

2. REMM (放射線緊急医療管理)  
Understanding Radiation (放射線を理解する)

## 放射線を理解する



- [放射線の種類](#)
  - [原子番号と原子量](#)
  - [周期率表: データの収集](#)
  - [放射性物質の崩壊率/半減期とは](#)
  - [線量範囲ごとの影響を理解する](#)
  - [放射能特性, 体内分布, リスク係数](#)
  - [重要な放射性物質: 特性, 治療, ファクトシート](#)
  - [放射線の測定単位](#)
  - [放射線単位の変換係数](#)
  - [放射線単位の接頭辞](#)
  - [放射線安全性の原則](#)
  - [放射線検出器](#)
  - [放射能汚染の検査方法](#)
  - [個人防護具](#)
  - [職場における放射性物質の年間摂取限度\(ALI\)](#)
  - [一般人と放射線作業従事者の被ばく許容限度](#)
  - [一般的な放射線被ばくと放射線事故による被ばくの比較](#)
  - [米国住民が受ける電離放射線被ばく](#)
  - [次も参照のこと: Emergency Worker Exposure Guidelines in the Early Phase \(初期段階における緊急作業員の被ばくに関するガイドライン\)](#)
- 

## 放射線の種類

- 電磁放射線
  - 例: 紫外線, 可視光, [X線](#), [γ線](#)
  - 粒子なし, 電荷なし
- 粒子放射線
  - 例: [α粒子](#), [β粒子](#), [中性子](#)
  - いずれも粒子を伴っている

## 2. REMM (放射線緊急医療管理)

### Understanding Radiation (放射線を理解する)

- 電荷を帯びているもの( $\alpha$ 線,  $\beta$ 線)と電荷を帯びていないもの(中性子)がある
- [電離放射線](#)(米国職業安全衛生管理局[OSHA])
  - 原子から電子を放出させる([電離](#))だけのエネルギーをもった放射線
- [非電離放射線](#)(OSHA)
  - 原子から電子を放出させるだけのエネルギーをもたない放射線
- [動画:放射線の原理](#)(米国保健福祉省[HHS]/疾病予防管理センター [CDC]) 
- [動画:電離放射線の種類と必要となる遮蔽](#)(HHS/CDC) 
- [アニメーション:  \$\alpha\$ 線](#)(国際原子力機関[IAEA])
- [アニメーション:  \$\beta\$ 線および \$\gamma\$ 線](#)(IAEA)

### 参考資料:

- [Radiation](#) (OSHA)
- [Introduction to ionizing radiation](#) (OSHA)
- [Ionizing radiation](#) (PDF - 76 KB) (Argonne National Laboratory)
- [Ionizing radiation fact book](#) (PDF - 1.12 MB) (EPA)

[ページ先頭へ](#)

---

## 原子番号と原子量

- 仮想上の元素「X」の元素記号を以下のイラストで説明する。
- 原子核の陽子数は原子番号「Z」で表される。
  - すべての放射性物質は同じ「Z」をもつ。
- 元素の質量数(陽子数+中性子数)は「A」で表される。
  - 「A」は通常, 元素記号の左上に記載される。
- 原子核の中性子数は A から Z を引いた値となる。

2. REMM (放射線緊急医療管理)  
Understanding Radiation (放射線を理解する)



- 以下に2種類の異なる炭素原子(放射性物質)を示す:
  - 炭素 12: 陽子数 6, 中性子数 6, 質量数 12
  - 炭素 14: 陽子数 6, 中性子数 8, 質量数 14



[Atomic Shorthand](#)(原子の略号)(米国環境保護庁 [EPA]) より引用

[ページ先頭へ](#)

---

## 周期率表: データの収集

- [放射性核種/放射性物質データベース](#)(Lund/Lawrence Berkeley National Laboratory, Nuclear Science Division)
- [周期率表](#)(Lund/Lawrence Berkeley National Laboratory, Nuclear Science Division)

[ページ先頭へ](#)

---

2. REMM (放射線緊急医療管理)  
Understanding Radiation (放射線を理解する)

## 放射性物質の崩壊率/半減期とは

- [放射性物質の崩壊率/半減期\(イラスト\)](#)

[ページ先頭へ](#)

---

## 線量範囲ごとの影響を理解する: 米国エネルギー省(DOE)のチャート

- [電離放射線の線量範囲\(レム\)](#) (PDF - 204 KB) (NF Metting, DOE, Office of Science, Office of Biological and Environmental Research, June 2010)
- [電離放射線の線量範囲\(シーベルト\)](#) (PDF - 207 KB) (NF Metting, DOE, Office of Science, Office of Biological and Environmental Research, June 2010)
- [Low Dose Radiation Research Program\(低線量放射線研究プログラム\)](#):  
[映像ギャラリー](#) (DOE)

