 ノート

トモレックス（曲面回転断層撮影装置）の使用経験

北海道大学歯学部付属病院 放射線技術部門

篠 島 正 安・小 平 沢 英 男

久 保 田 和 郎・徳 井 満

（論文受付 昭和55年1月4日）

（Code No. 21436）

TOMOREX (Curved Rotational Tomography Apparatus) IN EXPERIMENTAL AND CLINICAL PRACTICES

By MASAYASU SHINOZIMA

HIDEO KOHIRAZAWA

KAZURO KUBOTA and

MITSURU TOKUI

Department of Radiological Technicians,
Hokkaido University Dental Hospital

(Article received: Jan. 4, 1980)

Summary

Panoramic radiography (curved rotational tomography) has proved a superior diagnostic aid in many phases of dental and medical applications, often detecting lesions not only in the oral cavity but in the "head and neck" area.

Tomorex, distributed by the Pennwalt Company in U.S.A. is the apparatus that is designed to permit panoramic radiography on the horizontally oriented patient in bed, and that provides curved layer tomography of cranial or maxillofacial structures at pre-selected levels, as well as conventional panoramic projections.

The purpose of the present paper is to introduce the mechanism of Tomorex including the relationship between positioning and x-ray pictures, to describe the result in the clinical application.

1. はじめに

パノラマX線撮影（曲面回転断層撮影）は歯学の口腔領域に限らず、医学の分野に於いても頭頸部のX線診断に広く用いられている。

米国ペンウォルト社の“トモレックス”は曲面回転断層撮影装置の一種で、頭頸部の任意の連続した層の曲面断層像を得る。又、患者はストレッチャ（担架）に乘坐、頭部は仰臥位のまま前－後（A-P）及び後－前（P-A）の撮影が出来るように設計されている。

トモレックス (曲面回転断層撮影装置) の使用経験 (篠島・小平沢・久保田・徳井)

我々は本装置を使用して基礎的な機構の精度及び撮影体位を検討し、得られたX線像についても考察を加え、更に被曝線量の測定を行なったので、その概要を報告する。

2. 装置の概要

X線撮影装置: トモレックス (米国ペンウォルト社) 自己整流型 (Fig. 1).

X線管焦点: $0.8 \times 0.8 \text{ mm}^2$

管電圧: 55~90 kVp 連続可変

管電流: 3, 5, 7, 9 mA (4段階)

撮影時間: 22.6秒一定 (測定器は三栄測器の VISILIGHT) シフト番号8は連続曝射であるが、シフト番号7~1と9~15の曝射時間は21秒で、シフトする時間が1.6秒である。

総濾過: 2.5 mmAl 当量

回転曝射角度: 240度

拡大率: 約1.35倍

断層厚: 約10 mm

スリット幅: X線管球側 2.4 mm フィルム側 7.9 mm

カセット: フレキシブル (ビニール製)

フィルムサイズ: $12.7 \times 30.48 \text{ cm}^2$ (四切判の1/2)

装置の外形寸法 (cm): 撮影用スタンドと昇降装置 $82 \times 122 \times 160$ (D) $\times 122$ (W) $\times 160$ (H) ストレッチャ 198×69 (L) $\times 69$ (W) $\times 81$ (H) 遠隔操作盤 $18 \times 53 \times 51$ (D) $\times 53$ (W) $\times 51$ (H)

設置場所最小必要面積: $300 \times 180 \text{ cm}^2$

Fig. 1. Radiographic stand and Litter.

トモレックスは従来のパノレックスとして普及していたものに改良を加えられた装置である。即ち、パノレックスの運動機構の原理¹⁾²⁾は運動の中心軸が2軸の自動変換方式で、断層運動の軌道は顎の半側を含む円軌道である。フィルムとX線管の回転中心は相対的に左右で2軸あり、上下顎を側斜方向から1軸を中心に片側を撮影し、次に自動的に回転中心を他の軸に移動して反対側を撮影する。

