



Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

北海道放射線技術雑誌 (1992.03) 52号:1～6.

SPECTおよびMRI・CTによる重複画像表示 頭部における利用

佐藤順一、村上昇、石川幸雄、平田良昭、西部茂美

《原 著》

SPECT 及び MRI・CT による
重複画像表示 (頭部における利用)佐 藤 順 一* 村 上 昇* 石 川 幸 雄*
平 田 良 昭* 西 部 茂 美*

要 旨 SPECT による RI 画像と、形態像として優れた MRI 及び CT 画像との間で既存の装置を用いた重ね合わせ表示についてのシステムを作成し、核医学画像診断の補助として、特にてんかん症での脳血流シンチグラフィにおいてその利用を行った。

重複画像表示等の処理は核医学データ処理装置上でを行い、MRI・CT 画像の転送にはフロッピーディスクを介し、パーソナルコンピュータを用いて自作のソフトにてデータを変換することにより行った。また同時に MRI・CT 画像による輪郭像を作成し、同様に重ね合わせを行った。各画像間における表示サイズ、重複位置の整合、断面面及び角度の設定方法等について、ファントム実験より検討を行った。

以上を 14 例のてんかん症例において応用したところ、SPECT のみの場合と比較して解剖学的位置関係がより明確となり、診断に有用であると考えられた。また、MRI・CT 原画像と輪郭像を併用した方が望ましいと思われた。

北放技術誌 52: 1-6, 1992

I. 結 言

近年 PACS システムの発展に伴い、任意画像の処理・加工が可能となりつつあり、異種画像間における重複画像の診療への応用についても幾つかの報告がみられ、種々の目的の利用が試みられている^{1),2)}。

今回我々は SPECT による核医学断層画像と、MRI 及び X 線 CT 画像との間で、既存の装置を用いた重ね合わせ表示についてのシステムを作成し、核医学画像診断の補助としてその利用を行った。特に、てんかん症例での脳血流シンチグラフィにおいて応用し、有用な結果を得たので報告する。

II. 目 的

核医学画像は生体内の局所機能分布を反映し、種々の生理・生化学的機能を表す画像が得られることより、脳神経系においても SPECT を用いた脳血流シンチグラフィなどが広く利用されている。

一般に脳血流シンチグラフィ (^{123}I -IMP, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO) において、てんかん例では発作時でのその焦点

における核種の集積増加、及び発作間歇時での集積低下が認められる事が知られている。このため CT 等で器質的病変がみられない場合でも機能的変化として異常を検出する場合もあり、また脳波にて正確な局在がつかない時など診断において大きな役割を果たすことが少なくない³⁾。

てんかん症でその焦点の部位を明らかにすることは、病態生理の解明のみでなく診療上も極めて重要である^{3),4),5)}。しかし核医学画像のみでは、異常が疑われてもその分解能の制約のため正確な解剖学的位置の同定が困難な場合があり、また体輪郭や周囲臓器との関係が不明確な点が問題であった。そこで、これを補う目的で形態像として優れている MRI や、X 線 CT 画像と SPECT 画像とを重ね合わせて表示することにより、異常部位の位置を明確にし診断に役立てることを目的として、以下の検討を行った。また両者を原画像のまま重ね合わせた場合、情報量の増加より画像が複雑化し判読しにくい場合もあるため、MRI・CT 画像による臓器輪郭画像を作成し、これを用いた場合についても検討を行った。この際、ハードウェア等の改変や現状のルーチン変更をなるべく行わず、既存の装置をそのまま使用するべく考慮した。

* 旭川医科大学附属病院 放射線部
(1991 年 12 月 17 日 受理)

III. 使用機器

ガンマカメラ：日立 SPECT 2000 H

核医学データ処理装置：日立 RP-200 (HARPII)