[ページ先頭へ](#)

---

## 放射能特性, 体内分布, リスク係数

- [放射能特性, 体内分布, リスク係数](#) (PDF - 32 KB) (Argonne National Laboratory)

[ページ先頭へ](#)

---

## 2. REMM（放射線緊急医療管理）

Understanding Radiation（放射線を理解する）

### 重要な放射性物質：特性，治療，ファクトシート

\* 出典 Tochner ZA, Glatstein E, "Chapter 216: Radiation Bioterrorism," in Harrison's Principles of Internal Medicine, 17th Edition, Fauci AS, Longo DL, Kasper DL, Braunwald E, Jameson JL, Loscalzo J, Hauser SL, eds., pp. 1358-1364, McGraw Hill, 2008.

以下も参照のこと：

[一部の放射性核種に関する放射能特性の概要](#) (PDF - 145 KB) (Human Health Fact Sheet, Argonne National Laboratories, 2005)

[汚染地域の健康リスク解析を支援するための放射線および化学物質ファクトシート](#) (PDF - 2.34 MB) (Argonne National Laboratories, 2007)

 [PDFで表示／印刷](#) (PDF - 74 KB)

放射性物質の 名称と記号	電離 放射線 の種類	物理学的 半減期	生物学的 半減期 (日)	被ばくの 種類	汚染の 形態	主な 蓄積部位	治療法	関連する放射性物質：ファクトシート ( <a href="#">CDC</a> , <a href="#">ATSDR</a> , <a href="#">EPA</a> , <a href="#">Argonne Natl. Lab</a> )
アメリシウム ( <sup>241</sup> Am)	$\alpha$	458 年	73,000	内部	吸入, 皮膚の創傷	肺, 肝臓, 骨, 骨髄	<a href="#">DTPA</a> によるキレート化 <sup>†</sup>	<a href="#">CDC</a> (PDF - 73 KB) ; <a href="#">ATSDR</a> (PDF - 24 KB) ; <a href="#">EPA</a> ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 39 KB)
カリホルニウム ( <sup>252</sup> Cf)	$\alpha$ , $\gamma$	2.6 年	データなし	内部	肺, 消化管	骨, 肝臓	<a href="#">DTPA</a> によるキレート化 <sup>†</sup>	<a href="#">Argonne</a> (PDF - 39 KB)
セシウム ( <sup>137</sup> Cs)	$\beta$ , $\gamma$	30 年	70	外部, 内部	肺, 消化管, 創傷, カリウム とともに取り 込まれる	腎排泄	<a href="#">プルシアンブルー</a> によるイ オン交換 <sup>‡</sup>	<a href="#">CDC</a> (PDF - 74 KB) ; <a href="#">ATSDR</a> (PDF - 25 KB) ; <a href="#">EPA</a> ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 39 KB)
コバルト ( <sup>60</sup> Co)	$\beta$ , $\gamma$	5.26 年	9.5	外部, 内部	肺	肝臓	胃洗浄；一部の動物データ から, DTPA, EDTA, L-シ	<a href="#">CDC</a> (PDF - 74 KB) ; <a href="#">ATSDR</a> (PDF - 25 KB) ;