トモレックスはこのパノレックスの運動機構を細分して15段階のシフトを設定し、頭頸部の目的とする部位を的確に示現するために設計された装置である。この際のシフトとは回転中心が相対的に2軸あり、最初に1軸を中心にフィルムとX線管が目標断層面に沿って回転し、次に片側の軸に平行移動して同様に行なうことで、基本的な原理を Fig. 2 に示す。シフトの設定は15段階の切替ができ、シフト番号は0点を回転中心に連続で曲面を描き、シフト番号8に対してシフト番号7~1は目標断層面を引寄せると回転中心がAとBに移動し、シフト番号9~15は目標断層面を引離すように回転中心がA'とB'に移動する。従って、シフト番号8は連続でX線曝射されるが、シフト番号7~1及び9~15はシフトする時にX線曝射が中断されるので、フィルムの中央に約30 mmの白帯が現出する。尚、このシフトはフィルムが中央を通ると油圧装置により自動的に行なわれる。

装置の構成は撮影用スタンドと昇降装置、ストレッチャ及び遠隔操作盤からなる。撮影用スタンドは馬蹄型の構成の順序を制御する駆動機構のプログラマ、前―後 (A-P) 又は後―前 (P-A) の投射方向 (モード) の選択、シフト番号の選択、ヘッドレストの制御 (水平から仰角 20° まで) 及び昇降装置の制御等を行なう主操作盤にX

Fig. 2. X-ray beam and plane in focus (Front view)

線管球, 回転ディスク及びカセット装着部から構成されている (Fig. 3). X線管球は 0° と 7° の角度が選択でき, 7° は歯列弓を含む上下顎骨の撮影に用いられる. ストレッチャ (Fig. 4) は患者を臥位に保ち, 昇降装置に連結し, ストレッチャのベルトコンベアは主操作盤のスイッチ又は足踏操作器で作動して, 患者を動かすことなくヘッドレストに位置付け可能である.

Fig. 3. Lateral view of radiographic stand.

Fig. 4. Litter with conveyor belt.

附属品としてはカセットホルダー (カセットを含む) とセレクトグラフがある. カセットホルダー (Fig. 5) はフレキシブルのフィルムカセット, 金属ベース付のプレキシガラスの円筒と増感紙とフィルムの密着を保つスプリング装置の金属製エキスパンダからなる. セレクトグラフ (Fig. 6) は本装置用に特に製作された測定具の一種で計算尺のようなものである. これはプラスチック板に目標断面層が図示されており, 本装置のシフト番号と一致するように目盛が施されている. このセレクトグラフを頭蓋の平均サイズの画像に重ねて目標断面層を調節し, 撮影部位を模擬的に表現して, トモレックスの設定値のシフト番号を決めることが出来る.

Fig. 5. Cassette holder assembly.

- a : the spring loaded metal expander.
- b : the flexible cassette holder.
- c : the plexiglas drum with metal base.

Fig. 6. Selectograph and the average sized reproduction of the skull.

3. 使用装置及び使用器具・材料

3.1 感光材料

フィルム：KODAK RP

増感紙：DUPONT CRONEX QUANTA II

3.2 線量計

ラドコン II 型線量計（ヴィクトリン社）プローブ, 0.1
DAS（電気総合研究所検定済）熱蛍光線量計（T.L.D.）
熱蛍光素子, MSO-S (MgSiO_2 : Tb)

3.3 ファントム

人体形状ファントム 頭部 TYPE WPEH-1（京都
科学標本 K. K.）

撮影用ファントム 頭部 PB-1 胸部 PB-2 腰部 PB-
3（京都科学標本 K. K.）

3.4 テストチャート

パピリオン（K. K. モリタ製作所）

3.5 自動現像機

E. KODAK RP. X-OMAT Processor M6A/N 現
像温度 34°C 90 sec

4. 機構テスト

4.1 シフトテスト

シフトテストはシフト動作による移動距離、方向及び
対称度が正確であるかを確認するために、本装置専用の
中心位置決め装置とシフト動作を記録する器具を使用し

Fig. 7. Centering device installed in the rotating disk.

て検討を行なった (Fig. 7).

Fig. 8 はシフトテストの記録を示す。移動距離はシフト番号 8 が連続で回転軸を移動せず、シフト番号 7～1 及び 9～15 は 10 mm 刻みで回転軸を移動させる。即ち、シフト番号 7 と 9 の移動距離は 10 mm, 5 と 11 は 30 mm, 1 と 15 は 70 mm である。トモレックスの移動距離の許容値は ± 1.5 mm で範囲内にある。移動方向はシフト番号 7～1 が回転中心を右側に移し、シフト番号 9～15 は回転中心を左側に移して三回のシフト動作で元の位置に戻る。シフトの対称度は回転中心に対して鏡像的で許容値の 1 mm の範囲内に入る結果となり、本装置のシフト動作は合格といえる。

4.2 軌道テスト

断層軌道を解析する方法は色々であるが、今回は一連の鋼球を X 線撮影し、その X 線写真上の鋼球の影像を観

Fig. 8. The graph is obtained by shift test.

