

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：32104

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25861115

研究課題名(和文)核医学診断におけるがん病変の描出を改善する分割収集法の最適化に関する研究

研究課題名(英文)Study on optimization of the segmental acquisition method to improve the visualization of the cancer lesion in the nuclear medicine diagnosis.

研究代表者

津田 啓介 (tsuda, keisuke)

つくば国際大学・医療保健学部・講師(移行)

研究者番号：00598146

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、核医学診断におけるがん病変の描出を改善する分割収集法の最適化を目指した。FDG-PET検査における直腸がんを対象とした分割収集法は、従来の連続収集法と比較して分割収集法の方が画質および病変描出能が有意に優れ、臨床的有用性が示唆された。また、胸部動態ファントムを用いて、胸部FDG-PET検査における呼吸運動の影響を受ける肺結節性病変の新しい定量的補正法を導いた。本研究で提案した定量的補正法は、部分容積効果と呼吸運動による肺結節性病変のカウント数の減少を許容範囲の誤差範囲以内で補正することが可能となった。

研究成果の概要(英文)：In this study, we aimed at the optimization of the segmental acquisition method to improve the visualization of the cancer lesion in the nuclear medicine diagnosis. We evaluated the usefulness of the segmental acquisition method in clinical FDG-PET tests for rectal cancer. As for the segmental acquisition method, detection of cancer lesions and image quality were significantly superior to the conventional continuous acquisition method, and clinical usefulness was suggested. Then, we evaluated the effects of respiratory motion on the quantitatively of pulmonary nodules on FDG-PET test by experiments using a dynamic thorax phantom. Based on the results of these experiments, we derived a new correction method for the quantitatively of pulmonary nodules on FDG-PET test. Our newly proposed methods could correct the decrease of counts of pulmonary nodules due to partial volume effects and motion effects with acceptable errors.

研究分野：医歯薬学

キーワード：核医学検査 分割収集法 FDG-PET検査 呼吸運動

### 1. 研究開始当初の背景

日本人の死因の第1位であるがん治療において、治療後の生活の質が重要視されるようになり、根治性を担保しながらも侵襲性が低い放射線治療などの非外科的療法の比重が増している。このため、がんの診断において、生体機能の評価が可能な核医学検査の有用性が増している。特に、FDG-PET 検査は組織の糖代謝活性を評価でき、がん病変の質的診断に必須の画像診断検査となっている。しかし、FDG-PET 検査を含め核医学検査における収集カウント数は、統計変動の影響を受けるため、信号雑音比の高い良質な画像データを収集するには長時間を有する。このため、核医学検査は体動の影響を受けやすいという欠点を有している。

これまでに、我々は、FDG-PET 検査における至適な体動補正法の確立を目指して、分割収集法について検討を進めてきた(若手研究(B)H23-H24、課題番号:23791474)。呼吸運動に対しては、息止め検査における分割収集法で得られる画像の画質が向上することは容易に理解できるが、静止体を対象とした場合においても、分割収集法により、従来の連続収集法と比較して、病変の描出能や画質の点で劣ることはなく、一部の条件下では、連続収集法よりも、良好な画質の画像が得られることを我々は見出した。特に、現在、最も一般的に用いられている画像再構成法である FORE+OSEM 法により、分割収集画像データを画像再構成して、得られた画像を加算した分割収集画像の画質が、従来の連続収集画像の画質と比較して向上しうることを確認している。

### 2. 研究の目的

がんの画像診断において、生体機能の評価が可能な核医学検査の有用性が増しているが、信号雑音比の高い良質の核医学画像データを収集するには、分単位の収集時間が必要であり、体動の影響を排除する工夫が求められる。この問題に対処するため、我々は、FDG-PET 画像の分割収集法に関する検討を進めてきたが、これまでに、分割収集法により得た画像が、連続収集法で得た画像と同等以上の画質を呈することを見出した。本研究では、核医学検査における分割収集法による画質向上の理由を解明し、実地臨床においてがん病変の診断に至適な画質の画像を得ることが可能な分割収集法を確立し、がん診断成績の改善を図ることを目的とした。

### 3. 研究の方法

(1)FDG-PET 検査におけるがん病変の描出能に対する分割収集法の臨床的有用性の確立を目指した。FDG-PET 検査における静止体を対象とした分割収集法では、従来の連続収集画像と比較して得られる画像の画質改善効果があり、臨床的な有用性が期待できる。このため、臨床的有用性を確立し、病期診断の

成績が向上するか否かを検討するため、実際の臨床症例のがん病変の診断に対して分割収集法を適応し、病変の描出能が分割収集法により改善するか否かを検討した。

(2)核医学検査における分割収集法による画質向上は、これまでの研究結果より、FDG-PET 検査の分割収集画像における画質改善は、主として画像再構成法の過程における補正およびフィルタ処理の影響が考えられる。また、肺がん病変では呼吸運動による影響を受けるため、各種補正を施すことにより病変描出能および定量性の向上を目指して検討した。

