

令和4年度放射線対策委託費(被ばく線量評価コードの開発)事業  
成果報告書

令和5年3月31日

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

本報告書は、国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構が実施した令和4年度放射線対策委託費（被ばく線量評価コードの開発）事業の成果を取りまとめたものです。

# 目次

第1章 はじめに.....	1
第2章 被ばく線量評価コードの開発事業.....	3
2.1 これまでの経緯.....	3
2.2 事業の全体概要.....	4
2.3 令和4年度の事業計画.....	5
第3章 内部被ばく線量評価コードの高度化.....	7
3.1 目的.....	7
3.2 線量評価関連刊行物等の調査.....	7
3.2.1 刊行物等の公開に関する状況.....	7
3.2.2 OIR Part 5 の調査結果.....	8
3.2.3 小児 SAF ドラフトの調査結果.....	10
3.2.4 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) .....	13
3.3 内部被ばく線量評価コードの更新.....	14
3.3.1 OIR Part 5 の全身動態モデルのコードへの組み込み.....	14
3.3.2 実効線量係数の検証結果.....	14
3.4 放射性同位元素の種類の種類.....	16
3.4.1 放射性核種の種類.....	16
3.4.2 化学形等の分類.....	23
3.5 まとめ.....	23
第4章 コード簡易版(ウェブアプリ)プロトタイプの開発.....	24
4.1 目的.....	24
4.2 コード簡易版の仕様.....	24
4.2.1 入出力項目.....	24
4.2.2 技術要素.....	26
4.3 コード簡易版プロトタイプの開発.....	27
4.3.1 データの作成.....	27
4.3.2 ウェブページの作成.....	27
4.3.3 今後の改良点.....	27
4.4 まとめ.....	31
第5章 内部被ばく及び外部被ばく線量評価に係る規制改正用基準値の整備.....	32
5.1 目的.....	32
5.2 現行の RI 数量告示とその改正経緯.....	32
5.2.1 ICRP 1990 年勧告 (Publ.60) の国内制度への取り入れについて (意見具申) .....	32
5.2.2 外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針.....	33
5.2.3 外部被ばく評価に係る改正における検討経緯及び現行の規制基準等.....	34

5.2.4 内部被ばく評価に係る改正における検討経緯及び現行の規制基準等 .....	39
5.3 2007 年勧告に基づく被ばく線量評価 .....	43
5.3.1 被ばく評価に用いる諸量、線量限度等 .....	43
5.3.2 2007 年勧告に基づく被ばく線量評価に用いるモデルやデータ等 .....	45
5.3.3 被ばく線量評価に用いる換算係数、線量係数 .....	45
5.4 近年の線量評価に関する検討の動向 .....	50
5.4.1 2007 年勧告から発展した内容等を含む ICRP 刊行物 .....	50
5.4.2 外部被ばくモニタリングのための実用量 (ICRU Report 95) .....	51
5.4.3 次期主勧告へ向けた動向 .....	51
5.5 被ばく線量評価に係る規制基準値の更新で参照すべきリスト及び検討すべき事項 .....	52
5.5.1 規制基準値の更新で参照すべきリスト .....	52
5.5.2 外部被ばく線量評価に係る規制基準値の更新 .....	52
5.5.3 職業被ばくによる内部被ばく線量評価に係る規制基準値の更新 .....	54
5.6 まとめ .....	57
第 6 章 外部発表及び検討委員会 .....	58
6.1 外部発表 .....	58
6.2 検討委員会 .....	58
第 7 章 あとがき .....	60
謝辞 .....	61
参考文献 .....	62
付録 1 OIR Part 5 収載核種の実効線量係数の検証 .....	付 1
付録 2 RI 数量告示と OIR シリーズの化学形等の比較 .....	付 37
付録 3 外部発表 .....	付 85
付録 4 検討委員会 .....	付 95

## 第1章 はじめに

我が国では、放射性核種や放射線発生装置の利用に伴う放射線障害の発生を防止し、公共の安全を確保することを目的として、「放射性同位元素等の規制に関する法律」[1]（以下、「RI規制法」とする。）が制定されており、同法を実施するための政令、規則等が定められている。現在の国内における放射線規制は国際放射線防護委員会（ICRP）の1990年勧告[2]を取り入れて制定されたものであるが、ICRPは1990年勧告に置き換わる2007年勧告[3]を平成19年に公開した。これを受けて、原子力規制委員会の下に設置されている放射線審議会では、ICRPの2007年勧告の放射線防護体系を国内の放射線規制へ取り入れるための議論が進められている。

放射線障害を防止するための具体的な基準値（以下、「防護基準値」とする。）は、外部被ばく、内部被ばくともに告示「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」[4]（以下、「RI数量告示」とする。）をはじめとする関係法令で定められている。RI数量告示では、外部被ばくに関しては、放射線がエックス線またはガンマ線である場合は空気カーマから、中性子線である場合はフルエンスから実効線量を導出するための換算係数が定められている。現行のRI数量告示には、1990年勧告を踏まえた Publ. 74 に収載の実効線量換算係数（物理量を実効線量に変換する数値）[5]を基にした実効線量導出のための数値が収載されている。これに対し、2007年勧告に基づく実効線量換算係数は平成22年に Publ. 116 として公開されており[6]、2007年勧告を国内法令に取り入れるための基礎となるデータはすでに整った状況である。内部被ばくに関しては、放射性核種及びその化学形や物質の分類ごとに、放射線施設の人が常時立ち入る場所に対する空气中濃度限度や施設からの排気及び排水に対する濃度限度が防護基準値として定められている。これらの濃度限度は、1990年勧告を取り入れた作業員及び公衆に対する実効線量係数（放射性核種 1 Bq 摂取あたりの預託実効線量）[7,8]を基に定められている。

こうした動向を受けて、原子力規制庁は、平成29年度に創設した放射線安全規制研究戦略的推進事業費の重点テーマの一つとして、「内部被ばく線量評価コードの開発に関する研究」を設定した[9]。このテーマに対し、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という。）が平成29年度からの4ヶ年で実施する研究計画を提案し、これが採択された[10]。ICRPでは、内部被ばくに関しては2007年勧告に基づく線量評価用の体内動態モデル等が一部検討中であり、2007年勧告のRI数量告示への取入れに必要な実効線量係数を収載するICRP刊行物は令和4年時点で出揃っていない。さらに、現行のRI数量告示には収載されているものの、ICRPが実効線量係数を評価しない放射性核種が存在する[11-13]ことが明らかとなっていた。そこで、上記事業において、原子力機構は、これらの状況を鑑みて、2007年勧告に基づく線量評価用の体内動態モデルや核崩壊データ等を用いて実効線量係数を計算する機能、及び内部被ばく発生時のモニタリング結果に基づいて放射性核種の摂取量を推定する機能を開発した。さらに、両機能を統合させるとともに、操作性や利便性を向上させる機能を整備することで内部被ばく線量評価コード（IDCC: Internal Dose Calculation Code）を完成させた[14-17]。令和3年度は、放射線対策委託費により、IDCCの高度化に向けた情報収集に加え、IDCCの運用に向けた提供体制の構築及び普及・利用促進策に係る検討を進めた

[18]。この中で、コードをより容易に、幅広く利用してもらうための取組として、ICRP の既定の摂取条件のみについて簡易的な被ばく評価が可能なウェブアプリを開発することとし、その仕様を策定した。

令和 4 年度からは、『今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針』（令和 4 年度以降の安全研究に向けて）[19]に示された放射線防護に関する 5 ヶ年計画の安全研究プロジェクト「放射線防護のための線量及び健康リスク評価の精度向上に関する研究」の二つの課題のうちの一つ、「被ばく線量評価コードの開発」事業を原子力機構が受託し、IDCC の高度化及び RI 数量告示改正用の基準値の取りまとめを行っていくこととなった。

本成果報告書は、令和 4 年度放射線対策委託費（被ばく線量評価コードの開発）事業の成果を取りまとめたものである。第 2 章では、被ばく線量評価コード開発事業の全体概要及び令和 4 年度の事業計画を記す。続く第 3 章、第 4 章及び第 5 章では、IDCC の高度化、簡易版の開発、並びに内部被ばく及び外部被ばく線量評価に係る規制改正用基準値の整備について実施した内容をそれぞれ記す。第 6 章は、学術会議における外部発表と設置・運営した検討委員会について記す。最後の第 7 章で全体のまとめを述べる。

## 第2章 被ばく線量評価コードの開発事業

### 2.1 これまでの経緯

平成 29 年度から令和 2 年度までの放射線安全規制研究戦略的推進事業費（内部被ばく線量評価コードの開発に関する研究）事業において、ICRP 2007 年勧告に準拠する実効線量係数の RI 数量告示等への取入れに関する技術的基盤の整備として、以下の機能を有する内部被ばく線量評価コード、IDCC を完成させた[14-17]。

- ・ 放射性核種の化学形や物質の分類と摂取条件に応じて実効線量係数を計算する機能（以下、「線量係数計算機能」とする。）
- ・ 放射性核種を摂取した個人のモニタリング結果から放射性核種の摂取量を推定する機能（以下、「核種摂取量推定機能」とする。）
- ・ ユーザーの操作性や利便性を鑑みた機能

線量係数計算機能は、2007 年勧告に基づく線量評価用のモデルやデータを用いて RI 数量告示が示す防護基準値の改正の準備のための実効線量係数等を導出するもので、令和 2 年度までに ICRP の刊行物として公開済の線量評価用のモデルやデータ等を実装した。当該機能の妥当性は、放射性核種の職業上の摂取シリーズ（Occupational Intakes of Radionuclides、以下、「OIR」とする。）の Part 2（Publ. 134 [11]）、Part 3（Publ. 137 [12]）及び Part 4（Publ. 141 [13]）に記載されているラドンを除く 53 元素の放射性核種についてその化学形や物質の分類と摂取の経路ごとに実効線量係数を導出し、当時最新の OIR Data Viewer に収録されているデータと比較することで実施した。さらに、ICRP の既定の摂取条件では対応できない摂取状況、ユーザーが独自に構築した線量評価用データ・モデルを利用した線量評価が可能となるよう、モデルやデータの編集や置き換えを可能とした。

核種摂取量推定機能は、全身カウンタやバイオアッセイ等の個人モニタリングの結果から摂取された放射性核種の量を推定するとともに、預託等価線量及び預託実効線量を評価する機能である。様々な摂取シナリオに適用できるよう、1 回の急性摂取、複数回の急性摂取及び連続的な摂取（慢性摂取）に対応可能とした。当該機能の妥当性は、欧州線量評価委員会（EURADOS）の内部被ばく線量評価ガイドライン（IDEAS ガイドライン[20]）、国際原子力機関（IAEA）の技術文書[21]等が与える例題等について、当該機能を用いて評価した摂取量と参照した文献の数値とを比較することにより行った。

以上の二つの機能を統合し、ユーザーの操作性や利便性に配慮した入出力機能を開発した。具体的には、摂取条件や使用する線量評価用パラメータの設定や結果の閲覧等を直感的に操作可能なグラフィカルユーザーインターフェース（GUI）を開発した。さらに、IDCC をユーザーのパソコンに容易に導入でき、操作が可能となるよう、インストーラや取扱いマニュアル、例題集等を整備した。なお、専門家から得られた意見を基に、モデルやデータの編集機能を制限しないフル機能版と、ICRP の既定の条件による評価が可能な機能制限版の二つのエディションを用意した。

続いて、令和 3 年度の放射線対策委託費（内部被ばく線量評価コードの高度化及び運用・普及促進）事業においては、内部被ばく線量評価に関する新しい刊行物等が公開されなかつ

たため、主に IDCC を今後公開していくための運用体制や、普及・利用促進に係る取組について検討を進めた。運用体制の構築にあたっては、開発者の管理負担を軽減することを目的に、一般財団法人高度情報科学技術研究機構の原子力コードセンターを通じて配付することとした。ここで、フル機能版を配布するにあたっての条件についても検討した。コードの普及・利用促進策としては、コードの使い方講習会を実施することとした。ただし、利用希望者が必ずしも線量評価の専門家ではないことを考慮し、コードの使い方に加え、ICRP の放射線防護に関する考え方を含めた内部被ばく線量評価に係る講義も含めた構成とすることとした。さらに、これらの普及・利用促進策をより実効的なものとするため、想定されるユーザー層に対してアンケート調査を実施し、今後のコード開発、利用促進策等に反映させていくこととした[18]。

## 2.2 事業の全体概要

原子力規制庁は、「放射線防護においては、被ばくによる線量と、その線量に対するリスクを適正に評価することが重要であり、(中略) 得られた知見を放射線規制関連法令等や原子力災害対策指針等に適切に反映させることが重要である[19]」との観点から、「放射線防護のための線量及び健康リスク評価の精度向上に関する研究」というプロジェクトを推進することとし、この中で被ばく線量評価コードの開発と放射線リスク評価コードの開発という二つの課題を設定した。令和3年度まで実施してきた内部被ばく線量評価コードの開発とその高度化については、当該プロジェクトの一方の課題である「被ばく線量評価コードの開発」として継続実施することとした。また、得られた知見を放射線規制関連法令等に反映させることを目的に、規制改正用基準値の整備についても実施することとした。

被ばく線量評価コードの開発事業の行程表を図 2-1 に示す。当該事業は、令和4年度から令和8年度までの5ヶ年計画であり、「内部被ばく線量評価コードの開発」と「内部被ばく及

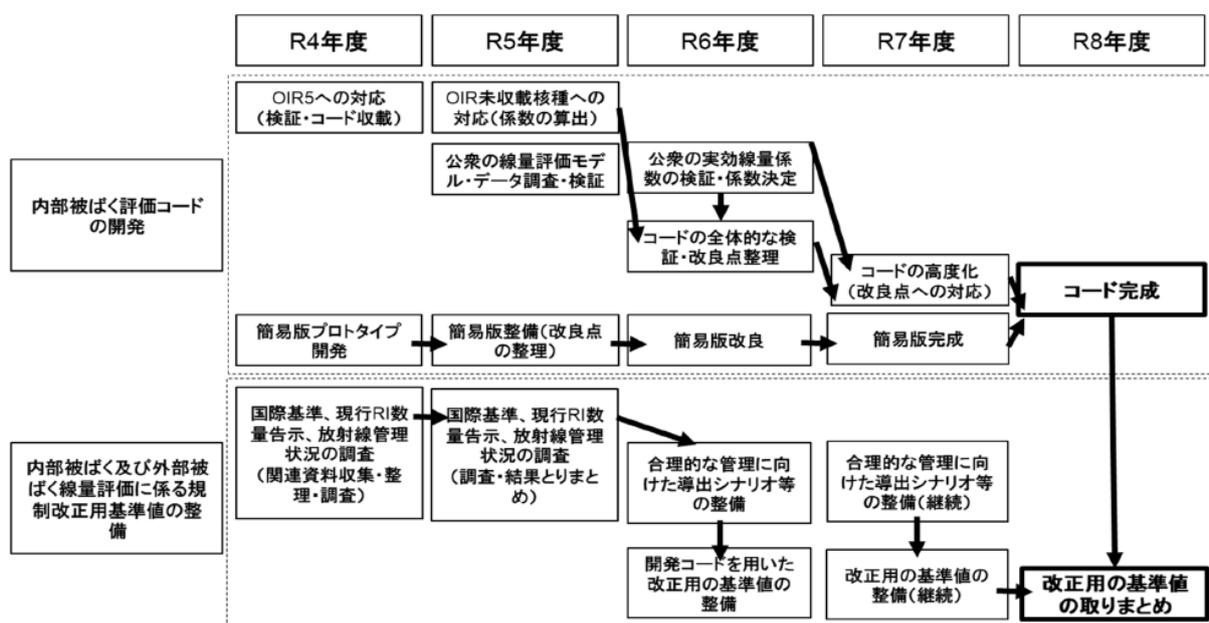


図 2-1 被ばく線量評価コードの開発事業の行程表[19]

び外部被ばく線量評価に係る規制改正用基準値の整備」という二つの大きな実施項目から成る。内部被ばく線量評価コードの開発では、今後 ICRP から公開されるデータを IDCC へ組み込み、作業者と公衆についてすべての元素に対する実効線量係数を計算可能にさせるとともに、結果の検証、更なる改良等を実施していく。また、令和 3 年度事業において仕様を検討した内部被ばく線量評価コード簡易版の開発も合わせて実施する。規制改正用基準値の整備については、2007 年勧告の国内法令への取入れに向けて、国際基準や現行 RI 数量告示、放射線管理状況等を調査するとともに、合理的な管理に向けた規制改正用基準値の導出シナリオの検討や IDCC を用いた基準値の計算等を実施する予定である。なお、令和 3 年度において検討を開始した IDCC の運用・管理体制の構築や普及・利用促進に向けた取組の実施については、被ばく線量評価コードの開発事業とは別事業で実施することとなった。

## 2.3 令和 4 年度の事業計画

前節に記したとおり、IDCC は、今後も作業者及び公衆に関する線量評価用モデル・データを組み込むことで高度化していく必要がある。また、令和 3 年度に仕様を検討した簡易版の開発、及び規制改正用基準値の整備に関する調査も必要とされた。そこで、令和 4 年度の放射線対策委託費（被ばく線量評価コードの開発）事業において、以下の項目を実施する。

### (1) 内部被ばく線量評価コードの高度化

#### ① 内部被ばく線量評価コードの改定

OIR Part 5 [22]が公開されたことを受け、ここで記載されている元素ごとの全身動態モデルをデータ化して IDCC に組み込み、IDCC が導出する実効線量係数の検証を行うとともに、RI 数量告示を参照して内部被ばく評価の対象とする核種、化学形や物質の分類等を整理する。また、これらの結果に基づき、必要に応じて IDCC の改良を行う。

#### ② ICRP における被ばく線量評価関連刊行物の調査

被ばく線量評価に関連した ICRP 刊行物やパブリックコメント用のドラフト等が公開された場合は、その内容を調査、分析する。

### (2) 簡易版プロトタイプの開発

令和 3 年度事業において検討した仕様[18]に基づき、コード簡易版であるウェブアプリのプロトタイプを開発する。収集した情報からコードに取り入れるべき情報を具体的に抽出、分類、整理し、要点をまとめる。

### (3) 内部被ばく及び外部被ばく線量評価に係る規制改正用基準値の整備

ICRP 2007 年勧告、同勧告に基づく内部被ばく及び外部被ばくの線量評価法、並びに 1990 年勧告を踏まえた現行の RI 数量告示とその改正経緯を調査するとともに、本事業で設置する外部専門家による検討委員会や学会発表等を通じて、国内の専門家と規制改正に係る意見交換を行う。また、2007 年勧告を踏まえた RI 数量告示に搭載すべき技術的基準のリスト及び検討すべき事項を整理する。

(4) 研究に必要な国内外の情報収集

放射線計測・線量評価に関する学術会議について2つ程度に発表参加し、国内外の専門家と事業内容に関連する意見交換等を行い、事業成果の向上・精緻化を図る。

(5) 被ばく線量評価コードの開発に関する検討委員会の設置・運営

「被ばく線量評価コードの開発に関する検討委員会」を設置し、上記(1)、(2)及び(3)に係る実施方針や実績等について審議を行う。委員会は1回程度開催する。委員は5名程度とし、被ばく線量評価に関する知見や経験を有する研究機関及び大学等の専門家により構成する。

## 第3章 内部被ばく線量評価コードの高度化

### 3.1 目的

令和2年度までに完成させた IDCC は、令和3年度までに公開済の2007年勧告に基づく線量評価用モデル・データ[3,11–13,23–26]がすでに組み込まれており、算出する実効線量係数の検証も完了している[14,17]。しかしながら、5部作の OIR シリーズの Part 5 と、公衆に対する実効線量係数の導出に必要な年齢依存の比吸収割合 (SAF : Specific Absorbed Fraction) データ及び全身動態モデルに関する刊行物は、令和3年度末の時点では ICRP において検討中の段階であった。すなわち、RI 数量告示の改正に必要な基準値をすべて整備するためには、今後順次公開されるモデルやデータを順次組み込んでいくことにより IDCC を高度化していく必要がある。また、それぞれ1990年勧告及び2007年勧告に基づく Publ. 68、並びに Publ. 134、Publ. 137、Publ. 141 に記載の実効線量係数を比較すると、元素ごとに定められた化学形や物質の分類が変更されたものがあることから、RI 数量告示に記載されている防護基準値を見直すためには、RI 数量告示の放射性同位元素の種類、すなわち放射性核種と化学形等の組合せを整理することが今後の検討に有用となる。

そこで、ICRP の刊行物の公開に関する状況を調査するとともに、被ばく線量評価関連の刊行物が公開された場合は IDCC に組み込む作業を実施する。ここで、特に OIR Part 5 は令和4年度内の発刊が確実な状況であったため、OIR Part 5 に記載の元素についての全身動態モデルの IDCC への組み込むとともに、IDCC が導出する実効線量係数を検証することとした。また、OIR Part 2 から Part 5 までの放射性同位元素の種類を調査し、RI 数量告示と比較、整理することとした。

### 3.2 線量評価関連刊行物等の調査

#### 3.2.1 刊行物等の公開に関する状況

2007年勧告に基づく実効線量係数の導出に必要な線量評価用モデル・データは、ICRP 第2専門委員会 (Committee 2, C2) の下に設置されたタスクグループ95 : 内部被ばく線量係数 (TG95) とタスクグループ96 : 数学ファントムと放射線輸送計算 (TG96) で検討が進められている。本項では、令和4年度中に公開された刊行物、パブリックコメント用の刊行物ドラフトやその他関連する情報等 (以下、「刊行物等」とする。) について記す。

令和4年4月に、TG95 が検討してきた OIR Part 5 [22] が刊行された。これにより、平成27年に Part 1 [25] が刊行された OIR シリーズが完結し、2007年勧告に基づく作業者の内部被ばく線量評価に必要な実効線量係数の ICRP による整備が完了した。また、OIR Part 5 の公開に合わせて OIR Data Viewer も更新され Ver. 5.27.9.21 [22] となり、OIR Part 5 収録核種に対するデータが追加された。OIR Part 5 の内容についての調査結果を3.2.2項に、全身動態モデルの IDCC への組み込みについては3.3節にそれぞれ記す。

令和4年8月には、TG96 が検討している小児 SAF について、パブリックコメント用のドラフト[27]が公開された。これは、Publ. 143 [28] として令和2年に刊行された小児数学標準フ

アントムを用いて計算された 6 つの年齢別かつ男女別の SAF データに関するドラフトである。ドラフトに数値データは含まれていないものの、年齢依存データを用いる 2007 年勧告に基づく内部被ばく実効線量係数の計算方法が初めて示された。本ドラフトの概要は 3.2.3 項に記す。

なお、令和 5 年 2 月には、公衆による放射性核種の摂取に対する線量係数 (Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Members of the Public) Part 1 と題するパブリックコメント用の刊行物ドラフト[29]が公開された。本ドラフトは、Publ. 56 [30]、Publ. 67 [31]、Publ. 69 [32]、Publ. 71 [33]及び Publ. 72 [8]の「放射性核種の摂取による公衆に対する年齢依存線量シリーズ (Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides) を置き換える刊行物シリーズの第 1 部である。本ドラフトに関しては、令和 5 年度以降に本格的な調査に着手する。

### 3.2.2 OIR Part 5 の調査結果

OIR Part 5 は、Part 4 までに収録されていない 38 元素について、作業員に対する 2007 年勧告に基づく実効線量係数を導出するための元素に固有の全身動態モデル、実効線量係数、体内放射能の時間推移や排泄率等のモニタリングのためのデータが収録された、OIR シリーズ最後の刊行物である。Part 5 の発刊に合わせて、OIR Data Viewer も新しいバージョンに更新された。また、OIR シリーズでは初めて、サブバージョンによる線量率係数データが Annex に収録された。以下に OIR Part 5 の調査結果をまとめる。なお、ドラフトからの変更点は、ベリリウムについて本文中の表で実効線量係数を示す核種の削減、アスタチンの全身動態モデルのコンパートメント構造及び移行係数の変更のみであり、令和 3 年度事業成果報告書における OIR Part 5 のドラフトの調査結果と大部分が重複している。

#### (1) 元素

OIR シリーズに収録されている元素を表 3-1 に示す。OIR Part 2 から Part 4 には、放射線防護上重要であるとする 28 元素とランタノイド及びアクチノイド元素の合計 58 種類について実効線量係数等のモデルやデータが掲載された[11-13]。OIR Part 5 に掲載された元素は上記以外の 38 種類であり、ドラフトから変更はなかった。これにより、ラドンを含めて 91 種類

表 3-1 OIR シリーズにおける元素の掲載状況

刊行物	各刊行物へ掲載されている(または該当する)元素
OIR Part 2 (Publ. 134) 主要 14 元素 (その 1)	H, C, P, S, Ca, Fe, Co, Zn, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc
OIR Part 3 (Publ. 137) 主要 14 元素 (その 2)	Ru, Sb, Te, I, Cs, Ba, Ir, Pb, Bi, Po, Rn, Ra, Th, U
OIR Part 4 (Publ. 141) ランタノイド及びアクチノイド	La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ac, Pa, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm
OIR Part 5 (Publ. 151) 上記以外の 38 元素	Be, F, Na, Mg, Al, Si, Cl, K, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Hf, Ta, W, Re, Os, Pt, Au, Hg, Tl, At, Fr
OIR Part 5 (Publ. 151, ANNEX A) サブバージョン	Ne, Ar, Kr, Xe

の元素について、全身動態モデルが整備された。また、OIR Part 5 には、吸入されても体内に吸収されない放射性希ガスについて、サブマージョンによる実効線量率係数データが Annex として収録された。サブマージョンに関する収載元素、放射性核種についてもドラフトより変更はなかった。

## (2) 全身動態モデル

OIR Part 5 においても、元素ごとに個別の全身動態モデルが与えられた。アスタチン以外については、ドラフトからの変更点はなかった。アスタチンの全身動態モデルのコンパートメント構造について、ドラフトと刊行物の比較を図 3-2 に示す。ドラフトでは赤色骨髄が個別に区分されていたが、刊行物では赤色骨髄はその他の組織に含められるようになった。OIR Part 5 に収載される各元素の全身動態モデルは、OIR Part 4 までのモデル構造と同様、すなわち、核種の分布や移行経路がコンパートメントモデルで表現され、経路ごとに移行係数が与えられていることから、OIR Part 5 の全身動態モデルの IDCC への組み込みに関しては IDCC の改良は不要であると判断した。

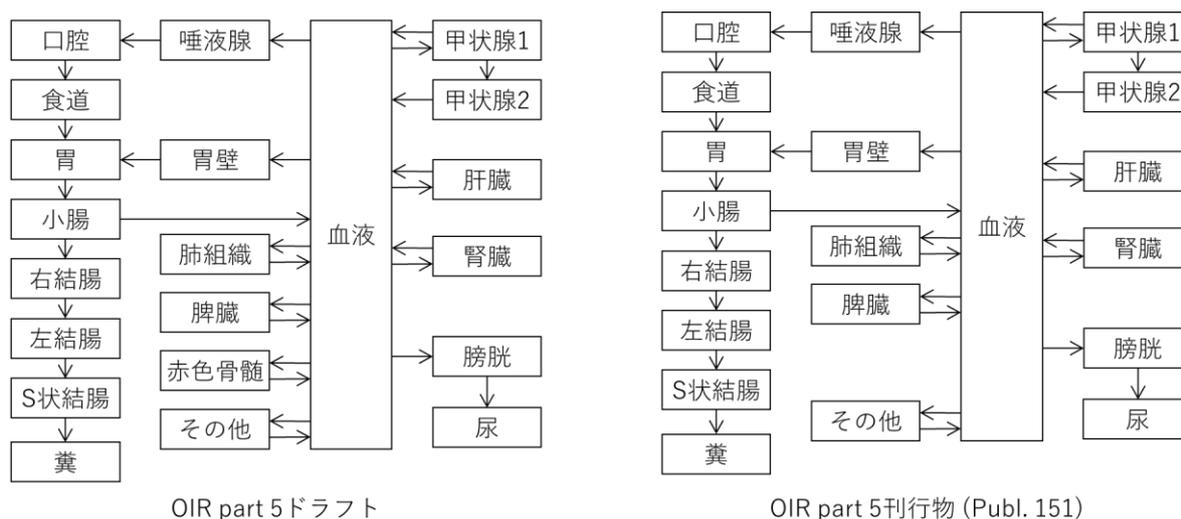


図 3-2 アスタチンの全身動態モデルのドラフトと刊行物の比較

## (3) 放射性同位元素の種類

RI 数量告示の別表第 2 では、核種と化学形等の組合せで決まる、RI 数量告示にいう「放射性同位元素の種類」ごとに濃度限度等の防護基準値が与えられている[4]。OIR Part 5 の発刊により OIR シリーズが完結したため、作業者に対する放射性同位元素の種類が確定した。なお、ドラフトからの変更はなかった。放射性同位元素の種類については OIR シリーズ全体をとおして整理したため、調査結果は 3.4 節で記す。

## (4) サブマージョン核種

OIR Part 5 では、ANNEX A として、希ガス放射性核種によるサブマージョン被ばくに対する作業者の実効線量率係数が与えられた[22]。この ANNEX A では、RI 数量告示に収載され

ていない Ne の 2 核種 ( $^{19}\text{Ne}$  及び  $^{24}\text{Ne}$ ) 及び  $^{43}\text{Ar}$  が含まれている。一方、RI 数量告示及び 2007 年勧告に基づく核崩壊データ (Publ. 107 [24]) に含まれる  $^{10}\text{C}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{16}\text{N}$ 、 $^{14}\text{O}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{19}\text{O}$  及び  $^{34\text{m}}\text{Cl}$  の 8 核種については、OIR Part 5 に収載されなかった。また、RI 数量告示別表第 2 でサブマージョン核種として考慮されている  $^{90}\text{Kr}$ 、 $^{125\text{m}}\text{Xe}$  及び  $^{139}\text{Xe}$  の 3 つの核種については、OIR Part 5 のみならず、Publ. 107 にも含まれていない。

ICRP は、半無限空間に分布した気体・ガス状の核種による外部被ばくに対し、実効線量等を評価するための線量率係数データ (単位: (Sv/h)/(Bq/m<sup>3</sup>)) を Publ. 144 [34] として公開した。ただし、RI 数量告示に掲載されている核種のうち、Publ. 107 に含まれない 3 核種 ( $^{90}\text{Kr}$ 、 $^{125\text{m}}\text{Xe}$  及び  $^{139}\text{Xe}$ ) に対しては、線量率係数データを与えていない。また、OIR Part 5 で与えられている実効線量率を導出した計算体系は下記の天井や壁、床を含む 3 種類の作業環境 (オフィス、研究室及び倉庫) を模擬したもので、Publ. 144 にある環境中の公衆外部被ばくに対する換算係数を導出した半無限状の環境とは異なる。他に、 $\beta$  線放出核種のサブマージョンにおいて実効線量への寄与の大きな皮膚の等価線量を計算するモデルについても、Publ. 144 とは異なっていることが確認できる。

- ・ オフィス      Size: 5.8 m × 5.8 m × 3.0 m      Volume: 100.92 m<sup>3</sup>
- ・ 研究室        Size: 10 m × 20 m × 3.0 m      Volume: 600 m<sup>3</sup>
- ・ 倉庫            Size: 15 m × 15 m × 5.3 m      Volume: 1192 m<sup>3</sup>

### 3.2.3 小児 SAF ドラフトの調査結果

公衆の実効線量係数は年齢に依存し、6 つの年齢群 (3 ヶ月児、1 歳、5 歳、10 歳、15 歳、成人) について算出される (3.2.4 項及び表 3-3 を参照)。ICRP は、令和 4 年 8 月に、Publ. 143 [28] の小児標準ファントムに基づく SAF (以下、「小児 SAF」とする。) に関するドラフトを公開した [27]。小児 SAF は、公衆に対する実効線量係数の導出に必要なデータであり、今後 IDCC への組み込みが必要となるデータである。なお、同時期にメッシュタイプの小児標準ファントムに関するドラフト [35] が公開されたが、同ファントムは 2007 年勧告に基づく実効線量係数の評価には使用されないため、本事業では調査対象外とした。

このドラフトでは、刊行物に収録される小児 SAF のデータ及びその計算方法と、小児 SAF を用いた公衆に対する実効線量係数の算出方法が示された。小児 SAF は、0 歳、1 歳、5 歳、10 歳、15 歳の 5 つの年齢の各男女に対し、光子、電子、 $\alpha$  粒子及び中性子に対する小児 SAF データが刊行物に収録される見込みである。本ドラフトの調査結果について、いくつかの項目に分けて記す。

#### (1) SAF データ

SAF データは、6 つの年齢 (0 歳、1 歳、5 歳、10 歳、15 歳及び成人) の各男女について、光子、電子、 $\alpha$  粒子及び中性子に対して整備される。つまり、48 個のファイルから成る。データフォーマットは Publ. 133 [26] と共通である。なお、成人男女に関するデータは Publ. 133 のものと同一であり、ユーザーの利便性のために収録される [27]。

#### (2) 公衆の実効線量係数の算出方法

小児の内部被ばくに対する預託実効線量を算出する場合は、預託等価線量の計算において預託期間中の成長に伴う SAF の変化を考慮する必要がある。したがって、公衆に対する組織 T の等価線量係数  $h_T(\tau)$  (Sv Bq<sup>-1</sup>) は、摂取からの経過時間  $t$  (s) における等価線量率係数  $\dot{h}_T(t)$  (Sv Bq<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>) を預託期間で積分することにより求める。式で表すと以下のとおりである。(1)

$$h_T(\tau) = \int_{t_0}^{t_0+\tau} \dot{h}_T(t) dt$$

ここで、 $t_0$  (s) は摂取した時の年齢、 $\tau$  (s) は預託期間で摂取から 70 歳になるまでの時間である。続いて、 $\dot{h}_T(t)$  は次式で表される。

$$\dot{h}_T(t) = \sum_{i=1}^n \sum_S^m a_i(S, t) S_w(T \leftarrow S, t)_i \quad (2)$$

ここで、 $n$  は系列核種の数、 $S$  は線源領域、 $a_i(S, t)$  (Bq Bq<sup>-1</sup>) は 1 Bq 摂取時の摂取から  $t$  経過時の  $S$  における  $i$  番目の系列核種の放射能、 $S_w(T \leftarrow S, t)_i$  (Sv) は摂取から  $t$  経過時の核種  $i$  の  $S$  から  $T$  への放射線加重  $S$  係数  $S_w$  である。さらに、 $S_w(T \leftarrow S, t)_i$  は次式で表される。

$$S_w(T \leftarrow S, t)_i = \sum_R w_R \sum_j E_{R,i,j} Y_{R,i,j} \Phi(T \leftarrow S, E_{R,i,j}, t) \quad (3)$$

ここで、 $R$  は放射線の種類、 $w_R$  は  $R$  の放射線加重係数、 $E_{R,i,j}$  及び  $Y_{R,i,j}$  はそれぞれ核種  $i$  の  $j$  番目の放射線  $R$  のエネルギー (J) と放出率、 $\Phi(T \leftarrow S, E_{R,i,j}, t)$  は  $j$  番目の放射線  $R$  に対する摂取から  $t$  経過時の  $S$  から  $T$  への SAF である。小児に対する計算では、預託期間中の成長に伴い、SAF が変化する。ただし、時間経過に伴う SAF の変化を考慮して  $S_w$  を計算しつつ積分することは非常に複雑であるため、実際の計算では、6 つの年齢の SAF データを用いてあらかじめ各年齢に対する  $S_w$  を計算しておき、時間経過に合わせて  $S_w$  を内挿することで式 (1) の積分を実施する。ただし、具体的な積分方法については示されていない。以上の、時間経過により SAF が変化する時の等価線量係数の算出に係る基本的な考え方については、1990 年勧告に基づく線量評価法[33]から変更はなかった。

### (3) $S_w$ の内挿法

本項 (2) で記したように、時間経過により変化する SAF を考慮した等価線量係数の算出方法については、1990 年勧告に基づく線量評価法から変更はなかった。しかし、 $S_w$  の時間経過による内挿法には変更があった。

Publ. 72 [8] に収録された公衆の各年齢群に対する実効線量係数の算出では、6 つの年齢について  $S_w$  を計算し、内挿のためのパラメータには体重の逆数を用いた[33]。ここで、年齢依存の体重については、6 つの年齢 (0 歳、1 歳、5 歳、10 歳、15 歳、成人 (20 歳)) に 3 ヶ月児を加えた 7 個の標準体重データを年齢で直線補間することにより求めた[30]。3 ヶ月児の体重データを考慮する理由は、1 歳未満の年齢に対して直線的でない体重増加を反映させるためである。以下、この方法を体重逆数法とする。

小児 SAF ドラフトでは、0 歳から 1 歳までの期間の年齢  $t(y)$  における  $S_w$  は次式で求めるとされた。

$$S_w(t) = x[S_w(1y) - S_w(0y)] + S_w(0y) \quad (4)$$

$$x = \begin{cases} t^{[0.3+0.7(1-t)^{10}]}, & 0 \leq t < 100/365 \\ t^{[0.16+0.84(1-t)^5]}, & 100/365 \leq t < 1 \end{cases} \quad (5)$$

ここで、 $S_w(1y)$ 及び $S_w(0y)$ はそれぞれ1歳児及び0歳児の $S_w$ である。つまり、年齢で直接内挿するが、直線的な内挿ではなく、100日齢を境に内挿に用いる両端のデータの加重割合を調整している。以下、この方法を加重線形補間法とする。一方で、1歳以上の場合の内挿法に関する具体的な記述はなかった。なお、1歳以上の場合の内挿法が明記されていないことについては、ICRPのパブリックコメント募集ページを通じてコメントを提出した。

ドラフトでは、 $^3H$ の全身組織から筋肉への $S_w$  ( $S_w(\text{Muscle} \leftarrow \text{WB})$ )を用いて、加重線形補間法による内挿値と区分的3次エルミート内挿多項式(PCHIP: Piecewise Cubic Hermite Interpolating Polynomial)による内挿値の比較が示された。比較の様子は、ドラフトのFig. 2.1に示されている。 $^3H$ は低エネルギーの $\beta$ 線(平均エネルギー5.7 keV)しか放出しないため、崩壊した場所に全てのエネルギーが付与されると仮定でき、 $S_w(\text{Muscle} \leftarrow \text{WB})$ は体重の逆数に比例する。したがって、 $S_w(1y)$ 及び $S_w(0y)$ と、0歳から1歳までの間のある年齢における標準体重データがあれば当該年齢における $S_w(\text{Muscle} \leftarrow \text{WB})$ の値が計算可能である。ドラフトによると、加重線形補間法は、体重データから推定される $S_w(\text{Muscle} \leftarrow \text{WB})$ をよく再現していると考えられた。

本事業では、ドラフトに示された2種類の内挿法と体重逆数法による $S_w$ の内挿値の比較を行った。ドラフトにはSAFのデータが記載されていなかったため、小児標準ファントムの基となった米国フロリダ大学のUFファントムのSAFデータ[36]を、体重データはSchwarzら[37]を用いた。また、ドラフトにおけるPCHIPによる評価において、内挿に用いたパラメータが明記されていなかったため、加重線形補間法と同様に年齢であると仮定した。比較結果を図3-3に示す。ドラフトFig. 2.1の基となるデータが公開されていないため、定量的な検証は不可能であるが、PCHIPを用いて年齢で内挿した結果はドラフトFig. 2.1 [27]に示された変化の様子を再現しているように見える。このことから、1歳以上の任意の年齢に対する $S_w$ は、年齢をパラメータにしてPCHIPにより内挿する方法が採用されると推察される。次に、加重

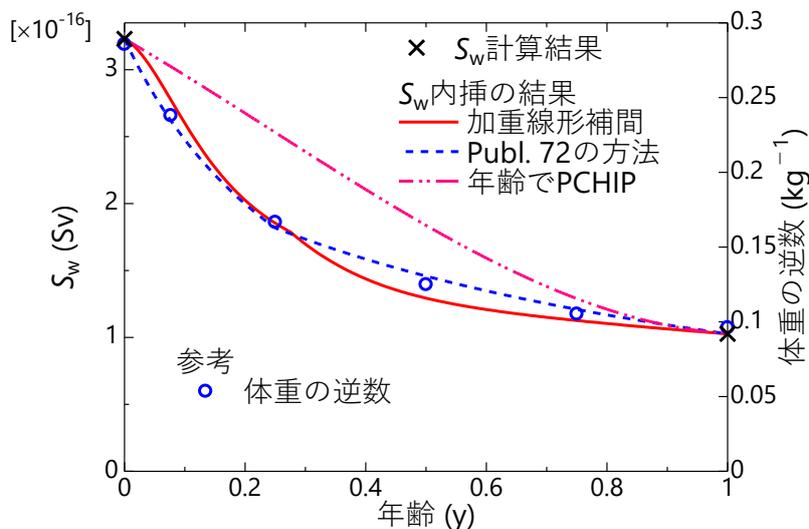


図 3-3  $^3H$ の全身組織から筋肉への $S_w$ に関する $S_w$ の内挿方法の比較

線形補間法と体重の逆数を用いた内挿法による数値の差異を調べた。結果を表 3-2 に示す。差異は、加重線形補間法による値の体重逆数法による値に対する相対差である。差異は 12% 以内であった。このように、わずか 1 例のみの検証ではあるが、いずれの方法も 1 歳未満の直線的でない体重増加の様子をよく反映していると考えられる。

表 3-2 加重線形補間法と体重逆数法による  $S_w$  の内挿値の差異

年齢	加重線形補間法	体重逆数法	差異 (%)
新生児	3.23E-16	3.23E-16	0.0
4 週	2.78E-16	2.62E-16	6.1
3 ヶ月	1.85E-16	1.82E-16	1.6
6 ヶ月	1.29E-16	1.46E-16	-12
9 ヶ月	1.13E-16	1.21E-16	-6.6
1 歳	1.03E-16	1.03E-16	0.0

#### (4) IDCC への組み込み

SAF データのフォーマットは Publ. 133 のものと同様であるとのことで、令和 2 年度までの事業において想定していたとおりであり、小児 SAF データの IDCC への組み込みのための新たな対応は不要である。

一方、 $S_w$  の内挿法については、現状の IDCC は体重逆数法を採用している。小児 SAF の刊行物がドラフトのとおり発刊されれば、ICRP の線量評価手順に準拠させるために IDCC のソースに改良を加える必要がある。

#### 3.2.4 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)

公衆の内部被ばく線量評価に用いる実効線量係数を与える一連の刊行物として、最初の文書 (Part 1) のドラフトが令和 5 年 2 月に公開された[29]。この Part 1 では、Publ. 130 で改訂されたヒト呼吸気道モデル[25]の概要やヒト消化管モデル[23]等、2007 年勧告に基づく線量評価モデルやデータ等が冒頭で解説されている。また、掲載されている元素は、OIR Part 2 [11] 及び Part 3 [12]にあるものを基本としているが、トリウム及びウランは本ドラフトには含まれていない。一方、OIR Part 5 [22]に掲載されているニッケル、セリウム及び銀については、本ドラフトに含まれている。

この一連の報告書については、一般環境における放射性核種の吸入摂取及び経口摂取について、公衆に対する年齢依存の実効線量係数を与えることを目的としている。本ドラフトでは、Publ. 72 [8]と同様に、公衆に対する実効線量係数は 3 ヶ月、1 歳、5 歳、10 歳、15 歳の小児及び成人について示され、それぞれの実効線量係数を適用する年齢範囲が確認できる。表 3-3 に、6 つの年齢に対する実効線量係数をそれぞれ適用する年齢の範囲を示す。また、身体の線源領域での放射能の経時変化の計算について、「摂取に続く分布と保持を支配する移行率の年齢による連続的な変化は、年齢に応じた線形補間によって得られる」という記載が確認される。元素ごとの全身体内動態モデルについては、OIR シリーズと基本的には同一であるが、セレン及びラジウムに若干の差 (消化管のコンパートメントにおける小腸と結腸の区別

表 3-3 6つの年齢に対する実効線量係数の適用年齢範囲

年齢	適用範囲
3ヶ月	0歳以上1歳未満
1歳	1歳以上3歳未満
5歳	3歳以上8歳未満
10歳	8歳以上13歳未満
15歳	13歳以上18歳未満
成人	18歳以上

の有無)が確認された。また、考慮されている化学形等として、OIR シリーズの経口摂取で考慮されているものと比較して、多くの元素で食物中に含まれる同位体が追加されている。一方、吸入摂取に関しては、多くの元素で OIR シリーズと同様の化学形等が考慮されているが、水素、炭素等で差異が確認される。

本ドラフトに関しては、令和 5 年度以降に本格的に調査を進め、必要に応じて ICRP に質問、意見等を提出することを計画している。

### 3.3 内部被ばく線量評価コードの更新

#### 3.3.1 OIR Part 5 の全身動態モデルのコードへの組み込み

OIR Part 5 には、OIR Part 4 までに収録されなかった 38 元素について、全身体内動態モデルが収録されている。今年度は、これらの元素に対する全身体内動態モデルを IDCC 参照データの様式[17]に従って XML データ化し、IDCC に実装することとした。OIR Part 5 に掲載の元素のモデルについては、3.2.2 項に記したとおり、実装にあたって IDCC の改良等は不要であった。OIR Part 5 の全身動態モデルの組み込みにより、作業者に対する実効線量係数算出に係るすべてのモデル・データの実装が完了した。

#### 3.3.2 実効線量係数の検証結果

OIR Part 5 の公開とともに更新された OIR Data Viewer ver. 5.27.9.21 [22]には、OIR Part 5 掲載の 38 元素 315 核種、摂取経路や化学形等の違いを考慮した 1,361 種類の摂取条件に対する実効線量係数が有効数字 2 桁で収録されている。そこで、OIR Part 5 の全身動態モデルを実装した IDCC が導出する実効線量係数を OIR Data Viewer の収録値と比較することにより、モデルの実装が正しく行われたかを検証した。全 1,361 種類の摂取条件のうち、1,237 については両者が一致した。また、有効数字 2 桁の 2 桁目が±1 となった数が 114 であった。この差違は、多数のステップを経る計算過程における端数処理により生じると推察される。残りの 10 種類の摂取条件については、表 3-4 に示すように、最大でファクター1.4 の差違が確認された。水銀のガス又は蒸気化合物の吸入摂取について差違が生じている例が多い。しかしながら、ある元素についてすべての放射性核種で差違が生じている事例はない。したがって、親核種としての全身動態モデルについては、すべての元素について正しく組み込まれているものと推察される。子孫核種としての全身動態モデルやガス・蒸気状物質に対する放射能初

期値及び移行係数データの組み込み状況を中心に、引き続き検証を進める。なお、全 1,361 種類の比較結果は付録 1 にまとめた。

表 3-4 OIR Part 5 の全身動態モデルを組み込んだ IDCC による実効線量係数と OIR Data Viewer の収載値の比較（有効数字 2 桁の 2 桁目の差違が±2 以上のもの）

核種	摂取経路	化学形または血液への 吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)		ファクター*
			IDCC	OIR Data Viewer	
<sup>125</sup> Sn	吸入摂取	F	7.1E-10	6.7E-10	1.06
<sup>190</sup> Hg	吸入摂取	ガスまたは蒸気化合物	8.3E-11	8.5E-11	1.02
<sup>192</sup> Hg	吸入摂取	ガスまたは蒸気化合物	7.4E-11	8.2E-11	1.11
<sup>193</sup> Hg	吸入摂取	ガスまたは蒸気化合物	3.8E-11	4.3E-11	1.13
<sup>193m</sup> Hg	吸入摂取	ガスまたは蒸気化合物	1.4E-10	1.6E-10	1.14
<sup>195</sup> Hg	吸入摂取	ガスまたは蒸気化合物	3.8E-11	4.7E-11	1.24
<sup>195m</sup> Hg	吸入摂取	ガスまたは蒸気化合物	2.1E-10	2.4E-10	1.14
<sup>197m</sup> Hg	吸入摂取	S	3.2E-10	2.3E-10	1.39
<sup>197m</sup> Hg	吸入摂取	ガスまたは蒸気化合物	1.5E-10	1.8E-10	1.20
<sup>212</sup> Fr	吸入摂取	F	2.7E-09	2.9E-09	1.07

