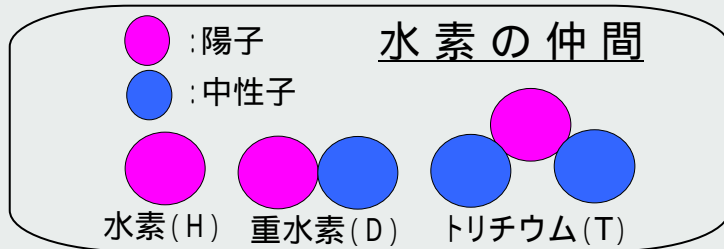


# 福島第一原子力発電所でのトリチウムについて

平成25年2月 28日

東京電力株式会社

# 1. 自然界とトリチウム



	1	2	3a	4a	5a	6a	7a	8	1a	2a	3	4	5	6	7	-			
	R20/RH	RO/RH-E	R2O3	RO2	R2O2	RO3	R2O7	-	R2O	RO	R2O3	RO2/RH-H	R2O5/RH-B	RO3/RH-E	R2O7/RH	-			
1	H 1.0															He 4.0			
2	Li 6.9	Be 9.0									B 10.8	C 12.0	N 14.0	O 16.0	F 19.0	Ne 20.2			
3	Na 23.0	Mg 24.3									Al 27.0	Si 28.1	P 31.0	S 32.1	Cl 35.5	Ar 40.0			
4	K 39.1	Ca 40.0	Sc 45.0	Ti 47.9	V 50.9	Cr 52.0	Mn 54.9	Fe 55.8	Co 58.9	Ni 58.7	Cu 63.5	Zn 65.4	Ga 69.7	Ge 72.5	As 74.9	Se 78.9	Br 79.9	Kr 83.8	
5	Rb 85.5	Sr 87.6	Y 88.9	Zr 91.2	Nb 92.9	Mo 95.9	(98)	Tc 101.0	Ru 102.9	Rh 106.4	Pd 107.9	Ag 112.4	Cd 114.8	In 118.6	Sn 121.7	Sb 127.6	Te 126.9	I 131.3	Xe 131.3
6	Cs 132.9	Ba 137.3	La 138.9	Hf 178.4	Ta 181.0	W 183.8	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.0	Au 197.0	Hg 200.5	Tl 204.3	Pb 207.2	Bi 209.0	Po (209)	At (210)	Rn (222)	
7	Fr (223)	Ra 226.0	Ac 227.0																
	La 138.9	Ce 140.1	Pr 140.9	Zr 91.2	Nb 92.9	Nd 144.2	Pm (145)	Eu 152.0	Gd 157.2	Tb 158.9	Dy 162.5	Ho 164.9	Er 167.2	Tm 168.9	Yb 173.0	Lu 175.0			
	Ac 227.0	Th 232.0	Pa 231.0	U 238.0	Np 237.1	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (260)				

## 自然界のトリチウム

成層圏 (6.8%)  
86,700兆Bq

対流圏 (0.4%)  
5,100兆Bq

宇宙線による生成  
72,000兆Bq/年

全地球保持量  
1,275,000兆Bq

地表と生物圏 (27%)  
344,000兆Bq

海洋の混合層 (35%)  
446,000兆Bq

深海 (30%)  
383,000兆Bq

## 2. トリチウムの性質

トリチウムの特性は一般的に以下のとおり

化学上の形態は、主に水として存在し、私たちの飲む水道水にも含まれています  
る過や脱塩、蒸留を行っても普通の水素と分離することが難しい

半減期は12.3年、食品用ラップでも防げる極めて弱いエネルギー（0.0186MeV）  
のベータ線しか出さない

水として存在するので人体にも魚介類にも殆ど留まらず排出される

セシウム-134、137に比べ、単位Bqあたりの被ばく線量（mSv）は約1,000分の1

放射性核種	放射性物質を 1 Bq飲み込んだ場合(経口摂取)	
	線量係数(mSv/Bq)	カリウム-40(自然界核種)との比較
トリチウム	0.000000018	0.003
セシウム - 134	0.000019	3
セシウム - 137	0.000013	2
カリウム - 40 (自然界核種)	0.0000062	1

