



非管理区域における資材等の基準線量相当濃度の試算

Preliminary Calculation of Concentration Corresponding to the Dose Criterion
for Materials, etc. in the Non-controlled Area

武部 慎一 佐々木 利久 齋藤 龍郎 山口 尚子

Shinichi TAKEBE, Toshihisa SASAKI, Tatsuo SAITO and Naoko YAMAGUCHI

バックエンド推進部門

バックエンド推進室

Nuclear Cycle Backend Co-ordination Office

Nuclear Cycle Backend Directorate

November 2013

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail: ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail: ird-support@jaea.go.jp

非管理区域における資材等の基準線量相当濃度の試算

日本原子力研究開発機構

バックエンド推進部門 バックエンド推進室

武部 慎一、佐々木 利久※、齋藤 龍郎、山口 尚子※

(2013 年 7 月 26 日受理)

原子力施設の非管理区域における資材等は、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に係るフォールアウトによる原子力施設における資材等の安全規制上の取扱について」（経済産業省、平成 24・03・26 原院第 10 号、平成 24 年 3 月 30 日）に示されている判断基準（年間 10 マイクロシーベルト）以下であれば、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（昭和 45 年法律第 137 号）等の関係法令などに従って、適切に処分すること又は資源として有効活用することができる。

本報告では、非管理区域における資材等を適切に処分又は資源として有効活用するため、「放射線障害防止法に規定するクリアランスレベルについて」（文部科学省放射線安全規制検討会、平成 22 年 11 月、平成 24 年 3 月一部訂正）、や「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」（原子力安全委員会、平成 16 年、平成 17 年一部訂正及び修正）を参照し、年間 10 マイクロシーベルトの線量に相当する資材等中の放射能濃度を一例として試算した結果を提示した。

Preliminary Calculation of Concentration Corresponding to the Dose Criterion for Materials, etc.
in the Non-controlled Area

Shinichi TAKEBE, Toshihisa SASAKI[※], Tatsuo SAITO and Naoko YAMAGUCHI[※]

Nuclear Cycle Backend Co-ordination Office
Nuclear Cycle Backend Directorate
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received July 26, 2013)

Materials, etc. in a non-controlled area is, if the criteria (10 microsieverts per year) listed below that in "A guideline regarding treatment of materials in nuclear facilities considering the influence of fallout released from the accident of TEPCO's Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station" (March 30, 2012), that in accordance with relevant laws and regulations, such as "Waste Disposal and Cleaning Act" (Act No. 137 of 1970), effective use as a resource or be properly disposed of is required.

In this paper, in order to effectively use as resources or properly disposed of the materials, etc. in a non-controlled area, radioactivity concentration of materials, etc. in you see " For clearance level specified in Radiation Hazards Prevention Law" and "Radionuclide Concentrations for Materials not Requiring Treatment as Radioactive Wastes Generated from Dismantling etc. of Reactor Facilities and Nuclear Fuel Use Facilities (in Japanese), NSC Japan, 2005." corresponds to the dose of the above criteria the presented results have been estimated as an example.

Keywords : 10 Microsieverts Per Year, Fallout, Radioactivity Concentration of Materials

※ Collaborating Engineer

目 次

1. はじめに.....	1
2. 基準線量相当濃度試算の基本的考え方及び試算方法.....	2
2.1 基準線量相当濃度試算の基本的考え方.....	2
2.2 評価シナリオ及び評価経路.....	2
2.3 評価モデルの概要.....	8
2.4 非管理区域における資材等の性状に応じて設定したパラメータ.....	8
3. 基準線量相当濃度の試算結果.....	13
3.1 「RI クリアランス」の再現計算結果.....	13
3.2 非管理区域における資材等に対する基準線量相当濃度の試算結果.....	19
4. まとめ.....	26
参考文献.....	26
Appendix- I 基準線量相当濃度の評価モデル.....	27
Appendix-II 評価パラメータ一覧.....	65

Contents

1. Introduction.....	1
2. Method for Estimation and Basic Concept of Preliminary Calculation of Concentration	
Corresponding to the Dose Criterion.....	2
2.1 Basic Concept of Preliminary Calculation of Concentration Corresponding to the Dose Criterion.....	2
2.2 Exposure Pathway and Assessment Scenario.....	2
2.3 Outline of Assessment Model.....	8
2.4 Parameters Set According to the Properties of Materials, etc. in a Non-controlled Area.....	8
3. Estimations of Preliminary Calculation of Concentration Corresponding to the Dose Criterion.....	13
3.1 Numerical Simulation Results.....	13
3.2 Estimations of Preliminary Calculation of Concentration	
Corresponding to the Dose Criterion to the Material, etc. in a Non-controlled Area.....	19
4. Summary.....	26
References.....	26
Appendix-I Assessment Model of Preliminary Calculation of Concentration	
Corresponding to the Dose Criterion.....	27
Appendix-II Input Parameter Selection.....	65

表リスト

Table 1	埋設処分に係る評価経路.....	5
Table 2	再利用に係る評価経路.....	6
Table 3	焼却処理に係る評価経路.....	7
Table 4	非管理区域における資材等の性状に応じて設定したパラメータ（埋設処分シナリオ のパラメータ）.....	9
Table 5	非管理区域における資材等の性状に応じて設定したパラメータ（再利用シナリオの パラメータ）.....	10
Table 6	非管理区域における資材等の性状に応じて設定したパラメータ（焼却処理シナリオ （可燃物）のパラメータ）.....	11
Table 7	非管理区域における資材等の性状に応じて設定したパラメータ（焼却処理シナリオ （焼却灰）のパラメータ）.....	12
Table 8	埋設処分シナリオの基準線量相当濃度の再現計算結果.....	14
Table 9	再利用シナリオの基準線量相当濃度の再現計算結果.....	15
Table 10	焼却処理シナリオ（可燃物）の基準線量相当濃度の再現計算結果.....	16
Table 11	焼却処理シナリオ（焼却灰）の基準線量相当濃度の再現計算結果.....	17
Table 12	各シナリオの皮膚被ばく経路を対象とした基準線量相当濃度の再現計算結果.....	18
Table 13	基準線量相当濃度の再現計算結果のまとめ.....	18
Table 14	埋設処分シナリオの基準線量相当濃度の計算結果.....	21
Table 15	再利用シナリオの基準線量相当濃度の計算結果.....	22
Table 16	焼却処理シナリオ（可燃物）の基準線量相当濃度の計算結果.....	23
Table 17	焼却処理シナリオ（焼却灰）の基準線量相当濃度の計算結果.....	24
Table 18	各シナリオの皮膚被ばく経路を対象とした基準線量相当濃度の計算結果.....	25
Table 19	基準線量相当濃度の計算結果のまとめ.....	25

図リスト

Fig.1	埋設処分される場合の評価経路.....	3
Fig.2	再利用・再使用される場合の評価経路.....	4
Fig.3	焼却処理の評価経路.....	4

1. はじめに

従来、原子力関連施設の非管理区域における資材は、放射性物質により汚染されていないことが明らかなため、一般の産業廃棄物として扱うことが可能であったが、福島第一原子力発電所の事故以後、福島第一原子力発電所の事故起源のフォールアウトによる影響について、経済産業省原子力安全・保安院からの指示文書「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に係るフォールアウトによる原子力施設における資材等の安全規制上の取扱いについて」（経済産業省原子力安全・保安院、平成 24・03・26 原院第 10 号、平成 24 年 3 月 30 日）¹⁾では、放射性廃棄物でない廃棄物（以下、「NR」という。）と確認された資材等及び非管理区域における資材等を廃棄する際にフォールアウトの影響の有無を判断した後に一般の産業廃棄物として扱うことが可能となる。

フォールアウトの影響の有無の判断については、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について」（原子力安全委員会、平成 23 年 6 月 3 日）²⁾において、「今回の事故の影響を受けた廃棄物の一部は、再利用に供することが考えられる。これらを再利用して生産された製品は、市場に流通する前にクリアランスレベルの設定に用いた基準（年間 10 マイクロシーベルト）以下になるように、放射性物質の濃度が適切に管理されていることを確認する必要がある。」とあり、NR や非管理区域における資材等が判断基準年間 10 マイクロシーベルト以下であることの確認が求められている。

