

## CT 撮影による被ばく線量を評価する Web システム WAZA-ARiv2 の機能の紹介



古場 裕介

奥田 保男

Koba Yusuke

Okuda Yasuo

((国研)量子科学技術研究開発機構  
放射線医学総合研究所)

### 1 はじめに

医療現場において放射線を用いた撮影は有用な診断技術として広く普及しているが、放射線を用いた撮影に伴う個々の患者被ばく線量は必ずしも十分に把握されていないのが現状である。IAEA 等は特に若年層への撮影や同一の患者に対する繰り返し撮影について、被ばく線量へ注意を払うことを提唱しており<sup>1)</sup>、医療被ばくにおける個々の患者の線量管理は重要であると言える。我が国では CT 撮影の被ばく線量を中心に世界的に見ても医療被ばくの線量が高いことが知られているが、実際の医療現場での撮影状況や個々の患者が受ける被ばく線量を把握する体制は確立されていない。特に CT 撮影については 1 回の撮影における被ばく線量が比較的高いことから、その被ばく線量の把握は非常に重要であると言える。

国内の医療分野の学会でも、患者の生涯にわたって医療行為による被ばく線量を把握して、過剰な被ばくを防止する取組みに着手している。また、平成 27 年 6 月には国内の関連学会や専門家によって構成される医療被ばく研究情報ネットワーク (Japan Network for Research and Information on Medical Exposure; J-RIME)<sup>2)</sup> から我が国初の診断参考レベルが発表され、医療における被ばく線量の評価と最適化に高い関心が示されている。特に CT 撮影はその普及率と撮影時の被ばく線量の高さから注目を集めており、各医療機関は自施設の撮影時の線量評価と撮影条件の最適化が求められている。日本国内の

CT 装置の台数は世界的にも多く、平成 22 年時点で約 13,000 台を保有しており<sup>3)</sup>、撮影件数は年間で約 3,000 万件を大きく超えると予想されるが、実際の医療現場での撮影の条件や被ばく線量を把握する体制等は十分に確立していない。このような背景から CT 撮影時の被ばく線量の評価手法や管理のためのツールの開発が期待されている。

本稿はこれまでの CT 撮影による被ばく線量を評価する Web システム WAZA-ARiv2 の紹介記事等<sup>4,5)</sup> を参考に WAZA-ARiv2 の機能について紹介する。

### 2 WAZA-ARiv2 の開発と現状

上記で述べたような患者の被ばく線量の評価やその管理についての課題を解決するため、(国研)量子科学研究開発機構放射線医学総合研究所 (開発当初は独立行政法人放射線医学総合研究所、以下、放医研)、(国研)日本原子力研究開発機構 (開発当初は独立行政法人日本原子力研究開発機構、以下、原子力機構)及び公立大学法人大分県立看護科学大学は、東海大学医学部附属病院や新別府病院等の診療放射線技師の協力を得て、CT 撮影による被ばく線量評価のための WEB システム WAZA-ARI の開発を行い、平成 24 年 12 月に WAZA-ARI の試験運用を開始した<sup>6,7)</sup>。本 CT 線量評価用システムは、世界的に通用する日本語として、柔道の技ありにちなんで、「WAZA-ARI」と名付けられている。試験運用版の WAZA-ARI では被ばく線量の評価を行える患者

