

## 医療被ばく研究情報ネットワーク第13回総会 議事次第

1. 日時 :2021年4月21日(水)18:00~20:00

2. 場所 :WEBEX を利用した Web 会議

WEBEX ミーティング情報

ミーティングリンク:

### 3. 議題

(1) 前回会合の議事概要(案)の確認

(2) 会則の改訂(審議事項)

(3) 代表、代表代行の選出(審議事項)

(4) 会員の活動報告(報告事項)

(5) その他

i. 実態調査 WG からの Global Survey に関する報告

ii. 電離放射線防止規則改正を受けた医療機関における  
水晶体被ばく低減対策について

### 4. 配付資料

資料1	医療被ばく研究情報ネットワーク第12回総会議事概要(案)
資料2	医療被ばく研究情報ネットワーク会則(案)
資料3	J-RIME 団体会員と代表者一覧
資料4-1	医療放射線防護連絡協議会からの報告資料
資料4-2	日本医学放射線学会からの報告資料
資料4-3	日本核医学会からの報告資料
資料4-4	日本医療画像システム工業会からの報告資料
資料4-5	日本診療放射線技師会からの報告資料
資料4-6	日本乳がん検診精度管理中央機構からの報告資料
資料4-7	日本放射線技術学会からの報告資料
資料4-8	日本保健物理学会からの報告資料
資料5	電離放射線防止規則改正を受けた医療機関における 水晶体被ばく低減対策について
参考資料1	日本の診断参考レベル(2020年版)

参考資料2

National Diagnostic Reference Levels in Japan (2020)

## 医療被ばく研究情報ネットワーク第12 回総会 議事概要(案)

1. 日時 : 2020 年4 月11 日 (土) 14:00~15:30
  2. 場所 : Zoom を利用したWeb 会議  
Zoom ミーティングID : <https://zoom.us/j/897811413>
  3. 出席者 (敬称略) :
    - 団体会員
      - ・ 医療放射線防護連絡協議会(菊地透、長畑智政)
      - ・ 日本医学物理学会(米内俊祐)
      - ・ 日本医学物理士会(大谷浩樹)
      - ・ 日本医学放射線学会(赤羽正章)
      - ・ 日本核医学会(佐々木雅之)
      - ・ 日本核医学技術学会(石黒雅伸、渡邊浩)
      - ・ 日本画像医療システム工業会(桑原健、小田雄二、小田和幸)
      - ・ 日本歯科放射線学会(西川慶一、三島章)
      - ・ 日本小児放射線学会(宮寄治)
      - ・ 日本診療放射線技師会(鈴木賢昭、熊代正行)
      - ・ 日本乳がん検診精度管理中央機構(斎政博、西出裕子)
      - ・ 日本脳神経血管内治療学会(盛武敬)
      - ・ 日本放射線影響学会(田代聡)
      - ・ 日本放射線技術学会(五十嵐隆元)
      - ・ 日本放射線腫瘍学会(塩山善之)
      - ・ 日本保健物理学会(伊藤照生)
      - ・ 日本IVR学会(赤羽正章)
      - ・ 日本小児心臓CTアライアンス(西井達也)
    - 個人会員:
      - ・ 細野真(代表)、米倉義晴(前代表)
    - 診断参考レベルWGメンバー:
      - ・ 大野和子、加藤英幸、坂本肇、根岸徹、竹井泰孝、田波穰、對間博之、塚本篤子、藤淵俊王、中前光弘、
    - オブザーバー:
      - ・ 飯森隆志、上野博之、加藤京一、櫻田尚樹、前田恵理子、高木卓、西丸英治、人見剛
- 事務局: QST(赤羽、奥田、林、横岡、仲田、神田、古場、張)

#### 4. 議題：

- (1) 前回会合の議事概要（案）の確認
- (2) 団体会員の新規加入について（審議事項）
- (3) 会則の改訂（審議事項）
- (4) J-RIME によるDRL 設定について（審議・承認事項）
- (5) 各団体会員およびWG 等の活動報告（報告事項）
- (6) その他

#### 5. 配付資料

- 資料1 医療被ばく研究情報ネットワーク第11 回総会議事概要(案)
- 資料2 J-RIME 団体会員一覧
- 資料3 医療被ばく研究情報ネットワーク会則
- 資料4-1 診断参考レベルワーキンググループ（DRL-WG）の活動報告
- 資料4-2 日本の診断参考レベル(2020 年度版)(案)
- 資料5-1 団体会員からの報告
- 資料5-2 実態調査WG からの報告
- 資料5-3 量研の活動報告

#### 6. 議事

- (1) 前回会合の議事概要（案）の確認

第11 回総会(2019年4月13日開催)の議事概要(案)(資料1)の内容が承認された。

- (2) 団体会員の新規加入について（審議事項）

日本小児心臓CTアライアンスの副代表西井達也氏及び、日本IVR学会の理事赤羽正章氏が所属する学会を紹介し、2団体の新規加入が承認された。

- (3) 会則の改訂（審議事項）

細野代表により改訂部分(資料3の赤字部分に参照)について説明し、全員異議なく承認された。

また、改定された会則に則り、J-RIMEの代表代行の選任を行った。細野代表が神田玲子氏を指名し、異議なく承認された。

#### (4) J-RIME によるDRL 設定について(審議・承認事項)

診断参考レベルLWGの赤羽正章主査が資料4-1および資料4-2を用いて実態調査による診断参考レベルの設定を報告した。主な内容は以下の通り:

- ・ CTでは、新たに肺塞栓&深部静脈血栓、外傷全身及び小児プロトコールを追加した。調査結果の75パーセンタイルを参考にDRL値を設定した。成人のCTのDRL値では、肝臓ダイナミックプロトコール以外は、DRL2015をやや下回る。ただし、DRL2015では、肝臓ダイナミックのCTDIが胸部～骨盤1相及び上腹部～骨盤1相より低くなっているため、少し低く設定した可能性もあると考えられる。小児CTの場合も、DRL2015よりおおむね下がる現象がある。
- ・ 一般撮影では、日医放修練施設863施設にアンケート調査を行った。ただし、修練施設はかなり最適化されている。そこで、より実践しやすい値に設定するため、調査結果の75パーセンタイルと既存の論文の結果を参考にDRLを決定した。DRL2015に比べておおむね下がっており、特に小児の胸部がかなり下がった。
- ・ マンモグラフィでは、DRL2015と同じ、PMMA 40 mmにおける平均乳腺線量データの95パーセンタイル値をDRLとして設定した。また、2DマンモグラフィとDigital Breast Tomosynthesis(DBT)の平均乳腺線量は臨床データの75パーセンタイル値を基にDRLとして設定した。
- ・ 歯科では、口内法その他、パノラマX線撮影および歯科用CBCTのDRLを新しく追加した。口内法では、おおむねDRL2015よりやや下がっているか、もしくは変わらない状況である。パノラマX線撮影及び歯科用CBCTは、英国のDRL値に比べかなり高いことから、最適化の余地がかなり残されていると考えられる。
- ・ IVRでは、前回採用した基準透視線量率の他に、頭部/頸部領域、心臓領域および胸腹部領域の臨床データについて調査を行った。基準透視線量率は86パーセンタイル値を使用しており、DRL2015に比べ少し下がった。
- ・ 診断透視では、回答件数の少ない項目を除いてDRL(基準空気カーマ、 $P_{KA}$ 、透視時間及び撮影回数)を設定した。 $P_{KA}$ は欧米諸国に比べて妥当であることがわかった。
- ・ 核医学は、256施設からの回答を用いてDRL値を設定した。75パーセンタイルを基準として、DRLs2015および添付文書、ガイドラインを参考にDRLを決定。回答数が10に満たない項目についてはDRLs2015を踏襲した。

総括として、アンケート調査に対する回答率が前回に比べて減少しており、次回の設定に向けて検討する必要がある。

こうした説明に対し、事務局(奥田氏)から、以前の議論ではDRLの値は有効数字を二桁となっていたが、歯科および診断透視の方では、三桁ないし四桁のDRL値があるとの発言があった。歯科や診断透視に加え、CTの頭部単純ルーチンは核医学のPET-CTの具体的な数値についてや丸め方(四捨五入か切り上げか)についての議論が行われた。今後事務局は各PTの指示を受けて、報告書内の数値を修正することとした。

今後の編集作業は、代表・主査・事務局に一任することを含めて、日本の診断参考レベル(2020年度版)が異議なく承認された。

赤羽主査から、補遺として前回採用されていない量を説明する用語集を作成する発言があった。補遺は、DRL2020と同時に出すために、一か月めどに作成すること、解説を最小限にし、参考すべき資料のURL(ICRPのglossaryのイメージ)を掲載するなどの方針が示された。また、ICRUの用語や表記も変更に関する項目が必要、あるいは、極めてシンプルな説明も必要との意見が出された。具体的な作成手順としては、西川氏より用語集を提供いただき、各PTがアレンジすることとなった。

#### (5) 各団体会員およびWG等の活動報告(報告事項)

各団体会員の活動報告は資料5-1に示す。その他、日本放射線影響学会に関しては、田代氏から、昨年京都で開催した大会では、放射線看護学会と合同で放射線防護に関するセッション(座長:五十嵐隆元氏)を開催したと報告した。日本脳神経血管内治療学会は、盛武氏から、今年度から学会総会で水晶体線量の調査を企画していると報告した。

実態調査WGの活動報告については、赤羽恵一氏より資料5-2に沿って報告した。また、UNSCEAR Global Surveyは今年の総会で確認し、来年報告書を出す予定だが、コロナの影響で総会を開催するかどうかはまだ不明だと説明した。

量研の神田玲子氏から、資料5-3に沿って原子力規制委員会委託事業の紹介を行い、医療現場の職業被ばくの個人線量管理について、情報提

供や意見交換等の協力を呼びかけた。

(6) その他

DRL2020の六月末までの公表を目指し、各団体会員の承認期限をまず6月8日とし、難しい場合は、事務局まで連絡することとした。また、各団体会員が承認するにあたり、日本の診断参考レベル(2020年度版)(案)の編集は一週間ほどで行うこととした。

## 医療被ばく研究情報ネットワーク会則

### 第1章 総則

(名称)

第1条 本組織は、医療被ばく研究情報ネットワークと称する。その英文名は、Japan Network for Research and Information on Medical Exposure(略称 J-RIME)とする。

### 第2章 目的及び事業

(目的)

第2条 医療被ばくの実態及び医療放射線防護に関連ある研究情報の収集及び共有化をはかり、国内外の医療被ばく研究の発展に寄与することを目的とする。

(事業)

第3条 前条の目的を達成するため、次の事業を行う。

- (1) 総会、研究会等の開催
- (2) 医療被ばく関連の研究情報の収集・共有・公開に関すること
- (3) 医療被ばく関連の国際機関への対応に関すること
- (4) 機関誌の刊行・HP での情報発信
- (5) 国内外の関連学協会及び団体との協力及び連携活動
- (6) その他、この組織の目的を達成するために必要な事業

### 第3章 会員

(構成員)

第4条 この組織に、次の会員を置く。

- (1) 団体会員 この組織の目的に賛同し、この組織の対象とする領域において専門の学識、技術又は経験を有する団体
- (2) 個人会員 この組織の目的に賛同し、この組織の対象とする領域において専門の学識、技術又は経験を有する者

(会員資格の取得)

第5条 この組織の目的に賛同する団体又は個人は、総会における承認により、会員資格を得る。

(会員資格の喪失)

第6条 会員は、次のいずれかに該当するときは、その資格を喪失する。

- (1) 退会した時
- (2) 当該会員の団体が解散し、又は個人が死亡した時
- (3) 総会で決議された時

### 第4章 役員、運営

(代表)

第7条 この組織に、代表1名を置く。

(代表の選任)

第8条 代表は総会において選出される。

(代表の任期)

第9条 代表の任期は2年とし、再任を妨げない。

(代表代行)

第10条 この組織に、代表代行を置くことができる。代表代行は、代表を補佐し、その指示に基づき代表の職務の一部を代行する。

(代表代行の選任)

第11条 代表代行は、総会の承認を得て、代表が選任する。

(ワーキンググループ)

第12条 この組織の事業を実施するために、ワーキンググループを設置できる。

(事務局)

第13条 本組織の事務局を量子科学技術研究開発機構量子生命・医学医学・医療部門放射線医学総合研究所内に置く。

## 第5章 総会

(構成)

第14条 総会は、すべての会員をもって構成する。

代表は必要に応じて、この組織の目的に賛同し、この組織の対象とする領域において専門の学識、技術又は経験を有する、会員でない者又は団体に、出席を依頼できる。

(開催)

第15条 総会は、定時総会として年に1回開催するほか、必要がある場合に開催する。

(招集)

第16条 総会は、代表が招集する。

会員は、代表に対し、総会の目的である事項及び招集の理由を示して、総会の招集を請求することができる。

## 第6章 その他

(規約の変更)

第17条 この規約は、総会の決議によって変更することができる。

## 附則

1. 本組織の活動に係る費用は、原則、それぞれの活動に参加する会員が負担するが、運営(情報連絡、WEB運営)に係る資金は量子科学技術研究開発機構量子生命・医学医学・医療部門放射線医学総合研究所が負担する。

## J-RIME団体会員一覧（2021年7月21日現在）

団体会員：J-RIMEの目的に賛同し、この組織の対象とする領域において  
専門の学識、技術又は経験を有する団体(会則第3章第4条（1）にて規定）

医療放射線防護連絡協議会	451-0041 愛知県名古屋市西区幅下1-5-17 大野ビル1階
代表者1	佐々木 康人
代表者2	菊地 透
会長	佐々木 康人
連絡先	jarpm@chive.ocn.ne.jp
日本医学物理学会	162-0801 東京都新宿区山吹町358-5 アカデミーセンター（株）国際文献社内
代表者1	米内 俊祐
会長	福田 茂一
事務局	jsmp-post@bunken.co.jp
日本医学物理士会	日本医学物理士会 〒162-0801 東京都新宿区山吹町358-5 アカデミーセンター
代表者1	大谷浩樹
会長	福士 政広
事務局	jcmp-post@bunken.co.jp
日本医学放射線学会	113-0033 東京都文京区本郷5-1-16 NP-2ビル7階
代表者1	栗井 和夫
理事長	青木 茂樹
事務局	office@radiology.or.jp
日本インターベンショナルラジオロ	〒355-0063埼玉県東松山市元宿1-18-4
代表	赤羽 正章
理事長	山門 亨一郎
事務局	TEL：0493-35-4250 / FAX：0493-35-4236 office@jsir.or.jp
日本核医学会	113-0021 東京都文京区本駒込2-28-45 日本アイソトープ協会内
代表者1	佐々木 雅之
理事長	絹谷 清剛
事務局	jsnm@mtj.biglobe.ne.jp
日本核医学技術学会	530-004 大阪市北区天満1-18-19 アスペック天満橋403
代表者1	東 直樹
理事長	片淵 哲朗
事務局	jsnmt-office@umin.ac.jp
日本医療画像システム工業会	112-0004 東京都文京区後楽二丁目5番1号 住友不動産飯田橋ファーストビル1階
代表者1	稲葉 潔
代表者2	桑原 健（たけし）
代表者3	小田 雄二
会長	山本章雄
事務局	dose-mng-gr@jira-net.or.jp
日本歯科放射線学会	135-0033 東京都江東区深川 2-4-11 一ツ橋印刷（株）学会事務センター内
代表者1	西川 慶一
代表者2	三島 章
理事長	浅海 淳一
事務局	jsomr@onebridge.co.jp
日本小児心臓CTアライアンス	〒113 - 8655 東京都文京区本郷7-3-1
代表	前田 理恵子
事務局	

日本小児放射線学会	355-0055 埼玉県東松山市松風台4-62 メディカル教育研究社内
代表者1	宮寄 治
理事長	相田 典子
事務局	office@jspr-net.jp
日本診療放射線技師会	105-6131 東京都港区浜松町 2-4-1 世界貿易センタービル31階
代表者1	江藤 芳浩
代表者2	鈴木 賢昭
会長	上田 克彦
事務局	info@jart.or.jp
日本乳がん検診精度管理中央機構	〒460-0002 名古屋市中区丸の内2丁目12番26号 丸の内セントラルビル 7階
代表者1	斎 政博
代表者2	西出 裕子
理事長	横江 隆夫
事務局	TEL : 052-219-8166 FAX : 052-219-8165
日本脳神経血管内治療学会	〒160-0016 東京都新宿区信濃町35信濃町煉瓦館 (一財) 国際医学情報センター内
代表者1	松丸 祐司
代表者2	盛武 敬
理事長	坂井 信幸
事務局	jsnet@imic.or.jp
日本放射線影響学会	633-0091 奈良県桜井市桜井52-1
代表者1	田代 聡
会長	島田 義也
事務局	jrrs-jim@nike.eonet.ne.jp
日本放射線技術学会	600-8107 京都市下京区五条通新町東入東錆屋町167ビューフォート五条烏丸3階
代表者1	五十嵐 隆元
代表理事	白石 順二
事務局	office@jsrt.or.jp
日本放射線腫瘍学会	〒104-0031 東京都中央区京橋1-4-14 TOKIビル5階 Tel : 03-3527-9971 Fax : 03-3527-9972
代表者1	青山 英史
理事長	茂松 直之
事務局	jastro-office@jastro.jp
日本保健物理学会	〒105-0004 港区新橋3-7-2 吉松ビル 3F 株式会社国際広報企画内
代表者1	小野 孝二
理事長	甲斐 倫明
事務局	exec.off@jhps.or.jp

J-RIME 第 13 回総会資料 (Web 会議) : 2021 年 7 月 21 日 (水)

## 「医療放射線防護連絡協議会からの報告」

総務理事 菊地 透

### 1. DRLs 2020 の普及と活用の促進

医療放射線安全管理講習会(厚生労働省後援)を、WEB 開催で第 69 回(URL 視聴期間:令和 2 年 10 月 21 日～25 日)と第 70 回(URL 視聴期間:令和 2 年 11 月 11 日～15 日)及び見逃し配信(URL 視聴期間:令和 3 年 1 月 20 日～1 月 31 日)を行い、総参加者 708 名と総視聴数 3984 回を得て、DRLs2020 の普及と活用について促進した。

特に、井上 優介先生(北里大学)から「医療法施行規則改正後の医療現場における対応の実際」と題して、診療放射線の安全管理における線量管理の線量評価に DRLs2020 の利用を紹介。また、赤羽 正章先生(国際医療福祉大学)から「日本医学放射線学会より 医療法施行規則改正に対応した Japan DRLs 2020 の活用」と題して、診断参考レベルの意義と Japan DRLs 2020 の活用について講演した。

また、年次大会第 31 回「高橋信次記念講演・古賀佑彦記念シンポジウム」(WEB 開催:令和 2 年 12 日、視聴期間 12 月 11 日～18 日)の古賀佑彦記念シンポジウム「今後の線量管理に向けた取り組み」のテーマにおいて、赤羽 恵一先生(量子機構・放医研)より、医療法施行規則の観点から DRLs2020 の活用について検査毎に紹介した。なお、これらの管理講習会及び年次大会については、医療放射線防護誌 84 号(令和 3 年 3 月発行)に掲載、併せて 84 号の図書紹介に医学物理学教科書シリーズ「医療放射線防護学」の DRLs2015 及び DRLs2020 の記載について紹介した。

### 2. 診療放射線従事者の被ばく管理について

当協議会は医療領域の放射線安全・防護として、①放射線診療施設設備の安全管理、②放射線診療従事者の防護・被ばく管理、③放射線診療を受ける患者の線量管理を中心に活動しており、昨年は水晶体の線量限度引き下げに伴う医療分野のガイドライン作成に付随して、「医療スタッフの放射線安全に係るガイドライン -水晶体の被ばく管理を中心に-」技術マニュアルを作成した。

引き続き、第 42 回医療放射線安全利用フォーラム (Zoom 会議:令和 3 年 2 月 14 日、視聴期間:2 月 12 日～19 日)において、「令和 3 年度からの水晶体等線量限度改正施行対応について」をテーマに、櫻田先生(産業医科大学)から「水晶体の線量限度改正」、大野先生(京都医療科学大学)から「医療スタッフの放射線安全に係るガイドラ

イン\*水晶体の被ばく管理を中心に\*」の講演と、各関連学会から水晶体被ばく防護に向けた取り組みの現状について報告があり、放射線診療従事者の被ばく防護における線量管理について討論された。

### 3. その他

- 1) 医療法施行規則改正・電離規則等の改正に伴い、患者の被ばく管理を含め「医療領域の放射線管理マニュアル」改正版の作成を準備中。
- 2) IVRのDRLs2020を含め、「IVRに伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン-Q&Aと解説」改訂版の作成を準備中。

公益社団法人日本医学放射線学会 2020 年度活動報告

(報告者)

日本医学放射線学会  
放射線安全管理委員会委員長  
栗井和夫

1. 「診療用放射線の安全利用のための研修ビデオ」の公開(2020年6月30日)

診療用放射線の安全利用のための教育・研修のビデオ教材(30分)を作成し、JRSの学会員に公開した。講習内容は、①法改正の背景、②医療被ばくの基本的な考え方、③放射線診療の正当化と最適化、④過剰被ばくその他の事例発生時の対応、⑤医療従事者と患者間の情報共有等。

2. 「診療用放射線に係る安全管理体制に関するガイドライン」等の改定(2020年11月9日)

Japan DRLs 2020の発行に伴い、当学会から公開している「診療用放射線に係る安全管理体制に関するガイドライン」等の改定を実施した。

3. 医療従事者の職業被ばくに関する医療施設における管理・教育状況実態調査(2020年12月-1月)

厚労省の労災疾病臨床研究事業「放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減対策に関する調査研究」に採択された研究(班長:長崎大学 工藤崇 教授)であり、日本医学放射線学会修練機関を対象としたWebアンケートを実施した。結果については、日本医学放射線学会の英文誌(JJR)に投稿する予定。

4. 第56回日本医学放射線学会臨床秋季大会(Web)

シンポジウム「被曝管理」座長:赤羽正章(国際医療福祉大学)

- 1) 医療スタッフの放射線安全に係るガイドライン～水晶体の被ばく管理を中心に～  
演者:大野 和子(京都医療科学大)
- 2) IVR 放射線被ばく防護の実践  
演者:花輪 真(市立旭川病院)
- 3) 診療用放射線の安全管理に係る規則改正について  
演者:稲木 杏吏(金沢大)

\*JRS2020の教育講演でも放射線防御関係の講演が予定されていたが、コロナ禍のため中止

2021 年 7 月 21 日

第 13 回 J-RIME 総会

令和 02 年度の活動報告 一般社団法人 日本核医学会

- ・令和 2 年 5 月に開催された第 20 回日本核医学会春季大会にて、「核医学のための診療用放射線の安全利用」の講習を日本核医学技術学会と合同で開催した。学会員 300 名が参加した。
- ・令和 2 年 11 月に開催された第 60 回日本核医学会総会（神戸）において、診療用放射線の安全利用のための研修、を行った。会場の参加者約 30 名。web 視聴者は不明。
- ・DRLs2020 の核医学関係の作成に係る資料を英文学会誌 Annals of Nuclear Medicine (2020 Nov;34(11):799-806.) に発表した。
- ・令和 3 年 5 月に開催された第 21 回日本核医学会春季大会にて、「核医学のための診療用放射線の安全利用」の講習を日本核医学技術学会と合同で開催した。学会員 104 名が参加した。

業界団体(産業界)からは、放射線防護に関わる情報、X線診断装置の線量低減に寄与する機能および線量管理システムに係る国内外規格の動向を中心に報告する。

## 1. IEC/JIS :

- ◆ 医療機器全般に適用される通則 IEC 60601-1 : 4 版が 2025 年発行で進行中
- ◆ CT システム :
  - IEC 60601-2-44 (CT 基礎安全/基本性能規格) ed.4 開発着手。IEC 61223-3-5 ed.2 との調和、IEC 62985 ed.1 の参照、State of the art に対する要求追加、通則 ed.3.2 との調和等。
  - 中国より Spectral CT に関する規格の NWIP(New Working Item Proposal)がありました。内容については議論中で規格開発を開始する前の段階
  - **改正** : JIS Z 4752-3-5 (受入・不変性試験/IEC 61223-3-5:2019(ed.2))
  - **廃止** : JIS Z 4752-2-6 (不変性試験)
  - 制定準備中 : JIS T 62985 (線量指標 SSDE/IEC 62985:2019(ed.1)) の原案審議中
- ◆ RF システム :
  - IEC 61223-3-8 (受入・不変性試験) は、Committee Draft2(CD)の審議中(以降プロセス、CD→CDV→FDIS→IS)
  - IEC 60601-2-54 ed.2 (一般撮影・透視装置の基礎安全/基本性能規格) は CDV 合意に向け審議中
  - 改正 : JIS Z 4751-2-54 (IEC 60601-2-54 ed.1.2 に対応する)
- ◆ IVR システム :
  - IEC 60601-2-43 ed.2.2 (IVR 基礎安全/基本性能規格)は発行済み (2019/10)。
  - 改正 : JIS Z 4751-2-43 (IEC 60601-2-43 ed.2.2 に対応する)発行済み (2021/5)。
- ◆ マンモ :
  - IEC 61223-3-6:2020(ed.1/トモシンセシス画像性能に関する受入・不変性試験)
  - 制定計画 : JIS Z 4752-3-6(IEC 61223-3-6:2020 のミラー規格)
- ◆ 歯科 :
  - IEC 60601-2-63 ed.1.2 (口外法) 発行済、2021/5
  - IEC 60601-2-65 ed.1.2 (口内法) 発行済、2021/5
  - 改正計画 : JIS T 60601-2-63(IEC 60601-2-63 ed.1.2 のミラー規格)
  - 改正規格 : JIS T 60601-2-65(IEC 60601-2-65 ed.1.2 のミラー規格)
  - IEC 61223-3-7 ed.1 (CBCT に関する受入・不変性試験) は 5/28 に CDV 賛成決議済
- ◆ 国際規格一覧

モダリティ	基本安全/基本性能	受入・不変性試験
CT	IEC 60601-2-44	IEC 61223-3-5
RF	IEC 60601-2-54	IEC 61223-3-8
IVR	IEC 60601-2-43	
マンモ	IEC 60601-2-45	IEC 61223-3-2 IEC 61223-3-6
歯科(CBCT)	IEC 60601-2-63	IEC 61223-3-7 (CBCT のみ)
歯科(パノラマ,セファロ)	IEC 60601-2-63	IEC 61223-3-4
歯科(口内法)	IEC 60601-2-65	IEC 61223-3-4

## 2. NEMA :

米国内で有効な NEMA-MITA で制定・議論している主な規格は以下のとおりである。

- ◆ NEMA XR 25:2019 (CT Dose Check) - Interventional なスキャン手順の改善。IEC 規格との整合目的。製造出荷時線量警戒値の初期値を 1Gy 以下に設定。
- ◆ NEMA XR 26:2020 (CT Access Control) - プロトコル改訂、スキャン装置操作、設定変更へのアクセス制御。
- ◆ NEMA XR 27:2013(R2018) (IVR User QC Mode) ed1.1 - ユーザー品質管理機能。
- ◆ NEMA XR 28:2018 (CT User Information) - 線量低減機能情報、線量設定に関する情報の提供や院内教育。
- ◆ NEMA XR 29:2013 (CT Smart Dose) - Medicare の診療報酬要件。

### 3. DICOM/IHE :

- ◆ 機器照射線量情報の出力手段として簡易に実現されていた MPPS への相乗りが規格から削除され、RDSR に統一された。照射線量情報出力手段の一本化により、共通化がより高まる。
- ◆ オーダ情報の発信に用いられる通信規約が HL7 から FHIR にアップデートされつつあり、これとの互換性を保つための DICOM タグ構造の修正が進められている。
- ◆ 個人被ばくを推定する線量構造化レポート (p-RDSR) が規格化されたが、国際的に認知された臓器被ばくシミュレーション手段 (方式・係数など) がなく、まだ研究レベルとされる。

— 以上 —

(公社) 日本診療放射線技師会

## 活動報告

### 1. 医療放射線安全管理者講習会

第 1 回～第 3 回はコロナ禍のため中止

第 4 回 2020 年 11 月 22 日 (日) 参加者 70 名

場所：三井住友銀行東館 SMBC ホール

プログラム

- ・ 医療法施行規則の一部改正の経緯と日本診療放射線技師会の取り組み
- ・ 医療法施行規則及び関連通知
- ・ 診療用放射線の安全利用のための指針作成
- ・ 正当化とリスク，放射線障害への対応
- ・ 被ばく線量の最適化と DRL
- ・ 線量の記録
- ・ 患者への説明
- ・ 医療放射線の安全管理における放射線機器管理士の役割
- ・ 医療被ばく低減施設認定

第 5 回 2020 年 11 月 23 日 (月) 参加者 73 名

場所：三井住友銀行東館 SMBC ホール

プログラムは上と同じ

第 6 回 2020 年 12 月 6 日 (日) 参加者 41 名

場所：神戸大学シスメックスホール

プログラムは上と同じ

第 7 回 2020 年 12 月 20 日 (日) 参加者 42 名

場所：ナースプラザ福岡

プログラムは上と同じ

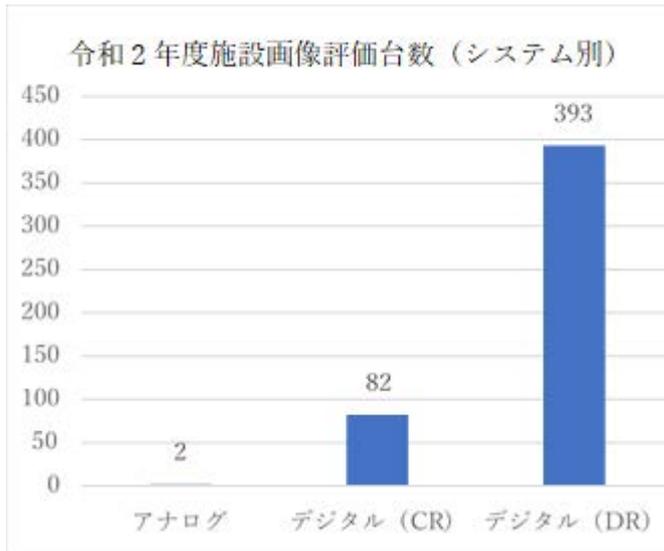
### 2. 第 36 回日本診療放射線技師学会学術大会シンポジウム (Web)

「医療放射線安全管理責任者の実情と問題点」

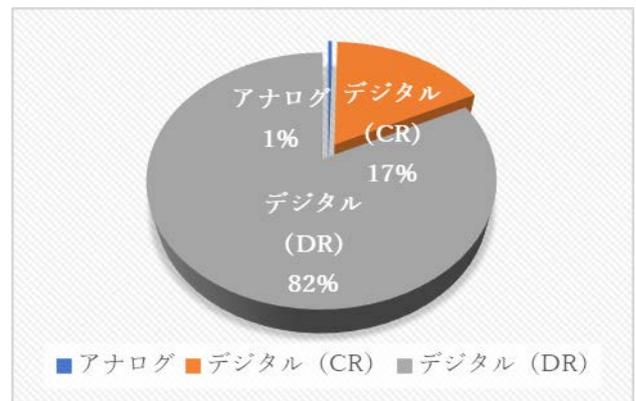
- ・ 医療放射線安全管理責任者の役割
- ・ 大規模施設での実施 (活動) 状況
- ・ 小規模施設での実施 (活動) 状況
- ・ 民間施設での実施 (活動) 状況
- ・ 立入検査への対応

## NPO 法人 日本乳がん検診精度管理中央機構 活動報告

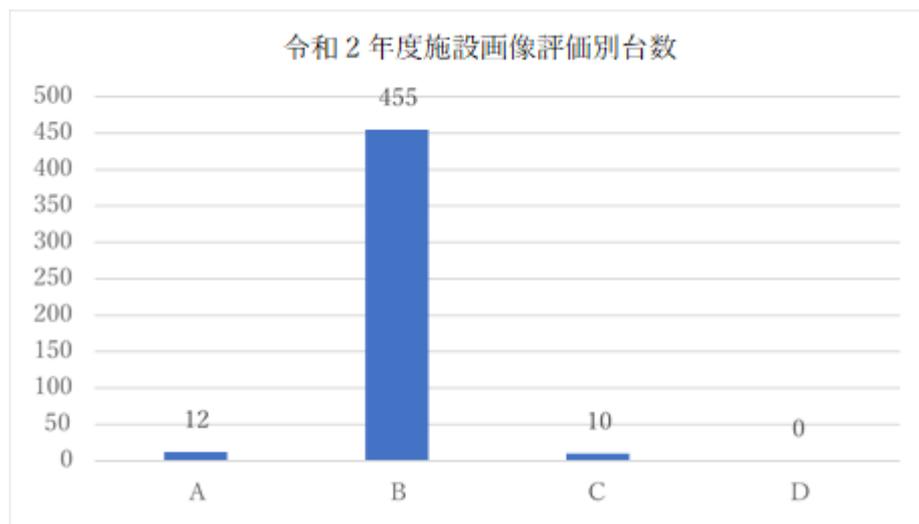
1. 令和 2 年 7 月より遠藤登喜子前理事長から、横江隆夫理事長に変更になりました。
2. 令和 2 年度のマンモグラフィ施設・画像評価の報告（評価 19 回、述べ台数 477 台：2020 年 4 月 1 日～2021 年 3 月 31 日）を下記にいたします。



