

# 実効線量係数等（ICRP2007年勧告の取入れ） 及び実用量の今後の進め方について

令和5年3月20日  
原子力規制庁長官官房放射線防護グループ  
放射線防護企画課

# 実効線量係数等・実用量に関する放射線審議会での検討経緯

## これまでの検討経緯

- 第140回総会では国内制度に取り入れるかどうかの検討の前に情報収集等の必要な取組事項を整理することとした。
- 第141回総会では放射線安全規制研究戦略的推進事業を通じた ICRP 刊行物の検証等を進めることとした。
- 第146回、第148回総会では当該検証等の状況確認及び今後の審議の進め方について審議を行い中間的な取りまとめを実施した。
- 令和2年1月に取りまとめた「中間的な取りまとめ」における整理及び最近の動きは次のとおり。

### 【実効線量係数等（実効線量係数・排気中または空気中の濃度限度・廃液中または排水中の濃度限度等、実効線量の使い方）】

（中間的な取りまとめ）

- 外部被ばくの線量係数に係る報告書が刊行されるとともに内部被ばくの線量係数に係る報告書が順次刊行されつつあるが、全てが刊行・公開されるまでには時間を要する状況である。
- 外部被ばくと内部被ばくの線量係数、職業被ばくと公衆の被ばくの線量係数を同時に法令に取り入れることが適当と考える。

（最近の動き）

- 156回総会で、公衆被ばくに関する刊行物の刊行状況を考慮の上、放射線審議会において取り入れに係る進め方の議論をはじめ  
るために必要となる情報※の整理を行うこととされた。
- ※現行法令の導出元となっている1990年勧告で提示されている線量係数とICRP.Pub.116,130,134,137,141,151で勧告されている線量係数にかかる関係性等
- 令和4年4月にICRP Publ.151「放射性核種の職業上の摂取－第5部－」が刊行され、職業上の摂取に関する刊行物であるOIRシリーズが出揃うとともに、公衆の摂取に関する刊行物についても令和5年2月にICRPからパブリックコメントが開始された。

### 【実用量】

（中間的な取りまとめ）

- 今後も情報収集を進め、ICRP/ICRUの実用量等に関する報告書の刊行後に、国内における関連学会と線量測定器メーカー等の検討状況及びISO等の国際機関の動向を踏まえた上で、具体的な検討に着手することとする。

（最近の動き）

- 令和2年にICRU Report95が刊行され、新しい実用量の概念が提言されたところ。

## これまでの検討経緯を踏まえ今回議論いただきたい事項及び説明内容

### 議論いただきたい事項及び説明内容

- 中間的な取りまとめ以後、実効線量係数等及び実用量について様々な動き（ICRPやICRUから関連する刊行物の刊行等）があったことを踏まえ、改めて実効線量係数等及び実用量に係る国際的な議論の動向についてレビューした上で、2007年勧告を踏まえた実効線量係数等の取入れに向けた検討の方向性について議論をお願いしたい。
- また、156回総会（令和4年7月11日）で、実効線量係数等については公衆被ばくに関する刊行物の刊行状況を考慮の上、放射線審議会において取り入れに係る進め方の議論をはじめめるために必要となる情報※の整理を行うこととされたことを踏まえて、有識者からICRPの主たる勧告内容について説明いただくこととしたい。

※現行法令の導出元となっている1990年勧告で提示されている線量係数とICRP.Pub.116,130,134,137,141,151で勧告されている線量係数にかかる関係性等

