

滝 健次¹⁾ 吉崎 敏明¹⁾ 真貝 勝¹⁾ 大西 範生²⁾ 城野 良三²⁾

1) 徳島赤十字病院 放射線科部

2) 徳島赤十字病院 放射線科

要 旨

スペクト画像の再構成法は逆投影画像再構成法 FBP (filtered back projection) 法が使用されているが、画像位置情報がより正確に求まる逐次近似法 ML-EM (maximum likelihood expectation maximization) 法をさらに高速化した OS-EM (order subset expectation maximization) 法がある。今回、OS-EM 法を使用することにより画像がどのように改善されるか、また、当院の装置で使用できるか検討した。

キーワード：OS-EM、スペクト再構成画像、逐次近似法

はじめに

ML-EM というのは、統計学的手法によって RI 分布を推定する方法である。この方法は、近年コンピュータの処理速度が向上したといってもまだ計算時間がかかり実用化されていない。そこで ML-EM を高速化した OS-EM というアルゴリズムが考案された。

ML-EM 再構成法の特徴としては、

- ①初期画像の初期値を正と設定しているので再構成画像は負にならない。
 - ②投影データがポアソン分布に従うことを考慮している。
 - ③低カウント領域での S/N がよい。
 - ④高集積部分からのアーチファクトがない。
 - ⑤データ処理に補正の項を入れやすい。
 - ⑥処理の時間が長い。
- などがある。つぎに OS-EM では、
- ①投影データをいくつかのグループ (Subsets) に分けることで計算の高速化をはかっている。
 - ②一つのデータを使ってつぎの Subsets の計算を行う。
 - ③すべての Subsets について計算する。
 - ④この計算を何回 (Iteration) か繰り返して真のデータに近づける。

以上の処理を行い画像構成をおこなっている。この OS-EM 法をつかって、ファントムでの実験と実際の臨床画像での評価をおこなった。

使用機器

ガンマカメラ：GCA9300DA

演算処理装置：GMS-5500DA/I

コリメータ：LEHR コリメータ

MEHR コリメータ

ファントム：SPECT 性能評価ファントム

(JIS-Z4922 - 1994)

方法 1 (ファントムでの評価)

ファントムに^{99m}Tc400MBq を入れてスペクト収集をおこない OS-EM 法で Subsets、Iteration を変えて処理をした。

収集条件

Step モードで360度収集、1 Step20秒、6 度 Step、吸収補正なし、散乱補正なし。

方法 2 (臨床画像での評価)

ガリウム Spect 画像での最適 (適当) な処理条件の決定。また、他の画像への応用を検討した。

収集条件

クエン酸ガリウム⁶⁷Ga111MBq 静注後48時間後収集 Step モードで360度収集 1 Step50Sec、6 度 Step

Subsets、Iteration をそれぞれ変えて最適条件を求める。

FBP 構成法と OS-EM 法と比較する。

FBP、OS-EM 画像ともに前処理フィルタなし、吸収補正、散乱補正なし、後処理フィルタ RAMP を使用した。FBP 画像はバックグラウンド10%カットし、

3×3スムージングフィルタをかけた。
処理時間を測定した。

結 果

(1)