## 2. REMM（放射線緊急医療管理）

### Understanding Radiation（放射線を理解する）

								ステイン, NAC (N-アセチルシステイン), グルタチオンが尿中排泄を高める可能性が示唆されている。 <sup>§</sup>	EPA ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 38 KB)
キュリウム ( <sup>244</sup> Cm)	$\alpha$ , $\gamma$ , 中性子	18 年	7,300 (肝臓) 18,250 (骨)	内部	吸入, 消化管	肝臓, 骨 (水溶性 Cm 化合物)	<a href="#">DTPA</a> によるキレート化 <sup>‡</sup>	<a href="#">Argonne</a> (PDF - 42 KB)	
ヨウ素 ( <sup>131</sup> I)	$\beta$ , $\gamma$	8.1 日	138	内部	吸入, 消化管, 創傷	甲状腺	<a href="#">ヨウ化カリウム</a> <sup>‡</sup> , <a href="#">プロピルチオウラシル</a> <sup>†</sup> , <a href="#">チアマゾール</a> <sup>†</sup> , <a href="#">ヨウ化ナトリウム</a> <sup>†</sup>	CDC (PDF - 75 KB) ; <a href="#">ATSDR</a> (PDF - 702 KB) ; EPA ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 38 KB)	
イリジウム ( <sup>192</sup> Ir)	$\beta$ , $\gamma$	74 日	50	外部, 内部	データなし	脾臓	データなし	CDC ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 95 KB)	
放射性物質の 名称と記号	<a href="#">電離放射線の種類</a>	<a href="#">物理学的半減期</a>	<a href="#">生物学的半減期</a> (日)	被ばくの 種類	汚染の 形態	主な 蓄積部位	治療法	関連する放射性物質：ファクトシート ( <a href="#">CDC</a> , <a href="#">ATSDR</a> , <a href="#">EPA</a> , <a href="#">Argonne Natl. Lab</a> )	
リン ( <sup>32</sup> P)	$\beta$	14.3 日	1,155	内部	吸入, 消化管, 創傷	骨, 骨髄, 増殖の活発な細胞	洗浄, <a href="#">水酸化アルミニウム</a> <sup>†</sup> , <a href="#">二塩基性のリン酸塩</a> <sup>†</sup>		
プルトニウム ( <sup>239</sup> Pu)	$\alpha$	2.2 x 10 <sup>4</sup> 年	73,000	内部	わずかに肺からの吸収, 残留率が高い	肺, 骨, 骨髄, 肝臓, 生殖器	<a href="#">DTPA</a> によるキレート化 <sup>‡</sup>	CDC (PDF - 80 KB) ; <a href="#">ATSDR</a> (PDF - 109 KB) ; EPA ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 58 KB)	
ポロニウム ( <sup>210</sup> Po)	$\alpha$	138.4 日	60	内部	吸入, 消化管, 創傷	脾臓, 腎臓, リンパ節, 骨髄, 肝臓, 肺の粘膜細胞	洗浄, <a href="#">ジメルカプロール</a> <sup>†</sup>	CDC ; <a href="#">Review article 1</a> ; <a href="#">Review article 2</a> (PDF - 174 KB) ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 41 KB) ; <a href="#">HPS</a> (PDF - 79 KB) ; <a href="#">NRC</a> ;	

## 2. REMM（放射線緊急医療管理）

### Understanding Radiation（放射線を理解する）

								<a href="#">HPA</a> General information ; <a href="#">HPA</a> Patient monitoring
ラジウム ( <sup>226</sup> Ra)	$\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$	1,602 年	16,400	外部, 内部	消化管	骨	MgSO <sub>4</sub> で洗浄 <sup>†</sup> , 塩化アンモニウム <sup>†</sup> , カルシウム <sup>†</sup> , アルギン酸 <sup>†</sup> , グルコン酸カルシウム <sup>†</sup>	<a href="#">ATSDR</a> (PDF - 112 KB) ; <a href="#">EPA</a> ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 52 KB)
ストロンチウム ( <sup>90</sup> Sr)	$\beta$	28 年	18,000	内部	消化管	骨に蓄積 (カルシウムと類似)	安定ストロンチウム <sup>†</sup> , カルシウム <sup>†</sup> , 塩化アンモニウム <sup>†</sup> , グルコン酸カルシウム <sup>†</sup> , アルギン酸ナトリウム <sup>†</sup> , アルミニウム含有制酸剤 <sup>†</sup>	<a href="#">CDC</a> (PDF - 73 KB) ; <a href="#">ATSDR</a> (PDF - 25 KB) ; <a href="#">EPA</a> ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 39 KB)
放射性物質の 名称と記号	<a href="#">電離 放射線の種類</a>	<a href="#">物理学的 半減期</a>	<a href="#">生物学的 半減期</a> (日)	被ばくの 種類	汚染の 形態	主な 蓄積部位	治療法	関連する放射性物質：ファクトシート ( <a href="#">CDC</a> , <a href="#">ATSDR</a> , <a href="#">EPA</a> , <a href="#">Argonne Natl. Lab</a> )
トリウム ( <sup>232</sup> Th)	$\alpha$	1.41 x 10 <sup>10</sup> 年	8,030 (骨) 700 (肝臓, 全身)	内部	吸入, 消化管	骨	<a href="#">DTPA</a> によるキレート化 <sup>‡</sup>	<a href="#">ATSDR</a> ; <a href="#">EPA</a> ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 49 KB)
トリチウム ( <sup>3</sup> H)	$\beta$	12.5 年	12	内部	吸入, 消化管, 創傷	全身	管理下での水分摂取による希釈, 利尿剤	<a href="#">EPA</a> ; <a href="#">HPA</a>
ウラン ( <sup>235</sup> U)	$\alpha$	7.1 x 10 <sup>8</sup> 年	15	内部	消化管	腎臓, 骨	炭酸水素ナトリウム <sup>†</sup>	<a href="#">CDC</a> (PDF - 69 KB) ; <a href="#">ATSDR</a> (PDF - 91 KB) ; <a href="#">EPA</a> ; <a href="#">Argonne</a> (PDF - 46 KB)
イットリウム ( <sup>90</sup> Y)	$\beta$	64 時間	データなし	内部	吸入, 消化管	骨	<a href="#">DTPA</a> によるキレート化 <sup>‡</sup>	<a href="#">Argonne</a> <sup>¶</sup> (PDF - 39 KB)