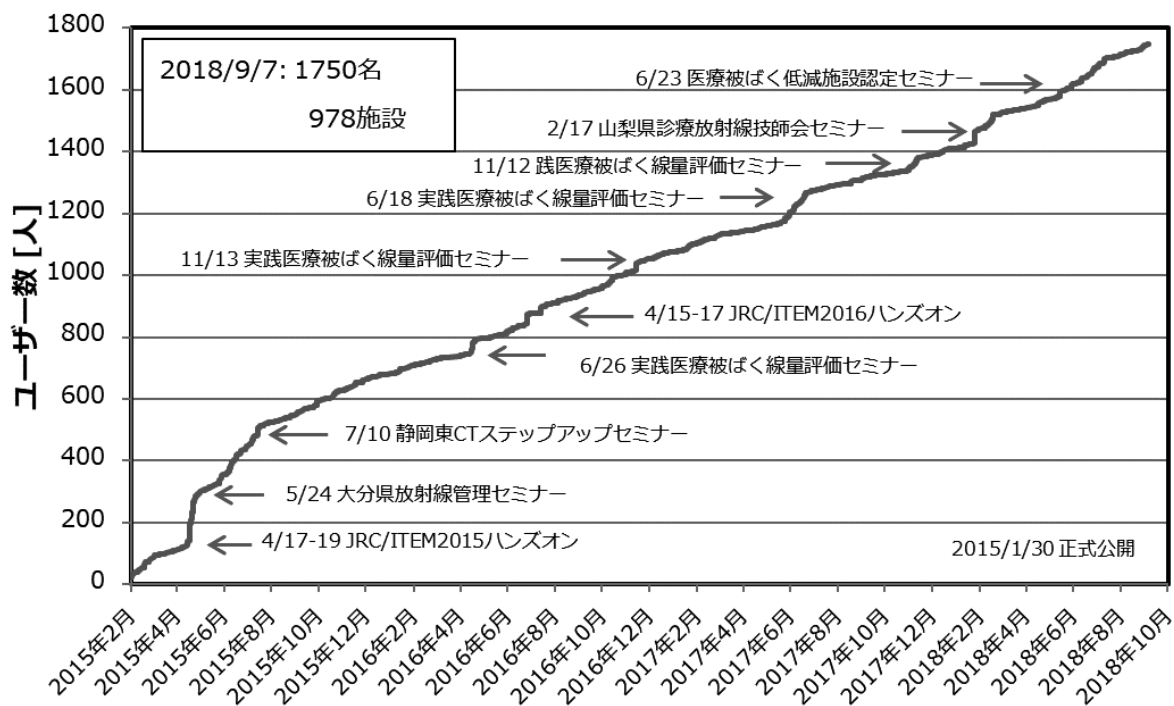


図1 WAZA-ARiv2の登録ユーザー数の推移

ファントムは成人男女と4歳女児の3体のみであり、被ばく線量の値を表示するのみで、管理する機能は実装されていなかった。その後、様々な患者の体格に対応し、被ばく線量の管理・評価する機能を充実させWAZA-ARiv2の開発を行った(WAZA-ARiv2 HP URL: <https://waza-ari.nirs.qst.go.jp/>)。この開発したシステムは、国内の医療機関がインターネットを介して容易に利用でき、相互の情報交換により被ばく線量の統計データを収集できるシステムとなっている。平成27年1月30日より放医研の管理の下WAZA-ARiv2のシステムを正式に公開し、本格的な運用を開始した。WAZA-ARiv2は診療放射線技師をはじめ、医師や医学物理士に高い関心を得られ、複数回のセミナーやハンズオン等を開催し、平成30年9月7日現在では978施設1,750名ものユーザーがWAZA-ARiv2システムに利用登録を行っている。図1にWAZA-ARiv2のユーザー数の推移を示す。セミナーやハンズオンを開催がユーザー数の増加に貢献していることが分かる。全体の71%が診療放射線技師であり、次いで学生が17%となっている。一部の大学における医学部保健学科などの授業においてWAZA-ARiv2が利用されており、教育現場にお

