

2024年9月25日 第48回 日本磁気学会学術講演会

25aE-5 薄型磁性アタッチメントの開発

目次

1. 背景
2. ステンレス磁石について
3. 開発目標
4. 開発アイデア
5. 実験方法
6. 実験結果
7. 開発製品の紹介
8. 磁性アタッチメントの技術進歩
9. まとめ

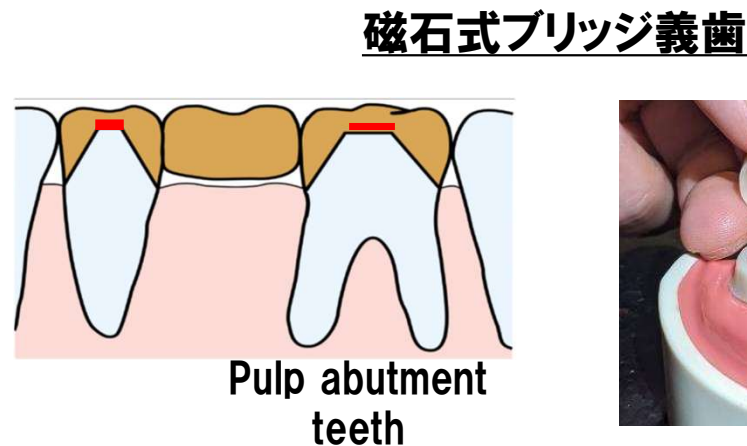
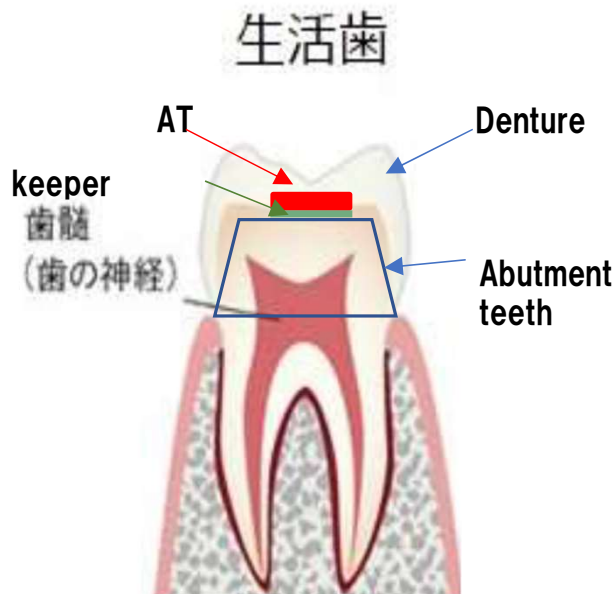
光永知仁、菊池永喜、本蔵義信
マグネデザイン株式会社

1. 背景 市場ニーズと開発目標

高齢化社会の到来と 8020 運動の成果（80 歳で健全歯 20 本が残存）に対応して、健全歯を活用した新治療となる磁石式ブリッジ義歯の開発が期待されている。

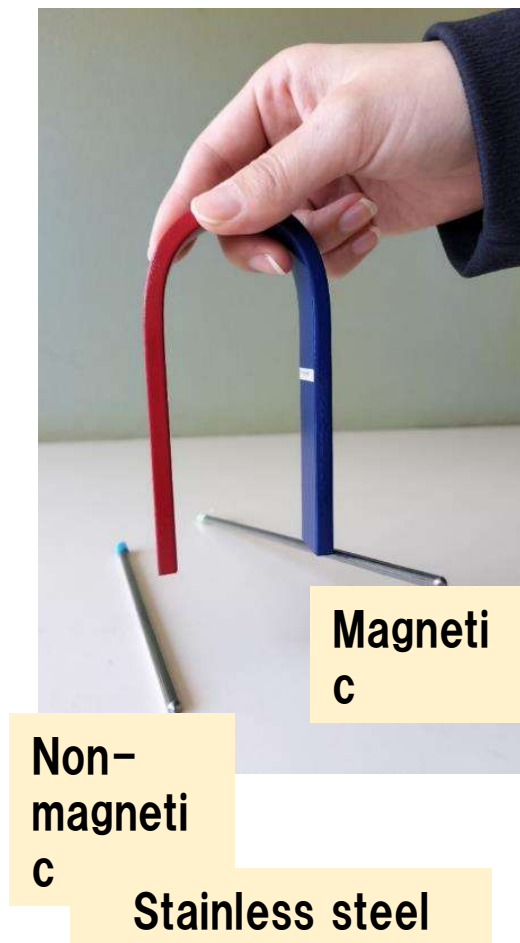
従来の磁性アタッチメントは厚みが 2.1mm（吸着力 600 gf）と大きく健全歯への適用は困難であったため、健全歯のエナメル質の厚み 1.2 mm以下を考慮して治療可能な厚みを 1 mm以下と想定し、薄型磁性アタッチメントの開発に着手した。

