

医療被ばく研究情報ネットワーク

第7回総会 議事次第

1. 日 時 : 2015年4月18日(土) 15:00~17:00

2. 場 所 : パシフィコ横浜 国立大ホール 1階 N101

3. 議題

- (1) 前回会合の議事概要(案)の確認
- (2) 代表の選出について(審議事項)
- (3) J-RIMEによるDRL設定について(審議・承認事項)
- (4) 会員の活動報告(報告事項)
- (5) その他

4. 配付資料

資料1 医療被ばく研究情報ネットワーク第6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

資料3-1 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3-2 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(案)

資料3-3 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(案)説明資料

医療被ばく研究情報ネットワーク第6回総会 議事概要 (案)

1. 日 時 : 2014年4月12日(土) 15:15~16:05
2. 場 所 : パシフィコ横浜 国立大ホール 1階 N101
3. 参加者(敬称略) :
医療放射線防護連絡協議会(中村仁信); 日本医学物理学会(米内俊祐);
日本医学放射線学会(石口恒男); 日本核医学会(石井一成); 日本核
医学技術学会(渡邊 浩); 日本画像医療システム工業会(岩永明男、
伊藤友洋、佐藤公彦); 日本歯科放射線学会(丸橋一夫); 日本小児
放射線学会(宮寄 治); 日本診療放射線技師会(北村善明、諸澄邦彦);
日本放射線影響学会(宮川 清); 日本放射線技術学会(五十嵐隆元);
日本放射線腫瘍学会(清水わか子)
米倉義晴(代表)、赤羽恵一、唐澤久美子、樺田尚樹、酒井一夫、島田義也、
清 哲朗、伴 信彦、細野 眞
事務局 放医研 医療被ばく研究プロジェクト(神田、小原、青天目、松本)
4. 議題
 - (1) 前回会合の議事概要(案) 確認
 - (2) 活動関連
 - (3) 診断参考レベルについて
 - (4) その他
5. 配付資料
 - (1) 医療被ばく研究情報ネットワーク第五回総会議事録
 - (2) 医療被ばく研究情報ネットワークと独立行政法人放射線医学総合研究所と
の医療被ばく研究に関する覚書
 - (3) 医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME) 会則
 - (4) 診断参考レベルについて
 - (5) 参加者(一部オブザーバ参加)
らいむらいと第5号、iRefer(臨床放射線の最適利用のために)

6. 議事

(1) 前回会合の議事概要（案）確認・・・・・・・・・・資料（1）

第5回全体会議（平成25年4月12日開催）の議事概要（案）について以下の修正を行った。その他の修正がある場合は、事務局に連絡することとした。

（資料（1）参照のこと）

- 6.(4)各学会の活動報告：「日本核医学会」と「日本核医学技術学会」の記載を入れ替える。

(2) 活動関連

前回総会から本総会までの間の主なJ-RIMEの運営や活動に関して、米倉代表および事務局から説明がなされた。

J-RIMEの運営について・・・・・・・・・・資料（2）（3）

前回総会で承認された「J-RIMEと放医研との医療被ばく研究に関する覚書」は、平成25年4月25日付けで正式に締結されていることが報告された。

活動報告：日本学術会議の大型研究計画・・・・・・・・・・らいむらいと第5号

前回総会で話題提供があった日本学術会議の大型研究計画への課題提案に関して、評価結果と今後に関する説明がなされた。要点は以下のとおり。

- 日本学術会議は、2010年に最初の大型研究計画マスタープランを作成（改訂版が2011年に公表）しており、今年作成したマスタープランは2度目にあたる。学術関係の全ての分野の中から、今後重要と思われる研究課題が公募された。
- 前回総会で説明した通り、昨年3月に放射線医科学関連学会が協力して提案した課題が、今年3月にマスタープラン2014の大型研究計画として正式に採択された。具体的には、コンソーシアムを活用して、放射線医科学関連の様々なデータベースをとりまとめ、今後の自然科学の新たな展開を目指したものである。J-RIMEも医療被ばくに関するデータのとりまとめ役として参加する。
- 日本学術会議の会員は210名で、その中に放射線医科学関連の会員が3名もいるという状況は今までになかった。そこで学術コミュニティにおける放射線関連の基盤の強化にもこういったプランの提案は関係している。

- 採択されたことで、すぐさま予算獲得につながるものではないが、放射線医科学の統合的研究の重要性が正式に認められたという点では大変意義深い。緊急性が高い「重点大型研究計画」というカテゴリーがあり、これに選ばれると予算化に結びつきやすいので、第3期マスタープラン作成では「重点大型研究計画」での採択を目指す。

活動報告:実態調査 WG および SmartCard-WG の活動 資料 (4), iRefer

昨年7月に開催された J-RIME 実態調査ワーキンググループと SmartCard ワーキンググループによる合同会合での議事内容について説明がなされた。会議席上では、未だ国としての診断参考レベルを有しておらず、実際の医療現場にも診断参考レベルが普及していない状況であることに鑑み、今後関連学協会が協力して日本の診断参考レベルを構築することが決定された。また同会合において、The Royal College of Radiologists (RCR: 英国王立放射線科専門医会)が発行する Referral guideline “iRefer: Making the best use of clinical radiology SEVENTH EDITION 2012” の日本語訳を、J-RIME 実態調査・Smart Card ワーキンググループと放医研の共同事業として行われることが承認された。

(3) 診断参考レベルについて 資料 (4)

実態調査 WG および SmartCard-WG の合同会合の決議を受けて、学協会が協力して診断参考レベルを構築するにあたり、学協会単位のこれまでの取り組みが紹介されるとともに、今後の検討プロセス等について審議された。

活動報告: 診断参考レベルに関連する各学協会の取り組み

現在、日本診療放射線技師会と日本放射線技術学会、日本医学放射線学会が診断参考レベル設定を目的とした調査等を行っていることが紹介された。

- 日本診療放射線技師会では、放射線技術学会と合同で、医療被ばくガイドラインの改訂を進めており、一般撮影、透視、CT、IVR、マンモグラフィ、RI の6項目について、診断参考レベルを提案している。IVR とマンモグラフィに関しては、認定を受けている施設から精度の高いデータを集めた。またマンモグラフィに関しては、診断参考レベルにある程度幅を持たせることも検討した。
- 日本放射線技術学会でも、やはりマンモグラフィの診断参考レベルに関し

てはレベルではなくレンジにするという議論が起こっている。また小児 CT の実態調査については、データの解析が終了し、近々英文雑誌に投稿する予定である。

- 日本医学放射線学会では、昨年 7 月に日本学術会議と共同で医療被ばくに関する市民公開講座を行った。現在は放医研と共同して、全国の 698 施設の放射線科専門医の修練機関対象の CT に関する調査を計画している。5 月中旬に、装置 1 種類から患者の性別、年齢、体重、撮影の部位、撮影方法、それからトータルの DLP 等を調べ、6 月以降に解析を行う予定である。

診断参考レベルに関する J-RIME の活動について

上記の学協会の独自の活動に加え、核医学学会、核医学技術学会も保有するデータも考慮すると、診断参考レベル設定の元になるデータは多様であることが確認された。このデータを様々な観点から検討し、関連学協会が承認した値を規制当局に提案できるように J-RIME 内にワーキンググループを設置することが決議された。

また国連科学委員会からは、被ばくの実態に関するデータを収集するよう要請が来るので、各学協会が保有するデータも参考にさせてほしいと米倉代表より発言があった。

(4) その他

日本核医学会から、市立甲府病院の RI 過剰投与事故について、学会の対応に関する質疑があり、以下の審議が行われた

- 日本核医学会と日本核医学技術学会では、市立甲府病院での RI 過剰投与事故に関して、調査委員会が報告書を公表したことを受けて、共同声明（提言）を HP 上で公表した。他の学会では、この件に何か動きがあるか、あるいは共同声明に加わることをどう思うか、意見をお聞きしたい。
- 日本医学放射線学会では、理事会での報告、会員への周知という対応をしており、何らかのコメントを公表する予定はない。

細野会員から厚労省医政局からの通知について以下の情報提供がなされた。

- 平成 26 年 3 月 31 日付で医政局から「医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について」の一部改正の通知が出された。このポイントは、リニ

アックにおける放射化物に対する対応と、エックス線診療室の漏洩線量の評価についての2点であり、厚労科研費で行った検討が元となった。

- 厚労省内では、リニアックの放射化物を診療室に置くのは好ましくないといった議論もあったが、最終的には、障害防止法上で保管設備として認められたものをリニアック室内に備えることを認めるという通知が出た。
- エックス線診療室の漏洩線量についての評価が行われたのは、NCRP の Report147 に基づき、より合理的に漏洩線量を計算できるようになったことによる。これまでの定格管電圧、定格管電流による計算評価（過剰評価）が、使用管電圧や使用管電流による計算になったり、遮蔽体は鉛やコンクリートで計算されていたのが、6種類の遮蔽体も計算に含められるようになったりといったように、より実態に即した計算ができるようになった。

診断参考レベルに関する情報提供の必要性について細野会員から問題提起がなされ、以下の議論が行われた。

- 5月には日本医学放射線学会による全国調査が行われるが、放射線科医の間では診断参考レベルに関する理解が進んでいない。診断参考レベルの重要性もさることながら、診断参考レベルで扱う線量に関する基本的な知識として行き渡っていない。診断参考レベルで扱う撮影線量は、ICRUが、CTであればCTDIとDLP、単純エックス線であれば入射光の空気カーマと定めている。可能ならば、日本医学放射線学会や核医学会などそれぞれの学会の教育プログラムの中に、診断参考レベルの意味や定義、測定の手法に関する情報を含めるよう、J-RIMEから要請してはどうか。
- 非常にいい提案だが、各学会に依頼するにあたり、教材があるとよい。
- ICRUからわかりやすいスライド（英文）が示されているので、これに各学会がスライドに解説を加えるのが効率的である。
- 核医学検査の線量に関しては、検定量と実際の投与量（放射能）の2つがあるという日本固有の問題がある。実態調査でも2つのデータが混在しており、ガイドライン改訂においても問題になっているため、核医学検査の実態調査をやり直すか、議論している。やり直す場合は、欧米諸国同様、投与時の放射能に統一して基準を通知する形でまとめるのが適当と考える。
- IVRについてもIAEAの資料の翻訳などが準備されつつある。
- 一般向けの情報提供も必要である。福島原発事故に関する国連科学委員会

の報告書の内容を一般に広める活動に J-RIME が積極的に関わってもよいのではないか。

- 国連科学委員会では、報告書の日本語版も準備しており、日本での説明会も企画している。この報告書に関してデータの提供に関わった者は、報告書の内容について説明できるが、守秘義務があり、報告書がまとめられた経緯など説明できない部分もある。

その他、各学会からの報告や情報提供が行われた。

- 日本歯科放射線学会：25年度に、日本歯科医学会プロジェクト研究に「CBCTの評価の標準化項目の提案」が採択され、各大学にアンケートを実施して、歯科用CBCTの診断参考レベルの設定に向けて今取り組みを開始した。結果は来月の日本歯科放射線学会で発表する。
- 日本放射線技術学会：放射化物に関する関係学会で、放射化物の学会標準に関するドラフトをHP上に掲載している。医療法の通知を受けて近々正式版をリリースする。
- 医療放射線防護連絡協議会：従来通り、放射線防護に関する講演会、講習会及びシンポジウムを行っているが、昨年末はリスクコミュニケーションに焦点を絞って行われた。
- 日本放射線腫瘍学会：昨年末に、東海大学で放射線治療に関する事故の報告があり、学会内でも調査団を立ち上げて現在調査中である。また、この件とは別に、学会と放医研が共同して、放射線治療患者に関する実態調査を行うことも計画されている。
- 日本画像医療システム工業会：ACRではCT装置に関するQCマニュアルの改訂を検討しているため、日本の認定機関においては、この改訂を注視しておく必要がある。また米国工業会でも、線量の最適化に関する規格化が行われており、2016年1月からは、施設の診療報酬の差別化という形で反映されると聞いている。
- 国際機関に関する情報：ICRPからは今年中に粒子線治療に関する報告書とコーンビームCTに関する放射線防護に関する報告書の2つが公表される予定。国連科学委員会の次回総会（7月）では、加盟国に対し、医療被ばくのGlobal Surveyの協力要請がなされる予定である。

(以上)

2013 年 1 月 15 日決定

2013 年 4 月 12 日改正

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
- (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。

(ワーキンググループ)

第10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11条 本組織の事務局は別途定める。

第5章 総会

(構成)

第12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13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14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15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。

診断参考レベルワーキンググループ (DRL-WG) の活動報告

診断参考レベルWG

主査 細野 眞

1. これまでの経緯

1) DRL-WGの設置

- ・ J-RIME第6回総会でDRL-WGの設置が決議された（平成26年4月）。
- ・ J-RIMEの団体会員からの推薦者からなるWGが組織され、その後WGメンバーからの推薦により、メンバーが追加された（平成26年6-8月）
- ・ 第1回WG会合で主査を選出した。

メンバー（敬称略、五十音順、新旧含む）：赤羽正章、粟井一夫、粟井和夫、五十嵐隆元、伊藤友洋、佐藤公彦、佐藤健児、鈴木昇一、竹井泰孝、田代聡、田波穰、土井司、西川慶一、細野眞（主査）、宮寄治、諸澄邦彦、柳田祐司、米内俊祐、渡邊浩

2) DRL-WGでの検討

➤ 平成26年 8月 2日 第1回WG会合（情報共有、今後の方針決定）

次回WG会合では、海外の専門家を招聘し、各モダリティのDRLの検討結果をプレゼンして、助言をもらうこととした。モダリティごとに、DRL関連の国内データを吟味し、DRL設定の考え方などを検討する目的で、以下のサブ会合が持たれた。

- ・ 平成26年10月13日 サブ会合（DRLに関連する国内データの詳細な検討）
- ・ 平成26年11月 3日 サブ会合（CTのDRL設定に向けた関係者間の検討）

➤ 平成26年12月 7日 第2回WG会合（DRL設定検討の中間報告）

CT、単純X線、マンモグラフィ、IVR、核医学の実態調査やDRL検討状況をプレゼンし、WGメンバー間で意見交換を行うとともに、元IAEAのDr. RehaniやWHOのDr. Perez等など海外の専門家から助言を得た。またコメント反映に関しては、メール審議並びに以下のサブ会合を開催した。

- ・ 平成27年 2月11日 サブ会合（CTのDRL決定、DRL運用や今後の課題について）

での検討)

➤ 平成27年1月～3月 WGの検討結果のまとめ

モダリティごとに執筆を分担し、検討結果をまとめた。また2月まで実態調査が行われていた口腔内X線撮影についても、DRL設定の対象に含めることとした。検討結果の報告書の総論部分は主査と事務局で執筆し、WG関係者全員で、報告書やモダリティごとのレポートを加筆修正した。

➤ 平成27年 4月4日～4月17日 WG報告書暫定案のJ-RIME会員による事前確認

会員からのコメント等は、主査と事務局の判断により報告書案に反映した。

➤ 平成27年4月18日 WG報告書案として総会に提示

2. DRL-WGの検討結果と公表

報告書案「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」（資料3-2）に取りまとめた。

上記報告書を承認した団体とJ-RIMEとの連名で、6月上旬に公表予定。紙媒体での配布およびHP掲載を検討中。

3. 今後の課題

- ・ DRL 運用に向けての活動(喫緊の課題)
普及活動や相談対応など
- ・ 持続的に DRL を見直す効率的な体制作り
実態調査用の統一的なフォーマット作成など
- ・ 国際社会に向けた情報発信
報告書の(一部)英訳など

診断参考レベル WG では、上記の課題解決に向けた活動を引き続き行う。

また J-RIME 会員には、学術集会等で DRL 関連のイベントを開催する、あるいは DRL 報告書のサイトにリンクを張るなど、DRL の普及活動へ協力いただきたい。

J-RIME 診断参考レベルワーキンググループ第1回会合 議事概要

(本概要は、WG メンバーに承認された議事録を元に、事務局がまとめたものである)

1. 日時 平成26年8月2日(土) 13:30～16:06
2. 場所 京都大学東京オフィス 会議室1
3. 議題
 - 議題1 主査の選任
 - 議題2 UNSCEAR のグローバルサーベイについて(報告事項)
 - 議題3 今後の活動計画について(審議事項)
 - 議題4 その他
4. 資料
 - 資料1 WG メンバーリスト
 - 資料2 UNSCEAR グローバルサーベイ エクセルシート
 - 資料3-1 今後の活動計画について
 - 資料3-2 中間報告書医療被ばくガイドライン改訂
 - 参考資料 Diagnostic Reference Levels by Dr. Rehani
American Journal of Roentgenology (in press)
厚生労働科学研究費補助金研究報告書(細野班)
「医療放射線防護に関する研究」(H25 年度)
 - 常備資料 厚生労働科学研究費補助金研究報告書(細野班)
「医療放射線の安全確保に関する研究」(H19-21 年度)

5. 議事概要

1) 主査の選任

米倉 J-RIME 代表の開会の挨拶、WG メンバーや事務局の自己紹介、本日の記事内容の確認が行われた後、米倉代表の推薦により当 WG の主査として細野眞氏が選出された。

2) UNSCEAR のグローバルサーベイについて(報告事項)

