

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：82502

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K07697

研究課題名（和文）CT被ばく線量評価システムWAZA-ARIの他モダリティへの展開技術の開発

研究課題名（英文）Development of technology for deploying CT exposure dose evaluation system WAZA-ARI to other modality

研究代表者

古場 裕介（Koba, Yusuke）

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・放射線医学研究所 放射線規制科学研究部・主任研究員

研究者番号：10583073

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：我が国は医療被ばくの線量が高いことが知られているが、様々な放射線診断における患者被ばく線量の把握は十分でない。本研究グループではこれまでにCT撮影における患者の被ばく線量を容易に評価できるWebシステムWAZA-ARIを開発し、我が国のCT撮影の被ばく線量評価に広く利用されている。このWAZA-ARIの線量評価技術を応用し、一般X線撮影、IVR撮影における患者被ばく線量評価技術の研究を行った。また、一般X線撮影、IVR撮影の被ばく線量を容易に評価できるWebシステムの開発を行うため、システムの試作と格納する患者被ばく線量のデータベースの作成を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究ではCT撮影を含めて他のモダリティにおいても同様の計算用ファントムとモンテカルロ計算コードを用いており、様々な医療被ばくに対して統一的な手法により線量を評価している点が特徴である。本研究結果をもとに様々な医療被ばくにおける患者被ばく線量システムを開発・運用することができれば、個々の患者に対する医療被ばく線量をより詳細に評価することが可能となり、国内の医療被ばく線量の実態把握や健康影響調査などに資するデータとして役立つことが予想される。

研究成果の概要（英文）：It is known that the dose of medical exposure is high in Japan, but the actual situation of the patient exposure dose in various radiodiagnosis is not well understood. This research group has developed WAZA-ARI, a Web system that can easily evaluate the patient's exposure dose in CT scan, and is widely used in CT imaging exposure dose evaluation in Japan. Applying this WAZA-ARI dose evaluation technique, we conducted research on patient exposure dose evaluation technology in general radiography and IVR. In addition, in order to develop a Web system that can easily evaluate the exposure dose of general radiography and IVR, we made a prototype of the system and prepared a database of patient exposure dose to be stored in the system.

研究分野：放射線防護

キーワード：医療被ばく CT撮影 一般X線撮影 IVR モンテカルロ WAZA-ARI

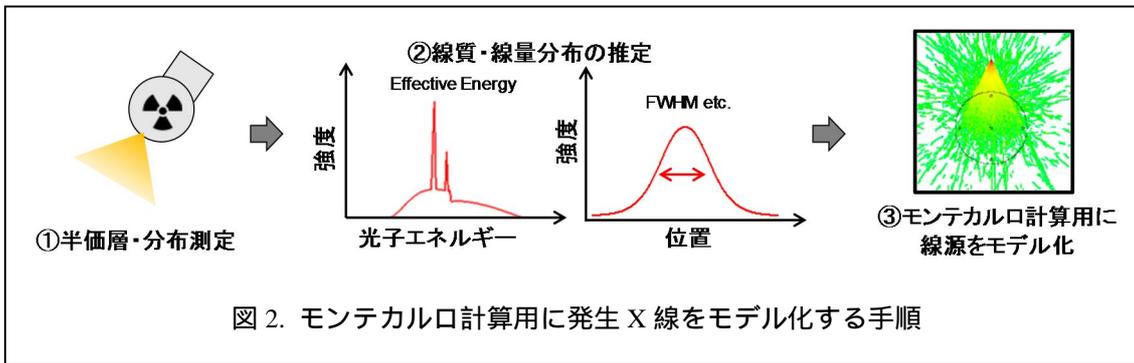
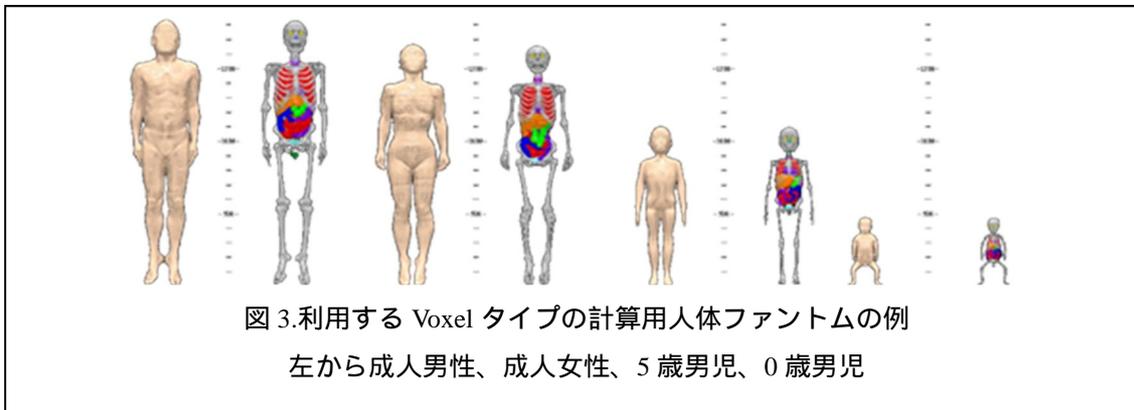