## 2. REMM（放射線緊急医療管理）

Understanding Radiation（放射線を理解する）

† 表示の適応症に対して米国食品医薬品局(FDA)は未承認／適応外使用

‡ 表示の適応症に対して FDA の承認を受けている

§ 参考文献:

1. Llobet JM, Domingo JL, Corbella J. [Comparison of antidotal efficacy of chelating agents upon acute toxicity of Co\(II\) in mice](#). Res Commun Chem Pathol Pharmacol. 1985 Nov;50(2):305-8. [PubMed Citation]
2. Llobet JM, Domingo JL, Corbella J. [Comparison of the effectiveness of several chelators after single administration on the toxicity, excretion and distribution of cobalt](#). Arch Toxicol. 1986 Apr;58(4):278-81. [PubMed Citation]
3. [Generic procedures for medical response during a nuclear or radiological emergency](#) (PDF - 2225 KB)(IAEA April 2005)

¶ イットリウム 90 の放射能特性と健康への懸念については, [Strontium-90 Human Health Fact Sheet\(ヒトの健康に関するストロンチウム 90 のファクトシート\)](#)を参照のこと。

\* 出典:Tochner ZA, Glatstein E, "Chapter 216: Radiation Bioterrorism," in Harrison's Principles of Internal Medicine, 17th Edition, Fauci AS, Longo DL, Kasper DL, Braunwald E, Jameson JL, Loscalzo J, Hauser SL, eds., pp. 1358-1364, McGraw Hill, 2008.

[ページ先頭へ](#)



## 放射線の測定単位

単位	略号	定義	注釈
レントゲン	<a href="#">R</a>	空気中で吸収されるエネルギーの量	X線とγ線のみを使用
放射線吸収線量 (ラド)	<a href="#">rad</a>	1gの物質に吸収されるエネルギー  1 rad = 100 erg/g	対象物（個人，臓器，組織，細胞など）に吸収されるエネルギー量を表すため重要である
人体レントゲン当量 (レム)	<a href="#">Rem</a>	吸収されるエネルギー量 (rad) に放射線の組織損傷効率を乗じたもの  $rem = rad \times (W_r)$	同線量の異なる放射線によって引き起こされる組織損傷の差を説明できる例： <b>放射線 放射線荷重係数 (<math>W_r</math>)</b> X線，γ線，β線 1 中性子線 2～20 α線 20
グレイ*	<a href="#">Gy</a>	1 Gy = 100 rad	1 Gy = 1 J/kg
シーベルト*	<a href="#">Sv</a>	1 Sv = 1 Gy x $W_r$	1 Sv = 100 rem
キュリー	<a href="#">Ci</a>	単位時間当たりの放射性崩壊（壊変）の回数	1 Ci = $2.2 \times 10^{12}$ 壊変毎分 1 Ci = $3.7 \times 10^{10}$ 壊変/秒
ベクレル*	<a href="#">Bq</a>	単位時間当たりの放射性崩壊（壊変）の回数	1 Bq = 60 壊変毎分 1 Bq = 1 壊変毎秒

\* 現在では国際単位系(SI)に含まれるベクレル，グレイ，シーベルトが広く用いられている。

出典：

[Program on Technology Innovation: Evaluation of Updated Research on the Health Effects and Risks Associated with Low Dose Radiation](#) (PDF - 903 KB) (Electric Power Research Institute [EPRI] document 1019227, Table 2-1, page 42, November 2009)

[ページ先頭へ](#)

## 放射線単位の変換係数

測定単位	変換当量
1 <a href="#">キュリー</a>	= $3.7 \times 10^{10}$ 壊変毎秒
1 <a href="#">ベクレル</a>	= 1 壊変毎秒
1 ミリキュリー (mCi)	= 37 メガベクレル (MBq)
1 <a href="#">ラド</a>	= 0.01 グレイ (Gy)
1 <a href="#">レム</a>	= 0.01 シーベルト (Sv)
1 <a href="#">レントゲン</a> (R)	= 0.000258 クーロン/キログラム (C/kg)
1 メガベクレル (MBq)	= 0.027 ミリキュリー (mCi)
1 <a href="#">グレイ</a> (Gy)	= 100 ラド
1 <a href="#">シーベルト</a> (Sv)	= 100 レム
1 <a href="#">クーロン/キログラム</a> (C/kg)	= 3880 レントゲン