令和 2 年度施設画像評価台数割合（システム別）

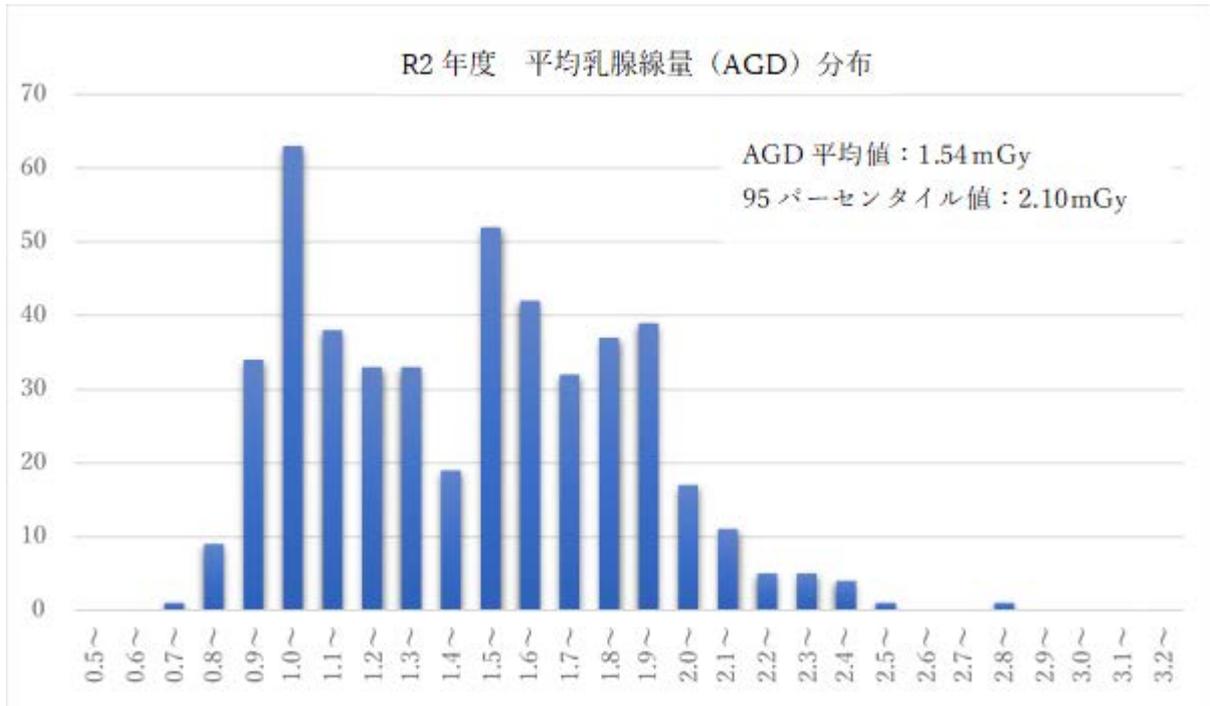


デジタルシステムは 99%、アナログは 1%であった。特に DR システムの導入が著しい。

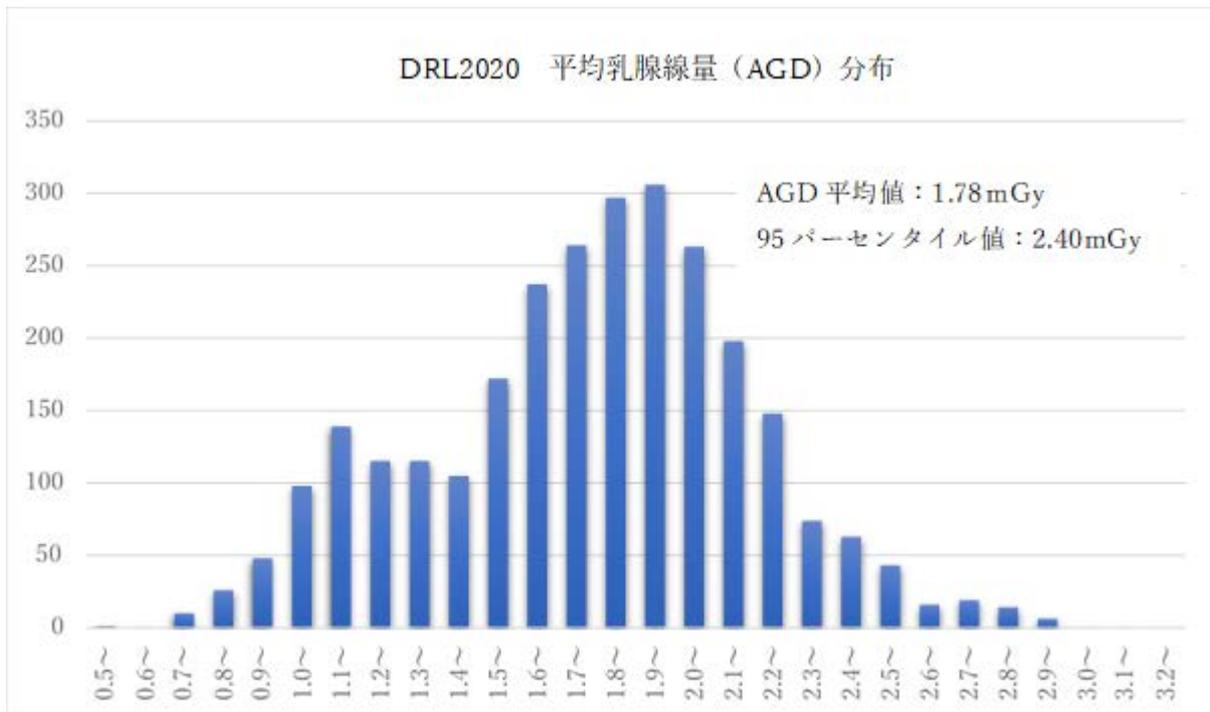


施設認定は A、B 評価で、認定率は 97%であった。

令和2年度施設画像評価データからの平均乳腺線量の分布を下記に示します。  
 平均乳腺線量の平均値は1.54mGy、95パーセンタイル値は2.10mGyであった。



DRL 2020 (マンモグラフィ) の平均乳腺線量分布と比較すると、平均値および95パーセンタイル値とも減少している。デジタル化、特にフラットパネルを搭載したDRシステムへの移行に伴うシステム線量の低減化によるものと思われる。



## 日本放射線技術学会 活動報告

- ・ 2021年6月1日に「診断参考レベル運用マニュアル2020版」をJ-RIME監修のもと作成し、学会ホームページ上に公開した。会員・非会員問わず閲覧可能である。
- ・ 小児股関節撮影における生殖腺防護に関する検討班 を立ち上げ活動を行っている
- ・ 医療被ばくリスクコミュニケーションセミナーを開催している
- ・ 放射線影響と防護量の考え方を学ぶ Web セミナーを開催している

## 学術大会関係

第77回日本放射線技術学会総会学術大会 2021年4月15日(木)～18日(日)

- ・ 第57回計測部会 「個人線量計と水晶体被ばく線量測定の昨今から未来」
- ・ 第52回放射線防護部会 「医療法施行規則に関する施設の取り組み事例」
- ・ 実行委員会企画「診断参考レベル2020について」量研機構 神田玲子先生
- ・ 実行委員会企画「放射線防護における線量測定の有用性」藤田医科大学 鈴木昇一先生
- ・ 実行委員会企画「Outline and Expected Outcome of the Updated National Diagnostic Reference Levels (DRLs 2020) for Computed Tomography and Diagnostic Fluoroscopy in Japan」  
金沢大学 松原孝祐
- ・ 「COVID-19と放射線：知っておきたい放射線に関する科学的エビデンス」  
環境科学技術研究所 島田義也先生
- ・ 関係法令・放射線防護合同フォーラム 「水晶体等価線量限度引下げに伴う医療現場の対応」  
など

第49回日本放射線技術学会秋季学術大会 2021年10月15日(金)～17日(日)

- ・ 第53回放射線防護部会 「医療被ばく相談における実効線量を考える」
- ・ 放射線防護フォーラム 「DRLs2020の臨床現場での運用」
- ・ JSRT-JART 合同シンポジウム 「生殖腺防護について考える」  
など

日本保健物理学会

J-RIME 会議資料

[2020年度の実績]

① J-RIME 対応

DRL ワーキングにおけるプロジェクトチーム参加.

会員派遣 (CT、核医学、一般撮影、診断用透視).

昨年総会時の DRL 確認依頼に基づき、本学会においても意見集約後、微修正を依頼し、その一部は採用.

② 医療関連シンポジウムの企画及び開催

日本保健物理学会第 53 回研究発表会においてシンポジウム企画

テーマ 「眼の水晶体の線量モニタリング及び放射線防護の動向」

2020 年 6 月 30 日 (火) リモート開催 (主会場近畿大学)

原子力現場における放射線管理実務者の立場、医療系学会のまとめ役の立場、臨床現場における放射線管理担当診療放射線技師の立場、放射線測定業者の立場等、多角的に意見交換.

③ 本学会として、「眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン」の公示

2020.7.8 制定、2021.6.3 修正.

[2021年度の予定]

① DRLs2020 の普及活動

② 関連医療系団体との連携強化

③ 水晶体の被ばく低減の普及啓発運動

④ 小児股関節撮影の際の防護廃止に関わるシンポジウム

以上

小野孝二

# 電離放射線防止規則改正を受けた 医療機関における 水晶体被ばく低減対策について



厚生労働省労働基準局  
安全衛生部労働衛生課  
電離放射線労働者健康対策室

坂井 寛毅

# 電離健診対象事業場に対する自主点検等事業(令和2年度)

## 趣旨等

○令和3年度から施行される改正電離放射線障害防止規則に対応する準備を進めるため、事業場における労働者の放射線防護措置が、電離放射線障害防止規則等に定められている内容と照らして問題ないかを自ら点検し、問題を自主的に改善することを目的として実施。

○実施対象事業場： 全ての電離放射線健康診断実施対象事業場

## 自主点検票概要

1. 被ばく線量限度の遵守  
(実効線量・眼の水晶体の等価線量)

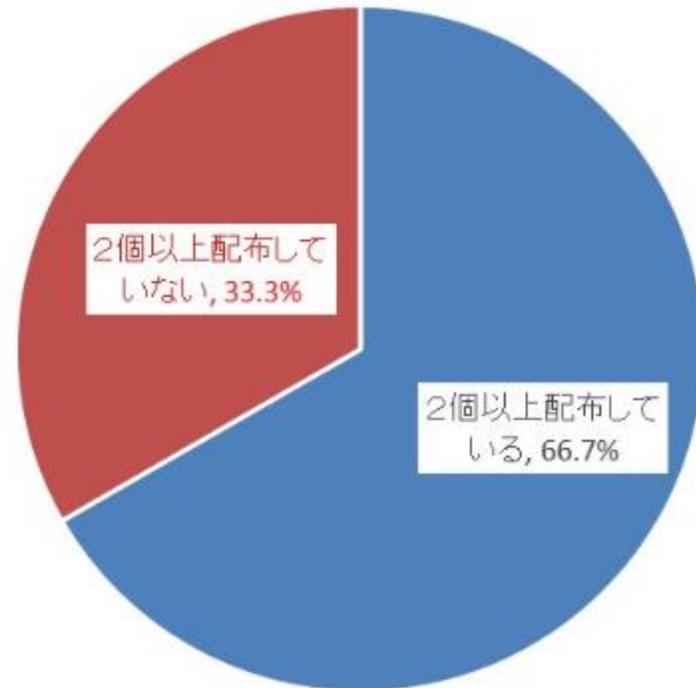
2. 適切な線量測定の実施

3. 被ばく線量の5年管理の徹底

4. 管理区域一時立入者の線量管理の適切な実施

- 点検期間は令和2年8月7日～9月30日。回答方法は書面又はWEB
- 放射線業務を実施する全国の約17,000事業場（うち医療保健業は約8,400事業場）に対して点検を実施し、約9,500事業場（うち医療保健業は約5,300事業場）が回答。（回収率：57%）

Q1 放射線測定器の配布状況（不均等被ばくとなる者に放射線測定器を2個以上配布していない事業場の割合）



Q2 放射線測定器の適正な装着のための対策（複数回答可）

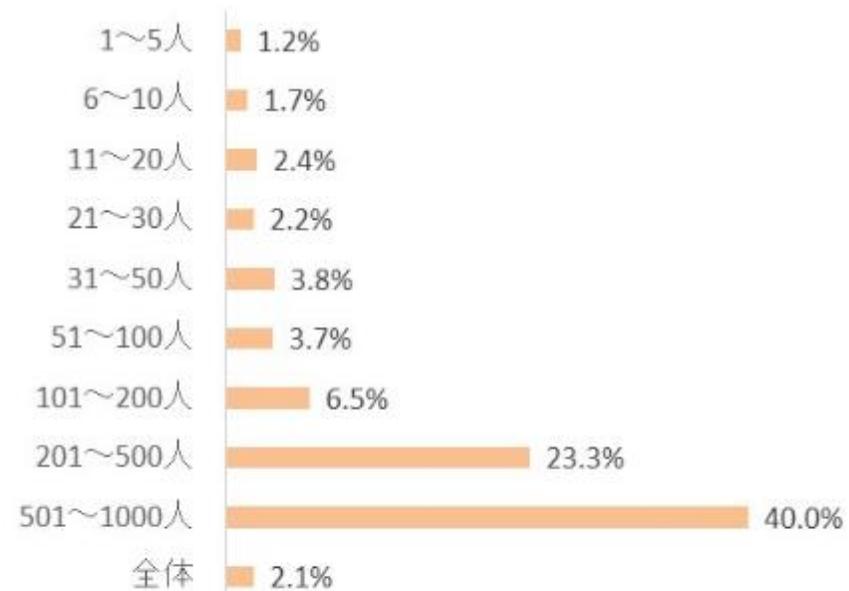


○放射線測定器は、胸部（男性）又は腹部（女性）に加えて、不均等被ばくの場合は体幹部や末端部への装着が必要（電離則8条）

## Q3 実効線量分類別人数

※放射線業務従事者数、実効線量分類別人数の合計人数、眼の水晶体の等価線量分類別人数の合計人数が一致する回答のみ抽出して集計

	人数 (人)	割合 (%)
検出限界未満	51,447	69.2
検出限界以上～年20mSv被ばく	22,490	30.3
年20mSv超～年50mSv被ばく	106	0.1
年50mSv超被ばく	1	0.0
把握していない	287	0.4
合計	74,331	100.0



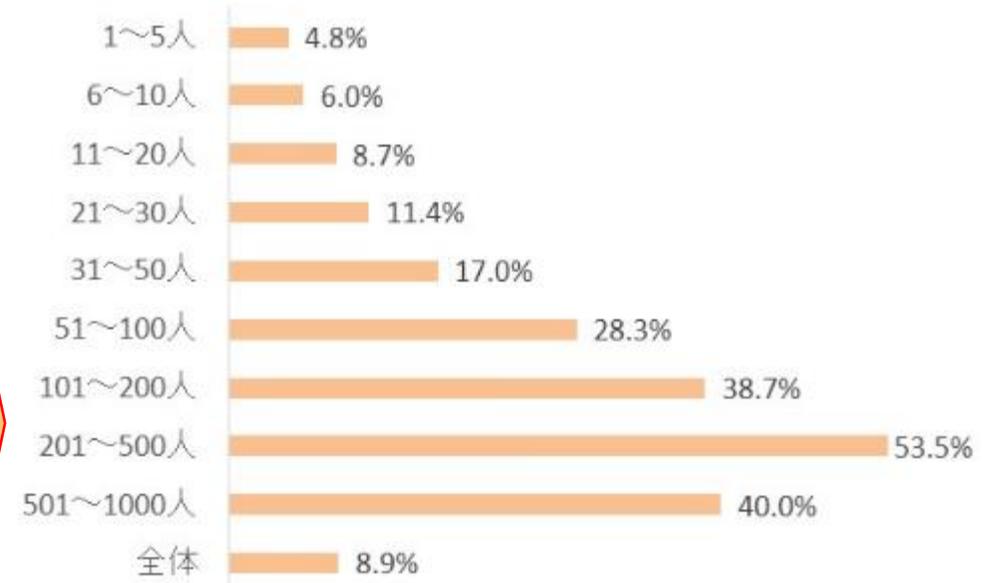
事業場の放射線業務従事者数別の  
実効線量が年20mSv超又は把握していない労働者がいる  
と回答した事業場の割合

実効線量の限度は5年間につき100mSvかつ1年間につき50mSv（電離則4条）

Q4 眼の水晶体の等価線量分類別人数

※放射線業務従事者数、実効線量分類別人数の合計人数、眼の水晶体の等価線量分類別人数の合計人数が一致する回答のみ抽出して集計

	人数 (人)	割合 (%)
検出限界未満	47,725	64.2
検出限界以上～年20mSv被ばく	23,806	32.0
年20mSv超～年50mSv被ばく	473	0.6
年50mSv超被ばく	55	0.1
把握していない	2,272	3.1
合計	74,331	100.0



事業場の放射線業務従事者数別の  
眼の水晶体の等価線量が年20mSv超又は把握していない  
労働者がいると回答した事業場の割合

（令和3年4月1日～）眼の水晶体の等価線量の限度は5年間につき100mSvかつ1年間につき50mSv（電離則5条） ※一部の医師について経過措置あり

## 2) 線量調査

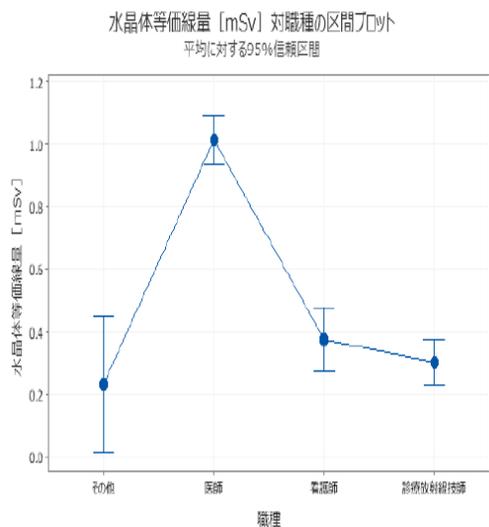
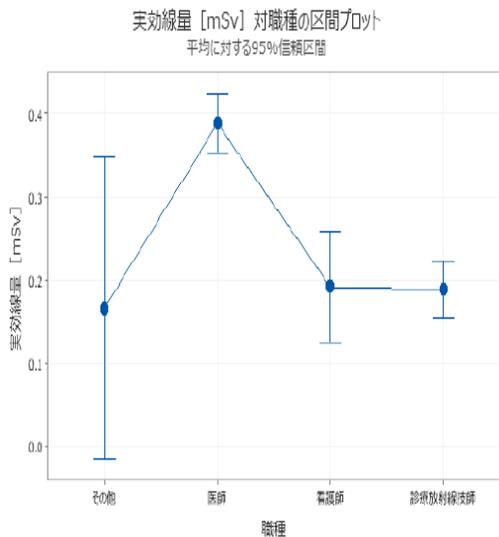
### (イ) 線量データの解析結果

#### 職種別の線量分布

・平均値で比較すると、医師がいずれの線量も他の職種の2倍以上の被ばく線量であった。右図に分散分析による比較結果を示す。

・結果に示す通り、医師は他の職種と比較し有意に被ばく線量が高いことが示された。医師の水晶体等価線量は最大16mSvに及び1か月線量が4.25mSvを超える例がのべ測定数に対して24件あった。

・一方、看護師及び診療放射線技師でこの水準の4mSvを超える例はそれぞれ1件であった。



エラーバーは95%信頼区間

図 職種別線量の区間プロット  
(上段：実効線量、下段：水晶体等価線量)

## 2) 線量調査

### (イ) 線量データの解析結果

#### 職種細目別の線量分布

・診療細目間の平均値の差は有意であり、水晶体等価線量では心臓外科、循環器内科、消化器内科、消化器外科、放射線科 (IVR) に高い傾向が見られた。

・右図は全職種を統合したデータに基づく分析だが、職種別職種細目数を考慮するとこの傾向は医師の被ばく線量を色濃く反映したものと推定される。

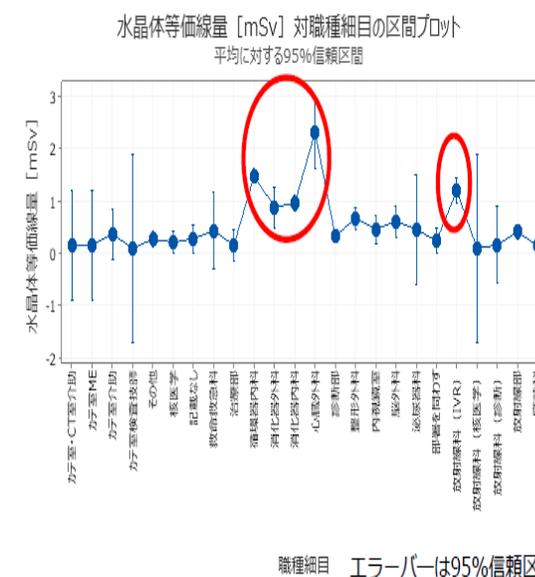
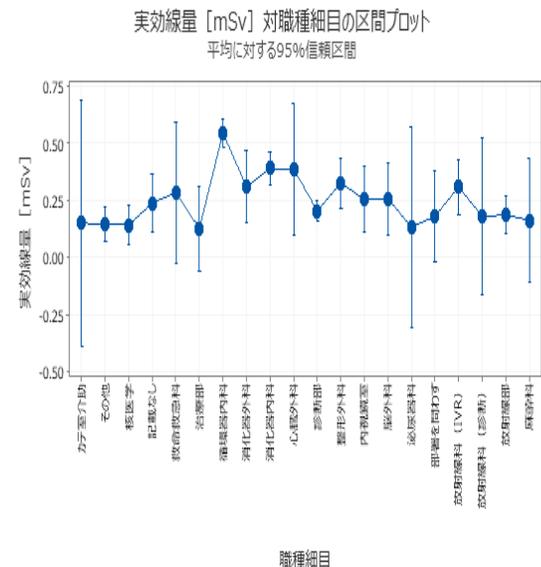
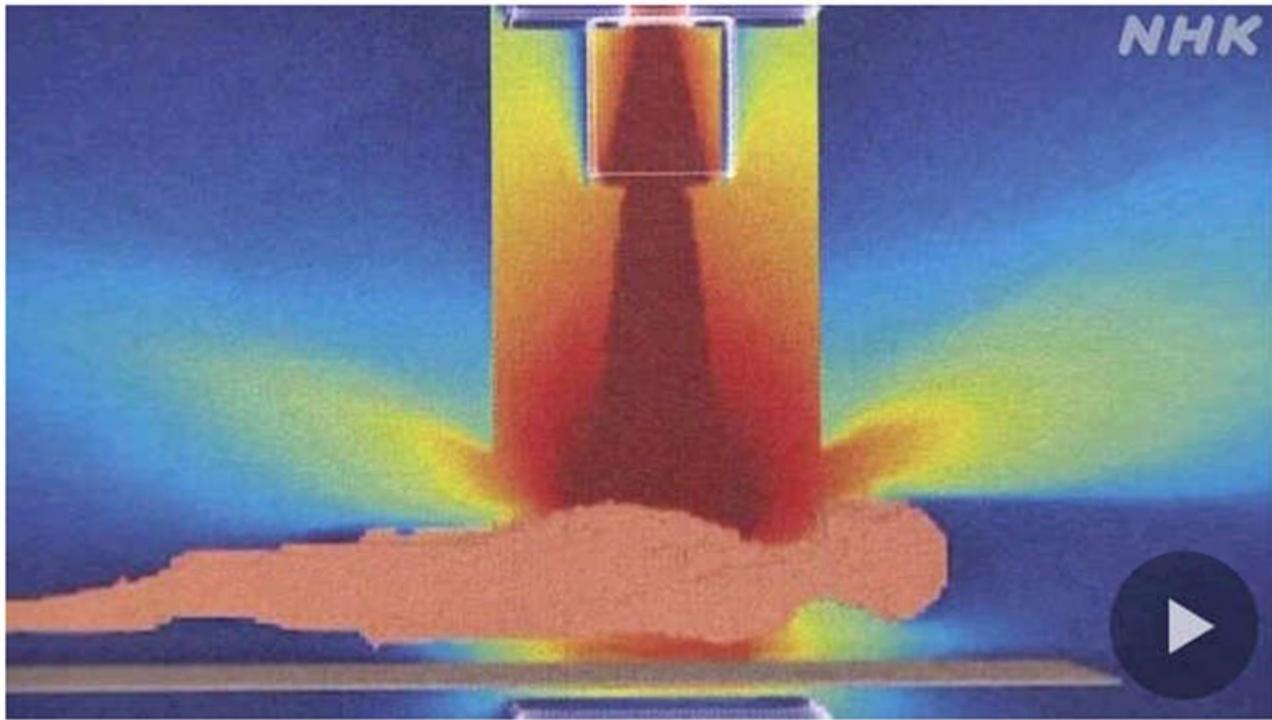


図 職種細目別線量の区間プロット  
(上段：実効線量、下段：水晶体等価線量)



【資料出所】NHK NEWS WEBから一部抜粋  
<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20210606/k10013070951000.html>



## 医師や看護師の被ばく 3割余りの医療機関で 管理徹底されず

2021年6月7日 11時38分

全国の医療機関を対象に厚生労働省が初の被ばく管理の調査を行ったところ、通常、手術や検査の際に医師らが身につける線量計を3割余りの医療機関が必要な個数を配布していないなど医療現場の被ばく管理が徹底されていない実態が明らかになりました。

厚生労働省電離放射線労働者健康対策室の夏井智毅室長補佐は「被ばく量の評価や測定は基本であり、3分の1の医療機関でできていなかったことは重大な結果だ。早急に改善をしてもらう必要がある。また、治療や検査の際、医療従事者が『めんどくさい』ことなどを理由に線量計を着けないといったことなどがなく、医療機関の中で、管理体制をしっかりとつくる必要がある」と話しています。

そのうえで「医療機関が点検して問題点を確認し、改善につなげるという経過を国としても把握するとともに、定期的に、状況が守られているか医療機関みずからが確認する機会を作っていく必要がある」と述べ、今後も調査を継続していくとしています。

# 電離健診対象事業場に対する自主点検等事業(令和2年度)

## 趣旨等

○令和3年度から施行される改正電離放射線障害防止規則に対応する準備を進めるため、事業場における労働者の放射線防護措置が、電離放射線障害防止規則等に定められている内容と照らして問題ないかを自ら点検し、問題を自主的に改善することを目的として実施。

○実施対象事業場： 全ての電離放射線健康診断実施対象事業場

## 自主点検票概要

1. 被ばく線量限度  
(実効線量・眼

3. 被ばく線量の5

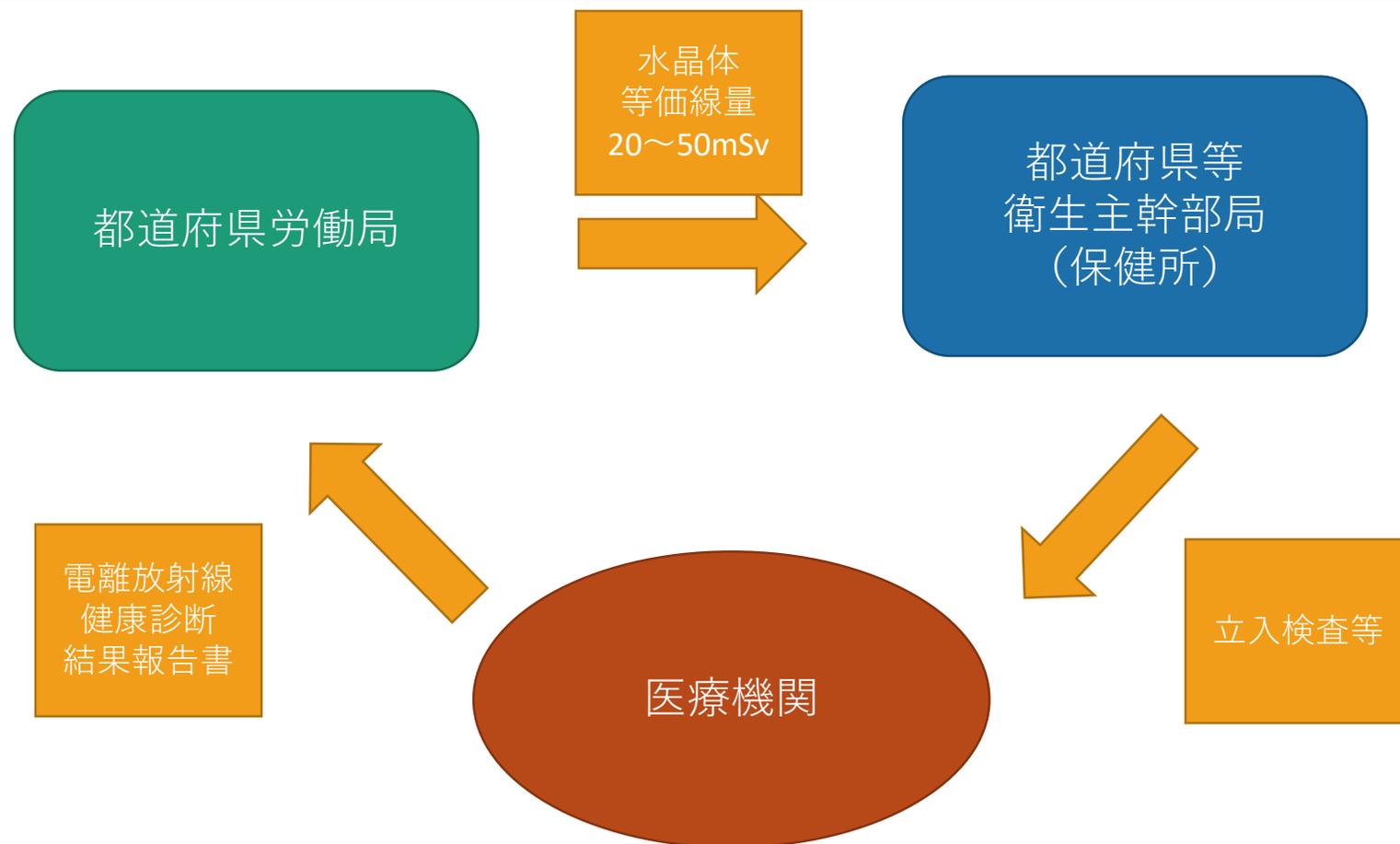
令和3年度  
も  
実施予定

線量管理の適切な実施

- 点検期間は令和2年8月7日～9月30日。回答方法は書面又はWEB。
- 放射線業務を実施する全国の約17,000事業場（うち医療保健業は約8,400事業場）に対して点検を実施し、約9,500事業場（うち医療保健業は約5,300事業場）が回答。（回収率：57%）

## 放射線障害防止対策に係る都道府県等衛生主管部局との連携について

- 眼の水晶体に受ける等価線量が年間20ミリシーベルトを超え50ミリシーベルト以下である放射線業務従事者及び放射線診療従事者等について、事業者又は病院、診療所の管理者がその被ばくを低減し、適切な線量管理を行うよう、**都道府県労働局と医療法第25条第1項に基づく立入検査等を行う都道府県等とが連携**して取り組む。



ご清聴ありがとうございました



# 日本の診断参考レベル (2020 年版)

National diagnostic reference levels in Japan (2020)

- Japan DRLs 2020-

令和 2 年 7 月 3 日

医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)

医療放射線防護連絡協議会

日本医学物理学会

日本医学物理士会

日本医学放射線学会

日本インターベンショナルラジオロジー学会

日本核医学会

日本核医学技術学会

日本歯科放射線学会

日本小児心臓 CT アライアンス

日本小児放射線学会

日本診療放射線技師会

日本乳がん検診精度管理中央機構

日本脳神経血管内治療学会

日本放射線影響学会

日本放射線技術学会

日本放射線腫瘍学会

日本保健物理学会

協力

日本画像医療システム工業会

量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所

2020.8.31 一部修正



修正一覧(2020.08.31)

1.

P.25

<修正前>

表 3. 胸部 CT 検査の CTDI<sub>vol</sub> [mGy](32 cm ファントムに基づく値)

	< 1 歳 (n = 28)	1 ~ < 5 歳 (n = 29)	5 ~ < 10 歳 (n = 24)	10 ~ < 15 歳 (n = 24)
Median	3.6 <b>(1.6)</b>	5 (2.5)	7.4 (3.7)	10.6 (5.3)
75th percentile	6 (3)	7.8 (3.9)	13.2 (6.6)	12.6 (6.3)

<修正後>

表 3. 胸部 CT 検査の CTDI<sub>vol</sub> [mGy](32 cm ファントムに基づく値)

	< 1 歳 (n = 28)	1 ~ < 5 歳 (n = 29)	5 ~ < 10 歳 (n = 24)	10 ~ < 15 歳 (n = 24)
Median	3.6 <b>(1.8)</b>	5 (2.5)	7.4 (3.7)	10.6 (5.3)
75th percentile	6 (3)	7.8 (3.9)	13.2 (6.6)	12.6 (6.3)

2.

