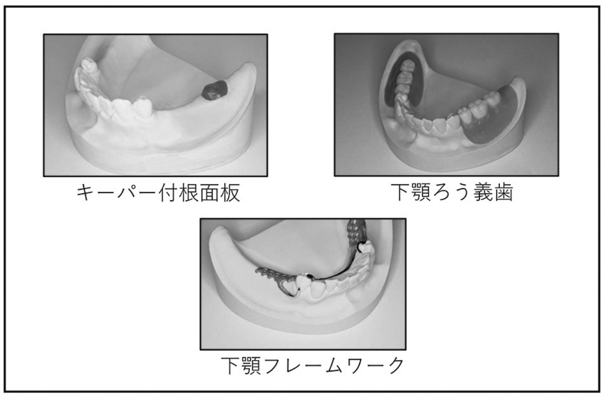


図3. キーパー付根面板，下顎ろう義歯，
下顎フレームワーク

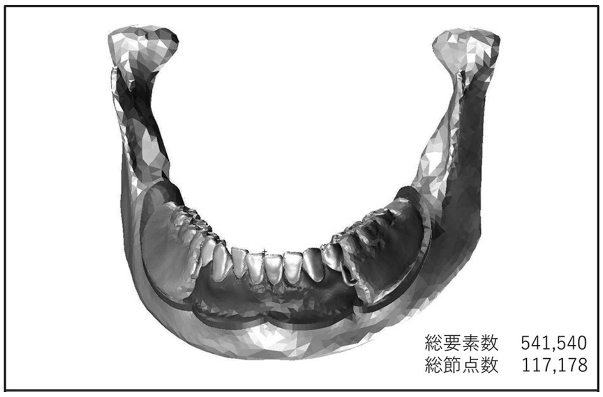


図5. 解析モデル

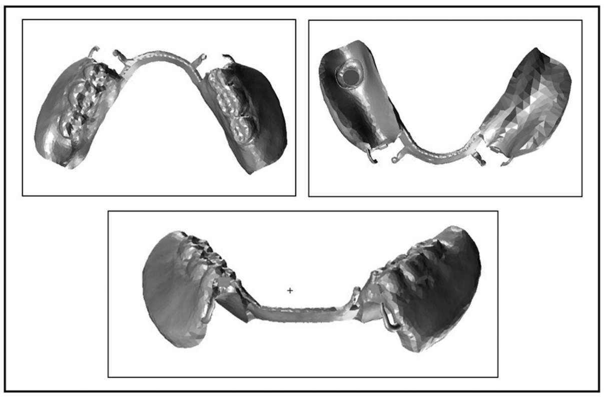


図4. 下顎部分床義歯モデル

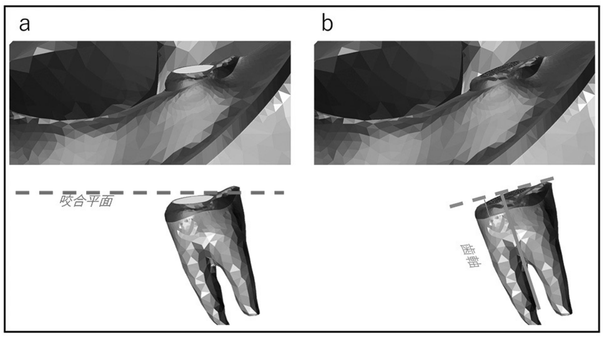


図6. 解析項目
a : 咬合面平行モデル　b : 歯軸垂直モデル

表 1. 力学的物性値

	ヤング率（MPa）	ポアソン比
下顎骨	11,760	0.250
エナメル質	41,400	0.350
象牙質	18,600	0.350
金属	70,000	0.300
床用レジン	2,450	0.300

	ヤング率（MPa）	ポアソン比
歯根膜		
	0.020	0.200
	0.085	0.300
	1.500	0.350
	2.500	0.400
	4.000	0.490
顎堤粘膜		
	0.150	0.300
	0.700	0.350
	3.000	0.350
	3.900	0.350
	4.600	0.450
	11.000	0.470
	16.500	0.490

を行った．歯根膜および顎堤粘膜に関しては，材料定数変換プログラムによりそれらの材料非線形性を導入した[10,11]．

（２）境界条件

a, 荷重条件

解析に用いた荷重条件を図７に示す．荷重部位は，下顎両側義歯咬合面に設定し，第二小臼歯および第一・二大臼歯相当部の合計６箇所とし，荷重方向は咬合平面に対して垂直とした．加えた荷重量は文献値を参考にし，各荷重部位に 50 N ずつ均等に付与した合計 300N の荷重量とした[12]．

b, 拘束条件

拘束条件は，解析結果に影響のない下顎骨モデル最下縁部を X.Y.Z 方向に完全拘束とした[11,13,14]．

c, 接触条件

接触条件は，下顎義歯と接触する歯および顎堤粘膜部に接触関係をクーロン摩擦にて加えた．摩擦係数は文献値を参考にし，$\mu = 0.090$ とした[15]．

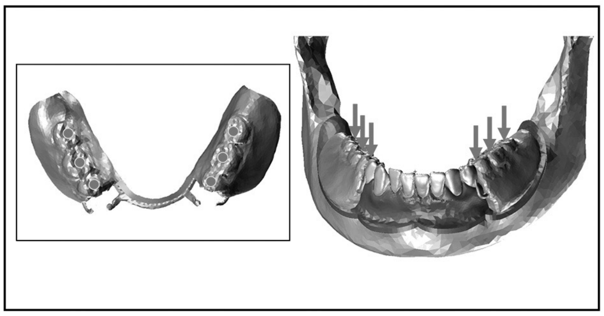


図 7. 荷重条件

Ⅲ．解析結果

１．応力分布

応力分布の評価は，Von Mises 相当応力にて行った．

１）下顎歯槽骨

（１）下顎左側第二大臼歯歯槽窩部

図８に下顎左側第二大臼歯の歯槽窩部の応力分布図を示す．咬合平面平行モデルと比べ，歯軸垂直モデルに応力の緩和が確認された．

（２）下顎左側第一小臼歯歯槽窩部

図９に下顎左側第一小臼歯部の歯槽窩部の応力分布図を示す．咬合平面平行モデルと比べ，歯軸垂直モデルに若干の応力集中が確認されるが，顕著な差は確認されなかった．

（３）下顎右側第一小臼歯歯槽窩部

図 10 に下顎右側第一小臼歯部の歯槽窩部の応力分布図を示す．咬合平面平行モデルと比べ，歯軸垂直モデルに応力の緩和が確認された

２）下顎左側第二大臼歯

図 11 に下顎左側第二大臼歯の応力分布図を示す．各モデル共に，近心根から根分岐部にかけて応力の広がりがみられ，特に近心根において，咬合平面平行モデルと比べ，歯軸垂直モデルに応力の緩和が確認された．

３）下顎右側顎堤粘膜

図 12 に遊離端欠損部の下顎右側顎堤粘膜の応力分布図を示す．咬合平面平行モデルと比べ，歯軸垂直モデルに応力分布の広がりがみられ，義歯粘膜負担域の増加が確認された．

２．下顎義歯変位量

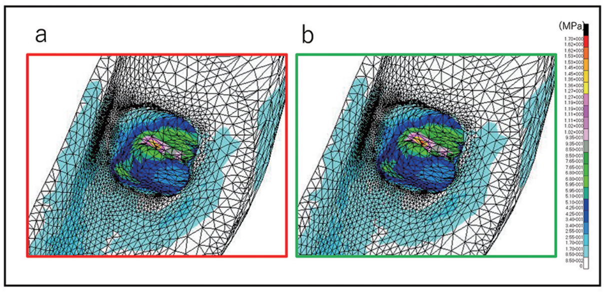


図 8. 応力分布
（下顎左側第二大臼歯歯槽窩部）
a : 咬合面平行モデル　b : 歯軸垂直モデル

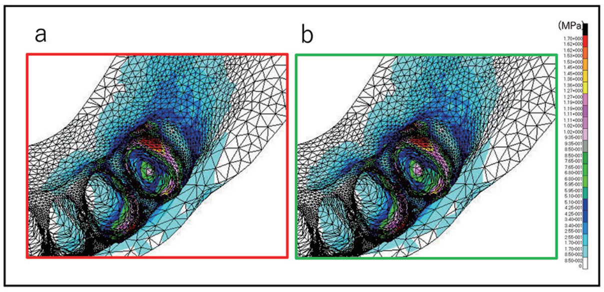


図 9. 応力分布
（下顎左側第一小臼歯歯槽窩部）
a : 咬合面平行モデル　b : 歯軸垂直モデル

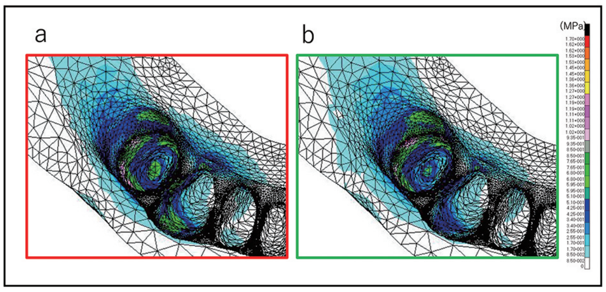


図 10. 応力分布
（下顎右側第一小臼歯歯槽窩部）
a : 咬合面平行モデル　b : 歯軸垂直モデル

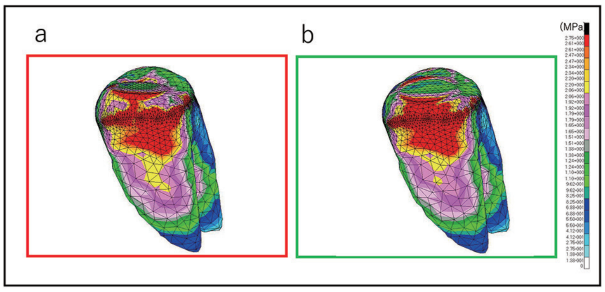


図 11. 応力分布
（下顎左側第二大臼歯）
a : 咬合面平行モデル　b : 歯軸垂直モデル

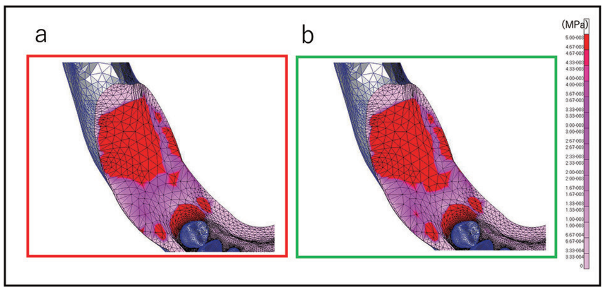


図 12. 応力分布
（下顎右側顎堤粘膜）
a : 咬合面平行モデル　b : 歯軸垂直モデル

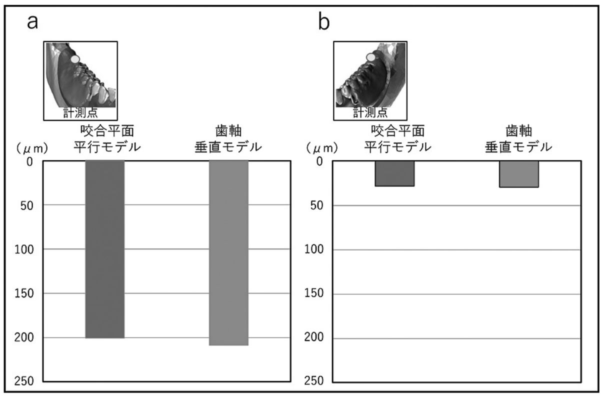


図 13. 下顎義歯床沈下量
a : 下顎右側義歯床沈下量
b : 下顎左側義歯床沈下量

下顎義歯変位量については，義歯床部の沈下量について検討を行った．図 13 に下顎義歯床の沈下量および計測点を示す．下顎左側の義歯床の沈下量については，咬合平面平行モデルと比べ，歯軸垂直モデルのほうがわずかに大きかったが，ほぼ同等の沈下量を示した．下顎右側の義歯床の沈下量については，両モデルとも下顎左側と比べ，大きな沈下量が確認された．また，咬合平面平行モデルと比べ，歯軸垂直モデルに大きな沈下量がみられたが，顕著な差は観察されなかった．

Ⅳ．考察

1．解析モデルについて

有限要素法モデルを構築するにあたり，解析対象とする口腔内諸組織は非常に複雑な構造，形態を有するが，その細部再現精度が解析結果に多大な影響を与えることも事実である[7,10,11]．

本研究に用いた三次元有限要素モデル構築については，石膏模型および頭蓋骨モデルの形状データと石膏模型上で製作した部分床義歯の形状データを利用することにより，モデル形状の高い細部再現性を可能とした．さらに，部位によって厚径の異なる口腔粘膜についても，岸や Takahashi の報告を参考にし，それぞれの部位ごとに平均的な厚径をコンピュータ上で付与した[4,5)]．そのため，解析上，形態の細部再現性が重要と考えられるモデル構築において，実際の生体情報に極めて近似したモデルを構築できたものと考える．

２．解析条件について

1）荷重条件について

口腔内における義歯の挙動は，食物を咀嚼する時の咬合力が最も大きく作用していると考えられる．そこで今回，荷重条件としては，義歯に加わる咬合力を想定し，咬合力が大きく作用すると考えられる下顎両側第二小臼歯および第一, 二大臼歯人工歯咬合面部の計 6 か所に，咬合平面に対して垂直方向からの咬合力相当荷重を加えた．荷重量は，Marianthi らの報告を参考に，各部位に 50N ずつ均等に付与し，合計 300N に設定した[12)]．

2）拘束条件について

拘束条件は，その拘束部位を解析モデルのどこに，どのような条件で設定するか如何により，解析対象における応力分布や変位量に多大に影響を与える可能性があるため，非常に重要な設定条件である[13,14)]．そのため本研究に関しては，予備解析にて予め解析結果に影響の無いことを確認の後，荷重部位から最遠方となる下顎骨下縁相当部を完全拘束とした．

3）接触条件について

応力解析を行うに当たり，その解析対象とする構成要素の中で，如何なる部分に接触関係を設定するかは極めて重要な条件である．本研究では，支台装置，磁石構造体を含む部分床義歯とそれ以外の口腔組織を別母体として考え，その母体間での界面の全ての部分において接触状態を再現できるよう設定した．母体間には，唾液介在下で引き起こされる静止摩擦力を再現するため，クーロン摩擦を適用し，摩擦係数については Sato の報告を参考に $\mu = 0.09$ と設定した[15)]．

3．解析結果について

磁性アタッチメントのキーパー吸着面角度がもたらす力学的影響をシミュレートするにあたり，吸着面角度の違いが，それぞれ粘膜，歯根膜に加えられる機能圧に対してどのような影響を与え，また，それらに対応して義歯床がどのような変位を示しているのかを明確にすることは，重要な事項である．そこで，本研究では下顎歯槽骨および磁性アタッチメントが適用された下顎左側第二大臼歯，義歯床下粘膜における，それぞれの応力分布に関して検討を行った．また，義歯床の変位量の計測点については，最も大きな変位量を示すと考えられる義歯床最後縁部とした．

図 8，9，11 に示す応力分布の結果から，磁性アタッチメントの吸着面角度の違いがもたらす力学的影響は，歯軸垂直モデルと比べ，咬合平面平行モデルに下顎左側第二大臼歯に応力の集中が確認され，その反面，下顎左側第一小臼歯歯槽窩には若干の応力の緩和が確認されたと考えられる．そのため, 左側においては，同一荷重が付与された条件下において，咬合平面平行モデルが第二大臼歯における歯根膜支持が優位となり支持域として働き，応力が集中したものと考えられる．

また，図 10，12 に示す結果から，右側においては，咬合平面平行モデルと比べ，歯軸垂直モデルに粘膜の負担域の増加が確認された．そのため，右側においては，同一荷重が付与された条件下において，咬合平面平行モデルと比べ，歯軸垂直モデルの第二小臼歯歯槽窩に応力の緩和が確認されたものと考える．

図 13 に示す義歯床沈下量の結果から，左右側において若干ではあるが，咬合平面平行モデルと比べ，歯軸垂直モデルに沈下量の増加がみられた．これらの結果については，粘膜歯根膜負担様式をとる部分床義歯設計において，全体的に咬合平面平行モデルは歯軸垂直モデルに比べ歯根膜負担優位な義歯設計となり，対して歯軸垂直モデルは支台歯に応力を緩和させ，粘膜負担を優位にする義歯設計であったことが要因と考えられる．

また，義歯床の変位量について，本研究では，

磁性アタッチメントの吸引力に関しては解析上，導入しておらず，検討を行った部分床義歯の維持力については，直接支台装置によるもののみとなっている．そのため，本研究では，義歯床の変位量の評価について，磁性アタッチメントの吸引力の影響が少ない垂直方向の沈下量のみとした．

本研究で検討を行った咬合平面平行モデルと歯軸垂直モデルのキーパー根面板の角度の差における吸引力の変化に関しては，モデル間で15˚であり，中林の報告によると，その角度の違いによる吸引力の減少率は約17%とされている[2)]．そのため，最後方臼歯に磁性アタッチメントを適用する場合，キーパー吸着面の角度の違いによる垂直的な義歯の挙動については，大きな差はみられない結果ではあったが，水平的な義歯の挙動については，磁性アタッチメントの吸引力が有利に働く吸着面角度の方が安定した義歯の挙動になり得ると考えられる．以上から，最後方臼歯に磁性アタッチメントを適用するにあたり，吸引力を優先するべきか，力学的な支台歯への応力緩和を優先するのか，その支台歯の状態を臨床的に考慮した適用が非常に大切であると考えられる．

V．結論

本研究は，下顎部分床義歯に対して，最後方臼歯に適用される磁性アタッチメントのキーパー吸着面の角度の違いが支台歯周囲組織に如何なる力学的影響をもたらすのか三次元有限要素法を用いて詳細検討し，以下の結論を得た．

1. キーパー吸着面を，咬合平面に平行に設定する場合と比べ，支台歯歯軸に垂直に設定する場合は，キーパー付根面板を設置した最後方臼歯および反対側の直接支台装置が適用される支台歯への応力緩和が確認された．

2. 義歯負担様式において，キーパー吸着面を，咬合平面に平行に設定する場合と比べ，支台歯歯軸に垂直に設定する場合は，歯根膜負担域が減少し，粘膜負担域が増加することが確認された．

参考文献

1）田中貴信 編．新・磁性アタッチメント 磁石を利用した最新の補綴治療．医歯薬出版，東京，2016，37-38.

2）中林晋也，石上友彦．歯科医師臨床研修医に対する磁性アタッチメントの教育．日磁歯誌　2014；23（1）：24-30.

3）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（1）：31-39.

4）岸　正孝．歯槽堤粘膜の被圧変位性に関する加圧面の面積と変位量との関係についての実験的研究．歯科学報　1972；72：1043-1071.

5）高橋 晃子，森田 望之，平川 和助，豊田 實．SDM（Schleimhaut-Dicken-Meβ）装置を用いた下顎顎堤粘膜厚径の計測．補綴誌 2002；46：341-346.

6）野首孝祠，堤　定美，山賀　保，奥野善彦，井田一夫，林　恭平．有限要素法による歯，歯根膜および歯槽骨の力学解析（第一報）－二次元非線型解析－．歯材器誌　1976；33（3）：369-378.

7）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（1）：32-41.

8）Cheng H.，Xu M.，Zhang H.，Wu W.，Zheng M. and Li X.．Cyclic fatigue properties of cobalt-chromium alloy clasp for partial removable dental prostheses. J Prostet Dent 2010；104（6）:389-395.

9）横田広彰，川口政廣，横田春日，大澤雅博，久保至誠，林　善彦．歯頚部コンポジットレジン修復の有限要素解析－エナメルベベルの温度変化および咬合力によって生じる応力への影響－．日歯保存誌　2007；50（5）：545-552.

10）Kanbara R.，Nakamura Y.，Ochiai KT，Kawai T. and Tanaka Y.．Three-dimensional finite element stress analysis : The technique and methodology of non-linear property simulation and soft tissue loading behavior for different partial

denture designs. Dent Mater J 2012；31:297-308.
11）Nakamura Y., Kanbara R., Ochiai KT, and Tanaka Y.. A finite element evaluation of mechanical function for three distal extension partial dental prosthesis designs with a threedimensional nonlinear method for modeling soft tissue. J Prosthet Dent 2014；Oct;112（4）:972-980.
12）Manda M., Galanis C., Georgiopoulos V., Provatidis C. and Koidis P.. Effect of severly reduced bone support on the stress field developed within the connectors of three types of cross-arch fixed partial dentures. J Prostet Dent 2009；101：54-65.
13）戸川隼人．有限要素法へのガイド．サイエンス社，東京，1979.
14）瀬川富士．有限要素法による応力解析入門１版．ブレイン図書出版，東京，1974, 85-114.
15）Sato Y., Abe Y., Yuasa Y. and Akagawa Y.. Effect of friction coefficient on akers claspretention. J Prostet Dent 1997；78（1）：22-27.

JSMAD 原著論文　Original paper
Journal home page:www.jsmad.jp/

根面板内にキーパーを並列設置した際の磁性アタッチメント吸引力に関する研究

中林晋也，樋口直樹，永井栄一，眞田淳太郎，大谷賢二，大山哲生，安田裕康，月村直樹，石上友彦

日本大学歯学部歯科補綴学第Ⅱ講座

A study of the attractive force of magnetic attachments on keepers mounted in parallel in a coping

Nakabayashi Shinya, Higuchi Naoki, Nagai Eiichi, Sanada Juntaro, Ootani Kenji, Ohyama Tetsuo, Yasuda Hiroyasu, Tsukimura Naoki, Ishigami Tomohiko
Department of Partial Denture Prosthodontics, Nihon University School of Dentistry

要旨

磁性アタッチメントは，キーパーが根面内に収まるサイズや形態を選択し，根面板内に１つのキーパーを設置する設計が一般的である．しかし歯根断面の形態によって，吸引力を向上させる目的で根面に小さいサイズの２つのキーパーを並列に設置する場合があるが，磁性アタッチメントを１つの根面板内に２つ並列したときの有用性について報告はない．本研究では，磁性アタッチメントによる義歯の安定性を強化することを目的として，高い吸引力である磁性アタッチメント (D600,D800) に対して小さい吸引力を有する磁性アタッチメント (C300,C400) を並列配置した吸引力を引張り試験にて測定し，結果について１元配置分散分析および Turkey の多重比較検定による統計解析を行った (p <0.05).

結果として，C300 および C400 を並列配置した吸引力は，D600 および D800 単独使用時の吸引力と比べて有意に小さい値を示したが，C300 および C400 の単独使用時と比べて義歯の安定をより向上させることが示唆された.

