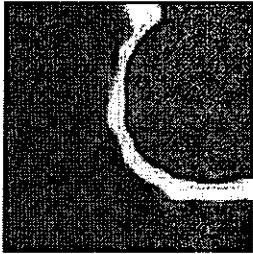
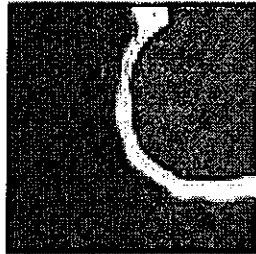


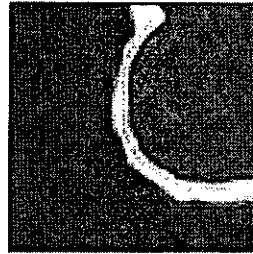
4. 高線量 (0.2mCi) 近傍における 低線量 (0.0002mCi) の測定結果



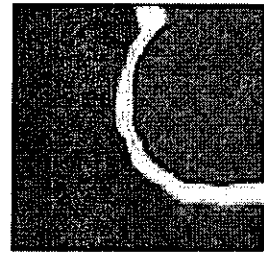
測定時間 15 秒
総カウント 29,253



測定時間 30 秒
総カウント 58,799



測定時間 45 秒
総カウント 88,544

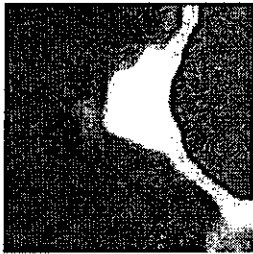


測定時間 60 秒
総カウント 188,102

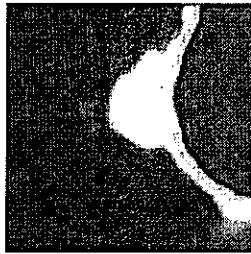
距離 0cm



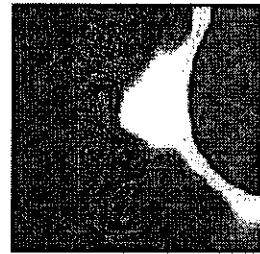
測定時間 15 秒
総カウント 9,314



測定時間 30 秒
総カウント 18,843

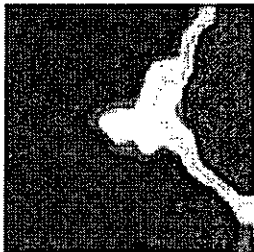


測定時間 45 秒
総カウント 28,362

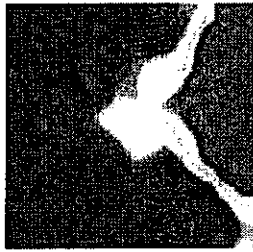


測定時間 60 秒
総カウント 37,771

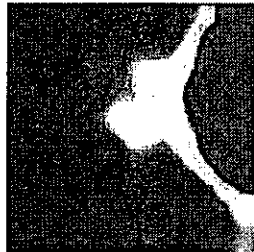
距離 0.5cm



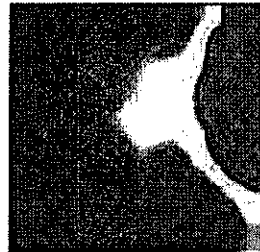
測定時間 15 秒
総カウント 5,137



測定時間 30 秒
総カウント 10,222

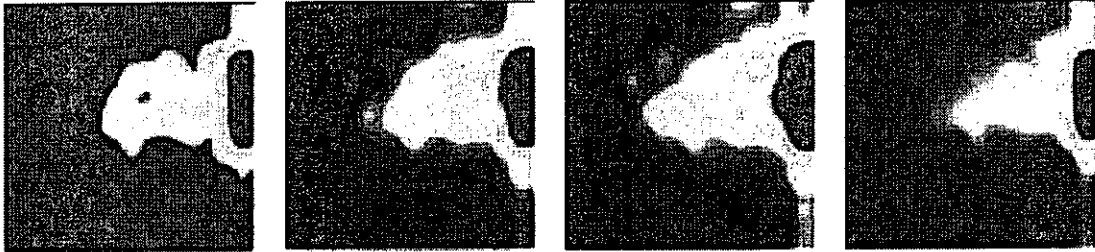


測定時間 45 秒
総カウント 15,402



測定時間 60 秒
総カウント 20,507

距離 1.0cm



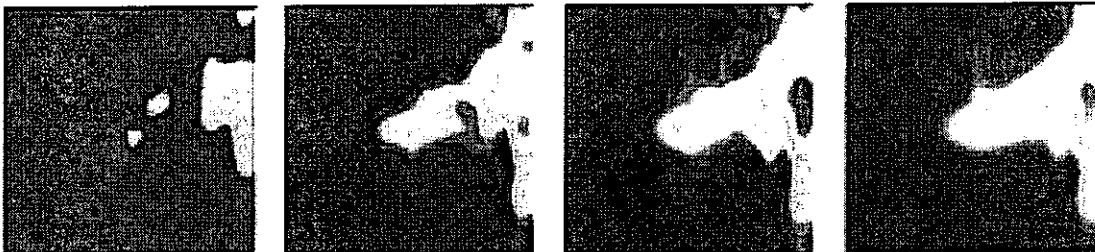
距離 1.5cm

測定時間 15 秒
総カウント 502

測定時間 30 秒
総カウント 1,042

測定時間 45 秒
総カウント 1,562

測定時間 60 秒
総カウント 2,111



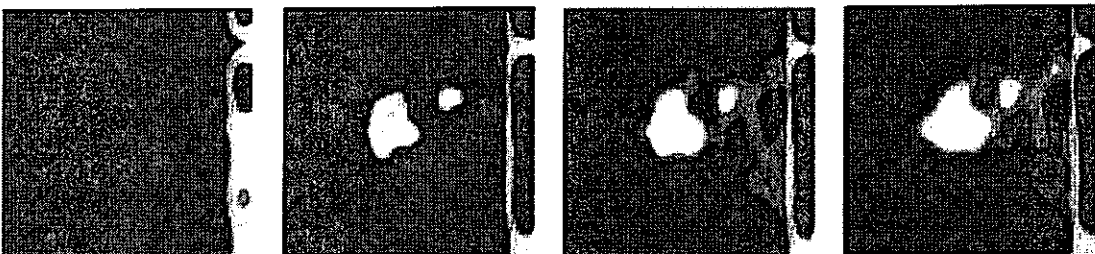
距離 2.0cm

測定時間 15 秒
総カウント 242

測定時間 30 秒
総カウント 507