●赤羽恵一氏より UNSCEAR が WHO と協力して行う Global Survey について報告され、以下の質疑・審議がなされた。また今後当 WG で日本の診断参考レベルを設定するにあたり、Global Survey の項目に即してまとめていくことを決定した。

(報告の主な内容)

- ・放射線治療・診断・核医学に関する医療従事者数、機器数、診療頻度、線量の調査である。
- ・National Contact Person と診断・治療・核医学担当の Additional Expert を登録する
- ・Radiography：頭部、頸部、胸部、マンモ等ごとに、診断数、パーセント、平均線量、検査当たりの線量、さらに SD やサンプルサイズ、年齢別、男女別といった項目がある。CT、Image Guide の IVR も同様。
- ・核医学：ガンマカメラ (SPECT)、SPECT-CT、PET、PET-CT、MRI といった機器数も調査対象。核医学の平均線量と頻度については、放射性医薬品ごとの調査。
- ・以前のアナウンスよりやや遅れ気味。具体的なタイムラインは現時点で設定されていない。
- ・UNSCEAR は、同じ枠組みで、自然被ばくなどの Survey も行うことを予定している。

(主な質疑内容)

- ・核医学で実効線量が調査項目になっている点について UNSCEAR に確認いただきたい。
- ・歯科用 CT に面積線量が調査項目に入っていない点について UNSCEAR に確認いただきたい
- ・

3) 今後の活動計画について(審議事項)

●諸澄邦彦氏から診療放射線技師会と放射線技術学会で行った実態調査（一般撮影、一般透視、CT、IVR、マンモグラフィー、核医学検査）について、宮寄治氏から放射線技術学会研究班で行った小児 CT に関する調査について、赤羽正章氏から日本医学放射線学会が行った CT に関する調査についての中間報告があり、以下の審議が行われた。

(報告内容については省略)

(主な審議内容)

- ・DRL の値の決め方の 75 パーセンタイルはあくまでも初期値で、既に標準化が進んでいるマンモグラフィーなどでは 95 パーセンタイルでもいいのではないか。
- ・小児 CT については今新たなデータが出始めているところだが、論文としては未発表データを DRL 設定に利用する点については要検討。
- ・DRL を設定した際、実際の病院での運用について具体的に示す必要がある。DRL を設定した際の標準体重を示すことで、自分の施設の線量と比較できるのではないか。
- ・DRL を設定するのにあたっては、施設ごとの標準的な数値の累積分布の 75 パーセンタイルとするか、全症例の累積分布の 75 パーセンタイルとするか、両方の考え方があ

●細野眞主査より、DRL の設定のプロセスについて説明があり、以下の審議が行われた。

また、CT については技師会・技術学会と日本医学放射線学会の調査結果を参考に、核医学については、核医学会の調査結果を参考に、それ以外の診断線量については、技師会・技術学会の調査結果を参考に、DRL を設定していくことが合意された。

(主な説明内容)

- ・DRL は Global、National、Local のレベルで協調しながら進めていく、行政と関連学会団体と一緒に進めていくということが国際的な考え方である。
- ・理想的には総合的に診断手技を最適化して DRL を設定すべきだが、現実的には調査に基づいて線量分布のパーセンタイル値として設定されることが多い。
- ・DRL としての線量については ICRU などによって提唱されている。例えば単純 X 線は入射表面線量 ESD、X 線 CT は CTDI や DLP ということが合意事項である。また X 線 CT であれば、アクリルファントムで測定するという定義づけもがなされている。
- ・DRL を決定するプロセスは、①対象とする検査、部位、測定線量、用語などの統一や測定法の標準化、②各施設での代表的な平均値の算出、③国の典型的な値としての数値の集計、④DRL の決定となる。
- ・DRL を決定した後も、DRL を国内で定着させる、継続的に見直す、疾患の目的別のより細かな DRL 設定するなどの課題を抱えている。

(主な審議内容)

- ・DRL を病院等で運用する場合は、メーカーが設定した推測式を用いることになる。
- ・歯科領域における DRL 設定に向けた技術的問題の解決も急務である
- ・調査の方法の特性も考慮し、データから DRL を決める時に、75 パーセンタイルにする／少し高め／低め、にするなどの調整を行うのがよい。

●事務局より、今後のスケジュール案が説明され、担当者による個別の会合を開催して、DRL-WG 第 2 回会合（12 月）に向けた準備を行うこととなった。

- ・CT の DRL に向けた関係者間の打ち合わせ会
日 時：平成 26 年 11 月 3 日（月・祝） 13 時～16 時
会 場：日本診療放射線技師会 会議室
- ・診療放射線技師会-放射線技術学会のデータの根拠をまとめる会議
日時：10 月 13 日（月・祝） 11 時～15 時
場所：日本診療放射線技師会事務所

4) その他

WG メンバーとして栗井和夫氏、竹井泰孝氏に加わってほしいとの提案があり、両氏にメンバー就任を依頼する旨、決議された。

J-RIME 診断参考レベルワーキンググループ (DRL-WG) 第 2 回会合 議事概要

1. 日時 平成 26 年 12 月 7 日 (日) 17:15 ~ 19:00
2. 場所 国際研究交流会館 (国立がん研究センター築地キャンパス内)
3. 議題 本邦の診断参考レベル設定について (中間報告)
4. 出席者 (五十音順、敬称略)
赤羽正章 (WG メンバー)、浅田恭生、栗井和夫 (WG メンバー)、五十嵐隆元 (WG メンバー)、井田義宏、市田隆雄、伊藤友洋 (WG メンバー)、今村恵子、小野孝二、酒井一夫、佐々木康人、笹川泰弘、佐藤公彦 (WG メンバー)、鈴木昇一 (WG メンバー)、清哲朗、竹井泰孝 (WG メンバー)、田代聡 (WG メンバー)、田波穰 (WG メンバー)、西川慶一 (WG メンバー)、根岸徹、細野眞 (WG 主査)、宮寄治 (WG メンバー)、盛武敬、山口一郎、米倉義晴 (J-RIME 代表)、渡邊浩 (WG メンバー) (ゲスト) L. Lau (ICRQS, IRS), M. Perez (WHO), M. Rehani (MGH, 元 IAEA), F. Shannoun (UNSCEAR) (事務局) 島田義也、赤羽恵一、奥田保男、神田玲子、古場裕介、小原哲、仲田佳広、青天目州晶、松本真之介

5. 参考資料 : J-RIME のフライヤー (英語版)

6. 議事内容

1) 主旨説明

細野主査より、海外からのゲスト研究者をお招きして、第 2 回 WG 会合を開催するに当たり、J-RIME の役割や組織、DRL-WG の活動や目的および本会合のねらいについての説明があった。

2) CT 検査の DRL 設定について

日本放射線技術学会・日本診療放射線技師会の調査について井田義宏氏から、日本医学放射線学会の調査について赤羽正章氏から、小児 CT に関する調査について竹井泰孝氏から報告があった。

○Presentation 1 : Dose survey of CT -The joint survey report of JART and JSRT-

- ・最初に：JART(日本診療放射線技師会)と JSRT(日本放射線技術学会)の説明
- ・調査方法： JART メンバーに協力を依頼し、成人(標準体重 $65 \pm 2.5\text{kg}$)への頭部、胸部、心臓、腹部 CT、小児の頭部と胸部 CT に関して CTDI と DLP のアンケートを実施。
- ・結果：協力機関の種類や規模、各データのサンプル数、平均値や 25, 50, 75 パーセンタイル値を提示。成人頭部の線量は外国のデータに比べ、高めであるが、協力機関の種類や規模によるバイアスではないと考える。

○Presentation 2: JRS CT dose survey -Progress report, Dec. 7, 2014-

- ・調査方法：約 700 の放射線科専門医の総合修練機関にてアンケートを実施。性別、年齢、体重、撮影開始部位、撮影範囲、トータルの DLP と CTDI_{vol} 等を調査。全ての検査は撮像プロトコール別に分類している。
- ・結果：患者の体重は 50-59kg が最も多く、標準体重は $55 \pm 5\text{kg}$ 。すでに暫定的に 75 パーセンタイル値が得られている手技もあるが、全ての解析終了にはさらに数か月を要する。

○Presentation 3: Survey on radiation exposure during pediatric computed tomography Examinations in Japan

- ・はじめに：日本放射線技術学会 学術調査研究班が実施した。
- ・調査方法：協力機関は 164 機関で、公共医療機関が 53 機関と最も多い。小児 CT の $\text{CTDI}_{\text{vol},16}$ (16 cm 直径の PMMA ファントムで測定) の 75 パーセンタイル値を IAEA やフランスの調査と比較すると、頭部 CT に関しては日本が少し高めだが、胸部と腹部に関しての日本の値は、フランスより高く、IAEA より低い。

➤ 上記の報告に関して、以下のディスカッションを行った。

●フロアからの主な質問・コメント

- ・子どもに対しては、日本のデータは、 $\text{CTDI}_{\text{vol},16}$ の値で統一されていると考えていいか
→ $\text{CTDI}_{\text{vol},32}$ に限っては、2.1 倍掛けて補正をしている。
- ・CTDI と DLP が併存したデータが多く見られたが、最終的に DRL は何で設定するのか
→ プロトコールごとにどちらを重視するかというのは変わってくるので、CTDI と DLP の両方を示す必要がある。
- ・標準体重が、JART/JSRT は 65kg、JRS は 55kg とずれている。DRL を定める際には、標準体型を明示して欲しい。
→ その通りである。何らかの方法ですり合わせる。
→ (会合終了後の議論) JRS のデータを用いて 10kg の違いを補正する変換係数が求められるはずなので、それを用いて 55kg に統一することで合意。

●Dr. Rehani からのコメント

- ・ JSRT/JART の調査で、腹部となっている検査には骨盤を含むのか
→ 含む
- ・ JSRT/JART の typical dose という調査方法はよくない。標準的な体格の患者のデータが少なくとも 10 例は必要。
→ JRS のデータが参考になる。しかし JRS のデータも、施設の選択バイアスを有する。
JRS のデータと、JSRT/JART のデータとを突き合わせての検討が役立つであろう。
- ・ 将来は画質評価も加えて、画質が担保されていることを確認すべきである。現在作成中の ICRP や EC のドキュメントでもその点が強調されている。
- ・ mean と median value のどちらを使うかは議論があるところである。ICRP では、「低すぎる値」あるいは「高すぎる値」の影響を抑えるため median を使っているが、EC では mean を使うことを示唆している。現在話し合いを行っており 2-3 ヶ月後には合意が得られるだろう。

● Dr. Perez からのコメント

- ・ 対象プロトコールはどのように決めたか
→ 既存報告に一致
- ・ 部位だけでなく検査目的を絞るべきである。部位が同じでも目的によって線量は異なる。
→ その通りである。将来の課題と考えている。

● 会合後に寄せられたコメント

- ・ 小児の胸部、腹部 CT の DRL は 16cm、32cm いずれのデータも明示することが必要
- ・ 小児における標準体型としては何が適当か（標準体型は必要か）

3) X 線一般撮影およびマンモグラフィについて

X 線一般撮影の調査と DRL 設定の取組みについて浅田恭生氏から、マンモグラフィの調査と DRL 設定の取組について根岸徹氏から報告があった。

○ Presentation 4: Proposal for DRLs in general radiography in Japan

- ・ 方法：全国 3000 施設にアンケートを依頼し、741 施設から回答を得た。対象手技や照射野を定めた。例えば胸部 X 線検査では、標準体型の胸厚は 20 cm、照射野の長軸は 35 cm、短軸は 35 cm。後方散乱を含んだ入射皮膚線量を算出した。
- ・ 結果：デバイスの 96% はデジタル。極端に高い値を削除して得た 75 パーセンタイル値を DRL として提案する。

○ Presentation 5: The current state of average glandular dose in Japan

方法：日本乳がん検診精度管理中央機構が施設認定時に行っている線量評価のデータを使用して、日本における各システムの平均乳腺線量 (AGD) を求めた。対象は認定基準

を満たした施設の 2,158 台 (S/F システム 1,016 台, デジタルマンモグラフィシステム 1,142 台)。2001 - 2010 年のデータを利用。

・結果：S/F システムの平均値は 1.59 ± 0.62 mGy、中央値は 1.50mGy。デジタルマンモグラフィシステムの平均値は 1.65 ± 0.56 mGy、中央値は 1.60 mGy。今後はトモシンセシスなどの評価も必要である。

▶ 上記の報告に関して以下のディスカッションを行った。

●フロアよりコメント

・マンモグラフィでは何パーセント値を用いるのが適切か

→今回用いた平均乳腺線量のデータは日本乳がん検診精度管理中央機構で行っている施設認定の合格のみの値であり、画像も診断価値があると認められているので 95%で良いと考えている

→(フロアからのコメント)施設認定に関わらずデータを集め、その代り 90%に設定するという考え方もあるのではないか。

・一般撮影の条件のアンケートを行うにあたり、現場としては[typical person]を具体的にしてほしい。

→具体的な数字を出すのは難しい。平均的な人による撮影条件の認識となっている。今後の検討課題と認識。

●Dr. Rehani からのコメント

・スクリーンフィルム系での速度、デジタル系での感度 (E あるいは D) についてはどう定めているのか。一般撮影については、なぜデジタル装置の評価のみで DRLs の検討となっているのか。

→アンケートの回答ではデジタルが 96%と大部分を占めていたため

●Dr. Perez

・小児の一般撮影に関しては、乳児胸部、小児胸部、幼児股関節について記載しているが、線量だけではなく、撮影条件も入れるべきでは。

4) IVR について

IVR に関する調査と DRL 設定の取組みについて市田隆雄氏から報告があった。

○Presentation 6: Report from IR team

・諸言：わが国では 2000 年以降 IR に関していくつかの学協会がガイドラインを策定しているが、2006 年には、IART が自身のガイドラインを改訂し、透視線量率を 25mGy/min と設定した。

・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 2008 年度と 2013 年度に行った実態調査の透視線量率データを用いた。

・結果：IVR 基準点での 25mGy/min は、2008 年度では 81 パーセントタイルに、2013 年度では 93 パーセントタイルに相当していた。新たな透視線量率のガイドライン値として 20mGy/min を提案したい。

➤ 上記の報告に関して以下のディスカッションを行った。

●フロアからのコメント

・透視率だけではなくトータルの DAP など出せないか

→大変難しい。まずはマシンに対して一定の基準を示すことが最優先だと考えている。

・ファントムを用いた測定により後方散乱を含んだデータが集められているが、日本の法令で用いている単位は後方散乱を含まない空気カーマなので、両方のデータを集めるなど考慮した方がよい

→厚労省にも伝える。

●Dr. Rehani からのコメント

・IVR 基準点の線量調査は machine testing であって、患者の線量を調査したわけではないので、診断参考レベルとは関係ない

・線量率を言うのなら方向によって変わる最大の線量率を考えるべきなのではないか

●Dr. Perez からのコメント

・これからは患者の線量をできるだけ反映するように、他の国々と同様、将来は dose area product や kerma area product などを用いた DRL の設定を目指すのがよい

●会合後に寄せられたコメント

・基準点の空気カーマは、従来の考え方からすると DRL に使う線量の一つとして適当。Dr. Rehani の AJR の article や ICRU Report 74(2005)でも、Incident air kerma (rate) が fluoroscopy の患者線量の一つとして提示されている。

5)核医学診断について

核医学診断に関する調査と DRL 設定の取組みについて渡邊浩氏から以下の報告があった。

○Presentation 7: Towards the development of the diagnostic reference level in nuclear medicine

・方法：核医学は現在全国調査を実施。対象は全施設(1300 施設)。UNSCEAR のグローバルサーベイのための調査も同時に実施。シリンジタイプの標識剤製剤では 555MBq と

740MBq。ただしこの値は12時に投与した場合の値なので、平均投与量は900MBq ±20%と推定。

- ・考察：来年の4月にはDRL値を提示する予定だが、75パーセンタイル値にするかどうか議論が必要。

➤ 上記の報告に関して以下のディスカッションを行った。

●Dr. Rehani からのコメント

- ・PETで行われている体重あたりの投与量についてどう対応するのか。

- そのような問題についても今後検討する（今回の核医学の全国調査では体重あたりの投与量の回答肢あり）

●会合終了後のコメント

- ・核医学の全国調査では体重等を設定せず標準的体格の患者として投与量を回答いただいたが、核医学でも標準体重の考え方を整理しておいた方が良いかもしれない。検査を受ける患者は、一般国民よりも平均体重が少ない。

6) 今後検討すべき項目（まとめ）

- ・標準体型・体重について
- ・DRLに用いる線量（国際標準、法令との整合性）
- ・75パーセントタイルか、あるいは。
- ・診断参考レベルを提示・全国展開するための準備

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

平成 27 年 4 月 18 日

医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)
診断参考レベルワーキンググループ

共同作成

医療放射線防護連絡協議会	日本歯科放射線学会
日本医学物理学会	日本小児放射線学会
日本医学放射線学会	日本診療放射線技師会
日本核医学会	日本放射線影響学会
日本核医学技術学会	日本放射線技術学会
日本画像医療システム工業会*	日本放射線技術学会

*:装置からの線量指標などの情報取り出しなどに協力

序文

近年、医療分野における放射線の利用が急速に拡大し、これにともなって医療で受ける放射線被ばくによる影響への不安も広がっている。診断や治療のために放射線被ばくを受ける患者には、生命を脅かすような病気を克服できるという明らかな便益があるので、画一的な線量限度を設けるのではなく、それぞれの場合に対応した判断が求められている。しかし実際には、直面している健康問題を解決することが重要であり、その結果として将来起こるかもしれない障害のリスクを考慮した防護の最適化を行うことは必ずしも容易ではない。

