

# 形状記憶効果を持つM相の NEX NiTi ファイル Msの 検証と臨床応用

大阪府 U's Dental Clinic  
歯科医師  
牛窪敏博



## はじめに

NEX NiTiファイル Ms (以下、NEX Ms)はこれまでのNEX NiTiファイル (以下、NEX) に新たな加熱処理を加えることにより柔軟性と追従性そして破折

抵抗に関して格段にその性能が向上している。では実際にどの程度改良され臨床に応用できるかを検証した。主に臨床医の多くが懸念するファイル破折

に関して、周期疲労破折抵抗と破断した場合の断面はどのように変化しているのか、そして筆者が考える適応症はどのような症例かをまとめてみたい。

NEX Msは独自のヒートトリートメントテクノロジーにより柔軟性向上に伴う根管追従性の向上、治療時の温度領域でのプレカーブ付与が可能になり後方臼歯部でファイル挿入がしづらい場合に有効的と考えられる。たとえプレカーブを付与した状態で根管内に挿入し回転させても根管を破壊することなく形成が可能である。そして最も特筆すべき特徴は周期疲労破折に関する点である。GCの測定データ (根管の彎曲30度) では、NEX破折抵抗と比較して約3.2倍その性能が向上していると報告している。しかし周期疲労破折試験の方法および実験に用いたサン

ルの抜去歯牙または人工根管の彎曲角度により結果は異なる。そこで筆者は自身の測定機器により周期疲労破折の実験を行い、破折までの時間と破折片の長さの測定を行い、さらに破折したファイル破断面を走査型電子顕微鏡 (SEM) にて観察しその特徴がどのようになっているか調査した。本実験は以下のように行った、NEX10本とNEX Ms10本を光学顕微鏡 (VHX-700F: KEYENCE) で変形の有無を確認し、上下動しながら連続回転運動を行うエンドモーターを使用して周期疲労破折までの時間とファイル先端から破折断面までの破折の長さを測定し評価した。

試験用の人工根管はステンレス鋼製のメタルブロックにSchnieder法<sup>1)</sup>を参考に根尖部の大きさを#60、根管口部の大きさを#140とし、根管の彎曲は45度、テーパーは.08に設定した (図1)。NiTiファイルと試験用根管との間に摩擦抵抗が起こらないように防錆潤滑剤のWD-40 (エステル) を使用した。連続回転運動は回転数を500rpmでトルクは1Nに設定した。エンドモーターは0.5秒に1回4mmの上下動を行う試験機に取り付けた。試験機にはビデオカメラとタイマーを装着し、破折までの時間を計測した (図2)。

さらに破折はノギスによりその長さ

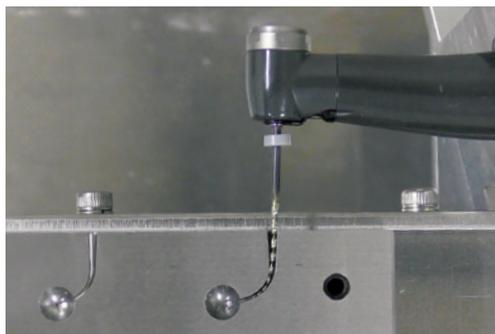


図1 試験用根管はステンレス鋼製のメタルブロックを使用。



図2 エンドモーターを試験機に取り付け、破折までの時間を計測。

を測定した。周期疲労破折試験終了後のファイルの破折断面は走査電子顕微鏡(JCM-5700:日本電子)にて観察した。試料は40mAで60秒間金-パラジウムにてコーティング(JFC1600:

日本電子)し、走査電子顕微鏡の加速電圧を10kV~20kV、作業距離8~12mm、倍率を180~350倍で観察した。得られた結果は統計解析ソフトウェア(Microsoft Excel, Microsoft,

USA)を用い、t検定により有意水準5%で統計処理を行った。計測値は平均±標準偏差で表記した。

周期疲労破折までの時間に関して統計処理を行った結果、NEX Msは $151.23 \pm 27.80$ 、NEXは $60.99 \pm 25.41$ でNEX MsはNEXよりも破折までの時間が長く統計学的有意差が認められた( $P < 0.05$ )(表1)。GCの測定データには及ばなかったが約2.5倍の破折抵抗性を示した(図3)。破折片の長さに関して、NEX Msは $2.63 \pm 0.44$ mm、NEXは $3.04 \pm 1.00$ mmあったが有意差は認められなかった(図4)。破折断面の走査電子顕微鏡での観察では、NEXのサンプルにおい

