

## 総説

## MD-CTの胸部疾患への応用

小野 修一・山田 隆之\*・壺井 匡浩\*・石橋 忠司\*  
 福田 寛\*\*・高橋 昭喜\*・阿部 由直

弘前大学医学部放射線医学教室  
 \*東北大学医学部量子診断学

\*\*同 加齢医学研究所機能画像医学研究分野

## Chest diagnosis using MD-CT

Ono Shuichi, Yamada Takayuki\*, Tsuboi Masahiro\*, Ishibashi Tadashi\*  
 Fukuda Hiroshi\*\*, Takahashi Shoki\*, Abe Yoshinao.

Department of Radiology, Hirosaki University School of Medicine.

\* Department of Diagnostic Radiology, Tohoku University Graduate School.

\*\* Department of Nuclear Medicine & Radiology, IDAC, Tohoku University.

## 抄録

現在は、Multidetector CT (MD-CT) の時代に入り、胸部疾患に対しても更に高度な診断をすることが可能となっている。特に、肺野のMRIがまだ実用的ではない現在、胸部診断に対してCTの果たす役割は大きく、MD-CTの登場は胸部の画像診断の発展に対し大きく貢献しつつある。MD-CTの利点は、scan、データ取得が高速化され、より広い範囲のデータをより薄いスライス厚で得られる事、質の高いボリュームデータを高度に活用する事が可能となる事、同じ量の造影剤であれば、より造影効果の高い画像、或いは複数の造影剤の画像を得る事により、より診断的に価値の高い造影CTを得られる事、或いは同程度の造影CT画像を得るためには、より少量の造影剤でも済む事、X線の利用効率が上がるため、同じようなscanをするならば、一般にはより被曝が少なく済む事等がある。本稿では、これらMD-CTの特長と、その胸部領域における応用を述べた。MD-CTは、胸部の診断に多大な発展をもたらしたが、読影方法の変更や画像の利用方法の発展を含め、今後も画像診断の進歩の担い手として活躍する画像診断法と考えられる。

## Summary

Multi-detector-row CT (MD-CT) is a modality of tremendous ability for chest diagnosis. It has given the considerable progress to the diagnosis of chest disease. The remarkable merits of MD-CT are as follows. First, MD-CT is able to give us finer data with thinner axial slices from the wider range of the object as compared to the single-detector-row conventional helical CT, because of its ability to scan with higher speed. Second, higher quality of volume data can be utilized with more sophisticated diagnostic manner from isotropic voxels obtained by MD-CT. Third, the effect of contrast enhancement can be improved: Even with a same amount of contrast medium used, the higher quality of contrast enhanced CT can be obtained from higher degree of contrast enhancement or multiphasic dynamic study can be performed in a given time period, and, a smaller amount of contrast medium is required for obtaining the same degree of contrast enhancement. Finally, if we are to obtain data of nearly equivalent quality, radiation exposure can be reduced generally on account of the higher utilization factor of X ray. In this report, we described the technical merits of MD-CT and their application to the chest diagnosis. We believe that MD-CT will continuously provide us the great means to open the bright future of chest diagnosis.

**Key words:** Chest, CT, MD-CT

## はじめに

CTの高速化は、管球・検出器の回転時間の高速化等、他の要因もあるが、大きくはConventional Axial CTからhelical CT、そして多検出器列型CT

(multidetector CT: MD-CT)と、scan原理の変更とも言えるepoch makingなscanの技術革新の寄与により達成されてきた。現在は、MD-CTの時代に入り、我々放射線科医は、その利点を生かして胸部疾患に対しても更

に高度な診断をすることが可能となっている。

特に、susceptibility等の問題で、肺野のMRIがまだ実用的ではない現在、胸部診断に対してCTの果たす役割は大きい<sup>1)</sup>。従ってこのようなCTの進歩の胸部の画像診断の発展に対する貢献度は、他の領域と比べて相対的により大きなものがあると言える。本稿では、MD-CTの利点を生かした胸部疾患の診断の現状を、実例を挙げながら述べる。

### MD-CTの特長

従来型シングルスライスのhelical CTと比べた時、MD-CTには、大雑把に言って、次のような利点がある。すなわち、

1. scan、データ取得が高速化される事。  
これにより、より広い範囲のデータをより薄いスライス厚で得られる事。
2. 質の高いボリュームデータを高度に活用する事が可能となる事。
3. 同じ量の造影剤であれば、より造影効果の高い画像、或いは複数の造影時相の画像を得る事により、より診断的に価値の高い造影CTを得られる事。或いは同程度の造影CT画像を得るためには、より少量の造影剤でも済む事。
4. X線の利用効率が高くなるため、同じようなscanをするならば、一般にはより被曝が少なく済むと信じられている事。  
の様な点が挙げられる<sup>2)</sup>。