\*実効線量係数について大きい値の小さい値に対する比の値。

### 3.4 放射性同位元素の種類の種類

RI 数量告示別表第 2 の防護基準値は、放射性核種と化学形等の組合せにより決まる、RI 数量告示にいう「放射性同位元素の種類」ごとに定められている[4]。したがって、2007 年勧告の取入れに係る検討を行うためには、現行の RI 数量告示に記載されている放射性同位元素の種類と、OIR シリーズにより提供される実効線量係数の化学形等の区分[11-13,22]の対応について把握することが重要である。本節では、放射性核種と化学形等の分類について調査し、整理した。

#### 3.4.1 放射性核種の分類

RI 数量告示の改正にあたって、現行告示に記載されている核種が OIR シリーズや Publ. 107 [24]に記載されているか否かにより、その核種について必要となる検討項目が異なると考えられる。RI 数量告示、OIR シリーズ、及び Publ. 107 がそれぞれ記載している核種の間をベン図にすると図 3-4 のように表される。OIR シリーズ記載核種はすべて Publ. 107 に記載されているため、核種は 5 種類に分類できる。

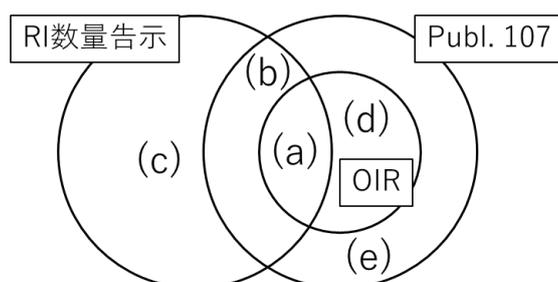


図 3-4 放射性核種の分類

核種の各分類について、RI 数量告示改正に係る検討項目を考察した。

##### (a) RI 数量告示と OIR シリーズに記載されている核種

当該核種を引き続き告示に記載する場合は、OIR シリーズの実効線量係数の妥当性を IDCC で確認しつつ、基準値を整備することができる。

##### (b) RI 数量告示と Publ. 107 に記載されているが OIR シリーズに非記載の核種

当該核種を引き続き告示に記載する場合は、IDCC により実効線量係数を導出し、何らかの方法で数値の妥当性を検証することで、基準値を整備することができる。

##### (c) RI 数量告示にのみ記載されている核種

当該核種を引き続き告示に記載する場合は、1990 年勧告に準拠する実効線量係数の導出に用いられた核崩壊データを入手して Publ. 107 のデータ様式に修正するか、評価済核構造データファイルから線量評価用核崩壊データを整備する等して IDCC に組み込むことにより実効線量係数を導出するとともに、何らかの方法で数値の妥当性を検証することで、基準値を整備することができる。

(d) OIR シリーズに収載されているが RI 数量告示に非収載の核種

当該核種を新たに告示に収載すべきと判断する場合は、OIR シリーズの実効線量係数の妥当性を IDCC で確認しつつ、基準値を整備することができる。

(e) Publ. 107 にのみ収載されている核種

当該核種を新たに告示に収載すべきと判断する場合は、IDCC により実効線量係数を導出し、何らかの方法で数値の妥当性を検証することで、基準値を整備することができる。

放射性核種を分類するにあたり、RI 数量告示[4]と Publ. 107 [24]で表記が異なる核種については、表 3-5 のとおり表記を Publ. 107 のものに変換して整理した。表 3-6 に、放射性核種の収載状況について 5 種類に分類してまとめた。

表 3-5 Publ. 107 と RI 数量告示で表記が異なる核種

Publ. 107 での核種名	RI 数量告示での名称
$^{89}\text{Nb}$	$^{89}\text{Nb}$ (物理的半減期が 2.03 時間のもの)
$^{89\text{m}}\text{Nb}$	$^{89}\text{Nb}$ (物理的半減期が 1.1 時間のもの)
$^{110}\text{In}$	$^{110}\text{In}$ (物理的半減期が 4.9 時間のもの)
$^{110\text{m}}\text{In}$	$^{110}\text{In}$ (物理的半減期が 1.15 時間のもの)
$^{120}\text{Sb}$	$^{120}\text{Sb}$ (物理的半減期が 0.265 時間のもの)
$^{120\text{m}}\text{Sb}$	$^{120}\text{Sb}$ (物理的半減期が 5.76 日のもの)
$^{124\text{m}}\text{Sb}$	$^{124\text{m}}\text{Sb}$ (物理的半減期が 93 秒のもの)
$^{124\text{n}}\text{Sb}$	$^{124\text{m}}\text{Sb}$ (物理的半減期が 20.2 分のもの)
$^{128}\text{Sb}$	$^{128}\text{Sb}$ (物理的半減期が 9.01 時間のもの)
$^{128\text{m}}\text{Sb}$	$^{128}\text{Sb}$ (物理的半減期が 0.173 時間のもの)
$^{150}\text{Eu}$	$^{150}\text{Eu}$ (物理的半減期が 34.2 年のもの)
$^{150\text{m}}\text{Eu}$	$^{150}\text{Eu}$ (物理的半減期が 12.6 時間のもの)
$^{152\text{m}}\text{Eu}$	$^{152\text{m}}\text{Eu}$ (物理的半減期が 9.32 時間のもの)
$^{152\text{n}}\text{Eu}$	$^{152\text{m}}\text{Eu}$ (物理的半減期が 96 分のもの)
$^{156\text{m}}\text{Tb}$	$^{156\text{m}}\text{Tb}$ (物理的半減期が 1.02 日のもの)
$^{156\text{n}}\text{Tb}$	$^{156\text{m}}\text{Tb}$ (物理的半減期が 5 時間のもの)
$^{178}\text{Ta}$	$^{178}\text{Ta}$ (物理的半減期が 9.31 分のもの)
$^{178\text{m}}\text{Ta}$	$^{178}\text{Ta}$ (物理的半減期が 2.2 時間のもの)
$^{180}\text{Ta}$	$^{180\text{m}}\text{Ta}$
$^{182}\text{Re}$	$^{182}\text{Re}$ (物理的半減期が 2.67 日のもの)
$^{182\text{m}}\text{Re}$	$^{182}\text{Re}$ (物理的半減期が 12.7 時間のもの)
$^{186}\text{Ir}$	$^{186}\text{Ir}$ (物理的半減期が 15.8 時間のもの)
$^{186\text{m}}\text{Ir}$	$^{186}\text{Ir}$ (物理的半減期が 1.75 時間のもの)
$^{190\text{m}}\text{Ir}$	$^{190\text{m}}\text{Ir}$ (物理的半減期が 1.2 時間のもの)
$^{190\text{n}}\text{Ir}$	$^{190\text{m}}\text{Ir}$ (物理的半減期が 3.1 時間のもの)
$^{192\text{n}}\text{Ir}$	$^{192\text{m}}\text{Ir}$
$^{236}\text{Np}$	$^{236}\text{Np}$ (物理的半減期が $1.15 \times 10^5$ 年のもの)
$^{236\text{m}}\text{Np}$	$^{236}\text{Np}$ (物理的半減期が 22.5 時間のもの)

表 3-6 (1) 核種の収載状況 (H から Zn)

元 素	RI 数量告示に収載			RI 数量告示に非収載	
	(a) OIR 収載	(b) OIR 非収載	(c) Publ. 107 非収載	(d) OIR 収載	(e) OIR 非収載
水素 (H: Z = 1)	<sup>3</sup> H				
ベリリウム (Be: Z = 4)	<sup>7</sup> Be, <sup>10</sup> Be				
炭素 (C: Z = 6)	<sup>11</sup> C, <sup>14</sup> C				
フッ素 (F: Z = 9)	<sup>18</sup> F				<sup>17</sup> F
ナトリウム (Na: Z = 11)	<sup>22</sup> Na, <sup>24</sup> Na				
マグネシウム (Mg: Z = 12)	<sup>28</sup> Mg	<sup>27</sup> Mg			
アルミニウム (Al: Z = 13)	<sup>26</sup> Al	<sup>28</sup> Al, <sup>29</sup> Al			
ケイ素 (Si: Z = 14)	<sup>31</sup> Si, <sup>32</sup> Si				
リン (P: Z = 15)	<sup>32</sup> P, <sup>33</sup> P	<sup>30</sup> P			
硫黄 (S: Z = 16)	<sup>35</sup> S, <sup>38</sup> S	<sup>37</sup> S			
塩素 (Cl: Z = 17)	<sup>34m</sup> Cl, <sup>36</sup> Cl, <sup>38</sup> Cl, <sup>39</sup> Cl	<sup>34</sup> Cl, <sup>40</sup> Cl			
カリウム (K: Z = 19)	<sup>40</sup> K, <sup>42</sup> K, <sup>43</sup> K, <sup>44</sup> K, <sup>45</sup> K	<sup>38</sup> K			<sup>46</sup> K
カルシウム (Ca: Z = 20)	<sup>41</sup> Ca, <sup>45</sup> Ca, <sup>47</sup> Ca				<sup>49</sup> Ca
スカンジウム (Sc: Z = 21)	<sup>43</sup> Sc, <sup>44</sup> Sc, <sup>44m</sup> Sc, <sup>46</sup> Sc, <sup>47</sup> Sc, <sup>48</sup> Sc, <sup>49</sup> Sc				<sup>42m</sup> Sc, <sup>50</sup> Sc
チタン (Ti: Z = 22)	<sup>44</sup> Ti, <sup>45</sup> Ti	<sup>51</sup> Ti			<sup>52</sup> Ti
バナジウム (V: Z = 23)	<sup>47</sup> V, <sup>48</sup> V, <sup>49</sup> V, <sup>50</sup> V	<sup>52</sup> V, <sup>53</sup> V			
クロム (Cr: Z = 24)	<sup>48</sup> Cr, <sup>49</sup> Cr, <sup>51</sup> Cr	<sup>55</sup> Cr			<sup>56</sup> Cr
マンガン (Mn: Z = 25)	<sup>51</sup> Mn, <sup>52</sup> Mn, <sup>52m</sup> Mn, <sup>53</sup> Mn, <sup>54</sup> Mn, <sup>56</sup> Mn	<sup>57</sup> Mn			<sup>50m</sup> Mn, <sup>58m</sup> Mn
鉄 (Fe: Z = 26)	<sup>52</sup> Fe, <sup>55</sup> Fe, <sup>59</sup> Fe, <sup>60</sup> Fe	<sup>53</sup> Fe			<sup>53m</sup> Fe, <sup>61</sup> Fe, <sup>62</sup> Fe
コバルト (Co: Z = 27)	<sup>55</sup> Co, <sup>56</sup> Co, <sup>57</sup> Co, <sup>58</sup> Co, <sup>58m</sup> Co, <sup>60</sup> Co, <sup>60m</sup> Co, <sup>61</sup> Co, <sup>62m</sup> Co	<sup>62</sup> Co			<sup>54m</sup> Co
ニッケル (Ni: Z = 28)	<sup>56</sup> Ni, <sup>57</sup> Ni, <sup>59</sup> Ni, <sup>63</sup> Ni, <sup>65</sup> Ni, <sup>66</sup> Ni				
銅 (Cu: Z = 29)	<sup>60</sup> Cu, <sup>61</sup> Cu, <sup>64</sup> Cu, <sup>67</sup> Cu	<sup>57</sup> Cu, <sup>62</sup> Cu, <sup>66</sup> Cu			<sup>59</sup> Cu, <sup>69</sup> Cu
亜鉛 (Zn: Z = 30)	<sup>62</sup> Zn, <sup>63</sup> Zn, <sup>65</sup> Zn, <sup>69</sup> Zn, <sup>69m</sup> Zn, <sup>71m</sup> Zn, <sup>72</sup> Zn	<sup>57</sup> Mn			<sup>60</sup> Zn, <sup>61</sup> Zn, <sup>71</sup> Zn

表 3-6 (2) 核種の収載状況 (Ga から Sn)

元 素	RI 数量告示に収載			RI 数量告示に非収載	
	(a) OIR 収載	(b) OIR 非収載	(c) Publ. 107 非収載	(d) OIR 収載	(e) OIR 非収載
ガリウム (Ga: Z = 31)	<sup>65</sup> Ga, <sup>66</sup> Ga, <sup>67</sup> Ga, <sup>68</sup> Ga, <sup>70</sup> Ga, <sup>72</sup> Ga, <sup>73</sup> Ga				<sup>64</sup> Ga, <sup>74</sup> Ga
ゲルマニウム (Ge: Z = 32)	<sup>66</sup> Ge, <sup>67</sup> Ge, <sup>68</sup> Ge, <sup>69</sup> Ge, <sup>71</sup> Ge, <sup>75</sup> Ge, <sup>77</sup> Ge, <sup>78</sup> Ge				
ヒ素 (As: Z = 33)	<sup>69</sup> As, <sup>70</sup> As, <sup>71</sup> As, <sup>72</sup> As, <sup>73</sup> As, <sup>74</sup> As, <sup>76</sup> As, <sup>77</sup> As, <sup>78</sup> As	<sup>68</sup> As, <sup>79</sup> As			
セレン (Se: Z = 34)	<sup>70</sup> Se, <sup>72</sup> Se, <sup>73</sup> Se, <sup>73m</sup> Se, <sup>75</sup> Se, <sup>79</sup> Se, <sup>81</sup> Se, <sup>81m</sup> Se, <sup>83</sup> Se	<sup>71</sup> Se, <sup>77m</sup> Se			<sup>79m</sup> Se, <sup>83m</sup> Se, <sup>84</sup> Se
臭素 (Br: Z = 35)	<sup>74</sup> Br, <sup>74m</sup> Br, <sup>75</sup> Br, <sup>76</sup> Br, <sup>77</sup> Br, <sup>80</sup> Br, <sup>80m</sup> Br, <sup>82</sup> Br, <sup>83</sup> Br, <sup>84</sup> Br	<sup>78</sup> Br, <sup>84m</sup> Br			<sup>72</sup> Br, <sup>73</sup> Br, <sup>76m</sup> Br, <sup>77m</sup> Br, <sup>82m</sup> Br, <sup>85</sup> Br
ルビジウム (Rb: Z = 37)	<sup>78</sup> Rb, <sup>79</sup> Rb, <sup>81</sup> Rb, <sup>81m</sup> Rb, <sup>82m</sup> Rb, <sup>83</sup> Rb, <sup>84</sup> Rb, <sup>84m</sup> Rb, <sup>86</sup> Rb, <sup>87</sup> Rb, <sup>88</sup> Rb, <sup>89</sup> Rb	<sup>77</sup> Rb, <sup>80</sup> Rb, <sup>82</sup> Rb, <sup>90</sup> Rb			<sup>78m</sup> Rb, <sup>86m</sup> Rb, <sup>90m</sup> Rb
ストロンチウム (Sr: Z = 38)	<sup>80</sup> Sr, <sup>81</sup> Sr, <sup>82</sup> Sr, <sup>83</sup> Sr, <sup>85</sup> Sr, <sup>85m</sup> Sr, <sup>87m</sup> Sr, <sup>89</sup> Sr, <sup>90</sup> Sr, <sup>91</sup> Sr, <sup>92</sup> Sr				<sup>79</sup> Sr, <sup>93</sup> Sr, <sup>94</sup> Sr
イットリウム (Y: Z = 39)	<sup>84m</sup> Y, <sup>85</sup> Y, <sup>85m</sup> Y, <sup>86</sup> Y, <sup>86m</sup> Y, <sup>87</sup> Y, <sup>87m</sup> Y, <sup>88</sup> Y, <sup>90</sup> Y, <sup>90m</sup> Y, <sup>91</sup> Y, <sup>91m</sup> Y, <sup>92</sup> Y, <sup>93</sup> Y, <sup>94</sup> Y, <sup>95</sup> Y		<sup>84</sup> Y		<sup>81</sup> Y, <sup>83</sup> Y, <sup>83m</sup> Y, <sup>89m</sup> Y
ジルコニウム (Zr: Z = 40)	<sup>86</sup> Zr, <sup>87</sup> Zr, <sup>88</sup> Zr, <sup>89</sup> Zr, <sup>93</sup> Zr, <sup>95</sup> Zr, <sup>97</sup> Zr, <sup>85</sup> Zr				<sup>89m</sup> Zr
ニオブ (Nb: Z = 41)	<sup>88</sup> Nb, <sup>89</sup> Nb, <sup>89m</sup> Nb, <sup>90</sup> Nb, <sup>91</sup> Nb, <sup>91m</sup> Nb, <sup>92</sup> Nb, <sup>92m</sup> Nb, <sup>93m</sup> Nb, <sup>94</sup> Nb, <sup>95</sup> Nb, <sup>95m</sup> Nb, <sup>96</sup> Nb, <sup>97</sup> Nb	<sup>94m</sup> Nb	<sup>97m</sup> Nb, <sup>98</sup> Nb	<sup>98m</sup> Nb	<sup>87</sup> Nb, <sup>88m</sup> Nb, <sup>99</sup> Nb, <sup>99m</sup> Nb
モリブデン (Mo: Z = 42)	<sup>90</sup> Mo, <sup>91</sup> Mo, <sup>93</sup> Mo, <sup>93m</sup> Mo, <sup>99</sup> Mo, <sup>101</sup> Mo, <sup>102</sup> Mo				<sup>89</sup> Mo, <sup>91m</sup> Mo
テクネチウム (Tc: Z = 43)	<sup>93</sup> Tc, <sup>93m</sup> Tc, <sup>94</sup> Tc, <sup>94m</sup> Tc, <sup>95</sup> Tc, <sup>95m</sup> Tc, <sup>96</sup> Tc, <sup>96m</sup> Tc, <sup>97</sup> Tc, <sup>97m</sup> Tc, <sup>98</sup> Tc, <sup>99</sup> Tc, <sup>99m</sup> Tc, <sup>101</sup> Tc, <sup>104</sup> Tc	<sup>102</sup> Tc			<sup>91</sup> Tc, <sup>91m</sup> Tc, <sup>92</sup> Tc, <sup>102m</sup> Tc, <sup>105</sup> Tc
ルテニウム (Ru: Z = 44)	<sup>94</sup> Ru, <sup>95</sup> Ru, <sup>97</sup> Ru, <sup>103</sup> Ru, <sup>105</sup> Ru, <sup>106</sup> Ru				<sup>92</sup> Ru, <sup>107</sup> Ru, <sup>108</sup> Ru
ロジウム (Rh: Z = 45)	<sup>97</sup> Rh, <sup>97m</sup> Rh, <sup>99</sup> Rh, <sup>99m</sup> Rh, <sup>100</sup> Rh, <sup>101</sup> Rh, <sup>101m</sup> Rh, <sup>102</sup> Rh, <sup>102m</sup> Rh, <sup>103m</sup> Rh, <sup>105</sup> Rh, <sup>106m</sup> Rh, <sup>107</sup> Rh	<sup>98</sup> Rh, <sup>106</sup> Rh			<sup>94</sup> Rh, <sup>95</sup> Rh, <sup>95m</sup> Rh, <sup>96</sup> Rh, <sup>96m</sup> Rh, <sup>100m</sup> Rh, <sup>104</sup> Rh, <sup>104m</sup> Rh, <sup>108</sup> Rh, <sup>109</sup> Rh
パラジウム (Pd: Z = 46)	<sup>98</sup> Pd, <sup>99</sup> Pd, <sup>100</sup> Pd, <sup>101</sup> Pd, <sup>103</sup> Pd, <sup>107</sup> Pd, <sup>109</sup> Pd, <sup>111</sup> Pd, <sup>112</sup> Pd				<sup>96</sup> Pd, <sup>97</sup> Pd, <sup>109m</sup> Pd, <sup>114</sup> Pd
銀 (Ag: Z = 47)	<sup>101</sup> Ag, <sup>102</sup> Ag, <sup>103</sup> Ag, <sup>104</sup> Ag, <sup>104m</sup> Ag, <sup>105</sup> Ag, <sup>106</sup> Ag, <sup>106m</sup> Ag, <sup>108m</sup> Ag, <sup>110m</sup> Ag, <sup>111</sup> Ag, <sup>112</sup> Ag, <sup>113</sup> Ag, <sup>115</sup> Ag	<sup>105m</sup> Ag, <sup>108</sup> Ag, <sup>109m</sup> Ag, <sup>110</sup> Ag, <sup>111m</sup> Ag, <sup>113m</sup> Ag			<sup>99</sup> Ag, <sup>100m</sup> Ag, <sup>102m</sup> Ag, <sup>114</sup> Ag, <sup>116</sup> Ag, <sup>117</sup> Ag
カドミウム (Cd: Z = 48)	<sup>104</sup> Cd, <sup>105</sup> Cd, <sup>107</sup> Cd, <sup>109</sup> Cd, <sup>111m</sup> Cd, <sup>113</sup> Cd, <sup>113m</sup> Cd, <sup>115</sup> Cd, <sup>115m</sup> Cd, <sup>117</sup> Cd, <sup>117m</sup> Cd, <sup>118</sup> Cd				<sup>101</sup> Cd, <sup>102</sup> Cd, <sup>103</sup> Cd, <sup>119</sup> Cd, <sup>119m</sup> Cd
インジウム (In: Z = 49)	<sup>107</sup> In, <sup>108</sup> In, <sup>108m</sup> In, <sup>109</sup> In, <sup>110</sup> In, <sup>110m</sup> In, <sup>111</sup> In, <sup>112</sup> In, <sup>112m</sup> In, <sup>113m</sup> In, <sup>114m</sup> In, <sup>115</sup> In, <sup>115m</sup> In, <sup>116m</sup> In, <sup>117</sup> In, <sup>117m</sup> In, <sup>119m</sup> In	<sup>109m</sup> In, <sup>111m</sup> In, <sup>114</sup> In, <sup>118</sup> In, <sup>119</sup> In	<sup>116</sup> In		<sup>103</sup> In, <sup>105</sup> In, <sup>106</sup> In, <sup>106m</sup> In, <sup>118m</sup> In, <sup>121</sup> In, <sup>121m</sup> In
スズ (Sn: Z = 50)	<sup>108</sup> Sn, <sup>109</sup> Sn, <sup>110</sup> Sn, <sup>111</sup> Sn, <sup>113</sup> Sn, <sup>113m</sup> Sn, <sup>117m</sup> Sn, <sup>119m</sup> Sn, <sup>121</sup> Sn, <sup>121m</sup> Sn, <sup>123</sup> Sn, <sup>123m</sup> Sn, <sup>125</sup> Sn, <sup>126</sup> Sn, <sup>127</sup> Sn, <sup>128</sup> Sn	<sup>125m</sup> Sn			<sup>106</sup> Sn, <sup>127m</sup> Sn, <sup>129</sup> Sn, <sup>130</sup> Sn, <sup>130m</sup> Sn

表 3-6 (3) 核種の収載状況 (Sb から Ho)

元 素	RI 数量告示に収載			RI 数量告示に非収載	
	(a) OIR 収載	(b) OIR 非収載	(c) Publ. 107 非収載	(d) OIR 収載	(e) OIR 非収載
アンチモン (Sb: Z = 51)	<sup>115</sup> Sb, <sup>116</sup> Sb, <sup>116m</sup> Sb, <sup>117</sup> Sb, <sup>118m</sup> Sb, <sup>119</sup> Sb, <sup>120</sup> Sb, <sup>120m</sup> Sb, <sup>122</sup> Sb, <sup>124</sup> Sb, <sup>124n</sup> Sb, <sup>125</sup> Sb, <sup>126</sup> Sb, <sup>126m</sup> Sb, <sup>127</sup> Sb, <sup>128</sup> Sb, <sup>128m</sup> Sb, <sup>129</sup> Sb, <sup>130</sup> Sb, <sup>131</sup> Sb	<sup>118</sup> Sb, <sup>124m</sup> Sb			<sup>111</sup> Sb, <sup>113</sup> Sb, <sup>114</sup> Sb, <sup>122m</sup> Sb, <sup>130m</sup> Sb, <sup>133</sup> Sb
テルル (Te: Z = 52)	<sup>116</sup> Te, <sup>117</sup> Te, <sup>118</sup> Te, <sup>119</sup> Te, <sup>119m</sup> Te, <sup>121</sup> Te, <sup>121m</sup> Te, <sup>123</sup> Te, <sup>123m</sup> Te, <sup>125m</sup> Te, <sup>127</sup> Te, <sup>127m</sup> Te, <sup>129</sup> Te, <sup>129m</sup> Te, <sup>131</sup> Te, <sup>131m</sup> Te, <sup>132</sup> Te, <sup>133</sup> Te, <sup>133m</sup> Te, <sup>134</sup> Te			<sup>114</sup> Te	<sup>113</sup> Te, <sup>115</sup> Te, <sup>115m</sup> Te
ヨウ素 (I: Z = 53)	<sup>118</sup> I, <sup>119</sup> I, <sup>120</sup> I, <sup>120m</sup> I, <sup>121</sup> I, <sup>123</sup> I, <sup>124</sup> I, <sup>125</sup> I, <sup>126</sup> I, <sup>128</sup> I, <sup>129</sup> I, <sup>130</sup> I, <sup>131</sup> I, <sup>132</sup> I, <sup>132m</sup> I, <sup>133</sup> I, <sup>134</sup> I, <sup>135</sup> I				<sup>118m</sup> I, <sup>130m</sup> I, <sup>134m</sup> I
セシウム (Cs: Z = 55)	<sup>125</sup> Cs, <sup>127</sup> Cs, <sup>129</sup> Cs, <sup>130</sup> Cs, <sup>131</sup> Cs, <sup>132</sup> Cs, <sup>134</sup> Cs, <sup>134m</sup> Cs, <sup>135</sup> Cs, <sup>135m</sup> Cs, <sup>136</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs, <sup>138</sup> Cs	<sup>124</sup> Cs, <sup>126</sup> Cs, <sup>128</sup> Cs, <sup>139</sup> Cs			<sup>121</sup> Cs, <sup>121m</sup> Cs, <sup>123</sup> Cs, <sup>130m</sup> Cs, <sup>138m</sup> Cs, <sup>140</sup> Cs
バリウム (Ba: Z = 56)	<sup>124</sup> Ba, <sup>126</sup> Ba, <sup>127</sup> Ba, <sup>128</sup> Ba, <sup>129</sup> Ba, <sup>129m</sup> Ba, <sup>131</sup> Ba, <sup>131m</sup> Ba, <sup>133</sup> Ba, <sup>133m</sup> Ba, <sup>135m</sup> Ba, <sup>139</sup> Ba, <sup>140</sup> Ba, <sup>141</sup> Ba, <sup>142</sup> Ba	<sup>137m</sup> Ba			
ランタン (La: Z = 57)	<sup>129</sup> La, <sup>131</sup> La, <sup>132</sup> La, <sup>132m</sup> La, <sup>133</sup> La, <sup>135</sup> La, <sup>137</sup> La, <sup>138</sup> La, <sup>140</sup> La, <sup>141</sup> La, <sup>142</sup> La, <sup>143</sup> La	<sup>130</sup> La, <sup>134</sup> La, <sup>136</sup> La			<sup>128</sup> La
セリウム (Ce: Z = 58)	<sup>130</sup> Ce, <sup>131</sup> Ce, <sup>132</sup> Ce, <sup>133</sup> Ce, <sup>133m</sup> Ce, <sup>134</sup> Ce, <sup>135</sup> Ce, <sup>137</sup> Ce, <sup>137m</sup> Ce, <sup>139</sup> Ce, <sup>141</sup> Ce, <sup>143</sup> Ce, <sup>144</sup> Ce		<sup>146</sup> Ce		<sup>145</sup> Ce
プラセオジウム (Pr: Z = 59)	<sup>134</sup> Pr, <sup>134m</sup> Pr, <sup>135</sup> Pr, <sup>136</sup> Pr, <sup>137</sup> Pr, <sup>138m</sup> Pr, <sup>139</sup> Pr, <sup>142</sup> Pr, <sup>142m</sup> Pr, <sup>143</sup> Pr, <sup>144</sup> Pr, <sup>145</sup> Pr, <sup>146</sup> Pr, <sup>147</sup> Pr	<sup>138</sup> Pr, <sup>140</sup> Pr, <sup>144m</sup> Pr			<sup>148</sup> Pr, <sup>148m</sup> Pr
ネオジウム (Nd: Z = 60)	<sup>135</sup> Nd, <sup>136</sup> Nd, <sup>137</sup> Nd, <sup>138</sup> Nd, <sup>139</sup> Nd, <sup>139m</sup> Nd, <sup>140</sup> Nd, <sup>141</sup> Nd, <sup>144</sup> Nd, <sup>147</sup> Nd, <sup>149</sup> Nd, <sup>151</sup> Nd, <sup>152</sup> Nd	<sup>141m</sup> Nd			<sup>134</sup> Nd
プロメチウム (Pm: Z = 61)	<sup>141</sup> Pm, <sup>143</sup> Pm, <sup>144</sup> Pm, <sup>145</sup> Pm, <sup>146</sup> Pm, <sup>147</sup> Pm, <sup>148</sup> Pm, <sup>148m</sup> Pm, <sup>149</sup> Pm, <sup>150</sup> Pm, <sup>151</sup> Pm	<sup>140</sup> Pm, <sup>142</sup> Pm, <sup>152</sup> Pm			<sup>136</sup> Pm, <sup>137m</sup> Pm, <sup>139</sup> Pm, <sup>140m</sup> Pm, <sup>152m</sup> Pm, <sup>153</sup> Pm, <sup>154</sup> Pm, <sup>154m</sup> Pm
サマリウム (Sm: Z = 62)	<sup>140</sup> Sm, <sup>141</sup> Sm, <sup>141m</sup> Sm, <sup>142</sup> Sm, <sup>145</sup> Sm, <sup>146</sup> Sm, <sup>147</sup> Sm, <sup>148</sup> Sm, <sup>151</sup> Sm, <sup>153</sup> Sm, <sup>155</sup> Sm, <sup>156</sup> Sm	<sup>143</sup> Sm			<sup>139</sup> Sm, <sup>143m</sup> Sm, <sup>157</sup> Sm
ユウロピウム (Eu: Z = 63)	<sup>145</sup> Eu, <sup>146</sup> Eu, <sup>147</sup> Eu, <sup>148</sup> Eu, <sup>149</sup> Eu, <sup>150</sup> Eu, <sup>150m</sup> Eu, <sup>152</sup> Eu, <sup>152m</sup> Eu, <sup>152n</sup> Eu, <sup>154</sup> Eu, <sup>154m</sup> Eu, <sup>155</sup> Eu, <sup>156</sup> Eu, <sup>157</sup> Eu, <sup>158</sup> Eu, <sup>159</sup> Eu				<sup>142</sup> Eu, <sup>142m</sup> Eu, <sup>143</sup> Eu, <sup>144</sup> Eu
ガドリニウム (Gd: Z = 64)	<sup>145</sup> Gd, <sup>146</sup> Gd, <sup>147</sup> Gd, <sup>148</sup> Gd, <sup>149</sup> Gd, <sup>150</sup> Gd, <sup>151</sup> Gd, <sup>152</sup> Gd, <sup>153</sup> Gd, <sup>159</sup> Gd				<sup>142</sup> Gd, <sup>143m</sup> Gd, <sup>144</sup> Gd, <sup>145m</sup> Gd, <sup>162</sup> Gd
テルビウム (Tb: Z = 65)	<sup>147</sup> Tb, <sup>148</sup> Tb, <sup>149</sup> Tb, <sup>150</sup> Tb, <sup>151</sup> Tb, <sup>152</sup> Tb, <sup>153</sup> Tb, <sup>154</sup> Tb, <sup>155</sup> Tb, <sup>156</sup> Tb, <sup>156m</sup> Tb, <sup>156n</sup> Tb, <sup>157</sup> Tb, <sup>158</sup> Tb, <sup>160</sup> Tb, <sup>161</sup> Tb, <sup>163</sup> Tb	<sup>148m</sup> Tb			<sup>146</sup> Tb, <sup>147m</sup> Tb, <sup>149m</sup> Tb, <sup>150m</sup> Tb, <sup>151m</sup> Tb, <sup>152m</sup> Tb, <sup>162</sup> Tb, <sup>164</sup> Tb, <sup>165</sup> Tb
ジスプロシウム (Dy: Z = 66)	<sup>151</sup> Dy, <sup>152</sup> Dy, <sup>153</sup> Dy, <sup>154</sup> Dy, <sup>155</sup> Dy, <sup>157</sup> Dy, <sup>159</sup> Dy, <sup>165</sup> Dy, <sup>166</sup> Dy				<sup>148</sup> Dy, <sup>149</sup> Dy, <sup>150</sup> Dy, <sup>165m</sup> Dy, <sup>167</sup> Dy, <sup>168</sup> Dy
ホルミウム (Ho: Z = 67)	<sup>154</sup> Ho, <sup>155</sup> Ho, <sup>156</sup> Ho, <sup>157</sup> Ho, <sup>159</sup> Ho, <sup>160</sup> Ho, <sup>161</sup> Ho, <sup>162</sup> Ho, <sup>162m</sup> Ho, <sup>163</sup> Ho, <sup>164</sup> Ho, <sup>164m</sup> Ho, <sup>166</sup> Ho, <sup>166m</sup> Ho, <sup>167</sup> Ho		<sup>158</sup> Ho		<sup>150</sup> Ho, <sup>153</sup> Ho, <sup>153m</sup> Ho, <sup>154m</sup> Ho, <sup>168</sup> Ho, <sup>168m</sup> Ho, <sup>170</sup> Ho

表 3-6 (4) 核種の収載状況 (Er から Bi)

元 素	RI 数量告示に収載			RI 数量告示に非収載	
	(a) OIR 収載	(b) OIR 非収載	(c) Publ. 107 非収載	(d) OIR 収載	(e) OIR 非収載
エルビウム (Er: Z = 68)	<sup>156</sup> Er, <sup>159</sup> Er, <sup>161</sup> Er, <sup>163</sup> Er, <sup>165</sup> Er, <sup>169</sup> Er, <sup>171</sup> Er, <sup>172</sup> Er	<sup>167m</sup> Er			<sup>154</sup> Er, <sup>173</sup> Er
ツリウム (Tm: Z = 69)	<sup>162</sup> Tm, <sup>163</sup> Tm, <sup>165</sup> Tm, <sup>166</sup> Tm, <sup>167</sup> Tm, <sup>168</sup> Tm, <sup>170</sup> Tm, <sup>171</sup> Tm, <sup>172</sup> Tm, <sup>173</sup> Tm, <sup>175</sup> Tm	<sup>164</sup> Tm		<sup>161</sup> Tm	<sup>174</sup> Tm, <sup>176</sup> Tm
イッテルビウム (Yb: Z = 70)	<sup>162</sup> Yb, <sup>163</sup> Yb, <sup>164</sup> Yb, <sup>166</sup> Yb, <sup>167</sup> Yb, <sup>169</sup> Yb, <sup>175</sup> Yb, <sup>177</sup> Yb, <sup>178</sup> Yb	<sup>165</sup> Yb			<sup>179</sup> Yb
ルテチウム (Lu: Z = 71)	<sup>165</sup> Lu, <sup>167</sup> Lu, <sup>169</sup> Lu, <sup>170</sup> Lu, <sup>171</sup> Lu, <sup>172</sup> Lu, <sup>173</sup> Lu, <sup>174</sup> Lu, <sup>174m</sup> Lu, <sup>176</sup> Lu, <sup>176m</sup> Lu, <sup>177</sup> Lu, <sup>177m</sup> Lu, <sup>178</sup> Lu, <sup>178m</sup> Lu, <sup>179</sup> Lu	<sup>169m</sup> Lu			<sup>171m</sup> Lu, <sup>172m</sup> Lu, <sup>180</sup> Lu, <sup>181</sup> Lu
ハフニウム (Hf: Z = 72)	<sup>170</sup> Hf, <sup>172</sup> Hf, <sup>173</sup> Hf, <sup>174</sup> Hf, <sup>175</sup> Hf, <sup>177m</sup> Hf, <sup>178m</sup> Hf, <sup>179m</sup> Hf, <sup>180m</sup> Hf, <sup>181</sup> Hf, <sup>182</sup> Hf, <sup>182m</sup> Hf, <sup>183</sup> Hf, <sup>184</sup> Hf	<sup>169</sup> Hf			<sup>167</sup> Hf
タンタル (Ta: Z = 73)	<sup>172</sup> Ta, <sup>173</sup> Ta, <sup>174</sup> Ta, <sup>175</sup> Ta, <sup>176</sup> Ta, <sup>177</sup> Ta, <sup>178m</sup> Ta, <sup>179</sup> Ta, <sup>180</sup> Ta, <sup>182</sup> Ta, <sup>182m</sup> Ta, <sup>183</sup> Ta, <sup>184</sup> Ta, <sup>185</sup> Ta, <sup>186</sup> Ta	<sup>178</sup> Ta, <sup>180m</sup> Ta			<sup>170</sup> Ta
タングステン (W: Z = 74)	<sup>177</sup> W, <sup>178</sup> W, <sup>179</sup> W, <sup>181</sup> W, <sup>185</sup> W, <sup>187</sup> W, <sup>188</sup> W, <sup>190</sup> W	<sup>179m</sup> W, <sup>185m</sup> W	<sup>176</sup> W, <sup>183m</sup> W		
レニウム (Re: Z = 75)	<sup>178</sup> Re, <sup>179</sup> Re, <sup>181</sup> Re, <sup>182</sup> Re, <sup>182m</sup> Re, <sup>183</sup> Re, <sup>184</sup> Re, <sup>184m</sup> Re, <sup>186</sup> Re, <sup>186m</sup> Re, <sup>187</sup> Re, <sup>188</sup> Re, <sup>188m</sup> Re, <sup>189</sup> Re	<sup>180</sup> Re, <sup>190</sup> Re	<sup>177</sup> Re	<sup>190m</sup> Re	
オスミウム (Os: Z = 76)	<sup>180</sup> Os, <sup>181</sup> Os, <sup>182</sup> Os, <sup>183</sup> Os, <sup>183m</sup> Os, <sup>185</sup> Os, <sup>186</sup> Os, <sup>189m</sup> Os, <sup>191</sup> Os, <sup>191m</sup> Os, <sup>193</sup> Os, <sup>194</sup> Os, <sup>196</sup> Os	<sup>190m</sup> Os			
イリジウム (Ir: Z = 77)	<sup>182</sup> Ir, <sup>183</sup> Ir, <sup>184</sup> Ir, <sup>185</sup> Ir, <sup>186</sup> Ir, <sup>186m</sup> Ir, <sup>187</sup> Ir, <sup>188</sup> Ir, <sup>189</sup> Ir, <sup>190</sup> Ir, <sup>190m</sup> Ir, <sup>190n</sup> Ir, <sup>192</sup> Ir, <sup>192n</sup> Ir, <sup>193m</sup> Ir, <sup>194</sup> Ir, <sup>194m</sup> Ir, <sup>195</sup> Ir, <sup>195m</sup> Ir, <sup>196m</sup> Ir	<sup>191m</sup> Ir, <sup>196</sup> Ir	<sup>197</sup> Ir		<sup>180</sup> Ir, <sup>192m</sup> Ir
白金 (Pt: Z = 78)	<sup>184</sup> Pt, <sup>186</sup> Pt, <sup>187</sup> Pt, <sup>188</sup> Pt, <sup>189</sup> Pt, <sup>190</sup> Pt, <sup>191</sup> Pt, <sup>193</sup> Pt, <sup>193m</sup> Pt, <sup>195m</sup> Pt, <sup>197</sup> Pt, <sup>197m</sup> Pt, <sup>199</sup> Pt, <sup>200</sup> Pt, <sup>202</sup> Pt				
金 (Au: Z = 79)	<sup>186</sup> Au, <sup>190</sup> Au, <sup>191</sup> Au, <sup>192</sup> Au, <sup>193</sup> Au, <sup>194</sup> Au, <sup>195</sup> Au, <sup>196</sup> Au, <sup>196m</sup> Au, <sup>198</sup> Au, <sup>198m</sup> Au, <sup>199</sup> Au, <sup>200</sup> Au, <sup>200m</sup> Au, <sup>201</sup> Au	<sup>195m</sup> Au, <sup>202</sup> Au			<sup>187</sup> Au, <sup>193m</sup> Au
水銀 (Hg: Z = 80)	<sup>191m</sup> Hg, <sup>192</sup> Hg, <sup>193</sup> Hg, <sup>193m</sup> Hg, <sup>194</sup> Hg, <sup>195</sup> Hg, <sup>195m</sup> Hg, <sup>197</sup> Hg, <sup>197m</sup> Hg, <sup>199m</sup> Hg, <sup>203</sup> Hg	<sup>206</sup> Hg		<sup>190</sup> Hg	<sup>205</sup> Hg, <sup>207</sup> Hg
タリウム (Tl: Z = 81)	<sup>194</sup> Tl, <sup>194m</sup> Tl, <sup>195</sup> Tl, <sup>196</sup> Tl, <sup>197</sup> Tl, <sup>198</sup> Tl, <sup>198m</sup> Tl, <sup>199</sup> Tl, <sup>200</sup> Tl, <sup>201</sup> Tl, <sup>202</sup> Tl, <sup>204</sup> Tl	<sup>206</sup> Tl, <sup>207</sup> Tl, <sup>208</sup> Tl, <sup>209</sup> Tl, <sup>210</sup> Tl			<sup>190</sup> Tl, <sup>190m</sup> Tl, <sup>206m</sup> Tl
鉛 (Pb: Z = 82)	<sup>195m</sup> Pb, <sup>196</sup> Pb, <sup>197m</sup> Pb, <sup>198</sup> Pb, <sup>199</sup> Pb, <sup>200</sup> Pb, <sup>201</sup> Pb, <sup>202</sup> Pb, <sup>202m</sup> Pb, <sup>203</sup> Pb, <sup>204m</sup> Pb, <sup>205</sup> Pb, <sup>209</sup> Pb, <sup>210</sup> Pb, <sup>211</sup> Pb, <sup>212</sup> Pb, <sup>214</sup> Pb	<sup>197</sup> Pb		<sup>194</sup> Pb	<sup>201m</sup> Pb
ビスマス (Bi: Z = 83)	<sup>200</sup> Bi, <sup>201</sup> Bi, <sup>202</sup> Bi, <sup>203</sup> Bi, <sup>204</sup> Bi, <sup>205</sup> Bi, <sup>206</sup> Bi, <sup>207</sup> Bi, <sup>208</sup> Bi, <sup>210</sup> Bi, <sup>210m</sup> Bi, <sup>212</sup> Bi, <sup>213</sup> Bi, <sup>214</sup> Bi	<sup>211</sup> Bi			<sup>197</sup> Bi, <sup>212n</sup> Bi, <sup>215</sup> Bi, <sup>216</sup> Bi

表 3-6 (5) 核種の収載状況 (Po から Md)

元 素	RI 数量告示に収載			RI 数量告示に非収載	
	(a) OIR 収載	(b) OIR 非収載	(c) Publ. 107 非収載	(d) OIR 収載	(e) OIR 非収載
ポロニウム (Po: Z = 84)	<sup>203</sup> Po, <sup>204</sup> Po, <sup>205</sup> Po, <sup>206</sup> Po, <sup>207</sup> Po, <sup>208</sup> Po, <sup>209</sup> Po, <sup>210</sup> Po	<sup>218</sup> Po			<sup>211</sup> Po, <sup>212</sup> Po, <sup>212m</sup> Po, <sup>213</sup> Po, <sup>214</sup> Po, <sup>215</sup> Po, <sup>216</sup> Po
アスタチン (At: Z = 85)	<sup>205</sup> At, <sup>207</sup> At, <sup>208</sup> At, <sup>209</sup> At, <sup>210</sup> At, <sup>211</sup> At	<sup>215</sup> At, <sup>216</sup> At, <sup>218</sup> At		<sup>206</sup> At	<sup>204</sup> At, <sup>217</sup> At, <sup>219</sup> At, <sup>220</sup> At
フランシウム (Fr: Z = 87)	<sup>212</sup> Fr, <sup>222</sup> Fr, <sup>223</sup> Fr	<sup>219</sup> Fr, <sup>220</sup> Fr, <sup>221</sup> Fr			<sup>224</sup> Fr, <sup>227</sup> Fr
ラジウム (Ra: Z = 88)	<sup>223</sup> Ra, <sup>224</sup> Ra, <sup>225</sup> Ra, <sup>226</sup> Ra, <sup>227</sup> Ra, <sup>228</sup> Ra, <sup>230</sup> Ra	<sup>220</sup> Ra, <sup>222</sup> Ra			<sup>219</sup> Ra, <sup>221</sup> Ra
アクチニウム (Ac: Z = 89)	<sup>224</sup> Ac, <sup>225</sup> Ac, <sup>226</sup> Ac, <sup>227</sup> Ac, <sup>228</sup> Ac	<sup>223</sup> Ac, <sup>230</sup> Ac	<sup>229</sup> Ac		<sup>231</sup> Ac, <sup>232</sup> Ac, <sup>233</sup> Ac
トリウム (Th: Z = 90)	<sup>226</sup> Th, <sup>227</sup> Th, <sup>228</sup> Th, <sup>229</sup> Th, <sup>230</sup> Th, <sup>231</sup> Th, <sup>232</sup> Th, <sup>233</sup> Th, <sup>234</sup> Th, <sup>236</sup> Th	<sup>224</sup> Th			<sup>223</sup> Th, <sup>235</sup> Th
プロトアクチニウム (Pa: Z = 91)	<sup>227</sup> Pa, <sup>228</sup> Pa, <sup>229</sup> Pa, <sup>230</sup> Pa, <sup>231</sup> Pa, <sup>232</sup> Pa, <sup>233</sup> Pa, <sup>234</sup> Pa	<sup>234m</sup> Pa, <sup>236</sup> Pa		<sup>235</sup> Pa	<sup>237</sup> Pa
ウラン (U: Z = 92)	<sup>230</sup> U, <sup>231</sup> U, <sup>232</sup> U, <sup>233</sup> U, <sup>234</sup> U, <sup>235</sup> U, <sup>235m</sup> U, <sup>236</sup> U, <sup>237</sup> U, <sup>238</sup> U, <sup>239</sup> U, <sup>240</sup> U	<sup>228</sup> U		<sup>242</sup> U	<sup>227</sup> U
ネプツニウム (Np: Z = 93)	<sup>232</sup> Np, <sup>233</sup> Np, <sup>234</sup> Np, <sup>235</sup> Np, <sup>236</sup> Np, <sup>236m</sup> Np, <sup>237</sup> Np, <sup>238</sup> Np, <sup>239</sup> Np, <sup>240</sup> Np, <sup>241</sup> Np	<sup>240m</sup> Np	<sup>231</sup> Np		<sup>242</sup> Np, <sup>242m</sup> Np
プルトニウム (Pu: Z = 94)	<sup>232</sup> Pu, <sup>234</sup> Pu, <sup>235</sup> Pu, <sup>236</sup> Pu, <sup>237</sup> Pu, <sup>238</sup> Pu, <sup>239</sup> Pu, <sup>240</sup> Pu, <sup>241</sup> Pu, <sup>242</sup> Pu, <sup>243</sup> Pu, <sup>244</sup> Pu, <sup>245</sup> Pu, <sup>246</sup> Pu				
アメリシウム (Am: Z = 95)	<sup>237</sup> Am, <sup>238</sup> Am, <sup>239</sup> Am, <sup>240</sup> Am, <sup>241</sup> Am, <sup>242</sup> Am, <sup>242m</sup> Am, <sup>243</sup> Am, <sup>244</sup> Am, <sup>244m</sup> Am, <sup>245</sup> Am, <sup>246</sup> Am, <sup>246m</sup> Am, <sup>247</sup> Am				
キュリウム (Cm: Z = 96)	<sup>238</sup> Cm, <sup>239</sup> Cm, <sup>240</sup> Cm, <sup>241</sup> Cm, <sup>242</sup> Cm, <sup>243</sup> Cm, <sup>244</sup> Cm, <sup>245</sup> Cm, <sup>246</sup> Cm, <sup>247</sup> Cm, <sup>248</sup> Cm, <sup>249</sup> Cm, <sup>250</sup> Cm, <sup>251</sup> Cm				
バークリウム (Bk: Z = 97)	<sup>245</sup> Bk, <sup>246</sup> Bk, <sup>247</sup> Bk, <sup>248m</sup> Bk, <sup>249</sup> Bk, <sup>250</sup> Bk	<sup>251</sup> Bk			
カリホルニウム (Cf: Z = 98)	<sup>244</sup> Cf, <sup>246</sup> Cf, <sup>247</sup> Cf, <sup>248</sup> Cf, <sup>249</sup> Cf, <sup>250</sup> Cf, <sup>251</sup> Cf, <sup>252</sup> Cf, <sup>253</sup> Cf, <sup>254</sup> Cf, <sup>255</sup> Cf		<sup>256</sup> Cf		
アインスタイニウム (Es: Z = 99)	<sup>249</sup> Es, <sup>250m</sup> Es, <sup>251</sup> Es, <sup>253</sup> Es, <sup>254</sup> Es, <sup>254m</sup> Es, <sup>255</sup> Es, <sup>256</sup> Es			<sup>250</sup> Es	
フェルミウム (Fm: Z = 100)	<sup>251</sup> Fm, <sup>252</sup> Fm, <sup>253</sup> Fm, <sup>254</sup> Fm, <sup>255</sup> Fm, <sup>256</sup> Fm, <sup>257</sup> Fm				
メンデレビウム (Md: Z = 101)			<sup>257</sup> Md, <sup>258</sup> Md		