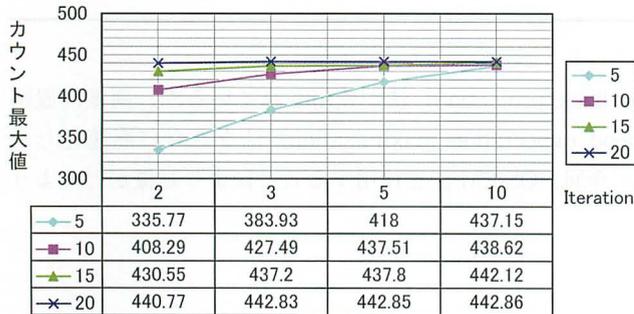


図 1

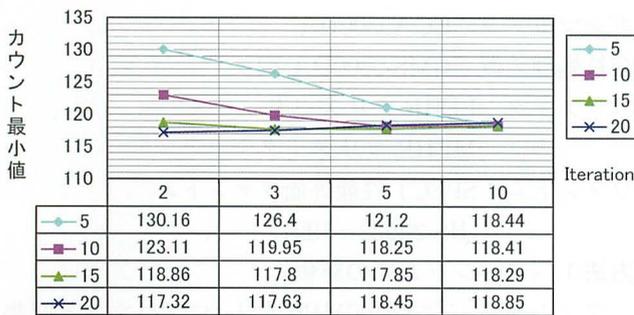


図 2

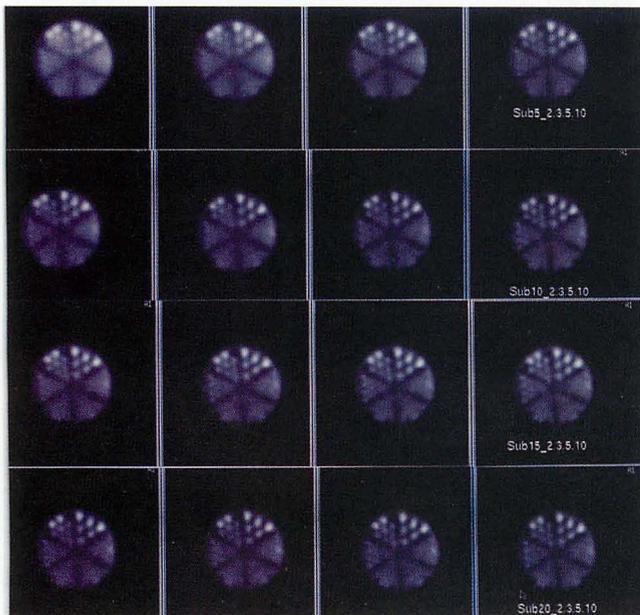


図 3

図 1 はファントムで収集した画像を Subset を 5、10、15、20 において Iteration を 2、3、5、10 と変えた場合の各画像でのピクセルあたりの最高カウントを表したグラフである。Subset 10 以上で Iteration 5 以上になるとほとんど収束している。図 2 は低カウント部での一定 ROI (30ピクセル) あたりのカウントを表したグラフである。同じように Subset 10 以上で Iteration 5 以上になるとほとんど収束している。このことからファントム実験では Subset 10、Iteration 5 以上での処理が必要である。図 3 の画像は上から Subsets 5、10、15、20、横に Iteration を 2、3、5、10 と変えた画像である。Subsets 10 で Iteration 5 以上が良い画像といえる。

(2)

ガリウムの臨床画像を Subsets、Iteration をそれぞれ変えて処理をした結果を A、B、C に分類すると、次の表のようになった。

表 1

| | Iteration 2 | 3 | 5 | 10 |
|-----------|-------------|---|---|----|
| Subsets 5 | A | A | B | B |
| 10 | A | B | B | C |
| 15 | A | B | B | C |
| 20 | A | B | C | C |

A はボケが目立つ画像、B は良い画像、C はかなり良い画像といえる。図 4 は Subsets 10 で Iteration を 2、3、5、10 と変えた画像である。図 5 は Subsets 15 で Iteration を 2、3、5、10 と変えた画像である。

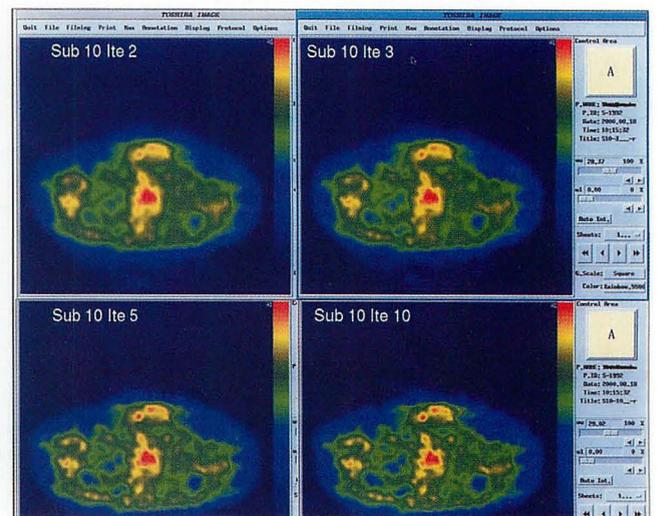


図 4

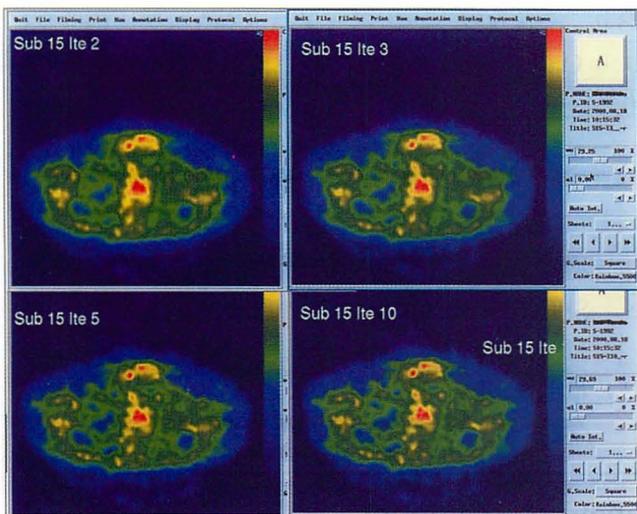


図 5

処理時間を測定すると

61スライスの場合（通常必要なスライス数）

| | |
|-------------------------|-------------|
| Iteration 3、subsets 5 | 約 2分50秒 |
| Iteration 3、subsets 10 | 約 2分50秒 |
| Iteration 3、subsets 15 | 約 2分52秒 |
| Iteration 5、subsets 10 | 約 4分24秒 |
| Iteration 10、subsets 10 | 約 8分30秒 |
| FBP の処理時間 | は約 27秒であった。 |

