

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 11 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24300179

研究課題名(和文)患者放射線被曝情報の総合管理システムの研究開発

研究課題名(英文)Improvement of patient dose management: Development of a patient radiation dose evaluation system

研究代表者

千田 浩一(CHIDA, Koichi)

東北大学・災害科学国際研究所・教授

研究者番号：20323123

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：RIS(Radiology Information Systems)を用いたX線一般撮影領域における患者被ばく管理システム(面積線量計の有無に対応できるシステム)を構築した。面積線量計とMPPSインターフェイス(IF)による新管理システムの開発した。面積線量計を使用しない管理システムも開発した。すなわち撮影ごとの入射皮膚線量(Gy表示)をRIS画面に自動的に表示する仕組みを構築した。次に線量管理ソフトを自作し、Radiation Dose Structured Report (RDSR)を用いてCT検査における線量情報を収集するシステムを構築した。血管造影IVRの患者被曝管理システム構築した。

研究成果の概要(英文)：Patient dose management using DICOM header files is becoming common. However, some problems have become apparent, because dose information may be stored in 'private' fields in many instances and dose units vary among manufacturers. Furthermore, it is not uncommon to find that a DICOM header file has no dose information. Therefore, it is imperative to standardize DICOM header dose information. Some recent reports have described the usefulness of patient dose management using DICOM SR. However, the use of DICOM SRs in X-ray systems is currently very limited. We have developed a dose-management system using an RIS and an MPPS interface. Both radiographic information from the X-ray system and dosimetric information from the DAP meter can be sent to the RIS using the MPPS interface. To improve dose management, it is necessary to use a combination of DICOM and an RIS system.

研究分野：放射線科学

キーワード：放射線

### 1. 研究開始当初の背景

日本国民は、一般 X 線撮影や透視や X 線 CT 等々の多くの画像診断モダリティによる放射線検査の恩恵を受けている。さらにそれらの多くの画像診断モダリティによる放射線検査を繰返して受けている場合も少なくない。しかし、各々の放射線モダリティの被曝データを統合して一括管理できるシステムはない。

福島原発事故以降、医療被ばくに対する国民の関心が高くなってきている。それに伴って、最近患者から放射線検査時の被ばく線量の問い合わせが増加している。

一般 X 線撮影検査においては、今までほとんどの医療機関では患者個々の被ばく線量の情報管理は行われておらず、被ばく線量の管理体制が整っていなかった。

近年、X 線撮影装置のデジタル化が進み、一般撮影においても、DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) フォーマットで画像の保存が出来るようになってきている。DICOM とは元々、米国放射線学会と米国電子機器工業会が開発した規格であり、画像規格と通信規格の両方の情報を含んでいる規格である。この DICOM 規格には線量関連情報も含むことができる。しかしながら DICOM 準拠をうたっているが画像データやテキストデータの取扱がメーカ独自のものである場合もあり、完全な DICOM 準拠は存在しない現状もある。現在医療画像として標準となっている DICOM 画像は、ヘッダー情報として種々の情報を持つことができる。情報の番地が予め制定されているパブリックタグと、施設ごとに自由に設定ができるプライベートタグが存在する。パブリックタグの中に線量情報のタグも準備されており、最近の X 線 CT 装置や血管撮影用 X 線装置では、そのヘッダーの線量情報を利用可能なものが多い。しかし一般 X 線撮影領域では、被ばく線量の情報を DICOM ヘッダー情報に送る手段が確立されておらず、DICOM ヘッダー情報を利用可能なものはない。一般 X 線撮影は、1 検査の被ばく線量は少ないものの撮影件数は非常に多く、その被曝管理は無視できなくなっていると考えられる。

### 2. 研究の目的

当研究では、患者個々の様々なモダリティからの放射線被曝情報を統括して管理できる、患者医療放射線被曝管理システム構築を目指す。まず本研究では、新しく RIS (Radiology Information Systems) を用いた X 線一般撮影領域における患者被ばく管理システム (面積線量計の有無に対応できるシステム) を開発する。さらに 1 検査当たりの被曝線量が多い、X 線 CT と血管造影 IVR における DICOM を利用した患者被曝線量管理システムの構築等について検討する。

