

# ステレオ撮像法を用いたシンチグラフィにおける集積位置の深さ計測

小林 龍徳<sup>†</sup> 若原 彩加<sup>‡</sup> 原 武史<sup>†</sup> 片瀬 哲朗<sup>‡</sup> 周 向榮<sup>†</sup> 藤田 広志<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 岐阜大学大学院医学系研究科再生医科学専攻知能イメージ情報分野 〒501-1194 岐阜県岐阜市柳戸 1-1

<sup>‡</sup> 岐阜医療科学大学保健科学部放射線技術学科 〒501-3892 岐阜県関門市平賀字長峰 795-1

E-mail: † {tatsu, hara, zxr, fujita}@fjt.info.gifu-u.ac.jp

**あらまし** シンチグラフィ検査では、集積位置を正面像と斜位像を用いて集積の特定が行われる。われわれは、シンチグラフィ検査におけるステレオ撮像法を用いた集積位置の深さ自動計測システムの開発を行っている。初期的検討として、<sup>99m</sup>Tcを用いたファントムをステレオ撮像を行い、ステレオ視ができることを確認した。そして、正面像と側面像からシンチグラフィ検査における集積位置の深さ計測を試みた。この結果から、ステレオ画像を用いることで距離の弁別能が高いことが分かった。

**キーワード** ステレオ撮影, シンチグラフィ, 自動計測

## Depth measurement of accumulation position in stereoscopic scintigraphy

Tatsunori KOBAYASHI<sup>†</sup> Ayaka WAKAHARA<sup>‡</sup> Takeshi HARA<sup>†</sup> Tetsuro Katakuchi<sup>‡</sup>  
Xiangrong Zhou<sup>†</sup> Hiroshi FUJITA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Department of Intelligent Image Information, Division of Regeneration and Advanced Medical Sciences, Graduate School of Medicine, Gifu University, 1-1 yanaino, Gifu-shi, Gifu, 501-119 Japan

<sup>‡</sup> Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Gifu University of Medical Science

795-1 Ichihiraga aza nagamine, seki-shi, Gifu, 501-3892 Japan

E-mail: † {tatsu, hara, zxr, fujita}@fjt.info.gifu-u.ac.jp

**Abstract** In the scintigraphy inspection, the accumulation position is done to specific of accumulation by using the front image and the oblique view. We are developing the depth automatic operation measurement system at the accumulation position in which the stereo taking picture method in the scintigraphy inspection was used. It was confirmed to be able to take picture of Phantom that used <sup>99m</sup>Tc in the stereo as the first stage examination, and to do the stereo seeing. And, the depth measurement at the accumulation position in the scintigraphy inspection was tried from the front image and the side image. It has been understood that the difference sensitivity of the distance is high to use the stereo imagery as a result.

**Keyword** stereoscopic scintigraphy, depth auto measurement,

### 1. はじめに

シンチグラフィ検査は、核医学検査のひとつであり、放射性医薬品を用いて生体内の機能や代謝量を画像化できる。臨床の検査では<sup>99m</sup>Tcを用いた乳がんのセンチネルリンパ節精検や骨腫瘍の全身スクリーニング、<sup>67</sup>Gaを用いた腫瘍シンチグラフィなどが行われている[1]。

シンチグラフィ画像は、2次元画像であり、集積の空間的な位置を正面像単独で把握することは困難である。そこで、正面像に加えて集積の存在位置がガンマカメラに角度をつけ、側面像と斜位像の撮像を行い、正面像と斜位像を用いて集積位置の確認が行われている。また、ガンマカメラを回転され断層像を撮像する単光子放出核種断層撮影(Single Photon Emission Tomography: SPECT)が行われている。SPECT検査では、

コンピュータ断層撮影(Computed Tomography: CT)画像を同時に撮影することでSPECT画像とCT画像の融合画像を用いた集積位置の確認が行われている。しかし、SPECT検査はシンチグラフィ検査に比べて撮像できる範囲が限られていること、撮影時間がかかるため被検者の体動の影響があるといわれている。

そこでわれわれは、シンチグラフィ検査で撮像された正面像と斜位像からステレオ画像を作成し、シンチグラフィ検査において集積の空間的な位置を自動推定するためのコンピュータ支援診断システムを考えている。