目標：厚み0.6mmの薄型磁性アタッチメントを開発、吸着力600gf以上、コスト1000円以下

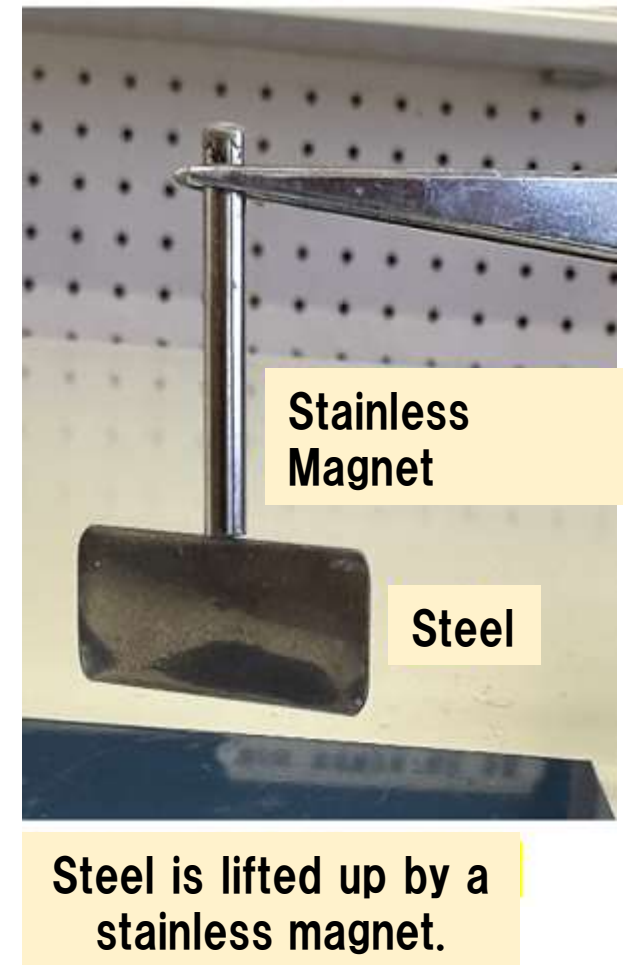
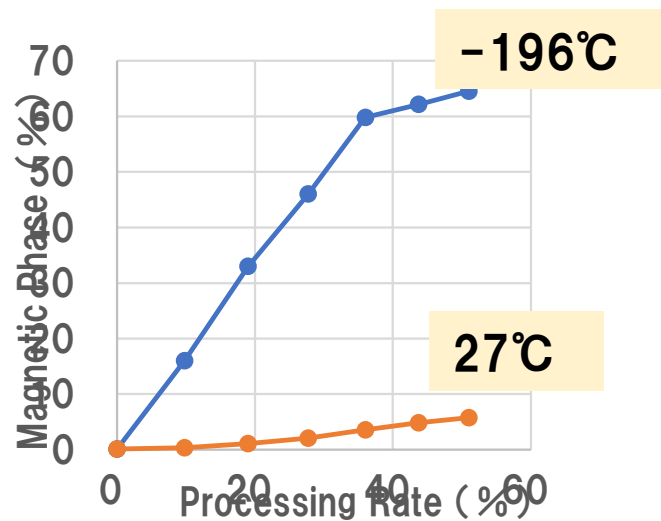


2. ステンレス磁石について

- 2021年にステンレス磁石を発明
非磁性のステンレスを極低温の冷間加工により磁性材料に変えることができた



Transformation to magnetic
material
with $-196^{\circ}\text{C} \times 50\%$



3. 開発目標 薄型磁性アタッチメントの開発 厚さ1.3⇒0.6mm

- ・ 薄型磁性アタッチメントのサイズは直径4mm、厚さ 0.6mm、 キーパ厚さ 0.4mm
- ・ アイデア：円形構造⇒リング構造に変更

アタッチメント製品

MT900
t=1.3mm



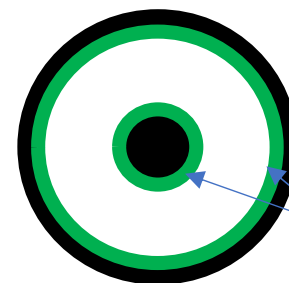
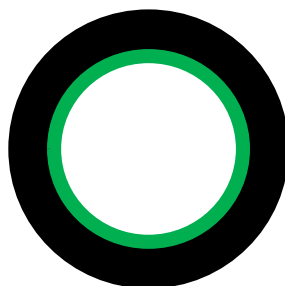
MTS700 Thin type
t=0.6mm

構造

Round shape

Ring shape

Horizontal
section



2 Laser positions

Cross section



キーパー

Thickness 0.8mm



Thickness 0.4mm

総合厚さ

Thickness 2.1 mm

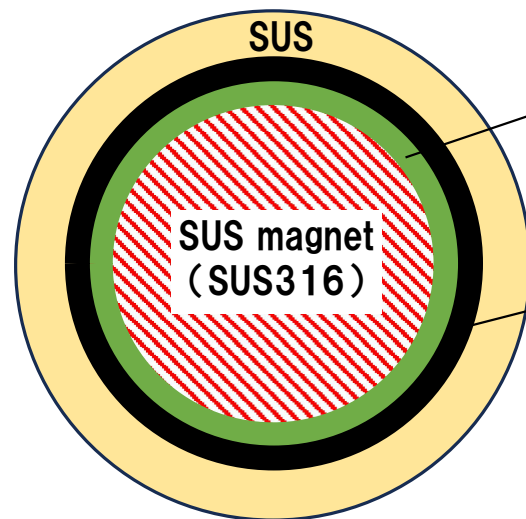
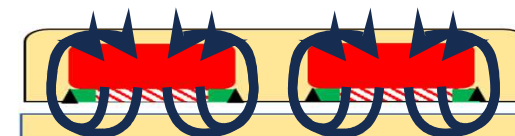
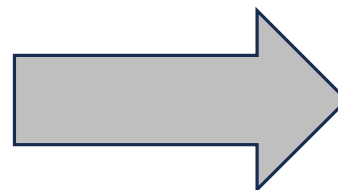
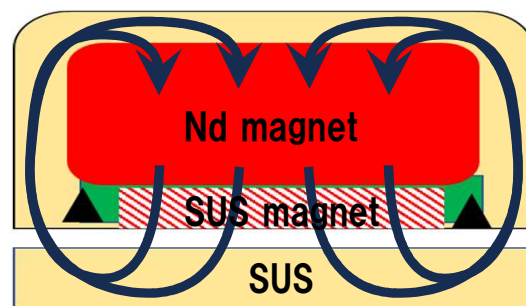


