

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 8 月 28 日現在

機関番号：32809

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26461839

研究課題名(和文) 検出器80列以上の多列化CT診断時臓器線量計算法の開発とWAZA-ARIの拡張

研究課題名(英文) Development of calculating organ doses from Multi-Detector Computed Tomography more than 80 detectors to expand the WAZA-ARI system

研究代表者

小野 孝二(Ono, Koji)

東京医療保健大学・看護学部・准教授

研究者番号：10611171

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：CT被ばく線量webシステムWAZA-ARIV2の開発を行った。日本原子力研究開発機構の開発した日本人成人男女の様々な体格(痩せ型、肥満型など)およびフロリダ大学の開発した若年層の乳児や小児等(0,1,5,10,15歳)の数学的ファントムを格納し、被ばく線量推定を可能とした。本システムは輸送コードシステムPHITSを使用して計算された線量係数データセットを参照してユーザの要求に応じて組織線量を計算する。これらの数学的ファントムはアジア人体型であるので、WAZA-ARIV2はアジア諸国の患者被ばく線量評価に適している。本研究課題内にて80列以上の多列化CT装置のデータベースを実装した。

研究成果の概要(英文)：We developed a web-based CT dosimetry system, WAZA-ARIV2. To enable the dose calculation for a wider range of subjects, WAZA-ARIV2 utilizes voxelized non-uniform rational B-spline (NURBS)-based phantoms developed by Florida University (0, 1, 5, 10 and 15 years child, both sexes) in addition to the JAEA voxel phantoms of the average-sized Japanese male and female. It is also capable of calculating doses to adults with small, large and extra-large body sizes. The system computes tissue doses on user's request referring to the dose coefficient datasets that have been calculated using the Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS). As the phantoms used represent physiques of Asian population, WAZA-ARIV2 is appropriate to calculate patient doses in Asian countries.

研究分野：放射線科学

キーワード：CT 臓器線量評価 WAZA-ARI WAZA-ARI v2 患者被ばく線量

### 1. 研究開始当初の背景

近年、医療現場においては、CT 検査は有益な診断法として広く普及している一方で、被ばく線量評価は比較的高く、特に若年層の患者等に対して過剰な被ばくをうけないように注意を払うことは必要である。また、日本は世界的にも CT 装置の台数は非常に多く、その被ばく線量の実態を把握することは課題であった。そこで我々は、2007 年より CT 診断検査における患者の臓器被ばく線量の評価を可能とした web システム「WAZA-ARI」の開発を進め、平成 24 年 12 月に大分県立看護科学大学にて試験運用を開始し、平成 27 年 1 月より放射線医学総合研究所の管理下にて WAZA-ARiv2 として本格的な運用を開始している。WAZA-ARiv2 は Web ブラウザ経由の簡単な操作により撮影条件に応じた各臓器の被ばく線量と実効線量の情報を入手できるシステムである。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、WAZA-ARI システムにおいて、検出器 80 列以上の多列化 CT 装置 (MDCT) の線量評価の実現に向けた開発と WAZA-ARI の拡張である。

### 3. 研究の方法

80 列以上の CT 装置における被ばく線量に影響する CT 線源のエネルギーとその分布の推定法を確立するために、これまで使用してきたガラス線量計と新たにペンシルビーム測定器 Pirania を用いてデータを比較検討した。80 列 CT 装置として東芝製 Aquilion Prime、160 列 CT 装置として東芝製 Aquilion ONE の線質・分布を取得しモンテカルロ用線源データを作成した。また、線量評価の対象となる患者として様々な体格 (瘦せ型、肥満型など) の成人男女の他、若年層の乳児や小児等 (0,1,5,10,15 歳) の臓器線量および実効線量を計算できるように 18 体の人体ボクセルファントムを利用した。作成した線源データとボクセルファントムおよびモンテカルロ計算コード PHITS を用いて臓器線量データベースを構築した。その後、web 上の WAZA-ARiv2 システムにて臓器線量および実効線量を計算できるようにデータをセットした。

### 4. 研究成果

WAZA-ARiv2 システムにて東芝製 80 列 CT 装置および 160 列 CT 装置の管電圧 80kV と 120kV の臓器線量と実効線量の推定を可能とした。線量評価の対象となる患者として様々な体格 (瘦せ型、肥満型など) の成人男女の他、若年層の乳児や小児等 (0,1,5,10,15 歳) を想定して被ばく線量を計算するための機能を追加した。またユーザの協力により被ばく線量の実態の統計データを収集することができる機能を追加した。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

古場裕介. 診断 X 線 CT 撮影時の被ばく線量評価ツール WAZA-ARiv2 の開発. 放射線生物研究 51(2), 141-154. 2016.

