

国際原子力事象評価尺度 (INES) は、国際原子力機関 (IAEA) と経済協力開発機構原子力機関 (OECD/NEA) が定めた尺度で、1992年に各国に採用が勧告されました。

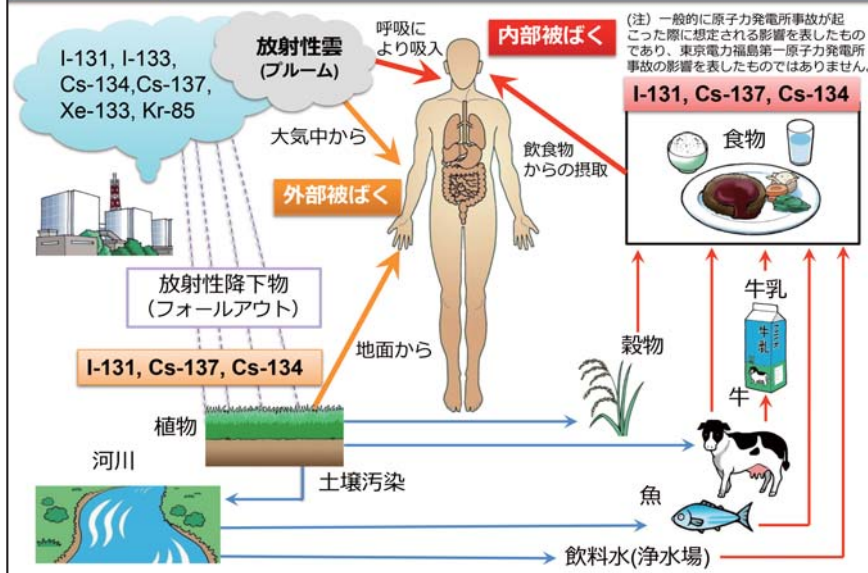
原子力施設等の異常事象や事故は、その深刻度に応じて7つのカテゴリーに分類されます。各国は、異常事象や事故の深刻度をこの尺度を使って判定し、発表します。

東京電力福島第一原子力発電所事故はその放射性物質の放出量から最も深刻な事故であることを示すレベル7 (暫定評価) と判断されています。

(関連ページ：下巻 P8 「INES (国際原子力・放射線事象評価尺度) 評価」)

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2021年3月31日



原子力施設で緊急事態が発生し、気体状の放射性物質が漏れると、放射性雲（ブルーム）と呼ばれる状態で大気中を流れていきます。この放射性雲には放射性希ガスや、放射性ヨウ素及び放射性セシウム等のエアロゾル（微小な液滴や粒子）が含まれています。

放射性雲が上空を通過する間、その付近の人は雲中の放射性物質からの放射線により外部被ばくを受けます。また、放射性雲中の放射性物質を吸入すると、内部被ばくを受けます。

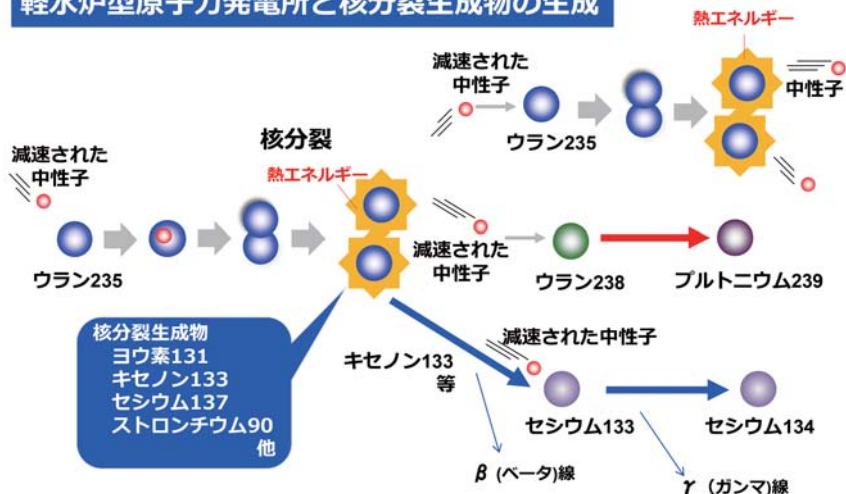
放射性希ガス（クリプトン、キセノン）は、地面に沈着せず、呼吸により体内に取り込まれても体内にとどまることはありません。しかし、放射性ヨウ素や放射性セシウム等のエアロゾルは、放射性雲が通過する間に少しずつ落ちてきて、地表面や植物等に沈着します。このため、通過後も沈着した放射性物質からの外部被ばくがあるほか、汚染された飲料水や食物を摂取すると、内部被ばくを受けることになります。

（関連ページ：上巻 P23 「外部被ばくと内部被ばく」、上巻 P30 「原子炉内の生成物」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日