これまでに、医用画像における複数枚の画像を用いて対象物の深さを知る手法として、中川らはステレオ眼底カメラにおける深さ自動計測が報告されている[2,3]また、ステレオ画像の有用性について Andreasら

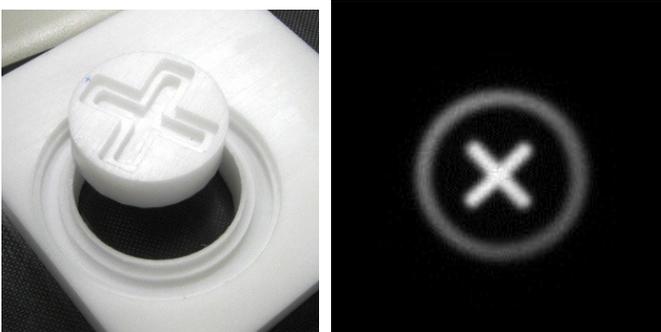
は MRA 画像におけるステレオ視の有効性[4]が報告されている。シンチグラフィにおける集積の空間的な位置を把握する手法として、シンチグラフィにおけるステレオ撮像法が提案されている[5,6]。Tanakaらは、センチネルリンパ節精検において正面像と側面像をステレオ視することで集積位置の認知に有用であると報告している[9]。

複数枚の画像を用いてステレオ視する有用性について報告はされているが、正面像単独とステレオ画像の距離の弁別能の評価についてはこれまでに報告されていない。そこで、本報告では、ステレオ画像の距離の弁別能を二肢強制選択法（2 Alternative Forced Choice Task : 2AFC 法）を用いて評価を行い、ステレオ画像の距離の弁別限について検討を行った。また、撮像条件の幾何学的条件から、集積位置の深さを自動計測について試みた。

## 2. 方法

### 2.1. 使用画像

本実験で使用した画像は、 $^{99m}\text{Tc}$ (370MBq)の放射性薬剤を円形の溝を掘ったアクリル板と十字の溝を掘ったアクリル板を用いて撮像した。アクリルファントムを図 1(a)に示す。ファントムには  $^{99m}\text{Tc}$  を円形、十字の溝が掘られており、アクリルファントムの溝に  $^{99m}\text{Tc}$  を流し込み画像を撮像した。撮像したファントム画像を図 1(b)に示す。ファントム像は画像の中心に十字の図形、外側に円形の図形が撮像されている。



(a)アクリルファントム (b) $^{99m}\text{Tc}$  のファントム画像

図 1. 撮影に使用したアクリルファントムと  $^{99m}\text{Tc}$  を用いて撮像した画像

### 2.2. 撮影条件

撮影ベッドとガンマカメラの幾何学的条件、ガンマカメラとファントムの幾何学的条件を図 2, 図 3 にそれぞれ示す。ここで、L:ガンマカメラとファントムの外円の距離を、d:外円と内円の距離、r ガンマカメラの回転半径、 $\theta$ :ガンマカメラの回転角である。

ファントムの撮像は、ガンマカメラを  $\theta=0$  の正面像

とガンマカメラを  $\theta=10$  まで傾けた斜位像を撮像した。そして、ファントムの外円をガンマカメラの回転中心の位置(以下, Ring0), 回転中心から+50[mm]の位置(以下,ring+50), 回転中心から -50[mm]の位置(以下,ring-50)に設置し、それぞれの外円の位置で内円を外円の中心から 5[mm]間隔で  $\pm 30$ [mm]まで移動させた。Ring0 では、 $\pm 20$ [mm]までは 5[mm]間隔で撮像したが、その後 10[mm]移動させ、 $\pm 30$ [mm]の画像を撮像した。

