

画像診断・診療室

私のためのコーンビームCT考

医歯学総合病院・助教 田中 礼
(画像診断・診療室)



待望の歯科用コーンビームCTが2008年5月にやってきた。訳あって本格的な臨床稼動はもう少し先になりそうだが、新潟県内での導入は当施設が3番目となった。設置が近づき、うれしくなって友人たちにちらと話すと、「コーンビームCT、たのしみですねえ」、「え？ コンビニCT?」、なんて答えが返ってきた。うまいことを言う。ある意味、コーンビームに似ている気がする。十分な活用のためにはコンビニ経営戦略が必要なんじゃないか、なんて思ったり。コーンビームCTという言葉をあちらこちらで耳にするようになってから、すでに何年かが過ぎ「ようやく導入」の感は否めないとはいえ、筆者も含めて歯科用コーンビームCTって何? という読者諸兄もおられるに違いない。そこで、今回導入された歯科用コーンビームCTの概要と臨床応用の可能性をご紹介します、画像診断における今後の展開について考えてみたいと思う。

まずは、歯科用コーンビームCTって?

歯科用エックス線CTとか、小照射野エックス線CTなどとも呼ばれ、歯顎顔面の硬組織に特化したCT装置。2次元検出器にエックス線を「コーン状(円錐状)」に照射して、2次元データを得るのでコーンビームCTと呼ばれている。2次元検出器だから、1回転の撮影で3次元画像の再構成が可能となる。もうひとつの特徴は、体軸方向の空間分解能が向上したという点だ。コーンビームCTは2次元検出器を用いているため、体軸方向とそれに直行する横断面の分解能が同じ、

等方性ボクセル画像が得られる。

一方、現在、当施設で臨床に用いている医科用CTは、1次元検出器にエックス線を「ファン状(扇状)」に照射し、線状データ(1次元データ)を得る。エックス線管と検出器が1回転して2次元データができる。目的とする部位で何回転かさせて得た2次元データを積み重ねて3次元画像を再構成する。体軸方向に移動させながら撮影する医科用CTでは、体軸方向のスライス厚により、横方向の分解能より劣った非等方性ボクセル画像となる(図1:等方性ボクセル、図2:医用CTとの違い)。

マー、キレイ

当院に設置された装置は、歯顎顔面用コーンビームX線CT装置CB MercuRay Ver 1.22(株式会社日立メディコ)という。舌を噛みそうだから、以下、MercuRay(「マー、キレイ」とも聞こえる)と呼ぶことにする。年齢・性別不詳。身長225cm。医科用CTが床に寝ているのに対し、床の上に立っているのは、被検者を座位で撮影するためである。医科用CTのように被検者が移動しない。被検者の頭の周りをエックス線管と検出器が9.6秒で1回転して撮影は終わる。MercuRayには撮影目的に合わせてF-mode(Facial-mode)、P-mode(Panoramic-mode)、I-mode(Implant-mode)の3つのFOV(Field of View)が設定されている。I-modeは撮影領域が最も小さく約10cm。画像再構成マトリックス512×512×512(134、217、728ボクセル)だから、空間分解能は約0.2mmとなる(図3:上顎右側側切歯部のデンタルインプラント、図4:下顎左側臼歯の根尖



等方性ボクセル画像

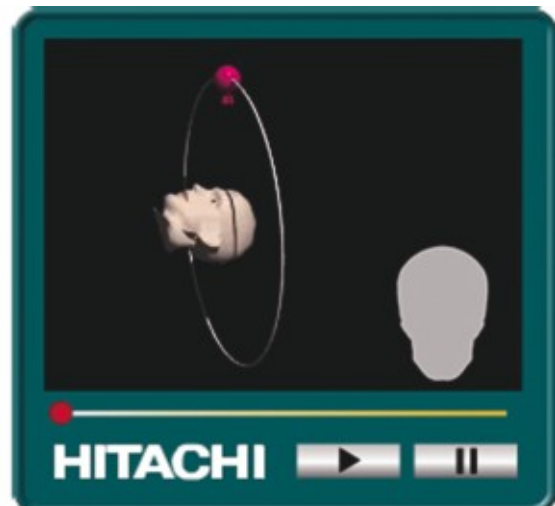
コーンビーム CT は、2次元検出器を用いているため、縦断層（体軸方向）と横断層は同じ空間分解能となります。歯科では体軸方向の画像診断が中心なため、コーンビーム CT は歯科の画像診断に最適と言えます。

