

# Non-linear CT Window の 基礎的検討と臨床的応用

佛坂 博正<sup>1)</sup>、吉田 日出輝<sup>1)</sup>、岩村 匡<sup>2)</sup>、高瀬 千鶴子<sup>2)</sup>、松本政典<sup>1)</sup>

## Non-linear CT Window

### -basic study and clinical application-

Hiromasa Bussaka<sup>1)</sup>, Hideteru Yoshida<sup>1)</sup>

Tadashi Iwamura<sup>2)</sup>, Chizuko Takase<sup>2)</sup>, Masanori Matsumoto<sup>1)</sup>

**Abstract:** The images of computed tomography(CT) have been displayed in the linear window, which have gray level in proportion to the CT value between the upper and lower level. Narrow linear window is needed for the good visualization, but cannot display the objects over the upper level and under the lower level. Therefore, radiologists have to observe many images in different display, and have to print many films. To resolve these problems, non-linear window display was applied.

Non-linear window display have gray level according to the pattern of non-linear curve within the wide window width. Objects of very high and low CT value can be displayed in the good gray level in one image. It can help radiologists to observe less images and print fewer films than linear window. But non-linear window display have seam artifact between two objects of slight different CT value. Some modification was necessary to reduce seam artifact, but was not perfect. For the good visualization of non-linear window, further study was necessary.

**Key Words :** Non-linear window, Computed tomography,

## I. はじめに

CT検査においては、spiral CT や multi-detector CT の普及によって1日あたりの検査件数は増加し、1検査あたりの撮影枚数も増えた。胸部CTでは肺野条件と縦隔条件で観察するので、読影枚数はさらに増加する。同時に、焼付けるフィルム枚数の増加も著しい<sup>1)</sup>。そこで、これらの問題点を解決する方法のひとつとして、CT画像表示における non-linear window<sup>2)</sup> の応用が考えられる。

non-linear window は、CT 値とCT 画像をプリントしたときの写真濃度を単一の直線関係にするのではなく、様々に設定することができる。そのひとつの方法として、dual-window display<sup>3)</sup>

またはdouble window display<sup>4)</sup> があり、ひとつの画面にふたつの異なる window 条件の画像を同時に表示することができるが、その応用は限局される。

そこで、今回は頭部、胸部、腹部CT に応用できる non-linear window について基礎的検討を行い、臨床的応用を試みて改良を加え報告する。

## II. 対象および方法

### 1) 基礎的検討 :

図1 a. に示すように、CT値が -800、-130、0、+90、+450、+1300 (それぞれの物質は、食パン、オリーブオイル、水、希釈したガストログラフィンのふたつの濃度および家畜の肋骨を含む) のファントムを5 mmスライス厚でスキャンして検討した。non-linear window は、CT値のヒストグラムを検討して設計した。使用したCT装置

1) 熊本大学 医療技術短期大学部 診療放射線技術学科

2) 竜山内科リハビリステーション病院 放射線科

は日立CT-W 2000 RADIX で、撮影条件は 120kV、250 mA、2 secスキャンである。

non-linear windowの設定方法は、以下のようにした。まず、横軸に、画像内に必要とするCT値の範囲を256レベルに分割し、複数の異なるグレースケールが必要な範囲を2~3に分割した。次に、縦軸には、画像の黒化度を黒から白の256レベルに設定して、異なるCT値をもつ複数の物質がひとつの画面で表示されるnon-linear windowを作成した。そして、どのような曲線が適しているかについて検討した。

2) 臨床的検討：

頭部、胸部、腹部のCT画像を、linear windowとnon-linear windowで表示し比較検討した。臨床例のnon-linear windowは、基礎的検討で得られた方法をまず利用したが、読影の障害になるアーチファクトを減少させるために若干の変更