て多くの微細な泡状または、くぼみやクレーター状構造が見られた(図5)。NEX Msでは同様の構造が見られたが、一部のサンプルにはクラック初期徴候の変化も見られた(図6)。これは長い時間の金属疲労に対する抵抗を示している。これらの結果から周期疲労破折に対してかなり高い抵抗性を有していると考えられた。NiTiファイルは金属組成の変化や加熱加工処理により金属相がオーステナイト相・マルテンサイト相・中間層に変化する<sup>2)</sup>。このNEX Msは現在報告されている

加熱加工処理されたNiTiファイルと同様にマルテンサイト相の増加に伴い、柔軟性と金属疲労耐久性が増加<sup>3)</sup>、Ni-Ti合金のNiの含有量変化に伴い中間層が安定し機械的特性の向上に繋がっていると思われる。通常、柔軟性のみの上昇であれば形成時間が延長される懸念があるが、NEX Ms独自のヒートトリートメントテクノロジーにより超弾性特性も改良され形成時間短縮につながる可能性もある。

周期疲労破折の結果

	被験歯数 (N)	破折片の長さ 平均±SD (mm)	破折時間 平均±SD (秒)
NEX群	10	$3.04 \pm 1.00$	$60.99 \pm 25.41$
NEX Ms群	10	$2.63 \pm 0.44$	$151.23 \pm 27.80$

\*  
\*: p<0.05

表1 NEX Msは従来品よりも破折までの時間が長い。

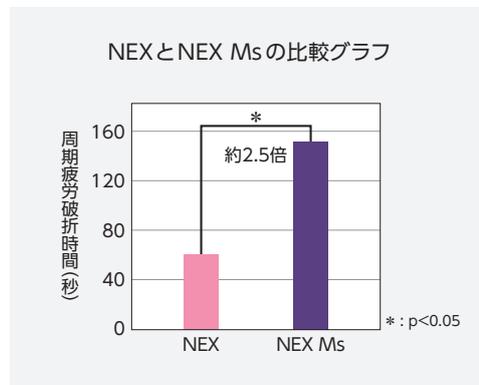


図3 NEX Msは従来品より約2.5倍の破折抵抗性を示した。

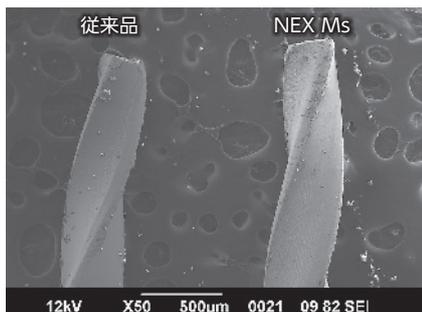


図4 破折片の比較。長さの優位差は認められない。

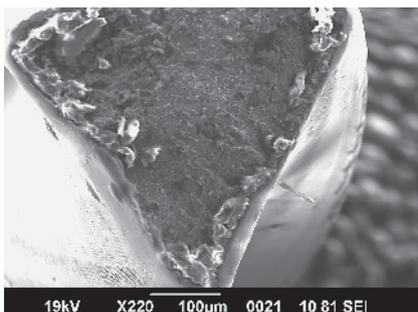


図5 従来品の破折断面。

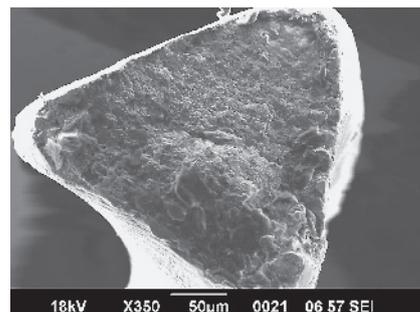


図6 NEX Msの破折断面。

臨床応用に関して、ファイル柔軟性と高い周期疲労破折の抵抗性により、特に彎曲根管や大臼歯の近心根のようにファイル挿入がしづらい根管にはその特性が生かせると考えられる。つまり、プレカーブを付与したファイルは大臼歯のような作業環境が狭い領域で根管口部に挿入しやすくなり、そのまま回転させても根管を破壊することなく形成が可能となる。さらに、彎

曲根管での周期疲労を受けてもその高い抵抗性により安心して形成ができる(症例1)。またレジへの対応では、バイパス形成後に行う修正形成とガイド形成の両方を一度に行うことが可能になり時間的にそしてさらに簡便となり臨床医にとっては朗報である。今までは、プレカーブを付与したステンレススティール#15Kファイルまでバイパス形成後、テーパーのついたNiTi

ファイルをプリベンドさせ修正形成しその後ガイド形成を行っていた<sup>4)</sup>。しかしこのNEX Msの登場により2つのステップでレジ修正が可能になった。バイパス形成後、プレカーブを付与したNEX Ms#15/04で修正・ガイド形成を一度に行うことができる(症例2)。

