

平成 22 年 9 月

平成 21 年度学術調査研究班報告

医療被ばく評価単位の検討班報告

班長 鈴木昇一（藤田保健衛生大学医療科学部放射線学科）

班員 赤羽恵一（放射線医学総合研究所重粒子医科学センター

医療放射線防護研究室）

浅田恭生（藤田保健衛生大学医療科学部放射線学科）

五十嵐隆元（総合病院国保旭中央病院 放射線科）

小林育夫（長瀬ランダウア（株））

加藤英幸（千葉大学医学部附属病院 放射線部）

坂本 肇（山梨大学医学部附属病院 放射線部）

塚本篤子（NTT 東日本関東病院 放射線部）

三田創吾（医建エンジニアリング株式会社 品質・環境管理室）

渡辺 浩（横浜労災病院 中央放射線部）

要旨

【目的】現在放射線診療を行う上で、一般撮影、CT、透視、血管造影、核医学、放射線治療と様々な形で放射線が用いられている。その中で放射線量を表す単位と用語も様々であり、一般市民だけではなく、我々学会員においても氾濫する線量単位、そして指標について十分理解した上で使用しているとは言えない。今回、ICRPから2007年新勧告、さらにDR、MDCTでの患者被曝に関するpublicationが出され、診断参考レベル（DRL）についても今後わが国の関係法令への取り込みに関して検討される。今回の調査研究から、学会発表や論文においての多種多様な線量表現、モダリティ、メーカーの違いにより測定される部位や表示される線量の相違、精度管理目的の線量指標と、患者個々の被曝線量（皮膚線量、臓器線量）の違いの明確化、複数の放射線手技を同一部位に実施した場合の確定的影響の捉え方が今後の課題として挙げられる。線量単位の検討を行った上で、学会としての診断参考レベルデータベース化についても検討が必要である。今回本調査班では上記に示した課題と検討事項について、調査研究を行う。

【方法】放射線量を表す単位と用語について防護量、実用量含め抽出作業を行い、関連学団体との整合性を図り、表記についての妥当性を検討する。その上で研究発表、論文での氾濫する線量表記について分析し集約作業を行う。精度管理等の目的での線量指標と患者個々の被曝線量評価のための線量指標につい

て各モダリティで検討すると共に、同一線量表記でメーカー間での違いについて基準化できるか検討する。また患者個々の被曝線量について確定的影響を踏まえた線量評価について検討する。また、学会としての診断参考レベルの構築を検討する。

【結果】放射線量を表す単位と用語について防護量、実用量含め抽出作業を行うにつれ、国際・国内の関連団体においても医療被ばく用語がばらばらであることがわかった。また、各モダリティによって、線量指標の違いを明らかにした。診断領域においては、確定的影響が主たるものであるので、各モダリティにおいては単位としてはGyであった。最終目標として診断参考レベル(DRLs)を作成する際に国際的な動向を資料として提供する。【まとめ】医療被ばく評価単位の検討であるが、医療被ばくに関する用語が統一されていないことがわかった。論文においても被ばくという用語だけで括ってしまうのではなく、術者であるのか、患者であるのか、装置に関することかを明確に示す必要がある。また、医療被ばくで用いる単位としてはGy、Svで問題はないが、前述のように用いる用語によって明確にする必要が示唆された。日本における各学会の用語、単位の統一化が望まれる。

1. はじめに

X線装置線量表示値の特徴として、装置に表示される線量値は、個々の患者被曝線量の指標に成り得る線量と装置の品質管理や検査の最適化を評価するために用いられる線量の2種類に大きく分けられる。

個々の患者被曝線量の指標に成り得る線量は、後方散乱線を含む皮膚入射位置での空気カーマである入射表面線量 (Entrance Surface Dose)、後方散乱線を含まない自由空気中での空気カーマである入射線量 (Incident Dose)、透視撮影装置や血管撮影装置で用いられる面積線量 (Dose Area Product)、組織線量を評価した平均乳腺線量 (Average Glandular Dose) などがある。

装置の品質管理や検査の最適化を評価するために用いられる線量は、CT で用いられる CTDI (CT Dose Index) や DLP (Dose Length Product)、ACR (American College of Radiology) で推奨されている専用ファントム (RMI model156) を用いて測定する平均乳腺線量 (Average などがある。

医療被ばく評価に用いる単位を検討する上では、各モダリティにおける医療被ばくに関する用語を明らかにするために、各モダリティの線量評価の現状と問題点について調査した。

2. 一般撮影領域での装置線量表示値

2-1. 一般撮影領域での被曝線量評価

一般撮影領域での被曝線量評価は、患者の入射面における皮膚吸収線量を評価する方法が一般的である。日本放射線技術学会計測分科会が推奨している測定手順は、(1) 正確な照射線量 (C/kg または mR) を測定し、(2) 測定点と実際の皮膚位置の距離補正 (距離逆二乗則の適用) を行い、(3) 後方散乱係数による補正 (被写体からの後方散乱を補正) を行い、(4) 吸収線量変換係数による補正 (空気の吸収線量から組織の吸収線量を算出) を行い、最終的に皮膚吸収線量 (mGy) を評価する。

2-2. 一般撮影領域での装置線量表示値の現状と問題点

表示線量として、測定部位 (評価部位) は患者入射表面、測定線量は入射表面線量 (mGy)、入射線量 (mGy)、線量指標である。線量表示方法は、NDD (Numerical Dose Determination) 法を用いた入射表面線量は、

$$D(\text{mGy}) = \text{NDD}(f) \times \text{mAs} \times (150/\text{FSD})^2$$

NDD(f) : 管電圧補正・総ろ過 (付加フィルタ含む) 補正・照射面積補正

照射野サイズは絞り開度と FSD から算出

面積線量計から計算で求めるのは入射線量で、照射面積の取得方法は不明、面積線量をそのまま表示するメーカーもある。

線量指標としては、入力デジタル値のヒストグラムより求める、EI (Exposure Index) 値、

S 値で、EI 値 100 は S 値 200 とほぼ同等である。

問題点としては、NDD 法は装置線量管理が重要（管電流は変動する）である。通常、FSD は事前登録する（個々の被写体厚が反映されない）。面積線量は照射面積の扱いが不明のため、入射線量の推定精度が不明確である。入射線量のため後方散乱線は含まれない。線量指標(EI)は相対感度として利用できるが、入射表面線量を求めることは不可である。

3. 乳房撮影領域での装置線量表示値

3-1. 乳房撮影領域での被曝線量評価

乳房撮影領域は他の領域と異なり、低エネルギー X 線を使用し被曝部位は乳房に限定されている。被曝線量評価法は、最大被曝線量となる乳房皮膚線量、皮下脂肪の直下の乳腺線量、乳腺全体の平均乳腺線量の評価がある。乳腺組織は乳房皮膚より放射線誘発ガンの感受性が高いため、被曝線量は乳腺線量を評価する。リスク評価から考えると X 線管側に一番近い乳腺（皮下 4～5mm）の被曝線量を評価することが重要となるが、個々のリスク評価ではなく被験者全体のリスク低減を目的としたファントムを用いた平均乳腺線量の測定法が一般的に多く用いられている。この方法は米国放射線専門医会（ACR）乳房撮影精度管理委員会の平均乳腺線量の測定方法が広く普及している。

ACR の測定法は標準ファントム（RMI model 156）を用い、通常撮影を行う自動露出制御（AEC）にて照射を行い、シャロー型の電離箱線量計にて照射線量（R）を測定する。測定した線量から換算表により平均乳腺線量（mrad）を求める。この測定による平均乳腺線量は、患者被曝線量測定ではなく、装置の品質管理やガイダンスレベルとして被曝低減に有用である。

3-2. 乳房撮影領域での装置線量表示値の現状と問題点

表示線量として、測定部位（評価部位）は入射空中線量(Entrance Surface Exposure)、皮膚入射線量(Entrance Skin Exposure)、皮膚表面線量(Entrance Skin Exposure)である。ただし、上記すべて後方散乱線は含まない。平均乳腺線量(Average Glandular Dose、Mean Glandular Dose)では、測定線量は入射空中線量(R)、皮膚入射線量・皮膚表面線量(mGy)、平均乳腺線量(mGy)である。線量表示方法として、入射空中線量、皮膚入射線量、皮膚表面線量で、管電圧、半価層、mAs 値、焦点-皮膚間距離から計算により算出できる。平均乳腺線量は

$$D=Kgcs$$

D : Mean Glandular (breast) Dose (mGy)

K : Entrance Surface Air Kerma (without backscatter) (mGy)

g : g-factors (mGy/mGy)