を加えた。

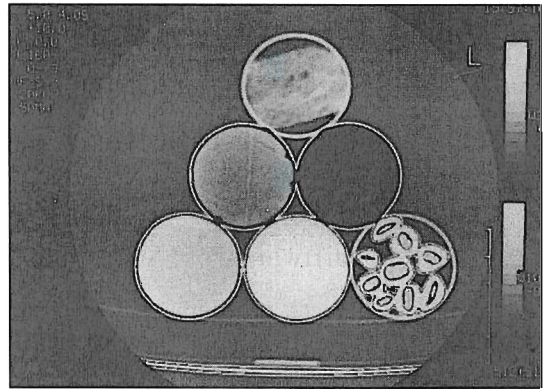


図1c. ファントムの画像のdouble-window表示

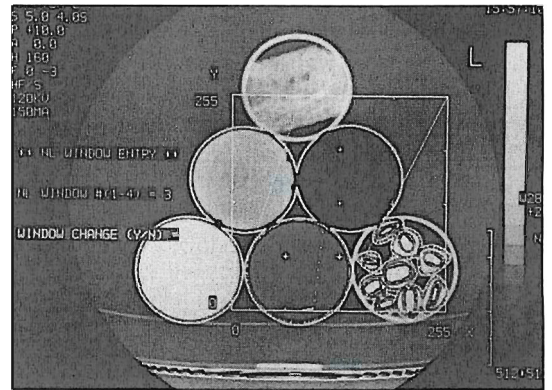


図1d. ファントムの画像のnon-linear window表示

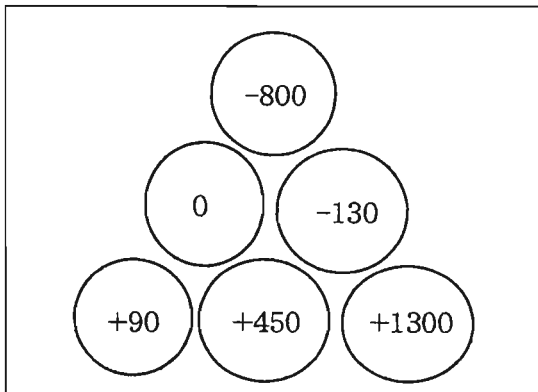


図1a. ファントムの構成とCT値

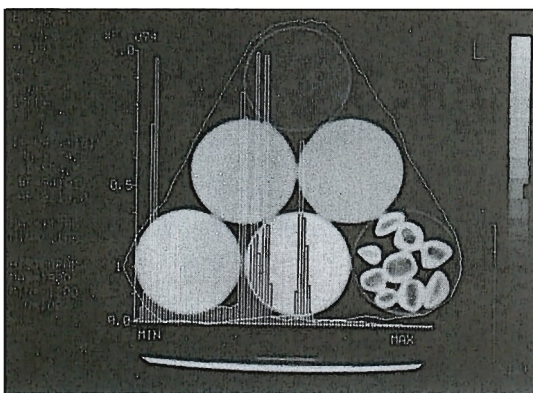


図1b. ファントムの画像のCT値ヒストグラム

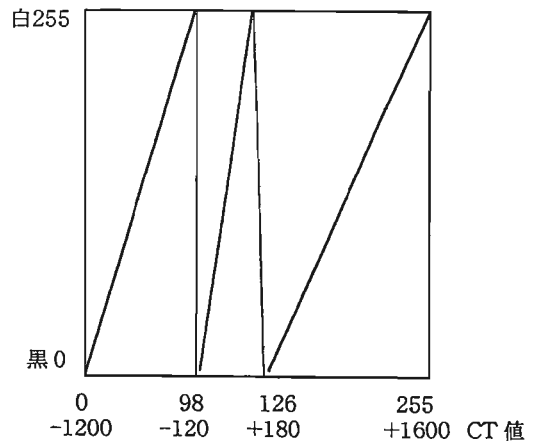


図1e. non-linear window

### Ⅲ. 結果

#### 1) 基礎的検討:

CT値のヒストグラム(図1b)を参考に、double window表示(図1c)と non-linear window 表示(図1d)を示した。double windowはウィンド幅(WW)とウィンドレベル(WL)を300/+20(縦隔条件)、1000/-800(肺野条件)に設定した。non-linear window は、横軸の幅を2800、中心値を+200に設定し、傾きを3分割して表示した(図1e)。3分割は、縦隔条件と肺野条件の他に、骨条件も同時に表示されるようにするためである。

double window では、肺野条件と縦隔条件で観察することができた。

non-linear window では3種類のグレイスケールで表示したので、肺野条件、縦隔条件および骨条件の3つの異なる条件で観察することができた。骨皮質と骨髄の間にアーチファクト(seam)