# 防護量及び実用量のこれまでの変遷

ICRP 主勧告	77年勧告		90年勧告		07年勧告		次期主勧告		
	主勧告 Publ.26 (1977)	ICRU Report39/43	主勧告Publ.60 (1990)	Publ.74 & ICRU Report51/57 等	主勧告 Publ.103 (2007)	Publ.116 (2010)、 OIRシリーズ (2015-2022) 等	Publ. 147 (2021)	ICRU Report95 (2020)	Keeping the ICRP recommendati ons fit for purpose* (2021)
防護量	実効線量当量等 を導入し、線量当 量限度を定める	-	実効線量・等価 線量を導入	外部被ばくについ ての防護量への換 算係数を掲載	・定義変更はなし ・実効線量・等価 線量の定義の中 で位置づけられて いる諸量（加重 係数）や実効線 量の導出方法等 の明確化などの 変更が加えられる	・外部被ばく (Publ.116)、職 業上の内部被ばく (OIRシリーズ)につ いての防護量への 換算係数を掲載 ・公衆の内部被ばく については検討中	・眼の水晶体の 線量管理と皮膚 の線量管理につ いては、従来の等 価線量に代えて 吸収線量の使用 が適切と指摘 ・等価線量の使 用の変更について 次期主勧告での 議論を明示	-	-
実用量	-	実効線量当量 等を測定で推定 するためICRUが 周辺線量当量 等を導入	ICRU Report39に与え られている諸量を 詳細に検討予定	・場所と個人のモニ タリングに用いる量 として「実用量」の 概念を引き続き用 いることが妥当。 ・ICRU Report51で個人 線量等量を導入	2007年勧告に 採用されている定 義はICRU Report51等に 与えられている	Publ.116の中で 高エネルギー帯等 での実用量の防護 量からの乖離を指 摘	-	ICRP.Publ.110 や116等を踏まえ た実用量の定義 変更が提言され る	実用量の変更は、 次期主勧告の発 行後に、防護量 の変更と同じタイ ムスケールで導入 される見込み

※ 「Keeping the ICRP recommendations fit for purpose」 ICRP主委員会メンバー等による次期主勧告に関する検討論文

# (参考1) ICRP1990年勧告から2007年勧告での防護量の定義、限度及び導出等の変遷

- 防護量 (実効線量や等価線量) の定義 (概念) : **1990年勧告から変更なし**

➤  $H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$  ,  $E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R}$

$H_T$  : 臓器・組織Tの等価線量 (Sv),  $E$  : 実効線量 (Sv),  $D_{T,R}$  : 放射線のタイプRによる特定の臓器・組織Tの体積中における平均吸収線量 (Gy),  $w_R$  : 放射線加重係数,  $w_T$  : 組織加重係数

- 実効線量限度 : **1990年勧告から変更なし**

防護量	職業被ばく	公衆被ばく
実効線量	定められた5年間の平均として,年間20 mSv (いかなる1年も50 mSvを超えない)	1年につき1 mSv

- 外部被ばくに関する事項 : **1990年勧告から変更あり**

物理量 (空気カーマやフルエンス) からの防護量の導出等	外部被ばくのモニタリングに係る事項
○ <b>加重係数や人体モデル (ファントム) 等の変更に伴う変更あり</b>	○ <b>1990年勧告から変更なし</b> ※ ※ICRU Report95での実用量に関する変更の提言あり (後述)

- 内部被ばくに関する事項 : **1990年勧告から変更あり**

放射性核種の摂取量からの防護量の導出等	内部被ばくのモニタリングに係る事項
○ <b>体内動態モデル等の変更に伴う変更あり</b> ➤ 職業上の放射性核種の摂取 : <b>OIRシリーズでの変更点の提示</b> ➤ 公衆の放射性核種の摂取 : <b>見直しに向けた作業中</b>	○ バイオアッセイや体外計測に基づく摂取量評価を行い、線量係数を用いて預託実効線量を求める考え方は <b>1990年勧告から変更なし</b> 。

## (参考2) ICRP2007年勧告における線量評価に係る項目の変更

- ICRP2007年勧告とICRP1990年勧告に準拠する線量評価に係る項目等の概要を以下に示す。
- これらの項目と実効線量との関係を次スライドで示す。

Publ. に含まれる線量評価モデルやデータ等	1990年勧告に準拠	2007年勧告に準拠
<b>外部被ばく線量評価・内部被ばく線量評価に関するもの</b>		
線量の定義、線量限度	Publ. 60	Publ. 103 (Publ. 60から変更なし)
外部被ばくモニタリングのための実用量	ICRU Report 57 (Publ. 74) (変更なし)	
放射線加重係数、組織加重係数等	Publ. 60	Publ. 103
解剖学的・生理学的(標準人)データ	Publ. 23	Publ. 89
線量評価用人体モデル	成人、小児ともにMIRD型ファントム*	成人：Publ. 110、小児：Publ. 143
<b>内部被ばく線量評価に関するもの</b>		
核崩壊データ	Publ. 38	Publ. 107
内部照射エネルギー吸収割合(SAF)データ	Publ. 30 (電子、α粒子)	成人：Publ. 133、小児(公衆)：検討中(光子、電子、α粒子、中性子)
ヒト呼吸気道モデル、エアロゾル沈着モデル(吸入摂取時の初期値)	Publ. 66	Publ. 130
ヒト消化管モデル	Publ. 30	Publ. 100
全身動態モデルと子孫核種の取り扱い	Publ. 30, 56, 67, 69, 71	作業員：Publ. 130, 134, 137, 141, 151 年齢依存モデル(公衆)：検討中