線量係数は「実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示(経済産業省告示)」の別表第2(第3欄)に定められた値  
残留期間は「ICRP Publication 30」より引用



### 3 . 原子力発電所でのトリチウム生成と濃度限度など

#### 原子力発電所でのトリチウム生成源

燃料の三体核分裂（ウランが核分裂により3つの破片に割れる反応）による生成  
ボロンカーバイド（炭化ホウ素）制御棒に含まれるホウ素-10の照射による生成  
炉水の放射化（不純物として含まれるリチウム-6等への放射線照射による生成）

上記 が主要な発生源

#### 福島第一原子力発電所の滞留水のトリチウム濃度

滞留水はサンプリング結果からトリチウム濃度が100万～500万Bq/l程度であると  
考えられる。（多核種除去装置（ALPS）ではトリチウムが除去できないことから  
処理した水、ならびに廃棄物に含まれる水にも同程度のトリチウムが含まれる）

#### 原子力発電所での液体トリチウム濃度限度など

法規制の濃度限度（実用発電用原子炉の設置・運転等に関する規則の規定に基づく線量限度を定める告示）

➤ 周辺監視区域外の水中の濃度限度：60,000Bq/l

\* セシウム-137の濃度限度は90Bq/l

\* セシウム-134の濃度限度は60Bq/l

福島第一原子力発電所保安規定に示された放出基準値（事故前）

➤ 22兆Bq/年

……他の核種を含めて0.024mSv/年\*

\* 被ばく線量は気体廃棄物と液体廃棄物による実効線量

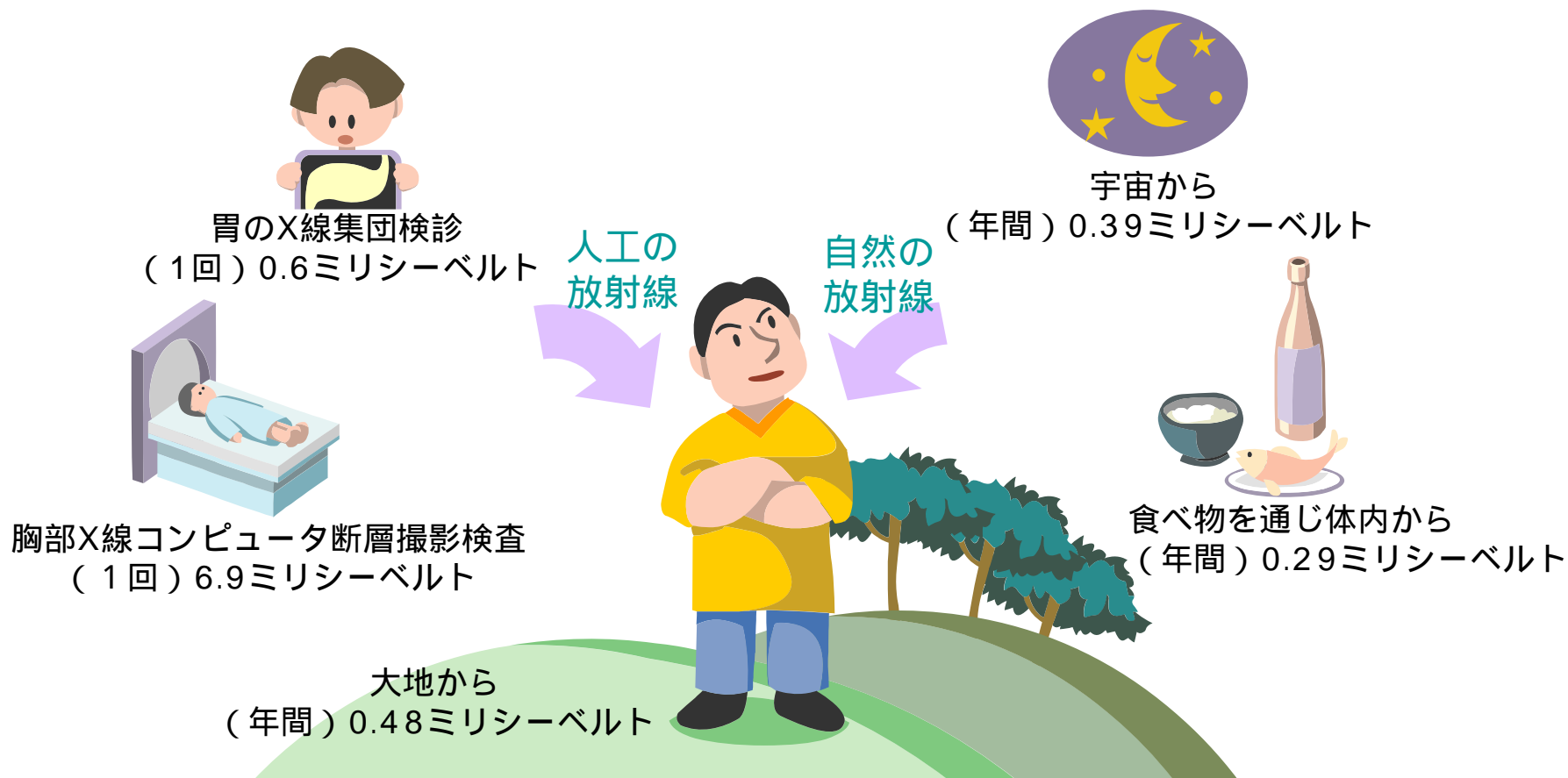


## 4 . トリチウムによる被ばく評価の例

濃度限度のトリチウムを毎日2リットル摂取した場合の被ばく線量

$$60,000\text{Bq/リットル} \times 2\text{リットル} \times 365\text{日} \times 0.000000018^* = 0.79\text{mSv (年間)} \quad 1\text{mSv}$$