Fig. 9. Three test patterns. These have the holes at interval of 6.5 mm to analyse the focal trough.

察して、断層軌道の形状、截断面の位置、断層厚の有効領域を確認した。

トモレックス専用のテストチャートはプレキシガラス板上に直径 3 mm の鋼球が入る穴をあけた三種のテストパターンである (Fig. 9)。このテストパターンによる X 線像を Fig. 10 に、これを解析したものを Fig. 11 に示す。鋼球の影像是目標断層面上にあると丸く映り、目標断層面の内側に置かれると水平に長くなり、外側では垂

Fig. 10. Panoramic radiograph of the test patterns in shift 8.

Fig. 11. Tomorex focal trough in shift 8. Mark ○ shows that the steel balls are judged to be most sharply.

Fig. 12. The test chart of pavilion's form shows the steel balls at interval of 3 mm to analyse the focal trough.

直に長く造影される。このテストチャートはテストパターンの穴の間隔が 6.5 mm と広く、鋼球が大きいために正確な有効領域の判定には不十分である。そこで我々はアクリル板に直径 1 mm の鋼球を 3 mm 間隔に埋め込んだモリタ製のバピリオン型のテストチャート (Fig. 12) で検討した。このテストチャートによる X 線像を Fig. 13 に、これを解析したものを Fig. 14 に示す。このテストの結果、断層軌道は馬蹄型でセレクトグラフと一致し、截断面の位置はフィルムから目標断層面まで 11 cm、断層厚は約 10 mm であった。

5. 撮 影 法

曲面回転断層撮影法の特長は一枚のフィルム上に曲面の軌道上にある部位が平面的に展開像として得られることである。そこで目的の部位を的確に描出する方法として、10個の成人の乾燥頭蓋の目的部位に目印を付けて単純撮影を行ない、各々の X 線写真上より撮影部位の位置、大きさと角度を測定して平均値を求め、その値から患者の位置付けを試みた。

Fig. 13. Panoramic radiograph of test chart in shift 8.

Fig. 14. Tomorex focal trough in shift 8 determined by the image of steel balls to be seen sharply.

トモレックス (曲面回転断層撮影装置) の使用経験 (篠島・小平沢・久保田・徳井)

患者の位置付けはドイツ水平面を基準とし、モードの A-P と P-A の選択は撮影部位の位置と方向から決定した。深度は正中矢状面上の目標断層面と中心 X 線を示し、シフト番号はセレクトグラフにより設定した。尚、頭部に仰角をつける時は背中にマットを入れて患者の苦痛を柔らげるようにした。

5.1 上下顎骨撮影

歯列弓を目的とした上下顎骨の撮影は頭部を乗せているヘッドレストでドイツ水平面を 5° 前傾させ、モードは P-A を選択する。深度は上下顎の切歯部に置き、シフト番号は 4 で管球角度を 7° つけて撮影する (Fig. 15)。

オルソパントモ装置は連続した X 線像を得るが、Fig. 16 に示すトモレックスの X 線像はシフトするために前歯部がオーバーラップする。しかし、前歯部の断層厚はオ

Fig. 15. The diagram showing the depth (left) and the focal trough (right) for panoramic radiography of maxillary and mandible.

Fig. 16. Panoramic radiograph of maxillary and mandible.

Fig. 17. The diagram showing the depth (left) and the focal trough (right) for panoramic radiography of condyles and rami.

ルソパントモの約 5 mm に比べて約 10 mm と厚く情報量が多い。又、オルソパントモは立位又は座位で撮影を行なうが、トモレックスは臥位で撮影が出来るので、重傷で立位又は起座が不可能な患者にも応用出来る。

5.2 上行枝撮影

上行枝撮影はドイツ水平面を 5° 前傾し、モードは A-P を選択する。深度は外耳孔より 2 cm 足方で、その位置より 4 cm 下方に中心を置き、シフト番号は 8 で管球角度を 7° つけて撮影する (Fig. 17)。

上行枝の単純撮影法は患者の位置付けや入射角度により X 線像が歪み、舌骨や頸椎等が重複して障害陰影となるが、トモレックスでは Fig. 18 に示すように左右が対称的に撮影され、障害像のない X 線像が得られる。

5.3 上顎洞撮影

上顎洞撮影はドイツ水平面を 5° 前傾し、モードは P-A を選択する。深度は切歯部より 4 cm 頭方に置き、シ

Fig. 18. Panoramic radiograph of condyles and rami ($\leftarrow$).

