

## 19. FBP 法と OS-EM 法による再構成画像の検討

日本メジフィジックス株式会社 仙台支店 仙台営業所 伊藤明宏  
山形大学医学部附属病院 放射線部 岡田明男

OS-EM 法 (ordered subsets-expectation maximization) は、最尤推定 - 期待値最大化 (ML-EM: maximum likelihood-expectation maximization) 法を「投影データを分割して計算に使う手法」によって高速化したアルゴリズムで、計算時間が早く臨床に使用できるようになってきました。今回は、FBP 法と OS-EM 法の比較と OS-EM 法の subset 数と iteration 数の決定について検討を行いました。

統計ノイズや吸収、散乱線のない理想的な状態でのシミュレーションの結果では、一般的な誤差の指標である平方残差 ( $X^2$ ) を用いた場合、 $X^2$  は最初の数回の iteration で急激に減少し一定値に近づいていきます。また、subset 数を大きくすると、少ない iteration 回数で一定値になる。このように  $X^2$  の変化は、画像の収束を観測するのに有効な指標である。そこで、脳ファントムを用いて、実際と同じ条件で検討した。

平方残差 ( $X^2$ ) は画像全体の誤差なので、局所の収束性を見るために灰白質と白質に濃度差が 4 : 1 になる様に核種を入れ SPECT 撮影を行い再構成画像に関心領域を設定し、灰白質/白質比を iteration の関数として表した。(図 1) その比が 4 : 1 となる iteration 数を ML-EM における最適な iteration 数 60 と設定し基準とした。

脳ファントムによる OS-EM の収束過程を図 2 に示す。subset 数 1 (ML-EM) では、iteration 回数 1 のときはまだ再構成画像はぼんやりしているが、それ以降の iteration 数によって改善していく様子が観察できる。また、subset 数を上げることによって少ない iteration 数ですむが、あまり多くし過ぎてもボサボサした画像になることも観察できる。

各 subset における最小平方残差と平方残差の画像を図 3 に示す。subset 数が 10 以下であれば誤差が少ないことが分かる。また、subset 数 15 以上だと誤差が大きくなって行き、subset 数 30 に至っては  $2.0 \times 10^7$  と誤差が非常に大きくなっていることが分かる。このように吸収や散乱線のある環境では、理想的な状態でのシミュレーションの結果とは異なり、subset 数が 10 を超えると非常に誤差の大きい画像になることが分かる。これは計算の収束を早める為にラフな推定を頻繁に行っている為と考察できる。

OS-EM の最適な subset 数、iteration 数は、収集データにより異なると考えられるが、今回の検討では subset 数は 10 以下、iteration 数を subset 数との積が 60 になるように設定するのが、平方残差が少ない画像が得られるため適切な再構成処理条件である。

結論としては、OS-EM 法の長所と短所を把握した上で、使用することが大切であると考えます。

今回、山形大学医学部附属病院 放射線部 岡田先生 高橋先生の多大なるご協力の下、検討させて頂きましたので、ここに謝辞とさせていただきます。

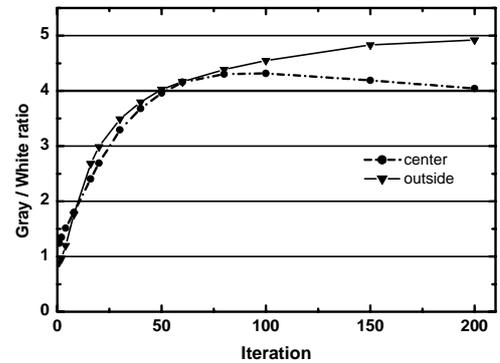


図 1 灰白質と白質の変

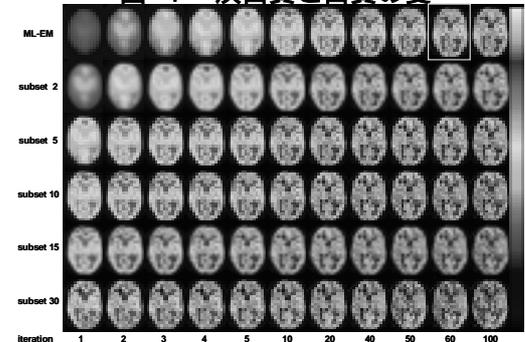


図 2 脳ファントムによる OS-EM の収束過程 ( $^{99m}\text{Tc}$ )

