

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月25日現在

機関番号：32622

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21592399

研究課題名（和文） パノラマ撮影広域調査のための線量測定法の確立

研究課題名（英文） Establishing regional dosimetry protocol for panoramic radiography

研究代表者

境野 利江（SAKAINO RIE）

昭和大学・歯学部・助教

研究者番号：50153862

研究成果の概要（和文）：

歯科パノラマ X 線撮影の診断参考レベルを確立し、患者防護の最適化を推進するため、線量幅積（DWP）を広域調査する必要がある。CT 用光刺激ルミネセンス線量計（以下 OSL 線量計）をパノラマ撮影の DWP を測定するために改良した。改良した OSL 線量計を用いて、DWP を測定し、また同時に X 線フィルムを用いてビームの高さ H を測定した。面積線量 DAP は DWP と H の積で計算した。これらの DWP と DAP 値の正確さを校正された電離箱による測定値と比較して評価し、パノラマ撮影広域調査のための新線量測定法としての有用性を検証した。

研究成果の概要（英文）：

To establish regional diagnostic reference levels in panoramic radiography and to promote optimization of radiation protection for patients, dose-width products DWP should be widely surveyed. For measurement of the DWPs in panoramic radiography we improved optically stimulated luminescence (OSL) dosimeters for CT. Using the improved OSL dosimeter, we measured the DWP, and at the same time the beam height H using X-ray films. A dose-area product DAP was calculated from the product of DWP and H. We evaluated the accuracy of the DWP and DAP values comparing with calibrated ionization chamber measurement, and concluded the validity of the new regional dosimetry protocol for panoramic radiography.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学、病態科学系歯学・歯科放射線学

キーワード：歯科放射線学一般

## 1. 研究開始当初の背景

パノラマ撮影の患者線量を管理し、患者防護の最適化を推進するためには、診療所や病院など各施設で容易にその撮影の線量が測定でき、それを診断参考レベル(DRL)と比較する必要がある。これまで欧州、米国、北欧、アジア、オセアニア地域などで広範囲に調査されてきたパノラマ撮影の患者線量管理のためのDRL計測量は、線量幅積DWPと面積線量DAPである。これらはそれぞれ正確には空気衝突カーマの線束幅方向に沿った積分および空気衝突カーマの線束面積全体に渡る積分であって、前者は「空気衝突カーマ・幅の積」、後者は「空気衝突カーマ・面積の積」と呼ぶべきものであるが、ここでは慣習的に定着している用語を用いる。

一方患者のどの解剖学的領域までをパノラマ撮影でX線検査するか、言い換えると照射野の高さを決定しているのは、標準パノラマ撮影ではスリットビームの高さHであって、これは成人患者では下顎下縁から歯列全体を含んで、上顎洞から眼窩下縁までの約130mm前後と、顎関節を含めるかによって多少変化し得るとしても、通常は150mm以下の領域である。もちろん成人と小児では、その高さが増えることは当然であって、検査に無用な範囲の照射は避ける原則は検査の最適化を推進する上で固く守られるべきである。

さてある条件下ではこれらのDWPとDAPとは $DAP=DWP \times H$ の関係がある。DAPはDWPのビーム高さ方向の積分であり、 $DAP = \int_H DWP_h dh$ と表される。ここで $DWP_h$ はスリットビームの高さhにおけるDWPであり、積分はビームの高さ全体Hまで行うことを示す。 $DWP_h$ がスリットビームの高さhによらず一定のDWPなら、 $DAP = DWP \times \int_H dh = DWP \times H$ となる。またDWP

はビームの幅w(水平)方向の空気カーマ $K_{air}$ の積分であって、 $DWP = \int K_{air} dw$ である。ここで $K_{air}$ は通常、受像体位置でスリットビームの幅(水平)方向のwとw+dwの間で測定した空気カーマの値で表し、これを線量プロフィールと呼ぶ。一回のパノラマ撮影による線量プロフィールは、スリットビームのX線射出口で測定されることもあるが、通常は患者の居ない空中の受像体位置で測定され、パノラマ撮影の画像形成に密接に関係した線量である。一方DAPは患者の付与エネルギーに関係しており、撮影のリスク評価に利用される。したがって、患者防護の最適化を推進する上で、パノラマ撮影ではこれら3つの量DWP、DAP、Hを決定することが患者線量の管理とDRLの設定に極めて重要である。