### 3. 研究の方法

## (1) RIS を用いた患者被ばく管理システムの構築

現在はほとんどの医療施設が導入されている RIS を使用したシステムを検討した。特に X 線一般撮影領域における患者被ばく管理を行うため、面積線量計の有無に対応した RIS を用いた患者被ばく管理システムを構築する。

### 面積線量計と MPPS インターフェイス (IF) による新管理システムの開発

使用した RIS は、Rapid eye Agent (東芝メディカル) である。X 線装置は以下の 2 台を主に使用した。

装置 1: FPD (FLAT PANEL DETECTOR) システム、DR CALNEO U (富士フィルムメディカル) FPD コンソール: Console Advance (富士フィルムメディカル) X 線発生器: MRAD-A80S/5H (東芝メディカル)

装置 2: CR (COMPUTED RADIOGRAPHY) システム、FOR PRELIO U (富士フィルムメディカル)、CR コンソール: Console Advance (富士フィルムメディカル) X 線発生器: KXO-80G (東芝メディカル)

### -1 面積線量計の DAP (Dose Area Product) による被曝管理

面積線量計からの線量情報 DAP を MPPS IF を設置し RIS で管理する新方法を開発した。使用した面積線量計は、DIAMENTOR M4 (PTW)、MPPS IF は DIAMENTOR DICOM MPPS IF (システムソフト) である。

### -2 患者入射皮膚線量による被曝管理

患者被曝線量は一般的に入射皮膚面線量 (吸収線量、Gy) が用いられている。そこで上記 -1 のシステムを活用し、面積線量 DAP を入射皮膚面線量に変換 (照射野面積等で補正) し、RIS で表示し保存管理するシステムを構築した。RIS 内に下記の計算式を入力し簡易的な皮膚面線量を表示させるようにした。

皮膚面線量 =  $(DAP/A) \times B \times C$   
A は入射皮膚面の照射野面積:  $32.4^2$  (cm<sup>2</sup>)  
B は後方散乱係数: 1.3  
C は空気-皮膚の質量吸収係数比: 1.06

### 面積線量計を使用しない管理システムの開発

まず面積線量と撮影線量 (mAs) の関係を確認するため、基礎的検討を行った。実際の患者による胸部正面撮影において、照射野サイズが 17×17 インチ、17×14 インチ、14×14 インチが含まれる、FPD システムを用いて実際に撮影した患者 297 名 (表 1) について、撮影線量と面積線量から回帰直線を求め、回帰係数の有意性の検定を行った。

次に面積線量計が設置されていない一般撮影装置において、胸部ファントムを用いて撮影線量 (mAs) と X 線測定器 Raysafe Xi (Unfors) で実測した皮膚面線量 (Gy) から関係式を求めた。撮影条件は管電圧 120kV を用い、撮影線量を 1mAs から 9mAs まで段階的に変化させた。その関係式から導き出した撮影ごとの結果 (入射皮膚線量 Gy 表示) を RIS 画面に自動的に表示する仕組みを構築した。

表 1:基礎検討における患者年齢

	年齢 (才)			
	最低値	平均値	最高値	中央値
男性	18	65.4	93	67
女性	20	64.3	91	59
全体	18	65.0	93	67

### (2) X線CTの患者被ばく管理

Radiation Dose Structured Report (RDSR) を用いて CT 検査における線量情報を収集するシステムを構築する。RDSR ファイルの取得は、RIS より実験用の CT 撮影オーダを発行しこのオーダを使用し CT 装置 3 機種 (SOMATOM Definition, SOMATOM Definition Flash: SIEMENS, Aquilion ONE Vision Edition, 東芝) にて CTDI 測定用ファントムを撮影し、CT 装置本体より CD へ出力し RDSR を取得した。また画像と RDSR を picture archiving and communication system (PACS) へ送信し、検像システムの機能を用いて CD へ出力し RDSR を取得した。

