

修士論文概要書

Master's Thesis Summary

Date of submission: 2021 / 1 / 5

専攻名 (専門分野) Department	物理学及 応用物理学専攻	氏名 Name	木地 浩章	指導 教員 Advisor	片岡 淳 印 Seal
研究指導名 Research guidance	放射線応用 物理学研究	学籍番号 Student ID number	CD 5319A024-0		
研究題目 Title	治療診断統合型スペクトラル CT に向けた低濃度ナノ薬剤イメージングの実証				

【研究背景・目的】

X線CTは胸部、腹部の診断に強みを持つ画像診断装置だが、高い被ばく量やモノクロ画像しか再構成できない課題を抱えている。そこで、こうした課題が解決可能な光子カウンティング CT(PCCT)が提案されている。我々は MPPC と高速シンチレータという新たな組み合わせにより PCCT を実現し、「低被曝化(1/10 以下)」と物質の K 吸収端を利用した「カラー画像再構成」を実証した。

近年、腫瘍の診断と治療の両方を担うナノ薬剤開発が盛んに行われているが、現時点で、投与した薬剤の正確な動態を把握する術を有していない。そこで我々は、Au や Pt 等の K 吸収端を識別可能な PCCT ならば薬剤モニタリングが可能であると考えた。本研究では、「高線量下のデータ補正」と「新たな造影剤濃度推定法の実装」により、PCCT を使用した低濃度ナノ薬剤イメージングに挑戦した。

【管電流変化と画像ノイズ】

統計量を稼ぐために管電流量を増加させると、パイルアップによるエネルギー情報の損失が生じていた。そこで、取得した X 線データを補正し、正しいエネルギー情報の取得を試みた。管電流を増加させた時の SD 値の変化を図に示す。理論通り CT 画像の画質が統計量の平方根に反比例することを、我々の CT システムで実証できた。また線量を上げるほど高い CNR を実現できており、コントラストの小さい低濃度の薬剤も描画できることを示唆している。

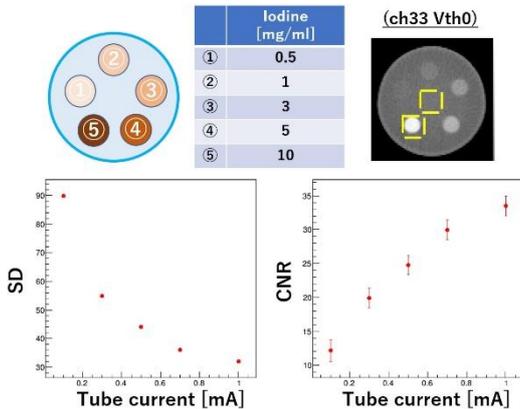


図1 上部)撮影ファントムと ROI ポジション, 下部)管電流と SD, CNR の関係

【ナノ薬剤イメージング(AuNp, PtNp)】

抗がん剤が修飾されたナノ薬剤を腫瘍に堆積させることで、腫瘍の診断と抗がん剤による治療を同時に担うことができる。そこで、我々は MPPC 型 PC-CT による低濃度ナノ薬剤イメージングに挑戦した。図2に示すように各 5mg/ml の金ナノ粒子(AuNp), プラチナナノ粒子(PtNp) カラーイメージングに成功した。

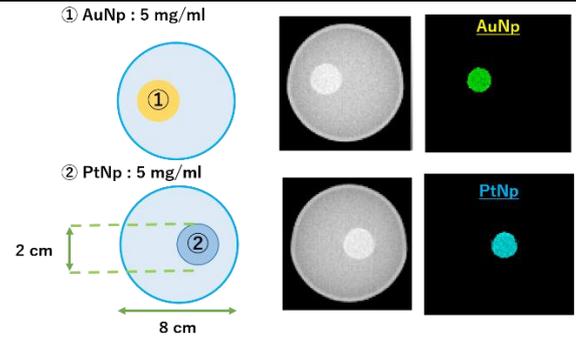


図2 左から順に,ファントム模式図,モノクロ画像(Vth2),カラー画像(緑:AuNp 青:PtNP)

【混合ファントムイメージング(PtNp & I)】

造影剤を修飾したリポソーム内に薬剤を封入し人体に投与することで、抗がん剤の副作用軽減と腫瘍への集積効果の向上が期待される技術をドラッグデリバリーシステム(DDS)という。今回 DDS を模擬するため、造影剤であるヨードと PtNp の混合ファントムを用意した。そのイメージング結果を図3に示す。低濃度の薬剤が混合されている場合でも、それらを識別しカラーで描画する事に成功した。

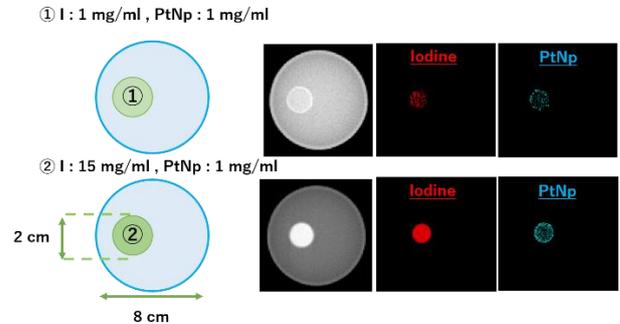


図3 左から順に,ファントム模式図,モノクロ画像(Vth2),カラー画像(赤:ヨード 青:PtNP)

【まとめと今後の展望】

本研究では、MPPC 型 PCCT において低濃度ナノ薬剤イメージングに成功した。今後は、更に低濃度の薬剤イメージングに向けた機械学習の適用や高速シンチレータ開発を進め、マウスなどの生体イメージングを目指す。

【研究業績】

【国内学会】

1. 木地浩章 他, “次世代カラーX線CTに向けた複数造影剤イメージングの実証”, 応用物理学会, 東工大, 2019,03.09-12

【国際学会】

2. H. Kiji et al., “Demonstration of material identification and simultaneous imaging of multiple contrast agents using a novel photon counting CT” IEEE MIC, Manchester, U.K., 2019.10.30-11.02
 3. H. Kiji et al., “64-channel photon-counting computed tomography using a new ceramic multi-pixel photon counter” HSTD12, Hiroshima, Japan, 2019 12.14-18
- 【査読付論文】
4. H. Kiji et al., “64-channel photon-counting computed tomography using a new MPPC-CT system” NIM-A, 984, 2020, 164610