一方、原子力関連施設からの資材に対し、フォールアウト影響の有無の判断基準である年間 10 マイクロシーベルトとなる濃度（以下、基準線量相当濃度）を定めるには、一般公衆や処理・処分等に係る作業者の被ばく経路を評価することによる計算が必要である。本報告は、判断基準以下と確認された原子力関連施設の非管理区域における資材等が一般の産業廃棄物として処分された場合を想定し、「放射線障害防止法に規定するクリアランスレベルについて」（文部科学省放射線安全規制検討会、平成 22 年 11 月、平成 24 年 3 月一部訂正）³⁾（以下、「RI クリアランス」という。）、及び「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」（原子力安全委員会、平成 16 年 12 月 16 日、平成 17 年 3 月 17 日一部訂正及び修正）⁴⁾（以下、「原子炉等クリアランス」という。）を参考にした評価経路を用いて、原子力関連施設からの資材等における基準線量相当の核種毎の濃度（Bq/g）を試算した結果についてまとめたものである。

2. 基準線量相当濃度試算の基本的考え方及び試算方法

2.1 基準線量相当濃度試算の基本的考え方

基準線量相当濃度の試算は、「RI クリアランス」及び「原子炉等クリアランス」での検討で示された評価シナリオ、評価パラメータ、計算式を基本として実施した。ただし、非管理区域における資材等の発生者と同一エリア内で処理・処分することを前提に評価シナリオ、評価パラメータ、計算式を設定した。なお、環境省第3回災害廃棄物安全評価検討会の資料3「災害廃棄物の放射能濃度の推定方法について」（平成23年6月19日）⁵⁾によれば、災害廃棄物を対象にしたスミアサンプルによる測定の結果Cs-134（2.06年）、Cs-137（30.0年）及びI-131（8.04日）の他にTe-129m（33.6日）が検出されているが、I-131とTe-129mの半減期がそれぞれ1年未満であり年間の平均的な被ばく評価を行う観点から大きな影響はないとされていること、すでに事故発生から1年以上経過していることから、評価対象核種はCs-134とCs-137の2核種とした。

基準線量相当濃度は、評価シナリオの評価経路毎に設定した評価パラメータおよび計算式を用いて単位濃度あたりの被ばく線量を算出し、基準線量との比から求める。求めた基準線量相当濃度のうち、最小値となる濃度以下とすることで、どの評価経路においても基準線量を下回るよう管理することが可能である。この濃度が最小値となる評価経路を決定経路という。

基準線量は、1章で述べたように年間あたり10マイクロシーベルトとした。ただし、皮膚被ばく経路については、「RI クリアランス」や「原子炉等クリアランス」と同様に、経済産業省の「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」（平成13年3月21日）⁶⁾に基づき基準線量を年間あたり50ミリシーベルトとした。

2.2 評価シナリオ及び評価経路

本報告では、当面の検討に必要となるコンクリートを埋設処分することを想定した評価シナリオ（埋設処分シナリオ）を設定した。なお、将来的に検討が必要となる金属の再利用やコンクリートの再利用、可燃物の処理を想定したシナリオ（再利用シナリオ、焼却処理シナリオ）を参考として設定した。

評価経路は、「RI クリアランス」及び「原子炉等クリアランス」と同様に Fig.1～Fig.3 に示すような、他の経路と比較して線量が十分小さいと判断される経路を除外するといった以下のような検討を行い、Table 1 から Table 3 に示す評価経路を設定した。

埋設処分シナリオの評価経路は、埋設処分場における操業作業者を対象とした経路や処分場閉鎖後の建設作業員及び居住者を対象とした経路、地下水移行による農耕・牧畜作業者を対象とした経路や飲料水及び農畜水産物の摂取者を対象とした経路を設定した。なお、河川移行や海面埋立に係る経路、再利用シナリオにおける飲料水缶や水道管の経路は「原子炉等クリアランス」において対象者に起因して現実的に起こり得ると想定されている全ての評価経路を考慮した上で、他の経路と比較して線量が十分小さいと判断（決定経路との線量比で0.01以下）された経路であり、本報告においても評価経路から除外した。

再利用シナリオの評価経路は、日常時における消費者を対象とした経路、日常時における公衆を対象とした経路、就業時における作業員、消費者及び利用者を対象とした経路を設定した。な

お、ここでは再使用可能な金属の資材等は想定しないこととし、再使用経路は評価経路から除外した。

焼却処理シナリオは、可燃物の取り扱い作業や焼却炉作業をを対象とした経路、焼却炉周辺の公衆を対象とした経路、熔融炉の取り扱い作業や熔融炉作業をを対象とした経路、熔融炉周辺の公衆を対象とした経路、熔融固化物の取り扱い作業や熔融固化物の再利用に伴う作業及び公衆を対象とした経路を設定した。なお、埋設処分や跡地利用に係る経路など他のシナリオの評価経路に包含される経路は評価経路から除外した。