Breast thickness(cm)と HVL(mm Al)をパラメータとするテーブル

c : c-factors

Glandularities of 0.1-100% of the breast と HVL(mmAl)、thickness をパラメータとするテーブル

s : s-factors Spectral correction factor (target/filter, Mo/Mo,Mo/Rh,Rh/Rh,Rh/Al,W/Rh)

$$D_g = D_{gN} \cdot X_{ESE}$$

D_g : Average Glandular Dose(mrad)

D_{gN} : X-ray spectrum, Breast thickness , Breast composition (mrad/R)

X_{ESE} : Entrance Skin Exposure(R)

問題点として、表示線量は撮影条件より算出するため、装置線量管理が重要である。入射表面線量の単位や呼称がメーカーにより異なる。平均乳腺線量の算出方法がメーカーにより異なる（算出方法が不明）。平均乳腺線量はリスク評価を行う場合に妥当であるかである。ACR の場合、照射線量が R、変換係数が mrd/R を使用している。

4. X 線 CT 領域での装置線量表示値

4-1. X 線 CT 領域での被曝線量評価

X 線 CT 領域での線量評価の特徴は、他の領域と異なり被検者の周囲を 360 度の全ての方向から X 線を照射し、1 回の検査で複数回のスキャンが行われることを考慮し線量測定を行わなければならない。このため、線量測定は表面ではなく、内部の線量を評価している。X 線 CT の線量測定は線量プロファイルの積算を行うことで測定が可能となり、この方法が CTDI (CT Dose Index) である。一般的には、アクリル樹脂製円筒形ファントム（腹部を想定した直径 320mm、頭部を想定した直径 160mm）に CT 用電離箱を挿入し、中心部と表面から 10mm 内側の周辺部の線量を測定して CTDI_w (weighted CTDI) を算出する。CTDI の線量値は患者被曝線量ではなく、装置の品質管理やガイダンスレベルとして被曝低減に有用である。

4-2. X 線 CT 領域での装置線量表示値の現状と問題点

表示線量として、規格が定められている IEC60601-2-44。測定部位（評価部位）はアクリルファントム内のどこかの空気カーマ線量。各メーカーは頭部 16cm、体幹部 32cm 直径アクリルファントム使用し、その線量とスキャン長の積である。

測定線量は、CTDI (CT Dose Index)、DLP (Dose Length Product)、ファントム内の空気カーマ K_{air} である。

$$CTDI_w = 1/3 \cdot CTDI_{100c} + 2/3 \cdot CTDI_{100p} \text{ (mGy)}$$

$$CTDI_{vol} = CTDI_w / \text{pitch} \text{ (mGy)}$$

$$DLP = CTDI_{vol} \cdot L \text{ (mGy} \cdot \text{cm)}$$

線量表示方法は、装置の出力条件より算出（検査部位により計算方法が異なる）、 $CTDI_{vol}$ にスキャン長を積算する。

問題点として、CTでは、どこの線量を求めることが最良であるのかがわからない。CTDIは装置を管理するための線量指標である。DLPから簡便な方法で実効線量を取得できるが、精度に問題がある（高い精度を必要な場合、ImPACT（イギリス）、Win Dose（ドイツ）が用いられる）。表示線量は患者の体型に関係なく規定のファントム内線量である。CTDIは小児に応用することは難しい。胸部も同様である。電流変調時の測定方法が不明確である。Dose Efficiency（表示スライス厚線量/実スライス厚線量） $\times 100(\%)$ の評価がある。

5. 血管撮影領域での装置線量表示値

5-1. 血管撮影領域での被曝線量評価

血管撮影領域において患者被曝線量を評価する場合は、障害が最も起こる可能性が高い入射皮膚線量を測定する。入射皮膚線量を測定する場合、照射野内の皮膚積算線量がリアルタイムに測定可能であり、手技や画像に影響を及ぼさず容易に測定できることが求められる。評価を行う入射皮膚線量は検査毎に測定が必要となり、透視や撮影での線量は体型、手技内容、手技時間により大きく変化するため、他のモダリティに比較し線量測定が難しいと考えられる。代表的な測定法には直接法、間接法、推定法などの方法がある。

直接測定法は検出器を直接患者皮膚面に貼り付けて測定する thermoluminescence dosimeter (TLD)、蛍光ガラス線量計、skin dose monitor(SDM)などである。TLDや蛍光ガラス線量計による測定は、複数位置において後方散乱を含んだ測定値が得られるため大変有用であるが、リアルタイム性に欠け測定手技が煩雑である。SDMは皮膚線量を簡便に高い精度でリアルタイムに積算線量として測定できるが、多方向からの透視撮影において線量が最も高くなる部位への検出器の設定が難しく、皮膚線量が過小評価されることがある。

間接測定法は装置の出力などから皮膚線量を推定する NDD 表面線量簡易換算法および面積線量計を利用する方法などがある。NDD 表面線量簡易換算法にて皮膚線量を推定するためには、X線出力が管理された装置による正確な透視撮影条件と焦点皮膚間距離が必要となり、刻々と変化する透視条件から線量を推定することは難しい。面積線量計は患者に触れることなく簡便でリアルタイムに積算線量を表示可能であるが、測定値は面積線量であるため皮膚線量への変換が煩雑である。また、推定法は基準線量を測定し透視と撮影の割合から皮膚線量を推定する方法であるため推定精度が低く参考値程度である。

以上のように各測定方法には長所と短所が存在し、血管撮影領域での実用的な測定方法の選択は難しい現状にあるが、IVRは更に増加する可能性があり、患者被ばく線量の評価は重要である。可能な限り簡便に、多くの施設で入射皮膚線量を測定できる方法の標準化が望まれる。

5-2. 血管撮影領域での装置線量表示値の現状と問題点

表示線量として、規格が定められている IEC60601-2-43、JIS Z4751-2-43。最近の CT 装置のコンソールに表示される CTDI のように、血管撮影装置においても出力線量が表示される装置が普及している。この線量表示値は、2000 年に作成された international electrotechnical commission (IEC) 60601-2-43 での医用電気機器パート 2-23：インターベンショナルプロセッサ用 X 線装置の安全に関する個別要求事項において、インターベンショナル基準点 (interventional reference point) における基準空気カーマ (reference air kerma) として規格化された。インターベンショナル基準点は成人の心臓領域の検査に適用され、その位置はアイソセンタを持つシステムにおいてアイソセンタから X 線管焦点方向に 15cm 離れた点であり、その点での空気カーマを基準空気カーマとしている。そして、X 線照射中 (装置が負荷状態) では基準空気カーマ率を表示し、負荷状態でない間は透視と撮影の空気カーマの合計である積算基準空気カーマを表示するような装置のシステムを要求している。

測定部位 (評価部位) はインターベンショナル基準点での入射線量 (Incident Dose) で、メーカー独自の測定部位を表す場合がある。

測定線量は 空気カーマ (in-air) (mGy)、面積線量 (mGy · cm²) である。

線量表示方法は、面積線量計より計算により算出、装置の出力条件より算出である。

問題点として、臨床で必要とする入射皮膚線量 (mGy) が表示されているわけではない。インターベンショナル基準点での入射線量を示さないメーカーもある。表示線量はインターベンショナル基準点における空気カーマである。空気カーマであるため補正を行い、入射皮膚線量を推定する。テーブル吸収補正、後方散乱補正、皮膚吸収線量への変換係数。推定した線量はインターベンショナル基準点の位置での入射皮膚線量である。臨床での皮膚の位置がインターベンショナル基準点とは限らない。インターベンショナル基準点は成人の心臓検査にのみ適用が可能。装置の表示線量 (総積算線量) より推定される線量は総入射皮膚線量である。総入射皮膚線量は放射線皮膚障害を回避するために重要となる最大皮膚線量ではない。

6. まとめ

一般撮影、乳房撮影、X 線 CT、血管撮影領域の現在、日本で行われている患者の受ける線量評価について測定部位、測定線量、装置の線量表示法について検討した。また、各領域による評価部位および表示線量と単位を下表にまとめた。

前述したように各領域において、一般撮影領域は入射表面線量 (Gy)、乳房領域は平均乳腺線量 (Gy)、X 線 CT 領域は CTDI (Gy) と被ばく線量評価の概念が違ってくる。これはその領域で使用する装置や検査手技が異なるためである。しかし、X 線 CT、血管撮影領域においては IEC のように国際規格を採用することは評価できるが、各装置メーカーでの統一は必要である。一方で、乳房領域では、R、rad といった旧単位を使用していること

もある。ようするに単位としては国際規格をもとに標準化し、各メーカーにおいても統一化する方向でなければならない。

論文投稿においては被ばくという用語だけで括ってしまうのではなく、対象が術者であるのか、患者であるのか、装置に関することかを明確に示す必要がある。また、論文査読においては、明確に示せてない分には指導を行うことを望む。