### 3.4.2 化学形等の分類

RI 数量告示における各元素の化学形や物質（化学形等）の分類は、Publ. 68 [7]の ANNEXE E 及び ANNEXE F に準じている。一方で、ICRP は、OIR シリーズにおいて各元素の全身体内動態モデルの全面的な見直しを実施し、新たな知見に基づいて化学形等の分類についても多くの核種で変更があった[11-13,22]。また、吸入摂取における3種類の血液への吸収タイプについて、Publ. 68 では該当する化学形が存在しない場合、その吸収タイプに対する実効線量係数は提供されていなかった。しかしながら、OIR シリーズでは、該当する化学形が存在しない吸収タイプについても実効線量係数が導出され、データが提供されている。以上のことから、RI 数量告示と OIR シリーズにおける化学形等の分類を整理し、付録2にまとめた。

### 3.5 まとめ

令和4年度は、OIR シリーズの Part 5 が刊行されたことにより、作業者に対する実効線量係数の導出に必要となる2007年勧告に基づくモデルやデータがすべて公開された[3,11-13,22-26]。さらに、小児 SAF 及び公衆による放射性核種の摂取に対する線量係数シリーズ Part 1 のドラフトも公開された[27,29]。

OIR Part 5 については、収載されている38元素の全身体内動態モデルのすべてを IDCC に組み込み、導出された実効線量係数の検証を行った。IDCC が導出する実効線量係数は、全部で1,361種類の摂取条件のうち99%以上について OIR Data Viewer 収載値と一致し、全身動態モデルの組み込みはほぼ正確に行われたと推察されるものの、一部の摂取条件については引き続き組み込みデータの検証を行っていくこととした。

小児 SAF のドラフトに係る調査では、年齢依存 SAF データのフォーマットが成人用の SAF データである Publ. 133 と同様であることが確認できた。したがって、年齢依存 SAF データの IDCC への組み込みについては、IDCC の改良等は不要であると推定される。また、年齢依存 SAF データを用いた実効線量係数の導出手順についても確認できた。この中で、6つの年齢について  $S_w$  をあらかじめ計算しておき、時間経過を考慮して  $S_w$  を内挿しつつ等価線量率を積分することにより等価線量を算出するという手順に変更はなかったものの、1歳未満の年齢における  $S_w$  の内挿については新しい手法が採用されることが明らかになった。また、1歳以上については  $S_w$  の内挿法が明示されていなかったが、変更されると推察された。これに対し、現行の IDCC は、Publ. 72 に収載されている公衆の実効線量係数の導出手順[30,33]を踏襲している。したがって、ドラフトのとおり刊行物が発刊された場合は、IDCC に対して新しい内挿法を実装する改良が必要となる。

公衆による放射性核種の摂取に対する線量係数シリーズ Part 1 のドラフトについては、公開時期が本年度委託事業期間の末であったため、本ドラフトの本格的な調査は令和5年度事業で実施することとした。

## 第4章 コード簡易版（ウェブアプリ）プロトタイプの開発

### 4.1 目的

令和2年度までに開発したIDCCは、様々な摂取条件について実効線量係数の計算や核種摂取量の推定を行うことが可能であり、フル機能版であればユーザーがモデルやデータを編集できる等、高機能なコードである[14-17]。しかしながら、こうした計算を実施する際、その都度、線量評価用のモデル・データを参照し、複雑な処理を実行するため、計算機には一定の処理能力が必要となる。一方で、ICRPの既定条件に対する簡易的な事前評価や事後評価、及び大学における講義等の教育目的の用途においては、より簡便に利用できるツールが有用である。そこで、こうしたニーズに対応した内部被ばく線量評価コードの簡易版を開発することとした[18]。

令和3年度事業においてコード簡易版の仕様について検討した[18]。その結果、事前に計算した結果をデータベース化し、それを参照することとした。コード形態はウェブアプリとし、主要な核種のICRP既定の摂取条件について、実効線量係数の表示、体内残留率及び排泄率の経時変化データの表示及びダウンロード、並びにホールボディカウンタやバイオアッセイ等による1回の個人モニタリング結果に基づく摂取量推定及び被ばく線量の表示を行う機能を持たせることとした。また、ウェブアプリの開発に係る技術要素（ウェブページ作成やデータベース構築に係るコンピュータ言語等）についても検討し、仕様を策定した。

令和4年度は、令和3年度に決定した仕様に基づき、ウェブアプリのプロトタイプの開発を実施した。

### 4.2 コード簡易版の仕様

#### 4.2.1 入出力項目

ウェブアプリは、ユーザーの端末のウェブブラウザから放射性核種の摂取条件を設定、送信し、ウェブサーバー上のデータベースを参照して対応するデータを抽出、再構築して端末に返信し、ウェブブラウザ上にデータやグラフ等を表示させ、またはデータファイルをダウンロードさせる。ウェブブラウザにおける入出力項目は、以下の3段階とした。

#### ① 摂取条件の設定

##### (1) 評価対象者

以下の2項目から選択することとした。

- ・ 作業員
- ・ 公衆

公衆の場合、年齢は入力項目とせず、6つの年齢（3ヶ月、1歳、5歳、10歳、15歳、成人）についてまとめてデータ表示することとした。

##### (2) 放射性核種

OIRシリーズの本文中の表に記載された核種[11-13,22]、及び1990年勧告に準拠した内部

線量評価コード MONDAL [38]に収録された核種を参考に、次に示す 63 核種から選択可能とした。

・ H-3    ・ C-14    ・ P-32    ・ S-35    ・ Ca-45    ・ Cr-51    ・ Mn-54    ・ Fe-59  
・ Co-57    ・ Co-58    ・ Co-60    ・ Zn-65    ・ Rb-86    ・ Sr-85    ・ Sr-89    ・ Sr-90  
・ Y-90    ・ Zr-95    ・ Nb-95    ・ Mo-99    ・ Tc-99    ・ Tc-99m    ・ Ru-106    ・ Ag-110m  
・ Sb-124    ・ Sb-125    ・ Te-129    ・ Te-132    ・ I-125    ・ I-129    ・ I-131    ・ Cs-134  
・ Cs-137    ・ Ba-133    ・ Ba-140    ・ Ce-141    ・ Ce-144    ・ Ir-192    ・ Hg-203    ・ Pb-210  
・ Pb-212    ・ Pb-214    ・ Bi-210    ・ Bi-214    ・ Po-210    ・ Ra-226    ・ Ra-228    ・ Th-228  
・ Th-229    ・ Th-230    ・ Th-232    ・ Th-234    ・ U-234    ・ U-235    ・ U-238    ・ Np-237  
・ Pu-238    ・ Pu-239    ・ Pu-240    ・ Am-241    ・ Cm-242    ・ Cm-244    ・ Cf-252

### (3) 化学形

化学形や物質の分類は、元素の種類と摂取経路に基づき、OIR シリーズ[11-13,22]に示されたものとした。

#### ② データ表示の設定

##### (1) 実効線量係数の単位

①で設定した摂取条件に対応する実効線量係数を表示する際の単位を以下の 3 つから選択することとした。

・  $\mu\text{Sv/Bq}$     ・  $\text{mSv/Bq}$     ・  $\text{Sv/Bq}$

##### (2) 表示及びダウンロード可能とする経時変化データ

全ての核種について、全身残留率、尿中排泄率及び糞中排泄率の 3 項目から選択可能とすることとした。ただし、元素がヨウ素の場合は甲状腺の残留率、 $\alpha$  線放出核種の吸入摂取の場合は肺の残留率についてもそれぞれ選択可能とした。表示させる選択肢は、①の設定に応じて以下のとおりとした。

・ 全身残留率    ・ 尿中排泄率    ・ 糞中排泄率  
・ 甲状腺残留率 (ヨウ素の場合)    ・ 肺残留率 ( $\alpha$  線放出核種の吸入摂取の場合)

また、データの表示形式は以下の 2 項目を選択可能とした。

・ 単位摂取量あたりの残留率又は排泄率    ・ モニタリング計測値あたりの預託実効線量

#### ③ 摂取量及び線量推定の設定

##### (1) モニタリング方法

全ての核種について、個人モニタリングの方法をホールボディカウンタ、尿バイオアッセイ及び糞バイオアッセイの 3 項目から選択可能とすることとした。ただし、元素がヨウ素の場合は甲状腺モニタ、 $\alpha$  線放出核種の吸入摂取の場合は肺モニタを選択可能とした。表示させる選択肢は、①の設定に応じて以下のとおりとした。

- ・ホールボディカウンタ ・尿バイオアッセイ ・糞バイオアッセイ
- ・甲状腺モニタ（ヨウ素の場合） ・肺モニタ（ $\alpha$ 線放出核種の吸入摂取の場合）

## (2) 摂取後経過日数

摂取から個人モニタリング実施までの経過日数は、テキストボックスに入力させることとした。

## (3) 評価値

摂取量推定のための情報である評価値（モニタリングの結果）は、テキストボックスに入力させることとした。このとき、単位を以下の3つから選択可能とした。

- ・ Bq ・ kBq ・ MBq

## (4) 摂取量推定値

③の(1)から(3)までで選ばれた選択肢及び入力値に応じた摂取量推定値を表示させることとした。このとき、単位を以下の3つから選択可能とした。

- ・ Bq ・ kBq ・ MBq

## (5) 被ばく線量推定値

② (1)の実効線量係数と③ (4)の摂取量推定値を乗じて得られる預託実効線量を表示させることとした。このとき、単位を以下の3つから選択可能とした。

- ・  $\mu$ Sv/Bq ・ mSv/Bq ・ Sv/Bq

### 4.2.2 技術要素

ウェブアプリの開発に係る技術要素は、フロントエンドと呼ばれるユーザーが操作する端末側の開発と、バックエンドと呼ばれるデータベースの参照や情報の処理及び送受信を実施するサーバー側の開発に大きく分かれる。これらの仕様は令和3年度に検討して以下のとおり策定した。

- ・ フロントエンド開発フレームワーク：Bootstrap [39]
- ・ バックエンド開発フレームワーク：Bottle [40]
- ・ ウェブサーバープログラム：Apache [41]
- ・ データベース：MariaDB [42]
- ・ グラフ描画プログラム：Matplotlib [43]

ウェブアプリを設置する仮想サーバーとして、Oracle VM VirtualBox 6.1 [44]を用い、Windows上に仮想環境を構築した。仮想環境のOSはCentOS 7.9とした。

## 4.3 コード簡易版プロトタイプの開発

### 4.3.1 データの作成

ウェブアプリに実装するデータについては、IDCC を用いて用意した。実効線量係数は、4.2.1 項 (2)に示した核種について、経口摂取、吸入摂取の各化学形について計算を実行した。経時変化データについては、IDCC の出力データを基に、Fortran の PCHIP ライブラリ[44]を用いて内挿することにより 1 日ごとのデータを作成した。

### 4.3.2 ウェブページの作成

ユーザーがウェブアプリのページにアクセスすると、図 4-1 に示すトップ画面を表示させるようにした。「次へ」ボタンが押下されると、図 4-2 に示す摂取条件設定画面に遷移するようにした。

摂取条件設定画面では、摂取条件のうち、評価対象者、摂取経路、化学形の分類については、ラジオボタンで選択するようにした。核種については、プルダウンメニューから選択することとした。化学形の分類の選択肢は、核種や摂取経路の選択状況に応じて動的に変化するようにした。

設定された摂取条件に応じてデータベースを参照して実効線量係数及び経時変化データを取得し、図 4-3 に示すように収録されている実効線量係数と経時変化データを表示させる画面を用意した。実効線量係数は、単位を  $\mu\text{Sv/Bq}$ 、 $\text{mSv/Bq}$ 、 $\text{Sv/Bq}$  の 3 種類から選択可能とした。経時変化データについては、ラジオボタンにより表示させるデータを選択できるようにした。また、経時変化データの画像ファイル及び CSV ファイルについては、ダウンロードボタンを用意してダウンロード可能とした。

続いて、モニタリング結果から摂取量を推定するページを用意した。図 4-4 に示すように、モニタリング方法についてはラジオボタンで選択することとした。摂取からモニタリングまでの経過日数とモニタリング結果については、テキストボックスで入力させるようにした。テキストボックスに入力された経過日数に対応した経時変化データをデータベースから取得し、入力されたモニタリング結果と統合して摂取量を計算し、表示させるボックスを用意した。また、得られた摂取量に摂取条件に応じて参照していた実効線量係数を乗じることにより預託実効線量を計算し、表示させるボックスを用意した。

また、トップページにおいて表示言語を日本語、英語から選択可能とした。

### 4.3.3 今後の改良点

開発したプロトタイプに対し、本事業で設置した検討委員会（第 6 章を参照）より以下のコメントを得た。

- ・ FAQ のページは現在空白とのことであるが、令和 5 年度に予定している意見募集のための試用提供前に想定される質問及び回答を用意しておくべき。
- ・ ユーザーがウェブアプリにアクセスし、実際に操作するページに移行する前に、本アプリは標準人を対象としたものであり、特定の個人の評価には適用できない旨を明示し、了承した場合のみ使用可能とするなど、何らかの対策が必要である。

- ・ 研究者、技術者以外の幅広いユーザーの利用を想定し、数値の指数表記等、分かりやすさに配慮が必要である。
- ・ 意見募集の対象は、線量評価や放射線防護の専門家だけでなく、幅広く依頼すべきである。

これらの意見やコメントを踏まえ、令和5年度事業におけるウェブアプリプロトタイプに関する意見募集の方法、改良方針の策定に反映させていくこととした。



図 4-1 ウェブアプリのトップ画面

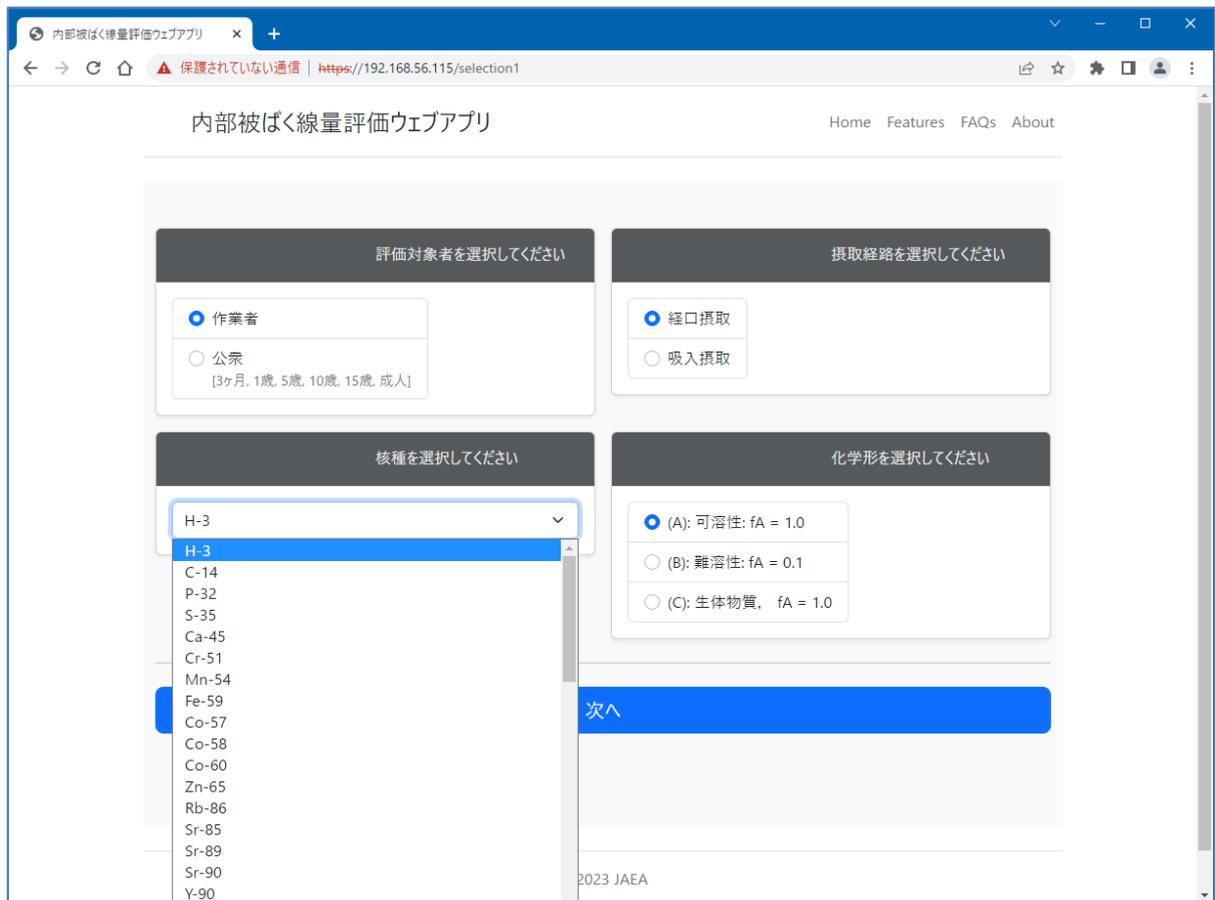


図 4-2 摂取条件設定画面

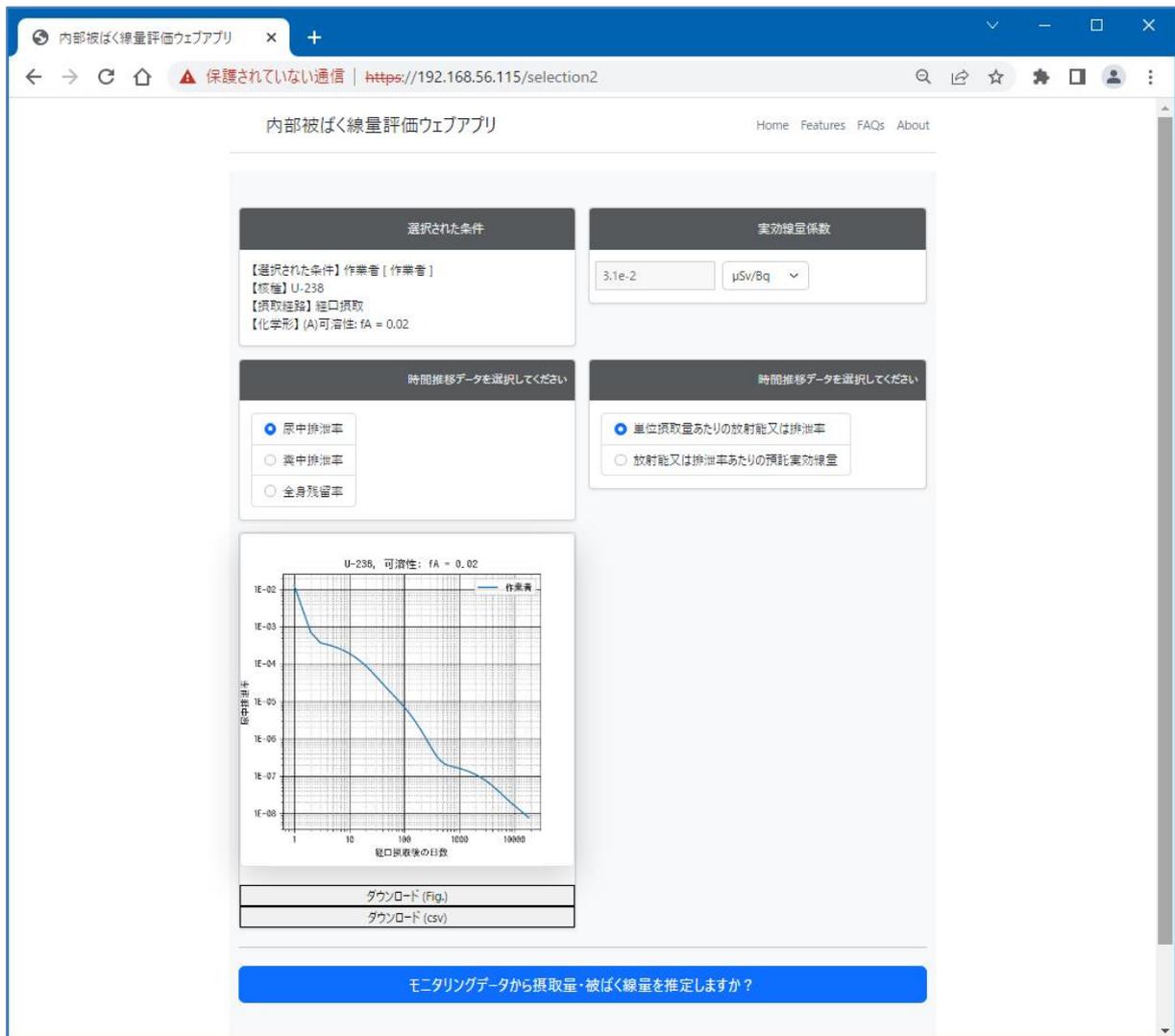


図 4-3 実効線量係数と経時変化データの表示画面

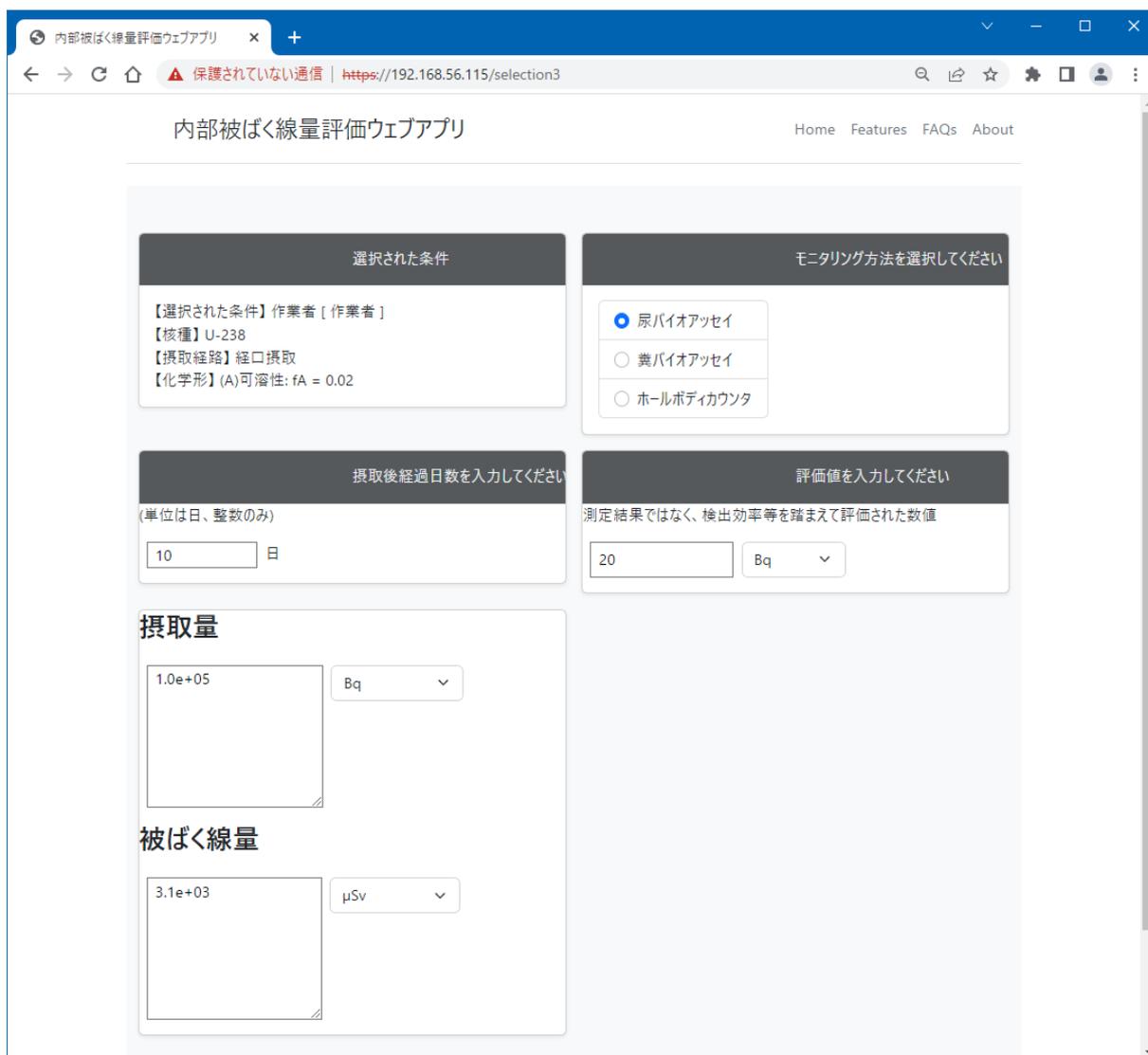


図 4-4 摂取量及び被ばく線量評価結果の表示画面

#### 4.4 まとめ

令和 4 年度は、コード簡易版ウェブアプリのプロトタイプの開発を行った。開発したプロトタイプは、Windows PC の仮想環境上に構築したウェブサーバーに導入し、Windows PC のウェブブラウザからアクセス可能な状況とした。令和 5 年度は、プロトタイプを試用提供し、改良に向けた意見募集を実施する計画であるが、令和 4 年度の検討委員会で得られた意見を参考に意見募集の方法を検討していくこととした。

## 第5章 内部被ばく及び外部被ばく線量評価に係る規制改正用基準値の整備

### 5.1 目的

ICRP では、放射線防護体系に関する勧告として、1990 年勧告[2]に置き換わる新しい 2007 年勧告[3]を公表している。2007 年勧告では、1990 年勧告で示された放射線防護に関する 3 つの基本原則、正当化、最適化、及び線量限度の適用が維持された。一方、放射線被ばくに関する生物学と物理学の最新の科学的情報に基づいて、等価線量と実効線量における放射線加重係数及び組織加重係数の見直し等がなされており、外部被ばく及び内部被ばくによる線量を評価するためのデータなども更新されている[3]。

「放射性同位元素等の規制に関する法律 (RI 規制法)」等、現行の国内の放射線規制は ICRP 1990 年勧告を基礎としている。そのため、2007 年勧告を国内の放射線規制へ取り入れる場合、「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件 (RI 数量告示) [4]」を始めとする国内法令で与えられる放射線障害を防止するための基準値も見直されることとなる。

そこで、現行の RI 数量告示とその改正経緯、2007 年勧告に基づく線量評価法を調査し、ICRP 2007 年勧告を踏まえた改正後の RI 数量告示に搭載すべき技術的基準のリスト及び検討すべき事項を整理する。また、検討すべき事項の整理が必要となるため、2007 年勧告から発展し、次期主勧告での採用が検討されている内容を含む ICRP 刊行物等も調査した。

### 5.2 現行の RI 数量告示とその改正経緯

1990 年勧告を国内の放射線規制へ取り入れるにあたって、当時の放射線審議会は、平成 3 年 2 月に 1990 年勧告の法令取入れに関する検討に着手し、基本部会、その下に 6 つの分科会を設置して、国際機関の動向や諸外国の状況なども積極的に把握しながら検討を進めた。基本部会は、その結果を取りまとめて平成 9 年 6 月に公表し、国民からの意見募集を行い、これを踏まえた検討を進めて平成 10 年 3 月に放射線審議会へ報告した。その後、放射線審議会は、平成 10 年 6 月の総会にて「ICRP 1990 年勧告 (Publ. 60) の国内制度等への取入れについて (意見具申) [45]」(以下、「意見具申」という。)を取りまとめた。さらに、これらの意見の国内制度への取り入れに際し、外部被ばく及び内部被ばく評価法の技術的基準の見直しが必要となることから、放射線審議会基本部会は外部被ばく及び内部被ばく評価法に係る技術的指針 (以下、「技術的指針」という。)の検討を進め、その結果を平成 11 年 6 月に公表した [46]。

#### 5.2.1 ICRP 1990 年勧告 (Publ.60) の国内制度への取り入れについて (意見具申)

当時の放射線障害防止法等では、表 5-1 に示す諸量が用いられていた。一方、意見具申の冒頭で、これらの用語や関係する係数の 1990 年勧告における変更が表 5-2 のように取りまとめられた [45]。その他、外部被ばくに関しては、国際放射線単位測定委員会 (ICRU) の Report 57 [46]で測定基準量として「実用量」が示され、内部被ばくに関しては、Publ. 61 [48]で示された年 20 mSv の預託実効線量に対する年摂取限度 (ALI) 及び内部被ばくのための Sv/Bq で与えられる摂取量から内部被ばく線量への換算係数が示された。

表 5-1 1990 年勧告を国内制度へ取り入れる検討当時の放射線規制で用いられていた諸量

対象	検討当時の諸量（1977 年勧告ベース）
線量限度を定める量	実効線量当量、組織線量当量
外部被ばくの測定・評価	1 センチメートル線量当量、70 マイクロメートル線量当量、 3 ミリメートル線量当量
内部被ばく評価のための基本データ	年摂取限度（ALI）

表 5-2 1990 年勧告における用語変更

対象	変更前	変更後
基本とする線量	吸収線量	組織・臓器にわたって平均した線量
線質に加重する係数	線質係数	放射線加重係数
加重された線量	(組織) 線量当量	等価線量
感受性を考慮した係数	加重係数	組織加重係数
全身の線量	実効線量当量	実効線量

以上の状況を踏まえて、意見具申では以下の基本的考え方が示された。

- ・ 1990 年勧告への対応及びこれまでとの相違を明確にするため、線量限度を定める量を「実効線量」及び「等価線量」とすることが適当である。
- ・ 外部被ばくのモニタリング線量の名称については、深さ位置を指定した線量当量の用語を維持するため、1 センチメートル線量当量等の用語は変更しないことが適当である。
- ・ 内部被ばく評価のための基本データは、年摂取限度を用いてきたが、換算のための係数 (Sv/Bq) を用いることも検討する必要がある。
- ・ 多義に使用されている「線量当量」の使用は十分に検討し、適切な用語を選定し変更する必要がある。また、用語の定義、具体的な意味を明確な形で示すことにより、その解釈をめぐる混乱がないようにする必要がある。

## 5.2.2 外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針

放射線審議会基本部会では、具申された意見の国内制度等への取り入れに際しては、外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的基準の見直しが必要であり、その検討を行うためのワーキンググループを設置した。このワーキンググループでの検討結果等に基づいて、放射線審議会基本部会は以下の構成からなる技術的指針を平成 11 年 6 月に公表した[46]。

### I. 外部被ばく

1. 外部被ばくに係る諸量について
2. 外部被ばくに係る線量換算係数について
3. 不均等被ばくの評価方法について
4. 皮膚の線量評価における評価面積等について

### II. 内部被ばく

1. 内部被ばくに係る諸量について
2. 被ばく量の測定評価について

なお、検討では以下の刊行物等が参照された。

- ・ 全体的な事項 ICRP Publ. 60 [2]
- ・ 外部被ばく評価 ICRP Publ. 74 [5]、ICRU Report 57 [47]（両者は同じ内容）
- ・ 内部被ばく評価 ICRP Publ. 65 [49], Publ. 66 [50], Publ. 68 [7], Publ. 71 [33], Publ. 72 [8], Publ. 78 [51]

### 5.2.3 外部被ばく評価に係る改正における検討経緯及び現行の規制基準等

以下、技術的指針で確認できる検討の経緯、現行の規制基準等を取りまとめた。なお、ここでは、ICRP のソウル声明（2011 年）[52]を受けた眼の水晶体の線量限度の見直しも含めて

#### (1) 外部被ばくに係る諸量の分類

ICRP Publ. 74 では、線量限度を定める実効線量等を「防護量」とし、モニタリングに用いる量を実用量として用いることを妥当としている。一方、検討当時の国内法令等では、外部被ばくに係る諸量は以下のように分類されていた。

- ・ 放射線防護基準を定める量
  - 放射線業務従事者等の線量限度を定める量
  - 使用施設等に係る基準を定める量
  - 運搬に係る基準を定める量
- ・ 測定に係る量
  - 場所における線量当量(率)の測定に用いる量
  - 放射線業務従事者等の外部被ばく線量の測定に用いる量

#### (2) 外部被ばくによる放射線防護基準を定める量

1990 年勧告の取入れに際し、法令等では放射線防護基準を定める量を防護量（実効線量、等価線量）とし、使用施設等に係る基準を定める量を実効線量とすることが適切とした。また、用語については、「線量当量（限度）」から「線量（限度）」に変更することも示した。ただし、運搬に係る基準を定める量については、当時の原子力安全委員会で検討を進めていた IAEA 放射性物質安全規則（1996 年）[53]の国内制度への取入れに関する結果を踏まえるとしていた。その結果、運搬に係る基準については、放射線発生装置及び放射性同位元素装備機器に関する規定と同様に、5.2.3 (4)で示す実用量（場所の測定に係る量）の 1 センチメートル線量当量により定められた。現行の法令等における外部被ばくに係る基準と適用される諸量は表 5-3 のとおりである。

多くの状況で適用されてる実効線量について、これを導出するための換算係数や、測定に基づく算定方法も規定された。

表 5-3 現行の法令等における外部被ばくに係る基準と適用される諸量

基準など (対象となるもの)	適用される量
<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線業務従事者の線量限度</li> <li>簡易運搬に係る放射性業務従事者の線量限度</li> <li>廃棄従事者 (放射線業務従事者を除く) の線量限度</li> <li>緊急作業に従事する者の線量限度</li> </ul>	実効線量、等価線量
<ul style="list-style-type: none"> <li>放射性同位元素装備機器の取り扱いにおける線量限度</li> </ul>	実効線量
<ul style="list-style-type: none"> <li>管理区域の定義 (外部被ばく)</li> <li>しゃへい物の設置</li> <li>一時立ち入り者に対する測定を必要としない線量</li> </ul>	実効線量
<ul style="list-style-type: none"> <li>運搬の基準、輸送物に係る技術上の基準</li> <li>放射線発生装置の規定</li> <li>放射性同位元素装備機器の特定設計認証の規定</li> <li>放射性同位元素装備機器の使用、保管及び運搬に関する条件</li> </ul>	1センチメートル線量当量

### (3) 外部被ばく線量への換算

技術的指針では、以下の3つの状況で線量換算係数が必要になるとされた[46]。

- ・ 遮へいに係る計算等の計算・評価を行う場合
- ・ 線量計が有するべきエネルギーレスポンス等の基準を示す場合
- ・ 線量計の校正を行うために物理量から線量当量等を用いる場合

このうち、法令等で換算係数を規定する必要があるのは、遮へいに係る計算等の計算・評価を行う場合とし、現行の法令等で以下のように実効線量への換算を行うとした[4]。

- ・ エックス線又はガンマ線

$$E = f_x \times D$$

$E$  : 実効線量 (単位 : Sv、シーベルト)

$f_x$  : RI 数量告示別表第 5 の第 1 欄に掲げる放射線のエネルギーに応じて、同表の第 2 欄に掲げる値

$D$  : 自由空気中の空気カーマ (単位 : グレイ、Gy)

- ・ 中性子線

$$E = f_n \times \Phi$$

$E$  : 実効線量 (単位 : Sv、シーベルト)

$f_n$  : RI 数量告示別表第 6 の第 1 欄に掲げる放射線のエネルギーに応じて、同表の第 2 欄に掲げる値

$\Phi$  : 自由空気中の中性子フルエンス (単位 : 個毎平方センチメートル、 $\text{cm}^{-2}$ )

このうち、物理量から実効線量への換算に用いる値 ( $f_x$  及び  $f_n$ ) については、Publ. 74 [5]で示された換算係数を採用することが適当された。ここで、安全側の評価値とするため、人体の前方から後方への照射条件 (前方-後方照射条件、AP 照射条件) の換算係数が適切とされた (表 5-4)。また、Publ. 74 は成人を対象としているが、技術的指針の検討結果として、公衆が対象となる事業所境界における評価でも使用しても差し支えないという考え方が示された [46]。

表 5-4 現行の法令等に含まれる物理量から実効線量への換算係数

放射線の種類 (該当する RI 数 量告示別表)	物理量からの換算係数	エネルギー範囲	ICRP Publ.74 等の該当 する表
光子 (別表第 5)	自由空気中の単位空気カーマあたりの実 効線量 (AP 照射ジオメトリ)	0.010 MeV～ 10 MeV	表 A.17 第 1 欄及び第 2 欄
中性子 (別表第 6)	単位中性子フルエンスあたりの 実効線量 (AP 照射ジオメトリ)	$1.0 \times 10^{-9}$ MeV～ $2.0 \times 10^4$ MeV	表 A.41 第 1 欄及び第 2 欄

一方、Publ. 74 では、電子 (0.01 MeV～10 MeV)、20 MeV を超えるエネルギー範囲の中性子についても、単位中性子フルエンスあたりの実効線量を表す換算係数が掲載されている。このうち、電子に関しては、遮へい計算等で必要となることが極めてまれであり、実効線量への寄与が数 MeV 以下で極めて少なく、全身均等被ばくとなることがないことから、法令等で規定しないとされた。また、Publ. 74 では 180 MeV までの中性子に対する換算係数が示されていたが、20 MeV を超えるエネルギー範囲でのデータが少なく、50 MeV を超えた場合に AP 照射での換算係数が安全側の評価とならないことから、20 MeV までのエネルギー範囲における換算係数を法令等で示すとされた。なお、表 5-4 に示すエネルギー範囲を超える放射線は個別に審査することが適当とされ、事業者が該当施設の利用状況を加味した入射条件を設定できる場合は、このような条件も採用できるとした。

#### (4) 外部被ばくに対する測定に用いる量

測定に用いる量に関しては、報告書及び意見具申を参照して ICRU Report 57 [47]の実用量とされた。場所及び個人の外部被ばくに係る量が与えられ、何れも簡易形状 (球またはスラブ) のファントム中の一点における線量当量として定義されている。また、各線量の深さに応じて、表 5-5 及び表 5-6 のように名称が与えられた。

表 5-5 1990 年勧告を取り入れた法令等での場所に係る測定に用いる量

評価対象	測定に係る量 (実用量)	名称
実効線量	周辺線量当量 $H^*(10)$	1 センチメートル線量当量
目の水晶体の等価線量	方向性線量当量 $H'(0.3, \alpha)$	3 ミリメートル線量当量
皮膚等の等価線量	方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$	70 マイクロメートル線量当量

表 5-6 1990 年勧告を取り入れた法令等での個人の外部被ばくに係る測定に用いる量

評価対象	測定に係る量 (実用量)	名称
実効線量	個人線量当量 $H_p(10)$	1 センチメートル線量当量
目の水晶体の等価線量	個人線量当量 $H_p(3)$	3 ミリメートル線量当量
皮膚等の等価線量	個人線量当量 $H_p(0.07)$	70 マイクロメートル線量当量
女性の腹部表面の等価線量	個人線量当量 $H_p(10)$	1 センチメートル線量当量

## (5) 外部被ばく線量の算定

防護基準の遵守を確認するためには、測定された実用量に基づいて実効線量等の防護量を算定する必要がある。現行の法令等では、何れも個人の外部被ばくに係る測定（線量計による測定）により得られた個人線量当量（表 5-6）の値を以て、対象とする防護量と見なすことを原則とし、放射線測定器を用いて測定した周辺線量当量等（表 5-5）を防護量とみなすことも適当とした。実効線量に関しては 1 センチメートル線量当量の測定値で評価することが規定され、皮膚等の等価線量は 70 マイクロメートル線量当量の測定で評価することとされた。一方、眼の水晶体の線量に関係づけられる 3 ミリメートル線量当量については、1 センチメートル線量当量及び 70 マイクロ線量当量を測定することで、防護のために必要な情報が得られると考えられるため、1990 年勧告取入れに伴う検討では、3 ミリメートル線量当量の測定に関する義務を課さないとされた。

1990 年勧告の取入れに際しては実効線量への換算係数を採用することとしたため、放射線測定器による測定が困難な場合に線量を算定する場合を除いて、検討当時の法令等で規定されていた 1 センチメートル線量当量等への換算係数が必要となる状況はなくなった。また、かつては光子のモニタリングで照射線量（単位：空気質量あたりに生成する電荷量、C/kg）等を測定し、これらの量から 1 センチメートル線量当量を算定する際に換算係数が必要とされた。一方、技術的指針の検討当時において、既に 1 センチメートル線量当量等を直読できる放射線測定器や線量計が普及していた。これらの理由により、1990 年勧告の取入れに際し、法令等で物理量から実用量への換算係数を規定する必要はないとされた。一方、放射線測定器の校正等の目的で、国内で統一された値とするため、国内制度の適切なレベルで物理量から実用量への換算係数が示されることが適切とされ、国際的な整合性の観点から、表 5-7 及び表 5-8 のように ICRU Report 57 にある表を基本とすることが適当とされた。なお、その後の眼の水晶体に係る線量限度の見直しにおける検討の結果、令和 2 年 3 月に 3 ミリメートル線量当量も眼の水晶体の線量を評価するための測定に用いる量の選択肢の一つとして含まれた（表 5-9）。

表 5-7 1990 年勧告を取り入れた実用量への換算係数（場所に係る測定量）

放射線の種類	実用量	物理量からの換算係数	ICRU Report 57 (ICRP Publ.74) の該当する表
光子	周辺線量当量 $H^*(10)$	自由空気中の単位空気カーマから周辺線量当量への換算係数	表 A.21（第 1 欄及び第 2 欄）
	方向性線量当量 $H'(0.07)$	自由空気中の単位空気カーマから方向性線量当量への換算係数	表 A.21（第 1 欄及び第 3 欄）及び表 A.23
中性子	周辺線量当量 $H^*(10)$	中性子フルエンスから周辺線量当量への換算係数	表 A.42（第 1 欄及び第 2 欄）

表 5-8 1990 年勧告を取り入れた実用量への換算係数（個人の外部被ばくに係る測定量）

放射線の種類	実用量	物理量からの換算係数	ICRU Report 57 (ICRP Publ.74) の該当する表
光子	個人線量当量 $H_p(10)$	自由空気中の単位空気カーマから ICRU スラブ中の $H_{p,slab}(10,\alpha)$ への換 算係数	表 A.24
	個人線量当量 $H_p(0.07,\alpha)$	自由空気中の単位空気カーマから ICRU スラブ中の $H_{p,slab}(0.07,\alpha)$ への換 算係数	表 A.25
中性子	個人線量当量 $H_p(10)$	中性子フルエンスから ICRU スラブ中 の $H_{p,slab}(0.07,\alpha)$ への換算係数	表 A.42（第 1 欄及び第 3～8 欄）

表 5-9 現行の法令等における外部被ばく線量の測定に適用される諸量

評価の対象（算定される防護量）	適用される量
実効線量	1 センチメートル線量当量
皮膚の等価線量	70 マイクロメートル線量当量
眼の水晶体の等価線量	1 センチメートル線量当量、3 ミリメートル線量当量、 70 マイクロメートル線量当量
妊娠中である女子の腹部表面の等価線量	1 センチメートル線量当量

(6) 不均等被ばくの評価方法及び皮膚の線量評価における評価面積などについて

表 5-10 に示す 1990 年勧告 (Publ. 60) における組織加重係数の見直しを鑑みて、不均等外部被ばくの評価方法に関する検討を進めた。

表 5-10 1990 年勧告における組織加重係数の見直し

臓器・組織	組織加重係数	
	1990 年勧告	1977 年勧告
甲状腺	0.05	0.03
皮膚	0.01	0.01 (1978 年のストックホルム声明)
肺	0.12	0.12
食道	0.05	
赤色骨髄	0.12	0.12
乳房	0.05	0.15
肝臓	0.05	
胃	0.12	
骨表面	0.01	0.03
結腸	0.12	
生殖腺	0.20	0.25
膀胱	0.05	
残りの臓器・組織	0.05	0.30

当時の法令等では、不均等被ばくの場合に胸部・上腕部(女子では腹部・大腿部)の他、線量当量が最大となるおそれのある部位の1センチメートル線量当量を測定し、下式で実効線量当量を算出するとしていた。

$$H_{EE} = 0.05H_a + 0.33H_b + 0.32H_c + 0.30H_m$$

$H_{EE}$ ：外部被ばくによる実効線量当量

$H_a$ ：頭頸部における1センチメートル線量当量

$H_b$ ：胸部及び上腕部における1センチメートル線量当量

$H_c$ ：腹部及び大腿部における1センチメートル線量当量

$H_m$ ：頭頸部、胸部・上腕部及び腹部・大腿部のうち外部被ばくによる線量当量が最大となるおそれの部分における1センチメートル線量当量

一方、表5-10に示す組織加重係数の変更に伴い、技術指針の別添4で、1990年勧告の組織加重係数に基づいた場合に不均等被ばくが生じる場合の外部被ばくに係る実効線量については、下式で算出することが示されている（ $H_{EE}$ は外部被ばくによる実効線量）。

$$H_{EE} = 0.08H_a + 0.44H_b + 0.45H_c + 0.03H_m$$

不均等被ばくの寄与が小さくなったため、法令等で不均等被ばくの評価方法の詳細な規定は必要ないとされ、適切な団体や機関などで作成されたガイドライン等により示されることが適当とされた。

また、ICRP Publ.60では、皮膚に対する等価線量の限度として、任意の1cm<sup>2</sup>あたりに平均して年500 mSvが与えられた。この評価面積はPubl. 60（1990年勧告）で新たに示され、当時の法令等でも規定はなかった。技術的指針では、皮膚の線量評価における評価面積などについても法令等での詳細な規定は必要ないとされ、適切な団体や機関などで作成されたガイドライン等により示されることが適当とされた。

## 5.2.4 内部被ばく評価に係る改正における検討経緯及び現行の規制基準等

### (1) 内部被ばくに係る諸量

当時の法令等における内部被ばくに係る諸量は以下のように、規制基準値は核種の年摂取限度（ALI）に基づき制定されていた。

- ・ 吸入・経口摂取した場合における年摂取限度（ALI）（Bq）
- ・ 及び  $f_1$ （胃腸管に入った後体液に達する元素の割合）
- ・ 空气中濃度限度（Bq/cm<sup>3</sup>）
- ・ 排気中濃度限度（Bq/cm<sup>3</sup>）
- ・ 排水中濃度限度（Bq/cm<sup>3</sup>）

1990年勧告（Publ. 60）では、体内に放射性核種が存在する間は被ばくを受けることを鑑みて、成人に対しては50年間、子供に対しては摂取時から70歳までの総被ばく線量を与える預託実効線量、預託等価線量が定義された。

意見具申では、線量限度を定める量は実効線量とすることが適当とされ、ICRP Publ. 68で示された単位摂取量（放射能）あたりの預託実効線量を示す実効線量係数（Sv/Bq）を用いる

ことで実効線量の算定が可能となった。そのため、年摂取限度に代えて実効線量係数を規定することが適当とされた。また、線量限度とともに、化学形ごとの実効線量係数並びに施設設計の基準となる限度（空气中濃度限度、排気中濃度限度及び排水中濃度限度）を規定することも適当とされた。一方、摂取量の算定方法を法令等で規定する必要性がなくなったため、吸入区分及び  $f_1$  を法令等で規定する必要はないとされた。その結果、内部被ばくに係る諸量を以下のように定めることが適当とされた。