非等方性ボクセル画像

医用 CT は、ベッドで移動しながら被検者を撮影するため、体軸方向のスライス厚は、1mm程度が一般的です。このため、縦断層（体軸方向）は横断層の空間分解能よりも劣った画像になります。

図1 等方性ボクセル (Isotropic Voxel)

医用 CT は1列または複数列のラインセンサー（1次元検出器）に、X線を“扇状（ファン状）”に照射し、線状の1次元データを取得します。1回転で1～数枚の2次元画像を撮影し、3次元画像を作成する場合は、位置をずらしながら連続的に撮影した2次元画像を積み重ね、非等方性ボクセル3次元画像を再構成します。コーンビーム CT は面センサー（2次元検出器）に、X線を“円錐状（コーン状）”に照射し、2次元データを取得します。そのため、1回転（約10秒）の撮影で3次元画像を作成します。



- 2D センサーのため、1回転の撮影で、真の2D画像再構成 (Isotropic Voxel)。
- 自然な頭位で、咬合や TMJ を撮影。

- 1D センサーのため、2DCT 画像を積み重ねた擬似的な3D画像再構成。
- 不自然な頭位で、咬合や TMJ を撮影。

図2 コーンビーム CT と医用 CT の違い

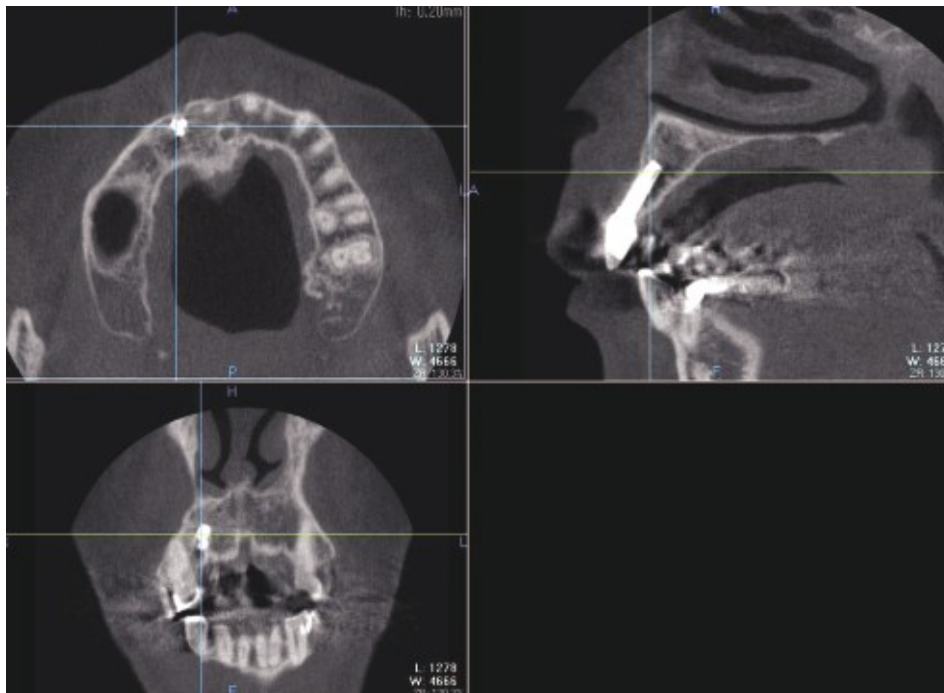


図3 上顎右側側切歯部のデンタルインプラント

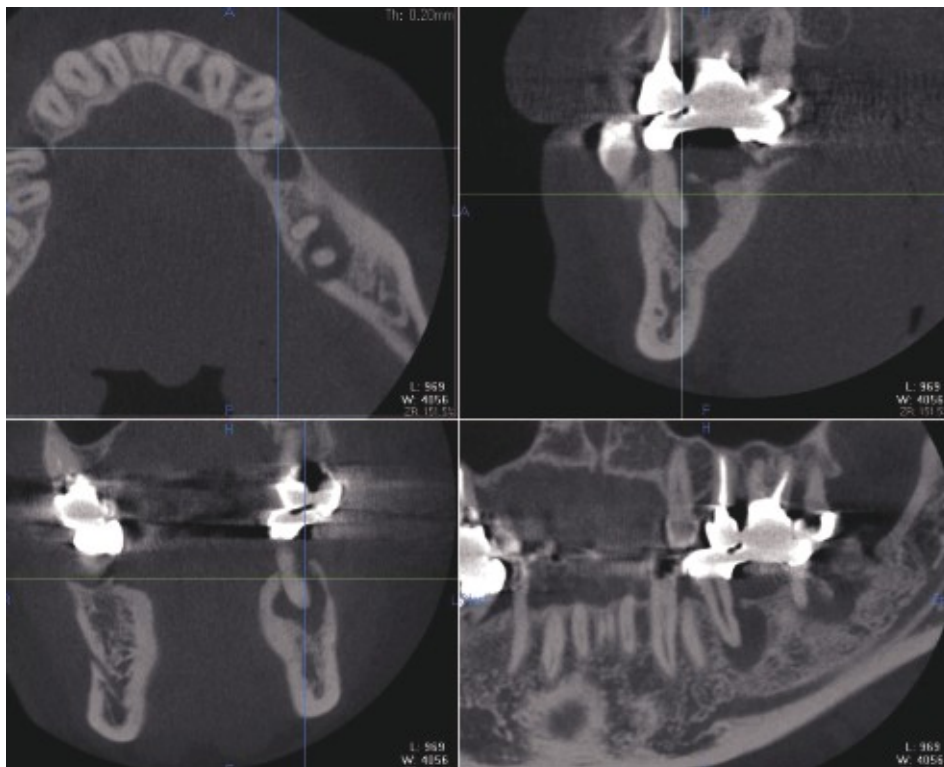


図4 下顎左側臼歯の根尖病変

病変)。ちなみに、現在使用している医科用 CT の FOV は24cm、体軸方向の最小スライス厚は1mm である。MercuryRay の詳細は web ページをご覧ください (<http://www.hitachi-medical.co.jp/product/cbct/detail.html>)。

コーンビームをどう使うか