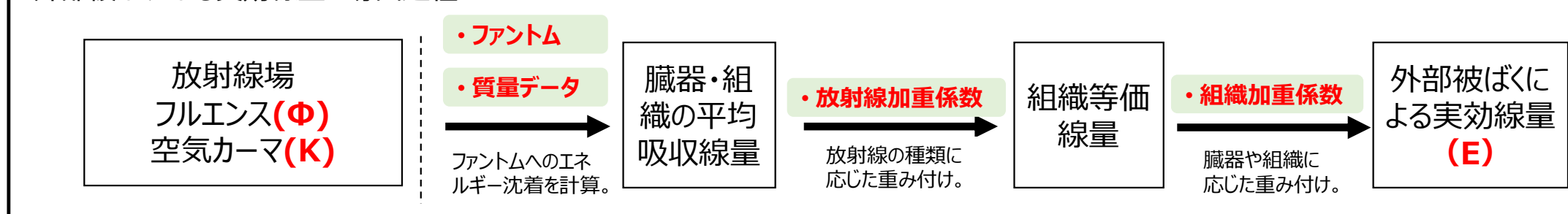
Publ. に含まれる線量評価用のデータ等	1990年勧告に準拠	2007年勧告に準拠
外部被ばく線量評価用の換算係数データ	Publ. 74 (1996)	Publ. 116 (2010)
内部被ばく線量評価用の線量係数データ(作業員)	Publ. 68 (1994)	Publ. 134 (2016), Publ. 137 (2017), Publ. 141 (2019), Publ. 151 (2022)
内部被ばく線量評価用の線量係数データ(公衆)	Publ. 72 (1995)	公衆による放射性核種の摂取に対する線量係数 Part 1ドラフト (パブリックコメント用に2023年2月公開) Part 2以降：検討中
作業員に対する内部被ばくモニタリングの解釈用データ	Publ. 78 (1997)	Publ. 134 (2016), Publ. 137 (2017), Publ. 141 (2019), Publ. 151 (2022)

\*ICRPが標準ファントムとして定めたものはない。実態として、内部被ばくでは、ORNL/TM-8381の年齢別MIRD型ファントムを用いて年齢依存を考慮していた。外部被ばくでは、ORNL/TM-8381の成人MIRD型ファントムとその派生ファントムが用いられた(成人のみ計算)。ただし、2007年勧告以降は、外部被ばくでもPubl. 144で年齢依存を考慮に入れている。

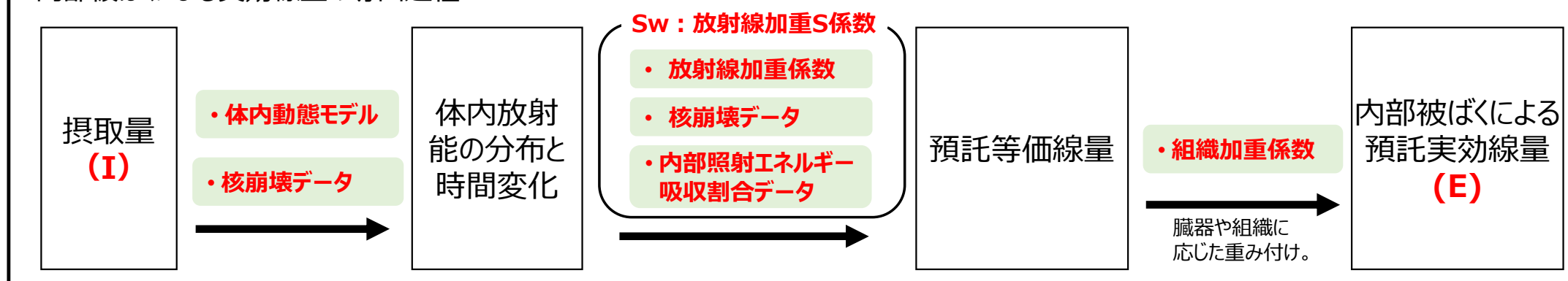
## (参考3) 外部被ばく・内部被ばくによる実効線量の導出過程

- ICRP2007年勧告に紐づく諸量への変更に伴い、実効線量係数の値も変更となりうる。
- 実効線量は外部被ばくによる実効線量 + 内部被ばくによる（預託）実効線量として表される。
- 防護量である実効線量を直接測定することはできず、
  - ✓ 外部被ばくについては、放射線場の物理量である空気カーマやフルエンスとの関係から導出される。
  - ✓ 内部被ばくについては、各核種の摂取量から預託等価線量及び預託実効線量を導出する。