年々増加する医療被ばくに対応するために、原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (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) といった国際機関や団体が協力して、エビデンスベースの医療放射線防護の実現に向けた検討を行っている。その対策の一つが、防護の最適化のための診断参考レベル (Diagnostic Reference Level; DRL) の適用である。現在、国際的には、国による DRL の設定が医療放射線防護の要件となっている。

我が国は、放射線検査の普及が大変進んでいるのと同時に、放射線の人体影響に関して社会的関心が極めて高いという特殊な状況にあり、早急に対策を講じる必要に迫られている。そのためには、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。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、医療被ばく研究情報ネットワーク (Japan Network for Research and Information on Medical Exposures: 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、我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点にある。2015 年現在、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・行政機関等からの参加や関連工業会の協力を得て、オールジャパンのネットワークとして機能している。

このたび J-RIME では、参加団体が実施した実態調査の結果に基づいて、医師、診療放射線技師、医学物理士を始めとする様々な専門家が共に議論を行い、国際機関の専門家の助言も得て、日本で初めて DRL を策定するに至った。今後は、医療現場における DRL の理解・普及・定着に向けた支援を進めるとともに、さらには対象モダリティの拡張、DRL の更新に向けた体制整備、国内制度への取り入れに向けた提言などを進めたいと考えている。

最後に、関係各位のご尽力とご努力に心から感謝する。

平成 27 年 4 月 18 日

医療被ばく研究情報ネットワーク (J-RIME) 代表

米倉 義晴

目 次

1. J-RIME が診断参考レベルを設定した経緯	1
2. 診断参考レベル設定の目的	2
2.1 診断参考レベルの意義	
2.2 今回公表した診断参考レベルの医療現場での活用	
3. 診断参考レベルの数値	5
3.1 CT の診断参考レベル	
3.2 一般撮影の診断参考レベル	
3.3 マンモグラフィの診断参考レベル	
3.4 口内法 X 線撮影の診断参考レベル	
3.5 IVR の診断参考レベル	
3.6 核医学の診断参考レベル	
4. 謝辞	9
参考資料: 診断参考レベル設定の報告	
CT	11
一般撮影	16
マンモグラフィ	20
口内法 X 線撮影	23
IVR	28
核医学	32

1. J-RIME が診断参考レベルを設定した経緯

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など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、どの線量を診断線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。

一方わが国では、これまで J-RIME (Japan Network for Research and Information on Medical Exposure)の構成団体をはじめ、さまざまな団体・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。このため医療現場で DRL が運用されているとは言いにくいのが現状である。

J-RIME は 2010 年 3 月に関係団体が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。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。これは、この J-RIME DRL が妥当なものであると認識され、確立された標準として国内で広く用いられることを目指したからである。

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

ICRP は、DRL を「調査のためのレベルの一種であり、容易に測定される量、通常は空気中の吸収線量、あるいは単純な標準ファントムや代表的な患者の表面の組織等価物質における吸収線量に適用される」と定義している¹⁾。

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、そして優れた診療と劣った診療の境界ではないということである²⁾。線量限度は、超えてはならない線量値であるが、DRL は、臨床的な必要性があれば超過してもよい¹⁾。また、職業被曝の線量限度とは異なり、DRL は個々の患者の被ばくを制限するものではない。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。異常に高い線量を用いている施設を特定し、最適化のプロセスを推進するためのツールである。

DRL は国または地域ごとに設定される。これは、機器および処置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。

DRL は、標準的な体格の患者または標準ファントムについて、容易に測定され再現性の高い線量尺度を用いて設定されるものであり、実効線量を用いて設定するべきではない²⁾。また設定に際しては画質が考慮される。

DRL の設定に当たっては、まず検査種別に、予め標準化された方法により線量測定が実施される。患者やファントム測定による典型的な線量の分布の第 75 百分位数として設定することが多いが、最適化が進んでいる検査においては、この限りではない。

いったん国や地域で DRL が設定された後も、その値は、機材や診療の変化に従い、定期的に再評価される。今回提案する DRL も、今後、機器・手法の進歩など放射線医療の状況に応じて適宜見直す予定であり、そのためには定期的に全国から放射線診断の線量情報を収集する必要があり、線量調査のための技術的対応が進められている。現在、医療被ばくに関連した情報を電子的に収集する手法としては、DICOM(PS3.16)で規格化されている Radiation Dose Structured Report (RDSR)を利用することが放射線画像診断装置で検討されている⁴⁻⁷⁾。

DRL と同様の概念に、達成可能線量 (Achievable Dose; AD)と診断参考レンジ (Diagnostic Reference Range; DRR)がある。AD は線量分布のほぼ第 50 百分位数として設定される。DRL は基本線量分布の上位 25%に入る施設に見直しを求めるものであるが、残

り75%の施設にも患者への防護の最適化を促す目的で、米国放射線防護審議会(NCRP)はADの利用を推奨している³⁾。さらに質の向上のための有益な取り組みとして、DRRの利用も提案されている。典型的なDRRの下限以下では、診断的価値のある高画質が得られない、上限以上では線量が過大になる可能性があるという幅を持って調査用または対策用のレベルを示すという考え方である⁸⁾。

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がDRL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評価し、DRLより低くなったことを確認する。NCRP³⁾では、定期的に(たとえば少なくとも年1回)プロトコールおよび診療を見直し、気づかないうちに変化していないことを確認することを推奨している。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、長期的な(3~6ヵ月)経験が得られた後に再評価することが望ましい³⁾。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の目的は、最適化であって、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。検査に当たっては、マージンを含んで必要な線量を用いることが前提である。

最適化の推進のためにも医療現場においては、まずDRL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との比較が難しい。当面の対応策として、NDD法⁹⁾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。

DRLは国際比較にも利用される¹⁰⁾。標準ファントムに基づくDRLの場合は問題ないが、標準体型に基づくDRLの場合、欧米人と日本人には明らかな体格差があることに注意が必要である。

参考文献

- 1) International Commission on Radiological Protection, 1996. Radiological protection and safety in medicine. ICRP Publication 73. Ann. ICRP 26 (2)
- 2) Vassileva J, Rehani M, 2015. Diagnostic reference levels, American Journal of

Roentgenology 204, W1–W3.

- 3) National Council on Radiation Protection and Measurements, 2012. NCRP report 172. Reference Levels and Achievable Doses in Medical and Dental Imaging: Recommendations for the United States.
- 4) The Association of Electrical Equipment and Medical Imaging Manufacturers, 2015. DICOM Standard, <http://medical.nema.org/standard.htm>.
- 5) International Electrotechnical Commission, IEC 61910–1 ed.1.0, 2014. Medical electrical equipment – Radiation dose documentation – Part 1: Radiation dose structured reports for radiography and radioscopy.
- 6) International Electrotechnical Commission, IEC 60601–2–44 ed.3.0, 2009. Medical electrical equipment – Part 2–44: Particular requirements for the basic safety and essential performance of X-ray equipment for computed tomography.
- 7) International Electrotechnical Commission, IEC 60601–2–43 ed.2.0, 2010. Medical electrical equipment – Part 2–43: Particular requirements for the basic safety and essential performance of X-ray equipment for interventional procedures.
- 8) Goske M, Strauss K, Coombs L, et al., 2013. Diagnostic reference ranges for pediatric abdominal CT. *Radiology* 268, 208–218.
- 9) 森剛彦, 鈴木光昭, 佐藤齊, 他, 1996. X線診断領域における患者の表面入射線量簡易計算式—NDD法—. (社)茨城県放射線技師会, (社)日本放射線技術学会茨城支部被曝低減委員会.
- 10) Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, last revision 2013. National Diagnostic Reference Level Fact Sheet
<http://www.arpansa.gov.au/services/ndrl/ndrlFactsheet.cfm> (accessed 17 March 2015).

3. 診断参考レベルの数値

J-RIME が提案する診断参考レベル(DRL)は以下の通り

3.1.1 成人 CT の診断参考レベル

	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)
頭部単純ルーチン	85	1350
胸部 1 相	15	550
胸部～骨盤 1 相	18	1300
上腹部～骨盤 1 相	20	1000
肝臓ダイナミック	15	1800
冠動脈	90	1400

注1) 標準体格は体重 50～60kg、但し冠動脈のみ体重 50～70 kg

注2) 肝臓ダイナミックは、胸部や骨盤を含まない

より詳しい情報は CT の診断参考レベル設定の報告(P11)を参照のこと

3.1.2 小児 CT の診断参考レベル

	1 歳未満		1～5 歳		6～10 歳	
	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP
頭部	38	500	47	660	60	850
胸部	11 (5.5)	210 (105)	14 (7)	300 (150)	15 (7.5)	410 (205)
腹部	11 (5.5)	220 (110)	16 (8)	400 (200)	17 (8.5)	530 (265)

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

注2) CTDI_{vol} の単位は mGy、DLP の単位は mGy·cm である。

より詳しい情報は CT の診断参考レベル設定の報告(P11)を参照のこと

3.2 一般撮影の診断参考レベル

撮影部位	入射表面線量 (mGy)	撮影部位	入射表面線量 (mGy)
頭部正面	3.0	骨盤	3.0
頭部側面	2.0	大腿部	2.0
頸椎	0.9	足関節	0.2
胸椎正面	3.0	前腕部	0.2
胸椎側面	6.0	ゲースマン法	6.0
胸部正面	0.3	マルチウス法	7.0
腹部	3.0	乳幼児	0.2
腰椎正面	4.0	幼児胸部	0.2
腰椎側面	11.0	乳幼児股関節	0.2

より詳しい情報は一般撮影の診断参考レベル設定の報告(P16)を参照のこと

3.3 マンモグラフィの診断参考レベル

・平均乳腺線量 2.4 mGy (95%)

より詳しい情報はマンモグラフィの診断参考レベル設定の報告(P20)を参照のこと

3.4 口内法 X 線撮影*の診断参考レベル

*今回調査したのは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。

撮影部位	PED (mGy) ^{a)}	
	成人 ^{b)}	小児 ^{c)}
上 顎		
前歯部	1.3	0.9
犬歯部	1.6	1.0
小臼歯部	1.7	1.1
大臼歯部	2.3	1.3
下 顎		
前歯部	1.1	0.7
犬歯部	1.1	0.9
小臼歯部	1.2	0.9
大臼歯部	1.8	1.1

a) PED (患者入射線量)は患者の背面散乱を含まないコーン先端自由空中空気カーマ

b) 標準的な体格の成人患者

c) 10 歳小児患者

より詳しい情報は口内法 X 線撮影の診断参考レベル設定の報告(P23)を参照のこと

3.5 IVR の診断参考レベル

・透視線量率 20mGy/min (IVR 基準点線量率)

より詳しい情報は IVR の診断参考レベル設定の報告(P28)を参照のこと

3.6 核医学検査の診断参考レベル

検査及び放射性薬剤	DRL (MBq) ^{a)}
骨： ^{99m} Tc-MDP	950
骨： ^{99m} Tc-HMDP	950
骨髄： ¹¹¹ In-CI	120
脳血流： ^{99m} Tc-HM-PAO(安静あるいは負荷1回のみ)	800
脳血流： ^{99m} Tc-HM-PAO(安静+負荷)	1200
脳血流： ^{99m} Tc-ECD(安静あるいは負荷1回のみ)	800
脳血流： ^{99m} Tc-ECD(安静+負荷)	1100
脳血流： ¹²³ I-IMP(安静あるいは負荷1回のみ)	200

脳血流： ¹²³ I-IMP(安静+負荷)	300
脳疾患：イオマセニル(¹²³ I)	200
トランスミットランスポーター：イオフルハソ(¹²³ I)	190
脳槽・脊髄腔： ¹¹¹ In-DTPA	70
甲状腺摂取率： ¹²³ I-NaI	10
甲状腺： ^{99m} Tc-pertechnetate	300
副甲状腺： ²⁰¹ Tl-Cl	120
副甲状腺： ^{99m} Tc-pertechnetate	300
副甲状腺： ^{99m} Tc-MIBI	800
肺換気： ^{81m} Kr-ガス	200
肺換気： ¹³³ Xe-ガス	480
肺血流： ^{99m} Tc-MAA	260
RIヘノグラフィ： ^{99m} Tc-MAA	500
肝・脾： ^{99m} Tc-phytate	200
肝機能： ^{99m} Tc-GSA	260
肝胆道： ^{99m} Tc-PMT	260
肝・脾： ^{99m} Tc-Snコロイド	180
心筋血流： ²⁰¹ Tl-Cl	180
心筋血流： ^{99m} Tc-tetrofosmin(安静あるいは負荷1回のみ)	900
心筋血流： ^{99m} Tc-tetrofosmin(安静+負荷)	1200
心筋血流： ^{99m} Tc-MIBI(安静あるいは負荷1回のみ)	900
心筋血流： ^{99m} Tc-MIBI(安静+負荷)	1200
心筋脂肪酸代謝： ¹²³ I-BMIPP	130
心交感神経機能： ¹²³ I-MIBG	130
心プール： ^{99m} Tc-HSA	1000
心プール： ^{99m} Tc-HSA-D	1000
心筋梗塞： ^{99m} Tc-PYP	800
唾液腺： ^{99m} Tc-pertechnetate	370
メッケル憩室： ^{99m} Tc-pertechnetate	500
消化管出血： ^{99m} Tc-HSA-D	1040
腎静態： ^{99m} Tc-DMSA	210
腎動態： ^{99m} Tc-MAG3	400
腎動態： ^{99m} Tc-DTPA	400
副腎皮質： ¹³¹ I-アドステロール	44
副腎髄質： ¹³¹ I-MIBG	45
副腎髄質： ¹²³ I-MIBG	130
腫瘍： ²⁰¹ Tl-Cl	180

腫瘍・炎症： ⁶⁷ Ga-citrate	200
リンパ管： ^{99m} Tc-HSA-D(保険適応外)	950
センチネルリンパ節： ^{99m} Tc-Snコロイド*	120
センチネルリンパ節： ^{99m} Tc-phytate	120
RIアンギオグラフィ： ^{99m} Tc-HSA-D	1000
腫瘍検査：院内製造された ¹⁸ F-FDG	240
腫瘍検査：デリバリーされた ¹⁸ F-FDG	240
脳検査：院内製造された ¹⁸ F-FDG	240
脳検査：デリバリーされた ¹⁸ F-FDG	240
¹⁵ O-CO ₂ ガス：2D	8000
¹⁵ O-O ₂ ガス：2D	6000
¹⁵ O-COガス：2D	3000
¹⁵ O-CO ₂ ガス：3D	2900
¹⁵ O-O ₂ ガス：3D	7000
¹⁵ O-COガス：3D	7500
心臓検査：院内製造された ¹⁸ F-FDG	240
心臓検査：デリバリーされた ¹⁸ F-FDG	240
心臓検査： ¹³ N-NH ₃	720

a) 成人の投与量(MBq)

より詳しい情報は核医学検査の診断参考レベル設定の報告(P32)を参照のこと

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に感謝の意を表する。

赤羽 恵一氏	奥田 保男氏	佐藤 健児氏	藤原 理吉氏
赤羽 正章氏	奥村 泰彦氏	佐藤 寛之氏	細野 眞氏
浅田 恭生氏	小野 欽也氏	宍戸 文男氏	法花堂 学氏
阿部 光一郎氏	甲斐 倫明氏	島田 義也氏	間賀田 泰寛氏
阿部 修司氏	加藤 京一氏	鈴木 昇一氏	牧 浩昭氏
粟井 一夫氏	加藤 守氏	鈴木 賢昭氏	待鳥 詔洋氏
粟井 和夫氏	川辺 睦氏	清 哲朗氏	松尾 綾江氏
五十嵐 隆元氏	神田 玲子氏	高瀬 正氏	宮川 清氏
池淵 秀治氏	菊池 敬氏	高橋 康幸氏	宮寄 治氏
井澤 真希氏	菊地 透氏	竹井 泰孝氏	村松 禎久氏
石井 一成氏	岸本 健治氏	多湖 正夫氏	目黒 靖浩氏
石口 恒男氏	北村 善明氏	田代 聡氏	諸澄 邦彦氏
井田 正博氏	木村 達氏	田波 穰氏	柳田 幸子氏
井田 義宏氏	工藤 安幸氏	土井 司氏	柳田 祐司氏
伊丹 純氏	櫛田 尚樹氏	中村 和正氏	山下 俊一氏
市田 隆雄氏	久保田 一徳氏	中村 吉秀氏	山口 一郎氏
伊藤 友洋氏	小山 修司氏	西出 裕子氏	吉田 和則氏
犬伏 正幸氏	斎 政博氏	西川 慶一氏	米内 俊祐氏
今林 悦子氏	斎藤 享子氏	丹羽 太貫氏	米倉 義晴氏
岩永 明男氏	坂本 肇氏	根岸 徹氏	我妻 慧氏
遠藤 啓吾氏	笹川 泰弘氏	花井 耕造氏	渡邊 浩氏
大野 和子氏	佐々木 健氏	原田 康雄氏	(五十音順)
岡本 孝英氏	佐々木 康人氏	伴 信彦氏	
小川 清氏	佐藤 公彦氏	福島 康宏氏	