- ・ 実効線量係数：単位放射能の摂取による実効線量 (mSv/Bq)
- ・ 空气中濃度限度 (Bq/cm<sup>3</sup>)
- ・ 排気中濃度限度 (Bq/cm<sup>3</sup>)
- ・ 排水中濃度限度 (Bq/cm<sup>3</sup>)

ここで、Publ. 60 において、摂取量（5年間の平均）を年摂取限度に制限することは、實際上、どの単一臓器の生涯等価線量も、確定的影響を引き起こすほどにないことを保証するであろうと述べられており[2]、意見具申でも実効線量の限度として Publ. 60 を参照した。そのため、内部被ばくに係る限度（濃度限度）の規定においては、特定臓器・組織の等価線量を考慮する必要はなく、実効線量係数に基づき算出するものとされた。表 5-11 に現行の法令等における内部被ばくに係る基準と適用される諸量を取りまとめた。

表 5-11 現行の法令等における内部被ばくに係る基準と適用される諸量

基準など（対象となるもの）	適用される量
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 放射線業務従事者の線量限度</li> <li>・ 簡易運搬に係る放射性業務従事者の線量限度</li> <li>・ 廃棄従事者（放射線業務従事者を除く）の線量限度</li> <li>・ 緊急作業に従事する者の線量限度</li> </ul>	実効線量
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 管理区域の定義（内部被ばく）</li> <li>・ 放射線施設内の人が常時立ち入る場所において人が呼吸する空気中の放射性同位元素</li> <li>・ 空気を汚染するおそれのある放射性同位元素の保管</li> </ul>	空气中濃度
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃棄施設の基準</li> <li>・ 廃棄の基準</li> </ul>	排気中又は空气中の濃度、 排液中又は排水中の濃度

## (2) 内部被ばくによる放射線防護基準を定める量

現行の国内の放射線規制では、RI 数量告示別表第 2 及び別表第 3 で内部被ばくによる放射線防護基準を定める量が与えられている。このうち、別表第 2 では核種及び化学形等の組み合わせで定められる放射性同位元素の種類が明らかで、かつ、一種類である場合の内部被ばく防護基準値（空气中濃度限度等）が与えられている。当時の検討では、Publ. 68 表 B.1 及び当時の法令などに規定されている放射性核種については、核種ごとに限度等を示すことが適当とされた。ここで有効数字は、実効線量係数について 2 桁、空气中濃度限度等は 1 桁とされた。

また、核種ごとに限度が規定されない核種（別表第 2 に掲げられていない核種）に対しても、空气中濃度限度等を法令等で規定することが適当とされた。具体的には、別表第 3 で  $\alpha$

線放出の有無、4つの物理学的半減期の区分（10分未満、10分以上1日未満、1日以上30日未満及び30日以上）の組合せ（全8区分）に応じて、空气中濃度限度等が定められた。これらについては、核種ごとに規定されている放射性核種と同様に個別審査することを可能とすることが適当とされた。

RI 数量告示別表第2に示す実効線量係数については、エアロゾルを吸入摂取した場合はICRP Publ. 68の表B.1で空気力学的放射能中央径（5 μm）の値、経口摂取した場合は同じく表B.1の経口摂取の値、可溶性または反応性の放射性ガスを吸入摂取した場合は、ICRP Publ.68の表C.1の値を用いることが適当とされた。ICRP Publ. 68の表B.1及び表C.1に含まれない核種については、ICRP Publ. 66の呼吸気道モデル等を用いて計算することが適当とされた。

日本原子力研究所（現、日本原子力研究開発機構）が公開した2つの報告書（JAERI-Data/Code 2000-001 [54]及びJAERI-Data/Code 2000-033 [55]）では、空气中濃度限度等が試算され、1990年勧告を踏まえた現行のRI 数量告示の別表第2と同じ数値を含む表が掲載されている。JAERI-Data/Code 2000-001では、試算で参照したICRP刊行物や当時の調査研究、実効線量係数や濃度限度値の導出方法等が詳細に説明されている。空气中濃度限度については、意見具申に従い、1週間あたり1 mSvの実効線量に相当する濃度以下とすることが適当とされ、下式で求めることとした。また、実効線量係数もPubl. 68の値、呼吸量はPubl. 68より $1.2 \times 10^3$  cm<sup>3</sup>/時間、作業時間は週40時間とされており、意見具申の考え方に従っている。

$$\text{空气中濃度限度 (Bq/cm}^3\text{)} = 1 \text{ (mSv/週)} / \{ \text{実効線量係数 (mSv/Bq)} \times \text{呼吸率 (cm}^3\text{/時間)} \times \text{作業時間 (時間/週)} \}$$

呼吸率 :  $1.2 \times 10^6$  (cm<sup>3</sup>/時間)、作業時間 : 40 (時間/週)

排気中濃度限度及び排水中濃度限度については、同一人が0歳児から70歳になるまでの期間について、年平均1 mSvの被ばく線量に基づくものとされた。ここで、実効線量係数はICRP Publ. 72の表A.1（経口摂取）、表A.2（放射性エアロゾルの吸入摂取）及び表A.3（放射性ガスの吸入摂取）の値を用いることが適当とされた。ここで、エアロゾルの粒子径はPubl. 66に基づき、AMAD=1 μmを適用するとされた。また、ここに含まれない核種は空气中濃度限度と同様に計算することが適当とされた。呼吸量及び摂水量は年齢別のデータ（呼吸量：技術的指針の別添6、摂水量：技術的指針の別添7）を採用し、公衆への被ばく経路は排気・排水口の空気や水を直接摂取するという安全側の仮定を設定することが適当とされた。以上に基づいて、下式で排気中濃度限度及び排水中濃度限度を計算することが適当とされた。また、これら濃度限度の管理期間は引き続き3ヶ月とされた。

$$\text{排気中濃度限度 (Bq/cm}^3\text{)} = 1 \text{ (mSv/年)} \times 70 \text{ (年)} / \Sigma \{ \text{実効線量係数 (mSv/Bq)} \times \text{年間呼吸量* (cm}^3\text{)} \}$$

$$\text{排水中濃度限度 (Bq/cm}^3\text{)} = 1 \text{ (mSv/年)} \times 70 \text{ (年)} / \Sigma \{ \text{実効線量係数 (mSv/Bq)} \times \text{年間摂水量* (cm}^3\text{)} \}$$

\*各年齢層の値（表5-12）

JAERI-Data/Code 2000-001では、公衆被ばく防護のための排気中濃度限度及び排水中濃度限度の算出に用いた年間呼吸量及び年間摂取水量については、技術的指針の付録6及び付録7より、ICRP Publ. 71（呼吸量）、ICRP Publ. 23 [56]等（摂水量）を参照して、表5-12の数値が適用されたことが示されている[54]。ここで、公衆被ばくの算出における各年齢層の数値の適用年数についても表5-12のように記載されている。

表 5-12 各年齢層の年間呼吸量、年間摂水量並びに適用年数

年齢層	年間呼吸量(cm <sup>3</sup> /y)	年間摂水量(cm <sup>3</sup> /y)	適用年数
1 歳未満	2.86 × 10 <sup>6</sup> (cm <sup>3</sup> /d) × 365 (d/y)	1.4 × 10 <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> /d) × 365 (d/y)	1 年間
1 歳以上 3 歳未満	5.16 × 10 <sup>6</sup> (cm <sup>3</sup> /d) × 365 (d/y)	1.4 × 10 <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> /d) × 365 (d/y)	2 年間
3 歳以上 8 歳未満	8.72 × 10 <sup>6</sup> (cm <sup>3</sup> /d) × 365 (d/y)	1.6 × 10 <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> /d) × 365 (d/y)	5 年間
8 歳以上 13 歳未満	1.53 × 10 <sup>7</sup> (cm <sup>3</sup> /d) × 365 (d/y)	1.8 × 10 <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> /d) × 365 (d/y)	5 年間
13 歳以上 18 歳未満	2.01 × 10 <sup>7</sup> (cm <sup>3</sup> /d) × 365 (d/y)	2.4 × 10 <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> /d) × 365 (d/y)	5 年間
18 歳以上	2.22 × 10 <sup>7</sup> (cm <sup>3</sup> /d) × 365 (d/y)	2.65 × 10 <sup>3</sup> (cm <sup>3</sup> /d) × 365 (d/y)	52 年間

JAERI-Data/Code 2000-001 及び JAERI-Data/Code 2000-033 で、RI 数量告示別表 3 に示す空气中濃度限度等と同じ数値を与える表が確認される[54,55]。これらの数値については、放射性同位元素の種類ごとに算出した空气中濃度限度等のうち、RI 数量告示別表第 3 の 8 区分で最も安全側な評価を可能とする数値を与えたと説明されている。

他に、RI 数量告示別表第 2 では、不活性ガス（サブマージョン核種）に対する限度等も掲載されており、技術的指針ではこれらを ICRP Publ. 68 表 D.1 の実効線量率を参照して定めるとされた。空气中濃度限度等の試算をまとめた JAERI-Data/Code 2000-001 では、サブマージョン核種に対する基準に関しては、Publ. 68 を参照して半無限空間に一様分布した核種による外部照射及び肺中の放射性ガスによる被ばくを考慮して、実効線量率を国内で独自に算出した経緯が確認される。

また、技術的指針の中で、ラドンの吸入摂取に対する空气中濃度限度等は、Publ. 65 [49]の値を参照するとした。当時の科学技術庁では、「ラドン・トロンに関する放射線防護に係る検討会（平成 11 年 2 月）」を実施し、実効線量係数の規定、化学形の表記及び空气中濃度限度等の算定方法を規定案の中で明示した。この規定案に基づいて、JAERI-Data/Code 2000-001 において <sup>222</sup>Rn（ラドン）に関してのみ、実効線量係数、空气中濃度限度及び排気中及び空气中濃度を試算した結果が示されている[54]。なお、ここでは平衡係数を 0.4 とした場合のラドン濃度とカッコ書き併記されており、試算結果の数値は RI 数量告示別表第 2 と相違ないことが確認される。

### (3) 内部被ばくに対する測定及び線量の算定

ICRP Publ. 68 では ALI に代えて、摂取した放射性核種の単位量当たりの実効線量 (Sv) を与える実効線量係数 (Sv/Bq) を示した。そこで、実効線量については、法令等に規定する実効線量係数と摂取量から算出することが適当とされた。また、呼吸気道モデルが複雑となったため、モニタリング測定データからの摂取量の算定について、当時の法令等で規定されていた簡便式で記述することが困難となった（その他、当時の法令等でも一部の核種でのみ、規定されていた）。

そこで、現行の法令等では、下記により実効線量を算定するとされた[4]。

$$E_i = e \times I$$

$E_i$  : 内部被ばくにおける実効線量（単位：Sv）

$e$  : 別表第 2 の第 1 欄に掲げる放射性同位元素の種類に応じて、それぞれ吸入摂取した場合にあっては同表の第 2 欄、経口摂取した場合にあっては同表の第 3 欄に掲げる

実効線量係数（単位：mSv/Bq）

$I$ ：吸入摂取又は経口摂取した放射性同位元素の摂取量\*（単位：Bq）

\*体外計測、バイオアッセイ等の内部被ばくモニタリングから算出

モニタリング測定データからの摂取量の算定が ICRP Publ. 78 [51]で示されていたが、15 元素 29 核種（水素： $^3\text{H}$ 、鉄： $^{59}\text{Fe}$ 、コバルト： $^{57}\text{Co}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ 、ストロンチウム： $^{85}\text{Sr}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ 、ルテニウム： $^{106}\text{Ru}$ 、ヨウ素： $^{125}\text{I}$ ,  $^{129}\text{I}$ ,  $^{131}\text{I}$ 、セシウム： $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ 、ラジウム： $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ 、トリウム： $^{228}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Th}$ 、ウラン： $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ 、ネプツニウム： $^{237}\text{Np}$ 、プルトニウム： $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ 、アメリシウム： $^{241}\text{Am}$ 、キュリウム： $^{242}\text{Cm}$ ,  $^{244}\text{Cm}$  及びカリホルニウム： $^{252}\text{Cf}$ ) に限定されていた。技術的指針では摂取量算定の方法を法令などで規定する必要はなく、適切な団体や機関などで作成されたガイドライン等により示されることが適当とされた。

### 5.3 2007 年勧告に基づく被ばく線量評価

#### 5.3.1 被ばく評価に用いる諸量、線量限度等

##### (1) 等価線量及び実効線量

1990 年勧告 (Publ. 60) から引き続き、線量限度の規定などにおいては、等価線量及び実効線量を適用とされた。また、放射性核種の摂取後に一定期間の被ばくを受けることを鑑みて、内部被ばく評価のための預託等価線量及び預託実効線量も引き続き定義されている。これら線量の定義、概念に関して、1990 年勧告 (Publ. 60) からの変更はない。

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

$D_{T,R}$ : 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)、

$H_T$ : 臓器・組織  $T$  の等価線量 (Sv)、 $E$ : 実効線量 (Sv)、

$w_R$ : 放射線加重係数、 $w_T$ : 組織加重係数

(内部被ばくのための防護量)

$$H_T(\tau) = \int_{t_0}^{t_0+\tau} H_T(t) dt \quad , \quad E(\tau) = \sum_T w_T H_T(\tau)$$

$H_T(\tau)$ : 預託等価線量 (Sv)、 $E(\tau)$ : 預託実効線量 (Sv)

$\tau$ : 時間  $t_0$  において摂取した後の積分時間 (未成年: 70 歳まで、成人: 50 年間)

##### (2) 被ばく線量評価の測定及び算定

外部被ばくモニタリングについて、2007 年勧告では Publ.74 (ICRU Report 57)の実用量を実効線量などの管理に適用するとしている (表 5-13)。

- $H^*(10)$  : 周辺線量当量
- $H'(0.07, \Omega)$  : 方向性線量当量,
- $H_p(d)$  : 個人線量当量 ( $d = 10$  または  $0.07$ )

表 5-13 外部被ばくモニタリングのための種々の実用量の適用 (Publ. 103、ANNEX B 表 B.5)

タスク	以下の量に対する実用量	
	エリアモニタリング	個人モニタリング
実効線量の管理	$H^*(10)$	$H_p(10)$
皮膚、末梢部、眼の水晶体の線量の管理	$H^*(0.07, \Omega)$	$H_p(0.07)$

ICRU は目の水晶体の線量に関して  $H^*(3, \Omega)$  及び  $H_p(3)$  を提案しており、現在では国内規制でも眼の水晶体に係る線量評価のための測定対象として、3 ミリメートル線量当量も含まれた。

内部被ばくについて、2007 年勧告でも、体内又は排泄物中の放射能に基づく摂取量の評価により、勧告される実効線量係数を用いて預託実効線量を決定するとしている。

職業被ばくに対する実用量から実効線量の導出については、2007 年勧告で下記のように、現行の法令などの規定と同様のプロセスが示されている。

$$E \cong H_p(10) + E(50) \quad (\text{Publ.103 B202 段落、B.5.5 式})$$

$H_p(10)$  : 外部被ばくからの個人線量当量

$E(50)$  : 下式で導出される内部被ばくからの預託実効線量

$$E(50) = \sum_j e_{j,\text{inh}}(50) \cdot I_{j,\text{inh}} + \sum_j e_{j,\text{ing}}(50) \cdot I_{j,\text{ing}}$$

$e_{j,\text{inh}}(50)$  : 放射性核種  $j$  の吸入摂取に対する預託実効線量係数

$I_{j,\text{inh}}$  : 吸入摂取による放射性核種  $j$  の放射能摂取量

$e_{j,\text{ing}}(50)$  : 放射性核種  $j$  の経口摂取に対する預託実効線量係数

$I_{j,\text{ing}}$  : 経口摂取による放射性核種  $j$  の放射能摂取量

### (3) 線量限度

現行の法令などにおいて、空气中濃度限度は職業被ばくに対する実効線量限度、排気中濃度限度及び排水中濃度限度は公衆被ばくに対する実効線量限度に基づいて、それぞれ導出されている。2007 年勧告において、1990 年勧告から計画被ばく状況において勧告されている線量限度の値に変更はなかった (表 5-14)。ただし、職業被ばくにおける眼の水晶体の線量限度については、ソウル声明により引き下げが勧告され、国内の放射線規制でもこれを反映した改正がなされている (2007 年勧告の公開時点では、職業被ばくにおける眼の水晶体の線量限度は 1990 年勧告と同じ値)。

表 5-14 計画被ばく状況において勧告される線量限度の値 (Publ. 103、表 6\*)

限度のタイプ	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 mSv/年
胚/胎児	妊娠の申告後、残りの期間で 1 mSv を超えない	
眼の水晶体 (等価線量)	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) *	15 mSv/年
皮膚 (等価線量)	500 mSv/年	50 mSv/年
手足 (等価線量)	500 mSv/年	—

\*眼の水晶体 (職業被ばく) はソウル声明より : Publ. 103 では 150 mSv/年 (Publ. 60 と同じ値)

### 5.3.2 2007年勧告に基づく被ばく線量評価に用いるモデルやデータ等

最新の知見などに基づいて、2007年勧告に基づいて更新された被ばく線量の導出に用いるデータやモデル等が表 5-15 のように ICRP からの刊行物（報告書）で公表されている。2007年勧告（Publ. 103）において、実効線量等の定義や概念は 1990 年勧告から変更はなかった。一方、Publ. 103 では最新の知見等に基づいて放射線加重係数及び組織加重係数の数値が見直され、最初に男女の標準モデルに基づく各性の臓器・組織の吸収線量を算出し、これに基づいて放射線加重係数を用いて各性の等価線量を導出し、両性で平均した等価線量に組織加重係数を乗じて実効線量を導出するステップが示された[3]。また、残りの臓器・組織の取り扱いに係るルールも統一化され、各臓器・組織の線量の平均値に基づいて等価線量を導出することが明確にされ、他のどの臓器・組織よりも等価線量が高い場合に組織加重係数の半分の値(Publ.60 では 0.05 の半分となる 0.025)を乗じる **Splitting rule** [7,33]が廃止された。

表 5-15 に示すように 2023 年（令和 5 年）3 月時点でも公衆の内部被ばく線量評価に用いる一部のモデルやデータは検討中となっている。ICRP のホームページ（HP）では、これらの課題に取り組むタスクグループ（TG）の活動状況、公開予定の刊行物に関する意見募集のためのドラフト文書が公開されている。このうち、検討中の公衆に対する内部被ばく線量評価に関連する内容として、小児の比吸収割合（SAF）データの刊行物のドラフト文書が 2022 年（令和 4 年）7 月に HP に公表された。

表 5-15 1990 年勧告及び 2007 年勧告に基づく被ばく線量評価モデルやデータを含む刊行物

内容	1990 年勧告に基づく刊行物	2007 年勧告に基づく刊行物
外部被ばく及び内部被ばく線量評価に関するもの		
線量の定義、線量限度	ICRP Publ. 60	ICRP Publ. 103
放射線加重係数、組織加重係数等		
体重、組織・重量の質量データ（標準人）	ICRP Publ. 23	ICRP Publ. 89
線量計算用人体モデル（ファントム）	該当刊行物なし*1	ICRP Publ. 110
内部被ばく線量評価に関するもの		
核崩壊（放射性核種）データ	ICRP Publ. 38	ICRP Publ. 107
比吸収割合（SAF）データ（電子、 $\alpha$ 粒子、光子、中性子）	ICRP Publ. 30 （電子、 $\alpha$ 粒子のみ）*2	成人：ICRP Publ. 133 年齢依存データ:検討中
ヒト呼吸気道モデル、エアロゾルの沈着モデル（吸入摂取時の初期値）	ICRP Publ. 66	ICRP Publ. 66, 130
ヒト胃腸管モデル	ICRP Publ. 30	ICRP Publ. 100
全身体内動態モデル（元素固有）	ICRP Publ. 30, 56, 67, 69, 71	作業者:ICRP Publ. 134, 137, 141, 151 年齢依存モデル:検討中

\*1 ICRP が正式に刊行物としてオーソライズした人体モデルはない（ORNL/TM-8381 にある MIRD 型ファントム、その派生型の人体モデルが使用されていた）。

\*2 ICRP が正式に刊行物としてオーソライズした光子及び中性子の SAF データはない。

### 5.3.3 被ばく線量評価に用いる換算係数、線量係数

線量評価モデルやデータの改正により、外部被ばく防護のための実効線量換算係数、内部被ばく線量評価に用いる実効線量係数等の更新も進められ、表 5-16 のように ICRP 刊行物と

して順次公開されている。現行の RI 数量告示別表第 5 及び第 6 で参照した Publ. 74 に置き換わり、ICRP は Publ. 116 [6]を平成 22 年（2010 年）に公開した。職業被ばくによる放射性核種の摂取に対して、2007 年勧告に基づく内部被ばく線量評価を可能とするため、RI 数量告示別表第 2 が参照した Publ. 68 に置き換わる実効線量係数等について、OIR（Occupational Intakes of Radionuclides）シリーズの Part 2（Publ. 134）、Part 3（Publ. 137）、Part 4（Publ.141）及び Part 5（Publ. 151）として公開されている[11–13,22]。

表 5-16 に示すように現行の RI 数量告示が参照したデータについては、1990 年勧告の公開後の 6 年後までの期間で公開された。一方、2007 年勧告に基づく公衆に対する内部被ばく線量評価用データは、公開後 15 年以上が経過した 2023 年（令和 5 年）で現在でも、基礎となる SAF データや全身動態モデルも検討中となっている。ICRP は、これらの検討後に公衆の内部被ばく評価に用いる実効線量係数等について、EIR（Environmental Intakes of Radionuclides）シリーズとして公開する計画を示している。

なお、外部被ばく評価のためのモニタリングに用いる量については、2007 年勧告でも 5.3.1 (2) で示したように Publ. 74（ICRU Report 57）の定める実用量を引き続き適用することを勧告している。

表 5-16 換算係数や線量係数を含む刊行物一覧（カッコ内は公開年：西暦）

含まれるデータ	1990 年勧告に基づく刊行物	2007 年勧告に基づく刊行物
外部被ばくによる実効線量等の評価に用いる換算係数	Publ.74 (1996)	Publ. 116 (2010)
内部被ばくによる実効線量等の導出に用いる線量係数（作業者）	Publ.68 (1994)	Publ. 134 (2016)、Publ. 137 (2017)、Publ. 141 (2019)、Publ. 151 (2022)（OIR シリーズ）
内部被ばくによる実効線量等の導出に用いる線量係数（公衆）	Publ.72 (1995)	検討中（EIR シリーズとして公開予定）

#### (1) 外部被ばく防護のための線量換算係数

Publ. 74 では公開済の関連する科学論文のデータに基づいて、実効線量への換算係数が整備された[5]。一方、Publ. 116 ではタスクグループメンバーが、同一の標準ファントム（Publ. 110 の成人男女のモデル[57]）を用いて臓器・組織線量を計算し、その結果から Publ. 103 で示された方法により実効線量への換算係数データが整備された。さらに、ほとんどのケースで、第 1 計算者と確認を行う第 2 計算者による計算、多くのケースでは更なる確認計算が実行された（表 5-17）。そのため、Publ. 116 の線量換算係数のデータについては、Publ. 74 と比較して統一性があり、品質保証のプロセスが向上している。実効線量への換算係数については、原則として単位フルエンスあたりの値（単位：Sv・cm<sup>2</sup>）で提供されており、10 MeV までの光子のみ単位空気カーマあたりの値（単位：Sv/Gy）でも提供されている。これらの単位は、Publ. 74 及び Publ. 116 の間で互いに相違ない。また、Publ. 116 では、宇宙利用や高エネルギー加速器における放射線へ対応するため、放射線種及びエネルギー範囲を拡張した換算係数が与えられた（表 5-17）。

表 5-17 ICRP Publ. 116 で与える線量換算係数を決定するために遂行された計算

粒子種	エネルギー	照射条件*	品質保証
光子	10 keV～10 GeV (0.511, 0.662, 1.117, 1.330 及び 6.129 MeV のエネルギー点を含む。)	AP, PA, RLAT, LLAT, ROT, ISO	第 1 計算、第 2 計算、 確認計算
中性子	0.001 eV～10 GeV	AP, PA, RLAT, LLAT, ROT, ISO	第 1 計算、第 2 計算、 確認計算
電子	50 keV～10 GeV	AP, PA, ISO	第 1 計算、第 2 計算、 確認計算
陽電子	50 keV～10 GeV	AP, PA, ISO	第 1 計算、第 2 計算、 確認計算
陽子	1 MeV～10 GeV	AP, PA, RLAT, LLAT, ROT, ISO	第 1 計算、第 2 計算、 確認計算
$\pi$ 中間子(-,+)	1 MeV～200 GeV	AP, PA, ISO	第 1 計算
$\mu$ -粒子(-,+)	1 MeV～10 GeV	AP, PA, ISO	第 1 計算、第 2 計算、 確認計算
He イオン	1 MeV/u～100 GeV/u	AP, PA, ISO	第 1 計算、第 2 計算

\*AP：前方-後方、PA：後方-前方、RLAT：右側方、LLAT：左側方、ROT：回転、ISO：等方

Publ. 116 では、簡易形状ファントムに基づく現行の実用量 (ICRU Report 57) について、新しい換算係数に基づく実効線量の関係を解析した結果が示されている。ここでは、拡張された高エネルギー領域を中心として、現行の実用量が新しい換算係数に基づく実効線量を過小評価することが確認された。そのため、ICRU は実用量の見直しに係る検討に着手し、その結果は 5.4 節に記すように、報告書として既に公表されている。

## (2) 内部被ばく評価のための実効線量係数 (職業被ばく)

### i) 実効線量係数データ

職業被ばくに対する実効線量係数等については、OIR シリーズ付属の電子データとして 2022 年に公開されている (最新版は Part 5 (Publ. 151) の付属データ) [22]。ここでは、ラドンを除く元素に関して、“Dose per Intake” のタブの中で、Publ. 107 に崩壊データが掲載されている半減期 10 分以上の核種に適用する実効線量係数を確認できる。一方、ラドンの同位体については、 $^{220}\text{Rn}$  (トロン) 及び  $^{222}\text{Rn}$  (ラドン) のみが電子データに含まれ、他の元素とは独立した“Radon”というタブの中で被ばく線量評価用のデータが与えられている。ここでは、実効線量係数に加えて、いくつかの環境中における被ばく当たりの単位 (Sv per mJ h m<sup>-3</sup> 等) でもデータが与えられている。

### ii) 放射性同位元素の種類

#### ① 核種

内部被ばく線量評価で重要な放射性同位元素の種類 (核種及び化学形等) について、OIR シリーズでは多くの見直しがあった。核種に関して、従来の核種データを収載した Publ. 38 [58] に置き換わる最新の崩壊データとして、Publ. 107 [24] が公開されており、ここでは核種も追加された。OIR シリーズの電子データでは、Publ. 107 に編集されている 1,252 核種のうち、サブマージョンのみが考慮されている元素及びラドン同位体を除いて、半減期 10 分以上のものが考慮されている (ラドン同位体は、 $^{222}\text{Rn}$  : 半減期 3.8235 日に加えて、上述のとおり  $^{220}\text{Rn}$  : 半減期 55.6 秒も収載)。

表 5-18 に Publ. 107 に収載されている核種のうち、OIR シリーズ、RI 数量告示別表第 2 の何れか、または双方に収載されていない核種数をまとめた。ここで、OIR シリーズに含まれない元素及びラドンの同位体は集計から除いている。Publ. 68 も半減期 10 分以上の核種の実効線量係数を収載していたが、OIR シリーズでは多くの核種が追加されたことが確認できる。ただし、1990 年勧告を国内の放射線安全規制へ取り入れる際の検討で、既に防護の対象としていた核種や Publ. 68 に掲載されている核種、当時の調査研究に基づき、高エネルギー加速器施設等で発生が想定される核種が含まれた。これらの調査研究で得た知見は Publ. 107 の編集でも参照され、RI 数量告示別表第 2 に不収載で、OIR シリーズで実効線量係数が提供されていない核種数は 10 に留まる。一方、現行の RI 数量告示別表第 2 へ収載されているものの、OIR シリーズで実効線量係数が提供されない核種数は 100 以上となっており、他に RI 数量告示別表第 2 へ不収載で半減期 10 分未満の 204 核種（OIR シリーズに含まれない）が Publ. 107 に収載されている。

表 5-18 Publ. 107 に収載され、OIR シリーズ、RI 数量告示別表第 2 の何れかまたは双方に収載されていない核種数\*

収載の状況	該当する核種数
OIR シリーズ：収載、RI 数量告示別表第 2：不収載（半減期 10 分以上）	10
OIR シリーズ：不収載、RI 数量告示別表第 2：不収載（半減期 10 分未満）	105
OIR シリーズ：不収載、RI 数量告示別表第 2：不収載（半減期 10 分未満）	204

\* OIR シリーズに含まれない元素及び Rn 同位体は除く

## ② 化学形等

現行の RI 数量告示別表第 2 の第 1 欄では、作業者の吸入摂取及び経口摂取に対する実効線量係数を適用する化学形等が収載されている。これらの化学形等については、原則として吸入摂取は Publ. 68 の付属書 F、経口摂取は同付属書 E を参照している。OIR シリーズでは、最新の知見等を参照して化学形等も更新した。このうち、<sup>137</sup>Cs について、Publ. 68（RI 数量告示別表第 2 が参照）及び OIR シリーズでの実効線量係数を化学形等とともに表 5-19 及び表 5-20 に示す。ここで、エアロゾル粒子の吸入摂取に対する実効線量係数については、粒子径（空気力学的放射能中央径：AMAD）が 5 μm の場合の値を掲載した。

エアロゾルの吸入摂取による血液への吸収タイプの分類に関しては、ICRP のサポートガイダンスで議論が進められ、OIR シリーズでは以下のように明示された[25]。

- Type F：急性摂取の 30 日後において、理想的な環境下での血液への吸収割合が、一定の吸収速度 0.069 d<sup>-1</sup>（生物学的半減期 10 日に相当）を持つ仮想的な物質による吸収量と比較して、同じ期間で大きくなる場合が該当する。
- Type S：急性摂取の 180 日後において、理想的な環境下での血液への吸収割合が、一定の吸収速度 0.001 d<sup>-1</sup>（生物学的半減期 700 日に相当）を持つ仮想的な物質による吸収量と比較して、同じ期間で小さくなる場合が該当する。
- Type M：Type F と Type S の間に位置付けられ、吸収タイプの割り当ての情報がない場合を想定している。多くの元素で特定されない化学形等もここに含まれ、OIR では「デフォルトの物質」と表現している。

表 5-20 に示すように、OIR シリーズでは、エアロゾル粒子吸入について、全ての血液への吸収タイプ (Type F、Type M 及び Type S) に対し、実効線量係数が与えられた。一方、現行の RI 数量告示が参照した Publ. 68 では全ての吸収タイプに対して実効線量係数が提供されていない核種も多く存在し ( $^{137}\text{Cs}$  の例では Type F のみ)、実効線量係数が付与されている場合は該当する化学形等も付属書 F で明示されている。OIR シリーズはモニタリングに基づく線量評価に用いるデータ Publ. 78 に置き換わるという位置づけもあり、OIR Data Viewer に全核種の評価用データが含まれている。そのため、 $^{137}\text{Cs}$  のエアロゾル粒子吸入に関して、現状では血液への吸収タイプとして Type S に該当するような化学形等は確認されていないが、内部被ばくモニタリング等で Type S に該当するような遅い速度での血液への吸収が確認された場合、これに該当する実効線量係数を適用することを意図しているものと推測される。

表 5-19 Publ. 68 の与える  $^{137}\text{Cs}$  に対する実効線量係数[7]

経路	化学形等 (物質名)	血液への吸収タイプ または $f_i$ 値	実効線量係数 (mSv/Bq)
吸入	すべての化合物	粒子 (Type F)	$9.3 \times 10^{-6}$
経口	すべての化合物	$f_i = 0.99$	$1.4 \times 10^{-5}$

表 5-20 Publ. 137 (OIR シリーズ Part 3) の与える  $^{137}\text{Cs}$  に対する実効線量係数[12]

経路	化学形等(物質名)	血液への吸収タイプ または $f_A$ 値	実効線量係数 (mSv/Bq)
吸入	塩化物、硝酸塩及び硫酸塩	粒子 (Type F)	$9.3 \times 10^{-6}$
	照射された燃料の破片； 全ての特定されない化学形等	粒子 (Type M)	$5.6 \times 10^{-6}$
	空欄 (記載なし)	粒子 (Type S)	$5.1 \times 10^{-5}$
経口	塩化物、硝酸塩及び硫酸塩； 全ての特定されない化学形等	$f_A = 0.99$	$1.4 \times 10^{-5}$
	難溶性 (比較的に非溶解性) の化学形、 照射された燃料の破片	$f_A = 0.1$	$1.6 \times 10^{-6}$

### iii) サブマージョンによる被ばく線量評価用データ

空気中の放射能濃度に基づく換算係数により内部被ばく線量が評価されるサブマージョンによる被ばくに対する被ばく評価用データについて、OIR シリーズの付録の電子データに含まれていないが、OIR Part 5 (Publ. 151) の ANNEX A で与えられている[22]。この中に、RI 数量告示にない  $^{19}\text{Ne}$ 、 $^{24}\text{Ne}$  及び  $^{43}\text{Ar}$  の 3 核種が含まれている。一方、RI 数量告示及び Publ. 107 に含まれる  $^{10}\text{C}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{16}\text{N}$ 、 $^{14}\text{O}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{19}\text{O}$  及び  $^{34\text{m}}\text{Cl}$  の 8 核種については、ANNEX A で掲載されていない。さらに、RI 数量告示別表第 2 でサブマージョン核種として考慮されている  $^{90}\text{Kr}$ 、 $^{125\text{m}}\text{Xe}$  及び  $^{139}\text{Xe}$  の 3 核種については、ANNEX A のみならず、Publ. 107 にも含まれていない。

OIR Part 5 (Publ. 151) の ANNEX A で、表 5-21 の仮想した 3 種類の環境下でガス・気体状の線源による被ばくを作業者が受けた実効線量を導出するための線量率係数データ (単位:  $\text{Sv h}^{-1} \text{Bq}^{-1} \text{m}^3$ ) が与えられている。一方、現在の RI 数量告示別表第 2 の限度値については、放射性核種を含む半無限空間における被ばく条件を考慮して制定された。ICRP は半無限球状

の環境に分布した気体・ガス状の核種による外部被ばくに対し、2007年勧告に基づく計算解析により、実効線量等を評価するための線量率係数データを Publ. 144 として公開した (5.4.1項に記載)。ただし、このデータは、肺中の放射性ガスによる内部被ばくの寄与を含めていない。

表 5-21 OIR Part 5 (Publ. 151) の ANNEX A にあるサブマージョン核種による被ばく線量評価用データの解析で考慮されている環境

環境	寸法 (m)	体積 (m <sup>3</sup> )
オフィス	5.8 × 5.8 × 3.0	100.92
研究室	10 × 20 × 3.0	600
倉庫	15 × 15 × 5.3	1192

## 5.4 近年の線量評価に関する検討の動向

### 5.4.1 2007年勧告から発展した内容等を含む ICRP 刊行物

#### (1) 環境中放射線源による外部被ばくのための線量係数 (ICRP Publ. 144)

環境中に分布した光子及び電子線を放出する放射性核種による外部被ばくに対し、公衆の実効線量等を評価するための実効線量換算係数が、ICRP Publ. 144 [34]として令和2年(2020年)に公開された。ここでは、地中(土壌)、水中及び気体中の広い範囲(半無限空間)に放射線源が分布した環境を模擬し、6つの年齢のファントム(成人:ICRP Publ. 110 [57]、新生児から15歳:ICRP Publ. 143 [28])を用いた計算で外部被ばくによる臓器・組織の線量を算出した。この結果に基づいて、Publ. 107に含まれる1,252核種について、各核種固有の等価線量または実効線量を導出できるよう、放射能濃度あたり、または周辺線量当量あたりの線量率係数(単位:Sv h<sup>-1</sup> Bq<sup>-1</sup> m<sup>2</sup>、Sv h<sup>-1</sup> Bq<sup>-1</sup> m<sup>3</sup>、またはSv Sv<sup>-1</sup>)を整備し、付録の電子データとして与えている。

#### (2) メッシュ型線量計測用ファントム (成人:ICRP Publ. 145、小児:ドラフト文書)

2007年勧告では、線量換算係数やSAFデータの整備において、ボクセル型の標準人体モデル(成人:Publ. 110、小児:Publ. 143)が基礎となる臓器線量の解析で用いられた。一方、計算機技術の発展から、次世代型のモデルとして、より精緻な被ばく線量評価を可能とするメッシュ型の人体モデルの開発が世界各国で進められた。ICRPでもメッシュ型の成人線量計測用ファントムをPubl. 145 [59]として令和2年(2020年)に公開した。その後、小児の線量計測用ファントムに関する刊行物のドラフト文書[35]も令和4年(2022年)に公開された。

#### (3) 放射線防護における諸量の使用(ICRP Publ. 147)

ICRPは、Publ. 103で取り扱った線量の説明を強化、拡張するとともに、健康リスクに関連した線量の使用法を明確化することを目的として、Publ. 147 [60]「放射線防護における諸量の使用」を令和3年(2021年)に公開した。この中で、吸収線量が組織反応を防止するための制限に使用する最適な線量であるとされた。一方で、等価線量は組織反応を防止するために使用する線量として使用するべきではないが、次期主勧告までは使用することは可能とされ

た。ここで、組織反応に対する放射線の重み付け、更なる検討が必要ともされており、TG118で検討が進められている。シーベルト (Sv) は実効線量の単位と位置づけられ、同じ単位を持つ等価線量は、実効線量の計算過程の中間的な量とみなすとされた。さらに、実効線量は確率的影響の発生確率を制限するために使用すべき防護量であることが明示され、100 mSv以下で一般的に使用し、例外的に緊急時被ばく状況で1 Sv程度までは使用可能であることも示された。

#### 5.4.2 外部被ばくモニタリングのための実用量 (ICRU Report 95)

ICRUは新しい実用量に関する報告書 (ICRU Report 95 [61]) を令和2年 (2020年) に公開した。ここでは、ICRP Publ. 116で確認された問題を解決するため、実効線量を推定するための測定対象とする量は簡易形状 (球やスラブ) のファントム中の1点における線量から、ICRP Publ. 110の標準ファントムに基づく実効線量と直接関連付けるように変更された。また、実効線量と関係づけられる量は、エリアモニタリングに用いる周辺線量 (Ambient dose)、個人モニタリングに用いる個人線量 (Personal dose) が新たに定義され、その単位は引き続きシーベルト (Sv) とされた。これらの量を適用することにより、高エネルギー放射線による外部被ばくを含めて、実効線量とほぼ同じ値の線量を測定することが可能となった。これに加えて、ICRU Report 95では、組織反応を防止することを目的としたモニタリングで適用される量として、方向性吸収線量及び個人吸収線量が新たに定義された。前者はエリアモニタリング、後者は個人モニタリングのための量であり、何れも眼の水晶体及び局所皮膚における吸収線量と関係づけられる量への換算係数が与えられている。また、これらの量に単位に関しては、ICRP Publ. 147で組織反応の発生防止を目的とした防護量と同様にグレイ (Gy) とされた。

#### 5.4.3 次期主勧告へ向けた動向

ICRPの主委員会は、放射線防護に関する最新の動向や科学的知見を踏まえて、今後の議論を促すこと、強力なエフォートを開始するための論文 “Keeping the ICRP recommendations fit for purpose” を2021年にJ. Radiol. Prot.誌で公表した (C. Clement et al, J. Radiol. Prot.,41, 1390–1409,2021) [62]。この論文では、次期主勧告の基礎となる可能性のある公開済の刊行物等を明示し、第4章で線量 (Dose) に関する今後の見通しが以下のように示されている。

##### (1) 諸量 (線量)

ICRP Publ. 147の提案のように、今後は組織反応を回避または最小化する目的で個々の臓器及び組織への線量を制御するため、吸収線量 (グレイ、Gy) を使用することが示されている。また、ICRU Report 95 [61]を受けて、実効線量を推定するための測定量は標準ファントム (Publ. 110) による実効線量と直接関連づけられ、眼の水晶体や皮膚を測定するための実用量の単位は吸収線量とする計画も明記されている。

なお、これらの新しい実用量と組織反応の防止を目的とした防護量の単位の見直しについては、次期主勧告が公開後に同じタイムスケールで導入されることが示唆されている。

## (2) 実効線量係数

Publ. 103 の手法に基づく実効線量係数を提供するために進行中の作業については、次の主勧告後により迅速な再計算を容易にするという見通しが示されている。ここで、吸入摂取及び経口摂取された放射性核種の体内動態モデルを改定する必要は全くないか、非常に限定されると予想されている。さらに、線量計測ファントムの完全なセットが事前に準備される計画も示されているが、多くの臓器・組織線量を再計算する必要がないという可能性も示唆されている。ただし、上記の小児用メッシュ型線量計測用ファントムに関する刊行物のドラフト文書[35]では、次期主勧告において、新しいファントムを用いて、被ばく線量の評価に用いるデータを再計算する計画が記載されている。他に、母親による放射性核種の摂取等による発育中の胎児を被ばく評価の対象として、必要な実効線量係数を提供する計画も示されている。

## (3) その他

上記の論文[62]では、医療における実効線量の適用に関して、ICRP で進捗中の作業や今後の見通しが報告されている。また、年齢別、性別及び個人別の実効線量という概念やその意義、人以外の生物相及び生態系の線量（諸量）に関する言及も確認される。

## 5.5 被ばく線量評価に係る規制基準値の更新で参照すべきリスト及び検討すべき事項

線量限度を定める実効線量等の防護量の定義や概念、外部被ばくによる線量評価のための実用量の定義、及び実効線量係数に基づく内部被ばくによる（預託）実効線量の評価については、2007年勧告でも1990年勧告から大きな変更はなかった[2,3]。一方、最新の知見を反映した加重係数や線量評価モデル・データの見直しにより、被ばく評価に係る技術的基準を与える RI 数量告示の別表が参照した線量評価用データは更新された[11-13,22]。そこで、これまでの調査結果及び2007年勧告に基づくデータを踏まえて、被ばく線量評価に係る規制基準値を更新する場合に、参照すべき技術リスト及び検討すべき事項を整理する。

### 5.5.1 規制基準値の更新で参照すべきリスト

1990年勧告に基づく外部被ばくによる実効線量評価に用いる換算係数を与える Publ. 74 は RI 数量告示別表第 5 及び第 6 で参照され、同じく 1990年勧告に基づく内部被ばくによる実効線量を評価するデータを与える Publ. 68 及び Publ. 72 も RI 数量告示別表第 2 及び別表第 3 で参照されている[4]。そのため、外部被ばく線量評価に係る規制基準値の更新では、Publ. 74 に置き換わる Publ. 116、作業者の内部被ばく評価に係る規制基準値の更新では、Publ. 68 に置き換わる OIR シリーズ（Publ. 134、Publ. 137、Publ. 141 及び Publ. 151）を参照することが想定される。

### 5.5.2 外部被ばく線量評価に係る規制基準値の更新

外部被ばくによる実効線量への換算係数は、管理区域や敷地の境界における線量限度の遵守を目的とした施設のしゃへい設計等の評価で用いられる。一方、管理区域に立ち入る作業

者等の被ばく管理では、ICRU の定める実用量を基とする 1 センチメートル線量当量を測定（モニタリング）し、その値を実効線量として算定する。平成 11 年 6 月に公表された「外部被ばく及び内部被ばく評価法に係る技術的指針」により、現行の法令等における実効線量への換算や算定の制定に関する検討経緯は確認できる。RI 数量告示別表第 5 及び別表第 6 を ICRP Publ. 116 のデータに基づいて更新する場合、以下の 2 点が大きな論点になることが想定される。

- ・ Publ. 116 で拡張した実効線量への換算係数の掲載
- ・ 測定（実用量）に基づく実効線量の算定

#### (1) Publ. 116 で拡張した実効線量への換算係数

Publ. 74 が公開以降に発展してきた放射線挙動に関する知見や技術を活用し、ICRP Publ. 116 では高エネルギー加速器施設で発生する放射線等へ対応するため、エネルギー領域を拡張して換算係数を整備した[6]。Publ. 74 の与える実効線量係数については、主に数式で人体を模擬するファントムを用いた計算解析により得られたいくつかのデータに基づいて整備された。その多くは、光子及び 20 MeV までの中性子に関するデータであり、電子や 20 MeV を超えるエネルギーの中性子に対する換算係数は現行の規制基準値として採用されなかった。一方、Publ. 116 の線量換算係数については、同一の標準ファントム (Publ. 110 の成人男女のモデル) を用いて換算係数の基礎となる臓器・組織線量を計算し、これらのほとんどが複数の計算者による確認計算を経て整備された。そのため、Publ. 116 のデータは Publ. 74 と比較して、対象とする放射線質が拡張されたのみならず、統一性があり、品質保証のプロセスも向上された点は留意が必要である。

#### (2) 測定（実用量）に基づく実効線量の算定

Publ. 116 では、高エネルギー領域を中心として、新しく整備された換算係数に基づく実効線量に対して、簡易形状ファントムに基づく実用量が過小評価する解析結果を掲載し、ICRU が新しい実用量に関する検討に着手したことが説明されている。その結果は、2020 年に ICRU Report 95 [61]で示された。ICRU が新しく提案した環境モニタリング用の周辺線量及び個人モニタリング用の個人線量については、ICRP Publ. 110 の標準ファントムの全身線量に基づいて定義され、実効線量の過小評価を是正したものとなっている。また、組織反応の発生を防止するためのモニタリングに基づく諸量を吸収線量の単位で定義した。ただし、ICRP は組織反応の発生に関する放射線の重み付けについては課題があり、ICRP の TG118 で関連する検討が進められている。そのため、当面の間は皮膚や眼の水晶体の線量限度として等価線量を用いることを ICRP も容認している。表 5-22 に ICRU Report 57 [47]及び Report 95 [61]の実用量と防護量の関係について、今後の規制基準値の更新で留意すべき点をまとめた。

表 5-22 ICRU Report 57 及び Report 95 の実用量と防護量の関係

Report	実効線量と関係づけられる測定量の定義	組織反応を防止するための測定にも用いる量の単位
ICRU Report 57 (ICRP Publ. 74)	簡易形状のファントム中の 1 点 (1 cm 深さ) における線量当量 ⇒ 高エネルギー領域で、Publ. 116 に基づく実効線量を過小評価	線量当量 (シーベルト、Sv) ⇒ 2007 年勧告に基づく組織反応を防止するための評価に用いる 等価線量と関係づけ
ICRU Report 95	標準ファントム (Publ. 110) に基づく全身線量 ⇒ Publ. 116 に基づく実効線量とほぼ同じ値 (過小評価を是正)	吸収線量 (グレイ、Gy) ⇒ 組織反応を防止するための線量限度の量を吸収線量に変更するための検討は進捗中

### (3) 外部被ばく線量評価に係る規制基準値の更新に係る検討課題

2007 年勧告の国内放射線規制への取入れに伴う実効線量への換算係数の更新で参照が想定される Publ. 116 のデータについては、現行の規制基準値が参照した Publ. 74 と比較しても、統一性があり、信頼性も向上したものとなっている。一方、外部被ばくによる実効線量の算定においては、測定対象とする量への留意も必要となる。職業被ばくによる実効線量の算定について、2007 年勧告では ICRU Report 57 にある簡易形状ファントムで定義される実用量を引き続き採用した。ただし、現行の実用量が新しく提案された換算係数に基づく実効線量を過小評価することが確認されたため、ICRU は ICRP 標準ファントムの全身線量に基づく実用量を新たに提案した。この新しい実用量について、ICRP 主委員会は次期主勧告の公開後に導入することを示唆している。国内では、新しい実用量の導入にあたっての課題を解決するための研究や議論が進められている。国外でも欧州線量計測委員会 (EURADOS) が新しい実用量に関する議論を進め、その結果を報告書として 2022 年に公開した[63]。この報告書では、測定器の設計や校正手法、個人モニタリングサービス、各種基準類の見直し等、多岐にわたる課題が示され、導入までに一定の時間を必要とすることも示唆されている。