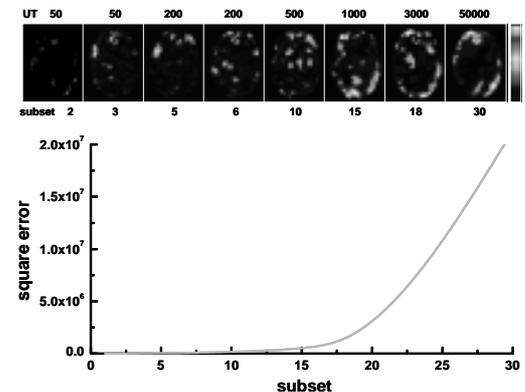


図 3 subset における最小  $X^2$  と  $X^2$  画像

## 20. マンモグラフィ検査についてのアンケート調査

### ～リーフレットと検査着の有用性～

医療法人斎藤胃腸病院  
社団法人荘内地区健康管理センター  
鶴岡市立荘内病院

○福田 紋子、羽根田 稔  
佐藤 賢、御橋 慶治  
齊藤 香里、池田 廣

#### 【目的】

マンモグラフィ検査についてのアンケート調査を行い、受検者の検査に対する心境を知り、放射線技師として何ができるのかを改めて見直してみるとともに、リーフレットとマンモ用検査着の有用性を検討する。

#### 【方法】

検査前にリーフレットを配布し、待ち時間に読んでもらう。  
マンモ用検査着を着用してもらい撮影を行う。  
検査終了後、無記名自己記入方式でアンケート調査を行う。

平成13年4月2日～5月12日の6週間、3施設で実施し、286名から回答いただいた。



マンモ用検査着

#### 【結果】

○「検査に対する不安はありましたか」という問いに対して、全体の34%の人が少なからず不安を感じている。その内容としては、次のようなものが多かった。

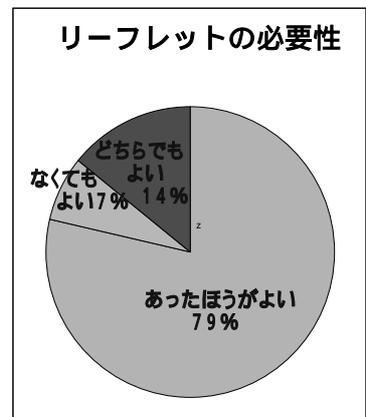
- ・ 圧迫の痛み
- ・ 検査方法
- ・ 検査結果
- ・ 初回受検のため

○受検回数が多い人ほど、不安は無いという回答が多かった。

○「リーフレットはあったほうがいいですか」という問いに対して、79%が“あった方がよい”と答えている。

○受検者の年代が若くなるほど乳房を出すことに対して羞恥心をもっている。

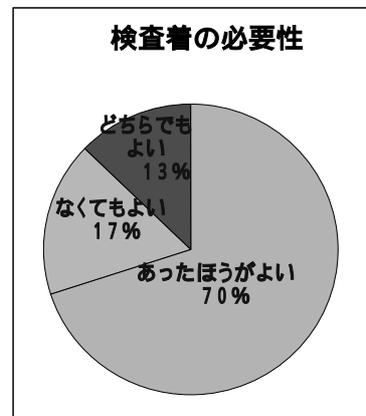
○検査着を着用して“着やすい”“恥ずかしさがなくなった”という理由で、検査着はあったほうがよいと答えた方が多かった。



#### 【考察】

○検査方法や圧迫の重要性を口頭で説明するだけでなく、リーフレットを事前に読んでもらうことも検査に対する理解を深める上で有用であり、不安軽減につながると思われる。

○検査着を着用して撮影する事で、羞恥心を軽減できる。特に、担当技師が男性のときや受検者の年代が若くなるほど、また乳房切除術を行った方に有用であると思われる。



#### 【結語】

今回のアンケート調査は、受検者がどのような心境で検査を受けているのか、また技師がどのように受検者と接するべきかを改めて考える機会となり、意義のあるものだった。

## 2 1 . マルチスライス CT (MSCT) による乳腺撮影の有用性

山形県立河北病院 放射線科 瀬野 昌文・日塔 美樹・鈴木 稔

### (目的)

当院にマルチスライス CT が導入され、3 D 画像が容易に作成できるようになった。  
現在、MR マンモグラフィーが質的診断 (鑑別診断) には有用であるが、当院では MR マンモグラフィーの検査を行っていないのでマルチスライス CT による乳腺撮影を行い、3 D 画像 (VR 法) MPR 画像を作成し、US、マンモグラフィーと比較検討をして有用性を調べたので報告する。

