

Title	モアレトポグラフィーによる補償フィルタの作製
Author(s)	今葦倍, 庸行; 綾川, 良雄; 宮田, 伸樹
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1974, 34(6), p. 416-421
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/14759">https://hdl.handle.net/11094/14759</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## モアレトポグラフィーによる補償フィルタの作製

名古屋市立大学医学部放射線医学教室 (主任: 佐久間貞行教授)

藤田 勝三 佐久間貞行 今葦倍庸行

綾川 良雄 宮田 伸樹\*

(昭和49年2月4日受付)

(昭和49年3月25日最終原稿受付)

Moiré Topographic Technique Applied to Design of  
Compensator for Telecobalt Therapy

By

Shozo Fujita, Sadayuki Sakuma, Nobuyuki Imagunbai, Yoshio Ayakawa  
and Nobuki Miyata

Department of Radiology, Nagoya City University Medical School

(Director: Prof. S. Sakuma)

---

*Research Code No.:* 601

---

*Key Words:* Moiré topographic technique, Compensator, Telecobalt therapy

---

The Moiré topographic technique was applied for the design of a compensator for telecobalt therapy. The Moiré camera is composed of two optical systems, projection and imaging, with the same focal length of the lens and lattice constant of the grid. The light is projected on the object from the same direction as the  $\gamma$ -ray incidence, and shape of the image of the grid on the object is distorted according to the condition of the surface. Moiré fringes are formed by interference of the image of grid on the object and the grid in the imaging system.

A beeswax phantom with a defect shaped into a truncated cone and human neck phantom were photographed by the Moiré camera. The principal points of the lens of the Moiré camera and the object were arranged so that the distance between plans, which were decided by the contour lines, was equivalent to about 10 mm. Lead plates of 1 mm thickness were cut off along the contour lines and the compensator was constructed by piling them up. Then the compensator was attached to the beam axis at 49 cm from the source.

Cobalt-gammagrams were taken before and after using the compensator, and availability of the compensator was evaluated by comparing the two microdensitometric curves recorded from the cobalt-gammagrams. Patients with carcinoma of maxillary and malignant lymphoma were also photographed, and the results were as follows: (1) Irregular contour of the surface was nearly corrected with respect

\* 現在 愛知医科大学放射線医学教室

to the absorption of  $\gamma$ -ray by the compensator based on the Moiré fringe. (2) It was considered that the contour lines obtained by Moiré fringe were useful for topographic observation of local condition during the course of treatment.

**I 目的**

放射線治療時に患者体表の入射面に大きな凹凸がある場合、病巣部の適切な線量分布を得るため補償フィルタが使用される。補償フィルタの作製方法のうち、恒元<sup>6)</sup>らの光の等高線を利用する方法は簡便であるが、スリットを通した光を放射線入射方向と直交する方向から患者に投影するもので線源側からみた陥凹部では等高線は得られない。そこで、放射線入射方向から投影して等高線を描くことができるモアレトポグラフィカメラ<sup>4)</sup>を応用した。陥凹と隆起のある2種類のファントムを作り、これをモアレトポグラフィカメラで撮影し、そのモアレ縞等高線<sup>5)</sup>をもとに鉛板で補償フィルタを作製した。その実用性の検討を行うとともに臨床応用を試みたので報告する。

**II 原理**

投影法モアレトポグラフィの原理を Fig. 1 に示す。光源からの光はコンデンサーレンズで拡散され、格子を通つて投影レンズで格子像を被写体上に結像させる。格子像は被写体表面の形状に応じて変形する。その変形格子像を一方のカメラで撮影するとフィルム前面に置いた格子との間にモアレ縞が形成される。幾何学的にはレンズ主点から被写体基準面までの距離を  $b$ 、2つの光学系の主点間距離を  $m$ 、レンズの焦点距離を  $f$ 、格子定数を  $d$  とすると  $N$  番目のモアレ縞の深さ  $h_N$  は次式によつて与えられる。

$$h_N = \frac{b(b-f)Nd}{mf - (b-f)Nd} \dots (1) \quad (N=1, 2, 3\dots)$$

こうして得られたモアレ縞をもとに補償フィルタを作製して線源と被写体間に装着する。

**III 実験方法**

使用した装置はフジノンモアレトポグラフィカメラ (富士写真光機, FM-77) である。焦点距離  $f = 301\text{mm}$ 、格子定数  $d = 0.2\text{mm}$  である。フィルムはネオパン S S S を使用した。補償フィルタ使用前後のコバルトグラフィはコバルト-60照