Thickness 1.0 mm

4. 開発アイデア リング形状 磁気回路の並列化

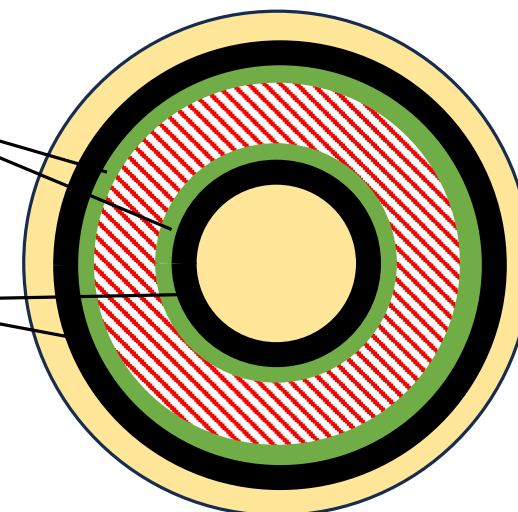
- ・リング形状で磁気回路の並列化により、吸着力をアップ

磁気回路



非磁性部
(SUS316)

レーザー溶接部



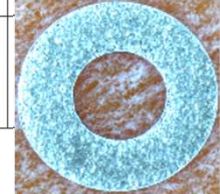
5 – 1. 実験方法

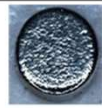
(1) 供試材

部品名	素材	寸法(mm)
キャップ	SUS436S	外径：φ 4.00、突起部径：φ 4.35、内径：φ 3.60、厚さ：0.62、中心径：φ 1.60
蓋	SUS316	外径：φ 3.68、内径：φ 1.60、厚さ：0.12
磁石	Nd-Fe-B (N52)	外径：φ 3.50、内径：φ 1.70、厚さ：0.35

(2) 部品作製工程

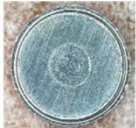
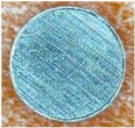
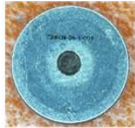
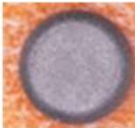
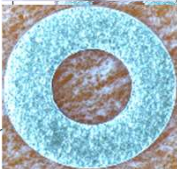
キャップ		
工程名	素材受入	キャッププレス加工 (外注加工)
使用 設備名	SUS436S ↓	プレス加工機
アタッチ メント・ 部品 外観		

SUS磁石フタ						
工程名	素材受入	SUS棒スエー ジング	SUS棒センタ レス加工 (外注加工)	SUS棒穴あけ 加工 (外注加工)	SUS棒切断	フタ研磨
使用 設備名	SUS316 ↓	スエーjing マシン	センタレス研 磨機	細穴放電加工 装置	マルチヤ-切断機	卓上研磨機
アタッチ メント・ 部品 外観						

磁石				
工程名	素材受入	磁石穴あけ加 工 (外注加工)	磁石熱処理	磁石研磨
使用 設備名	Nd磁石 ↓	細穴放電加工 装置	電気炉	卓上研磨機
アタッチ メント・ 部品 外観			—	

5－2．実験方法

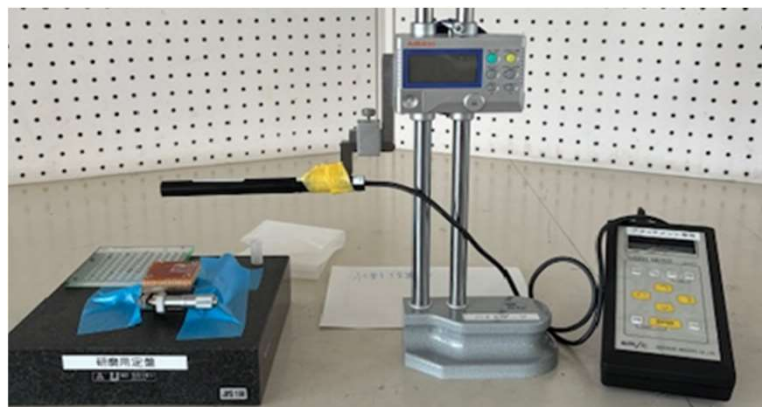
(3) 薄型アタッチメント作製工程 従来のアタッチメントと同様の組み立て工程

工程名	部品受入	組立・圧入	溶接	研磨	着磁	磁力検査	製造番号刻印	吸着力検査	サンドブラスト・ 接着材塗布
使用設備	構成部品 3部品	圧入治具	レーザー溶接 装置	自動研磨装置	自動着磁装置	自動磁力検査 装置	レーザー マーカ	フォース ゲージ	サンド ブラスター
アタッチ メント・ 部品 外観	キャップ Nd磁石 SUS磁石フタ				—	—		—	
装置外観	  								 