## 2. 研究の目的

パノラマ撮影のDWP、DAP、Hを測定するため、電離箱、フィルム、熱ルミネセンス線量計、半導体検出器など様々な手段が研究されてきた。それぞれの測定機器には、正確さ、取り扱いやすさ、経済性など多くの観点による利害得失があるが、ここでは、広域に線量調査を行うための手段として、堅牢で簡単に取り扱えポータブルなものという制約から、フィルム、熱ルミネセンス線量計(TLD)、および近年開発された光刺激ルミネセンス(OSL)線量計に着目した。

このうちX線フィルムとTLDの配列は、以前より多くの研究で用いられている実績のある方法で、著者も以前に東京湾岸地域診療所のパノラマ撮影線量調査にこれらを使用した。X線フィルムは一回の照射で、ビームの線量プロフィール $K_{air}$ とビームの高さHおよび線量(DWPとDAP)が一度に計測できる優れた特質を有しているが、高精度に線量を

決定する上では多くの困難があることが知られている。厳密に一定の現像処理を行うには莫大な投資も必要となる。一方 TLD はフィルムより高感度であり、線量幅積 DWP もより正確に測定できるが、線量プロフィールを測定する上では、空間分解能にやや難があった。

かねてより米国 Landauer 社 (<http://www.landauer.com/>) は TLD に匹敵する感度と正確さを有し、多くの点で TLD より優れた特質を有する個人被曝モニタリング用の OSL 線量計を提供してきた。そして近年それを応用して、TLD 配列よりも遥かに空間分解能が高く (公称 0.2 mm) CT 線量プロフィールと CT 線量指数を測定できる QA/QC 製品を開発した。そこで本研究では、DRL 設定のため広範囲にパノラマ撮影の線量調査を行うことを想定し、CT 用の OSL 線量計 (以下 OSL CT 線量計) を応用してパノラマ撮影の線量プロフィールを測定するための線量測定法を確立することを目的とした。

### 3. 研究の方法

パノラマ撮影 X 線装置の線質ビームを模擬し種々の線量と線量率で、OSL CT 線量計のエネルギー依存性、角度依存性、空間分解能等を調べるため Toshiba の X 線透視撮影装置 DTW-300A と高電圧装置 KXO-80N を用いた。また実験に使用した 4 台のパノラマ撮影 X 線装置 (カッコ内に撮影条件を示す) は全てデジタルシステムで、ヨシダ Panoura19-3D (73 kV, 8 mA, 16 s) [3D ハイブッド機]、アクシオン ジャッパン PC-1000 (80 kV, 6 mA, 12.5 s)、インストルメンタリウム OP200 D-VT (66 kV, 8 mA, 17.6 s) [セファロオプション]、朝日レントゲン Hyper-X (76 kV, 10 mA, 12 s) である。それぞれ順に最初の 2 台は平行スリット、続く 2 台は V 字型スリットを採用していた。オプション機能を有するものを鍵括弧で示

した。

照射条件をモニターし、全ての線量測定において指示値のトレーサビリティを維持するため、日本品質保証機構で校正された Radcal の基準電離箱 10X5-3CT を使用した。また、必要に応じて面積線量計 PTW-Freiburg の Diamentor M4 と透過型電離箱 V34028 を使用した。

OSL CT 線量計は、有効長 150 mm 幅 6 mm 厚さ 30  $\mu$ m の短冊型素子からなり、本来ファントム中の CT 線量指数を測定するために設計されており、遮光性ポリカーボネイト樹脂製円柱容器 (長さ 175 mm 直径 12 mm) に入れて提供される。パノラマ撮影のビームに対する空中での水平方向の線量プロフィール  $K_{air}$  を測定するためには、容器によるビームの擾乱が生じないように元のポリカーボネイト容器から試作した壁厚 1 mm の PMMA 製容器に移して使用した。完全な遮光を実現するため試作容器は熱収縮チューブ (住友電工スミチューブ) で覆った。

パノラマ撮影の X 線ビームを受像体位置で OSL CT 線量計によって測定するとき、同時に同じ位置でビーム高さを測定するため、Kodak の X 線フィルム X-0mat を使用した。

### 4. 研究成果

熱収縮のため 105 度に加熱したことによる OSL CT 線量計の変成はなかった。このことは、室温でカーボンファイバーなど数種の材質容器に移した OSL CT 線量計の比較照射実験から確認した。

OSL 線量計の応答特性は管電圧 80 kV、総濾過 3.1 mm Al 当量の X 線ビームで、OSL 線量計を照射し、そのときの空気カーマを電離箱

式線量計でモニターして調べた (図 1)。グラフの縦軸は OSL 線量計の値 (OSL と略)、横軸はモニターした電離箱式線量計の値 (ION と略) で最大 20.2 mGy まで、OSL 線量計は線量に対して直線的に応答した。

