

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：33916

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23591803

研究課題名(和文) マルチスライスCT透視を利用した穿刺ナビゲーションシステムの構築

研究課題名(英文) Development of CT needle aspiration navigation system using multi-slice CT fluoroscope

研究代表者

辻岡 勝美 (TSUJIOKA, KATSUMI)

藤田保健衛生大学・医療科学部・准教授

研究者番号：80193176

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はマルチスライスCT装置の多断面CT透視技術を用いて肺生検等のneedle aspiration 術を行う場合の刺入精度の向上、被曝低減のための画像表示方法の改善を行うものである。この目的のため、平成23年度から平成24年度にかけてCT断面の体軸方向について色情報を加える手法を考案し、刺入精度の向上を成すことができた。また、CT透視時の表示における被曝線量の評価、表示の遅れ時間の測定、刺入針のアーチファクトおよび形状変化について研究を行った。平成25年度はCT透視の新しい技術としてスライス・プロジェクションマッピング開発した。今回の研究により、高い精度で安全、低被曝で肺生検が可能となった。

研究成果の概要(英文)：Developments in CT fluoroscope technology and multi slice CT scanning have enabled us to conduct CT scanning in multi sections. However, the current method used with multiple displays makes it difficult to recognize the needle point's three-dimensional location instantly, because we are unable to observe multiple images simultaneously. To overcome this problem, we have developed a new color display method and needle aspiration assistance system for multi slice CT fluoroscope. In addition to this, we have developed the new display method by using projection mapping technique. It is slice projection mapping

By using color display method and slice projection mapping method, we could carry out the CT needle aspiration with high accuracy, high safety and low radiation dose of the patient and the operator.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：CT CT透視 CT下肺生検 マルチスライスCT カラー表示 プロジェクションマッピング

1. 研究開始当初の背景

(1)X線CT装置では被写体のスキャンとほぼ同時にスキャン画像を表示するCT透視が開発された。これによりCT下肺生検(CT-NAB: CT needle aspiration biopsy)と呼ばれる放射線診断技術の治療的応用(インターベンショナル・ラジオロジー)が可能となった。CT-NABは肺の腫瘍性病変に直接針を刺してその組織を採取し、病変の良性・悪性の判断を行う。従来の肺生検はX線TV装置や超音波診断装置を用いて行われてきたが、X線TV装置では三次元的な配置が分かりにくく、超音波診断装置では空間分解能が悪いという問題があった。X線CTを用いることにより、肺生検の刺入精度、安全性は向上した。

(2)CT-NABの問題として術者の習熟が問題となった。CT-NABではCTモニターを観察しながら刺入針を三次元的に操作する必要がある。しかし、現在のマルチスライスCT透視では複数のCT断層画像から病巣と刺入針の位置を瞬時に観察する必要がある。また、検査中の患者の呼吸運動もあって、この操作は非常に難しいものであった。

(3)CT-NABでは病巣の位置を正確に把握して刺入操作を行う必要がある。また、この操作に時間がかかることは被写体である患者、術者である放射線科医の被曝線量の増大につながる。CT-NABでは三次元的な位置確認の容易さ、高精度が重要な要素であり、それらをクリアすることで安全性の向上、患者および術者の被曝低減が可能となる。

2. 研究の目的

CT-NABの表示を工夫することは、その刺入精度、安全性を向上させ、結果的に被曝低減につながる技術である。本研究では、病巣と刺入針の三次元配置の理解の向上、CT-NAB時の操作性の向上のためにCT-NABのためのナビゲーションシステムの構築を行った。

3. 研究の方法

(1)CT-NABの多断面表示における三次元構造の理解のために、従来は複数のCT画像を並べて表示していたものを、色情報を用いて1枚のCT画像とした。これにより、術者は複数のCT画像を同時に観察するという「人間離れした」技術を用いずに、病巣と刺入針の三次元的配置を理解できる。本研究ではマルチスライスで表示される中央の断層位置の画像はそのままに、頭部方向、足方向の断層に存在する刺入針はCT値抽出して赤色および黄色に色付けした。

(2)CT-NABを行う場合、術者はCT画像が表示されるモニターと被写体を交互に観察する必要がある。このような術者の視点移動は正確な刺入操作の妨げになる。本研究では被写体の体表面にCT透視によるCT画像をプロジェクタにより直接投影するプロジェクションマッピングを行った。従来のプロジェ

クションマッピングは被写体表面に表面画像を投影するサーフェイス・プロジェクションマッピングや被写体表面に三次元画像を投影する3D・プロジェクションマッピングであった。しかし、我々はCT-NABの刺入精度向上のための新しいプロジェクションマッピングとしてスライス・プロジェクションマッピングを開発した。スライス・プロジェクションマッピングは被写体表面にCT画像を変形させて投影するもので、被写体表面であっても正確にCT画像を観察できるものである。

