

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6592836号  
(P6592836)

(45) 発行日 令和1年10月23日(2019.10.23)

(24) 登録日 令和1年10月4日(2019.10.4)

(51) Int.Cl. F I  
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14 Z DM

請求項の数 5 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-78096 (P2015-78096)                  (22) 出願日 平成27年4月6日(2015.4.6)                  (65) 公開番号 特開2016-195748 (P2016-195748A)                  (43) 公開日 平成28年11月24日(2016.11.24)                  審査請求日 平成30年4月6日(2018.4.6)</p>	<p>(73) 特許権者 504159235                  国立大学法人 熊本大学                  熊本県熊本市中央区黒髪二丁目39番1号                  (74) 代理人 100136180                  弁理士 羽立 章二                  (72) 発明者 田邊 将之                  熊本県熊本市中央区黒髪二丁目39番1号                  国立大学法人熊本大学内                  (72) 発明者 松尾 淳子                  大阪府高槻市大学町2番7号 学校法人大                  阪医科大学内                  審査官 奥田 雄介</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 診断装置及び診断方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

大腸の内部の便の状態を評価する診断装置であって、  
エコー信号検出手段と、便状態評価手段を備え、  
前記エコー信号検出手段は、前記大腸を伝搬方向とする超音波を発生して前記大腸から  
のエコー信号を検出し、  
前記便状態評価手段は、  
前記エコー信号を前記伝搬方向とは垂直方向に統計処理を施した後に、  
前記伝搬方向に対して、2次多項式の近似曲線を用いて前記大腸の内部の便の状態が  
硬便であるか否かを評価する、診断装置。

【請求項2】

大腸の内部の便の状態を評価する診断装置であって、  
エコー信号検出手段と、便状態評価手段を備え、  
前記エコー信号検出手段は、前記大腸を伝搬方向とする超音波を発生して前記大腸から  
のエコー信号を検出し、  
前記便状態評価手段は、  
前記エコー信号において、前記大腸を含む部分に対してフーリエ変換を行って高周波  
成分を確認すること、並びに/又は、前記大腸の内部の滞留物のサイズ及び/若しくは個  
数を検出することにより、前記大腸の内部の便の状態が軟便であるか否かを評価する、診  
断装置。

## 【請求項 3】

大腸の内部の便の状態を評価する診断装置であって、  
エコー信号を用いて前記大腸の超音波画像データを得る画像取得手段と、  
前記超音波画像データにおいて、超音波画像の前記大腸を含む部分に対して2次元フーリエ変換を行い、軟便判定値よりも高周波成分を確認し、並びに/又は、前記大腸の内部の滞留物のサイズ及び/若しくは個数を検出し、並びに/又は、前記超音波画像データにおいて、前記大腸の内部の動きを検出して、前記大腸の内部の便の状態が軟便であるか否かを評価する便状態評価手段を備える診断装置。

## 【請求項 4】

前記便状態評価手段は、前記超音波画像の前記大腸を含む部分に対して2値化処理を行い、膨張収縮処理を行うことによって基準個数以上の粒状の滞留物を検出する、請求項3記載の診断装置。

10

## 【請求項 5】

大腸の内部の便の状態を評価する診断装置における診断方法であって、  
前記診断装置が備える画像取得手段が、エコー信号を用いて前記大腸の超音波画像データを得るステップと、  
前記診断装置が備える便状態評価手段が、前記超音波画像データにおいて、超音波画像の前記大腸を含む部分に対して2次元フーリエ変換を行い、軟便判定値よりも高周波成分を確認し、並びに/又は、前記大腸の内部の滞留物のサイズ及び/若しくは個数を検出し、並びに/又は、前記超音波画像データにおいて、前記大腸の内部の動きを検出して、前記大腸の内部の便の状態が軟便であるか否かを評価するステップを含む診断方法。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本願発明は、診断装置及び診断方法に関し、特に、大腸の内部の便の状態を評価する診断装置等に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

排便コントロールは、高齢者や療養者のケアとして行う頻度が高く、共に看護師など医療者各自の判断がケアに直結している。例えば、便秘を訴える高齢者の多くが、下剤や浣腸など薬物治療を必要としている。

30

## 【0003】

大腸がんの診断のために超音波で大腸そのものの状態を確認することはあるが、臨床では、大腸に滞留する便の状態を可視化することは行われていない。現在、その適応を判断するための手法として触診や聴診が行われているが、その適応を判断する大腸内部の状態を定量的に評価できる指標は存在せず、ケアを行う者の熟練度に依存している。