Abstract

When using a magnetic attachment, the size and form of the keeper are selected to fit within a non-circular cross section of the root, and it is common to design one keeper in the root.

Also, depending on the shape of the cross section of the root, two small keepers may be mounted in parallel on the root surface in order to improve the attractive force.

However, there has been no report on the usefulness of arranging two parallel magnetic attachments in one coping.

In this study, in order to improve the stability of dentures with magnetic attachment, a low attractive force magnetic attachment (C300, C400) arranged in parallel was compared to a high attractive force magnetic attachment (D600, D800) alone. The attractive force was measured by a tensile test, and the results were analyzed by one-way ANOVA and Tukey tests (p <0.05).

The attractive force with C300 and C400 mounted in parallel showed a significantly smaller value than the attractive force when D600 and D800 were used alone.

However, it is suggested that a parallel arrangement improves the stability of dentures more than a single use.

キーワード　(Key words)

磁石構造体（magnetic assembly）, 歯根断面（the cross-section of the root form）
並列配置（mount in parallel）, 義歯の維持安定（the denture stability）

Ⅰ．緒言

磁性アタッチメントを用いる場合，キーパーはメーカー指定の診断用ゲージを用いて口腔内や研究用模型上で根面内に収まるサイズや形態が選択され，根面板内に１つのキーパーを設置する設計が一般的である．例として図１に示すような症例では，診断用ゲージを用いてキーパーサイズを検討する．上顎左側第二小臼歯の歯根断面からGC社製のGIGAUSS C600が選択可能であるが，上顎左側第一小臼歯は１根２根管であり，矢印で示す歯根断面中央が近遠心側にくびれるため，歯根断面の中央にC600キーパーが設置出来ず，C600より小さいサイズのC400またはC300キーパーが選択されることが多い（図１）．しかし，磁性アタッチメントC300，C400の吸引力では義歯の維持に不十分と感じることがあるため，単独使用時よりも吸引力を向上させる目的で１つの根面板に小さいサイズのキーパーを並列に設置することがある[1)]．この磁性アタッチメントの並列配置は図２に示すように臨床的に有用であることを経験的に知るところであるが（図２），C300の磁性アタッチメントを２個並列配置した際の吸引力は，600 g fに近い吸引力を発揮するのかなどの吸引力に関する報告はない．したがって，本研究では磁性アタッチメントによる義歯の維持を強化することを目的として，小さい吸引力の磁性アタッチメントを並列配置したときの吸引力を測定し，吸引力の高い磁性アタッチメントと比較検討したので報告する．

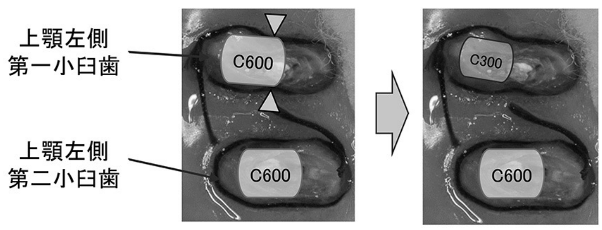


図1. 小臼歯根面断面形態によるキーパーの選択

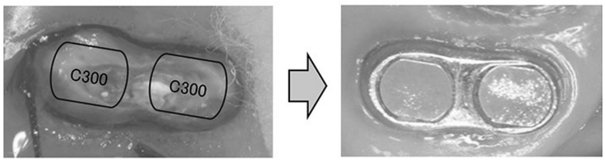


図2. キーパーの並列配置

Ⅱ． 材料および方法

本研究に使用した材料および機器を表１に示す．歯科用磁性アタッチメントは，GIGAUSS C300，C400，D600，D800（GIGAUSS，GC，東京，日本，以下C3，C4，D6，D8），試料体に常温重合レジン（UNIFAST Ⅲ　clear，GC，東京，日本）を使用した．磁石構造体をレジンブロックに固定する材料は金属接着性プライマー（METAL PRIMER Z，GC，東京，日本）および固定用常温重合レジン（FIXPEED，GC，東京，日本）を使用した．使用機器は万能試験機（EZ-Test，島津製作所，東京，日本，以下，EZ-Test）およびISO規格　引張り試験用ジグを使用した（表1）．

	材料名		Lot No	製造元	略号
磁性アタッチメント	GIGAUSS	C300 C400 D600 D800		GC	C3 C4 D6 D8
レジンブロック	UNIFASTⅢ	CLEAR	1806271	GC	
磁石構造体の固定	METAL PRIMER Z			GC	
	FIXPEED		180726	GC	
	機器				**製造元**
万能試験機	EZ-Test				島津製作所

表1. 材料および機器

①レジンブロックの製作

UNIFAST Ⅲ clearを用いてキーパーと磁石構造体と固定するレジンブロックを製作し，縦10mm，横10mm，高さ７mmに成形した．C4,C4,D6,D8のキーパーを単独固定する場合は，キーパーの中心をレジンブロックの上面中心に固定し，C3およびC4のキーパーをそれぞれ並列固定する場合は，キーパー間の中心がレジンブロックの中心と一致するように固定した．そして合計６種のキーパー付きレジンブロックを製作した（図３）．

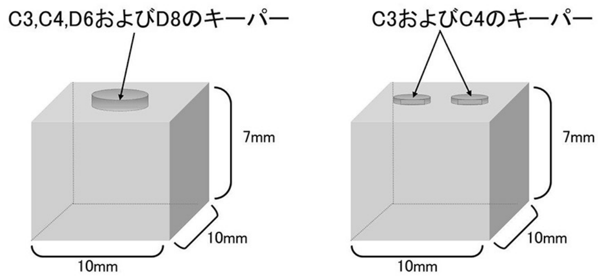


図3. レジンブロックの製作

②磁石構造体の固定

EZ-testにISO引張り試験用ジグを設置し，ジグ上部にレジンブロック，ジグ下部にキーパー付きレジンブロックを装着した．C 3, C 4, D 6，D 8のキーパーに対して各々最大面積で吸着するように磁石構造体を設置し，磁石構造体上面にMETAL PRIMER Zを塗布したのちにFIXPEEDを適量添加した．FIXPEED硬化前にジグ上部に固定したレジンブロックを下ろして圧接し，上部固定のレジンブロック下面に磁石構造体を固定した（図4）.

磁石構造体の固定位置はキーパーと同様に，単独固定の場合は磁石構造体がレジンブロック下面中央に固定されるように設置し，並列固定の場合は磁石構造体間の中央がレジンブロックの中心になるように設置した.

③引張り試験

キーパーに磁石構造体を吸着させた状態で，クロスヘッドスピード毎分5㎜にてレジンブロックを上方に牽引し吸引力を測定した．吸引力の計測は，それぞれ5回計測し，計測した吸引力は平均値を求め実験値とした.

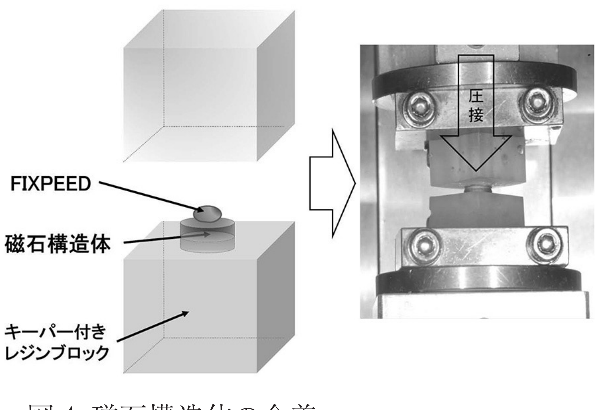


図4. 磁石構造体の合着

Ⅲ．結果

引張り試験の結果を表2に示す．C3およびC4単体を引張り試験で吸引力を測定し，その平均値を2倍にした値を理論値A,Dとした．C3およびC4を2個並列して測定した吸引力の平均値を実験値B,Eとし，D6およびD8の吸引力の平均値を実験値C,Fとした．理論値と実験値は，統計処理ソフト　SPSS（ver.22.0）を用いて，1元配置分散分析およびTurkeyの多重比較検定を有意水準5%にて統計処理した.

C3において，BはAより41gf小さく，Cより68gf小さい吸引力になり，吸引力はA,B,C間で統計的に有意な差を認め，C4において，EはDより6gf小さく，Fより58gf小さい吸引力になり，吸引力はEとFの間で統計的に有意な差を認めた（表2）.

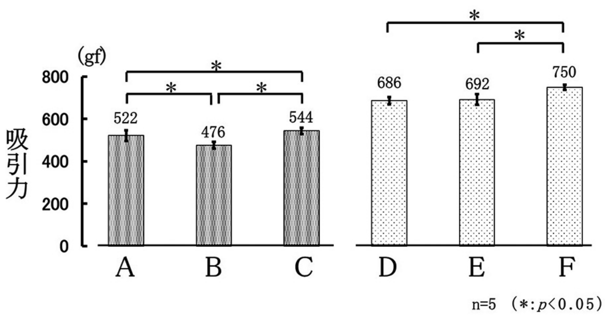


表2. 磁性アタッチメントの並列配置の有無による吸引力の違い

Ⅳ．考察

C300およびC400の磁性アタッチメントを並列配置した場合，C300およびC400の単独配置した場合より高い吸引力を示した．C300およびC400の並列位置は，キーパーの中心間距離が5.0mmとなるように設置した．また本実験に使用した磁性アタッチメントはキャップヨーク構造で，磁力線が磁石の周りを囲むキャップ型の経路（ヨーク）を流れて，キーパーと閉磁路回路[1]を形成している．つまり，本実験に用いたキーパー間距離ではお互いに磁力線が干渉することなく，それぞれの磁気回路を維持して吸引力を発揮したと想定できる．この場合，同一面積のキーパーがレジンブロックに並列に配置されたことで，レジンブロック

の単位面積当たりの磁束密度が2倍，つまり，C300およびC400の単独配置した場合より吸引力が2倍になることが予想される[1].

実験結果から，C300において，磁石構造体を並列配置した吸引力である実験値476（±16）ｇｆは，磁石構造体単体の吸引力を2倍にした理論値522（±26）ｇｆおよびD600の吸引力554（±15）ｇｆに対して，統計的に有意に小さい吸引力を示した．本実験の吸引力測定の条件として，並列配置したキーパーは同サイズを用いているので，実験値は単独配置したキーパーのレジンブロックより並列配置したレジンブロックの単位当たりの磁束密度は2倍となるので，理論値の吸引力に近似すると予想された．しかし，並列配置の実験値は理論値の約91.2%の吸引力を示した．

理論値は，単独設置の吸引力を平均した値261（±13）ｇｆを単純に2倍にした仮想の吸引力で，全く同吸引力を持つ磁石構造体を並列設置したことを想定している．しかし，実験値は各製品間に吸引力誤差があるため，吸引力が異なる磁石構造体を組み合わせて設置している．このため，引き上げ時のAir-Gapによる各吸引力の減弱[1,2,3]の違いから，磁性アタッチメント単体使用より300ｇｆ以上の吸引力を発揮したが，理論値までの吸引力を発揮できなかったと考えられる．しかし，単独使用の吸引力261（±13）ｇｆより並列設置した吸引力は182.3%増加，D600実験値の85.9%の吸引力を示したので，臨床上有用と考えられる．

C400において，磁石構造体を並列配置した吸引力である実験値692（±19）ｇｆは，磁石構造体単体の吸引力を2倍にした理論値686（±10）ｇｆと統計的に有意な差を認めず，D800の吸引力750（±12）ｇｆに対して，統計的に有意に小さい吸引力を示した．

C300と同様に並列配置したキーパーは同サイズを用いているので，実験値は単独配置の2倍の吸引力で理論値の吸引力に近似すると予想される．また，理論値はC400単独吸引力の平均値343（±5）ｇｆを単純に倍増した仮想の吸引力であり，並列配置の実験値は理論値の約100.1%で近似した値であるので，引張り試験に使用した磁石構造体の吸引力に差が無いために，実験値は理論値に対して統計的に有意な差が認められなかったと考えられる．

したがって，C400においても単独使用の吸引力343（±5）ｇｆより並列設置した吸引力は201.7%増加，D800実験値の92.3%の吸引力を示したので，臨床上有用と考えられる．

Ⅴ．結論

C300およびC400の磁性アタッチメントをそれぞれ2個並列設置した場合，同一磁性アタッチメントの単独使用より吸引力が向上したが，D600およびD800より小さい吸引力となった．

本実験において，C300およびC400において，キーパーの並列配置が可能であれば，単独使用より義歯の安定をより向上を図ることが可能であることが示唆された．

しかし，義歯床内に磁石構造体を合着する操作に注意が必要である[4]．当講座では磁石構造体の合着方法や材料について当学会にて報告[5,6,7,8]した．合着時に即時重合レジンの重合収縮によって，C300およびC400のような吸引力が小さい磁性アタッチメントの場合，吸引力が低下しやすいこと[5,6]，キーパー近接設置によってスペーサーが連続する場合，水平的影響[7]を受ける可能性があるので，重合収縮が小さい材料の応用[6,8]も必要と考えられる．

謝　辞

本研究は，平成30年度日本大学歯学部佐藤研究費の助成を受けて行われた．

参考文献

1）田中 貴信　編．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，P26-48，95，96．
2）田中 貴信．磁性アタッチメント．東京：医歯薬出版；1992，P50-51．
3）奥野 攻．磁性アタッチメントの理工学的性質．東京：日本歯科評論；1993，P72-82．
4）中林晋也，石上友彦．歯科医師臨床研修医に対する磁性アタッチメントの教育．日磁歯誌　2014；23：24-30．
5）中林晋也，滝本博至，石上友彦，大山哲生，

豊間　均，永井栄一ほか．磁石構造体合着時に使用する常温重合レジンの量と吸引力の関係について．日磁歯誌　2005；14：39-42.
6）中林晋也，今村真人，石井　拓，斎藤五月，加瀬武士，秋田大輔ほか．磁石構造体のレジン床合着時に使用する各種材料の比較検討．日磁歯誌　2016；25：51-55.
7）中林晋也，中村洋二，眞田淳太郎，永井栄一，加瀬武士，大山哲生ほか．磁石構造体再合着時の水平的な空隙量が吸引力に及ぼす影響．日磁歯誌　2018；27：48-52.
8）中林晋也，眞田淳太郎，永井栄一，斎藤五月，加瀬武士，秋田大輔ほか．レジン床義歯への磁石構造体に光重合レジンを用いた合着方法の検討　―床用レジンの表面処理の違いによる比較検討―．日磁歯誌　2017；26：35-40.

日本磁気歯科学会雑誌　28巻　1号　2019年

臨床論文　Clinical paper
Journal home page:www.jsmad.jp/

支台歯の予後を考慮して磁性アタッチメントを用いた症例

曽根峰世, 三吉佑香, 鳴海史子, 松川高明, 内田茂則, 浜坂弘毅, 染川正多, 松本大慶, 高橋快, 鈴木美都, 吉田拓矢, 小山夏実, 坂本大輔, 岡本和彦, 大川周治

明海大学歯学部機能保存回復学講座歯科補綴学分野

Case Reports of a Removable Partial Denture Using Magnetic Attachments for a Successful Prognosis of Abutment Teeth

M. SONE, Y. MIYOSHI, F. NARUMI, T. MATSUKAWA, S. UCHIDA, M. HAMASAKA, S. SOMEKAWA, D. MATSUMOTO, K. TAKAHASHI, M. SUZUKI, T. YOSHIDA, N. KOYAMA, D. SAKAMOTO, K. OKAMOTO, and S. OHKAWA
Division of Removable Prosthodontics, Department of Restorative and Biomaterials Sciences, Meikai University School of Dentistry

要旨

Abstract

This report describes two clinical cases. In both cases, the abutment teeth that acted as retention elements for the dentures were detached due to secondary caries and excessive occlusal force. The patients were dissatisfied with the retention of their denture. However, radiographic examination showed that the crown-root ratio of abutment teeth must be improved for a successful prognosis.
After the initial preparation, a removable overlay denture with coping-type magnetic attachments was fabricated as a definitive prosthesis, and keepers of the magnetic attachments were fixed to the remaining radicular teeth. As a result, the crown-root ratios of the abutment teeth were improved, and patients' complaints of functional dissatisfaction were resolved.

キーワード　(Key words)

磁性アタッチメント（magnetic attachment）, 歯冠歯根比（crown-root ratio）
予知性（successful prognosis）

Ⅰ．緒言

支台歯の歯冠破折や歯冠補綴装置脱離などによって，部分床義歯の維持・安定が不良となった場合，歯冠形態を補綴歯科治療等で再建し，義歯を新製もしくは修理することが一般的である．しかし，このような症例では，歯冠歯根比の問題から歯冠形態を再建することが困難な場合も多い．もし可能だったとしても残存歯による咬合支持数が少ない症例では，早期に歯の破折等のトラブルが生じる可能性も考えられる．そのため，予知性を考慮して再度歯冠補綴を行わずに支台歯を保存する選択が必要となる．根面タイプの磁性アタッチメントは，磁石による安定した維持機能を有するとともに，支台歯に加わる側方力を緩和する等の利点を有している[1)]．すなわち，歯冠形態の再建が困難な支台歯であっても，本磁性アタッチメントを用いれば支台装置として十分な維持機能を付与することが可能になる．

今回，支台歯の予知性を考慮して，根面タイプの磁性アタッチメントを応用して補綴処置を行った2症例について報告する．

Ⅱ．症例の内容

1. 症例1

患者：65歳　女性

初診：2017年（平成29年）6月26日

主訴：支台歯喪失による咀嚼困難および外観不良

現病歴：初診より約8年前に本学付属病院歯科補綴科にて上顎部分床義歯を製作し（図1）以後良好であった．しかし，最近になって上顎右側第一大臼歯に咬合時疼痛が生じ，本学付属病院口腔外科にて抜去となり，それに併発して上顎側切歯に装着されていた陶材焼付冠も脱離したため，咀嚼困難と外観不良を自覚するようになり当科を再受診した（図2）．

現症：口腔内検査より，上顎の残存歯は3歯であり，2┘は補綴装置の脱離により残根状態の失活歯，3┘は陶材焼付冠が装着された失活歯，└7はメタルインレーが装着された生活歯であり，3┴7ともに現義歯の支台歯となっていた．歯周基本検査の結果，残存歯の歯周ポケットの値は2～3㎜であり，補綴歯科治療を行う上でのリスクは少ないと考えられ，また動揺も認められなかった．デンタルエックス線写真検査の結果より，32┘根尖部に透過像は認められなかったが，支台歯周囲歯槽骨の吸収を認めた（図4）．Kennedy分類は，上顎Ⅲ級1類（下顎は天然歯列），Eichner分類はB4, 宮地の咬合三角は第3エリアであった．

臨床診断名：支台歯の抜去に伴う上顎義歯不適合による咀嚼障害および前歯部陶材焼付冠脱離による審美障害

治療内容と経過：デンタルエックス線写真および歯周基本検査の結果より，2┘は保存可能と判断された．しかし，再度歯冠形態を付与した場合，歯冠歯根比が不良となること，および臼歯部の支持域が喪失していることから，歯冠補綴装置の再脱離もしくは歯根破折などが早期に生じる可能性が考えられた．そこで，32┘を根面アタッチメントとすることで，歯冠歯根比を改善するとともに支台歯に加わる側方力を軽減することとした．使用する根面アタッチメントには，磁性アタッチメント（ギガウスD600，ジーシー）を選択し，KB法によるキーパー付根面板を製作，装着することとした．

まず現義歯に対しては増歯修理を行い，暫間的に磁石構造体を付与することで，早期に主訴の改善を図った（図4）．その後，通法に従って印象採得を行い，水平的顎位の決定に際しては残存歯による咬合接触がない症例であったため，ゴシックアーチ描記法を用いた（図5）．最終義歯は，口蓋隆起を避けたホースシューバーの大連結子を付与したオーバーデンチャー（コバルトクロム合金製のフレームワークを用いた部分床義歯）とし，└7にはワイヤークラスプを設定した（図6・7）．

口腔関連QOL（oral health impact profile; OHIP-14）の値は「15」であり，新義歯装着直後における咀嚼機能検査でのグルコース溶出量は186 mg/dl, 咀嚼スコアが98点であることから，主観的にも客観的にも良好な結果が得られたと考えられた．

2. 症例2

患者：71歳　女性

初診：2018年（平成30年）3月30日

主訴：支台歯破折による咀嚼困難

現病歴：初診より約3年前に本学付属病院歯

科補綴科にて下顎部分床義歯（Kennedy Ⅰ級）を製作し以後良好であった．しかし，支台歯である5⏋に歯冠破折が生じたことにより，義歯の維持力が低下し，咀嚼困難を自覚するようになったため当科を受診した（図8）．

現症：口腔内検査より，歯冠破折を生じた5⏋は残根状態になっており，デンタルエックス線写真検査の結果より，歯根周囲に細菌感染による根尖病変を疑う透過像が認められた（図9）．歯周基本検査の結果，残存歯の歯周ポケットの値は2～3㎜であり，補綴歯科治療を行う上でのリスクは少ないと考えられ，歯周疾患等の臨床的問題も認められなかった．下顎部分床義歯は5┬4を支台歯とするクラスプデンチャーで，対合の上顎は全部床義歯形態のオーバーデンチャーであり，上下顎ともに人工歯の咬耗や義歯床の不適合等は認められなかった．Kennedy分類は，上顎Ⅱ級1類，下顎Ⅱ級，Eichner分類はB4，宮地の咬合三角は第3エリアであった．

臨床診断名：支台歯の歯冠破折およびクラスプ不適合による咀嚼障害

治療方針：デンタルエックス線写真の結果から5⏋は感染根管治療が必要であり，加えて歯冠歯根比が不良な状態であるため歯冠形態を再建して支台歯にすることは，予知性を考慮した場合，適切でないと判断した．そこで，症例1と同様に根面タイプの磁性アタッチメント（ギガウスD400，ジーシー）を用いた補綴歯科治療を行うこととした．感染根管治療終了後，5⏋に対してKB法によるキーパー付根面板を製作，装着した（図10）．また，図中の根面板頬側の突起物は，誤嚥防止の為にデンタルフロスを結びつける為のノブであり、装着後に削除した．なお，上下顎ともに新義歯を製作せず，下顎義歯は患者の希望も考慮して5⏋部を増歯修理することで現義歯を継続使用することとした（図11）．

Ⅲ．予後経過

現在，症例1，2共に治療終了より約1年が経過しているが，その間リラインを含めた義歯修理は行っていない．支台歯の歯周基本検査の結果については，歯周ポケット，動揺度ともに初診時と比較して大きい変化を認めていない．