測定時間 45 秒
総カウント 760

測定時間 60 秒
総カウント 1,034



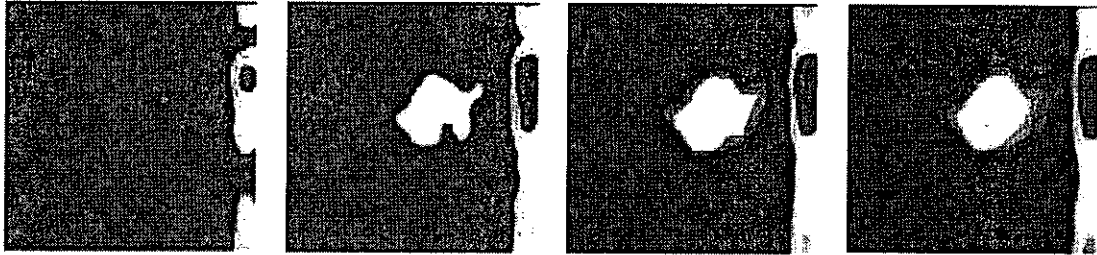
距離 3.0cm

測定時間 15 秒
総カウント 264

測定時間 30 秒
総カウント 521

測定時間 45 秒
総カウント 766

測定時間 60 秒
総カウント 1,004



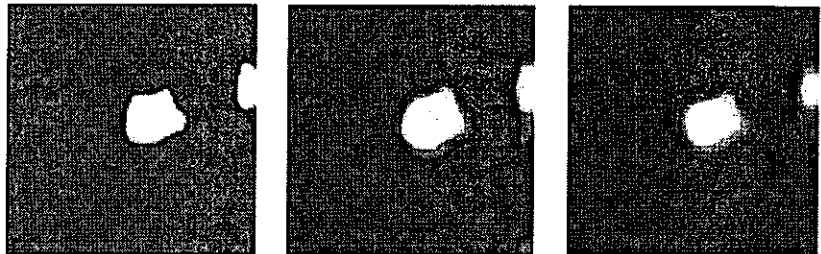
距離 4.0cm

測定時間 15 秒
総カウント 176

測定時間 30 秒
総カウント 330

測定時間 45 秒
総カウント 534

測定時間 60 秒
総カウント 693



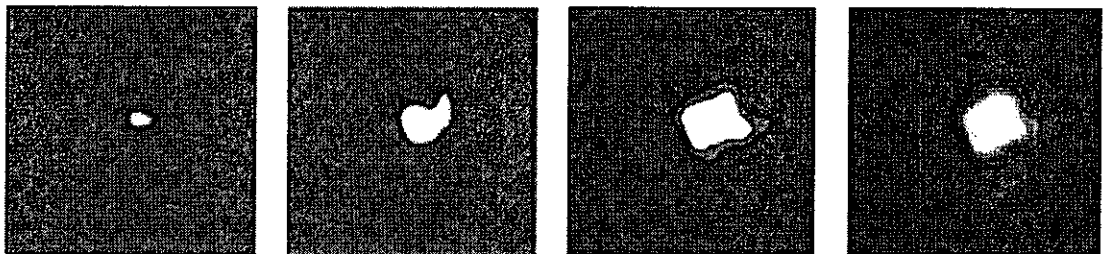
距離 5.0cm

測定時間 15 秒
総カウント 81

測定時間 30 秒
総カウント 170

測定時間 45 秒
総カウント 251

測定時間 60 秒
総カウント 329



距離 7.5cm

測定時間 15 秒
総カウント 58

測定時間 30 秒
総カウント 99

測定時間 45 秒
総カウント 167

測定時間 60 秒
総カウント 206

D. 考察

核医学検査は、放射性同位元素から放出される放射線を検出し、その分布を画像化して、病態の評価を行う検査である。

放射線検出器としては、電離で発生した電荷を利用するもの（電離箱、比例計数管、GM管、半導体検出器など）、励起で発生した蛍光を利用するもの（シンチレーション検出器）、チェレンコフ光を利用するもの、写真作用（フィルムの黒化）を利用するもの（X線フィルム）などがあるが、核医学検査で従来用いられてきたものは、シンチレーション検出器である。しかし、最近、シンチレーション検出器よりも、物理学的特性が優れ、しかも、装置の小型化が可能な半導体検出器への期待が高まっている。

これまで、半導体検出器は、常温で作動するものがなく、冷却が必要なため、臨床応用が難しかったが、最近、テルル化カドミウム系の半導体が開発され、常温での測定が可能となり、急速に臨床応用への道が開かれてきた。

半導体検出器は、放射線を直接電気信号に変換する直接遷移型検出器であるため、空間分解能が高い。また、吸収効率（感度）が高く、低エネルギーで電流が発生するため、RIの投与量を減少させることによる低被曝線量化または同じ投与量での画像の鮮明化（S/N比の改善）を図ることが可能となる。エネルギー分解能が高く、散乱線成分の除去効率を高くすることが可能であるため、コントラストが良好な画像が得られる。放射線に対する分解時間が短く、放射線が入射して 10^{-8} 秒程度で反応する。