(3)我々の構築したCT-NABのナビゲーションシステムは肺生検の精度向上、安全性向上、そして、患者・術者の被曝低減に有効である。研究ではファントムを用いて、被曝線量の評価を行った。ファントム内には肺血管と直径5mmの病巣を模擬的に設置した。

4. 研究成果

(1)色情報を付加したCT-NABのナビゲーションシステムの構築

従来のマルチスライスCT透視を図1に示す。また、実際の表示画像を図2に示す。術者は3枚のCT画像を同時に観察し、刺入針の三次元的な位置を瞬時に判断しなければならなかった。

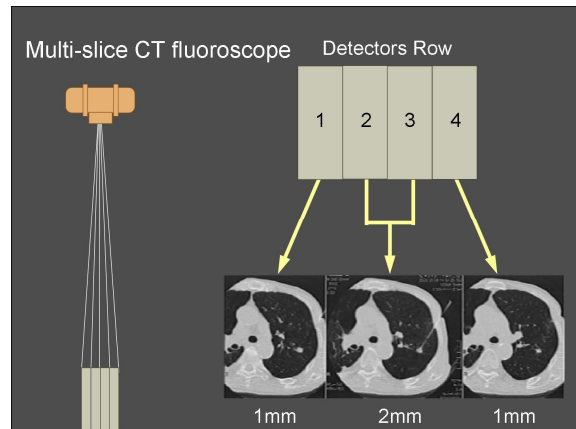


図1 マルチスライスCTによるCT透視

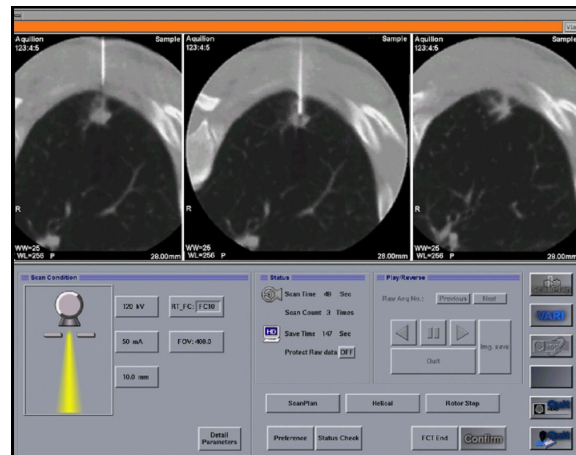


図2 CT-NABにおけるCT透視の表示

我々は従来の CT 透視に表示される 3 断面について刺入針を CT 値により抽出し、それぞれについて色情報を加えた。中央の断層面に存在する刺入針は青色、頭部方向の断層面に存在する刺入針は赤色、足方向の断層面に存在する刺入針は黄色とした (図 3)。



図 3 刺入針の抽出

その後、抽出された刺入針を重ね、刺入針の位置を色で判別できるようにした (図 4)。

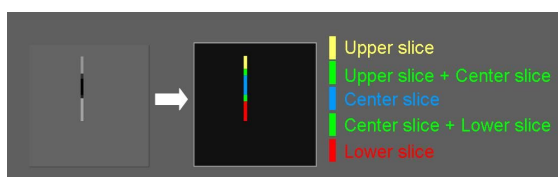


図 4 色情報を持った刺入針の表示

最後に、中央となる CT 画像を加えた。これにより、中央の断面から体軸方向にずれて存在する刺入針を容易に観察できるようになった (図 5)。

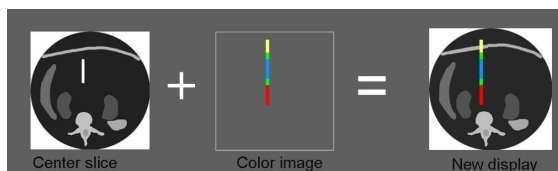


図 5 中央の CT 画像を加えた

その後、人体を模したファントムを用いて、色情報を加えた CT 透視の表示法の有効性について検討を行った。ファントムには食パンを用い、その内部に一边が 5 mm の消しゴムを設置した。図 6 はファントムの CT 画像、図 7 は実験の様子を示す。