いても活用されている。

WAZA-ARiv2は開発当初より無料で誰もが簡単に使用できることを基本設計として開発されており、メールアドレスを利用したユーザ登録のみで利用することが可能である。また、現在汎用的に使用されているほとんどのインターネットブラウザとインターネット接続環境さえあれば、PC・タブレット端末、スマートフォン等の幅広いプラットフォームで使用可能である。WAZA-ARI以外にもCT撮影の被ばく線量評価ツールはいくつか開発されており、これまで多くの医療関係者がこれらのツールを利用して線量評価を行っている。代表的なCT撮影の被ばく線量評価ツールとしてImPACT<sup>®</sup>とCT-Expo<sup>®</sup>等がある。WAZA-ARiv2はこれらのツールと計算ファントム、AEC(Auto Exposure Control)の計算機能、計算結果の統計解析機能等様々な点で異なっている。またWAZA-ARIは無料で利用できることから誰もが容易に使用することができ、システムがサーバ上にあるという特性からログインすれば常に最新版のものが利用できるという点も特徴である。図2にWAZA-ARiv2の線量計算画面を示す。撮影条件と撮影範囲を設定するエリア及び計算結果を表

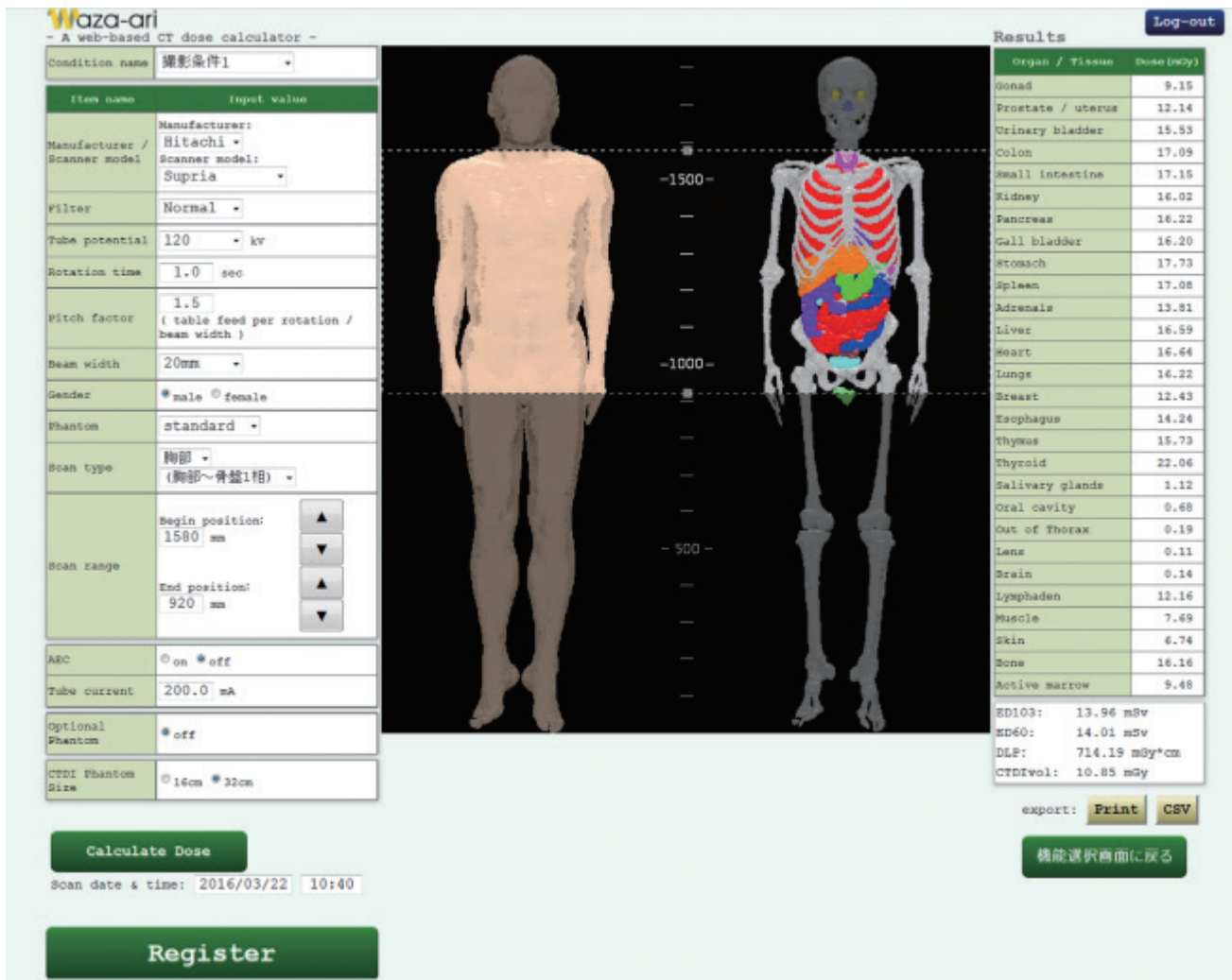


図2 WAZA-ARiv2の線量計算画面

示エリアが1画面に収まっており、直感的で利用しやすいGUI (Graphical User Interface) となっている。

WAZA-ARiv2では患者ファントムとして1mm×1mm×1mmの小さな立方体で構成されたVoxelファントムを使用している。成人用ファントムでは日本人標準体型を基に作成されたJM/JFファントム(平均的日本人成人男性/女性精密ボクセルファントム)<sup>10)</sup>を使用し、日本人体型の統計分布から痩せ形、肥満型2種を含めて4つの体型に対応した線量計算が可能である。また、小児の線量計算ではフロリダ大学の開発した0歳、1歳、5歳、10歳、15歳の5つの年齢に対応したファントムを使用しており、適切な体の大きさを考慮して線量計算を行うことができる(図3)<sup>11,12)</sup>。

