

焼却処理の評価経路に係るクリアランスレベルの算出に用いる線量評価式について

平成21年10月21日
放射線規制室

放射性同位元素（以下、「RI」という。）を使用する施設等から発生する RI で汚染された物（以下、「RI 汚染物」という。）のうち、可燃物等としてクリアランスを行った場合、または、可燃物等を焼却したのちに焼却灰としてクリアランスを行った場合に想定される評価経路に対するクリアランスレベルの算出に用いる被ばく線量評価式（以下、「線量評価式」という。）を5ページ以降に示す。

クリアランス対象物の焼却処理については、図1及び表1から表3に示す評価経路でクリアランスレベルの算出を行う。表1から表3は評価経路とその番号及び使用する線量評価式との対応を示す。

なお、可燃物等としてクリアランスを行った場合と焼却灰としてクリアランスを行った場合とでは、焼却灰中の核種濃度の計算式は異なる。

表 1 クリアランス対象物の焼却処理に係る評価経路一覧 (RI 汚染物)

評価経路		被ばく対象者	被ばく形態	検討経路 No.	選定経路 No.	式番号	
1	可燃物等の運搬作業	可燃物等の積込み作業	積込み作業	直接線・外部	1	(1)	
				粉塵吸入・内部	2	(2)	
3		可燃物等の運搬作業	運搬作業	直接線・外部	4	(1)	
4	焼却施設の運転作業	焼却炉の補修作業	補修作業	直接線・外部	10	(5), (6)	
				粉塵吸入・内部	11	(7), (8)	
		大気中への飛散	周辺居住者 (成人、子ども)	ブルーム・外部	13	8	(11), (12)
				粉塵吸入・内部	14	9	(11), (13)
				地表面直接線・外部	15	10	(11), (14), (15)
				農作物摂取者 (成人、子ども)	農作物摂取・内部	16	11
畜産物摂取者 (成人、子ども)	畜産物摂取・内部	17	12	(11), (14), (18), (19), (20)			
11	焼却灰の埋立作業	焼却灰の積込み作業	積込み作業	直接線・外部	18	13	(21), (22)
				粉塵吸入・内部	19	14	(21), (23)
		焼却灰の運搬作業	運搬作業	直接線・外部	21	16	(21), (22)
		焼却灰の埋立作業	埋立作業	直接線・外部	25	17	(21), (22)
16		溶融炉の補修作業	補修作業	直接線・外部	37	20	(21), (26), (27)
17				粉塵吸入・内部	38	21	(21), (28), (29)
18	焼却灰溶融施設の運転作業	大気中への飛散	周辺居住者 (成人、子ども)	ブルーム・外部	40	23	(21), (32), (33)
				粉塵吸入・内部	41	24	(21), (32), (34)
				地表面直接線・外部	42	25	(21), (32), (35), (36)
				農作物摂取者 (成人、子ども)	農作物摂取・内部	43	26
22		畜産物摂取者 (成人、子ども)	畜産物摂取・内部	44	27	(21), (32), (35), (39), (40), (41)	
23	溶融固化物の埋立作業	溶融固化物の積込み作業	積込み作業	直接線・外部	45	28	(21), (42), (43)
24		溶融固化物の運搬作業	運搬作業	直接線・外部	48	29	(21), (42), (43)
25	溶融固化物の再利用	駐車場	再利用者	直接線・外部	71	30	(21), (42), (44), (45)
26		壁材、床材等	再利用者	直接線・外部	73	31	(21), (42), (46), (47)

※ 焼却灰を直接クリアランスする場合、(21)式の代わりに(21')を使用する。

表 2 再評価報告書を参考に考慮した直接経口摂取の評価経路

No.	評価経路		被ばく対象者	被ばく形態	検討経路 No.	選定経路 No.	式番号
	経路1	経路2					
27	可燃物等の運搬作業	可燃物等の積み込み作業	積み込み作業	直接経口・内部	3	3	(3)
28	焼却施設の運転作業	焼却炉の補修作業	補修作業	直接経口・内部	12	7	(7), (9)
29	焼却灰の埋立作業	焼却灰の積み込み作業	積み込み作業	直接経口・内部	20	15	(21), (24)
30		焼却灰の埋立作業	埋立作業	直接経口・内部	27	19	(21), (24)
31	焼却灰溶融施設の運転作業	焼却炉の補修作業	補修作業	直接経口・内部	39	22	(21), (28), (30)

※ 焼却灰を直接クリアランスする場合、(21)式の代わりに(21')を使用する。

表 3 再評価報告書を参考に考慮した皮膚被ばくの評価経路

No.	評価経路		被ばく対象者	被ばく形態	検討経路 No.	選定経路 No.	式番号
	経路1	経路2					
32	可燃物等の運搬作業	可燃物等の積み込み作業	積み込み作業	皮膚	2s	2s	(4)
33	焼却施設の運転作業	焼却炉の補修作業	補修作業	皮膚	11s	6s	(7), (10)
34	焼却灰の埋立作業	焼却灰の積み込み作業	積み込み作業	皮膚	19s	14s	(21), (25)
35		焼却灰の埋立作業	埋立作業	皮膚	26s	18s	(21), (25)
36	焼却灰溶融施設の運転作業	焼却炉の補修作業	補修作業	皮膚	38s	21s	(21), (28), (31)

※ 焼却灰を直接クリアランスする場合、(21)式の代わりに(21')を使用する。

※ 「再評価報告書」：原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について(平成16年12月16日(平成17年3月17日一部訂正及び修正)) 原子力安全委員会

1. 可燃物等の運搬に伴う評価経路（選定経路 No. 1～4）

この評価経路では、RI汚染物となる可燃物等が線源となるので、被ばく評価にあたってはRI汚染物中に含まれる放射性核種（以下、「核種」という。）の濃度をそのまま用いる。ただし、クリアランス対象物は、「放射性廃棄物でない廃棄物」と混合することも想定する。

1.1. 可燃物等の積込み作業及び運搬作業（直接線・外部被ばく）（選定経路 No. 1、4）

可燃物等の積込み作業及び運搬作業に従事する作業者の外部被ばく線量は(1)式により求める。(1)式は、埋設処分の評価経路に係る線量評価式をまとめた資料第12-3号 添付資料1（以下、「12-3号 添付資料1」という。）の(1)式と同一である。

$$D_{ext}(i) = C_W(i) \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、

- $D_{ext}(i)$: 核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_W(i)$: 「放射性廃棄物でない廃棄物」とクリアランス対象廃棄物を混合した廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
 $C_W(i) = C_{wo}(i) \cdot F_{WC}$
 $C_{wo}(i)$: クリアランス対象廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
 F_{WC} : 廃棄物中に占められるクリアランス対象廃棄物の割合 (—)
- S_O : 外部被ばくに対する遮へい係数 (—)
- t_O : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{ext}(i)$: 核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/g)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
 $\lambda_i = \ln 2 / T_{1/2}(i)$
 $T_{1/2}(i)$: 核種 i の半減期 (y) (以下同様)
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

なお、線量換算係数については、線源の幾何形状を考慮し、点減衰核積分法による遮へい計算コードQAD-CGGP2により算出する。

1.2. 可燃物等の積込み作業（粉塵吸入による内部被ばく）（選定経路 No. 2）

可燃物等の積込み作業の粉塵吸入による内部被ばく線量は(2)式により求める。(2)式は、12-3号 添付資料1の(2)式と同一である。

$$D_{inh}(i) = C_W(i) \cdot C_{dust} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、