最終的には医療被ばくで用いる単位としては、患者が受ける線量としては Gy、術者が受ける線量の単位を Sv とすることが簡単ではないかと考える。現状を把握したうえで早期の日本における各学会、関連団体の用語、単位の統一化が望まれる。

医療被ばくの評価単位を検討していくなかで、医療被ばくに関する用語、単位における国内外での防護関連機関・組織の現状と今後の動向についてとして委員会で発表されたデータを提供する(資料 1)。さらに医療被ばくについての諸外国の動向を診断参考レベル(DRL)として各国の対応とわが国の動向についてとして委員会で発表されたデータを提供する(資料 2)。

参考文献

日本放射線技術学会：放射線医療技術学会叢書(25) 医療被ばく測定テキスト，京都，2006
D R Dance：Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol, Phys. Med. Biol. 45(2000) 3225-3240
Xizen Wu:Spectral Dependence of Glandular Tissue Dose in Screen-Film Mammography, Radiology179(1991)143-148

各種モダリティ比較

モダリティ	評価部位	表示線量
一般撮影	患者入射表面	入射表面線量(mGy) 入射線量(mGy) 面積線量(mGy・cm ²) 線量指標
透視撮影装置	患者入射表面	入射表面線量(mGy) 面積線量(mGy・cm ²)
乳房撮影装置	患者入射表面	入射空中線量(Entrance Surface Exposure) (R) 皮膚入射線量(Entrance Skin Exposure) (mGy) 皮膚表面線量(Entrance Skin Exposure(mGy))
	乳腺	平均乳腺線量(Average Glandular Dose) (mGy) 平均乳腺線量(Mean Glandular Dose) (mGy)
CT 装置	アクリルファントム内	CTDI (CT Dose Index) (mGy) DLP (Dose Length Product) (mGy)
血管撮影装置	IPR メーカー独自の場所	入射線量 (mGy) 入射線量 (mGy) 面積線量(mGy・cm ²)

資料1

2009年4月19日
第65回 日本放射線技術学会総会学術大会
シンポジウム「医療被曝評価を考える－複合被曝の捉え方の学会の指針－」

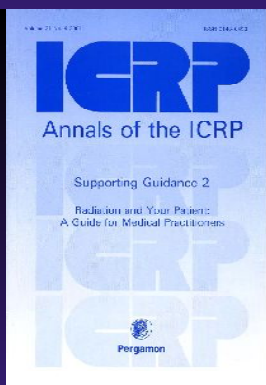
国内外での防護関連機関・組織 の現状と今後の動向

放射線医学総合研究所
重粒子医科学センター
医療放射線防護研究室
赤羽 恵一

防護関連国際機関

- IAEA
 - International Atomic Energy Agency
 - 国際原子力機関
- WHO
 - World Health Organization
 - 世界保健機構
- OECD/NEA
 - Organization for Economic Cooperation and Development/Nuclear Energy Agency
 - 経済協力開発機構 原子力機関

ICRP



防護関連国際機関

- ICRP
 - International Commission on Radiological Protection
 - 国際放射線防護委員会
- ICRU
 - International Commission on Radiation Units and Measurements
 - 国際放射線単位測定委員会
- UNSCEAR
 - United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation
 - 原子放射線の影響に関する国連科学委員会

防護関連機関

- NCRP
 - National Council on Radiation Protection and Measurements
 - 米国放射線防護測定委員会
- HPA(NRPB)
 - Health Protection Agency (Radiation Protection Division)
- BEIR委員会
 - Biological Effects of Ionizing Radiation Committee
 - 電離放射線の絵師物影響委員会(米国科学アカデミー)

ICRP(国際放射線防護委員会)

International Commission on Radiological Protection

委員会(Main Commission)

専門委員会(Committee)

- 1: 放射線影響(Radiation effects)
- 2: 放射線被ばくからの線量(Doses from radiation exposure)
- 3: 医療放射線防護(Protection in medicine)
- 4: ICRP勧告の適用(Application of ICRP recommendations)
- 5: 環境の防護(Protection of the environment)

課題グループ(Task Group)

ICRP Publication 103(2007年新勧告) Recommendations of the ICRP

- 1990年勧告(Publ. 60)の改訂版
- 防護体系の基本的枠組みに大幅な変更はなし
 - 線量反応関係の直線モデル、正当化・最適化・線量限度など
- 変更された内容も説明されている
 - 被ばく分類(計画・緊急・既存)
 - リスク係数、放射線荷重係数・組織荷重係数
- 患者の医療被ばく(Publ. 103)
 - Publ. 60以降に出された医療放射線防護関係の Publications が「患者の医療被ばく」にまとめられている

Executive Summary (Publ. 103)

- (i) (一部略) 実効線量は、標準人に対して計算され、個人に対して計算されるものではない。
- (j) (一部略) 実効線量の主な利用は、放射線防護における計画と最適化に対するプロスペクティブな線量評価であり、規制目的に対する線量限度により準拠の根拠となるものである。

Executive Summary (Publ. 103)

- (k) (一部略) 集団線量は、疫学的リスク評価に対する道具として意図されたものではなく、リスク予測に用いることは適切ではない。
- 長期間にわたってとても低い個人線量を集積することは適切ではなく、特に、些少な個人線量からの集団実効線量に基づくがん死亡数の計算は避けるべきである。

実効線量 (Publ. 103)

- (34) (一部略) 名目リスク係数は、特定の個人に当てはめるべきではない。
- (152) 患者の医療被ばくからの実効線量の評価と解釈は、臓器と組織が一部しか被ばくしない場合、または特にX線診断の場合のとても異なる被ばくの場合には、大変問題がある。

医療放射線関係の ICRP Publications - 1990年勧告以降 -

- Publ. 62: 生物医学研究における放射線防護 (1993)
- Publ. 73: 医学における放射線の防護と安全 (1997) *
- Publ. 84: 妊娠と医療放射線 (2001) *
- Publ. 85: IVRにおける放射線傷害の回避 (2001) *
- Publ. 86: 放射線治療患者に対する事故被ばくの予防 (2002) *
- Publ. 87: CTIにおける患者線量の管理 (2002) *
- *
- *日本語訳あり

医療放射線関係の ICRP Publications - 1990年勧告以降 -

- Publ. 93: デジタルラジオロジーにおける患者線量の管理 (2004) *
- Publ. 94: 非密封放射性核種による治療を受けた患者の解放 (2004) *
- Publ. 97: 高線量率密封小線源治療事故の防止 (2005)
- Publ. 98: 永久刺入線源を用いた前立腺がんの小線源治療の放射線安全 (2005)
- Supporting Guidance 2: 放射線と患者: 医療従事者へのガイド (2001)
- Publ. 103: ICRP勧告 (2007)
- Publ. 105: 医療における放射線防護 (2007) *日本語訳あり

UNSCEAR

UNSCEAR

- Sources and Effects of Ionizing Radiation
 - United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
- 放射線の線源と影響
 - 原子放射線の影響に関する国連科学委員会
 - 総会に対する報告書

UNSCEAR: 国連科学委員会

- 放射線の線源と影響 (1977年国連科学委員会報告書)
- 放射線とその人間への影響 (UNSCEAR 1982 REPORT/IONIZING RADIATION: SOURCES AND BIOLOGICAL EFFECTS)
- 放射線の線源と影響 (原子放射線の影響に関する国連科学委員会の、総会に対する1988年報告書 附属書付)
- 放射線の線源と影響 (原子放射線の影響に関する国連科学委員会の、総会に対する1993年報告書 附属書付)
- 放射線の線源と影響 (原子放射線の影響に関する国連科学委員会の、総会に対する2000年報告書 附属書付)

— (現在、新しい報告書を作成中)



WHO

WHO

- Global Initiative for Radiation Safety in Healthcare Settings
 - 健康管理における電離放射線の安全な医学利用に向けて健康分野への働きかけ
 - ステークホルダ（健康当局・国際機関・専門団体・学会など）
 - IAEAが2002に作成した患者の放射線防護を補完するもの
 - 2008年に2回会合
 - （日本からの参加）
 - 第1回：山下（長崎大）、島田・赤羽（放医研）
 - 第2回：山下（長崎大）、米原・赤羽（放医研）
 - 今後日本も具体的な活動に参加していくことになる

Public Health & Environment News (November 2008, Issue 4)

- Global initiative on radiation safety in health-care settings
 - A global WHO initiative to mobilize the health sector towards safer use of radiation in medicine while preventing unnecessary medical radiation exposures will get underway mid-December.
 - In addition to national institutions, collaboration is being expanded to involve international organizations, professional associations, scientific societies and academic institutions.
 - The strategy will be consolidated at a Technical Meeting on the Global Initiative on Radiation Safety in Health-Care Settings, WHO headquarters, 15-17 December.