以上より、外部被ばく評価のための規制基準値の見直しにおいては、特に Publ. 116 で拡張された放射線質を含む高エネルギー加速器等における放射線管理の現状、今後に想定される影響などを調査し、合理的な管理に向けた新しい換算係数の防護基準値への採否等、2007 年勧告を踏まえた外部被ばく評価の考え方の整理等が必要となる。

#### 5.5.3 職業被ばくによる内部被ばく線量評価に係る規制基準値の更新

内部被ばくによる実効線量について、2007 年勧告では摂取した放射性同位元素の種類に応じて、摂取した核種の量 (放射能) へ ICRP の与える実効線量係数を乗じて評価するプロセスを引き続き採用した。そのため、現行の内部被ばく線量評価に係る規制基準値を与える RI 数量告示別表第 2 及び別表第 3 について、構成の大きな変更等は必要ないと考えられる。令和 5 年 (2023 年) 3 月現在、公衆被ばくに対する 2007 年勧告に基づく実効線量係数は検討中となっているが、実効線量係数が掲載されていないガス・気体状の核種による被ばくを含めて、ICRP は 2007 年勧告に基づく職業被ばくによる線量を評価するためのデータを公開している。そこで、現行の規制基準値の検討経緯を含む「外部被ばく及び内部被ばく評価法に係る技術

的指針（平成 11 年 6 月）[46]」等を参照して、空气中濃度限度等の更新に関する検討課題を整理する。

### (1) 放射性同位元素の種類

RI 数量告示別表第 2 においては、第 1 欄の放射性同位元素の種類に応じて、Publ. 68 等が与える職業被ばくに対する実効線量係数が第 2 欄（吸入摂取）及び第 3 欄（経口摂取）に掲載されている。現行の規制基準値を制定する際、技術的指針では、既に規定されている核種及び Publ. 68 の表 B.1 に掲載されている核種とすることが適当とされ、これらの核種等が RI 数量告示別表第 2 に掲載されている。この方針により、2007 年勧告を踏まえた内部被ばく線量評価に係る規制基準値を更新する場合、表 5-18 に示すように新たに 10 核種が追加される一方、現行の RI 数量告示別表第 2 に含まれる半減期 10 分未満の 105 核種の 2007 年勧告に基づく実効線量係数が提供されないこととなる。さらに、RI 数量告示別表第 2 に含まれる 15 核種 ( $^{84}\text{Y}$ 、 $^{97\text{m}}\text{Nb}$ 、 $^{116}\text{In}$ 、 $^{146}\text{Ce}$ 、 $^{158}\text{Ho}$ 、 $^{180\text{m}}\text{Ta}$ 、 $^{176}\text{W}$ 、 $^{183\text{m}}\text{W}$ 、 $^{177}\text{Re}$ 、 $^{197}\text{Ir}$ 、 $^{229}\text{Ac}$ 、 $^{231}\text{Np}$ 、 $^{256}\text{Cf}$ 、 $^{257}\text{Md}$  及び  $^{258}\text{Md}$ ) については、OIR シリーズのみならず Publ. 107 でも核崩壊データが与えられていない。

OIR シリーズでは、表 5-20 に示すように化学形等が明示されていない条件に対しても、実効線量係数が付与されている核種が多くある。これらは、現状では該当する化学形等が確認されていないと推測される。また、JAERI-Data/Code 2000-001 より、現行の RI 数量告示別表第 3 で  $\alpha$  線の放出の有無及び 4 区分された半減期の組み合わせで分類された 8 つの各区分において、最も厳しい評価となる実効線量係数に基づいて空气中濃度限度が規定されていると推測される。同様の方法を採用した場合、OIR シリーズで化学形等が明示されていない条件により、上記 8 区分で最も厳しい空气中濃度限度の値が与えられる可能性もある。

### (2) 空气中濃度限度の更新

職業被ばくによる内部被ばく防護のための規制基準値は、空气中濃度限度で与えられ、管理区域の設定にも適用される。サブマージョンを除く核種に対する空气中濃度限度は、線量限度に基づいて、核種に応じた実効線量係数、呼吸率及び作業時間を鑑みて導出される。ここで、線量限度に関しては、1990 年勧告から 2007 年勧告で変更はなかった。また、標準作業者及び性平均の呼吸率として、それぞれ  $1.2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  及び  $1.1 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  が Publ. 130 で与えられている。

サブマージョン核種に対する規制基準値は、核種に応じた空气中濃度あたりの実効線量率データを用いて、線量限度に基づいて作業時間を考慮して算出される。ICRP は半無限空間の空气中に満たされた放射性核種による外部被ばくに対し、2007 年勧告に基づいて実効線量を導出する線量率データを Publ. 144 で与えている。また、Publ. 151 の ANNEX A では作業環境を模擬した体系を用いて解析した線量率データを提供している。ただし、何れも外部被ばくによる実効線量評価を目的としたもので、肺中へ取り込んだ放射性ガスの寄与は含まれていない。なお、肺への放射性ガスの取り込みを考慮して、2007 年勧告に基づいて内部被ばくによる実効線量を解析した例は令和 5 年 3 月時点で確認できていない。

### (3) モニタリングからの被ばく線量の評価

作業者の内部被ばくモニタリングの結果から、1990年勧告に基づく実効線量等を評価する際に必要なデータとして、ICRPはPubl. 78でモニタリングデータの解釈に用いるデータを与えていた。ただし、15元素29核種のみ限定されており、Publ. 66の呼吸気道モデルが従来よりも複雑化したため、現行の法令等で摂取量の算定法を定める必要はないとされた[46]。一方、OIRシリーズでは全ての核種を対象にしてPubl. 78に置き換わるデータを提供している[22]。

### (4) 職業被ばくに対する内部被ばく線量評価に係る規制基準値の更新に係る検討課題

2007年勧告の国内放射線規制への取入れに伴い、職業被ばくに対する内部被ばく線量評価に係る規制基準値を行進する際、OIRシリーズ(Publ.134、Publ.137、Publ.141及びPubl.151)のデータを参照することが想定される。公衆被ばくに対する2007年勧告に基づく実効線量係数は検討中であるが、現行の規制基準値を与えるRI数量告示別表を基本として更新を進める場合、放射性同位元素の種類に関する検討を進捗させることは可能である。OIRシリーズでは、現行の法令等で規制対象としている半減期10分未満の核種に対する実効線量係数は提供されていない。本事業で開発を進めるIDCCにより実効線量係数を導出することは可能であるが、その検証方法の検討が必要となる。また、RI数量告示別表第2に含まれる一方でPubl. 107に含まれていない15核種( $^{84}\text{Y}$ 、 $^{97\text{m}}\text{Nb}$ 、 $^{116}\text{In}$ 、 $^{146}\text{Ce}$ 、 $^{158}\text{Ho}$ 、 $^{180\text{m}}\text{Ta}$ 、 $^{176}\text{W}$ 、 $^{183\text{m}}\text{W}$ 、 $^{177}\text{Re}$ 、 $^{197}\text{Ir}$ 、 $^{229}\text{Ac}$ 、 $^{231}\text{Np}$ 、 $^{256}\text{Cf}$ 、 $^{257}\text{Md}$ 及び $^{258}\text{Md}$ )について、引き続き管理対象とする場合は、独自に核崩壊データを整備することも必要となる。一方、化学形等が空欄となっている条件でも実効線量係数が提供されており、防護基準値の制定で対象とする化学形等の検討も必要となる。

ラドンによる内部被ばく線量についてはOIRシリーズの他にも個別のICRP刊行物で取り扱われ、放射線防護関連の他の国際機関からも種々の報告書、ハンドブック等が公表されている。その中で、線量評価に用いるデータについては様々な単位で与えられている。サブマージョン核種による内部被ばくに関しては、2007年勧告に基づいて、肺へ取り込まれたガス・気体状の核種による内部被ばく線量の寄与を評価するデータが解析された例はない。

以上より、放射線管理の現場の調査等に基づいて、防護基準値の制定で対象とする放射性同位元素の種類(核種や化学形等)を検討することが必要となる。そのうえで、必要に応じて国内で独自に基礎データ(核崩壊データ、実効線量係数、サブマージョン核種に対する被ばく評価に用いる線量率係数等)を整備、検証したうえで、放射線を取り扱う様々な施設における被ばく状況を鑑みて、合理的な管理を可能とする内部被ばく防護のための濃度限度の導出シナリオを検討することが重要となる。また、ラドンの同位体に関しては、ICRP以外の国際機関等が公表している線量評価との斉一性について確認し、放射線防護における線量管理上の課題を抽出したうえで、防護基準値の制定を検討する必要がある。

## 5.6 まとめ

外部被ばく及び内部被ばく線量評価に係る規制改正用基準値の整備に関して、現行の RI 数量告示とその改正経緯、2007 年勧告に基づく線量評価法及び近年における動向の調査に基づいて検討を進めた。その結果を以下にまとめる。

- ・ 2007 年勧告において、1990 年勧告で導入した実効線量や等価線量の定義や概念は変更なく、引き続き線量限度等をこれらの量で定めている。
- ・ 2007 年勧告が与える職業被ばくに対する実効線量の算定（評価）方法についても、1990 年勧告の考え方を踏まえた現行の法令等で定める方法と同様である。
- ・ 一方、1990 年勧告の公開以降に発展のあった知見や技術等を反映して、実効線量等の導出に用いる加重係数の数値、基本となる線量評価モデルやデータ等の見直しがあった。
- ・ 線量評価モデルやデータ等の見直しに伴い、現行の規制基準値が参照した線量評価に用いる実効線量換算係数や実効線量係数データが改定されている（Publ. 116 の換算係数、OIR シリーズの実効線量係数等）。
- ・ 改定された線量評価用データを参照して、国内の被ばく線量評価に係る規制基準値を更新する場合、放射線施設等における被ばくの状況を鑑みたデータの採否の検討が重要になる。
- ・ 内部被ばく線量評価に係る規制基準値の更新においては、現行の法令等を制定した際の考え方等に従う場合、国内で独自に基礎データの整備が必要になる可能性もある。
- ・ ラドンの同位体に関しては、OIR シリーズ以外の ICRP 刊行物、他の国際機関の与える被ばく評価法の調査、これらに基づく検討も必要となる。
- ・ 次期主勧告の策定へ向けた検討が進められており、2007 年勧告が公開されて以降の動向も注視して、規制基準値の更新に関する情報を整理することも必要となる。

## 第6章 外部発表及び検討委員会

### 6.1 外部発表

本事業の進捗について報告するとともに専門家との意見交換を行うことを目的に、学術会議における発表を2件実施した。それぞれの発表について、概要と質疑を記す。発表資料については、付録3に収録した。

#### ① 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会

「ICRP2007年勧告取入れに伴う被ばく線量評価に係る規制基準値の更新へ向けた調査」と題し、第5章に記した内容についてポスター発表した。質疑は以下のとおり。

質問：2007年勧告の国内法令への取入れに関する今後の見通しはどうか。

回答：規制基準値の更新で参照が想定される2007年勧告に基づく線量評価データが更新されている。数値の増減の他、実際の被ばく管理を鑑みることが必要となる。次期主勧告へ向けた検討に関する情報も留意、整理することが有益になると考えられる。

#### ② 日本原子力学会 2023年春の年会

「内部被ばく線量評価コード簡易版（ウェブアプリ）の開発」と題し、第4章に記した内容について口頭発表した。質疑、コメントは以下のとおり。

質問：許認可申請に使用できるか。

回答：このアプリは教育目的として公開するものであり、許認可申請等に利用することについては保証しない。

コメント：興味があるので、試用・意見募集に参加したい。

### 6.2 検討委員会

本事業で設置した検討委員会の構成員を表6-1に示す。会合は2回開催し、第1回会合を令和4年9月27日に、第2回会合を令和5年2月21日にそれぞれ実施した。各会合の議事録については、付録4に収録した。

表 6-1 令和 4 年度 被ばく線量評価コードの開発に関する検討委員会

	氏 名	所 属
委員長	細田 正洋	国立大学法人弘前大学大学院保健学研究科 放射線技術科学領域
委 員	沖 雄一	国立大学法人京都大学複合原子力科学研究所
〃	谷 幸太郎	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構放射線医学研究所 計測・線量評価部
〃	福田 直子	国立大学法人長崎大学原爆後障害医療研究所 アイソトープ診断治療学研究分野
〃	吉田 浩子	国立大学法人東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープ センター
幹 事	高橋 史明	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 安全研究センター
事務局	真辺 健太郎	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 安全研究センター

## 第7章 あとがき

平成 29 年度から令和 2 年度までの放射線安全規制研究戦略的推進事業費（内部被ばく線量評価コードの開発に関する研究）事業では、2007 年勧告の国内法令への取入れによる内部被ばくの防護基準値の見直しのための技術的基盤として、さらに事業所等における被ばく線量評価・管理のためのツールとして活用されることを目的に、IDCC を完成させた。これに続く令和 3 年度放射線対策委託費（内部被ばく線量評価コードの高度化及び運用・普及促進）事業では、開発した IDCC を効率的に運用し、広く普及させ利用を促進させる体制の構築を目的に、IDCC の提供に係る体制や簡易版の仕様の策定を実施した。そして、令和 4 年度からは、放射線防護に関する 5 ヶ年計画の安全研究プロジェクトの課題「被ばく線量評価コードの開発」として、IDCC の高度化及び RI 数量告示改正用の基準値の取りまとめを行っていくこととなった。

5 ヶ年計画の 1 年目となる令和 4 年度は、OIR Part 5 の組み込みによる IDCC の高度化、コード簡易版ウェブアプリのプロトタイプの開発、及び規制改正用基準値の整備のための調査を実施した。

IDCC の高度化では、OIR シリーズの最後となる Part 5 に記載されている 38 の元素の全身体内動態モデルを XML データ化して IDCC に組み込み、IDCC が導出する実効線量係数を OIR Data Viewer に掲載された値と比較することにより、動態モデル組み込みの検証を実施した。これにより、作業者に対する 2007 年勧告に基づく線量評価用モデル・データの実装が完了した。公衆に対する 2007 年勧告に基づく線量評価用モデル・データについては、小児 SAF のドラフトが公開され、調査を実施した。その結果、年齢依存データの内挿法が従来の実効線量係数算出手順から変更されることが明らかとなり、今後の IDCC への取込みにあたっての課題が把握できた。また、公衆の放射性核種の取込みによる実効線量係数に関するドラフトが令和 4 年度末に公開された。これについては、令和 5 年度に本格的な調査を実施することとした。

コード簡易版プロトタイプの開発では、令和 3 年度に策定した仕様に基づき、仮想環境に設置したウェブサーバー上で動作するウェブアプリの開発を実施し、実際に動作するプロトタイプを完成させた。令和 5 年度は、プロトタイプを試用提供し、改良に向けた意見募集を実施する計画であるが、検討委員会より意見募集を実施するにあたって有用な助言を得ることができた。

規制改正用基準値の整備のための調査においては、ICRP 1990 年勧告の国内法令取入れに係る経緯や、ICRP 2007 年勧告に基づく内部被ばく及び外部被ばくの線量評価法等を調査することで、ICRP 2007 年勧告の国内法令取入れに向けて検討すべき課題を整理するとともに、放射線防護に係る近年の動向を取りまとめた。令和 5 年度は、ラドンに関する防護基準値の整備のための情報収集や線量の試算、高エネルギー放射線施設における放射線管理の実態調査等を実施し、2007 年勧告の国内法令取入れにおける課題の取りまとめを実施する計画である。

## 謝辞

本事業の進捗にあたり、貴重なご助言を賜りました検討委員会委員の細田正洋先生、沖雄一先生、谷幸太郎先生、福田直子先生、吉田浩子先生に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 放射性同位元素等の規制に関する法律（昭和三十二年法律第百六十七号）。
- [2] ICRP, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Ann. ICRP **21** (1–3), 1991.
- [3] ICRP, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103, Ann. ICRP **37** (2–4), 2007.
- [4] 放射線を放出する同位元素の数量等を定める件（平成十二年科学技術庁告示第五号）。
- [5] ICRP, Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation. ICRP Publication 74, Ann. ICRP **26** (3–4), 1996.
- [6] ICRP, Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures. ICRP Publication 116, Ann. ICRP **40** (2–5), 2010.
- [7] ICRP, Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 68, Ann. ICRP **24** (4), 1994.
- [8] ICRP, Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients. ICRP Publication 72, Ann. ICRP **26** (1), 1995.
- [9] 原子力規制庁、「平成 29 年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費」の実施について、<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/12348280/www.nra.go.jp/data/000189975.pdf>. 最終アクセス日: 令和 5 年 3 月 10 日.
- [10] 原子力規制庁, 平成 29 年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費の採択結果について、<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/12348280/www.nra.go.jp/data/000202599.pdf>. 最終アクセス日: 令和 5 年 3 月 10 日.
- [11] ICRP, Occupational Intakes of Radionuclides: Part 2. ICRP Publication 134, Ann. ICRP **45** (3/4), 2016.
- [12] ICRP, Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3. ICRP Publication 137, Ann. ICRP **46** (3/4), 2017.
- [13] ICRP, Occupational intakes of radionuclides: Part 4. ICRP Publication 141, Ann. ICRP **48** (2/3), 2019.
- [14] 日本原子力研究開発機構, 平成 29 年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費（内部被ばく線量評価コードの開発に関する研究）事業成果報告書, 平成 30 年 3 月.
- [15] 日本原子力研究開発機構, 平成 30 年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費（内部被ばく線量評価コードの開発に関する研究）事業成果報告書, 平成 31 年 3 月.
- [16] 日本原子力研究開発機構, 平成 31/令和元年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費（内部被ばく線量評価コードの開発に関する研究）事業成果報告書, 令和 2 年 3 月.
- [17] 日本原子力研究開発機構, 令和 2 年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費（内部被ばく線量評価コードの開発に関する研究）事業成果報告書, 令和 3 年 3 月.
- [18] 日本原子力研究開発機構, 令和 3 年度放射線対策委託費（内部被ばく線量評価コードの高度化及び運用・普及促進）事業成果報告書, 令和 4 年 3 月.
- [19] 原子力規制庁, 令和 4 年度安全研究計画, <https://www.nra.go.jp/data/000398336.pdf>. 最終ア

クセス日: 令和 5 年 3 月 10 日.

- [20] C.M. Castellani, J.W. Marsh, C. Hurtgen, E. Blanchardon, P. Berard, A. Giussani, and M.A. Lopez, IDEAS Guidelines (Version 2) for the Estimation of Committed Doses from Incorporation Monitoring Data, European Radiation Dosimetry Groupe. V, EURADOS Report 2013-01, 2013.
- [21] IAEA, Methods for Assessing Occupational Radiation Doses Due to Intakes of Radionuclides, IAEA Safety Report Series No. 37, 2004.
- [22] ICRP, Occupational intakes of radionuclides: Part 5. ICRP Publication 151, Ann. ICRP **51** (1–2), 2022.
- [23] ICRP, Human Alimentary Tract Model for Radiological Protection. ICRP Publication 100, Ann. ICRP **36** (1–2), 2006.
- [24] ICRP, Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations. ICRP Publication 107, Ann. ICRP **38** (3), 2008.
- [25] ICRP, Occupational Intakes of Radionuclides: Part 1. ICRP Publication 130, Ann. ICRP **44** (2), 2015.
- [26] ICRP, The ICRP Computational Framework for Internal Dose Assessment for Reference Adults: Specific Absorbed Fractions. ICRP Publication 133, Ann. ICRP **45** (2), 2016.
- [27] ICRP, Draft Report for Consultation: Specific Absorbed Fractions for Reference Paediatric Individuals,  
<https://www.icrp.org/docs/Specific%20Absorbed%20Fractions%20for%20Reference%20Paediatric%20Individuals.pdf>. 最終アクセス日: 令和 5 年 3 月 10 日.
- [28] ICRP, Paediatric Computational Reference Phantoms. ICRP Publication 143, Ann. ICRP **49** (1), 2020.
- [29] ICRP, Draft Report for Consultation: Dose coefficients for intakes of radionuclides by members of the public: Part 1,  
[https://www.icrp.org/docs/EIR%20Part%201\\_Draft%20report%20for%20public%20consultation.pdf](https://www.icrp.org/docs/EIR%20Part%201_Draft%20report%20for%20public%20consultation.pdf). 最終アクセス日: 令和 5 年 3 月 10 日.
- [30] ICRP, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 1. ICRP Publication 56, Ann. ICRP **20** (2), 1990.
- [31] ICRP, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 2 Ingestion Dose Coefficients. ICRP Publication 67, Ann. ICRP **23** (3–4), 1993.
- [32] ICRP, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 3 Ingestion Dose Coefficients. ICRP Publication 69, Ann. ICRP **25** (1), 1995.
- [33] ICRP, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 4 Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 71, Ann. ICRP **25** (3–4), 1995.
- [34] ICRP, Dose coefficients for external exposures to environmental sources. ICRP Publication 144, Ann. ICRP **49** (2), 2020.
- [35] ICRP, Draft Report for Consultation: Paediatric Mesh-type Reference Computational Phantoms,  
<https://www.icrp.org/docs/Paediatric%20Mesh->

- type%20Reference%20Computational%20Phantoms.pdf. 最終アクセス日: 令和5年3月10日.
- [36] B.C. Schwarz, W.J. Godwin, M.B. Wayson, S.A. Dewji, D.W. Jokisch, C. Lee and W.E. Bolch, Specific absorbed fractions for a revised series of the UF/NCI pediatric reference phantoms: internal electron sources, *Phys. Med. Biol.*, **66** 035005, 2021.
- [37] B.C. Schwarz, W.J. Godwin, M.B. Wayson, S.A. Dewji, D.W. Jokisch, C. Lee and W.E. Bolch, Specific absorbed fractions for a revised series of the UF/NCI pediatric reference phantoms: internal photon sources, *Phys. Med. Biol.*, **66** 035006, 2021.
- [38] N. Ishigure, M. Matsumoto, T. Nakano and H. Enomoto, Development of Software for Internal Dose Calculation from Bioassay Measurements, *Radiat. Prot. Dosim.* **109** (3) 235–242, 2004.
- [39] Bootstrap, <https://getbootstrap.jp/>. 最終アクセス日: 令和5年3月10日.
- [40] Bottle, <http://bottlepy.org/docs/dev/>. 最終アクセス日: 令和5年3月10日.
- [41] Apache, <https://httpd.apache.org/>. 最終アクセス日: 令和5年3月10日.
- [42] MariaDB, <https://mariadb.org/>. 最終アクセス日: 令和5年3月10日.
- [43] Matplotlib, <https://matplotlib.org/>. 最終アクセス日: 令和5年3月10日.
- [44] Slatec/pchip, <https://netlib.org/slatec/pchip/>. 最終アクセス日: 令和5年3月10日.
- [45] 放射線審議会, ICRP 1990年勧告 (Publ. 60) の国内制度等への取入れについて (意見具申), 平成10年6月.
- [46] 放射線審議会基本部会, 外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針, 平成11年4月.
- [47] ICRU, Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation. ICRU Report 57, 1998.
- [48] ICRP, Annuals Limits on Intake of Radionuclides by Workers Based on the 1990 Recommendations. ICRP Publication 61, *Ann. ICRP* **21** (4), 1991.
- [49] ICRP, Protection Against Radon-222 at Home and at Work. ICRP Publication 65, *Ann. ICRP* **23** (2), 1993.
- [50] ICRP, Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. ICRP Publication 66, *Ann. ICRP* **24** (1–3), 1994.
- [51] ICRP, Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers (preface and glossary missing). ICRP Publication 78, *Ann. ICRP* **27** (3–4), 1997.
- [52] ICRP, Statement on Tissue Reactions, 2011, <https://www.icrp.org/docs/2011%20Seoul.pdf>. 最終アクセス日: 令和5年3月10日.
- [53] IAEA, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, 1996.
- [54] 河合 勝雄, 遠藤 章, 桑原 潤, 山口 武憲, 水下 誠一, ICRP の内部被ばく線量評価法に基づく空气中濃度等の試算, JAERI-Data/Code 2000-001, 2000.
- [55] 河合 勝雄, 遠藤 章, 現行法令及び ICRP Publ.68, 72 に掲載されていない核種の空气中濃度等の試算 –JAERI-Data/Code 2000-001 補遺–, JAERI-Data/Code 2000-033, 2000.
- [56] ICRP, Report of the Task Group on Reference Man. ICRP Publication 23, Pergamon Press, Oxford, 1975.

- [57] ICRP, Adult Reference Computational Phantoms. ICRP Publication 110, Ann. ICRP **39** (2), 2009.
- [58] ICRP, Radionuclide Transformations - Energy and Intensity of Emissions. ICRP Publication 38, Ann. ICRP **11–13**, 1983.
- [59] ICRP, Adult mesh-type reference computational phantoms. ICRP Publication 145, Ann. ICRP **49** (3), 2020.
- [60] ICRP, Use of dose quantities in radiological protection. ICRP Publication 147, Ann. ICRP **50** (1), 2021.
- [61] ICRU, Operational Quantities for External Radiation Exposure. ICRU Report 95, 2020.
- [62] C. Clement, W. Rühm, J. Harrison, K. Applegate, D. Cool, C.-M. Larsson, C. Cousins, J. Lochard, S. Bouffler, K. Cho, M. Kai, D. Laurier, S. Liu and S. Romanov, Keeping the ICRP recommendations fit for purpose, J. Radiol. Prot., **41** 1390–1409, 2021.
- [63] P. Gilvin, M. Caresana, J.-F. Bottollier-Depois, V. Chumak, I. Clairand, J. Eakins, P. Ferrari, O. Hupe, P. Olko, A. Röttger, R.J. Tanner, F. Vanhavere, E. Bakhanova, V. Bandalo, D. Ekendahl, H. Hödlmoser, D. Matthä, G. Reitz, M. Latocha, P. Beck, D. Thomas and R. Behrens, Evaluation of the Impact of the New ICRU Operational Quantities and Recommendations for their Practical Application, EURADOS Report 2022-02, 2022.

付録 1 OIR Part 5 収載核種の実効線量係数の検証

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (1/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>7</sup> Be	吸入摂取	F	5.7E-11	5.7E-11
		M	4.4E-11	4.3E-11
		S	5.3E-11	5.3E-11
<sup>10</sup> Be	経口摂取	全ての化学形	2.1E-11	2.1E-11
	吸入摂取	F	1.6E-08	1.6E-08
		M	5.9E-09	5.9E-09
<sup>18</sup> Fe	吸入摂取	S	4.7E-08	4.7E-08
		全ての化学形	4.4E-10	4.4E-10
	吸入摂取	F	3.1E-11	3.1E-11
		M	5.0E-11	5.0E-11
<sup>22</sup> Na	吸入摂取	S	5.1E-11	5.1E-11
		ガスおよび蒸気化合物	7.8E-11	7.8E-11
	経口摂取	全ての化学形	4.8E-11	4.8E-11
	吸入摂取	F	2.4E-09	2.4E-09
M		5.3E-09	5.3E-09	
S		2.2E-08	2.2E-08	
<sup>24</sup> Na	経口摂取	全ての化学形	3.5E-09	3.5E-09
	吸入摂取	F	3.0E-10	3.0E-10
		M	4.9E-10	4.9E-10
<sup>28</sup> Mg	吸入摂取	S	5.2E-10	5.2E-10
		全ての化学形	4.8E-10	4.8E-10
		F	6.0E-10	6.0E-10
	吸入摂取	M	9.1E-10	9.1E-10
		S	9.6E-10	9.6E-10
経口摂取	その他の化学形 酸化マグネシウム	1.0E-09	1.0E-09	
<sup>26</sup> Al	吸入摂取	F	1.1E-09	1.1E-09
		アルミニウム金属	1.2E-08	1.2E-08
		酸化アルミニウム、フッ化物、ボーキサイト、鉍石、塩酸塩、硫酸塩、特定されていないすべての形態	1.1E-08	1.1E-08
	経口摂取	不溶性形態 (酸化物、水酸化物、硫酸塩、金属)、特定されていないすべての形態	2.0E-07	2.0E-07
<sup>31</sup> Si	吸入摂取	可溶性形態	1.2E-09	1.2E-09
		F	1.4E-09	1.3E-09
		M	4.7E-11	4.7E-11
	吸入摂取	S	7.2E-11	7.2E-11
		7.3E-11	7.3E-11	
経口摂取	二酸化ケイ素およびケイ酸塩 オルトケイ酸	9.6E-11	9.6E-11	
			9.8E-11	9.8E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (2/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>32</sup> Si	吸入摂取	F	1.2E-10	1.2E-10
		M	6.4E-09	6.4E-09
		S	1.7E-07	1.7E-07
	経口摂取	二酸化ケイ素およびケイ酸塩 オルトケイ酸	3.8E-11	3.8E-11
<sup>34m</sup> Cl	吸入摂取	F	4.1E-11	4.1E-11
		M	5.2E-11	5.2E-11
		S	5.2E-11	5.2E-11
	経口摂取	ガスおよび蒸気化合物	8.6E-11	8.6E-11
<sup>36</sup> Cl	吸入摂取	F	1.3E-10	1.3E-10
		M	7.0E-10	7.0E-10
		S	2.7E-09	2.7E-09
	経口摂取	全ての化学形	5.2E-08	5.2E-08
<sup>38</sup> Cl	吸入摂取	F	1.0E-09	1.0E-09
		M	9.9E-10	9.9E-10
		S	9.9E-10	9.9E-10
	経口摂取	全ての化学形	4.5E-11	4.5E-11
<sup>39</sup> Cl	吸入摂取	F	4.5E-11	4.5E-11
		M	5.8E-11	5.8E-11
		S	5.9E-11	5.8E-11
	経口摂取	ガスおよび蒸気化合物	9.2E-11	9.2E-11
<sup>40</sup> K	吸入摂取	F	1.5E-10	1.5E-10
		M	4.0E-11	4.0E-11
		S	5.4E-11	5.4E-11
	経口摂取	全ての化学形	5.5E-11	5.5E-11
<sup>42</sup> K	吸入摂取	F	8.4E-11	8.3E-11
		M	1.1E-10	1.1E-10
		S	1.1E-10	1.1E-10
	経口摂取	全ての化学形	2.2E-09	2.2E-09
<sup>43</sup> K	吸入摂取	F	2.2E-09	2.2E-09
		M	5.8E-09	5.8E-09
		S	1.3E-07	1.3E-07
	経口摂取	全ての化学形	3.2E-09	3.2E-09
<sup>44</sup> K	吸入摂取	F	2.2E-10	2.2E-10
		M	4.0E-10	4.0E-10
		S	4.3E-10	4.3E-10
	経口摂取	全ての化学形	4.2E-10	4.2E-10
<sup>44</sup> K	吸入摂取	F	1.5E-10	1.5E-10
		M	2.7E-10	2.7E-10
		S	2.9E-10	2.9E-10
	経口摂取	全ての化学形	2.1E-10	2.1E-10
<sup>44</sup> K	吸入摂取	F	3.0E-11	3.0E-11
		M	3.7E-11	3.7E-11
		S	3.8E-11	3.8E-11
	経口摂取	全ての化学形	1.0E-10	1.0E-10

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (3/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>45</sup> K	吸入摂取	F	1.9E-11	1.9E-11
		M	2.3E-11	2.3E-11
		S	2.3E-11	2.3E-11
<sup>43</sup> Sc	経口摂取	全ての化学形	6.1E-11	6.1E-11
	吸入摂取	F	7.0E-11	7.0E-11
		M	9.8E-11	9.8E-11
<sup>44</sup> Sc	経口摂取	全ての化学形	1.3E-10	1.3E-10
	吸入摂取	F	1.1E-10	1.1E-10
		M	1.5E-10	1.5E-10
<sup>44m</sup> Sc	経口摂取	全ての化学形	2.3E-10	2.3E-10
	吸入摂取	F	7.2E-10	7.2E-10
		M	8.5E-10	8.5E-10
<sup>46</sup> Sc	経口摂取	全ての化学形	8.2E-10	8.2E-10
	吸入摂取	F	4.8E-09	4.8E-09
		M	2.9E-09	2.9E-09
<sup>47</sup> Sc	経口摂取	全ての化学形	7.6E-10	7.6E-10
	吸入摂取	F	1.1E-10	1.1E-10
		M	2.0E-10	2.0E-10
<sup>48</sup> Sc	経口摂取	全ての化学形	6.6E-11	6.6E-11
	吸入摂取	F	6.5E-10	6.5E-10
		M	7.6E-10	7.6E-10
<sup>49</sup> Sc	経口摂取	全ての化学形	8.9E-10	8.9E-10
	吸入摂取	F	3.4E-11	3.4E-11
		M	4.6E-11	4.6E-11
<sup>44</sup> Ti	経口摂取	全ての化学形	8.9E-11	8.9E-11
	吸入摂取	F	2.5E-07	2.4E-07
		M	6.6E-08	6.5E-08
<sup>45</sup> Ti	経口摂取	全ての化学形	2.2E-09	2.2E-09
	吸入摂取	F	5.3E-11	5.3E-11
		M	7.6E-11	7.6E-11
	経口摂取	全ての化学形	9.9E-11	9.9E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (4/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>47</sup> V	吸入摂取	F	2.7E-11	2.7E-11
		M	3.4E-11	3.4E-11
		S	3.4E-11	3.4E-11
	経口摂取	全ての化学形	7.4E-11	7.4E-11
		メタバナジン酸ナトリウム	7.4E-11	7.4E-11
<sup>48</sup> V	吸入摂取	F	1.2E-09	1.2E-09
		M	1.6E-09	1.6E-09
		S	1.7E-09	1.7E-09
	経口摂取	全ての化学形	1.1E-09	1.1E-09
		メタバナジン酸ナトリウム	1.4E-09	1.4E-09
<sup>49</sup> V	吸入摂取	F	8.9E-12	8.9E-12
		M	1.4E-11	1.4E-11
		S	3.7E-11	3.7E-11
	経口摂取	全ての化学形	3.2E-13	3.2E-13
		メタバナジン酸ナトリウム	5.7E-12	5.7E-12
<sup>50</sup> V	吸入摂取	F	1.5E-09	1.5E-09
		M	2.5E-09	2.5E-09
		S	5.2E-08	5.2E-08
	経口摂取	全ての化学形	5.2E-10	5.2E-10
		メタバナジン酸ナトリウム	1.2E-09	1.2E-09
<sup>48</sup> Cr	吸入摂取	F	1.0E-10	1.0E-10
		M	1.3E-10	1.3E-10
		S	1.4E-10	1.4E-10
	経口摂取	三価状態の Cr(III)	1.3E-10	1.2E-10
	<sup>49</sup> Cr	吸入摂取	F	2.8E-11
M			3.7E-11	3.7E-11
S			3.7E-11	3.7E-11
経口摂取		三価状態の Cr(III)	6.8E-11	6.8E-11
<sup>51</sup> Cr		吸入摂取	F	2.8E-11
	M		2.4E-11	2.4E-11
	S		2.8E-11	2.8E-11
	経口摂取	三価状態の Cr(III)	1.3E-11	1.3E-11
	<sup>51</sup> Mn	吸入摂取	F	3.7E-11
M			4.9E-11	4.9E-11
S			4.9E-11	4.9E-11
経口摂取		全ての化学形	1.1E-10	1.1E-10
<sup>52</sup> Mn		吸入摂取	F	1.2E-09
	M		1.1E-09	1.1E-09
	S		1.1E-09	1.1E-09
	経口摂取	全ての化学形	1.2E-09	1.2E-09

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (5/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>52m</sup> Mn	吸入摂取	F	2.6E-11	2.6E-11
		M	3.2E-11	3.1E-11
		S	3.2E-11	3.2E-11
<sup>53</sup> Mn	経口摂取	全ての化学形	8.5E-11	8.5E-11
	吸入摂取	F	1.4E-11	1.4E-11
		M	2.3E-11	2.3E-11
S		5.1E-10	5.1E-10	
<sup>54</sup> Mn	経口摂取	全ての化学形	3.1E-12	3.1E-12
	吸入摂取	F	1.1E-09	1.1E-09
		M	1.3E-09	1.3E-09
S		2.8E-09	2.8E-09	
<sup>56</sup> Mn	経口摂取	全ての化学形	5.0E-10	5.0E-10
	吸入摂取	F	8.5E-11	8.5E-11
		M	1.2E-10	1.2E-10
S		1.2E-10	1.2E-10	
<sup>56</sup> Ni	経口摂取	全ての化学形	2.0E-10	2.0E-10
	吸入摂取	塩化ニッケル、硫酸塩、一硫化物、 亜硫化物	4.3E-10	4.3E-10
		ニッケル金属	7.2E-10	7.1E-10
		酸化ニッケル	8.9E-10	8.9E-10
		ガスおよび蒸気化合物(ニッケルカルボニル)	7.1E-10	7.1E-10
	経口摂取	可溶性形態(塩化物、硫酸塩、硫化物を含む)および特定されていない形態のニッケル	6.0E-10	6.0E-10
		ニッケル金属	6.0E-10	6.0E-10
酸化ニッケル		6.0E-10	6.0E-10	
<sup>57</sup> Ni	吸入摂取	塩化ニッケル、硫酸塩、一硫化物、 亜硫化物	3.3E-10	3.3E-10
		ニッケル金属	4.0E-10	4.0E-10
		酸化ニッケル	4.2E-10	4.1E-10
		ガスおよび蒸気化合物(ニッケルカルボニル)	5.1E-10	5.1E-10
	経口摂取	可溶性形態(塩化物、硫酸塩、硫化物を含む)および特定されていない形態のニッケル	4.9E-10	4.9E-10
		ニッケル金属	4.9E-10	4.9E-10
		酸化ニッケル	5.0E-10	5.0E-10

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (6/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>59</sup> Ni	吸入摂取	塩化ニッケル、硫酸塩、一硫化物、 亜硫化物	2.6E-11	2.6E-11
		ニッケル金属	4.0E-11	4.0E-11
		酸化ニッケル	7.6E-10	7.6E-10
	経口摂取	ガスおよび蒸気化合物(ニッケルカルボニル)	1.6E-10	1.6E-10
		可溶性形態(塩化物、硫酸塩、硫化物を含む)および特定されていない形態のニッケル	1.1E-11	1.1E-11
		ニッケル金属	2.8E-12	2.8E-12
<sup>63</sup> Ni	吸入摂取	酸化ニッケル	6.7E-13	6.7E-13
		塩化ニッケル、硫酸塩、一硫化物、 亜硫化物	7.1E-11	7.1E-11
		ニッケル金属	1.5E-10	1.5E-10
	経口摂取	酸化ニッケル	1.7E-09	1.7E-09
		ガスおよび蒸気化合物(ニッケルカルボニル)	4.7E-10	4.7E-10
		可溶性形態(塩化物、硫酸塩、硫化物を含む)および特定されていない形態のニッケル	3.0E-11	3.0E-11
<sup>65</sup> Ni	吸入摂取	ニッケル金属	6.0E-12	6.0E-12
		酸化ニッケル	3.0E-13	3.0E-13
		塩化ニッケル、硫酸塩、一硫化物、 亜硫化物	7.5E-11	7.5E-11
	経口摂取	ニッケル金属	8.1E-11	8.1E-11
		酸化ニッケル	8.2E-11	8.2E-11
		ガスおよび蒸気化合物(ニッケルカルボニル)	2.3E-10	2.3E-10
<sup>66</sup> Ni	吸入摂取	可溶性形態(塩化物、硫酸塩、硫化物を含む)および特定されていない形態のニッケル	1.2E-10	1.2E-10
		ニッケル金属	1.2E-10	1.2E-10
		酸化ニッケル	1.2E-10	1.2E-10
	経口摂取	塩化ニッケル、硫酸塩、一硫化物、 亜硫化物	5.1E-10	5.1E-10
		ニッケル金属	8.0E-10	8.0E-10
		酸化ニッケル	8.7E-10	8.7E-10
経口摂取	ガスおよび蒸気化合物(ニッケルカルボニル)	1.2E-09	1.2E-09	
	可溶性形態(塩化物、硫酸塩、硫化物を含む)および特定されていない形態のニッケル	6.4E-10	6.4E-10	
	ニッケル金属	6.5E-10	6.5E-10	
<sup>66</sup> Ni	経口摂取	酸化ニッケル	6.5E-10	6.5E-10

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (7/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>60</sup> Cu	吸入摂取	F	2.9E-11	2.9E-11
		M	3.4E-11	3.4E-11
		S	3.4E-11	3.4E-11
<sup>61</sup> Cu	経口摂取	全ての化学形	8.6E-11	8.6E-11
	吸入摂取	F	4.8E-11	4.8E-11
		M	6.6E-11	6.6E-11
<sup>64</sup> Cu	経口摂取	全ての化学形	9.3E-11	9.3E-11
	吸入摂取	F	4.2E-11	4.2E-11
		M	6.7E-11	6.7E-11
<sup>67</sup> Cu	経口摂取	全ての化学形	5.4E-11	5.4E-11
	吸入摂取	F	1.1E-10	1.1E-10
		M	1.9E-10	1.9E-10
<sup>65</sup> Ga	経口摂取	全ての化学形	1.2E-10	1.2E-10
	吸入摂取	F	1.5E-11	1.5E-11
		M	1.8E-11	1.8E-11
<sup>66</sup> Ga	経口摂取	全ての化学形	4.4E-11	4.4E-11
	吸入摂取	F	2.8E-10	2.8E-10
		M	3.6E-10	3.6E-10
<sup>67</sup> Ga	経口摂取	全ての化学形	5.5E-10	5.5E-10
	吸入摂取	F	5.5E-11	5.5E-11
		M	9.6E-11	9.6E-11
<sup>68</sup> Ga	経口摂取	全ての化学形	5.4E-11	5.4E-11
	吸入摂取	F	4.1E-11	4.1E-11
		M	5.5E-11	5.5E-11
<sup>70</sup> Ga	経口摂取	全ての化学形	1.1E-10	1.1E-10
	吸入摂取	F	1.5E-11	1.5E-11
		M	1.9E-11	1.9E-11
<sup>72</sup> Ga	経口摂取	全ての化学形	3.8E-11	3.7E-11
	吸入摂取	F	3.1E-10	3.1E-10
		M	4.0E-10	4.0E-10
	経口摂取	全ての化学形	5.3E-10	5.3E-10

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (8/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>73</sup> Ga	吸入摂取	F	6.6E-11	6.6E-11
		M	1.1E-10	1.1E-10
		S	1.1E-10	1.1E-10
<sup>66</sup> Ge	経口摂取	全ての化学形	1.1E-10	1.1E-10
	吸入摂取	F	6.4E-11	6.4E-11
		M	9.9E-11	9.9E-11
S		1.0E-10	1.0E-10	
<sup>67</sup> Ge	経口摂取	全ての化学形	9.6E-11	9.6E-11
	吸入摂取	F	2.3E-11	2.3E-11
		M	2.7E-11	2.7E-11
S		2.7E-11	2.7E-11	
<sup>68</sup> Ge	経口摂取	全ての化学形	7.6E-11	7.6E-11
	吸入摂取	F	2.4E-10	2.4E-10
		M	6.5E-09	6.5E-09
S		1.7E-08	1.7E-08	
<sup>69</sup> Ge	経口摂取	全ての化学形	2.9E-10	2.9E-10
	吸入摂取	F	7.1E-11	7.1E-11
		M	2.1E-10	2.1E-10
S		2.4E-10	2.4E-10	
<sup>71</sup> Ge	経口摂取	全ての化学形	9.8E-11	9.8E-11
	吸入摂取	F	1.2E-12	1.2E-12
		M	6.7E-12	6.6E-12
S		8.4E-12	8.4E-12	
<sup>75</sup> Ge	経口摂取	全ての化学形	1.5E-12	1.5E-12
	吸入摂取	F	2.8E-11	2.8E-11
		M	4.0E-11	4.0E-11
S		4.1E-11	4.1E-11	
<sup>77</sup> Ge	経口摂取	全ての化学形	5.4E-11	5.4E-11
	吸入摂取	F	1.4E-10	1.4E-10
		M	2.8E-10	2.8E-10
S		3.1E-10	3.1E-10	
<sup>78</sup> Ge	経口摂取	全ての化学形	2.2E-10	2.2E-10
	吸入摂取	F	6.7E-11	6.7E-11
		M	1.0E-10	1.0E-10
S		1.0E-10	1.0E-10	
<sup>69</sup> As	経口摂取	全ての化学形	1.2E-10	1.2E-10
	吸入摂取	F	1.9E-11	1.9E-11
		M	2.3E-11	2.3E-11
		S	2.4E-11	2.4E-11
	経口摂取	水溶性化合物	6.6E-11	6.5E-11
	土壌中の水不溶性化合物とヒ素	6.5E-11	6.5E-11	

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (9/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>70</sup> As	吸入摂取	F	5.4E-11	5.4E-11
		M	7.0E-11	7.0E-11
		S	7.0E-11	7.0E-11
	経口摂取	水溶性化合物	1.5E-10	1.5E-10
		土壌中の水不溶性化合物とヒ素	1.5E-10	1.5E-10
<sup>71</sup> As	吸入摂取	F	1.3E-10	1.3E-10
		M	2.2E-10	2.2E-10
		S	2.4E-10	2.4E-10
	経口摂取	水溶性化合物	1.8E-10	1.8E-10
		土壌中の水不溶性化合物とヒ素	2.1E-10	2.1E-10
<sup>72</sup> As	吸入摂取	F	3.9E-10	3.8E-10
		M	6.9E-10	6.9E-10
		S	7.5E-10	7.4E-10
	経口摂取	水溶性化合物	6.3E-10	6.3E-10
		土壌中の水不溶性化合物とヒ素	8.2E-10	8.2E-10
<sup>73</sup> As	吸入摂取	F	7.7E-11	7.7E-11
		M	3.5E-10	3.5E-10
		S	5.5E-10	5.5E-10
	経口摂取	水溶性化合物	1.1E-10	1.1E-10
		土壌中の水不溶性化合物とヒ素	4.1E-11	4.1E-11
<sup>74</sup> As	吸入摂取	F	4.6E-10	4.6E-10
		M	9.1E-10	9.1E-10
		S	1.1E-09	1.1E-09
	経口摂取	水溶性化合物	6.6E-10	6.6E-10
		土壌中の水不溶性化合物とヒ素	5.0E-10	5.0E-10
<sup>76</sup> As	吸入摂取	F	2.9E-10	2.9E-10
		M	5.2E-10	5.2E-10
		S	5.6E-10	5.6E-10
	経口摂取	水溶性化合物	4.9E-10	4.9E-10
		土壌中の水不溶性化合物とヒ素	5.7E-10	5.7E-10
<sup>77</sup> As	吸入摂取	F	8.2E-11	8.2E-11
		M	1.6E-10	1.6E-10
		S	1.7E-10	1.7E-10
	経口摂取	水溶性化合物	9.8E-11	9.7E-11
		土壌中の水不溶性化合物とヒ素	7.0E-11	7.0E-11
<sup>78</sup> As	吸入摂取	F	7.3E-11	7.3E-11
		M	9.9E-11	9.9E-11
		S	1.0E-10	1.0E-10
	経口摂取	水溶性化合物	2.0E-10	2.0E-10
		土壌中の水不溶性化合物とヒ素	2.0E-10	2.0E-10