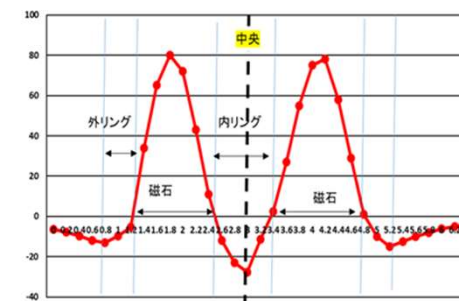
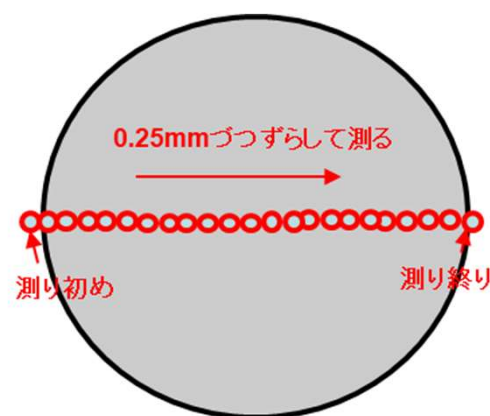
5 - 3. 実験方法

(4) 磁力測定

- ・測定機器：ガウスマーター型番：GM-301



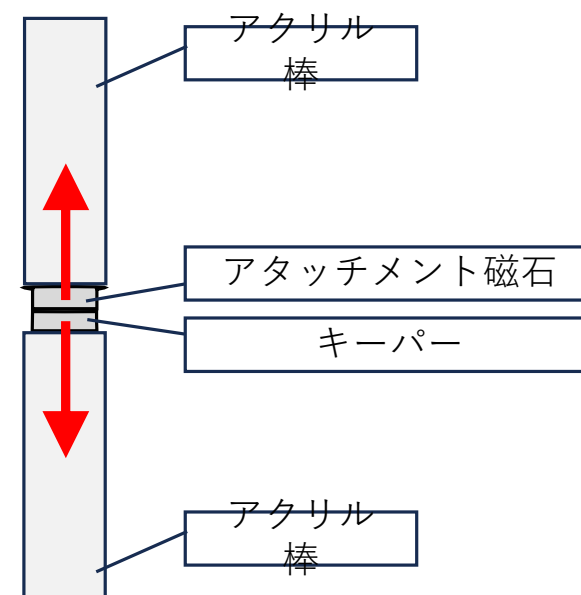
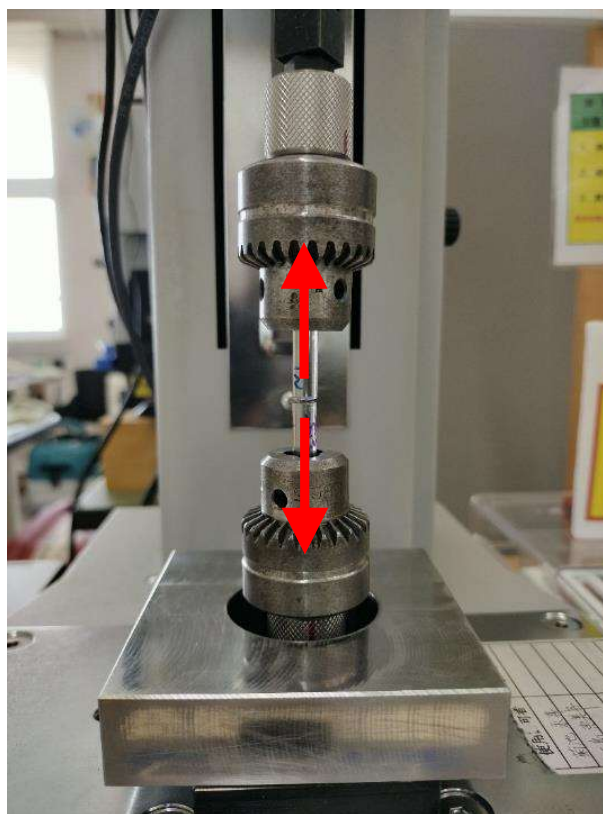
- ・横方向に0.25mmずつ移動させ磁力を測定