次にフリーソフトによる RDSR ファイルの確認を行った。今回 RDSR の内容を表示するソフトとして、フリーソフト「Create DICOM」 (<http://tetu200812.web.fc2.com/>) を使用した。また RDSR ファイルのダンプリストやメタヘッダを確認するために、フリーのバイナリエディタ「Sante DICOM Hex Viewer」 ([http://www.santesoft.com/win/sante\\_dicom\\_hex\\_viewer/sante\\_dicom\\_hex\\_viewer.html](http://www.santesoft.com/win/sante_dicom_hex_viewer/sante_dicom_hex_viewer.html)) を使用した。

次に線量管理ソフトを開発した。RDSR を使用した線量管理ソフトの開発には Visual C# 2010 (Microsoft 社) を用いた。ソフトに実装した機能は次のとおりである。PC 端末や CD ドライブに保存された RDSR を展開し、特定の線量情報のみを抽出して表示すること。

結果を表計算ソフトで編集可能な CSV ファイルで書き出し可能であること。データ集計用の CSV ファイルに、患者ごとの線量情報を追記、保存が可能であること。

完成したソフトを Visual C# の機能を用い実行ファイルとして発行した。これを汎用 PC (OS: Windows 8, Microsoft) にインストールし、実際に RDSR の内容が閲覧可能か検証を行った。

### (3) 血管造影 IVR の患者被曝管理

#### 患者被曝データの DICOM 形式管理システム構築

血管造影 IVR の患者入射皮膚線量測定データを管理するための線量描画用 Web システムを開発した。測定した患者被ばく線量データを、実際に解析・評価し、放射線防護の最適化に活用することができるように、DICOM 管理および PDF 出力ができ、さらに独自に Web 上で線量マップを作成することが可能な Web システムを構築した。

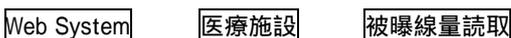


図 1 Web を用いた患者被ばく管理システム

### IVR における DICOM RDSR を用いた患者被ばく線量管理ソフトの開発

血管造影 IVR 装置において、RDSR を用いた IVR 等の患者入射皮膚線量測定データ (最大線量) を表示管理するためのシステムを構築する。基本的なところは (2) X 線 CT の患者被ばく管理で使用した手法と同様に行う。そして、入射表面線量のカラーマップ表示を行う。RDSR 中の情報として、面積線量、照射野、X 線管角度、焦点-検出器距離、焦点-アイソセンタ距離、テーブル位置等を利用して線量管理ソフトを開発した。

#### 4. 研究成果

##### (1) RIS を用いた患者被ばく管理システム 面積線量計と MPPS IF による新管理システム

###### -1 DAP による被曝管理

従来は、FPD システムへの X 線装置からの情報の入力は一系統しかできない。そのため FPD システムは、X 線発生装置からの撮影条件の情報と面積線量計から線量情報 (DAP) の 2 系統の情報を同時に受け取ることはできない。また X 線発生装置は DAP 等の他からの情報は一切受け取る事はできない。更に FPD システムにおいても同様に、面積線量計から DAP を直接受け取ることはできない。よって面積線量計測定値情報を何らかの方法で RIS にて一括管理できる方法が必要であり、今回新しいシステムを構築した。

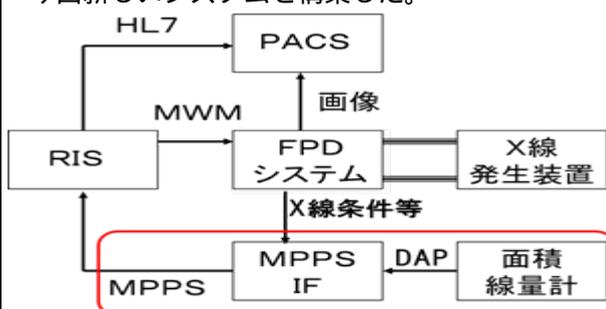


図 2 MPPS IF を用いた情報の流れ (赤枠内が新構築部分)