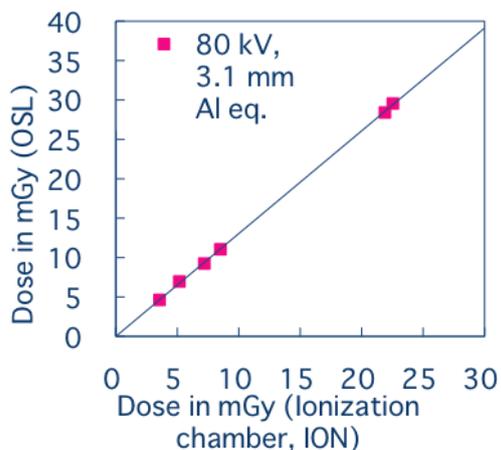


図 1 OSL 線量計 (OSL) の電離箱式線量計 (ION) に対する線量応答

この OSL 線量計を用いパノラマ撮影装置 4 台について、ビーム高さ  $H$  の中央位置  $H/2$  で線量プロフィール  $K_{\text{air}, H/2}$  を測定したところ、OSL 線量計は TLD 配列より高い空間分解能と優れた線量応答直線性によって高精度に測定ができた (図 2a-d)。

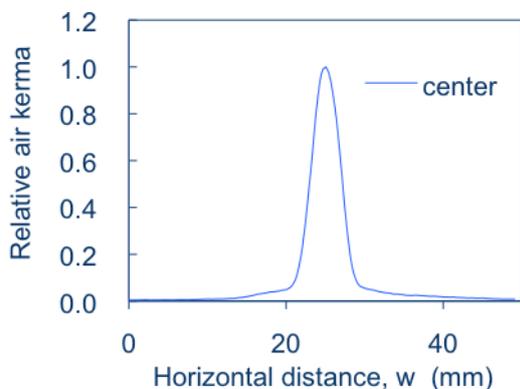


図 2a Panoura19-3D の線量プロフィール

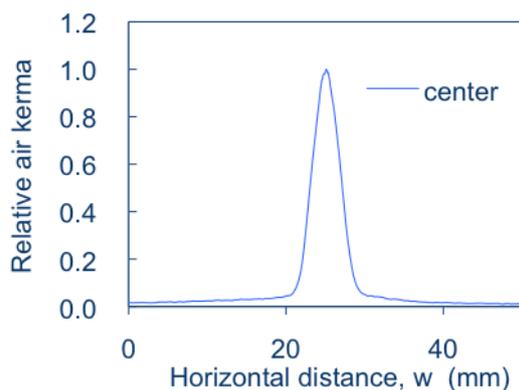


図 2b PC-1000 の線量プロフィール

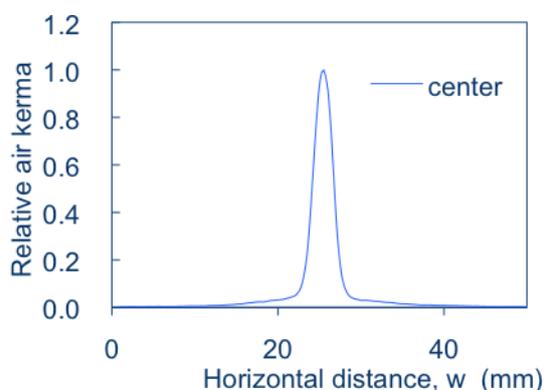


図 2c OP200 D-VT の線量プロフィール

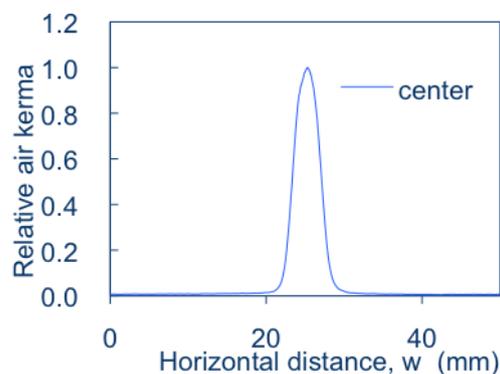


図 2d Hyper-X の線量プロフィール

また、ペンシル型 CT 電離箱を用いて同じ高さ位置  $h$  の線量幅積  $DWP_h$  を測定し、OSL 線量計による線量プロフィールの積分値と比較した結果、5%以内の正確さであった (図 3)。