MRI：シーメンス MAGNETOM 1.5 T

CT：シーメンス SOMATOM DRH

放射線治療計画装置：シーメンス MEVAPLAN

Personal computer：NEC PC-9801 VX

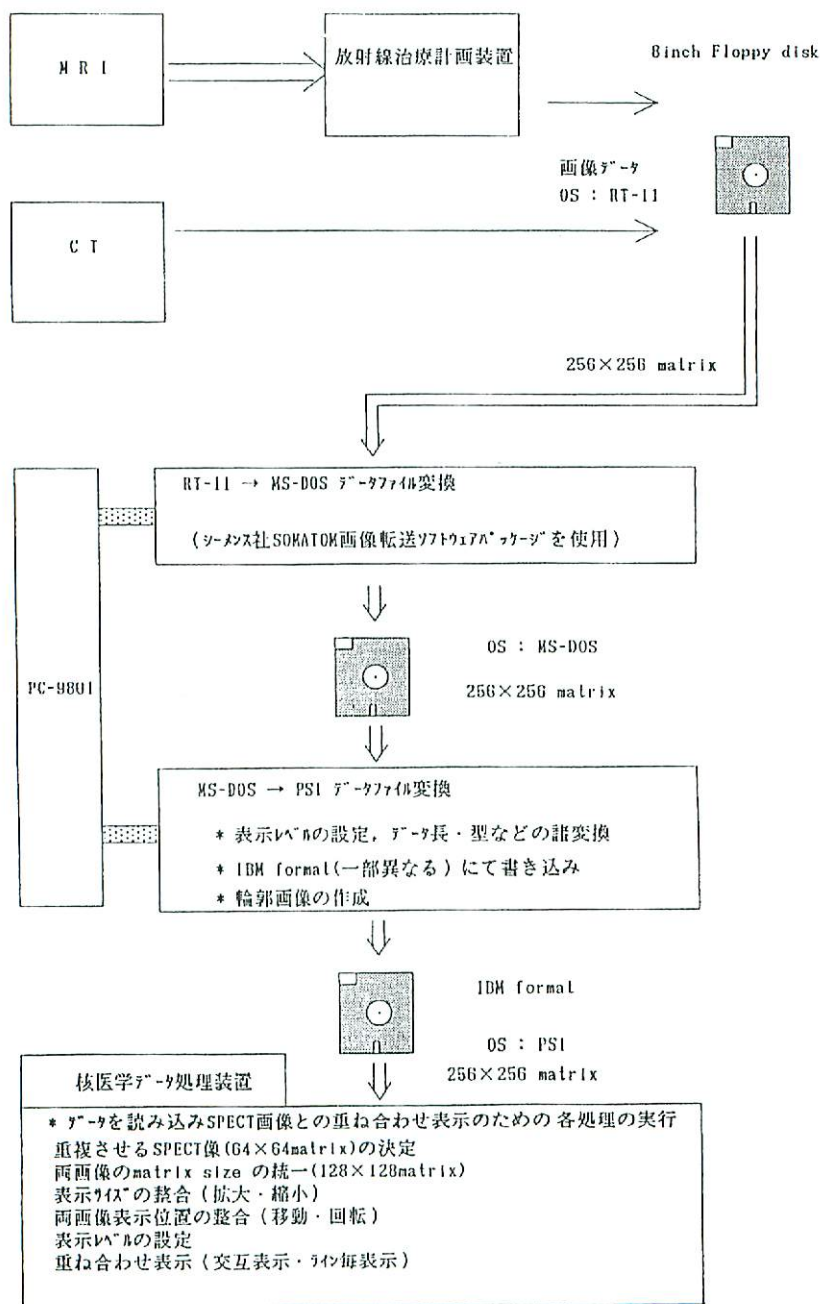


Fig. 1 処理の概要

IV. 方 法

2 画像間の重複表示には、核医学データ処理装置上の処理プログラムを用いる。MRI・CT 画像データはフロッピーディスクを介し、パーソナルコンピュータを用いてデータを変換して核医学データ処理装置に取り込み種々の処理を行う。処理の概要を Fig. 1 に示す。

IV-1. 画像データの転送

MRI・CT の画像データは 8 インチのフロッピーディスクに出力され、以下これを使用する。ただし MRI については、当院の装置にはフロッピーディスクユニットが備えられていないため、一度データをオンラインで結ばれている放射線治療計画装置に転送しこれより出力する。次にパーソナルコンピュータ上でマイクロソフト社より供給されている MS-DOS におけるファイルへのデータ変換を行う。これにはシーメンス社より提供されている "SOMATOM 画像転送・読影ソフトウェアパッケージ" を使用する。これ以降のデータフォーマットについてはメーカーから公開されている。