### (使用機器)

CT: 東芝社製 Aquilion Multi

画像処理装置: 東芝社製 ALATOVIEW、ZIO社製 ZIOM 900

自動注入器: 根本杏林堂社製 オートエンハンス A250

造影剤: オムニパーク 300 シリンジ 100ml

### (方法)

患者はまず上半身、下着をつけずにガウンだけ着てもらって仰臥位で健側の腕は挙上し、患側は腋窩、乳房が伸び上がらないように肘を曲げ、腕を額にのせて撮影を行った。撮影スライスは 1mm x 4?P 3.5 で、造影剤 100ml を 3.0ml / sec で注入し、30 秒後に乳房全体を撮影した。再構成スライス 0.5mm、スライス間隔 1mm で再構成を行い、3D 画像 (VR 法) MPR 画像を作成した。

乳腺検査のルーチンは、プレーンで肝を 3mm でスキャンして、Early を上記のように 1mm で乳房全体をスキャンして、Delay は鎖骨上窩から肝の下縁まで 3mm でスキャンします。これは Meta の検索のためです。

### (結果および考察)

マルチスライス CT による乳腺の 3D 画像、MPR 画像はいろいろな画像表示が容易に行え、乳頭と腫瘍の位置関係の把握が容易であった。また、リンパ節の転移があるかどうか分かり、多発性の時も有効であり、オペ前検査としてはマルチスライス CT の乳腺検査は有用であった。マンモグラフィー、US と比較した場合、乳房内の腫瘍の大きさ、拡がり分かる。また、CT 検査の体位が手術体位とほとんど同じなので 3D 画像から乳房温存の術式のシミュレーションするのに有効であった。

マルチスライス CT を熟知し、画像 (空間分解能、画像ノイズ) の向上に努めたいと思います。

## 22. Canon Film Scanner300 と Scion Image の使用経験

山形大学医学部附属病院 伊藤 大輔 鈴木 隆二 鈴木 幸司 山田 金市  
伊藤由紀子 米田 太郎 加賀 勇治

### 【目的】

Canon Film Scanner 300 と画像解析ソフト “ Scion Image ” を用いて、乳房 X 線写真における乳腺分布のヒストグラムを作成し、乳腺の濃度を測定・管理する。

### 【検討項目】

写真濃度の算出値と実測値の比較

1. 21 段テストピ - スによる評価
2. 乳房ファントムによる評価

臨床写真のヒストグラム化と濃度評価

3. 乳腺形態による比較（高濃度、不均一高濃度、乳腺散在）

### 【使用機器】

Scanner ; Canon Film Scanner300 (Canon)、画像解析ソフト; Scion Image ( Scion Corporation )  
濃度計; MODEL301、露光計; 富士感光計 383 (富士フィルムメディカル)  
自動現像機 CEPROS M (富士フィルムメディカル)、 Film/Screen; UM-MA HC/UM-MAMMO FINE  
(富士フィルムメディカル)、Phantom MODEL 11A

### 【方法】

1. 露光した 21 段テストピ - スを Canon Film Scanner300 で取り込み Scion Image で濃度値を算出し、拡散濃度計での実測値と比較する。
2. 乳房ファントム写真を Canon Film Scanner300 で取り込み、乳房ファントムに埋め込まれている各ステップの濃度値の算出を行い、拡散濃度計での実測値と比較する。
3. 乳腺形態の異なる臨床写真を取り込み Scion Image でヒストグラムを作成し、最低乳腺濃度を算出する。

### 【結果】

1. Scion Image で算出した 21 段ステップの濃度値と拡散濃度計での実測値は最大で 0.07 の差が出た。また、重相関係数が 1、標準偏差が 0.034 という結果になった。
2. Scion Image で算出した乳房ファントムの濃度値と拡散濃度計での実測値は最大で 0.02 の差が出た。
3. ヒストグラムにより乳腺形態の異なる乳房写真の最低乳腺濃度を算出することが出来た。( Fig.1 )