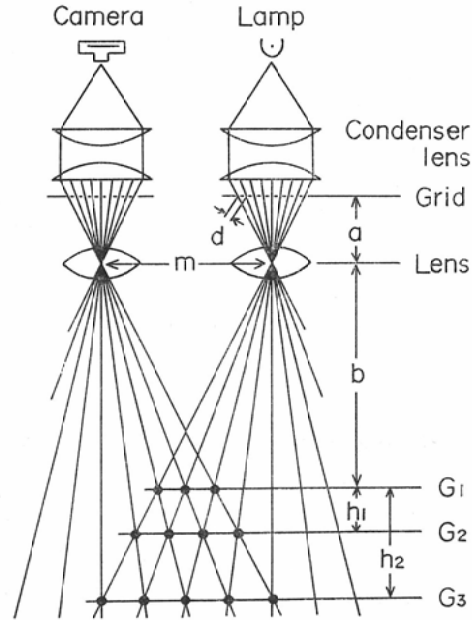


Fig. 1. Principle of Moiré fringe formation

射装置 (島津 RTG-1) により、線源表面間距離を  $75\text{cm}$ 、照射野の大きさを  $16\text{cm} \times 16\text{cm}$  として増感紙 G S (極光) と工業用 X 線フィルム (さくらタイプ R) を用いて行つた。濃度曲線はマイクロデントメーター (小西六, PDM-5) により記録した。スリットの大きさは  $125\mu \times 250\mu$  とした。ファントムの 1 つは縦横  $20\text{cm}$ 、厚さ  $10\text{cm}$  の密蝕に短径  $1\text{cm}$ 、長径  $6.8\text{cm}$ 、高さ  $5\text{cm}$ 、円錐角  $60^\circ$  の円錐台形の穴をあけたもの (以下陥凹ファントムと称す) で、他はアクリル板で作つた長さ  $22\text{cm}$ 、幅  $15\text{cm}$  の背面が平坦で前面は人体下顎部から頸部を想定した複雑な曲面をもつ水槽ファントム (以下頸部ファントムと称す) である。モアレトポグラフィカメラで撮影するとき光の反射効率をよくするためにポスターカラー (ジョンブリアン) を塗布した。得られたモアレ縞の写真を写真用引伸機で線源・補償フィルタ間距離と線源・皮膚表面間距離の比  $49/75$  ( $\approx 0.65$ ) に縮少