この MS-DOS 上の MRI・CT 画像データを 16 階調にてディスプレイに表示し、観察に適当な center level, window を設定した後、この設定値をもとに 8 bit の階調として核医学データ処理装置側データに変換する (Fig. 2)。また Fig. 2 に示す Prewitt のオペレータ⁷⁾による x, y 方向の一次偏微分操作を各画像マ

トリックスについて行うことより輪郭画像を作成し、同様に適切な表示レベルを設定しデータ変換を行う。これらの変換された画像データを、IBM フォーマットのフロッピーディスクにパーソナルコンピュータの DISK-BIOS を操作することによりセクター単位で書き込みを行い、核医学データ処理装置で読み込み可能のファイルとする。なおこれらの処理プログラムについては C 言語を使用した⁸⁾。

IV-2. 画像表示

核医学データ処理装置に読み込んだ MRI・CT 画像について、RI 画像用の処理プログラムを使用しマトリックスサイズの変更 (128×128), SPECT 像との間でのディスプレイ上の表示位置・大きさの整合 (拡大縮小, 移動・回転など) を行い、両者の重複画像を作成する。これには、2 画像を同位置で交互に表示し見かけ上重複像とする方法 (以下 Alternative 表示), 及び 2 画像を 1 ライン毎交互にスリット状の合成像とする方法 (以下 Interpolative 表示) を用いた。また重ね合わせに用いる両者の断層面については、対応するス

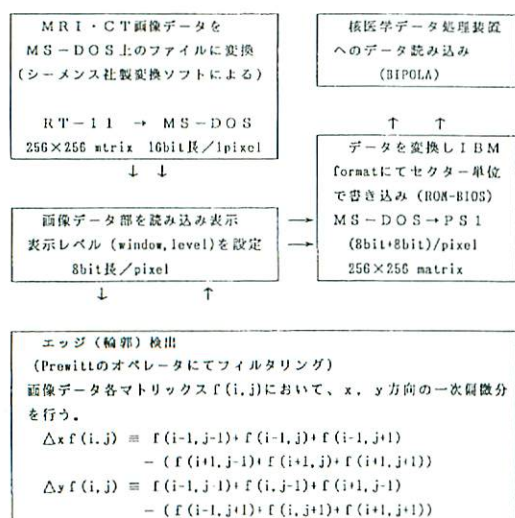


Fig. 2 データ変換処理の概要

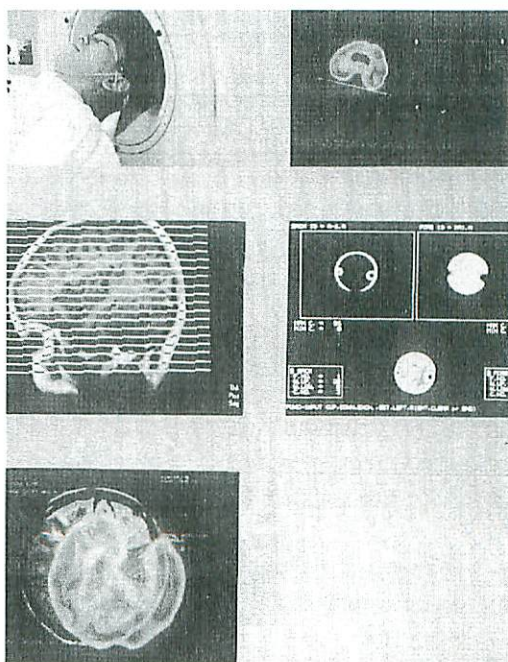


Photo. 1 各画像の設定

- | | |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |
| 5 | |
- 1: SPECT, CT 撮影時の角度設定 (OM-line)
2: SPECT 再構成時の角度設定
3: MRI における角度設定
4: Phantom による MRI・SPECT の重ね合わせ
5: 目視による重複位置の設定

ライス位置の頭頂からの距離を、スライス厚などから計算することにより予め選択し、これを使用する。なお拡大率は2個の cold lesion を有する円柱状ファントムを用い (MRI においては Gd-DTPA 希釈液, CT では水, SPECT においては ^{99m}Tc 溶液を使用) 実験的に求めた値を使用した。最終的には目視により表示位置の整合を行う (Photo. 1, 左下段)。