古場裕介. CT 撮影時における被ばく線量を評価する WEB システム「WAZA-ARI」の概要と今後の展望. インナービジョン 48-50, 2016.

古場裕介. モンテカルロ計算を用いた CT 撮影時の被ばく線量評価. 応用物理学学会誌. 24(2), 43-48, 2016.

[学会発表](計 18 件)

小野孝二, 吉武貴康, 宮寄治, 佐藤薫, 高橋史明, 亀井修, 長谷川隆幸, 勝沼泰, 伴信彦, 遠藤章, 甲斐倫明. CT 検査に伴う臓器線量の年齢および体型による違いを考慮できる WAZA-ARI 計算, 日本保健物理学会第 47 回研究発表会, 2014, 岡山市.

佐藤薫, 高橋史明, 遠藤章, 小野孝二, 長谷川隆幸, 勝沼泰, 吉武貴康, 伴信彦, 甲斐倫明. CT 診断に伴う臓器線量の年齢別・体型別の線量係数データベースの構築, 日本保健物理学会第 47 回研究発表会, 2014, 岡山市.

吉武貴康, 長谷川隆幸, 勝沼泰, 石川純也, 小野孝二, 甲斐倫明. CT 診断における患者線 (CTDIvol) の施設間の分析, 日本保健物理学会第 47 回研究発表会, 2014, 岡山市.

亀井修, 吉武貴康, 西嶋康二郎, 小野孝二, 小嶋光明, 甲斐倫明. 日本人女性における X 線 CT 撮影時の臓器線量の体型の違いによる影響の MC 法による検討, 日本保健物理学会第 47 回研究発表会, 2014, 岡山市.

Koji Ono, Kaoru Sato, Fumiaki Takahashi, Takayasu Yoshitake, Osamu Kamei, Takayuki Hasegawa, Yasushi Katsumura, Nobuhiko Ban, Akira Endo, Choosik Lee, Wesley E. Bolch, Michiaki Kai. Development and utilization of Web-based open system for CT dose calculator, WAZA-ARiv2. 4th Asian and Oceanic Congress on Radiation Protection (AOCRP4), 2014, Malaysia. Keiichi Akahane, Koji Ono, Yasuo Okuda, Kaoru Sato, Fumiaki Takahashi, Nobuhiko Ban, Yoshiya Shimada, Akira Endo, Choosik Lee, Wesley E. Bolch, Michiaki Kai. Developing the database on medical exposure to CT in NIRS in collaboration with WAZA-ARI. 2014 年, 4th Asian and Oceanic Congress on Radiation Protection (AOCRP4), 2014,

Malaysia.

吉武貴康, 長谷川隆幸, 勝沼泰, 石川純也, 小野孝二, 甲斐倫明. CT 診断における患者線 (CTDIvol) の施設間比較, 第 30 回日本診療放射線技師学術大会, 2014, 大分市.

Yusuke Koba, Yoshihiro Nakada, Shinnosuke Matsumoto, Keiichi Akahane, Koji Ono, Kaoru Sato, Fumiaki Takahashi, Akitra Endo, Yoshiya Shimada, Michiaki Kai. Development and utilization of Web-based open system for CT dose calculator, WAZA-ARIV2. 第 109 回日本医学物理学会学術大会. 2015, 横浜.

小野孝二, 古場裕介, 松本真之介, 仲田佳広, 奥田保男, 佐藤薫, 高橋史明, 吉武貴康, 長谷川隆之, 勝沼泰, 伴信彦, 遠藤章, 島田義也, 甲斐倫明. CT 診断に伴う臓器線量の年齢別・体型別の線量評価: Web システム WAZA-ARI の開発. 日本保健物理学会第 48 回研究発表会, 2015, 東京.

古場裕介, 松本真之介, 仲田佳広, 笠原哲治, 赤羽恵一, 奥田保男, 佐藤薫, 高橋史明, 吉武貴康, 長谷川隆之, 勝沼泰, 小野孝二, 伴信彦, 島田義也, 甲斐倫明. モンテカルロ計算を用いた X 線 CT 撮影による臓器被ばく線量の管電圧依存性. 日本保健物理学会第 48 回研究発表会, 2015, 東京.

Koji Ono, Kaoru Sato, Fumiaki Takahashi, Takayasu Yoshitake, Osamu Kamai, Takayuki Hasegawa, Yasushi Katsunima, Nobuhiko Ban, Akira Endo, Choonsik Lee, Wesley E. Bolch, Michiaki Kai. Calculating dose distribution from diagnostic CT depending on age and physique size of patients. 15<sup>th</sup> International Congress of Radiation Reserch, ICRR, 2015, Kyoto.