P.31

<修正前>

表 3 DRL2020 決定に用いた各調査結果

	日本医学放射 線学会修練機 関 (57 施設)	日本医学放射 線学会修練機 関 (57 施設)	全国 450 施設 (浅田ら)	全国労災 病院 (31 施設)	DRL2020 [mGy]	DRL2015 [mGy]
	中央値 [mGy]	75 パーセンタイル [mGy]				
胸部正面 (100kV 未満)	0.24	0.38	-	-	0.4	0.3
胸部正面 (100kV 以上)	0.1	0.18	0.22	0.24	0.3 (0.25)	0.3
腹部正面 (臥位)	0.93	1.64	2.26	1.97	2.5	3
乳児股関節 (0~1 歳)	0.09	0.12	0.15	0.14	0.2 (0.15)	0.2
乳児胸部 (0~1 歳)	0.08	0.11	0.12	0.14	0.2 (0.15)	0.2
小児胸部 (5 歳)	0.1	0.16	0.19	0.17	0.2	<b>0.7</b>
頭部正面	0.94	1.45	2.05	1.8	2.5	3
頸椎正面	0.46	0.63	0.71	0.61	0.8	0.9
胸椎正面	1.35	1.84	2.67	2.52	3	3
胸椎側面	2.11	3.01	4.53	4.59	5	6
腰椎正面	1.55	2.27	3.46	3.21	3.5	4
腰椎側面	3.61	5.17	8.52	8.6	9	11
骨盤正面	1.17	1.66	2.41	2	2.5	3

<修正前>

表 3 DRL2020 決定に用いた各調査結果

	日本医学放射線学会修練機関 (57 施設)	日本医学放射線学会修練機関 (57 施設)	全国 450 施設 (浅田ら)	全国労災病院 (31 施設)	DRL2020 [mGy]	DRL2015 [mGy]
	中央値 [mGy]	75 パーセンタイル [mGy]				
胸部正面 (100kV 未満)	0.24	0.38	-	-	0.4	0.3
胸部正面 (100kV 以上)	0.1	0.18	0.22	0.24	0.3 (0.25)	0.3
腹部正面 (臥位)	0.93	1.64	2.26	1.97	2.5	3
乳児股関節 (0~1 歳)	0.09	0.12	0.15	0.14	0.2 (0.15)	0.2
乳児胸部 (0~1 歳)	0.08	0.11	0.12	0.14	0.2 (0.15)	0.2
小児胸部 (5 歳)	0.1	0.16	0.19	0.17	0.2	<b>0.2</b>
頭部正面	0.94	1.45	2.05	1.8	2.5	3
頸椎正面	0.46	0.63	0.71	0.61	0.8	0.9
胸椎正面	1.35	1.84	2.67	2.52	3	3
胸椎側面	2.11	3.01	4.53	4.59	5	6
腰椎正面	1.55	2.27	3.46	3.21	3.5	4
腰椎側面	3.61	5.17	8.52	8.6	9	11
骨盤正面	1.17	1.66	2.41	2	2.5	3



## 序文

わが国で初めて診断参考レベル(Diagnostic Reference Levels; DRLs)が公表された平成 27 (2015)年 6 月から 5 年を経て、このたび改訂された 2020 年の診断参考レベル(通称 診断参考レベル 2020 あるいは Japan DRLs 2020, DRLs 2020)を「日本の診断参考レベル(2020 年版)」報告として、7 つのモダリティについて公表するに至った。この改訂は、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)の活動によって関連する学協会の協力のもとに、学協会が実施した実態調査の結果に基づいて行ったものである。

2015 年の診断参考レベルは、今回同様に J-RIME の活動によって関連する学協会の協力のもとに、「最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定」報告として、6 つのモダリティについてまとめられたものであった。医師、診療放射線技師、医学物理士をはじめとするさまざまな専門家がデータに基づいて議論を行い、国連科学委員会(UNSCEAR)、国際放射線防護委員会(ICRP)、国際原子力機関(IAEA)、世界保健機関(WHO)などの国際機関の専門家の助言も得た。わが国として国内で共通の診断参考レベルを策定したことは時代を画するものであり、国内の医療放射線防護に大きなインパクトを与え、メディアによって報道された。

診断参考レベル 2015 は公表された時点では、法令に取り入れられたわけではなく、J-RIME の枠組の中で学協会によって設定されたものという位置付けであったが、学協会の啓発活動によって国内の放射線診療の中に認知されて行った。その後、平成 31(2019)年 3 月の診療用放射線に係る安全管理体制についての医療法施行規則の改正によって、医療被ばくの線量管理の中で「関連学会のガイドライン等」の重要なひとつとなったと考えられ、診断参考レベル 2015 は事実上、法令に取り入れられたと言えるであろう。

今回の診断参考レベル 2020 は、このような診断参考レベルの国内での定着の経緯を受けて、診断参考レベル 2015 と同様に関連する学協会の協力のもとに時宜を得た改訂によって策定されたものである。

さて、現代において放射線医療が広く利用されて無くてはならないものになっており、新しい手法や機器の導入とともに、絶え間ない高度化を続けている。このように放射線医療が人々に大きな利益をもたらしている一方で、患者の医療被ばくは増大しており、先進国では国民の受ける自然放射線と人工放射線とを合わせた放射線のかかなりの部分を医療被ばくが占めるに至っている。そのような背景のもとに、人々が安全で有効な放射線医療を享受できるように放射線防護の取り組みが極めて重要であると国内外で認識されるようになった。さまざまな放射線被ばくの防護において「正当化」「最適化」「線量限度」が 3 つの原則である。しかしながら、職業被ばくや公衆被ばくと違って、患者の医療被ばくの防護において線量限度は定

められていない。患者の医療被ばくは、意図して被ばくを生じさせるという点、また、被ばくを受ける本人自身が利益を受ける点で、他の被ばくと異なる特徴を持っており、一律の線量限度を設けることは医療を制限して患者に不利益をもたらす可能性がある。このため患者の医療被ばくにおいては、正当化と最適化の原則を順守する必要があり、最適化に関しては、放射線診断と IVR の最適化の重要なツールが診断参考レベルである。現在では各国で診断参考レベルを設定し運用することが国際的基準となっている。その中で ICRP は診断参考レベルについて包括的に論じた Publication 135 を 2017 年に公表した。これは診断参考レベルという言葉が ICRP が初めて導入してから 20 年に渡る歴史に基づく情報と指針を示したものである。今回の診断参考レベル 2020 の策定作業でも Publication 135 を参考とした。

ここで J-RIME について述べる。長年に渡ってわが国は放射線医療の発展に大きく寄与する中で、医療被ばくに関する知見を蓄積してきたが、医療被ばくの防護の体系化には至らなかった。このため学協会などの協力を得て多くの専門家の力を結集し、医療被ばくに関する国内外の研究情報を収集・共有して、わが国の事情に合致した医療被ばくの防護体系を確立する必要があると認識された。こうした活動の母体として 2010 年、関連する学協会の協力のもとに J-RIME が発足した。J-RIME の活動目的は、放射線診療における被ばく線量・リスク評価など医療被ばくに関するデータを収集し、わが国の医療被ばくの実態把握を行うとともに、国際的な動向を踏まえて医療被ばくの適切な防護体制を国内に構築することである。2020 年現在、J-RIME は、放射線医療及び防護関連学会・機関・大学・職能団体・医療施設・行政機関・関連工業会等からの参加や協力を得て、組織と活動の規模を拡大しつつあり、オールジャパンのネットワークとして機能している。

最後に、今回の診断参考レベルの改訂にあられた関係各位の多大なご尽力とご努力、また深いご理解に心から感謝する。

令和 2 (2020)年 7 月 3 日

医療被ばく情報研究情報ネットワーク(J-RIME)

代表 細野 眞

## 目次

1. 診断参考レベル(DRLs 2020)を設定した経緯.....	1
2. 診断参考レベル設定の目的.....	2
2.1 診断参考レベル(DRL)の意義.....	2
2.2 診断参考レベルの医療現場での活用.....	2
3. DRLs 2020 の DRL 値.....	4
3.1 CT の診断参考レベル.....	4
3.1.1 成人 CT の診断参考レベル.....	4
3.1.2 小児 CT の診断参考レベル.....	5
3.2 一般撮影の診断参考レベル.....	6
3.3 マンモグラフィの診断参考レベル.....	6
3.4 歯科 X 線撮影の診断参考レベル.....	7
3.4.1 口内法 X 線撮影の診断参考レベル.....	7
3.4.2 パノラマ X 線撮影の診断参考レベル.....	7
3.4.3 歯科用コーンビーム CT の診断参考レベル.....	7
3.5 IVR の診断参考レベル.....	8
3.6 診断透視の診断参考レベル.....	10
3.7 核医学検査の診断参考レベル.....	11
3.7.1 SPECT 製剤の診断参考レベル.....	11
3.7.2 PET 製剤の診断参考レベル.....	13
3.7.3 SPECT/CT の hybrid CT 診断参考レベル.....	14
3.7.4 PET/CT の hybrid CT 診断参考レベル.....	14
4. 謝辞.....	15
参考資料 日本の診断参考レベル(2020 年版) 設定の報告書.....	17
成人 CT.....	18
小児 CT.....	23
一般撮影.....	29
マンモグラフィ.....	33
口内法 X 線撮影.....	39
パノラマ X 線撮影.....	45
歯科用コーンビーム CT.....	49
IVR.....	53
診断透視.....	68
核医学.....	73



## 1. 診断参考レベル(DRLs 2020)を設定した経緯

ICRP (International Commission on Radiological Protection) の 諸 勧 告 や IAEA (International Atomic Energy Agency) の 国 際 基 本 安 全 基 準 等 国 際 的 な 指 針 に お いて、診 断 参 考 レ ベ ル (Diagnostic Reference Level; DRL) が 診 断 領 域 の 医 療 放 射 線 防 護 に お いて 最 適 化 の ツ ー ル で あ る と さ れ て い る。こ れ は、DRL が 単 に 線 量 値 を 規 定 す る だ け で な く、ど の 量 を DRL に 用 い る 量 と し て 定 義 す る か、ど の よ う に 測 定 す る か、ど の よ う に 集 計 す る か、ど の よ う に 運 用 す る か 等、さ ま ざ ま な 要 素 を 含 ん で お り、さ ら に 装 置 や 手 法 の 品 質 保 証 に も 密 接 に 関 連 し、最 適 化 に 重 要 な 役 割 を 果 た す た め と 考 え ら れ る。海 外 で の DRL の 状 況 と し て、欧 州 で は EU (European Union) の 欧 州 指 令 Council Directive 97/43/Euratom (1997 年 6 月) に よ っ て 医 療 放 射 線 防 護 の 枠 組 み が 定 め ら れ た が、そ の 中 で 診 断 領 域 に 関 し て DRL の 確 立 が EU 加 盟 国 に 求 め ら れ、そ れ を 受 け て 各 国 で DRL を 取 り 入 れ て い る。ま た 米 国 で は ACR (American College of Radiology)、AAPM (American Association of Physicists in Medicine)、NCRP (National Council on Radiation Protection and Measurements) な ど に よ っ て 示 さ れ た DRL が 事 実 上 の 標 準 と な っ て い る と 考 え ら れ る。

わ が 国 で は 当 初、さ ま ざ ま の 団 体・学 会・機 関、研 究 者 等 が 診 断 線 量 の 調 査 を 行 い、標 準 的 と 思 わ れ る 診 断 線 量 を 提 唱 し て き た が、必 ず し も 多 くの 関 係 者 が 十 分 に 連 携 し て 実 施 さ れ た も の で は な く、広 く 認 め ら れ た DRL と 呼 べ る も の は な か っ た。こ の た め、医 療 被 ば く 研 究 情 報 を 共 有 し て 連 携 す る た め の 組 織 と し て 設 立 さ れ た J-RIME (Japan Network for Research and Information on Medical Exposure) が そ の 活 動 の 一 環 と し て、2014 年 8 月 に 各 構 成 団 体 か ら 委 員 の 派 遣 を 受 け て DRL ワ ー キ ン グ グ ル ー プ を 立 ち 上 げ、DRL 設 定 に 取 り 組 む こ と と な っ た。ひ と つ の プ ラ ッ ト フ ォ ー ム の う え で 構 成 団 体 が 共 同 し て、診 断 線 量 の 定 義 や 調 査 手 法 を 詳 細 に 検 討 し た の ち、大 規 模 な 全 国 調 査 を 実 施 し、結 果 を 集 計・分 析 し、さ ら に 国 内 外 の 専 門 家 の コ メ ン ト を 考 慮 し て 委 員 が 討 論 を 重 ね て 作 業 を 進 め た。一 連 の 過 程 で 透 明 性・客 観 性 を 保 つ よ う に 配 慮 が な さ れ た。こ う し て 策 定 さ れ た わ が 国 初 の DRL (DRLs 2015) は、国 内 の 放 射 線 防 護 に お け る 最 適 化 推 進 の 標 準 ツ ー ル と し て 広 く 認 め ら れ る こ と と な っ た。

放 射 線 診 断 に お け る DRL の 運 用 に つ い て 定 め た ICRP Publication 135 で は、少 な く と も 3~5 年 ご と の DRL 改 定 を 推 奨 し て い る。こ れ は、DRL 運 用 に よ る 最 適 化 が よ り 広 く 推 進 さ れ る た め、お よ び 技 術 的 進 歩 や 臨 床 的 要 求 の 変 化 に 対 応 す る た め に 必 要 な こ と で あ る。J-RIME の DRL ワ ー キ ン グ グ ル ー プ は 初 回 か ら 5 年 に あ た る 2020 年 を 改 定 時 期 と 定 め、構 成 団 体 が 共 同 し て 調 査 し 討 論 を 重 ね、こ の た び DRLs 2020 を 制 定 す る 運 び と な っ た。折 し も 診 療 用 放 射 線 に 関 す る 安 全 管 理 を 盛 り 込 ん だ 医 療 法 施 行 規 則 の 一 部 改 正 が 2020 年 4 月 よ り 施 行 さ れ る こ と と な り、こ の 新 し い DRL を 活 用 し た 各 施 設 に お け る 最 適 化 推 進 が 期 待 さ れ る。

## 2. 診断参考レベル設定の目的

### 2.1 診断参考レベル(DRL)の意義

DRL は最適化のプロセスを推進するためのツールであり、DRL を活用すると、他施設より高い線量を用いている施設はそれに気付くことができる。ICRP は、DRL を「調査のためのレベルの一種であり、診断と IVR のための患者の医療被ばくにおいて、防護の最適化を助けるツールとして用いられる」と定義している<sup>1)</sup>。当該モダリティに適した DRL 量(電離放射線の量を評価する一般的かつ容易に測定または決定される指標)を決定し、線量調査などで得られた DRL 量の分布(75 パーセンタイルなど)を参考にして、DRL 値が定められる。

この DRL の意義として最も強調すべき点は、線量限度ではないということ、そして診療行為の是非を分ける境界ではないということである<sup>1)</sup>。線量限度は、超えてはならない線量であるが、DRL は、臨床的な必要性があれば超過してもよい<sup>1)</sup>。また、DRL は患者群または検査群に対して用いるものであり、個々の患者や検査の線量が高過ぎるか否かを判断するために用いるものではない。患者の体重や体格により、標準的患者よりも高い線量が必要とされる場合があるからである。

DRL は国または地域ごと、またはローカルに設定される。これは、機器および手技のプロトコールが国や地域の施設ごとによって異なる可能性があるためである。DRLs 2020 は国の DRL に相当する。

DRL 値は線量調査結果の 75 パーセンタイルなどを参考に設定され、高い線量を使用している検査や装置や施設を特定する指標となる。また本報告書では、DRL 値に加えて、各モダリティレポート本文中に線量調査結果の 75 パーセンタイルと中央値を適宜掲載している。国の中央値よりも自施設の中央値が高い場合、国の中央値は最適化をさらに進めるための目標となりうる。一方、国の中央値よりも自施設の中央値が低い場合、最適化のプロセスにおいて、画質や診断能が十分であることを線量よりも優先して検討することができる<sup>1)</sup>。

### 2.2 診断参考レベルの医療現場での活用

施設で用いている典型的な線量を調査し、その中央値が DRL 値を超えている場合、臨床的に正当な理由がない限り、線量が最適化されているかどうかを判定するための見直しを行う必要がある。一般的には用いている機器の性能やプロトコール(手技)などを調査し、高線量の原因を突き止め、より適正な線量の使用に向けた対策を講じる。対策を講じた後、施設の典型的な線量をあらためて調査し、DRL 値と再度比較する。ICRP publication 135<sup>1)</sup>では、CT や IVR については年 1 回、その他の検査については装置等の変更がない限り 3 年に 1 回、の線量調査を推奨している。また新しい装置に関するプロトコールは、患者の検査に使用される前に評価し、導入 1 年以内かつ検査方法が確立された時点で再評価する。これらすべての手順を通じて、求めるのは最高の画質ではなく、各々の診断に必要な十分な画質であることに留意すべきである。

DRL を活用する目的は、最適化であって、単なる線量低減ではない。正当化がなされた検査は

必要な診断情報が得られなければ、かえって無駄な被ばくとなる。特に撮影条件を変更した際には、線量の変化だけでなく、画質や診断能が担保されていることの確認が肝要である。

最適化の推進のためにも医療現場においては、まず自施設の線量を DRL 値 と比較する必要があるが、線量計を有していない医療現場では、自施設の線量と DRL 値 との比較が難しい。当面の対応策として、NDD 法<sup>2)</sup>や被ばく線量が計算可能な既存のソフトウェアの利用で算出された数値、装置の表示値を代用することが考えられる。また線量計やファントムに関しては、所有している関連団体や他施設のものが利用できるような仕組み作りも有用であると思われる。

#### 参考文献

- 1) International Commission on Radiological Protection, 2017. Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46 (1)
- 2) 森剛彦, 鈴木光昭, 佐藤斉, 他, 1997 医療被曝のガイダンスレベルの設定に関する研究. 鈴鹿医療科学技術大学紀要, 4, 109-129.

### 3. DRLs 2020 の DRL 値

本報告書において提案する DRL 値は以下の通り

#### 3.1 CT の診断参考レベル

##### 3.1.1 成人 CT の診断参考レベル

プロトコール	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy・cm]
頭部単純ルーチン	77	1350
胸部 1 相	13	510
胸部～骨盤 1 相	16	1200
上腹部～骨盤 1 相	18	880
肝臓ダイナミック	17	2100
冠動脈	66	1300
急性肺血栓塞栓症&深部静脈血栓症	14	2600
外傷全身 CT	n/a	5800

注 1) すべてのプロトコールにおいて、標準体格は体重 50～70 kg

注 2) 肝臓ダイナミックは胸部や骨盤を含まない。CTDI は全相の平均、DLP は検査全体

注 3) 冠動脈の CTDI は CTA 本スキャン、DLP は検査全体

注 4) 急性肺血栓塞栓症&深部静脈血栓症の CTDI は造影第 1 相、DLP は検査全体

### 3.1.2 小児 CT の診断参考レベル

#### 年齢幅による区分

	< 1 歳		1 ~ <5 歳		5 ~ <10 歳		10 ~ <15 歳	
	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy·cm]						
頭部	30	480	40	660	55	850	60	1000
胸部	6 (3)	140 (70)	8 (4)	190 (95)	13 (6.5)	350 (175)	13 (6.5)	460 (230)
腹部	10 (5)	220 (110)	12 (6)	380 (190)	15 (7.5)	530 (265)	18 (9)	900 (450)

#### 体重幅による区分

	< 5 kg		5 ~ <15 kg		15 ~ <30 kg		30 ~ <50 kg	
	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy·cm]						
胸部	5 (2.5)	76 (38)	9 (4.5)	122 (61)	11 (5.5)	310 (155)	13 (6.5)	450 (225)
腹部	5 (2.5)	130 (65)	12 (6)	330 (165)	13 (6.5)	610 (305)	16 (8)	720 (360)

注 1) 16 cm ファントムによる値を示し、括弧内に 32 cm ファントムに基づく値を併記した。

注 2) 腹部の撮影範囲は上腹部から骨盤部まで。

### 3.2 一般撮影の診断参考レベル

撮影部位・条件	入射表面線量 [mGy]
胸部正面(100kV 未満)	0.4
胸部正面(100kV 以上)	0.3
検診胸部正面(100kV 以上)	0.2
腹部正面(臥位)	2.5
乳児股関節(0~1 歳)	0.2
乳児胸部(0~1 歳)	0.2
小児胸部(5 歳)	0.2
頭部正面	2.5
頸椎正面	0.8
胸椎正面	3.0
胸椎側面	5.0
腰椎正面	3.5
腰椎側面	9.0
骨盤正面	2.5

### 3.3 マンモグラフィの診断参考レベル

PMMA 40 mm における平均乳腺線量 [mGy]	2.4
臨床データに基づく 2D マンモグラフィ平均乳腺線量 [mGy]	1.4
臨床データに基づく DBT 平均乳腺線量 [mGy]	1.5

### 3.4 歯科 X 線撮影の診断参考レベル

#### 3.4.1 口内法 X 線撮影の診断参考レベル

撮影部位	入射空気カーマ ( $K_{a,i}$ ) [mGy] <sup>a)</sup>	
	成人 <sup>b)</sup>	小児 <sup>c)</sup>
上 顎		
前歯部	1.1	0.9
犬歯部	1.3	0.9
小臼歯部	1.6	1.0
大臼歯部	2.0	1.2
下 顎		
前歯部	1.0	0.7
犬歯部	1.1	0.8
小臼歯部	1.1	0.9
大臼歯部	1.5	1.0

\*今回 DRL を設定したのは DRLs 2015 同様、二等分法もしくは平行法による標準的な口内法 X 線撮影で、咬翼法や咬合法(二等分法、歯軸方向投影法)等の他の口内法は含まない。

a) 入射空気カーマ ( $K_{a,i}$ ):患者の 背面散乱を含まないコーン 先端での空中空気カーマ<sup>1,3,4)</sup>

b) 標準的な体格の成人患者

c) 10 歳小児患者

#### 3.4.2 パノラマ X 線撮影の診断参考レベル

面積空気カーマ積算値( $P_{KA}$ ) [mGy·cm <sup>2</sup> ]	134
線量-幅積(DWP) [mGy·mm]	89

#### 3.4.3 歯科用コーンビーム CT の診断参考レベル

FOV	面積空気カーマ積算値( $P_{KA}$ ) [mGy·cm <sup>2</sup> ]	回転中心におけるビーム軸 空気カーマ( $K_{iso}$ ) [mGy]
< 40 cm <sup>2</sup>	841	24
40~100 cm <sup>2</sup>	1670	29
> 100 cm <sup>2</sup>	1960	16

### 3.5 IVR の診断参考レベル

#### 頭部/頸部領域の DRL 値

診断血管撮影(術前)	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]
嚢状動脈瘤	590	89
脳動静脈奇形	770	160
脳硬膜動静脈瘻	1100	190
頸部頸動脈狭窄/閉塞	560	120
急性脳動脈狭窄/閉塞	480	83
頭蓋内腫瘍	720	140
診断血管撮影(術後)	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]
嚢状動脈瘤	510	57
脳動静脈奇形	470	77
脳硬膜動静脈瘻	820	150
頸部頸動脈狭窄/閉塞	390	72
急性脳動脈狭窄/閉塞	500	83
頭蓋内腫瘍	(1000)*	(77)*
血管内治療(IVR)	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]
嚢状動脈瘤	3100	210
脳動静脈奇形	4100	410
脳硬膜動静脈瘻	4700	430
頸部頸動脈狭窄・閉塞	820	150
急性脳動脈狭窄・閉塞	1400	230
頭蓋内腫瘍	2500	320

注 1)  $K_{a,r}$ :装置に表示される患者照射基準点線量(mGy)

注 2)  $P_{KA}$ :装置に表示される面積空気カーマ積算値 ( $Gy \cdot cm^2$ )

注 3) 頸部頸動脈狭窄/閉塞は待機的症例

注 4) \*:診断血管撮影(術後)の頭蓋内腫瘍はデータ数僅少につき参考値

### 成人心臓領域の DRL 値

	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]
診断カテーテル検査	700	59
非 CTO PCI	1800	130
CTO PCI	3900	280
非 PVI RFCA	560	57
PVI RFCA	645	89

注 1) PCI: Percutaneous Coronary Intervention

注 2) CTO: Chronic Total Occlusion

注 3) RFCA: Radiofrequency Catheter Ablation

注 4) PVI: Pulmonary Vein Isolation

### 小児心臓領域の DRL 値 (年齢幅による区分)

診断カテーテル検査	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]
< 1 歳	100	7
1 ~ < 5 歳	130	12
5 ~ < 10 歳	190	14
10 ~ < 15 歳	350	47
IVR		
< 1 歳	150	8
1 ~ < 5 歳	210	16
5 ~ < 10 歳	210	16
10 ~ < 15 歳	500	46

### 胸腹部領域 IVR の DRL 値

	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]
TACE	1400	270
TEVAR	830	200
EVAR	1000	210

注 1) TACE: Transcatheter Arterial ChemoEmbolization

注 2) TEVAR: Thoracic Endovascular Aortic Repair

注 3) EVAR: Endovascular Aortic Repair

### 装置基準透視線量率の DRL 値

基準透視線量率 (mGy/min)	17
-------------------	----

注 1) 患者照射基準点でのファントム入射表面線量率 (入射表面線量率: ファントムからの後方散乱線を含んだ入射表面線量率)

### 3.6 診断透視の診断参考レベル

	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [Gy·cm <sup>2</sup> ]	透視時間 [min]	撮影回数 [回]
嚥下造影	30	17	5	5
食道・胃・十二指腸造影	110	45	6	27
食道・胃・十二指腸造影(精検)	230	61	13	45
食道・胃・十二指腸造影(検診)	89	29	6	21
イレウス管挿入	150	47	28	6
大腸(注腸)造影	130	46	11	27
逆行性膵管胆管造影:ERCP(診断)	93	26	14	12
逆行性膵管胆管造影:ERCP(治療)	170	36	17	13
気管支鏡検査	38	8	8	1
中心静脈栄養用 カテーテル挿入術 (CVカテ・ポート挿入)	8	3	3	2
腰椎神経根ブロック	49	9	3	2
腰椎脊髓腔造影(ミエロ)	69	26	4	11

注 1) 面積空気カーマ積算値は ICRP Publication 135<sup>1)</sup>で KAP:Air kerma area product: $P_{KA}$ と表記。従来表記は DAP:Dose area product

注 2) 基準空気カーマ( $K_{a,r}$ ):Incident air kerma at the patient entrance reference point は JIS Z 4751-2-54<sup>2)</sup>で定められている透視装置の患者照射基準点での入射線量(後方散乱を含まず)

### 3.7 核医学検査の診断参考レベル

#### 3.7.1 SPECT 製剤の診断参考レベル

製剤	成人の投与量 [MBq]
骨： <sup>99m</sup> Tc-MDP	950
骨： <sup>99m</sup> Tc-HMDP	950
骨髄： <sup>111</sup> In-chloride	80
脳血流： <sup>99m</sup> Tc-HMPAO(安静あるいは負荷 1 回のみ)	800
脳血流： <sup>99m</sup> Tc-HMPAO(安静+負荷)	1200
脳血流： <sup>99m</sup> Tc-ECD(安静あるいは負荷 1 回のみ)	800
脳血流： <sup>99m</sup> Tc-ECD(安静+負荷)	1100
脳血流： <sup>123</sup> I-IMP(安静あるいは負荷 1 回のみ)	200
脳血流： <sup>123</sup> I-IMP(安静+負荷)	270
脳受容体： <sup>123</sup> I-iomazenil	200
線条体： <sup>123</sup> I-ioflupane	190
脳槽・脊髓腔： <sup>111</sup> In-DTPA	40
甲状腺摂取率：Na <sup>123</sup> I	10
甲状腺： <sup>99m</sup> TcO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	240
副甲状腺： <sup>201</sup> Tl-chloride	120
副甲状腺： <sup>99m</sup> TcO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	300
副甲状腺： <sup>99m</sup> Tc-MIBI	800
肺換気： <sup>81m</sup> Kr-gas	200
肺血流： <sup>99m</sup> Tc-MAA	260
RI ベノグラフィ： <sup>99m</sup> Tc-MAA	500
肝・脾： <sup>99m</sup> Tc-phytate	200
肝機能： <sup>99m</sup> Tc-GSA	260
肝胆道： <sup>99m</sup> Tc-PMT	260
肝・脾： <sup>99m</sup> Tc-Sn colloid	180
心筋血流： <sup>201</sup> Tl-chloride	120
心筋血流： <sup>99m</sup> Tc-tetrofosmin(安静あるいは負荷 1 回のみ)	840
心筋血流： <sup>99m</sup> Tc-tetrofosmin(安静+負荷)	1200

心筋血流: <sup>99m</sup> Tc-MIBI(安静あるいは負荷 1 回のみ)	880
心筋血流: <sup>99m</sup> Tc-MIBI(安静+負荷)	1200
心筋脂肪酸代謝: <sup>123</sup> I-BMIPP	130
心交感神経機能: <sup>123</sup> I-MIBG	130
心プール: <sup>99m</sup> Tc-HSA-D	970
心筋梗塞: <sup>99m</sup> Tc-PYP	800
唾液腺: <sup>99m</sup> TcO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	370
メッケル憩室: <sup>99m</sup> TcO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	440
消化管出血: <sup>99m</sup> Tc-HSA-D	1040
蛋白漏出: <sup>99m</sup> Tc-HSA-D	1040
腎静態: <sup>99m</sup> Tc-DMSA	210
腎動態: <sup>99m</sup> Tc-MAG <sub>3</sub>	380
腎動態: <sup>99m</sup> Tc-DTPA	390
副腎皮質: <sup>131</sup> I-adosterol	40
副腎髄質: <sup>123</sup> I-MIBG	130
腫瘍: <sup>201</sup> Tl-chloride	120
腫瘍・炎症: <sup>67</sup> Ga-citrate	120
ソマトスタチン受容体: <sup>111</sup> In-pentetreotide	120
リンパ管: <sup>99m</sup> Tc-HSA-D	830
センチネルリンパ節(乳癌): <sup>99m</sup> Tc-Sn colloid	120
センチネルリンパ節(乳癌): <sup>99m</sup> Tc-phytate	120
センチネルリンパ節(メラノーマ): <sup>99m</sup> Tc-Sn colloid	120
センチネルリンパ節(メラノーマ): <sup>99m</sup> Tc-phytate	120
RI アンギオグラフィ: <sup>99m</sup> Tc-HSA-D	1000

### 3.7.2 PET 製剤の診断参考レベル

製剤	成人の投与量 [MBq]
脳機能: C <sup>15</sup> O <sub>2</sub> -gas (2D 収集)	8000
脳機能: <sup>15</sup> O <sub>2</sub> -gas (2D 収集)	6000
脳機能: C <sup>15</sup> O-gas (2D 収集)	3000
脳機能: C <sup>15</sup> O <sub>2</sub> -gas (3D 収集)	1800
脳機能: <sup>15</sup> O <sub>2</sub> -gas (3D 収集)	4500
脳機能: C <sup>15</sup> O-gas (3D 収集)	3600
アミロイド: <sup>18</sup> F-flutemetamol (院内製剤)	260*
アミロイド: <sup>18</sup> F-flutemetamol (デリバリー)	260*
アミロイド: <sup>18</sup> F-florbetapir (院内製剤)	370*
アミロイド: <sup>18</sup> F-florbetapir (デリバリー)	370*
アミロイド: <sup>18</sup> F-florbetaben (院内製剤)	300*
脳ブドウ糖代謝: <sup>18</sup> F-FDG (院内製剤)	240
脳ブドウ糖代謝: <sup>18</sup> F-FDG (デリバリー)	240
脳ブドウ糖代謝: <sup>18</sup> F-FDG (体重あたりの投与量)	4
心筋ブドウ糖代謝: <sup>18</sup> F-FDG (院内製剤)	240
心筋ブドウ糖代謝: <sup>18</sup> F-FDG (デリバリー)	240
心筋ブドウ糖代謝: <sup>18</sup> F-FDG (体重あたりの投与量)	5
心筋血流: <sup>13</sup> NH <sub>3</sub> (院内製剤)	520
腫瘍ブドウ糖代謝: <sup>18</sup> F-FDG (院内製剤)	240
腫瘍ブドウ糖代謝: <sup>18</sup> F-FDG (デリバリー)	240
腫瘍ブドウ糖代謝: <sup>18</sup> F-FDG (体重あたりの投与量)	4
炎症: <sup>18</sup> F-FDG (院内製剤)	240
炎症: <sup>18</sup> F-FDG (デリバリー)	240
炎症: <sup>18</sup> F-FDG (体重あたりの投与量)	4

注 1) アミロイド(<sup>18</sup>F-flutemetamol、<sup>18</sup>F-florbetapir、<sup>18</sup>F-florbetaben)については添付文書を参考に設定した。

### 3.7.3 SPECT/CT の hybrid CT 診断参考レベル

SPECT/CT(減弱補正のみ)	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy・cm]
脳	13.0	330
心臓	4.1	85

SPECT/CT(減弱補正+融合画像)	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy・cm]
全身	5.0	380
脳	23.0	410
頭頸部	5.8	210
胸部	4.1	170
心臓	4.5	180
腹部、骨盤	5.0	210
四肢	4.6	230

### 3.7.4 PET/CT の hybrid CT 診断参考レベル

PET/CT(減弱補正+融合画像)	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy・cm]
全身(診療)	6.1	600
全身(検診)	5.5	550
脳(診療)	31.0	640
心臓(診療)	9.1	380

## 4. 謝辞

診断参考レベルの設定に係る調査や本報告書作成に協力、助言いただいた関係各位感謝の意を表する。

赤羽 恵一 氏	赤羽 正章 氏	浅海 利恵子 氏	浅田 恭生 氏
阿部 光一郎 氏	安陪 等思 氏	阿部 幸直 氏	粟井 和夫 氏
飯森 隆志 氏	五十嵐 隆元 氏	井澤 真希 氏	石黒 雅伸 氏
石橋 徹 氏	伊藤 照生 氏	印南 永 氏	上間 千秋 氏
遠藤 敦 氏	大谷 浩樹 氏	大野 和子 氏	大林 尚人 氏
奥田 保男 氏	奥村 泰彦 氏	小田 昌史 氏	加藤 英幸 氏
加藤 守 氏	川内 覚 氏	神田 玲子 氏	久保田 一徳 氏
後藤 賢一 氏	古場 裕介 氏	小林 育夫 氏	斎 政博 氏
坂本 肇 氏	櫻井 孝 氏	佐藤 健児 氏	地主 明弘 氏
白神 伸之 氏	杉原 義人 氏	鈴木 昇一 氏	鈴木 賢昭 氏
竹井 泰孝 氏	竹下 洋平 氏	武田 和也 氏	田波 穰 氏
張 維珊 氏	塚本 篤子 氏	對間 博之 氏	仲田 佳広 氏
長畑 智政 氏	中前 光弘 氏	西川 慶一 氏	西出 裕子 氏
根岸 徹 氏	野津 雅和 氏	原田 康雄 氏	人見 剛 氏
福永 正明 氏	藤淵 俊王 氏	細野 眞 氏	松原 孝祐 氏
松丸 祐司 氏	松本 一真 氏	松本 邦史 氏	三島 章 氏
宮寄 治 氏	宮島 隆一 氏	村松 禎久 氏	盛武 敬 氏
横岡 由姫 氏	米内 俊祐 氏	渡邊 浩 氏	