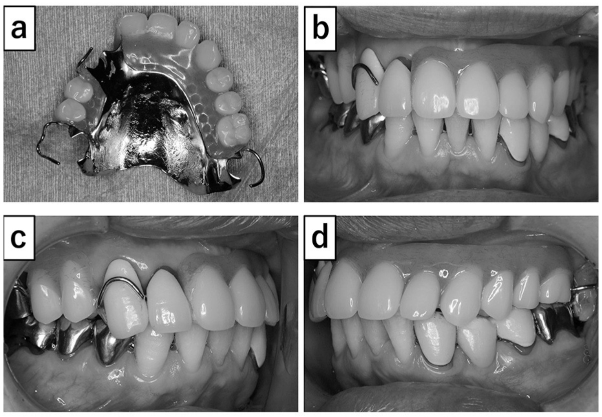


図1. 8年前に製作した現義歯と装着時の口腔内写真
（a：現義歯　b・c・d：装着時の口腔内写真）

図2. 初診時の口腔内写真

a

BOP																
Mobility						0	0								0	
PCR																
EPP						322	322								222	
(mm)						322	322								233	
Location	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
EPP			222	222	222	222	222		222	222	222		222	242		
(mm)			222	222	222	222	322		222	222	222		222	222		
PCR																
Mobility			0	0	0	0	0		0	0	0		0	0		
BOP														○		

b

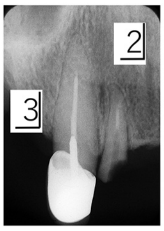


図3. 歯周基本検査とデンタルエックス線写真（a：歯周基本検査　b：デンタルエックス線写真）

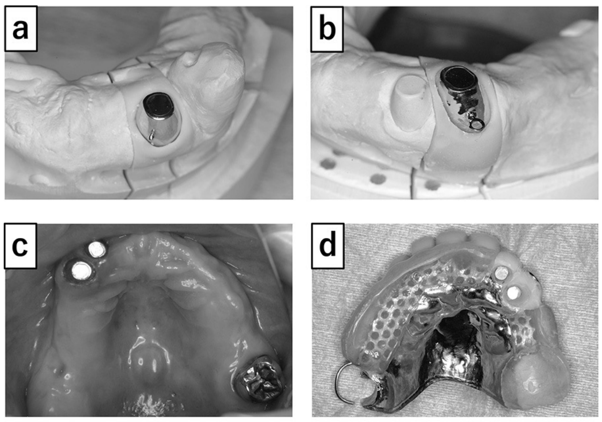


図 4. 症例 1 の概要製作したキーパ付き根面板および増歯修理した旧義歯
（a・b・c：キーパ付き根面板　d：増歯修理した旧義歯）

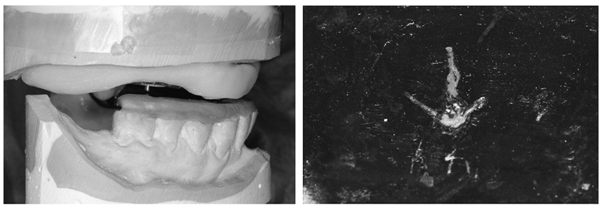


図 5. ゴシックアーチトレーサーと描記図

図 6. 最終義歯

図 7. 最終補綴終了時の口腔内写真

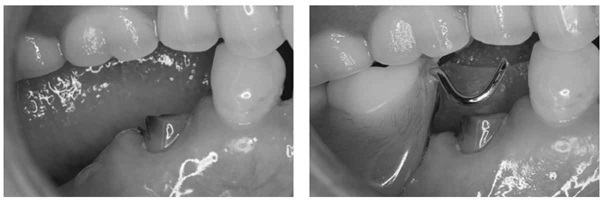


図 8. 初診時の下顎右側第二小臼歯の口腔内写真

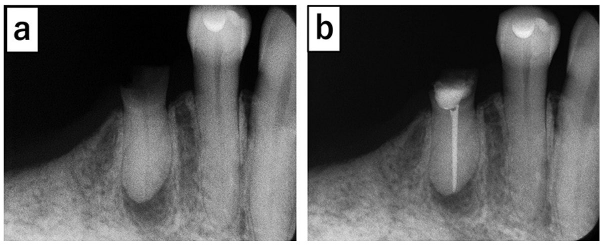


図 9. 下顎右側第二小臼歯のデンタルエックス線写真
（a：初診時　b：感染根管処置終了時）

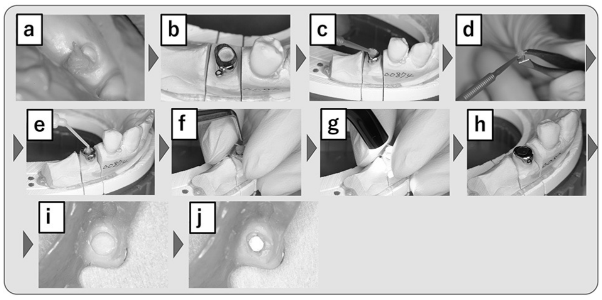


図 10. 磁性アタッチメントの製作過程ならびに装着過程
（a：印象採得　b：製作された誤嚥防止用ノブ付き根面板　c・d：金属プライマーの塗布　e：接着性レジンセメント（リライエックス ユニセム 2, 3M）の注入 f: セルロイドストリップスの被覆　g：光照射 h：キーパーの装着終了　i：磁石構造体のスペース確保　j：磁石構造体の装着終了）

図 11. 最終補綴終了時の口腔内写真

Ⅳ．考察

症例１の支台歯間線は32」と⌊7間にほぼ1本の線で結ばれる形になっているため，義歯の回転に対して，義歯の動揺抑制と支台歯の負担軽減の両方を考慮する必要があった．大川[2]は，磁性アタッチメントが支台装置として機能するためには，臨床的に適切な支持機能，把持機能を付与することが必要であると報告している．石幡ら[3]は，できるだけ義歯の動揺を抑えた上で，磁性アタッチメントの維持を主な目的として使用すれば，支台歯の状態が悪い場合でも，十分活用できると報告している．症例1においては，歯冠形態を保存した⌊7の口蓋側軸面をメタルアップ部とし，把持機能を付与した．また，可及的に支台歯に負担をかけない為の配慮として，咬合様式は可及的に両側性平衡咬合が得られるように配慮し，フレームワークの設計に関しては口蓋隆起部を除いては可及的に広く顎堤粘膜を被覆するとともに，コバルトクロム合金を用いて義歯床全体の剛性を向上させた．

症例1は，咬合支持を喪失した部分歯列欠損症例となっており，かつ対合する下顎が天然歯列であることから，咬合採得には慎重な対応が必要である．大川[4]は，咬合支持を喪失した部分歯列欠損症例における補綴歯科治療，特にパーシャルデンチャーを応用する際の要点について解説している．その中で，中心咬合位を的確に採得することが大前提であり，採得した中心咬合位とパーシャルデンチャーによる咬頭嵌合位を一致させることが補綴歯科治療を成功に導く上で極めて重要であると述べている．今回はその点を考慮して，咬合採得，特に水平的顎間関係の記録に対して有用なゴシックアーチ描記法を応用した．すなわち，描記板と描記針を用いてタッピングポイントを採得し，その記録を基に咬合器へ再装着した作業用模型上で人工歯排列を行った．結果として，装着直後の咀嚼機能検査でのグルコース溶出量と咀嚼スコアが共に良好であったことから，新義歯において中心咬合位と咬頭嵌合位の一致が得られたものと考えられた．

症例2では現義歯を増歯修理することで磁性アタッチメントを応用したことから，既に設定されていた支台装置（環状型クラスプ「4）と新たに設定した支台装置（根面タイプの磁性アタッチメント5⏋）が同顎に混在する形になっている．磁性アタッチメントは，磁石構造体とキーパーという平面同士の間に作用する吸引力を利用した指向性を必要としない支台装置である[5]．石上[6]は，磁性アタッチメントは着脱方向の自由度が大きいので，従来の各種支台装置との併用においても問題がないと述べている．本症例においても患者による義歯の着脱は修理前と変化なくスムーズであり，義歯の維持・安定にも問題は認められていない.

長期間使用した義歯の支台歯においては，負担過重や歯周炎等による歯槽骨吸収が著しいなど，再処置が困難な場合もある．このように負担能力が低下した歯を支台歯とすることは，磁性アタッチメントの利点を以ってしても予後不良となる可能性が高い．水谷[7]は，結論づけることは難しいと前置きをした上で，磁性アタッチメント装着直前の支台歯の骨植状態によってその後の抜去率は変わってくると述べている．また星合ら[8]は，磁性アタッチメントの術後調査の中で，抜去となった支台歯の磁性アタッチメント装着時におけるプロービング値は，残存している支台歯の値よりも大きいと報告している．今回の2症例では，歯槽骨吸収による臨床的歯根長の低下は認められるものの，術前検査のプロービング値より補綴歯科治療を行う上でのリスクは少ないことが確認されていた．このように，歯冠補綴を行うことが困難である支台歯に対して磁性アタッチメントを応用する場合では，術前の検査結果から支台歯の負担能力を慎重に判断した上で，適応の可否を選択することが良好な予後経過を得るために必要であると考えられる．

Ⅴ．まとめ

磁性アタッチメントは，根面タイプとして適応されることが基本とされており，歯槽骨の吸収により歯冠歯根比に問題のある残存歯であっても，作用点を低くして側方圧を軽減することで支台歯として利用することを可能にすることが知られている[1]．また，磁石構造体とキーパーという接触面同士の間に作用する吸

引力を利用した指向性を必要としない支台装置であるため，他の支台装置との共存が可能である[5)]．今回，これらの利点を応用して補綴処置を行った2症例を報告した．今後も定期的なメンテナンスを行い，術後経過を確認していく予定である．

引用文献

1）田中貴信　編．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；2016，94-96

2)大川周治:磁性アタッチメントの成功の秘訣．日磁歯誌，10（1）: 17-24, 2001.

3）石幡伸雄，水谷 紘，藍 稔：磁性合金の補綴領域における応用 第5報 磁性アタッチメントとその骨植不良歯への応用．補綴誌，31（6）: 119-127, 1987.

4）大川周治．パーシャルデンチャーによる咬頭嵌合位と中心咬合位の一致 –咬合支持を喪失した部分歯列欠損症例において–．日補綴会誌 2016; 8: 33-38.

5) 水谷紘，石幡伸雄，中村和夫．藍　稔　監修．磁性アタッチメントを用いた部分床義歯．東京：クインテッセンス出版；1994, 28-32.

6）石上友彦：メリット・デメリットから見直す磁性アタッチメント．QDT, 37（6）: 60-67, 2012.

7）水谷紘．磁性アタッチメントの特徴と適応症．補綴誌 2004；48（1）：10-19.

8）星合和基，伊藤瑠，三輪田衛，田中貴信，石上友彦，石橋寛二，坂東永一ほか．磁性アタッチメントの術後調査 - 支台歯のプロービング値との関係についての検討 -．日磁歯誌 2011；20：68-75.

第２８回日本磁気歯科学会学術大会 抄録

日　時　平成30年11月3日（土）4日（日）
会　場　日本歯科大学新潟生命歯学部

認定医申請口演

コーヌステレスコープクラウンの内冠に磁性アタッチメントを応用した義歯修理後の3年経過症例

○泉田明男
東北大学病院総合歯科診療部

【目的】
コーヌステレスコープクラウンの内冠に磁性アタッチメントを応用した義歯修理を行い，3年経過した症例について報告する．

【方法】
症例の概要は，74歳，女性．上顎左側中切歯，上顎左側側切歯，上顎左側犬歯の3歯欠損に対し，2000年12月に上顎右側中切歯，上顎左側第一小臼歯，上顎左側第二小臼歯に内冠，同部位に外冠を備えた義歯を装着した．2014年11月に支台歯の一つである上顎右側中切歯が急性根尖性歯周炎のため感染根管治療を行った．その後の補綴治療として上顎右側中切歯に，既存の外冠に適合するようキーパーを装着したMagnotelescopic Crown（以下MT冠）を製作し，外冠に磁性アタッチメント（ギガウスC300，GC，Japan）を使用することにより義歯修理を行った．

【経過】
平成27年7月に義歯修理が完了し，以後メインテナンス，リコールに移行した．MT冠を装着した上顎右側中切歯について，歯周組織は概ね良好に経過している．また，外冠内に即時重合レジンにて装着した磁性アタッチメントについても脱離などはなく，今日に至るまで，良好に経過しており，患者自身も違和感なく使用している．

【考察】
本症例では既存の義歯を最大限利用することを目標に補綴治療を行った．上顎右側中切歯の内冠にMT冠を外冠に磁性アタッチメントを応用することで対応した．旧義歯の上顎右側中切歯は有髄歯を形成したものであったため，その外冠は理想的なものよりもやや大きく，その分磁石構造体を入れるスペースも確保しやすいことが製作時には有利に働いた．3支台歯中，1歯のみに磁性アタッチメントを応用したことにより，ひとつの補綴装置のなかにMT冠と内冠が混在することになったが，現在にいたるまで，冠脱離や支台歯の破折はなく，歯周組織も良好に維持されている．患者も違和感なく使用していることから，妥当な義歯修理であるものと推察された．

質問（愛知学院大学歯学部・神原　亮）
右上1根尖性歯周炎の原因は設計自体にもあるかと思われるが，右上1をMT冠に変更するに加えて支台歯を増やす計画も有効かと思われるが患者との検討，相談等あったのか．
回答（東北大学・泉田明男）
本症例は理想的には，支台歯を増やした上で，すべて新たにすることと思われます．しかしながら，今回は患者さんとの話し合いの結果，旧義歯を修理することにより対応することとなりました．修理にあたり，上顎右側中切歯をMT冠に変更するにあたっては，新たに上顎右側側切歯，もしくは上顎右側犬歯を支台歯に加えることも検討いたしました．しかしながら，本症例において支台歯を増やした場合，その位置関係から清掃性の低下が懸念されました．また，患者さんからは長く使用してきた義歯をそのままの形態で使い続けたいとの強い希望がありました．その結果，上顎右側中切歯のみをMT冠にて対応する方法を採用しました．

座長総括　（認定医申請口演）

九州歯科大学・鱒見進一

申請者は，⎿123 欠損に対し，1⊥45 にコーヌステレスコープを応用した義歯を装着したが，約４年後に１⏌に急性根尖性歯周炎が生じたため，感染根管治療後，既存の外冠に適合するよう同部にキーパー付き根面板を製作して装着し，３年経過後も良好に機能しているという報告を行った．従来より，コーヌステレスコープを応用したパーシャルデンチャーの支台歯破損が生じた場合の修理法の一つとして磁性アタッチメントの利用は非常に有用であることが報告されている．申請者は，１⏌の内冠および①⊥123 ④⑤の外観を含めた RPD の再製をすることなく，１⏌の内冠は外冠との摩擦力ではなく磁性アタッチメントを維持力として利用することを考慮して，キーパー付き根面板および１⏌外冠内に磁石構造体を合着して対処している．患者の時間的・経済的負担を考慮した適切な修理法と考える．

演題番号１

根面板内にキーパーを並列設置した際の磁性アタッチメント吸引力に関する研究

○樋口直樹 1)，中林晋也 1,2)，永井栄一 1,2)，
中村洋二 1)，眞田淳太郎 1)，大山哲生 1,2)，
月村直樹 1,2)，石上友彦 1,2)
1）日本大学歯学部歯科補綴学第Ⅱ講座
2）日本大学歯学部総合歯学研究所臨床研究部門

【目的】

磁性アタッチメントのキーパーの選択において，上顎第一小臼歯の根面断面は近遠心に凹面形態なので，吸引力が小さい磁性アタッチメントを選択することになる．そこで義歯の維持を強固にするために吸引力の小さい磁性アタッチメントを２個並列設置した場合の吸引力を検討したので報告する．

【方法】

GC ギガウス C300 および C400 単体，C300 および C400 を２個並列した場合，D600 および D800 単体をそれぞれ引張り試験を行った．C300 および C400 単体の吸引力を２倍にした値を理論値とし，１元配置分散分析および Tukey の多重比較検定を危険率５％で統計処理を行った．

【結果，考察】

C300 の場合，２個並列の実験値は理論値および D600 の実験値より小さい吸引力であり，各吸引力の間において統計的に有意な差を認めた．C400 の場合，２個並列の実験値は理論値より大きく，また D800 の実験値より小さい吸引力を示し，２個並列の実験値と D800 の実験値の間に統計的に有意な差を認めた．

質問（九州歯科大学・鱒見進一）

キーパー２個が接触した状態の場合はどうか．

回答（日本大学歯学部・樋口直樹）

キーパーが接近（接触）した場合，磁石構造体とキーパーとの閉磁路が保たれれば垂直方向に吸引力は変わらないと考えますが，今回接触した状態での実験は行っていないため今後の検討課題とさせていただきます．

質問（東京都・中村和夫）

磁性アタッチメント間の距離（間隔）の設定について，接近した時と離した時の影響について．

回答（日本大学歯学部・樋口直樹）

磁性アタッチメント間の距離は今回提示した症例のキーパー間の内側距離を参考に，C300 および C400 間の内側の距離を一定にしました．接近した場合の影響については垂直方向に対しては変わらないと考えられますが，接近した場合の吸引力の実験は行っていないため今後の検討課題とさせていただきます．

長軸方向に並んだ時と短軸方向をそろえた場合の影響の違いがあるかどうか．

垂直方向に対しての吸引力は変わらないと考えられますが，義歯が転覆するような挙動があった場合，キーパー間距離やキーパーの向きによって吸引力の影響が表れると考えられますので，今後の検討課題とさせていただきます．

質問（愛知学院大学・神原　亮）
キーパーを並列する時，キーパートレー等でキーパー間は固定しているのか．C300のキーパートレーを並列した場合小臼歯の根面に設置できないと思うがどのような対応したのか．
回答（日本大学歯学部・樋口直樹）
C300のキーパートレー2個を根面内に設置する際，キーパー2個が根面内に入るようにトレーを調整しました．それでも根面よりキーパートレーが大きかったため鋳造を行った後に鋳造体の研磨を行い根面に合うように調整しました．
質問（東北大学・高橋正敏）
２個並列設置した時の吸引力が，1個設置したときの値の2倍より小さくなったのはなぜですか．
回答（日本大学歯学部・樋口直樹）
理論値を求めたC300の中から2つ選んで実験値を測定したので，磁石構造体の吸引力のばらつきによって，理論値より実験値が小さくなったと考えます．

演題番号２

磁性アタッチメントの維持力測定法に対するDIS 13017（Ed.2）の有効性

○山口洋史[1,2]，高橋正敏[2]，坂詰花子[2]，
高田雄京[2]
1）東北大学大学院歯学研究科口腔システム補綴学分野
2）東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野

【目的】
歯科用磁性アタッチメントの国際標準規格ISO 13017の改定にあたり，現段階で最新のDIS 13017（Ed.2）に記載された維持力測定法の妥当性と汎用性の検証が必要と考えられる．そこで本研究では，DISの有効性の評価と，改善すべき点について検討した．
【方法】
測定者は，維持力測定の経験がなく，かつ英語を母国語としない5名とした．測定試料はギガウス，ハイパースリム，ハイコレックスの3種類とし，維持力測定装置はDISで規定されたものを用いた．測定条件は以下の3段階とした．
Phase 1：DISを読み，測定を行う．他の測定者と相談してはならない．
Phase 2：不明な点について熟練者に質問をし，再度測定を行う．熟練者は実演しない．
Phase 3：熟練者による実演指導を受け，再度測定を行う．
【結果，考察】
維持力の測定法を明らかに誤っている者はいなかった．測定した維持力は，Phase 1からPhase 2ではPhase 2の方が大きくなる傾向が見られ，Phase 2からPhase 3ではほとんど変わらなかった．多くの測定者は，磁石構造体とキーパーを試料台に固定した後に，X-Yステージを使用して両者の位置関係を調整することで測定値が大きくなった．Phase 2以降の測定値は熟練者の測定値と同等であった．以上の結果から，DIS 13017（Ed.2）は維持力測定に有効なマニュアルであることが示唆された．ただし，「試料固定後にアライメント調整を行うこと」を追記すると，測定精度は高まると考えられる．
また，Phase 1において以下の点で測定者間の実験方法に差異が生じたが，測定値に影響はなかった．
1）シアノアクリレート接着剤の種類：液状を使用する測定者と，ゼリー状を使用する測定者がいた．
2）下部試料台への磁石構造体の位置づけ：測定方法のProvisionally place the mating face of the magnet…という文章のProvisionallyを，仮着と判断して両面テープを使用した測定者と，暫定的と判断してそのまま置いた測定者がいた．
3）ポストキーパーの固定の方法：試料台の加工（穴開け）の有無，接着剤の種類，レジン補強の有無，が測定者間で異なった．

質問（愛知学院大学歯学部・神原　亮）
熟練者へ相談して行うとよくなったとあるが，実際に何を相談受けたのか教えてください．
回答（東北大学・山口洋史）
相談内容のほとんどは，実験手順の確認でし

た. 質問としては,「接着剤は液状とゼリー状のどちらを使用するのが良いのか」や「DISに記載はないが, 試料固定後に上下の試料の位置調整を行っても良いのか」があり,「接着剤は自分の好みのものを使えば良い」「位置調整を行って構わない」

演題番号３

磁性アタッチメント義歯における最後方臼歯に適用したキーパー吸着面の角度の違いによる支台歯周囲組織の応力解析

○神原　亮，熊野弘一，中村好德，庄司和伸，田中茂生，武部　純
愛知学院大学歯学部有床義歯学講座

【目的】

最後方臼歯への磁性アタッチメントの適用は，義歯の最後方支持域として有効だが，機能力の負担に加え，自浄性の悪い義歯床下に位置するため，良好な臨床経過が得られないことも少なくはない．今回，三次元有限要素法を用いて最後方臼歯に適用されるキーパー吸着面の角度の違いが支台歯周囲組織にもたらす力学的影響を検討した．

【方法】

解析モデルはニッシン社製下顎石膏模型を用いて構築した．欠損部位は下顎右側第二小臼歯，第一，第二大臼歯，下顎左側第二小臼歯，第一大臼歯であり，補綴設計は下顎左側第二大臼歯に磁性アタッチメントを適用した残根上義歯とした．解析項目はキーパー吸着面を咬合平面に平行に設定したモデルとキーパー吸着面を支台歯の歯軸と垂直に設定したモデルとし，応力解析を行った．

【結果，考察】

得られた解析結果から，キーパー吸着面を，咬合平面に平行に設定したモデルと比べ，支台歯の歯軸に垂直に設定したモデルでは，キーパー付根面板を設置した下顎左側第二大臼歯に発生する応力の緩和がみられ，義歯の負担様式においても，歯根膜負担域が減少し，粘膜負担域が増加することが確認できた．

質問（日本大学・石上友彦）

適合の良い義歯によるかいせつなので変化が少ないがシンプルに単独歯が分かりやすいのでは．

キーパーの位置や支台歯の舌側傾斜等でも分布が変わるのでその違いを見たいです．

質問（東北大学・高橋正敏）

下顎左側第二大臼歯の補綴装置をキーパーから, 単純な根面板に変更した場合, 応力の分布はどのように変わりますか.