- $D_{inh}(i)$: 核種 i による吸入被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_W(i)$: 「放射性廃棄物でない廃棄物」とクリアランス対象廃棄物を混合した廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
 $C_W(i) = C_{WO}(i) \cdot F_{WC}$
 $C_{WO}(i)$: クリアランス対象廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
 F_{WC} : 廃棄物中に占められるクリアランス対象廃棄物の割合 (—)
- C_{dust} : 作業時の空气中ダスト濃度 (g/m^3)
- $f_{dust,inh}$: 吸入するダストへの濃縮係数 (—)
- B_O : 作業者の呼吸量 (m^3/h)
- t_O : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{inh}(i)$: 核種 i の吸入被ばくに対する線量係数 (μ Sv/Bq)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

1.3. 可燃物等の積込み作業者（直接経口摂取による内部被ばく）（選定経路 No. 3）

可燃物等の積込み作業者が汚染物質を直接経口摂取することによる内部被ばく線量は(3)式により求める。(3)式は、12-3号 添付資料1の(4)式と同一である。

$$D_{direct}(i) = C_W(i) \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(3)$$

ここで、

- $D_{direct}(i)$: 核種*i*による直接経口摂取被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_W(i)$: 「放射性廃棄物でない廃棄物」とクリアランス対象廃棄物を混合した廃棄物中の核種*i*の濃度 (Bq/g)
 $C_W(i) = C_{wo}(i) \cdot F_{WC}$
 $C_{wo}(i)$: クリアランス対象廃棄物中の核種*i*の濃度 (Bq/g)
 F_{WC} : 廃棄物中に占められるクリアランス対象廃棄物の割合 (—)
- $f_{C,ing}$: 直接経口摂取における濃縮係数 (—)
- q : 汚染物質の摂取率 (g/h)
- t_O : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{ing}(i)$: 核種*i*の経口摂取の内部被ばく線量係数 (μ Sv/Bq)
- λ_i : 核種*i*の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

1.4. 可燃物等の積込み作業者（皮膚汚染による皮膚被ばく）（選定経路 No. 2s）

可燃物等の積込み作業者の皮膚汚染による被ばく線量は(4)式により求める。(4)式は、12-3号 添付資料1 の(3)式と同一である。

$$D_{skin}(i) = C_W(i) \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (4)$$

ここで、

- $D_{skin}(i)$: 核種 i による皮膚汚染による皮膚被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_W(i)$: 「放射性廃棄物でない廃棄物」とクリアランス対象廃棄物を混合した廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
 $C_W(i) = C_{wo}(i) \cdot F_{WC}$
 $C_{wo}(i)$: クリアランス対象廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
 F_{WC} : 廃棄物中に占められるクリアランス対象廃棄物の割合 (—)
- L_{dust} : 皮膚に堆積したダストの厚さ (cm)
- $f_{dust,skin}$: 皮膚被ばく経路における濃縮係数 (—)
- ρ : 皮膚に堆積したダストの密度 (g/cm^3)
- t_O : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{skin}(i)$: 核種 i の皮膚汚染による皮膚被ばく線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/cm²)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

2. 焼却施設の運転に伴う評価経路（選定経路 No. 5～12）

焼却施設の運転に伴う評価経路として、焼却炉の補修作業者が被ばくする経路及び焼却炉からの排気により周辺居住者が被ばくする経路について被ばく線量を評価する。

2.1. 焼却炉の補修に伴う評価経路（選定経路 No. 5～7）

焼却炉の補修作業者については、焼却炉壁の表面に付着した核種からの外部被ばく、焼却灰を吸入することによる内部被ばく、焼却灰を直接経口摂取することによる内部被ばく及び皮膚被ばくについて被ばく線量を評価する。

2.1.1. 焼却炉の補修作業（直接線・外部被ばく）（選定経路 No. 5）

焼却炉の補修作業者の外部被ばく線量は、焼却炉壁の表面汚染密度に基づいて求める。

2.1.1.1. 焼却炉壁の表面汚染密度

焼却炉壁の表面汚染密度は、新たに設定した(5)式により求める。

$$C_I(i) = \frac{C_{wo}(i) \cdot W_I \cdot 10^3 \cdot F_b \cdot (1 - f_b(i)) \cdot f_I \cdot V_b}{S \cdot 10^4} \dots\dots\dots (5)$$

ここで、

- $C_I(i)$: 焼却炉壁中の核種 i の表面汚染密度 (Bq/cm²)
- $C_{wo}(i)$: クリアランス対象廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- W_I : 1年間に焼却処理されるクリアランス廃棄物の重量 (kg)
- F_b : 焼却炉での他の廃棄物との混合割合 (—)
- $f_b(i)$: 核種 i が排気に移行する割合 (—)
- f_I : 焼却炉壁に付着する割合 (—)
- V_b : 焼却処理に伴う廃棄物の減重比 (—)
- S : 焼却炉壁の表面積 (m²)

2.1.1.2. 焼却炉の補修作業（直接線・外部被ばく）

焼却炉の補修作業者の外部被ばく線量は(6)式により求める。(6)式は、12-3号添付資料1の(8)式と類似の式である。

$$D_{ext}(i) = C_I(i) \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (6)$$

ここで、

- $D_{ext}(i)$: 核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_I(i)$: 焼却炉壁中の核種 i の表面汚染密度 (Bq/cm²)
- S_O : 外部被ばくに対する遮へい係数 (—)
- t_O : 年間作業時間 (h/y)

- $DF_{ext}(i)$: 核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/cm²)
 λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
 t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

なお、線量換算係数については、線源の幾何形状を考慮し、点減衰核積分法による遮へい計算コードQAD-CGGP2により算出する。

2.1.2. 焼却炉の補修作業員（粉塵吸入による内部被ばく）（選定経路 No. 6）

焼却炉の補修作業に従事する作業員の粉塵吸入による内部被ばく線量は、焼却灰中の核種濃度に基づいて求める。

2.1.2.1. 焼却灰中の核種濃度

焼却灰中の核種濃度は、新たに設定した(7)式により求める。

$$C_A(i) = C_W(i) \cdot V_I \cdot F_{CI} \cdot (1 - f_I(i)) \dots\dots\dots (7)$$

ここで、

- $C_A(i)$: 焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
 $C_W(i)$: 「放射性廃棄物でない廃棄物」とクリアランス対象廃棄物を混合した廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
 $C_W(i) = C_{WO}(i) \cdot F_{WC}$
 $C_{WO}(i)$: クリアランス対象廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
 F_{WC} : 廃棄物中に占められるクリアランス対象廃棄物の割合 (—)
 V_I : 焼却処理に伴う廃棄物の減重比 (—)
 F_{CI} : 焼却炉での他の廃棄物との混合割合 (—)
 $f_I(i)$: 核種 i が排気に移行する割合 (—)

2.1.2.2. 焼却炉の補修作業員（粉塵吸入による内部被ばく）

焼却炉の補修作業員の粉塵吸入による内部被ばく線量は(8)式により求める。(8)式は、12-3号 添付資料 1 の(9)式と類似の式である。

$$D_{inh}(i) = C_A(i) \cdot C_{dust} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (8)$$

ここで、

- $D_{inh}(i)$: 核種 i による吸入被ばく線量 (μ Sv/y)
 $C_A(i)$: 焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
 C_{dust} : 作業時の空气中ダスト濃度 (g/m³)
 $f_{dust,inh}$: 吸入するダストへの濃縮係数 (—)
 B_O : 作業員の呼吸量 (m³/h)

- t_o : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{inh}(i)$: 核種 i の吸入被ばくに対する線量係数 (μ Sv/Bq)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

2.1.3. 焼却炉の補修作業員（直接経口摂取による内部被ばく）（選定経路 No. 7）

焼却炉の補修作業員の直接経口摂取による内部被ばく線量は(9)式により求める。(9)式は、12-3号 添付資料1の(11)式と類似の式である。

$$D_{direct}(i) = C_A(i) \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_o \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(9)$$