**参考資料**  
**日本の診断参考レベル(2020年版)**  
**設定の報告書**

## モダリティ 成人 CT

報告者 ○赤羽 正章、粟井 和夫、石黒 雅伸、伊藤 照生、大谷 浩樹、竹井 泰孝、  
田波 穰、松原 孝祐、宮寄 治

報告日 2020年3月16日

### 1. DRL 値

プロトコール	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy・cm]
頭部単純ルーチン	77	1350
胸部 1 相	13	510
胸部～骨盤 1 相	16	1200
上腹部～骨盤 1 相	18	880
肝臓ダイナミック	17	2100
冠動脈	66	1300
急性肺血栓塞栓症&深部静脈血栓症	14	2600
外傷全身 CT	n/a	5800

注 1) すべてのプロトコールにおいて、標準体格は体重 50～70 kg

注 2) 肝臓ダイナミックは胸部や骨盤を含まない。CTDI は全相の平均、DLP は検査全体

注 3) 冠動脈の CTDI は CTA 本スキャン、DLP は検査全体

注 4) 急性肺血栓塞栓症&深部静脈血栓症の CTDI は造影第 1 相、DLP は検査全体

### 2. 上記数値の根拠

J-RIME にて立案した 2019 年の線量調査に基づき、松永らによる 2017 年の線量調査<sup>1)</sup>、および宮安らによる 2017 年の外傷全身 CT 線量調査<sup>2)</sup>も参考にした上で、DRL 値を設定した。

#### 2.1. 調査(時期、対象、方法)

J-RIME DRL 改定 CT プロジェクトチームにてアンケート内容を立案し、2019/9/30～2020/2/7 に Google フォームを用いてデータ収集、Microsoft Excel にて解析した。調査は、日本医学放射線学会から放射線科専門医修練機関へ郵送するとともに、修練機関以外の施設も対象に含めるため日本放射線技術学会や日本 X 線 CT 専門技師認定機構から周知した。収集の対象は、各検査プロトコールについて、2019 年の任意の期間に標準体格の 20～80 歳の患者に対して施行された連続 30 例を施設内で集計した中央値とした。182 施設から回答が得られ、その内訳はベッド数 20 床以下 5 施設、21～200 床 25 施設、201～600 床 103 施設、601 床以上 49 施設、であった。

#### 2.2. 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

DRL 量として、CT 装置の出力する CTDI<sub>vol</sub> [mGy]、DLP [mGy・cm]の推測値を採用した。標準体格はすべてのプロトコールについて体重 50～70 kg とした。

### 2.3. 結果と考察(DRL 設定の根拠、limitation)

原則として、2019 年の調査結果の 75 パーセンタイルを有効数字 2 桁で丸めた値を DRL として設定する方針とした。なお、頭部単純ルーチン、胸部 1 相、胸部～骨盤 1 相、肝臓ダイナミック、冠動脈、については、撮影長に相当する DLP/CTDI<sub>vol</sub> が中央値の 1/2 倍未満や 2 倍以上となるデータを、記載ミスや非該当プロトコールの恐れがあるものとみなして除外した。

以下に 2019 年の調査結果の 75 パーセンタイルおよび中央値を、全体の集計と、逐次近似(応用)再構成法を利用した検査に限定した集計とに分けて示す。なお冠動脈については、逐次近似(応用)再構成法を利用しかつ非ヘリカルスキャンで撮影した検査に限定した。

表 全体の線量分布指標

プロトコール	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]		DLP [mGy・cm]	
	75th percentile	median	75th percentile	median
頭部単純ルーチン	76.6	66.9	1367	1201
胸部 1 相	12.7	10.4	510	424
胸部～骨盤 1 相	16.0	13.2	1151	945
上腹部～骨盤 1 相	17.9	13.2	881	696
肝臓ダイナミック	16.5	12.5	2096	1436
冠動脈	66.4	45.7	1285	943
急性肺血栓塞栓症&深部静脈血栓症	13.6	11.9	2638	2051
外傷全身 CT	n/a	n/a	5829	4444

表 逐次近似(応用)再構成法利用に限定した線量分布指標(冠動脈は逐次近似+非ヘリカル)

プロトコール	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]		DLP [mGy・cm]	
	75th percentile	median	75th percentile	median
頭部単純ルーチン	68.8	61.0	1308	1092
胸部 1 相	11.8	9.9	484	405
胸部～骨盤 1 相	14.6	12.2	1094	1094
上腹部～骨盤 1 相	16.0	12.8	822	675
肝臓ダイナミック	15.2	12.4	1943	1429
冠動脈	50.9	24.1	844	558
急性肺血栓塞栓症&深部静脈血栓症	13.0	11.8	2450	1987
外傷全身 CT	n/a	n/a	5726	4122

頭部単純ルーチンの DLP については 75 パーセンタイルが 1367 で、2015 年設定 DRL の 1350 をわずかに上回ったが、5 年の間に線量を高めるべき正当な事情は生じていないであろうことを勘案し、2015 年設定 DRL と同じ値に据え置くこととした。

急性肺血栓塞栓症&深部静脈血栓症について、時相ごとに各部位を撮影している施設数を集計した結果は次表の通りで、範囲は様々であったが、検査目的は同一であるので一つの DRL を定めることとした。124 施設のうち単純を撮影しない施設は 65 施設、造影後の撮影が 2 相までの施設は 70 施設あり、いずれも過半数を占めている。単純や 3 相以降を撮影している施設では、その必要性について再検討する価値があるだろう。

表 急性肺血栓塞栓症&深部静脈血栓症プロトコールの時相と撮影部位

	単純	第 1 相	第 2 相	第 3 相	第 4 相	第 5 相
なし	65	0	0	70	115	122
胸部	55	124	55	9	0	0
上腹部	39	7	103	34	1	0
骨盤	34	5	105	45	5	1
下肢	18	2	81	48	9	2

(有効回答 124 施設)

外傷全身 CT については 4 種類のプロトコールに分けて調査を行ったが、プロトコール毎の解析に十分な回答数が得られなかったこともあり、すべて合算した 75 パーセンタイルを参考に DRL を一つだけ設定することとした。

今回の検討における主な limitation を示す。解析対象となった施設数は、2015 年 DRL 設定時に参照した日本医学放射線学会の調査では 443 施設、松永論文では 439 施設だが、今回調査は 182 施設と少ないため、施設の偏りがより大きい可能性がある。外傷全身 CT では 4 種類のプロトコールを合算したため、1 施設で複数のプロトコールを用いている施設が単一のプロトコールのみ用いる施設より重み付けされる偏りが生じている。複数のプロトコールを用いている施設が、検査目的に応じてプロトコールを使い分けているのか、それ以外の事情で結果的に複数のプロトコールとなったのか、は調査しておらず、外傷全身 CT 全体を一括りにすることの妥当性については今後の検討課題である。

### 3. DRL 運用に関しての注意など

標準体格の定義が、症例の集めやすさに配慮した結果、2015 年の 50~60 kg から 50~70 kg に変更となったことに留意されたい。

「肝臓ダイナミック」の DRL は、胸部や骨盤を含まない検査を対象とする線量調査の結果に基づいて決定されているが、このことは胸部や骨盤を含む肝臓ダイナミック CT 検査がこの DRL とまったく無関係であることを必ずしも意味しない。肝癌診療ガイドライン 2017 年版補訂版 CQ10<sup>3)</sup>のサイエントフィックスステートメントには、「5 cm 以下単発や 3 cm 以下・3 個以下の肝細胞癌について、転移検索目的に胸部 CT や骨シンチグラフィーを施行しても新たな転移が見つかることは稀で、むしろ偽陽性による損失が問題となる。」と記載されており、また主な転移先に骨盤は挙げられていない。

これを勘案すれば、肝細胞癌の有無のスクリーニングや、5 cm 以下単発や 3 cm 以下・3 個以下の肝細胞癌の精査および治療後評価を目的とする造影 CT 検査を対象に、検査部位を規定せず DRL を定めるなら、今回の DRL 値と概ね同様の値が妥当であろう。一方、より進行した肝細胞癌の評価を目的とする造影 CT 検査の DRL を定めるなら、より高い値になってもおかしくない。このように検査部位ではなく検査目的で DRL の対象を規定する考え方は、EuroSafe が進めている clinical DRLs<sup>4)</sup>に通ずるものであり、今後の主流となりうる。すでに今回新設の「急性肺血栓塞栓症&深部静脈血栓症」および「外傷全身 CT」の DRL は、検査部位によらず検査目的で規定されている。

#### 4. その他

前回 2015 年設定 DRL との比較を示す。

プロトコール	DRLs 2020		DRLs 2015	
	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy・cm]	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy・cm]
頭部単純ルーチン	77	1350	85	1350
胸部 1 相	13	510	15	550
胸部～骨盤 1 相	16	1200	18	1300
上腹部～骨盤 1 相	18	880	20	1000
肝臓ダイナミック	17	2100	15	1800
冠動脈	66	1300	90	1400
急性肺血栓塞栓症&深部静脈血栓症	14	2600	n/a	n/a
外傷全身 CT	n/a	5800	n/a	n/a

頭部単純ルーチンは欧米より高い状態が続くことになり<sup>5)</sup>、最適化の推進が最も求められる領域である。肝臓ダイナミックの増加は、標準体格の体重上限が 60 kg から 70 kg に増えた結果と考えられるが、上腹部を含む他のプロトコールの DRL が下がっていることを勘案すると、最適化が不十分な恐れがある。

#### 5. 参考資料

- 1) Matsunaga Y, Chida K, Kondo Y, Kobayashi K, Kobayashi M, Minami K, Suzuki S, Asada Y. 2019 Diagnostic reference levels and achievable doses for common computed tomography examinations: Results from the Japanese nationwide dose survey. Br J Radiol. 92(1094): 20180290. doi: 10.1259/bjr.20180290
- 2) 宮安 孝行, 藤村 一郎, 鈴木 淳平, 小倉 圭史, 田代 雅実, 田中 善啓, 大保 勇, 赤木 憲明, 五十嵐 隆元, 坂下 恵治. 2019 外傷全身 CT 撮影における被ばく線量(CTDI<sub>vol</sub>と DLP)の国内実態調査. 日臨救急医学会誌. 22(5):715-722.
- 3) CQ10 肝細胞癌の病期診断に頭部 MRI, 胸部 CT, 骨シンチグラフィー, FDG-PET は必要

か？ 一般社団法人日本肝臓学会編,「肝癌診療ガイドライン (2017 年版補訂版)」金原出版, 東京, 2020: p63-66.

- 4) EUCLID – European Study on Clinical Diagnostic Reference Levels for X-ray Medical Imaging. <http://www.eurosafeimaging.org/euclid>
- 5) Kanal KM, Butler PF, Sengupta D, Bhargavan-Chatfield M, Coombs LP, Morin RL. 2017 U.S. Diagnostic Reference Levels and Achievable Doses for 10 Adult CT Examinations. *Radiology*. 284(1):120-133.

## モダリティ 小児 CT

報告者 ○竹井 泰孝、宮寄 治、松原 孝祐、鈴木 昇一、村松 禎久、福永 正明  
赤羽 正章

報告日 2020年3月16日

### 1. DRL 値

小児の CT について、CTDI<sub>vol</sub> (volume computed tomography dose index) および DLP (dose length product) を対象として、表 1、表 2 のように DRL 値を定めた。

表 1. 小児 CT の DRL(年齢幅による区分)

	< 1 歳.		1 ~ <5 歳.		5 ~ <10 歳.		10 ~ <15 歳.	
	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy·cm]						
頭部	30	480	40	660	55	850	60	1000
胸部	6 (3)	140 (70)	8 (4)	190 (95)	13 (6.5)	350 (175)	13 (6.5)	460 (230)
腹部	10 (5)	220 (110)	12 (6)	380 (190)	15 (7.5)	530 (265)	18 (9)	900 (450)

表 2. 小児 CT の DRL(体重幅による区分)

	< 5 kg		5 ~ <15 kg		15 ~ <30 kg		30 ~ <50 kg	
	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy·cm]						
胸部	5 (2.5)	76 (38)	9 (4.5)	122 (61)	11 (5.5)	310 (155)	13 (6.5)	450 (225)
腹部	5 (2.5)	130 (65)	12 (6)	330 (165)	13 (6.5)	610 (305)	16 (8)	720 (360)

16 cm ファントムによる値を示し、括弧内に 32 cm ファントムに基づく値を併記した。  
腹部の撮影範囲は上腹部から骨盤部まで。

## 2. 上記数値の根拠

日本放射線技術学会 学術調査研究班「我が国の小児 CT で患児が受ける線量の実態調査 2018(班長 竹井泰孝:川崎医療福祉大学)」(以下、竹井班)が実施した小児 CT 線量調査に基づき、DRL 値を設定した。

### 2.1. 調査(時期、対象、方法)

竹井班でアンケート調査を立案し、2018年7月26日～2020年2月29日にオンラインストレージサービス Dropbox を用いてデータを収集し、表計算ソフト Microsoft Excel で解析を行った。調査は全国の国公立大学附属病院や公的医療機関、小児専門医療機関など 409 施設に対して調査用紙を郵送した。調査対象とした頭部、胸部、腹部 CT の各撮影プロトコールについて、調査期間内に小児 CT 検査として実施した連続 50 例のデータについて提供を依頼した。アンケートには 37 施設より回答が寄せられ(有効回答率 9%)、アンケート回答施設の内訳は病床数 200 床未満の施設はなく、200-399 床が 1 施設、401-599 床が 5 施設、600-799 床が 13 施設、800-999 床が 10 施設、1000-1199 床が 4 施設、1200 床以上が 3 施設であった。また 2018 年 11 月から 12 月に千葉撮影技術研究会が県内 19 施設を対象に実施した小児 CT 線量調査の結果を提供いただき、こちらのデータと合わせて解析作業を行った。

### 2.2. 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

DRL 量として CT 装置から線量情報と出力された  $CTDI_{vol}$  (mGy) および DLP (mGy·cm) の線量表示値を採用した。なお小児 CT 検査の線量表示値は、CT 装置の特性や撮影プロトコールによって 16 cm もしくは 32 cm ファントムによる値が表示されるため、頭部 CT の線量値は 16 cm のみ、胸部 CT および腹部 CT の線量値は 16 cm および 32 cm ファントムによる値を併記した。なお胸部、腹部の 16 cm ファントムによる線量値は、32 cm ファントムによる線量値に補正係数 2 を乗じて求めた。また小児の標準体格として 1 歳未満、1～5 歳未満、5 歳～10 歳未満、10 歳～15 歳未満の年齢幅を適用し、胸部、腹部 CT については新たに ICRP の Publication 135 ‘Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging’<sup>1)</sup> で推奨されている < 5kg、5 ～ < 15 kg、15 ～ < 30 kg、30 ～ < 50 kg の体重幅による区分を追加した。なお体重幅と年齢幅は厚生労働省、2016 年度版国民健康・栄養調査<sup>3)</sup> のデータより、< 5 kg は 1 歳未満、5 ～ < 15 kg は 1 歳～ 4 歳未満、15 ～ < 30 kg は 4 歳～ 10 歳未満、30 ～ < 50 kg は 10 歳～ 14 歳未満に相当する。

### 2.3. 結果と考察(DRL 設定の根拠、limitation)

竹井班との調査結果の 75 パーセンタイル値を有効数字 2 桁で丸めた値を DRL として設定した。以下の表 1 から表 10 に頭部、胸部、腹部 CT の  $CTDI_{vol}$ 、DLP の 75 パーセンタイル値、中央値を年齢幅および体重幅で集計したものを示す。

表 1. 頭部 CT の CTDI<sub>vol</sub> [mGy]

	< 1 歳 (n = 34)	1 ~ < 5 歳 (n = 36)	5 ~ < 10 歳 (n = 35)	10 ~ < 15 歳 (n = 32)
Median	23.5	31.4	39	49
75th percentile	29.2	37.5	55.6	61.5

表 2. 頭部 CT の DLP [mGy·cm]

	< 1 歳 (n = 34)	1 ~ < 5 歳 (n = 36)	5 ~ < 10 歳 (n = 35)	10 ~ < 15 歳 (n = 32)
Median	348.6	556.4	678.8	865.8
75th percentile	494	691.6	895.2	1116.8

表 3. 胸部 CT 検査の CTDI<sub>vol</sub> [mGy](32 cm ファントムに基づく値)

	< 1 歳 (n = 28)	1 ~ < 5 歳 (n = 29)	5 ~ < 10 歳 (n = 24)	10 ~ < 15 歳 (n = 24)
Median	3.6 (1.8)	5 (2.5)	7.4 (3.7)	10.6 (5.3)
75th percentile	6 (3)	7.8 (3.9)	13.2 (6.6)	12.6 (6.3)

表 4. 胸部 CT の DLP [mGy·cm] (32 cm ファントムに基づく値)

	< 1 歳 (n = 26)	1 ~ < 5 歳 (n = 27)	5 ~ < 10 歳 (n = 24)	10 ~ < 15 歳 (n = 24)
Median	84.6 (42.3)	133.8 (66.9)	217.2 (108.6)	356 (178)
75th percentile	141.6 (70.8)	192 (96)	346.2 (173.1)	459.4 (229.7)

表 5. 体重幅区分による胸部 CT 検査の CTDI<sub>vol</sub> [mGy](32 cm ファントムに基づく値)

	< 5 kg (n = 16)	5 ~ < 15 kg (n = 25)	15 ~ < 30 kg (n = 27)	30 ~ < 50 kg (n = 18)
Median	3 (1.5)	3.7 (1.9)	7 (3.5)	10 (5)
75th percentile	5.2 (2.6)	9.2 (4.6)	10.8 (5.4)	12.8 (6.4)

表 6. 体重幅区分による胸部 CT の DLP [mGy·cm] (32 cm ファントムに基づく値)

	< 5 kg (n = 15)	5 ~ < 15 kg (n = 24)	15 ~ < 30 kg (n = 27)	30 ~ < 50 kg (n = 18)
Median	48 (24)	86.2 (43.1)	190.4 (95.2)	346.8 (173.4)
75th percentile	76.4 (38.2)	121.6 (60.8)	308 (154)	445 (222.5)

表 7. 腹部 CT の CTDI<sub>vol</sub> [mGy] (32 cm ファントムに基づく値)

	< 1 歳 (n = 9)	1 ~ < 5 歳 (n = 19)	5 ~ < 10 歳 (n = 18)	10 ~ < 15 歳 (n = 22)
Median	6 (3)	6 (3)	11.4 (5.7)	13.8 (6.9)
75th percentile	10 (5)	11.6 (5.8)	14.6 (7.3)	18 (9)

表 8. 腹部 CT の DLP [mGy·cm] (32 cm ファントムに基づく値)

	< 1 歳 (n = 9)	1 ~ < 5 歳 (n = 19)	5 ~ < 10 歳 (n = 18)	10 ~ < 15 歳 (n = 22)
Median	167 (83.5)	278 (139)	484.4 (242.2)	757.6 (378.8)
75th percentile	234 (117)	383 (191.5)	635.4 (317.7)	908.4 (454.2)

表 9. 体重幅区分による腹部 CT の CTDI<sub>vol</sub> [mGy] (32 cm ファントムに基づく値)

	< 5kg (n = 5)	5 ~ < 15 kg (n = 14)	15 ~ < 30 kg (n = 21)	30 ~ < 50 kg (n = 16)
Median	3 (1.5)	7.2 (3.6)	7.7 (3.9)	11.8 (5.9)
75th percentile	5.4 (2.7)	12.2 (6.1)	13.2 (6.6)	16 (8)

表 10. 体重幅区分による腹部 CT の DLP [mGy·cm](32 cm ファントムに基づく値)

	< 5 kg (n = 5)	5 ~ < 15 kg (n = 14)	15 ~ < 30 kg (n = 19)	30 ~ < 50 kg (n = 19)
Median	80.8 (40.4)	228 (114)	289.4 (144.7)	530.4 (265.2)
75th percentile	131.2 (65.5)	333.8 (165.4)	605.6 (302.8)	716.2 (358.1)

今回の集計結果から、頭部、腹部の一部の DLP の値が、Japan DRL 2015 の DLP よりも増加していた。しかしこの 5 年間に DLP を増加させるべき正当な事情は生じていないことを勘案し、Japan DRL 2015 と同じ値に据え置くこととした。

本調査の limitation として以下のことが考えられる。今回の調査で回答を寄せた施設数は 37 施設であり、Japan DRL 2015 の基となった調査で回答を寄せた 167 施設から大幅に減少した。これは 2018 年に施行された改正臨床研究法によって倫理審査が厳格となり、各医療機関の倫理審査手続きが複雑化してしまったことが影響したと考えられる。また今回の結果は医療被ばく最適化に対して意識の高い施設の結果となっていることが考えられ、小児 CT 線量の実態よりも低い値に偏在している可能性が考えられた。しかし 5 歳児のデータのみであるが、今回実施した調査よりも以前に 493 施設を対象に実施された Matsunaga らの調査<sup>4)</sup>で示された CTDI<sub>vol</sub>、DLP の中央値と大きく異ならず、DRL 設定に影響を及ぼすようなデータの偏在はないと考えている。現状の倫理審査手続きを行う調査方法では回答施設数を増やすことは難しいと考え、今後は倫理審査手続きを必要しない調査方法を検討する必要があると考える。

### 3. DRL 運用に関しての注意など

CT の DRL で用いている CTDI<sub>vol</sub>、DLP は、腹部は 32 cm ファントム、頭部、小児は 16cm ファントムで定義された値が基本的に示される。しかし CT 装置や撮影プロトコールによって、線量表示値のファントム径の定義が基本と異なる場合がある。そのため線量表示値の定義ファントムサイズを必ず確認することが重要である。また今回の小児 CT に対する DRL ではこれまでの年齢幅による区分に加え、ICRP Publication 135 で推奨された体重幅による区分を新たに追加した<sup>1)</sup>。小児の胸部・腹部 CT の DRL では体重幅による区分が第一選択され、年齢情報しか利用できない場合限り年齢幅による区分を用いることが推奨された。今回の改訂では年齢幅、体重幅区分による DRL 値を併記しているが、臨床現場で利用しやすい区分の DRL 値で運用されたい。

## 4. その他

### 4.1. Japan DRLs 2015 との比較<sup>3)</sup>

表 11 から 13 に DRL2015 の値との比較を示す。

表 11. DRL2015 との比較 [頭部 CT]

		< 1 歳	1 ~ < 5 歳	5 ~ 10 歳
CTDI [mGy]	DRL 2020	30	40	55
	DRL 2015	38	47	60
DLP [mGy·cm]	DRL 2020	480	660	850
	DRL 2015	500	660	850

表 12. DRL2015 との比較 [胸部 CT](32 cm ファントムに基づく値)

		< 1 歳	1 ~ < 5 歳	5 ~ 10 歳
CTDI [mGy]	DRL 2020	6 (3)	8 (4)	13 (6.5)
	DRL 2015	11 (5.5)	14 (7)	15 (7.5)
DLP [mGy·cm]	DRL 2020	140 (70)	190 (95)	350 (175)
	DRL 2015	210 (105)	300 (150)	410 (205)

表 13. DRL2015 との比較 [腹部 CT](32 cm ファントムに基づく値)

		< 1 歳	1 ~ < 5 歳	5 ~ 10 歳
CTDI [mGy]	DRL 2020	10 (5)	12 (6)	15 (7.5)
	DRL 2015	11 (5.5)	16 (8)	17 (8.5)
DLP [mGy·cm]	DRL 2020	220 (110)	380 (190)	530 (265)
	DRL 2015	220 (110)	400 (200)	530 (265)

CTDI<sub>vol</sub> の DRL 値は全ての年齢幅の全ての部位で DRL 2015 よりも低下していたが、DLP の DRL 値は 1~5 歳未満、5~10 歳未満の頭部、腹部の 5~10 歳未満で DRL 2015 の値と据置としているが、その以外の年齢幅および部位では全て低下している。2015 年からの 5 年間の間に逐次近似応用再構成が搭載された CT 装置への置き換えが進んだことで CTDI<sub>vol</sub> が低下したことによって DRL が低下したと考えるが、一部の部位、年齢幅での DLP 増加は撮影長が延長していることが考えられ、撮影範囲の最適化が不十分になっていることが考えられる。

## 5. 参考資料

- 1) ICRP, 2017. Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46(1).
- 2) 厚生労働省, 2016 年度版 国民健康・栄養調査,  
<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003224177>.
- 3) 医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME), 2015 最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定. <http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyo.pdf>.
- 4) Matsunaga Y, Chida K, Kondo Y, Kobayashi K, Kobayashi M, Minami K, et al. 2018 Diagnostic reference levels and achievable doses for common computed tomography examinations: Results from the Japanese nationwide dose survey. Br J Radiol 91: 20180290.

## モダリティ 一般撮影

報告者 ○大野 和子、浅田 恭生、五十嵐 隆元、上間 千秋、大谷 浩樹、長畑 智政、  
藤淵 俊王、渡邊 浩

報告日 2020年4月06日

### 1. DRLの数値

表 1 一般撮影領域の DRL 2020

撮影部位・条件	入射表面線量 [mGy]
胸部正面(100kV 未満)	0.4
胸部正面(100kV 以上)	0.3
検診胸部正面(100kV 以上)	0.2
腹部正面(臥位)	2.5
乳児股関節(0~1 歳)	0.2
乳児胸部(0~1 歳)	0.2
小児胸部(5 歳)	0.2
頭部正面	2.5
頸椎正面	0.8
胸椎正面	3.0
胸椎側面	5.0
腰椎正面	3.5
腰椎側面	9.0
骨盤正面	2.5

### 2. 上記数値の根拠

#### 2.1. 調査

調査期間 2019年12月12日~2020年1月20日

対象 日本医学放射線学会認定 放射線科専門医修練機関 863 施設

方法 日本医学放射線学会事務局から理事長名で調査依頼する文書と記入用紙を配布した。

#### 2.2. 線量評価

報告結果を基に入射表面線量(mGy) を算出し評価した。算出には以下の式を用いた<sup>1)</sup>。

$$ESD^* = (K_{air}/mAs) \times mAs_{\text{questionnaire}} \times BSF \times (SCD/SSD)^2$$

\*ESD: Entrance surface dose,  $K_{air}/mAs$ :  $mAs$  値あたりの空気カーマ<sup>1)</sup>,  $mAs_{\text{questionnaire}}$ : アンケートに記載の  $mAs$  値、  
SCD: Source chamber distance (100 cm), SSD: Source surface distance

成人の検査は体重 50 Kg～60 Kg の一般的な体格の患者 15～20 名の中央値を、子供の検査は乳児(0～1 歳)と小児(5 歳)を調査した。対象検査は表 2 に示す 13 検査とした。検診に於ける胸部 X 線撮影の線量は全国労働衛生団体連合会が会員向けに実施している連合会指定のファントムを用いた計測方法とした<sup>2)</sup>。

表 2 DRL 対象検査一覧

・ 胸部正面(100kV 未満)	・ 胸部正面(100kV 以上)	・ 腹部正面(臥位)
・ 乳児股関節(0～1 歳)	・ 乳児胸部(0～1 歳)	・ 小児胸部(5 歳)
・ 頭部正面	・ 頸椎正面	・ 胸椎正面
・ 胸椎側面	・ 腰椎正面	・ 腰椎側面
・ 骨盤正面		

DRL の決定は、調査結果から 75 パーセンタイルを求め、全国労災病院の調査<sup>3)</sup>、神奈川県放射線技師会<sup>4)</sup>と浅田等の全国調査<sup>5)</sup>を参考にして、日本全国の医療機関に於いて放射線の安全利用のために有効活用できる数値を、テルファイ法を用いて決定した。

### 2.3. 結果と考察

#### 結果:

57 施設からの回答を得た。前項記載の調査結果との DRL 決定の参考としたその他の調査結果を表 3 に示す。

胸部正面(100 kV 未満)を除きいずれの撮影においても DRL2015 より低値であった。

クリニックからの報告結果も含む浅田らの結果を参考に、いずれの医療機関でも利用可能な DRL 値を上記 1 項に示す値として決定した。

検診胸部正面は 328 施設の調査結果に基づいた 75 パーセンタイル値 0.15 mGy を採用した。

#### 考察:

日本医学放射線学会が一般撮影領域の DRL 値を策定する目的で、初の調査を実施した。一般撮影装置を保有することが明らかな施設を対象に学会が精度管理の一貫として行う調査のため、今回の対象は専門医修練機関とした。専門医修練機関は学会が指定する設備基準を満たし、放射線専門医指導医が常勤する施設である。しかし、2020 年 4 月施行の改正医療法施行規則では放射線安全管理の指標として国内の放射線装置を有する全医療施設が DRL 値を参照することを求めている。クリニックや小規模医療施設の放射線安全管理が円滑に進むことに配慮して全国労災病院やクリニックを含む調査結果を参考にして DRL2020 を決定した。なお、四捨五入をすると前回 DRL2015 と同一の値となる検査においては 1/100 までを有効数字とした値を( )内に参考値として提示した。

今回の学会調査結果の 75 パーセンタイル値が最も低い値となった要因としては、放射線科専門

医修練機関に従事する診療放射線技師の技術に加えて、参照した他の報告では DR と CR の割合が約 1:1 であることと異なり 85 %が DR 装置の施設であったことも影響したと考える。胸部正面(100 kV 未満)は病棟撮影を意味するが、前回 2014 年の調査時から大きな装置の変化はなく、明確な要因を推察できない。グリッド比の変更等により線量を低減できる可能性があるため、今後はこの情報の提供も必要と考える。

表 3 DRL2020 決定に用いた各調査結果

	日本医学放射線学会修練機関 (57 施設)	日本医学放射線学会修練機関 (57 施設)	全国 450 施設 (浅田ら)	全国労災病院 (31 施設)	DRL2020 [mGy]	DRL2015 [mGy]
	中央値 [mGy]	75 パーセンタイル [mGy]				
胸部正面 (100kV 未満)	0.24	0.38	-	-	0.4	0.3
胸部正面 (100kV 以上)	0.1	0.18	0.22	0.24	0.3 (0.25)	0.3
腹部正面 (臥位)	0.93	1.64	2.26	1.97	2.5	3
乳児股関節 (0~1 歳)	0.09	0.12	0.15	0.14	0.2 (0.15)	0.2
乳児胸部 (0~1 歳)	0.08	0.11	0.12	0.14	0.2 (0.15)	0.2
小児胸部 (5 歳)	0.1	0.16	0.19	0.17	0.2	0.7
頭部正面	0.94	1.45	2.05	1.8	2.5	3
頸椎正面	0.46	0.63	0.71	0.61	0.8	0.9
胸椎正面	1.35	1.84	2.67	2.52	3	3
胸椎側面	2.11	3.01	4.53	4.59	5	6
腰椎正面	1.55	2.27	3.46	3.21	3.5	4
腰椎側面	3.61	5.17	8.52	8.6	9	11
骨盤正面	1.17	1.66	2.41	2	2.5	3

### 3. DRL 運用上の注意

全国の医療機関を対象とした DRL 値を提案したが、日本医学放射線学会修練機関では表 3 に示す、修練機関のみの 75 パーセンタイル値も参考に施設の放射線安全管理を推進してほしい。

### 4. その他

一般撮影の DRL については、EU のガイドラインが存在するが、対象体格が  $70 \pm 15$  kg と日本の基準に比して 10~20 kg 大きい。このため DRL も相対的に大きな値となっており、日本の結果との比較には適さないと考える。

### 5. 参考資料

- 1) 大野晃治, 近藤佑哉, 市川卓磨, 浅田恭生, 他. 2015 複数の施設を対象とした一般撮影領域における線量評価—DRLs 2015 との比較および施設間の差の評価—. 日本放射線技術学会雑誌 73(7): 556–562.
- 2) 安藤富士夫. ガラスバッジと NDD 法による放射線線量測定値. 令和元年度胸部 X 線研修会【医師、診療放射線技師等専門コース】②. 2020; 59–73.
- 3) 福田智哉, 渡邊 浩, 佐藤 努, 他. 2019 一般撮影におけるローカル診断参考レベル (DRLs) としての労災 DRLs とベンチマークドーズ (BDs) の提案. 日本診療放射線技師会誌 67(1): 21–28.
- 4) 渡邊 浩, 関 将志, 新田正浩, 他. 2018 一般撮影の医撤被ばくの防護を最適化するためのベンチマークドーズ (BD) の提案. 日本放射線技術学会雑誌 74(5): 443–451.
- 5) Asada Y, et al. Proposed diagnostic reference levels for general radiography and mammography in Japan. Journal of Radiological Protection, 40 (2020) 867–876

報告者    ○根岸 徹、五十嵐 隆元、久保田一徳、斎 政博、西出 裕子

報告日    2020 年 3 月 23 日

## 1. DRL 値

- ・ PMMA 40 mm における平均乳腺線量 2.4 mGy (95 %)
- ・ 臨床データに基づく 2D マンモグラフィ平均乳腺線量 1.4 mGy (75 %)
- ・ 臨床データに基づく DBT 平均乳腺線量 1.5 mGy (75 %)

## 2. 上記数値の根拠

マンモグラフィによって患者が受ける放射線被ばくは、有益な医学的情報が得られる範囲で可能な限り低く抑えることが必要である。そこで DRLs 2015<sup>1)</sup>で採用した NPO 法人日本乳がん検診精度管理中央機構が行っている施設認定時の線量評価項目の一つである平均乳腺線量(以下:  $D_G$ )を基に DRLs2020 値を算出した。これはマンモグラフィ検診および診療に対して、良好なマンモグラムを確保することが重要であり、撮影装置が仕様基準を満たしていても、その使い方や各種パラメータ、画像表示系によって不良な画質になる可能性があるため、継続的に画像・線量評価および良い画質を得るためのマンモグラフィ施設・画像・線量評価を行っているものである。また ICRP Pub.135 (2017)<sup>2)</sup>ではマンモグラフィについてはオペレータの技量まで含めた評価を行うために、臨床における実際の患者の線量データを用いることが推奨されている事より、臨床で撮影した右 MLO 撮影時における 2D マンモグラフィと Digital Breast Tomosynthesis(以下: DBT)の平均乳腺線量を、1 施設当たり無作為抽出 50 症例分の中央値を 20~30 施設分収集して解析することとした。