### 胸部画像診断への応用

このMD-CTがもつ利点を胸部の画像診断に生かす場合、次のような使い方ができる。

- ・現実的に達成可能な呼吸停止下でのscan時間で、全肺野の画像データを薄いスライス厚で取得する事ができる。検出器1列のhelical CTの時代には全肺野5mmスライスでも、実際上全肺野をscanする事はできなかった。MD-CTでは、全肺野2-3mm以下の薄いスライス厚の画像を一回の呼吸停止下に撮像可能である。特に、最近の8列、16列検出器のMD-CTでは、1mmからそれ以下のスライス厚の画像を広範囲で得る事が可能となった。つまり、1列のhelical CTでは全肺野を撮ることは困難で10mm間隔程度で行われていたHRCTの撮像を、現在は全肺野に亘ってthin slice CTを行うことが可能となった訳である。

- ・1mm以下のスライス厚の画像を得られるため、スライス面内のピクセルサイズと体軸方向のスライス厚がほぼ等しい、等方向ボクセル (isotropic voxel) のデータ

を得る事ができる。今までのCTでは、スライス面内では一辺の小さいピクセルが実現されていたが、体軸方向では連続的にthin sliceの画像を撮る事は事実上不可能な為、スライス厚に依存した直方体のボクセルであった。これが、MD-CTでは、スライス面内の一辺とスライス厚のほぼ等しい、立方体に近いボクセルを実現できるようになった。

- ・これを画像再構成で応用する事により、矢状断、冠状断や斜断面、更に曲線沿いの断面像等、各方向での分解能のほぼ等しい多断面再構成MPR (multiplanar reconstruction) 画像を得る事ができる。今までは、スライス面内の分解能は高くても、体軸方向の分解能はスライス厚に依存し、限られていた。そのような限界が取り払われたのである。

- ・また、三次元 (3D) 再構成画像もより高画質で、精度の高いものとなる。気道、大血管から肺野微細構造までの再構成が可能で、多くの手法、多方向からの検討が可能である。

- ・部分容積効果の低減が期待できる。すなわち、部分容積効果は主にスライス厚が厚い事に起因する訳であるが、MD-CTでは薄いスライス厚の画像を容易に取得可能で、その低減をはかる事ができる。これは、スライス面と肺野以外の構造が斜めに交差する肺尖部や肺底部の診断に、特に有用である。

- ・肺野小結節影等、小病変の検出が更に感度高く、容易になる。短時間、一回の呼吸停止下に、薄いスライス厚の画像を得られる為、呼吸停止不良・呼吸位置の不統一に起因するmisregistrationが無くなり、また部分容積効果による病変の見落としも少なくする事ができる。

- ・scanが高速の為、長い間姿勢を保持できない患者でも、短時間で検査を済ませる事ができる。また、呼吸停止をできない時でも、motion artifactの少ない (診断に堪え得る) 画像を得る事ができる。小児の検査、状態の悪い患者、高齢者、検査に対する協力の得難い患者に対する検査では、このメリットが特に発揮される。

- ・また、検査のスループットも向上する。Scan自体の早さもさる事ながら、後処理で画像を得る事ができる為、精査目的のHRCT (high resolution CT) など、追加scanの頻度が減るという点でも、スループットは確実に向上する。

- ・現実的な検査時間内に、胸部のみならず広範囲の検査を行う事ができるため、以下のような検査に有力である。肺塞栓症と下肢の深部静脈血栓症の一回の検査での同時施行

血気胸、肺挫傷等、外傷患者の他部位多発外傷に対するCT検査

肺癌や転移性肺腫瘍等、腫瘍の全身転移、或いは原発

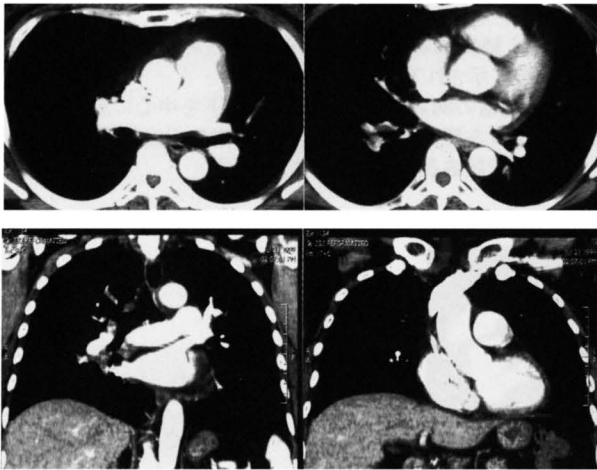
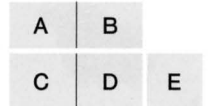
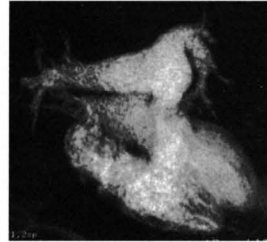


