

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2021

課題番号：17K09066

研究課題名（和文）PET画像再構成アルゴリズムがフラクタル次元へ与える影響についての研究

研究課題名（英文）Impact of PET Image Reconstruction Algorithm on Fractal Dimension

研究代表者

前田 幸人（Maeda, Yukito）

香川大学・医学部附属病院・技術職員

研究者番号：10763336

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、脳腫瘍PET検査において4つの画像再構成アルゴリズムOSEM、OSEM+PSF、OSEM+TOFおよびOSEM+PSF+TOFがフラクタル解析に与える影響を明らかにすることであった。全てのアルゴリズムで脳腫瘍の悪性度が高くなるほどフラクタル次元は小さくなり、脳メチオニンPETにてフラクタル解析を用いた悪性度分類の有用性が示唆された。また、IDH1の変異に関する神経膠腫の鑑別のためSUVなどの従来から使用されている定量値と比較したフラクタル解析の有用性を評価した。フラクタル解析は、従来の定量指標では不可能だったIDH1変異に関して、神経膠腫を鑑別できる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

画像解析の一つであるフラクタル解析と従来からPET検査で使用されている評価値を組み合わせることにより、脳腫瘍の治療方針決定や予後予測などをより高い精度で行う可能性が示唆された。本研究により、フラクタル解析は脳腫瘍患者およびその家族に対し、有用な情報を提供できる指標になりうる可能性があると考えている。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to clarify the effects of four image reconstruction algorithms OSEM, OSEM + PSF, OSEM + TOF and OSEM + PSF + TOF on fractal analysis in brain tumor PET examination. In all algorithms the higher the malignancy of brain tumors, the smaller the fractal dimension in brain methionine PET. This result suggests the usefulness of classification using fractal analysis in brain methionine PET. Next, we also evaluated the usefulness of fractal analysis in comparison with conventionally quantitative values such as SUVs for the differentiation of IDH1 mutation glioma. Fractal analysis may be able to differentiate gliomas for IDH1 mutations that were not possible with conventional quantitative parameters.

研究分野：放射線技術学

キーワード：フラクタル解析 神経膠腫 PET メチオニン 画像再構成アルゴリズム

## 1 . 研究開始当初の背景

PET 検査では , SUV ( standardized uptake value ) を用いることで腫瘍の鑑別や悪性度の評価を行うことが可能であり , SUV は重要な診断指標として PET 検査で使用されている . しかしながら SUV は , 画像再構成法などの画像再構成条件により変動することが知られており , 問題点となっている . 一方で , SUV に変わる新たな定量指標としてフラクタル解析が注目されている . フラクタル解析は , 医療分野においても有用性が検討されている . 人間の大腸粘膜表皮における良性腫瘍と悪性腫瘍ではフラクタル次元に有意差があったとの報告や , 肺結節の評価において SUV とフラクタル解析を併用することで鑑別診断に有用性がある等の報告がされている . しかし医学分野でフラクタル解析を用いた鑑別診断等の報告は少なく , その有用性は研究段階である .

そこで我々は PET 検査においてフラクタル解析を用いることにより , 脳腫瘍の診断精度が上がる可能性があるのではないかと考えた . しかしながら , PET 検査においては複数の画像再構成条件があり , SUV を用いた評価においても画像再構成法の違いについて議論される . したがって , 画像再構成法の違いは画像を変動させる可能性があり , フラクタル次元にも影響を与えると予想される . そのような背景から , Point Spread Function (PSF) 分解能補正や Time of flight (TOF) 情報を用いた画像再構成法がフラクタル解析に与える影響を調査し , 脳腫瘍における良悪性の鑑別診断や予後評価にフラクタル解析を用いる時の最適な画像再構成法を明らかにすることは重要と考えた .

## 2 . 研究の目的

本研究の目的は , 脳腫瘍 PET 検査における PSF 分解能補正や TOF 情報を用いた画像再構成法の違いがフラクタル解析に与える影響を調査し , フラクタル解析の有用性とどの画像再構成法がフラクタル解析において最も有用か評価することであった .

