

[臨床] 松本歯学 29 : 78~88, 2003

key words : 3 DX[®] multi-image micro CT — three-dimensional display

歯科用小照射野 X 線 CT (3DX[®]) の装置概要と使用経験

内田 啓一, 新井 嘉則, 永山 哲聖, 黒岩 博子, 塩島 勝,
深澤 常克*, 児玉 健三*, 安河内知美**

松本歯科大学 歯科放射線学講座

*松本歯科大学病院 放射線検査室

**松本歯科大学病院 総合診療科

Multi-image micro CT (3DX[®]); outlines of the apparatus and experiences of its use

KEIICHI UCHIDA, YOSHINORI ARAI, HIROKO KUROIWA, TESSEI NAGAYAMA,
MASARU SHIOJIMA, TSUNEKATSU FUKASAWA*,
KENZOU KODAMA* and TOMOMI YASUKOUCHI**

Department of Oral Radiology, Matsumoto Dental University School of Dentistry

**Department of Oral Radiology, Matsumoto Dental University Hospital*

***Department of Interdisciplinary Dentistry, Matsumoto Dental University Hospital*

Summary

Because of the huge size of the apparatus and the problems of exposure dose X-ray CT in the field of dentistry is not considered best now when it is applied to diagnose local lesions in the hard tissues such as marginal periodontitis, tooth caries, periapical lesions and relations between the impacted tooth and the mandibular canal.

Arai have studied since 1992 to diagnose the local lesions in the hard tissues of the dental field as three-dimensional images. Ortho-CT, an apparatus manufactured on an experimental basis, was developed in 1997, and was clinically applied to diagnostic imaging of 1,000 cases of TMJ arthrosis, impacted teeth and implant. Discussions on its application and excellent usefulness have been reported.

Subsequently Arai et al. and the Morita Corporation worked together in developing the apparatus, and it was sold as 3 DX MULTI-IMAGE MICRO CT (referred to as 3 DX[®] hereafter). The first one was set up at the Dental Radiology Department, Matsumoto Dental University Hospital, and we discussed and reported diagnosing ability in the local lesions in the hard tissues and that in the soft tissues, problems and operability of the apparatus, and comparison between the medical X-ray CT.

As the results it was revealed that diagnosing ability of the 3 DX[®] in image comparison of the lesions in the hard tissues was excellent, but that in the soft tissues required more

numbers of cases to discuss further.

Concerning operability of the apparatus, it was revealed desirable to improve the location of the head positioner and the operating panel and to revise the hardware and the application software.

In comparison with the medical X-ray CT, although limited in incorrect comparison, detection ability of the lesion localized in the tooth was excellent. We will continue image assessment of the 3 DX[®] attempting to discuss its usefulness more precisely.

緒 言

エックス線 CT 装置は画像診断の分野において大きく貢献してきたが、撮影装置が大型であることや、被曝線量の問題もあり、とくに歯科領域においては、辺縁性歯周炎、齲蝕や根尖病変あるいは埋伏歯と下顎管との位置関係などの局所的な硬組織内病変の診断には最適とはされていないのが現状である¹⁾。

そこで、新井ら²⁾によって、1992年から歯科領域における局所的な硬組織病変を三次元画像的に診断する装置の研究が進められてきた。1997年に小照射野コンベーム方式の X 線 CT (Ortho-CT) が開発され、顎関節症、埋伏歯、インプラントなどの画像診断において1000症例の臨床応用と検討がなされその有用性の高さが報告³⁾されてきた。

その後、新井らとモリタ製作所において共同開発が行われ、歯科・頭頸部用小照射野 X 線 CT 装置 3 DX MULTI-IMAGE MICRO CT (以下 3 DX[®]とする) として、2001年に国内で初めて薬事法に基づく医療用具製造規格の認可を取得し、その 1 号機が松本歯科大学病院歯科放射線科に設置された。

今回、我々は 3 DX[®]の装置概要と臨床での使用経験について報告する。

装置の概要

3 DX[®]はコンベーム方式によるエックス線 CT 装置のひとつであり、イメージングエリアを長径40 mm、高さ30 mm の円柱状に限定している (図 1)。撮影装置はエックス線管球と 4 inch の光電子増倍管 (Imaging intensifier: I.I) からなる回転部位が対向して取り付けられており 2 本の支柱により保持され、その中央に被検者用椅子がある (図 2、写真 1)。撮影時は被写体の中心