質問（日本大学　中村晋也）

今回の荷重条件は, 咬合平面に対して垂直荷重でしたが咀嚼筋に準じた荷重条件であれば, 結果は変わると思いますが.

座長総括　（演題番号 1, 2, 3）

徳島大学・芥川正武

演題番号１は２個のキーパーを根面板に設置した場合の吸引力を模型実験により検討した結果の報告であった．GC ギガウス C300 単体の２倍，C300 を２個設置，D600 単体の吸引力を比較した場合，C300 の２個設置が他よりも有意に小さく，また C400 単体の２倍，C400 を２個設置，D800 単体を比較した場合，D800 が最も大きく続いて C400 の２個並列，C400 単体の２倍の順となった．磁性アタッチメント設置領域の大きさに制限がある場合，複数の小型時生アタッチメントを配置することにより一定の吸引力を確保しながら自由度の高い設計法につながる可能性があり大変興味深い報告である．本報告の実験結果に関してより詳細な理論的根拠が検討されることが望まれる．

演題番号２は ISO13017 の改定にあたり DIS13017（Ed.2）の中の維持力測定法に関する記載内容について検討した結果の報告である．維持力測定経験がない５名に対して Phase 1（助言なし），Phase 2（熟練者への質問・助言あり），Phase 3（熟練者の実演指導あり）と条件を変えて維持力測定を行わせた結果，お

およそPhaseが進むほど吸引力は大きく測定される傾向があり．またフラットタイプのキーパーではPhase間の差異は見られなかったのに対し，ポストキーパータイプではPhase 1での測定値が小さかった．いずれの場合もPhase 2以降は熟練者による測定結果と大きな差はなく，DIS 13017（Ed.2）の有効性が示された．ISO13017は国際規格であり，非熟練者が規格を読んで吸引力測定などを実施することが想定される．本報告のような非熟練者に対する実施試験は規格の質を向上する意味で大変重要であると思われる．今後も継続的に実施されることが望まれる．

演題番号3は最後方臼歯に磁性アタッチメントを適用した場合において，キーパー吸着面を咬合面と平行にした場合と歯軸に垂直にした場合で，支台歯周囲組織への力学的影響の差異を3次元有限要素法により検討した報告である．本報告の条件では吸着面を支台歯の歯軸に垂直に設定した方が支台歯での応力緩和，歯根膜負担域の現象，粘膜負担域の増加などが確認された．本研究で用いられたシミュレーションモデルは著者の経験した症例が元となっているとのことである． 本手法は実症例が辿った経過の機序の解明および「もしも」の条件の時の知見を得るいう意味で大変有効な検討方法であると思われる．一方，より単純なモデルで加重方向やキーパー取り付け位置といった様々な条件について類型的に解析することも重要であると思われる．用途に応じて両アプローチを使い分けることが望まれる．

演題番号4

マグネットアタッチメントを用いた前歯部審美補綴の1症例

○丸尾亮太[1)]，今泉直也[1)]，武藤亮治[1)]，
三山善也[2)]，鈴木恭典[1)]，大久保力廣[1)]
1）鶴見大学歯学部有床義歯補綴学講座
2）鶴見大学歯科技工研修科

【目的】

62歳，女性．下顎骨腫瘍の疑いにて2016年6月当院に紹介来院．同年7月に下顎右側前歯部の歯原性粘液腫と診断し摘出手術を行った．欠損部には審美補綴のため磁性アタッチメントを用いた分割義歯を製作した．

【方法】

摘出手術後の2016年12月に可撤性補綴を行うこととした．まずは，レジン床義歯を装着し，口腔内の変化に合わせ調整を繰り返した．その後，審美補綴を希望されたため，義歯の唇側部と舌側部を2分割してクラスプのない設計とし，磁性アタッチメント（フィジオマグネット NEOMAX製）を利用して一体化を図った．

【結果，考察】

磁性アタッチメントを用いた連結機構により，審美性の改善と維持の確保を実現することができた．義歯の着脱も，2週間程度で問題なくできるようになった．接合部の強度や清掃性等についても長期の経過観察が必要となるが，前歯部審美回復における磁性アタッチメント応用の有効性が確認された．

質問（九州歯科大学・鱒見進一）

この症例で考えられる欠損補綴の方法としてノンメタルクラスプデンチャー，アドヒージョンブリッジと可撤性歯肉の併用が考えられますが，なぜ分割義歯を採用したのですか．また，この義歯の構造では食物の剪断時に咬合力により外れることはありませんか．

回答（鶴見大学・丸尾亮太）

ノンメタルクラスプデンチャーは唇側のレジンクラスプによる歯頚部の審美性と支台歯の清掃性が悪化するため，アドヒージョンブリッジについてはこれ以上の歯牙への侵襲を望まないため採用しませんでした．食事時に外れる可能性については，義歯にメール・フィメール構造があるため，斜め上方に押し出さなければ外れない構造となっています．よって剪断時の垂直的な咬合力では外れることはありません．また，これまでの経過観察で外れたという訴えもありません．

質問（日本大学・大山哲生）

維持力は下部鼓形空隙を利用しているとのことだが，維持力は十分か．また，装着してか

らどれくらいか
回答（鶴見大学・丸尾亮太）
義歯は分割しなければ外れることはなく十分な維持力があると考えています．装着してから4カ月が経過しています．
質問（愛知学院大学・熊野弘一）
下部鼓形空隙の維持力が該当部の摩耗によって低下した場合どのような対処を考えているか．また,義歯は対合と咬合させているか．
回答（鶴見大学・丸尾亮太）
摩耗部分を，即時重合レジンにより回復できると考えています．また，対合とは咬合させていません．

演題番号5

積層造形法を適用した磁性アタッチメントインプラントオーバーデンチャーの症例

○今泉直也[1,2)] , 鈴木恭典[1,2)] , 仲田豊生[1,2)] ,
新保秀仁[1,2)] , 栗原大介[1,2)] , 大久保力廣[1,2)]
1）鶴見大学歯学部附属病院有床義歯補綴学講座
2）鶴見大学歯学部附属病院インプラントセンター

【目的】
金属積層造形技術は,切削加工では困難とされていたアンダーカットを有する複雑な形状や中空構造の製作も可能である．今回，磁性アタッチメントを適用したインプラントオーバーデンチャー（IOD）のフレームワークを積層造形により製作した2症例について報告する．
【方法】
IODの可撤性支台装置としてミリングバーに磁性アタッチメントキーパーを設置した．バーは人工歯排列を参考に設計し，チタンブロックから切削加工した．IODのフレームワークはバーアタッチメントを装着した作業模型と蝋義歯をスキャン後，CADにより設計した．得られたSTLデータをもとにTi-6Al-4V粉末を用いて，Selective Laser Melting （SLM）法による積層造形によりフレームワークを製作した．
【結果，考察】
IODに対して，CAD/CAM技術を応用したミリングバーや積層造形を応用したフレームワークを適用することにより，高強度かつ高精度の補綴装置の製作が可能になり，装着後の良好な経過が期待される．

質問（日本大学・石上友彦）
なぜ症例1ではメタルティースを使用しなかったのか？
回答（鶴見大学・鈴木恭典）
症例1に関しては患者の審美的要求を優先しメタルティースを使用せず,T字構造のフレームワークを設計しました．
質問（日本大学・石上友彦）
なぜ多数インプラント埋入を行っているのに残存歯に支持を求めている設計にしたのか．
回答（鶴見大学・鈴木恭典）
可及的に義歯の動揺を抑制するために残存歯にも支持や把持を求めた設計にしました．
質問（東京医科歯科大学・金澤学）
なぜ個別のスタッドアタッチメントのようなものを使用せずバーアタッチメントを使用したのか．
回答（鶴見大学・今泉直也）
インプラントのスプリンティングを行うとともに,義歯の安定性向上のためバーアタッチメントを用いました．
回答（鶴見大学・鈴木恭典）
上顎はインプラント生存率が低いため,バーアタッチメントでインプラントを連結しました．

座長総括（演題番号4, 5）

愛知学院大学・武部　純

本セッションでは，演題4：下顎骨腫瘍摘出後に生じた前歯欠損部に対する磁性アタッチメントを用いた分割義歯についての症例，演題5：磁性アタッチメントを適用したインプラントオーバーデンチャーのフレームワークを積層造形により製作した症例について報告を行ったものである．いずれの症例報告も磁性アタッチメントを有床義歯補綴治療へ応用した

非常に有益な研究成果の発表が行なわれた．

演題４

本研究は，下顎右側前歯部の歯原性粘液腫の診断のもと腫瘍摘出手術後に，審美性を考慮して下顎前歯欠損部には磁性アタッチメントを用いた分割義歯を製作・装着し，形態的・機能的・審美的な回復・改善を図った内容の症例報告である．治療用義歯により口腔内の変化に対応した調整後に，磁性アタッチメント（フィジオマグネット NEOMAX 製）を用いて義歯の唇側部と舌側部を２分割してクラスプのない審美性へ配慮した設計とした．その結果，磁性アタッチメントを用いた連結機構により，審美性の改善と維持の確保を図ることができた．本症例は，義歯装着後，本会発表時点では４か月の経過であることから，接合部の強度や清掃性，分割部分における維持力等についての長期経過観察が必要である．また，下顎前歯部領域の顎骨欠損部に対する有床義歯補綴治療においては，審美性が求められることから，本症例のように磁性アタッチメントを応用することは意義深く，今後は長期経過を期待したい．

演題５

本症例は，積層造形法により製作しインプラントオーバーデンチャーのフレームワークに対して，磁性アタッチメントを応用した症例報告である．インプラントオーバーデンチャー（IOD）の可撤性支台装置であるミリングバーは，人工歯排列を参考にして磁性アタッチメントが設置されるように工夫して設計し，チタンブロックから切削加工を行った．IOD は，CAD による設計後，STL データをもとに Ti-6Al-4V 粉末を用いて Selective Laser Melting（SLM）法による積層造形法により製作が行われた．本症例では，IOD に対して，CAD/CAM 技術を応用したミリングバーや積層造形を応用したフレームワークが適用された．さらに，維持力向上を図るために磁性アタッチメントが用いられ，高強度・高精度・高維持力が備わった IOD によるインプラント・補綴歯科治療が可能であった．今回の発表は，切削加工により製作したミリングバーに対して磁性アタッチメントを設置したインプラント・補綴歯科臨床への有益な症例報告であり，今後の長期経過について，さらなる続報を期待したい．

演題番号６

磁性アタッチメントを用いた下顎即時荷重インプラントオーバーデンチャーの患者報告アウトカム

○上原容子[1], 金澤　学[1], 宮安杏奈[1], 島田　亮[1], 根來大幹[1]，佐藤大輔[2], 水口俊介[1]
1）東京医科歯科大学大学院高齢者歯科学分野
2）東京医科歯科大学大学院インプラント・口腔再生医学分野

【目的】

下顎インプラントオーバーデンチャー（IOD）の即時荷重に関するエビデンスはあるが，長期予後に関するものは少ない．本研究は，即時荷重または通常荷重による磁性アタッチメントを用いた IOD の患者報告アウトカムを評価することを目的とした .

【方法】

下顎無歯顎患者 19 名を即時荷重群と通常荷重群に割り付けた . 即時荷重群はインプラント埋入同日に , 通常荷重群は埋入から３カ月経過後に磁性アタッチメントを装着した . 口腔関連 QoL は OHIP-EDENT-J, 患者満足度は 100mm Visual Analog Scale を用いて評価した .

【結果，考察】

患者満足度は両群においてインプラント埋入早期から高い傾向となり , OHIP はインプラント埋入３ヶ月後までは即時荷重群のみ改善され , ６ヶ月以降は両群ともに改善された . インプラント埋入３年後において , 患者報告アウトカムは両群とも高い水準で維持されていることが示唆された .

質問（九州歯科大学・鱒見進一）

OHIP の中央値のグラフにおいて，２年後における即時荷重群と荷重群の逆転についてコメントお願いします .

質問（鶴見大学・新保秀仁）
即時荷重群はセトリングが行われていないため，それを理由としたアタッチメントや義歯の予後に影響したものはあるのか．

演題番号７

インプラントオーバーデンチャーの臨床
～ ロケーターとマグネットの比較 ～

◯小坪義博
こつぼ歯科

近年，無歯顎症例や多数歯欠損症例特有の条件から，義歯の維持や安定が得られず，咀嚼障害に悩んでいる高齢患者が多く見られる．

機能回復を図るためインプラント治療を選択することが進んでいるが，メンテナンスが重要なインプラント治療において，高齢者が容易にメンテナンスを出来ないのは致命的と考えられる．

そこでメンテナンスが容易にできるオーバーデンチャーの設計は有効であり，もし介助の方がメンテナンスをすることになっても安心であると考えられる．

【目的】
今回，我々は５０代から７０代の患者にインプラントを支台とした義歯を作成し，その維持装置としてロケーターとマグネットを用いて，それぞれの特性を考察した．支持装置としてインプラントを使うことは，義歯の安定と咀嚼効率の向上に非常に有効であり，患者のQOLの改善をともなう．また維持装置としていくつかの方法が考ええられるが，その中でもロケーターとマグネットは比較的安定度の高い方法であると思われる．

【方法】
数名の義歯使用中の患者に対して，その維持装置としてロケーターとマグネットを用いることにより，それぞれの特性を検証した．

【結果と考察】
今回，インプラント支持によるロケーターまたはマグネットを維持装置として用いることにより，それぞれの特性を考察してみた．インプラントを支持とする義歯は，非常に安定しており，咀嚼効率も高い．その維持装置としては様々なものがあるがロケーターとマグネットは，その中でも信頼性の高いものである．それぞれに一長一短があり一概にどちらが良いとは言えないが，インプラント間の距離，あるいは埋入方向に影響を受けにくいのはマグネットであろう．ロケーターとマグネットは，ある程度の互換性があり，どちらを先に用いてもあとで，交換することも可能である．いくつかのケースを通して装置の概略と使用法を検証して行く．

質問（日本歯科大学・永田和裕）
ロケーターの方が磁性アタッチメントより取り扱いが簡単との意見があるが，慣れていない人では磁性アタッチメントは難しいのでは．

座長総括（演題番号６，７）

日本大学歯学部・大山哲生

本セッションでは，無歯顎におけるインプラントオーバーデンチャーに対する各種評価に関する研究が２題報告された．

演題６
即時荷重および通常荷重における下顎インプラントオーバーデンチャーの患者評価を口腔関連QOLおよびVisual Analog Scale（VAS）により評価している．近年咀嚼能力などの評価のみでなく，患者の主観的な結果評価に関してもその重要度が注目されている．今回の発表では，インプラント治療が患者の満足度に大きく影響をしていることが分かった．今後，咀嚼能力評価等との相互的な評価により，更に詳細で有用な検討が可能になると考える．今後の研究報告を期待している．

演題７
下顎無歯顎症例に対するインプラントオーバーデンチャーを磁性アタッチメントおよびロケーターアタッチメントを用いて行い，それ

ぞれの利点欠点を臨床的な観点から報告している．それぞれ，利点および欠点はあるが，特に磁性アタッチメントはロケーターアタッチメントに比べてインプラント体間の距離や方向に影響しづらいとのことであった．臨床家の意見は非常に貴重な意見であり，多くの症例経験に裏付けられた臨床的研究に発展することを期待している．

演題番号８

磁性アタッチメントを用いた支台歯の術後調査

○熊野弘一，神原　亮，増田達彦，中村浩子，田中茂生，武部　純
愛知学院大学歯学部有床義歯学講座

【目的】

磁性アタッチメントは，磁石構造体に希土類磁石の一つであるネオジム磁石を用いることで，小型かつ強力な吸引力を発揮することが可能である．このシステムは，歯槽骨の吸収により歯冠歯根長比が不良な残存歯であっても，力の作用点を低くして側方力の緩和を図ることで，支台歯としての利用が可能となる．いわゆる「歯に優しい」支台装置として，その臨床的有用性が高く評価されている．磁性アタッチメントの装着後の支台歯の長期経過を観察することは，良好な臨床結果を得るためには不可欠であり，診断や義歯設計，メインテナンスに関する指標となると考えられる．そこで今回，磁性アタッチメントを装着した支台歯の長期経過を観察し，その実態を把握することを目的とした．

【方法】

調査期間は，2008年から2013年の5年間とし，愛知学院大学歯学部附属病院補綴科マグネットデンチャー外来にて磁性アタッチメントを装着し，現在も定期的なメインテナンスに通院している症例とした．

【結果，考察】

2008年から2013年の5年間に愛知学院大学歯学部附属病院マグネットデンチャー外来にて磁性アタッチメントを装着した支台歯の術後調査を行った結果，以下の知見を得た．磁性アタッチメントを装着した義歯は，上下顎ともにレジン床よりも金属床が多かった．磁性アタッチメントを装着した支台歯数は，257歯であり，下顎よりも上顎の方が多く使用され，約1.5倍であった．調査期間内に磁性アタッチメントを装着した支台歯の喪失歯数は48歯であり，上顎第一小臼歯が最も多く，次いで下顎第一小臼歯，上顎犬歯の順であった．Eichnerの分類をみると，咬合支持域を有するＢ１，Ｂ２，Ｂ３が22％で，咬合支持域が無いＢ４，Ｃ１，Ｃ２，Ｃ３が78％であった．調査期間内に磁性アタッチメントを装着した支台歯の喪失歯数は，Eichnerの分類ではＣ３が最も多く，次いでＣ２，Ｂ４の順であった．

演題番号９

サンドイッチ型磁性アタッチメントにおいて２つのキーパーの設置角度が維持力に与える影響

○高橋正敏[1]，山口洋史[1,2]，沼崎研人[1,3]，坂詰花子[1]，髙田雄京[1]
1）東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野
2）東北大学大学院歯学研究科口腔システム補綴学分野
3）東北大学病院

【目的】

これまで様々な歯科用磁性アタッチメントの，磁石構造体とキーパーの水平的位置関係（一致した状態からのずれ）と維持力の変化について調べてきた．その中で，楕円形のサンドイッチ型磁性アタッチメントは，長軸方向と短軸方向で低下の挙動が異なることが分かった．本研究では，２つのサンドイッチ型磁性アタッチメントを様々な角度で設置し，横ズレ時の維持力への影響を調べた．

【方法】

２つの磁性アタッチメント（マグフィットEX600W）を同一平面に次に挙げる角度で設置した；長軸が平行，長軸が直角，上顎左右犬歯相当角度（正中線に対して長軸が60度），下顎左右犬歯相当角度（正中線に対して長軸が45

度）．そして，磁石構造体とキーパーの一致した状態から，キーパーをX軸方向（左右方向）とY軸方向（前後方向）に100 μmずつずらしながら維持力を測定した．また，キーパー間距離を5mm～25mmに変えたときの維持力を測定した．

【結果，考察】

キーパーの設置角度により維持力の低下挙動は異なった．60度や45度に設置した場合は，平行設置のX軸方向とY軸方向の間に収まり，キーパーの長軸方向がずれる方向に近づくほど維持力の低下が抑えられることが分かった．様々な方向へずらしたときに平均的に維持力低下が抑えられる設置角度は45度であり，すなわち2つのキーパーの長軸が直角になるように設置すると良いことが分かった．キーパーを複数個設置する際には，わずかなズレに対する維持力の低下を抑えるために，設置角度を意識すべきと考えられた．

磁石構造体を並行な状態で近づけると，17mm以内でお互いを引き合い，動かすだけの磁力があった．一方，キーパー間距離に関わらず，また，磁石構造体の向きが引力でも斥力でも，維持力の挙動は変わらなかった．ただし，キーパー間距離が短いと，磁石構造体がキーパーから離れたときに，義歯内で引力もしくは斥力が磁石構造体同士に働くため，クリープにより両者の位置が狂う可能性があることが示唆された．

演題番号 10

磁性アタッチメントを用いたIARPDの患者報告アウトカム

○根來大幹，金澤　学[1]，島田　亮[1]，宮安杏奈[1]，
佐藤大輔[2]，楠本友里子[3]，安部友佳[3]，
馬場一美[3]，水口俊介[1]
1）東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科
高齢者歯科学分野
2）昭和大学 歯学部 インプラント歯科学講座
3）昭和大学 歯学部 歯科補綴学講座

【目的】

IARPD（Implant Assisted Removable Partial Denture）は部分床義歯と比較して患者満足度が高いという報告があるが，6mm以下のショートインプラントを用いたIARPDの研究は少ない．本研究はショートインプラントを用いたIARPDの患者報告アウトカムを評価することを目的とした．

【方法】

適切な部分床義歯を有する下顎遊離端欠損患者に対して前向き介入研究を行った．ショートインプラント（6 mm）を遊離端欠損部最遠心に左右1本ずつ埋入した．6週間の免荷期間中はインプラント周囲をリリーフし，免荷期間終了後にリリーフ部位をリラインした（Stage1）．4週後に磁性アタッチメントを装着した（Stage2）．アウトカムとして患者満足度，OHIP, PDAを用い，介入開始前（Stage0）をコントロール群としてStage1，Stage2をsteel法を用いて多重比較した．

【結果，考察】

PDA（下顎義歯の項目）はstage0-1間には有意差は認められなかったが,stage1-2間には有意差が認められた（$p = 0.045^{*}$）. 患者満足度,OHIPは有意差は認められなかった. しかし,介入後の改善傾向は認められた．

演題番号 11

支台歯の予知性を考慮して磁性アタッチメントを用いた症例

○曽根峰世，松本大慶，浜坂弘毅，鳴海史子，
松川高明，大川　穣，染川正多，上田脩司，
高橋　快，岡本和彦，大川周治
明海大学歯学部機能保存回復学講座歯科補綴学分野

【緒言】

磁性アタッチメントは，磁石による安定した維持機能を有するとともに，支台歯に加わる側方力を緩和する等の利点を有している．すなわち，歯槽骨吸収により歯冠歯根比が不良となった残存歯に対しても，磁性アタッチメントを応用すれば維持機能を付与することが可能になる．

今回は，歯槽骨吸収により歯冠歯根比が不良となった支台歯に対して，根面タイプの磁性アタッチメントを応用して補綴処置を行った2症例について報告する．

【症例の内容】

症例①：7～41～6欠損，2冠脱離および歯槽骨吸収1/4～1/3. 最終義歯として7にワイヤークラスプ，32に根面タイプのMAを応用したオーバーデンチャーを装着した．

症例②：76 5～7欠損，5歯冠破折および歯槽骨吸収1/4～1/3. 5に対する歯内療法処置後，根面タイプのMAを装着し，装着中の部分床義歯の修理を行った．

【結果，考察】

磁性アタッチメントは，根面タイプとして適応されることが基本とされており，歯槽骨の吸収により歯冠歯根比に問題のある残存歯であっても，作用点を低くして側方圧を軽減することで支台歯として利用することを可能にすることが知られている．また，磁石構造体とキーパーという接触面同士の間に作用する吸引力を利用した指向性を持たない支台装置であるため，他の支台装置との共存が可能である．今回，これらの利点を応用して補綴処置を行った2症例を報告した．今後も定期的なメンテナンスを行いながら，術後経過を確認していく予定である．

演題番号 12

マイクロスコープと義歯 - 第2報

○竹内一貴
竹内歯科医院

【緒言】

手術用顕微鏡はより精度の高い診断と確実な処置を行うため，動画や静止画を活用しての患者へのコミュニケーションツールとして多くの歯科医院で導入されており，当院では義歯においても手術用顕微鏡を日常的に活用している．

【症例の内容】

当院での磁性アタッチメント装着の術式を供覧する．キーパー付き根面板の歯根への装着については物性に優れたセメントの登場，ロカテック処理など確実な接着処理により充分な接着をさせることが可能であるが，義歯への磁石構造体の装着については即時重合レジンを用いることが多く充分な接着が得られているとは言い難い．そこで当院では義歯や磁石構造体にスコッチボンドユニバーサル®を用いて接着処理後，接着性レジンやフロアブルレジンを用いて装着している．その際に拡大視野下で確実に接着処理を行い，維持力を充分に発揮させるために構造体に傷をつけないように慎重にバリを除去し研磨を行う必要がある．

【結果，考察】

義歯治療を拡大視野下で行うことでより質の高い医療を提供することができる．

平成 30 年度　日本磁気歯科学会　第 2 回理事会要旨

日時：平成 30 年 11 月 3 日（土）
場所：日本歯科大学 新潟生命歯学部
出席：理　事　長　大川周治
副 理 事 長　大久保力廣
会　　　計　大山哲生
学　　　術　水口俊介
用　　　語　槙原絵理
安　　　全　大久保力廣
広　　　報　芥川正武
医　　　療　秀島雅之
認　　　定　鱒見進一
臨 床 評 価　永田和裕
ＩSO対策　髙田雄京
理　　　事　土田富士夫，誉田雄司
監　　　事　東風　巧，石上友彦
幹　　　事　曽根峰世（理事長）
鈴木恭典（庶務）
津田尚吾（認定医）
塚越　慎（編集）
佐藤佑介（学術）
菅原佳広（臨床評価）
ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ　佐々木英機

1．理事長挨拶

大川理事長より挨拶があった.