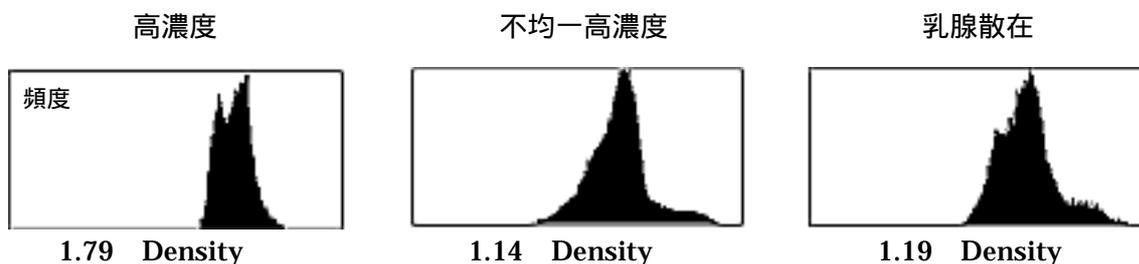


Fig.1 乳腺のヒストグラム

### 【まとめ】

Scion Image で算出した濃度値は、21 段ステップ、乳房ファントムともに拡散濃度計での実測値とほぼ一致しており良い結果が得られた。

ヒストグラムを作成することで、乳腺形態に関係なく最低乳腺濃度を容易に算出することが出来た。今後、乳房写真の濃度管理に有用であると考え、さらに検討を続けたい。

## 23.PC ソフトを利用した乳房撮影領域 X 線の線質・線量評価法の検討

山形大学医学部附属病院  
寒河江市立病院

米田 太郎、鈴木 隆二、鈴木 幸司、加賀 勇治  
鈴木 敏

### 【背景】

乳房撮影精度管理マニュアルによる平均乳腺線量の算出は、入射空中線量に換算値を乗じて求める。このとき換算値は第1半価層と測定管電圧をもとに換算表から読みとる。また第1半価層は3点のアルミフィルタ厚と対応するX線透過率をもとに対数補間法で算出する。我々はこれら平均乳腺線量を求める一連の手順を簡便に効率よく算出、評価するために、PCを利用したツールの作製を試みた。

### 【目的】

「管電圧の精度と再現性」「第1半価層」「平均乳腺線量」の評価をパーソナルコンピュータを用いて簡便に行う。

### 【使用機器・参考文献】

OS : Windows98

表計算ソフト : Excel2000

(Visual Basic for Application Edition)

参考文献 : 乳房撮影精度管理マニュアル(改訂版)

評価項目におけるすべての内容は精度管理マニュアルに従う。

### 【ツールの紹介】

基本操作としては、Excelのシート上に表示されたFig.1の入力用フォームに測定条件や測定値を入力し判定ボタンを押す。するとFig.2のExcelのシートにFig.1の入力用フォームに入力した値が出力され、各種判定を行う。(Fig.1、2は第1半価層の評価のフォームを表示)

Fig.2のExcelのシート下段では判定結果が表示され、管理基準を満たしていればOKと青で表示され、満たしていなければNGと赤で表示される。

測定条件及び測定値を入力するだけで、その後の計算処理や判定をすべて自動的に行う。

Fig.3は3項目の判定値及び判定結果を一覧にしたものである。このシートをプリントアウトして結果を保存することが可能である。

### 【結果及び考察】

測定値入力用のフォームの作製により、測定値の入力が簡便になった。測定後の統計処理や判定が自動的に行えるので判定を行うまでの煩雑な作業がなく、精度管理が簡便に行えるようになった。更に使いやすいツールになるよう今後も改良を加えていきたい。