Fig. 19. The diagram showing the depth (left) and the focal trough (right) for panoramic radiography of maxillary sinuses.

Fig. 20. Panoramic radiograph of maxillary sinuses ($\leftarrow$).

フト番号は4で管球角度を7°つけて撮影する (Fig. 19).

この方法では Fig. 20 に示すように上顎洞が観察出来る。

5.4 眼窩撮影

眼窩撮影はドイツ水平面を仰角 30° に位置付けし、モードは P-A を選択する。深度は外耳孔より 3.5 cm 頭方で、その位置より 5 cm 上方に中心を置き、シフト番号は8で撮影を行なう (Fig. 21)。

この撮影では Fig. 22 に示すように眼窩と上顎洞側壁の示現が見られ、骨折等の病変の把握に有用な症例があった。

5.5 頬骨 (頬骨弓) 撮影

頬骨撮影はドイツ水平面を仰角 40° に位置付けし、モードは P-A を選択する。深度は外耳孔より 4 cm 頭方で、その位置より 3 cm 上方に中心を置き、シフト番号

は12で撮影を行なう (Fig. 23)。

この方法は従来の撮影法に比べて位置付けが容易であり、Fig. 24 に示すように頬骨部の骨折等の病変の読影を容易にした。

5.6 茎状突起撮影

茎状突起撮影はドイツ水平面を5°前傾させ、モードは A-P を選択する。深度は外耳孔より 2 cm 足方で、その位置より 5 cm 下方に中心を置き、シフト番号は7°で管球角度を7°つけて撮影する (Fig. 25)。

茎状突起は Fig. 26 に示すように上行枝と頸椎の間に独立して左右が対称的に撮影され、異常所見の観察が容易であった。

5.7 視束管撮影

視束管撮影はドイツ水平面を仰角 15° に位置付けし、モードは P-A を選択する。深度は外耳孔より 3 cm 頭方

Fig. 21. The diagram showing the depth (left) and the focal trough (right) for panoramic radiography of orbits.

Fig. 22. Panoramic radiograph of orbits (←).

Fig. 23. The diagram showing the depth (left) and the focal trough (right) for panoramic radiography of zygomatic arches.

Fig. 24. Panoramic radiograph of zygomatic arches (←).

Fig. 25. The diagram showing the depth (left) and the focal trough (right) for panoramic radiography of styloid processes.

Fig. 26. Panoramic radiograph of styloid processes (→).

トモレックス (曲面回転断層撮影装置) の使用経験 (篠島・小平沢・久保田・徳井)

で、その位置より 3 cm 上方に中心を置き、シフト番号は 5 で撮影する (Fig. 27).

従来の視束管撮影法は左右をそれぞれ分けて 2 回の撮影が必要で、その際、左右対称的な患者の位置付けや固定が難しい。この撮影では Fig. 28 に示すように、一回の曝射で視束管が左右対称性に描出することが可能で、患者の位置付けは特に配慮せず容易に行なえ得た。

5.8 乳様突起撮影

乳様突起撮影はドイツ水平面を仰角 30° に位置付けし、モードは P-A を選択する。深度は外耳孔より 1 cm 足方で、その位置より 2 cm 上方に中心を置き、シフト番号は 10 で撮影する (Fig. 29).

従来の乳様突起部の撮影法としてはシュラー氏法、ステンバース氏法等があるが、これらの方法は左右をそれ

Fig. 27. The diagram showing the depth (left) and the focal trough (right) for panoramic radiography of optic canals.

Fig. 28. Panoramic radiograph of optic canals (←).

Fig. 29. The diagram showing the depth (left) and the focal trough (right) for panoramic radiography mastoid processes.

ぞれ分けて 2 回の撮影が必要で、その際、左右対称的な患者の位置付けが難しく、再現性に乏しい。この方法では Fig. 30 に示すように、一回の曝射で乳様突起部が左右対称性に撮影が可能であり、患者の位置付けも容易で、再現性のある X 線像を得た。

5.9 トルコ鞍撮影

トルコ鞍撮影はドイツ水平面を仰角 45° に位置付けし、モードは P-A を選択する。深度は外耳孔より 2 cm 頭方で、その位置より 5.5 cm 上方に中心を置き、シフト番号は 1 で撮影を行なう (Fig. 31).