Public Health & Environment News (December 2008, Issue 5)

- Global initiative on radiation safety in health-care settings
 - The highest exposures to artificial ionizing radiation (IR) sources come from health care.
 - While the use of IR in medicine has led to major improvements in the diagnosis and treatment of human diseases, there is a need to control and minimize health risks.
 - WHO's role in mobilizing the health sector towards safer use of radiation was endorsed during the launch of the Global Initiative on Radiation Safety in Health-Care Settings at WHO headquarters, 15-17 December.
 - The 65 meeting participants, including experts from 23 Member States and representatives of 14 international organizations, professional associations and scientific societies, agreed to cooperate on this important primary prevention issue.

ICRU

Current Program of the ICRU

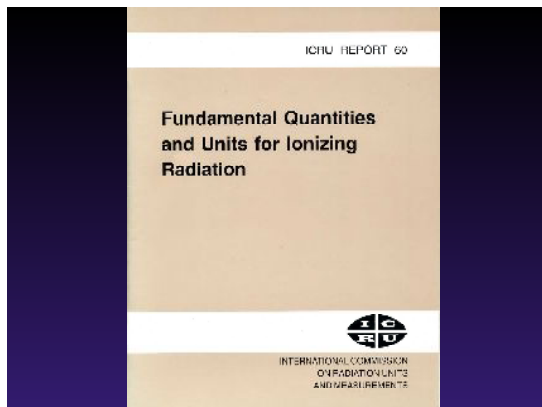
Future

- ICRUの責任は変わっていない; すなわち、医療・基礎科学・産業・放射線防護における電離放射線の利用に対する概念・諸量・単位・測定手順に関する国際的に受け入れられる勧告を与えることである。ICRUは、放射線測定に直接関係のある最新のデータと情報を収集及び評価し、刊行物中で放射線諸量の最も適切な値と、現行の利用に対し最も受け入れられ安全な技術を勧告することに努力している。これらの勧告は、放射線医学・科学・技術における急速な発展に従い、常に見直され拡張される。

Current Program of the ICRU

Future

- 放射線診断と核医学においては、これらの発展は急速であり、ICRUは医療画像、画像技術の全種類を含む実際の応用の基礎的な概念の変動、そして防護を考慮した特定の線量測定手法の達成にも関連する問題を拡張している。
- 放射線治療においては、現行のICRUプログラムは報告の体積と線量の明確化に多くの注意を焦点化してきており、そのプログラムを吸収線量の空間分布をより正確に知ることが必要なより新しい種類の治療に拡張している。
- 放射線防護においては、ICRUは実用量とそれらの実験的決定に対する勧告を出してきた。基礎科学においては、電離放射線に関する物理パラメータの測定を常に向上しており、その成果は公衆と放射線従事者の両方の放射線被ばくリスク低減についての勧告を提供するために、継続して再評価されなければならない。



医療放射線関係の ICRU Reports - 1990年以降 1-

- Report 46: Photon, Electron, Proton and Neutron Interaction Data for Body Tissue (1992)
- Report 47: Measurement of Dose Equivalents from External Photon and Electron Radiations (1992)
- Report 48: Phantoms and Computational Models in Therapy, Diagnosis and Protection (1992)
- Report 50: Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy (1993)
- Report 51: Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry (1993)
- Report 54: Medical Imaging – The Assessment of Image Quality (1996)
- Report 56 : Dosimetry of External Beta Rays for Radiation Protection (1997)
- Report 57: Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation (1998)

医療放射線関係の ICRU Reports - 1990年以降 2-

- Report 58: Dose and Volume Specification for Reporting Interstitial Therapy (1997)
- Report 59: Clinical Proton Dosimetry – Part I: Beam Production, Beam Delivery and Measurements of Absorbed Dose (1998)
- Report 60: Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation (1998)
- Report 61: Tissues Substitutes, Phantoms and Computational Modelling in Medical Ultrasound (1999)
- Report 62: Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy(Supplement to ICRU Report 50) (1999)
- Report 63: Nuclear Data for Neutron and Proton Radiotherapy and for Radiation Protection (2000)
- Report 66 : Determination of Operational Dose Equivalent Quantities for Neutrons (2001)

医療放射線関係の ICRU Reports - 1990年以降 3-

- Report 67: Absorbed-Dose Specification in Nuclear Medicine (2002)
- Report 70: Image Quality in Chest Radiography (2003)
- Report 71: Prescribing, Recording, and Reporting Electron Beam Therapy
- Report 72: Dosimetry of Beta Rays and Low-Energy Photons for Brachytherapy with Sealed Sources (2004)
- Report 74: Patient Dosimetry for X rays used in Medical Imaging (2005)
- Report 76: Measurement Quality Assurance for Ionizing Radiation Dosimetry (2006)
- Report 78: Prescribing, Recording, and Reporting Proton-Beam Therapy (2007)
- Report 79: Receiver Operating Characteristic (ROC) Analysis in Medical Imaging (2008)
- Report 80: Dosimetry Systems for Use in Radiation Processing (2008)

IAEA

IAEA

- **International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources**
(IAEA: SAFETY SERIES No.115)

- ◆現在改訂作業を進めている
- ◆日本からもドラフトに意見を出し、それらが反映されてきている



Published Safety Standards

- **International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources**
Safety Series No. 115
Date of Issue: Thursday, 21 March, 1996.
- **Radiological Protection for Medical Exposure to Ionizing Radiation Safety Guide**
Safety Standards Series No. RS-G-1.5
Date of Issue: Tuesday, 23 April, 2002.

Draft Safety Standards

- **DS379** - International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation (revision of the BSS)

Safety Reports Series

- **Radiation Protection in Newer Medical Imaging Techniques: Cardiac CT**
Safety Reports Series No. 60
Date of Issue: Thursday, 26 February, 2009 .
- **Radiation Protection in Newer Medical Imaging Techniques: CT Colonography**
Safety Reports Series No. 61
Date of Issue: Thursday, 26 February, 2009 .
- **Radiation Protection in Newer Medical Imaging Techniques: PET/CT**
Safety Reports Series No. 58
Date of Issue: Thursday, 22 January, 2009 .
- **Applying Radiation Safety Standards in Diagnostic Radiology and Interventional Procedures Using X Rays**
Safety Reports Series No. 39
Date of Issue: Thursday, 30 November, 2006 .
- **Radiation Protection in the Design of Radiotherapy Facilities**
Safety Reports Series No. 47
Date of Issue: Wednesday, 18 October, 2006 .

IAEA国際基本安全基準文書(BSS)の改訂状況について

(原子力安全委員会事務局:H20.8.7)

1. BSSについて

- － 電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準(BSS: Basic Safety Standards)とは、放射線被ばくに係るリスクを防ぐための放射線源の安全に対する基本要件として、1962年から国際原子力機関(IAEA)が発行しているもの。現行のBSSは、1996年に国際放射線防護委員会(ICRP)1990年勧告等を踏まえ、国際労働機関(ILO)、世界保健機関(WHO)などの国際機関と共同して国際基本安全基準の一環として刊行した。

IAEA国際基本安全基準文書(BSS)の改訂状況について

(原子力安全委員会事務局:H20.8.7)

2. BSS改訂の理由

- － ICRP2007年勧告などのBSSが策定された1996年以降の放射線防護の新しい知見を取り入れること
- － BSSをIAEAの新しい安全基準体系に位置づけること

IAEA国際基本安全基準文書(BSS)の改訂状況について

(原子力安全委員会事務局:H20.8.7)

3. 経緯

- － 2004年3月理事会において、安全基準のための行動計画(安全基準は数年に一度定期的な見直しをすべきである)を承認
- － 2006年4月放射線安全基準委員会(Radiation Safety Standards Committee RASSC)においてBSS見直しを検討
- － 2006年10月放射線安全基準委員会(ドキュメント草案書(Document Preparation Profiles DPP)を検討、承認
- － 2006年11月安全基準委員会(Commission on Safety Standards CSS)において、ドキュメント草案書を承認
- － 2007年7月BSS改訂に係るドキュメント作成技術検討会議を開催
- － 2007年10月放射線安全基準委員会(Radiation Safety Standards Committee RASSC)／廃棄物安全基準委員会(Waste Safety Standards Committee WASSC)にてドキュメントを検討
- － 2007年11月-2008年3月BSS改訂ドキュメント検討会議を開催
- － 2008年7月改訂版ドキュメントVer.1.0公開(OECD/NEA等でレビュー予定)
- － 2008年11月RASSC25回会合にてレビュー予定
- － 2009年～メンバー国による意見照会予定
- － B S S改訂版発刊予定

IAEA国際基本安全基準文書(BSS)の改訂状況について

(原子力安全委員会事務局:H20.8.7)