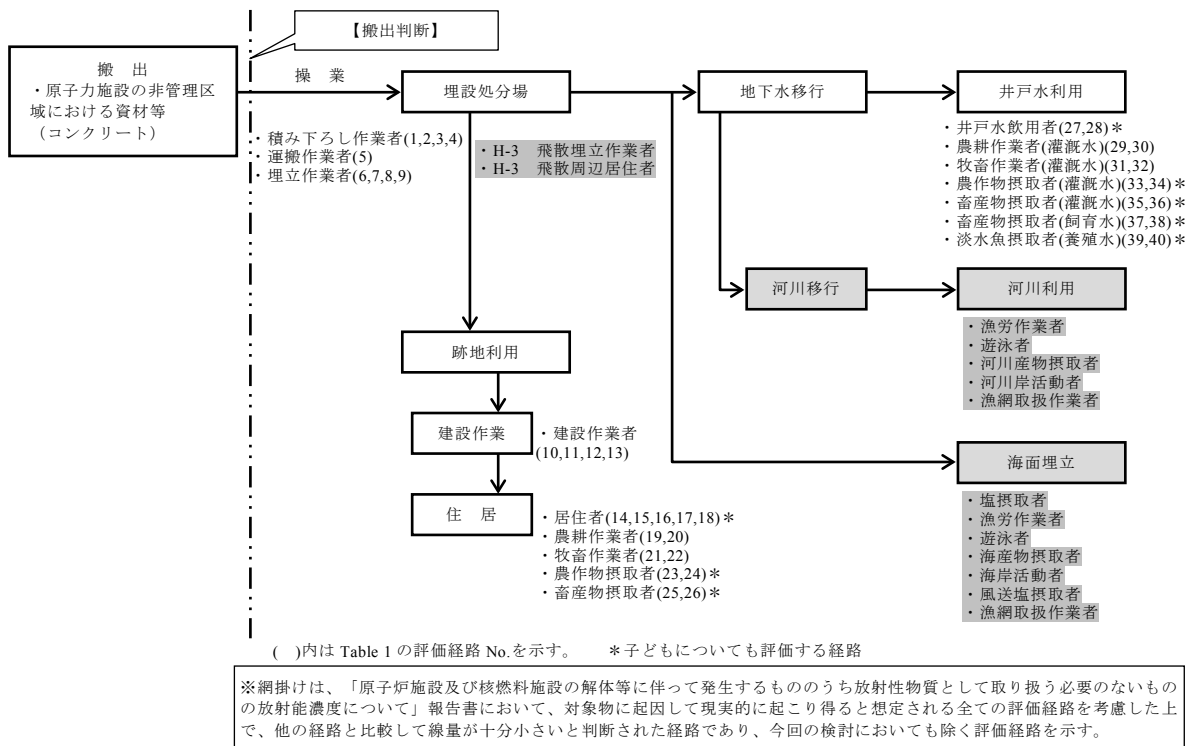


Fig.1 埋設処分される場合の評価経路

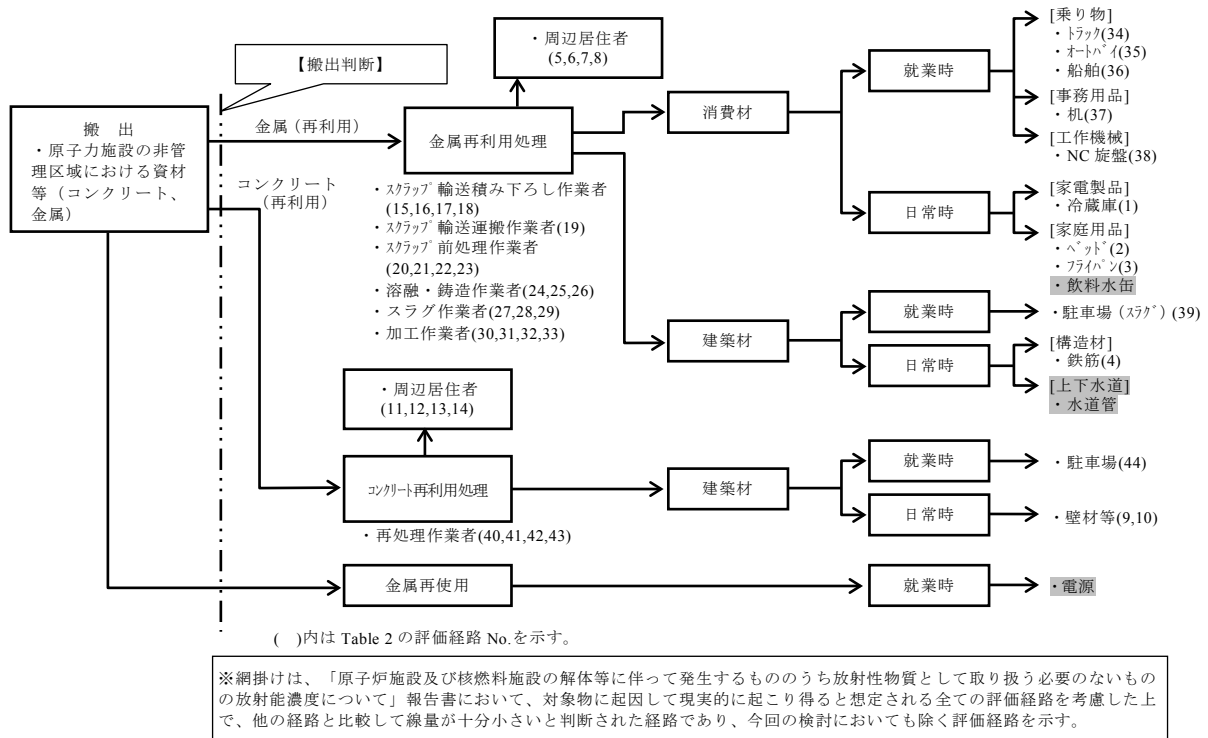


Fig.2 再利用・再使用される場合の評価経路

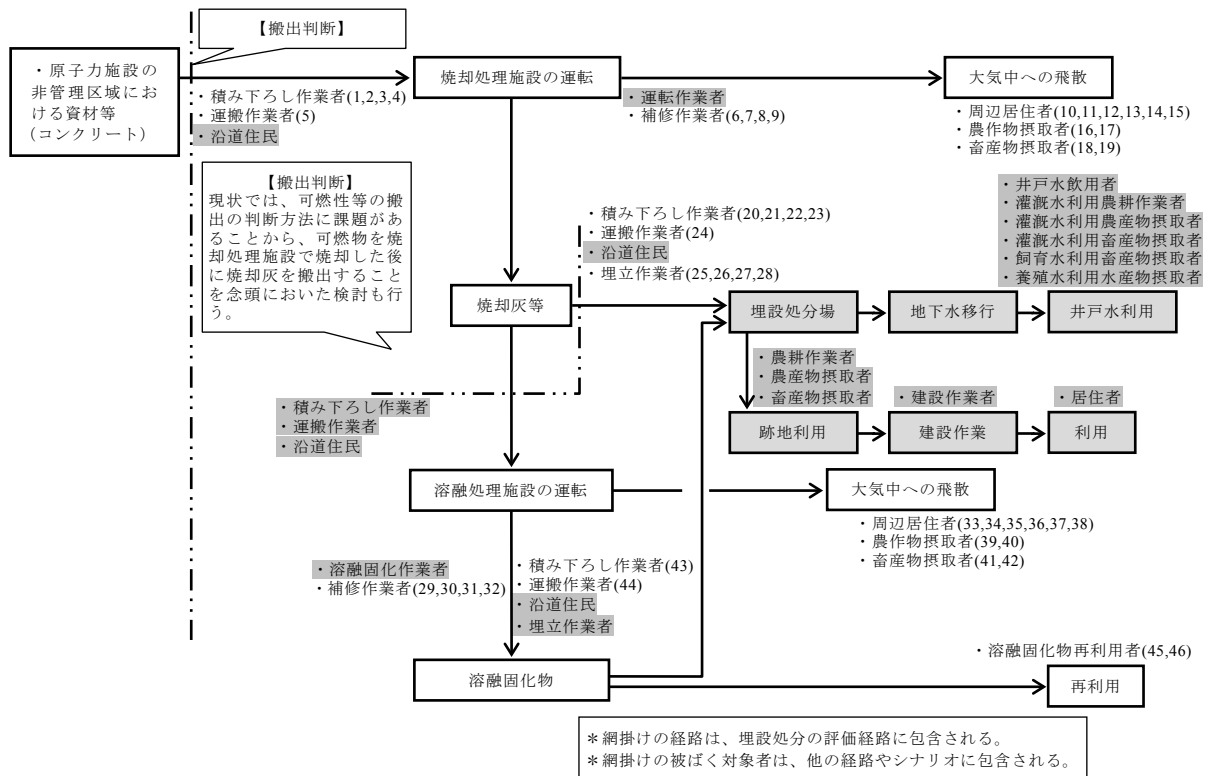


Fig.3 焼却処理の評価経路

Table 1 埋設処分に係る評価経路

No.	評価対象	被ばく線源	対象者	被ばく形態
1	操業	積み下ろし作業	作業者	外部
2				粉塵吸入
3				直接経口
4				皮膚
5		運搬作業	作業者	外部
6		埋立作業	作業者	外部
7				粉塵吸入
8				直接経口
9				皮膚
10	跡地利用	建設作業	作業者	外部
11				粉塵吸入
12				直接経口
13				皮膚
14		居住	公衆（成人）	外部
15				粉塵吸入
16			公衆（子ども）	外部
17				粉塵吸入
18		農耕作業	作業者	直接経口
19				外部
20			作業者	粉塵吸入
21				外部
22		牧畜作業	作業者	粉塵吸入
23		農作物 摂取	公衆（成人）	経口
24			公衆（子ども）	経口
25		畜産物 摂取	公衆（成人）	経口
26			公衆（子ども）	経口
27	地下水移行	飲料水 摂取	公衆（成人）	経口
28			公衆（子ども）	経口
29		農耕作業	作業者	外部
30				粉塵吸入
31		牧畜作業	作業者	外部
32				粉塵吸入
33		農作物摂取	公衆（成人）	経口
34			公衆（子ども）	経口
35		畜産物 摂取	公衆（成人）	経口
36			公衆（子ども）	経口
37		畜産物 摂取	公衆（成人）	経口
38			公衆（子ども）	経口
39		養殖淡水産物 摂取	公衆（成人）	経口
40			公衆（子ども）	経口

Table 2 再利用に係る評価経路（1／2）

No.	評価対象	再利用形態	再利用品／ 処理作業	対象者	被ばく 形態
1	日常時	金属再利用 用途	冷蔵庫	消費者	外部
2			ベッド		外部
3			フライパン		経口
4			鉄筋		外部
5	日常時	金属再利用 処理	スクラップ 作業場 周辺居住	公衆（成人）	粉塵吸入
6					経口（農作物）
7				公衆（子ども）	粉塵吸入
8					経口（農作物）
9		コンクリート 再利用用途	壁材等	公衆（成人）	外部
10				公衆（子ども）	外部
11		コンクリート 再利用処理	スクラップ 作業場 周辺居住	公衆（成人）	粉塵吸入
12					経口（農作物）
13				公衆（子ども）	粉塵吸入
14					経口（農作物）
15	就業時	金属再利用 処理	積み下ろし作業	作業者	外部
16					粉塵吸入
17					直接経口
18					皮膚
19			運搬作業	作業者	外部
20		金属再利用 処理	前処理作業	作業者	外部
21					粉塵吸入
22					直接経口
23					皮膚
24			溶融・鋳造作業	作業者	外部
25					直接経口
26					皮膚
27			スラグ処理作業	作業者	粉塵吸入
28					直接経口
29					皮膚
30			加工作業	作業者	外部
31					粉塵吸入
32					直接経口
33					皮膚
34		金属再利用 用途	トラック	消費者	外部
35			オートバイ		外部
36			船舶		外部
37			机		外部
38			NC 旋盤		外部
39			スラグ駐車場	利用者	外部