出典: [Measurement - Activity: How Much Is Present?](#) (Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS))

[ページ先頭へ](#)

---


## 放射線単位の接頭辞

倍率	接頭辞	記号
$10^{12}$	テラ	T
$10^9$	ギガ	G
$10^6$	メガ	M
$10^3$	キロ	k
$10^2$	センチ	c
$10^{-3}$	ミリ	m
$10^{-6}$	マイクロ	$\mu$
$10^{-9}$	ナノ	n

[ページ先頭へ](#)

---

## 放射線安全性の原則

- [電離放射線の種類と必要となる遮蔽法](#) (イラスト)
- [動画: 電離放射線の種類と必要となる遮蔽法](#) (HHS/CDC) 
- [被ばく時に受ける放射線量を低減する因子—時間, 距離, 遮蔽](#) (イラスト)
- ALARA (As Low As Reasonably Achievable) の原則: 電離放射線に対する被ばく線量を線量限度よりも可能な限り低く保つべく, 合理的なあらゆる対策を講じる。
- [Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides Safety Guide](#) (放射性核種の摂取による職業被ばくの評価に関する安全指針) (PDF - 316 KB) (IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.2, 1999)
- [Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation Safety Guide](#) (外部線源による職業被ばくの評価に関する安全指針) (PDF - 307 KB) (IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.3, 1999)
- [作業区域, 建造物, 貨物輸送に使用される放射線標識と記号の例](#)

[ページ先頭へ](#)

---

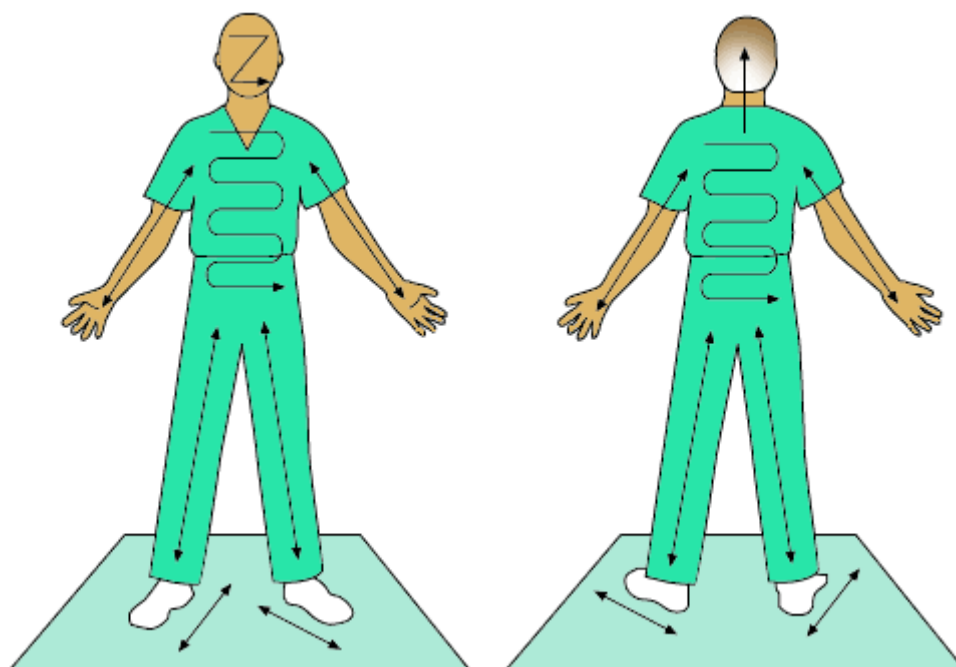
## 放射線検出器

- [放射線検出器](#)

[ページ先頭へ](#)

---

## 放射能汚染の検査方法




- [ガイガー・ミュラー計数管\(ガイガーカウンター\)](#)を用いた検査
  - 身体から約 1cm 離して検査する。
  - 毎秒 2.5～5cm の速さで移動させる。
  - 規定の順序に従って計測する(下記参照)。
  - [ボディチャート](#)(PDF - 49 KB)にカウント毎分の測定値を記録する。
  - 除染処置の前後で放射線検査の結果を比較する。
- 核医学や放射線治療の技術者が放射線検出器の使用に精通した者が行うこと。
- 目標値は[自然放射線量の 2 倍未満](#)である。
- 一般に、身体の一部の測定値があらかじめ決定された自然放射線レベルの **2 倍を超えると**

