

## 第14回杏林医学会研究奨励賞受賞報告

白 川 佑 也

杏林大学医学部附属病院 放射線部

この度は、第14回杏林医学会研究奨励賞を賜り、大変光栄に存じます。ご選考いただいた選考委員の先生方、杏林医学会の関係者の皆様方に深く感謝申し上げます。本研究の遂行および論文執筆に際し、多大なるご指導とご支援をいただきました須山淳平教授(医学部放射線医学教室)、松友紀和先生(現川崎医療福祉大学 特任准教授)をはじめとする関係者の皆様方に心より御礼申し上げます。

受賞対象論文は「Feasibility of noise-reduction reconstruction technology based on non-local-mean principle in SiPM-PET/CT. Phys Med. 2024; 119: 103303.」です。本論文では、シリコン光電子増倍管 (Silicon Photomultiplier, SiPM) を用いた Positron Emission Tomography (PET) / Computed Tomography (CT) システムにおける非局所平均 (Non-Local Mean, NLM) 原理に基づくノイズ低減再構成技術の実用性について検討しました。

PET 診断においては正確な定量化が重要であり、Standardized Uptake Value (SUV) が定量指標として広く用いられています<sup>1)</sup>。しかし、SUVは様々な因子の影響を受けやすく、特に臨床においてももっとも用いられている SUVmaxは画像ノイズの影響を強く受けます<sup>2)</sup>。従来のノイズ低減法であるガウシアンフィルタ (GF) は、ノイズの低減と同時に信号の平滑化も行うため、部分容積効果により定量値の過小評価が生じることが課題となっていました<sup>3)</sup>。

これに対して、エッジ保存フィルタの一つである NLM は、ノイズを低減しながら PET 信号や基礎構造を保持するため、GFと比較して信号損失が少なく、より効果的なノイズ抑制が可能とされています<sup>3)</sup>。近年、SiPMを用いた PET/CT システムが臨床使用されるようになってきました。SiPM検出器は優れた空間分解能および Time-of-Flight (TOF) 時間分解能を有し、従来型の PET 装置では困難であった小病変に対する検出能の向上が可能となります。したがって、空間分解能が向上した SiPM-PET における NLM の使用は、従来法と比較してより少ない信号損

失でより定量性高く病変検出が可能になると考えられます。

本研究では、SiPM-PET/CT システムにおける NLM 再構成技術の定量性を、ファントムおよび臨床画像を用いて評価しました。評価には、直径 4 ~ 13 mm の微小球を含む NEMA IEC ボディファントムと、肺癌 78 症例の臨床画像を使用しました。画像再構成は、従来の GF (4 mm) および Clear adaptive low-noise method (CaLM) の mild, standard, strong の各強度で行いました。

ファントム研究では、8 mm 球体において GF よりも CaLM が高い定量性を得られ、ノイズ低減効果は CaLM の強度が高いほど強くなることが示されました。

臨床画像では、全ての結節サイズにおいて CaLM の SUVmax が GF より高値を示し、直径 1 cm 以下の結節では、CaLM において GF より約 1.7 倍の定量性の改善を認めました。肝臓のノイズも CaLM で向上し、視覚評価では CaLM の mild と standard が診断に最適であることが示されました。

本研究の結果、NLM に基づく再構成技術である CaLM は、適切なパラメータ選択により、コントラスト向上とノイズ低減の両方において有効であり、特に小病変の定量性向上が明らかとなりました。SiPM-PET/CT システムにおいて、CaLM は GF と比較して部分容積効果を最小限に抑えながら、より高い定量精度と診断性能を提供できる可能性があります。今後は、様々な病変での評価や最適化されたパラメータ設定の検討を通じて、臨床応用の拡大を図っていく予定です。

## 参考文献

- 1) Boellaard R, Delgado-Bolton R, Oyen WJ, Giammarile F, Tatsch K, Eschner W, Verzijlbergen FJ, Barrington SF, Pike LC, Weber WA, Stroobants S, Delbeke D, Donohoe KJ, Holbrook S, Graham MM, Testanera G, Hoekstra OS, Zijlstra J, Visser E, Hoekstra CJ, Pruim J, Willemsen A, Arends B, Kotzerke J, Bockisch A, Beyer T, Chiti A, Krause BJ; European Association of Nuclear Medicine

- (EANM). FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2015 Feb; 42(2): 328-54. doi: 10.1007/s00259-014-2961-x. Epub 2014 Dec 2. PMID: 25452219; PMCID: PMC4315529.
- 2) Lodge MA. Repeatability of SUV in oncologic 18F-FDG PET. *J Nucl Med*. 2017; 58: 523-532.
- 3) Chan C, Fulton R, Barnett R, Feng DD, Meikle S. Postreconstruction nonlocal means filtering of whole-body PET with an anatomical prior. *IEEE Trans Med Imaging*. 2014; 33: 636-50.