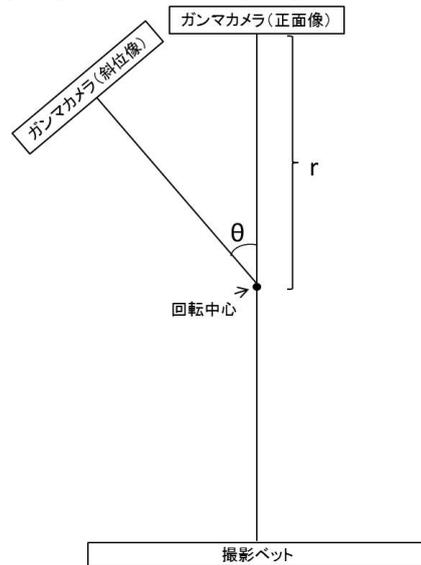


図 2. 撮影ベッドとガンマカメラの幾何学的条件

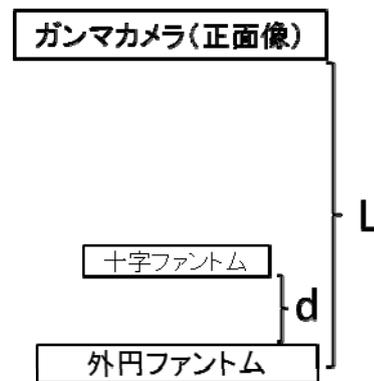


図 3. ガンマカメラとファントムの幾何学的条件

### 2.3. ステレオ画像の距離弁別限の評価

本実験で使用した画像の内円と外円の差 d は次の通りである。

Ring0 { $\pm 3.0, \pm 2.0, \pm 1.5, \pm 1.0, \pm 0.5, 0$ }

Ring+50 { $\pm 3.0, \pm 2.5, \pm 2.0, \pm 1.5, \pm 1.0, \pm 0.5, 0$ }

Ring-50 { $\pm 3.0, \pm 2.5, \pm 2.0, \pm 1.5, \pm 1.0, \pm 0.5, 0$ }

画像の組み合わせは、Ring $\pm 0$ の画像の組み合わせ(52通)、Ring+5の組組み合わせ(73通り)、Ring+5の組組み合わせ(73通り)を試料として用いた。ただし、プラスとマイナスが同じ距離にある画像の組み合わせは除

外した。

ステレオ画像の距離弁別限の評価では、外円が同じ幾何学的条件の画像の組みをランダムで選択し、画面の左側と右側にそれぞれ奥行の異なるステレオ画像を表示した。そして、読影者には、左側に示した画像と右側に示した画像のうち、外円と内円の差が大きい方を回答してもらった。回答結果は2AFC法を用いて評価を行った。今回の読影実験の読影者は研究室の学生7名、放射線技師2名である。

## 2.5. 距離の自動推定

### 2.5.1. 正面像と斜位像のステレオマッチング

正面像と斜位像から集積の深さを推定するためには、正面像と斜位像から対応点を調べる必要がある。本手法では、斜位像に31×31pixelの関心領域(Region of Interest: ROI)を設定し、正面像を基準としてブロックマッチング法を用いて対応点を探索した[8]。

### 2.5.2. 集積位置の距離の推定

集積の距離dは、左目画像の対応点xLと右目画像の対応点xRについて、それぞれの画像の原点から対応点の位置を求めた。求めた画像の位置を次式(1)と次式(2)に代入し各対応点の原点からの距離l1, l2を求めた。ここでrは回転半径、θは回転角である。

$$l1 = \frac{xR}{\tan \theta} \dots (1)$$

$$l2 = \frac{xL}{\sin \theta} \dots (2)$$

$$d = r - (l1 + l2)$$

## 3. 結果と考察

### 3.1 距離の弁別能の評価

Ring0, Ring+50, Ring-50の撮影条件における9名の読影者の正答率の平均を値求め、平均値から読影者の心理測定関数を求めた結果を図5に示す。

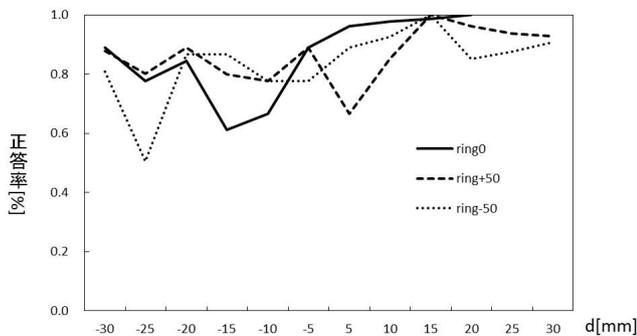


図5. 9名の読影者の心理測定関数

Ring0では、どの距離にこの結果から、回転中心付近

では正解率が80%程度であった。この結果から回転中心付近では、距離の弁別能がどの距離でも安定していると考えられる。

### 3.2. 距離画像の評価

本実験で推定した距離と実際の距離の相関関係を図6に示す。本手法で用いた画像の1pixelは1.2[mm]である。本手法で決定した対応点が1cm程度のずれが生じることが考えられる。そこで、ガンマカメラからの距離が60[mm], 90[mm], 120[mm]の距離で求めた対応点から±10pixel移動させた場合の距離を算出し誤差範囲として示す。