4. 改訂の主なポイント

- － ICRP2007勧告における「行為と介入によるプロセスに基づいた防護の方法」から「3つの被ばく状況に基づく防護の方法」への移行に伴う構成の変更(参考2-1及び参考2-2参照)
- － ICRP2007勧告に応じた、緊急時被ばく状況、現存被ばく状況におけるリファレンスレベルの導入等
- － 新たに、自然放射性核種の濃度基準、クリアランスレベル等の数値を提示
- － その他新たな論点(医療目的でない対人撮像による被ばく、航空乗務員の被ばく、放射性物質を含む遺体の取り扱い等)に言及

IAEA国際基本安全基準文書(BSS)の改訂状況について

(原子力安全委員会事務局:H20.8.7)

5. 今後の予定

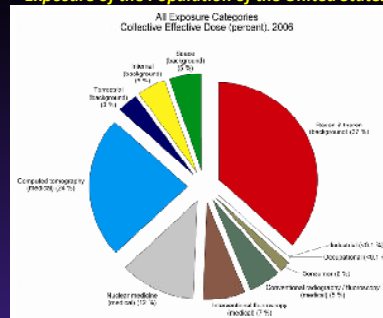
- － IAEAでは、BSS改訂版ドキュメント(Ver.1.0)について、本年11月のRASSC等の安全基準委員会で議論する予定。また、それに先立ち、OECD/NEA等においてもこれに関する議論が行われる予定

NCRP

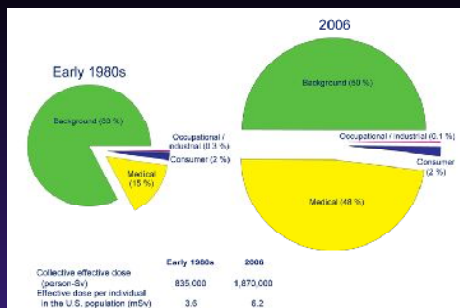
Report No. 158, Uncertainties in the Measurement and Dosimetry of External Radiation (2007)

- Executive Summary:
- このレポートの目的は、外部放射線計測及び線量測定と、人体内の吸収線量測定に関して用いられる換算係数における、不確かさの現行の知見を再評価することである。
- このレポートの範囲は、外部放射線被ばくのみ限定される。
- 強調したいのは、最も普通の職業及び環境の被ばくシナリオに対する現行と過去で用いられた測定の種類における不確かさについてである。
- レポートは直接的には医学診断と治療線量測定に焦点を定めていないが、論じられるべき概念のいくつかはこの領域における測定の不確かさを評価するのに有用であるべきである。
- 焦点は、体外線源からのベータ線・ガンマ線・中性子放射線の測定と、測定された量から臓器吸収線量への換算における不確かさである。
- 現行のレポートが少なくとも幾つかの測定が可能な外部被ばく状況のみを扱っているにも関わらず、個人線量評価が限定される多くの広範な線量再構成の不確かさは、一つあるいは複数のモデルを含むより精巧な解析が必要である。

NCRP Report No. 160, Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States



NCRP Report No. 160, Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States



Computed Tomography in the 21st Century

- Consensus Statements on Patient Safety, Regulations and Reimbursement
 - 医療画像診断と放射線治療の専門家は、患者の安全を確保するために、操作・応用・線量最適化を含むCT技術の更なる教育が必要である。
 - 健康関連組織と政府機関は、品質保証の政策と規制を策定する場合には品質保証ガイドラインを考慮すべきである。これは、時宜を得た流れにおいて現れる技術に取り組むために規制当局が強く押す例においては特に重要である。

Current Program

- PAC 4 Radiation Protection in Medicine
 - SC 4-1 Management of Persons Contaminated with Radionuclides
 - SC 4-2 Population Monitoring and Decontamination Following a Nuclear/Radiological Incident
 - SC 4-3 Diagnostic Reference Levels in Medicine Imaging: Recommendations for Application in the United State
 - SC 4-4 Risks of Ionizing Radiation to the Developing Embryo, Fetus and Nursing Infant

EPA (Health Protection Agency ; NRPB)

NRPB W-Series Reports

- NRPB-W67
 - Doses from Computed Tomography (CT) Examinations in the UK - 2003 Review
Added/updated: 14 December 2007
- NRPB-W14
 - Doses to Patients from Medical X-Ray Examinations in the UK: 2000 Review
Added/updated: 28 January 2008
- NRPB-W4
 - Radiation Exposure of the UK Population from Medical and Dental X-Ray Examinations
Added/updated: 28 January 2008

HPA RPD Series Reports

- HPA-RPD-029 - Doses to Patients from Radiographic and Fluoroscopic X-ray Imaging Procedures in the UK - 2005 Review , Added/updated: 10 January 2008
- HPA-RPD-022 - Doses to Patients arising from Dental X-ray Examinations in the UK, 2002-2004. A Review of Dental X-ray Protection Service Data, Added/updated: 10 January 2008
- HPA-RPD-003 - A Survey of Nuclear Medicine in the UK in 2003/04, Added/updated: 10 January 2008
- HPA-RPD-001 - Ionising Radiation Exposure of the UK Population: 2005 Review, Details and link to PDF for HPA-RPD-001, Added/updated: 14 July 2008

- Documents of the HPA: Radiation, Chemical and Environmental Hazards
- Protection of Pregnant Patients during Diagnostic Medical Exposures to Ionising Radiation RCE 9
- Protection of Patients and Volunteers Undergoing MRI Procedures (RCE-7)
- Guidance on the application of dose coefficients for the embryo, fetus and breastfed infant in dose assessments for members of the public (RCE-5)

- [illegible]

国内の組織

[illegible]

災害対策基本法 → **原子力災害対策特別措置法 (略称「原災法」)**

原子力災害の特殊性にかんがみ、原子力災害の予防に関する原子力事業者の義務性、原子力緊急事態宣言の発出及び原子力災害対策本部の設置並びに緊急事態の発令時の実施その他について特別の措置を定めることにより原子力規制法、災害対策基本法その他の法律と相補することにより原子力に対する対応の強化を図り、もって原子力災害から国民の生命、身体及び財産を保護することを目的。

国際条約等

- 多国間
 - ・核兵器の不拡散に関する条約 (NPT) に基づく日・IAEA保障措置協定
 - ・核物質の防護に関する条約
 - ・原子力事故の早期通知に関する条約
 - ・原子力事故又は放射線緊急事態の場合における援助に関する条約
 - ・原子力安全条約
- 2 国間
 - ・原子力協力協定 [加、米、英、豪、仏、中]

文部科学省

- 原子炉の設置、運転等
- 試験研究炉
- 研究開発炉(非発電用)
- 核燃料物質及び核廃料物質の使用
- これらに付随する核燃料物質の陸上輸送等

経済産業省

- 原子炉の設置、運転等
- 実用発電炉
- 研究開発炉(発電用)
- 貯蔵の事業
- 再起理の事業
- 廃棄の事業
- これらに付随する核燃料物質の陸上輸送

国土交通省

- 原子炉の設置、運転等
- 実用船用炉
- これらに付随する核燃料物質の陸上輸送
- すべての核燃料物質の海上輸送・航空輸送

●陸上原子力
●陸上原子力
●海洋原子力

```

graph TD
    subgraph Government
        A[内閣府] --> B[原子力委員会]
        A --> C[原子力安全委員会]
    end
    B --> D[原子力安全確保]
    C --> D
    D --> E[原子力安全確保についての検討機関]
    
    subgraph Academic_Research [文部科学省]
        F[科学技術・学術政策局]
        G[原子力安全課]
        H[放射線環境科学]
        I[原子力規制庁]
        J[放射線防護課]
        K[防災関係対策]
        L[保健衛生課]
        M[原子力安全国際課]
    end
    F --> G
    G --> H
    H --> I
    I --> J
    J --> K
    K --> L
    L --> M
    
    N[放射性同位元素] --> O[放射線発生装置]
    O --> P[放射線防護防止法]
    P --> Q[原子力規制法]
    Q --> R[原子力安全規制に係る国際協力]
    
    S[原子力災害への対応] --> T[新 派 法]
    T --> R
    
    U[経済産業省] --> V[原子力安全・保安院]
    V --> W[原子力安全・保安院としての利用に関する安全の確保]
    W --> X[原子力災害への対応]
    X --> Y[厚 災 法]
    Y --> Z[原子力規制法]
    Z --> AA[研究開発段階型（もんじゅ、ふげん）]
    AA --> Z
  
```

内閣府

- 原子力委員会
- 原子力安全委員会

原子力安全確保についての検討機関

文部科学省

- 科学技術・学術政策局
- 原子力安全課
- 放射線環境科学
- 原子力規制庁
- 放射線防護課
- 防災関係対策
- 保健衛生課
- 原子力安全国際課

放射性同位元素

放射線発生装置

放射線防護防止法

原子力規制法

原子力安全規制に係る国際協力

原子力災害への対応

新 派 法

経済産業省

- 原子力安全・保安院

原子力安全・保安院としての利用に関する安全の確保

原子力災害への対応

厚 災 法

原子力規制法

研究開発段階型（もんじゅ、ふげん）

原子力規制法

関連機関(例)