## 【0004】

大腸内部の状態は、1)正常便、2)硬便(直腸性便秘)、3)ガス蓄積、4)軟便(弛緩性便秘)の4つに大別できる。発明者らは、超音波画像を分析して、輝度値の減衰による硬便の評価(非特許文献1)を、並びに、自己相関関数によるガス蓄積及び輝度変化量による正常の評価(非特許文献2)を提案した。

40

## 【先行技術文献】

## 【非特許文献】

## 【0005】

【非特許文献1】松尾、田邊、藪中、瀧井、原「超音波画像を用いた高齢者の便秘状態の定量的評価方法」、日本放射線技術学会 第70回総会学術大会、2014年4月10 - 13日

【非特許文献2】田邊、藪中、松尾、瀧井、原「大腸内容物の定量評価を目的とした超音波画像解析の初期検討」、日本放射線技術学会 第70回総会学術大会、2014年4月10 - 13日

## 【発明の概要】

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、超音波画像だけでなく、より広い情報から大腸の内部の便の状態を得ることにより、大腸の内部の便の状態を精度よく評価できることが期待される。また、超音波画像によって軟便の状態も評価することにより、大腸内部の状態をクラス分類することが可能になる。

**【0007】**

そこで、超音波を利用して大腸から得られる超音波エコー信号の情報をを用いて、大腸内部の便の状態を評価することが可能な診断装置等を提案する。また、超音波画像を利用して軟便の状態を評価することが可能な診断装置等を提案することを目的とする。

10

**【課題を解決するための手段】****【0008】**

本願発明の第1の観点は、大腸の内部の便の状態を評価する診断装置であって、前記大腸を伝搬方向とする超音波を発生して前記大腸からのエコー信号を検出するエコー信号検出手段と、前記エコー信号を前記伝搬方向とは垂直方向に統計処理を施した後に、前記伝搬方向に対する近似線の係数を用いて前記大腸の内部の便の状態が硬便であるか否かを評価し、並びに/又は、前記エコー信号を伝搬方向とは垂直方向に統計処理を施した後に、前記伝搬方向に周期的に繰り返されるエコーの有無により前記大腸の内部の便がガス蓄積であるか否かを評価し、並びに/又は、前記エコー信号において、前記大腸を含む部分に対してフーリエ変換を行って高周波成分を確認すること、及び/若しくは、前記大腸の内部の滞留物のサイズ及び/若しくは個数を検出することにより、前記大腸の内部の便の状態が軟便であるか否かを評価する便状態評価手段を備えるものである。

20

**【0009】**

本願発明の第2の観点は、第1の観点の診断装置であって、前記便状態評価手段は、前記エコー信号を伝搬方向とは垂直方向に統計処理を施した後に、前記伝搬方向に対する近似線が硬便判定線よりも減衰が大きい場合に前記大腸の内部の便が硬便であると評価し、及び/又は、前記エコー信号を伝搬方向とは垂直方向に統計処理を施した後に、前記伝搬方向に前記エコー信号検出手段とガスとの間に周期的に繰り返されるエコーが存在することにより前記大腸の内部の便がガス蓄積であると評価するものである。

**【0010】**

30

本願発明の第3の観点は、大腸の内部の便の状態を評価する診断装置であって、前記エコー信号を用いて前記大腸の超音波画像データを得る画像取得手段と、前記超音波画像データにおいて、前記超音波画像の前記大腸を含む部分に対して2次元フーリエ変換を行い、軟便判定値よりも高周波成分を確認し、並びに/又は、前記大腸の内部の滞留物のサイズ及び/若しくは個数を検出し、並びに/又は、前記超音波画像データにおいて、前記大腸の内部の動きを検出して、前記大腸の内部の便の状態が軟便であるか否かを評価する便状態評価手段を備えるものである。

**【0011】**

本願発明の第4の観点は、第3の観点の診断装置であって、前記便状態評価手段は、前記超音波画像の前記大腸を含む部分に対して2値化処理を行い、膨張収縮処理を行うこと

40

**【0012】**

本願発明の第5の観点は、大腸の内部の便の状態を評価する診断装置における診断方法であって、前記診断装置が備えるエコー信号検出手段が、前記大腸からのエコー信号を検出するステップと、前記診断装置が備える便状態評価手段が、前記エコー信号を伝搬方向とは垂直方向に統計処理を施した後に前記伝搬方向に対する情報処理を行うことにより、前記大腸の内部の便の状態が硬便であるか否か、及び/若しくは、ガス蓄積であるか否かを判断し、並びに/又は、前記エコー信号を用いて及び/若しくは前記エコー信号を用いて得られた超音波画像若しくは動画を用いて軟便であるか否かを評価するステップを含むものである。