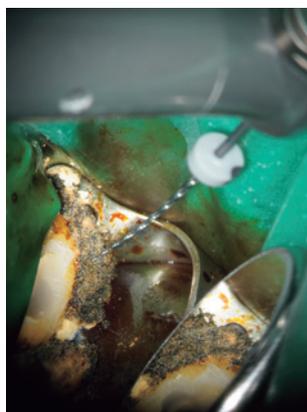
### 症例1



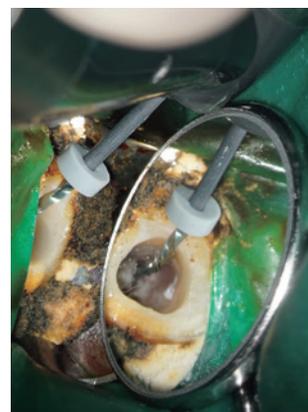
1-1a 口腔内には膿瘍が見られる。



1-1b 術前のデンタルX線写真により槌状根で近心舌側根の未処置が疑われる。



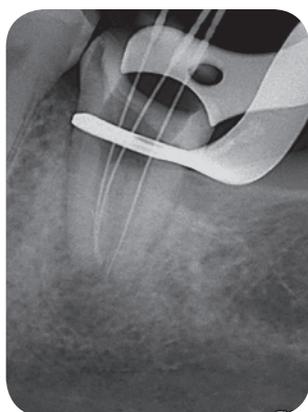
1-2 プレカーブを付与したNEX Msを根管内に使用。



1-3 NEX Ms挿入後のマイクログロ下写真。



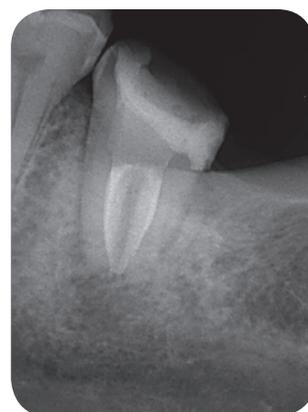
1-4 近心根の作業長デンタルX線写真。



1-5 近遠心根の作業長デンタルX線写真。



1-6a 根管形態は槌状根である。



1-6b 術後デンタルX線写真。

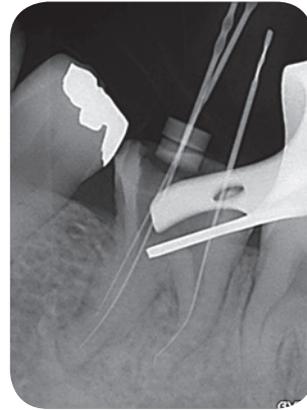
症例2



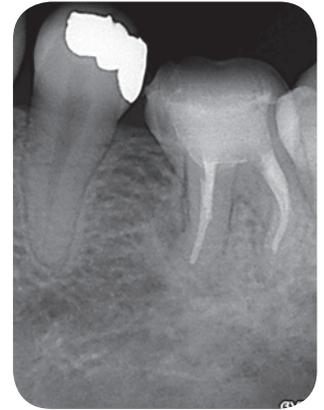
2-1 術前のデンタルX線写真では近遠心根ともに彎曲部レジにより根尖まで処置がされていない。



2-2 プレカーブを付与した#15/04のNEX Ms。



2-3 プレカーブを付与したステンレススティール#15Kファイルまでバイパス形成後の作業長デンタルX線写真。



2-4 術後デンタルX線写真。

まとめ

NEX Msの性能はNEXに比して多岐にわたって向上しており、多くの臨床医にとって根管治療での問題解決に貢献するファイルとなる可能性を示している。

●参考文献

1. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. Oral Surg , 1971; 32:271-5.
2. Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Campbell L, Peng B, Haapasalo M. Metallurgical characterization of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. J Endod. 2011 ;37:1566-71.
3. Otsuka K, Ren X. Physical metallurgy of Ni-Ti-based shape memory alloys. Progress in Materials Science 2005; 50: 511-678.
4. Toshihiro Ushikubo. A case report : Root canal treatment with ledged canal in maxillary molar. The Journal of Japan Endodontic Association. 2014 ;35(3):138 ~ 144.



牛窪敏博 (うしくぼ としひろ)

大阪府 U'z Dental Clinic 歯科医師

略歴・所属団体◎1988年 朝日大学歯学部卒業。1992年 うしくぼ歯科開業。1998年 ペンシルバニア大学マイクロスコープエンドドンティックコース修了。2001年 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 歯髄生物学教室専攻生修了。2008年 ペンシルバニア大学 歯内療法学教室インターナショナルプログラムエンドドンティックレジデント卒業。2011年 東京歯科大学保存学講座専攻生修了

日本歯内療法学会 指導医/東京歯科大学保存学講座 非常勤講師/AAE会員