画像診断・診療室の臨床業務のひとつの柱として、CT 撮影・診断がある。年間撮影件数は年によって若干の多少はあるが、おおよそ1,200件である。このうち、完全に MercuryRay だけでの撮影で画像診断が可能な症例は50%強くらいだと思う。「え、全部じゃないの?」そう、MercuryRay の性能上、今のところ全部ではない。歯科用コーンビーム CT は「歯顎顔面の硬組織に特化した CT 装置」であり、軟組織の評価は不可能とされている。CT 値という概念を持たないから計測はできない。顎骨内の骨吸収性病変内が液体なのか線維なのかを CT 値から評価することはできない。「なーんだ、使えない!」ある意味コーンビームに似ているというのは、ちょっと奮発して買ってみたいけど、おいしいレシピが少ないところ?

「まあ、ちょっと待ってください」……MercuryRay と今までの医科用 CT とを比較して、どちらが優れているかなどと考えず、それぞれのいいところ取りをすれば良いと思う。CT 撮影件数のうち最も多いのは腫瘍性疾患で、全体の約27%を占めている。造影 CT 検査を行ない軟組織の評価が不可欠であるから、医科用 CT の出番。しかし、次いで多いのはインプラント症例15%であり、埋伏歯症例の13%があとに続くから、MercuryRay の使用をこれらに特化したとしても腫瘍症例と同等の撮影件数を確保できる。ただ、数だけの話で終わっては、MercuryRay の良いところを活かしたことはない。今のところ、インプラント症例も埋伏歯症例も医科用 CT を用い、エックス線ビーム幅1mmで撮影し、体軸方向で0.5mm間隔の再構成を行った画像データを提供している。前述のとおり、MercuryRay のI-modeで

撮影した場合には0.2mmの等方性ボクセル画像が得られ、現在使用している医科用 CT に比べて高精細の画像が得られるはずだ。もっと細かくみることができる。画像診断を行なう立場としては、みえるものは評価の対象となり、新たな画像解剖とその評価法を確立しなければならない。コーンビーム CT 診断学なんてどうだろう。そのためには、分野や診療室の壁を越えた臨床応用と研究が必須であると考えている。臨床科に限らず、解剖学や病理学などと密に連携していく必要があると思う。もし、いままで見えなかったもの、ただ漫然と眺めていたもの、観えるわけがないと決め付けていたものが観えたら、とお考えの方は是非 MercuryRay に会いに来ていただきたい。