50

## 【0013】

なお、本願発明を、コンピュータを、第1から第4のいずれかの観点の診断装置として機能させるためのプログラムとして捉えてもよい。また、本願発明を、このプログラムを定常的に記録するコンピュータ読み取り可能な記録媒体として捉えてもよい。

## 【発明の効果】

## 【0014】

本願発明によれば、エコー信号を利用して硬便及びノ又はガス滞留を評価することができ、簡易化や精度向上を図ることが可能になる。すなわち、エコー信号に対して、まず、伝搬方向の垂直方向に着目して処理を行い、その後伝搬方向に着目する。硬便は、水分量の少なくほぼ均一の音響特性を持った固形物であり、軟便や正常便と比較して、伝搬する際の音波の減衰が激しい。そのため、減衰係数に優位な差が見られ、推定が可能となる。また、ガスは、生体組織と音響インピーダンスが著しく異なるため、ガス手前の生体組織の境界でほとんどの音波が反射し、ガス内部を伝搬することはない。そのためガス内部の減衰は測定すら不可能であり、硬便と識別が可能である。ガス手前境界で反射した音波は、プローブとガス手前の境界で多重反射を発生させる。このような現象は、大腸付近において特有の現象であり、推定が可能である。なお、例えば骨や大きな石灰などであれば多重反射は起きるが、その断面積は大腸より小さいため、大腸のように伝搬方向とは垂直に平均を取ると、その多重反射の影響は薄まる。また、軟便は、フーリエ変換を利用したり、粒状の滞留物の有無やサイズを検出したり、連続して検出されるエコー信号を利用して、例えば動画や連続する複数枚の静止画を分析して高速な移動が検出したりすることによって、推定が可能である。

## 【0015】

また、本願発明の第3の観点等によれば、超音波画像から軟便を検出することにより、硬便、ガス滞留に加えて軟便をも検出することができ、大腸の内部の便の状態をクラス分類することが可能になる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0016】

【図1】本願発明の実施の形態の一例である診断装置の構成の一例を示す概略ブロック図である。

【図2】図1の診断装置1の動作の一例を示す第1のフロー図である。

【図3】図1の診断装置1の動作の一例を示す第2のフロー図である。

【図4】大腸の状態による看護ケアの一例を説明するための図である。

【図5】エコー信号を利用した軟便判定処理の一例を示す図である。

【図6】超音波画像データの2次元フーリエ変換の一例を示す図である

## 【発明を実施するための形態】

## 【0017】

以下では、図面を参照して、本願発明の実施例について説明する。なお、本願発明は、この実施例に限定されるものではない。

## 【実施例】

## 【0018】

図1は、本願発明の実施の形態の一例である診断装置の構成の一例を示す概略ブロック図である。図2及び図3は、図1の診断装置1の動作の一例を示すフロー図である。診断装置1は、本発明では、超音波装置で大腸内部に蓄積した便のエコー信号を得て、複数の特徴量を抽出した後にニューラルネットワークによるクラス分類を行い、大腸内部の定量評価を行うものである。

## 【0019】

図4は、大腸の状態による看護ケアの一例を説明するための図である。(a)は、弛緩性便秘であり、大腸全体の動きが低下した状態を示す。この場合、通常、内服下剤を利用して看護ケアが行われている。(b)は、直腸性便秘であり、直腸に便が溜まって出せない状態を示す。この場合、通常、浣腸や坐薬タイプの下剤や摘便などの看護ケアが行われ

ている。しかしながら、現時点では、看護ケアの適応を判断するために、大腸内部の状態を評価した指標は、現時点ではなく、ケアを行う者の熟練度に依存している。

【0020】

大腸内部の状態は、1) 正常便、2) 硬便(直腸性便秘)、3) ガス蓄積、4) 軟便(弛緩性便秘)の4つに大別できる。診断装置1は、これらの大腸内部の便の状態を定量的に評価するものである。診断装置1は、プローブ部3(本願請求項の「エコー信号検出手段」の一例)と、画像生成部5(本願請求項の「画像取得手段」の一例)と、便状態評価部7(本願請求項の「便状態評価手段」の一例)と、表示部9を備える。

