

## 総説

## 融合画像による腫瘍診断

白石 慎哉

熊本大学医学薬学研究部 放射線診断部門

## Usefulness of SPECT/CT fused image on nuclear oncology

Shinya Shiraiishi

Diagnostic Radiology, Graduate School of Medical Sciences, Kumamoto University

## 要旨

腫瘍核医学において、シンチグラムやSPECT (single photon emission computed tomography) における診断は、CTやMRI等の画像と見比べることにより、異常集積の有無やその解剖学的位置を判断するといったものであった。しかし、解剖学的情報に乏しく、小病変や生理的集積との識別、病変の広がりといった評価に関しては、日常診療にて苦慮することが多い。融合画像は機能的情報と解剖学的情報を同時に提供するため、これまで得られなかった情報の把握も可能となってくる。本稿では、SPECT/CT装置における融合画像作成の実際、および腫瘍核医学における使用経験について概説する。

## Abstract

A site of radiopharmaceutical accumulation has been defined by viewing two images of SPECT and CT or MRI displayed side by side on a viewer in nuclear oncology. However, it is difficult to recognize where the accumulation is present in case of diagnosing a small lesion. Furthermore, it is difficult to define whether the accumulation is physiological or non-physiological one on SPECT image. These disadvantages on SPECT image are resolved using SPECT/CT fused image. SPECT/CT fused image provides useful anatomical and functional information on the diagnosis and management of patients with malignant diseases.

**Key words** : nuclear oncology, SPECT, fusion

## 融合画像の現状

別々の検査室で、撮影された核医学画像と、他のモダリティ画像をソフトウェアにて、重ね合わせる方法と、PETあるいはSPECT装置にCT装置を組込んだ同一寝台で検査可能なハイブリッド装置<sup>1-3)</sup>を用いる方法がある。前者は、撮像装置を選ばず、融合画像の作成が可能という利点があるが、核医学画像と他のモダリティ画像の被検者の撮像条件、特に、体位やポジショニングが異なってしまうため、脳などの固定された臓器以外は、正確な融合画像の作成が困難であるという欠点を有する。これに対して、後者は、被検者の体位やポジショニングの問題が解決できるので、より正確な融合画像の作成が可能となり、さらに、CT画像を用いて核医学画像の減弱補正に利用可能となる利点もある。

近年の本邦における腫瘍核医学は、2003年にFDGが保健適応となって以来、PET (positron emission

tomography) 診断に関心が強くなってきており、さらに今後はPET / CT装置が普及し、主役となっていくことが予想される。しかし、従来の放射性医薬品における腫瘍核医学検査も、多くの施設で行われているのが現状で、その中で、SPECTと他のモダリティとの融合画像診断は、機能画像と形態画像を同時に把握できるより高次の診断として、今後、日常的なものとなることを期待している。

## 当院における融合画像システム

SPECT/CTハイブリッド装置として、Millenium VG Hawk eye system (GE Medical Systems) が導入されている (図1)。Millenium VGにX線管球とX線検出器が装備しており、同一寝台にて、SPECTとCTの撮像が可能となっている。画像融合はソフトウェアにより自動的になされ、CT画像を用いて、減弱散乱補正も行うことができる。CT撮像は、息

別刷請求先：〒860-0811 熊本市本荘1-1-1

熊本大学大学院医学薬学研究部 放射線診断部門 白石慎哉

TEL : 096-373-5260 FAX : 096-362-4330

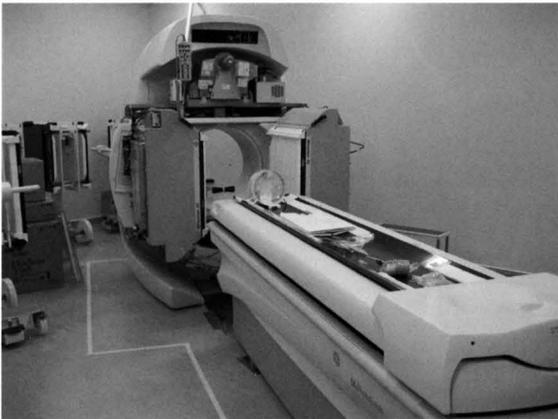


図1. Millenium VG Hawk eye system (GE Medical Systems)

ガンマカメラに加え、X線管球と検出器が、ガントりに装備しており、ガントリの回転により、CT撮影も可能となっている。

止めなしの1回転あたり15秒であるため、呼吸によるSPECT画像とのズレは、ほとんど生じない。その反面、画質の面で、通常のCTより劣るため、診断を目的としたCT画像としては必ずしも満足すべきものではない。

