

# 新しい医用X線デジタル画像システムの 画質とその臨床応用に関する研究

1997年1月  
(平成9年)

小倉敏裕

氏名(本籍)	小倉敏裕(滋賀県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	乙第3号
学位授与年月日	平成9年3月25日
専攻	電子情報システム工学専攻
学位論文題目	新しい医用X線デジタル画像システムの画質とその臨床応用に関する研究
学位論文審査委員	(主査)教授 藤田 廣志 (副査)教授 小鹿 丈夫 教授 田中 嘉津夫

## 論文内容の要旨

我が国では消化管の癌が多く、働き盛りの多くの人命を奪ってきた。癌を征服するには早期発見、早期治療が極めて重要であることは論ずるまでもない。早期発見はX線画像を用いた集団検診が最も効率的であるとされているが、検診能力の限界や、放射線被曝に対する不安、費用の問題等があり、これらを解決する研究、開発が望まれている。1895年にX線がレントゲンによって発見され、医療に利用されて以来、消化管の撮影、診断領域においても、スクリーン/フィルムシステムを用いたアナログX線画像のもとで診断技術が進歩発展してきた。しかし、新しい医用X線デジタル画像システムを開発することにより、アナログX線画像システムにはない即時画像表示による診断の迅速化や被曝線量低減、三次元画像構築による新しい検査方法の開発など、さらなる発展が期待できる。

1988年、癌研では日立メディコ(株)と共同研究のもと、2048×2048マトリックスを有する従来にない高精細タイプのイメージンテンシファイア(Image Intensifier, 以下、II)と2100本系のTVカメラを組み合わせた(以下、II/TV)デジタルラジオグラフィ(以下、DR)の研究開発に着手した。そして、1990年、世界に先駆け開発に成功し、臨床応用に関する研究を開始した。

本論文では、本装置による臨床応用を行うにあたって、画質特性および被曝等の物理的な特性を詳細に調査し、新しいデジタル画像システムが有する利点を生かした臨床応用の研究についてまとめた。

本論文は六つの章から構成され、ここに、各章の要旨を述べる。

第1章では、本研究の社会的背景についてまとめ、本論文の目的と内容について述べる。

第2章では、本装置の概要を述べ、画質や線量等の物理特性を工学的な見地から評価した。主な画像評価項目として、入出力特性、解像特性、ノイズ特性、低コントラスト被写体検出能を取り上げ、被曝線量との関係を中心に評価した。デジタルX線画像はデジタル画像に固有な種々の問題が存在するため、アナログ画像と比べ必然的に画像特性が異なり、画像の評価方法も異なった手法を必要とする。デジタル画像の定量的な画像評価を行うことにより、従来のアナログシステムや異なったデジタルシステムとの画質を比較し、消化管X線検査への適用の可能性を確認した。

第3章ではデジタル画像の有する利点を生かした上部消化管集団検診システムの構築を試みた。第2章における画質や線量等の評価の結果、消化管の精密検査に十分適用可能であることが確認されたが、短時間に、多人数の被検査者の検診を効率良く行うには、マトリックスモードや画像圧縮等の検討が必要となった。これは、画像データであるがゆえに1日に発生するデータ量は数GBにも達し、画像表示時間や、画像転送時間が長くなり、撮影や読影に支障をきたすためである。解像特性や、低コントラスト被写体検出能、臨床画像を用いた画像評価の結果、適切な画像圧縮率やマトリックスモードが決定され、完全フィルムレスの上部消化管集団検診システムを構築することができたので、これについて述べる。

第4章ではシステムにおける画像のデジタル化による得失を把握し診断能の向上を目指した。第3章で構築した上部消化管集団検診システムは完全CRT診断を行った世界で最初のケースであると考えられ、アナログX線画像のみを扱ってきた撮影者、読影者にとってもまったく経験のない未知の世界であった。本検診システムを1年間使用した時点で、従来使用していた100mm-filmとII/TV-DRとを比較することによって、極端な画像濃度によって生ずる画像の欠損率や、臨床画像評価、読影時間を調査した。