IV-3. SPECT 断層像の設定

重複に用いる各装置の画像 (主に axial 像を使用) 撮影角度は任意であるため, SPECT 再構成時に他の画像側と設定角度を一致させる。当院では通常頭部 CT について, OM-line に平行な角度にて 8mm slice 毎の axial 像を撮影している。またガンマカメラにおいても付属の投光器にて, 撮像時の OM-line の情報が入力

される。そこで CT 像を重ね合わせに用いる場合, SPECT 再構成時に OM-line に平行な断層像 (8mm slice) として再構成を行いこれを使用する (Photo. 1 上段)。MRI の場合は CT と断層面の角度設定の方法が異なっているため, 眼窩外側部を通る矢状断 MRI 像に axial 像の撮像角度を表示させ OM-line との関係調べたが (Photo. 1 左中段, Fig. 3) 有意な相関は得られなかった⁹⁾。このため MRI においては, 各症例毎に正中にて断層面と前頭葉下面—小脳下面とをむすぶ線とのなす角を計測し, SPECT 再構成時にその角度を対応させて再構成を行う。(Fig. 4)

これらについてマーカーなどは特に使用せず, 現状の MRI・CT におけるルーチンの変更を行わない様に考慮した。

V. 結果及び考察

本方法を用いたファントム実験では数 mm の誤差範囲にて重ね合わせが可能であった。実際の臨床の場ではより大きなずれが予想されるが, これは SPECT の分解能を考えればほぼ容認できるものと思われる。

本法による脳血流シンチグラフィ SPECT と MRI とにおける実際の症例を示す (Photo. 2, 3)。Photo. 2 の例では重複表示により前頭葉での血流低下部の範囲が明瞭となり, 特に輪郭画像を用いた場合で解剖学的な位置関係の判断が容易となっている。Photo. 3 の例では血流低下が機質的病変部に局限していることが分かる。ただしこの症例においては, 重複に輪郭画像を用いるより原画像を使用した場合の方が, 病変部と

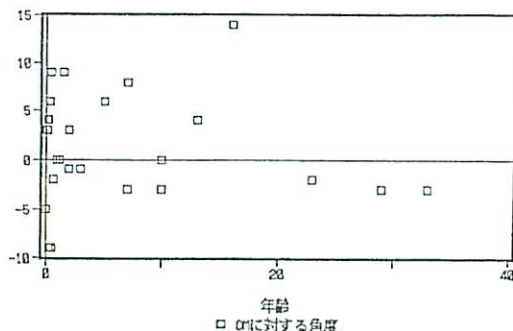


Fig. 3 OM-line と MRI-axial 面とのなす角度
年齢 0-27 歳の 24 例における OM-line と Nasion-pons 下縁を結ぶ線とのなす角度

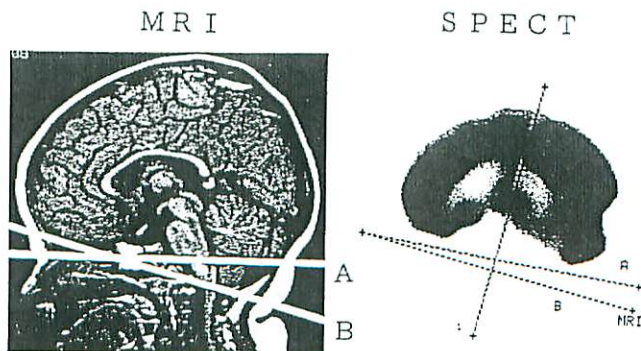


Fig. 4 MRI 像を用いた重複画像における SPECT 再構成時の axial 像角度の設定
大脳前頭葉下縁—小脳下縁を結ぶ線 (A) と, MRI 断層角度 (B) とのなす角度を計測し, SPECT の再構成における角度を計測値分, 傾けることにより MRI と同じ角度の設定を行う