画像再構成領域

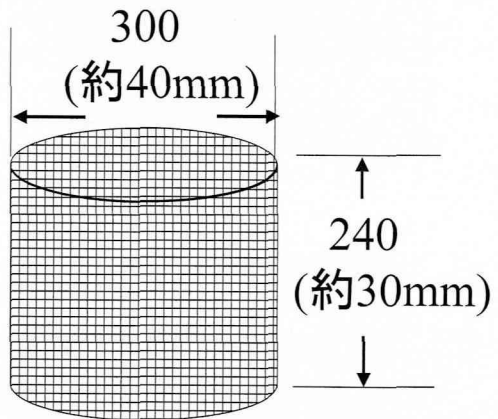


図 1: イメージングエリアを長径40 mm、高さ30 mm の円柱状に限定している。口内法 X 線フィルムを横に置き回転させてできる円柱と同じ大きさである。

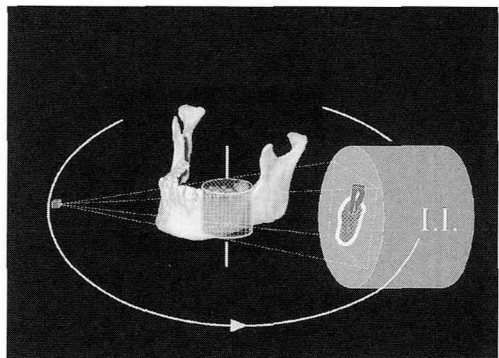


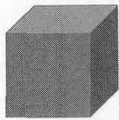
図 2: 一端に X 線管球がその一端に光電子増倍管 (I.I) が設置されている。

部を水平、矢状、前額の 3 方向のトリプルライトビームによりポジションを合わせ撮影を行う。撮影条件は管電圧80 kV、管電流 2 mA で、撮影時間は17秒であり、被写体の周囲を 1 回転させ撮影を行い、360度方向の投影データを収集する。毎

写真 1：3DX[®]装置の全形

画素 (Voxel Size)

0.125 × 0.125 × 0.125 mm



Ortho Cubic

図 3：デジタル画像を構成する最小単位である画素は一辺が0.125 mm の正立方型である。

秒30枚、全体では512枚の投影データとなる。撮影と同時に投影データはビデオ信号として専用のパーソナルコンピュータに8ビットデータに量子化され取り込まれる^{2,3,4,5,6)}。量子化されたデータは専用の3DXソフトにより三次元再構成処理が行われ、約4分で三次元画像が構築される。画像を構成する最小単位ボクセルは0.125 mmの正立方体で(図3)、医用用X線CT装置と比較して約8倍の分解能(2 line pair/mm以上)を得ることができる^{5,6)}。3DX[®]CT専用パーソナルコンピュータ(FUJITSU FMV 717 GTX7)のOSおよび性能は、Windows 2000 professional, CPU Pentium IV 1.7 GHz, HD 40 GB × 3, Memory 512 MB, 外部記憶媒体は640 MB 光磁気ディスクである。また現在独自にCD-ROMによる画像保管も行っている。

臨床症例

症例 1 下顎第三大臼歯と下顎管の位置確認

33歳、女性。下顎右側第三大臼歯の抜去を行うにあたり下顎管との位置関係確認のため3DX[®]検査を行った。口内法X線写真では、下顎管を圧迫している所見を認める(写真2)。3DX[®]画像においては、埋伏歯の根尖部では下顎管を圧迫して下顎管自体を後方へ移動させていた。また、根尖部では根が頰側方向へ90度屈曲しているのが認められた(写真4)。

