

【基盤研究(S)】 大区分D



研究課題名 ポジトロン断層法の物理限界を克服する全ガンマ線イメージング法の開発

量子科学技術研究開発機構・放射線医学総合研究所・グループリーダー

やまや たいが
山谷 泰賀

研究課題番号： 20H05667 研究者番号：40392245

キーワード： ポジトロン断層法、PET、コンプトンカメラ、SPECT、核医学、シンチレータ

【研究の背景・目的】

微弱な放射性核種で目印した検査薬を投与して行うポジトロン断層法 (PET) は、糖代謝をはじめ機能画像診断法のゴールドスタンダードとなっているが (図 1)、実はごく一部の放射線だけしか活用できていない。そこで本研究では、計測可能なすべての放射線を診断に使う「全ガンマ線イメージング」へのパラダイムシフトを目指す。具体的には、独自法 whole gamma imaging (WGI) を具現化し、多発性骨髄腫への応用について研究する。

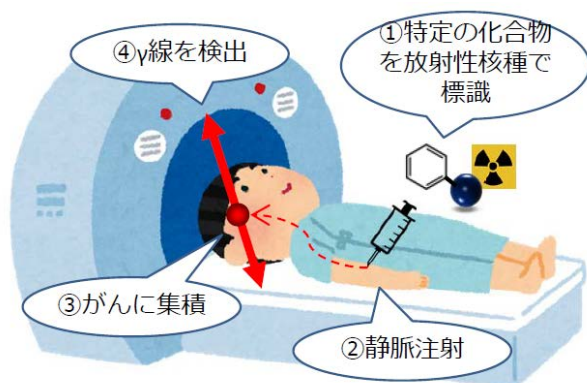


図 1 ポジトロン断層法 (PET) の概要

【研究の方法】

PET に「コンプトンカメラ」機能を追加するのが WGI の基本コンセプトである。具体的には、PET 検出器リングの内側に別の検出器リングを挿入し、内側の検出器リングで散乱 (コンプトン散乱) し、外側の検出器リングで止まった γ 線を計測する。散乱時に失った γ 線エネルギー情報から逆算して、円錐の表面上に検査薬の位置を特定することができる。これにより、従来 PET の放射線検出 (511 keV 放射線ペアの同時計数) と同時に、他のあらゆる γ 線も検出できるようになる。本研究のポイントは以下の通り (図 2)。

- 核種：従来の ^{18}F から、909 keV γ 線も出す新しい PET 核種 ^{89}Zr ヘシフト。
- 撮像原理：同時計数+コンプトンのハイブリッドイメージング法の開発
- 診断原理：従来の糖代謝から、がん特異性に優れた抗原抗体反応に変革。 ^{89}Zr の約 3 日間の長い半減期が抗原抗体反応の時間スケールに合致。

コンプトンカメラは PET の物理限界の制約を受けないため、理屈上は PET を超える解像度が実現可能であるが、まだ誰もそれを実証できていない。

【期待される成果と意義】

- PET を超える解像度の 909 keV γ 線コンプトンカメラ画像化技術の確立。そのためには、エネルギー分解能に優れた新しいシンチレータ (放射線を感じる蛍光体) の開発が必要であり、材料科学研究の進展に寄与。
- PET データとコンプトンデータを融合した新し画像再構成手法の開発。医用画像工学研究の進展に寄与。
- 多発性骨髄腫の早期診断法の開発を医学出口とし、WGI 試作装置によるモデル動物撮像により、提案手法を実証する。

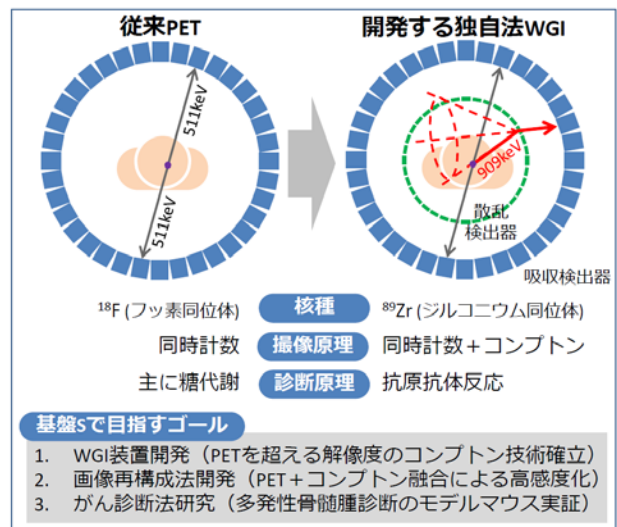


図 2 提案する whole gamma imaging (WGI)法の概要

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- T. Yamaya, E. Yoshida, H. Tashima, et al., "Whole gamma imaging (WGI) concept: simulation study of triple-gamma imaging," J. Nucl. Med., vol. 58, no. supplement 1, 152, 2017.
- E. Yoshida, H. Tashima, K. Nagatsu, et al., "Whole gamma imaging: a new concept of PET combined with Compton imaging," Phys. Med. Biol., 65, 125013, 2020.

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 151,900千円

【ホームページ等】

nirs.qst.go.jp/usr/medical-imaging/ja/study/main.html
yamaya.taiga@qst.go.jp