図 2. モンテカルロ計算用に発生 X 線をモデル化する手順

に決定していく。

(3) 次に上記で作成した線源モデルと幾何的体系に基づき Voxel タイプの計算用人体ファントムとモンテカルロ計算コードを用いて患者の臓器被ばく線量を計算する。Voxel タイプの計算用人体ファントムには WAZA-ARI システムと同様に日本人標準成人ファントム (JM/JF-103[6]) と小児ファントム (UFH, University of Florida Hybrid[7,8]) を用いる (図 3)。またモンテカルロ計算コードでは様々な線量評価のシミュレーションにおいて実績のある PHITS[5] を用いる。モダリティ毎の様々な撮影条件に対して臓器被ばく線量を計算し、WAZA-ARI システムに実装するための臓器被ばく線量データベースを構築する。

(4) 最後に医療関係者などのユーザが容易にシステムを利用できるようなグラフィカルユーザーインターフェイスレイアウトを検討し、一般 X 線撮影・IVR 撮影における患者被ばく線量を計算できるようなシステム構成の決定を行う。

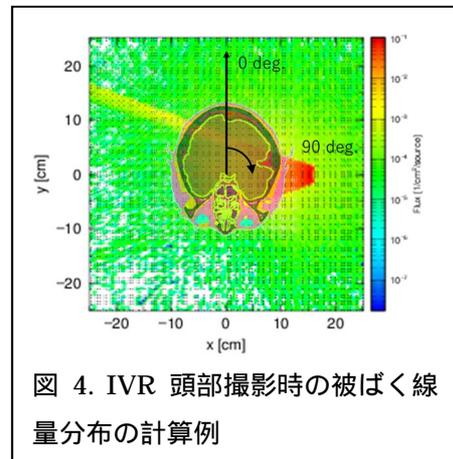


4. 研究成果

(1) 平成 30 年度では IVR 装置の発生 X 線の実測データに基づいたモンテカルロ計算に用いる線源モデルの作成および撮影部位・距離・方向などに応じた線量計算方法の検討を行った。また、実際の IVR 実施時の撮影条件のように多方向、様々な管電圧条件の複数の撮影が行われた際の患者の被ばく線量計算を算出する方法を提案し、前交通動脈瘤の IVR 撮影を想定した撮影条件から臓器線量及び実効線量の計算例を示した (図 4, 5)。これらの研究成果は日本医学物理学会学術大会において発表を行った。さらに Web 上で利用できるシステム構築に向けてグラフィカルユーザーインターフェイスの設計などを進めた。研究代表者がこれまでに研究開発を行っていた CT 被ばく線量計算システム WAZA-ARI のシステム基盤を応用し、ユーザがインターネットブラウザを利用し、容易に IVR 撮影時の患者の被ばく線量計算が行えるようなシステムの設計を行った。

また、一般 X 線撮影時の患者の被ばく線量評価方法についても検討を進めた。一般 X 線撮影では撮影範囲が症例により大きく異なることから、任意の撮影範囲の線量計算手法の確立が必要であった。そこで放射線の発生位置を領域区分することにより、任意の撮影範囲の臓器線量計算を行う方法について検討を進めた。