SPECT/CT combined systemとして、1つの検査室内にCT装置Light Speed Ultra (GE Medical Systems) とガンマカメラSkylight (tm) (Philips Medical Systems / ADAC) を設置されており、同一寝台 (CT寝台) にて、CT撮影とSPECT収集を行えるシステムも導入されている (図2)。SPECT収集時は、CT寝台が、ガンマカメラ側に移動してくるが、この際、寝台のたわみによる位置のズレは、寝台支持装置を用いることで補正している。このシステムでも、融合画像の作成だけでなく、CT画像を用いたSPECT画像の減弱補正も可能となっている。

### 融合画像作成の実際

腫瘍の融合画像診断において、病変の伸展範囲やリンパ節等の小病変への集積の有無等の診断は、CTとSPECT画像の正確なレジストレーションがなされているかが、非常に重要である。また、CT撮像時とSPECT撮像時の被検者の状態が同一か、特に、呼吸による影響が問題となってくる。特に、腫瘍の伸展範囲やリンパ節などの小病変における位置のずれは診断の誤りを引き起こす可能性を秘めている。SPECT/CT combined systemでの撮像の際、当院で

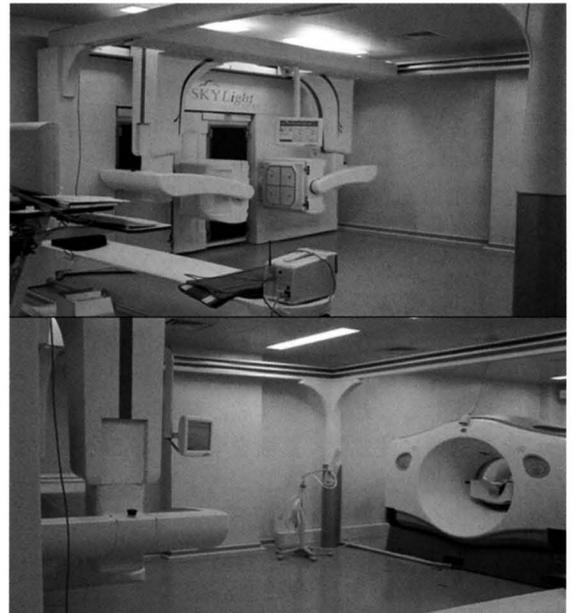


図2. SPECT/CT combined system

同室内にCT装置Light Speed Ultra (GE Medical Systems) と天井走行のガンマカメラSkylight (tm) (Philips Medical Systems / ADAC) が設置されており、同一寝台 (CT寝台) にて、SPECTとCTを撮像できる。

は、以下のような工夫をしている。

### 1. レジストレーション

#### a. 体外マーカー法

異なる画像を融合させる方法として、それぞれの撮像で画像化できる体外マーカーを使用し、マーカーの位置を合わせ融合させる方法が一般的で、簡便な方法である。我々も、ヨード性造影剤と放射性同位元素の両者を混合したマーカーを使用している。マーカーは、被験者の動きの可能性も考慮して、寝台上に固定するようにしている。

#### b. 体内マーカー法

胸腹部病変においては、マーカー法でも、呼吸により、融合画像にズレが生じることがある。その場合、正確ではないが、放射性医薬品によっては、特異的に集積する臓器が存在するので、体内マーカーとして臓器自体の形状を用いて、融合像を作成することもある。上肺野や縦隔病変の場合は、比較的ズレが生じることは少ないのであるが、下肺野や上腹部病変に関しては、横隔膜面、具体的には肝臓の上縁を合わせることで補正するといった具合である。

## 2. 呼吸法

減弱補正用のCT像は、特に、SPECT像との位置ズレは問題となる。そこで、躯幹部撮像時には、CT撮像を安静時呼吸下（SPECT撮像と同じ状態）にて4秒/回転によるスキャン法にて施行している。また、診断用（融合画像用）のCT撮像は、息止めでの撮影が望ましいため、安静時吸呼吸中間位での呼吸停止下にて撮影を行い、ミスレジストレーションを最小限にするようにしている。

これらの工夫を行っても、被検者の体動や、生体内の動き（特に消化管）により、ミスレジストレーションが生じることも経験する。読影者は、常にそのことを念頭に注意深く診断をすすめることが望まれる。尚、明らかな、ミスレジストレーションがあるような場合は、減弱補正は行うべきではない。