2．報告事項

1）会務報告

（1）庶務

大久保副理事長より，平成 30 年 9 月 30 日現在の会員数（正会員 345 名，名誉会員 9 名，賛助会員 7 社，購読会員 11 団体）についての報告がなされた．医学文献検索サービスメディカルオンラインは今後も継続していく旨の報告がなされた．また，4 月 27 日（金）に開催された第一回理事会要旨について報告がなされた.

2）委員会報告

（1）編集委員会

塚越幹事より，投稿論文数は，第 27 巻 1 号が 6 編（総説論文:3 編, 原著論文:2 編, 臨床論文:1 編）, 2 号が 7 編であり, 広告掲載数は，それぞれ 3 社ずつである旨の報告がなされた．内容に関しては編集委員会で審査された旨の報告がなされた.

（2）学術委員会

水口委員長より，日本歯科医学会の 2040 年への歯科イノベーションロードマップの作成についての報告がなされた．また，第 28 回学術大会では優秀口演賞 2 題, 優秀ポスター賞 1 題を選定し, 受賞者への表彰は本年度の懇親会で行う予定である旨の報告がなされた.

（3）安全基準検討委員会

大久保委員長より，磁性アタッチメントの安全性を MRI 検査の現場担当者に広くアナウンスするため第　4 5 回東京 MR 励起会にて鈴木庶務幹事が「歯科用磁性アタッチメントの最新情報と安全管理」について講演を行った .

（4）広報委員会

芥川委員長より，ホームページに対するご意見・ご要望を今後も鋭意反映させていく旨の報告がなされた.

（5）医療委員会

秀島委員長より，歯科診療報酬改定における磁性アタッチメントの医療技術評価提案書について補綴歯科学会と連携し手続き進行中との旨の報告がなされた．日本歯科医学会連合の高いエビデンスレベルを有する資料の収集および調査研究について，ISO 対策委員会の業績と MRI 安全基準マニュアルを追加した旨を報告した .「歯科用磁性アタッチメントの臨床評価と診療ガイドライン」が日本歯科医学会診療ガイドラインの運用体制見直しによりその他の指針へ移動されたためガイドラインの更新を随時行っていく旨の報告がなされた．大久保安全基準検討委員会委員長の MR に関する CQ を追加することを検討する旨の報告がな

された．曽根理事長監事が医療技術評価提案研修会に参加した旨の報告がなされた .

（6）認定医審議委員会

鱒見委員長より，2018 年度認定医申請・登録者 7 名中 6 名が終了した旨の報告がなされた .2018 年度の更新対象者は 6 名で 3 名は更新済みという旨の報告がなされた .2019 年度更新対象者は 3 名である旨の報告がなされた.

（7）磁性アタッチメント臨床評価委員会

永田委員長より，共同研究機関となる各大学の倫理委員会への申請状況および症例数について報告がなされた．データの入力の準備が整い , 集計を順次行なっていく旨の報告がなされた.

（8）ISO 対策委員会

髙田委員長より 2017 年 8 月に開催された香港会議において DIS 登録が可決された旨の報告がなされた．DIS 13017：2018 となったが，コメントがついてしまったため 2018 年 9 月に開催された ISO/ TC106 に出席し FDIS 13017 の登録を目指したが再びコメントが付き通らず , 第 2 次 DIS が必要となったため，2019 年の大阪会議にて規格化する見通しである旨の報告がなされた.

（9）用語検討委員会

槙原委員長より「日本磁気歯科学会学術用語集」の作成について 105 項用語を選定し，学会ホームページへの掲載を検討している旨の報告がなされた.「日本歯科医学会学術用語集」の改定作業に関し , 追加用語を日本歯科医学会へ提出した旨の報告がなされた.

（10）会則検討委員会

越野委員長欠席に伴い，鈴木庶務幹事より規定集について総会にて承認の上ホームページにアップする旨の報告がなされた.

（11）プロジェクト検討委員会

市川委員長欠席に伴い , 鈴木庶務幹事より特段報告事項はないという旨の報告がなされた.

3）第 28 回学術大会，第 18 回国際磁気歯科インターネット会議

永田大会長より，本学術大会プログラムについての説明があった . また，磁性アタッチメントの広い普及のため教育講演に力を入れている旨の報告がなされた .

4）第 29 回学術大会，第 19 回国際磁気歯科インターネット会議

鱒見大会長より当該の学術大会は，九州歯科大学を主幹とし，Hotel&Resorts BEPPUWAN(大分県) にて 11 月 9 日 ,11 月 10 日に開催される旨の報告がなされた . 第 19 回国際磁気歯科インターネット会議は 2020 年の 2 月 28 日から 3 月 17 日まで開催予定である旨の報告がなされた .

5）その他

大川理事長より日本歯科専門医機構設立記念講演会に出席した旨の報告がなされた . 鈴木庶務幹事より住所不明会員の出身大学の確認が行われた .

3．協議事項

1）平成 30 年度決算について

大山理事より，平成 30 年度収支決算についての説明がなされた．石上監事より，平成 30 年度収支決算の監査報告が行われた後，審議の結果，全会一致で承認され，平成 30 年度第 1 回総会に諮ることとなった.

2）平成 31 年度予算案について

大山理事より，平成 31 年度予算案の上程がなされ，内容に関して協議がなされた後，本予算案が諮られ，全会一致で承認され，平成 31 年度第 1 回総会に諮ることとなった.

3）第 30 回学術大会，第 20 回国際磁気歯科インターネット会議

大川理事長より，武部　純理事（愛知学院大学）を大会長として開催する提案がなされ，承認された.

4）平成 31 年 32 年度役員改正について

大川理事長が 1 期 2 年で任期を終える

ことに伴い，大久保副理事長を次期理事長に任命する提案がなされ，承認された．またそれに伴い大久保副理事長の認定医が承認された．

５）平成30年度総会次第

総会次第は，理事会次第に準じて作成された内容が諮られ，了承された．

６）第24回日本歯科医学会学術大会開催に伴う共催について

第31回磁気歯科学会学術大会を第24回日本歯科医学会学術大会と共催の形で開催する提案がなされ，内容が諮られ，承認された．

７）その他

（１）学会発表および雑誌投稿時等の会員資格等の確認について

学会発表および雑誌投稿時等に会員資格等の確認のために，庶務，会計，編集，学術大会等の相互の連携強化の提案がなされ，了承された．

以上

平成 31 年度　日本磁気歯科学会　第 1 回理事会要旨

日時：平成 31 年 4 月 12 日（金）13:00-15:00
場所：東京医科歯科大学 歯科外来事務棟
　　　4F 演習室
出席：理　事　長　大久保力廣
　　　副 理 事 長　髙田雄京
　　　庶　　　務　髙田雄京
　　　会　　　計　大山哲生
　　　編　　　集　會田英紀
　　　安 全 基 準　武部　純
　　　広　　　報　芥川正武
　　　医　　　療　秀島雅之
　　　認　　　定　鱒見進一
　　　臨 床 評 価　永田和裕
　　　ＩＳＯ対策　髙田雄京
　　　用 語 検 討　鱒見進一
　　　会 則 検 討　越野　寿
　　　プロジェクト検討　市川哲雄
　　　理　　　事　大川周治，田中譲治，
　　　　　　　　　月村直樹，土田富士夫，
　　　　　　　　　中村和夫，都尾元宣
　　　監　　　事　東風　巧
　　　幹　　　事　鈴木恭典（理事長）
　　　　　　　　　高橋正敏（庶務）
　　　　　　　　　塚越　慎（編集）
　　　　　　　　　佐藤佑介（学術）
　　　　　　　　　藤波和華子（安全基準）
　　　ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ　佐々木英機

1．理事長挨拶

大久保理事長より挨拶があった.

2．報告事項

1）会務報告

（1）庶務

高田理事より，平成 31 年 3 月 31 日現在の会員数 (正会員 337 名，名誉会員 9 名，賛助会員 7 社，購読会員 11 団体) について報告がなされた．なお , 新入会員は 10 名 , 退会会員 12 名であった . また，11 月 3 日（土）に開催された第 2 回理事会要旨について報告がなされた.

（2）会計

大山理事より，平成 30 年度中間会計報告があった．正会員に未納者が増えているため , 対策を考える必要がある旨の報告がなされた .

2）委員会報告

（1）編集委員会

會田委員長より，第 27 巻の内容について，印刷所による大きな誤りがあったため，印刷所の全額負担で再印刷，再発送する旨の報告がなされた.

塚越幹事より第 27 巻 1,2 号投稿論文数は，それぞれ 6 報および 7 報であり , 発行部数は各 300 部である旨の報告がなされ , 雑誌作成経費に関する詳細な報告がなされた . 28 巻 1 号の掲載予定の内容（特別講演　解説論文 1 報, 教育講演 6 報, ISO 対策委員会報告　1 報 , 認定医申請口演 1 報）について報告がなされた .

（2）学術委員会

水口委員長（代理　佐藤佑介幹事）より，特別な報告事項はない旨の報告がなされた .

（3）安全基準検討委員会

武部委員長より，本学会と東京 MR 励起会およびバイエル薬品㈱との共同主催で, 平成 30 年 6 月 15 日（金）ベルサール八重洲にて，安全基準検討委員である鈴木恭典先生（鶴見大学）により「歯科用磁性アタッチメントの最新情報と安全管理」の講演が行われた旨の報告がなされた．また，今年度より東京 MR 励起会での講演は行わず，それに代わる講演会の開催を検討する旨の報告がなされた .

（4）広報委員会

芥川委員長より，第 18 回国際磁気歯科インターネット会議のアクセス数の集計が報告された.

（5）医療委員会

秀島委員長より，出席可能な委員がいなかったため，平成 31 年度診療報酬改

定に係わる改訂内容の説明会に出席しなかった旨の報告がなされた．また，本学会が日本補綴歯科学会と連携し，補綴学会より申請中の医療技術評価提案を優先するため，選定療養に今回は申請しない旨の報告がなされた．

日本歯科医学会連合に採択された課題の報告書を提出した旨の報告がなされた．また，「歯科用磁性アタッチメントの国際標準化と臨床評価に関する調査研究」を本学会 HP に掲載予定である旨の報告がなされた．

「磁性アタッチメントの診療ガイドライン 2013」は，日本歯科医学会診療ガイドラインライブラリーの「その他の指針など」に移行された旨の報告がなされた．また，それを改訂した「磁性アタッチメントの診療ガイドライン 2018」を本学会 HP に収載するとともに，日本歯科医学会に報告する旨の報告がなされた．

（6）認定審議委員会

鱒見委員長より，平成 30 年度の認定医更新申請者は 4 名であり，平成 31 年度の認定医および認定歯科技工士更新予定者は 3 名である旨の報告がなされた．また，新たに認定医として 2 名の申請があり，委員会で審議を行った結果，承認された旨の報告がなされた．

（7）臨床評価委員会

永田委員長より，磁性アタッチメントの臨床評価の経過について報告がなされた．引き続き，各大学の協力を仰ぐ旨の報告がなされた．

（8）ISO 対策委員会

髙田委員長より，2018 年に開催されたミラノ会議後に，修正した DIS 13017 を FDIS 13017 として登録するための投票を事務局の提案で行ったが可決されず，2019 年の大阪会議にて FDIS 13017 の登録を目指す旨の報告がなされた．

（9）用語検討委員会

槇原委員長（代理　鱒見理事）より，日本歯科医学会学術用語集第 2 版が発行された旨の報告がなされた．

（10）会則検討委員会

越野委員長より，特別な報告事項はない旨の報告がなされた．今後も各委員会規定の改廃の際には，委員会発議，会則検討委員会協議の順である旨の報告がなされた．

（11）プロジェクト検討委員会

市川委員長より，今後も各種外部資金申請およびその獲得を目指していく旨の報告がなされた．

3）第 28 回学術大会，第 18 回国際磁気歯科学会

永田大会長より，平成 30 年 11 月 3, 4 日に開催された第 28 回学術大会の参加者数や収支について詳細な報告がなされた．また，第 18 回国際磁気歯科学会についても同様に報告がなされた．

4）第 29 回学術大会，第 19 回国際磁気歯科学会

鱒見大会長より，第 29 回日本磁気歯科学会の開催場所，開催準備スケジュール，学術大会日程についての報告がなされた．現在予定されている特別講演と教育講演の内容について報告がなされた．また，第 19 回国際磁気歯科学会についても同様に報告がなされた．

3．協議事項

1）令和元年度事業計画

大久保理事長より，令和元年度事業計画として，学会雑誌発行，学術大会ならびにインターネット会議開催，ガイドラインの策定，ISO 会議への参加，JIS 規格取得に向けての作業，臨床評価の整理，磁気歯科関連用語の整理を行っていく旨が諮られ，承認された．

さらに，HP の充実，商業誌への執筆，各種講演会の開催，安全性の周知，会員数の増加を行っていく旨が諮られ，承認された．

2）令和元年度役員について

大久保理事長より，役員名簿が配付され，各委員会にご協力いただける方がい

れば役員を拡充する方針である旨が諮られ，承認された.

3）第 30 回学術大会，第 20 回国際磁気歯科インターネット会議

大久保理事長より，当該の学術大会およびインターネット会議は，武部 純理事を大会長に愛知学院大学を主幹として 11 月 7 日, 8 日に開催される旨が諮られ，承認された.

4）第 31 回学術大会，第 21 回国際磁気歯科インターネット会議

大久保理事長より，大山哲生理事（日本大学）を大会長として開催する提案がなされ，承認された．また，第 31 回磁気歯科学会学術大会を第 24 回日本歯科医学会学術大会と共催の形で開催する提案がなされ，承認された.

5）日本歯科医学会会長との懇談会について

大久保理事長より，第 29 回学術大会時に日本歯科医学会会長との懇談会ならびに懇親会を開催し，同会長を招聘する提案がなされ，承認された.

6）令和元年度日本歯科医学会会長賞授賞候補者の推薦について

大久保理事長より，石上友彦先生を再度本学会より推薦する旨が諮られ，承認された.

7）宛先不明会員について

大久保理事より，宛先不明会員の方々と関連する理事の方から宛先を庶務にご連絡いただく旨が諮られ，承認された.

8）その他

（1）日本歯科医学会認定分科会の維持について

大久保理事より，本学会を日本歯科医学会認定分科会として維持するため，本学会雑誌の原著論文数を増やすこと，磁性アタッチメントに関する論文を他の学会誌に執筆すること，会員数を維持すること，を各理事が意識する必要がある旨が諮られ，承認された.

（2）理事会配布資料のペーパーレス化について

髙田理事より，理事会配付資料をペーパーレス化するため，事前に提出された資料に関してはPDF化し，メール配信する旨が諮られ，承認された.

以上

第26回日本磁気歯科学会学術大会　優秀口演賞

優秀口演賞

高橋　正敏（東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野）
「磁石構造体とキーパーの水平的位置関係が吸引力に及ぼす影響」

永井　秀典（愛知学院大学歯学部有床義歯学講座）
「三次元有限要素法を用いた磁性アタッチメント最適構造の検討」

鈴木　恭典（鶴見大学歯学部有床義歯補綴学講座）
「インプラントオーバーデンチャー用緩圧型磁性アタッチメントの負担圧配分」

第27回日本磁気歯科学会学術大会　優秀口演賞ならびに優秀ポスター賞

優秀口演賞

上田　脩司（明海大学歯学部機能保存回復学講座歯科補綴学分野）
「CAD/CAMにより製作したハイブリッドレジン製根面板の適合性－スキャニング用ポストと μCTの応用－」

優秀ポスター賞

宮安　杏奈（東京医科歯科大学高齢者歯科学分野）
「磁性アタッチメントを用いた下顎即時荷重インプラントオーバーデンチャーにおける周囲骨吸収と生存分析－３年予後」

髙田　雄京（東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野）
「窒素固溶により安定化した非磁性相を磁気シールドとしたニッケルフリー磁性アタッチメントメントの開発」

第 28 回日本磁気歯科学会学術大会　優秀口演賞ならびに優秀ポスター賞

優秀口演賞

東北大学
山口　洋史（東北大学大学院歯学研究科口腔システム補綴学分野 , 歯科生体材料学分野）
「磁性アタッチメントの維持力測定法に対する DIS1307(Ed.2) の有効性」

上原　容子（東京医科歯科大学大学院高齢者歯科学分野）
「磁性アタッチメントを用いた下顎即時荷重インプラントオーバーデンチャーの患者報告アウトカム」

優秀ポスター賞

高橋　正敏先生（東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野）
「サンドイッチ型磁性アタッチメントにおいて２つのキーパーの設置角度が維持力に与える影響」

第 29 回日本磁気歯科学会学術大会　優秀口演賞ならびに優秀ポスター賞

優秀口演賞

高橋　正敏（東北大学大学院歯学研究科歯科生体材料学分野）
「磁石構造体同士を組み合わせた場合の維持力の特徴」

鱒見　進一（九州歯科大学口腔機能学講座顎口腔欠損再構築学分野）
「MRI 照射後のキーパーが吸引力に及ぼす影響」

優秀ポスター賞

山口　洋史（東北大学大学院歯学研究科口腔システム補綴学分野，歯科生体材料学分野）
「開磁路型磁石の吸引力と磁場の範囲」

日本磁気歯科学会会則

第1章　名　称

第1条　本会は日本磁気歯科学会(JAPANESE SOCIETY OF MAGNETIC APPLICATIONS IN DENTISTRY)と称する.

第2章　所在地

第2条　この団体を次の所在地に置く.
東京都千代田区神田駿河台1-8-13
日本大学歯学部歯科補綴学第Ⅱ講座内

第3章　目　的

第3条　本会は磁気の歯科領域への応用に関する研究の発展ならびに会員の知識の向上をはかることを目的とする.

第4章　会　員

第4条　本会の会員は下記の通りとする.
(1) 正会員　磁気に関する学識又は関心を有するもので本会の目的に賛同する者
(2) 賛助会員　本会の目的, 事業に賛同する法人又は団体
(3) 名誉会員　本会の目的達成に多大の貢献を果たし理事会の議決を経た者

第5条　本会に入会を希望する者は入会金とその年度の会費を添え申し込むこと.

第6条　会員は下記のいずれかの号に該当する時は, 理事会の決定によって会員の資格を失うことがある.
(1) 会費を3年以上滞納した時
(2) 本会の会則に違反する行為があった時

第5章　会　計

第7条　本会の経費は, 会費, 寄付金, その他で支弁する. その収支は総会において報告し承認を得るものとする.

第8条　正会員については入会金5,000円, 年会費5,000円とする. また, 賛助会員については入会金10,000円, 年会費10,000円とする.

第9条　非会員で雑誌購読を希望するものは, 1部2,500円で購入できるものとする. また, 非会員の1件の研究発表および1編の雑誌投稿は, 2,500円の登録料を支払うことで認められるものとする.

第10条　本会の事業年度は1月1日より12月31日とする.

第11条　ただし, 会計年度は10月1日より翌年の9月30日とする.

第6章　役　員

第12条　本会に次の役員を置く.
理事長1名, 副理事長1名, 監事, 理事, 幹事各若干名.

第13条　理事長, 副理事長, 理事は理事会を組織し, 本会の目的達成のための必要事項を審議, 企画および処理を行う. 学術大会大会長ならびに次期学術大会大会長は理事として理事会に出席する. 幹事は理事を補佐し, 会務を分担する.

第14条　理事長および副理事長は理事会でこれを推薦し, 総会において選出する. 理事は理事会において適当と認められ, 総会で承認を得たものとする. 監事は理事会の推薦により理事長が任命し, 職務を委嘱する.

第15条　役員の任期は2年とする. 但し, 再任を妨げない.