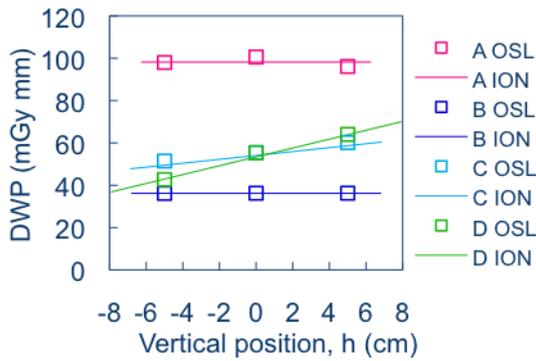


図 3 OSL 線量計 (OSL) とペンシル型電離箱 (ION) による DWP の比較

さらに、ビーム射出口に面積線量計 (PTW Diamentor M4) を設置して面積線量 DAP をモニターし、空中で同時照射した OSL 線量計と X 線フィルム (Kodak X-Omat) によるビーム高さ H の測定値を用いて、 $DAP = \int_H DWP_h dh$  の値と比較したところ、両者は 6% 以内で一致した。

[まとめ] 本研究でパノラマ撮影の広域調査に利用できるよう市販の OSL CT 線量計を元にパノラマ撮影装置の測定に適した容器を開発した。その容器に移して、エネルギー特性、角度依存性、空間分解能等を研究した結果、OSL 線量計はこれまでの TLD と比較して高精度にパノラマ X 線撮影における線量プロフィールを測定できることがわかった。またこの線量プロフィールから得られる DWP は電離箱測定と比較しても 5% 以内の正確さであった。X 線フィルムによるビーム高さ H の測定と組み合わせて  $DAP = DWP \times H$  で計算される値も面積線量計によるモニターと 6% 以内でよく一致した。

今後、本研究で開発した測定法を用いて、パノラマ撮影の広域調査を行い、DRL を確立して、患者防護の最適化に役立てていきたい。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- (1) 佐藤健児、原田康雄、境野利江、西川慶一、佐野 司、岡野友宏、代居 敬、ICRP2007 年勧告による歯科 X 線撮影時の実効線量について、歯科放射線、49 巻、2009、50-57
- (2) 境野利江、佐藤健児、原田康雄、西川慶一、小林育夫、岡野友宏、代居 敬、佐野 司、一般歯科診療所のパノラマ X 線撮影における患者線量、歯科放射線、50 巻、2010、11-16
- (3) 境野利江、佐藤健児、原田康雄、西川慶一、小林育夫、代居 敬、佐野 司、岡野友宏、一般歯科診療所の口内法 X 線撮影における患者線量、歯科放射線、50 巻、2010、43-50

[学会発表] (計 5 件)

- (1) 境野利江、原田康雄、佐藤健児、遠藤 敦、小林育夫、岡野友宏、代居 敬、パノラマ X 線撮影の面積線量から実効線量への換算係数、NPO 法人日本歯科放射線学会第 50 回学術大会、2009 年 5 月 29 日、大阪
- (2) 境野利江、佐藤健児、原田康雄、西川慶一、杉原義人、河合泰輔、浅海利恵子、岡野友宏、代居 敬、佐野 司、コーンビーム歯科用 CT 装置に対する線量性能の評価、NPO 法人日本歯科放射線学会第 50 回学術大会、2010 年 4 月 24 日、鶴見
- (3) 境野利江、佐藤健児、西川慶一、原田康雄、杉原義人、岡野友宏、代居 敬、佐野 司、歯科用コーンビーム CT の面積線量から組織線量・実効線量への換算係数、第 100 回日本医学物理学会学術大会、2010 年 9 月 24 日、東京
- (4) Rie Sakaino, Kenji Sato, Keiichi Nishikawa, Yasuo Harata, Yoshihito Sugihara, Tomohiro Okano, Takashi Yosue, Tsukasa Sano, Effective doses per dose-area products in dental cone-beam computed tomography, The 8<sup>th</sup> Asian Congress of Oral and Maxillofacial Radiology, 2010, Nov., 15th, Seoul
- (5) Rie Sakaino, Kenji Sato, Yasuo Harata, Keiichi Nishikawa, Ikuo Kobayashi, Tomohiro Okano, Takashi Yosue, Tsukasa Sano, Dose profiles and dose-width products in panoramic radiography, 18<sup>th</sup> International Congress of Dento-Maxillo-Facial Radiology, 2011, May, 29th, Hiroshima

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

境野 利江 (SAKAINO RIE)

昭和大学・歯学部・助教

研究者番号：50153862

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：