この方法では Fig. 32 に示すように、一回の撮影で左右からの観察が可能であった。

5.10 上部頸椎撮影

上部頸椎撮影は頸椎を水平になるように位置付けし、モードは A-P を選択する。深度は外耳孔より 3 cm 足方

Fig. 30. Panoramic radiograph of mastoid processes (←) of phantom.

Fig. 31. The diagram showing the depth (left) and the focal trough (right) for panoramic radiography of sella turcica.

Fig. 32. Panoramic radiograph of sella turcica (←) of phantom.

で、その位置より 1 cm 下方に中心を置き、シフト番号は 8 で撮影を行なう。

この撮影では Fig. 33 に示すように、後頭骨の後頭顆と環椎及び軸椎の位置的関係が従来の撮影法に比べて良く観察されるように思われる。

5.11 立体撮影法

トモレックスは管球角度を 0° と 7° に設定でき、それに合せてカセット装着部も X 線の線錐に移動する。この機構を利用して立体撮影を試みた。

方法は最初に撮影部位を管球角度 7° で撮影し、次に管球角度を 0° に変えて、患者を足方へ 5.5 cm 水平移動して 2 回目の撮影を行なう。

立体像は曲面回転断層撮影特有の障害陰影を除去して、ある一定の幅の部分だけ立体視できる。この方法により埋伏歯の位置や方向、異物の位置、のう胞の大きさ、骨折の状態等の診断に役立つものと思われる。

6. 被曝線量

被曝線量の測定³⁾には人体形状ファントムを使用し、目（水晶体）、口唇、脳下垂体、耳下腺、甲状腺、後頭、

Fig. 33. Panoramic radiograph of cervical spine of phantom.

Table 1. Exposure dose of the patient in TOMOREX's selectgraph (mR)

Shift No.	4	8	12	8
Mode	P—A	P—A	P—A	A—P
Object	Maxillary-Mandibula	Orbita	Zygo-matics	Condyles
Sites				
Eye (Lens)	11.6	23.2	32.5	26.1
Lips	11.2	2.4	3.5	120.4
Pituitary	7.8	143.1	174.2	39.1
Parotid	145.7	4.9	9.9	139.2
Thyroid	9.9	1.9	3.1	18.4
Occipit	1.4	9.3	7.0	1.9
Thymus	1.4	1.4	1.4	1.8
Gonad	0.008	0.008	0.008	0.01

胸腺及び性腺の相当部位について測定を行なった。

測定方法は TLD 素子 5 本をファントムに埋め込んで照射を行ない、測定値を求めた。照射条件及び位置付けは我々が検討した結果に基づいて実施した。尚、ラドコン II 型線量計と TLD との感度比は同一条件で照射し、4.4 の更正常数を得た。測定の結果は Table 1 に示す。

目（水晶体）は各シフトともあまり差は認められないが、上下顎骨撮影の場合には水晶体が線錐よりはづれているので低い値を示している。口唇での測定値は A-P 撮影による直接線のために高い値を示した。脳下垂体では眼窩撮影が回転中心に近く、頬骨撮影は線錐に含まれているので高い値を示した。耳下腺は上下顎骨撮影が被写体を通して X 線と回転中心に近く、頬骨撮影は直接線と二次線の影響を受けて高い値を示した。甲状腺は頬骨撮影が線錐に近くなるために高い値を示した。後頭では上下顎骨撮影が正中線でシフトを行ない、A-P 撮影と共に低い値を示した。胸腺及び性腺の測定値は極めて低い値で、防護衣の着用により被曝を避けることが可能であることを示していた。尚、測定値の違いはシフト動作によって回転中心と目標断面位置が変り、直接線や線錐に含まれるか否かによって測定値に影響がみられた。

7. ま と め

従来の曲面回転断層撮影は患者を立位又は座位で撮影するが、本装置は患者をストレッチャーに仰臥位の状態で撮影が出来るように設計されているので、重傷患者や意識不明の患者及び小児や心身障害者の X 線撮影が可能である。断層軌道は 15 段階のシフトが可能で、セレクトグラフよりシフト番号のダイヤルを選択することにより、目的とする断層部位の設定が出来る。又、断層厚が一定であることから、患者の垂直移動によって一連の曲面断層像が得られる。ストレッチャー上の患者は動かすことなく、ストレッチャー自体の上下動及び水平動により位置設定が容易に可能である。

本装置には以上のような特長を有しているが、患者を

Fig. 34. Holding head device for Tomorex.