## 2. REMM（放射線緊急医療管理） Understanding Radiation（放射線を理解する）

汚染と見なされる。

- [α線放出核種](#)が関わる事故については、測定値が自然放射線レベルの2倍未満であれば、医学的に有意な汚染とはならない。事故の状況から汚染物質としてα線放出核種（プルトニウムなど）または低エネルギーβ線放出核種が疑われる場合は、必ず保健物理学者に相談すること。
- 検査手順の詳細
  - 検査対象者を清潔なパッドの上に立たせる。
  - 両足を少し開いて直立し、手掌を上に向けて両腕を伸ばし、指を真っすぐに伸展させるように指示する。
  - 両手および両腕を計測した後、反対方向から両手および両腕を再度計測する。
  - 頭頂部から始めて、額、鼻、口、頸部、胸、膝、足首の順に入念に計測しながら、全身を検査する。
  - 対象者に反対側を向かせ、背面にも同様の検査を繰り返す。
  - 足底部を計測する。

出典：[How to Detect Radiation](#) (Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS))

以下も参照のこと：[動画：外部汚染のスクリーニング検査：携帯放射線検出器の使用方法](#) (HHS/CDC) 

[ページ先頭へ](#)

---

## 個人用保護具

- [個人用保護具](#)
- [OSHA Best Practices for Hospital-Based First Receivers of Victims](#) (被害者を最初に受け入れる病院職員が実施すべきベストプラクティス (OSHA, Section B, January 2005, 1.93 MB))
- [Practical Radiation Technical Manual](#) (実用的放射線技術マニュアル) : 個人用保護具 (PDF - 439 KB) (IAEA, 2004)
- [Development of Models for Emergency Preparedness](#) (非常時対策のためのモデルの開発) : 個人用保護具, 除染, 隔離/検疫, 検査施設の受入可能量 (PDF - 4715 KB) (AHRQ, 2005)

[ページ先頭へ](#)

## 職場における放射性物質の年摂取限度(ALI)<sup>1</sup>

放射性物質	化学的な形態	滞留期間	経口 ALI(μCi)	吸入 ALI(μCi) <sup>1</sup>
アメリカシウム 241	すべての化合物	週単位	$8 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-3}$
セシウム 137	すべての化合物	日単位	$1 \times 10^2$	$2 \times 10^2$
コバルト 60	以下を除くすべての化合物	週単位	$5 \times 10^2$	$2 \times 10^2$
	酸化物 水酸化物 ハロゲン化物 硝酸塩	年単位	$2 \times 10^2$	$3 \times 10^1$
ヨウ素 125	すべての化合物	日単位	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^1$
ヨウ素 131	すべての化合物	日単位	$3 \times 10^1$	$5 \times 10^1$
イリジウム 192	以下を除くすべての化合物	日単位	$9 \times 10^2$	$3 \times 10^2$
	ハロゲン化物 硝酸塩 金属イリジウム	週単位	...	$4 \times 10^2$
	酸化物 水酸化物	年単位	...	$2 \times 10^2$
パラジウム 103	以下を除くすべての化合物	日単位	$6 \times 10^3$	$6 \times 10^3$
	硝酸塩	週単位	...	$4 \times 10^3$
	酸化物 水酸化物	年単位	...	$4 \times 10^3$
リン 32	以下を除くすべての化合物	日単位	$6 \times 10^2$	$9 \times 10^2$
	リン酸塩	週単位	...	$4 \times 10^2$