図 2 は今回新しく構築したシステムである。X 線撮影終了後、X 線発生装置からの撮影条件 (kV, mA, sec) を FPD システムに送信し FPD システムではそれらの撮影条件に撮影時情報 (撮影回数等) を付け加え、MPPS IF に情報を受け渡す。また面積線量計からの DAP は、単独に MPPS IF に送信し、最終的にはすべての情報をゲートウェイとしての機能を持った MPPS IF が統合して、RIS に MPPS 情報を送信する。この方式を用いることにより、RIS において撮影情報と同様に DAP の同時管理が可能となった。

図 3 は RIS 画面に面積線量 (DAP) が送信されている様子である。管電圧や mAs 値などの撮影時情報と併記して、線量情報が同時に表示および管理できる。また本システムを用いることで、任意のデータを CSV ファイルとして抽出したデータを図 4 に示す。このデータは撮影時情報や線量情報を様々な用途に使用することが可能である。すなわち、このシステムでは線

量情報はいつでも、どのR I S画面からでも参照することができ、線量データはCSV形式で出力することができるため、各種データとして再利用が可能である。

フィルム	分割	枚数	回数	写像理由	写損	管電圧(kV)	mAs	距離(cm)	面積線量
Less 1		1.0	1		0.0	120	4.25	200	74.6
Less 1		1.0	1		0.0	140	14.8	200	629.9

図3 実際のRIS画面

撮影日	撮影部位	撮影室	電圧(kV)	mAs	距離(cm)	面積線量
2015/8/4 17:02	胸部PA	No12	120	1.75	200	45.8
2015/8/4 15:10	胸部PA	No12	120	2.75	200	89.2
2015/8/4 14:51	胸部PA	No12	120	2.5	200	69.3
2015/8/3 15:24	胸部PA	No12	120	4.5	200	148.1
2015/8/3 11:25	胸部PA	No12	120	2.75	200	107.4
2015/8/3 9:04	胸部PA	No12	120	2.25	200	73.3
2015/8/3 10:41	胸部PA	No12	120	4.25	200	170.6

図4 CSVファイル出力例

## -2 患者入射皮膚線量による被曝管理

R I Sに表示した面積線量より、R I S内の関数計算機能を使い上述の計算式を設定し、胸厚を18cm、照射野を14インチ×14インチとした場合の皮膚面線量を表示させた。実際にそれらを運用しているR I S画面を図5に示す。今回は、胸厚18cm、照射野14インチ×14インチでデータ収集や計算を行っているため、胸厚が異なる患者、照射野が17インチ×17インチ、14インチ×17インチの時は値が異なることに留意する必要がある。今後の検討課題とする。

管電圧(kV)	mAs	距離(cm)	面積線量mGy/cm2	正面μGy	
0.0	120	3	200	79.8	98.8

図5 DAPとDAPからの値をRISで計算し皮膚面線量を表示したRISの運用画面例

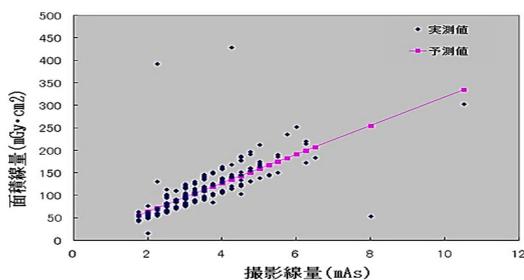


図6 撮影線量(mAs)値と面積線量の関係

## 面積線量計を使用しない管理システム

まず297名の撮影線量(mAs)値とDAPの関係を図6に示す。胸部正面撮影における撮影線量と面積線量には $y=30.87x-0.011$ の関係があり、有意性の検定を行った所、F値=312.41>F境界値(0.95)=3.873から回帰係数は「回帰に有意な係数」であり、撮影線量と面積線量には「相関関係がある」ことが示された。従ってRISで管理している面積線量値、皮膚面線量値は患者被ばく線量の管理において、十分に有効である。ただし照射野