第7章　事　業

第16条　本会は毎年1回総会を開き, 会務を報告し, 重要事項を審議する.

第17条　本会は毎年1回以上学術大会を開き, 会員は学術および臨床研究について発表, 討論を行う.

第18条　本会は毎年機関誌を発刊し, 会員に配布する.

第19条　本会は各種委員会を理事会の承認のもとで設置することが出来る.

第20条　本会は表彰事業を行う.

第21条　本会は本会の目的達成のために必要な事業を行う.

第8章 事 務 局

第22条 事務局は理事長がこれを定める.

第9章 会則の変更

第23条 本会会則の改廃は理事会の審議を受け，総会の決議により行う.

附 則

1 本会則は平成3年12月6日より施行する.
2 平成8年11月16日 一部改定
3 平成22年10月31日 一部改定
4 平成25年11月3日 一部改定
5 平成27年11月15日 一部改定
6 平成28年11月5日 一部改定
7 平成30年11月4日 一部改定

日本磁気歯科学会表彰制度規程

（趣 旨）

第1条 日本磁気歯科学会(以下「本会」という.)会則第20条の表彰事業は，この規程の定めるところによる.

（目 的）

第2条 本会の目的並びに対象とする領域における学問及び技術等の発展・充実に寄与する優れた学術論文・学術口演等の発表者を表彰するため学会優秀賞を，並びに本会において特に功労が顕著であったと認められる者を表彰するため，学会特別功労賞を設ける.

（種 類）

第3条 賞の種類は，次のとおりとする.

1 学会優秀賞
(1) 優秀学会論文賞
(2) 優秀奨励論文賞
(3) 優秀口演賞
(4) 優秀ポスター賞

2 学会特別功労賞

（資 格）

第4条 各賞は，次の各号に該当する功績を対象とする.

(1) 優秀学会論文賞は，学術論文を介して，本会の発展に顕著に貢献した研究者を顕彰するために設けるものであり，応募対象年度の本会機関誌に掲載された原著論文とする.

(2) 優秀奨励論文賞は，本会の進歩発展に貢献し，若く優れた研究者を育成かつ助成する目的から設けるものであり，対象年度の本会機関誌に掲載された原著論文とする.

(3) 優秀口演賞並びに優秀ポスター賞は，本会学術大会の口演並びにポスター発表を介して，会員相互の学際的学術交流を深め，本会の発展に顕著に貢献した研究者を表彰する目的から設けるものであり，対象年度の本会学術大会において，口頭並びにポスターによって発表された学術研究とする.

(4) 学会特別功労賞は，本会において特に功労が顕著であったと認められる者を表彰するために設けるものであり，多年にわたり学会会務並びに学会活動に関し，特に顕著な貢献があったと認められた本会会員に授与する.

2 各賞の対象者は，次の各号に該当する者とする.

(1) 優秀学会論文賞は，応募年度において，40歳以上の者とする.

(2) 優秀奨励論文賞は，当該論文の筆

頭者で，応募年度において，39 歳以下の者とする．
(3) 前各号の賞においては，応募年度を含め 3 年以上継続して本会会員である者とする．
(4) 優秀口演賞並びに優秀ポスター賞は，本会学術大会において，口演並びにポスターによる発表者とする．
(5) 前号の賞においては，発表時において本会会員である者とする．

（募集等）

第 5 条　秀学会論文賞並びに優秀奨励論文賞の募集は，本会機関誌において行う．また，優秀口演賞並びに優秀ポスター賞については，本会学術大会開催時の広報活動において行う．

（選　考）

第 6 条　各賞は，学会優秀賞推薦委員会もしくは学会特別功労賞推薦委員会において，それぞれ毎年 2 名以内を選考し，各賞の選考経過並びに表彰候補者を理事長に報告する．

（決　定）

第 7 条　学会優秀賞受賞者は，理事長の承認を経て決定する．
2　学会特別功労賞受賞者は，理事会の承認を経て決定する．
3　各表彰者には，賞状を総会その他適当な機会において授与する．
4　各表彰者の氏名，業績内容等を本会機関誌に公表する．

（学会優秀賞推薦委員会）

第 8 条　各賞の候補者を調査選考するため，掲載論文と学術大会発表とにおいて各推薦委員会を設ける．
2　推薦委員は，理事長が理事を含む評議員の中から若干名を指名する．
3　各推薦委員会の委員長は，理事長が理事の中から指名し，委員会の会務を統括し，議長となる．
4　各推薦委員会委員長は，各賞に必要な事項を審議し，その結果を理事長に報告する．
5　各推薦委員会は，当該年度をもって解散する．

（学会特別功労賞推薦委員会）

第 9 条　本賞の候補者を調査選考するため，推薦委員会を設ける．
2　推薦委員は，理事長が理事を含む評議員の中から若干名を指名する．
3　推薦委員会の委員長は，理事長が理事の中から指名し，委員会の会務を統括し，議長となる．
4　推薦委員会委員長は，本賞に必要な事項を審議し，その結果を理事長に報告する．

（規則，細則等の制定）

第 10 条　この規程の施行に必要となる規則，細則等は，本委員会の発議により，会則検討委員会での協議の上，理事会の承認を得て制定できる．

（改　廃）

第 11 条　この規程の改廃は，学術委員会の発議により，会則検討委員会の協議の上，理事会の承認を得なければならない．

附　則

1　この規程は，平成 27 年 11 月 14 日から施行する．
2　平成 30 年 4 月 27 日　一部改定

日本磁気歯科学会認定医制度規則

(目　的)

第1条　本制度は，磁気歯科学の専門的知識および臨床技能を有する歯科医師を育成・輩出することにより，医療水準の向上を図り，もって国民の保健福祉の増進に寄与することを目的とする.

第2条　前条の目的を達成するために日本磁気歯科学会(以下「本会」という)は，磁気歯科認定医(以下「認定医」という)の制度を設け，認定医制度の実施に必要な事業を行う.

第3条　認定医は，磁気歯科学領域における診断と治療のための高い歯科医療技術を修得するとともに，認定医以外の歯科医師または医師等からの要請に応じて適切な指示と対応がとれるように研鑽を図る.

(認定医の条件)

第4条　認定医は，次の各号をすべて満たさなければならない.

(1) 本会正会員であること.

(2) 本会学術大会(本会の認める学術大会を含む)に出席すること.

(3) 磁気歯科学に関連する研究活動に参加・発表を行うこと.

(4) 磁気歯科学に関連する領域の診療を行うこと.

第5条　前条述に拘わらず，本会理事会が特別に認めた場合には認定医になることができる.

(認定医申請者の資格)

第6条　認定医の資格を申請できるものは，次の各号の全てを満たすことを必要とする.

(1) 日本国歯科医師の免許を有すること.

(2) 認定医申請時において，3年以上連続した本会の会員歴を有すること.

(3) 第4条の認定医の各号に掲げる条件を満たすこと.

(認定医の申請)

第7条　認定医の資格を取得しようとするものは，本会に申請し，資格審査を受け認証されなければならない.

第8条　認定医申請者は，別に定める申請書類を認定手数料とともに本会事務局に提出しなければならない.

(資格の審査)

第9条　認定医および認定歯科技工士としての適否を審査は，認定審議委員会にて行う.

第10条　認定審議は，委員の3分の2以上の出席をもって成立する.

第11条　資格の適否は委員長を除く出席委員の過半数をもって決し，可否同数の場合は委員長の決するところによる．その結果は理事会に報告する.

(認定医登録)

第12条　審議会の審査に合格した者は，所定の登録料を納入しなければならない.

第13条　本会は前項に基づき認定医登録を行い，合格者に認定証を交付するとともに，日本磁気歯科学会雑誌及び本会総会において報告する.

(資格の更新)

第14条　認定医の認定期間は12月1日より5年後の11月末日までとする.

第15条　認定医は5年ごとに資格の更新を行わなければならない.

第16条　認定医の資格の更新に当たっては，5年にわたる認定期間の間に別に定める条項を満たさなければならない.

第17条　資格更新申請者は，別に定める更新申請書類を更新手数料とともに本会事務局に提出しなければならない.

(資格の消失)

第18条　認定医は，次の各号の条件を欠いた

とき，審議会の議を経て，その資格を失う．

(1) 本人が資格の辞退を申し出たとき．

(2) 日本国歯科医師の免許を喪失したとき．

(3) 本会会員の資格を喪失したとき．

(4) 認定医資格の更新手続きを行わなかったとき．

(5) 審議会が認定医として不適当と認めたとき．

第 19 条　認定医の資格を喪失した場合であっても，喪失の理由が消滅したときは，再び認定医の資格を申請することができる．

（補　則）

第 20 条　審議会の決定内容に異議のある者は，理事長に申し立てることができる．

（改　廃）

第 21 条　この規則の改廃は，認定審議委員会の発議により，会則検討委員会での協議の上，理事会の承認を得なければならない．

附　　則

1　この規程は，平成 17 年 4 月 22 日から施行する．

2　平成 22 年 4 月 23 日　一部改定

3　平成 27 年 11 月 14 日　一部改定

4　平成 30 年 4 月 27 日　一部改定

認定期間変更にともなう暫定措置

第 1 条　認定医であるものは，認定年限の 11 月末日まで認定期間を延長する．

日本磁気歯科学会認定医制度施行細則

第 1 条　日本磁気歯科学会認定医制度規則 (以下「規則」という) に定めた条項以外については，この細則に基づき運営する．

第 2 条　規則第 4 条に基づく認定医の基本的条件としては，次の各号の要件が満たされなければならない．

(1) 日本磁気歯科学会 (以下「本会」という) が主催する学術大会 (本会の認める学術大会を含む) への出席 (3 年間で 3 回以上)

(2) 学術大会 (本会の認める学術大会を含む) 発表 (11 回以上)

(3) 学会誌 (本会の認める学会誌を含む) 投稿 (1 編以上)

(4) 磁気歯科学を活用した検査・診断および治療症例のケースプレゼンテーション (2 症例：なお 1 症例は 3 年以上経過例であり本会学術大会での発表を行い審査を受ける)

第 3 条　規則第 5 条に規定する認定医とは，本会に永年顕著に貢献した会員で，理事会の承認を得たものでなければならない．

第 4 条　細則第 2 条を満たし認定医の資格を申請する者は，次の各号に定める書類に認定手数料を添えて本会に提出しなければならない．

(1) 認定医申請書 (様式 1)

(2) 履歴書 (様式 2)

(3) 歯科医師免許証の写し

(4) 本会会員歴証明書 (様式 3)

(5) 学術大会出席証明書 (様式 4)

(6) 学術大会発表および学会誌投稿を証明する書類 (様式 5)

(7) ケースプレゼンテーション申請書 (様式 6)

(8) ケースプレゼンテーションの症例記録 (様式 7,8)

(9) 術後調査票

2　認定医資格を認められた者は登録料を添えて認定医登録申請書 (様式 9) を提出しなければならない.

第 5 条　規則第 8 条，第 12 条，第 17 条に定める手数料は次の各号に定める.

(1) 認定手数料　1 万円

(2) 登録料　2 万円

(3) 更新手数料　2 万円

第 6 条　前条に定める既納の認定手数料，登録料，更新手数料は，いかなる理由があっても返却しない.

第 7 条　認定医の資格の更新に当たっては，5 年間に次の各号における要件を全て満たさなければならない.

(1) 学術大会 (本会の認める学術大会を含む) への出席 (3 回以上)

(2) 学術大会 (本会の認める学術大会を含む) 発表 (1 回以上) もしくは磁気歯科学を活用した検査・診断および治療の症例 (1 例以上)

(3) 学会誌 (本会の認める学会誌を含む) 投稿 (1 編以上) もしくは磁気歯科学を活用した検査・診断および治療の症例 (1 例以上)

第 8 条　認定医の資格を更新しようとする者は，認定医更新申請書 (様式 10)，磁気歯科学会学術大会ならびに関連学術大会出席記録 (様式 11)，磁気歯科学に関する発表記録 (様式 12) もしくは磁気歯科学を活用した検査・診断および治療の症例記録 (様式 13) を更新手数料を添えて本会に提出しなければならない.

2　認定医更新申請書の提出期限は，認定が失効する年の 9 月末日までとする.

3　認定医の更新を認められたものは認定医更新登録申請書 (様式 14) を本会に提出しなければならない.

第 9 条　本会が認める学術大会，学会誌とは磁気歯科学に関するものであり，審議会の認めるものをいう.

第10条　この細則の改廃は，認定審議委員会の発議により，会則検討委員会での協議の上，理事会の承認を得なければならない.

附　則

1　この細則は，平成 17 年 4 月 22 日から施行する.

2　平成 22 年 4 月 23 日　一部改定

3　平成 27 年 11 月 14 日　一部改定

4　平成 30 年 4 月 27 日　一部改定

日本磁気歯科学会認定歯科技工士制度規則

(総　則)

第 1 条　本制度は，磁気歯科学の専門的知識および技工技能を有する歯科技工士を養成することにより，医療水準の向上を図り，もって国民の保健福祉の増進に寄与することを目的とする.

第 2 条　前条の目的を達成するために日本磁気歯科学会 (以下「本会」という) は，日本磁気歯科学会認定歯科技工士 (以下「認定歯科技工士」という) の制度を設け，認定歯科技工士制度の実施に必要な事業を行う.

第 3 条　認定歯科技工士は，磁気歯科学領域における診断と治療のための高い歯科技工技術を修得する.

(条　件)

第 4 条　認定歯科技工士は，次の各号をすべて満たさなければならない.

(1) 本会正会員であること.

(2) 本会学術大会 (本会の認める学術大会を含む) に出席すること.

(3) 磁気歯科学に関連する研究活動に参加・発表を行うこと.

(4) 磁気歯科学に関連する領域の歯科技工を行うこと.

第5条　前述に拘わらず，本会理事会が特別に認めた場合には認定歯科技工士になることができる.

（資　格）

第6条　認定歯科技工士の資格を申請できるものは，次の各号の全てを満たすことを必要とする.

(1) 日本国歯科技工士の免許を有すること.

(2) 認定歯科技工士申請時において，3年以上連続した本会の会員歴を有すること.

(3) 第 4条の認定歯科技工士の各号に掲げる条件を満たすこと.

（申　請）

第7条　認定歯科技工士の資格を取得しようとするものは，本会に申請し，資格審査を受け認証されなければならない.

第8条　認定歯科技工士申請者は，別に定める申請書類を認定手数料とともに本会事務局に提出しなければならない.

（審　査）

第9条　認定歯科技工士としての適否は，日本磁気歯科学会認定医制度規則に定められた認定審議委員会(以下「審議会」という)により審査する.

（登　録）

第10条　審議会の審査に合格した者は，所定の登録料を納入しなければならない.

第11条　本会は前項に基づき認定歯科技工士登録を行い，合格者に認定証を交付するとともに，日本磁気歯科学会雑誌及び本会総会において報告する.

（資格の更新）

第12条　認定歯科技工士の認定期間は12月1日より5年後の11月末日とする.

第13条　認定歯科技工士は，5年ごとに資格の更新を行わなければならない.

第14条　認定歯科技工士の資格の更新に当たっては，5年にわたる認定期間の間に別に定める条項を満たさなければならない.

第15条　資格更新申請者は，別に定める更新申請書類を更新手数料とともに本会事務局に提出しなければならない.

（資格の喪失）

第16条　認定歯科技工士は，次の各号の条件を欠いたとき，審議会の議を経て，その資格を失う.

(1) 本人が資格の辞退を申し出たとき.

(2) 日本国歯科技工士の免許を喪失したとき.

(3) 本会会員の資格を喪失したとき.

(4) 認定歯科技工士資格の更新手続きを行わなかったとき.

(5) 審議会が認定歯科技工士として不適当と認めたとき.

第17条　認定歯科技工士の資格を喪失した場合であっても，喪失の理由が消滅したときは，再び認定歯科技工士の資格を申請することができる.

（補　則）

第18条　審議会の決定内容に異議のある者は，理事長に申し立てることができる.

（改　廃）

第19条　この規則の改廃は，認定審議委員会の発議により，会則検討委員会での協議の上，理事会の承認を得なければならない.

附　　則

1　この規則は，平成27年11月14日から施行する.

2　平成30年4月27日　一部改定

規則施行にともなう暫定措置

第1条　本会の正会員であって，日本国歯科技工士の免許を有し，本会が認める学術集会または機関誌に磁気歯科学に関する発表を行った

者は，申請により認定歯科技工士となることができる．また，特に理事会の認めた者に関しては，この限りではない．

第2条 附則第1条を満たし認定歯科技工士の資格を申請する者は，次の各号に定める書類に認定手数料を添えて本会事務局に提出しなければならない．

(1) 認定歯科技工士申請書 (様式 1)
(2) 履歴書 (様式 2)
(3) 歯科技工士免許証の写し
(4) 本会会員歴証明書 (様式 3)

第3条 暫定措置期間中の審議会は，理事がこれにあたる．

第4条 本会の会員歴が通算3年以上の者は，申請により認定歯科技工士となることができる．また，特に理事会の認めた者に関しては，この限りではない．

第5条 暫定措置の期間は，本制度発足より3年間 (平成 27 年 11 月 14 日より平成 30 年 11 月の理事会開催予定日まで) とする．

第6条 暫定措置期間中の申請締切は年2回 (6月 30 日・12 月 31 日) とする．

日本磁気歯科学会認定歯科技工士制度施行細則

第1条 日本磁気歯科学会認定歯科技工士制度規則 (以下「規則」という) に定めた条項以外については，この細則に基づき運営する．

第2条 規則第4条に基づく認定歯科技工士の基本的条件としては，次の各号の要件が満たさなければならない．

(1) 日本磁気歯科学会 (以下「本会」という) が主催する学術大会 (本会の認める学術大会を含む) への出席 (3 年間で 2 回以上)
(2) 学術大会 (本会の認める学術大会を含む) 発表 (1 回以上)
(3) 歯科用磁性アタッチメントを応用した症例 (5 症例：なお1症例は本会学術大会での発表を行い審査を受ける)

第3条 規則第5条に規定する認定歯科技工士とは，本会に永年顕著に貢献した会員で，理事会の承認を得たものでなければならない．

第4条 細則第2条を満たし認定歯科技工士の資格を申請する者は，次の各号に定める書類に認定手数料を添えて本会事務局に提出しなければならない．

(1) 認定歯科技工士申請書 (様式 1)
(2) 履歴書 (様式 2)
(3) 歯科技工士免許証の写し
(4) 本会会員歴証明書 (様式 3)
(5) 学術大会出席証明書 (様式 4)
(6) 学術大会発表および学会誌投稿を証明する書類 (様式 5)
(7) ケースプレゼンテーション申請書 (様式 6)
(8) 歯科用磁性アタッチメントを応用した症例記録 (様式 7)

2 認定歯科技工士資格を認められた者は登録料を添えて認定歯科技工士登録申請書 (様式 8) を提出しなければならない．

第5条 規則第8条，第 10 条，第 15 条に定める手数料は次の各号に定める．

(1) 認定手数料 1万円
(2) 登録料 2万円
(3) 更新手数料 2万円

第6条 前条に定める既納の認定手数料，登録料，更新手数料は，いかなる理由があっても返却しない．

第7条 認定歯科技工士の資格の更新に当たっては，5年間に次の各号における要件のうち (1) および (2) または (3) のいずれかを満たさなければならない．

(1) 学術大会 (本会の認める学術大会を含む) への出席 (3 回以上)
(2) 学術大会 (本会の認める学術大会を含む) 発表 (1 回以上) もしくは

歯科用磁性アタッチメントを応用した症例 (1 例以上)
(3) 学会誌 (本会の認める学会誌を含む) 投稿 (1 編以上) もしくは歯科用磁性アタッチメントを応用した症例 (1 例以上)

第 8 条　認定歯科技工士の資格を更新しようとする者は，認定歯科技工士更新申請書 (様式 9)，磁気歯科学会学術大会ならびに関連学術大会出席記録 (様式 10)，磁気歯科学に関する発表記録 (様式 11) もしくは歯科用磁性アタッチメントを応用した症例記録 (様式 7) を更新手数料を添えて本会に提出しなければならない.

2　認定技工士更新申請書の提出期限は，認定が失効する年の 9 月末日までとする.

3　認定技工士の更新を認められたものは認定技工士更新登録申請書 (様式 12) を本会に提出しなければならない.

第 9 条　本会が認める学術大会，学会誌とは磁気歯科学に関するものであり，審議会の認めるものをいう.

第10条　この細則の改廃は，認定審議委員会の発議により，会則検討委員会での協議の上，理事会の承認を得なければならない.

附　則

1　この細則は，平成 27 年 11 月 14 日から施行する.

2　平成 30 年 4 月 27 日　一部改定

日本磁気歯科学会 倫理審査委員会規程

（設　置）

第 1 条　日本磁気歯科学会 (以下，本学会) 会則第 19 条に基づき，本学会に倫理審査委員会 (以下，本委員会) を置く.

（目 的）

第 2 条　本委員会は倫理審査委員会をもたない医療施設および研究機関で本学会に所属する会員が行う，ヒトを対象とした医学・歯学研究に対して，ヘルシンキ宣言 (1975 年東京総会で修正，2000 年エディンバラ修正) を規範とし，厚生労働省のヒト医学研究に関する指針を参考とし，倫理的配慮をはかることを目的とする.

2　厚生労働省のヒト医学研究に関する指針を以下に示す.
(1) ヒトゲノム・遺伝子解析に関する倫理指針
(2) 疫学研究に関する倫理指針
(3) 遺伝子治療臨床研究に関する指針
(4) 臨床研究に関する倫理指針
(5) 手術等で摘出されたヒト組織を用いた研究開発のあり方
(6) ヒト幹細胞を用いる臨床研究に関する指針

（組　織）

第 3 条　本委員会の組織について，以下のように定める.
(1) 本学会副理事長 1 名
(2) 本学会理事 1 名以上
(3) 倫理・法律を含む人文・社会科学の有識者 (本学会非会員)1 名以上
(4) 一般の立場を代表する外部の者 (本学会非会員)1 名
(5) その他本学会理事長 (以下，理事長) が必要と認めた者 (本学会会員) 若干名

2　本委員会の委員は，男女両性により構成する.

3　委員は，理事長が委嘱する.

4　本委員会に委員長を置き，委員の互選により定める.