図2c. 頭部CTのnon-linear window

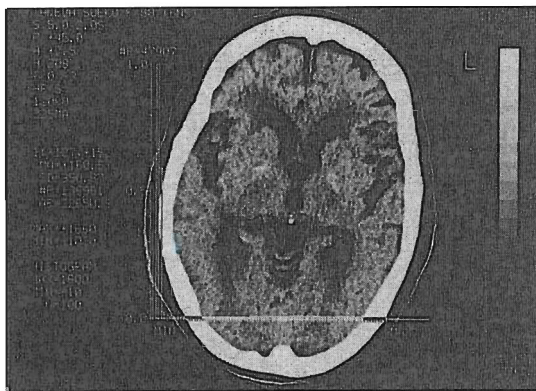


図2a. 頭部CTのヒストグラム

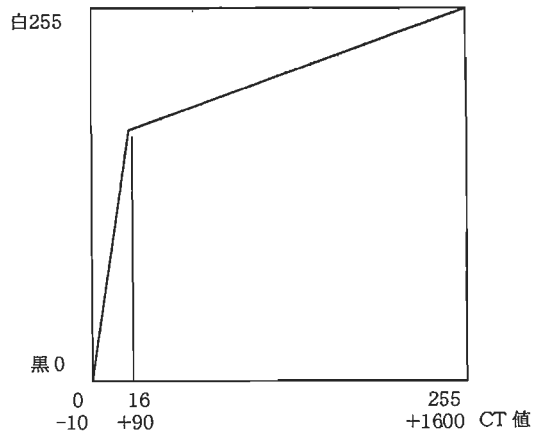


図2d. 頭部CTのnon-linear window (変更後)

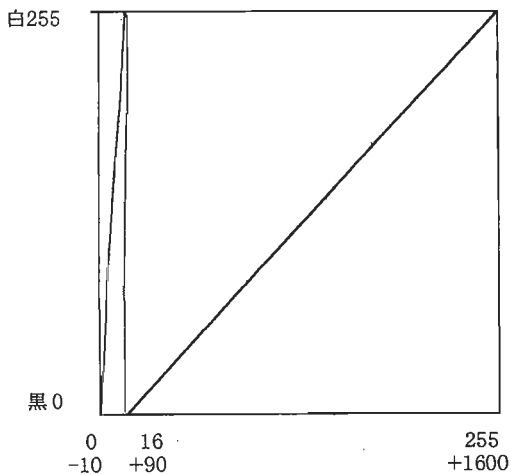


図2b. 頭部CTのnon-linear window

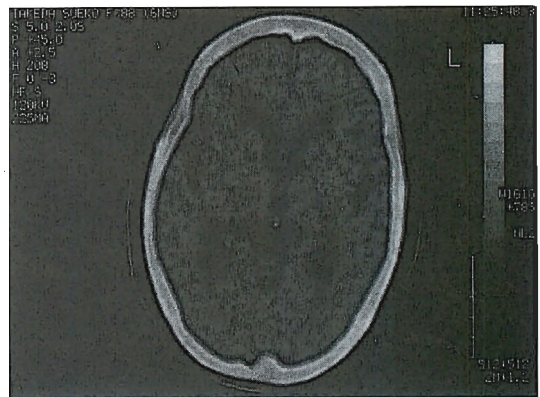


図2e. 頭部CTのnon-linear window (変更後)



artifact)がみられたが、ひとつの画像に異なる条件を表示できるので、この方法を臨床例に応用した。

2) 臨床的検討：

頭部CT：頭部CTでは、脳実質と頭蓋骨の病変を観察することが必要になるので、ヒストグラム(図2 a)を検討し、それらが同時に表示されるような non-linear window を設定した(図2 b)。脳実質と頭蓋骨は別々に表示した画像と同じ情報を得ることができたが、頭蓋骨内板に接して seam artifact が観察された(図2 c)。