コンビニ経営的戦略

いきなり現実的な話になって恐縮だが、病院の収益という点に立つと、MercuryRay は稼がなくていいよ、なんてことも言ってもらえない。狭く限られたアイテム数しか陳列できないコンビニ (MercuryRay) が、スーパーマーケット (医科用 CT) より売り上げを伸ばすには、そのデメリットをメリットに変化させる必要があると思う。

そこで、運用上の問題解決についての討議を行なうことを主たる活動とする、コーンビーム CT 運用 WG が設置され、6月27日に第1回会議が行なわれた。当面は、インプラント症例や埋伏歯症例について、当院内のみでなく広く院外からの需要を伸ばす必要がある。検査依頼元の要望の動向を把握し管理する。撮影と画像診断という現行の流れに、たとえば、専用ソフトを用いた精密計測や治療計画などのオプションを組み込むことで付加価値をつけ、結果として利潤を達成できるのではないだろうか。このようなシステムを標準化し、歯科画像診断センター (仮称) 設立を実現化する。軟組織を評価できないことが MercuryRay の欠点だが、これも逆手にとって、硬組織の評価が必要な症例に対する販路拡大と研究の拡充を目指す必要がある。辺縁性歯周炎、根尖性歯周炎、歯の

破折や脱臼、顎骨外傷、骨炎、線維性骨病変、唇顎口蓋裂、顎変形症、顎関節症、上顎洞炎、気道形態の評価などのなかから、MercuRay の特性に合う症例を掘り起こしていかねばならない。

先進医療や保険適用の問題、付加価値に対する

料金設定の問題、マンパワーの問題などが山積する。歯科全体から意識を向けていただく必要があり、運用についてご意見やご助力を是非いただきたい。



口腔解剖学分野

医歯学系・特任助教 鈴木 晶子
(口腔解剖学分野)

1. はじめに

1965年に新潟大学歯学部が設立された翌年、故小林茂夫先生が初代教授として東京医科歯科大学より着任され、当分野の前身である口腔解剖学第二講座が開設されました。小林先生が松本歯科大学学長に就任されたのに伴い、本学出身である高野吉郎先生（現東京医科歯科大学大学院教授）が1991年から1996年まで二代教授として着任されました。1996年に前田健康先生が三代教授に昇任し、現在に至っています。2001年の大学院部局化により、講座名を顎顔面解剖学分野とし、学年進行終了後、口腔解剖学分野と変更しました。講座開設以来、全国歯科大学と歯学部の解剖学教授、助教授（准教授）に就任した者は、のべ11名のほります。

現在、前田教授、井上准教授、河野助教を中心に、特任助教の鈴木、竹内、星野両技術専門職員が教育研究にあたっております。またアメリカ留学中の博士研究員1名、大学院生2名に加え、臨床各科からの大学院生が日々各自の研究テーマに取り組んでいます。

2. 教育

旧口腔解剖学第一講座（現硬組織形態学分野）と同第二講座（口腔解剖学分野）は、それぞれ肉眼解剖学、顕微解剖学を担当する講座として設置認可されましたが、現在では、当分野が肉眼解剖学の講義（歯の解剖学を含む）、一般組織学等の学生教育にあたっています。当分野の学生への講義ポリシーは、細かいこと・難しいことを隔々まで教える従来の講義形態から、教科書を読み、自ら実習で手を動かす際に必要な基礎知識を教授し、これを基に自らが発展させて学び取る、つまり暗記する解剖学から考え、発見する解剖学への転換を図り、学生主体の教育を目指しています。特に、さまざまな情報が氾濫する中で、学生教育には普遍的事項のみを教育するようにし、とかく独善的になりやすい研究に関する事項は極力学部学生の講義内容から除外するように試んでいます。また、歯学部が存在する解剖学分野としての identity として、常に、(歯科)臨床に関連する内容を盛り込むようにしています。