NPO 法人日本乳がん検診精度管理中央機構

海外アドバイザー

Dr. Madan Rehani (元 IAEA、ESR)

Dr. Maria del Rosario Perez (WHO)

Dr. Lawrence Lau (IRQN、ISR)

Dr. Ferid Shannoun (UNSCEAR)

参考資料

診断参考レベル設定の報告

モダリティ CT

報告者 赤羽 正章、井田 義宏、竹井 泰孝、藤原 理吉、宮崎 治

報告日 2015 年 2 月 27 日

1. 診断参考レベル(DRL)の数値

成人と小児の CT について、CTDI_{vol} (volume computed tomography dose index)および DLP (dose length product)を対象として、下記(表 1、表 2)のように DRL を定めた。

表 1. 成人 CT の DRL

	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)
頭部単純ルーチン	85	1350
胸部 1 相	15	550
胸部～骨盤 1 相	18	1300
上腹部～骨盤 1 相	20	1000
肝臓ダイナミック	15	1800
冠動脈	90	1400

注 1) 標準体格は体重 50～60kg、但し冠動脈のみ体重 50～70 kg

注 2) 肝臓ダイナミックは、胸部や骨盤を含まない

表 2. 小児 CT の DRL

	1 歳未満		1～5 歳		6～10 歳	
	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP
頭部	38	500	47	660	60	850
胸部	11 (5.5)	210 (105)	14 (7)	300 (150)	15 (7.5)	410 (205)
腹部	11 (5.5)	220 (110)	16 (8)	400 (200)	17 (8.5)	530 (265)

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

注 2) CTDI_{vol} の単位は mGy、DLP の単位は mGy·cm である。

2. 上記数値の根拠

2.1. 調査(時期、対象、方法)

成人については、二つの調査結果を参考にした。一つは、日本医学放射線学会(以下、日医放)が専門医修練機関 712 施設を対象として 2014/5/19～5/25 のうち任意の 1 日の全 CT 検査(但し 100 件を越える場合は任意の 100 件以上)の撮影条件について、各施設で入力した Excel ファイルを日医放が収集し放射線医学総合研究所が集計した結果である。443 施設 797 台の CT 装置で撮影された 24,860 検査の撮影条件が収集された。もう一つは、日本診療放射線技師会(以下、技師会)が、学会誌に同封した 2013/qqq8/23 締め切りのアン

ケートの集計結果である。体重 65 kg 程度の患者に対する典型的な撮影条件の記載が求められた。無床診療所から 500 床以上の施設まで含まれた 307 施設の回答が得られた。

小児についても、二つの調査結果を参考にした。一つは、日本放射線技術学会(以下、技術学会)竹井班が、技術学会研究班による同様の調査に回答履歴のある 339 施設へ送付した 2012 年 8 月 31 日締め切りの小児 CT 撮影条件アンケート調査で、196 施設の撮影条件が解析された¹⁾。標準的な体格は、1 歳未満、1~5 歳、6~10 歳の各区分について体厚で規定された。もう一つは上述の技師会の調査で、1 歳未満、1~2 歳、3~5 歳、6~10 歳、11~15 歳の各区分について典型的な撮影条件の記載が求められた。なお、上述の日医放の調査にも小児 CT は含まれていたが、件数が少なかったため検討対象から外した。

2.2 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

線量評価には、CT 装置のコンソール上に表示されるか dose report として記録された $CTDI_{vol}$ (mGy) および DLP (mGy·cm) の推測値を用いた。

成人患者の標準体格を定めるため、日医放調査でプロトコール毎に体重分布を解析したところ、ほぼすべてのプロトコールで 50~60kg が最頻であったが、冠動脈だけは 60~70kg が最頻であった。そこで、冠動脈を除くすべてのプロトコールでは標準体格を 50~60kg と定め、この区間の患者を対象として線量分布の 75 パーセンタイルを求めた。冠動脈については最頻区間も含めるために標準体格を 50~70kg に拡大し、線量分布の 75 パーセンタイルを求めた。

なお、技師会調査では標準体格を $65kg \pm 2.5kg$ と想定していたため、これを 55kg へ補正して日医放調査と比較した。補正係数を日医放調査の 50~60kg と 60~70kg の線量分布 75 パーセンタイルの比率から求めたところ、頭部の $CTDI_{vol}$ と DLP について 0.97 と 0.98、腹骨盤の $CTDI_{vol}$ と DLP について 0.89 と 0.87 であった。

2.3 結果と考察(DRL 設定の根拠、限界)

DRL 設定のためには、様々な性格の施設を対象として 10 件以上の標準的な検査の撮影条件を収集することが望ましいとされている。日医放の調査が対象とした修練機関は 100 床以上かつ放射線科医が常勤している施設であり、実臨床の少なからぬ割合を占める小規模な施設や特殊な施設の情報欠けている。技師会の調査は、典型的と思われた撮影条件を恣意的に記載したものであり、実際の検査を複数集計したものではない。技術学会の小児 CT 調査も同様の限界を有する。成人(表 3)も小児も、二つの調査に基づく 75 パーセンタイルの間を取った上で切りの良い数値に丸めるという原則で DRL を設定した。その際、 $CTDI_{vol}$ と DLP の比率から想定される撮影範囲長に乖離がある場合は、より現状に即すると考えられた撮影範囲長のデータを優先した。

表 3. 成人 CT の 75 パーセンタイルの比較

	日本医学放射線学会調査		日本診療放射線技師会調査	
	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)
頭部単純ルーチン	90.3	1416	81.5*	1168.2*
胸部 1 相	14.56	553.3	15.1*	510.7*
胸部～骨盤 1 相	18.1	1269		
上腹部～骨盤 1 相	20.1	1010	17.8*, **	696*, **
肝臓ダイナミック	14.7	1820.4		
冠動脈のみ	74.9	1439	98	1392

*) 補正係数にて 55kg 相当に補正した値

**) 「腹部」のアンケート結果

3. DRL 運用に関する注意など

肝臓ダイナミック CT は施行頻度も線量も高いと考えられたため、他国に先駆けて DRL を設定した。DRL の CTDI 15 mGy は 1 相当りの平均値であるが、DLP 1800 mGy·cm は検査全体の合計であることに注意したい。例えば、4 相均等なプロトコールなら 1 相あたり 450 mGy·cm 相当である。検査全体の DLP による管理なので、何相のプロトコールであっても、相毎に目標画質が異なっても、DRL を運用できる。

小児の胸部や腹部の CTDI_{vol} や DLP について、CT 装置のコンソールや dose report に表示される値が 16cm ファントムによる値 (CTDI_{vol,16}, DLP₁₆) と 32cm ファントムによる値 (CTDI_{vol,32}, DLP₃₂) のどちらなのか、CT 装置によって異なることに留意する必要がある。装置の線質によって異なるが、平均すると CTDI_{vol,16} は CTDI_{vol,32} の約 2 倍となる²⁾。

4. その他

今回設定した成人の DRL を、他国の既存の DRL と比較した(表 4)。欧米の DRL における標準体格は日本より大きいことを念頭に比較する必要がある。頭部単純ルーチン検査の線量について、日本は欧米より高い傾向が見て取れる。胸部に対する腹部の線量が日本で割高なのは、欧米の調査年代が古いので AEC 普及率が低かったためかもしれない。躯幹部の撮影範囲長を DLP/CTDI_{vol} で計算すると EC の撮影範囲は短すぎるので、EC の実際の CTDI_{vol} はもっと低かった可能性がある。

小児の DRL についても、他国の報告と比較した(表 5)。頭部 CT は CTDI_{vol}, DLP とともに IAEA の 40 か国の調査や、欧米の報告に比し高い傾向にあった。胸腹部は IAEA の調査に比し低かったが、ドイツやタイなどの調査に比し高い傾向にあった。小児の CT 撮影条件は今回の DRL 設定を活用し、今後、諸外国と同レベルまで低減されることが望まれる。

表 4. 他国の DRL との比較(成人)

	日本 (2015)		EC (1999) ³⁾		UK (2003) ⁴⁾		USA (2005) ⁵⁾
	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}
頭部単純ルーチン	85	1350	60	1050	65/100*	930	75
胸部 1 相	15	550	30	650	13/14**	580	21
胸部～骨盤 1 相	18	1300			12/14**	940	
上腹部～骨盤 1 相	20	1000	35	780	14	560	25

注) CTDI_{vol} の単位は mGy、DLP の単位は mGy・cm である。

*) 大脳と後頭蓋窩とを併記

***) 胸部と肝臓以下とを併記

表 5. 他国の調査結果や DRL との比較(小児)

CTDI _{vol,16} (mGy)	頭部			胸部			腹部		
	<1 歳	1-5 歳	6-10 歳	<1 歳	1-5 歳	6-10 歳	<1 歳	1-5 歳	6-10 歳
日本 (2015)	38	47	60	11	14	15	11	16	17
IAEA (2012) ⁶⁾	29	37.7	46.1	14.0*	16.4*	20.0*	21.4*	26.0*	24.0*
Germany (2006) ⁷⁾	33	40	50	3.5	5.5	8.5	5	8	13
DLP ₁₆ (mGy・cm)									
日本 (2015)	500	660	850	210	300	410	220	400	530
Germany (2006) ⁷⁾	390	520	710	55	110	210	145	255	475
Thailand (2012) ⁸⁾	400	570	610	80	140	305	220	275	560

*) 文献の CTDI_{vol,32} データを 2 倍し CTDI_{vol,16} とした

5. 参考資料

- 1) Takei Y, Suzuki S, Miyazaki O, et al, 2014. Summary of the survey on radiation exposure of pediatric CT examination in Japan – focus on environments of CT examination-. Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi 70, 562–568.
- 2) Huda W, Sterzik A, Tipnis S, 2010. X-ray beam filtration, dosimetry phantom size and CT patient dose conversion factors. Phys Med Biol 55, 551–561.
- 3) European Commission, 1999. European guidelines on quality criteria for computed tomography, Report EUR 16262 EN. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- 4) Shrimpton PC, Hillier MC, Lewis MA, Dunn M, 2005. Doses from computed tomography

- (CT) examinations in the UK–2003 review; NRPB–W67. Public Health England, UK.
- 5) NCRP, 2012. Report No.172. Reference Levels and Achievable Doses in Medical and Dental Imaging: Recommendations for the United States. National Council of Radiation Protection and Measurements, USA.
 - 6) Vassileva J, Rehani MM, Applegate K, et al, 2013. IAEA survey of paediatric computed tomography practice in 40 countries in Asia, Europe, Latin America and Africa: procedures and protocols. *Eur Radiol* 23, 623–631.
 - 7) Galanski M, Nagel HD, Stamm G, 2006. Paediatric CT exposure practice in the Federal Republic of Germany: results of a nation–wide survey in 2005/2006. *Medizinische Hochschule Hannover web site.*
http://www.mh-hannover.de/fileadmin/kliniken/diagnostische_radiologie/download/Report_German_Paed-CT-Survey_2005_06.pdf. Published Nov 30, 2006.
 - 8) Kritsaneepaiboon S, Trinavarat P, Visrutaratna P, 2012. Survey of pediatric MDCT radiation dose from university hospitals in Thailand: a preliminary for national dose survey. *Acta Radiol* 53, 820–826.

モダリティ 一般撮影

報告者 ○笹川 泰弘、浅田 恭生、岡本 孝英、岸本 健治、佐々木 健、吉田 和則、多湖正夫

報告日 2015 年 2 月 23 日

1. DRL の数値

Examinations	Entrance surface dose (mGy)
Skull	3.0
Lateral of the Skull	2.0
Cervical spine	0.9
Thoracic spine	3.0
Lateral of the thoracic spine	6.0
Chest P→A	0.3
Abdomen	3.0
Lumbar spine	4.0
Lateral of the lumbar spine	11.0
Pelvis	3.0
Femur	2.0
Ankle joint	0.2
Forearm	0.2
Guthmann	6.0
Martius	7.0
Infant child	0.2
Child chest	0.2
Infant hip joint	0.2

2. 上記数値の根拠

2013 年に報告された浅田らのデータ¹⁾を採用した。デジタル装置(CRとFPDを含む)の普及施設は 96%であり、フィルム/スクリーン系装置はほとんどないことが示されている。今後、デジタル装置が主流となるため、DRL はデジタル装置のデータのみを用いて検討を行った。DRL として 75%線量を算出し、四捨五入してまるめをおこなった。

2.1 調査(時期、対象、方法)

2006 年に日本診療放射線技師会から提示された医療被ばくガイドライン 2006²⁾以降に報告された文献について調査検討を行った。全国規模の調査報告のうち参考となる文献とし

では、鈴木ら³⁾および浅田ら^{1),4)}の報告が上げられるが、最新のデータを利用することがよいと判断し浅田ら¹⁾のデータを用いた。

2.2 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

線量指標として入射表面線量を採用し、単位は mGy、標準体格、および照射野サイズは表 1 に示す。

表 1.推定に用いた被写体厚および照射野

Examinations (direction)		Subject thickness	Field size	
			Long axis	Short axis
		(cm)		
Skull	P→A, A→P	19	25	20
	lateral	16	25	20
Cervical spine		12	15	8
Thoracic spine	A→P	20	35	10
	lateral	30	30	10
Chest	P→A	20	35	35
Abdomen		20	45	35
Lumbar spine	A→P	20	30	10
	lateral	30	30	15
Pelvis		20	45	35
Femur		15	45	15
Ankle joint		5	25	10
Forearm		7	20	12
Guthmann		30	45	35
Martius		30	45	35
Infant child		10	25	20
Child chest		15	30	25
Infant hip joint		7	20	15

2.3 結果と考察(DRL 設定の根拠、限界)

DRL 設定に際し中央値よりかなり大きな線量である 3SD(standard deviation)以上の値は対象から除外した。

医療被ばくガイドライン 2006²⁾と比較して概ね同等もしくは一部低減がみられた。線量が低減した部位としては、胸椎、腰椎、足関節、グースマン、マルチウスであり、比較的体厚が大きく高線量が必要な部位となっている。これは特に検出量子効率(DQE)の良い FPD の普及が関係していると考えられる。GR と FPD の線量比較を表 2 に示すが、ほぼすべての撮影部位において FPD による線量が低値を示していた。現状において FPD の使用率は各撮影部位

別に差異はあるものの、5～20%程度となっており、今後は FPD の普及が進むと予想されるため、線量の低減が期待できると考える。

表 2.CR と FPD の線量比較および FPD の使用率

Examinations	direction	CR	FPD	FPD utilization (%)
		[mGy]		FPD / (CR+FPD) × 100
Skull	P→A, A→P	2.16 (n=551)	1.49 (n=68)	11.0
	lateral	1.65 (n=546)	1.14 (n=63)	10.3
Cervical spine		0.82 (n=531)	0.62 (n=87)	14.1
Thoracic spine	A→P	2.83 (n=519)	1.83 (n=91)	14.9
	lateral	5.22 (n=512)	3.06 (n=93)	15.4
Chest	P→A	0.29 (n=554)	0.20 (n=123)	18.2
Abdomen	A→P	2.61 (n=552)	2.02 (n=91)	14.2
Lumbar spine	A→P	3.70 (n=530)	2.50 (n=91)	14.7
	lateral	9.78 (n=529)	6.02 (n=93)	15.0
Pelvis	A→P	2.58 (n=526)	1.81 (n=89)	14.5
Femur		1.63 (n=550)	1.17 (n=56)	9.2
Ankle joint		0.20 (n=576)	0.21 (n=36)	5.9
Forearm		0.15 (n=575)	0.14 (n=35)	5.7
Guthmann		5.48 (n=249)	3.10 (n=62)	19.9
Martius		5.94 (n=230)	4.23 (n=54)	19.0
Infant chest	A→P	0.15 (n=381)	0.12 (n=42)	9.9
Child chest	A→P	0.21 (n=389)	0.17 (n=53)	12.0
Infant hip joint	A→P	0.21 (n=388)	0.14 (n=34)	8.1

3. DRL 運用に関する注意など

線量計を保有していない施設については、Numerical dose determination(NDD)法⁵⁾や PC program for X-ray monte carlo(PCXMC)⁶⁾のモンテカルロ法を用いた市販ソフトウェアがあるため、およそその線量の推定は可能である。

4. その他

1996年に国際原子力機関(IAEA:International Atomic Energy Agency)からガイダンスレベル⁷⁾が提案され、その後、欧米を中心に専門機関より DRL⁸⁾が提示された。これらまとめたものを表3に示す。

表 3.各国のガイドラインならびに DRL

	JART	IPSM	IAEA	EC	AAPM	NRPB	NRPC*
	Japan 2006	U.K. 1992	(BSS) 1996	1996	U.S. 1999	U.K. 1999	北欧5カ国
Radiograph							
Skull (AP or PA)	3	5	5	5		5	
Skull (LAT)	2	3	3	3		3	
Cervical spine	0.9				1.25		
Chest (PA)	0.3	0.3	0.4	0.3	0.25	0.3	0.2
Chest (LAT)	0.8	1.5	1.5	1.5		1.5	0.5
Thoracic spine (AP)	4		7				
Thoracic spine (LAT)	8		20				
Abdomen	3	10	10		4.5	10	
Lumbar spine (AP)	5	10	10	10	5	10	6
Lumbar spine (LAT)	15	30	30	30		30	
Pelvis	3	10	10	10		10	5
Hip joint	4		10				
Dental panoramic						65	
Dental periapical			7				

5. 参考資料

- 1) 浅田恭生, 鈴木昇一, 小林謙一, 他, 2013. X線診断時に患者が受ける線量の調査研究 (2011)による線量評価. 日放技学誌 69(4), 371-379
- 2) (社)日本放射線技師会 編集, 2006. 放射線量適正化のための医療被曝ガイドライン, 文光堂.
- 3) 鈴木昇一, 浅田恭生, 加藤英幸, 他, 2009. X線診断時に患者が受ける線量の調査研究 班一中間報告2一. 日放技学誌 65(11), 1582-1589.
- 4) 浅田恭生, 鈴木昇一, 小林謙一, 他, 2012. X線診断時に患者が受ける線量の調査研究 (2011)によるアンケート結果概要—撮影条件に関する因子を中心に—. 日放技学誌 68(9), 1261-1268
- 5) 森 剛彦, 他, 1996. X線診断領域における被検者の表面入射線量簡易換算式(NDD法), (社)茨城県放射線技師会, 日本放射線技術学会茨城支部被曝低減委員会
- 6) PCXMC, PCXMC Ver.1.5 STUK-Radiation and Nuclear Safety Authority Finland
- 7) IAEA, 1996. International Basic safety Standard for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Source. Safety Series No.115
- 8) ICRP, 2001. Radiation and your patient: a guide for medical practitioners. Also includes: Diagnostic reference levels in medical imaging—review and additional advice. ICRP Supporting Guidance 2.