5 - 4. 実験方法

(4) 吸着力測定

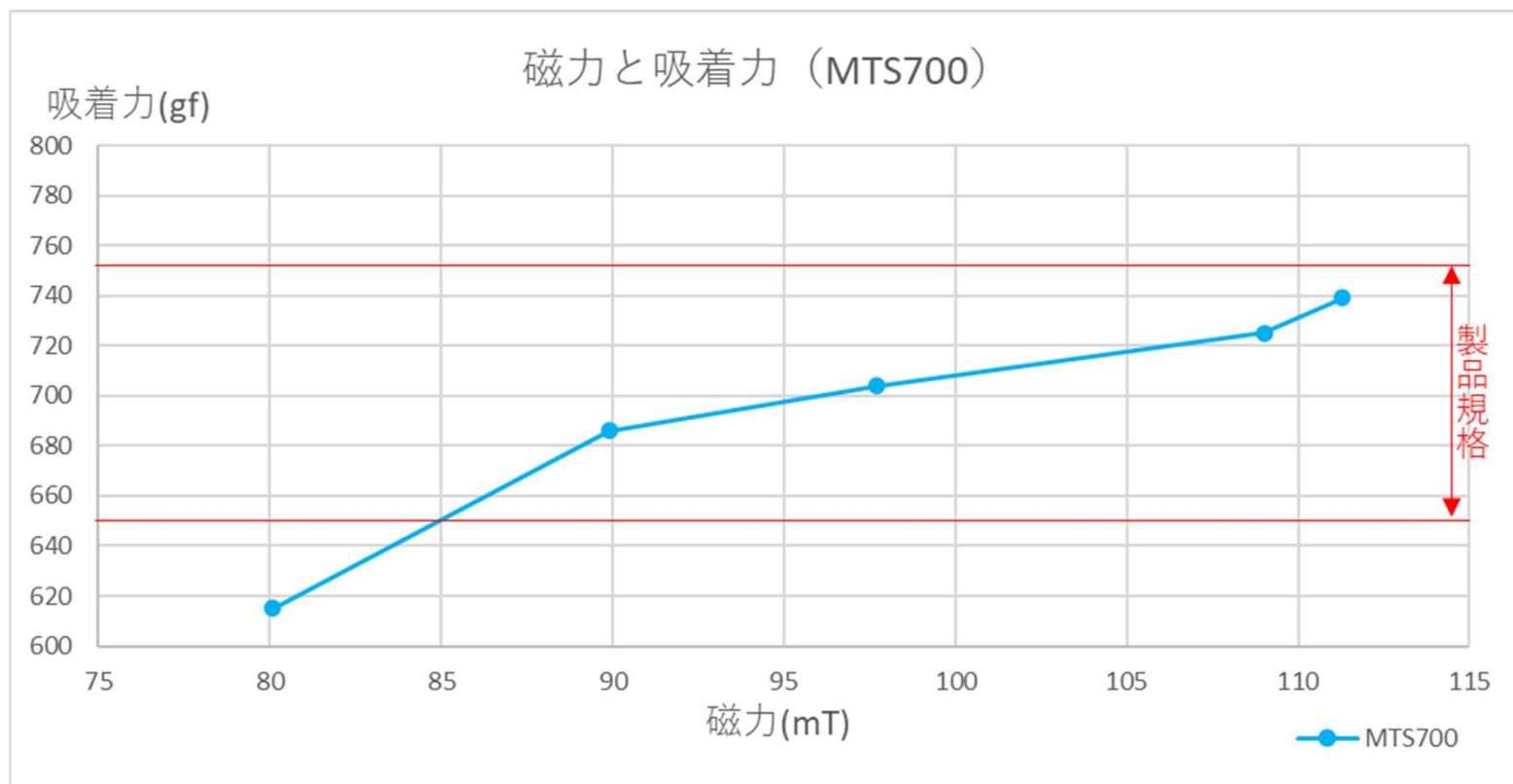
- ・ 測定機器：IMADA ZTS-50N + 電動計測スタンド
- ・ アタッチメント本体とキーパーをそれぞれアクリル棒に接着し、引張荷重の最大値を計測