5　委員の任期は当該審議を終了したときをもって解任されるものとする．ただし，再任は妨げない．
6　委員に欠員が生じた場合は，これを補充するものとし，その任期は，前任者の残任期間とする．
7　委員長に事故のあるときは，委員長があらかじめ指名した委員がその職務を代行する．
8　本委員会が必要と認めたときは，当該専門の事項に関する学識経験者に意見を聞くことができる．
9　委嘱された学識経験者は，審査の判定に加わることはできない．

（運　営）
第4条　本委員会の運営にあたっては，以下のように定める．
(1) 委員長は本委員会を招集し，その議長となる．
(2) 本委員会は委員の3分の2以上が出席し，かつ本学会会員以外の委員が少なくとも1名出席しなければ開催できないものとする．
(3) 審議の結論は，原則として出席委員全員の合意を必要とする．
(4) 審議経過および内容は，記録として保存する．

（審　査）
第5条　本学会会員が医学倫理上の判断を必要とする研究を行おうとするときは，理事長に研究計画の審査を申請するものとする．理事長は，申請を受理したときは，速やかに本委員会に審査を付託するものとする．

（審査内容）
第6条　本委員会は前条の付託があったときは，速やかに審査を開始するものとし，特に次の各号に掲げる観点に留意して，審査を行うものとする．
(1) 研究の対象となる個人（以下「個人」という．）の人権および情報の擁護
(2) 個人に理解を求め同意を得る方法
(3) 研究によって生ずる個人への不利益ならびに危険性に対する予測

（判　定）
第7条　審査の判定は，次の各号に掲げるものとする．
(1) 非該当
(2) 承認
(3) 条件付き承認
(4) 変更の勧告
(5) 不承認

（再審査の請求）
第8条　申請者は，審査の結果に異議があるときは，理事長に対して再審査を求めることができる．

（情報公開）
第9条　本委員会における情報の公開等について，以下のように定める．
(1) 本委員会の議事録，委員名簿等は，公開を原則とする．
(2) 個人のプライバシーや研究の独自性，知的財産権等を保持するため，本委員会が必要と認めたときは，これを非公開とすることができる．

（守秘義務）
第10条　委員および委員であった者は，正当な理由がある場合でなければ，その任務に関して知り得た秘密を，他に漏らしてはならない．

（申請手続き）
第11条　倫理審査の中請手続きに関し，以下のように定める．
(1) 本委員会での審議を希望する者は，所定の倫理審査申請書に必要事項を記載し，理事長に提出しなければならない．
(2) 理事長は申請事項を本委員会に諮問し，本委員会は審議を行う．
(3) 委員長は，審議の結果を理事長に

答申する．

(4) 理事長は，答申を受けた内容を理事会の議を経て，その判定を所定の審査結果通知書により，申請者に通知する．

(5) 前項の通知をするにあたって，条件付き承認，変更の勧告あるいは不承認のいずれかである場合には，その条件または変更内容，不承認の理由等を記載しなければならない．

（補　則）

第 12 条　申請者は本委員会に出席し，申請内容を説明するとともに，意見を述べることができる．

第 13 条　この規程の施行についての規則は，理事会の議決を経て，別に定める．

（改　廃）

第 14 条　この規程の改廃は，本委員会の発議により，会則検討委員会での協議の上，理事会の承認を得なければならない．

附　　則

1　この規程は，平成 26 年 11 月 8 日から施行する．

2　平成 30 年 4 月 27 日　一部改定

日本磁気歯科学会 倫理審査委員会規則

（趣　旨）

第 1 条　この規は，日本磁気歯科学会倫理審査委員会規程 (以下，本規程) 第 13 条に基づき，日本磁気歯科学会倫理審査委員会 (以下，本委員会) の運営に関して必要な事項を定めるものとする．

（申請者）

第 2 条　本規程第 11 条の規定に基づき申請できる者は，日本磁気歯科学会 (以下，本学会) の会員とする．

（申請方法）

第 3 条　申請者は，倫理審査申請書 (様式 1) および研究計画書 (様式 2) に必要事項を記入し，委員長に提出しなければならない．

2　申請者は，当該研究の内容が本委員会の審議事項に該当するか否かについて疑義があるときは，あらかじめ申請書提出時において委員長に対し，その旨，申し出るものとする．

（審査結果の通知）

第 4 条　委員長は，審査終了後速やかに，その判定を審査結果通知書 (様式 3) をもって申請者に通知しなければならない．

2　前項の通知をするにあたっては，審査の判定が本規程第 7 条第 3 号，第 4 号または第 5 号である場合は，その条件または変更・不承認の理由などを記載しなければならない．

（異議の申立）

第 5 条　本委員会の審査結果に対して異議のある場合に，申請者は，異議申立書 (様式 4) に必要事項を記入して，委員長に再度の審議を 1 回に限り，申請することができる．この場合，異議申立書に異議の根拠となる資料を添付するものとする．

2　異議申立書を受理した委員長は，提出された異議申立書および資料をもとに，本委員会で再度審議の上，本委員会としての意見をまとめ別紙 (様式 5) による再審査結果通知書により申請者に通知するものとする．

（違反等）

第6条 委員長は，申請者が本規程に違反したとき，または違反する恐れがあるときは，本学会理事長 (以下，理事長) に報告するものとする．

2 理事長は，前項の報告を受けたときは，委員会の意見を聴取し，実施計画の修正または中止ないし取り消しを命じることができる．

（改　廃）

第7条 この規則の改廃は，本委員会の発議により，会則検討委員会での協議の上，理事会の承認を得なければならない．

附　　則

1 この規則は，平成 26 年 11 月 8 日から施行する．

2 平成 30 年 4 月 27 日　一部改定

日本磁気歯科学会　研究等の利益相反に関する指針

序　文

日本磁気歯科学会 (以下，本学会) は，磁気の歯科領域への応用に関する研究の発展ならびに会員の知識向上を図ることを通して，国民の健康長寿に貢献できることを目指している．

そのなかで，産学連携による研究 (基礎研究，臨床研究，臨床試験など) が盛んになればなるほど，公的な存在である大学や研究機関，学術団体などが特定の企業の活動に深く関与することになり，その結果，教育，研究という学術機関，学術団体としての責任と，産学連携活動に伴い生じる個人が得る利益と衝突・相反する状態が必然的・不可避的に発生する．こうした状態が「利益相反 (conflict of interest :COI)」と呼ばれるものであり，この利益相反状態を学術機関・団体が組織として適切に管理していくことが，産学連携活動を適切に推進するうえで乗り越えていかなければならない重要な課題となっている．

本学会は，会員などに本学会事業での発表などにおいて，一定の要件のもとに COI 状態を開示させることにより，会員などの COI 状態を適正に管理し，社会に対する説明責任を果たすために，以下のように利益相反指針を策定する．

第1条　目　的

本学会は，会員の研究等の利益相反 (Conflict of Interest : COI) 状態を公正に管理するために「研究等の利益相反に関する指針」(以下，利益相反指針) を策定し，会員の研究等の公正・公平さを維持し，透明性，社会的信頼性を保持しつつ産学連携による研究等の適正な推進を図るものとする．

第2条　対象者

利益相反指針は，COI 状態が生じる可能性のある以下の対象者に適用する．

(1)本学会会員
(2)本学会が実施する学術集会等の発表者
(3)本学会が発行する機関誌および学術図書等の著者
(4)本学会が実施する研究・教育及および調査に係る研究者
(5)(1) ～ (4) の対象者の配偶者，一親等の親族，または収入・財産を共有する者

第3条　対象となる事業活動

利益相反指針の対象となる事業活動の例は，以下のとおりである．

(1)本学会学術集会等の開催
(2)本学会機関誌および学術図書等の発行
(3)本学会が実施する研究・教育および調査事業
(4)その他，本学会会員の目的を達成するために必要な事業活動

第4条　申告すべき事項

対象者は，個人における以下の (1) ～ (10) の事項について，利益相反指針の定める基準を超

える場合には，その正確な状況を，所定の様式により，本学会理事長に申告するものとする．申告された内容の具体的な開示，公開方法は利益相反指針の定めるところにより行うものとする．

(1)企業・法人組織，営利を目的とする団体の役員，顧問職，社員などへの就任
(2)企業の株の保有
(3)企業・法人組織，営利を目的とする団体からの特許権使用料
(4)企業・法人組織，営利を目的とする団体から，会議の出席 (発表) に対し，研究者を拘束した時間・労力に対して支払われた日当 (講演料など)
(5)企業・法人組織，営利を目的とする団体がパンフレットなどの執筆に対して支払った原稿料
(6)企業・法人組織，営利を目的とする団体が提供する臨床研究費 (治験，臨床試験費など)
(7)企業・法人組織，営利を目的とする団体が提供する研究費 (受託研究，共同研究，寄付金など)
(8)企業・法人組織，営利を目的とする団体がスポンサーとなる寄付講座
(9)企業・法人組織，営利を目的とする団体に所属する人員，設備・施設が，研究遂行に提供された場合
(10) その他，上記以外の旅費 (学会参加など) や贈答品などの受領

第 5 条　COI 自己申告の基準

前条で規定する基準は以下の通りとする．下記の基準の金額には消費税額を含まないものとする．

(1)企業・組織や団体の役員，顧問職については，1 つの企業・組織や団体からの報酬額が年間 100 万円以上とする．
(2)株式の保有については，1 つの企業についての年間の株式による利益 (配当，売去口益 の総和) が 100 万円以上の場合，あるいは当該全株式の 5% 以上を所有する場合とする．
(3)企業・組織や団体からの特許権使用料については，1 つの権利使用料が年間 100 万円 以上とする．
(4)企業・組織や団体から，会議の出席 (発表) に対し，研究者を拘束した時間・労力に 対して支払われた日当 (講演料など) については，1 つの企業．団体からの年間の講演料が合計 50 万円以上とする．
(5)企業・組織や団体がパンフレットなどの執筆に対して支払った原稿料については，1 つの企業・組織や団体からの年間の原稿料が合計 50 万円以上とする．
(6)企業・組織や団体が提供する研究費については，1 つの企業・団体から歯科医学研究 (受託研究費，共同研究費，臨床試験など) に対して支払われた総額が年間 200 万円以上とする．
(7)企業･組織や団体が提供する奨学 (奨励) 寄付金については，1 つの企業・組織や団体から，申告者個人または申告者が所属する部局あるいは研究室の代表者に支払われた総額が年間 200 万円以上の場合とする．
(8)企業・組織や団体が提供する寄付講座に申告者らが所属している場合とする．
(9)その他，研究とは直接無関係な旅行，贈答品などの提供については，1 つの企業・組織や団体から受　けた総額が年間 10 万円以上とする．

第 6 条　COI 自己申告書の取り扱い

1　本学会の学術集会等での発表に係る抄録登録時，本学会機関誌への論文投稿時，あるいは本学会が実施する研究・教育および調査事業の実施にあたり，研究倫理審査申請書と併せて提出される COI 自己申告書は，受理日から 2 年間，本学会理事長の監督下に本学会事務所で厳重に保管されなければならない．ただし，本学会機関誌の投稿規程等において，COI 自己申告について別に定めのある場合は，その定めによる申告をもつて，利益相反指針に おける COI 自己申告に代えることができる．

2　COI 情報は，原則として非公開とする．COI 情報は，本学会の活動，各種委員会の活動などに関して，本学会として社会的，道義的な説明責任を果たすために必要があるときは，理事会の議を経て，必要な範囲で本学会の内外に開示若しくは公表することができる．ただし，当該問題を取り扱うに適切な特定の理事に委嘱して, 利益相反委員会 (以下, COI 委員会) の助言のもとにその決定をさせることを妨げない．この場合，開示もしくは公開される COI 情報の当事者は，理事会若しくは決定を委嘱された理事に対して意見を述べることができる．ただし，開示もしくは公表について緊急性があって意見を聞く余裕がないときは，その限りではない．

3　本学会の非会員から特定の会員を指名しての開示請求(法的請求も含めて)があった場合，妥当と思われる理由があれば，本学会理事長からの諮問を受けて COI 委員会が個人情報の保護のもとに適切に対応する．しかし，COI 委員会で対応できないと判断された場合には，本学会理事長が指名する会員若干名および外部委員 1 名以上により構成される利益相反調査委員会を設置して諮問する．利益相反調査委員会は開示請求書を受領してから 30 日以内に委員会を開催して可及的すみやかにその答申を行う．

4　前 1 項ないし 3 項における COI 自己申告書は，デジタル化したもので代替することができる．

第 7 条　利益相反委員会 (COI 委員会)

1　本指針の第 1 条に基づき，利益相反委員会 (COI 委員会) を置く．

2　COI 委員は知り得た COI 情報についての守秘義務を負う．

3　COI 委員会は，理事会と連携して，利益相反ポリシーならびに本指針に定めるところにより，会員の COI 状態が深刻な事態へと発展することを未然に防止するためのマネージメントと違反に対する対応を行う．

4　委員にかかる COI 事項の報告ならびに COI 情報の取 扱いについては，第 6 条の規定を準用する．

5　COI 委員会についての規程は，理事会の議を経て，別に定める．

第 8 条　違反者に対する措置

提出された COI 自己申告事項について，疑義もしくは社会的 ，道義的問題が発生した場合，本学会として社会的説明責任を果たすために COI 委員会が十分な調査，ヒアリングなどを行ったうえで適切な措置を講ずる．深刻な COI 状態があり，説明責任が果たせない場合には，理事長は理事会で審議のうえ，当該発表予定者の学会発表や論文発表の差止めなどの措置を講じることができる．既に発表された後に疑義などの問題が発生した場合には，理事長は事実関係を調査し，違反があれば掲載論文の撤回などの措置を講じ，違反の内容が本学会の社会的信頼性を著しく損なう場合には，必要な措置を講じることができる．

第 9 条　不服申し立て

1　不服申し立て請求

第 8 条により，違反措置の決定通知を受けた者は, 当該結果に不服があるときは, 理事会議決の結果の通知を受けた日から 7 日以内に，理事長宛ての不服申し立て審査請求書を本学会事務局に提出することにより, 審査請求をすることができる．審査請求書には，理事長が文書で示した決定理由に対する具体的な反論・反対意見を簡潔に記載するものとする．その場合，理事長に開示した情報に加えて異議理由の根拠となる関連情報を文書で示すことができる．

2　不服申し立て審査手続

(1)不服申し立ての審査請求を受けた場合，理事長は速やかに不服申し立て審査委員会 (以下，審査委員会という) を設置しなければならない．審査委員会は理事長が指名する本学会会員若干名および外部委員 1 名以上により構成され，

委員長は委員の互 選により選出する．COI 委員会委員は審査委員会委員を兼ねることはできない．審査委員会は審査請求書を受領してから 30 日以内に委員会を開催してその審査を行う．

(2)審査委員会は，当該不服申し立てにかかる COI 委員会委員長ならびに不服申し立て者から意見を聴取することができる．ただし，定められた意見聴取の期日に出頭しない場合は，その限りではない．

(3)審査委員会は，特別の事情がない限り，審査に関する第 1 回の委員会開催日から 1 か月以内に不服申し立てに対する答申書をまとめ，理事会に提出する．

(4)理事会は不服申し立てに対する審査委員会の裁定をもとに最終処分を決定する．

第 10 条　守秘義務違反者に対する措置

COI 情報をマネージメントする上で，個人の COI 情報を知り得た本学会事務局職員は本学会理事，関係役職者と同様に第 6 条第 2 項に定める守秘義務を負う．正規の手続きを踏まず，COI 情報を意図的に部外者に漏洩した関係者や事務局職員に対して，理事会は罰則 を科すことが出来る．

第 11 条　指針の変更

1　利益相反指針は，社会的要因や産学連携に関する法令の改変などから，個々の事例によって一部に変更が必要となることが予想される．理事会は利益相反指針の見直しのための審議を COI 委員会に諮問し，その答申をもとに変更を決議することができる．

2　本指針は，社会的要因や産学連携に関する法令の改正，整備ならびに医療および臨床研究をめぐる諸条件の変化に適合させるために，原則として数年ごとに見直しを行うこととする．

附　　則

1　本指針は，平成 26 年 11 月 8 日 から試行期間とし，平成 27 年 4 月 1 日より完全実施とする．

2　平成 30 年 4 月 27 日　一部改定

第 8 条 「違反者への措置ついて」の暫定措置
第 1 条　本指針の試行開始後，当分の間，第 8 条「違反者への措置について」については施行を見合わせる．この間，理事会は利益相反委員会とともに本指針の趣旨説明に努め，COI 報告の完全実施を督励する．

日本磁気歯科学会利益相反委員会規程

(設　置)

第 1 条　日本磁気歯科学会 (以下，本学会) 会則第 19 条の規定，ならびに本学会の「研究等の利益相反に関する指針」第 1 条および第 7 条に基づき，本学会に利益相反委員会 (以下，本委員会) を置く．

(目　的)

第 2 条　本委員会は産学連携活動により生じる利益相反問題に適切に対処 (マネージメント) することにより，会員および本学会の名誉および社会的信用を保持することを目的とする．

(所掌事項)

第 3 条　本委員会は，次の事項を所掌する．

(1) 利益相反状態にある会員個人からのあらゆる質問，要望への対応 (説明，助言，指導を含む)

(2) 利益相反の管理ならびに啓発活動に関する事項

(3) 利益相反に関する調査，審議，審査マネージメント，改善措置の提

案，勧告に関する事項
(4) その他，利益相反に係る必要事項

（組 織）

第4条 本委員会は，次に掲げる委員および幹事1名をもって組織する．
(1) 本学会理事長 (以下，理事長) が指名する会員若干名
(2) 外部有識者1名以上

2 本委員会の委員は，男女両性により構成する．
3 委員および幹事は，理事長が理事会に諮って委嘱する．
4 委員長は委員の互選により選出する．
5 委員長，委員および幹事の任期は2年とし，再任を妨げない．
6 委員に欠員が生じた場合は，これを補充するものとし，その任期は，前任者の残任期間とする．
7 委員長に事故のあるときは，委員長があらかじめ指名した委員がその職務を代行する．

（会 議）

第5条 本委員会は，必要の都度，委員長が招集する．
2 本委員会は，委員の3分の2以上の出席をもって成立する．
3 本委員会が必要と認めたときは，委員以外の者の出席を求め，意見を聴くことができる．

（補 則）

第6条 この規程の施行に関する必要事項は，理事会の議決を経て，別に定める．

（改 廃）

第7条 この規程の改廃は，本委員会の発議により，会則検討委員会での協議の上，理事会の承認を得なければならない．

附 則

1 この規程は，平成26年11月8日から施行する．
2 平成30年4月27日 一部改定

日本磁気歯科学会「研究の利益相反に関する指針」の細則

日本磁気歯科学会 (以下，本学会) は，役員，会員および研究発表者の利益相反 (conflict of interest: COI) 状態を公正に管理するために「研究の利益相反に関する指針」(以下，「利益相反指針」) を策定した．本指針は本学会における研究の公正・公平さを維持し，学会発表での透明性，社会的信頼性を保持しつつ産学連携による研究の適正な推進を図るために策定したものである．本指針の適正かつ円滑な運用のために「研究の利益相反に関する指針の細則」を次のとおり定める．

第1条 本学会学術大会などにおける COI 事項の申告および開示

1 会員，非会員の別を問わず，発表者は本学会が主催する学術大会などで歯科医学研究に関する発表・講演を行う場合，筆頭発表者は，配偶者，一親等内の親族，生計を共にする者も含めて，今回の演題発表に際して，研究に関連する企業や営利を目的とした団体との経済的な関係において，過去1年間における COI 状態で開示すべき事項がある場合は，抄録登録時に「自己申告による COI 報告書」(様式1) により自己申告しなければならない．
2 筆頭発表者は該当する COI 状態について，発表スライドの最初 (または演題・発表者などを紹介するスライドの次) に，あるいはポスターの最後に，「自己申告による COI 報告書」(様式1-A，1-B) により開示するものとする．
3 発表時に自己申告すべき COI 状態は，「利益相反指針」第4条で定められたも

のとする．各々の開示すべき事項において，自己申告が必要な金額は「利益相反指針」第５条に従うものとする．

4　発表演題に関連する「歯科医学研究」とは，医療における疾病の予防方法，診断方法および治療方法の改善，疾病原因及び病態の理解ならびに患者の生活の質の向上を目的として実施される基礎的ならびに臨床的研究であって，人間を対象とするものをいう．人間を対象とする歯科医学系研究には，個人を特定できる人間由来の試料および個人を特定できるデータの研究を含むものとする．個人を特定できる試料またはデータに当たるかどうかは厚生労働省の「臨床研究に関する倫理指針」に定めるところによるものとする．

第２条　本学会機関誌などにおける COI 事項の申告および開示

1　本学会の機関誌 (日本磁気歯科学会雑誌) などで発表 (総説，原著論文など) を行う著者全員は，会員，非会員を問わず，発表内容が「利益相反指針」第４条に規定された企業・組織や団体と経済的な関係をもっている場合，投稿時から遡って過去２年間以内における COI 状態を「自己申告による COI 報告書」(様式 2) を用いて事前に学会事務局へ届け出なければならない．

2　筆頭著者は当該論文にかかる著者全員からの COI 状態に関する申告書を取りまとめて提出し，記載内容について責任を負うことが求められる．「COI 開示」の記載内容は，論文末尾，謝辞または参考文献の前に掲載する．規定された COI 状態がない場合は，「論文発表に関連し，開示すべき COI 関係にある企業などはありません」などの文言を同部分に記載する．

3　投稿時に自己申告すべき COI 状態は，「利益相反指針」第４条で定められたものとする．各々の開示すべき事項において，自己申告が必要な金額は「利益相反指針」第５条に従うものとする．日本磁気歯科学会雑誌以外の本学会刊行物での発表もこれに準じる．なお，発表者より届けられた「COI 開示」は論文査読者に開示しない．

第３条　役員，委員長，委員などにおける COI 申告書の提出

1　本学会の役員 (理事長，副理事長，理事，監事)，常置委員会，臨時委員会の委員長，学術大理事長，学会の従業員は，「利益相反指針」第４条に従って，就任時の前年度１年間における COI 状態の有無を所定の様式３に従い，新就任時と，就任後は２年ごとに，COI 自己申告書を理事会へ提出しなければならない．既に COI 自己申告書を届けている場合には提出の必要はない．

2　「自己申告による COI 報告書」(様式 3) に記載する COI 状態については，「利益相反指針」第４条で定められたものを自己申告する．各々の開示すべき事項において，自己申告が必要な金額は，「利益相反指針」第５条で規定された基準額とし，様式３に従って項目ごとに金額区分を明記する．様式３は就任時の前年度１年分を記入し，その算出期間を明示する．ただし，役員などは，在任中に新たな COI 状態が発生した場合は，８週以内に様式３をもって報告する義務を負うものとする．

第４条　細則の変更

1　本細則は，社会的要因や産学連携に関する法令の改変などから，個々の事例によって一部に変更が必要となることが予想される．理事会は本細則の見直しのための審議を COI 委員会に諮問し，その答申をもとに変更を決議することができる．

2　本細則は，社会的要因や産学連携に関する法令の改正，整備ならびに医療及び臨床研究をめぐる諸条件の変化に適合させるために，原則として数年ごとに見直し

を行うこととする.