モダリティ マンモグラフィ

報告者 ○根岸 徹、五十嵐 隆元、川辺 睦、齋 政博、西出 裕子、久保田一徳

報告日 2015 年 3 月 6 日

1. DRL の数値

・平均乳腺線量 2.4 mGy (95%)

2. 上記数値の根拠

乳がん検診をマンモグラフィで効果的に行うには精度管理が不可欠であり、マンモグラフィでは比較的放射線感受性の高い乳腺に X 線を照射するため被ばく線量の管理なども重要と考える。欧米諸国ではわが国よりも早くから乳がん直面していたため、精度管理体系の構築もわが国よりも早くから始まっていた。アメリカでは 1986 年に米国放射線専門医会 (American College of Radiology: ACR) がマンモグラフィの精度基準を作成したことを契機に精度管理が進められた。この ACR によって発刊された精度管理マニュアルは、わが国の精度管理マニュアルを作成する際の基礎となっている¹⁾。その後、デジタルマンモグラフィシステムに対応した精度管理プログラムや国際規格として EUREF、IEC、IAEA、JIS などの精度管理プログラムが提唱されている²⁻⁵⁾。また 2000 年に入りマンモグラフィ装置はデジタル化が急速に進んだ⁶⁾。このデジタルマンモグラフィにおける世界的な指針としてアメリカで行われた Screen/Film (S/F) マンモグラフィとデジタルマンモグラフィの比較臨床試験、Digital Mammographic Imaging Screening Trial (DMIST) では高濃度乳腺におけるデジタルマンモグラフィの有用性が明らかにされている⁷⁾。

これまで日本診療放射線技師会は医療被ばくガイドラインを具体的目標として 2000 年 10 月「医療被ばくガイドライン—患者さんのための医療被ばく低減目標値—」、2006 年 11 月「放射線診療における線量低減目標値—医療被ばくガイドライン 2006—」を会告してきた。しかし、近年アナログ (S/F) システムからデジタルマンモグラフィシステムへの移行により、現在のガイドライン値が放射線診療の現状にそぐわない状況となっている可能性がある。そこで NPO 法人マンモグラフィ検診精度管理中央委員会 (現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にておこなっている線量評価のデータを用いて我が国における DRL を算定した。

2.1 調査(時期、対象、方法)

時期: 2001 年 6 月から 2014 年 6 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 4,816 台

方法: 施設画像認定で A・B 認定を受けた乳房用 X 線装置システムの平均乳腺線量 (測定は施設認定を行った施設に対し送付したガラス線量計 (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)
測定データより最低値、最大値、平均値、50%値、75%値、90%値 95%値の比較検討を行った。

2.2 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

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、測定器に照射を行う。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。

2.3 結果と考察(DRL 設定の根拠、限界)

Table1 Compare the percentile of average glandular dose rate

	average glandular dose (mGy)						
	mean	minimum	maximum	50percentile	75percentile	90percentile	95percentile
n=4,816	1.77±0.39	0.60	2.90	1.70	2.00	2.20	2.40

マンモグラフィシステムでは他のモダリティと比較して標準偏差が小さく、線量分布がまとまっている。これは NPO 法人日本乳がん検診精度管理中央機構をはじめとする多くの学会や装置・測定器メーカーの協力のもと、精度管理を行ってきた功績であると考えられる。また、今回のデータは施設画像認定で A・B 認定を受けた乳房用 X 線装置システム 4,816 台のデータであることから、画質と線量の最適化が図られているデータであると考えられる。よって上記の理由より本邦で収集可能なデータの中では最も信頼性は高く、画質も担保されていることから 95percentile を用いることが最適であると考えられる。

3. DRL 運用に関する注意など

今回提言した DRL 値は EUREF、IEC などの受入値より高い値 (EUREF: 2.0 mGy at PMMA 40 mm) である。これは我が国の現状を示した DRL 値であるが、今後諸外国と同レベルまで低減していかなくてはならない。

4. その他

今後、さらにデジタル化が進むと考えられ、それに伴い現在検討が行われている Tomosynthesis など新たな撮影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⁸⁾。

5. 参考資料

- 1) Mammography Accreditation Program Requirements, 2002. American College of Radiology.
- 2) 公益社団法人 日本放射線技術学会, 2012. 放射線医療技術学叢書 (14-4) 乳房撮影精度管理マニュアル. 第4版.
- 3) IEC 61223-3-2, 2007. Evaluation and routine testing in medical imaging departments-Part 3-2: Acceptance tests-Imaging performance of mammographic X-ray equipment.
- 4) JIS Z 4752-3-2, 2011. 医用画像部門における品質維持の評価及び日常試験方法-第3-2部: 受入試験-乳房用 X 線装置の画像性能.
- 5) European Reference Organisation for Quality Assured Breast Screening and Diagnostic Services, 2005. European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis. Fourth Edition.
- 6) (社)日本画像医療システム工業会, 2010. デジタルマンモグラフィ検査の実態調査報告
- 7) Pisano E, Gatsonis C, Hendrick E, Yaffe M, Baum J, Acharyya S, Conant E, Fajardo L, Bassett L, D'Orsi C, Jong R, Rebner M, 2005. Diagnostic Performance of Digital versus Film Mammography for Breast Cancer Screening - The Results of the American College of Radiology Imaging Network (ACRIN) Digital Mammographic Imaging Screening Trial (DMIST). NEJM, published online September 16, 2005 and in print on October 27, 2005.
- 8) 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 佐藤 健児、原田 康雄、西川 慶一、井澤 真希、奥村 泰彦

報告日 2015 年 3 月 20 日

1. DRL の数値

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、患者入射線量 (patient entrance dose, PED)を対象として、表 1 の DRL を定めた。なお、今回 DRL を設定したのは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	PED (mGy) ^{a)}	
	成人 ^{b)}	小児 ^{c)}
上 顎		
前歯部	1.3	0.9
犬歯部	1.6	1.0
小臼歯部	1.7	1.1
大臼歯部	2.3	1.3
下 顎		
前歯部	1.1	0.7
犬歯部	1.1	0.9
小臼歯部	1.2	0.9
大臼歯部	1.8	1.1

a) PED (患者入射線量) は患者の背面散乱を含まないコーン先端自由空中空気カーマ^{1, 2)}

b) 標準的な体格の成人患者

c) 10 歳小児患者

2. 上記数値の根拠

2.1 調査(時期、対象、方法)

日本歯科放射線学会防護委員会は、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て口内法X線撮影の実態調査を行った。各施設でもっと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系、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コーン先端自由空中空気カーマ(PED)等を校正された半導体線量計ThinX Rad(RaySafe)を用いて測定した。

2.2 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

測定されたPEDの値(mGy単位の空気カーマ値)は、包括係数2の拡張不確かさ(約95%の信頼水準)で2%の不確かさである。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値は、表2と3に示すPEDの線量分布の第3四分位数を小数点以下1桁に丸めた値とした。なお、PEDは一般撮影における入射表面線量(entrance surface dose, ESD)と異なり、患者からの背面散乱は含まない^{1, 2)}。

2.3 結果と考察(DRL設定の根拠、限界)

口内法X線撮影における実測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2.6–13.2 mGy/s、58.0–70.9 kV、1.5–2.7 mm Al、0.04–0.8 sであった。利用管電圧は、60 kVと70 kV付近に2極化していたが、半価層は 2.0 ± 0.3 mm Alと変化の幅が狭く、前回の2000年の調査と大きな相違は認められなかった³⁾。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 mm Alの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、ESDの値はPED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ESDの値を知ることは、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よいことから、コーン先端での線束面積をPEDに乗じることによって、十分な正確さで面積線量(dose-area product, DAP)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DAP値が表示されるものがある。その場合、表示DAP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は大部分が患者に吸収されるため、患者への付与エネルギー ε をDAPから比較的容易に推定できる。 ε 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⁴⁾。

今回の調査結果では、受像系はIP(イメージングプレート)システムの使用が83%(24施設)、CCD/CMOS(charge-coupled device/complementary metal oxide semiconductor)システムは0%、アナログフィルム(ノンスクリーンタイプフィルム)は17%(5施設)であった。D感度フィルムの使用は1施設のみで、すべての撮影条件でもっとも高線量であり、残りの4施設はE/F感度フィルムを使用していた。2000年の調査と比較すると、使用する受像系の変化が患者線量の低減をもたらしたもっとも大きな理由と推測された。表2、3の成人および10歳小児における撮影部位ごとのPED線量分布の解析結果が示すように、上下顎ともPED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。PEDの最大/最小の比

は、成人の下顎前歯部で4.0ともっとも小さく、10歳小児の上顎大臼歯部で14.0ともっとも大きかった。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4倍、最大で14倍異なることを意味し、線量低減の余地が多くあることを示唆している。2000年の調査と比較すると、デジタルシステムの普及に伴って一定の線量低減が確認されたが、デジタル化による弊害として、すべての部位で同じ撮影条件で撮影されている例が認められた。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設定が有効である。表2と3の比較で明らかなように、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。常に体格による撮影条件の適正化を考慮すべきである。

表2 成人における口内法X線撮影のPED (mGy)

撮影部位	最 小	最 大	中間値	平均(SD)	第3四分位数
上 顎					
前歯部	0.53	2.37	1.09	1.12 (0.42)	1.32
犬歯部	0.51	2.96	1.25	1.31 (0.49)	1.56
小臼歯部	0.60	4.72	1.47	1.48 (0.74)	1.70
大臼歯部	0.60	5.91	1.65	1.85 (0.97)	2.26
下 顎					
前歯部	0.51	2.05	0.85	0.89 (0.36)	1.05
犬歯部	0.53	2.37	0.95	1.04 (0.40)	1.11
小臼歯部	0.53	2.96	1.07	1.13 (0.47)	1.22
大臼歯部	0.53	3.70	1.31	1.44 (0.61)	1.77

表3 10歳小児における口内法X線撮影のPED (mGy)

撮影部位	最 小	最 大	中間値	平均(SD)	第3四分位数
上 顎					
前歯部	0.34	2.37	0.75	0.83 (0.37)	0.94
犬歯部	0.34	2.96	0.92	0.93 (0.45)	0.95
小臼歯部	0.34	3.70	0.95	1.05 (0.58)	1.12
大臼歯部	0.34	4.72	1.14	1.25 (0.75)	1.32
下 顎					
前歯部	0.34	1.86	0.59	0.67 (0.31)	0.74
犬歯部	0.34	2.37	0.68	0.75 (0.38)	0.91
小臼歯部	0.34	2.96	0.74	0.85 (0.48)	0.93
大臼歯部	0.34	2.96	0.95	1.02 (0.45)	1.11

3. DRL 運用に関する注意など

DRL は患者個人の個別の被ばくに適用すべきではなく、現時点で通常の診断技術を正常に用いる場合の指針となる値である。ある施設の平均線量が DRL を常に超えるならば、その診断技術が正当化されない限り、ALARA(as low as reasonably achievable)の原則⁵⁾と一致するように、患者線量を低減するための是正行動を取らなければならない。また、その施設の線量が DRL と比較して極端に低いときには、画質が診断目的に叶っているか再調査・再検討すべきである。DRL の本来の目的は、ある施設での患者の平均線量を自他と比較して患者防護の最適化を推進するとともに、診断技術の QA/QC に役立てることにある⁶⁾。患者線量を定期的に調査するだけでなく、診断技術の進歩に応じて一定期間ごとに DRL を見直すべきである。

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 kVp、フィルム感度E)の入射表面空気カーマ(entrance surface air kerma without backscatter, ESAK)を2.1~3.1 mGyの範囲と勧告した⁷⁾。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、ESAKIについて管電圧70 kVp、フィルム感度Eで2.3 mGy、および管電圧70 kVp、フィルム感度Dで3.5 mGyを勧告した⁸⁾。2012年には、NCRP(National Council on Radiation Protection and Measurements)がフィルム感度E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75パーセントイルESAKの1.6 mGyを勧告した⁹⁾。今回の我々の調査では咬翼法を対象に加えなかったが、仮に臼歯部咬翼法には標準的な口内法の下顎大臼歯部撮影のDRLを準用できるものと考えれば、米国のDRLに近い値になると思われた。

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^{1,2)}。その後新たな調査結果に基づいて、2004年にはDRLを2.1 mGyに引き下げるよう提案した¹⁰⁾。しかし、成人患者の臼歯部咬翼法撮影に対する現在の英国のDRLは依然4 mGyである。今回の我々の調査では、下顎大臼歯部のDRLは1.8 mGyとなり、NRPBの達成可能な線量に等しい値であった。

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、患者の背面散乱を含まないPEDとして5.5 mGy(背面散乱を含むESDでは7 mGy)のガイダンスレベルが報告された³⁾。これは、主に感度D/Eのアナログ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今回の2015年調査では、大半の施設がデジタルシステムもしくは感度E/F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で第3四分位数は2.3 mGyと以前の半分以下の大幅な線量低減がなされた。一般歯科診療所を対象に行われた2010年の患者線量調査でも、デジタルシステムでの適切な撮影条件の使用、最適なアナログフィル

ムの選択および写真処理の管理は、PEDにもっとも大きく影響する因子であることが指摘されている¹¹⁾。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を設定したが、これが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) Napier ID, 1999. Reference doses for dental radiography. Brit Dent J.186, 392-396.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) ICRP, 1991. ICRP Publication 60. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP 21.
- 6) 原田康雄, 2006. 診断参考レベルとその適用. 歯科放射線 46, 119-121.
- 7) Conference of Radiation Control Program Directors, 1988. Patient Exposure Guides. CRCPD Publication 88-5.
- 8) American Association of Physicists in Medicine, 2002. Reference values for diagnostic radiology: Application and Impact.
- 9) NCRP, 2012. Reference Levels and Achievable Doses in Medical and Dental Imaging: Recommendations for the United States. NCRP Report No.172.
- 10) IPEM, 2004. Institute of Physics and Engineering in Medicine. Guidance on the establishment and use of diagnostic reference levels for medical X-ray examinations. IPEM Report 88.
- 11) 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. 一般歯科診療所の口内法X線撮影における患者線量. 歯科放射線 50, 51-57.