症例 2 上顎正中埋伏歯例

8歳、女児。上顎正中埋伏歯の精査のため本学を受診した。口内法X線写真においては、上顎左側中切歯の根尖部に根未完成歯の埋伏歯を認め



写真 2：右側下顎第三大臼歯の根尖部において下顎管を圧迫している。

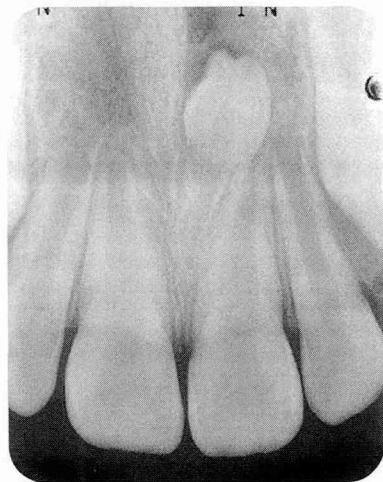


写真 3：口内法X線写真：左側上顎中切歯の根尖部に埋伏歯を認める。

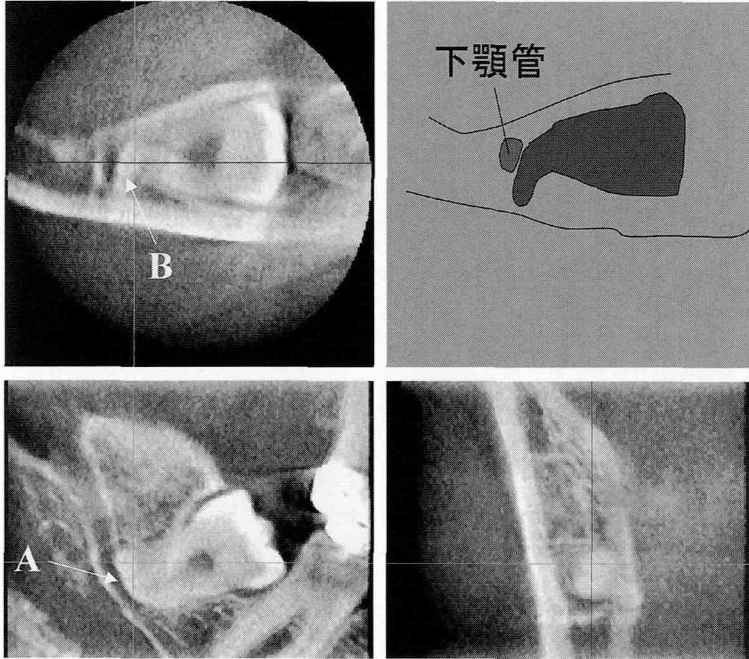


写真4：右側下顎第三大臼歯部の3DX®画像では、下顎管を圧迫し下顎管自体を後方へ移動している（矢印A）。根尖部が頬側方向に90度屈曲している（矢印B）。

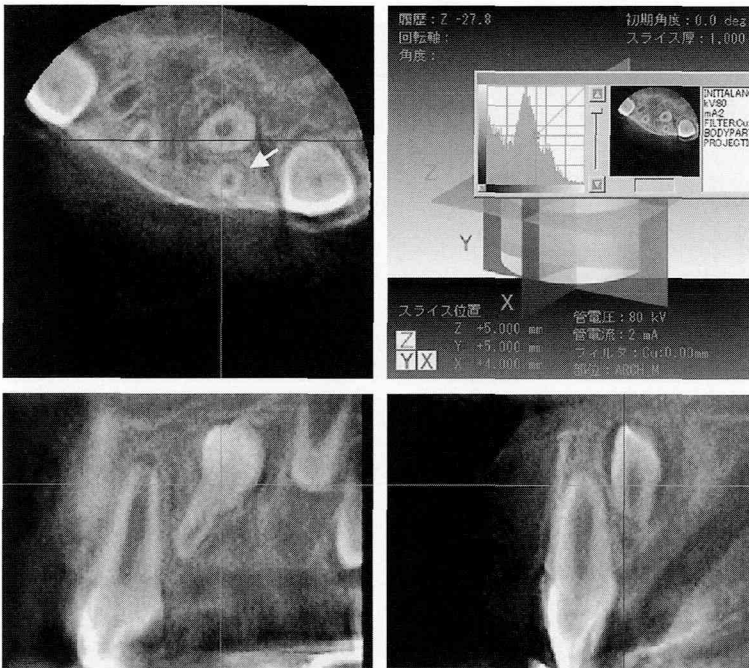


写真5：3DX®画像では、逆性埋伏歯であり、歯根は完成しており左側上顎中切歯歯根を圧迫し歯根離開を認める（矢印）。

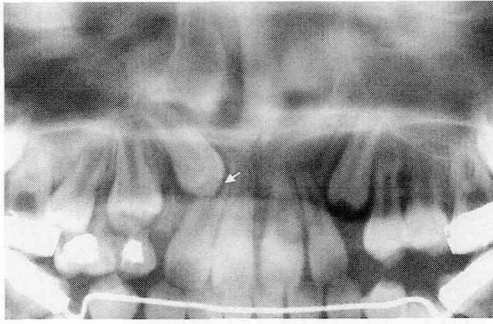


写真6：パノラマ X 線写真においては、右側上顎側切歯の歯根吸収を思わせる所見を認める (矢印)。

る (写真3)。3DX[®]画像では、根は完成しており逆性埋伏歯であることがわかった。左側上顎中切歯歯根を圧迫しており歯根離開を認めた (写真5)。

症例3 上顎犬歯埋伏例

10歳、女児。上顎右側犬歯埋伏歯と側切歯の根吸収状態観察のため3DX[®]検査を行った。断層方式パノラマ X 線写真においては、上顎右側側切歯において根吸収を思わせる所見を認めた (写真