図1 症例1 肺血栓塞栓症

A,B. 造影CT像：左右下葉肺動脈、右下葉枝A8,A9の内腔に血栓が見られる。

C,D. MPR冠状断像：造影効果の高い造影CTデータを、広い範囲に亘って得られる。

E. Volume rendering法の3D画像：肺動脈幹の狭窄、右下葉肺動脈の描出の高度低下～欠損が明瞭に把握できる。



## 巣の検索

### 膠原病等、系統疾患の精査

・最初から薄いスライス厚を選択せず、ルーチン検査で行われた厚いスライス厚のCTデータからでも、生のデータさえ残っていれば、あとから薄いスライス厚の画像を再構成する事ができる。すなわち、スクリーニング検査として施行された10mmスライス厚の画像を見たあと、問題となるような陰影があった場合、あとから当該部のthin slice CTを作る、という様な使い方が可能である。スクリーニングと精査を同時に行える能力を有する。

・造影CTに関して、胸部領域では腹部領域等とは異なり、病変の造影程度で鑑別診断を行うという使い方はむしろ少ない。造影CTの目的はむしろ、大血管と軟部組織構造との鑑別、位置関係の把握、病変の血管への影響の診断、血管病変そのものの描出等にあることが多い<sup>3)</sup>。この場合、大血管が良好に造影されれば多くの目的は達成されるということになる。また、胸部は位置的にも、肺循環や体循環でも心臓に近いので、血管内の造影剤濃度を保つという点では有利な部位である。つまり、上肢の皮下静脈から投与された造影剤は、右心系を介して肺循環に入り、左心系に戻ったあと体循環に出て行く訳であるが、このプロセスの場合、まさに胸部CTのscan範囲である。このため、肺循環は元より、体循環でも最も上流にあたり、拡散や希釈の影響が少ない<sup>4)</sup>。従って、実用上、scanが速ければ速いほど、同じ造影効果を得るためにはより少ない造影剤で済み、より安全に検査を行うことができる。また、同じ量の造影剤を使った場合には、より広い範囲で造影効果のより高い画像を得ることが可能となる<sup>5)</sup>。

## 臨床例提示

### 症例1. 49歳女性

胸痛、呼吸困難で発症した肺血栓塞栓症の症例である。CTはデータ収集システム4列型のGE/YMS CT Light Speed QX/iを使用した。撮像は、造影剤300mgI/mlの製剤100mlを秒間2mlで静注、注入10秒後よりscanを開始した。スライス厚は5mm、ピッチは3のHQモードで撮像した。肺動脈幹から左右下葉肺動脈、右下葉枝A8、A9の内腔に血栓が見られる。(図1A,B)MPR冠状断像は2.5mm厚の水平断画像データから作成した。(図1C,D)肺動脈から下行大動脈まで内腔の造影効果は均一で極めて良好である。この様に、造影効果の高い造影CTデータを、広い範囲に亘って得ることが可能である。このデータから作成されたVolume rendering法の3D画像を図1Eに示す。肺動脈幹の狭窄、右下葉肺動脈の描出の高度低下～欠損が明瞭に把握できる。

### 症例2. 33歳男性

肺梗塞の症例である。胸部横隔膜より上方の撮像は2.5mmスライス厚で行った。肺動脈幹から左右肺動脈分枝の内腔に見られる広範な血栓が、明瞭に示されている(図2A,B)。肺野には、末梢胸膜下を中心に一部楔状のconsolidationが見られ、肺梗塞病変を表す(図2C)。更に、胸部scanから約120秒後より横隔膜部以下のscanを行った。左膝窩動脈の軽度拡張と内腔の造影欠損が見られ、左下肢の深部静脈血栓症が判明した(図2D)。MD-CTではscanが高速であるため、胸部は薄いスライス厚で早期の造影CTでの精査を行い、引き続いて血管の造影効果がまだ保たれているうちに腹部から下腿までの造影CTを行うというような、以前では考えられな