モダリティ IVR

報告者 ○鈴木 賢昭、市田 隆雄、加藤 京一、加藤 守、坂本 肇、牧 浩昭、赤羽正章(順不同)

報告日 2015年2月11日

1. DRLの数値

・透視線量率 20mGy/min (IVR 基準点線量率)

測定基準点とした interventional reference point (IVR 基準点) は、international electrotechnical commission (IEC) や Japanese industrial standards (JIS) の改訂により現在では patient entrance reference point (患者照射基準点) と名称変更されているが、両者の基準点は同じ位置を示し以前のガイドラインとの比較もあるため、本報告では旧名称の「IVR 基準点」を使用する。

2. 上記数値の根拠

放射線皮膚障害の防止に対する意識の高まりを受け、2000年頃より様々なガイドラインが発行された。2001年に13学会により構成される医療放射線防護連絡協議会より「IVR等に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン」が発行され、2006年には10学会が参加して、「循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン」が発行されている。本ガイドラインは、2011年に改訂され、これらのガイドラインでは2Gyという値が手技の続行、中止を決定する閾値として示されており、日本でも一般的な管理目標値として周知されている。また、日本診療放射線技師会では本邦のデータをもとに2000年10月に「医療被ばくガイドライン-患者さんのための医療被ばく低減目標値-」を2006年11月には改訂版として「放射線診療における線量低減目標値-医療被ばくガイドライン 2006-」を独自に公表しており、IVR 基準点線量率 25mGy/min としている。

Interventional Radiology(以下 IVR)が他のモダリティと性質を異とするところは、検査のみではなく、治療や救命の要素が高いことである。よって、微小な病変や器具の確認のために画質向上を目的とした高線量率化を要することや手技時間や透視/撮影時間が延長する状況は理解できる。ゆえに、装置機器の特性や手技内容など施設の状況を考慮した画質評価を行い線量の最適化をはかることが重要である。

血管撮影領域での線量管理として、手技中のX線管-被写体間距離や入射部位(方向)またはX線出力が絶えず変化するため、患者のX線入射表面における空気の吸収線量である入射表面線量(Entrance Surface Dose:ESD)や患者の皮膚吸収線量を表す入射皮膚線量(Entrance Skin Dose)を日常的に臨床で測定する事は極めて困難である。また、IVR装置は使用用途の特殊性より必要時には高線量率透視を行う能力を有しているため、装置機器

の品質管理(出力線量の管理)は重要であり、線量評価を目的とする場合の出力管理は必須であると考える。

DRLの役割としてICRP Pub.105では「自施設の線量が標準に比べて著しく低いか高いかを実際的な方法で入手し評価する」とあることから、本邦で普及しているIVR基準点線量率をDRLの設定数値として採用した。

2.1 調査(時期、対象、方法)

時期:2008年および2013年。

対象: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者が在籍する施設。
(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者および受験者)

方法:対象者が在籍する施設で使用している全装置のIVR基準点線量率を測定した。

測定データより最低値、最大値、平均値、50%値、75%値およびIAEAガイダンスレベルである25mGy/min近傍との比較検討を行った。

2.2 線量評価(単位、標準ファントム、標準体格)

被写体厚は polymethyl-methacrylate:PMMA 20cm。

測定位置は Interventional Reference Point:IVR 基準点。

2.3 結果と考察(DRL設定の根拠、限界)

Table1 Compare the percentile of fluoroscopic radiation dose rate

	fluoroscopic radiation dose rate(mGy/min)							
	mean	minimum	maximum	50 percentile	75 percentile	81 percentile	87 percentile	93 percentile
2008年 (n=168)	16.9±9.96	4.1	45.2	14.93	22.1	24.73		
2013年 (n=320)	12.59±7.30	2.17	45.2	10.6	16.9		20.0	24.82

2008年調査と2013年調査結果を比較すると平均値では4.31mGy/minの低下がみられ、75percentileでは5.2mGy/minの低下がみられた。2006年に日本診療放射線技師会が提唱していた25mGy/min近傍は2008年では81percentileであったが2013年では93percentileであり、多くの施設が達成できることがわかった。2013年度調査では75percentileが16.9mGy/minであり、20mGy/minは87percentileであった事よりDRLの設定値を20mGy/minとした。

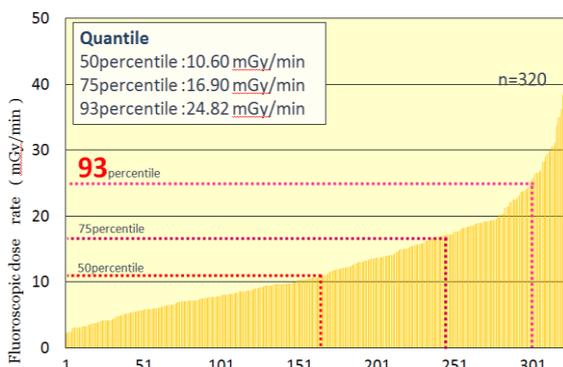


Fig.1 Fluoroscopic radiation dose rate in 2013
Quoted from Japan Professional Accreditation Board of Radiological Technologist for Angiography and Intervention

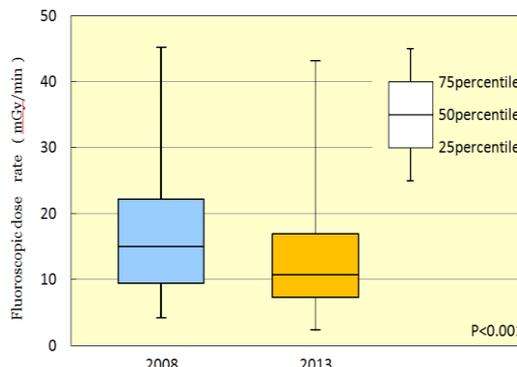


Fig.2 Compare the percentile of fluoroscopic radiation dose rate 2008 vs.2013

3. DRL 運用に関する注意など

本データは日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師認定者が在籍する施設の装置別データであり、検査・治療の目的や手技または状況を考慮した上で線量の最適化が図られていると考えられる。それは、線量の低減のみではなく手技の目的を考慮し画質確保のためにあえて線量の増加を行っていることも考えられる。線量が増減のどちらに振れているかは検証できていないため、本邦の現状からは若干の乖離も懸念される。しかし、上記の理由より本邦で収集可能なデータの中では最も信頼性は高いと考える。

諸外国では面積線量値(Dose Area Product:DAP)を採用している国も多いが、テーブルでの吸収補正や後方散乱などの影響をさらに研究し、DAP 採用の是非および、装置に搭載されているソフトによる線量評価方法などの検討も今後の課題であり、工業界との連携の下、新たな指標の検討が必要であるとする。

IVRでは皮膚障害に代表されるごとく、確定的影響が注目されているが、DRLの管理対象は確率的影響で有ることも注意を要する。

4. その他

- ・IAEA ガイダンスレベル 通常 25mGy/min, 高線量率 100mGy/min

5. 参考資料

- ・赤羽恵一, 2010. 医療被ばくの現状, INNERVISION(25/6), 東京, インナービジョン
- ・WHO 協力センター 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 山下俊一教授監修, ICRP Publication 105
- ・坂本肇, 他, 2000. 面積線量計による患者被曝管理の検討. 日本放射線技術学会 56(10), 1256-1265.
- ・IVR 等に伴う放射線皮膚障害とその防護対策検討会, 2000. IVR 等に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン.

- ・日本循環器学会, 他, 2011. 循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン
- ・日本放射線技師会, 2000. 医療被ばくガイドライン-患者さんのための医療被ばく低減目標値-, 医療科学社.
- ・日本放射線技師会, 2006. 放射線診療における線量低減目標値-医療被ばくガイドライン 2006-, 文光堂.

モダリティ 核医学

報告者 石井 一成、小野 欽也、菊池 敬、穴戸 文男、渡邊 浩

報告日 2015年3月27日

1. DRLの数値

検査および放射性薬剤	75パーセントイル	80パーセントイル	90パーセントイル	DRL案
骨： ^{99m} Tc-MDP	932	962	1045	950
骨： ^{99m} Tc-HMDP	937	963	1045	950
骨髄： ¹¹¹ In-Cl	125	125	125	120
脳血流： ^{99m} Tc-HM-PAO(安静あるいは負荷1回のみ)	763	800	932	800
脳血流： ^{99m} Tc-HM-PAO(安静+負荷)	1155	1280	1464	1200
脳血流： ^{99m} Tc-ECD(安静あるいは負荷1回のみ)	775	800	848	800
脳血流： ^{99m} Tc-ECD(安静+負荷)	1007	1068	1130	1100
脳血流： ¹²³ I-IMP(安静あるいは負荷1回のみ)	200	211	236	200
脳血流： ¹²³ I-IMP(安静+負荷)	287	310	340	300
脳疾患：イオセニル(¹²³ I)	193	195	244	200
ドパミントランスポータ：イフルバン(¹²³ I)	186	189	195	190
脳槽・脊髄腔： ¹¹¹ In-DTPA	63	63	72	70
甲状腺摂取率： ¹²³ I-NaI	9	9	13	10
甲状腺： ^{99m} Tc-pertechnetate	261	370	370	300
副甲状腺： ²⁰¹ Tl-Cl	120	120	175	120
副甲状腺： ^{99m} Tc-pertechnetate	300	370	391	300
副甲状腺： ^{99m} Tc-MIBI	784	824	848	800
肺換気： ^{81m} Kr-ガス	185	185	288	200
肺換気： ¹³³ Xe-ガス	468	480	489	480
肺血流： ^{99m} Tc-MAA	260	261	370	260
RVノグラフィ： ^{99m} Tc-MAA	459	555	740	500
肝・脾： ^{99m} Tc-phytate	185	197	228	200
肝機能： ^{99m} Tc-GSA	251	260	261	260
肝胆道： ^{99m} Tc-PMT	252	260	261	260
肝・脾： ^{99m} Tc-Snコロイド	157	185	185	180
心筋血流： ²⁰¹ Tl-Cl	180	180	196	180
心筋血流： ^{99m} Tc-tetrofosmin(安静あるいは負荷1回のみ)	831	880	951	900
心筋血流： ^{99m} Tc-tetrofosmin(安静+負荷)	1110	1130	1247	1200
心筋血流： ^{99m} Tc-MIBI(安静あるいは負荷1回のみ)	818	848	900	900
心筋血流： ^{99m} Tc-MIBI(安静+負荷)	1110	1125	1221	1200
心筋脂肪酸代謝： ¹²³ I-BMIPP	130	130	159	130
心交感神経機能： ¹²³ I-MIBG	129	130	130	130
心プール： ^{99m} Tc-HSA	931	932	1045	1000
心プール： ^{99m} Tc-HSA-D	944	997	1045	1000
心筋梗塞： ^{99m} Tc-PYP	750	925	1001	800
唾液腺： ^{99m} Tc-pertechnetate	370	370	466	370
メッケル憩室： ^{99m} Tc-pertechnetate	466	523	740	500
消化管出血： ^{99m} Tc-HSA-D	1036	1045	1046	1040
腎静態： ^{99m} Tc-DMSA	210	230	261	210
腎動態： ^{99m} Tc-MAG3	390	400	424	400
腎動態： ^{99m} Tc-DTPA	380	400	502	400
副腎皮質： ¹³¹ I-アドステロール	44	44	44	44
副腎髄質： ¹³¹ I-MIBG	40	40	48	45
副腎髄質： ¹²³ I-MIBG	130	130	170	130
腫瘍： ²⁰¹ Tl-Cl	178	180	180	180
腫瘍・炎症： ⁶⁷ Ga-citrate	174	174	208	200
リンパ管： ^{99m} Tc-HSA-D(保険適応外)	928	932	1045	950
センチネルリンパ節： ^{99m} Tc-Snコロイド	111	111	156	120
センチネルリンパ節： ^{99m} Tc-phytate	93	105	127	120
RFノキオグラフィ： ^{99m} Tc-HSA-D	943	987	1046	1000
腫瘍検査：院内製造された ¹⁸ F-FDG	235	240	260	240
腫瘍検査：デリバリーされた ¹⁸ F-FDG	252	260	280	240
脳検査：院内製造された ¹⁸ F-FDG	227	233	248	240
脳検査：デリバリーされた ¹⁸ F-FDG	255	259	295	240
¹⁵ O-CO ₂ ガス：2D	7500	7700	8100	8000
¹⁵ O-O ₂ ガス：2D	4500	5400	8360	6000
¹⁵ O-COガス：2D	3000	3000	3800	3000
¹⁵ O-CO ₂ ガス：3D	2888	2910	2955	2900
¹⁵ O-O ₂ ガス：3D	6600	7300	7400	7000
¹⁵ O-COガス：3D	7125	7500	7750	7500
心臓検査：院内製造された ¹⁸ F-FDG	221	223	236	240
心臓検査：デリバリーされた ¹⁸ F-FDG	251	258	287	240
心臓検査： ¹³ N-NH ₃	718		740	720

*成人の投与量(MBq)

2. 上記数値の根拠

2.1. 調査(時期、対象、方法)

- ① 調査時期:平成 26 年 11 月 25 日～平成 27 年 1 月 16 日
- ② 調査対象:全国のすべての核医学診療施設
- ③ 調査方法:郵送にて依頼文書を送付し、調査項目をウェブサイトに掲載し、回答はウェブサイトに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)

一定期間内の成人の平均実投与量(MBq)として算定する。

2.3. 結果と考察(DRL 設定の根拠、限界)

全国調査データの 75 パーセントイルの投与量を基準とし、本邦の実情や画質の他下記の点等を考慮し、日本核医学会放射線防護委員会での検討を経て DRL を設定した。

- ① 欧州各国で採用されている DRL 値と比較した。
例えばガリウムでは 90 パーセントイルに近い値となっているが、欧州ではこれよりもさらに多い国が多い。このような場合は得られる画質等を考慮し DRL を設定した。
- ② DRL は実投与量を用いて設定され、実投与量は実測値、あるいは実測困難な場合は計算値であることを考慮して全国調査データを解析し、DRL を検討した。
- ③ DRL 設定にあたり、現場の混乱を招くことなく実施可能な値を設定するよう心がけた。ジェネレーター、シリンジ製剤のいずれでも参照できる値を採用した。
- ④ 機器精度向上などにより変動するものなので、将来的に再調査にて再設定する可能性もある。
- ⑤ 撮像方法や症例等によっては投与量を適宜調整する必要があることを付記する。例えば、 ^{99m}Tc -MAA:「シャント症例にて全身撮像を行う場合は適宜調整すること」など。
- ⑥ PET ガス検査のように患者への供給放射能と投与放射能の概念が明確になっていない検査では整合性に課題のあるものもある。

3. DRL 運用に関する注意など

今回の全国調査では検査数に応じて一定期間内おこなわれた検査の成人の平均実投与量(MBq)を尋ねたもので、体格や体重を指定して調査してはいないが、自ずと平均的な体格(体重)の投与量になっていると推察される。したがって、各医療機関で運用する場合も、一定期間あるいは一定件数の平均実投与量を DRL と比較検討することにより各医療機関の投与量の多寡を確認することができる。

本邦では標識済み製剤を使用する医療機関が多い。標識済み製剤は検定日時における放射エネルギーが放射性医薬品基準によって定められており、製剤 1 本毎に測定する必要はなく、物理学的な半減期の補正から求めることが実際的である。

4. その他

本邦のDRL(案)について参考文献2)に示された主な検査の欧州各国のDRLと比較した。ほとんどが欧州各国の投与量の範囲に入っていた。ただし、心筋血流(201TI-CI)のように若干ではあるが欧州各国の投与量の範囲を超えているものもある。これらについては今後投与量と画質等の検討が必要である。

5. 参考資料

- 1) European Commission, 1999, Radiation protection 109. Guidance on diagnostic reference levels (DRLs) for medical exposures. OOPEC, Luxembourg.
- 2) European Commission, 2010, DDM2 Project Report Part 2: Diagnostic Reference Levels (DRLs) in Europe.
- 3) Vassileva J, Rehani M, 2015. Diagnostic reference levels, American Journal of Roentgenology 204, W1-W3.

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

説明用資料

平成27年4月18日

診断参考レベルワーキンググループ

主査 細野 眞

CT - 調査方法

● 成人

- 日本医学放射線学会 (2014)
 - 専門医修練機関(>100床、放科医常勤)712施設、1日の全CT検査
 - 443施設797CT装置24,860検査の撮影条件を収集、体重分布も
- 日本診療放射線技師会 (2013)
 - 学会誌同封アンケート、体重65kgの典型的撮影条件
 - 307施設(無床～500床以上)からの回答を収集

● 小児

- 日本診療放射線技師会 (2013)
 - 上記アンケート、1歳未満/1～2歳/3～5歳/6～10歳/11～15歳
- 日本放射線技術学会 (2012)
 - 過去調査に回答履歴のある339施設、標準的体厚の典型的条件
 - 196施設、1歳未満/1～5歳/6～10歳

CT - 線量調査結果

- 標準体格
 - 50~60kgが最頻、但し冠動脈CTは60~70kgが最頻
- 成人の75 percentile

	日本医学放射線学会2014		日本診療放射線技師会2013	
	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)
頭部単純ルーチン	90.3	1416	81.5*	1168.2*
胸部1相	14.56	553.3	15.1*	510.7*
胸部～骨盤1相	18.1	1269		
上腹部～骨盤1相	20.1	1010	17.8*,**	696*,**
肝臓ダイナミック	14.7	1820.4		
冠動脈のみ	74.9	1439	98	1392