トモレックス（曲面回転断層撮影装置）の使用経験（篠島・小平沢・久保田・徳井）

撮影する場合に考慮しなければならない点がある。

曲面回転断層撮影法は1回の曝射で左右対称的な部位を平面に展開したX線像として得られるが、患者の位置付けを正確にすることが大切である。本装置には患者の位置を知るものとして、撮影部位とフィルム間の距離を測定する器具が装備されているが、必ずしも充分とはいえない。我々は正中矢状面とP-A撮影の断層面を明示するビームライトを設けて、患者の位置付けを正確に可能ならしめ、しかも再現性を可能にした。

本装置の患者の静止時間はホームポジションから撮影の準備位置まで移動する時間と照射時間を合わせると約34秒かかり、曲面回転断層撮影装置の中で一番長く、そのため頭部の固定法を考慮しなければならない。本装置には頭部をヘッドレストに乗せてマジックバンドで固定するようにセットされているが、なお不十分なため、アクリル板を材料にした頭部固定器を考案、試作した（Fig. 34）。即ち、両外耳孔に耳入桿を挿入して固定する方法で、撮影を便利にするために360度の角度を表示して、ドイツ水平面とのなす角を容易に分かるように設計した。この固定器の使用により動揺のある患者の固定にも効果を上げている。尚、アクリル板の陰影は読影の障害にはならない。

曲面回転断層撮影法のX線像は断層ばけ像の一種である障害陰影⁹⁾が重なって投影されるために読影の防げとなることがある。本装置は15段階のシフトにより障害像の現れ方が異なってくる。そこで、撮影部位は障害になる部位と重複しないように頭部に仰角又は俯角を付けて位置を設定する必要がある。又、平面断層の直線運動に類似している障害陰影は撮影部位をスリットに対して出来るだけ平行に位置付けすると、ある程度の除去が可能である。しかしながら、障害陰影を完全に除去することが出来ないで、本法特有の投影像の形成を把握しておく必要があろう。

次に本装置を使用しての問題点を提起すると、

1. 再現性のあるX線像を得るためには、頭部の固定器を装備する必要がある。

2. 撮影時間の短縮を計ることで、患者の動揺による失敗が少なくなり、被曝線量も減少するものと思われる

ので、装置の容量を大きくする必要がある。

3. シフト動作によってホームポジションの位置が変わるために患者の位置付けに苦慮したので、機械的な精度の向上が望まれる。

4. X線写真の左右に濃度差が見られるため読影の防げとなっており、回転機構に問題があるように思われる。

5. 本装置の投影像はフィルム幅が狭く情報量が限定される。そこで本装置が指定するフィルムとそれより幅の広いフィルムの二種類を使用できるように、それぞれのフィルム幅に線錐を合せたスリットを交換する方法が可能になると、診断領域が広がるように思われる。

6. トモレックスに適した専用のテストチャートの開発が望まれる。

これら諸項が痛感した点で、早急な改善、改良が望まれる。

装置の性能評価の問題は未だ検討する余地が残されているが、シフトさせることで上顎洞、眼窩と視束管の撮影については、今までの撮影法では描出できなかった病変を示現し得ることが解り、口腔領域の診断に有用な装置となることが期待されよう。

（最後に御尽力と御校閲を賜った第一口腔外科学講座 富田喜内教授、終始御指導と御校閲を賜った歯科放射線学講座山崎岐男教授並びに第一口腔外科学講座福田博助教授、戸塚靖則講師はじめ教室の諸先生の御協力に深く感謝申し上げます。）

文 献

- 1) 安藤正一：オルソパントモ撮影法，放友社，1971.
- 2) 西岡敏雄：曲面断層撮影法，日放技学誌，**32**，483-489，1976.
- 3) 小平沢英男，他：全歯牙撮影法の被曝線量測定とそれの比較，日放技学誌，**34**，519-523，1978.
- 4) 角田 明，他：オルソパントモグラフにおける断層像と障害像について，日放技学誌，**32**，566-572，1976.
- 5) トモレックス使用説明書，ペンウォルト社.