次に、seam artifact が生じないように non-linear window を改良した(図2 d)。改良した non-linear window では、seam artifact は消失したが、脳実質はやや黒く表示され、骨の描出能は低下した(図2 e)。この表示方法は、頭部外

傷などの臨床例に実用できる範囲だが、完全な表示法とは言えない。

胸部CT：胸部CTでは、肺野と縦隔が同時に表示されるような条件を設定するために、ヒストグラム(図3 a)を基に non-linear window を設

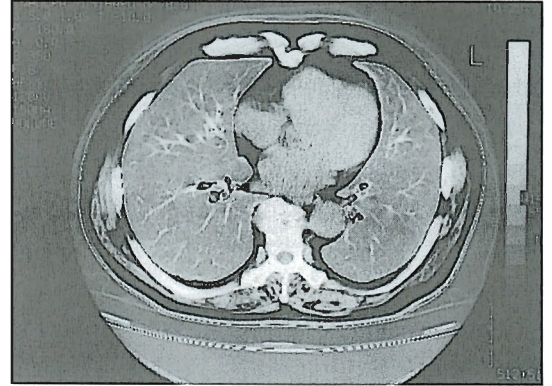


図3 c. 胸部CTのnon-linear window

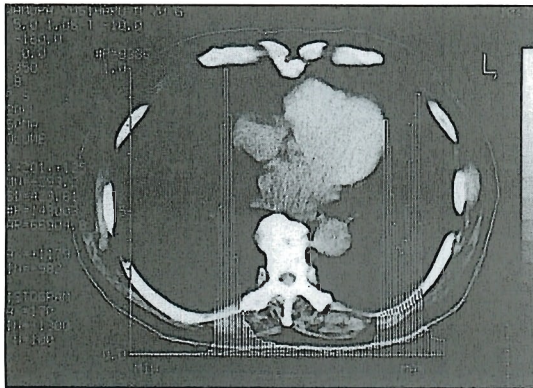


図3 a. 胸部CTのヒストグラム

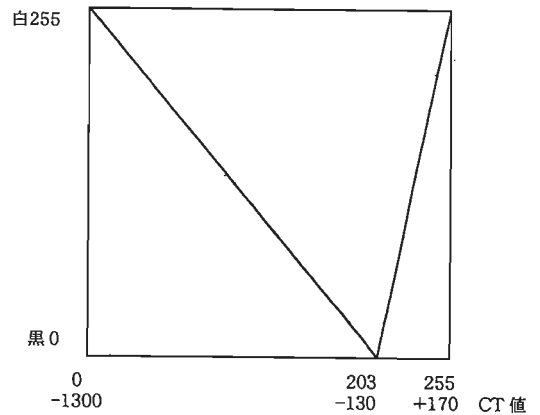


図3 d. 胸部CTのnon-linear window (変更後)