*) 補正係数にて55kg相当に補正した値

** 「腹部」のアンケート結果

CT - 提案するDRL

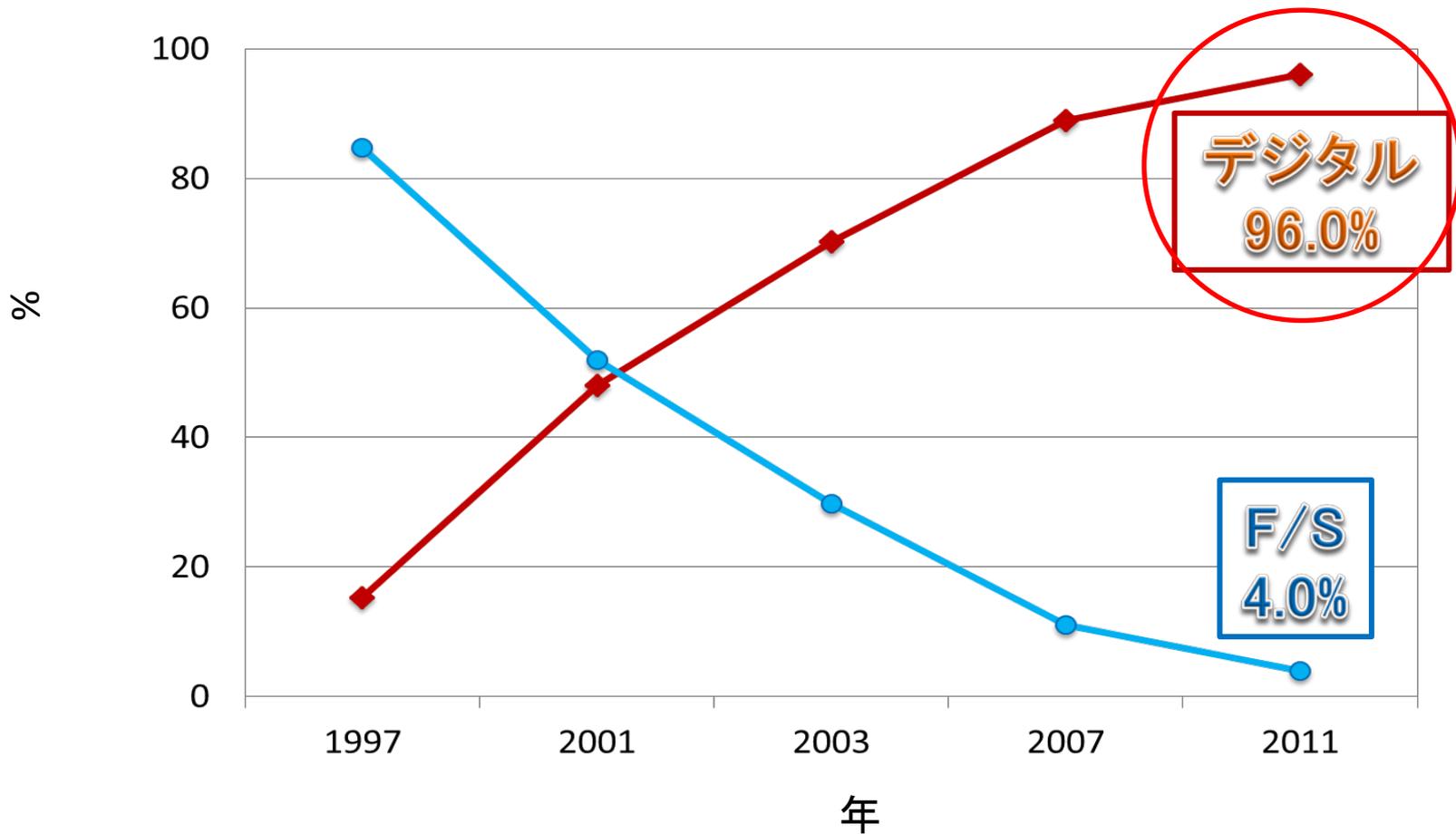
成人	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)
頭部単純ルーチン	85	1350
胸部1相	15	550
胸部～骨盤1相	18	1300
上腹部～骨盤1相	20	1000
肝臓ダイナミック	15	1800
冠動脈のみ	90	1400

小児	1歳未満		1～5歳		6～10歳	
	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP
頭部	38	500	47	660	60	850
胸部	11 (5.5)	210 (105)	14 (7)	300 (150)	15 (7.5)	410 (205)
腹部	11 (5.5)	220 (110)	16 (8)	400 (200)	17 (8.5)	530 (265)

※ 16cmファントムによる値を示し、括弧内に32cmファントムによる値を併記した。

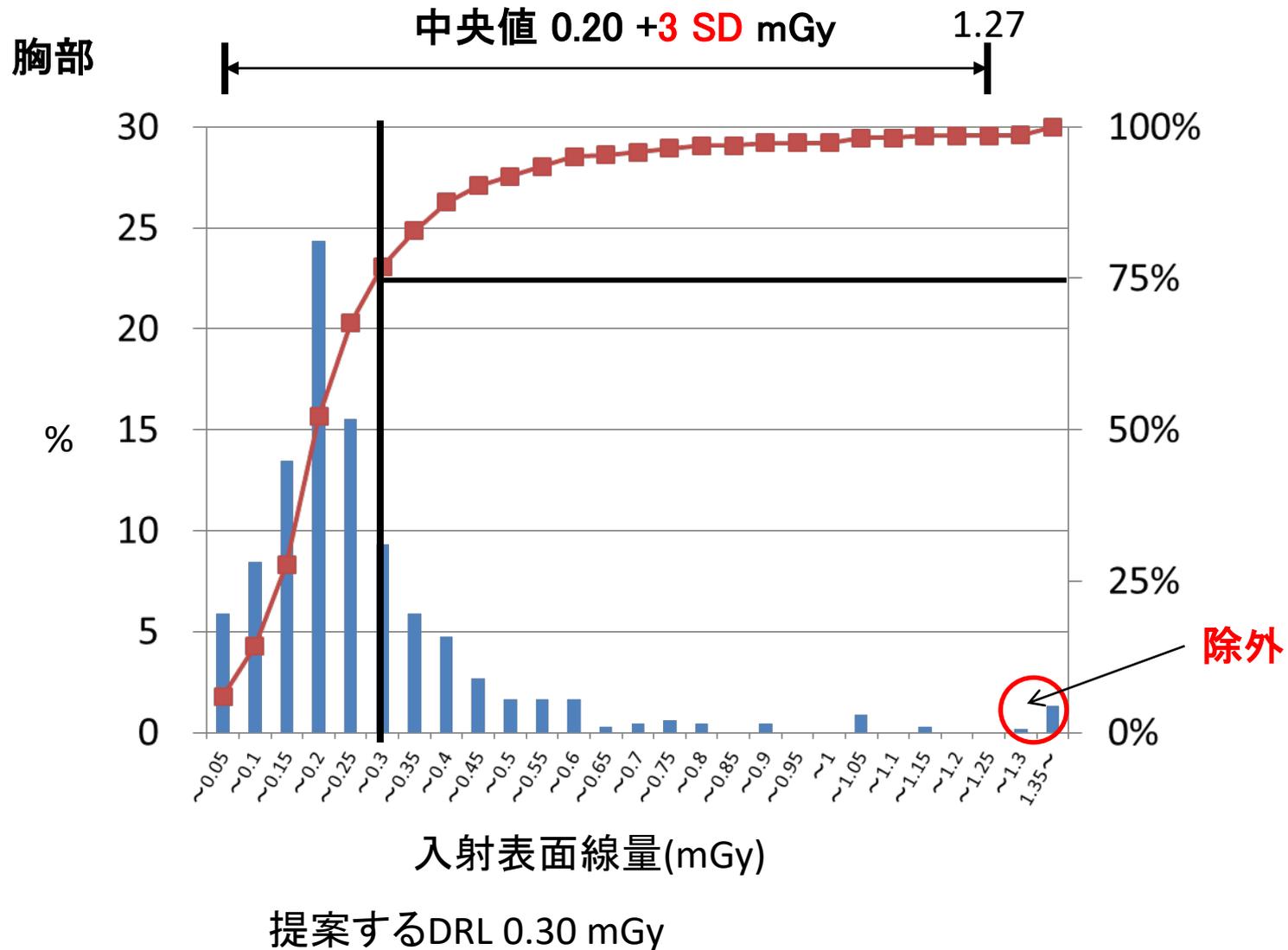
一般撮影- 調査対象の特徴

デジタルおよびフィルム/スクリーン系装置割合の変遷



DRLは**デジタル装置**のデータのみを用いて検討を行った

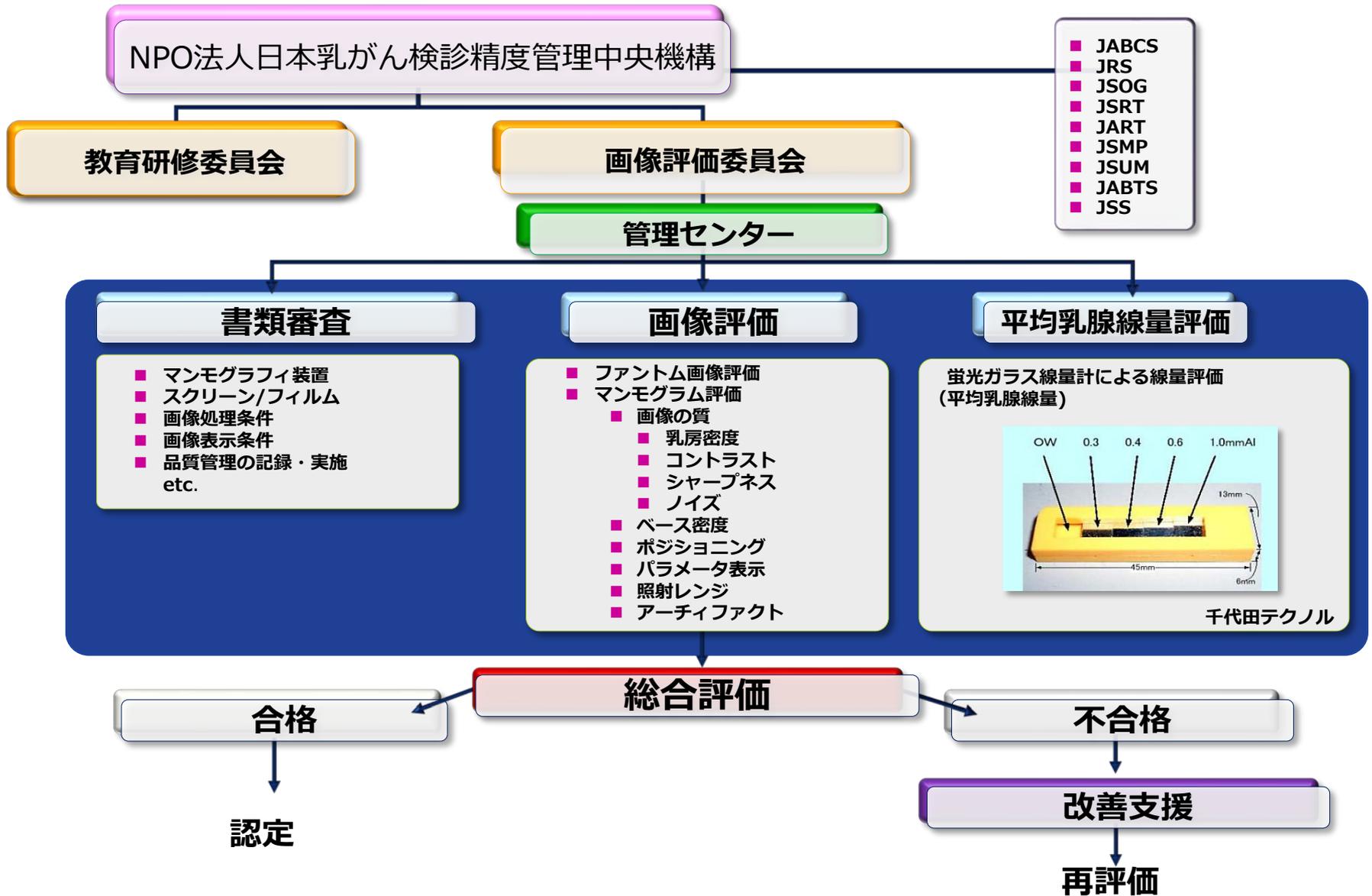
一般撮影- 調査結果(例)



一般撮影 - 提案するDRL

検査 (n)	中央値	25% 線量	75% 線量	2006 ガイドライン	2013 DRL
			(mGy)		
頭部 A→P, P→A (619)	1.84	1.29	2.62	3.0	3.0
頭部側面 (609)	1.40	0.96	1.98	2.0	2.0
頸椎 (618)	0.64	0.45	0.90	0.9	0.9
胸椎 A→P (610)	2.36	1.54	3.40	4.0	3.0
胸椎側面 (605)	3.96	2.42	5.96	8.0	6.0
胸部 P→A (677)	0.20	0.15	0.29	0.3	0.3
腹部 (643)	2.04	1.30	3.09	3.0	3.0
腰椎 A→P (621)	3.00	2.10	4.34	5.0	4.0
腰椎側面 (623)	8.16	5.31	11.07	15.0	11.0
骨盤 (615)	2.18	1.53	3.09	3.0	3.0
大腿部 (606)	1.40	0.89	1.97	2.0	2.0
足関節 (612)	0.16	0.12	0.22	0.3	0.2
前腕部 (610)	0.12	0.08	0.16	0.2	0.2
グースマン法 (311)	3.76	2.14	6.23	9.0	6.0
マルチウス法 (284)	4.37	2.57	7.12	10.0	7.0
乳幼児 (423)	0.11	0.08	0.16	0.2	0.2
幼児胸部 (442)	0.14	0.10	0.22	0.2	0.2
乳幼児股関節 (422)	0.12	0.08	0.19	0.2	0.2

マンモグラフィ - 調査方法(1)



マンモグラフィ - 調査方法(2)

ファントム画像評価

ACR 推奨ファントム

JRS 推奨ファントム

デジタルマンモグラフィ QC ファントム



Detection of simulated lesions



\geq 参考値

線量評価 (Average glandular dose: AGD)

IEC (EUREF) 手法による AGD 測定



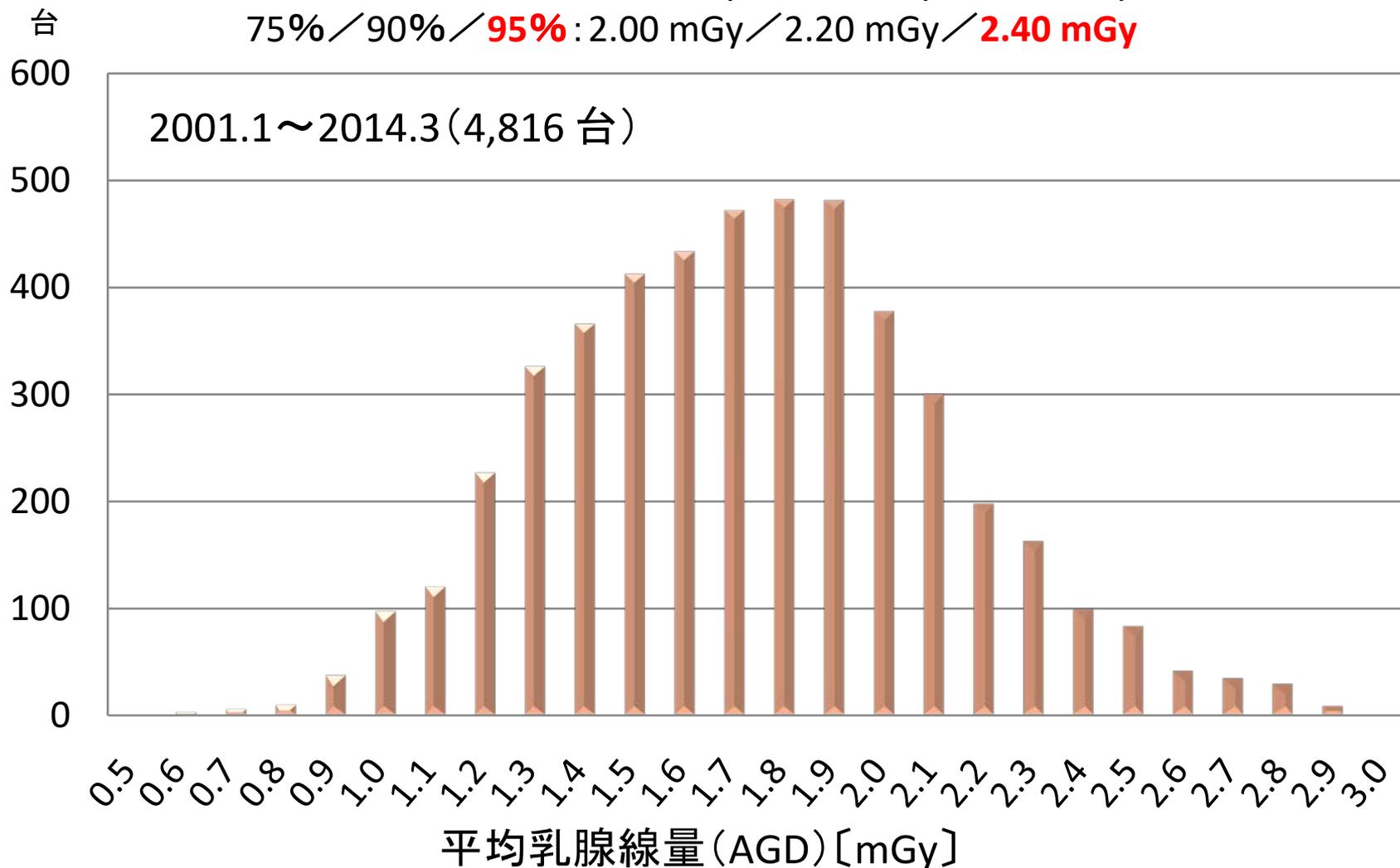
平均乳腺線量 (AGD)



\leq 3.0 mGy

マンモグラフィ - 調査結果

平均乳腺線量 (AGD) 平均値 : 1.77 mGy ± 0.39 mGy 50% : 1.70 mGy
5% / 10% / 25% : 1.10 mGy / 1.20 mGy / 1.50 mGy
75% / 90% / **95%** : 2.00 mGy / 2.20 mGy / **2.40 mGy**



口内法X線撮影- 調査方法(1)

ThinX Rad (RaySafe)

空気カーマ, kVp, 空気カーマ率,
HVL, 照射時間, パルスを測定



口内法X線撮影- 調査方法(2)

口内法X線撮影装置パラメータ

	最 小	最 大	中間値	平均(SD)
患者入射線量率 [mGy/s]	2.6	13.2	8.6	7.7(2.3)
管電圧[kV]	58.0	70.9	67.3	65.1(4.6)
管電流 [mA]	6.0	20	7.0	7.8(2.8)
総ろ過[mm Al eq.]	1.5	2.5	2.0	2.0(0.3)
半価層[mm Al]	1.5	2.7	2.0	2.0(0.3)
照射時間[ms]	41	799	122	150(84)
焦点-コーン先端間距離[mm]	150	305	200	215(40)
コーン先端での照射野サイズ[mm Φ]	54	60	60	59(2)