## 3 . 研究の方法

最初に模擬人体 (ファントム) を用いた検討を行なった . 脳メチオニン PET 検査を想定し , 腫瘍を模擬したファントムを用いて , 4 つの画像再構成アルゴリズム ordered subsets expectation maximization (OSEM) 法 , OSEM 法に point spread function (PSF) 分解能補正のみを組み込んだ方法 (OSEM+PSF 法) , OSEM 法に time of flight (TOF) のみを組み込んだ方法 (OSEM+TOF 法) , OSEM 法に PSF 分解能補正と TOF を組み込んだ方法 (OSEM+PSF+TOF 法) について , フラクタル次元に与える影響を調査した . 次に脳メチオニン PET の臨床データを用いて , 最適な再構成法を明らかにした . 評価に最適な再構成法であると考えられた OSEM+TOF 法を用いて , IDH1 の変異に関する神経膠腫の鑑別のために , SUV , 腫瘍正常比 , 腫瘍体積などの定量指標と比較したフラクタル解析の有用性を評価した .

## 4 . 研究成果

ファントム実験の結果から , 再構成アルゴリズムおよび再構成条件によって , フラクタル解析結果は変化することが明らかとなった . 臨床データにおいては , どの再構成アルゴリズムにおいても脳腫瘍の悪性度が高くなるほどフラクタル次元は小さくなり , 脳メチオニン PET 検査において腫瘍の悪性度評価にフラクタル解析の有用性が示唆された .

脳メチオニン PET において、4つの画像再構成アルゴリズムから算出したフラクタル次元において、悪性度分類が可能か統計学的検証を行った。画像再構成アルゴリズムに OSEM+TOF 法を用いることで、WHO の悪性度 GradeII と GradeIV、GradeIII と GradeIV の診断にフラクタル解析の有用性が示唆された。また、IDH1 の変異に関連した神経膠腫の鑑別のため SUV などの従来から使用されている定量値と比較した結果、フラクタル解析を用いることによって従来の定量指標では不可能だった IDH1 変異に関連した神経膠腫を鑑別できる可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yukito Maeda	4. 巻 76
2. 論文標題 Fractal analysis of 11C methionine PET in patients with newly diagnosed glioma	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 EJNMMI Physics	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 前田幸人
2. 発表標題 フラクタル解析を用いた脳腫瘍悪性度分類の試み
3. 学会等名 日本核医学技術学会第31回中国四国地方会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前田幸人
2. 発表標題 フラクタル解析を用いた脳腫瘍悪性度評価 画像再構成アルゴリズムによる診断能の違い
3. 学会等名 CSFRT2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前田幸人
2. 発表標題 Impact of reconstruction algorithm with PSF and TOF and reconstruction parameter in fractal analysis: Evaluation by changed the number of updates
3. 学会等名 SNMMI 2018 Annual Meeting
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前田幸人
2. 発表標題 Impact of reconstruction algorithm with PSF and TOF and reconstruction parameter in fractal analysis: Evaluation by changed the Gaussian filter size
3. 学会等名 SNMMI 2018 Annual Meeting
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前田幸人
2. 発表標題 脳腫瘍PETにおけるフラクタル解析
3. 学会等名 香川県核医学談話会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前田幸人
2. 発表標題 11C-MET PETにおける フラクタル解析
3. 学会等名 分子イメージング夏季集中セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前田幸人
2. 発表標題 11C-メチオニンを用いた脳腫瘍PETにおけるフラクタル解析
3. 学会等名 CSFRT2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前田幸人
2. 発表標題 Impact of reconstruction algorithm with PSF and TOF and reconstruction parameter in fractal analysis: Evaluation by changed the number of updates
3. 学会等名 SNMMI2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前田幸人
2. 発表標題 Impact of reconstruction algorithm with PSF and TOF and reconstruction parameter in fractal analysis: Evaluation by changed the Gaussian filter size
3. 学会等名 SNMMI2018 (国際学会)
4. 発表年 2018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