4 - 4. 実験方法

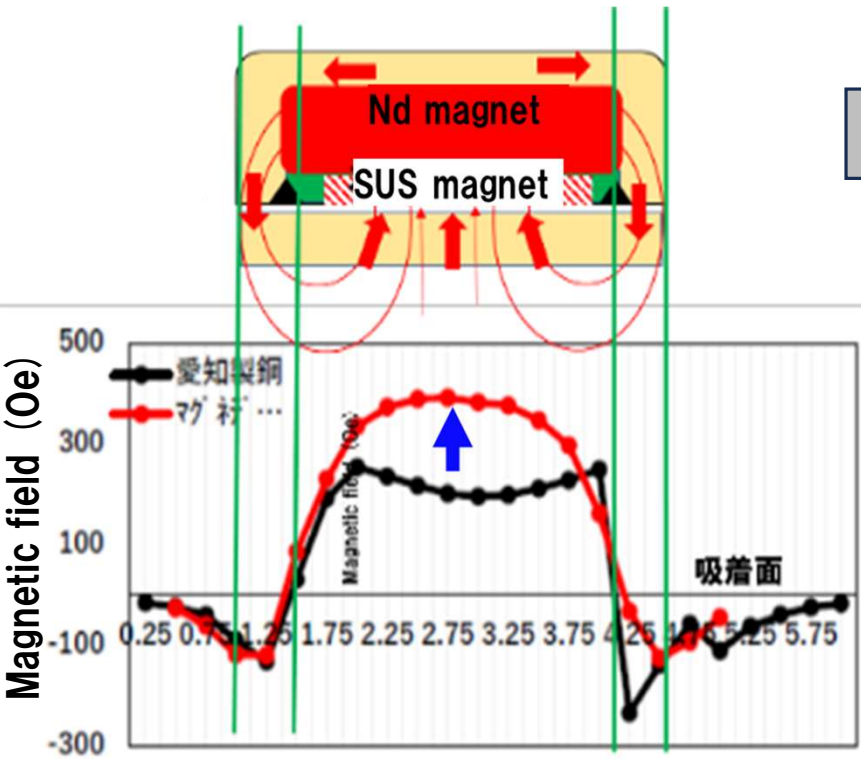
(5) 検量線

磁力と吸着力の関係を確認し検量線を作成



6. 実験結果1 磁気回路の確認

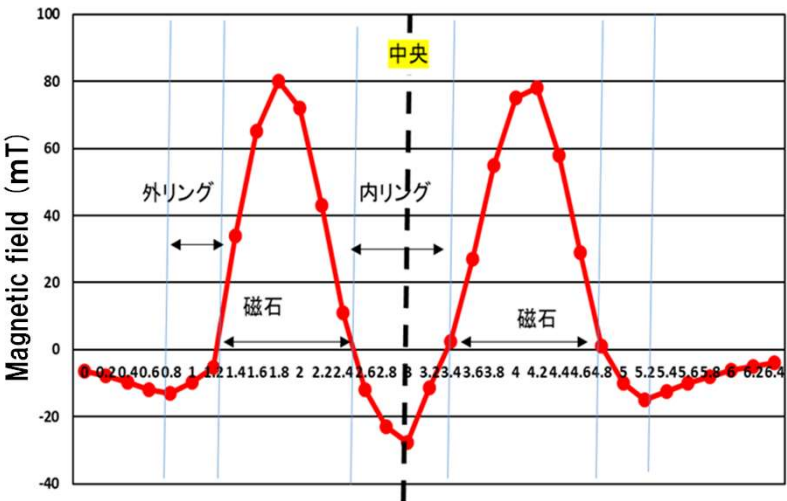
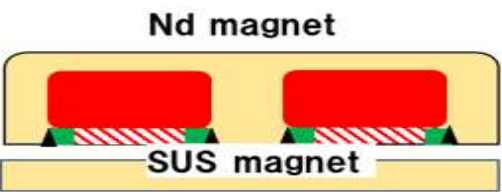
通常タイプの磁性アタッチメント