平成18年度に採択された「特色ある大学教育支援プログラム」の取り扱い責任者として、また平



成17年度「大学院教育イニシアティブプログラム」の中心的立場として、前田教授が学部から大学院まで幅広い教育改革実行の中心として活動しています。平成17年～18年に採択された「魅力ある大学院教育イニシアティブ」では、国際口腔生命科学コースの第1期生としてスリランカ・ペラデニア大学歯学部から Tharanga Nandasena さんを大学院生として受け入れています。彼女は平成18年の1年間を当分野で共に研究に携わり、帰国された現在はペラデニア大学で学生教育を行いつつ、我々口腔解剖学分野の教員と密な連絡のもと大学院2年目以降のカリキュラムを続けております。なお、彼女の自己紹介文は歯学部ニュース平成18年第2号に掲載されています。

大学院教育では、平成14年から前田教授と井上准教授がコーディネーターとなり、科学論文の英文校閲や企業の英文翻訳を行っている native speaker を講師に迎え、大学院特別講義「Professional Writing」を通年開講しています。本講義は、教養講義までに取得してきた listening や speech、reading の力に加え、不足しがちな writing 力を高めることを目的としています。前期は英語を手段として使うことに重点をおいた文法や英文の書き方を、後期では論文作成や留学を視野に入れて分かりやすく的確な英文（入試のような英作文ではなく）を書くことを目指した講義を行っています。これまで多くの大学院生が受講し、英文での学位論文作成や国際英文誌への研究成果の投稿を進めていることが成果として上がっています。

3. 研究

当分野では、教員各自がそれぞれ異なる研究テーマを持っています。前田教授のメインの研究テーマは、歯根膜の感覚受容機構に関する研究です。歯根膜における感覚受容装置の発生・発達や神経損傷後の再生過程に関与し、これらを制御する因子の解明を目的としています。矯正治療や抜歯時の神経損傷など歯科臨床で起こる現象の解明を視野に入れています。井上准教授と鈴木は、顎

関節の発生と構造に関する研究です。顎関節症やリウマチ性関節炎など顎関節に異常を訴える人が年々増えています。構造や発生由来が膝など四肢関節と顎関節では異なることが、特有の症状や経過をとることの原因のひとつと考えられており、顎関節疾患の病態や予防と治療法の解明へ繋がられる研究成果を目指しています。河野助教は、歯の形態形成と石灰化機構に関する研究が主体です。エナメル質やセメント質など特有の硬組織形成を、歯・歯髄・歯根膜という環境の特異性に注目して解明を進めています。歯の再生研究が多く、その道は遠く、reconstruction の段階に留まっています。歯の再生につながる基盤的な研究成果を生み出せるよう努力しています。

臨床から研究に来ている大学院生は、将来の臨床を背景にインプラント・GBR 法、歯の移動、顎機能障害、セメントや骨補填剤の組織反応など多岐にわたるテーマを掲げ、各教員が指導にあたっています。当分野で大学院を修了した人達の学位論文はすべて国際英文誌に発表されており、また多くの人達は大学に残り、各研究分野で活躍しています。研究手法は、従来の免疫組織化学や電子顕微鏡による微細構造学的検索に加え、細胞培養や遺伝子発現をターゲットにした分子生物学的研究も取り入れ、組織から細胞まで様々な対象を扱える研究環境です。このような当分野での研究は、竹内・星野両技術職員による硬組織の組織標本作製や電子顕微鏡写真の技術など、きめ細かい専門的な技術サポートと研究環境の整備のおかげで円滑に進められています。

現在のところ、幸い、研究資金も比較的潤沢で、通常解剖学分野では保有していないような機器も数多く現有し、純粋形態学を基礎とした研究の展開を目指しています。

4. 口腔解剖学分野が目指すもの

解剖学の講義は、歯学部での講義で一番始めにぶつかる壁だと言われています。少し知っている知識の積み重ねと一から十まで教えてくれる高校

までの授業からは全く異なり、ほとんど知らない事を半ば強引に詰め込まれるイメージを持たれることもあります。希望を持って歯学部に入学者が、出だしでつまずき・沈没してしまわないように、学生自らが考え・疑問を持ち・調べて解決できる力をつけられるような学生主体型の教育を充実させることを教員それぞれが考えていま

す。

基礎研究をいかに臨床応用できるかが問われている現在です。現在何が問題で、これから何を解決すべきなのかを常に念頭に置き、これまでの蓄積にさらに新しい視点を取り入れた研究を重ね、基礎から臨床への発信をできる研究室作りを目指しています。