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (10/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>70</sup> Se	吸入摂取	二酸化セレン、亜セレン酸、セレン元素	4.5E-11	4.5E-11
		M	6.2E-11	6.2E-11
		S	6.3E-11	6.3E-11
	経口摂取	全ての化合物	1.0E-10	1.0E-10
		セレン化合物および元素セレン	1.0E-10	1.0E-10
<sup>72</sup> Se	吸入摂取	二酸化セレン、亜セレン酸、セレン元素	2.5E-09	2.6E-09
		M	1.9E-09	1.9E-09
		S	1.8E-09	1.8E-09
	経口摂取	全ての化合物	3.4E-09	3.5E-09
		セレン化合物および元素セレン	7.2E-10	7.3E-10
<sup>73</sup> Se	吸入摂取	二酸化セレン、亜セレン酸、セレン元素	1.0E-10	1.0E-10
		M	1.5E-10	1.5E-10
		S	1.5E-10	1.5E-10
	経口摂取	全ての化合物	1.8E-10	1.8E-10
		セレン化合物および元素セレン	1.9E-10	1.9E-10
<sup>73m</sup> Se	吸入摂取	二酸化セレン、亜セレン酸、セレン元素	1.3E-11	1.3E-11
		M	1.7E-11	1.7E-11
		S	1.8E-11	1.8E-11
	経口摂取	全ての化合物	2.7E-11	2.7E-11
		セレン化合物および元素セレン	2.7E-11	2.6E-11
<sup>75</sup> Se	吸入摂取	二酸化セレン、亜セレン酸、セレン元素	1.8E-09	1.8E-09
		M	9.0E-10	8.9E-10
		S	9.1E-10	9.1E-10
	経口摂取	全ての化合物	2.5E-09	2.5E-09
		セレン化合物および元素セレン	3.1E-10	3.1E-10
<sup>79</sup> Se	吸入摂取	二酸化セレン、亜セレン酸、セレン元素	1.4E-09	1.4E-09
		M	9.7E-10	9.7E-10
		S	7.4E-09	7.4E-09
	経口摂取	全ての化合物	1.9E-09	1.9E-09
		セレン化合物および元素セレン	1.2E-10	1.2E-10
<sup>81</sup> Se	吸入摂取	二酸化セレン、亜セレン酸、セレン元素	1.3E-11	1.3E-11
		M	1.6E-11	1.6E-11
		S	1.6E-11	1.6E-11
	経口摂取	全ての化合物	3.2E-11	3.2E-11
		セレン化合物および元素セレン	3.2E-11	3.2E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (11/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>81m</sup> Se	吸入摂取	二酸化セレン、亜セレン酸、セレン元素	3.1E-11	3.1E-11
		M	4.8E-11	4.8E-11
		S	4.9E-11	4.9E-11
	経口摂取	全ての化合物	5.2E-11	5.2E-11
		セレン化合物および元素セレン	5.0E-11	5.0E-11
<sup>83</sup> Se	吸入摂取	二酸化セレン、亜セレン酸、セレン元素	2.2E-11	2.2E-11
		M	2.9E-11	2.9E-11
		S	3.0E-11	3.0E-11
	経口摂取	全ての化合物	4.9E-11	4.9E-11
		セレン化合物および元素セレン	4.9E-11	4.9E-11
<sup>74</sup> Br	吸入摂取	F	3.2E-11	3.2E-11
		M	4.0E-11	4.0E-11
		S	4.0E-11	4.0E-11
	経口摂取	ガスおよび蒸気化合物	6.9E-11	6.9E-11
		全ての化学形	1.0E-10	1.0E-10
<sup>74m</sup> Br	吸入摂取	F	5.5E-11	5.5E-11
		M	7.3E-11	7.3E-11
		S	7.3E-11	7.3E-11
	経口摂取	ガスおよび蒸気化合物	1.1E-10	1.1E-10
		全ての化学形	1.7E-10	1.7E-10
<sup>75</sup> Br	吸入摂取	F	4.1E-11	4.1E-11
		M	5.9E-11	5.9E-11
		S	6.0E-11	6.0E-11
	経口摂取	ガスおよび蒸気化合物	8.1E-11	8.1E-11
		全ての化学形	9.8E-11	9.8E-11
<sup>76</sup> Br	吸入摂取	F	2.7E-10	2.7E-10
		M	4.6E-10	4.6E-10
		S	4.9E-10	4.9E-10
	経口摂取	ガスおよび蒸気化合物	3.9E-10	3.9E-10
		全ての化学形	4.6E-10	4.5E-10
<sup>77</sup> Br	吸入摂取	F	5.9E-11	5.9E-11
		M	7.7E-11	7.7E-11
		S	8.2E-11	8.1E-11
	経口摂取	ガスおよび蒸気化合物	8.6E-11	8.5E-11
		全ての化学形	8.7E-11	8.6E-11
<sup>80</sup> Br	吸入摂取	F	1.4E-11	1.4E-11
		M	1.7E-11	1.7E-11
		S	1.7E-11	1.7E-11
	経口摂取	ガスおよび蒸気化合物	3.5E-11	3.5E-11
		全ての化学形	3.9E-11	3.9E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (12/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>80m</sup> Br	吸入摂取	F	6.6E-11	6.6E-11
		M	1.1E-10	1.1E-10
		S	1.1E-10	1.1E-10
		ガスおよび蒸気化合物	1.1E-10	1.1E-10
<sup>82</sup> Br	経口摂取	全ての化学形	1.3E-10	1.3E-10
	吸入摂取	F	3.4E-10	3.4E-10
		M	5.3E-10	5.3E-10
		S	5.7E-10	5.7E-10
<sup>83</sup> Br	吸入摂取	ガスおよび蒸気化合物	5.1E-10	5.1E-10
		全ての化学形	4.9E-10	4.9E-10
		F	2.9E-11	2.9E-11
		M	4.8E-11	4.8E-11
<sup>84</sup> Br	吸入摂取	S	4.9E-11	4.9E-11
		ガスおよび蒸気化合物	7.2E-11	7.2E-11
		全ての化学形	4.7E-11	4.7E-11
		F	3.5E-11	3.5E-11
<sup>78</sup> Rb	吸入摂取	M	4.5E-11	4.4E-11
		S	4.5E-11	4.5E-11
		ガスおよび蒸気化合物	7.5E-11	7.5E-11
		全ての化学形	1.1E-10	1.1E-10
<sup>79</sup> Rb	吸入摂取	F	2.5E-11	2.5E-11
		M	3.0E-11	3.0E-11
		S	3.0E-11	3.0E-11
		全ての化学形	8.7E-11	8.7E-11
<sup>81</sup> Rb	吸入摂取	F	2.3E-11	2.3E-11
		M	2.9E-11	2.9E-11
		S	2.9E-11	2.9E-11
		全ての化学形	6.0E-11	6.0E-11
<sup>81m</sup> Rb	吸入摂取	F	3.5E-11	3.5E-11
		M	6.2E-11	6.2E-11
		S	6.4E-11	6.4E-11
		全ての化学形	5.2E-11	5.2E-11
<sup>82m</sup> Rb	吸入摂取	F	7.2E-12	7.2E-12
		M	1.2E-11	1.2E-11
		S	1.3E-11	1.3E-11
		全ての化学形	5.4E-12	5.4E-12
<sup>82m</sup> Rb	吸入摂取	F	8.5E-11	8.5E-11
		M	1.5E-10	1.5E-10
		S	1.6E-10	1.6E-10
		全ての化学形	1.5E-10	1.5E-10

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (13/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)		
			IDCC	Data Viewer	
<sup>83</sup> Rb	吸入摂取	F	1.1E-09	1.1E-09	
		M	7.3E-10	7.3E-10	
		S	8.1E-10	8.1E-10	
<sup>84</sup> Rb	経口摂取	全ての化学形	1.6E-09	1.6E-09	
	吸入摂取	F	1.6E-09	1.6E-09	
		M	1.3E-09	1.3E-09	
<sup>84m</sup> Rb	吸入摂取	S	1.3E-09	1.3E-09	
		経口摂取	全ての化学形	2.4E-09	2.4E-09
		F	5.5E-12	5.5E-12	
<sup>86</sup> Rb	吸入摂取	M	6.7E-12	6.7E-12	
		S	6.8E-12	6.7E-12	
		経口摂取	全ての化学形	6.6E-12	6.6E-12
<sup>87</sup> Rb	吸入摂取	F	1.2E-09	1.2E-09	
		M	1.6E-09	1.6E-09	
		S	1.8E-09	1.8E-09	
<sup>88</sup> Rb	吸入摂取	経口摂取	全ての化学形	1.7E-09	1.7E-09
		F	6.2E-10	6.2E-10	
		M	1.3E-09	1.3E-09	
<sup>89</sup> Rb	吸入摂取	S	1.8E-08	1.8E-08	
		経口摂取	全ての化学形	8.7E-10	8.7E-10
		F	2.9E-11	2.9E-11	
<sup>97</sup> Rh	吸入摂取	M	3.5E-11	3.5E-11	
		S	3.5E-11	3.5E-11	
		経口摂取	全ての化学形	1.1E-10	1.1E-10
<sup>97m</sup> Rh	吸入摂取	F	1.8E-11	1.8E-11	
		M	2.1E-11	2.1E-11	
		S	2.2E-11	2.2E-11	
<sup>99</sup> Rh	吸入摂取	経口摂取	全ての化学形	5.5E-11	5.4E-11
		F	1.9E-11	1.9E-11	
		M	2.4E-11	2.4E-11	
<sup>99m</sup> Rh	吸入摂取	S	2.4E-11	2.4E-11	
		経口摂取	全ての化学形	5.4E-11	5.4E-11
		F	1.9E-11	1.9E-11	
<sup>99</sup> Rh	吸入摂取	M	2.3E-11	2.3E-11	
		S	2.3E-11	2.3E-11	
		経口摂取	全ての化学形	4.9E-11	4.8E-11
<sup>99</sup> Rh	吸入摂取	F	3.2E-10	3.2E-10	
		M	4.7E-10	4.7E-10	
		S	5.4E-10	5.4E-10	
	経口摂取	全ての化学形	2.7E-10	2.7E-10	

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (14/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>99m</sup> Rh	吸入摂取	F	2.4E-11	2.4E-11
		M	3.0E-11	3.0E-11
		S	3.1E-11	3.1E-11
<sup>100</sup> Rh	経口摂取	全ての化学形	4.9E-11	4.9E-11
	吸入摂取	F	2.8E-10	2.8E-10
		M	3.3E-10	3.3E-10
S		3.3E-10	3.3E-10	
<sup>101</sup> Rh	経口摂取	全ての化学形	4.9E-10	4.9E-10
	吸入摂取	F	1.3E-09	1.3E-09
		M	1.0E-09	1.0E-09
S		4.0E-09	4.0E-09	
<sup>101m</sup> Rh	経口摂取	全ての化学形	3.8E-10	3.8E-10
	吸入摂取	F	9.4E-11	9.4E-11
		M	1.1E-10	1.1E-10
S		1.2E-10	1.2E-10	
<sup>102</sup> Rh	経口摂取	全ての化学形	1.2E-10	1.2E-10
	吸入摂取	F	1.3E-09	1.3E-09
		M	2.0E-09	2.0E-09
S		4.0E-09	4.0E-09	
<sup>102m</sup> Rh	経口摂取	全ての化学形	5.4E-10	5.4E-10
	吸入摂取	F	7.6E-09	7.6E-09
		M	5.1E-09	5.0E-09
S		2.0E-08	2.0E-08	
<sup>103m</sup> Rh	経口摂取	全ての化学形	2.3E-09	2.3E-09
	吸入摂取	F	5.5E-13	5.5E-13
		M	1.2E-12	1.2E-12
S		1.2E-12	1.2E-12	
<sup>105</sup> Rh	経口摂取	全ての化学形	9.2E-14	9.2E-14
	吸入摂取	F	5.9E-11	5.9E-11
		M	1.2E-10	1.2E-10
S		1.4E-10	1.4E-10	
<sup>106m</sup> Rh	経口摂取	全ての化学形	4.9E-11	4.9E-11
	吸入摂取	F	6.7E-11	6.6E-11
		M	9.1E-11	9.1E-11
S		9.2E-11	9.2E-11	
<sup>107</sup> Rh	経口摂取	全ての化学形	1.4E-10	1.4E-10
	吸入摂取	F	1.3E-11	1.3E-11
		M	1.7E-11	1.7E-11
S		1.7E-11	1.7E-11	
	経口摂取	全ての化学形	2.7E-11	2.7E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (15/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>98</sup> Pd	吸入摂取	F	2.5E-11	2.5E-11
		M	3.1E-11	3.1E-11
		S	3.1E-11	3.1E-11
<sup>99</sup> Pd	経口摂取	全ての化学形	7.4E-11	7.4E-11
	吸入摂取	F	1.5E-11	1.5E-11
		M	1.8E-11	1.8E-11
S		1.8E-11	1.8E-11	
<sup>100</sup> Pd	経口摂取	全ての化学形	3.9E-11	3.9E-11
	吸入摂取	F	4.7E-10	4.7E-10
		M	5.7E-10	5.7E-10
S		6.1E-10	6.0E-10	
<sup>101</sup> Pd	経口摂取	全ての化学形	4.8E-10	4.8E-10
	吸入摂取	F	3.1E-11	3.1E-11
		M	3.9E-11	3.9E-11
S		4.0E-11	4.0E-11	
<sup>103</sup> Pd	経口摂取	全ての化学形	5.6E-11	5.6E-11
	吸入摂取	F	4.5E-11	4.5E-11
		M	1.2E-10	1.2E-10
S		1.5E-10	1.5E-10	
<sup>107</sup> Pd	経口摂取	全ての化学形	2.5E-11	2.5E-11
	吸入摂取	F	3.3E-11	3.3E-11
		M	4.4E-11	4.4E-11
S		9.2E-10	9.2E-10	
<sup>109</sup> Pd	経口摂取	全ての化学形	7.4E-13	7.4E-13
	吸入摂取	F	8.6E-11	8.6E-11
		M	1.8E-10	1.8E-10
S		1.9E-10	1.9E-10	
<sup>111</sup> Pd	経口摂取	全ての化学形	1.0E-10	1.0E-10
	吸入摂取	F	2.1E-11	2.1E-11
		M	2.7E-11	2.7E-11
S		2.7E-11	2.7E-11	
<sup>112</sup> Pd	経口摂取	全ての化学形	5.5E-11	5.5E-11
	吸入摂取	F	3.8E-10	3.8E-10
		M	5.8E-10	5.8E-10
S		6.2E-10	6.2E-10	
<sup>101</sup> Ag	経口摂取	全ての化学形	5.5E-10	5.5E-10
	吸入摂取	硝酸銀	1.3E-11	1.3E-11
		ヨウ化銀	1.4E-11	1.4E-11
		S	1.4E-11	1.4E-11
	経口摂取	全ての化学形	3.8E-11	3.8E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (16/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>102</sup> Ag	吸入摂取	硝酸銀	1.7E-11	1.7E-11
		ヨウ化銀	1.7E-11	1.7E-11
		S	1.7E-11	1.7E-11
<sup>103</sup> Ag	経口摂取	全ての化学形	5.0E-11	5.0E-11
	吸入摂取	硝酸銀	2.2E-11	2.2E-11
		ヨウ化銀	2.2E-11	2.2E-11
<sup>104</sup> Ag	S	2.2E-11	2.2E-11	
	経口摂取	全ての化学形	3.6E-11	3.6E-11
	吸入摂取	硝酸銀	2.9E-11	2.9E-11
ヨウ化銀		2.9E-11	2.9E-11	
<sup>104m</sup> Ag	S	2.9E-11	2.9E-11	
	経口摂取	全ての化学形	6.0E-11	6.0E-11
	吸入摂取	硝酸銀	3.1E-11	3.1E-11
ヨウ化銀		3.2E-11	3.2E-11	
<sup>105</sup> Ag	S	3.2E-11	3.2E-11	
	経口摂取	全ての化学形	7.8E-11	7.8E-11
	吸入摂取	硝酸銀	4.3E-10	4.3E-10
ヨウ化銀		5.1E-10	5.1E-10	
<sup>106</sup> Ag	S	5.9E-10	5.9E-10	
	経口摂取	全ての化学形	3.5E-10	3.5E-10
	吸入摂取	硝酸銀	1.6E-11	1.6E-11
ヨウ化銀		1.6E-11	1.6E-11	
<sup>106m</sup> Ag	S	1.7E-11	1.6E-11	
	経口摂取	全ての化学形	3.8E-11	3.8E-11
	吸入摂取	硝酸銀	1.0E-09	1.0E-09
ヨウ化銀		1.0E-09	1.0E-09	
<sup>108m</sup> Ag	S	1.0E-09	1.0E-09	
	経口摂取	全ての化学形	1.1E-09	1.1E-09
	吸入摂取	硝酸銀	2.4E-09	2.4E-09
ヨウ化銀		4.4E-09	4.4E-09	
<sup>110m</sup> Ag	S	8.3E-08	8.2E-08	
	経口摂取	全ての化学形	1.6E-09	1.6E-09
	吸入摂取	硝酸銀	3.3E-09	3.3E-09
ヨウ化銀		5.0E-09	5.0E-09	
<sup>111</sup> Ag	S	9.3E-09	9.3E-09	
	経口摂取	全ての化学形	2.3E-09	2.3E-09
	吸入摂取	硝酸銀	2.8E-10	2.8E-10
ヨウ化銀		4.7E-10	4.7E-10	
	S	5.3E-10	5.3E-10	
	経口摂取	全ての化学形	2.1E-10	2.1E-10

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (17/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>112</sup> Ag	吸入摂取	硝酸銀	1.6E-10	1.6E-10
		ヨウ化銀	1.6E-10	1.6E-10
		S	1.7E-10	1.7E-10
<sup>113</sup> Ag	経口摂取	全ての化学形	2.8E-10	2.8E-10
	吸入摂取	硝酸銀	1.3E-10	1.3E-10
		ヨウ化銀	1.4E-10	1.4E-10
<sup>115</sup> Ag	吸入摂取	S	1.4E-10	1.4E-10
		全ての化学形	1.8E-10	1.8E-10
		硝酸銀	2.7E-11	2.7E-11
<sup>104</sup> Cd	吸入摂取	ヨウ化銀	2.8E-11	2.8E-11
		S	2.8E-11	2.8E-11
		全ての化学形	6.7E-11	6.7E-11
<sup>105</sup> Cd	吸入摂取	F	3.4E-11	3.4E-11
		酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、 テルル化物、すべての未特定の形態	4.7E-11	4.6E-11
		S	4.7E-11	4.7E-11
<sup>107</sup> Cd	吸入摂取	全ての化学形	8.1E-11	8.1E-11
		F	1.7E-11	1.7E-11
		酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、 テルル化物、すべての未特定の形態	2.1E-11	2.1E-11
<sup>109</sup> Cd	吸入摂取	S	2.1E-11	2.1E-11
		全ての化学形	4.2E-11	4.2E-11
		F	1.6E-11	1.6E-11
<sup>111m</sup> Cd	吸入摂取	酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、 テルル化物、すべての未特定の形態	4.0E-11	4.0E-11
		S	4.3E-11	4.3E-11
		全ての化学形	9.1E-12	9.1E-12
<sup>113</sup> Cd	吸入摂取	F	4.7E-09	4.7E-09
		酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、 テルル化物、すべての未特定の形態	1.9E-09	1.9E-09
		S	2.8E-09	2.8E-09
<sup>113</sup> Cd	吸入摂取	全ての化学形	1.0E-09	1.0E-09
		F	1.2E-11	1.2E-11
		酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、 テルル化物、すべての未特定の形態	1.8E-11	1.8E-11
<sup>113</sup> Cd	吸入摂取	S	1.8E-11	1.8E-11
		全ての化学形	7.4E-12	7.4E-12
		F	5.7E-08	5.7E-08
<sup>113</sup> Cd	吸入摂取	酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、 テルル化物、すべての未特定の形態	1.4E-08	1.4E-08
		S	1.8E-08	1.7E-08
		全ての化学形	1.2E-08	1.2E-08

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (18/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>113m</sup> Cd	吸入摂取	F	5.3E-08	5.3E-08
		酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、 テルル化物、すべての未特定の形態	1.4E-08	1.4E-08
		S	2.0E-08	2.0E-08
<sup>115</sup> Cd	経口摂取	全ての化学形	1.1E-08	1.1E-08
	吸入摂取	F	3.0E-10	3.0E-10
		酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、 テルル化物、すべての未特定の形態	4.0E-10	4.0E-10
<sup>115m</sup> Cd	経口摂取	全ての化学形	2.7E-10	2.7E-10
	吸入摂取	F	3.1E-09	3.1E-09
		酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、 テルル化物、すべての未特定の形態	2.5E-09	2.4E-09
<sup>117</sup> Cd	経口摂取	全ての化学形	9.9E-10	9.9E-10
	吸入摂取	F	8.2E-11	8.2E-11
		酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、 テルル化物、すべての未特定の形態	1.3E-10	1.3E-10
<sup>117m</sup> Cd	経口摂取	全ての化学形	1.5E-10	1.5E-10
	吸入摂取	F	9.9E-11	9.9E-11
		酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、 テルル化物、すべての未特定の形態	1.5E-10	1.5E-10
<sup>118</sup> Cd	経口摂取	全ての化学形	1.7E-10	1.7E-10
	吸入摂取	F	7.1E-11	7.1E-11
		酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、 テルル化物、すべての未特定の形態	9.6E-11	9.6E-11
<sup>107</sup> In	経口摂取	全ての化学形	2.1E-10	2.1E-10
	吸入摂取	F	1.5E-11	1.5E-11
		M	2.1E-11	2.1E-11
S		2.1E-11	2.1E-11	
<sup>108</sup> In	経口摂取	全ての化学形	4.1E-11	4.1E-11
	吸入摂取	F	3.1E-11	3.1E-11
		M	3.7E-11	3.7E-11
S		3.7E-11	3.7E-11	
<sup>108m</sup> In	経口摂取	全ての化学形	7.9E-11	7.9E-11
	吸入摂取	F	3.1E-11	3.1E-11
		M	3.8E-11	3.8E-11
S		3.8E-11	3.8E-11	
	経口摂取	全ての化学形	9.2E-11	9.2E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (19/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>109</sup> In	吸入摂取	F	2.3E-11	2.3E-11
		M	2.8E-11	2.8E-11
		S	2.8E-11	2.8E-11
<sup>110</sup> In	経口摂取	全ての化学形	4.4E-11	4.3E-11
	吸入摂取	F	9.7E-11	9.7E-11
		M	1.1E-10	1.1E-10
<sup>110m</sup> In	経口摂取	全ての化学形	2.1E-10	2.1E-10
	吸入摂取	F	4.0E-11	3.9E-11
		M	5.1E-11	5.1E-11
<sup>111</sup> In	経口摂取	全ての化学形	1.1E-10	1.1E-10
	吸入摂取	F	1.3E-10	1.3E-10
		M	1.4E-10	1.4E-10
<sup>112</sup> In	経口摂取	全ての化学形	1.5E-10	1.5E-10
	吸入摂取	F	6.3E-12	6.3E-12
		M	7.6E-12	7.6E-12
<sup>112m</sup> In	経口摂取	全ての化学形	1.1E-11	1.1E-11
	吸入摂取	F	1.4E-11	1.4E-11
		M	1.9E-11	1.9E-11
<sup>113</sup> In	経口摂取	全ての化学形	1.3E-11	1.3E-11
	吸入摂取	F	1.3E-11	1.3E-11
		M	2.0E-11	1.9E-11
<sup>114m</sup> In	経口摂取	全ての化学形	2.3E-11	2.3E-11
	吸入摂取	F	3.7E-09	3.7E-09
		M	3.8E-09	3.8E-09
<sup>115</sup> In	経口摂取	全ての化学形	6.6E-10	6.6E-10
	吸入摂取	F	2.4E-08	2.4E-08
		M	7.0E-09	7.0E-09
<sup>115m</sup> In	経口摂取	全ての化学形	5.7E-10	5.7E-10
	吸入摂取	F	2.8E-11	2.8E-11
		M	4.4E-11	4.4E-11
	経口摂取	全ての化学形	3.7E-11	3.7E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (20/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>116m</sup> In	吸入摂取	F	3.1E-11	3.1E-11
		M	4.1E-11	4.1E-11
		S	4.2E-11	4.1E-11
<sup>117</sup> In	経口摂取	全ての化学形	6.2E-11	6.2E-11
	吸入摂取	F	1.9E-11	1.9E-11
		M	2.7E-11	2.7E-11
S		2.7E-11	2.7E-11	
<sup>117m</sup> In	経口摂取	全ての化学形	2.7E-11	2.7E-11
	吸入摂取	F	4.4E-11	4.4E-11
		M	6.7E-11	6.7E-11
S		6.9E-11	6.8E-11	
<sup>119m</sup> In	経口摂取	全ての化学形	7.9E-11	7.9E-11
	吸入摂取	F	1.8E-11	1.8E-11
		M	2.2E-11	2.2E-11
S		2.2E-11	2.2E-11	
<sup>108</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	5.7E-11	5.7E-11
	吸入摂取	F	9.0E-12	9.0E-12
		M	1.1E-11	1.1E-11
S		1.1E-11	1.1E-11	
<sup>109</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	2.4E-11	2.4E-11
	吸入摂取	F	7.4E-12	7.4E-12
		M	8.4E-12	8.4E-12
S		8.5E-12	8.4E-12	
<sup>110</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	1.9E-11	1.9E-11
	吸入摂取	F	9.2E-11	9.3E-11
		M	1.3E-10	1.3E-10
S		1.3E-10	1.3E-10	
<sup>111</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	1.8E-10	1.8E-10
	吸入摂取	F	9.4E-12	9.4E-12
		M	1.2E-11	1.2E-11
S		1.2E-11	1.2E-11	
<sup>113</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	2.2E-11	2.2E-11
	吸入摂取	F	8.7E-10	8.7E-10
		M	1.1E-09	1.1E-09
S		1.9E-09	1.9E-09	
<sup>113m</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	2.3E-10	2.4E-10
	吸入摂取	F	1.9E-12	1.9E-12
		M	2.8E-12	2.8E-12
		S	2.9E-12	2.9E-12
	経口摂取	全ての化学形	3.7E-13	3.7E-13

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (21/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>117m</sup> Sn	吸入摂取	F	1.9E-10	1.9E-10
		M	4.9E-10	4.9E-10
		S	5.9E-10	5.9E-10
<sup>119m</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	9.3E-11	9.3E-11
	吸入摂取	F	3.8E-10	3.8E-10
		M	7.4E-10	7.4E-10
S		1.6E-09	1.6E-09	
<sup>121</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	5.3E-11	5.3E-11
	吸入摂取	F	2.9E-11	2.9E-11
		M	8.3E-11	8.3E-11
S		9.1E-11	9.1E-11	
<sup>121m</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	1.1E-11	1.1E-11
	吸入摂取	F	1.3E-09	1.3E-09
		M	1.5E-09	1.5E-09
S		1.6E-08	1.6E-08	
<sup>123</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	1.2E-10	1.2E-10
	吸入摂取	F	1.7E-09	1.7E-09
		M	3.2E-09	3.2E-09
S		5.8E-09	5.8E-09	
<sup>123m</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	4.6E-10	4.6E-10
	吸入摂取	F	2.1E-11	2.1E-11
		M	2.9E-11	2.9E-11
S		3.0E-11	3.0E-11	
<sup>125</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	4.0E-11	4.0E-11
	吸入摂取	F	7.1E-10	6.7E-10
		M	1.3E-09	1.3E-09
S		1.5E-09	1.5E-09	
<sup>126</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	6.9E-10	6.9E-10
	吸入摂取	F	1.8E-08	1.8E-08
		M	1.5E-08	1.5E-08
S		2.8E-07	2.8E-07	
<sup>127</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	2.6E-09	2.6E-09
	吸入摂取	F	7.0E-11	7.0E-11
		M	9.8E-11	9.7E-11
S		1.0E-10	1.0E-10	
<sup>128</sup> Sn	経口摂取	全ての化学形	1.4E-10	1.4E-10
	吸入摂取	F	6.6E-11	6.6E-11
		M	9.3E-11	9.3E-11
		S	9.4E-11	9.4E-11
	経口摂取	全ての化学形	1.5E-10	1.5E-10

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (22/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>170</sup> Hf	吸入摂取	F	1.5E-10	1.5E-10
		M	2.0E-10	2.0E-10
		S	2.1E-10	2.1E-10
<sup>172</sup> Hf	経口摂取	全ての化学形	2.0E-10	2.0E-10
	吸入摂取	F	3.3E-08	3.4E-08
		M	1.1E-08	1.1E-08
S		1.7E-08	1.8E-08	
<sup>173</sup> Hf	経口摂取	全ての化学形	4.4E-10	4.5E-10
	吸入摂取	F	7.1E-11	7.1E-11
		M	9.9E-11	9.9E-11
S		1.1E-10	1.1E-10	
<sup>174</sup> Hf	経口摂取	全ての化学形	9.6E-11	9.6E-11
	吸入摂取	F	8.5E-06	8.5E-06
		M	2.3E-06	2.3E-06
S		5.8E-06	5.8E-06	
<sup>175</sup> Hf	経口摂取	全ての化学形	7.8E-08	7.8E-08
	吸入摂取	F	9.0E-10	9.0E-10
		M	6.1E-10	6.0E-10
S		7.7E-10	7.7E-10	
<sup>177m</sup> Hf	経口摂取	全ての化学形	1.7E-10	1.7E-10
	吸入摂取	F	5.2E-11	5.2E-11
		M	7.6E-11	7.6E-11
S		7.7E-11	7.7E-11	
<sup>178m</sup> Hf	経口摂取	全ての化学形	5.8E-11	5.8E-11
	吸入摂取	F	3.0E-07	3.0E-07
		M	7.4E-08	7.4E-08
S		1.1E-07	1.1E-07	
<sup>179m</sup> Hf	経口摂取	全ての化学形	3.7E-09	3.7E-09
	吸入摂取	F	1.2E-09	1.1E-09
		M	1.2E-09	1.2E-09
S		1.4E-09	1.4E-09	
<sup>180m</sup> Hf	経口摂取	全ての化学形	4.0E-10	4.0E-10
	吸入摂取	F	5.6E-11	5.6E-11
		M	8.9E-11	8.9E-11
S		9.1E-11	9.1E-11	
<sup>181</sup> Hf	経口摂取	全ての化学形	8.6E-11	8.6E-11
	吸入摂取	F	1.2E-09	1.2E-09
		M	1.3E-09	1.3E-09
S		1.7E-09	1.7E-09	
	経口摂取	全ての化学形	2.5E-10	2.5E-10

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (23/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>182</sup> Hf	吸入摂取	F	3.2E-07	3.2E-07
		M	7.5E-08	7.5E-08
		S	1.2E-07	1.2E-07
<sup>182m</sup> Hf	吸入摂取	F	2.6E-11	2.6E-11
		M	4.0E-11	4.0E-11
		S	4.1E-11	4.1E-11
<sup>183</sup> Hf	吸入摂取	F	3.2E-11	3.2E-11
		M	4.6E-11	4.6E-11
		S	4.8E-11	4.7E-11
<sup>184</sup> Hf	吸入摂取	F	1.2E-10	1.2E-10
		M	2.0E-10	2.0E-10
		S	2.0E-10	2.0E-10
<sup>172</sup> Ta	吸入摂取	F	2.6E-11	2.6E-11
		M	3.3E-11	3.3E-11
		S	3.3E-11	3.3E-11
<sup>173</sup> Ta	吸入摂取	F	3.4E-11	3.4E-11
		M	5.2E-11	5.2E-11
		S	5.4E-11	5.4E-11
<sup>174</sup> Ta	吸入摂取	F	3.0E-11	3.0E-11
		M	4.3E-11	4.3E-11
		S	4.3E-11	4.3E-11
<sup>175</sup> Ta	吸入摂取	F	8.2E-11	8.2E-11
		M	1.1E-10	1.1E-10
		S	1.1E-10	1.1E-10
<sup>176</sup> Ta	吸入摂取	F	1.1E-10	1.1E-10
		M	1.5E-10	1.5E-10
		S	1.5E-10	1.5E-10
<sup>177</sup> Ta	吸入摂取	F	2.5E-11	2.5E-11
		M	4.4E-11	4.4E-11
		S	4.8E-11	4.8E-11
<sup>176</sup> Ta	経口摂取	F	1.1E-10	1.1E-10
		M	1.5E-10	1.5E-10
		S	1.5E-10	1.5E-10
<sup>177</sup> Ta	経口摂取	F	2.1E-10	2.1E-10
		M	2.1E-10	2.1E-10
		S	2.1E-10	2.1E-10
<sup>177</sup> Ta	経口摂取	F	2.8E-11	2.8E-11
		M	2.8E-11	2.8E-11
		S	2.8E-11	2.8E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (24/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>178m</sup> Ta	吸入摂取	F	3.4E-11	3.4E-11
		M	5.3E-11	5.3E-11
		S	5.4E-11	5.4E-11
<sup>179</sup> Ta	経口摂取	全ての化学形	5.2E-11	5.2E-11
	吸入摂取	F	2.0E-10	2.0E-10
		M	1.3E-10	1.3E-10
S		3.7E-10	3.7E-10	
<sup>180</sup> Ta	経口摂取	全ての化学形	1.6E-11	1.6E-11
	吸入摂取	F	1.2E-11	1.2E-11
		M	2.4E-11	2.3E-11
S		2.5E-11	2.5E-11	
<sup>182</sup> Ta	経口摂取	全ての化学形	1.2E-11	1.2E-11
	吸入摂取	F	2.2E-09	2.2E-09
		M	2.8E-09	2.8E-09
S		4.4E-09	4.4E-09	
<sup>182m</sup> Ta	経口摂取	全ての化学形	5.0E-10	5.0E-10
	吸入摂取	F	1.3E-11	1.3E-11
		M	1.7E-11	1.7E-11
S		1.7E-11	1.7E-11	
<sup>183</sup> Ta	経口摂取	全ての化学形	5.3E-12	5.3E-12
	吸入摂取	F	2.6E-10	2.6E-10
		M	5.8E-10	5.8E-10
S		6.6E-10	6.6E-10	
<sup>184</sup> Ta	経口摂取	全ての化学形	1.7E-10	1.7E-10
	吸入摂取	F	1.7E-10	1.7E-10
		M	2.7E-10	2.7E-10
S		2.8E-10	2.8E-10	
<sup>185</sup> Ta	経口摂取	全ての化学形	2.7E-10	2.7E-10
	吸入摂取	F	3.4E-11	3.4E-11
		M	4.8E-11	4.8E-11
S		4.9E-11	4.9E-11	
<sup>186</sup> Ta	経口摂取	全ての化学形	6.6E-11	6.6E-11
	吸入摂取	F	1.5E-11	1.5E-11
		M	1.7E-11	1.7E-11
S		1.7E-11	1.7E-11	
<sup>177</sup> W	経口摂取	全ての化学形	4.1E-11	4.1E-11
	吸入摂取	F	1.9E-11	1.9E-11
		M	2.9E-11	2.9E-11
		S	3.0E-11	3.0E-11
	経口摂取	全ての化学形 タンゲステン酸	3.4E-11	3.4E-11
			3.6E-11	3.6E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (25/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>178</sup> W	吸入摂取	F	4.3E-11	4.3E-11
		M	2.0E-10	2.0E-10
		S	2.6E-10	2.6E-10
	経口摂取	全ての化学形	5.9E-11	5.9E-11
		タングステン酸	6.6E-11	6.6E-11
<sup>179</sup> W	吸入摂取	F	5.2E-13	5.2E-13
		M	6.2E-13	6.2E-13
		S	6.4E-13	6.3E-13
	経口摂取	全ての化学形	1.1E-12	1.1E-12
		タングステン酸	1.1E-12	1.1E-12
<sup>181</sup> W	吸入摂取	F	2.4E-11	2.4E-11
		M	1.0E-10	1.0E-10
		S	1.8E-10	1.8E-10
	経口摂取	全ての化学形	3.2E-11	3.2E-11
		タングステン酸	2.4E-11	2.4E-11
<sup>185</sup> W	吸入摂取	F	7.2E-11	7.2E-11
		M	6.3E-10	6.3E-10
		S	1.0E-09	1.0E-09
	経口摂取	全ての化学形	6.1E-11	6.1E-11
		タングステン酸	1.8E-11	1.8E-11
<sup>187</sup> W	吸入摂取	F	1.0E-10	1.0E-10
		M	2.1E-10	2.1E-10
		S	2.3E-10	2.3E-10
	経口摂取	全ての化学形	1.4E-10	1.4E-10
		タングステン酸	1.8E-10	1.8E-10
<sup>188</sup> W	吸入摂取	F	5.7E-10	5.8E-10
		M	3.8E-09	3.8E-09
		S	6.2E-09	6.2E-09
	経口摂取	全ての化学形	6.2E-10	6.3E-10
		タングステン酸	3.5E-10	3.5E-10
<sup>190</sup> W	吸入摂取	F	5.0E-11	5.0E-11
		M	6.8E-11	6.8E-11
		S	6.9E-11	6.9E-11
	経口摂取	全ての化学形	8.2E-11	8.2E-11
		タングステン酸	8.1E-11	8.1E-11
<sup>178</sup> Re	吸入摂取	F	1.2E-11	1.2E-11
		M	1.4E-11	1.4E-11
		S	1.4E-11	1.4E-11
	経口摂取	全ての化学形	3.1E-11	3.1E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (26/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>179</sup> Re	吸入摂取	F	6.7E-12	6.7E-12
		M	8.3E-12	8.3E-12
		S	8.4E-12	8.3E-12
<sup>181</sup> Re	経口摂取	全ての化学形	1.0E-11	1.0E-11
	吸入摂取	F	1.6E-10	1.6E-10
		M	1.6E-10	1.7E-10
S		1.6E-10	1.7E-10	
<sup>182</sup> Re	経口摂取	全ての化学形	2.4E-10	2.5E-10
	吸入摂取	F	5.7E-10	5.6E-10
		M	6.8E-10	6.8E-10
S		6.9E-10	6.9E-10	
<sup>182m</sup> Re	経口摂取	全ての化学形	8.0E-10	8.0E-10
	吸入摂取	F	1.2E-10	1.2E-10
		M	1.4E-10	1.5E-10
S		1.4E-10	1.5E-10	
<sup>183</sup> Re	経口摂取	全ての化学形	1.8E-10	1.9E-10
	吸入摂取	F	2.6E-10	2.7E-10
		M	7.4E-10	7.4E-10
S		1.1E-09	1.1E-09	
<sup>184</sup> Re	経口摂取	全ての化学形	3.5E-10	3.6E-10
	吸入摂取	F	4.3E-10	4.3E-10
		M	8.2E-10	8.2E-10
S		1.0E-09	1.0E-09	
<sup>184m</sup> Re	経口摂取	全ての化学形	6.0E-10	6.0E-10
	吸入摂取	F	4.7E-10	4.7E-10
		M	2.2E-09	2.2E-09
S		4.7E-09	4.7E-09	
<sup>186</sup> Re	経口摂取	全ての化学形	6.3E-10	6.3E-10
	吸入摂取	F	3.9E-10	3.9E-10
		M	3.6E-10	3.7E-10
S		3.5E-10	3.6E-10	
<sup>186m</sup> Re	経口摂取	全ての化学形	5.4E-10	5.5E-10
	吸入摂取	F	5.9E-10	6.0E-10
		M	4.4E-09	4.4E-09
S		8.7E-08	8.7E-08	
<sup>187</sup> Re	経口摂取	全ての化学形	8.2E-10	8.2E-10
	吸入摂取	F	1.0E-12	1.0E-12
		M	2.5E-12	2.5E-12
		S	5.9E-11	5.9E-11
	経口摂取	全ての化学形	1.4E-12	1.4E-12

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (27/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)		
			IDCC	Data Viewer	
<sup>188</sup> Re	吸入摂取	F	3.7E-10	3.7E-10	
		M	3.1E-10	3.2E-10	
		S	2.9E-10	3.0E-10	
<sup>188m</sup> Re	経口摂取	全ての化学形	6.2E-10	6.2E-10	
		吸入摂取	F	9.1E-12	9.2E-12
			M	8.7E-12	8.8E-12
S	8.5E-12		8.5E-12		
<sup>189</sup> Re	経口摂取	全ての化学形	1.2E-11	1.2E-11	
		吸入摂取	F	2.2E-10	2.3E-10
			M	1.9E-10	2.0E-10
S	1.8E-10		1.9E-10		
<sup>190m</sup> Re	経口摂取	全ての化学形	3.3E-10	3.3E-10	
		吸入摂取	F	1.4E-10	1.4E-10
			M	1.5E-10	1.5E-10
S	1.5E-10		1.5E-10		
<sup>180</sup> Os	経口摂取	全ての化学形	2.6E-10	2.6E-10	
		吸入摂取	F	9.1E-12	9.1E-12
			M	1.2E-11	1.2E-11
S	1.2E-11		1.2E-11		
<sup>181</sup> Os	経口摂取	全ての化学形	1.5E-11	1.5E-11	
		吸入摂取	F	3.3E-11	3.3E-11
			M	4.2E-11	4.3E-11
S	4.2E-11		4.3E-11		
<sup>182</sup> Os	経口摂取	全ての化学形	5.9E-11	5.9E-11	
		吸入摂取	F	1.7E-10	1.8E-10
			M	2.5E-10	2.5E-10
S	2.5E-10		2.6E-10		
<sup>183</sup> Os	経口摂取	全ての化学形	2.7E-10	2.7E-10	
		吸入摂取	F	6.4E-11	6.4E-11
			M	1.0E-10	1.0E-10
S	1.1E-10		1.1E-10		
<sup>183m</sup> Os	経口摂取	全ての化学形	1.0E-10	1.0E-10	
		吸入摂取	F	7.1E-11	7.1E-11
			M	9.6E-11	9.6E-11
S	1.0E-10		1.0E-10		
<sup>185</sup> Os	経口摂取	全ての化学形	1.3E-10	1.3E-10	
		吸入摂取	F	4.9E-10	4.9E-10
			M	7.8E-10	7.8E-10
S	1.2E-09		1.2E-09		
	経口摂取	全ての化学形	2.9E-10	2.9E-10	

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (28/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>186</sup> Os	吸入摂取	F	2.4E-07	2.4E-07
		M	5.1E-07	5.1E-07
		S	6.3E-06	6.3E-06
<sup>189m</sup> Os	経口摂取	全ての化学形	1.1E-08	1.1E-08
	吸入摂取	F	6.1E-13	6.1E-13
		M	9.5E-13	9.5E-13
S		1.0E-12	1.0E-12	
<sup>191</sup> Os	経口摂取	全ての化学形	2.2E-13	2.2E-13
	吸入摂取	F	1.1E-10	1.1E-10
		M	4.2E-10	4.2E-10
S		5.3E-10	5.3E-10	
<sup>191m</sup> Os	経口摂取	全ての化学形	4.4E-11	4.4E-11
	吸入摂取	F	1.1E-11	1.1E-11
		M	5.1E-11	5.1E-11
S		5.9E-11	5.9E-11	
<sup>193</sup> Os	経口摂取	全ての化学形	2.8E-12	2.8E-12
	吸入摂取	F	1.2E-10	1.2E-10
		M	2.2E-10	2.2E-10
S		2.4E-10	2.4E-10	
<sup>194</sup> Os	経口摂取	全ての化学形	1.4E-10	1.4E-10
	吸入摂取	F	4.1E-09	4.1E-09
		M	8.7E-09	8.7E-09
S		6.7E-08	6.7E-08	
<sup>196</sup> Os	経口摂取	全ての化学形	4.6E-10	4.6E-10
	吸入摂取	F	4.9E-11	4.9E-11
		M	6.4E-11	6.4E-11
S		6.5E-11	6.5E-11	
<sup>184</sup> Pt	経口摂取	全ての化学形	1.3E-10	1.3E-10
	吸入摂取	F	1.4E-11	1.4E-11
		M	1.9E-11	1.9E-11
S		1.9E-11	1.9E-11	
<sup>186</sup> Pt	経口摂取	可溶性形態 金属、酸化物、水酸化物	1.7E-11	1.7E-11
	吸入摂取	F	3.6E-11	3.6E-11
		M	5.0E-11	4.9E-11
S		5.1E-11	5.1E-11	
	経口摂取	可溶性形態 金属、酸化物、水酸化物	6.8E-11	6.8E-11
			6.8E-11	6.8E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (29/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>187</sup> Pt	吸入摂取	F	2.9E-11	2.9E-11
		M	4.7E-11	4.7E-11
		S	4.8E-11	4.8E-11
	経口摂取	可溶性形態	4.4E-11	4.4E-11
		金属、酸化物、水酸化物	4.4E-11	4.4E-11
<sup>188</sup> Pt	吸入摂取	F	5.2E-10	5.2E-10
		M	7.4E-10	7.4E-10
		S	8.5E-10	8.5E-10
	経口摂取	可溶性形態	3.1E-10	3.1E-10
		金属、酸化物、水酸化物	3.0E-10	3.0E-10
<sup>189</sup> Pt	吸入摂取	F	5.0E-11	5.0E-11
		M	8.8E-11	8.8E-11
		S	9.3E-11	9.3E-11
	経口摂取	可溶性形態	7.3E-11	7.3E-11
		金属、酸化物、水酸化物	7.3E-11	7.3E-11
<sup>190</sup> Pt	吸入摂取	F	2.8E-07	2.7E-07
		M	7.2E-07	7.2E-07
		S	7.8E-06	7.8E-06
	経口摂取	可溶性形態	1.2E-08	1.2E-08
		金属、酸化物、水酸化物	1.2E-09	1.2E-09
<sup>191</sup> Pt	吸入摂取	F	9.1E-11	9.1E-11
		M	1.6E-10	1.6E-10
		S	1.7E-10	1.7E-10
	経口摂取	可溶性形態	1.1E-10	1.1E-10
		金属、酸化物、水酸化物	1.1E-10	1.1E-10
<sup>193</sup> Pt	吸入摂取	F	4.2E-11	4.2E-11
		M	5.3E-11	5.3E-11
		S	9.6E-10	9.5E-10
	経口摂取	可溶性形態	3.5E-12	3.5E-12
		金属、酸化物、水酸化物	1.8E-12	1.8E-12
<sup>193m</sup> Pt	吸入摂取	F	6.3E-11	6.2E-11
		M	2.0E-10	2.0E-10
		S	2.3E-10	2.3E-10
	経口摂取	可溶性形態	1.1E-11	1.1E-11
		金属、酸化物、水酸化物	1.0E-11	1.0E-11
<sup>195m</sup> Pt	吸入摂取	F	9.4E-11	9.4E-11
		M	2.6E-10	2.6E-10
		S	3.0E-10	3.0E-10
	経口摂取	可溶性形態	4.0E-11	4.0E-11
		金属、酸化物、水酸化物	3.8E-11	3.8E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (30/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>197</sup> Pt	吸入摂取	F	5.9E-11	5.9E-11
		M	1.5E-10	1.5E-10
		S	1.6E-10	1.6E-10
<sup>197m</sup> Pt	吸入摂取	可溶性形態	4.4E-11	4.4E-11
		金属、酸化物、水酸化物	4.3E-11	4.3E-11
		F	2.8E-11	2.8E-11
<sup>199</sup> Pt	吸入摂取	M	5.1E-11	5.1E-11
		S	5.3E-11	5.3E-11
		可溶性形態	3.2E-11	3.2E-11
<sup>200</sup> Pt	吸入摂取	金属、酸化物、水酸化物	3.2E-11	3.2E-11
		F	1.9E-11	1.9E-11
		M	2.6E-11	2.6E-11
<sup>202</sup> Pt	吸入摂取	S	2.7E-11	2.7E-11
		可溶性形態	4.1E-11	4.1E-11
		金属、酸化物、水酸化物	4.1E-11	4.1E-11
<sup>186</sup> Au	吸入摂取	F	1.9E-10	1.8E-10
		M	3.2E-10	3.2E-10
		S	3.4E-10	3.4E-10
<sup>190</sup> Au	吸入摂取	可溶性形態	2.5E-10	2.5E-10
		金属、酸化物、水酸化物	2.5E-10	2.5E-10
		F	6.8E-10	6.8E-10
<sup>191</sup> Au	吸入摂取	M	1.1E-09	1.1E-09
		S	1.1E-09	1.1E-09
		可溶性形態	9.9E-10	9.8E-10
<sup>186</sup> Au	吸入摂取	金属、酸化物、水酸化物	9.8E-10	9.8E-10
		F	1.6E-11	1.6E-11
		M	1.9E-11	1.9E-11
<sup>190</sup> Au	吸入摂取	エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	1.9E-11	1.9E-11
		全ての化学形	4.9E-11	4.9E-11
		F	1.7E-11	1.7E-11
<sup>191</sup> Au	吸入摂取	M	2.0E-11	2.0E-11
		エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	2.1E-11	2.1E-11
		全ての化学形	4.5E-11	4.5E-11
<sup>191</sup> Au	吸入摂取	F	2.5E-11	2.5E-11
		M	3.8E-11	3.8E-11
		エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	4.0E-11	4.0E-11
<sup>191</sup> Au	吸入摂取	全ての化学形	3.8E-11	3.8E-11
		全ての化学形	3.8E-11	3.8E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (31/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>192</sup> Au	吸入摂取	F	6.4E-11	6.4E-11
		M	7.7E-11	7.7E-11
		エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	7.8E-11	7.8E-11
<sup>193</sup> Au	経口摂取	全ての化学形	1.3E-10	1.3E-10
	吸入摂取	F	3.1E-11	3.1E-11
		M エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	4.9E-11 5.2E-11	4.9E-11 5.2E-11
<sup>194</sup> Au	経口摂取	全ての化学形	3.9E-11	3.9E-11
	吸入摂取	F	1.7E-10	1.7E-10
		M エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	2.0E-10 2.1E-10	2.0E-10 2.0E-10
<sup>195</sup> Au	経口摂取	全ての化学形	2.6E-10	2.6E-10
	吸入摂取	F	1.8E-10	1.8E-10
		M エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	4.1E-10 8.1E-10	4.1E-10 8.1E-10
<sup>196</sup> Au	経口摂取	全ての化学形	1.0E-10	1.0E-10
	吸入摂取	F	1.8E-10	1.8E-10
		M エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	2.1E-10 2.2E-10	2.1E-10 2.2E-10
<sup>196m</sup> Au	経口摂取	全ての化学形	2.0E-10	2.0E-10
	吸入摂取	F	1.0E-10	1.0E-10
		M エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	2.2E-10 2.3E-10	2.2E-10 2.3E-10
<sup>198</sup> Au	経口摂取	全ての化学形	6.2E-11	6.2E-11
	吸入摂取	F	2.4E-10	2.4E-10
		M エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	3.6E-10 3.8E-10	3.6E-10 3.8E-10
<sup>198m</sup> Au	経口摂取	全ての化学形	2.7E-10	2.7E-10
	吸入摂取	F	3.2E-10	3.2E-10
		M エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	5.8E-10 6.4E-10	5.7E-10 6.3E-10
	経口摂取	全ての化学形	2.7E-10	2.7E-10