ここで、

- $D_{direct}(i)$: 核種 i による直接経口摂取被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_A(i)$: 焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- $f_{C,ing}$: 直接経口摂取における濃縮係数 (—)
- q : 汚染物質の摂取率 (g/h)
- t_o : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{ing}(i)$: 核種 i の経口摂取の内部被ばく線量係数 (μ Sv/Bq)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

2.1.4. 焼却炉の補修作業員（皮膚汚染による皮膚被ばく）（選定経路 No. 6s）

焼却炉の補修作業員の皮膚汚染による被ばく線量は(10)式により求める。(10)式は、12-3号 添付資料1の(10)式と類似の式である。

$$D_{skin}(i) = C_A(i) \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_o \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(10)$$

ここで、

- $D_{Skin}(i)$: 核種 i による皮膚汚染による皮膚被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_A(i)$: 焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- L_{dust} : 皮膚に堆積したダストの厚さ (cm)
- $f_{dust,skin}$: 皮膚被ばく経路における濃縮係数 (—)
- ρ : 皮膚に堆積したダストの密度 (g/cm^3)
- t_o : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{skin}(i)$: 核種 i の皮膚汚染による皮膚被ばく線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/cm²)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

2.2. 焼却炉からの排気に伴う経路（選定経路 No. 8~12）

焼却炉周辺の居住者に対しては、焼却炉の排気（プルーム）からの直接線による外部被ばく、焼却炉からの排気を吸入することによる内部被ばく、土壤に沈着した核種からの直接線による外部被ばく、農作物（葉菜）を摂取することによる内部被ばく、畜産物を摂取することによる内部被ばくについて被ばく線量を評価する。これらの評価経路では子どもに対する評価も行う。

2.2.1. 焼却炉の周辺居住者（プルーム・外部被ばく）（選定経路 No. 8）

焼却炉周辺の居住者が、焼却炉の排気（プルーム）からの直接線による外部被ばく線量について評価する。焼却炉周辺の居住者の被ばく線量は、新たに設定した(11)式により求める。

2.2.1.1. 空気中の核種濃度

空気中の核種濃度は、新たに設定した(11)式により求める。

$$C_{Air}(i) = \chi \cdot f_I(i) \cdot R \cdot F_{Cl} \cdot C_W(i) \dots\dots\dots (11)$$

ここで、

- $C_{Air}(i)$: 空気中の核種 i の濃度 (Bq/m³)
- χ : 大気中での分散係数 (s/m³)
- $f_I(i)$: 核種 i が排気に移行する割合 (—)
- R : 焼却処理能力 (g/s)
- F_{Cl} : 焼却炉での他の廃棄物との混合割合 (—)
- $C_W(i)$: 「放射性廃棄物でない廃棄物」とクリアランス対象廃棄物を混合した廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- $C_W(i) = C_{wo}(i) \cdot F_{wc}$
- $C_{wo}(i)$: クリアランス対象廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- F_{wc} : 廃棄物中に占められるクリアランス対象廃棄物の割合 (—)

2.2.1.2. 焼却炉の周辺居住者（プルーム・外部被ばく）

周辺居住者のプルームからの直接線による外部被ばく線量は(12)式により求める。(12)式は、12-3号 添付資料1の(12)式と類似の式である。

$$D_{ext}(i) = C_{Air}(i) \cdot S_R \cdot t_R \cdot DF_{ext,p}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (12)$$

ここで、

- $D_{ext}(i)$: 核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_{Air}(i)$: 空気中の核種 i の濃度 (Bq/m³)
- S_R : 居住時における遮へい係数 (—)

- t_R : 年間居住時間 (h/y)
 $DF_{ext,p}(i)$: プルームからの核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/m³)
 λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
 t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

2.2.2. 焼却炉の周辺居住者（粉塵吸入による内部被ばく）（選定経路 No. 9）

焼却炉周辺の居住者が、焼却炉からの排気を吸入することによる内部被ばく線量は(13)式により求める。(13)式は、再利用・再使用の評価経路に係る線量評価式をまとめた資料第12-3号 添付資料2（以下、「12-3号 添付資料2」という。）の(6)式と類似の式である。

$$D_{inh}(i) = C_{Air}(i) \cdot f_{dust,inh} \cdot B_R \cdot t_R \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(13)$$

ここで、

- $D_{inh}(i)$: 核種 i による吸入被ばく線量 (μ Sv/y)
 $C_{Air}(i)$: 空気中の核種 i の濃度 (Bq/m³)
 $f_{dust,inh}$: 吸入するダストへの濃縮係数 (—)
 B_R : 周辺居住者の呼吸量 (m³/h)
 t_R : 年間居住時間 (h/y)
 $DF_{inh}(i)$: 核種 i の吸入被ばくに対する線量係数 (μ Sv/Bq)
 λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
 t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

2.2.3. 焼却炉の周辺居住者（地表面直接線・外部被ばく）（選定経路 No. 10）

焼却炉周辺に居住する周辺居住者が、焼却炉から排出されるダストが地表面に沈着して、それに含まれている核種からの直接線による外部被ばく線量について評価する。

2.2.3.1. 土壌中の核種濃度

土壌中の核種の濃度は(14)式により求める。(14)式は、12-3号 添付資料2の(14)式と類似の式である。

$$C_S(i) = \left\{ V_g \cdot C_{Air}(i) \cdot f_s \cdot f_r \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot T_o)}{\lambda_i} \right\} / P \dots\dots\dots(14)$$

ここで、

- $C_S(i)$: 核種 i の土壌中の濃度 (Bq/kg)
 V_g : 沈着速度 (m/y)

- $C_{Air}(i)$: 空気中の核種 i の濃度 (Bq/m³)
- f_s : ダストの地表面への沈着割合 (—)
- f_r : 沈着した核種のうち残存する割合 (—)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y⁻¹)
- T_O : 核種の放出期間 (y)
- P : 土壌実効表面密度 (kg/m²)

2.2.3.2. 焼却炉の周辺居住者（地表面直接線・外部被ばく）

焼却炉周辺の居住者の地表面に沈着した核種からの直接線による外部被ばく線量は(15)式により求める。(15)式は、12-3号 添付資料1の(12)式と類似の式である。

$$D_{ext}(i) = C_S(i) \cdot S_R \cdot t_R \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (15)$$

ここで、

- $D_{ext}(i)$: 核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_S(i)$: 核種 i の土壌中の濃度 (Bq/kg)
- S_R : 居住時における遮へい係数 (—)
- t_R : 年間居住時間 (h/y)
- $DF_{ext}(i)$: 核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/g)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y⁻¹)
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

なお、線量換算係数については、線源の幾何形状を考慮して、点減衰核積分法による遮へい計算コードQAD-CGGP2により算出する。

2.2.4. 焼却炉周辺の農作物摂取者（経口摂取による内部被ばく）（選定経路 No. 11）

焼却炉周辺の居住者が、焼却炉から排出されるダストによって汚染された農作物（葉菜）を摂取することによる内部被ばく線量を評価する。なお、農作物（葉菜）への核種の移行計算に当たっては、農作物（葉菜）への直接沈着と農地に沈着した後の根を通じた農作物（葉菜）への吸収を考慮する。

2.2.4.1. 農作物中の核種濃度

根からの吸収と葉菜表面への沈着を考慮した農作物中の核種の濃度は(16)式により求める。(16)式は、12-3号 添付資料2の(8)式と類似の式である。

$$C_V(i) = \left[C_S(i) \cdot T_V(i) + V_g \cdot C_{Air}(i) \cdot \frac{f_v}{Y_B} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{ei} \cdot T_E)}{\lambda_{ei}} \right] \cdot f_t \cdot f_d \dots\dots\dots (16)$$