\* トリチウムを経口摂取した場合の線量係数 ( mSv/Bq ) :Sheet2再掲



## 5 . トリチウムの除去技術

---

### トリチウムの除去技術（例）

- CANDU炉（カナダ型重水炉）や国内の「ふげん」（新型転換炉：廃炉）では運転に伴い、大量のトリチウムが生成される。

このため、CANDU炉を有する韓国では除去設備の開発を行い、2007年から運転が行われているが、扱うトリチウム濃度は福島第一原子力発電所の濃度より百万倍程高く、処理速度は低い。

- 「ふげん」ではトリチウムを含む減速材の精製を行っていたが、取り扱うトリチウムの濃度はCANDU炉と同じく百万倍程高く、処理速度はさらに低い。  
なお、分離されたトリチウムは安全を確認のうえ、気体状で放出された。

## < 参考 > 環境中のトリチウム（海水等の濃度）

### < 事故前の値 >

分類	採取地点	測定時期等	濃度(Bq/ℓ)	出典
海水 河川水 湖水	国内 31地点	1982	0.74(平均)	核融合特別研究 環境トリチウム - 測定法の現状及び 挙動について - (九州大 高島)
	20地点	1983	0.71(平均)	
	5地点	1982	1.91(平均)	
	7地点	1982	3.67(平均)	
	19地点	1983	2.35(平均)	
湧水 河川水 地下水	名水百選 (合計100地点)	(北海道)	< 0.4 ~ 6.3 3.7 ~ 6.3	核融合特別研究 環境トリチウムの 挙動と解析 (金沢大)
		(東北)	0.7 ~ 4.8	
		(関東)	0.7 ~ 3.7	
		(中部)	0.7 ~ 3.3	
		(近畿)	< 0.4 ~ 2.6	
		(中国/四国)	< 0.4 ~ 2.2	
		(九州)	< 0.4 ~ 3.3	

### < 最近の値 >

対象期間 (2012.6 ~ 2012.12)	Bq/ℓ (ND値:約3Bq/ℓ)
福島第一沖合3km,15km	ND
福島第一北放水口	ND ~ 6.4
福島第一南放水口	ND