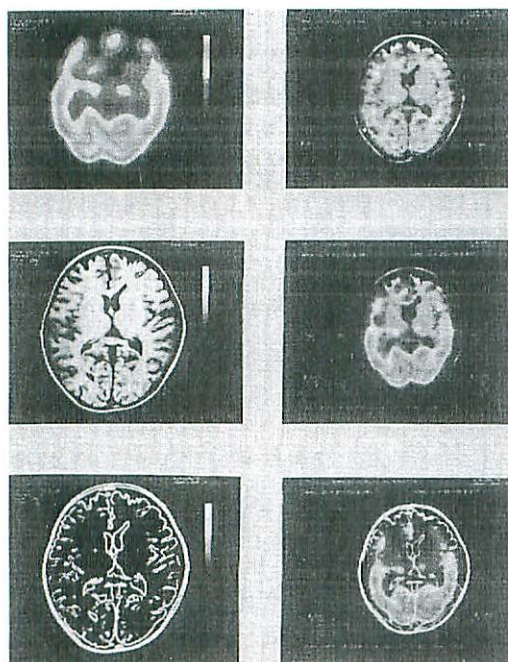


Photo. 2 実際例 (MIR+SPECT)

- | | | |
|---|---|----------------------------|
| 1 | 2 | 1: SPECT 画像 |
| 3 | 4 | 2: 重複画像 (Interpolative 表示) |
| 5 | 6 | 3: MRI 画像 |
| | | 4: 重複画像 (Alternative 表示) |
| | | 5: MRI 輪郭画像 |
| | | 6: 重複画像 (輪郭画像を使用) |

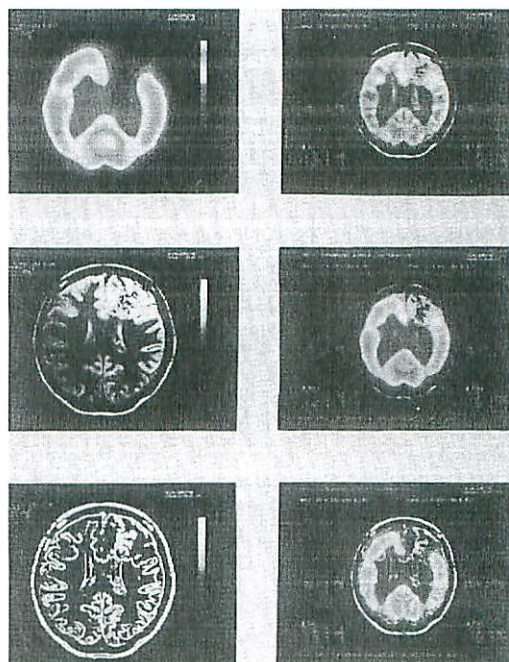


Photo. 3 実際例 (MIR+SPECT)

- | | | |
|---|---|----------------------------|
| 1 | 2 | 1: SPECT 画像 |
| 3 | 4 | 2: 重複画像 (Interpolative 表示) |
| 5 | 6 | 3: MRI 画像 |
| | | 4: 重複画像 (Alternative 表示) |
| | | 5: MRI 輪郭画像 |
| | | 6: 重複画像 (輪郭画像を使用) |

周囲の血流状態との関係がより明確であった。

この様に重複表示を行うことにより SPECT 単独の画像と比較して、局所機能的な異常部位の解剖学的位置関係がより明瞭となり、また器質的な異常部位と機能的な異常範囲との差が明らかとなることにより、診断能向上への寄与が期待された。また重複に輪郭画像を使用する場合、これにより判読が容易になる例と、その逆の例がみられ、利用にあたっての選択の必要性が示唆された。

以上の手技を、てんかん症 14 例における ^{123}I -IMP 脳血流シンチグラフィの場合について、SPECT 撮像時と同時期に撮影された MRI 像とにおいて本法の利用を行い、医師 4 名にて Fig. 5 の如く 5 段階評価による有用性の判定を行った。全例 SPECT 像単独より重複像を参考とした方が読影において有益である、という結果であった。次に重複に用いる MRI 画像として原画像を使用した場合と、輪郭画像を使用した場合それぞれについての有用性について比較した (Fig. 5)。

しかし明らかな有意差 (Wilcoxon t-test にて $P > 0.1$) は認められなかった。しかし症例により有用性判定の評価に差が見られることより両者を併用して用いた方が良いと考えられた。