軽水炉型原子力発電所と核分裂生成物の生成



軽水炉型原子力発電所（東京電力福島第一原子力発電所も含む）は現在、世界で最も広く使われているタイプの原子炉です。燃料の濃縮ウラン（ウラン235：3～5%、ウラン238：95～97%）に中性子を当てると、核分裂が起こります。そのとき、ヨウ素131、セシウム137、ストロンチウム90等の放射性的核分裂生成物が作られます。また、ウラン238に中性子が当たると、プルトニウム239が作られます。

なお、セシウム134はウラン235の核分裂によって直接生成するものではありません。核分裂生成物であるキセノン133等が順次ベータ壊変してセシウム133になり、さらに、セシウム133に、減速された中性子が捕獲されてセシウム134になります。

正常に原子炉が働けば、これらの生成物は燃料棒の中にとどまり、原子炉から外へは漏れ出しません。

原子力施設には放射性物質を外に出さないようにする様々な仕組みがありますが、それらが全て機能しなくなると、放射性物質が漏れ出すこととなります。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日

原子力災害		原発事故由来の放射性物質				
	H-3 トリチウム	Sr-90 ストロンチウム 90	I-131 ヨウ素131	Cs-134 セシウム134	Cs-137 セシウム137	Pu-239 プルトニウム 239
出す放射線の種類	β	β	β, γ	β, γ	β, γ	α, γ
生物学的半減期	10日 *1 *2	50年*3	80日*2	70日～ 100日*4	70日～ 100日*3	肝臓:20年 *5
物理学的半減期	12.3年	29年	8日	2.1年	30年	24,000年
実効半減期 (生物学的半減期と 物理学的半減期から計算)	10日	18年	7日	64日 ～88日	70日 ～99日	20年
蓄積する 器官・組織	全身	骨	甲状腺	全身	全身	肝臓、骨

実効半減期：（関連ページ上巻P27「内部被ばくと放射性物質」）
 実効半減期は、生物学的半減期の表中に記載した蓄積する器官・組織の数値から計算。
 *1：トリチウム水、*2：ICRP Publication 78、*3：JAEA技術解説,2011年11月、*4：セシウム137と同じと仮定、
 *5：ICRP Publication 48

東京電力福島第一原子力発電所事故により、環境中に放出された放射性物質で、健康や環境への影響において、主に問題となるものは、ヨウ素131、セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90の4種類です。そのほかにも様々な物質が放出されましたが、いずれもこの4種に比べると半減期が短いか、放出量が小さいことが分かっています（上巻P32「チェルノブイリ原子力発電所事故と東京電力福島第一原子力発電所事故の放射性核種の推定放出量の比較」）。

ヨウ素131は、物理学的半減期が8日と短いのですが、体内に入ると10～30%は甲状腺に蓄積されます（上巻P127「甲状腺について」）。そうすると甲状腺は、しばらくの間、 β （ベータ）線と γ （ガンマ）線による被ばくを受けることになります。

原子力発電所の事故による汚染の場合、問題になる放射性セシウムにはセシウム134とセシウム137の2種類があります。セシウム137の物理学的半減期は30年と長く、環境汚染が長く続きます。放射性セシウムは化学的性質がカリウムとよく似ているため、体に入った場合は、カリウム同様ほぼ全身に分布します。セシウムやヨウ素の生物学的半減期は年齢によって変わり、若いほど短くなることが知られています。

ストロンチウム90は物理学的半減期が長く、化学的性質がカルシウムに似ているため、体に入ると骨に蓄積します。 γ 線を出さないため、セシウム134及び137ほど簡単にどこにどれだけあるかを調べることはできません。原子力発電所事故の場合、セシウム134及び137よりも量は少ないながら、核分裂によって発生したストロンチウム90も存在すると考えられています。東京電力福島第一原子力発電所事故由来のプルトニウム239等も検出されていますが、量的には事故発生前に全国で観測された測定値と同程度です（下巻P47「プルトニウム（福島県）」）。

（関連ページ：上巻P11「半減期と放射能の減衰」、上巻P30「原子炉内の生成物」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2021年3月31日

核種	半減期 ^a	沸点 ^b ℃	融点 ^c ℃	環境への放出量 PBq [*]		東京電力福島第一 原子力発電所/ チェルノブイリ 原子力発電所
				チェルノブイリ 原子力発電所 ^d	東京電力福島第一 原子力発電所 ^e	
キセノン (Xe) 133	5日	-108	-112	6,500	11,000	1.69
ヨウ素 (I) 131	8日	184	114	~1,760	160	0.09
セシウム (Cs) 134	2年	678	28	~47	18	0.38
セシウム (Cs) 137	30年	678	28	~85	15	0.18
ストロンチウム (Sr) 90	29年	1,380	769	~10	0.14	0.01
プルトニウム (Pu) 238	88年	3,235	640	1.5×10^{-2}	1.9×10^{-5}	0.0012
プルトニウム (Pu) 239	24,100年	3,235	640	1.3×10^{-2}	3.2×10^{-6}	0.00024
プルトニウム (Pu) 240	6,540年	3,235	640	1.8×10^{-2}	3.2×10^{-6}	0.00018

