

修士論文概要書

Master's Thesis Summary

Date of submission: 01/07/2021

専攻名 (専門分野) Department	物理学及 応用物理学専攻	氏名 Name	佐藤 将吾	指導 教員 Advisor	片岡 淳 印
研究指導名 Research guidance	放射線計測学	学籍番号 Student ID number	5319A031-3		
研究題目 Title	深層学習を用いたガンマ線スパース画像推定法の確立				

【研究背景】

核医学診断・治療の発展に伴い、近年では放射線可視化技術の需要が急増している。核医学検査において、画像の解像度や信頼性がデータの統計量により制限される場合がある。一方で、長時間の測定は患者の負担となるため、短時間の測定により高解像度・高精度な画像を生成する技術が求められている。そこで我々の研究チームは機械学習理論に着目し、低統計量画像からの高精度線源分布推定に挑戦した。本論文では、放射線検出器の一例としてコンプトンカメラ画像に対して、機械学習解析を適用し、効果を検証した。また、近年では ^{223}Ra を用いた核医学治療が認可され、普及が進んでいる。我々は治療時に放出されるガンマ線をコンプトンカメラにより可視化することに成功した。しかし、依然として統計量に課題があるため、本研究の技術により、さらなる画像改善に挑戦した。

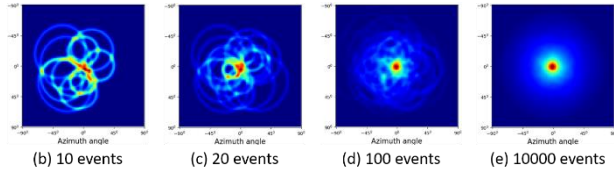


図 1: イベント数増加に伴う、アーチファクトの減少

【点線源測定画像に対する画像処理】

まず最初にコンプトンカメラで測定した点線源測定データに対して、機械学習技術を適用した。図 2 に示すよう、統計量不足により発生したアーチファクトが出力画像では低減した。また、SSIM, RMSE, PSNR の三種類の定量評価指標により画像の改善を確認した。

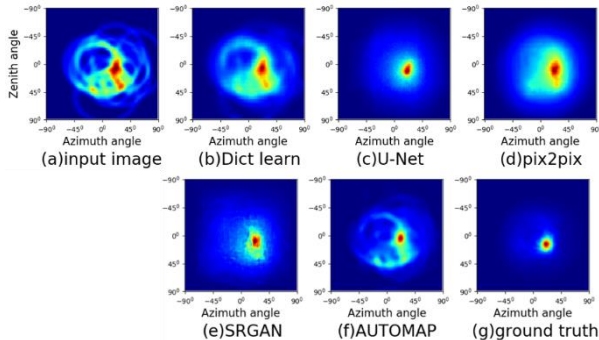


図 2: 統計量が不足している点線源測定データに対する機械学習解析の適用結果

【広がりを持つ線源測定画像への適用】

次に、広がりを持つ複数の線源を測定した画像に対して、機械学習技術を適用した。結果として、統計量不足により発生したアーチファクトを低減し、線源の形状も高精度で

再現した。実機のコンプトンカメラにより C 字型線源を測定したデータに対して機械学習を適用した結果を図 3 に示す。本研究の目的の一つは ^{223}Ra を用いた RI 内用療法における薬剤集積イメージングへの適用である。大阪大学医学部病院との共同実験で測定した患者データに対して適用を行った。結果として、機械学習を適用することによりノイズやアーチファクトの低減に成功した。

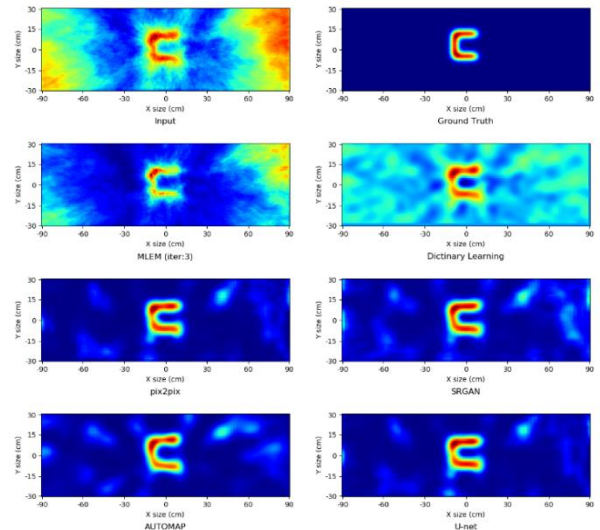


図 3: 実機のコンプトンカメラにより測定した C 字型線源に対して、機械学習技術を適用した結果

【技術応用と結論】

本技術は他の放射線測定器にも適用可能であるため、我々の研究チームでは最新の CT システムである Photon-counting CT のデータへ適用した。機械学習技術により画像改善や物質濃度推定精度の向上を実現した。また、医療分野のみならず、ガンマ線観測衛星 Fermi-LAT の観測データへの適用にも成功した。

本研究では、統計量不足のコンプトン画像に対して、機械学習技術を適用することにより画像の改善に成功した。今後の展望として、予測性能の向上やモデルの信頼性向上を目指し、研究を進めていく。

【研究業績リスト】

- [国際会議] S. Sato et al., "A simple identification of multiple-hit events to improve the image quality of fine-pixel scintillation detector", IEEE NSS/MIC (2020).
- [論文] S. Sato et al., "First application of super resolution imaging technique using a Compton camera", Nucl. Inst. And Meth. A 969, (2020) 164034.
- [論文] S. Sato et al., "High-statistics image generation from sparse radiation images by four types of machine-learning models", JINST 15 (2020)