

令和 3 年 6 月 29 日現在

機関番号：34324

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K15810

研究課題名(和文) transXend検出器の原理を用いた骨構造および骨密度の抽出と腎結石の検出

研究課題名(英文) Feasibility study of the extracting bone structure and density and detecting urinary stone with the transXend detector.

研究代表者

霜村 康平 (SHIMOMURA, KOHEI)

京都医療科学大学・医療科学部・講師

研究者番号：10638274

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：TranXend検出器の原理を用いて、人体における骨構造および骨密度の抽出と腎結石の検出の開発を行った。現在利用されるDual energy subtraction法において問題となるモーションアーチファクトや被ばく線量の低減を可能とし、実臨床状況において骨物質の含有量と骨構造を除去した軟部組織画像の作成を可能とした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

X線撮影におけるDual energy subtraction(DES)法は、骨構造を画像より除去した軟部組織画像を作成することで肺野内微小病変の検出能の向上だけでなく、読影時間の短縮にも有効である。しかし、従来の胸部X線撮影と比較して、被ばく線量もしくはモーションアーチファクトによる影響を増加させる欠点があった。本研究は、transXend検出器の原理を用いて骨画像および軟部組織画像を取得することを可能とし、DES法の欠点を解消した新たなX線撮影法を開発した。本研究結果は、被ばく線量の低減および、多忙な医療現場の業務負担改善が期待できる。

研究成果の概要(英文)：We have developed a novel method for estimating bone density and for generating a bone removal image and for detecting a renal stone by extracting the bone thickness in a body with the transXend detector. This method was used to measure bone thickness and composition with high accuracy and to generate a bone removal image of superior quality to those currently used in the clinical setting.

研究分野：医学物理学・放射線技術学

キーワード：骨物質含有量 transXend検出器 イメージングプレート エネルギー特性 Dual energy subtraction

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19 , F - 19 - 1 , Z - 19 , CK - 19 (共通)

1 . 研究開始当初の背景

胸部 X 線撮影は , X 線検査の中で最も安価で , 低被ばくであり , 集団検診の必須項目に挙げられ , 肺がんを初め胸部疾患のスクリーニングに重要な検査である . しかし , 肺結節の検出に対する偽陰性は 19-73% と高く , その原因の一つに胸郭内の骨構造との重なりが挙げられる . 骨構造を画像から除去する方法として , single shot(SS)方式と dual shot(DS)方式の二種類の DES 法がある . SS 方式では , 同時に 2 画像を取得できるため , 心拍動によるアーティファクトの影響を受けず , 被ばく線量も DS 方式と比較して少ない . しかし , 二層目の検出器に到達する線量の低下を防ぐため , DS 方式と比較して十分なエネルギースペクトルの変化を可能とするフィルタ厚を設置できない . そのため , DS 方式は SS 方式と比較して , 骨構造の除去能に優れており , 両方式にメリット・デメリットが存在する .

DES 法は胸部 X 線撮影だけでなく , 腎結石の検出にも応用が期待されている . しかし , 腹部領域では , 散乱線量の増加と著しいエネルギースペクトルの変化が影響し , 結石の検出に必要な画質が失われることとコントラストの低下により , 必要とされる検出能の向上が得られず , 未だ普及には至っていない .

骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2015 年版では , 骨粗鬆症の予防には早期に骨量減少者のスクリーニングを実施し , 骨量減少をくい止めることが重要としている . しかし , 健康診断では , 骨密度測定は必須項目ではなく , 自治体によっても異なる . もし , 集団検診の必須項目である胸部 X 線撮影で , 骨密度測定が可能となれば , 骨密度測定に伴う被ばく線量と検査費の負担を軽減することが可能となる .

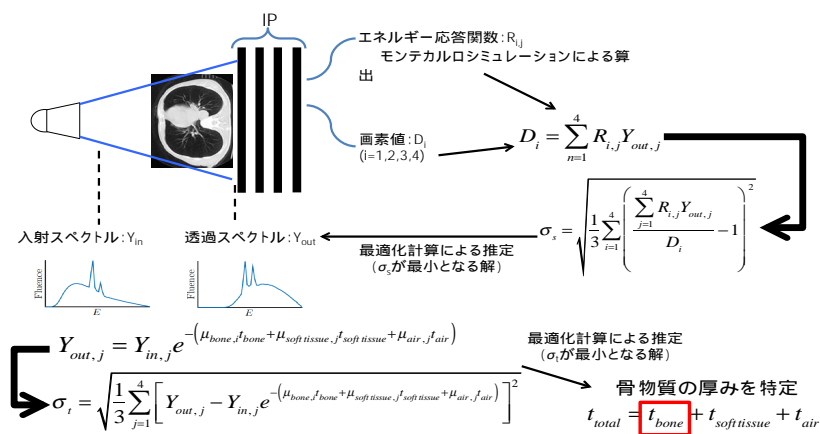
Kanno らは , 多層構造に配列させた検出器を X 線入射方向に並べ , 一度に複数の信号を取得することで , 検出器面に入射するスペクトルを算出する TranXend 検出器を開発した . TranXend 検出器の原理を利用すれば , 被写体を透過したスペクトルを算出でき , これによって被写体内に存在するヨウ素の含有量を求める事ができる .