2. REMM (放射線緊急医療管理)  
 Understanding Radiation (放射線を理解する)

	(Zn <sup>2+</sup> , S <sup>3+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Bi <sup>3+</sup> , ランタニド)			
プルトニウム 239	以下を除くすべての化合物	週単位	8 × 10 <sup>-1</sup>	6 × 10 <sup>-3</sup>
	PuO <sub>2</sub>	年単位	...	2 × 10 <sup>-2</sup>
ラジウム 226	すべての化合物	週単位	2 × 10 <sup>0</sup>	6 × 10 <sup>-1</sup>
ストロンチウム 90	以下を除くすべての水溶性化合物 SrTiO <sub>3</sub>	日単位	3 × 10 <sup>1</sup>	2 × 10 <sup>1</sup>
	すべての不溶性化合物と SrTiO <sub>3</sub>	年単位	...	4 × 10 <sup>0</sup>
トリチウム (水素 3)	水		8 × 10 <sup>4</sup>	8 × 10 <sup>4</sup>
ウラン 233	UF <sub>6</sub> , UO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> , UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	日単位	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>
	UO <sub>3</sub> , UF <sub>4</sub> , UCl <sub>4</sub>	週単位	...	7 × 10 <sup>-1</sup>
	UO <sub>2</sub> , U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	年単位	...	4 × 10 <sup>-2</sup>
ウラン 234 <sup>2</sup>	UF <sub>6</sub> , UO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> , UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	日単位	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>
	UO <sub>3</sub> , UF <sub>4</sub> , UCl <sub>4</sub>	週単位	...	7 × 10 <sup>-1</sup>
	UO <sub>2</sub> , U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	年単位	...	4 × 10 <sup>-2</sup>
ウラン 235 <sup>2</sup>	UF <sub>6</sub> , UO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> , UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	日単位	1 × 10 <sup>1</sup>	1 × 10 <sup>0</sup>
	UO <sub>3</sub> , UF <sub>4</sub> , UCl <sub>4</sub>	週単位	...	8 × 10 <sup>-1</sup>
	UO <sub>2</sub> , U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	年単位	...	4 × 10 <sup>-2</sup>
イットリウム 90	以下を除くすべての化合物	週単位	4 × 10 <sup>2</sup>	7 × 10 <sup>2</sup>
	酸化物 水酸化物	年単位	...	6 × 10 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> 出典: [Annual Limits on Intake \(ALIs\) and Derived Air Concentrations \(DACs\)](#)

2. REMM (放射線緊急医療管理)  
Understanding Radiation (放射線を理解する)

**of Radionuclides for Occupational Exposure (Appendix B to 10 CFR Part 20, Nuclear Regulatory Commission)**

上記出典文献の Appendix B の序論には、「吸入に関する ALI と空气中濃度限度 (DAC) は、空気力学的放射能中央径 (AMAD) が  $1\mu\text{m}$  のエアロゾル粒子と 3 分類 (D, W, Y) の放射性物質に適用される。ここで 3 分類とは肺内部における概算の滞留期間を示し、D は日単位、W は週単位、Y は年単位を表す」と記載されている。

<sup>2</sup> 空气中の  $^{234}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$  (および  $^{238}\text{U}$ ) の水溶性混合物については、化学毒性が制限因子となりうる。

<sup>3</sup> [米国原子力規制委員会 \(NRC\) による放射性物質別の ALI 一覧 \(NRC\)](#)

<sup>4</sup> 米国国立放射線防護審議会 (NCRP) から、新たに詳細なガイドラインとして『[Management of Persons Contaminated With Radionuclides: Handbook \(放射性物質汚染患者の管理: ハンドブック\)](#)<sup>3</sup>』が発行された (NCRP Report No. 161, Volume 1, Bethesda, MD, 2008)。その中では ALI に代わる指標として、新たに操作的な指標である「Clinical Decision Guide」(CDG) が提言されている。この CDG は、「体内に蓄積した放射性物質に対する治療が必要になった際、あるいはスクリーニングのツールとして、医師が利用できる対策を提供する」ことを目的として策定された。この新たなガイドラインの更新データは [NCRP Report No. 65: Management of Persons Accidentally Contaminated with Radionuclides \(事故による放射性物質汚染患者の管理\)](#) (National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD, 1980)

[ページ先頭へ](#)

---



## 一般人と放射線作業従事者の被ばく許容限度<sup>1</sup>

被ばく制限線量	保護の対象	米国原子力規制委員会	米国職業安全衛生管理局
		(NRC) <sup>2</sup>	(OSHA) <sup>3</sup>
職業被ばく以外の 許容限度 (一般人)	全身	1年間当たり100ミリレム <sup>4</sup> 1時間当たり2ミリレム	データなし
職業被ばく限度 <sup>5</sup>	全身	5レム/年	1.25レム/3カ月
	水晶体	15レム/年	1.25レム/3カ月
	皮膚	50レム/年	7.5レム/3カ月
	四肢	50レム/年	18.75レム/3カ月
	胚/胎児	500レム/妊娠期間	データなし
	未成年者(18歳未満)	成人の年間線量の1割	成人の3カ月線量の1割

<sup>1</sup> この表の被ばく限度値は、自然界由来の電離放射線(ラドンや宇宙線など)と治療または診断のための医療用線源の電離放射線(放射線療法、核医学検査、動脈造影、X線撮影、CTなど)による被ばく量は除外したものである。

<sup>2</sup> NRCは、放射線源の使用が認可された職場(原子力発電所、食品放射線照射施設、病院の核医学部門または放射線腫瘍科など)に従事する職員/従業員(すなわち放射線作業従事者)を対象として、被ばく許容限度に関するガイドラインを発行している。NRCはまた、人工放射線源による被ばくに関する一般人向けの許容限度についてもガイドラインを発行している。

