

平成18年度奨励研究

「脳血管疾患診断のための超高感度CCDカメラ

を用いたX線CT撮像システムの構築」

放射線技術科学科	助手	原 秀剛
放射線技術科学科	教授	西村克之
放射線技術科学科	教授	阿部慎司
放射線技術科学科	助教授	佐藤 斉
放射線技術科学科	嘱託助手	原 敏

1. 研究目的

今日の医学の進歩はめざましく、画像診断分野においてはX線CTやMRIなどの高度先端医療機器は必要不可欠である。特に救急医療においては、検査の安全性や簡便性からMRIよりもX線CTの頻度が多く、その存在なくしては診断が成り立たない程である。

1970年代当初にX線CT装置が発表されてから現在に至るまで、装置の改良が加えられ年々進化し続けている。近年はMDCT (multi-row detector CT) 或いは、マルチスライスCTと呼ばれる体軸方向に検出器が複数列並んだCT装置が普及している。MDCTは従来と比較して、広範囲・高分解能のデータを短時間に収集できることや3次元画像へ比較的簡便に再構成できることから、その有用性が注目されている¹⁾。

しかし、脳血管疾患における早期脳梗塞や脳出血に対するX線CT検査では、コントラスト差が微弱な物質に対する描出能に限界があり、治癒効果が高い発症から6時間以内の病巣描出が困難とされている。このことから、特に救命救急時にはX線検査による早期発見・治療が望まれている。

そこで、これらの急性期脳梗塞の描出を最終目的とし、X線エネルギースペクトルの変化によるエネルギー差を用いて低コントラスト強調画像が取得できる新たな撮像システムを考案した。

本年度は、上記システム作製の基礎となる蛍光増感紙-I. I付き超高感度CCDカメラ系を用いたX線CTシステムを試作したので報告する。

2. 研究方法

a 投影像の取得

実験配置の概要図をFig. 1に示す。一般撮影用X線発生装置（日立メディコDHF-155H）を用いて、ファントムを透過したX線を蛍光増感紙（Fuji HR-8）へ入射させ、その発光によって得られる光学像の散乱光を減弱させるために平面鏡（カトウ光研）で直角方向に反射させ、超高感度CCDカメラ（光学的I. I. 付：ANDOR TECHNOLOGY DH5H7-18F-13）で撮像した。可視光を対象とするため、ファントム、増感紙、平面鏡およびCCDカメラは内部が全暗となるボックス（塩化ビニル製・特注）で完全に覆い、増感紙の発光以外の光をCCDカメラが検出しないようにした。

また、ノイズを軽減させX線を効率よく利用するために、ボックス前面にX線検出器（NUCLEAR ASSOCIATES X-ray Output Detector 07-451）を設置し、この信号により撮像同期をかけ、1画像あたりマトリクスサイズ512×512（1ピクセル0.2mm）、グレイレベル16ビットの投影像を取得した。

ファントムは、水で満たされたアクリル製の水槽にPP（ポリプロピレン）、PE（ポリエチレン）、ABS（アクリロニトリルブタジエンスチレン）、Nylon（ナイロン）、PMMA（アクリル）およびPOM（ポリオキシメチレン）をFig. 2のように配置し、回転ステージに接続しているモータドライバをパルスコントローラにより遠隔操作で回転させ、任意の回転角度の投影像の取得ができるようにした。

さらに、茨城県立医療大の原らが開発中の脳血管疾患評価用ファントム²⁾を用いて、既存X線CT撮影から、おおよその撮影条件³⁾を算出し、システムに適用した。

b 画像再構成プログラム

ファンビーム、コーンビーム画像再構成プログラムは、Image J(NIH)のplug-in機能によるJAVA言語を用いて開発⁴⁾し、撮影条件や投影数の違いによる各再構成画像を得た。

3. 研究結果

撮影条件設定や撮像系配置を選定し、投影像からサイノグラム、ファンビーム、コーンビーム再構成

画像を得ることができた。Fig. 3(a)に投影数512, (b)に投影数256, (c)に投影数128のファンビーム再構成画像の例を示す。再構成画像から水中のX線吸収差が少ない物質は、コントラスト差が不明瞭な傾向にあり、今後はCCD感度, X線撮影条件, 散乱線除去, フィルタを用いた線質の変化等を検討する必要がある。