2 . 研究の目的

本研究の目的は , TranXend 検出器の原理を応用して , 優れた骨構造および骨密度の抽出と腎結石の検出することである .

3 . 研究の方法

本研究は , Kanno らが 2008 年に提唱した TranXend 検出器の原理を基に , 骨物質の含有量を特定した . 下記にその方法を記述する .



TranXend 検出器を用いた骨物質の厚み特定の流れ

TranXend 検出器は , 各検出器によって測定される X 線量の変化から , 被写体を透過した X 線スペクトルを推定することができる . 被写体に入射するスペクトルが既知であれば , スペクトル

様式 C - 19 , F - 19 - 1 , Z - 19 , CK - 19 (共通)

の変化から被写体内の骨物質の含有量を算出することが可能となる . 本研究では , X 線量の変化を IP によって得られる画像の画素値として扱う . 各層の IP によって得られた画像の画素値 D_i ($i=1,2,3,4$) は次式で示すことができる .

$$D_i = \sum_{n=1}^4 R_{i,j} Y_{out,j}$$

ここで , j は X 線のエネルギー , R_i は i 層目のエネルギー応答関数 , $Y_{out,j}$ は被写体透過後の X 線スペクトルである . 最適化計算によって , 次式で示す σ_s が最小となる $Y_{out,j}$ を最適なスペクトルとする .

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^4 \left(\frac{\sum_{j=1}^4 R_{i,j} Y_{out,j}}{D_i} - 1 \right)^2}$$

$Y_{out,j}$ は , 被写体が骨 , 軟部組織 , 空気から構成されていると仮定し , 次式で示す .

$$Y_{out,j} = Y_{in,j} e^{-(\mu_{bone,t} t_{bone} + \mu_{soft\ tissue,t} t_{soft\ tissue} + \mu_{air,t} t_{air})}$$

ここで , μ, t はそれぞれ各物質の線減弱係数とその厚みである .

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{j=1}^4 \left[Y_{out,j} - Y_{in,j} e^{-(\mu_{bone,t} t_{bone} + \mu_{soft\ tissue,t} t_{soft\ tissue} + \mu_{air,t} t_{air})} \right]^2}$$

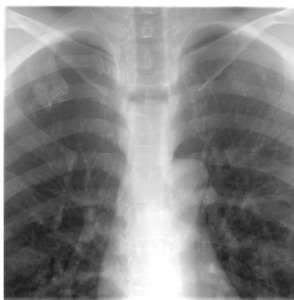
最適化計算によって , σ_t が最小となる $t_{bone}, t_{soft\ tissue}, t_{air}$ を求め , 各物質の厚みを算出した .

得られた各物質の厚みを画像化することで , 骨構造 , 軟部組織の画像化を行った .

4 . 研究成果

医療用胸部ファントムを撮影し , 骨の厚みの算出精度は , 実臨床に近い 1 cm 厚にて 1 mm 前後の精度にて算出することができた . DS 方式および SS 方式のデメリットを排除した骨構造画像と軟部組織画像の作成に成功した .

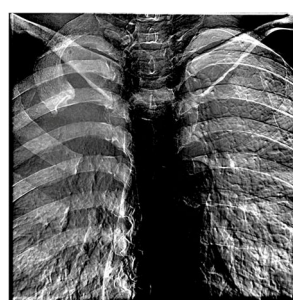
胸部 X 線画像 (従来法)



軟部組織画像



骨構造画像



5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 3 件)

Kohei Shimomura, Hajime Monzen, Hiroyuki Kosaka. Feasibility study of generating bone removal image by single shot x-ray imaging with piled up four-layer imaging plates. Seoul Radiological Technologists Association (SRTA) International Joint Conference 2017.

Kohei Shimomura, Hajime Monzen, Hiroyuki Kosaka. Feasibility study of generating bone removal

様 式 C - 1 9 , F - 1 9 - 1 , Z - 1 9 , C K - 1 9 (共 通)

image by single shot x-ray imaging with stacked four-layer imaging plates. 第 34 回日本診療放射線技師学会大会 2018.

Kohei Shimomura, Hajime Monzen, Hiroyuki Kosaka. The novel method for generating bone removal image by single shot x-ray imaging with stacked four-layer imaging plates. Seoul Radiological Technologists Association (SRTA) International Joint Conference 2019.

〔 図 書 〕 (計 0 件)

〔 産 業 財 産 権 〕

出 願 状 況 (計 0 件)

取 得 状 況 (計 0 件)

〔 その他 〕

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 霜村 康平
2. 発表標題 Feasibility study of generating bone removal image by single shot x-ray imaging with piled up four-layer imaging plates.
3. 学会等名 2017 Seoul Radiological Technologists Association (SRTA) International Joint Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 霜村 康平
2. 発表標題 Feasibility study of generating bone removal image by single shot x-ray imaging with stacked four-layer imaging plates
3. 学会等名 第34回日本診療放射線技師学術大会 海外セッション
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 霜村 康平
2. 発表標題 The novel method for generating bone removal image by single shot x-ray imaging with stacked four-layer imaging plates
3. 学会等名 2019 Seoul Radiological Technologists Association International Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------