### 2.1. 調査(時期,対象,方法)

#### 2.1.1. PMMA 40 mm に対する平均乳腺線量

時期 : 2014 年 4 月から 2019 年 3 月

対象 : NPO 法人日本乳がん検診精度管理中央機構が行っている施設画像認定で A・B 認定を受けた乳房用 X 線装置システム 2,777 台

施設画像評価データは 2,014 年 4 月より 2,019 年 3 月の 5 年間に合格判定基準を満たした認定施設(A および B ランク)の 2,777 台の装置を対象とした。この内訳は図 1 に示すように S/F システム 66 台、CR システム 1,308 台、FPD システム 1,403 台である。

なお、この台数は日本における病院・診療所等で使用されている乳房用 X 線装置設置台数 4,348 台(Data Book 図表で見る画像医療システム産業 2019:2017 年調査)の約 64 % にあたる。

方法 : 平均乳腺線量( $D_G$ )測定方法は、施設認定を行った施設に対しガラス線量計(千代田テクノル)を送付し、照射を行い得られた照射線量と、半価層から平均乳腺線量を求めている。

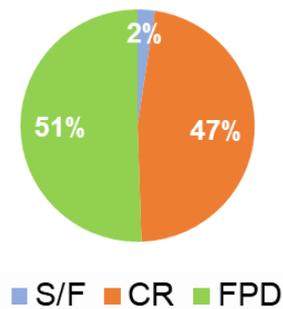


図 1. システム割合

### 2.1.2. 臨床撮影データに基づく 2D マンモグラフィの平均乳腺線量

時期：2018 年 4 月から 2019 年 10 月

対象：撮影時の平均乳腺線量を DICOM データとして有している乳房用 X 線装置システム 52 台 (FPD システム) を対象とした。

方法：無作為抽出で 50 名のデータを提出，各システムでの中央値を求め、その値から分布を作成し 75 % 値を求めた。

### 2.1.3. 臨床撮影データに基づく DBT の平均乳腺線量

時期：2018 年 4 月から 2019 年 10 月

対象：撮影時の平均乳腺線量を DICOM データとして有している乳房用 X 線装置システム 24 台を対象とした。

方法：無作為抽出で 50 名のデータを提出，各システムでの中央値を求め、その値から分布を作成し 75 % 値を求めた。

## 2.2. 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

### 2.2.1. PMMA 40 mm に対する平均乳腺線量

被写体厚：

polymethyl-methacrylate: PMMA 40 mm

測定点：

乳房支持台の左右中心、胸壁端から 60 mm 乳頭側、乳房支持台より 40 mm 上方。

測定方法：

撮影条件は AEC 作動時の照射条件と同じ条件をマニュアルモードで設定し、測定器に照射を行った。このとき同じ mAs 値が設定できない場合は、その mAs 値を上回る最も近い値に設定した。

## 2.2.2 臨床撮影データに基づく 2D マンモグラフィの平均乳腺線量

被写体厚・測定点・測定方法：

無作為抽出で 50 名のデータを提出し、DICOM ヘッダーファイル情報より、各撮影条件と平均乳腺線量を解析し DRL 値を求めることとした。

## 2.2.3 臨床撮影データに基づく DBT の平均乳腺線量

被写体厚・測定点・測定方法：

無作為抽出で 50 名のデータを提出し、DICOM ヘッダーファイル情報より、各撮影条件と平均乳腺線量を解析し DRL 値を求めることとした。

## 2.3. 結果と考察(DRL 設定の根拠、limitation)

図 2 に施設認定合格施設の平均乳腺線量分布を、図 3 に撮影システムごとのプロットチャートを示す。

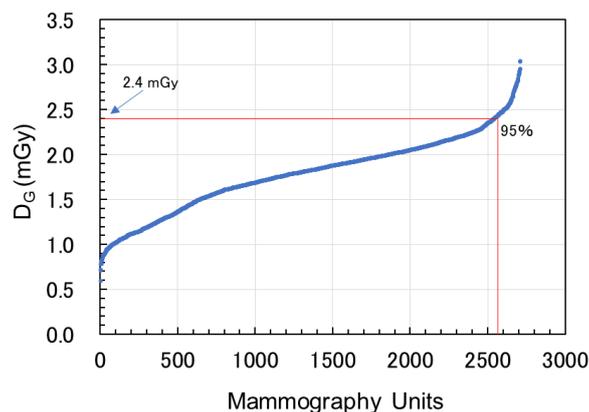


図 2. 2014.4～2019.3 間における施設認定合格施設の平均乳腺線量分布



図 3. システム毎の分布。各モダリティの縦軸最下部が最小値、縦軸最上部が最大値、箱の下部が第 1 四分点(25 %)、箱の上部が第 3 四分点(75 %)、箱内部の線が中央値(50 %)、箱中の×が平均値、ドットが外れ値を示す。

これらの値からマンモグラフィの DRL 値は前回同様日本乳がん検診精度管理中央機構で行った施設画像評価のデータを用いていることから 95 % 値を用い、2.4 mGy とする。また、併記として 75 % 値 2.05 mGy、50 % 値 1.80 mGy とする。

更にシステムごとの特徴を検討すると

- ・ S/F システム 66 台の平均値は  $1.75 \pm 0.62$  mGy で中央値は 1.70 mGy となった。この値は DRLs 2015 を調査した際の値と比較しやや上昇傾向 (1.60→1.70 mGy) であった。
- ・ FPD システム 1,403 台の平均値は他のシステムと比較して低く  $1.56 \pm 0.376$  mGy で中央値は 1.61 mGy であった。特に FPD システムの中でハードコピー診断していた装置は 376 台で平均乳腺線量の平均値は  $1.68 \pm 0.343$  mGy と高く、ソフトコピー診断していた 1,027 台の平均値は  $1.52 \pm 0.379$  mGy と低い傾向を示した。
- ・ CR マンモグラフィシステム 1,308 台の平均値は  $2.01 \pm 0.314$  mGy で中央値は 2.05 mGy となった。この値は S/F システムや FPD システムと比較すると大きい値を示している。

前回の調査で示唆したように DQE の高い FPD システムを使用したデジタルマンモグラフィの普及や、モニタを使用したソフトコピー診断の普及などにより平均乳腺線量の低減も進んでくると推定された。なお現在までの施設画像評価に合格しているシステムの推移を図 4 に示す。2016 年を境に FPD システムが主流となっていることがわかる。今後ますます FPD が主流になるものと思われることから、今後はマンモグラフィの DRL 値も低下してくると推測される。

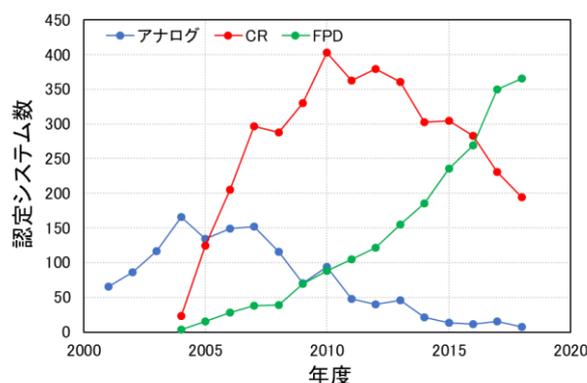


図 4. 施設画像評価合格システムの推移

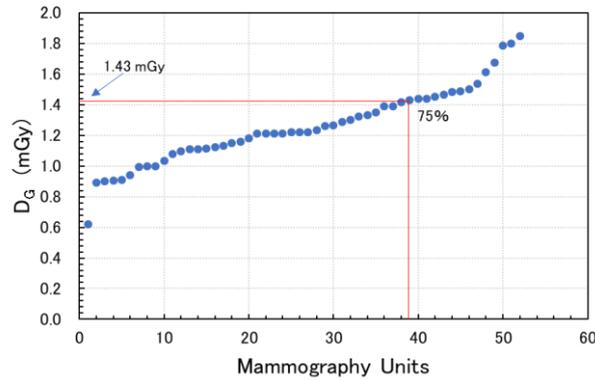


図 5. 2D マンモグラフィの平均乳腺線量分布

次に臨床データ(右 MLO、無作為抽出 50 症例)を用いた解析も行った。協力が得られた施設数は 2D マンモグラフィが 52 施設、DBT が 24 施設であった。これらはすべて FPD システムの DICOM 情報タグより得られた平均乳腺線量の値を基に集計している。

図 5 に 2D マンモグラフィ: 右 MLO、無作為抽出 50 症例に対する平均乳腺線量の分布を示す。このデータの平均値は  $1.32 \pm 0.375$  mGy であった。このデータより 50 % 値、75 % 値を求めるとそれぞれ 1.22 mGy、1.43 mGy となった。この時の平均乳房圧迫厚は  $42.09 \pm 12.54$  mm であり、藤崎ら<sup>3)</sup> が算出した日本人における平均乳房厚 38.2 mm よりも厚い値であった。

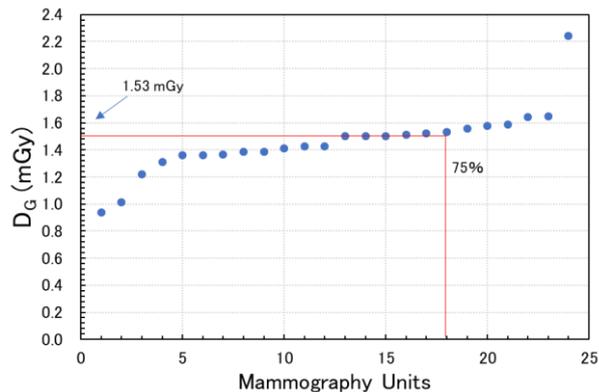


図 6. DBT の平均乳腺線量分布

図 6 に DBT: 右 MLO、無作為抽出 50 症例に対する平均乳腺線量分布を示す。このデータの平均値は  $1.55 \pm 0.424$  mGy であった。このデータより 50 % 値、75 % 値を求めるとそれぞれ 1.43 mGy、1.53 mGy となった。これらの値は施設認定で使用している PMMA 40 mm 厚に対する値と比較して低い値を示している。これらの値は施設認定で使用している PMMA 40 mm 厚に対する平均乳腺線量値と比較して低い値を示していた。これは平均乳腺線量を表示可能な装置は DQE の高い FPD システムであることが一因であると考えられる。また、この時の平均乳房圧迫厚は  $44.11 \pm 13.22$  mm であり、2D マンモグラフィと比較しても有意差はないが若干厚い傾向が見られた。

### 3. DRL 運用に関する注意など

従来と同じ PMMA 40 mm における平均乳腺線量の DRL 値は DRLs2015 と同じ 2.4 mGy であった。その他の検討結果からわかるようにモダリティ間での差は有しているが、受診者にとっては装置を選べない為、統一した知見としてとらえていただくことが良いと考える。ただし、モダリティによってはマンモグラフィにおける医療被ばくの最適化について強く検討をしないといけないところまで来ているため、各施設での検討が望まれる。

次に、臨床撮影データに基づく平均乳腺線量はすべて FPD システムから得られた値であることに留意し、各施設の運用と比較検討していただければ幸いである。この際、各施設における 50 % 値で比較を行っていただくことが望ましい。

### 4. 中央値(50 パーセンタイル)値の併記について

DRL を下回るということが、必ずしも最適化された線量レベルで検査を実施していることを示しているわけではない<sup>2)</sup>。National DRL 値の設定に用いた分布の中央値(50 パーセンタイル)を利用することで、追加の改善が得られる場合があるという ICRP のスタンス<sup>2)</sup>に従い、50 パーセンタイル値を併記した。この 50 パーセンタイル値は、追加の最適化の実施、各施設の線量の全国分布の中での現状の把握、および撮影条件の再検討等に利用するものである。

### 5. その他

今後、さらにデジタル技術の進化に伴い、AI 技術などを応用した新たな技術に対する被ばく線量の検討が必要であるとともに、低線量時における画質への影響も加味した Diagnostic Reference Ranges について検討していく必要があると考える<sup>4)</sup>。

### 6. 参考資料

- 1) 最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定, 医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME),2015.
- 2) ICRP, 2017 Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. ICRP Publication 135. Annals of the ICRP 46 (1)
- 3) 藤崎 達也, 熊谷 曜子 1997 圧迫乳房モデルによる乳腺平均吸収線量の検討,日本乳癌検 診学会誌, 6(3), 291-298,
- 4) Goske MJ, 2013. Diagnostic Reference Ranges for Pediatric Abdominal CT. Radiology 268 (1), 208-218.

## モダリティ 口内法 X 線撮影

報告者 浅海 利恵子、井澤 真希、印南 永、大林 尚人、奥村 泰彦、小田 昌史、  
後藤 賢一、小林 育夫、櫻井 孝、○佐藤 健児、杉原 義人、竹下 洋平、  
西川 慶一、野津 雅和、原田 康雄、松本 邦史、三島 章

報告日 2020年3月16日

### 1. DRL 値

2017年のICRP Publ. 135<sup>1)</sup>は、口内法 X 線撮影の適切な DRL quantity として入射空気カーマ (incident air kerma; IAK,  $K_{a,i}$ (ICRU 記号))を勧告している。ICRU 記号とは、DRL quantity の ICRU による記号である。今回は、標準的な体格の成人と10歳小児の口内法 X 線撮影について、ICRP Publ. 135 に従い、 $K_{a,i}$ を対象として、表 1 の DRL を定めた。ここで  $K_{a,i}$  は、2015 年の DRL 報告書(DRLs 2015)<sup>2)</sup>における患者入射線量 (patient entrance dose; PED) と同意である。なお、今回 DRL を設定したのは DRLs 2015 同様、二等分法もしくは平行法による標準的な口内法 X 線撮影で、咬翼法や咬合法(二等分法、歯軸方向投影法)等の他の口内法は含まない。

表 1. 口内法 X 線撮影の DRL

撮影部位	入射空気カーマ ( $K_{a,i}$ ) [mGy] <sup>a)</sup>	
	成人 <sup>b)</sup>	小児 <sup>c)</sup>
上 顎		
前歯部	1.1	0.9
犬歯部	1.3	0.9
小臼歯部	1.6	1.0
大臼歯部	2.0	1.2
下 顎		
前歯部	1.0	0.7
犬歯部	1.1	0.8
小臼歯部	1.1	0.9
大臼歯部	1.5	1.0

<sup>a)</sup> 入射空気カーマ ( $K_{a,i}$ ):患者の背面散乱を含まないコーン先端での空中空気カーマ<sup>1,3,4)</sup>

<sup>b)</sup> 標準的な体格の成人患者

<sup>c)</sup> 10歳小児患者

## 2. 上記数値の根拠

### 2.1. 調査(時期、対象、方法)

2015 年報告書<sup>2)</sup>は、日本歯科放射線学会防護委員会が、2014 年 11 月～2015 年 2 月に全国の 29 大学歯学部・歯科大学附属病院を対象とした口内法 X 線撮影の実態調査(以下、2014 年調査)の結果である。そこでは、各施設で最も使用頻度の高い口内法 X 線撮影装置の仕様と常用の受像体、ならびに標準体格の成人および 10 歳小児患者の上顎と下顎の前歯部、犬歯部、小臼歯部、大臼歯部の計 8 箇所の撮影部位に対する撮影条件を調査するとともに、各撮影条件における装置の患者の背面散乱を含まないコーン先端での空中空気カーマ( $K_{a,i}$ )等を校正された半導体線量計 ThinX Rad(RaySafe)を用いて測定した。

今回、日本歯科放射線学会防護委員会は、2018 年 8 月に全国の 29 大学歯学部・歯科大学附属病院を対象として、2015 年報告書における DRL 発表後の撮影装置の変更や撮影条件の見直し等の実態調査を行った(以下、2018 年調査)。その結果、29 施設のうち、①DRL より低く保たれているため撮影条件の見直しを行わなかった施設が 18、②新たな撮影装置を導入した施設が 3、③受像体を D 感度フィルムから IP(イメージングプレート)システムへ変更した施設が 1、④撮影条件のうち照射時間のみを見直した施設が 5、および⑤DRL が発表されたことを知らなかった施設が 2 であった。②、③および⑤の 6 施設については、2014 年調査と同様に、2019 年 10 月に  $K_{a,i}$  等を校正された半導体線量計 ThinX Rad を用いて測定し、④については 2018 年調査時に報告された見直された照射時間を基に  $K_{a,i}$  等を算出した。

### 2.2. 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

測定および算出された  $K_{a,i}$  は、包含係数  $k = 2$  の拡張不確かさ(約 95 %の信頼水準)が 2 %と見積もられた。表 1 に示す標準体格の成人および 10 歳小児の各撮影部位の DRL は、表 2 と表 3 に示す  $K_{a,i}$  線量分布の第 3 四分位数を小数点以下 1 桁に丸めた値とした。なお、 $K_{a,i}$  は、入射表面空気カーマ(entrance surface air kerma; ESAK,  $K_{a,e}$ (ICRU 記号))と異なり、患者からの背面散乱は含まない<sup>1, 3, 4)</sup>。ICRP Publ. 135<sup>1)</sup> は、一般 X 線撮影等の適切な DRL quantity として  $K_{a,e}$  を勧告しており、これは入射表面線量(entrance surface dose; ESD)と同意である。

表 2. 成人における口内法 X 線撮影の  $K_{a,i}$ (mGy)

撮影部位	最小値	最大値	中央値	平均値(SD)	第 3 四分位数
上 顎					
前歯部	0.58	2.06	0.89	0.98(0.36)	1.13
犬歯部	0.58	2.06	1.11	1.14(0.37)	1.25
小臼歯部	0.66	2.06	1.14	1.24(0.40)	1.58
大臼歯部	0.66	2.94	1.47	1.57(0.55)	1.97
下 顎					
前歯部	0.45	2.05	0.73	0.81(0.33)	1.02
犬歯部	0.53	2.04	0.89	0.92(0.34)	1.05
小臼歯部	0.53	2.06	0.94	0.99(0.33)	1.13
大臼歯部	0.53	2.34	1.15	1.25(0.42)	1.50

表 3. 10 歳小児における口内法 X 線撮影の  $K_{a,i}$  (mGy)

撮影部位	最小値	最大値	中央値	平均値(SD)	第 3 四分位数
上 顎					
前歯部	0.34	1.32	0.71	0.70(0.24)	0.91
犬歯部	0.34	1.32	0.74	0.78(0.23)	0.93
小臼歯部	0.34	1.61	0.90	0.87(0.28)	1.02
大臼歯部	0.34	1.61	1.03	1.03(0.32)	1.20
下 顎					
前歯部	0.27	1.31	0.57	0.60(0.24)	0.74
犬歯部	0.29	1.32	0.63	0.67(0.23)	0.84
小臼歯部	0.29	1.61	0.74	0.76(0.25)	0.91
大臼歯部	0.45	1.61	0.93	0.90(0.24)	1.04

### 2.3. 結果と考察(DRL 設定の根拠、限界)

2018 年調査では、口内法 X 線撮影において実測および算出された空気カーマ率、管電圧、半価層、照射時間の範囲は、それぞれ 2.6~13.9 mGy/s、58.0~73.5 kV、1.5~2.7 mm Al、0.03~0.32 s であり、2014 年調査では、それぞれ 2.6~13.2 mGy/s、58.0~70.9 kV、1.5~2.7 mm Al、0.04~0.8 s であった。照射時間は、2014 年調査に対して最大値が 0.8 s から 0.32 s と約 60 %の減少を示し、範囲の大幅な縮小が認められた。空気カーマ率、管電圧および半価層は、2014 年調査と比べて大きな相違は認められず、管電圧は 60 kV と 70 kV 付近に 2 極化し、半価層は  $2.0 \pm 0.3$  mmAl と変化の幅が狭かった。コーン先端での照射野サイズは、ほとんどが直径 60 mm であり、矩形照射野は利用されていなかった。直径 60 mm の照射野に対する半価層 2 mmAl の X 線束の背面散乱係数は 1.2 である。背面散乱係数と併せて、焦点-コーン先端間距離と焦点-患者皮膚表面間距離の逆二乗則を用いる

と、 $K_{a,e}$  の値は  $K_{a,i}$  の約 0.7~0.9 倍と推定された。口内法 X 線撮影では眼の水晶体に近接した照射が行われるため、患者の身体中で最高の線量となる  $K_{a,e}$  の値を知ることは、組織反応(確定的影響)の発生を防止する上で重要である。さらに、口内法 X 線撮影装置の利用線錐における線束強度は、一般に照射野内で均一性が高いことから、コーン先端での照射野サイズを  $K_{a,i}$  に乗じることによって、十分な正確さで面積空気カーマ積算値(air kerma-area product; KAP,  $P_{KA}$  (ICRU 記号))<sup>1)</sup>を決定できる。最近の口内法 X 線撮影装置には、照射後その撮影の  $P_{KA}$  が表示されるものがある。その場合、表示  $P_{KA}$  の正確さを定期的に試験することは、品質保証・品質管理(QA/QC)の大切な一部である。口内法 X 線撮影では、患者に照射された光子エネルギーの大部分が患者に吸収されるため、患者へのエネルギー付与 (energy imparted, J) を  $P_{KA}$  から比較的容易に推定できる。 $\epsilon$  は口内法 X 線撮影における患者の確率的影響のリスク評価に関係した重要な物理量である<sup>6)</sup>。

2018 年調査では、受像体は IP システムの使用が 86 % (25 施設、2014 年調査では 24 施設)、CCD/CMOS(charge-coupled device/complementary metal oxide semiconductor)システムは 0 % (0 施設、2014 年でも 0 施設)、およびノンスクリーンタイプフィルムは 13.8 % (4 施設、2014 年調査では 5 施設)であった。D 感度フィルムの使用はなく(2014 年調査では 1 施設)、4 施設は E/F 感度フィルムを使用していた。表 2、3 の成人および 10 歳小児における撮影部位ごとの  $K_{a,i}$  線量分布が示すように、上下顎とも  $K_{a,i}$  の大きさは、成人が 10 歳小児を上回り、大臼歯部、小臼歯部、犬歯部、前歯部の順であった。 $K_{a,i}$  の最大値/最小値の比は、成人の上顎小臼歯部で 3.1(2014 年調査では成人の下顎前歯部で 4.0)と最も小さく、10 歳小児の下顎小臼歯部で 5.6(2014 年調査では小児の上顎大臼歯部で 14.0)と最も大きかった。このことは、同一部位の撮影に使われている線量が施設によって最小で約 3 倍、最大で約 6 倍異なることを意味し、2014 年調査の最小 4 倍および最大 14 倍と比較して大幅な改善が認められる。

表 4 に表 2 および表 3 における  $K_{a,i}$  の第 3 四分位数の 2014 年調査に対する比を示す。2014 年調査に対する 2018 年調査の第 3 四分位数は、成人では上顎犬歯部で最大約 20 % および下顎前歯部で最小約 3 % の減少を示し、10 歳小児では上顎大臼歯部で最大約 9 % および下顎前歯部の 0 % を除いて上顎犬歯部で最小約 2 % の減少を示した。この改善の主たる理由は、各施設において画質を担保するとともに、2015 年報告書の DRL に対して照射時間の見直しが行われたためと考えられる。

口内法 X 線撮影における患者防護の最適化を推進するためには、成人および小児に対する撮影部位ごとの DRL を設定すべきである。表 2 と表 3 で明らかのように、小児には成人と同じ撮影条件を用いてはならない。小児は成人より組織の放射線感受性が高く、余命が長く、口腔と重要臓器との距離が短いため、適切な撮影条件の選択が成人以上に必要となる。また、小児の体格差は成人に比べて大きいことから、体格(特に体重)による撮影条件の DRL 設定を検討する必要がある<sup>1)</sup>。

表 4. 2018 年調査における口内法 X 線撮影の  $K_{a,i}$  [mGy] の  
第 3 四分位数の 2014 年調査に対する比

撮影部位	成人	10 歳小児
上 顎		
前歯部	0.856	0.968
犬歯部	0.801	0.980
小臼歯部	0.929	0.911
大臼歯部	0.872	0.909
下 顎		
前歯部	0.971	1.00
犬歯部	0.946	0.923
小臼歯部	0.926	0.978
大臼歯部	0.847	0.937

### 3. DRL 運用に関する注意など

特になし。

### 4. その他

米国では、1988 年に CRCPD (Conference of Radiation Control Program Directors) が DRL として、咬翼法撮影時(管電圧 70 kV、E 感度フィルム)の ESAK without backscatter (IAK;  $K_{a,i}$ )を 2.1～3.1 mGy の範囲と勧告した<sup>7)</sup>。さらに、2002 年に AAPM (American Association of Physicists in Medicine) が咬翼法撮影時の DRL として、IAK ( $K_{a,i}$ )について管電圧 70 kV、E 感度フィルムで 2.3 mGy、および管電圧 70 kV、D 感度フィルムで 3.5 mGy を勧告した<sup>8)</sup>。2012 年には、NCRP (National Council on Radiation Protection and Measurement) が E 感度フィルムの使用とともに、口内法根尖投影および咬翼法撮影の DRL として ESD (entrance skin dose)で 1.6 mGy を勧告した<sup>9)</sup>。

英国では、1999 年に NRPB (National Radiological Protection Board) が DRL として、標準的な成人の下顎臼歯部撮影における PED ( $K_{a,i}$ )で 4 mGy を勧告し、達成可能な線量 (achievable dose)として 1.8 mGy を勧告した<sup>3, 4)</sup>。その後新たな調査結果に基づいて、2004 年には DRL を 2.1 mGy に<sup>10)</sup>引き下げるよう提案した。2019 年には PHE (Public Health England) が成人および小児における下顎大臼歯部撮影について、それぞれ PED ( $K_{a,i}$ )で 1.2 mGy および 0.7 mGy を勧告した<sup>11, 12)</sup>。

日本では、2000 年に行われた日本歯科放射線学会防護委員会による全国の 29 大学歯学部・歯科大学附属病院における成人患者に対する上顎大臼歯部撮影の調査で、PED ( $K_{a,i}$ )として 5.5 mGy (背面散乱を含む ESD ( $K_{a,e}$ )では 7 mGy) のガイダンスレベルが報告された<sup>5)</sup>。これは、主に D/E 感度フィルムが用いられた時期の調査結果である。同じ母集団に対する 2014 年調査では、大半の施設がデジタルシステムもしくは E/F 感度フィルムを用いていた。そのため、成人患者の上顎大臼歯部撮影における PED ( $K_{a,i}$ )の第 3 四分位数は 2.3 mGy と 2000 年調査の約半分の大幅な線量低減

がなされた。2018年調査では、成人患者の上顎大臼歯部撮影における $K_{a,i}$ の第3四分位数は2.0 mGyと2014年調査に対して約13%の減少を示した。これは、2015年報告書におけるDRLに対して各施設が撮影条件の見直しを行った結果である。今回、口内法X線撮影の全撮影部位に対して成人と小児のDRLを更新したが、今後定期的な期間あるいは診断技術の進歩に応じた適切な時期に更新作業を行うことによって最適化を一層推進するとともに、QA/QCに有効に利用されることを祈念する。

## 5. 参考資料

- 1) ICRP, 2017. Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. ICRP Publication 135. Annals of the ICRP 46(1).
- 2) J-RIME, 2015. 最新の国内実態調査に基づく診断参考レベルの設定 . <http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyo.pdf>
- 3) Napier ID, 1999. Reference doses for dental radiography. Brit Dent J 186, 392–396.
- 4) Gulson AD, Knapp TA, Ramsden PG, 2007. Doses to Patients Arising from Dental X-ray Examinations in the UK, 2002–2004: A Review of Dental X-ray Protection Service Data. HPA-RPD-022.
- 5) 佐々木武仁, 加藤二久, 岩井一男, 岡野友宏, 佐藤健児, 島野達也, 速水昭宗, 和田真一, 寿藤紀道, 2000. 口内法X線撮影における患者の被曝線量及びX線半価層の測定-放射線防護委員会報告. 歯科放射線 40, 58–69.
- 6) 速水昭宗, 1997. 歯科撮影の患者被曝線量推定. 歯科放射線 37, 191–202.
- 7) Conference of Radiation Control Program Directors, 1988. Patient Exposure Guides. CRCPD Publication 88-5.
- 8) Gray JE, Archer BR, Butler PF, et al., 2005. Reference values for diagnostic radiology: application and impact. Radiology 235(2), 354–8.
- 9) NCRP, 2012. Reference levels and achievable doses in medical and dental imaging recommendations for the United States. NCRP Report No 172.
- 10) IPREM, 2004. Guidance on the establishment and use of diagnostic reference levels for medical X-ray examinations. IPREM Report 88.
- 11) PHE, 2019. Dose to patients from dental radiographic X-rays imaging procedures in the UK. 2017 review. PHE-CRCE-51.
- 12) UK Guidance, National Diagnostic Reference Levels (NDRLs) from 19 August 2019, Updated 19 August 2019. <https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnostic-reference-levels-ndrls/ndrl>

## モダリティ パノラマ X 線撮影

報告者 浅海 利恵子、井澤 真希、印南 永、大林 尚人、奥村 泰彦、小田 昌史、  
後藤 賢一、小林 育夫、櫻井 孝、佐藤 健児、杉原 義人、竹下 洋平、  
西川 慶一、野津 雅和、○原田 康雄、松本 邦史、三島 章

報告日 2020年3月16日

### 1. DRL 値

診断参考レベル(DRL)に関する ICRP Publ. 135<sup>1)</sup>は、パノラマ X 線撮影の適切な DRL quantity として面積空気カーマ積算値(air kerma-area product,  $P_{KA}$ )と線量-幅積(dose-width product, DWP)を勧告している。ICRP Publ. 135 に従い、標準的な体格の成人男性のパノラマ X 線撮影について、 $P_{KA}$  および DWP に対して以下の DRL を定めた。

標準体格の成人男性に対するパノラマ X 線撮影の DRL

面積空気カーマ積算値 ( $P_{KA}$ ) [mGy·cm <sup>2</sup> ]	134
線量-幅積(DWP) [mGy·mm]	89

### 2. 上記数値の根拠

#### 2.1. 調査(時期、対象、方法)

2019年11月~2020年1月に、全国の29大学歯学部・歯科大学の附属病院30施設を対象としてパノラマ X 線撮影の調査を行った。調査では、各施設で最も使用頻度の高いパノラマ X 線撮影装置の仕様と常用の受像体、ならびに標準体格の成人男性に対する撮影条件についてのアンケートを行い、同時にその撮影条件での線量を放射線着色フィルム Gafchromic™ XR-QA2 (Ashland)を用いて以下の方法で測定した。

各施設には、幅50mm×高さ200mmに切断した着色フィルムとともに、調査期間中のバックグラウンド放射線や輸送中の事故による着色フィルムへの影響を補正する目的で、光刺激ルミネセンス線量計 nanoDot™ (Landauer)を郵送した。各施設で照射の際には、着色フィルムの長辺がスリット状 X 線ビームの高さ方向と一致するように、フィルムを受像体表面または受像体の直前に、撮影装置が2次スリットを有する場合には2次スリットの表面(以下「測定試料位置」と呼ぶ)に貼付させた。そして、標準的な体格の成人男性患者に対する撮影条件で3回の照射を行わせ、nanoDot とともに返信用封筒で返送させた。自動露出制御(AEC)機構を備えた装置については、AEC をオフにし、手動で条件を設定させた。

各施設で照射された着色フィルムをフラットベッドスキャナ DS-G20000 (EPSON)でスキャンし、別に作成した基準フィルムの着色と比較することで線量分布を求めた。スキャン条件は、読み取り解像度50dpi、読み取り階調RGB各色16bitとし、得られた画像データの赤色成分を解析対象とした。基

準フィルムは、一般撮影用 X 線装置 UD150L-40E(Shimadzu)を使用し、管電圧を 60 kV から 10 kV 間隔で 90 kV まで変化させ、校正された多機能線量計 X2 (RaySafe/Fluke Biomedical)で自由空中空気カーマをモニタしながら X 線照射を行うことで作成した。共に返送された nanoDot の測定結果より、すべての施設からの着色フィルムに、バックグラウンド放射線や輸送中の事故による影響は生じなかったと考えられたため、それらに対する補正は行わなかった。

得られた線量分布より、 $P_{KA}$  を算出した。また、着色領域の長辺方向の長さを測定してスリット状 X 線ビームの高さとした。この値で  $P_{KA}$  を除すことで、DWP を算出した。スリットの幅が一定でないときでも、この方法により平均的な DWP の値が算出されるため、その値を DWP の測定値として用いた。

## 2.2. 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

放射線着色フィルムを用いた本調査における  $P_{KA}$  と DWP は、包含係数  $k = 2$  の拡張不確かさ (95 %信頼水準)が 10 %と見積もられた。標準体格の成人男性に対するパノラマ X 線撮影の DRL は、表 1 に示す  $P_{KA}$ 、DWP それぞれの線量分布の第 3 四分位数を整数に丸めた値とした。

表 1. 標準体格の成人男性に対するパノラマ X 線撮影の面積空気カーマ積算値( $P_{KA}$ )と線量-幅積(DWP)

	最小値	最大値	中央値	平均値 ± 標準偏差	第 3 四分位数
$P_{KA}$ [ $mGy \cdot cm^2$ ]	64.4	160	109	113 ± 26.0	134
DWP [ $mGy \cdot mm$ ]	45.1	115	77.6	77.7 ± 17.4	88.8

## 2.3. 結果と考察(DRL 設定の根拠、limitation)

今回の調査では、すべての施設でデジタルシステムが使用されており、CR(computed radiography): 17 施設、FPD(flat panel detector): 6 施設、CCD(charge coupled device): 5 施設、CMOS(complementary metal-oxide-semiconductor): 2 施設であった。 $P_{KA}$ 、DWP とともに、どの種類の受像体の使用が線量を減少させる、あるいは増加させるといった特定の傾向は認められなかった。一般に、FPD 等の半導体システムに比べて、IP(Imaging Plate)による CR システムでは患者線量が高くなるとされている。しかし今回、最も患者線量が少なかった 4 施設は、IP を使用していた。この結果がパノラマ X 線撮影に特有の現象なのか、あるいは患者線量に対する最適化が不十分なことに起因するのかは、今のところ不明である。標準的な体格の成人男性に対するパノラマ X 線撮影の管電圧、管電流、照射時間、mAs 値、焦点-受像体間距離の範囲は、それぞれ 64.0~80.0 kV、5.0~12.0 mA、7.4~16.5 s、59.2~165.0 mAs、485~600 mm であり、総濾過はすべての装置で 2.5 mm Al 当量以上であった。また、測定試料位置における X 線ビームの高さは、127~160 mm、平均 146 (標準偏差 7.8) mm と大きな違いは見られなかった。

日本では 2007 年に、特定の地区を対象として、パノラマ X 線撮影に関する線量調査が行われている<sup>2)</sup>。母集団は異なるが、その調査結果と今回の結果を比較すると、まず、2007 年の調査では調査対象となった 23 施設中 17 施設が増感紙/フィルムを使用していたことから、パノラマ X 線撮影はアナログシステムからデジタルシステムへ移行したことがうかがわれる。新旧の線量についての調査

結果を表 2 に示す。線量の第 3 四分位数を比較すると、 $P_{KA}$  は  $131 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  から  $134 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  と 2 %増加し、DWP は  $94.4 \text{ mGy}\cdot\text{mm}$  から  $88.8 \text{ mGy}\cdot\text{mm}$  に 6 %低減していた。しかしながら、線量測定精度として、包含係数  $k = 2$  の拡張不確かさ(95 %信頼水準)は、以前の熱ルミネセンス線量計素子の配列と X 線フィルムを用いた調査線量では 5 %、今回の放射線着色フィルムを用いた調査線量では 10 %と見積もられているので、線量の第 3 四分位数に有意な変化は認められないと考えられた。ただし、今回の調査では線量の幅が以前よりかなり狭くなっていたことは、表 2 の統計値で最大値/最小値の範囲からも明らかであった。

表 2.標準体格の成人男性患者に対するパノラマ X 線撮影の面積空気カーマ積算値( $P_{KA}$ )と線量-幅積(DWP)についての日本の調査結果の比較

		2007 年調査	2020 年調査
$P_{KA} \text{ [mGy}\cdot\text{cm}^2]$	最大値	475	160
	最小値	25.6	64.4
	平均値	114	113
	中央値	71.0	109
	第 3 四分位値	131	134
DWP [mGy·mm]	最大値	263	115
	最小値	17.7	45.1
	平均値	74.0	77.7
	中央値	53.2	77.6
	第 3 四分位値	94.4	88.8
調査対象施設数		23	30

### 3. DRL 運用に関する注意など

特になし。

### 4. その他

英国は、1999 年と 2005 年にパノラマ X 線撮影に対する線量調査を行っており、これらの調査結果に基づいて、線量の第 3 四分位数から成人患者に対するパノラマ X 線撮影の DRL として、 $P_{KA}$  は  $92 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$ 、DWP は  $65 \text{ mGy}\cdot\text{mm}$  を勧告した<sup>3)</sup>。これらの英国の値は、今から約 20 年前と 15 年前の調査ではあるが、本調査の第 3 四分位数と比較してかなり低い。英国ではその後、新たな調査結果に基づいて、標準体格の成人患者に対する DRL として  $P_{KA}$  は  $81 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  を勧告した<sup>4)</sup>。日本と英国でパノラマ X 線撮影装置や受像体の技術的進歩に大きな相違があるとは考え難い。このため、日本では装置や受像体の技術進歩が患者線量の低減や患者防護の最適化に充分役立てられていないことが推察された。

## 5. 参考資料

- 1) ICRP, 2017. Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. ICRP Publication 135. Annals of the ICRP 46(1).
- 2) 境野利江, 佐藤健児, 原田康雄, 西川慶一, 小林育夫, 代居 敬, 佐野 司, 岡野友宏, 2010. 一般歯科診療所のパノラマ X 線撮影における患者線量. 歯科放射線, 50: 11-16.
- 3) Gulson AD, Knapp TA, Ramsden PG, 2007. Doses to Patients arising from Dental X-ray Examinations in the UK, 2002-2004: A Review of Dental X-ray Protection Service Data. HPA-RPD-022.
- 4) PHE, 2019. Dose to patients from dental radiographic X-rays imaging procedures in the UK. 2017 review. PHE-CRCE-51.