(2) H31 年度 (令和元年度) では H30 年度でシステム設計を行った IVR 撮影時の患者の被ばく線量を計算するためのシステムのアプリケーション開発を進めた。研究代表者がこれまでに研究開発を行っていた CT 被ばく線量計算システム WAZA-ARI のシステムと同様にインターネットブラウザを通じて広く利用してもらうために使



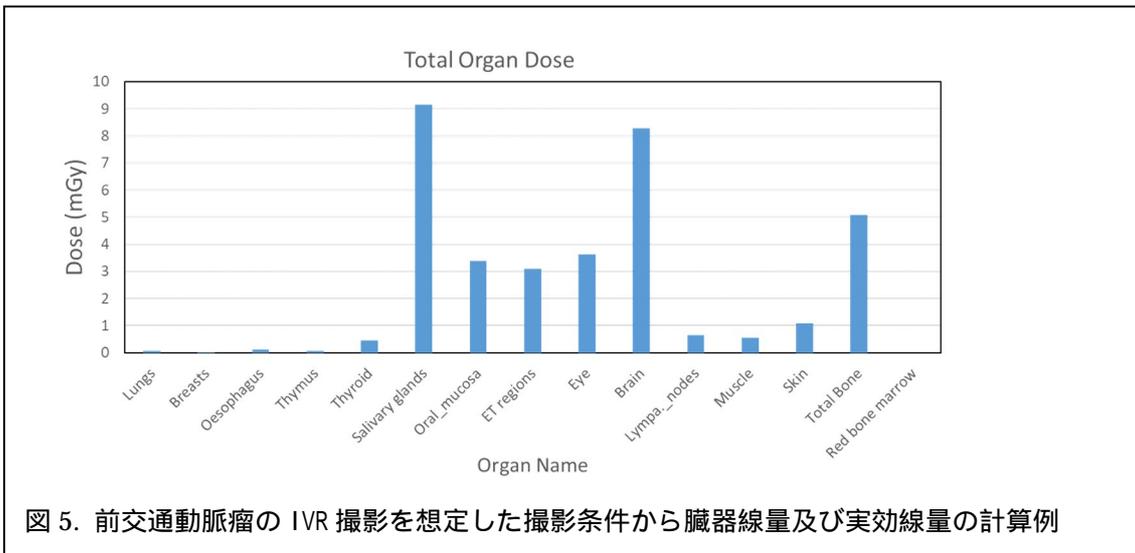


図 5. 前交通動脈瘤の IVR 撮影を想定した撮影条件から臓器線量及び実効線量の計算例

いやすいグラフィカルインターフェイスとなるよう試行を重ねた。また、様々な撮影条件（管電圧、方向、距離、照射野サイズ、撮影部位）時の臓器被ばく線量のデータベース化を進めた。図 6 に開発中の IVR 撮影と一般 X 線撮影時の被ばく線量計算システムの Web グラフィカルユーザーインターフェイス画面を示す。

これまでに IVR 撮影時の患者の被ばく線量を計算するためのシステムのアプリケーション開発は概ね完成し、研究代表者がこれまでに研究開発を行っていた CT 被ばく線量計算システム WAZA-ARI のシステムと同様にインターネットブラウザを通じて利用できるシステムを開発することができた。ユーザがこのシステムを用いて様々な撮影条件（管電圧、方向、距離、照射野サイズ、撮影部位）にて被ばく線量を算出するために、モンテカルロシミュレーションコード及び計算用人体ファントムを用いて様々な撮影条件に対応する被ばく線量データベースの構築が必要となっている。