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (32/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>199</sup> Au	吸入摂取	F	8.9E-11	8.9E-11
		M	2.2E-10	2.2E-10
		エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	2.4E-10	2.4E-10
<sup>200</sup> Au	経口摂取	全ての化学形	5.4E-11	5.4E-11
	吸入摂取	F	3.0E-11	3.0E-11
		M エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	4.0E-11 4.0E-11	3.9E-11 4.0E-11
<sup>200m</sup> Au	経口摂取	全ての化学形	7.5E-11	7.5E-11
	吸入摂取	F	3.1E-10	3.1E-10
		M エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	4.2E-10 4.4E-10	4.2E-10 4.4E-10
<sup>201</sup> Au	経口摂取	全ての化学形	4.6E-10	4.6E-10
	吸入摂取	F	1.4E-11	1.4E-11
		M エレメンタルゴールド、ゴールドラベル、テフロン	1.8E-11 1.8E-11	1.8E-11 1.8E-11
<sup>190</sup> Hg	経口摂取	全ての化学形	2.6E-11	2.6E-11
	吸入摂取	F	1.1E-11	1.1E-11
		酸化第二水銀	1.1E-11	1.1E-11
		S ガスおよび蒸気化合物 (水銀蒸気)	1.1E-11 8.3E-12	1.1E-11 8.5E-12
<sup>191m</sup> Hg	経口摂取	全ての化学形	1.9E-11	1.9E-11
	吸入摂取	F	3.1E-11	3.1E-11
		酸化第二水銀	3.0E-11	3.0E-11
		S ガスおよび蒸気化合物 (水銀蒸気)	3.1E-11 2.1E-11	3.1E-11 2.2E-11
<sup>192</sup> Hg	経口摂取	全ての化学形	3.9E-11	3.9E-11
	吸入摂取	F	1.0E-10	1.0E-10
		酸化第二水銀	9.5E-11	9.4E-11
		S ガスおよび蒸気化合物 (水銀蒸気)	9.5E-11 7.4E-11	9.5E-11 8.2E-11
<sup>193</sup> Hg	経口摂取	全ての化学形	1.3E-10	1.3E-10
	吸入摂取	F	5.6E-11	5.6E-11
		酸化第二水銀	4.7E-11	4.7E-11
		S	4.8E-11	4.8E-11
		ガスおよび蒸気化合物 (水銀蒸気)	3.8E-11	4.3E-11
経口摂取	全ての化学形	5.5E-11	5.5E-11	

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (33/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>193m</sup> Hg	吸入摂取	F	1.9E-10	1.9E-10
		酸化第二水銀	1.7E-10	1.7E-10
		S	1.7E-10	1.7E-10
		ガスおよび蒸気化合物 (水銀蒸気)	1.4E-10	1.6E-10
<sup>194</sup> Hg	経口摂取	全ての化学形	2.0E-10	2.0E-10
	吸入摂取	F	1.6E-09	1.6E-09
		酸化第二水銀	2.2E-09	2.2E-09
		S	4.7E-08	4.7E-08
<sup>195</sup> Hg	吸入摂取	ガスおよび蒸気化合物 (水銀蒸気)	5.6E-09	5.5E-09
		全ての化学形	7.1E-10	7.1E-10
		F	5.9E-11	5.9E-11
	<sup>195m</sup> Hg	吸入摂取	酸化第二水銀	4.4E-11
S			4.6E-11	4.6E-11
ガスおよび蒸気化合物 (水銀蒸気)			3.8E-11	4.7E-11
経口摂取		全ての化学形	3.0E-11	3.0E-11
<sup>197</sup> Hg	吸入摂取	F	2.4E-10	2.4E-10
		酸化第二水銀	2.2E-10	2.2E-10
		S	2.4E-10	2.4E-10
	経口摂取	全ての化学形	2.1E-10	2.4E-10
<sup>197m</sup> Hg	吸入摂取	F	1.0E-10	1.0E-10
		酸化第二水銀	1.2E-10	1.1E-10
		S	1.4E-10	1.4E-10
	経口摂取	全ての化学形	1.1E-10	1.2E-10
<sup>199m</sup> Hg	吸入摂取	ガスおよび蒸気化合物 (水銀蒸気)	3.8E-11	3.8E-11
		F	2.0E-10	2.0E-10
		酸化第二水銀	2.2E-10	2.1E-10
	経口摂取	全ての化学形	3.2E-10	2.3E-10
<sup>203</sup> Hg	吸入摂取	S	3.2E-10	2.3E-10
		ガスおよび蒸気化合物 (水銀蒸気)	1.5E-10	1.8E-10
		全ての化学形	4.9E-11	4.9E-11
	経口摂取	F	2.7E-11	2.7E-11
<sup>203m</sup> Hg	吸入摂取	酸化第二水銀	3.2E-11	3.2E-11
		S	3.2E-11	3.2E-11
		ガスおよび蒸気化合物 (水銀蒸気)	1.1E-11	1.1E-11
	経口摂取	全ての化学形	2.5E-11	2.5E-11
<sup>203</sup> Hg	吸入摂取	F	5.1E-10	5.1E-10
		酸化第二水銀	6.5E-10	6.5E-10
		S	8.4E-10	8.4E-10
	経口摂取	全ての化学形	1.3E-09	1.3E-09
<sup>203</sup> Hg	吸入摂取	ガスおよび蒸気化合物 (水銀蒸気)	1.3E-09	1.3E-09
		全ての化学形	2.4E-10	2.3E-10

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (34/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>194</sup> Tl	吸入摂取	F	1.7E-11	1.7E-11
		M	2.2E-11	2.2E-11
		S	2.2E-11	2.2E-11
<sup>194m</sup> Tl	吸入摂取	全ての化学形	5.7E-11	5.7E-11
		F	1.9E-11	1.9E-11
		M	2.5E-11	2.5E-11
<sup>195</sup> Tl	吸入摂取	S	2.5E-11	2.5E-11
		全ての化学形	4.3E-11	4.3E-11
		F	1.2E-11	1.2E-11
<sup>196</sup> Tl	吸入摂取	M	1.8E-11	1.8E-11
		S	1.9E-11	1.9E-11
		全ての化学形	2.4E-11	2.4E-11
<sup>197</sup> Tl	吸入摂取	F	2.6E-11	2.6E-11
		M	3.7E-11	3.7E-11
		S	3.8E-11	3.8E-11
<sup>198</sup> Tl	吸入摂取	全ての化学形	6.1E-11	6.1E-11
		F	1.3E-11	1.3E-11
		M	2.4E-11	2.4E-11
<sup>198m</sup> Tl	吸入摂取	S	2.5E-11	2.5E-11
		全ての化学形	2.1E-11	2.1E-11
		F	4.6E-11	4.6E-11
<sup>199</sup> Tl	吸入摂取	M	7.4E-11	7.4E-11
		S	7.8E-11	7.8E-11
		全ての化学形	8.3E-11	8.3E-11
<sup>200</sup> Tl	吸入摂取	F	3.7E-11	3.7E-11
		M	6.0E-11	6.0E-11
		S	6.2E-11	6.2E-11
<sup>201</sup> Tl	吸入摂取	全ての化学形	5.5E-11	5.4E-11
		F	1.9E-11	1.9E-11
		M	3.5E-11	3.4E-11
<sup>201m</sup> Tl	吸入摂取	S	3.6E-11	3.6E-11
		全ての化学形	2.3E-11	2.3E-11
		F	1.3E-10	1.3E-10
<sup>201</sup> Tl	吸入摂取	M	2.0E-10	2.0E-10
		S	2.1E-10	2.1E-10
		全ての化学形	2.1E-10	2.1E-10
<sup>201</sup> Tl	吸入摂取	F	5.2E-11	5.2E-11
		M	8.0E-11	8.0E-11
		S	8.5E-11	8.5E-11
<sup>201</sup> Tl	吸入摂取	全ての化学形	7.2E-11	7.2E-11
		全ての化学形	7.2E-11	7.2E-11

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (35/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>202</sup> Tl	吸入摂取	F	3.1E-10	3.1E-10
		M	2.7E-10	2.7E-10
		S	2.6E-10	2.6E-10
<sup>204</sup> Tl	経口摂取	全ての化学形	4.5E-10	4.5E-10
	吸入摂取	F	5.8E-10	5.8E-10
		M	2.2E-09	2.2E-09
S		1.2E-08	1.2E-08	
<sup>205</sup> At	経口摂取	全ての化学形	8.1E-10	8.1E-10
	吸入摂取	F	4.5E-10	4.5E-10
		M	6.8E-10	6.8E-10
		S	6.9E-10	6.8E-10
ガスおよび蒸気化合物		3.8E-09	3.8E-09	
<sup>206</sup> At	経口摂取	全ての化学形	1.0E-10	1.0E-10
	吸入摂取	F	8.0E-11	8.0E-11
		M	1.3E-10	1.3E-10
		S	1.4E-10	1.4E-10
ガスおよび蒸気化合物		4.6E-10	4.5E-10	
<sup>207</sup> At	経口摂取	全ての化学形	9.4E-11	9.3E-11
	吸入摂取	F	8.5E-10	8.5E-10
		M	1.6E-09	1.6E-09
		S	1.7E-09	1.7E-09
ガスおよび蒸気化合物		5.9E-09	5.9E-09	
<sup>208</sup> At	経口摂取	全ての化学形	7.3E-10	7.3E-10
	吸入摂取	F	1.7E-10	1.7E-10
		M	2.4E-10	2.4E-10
		S	4.6E-10	4.6E-10
ガスおよび蒸気化合物		6.3E-10	6.3E-10	
<sup>209</sup> At	経口摂取	全ての化学形	2.6E-10	2.6E-10
	吸入摂取	F	1.2E-09	1.2E-09
		M	1.8E-09	1.8E-09
		S	1.8E-09	1.8E-09
ガスおよび蒸気化合物		4.7E-09	4.7E-09	
<sup>210</sup> At	経口摂取	全ての化学形	1.9E-09	1.9E-09
	吸入摂取	F	4.0E-09	3.9E-09
		M	3.3E-09	3.2E-09
		S	4.6E-09	4.6E-09
ガスおよび蒸気化合物		7.6E-09	7.5E-09	
	経口摂取	全ての化学形	7.0E-09	6.9E-09

付表 1-1 改良コードと OIR Data Viewer の実効線量係数の比較 (36/36)

核種	摂取経路	化学形または血液への吸収タイプ	実効線量係数 (Sv/Bq)	
			IDCC	Data Viewer
<sup>211</sup> At	吸入摂取	F	5.9E-08	5.8E-08
		M	7.6E-08	7.6E-08
		S	7.6E-08	7.5E-08
		ガスおよび蒸気化合物	1.8E-07	1.7E-07
<sup>212</sup> Fr	経口摂取	全ての化学形	7.6E-08	7.6E-08
	吸入摂取	F	2.7E-09	2.9E-09
		M	4.1E-09	4.1E-09
<sup>222</sup> Fr	経口摂取	全ての化学形	1.3E-10	1.3E-10
	吸入摂取	F	1.9E-08	1.9E-08
		M	2.5E-08	2.5E-08
		S	2.5E-08	2.5E-08
<sup>223</sup> Fr	経口摂取	全ての化学形	3.3E-10	3.3E-10
	吸入摂取	F	2.1E-10	2.1E-10
		M	2.3E-09	2.3E-09
		S	2.9E-09	2.9E-09
	経口摂取	全ての化学形	1.5E-10	1.5E-10

## 付録2 RI数量告示とOIRシリーズの化学形等の比較

### 1) 水素 (Z=1)

付表 2-1 RI数量告示別表第2の放射性同位元素の種類 (化学形) -H-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
元素状水素	可溶性または反応性ガス	吸入
メタン	ガスまたは蒸気	吸入
水	可溶性または反応性ガス	吸入
有機物 (メタンを除く)	可溶性または反応性ガス	吸入
上記を除く化合物	粒子(Type M)	吸入
水	$f_1 = 1.0^*$	経口
有機物 (メタンを除く)	$f_1 = 1.0$	経口
上記を除く化合物	$f_1 = 1.0^*$	経口

\*水の経口摂取は、すぐに体全体に行き渡るという仮定に基づいており、ICRP Publ. 68 では  $f_1 = 1.0$  と記載されているが、実際には小腸内容物→血液という経路は考慮されていない。これを除く経口摂取は、消化管を通じて  $f_1 = 1$  (i.e. 0.99) で血液に吸収されるという計算である。

付表 2-2 OIRシリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -H-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
トリチウム水 (蒸気)	ガスまたは蒸気(Type V)	吸入
トリチウムガス	ガスまたは蒸気(Type V)	吸入
トリチウムメタン	ガスまたは蒸気(Type V)	吸入
特定されないガスまたは蒸気(特定されない有機化合物蒸気を含む)	ガスまたは蒸気 (Type F), $f_A = 0.99$	吸入
有機結合トリチウム (OBT)	粒子(Type F), $f_A = 0.99$	吸入
トリチウム吸蔵 $\text{LaNi}_{4.25}\text{Al}_{0.75}$	粒子(Type F), $f_A = 0.99$	吸入
ガラス破片、発光塗料、トリチウム化チタン、トリチウム化ジルコニウム、全ての特定されていない化合物	粒子(Type M), $f_A = 0.2$	吸入
トリチウム化炭素、トリチウム化ハフニウム	粒子(Type S), $f_A = 0.01$	吸入
可溶性物質 (有機結合トリチウム及びトリチウム吸蔵 $\text{LaNi}_{4.25}\text{Al}_{0.75}$ )	$f_A = 0.99$	経口
生体物質	$f_A = 0.99$	経口
難溶性物質 (ガラス破片、発光塗料、トリチウム化チタン、トリチウム化ジルコニウム、全ての特定されない化合物、トリチウム化炭素、トリチウム化ハフニウム)	$f_A = 0.1$	経口

2) ベリリウム (Z=4)

付表 2-3 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Be-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩以外の化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.005$	吸入
酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.005$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 0.005$	経口

付表 2-4 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Be-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.00005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.005$	経口

3) 炭素 (Z=6)

付表 2-5 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -C-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
蒸気	可溶性または反応性ガス	吸入
一酸化物	可溶性または反応性ガス	吸入
二酸化物	可溶性または反応性ガス	吸入
メタン	ガスまたは蒸気	吸入
有機物 (経口)	$f_1 = 1.0$	経口

付表 2-6 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -C-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
一酸化物	ガスまたは蒸気(Type V)	吸入
二酸化物	ガスまたは蒸気(Type V)	吸入
メタン	ガスまたは蒸気(Type V)	吸入
特定されないガスまたは蒸気	ガスまたは蒸気(Type F), $f_A = 0.99$	吸入
炭酸バリウム	粒子(Type F), $f_A = 0.99$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type F), $f_A = 0.99$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.2$	吸入
元素状炭素、トリチウム化炭素	粒子(Type S), $f_A = 0.01$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.99$	経口

4) フッ素 (Z=9)

付表 2-7 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -F-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
H、Li、Na、Si、P、K、Ni、Rb、Sr、Mo、Ag、Te、I、Cs、Ba、La、W、Pt、Tl、Pb、Po、Fr のフッ化物、Se の無機化合物のフッ化物、Hg の有機化合物のフッ化物及び大部分の六価のウラン化合物 (六フッ化ウラン、フッ化ウラニル等) のフッ化物	粒子(Type F)、 $f_1 = 1.0$	吸入
Mg、Al、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Cu、Ga、Ge、As、Y、Zr、Nb、Tc、Ru、Rh、Pd、Cd、In、Sn、Sb、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Hf、Re、Os、Ir、Au、Bi、Ra、Ac、Th、Pa、Np、Pu、Am、Cm、Bk、Cf、Es、Fm、Md のフッ化物、Hg の無機化合物のフッ化物及び難溶性のウラン化合物 (四フッ化ウラン等) のフッ化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 1.0$	吸入
Be、Sc、Co、Zn、Ce、Pr、Nd、Pm、Yb、Lu、Ta のフッ化物及び不溶性のウラン化合物のフッ化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 1.0$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 1.0$	経口

付表 2-8 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -F-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
特定されないガスまたは蒸気	ガスまたは蒸気(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type M)、 $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての化学形	$f_A = 1.0$	経口

5) ナトリウム (Z=11)

付表 2-9 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Na-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 1.0$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 1.0$	経口

付表 2-10 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Na-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての化学形	$f_A = 1.0$	経口

6) マグネシウム (Z=12)

付表 2-11 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Mg-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、炭化物、ハロゲン化物及び硝酸塩以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.5$	吸入
酸化物、水酸化物、炭化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.5$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 0.5$	経口

付表 2-12 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Mg-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.5$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.1$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.005$	吸入
酸化マグネシウム	$f_A = 0.2$	経口
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.5$	経口

7) アルミニウム (Z=13)

付表 2-13 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Al-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、炭化物、ハロゲン化物、硝酸塩及び金属アルミニウム以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.01$	吸入
酸化物、水酸化物、炭化物、ハロゲン化物、硝酸塩及び金属アルミニウム	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.01$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 0.01$	経口

付表 2-14 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Al-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.003$	吸入
アルミニウム金属	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0006$	吸入
酸化アルミニウム、フッ化物、ボーキサイト鉱石、塩酸塩、硫酸塩、不特定の化学形	粒子(Type S)、 $f_A = 0.00003$	吸入
可溶性形態	$f_A = 0.003$	経口
不溶性形態 (酸化物、水酸化物、硫酸塩、金属)、不特定の化学形	$f_A = 0.0001$	経口

8) ケイ素 (Z=14)

付表 2-15 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Si

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、炭化物及び硝酸塩、アルミノケイ酸ガラスのエアロゾル以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.01$	吸入
酸化物、水酸化物、炭化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.01$	吸入
アルミノケイ酸ガラスのエアロゾル	粒子(Type S)、 $f_A = 0.01$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 0.01$	経口

付表 2-16 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Si-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.5$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.1$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.005$	吸入
二酸化ケイ素及びケイ酸塩	$f_A = 0.01$	経口
オルトケイ酸	$f_A = 0.5$	経口

9) リン (Z=15)

付表 2-17 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -P-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
Sn のリン酸塩以外の化合物	粒子(Type F)	吸入
Sn のリン酸塩	粒子(Type M)	吸入
Sn のリン酸塩以外の化合物	$f_i = 0.8$	経口
Sn のリン酸塩	$f_i = 0.8$	経口

付表 2-18 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -P-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
リン酸ナトリウム (リン酸ソーダ)	粒子(Type F), $f_A = 0.8$	吸入
リン酸イットリウム、リン酸スズ、リン酸亜鉛、全ての特定されない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.16$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S), $f_A = 0.008$	吸入
全ての特定されていない化学形	$f_A = 0.8$	経口

## 10) 硫黄 (Z=16)

付表 2-19 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -S-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
蒸気 (二酸化硫黄を含む)	可溶性または反応性ガス	吸入
二硫化炭素	ガスまたは蒸気	吸入
H、Li、Na、Mg、Al、Si、P、K、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Ni、Ga、Rb、Sr、Zr、Tc、Ru、Rh、Pd、In、Te、I、Cs、Ba、La、Gd、Hf、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、Tl、Pb、Po、Fr、Ac の硫化物と硫酸塩、Cu の無機化合物の硫酸塩、Ge、Mo、Ag、Cd、Sn の硫酸塩、Se の無機化合物の硫化物と硫酸塩、Hg の無機化合物の硫酸塩、Hg の有機化合物の硫化物と硫酸塩及び大部分の六価のウラン化合物の硫化物と硫酸塩	粒子(Type F)	吸入
元素状硫黄 [吸入摂取]、Be、Ca、Sc、Co、Zn、As、Y、Nb、Sb、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Ta、Bi、Ra、Th、Pa、Np、Pu、Am、Cm、Bk、Cf、Es、Fm、Md の硫化物と硫酸塩、Cu の無機化合物の硫化物、Ge、Mo、Ag、Cd、Sn の硫化物、Hg の無機化合物の硫化物及び難溶性、不溶性のウラン化合物の硫化物と硫酸塩	粒子(Type M)	吸入
元素状硫黄	$f_1 = 0.100$	経口
元素状以外の無機化合物	$f_1 = 0.800$	経口
食品中の硫黄	$f_1 = 1.000$	経口
上記を除く化合物		経口

付表 2-20 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -S-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
二酸化硫黄、二硫化炭素、硫化水素、硫化カルボニル、他の特定されない無機ガス、蒸気	ガスまたは蒸気(Type F), $f_A = 0.99$	吸入
他の有機ガス	ガスまたは蒸気(Type F), $f_A = 0.99$	吸入
硫酸セシウム、硫酸ニッケル、硫酸ストロンチウム及び硫酸トリウム	粒子(Type F), $f_A = 0.99$	吸入
硫酸バリウム、全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S), $f_A = 0.01$	吸入
特定されていない無機、有機化合物	$f_A = 0.99$	経口
元素状硫黄及びチオ硫酸塩	$f_A = 0.1$	経口

11) 塩素 (Z=17)

付表 2-21 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Cl-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
H、Li、Na、Si、P、K、Ni、Rb、Sr、Mo、Ag、Te、I、Cs、Ba、La、Gd、W、Pt、Tl、Pb、Po、Fr の塩化物、Se の無機化合物の塩化物、Hg の有機化合物の塩化物及び大部分の六価のウラン化合物の塩化物	粒子(Type F)、 $f_1 = 1.0$	吸入
Be、Mg、Al、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Cu、Zn、Ga、Ge、As、Y、Zr、Nb、Tc、Ru、Rh、Pd、Cd、In、Sn、Sb、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Hf、Ta、Re、Os、Ir、Au、Bi、Ra、Ac、Th、Pa、Np、Pu、Am、Cm、Bk、Cf、Es、Fm、Md の塩化物、Hg の無機化合物の塩化物及び難溶性 (四塩化ウラン等)、不溶性のウラン化合物の塩化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 1.0$	吸入
すべての化合物	$f_1=1.0$	経口

付表 2-22 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Cl-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
特定されないガスまたは蒸気	ガスまたは蒸気(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type M)、 $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての化学形	$f_A = 1.0$	経口

12) カリウム (Z=19)

付表 2-23 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -K-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 1.0$	吸入
すべての化合物	$f_1=1.0$	経口

付表 2-24 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -K-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての化学形	$f_A = 1.0$	経口

13) カルシウム (Z=20)

付表 2-25 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ca-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
全ての化合物	粒子(Type M)	吸入
全ての化合物	$f_1 = 0.3$	経口

付表 2-26 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Ca-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
塩化カルシウム	粒子(Type F)、 $f_A = 0.4$	吸入
全ての特定されていない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.08$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.004$	吸入
全ての特定されていない化学形	$f_A = 0.4$	経口

14) スカンジウム (Z=21)

付表 2-27 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Sc-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.0001$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0001$	経口

付表 2-28 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Sc-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.001$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0002$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.00001$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.001$	経口

15) チタン (Z=22)

付表 2-29 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ti-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、炭化物、ハロゲン化物、硝酸塩及びチタン酸ストロンチウム以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.01$	吸入
酸化物、水酸化物、炭化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.01$	吸入
チタン酸ストロンチウム( $\text{SrTiO}_3$ )	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.01$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.01$	経口

付表 2-30 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Ti-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.001$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0002$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.00001$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.001$	経口

16) バナジウム (Z=23)

付表 2-31 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -V-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、炭化物及びハロゲン化物以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.01$	吸入
酸化物、水酸化物、炭化物及びハロゲン化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.01$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.01$	経口

付表 2-32 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -V-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.2$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.04$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.002$	吸入
メタバナジン酸ナトリウム	$f_A = 0.2$	経口
他の全ての化学形	$f_A = 0.01$	経口

17) クロム (Z=24)

付表 2-33 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Cr-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
ハロゲン化物、硝酸塩、酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.1$	吸入
ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.1$	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.1$	吸入
6 価の化合物	$f_1=0.1$	経口
3 価の化合物	$f_1=0.01$	経口

付表 2-34 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Cr-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.002$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.0001$	吸入
三価状態の Cr(III)	$f_A = 0.01$	経口

18) マンガン (Z=25)

付表 2-35 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Mn-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.1$	吸入
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.1$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.1$	経口

付表 2-36 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Mn-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.05$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.01$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.05$	経口

19) 鉄 (Z=26)

付表 2-37 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Fe-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物及びハロゲン化物以外の化合物	粒子(Type F)	吸入
酸化物、水酸化物及びハロゲン化物	粒子(Type M)	吸入
酸化物、水酸化物及びハロゲン化物以外の化合物	$f_i = 0.100$	経口
酸化物、水酸化物及びハロゲン化物	$f_i = 0.100$	経口

付表 2-38 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Fe-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type F), $f_A = 0.1$	吸入
過塩化鉄、酸化鉄、全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.02$	吸入
腐食生成物	粒子(Type S), $f_A = 0.001$	吸入
全ての特定されていない化学形	$f_A = 0.1$	経口

20) コバルト (Z=27)

付表 2-39 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Co-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩以外の化合物	粒子(Type M)	吸入
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type S)	吸入
酸化物、水酸化物及び無機化合物以外の化合物	$f_i = 0.100$	経口
酸化物、水酸化物及び無機化合物	$f_i = 0.050$	経口

付表 2-40 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Co-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
硝酸コバルト、塩化コバルト	粒子(Type F), $f_A = 0.1$	吸入
全ての特定されていない化合物	粒子(Type M), $f_A = 0.02$	吸入
結合アルミノケイ酸塩 (FAP)、ポリスチレン (PSL)、酸化物	粒子(Type S), $f_A = 0.004$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.1$	経口
不溶性酸化物	$f_A = 0.05$	経口

## 21) ニッケル (Z=28)

付表 2-41 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ni-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
ニッケルカルボニル	可溶性または反応性ガス	吸入
酸化物、水酸化物、炭化物及びニッケルカルボニル以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.05$	吸入
酸化物、水酸化物及び炭化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.05$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.05$	経口

付表 2-42 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Ni-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
ニッケルカルボニル	ガスまたは蒸気(Type F)、 $f_A = 0.05$	吸入
塩化ニッケル、硫酸塩、一硫化物、亜硫化物	粒子(Type F)、 $f_A = 0.05$	吸入
ニッケル金属	粒子(Type M)、 $f_A = 0.01$	吸入
酸化ニッケル	粒子(Type S)、 $f_A = 0.0005$	吸入
可溶性形態 (塩化物、硫酸塩、硫化物を含む) 不特定の化学形	$f_A = 0.05$	経口
ニッケル金属	$f_A = 0.01$	経口
酸化ニッケル	$f_A = 0.0005$	経口

## 22) 銅 (Z=29)

付表 2-43 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Cu-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
硫化物、ハロゲン化物、硝酸塩、酸化物及び水酸化物以外の無機化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.5$	吸入
硫化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.5$	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.5$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.5$	経口

付表 2-44 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Cu-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.5$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.1$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.5$	経口

## 23) 亜鉛 (Z=30)

付表 2-45 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Zn-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
全ての化合物	粒子(Type S)	吸入
全ての化合物	$f_1 = 0.500$	経口

付表 2-46 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Zn-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
酸化物、クロム酸塩	粒子(Type F), $f_A = 0.5$	吸入
硝酸塩、リン酸塩亜鉛、全ての特定されない化合物	粒子(Type M), $f_A = 0.1$	吸入
腐食生成物	粒子(Type S), $f_A = 0.005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.5$	経口

## 24) ガリウム (Z=31)

付表 2-47 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ga-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、炭化物、ハロゲン化物及び硝酸塩以外の化合物	粒子(Type F), $f_1 = 0.001$	吸入
酸化物、水酸化物、炭化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M), $f_1 = 0.001$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 0.001$	経口

付表 2-48 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Ga-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F), $f_A = 0.001$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.0002$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S), $f_A = 0.00001$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.001$	経口

25) ゲルマニウム (Z=32)

付表 2-49 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ge-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、硫化物及びハロゲン化物以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 1.0$	吸入
酸化物、硫化物及びハロゲン化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 1.0$	吸入
すべての化合物	$f_1=1.0$	経口

付表 2-50 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Ge-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての化学形	$f_A = 1.0$	経口

26) ヒ素 (Z=33)

付表 2-51 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -As-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.5$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.5$	経口

付表 2-52 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -As-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.01$	吸入
水溶性化合物	$f_A = 1.0$	経口
土壌中の水不溶性化合物とヒ素	$f_A = 0.3$	経口

## 27) セレン (Z=34)

付表 2-53 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Se-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
元素状セレン、酸化物、水酸化物及び炭化物以外の無機化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.8$	吸入
元素状セレン、酸化物、水酸化物及び炭化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.8$	吸入
元素状セレン及びセレン化物以外の化合物	$f_1=0.8$	経口
元素状セレン及びセレン化物	$f_1=0.05$	経口

付表 2-54 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Se-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
二酸化セレン、セレン酸、元素セレン	粒子(Type F)、 $f_A = 0.8$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.16$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.008$	吸入
セレン化物及び元素セレン	$f_A = 0.05$	経口
他の全ての化学形	$f_A = 0.8$	経口

## 28) 臭素 (Z=35)

付表 2-55 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Br-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
H、Li、Na、Si、P、K、Ni、Rb、Sr、Mo、Ag、Te、I、Cs、Ba、La、Gd、W、Pt、Tl、Pb、Po、Fr の臭化物、Se の無機化合物の臭化物、Hg の有機化合物の臭化物及び大部分の六価のウラン化合物の臭化物	粒子(Type F)、 $f_1 = 1.0$	吸入
Be、Mg、Al、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Cu、Zn、Ga、Ge、As、Y、Zr、Nb、Tc、Ru、Rh、Pd、Cd、In、Sn、Sb、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Hf、Ta、Re、Os、Ir、Au、Bi、Ra、Ac、Th、Pa、Np、Pu、Am、Cm、Bk、Cf、Es、Fm、Md の臭化物、Hg の無機化合物の臭化物及び難溶性、不溶性のウラン化合物の臭化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 1.0$	吸入
すべての化合物	$f_1=1.0$	経口

付表 2-56 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Br-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
特定されないガスまたは蒸気	ガスまたは蒸気(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type M)、 $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての化学形	$f_A = 1.0$	経口

## 29) ルビジウム (Z=37)

付表 2-57 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Rb-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 1.0$	吸入
すべての化合物	$f_1=1.0$	経口

付表 2-58 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Rb-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての化学形	$f_A = 1.0$	経口

## 30) ストロンチウム (Z=38)

付表 2-59 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Sr-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
チタン酸ストロンチウム以外の化合物	粒子(Type F)	吸入
チタン酸ストロンチウム	粒子(Type S)	吸入
チタン酸ストロンチウム以外の化合物	$f_i = 0.3$	経口
チタン酸ストロンチウム	$f_i = 0.010$	経口

付表 2-60 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Sr-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
塩化ストロンチウム、硫酸ストロンチウム、炭酸ストロンチウム	粒子(Type F), $f_A = 0.25$	吸入
全ての特定されていない化学形、燃料破片	粒子(Type M), $f_A = 0.05$	吸入
結合アルミノケイ酸塩 (FAP)、ポリスチレン (PSL)、チタン酸ストロンチウム	粒子(Type S), $f_A = 0.0025$	吸入
チタン酸ストロンチウム	$f_A = 0.01$	経口
他の全ての化学形	$f_A = 0.25$	経口

## 31) イットリウム (Z=39)

付表 2-61 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Y-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type M)	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)	吸入
酸化物及び水酸化物以外の化合物	$f_i = 1.0E-4$	経口
酸化物及び水酸化物	$f_i = 1.0E-4$	経口

付表 2-62 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Y-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
塩化物を含む水溶性化合物	粒子(Type F), $f_A = 1.0E-4$	吸入
酸化物、リン酸塩、全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 2.0E-5$	吸入
結合アルミノケイ酸塩 (FAP)	粒子(Type S), $f_A = 1.0E-6$	吸入
全ての化学形	$f_A = 1.0E-4$	経口

## 32) ジルコニウム (Z=40)

付表 2-63 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Zr-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硝酸塩及び炭化ジルコニウム以外の化合物	粒子(Type F)	吸入
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、及び硝酸塩	粒子(Type M)	吸入
炭化ジルコニウム	粒子(Type S)	吸入
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硝酸塩及び炭化ジルコニウム以外の化合物	$f_i = 0.002$	経口
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、及び硝酸塩	$f_i = 0.002$	経口
炭化ジルコニウム	$f_i = 0.002$	経口

付表 2-64 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Zr-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type F), $f_A = 0.002$	吸入
シュウ酸塩、全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 4.0E-4$	吸入
炭酸塩、酸化物、トリチウム化物	粒子(Type S), $f_A = 2.0E-5$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.002$	経口

## 33) ニオブ (Z=41)

付表 2-65 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Nb-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type M)	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)	吸入
酸化物及び水酸化物以外の化合物	$f_i = 0.010$	経口
酸化物及び水酸化物	$f_i = 0.010$	経口

付表 2-66 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Nb-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type F), $f_A = 0.01$	吸入
シュウ酸塩、全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.002$	吸入
炭酸塩、酸化物	粒子(Type S), $f_A = 1.0E-4$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.01$	経口

34) モリブデン (Z=42)

付表 2-67 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Mo-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
二硫化モリブデン、酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type F)	吸入
二硫化モリブデン、酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)	吸入
二硫化モリブデン以外の化合物	$f_i = 0.800$	経口
二硫化モリブデン	$f_i = 0.050$	経口

付表 2-68 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Mo-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
塩化モリブデン及びモリブデン酸アンモニウム	粒子(Type F), $f_A = 0.9$	吸入
酸化物及び全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.18$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S), $f_A = 0.009$	吸入
硫化物	$f_A = 0.05$	経口
他の全ての化学形	$f_A = 0.9$	経口

35) テクネチウム (Z=43)

付表 2-69 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Tc-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩 以外の 化合物	粒子(Type F)	吸入
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M)	吸入
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩 以外の 化合物	$f_i = 0.800$	経口
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	$f_i = 0.800$	経口

付表 2-70 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Tc-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
過テクネチウム酸塩、Tc-DTPA	粒子(Type F), $f_A = 0.9$	吸入
全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.18$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S), $f_A = 0.009$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.9$	経口

## 36) ルテニウム (Z=44)

付表 2-71 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ru-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
四酸化ルテニウム	四酸化ルテニウム蒸気	吸入
ハロゲン化物、酸化物、水酸化物及び四酸化ルテニウム以外の化合物	粒子(Type F)	吸入
ハロゲン化物	粒子(Type M)	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)	吸入
ハロゲン化物、酸化物、水酸化物及び四酸化ルテニウム以外の化合物	$f_i = 0.050$	経口
ハロゲン化物	$f_i = 0.050$	経口
酸化物及び水酸化物	$f_i = 0.050$	経口

付表 2-72 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Ru-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
四酸化ルテニウム	ガスまたは蒸気(Type F), $f_A = 0.01$	吸入
塩化物、シュウ酸塩	粒子(Type F), $f_A = 0.05$	吸入
クエン酸塩、全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.01$	吸入
二酸化物	粒子(Type S), $f_A = 5.0E-4$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.05$	経口

## 37) ロジウム (Z=45)

付表 2-73 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Rh-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
ハロゲン化物、酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_i = 0.05$	吸入
ハロゲン化物	粒子(Type M)、 $f_i = 0.05$	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)、 $f_i = 0.05$	吸入
すべての化合物	$f_i = 0.05$	経口

付表 2-74 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Rh-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.05$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.01$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.05$	経口

## 38) パラジウム (Z=46)

付表 2-75 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Pd-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
硝酸塩、ハロゲン化物、酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.005$	吸入
硝酸塩及びハロゲン化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.005$	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.005$	経口

付表 2-76 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Pd-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.00005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.005$	経口

## 39) 銀 (Z=47)

付表 2-77 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ag-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
硝酸塩、硫化物、酸化物及び水酸化物以外の化合物並びに金属銀	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.05$	吸入
硝酸塩及び硫化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.05$	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.05$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.05$	経口

付表 2-78 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Ag-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
硝酸銀	粒子(Type F)、 $f_A = 0.05$	吸入
ヨウ化銀	粒子(Type M)、 $f_A = 0.01$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.05$	経口

40) カドミウム (Z=48)

付表 2-79 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Cd-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
硫化物、ハロゲン化物、硝酸塩、酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.05$	吸入
硫化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.05$	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.05$	吸入
すべての無機化合物	$f_1=0.05$	経口

付表 2-80 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Cd-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.05$	吸入
酸化物、塩化物、硫化物、炭酸塩、テールル化物、不特定の化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.01$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.05$	経口

41) インジウム (Z=49)

付表 2-81 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -In-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.02$	吸入
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.02$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.02$	経口

付表 2-82 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -In-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.00005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.005$	経口

## 42) スズ (Z=50)

付表 2-83 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Sn-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
四価スズのリン酸塩、硫化物、酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.02$	吸入
4 価スズのリン酸塩、硫化物、酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.02$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 0.02$	経口

付表 2-84 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Sn-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.02$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.004$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.0002$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.02$	経口

## 43) アンチモン (Z=51)

付表 2-85 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Sb-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硫化物、硫酸塩及び硝酸塩以外の化合物	粒子(Type F)	吸入
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硫化物、硫酸塩及び硝酸塩	粒子(Type M)	吸入
全ての化学形	$f_1 = 0.100$	経口

付表 2-86 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Sb-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
塩化物、酒石酸	粒子(Type F)、 $f_A = 0.05$	吸入
三酸化物、全ての特定されていない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.01$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 5.0E-4$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.05$	経口

## 44) テルル (Z=52)

付表 2-87 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Te-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
蒸気	ガスまたは蒸気	吸入
酸化物、水酸化物及び硝酸塩以外の化合物	粒子(Type F)	吸入
酸化物、水酸化物及び硝酸塩	粒子(Type M)	吸入
酸化物、水酸化物及び硝酸塩以外の化合物	$f_i = 0.300$	経口
酸化物、水酸化物及び硝酸塩	$f_i = 0.300$	経口

付表 2-88 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Te-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
全ての特定されていない化合物 (ガス、蒸気)	ガスまたは蒸気(Type F), $f_A = 0.3$	吸入
塩化テルル及び二酸化テルル	粒子(Type F), $f_A = 0.3$	吸入
元素状テルル、テルル化カドミウム及び全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.06$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S), $f_A = 0.003$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.3$	経口

## 45) ヨウ素 (Z=53)

付表 2-89 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -I-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
蒸気	可溶性または反応性ガス	吸入
ヨウ化メチル	ガスまたは蒸気	吸入
ヨウ化メチル以外の化合物	粒子(Type F)	吸入
全ての化学形	$f_i = 0.100$	経口

付表 2-90 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -I-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
元素状ヨウ素、全ての特定されていない化学形 (ガス、蒸気)	ガスまたは蒸気(Type F), $f_A = 0.99$	吸入
ヨウ化メチル及びヨウ化エチル	ガスまたは蒸気(Type V)	吸入
ヨウ化ナトリウム、塩化セシウムベクター、ヨウ化銀及び全ての特定されていない化学形	粒子(Type F), $f_A = 0.99$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type M), $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S), $f_A = 0.01$	吸入
全ての特定されていない化学形	$f_A = 0.99$	経口

46) セシウム (Z=55)

付表 2-91 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Cs-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
全ての化合物	粒子(Type F)	吸入
全ての化合物	$f_i = 1.000$	経口

付表 2-92 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Cs-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
塩化セシウム、硝酸塩及び硫酸塩	粒子(Type F), $f_A = 0.99$	吸入
照射された燃料の破片、全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S), $f_A = 0.01$	吸入
塩化セシウム、硝酸塩、硫酸塩 ; 全ての特定されていない化学形	$f_A = 0.99$	経口
難溶性の物質 (照射された燃料の破片)	$f_A = 0.1$	経口

47) バリウム (Z=56)

付表 2-93 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ba-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
全ての化合物	粒子(Type F)	吸入
全ての化合物	$f_i = 0.100$	経口

付表 2-94 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Ba-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
塩化バリウム及び炭酸塩	粒子(Type F), $f_A = 0.2$	吸入
硫酸バリウム及び全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.04$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S), $f_A = 0.002$	吸入
水溶性	粒子(Type F), $f_A = 0.2$	経口
不溶性 (硫酸塩及びチタン酸塩)	粒子(Type M), $f_A = 1.0E-4$	経口

## 48) ランタン (Z=57)

付表 2-95 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -La-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 0.0005$	経口

付表 2-96 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -La-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 49) セリウム (Z=58)

付表 2-97 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ce-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物及びフッ化物以外の化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
酸化物、水酸化物及びフッ化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 1.0$	経口

付表 2-98 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Ce-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
フッ化物、水酸化物	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 50) プレセオジウム (Z=59)

付表 2-99 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Pr-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、炭化物及びフッ化物以外の化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
酸化物、水酸化物、炭化物及びフッ化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-100 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Pr-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 51) ネオジウム (Z=60)

付表 2-101 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Nd-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、炭化物及びフッ化物以外の化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
酸化物、水酸化物、炭化物及びフッ化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-102 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Nd-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.5$	経口

## 52) プロメチウム (Z=61)

付表 2-103 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Pm-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、炭化物及びフッ化物以外の化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
酸化物、水酸化物、炭化物及びフッ化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 0.0005$	経口

付表 2-104 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Pm-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
塩化物、酸化物	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 53) サマリウム (Z=62)

付表 2-105 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Sm

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 0.0005$	経口

付表 2-106 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Sm-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
塩化物、酸化物	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 54) ユウロピウム (Z=63)

付表 2-107 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Eu

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 0.0005$	経口

付表 2-108 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Eu-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
硝酸塩、酸化物	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 55) ガドリニウム (Z=64)

付表 2-109 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Gd

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物及びフッ化物以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
酸化物、水酸化物及びフッ化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 0.0005$	経口

付表 2-110 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Gd-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
塩化物、クエン酸塩	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
酸化物	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 56) テルビウム (Z=65)

付表 2-111 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Tb

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-112 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Tb-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
酸化物	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 57) シスプロシウム (Z=66)

付表 2-113 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Dy

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-114 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Dy-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 58) ホルミウム (Z=67)

付表 2-115 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ho-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
不特定の化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-116 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Ho-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 59) エルビウム (Z=68)

付表 2-117 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Er-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-118 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Er-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 60) ツリウム (Z=69)

付表 2-119 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Tm-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-120 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Tm-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
酸化物	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 61) イッテルビウム (Z=70)

付表 2-121 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Yb-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物及びフッ化物以外の化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
酸化物、水酸化物及びフッ化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-122 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Yb-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 62) ルテチウム (Z=71)

付表 2-123 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Lu-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物及びフッ化物以外の化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
酸化物、水酸化物及びフッ化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-124 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Lu-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物及びクエン酸塩を含む水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
二酸化物	粒子、 $f_A = 0.0000005$	吸入
他の特定されていない化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 63) ハフニウム (Z=72)

付表 2-125 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Hf-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、炭化物及び硝酸塩以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.002$	吸入
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、炭化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.002$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.002$	経口

付表 2-126 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Hf-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.002$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0004$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.00002$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.002$	経口

## 64) タンタル (Z=73)

付表 2-127 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ta-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、炭化物、硝酸塩、窒化物及び元素状タンタル以外の化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.001$	吸入
元素状タンタル、酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、炭化物、硝酸塩及び窒化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.001$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.001$	経口

付表 2-128 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Ta-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.001$	吸入
全ての特特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0002$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.00001$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.001$	経口

## 65) タングステン (Z=74)

付表 2-129 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -W-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.3$	吸入
タングステン酸以外の化合物	$f_1=0.3$	経口
タングステン酸	$f_1=0.01$	経口

付表 2-130 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -W-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.5$	吸入
全ての特特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.1$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.005$	吸入
タングステン酸	$f_A = 0.01$	経口
他の全ての化学形	$f_A = 0.5$	経口

## 66) レニウム (Z=75)

付表 2-131 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Re-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.8$	吸入
酸化物、水酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.8$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.8$	経口

付表 2-132 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Re-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.9$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.18$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.009$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.9$	経口

## 67) オスミウム (Z=76)

付表 2-133 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Os-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
ハロゲン化物、硝酸塩、酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.01$	吸入
ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.01$	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.01$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.01$	経口

付表 2-134 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Os-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.002$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.0001$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.01$	経口

## 68) イリジウム (Z=77)

付表 2-135 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ir-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
ハロゲン化物、硝酸塩、酸化物、水酸化物 及び金属イリジウム以外の化合物	粒子(Type F)	吸入
ハロゲン化物、硝酸塩及び金属イリジウム	粒子(Type M)	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)	吸入
全ての化学形	$f_1 = 0.010$	経口

付表 2-136 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Ir-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
塩化イリジウム	粒子(Type F), $f_A = 0.01$	吸入
全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.002$	吸入
元素状イリジウム	粒子(Type S), $f_A = 1.0E-4$	吸入
全ての特定されていない化学形	$f_A = 0.01$	経口

## 69) 白金 (Z=78)

付表 2-137 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Pt-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.1$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.01$	経口

付表 2-138 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Pt-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.002$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.0001$	吸入
可溶性形態	$f_A = 0.01$	経口
金属、酸化物、水酸化物	$f_A = 0.001$	経口

## 70) 金 (Z=79)

付表 2-139 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Au-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
ハロゲン化物、硝酸塩、酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.1$	吸入
ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.1$	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.1$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.1$	経口

付表 2-140 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Au-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.1$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.02$	吸入
エレメンタルゴールド、ゴールドラベルのテフロン	粒子(Type S)、 $f_A = 0.001$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.1$	経口

## 71) 水銀 (Z=80)

付表 2-141 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Hg-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
蒸気	可溶性または反応性ガス	吸入
無機化合物の硫酸塩	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.02$	吸入
無機化合物の酸化物、水酸化物、ハロゲン化物、硝酸塩及び硫化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.02$	吸入
すべての有機化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 0.4$	吸入
すべての無機化合物	$f_1=0.02$	経口
メチル水銀 (有機)	$f_1=1.0$	経口
メチル水銀以外の有機化合物	$f_1=0.4$	経口