Table 2 再利用に係る評価経路（２／２）

No.	評価対象	再利用形態	再利用品／ 処理作業	対象者	被ばく 形態
40		コンクリート 再利用処理	コンクリート 処理作業	作業者	外部
41					粉塵吸入
42					直接経口
43					皮膚
44		コンクリート 再利用用途	駐車場	利用者	外部

Table 3 焼却処理に係る評価経路（１／２）

No.	評価対象		線源物質	対象者	被ばく 形態	
1	可燃物の 取り扱い	積み下ろし 作業	可燃物	作業者	外部	
2					粉塵吸入	
3					直接経口	
4					皮膚	
5		運搬作業		作業者	外部	
6	焼却炉 作業	焼却炉補修 作業	焼却炉内の 焼却灰	作業者	外部	
7					粉塵吸入	
8					直接経口	
9					皮膚	
10	焼却炉 周辺	周辺居住	焼却炉から 放出された粉塵	公衆（成人）	外部	
11					粉塵吸入	
12			粉塵が沈着した土壌	公衆（子ども）	外部	
13					粉塵吸入	
14		農作物摂取	粉塵が沈着した土壌で 生産された農作物	公衆（成人）	外部	
15				公衆（子ども）	外部	
16			畜産物摂取	粉塵が沈着した土壌で 生産された畜産物	公衆（成人）	経口
17					公衆（子ども）	経口
18		公衆（成人）		経口		
19				公衆（子ども）	経口	
20	焼却灰の 取り扱い	積み下ろし 作業	焼却灰	作業者	外部	
21					粉塵吸入	
22					直接経口	
23					皮膚	
24		運搬作業			外部	
25		埋立作業			外部	
26					粉塵吸入	
27					直接経口	
28					皮膚	

Table 3 焼却処理に係る評価経路（2／2）

No.	評価対象		線源物質	対象者	被ばく形態
29	溶融炉作業	溶融炉補修作業	溶融炉内の溶融固化物	作業員	外部
30					粉塵吸入
31					直接経口
32					皮膚
33	溶融炉周辺	周辺居住	溶融炉から放出された粉塵	公衆（成人）	外部
34					粉塵吸入
35			粉塵が沈着した土壌	公衆（子ども）	外部
36					粉塵吸入
37		農作物摂取	粉塵が沈着した土壌で生産された農作物	公衆（成人）	外部
38				公衆（子ども）	外部
39			粉塵が沈着した土壌で生産された畜産物	公衆（成人）	経口
40				公衆（子ども）	経口
41		畜産物摂取	粉塵が沈着した土壌で生産された畜産物	公衆（成人）	経口
42				公衆（子ども）	経口
43	溶融固化物の取り扱い	積み下ろし作業	溶融固化物	作業員	外部
44		運搬作業		作業員	外部
45	溶融固化物の再利用	駐車場	駐車場	作業員	外部
46		壁材等	壁材等	公衆（成人）	外部

2.3 評価モデルの概要

評価経路の計算式は、「RI クリアランス」及び「原子炉等クリアランス」を参照して設定（Appendix-I 参照）した。

2.4 非管理区域における資材等の性状に応じて設定したパラメータ

計算に使用するパラメータについては、「RI クリアランス」の検討における設定を基本の値とし、これに RI 汚染物発生箇所及び物量を指定した場合に必要なパラメータ変更箇所を検討し、計算結果に反映する。

非管理区域における資材等の性状に応じて設定したパラメータを、評価シナリオ毎に Table 4 から Table 7 に示す。

これらのパラメータは、年間あたりの廃棄物量 2,200 トン（コンクリートの年間最大物量）を、「放射線障害防止法に規定するクリアランスレベルについて」で検討された最大規模の 200m×200m×10m の廃棄物処分場に 10 年間埋設する（22,000 トン）と想定して設定したものである。

評価パラメータの一覧を Appendix-II に示す。

Table 4 非管理区域における資材等の性状に応じて設定したパラメータ
(埋設処分シナリオのパラメータ)

パラメータ	単位	設定値	選定値根拠
埋設シナリオ共通			
混合率	-	1	非管理区域の廃棄物であり混合は想定できないため1に設定した。
積込作業関連パラメータ			
年間作業時間	h/y	180	国土交通省土木工事積算基準に示された標準作業量を参考に1日当たりの作業量を100ton、1日8時間労働として、対象物量に応じて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 100(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) = 176 \Rightarrow 180(\text{h/y})$
運搬作業関連パラメータ			
年間作業時間	h/y	180	国土交通省土木工事積算基準に示された標準作業量を参考に1日当たりの作業量を100ton、1日8時間労働として、対象物量に応じて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 100(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) = 176 \Rightarrow 180(\text{h/y})$
埋立作業関連パラメータ			
年間作業時間	h/y	60	国土交通省土木工事積算基準に示された標準作業量を参考に1日当たりの作業量を100ton、1日8時間労働、調査した施設の年間埋設量から算出した1日当たりの作業量460tonのため約3割が非管理区域から発生した廃棄物の側で作業するものとして、対象物量に応じて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 100(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) \times 0.3 = 52.8 \Rightarrow 60(\text{h/y})$
跡地利用、地下水移行共通パラメータ			
廃棄物の総量	ton	22000	コンクリートの年間最大物量(2200トン)を10年間搬出するとして設定した。
処分場幅	m	200	調査した施設では埋立容量が約240万 m^3 であり、埋立面積9.8haから、処分場深さが25m、埋立面積を正方形と仮定すると埋設処分場の大きさは310m×310mと想定される。 また、多重遮水構造であることから地下水移行の影響は小さいと考えられる。 このため、「放射線障害防止法に規定するクリアランスレベルについて」で検討された最大規模の200m×200m×10mを設定した。
処分場長さ	m	200	
処分場深さ	m	10	

Table 5 非管理区域における資材等の性状に応じて設定したパラメータ
(再利用シナリオのパラメータ)

パラメータ	単位	設定値	選定値根拠
金属再利用処理(積み下ろし作業)関連パラメータ			
再利用される金属中の非管理区域対象物割合	-	1	非管理区域の廃棄物であり混合は想定できないため1に設定した。
年間作業時間	h/y	130	調査した施設での施設概要によれば、溶融処理施設の規模として145ton/日とある。金属の物量2,200tonについて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2200(\text{ton/y}) \div 145(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) = 121 \Rightarrow 130(\text{h/y})$
金属再利用処理(運搬)関連パラメータ			
再利用される金属中の非管理区域対象物割合	-	1	非管理区域の廃棄物であり混合は想定できないため1に設定した。
年間作業時間	h/y	130	調査した施設での施設概要によれば、溶融処理施設の規模として145ton/日とある。金属の物量2,200tonについて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2200(\text{ton/y}) \div 145(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) = 121 \Rightarrow 130(\text{h/y})$
金属再利用処理(前処理作業、溶融・鋳造)関連パラメータ			
再利用される金属中の非管理区域対象物割合	-	0.1	調査した施設での処理実績によれば、H17～H23の年間処理量の平均は30,000tonとなるため、以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 金属の物量 $2200\text{ton} \div 30000\text{ton} = 0.073 \Rightarrow 0.1$
金属再利用処理(スラグ作業)関連パラメータ			
再利用される金属中の非管理区域対象物割合	-	0.1	調査した施設での処理実績によれば、H17～H23の年間処理量の平均は30,000tonとなるため、以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 金属の物量 $2200\text{ton} \div 30000\text{ton} = 0.073 \Rightarrow 0.1$
金属再利用処理(製品加工作業)関連パラメータ			
再利用される金属中の非管理区域対象物割合	-	0.1	調査した施設での処理実績によれば、H17～H23の年間処理量の平均は30,000tonとなるため、以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 金属の物量 $2200\text{ton} \div 30000\text{ton} = 0.073 \Rightarrow 0.1$
金属再利用用途に係るパラメータ			
再利用される金属中の非管理区域対象物割合	-	0.1	調査した施設での処理実績によれば、H17～H23の年間処理量の平均は30,000tonとなるため、以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 金属の物量 $2200\text{ton} \div 30000\text{ton} = 0.073 \Rightarrow 0.1$
コンクリート再利用処理関連パラメータ			
再利用されるコンクリート中の非管理区域対象物割合	-	0.1	調査した施設での処理実績によれば、H17～H23の年間処理量の平均は30,000tonとなるため、以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 コンクリートの物量 $2200\text{ton} \div 30000\text{ton} = 0.073 \Rightarrow 0.1$