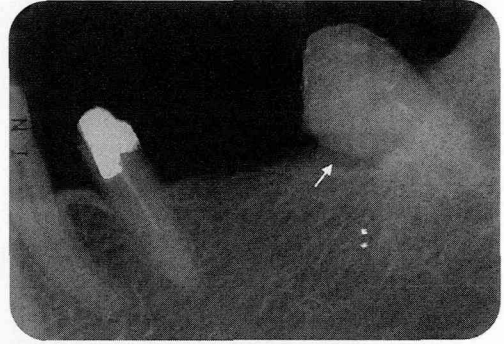


写真7：近心側に骨吸収像を認める (矢印)。

6)。3DX[®]画像では、上顎右側側切歯の根吸収は認めなかった。また右側埋伏犬歯の歯冠側の位置は頬側方向に偏位していた (写真8, 9)。

症例4 歯周疾患

69歳、女性。下顎左側大白歯部の疼痛を認め本学を受診した。断層方式パノラマ X 線写真では、根分岐部の近心側の骨吸収像を認めた (写真7)。3DX[®]画像では、近心側と舌側部に骨吸収を認めた。遠心側の歯槽骨の粗造化も認めた (写真10)。

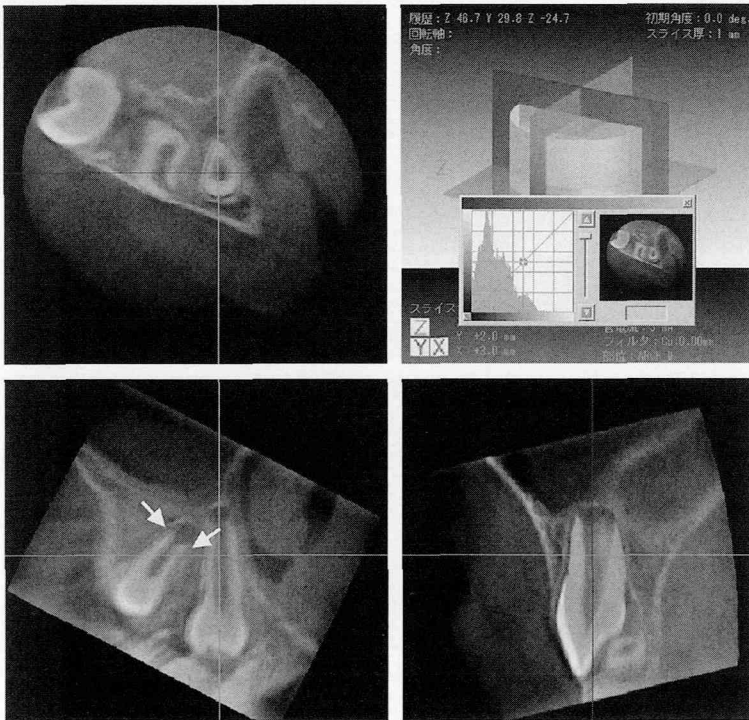


写真8：3DX[®]画像では、右側上顎側切歯の歯根吸収は認めない (矢印)。

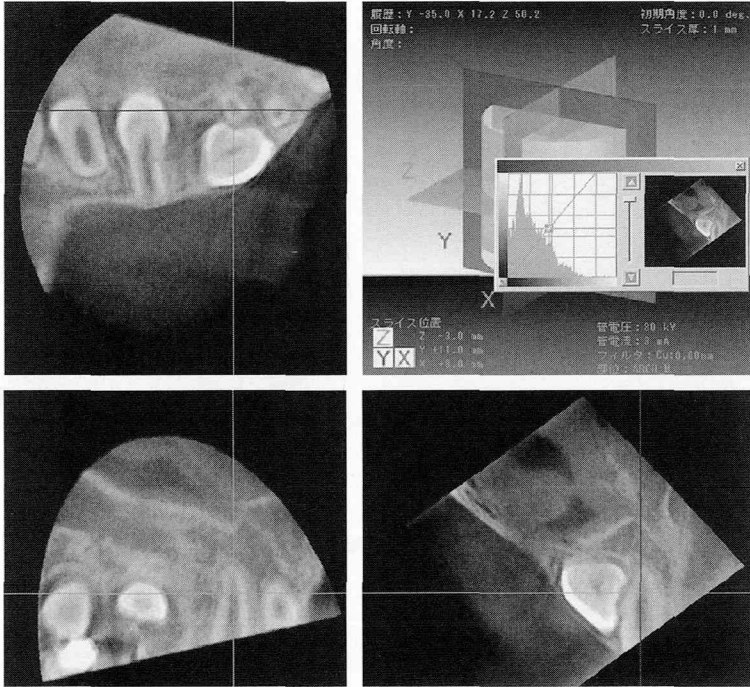


写真9：埋伏犬歯の歯冠の位置は頰側方向を呈している（矢印）、

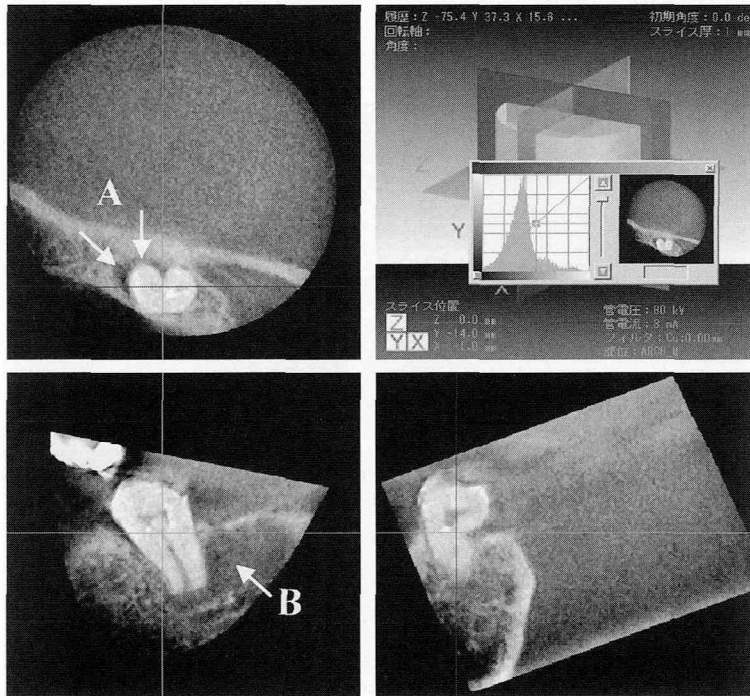


写真10：3DX®画像では、近心側と舌側部に骨吸収を認める（矢印A）、遠心側の歯槽骨の粗造化も認める（矢印B）。