ここで、

- $C_V(i)$: 農作物（葉菜）中における核種 i の濃度 (Bq/kg)
- $C_S(i)$: 核種 i の土壌中の濃度 (Bq/kg)
- $T_V(i)$: 土壌から農作物（葉菜）への核種 i の移行係数 (Bq/kg-農作物 per Bq/kg-土壌)
- V_g : 沈着速度 (m/y)
- $C_{Air}(i)$: 空気中の核種 i の濃度 (Bq/m³)
- f_v : 核種の農作物（葉菜）表面への沈着割合 (—)
- Y_B : 農作物（葉菜）の栽培密度 (kg/m²)
- λ_{ei} : 沈着した核種 i の実効減衰係数 (y⁻¹)
 $\lambda_{ei} = \lambda_i + \lambda_{iw}$
 ただし、
 λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y⁻¹)
 λ_{iw} : weathering 効果による植物表面沈着核種の除去係数 (y⁻¹)
- T_E : 農作物（葉菜）の生育期間 (y)
- f_t : 農作物（葉菜）の栽培期間年間比 (—)
- f_d : 調理前洗浄による粒子状物質の残留比 (—)

2.2.4.2. 焼却炉周辺の農作物摂取者（経口摂取による内部被ばく）

農作物（葉菜）を摂取することによる内部被ばく線量は、(17)式及び(17')式により求める。(17)式及び(17')式は、12-3号 添付資料2の(9)式及び(9')式と類似の式である。

$$D_{ing}(i) = C_V(i) \cdot Q_V \cdot G_V \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_v}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots(17)$$

ここで、

- $D_{ing}(i)$: 核種 i の経口摂取による内部被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_V(i)$: 農作物（葉菜）中における核種 i の濃度 (Bq/kg)
- Q_V : 農作物（葉菜）の年間摂取量 (kg/y)
- G_V : 農作物（葉菜）の市場係数 (—)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y⁻¹)
- t_v : 農作物（葉菜）の輸送時間 (d)
- $DF_{ing}(i)$: 核種 i の経口摂取の内部被ばく線量係数 (μ Sv/Bq)

市場係数と輸送時間をそれぞれ保守的に1及び0と選定しているため、上式は以下のようになる。

$$D_{ing}(i) = C_V(i) \cdot Q_V \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots(17')$$

2.2.5. 焼却炉周辺の畜産物摂取者（経口摂取による内部被ばく）（選定経路 No. 12）

焼却炉から排出された核種が付着した農作物（飼料）を摂取した畜産物を摂取することによる被ばく線量を評価する。農業用水及び飼育に使われる用水には核種が含まれていないものとする。

2.2.5.1. 飼料中の核種濃度

農作物中の核種濃度は(18)式により求める。(18)式は、12-3号 添付資料2の(8)式と類似の式である。

$$C_{VF}(i) = \left[C_S(i) \cdot T_F(i) + V_g \cdot C_{Air}(i) \cdot \frac{f_v}{Y_B} \cdot \frac{1 - \exp(-T_{ei} \cdot T_E)}{T_{ei}} \right] \cdot f_t \dots \dots \dots (18)$$

ここで、

- $C_{VF}(i)$: 農作物中における核種 i の濃度 (Bq/kg)
- $C_S(i)$: 核種 i の土壌中の濃度 (Bq/kg)
- $T_F(i)$: 土壌から農作物への核種 i の移行係数 (Bq/kg-農作物 per Bq/kg-土壌)
- V_g : 沈着速度 (m/y)
- $C_{Air}(i)$: 空気中の核種 i の濃度 (Bq/m³)
- f_v : 核種の農作物表面への沈着割合 (—)
- Y_B : 農作物の栽培密度 (kg/m²)
- T_{ei} : 沈着した核種 i の実効減衰係数 (y⁻¹)
 $T_{ei} = \lambda_i + \lambda_{iw}$
 ただし、
 λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y⁻¹)
 λ_{iw} : weathering 効果による植物表面沈着核種の除去係数 (y⁻¹)
- T_E : 農作物の生育期間 (y)
- f_t : 農作物の栽培期間年間比 (—)

2.2.5.2. 畜産物中の核種濃度

農作物（飼料）を摂取することによる畜産物中の核種の濃度は(19)式により求める。農業用水及び飼育に使われる用水には核種が含まれていないものとする。畜産物の種類としては卵、牛乳、牛肉、豚肉及び鶏肉を想定する。なお、飼料中の核種 i の濃度は(18)式により求める。(19)式は、12-3号 添付資料2の(23)式と同一である。

$$C_{Fn}(i) = T_n(i) \cdot M_F \cdot C_{VF}(i) \cdot 10^3 \cdot Q_{vm} \dots \dots \dots (19)$$

ここで、

- $C_{Fn}(i)$: 畜産物 n 中の核種 i の濃度 (Bq/kg または Bq/L)
- $T_n(i)$: 飼料から畜産物 n 中への核種 i の移行係数 (d/kg または d/L)
- M_F : 核種を含む飼料の混合割合 (—)
- $C_{VF}(i)$: 飼料中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- Q_{vn} : 畜産物 n を生産する家畜の飼料摂取量 (kg-dry/d)

2.2.5.3. 焼却炉周辺の畜産物摂取者（経口摂取による内部被ばく）

核種を含む飼料で生産された畜産物を摂取することによる内部被ばく線量は(20)式により求める。また、この経路は子どもについても評価する。(20)式は、12-3号 添付資料2の(9)式と類似の式である。

$$D_{ing,F}(i) = \sum_n C_{Fn}(i) \cdot Q_n \cdot G_n \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{Fn}}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (20)$$

ここで、

- $D_{ing,F}(i)$: 畜産物摂取に伴う核種 i による内部被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_{Fn}(i)$: 畜産物 n 中の核種 i の濃度 (Bq/kg または Bq/L)
- Q_n : 畜産物 n の摂取量 (kg/y または L/y)
- G_n : 畜産物 n の市場係数
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)
 $\lambda_i = \ln 2 / T_{1/2}(i)$
 $T_{1/2}(i)$: 核種 i の半減期 (y)
- t_{Fn} : 畜産物 n の輸送時間 (d)
- $DF_{ing}(i)$: 核種 i の経口摂取の内部被ばく線量換算係数 (μ Sv/Bq)
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y)

市場係数と輸送時間をそれぞれ保守的に1及び0と選定しているため、上式は以下のようになる。

$$D_{ing,F}(i) = \sum_n C_{Fn}(i) \cdot Q_n \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (20')$$

3. 焼却灰の埋立作業に伴う評価経路（選定経路 No. 13～19）

3.1. 焼却灰中の核種濃度

可燃物等のクリアランスを想定した場合、焼却灰中の核種濃度は、新たに設定した(21)式により求める。(21)式は、前述の「2.1.2.1. 焼却灰中の濃度」で用いている式と同一の式である。

$$C_A(i) = C_W(i) \cdot V_I \cdot F_{Cl} \cdot (1 - f_I(i)) \dots\dots\dots (21)$$

ここで、

- $C_A(i)$: 焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- $C_W(i)$: 「放射性廃棄物でない廃棄物」とクリアランス対象廃棄物を混合した廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- $C_W(i) = C_{WO}(i) \cdot F_{WC}$
- $C_{WO}(i)$: クリアランス対象廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- F_{WC} : 廃棄物中に占められるクリアランス対象廃棄物の割合 (—)
- V_I : 焼却処理に伴う廃棄物の減重比 (—)
- F_{Cl} : 焼却炉での他の廃棄物との混合割合 (—)
- $f_I(i)$: 核種 i が排気に移行する割合 (—)