### 腫瘍診断における融合画像の有用性

従来のSPECT画像による腫瘍診断においても、CTなどの形態学的画像診断との対比は不可欠であり、特に融合画像が必要ではないのではないかという意見もあるであろう。通常SPECT読影においては、SPECT画像にて異常集積を示唆された部分をCT画像にて、経験的に一致するであろう病変と照らし合わせて診断する、もしくは、CT画像にて、異常が指摘された部位に一致するであろうSPECT画像上の部位に集積があるかを判断するといった読影のすすめ方が一般的ではないかと思われる。しかしながら、SPECTとCTを同時に表示でき、重ね合わせ画像において診断を進めていくことにより、CT画像上では病変と検出し得なかった部位にSPECTの情報を手がかりにして、病変を検出できたり、SPECT画像での集積部位が、CT情報により、有意な集積ではない（例えば生理的集積）と容易に診断できたりすることが、しばしば経験される。すなわち、単に、機能画像に解剖学的位置情報が加えられるだけではなく、相乗的な診断の質的向上が期待されるのが、融合画像の大きな利点であると思われる。

腫瘍核医学における融合画像の有用性として、具体的には、

- ① CT像やSPECT像単独では同定できなかった、あるいは、見逃しやすい病変、特に2 cm以下の小病変の描出<sup>4)</sup>。
- ② SPECT像での異常集積部のCT像による解剖学的位置の把握や病変の伸展範囲の評価。
- ③ SPECT像での異常集積部のCT画像による質的

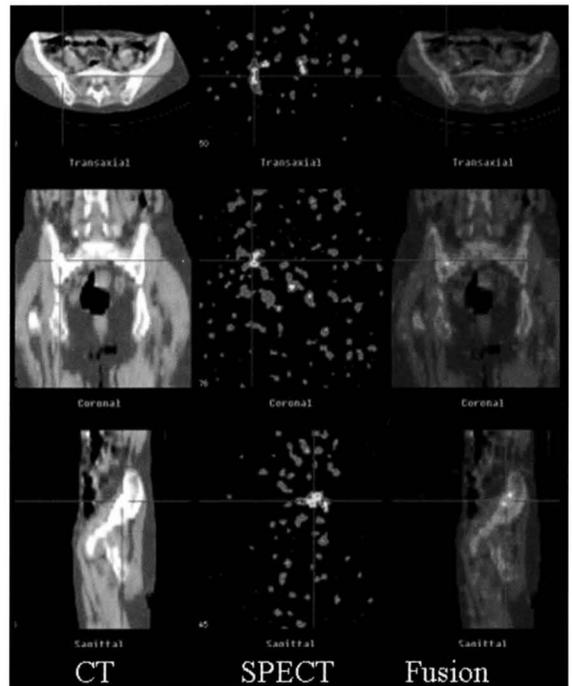


図3. 甲状腺癌骨転移

131I-SPECT、CT、およびSPECT/CT 融合画像である。SPECT画像にて右下腹部への集積認めるが、部位の判断困難である。融合画像では、右腸骨への集積が示唆されている。CT画像での病変の質的診断は困難である。

診断。

- ④ SPECT像での生理的集積のCT像上での同定。
  - ⑤ CTによる解剖学的位置情報を参照して、SPECT画像における関心領域の設定がより正確に行えるようになり、定量的測定をより簡便に行うことができる。
- 等が挙げられる。

### 今後の展望

先にも述べたように、腫瘍診断の融合画像は、ミスレジストレーションが少ないことが、望ましいため、専用のPET/CT、SPECT/CT装置での撮影が望ましいのであるが、実際には、核医学検査とCT、MRI検査は別々の検査室で行われている施設や核医学検査は他施設に依頼するといった施設が多くを占めている。しかしながら、融合画像診断は診断の質を向上させるため、同一施設内、あるいは、複数の施設間でのネットワーク画像デジタル配信システムに融合画像作成、閲覧するシステムの普及がコスト面でも望ましいものと考えられる。