従来の磁気回路による磁界分布

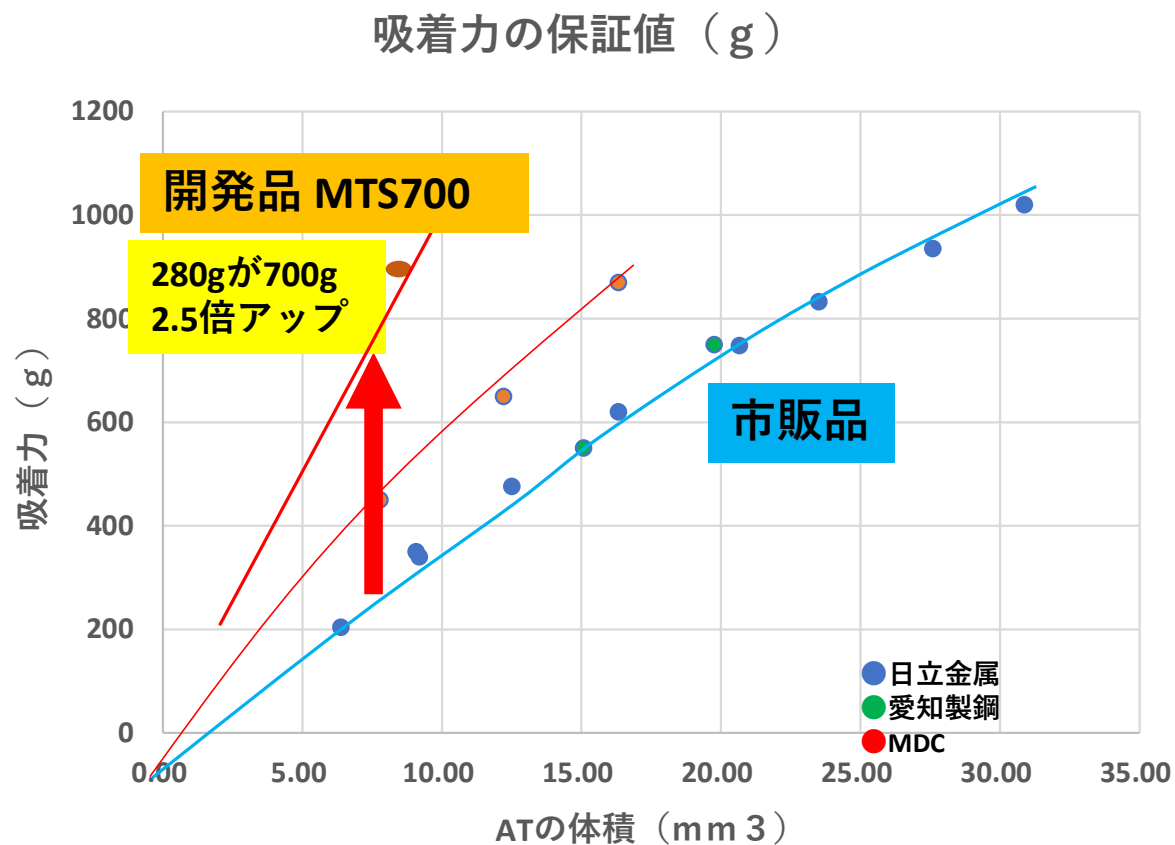
- ・ 磁性ステンレス：中央部が下に凸
- ・ ステンレス磁石：中央部が上に凸

薄型磁性アタッチメント



並列磁気回路により二山の磁界分布
⇒厚み半分でも、吸着力は下らない

6. 実験結果 2 吸着力の比較

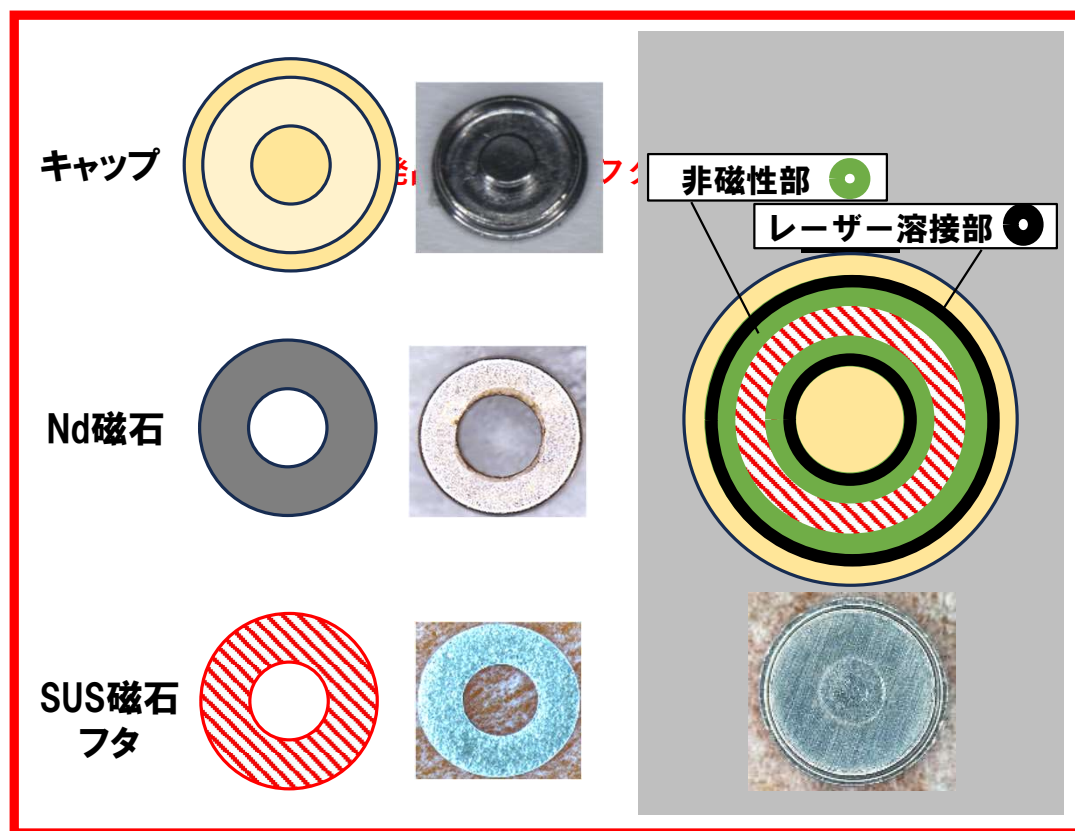


- ・ ステンレス磁石を使った薄型開発品は市販品と比較して 2.5倍の性能

6. 実験結果 3 部品削減・工程の簡素化

・レーザー非磁性改質技術

- ・開発品はSUS磁石をフタに使う事により、部品削減・工程の簡素化を実現
⇒コストを1000円にすることができた



7. 開発製品の紹介（カタログ）

2023年 新あいち創造研究開発補助金事業に採択 薄型アタッチメントMagTeeth S700

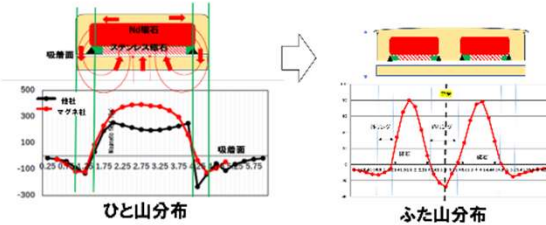
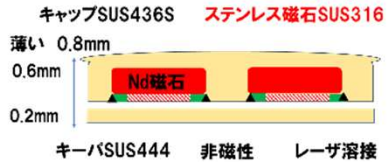
【特徴】

- ・ ステンレス磁石とリング構造で、厚み0.6mmで**吸着力720g**を実現
- ・ 非磁性改質技術とレーザ溶接技術で優れた品質を実現
- ・ 優れた防食性 高級ステンレスと安心のレーザ溶接

【構造・吸引力増加の原理】

- ・ ステンレス磁石とリング構造の磁気回路の採用で体積当たりの吸着力性能を2.5倍化
- ・ 薄型のリング構造を考案、プレートにステンレス磁石を採用

（特許出願中）



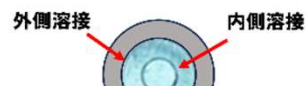
【製品の特性】（仕様）

- ・ **世界初の非磁性改質技術**で、溶接部の品質改善
- ・ 耐腐食性に優れたMo元素含有のステンレス磁石（SUS316、SUS436S）を採用

品番	MTS700 (直径4mm)	
磁石		
	厚み1.3mm	厚み0.6mm
キーバ	厚み0.8mm	厚み0.2mm
吸引力	900±50gf	700±50gf