一方、焼却灰のクリアランスを想定した場合、焼却灰中の核種濃度は(21')式により求める。

$$C_A(i) = C_W(i) \dots\dots\dots (21')$$

ここで、

- $C_A(i)$: 焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- $C_W(i)$: 「放射性廃棄物でない廃棄物」とクリアランス対象廃棄物を混合した廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- $C_W(i) = C_{WO}(i) \cdot F_{WC}$
- $C_{WO}(i)$: クリアランス対象廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- F_{WC} : 廃棄物中に占められるクリアランス対象廃棄物の割合 (—)

3.2. 焼却灰の積込み作業、運搬作業及び埋立作業（直接線・外部被ばく）（選定経路 No. 13、16、17）

焼却灰の積込み作業、運搬作業及び埋立作業の外部被ばく線量は(22)式により求める。(22)式は、前述の「1.1. 可燃物等の積込み作業、運搬作業（直接線・外部被ばく）」と同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{ext}(i) = C_A(i) \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (22)$$

ここで、

$D_{ext}(i)$:	核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
$C_A(i)$:	焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
S_O	:	外部被ばくに対する遮へい係数 (—)
t_O	:	年間作業時間 (h/y)
$DF_{ext}(i)$:	核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/g)
λ_i	:	核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
t_i	:	被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

なお、線量換算係数については、線源の幾何形状を考慮し、点減衰核積分法による遮へい計算コードQAD-CGGP2により算出する。

3.3. 焼却灰の積込み作業員及び埋立作業員（粉塵吸入による内部被ばく）（選定経路 No. 14、18）

焼却灰の積込み作業員及び埋立作業員の粉塵の吸入摂取による内部被ばく線量は(23)式により求める。(23)式は、前述の「1.2. 可燃物等の積込み作業員（粉塵吸入による内部被ばく）」と同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{inh}(i) = C_A(i) \cdot C_{dust} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (23)$$

ここで、

$D_{inh}(i)$:	核種 i による吸入被ばく線量 (μ Sv/y)
$C_A(i)$:	焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
C_{dust}	:	作業時の空气中ダスト濃度 (g/m^3)
$f_{dust,inh}$:	吸入するダストへの濃縮係数 (—)
B_O	:	作業員の呼吸量 (m^3/h)
t_O	:	年間作業時間 (h/y)
$DF_{inh}(i)$:	核種 i の吸入被ばくに対する線量係数 (μ Sv/Bq)
λ_i	:	核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
t_i	:	被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

3.4. 焼却灰の積込み作業員及び埋立作業員（直接経口による内部被ばく）（選定経路 No. 15、19）

焼却灰の積込み作業員及び埋立作業員の直接経口摂取による内部被ばく線量は(24)式により求める。(22)式は、前述の「1.3. 可燃物等の積込み作業員（直接経口摂取による内部被ばく）」と同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{direct}(i) = C_A(i) \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (24)$$

ここで、

- $D_{direct}(i)$: 核種 i による直接経口摂取被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_A(i)$: 焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- $f_{C,ing}$: 直接経口摂取における濃縮係数 (—)
- q : 汚染物質の摂取率 (g/h)
- t_O : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{ing}(i)$: 核種 i の経口摂取の内部被ばく線量係数 (μ Sv/Bq)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

3.5. 焼却灰の積込み作業員及び埋立作業員(皮膚汚染による皮膚被ばく)(選定経路 No. 14s、18s)

焼却灰の積込み作業員及び埋立作業員の皮膚汚染による被ばく線量は(25)式により求める。(25)式は、前述の「1.4. 可燃物等の積込み作業員(皮膚汚染による皮膚被ばく)」と同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{skin}(i) = C_A(i) \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(25)$$

ここで、

- $D_{skin}(i)$: 核種 i による皮膚汚染による皮膚被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_A(i)$: 焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- L_{dust} : 皮膚に堆積したダストの厚さ (cm)
- $f_{dust,skin}$: 皮膚被ばく経路における濃縮係数 (—)
- ρ : 皮膚に堆積したダストの密度 (g/cm^3)
- t_O : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{skin}(i)$: 核種 i の皮膚汚染による皮膚被ばく線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/cm²)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

4. 焼却灰の溶融施設の運転に伴う評価経路（選定経路 No. 20～27）

溶融施設の運転に伴う評価経路として、溶融炉の補修作業者が被ばくする経路及び溶融炉からの排気により周辺の居住者が被ばくする経路について被ばく線量を評価する。

4.1. 溶融炉の補修に伴う評価経路（選定経路 No. 20～22）

溶融炉の補修作業者については、溶融炉壁の表面に付着した核種からの外部被ばく、溶融固化物から飛散した粉塵を吸入することによる内部被ばく、溶融固化物を直接経口摂取することによる内部被ばく及び皮膚汚染による皮膚被ばくについて被ばく線量を評価する。溶融炉の補修作業者の外部被ばく線量は、以下により求める。

4.1.1. 溶融炉の補修作業（直接線・外部被ばく）（選定経路 No. 20）

溶融炉の補修作業に従事する作業者の外部被ばく線量は、溶融炉壁の表面汚染密度に基づいて求める。

4.1.1.1. 溶融炉壁の表面汚染密度

溶融炉壁の表面汚染密度は、新たに設定した(26)式により求める。(26)式は、前述の「2.1.1.1. 焼却炉壁の表面汚染密度」と同様の考え方に基づいて設定している。

$$C_{AM}(i) = \frac{C_A(i) \cdot W_{AM} \cdot 10^3 \cdot F_{AM} \cdot (1 - f_{AM}(i)) \cdot f_{AMW} \cdot V_{AM}}{S_{AM} \cdot 10^4} \dots\dots\dots (26)$$

ここで、

- $C_{AM}(i)$: 溶融炉壁中の核種 i の表面汚染密度 (Bq/cm²)
- $C_A(i)$: 焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- W_{AM} : 1年間に溶融処理される焼却灰の重量 (kg)
- F_{AM} : 溶融炉での他の焼却灰との混合割合 (—)
- $f_{AM}(i)$: 溶融処理において核種 i が排気に移行する割合 (—)
- f_{AMW} : 溶融炉壁に付着する割合 (—)
- V_{AM} : 溶融処理に伴う廃棄物の減重比 (—)
- S_{AM} : 溶融炉壁の表面積 (m²)

4.1.1.2. 溶融炉の補修作業（直接線・外部被ばく）

溶融炉の補修作業者の外部被ばく線量は(27)式により求める。(26)式は、前述の「2.1.1.2. 焼却炉の補修作業（直接線・外部被ばく）」と同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{ext}(i) = C_{AM}(i) \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (27)$$

ここで、

- $D_{ext}(i)$: 核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)

$C_{AM}(i)$:	溶融炉壁中の核種 i の表面汚染密度 (Bq/cm ²)
S_O	:	外部被ばくに対する遮へい係数 (—)
t_O	:	年間作業時間 (h/y)
$DF_{ext}(i)$:	核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/cm ²)
λ_i	:	核種 i の崩壊定数 (y ⁻¹)
t_i	:	被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

なお、線量換算係数については、線源の幾何形状を考慮し、点減衰核積分法による遮へい計算コードQAD-CGGP2により算出する。

4.1.2. 溶融炉の補修作業員（粉塵吸入による内部被ばく）（選定経路 No. 21）

溶融炉の補修作業員の粉塵吸入による内部被ばく線量は、溶融固化物中の核種濃度に基づいて求める。

4.1.2.1. 溶融固化物中の核種濃度

溶融固化物中の核種濃度は、新たに設定した(28)式により求める。(26)式は、前述の「2.1.2.2. 焼却灰中の核種濃度」と同様の考え方に基づいて設定している。

$$C_{AM}(i) = C_A(i) \cdot V_{AM} \cdot F_{AM} \cdot (1 - f_{AM}(i)) \dots\dots\dots (28)$$