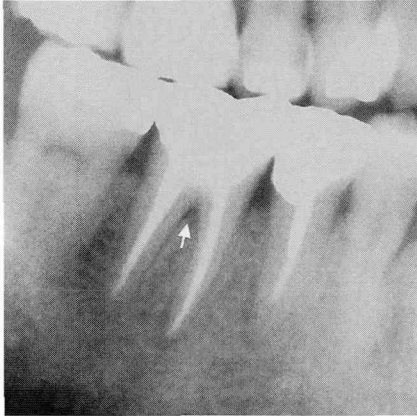


写真11：パノラマX線写真では、根分岐部病変を認めるが判然としない（矢印）。



写真12：パノラマX線写真では、根尖部および骨吸収の状態は観察できない。

症例5 歯周疾患（根分岐部病変）

46歳，男性，下顎右側第二大臼歯部の歯槽骨吸収状態観察のため3DX[®]検査を行った。口内法X線写真においては、根分岐部の骨吸収を認めるが判然としない（写真11）。3DX[®]画像では、近心側から舌側方向への根分岐部病変を明瞭に観察できた。また、歯根膜腔の拡大、歯槽骨吸収の状態や根尖病変を観察できた（写真13）。

症例6 根尖病変

64歳，女性，上顎左側第一大臼歯部の辺縁性歯周炎による骨の状態を精査するため3DX[®]検査を行った。断層方式パノラマX線写真においては、根尖部の状態、骨吸収は観察できなかった（写真12）。3DX[®]画像では、上顎左側第一大臼歯部の遠心根に根尖病変を認め、頬側の皮質骨の吸収像を認めた。また、近心、遠心根の歯根膜腔の拡大

