

# 卒業論文概要書

2022年2月提出

所属学科	応用物理学科	氏名	匂坂真結	学籍番号	1Y18B046-9
研究目	スペクトラル CT 画像を用いた物質弁別と雑音低減の研究			指導員	片岡 淳

## 【研究の背景と目的】

X線 CT は人体の断層画像を取得することができる医療診断装置である。現行の CT は撮影が短時間で終わることや体内に金属があっても撮影できることから現代の医療診断には不可欠であるが、エネルギー情報の欠如や被ばく量の多さといった問題も存在する。そのため現在 Photon-Counting CT (PCCT) と呼ばれる、入射光子を数えることによりイメージングを行う CT が注目されている。PCCT はエネルギー帯別の画像の取得が可能であり、被ばく量低減も期待されている。その検出器には直接変換型である半導体の使用が検討されているがレート耐性やその高価さから普及には至っていない。そこで本研究ではシンチレータと MPPC をカップリングした間接変換型検出器を用いている。本研究ではその MPPC 型 PCCT を用いて物質弁別と雑音低減を行った。物質弁別では体内組織や体内に存在する造影剤の抽出を目的とし、より定量的なエネルギー帯別の CT 画像から物質の特定に挑戦した。雑音低減では特に高エネルギー画像に見られる統計不足によるノイズの改善を目指した。

## 【CT 値を用いた物質弁別】

PCCT と同じくスペクトラル CT で、二つのエネルギー帯を有する Dual Energy CT (DECT) には CT 値を軸にとりプロットをすることで物質弁別を行う方法が存在する。CT 値とは水を基準とした CT 画像のコントラストの値である。本研究ではその物質弁別方法を PCCT に応用した。用いた PCCT にはエネルギー帯が 6 個存在するため、各エネルギー帯の CT 値を縦軸横軸にとりプロットし、最適なエネルギー帯の組み合わせを検討した(図 1)。各物質のプロットが 1 点を中心として集積し、物質の K 吸

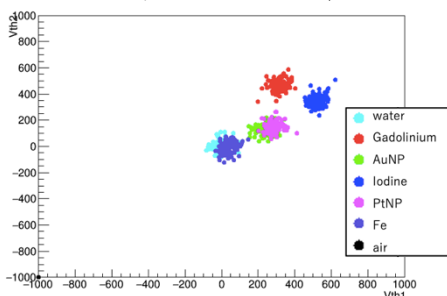


図 1 異なるエネルギー帯で求めた CT 値の 2 次元プロット

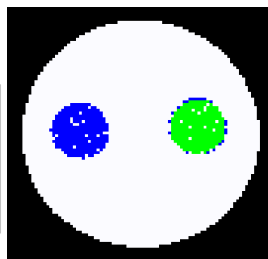


図 2 ヨードと Pt の物質弁別画像

収端の推移も確認された。このグラフを用いて造影剤に用いられるヨードと抗癌剤に用いられる Pt の物質弁別を試みた(図 2)。グラフで示されるプロットの誤差の範囲内に入っているピクセルを抽出している。

## 【CT 画像の雑音低減】

統計不足から現れるノイズの低減を目指し、逐次近似による雑音低減を行った。6 種類の正則化関数を比較し、グリッドサーチを用いパラメータを調整した。逐次近似は画像が収束するまで、もしくは定めた条件に達するまで行い、画像の比較はピクセル間のばらつきを表す CNR とエッジの強調を示す MTF を用いて行った。その中でも式(1)の関数はエッジを比較的保ったままノイズ成分の低減が可能であった(図 3)。 $\mu$  はパラメータである。

$$\phi(x) = |x| - \mu \log \left( 1 + \frac{|x|}{\mu} \right) \quad (1)$$

また雑音低減画像を用いて濃度推定を行った。さらにパラメータの調整を行うことでピクセル間のばらつきが小さくなり、より正確に小さい誤差で濃度を求めることに成功した。

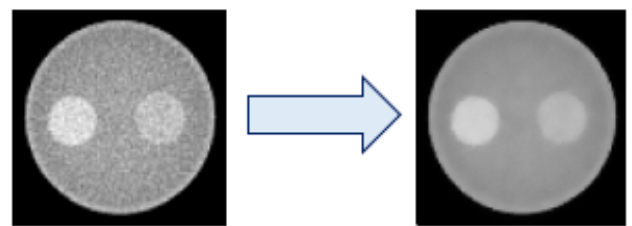


図 3 雑音低減前後の画像比較

## 【まとめと今後の展望】

本研究では物質弁別と雑音低減を行った。物質弁別では CT 値を用いた方法を PCCT に実装し、ヨードと Pt の弁別に成功した。雑音低減では式(1)で示した正則化関数を用いることで CT 画像のノイズを低減することが可能であった。今後の展望としては物質弁別では今回扱った CT 値の物質弁別と実効原子番号や電子数密度を組み合わせ、体内の薬剤動態可視化に繋がるシステムを検討している。さらに雑音低減に適した正則化関数の検討と逐次近似による画像再構成を行うことを考えている。