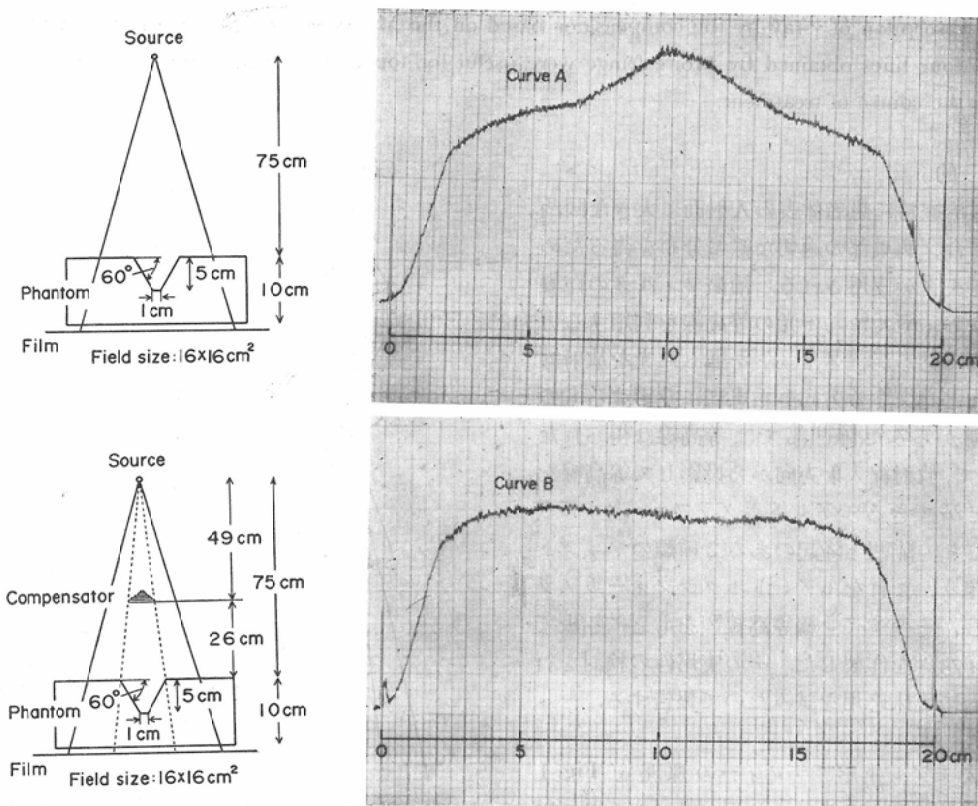


Fig. 2. Schema of experimental arrangement and microdensitometric curves, without compensator (Curve A) and with compensator (Curve B)

して、それをもとに厚さ 1 mm の鉛板を切り、重ねて補償フィルタを作製した。 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  線の減衰は鉛 1 mm が水の約 10 mm に相当するとみなしてモアレ縞等高線の深さが 10 mm になるように (1) 式の b の値を 2600 mm とした。

#### IV 結果

##### 1) ファントーム実験

###### (a) 陥凹ファントームについて

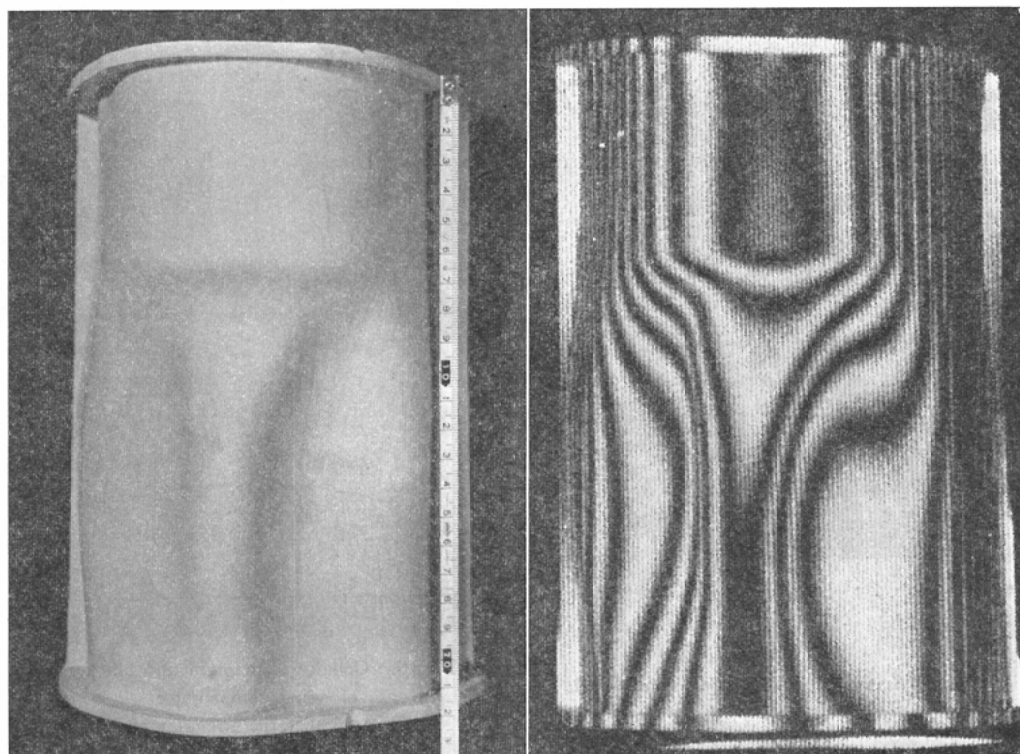
円錐台形の陥凹部を線束中心に置いてコバルトグラフィーを行い、その濃度を記録した。次に、モアレ縞をもとにして切り抜いた 5 枚の鉛板を重ねて作った補償フィルタを線源から 49 cm のフィルタを装着するところにとりつけてコバルトグラフィーを行った。このときの濃度曲線はファントームの両端では完全な平坦にはならなかったが、陥凹