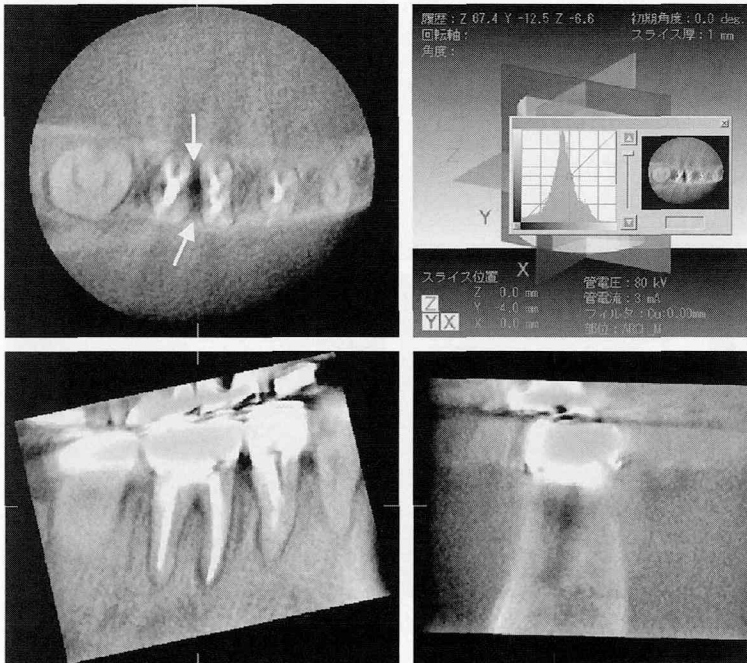


写真13：3DX[®]画像では、頬舌方向への根分岐部病変を明瞭に認める（矢印）。

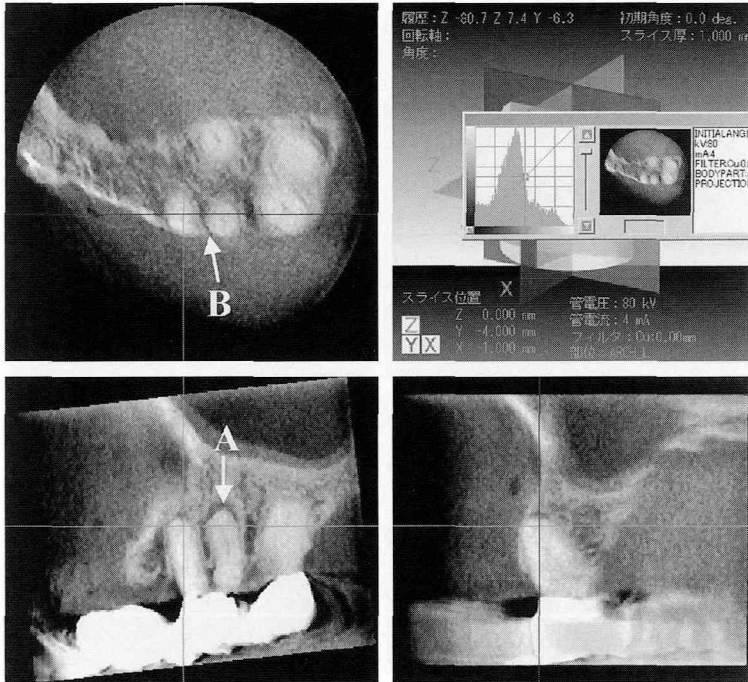


写真14：3DX[®]画像では、左側上顎第二大臼歯の遠心根に根尖病変を認める（矢印A）、頬側皮質骨の吸収像を認める（矢印B）。

を認めた（写真14）。

症例7 貯留嚢胞

22歳，女性。左側上顎洞内の不透過像を指摘され，精査のため本学を受診した。断層方式パノラ

マX線写真では，右側上顎洞内に類円形の内部が均一な不透過像を認めた（写真15）。3DX[®]画像では，嚢胞の幅径を三次元的に観察でき，上顎洞壁と嚢胞との関係が明瞭に観察できた（写真16）。

考 察

3DX[®]の実際の画像を供覧したように，視覚的な評価ではあるが，口内法X線写真あるいは断層方式パノラマX線写真と比較すると臨床的に高い診断能を有していることが示唆された。3DX[®]を運用し1年が経過し，本学での検査依頼科は，歯周病科，口腔外科，保存科，矯正歯科，小児歯科，補綴科とほとんど全科にわたっている。また，検査を依頼した主治医においてもその評価は高いものであった。

1. 診断能について

埋伏歯の診断においては，下顎第三大臼歯部では根尖部と下顎管あるいは頬舌側方向の位置関係が観察できた。また，根管数や頬舌側皮質骨の厚みも観察でき抜歯時の有用な情報源となった。上顎正中埋伏歯においては，切歯管との位置関係，