- 日本原子力研究開発機構(文部科学省)
- 放射線医学総合研究所(文部科学省)
- 国立保健医療科学院(厚生労働省)
- 国立がんセンター(厚生労働省)

関連学会

- 日本放射線技術学会
- 日本医学放射線学会
- 日本医学物理学会
- 日本保健物理学会
- 日本放射線影響学会
- 日本放射線腫瘍学会
- 日本核医学会 など

日本医学放射線学会

- 放射線防護委員会(規約)
 - 第1条 日本医学放射線学会に放射線防護委員会(以下「委員会」という)を置く。
 - 第2条(目的) 委員会は、放射線および関連領域の医学利用の場における障害の防護に寄与することを目的とする。
 - 第3条(業務) 委員会は、放射線の防護に関する事項を審議し、それに関連した必要な業務を行う。
 - 第4条(構成) 委員会は次の各号の委員および専門委員をもって組織する。
 - (1) 理事会にて選任された担当理事1名
 - (2) 委員長が理事会の承認を得て会員の中から委嘱した委員
 - (3) 日本核医学会から推薦された委員2名、および医学物理学会、歯科放射線学会、放射線腫瘍学会、血管造影・IVR学会から推薦された委員各1名
 - (4) 委員長が必要に応じて指名した専門委員若干名

日本放射線技術学会

- 放射線防護分科会(Webより)
 - 放射線防護分科会は、医療における放射線安全管理を考える分科会です。放射線防護に関心をもつ340名あまり(2004年10月)の会員によって構成され、年2回の分科会と会誌発行の他、放射線被曝に係わる調査、コメント・声明の発信、ガイドラインの作成、被曝に関する一般市民からの質問への回答なども行っています。また、医療放射線被曝に関する疑問や不安の解消と情報の発信を目的とした市民公開シンポジウムも開催しています。

日本医学物理学会

- 防護委員会
 - 医学物理学的視点で、放射線診療における防護に関する内容を扱う。

日本保健物理学会

- 医療放射線リスク専門研究会
 - マルチスライスCTの普及によって、1回の検査で数十mGyの被ばくを受けることも稀ではなくなり、医療放射線に対するリスク評価は以前にも増して重要になっている。数十mGyというのは、疫学調査で発がんの決定的な証拠があるわけではなく、かといって無視できるほどの微小な線量でもない。そのため、リスクをどう見積もるかという点に関して、専門家の間でも議論が絶えない。
 - 本専門研究会では、医療被ばくの実態及び放射線影響に関する最新の知見に照らし合わせて、CT検査をはじめとする医療放射線のリスクをどう考えるべきかを整理する。

日本放射線腫瘍学会

- 関連学会委員会
 - (目的) 第1条 日本放射線腫瘍学会定款第4条に基づき、日本放射線腫瘍学会(以下「本会」という)と本会に関連の深い国内外の諸学会・研究会などとの関係を密にし、相互間の情報伝達をはかるために、関連学会委員会(以下「委員会」という)を置く。
 - (業務) 第2条 委員会は次の各業務を行う。本会と関連の深い国内外の諸学会・研究会などに対する対応
 - その他関連する業務

終わりに

- 多くの国内外の機関・組織・学会が存在、個別にあるいは協力して活動している
- ICRP 新勧告に基づいた放射線防護の具体化が進められている
- 国際標準を適切に取り入れながら、日本の現状に合った防護が必要である

2010.7.4 JSRT 第1回放射線防護セミナー

診断参考レベル (DRL) の 各国の対応とわが国の動向

大場 久照
北海道情報大学・医療情報学科

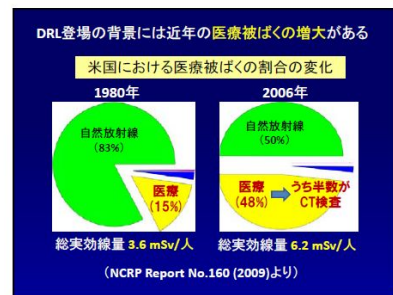
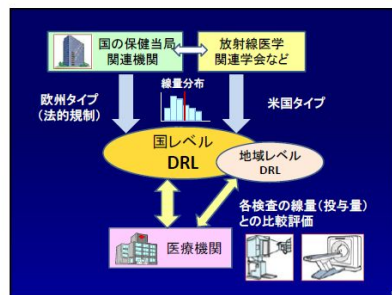
本日の話の流れ

- 診断参考レベル (DRL) とは？
- 国際的な機関の対応 (ICRP、IAEA、ICRU)
- わが国の動向
厚労科研・細野班での研究成果に基づく
医科・歯科領域のDRL値の提案
- 諸外国の対応 (米国、欧州、東アジア)

診断参考レベル (DRL) とは？

診断参考レベル (diagnostic reference level: DRL)

- ICRP Publ.73 (1996) "Radiological Protection and Safety in Medicine" に初めて登場した用語
- 放射線診断 (一般的な検査法) での患者の放射線防護に有用な手段 (放射線治療は適用外)
- ファントムの表面線量など実用的な測定量の適用
- 国の保健当局と共同して専門家団体が設定される値 (現実的には調査した線量分布のパーセンタイル値を適用)
- 医療機関はDRL値を用いて患者線量の確認・検討
- 画質 (診断性能) とのバランスも重要
- ICRP 2007年勧告やIAEA BSS (改訂中) に盛り込まれる



国際的な機関の対応

ICRP 2007年勧告

- 7.2. 医療被ばくにおける防護の最適化で7.2.1 Diagnostic reference levelsとして章立てされた
- ICRP Publ.73 (1996) の考え方を概ね踏襲する
- DRLとは、電離放射線を用いた画像診断においてある検査での患者の線量または投与放射線量がその検査に對し著しく高いか低いかわかるかを判断するために使用される
- DRLは標準的な患者等で観察された線量分布のパーセンタイル点に基づき設定する
- 乳がん検診などのスクリーニングでは一般診断用のDRLとは異なるDRLを設定する必要がある

7.4. Optimisation of processes in medical exposures

(134) The Commission now sees the same conceptual approach in so-called predictive, irrespective of the type of test, as in the case of the diagnostic tests (diagnostic and/or interventional) models, the *diagnostic reference level* has as its objective the optimisation of protection, but is not influenced by constraints on individual patient doses. It is a mechanism that can be applied but does not have to be commensurate with the medical purpose (see Section 7.2.1).

7.4.1. Diagnostic reference levels

(135) Diagnostic reference levels apply to radiation exposure of patients resulting from procedures performed for medical imaging purposes. They do not apply to individual therapy. Diagnostic reference levels are intended to provide a practical basis of the Commission's dose limits and dose constraints. The practice is to select the best of a particular point on the observed distribution of doses to patients as a reference point. This is done by selecting the lowest dose level that is based on data in conjunction with natural health and radiological protection criteria (see Section 6.2.2). The selection of the reference point is based on the patient's physical stability and the long-term changes in the observed dose distributions. The selected values could be specific to a country or region.

(136) For diagnostic reference levels, the Commission has adopted the following *principle*: *For a given medical imaging procedure, under realistic conditions, the levels of patient dose from an individual activity or contrast medium exposure should be as low as reasonably achievable, while still allowing the procedure to be performed. If two or more procedures are available for the same indication, the procedure that provides the lowest patient dose should be used, provided that the procedure has been adequately optimised and without corrective action is required (EC 1996). The dose constraint for the patient should be based on a reasonably measurable dose-related quantity for the specified procedure. Screening procedures, such as mammography of asymptomatic women in the general population require further diagnostic optimisation, but are not subject to the same dose constraint as diagnostic reference levels (EC 1996).*

(137) The Commission has also adopted the following *principle*: *For the clinical use of similar diagnostic methods, additional practice is given in Publication No. 100-RC, No. 100 and in Germanic Directive No. 100-RC, No. 100.*

ICRP Publ.105 (医学における放射線防護)

- ICRP Publ.73 (1996)の改訂版
- ICRP 2007年勧告でのDRLに関する具体的なガイダンスを示す(10章で解説)
- ガイダンスとして、ICRP Publ.73 (1996)とICRP Supporting Guidance 2 (2001)の要約を提示
- DRL設定の指針(ICRP Supporting Guidance 2)
 - ✓ 地域レベル、国レベルまたは施設レベルを明確に定義し、検査の臨床的・技術的条件の詳細も明確にする
 - ✓ DRLの値は関連する地域、国または施設データに基づく
 - ✓ DRLに用いられる測定量は実用的な方法で得られ、ある検査に対する患者リスクを相対的に示す尺度である
 - ✓ DRLを実際に運用するための方法を明確に示す