Table 6 非管理区域における資材等の性状に応じて設定したパラメータ
(焼却処理シナリオ(可燃物)のパラメータ)

パラメータ	単位	設定値	選定値根拠
可燃物等の運搬(積み下ろし作業)関連パラメータ			
年間作業時間	h/y	220	23区部の清掃車車種別積載基準値によれば、8m ³ 、4ton車の可燃ごみの積載基準値は2.4～2.7tonとなっている。今後は、運搬効率を改善する観点から車両の大型化(10ton車クラス)が図られるので、積載基準値を基に保守的に5tonに設定した。 「廃棄物ハンドブック」の収集作業現場での作業時間の例である20分から、余裕を見て一日30分作業するとした。 可燃物の発生量2,200tonについて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 5(\text{ton/day}) \times 0.5(\text{h/day}) = 220(\text{h/y})$ なお、調査した運送会社では通常8ton車を運用している。
可燃物等の運搬(運搬作業)関連パラメータ			
年間作業時間	h/y	700	23区部の清掃車車種別積載基準値によれば、8m ³ 、4ton車の可燃ごみの積載基準値は2.4～2.7tonとなっている。今後は、運搬効率を改善する観点から車両の大型化(10ton車クラス)が図られるので、積載基準値を基に保守的に5tonに設定した。 発生施設から調査した施設までの直線距離26.5kmから30km、収集車の運搬速度20km/hから、一回あたりの輸送時間は1.5時間となる。 可燃物の発生量2,200tonについて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 5(\text{ton/day}) \times 1.5(\text{h/day}) = 660(\text{h/y}) \Rightarrow 700(\text{h/y})$
焼却処理施設の運転作業に関するパラメータ			
1年間に焼却処理される非管理区域対象物の重量	kg	2.2E+06	可燃物の発生量2,200tonより設定した。
焼却炉での他の廃棄物との混合割合	—	0.1	調査した施設での処理実績によれば、H17～H23の年間処理量の平均は30,000tonとなる。 可燃物の発生量2,200tonについて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 30,000(\text{ton/y}) = 0.073 \Rightarrow 0.1$
焼却処理施設の運転作業(大気中への飛散)、焼却灰溶融処理施設の運転作業(大気中への飛散)に関するパラメータ			
焼却炉での他の廃棄物との混合割合	—	0.1	調査した施設での処理実績によれば、H17～H23の年間処理量の平均は30,000tonとなる。 可燃物の発生量2,200tonについて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 30,000(\text{ton/y}) = 0.073 \Rightarrow 0.1$

Table 7 非管理区域における資材等の性状に応じて設定したパラメータ
(焼却処理シナリオ(焼却灰)のパラメータ)

パラメータ	単位	設定値	選定値根拠
年間作業時間(焼却灰の積み下ろし作業)	h/y	7	調査した施設での施設概要によれば、溶融処理施設の規模として145 ton/日が記されている。1日当たりの作業量を145ton、1日8時間労働、うち半分の時間を非管理区域から発生した廃棄物の側で作業するものとして、対象物量220ton(可燃物の発生量2,200ton、減重比10)に応じて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $220(\text{ton/y}) \div 145(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) \times 0.5 = 6.06 \Rightarrow 7(\text{h/y})$
年間作業時間(焼却灰の運搬作業)	h/y	7	
年間作業時間(焼却灰の埋立作業)	h/y	7	
焼却炉での他の焼却灰との混合割合	-	0.1	調査した施設での処理実績によれば、H17～H23の年間処理量の平均は30,000tonで減重比10を考慮すると焼却灰は年間3,000tonとなる。 $220(\text{ton/y}) \div 3,000(\text{ton/y}) = 0.073 \Rightarrow 0.1$

3. 基準線量相当濃度の試算結果

3.1 「RI クリアランス」の再現計算結果

試算の前に、2.3 節で設定した計算式により妥当な結果が得られるかを確認するため、「RI クリアランス」で検討している RI 汚染物に対する一括クリアランスを想定した場合の計算条件により基準線量相当濃度の再現計算を行った。

埋設処分シナリオ、再利用シナリオ及び焼却シナリオそれぞれの再現計算結果を Table 8 から Table 12 に示す。再現計算結果では、埋設処分シナリオで埋立作業者の外部被ばく経路、コンクリートの再利用シナリオで壁材からの外部被ばく（子ども）経路、金属の再利用シナリオでスラグ再利用駐車場での外部被ばく経路、可燃物の焼却処理シナリオで可燃物運搬作業者の外部被ばく経路（Cs-134）と溶融固化物再利用壁材からの外部被ばく経路（Cs-137）、焼却灰の焼却処理シナリオで溶融固化物再利用壁材からの外部被ばく経路が決定経路となり、「RI クリアランス」の検討での決定経路と同一となった。Table 13 に示したように、再現計算結果と「RI クリアランス」の検討での結果を比較した結果が一致することから、2.3 節で設定した計算式を用いた計算は妥当な結果が得られることを確認した。

Table 8 埋設処分シナリオの基準線量相当濃度の再現計算結果

No.	経路略称	10 μ Sv/y相当濃度 (Bq/g)	
		Cs-134	Cs-137
1	積み下ろし作業外部	2.4E+00	5.7E+00
2	積み下ろし作業吸入	5.1E+03	6.3E+03
3	積み下ろし作業直接経口摂取	3.1E+02	3.9E+02
5	運搬作業外部	1.1E+00	2.6E+00
6	埋立作業外部	6.3E-01	1.5E+00
7	埋立作業吸入	5.1E+03	6.3E+03
8	埋立作業直接経口摂取	3.1E+02	3.9E+02
10	建設作業外部	2.3E+02	2.4E+01
11	建設作業吸入	2.4E+06	1.3E+05
12	建設作業直接経口摂取	1.4E+05	7.8E+03
14	居住者外部(成人)	3.3E+01	3.4E+00
15	居住者吸入(成人)	2.0E+07	1.1E+06
16	居住者外部(子ども)	2.6E+01	2.6E+00
17	居住者吸入(子ども)	8.0E+07	4.1E+06
18	居住者(子ども)直接経口摂取	2.4E+04	1.2E+03
19	農耕作業外部	1.9E+02	2.0E+01
20	農耕作業吸入	3.9E+06	2.1E+05
21	牧畜作業外部	1.9E+02	2.0E+01
22	牧畜作業吸入	3.9E+06	2.1E+05
23	農作物摂取(成人)	1.2E+03	6.8E+01
24	農作物摂取(子ども)	3.1E+03	1.5E+02
25	畜産物摂取(成人)	1.2E+03	6.5E+01
26	畜産物摂取(子ども)	2.5E+03	1.2E+02
27	飲料水摂取(成人)	4.2E+04	3.1E+03
28	飲料水摂取(子ども)	3.1E+05	2.0E+04
29	農耕作業外部	2.0E+05	3.0E+03
30	農耕作業吸入	4.0E+09	3.1E+07
31	牧畜作業外部	2.0E+05	3.0E+03
32	牧畜作業吸入	4.0E+09	3.1E+07
33	農作物摂取(成人)	5.8E+04	1.3E+03
34	農作物摂取(子ども)	1.6E+05	3.0E+03
35	飼料經由畜産物摂取(成人)	4.3E+04	1.3E+03
36	飼料經由畜産物摂取(子ども)	9.0E+04	2.5E+03
37	飼育水經由畜産物摂取(成人)	3.0E+05	2.2E+04
38	飼育水經由畜産物摂取(子ども)	6.5E+05	4.3E+04
39	養殖淡水産物摂取(成人)	7.4E+04	5.4E+03
40	養殖淡水産物摂取(子ども)	1.9E+05	1.2E+04