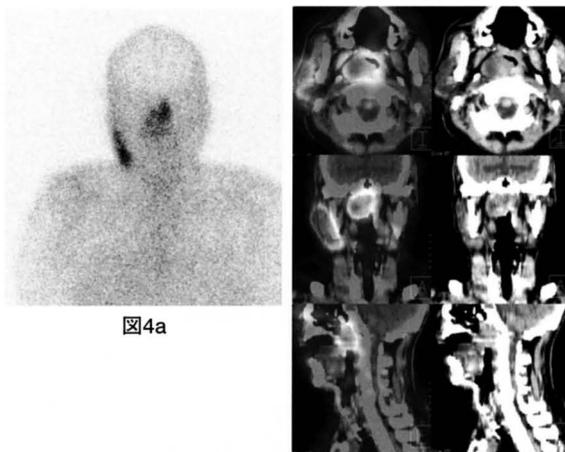


図4a

図4b

図4. 上咽頭悪性リンパ腫、右側頸部皮下蜂窩織炎  
 ガリウムシンチグラム正面像（図4a）にて、右下顎部への集積認め、蜂窩織炎への集積し示唆された。また、顔面正中中部付近にも異常集積認められるが、部位の同定は困難である。SPECT/CT融合画像（図4b）にて、顔面正中中部付近集積部位は、右側優位の上咽頭と示唆され、CT画像にて、同部の壁肥厚が認められ、上咽頭悪性リンパ腫が疑われる。

### 症例提示

#### Millenium VG Hawk eye system

##### 症例1 55歳 女性 甲状腺癌骨転移（図3a）

SPECT画像にて、右下腹部への集積認めるが、どの臓器に集積しているかは、判断困難である。しかし、融合画像では、右腸骨への集積が示唆されている。CT画像はマッピング像としては十分であるが、病変の質的評価としては、困難である。

#### Skylight system

##### 症例2 66歳 男性 上咽頭悪性リンパ腫（図4a）

右下顎部の蜂窩織炎にてGa-67シンチグラフィ施行。シンチグラム正面像にて、右下顎部への集積認め、蜂窩織炎への集積し示唆された。また、顔面正中中部付近にも異常集積認められたため、集積の部位及び広がり診断目的にて、SPECT/CT撮像にて、融合画像作成した（図4b）。集積部位は、右側優位の上咽頭への集積であり、CT画像にて、同部の壁肥厚が指摘された。組織生検にて、悪性リンパ腫と診断された。

##### 症例3 58歳 男性 悪性リンパ腫再発

CNS原発の悪性リンパ腫にて化学療法、放射線治療後、改善。経過観察中に、咽頭通と頻回の下痢が

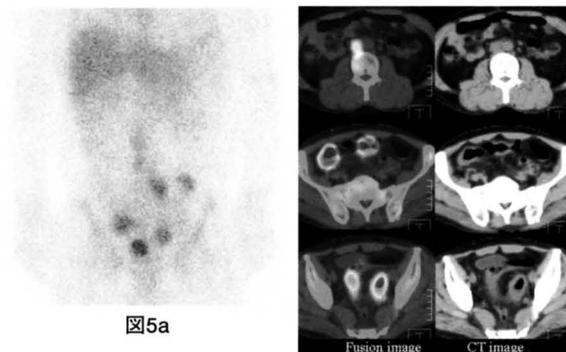


図5a

図5b

### 図5. 悪性リンパ腫再発

ガリウムシンチグラム正面像（図5a）にて、頭頸部、腹部に多数の異常集積認められたが、集積部位の判断困難である。腹部SPECT/CT融合画像（図5b）にて、腹部大動脈周囲リンパ節および大腸への集積と示唆され、大腸の集積部に一致して、CT画像にて壁肥厚像が認められ、悪性リンパ腫の腸管浸潤が疑われる。

出現し、Gaシンチグラフィ施行された。Planar像にて、頭頸部、腹部に多数の異常集積認められた（図5a）。腹部集積の部位診断目的にて、SPECT/CT撮像、融合画像作成した（図5b）。腹部大動脈周囲リンパ節および大腸の集積であり、大腸の集積部に一致して、CT画像にて壁肥厚像が認められ、リンパ腫の腸管浸潤が疑われた。

### 参考文献

1. Beyers T, et al : A combined PET/CT scanner for clinical oncology. J Nucl Med, 41 : 1369-1379, 2000.
2. Bocher M, et al : Gamma camera-mounted anatomical X-ray tomography : technology, system characteristics and first images. Eur J Nucl Med, 27 : 619-627, 2000.
3. Patton JA, et al : Image fusion using an integrated, dual-head coincidence camera with X-ray tube-based attenuation maps. J Nucl Med, 41:1364-1368, 2000.
4. Coreia JA: Registration of nuclear medicine images. J Nucl Med 31: 1227-1229, 1990 (editorial) .

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

### 複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター((社)学術著作権協会が社内利用目的の複写に関する権利を再委託している団体)と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません(社外頒布目的の複写については、許諾が必要です)。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3F FAX:03-3475-5619 E-mail:info@jaacc.jp

複写以外の許諾(著作物の引用、転載、翻訳等)に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619