WAZA-ARiv2では撮影条件とその線量計算結果

をサーバに登録することができ、登録した結果の統計情報を表示する機能がある。これによりユーザは登録した線量指標の統計情報を利用し、診断参考レベルと比較することによって撮影条件の最適化を図ることができる。また、線量指標だけでなく臓器毎の線量や実効線量についても統計的に解析することができ自施設の撮影線量を多角的に評価することが可能である。図4にWAZA-ARiv2で表示される被ばく線量の頻度分布の比較を示すグラフの例を示す。この被ばく線量の頻度分布のグラフでは自施設の分布と登録されている全体の分布を比較することができる。このようにWAZA-ARiv2は単にCT撮影時の被ばく線量を計算するだけでなく、自施設の撮影条件の最適化のためのツールとしても利用することができる。



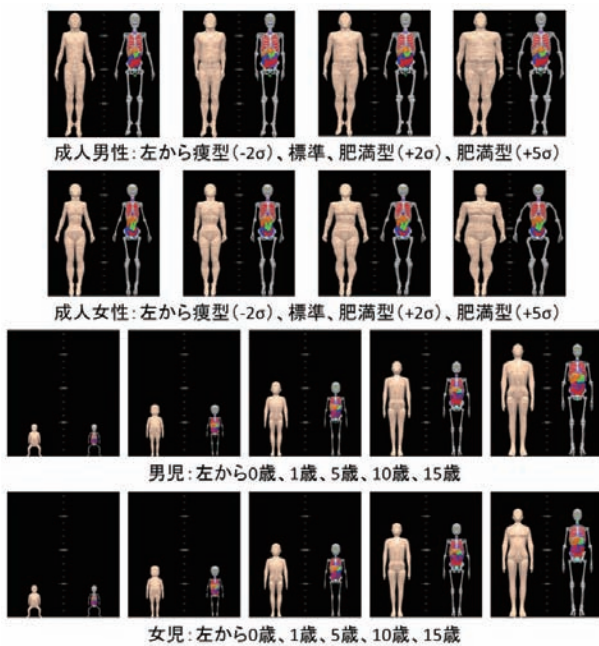


図3 WAZA-ARiv2 で選択可能な患者ファントム

### 3 WAZA-ARiv2 の最近の新機能

CT 撮影における特定の患者の線量評価や教育的な利用では WAZA-ARiv2 は非常に有用であり、広く活用されている。しかし、施設毎の線量管理に WAZA-ARiv2 を用いるためには全撮影件数の入力作業が必要となり、膨大な手間と時間が必要となる。現状では撮影装置が自動的に出力する RDSR (Radiation Dose Structured Report) のような照射条件や線量指標の電子データを医療放射線の管理対象としており、患者の被ばく線量自体を管理することは非常に難しい。撮影条件・線量指標だけでなく実際に各患者の被ばく線量も合わせて管理することができればモダリティを超えて医療被ばくの線量評価や管理が可能となるため、そのためのシステムや環境構築が必要である。