### 4. 研究成果

(1)直腸がんおよび直腸がん所属リンパ節転移の症例を対象とした分割収集 FDG-PET 検査の結果、分割収集画像は、連続収集画像と比較して病変の描出能や画質が有意に向上し、良好な画質の画像が得られることが示された。本研究により、分割収集 FDG-PET 検査は、直腸がん所属リンパ節の転移状態の診断成績の改善を図り、病期診断の成績が向上する可能性が示唆された。

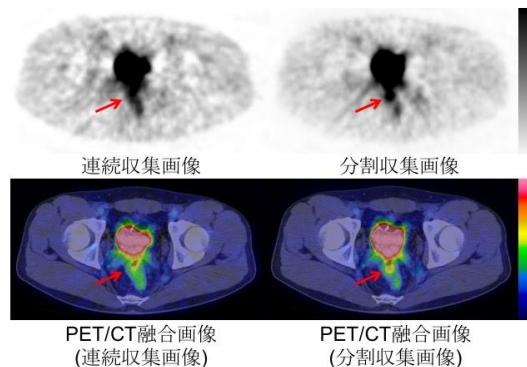


図1 直腸がんを対象とした分割収集画像

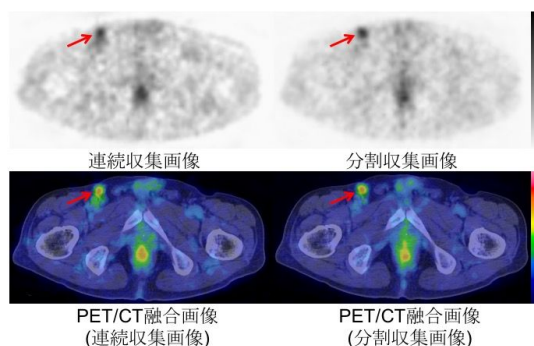


図2 直腸がん所属リンパ節転移を対象とした分割収集画像

(2)肺がん病変では呼吸運動による影響を受けるため、胸部動態ファントムを用いて、

胸部 FDG-PET 検査における呼吸運動の影響を受ける肺結節性病変の新しい定量的補正法を導いた。本研究で新たに提案した定量値補正法は、部分容積効果と呼吸運動による肺結節性病変のカウント数の減少を許容範囲の誤差範囲以内で補正することが可能となった。

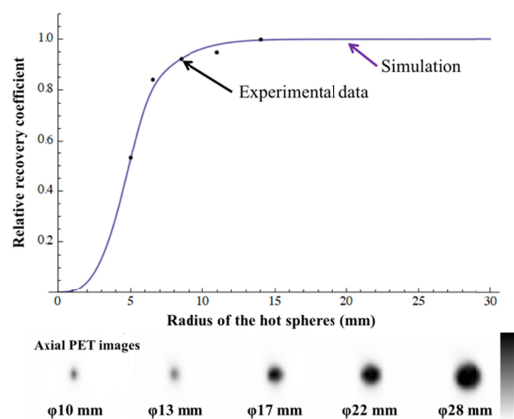


図 3 肺結節性病変を模擬したファントムの部分容積効果

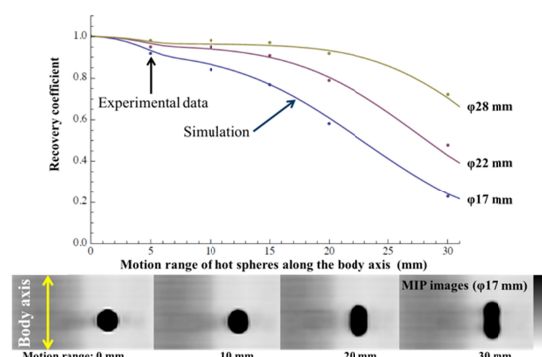


図 4 肺結節性病変を模擬したファントムの部分容積効果と呼吸運動の影響を考慮したリカバリー係数

## 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 2 件)

- (1) 津田啓介：核医学検査での被ばく評価、放射線防護部会誌、43、P.16-20、2016 年、査読無
- (2) Owaki Y, Inoue K, Narita H, Tsuda K, Fukushima M : Characteristic X-ray imaging for palliative therapy using strontium-89 chloride: understanding the mechanism of nuclear medicine imaging of strontium-89 chloride、Radiol Phys Technol、DOI 10.1007/s12194-016-0388-8、2017 (in press)、査読有

[学会発表](計 17 件)