10. DIAGNOSTIC REFERENCE LEVELS	
(77) Guidance for the use of diagnostic reference levels for patients in medical exposure has been provided in <i>Pollution 60</i> (ICRP, 1991a). Publication 72 in ICRP, 1991b and <i>Supporting Guidance 2</i> (ICRP, 2001). Summaries of that <i>main issue</i> , which include some of the history of the evolution of the use of diagnostic reference levels, are given in this section.	ICRP Publication 105 (2007)
10.1. Diagnostic reference levels (<i>Pollution 60</i> and 72)	
(78) In <i>Pollution 60</i> (ICRP, 1991a), reference levels were described as values of measured quantities above which some specified action or decision should be taken. They include recording levels, above which a result should be recorded, losses values being ignored; investigation levels, above which the cause or the implications of the result should be examined; and action levels, above which some specified action should be considered, and, more generally, action levels, above which some specified action should be taken. The use of these levels can avoid unnecessary or unproductive work and can help in the effective deployment of resources. They can also be helpful in radiological protection by drawing attention to situations of potentially high risk.	
10.2. Diagnostic reference levels (<i>Supporting Guidance 2</i>)	
(155) More recently, in <i>Supporting Guidance 2</i> (ICRP, 2001), additional advice was provided, as noted below in paragraphs 160-194. ICRP (2001) also included a survey of the various approaches that have been taken by authorized bodies, working in concert with professional medical bodies, to establish diagnostic reference levels for medical imaging tasks.	

IAEA BSS (改訂中、Draft 3.0, 2010)

- **ICRP 2007年勧告に準拠**
- **Guidance level (BSS, 1996) → DRL**
- **DRLの設定は政府の責任**
 - 国内の多数の医療施設を対象とした線量調査に基づき政府は規制機関や学会等の専門機関と協議の上、適切な面質の必要性を考慮し、DRLを設定する必要がある
- **医療被ばくへの対応**
 - ✓ 測定に基づくDRLとの比較評価は承認された機関で実施
 - ✓ 診療放射線技師の責任を明記
 - ✓ 線量測定の実施・記録による品質保証体制の確立
 - ✓ 事故の被ばく防止のための放射線診療手順書の作成

[illegible]

欧米諸国で用いられる測定量と単位	
ガイドライン等	測定量・単位
IAEA BSS (1996) [Guidance level]	撮影: Entrance surface dose (ESD) [mGy] (後方散乱含む) 透視: ESD rate [mGy/min] (後方散乱含む) マンモ: Average glandular dose [mGy] CT: Multiple scan average dose [mGy]
欧州委員会 EC RP 1081 (1999) [DIR]	撮影: ESD [mGy] (後方散乱含む) 透視: Dose area product (DAP) [mGy cm ²] マンモ: ESD [mGy] (後方散乱含む) CT: CTDI _{vol} [mGy]・DLP [mGy]
米国放射線専門医会 ACR (2008) [DIR]	撮影: Entrance skin exposure (ESE) [mR] or Entrance surface air kerma (ESAK) [mGy] (後方散乱なし) 透視: ESE [mR/min] or ESAK rate [mGy/min] CT: CTDI _{vol} [mGy]

ICRU Report 74 (2005)

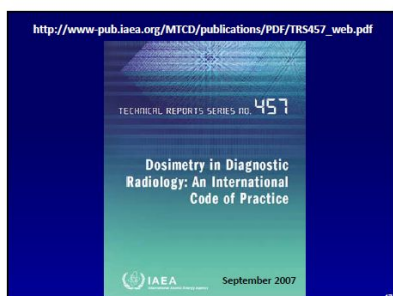
Patient dosimetry for x rays used in medical imaging

- DRI設定・運用時に有用とされる測定量を勧告
- ICRP Publ.105 (2007)で引用

測定量	記号	適用されるx線検査
Incident air kerma (without backscatter)	K _{a,i}	Radiography & fluoroscopy
Incident air kerma rate	K _{a,i}	Fluoroscopy
Entrance surface air kerma (with ss)	K _{a,e}	Radiography & fluoroscopy
Entrance surface air kerma rate	K _{a,e}	Fluoroscopy
Air kerma-area product	P _{ka}	Radiography & fluoroscopy
Mean mammary glandular dose	D _g	Mammography
CT air kerma-length product	P _{air,CT}	(※暫定的)

The diagram illustrates the measurement setup for air kerma area product (PKa) as defined in ICRU Report 74. It shows a vertical arrangement of components:

- Top Section:** A circular source labeled "x-ray tube" is positioned above a "local spot position". Below this is a "collimator" which defines the beam's cross-section.
- Middle Section:** The "Air kerma area product (P_{ka})" is indicated by a yellow box. Below it, the "Dose area product (DAP)" is also indicated by a yellow box.
- Bottom Section:** A "phantom (人体)" (human body) is shown. The "Entrance surface air kerma (K_{sa})" is indicated by a yellow box. Below the phantom is an "image receptor" mounted on a "table".
- Annotations:**
 - A line points to the beam area with the text: "散乱線含まない" (Does not include scattered radiation).
 - Another line points to the beam area with the text: "散乱線含む" (Includes scattered radiation).



IAEA Technical Reports Series No. 457 (2007)
Dosimetry in diagnostic radiology: an international code of practice

- 診断領域の線量測定に関する国際的基準 (WHOも承認)
- 測定量はICRU Report 74 (2005) に基づく
- ICRU Report 74との主な違い
 - ICRUが提示したIncident air kerma (K_a) とEntrance surface air kerma (K_{es}) の記号をそれぞれ K_a と K_{es} として簡素化
 - CTの線量測定について10cm長CT電離箱による自由空気中とPMMAファントム内の両測定を対象とした測定量の提示
 - * CT air kerma index ($C_{a,100}$)
 - * volume CT air kerma index (C_{vol})

モダリティ別の測定量と測定法 (IAEA, 2007)

モダリティ	測定対象	測定量	測定方法等
一般撮影	ファントム	Incident air kerma	胸部/腹部ファントムを使用
	人体	Incident air kerma Entrance surface air kerma Air kerma-area product	撮影条件と測定されたX線出力値より算出 定規と同様の方法
透視	ファントム	Entrance surface air kerma rate	ファントムによる前後測定か、Incident air kermaと線量数値係数より算出
	人体	Air kerma-area product	最大皮膚線量も測定。 標準化されない測定法 (例: IVR測定) は国際基準から除外
CT	ファントム	CT air kerma index	空気中または線形・体幹部PMMAファントム内の測定
	人体	CT air kerma-length product	撮影条件とファントム測定の結果より算出

**わが国の動向
(厚生労働省・細野班)**

DRL設定のためのわが国の課題

- EU、韓国、台湾：国主導の全国調査を実施
- 日本：国(厚生省)主導の全国調査が実施されていないのが現状

↓

厚生省の科学研究費を用いた研究班の立ち上げ

厚労科研・細野班

- 主任研究者：細野 真 (近畿大医学部 教授, MD, PhD)
- 課題名：医療放射線の安全確保に関する研究
- 期間：平成19年度～21年度
- 分担研究者 (5名)：
 - 岡野友宏 (昭和歯学部 教授, DDS, PhD)
 - 成田浩人 (東京慈恵医大病院 技師長補佐, RT, MA)
 - 山口一郎 (国立保健医療科学院 主任研究官, MD)
 - 赤羽正章 (東京大医学系研究科 准教授, MD)
 - 大場久照 (弘前大保健学研究科 助教, RT, PhD)

厚労科研・細野班での取り組み

- 研究目的：DRLおよび放射線診療機器の品質保証等に関する指針策定
 - ✓ 患者線量評価法の検証、医療機関の患者線量把握
 - ✓ DRLに関する国際的な動向の把握
 - ✓ 国内外の放射線診療機器の保守点検・品質保証に関する知見の検討
 - ✓ 放射線診療機器の使用に係る職員研修に関する検討
 - ✓ エックス線診療施設の違へい計算法に関する検討 (H13年医薬発188号通知の一部改訂予定)

わが国での医科・歯科領域のDRL (1)

- ① エックス線単純撮影
技師会の医療被ばくガイドラインで提示されている撮影部位と方向 (成人、小児) についてのガイドライン値
- ② 成人のCT検査
技師会のWeb調査結果 (2008年) に基づいた3部位のCTDI_{vol}値
 - 頭部：CTDI_{vol} 100 mGy
 - 胸部：CTDI_{vol} 20 mGy
 - 腹部：CTDI_{vol} 25 mGy

わが国での医科・歯科領域のDRL(2)