Fig.1 入力用のフォー

ターゲット/フィルタ	Mo/Mo
表示管電圧(kV)	28
測定管電圧(kV)	28.0

Alフィルタ厚(mm)	mR	透過率(%)
0.00	483.3	100.00
0.30	462.9	95.78
0.40	219.3	45.38

半価層(mm)
0.387

判定		判定値
上限	OK	0.40
下限	OK	0.31

Fig.2 Excel シー

管電圧の精度・再現性			第1半価層			平均乳腺線量		
ターゲット/フィルタ	Mo/Mo		ターゲット/フィルタ	Mo/Mo		ターゲット/フィルタ	Mo/Mo	
設定管電圧(kV)	28		設定管電圧(kV)	28		設定管電圧(kV)	28	
測定管電圧(kV)	28.0		測定管電圧(kV)	28.0		測定管電圧(kV)	28.0	
1	28.0		挿入Al(フィルタ厚)mm	測定線量 mR	透過率(%)	測定線量 mR		
2	28.1			483.30	100.00	1	540.00	
3	28.1		0.30	462.90	95.78	2	538.00	
4	27.9		0.40	219.30	45.38	3	541.00	
W平均値	28.0		半価層(mm)	0.39		4	539.00	
標準偏差	0.10					平均値	539.50	
変動係数	0.003		判定値	判定		半価層(mm)	0.39	
判定	精度	0.00 OK	上限値	0.40 OK		標準偏差	196	
	再現性	0.003 OK	下限値	0.31 OK		平均乳腺線量(mGy)	1.06	
						判定	OK	

Fig.3 結果シート

## 24. ERCPと比較したMRCPの有用性について

医療法人山形愛心会庄内余目病院

放射線科 本間 真帆 石堂 久美子 佐藤 誠, 外科医師 松浦 多賀雄

### 目的

当施設では、1999年10月にGE製MRI装置SignaHorizonLX 1.0Tを導入しMRCPの検査が可能となった。装置導入後1年半が過ぎMRCPの施行例も50例を超えたので、その有用性をERCPと比較して検討する。

### 使用機器

MRI装置 GE社製 SignaHorizonLX 1.0T X線TV装置 東芝製KXO-80N

### 方法

2000年3月から2001年2月までに結石を疑いMRCPを施行した38例について、ERCP施行の有無を調べそれぞれの所見を比較する。結石の検出能などを比較し読影する外科医とともに問題点、改善点を考察する。

### 結果

2000年3月～2001年2月までにMRCPを行った38件のうち、MRCPのみが15例、MRCP後にERCPを行ったものが17例、ERCP後にMRCPを行ったものが6例だった。

MRCPのみでERCPを行わなかった症例では、総胆管・胆嚢内に結石ありとされたものが1例あったが、結石の大きさが5mm以下であった為、経過観察となっていた。

また、総胆管に若干の拡張ありとされたものが5例あったが、結石・腫瘍等は無く、経過観察となっていた。そのほかの9例は異常無しとされていた。

MRCP後にERCPを行った症例には、総胆管に結石あり又は疑いとされたものが7例あった。そのうち4mm～10mmの結石が描出されていた4例ではERCPにおいても同様の所見が得られた。残りの3例では3mm～5mmの結石を疑うようなLDAが認められたが、ERCPにて結石は確認できなかった。

総胆管の拡張ありとされたものは3例あったが、いずれもERCPにて同様の所見が得られた。

その他の6例ではMRCPのみで診断できずERCPを施行している。

ERCP後にMRCPを行った症例は6例あったが、これはいずれもERCPにて造影不十分であったものだった。そのうち5例ではERCPにて造影できなかった部位に結石・狭窄等なしという所見がMRCPにて得られた。後の1例は呼吸停止不可能の為はっきりとした所見は得られなかった。

### まとめ

結果について外科医と考察し、MRCPを行うことにより5mm以上の結石であれば検出でき、その結石の大きさ等はERCPや、その後の治療を行う上での事前情報としても有用だった。

ERCPにて造影が十分に出来なかった場合も、造影されなかった膵胆管の情報が得られ有用といえる。又、MRCPは入院を必要とせず造影剤不要で侵襲性の少ない検査なので、スクリーニングとしての有用性は大きいとの意見もあった。

問題点として5mm以下の結石が描出されにくいことと、息止めが出来ない場合明瞭な画像が得られないことなどが挙げられた。

今回MRCPでは明瞭な画像が得られなかった症例は、7例でだった。これは全体の約18%だった。

明瞭な画像が得られなかった要因としては患者の年齢層が高いことが考えられる。今回MRCPを行った患者の最高齢が92歳、最低齢が51歳、平均で71歳と高齢で撮影時間2秒の息止めも難しかった。

痩せ型でMRIでの信号が低くなりやすい体格の人がこの年齢層には多いことも関係している様に思われる。改善策として、これまで、シングルショットファーストスピンエコー法のみでの撮影を行っていましたが呼吸同期による、マルチスライスファーストスピンエコー法を追加して撮影する。

### 結語

今回の結果よりMRCPはスクリーニング検査としては得に有用性が有ることがわかった。しかし、5mm以下の結石や呼吸停止できない患者に対してなど課題も出てきたので、今後はマルチスライス法の追加により、高齢者に対しても侵襲の少ないMRCPで診断できる様さらに有用性を高めて行きたい。