このような課題を解決するために放医研では WAZA-ARiv2 と線量管理システムの連携を行うことを目指した。そこで、従来のユーザ自身の手動による WAZA-ARiv2 への撮影条件の入力方法より、効率的かつ正確に入力と登録ができるよう、Web API (Application Programming Interface) を利用できる機能の実装を行った<sup>13)</sup>。この Web API 機能を用いると医療施設の CT 装置や撮影結果を格納した

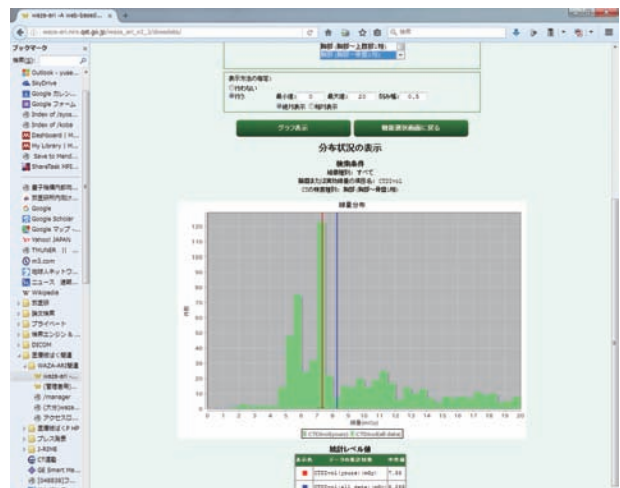


図4 WAZA-ARiv2 に登録された線量情報の分布の例

データベースにアクセス可能な線量管理システムを準備することにより、装置やデータベースと WAZA-ARiv2 システムを接続し、撮影条件の送信と患者の被ばく線量評価結果の受信を自動で行うことが可能になる。図5に従来の WAZA-ARiv2 への線量計算方法と新たに実装した Web API を利用した線量計算方法を示す。WAZA-ARI Web API に連携可能な線量管理システムを医療施設内に設置することにより、自動的に全 CT 撮影の患者被ばく線量の評価と管理を行うことが可能となる。今後は WAZA-ARI Web API に連携可能な線量管理システムの開発と普及を目指す。

### 4 今後の展望

一般 X 線撮影は撮影件数が膨大であることや、IVR (Interventional Radiology) や透視撮影は局所的な線量が非常に高いこと等を考慮すると、医療放射線における我が国全体の患者被ばくを評価・管理する上では CT 撮影以外の医療放射線による患者の被ばく線量を評価できるシステムが必要となる。そこで筆者らは現在、一般 X 線撮影や IVR の撮影時の被ばく線量計算手法について研究開発を進めている。将来的には WAZA-ARiv2 のようにユーザに対して無料公開できるような CT 撮影以外のモダリティの被ばく線量評価システムを開発する予定である。