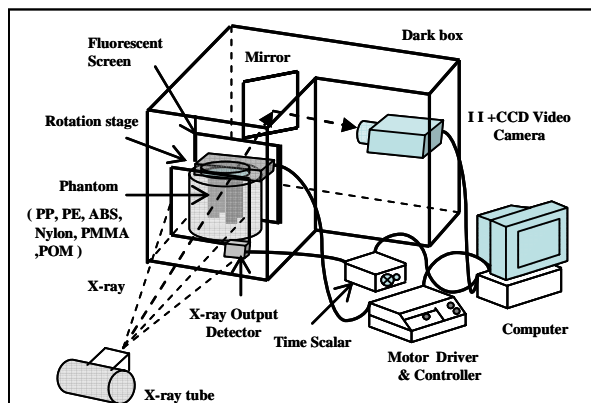


Fig.1 Schematic diagram of X-ray CT system

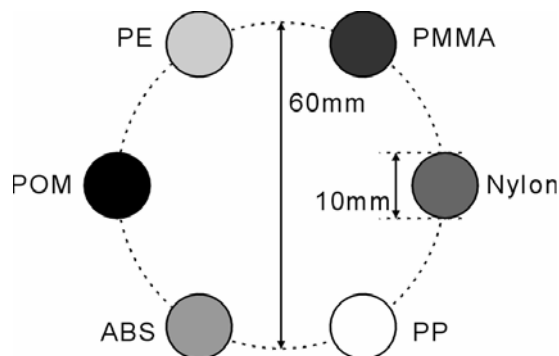


Fig.2 Density resolution phantom

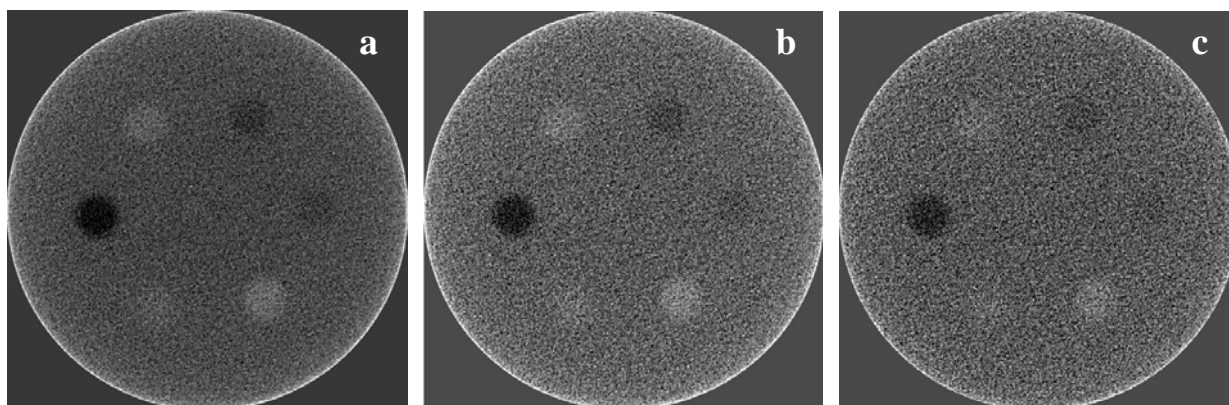


Fig.3 Reconstructed image of Density resolution phantom (a)512 projection,(b)256 projection,(c)128 projection

4. 考察(結論)

本研究により、蛍光増感紙 - 超高感度CCDカメラ系を用いたX線CTシステムを試作し、断層画像を作成した。撮影条件等の改善の余地はあるが、ある程度のコントラストを得ることができ、急性期脳梗塞の描出を最終目的とした新CTシステムへのステップとすることができた。

また、本システムによりX線による投影像の取得から画像再構成に至る一連の過程を体験することで、X線CT装置についてさらに理解が深まり、診療放射線技師養成教育用教材としても有用と考えられる。

5. 成果の発表(学会・論文等, 予定を含む)

- 1) 高橋良幸、原秀剛、西村克之、五十嵐まみ子、原敏、佐藤斉、阿部慎司：診療放射線技師教育のための超高感度CCDカメラを用いたX線CTシステムの試作, 日本医学物理学会第93回学術大会(横浜) 2007年4月(発表予定)
- 2) 原敏、西村克之、村石浩、阿部慎司、原秀剛、高橋良幸、五十嵐まみ子：ImageJによる診療放射線技師養成向け画像再構成ソフトの作成：IV. Feltkamp法によるコーンビームCTの投影及び画像再構成, 日本医学物理学会第93回学術大会(横浜) 2007年4月(発表予定)

6. 参考文献

- 1) McCollough CH, Zink FE : Performance evaluation of a multi-slice CT system •1999• Med Phys ;26•2223-2230
- 2) 原秀剛, 井上年幸, 他: 頭蓋内疾患評価用X線CTファントムの試作—急性期脳梗塞模擬モデルの評価—; Jpn J Med Phys 2006 ; 26[Suppl.3]: 183-184
- 3) 原秀剛, 井上年幸: 急性期脳梗塞描出のための撮影条件の検討; 日本放射線技師会誌Vol.26.No.648 2006:254
- 4) 原敏, 西村克之, 他: ImageJによる診療放射線技師養成向け画像再構成ソフトの作成: III. ファンビームCTの投影及び画像再構成; Jpn J Med Phys 2006 ; 26[Suppl.3]: 193-194