を絞って撮影した場合などは、誤差が生じる危険性もあり今後の検討課題とする。

次に撮影線量(mAs)と測定器(Raysafe Xi)で計測を行った結果を図7に示す。

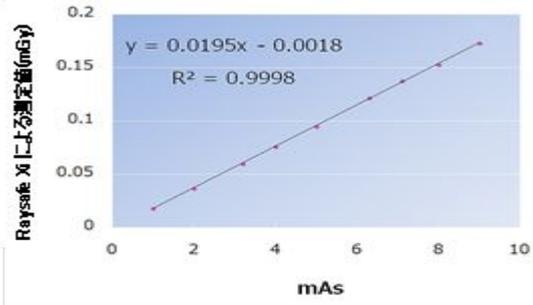


図7 線量測定値と撮影線量(mAs)値の関係

撮影線量(mAs)値と測定値の関係には $y=0.0195x-0.0018$ の関係があり $R^2=0.9998$ が導きだされ、強い相関関係が示された。

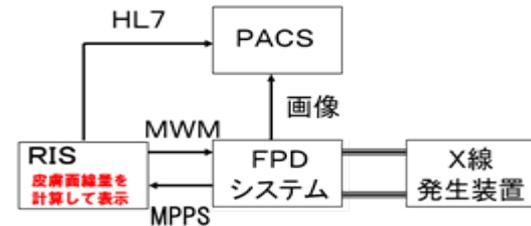


図8 撮影線量(mAs)値を用いて皮膚面線量をRISに表示する仕組み

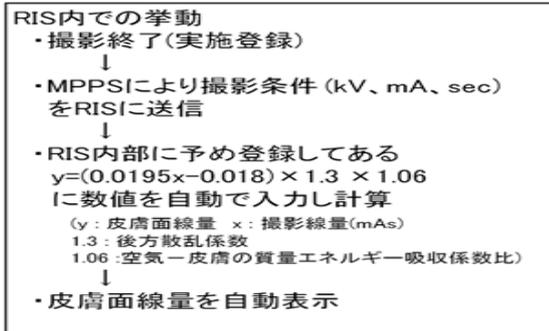


図9 撮影線量(mAs)値を用いて皮膚面線量をRIS画面に表示させるまでのRIS内の挙動

管電圧(kV)	mAs	距離(cm)	正面μGy(推定)	実施	
0	110	2.75	200	51.8	201

図10 皮膚面線量(推定)を表示して実際に運用しているRIS画面

皮膚面線量をR I Sに表示する仕組みを図8に示し、RIS内での挙動を図9に示す。実際に運用しているRIS画面を図10に示す。

## (2) X線CTの患者被ばく管理

RDSRを使用した線量管理ソフトの開発にはVisual C# 2010を用いた。Visual C# 2010

を用いたタグを検索表示するソフトウェアの内容取得項目を図 11 に示す。

EV	Value	Meaning	意味など
113812	Total Number of Irradiation Events		総照射イベント回数
113813	CT Dose Length Product Total		総DLP
125203	Acquisition Protocol		収集プロトコル
125014	Target Region		標的領域
113820	CT Acquisition Type		CT収集方式(ヘリカル、コンパなど)
G-C32C	Procedure Context		単純、造影など
113825	Scanning Length		スキャン長
113893	Length of Reconstructable Volume		再構成可能長
113899	Exposed Range		X線照射長
113895	Top Z Location of Reconstructable Volume		再構成可能範囲上限位置
113896	Bottom Z Location of Reconstructable Volume		再構成可能範囲下限位置
113897	Top Z Location of Scanning Length		照射範囲上限位置
113898	Bottom Z Location of Scanning Length		照射範囲下限位置
113828	Pitch Factor		ピッチファクタ
113823	Number of X-Ray Sources		球管数
113832	Identification of the X-Ray Source		球管の名前
113733	KVP		管電圧
113833	Maximum X-Ray Tube Current		最大管電流
113734	X-Ray Tube Current		平均管電流
113834	Exposure Time per Rotation		回転時間
113830	Mean CT DIvol		CT DIvol
113835	CTDIw Phantom Type		CTDI測定ファントム