$C_{AM}(i)$:	溶融固化物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
$C_A(i)$:	焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
V_{AM}	:	溶融処理に伴う廃棄物の減重比 (—)
F_{AM}	:	溶融炉での他の廃棄物との混合割合 (—)
$f_{AM}(i)$:	溶融処理において核種 i が排気に移行する割合 (—)

4.1.2.2. 溶融炉の補修作業員（粉塵吸入による内部被ばく）

溶融炉の補修作業員の粉塵吸入による内部被ばく線量は(29)式により求める。(29)式は、前述の「2.1.2.2. 焼却炉の補修作業員（粉塵吸入による内部被ばく）」と同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{inh}(i) = C_{AM}(i) \cdot C_{dust} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (29)$$

ここで、

$D_{inh}(i)$:	核種 i による吸入被ばく線量 (μ Sv/y)
$C_{AM}(i)$:	溶融固化物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
C_{dust}	:	作業時の空气中ダスト濃度 (g/m ³)
$f_{dust,inh}$:	吸入するダストへの濃縮係数 (—)
B_O	:	作業員の呼吸量 (m ³ /h)

- t_O : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{inh}(i)$: 核種 i の吸入被ばくに対する線量係数 (μ Sv/Bq)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

4.1.3. 溶融炉の補修作業 (直接経口による内部被ばく) (選定経路 No. 22)

溶融炉の補修作業の直接経口摂取による内部被ばく線量は(30)式により求める。(30)式は、前述の「2.1.3. 焼却炉の補修作業 (直接経口による内部被ばく)」と同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{direct}(i) = C_{AM}(i) \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(30)$$

ここで、

- $D_{direct}(i)$: 核種 i による直接経口摂取被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_{AM}(i)$: 溶融固化物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- $f_{C,ing}$: 直接経口摂取における濃縮係数 (—)
- q : 汚染物質の摂取率 (g/h)
- t_O : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{ing}(i)$: 核種 i の経口摂取の内部被ばく線量係数 (μ Sv/Bq)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

4.1.4. 溶融炉の補修作業 (皮膚汚染による皮膚被ばく) (選定経路 No. 21s)

溶融炉の補修作業の皮膚汚染による皮膚被ばく線量は(31)式により求める。(31)式は、前述の「2.1.4. 焼却炉の補修作業 (皮膚汚染による皮膚被ばく)」と同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{skin}(i) = C_{AM}(i) \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(31)$$

ここで、

- $D_{skin}(i)$: 核種 i による皮膚汚染による皮膚被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_{AM}(i)$: 溶融固化物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- L_{dust} : 皮膚に堆積したダストの厚さ (cm)
- $f_{dust,skin}$: 皮膚被ばく経路における濃縮係数 (—)
- ρ : 皮膚に堆積したダストの密度 (g/cm^3)
- t_O : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{skin}(i)$: 核種 i の皮膚汚染による皮膚被ばく線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/cm²)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})

t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1 年)

4.2. 溶融炉からの排気に伴う経路

溶融炉周辺の居住者に対しては、溶融炉の排気（プルーム）からの直接線による外部被ばく、溶融炉からの排気を吸入することによる内部被ばく、土壤に沈着した核種からの直接線による外部被ばく、農作物（葉菜）を摂取することによる内部被ばく、畜産物を摂取することによる内部被ばくについて被ばく線量を評価する。これらの評価経路では子どもに対する評価も行う。

4.2.1. 溶融炉の周辺居住者（プルーム・外部被ばく）（選定経路 No. 23）

溶融炉周辺に居住する周辺居住者が、焼却炉の排気（プルーム）からの直接線による被ばく線量を評価する。

4.2.1.1. 空気中の核種濃度

空気中の核種濃度は、新たに設定した(32)式により求める。(32)式は、前述の「2.2.1. 焼却炉の周辺居住者（プルーム・外部被ばく）」の「2.2.1.1. 空気中濃度」を求めるのと同様の考え方に基づいて設定している。

$$C_{Air}(i) = \chi \cdot f_{AM}(i) \cdot R_{AM} \cdot F_{AM} \cdot C_A(i) \dots\dots\dots (32)$$

ここで、

- $C_{Air}(i)$: 空気中の核種 i の濃度 (Bq/m³)
- χ : 大気中での分散係数 (s/m³)
- $f_{AM}(i)$: 溶融処理において核種 i が排気に移行する割合 (—)
- R_{AM} : 溶融処理能力 (g/s)
- F_{AM} : 溶融炉での他の焼却灰との混合割合 (—)
- $C_A(i)$: 焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)

4.2.1.2. 溶融炉の周辺居住者（プルーム・外部被ばく）

周辺居住者のプルームからの直接線による外部被ばく線量は(33)式により求める。(33)式は、前述の「2.2.1.2. 焼却炉の周辺居住者（プルーム・外部被ばく）」を求めるのと同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{ext}(i) = C_{Air}(i) \cdot S_R \cdot t_R \cdot DF_{ext,p}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (33)$$

ここで、

- $D_{ext}(i)$: 核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_{Air}(i)$: 空気中の核種 i の濃度 (Bq/m³)
- S_R : 居住時における遮へい係数 (—)
- t_R : 年間居住時間 (h/y)
- $DF_{ext,p}(i)$: プルームからの核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 (μ Sv/h per

Bq/m³)

4.2.2. 溶融炉の周辺居住者（粉塵吸入による内部被ばく）（選定経路 No. 24）

溶融炉周辺の居住者が、溶融炉からの排気を吸入することによる内部被ばく線量は(34)式により求める。(34)式は、前述の「2.2.2. 焼却炉の周辺居住者（粉塵吸入による内部被ばく）」を求めるのと同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{inh}(i) = C_{Air}(i) \cdot f_{dust,inh} \cdot B_R \cdot t_R \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(34)$$

ここで、

- $D_{inh}(i)$: 核種 i による吸入被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_{Air}(i)$: 空気中の核種 i の濃度 (Bq/m³)
- $f_{dust,inh}$: 吸入するダストへの濃縮係数 (—)
- B_R : 周辺居住者の呼吸量 (m³/h)
- t_R : 年間居住時間 (h/y)
- $DF_{inh}(i)$: 核種 i の吸入被ばくに対する線量係数 (μ Sv/Bq)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y⁻¹)
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

4.2.3. 溶融炉の周辺居住者（地表面直接線・外部被ばく）（選定経路 No. 25）

焼却炉周辺に居住する周辺居住者が、地表面に沈着した核種からの直接線による被ばく線量を評価する。

4.2.3.1. 土壌中の核種濃度

土壌中の核種の濃度は(35)式により求める。(35)式は、前述の「2.2.3. 焼却炉の周辺居住者（地表面直接線・外部被ばく）」の「2.2.3.1. 土壌中の核種濃度」を求めるのと同様の考え方に基づいて設定している。

$$C_S(i) = \left\{ V_g \cdot C_{Air}(i) \cdot f_s \cdot f_r \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot T_o)}{\lambda_i} \right\} / P \dots\dots\dots(35)$$

ここで、

- $C_S(i)$: 核種 i の土壌中の濃度 (Bq/kg)
- V_g : 沈着速度 (m/y)
- $C_{Air}(i)$: 空気中の核種 i の濃度 (Bq/m³)
- f_s : ダストの地表面への沈着割合 (—)
- f_r : 沈着した核種のうち残存する割合 (—)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y⁻¹)