口内法X線撮影 – 調査結果(成人)

患者入射線量(PED) [mGy]

撮影部位	最 小	最 大	中間値	平均(SD)	第3四分位数	提案DRL
上 顎 前歯部	0.53	2.37	1.09	1.12(0.42)	1.32	1.3
上 顎 犬歯部	0.51	2.96	1.25	1.31(0.49)	1.56	1.6
上 顎 小臼歯部	0.60	4.72	1.47	1.48(0.74)	1.70	1.7
上 顎 大臼歯部	0.60	5.91	1.65	1.85(0.97)	2.26	2.3
下 顎 前歯部	0.51	2.05	0.85	0.89(0.36)	1.05	1.1
下 顎 犬歯部	0.53	2.37	0.95	1.04(0.40)	1.11	1.1
下 顎 小臼歯部	0.53	2.96	1.07	1.13(0.47)	1.22	1.2
下 顎 大臼歯部	0.53	3.70	1.31	1.44(0.61)	1.77	1.8

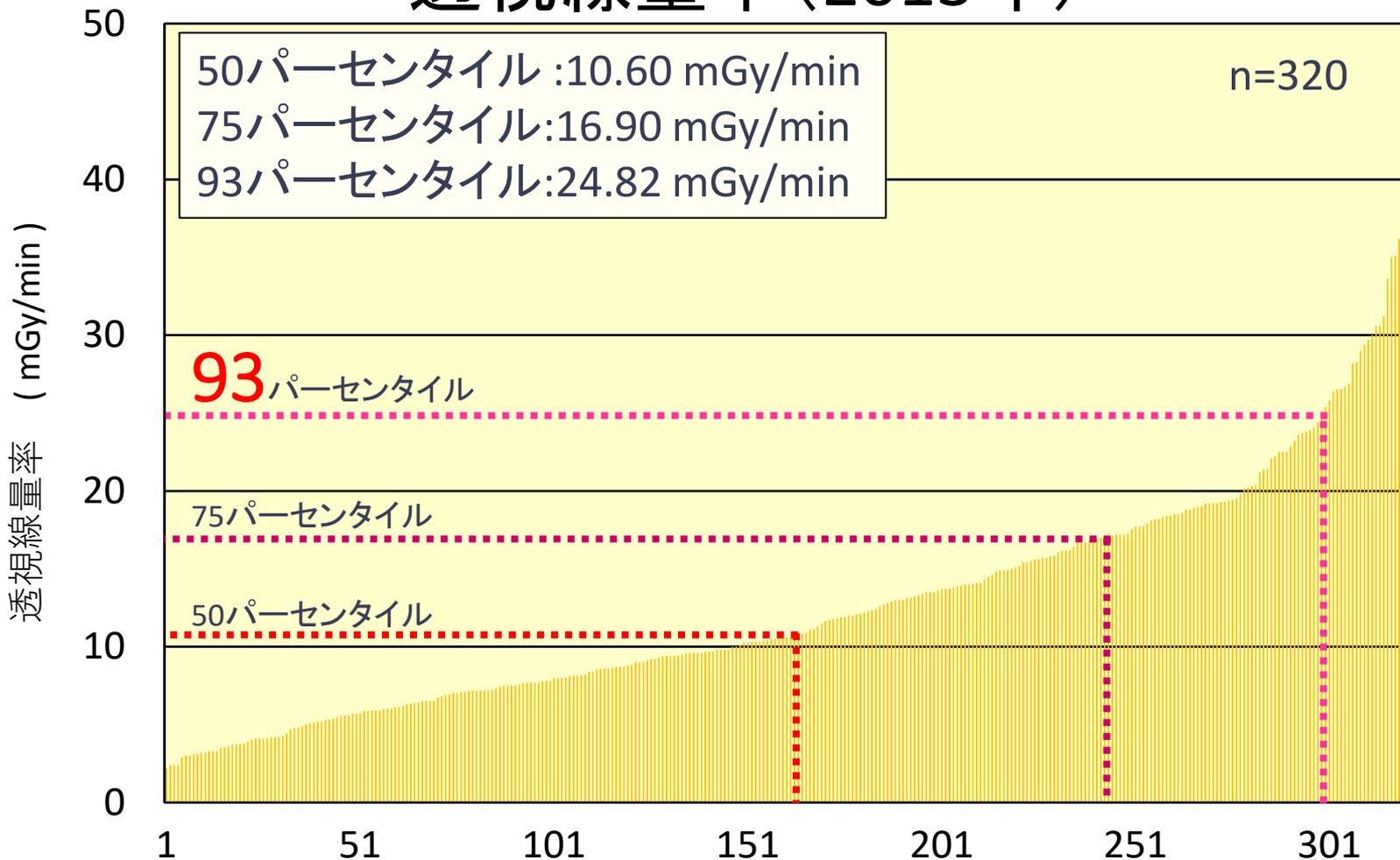
口内法X線撮影 – 調査結果(小児)

患者入射線量(PED) [mGy]

撮影部位	最 小	最 大	中間値	平均(SD)	第3四分位数	提案DRL
上 顎 前歯部	0.34	2.37	0.75	0.83(0.37)	0.94	0.9
上 顎 犬歯部	0.34	2.96	0.92	0.93(0.45)	0.95	1.0
上 顎 小臼歯部	0.34	3.70	0.95	1.05(0.58)	1.12	1.1
上 顎 大臼歯部	0.34	4.72	1.14	1.25(0.75)	1.32	1.3
下 顎 前歯部	0.34	1.86	0.59	0.67(0.31)	0.74	0.7
下 顎 犬歯部	0.34	2.37	0.68	0.75(0.38)	0.91	0.9
下 顎 小臼歯部	0.34	2.96	0.74	0.85(0.48)	0.93	0.9
下 顎 大臼歯部	0.34	2.96	0.95	1.02(0.45)	1.11	1.1

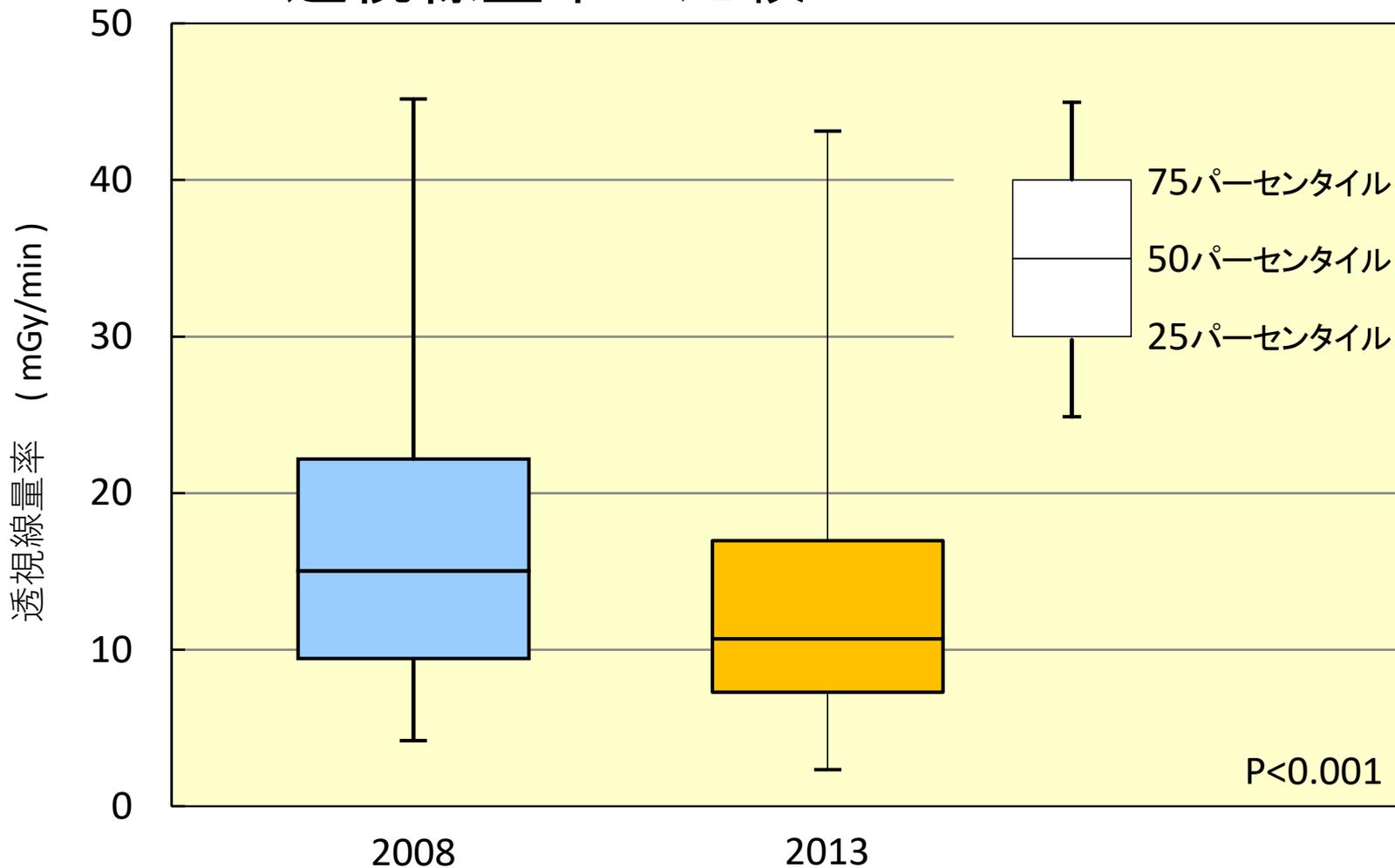
IVR - 線量調査結果

透視線量率 (2013年)



IVR - 線量調査結果の分析

透視線量率の比較 2008 vs.2013



IVR – 提案するDRL

透視線量率として

20mGy/min 以下

を提案する。

(2013年度調査では、87%が20mGy/min 以下)

核医学 - 調査方法

診断参考レベル(DRL)(案)を作成するために成人の実投与量(MBq)に関する全国調査を実施した。

調査期間:平成26年11月25日から平成27年1月15日

調査団体:

日本核医学会、日本核医学技術学会、

日本放射線技術学会、日本診療放射線技師会

配布施設数: 1,249、回答施設数: 516 (41 %)

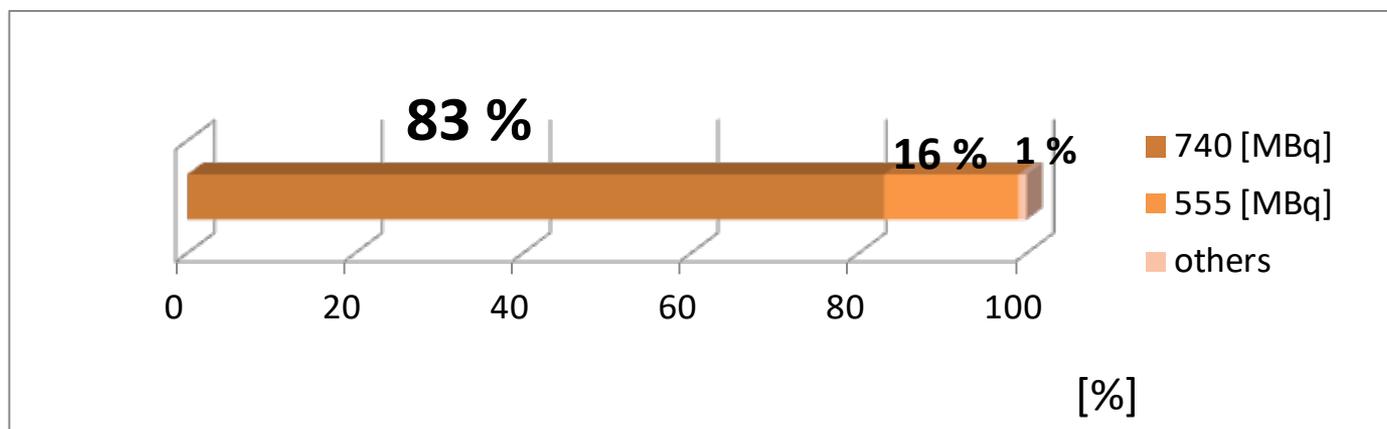
核医学 - 放射性医薬品の供給状況

標識済製剤(シリンジタイプ) 71 %

院内標識製剤 29 %

^{99m}Tc -(H)MDP 製剤の殆どは740MBq(検定量)を使用

実投与量は投与した時間により決まる
一般的な投与時間を考慮



核医学 – DRL作成上の留意点

全国調査結果の75パーセンタイルの投与量を基準にDRL(案)とした。

本邦の実情や画質等を考慮し、日本核医学会放射線防護委員会での検討を経て設定した。

欧州各国で採用されているDRL値を参考にした。

DRL設定にあたり、現場の混乱を招くことなく実施可能な値を設定するよう心がけた。

PETガス検査のように患者への供給放射能と投与放射能の概念が明確になっていない検査では整合性に課題のあるものもある。

核医学 - 提案するDRL

実投与量 (MBq) として

検査及び放射性薬剤	DRL(MBq)	検査及び放射性薬剤	DRL(MBq)	検査及び放射性薬剤	DRL(MBq)
骨: ^{99m} Tc-MDP	950	肝・脾: ^{99m} Tc-phytate	200	副腎髄質: ¹³¹ I-MIBG	45
骨: ^{99m} Tc-HMDP	950	肝機能: ^{99m} Tc-GSA	260	副腎髄質: ¹²³ I-MIBG	130
骨髄: ¹¹¹ In-Cl	120	肝胆道: ^{99m} Tc-PMT	260	腫瘍: ²⁰¹ Tl-Cl	180
脳血流: ^{99m} Tc-HM-PAO (安静あるいは負荷1回のみ)	800	肝・脾: ^{99m} Tc-Snコロイド*	180	腫瘍・炎症: ⁶⁷ Ga-citrate	200
脳血流: ^{99m} Tc-HM-PAO (安静+負荷)	1200	心筋血流: ²⁰¹ Tl-Cl	180	リンパ管: ^{99m} Tc-HSA-D (保険適応外)	950
脳血流: ^{99m} Tc-ECD (安静あるいは負荷1回のみ)	800	心筋血流: ^{99m} Tc-tetrofosmin (安静あるいは負荷1回のみ)	900	センチネルリンパ節: ^{99m} Tc-Snコロイド*	120
脳血流: ^{99m} Tc-ECD (安静+負荷)	1100	心筋血流: ^{99m} Tc-tetrofosmin (安静+負荷)	1200	センチネルリンパ節: ^{99m} Tc-phytate	120
脳血流: ¹²³ I-IMP(安静あるいは負荷1回のみ)	200	心筋血流: ^{99m} Tc-MIBI (安静あるいは負荷1回のみ)	900	RIアンギオグラフィ: ^{99m} Tc-HSA-D	1000
脳血流: ¹²³ I-IMP(安静+負荷)	300	心筋血流: ^{99m} Tc-MIBI(安静+負荷)	1200	腫瘍検査:院内製造された ¹⁸ F-FDG	240
脳疾患:イオマゼニル(¹²³ I)	200	心筋脂肪酸代謝: ¹²³ I-BMIPP	130	腫瘍検査:デリバリーされた ¹⁸ F-FDG	240
トランスポート:イオフルパン(¹²³ I)	190	心交感神経機能: ¹²³ I-MIBG	130	脳検査:院内製造された ¹⁸ F-FDG	240
脳槽・脊髄腔: ¹¹¹ In-DTPA	70	心プール: ^{99m} Tc-HSA	1000	脳検査:デリバリーされた ¹⁸ F-FDG	240
甲状腺摂取率: ¹²³ I-NaI	10	心プール: ^{99m} Tc-HSA-D	1000	¹⁵ O-CO ₂ ガス:2D	8000
甲状腺: ^{99m} Tc-pertechnetate	300	心筋梗塞: ^{99m} Tc-PYP	800	¹⁵ O-O ₂ ガス:2D	6000
副甲状腺: ²⁰¹ Tl-Cl	120	唾液腺: ^{99m} Tc-pertechnetate	370	¹⁵ O-COガス:2D	3000
副甲状腺: ^{99m} Tc-pertechnetate	300	メッケル憩室: ^{99m} Tc-pertechnetate	500	¹⁵ O-CO ₂ ガス:3D	2900
副甲状腺: ^{99m} Tc-MIBI	800	消化管出血: ^{99m} Tc-HSA-D	1040	¹⁵ O-O ₂ ガス:3D	7000
肺換気: ^{81m} Kr-ガス	200	腎静態: ^{99m} Tc-DMSA	210	¹⁵ O-COガス:3D	7500
肺換気: ¹³³ Xe-ガス	480	腎動態: ^{99m} Tc-MAG3	400	心臓検査:院内製造された ¹⁸ F-FDG	240
肺血流: ^{99m} Tc-MAA	260	腎動態: ^{99m} Tc-DTPA	400	心臓検査:デリバリーされた ¹⁸ F-FDG	240
RIペグラフィ: ^{99m} Tc-MAA	500	副腎皮質: ¹³¹ I-テストステロン	44	心臓検査: ¹³ N-NH ₃	720