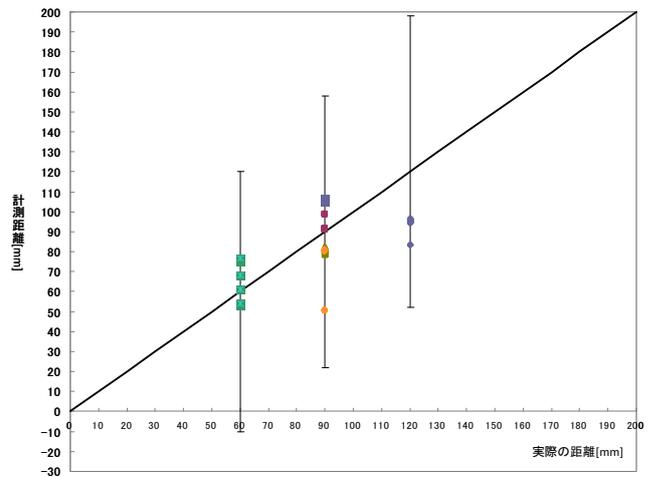


図6. 実際の距離と計測値の比較

このグラフから本手法で探索した対応点を用いた距離の計測結果では、ガンマカメラからの距離が60[mm], 90[mm]の距離にあるファントムでは、実際の距離に近い計測結果が得られた。また、10pixel移動させた対応点から計算したファントムの距離は、ガンマカメラの距離が60[mm], 90[mm], 120[mm]において最大で±70[mm]程度のずれが生じることが分かった。この結果から、対応点を正確に求めることができれば、本手法を用いて深さ距離の推定が可能であると考えられる。

## 4. まとめ

ステレオ画像を用いた集積位置の自動推定法の初期的検討を行った。まず、2AFC法を用いて距離の弁別能の評価を行った。そしてステレオ撮影法を用いて撮像したシンチグラフィの画像から距離の推定を行った。ガンマカメラから60[mm], 90[mm]では実際の距離に近い計測値を得ることができた。

ステレオ画像から正確に距離の計測を行うには、2枚の画像から正確に対応点を取得できることが重要であるため、対応点を正確に取得できるようにパラメータの検討を行う必要がある。また、実際のシンチグラフィでは薬剤が集積した臓器や病変部に重なりがある。

今回の提案手法では2つ以上の集積に重なりがある場合に距離の推定することができない。今後は、集積の重なりがある場合の集積のカウント値などの特徴量を用いた距離の推定法を考慮していく必要がある。

## 文 献

- [1] 金森勇雄, 診療画像検査法 核医学検査の実践, 医療科学社, May 2002.
- [2] 中川俊明, 視神経乳頭の深さ計測に関する研究—ステレオ眼底カメラと共焦点レーザー眼底走査装置の比較—, 信学技法 MI2007-52 (2007-11), 21-24, 2007
- [3] 中川俊明, 1枚の2次元眼底画像を用いた3次元眼底画像の構築, 医用画像情報学会雑誌, Vol.23 No.2, 2006..
- [4] Andreas Abildgaard, An autostereoscopic 3D display can improve visualization of 3D models from intracranial MR angiography, Int J CARS, 5:549-554 2010.
- [5] 佐々木潔, 立体シンチグラフィの検討, 核医学, pp816, 1979
- [6] 中村大介, ステレオシンチグラフィの基礎的検討と臨床応用
- [7] Chikako Tanaka, Stereoscopic Scintigraphic Imaging of Breast Cancer Sentinel Lymph Nodes, Breast Cancer, Vol. 14 No. 1 January 2007.
- [8] 安居院猛, C言語による画像処理入門, 昭晃堂, pp127-137, 2002,