部は補償フィルタによりほぼ補正された (Fig. 2)。

###### (b) 頸部ファントームについて

頸部ファントームの平坦な背面を下に、複雑な曲面を上にしてカセット上においてコバルトグラムを撮影した。線束中心はファントームの中心においた。次に、モアレ縞をもとにして作製した補償フィルタをとりつけてコバルトグラフィーを行った。Fig. 3 に頸部ファントームとそのモアレ縞等高線を示す。Fig. 4 はモアレ縞をもとにして作った補償フィルタである。Fig. 5 は補償フィルタを使用しないときのコバルトグラムとその両側の黒線の位置でスキャンしたときの濃度曲線である。Fig. 6 は補償フィルタを装置したときのものである。コバルトグラム及び濃度曲線の比較により放射線入射面の凹凸は実用的にはほぼ補正され

Fig. 3. Human neck phantom (left side) and contour lines on the phantom (right side)



たとみなし得る。

## 2) 臨床的応用

ファントム実験の結果から本法は臨床的に応用できると考えて、上顎癌患者2名、頸部悪性リンパ腫患者1名をモアレボグラフィカメラで撮影した。この場合、補償フィルタ作製の他に隆起の状態を客観的に三次元的に計測する目的もあり、モアレ縞等高線の深さを5mmにした。右上顎癌患者と頸部悪性リンパ腫患者の例を示すが補正すべきところがよくわかる (Fig. 7) (Fig. 8)。これによつて作製した補償フィルタを楔状フィルタと併用すると表面の凹凸を補正した2門照射が行える。

## V 考 按

放射線治療時に健常組織にはできるだけ照射せずに、病巣部に均等に高線量を照射することは重要である。凹凸のある部位の固定照射で目的とす

る線量分布を得るための手段としてボラスや補償フィルタの使用が工夫されてきた<sup>4)</sup>。しかし、<sup>60</sup>Co  $\gamma$  線や超高圧X線治療ではボラスは皮膚損傷を生ずるため深部病巣の治療には用いられない。補償フィルタの方は、その作製法に鋳型をとる方法<sup>2)</sup>、多数の棒の接点から曲面を再現する方法<sup>3)</sup>、回転横断写真を利用する方法があるが、作製の煩雑さのためにその必要性は認められながらも日常の治療には用いられないことが多い。その解決策としての恒元ら<sup>6)</sup>の光による等高線を利用する方法は簡便かつ正確で良い方法であるが、原理的に線源からみた陥凹部では等高線が得られないため応用できない症例もある。モアレトボグラフィカメラを利用する方法はその欠点がなく、また、三次元的形状の計測ができるので症例によつては治療経過の客観的観察にも役立て得る特徴がある。