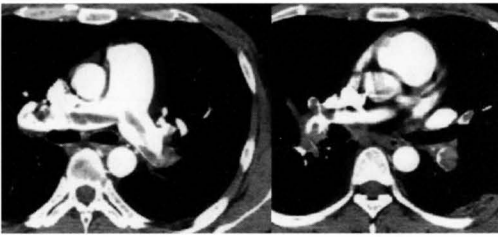


図2 症例2 肺梗塞および深部静脈血栓症

A, B. 造影CT像：肺動脈幹から左右肺動脈分枝の内腔に見られる広範な血栓が、明瞭に示されている。  
 C. 肺野条件：肺梗塞の病変が両肺野末梢胸膜下を中心に見られる。  
 D. 下肢造影CT像：左膝窩動脈の軽度拡張と内腔の造影欠損が見られ、左下肢の深部静脈血栓症が判明した。(矢印)

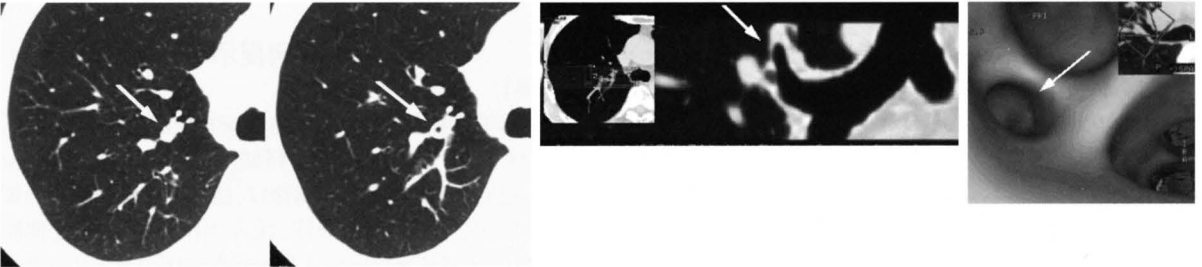
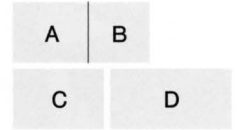
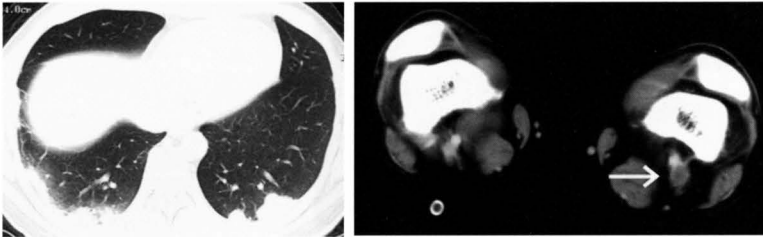


図3 症例3 肺門部扁平上皮癌

A, B. 2.5mm厚の画像を再構成し直した水平断像：右上葉気管支B1の途絶が観察される。(矢印)  
 C. MPR (斜め?) 冠状断像：B1気管支壁の急激な肥厚と内腔の途絶、軟部組織による置換がより明瞭に把握できる。(矢印)  
 D. 仮想内視鏡像：B1気管支内腔の閉塞が示されている。(矢印)



かった程広範囲を撮像することができる。

症例3. 77歳男性

喀痰細胞診で発見された肺門部扁平上皮癌である。胸部単純写真では無所見であった。10mmスライス厚のスクリーニング用CTでも、所見を捉えることは困難であったが、肺門部を中心に2.5mm厚の画像を再構成し、精査した。その結果、水平断画像では、右上葉気管支B1の途絶が観察される(図3A,B)。MPR冠状断像で、気管支壁の急激な肥厚と内腔の途絶、軟部組織による置換がより明瞭に把握できる(図3C)。仮想内視鏡像では、主気管支内腔の側から見たB1の閉塞が示されている(図3D)。

このように、MD-CTによるデータからは、元のデータさえ残っていれば、あとからでも質の高い3次元画像を作成することが可能である。

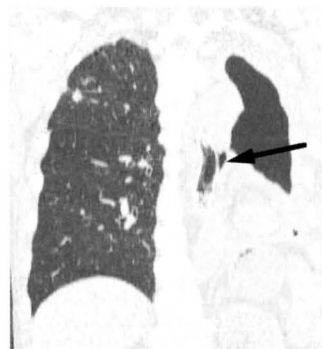


図4 症例4 食道癌放射線治療後の食道胸膜瘻 (stent挿入後)  
 MPR冠状断像：食道内腔がcovered stentを介して左胸腔と直接に接している。(矢印)