※ 網掛けは、本表における 10 μ Sv/y 相当濃度の最小値を示す。

Table 9 再利用シナリオの基準線量相当濃度の再現計算結果

No.	経路略称	10 μ Sv/y相当濃度 (Bq/g)	
		Cs-134	Cs-137
1	冷蔵庫	4.1E+05	7.0E+05
2	ベッド	9.4E+04	1.6E+05
3	フライパン	1.4E+08	1.3E+08
4	鉄筋	1.2E+05	2.1E+05
5	金属処理周辺吸入(成人)	2.8E+03	3.4E+03
6	金属処理周辺農作物(成人)	1.5E+02	2.2E+02
7	金属処理周辺吸入(子ども)	1.1E+04	1.3E+04
8	金属処理周辺農作物(子ども)	4.4E+02	5.7E+02
9	壁材(成人)	4.3E+00	7.5E+00
10	壁材(子ども)	3.3E+00	5.8E+00
11	コンクリート処理周辺吸入(成人)	1.1E+05	1.4E+05
12	コンクリート処理周辺農作物(成人)	6.1E+03	8.7E+03
13	コンクリート処理周辺吸入(子ども)	4.4E+05	5.1E+05
14	コンクリート処理周辺農作物(子ども)	1.7E+04	2.3E+04
15	積み下ろし作業外部	1.3E+02	3.2E+02
16	積み下ろし作業吸入	5.1E+04	6.3E+04
17	積み下ろし作業直接経口	3.1E+03	3.9E+03
19	運搬作業外部	1.7E+02	4.0E+02
20	前処理作業外部	1.4E+03	3.4E+03
21	前処理作業吸入	1.3E+05	1.6E+05
22	前処理作業直接経口	7.7E+03	9.7E+03
24	溶融・鋳造作業外部	9.7E+01	2.3E+02
25	溶融・鋳造作業直接経口	7.7E+03	9.7E+03
27	スラグ処理作業吸入	3.2E+04	3.9E+04
28	スラグ処理作業直接経口	3.9E+03	4.9E+03
30	加工作業外部	1.2E+05	2.8E+05
31	加工作業吸入	1.3E+08	1.6E+08
32	加工作業直接経口	7.7E+06	9.7E+06
34	トラック	2.4E+05	4.1E+05
35	オートバイ	1.3E+05	2.2E+05
36	船舶	4.5E+04	7.8E+04
37	機	9.3E+04	1.6E+05
38	NC旋盤	4.5E+04	7.9E+04
39	スラグ再利用駐車場	1.1E+01	1.9E+01
40	コンクリート処理作業外部	1.0E+01	2.4E+01
41	コンクリート処理作業吸入	2.6E+04	3.1E+04
42	コンクリート処理作業直接経口	1.5E+03	1.9E+03
44	コンクリート再利用駐車場	2.2E+01	3.7E+01

※ 経路 No.10 の網掛けはコンクリートの再利用シナリオ、経路 No.39 の網掛けは金属の再利用シナリオにおける 10 μ Sv/y 相当濃度の最小値を示す。

Table 10 焼却処理シナリオ（可燃物）の基準線量相当濃度の再現計算結果

No.	経路略称	10 μ Sv/y相当濃度 (Bq/g)	
		Cs-134	Cs-137
1	可燃物積み下ろし作業者外部	1.0E+00	2.3E+00
2	可燃物積み下ろし作業者吸入	5.1E+03	6.3E+03
3	可燃物積み下ろし作業者直接経口摂取	3.1E+02	3.9E+02
5	可燃物運搬作業者外部	5.5E-01	1.3E+00
6	焼却炉補修作業者外部	6.7E-01	1.6E+00
7	焼却炉補修作業者吸入	2.8E+03	3.5E+03
8	焼却炉補修作業者直接経口摂取	3.4E+02	4.3E+02
10	焼却炉周辺居住粉塵外部(成人)	1.5E+08	3.5E+08
11	焼却炉周辺居住粉塵吸入(成人)	2.9E+05	3.6E+05
12	焼却炉周辺居住粉塵外部(子ども)	1.1E+08	2.7E+08
13	焼却炉周辺居住粉塵吸入(子ども)	1.2E+06	1.3E+06
14	焼却炉周辺居住土壌外部(成人)	2.1E+04	7.6E+03
15	焼却炉周辺居住土壌外部(子ども)	1.6E+04	5.9E+03
16	焼却炉周辺農作物(成人)	6.7E+04	8.3E+04
17	焼却炉周辺農作物(子ども)	1.9E+05	2.2E+05
18	焼却炉周辺畜産物(成人)	3.4E+04	2.2E+04
19	焼却炉周辺畜産物(子ども)	7.0E+04	4.2E+04
20	焼却灰積み下ろし作業者外部	2.2E+00	5.2E+00
21	焼却灰積み下ろし作業者吸入	5.7E+03	7.0E+03
22	焼却灰積み下ろし作業者直接経口摂取	6.9E+02	8.7E+02
24	焼却灰運搬作業者外部	3.0E+00	7.0E+00
25	焼却灰埋立作業者外部	1.4E+00	3.3E+00
26	焼却灰埋立作業者吸入	5.7E+03	7.0E+03
27	焼却灰埋立作業者直接経口摂取	6.9E+02	8.7E+02
29	熔融炉補修作業者外部	4.3E+00	1.0E+01
30	熔融炉補修作業者吸入	1.8E+04	2.2E+04
31	熔融炉補修作業者直接経口摂取	1.1E+03	1.4E+03
33	熔融炉周辺居住粉塵外部(成人)	9.6E+04	2.3E+05
34	熔融炉周辺居住粉塵吸入(成人)	1.9E+02	2.4E+02
35	熔融炉周辺居住粉塵外部(子ども)	7.4E+04	1.8E+05
36	熔融炉周辺居住粉塵吸入(子ども)	7.5E+02	8.7E+02
37	熔融炉周辺居住土壌外部(成人)	1.3E+01	4.9E+00
38	熔融炉周辺居住土壌外部(子ども)	1.0E+01	3.8E+00
39	熔融炉周辺農作物(成人)	4.3E+01	5.4E+01
40	熔融炉周辺農作物(子ども)	1.2E+02	1.4E+02
41	熔融炉周辺畜産物(成人)	2.2E+01	1.4E+01
42	熔融炉周辺畜産物(子ども)	4.5E+01	2.7E+01
43	熔融固化物積み下ろし作業者外部	8.9E+00	2.1E+01
44	熔融固化物運搬作業者外部	1.4E+01	3.2E+01
45	熔融固化物再利用駐車場外部	7.7E-01	1.3E+00
46	熔融固化物再利用壁材外部	6.2E-01	1.1E+00

※ 網掛けは、本表における 10 μ Sv/y 相当濃度の最小値を示す。

Table 11 焼却処理シナリオ（焼却灰）の基準線量相当濃度の再現計算結果

No.	経路略称	10 μ Sv/y相当濃度 (Bq/g)	
		Cs-134	Cs-137
20	焼却灰積み下ろし作業者外部	1.0E+01	2.4E+01
21	焼却灰積み下ろし作業者吸入	2.6E+04	3.1E+04
22	焼却灰積み下ろし作業者直接経口摂取	3.1E+03	3.9E+03
24	焼却灰運搬作業者外部	1.3E+01	3.2E+01
25	焼却灰埋立作業者外部	6.3E+00	1.5E+01
26	焼却灰埋立作業者吸入	2.6E+04	3.1E+04
27	焼却灰埋立作業者直接経口摂取	3.1E+03	3.9E+03
29	熔融炉補修作業者外部	4.3E+01	1.0E+02
30	熔融炉補修作業者吸入	1.8E+05	2.2E+05
31	熔融炉補修作業者直接経口摂取	1.1E+04	1.4E+04
33	熔融炉周辺居住粉塵外部(成人)	9.6E+05	2.3E+06
34	熔融炉周辺居住粉塵吸入(成人)	1.9E+03	2.3E+03
35	熔融炉周辺居住粉塵外部(子ども)	7.4E+05	1.8E+06
36	熔融炉周辺居住粉塵吸入(子ども)	7.5E+03	8.7E+03
37	熔融炉周辺居住土壌外部(成人)	1.3E+02	4.9E+01
38	熔融炉周辺居住土壌外部(子ども)	1.0E+02	3.8E+01
39	熔融炉周辺農作物(成人)	4.3E+02	5.4E+02
40	熔融炉周辺農作物(子ども)	1.2E+03	1.4E+03
41	熔融炉周辺畜産物(成人)	2.2E+02	1.4E+02
42	熔融炉周辺畜産物(子ども)	4.5E+02	2.7E+02
43	熔融固化物積み下ろし作業者外部	8.8E+01	2.1E+02
44	熔融固化物運搬作業者外部	1.4E+02	3.2E+02
45	熔融固化物再利用駐車場外部	7.7E+00	1.3E+01
46	熔融固化物再利用壁材外部	6.2E+00	1.1E+01