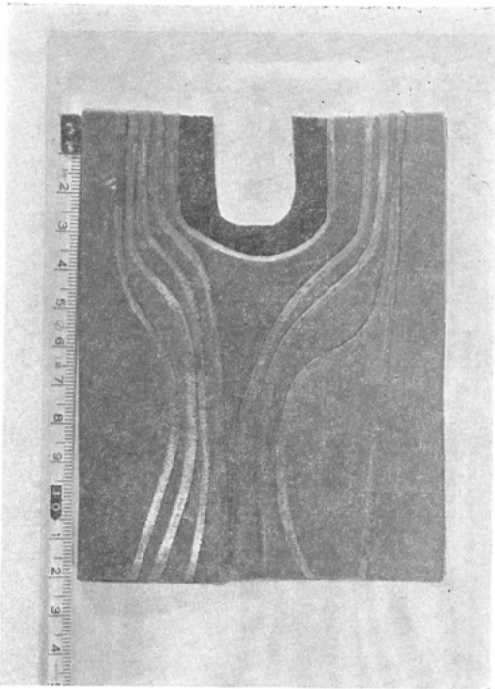


Fig. 4. Compensator of lead plates constructed by the contour lines shown in Fig. 3

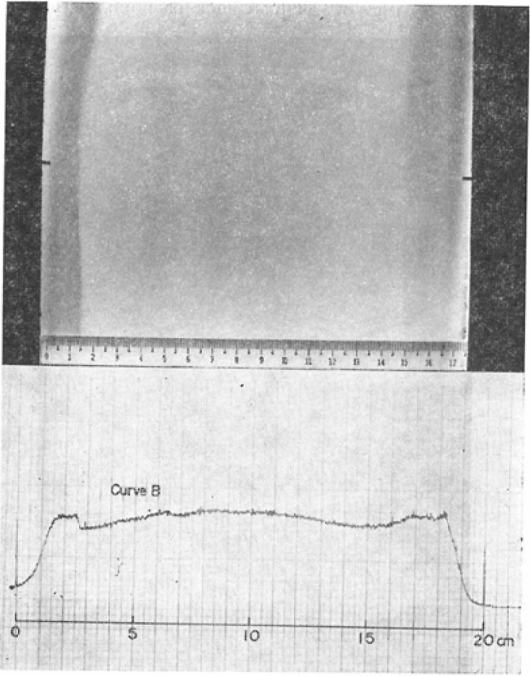


Fig. 6. Cobalt-gammagram and blackening curve in case of using compensator

It is noted that the irregular contour of surface is nearly corrected.

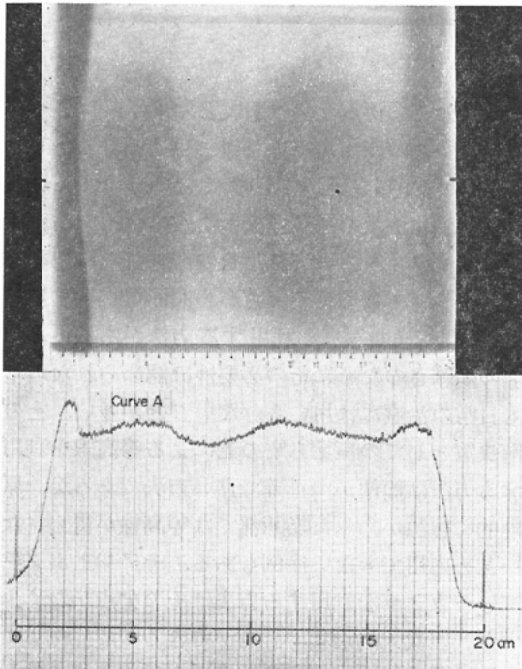


Fig. 5. Cobalt-gammagram and blackening curve in case of not using compensator

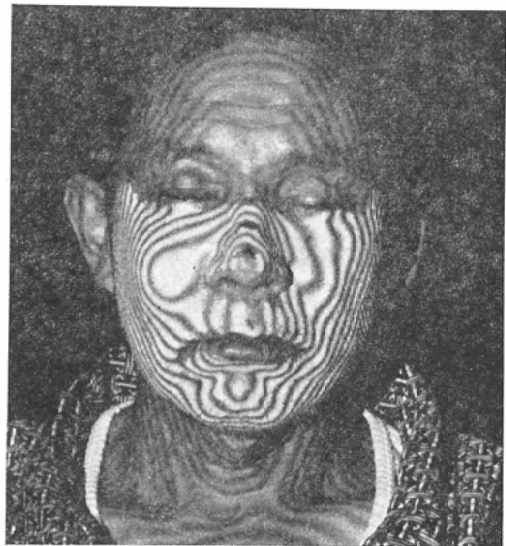


Fig. 7. Clinical application of Moiré technique to the patient with carcinoma of maxillary sinus