第5章では、II/TV-DRの応用展開として大腸の三次元画像構築を構想した。その予備研究として、ヘリカルスキャンCTを用いた直腸癌の三次元表示を行い、その診断能や問題点を考察した。はじめに、II/TV-DRを用いた三次元画像構築の概略を記し、つぎに、ヘリカルスキャンCTを用いた三次元画像構築の原理および撮影方法、解像力について述べる。そして、ヘリカルスキャンCT法と注腸検査法の被曝線量を比較、調査した。手術直前の癌転移検索のために施行される直腸癌のCT検査時のヘリカルスキャンCTデータを利用し、内視鏡画像と同様な画像が観察できる直腸三次元画像を構築した。三次元構築画像と内視鏡画像や注腸画像の比較において、また、検査法としての利点、欠点を考察し、大腸集団検診の受容度と精度を満足する可能性があるかどうかを検証した。

第6章では本研究の成果を総括し結論としてまとめた。

これら一連の研究は、X線画像データがデジタルであってはいじめて診断能や診断効率の発展性が示唆される。デジタル画像の定量的な画像評価や臨床応用の研究により、本装置の応用範囲の拡大が加速され、多くの医療現場において人命を助け、クオリティオブライフの向上を導くと確信する。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、1988年より癌研において行われてきた、従来にない2048×2048マトリックスを有する、イメージンテンシファイア(Image Intensifier)と2100本系のTVカメラを組み合わせたデジタルラジオグラフィ(以下、II/TV-DR)の研究開発に続く、画質や被曝線量などの物理評価とその臨床応用に関する研究について述べている。

本論文によって得られた成果は以下のとおりである。

1. 本装置のデジタル画像の定量的な画像評価を行うことにより、従来のアナログシステムや異なったデジタルシステムとの画質を比較し、消化管X線検査への適用が可能であることを示している。特に、入出力特性、解像特性、ノイズ特性、低コントラスト被写体検出能は、アイリス口径と撮影画像のピクセル値と線量が複雑に組み合わせられて決定されていることを実証し、また、撮影被曝線量は従来のX線写真シス

テムの約7.3%～約27.4%に低減できることを確認している。

2. 解像特性や、低コントラスト被写体検出能、臨床画像を用いた画像評価の結果、適切な画像圧縮率やマトリックスモードが決定され、おそらく世界で初めての完全フィルムレスの上部消化管集団検診システムを構築した。

3. II/TV-DRの応用展開として、空気を造影剤として使用する、大腸の三次元画像構築を構想した。その予備研究として、ヘリカルスキャンCTを用いた直腸癌の三次元表示を行い、その診断能や問題点を考察している。本法は注腸検査に比べ、少ない被曝で、空気を造影剤として使用するため安全性が高く、撮影時間も25秒程度で済み、被検者の負担がかなり軽減することを確認している。

注腸検査や内視鏡検査のように、撮影技術に依存することなく、非侵襲的で、速やかに検査を行うことができる。また、腫瘍や腸粘膜、肛門等の三次元的な位置関係の把握に威力を発揮し、内視鏡では観察不可能な位置からの観察や、癌などによる狭窄により内視鏡が通過しない腸管も、危険を伴うことなく観察、情報の収集ができる等の利点が認められた。ヘリカルスキャンCTでは透視が不可能なため、安全に十分な空気を大腸内に送り込まれたか確認できないなどの問題を有する。透視観察の可能な本II/TV-DRを使用したCT(II/TV-DR-CT)の開発によって、将来、全大腸の三次元画像構築による検査法の確立が可能であろうとしている。

本論文は、本装置による臨床応用を行うにあたって、画質特性および被曝等の物理的な特性を詳細に調査され、新しいデジタル画像システムが有する利点を生かした臨床応用の研究についてまとめられており学術上、実際上の価値は極めて高い。

これら一連の研究は、X線画像データがデジタルであってはじめて診断能や診断効率の発展性が示唆され、非侵襲で内視鏡画像と同様な画像が観察できる斬新な検査法である、大腸の三次元画像構築も生まれた。デジタル画像の定量的な画像評価や臨床応用の研究により、本装置の応用範囲が拡大され、多くの医療現場において人命を助け、クオリティオブライフの向上を導いている。よって本論文は博士(工学)の学術論文として価値のあるものと認める。