Osamu Kamei, Takayasu Yoshitake, Koji Ono, Mitsuaki Ojima, Michiaki Kai. Calculating patient-specific organ dose from adult body CT scans by monte carlo analysis using male and individual voxel phantoms, 15<sup>th</sup> International Congress of Radiation Reserch, ICRR, 2015, Kyoto.

亀井修, 吉武貴康, 小野孝二, 小嶋光明, 甲斐倫明. CT 検査における日本人成人男女の体型の違いによる臓器線量の検討. 日本保健物理学会第 48 回研究発表会, 2015, 東京.

古場裕介, 松本真之介, 仲田佳広, 笠原哲治, 赤羽恵一, 奥田保男, 佐藤薫, 高橋史明, 吉武貴康, 長谷川隆之, 勝沼泰, 小野孝二, 神田玲子, 島田義也, 甲斐倫明. CT 装置から発生する X 線の線質・分

布の指標に関する研究. 日本保健物理学会第 49 回研究発表会, 2016, 弘前市.

古場裕介, 奥田保男, 仲田佳広, 赤羽恵二, 佐藤薫, 高橋史明, 吉武貴康, 長谷川隆之, 勝沼泰, 笠原哲治, 小野孝二, 神田玲子, 甲斐倫明. CT 撮影による被ばく線量評価システム WAZA-ARIV2 の現状と今後の展望, 日本保健物理学会第 50 回研究発表会, 2017, 大分市.

吉武貴康, 小野孝二, 長谷川隆之, 勝沼泰, 甲斐倫明. 小児頭部 CT 検査における臓器線量の推定, 日本保健物理学会第 50 回研究発表会, 2017 大分市.

小野孝二, 吉武貴康, 古場裕介, 長谷川隆之, 勝沼泰, 笠原哲治, 仲田佳広, 奥田保男, 赤羽恵一, 佐藤薫, 高橋史明, 神田玲子, 甲斐倫明. CT 診断撮影における機器・列数の違いによる患者 y の線量評価比較, 日本保健物理学会第 50 回研究発表会, 2017, 大分市.

古場裕介, モンテカルロ計算用 X 線源の汎用化に関する研究, 第 113 回日本医学物理学会学術大会, 2017, 横浜市

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

・CT 撮影による被ばく線量を評価する WEB システム WAZA-ARIV2

<http://waza-ari.nirs.qst.go.jp>

・報告書

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小野 孝二 (ONO, Koji)

東京医療保健大学・

看護学部・准教授

研究者番号: 10611171

### (2) 研究分担者

甲斐 倫明 (KAI, Michiaki)

大分県立看護科学大学・

人間科学講座・教授

研究者番号: 10185697

伴 信彦 (BAN, Nobuhiko)

東京医療保健大学・

看護学部・教授

研究者番号: 70251220

(平成 28 年度は退職により、

研究分担者から削除)

古場 裕介 (KOBA, Yusuke)  
国立研究開発法人放射線医学研究所・  
放射線防護情報統合センター・  
研究員 (定常)  
研究者番号: 10583073

赤羽 恵一 (AKAHANE, Keiichi)  
国立研究開発法人放射線医学研究所・  
計測・線量評価部・  
外部被ばく線量評価チームリーダー  
研究者番号: 80202521

(3) 連携研究者  
なし

(4) 研究協力者

吉武 貴康 (YOSHITAKE, Takayasu)  
長谷川 隆幸 (HASEGAWA, Takayuki)  
勝沼 泰 (KATUNUMA, Yasushi)  
佐藤 薫 (SATO, Kaoru)  
高橋 史明 (TAKAHASHI, Fumiaki)  
遠藤 章 (ENDO, Akira)  
亀井 修 (KAMEI, Osamu)  
松本 真之介 (MATSUMOTO Shinnosuke)  
笹原 哲治 (SASAHARA, Tetuharu)  
仲田 佳広 (NAKADA, Yoshihiro)  
奥田 保男 (OKUDA, Yasuo)  
神田 玲子 (KANDA, Reiko)  
島田 義也 (SHIMADA Yoshiya)  
西嶋 康二郎 (NISHIJIMA Kojiro)  
石川 純也 (ISHIKAWA, Jyunya)  
小嶋 光明 (OJIMA Mitsuaki)  
宮崎 治 (MIYASAKI Osamu)  
Choosik Lee  
Wesley E. Bolch