さらに、単純構造であるため、小型・軽量の装置を作成することが可能である。また、低電圧で作動するため、電源回路の小型化も可能である。結果として、装置全体の小型化が可能である。これにより、可搬型のガンマカメラも作成可能となる。

このように、従来型のシンチレーション検出器と比較して、多くの長所が半導体検出器にはある。このため、半導体型ガンマカメラが実用化すると、高空間分解能、高感度、高エネルギー分解能のため、良好な画質のシンチグラムが得られ、核医学の発展に貢献する。

可搬型のガンマカメラは、撮像場所を検査室に限る必要がないので、法的条件が整備されれば、手術室、集中治療室での検査も可能となる。検査室においても、撮像方向に対する制限が少ないため、立位、斜位からの撮像ができる。

最近では、他の携帯画像との融合画像の研究が進められているが、小型化したガンマカメラは、hybrid scannerの設計に有利である。

しかし、問題点として、漏れ電流（Leakage current：放射線が入射しなくても微量の電流が流れている。通常、高温になるほど、この電流は増加する。）、Polarization（長時間、電圧を印加すると、素子内のcarrierの分布が変化し、放射線検出能が低下する）などがあげられ、これらの問題の克服が必要である。

Digirad 2020^{tc} ImagerTM は、今回の検討の結果、従来型のガンマカメラと同等以上の SLN 線源の検出能が確認できた。

これは、光電子増倍管以後の部分を半導体素子に置換するだけでも、ガンマカメラの性能が改善することを意味しており、半導体素子のガンマカメラへの導入の有用性を示唆する結果と考えられた。

さらに、シンチレータ部分を含めて、半導体素子に置換した eZ scope では、感度の著明な改善が確認された。10 秒からたかだか 30 秒程度の撮像時間で、実地診療上十分なカウントの収集ができた。逆に、感度が高いために、深部に位置する SLN の描出に関しては、散乱線成分の除去のために、コリメータの改善を図る必要性が示された。

また、尾川らが検討中であるが、従来の固定されたガンマカメラを回転させるのではなく、少数の方向からの撮像により断層画像 (SPECT 画像) を撮像する技術も実用化の可能性が示されてきた。このことは、可搬型のガンマカメラでも、少数の方向でカメラの固定が可能であれば、断層画像を撮像することが可能であることを示唆している。