写真15：パノラマX線写真において，右側上顎洞内に類円形の不透過像を認める。

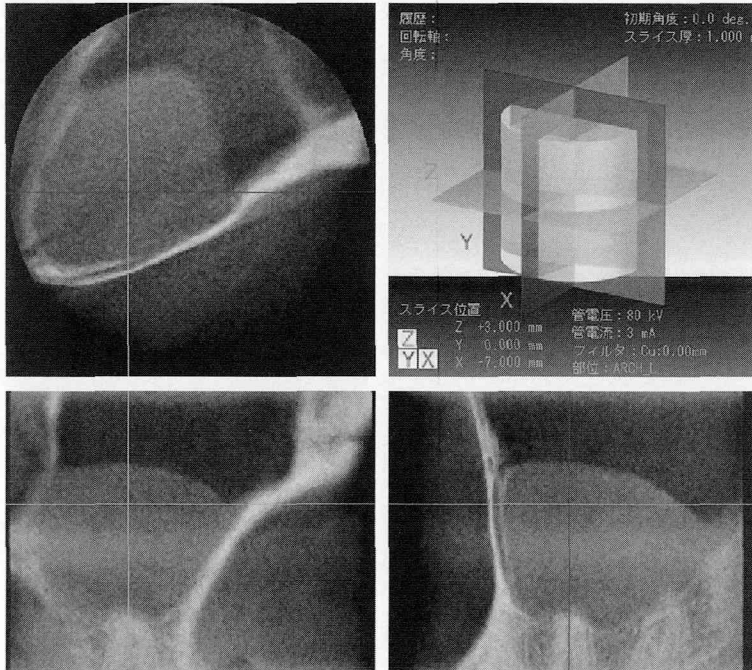


写真16：3 DX[®]画像では、嚢胞の幅径や上顎洞壁との関係を三次元的に観察できる。

唇側皮質骨の幅、埋伏歯と永久歯の根との関係あるいは歯根吸収の状態を観察することができた。このことにより埋伏歯における3 DX 画像診断は抜歯方法の検討や抜歯の時期決定に有用であった。

田中ら⁷⁾による3 DX[®]の下顎智歯埋伏症例以外の埋伏歯症例24例における4段階の視覚的評価においても、口内法X線写真や断層方式パノラマX線写真でも十分に診断が可能と思われ、埋伏歯の検出や形態に関しても有意差がスコアに有意差が出たことが報告されている。今回、我々は口内法X線写真、断層方式パノラマX線写真を比較しただけだが、詳細な検討を行った場合、同様な有意差が出るであろうと思われる。

歯周疾患、根尖病変の診断においては、骨壁欠損の診断はこれまでの画像診断では困難であったが、3 DX[®]ではX、Y、Zの3方向の断面から観察することが容易にでき骨壁数の確認に非常に有効であった。根分岐部病変においては、プローブを使用した根分岐部病変の診断と重ね合わせることで治療を適切に行うことができた。根尖病変では複根管の観察においては、各根管ごとの観

察が詳細に行え治療方針の決定や根管治療の経過観察あるいは根管充填の確認に役立つことができた。また、今までの画像検査では、口内法撮影において偏心投影法を行っていたが、とくに上顎大臼歯部において頬骨弓との重なりが問題となり詳細な根尖部の観察が困難なことがあったが、3 DX[®]により根尖部の観察が容易に行えるようになった。

軟組織病変の診断能については、I.Iを使用しているためダイナミックレンジの幅が狭いことから、X線CTのようにCT値を評価する軟組織診断には向かないとされていたが、写真6に示したように貯留嚢胞の診断において、その形態と周囲解剖学的の構造物との位置関係が観察することができた。しかし、症例数が少ないこともあり詳細な検討は今後の課題であると思われる。

X線CT画像では歯科用金属修復物による障害陰影が問題となり、局所の診断が困難なことが多かったが、3 DX[®]での撮影では咬合平面と床を平行にして回転面と一致させているので、回転面と咬合平面は同一平面上にあるため、修復物の障害陰影は咬合平面内に発生するため、診断領域には

影響が少ない⁹⁾。しかしながら、隣接している歯に金属修復物がある場合は歯冠部に障害陰影が重層するので注意する必要がある。

2. 操作性と問題点について

3 DX[®]の操作性の問題点としては、顎骨内の限局した病変部や歯の撮影を行う際に、撮影範囲が30 mm×40 mmと限局された範囲の照射野であるため、その位置付けが難しく撮影においては撮影者のトレーニングと経験が必要である。頭部ファントムによる撮影のトレーニングを研修医に行わせたが、部位によっては照射野から目的部位が外れてしまうことがあり、再撮影を行うことがあった。田中ら⁷⁾も同様な指摘をしており、操作パネルのインジケータの改良を指摘している。また、病変部の確認のために断層方式パノラマX線写真が事前に必要となる場合もある。撮影時間の点としては断層方式パノラマX線撮影法と比較するとやや撮影時間は長く17秒であり、患者の体動が問題となることがあり、体動による画像のブレや歪を経験した。この点は田中らも同様な指摘をしており、現在、頭部固定はマジックテープとヘッドレストによる固定であるので、頭部の揺れが問題となると思われ、改良が望まれる点である。また撮影時間の短縮すればこの問題点の改善にはなるが、3 DX[®]は二次元画像をビデオキャプチャで行っているため、撮影時間を短縮すると画像データが減少し画質低下を起すことになる。撮影時間の根本的な短縮を図るのであれば、プログラミングの改良が望まれところである。