事故発生時に炉心に蓄積されていた放射性核種の環境へ放出された割合

核種	チェルノブイリ 原子力発電所 ^f	東京電力福島第一 原子力発電所 ^g
キセノン (Xe) 133	ほぼ100%	約60%
ヨウ素 (I) 131	約50%	約2-8%
セシウム (Cs) 137	約30%	約1-3%

* : PBqは $\times 10^{15}$ Bq。

出典 : a ; ICRP Publication 72 (1996年) , bとc ; 理化学辞典第5版 (1998年) , d ; UNSCEAR 2008 Report, Scientific Annexes C,D and E , e ; 原子力安全に関する I A E A 閣僚会議に対する日本政府の報告書 (2011年6月) , f ; UNSCEAR 2000 Report, ANNEX J, g ; UNSCEAR 2013 Report, ANNEX A

この表は、チェルノブイリ原子力発電所事故及び東京電力福島第一原子力発電所事故により、環境中に放出された放射性物質のうち、代表的なものを比較して示したものです。

これらのうち、セシウム134とセシウム137は人の健康影響上考慮すべき放射性核種の代表とされています。表にはそれぞれの核種の融点と沸点が示されています。

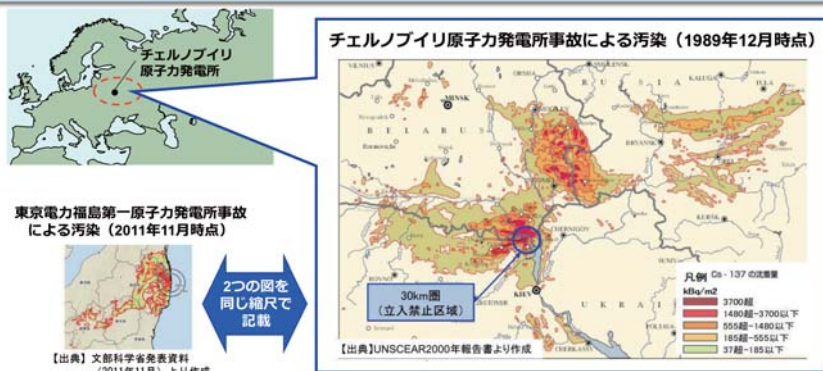
セシウムは沸点が678℃のため、核燃料が溶融（融点は2,850℃）した状態では気体になります。気体状のセシウムが大気中に放出されると温度が下がり沸点以下になったところで液体状、さらに温度が融点の28℃以下になると粒子状になります。このため、大気中でセシウムの多くは微少な粒子状になり、風に乗って遠くまで拡散することになります。これが、放射性セシウムが遠方まで拡散した大きなメカニズムです。

チェルノブイリ原子力発電所と東京電力福島第一原子力発電所の放出量を単純に比較、評価することはできませんが、チェルノブイリの場合の放出量が多いのは、爆発した炉心が直接大気にさらされる状態になったことも影響していると思われます。一方、東京電力福島第一原子力発電所では格納容器の大規模な破壊がなかったため、放射性物質の放出抑制につながったと考えられます。

しかし、一部キセノン133など大気へ放出されやすい希ガスは、東京電力福島第一原子力発電所でも高い割合（東京電力福島第一原子力発電所：約60%、チェルノブイリ原子力発電所：最大100%）で原子炉から放出されたと評価されています。そのため、発電所の出力規模（東京電力福島第一原子力発電所：合計約200万kW、チェルノブイリ原子力発電所：100万kW）が大きき事故当時炉心に溜まっていた希ガスの量が多かった東京電力福島第一原子力発電所では希ガスの放出量が多くなったと考えられます。

本資料への収録日：2017年3月31日

改訂日：2021年3月31日



汚染濃度 (kBq/m ²)	汚染地域の面積 (km ²)		チェルノブイリ原子力発電所事故 と比較した東京電力福島第一 原子力発電所事故の規模
	チェルノブイリ 原子力発電所事故	東京電力福島第一 原子力発電所事故	
> 1,480	3,100	200	6 %
555 - 1,480	7,200	400	6 %
185 - 555	18,900	1,400	7 %
37 - 185	116,900	6,900	6 %
合計面積	146,100	8,900	6 %

出典：原子力被災者生活支援チーム「年間20ミリシーベルトの基準について」（2013年3月）より作成

上図は、1989年12月時点のチェルノブイリ原子力発電所事故による汚染と2011年11月時点の東京電力福島第一原子力発電所事故による汚染を、同じ縮尺で掲載しています。また、表ではそれぞれの図における汚染地域の面積を示しています。

東京電力福島第一原子力発電所事故は、チェルノブイリ原子力発電所事故に比べると、セシウム137による汚染地域面積は約6%となっています。

(関連ページ：上巻 P32「チェルノブイリ原子力発電所事故と東京電力福島第一原子力発電所事故の放射性核種の推定放出量の比較」)。

本資料への収録日：2019年3月31日