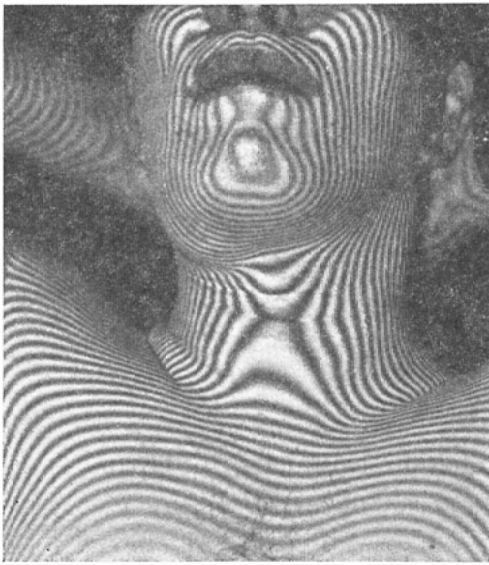


Fig. 8. Clinical application of Moiré technique to the patient with malignant lymphoma

この方法で問題となる欠点は、Fig. 1の原理図に示した如くモアレ縞の深さが被写体基準面から離れるにつれ徐々に深くなることである。その程度は、1番目のモアレ縞の深さが1cmになるようにして撮影した場合、被写体基準面から5cm離れたところで約3%、10cmのところ約7%、15cmのところ約12%である。しかし、临床上は10cm以内の補正ですむことが多い。また、この誤差の補正を必要とするときは、数種の適当な厚さの鉛板を用意しておけばよい。凹凸がはなはだしく大きくて補償フィルタが厚くなり線束の広がりを無視できないときには、各々のモアレ縞等高線を縮少するとき補償フィルタの線源からの距離に応じて縮少率をかえる必要がある。補償フィルタの材質としては、細工がし易いことと薄くてすむという理由で鉛板を用いた。

補償フィルタを正しく用いるには患者の固定

が必要である。モアレトポグラフィーカメラを補償フィルタ作製とともに整位にも用いるよう専用カメラの製作を検討中である。

## VI 結論

モアレトポグラフィーカメラを用いて治療用補償フィルタの作製を試みたところ次の如き結論を得た。

1. モアレ縞等高線をもとにして補償フィルタを容易に作製できる。
2. この方法で作製した補償フィルタは臨床的には表面の凹凸をほぼ補正し得る。
3. 表面に凹凸のある患部については、三次元的に客観性のある計測ができる。また、外観的な計測による治療経過の追跡ができる。

本論文の要旨は第26回日本医学放射線学会物理部会（昭和48年10月7日）及び第53回日本医学放射線学会中部地方会（昭和48年12月9日）に於て発表した。

## 文 献

- 1) Cohen, M., Burns, J.E. and Sear, R.: Physical aspects of cobalt 60 teletherapy using wedge filters II. Dosimetric considerations, *Acta Radiol.*, 53 (1960), 486—504.
- 2) Ellis, F., Hall, E.J. and Oliver, R.: A compensator for variations in tissue thickness for high energy beams, *Brit. J. Radiol.*, 32 (1959), 421—422.
- 3) van de Geijn, J.: The construction of individualised intensity modifying filters in cobalt 60 teletherapy, *Brit. J. Radiol.*, 38 (1965), 865—870.
- 4) 鈴木正根, 鈴木喜義: モアレトポグラフィー, 高精度, 3/2 (1971), 1—8.
- 5) 高崎 宏: モアレトポグラフィー, 画像技術, 2/1 (1971), 27—41.
- 5) 恒元 博, 楠本五郎, 藤田裕子, 古川重夫, 小池幸子:  $^{60}\text{Co}$  治療用 Compensating wedge filter の研究, *日本医放会誌*, 24 (1965), 1204—1209.