

鉗子型ミニ PET 検出器の定量性改善に向けたシミュレーション

Simulation study for quantification improvement of a forceps-type mini PET detector

量研¹, 千葉大², 未来イメ (株)³ ○(M1)大橋遼太郎^{1,2}, 田久創大¹,

伊藤繁記³, 高橋美和子¹, 山谷泰賀¹

QST¹, Chiba Univ.², °Mirai-Imaging Corp.³ Ryotaro Ohashi¹, Sodai Takyu²,

Shigeki Ito³, Miwako Takahashi¹, Taiga Yamaya¹

E-mail: Ohashi.ryotaro@qst.go.jp

食道がんの外科的標準治療において、術後合併症は広範囲のリンパ節郭清と関連することが指摘されている。その一方で、切除されたリンパ節のうち、転移が認められたものはわずか5%であったという報告もあり、リンパ節郭清範囲の適正化は重要なテーマである。我々は、がん転移の診断指標として、ブドウ糖類似体である ^{18}F -FDG の集積量（放射能）に着眼した。臨床研究により、転移リンパ節について、感度 94.7%、特異度 78.7%の診断能が得られることが示唆された。そこで、術中にリンパ節の放射能を計測する装置として、把持鉗子の先端に搭載した1対のシンチレーション検出器によって、 ^{18}F からの消滅放射線を同時計数する鉗子型ミニ PET を開発している。この装置の放射線検出効率（感度）は、検出器と放射線源の位置関係に大きく依存するため、定量的な放射能測定のためには放射線源位置の取得が必要不可欠である。本研究では、検出器であるシンチレータ結晶（長さ 15 mm, 直径 10 mm の半割砲弾型）を 2×2 配列（A, B, C, D）に細分化し（Figure 1(a)）、ニューラルネットワーク（NN; Neural Network）を用いて、得られる16組の同時計数カウントから2次元線源位置（X, Z）を推定した。また、検出器と放射線源の幾何学配置条件と感度の関係について、一般化線形モデル（GLM; Generalized Linear Model）によりモデル化することで放射能を推定した。Geant4 シミュレーションにより、様々な幾何学配置条件下における16組の同時計数カウントと放射能についてのデータセットを作成し、NN モデルの学習と GLM 式の最適化を行った。その結果として、NN モデルの線源位置推定に関して、X, Z 座標ともに RMSE（Root Mean Squared Error）は 1 mm 以内となった。また、幾何学的配置条件を考慮しない場合（Figure 1(b)) に対して、GLM 式を用いれば、相対誤差は真値に対して 42%で改善の余地は残るが、放射能の真値と推定値の誤差の平均値は 0 付近となり大幅に改善された（Figure 1(c)）。

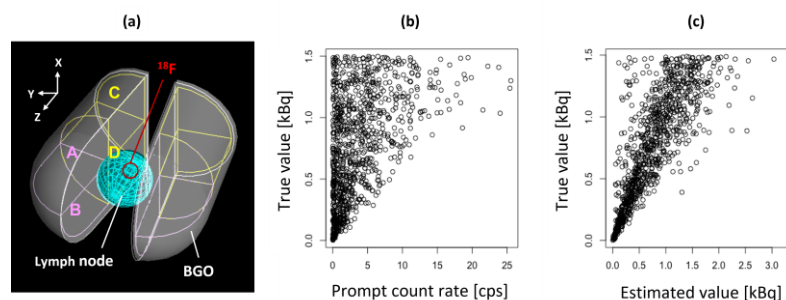


Figure 1. (a) the 2×2 arrayed detector and the lymph modeled by Geant4, (b) the relationship between the true activity and coincidence counts and (c) the relationship between true activity and the estimated activity obtained by the GLM.