- (1) Tsuda K, Koyama K, Iwabuchi Y, Suzuki T, Toya K, Hirayama A, Tsushima H, Fukushi M, Moriyama N, Fujii H : Segmental acquisition method for rectal cancer in FDG-PET/CT tests: Analysis of 20 patients、Society of Nuclear Medicine 2013 Annual Meeting、2013 年 6 月 10 日、Vancouver、Canada
- (2) 岩下寛志、小山和也、青柳俊、根本幸一、小島良紀、津田啓介、藤井博史：低酸素 PET/CT 検査における呼吸同期の基礎的検討、第 52 回千葉核医学研究会、2013 年 6 月 29 日、千葉
- (3) 岩下寛志、小山和也、津田啓介、青柳俊、根本幸一、小島良紀、藤井博史： $^{62}\text{Cu}$  を用いた低酸素 PET/CT 検査における呼吸同期収集法の有用性、日本放射線技術学会第 41 回秋季学術大会、2013 年 10 月 17 日、福岡
- (4) 青木沙起、津田啓介、倉嶋汐里、小山和也、青柳俊、岩下寛志、根本幸一、奥洋平、武田篤也、對間博之、平山昭、福土政広、藤井博史：FDG-PET 検査における胸部結節性病変の頻呼吸下撮像法の検討、第 33 回日本核医学技術学会総会学術大会、2013 年 11 月 8 日、福岡
- (5) 倉嶋汐里、津田啓介、青木沙起、小山和也、青柳俊、岩下寛志、根本幸一、奥洋平、武田篤也、對間博之、平山昭、福土政広、藤井博史：FDG-PET 検査における胸部結節性病変の呼吸運動の影響を考慮した新たな定量値補正法の検討、第 33 回日本核医学技術学会総会学術大会、2013 年 11 月 9 日、福岡
- (6) 小山和也、青柳俊、岩下寛志、田中史弥、根本幸一、小島良紀、青木沙起、倉嶋汐里、奥洋平、武田篤也、津田啓介、藤井博史：胸部 PET/CT 検査時の呼吸性移動を考慮した定量値補正法の開発、第 33 回日本核医学技術学会総会学術大会、2013 年 11 月 9 日、福岡
- (7) 青柳俊、小山和也、岩下寛志、根本幸一、青木沙起、倉嶋汐里、津田啓介：胸部 FDG-PET/CT 検査における新たな定量値補正法の検討、第 33 回日本核医学技術学会総会学術大会、2013 年 11 月 9 日、福岡
- (8) 津田啓介：呼吸同期撮像の技術的検討、第 3 回 GE Metropolitan Area PET Users Meeting、2013 年 11 月 22 日、東京
- (9) Tsuda K, Aoki S, Koyama K, Oku Y, Takeda A, Tsushima H, Mitsumoto T, Inoue K, Fukushima M, Fujii H : Experimental evaluation of the usefulness of chest FDG-PET acquisition under the tachypneic condition for pulmonary nodule detection、Society of Nuclear Medicine 2014 Annual Meeting、2014

- 年6月10日、St. Louis、USA
- (10) Tsuda K、Koyama K、Takanashi T、Tsushima H、Kurashima S、Aoki S、Inoue K、Fukushi M、Fujii H：A new quantitative correction method for pulmonary nodules on chest FDG-PET、4th annual international ASNMT conference、2014年11月6日、Osaka
  - (11) 津田啓介：ドーズキャリブレーションの保守点検について、第15回日本核医学会春季大会、2015年4月26日、船堀
  - (12) 青木沙起、三本拓也、小山和也、遠山尚紀、津田啓介、井上一雅、福土政広：PET-CT検査におけるCTとPET画像の位置ずれによる定量性への影響、日本保健物理学会第48回研究発表会、2015年7月3日、東京
  - (13) 津田啓介：ドーズキャリブレーション～まさか、買ったままでは!?～、PETサマーセミナー2015 in 東京ベイ、2015年9月5日、舞浜
  - (14) Koyama K、Mitsumoto T、Inoue K、Tsuda K、Kotaka K、Yoshikawa K、Hatano K、Fukushi M：Development of metabolic tumor volume measurement based on SUVpeak、Annual Congress of the European Association of Nuclear Medicine、2015年10月11日、Hamburg、Germany
  - (15) 津田啓介：核医学検査での被ばく評価、第44回日本放射線技術学会秋季学術大会、2016年10月14日、大宮
  - (16) 相良裕亮、橋本直起、小山和也、小坂徹、白石貴博、清水秀雄、津田啓介：Gaussian filterがPET画像濃度の描出能精度に及ぼす影響の評価、第44回日本放射線技術学会秋季学術大会、2016年10月14日、大宮
  - (17) 橋本直起、相良裕亮、小山和也、小坂徹、白石貴博、清水秀雄、津田啓介：PET検査における不均一腫瘍モデルを用いた至適画像再構成条件の検討、第44回日本放射線技術学会秋季学術大会、2016年10月14日、大宮

〔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〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

津田 啓介 (TSUDA KEISUKE)

つくば国際大学・医療保健学部・講師