## 25. 骨転移に対する全身 MR 撮影

山形大学医学部附属病院 放射線部

児玉潤一郎・丹義雄・鈴木幸司・佐藤俊光・高橋和栄・加賀勇治

### 【緒言】

乳癌などの骨転移の検索は、RI による骨シンチが一般的である。しかし、局所的な描出能は MR の方が良いとの報告があり、骨転移に対する全身 MR 撮影の論文等も発表されている。今回、当院でも骨転移に対し全身 MR 撮影を試みたので、その結果を報告する。

### 【目的】

骨転移に対する全身 MR 撮影と RI による骨シンチとを比較し、全身 MR 撮影の有用性を検討する。

### 【方法】

body coil を使用し、FOV48 × 48cm, slice 厚 8mm, slice gap 2mm, matrix 256 × 256 の撮像条件で、STIR および T1 強調像の冠状断および矢状断にて全身が網羅されるよう 4 部位に分けて撮像し、描出能について骨シンチと比較した。撮像時間は STIR、T1 強調像とも 2 分 ~ 2 分 30 秒に設定した。対象は、ボランティア 2 例、Thyroid cancer 2 例、Multiple myeloma 1 例の計 5 例である。

### 【使用装置】

SIGNA HORIZON v.5.3 1.5T (GE 社)

### 【結果】

Fig.1 にボランティアの STIR による冠状断を示す。約 25 分の撮像時間で、STIR と T1 強調像にて全身の冠状断での撮像が可能であった。

Fig.2 に脊椎の T1 強調矢状断像を示す。脊椎では矢状断を撮像することにより、脊髄の圧迫等の臨床上重要な所見が把握できた。撮像時間が長くなり、患者の負担は増えることになるが、必要な撮像と思われた。

Fig.3 は Thyroid cancer の症例である。右大腿骨小転子部の meta. および左大腿骨大転子付近の meta. が、骨シンチとほぼ同等に描出された。しかし、肋骨の meta. の描出は骨シンチの方が良好であった。また、骨シンチでは描出されず、MR にてのみ得られた骨髄の meta. と思われる所見もあった。

### 【考察】

MR による全身撮像の問題点は、Total の撮像時間が長いことや、撮像枚数が非常に多いことが上げられる。実際の撮像ではまず STIR の冠状断像で全身を撮像し、その所見や臨床所見から、患者に応じて追加撮影するのが望ましいと思われた。

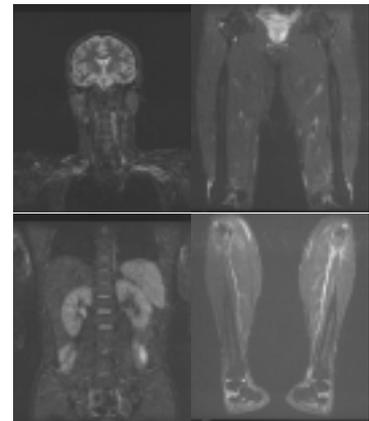


Fig.1 冠状断 (STIR)

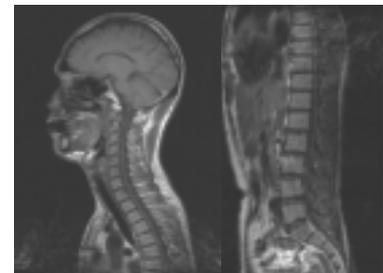


Fig.2 矢状断 (T1 強調像)

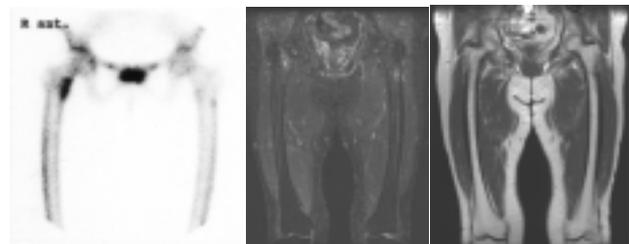


Fig.3 臨床例 (Thyroid cancer)