③ 小児・幼児のCT検査

2005年に日本医学放射線学会・日本放射線技術学会・日本小児放射線学会より公表された「小児CTガイドライン」に基づき、実効線量からCTDI_{vol}に変換推定した2部位のCTDI_{vol}値

・小児

胸部: SSCT 8.7 mGy MDCT 6.6 mGy
腹部: SSCT 12.3 mGy MDCT 10.6 mGy

・幼児

胸部: SSCT 5.0 mGy MDCT 7.9 mGy
腹部: SSCT 7.4 mGy MDCT 13.2 mGy

21

わが国での医科・歯科領域のDRL(3)

④ 歯科領域のエックス線撮影

・口内法撮影:

PED (patient entrance dose)
2.1 mGy (フィルム感度F以上)
4 mGy (フィルム感度D)
DAP (dose-area product)
59 mGy·cm² (フィルム感度F以上)
113 mGy·cm² (フィルム感度D)

・パノラマ撮影:

DWP (dose-width product) 65 mGy·mm
DAP 92 mGy·cm²

* 歯科用CT検査(コンビームCT含む)はデータ不足のため提案しない

22



27

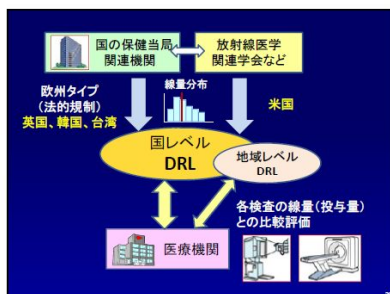
諸外国の対応

- ・ 欧州連合、英国
- ・ 米国
- ・ 韓国、台湾

28

7

2010/7/4



29

欧州連合 (EU)

- 医療被ばくに関する欧州指令
(Directive 97/43/Euratom, June 30, 1997)
→ ICRP Publ.60 (1990)と Publ.73 (1996)の取り入れ
→ DRLの設定と運用について要求
→ 2000/5/13までにEU加盟国の法令等への取り入れを要求
- 欧州指令のDRL設定と運用に関するガイダンス
(Radiation Protection 109, European Commission, 1999)
→ DRLの設定: 線量分布の75パーセンタイル値を使用
(核医学検査を除く)
→ 撮影・透視の測定量: ESD または DAP (Gy cm²)
→ CTの測定量: CTDI_{vol}とDLP

30

英国 (1)

- IR(ME)R 2000でDRL設定を要件として規定
- 国主導 (NRPB/HPA, ARSAC)による全国調査の実施
→ 撮影・透視のNational reference doses (75パーセンタイル値)
NRPB-W14 (2002). Doses to Patients from Medical X-ray Examinations in the UK - 2000 Review.
- CT検査のNational reference doses (75パーセンタイル値)
NRPB-W67 (2005). Doses from Computed Tomography (CT) Examinations in the UK - 2003 Review.
- 核医学検査のNational reference doses
ARSAC (2006). Notes for guidance on the clinical administration of radiopharmaceuticals and use of sealed radioactive sources.

31

英国 (2)

- 2007.4.23 Department of Health (保健省)が
National DRLを設定・公表
✓ Guidance on the establishment and use of DRLs as the term is applied in IR(ME)R 2000.
✓ NRPB-W14, NRPB-W67, ARSACの調査レポートに基づく
✓ マンモ: BJR (2005)、歯科: BDJ (1999)の論文に基づく
✓ 撮影、透視、マンモ、歯科、CT(成人・小児)および核医学検査(成人)についてのNational DRLを設定
✓ 具体的なDRL設定・運用方法 → IPEM Report No.88 (2004)
Local DRL (医療機関レベル)の設定・運用も提示
- IR(ME)R 2000 (together with notes on good practice)という通知文も併せて保健省より公表

32

8

RVs for radiography, fluoroscopy, CT dental radiography in US (Gray JE *et al.*, 2005)

検査名	AAPM ESAK (mGy)	JART 2006 ESD (mGy)
胸部PA	0.25	0.3
頸椎AP	1.25	0.9
腹部AP	4.50	3
腰椎AP	5.00	5
デンタル撮影	2.30	—
セファロ撮影	0.25	—
	CTDI (mGy)	CTDI _{ref} (mGy)
頭部CT	60	65
体幹部CT	40	20
	ESAK rate (mGy/min)	ESD rate (mGy/min)
透視	65	25

41

東アジア①: 韓国

- Kim YH, Choi JH, Kim CK, et al. Patient dose measurements in **diagnostic radiology** procedure in Korea. *Radiat Prot Dosim* 2007; 123: 540–45.
- Cho PK, Seo BK, Choi TK, et al. The development of a diagnostic reference level on patient dose for **CT examination** in Korea. *Radiat Prot Dosim* 2008; 129: 463–68.

一般撮影(小児含む)、透視(消化器)、CT検査、マンモグラフィに対し、2004年～2005年にかけて全国278病院への撮像条件のアンケート調査、面積線量計と電離箱による実測を行い、線量分布の75パーセンタイル値に基づきDRLを決定した。

42

DRLs for radiography in Korea (Kim YH *et al.*, 2007)

撮影部位	DRLs ESD (mGy)	JART 2006 ESD (mGy)
頭部		
AP	2.76	3
LAT	1.78	2
PA	0.28	0.3
胸部		
LAT	1.61	0.8
頸椎		
AP	1.44	0.9
LAT	0.57	0.9
腰椎		
AP	2.85	4
LAT	8.85	8
腕		
AP	3.56	5
LAT	11.45	15
上肢部		
AP	0.77	—
手関節部		
AP	0.12	0.1
上腕部		
AP	0.19	0.2
腹部		
AP	2.87	3
股関節		
AP	2.9	4
LAT	4.14	—
膝関節		
AP	0.51	0.4
骨盤		
AP	3.06	3
小児胸部		
PA (4-6歳)	0.13	0.2
PA (6-9歳)	0.12	0.2

43

DRLs for CT in Korea (Cho PK *et al.*, 2008)

検査部位	DRLs CTDI _{ref} (mGy)	EC 1999 CTDI _{ref} (mGy)	JART 2006 CTDI _{ref} (mGy)
頭部	48 ± 4	60	65
腹部	20 ± 8	30	20

44

11

東アジア②: 台湾

- Tung CJ, Tsai HY, Lo SH, et al. Determination of guidance levels of dose for **diagnostic radiography** in Taiwan. *Med Phys* 2001; 28: 850–57.

2001年公布予定の電離放射線防護法令において、医療被ばくに対するQCの義務化を盛り込むため、全国の実地調査と測定に基づき費用対効果を考慮した最適化分析により、一般撮影(10部位)のDose guidance levels (DGLs)を設定した。

- Tsai HY, Tung CJ, Yu CC, et al. Survey of **computed tomography** scanners in Taiwan: Dose descriptors, dose guidance levels, and effective doses. *Med Phys* 2007; 34: 1234–43.

調査票と測定による全国調査に基づき、費用対効果を考慮した最適化分析によりCT検査(5種類)に対するDGLsを設定し、規制当局の基礎資料とした。

45

DGLs for radiography in Taiwan (Tung CJ *et al.*, 2001)

撮影部位	DGLs ESD _{ref} (mGy)	JART 2006 ESD (mGy)
頭部		
PA	3.5 (85%)	3
LAT	5 (85%)	2
頸椎		
AP, LAT	2 (80%)	0.9
腕		
AP	3 (80%)	—
胸部		
PA	0.8 (85%)	0.3
LAT	3 (80%)	0.8
腰椎		
AP	6 (85%)	4
LAT	12 (80%)	8
膝		
AP	8 (80%)	5
LAT	20 (80%)	15
上肢部		
LPO, RPO	20 (85%)	—
腹部		
AP	8 (85%)	3
IVU		
AP	8 (80%)	—
骨盤		
AP	7 (80%)	3
股関節		
AP	6 (85%)	4

46

DGLs for CT in Taiwan (Tsai HY *et al.*, 2007)

検査名	CTDI _{ref} (mGy)	EC (1999)	JART 2006	DLP (mGy cm)	DGLs	EC (1999)	JART 2006
頭部	72 (85%)	60	65	850 (83%)	1050	—	—
胸部	24 (83%)	30	—	580 (80%)	650	—	—
腹部	31 (90%)	35	20	680 (87%)	780	—	—
骨盤	28 (83%)	35	—	520 (83%)	570	—	—
肝・脾・膵	24 (81%)	35	—	800 (73%)	900	—	—
腎	24 (80%)	—	—	890 (83%)	—	—	—

47

まとめ

- 診断参考レベル(DRL)は、放射線診断における防護の最適化を進める上で有効なツールになる
- DRLの実施には、診療ガイドラインの整備、診断機器の設計、測定に関わる品質保証・管理、教育訓練、DRLの運用体制の構築など多くの事項をクリアする必要がある

48

12