※ 網掛けは、本表における 10 μ Sv/y 相当濃度の最小値を示す。

Table 12 各シナリオの皮膚被ばく経路を対象とした基準線量相当濃度の再現計算結果

シナリオ	No.	経路略称	50mSv/y相当濃度 (Bq/g)	
			Cs-134	Cs-137
埋設処分	4	積み下ろし作業	7.7E+03	4.9E+03
	9	埋立作業	7.7E+03	4.9E+03
	13	跡地建設作業	3.5E+06	9.9E+04
再利用	18	積み下ろし作業	2.0E+04	1.3E+04
	23	前処理作業	4.9E+04	3.1E+04
	26	溶融・鑄造作業	4.9E+04	3.1E+04
	29	スラグ処理作業	7.1E+04	4.5E+04
	33	加工作業	4.9E+07	3.1E+07
	43	コンクリート処理作業	3.3E+04	2.1E+04
可燃物	4	可燃物積み下ろし作業	7.7E+03	4.9E+03
	9	焼却炉補修作業	8.6E+03	5.5E+03
	23	焼却灰積み下ろし作業	1.7E+04	1.1E+04
	28	焼却灰埋立作業	1.7E+04	1.1E+04
	32	溶融炉補修作業	2.7E+04	1.7E+04
焼却灰	23	焼却灰積み下ろし作業	7.7E+04	4.9E+04
	28	焼却灰埋立作業	7.7E+04	4.9E+04
	32	溶融炉補修作業	2.7E+05	1.7E+05

Table 13 基準線量相当濃度の再現計算結果のまとめ

再現計算		Cs-134		Cs-137	
		濃度 (Bq/g)	決定経路	濃度 (Bq/g)	決定経路
埋設処分	金属・コンクリート・可燃物等	0.63	操業(埋立-外部)	1.5	操業(埋立-外部)
再利用	金属	11	再利用(スラグ駐車場-外部)	19	再利用(スラグ駐車場-外部)
	コンクリート	3.3	再利用(壁材-外部)(子ども)	5.8	再利用(壁材-外部)(子ども)
焼却処理	可燃物等	0.55	可燃物(可燃物運搬-外部)	1.1	可燃物(溶融固化物再利用壁材-外部)
	焼却灰	6.2	焼却灰(溶融固化物再利用壁材-外部)	11	焼却灰(溶融固化物再利用壁材-外部)
10 μ Sv/y相当濃度の最小値		0.55	可燃物(可燃物運搬-外部)	1.1	可燃物(溶融固化物再利用壁材-外部)

RIクリアランス		Cs-134		Cs-137	
		濃度 (Bq/g)	決定経路	濃度 (Bq/g)	決定経路
埋設処分	金属・コンクリート・可燃物等	0.63	操業(埋立-外部)	1.5	操業(埋立-外部)
再利用	金属	11	再利用(スラグ駐車場-外部)	19	再利用(スラグ駐車場-外部)
	コンクリート	3.3	再利用(壁材-外部)(子ども)	5.8	再利用(壁材-外部)(子ども)
焼却処理	可燃物等	0.55	可燃物(可燃物運搬-外部)	1.1	可燃物(溶融固化物再利用壁材-外部)
	焼却灰	6.2	焼却灰(溶融固化物再利用壁材-外部)	11	焼却灰(溶融固化物再利用壁材-外部)
10 μ Sv/y相当濃度の最小値		0.55	可燃物(可燃物運搬-外部)	1.1	可燃物(溶融固化物再利用壁材-外部)

比率 (再現計算/RIクリアランス)		Cs-134		Cs-137	
		比率		比率	
埋設処分	金属・コンクリート・可燃物等	1.0		1.0	
再利用	金属	1.0		1.0	
	コンクリート	1.0		1.0	
焼却処理	可燃物等	1.0		1.0	
	焼却灰	1.0		1.0	
10 μ Sv/y相当濃度の最小値		1.0		1.0	

3.2 非管理区域における資材等に対する基準線量相当濃度の試算結果

前章で設定したパラメータを反映し、非管理区域における資材等に対する基準線量相当濃度を試算した。

埋設処分シナリオ、再利用シナリオ及び焼却シナリオの試算結果をそれぞれ Table 14 から Table 18 に示す。埋設処分シナリオで運搬作業者の外部被ばく経路、コンクリートの再利用シナリオで壁材からの外部被ばく（子ども）経路、金属の再利用シナリオでスラグ再利用駐車場からの外部被ばく経路、可燃物の焼却処理シナリオで可燃物運搬作業者の外部被ばく経路（Cs-134）と溶融固化物再利用壁材からの外部被ばく経路（Cs-137）、焼却灰の焼却処理シナリオで溶融固化物再利用壁材の外部被ばく経路が決定経路となった。

非管理区域における資材等に対する基準線量相当濃度と、前出の「RI クリアランス」を対象とした基準線量相当濃度との比を評価シナリオ毎に決定経路について Table 19 に示す。以下のようなパラメータの変更点から想定される比率となることから、非管理区域における資材等に対する基準線量相当濃度の試算が妥当であることを確認した。

・埋設処分シナリオ

「RI クリアランス」の検討では運搬作業者の外部被ばく経路及び埋立作業者の外部被ばく経路とも作業時間を 100 (h/y) としているのに対し、非管理区域における資材等に対する試算では Table 4 に示すように運搬作業で 180 (h/y)、埋立作業で 60 (h/y) と設定パラメータに違いがあり、決定経路が異なる結果となった。また、運搬作業での遮へい係数が 0.9 に対し埋立作業での遮へい係数が 0.4、運搬作業での外部被ばく線量換算係数が Cs-134 で 0.12 ($\mu\text{Sv/h per Bq/g}$)、Cs-137 で 0.044 ($\mu\text{Sv/h per Bq/g}$)、埋立作業での外部被ばく線量換算係数が Cs-134 で 0.47 ($\mu\text{Sv/h per Bq/g}$)、Cs-137 で 0.17 ($\mu\text{Sv/h per Bq/g}$) と設定しており、決定経路及び設定パラメータの違いによる比率（「RI クリアランス」の検討／非管理区域における資材等に対する試算）は Cs-134 で 0.97、Cs-137 で 0.95 となり、丸め誤差を考慮すると Table 4 の比率 0.95 とほぼ一致する。

・コンクリートの再利用シナリオ

「RI クリアランス」の検討ではパラメータである再利用されるコンクリート中のクリアランス対象物割合が 0.02 に対し、非管理区域における資材等に対する試算ではパラメータである再利用されるコンクリート中の非管理区域対象物割合が 0.1 であり、設定パラメータの違いによる比率（「RI クリアランス」の検討／非管理区域における資材等に対する試算）が 0.2 となり、Table 4 の比率 0.2 と一致する。

・金属の再利用シナリオ

「RI クリアランス」の検討ではパラメータである再利用される金属中のクリアランス対象物割合が 0.004 に対し、非管理区域における資材等に対する試算ではパラメータである再利用される金属中の非管理区域対象物割合が 0.1 であり、設定パラメータの違いによる比率（「RI クリアランス」の検討／非管理区域における資材等に対する試算）が 0.04 となり、Table 4 の比率 0.04 と一致する。

- ・可燃物の焼却処理シナリオ

Cs-134 の場合、「RI クリアランス」の検討では運搬作業者の作業時間が 200 (h/y) に対し、非管理区域における資材等に対する試算では 700 (h/y) であり、設定パラメータの違いによる比率（「RI クリアランス」の検討／非管理区域における資材等に対する試算）は 0.29 となり、Table 4 の比率 0.29 と一致する。