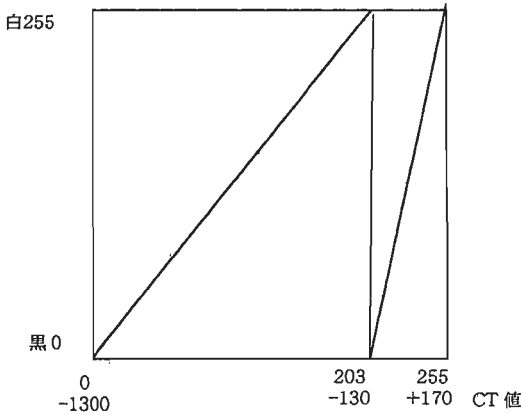


図3 b. 胸部CTのnon-linear window

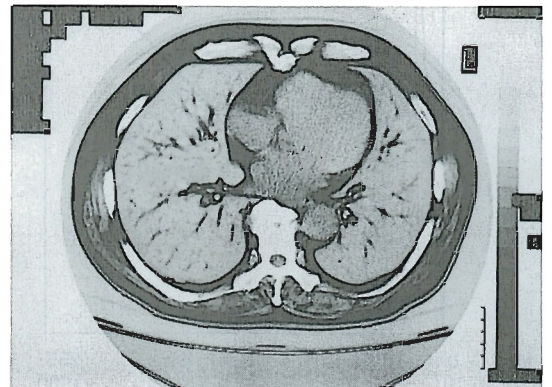


図3 e. 胸部CTのnon-linear window (変更後)

定した (図 3 b)。胸膜に接して seam artifact が発生したので (図 3 c)、このアーチファクトを生じないようにいくつかの条件をあてはめたが、肺野を白黒逆転させて表示する条件が最も適していた (図 3 d、e)。しかし、肺血管の なかにリング状アーチファクトが観察された。変更前より観察しやすくなったが、肺野の状態は白黒逆転するので読影に馴れるまでに時間を要し、肺血管の なかに発生したリング状アーチファクトは塞栓症などの診断が困難になると思われる。肺野条件、縦隔条件および骨条件の 3つの異なる条件を表示する 3分割の non-linear window は、脊椎や肋骨の表示にアーチファクトが多く、臨床応用は困難であった。

腹部CT：腹部CTでは、腹部臓器と骨が同時に描出されるような条件を設定したが、読影に耐え得る 画像は得られなかった。その他、基礎的検討で使用した non-linear window は seam artifact が強く、臨床には応用困難であった。しかし、臓器や腸管と free air が同時に観察できるように、ヒストグラム (図 4 a) を基に non-linear window 条件を設定した (図 4 b)。その画像では腹部脂肪の間に腸管のガスがよく識別され、腸管の穿孔による free air の検出に優れていると考えた。しかし、肝臓などの実質臓器はコントラストが低下して、腫瘍性病変の描出には適さないと思われる。

#### IV. 考察

薄いスライス厚で多数のCT画像が撮影されるようになると、読影枚数とフィルム枚数は増加する。その負担を軽減させる方法として、non-linear window の利用が考えられる。

non-linear window は Gomori ら<sup>2)</sup>により報告されていたが、その後は dual-window display や double window display としての報告<sup>3), 4)</sup>が散見される程度である。その理由のひとつに seam artifact が挙げられる。

seam artifact は、頭部CTでは頭蓋内板に接して白黒の線状構造として観察される。白い線状構造はくも膜下出血との鑑別診断が困難となり、黒い線状構造は気脳症の診断が困難となる。胸部CTでは胸膜に接して白い線状構造として見られ、

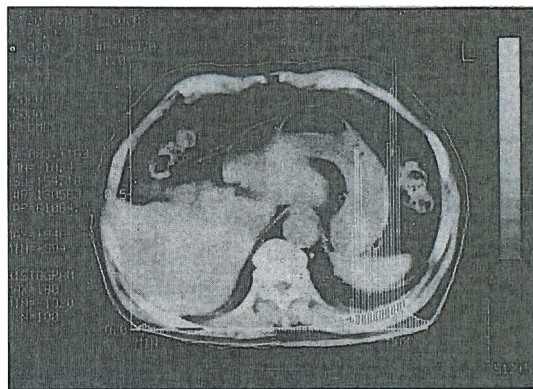


図 4 a. 腹部CTのヒストグラム

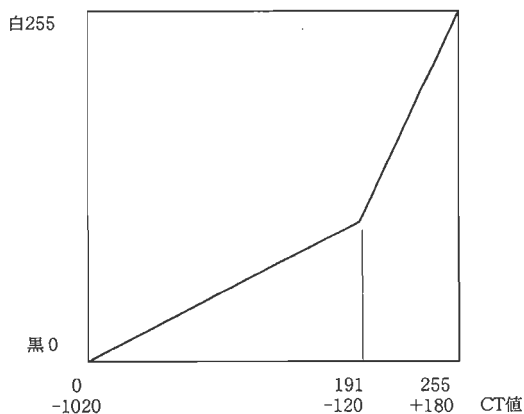


図 4 b. 腹部CTのnon-linear window (変更後)