#### 症例4. 64歳男性

食道癌放射線治療後の症例である。食道胸膜瘻が形成され、左膿胸を発症、食道にはcovered stentが挿入され、左胸腔はdrainage中であった。全肺野2.5mm厚、1.25mm間隔で収集されたCTデータから作成されたMPR像を示す(図4)。左胸腔とstentを介して接する食道内腔の状況が明瞭に把握できる。このように、MD-CTでは、薄いスライス厚のCTを、実際上一回の呼吸停止下で撮像可能な程度のscan時間内に、広範囲に亘って、撮像することが可能である。

#### MD-CTによる胸部診断の問題点

MD-CTによって、胸部画像診断は更に発展してきたが、幾つか留意しなければいけない点もある。まず考えなければいけないのは、データ量の増加である。胸部では、10mmスライス厚の画像であれば高々25-30枚程度の画像数だけであったものが、1mm以下のスライス厚となると、その10から数十倍、250枚から1000枚以上の画像数を扱わなければいけない。それを総て保存できれば良いのであるが、保存媒体には大容量が必要で、コストもかかる。従って、総ての症例の元のCTデータを保存しておくことは、実際上不可能に近い。これには、一般に、厚く再構成された画像のみ保存する、isotropic voxelのデータから冠状断・矢状断のMPR像を作成して保存画像数を減らす、或いは更に進んで、目的とする3D画像のみ保存する、等の方策が考えられているが、何れも一長一短があり、選択は難しい。捨ててしまったデータの中に宝の山が隠されている可能性も大きく、また後からでは水平断画像から作成された再構成画像の妥当性を検証することもできない。この問題は、これから、MD-CTに限らず、画像診断全般の根幹にも関わってくる大きな課題である。

又、MD-CTでは、装置自体の値段もかなり高い。造影剤を使う機会も増え、そのコストもかかる。更に、これを使いこなすためには、今までの水平断像のみのフィルム読影と異なり、ワークステーション上で、MPRや3D画像等を駆使しての読影が必要であるため、画像の再構成がいくら速くても、読影には今までよりもかなりの時間がかかる。放射線科医の労働力が更に必要となる訳である。このようなコストの上昇に見合うだけの診断の向上によるベネフィットが得られるのかどうか、今後も検証して行く必要があると考える。

もう一つの問題点は、被曝量の増加である。X線の利

用効率が上がるため、同じようなscanをするならば、一般にはより被曝が少なくて済むことは前に述べたが、これは飽くまでも“同じような”scanをする事が前提である。しかし、MD-CTには被曝量を増やす要因もあり、そう事は単純ではない<sup>6)</sup>。また胸部領域では、MD-CTで薄いスライス厚を選択した時、相当数以上ピッチを上げられない場合、管球の回転数は多くなり、被曝量は増加せざるを得ない。他の領域でも、腹部領域等ではscanが高速であるため、造影CTを薄いスライス厚で複数の時相に亘って行う事が多い。心臓領域では心時相に見合った再構成をする為、ピッチ1以下のoverlap scanを行ったりする。このように、診断の質を追及しようとする、被曝量は増加する結果となってしまふ。これも、矢張り被曝量の増加と診断の質の向上のバランスを考えると、機器の改良やscanの最適化等から被曝量の可及的低減を図る必要がある。

#### 結語

MD-CTの特長と、その胸部領域における応用を述べた。MD-CTは、胸部の診断に多大な発展をもたらしたが、読影方法の変更や画像の利用方法の発展を含め、今後も胸部画像診断の進歩の担い手として活躍する画像診断法と考えられる。

#### 参考文献

1. 栗原泰之、栗原宣子、中島康雄：肺領域の現状と将来、画像診断 20;1332-1340, 2000
2. 赤羽正章：胸部領域(肺・縦隔)での応用、臨床画像 17;286-292, 2001
3. 小野修一、赤井澤隆、後藤了以、他：肺癌の病期診断の為のヘリカルCTによる胸部造影CT法、臨床放射線 44; 241-246, 1999
4. Ono S, Akaizawa T, Gotou R, et al: Analysis of time-density curves of contrast media for improvement of chest dynamic incremental CT. J Comput Assist Tomogr, 23: 753-757, 1999
5. Raptopoulos V, Boiselle PM: Multi-detector row spiral CT pulmonary angiography: comparison with single-detector row spiral CT. Radiology, 221: 606-613, 2001
6. 片田和廣：マルチスライスCTの基礎と特徴、臨床画像 17;248-257, 2001

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