

卒業論文概要書

2024年2月提出

所属学科	物理学科	氏名	菊池 優花	学籍番号	1Y20A013-0
研究題目	超解像度イメージングに向けた小動物用ガンマカメラの開発とその初期成果			指導員	片岡 淳

【研究背景・目的】

近年、RI 内用療法において、高い治療効果が期待される α 線放出核種が着目されており、中でも国内で生成可能な ^{211}At は様々な研究がされている。RI 内用療法において薬剤の生体内の分布を可視化することは重要である。

しかし、小動物のイメージングにおいては、現在使用されている人間用のSPECT以上の解像度が必要である。また分布を可視化するという目的のため一度に小動物の全身がイメージングできる装置が求められる。そこで、解像度を担保しつつ、かつ安価で簡単に利用できる大型装置の開発を目指し、本研究では一度でマウスの体全体のイメージングができる $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ サイズの小動物用ガンマカメラを製作した。シンチレータのピクセルピッチは製作に無理のない 0.5mm とし、さらに超解像度技術「サブピクセルシフト」を適用することでさらなる解像度の改善を目指した。

【装置の構成】

装置の基本はシンチレーション検出器であり、シンチレータはダイシング加工GAGGを用いた。 2.5cm 角のものを16枚用い、計 $10\times 10\text{cm}$ 、 200×200 ピクセルとした。光検出器はMPPCを用いており、4枚の $5\text{cm}\times 5\text{cm}$ のMPPCを隙間なく並べた。コリメータは 0.5mm ピッチのタングステンパラレルコリメーターを組み合わせた。

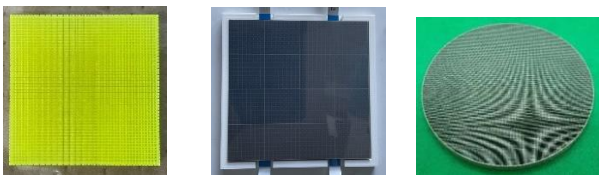


図1. 装置の構成

- (左) 2.5cm 角のダイシング加工GAGG
- (中央) $5\times 5\text{cm}$ サイズのMPPC4枚
- (右) $\Phi 100\text{mm}$ タングステンパラレルコリメーター

【撮影準備】

まず、遠方においた線源をコリメータなしで撮影するポジションマップを取得した。それをもとに反応位置補正およびエネルギー補正を行い、ピクセルごとのばらつきを調整した。

【 ^{211}At のイメージング】

大阪大学にて、 ^{211}At の 79keV のX線をターゲットとしたイメージングを行った。まず、一度目の撮影でスリットによる評価を行った。標準線源のときに用いた補正用データが取得できなかったこと、装置が未完成だったことが原因で、分解能は 1.0mm にとどまったが、改善の期待ができる結果となった。また、二度目の撮影では $\Phi 1\text{mm}$ のチューブの撮影を行い、さらにピクセルシフトを適用した。統計を揃えて比較したところ、超解像処理の前後で位置分解能が 16.8% 向上し、ピクセルシフトの有用性を示唆する結果を得た。

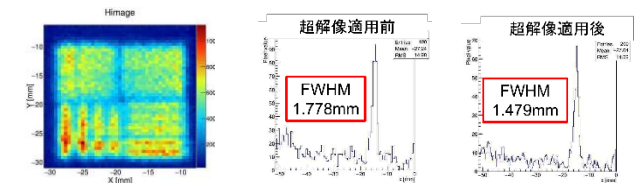


図2. ^{211}At のイメージング

- (左) スリットのイメージング結果
- (中央) $\Phi 1\text{mm}$ チューブ撮影の1D Projection
- (右) 同撮影の超解像適用後の1D Projection

【 ^{133}Ba 標準線源の撮影】

スリットを用いた解像度評価を行った。スリットの無いデータを取得し、除算することにより、試料の位置による強度のばらつきを補正することができた。その結果、分解能 0.8mm を達成した。

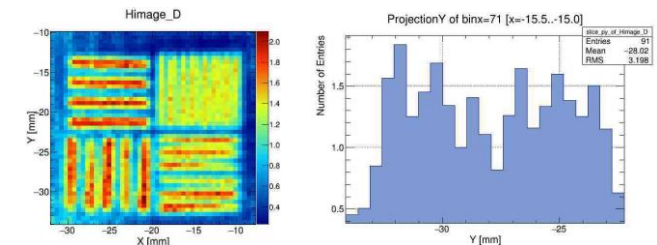


図3. 補正画像と 0.8mm スリットの1D Projection

【結論】

製作したGAGGカメラで ^{211}At のイメージングに成功した。また、 ^{133}Ba 標準線源撮影において、分解能 0.8mm を達成した。さらに、サブピクセルシフトの有用性を示唆する結果が得られた。