【0021】

プローブ部3は、大腸に向けて超音波を発生し、大腸からのエコー信号を検出する。プローブ部3は、コンベックス(深部)プローブ部11と、リニア(表在部)プローブ部13を備える。深部プローブ部11は、例えば3MHz程度の超音波を使用するものである。表在部プローブ部13は、例えば7~10MHz程度の超音波を使用するものである。診断装置1を携帯可能な大きさにし、一方端に深部プローブ部11を設け、他方端に表在部プローブ部13を設けるようにしてもよい。

10

【0022】

画像生成部5は、プローブ部3が検出したエコー信号から超音波画像データを生成する。具体的には、プローブ部3による超音波を用いて下行結腸及びS字結腸を単軸方向に可視化する。

【0023】

発明者らは、非特許文献1及び2において、超音波画像データから硬便やガス蓄積の状態を検出するための一例を説明した。診断装置1が備える便状態評価部7は、エコー信号から硬便やガス蓄積の状態を検出し、さらに、超音波画像データから軟便の状態を検出することにより、大腸内部の状態として、正常便、硬便(直腸性便秘)、ガス蓄積、軟便(弛緩性便秘)を検出できるものである。表示部9は、タッチパネルであり、画像やエコー信号をモニター表示したり、便状態評価部7の評価結果を表示したり、ユーザーが入力したりする。

20

【0024】

便状態評価部7は、硬便評価部21と、ガス蓄積評価部23と、軟便評価部25と、正常便評価部27を備える。硬便評価部21とガス蓄積評価部23と軟便評価部25は、それぞれ、大腸の内部の状態が硬便とガス蓄積と軟便であるか否かを評価するものである。正常便評価部27は、硬便でもガス蓄積でも軟便でもない場合に、正常便と評価する。図2を参照して、硬便評価部21とガス蓄積評価部23と軟便評価部25の動作の一例を説明する。

30

【0025】

図2(a)を参照して、硬便評価部21の動作の一例を説明する。硬便評価部21は、特徴量として、エコー信号から伝搬方向の減衰係数を得て、硬便か否かを評価する。まず、事前に、複数の硬便状態と非硬便状態の大腸のエコー信号から、硬便か否かを判定するための硬便判定線を学習により得る(ステップSTK1)。そして、評価対象となる大腸部分に関心領域とし、関心領域からのエコー信号を検出する(ステップSTK2)。続いて、関心領域のエコー信号を伝搬方向とは垂直方向に平均処理を施す(ステップSTK3)。そして、伝搬方向に対して最小二乗法を用いて2次近似曲線を求め、その近似曲線の係数を特徴量とする(ステップSTK4)(超音波画像を用いる場合には1次多項式の近似線を用いたのに対し、エコー信号を用いる場合には2次多項式の近似曲線を用いる)。硬便状態は他の状態と比較すると大腸壁における反射強度が強く、かつ便内部を伝搬する際の減衰が激しい。そのため、近似曲線の係数が優位に大きくなる。そのため、近似曲線と硬便判定線とを比較し、係数が優位に大きくなるか否かを判定する(ステップSTK5)。優位に大きくなるならば、硬便と評価する(ステップSTK6)。そうでなければ、硬便でないと評価する(ステップSTK7)。

40

【0026】

50

図2(b)を参照して、ガス蓄積評価部23の動作の一例を説明する。ガス蓄積評価部23は、特徴量として、エコー信号から伝搬方向の自己相関関数を得て、ガス蓄積か否かを評価する。評価対象となる大腸部分を関心領域とし、関心領域からのエコー信号を検出する(ステップSTG1)。続いて、関心領域のエコー信号を伝搬方向とは垂直方向に平均処理を施す(ステップSTG2)。そして、伝搬方向に対してエッジ抽出を行いさらに自己相関関数を算出する(ステップSTK4)。ガスは生体組織と音響インピーダンスが大きく異なるため、ガス手前でほとんどの音波が反射する。そして戻った音波が再びプローブで反射し、プローブとガスの間で多重反射が発生する。この周期的に繰り返されるエコーを検出したか否かを判断する(ステップSTG4)。検出したならばガス蓄積と評価する(ステップSTG5)。そうでなければ、ガス蓄積でないと評価する(ステップSTG6)。