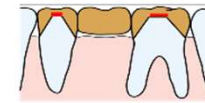
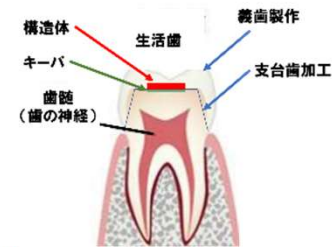


平易な工程：組立・レーザ接合・非磁性改質



【臨床応用】（有髄歯仕様）

薄型磁性アタッチメントと支台歯のテーパ加工の組合せで有髄歯を活用した可撤性ブリッジが製作できる



マグネデザイン株式会社 〒470-2414 愛知県知多郡美浜町豊丘北平井2番地4 TEL:0569-47-7631 FAX:0569-47-7633

ステンレス磁石とリング構造を採用で、
吸着力維持して、

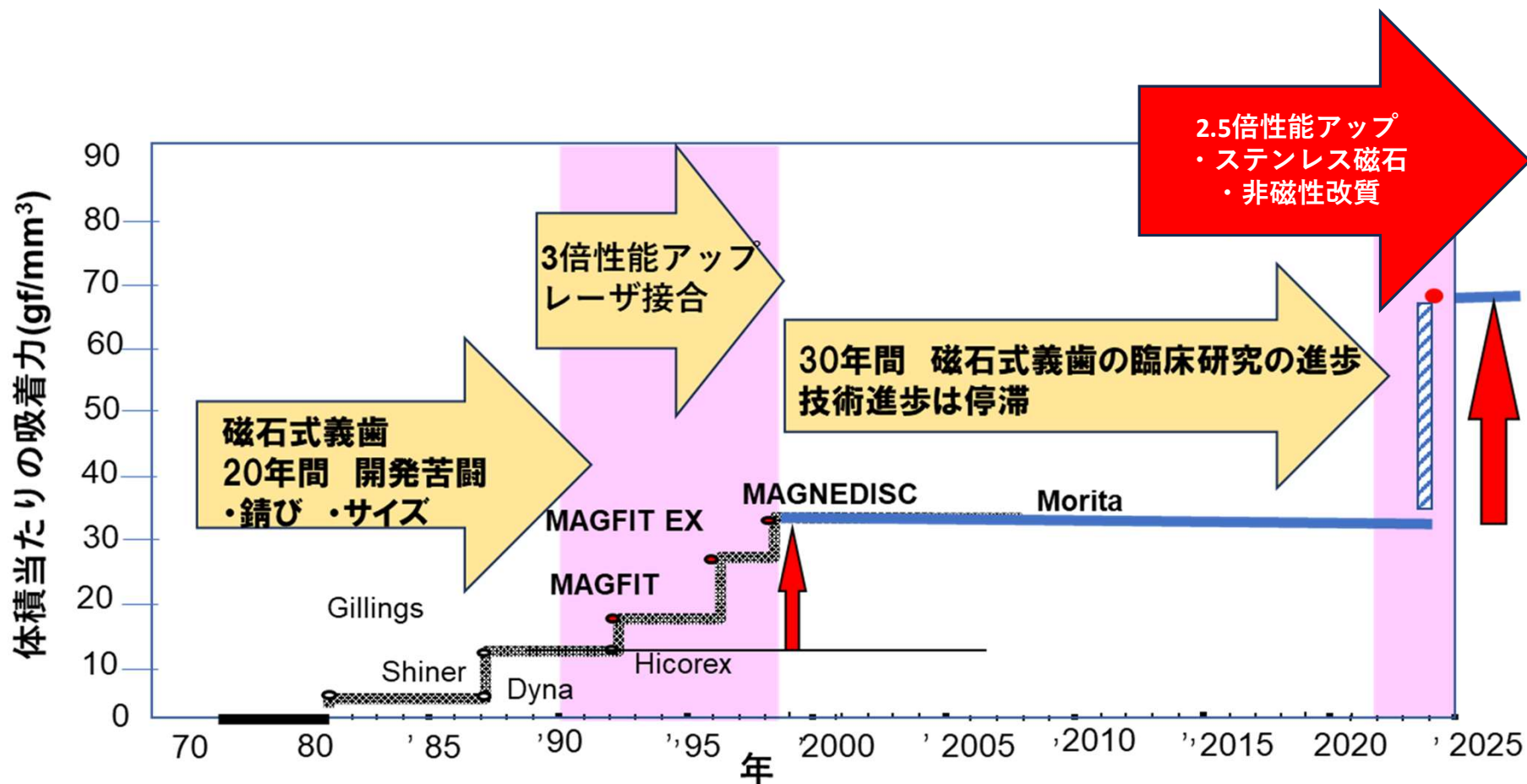
- ①厚みを半減
- ②工程を簡素化してコストを大幅低減



可撤性ブリッジの新治療が可能になる

8. 磁性アタッチメントの技術進歩

・体積当たりの吸着力アップ



9. まとめ

- ・リング状構造の採用により、従来1.3mmを0.6mmに薄型化
- ・レーザー非磁性改質技術により、工程簡素化とコストダウンを実現
- ・2024年9月からインドネシアで販売開始した

謝辞：本研究は「新あいち創造研究開発補助金事業(2023年47番号)」の支援を受けて開発を行いました。



大村知事 表敬訪問