### 謝辞

本研究は WAZA-ARI 開発グループによって行わ

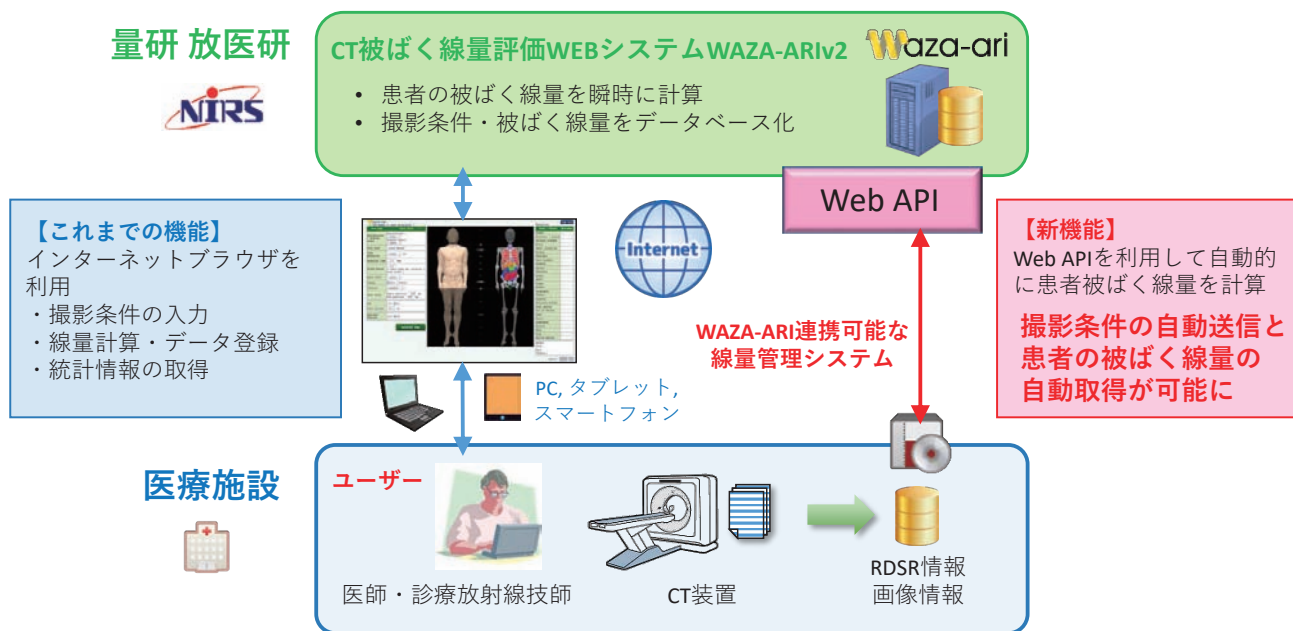


図5 WAZA-ARI Web API を利用した線量計算の概略図

れた。また、本研究の一部は量子科学技術研究開発機構と日本原子力研究開発機構、大分県立看護科学大学との共同研究の一部で実施された。また、本研究の一部はJSPS 科研費 16K19873 の助成を受けて実施された。

## 参考論文

- 1) IAEA, Radiation Protection of Patients (RPOP), <https://rpop.iaea.org/RPoP/RPoP/Content/index.htm>.
- 2) J-RIME HP; <http://www.radher.jp/J-RIME/>
- 3) OECD Health at Glance (2010)
- 4) 古場裕介, 放射線生物研究, **51** (2), 141-154 (2016)
- 5) 古場裕介, *Medical Imaging Technology*, **36** (1), 15-20 (2018)
- 6) Takahashi, F., *et al.*, *Health Phys.*, **109**, 104-112 (2015)
- 7) Ban, N., *et al.*, *Radiat. Prot. Dosim.*, **147**, 333-337 (2011)
- 8) ImPACT; <http://www.impactscan.org/>
- 9) Dose evaluation software CT-Expo; <http://www.sascrad.com/>
- 10) Sato, K., *et al.*, *Radiat Pro. Dosim.*, **123**, 337-344 (2007)
- 11) Lee, C., *et al.*, *Phys Med Biol.*, **52**, 3309-3333 (2007)
- 12) Lee, C., *et al.*, *Phys. Me. Biol.*, **55**, 339-363 (2010)
- 13) (国研) 量子科学技術研究開発機構プレスリリース, CT検査の患者全員分の被ばく線量管理の実現に向けて - 患者被ばく線量評価システム WAZA-ARIV2 がもっと使いやすく, 2018年4月11日, <http://www.qst.go.jp/information/itemid034-003982.html>