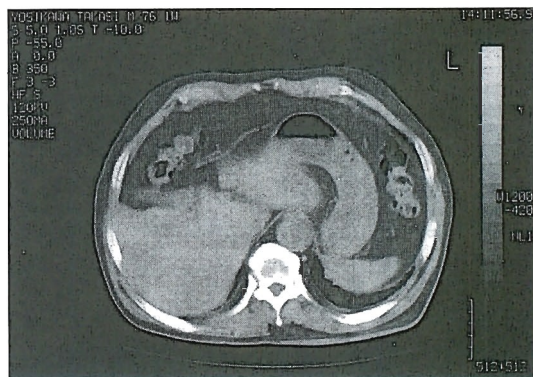


図 4 c. 腹部CTのnon-linear window (変更後)

少量の胸水貯留や胸膜肥厚が分かりにくい。

この seam artifact が発生する理由は、2つの異なる条件の境界にあるCT値の構造が白または黒のどちらかで画像表示されることによる。CT値が明らかに異なる構造は、non-linear windowを目的部に合わせて条件設定すればよいが、CT値が連続して分布しているときは条件設定が難しく、境界のCT値が白または黒に画像表示されて seam artifact となる。

seam artifact の発生を防ぐためには、non-linear window を連続的に設定する必要がある。図2 dのように設定すれば seam artifact は発生しないが、骨の濃度分解能は幅狭く詳細は不明瞭である。図3 dのように window の傾斜を負にすると、肺野構造の画像表示が白黒反転する。図4 bのようなnon-linear window は消化管のガスが脂肪組織のなかに観察されるが、画像が全体的に白く表示されコントラストは低下する。non-linear window を、Gomoriらのように曲線状に設定することも可能であるが、本質的な画像表示には影響があまりないと判断し、今回は検討しなかった。

seam artifact を防ぐもうひとつの方法は、薄いスライス厚CTの利用である。スライス厚を薄くして partial volume effect がなくなれば、各臓器や組織のCT値はヒストグラムで明らかな差となって表示されるので、non-linear window の設定が容易となり、アーチファクトは発生しなくなると予測される。今回は5 mmスライス厚で撮像したが、さらに薄いスライス厚で撮像すると non-linear window の画質は向上するであろう。spiral CT や multi-detector CT では薄いスライス厚で撮影することが増えるので、この問題点は自然に解消されると考える。

non-linear window はまだ確立された方法ではなく、CRTモニターで観察する程度の利用が考えられており、フィルムへの焼付けには適していないとされている<sup>2), 3)</sup>。また、赤石らは<sup>5)</sup>小結石の輝度が低下するので注意が必要であると報告している。non-linear window にはまだいくつ

かの問題点が残されているが、今後のCT検査には必要な表示方法であり、部位別表示法の問題点についてさらに改良を加えていく予定である。

## V. 結論

non-linear window display の基礎的検討と臨床応用について初期の報告をした。CT値のヒストグラムを基にして non-linear window を設定すると、複数条件の画像表示が可能であった。しかし、すべての部位に問題なく利用できる non-linear window はなく、目的部位に応じた改良が必要であった。

## VI. 参考文献

- 1) 山下康行、中山善晴、門田正貴、高橋陸正：マルチスライスCTの臨床的有用性と問題点、臨床放射線 45: 477-486, 2000
- 2) Gomori JM and Steiner I: Non-linear CT windows. Computerized Radiol 11:21-27,1987
- 3) Tello R: Dual-window display for spiral CT of the lung. AJR 162: 1249, 1994
- 4) White TJ: Double window for CT display. AJR 166: 463, 1996
- 5) 赤石 健、中村和義: 非造影腹部CTのノンリニアウィンドウ表示、日本医放会誌 60:S350, 2000