### 外部被ばくによる実効線量の導出過程



### 内部被ばくによる実効線量の導出過程



# ICRU Report95での外部被ばくに関する実用量に係る変更点

2007年勧告の範囲外であるが、2020年にICRU Report95で外部被ばくに関する実用量に係る変更が提言された。

## ● 実用量の定義の変更

現行	変更後
簡易形状ファントムの決められた深さの点での線量当量による規定	[フルエンスまたはカーマ] と [換算係数] との積（標準ファントムに基づく実効線量と直接関連づけられることになる。）

## ● 防護量の変更

➢ 組織反応に係る防護量として、従来の等価線量ではなく吸収線量を用いる。

## ● 実用量と防護量は以下のとおり変更される。■が変更となる点。

(現行の防護量・実用量) ICRP Publ.74・ICRU Report57を基にしたもの

役割	防護量	外部被ばくに関する実用量	
		エリアモニタリング	個人モニタリング
実効線量の管理	実効線量 $E$	周辺線量 $H^* (10)$	個人線量当量 $H_p(10)$
眼の水晶体の線量管理	等価線量 $H_{lens}$	方向性線量当量 $H'(3, \Omega)$	個人線量当量 $H_p(3)$
局所的な皮膚の線量管理	等価線量 $H_{local\ skin}$	方向性線量当量 $H'(0.07, \Omega)$	個人線量当量 $H_p(0.07)$

(新たな防護量・実用量) ICRU Report95を基にしたもの

役割	防護量	外部被ばくに関する実用量	
		エリアモニタリング	個人モニタリング
実効線量の管理	実効線量 $E$	周辺線量 $H^*$	個人線量 $H_p$
眼の水晶体の線量管理	臓器平均吸収線量 $D_T$ 水晶体における吸収線量	方向性水晶体吸収線量 $D'_{lens}(\Omega)$	個人水晶体吸収線量 $D_{p\ lens}$
局所的な皮膚の線量管理	臓器平均吸収線量 $D_T$ 局所皮膚の規定された部分の吸収線量	方向性局所皮膚吸収線量 $D'_{local\ skin}(\Omega)$	個人局所皮膚吸収線量 $D_{p\ local\ skin}$

## 上記変更の法令への取入れに当たっての課題

- 組織反応に係る吸収線量の線量限度等について、ICRPの次期主勧告での検討課題となっている。
- ISO、IECでの検討状況が明らかでない。



**ICRP次期主勧告を踏まえて検討を開始することが適当と考えられる。**



## 実効線量係数等・実用量に関する今後の審議の進め方（案）

### 実効線量係数等に関する審議の進め方（案）

- 実効線量係数等については、2007年勧告に準拠する刊行物の刊行見通しが立ったことから、以下の事項を整理する等2007年勧告の国内法令への取入れに向けた準備を進めてはどうか。
  - 現行法令において取入れに際して改正が必要となる事項
  - 取り入れた際の影響（現行基準との差異等）
  - その他整理が必要な事項
- また、国内法令への取入れに当たっては、専門的な技術的事項に関する検討を行う必要があることから、部会の設置等も含め、検討の進め方を審議してはどうか。

### 実用量に関する審議の進め方（案）

- 実用量についてはICRUから変更が提言されたものの、現時点では国内法令への取入れのための状況が整っていないことに鑑み、引き続き国内の関連学会と線量測定器メーカー等の検討状況及び ISO 等の国際機関の動向を把握するとともにICRPの次期主勧告に向けた動向を把握することとしてはどうか。
- あわせて、原子力規制庁の委託事業で実施している事業（※）の成果を把握することとしてはどうか。

（※）原子力規制庁の委託事業の例

令和4年度事業：国家計量標準機関及び二次標準機関において、新たな実用量に対応した校正・試験場を開発するために、各校正・試験場の線量換算係数の評価、方向特性試験の開発、トレーサビリティ確保に関する検討を行っている。