これらの結果より、てんかんにおける脳血流シンチグラフィ SPECT について、MRI や CT 画像との重ね合わせを行うことにより相補的な画像診断が期待され、臨床に有用であると思われる。また脳神経領域は形態的な解剖が複雑であり、他の病態においても有用性が期待される。なお頭部は検査時の十分な固定が可能のため、重複時の位置設定が比較的精度良く可能であると思われる。

しかし幾つかの問題点もあげられる。現状ではオフライン処理のため、1 例につき 30 分程度の処理時間がかかり、適応を制限せざるをえない。異なる装置メーカー間の場合、データの互換性がないため、データ変換に労力が割かれ実用的とは言い難い。また重複画像の位置設定などについて、最終的には目視にたよるた

重ね合わせ表示の場合における 有効性の判定

症例 No.	腫瘍的疾患 の有無	MRIとの 重ね合わせ	輪郭との 重ね合わせ	両者を 総合して
1	○	1.75	1.5	2
2	○	1	1	1
3		1.5	1	1.5
4	○	0.25	1	1
5	○	1.75	1.5	1.75
6		1.5	1.75	1.75
7	○	2	1.75	1.75
8		2	1.75	1.75
9		1.75	2	1.75
10		1	0.5	0.5
11	○	1.75	1.75	1.75
12		2	1.75	1.75
13	○	2	1.75	1.75
14	○	1	2	2

症例(14例)について放射線科医師2名、小児科医師2名により5段階評価を行った平均

評価基準	2	きわめて有用である。
	1	有用である。
	0	どちらとも言えない。
	-1	あまり有用ではない。
	-2	顕著の妨げになる。

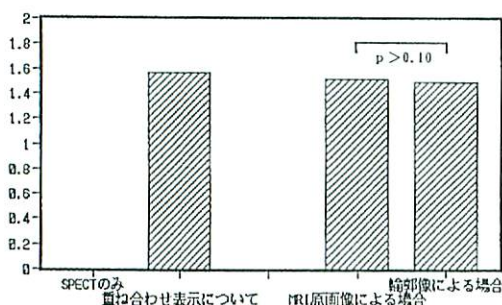


Fig. 5 重複表示を行った場合の有用性の判定

め、実際の正確な精度については言明できない。また SPECT 画像側の表示方法 (cutoff level など) により異常領域の範囲が見かけ上変化する場合がある。

その他、幾つかの点があげられるが今後の課題としたい。

VI. 結 語

てんかん症における脳血流シンチグラフィ SPECT と、MRI・CT 及びその輪郭像との間で既存の装置を用

いた重ね合わせ画像表示を行った。本法により、SPECT のみでは解剖学的位置関係が不明瞭であったものがより明瞭となり、診断に有用であると考えられた。また重ね合わせには MRI・CT 原画像と、その輪郭像の両者を併用したほうが望ましいと考えられた。

以上幾つかの問題点はあるものの、将来の PACS 化への期待を含め、このような検討は今後重要性が増して来ると思われる。

最後に、今回ご協力いただいた当院小児科医師、宮本品恵氏に感謝致します。

文 献

- 1) 有本卓郎：治療計画と PACS. INNERVISION, 5・8:39-41, (1990)
- 2) 河 相吉, 小林 聡, 延沢秀二, 他：原発性肺癌における ^{67}Ga -SPECT と X 線 CT の重複画像診断の有用性. 肺癌, 25, 2:162-169, (1985)
- 3) 太田原俊輔, 三宅 進：てんかんと脳の局在. 小児科 MOOK No.21 小児のけいれん:120-141, 金原出版 (1981)
- 4) 渡辺裕貴, 八木和一, 他：側頭葉てんかんの画像診断と外科治療. INNERVISION 5・2:12-37, (1990)
- 5) 野田慎吾, 児玉和宏, 岩佐博人, 他：てんかん患者における ^{123}I -IMP SPECT. 映像情報(M), 22:931-935, (1990)
- 6) Salamom, G. et al: Magnetic Resonance Imaging of the Pediatric Brain, Raven Press, (1990)
- 7) 田村秀行：コンピュータ画像処理入門. 星雲社 (1985)
- 8) 井上哲理, 他：Turbo C Ver. 2.0 プログラミング. 日本ソフトバンク (1989)