画像処理のうえでは、画像データ量が多く処理・表示時間がかかることとであり、導入当初は画像保管の問題もこれにより生じていたが、ソフトウェアのバージョンアップを行ったことで処理時間の短縮が行なわれた。しかしながら、3 DX[®]画像の配信における問題点は改善されておらず、本学においても3 DX[®]画像を印画として各依頼科に配布しているのが現状である。3 DX[®]の画像観察は本来、画像を動画として観察することを前提としたので、DICOM対応の規格が望まれるところである。これが改善されれば各科への配信と同時にチェアサイドにおいて患者への病態や治療方針や経過の説明に役立つことであると思われる⁹⁾。また、現在、本学放射線検査室と歯周病科外来とを無線LANによる3 DX[®]画像配信システムを構

築しており、実際の臨床の場における操作性と問題点を検討していく予定である。

3. 医科用X線CTとの比較

3 DX[®]は医科用X線CTと比較すると、約100分の1程度の低被曝線量で三次元画像が得られる⁷⁾。また非常に高い空間分解能(2 line pair/mm以下)があり、限局した硬組織内病変の診断に有用であることは前述したが、とくに医科用X線CT検査の代替が出来るかの検討が必要になる。これを検討することにより患者への被曝線量を減少できることになる。田中ら⁷⁾の全身用CTと3 DX[®]の適応についての検討では、CT検査を行った2591症例のうちの487症例、単純CT検査1621症例においては30%程度が代替できると報告している。また、本学においてはCT検査と同時に3 DX[®]による検査を行った症例は少ないが、放射線科医あるいは指示医が実際の画像観察を行っての感想ではあるが、その描出力は3 DX[®]が優れており、このことは限局した硬組織内病変に対する画像検査では3 DX[®]単独で行えることを示唆しており、今後、本学においても個々の症例についてCT検査と3 DX[®]検査の画像評価を行い検査の適否の位置付けを検討していきたい。

結 語

3 DX[®]画像における限局した硬組織内病変と軟組織病変の診断能、装置の問題点や操作性、医科用X線CTとの比較について検討して報告した。その結果、診断能については画像比較ではあるが、硬組織内病変では3 DX[®]による診断が優れていることがわかった。また軟組織病変においては今後症例数を踏まえて検討することが望ましいと思われた。

操作性については、頭部固定の部位や操作パネル改良やハードウェアやアプリケーションソフトのバージョンアップが望まれる。

医科用X線CTとの比較は正確な比較ではないが、歯に限局した病変の描出力は優れていた。今後、3 DX[®]の画像評価を行いその有用性について詳細に検討を行う予定である。

文 献

- 1) 新井嘉則(2000) 歯科医療に最適化された小照射野X線CT(Ortho-CT). 日歯医師会誌 12:

- 15-24.
- 2) 新井嘉則, 橋本光二, 篠田宏司 (1999) 新しく開発された歯科用小型 X 線 CT (Ortho-CT)-その臨床応用について-. 東京歯医師会誌 **47**: 311-63.
 - 3) 新井嘉則, 橋本光二, 江島堅一郎, 本田和也, 岩井一男, 篠田宏司 (2000) 歯科用小型 X 線 CT (Ortho-CT) の臨床例1,000例の統計的分析. 日歯医学会誌 **19**: 54-63.
 - 4) 新井嘉則, 橋本光二, 岩井一男, 篠田宏司 (2000) 小照射野 X 線 CT の実用機 3 DX Multi Image Micro CT の基本性能. 歯科放射線 **40**: 145-54.
 - 5) 新井嘉則, 橋本光二, 篠田宏司 (2000) 歯科用小照射野 X 線 CT (Ortho-CT) 3 次元画像表示プログラムの開発. 歯科放射線 **39**: 224-9.
 - 6) Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K and Shinoda K (1999) Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. Dentomaxillofacial Radiology **28**: 245-8.
 - 7) 田中武昌, 筑井 徹, 松尾利明, 岡村和俊, 神田重信 (2002) 歯科用 CT 装置 (3 DX mutli-image micro CT) 埋伏歯診断能と患者被曝線量の検討. 歯科放射線 **42**: 97-109.
 - 8) 新井嘉則 (2001) 歯科用 CT (Ortho-CT) の現状と未来. 歯科展望 **98**: 843-9.