これは、半導体検出器ガンマカメラの長所を活かす撮像方法と考えられるため、次年度以降、模擬線源を用いた検討、さらには、臨床応用へ研究を展開していきたいと考えている。

E. 結論

現在、利用可能である半導体素子を使用したガンマカメラ **Digirad 2020^{tc} Imager™** (Digirad, San Diego)と **eZ scope** (安西メディカル、東京) はいずれも、撮像条件に制限があるものの、一般的な撮像条件で、従来型のシンチレータ、光電子増倍管を使用したガンマカメラと同等あるいはそれ以上のガンマ線検出感度、分解能を有していることが示され、ガンマカメラに半導体素子を利用することの妥当性が示された。さらに、両装置の重量は、従来型ガンマカメラより、はるかに軽量であり、搬送可能である。この結果、現在、外科腫瘍学の領域を中心に話題となっているセンチネルリンパ節検索に利用できるなど非常に有用性が高いことが示された。

これらの結果から、現在、シンチレータを利用しているガンマ線の検出部分を含めた検出器全体を半導体素子に置換し、撮像範囲が実用上十分に広いガンマカメラを作成することは、核医学検査の診断能の改善につながり、さらに核医学検査の臨床応用範囲の拡大にもつながるものと考えられた。

F. 健康危険情報

今年度の検討は、模擬線源を用いた実験を中心に行い、臨床症例における検討はなされなかったが、模擬線源と半導体素子搭載ガンマカメラを用いた検討においては、人体に健康被害をもたらすような情報は認められなかった。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 藤井博史、北川雄光、池田正、中村佳代子、北島政樹、久保敦司：Sentinel node 検索の意義と方法。臨床放射線 46 (11): 1365-1372, 2001
- 2) Satoru Ohno, Koichi Ogawa: Selection of optimal projection angles in three dimensional myocardial SPECT. Conference Record of IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference CD-ROM, 2001
- 3) 大野覚、尾川浩一：心筋 SPECT における投影データを用いた画像再構成。法政大学計算科学センター研究報告 15: 35-39, 2002
- 4) 大野覚、尾川浩一：SPECT 画像の 3D 再構成における投影データの最適選択。電子情報通信学会誌 D-16-7 p.337, 2001
- 5) 大野覚、尾川浩一：心筋 SPECT におけるパワー荷重型 3 D再構成。Med Imag Tech 19(4): 255-256, 2001
- 6) Issei Mori, Takuzo Takayama, Nobutoku Motomura: The CdTe detector module and its imaging performance. Annals of Nuclear Medicine 15 (6): 487-494, 2001

2. 学会発表

- 1) 藤井博史、尾川浩一、北川雄光、中村佳代子、鈴木天之、中原理紀、安田聖栄、北島政樹、久保敦司：半導体ガンマカメラによる食道癌センチネルリンパ節画像化のファントムを用いた検討。第41回日本核医学会総会 (2001/10/17、金沢)
- 2) 藤井博史、鈴木天之、中村佳代子、池田正、正村滋、北川雄光、北島政樹、久保敦司：半導体ガンマカメラ Digirad 2020tc ImagerTM を用いたセンチネルリンパ節イメージング。第31回腫瘍・免疫核医学研究会 (2001/05/20、東京)
- 3) Seiei Yasuda, H Makuuchi, T Tajima, Y Suzuki, H Fujii, M Ide, A Shohtsu : Evaluation of surgical gamma and beta probes for detection of FDG. 48th annual meeting of the Society of Nuclear Medicine (2001/06/23、Tronto)

H. 知的財産権の出願・登録状況

取得した特許、実用新案登録など：特になし

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

著者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
藤井博史、 北川雄光、 池田正、 中村佳代子、 北島政樹、 久保敦司	Sentinel node 検索の意義と方 法	臨床放射線	46 (11)	1365-1372	2001
Satoru Ohno, Koichi Ogawa	Selection of optimal projection angles in three dimensional myocardial SPECT.	Conference Record of IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference	CD-ROM		2001
大野覚、 尾川浩一	心筋 SPECT に おける投影デー タを用いた画像 再構成	法政大学計 算科学セン ター研究報 告	15	35-39	2001
大野覚、 尾川浩一	SPECT 画像の 3D 再構成にお ける投影デー タの最適選択	電子情報通 信学会誌	D-16-7	337	2001
大野覚、 尾川浩一	心筋 SPECT に おけるパワー荷 重型 3D 再構成	Med Imag Tech	19(4)	255-256	2001
Issei Mori, Takuzo Takayama, Nobutoku Motomura	The CdTe detector module and its imaging performance.	Annals of Nuclear Medicine	15 (6)	487-494	2001

20010670

以降は雑誌/図書等に掲載された論文となりますのでP.29「研究成果の刊行に関する一覧」をご参照ください。