<sup>3</sup> 米国労働安全衛生局(OSHA)は電離放射線に対する職業被ばくのみを規制の対象とする。

<sup>4</sup> これらの被ばく限度は、一般人(例えば、原子力発電所の周辺住民など)が人工放射線源からの電離放射線に被ばくした場合に適用される。

<sup>5</sup> 生涯における職業被ばく線量の限度値(成人)は、 $5 \times (N - 18)$  レムと定義される。ここでNは満年齢(歳)を表す。

参考文献:

- [Standards for Protection Against Radiation](#) (10 CFR Part 20. Nuclear Regulatory Commission)
- [Occupational Safety and Health Standards for Ionizing Radiation](#) (29 CFR 1910.1096. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration)

## 一般的な放射線被ばくと放射線事故による被ばくの比較

一般的な医療用線源および自然線源からの放射線	概算の線量(レム)
胸部 X 線	最大 0.03
ロッキー山脈州の住民が宇宙線から受ける平均年間線量	0.06~0.08
航空機の搭乗員が宇宙線から受ける平均年間線量	0.16
米国住民が自然線源の電離放射線(ラドンや宇宙線など)によって被ばくする平均年間線量	0.2~0.3
CT スキャン(全身)	1
年間職業被ばく限度の勧告値(個人的な医療上の被ばくと自然線源による被ばくを除く)	最大 5 レム/年
高線量被ばくによる健康への悪影響(事故による被ばく後に発症する可能性があるものを記載)	概算の線量(レム)
無症状	15
無症状;ごく軽度かつ一過性の白血球数および血小板数の減少	50
急性放射線症候群の可能性;被ばく者の 10%が 48 時間以内に悪心/嘔吐を来し, 軽度の血球数の減少も起こる	100
適切な治療を施さなければ, 被ばく者の 50%が 30 日以内に死亡する(LD 50/30)	300~400

出典: Hall EJ. Radiobiology for the Radiologist. Lippincott Williams & Wilkins, 2000

[ページ先頭へ](#)

---

## 米国住民が受ける電離放射線被ばく

- 米国住民は様々な発生源からの電離放射線<sup>1-5</sup>に曝されている
  - 遍在する自然発生的な放射線: 例えば、家庭内に存在するラドン、宇宙放射線、体内の放射性核種、自然発生的な地球(地面)からの放射線など。  
[自然放射線のイラスト](#)を参照のこと。
  - 医療上の検査および処置: 例えば、放射線を用いる診断検査および治療の際の被ばくなど
  - 放射線を含む一般製品と活動: 例えば、建材、航空機での旅行、喫煙など
  - 労働者の職業被ばく: 例えば、医療、航空、原子力発電、製造業、商業など
  - 種々の放射線源: 例えば、原子力発電、エネルギー設備の据付けと廃止、放射性廃棄物など
- 平均的な米国民個人と米国人口全体を対象に、上述のすべての線源からの電離放射線の年間線量を算出する計算式が考案されている<sup>1-5</sup>
  - この計算式では実効線量と呼ばれる数値が算出される。
  - [実効線量とは](#)
- 米国における 2006 年の年間実効線量<sup>1-5</sup>
  - [個人実効線量](#): 6.2 ミリシーベルト
    - 遍在する自然放射線: 3.11 ミリシーベルト
    - 医学上の検査および処置: 3.00 シーベルト
    - 一般製品と活動: 0.13 ミリシーベルト
    - 職業被ばく: 0.005 ミリシーベルト
    - 種々の放射線源: 0.003 ミリシーベルト
  - 米国人口全体(3 億人)の[集団実効線量](#): 1,870,000 人・Sv
  - [NCRP Report No. 160: Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States\(米国住民の電離放射線被ばく\)](#), Chapter 1 参照

## 2. REMM（放射線緊急医療管理）

### Understanding Radiation（放射線を理解する）

- REMM では実効線量について議論を行い、多数の死傷者を出す緊急事態における放射線によるリスクを判断するための情報を提供している。
- [「Radiation Doses in Perspective\(大局的に見た放射線量\)」に関する EPA の情報](#)(EPA)を参照のこと

### 参考文献:

1. [Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States](#) (NCRP Report 160), National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD, March 2009, Chapter 1.
2. Mettler FA, Bhargavan M, Faulkner K et al. [Radiologic and nuclear medicine studies in the United States and worldwide: frequency, radiation dose, and comparison with other radiation sources--1950-2007](#). Radiology. 2009 Nov; 253(2):520-31. Epub 2009 Sep 29. [PubMed Citation]
3. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60, Ann. ICRP 1991; 21(1-3)
4. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, Ann. ICRP 2007; 37(2-4)

[ページ先頭へ](#)