図 11 Visual C# 2010 を用いたタグを検索表示するソフトウェアの内容取得項目

開発したソフトの画面を図 12 に示す。本ソフトには DICOM ファイルの転送構文 Transfer Syntax をチェックする機能を設けた。上段・中段のフィールドは RDSR から線量管理に必要な可能性のある情報をセルに表示するエリアである。画面下段のフィールドは、指定した CSV ファイルを展開し、上段・中段の表示内容をデータ収集用のファイルに追記・保存する作業エリアである。この機能により、1つの CSV ファイルで線量情報の蓄積が可能である。CSV ファイルを Excel 等の表計算ソフトで扱うことで、撮影プロトコルごとの施設の標準的な線量(中央値、平均値)の算出が可能となる。

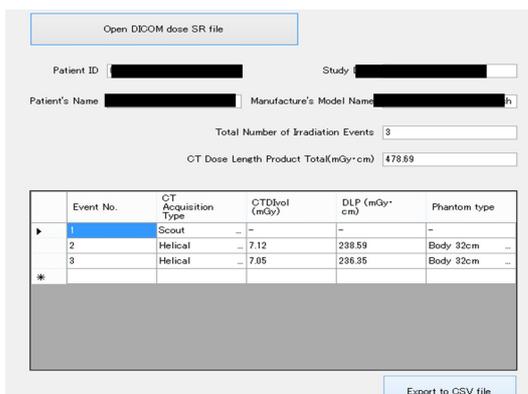


図 12 開発したソフトウェアの表示画面例

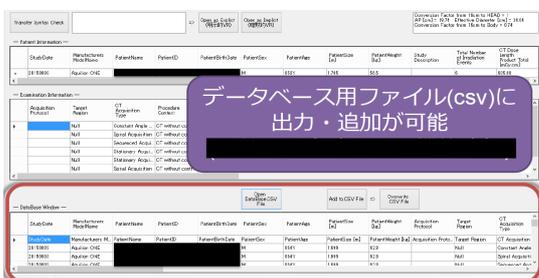


図 13 開発したソフトウェアによる CSV ファイル出力例

2社3機種種の X 線 CT 装置より出力された RDSR をすべて本ソフトで読み取り、表示、CSV ファイルへの出力する動作を確認した。図 13 は開発したソフトウェアによる CSV ファイル出力例である。

最近、X 線 CT 検査における被ばく線量管理として、Size-Specific Dose Estimation (SSDE) が注目されている。SSDE とは CTDIvol に患者の体格を加味した係数を乗じた値であり、より実際の患者被ばくを反映した線量指標であると言われている。本ソフトの機能として、身長と体重より体格を推定して SSDE を計算する機能を設けた。その計算例等を表 2 に示す。

表 2 開発したソフトウェアによる SSDE 計算機能と精度確認

管電圧 [kV]	表示CTDIvol [mGy]	SSDE計算値 [mGy]	実測値 [mGy]	表示値 / 実測値	SSDE計算値 / 実測値
80	0.98	2.54	2.50	-60.8%	1.6%
100	2.06	5.33	5.00	-58.8%	6.6%
120	3.37	8.73	8.16	-58.7%	7.0%