付表 2-142 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) Hg-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
水銀蒸気	ガスまたは蒸気(Type F)、 $f_A = 0.094$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.1$	吸入
酸化第二水銀	粒子(Type M)、 $f_A = 0.02$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.001$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.1$	経口

## 72) タリウム (Z=81)

付表 2-143 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Tl-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 1.0$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 1.0$	経口

付表 2-144 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Tl-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての化学形	$f_A = 1.0$	経口

## 73) 鉛 (Z=82)

付表 2-145 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Pb-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
全ての化合物	粒子(Type F)	吸入
全ての化合物	$f_1 = 0.200$	経口

付表 2-146 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Pb-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
二塩化物、二臭化物、二フッ化物、水酸化物、硝酸塩、酸化物、全ての特定されていない化学形	粒子(Type F)、 $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type M)、 $f_A = 0.04$	吸入
鉍物ダスト	粒子(Type S)、 $f_A = 0.002$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.2$	経口

## 74) ビスマス (Z=83)

付表 2-147 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Bi-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
硝酸ビスマス	粒子(Type F)	吸入
硝酸ビスマス以外の化合物	粒子(Type M)	吸入
硝酸ビスマス	$f_i = 0.050$	経口
硝酸ビスマス以外の化合物	$f_i = 0.050$	経口

付表 2-148 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Bi-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type F), $f_A = 0.05$	吸入
全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.01$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S), $f_A = 5.0E-4$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.05$	経口

## 75) ポロニウム (Z=84)

付表 2-149 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Po-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
酸化物、水酸化物及び硝酸塩以外の化合物	粒子(Type F)	吸入
酸化物、水酸化物及び硝酸塩	粒子(Type M)	吸入
全ての化学形	$f_i = 0.100$	経口

付表 2-150 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Po-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type F), $f_A = 0.1$	吸入
塩化物、水酸化物、ガス化されたポロニウム、 全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.02$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S), $f_A = 0.001$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.1$	経口

## 76) アスタチン (Z=85)

付表 2-151 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -At-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
H、Li、Na、Si、P、K、Ni、Rb、Sr、Mo、Ag、Te、I、Cs、Ba、La、Gd、W、Pt、Tl、Pb、Po、Fr のアスタチン化物、Se の無機化合物のアスタチン化物、Hg の有機化合物のアスタチン化物及び大部分の六価のウラン化合物のアスタチン化物	粒子(Type F)、 $f_1 = 1.0$	吸入
Be、Mg、Al、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Cu、Zn、Ga、Ge、As、Y、Zr、Nb、Tc、Ru、Rh、Pd、Cd、In、Sn、Sb、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Hf、Ta、Re、Os、Ir、Au、Bi、Ra、Ac、Th、Pa、Np、Pu、Am、Cm、Bk、Cf、Es、Fm、Md のアスタチン化物、Hg の無機化合物のアスタチン化物及び難溶性、不溶性のウラン化合物のアスタチン化物	粒子(Type M)、 $f_1 = 1.0$	吸入
すべての化合物	$f_1=1.0$	経口

付表 2-152 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -At-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
特定されないガスまたは蒸気	ガスまたは蒸気(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type M)、 $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての化学形	$f_A = 1.0$	経口

## 77) フランシウム (Z=87)

付表 2-153 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Fr-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type F)、 $f_1 = 1.0$	吸入
すべての化合物	$f_1=1.0$	経口

付表 2-154 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Fr-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 1.0$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.2$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.01$	吸入
全ての化学形	$f_A = 1.0$	経口

## 78) ラジウム (Z=88)

付表 2-155 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ra-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
全ての化合物	粒子(Type M)	吸入
全ての化合物	$f_1 = 0.200$	吸入

付表 2-156 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Ra-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
硝酸塩	粒子(Type F), $f_A = 0.2$	吸入
全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.04$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S), $f_A = 0.002$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.2$	経口

## 79) アクチニウム (Z=89)

付表 2-157 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Ac-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
ハロゲン化物、硝酸塩、酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type F), $f_1 = 0.0005$	吸入
ハロゲン化物及び硝酸塩	粒子(Type M), $f_1 = 0.0005$	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S), $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1 = 0.0005$	経口

付表 2-158 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Ac-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
クエン酸塩	粒子(Type F), $f_A = 0.0005$	吸入
塩化物、酸化物	粒子(Type M), $f_A = 0.0001$	吸入
酸化プルトニウム化合物に関連するアクチニウム	粒子(Type S), $f_A = 0.000005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 80) トリウム (Z=90)

付表 2-159 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Th-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type M)	吸入
酸化物及び水酸化物	粒子(Type S)	吸入
酸化物及び水酸化物以外の化合物	$f_1 = 5.0E-4$	経口
酸化物及び水酸化物	$f_1 = 2.0E-4$	経口

付表 2-160 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -Th-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type F), $f_A = 5.0E-4$	吸入
水酸化物	粒子(Type M), $f_A = 1.0E-4$	吸入
酸化物、全ての特定されていない化学形	粒子(Type S), $f_A = 5.0E-6$	吸入
塩化物、クエン酸塩、硝酸塩及び硫酸塩を含む水溶性化合物、フッ化物	粒子(Specific Type), $f_A = 5.0E-5$	吸入
全ての化学形	$f_A = 5.0E-4$	経口

## 81) プロトアクチニウム (Z=91)

付表 2-161 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Pa-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
酸化物及び水酸化物以外の化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
酸化物、及び水酸化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-162 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Pa-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
水酸化物	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
酸化物	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
塩化物、クエン酸塩、フッ化物、硝酸塩、硫酸塩などの水溶性形態	粒子、 $f_A = 0.00005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 82) ウラン (Z=92)

付表 2-163 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -U-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
六フッ化ウラン、フッ化ウラニル、硝酸ウラニル等の六価の化合物	粒子(Type F)	吸入
三酸化ウラン、四フッ化ウラン、四塩化ウラン等の難溶性の化合物	粒子(Type M)	吸入
二酸化ウラン、八酸化三ウラン等の不溶性の化合物	粒子(Type S)	経口
四価のウラン化合物以外の化合物	$f_i = 0.200$	経口
二酸化ウラン、八酸化三ウラン、四フッ化ウラン等の四価の化合物	$f_i = 0.020$	経口

付表 2-164 OIR シリーズの放射性同位元素の種類 (化学形) -U-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
硝酸ウラニル、過酸化ウラン水和物 ( $UO_4$ )、重ウラン酸アンモニウム、三酸化ウラン ( $UO_3$ )	粒子(Type F/M の間), $f_A = 0.016$	吸入
八酸化三ウラン ( $U_3O_8$ )、二酸化ウラン	粒子(Type M/S の間), $f_A = 0.0006$	吸入
ウランアルミナイド (UAIX)	粒子(Type M/S の間), $f_A = 0.002$	吸入
六フッ化ウラン、リン酸トリブチルウラニル	粒子(Type F), $f_A = 0.02$	吸入
アセチルアセトナートウラニル、運動エネルギー弾の使用による劣化ウランのエアロゾル、蒸発した金属ウラン；全ての特定されていない化学形	粒子(Type M), $f_A = 0.004$	吸入
数値のみ (化学形等なし)	粒子(Type S), $f_A = 2.0E-4$	吸入
水溶性の物質	$f_A = 0.02$	経口
難溶性の物質	$f_A = 0.002$	経口

## 83) ネプツニウム (Z=93)

付表 2-165 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Np-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_i$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_i = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_i = 0.0005$	経口

付表 2-166 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Np-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
クエン酸ネプツニウム、シュウ酸塩	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
二酸化ネプツニウム	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
硝酸ネプツニウム	粒子、 $f_A = 0.00035$	吸入
土壌中の水不溶性化合物とヒ素	$f_A = 0.3$	経口

## 84) プルトニウム (Z=94)

付表 2-167 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Pu-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
不溶性の酸化物以外の化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
不溶性の酸化物	粒子(Type S)、 $f_1 = 0.00001$	吸入
硝酸塩及び不溶性の酸化物以外の化合物	$f_1=0.0005$	経口
硝酸塩	$f_1=0.0001$	経口
不溶性酸化物	$f_1=0.00001$	経口

付表 2-168 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Pu-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
クエン酸プルトニウム、プルトニウムトリブチルホスフェート (Pu-TBP)、塩化プルトニウム ( $\text{PuCl}_3$ )	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
硝酸プルトニウム、 $\text{Pu}(\text{NO}_3)_4$	粒子、 $f_A = 0.0001$	吸入
$^{239}\text{Pu}$ 二酸化物、 $^{239}\text{PuO}_2$ 、混合プルトニウム酸化物[( $\text{UO}_2 + \text{PuO}_2$ )または( $\text{U,Pu}$ ) $\text{O}_2$ ]	粒子、 $f_A = 0.000002$	吸入
$^{238}\text{Pu}$ 二酸化物、 $^{238}\text{PuO}_2$ セラミック	粒子、 $f_A = 0.00000005$	吸入
$^{238}\text{Pu}$ 二酸化物、 $^{238}\text{PuO}_2$ 非セラミック	粒子、 $f_A = 0.00001$	吸入
二酸化プルトニウム 1 nm 粒子	粒子、 $f_A = 0.00035$	吸入
可溶性形態 (硝酸塩、塩化物、重炭酸塩)	$f_A = 0.0005$	経口
不溶性形態 (酸化物)	$f_A = 0.00001$	経口
他の全ての化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 85) アメリシウム (Z=95)

付表 2-169 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Am-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-170 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Am-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
クエン酸塩	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
酸化物、塩化物	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
酸化プルトニウムに関連するアメリシウム	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
硝酸アメリシウム	粒子、 $f_A = 0.0003$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 86) キュリウム (Z=96)

付表 2-171 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Cm-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-172 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Cm-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
クエン酸塩	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
酸化・硝酸・塩化キュリウム	粒子、 $f_A = 0.00025$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 87) バークリウム (Z=97)

付表 2-173 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Bk-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-174 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Bk-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
酸化ベリウム	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 88) カリホルニウム (Z=98)

付表 2-175 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Cr-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-176 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Cr-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
塩化物	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
酸化物	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 89) アインスタイニウム (Z=99)

付表 2-177 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Es-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-178 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Es-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
塩化アインスタイニウム	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
アインスタイニウム硝酸塩	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 90) フェルミウム (Z=100)

付表 2-179 RI 数量告示別表第 2 の放射性同位元素の種類 (化学形) -Fm-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_1$ 値等	摂取経路
すべての化合物	粒子(Type M)、 $f_1 = 0.0005$	吸入
すべての化合物	$f_1=0.0005$	経口

付表 2-180 OIR シリーズの放射性同位体元素の種類 (化学形) -Fm-

種類 (化学形)	吸収タイプ、 $f_A$ 値等	摂取経路
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type F)、 $f_A = 0.0005$	吸入
全ての特定されない化学形	粒子(Type M)、 $f_A = 0.0001$	吸入
数値のみ (化学形なし)	粒子(Type S)、 $f_A = 0.000005$	吸入
全ての化学形	$f_A = 0.0005$	経口

## 付録3 外部発表

### 1. 外部発表

#### ・学会発表 2件

- (1) 高橋史明, 真辺健太郎, 「ICRP2007年勧告取入れに伴う被ばく線量評価に係る規制基準値の更新へ向けた調査」, 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会, 九州大学伊都キャンパス (オンラインで参加) .
- (2) 真辺健太郎, 高橋史明, 「内部被ばく線量評価コード簡易版 (ウェブアプリ) の開発」, 日本原子力学会 2023年春の年会, 東京大学駒場キャンパス.

### 2. 発表資料

- 1.に記した2件の学会発表について、発表資料を次ページより示す。

①

PA-16

## ICRP2007年勧告取入れに伴う被ばく線量評価に係る 規制基準値の更新へ向けた調査



高橋史明, 真辺健太郎  
日本原子力研究開発機構

第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会(令和4年11月)

②

### 背景・目的

- 国際放射線防護委員会(ICRP)では、現在の国内における放射線規制で基本としている1990年勧告に置き換わる新しい基本勧告となる2007年勧告を公開
- 放射線規制へ2007年勧告を取り入れた場合、被ばく線量評価に係る規制基準値の更新が予想



規制基準値の更新における論点の整理等を目的として、  
2007年勧告に準拠する被ばく線量評価データ等を調査

### 調査内容

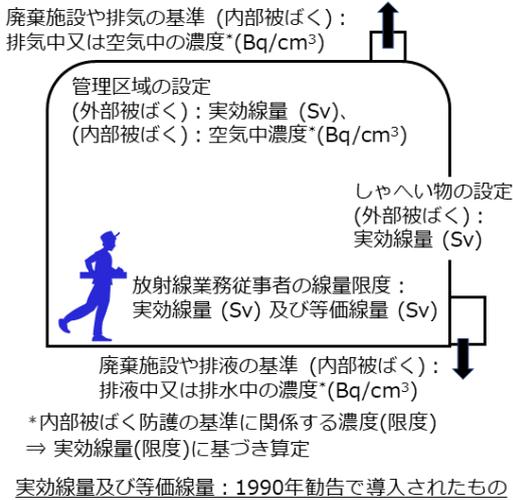
- 現行の1990年勧告を基本とする放射線規制の改正当時の経緯(Web等での公開資料を参照)
- 2007年勧告に準拠する被ばく線量評価(線量評価に係るモデルやデータを含むICRP刊行物等)
- 近年(2007年勧告の公開後)における線量評価に関する国際的な検討等の動向



第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会(令和4年11月)「ICRP2007年勧告取入れに伴う被ばく線量評価に係る規制基準値の更新へ向けた調査」

③ 現行の1990年勧告を基本とする放射線規制-1(防護基準に適用される諸量、被ばく線量の測定及び算定)

原子力施設や放射線施設等における放射線防護基準に適用される諸量



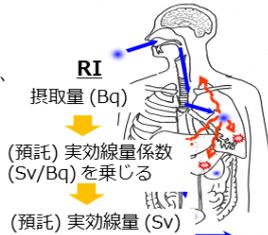
外部被ばく線量の測定及び算定



- 1cm深さにおける個人線量当量Hp(10)を測定し、これを実効線量Eと評価(Hp(10)はEを安全側に評価)
- エリアモニタリングでは、周辺線量当量H\*(10)等を測定  
Hp(10)、H\*(10):国際放射線単位測定委員会(ICRU)が定義する実用量  
(国内の規制では1センチメートル線量当量と呼称)

内部被ばく線量の測定及び算定

- 体外計測、バイオアッセイ等により、体内や排泄物中放射エネルギーを測定
- 測定結果から摂取した放射性核種の放射エネルギーを推定
- 摂取量(放射能)に実効線量係数を乗じて、(予測)実効線量を算出



(JAEA) 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会(令和4年11月)「ICRP2007年勧告取入れに伴う被ばく線量評価に係る規制基準値の更新へ向けた調査」

④ 現行の1990年勧告を基本とする放射線規制-2(実効線量の評価に係る技術的基準)

実効線量評価に係る技術的基準⇒「告示:放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」(RI数量告示)で規定

しゃへいの設置等の計算・評価における外部被ばくによる実効線量の算出、これに適用する基準

- ・Eックス線又はガンマ線(光子)  $E = f_x \times D$   
E: 実効線量 (単位 シーベルト)  
 $f_x$ : RI数量告示別表第5(右表)に掲げる値  
D: 空気カーマ (単位 グレイ)
- ・中性子線  $E = f_n \times \Phi$   
E: 実効線量 (単位 シーベルト)  
 $f_n$ : RI数量告示別表第6(右表)に掲げる値  
 $\Phi$ : 中性子フルエンス (単位 個毎平方センチメートル)

RI数量告示別表第5 自由空気中の空気カーマが1グレイである場合の実効線量

第1欄 エネルギー(MeV)	第2欄 実効線量 (Sv)
0.010	0.00653
0.015	0.0402
...	...
10.000	0.990

RI数量告示別表第6 自由空気中の中性子フルエンスが1平方センチメートルあたり10<sup>12</sup>個である場合の実効線量

第1欄 エネルギー(MeV)	第2欄 実効線量 (Sv)
1.0×10 <sup>-9</sup>	5.24
1.0×10 <sup>-8</sup>	6.55
...	...
2.0×10 <sup>1</sup>	480

何れも、ICRP Publ. 74を参照

内部被ばくによる実効線量の算出に適用し、空気中濃度限度等を定める基準

RI数量告示別表第2 放射線同位元素の種類が明らかで、かつ、一種類である場合の空気中濃度限度等 (Cs-137の部分)

第1欄		第2欄	第3欄	第4欄	第5欄	第6欄
放射性同位元素の種類	核種	吸入摂取した場合の実効線量係数 (mSv/Bq)	経口摂取した場合の実効線量係数 (mSv/Bq)	空気中濃度限度 (Bq/cm <sup>3</sup> )	排気中又は空気中の濃度限度 (Bq/cm <sup>3</sup> )	排液中又は排水中の濃度限度 (Bq/cm <sup>3</sup> )
	<sup>137</sup> Cs	6.7×10 <sup>-6</sup>	1.3×10 <sup>-5</sup>	3×10 <sup>-3</sup>	3×10 <sup>-5</sup>	9×10 <sup>-2</sup>

ICRP Publ. 68等の数値を参照 第4欄はICRP Publ. 68等、第5,6欄はICRP Publ. 72等の実効線量係数と実効線量限度に基づき算出

(JAEA) 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会(令和4年11月)「ICRP2007年勧告取入れに伴う被ばく線量評価に係る規制基準値の更新へ向けた調査」

2007年勧告に準拠する被ばく線量評価-1(放射線防護のための諸量、職業被ばくにおける実効線量の算定) ⑤

2007年勧告に準拠する放射線防護のための諸量の定義

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

$D_{T,R}$ : 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),  
 $H_T$ : 臓器・組織Tの等価線量 (Sv),  $E$ : 実効線量 (Sv),  $w_R$ : 放射線加重係数,  $w_T$ : 組織加重係数

他に、内部被ばくのための線量として、 $H_T(t)$ : 預託等価線量 (Sv),  $E(t)$ : 預託実効線量 (Sv)

2007年勧告において、等価線量や実効線量の定義や概念は1990年勧告から変更なし  
 (引き続き、実効線量等で線量限度を提示)

2007年勧告が示す職業被ばくに対する実効線量の算定(評価)方法

$$E \cong H_p(10) + E(50) \quad (\text{Publ. 103, B202段落, B.5.5式})$$

$H_p(10)$ : 外部被ばくからの個人線量当量 (エリアモニタリングに用いる線量を含め、実用量は1990年勧告から変更なし)

$E(50)$ : 下式で導出される内部被ばくからの預託実効線量

$$E(50) = \sum_j e_{j,inh}(50) \cdot I_{j,inh} + \sum_j e_{j,ing}(50) \cdot I_{j,ing}$$

$e_{j,inh}(50)$ : 放射性核種jの吸入摂取に対する預託実効線量係数,  $I_{j,inh}$ : 吸入摂取による放射性核種jの放射能摂取量

$e_{j,ing}(50)$ : 放射性核種jの経口摂取に対する預託実効線量係数,  $I_{j,ing}$ : 経口摂取による放射性核種jの放射能摂取量

1990年勧告の考え方を踏まえた現行の法令等で定める算定方法と同様

(JAEA) 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会(令和4年11月)「ICRP2007年勧告取入れに伴う被ばく線量評価に係る規制基準値の更新へ向けた調査」

2007年勧告に準拠する被ばく線量評価-2(実効線量の評価で基本となるモデルやデータ等) ⑥

2つの加重係数の数値の変更、実効線量の導出法の明確化、基本となるモデルやデータの見直し(下表、関係する刊行物等)

実効線量等の導出に用いるモデルやデータ等を含むICRP刊行物(1990年勧告準拠、2007年勧告準拠)

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係するもの</b>		
線量の定義、放射線加重係数、組織加重係数、実効線量の導出等	Publ. 60	Publ. 103
体重、組織・重量の質量データ(標準人)	Publ. 23	Publ. 89
線量計算用人体モデル	なし*1	成人: Publ. 110, 小児: Publ. 143
<b>内部被ばく線量評価に関係するもの</b>		
核崩壊データ	Publ. 38	Publ. 107
比吸収割合(SAF) データ	Publ. 30 (電子、α粒子のみ)*2	成人: Publ. 133, 小児(公衆): 検討中(ドラフト公開)
ヒト呼吸気道モデル、エアロソルの沈着モデル(吸入摂取時の初期値)	Publ. 66	Publ. 66, 130
ヒト胃腸管モデル	Publ. 30	Publ. 100
全身体内動態モデル(元素固有のモデル)	Publ. 30, 56, 67, 69, 71	作業員: Publ. 134, 137, 141, 151 年齢依存モデル: 検討中

\*1 オークリッジ国立研究所によるMIRD型ファントム(数学ファントム)、これに類するファントムが適用

\*2 光子: ORNL/TM-12351、中性子: Dillmanら(Health Phys. 29(1975)111)及びFordら(Health Phys. 33(1977)35-43)を参照

線量評価に用いるモデルやデータ等の見直しにより、現行のRI数量告示の別表で参照した外部被ばく防護のための実効線量換算係数(Publ.74)、内部被ばく線量評価に用いる実効線量係数(Publ.68及びPubl.72)も改定

(JAEA) 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会(令和4年11月)「ICRP2007年勧告取入れに伴う被ばく線量評価に係る規制基準値の更新へ向けた調査」

## 2007年勧告に準拠する被ばく線量評価-3(外部被ばくに対する放射線防護のための換算係数)

⑦

### ICRP Publ. 116 : 2007年勧告に準拠する換算係数(1990年勧告に準拠のPubl. 74に置き換わるもの)

- Publ.103で与えられた実効線量の導出法、同じ成人ファントム (Publ. 110) を利用した計算結果に基づくデータ整備
- 第1計算と確認を行う第2計算、多くの条件では更なる確認計算  
⇒Publ. 74と比較して、**統一性があり、品質が保証された換算係数データを整備**
- データは単位フルエンスあたり(Sv cm<sup>2</sup>)で提供(10 MeV以下の光子、単位空気カーマ当たり (Sv/Gy) でも提供)  
⇒**光子 (10 MeV以下) 及び中性子 (20 MeV以下) は、現行のRI数量告示の別表第5及び第6と同様**
- 宇宙利用や高エネルギー加速器における防護対象となる放射線への対応⇒**放射線種やエネルギー範囲が拡張 (下表)、ICRU Report 57(Publ.74)の実用量が拡張された高エネルギー領域を中心に新しい換算係数に基づく実効線量を過小評価**

#### Publ. 74で実効線量への換算係数を与えている 粒子種及びエネルギー範囲

粒子種	エネルギー
光子	10keV ~ 10 MeV
中性子	0.001 eV ~ 180 MeV
電子	50 keV ~ 10 GeV

Publ.74 : ICRU Report 57と同じ内容で、現行の国内の放射線規制で測定対象としている1センチメートル当量が基本とした実用量のデータも提示

#### Publ. 116で実効線量への換算係数を与えている 粒子種及びエネルギー範囲

粒子種	エネルギー
光子	10 keV ~ 10 GeV
中性子	0.001 eV ~ 10 GeV
電子, 陽電子	50 keV ~ 10 GeV
陽子	1 MeV ~ 10 GeV
π中間子(-, +)	1 MeV ~ 200 GeV
μ粒子(-, +)	1 MeV ~ 10 GeV
Heイオン	1 MeV/u ~ 100 GeV/u

### 高エネルギー放射線を取り扱う施設における線量管理の議論が必要になる可能性



第4回日本保健物理学学会・日本放射線安全管理学会合同大会(令和4年11月)「ICRP2007年勧告取入れに伴う被ばく線量評価に係る規制基準値の更新へ向けた調査」

## 2007年勧告に準拠する被ばく線量評価-4(作業者の内部被ばく評価に用いる実効線量係数)

⑧

### OIR(Occupational Intake of Radionuclides) Part 2 (Publ.134), Part 3 (Publ.137), Part 4 (Publ.141), Part 5 (Publ.151): 作業者の内部被ばく線量評価に用いる2007年勧告準拠の線量係数等を提示(1990年勧告に準拠のPubl. 68に置き換わるもの)

一方、1990年勧告に準拠のPubl.72に置き換わる公衆の内部被ばく評価に用いる実効線量係数は検討中

#### OIR シリーズ : ICRP Publ.68 から放射性同位元素の種類(核種と化学形等)が変更

**核種** : Publ. 107\*に掲載されている半減期10分以上の核種を掲載

- Publ. 107に含まれる半減期10分未満の核種 : 309核種 (うち、**105核種が現行のRI数量告示へ掲載**)
- RI数量告示に掲載されPubl. 107に未掲載 : 16核種

\*Publ. 107 : 線量計算のための核壊変データ

**化学形等** : 最新の知見に基づく見直し(下記、Cs-137の例)

#### Publ. 68 (RI数量告示が参照)における Cs-137の実効線量係数 (AMAD = 5 μm)

摂取	物質名	血液への吸収タイプ または f <sub>A</sub> 値	実効線量係数 (mSv/Bq)
吸入	全ての化合物	粒子 (Type F)	9.3×10 <sup>-6</sup>
経口	全ての化合物	f <sub>A</sub> =0.99	1.4×10 <sup>-5</sup>

#### Publ. 137 (OIR part3) におけるCs-137の実効線量係数 (AMAD = 5 μm)

摂取	物質名	血液への吸収タイプ または f <sub>A</sub> 値	実効線量係数 (mSv/Bq)
吸入	塩化物、硝酸塩及び硫酸塩	粒子 (Type F)	9.3×10 <sup>-6</sup>
	照射された燃料の破片; 全ての特定されない化学形等	粒子 (Type M)	5.6×10 <sup>-6</sup>
経口	<b>数値のみ (化学形等の記載なし)</b>	<b>粒子 (Type S)</b>	<b>5.1×10<sup>-5</sup></b>
	塩化物、硝酸塩及び硫酸塩; 全ての特定されない化学形等	f <sub>A</sub> =0.99	1.4×10 <sup>-5</sup>
	比較的非溶解性(難溶性)の化学形、 照射された燃料の破片	f <sub>A</sub> =0.1	1.6×10 <sup>-6</sup>

OIRシリーズでは、物質名(化学形等)が空欄の  
摂取条件に対しても、実効線量係数を付与

### 国内の作業環境における放射性同位元素の様態とOIR シリーズ掲載の個々のデータの適合性の精査も必要



第4回日本保健物理学学会・日本放射線安全管理学会合同大会(令和4年11月)「ICRP2007年勧告取入れに伴う被ばく線量評価に係る規制基準値の更新へ向けた調査」

## 近年(2007年勧告の公開後)における線量評価に関する国際的な検討等の動向

⑨

- ・ ICRU Report 95「外部放射線被ばくのための実用量」(2020)  
実効線量等の防護量を旧来よりも適切に評価するため、新たな外部被ばくモニタリングのための実用量を提示
- ・ ICRP Publ.147「放射線防護における線量の使用」(2021)  
Publ.103で扱った線量の説明を強化し拡張、さらに健康リスクに関連した線量の使用法を明確化  
⇒ “吸収線量が組織反応を防止するための制限に使用する最適な線量、等価線量は実効線量の計算過程の中間的な量”を提言  
ref.) 甲斐, 保健物理, 56(3), p.133-144, (2021)

### ICRU Report 57及びReport 95の実用量と防護量の関係

Report 番号	実効線量と関係づけられる測定量の定義	組織反応を防止するための測定量の単位
ICRU Report 57 (ICRP Publ. 74)	簡易形状のファントム中の1点(1 cm深さ)における線量当量 ⇒ 高エネルギー領域で、Publ. 116に基づく実効線量を過小評価	線量当量(シーベルト, Sv) ⇒ 2007年勧告に準拠する組織反応を防止するための等価線量と関係づけ
ICRU Report 95	標準ファントム(Publ. 110)に基づく実効線量と直接関連 ⇒ Publ. 116に基づく実効線量とほぼ同じ値	吸収線量(グレイ, Gy) ⇒ ICRP(TG118)では、組織反応に対する放射線の重み付けに関する検討が進捗中

- ・ “Keeping the ICRP recommendations fit for purpose” (by C. Clement et al, J. Radiol. Prot., 41, 1390-1409, 2021)  
次期主勧告が公開後、組織反応を防止するための防護量と外部被ばくモニタリングに用いる量と同じタイムスケールで導入

今後の基準値の見直しでは、2007年勧告公開以降の次期主勧告の策定等へ向けた検討や動向も注視し、情報を整理することが有益

(JAEA) 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会(令和4年11月)「ICRP2007年勧告取入れに伴う被ばく線量評価に係る規制基準値の更新へ向けた調査」

## まとめ

⑩

- ・ 2007年勧告において、1990年勧告で導入した実効線量や等価線量の定義や概念は変更なく、引き続き線量限度等をこれらの量で定めている。
- ・ 2007年勧告が与える職業被ばくに対する実効線量の算定(評価)方法についても、1990年勧告の考え方を踏まえた現行の法令等で定める算定方法と同様である。
- ・ 一方、実効線量等の導出に用いる加重係数の数値、基本となる線量評価モデルやデータ等の見直しがあり、線量評価に用いる換算係数や線量係数データが改定されている。
- ・ 改定された線量評価用データ(Publ. 116の換算係数、OIRシリーズの線量係数等)を参照して、国内の被ばく線量評価に係る規制基準値を更新する場合、放射線施設等における被ばくの状況を鑑みたデータの採否の検討が重要になる。
- ・ 2007年勧告が公開されて以降の次期主勧告の策定等へ向けた検討や動向も注視して、情報を整理することは有益となる

### 謝辞

本発表は、原子力規制庁「令和4年度放射線対策委託費(被ばく線量評価コードの開発)事業」により得られた成果を含む。

(JAEA) 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会(令和4年11月)「ICRP2007年勧告取入れに伴う被ばく線量評価に係る規制基準値の更新へ向けた調査」

2B14

## 内部被ばく線量評価コード簡易版 (ウェブアプリ) の開発

○真辺 健太郎、高橋 史明



日本原子力研究開発機構

未来へげんき  
To the Future / JAEA

本発表は、原子力規制庁「令和4年度放射線対策委託費 (被ばく線量評価コードの開発) 事業」により得られた成果を含みます。

日本原子力学会2023年春の年会@東京大学駒場キャンパス  
令和5年3月14日 (火)

1

## 背景

国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007年勧告の放射線安全基準への取入れ

- 内部被ばくに対する防護基準値 (濃度限度) の見直し  
⇒ 2007年勧告に準拠した線量係数\*が必要  
\*放射性核種 1 Bq摂取あたりの預託実効線量
- 事業所等における2007年勧告に準拠した被ばく線量評価・管理  
⇒ 同勧告に基づく被ばく評価が可能なツールが必要



H29~R2年度 原子力規制庁 放射線安全規制研究戦略的推進事業  
内部被ばく線量評価コードを開発

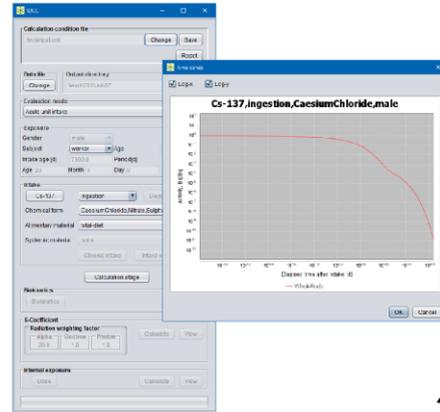
2

## 内部被ばく線量評価コード (フル機能版)

- 線量係数計算機能
  - 任意の摂取条件に対する線量係数の計算
  - 線量評価用モデル・データの編集が可能
- 核種摂取量推定機能
  - 内部被ばくモニタリングの結果から摂取量を推定
  - 様々な摂取シナリオ、複数のモニタリング手法の同時考慮に対応
- グラフィカルユーザインタフェース (GUI)
  - 両機能を統合

- ✓ 高機能・専門家向け
- ✓ 利用許諾が必要\*

\*R5年3月下旬、高度情報科学技術研究機構  
原子力コードセンターを通じて提供開始予定



3

## コード簡易版の開発

よりシンプルで容易に利用可能な簡易版へのニーズ

- 線量限度遵守の確認、防護計画の立案
  - 線量係数評価：ICRPの既定条件のみ計算可能
  - 核種摂取量推定：1回の急性摂取に対し、1個のモニタリング結果からの線量評価
- 線量評価・放射線防護に関する大学講義等での活用



- 令和3年度事業  
内部被ばく線量評価に関する国内の専門家に  
意見聴取して策定  
⇒ ウェブアプリとして開発

- 令和4年度事業  
簡易版(ウェブアプリ)プロトタイプ(β版)を開発

4

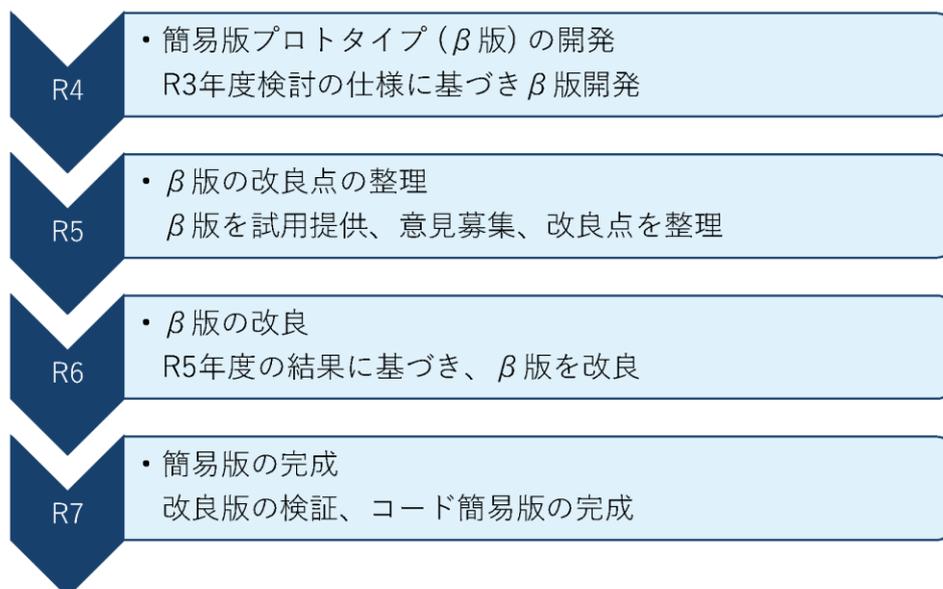
## ウェブアプリの概要

- 摂取条件：ICRPの既定条件のみ
- 計算に使用するモデルやデータ：編集不可
- 対応核種：主要63種  
放射性核種の職業上の摂取 (OIR) シリーズの本文収録核種 + MONDAL収録核種
- 摂取シナリオ：急性摂取のみ
- 摂取経路：経口摂取、吸入摂取
- 出力情報：
  - 線量係数
  - 体内残留率 (全身・肺 ( $\alpha$  核種の吸入摂取)・甲状腺 (ヨウ素の摂取))
  - 排泄率 (尿・糞)
  - モニタリング値あたりの線量データ
- 摂取量推定：1回のモニタリング結果の入力に対し、単純な比例計算
- 被ばく線量：推定摂取量に線量係数を乗じて表示

5

(ここでウェブアプリ  $\beta$  版の実演)

## コード簡易版の開発計画



6

## まとめ

- 内部被ばく線量評価コードの簡易版(ウェブアプリ)のβ版を開発
- 令和5年度にβ版の試用提供、意見募集、改良点の整理を実施
- 改良等を経て令和7年度に完成させる計画

β版の試用、意見募集にご協力頂ける方はご連絡ください  
manabe.kentaro@jaea.go.jp

## 付録 4 検討委員会

本事業では、検討委員会会合を 2 回開催した。以下に、各会合の議事録を示す。

令和4年度第1回被ばく線量評価コードの開発に関する検討委員会 議事録

1. 日時

令和4年9月27日（火）13時30分～14時55分

2. 場所

日本原子力研究開発機構 東京事務所 第1会議室（東京都千代田区）及び  
オンライン（WebEx）

3. 出席者（敬称略）

（委員長）細田正洋

（委員）沖雄一、谷幸太郎、福田直子、吉田浩子

（幹事）高橋史明

（事務局）真辺健太郎

（オブザーバ）高橋知之、森泉純、伊豆本幸恵、中畠純也、辰巳秀爾

（オブザーバ・オンライン）荻野晴之、喜多充、鈴木亜紀子、三浦弘靖

4. 議題

- 1) 令和4年度事業の計画について
- 2) 内部被ばく線量評価コードの高度化について
- 3) コード簡易版（ウェブアプリ）の開発について
- 4) 規制改正用基準値の整備について
- 5) その他

5. 資料

配付資料 R4 開-1 第1回委員会説明資料

参考資料 令和4年度委員会名簿

## 6. 議事要旨

議題毎に事務局より内容を説明し、それぞれについて以下のような質疑応答、コメント等があった。

### 議題 1) 令和 4 年度事業の計画について

質問：簡易版（ウェブアプリ）とその基となったコードの機能の違いは何か。

回答：基のコードとなるフル機能版は、線量評価で使用するモデルやデータを編集可能で、様々な摂取条件について評価可能となっている。一方、簡易版は、ICRP が定める基本的な摂取条件のみについて計算、被ばく評価ができるよう機能を絞っている。

質問：令和 5 年度に公衆に対するモデルやデータが刊行されることを前提に計画が立てられているが、公衆のデータが出る時期等の見通しはあるか。もし令和 5 年度に刊行されなかった場合、全体の計画に影響は出ないか。

回答：公衆のデータの第一部については、今年度中にドラフトが公開される見込みという情報がある。確定版が刊行される時期は見通せないが、ドラフトの内容を確認することで、コードの修正が必要かどうか等の検討を進めていくことができると考えている。

質問：OIR 未収録核種への対応が計画に含まれているが、コードで計算した数値の検証はどのように実施するか。

回答：線量係数の計算方法は同じであるので、OIR に収録されている核種の数値をコードが精度よく再現することを以てコードの信頼性が担保できると考えている。また、他の核種との線量係数の違いを合理的に説明することも検証方法の一つと考えている。

### 議題 2) 内部被ばく線量評価コードの高度化について

質問：年齢群毎の線量係数の計算における積算期間の開始時期について、例えば 5 歳の線量係数は 3 歳から 8 歳まで適用するが、計算は 5 歳で摂取したとして計算するのか。

回答：線量係数の算出においてはそのとおり。

質問：8 月にドラフトが公開されたメッシュファントムは、ボクセルファントムとは何が違うのか。

回答：ボクセルファントムはボクセルという微小な直方体を積み上げる形で人体モデルを形成している。2007 年勧告に準拠した線量係数は、ボクセルファントムに基づく SAF を使って計算することとなっている。一方、メッシュファントムは、ポリゴンで表現された四面体を使って形成された人体モデルである。四面体メッシュは大きさを自由に変形可能であるので、大きい組織や臓器は大きな領域で、細かい形状の組織は小さいメッシュを使って表現することが可能となっている。ただし、2007 年勧告に準拠した線量係数計算では、メッシュファントムは使用しない。

質問：小児の計算では、計算の時間刻み毎に動態モデルを内挿して計算するが、SAF についても同様の刻み幅毎に内挿するのか。

回答：時間刻み毎に S 値を内挿し、等価線量率を積分する形で預託線量を算出するので、実質的にそのとおりとなる。

質問：S 値の内挿方法を比較しているが、内挿された値の妥当性はどのように判断できるのか。

回答：ドラフトで例示されたトリチウムの場合、放出されるβ線のエネルギーが非常に低く、放出エネルギーのほとんどがその場で吸収されると仮定できることから、S 値は質量の逆数にほぼ比例するといえる。ドラフトの図は、0 歳から 1 歳までの標準体重データを参照すると、提案する内挿法が体重データから推定される S 値を再現することが確認できた、ということを示している。しかしながら、線源と標的が離れている場合などは検証の方法がないというのが実情である。

質問：PCHIP で内挿するとはどういう意味か。

回答：PCHIP は内挿法の一つで、データ間の単調性を保持する内挿法のひとつである。SAF データは、あるエネルギーまでは値が 0 で、しきい値を超えると 0 でないデータとなるケースが多い。この場合、データを 3 次スプライン補間すると、データの立ち上がりところで負の値になるなど問題が生じる場合がある。PCHIP は、そのような問題を発生させずに滑らかに補間することができるので、採用されたと推察される。

議題 3) コード簡易版（ウェブアプリ）の開発について

質問：簡易版を実際にどういう局面で使用するのか。実際の放射線管理の記録として使用してよいのか。

回答：ウェブアプリは「教育目的」で公開すると明示する予定である。

コメント：結果を表示するときの単位として、Sv の他に mSv や  $\mu$ Sv 等を選択できるとよい。

議題 4) 規制改正用基準値の整備について

コメント：2007 年勧告準拠の内部被ばく線量係数の計算方法について、複数の標的領域から成る組織の等価線量の算出における加重割合や、残りの組織の等価線量の算出における加重方法の違いなど、明記した方がよいのではないか。

回答：報告書ではより詳細に記載するようにする。

質問：今後の課題として実用量と防護量の関係について言及があったが、新しい実用量への切替えのタイミングについて、何か情報は得ているか。

回答：実用量に関する他の課題として、組織反応が問題となる皮膚や水晶体の線量限度を等価線量から吸収線量に見直したことも挙げられる。一方、組織反応の線量限度の吸収線量への変更をはじめとして、新しい防護量と実用量の検討は進捗中ということもあり、ICRP の論文（JRP 誌、ICRP 勧告の目的適合性の維持）では、2007 年勧告の次期主勧告に合わせて実用量に関する見直しを行うとしている。

コメント：2007 年勧告の取入れに関する法令の改正は放射線審議会においてすでに議論が開始されており、線量係数の公開が遅れている内部被ばくのデータが一通りそろってから、外部被ばくと内部被ばく同時に行うとしている。一方で、緊急時の被ばく医療等においては、従来の評価法の適用により過小評価とならないよう、新しい評価法を適切に活用するという方針が確認されている。実用量については、国内の関連学会での議論や測定器メー

カーでの検討状況、ISO 等の国際機関の動向を踏まえて、検討を進めていくこととしている。1990年勧告取入れ時の議論について、もっと報告があった方がよい。

回答：報告書では、課題となる部分を整理してとりまとめる。

質問：ICRPの公衆のデータが遅れているのであれば、国内で独自に計算することはできないのか。

回答：放射性核種の体内動態について年齢依存のデータを収集し、モデル化することが必要となり、多種多様な元素について網羅的にモデル化することは現実的でないと考えている。

コメント：独自に計算できたとしても、そのデータを法令に取入れるかどうかは別問題ではないか。

回答：ICRPのデータを取り入れるという基本方針の下で、ICRPと同じ計算方法で不足しているデータを評価することが役割と考えている。

コメント：OIRシリーズで提供されている線量係数のうち、対応する化学形がない摂取条件については、告示に掲載する必要はないと考える。告示の数値は防護を目的としており、デフォルトの摂取条件で評価した場合に線量限度を十分下回るかどうかを確認できればよい。線量限度を上回る可能性がある場合は、化学形を特定し、個人の特性等を可能な限り取り入れた専門的な評価が必要になってくるが、告示でそこまで想定した数値を掲載する必要はないと考える。

質問：Publ. 107にデータが含まれていない核種に対する線量係数評価は、動態に関してはすでにデータが確立されていて、崩壊データが用意できれば実施可能ということか。

回答：そのとおり。

質問：ラドンは告示別表には含まれているが、この事業では対象としないか。

回答：OIRシリーズにラドンの動態データ等は含まれているが、線量評価という観点では他の元素と異なる方法となっている。1990年勧告を基本とする現行の告示においても、Publ. 65のデータが取り入れられており、他の元素と扱いが異なっている。

#### 議題5) その他

事務局より、学会発表と2回目の審議について報告があった。

学会発表は2件予定しており、保健物理学会・安全管理学会合同大会では規制基準値の改正に関する調査について、原子力学会・春ではウェブアプリの開発について発表する旨報告があった。

本事業の委員会は年度内に1回程度開催となっており、年度末のとりまとめに向けた報告と審議をメールベースで実施する予定としていた。一方で、普及事業もJAEAで実施することとなり、委員会を併催することで開催に係る旅費を半減させることができたため、予算的には対面での2回目の開催が可能な状況であることから、今後の進捗状況等も踏まえて2回目の開催方法について検討する旨報告された。

以上

令和4年度第2回被ばく線量評価コードの開発に関する検討委員会 議事録

1. 日時

令和5年2月21日（火）9時30分～10時25分

2. 場所

日本原子力研究開発機構 東京事務所 第7会議室（東京都千代田区）及び  
オンライン（WebEx）

3. 出席者（敬称略）

（委員長）細田正洋（オンライン）

（委員）沖雄一、谷幸太郎、福田直子（オンライン）、吉田浩子（オンライン）

（幹事）高橋史明

（事務局）真辺健太郎

（オブザーバ）高橋知之、森泉純

（オブザーバ・オンライン）荻野晴之、伊豆本幸恵、中畠純也、喜多充、辰巳秀爾、  
鈴木亜紀子、三浦弘靖

4. 議題

- 1) 内部被ばく線量評価コードの高度化について
- 2) コード簡易版（ウェブアプリ）の開発について
- 3) 規制改正用基準値の整備について
- 4) その他

5. 資料

配付資料 R4 開-2 第2回委員会説明資料

## 6. 議事要旨

議題毎に事務局より内容を説明し、それぞれについて以下のような質疑応答、コメント等があった。

### 議題 1) 内部被ばく線量評価コードの高度化について

質問：OIR part 5 のデータ取込み状況について説明があったが、現状、OIR part 5 に含まれる 45 の摂取条件に対する実効線量係数について、コードの計算結果と ICRP OIR Data Viewer 収録値に差異があるとのことだが、OIR part 2 から part 4 についても差違のある摂取条件は残されているか。

回答：Part 2 から part 4 については、全ての摂取条件について一致した。一致とは、有効数字が 2 桁の OIR Data Viewer の収録値に対し、コードの計算結果を 2 桁に四捨五入した際に 2 桁目が±1 以内であることを指す。Part 5 についてもすべて一致するよう、子孫核種の動態モデル等の確認を進めていく。

### 議題 2) コード簡易版（ウェブアプリ）の開発について

質問：英語版は開発するか。

回答：開発する。

質問：ウェブページに FAQ の項目があったが、どのような内容か。

回答：現状は何も入っていない。

コメント：想定される質問や、ヘルプ、マニュアルについても、試用提供前に整備した方がよい。また、ユーザが意見を書き込める場所も用意すべき。

コメント：このアプリは標準人を対象としたものであり、特定の個人の評価には使用できない旨を冒頭に明示すべき。また、FAQ で標準人の説明を示しておく必要がある。

コメント：注意書きに同意しないと利用できないなどの対策はどうか。

コメント：研究者、技術者以外のユーザも想定されるので、指数表記は E ではなく  $\text{O} \times 10^x$  とすべき。

回答：対応する。

コメント：ウェブアプリは教育目的での利用もあるため、令和 5 年度における試用提供・意見募集の対象者は、線量評価や放射線防護の専門家だけでなく、より幅広い職種に依頼すべきではないか。

コメント：大学の講義で使うことにより、学生の意見を収集できる。

回答：意見募集の方法については早めに検討に着手する。

### 議題 3) 規制改正用基準値の整備について

質問：日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会での発表で、どのような質問があったか。

回答：数値の増減の他、施設管理への影響等について質問があった。施設管理への影響については、令和 5 年度事業において調査を行う。

質問：濃度限度等について、算出シナリオについては検討するか。

回答：年齢ごとの呼吸量や摂水量に関する新しいデータの調査は実施する予定である。

コメント：シナリオ、パラメータ等を変更するかどうかは、放射線審議会での議論を受けて対応することとなる。

#### 議題 4) その他

事務局より、3月上旬に報告書案について確認を依頼する予定である旨、説明があった。

以上