## 26. 癌のみを画像描出する新規機能性磁気共鳴画像診断(MRI)用造影剤

日本シエーリング株式会社

北日本支店 仙台営業所 横尾 裕一

### 【基本コンセプト】

従来の造影剤の設計概念は、<標的指向性造影剤>であり造影剤の体内分布に依存してコントラストを増強していた。しかし、新しく提唱する造影剤の設計概念は、<マイクロ環境応答性造影剤>であり、生体内の微小環境変化を認識して画像信号を ON-OFF 応答する事が出来れば、新たな造影剤の可能性が開ける。

### 【MRI 造影剤の造影原理】

ガドリニウム(Gd)系 MRI 造影剤の造影原理は、Gd が水分子の縦緩和時間(T1)を短縮させることに基づく。従って、Gd 分子と水との相互作用をマイクロ環境応答的に制御できれば、マイクロ環境を反映した画像シグナルの on-off が可能となる。

### 【ポリイオンコンプレックス(PIC)型 MRI 造影剤による造影能の ON-OFF 応答メカニズム】

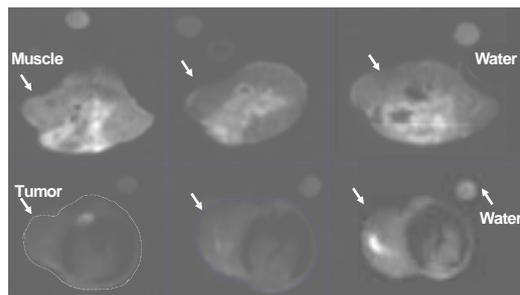
- 1) MRI OFF-state (正常組織：中性 pH)：ポリカチオンとポリアニオンより構成される PIC は、中性 pH では正負電荷のバランスがとれており、安定な PIC を形成、脱水和し、Gd と水との相互作用が抑制。T1 緩和時間の短縮効果を現わさない。
- 2) MRI ON-state (腫瘍組織)：弱酸性 pH 中や他の高分子電解質の存在で PIC が不安定化。

### 【ポリアニオン性 MRI 造影剤及びカチオン性高分子構造】

- 1) アニオン性高分子 MRI 造影剤
- 2) カチオン性高分子

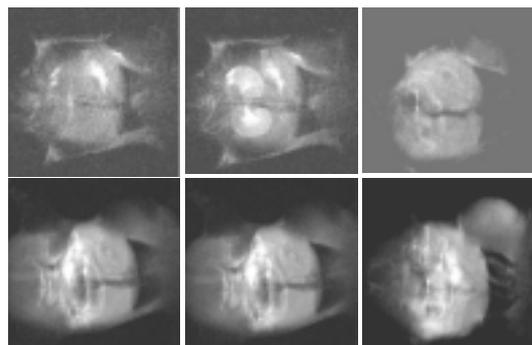
### 【In vivo MRI 画像写真 (T1 強調マウス横断面)】

正常筋肉部位及び腫瘍部に PIC 型造影剤を局所投与(0.2mM Gd)した場合、正常筋肉部位では全く信号輝度の増強は起こらないのに対し、腫瘍部では明確な輝度の上昇が経時的に認められた。



### 【PLL(Gd-DTPA)(16%)単独及び PIC を担癌マウスの尾静脈内投与前後の T1 強調 MRI 矢状断面画像】

PLL(Gd-DTPA)を単独で i.v.投与(10  $\mu$ mol Gd/kg)した場合、造影剤の体内分布に依存して腎臓の輝度が増強し(30分後)、ほとんど排泄された 24 時間後には腫瘍を含め輝度の増強部位は認められなかった。一方、PIC を投与した場合、30分後では何れの部位においても輝度の増強は認められなかったが、24 時間後には腫瘍部のみの輝度が増強し、他の正常組織は全く変化していない。従って、本 PIC は正常組織では造影能を発現せず、腫瘍の微小環境の違いを認識して画像信号を発現する事が示された。



### 【まとめ】

- 1) In vivo 腫瘍モデルマウスへの PIC の局所及び静脈内投与後の MRI 画像解析試験より、正常組織では造影せず、腫瘍部位のみで信号強度の増強効果が認められた。これは、腫瘍の若干低い pH 領域で不安定化した PIC が、腫瘍細胞表面に特異的に発現している酸性糖タンパク質と相互作用したためと考えられる。
- 2) 生体内のマイクロ環境変化に応答してそのシグナルを on-off 応答させるという新しい概念に基づいた造影剤の設計の妥当性が証明され、又、本 PIC は、腫瘍特異性 MRI 造影剤としての適応の可能性が認められた。