線量管理等の際には多くの検査データを統計処理する必要があるため、複数ファイル読み取りや DICOM 通信機能の実装など、今後もソフトの機能改善に取り組みたい。

### (3) 血管造影 IVR の患者被ばく管理 患者被ばくデータの DICOM 形式で管理システム構築

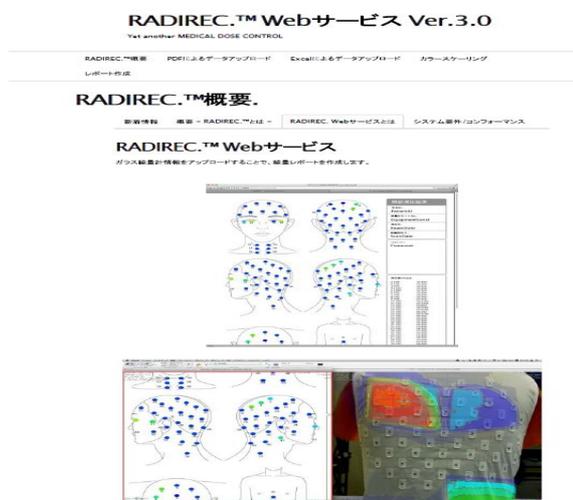


図 14 Web 上で操作可能な線量マップ作成システム

血管造影 IVR 時の患者皮膚線量のデータを独自に解析・評価できるように Web 上で操作可能な線量マップ作成システムを構築した。表計算ソフト Excel のひな形ファイルに線量計読み取り値を入力し、それをホームページ上にアップロードするだけで、自動的に線量分布を計算し、線量マップを表示できるように構築した。その一例を図 14 に示す。

線量分布のカラースケールも、相対値表示や 5 段階表示、しきい値表示などから選択すること可能とした。さらに作成した線量マップは PDF 形式および DICOM 形式でダウンロードできる。今後、更なる普及・一般化可能なシステム構築を目指す。

### IVR における DICOM RDSR を用いた患者被ばく線量管理ソフトの開発

上記(2)の方法を活用および改変して、

血管造影 IVR の患者入射皮膚線量測定データの表示管理システムを構築した。図 15 は、血管造影 IVR 装置を使用したファントム実験における、開発したソフトウェアによる RDSR ビュー出力例である。

面積線量		照射野		管球角度		
nt	Dose Area Prod. [unit]	Collimated Field [unit]	Positioner Primar. [unit]	Positioner Secor. [unit]		
ice_1.20e-006	Gy.m2	0.0248374	m^2	0.1	deg	0.1
ice_1.04e-006	Gy.m2	0.02488996	m^2	-29.9	deg	-24.5
ice_1.20e-006	Gy.m2	0.02488996	m^2	19.7	deg	24.9
ice_7.1e-007	Gy.m2	0.0249798	m^2	-30.3	deg	24.9
ice_1.2e-006	Gy.m2	0.02492956	m^2	59.4	deg	-25

焦点-検出器距離		焦点-アイソセンタ距離		テーブル位置		
Distance Source [unit]	Distance Source [unit]	Table Longitud. [unit]	Table Lateral P. [unit]	Table Height [unit]		
785	mm	947	mm	-32.9	mm	868.2
785	mm	1099	mm	-32.9	mm	868.2
785	mm	1099	mm	-32.9	mm	868.2
785	mm	1099	mm	-32.9	mm	868.2
785	mm	1099	mm	-32.9	mm	868.2

図 15 開発したソフトウェアによる RDSR ビュー出力例

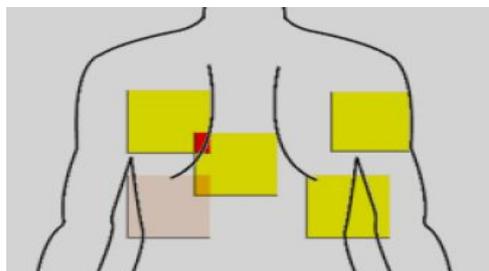


図 16 開発したソフトウェアによる入射線量カラーマップ表示例

また図 16 は、血管造影 IVR 装置を使用したファントム実験における、開発したソフトウェアによる入射線量カラーマップ表示例である。ただし照射野を正方形で計算するため、深い角度では正確な照射野を表現できない。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 20 件)

Inaba Y, Chida K, Kobayashi R, Zuguchi M. A cross-sectional study of the radiation dose and image quality of X-ray equipment used in IVR. Journal of Applied Clinical Medical Physics 2016 印刷中 査読有