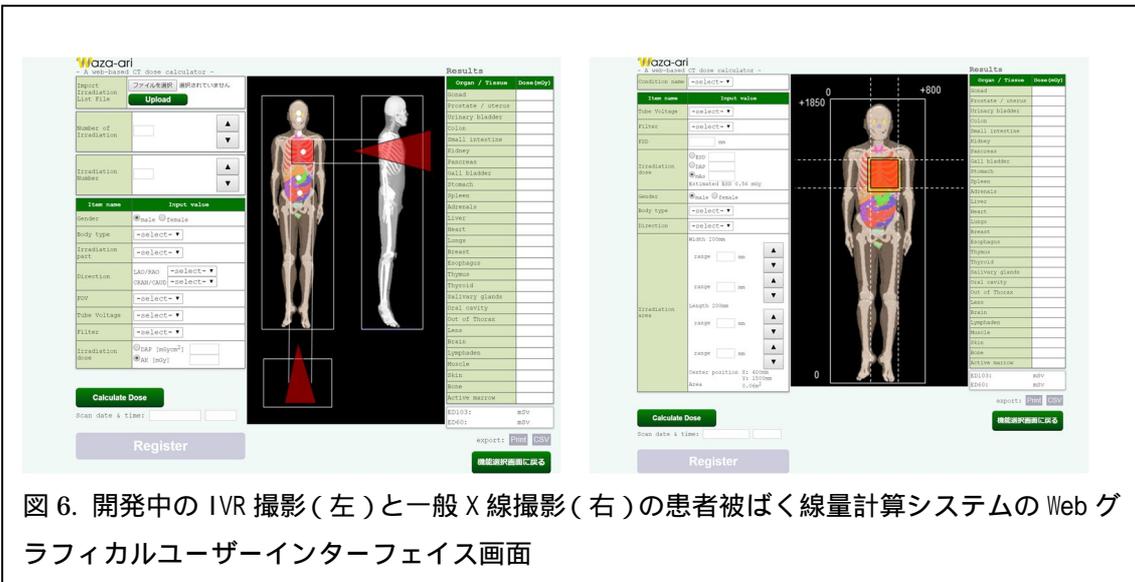


図 6. 開発中の IVR 撮影（左）と一般 X 線撮影（右）の患者被ばく線量計算システムの Web グラフィカルユーザーインターフェイス画面

（3）R3 年度では IVR の撮影条件の被ばく線量データベースの構築を進め、代表的な撮影条件の被ばく線量計算が可能となった段階で、構築したシステムに格納する予定であったが、被ばく線量データベースの構築を一部進めることまでとなった。今後、引き続き様々な撮影条件に対応する被ばく線量データベースの構築を進め、システム運用試験を行っていく予定である。また、一般 X 線撮影時の患者の被ばく線量評価方法の検討では放射線の発生位置を領域区分することにより、任意の撮影範囲の臓器線量計算を行う方法について検討を進めており、引き続き様々な撮影方向や体幹部以外の撮影時の臓器被ばく線量計算方法についても検討を行う。その後、IVR と同様に一般 X 線撮影についてもシステムに用いる被ばく線量データベースの構築を行う。

< 引用文献 >

[1] IAEA, Radiation Protection of Patients (RPOP),
<https://rpop.iaea.org/RPoP/RPoP/Content/index.htm>.

- [2] WAZA-ARiv2 - A web-based CT dose calculator- , <https://waza-ari.nirs.qst.go.jp/>
- [3] PCXMC - A Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations, <http://www.stuk.fi/palvelut/pcxmc-a-monte-carlo-program-for-calculating-patient-doses-in-medical-x-ray-examinations>
- [4] EGS5, <http://rcwww.kek.jp/research/egs/egs5.html>
- [5] PHITS - Particle and Heavy Ion Transport code System, <https://phits.jaea.go.jp/indexj.html>
- [6] K. Sato, et al. "Japanese adult male voxel phantom constructed on the basis of CT images", Radiat. Prot. Dosim. Vol. 123, No. 3, 337-344, 2007.
- [7] C. Lee, , D. Lodwick, and W. Bolch, "Hybrid computational phantoms of the male and female newborn patient: NURBS-based whole-body models", Phys. Med. Biol. 52, 3309-3333, 2007.
- [8] C. Lee, D. Lodwick, J. Hurtado, D. Pafundi, J. Williams, and W. Bolch, "The UF family of reference hybrid phantoms for computational radiation dosimetry", Phys. Med. Biol. 55, 339-363, 2010.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 古場裕介、張維珊
2. 発表標題 Development of web-based dose calculation system for X-ray radiography
3. 学会等名 第118回日本医学物理学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Koba, Takashi Moritake, Koichi Morota
2. 発表標題 Evaluation of Organ dose in Interventional Radiology in Head using Voxel Phantom and Monte Carlo Calculation
3. 学会等名 第116回日本医学物理学会学術大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	甲斐 倫明 (Kai Michiaki) (10185697)	大分県立看護科学大学・看護学部・教授 (27501)	
研究分担者	小野 孝二 (Ono Koji) (10611171)	東京医療保健大学・看護学部・教授 (32809)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------