## モダリティ 歯科用コーンビーム CT

報告者 浅海 利恵子、井澤 真希、印南 永、大林 尚人、奥村 泰彦、小田 昌史、  
後藤 賢一、小林 育夫、櫻井 孝、佐藤 健児、杉原 義人、竹下 洋平、  
西川慶一、野津 雅和、○原田 康雄、松本 邦史、三島 章

報告日 2020年3月16日

### 1. DRL 値

診断参考レベル(DRL)に関するICRP Publ. 135<sup>1)</sup>は、MDCT(multi-detector computed tomography)の適切なDRL quantityとしてCTDI<sub>vol</sub>およびDLPを勧告しているが、歯科用コーンビームCT(CBCT)については面積空気カーマ積算値(air kerma-area product, P<sub>KA</sub>)、患者入射基準点における空気カーマ(air kerma at the patient entrance reference point, K<sub>a,r</sub>)、CTDI<sub>vol</sub>およびDLPとしている。今回は、標準的な体格の成人の歯科用CBCTについて、大中小3つの領域のFOV(field of view)面積ごとにP<sub>KA</sub>、およびK<sub>a,r</sub>に相当する装置の回転中心におけるビーム軸の空気カーマ(air kerma at the iso-center of a dental CBCT unit; K<sub>iso</sub>)に対して以下のDRLを定めた。

標準体格の成人に対する歯科用CBCTのDRL

面積空気カーマ積算値(P <sub>KA</sub> ) [mGy·cm <sup>2</sup> ]	FOV < 40 cm <sup>2</sup>	841
	FOV 40~100 cm <sup>2</sup>	1670
	FOV > 100 cm <sup>2</sup>	1960
回転中心におけるビーム軸空気カーマ(K <sub>iso</sub> ) [mGy]	FOV < 40 cm <sup>2</sup>	24
	FOV 40~100 cm <sup>2</sup>	29
	FOV > 100 cm <sup>2</sup>	16

### 2. 上記数値の根拠

#### 2.1. 調査(時期、対象、方法)

2018年7月に、全国の29大学歯学部・歯科大学の附属病院30施設を対象として、使用している歯科用CBCT装置の仕様、検査目的と検査部位、標準体格の成人に対する撮影条件等についてアンケートを行った。その回答を基に、36機種92種類の撮影条件について2019年11月~2020年1月に、放射線着色フィルム Gafchromic™ XR-QA2 (Ashland)と光刺激ルミネセンス(OSL)線量計 nanoDot™ (Landauer)を用いて以下の方法で線量調査を行った。

各施設には、P<sub>KA</sub>を測定するための幅100mm×高さ100mmに切断した着色フィルム、受像体表面におけるビーム軸の空気カーマ(K<sub>d</sub>)を測定するための外寸10mm×10mm×2mmのOSL線量計、そして調査期間中のバックグラウンド放射線や輸送中の事故による着色フィルムとOSL線量計への影響を調べるためのコントロール用OSL線量計を郵送した。各施設では、歯科用CBCT装置毎

に、X線射出口に着色フィルムを貼付させ、その装置で使用されている撮像条件で1回の照射を行わせた。これとは別に、受像体表面の照射野中央に、OSL線量計を縦に3個並べて貼付させ、その装置で使用されている最小FOVの撮影条件で1回の照射を行わせた。

各施設から返送された着色フィルムをフラットベッドスキャナ DS-G20000 (EPSON)でスキャンし、別に作成した基準フィルムの着色と比較することで線量分布を求めた。スキャン条件は、読み取り解像度 50 dpi、読み取り階調 RGB 各色 16 bit とし、得られた画像データの赤色成分を解析対象とした。基準フィルムは、一般撮影用 X線装置 UD150L-40E(Shimadzu)を使用し、管電圧を 80 kV から 10 kV 間隔で 120 kV まで変化させ、校正された多機能線量計 X2(RaySafe/Fluke Biomedical)で自由空中空気カーマをモニタしながら X線照射を行うことで作成した。共に返送されたコントロール用 OSL 線量計(nanoDot)の測定結果より、すべての施設からの着色フィルムと OSL 線量計に調査中の事故等による影響は生じなかったと考えられたため、着色フィルムより得られた線量分布を基に、 $P_{KA}$  を算出した。

3 個の OSL 線量計の値と着色フィルムより得られた線量分布から  $K_d$  を求めた。この  $K_d$  を基に、焦点-受像体間距離(FDD)と焦点-回転中心間距離(FCD)を用いて、距離の逆 2 乗則により  $K_{iso} = K_d \cdot (FDD / FCD)^2$  として  $K_{iso}$  を算出した。

## 2.2. 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

本線量測定における包含係数  $k = 2$  の拡張不確かさ(95 %信頼水準)は、放射線着色フィルムを用いた線量評価では 10 %、OSL 線量計を用いた線量評価では 5 %と見積もられた。標準体格の成人に対する歯科用 CBCT の DRL は、表 1 に示す大中小 FOV のそれぞれの線量分布の第 3 四分位数を、 $P_{KA}$  については有効数字 3 桁で表した(切り上げた)値、 $K_{iso}$  については整数に丸めた値とした。

## 2.3. 結果と考察(DRL 設定の根拠、limitation)

今回の調査で成人患者に対して利用されていた歯科用 CBCT の撮影条件は、管電圧 80~120 kV、管電流 3.5~10 mA、照射時間 4.0~20.0 s で、主に 360° のフルスキャンと 180° のハーフスキャンで照射時間は約 2 倍の値に分かれており、多くは長い照射時間のフルスキャンが利用されていた。スキャンモードは、標準撮影が大部分(78/92)を占めており、高分解能撮影は 1 割程度(12/92)であった。自動管電流制御による線量低減は、ほとんど(2/92)使用されていなかった。管電流と照射時間の積である mAs 値は 20~200 mAs であった。FOV は、直径( $\Phi$ )が 40~230 mm、高さ(H)が 40~170 mm で、FOV 面積( $A_c = \Phi \cdot H$ )は 16~391 cm<sup>2</sup>であった。

日本では 2012 年に、同一の母集団に対して DRL 設定を目的とした調査が行われた<sup>2,3)</sup>。この調査の方法は今回の方法とは異なるが、全 FOV についての成人患者に対する  $P_{KA}$  の第 3 四分位数を比較すると、以前の調査では 1541 mGy·cm<sup>2</sup>で、今回の調査の 1392 mGy·cm<sup>2</sup>との差は 10.7 %であり、有意な差は認められなかった。しかしながら、表 1 に示す大中小 FOV 面積( $A_c$ )間での  $P_{KA}$  と  $K_d$  および  $K_{iso}$  の第 3 四分位数の間には、10 %を大きく超える有意な差が認められた。すなわち、本調査結果は FOV の領域ごとに最適化に相応した線量があること示しており、今回は歯科用 CBCT の主な検査部位に応じて、それらの線量を3つの  $A_c$  区間で統計解析した。そして  $K_d$  および

$K_{iso}$  の値は各装置では距離の逆2乗則により互いに換算できるため、患者防護の最適化の観点から、 $P_{KA}$  と  $K_{iso}$  の値のみを DRL として示すことにした。

表 1 標準体格の成人に対する歯科用 CBCT の面積空気カーマ積算値( $P_{KA}$ )と  
ビーム軸の受像体表面における空気カーマ( $K_d$ )および回転中心における空気カーマ( $K_{iso}$ )

小 FOV(< 40 cm <sup>2</sup> )					
	最小値	最大値	中央値	平均値 ± 標準偏差	第 3 四分位数
$P_{KA}$ [mGy·cm <sup>2</sup> ]	167	1448	500	649 ± 366	841
$K_d$ [mGy]	2.75	16.1	7.77	8.13 ± 3.26	10.1
$K_{iso}$ [mGy]	5.63	41.2	17.6	19.0 ± 8.65	24.4
中 FOV(40 ~ 100 cm <sup>2</sup> )					
	最小値	最大値	中央値	平均値 ± 標準偏差	第 3 四分位数
$P_{KA}$ [mGy·cm <sup>2</sup> ]	303	4106	1095	1369 ± 970	1664
$K_d$ [mGy]	2.44	15.9	6.93	8.07 ± 4.24	11.9
$K_{iso}$ [mGy]	5.07	40.6	15.4	19.1 ± 11.3	29.0
大 FOV(> 100 cm <sup>2</sup> )					
	最小値	最大値	中央値	平均値 ± 標準偏差	第 3 四分位数
$P_{KA}$ [mGy·cm <sup>2</sup> ]	232	4374	1310	1500 ± 1119	1957
$K_d$ [mGy]	1.24	14.1	4.15	5.54 ± 3.57	7.77
$K_{iso}$ [mGy]	2.58	36.2	9.97	12.7 ± 9.02	15.9
全 FOV(16 ~ 391 cm <sup>2</sup> )					
	最小値	最大値	中央値	平均値 ± 標準偏差	第 3 四分位数
$P_{KA}$ [mGy·cm <sup>2</sup> ]	167	4374	809	1099 ± 905	1392
$K_d$ [mGy]	1.24	16.1	6.92	7.41 ± 3.84	10.0
$K_{iso}$ [mGy]	2.58	41.2	15.3	17.3 ± 9.90	24.2

### 3. DRL 運用に関する注意など

特になし。

### 4. その他

英国で 2019 年に公表された歯科用 CBCT の線量調査結果<sup>4)</sup>では、成人の 1 本の上顎大臼歯インプラント術前検査を対象とした  $P_{KA}$  の第 3 四分位数は 265 mGy·cm<sup>2</sup>、12 歳小児の 1 本の埋伏犬歯の画像検査に対しては 169 mGy·cm<sup>2</sup>と報告された。歯科用 CBCT の DRL は、英国ではこの報告値に基づいて設定された<sup>5)</sup>。これらの英国の数値は本調査の小 FOV の  $P_{KA}$  における第 1 四分位数 399 mGy·cm<sup>2</sup> よりも低い値である。すなわち日本においては、 $P_{KA}$  では 75 %以上の撮影条件が英

国の第 3 四分位数を超えていた。英国の同報告での受像検出器面でのビームサイズは、成人では平均  $67 \text{ cm}^2$ (最大/最小 =  $253 \text{ cm}^2 / 27 \text{ cm}^2$ )、小児では平均  $64 \text{ cm}^2$ (最大/最小 =  $160 \text{ cm}^2 / 27 \text{ cm}^2$ ) であった。受像検出器面でのこれらの平均ビームサイズは比較的小さな FOV に相当するため、均一な線量分布を仮定し、上記英国の成人と小児の  $P_{KA}$  の第 3 四分位数をそれぞれの平均ビームサイズで除して受像検出器面での線量  $K_d$  を推定すると、成人患者では  $265 \text{ mGy cm}^2 / 67 \text{ cm}^2 = 3.96 \text{ mGy}$ 、小児患者では  $169 \text{ mGy cm}^2 / 64 \text{ cm}^2 = 2.64 \text{ mGy}$  となる。これらの数値は今回の調査の小 FOV の  $K_d$  に対する第 1 四分位数  $5.78 \text{ mGy}$  よりも低い値である。すなわち、 $P_{KA}$  の場合と同様に、 $K_d$  についても 75 %以上の撮影条件が英国の第 3 四分位数を超えていた。これらのことから、本調査対象となった多くの施設では、歯科の CBCT 検査の撮影条件が診断目的に見合った適正な条件に最適化されているか見直す必要があると考えられた。

## 5. 参考資料

- 1) ICRP, 2017. Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. ICRP Publication 135. Annals of the ICRP 46(1).
- 2) 佐藤健児, 原田康雄, 西川慶一, 三浦雅彦, 勝又明敏, 有地榮一郎, 2015. 大学歯学部・歯科大学附属病院における歯科用コーンビーム CT 検査についてのアンケート調査. 歯科放射線, 55; 5-10.
- 3) 佐藤健児, 2016. 歯科用コーンビーム CT の診断参考レベル. 全国歯放技連絡協議会雑誌 53: 19-25.
- 4) PHE, 2019. Dose to patients from dental radiographic X-rays imaging procedures in the UK. 2017 review. PHE-CRCE-51.
- 5) UK Guidance, National Diagnostic Reference Levels (NDRLs) from 19 August 2019, Updated 19 August 2019.  
<https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnostic-reference-levels-ndrls/ndrl>

報告者    ○坂本 肇、安陪 等思、石橋 徹、川内 覚、竹井 泰孝、人見 剛、盛武 敬  
 報告日    令和2年3月23日

1. DRL 値

臨床の DRL 値は装置表示の患者照射基準点線量  $K_{a,r}$  (mGy)と装置表示の面積空気カーマ積算値  $P_{KA}$  ( $Gy \cdot cm^2$ )

表 1. 頭部/頸部領域の DRL 値

診断血管撮影(術前)	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]
嚢状動脈瘤	590	89
脳動静脈奇形	770	160
脳硬膜動静脈瘻	1100	190
頸部頸動脈狭窄/閉塞	560	120
急性脳動脈狭窄/閉塞	480	83
頭蓋内腫瘍	720	140
診断血管撮影(術後)	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]
嚢状動脈瘤	510	57
脳動静脈奇形	470	77
脳硬膜動静脈瘻	820	150
頸部頸動脈狭窄/閉塞	390	72
急性脳動脈狭窄/閉塞	500	83
頭蓋内腫瘍	(1000)*	(77)*
血管内治療(IVR)	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]
嚢状動脈瘤	3100	210
脳動静脈奇形	4100	410
脳硬膜動静脈瘻	4700	430
頸部頸動脈狭窄・閉塞	820	150
急性脳動脈狭窄・閉塞	1400	230
頭蓋内腫瘍	2500	320

頸部頸動脈狭窄/閉塞:待機的症例 (\*:データ数僅少につき参考値)

表 2. 成人心臓領域の DRL 値

	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [Gy·cm <sup>2</sup> ]
診断カテーテル検査	700	59
非 CTO PCI	1800	130
CTO PCI	3900	280
非 PVI RFCA	560	57
PVI RFCA	645	89

PCI: Percutaneous Coronary Intervention  
RFCA: Radiofrequency Catheter Ablation

CTO: Chronic Total Occlusion  
PVI: Pulmonary Vein Isolation

表 3. 小児心臓領域の DRL 値

診断カテーテル検査	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [Gy·cm <sup>2</sup> ]
< 1 歳	100	7
1 ~ < 5 歳	130	12
5 ~ < 10 歳	190	14
10 ~ < 15 歳	350	47
IVR		
< 1 歳	150	8
1 ~ < 5 歳	210	16
5 ~ < 10 歳	210	16
10 ~ < 15 歳	500	46

表 4. 胸腹部領域 IVR の DRL 値

	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [Gy·cm <sup>2</sup> ]
TACE	1400	270
TEVAR	830	200
EVAR	1000	210

TACE: Transcatheter Arterial ChemoEmbolization

TEVAR: Thoracic Endovascular Aortic Repair

EVAR: Endovascular Aortic Repair

装置の基準透視線量率 (DRLs2015 の継続項目) の DRL 値 [mGy/min]

表 5. 装置基準透視線量率の DRL 値

基準透視線量率 [mGy/min]	17
-------------------	----

患者照射基準点でのファントム入射表面線量率

## 2. 上記数値の根拠

### 2.1. 調査(時期、対象、方法)

#### 【頭部/頸部領域】(調査 1)

調査期間:

2018年8月20日～2019年9月30日

調査方法:

日本脳神経血管内治療学会の放射線防護委員会がアンケート内容を立案し、Excelにて作成したアンケートをメールで送付し、後ろ向きにデータを収集し、返信されたデータを集計、解析した。また、日本放射線技術学会の学術研究班(DRLs2015の血管撮影・IVR分野における効果検証および追加項目に関する検討)がアンケート内容立案と回収に協力した。

対象施設:

日本脳神経血管内治療学会会員が所属(常勤・非常勤問わず)する全施設を対象とした。

対象症例:

2015年1月1日から2017年12月31日までに施行された頭部/頸部領域の診断血管撮影と血管内治療について、連続する各100症例(計200症例)を、100症例に満たない場合には調査対象期間内の症例を対象とし、各施設の中央値を解析に用いた。

回答内訳:

91施設から回答があり、16,868症例のデータが集計された。

#### 【心臓領域】(調査 2)

調査期間:

2017年3月1日～2017年8月31日

調査方法:

日本放射線技術学会学術研究班(わが国の循環器血管撮影領域における医療被ばくの実態調査)がアンケート内容を立案・作成し、対象施設へ郵送にてアンケート用紙を送付し、後ろ向きにデータを収集し、返信されたデータを集計、解析した<sup>1)</sup>。

対象施設:

日本心血管インターベンション治療学会研修関連施設、小児循環器学会修練施設、日本不整脈心電学会認定研修施設のいずれかを含む765施設を対象とした。

対象症例:

2017年3月1日から2017年8月31日までに施行された循環器領域を中心とした冠動脈造影、経皮的冠動脈インターベンション、高周波カテーテルアブレーション、小児カテーテル検査・治療について、各施設それぞれ10症例とした。

回答内訳:

175施設から回答があり、4,770症例の報告があった。

### 【胸腹部領域】(調査 3)

調査期間:

2019年9月24日～2019年12月13日

調査方法:

日本医学放射線学会の放射線安全管理委員会が内容を立案し、Excelにて作成したアンケートをメールで送付し、前向きにデータを収集した。返信されたデータを集計、解析した。また、日本放射線技術学会の学術研究班(DRLs2015の血管撮影・IVR分野における効果検証および追加項目に関する検討)がアンケート内容立案と回収に協力した。

対象施設:

日本医学放射線学会の放射線科専門医総合修練機関、修練機関の863施設を対象とした。

対象症例:

2019年度の1か月間に施行された2種類の診断用血管撮影(脳血管撮影、心臓血管撮影)、また7種類のIVR治療手技(脳動脈瘤コイル塞栓術、冠動脈形成術、肝動脈化学塞栓療法、腸骨・下肢動脈拡張術、胸部大動脈ステントグラフト内挿術、腹部大動脈ステントグラフト内挿術、胆道ドレナージ術)に対し、各手技別の連続する3症例とした。

回答内訳:

142施設から回答があった。

### 【基準透視線量率】(調査 4)

調査期間:

2019年5月1日～2019年8月31日

調査方法:

日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師認定機構が内容を立案し、Excelにて作成した調査表をメールで返信し、返信されたデータを集計、解析した。

対象装置:

日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師認定機構での第12回専門技師認定試験受験者および第2回、第7回認定更新者が申請書類として提出した、各施設の448台の装置を対象とした。

## 2.2. 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

診断的検査/IVRでの各領域における疾患に対応するDRL量は、装置表示の患者照射基準点における空気カーマ値( $K_{a,r}$ ) [mGy]ならびに面積空気カーマ積算値( $P_{KA}$ ) [ $Gy \cdot cm^2$ ]とした。また、使用装置にて多用される透視条件、照射野サイズにおいて、アクリル(PMMA)20 cmを用いて患者照射基準点位置で測定された入射表面線量率[mGy/min]をDRLs2015に引き続きDRL量<sup>2)</sup>として採用した。

### 2.3. 結果と考察(DRL 設定の根拠、limitation)

DRLs2020 では、装置へ表示される患者照射基準点線量( $K_{a,r}$ )[mGy]ならびに面積空気カーマ積算値( $P_{KA}$ )[Gy $\cdot$ cm<sup>2</sup>]を新たに DRL 量として採用した。これは、手技中の術者にリアルタイムで提示できる量であること、術者の意向に影響を受ける透視時間や撮影回数など患者被ばくの臨床的因子を加味していること、最終的な患者被ばく線量を反映した量であり防護の最適化に有用であることが主な理由である<sup>3)</sup>。

臨床の DRL 値は、原則として実際の診療で得たデータを解析し、結果の 75 パーセンタイル値を有効数字 2 桁で丸めた値とした。以下に各領域における調査結果の 50 パーセンタイル、75 パーセンタイルならびに症例数を示す。手技や治療の項目毎に DRL 値を設定しているが、患者の体型についての基準は設定していない。これは血管撮影/IVR において、透視/撮影線量は患者体型により大きく異なるが、それ以上に疾患や手技の難易度/複雑性に線量が強く影響を受けるためである。なお、心臓領域と胸腹部領域では対象となった患者の身長、体重の平均値と標準偏差を参考値として掲載している。

## 3. 臨床の DRL 値

### 【頭部/頸部領域】

頭部/頸部領域における診断血管撮影での術前と術後の調査結果を、それぞれ表 6 と 7 に示す。上段の全症例で解析された値を両者で比較すると、術前に比べて術後では  $K_{a,r}$  が 15 %、 $P_{KA}$  が 40 %程度低い値となったことから、診断血管撮影は術前と術後とに分けて DRL 値を設定した。なお、術前と比較して、術後の  $K_{a,r}$  より術後の  $P_{KA}$  の方が顕著に低下していることから、術後では目的とする部位に照射野を絞って検査が行われていると推察される。

術前、術後とも、最も線量が高い脳硬膜動静脈瘻と最も線量が低い急性脳動脈狭窄/閉塞の疾患群を比較すると、2 倍以上の差が生じているため、主要な 6 疾患群に対してそれぞれ DRL 値を設定した。なお、術後の頭蓋内腫瘍での症例数は少ないため、DRL 値は参考値として提示した。

表 6. 頭部/頸部領域の診断血管撮影(術前)

分類	DRL 量	分布(四分位点)		データ	
		50 %	75 %		
全症例	K <sub>a,r</sub> [mGy]	463	601	85 施設 5787 症例	
	P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	72.0	102.1	63 施設 4047 症例	
疾患群	嚢状動脈瘤	K <sub>a,r</sub> [mGy]	452	593	85 施設 1835 症例
		P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	65.4	89.4	63 施設 1316 症例
	脳動静脈奇形	K <sub>a,r</sub> [mGy]	582	769	76 施設 219 症例
		P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	102.8	156.1	54 施設 151 症例
	脳硬膜動静脈瘻	K <sub>a,r</sub> [mGy]	766	1086	78 施設 323 症例
		P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	133.4	186.5	54 施設 234 症例
	頸部頸動脈狭窄/閉塞(待機的)	K <sub>a,r</sub> [mGy]	395	556	72 施設 696 症例
		P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	66.9	122.7	51 施設 455 症例
	急性脳動脈狭窄/閉塞	K <sub>a,r</sub> [mGy]	377	483	56 施設 218 症例
		P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	68.2	83.0	42 施設 161 症例
	頭蓋内腫瘍	K <sub>a,r</sub> [mGy]	483	720	80 施設 686 症例
		P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	87.4	135.7	59 施設 453 症例

表 7. 頭部/頸部領域の診断血管撮影(術後)

分類	DRL 量	分布(四分位点)		データ	
		50 %	75 %		
全症例	K <sub>a,r</sub> [mGy]	369	526	85 施設 2499 症例	
	P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	47.1	61.1	63 施設 1738 症例	
疾患群	嚢状動脈瘤	K <sub>a,r</sub> [mGy]	363	511	83 施設 1581 症例
		P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	44.0	57.3	62 施設 1161 症例
	脳動静脈奇形	K <sub>a,r</sub> [mGy]	278	473	56 施設 142 症例
		P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	59.4	77.0	39 施設 102 症例
	脳硬膜動静脈瘻	K <sub>a,r</sub> [mGy]	519	817	56 施設 153 症例
		P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	76.2	151.7	41 施設 110 症例
	頸部頸動脈狭窄/閉塞(待機的)	K <sub>a,r</sub> [mGy]	297	392	40 施設 163 症例
		P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	41.5	72.2	26 施設 96 症例
	急性脳動脈狭窄/閉塞	K <sub>a,r</sub> [mGy]	359	504	26 施設 48 症例
		P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	45.2	82.6	18 施設 26 症例
	頭蓋内腫瘍	K <sub>a,r</sub> [mGy]	359	1000	9 施設 9 症例
		P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	51.2	77.2	4 施設 4 症例

血管内治療(表 8)では、最も線量が高い脳硬膜動静脈瘻と最も線量が低い頸部頸動脈狭窄/閉塞(待機的)を比較すると $K_{a,r}$ で約 6 倍の差が生じている。このため血管内治療においても診断血管撮影と同様に、主要な 6 疾患群に対してそれぞれ DRL 値を設定した。

なお、各疾患群をさらに詳細に分類した解析データを、日本脳神経血管内治療学会からガイドラインとして報告する予定であるので参考にさせていただきたい。

表 8. 頭部/頸部領域の血管内治療 (IVR)

分類	DRL 量	分布(四分位点)		データ	
		50 %	75 %		
全症例	$K_{a,r}$ [mGy]	1473	2144	79 施設 7150 症例	
	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	155.0	198.3	61 施設 5072 症例	
疾患群	嚢状動脈瘤	$K_{a,r}$ [mGy]	2330	3051	79 施設 2648 症例
		$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	165.7	213.2	61 施設 2038 症例
	脳動静脈奇形	$K_{a,r}$ [mGy]	2752	4080	58 施設 202 症例
		$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	237.5	409.5	39 施設 132 症例
	脳硬膜動静脈瘻	$K_{a,r}$ [mGy]	3335	4746	72 施設 480 症例
		$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	315.8	430.8	53 施設 327 症例
	頸部頸動脈狭窄/閉塞(待機的)	$K_{a,r}$ [mGy]	572	816	70 施設 1001 症例
		$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	97.6	146.1	52 施設 657 症例
	急性脳動脈狭窄/閉塞	$K_{a,r}$ [mGy]	1000	1434	77 施設 1463 症例
		$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	159.8	225.7	60 施設 940 症例
	頭蓋内腫瘍	$K_{a,r}$ [mGy]	1705	2476	70 施設 374 症例
		$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	240.0	319.6	50 施設 223 症例

【心臓領域】

成人での心臓領域における診断カテーテル検査とPCIの調査結果を表9に示す。冠動脈の診断と治療では、 $K_{a,r}$ と $P_{KA}$ が共に大きく異なることからDRL値をそれぞれに設定した。また、PCIにおいて非CTO群とCTO群では、手技の難易度が異なることから線量も約2倍の差が生じているため、両者を分けてDRL値を設定した。

なお、診断カテーテル検査とPCIにおける患者平均身長は161 cm程度、平均体重は62~63 kg程度となっている。

表9. 成人心臓領域の診断カテーテル検査とPCI

部位名	DRL量	分布(四分位点)		平均身長 平均体重 (平均±SD)	データ
		50 %	75 %		
診断	$K_{a,r}$ [mGy]	499	702	161.0±9.3 cm	1698 症例
	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	37.8	59.3	62.2±12.9 kg	1669 症例
PCI	$K_{a,r}$ [mGy]	1257	2042	161.7±9.0 cm	1665 症例
	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	94.1	152	63.1±12.4 kg	1626 症例
PCI 非CTO	$K_{a,r}$ [mGy]	1177	1816	161.8±8.8 cm	1238 症例
	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	86.6	134	63.2±12.4 kg	1206 症例
PCI CTO	$K_{a,r}$ [mGy]	2254	3939	161.9±9.8 cm	156 症例
	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	192	281	62.7±12.1 kg	154 症例

成人での心臓領域におけるRFCAの調査結果を表10に示す。RFCAにおいて、非PVIとPVI手技を比較した結果、 $K_{a,r}$ と $P_{KA}$ が共にPVI手技で高い線量になっていることから、それぞれにDRL値を設定した。

また、患者の平均身長と平均体重は診断カテーテル検査・PCIとほぼ同程度である。

表10. 成人心臓領域のRFCA

部位名	DRL量	分布(四分位点)		平均身長 平均体重 (平均±SD)	データ
		50 %	75 %		
RFCA	$K_{a,r}$ [mGy]	260	603	164.1±9.3 cm	799 症例
	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	34.0	77.3	64.9±13.5 kg	732 症例
RFCA 非PVI	$K_{a,r}$ [mGy]	196	558	163.5±9.6 cm	312 症例
	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	26.3	57.2	63.6±14.5 kg	280 症例
RFCA PVI	$K_{a,r}$ [mGy]	317	645	164.4±9.1 cm	487 症例
	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	40.8	89.2	65.7±12.9 kg	452 症例

小児心臓領域における診断カテーテル検査・治療、全ての年齢層を合算した結果を表11に示す。年齢別に区分した表12の診断カテーテル検査、表13のIVRと比較した場合、検査か治療により、また、年齢区分により線量の差が大きいことから、DRL値は検査と治療、年齢幅に区分して設定することとした。

また、表11は全ての年齢層を含んだ解析のため、身長と体重の標準偏差が成人と比較し大きくなっている。

表 11. 小児心臓領域

年齢	DRL 量	分布(四分位点)		平均身長 平均体重 (平均±SD)	データ
		50 %	75 %		
Pediatric	K <sub>a,r</sub> [mGy]	96	159	98.5±33.4 cm	366 症例
	P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	7.4	14.9	18.7±15.4 kg	303 症例

小児心臓領域における診断カテーテル検査の年齢別の調査結果を表12に示す。検査では、年齢の上昇に伴い体重が増え、K<sub>a,r</sub>とP<sub>KA</sub>が共に増加している。このため、年齢層によるDRL値の区分が重要である。

表 12. 小児心臓カテーテル検査の年齢幅区分

年齢	DRL 量	分布(四分位点)		平均身長 平均体重 (平均±SD)	データ
		50 %	75 %		
< 1 歳	K <sub>a,r</sub> [mGy]	58.1	103	62.0±7.6 cm	62 症例
	P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	4.3	7.0	6.0±1.8 kg	44 症例
1 ~ 5 歳	K <sub>a,r</sub> [mGy]	80.1	127	85.6±13.5 cm	134 症例
	P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	6.3	12.3	11.7±3.7 kg	115 症例
5 ~ 10 歳	K <sub>a,r</sub> [mGy]	129	194	115.6±20.8 cm	45 症例
	P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	10.9	14.3	23.1±7.2 kg	35 症例
10 ~ 15 歳	K <sub>a,r</sub> [mGy]	161	351	144.5±18.4 cm	31 症例
	P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	19.4	47.2	41.4±12.8 kg	26 症例