附　則

1　本細則は，平成 26 年 11 月 8 日から試行期間とし，平成 27 年 4 月 1 日より完全実施とする.

2　平成 30 年 4 月 27 日　一部改定

日本磁気歯科学会 講演等に係わる謝礼等に関する規則

(目　的)

第 1 条　この規則は，日本磁気歯科学会 (以下「本会」という.) 財務委員会規程第 8 条に基づき，本会の業務のための講演等にかかわる諸費用に関する基準をとして定め，業務の円滑な運営に資するとともに諸費用の適正な支出を図ることを目的とする.

(運　用)

第 2 条　各種講演等への諸費用の支出は以下の如く定める．但し，謝礼は税引き後の金額とする.

(1) 特別講演の演者

ア　謝礼

会　員：なし

非会員：55，685 円 (所得税 10% および復興特別税 0．21% を含む)

イ　感謝状

大会長が準備をする

(2) シンポジストの演者

ア　謝礼

会　員：なし

非会員：33，411 円 (所得税 10% および復興特別税 0．21% を含む)

イ　感謝状

大会長が準備をする

(3) 特別講演・シンポジウムの座長

原則として会員とし，謝礼等は無しとする.

(4) 非会員の講師の場合の諸費用

ア　交通費：旅費支給規程を準用する

イ　懇親会：本人の出席が可能であれば大会長が招待する.

(改　廃)

第 3 条　この規則の改廃は，財務委員会の発議により，会則検討委員会での協議の上，理事会の承認を得なければならない.

附　則

1　この規程は，平成 29 年 11 月 11 日から施行する.

2　平成 30 年 4 月 27 日　一部改定

日本磁気歯科学会 雑誌投稿規程

1. 投稿資格

本誌に投稿する著者 (共著者) は，本学会会員あるいは所定の手続きを済ませた非会員に限る．ただし，編集委員会が認めた者はこの限りではない．

2. 原稿内容

1) 原稿の内容は，本学会の目的に沿った研究成果，臨床報告などで，他誌に未発表のものに限る．
2) 原稿の種別は，総説，原著論文，臨床論文，その他講演抄録とする．著者としての希望は投稿時に原稿の表紙に明示すること．ただし，その決定は編集委員会で行う．

3. 倫理規定

ヒトを研究 (実験) 対象とする内容については，ヘルシンキ宣言を遵守して，倫理的に行われており，被験者あるいは患者のインフォームドコンセントが得られていなければならない．また，所属施設の倫理委員会等の承認が得られていなければならない．

動物を研究 (実験) 対象とする内容については，所属施設の動物実験委員会が設置された後の研究については当該委員会の承認が得られていなければならない．また，各種の動物保護や愛護に関する法律や基準に則していなければならない．

4. 利益相反

投稿にあたってすべての著者は投稿時から遡って過去 1 年以内における利益相反について申告する．利益相反関係については論文の末尾に，謝辞または文献の前に記載する．

記載例：

本研究は〇〇の資金提供を受けた．

〇〇の検討にあたっては，〇〇から測定装置の提供を受けた．

5. 原稿投稿方法，査読，採否，掲載順序

1) 総説，原著論文，臨床論文，その他講演抄録の投稿は，日本磁気歯科学会雑誌編集担当へ E メールにより送信する．
2) 投稿された原稿は，編集委員会で査読を行い，採否を決定する．必要に応じて査読委員を委嘱する．
3) 掲載順序は，編集委員会が決定する．

6. 投稿料

1) 投稿料は刷り上がり 1 頁当たり 10,000 円とする．また, カラー印刷, トレース, 英文抄録校閲費などの実費は別途に算出して著者負担とする．ただし，非会員の依頼論文，講演抄録の掲載料は無料とする．
2) 別刷り希望の場合は原稿投稿のおり編集委員会宛に申し出ること，その経費は著者負担とする．

7. 著作権

本誌に掲載された論文の著作権 (著作財産権 copy right) は本会に帰属する．本会が必要と認めたときあるいは外部からの引用の申請があったときは，編集委員会で審議し，掲載ならびに版権使用を認めることがある．

8. 複写権の行使

著者は当該著作物の複写権および公衆送信権の行使を本会に委任するものとする．

9. 校正

著者校正は原則として初校のみとする．組み版面積に影響を与えるような加筆，変更は認めない．

10. 原稿の様式

投稿原稿は「日本磁気歯科学会雑誌」投稿の手引きに従って執筆する．準拠しない原稿は加筆，訂正を申し入れる．または却下する場合がある．

11. 改廃

この規程の改廃は，編集委員会の発議によ

り，会則検討委員会での協議のうえ，理事会の承認を得なければならない．

附　則

1　この規程は，平成3年12月6日から施行する．
2　平成6年12月9日　一部改定
3　平成22年10月30日　一部改定
4　平成23年11月12日　一部改定
5　平成24年11月2日　一部改定
6　平成25年11月2日　一部改定
7　平成26年11月8日　一部改定
8　平成27年11月14日　一部改定
9　平成30年4月27日　一部改定

日本磁気歯科学会 投稿の手引き

日本磁気歯科学会雑誌への投稿では，投稿規程のほかは本手引きに準拠する．

1．投稿方法の概要

1) 投稿は，日本磁気歯科学会編集委員会宛へEメールにより送信する．
2) 原稿は次の順に作成し，番号ごとに改頁する．
表題の頁を第1頁とし，頁番号を下段中央に記す．表は本文末に表ごとに改頁して添付し，図はPower Pointファイルに貼りつける．
(1)表題，著者名，所属，キーワード5語以内(和文，英文)，別刷り数，PDFの要否
(2)和文抄録(総説論文の場合のみ必要)400字以内
(3)英文抄録，200 words　以内
(4)本文原稿
(5)文献
(6)図表のタイトル
(7)表

2．原稿の様式

1) 文章および表はMS-Wordに記載し，特に表については本文末に表ごとに改頁して添付すること．また図に関しては，Power Pointにて作成することとする．
2) 図表については，全段または片段を指定し，白黒またはカラーを図表ごとに明記すること．
3) 原稿は，漢字混じり平仮名，口語体，横書きとし，A4版，余白(全て25mm)，行数(36～40行程度)，文字の大きさ(10.5pt)で記載すること．歯式はFDI方式を使用すること,英文も同様．本文中の句読点は,カンマ(，)ピリオド(．)を使用すること．また，数字，欧文はすべて半角で入力し，欧文における単語間は半角とする．
4) 本文の他に,和文抄録(総説の場合のみ:400字以内)，英文抄録(200 words以内)，キーワード(英訳つき，5語以内)を記載すること．
5) 必ず表紙を付け，表紙には，表題，著者名(フルネーム)，所属(以上には英語訳を付ける)，キーワード(英訳付き，5語以内)，別刷り数，pdf(別刷りのpdfです)の要否を記載すること．
6) 原稿(表紙，和文抄録，英文抄録，本文，引用文献，図表のタイトル，表を含む)(Author_txt.doc)と図(Author_ppt)の2つのファイルに分けて送ること．図表には，表1，図1等の番号とタイトルをつけ，挿入箇所を本文の右欄外または文中(カッコ書きで図表の番号を記入)に朱記すること．図表内容の詳細な説明はタイトルに記載しないこと．
7) 総説，原著論文は原則として刷り上がり20頁以内，臨床論文は10頁以内，その他は5頁以内とし，講演抄録は本文を800字以内とする．なお，講演抄録には，図表および英文抄録は付けない．

3．文献の記載様式

1) 本文で引用した順序に一連番号を付して列記し，本文の末尾に記載する，同一箇所で複数引用した場合は年代順とする．
2) 著者名は姓，名 (外国人の First Name はイニシャルのみ) の順とする．
3) 共著の場合は筆頭者を含め 6 名まで記して，7 人目からは，「ほか」または［et al.］と略す．ただし，広報編集委員会が認めれば 7 名以上を記載することができる．
4) 引用文献の表示は原著の表示に従う．英文の場合は，文頭の語の頭文字のみ大文字とする．
5) 雑誌文献引用記載は次の方式による．
   (1)雑誌論文は著者．表題．雑誌略名 発行年 (西暦表示とする)；巻：頁 - 頁．の順に記載する．頁は通巻頁を原則とするが，頁表記が 1 号ごとに第 1 ページから始まる (通し頁でない) 雑誌に限り，号も記載する．
   (2)雑誌の略名は当該誌が標傍する略称 (付：学術雑誌略号一覧参照) とする．それ以外は医学中央雑誌の略名表と Index Medicus に準拠する．
   (3)原書あるいは原論文が得られずに引用する場合は，末尾に (から引用) と付ける．
   (4)受理されたが未発刊の文献は末尾に印刷中 (英文の場合は，in press) と記載する．
   (5)Web ページの引用記載様式は，Vancouver style とする．
   一般例：
   田中貴信，中村好徳，神原　亮，庄司和伸，熊野弘一，増田達彦ほか．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－．日磁誌 2000；15：256-264.
   Kanbara R., Nakamura Y., Ando A., Kumano H., Masuda T., Sakane M. et al. Stress analysis of an abutment tooth with extracoronal magnetic attachment. J J Mag Dent 2010; 19: 356-357.
   Cancer Research UK. Cancer statistics reports for the UK, <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/>; 2003 [accessed 13.03.03].
   通し頁でない雑誌の例：
   宮田利清，中村好徳，安藤彰浩，庄司和伸，新実　淳，熊野弘一ほか．磁性アタッチメントの加熱による吸引力への影響．日磁誌 2009; 19 (5):15-20.
   Kanbara R., Nakamura Y., Tanaka K. Three-dimensional finite element stress analysis. Dent Mater J 2012; 31 (3): 29-33.
6) 単行本文献引用記載は次の方法による．
   (1)単行本は著者．書名．発行地：発行者；発行年，頁 - 頁．の順に記載する．
   (2)単行本の書名は略記しない．
   (3)単行本を 2 カ所以上で引用する際は，各々の引用頁を記載する．
   例：
   田中貴信．磁性アタッチメント．東京：医歯薬出版；1995,122-130.
   Glickman I. Clinical Periodontology. Philadelphia：Saunders；1953,76-78.
   Shillingburg HT，Hobo S，Whitsett LD，Brackett SE. Fundamentals of fixed prosthodontics，3rd ed. Chicago：Quintessence；1997，155-169,211-223.
7) 分担執筆の単行本文献引用記載は次の方式による．
   分担執筆の単行本は分担執筆者．分担執筆の表題．編者または監修者，書名，巻などの区別，発行地：発行者；発行年，頁 - 頁．の順に記載する．
   例：
   津留宏道．テレスコープシステムの理論と実際．林都志夫，保母須弥也，三谷春保ほか編，日本の補綴，東京：クインテッセンス出版；1981，277-291.
   Ogle RE. Preprosthetic surgery. In：Winkler S，editor，Essentials of complete denture prosthodontics，Philadelphia：

Saunders；1979，63-89.

8) 翻訳書文献引用記載は次の方式とする．
翻訳の単行本，論文は著者(翻訳者)．書名(翻訳書名．発行地：発行者；発行年，頁-頁．)，発行年．の順に記載する．
例：
Hickey JC，Zarb GA，Bolender CL(川口　豊　造)．Boucher's prosthodontic treatment for edentulous patients(バウチャー無歯顎患者の補綴治療．東京：医歯薬出版；1988，397-399．),1985.

4．図と表の書き方

1) 図表は，片段あるは両段を指定し，白黒あるいはカラーの区別を明記すること．
2) 図表のタイトルおよび説明文を併記する．
3) 図と表(写真を含む)は本文で引用順に，表は表1，表2…，図(写真を含む)は図1，図2…のように一連番号をつける．表および図は1枚ごとに改頁する．
4) 表1，図1等の番号とタイトルをつけ，挿入箇所を本文右欄外または本文中に朱書する．
5) 図ファイル(Power Point)の総データサイズが15メガバイト(MB)未満となるよう可能な範囲内でできるだけ鮮明に図表の画像データを調整する．もし画像解像度が著者の満足する水準に至らない場合は，投稿論文受領後，出版前最終校正時に所望する画像データを日本磁気歯科学会編集委員会へ送付する．

5．学会誌掲載時の校正

1) 学会誌掲載時の校正は著者が行う．学会事務局から電子メールで著者に送付されるPDFファイルの校正用原稿に，日本工業規格(JIS Z8208-2007)に準拠した形式で校正を行う．
2) 校正を終了した原稿は，電子メールもしくはファックスで速やかに返送する．

6．その他論文作成上の留意事項

1) 見出しは次の順に項目をたて，順に行の最初の一画をあける．
Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ，Ⅴ，
1，2，3，4，5，
1) 2) 3) 4) 5)
(1) (2) (3) (4) (5)
a，b，c，d，e，
a) b) c) d) e)
(a) (b) (c) (d) (e)
2) 材料，器材の表記は，一般名(製品名，製造社名，所在地，国名)を原則とする．
例：即時重合レジン(ユニファースト，GC，東京，日本)
3) 歯学学術用語などについては平成4年日本歯科学会発行の「学術用語集歯学編(増訂版)」，平成21年社団法人日本補綴歯科学会発行の「歯科補綴学専門用語集(第3版)」に準拠する．
4) 計測データとその取り扱い：計測データは，原則として，平均値，標準偏差等の統計値を用いて表現されるべきである．また，データの属性や分布に応じて，適切な統計解析を行わなければならない．詳細については「統計解析のガイドライン」を参照する．
5) 数字は算用数字とする．
6) 数字を含む名詞，形容詞，副詞(例：十二指腸，三角形など)は漢数字とする．
7) 単位は原則として国際単位系の基本単位，補助単位および組み立て単位を使用する(温度は摂氏を使用する)．また，量を表す記号に続く単位に付する記号は「()」を使用する．
参照：単位及び単位間換算表：日本金属学会編(及川洪).「改訂二版金属データブック」(1984)丸善(株)

原稿の様式の例

原稿は，以下の順に作成し，番号ごとに改頁する．

表題の頁を第1頁とし，頁番号を下段中央に記す．表は本文末に表ごとに改頁して添付し，図はPower Pointファイルに貼りつける．

1．表紙
1) 表題(英語訳を付ける)

磁気歯科学会雑誌のための原稿の書き方
How to write draft for J J Mag Dent
2) 著者名，所属 (英語訳を付ける)
著者名 : 磁気太郎，磁石花子 1，根面板介，吸引力 1
Taro Jiki, Hanako Jishaku1, Bansuke Konmen and Chikara Kyuin1
所属名：江戸大学歯学部歯科理工学講座
1 上方大学歯学部歯科理工学講座
Department of dental Materials Science, School of Dentistry, Edo University
1Department of dental Materials Science, School of Dentistry, Kamigata University
3) キーワード (英訳付き，5 語以内)
磁性アタッチメント (Magnetic attachment), 磁石 (Magnet)，キーパー (Keeper), 磁石構造体 (Magnetic assembly)，金合金 (Gold alloy)
4) 別刷数
別刷数　100 部
5) pdf(別刷りの pdf です) の要否を記載のこと.
pdf　要
------------- 改ページ ---------------
2. 和文抄録 (総説論文の場合のみ必要)
400 文字以内
------------- 改ページ ---------------
3. 英文抄録
Max 200 words
------------- 改ページ ---------------
4. 本文
Ⅰ．諸言，Ⅱ．材料および方法，Ⅲ．結果，Ⅳ．考察，参考文献の順に記載すること.
文献は引用箇所に番号をつけ，本文の末尾に引用順に並べる .
------------- 改ページ ---------------
図表のタイトルを引用文献の後につける.
図 1　·················
図 2　···················
表 1　·············
表 2　·············
------------- 改ページ ---------------
表は本文末に表ごとに改頁して添付する
表 1
------------- 改ページ ---------------
表 2

図は Power Point にて作成する

原稿送付先

北海道医療大学病院歯科部
高齢者・有病者歯科学分野内
日本磁気歯科学会編集委員会
委員長　會田英紀

〒 002-8072 札幌市北区あいの里 2 条 5 丁目
TEL：011-778-7558　FAX：011-770-5035
E-mail: jjmag@jsmad.jp

平成 31（令和 1），令和 2 年度日本磁気歯科学会役員

（平成 31 年 1 月 1 日〜令和 2 年 12 月 31 日）

理事長：大久保力廣（鶴見大・歯・教授）
副理事長：髙田　雄京（東北大・歯・准教授）
庶務担当理事：髙田　雄京（東北大・歯・准教授）
編集担当理事：會田　英紀（北医療大・歯・教授）
会計担当理事：大山　哲生（日大・歯・診療准教授）
学術担当理事：水口　俊介（東医歯大・歯・教授）
監事：東風　巧（千葉県開業）
田中　貴信（愛院大・名誉教授）
石上　友彦（日大・歯・教授）
理事：(50 音順)
芥川　正武（徳島大・工・講師）
市川　哲雄（徳島大・歯・教授）
大川　周治（明海大・歯・教授）
倉林　亨（東医歯大・歯・教授）
越野　寿（北医療大・歯・教授）
武部　純（愛院大・歯・教授）
田中　譲治（千葉県開業）
月村　直樹（日大・歯・准教授）
土田富士夫（神奈川県開業）
中村　和夫（山王病院 歯科）
永田　和裕（日歯新潟・歯・准教授）
秀島　雅之（東医歯大・歯・講師）
誉田　雄司（福島県開業）
蒔田　眞人（静岡県開業）
槙原　絵理（九歯大・歯・講師）
鱒見　進一（九歯大・歯・教授）
都尾　元宣（朝日大・歯・教授）

編集委員会：會田　英紀（委員長），芥川　正武，神原　亮，曽根　峰世，高橋　正敏，中林　晋也，鱒見　進一
学術委員会：水口　俊介（委員長），芥川　正武，大川　周治，尾澤　昌吾，越野　寿
用語検討委員会：槙原　絵理（委員長），大山　哲生，熊野　弘一，髙田　雄京，秀島　雅之，鱒見　進一
ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ検討委員会：市川　哲雄（委員長），栗原　大介，髙田　雄京，月村　直樹，土田富士夫，秀島　雅之
会則検討委員会：越野　寿（委員長），月村　直樹，誉田　雄司，都尾　元宣
安全基準検討委員会：武部　純（委員長），芥川　正武，倉林　亨，栗原　大介，鈴木　恭典，土田富士夫，土橋　俊男
医療委員会：秀島　雅之（委員長），大山　哲生，尾澤　昌悟，鈴木　恭典，曽根　峰世，田中　譲治，津田　尚吾

日本磁気歯科学会　認定医名簿

（令和元年 12 月現在）

認定医番号	氏　名	所　属
2	石上友彦	日本大学歯学部
5	水谷　紘	東京医科歯科大学
6	鱒見進一	九州歯科大学
8	大川周治	明海大学歯学部
12	細井紀雄	鶴見大学歯学部
13	中村和夫	東京都開業
15	磯村哲也	康生歯科医院
16	田中譲治	田中歯科医院
20	細見洋泰	細見デンタルクリニック
22	佐々木英機	佐々木歯科医院
25	誉田雄司	誉田歯科医院第一診療所
28	中村好徳	オアシス歯科医院東刈谷
29	石川　晋	石川歯科医院
30	水野直紀	みずの歯科医院
31	蒔田眞人	敬天堂歯科医院
34	土田富士夫	眞美デンタルオフィス
35	大山哲生	日本大学歯学部
42	槙原絵理	九州歯科大学歯学部
44	藤本俊輝	藤本歯科長州医院
46	都尾元宣	朝日大学歯学部
49	八木まゆみ	九州歯科大学歯学部
50	宮前　真	愛知学院大学歯学部
54	中村浩子	オアシス歯科医院東刈谷
56	安藤智宏	東京医科歯科大学歯学部
58	庄司和伸	愛知学院大学歯学部
59	武藤亮治	鶴見大学歯学部
60	石田雄一	徳島大学歯学部
61	熊野弘一	愛知学院大学歯学部
62	増田達彦	愛知学院大学歯学部
63	神原　亮	愛知学院大学歯学部
64	曽根峰世	明海大学歯学部

認定医番号	氏　名	所　属
66	津　田　尚　吾	九州歯科大学歯学部
67	泉　田　明　男	東北大学病院
68	大久保　力　廣	鶴見大学歯学部

日本磁気歯科学会　認定歯科技工士名簿

（令和元年 12 月現在）

認定歯科技工士番号	氏　名	所　属
1	岡　田　通　夫	愛知学院大学歯学部附属病院
2	伊　藤　太　志	愛知学院大学歯学部附属病院
3	横　江　　誠	愛知学院大学歯学部附属病院

― 編集後記 ―

昨年度は雑誌発刊に際して多くの会員の皆様に多大なるご迷惑をおかけしましたことをあらためてお詫びいたします．本来，引責辞任すべきところではありますが，大久保理事長より２期目の編集委員会委員長を拝命いたしました．塚越幹事とともに初心に立ち返り責務を果たす所存ですので今後ともご支援ご協力のほどどうかよろしくお願いいたします．

本誌の編集委員会は2019年10月25日～11月1日の期間にメール会議にて開催いたしました．査読の結果，令和最初の本学会誌には総説７編，原著４編，臨床論文１編を掲載することとなりました．まずはこの場をお借りして関係各位に感謝申し上げます．

今期の編集委員会では投稿論文数を継続的に維持するための方策の検討を行いました．今後も学術委員会ならびに学術大会主管校と密に連携をはかり本学会誌の内容をさらに充実させることで磁気歯科学のさらなる発展に貢献できるように編集委員会も努力して参ります．そのためにも会員の皆様からのご投稿をお待ち申し上げます．

編集委員長　會田　英紀

◆次号の原稿締切りは，2020年5月31日の予定です．随時投稿受付を行っておりますので，お早めにご準備のほどお願い申し上げます．編集の迅速化と編集経費削減のため，メールあるいはCD送付などの電子媒体でのご投稿にご協力ください．メールでのご投稿は下記のメールアドレスまで宜しくお願い御致します．

jjmag@jsmad.jp

日本磁気歯科学会雑誌　第28巻・第1号

2019年12月1日発行

発行者：大久保　力廣
発行所：日本磁気歯科学会
事務局：東北大学大学院歯学研究科 歯科生体材料学分野内
〒980-8575 仙台市青葉区星陵町4-1　TEL 022-717-8317　FAX 022-717-8319
印　刷：株式会社 キサツアルファ　TEL 011-850-9577　FAX 011-850-9579