田野 政勝, 千田 浩一. 一般 X 線撮影領域における RIS を用いた患者被曝管理システムの構築. 臨床放射線 61(3), 491-495, 2016. 査読有

Nakamura M, Chida K, Zuguchi M. Novel dosimeter using a nontoxic phosphor for real-time monitoring of patient radiation dose in interventional radiology. AJR Am J Roentgenol. 2015 ;205(2):W202-6. 査読有

Y. Inaba, K. Chida, R. Kobayashi, Y. Haga, M. Zuguchi. Radiation dose of cardiac IVR x-ray systems: a comparison of present and past, Acta Cardiologica 70: 299-306, 2015. 査読有

孫 略, 人見 剛, ニツ矢 浩一郎, 加藤 守, 松丸 祐司, 千田 浩一, 盛武 敬. 多施設間 IVR 被ばく線量解析研究を支援するためのシステム構築, 日放技学誌 2015; 71(12): 1241-1247. 査読有

Sun L, Mizuno Y, Iwamoto M, Goto T, Chida K, Moritake T. Direct measurement of a patient's entrance skin dose during pediatric cardiac catheterization. J Radiat Res. 2014 Nov; 55(6):1122-30. 査読有

〔学会発表〕(計 25 件)

Inaba Y, Chida K, Zuguchi M. Has the Radiation Dose of the X-ray Equipment Currently Used for Cardiac Intervention Procedures Been Reduced? RSNA 2015 11 月シカゴ(アメリカ合衆国)

Chida K, Inaba Y, Tano M. Patient radiation dose management using an RIS system. ECR 2016 3 月 ウィーン(オーストリア)

田野 政勝, 吉原 千治, 千田 浩一: 線量計を搭載していない装置における胸部撮影での RIS を用いた皮膚面被曝線量管理. 第 71 回日本放射線技術学会総会, 2015.4.16. ハッフィコ横浜(神奈川県・横浜市)

田頭 豊, 平栗 彩加, 志村 浩孝, 梁川 功, 千田 浩一, DICOM 放射線線量構造化レポートを用いた CT 検査における患者の体格を考慮した線量指標計算ソフトの開発 第 43 回日本放射線技術学会秋季大会, 2015.10.10 金沢市文化ホール(石川県・金沢市)

田頭 豊, 立花 茂, 梁川 功, 千田 浩一, IVR における DICOM 放射線線量構造化レポートを用いた患者被曝線量管理ソフトの開発, 第 5 回東北放射線医療技術学会, 2015.10.31 山形テルサ(山形県・山形市)

田野 政勝, 吉原 千治, 森内 啓三郎, 千田 浩一. 一般撮影における RIS での皮膚面線量管理. 第 70 回日本放射線技術学会総会 2014.4.10 ハッフィコ横浜(神奈川県・横浜市)

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称: 線量計

発明者: 千田 浩一, 洞口 正之, 中村 正明

権利者: 東北大学

種類: 特許

番号: 特開 2014-173903, PCT/JP2014/054706

出願年月日: H25.3.6, H26.2.26

国内外の別: 日本, 米国

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

千田 浩一 (CHIDA Koichi)

東北大学・災害科学国際研究所・教授

研究者番号: 20323123

### (2) 研究分担者

盛武 敬 (MORITAKE Takashi)

産業医科大学・産業生態科学研究所・准教授

研究者番号: 50450432

### (3) 連携研究者

洞口 正之 (ZUGUCHI Masayuki)

東北大学・大学院医学系研究科・名誉教授

研究者番号: 20172075

加藤 守 (KATO Mamoru)

東北大学・大学院保健学専攻・非常勤講師

研究者番号: 10595573

### (4) 研究協力者

田野 政勝 (TANO Masakatsu)

虎の門病院・放射線部・副部長

中村 正明 (NAKAMURA Masaaki)

東北大学・大学院保健学専攻・非常勤講師

田頭 豊 (DENDOU Yutaka)

東北大学・大学病院・放射線技師

稲葉 洋平 (INABA Yohei)

東北大学・災害科学国際研究所・助教