図 6 はガリウムスペクト画像である。左の 4 コマは FBP 画像、右の 4 コマは OS-EM 画像 Subsets 10、Iteration 3 である。

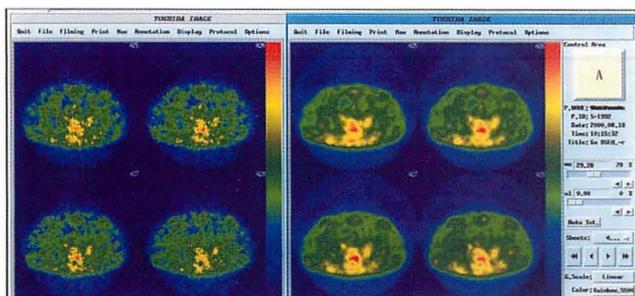


図 6

図 7 は骨シンチで骨盤部のスペクトであるが、右の 4 コマのように OS-EM のほうが左の 4 コマ (FBP) に比べてアーチファクトが少ない。

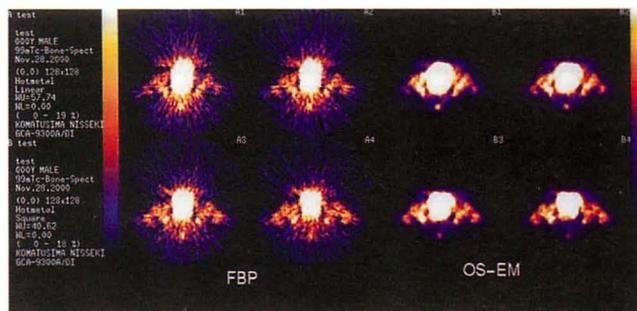


図 7

処理条件などから Iteration 3、Subsets 10 または 15 が適当と考えられる。

OS-EM は FBP に比べて画像が良いアーチファクトが少ない。低カウントのデータに有用。

考 察

OS-EM 画像は処理のしかたによって画像はかわってくるが、ファントム実験では FBP 処理画像と比べるとあまり良くなかった。これはカウント数が多いのと、バックグラウンドが少ないからだと思う。文献では、頭部スペクト画像にはコントラストが FBP 処理画像に比べて低くなるため OS-EM 画像が優れているとは言えないとの報告がある。心筋画像の再構成においては OS-EM 再構成画像が有用との報告もある。処理時間については、ファントム実験では Subsets 10 以上、Iteration 5 以上ということになったが、ガリウムスペクト画像では処理時間が約 4 分 30 秒になる。臨床画像では Subsets 15 Iteration 3 (約 2 分 52 秒) が適当と思われる。また、Subsets 数を多くしても処理時間はあまり変わらないことが解った。ABC の分類では B と C は良い画像である。C はバックグラウンドがカットされているのでガリウムのスペクト画像としては B が良いと思う。ガリウムスペクト画像では OS-EM 処理をすることにより画質が簡単に改善され、またバックグラウンドカットもしなくてもよい。骨シンチではアーチファクト除去に効果的である。今後は OS-EM 処理のうえに吸収補正、散乱補正、前処理フィルタの検討をくわえることにより画像の改善をはかっていきたい。散乱線除去には TEW (triple energy window) 法があるが、TEW 法をつかうとデータがポアソン分布にあてはまらなくなり、TEW 法をつ

かった OS-EM 処理は脳血流、心筋などの定量、半定量には適当ではないが、今後、ソフトウェアの改良により可能になると思われる。ガリウム画像のプラナー像では TEW 法が効果があるので TEW 法をつかったの OS-EM 処理についての検討をしたい。

おわりに

当院の装置で OS-EM 処理をすることにより画像が良くなり、また、臨床においても使用できることが解った。最新の装置では処理時間が半分以下になって

おり、今後ソフトウェア、ハードウェアの改良により OS-EM 処理がさらに使い易くなることが期待される。

文 献

- 1) 増田一孝, 野間和夫, 他: 脳機能画像における SPECT の精度について. 日放技学誌 55: 1180-1184, 1999
- 2) 横井孝司: OSEM 法による画像再構成. 日放技学誌 57: 523-529, 2001

Study of OS-EM Reconstructed Images

Kenji TAKI¹⁾, Toshiaki YOSHIKAWA¹⁾, Masaru SHINGAI¹⁾, Norio ONISHI²⁾, Ryozo SHIRONO²⁾

- 1) Technician Division of Radiology, Tokushima Red Cross Hospital
- 2) Division of Radiology, Tokushima Red Cross Hospital

For reconstruction of SPECT images, FBP (filtered back projection) is being used. However, there is OS-EM (order subset expectation maximization) method, a further speed-up version of iterative approximation ML-EM (maximum likelihood expectation maximization) which enables to obtain more accurate positional information of images. Our present study is intended to investigate to what extent images can be improved with the use of OS-EM method, and at the same time, to check whether or not the said method can be used with our present equipment.

Key words: OS-EM, SPECT reconstructed images, iterative approximation method

Tokushima Red Cross Hospital Medical Journal 7: 9-12, 2002