10

#### 【0027】

図3(a)を参照して、軟便評価部25の動作の一例を説明する。まず、事前に、軟便状態と非軟便状態の画像データの2次元フーリエ変換を行ったものを使用して、軟便判定値を学習により求める(ステップSTS1)。そして、画像生成部5は超音波画像データを生成し(ステップSTS2)、軟便評価部25は、この超音波画像データに2次元フーリエ変換を行い、画像の周波数スペクトルを算出する(ステップSTS3)。軟便状態においては小さなサイズの粒状の滞留物が複数ある。そのため、軟便評価値よりも高周波成分として確認されるか否かを判断する(ステップSTS4)。図6は、2次元フーリエ変換を行ったときの処理である。高周波成分が確認されれば、軟便と評価する(ステップSTS5)。そうでなければ、軟便と評価しない(ステップSTS6)。同様に、エコー信号を利用して小さなサイズの粒状の滞留物の有無を判断することにより、軟便と評価することができる。

20

#### 【0028】

図3(b)を参照して、軟便評価部25の動作の他の一例を説明する。画像生成部5は超音波画像データを生成する(ステップSTR1)。軟便評価部25は、この超音波画像データを2値化処理する(ステップSTR2)。そして、膨張収縮処理(ここで、膨張処理は、2値化した白黒画像内の図形を1画素分膨らませる処理であり、収縮処理は、逆に1画素分縮める処理であり、膨張収縮処理は、これらを繰り返すことでノイズを除去するものである。)を行い、粒状の滞留物を抽出する(ステップSTR3)。基準個数以上の粒状の滞留物があるか否かを判断する(ステップSTS4)。ここで、基準個数は、予め定められている個数である。基準個数以上の粒状の滞留物が確認されれば、軟便と評価する(ステップSTS5)。そうでなければ、軟便と評価しない(ステップSTS6)。同様に、エコー信号を利用して、粒状の滞留物の有無を判断することにより、軟便と評価することができる。

30

#### 【0029】

図5は、エコー画像と、図3(b)の処理後の画像を示す図である。図5(a)は、正常な場合のエコー画像であり、図5(b)は、処理後のものである。図5(c)は、硬便の場合であり、図5(d)は、処理後のものである。図5(e)は、ガスの場合である。図5(f)は、処理後のものである。図5(g)は、軟便の場合であり、図5(h)は、処理後のものである。図5(b)、(d)、(f)は、粒状の滞留物が検出されていないのに対し、(h)では、粒状の滞留物が検出されている。

40

#### 【0030】

図3(c)を参照して、軟便評価部25の動作の一例を説明する。まず、事前に、軟便状態と非軟便状態の動画を使用して、軟便判定値を学習により求める(ステップSTD1)。そして、画像生成部5は、超音波画像データを生成し(ステップSTD2)、軟便評価部25は、連続する前後の超音波画像から、大腸の内部の変化(及び/又は速度)を算出する(ステップSTD3)。軟便状態においては、水分が多いため、小さなサイズの粒状の滞留物が通常の便や大腸及びその手前の組織の動きよりも速く動き、また様々な方向にランダムに動く。そのため軟便評価値よりも高速として確認されるか否かを判断する(

50

ステップSTD4)。高速な動きが確認されれば、軟便と判断する。そうでなければ、軟便と評価しない。

【0031】

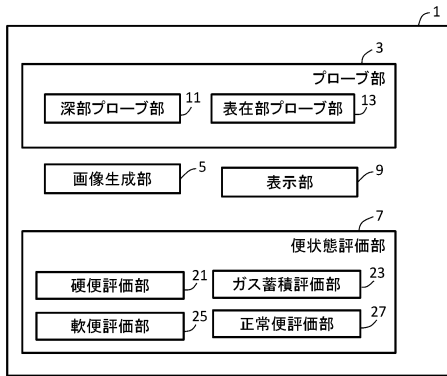
本実施例によれば、訪問看護時に触診や聴診に加えて超音波画像による排便状態を定量化することができ、より適切な内服下剤や浣腸などの治療や便秘ケアが可能となる。

【符号の説明】

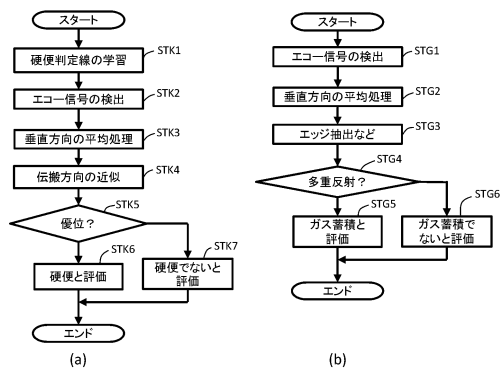
【0032】

- 1 診断装置、3 プローブ部、5 画像生成部、7 便状態評価部、9 表示部、11 深部プローブ部、13 表在部プローブ部、21 硬便評価部、23 ガス蓄積評価部、25 軟便評価部、27 正常便評価部