- T_O : 核種の放出期間 (y)
 P : 土壌実効表面密度 (kg/m²)

4.2.3.2. 熔融炉の周辺居住者（地表面直接線・外部被ばく）

焼却炉周辺の居住者の地表面に沈着した核種からの直接線による外部被ばく線量は(36)式により求める。(36)式は、前述の「2.2.3.2. 焼却炉の周辺居住者（地表面直接線・外部被ばく）」を求めるのと同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{ext}(i) = C_S(i) \cdot S_R \cdot t_R \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(36)$$

ここで、

- $D_{ext}(i)$: 核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
 $C_S(i)$: 核種 i の土壌中の濃度 (Bq/kg)
 S_R : 居住時における遮へい係数 (—)
 t_R : 年間居住時間 (h/y)
 $DF_{ext}(i)$: 核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/g)
 λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y⁻¹)
 t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

なお、線量換算係数については、線源の幾何形状を考慮し、点減衰核積分法による遮へい計算コードQAD-CGGP2により算出する。

4.2.4. 熔融炉周辺の農作物摂取者（経口摂取による内部被ばく）（選定経路 No. 26）

熔融炉周辺の居住者が、熔融炉から排出されるダストによって汚染された農作物（葉菜）を摂取することによる内部被ばく線量を評価する。なお、農作物への核種の移行計算に当たっては、農作物への直接沈着と農地に沈着した後の根を通じた農作物への吸収を考慮する。

4.2.4.1. 農作物中の核種濃度

根からの吸収と葉菜表面への沈着を考慮した農作物中の核種の濃度は(37)式により求める。(37)式は、前述の「2.2.4. 焼却炉周辺の農作物摂取者（経口摂取による内部被ばく）」の「2.2.4.1. 農作物中の核種濃度」を求めるのと同様の考え方に基づいて設定している。

$$C_V(i) = \left[C_S(i) \cdot T_V(i) + V_g \cdot C_{Air}(i) \cdot \frac{f_v}{Y_B} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{ei} \cdot T_E)}{\lambda_{ei}} \right] \cdot f_i \cdot f_d \dots\dots\dots(37)$$

ここで、

- $C_V(i)$: 農作物（葉菜）中における核種 i の濃度 (Bq/kg)
 $C_S(i)$: 核種 i の土壌中の濃度 (Bq/kg)

$T_V(i)$:	土壌から農作物(葉菜)への核種 i の移行係数(Bq/kg-農作物 per Bq/kg-土壌)
V_g	:	沈着速度 (m/y)
$C_{Air}(i)$:	空気中の核種 i の濃度 (Bq/m ³)
f_v	:	核種の農作物表面への沈着割合 (—)
Y_B	:	農作物(葉菜)の栽培密度 (kg/m ²)
λ_{ei}	:	沈着した核種 i の実効減衰係数 (y ⁻¹) $\lambda_{ei} = \lambda_i + \lambda_{iw}$ ただし、 λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y ⁻¹) λ_{iw} : weathering 効果による植物表面沈着核種の除去係数 (y ⁻¹)
T_E	:	農作物の生育期間 (y)
f_t	:	農作物の栽培期間年間比 (—)
f_d	:	調理前洗浄による粒子状物質の残留比 (—)

4.2.4.2. 溶融炉周辺の農作物摂取者（経口摂取による内部被ばく）

農作物（葉菜）を摂取することによる内部被ばく線量は(38)式により求める。(38)式は、前述の「2.2.4.2. 焼却炉周辺の農作物摂取者（経口摂取による内部被ばく）」を求めるのと同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{ing}(i) = C_V(i) \cdot Q_V \cdot G_V \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_v}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots(38)$$

ここで、

$D_{ing}(i)$:	核種 i の経口摂取による内部被ばく線量 (μ Sv/y)
$C_V(i)$:	農作物(葉菜)中における核種 i の濃度 (Bq/kg)
Q_V	:	農作物(葉菜)の年間摂取量 (kg/y)
G_V	:	農作物(葉菜)の市場係数 (—)
λ_i	:	核種 i の崩壊定数 (y ⁻¹)
t_v	:	農作物(葉菜)の輸送時間 (d)
$DF_{ing}(i)$:	核種 i の経口摂取の内部被ばく線量係数 (μ Sv/Bq)

市場係数と輸送時間をそれぞれ保守的に 1 及び 0 と選定しているため、上式は以下のようになる。

$$D_{ing}(i) = C_V(i) \cdot Q_V \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots(38')$$

4.2.5. 溶融炉周辺の畜産物摂取者（経口摂取による内部被ばく）（選定経路 No. 27）

溶融炉から排出された核種が付着した農作物（葉菜）を摂取した畜産物を摂取することによる被ばく線量を評価する。農業用水及び飼育に使われる用水には核種が含まれていないものとする。

4.2.5.1. 飼料中の核種濃度

農作物（葉菜）中の核種濃度は(39)式により求める。(39)式は、前述の「2.2.5. 焼却炉周辺の畜産物摂取者（経口摂取による内部被ばく）」の「2.2.5.1. 飼料中の核種濃度」を求めるのと同様の考え方に基づいて設定している。

$$C_{VF}(i) = \left[C_S(i) \cdot T_F(i) + V_g \cdot C_{Air}(i) \cdot \frac{f_v}{Y_B} \cdot \frac{1 - \exp(-T_{ei} \cdot T_E)}{T_{ei}} \right] \cdot f_t \dots\dots\dots (39)$$

ここで、

- $C_{VF}(i)$: 農作物（葉菜）中における核種 i の濃度 (Bq/kg)
- $C_S(i)$: 核種 i の土壌中の濃度 (Bq/kg)
- $T_F(i)$: 土壌から農作物（葉菜）への核種 i の移行係数 (Bq/kg-農作物 per Bq/kg-土壌)
- V_g : 沈着速度 (m/y)
- $C_{Air}(i)$: 空気中の核種 i の濃度 (Bq/m³)
- f_v : 核種の農作物表面への沈着割合 (—)
- Y_B : 農作物の栽培密度 (kg/m²)
- T_{ei} : 沈着した核種 i の実効減衰係数 (y⁻¹)
 $T_{ei} = \lambda_i + \lambda_{iw}$
 ただし、
 λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y⁻¹)
 λ_{iw} : weathering 効果による植物表面沈着核種の除去係数 (y⁻¹)
- T_E : 農作物の生育期間 (y)
- f_t : 農作物の栽培期間年間比 (—)

4.2.5.2. 畜産物中の核種濃度

畜産物中の核種濃度は(40)式により求める。(40)式は、前述の「2.2.5.2. 畜産物中の核種濃度」を求めるのと同様の考え方に基づいて設定している。

$$C_{Fn}(i) = T_n(i) \cdot M_F \cdot C_{VF}(i) \cdot 10^3 \cdot Q_{vn} \dots\dots\dots (40)$$

ここで、

- $C_{Fn}(i)$: 畜産物 n 中の核種 i の濃度 (Bq/kg または Bq/L)

- $T_n(i)$: 飼料から畜産物 n 中への核種 i の移行係数 (d/kg または d/L)
- M_F : 核種を含む飼料の混合割合 (—)
- $C_{VF}(i)$: 飼料中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- Q_{vn} : 畜産物 n を生産する家畜の飼料摂取量 (kg-dry/d)