小児心臓領域 IVR における年齢幅別の調査結果を表 13 に示す。小児心臓領域 IVR での症例数は他の領域に比べ少ない調査結果となっている。特に、1 歳から 5 歳での  $K_{a,r}$  と  $P_{KA}$  の線量は、6 歳から 10 歳と比較し高い線量であり、年齢により IVR の種類に偏りがあることが伺える。手技内容を比較すると、1 歳から 5 歳ではコイル塞栓と血管拡張術が中心であるが、6 歳から 10 歳では心房中隔欠損症カテーテル治療が大半を占めていた。年齢層の上昇で体重は増加しているが、治療手技の違いで線量が低下する逆転現象に繋がったと考えられる。しかし、対象症例が少ないことから、全ての施設に対応可能であるかは不確定のため、6 歳から 10 歳での DRL 値を 1 歳から 5 歳の DRL 値と同等とし運用することとした。今後は、小児心臓領域 IVR での症例数を増やし検討する必要がある。

表 13. 小児心臓 IVR の年齢幅区分

年齢	DRL 量	分布(四分位点)		平均身長 平均体重 (平均±SD)	データ
		50 %	75 %		
< 1 歳	$K_{a,r}$ [mGy]	47.3	146	54.9±7.1 cm	7 症例
	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	1.8	7.5	4.27±1.6 kg	7 症例
1 ~ 5 歳	$K_{a,r}$ [mGy]	98.0	209	86.7±14.6 cm	31 症例
	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	6.1	16.0	11.9±4.3 kg	25 症例
5 ~ 10 歳	$K_{a,r}$ [mGy]	39.8	130	131.9±12.7 cm	11 症例
	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	3.5	8.4	29.0±7.7 kg	10 症例
10 ~ 15 歳	$K_{a,r}$ [mGy]	111	501	156.5±8.2 cm	8 症例
	$P_{KA}$ [ $Gy \cdot cm^2$ ]	18.2	46.0	45.2±7.1 kg	8 症例

## 【胸腹部領域】

胸腹部領域におけるIVRの調査結果を表14に示す。胸部領域IVRとしてTEVAR、腹部領域IVRではEVARと肝細胞がん治療のTACEにDRL値を設定した。調査では、手技の複雑性要因として、TACEにおいてBCLC（Barcelona Clinic Liver Cancer）病期分類、初回か再治療かの選択、塞栓動脈数、選択的か超選択的かの選択、リポドールかビーズかの選択、TEVAR・EVARではコイルによる動脈塞栓の有無、術中エンドリークの有無、デバイスの本数を調べたが、今回のDRL値の決定には手技の複雑性要因については考慮されていないことに留意が必要である。

なお、胸腹部領域IVRにおいての患者平均身長は160～162 cm程度、平均体重は59～61 kg程度となっている。

表 14. 胸腹部領域のIVR

部位名	DRL 量	分布(四分位点)		平均身長 平均体重 (平均±SD)	データ
		50 %	75 %		
TACE	K <sub>a,r</sub> [mGy]	867	1441	160.4±5.6 cm	124 施設 372 症例
	P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	139	273	61.4±7.8 kg	111 施設 333 症例
TEVAR	K <sub>a,r</sub> [mGy]	451	826	161.3±7.0 cm	71 施設 213 症例
	P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	123	198	59.0±8.0 kg	61 施設 183 症例
EVAR	K <sub>a,r</sub> [mGy]	577	1037	162.5±5.9 cm	86 施設 258 症例
	P <sub>KA</sub> [Gy・cm <sup>2</sup> ]	127	205	59.5±7.3 kg	74 施設 222 症例

## 4. 装置の基準透視線量率(DRLs2015の継続)

DRLs2020でのコンセプトとして、DRLs2015での線量指標を継続しつつ次世代のDRLを目指すことから、血管撮影・IVR領域でもDRLs2015で設定されたファントムを用いた装置の基準透視線量率をDRL値として採用した。

日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師認定機構での第12回専門技師認定試験受験者および第2回、第7回認定更新者が申請書類として提出された、各施設での448装置におけるアクリル(PMMA)20cmを用いた患者照射基準点位置での透視線量率を図1に示す。50パーセンタイル値は8.8 mGy/min、75パーセンタイル値は12.5 mGy/minとなった。本データは、血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師が所属している施設、あるいは目指している施設での基準透視線量率であることから、一般的な施設の装置より線量率が低いと考えられる。このことから、DRLs2015と同様に75パーセンタイル値をDRL値として採用することは難しいと考えられる。

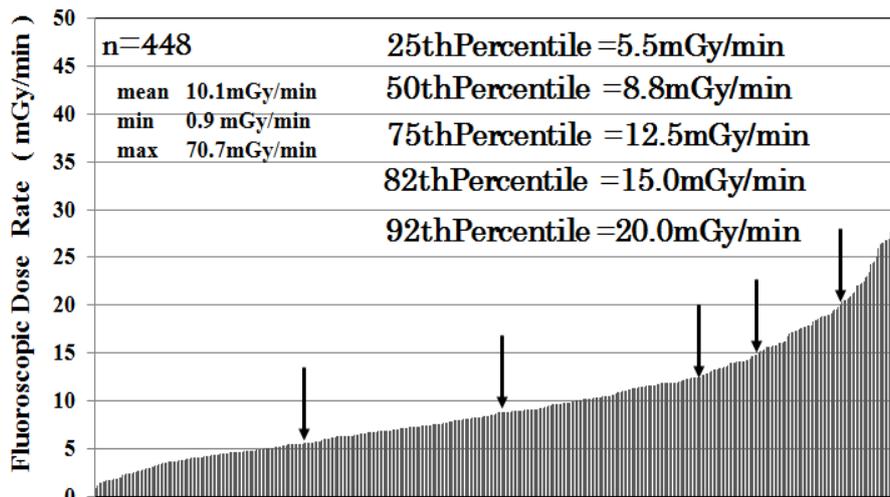


図 1. 装置の基準透視線量率

表 15 に前回 2015 年に設定した DRLs2015 でのデータと今回検討している DRLs2020 のデータとの比較を示す。DRLs2015 での DRL 値となる 20 mGy/min は、今回データでの 92 パーセンタイル値となった。5 年が経過し各施設での装置設定線量の最適化が進んでいると考えられる。DRLs2015 での DRL 値である 86 パーセンタイル値は、今回の調査で 17.2 mGy/min であることから、DRLs2020 での基準透視線量率の DRL 値を 17 mGy/min と設定した。

表 15. DRLs2015 と DRLs2020 のデータ比較

	25 %	50 %	75 %	82 %	86 %	92 %
DRLs2015	7.2	10.6	16.9	18.9	20.0	24.4
DRLs2020	5.5	8.8	12.5	15.0	17.2	20.0

(mGy/min)

今回の臨床データを取得した頭部領域と心臓領域での使用装置の基準透視線量率も同時に調査し、その結果を表 16 に示す。成人心臓領域での 75 パーセンタイル値は 17 mGy/min を超えており、国立大学病院での調査<sup>4)</sup>においても心臓領域の基準透視線量率は他の領域に比較し高い線量であった。DRLs2020 で設定した基準透視線量率の DRL 値を参考として、装置設定の最適化が推進されることが望まれる。

なお、臨床時での患者被ばく線量の最適化において、基準透視線量率の検討・管理は重要であるが、基準線量設定の見直しによる最適化を継続的に行うプロセスにおいては、設定線量低減の限界が訪れると考えられることに注意が必要である<sup>3)</sup>。

表 16. 各検査・治療における基準透視線量率

Procedure	25th percentile	50th percentile	75th percentile	Number of data
Nero	6.0	8.6	12.1	98
CAG	9.0	12.5	17.9	98
PCI	9.0	13.1	17.7	98
RFCA	3.0	4.6	7.5	65
Pediatric	4.4	6.9	9.7	22

(mGy/min)

## 5. DRL 運用に関する注意など

DRLs2020 では、臨床における装置表示線量を DRL 量として採用し、各領域でそれぞれ DRL 値が設定されていることから、日常診療においては、自施設の臨床での装置表示値を DRL 値と比較することが、防護の最適化の第一歩である。

調査の対象となった患者体型は、心臓領域において平均身長 161～164 cm、平均体重 62～65 kg、胸腹部領域において平均身長 160～163 cm、平均体重 59～61 kg となっていた。特に、体重の変化に伴い透視・撮影線量は変化するので、DRL 値との比較の際には注意が必要となる。

臨床における DRL 値と自施設線量を比較した結果、DRL 値より高い場合には、その一因として装置設定線量が考えられるため、基準透視線量率の DRL 値と比較検討し、最適化を推進していただきたい。また、臨床での DRL 値より大幅に低い場合には、画質に問題がないかを検討する際に、基準透視線量率の DRL 値を参考に自施設の装置設定線量を考慮することが重要である。

## 6. その他

表 17 に今回の調査 1～3 の結果および参考となる海外の調査結果の比較を示す。表 17 のグレイ帯はそれぞれ DRLs2020 での DRL 値(太字)、または、その基となったデータである。

頭部/頸部領域では、調査 1 の結果をもとに DRL 値を設定した。診断血管撮影と脳動脈瘤塞栓術の 75 パーセンタイル値は、いずれも調査 3 や諸外国で実施された調査で得られた値と極端に異なるものではなく、また、6 疾患群での 50 パーセンタイル値の日本(2019 年)からの報告<sup>10)</sup>と比較しても今回の調査結果は妥当な値であると考えられる。

心臓領域では、調査 2 の結果をもとに DRL 値を設定した。診断カテーテル検査および PCI の 75 パーセンタイル値は、いずれも調査 3 と近い値であった。しかし、諸外国での調査結果に比較すると高い線量となっており、特に PCI での線量は高い値であった。なお、PCI での DRL 値は CTO において非 CTO の 2 倍以上となっている。

胸腹部領域では、調査 3 の結果をもとに DRL 値を設定した。諸外国で実施された面積空気カーマ積算値の調査結果と極端に異なる値ではなく、今回の調査結果は妥当な値であると考えられる。

表 17. 各種調査結果との比較

疾患群	75 パーセンタイル値	日本			フランス <sup>6)</sup> (2017)	韓国 <sup>6)</sup> (2016)	米国 <sup>7)</sup> (2012)	ドイツ <sup>8)</sup> (2019)	アイルランド <sup>8)</sup> (2019)
		調査1	調査2	調査3					
頭部/頸部領域 診断血管撮影	K <sub>a,r</sub> (mGy)	601		526	628	921			
	P <sub>KA</sub> (Gy・cm <sup>2</sup> )	102		87	87.5	144			
動脈瘤 血管内治療	K <sub>a,r</sub> (mGy)	<b>3100</b>		2939	2763	4471	4750		
	P <sub>KA</sub> (Gy・cm <sup>2</sup> )	<b>210</b>		232	186.5	271	360	192	62
心臓領域 診断カテーテル	K <sub>a,r</sub> (mGy)		<b>700</b>	767			1000		
	P <sub>KA</sub> (Gy・cm <sup>2</sup> )		<b>59</b>	55			49.4	28	55
心臓領域 PCI	K <sub>a,r</sub> (mGy)		2042	1746			3000		
	P <sub>KA</sub> (Gy・cm <sup>2</sup> )		152	130			98.4	49	75
心臓領域 PCI(CTO)	K <sub>a,r</sub> (mGy)		<b>3900</b>						
	P <sub>KA</sub> (Gy・cm <sup>2</sup> )		<b>280</b>						350
胸腹部領域 TACE	K <sub>a,r</sub> (mGy)			<b>1400</b>	987		1900		
	P <sub>KA</sub> (Gy・cm <sup>2</sup> )			<b>270</b>	249.2		400	224	300
胸腹部領域 TEVAR	K <sub>a,r</sub> (mGy)			<b>830</b>					
	P <sub>KA</sub> (Gy・cm <sup>2</sup> )			<b>200</b>				203	
胸腹部領域 EVAR	K <sub>a,r</sub> (mGy)			<b>1000</b>					
	P <sub>KA</sub> (Gy・cm <sup>2</sup> )			<b>210</b>				203	159

## 7. 参考資料

- 1) 石橋徹、竹井泰孝、坂本肇、山下由香利、加藤守、塚本篤子、松本一真、水谷宏、鈴木昇一、加藤洋、千田浩一 2020 わが国の循環器血管撮影領域における医療被ばくの実態調査、日本放射線技術学会雑誌 76(1): 64-71
- 2) 医療被ばく研究情報ネットワーク, 2015 最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定. <http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyo.pdf>
- 3) 坂本 肇、五十嵐隆元、加藤 守、川内 覚、加藤英幸、塚本 篤子、盛武 敬、赤羽 正章 2020 DRLs2015 の血管撮影・IVR 分野における効果検証および追加項目の検討、日本放射線技術学会雑誌 76(2): 210-217
- 4) 血管撮影・IVR 領域における国立大学病院での診断参考レベル: 設立 60 周年記念誌. ARTNU 全国国立大学放射線技師会
- 5) Etard C, Bigand E, Salvat C et al. 2017 Patient dose in interventional radiology: a multicenter study of the most frequent procedures in France. European Society of Radiology 27:4281-4290
- 6) Ihn YK, Kim BS, Byun JS, et al. 2016 Patient radiation exposure during diagnostic and therapeutic procedures for intracranial aneurysms: a multicenter study. Neurointervention 11(2): 78-85.
- 7) NCRP. 2012 Reference levels and achievable doses in medical and dental imaging: Recommendations for the United States. NCRP Report No. 172. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD,.
- 8) Schegerer A, Loose R, Heuser L et al. 2019 Diagnostic Reference Levels for Diagnostic

and Interventional X-Ray Procedures in Germany: Update and Handling. Fortschr Röntgenstr 191: 739–751.

- 9) HIQA. 2020 Diagnostic Reference Levels: Guidance on the establishment, use and review of diagnostic reference levels for medical exposure to ionising radiation. The Health Information and Quality Authority (HIQA)
- 10) 人見剛、松原俊二、盛武敬、孫略、村正勝、松本博樹、草地文子、松丸祐司、宇野昌明  
2019 脳血管撮影における患者被ばく防護の最適化への第一歩:血管撮影装置表示値による撮影目的・疾患群別診断参考レベル設定の可能性調査、日本放射線技術学会雑誌  
75(3):263–269

## モダリティ 診断透視

報告者 ○加藤 英幸、大谷 浩樹、白神 伸之、鈴木 賢昭、中前 光弘、長畑 智政、  
藤淵 俊王、松原 孝祐

報告日 2020年3月16日

### 1. DRL 値

	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [Gy·cm <sup>2</sup> ]	透視時間 [min]	撮影回数 [回]
嚥下造影	30	17	5	5
食道・胃・十二指腸造影	110	45	6	27
食道・胃・十二指腸造影(精検)	230	61	13	45
食道・胃・十二指腸造影(検診)	89	29	6	21
イレウス管挿入	150	47	28	6
大腸(注腸)造影	130	46	11	27
逆行性膵管胆管造影:ERCP(診断)	93	26	14	12
逆行性膵管胆管造影:ERCP(治療)	170	36	17	13
気管支鏡検査	38	8	8	1
中心静脈栄養用 カテーテル挿入術 (CVカテ・ポート挿入)	8	3	3	2
腰椎神経根ブロック	49	9	3	2
腰椎脊髓腔造影(ミエロ)	69	26	4	11

注 1) 面積空気カーマ積算値は ICRP Publication 135<sup>1)</sup>で  $KAP$ : Air kerma area product:  $P_{KA}$ と表記  
従来表記は  $DAP$ : Dose area product

注 2) 基準空気カーマ:  $K_{a,r}$ : Incident air kerma at the patient entrance reference point は JIS Z 4751-2-54<sup>2)</sup>で定められている透視装置の患者照射基準点での入射線量(後方散乱を含まず)

## 2. 上記数値の根拠

透視検査の DRL に関しては、頻度の多い検査と、被ばく線量が高くなる検査について、設定することを考えた。DRL 量に関しては、ICRP に準じて、面積空気カーマ積算値、基準空気カーマ、透視時間、撮影回数とした。<sup>1,3, 4)</sup>

### 2.1. 調査(時期、対象、方法)

J-RIME DRL WG 診断透視プロジェクトチームにてアンケート内容(施設について、使用透視装置について、対象検査についてほか)を立案し、Google フォームを用い web 形式で行った。

2019 年 9 月 1 日から 11 月 30 日に日本放射線技術学会ホームページに掲載すると共に、日本放射線技術学会会員向けメールマガジンにて広報した。また日本診療放射線技師会ホームページにも掲載を行ったほか、プロジェクトチームメンバーを通じ広報を行った。

一次調査結果(全国 120 施設 15447 症例)より、検査種目を 36 検査から頻度の多い 12 検査に絞り、2019 年 12 月 23 日から 2020 年 1 月 20 日の間で、同様の方法にて二次調査を行った。

一次調査では、検査種目を、ICRP Publication 117 および平成 30 年度(公財)政策医療振興財団研究助成研究「九州地区における透視検査被ばく線量の実態調査と線量指標の設定」研究報告書(以下、先行研究)<sup>5)</sup>を基に、36 項目を定め、各施設で症例数の多い検査、もしくは被ばく線量が高い(透視時間が長い)検査・IVR を 10 種類程度選び、検査ごとに 3 症例以上の中央値を DRL 量ごとに集計したものを回答してもらった。

回答状況は、一次、二次調査合わせて、回答施設数:136 施設(0 から 19 床:5.1 %、20 から 99 床:2.2 %、100 から 499 床:49.3 %、500 床以上:43.4 %)、装置数:405 台、総症例数:22182 件であった。

### 2.2. 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

線量評価は、装置に表示される面積空気カーマ積算値および基準空気カーマで行った。現在、国内で稼働している透視装置のうち、線量表示ができるのは約 40 %であることから、透視時間と撮影回数も DRL 値とした。

各施設で行った検査種目毎で、標準体型として、平成 29 年国民健康・栄養調査報告 厚生労働省(平成 30 年 12 月)<sup>6)</sup>のデータから、身長 150~170 cm、体重 50~70 kgとした。

### 2.3. 結果と考察(DRL 設定の根拠、limitation)

原則として、調査結果の 75 パーセンタイルを有効数字 2 桁とし、かつ小数点以下四捨五入した値を DRL として設定した。以下に各 DRL 量の 75 パーセンタイルおよび括弧書きで中央値を示す。

※ 下段は(有効装置数/総症例数)

	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [Gy·cm <sup>2</sup> ]	透視時間 [min]	撮影回数 [回]
嚥下造影	30.0 (17.8) (17/301)	17.2 (8.9) (21/351)	5 (4) (43/646)	5 (1) (43/646)
食道・胃・十二指腸造影	110 (40.9) (14/110)	45.2 (19.5) (12/102)	5.5 (4) (28/282)	26.8 (15) (28/282)
食道・胃・十二指腸造影(精検)	231.1 (95.5) (24/593)	61.1 (24.7) (18/441)	12.6 (8.0) (39/787)	45 (29) (40/791)
食道・胃・十二指腸造影(検診)	88.5 (64.9) (38/8035)	29.1 (19.5) (36/8207)	6 (4.4) (51/8584)	21 (17.5) (52/9664)
イレウス管挿入	152.0 (109.0) (28/182)	46.7(26.7) (24/125)	28.3 (18.2) (46/232)	6 (4) (46/303)
大腸(注腸)造影	134.0 (82.5) (17/189)	46.2 (22.7) (14/162)	10.8 (6.8) (30/346)	27.3 (20) (30/346)
逆行性膵管胆管造影:ERCP(診断)	92.6(33.0) (11/141)	25.8 (14.5) (9/74)	13.6 (6.8) (20/362)	11.5 (8) (21/365)
逆行性膵管胆管造影:ERCP(治療)	167.1 (99.5) (35/1150)	35.6 (17.9) (31/1082)	16.8 (11.2) (65/1037)	12.5 (9) (65/1787)
気管支鏡検査	38.1 (16.5) (21/388)	7.8 (4.9) (21/383)	7.5 (4.9) (48/872)	1 (1) (48/872)
中心静脈栄養用カテーテル挿入術 (CVカテ・ポート挿入)	8.0 (5.0) (31/770)	3.3 (1.9) (29/377)	3.0 (2.0) (46/941)	2 (1) (46/941)
腰椎神経根ブロック	48.7 (19.1) (25/304)	9.4 (4.2) (26/337)	3.0 (2.0) (47/535)	2 (1) (47/535)
腰椎脊髓腔造影(ミエロ)	68.7 (42.0) (23/270)	25.9 (12.9) (23/246)	3.9 (2.8) (42/638)	11 (9) (42/638)

各検査種目データ回答のうち、身長・体重が標準体型から外れるものについては除外した。

また、症例数に関しては、1 から 1399 件と各施設、各検査に幅があり 3 症例以上を 1 装置の中央値データとして扱った。

X線管の位置(オーバーテーブル、アンダーテーブル)によって、患者照射基準点が異なる<sup>2)</sup>が、今回 90 %以上の検査がオーバーテーブル X線管ポジションであったため、分類はしなかった。

ICRP Publication 117<sup>7)</sup>と比較すると、ERCP(診断)の透視時間が約 6 倍と高い数値になっていた。先行研究と比較するとほぼ同等の数値であり、我が国の手技の状況ないしは、ERCP の回答に関して、施設によっては診断と治療の分類が十分ではなかったことが示唆される。

検診に関して、一次調査の検査名一覧には、食道・胃・十二指腸造影(検診)と大腸(注腸)造影(検診)を含めた。食道・胃・十二指腸造影(検診)については検査数が多く DRL を設定することができた。しかし、大腸(注腸)造影(検診)は回答数が少なかったため、設定対象からは除外した。

すべての検査種目において、概ね先行研究と比較して妥当な数値であることを確認した。今回の検討における limitation として、アンケート調査の方法が挙げられる。今回は、各施設に直接調査を依頼する方法ではなく、本調査に賛同してもらい個々に施設の理解を得て、回答してもらう方法であったため、回答数が少なかったことが考えられる。さらに、アンケート項目に関して、一次検査で 36 検査種目には絞ったものの、各施設での回答検査種目にばらつきが出てしまったことも回答数が少なかった要因としてあげられる。

### 3. DRL 運用に関する注意など

透視装置の現状として、線量表示が行える装置は 40 %程度ではあるが、今後装置の更新が行われることによって、線量表示が可能となることを前提に、線量での DRL を設定した。

今回設定した面積空気カーマ積算値の単位は、 $\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$  であるが、各メーカー、装置によって線量単位に違いがあるため、留意されたい。

気管支鏡検査の撮影回数の DRL 値が 1 となっているが、40 %の施設では撮影を行っていないかった。

表示線量での線量管理は容易に行うことができる一方、装置(面積線量計含む)の精度管理(保守点検等)が十分に行われていないと誤差の主な要因となり、また患者の被ばく線量把握においても、過小評価につながってしまう。

今後透視検査についても線量管理と記録を行うにあたり、装置の精度管理と共に各施設での医療情報システム(病院情報システム(HIS:Hospital Information System)、放射線科情報システム(RIS:Radiology Information System)、線量管理システム等)が十分に活用されることに期待したい。

### 4. その他

今回設定した DRL の内、欧州の調査にある Barium enema と ERCP について比較した。他国の数値は診断と治療が分けられていないが、面積空気カーマ積算値での比較では体型を考慮しなければ大きな差は見られなかった。

欧州の調査との DRL(面積空気カーマ積算値)比較<sup>3)</sup>

Country	P <sub>KA</sub> [Gy·cm <sup>2</sup> ]											
	JP	AT	CH	BG	CY	CZ	DE	DK	LT	NO	SE	UK
Barium enema	46			40	60	60	37	30	33	40	50	31
ERCP	26 (diag.) 36 (thera.)	45	30									

JP: Japan, AT: Austria, CH: Switzerland, BG: Bulgaria, CY: Cyprus, CZ: Czech Republic, DE: Germany, DK: Denmark, LT: Lithuania, NO: Norway, SE: Sweden, UK: United Kingdom  
diag.: diagnosis, thera.: therapy

## 5. 参考資料

- 1) ICRP. 2017 Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46(1).
- 2) JIS Z 4751-2-54. 医療用電気機器-第 2-54 部: 撮影・透視用 X 線装置の基礎安全 及び基本性能に関する個別要求事項.
- 3) European Commission. 2014 Diagnostic reference levels in thirty-six European countries. Radiation Protection No 180.
- 4) 加藤英幸. 2019 II 診断参考レベル(DRLs2020)改訂に向けた取り組みと展望 1.透視の診断参考レベル作成に向けた取り組みと今後の展開. インナービジョン 34(3): 19-21
- 5) 平成 30 年度(公財)政策医療振興財団研究助成研究 課題「九州地区における透視検査被ばく線量の実態調査と線量指標の設定」研究報告書(研究者:国立病院機構 福岡東医療センター 宮島 隆一)
- 6) 平成 29 年国民健康・栄養調査報告 厚生労働省(平成 30 年 12 月)
- 7) ICRP. 2011 画像診断部門以外で行われる X 線透視ガイド下手技における放射線防護. ICRP Publication 117. [http://www.icrp.org/docs/P117\\_Japanese.pdf](http://www.icrp.org/docs/P117_Japanese.pdf)

報告者 細野 眞、○阿部 光一郎、飯森 隆志、五十嵐 隆元、石黒 雅伸、伊藤 照生、  
 對間 博之、長畑 智政、渡邊 浩

報告日 2020年4月16日

### 1. DRL 値

#### SPECT 製剤の診断参考レベル

製剤	成人の投与量 [MBq]
骨： <sup>99m</sup> Tc-MDP	950
骨： <sup>99m</sup> Tc-HMDP	950
骨髄： <sup>111</sup> In-chloride	80
脳血流： <sup>99m</sup> Tc-HMPAO(安静あるいは負荷 1 回のみ)	800
脳血流： <sup>99m</sup> Tc-HMPAO(安静+負荷)	1200
脳血流： <sup>99m</sup> Tc-ECD(安静あるいは負荷 1 回のみ)	800
脳血流： <sup>99m</sup> Tc-ECD(安静+負荷)	1100
脳血流： <sup>123</sup> I-IMP(安静あるいは負荷 1 回のみ)	200
脳血流： <sup>123</sup> I-IMP(安静+負荷)	270
脳受容体： <sup>123</sup> I-iomazenil	200
線条体： <sup>123</sup> I-ioflupane	190
脳槽・脊髓腔： <sup>111</sup> In-DTPA	40
甲状腺摂取率：Na <sup>123</sup> I	10
甲状腺： <sup>99m</sup> Tc-pertechnetate	240
副甲状腺： <sup>201</sup> Tl-chloride	120
副甲状腺： <sup>99m</sup> Tc-pertechnetate	300
副甲状腺： <sup>99m</sup> Tc-MIBI	800
肺換気： <sup>81m</sup> Kr-gas	200
肺血流： <sup>99m</sup> Tc-MAA	260
RI ベノグラフィ： <sup>99m</sup> Tc-MAA	500
肝・脾： <sup>99m</sup> Tc-phytate	200
肝機能： <sup>99m</sup> Tc-GSA	260
肝胆道： <sup>99m</sup> Tc-PMT	260
肝・脾： <sup>99m</sup> Tc-Sn colloid	180

心筋血流: <sup>201</sup> Tl-chloride	120
心筋血流: <sup>99m</sup> Tc-tetrofosmin(安静あるいは負荷 1 回のみ)	840
心筋血流: <sup>99m</sup> Tc-tetrofosmin(安静+負荷)	1200
心筋血流: <sup>99m</sup> Tc-MIBI(安静あるいは負荷 1 回のみ)	880
心筋血流: <sup>99m</sup> Tc-MIBI(安静+負荷)	1200
心筋脂肪酸代謝: <sup>123</sup> I-BMIPP	130
心交感神経機能: <sup>123</sup> I-MIBG	130
心プール: <sup>99m</sup> Tc-HSA-D	970
心筋梗塞: <sup>99m</sup> Tc-PYP	800
唾液腺: <sup>99m</sup> Tc-pertechnetate	370
メッケル憩室: <sup>99m</sup> Tc-pertechnetate	440
消化管出血: <sup>99m</sup> Tc-HSA-D	1040
蛋白漏出: <sup>99m</sup> Tc-HSA-D	1040
腎静態: <sup>99m</sup> Tc-DMSA	210
腎動態: <sup>99m</sup> Tc-MAG3	380
腎動態: <sup>99m</sup> Tc-DTPA	390
副腎皮質: <sup>131</sup> I-adosterol	40
副腎髄質: <sup>123</sup> I-MIBG	130
腫瘍: <sup>201</sup> Tl-chloride	120
腫瘍・炎症: <sup>67</sup> Ga-citrate	120
ソマトスタチン受容体: <sup>111</sup> In-pentetreotide	120
リンパ管: <sup>99m</sup> Tc-HSA-D	830
センチネルリンパ節(乳癌): <sup>99m</sup> Tc-Sn colloid	120
センチネルリンパ節(乳癌): <sup>99m</sup> Tc-phytate	120
センチネルリンパ節(メラノーマ): <sup>99m</sup> Tc-Sn colloid	120
センチネルリンパ節(メラノーマ): <sup>99m</sup> Tc-phytate	120
RI アンギオグラフィ: <sup>99m</sup> Tc-HSA-D	1000

PET 製剤の診断参考レベル

製剤	成人の投与量 [MBq]
脳機能: $C^{15}O_2$ -gas(2D 収集)	8000
脳機能: $^{15}O_2$ -gas(2D 収集)	6000
脳機能: $C^{15}O$ -gas(2D 収集)	3000
脳機能: $C^{15}O_2$ -gas(3D 収集)	1800
脳機能: $^{15}O_2$ -gas(3D 収集)	4500
脳機能: $C^{15}O$ -gas(3D 収集)	3600
アミロイド: $^{18}F$ -flutemetamol(院内製剤)	260*
アミロイド: $^{18}F$ -flutemetamol(デリバリー)	260*
アミロイド: $^{18}F$ -florbetapir (院内製剤)	370*
アミロイド: $^{18}F$ -florbetapir (デリバリー)	370*
アミロイド: $^{18}F$ -florbetaben (院内製剤)	300*
脳ブドウ糖代謝: $^{18}F$ -FDG (院内製剤)	240
脳ブドウ糖代謝: $^{18}F$ -FDG (デリバリー)	240
脳ブドウ糖代謝: $^{18}F$ -FDG (体重あたりの投与量)	4
心筋ブドウ糖代謝: $^{18}F$ -FDG (院内製剤)	240
心筋ブドウ糖代謝: $^{18}F$ -FDG (デリバリー)	240
心筋ブドウ糖代謝: $^{18}F$ -FDG (体重あたりの投与量)	5
心筋血流: $^{13}N$ - $NH_3$ (院内製剤)	520
腫瘍ブドウ糖代謝: $^{18}F$ -FDG (院内製剤)	240
腫瘍ブドウ糖代謝: $^{18}F$ -FDG (デリバリー)	240
腫瘍ブドウ糖代謝: $^{18}F$ -FDG(体重あたりの投与量)	4
炎症: $^{18}F$ -FDG (院内製剤)	240
炎症: $^{18}F$ -FDG (デリバリー)	240
炎症: $^{18}F$ -FDG (体重あたりの投与量)	4

注 1) アミロイド( $^{18}F$ -flutemetamol,  $^{18}F$ -florbetapir,  $^{18}F$ -florbetaben)については添付文書を参考に設定した。

SPECT/CT の hybrid CT 診断参考レベル

SPECT/CT (減弱補正のみ)	CTDIvol [mGy]		DLP [mGy・cm]	
	DRL	50th percentile	DRL	50th percentile
脳	13.0	7.3	330	140
心臓	4.1	1.6	85	45

SPECT/CT (減弱補正+融合画像)	CTDIvol [mGy]		DLP [mGy・cm]	
	DRL	50th percentile	DRL	50th percentile
全身	5.0	2.9	380	180
脳	23.0	10.6	410	262
頭頸部	5.8	3.3	210	133
胸部	4.1	2.6	170	90
心臓	4.5	3.2	180	89
腹部、骨盤	5.0	3.0	210	89
四肢	4.6	3.2	230	159

PET/CT の hybrid CT 診断参考レベル

PET/CT (減弱補正+融合画像)	CTDIvol [mGy]		DLP [mGy・cm]	
	DRL	50th percentile	DRL	50th percentile
全身[診療]	6.1	4.2	600	451
全身[検診]	5.5	3.5	550	337
脳[診療]	31.0	19.6	640	384
心臓[診療]	9.1	5.5	380	209

## 2. 上記数値の根拠

- ・ 75 パーセンタイルを基準とした。
- ・ DRL2015 と比較し、DRL2015 と同じか超える場合は DRL2015 を踏襲。
- ・ DRL2015 を下回る場合は、添付文書の投与量の範囲で 75 パーセンタイル近くの切の良い値。
- ・ 放射性医薬品において、回答数の少ない項目(10 施設未満)については、DRL2015 を踏襲。
- ・ 回答なしの項目について、添付文書がある場合は添付文書に記載された投与量。

### 2.1. 調査(時期、対象、方法)

時期： 2019 年 8 月 26 日～9 月 24 日(当初 17 日だったが 1 週間延長)

対象： 全国の RI 施設 915 施設

方法： 調査方法: 郵送にて依頼文書を付し、回答はサイトに直接入力する形式とした。

### 2.2. 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

標準的な体格の成人の検査における実投与量(MBq、検定量ではない)の中央値

### 2.3. 結果と考察(DRL 設定の根拠、limitation)

- ・ 調査データの 75 パーセンタイルの実投与量を基準とした。
- ・ 実投与量を用いて設定され、実投与量は実測値、あるいは測定困難な場合は計算値でもよしとした。
- ・ 新薬を加え、製造中止になった薬剤を除外した。
- ・ SPECT/CT、PET/CT の CT 線量も項目に加えた。
- ・ 有効回答数が 256 施設(28 %)と DRL2015 の 41 %と比べて低く、検査種によっては 1 桁の回答しか得られない項目もあった。
- ・ 特に O ガス、アミロイド PET 検査は回答が少ない、あるいは無しの項目が見られ、添付文書の投与量にせざるを得なかった。
- ・ PET/CT において、脳(減弱補正のみ)[診療]、心臓(減弱補正のみ)[診療]、全身(減弱補正のみ)[検診]、脳(減弱補正のみ)[検診]、および脳(減弱補正+融合画像)[検診]の 5 項目については、集まったデータが少なかったことから、DRL の設定を見送った。

### 3. DRL 運用に関する注意など

- ・ 回答数の少なかった項目については、検査の質と投与量について各施設での検討が必要。
- ・ 標準的な体格の患者を対象としているため、著しく外れた体格の患者への適応には注意を要する。
- ・ 小児はコンセンサスガイドラインに準じるため DRL が適応されないことに注意が必要。
- ・ 今後普及が拡大すると予想される半導体 PET など、新たなモダリティの開発に伴って適宜見直しが必要。

### 4. 中央値(50 パーセンタイル)の併記について

DRL を下回るということが、必ずしも最適化された線量レベルで検査を実施していることを示しているわけではない。National DRL 値の設定に用いた線量分布の中央値(50 パーセンタイル)を利用することで、追加の改善が得られる場合があるという ICRP のスタンスに従い、50 パーセンタイル値を併記した。この 50 パーセンタイル値は、追加の最適化の実施、各施設における線量の全国分布の中での現状の把握、および CT における撮影条件の再検討等に利用するものである。

### 5. その他

甲状腺 Tc、心筋および腫瘍 Tl、ガリウムシンチなどでは、DRL2015 と比較して 75 パーセンタイルが比較的大きく低下しており、DRL による核医学検査の最適化が行われている可能性がある。

### 6. 参考資料

- 1) Watanabe H et al. 2016 Report of a nationwide survey on actual administered radioactivities of radiopharmaceuticals for diagnostic reference levels in Japan. Ann Nucl Med 30:435
- 2) Jenia Vassileva et al. 2015 Diagnostic Reference Levels. AJR 204:W1–W3
- 3) ICRP. 2017 Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46(1).