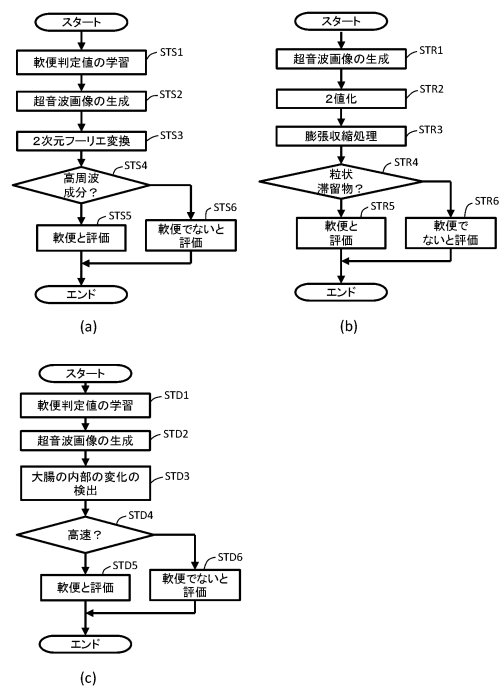
【図1】



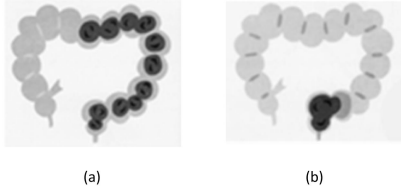
【図2】



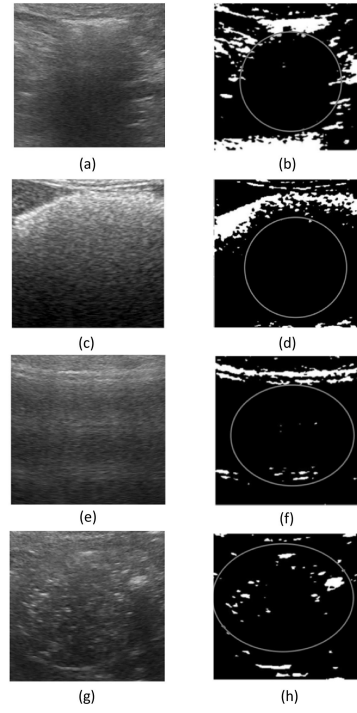
【図3】



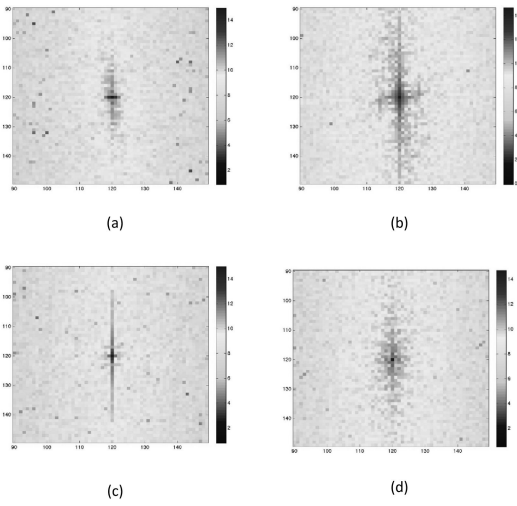
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】





## フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭60-176629(JP,A)

特開昭58-069538(JP,A)

特開昭60-055260(JP,A)

松尾淳子 田邊将之 藪中幸一 滝井道明 原明子, 超音波画像を用いた高齢者の便秘状態の定量的評価方法, 日本放射線技術学会第70回総会学術大会予稿集, 日本, 日本放射線技術学会, 2014年 4月, 181-182

田邊将之 藪中幸一 松尾淳子 滝井道明 原明子, 大腸内容物の定量評価を目的とした超音波画像解析の初期検討, 日本放射線技術学会第70回総会学術大会予稿集, 日本, 日本放射線技術学会, 2014年 4月, 182

藪中幸一 松尾淳子 原明子 仲上豪治朗 他, 超音波画像による大腸内に貯留した便とガスの比較検討, 超音波検査技術, 日本, 2013年 6月, Vol38 No.6, 605-613

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00