4.2.5.3. 溶融炉周辺の畜産物摂取者（経口摂取による内部被ばく）

畜産物を摂取することによる内部被ばく線量は(41)式により求める。(41)式は、前述の「2.2.5.2. 焼却炉周辺の畜産物摂取者（経口摂取による内部被ばく）」を求めるのと同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{ing,F}(i) = \sum_n C_{Fn}(i) \cdot Q_n \cdot G_n \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{Fn}}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (41)$$

ここで、

- $D_{ing,F}(i)$: 畜産物摂取に伴う核種 i による内部被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_{Fn}(i)$: 畜産物 n 中の核種 i の濃度 (Bq/kg または Bq/L)
- Q_n : 畜産物 n の摂取量 (kg/y または L/y)
- G_n : 畜産物 n の市場係数 (—)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)
 $\lambda_i = \ln 2 / T_{1/2}(i)$
 $T_{1/2}(i)$: 核種 i の半減期 (y)
- t_{Fn} : 畜産物 n の輸送時間 (d)
- $DF_{ing}(i)$: 核種 i の経口摂取の内部被ばく線量換算係数 (μ Sv/Bq)
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y)

市場係数と輸送時間をそれぞれ保守的に 1 及び 0 と選定しているため、上式は以下のようになる。

$$D_{ing,F}(i) = \sum_n C_{Fn}(i) \cdot Q_n \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (41')$$

5. 溶融固化物の埋立作業に伴う評価経路（選定経路 No. 28、29）

5.1. 溶融固化物中の核種濃度

溶融固化物中の核種濃度は、新たに設定した(42)式により求める。(42)式は、前述の「3.1. 焼却灰中の核種濃度」を求めるのと同様の考え方に基づいて設定している。

$$C_{AM}(i) = C_A(i) \cdot V_{AM} \cdot F_{AM} \cdot (1 - f_{AM}(i)) \dots\dots\dots(42)$$

- $C_{AM}(i)$: 溶融固化物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- $C_A(i)$: 焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- V_{AM} : 溶融処理に伴う廃棄物の減重比 (－)
- F_{AM} : 溶融炉での他の廃棄物との混合割合 (－)
- $f_{AM}(i)$: 溶融処理において核種 i が排気に移行する割合 (－)

5.2. 溶融固化物の積込み作業員及び運搬作業員（直接線・外部被ばく）（選定経路 No. 28、29）

外部被ばく線量は(43)式により求める。(43)式は、前述の「3.2. 焼却灰の積込み作業員及び運搬作業員（直接線・外部被ばく）」を求めるのと同様の考え方に基づいて設定している。

$$D_{ext}(i) = C_{AM}(i) \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(43)$$

ここで、

- $D_{ext}(i)$: 核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_{AM}(i)$: 溶融固化物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- S_O : 外部被ばくに対する遮へい係数 (－)
- t_O : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{ext}(i)$: 核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/g)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

なお、線量換算係数については、線源の幾何形状を考慮し、点減衰核積分法による遮へい計算コードQAD-CGGP2により算出する。

6. 溶融固化物の再利用に伴う評価経路（選定経路 No. 30、31）

6.1. 再利用者（溶融固化物を再利用した駐車場からの直接線・外部被ばく）（選定経路 No. 30）

再利用した溶融固化物を骨材に使用した駐車場での作業者の外部被ばく線量は、次のように評価する。

6.1.1. 溶融固化物を再利用したコンクリート中の核種の濃度

再利用した溶融固化物を骨材としたコンクリート中の核種 i の濃度は(44)式により求める。(44)式は、12-3号 添付資料2の(42)式と類似の式である。

$$C_C(i) = C_{AM}(i) \cdot G_{AM} \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{pd}) \cdot F_{C,AM} \dots\dots\dots(44)$$

ここで、

- $C_C(i)$: コンクリート中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- $C_{AM}(i)$: 溶融固化物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- G_{AM} : 再利用した溶融固化物からなる粗骨材の市場係数 (—)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_{pd} : クリアランスされた後から再利用されるまでの時間 (y)
- $F_{C,AM}$: コンクリートへの溶融固化物の混合割合 (—)

6.1.2. 再利用者（溶融固化物を再利用した駐車場からの直接線・外部被ばく）

再利用した溶融固化物を骨材としたコンクリートを用いた駐車場での作業者の外部被ばく線量は(45)式により求める。(45)式は、12-3号 添付資料2の(43)式と類似の式である。

$$D_{ext}(i) = C_C(i) \cdot t_o \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(45)$$

ここで、

- $D_{ext}(i)$: 核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
- $C_C(i)$: コンクリート中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- t_o : 年間作業時間 (h/y)
- $DF_{ext}(i)$: 核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/g)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

なお、線量換算係数は、再利用製品に応じた形状をモデル化し、点減衰核積分法による遮へい計算コード QAD-CGGP2 により算出する。

6.2. 再利用者（溶融固化物を再利用した壁材等からの直接線・外部被ばく）（選定経路 No. 31）

6.2.1. 溶融固化物を再利用した壁材中の核種の濃度

溶融固化物を再利用した壁材中の核種 i の濃度は(46)式により求める。(46)式は、12-3号添付資料2の(10)式と類似の式である。

$$C_{Cp}(i) = C_{AM}(i) \cdot G_G \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{pd}) \cdot F_{rc} \cdot \frac{F_g}{\rho_c} \dots\dots\dots (46)$$

ここで、

- $C_{Cp}(i)$: 壁材中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- $C_{AM}(i)$: 溶融固化物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- G_G : 再生粗骨材の市場係数 (—)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_{pd} : クリアランスされた後から再利用されるまでの時間 (y)
- F_{rc} : 再生粗骨材使用割合 (—)
- F_g : 建築材料中に占める粗骨材の量 (g/cm^3)
- ρ_c : 建築材料の密度 (g/cm^3)

6.2.2. 再利用者（溶融固化物を再利用した壁材等からの直接線・外部被ばく）

溶融固化物を再利用した壁材による外部被ばく線量は(47)式により求める。(47)式は、12-3号添付資料2の(11)式と類似の式である。

$$D_{ext}(i) = C_{Cp}(i) \cdot t_p \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (47)$$

ここで、

- $D_{ext}(i)$: 核種 i による外部被ばく線量 ($\mu Sv/y$)
- $C_{Cp}(i)$: 壁材中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- t_p : 再利用製品年間使用時間 (h/y)
- $DF_{ext}(i)$: 核種 i の外部被ばくに対する線量換算係数 ($\mu Sv/h$ per Bq/g)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (y^{-1})
- t_i : 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)

なお、外部被ばくに対する線量換算係数は、再利用製品に応じた形状をモデル化し、点減衰核積分法による遮へい計算コード QAD-CGGP2 により算出する。

(別紙)

焼却処理に係る評価経路の評価式において新たに設定した評価式について

本資料では、焼却処理に係る評価経路の評価式のうち、原子力安全委員会によるクリアランスレベル評価の評価式にはない、本検討で新たに設定した評価式について示す。

本検討で新たに設定した評価式の式番号を下表に整理する。被ばく線量の評価式、土壌や農畜産物の濃度に関する評価式については、埋設処分及び再利用に係る経路と同様の評価式であり、新たに設定した評価式は、焼却処理及び溶融処理に伴う焼却灰や溶融固化物中の濃度、処理施設周辺の空気中濃度等である。

表 本検討で新たに設定した評価式の一覧

No.	評価項目	式番号
1	焼却炉壁の表面汚染密度	(5)
2	焼却灰中の核種濃度	(7)、(21)
3	空気中の核種濃度	(11)、(32)
4	溶融炉壁の表面汚染密度	(26)
5	溶融固化物中の核種濃度	(28)、(42)
6	溶融固化物を再利用したコンクリート中の核種濃度	(44)
7	溶融固化物を再利用した壁材中の核種濃度	(46)

以 上