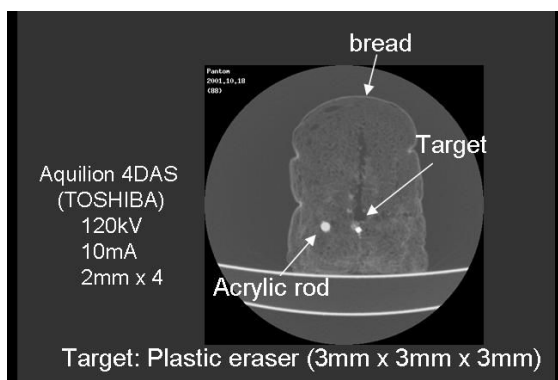


図 6 人体を模した CT-NAB ファントム

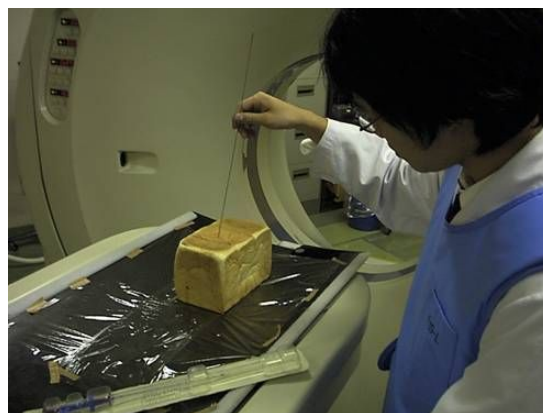


図 7 ファントムを用いた実験の様子

ファントムを用いた実験で得られた CT 透視画像を図 8 に示す。画面上部には従来の 3 断面表示を配置し、右下に色情報を付加した新しい CT 透視の表示、右下に患者情報、エックス線照射状況を示す。

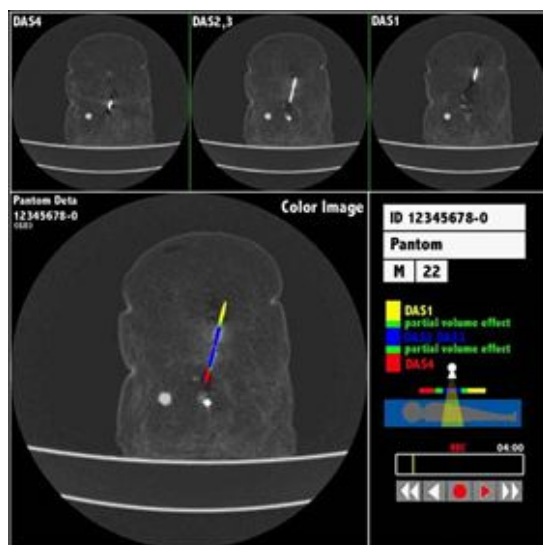


図 8 ファントムを用いた実験結果

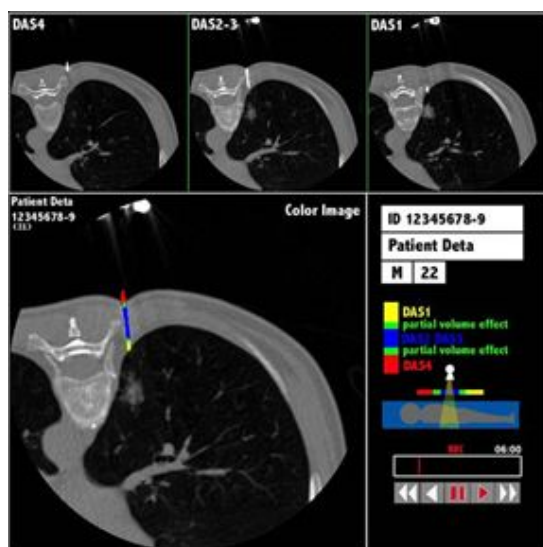


図 9 過去に行われた症例による検討



ファントムによる実験で新しい CT-NAB の有効性を確認したのち、以前に CT-NAB の施術が行われた CT 画像を用いて臨床例における有効性について検討を行った(図 9)。今回の一連の検討により、我々の考案した新しい CT 透視の表示法は CT-NAB における刺入の精度向上、安全性向上につながり、検査時間の短縮による被験者、術者の被曝低減にも有効な技術であると示唆された。

(2) プロジェクションマッピングを用いた CT-NAB のためのナビゲーションシステムの構築

人体を模した楕円ファントム内に欠陥模型を設置し、その中に直径 5mm の模擬腫瘍を付加した。スキャン後、プロジェクタを水平から 60 度傾けてファントム表面に CT 画像を投影した。CT 画像は投影方向に対応させて変形させた(図 10、図 11)。