# **National Diagnostic Reference Levels in Japan (2020) - Japan DRLs 2020-**

## **Japan Network for Research and Information on Medical Exposure (J-RIME)**

Japan Association on Radiological Protection in Medicine

Japan Health Physics Society

Japan Pediatric Cardiac CT Alliance

Japan Radiological Society

Japan Society of Medical Physics

Japanese Society for Oral and Maxillofacial Radiology

Japanese Society for Radiation Oncology

Japanese Society of Interventional Radiology

Japanese Society of Nuclear Medicine

Japanese Society of Pediatric Radiology

Japanese Society of Radiological Technology

The Japan Association of Radiological Technologists

The Japan Central Organization on Quality Assurance of Breast Cancer Screening

The Japanese College of Medical Physics

The Japanese Radiation Research Society

The Japanese Society for Neuroendovascular Therapy

The Japanese Society of Nuclear Medicine Technology

## **In cooperation with the**

Japan Medical Imaging and Radiological Systems Industries Association

National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology



## Preface

Five years have passed since the Diagnostic Reference Levels (DRLs) were first published in Japan in June 2015. With this revision of "Diagnostic Reference Levels in Japan (2020 edition)" report (commonly referred to as the Japan DRLs 2020 or DRLs 2020), seven modalities are being released. This revision was prepared as per the results of a fact-finding survey conducted by the Japan Network for Research and Information on Medical Exposure (J-RIME) in cooperation with related academic societies.

Japan DRLs 2015 was established for six modalities as a compiled "Setting of DRLs based on the results of the latest domestic fact-finding survey" report in cooperation with related academic societies under the activities of J-RIME. Multiple experts, including physicians, clinical radiologists, and medical physicists, discussed the data, and expert advice was obtained from international organizations, including the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), the International Commission on Radiological Protection (ICRP), the International Atomic Energy Agency (IAEA) and the World Health Organization (WHO). The establishment of national DRLs in Japan is ground-breaking, and has had a major impact on radiation protection in medicine in Japan and has been reported on by the media.

When initially published, the DRLs 2015 had not been included in laws and ordinances and were positioned as one set by the academic societies in the framework of the J-RIME, but were recognized and implemented in domestic radiation practice through the educational activities of academic societies. With the revision of the Medical Law Enforcement Regulations in March 2019, safety management systems for medical radiation have become an important part of the "Guidelines from relevant academic societies" in the dose management of medical exposure, and the DRLs 2015 has been, in effect, incorporated into laws and ordinances.

Based on these circumstances, the DRLs 2020 have been developed in a timely manner with the cooperation of relevant academic societies in a similar manner as that of the DRLs 2015.

Radiation medicine has come into wide use in modern times and become an essential part of medical care. Continuous advances have been made by introducing new methods and devices. While radiation medicine has brought great benefits to the general public, the medical exposure of patients has been increasing. Note that medical exposure accounts for a considerable part of the radiation exposure of the population in developed countries when combining natural and artificial radiations. Thus, it has been recognized domestically and internationally that radiation protection efforts are crucial to allow patients to enjoy safe and effective radiation therapy. 'Justification', 'Optimization', and 'Dose Limits' are three principles in the protection against various radiation exposures. However, unlike occupational and public exposure, dose limits have not been defined for protecting patients from medical exposure. The medical exposure of

patients differ from other types of exposure in that patients are exposed to radiation intentionally and in that patients themselves receive benefits; thus, a uniform dose limit may limit medical care and lead to disadvantages to patients. Therefore, the principles of justification and optimization must be followed for the medical exposure of patients and, for optimization, the DRLs are an important tool for optimizing radiological diagnosis and interventional radiology (IVR). Currently, the international standard is to establish and implement DRLs for each individual country. In 2017, the ICRP released Publication 135, which comprehensively discusses DRLs. This document provides historical information on the 20 years after the first introduction of the term diagnostic reference level by the ICRP and guidance. During the establishment of the current DRLs 2020, ICRP Publication 135 was used as a reference.

While Japan has considerably contributed to the development of radiation medicine over the years, knowledge about medical exposure has been accumulated but has not been systematized for protection against medical exposure. Therefore, it was recognized that there was a requirement to gather and share domestic and overseas research information on medical exposure with the cooperation of numerous experts in collaboration with academic societies and to establish a medical exposure protection system that is appropriate for the situation in Japan. In 2010, J-RIME was established as a parent organization for these activities in cooperation with related academic societies. The J-RIME's objectives are to collect data on medical exposure such as exposure dose and risk assessment in radiation medicine to gain an understanding of the actual status of medical exposure in Japan and create an appropriate protection system for medical exposure in Japan based on international trends. As of 2020, J-RIME has expanded the scale of its organization and activities with the participation and cooperation of academic societies, institutions, universities, professional organizations, medical facilities, governmental agencies, and associated industries related to radiation therapy and protection, and is also functioning as an all-Japan network.

Finally, I would like to express its sincere gratitude to all of the relevant parties for their tremendous efforts and support and for being accommodating during this revision of the DRLs.

July 3, 2020

Japan Network for Research and Information on Medical Exposure (J-RIME)

Representative Makoto Hosono



## Table of Contents

Table of Contents.....	1
1. Background of Establishment of Diagnostic Reference Levels (DRLs 2020).....	2
2. Objective of Establishing new Diagnostic Reference Levels.....	4
2.1. Features of diagnostic reference levels (DRLs) .....	4
2.2. Utilization of diagnostic reference levels in clinical settings.....	4
3. National Diagnostic Reference Levels Established in 2020 (Japan DRLs 2020) .	6
3.1. Japan DRLs 2020 for Computed Tomography.....	6
3.1.1. Japan DRLs 2020 for Adult CT.....	6
3.1.2. Japan DRLs 2020 for Pediatric CT .....	7
3.2. Japan DRLs 2020 for General Radiography.....	8
3.3. Japan DRLs 2020 for Mammography .....	8
3.4. Japan DRLs 2020 for Dental Radiography.....	9
3.4.1. Japan DRLs 2020 for Intraoral Radiography .....	9
3.4.2. Japan DRLs 2020 for Panoramic Radiography .....	9
3.4.3. Japan DRLs 2020 for Dental Cone Beam CT .....	9
3.5. Japan DRLs 2020 for IVR.....	10
3.6. DRLs for Diagnostic Fluoroscopy.....	12
3.7. Japan DRLs 2020 for Nuclear Medicine .....	13
3.7.1. Japan DRLs 2020 for SPECT radiopharmaceuticals.....	13
3.7.2. DRLs for PET radiopharmaceuticals.....	15
3.7.3. DRLs for SPECT/CT hybrid CT .....	16
3.7.4. DRLs for PET/CT hybrid CT .....	16
4. Acknowledgement.....	17

## **1. Background of Establishment of Diagnostic Reference Levels (DRLs 2020)**

International guidelines on international basic safety standards, such as the International Commission on Radiological Protection (ICRP) and International Atomic Energy Agency (IAEA), state that Diagnostic Reference Levels (DRLs) are tools for optimizing medical radiation protection in the diagnostic field. DRLs include determining which dose is defined as the dose to be used for DRL, how this dose is to be measured, how this accumulates and how these are to be implemented. Moreover, DRLs are closely related to the quality assurance of equipment and methods and play an important role in optimization. Overseas, the European Union (EU) Council Directive 97/43/Euratom (June 1997) established a medical radiation protection framework in Europe, in which the establishment of DRLs in the diagnostic field was required in EU member countries and, in response, DRLs have been incorporated in various countries. Moreover, in the United States, DRLs from the American College of Radiology (ACR), American Association of Physicists in Medicine (AAPM), and National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) are considered to be the de facto standard.

In Japan, at first, various organizations, academic societies, organizations, and researchers conducted a survey on diagnostic doses and proposed standard diagnostic doses. However, these were not necessarily conducted with sufficient cooperation of numerous related parties; therefore, there were no widely accepted DRLs available. Therefore, as part of its activities, the Japan Network for Research and Information on Medical Exposure (J-RIME), which was established as an organization to share and collaborate on medical exposure research information, set up a DRL working group of members assigned from each organization in August 2014 to create DRLs. After defining diagnostic doses, the survey method were jointly evaluated in detail by constituent organizations on one platform, a large-scale national survey was conducted, the results were tabulated and analyzed, and the work was performed with repeated discussions between committee members considering comments from domestic and overseas experts. Consideration was given to maintain transparency and objectivity during the process. In this manner, the first national DRLs were established for Japan (Japan DRLs 2015) and became widely recognized as a standard tool for promoting optimization in radiation protection within the country.

ICRP Publication 135, which defines the use of DRL in radiological diagnosis, recommends DRL revisions at least every 3-5 years. This is necessary to drive broader optimization by implementing DRLs and to respond to changes in technical progress and clinical demands. The DRL Working Group of J-RIME set 2020, which is five years from the initial version, as the time of revision, and a decision was made to establish the DRLs 2020 after a series of joint investigations and discussions by the constituent organizations. By enforcing the partial revision of the Enforcement Regulations of the Medical Care Law that includes the safety

management of radiation for medical use in April 2020, the optimization at each institution is expected to be promoted using these new DRLs.

## **2. Objective of Establishing new Diagnostic Reference Levels**

### **2.1. Features of diagnostic reference levels (DRLs)**

The DRLs are a tool for institutions to become aware of using higher doses than other institutions and to facilitate the process of dosing optimization. The ICRP defines DRLs as "a form of investigation level used as a tool to aid in optimisation of protection in the medical exposure of patients for diagnostic and Interventional procedures" <sup>1)</sup>. The appropriate DRLs (a common and easily measured or determined measure of the amount of ionizing radiation) for the modalities will be determined by referring to the distribution of the DRL (e.g., 75th percentile) obtained from such methods as dosimetry.

The most notable significance of this DRL is that it is not a dose limit and that it is not a boundary that separates right or wrong in terms of medical actions <sup>1)</sup>. A dose limit is the dose that should not be exceeded. However, DRLs may be exceeded if clinically necessary <sup>1)</sup>. Moreover, DRLs are used for patient groups or test groups and are not used to determine whether an individual patient or test dose is too high. Higher doses than those given to typical patients may be required depending on the patient's weight and body shape.

DRLs are set per country, per region, or locally. This is because equipment and procedural protocols may vary from country to country and from region to region. The DRLs 2020 represent national DRLs.

The DRLs are set in reference to the 75th percentile of the dose survey results and serve as an index to identify examinations, equipment, and institutions that use high doses. In addition to the DRLs, this report includes the 75th percentile and median value results from dose surveys for each modality included in the text of the report, as appropriate. If the median of the institution is higher than the median for the country, the median for the country may be a target for further optimization. However, if the median value at the institution is lower than the median value for the country, an assessment of whether the image quality or diagnostic capability is sufficient can be prioritized in the optimization process rather than dose <sup>1)</sup>.

### **2.2. Utilization of diagnostic reference levels in clinical settings**

Typical doses used at the institution should be investigated and, if the median value exceeds the DRLs, a review should be performed to determine if doses have been optimized, unless there are clinical justifications. In general, the capacity of the equipment used and protocols (procedures) will be evaluated to identify the cause of any high doses and measures taken to use a more appropriate dose. After measures are implemented, the typical dose at the institution will be evaluated again and compared in relation to the DRLs. ICRP Publication 135<sup>1)</sup> recommends annual dose surveys for computed tomography (CT) and IVR, and surveys every three years for other examinations unless there are changes in equipment. Protocols for new equipment should

be evaluated before these are used to test patients and should be reassessed within 1 year of introduction and when testing methods have been established. Note that throughout all of these procedures, rather than seeking the best image quality, physicians attempt to achieve the sufficient image quality required for each diagnosis.

The objective of DRLs is for optimization and not dose reduction. If the necessary diagnostic information cannot be obtained from a validated test, this will then result in unnecessary exposure. In particular, if the imaging conditions are changed, it is important to confirm that the change in dose and image quality and diagnostic capability are ensured.

To promote optimization in the clinical setting, there is a requirement to compare the dose at one's own institution with the DRLs. However, it is difficult to compare the dose at one's own institution with the DRLs if no dosimeter is available. As a countermeasure for the time being, numerical values calculated using the numerical dose determination (NDD) method <sup>2)</sup> or the use of existing software that can calculate the exposure dose or use of display values on the equipment can be substituted. Moreover, for dosimeters and phantoms, it may be useful to create a mechanism by which the dosimeters and phantoms of affiliated organizations and other institutions that own them can be used.

#### References:

- 1) International Commission on Radiological Protection, 2017. Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46 (1)
- 2) Mori T, Suzuki M, Sato H, et al. 1997 A Study of Creating Guidance Level in Medical Exposure [in Japanese]. Research reports of Suzuka University of Medical Science and Technology 4, 109-129.

### 3. National Diagnostic Reference Levels Established in 2020 (Japan DRLs 2020)

The following are recommended as national DRLs in Japan.

#### 3.1. Japan DRLs 2020 for Computed Tomography

##### 3.1.1. Japan DRLs 2020 for Adult CT

Protocol	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy· cm]
Routine brain	77	1350
Routine chest	13	510
Chest to pelvis	16	1200
Abdomen and pelvis	18	880
Liver, multi-phase	17	2100
Coronary CTA	66	1300
Acute pulmonary thromboembolism and deep vein thrombosis	14	2600
Whole body CT for trauma	n/a	5800

Note 1) Standard body weight is 50-70 kg

Note 2) Liver, multiphase does not include the chest or pelvis. CTDI and DLP are based on the average of all phases and the whole examinations, respectively.

Note 3) The CTDI and DLP of the coronary artery are based on a CTA scan and whole examinations, respectively.

Note 4) The CTDI and DLP for acute pulmonary thromboembolism and deep vein thrombosis are based on the first phase and whole examinations, respectively.

### 3.1.2. Japan DRLs 2020 for Pediatric CT

#### Age grouping

	<1 y		1- <5 y		5- <10 y		10- <15 y	
	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy cm]						
Head	30	480	40	660	55	850	60	1000
Chest	6 (3)	140 (70)	8 (4)	190 (95)	13 (6.5)	350 (175)	13 (6.5)	460 (230)
Abdomen	10 (5)	220 (110)	12 (6)	380 (190)	15 (7.5)	530 (265)	18 (9)	900 (450)

#### Weight grouping

	<5 kg		5 - <15 kg		15 - <30 kg		30 - <50 kg	
	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy cm]						
Chest	5 (2.5)	76 (38)	9 (4.5)	122 (61)	11 (5.5)	310 (155)	13 (6.5)	450 (225)
Abdomen	5 (2.5)	130 (65)	12 (6)	330 (165)	13 (6.5)	610 (305)	16 (8)	720 (360)

Note 1) Doses refer to the 16 cm standard CT dosimetry phantom along with that refer to the 32 cm standard CT dosimetry phantom in parentheses.

Note 2) The scan range for the abdomen is from the upper abdomen to the pelvis.

### 3.2. Japan DRLs 2020 for General Radiography

Examination	Entrance-surface air kerma [mGy]
Chest PA (<100 kV)	0.4
Chest PA ( $\geq 100$ kV)	0.3
Chest PA (medical checkup) ( $\geq 100$ kV)	0.2
Abdomen (AP supine)	2.5
Infant hip joint (0-1y)	0.2
Infant chest (0-1 y)	0.2
Child chest (5 y)	0.2
Skull	2.5
Cervical spine	0.8
Thoracic spine	3.0
Thoracic spine LAT	5.0
Lumbar spine	3.5
Lumbar spine LAT	9.0
Pelvis	2.5

### 3.3. Japan DRLs 2020 for Mammography

Mean glandular dose at 40 mm polymethylmethacrylate (PMMA) [mGy]	2.4
2D mammography mean glandular dose based on clinical data [mGy]	1.4
Digital breast tomosynthesis (DBT) mean glandular dose based on clinical data [mGy]	1.5

### 3.4. Japan DRLs 2020 for Dental Radiography

#### 3.4.1. Japan DRLs 2020 for Intraoral Radiography

Examination site	Incident air kerma ( $K_{a,i}$ ) [mGy] <sup>a)</sup>	
	Adults <sup>b)</sup>	Pediatric <sup>c)</sup>
Maxilla		
Incisor	1.1	0.9
Canine	1.3	0.9
Premolar	1.6	1.0
Molar	2.0	1.2
Mandible		
Incisor	1.0	0.7
Canine	1.1	0.8
Premolar	1.1	0.9
Molar	1.5	1.0

As with DRLs2015, DRLs were set for the standard intraoral radiography using the bisecting or paralleling technique and did not include other oral procedures such as bite-wing or occlusal techniques (bisection, axial projection).

a) Incident air kerma ( $K_{a,i}$ ): Air kerma at the one-tip without patient backscatter<sup>1,3,4)</sup>

b) Adult patients with standard body size

c) Ten-year-old pediatric patients

#### 3.4.2. Japan DRLs 2020 for Panoramic Radiography

Air kerma-area product ( $P_{KA}$ ) [mGy cm <sup>2</sup> ]	134
Dose-width product (DWP) [mGy mm]	89

#### 3.4.3. Japan DRLs 2020 for Dental Cone Beam CT

FOV	Air kerma-area product ( $P_{KA}$ ) [mGy cm <sup>2</sup> ]	Air kerma at the isocenter ( $K_{iso}$ ) [mGy]
<40 cm <sup>2</sup>	841	24
40-100 cm <sup>2</sup>	1670	29
>100 cm <sup>2</sup>	1960	16

### 3.5. Japan DRLs 2020 for IVR

#### Head/neck

<b>Diagnosis Angiography (pre-op)</b>	<b>K<sub>a,r</sub> [mGy]</b>	<b>P<sub>KA</sub> [Gy cm<sup>2</sup>]</b>
Saccular aneurysm	590	89
Cerebral arteriovenous malformation	770	160
Cerebral dural arteriovenous fistula	1100	190
Cervical carotid artery stenosis/occlusion	560	120
Acute cerebral artery stenosis/occlusion	480	83
Intracranial tumor	720	140
<b>Diagnosis Angiography (post-op)</b>	<b>K<sub>a,r</sub> [mGy]</b>	<b>P<sub>KA</sub> [Gy cm<sup>2</sup>]</b>
Saccular aneurysm	510	57
Cerebral arteriovenous malformation	470	77
Cerebral dural arteriovenous fistula	820	150
Cervical carotid artery stenosis/occlusion	390	72
Acute cerebral artery stenosis/occlusion	500	83
Intracranial tumor	(1000)*	(77)*
<b>Endovascular treatment (IVR)</b>	<b>K<sub>a,r</sub> [mGy]</b>	<b>P<sub>KA</sub> [Gy cm<sup>2</sup>]</b>
Saccular aneurysm	3100	210
Cerebral arteriovenous malformation	4100	410
Cerebral dural arteriovenous fistula	4700	430
Cervical carotid artery stenosis/occlusion	820	150
Acute cerebral artery stenosis/occlusion	1400	230
Intracranial tumor	2500	320

Note 1) K<sub>a,r</sub>: Incident air kerma at the patient entrance reference point (mGy) displayed on the equipment

Note 2) P<sub>KA</sub>: Air kerma-area product (Gy cm<sup>2</sup>) displayed on the equipment

Note 3) Cervical carotid artery stenosis/occlusion was in an elective case.

Note 4) \*: Reference only because only few data are available

### Cardiac Regions (Adult)

	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [Gy cm <sup>2</sup> ]
Diagnostic catheterization	700	59
Non-CTO PCI	1800	130
CTO PCI	3900	280
Non-PVI RFCA	560	57
PVI RFCA	645	89

Note 1) PCI: Percutaneous Coronary Intervention  
 Note3) RFCA: Radiofrequency Catheter Ablation

Note 2) CTO: Chronic Total Occlusion  
 Note 4) PVI: Pulmonary Vein Isolation

### Cardiac Regions (Pediatric, age grouping)

<b>Diagnostic catheterization</b>	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [Gy cm <sup>2</sup> ]
<1 y	100	7
1 - < 5 y	130	12
5 - < 10 y	190	14
10 - < 15 y	350	47
<b>Interventional radiography</b>		
<1 y	150	8
1 - < 5 y	210	16
5 - < 10 y	210	16
10 - < 15 y	500	46

### Interventional radiography for chest and abdomen

	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [Gy cm <sup>2</sup> ]
TACE	1400	270
TEVAR	830	200
EVAR	1000	210

Note 1) TACE: Transcatheter Arterial ChemoEmbolization

Note 2) TEVAR: Thoracic Endovascular Aortic Repair

Note 3) EVAR: Endovascular Aortic Repair

### Entrance-surface air kerma rate in fluoroscopy

Entrance-surface air kerma rate in fluoroscopy (mGy min <sup>-1</sup> )	17
---	----

Note 1) Phantom incident surface dose rate at the patient irradiation reference point (Entrance surface dose rate: Incident surface dose rate including backscattered radiation from a phantom)

### 3.6. DRLs for Diagnostic Fluoroscopy

	$K_{a,r}$ [mGy]	$P_{KA}$ [Gy cm <sup>2</sup> ]	Fluoroscopic time [min]	No. of images per exam
Barium swallow	30	17	5	5
Upper gastrointestinal fluoroscopy with contrast	110	45	6	27
Upper gastrointestinal fluoroscopy with contrast (detailed examination)	230	61	13	45
Upper gastrointestinal fluoroscopy with contrast (medical checkup)	89	29	6	21
Ileus tube insertion	150	47	28	6
Barium enema	130	46	11	27
ERCP (diagnostic)	93	26	14	12
ERCP (treatment)	170	36	17	13
Bronchoscopy	38	8	8	1
Total parenteral nutrition catheterization (CV catheter-port insertion)	8	3	3	2
Lumbar nerve root block	49	9	3	2
Lumbar myelography	69	26	4	11

Note 1) KAP (Air kerma-area product) was expressed as  $P_{KA}$  in ICRP Publication 135<sup>1)</sup>. The conventional notation is DAP: Dose area product

Note 2) Incident air kerma at the patient entrance reference point ( $K_{a,r}$ ) is the incident air kerma at the patient entrance reference point for fluoroscopes specified in JIS Z 4751-2-54<sup>2)</sup> (excluding backscatter)

### 3.7 Japan DRLs 2020 for Nuclear Medicine

#### 3.7.1. Japan DRLs 2020 for SPECT radiopharmaceuticals

Radiopharmaceutical	Adult dose [MBq]
Bone: $^{99m}\text{Tc}$ -MDP	950
Bone: $^{99m}\text{Tc}$ -HMDP	950
Bone marrow: $^{111}\text{In}$ -chloride	80
Cerebral blood flow: $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO (rest or stress)	800
Cerebral blood flow: $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO (rest and stress)	1200
Cerebral blood flow: $^{99m}\text{Tc}$ -ECD (rest or stress)	800
Cerebral blood flow: $^{99m}\text{Tc}$ -ECD (rest and stress)	1100
Cerebral blood flow: $^{123}\text{I}$ -IMP (rest or stress)	200
Cerebral blood flow: $^{123}\text{I}$ -IMP (rest and stress)	270
Brain receptors: $^{123}\text{I}$ -iomazenil	200
Striatum: $^{123}\text{I}$ -ioflupane	190
Cisternography: $^{111}\text{In}$ -DTPA	40
Thyroid uptake: $\text{Na}^{123}\text{I}$	10
Thyroid: $^{99m}\text{TcO}_4^-$	240
Parathyroid: $^{201}\text{Tl}$ -chloride	120
Parathyroid: $^{99m}\text{TcO}_4^-$	300
Parathyroid: $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI	800
Lung ventilation: $^{81m}\text{Kr}$ -gas	200
Pulmonary blood flow: $^{99m}\text{Tc}$ -MAA	260
Radionuclide venography: $^{99m}\text{Tc}$ -MAA	500
Liver/spleen: $^{99m}\text{Tc}$ -phytate	200
Hepatic function: $^{99m}\text{Tc}$ -GSA	260
Hepatobiliary: $^{99m}\text{Tc}$ -PMT	260
Liver and spleen: $^{99m}\text{Tc}$ -Sn colloid	180
Myocardial perfusion: $^{201}\text{Tl}$ -chloride	120
Myocardial perfusion: $^{99m}\text{Tc}$ -tetrofosmin (rest or stress)	840
Myocardial perfusion: $^{99m}\text{Tc}$ -tetrofosmin (rest and stress)	1200

Myocardial blood flow: $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI (rest or stress)	880
Myocardial blood flow: $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI (rest and stress)	1200
Myocardial fatty acid metabolism: $^{123}\text{I}$ -BMIPP	130
Cardiac sympathetic function: $^{123}\text{I}$ -MIBG	130
Cardiac blood pool: $^{99m}\text{Tc}$ -HSA-D	970
Myocardial infarction: $^{99m}\text{Tc}$ -PYP	800
Salivary gland: $^{99m}\text{TcO}_4^-$	370
Meckel's diverticulum: $^{99m}\text{TcO}_4^-$	440
Gastrointestinal bleeding: $^{99m}\text{Tc}$ -HSA-D	1040
Protein leakage: $^{99m}\text{Tc}$ -HSA-D	1040
Static renal imaging: $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA	210
Dynamic renal imaging: $^{99m}\text{Tc}$ -MAG 3	380
Dynamic renal imaging: $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA	390
Adrenal cortex: $^{131}\text{I}$ -adosterol	40
Adrenal medulla: $^{123}\text{I}$ -MIBG	130
Tumor: $^{201}\text{Tl}$ -chloride	120
Tumor and inflammation: $^{67}\text{Ga}$ -citrate	120
Somatostatin receptor: $^{111}\text{In}$ -pentetreotide	120
Lymphatic vessels: $^{99m}\text{Tc}$ -HSA-D	830
Sentinel lymph node (breast cancer): $^{99m}\text{Tc}$ -Sn colloid	120
Sentinel lymph node (breast cancer): $^{99m}\text{Tc}$ -phytate	120
Sentinel lymph node (melanoma): $^{99m}\text{Tc}$ -Sn colloid	120
Sentinel lymph node (melanoma): $^{99m}\text{Tc}$ -phytate	120
RI angiography: $^{99m}\text{Tc}$ -HSA-D	1000

### 3.7.2. DRLs for PET radiopharmaceuticals

Radiopharmaceutical	Adult dose [MBq]
Brain function: C <sup>15</sup> O <sub>2</sub> -gas (2D acquisition)	8000
Brain function: <sup>15</sup> O <sub>2</sub> -gas (2D acquisition)	6000
Brain function: C <sup>15</sup> O -gas (2D acquisition)	3000
Brain function: C <sup>15</sup> O <sub>2</sub> -gas (3D acquisition)	1800
Brain function: <sup>15</sup> O <sub>2</sub> -gas (3D acquisition)	4500
Brain function: C <sup>15</sup> O-gas (3D acquisition)	3600
Amyloid: <sup>18</sup> F -flutemetamol (in-house preparation)	260 <sup>1)</sup>
Amyloid: <sup>18</sup> F -flutemetamol (delivery)	260 <sup>1)</sup>
Amyloid: <sup>18</sup> F -florbetapir (in-house preparation)	370 <sup>1)</sup>
Amyloid: <sup>18</sup> F -florbetapir (delivery)	370 <sup>1)</sup>
Amyloid: <sup>18</sup> F -florbetaben (in-house preparation)	300 <sup>1)</sup>
Cerebral glucose metabolism: <sup>18</sup> F -FDG (in-house preparation)	240
Cerebral glucose metabolism: <sup>18</sup> F -FDG (delivery)	240
Cerebral glucose metabolism: <sup>18</sup> F -FDG (dose per body weight)	4
Myocardial glucose metabolism: <sup>18</sup> F -FDG (in-house preparation)	240
Myocardial glucose metabolism: <sup>18</sup> F -FDG (delivery)	240
Myocardial glucose metabolism: <sup>18</sup> F -FDG (dose per body weight)	5
Myocardial blood flow: <sup>13</sup> NH <sub>3</sub> (in-house preparation)	520
Tumor glucose metabolism: <sup>18</sup> F -FDG (in-house preparation)	240
Tumor glucose metabolism: <sup>18</sup> F -FDG (delivery)	240
Tumor glucose metabolism: <sup>18</sup> F -FDG (dose per body weight)	4
Inflammation: <sup>18</sup> F-FDG (in-house preparation)	240
Inflammation: <sup>18</sup> F-FDG (delivery)	240
Inflammation: <sup>18</sup> F-FDG (dose per body weight)	4

Note 1) This criterion was set for amyloid (<sup>18</sup>F-flutemetamol, <sup>18</sup>F-florbetapir, <sup>18</sup>F-florbetaben) by referring to the package insert.

### 3.7.3. DRLs for SPECT/CT hybrid CT

<b>SPECT/CT (Attenuation correction only)</b>	<b>CTDI<sub>vol</sub> [mGy]</b>	<b>DLP [mGy·cm]</b>
Brain	13.0	330
Heart	4.1	85

<b>SPECT/CT (Attenuation correction and image fusion)</b>	<b>CTDI<sub>vol</sub> [mGy]</b>	<b>DLP [mGy·cm]</b>
Whole body	5.0	380
Brain	23.0	410
Head and neck	5.8	210
Chest	4.1	170
Heart	4.5	180
Abdomen, pelvis	5.0	210
Extremities	4.6	230

### 3.7.4. DRLs for PET/CT hybrid CT

<b>PET/CT (Attenuation correction and image fusion)</b>	<b>CTDI<sub>vol</sub> [mGy]</b>	<b>DLP [mGy·cm]</b>
Whole body (medical examination)	6.1	600
Whole body (medical checkup)	5.5	550
Brain (medical examination)	31.0	640
Heart (medical examination)	9.1	380

## 4. Acknowledgement

Contributors to drafting, review and performing dose surveys

ABE, KOICHIRO	KANDA, REIKO	OHBAYASHI, NAOTO
ABE, TOSHI	KATO HEDEYUKI	OHTANI, HIROKI
ABE, YUKINAO	KATO, MAMORU	OKUDA, YASUO
AKAHANE, KEIICHI	KAWAUCHI, SATORU	OKUMURA, YASUHIKO
AKAHANE, MASAACKI	KOBA, YUSUKE	OHNO, KAZUKO
ASADA, YASUKI	KOBAYASHI, IKUO	SAI, MASAHIRO
ASAUMI, RIEKO	KUBOTA, KAZUNORI	SAKAMOTO, HAJIME
AWAI, KAZUO	MATSUBARA, KOSUKE	SAKURAI, TAKASHI
CHANG, WEISHAN	MATSUMARU, YUJI	SATO, KENJI
ENDO, ATSUSHI	MATSUMOTO, KUNIHITO	SHIRAGAMI, NOBUYUKI
FUJIBUCHI, TOSHIOH	MATSUMOTO, KAZUMA	SUGIHARA, YOSHITO
FUKUNAGA, MASAACKI	MISHIMA, AKIRA	SUZUKI, SHOICHI
GOTO, KENICHI	MIYAJIMA, RYUICHI	SUZUKI, YOSHIAKI
HARATA, YASUO	MIYAZAKI, OSAMU	TAKEDA, KAZUYA
HITOMI, GO	MORITAKE, TAKASHI	TAKEI, YASUTAKA
HOSONO, MAKOTO	MURAMATSU, YOSHIHISA	TAKESHITA, YOHEI
IGARASHI, TAKAYUKI	NAGAHATA, TOMOMASA	TANAMI, YUTAKA
IIMORI, TAKASHI	NAKADA, YOSHIHIRO	TSUKAMOTO, ATSUKO
INNAMI, HISASHI	NAKAMAE, MITSUHIRO	TSUSHIMA, HIROYUKI
ISHIBASHI, TORU	NEGISHI, TORU	UEMA, CHIAKI
ISHIGURO, MASANOBU	NISHIDE, HIROKO	WATANABE, HIROSHI
ITO, TERUO	NISHIKAWA, KEIICHI	YOKOOKA, YUKI
IZAWA, MAKI	NOTSU, MASAKAZU	YONAI, SHUNSUKE
JINUSHI, AKIHIRO	ODA, MASAFUMI	