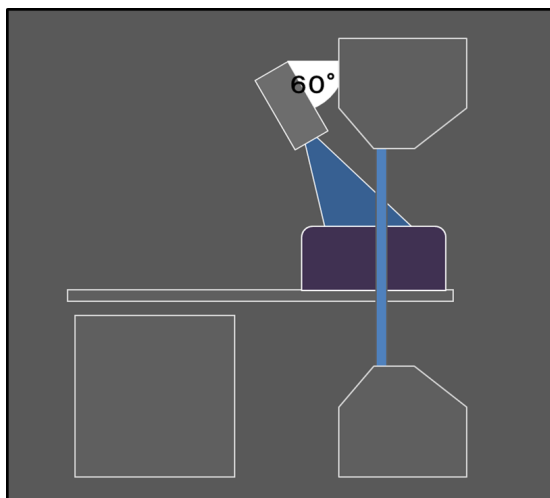


図 10 CT 画像の被写体への投影

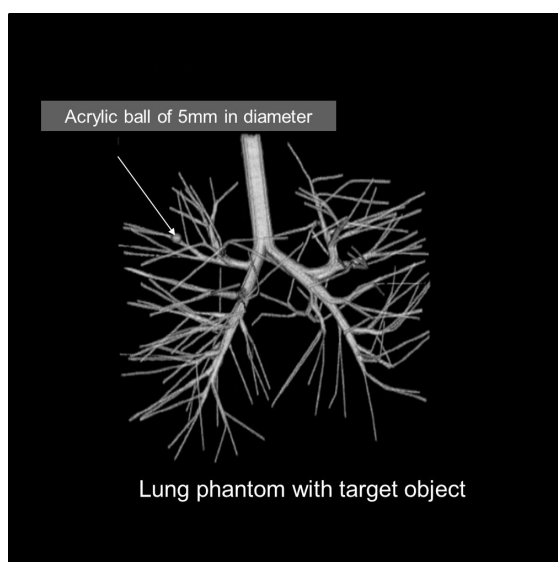


図 11 模擬腫瘍ファントム

図 12 はファントムに CT 画像を投影した様子である。CT-NAB を行う術者は別に設置されたモニターを見ることなく正確に病巣に刺入針を進めることができる。



図 12 ファントムを用いたプロジェクションマッピングの様子

CT-NAB はマルチスライス CT、CT 透視を応用したものであり、インターベンショナル・ラジオロジーの代表的な技術である。今回の研究により、CT-NAB の刺入精度、安全性は向上し、短時間で精度よく検査を行うことが可能となった。このことは、患者および術者の被曝低減にもつながるものである。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

現在、執筆中である。

〔学会発表〕(計 11 件)

辻岡勝美, 時間的パースナルボリューム効果の検討. 第 70 回日本放射線技術学会総会学術大会. 横浜. 2014. 04. 10

佐藤靖朋, 辻岡勝美, Navigation of computed tomography needle aspiration using projection mapping (Examination of the viewpoint revision). 第 70 回日本放射線技術学会総会学術大会. 横浜. 2014. 04. 10

Katsumi Tsujioka, Study of Delay Time in Multi Slice Fluoroscopy. ECR2014 (European Congress of Radiology 2014). Austria wien. 2014. 03. 06

Katsumi Tsujioka, Development of Image Display of Multi Slice CT Fluoroscopy using Projection Mapping. ECR2014 (European Congress of Radiology 2014). Austria wien. 2014. 03. 06

Yasutomo Sato, Katsumi Tsujioka, Development of image display of CT fluoroscopy using projection Mapping. 13<sup>th</sup> Asia-Oceania Congress of Medical Physics (AOCMP). Singapore. 2013. 12. 11

Katsumi Tsujioka, Development of a

method “Double Total Variation (DTV)” Intended to improve the Reduction of Radiation Exposure and Quality of CT Images. RSNA2013 (Radiological Society of North America 2013). Chicago.2013.12.01  
辻岡勝美,多断面 CT 透視における新しいナビゲーション法の開発(色情報による三次元位置表示).Advanced CT・MR 研究会.」軽井沢.2013.06.15  
佐藤靖朋,辻岡勝美,CT 透視下生検におけるラグタイム測定法についての検討.Advanced CT・MR 研究会.」軽井沢.2013.06.15  
辻岡勝美,多断面CT透視における色情報の利用(CT透視の遅れ時間の検討).第69回日本放射線技術学会総会学術大会.横浜.2013.04.11  
辻岡勝美,多断面CT透視における色情報の利用(刺入針の形状抽出の検討).第69回日本放射線技術学会総会学術大会.横浜.2013.04.11  
Katsumi Tsujioka. Reduction of exposure in multi-slicing CT fluoroscopy using color information (reduction of exposure of patient and operator). ECR2013 (European Congress of Radiology 2013).Austria wien. 2013.03.07

藤田保健衛生大学・医療科学部・准教授  
研究者番号：80193176

(2)研究分担者

加藤 良一 (KATO Ryoichi)  
藤田保健衛生大学・医療科学部・教授  
研究者番号：80319251

(3)連携研究者

杉浦 元孝 (SUGIURA Mototaka)  
藤田保健衛生大学・医学部・客員教授  
研究者番号：10101669

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

辻岡 勝美 (TSUJIOKA Katsumi)