Cs-137 の場合、「RI クリアランス」の検討ではパラメータである焼却炉での他の廃棄物との混合割合が 0.03 に対し、非管理区域における資材等に対する試算では 0.1 であり、設定パラメータの違いによる比率（「RI クリアランス」の検討／非管理区域における資材等に対する試算）は 0.3 となり、Table 4 の比率 0.3 と一致する。

- ・焼却灰の焼却処理シナリオ

「RI クリアランス」の検討ではパラメータである焼却炉での他の廃棄物との混合割合が 0.03 に対し、非管理区域における資材等に対する試算では 0.1 であり、設定パラメータの違いによる比率（「RI クリアランス」の検討／非管理区域における資材等に対する試算）は 0.3 となり、Table 4 の比率 0.3 と一致する。

本試算では、基準線量相当濃度は、Cs-134 が 0.6Bq/g、Cs-137 が 1.4Bq/g で、決定経路はともに運搬作業者の外部被ばく経路であった。

なお、参考シナリオである金属の再利用では Cs-134 が 0.43Bq/g、Cs-137 が 0.75Bq/g で決定経路はともにスラグ再利用駐車場での外部被ばく経路、コンクリートの再利用では、Cs-134 が 0.67Bq/g、Cs-137 が 1.2Bq/g で決定経路はともに壁材からの子どもの外部被ばく経路であった。

また、このような基準線量から計算される搬出される対象物の放射能濃度の計算手法については、広域に汚染された瓦礫類の処分や廃棄物に含まれる土壌等の限定的な再利用や処分等の場合の計算にも有効に利用できるものとする。

Table 14 埋設処分シナリオの基準線量相当濃度の計算結果

No.	経路略称	今回の結果から求めた 10 μ Sv/y相当濃度 (Bq/g)	
		Cs-134	Cs-137
1	積み下ろし作業外部	1.4E+00	3.2E+00
2	積み下ろし作業吸入	2.8E+03	3.5E+03
3	積み下ろし作業直接経口摂取	1.7E+02	2.2E+02
5	運搬作業外部	6.0E-01	1.4E+00
6	埋立作業外部	1.1E+00	2.5E+00
7	埋立作業吸入	8.5E+03	1.0E+04
8	埋立作業直接経口摂取	5.2E+02	6.5E+02
10	建設作業外部	1.3E+02	1.3E+01
11	建設作業吸入	1.3E+06	6.9E+04
12	建設作業直接経口摂取	7.8E+04	4.3E+03
14	居住者外部(成人)	1.8E+01	1.9E+00
15	居住者吸入(成人)	1.1E+07	6.0E+05
16	居住者外部(子ども)	1.4E+01	1.4E+00
17	居住者吸入(子ども)	4.4E+07	2.2E+06
18	居住者(子ども)直接経口摂取	1.3E+04	6.6E+02
19	農耕作業外部	1.1E+02	1.1E+01
20	農耕作業吸入	2.1E+06	1.2E+05
21	牧畜作業外部	1.1E+02	1.1E+01
22	牧畜作業吸入	2.1E+06	1.2E+05
23	農作物摂取(成人)	6.8E+02	3.7E+01
24	農作物摂取(子ども)	1.7E+03	8.4E+01
25	畜産物摂取(成人)	6.5E+02	3.5E+01
26	畜産物摂取(子ども)	1.3E+03	6.7E+01
27	飲料水摂取(成人)	2.4E+04	1.7E+03
28	飲料水摂取(子ども)	1.8E+05	1.1E+04
29	農耕作業外部	1.1E+05	1.6E+03
30	農耕作業吸入	2.3E+09	1.7E+07
31	牧畜作業外部	1.1E+05	1.6E+03
32	牧畜作業吸入	2.3E+09	1.7E+07
33	農作物摂取(成人)	3.4E+04	6.8E+02
34	農作物摂取(子ども)	9.4E+04	1.7E+03
35	飼料経由畜産物摂取(成人)	2.5E+04	7.0E+02
36	飼料経由畜産物摂取(子ども)	5.2E+04	1.3E+03
37	飼育水経由畜産物摂取(成人)	1.7E+05	1.2E+04
38	飼育水経由畜産物摂取(子ども)	3.7E+05	2.3E+04
39	養殖淡水産物摂取(成人)	4.2E+04	2.9E+03
40	養殖淡水産物摂取(子ども)	1.1E+05	6.7E+03

※ 網掛けは、本表における 10 μ Sv/y 相当濃度の最小値を示す。

Table 15 再利用シナリオの基準線量相当濃度の計算結果

No.	経路略称	今回の結果から求めた 10 μ Sv/y相当濃度 (Bq/g)	
		Cs-134	Cs-137
1	冷蔵庫	1.6E+04	2.8E+04
2	ベッド	3.8E+03	6.5E+03
3	フライパン	5.8E+06	5.3E+06
4	鉄筋	4.8E+03	8.4E+03
5	金属処理周辺吸入(成人)	1.1E+02	1.4E+02
6	金属処理周辺農作物(成人)	6.1E+00	8.7E+00
7	金属処理周辺吸入(子ども)	4.4E+02	5.1E+02
8	金属処理周辺農作物(子ども)	1.7E+01	2.3E+01
9	壁材(成人)	8.7E-01	1.5E+00
10	壁材(子ども)	6.7E-01	1.2E+00
11	コンクリート処理周辺吸入(成人)	2.2E+04	2.7E+04
12	コンクリート処理周辺農作物(成人)	1.2E+03	1.7E+03
13	コンクリート処理周辺吸入(子ども)	8.7E+04	1.0E+05
14	コンクリート処理周辺農作物(子ども)	3.5E+03	4.5E+03
15	積み下ろし作業外部	1.0E+01	2.4E+01
16	積み下ろし作業吸入	3.9E+03	4.8E+03
17	積み下ろし作業直接経口	2.4E+02	3.0E+02
19	運搬作業外部	1.3E+01	3.1E+01
20	前処理作業外部	5.6E+01	1.4E+02
21	前処理作業吸入	5.1E+03	6.3E+03
22	前処理作業直接経口	3.1E+02	3.9E+02
24	溶融・鋳造作業外部	3.9E+00	9.3E+00
25	溶融・鋳造作業直接経口	3.1E+02	3.9E+02
27	スラグ処理作業吸入	1.3E+03	1.6E+03
28	スラグ処理作業直接経口	1.5E+02	1.9E+02
30	加工作業外部	4.6E+03	1.1E+04
31	加工作業吸入	5.1E+06	6.3E+06
32	加工作業直接経口	3.1E+05	3.9E+05
34	トラック	9.6E+03	1.7E+04
35	オートバイ	5.1E+03	8.7E+03
36	船舶	1.8E+03	3.1E+03
37	机	3.7E+03	6.4E+03
38	NC旋盤	1.8E+03	3.2E+03
39	スラグ再利用駐車場	4.3E-01	7.5E-01
40	コンクリート処理作業外部	2.0E+00	4.8E+00
41	コンクリート処理作業吸入	5.1E+03	6.3E+03
42	コンクリート処理作業直接経口	3.1E+02	3.9E+02
44	コンクリート再利用駐車場	4.3E+00	7.5E+00

※ 経路 No.10 の網掛けはコンクリートの再利用シナリオ、経路 No.39 の網掛けは金属の再利用シナリオにおける 10 μ Sv/y 相当濃度の最小値を示す。

Table 16 焼却処理シナリオ（可燃物）の基準線量相当濃度の計算結果

No.	経路略称	今回の結果から求めた 10 μ Sv/y相当濃度 (Bq/g)	
		Cs-134	Cs-137
1	可燃物積み下ろし作業者外部	4.5E-01	1.1E+00
2	可燃物積み下ろし作業者吸入	2.3E+03	2.9E+03
3	可燃物積み下ろし作業者直接経口摂取	1.4E+02	1.8E+02
5	可燃物運搬作業者外部	1.6E-01	3.7E-01
6	焼却炉補修作業者外部	3.0E-01	7.2E-01
7	焼却炉補修作業者吸入	8.5E+02	1.0E+03
8	焼却炉補修作業者直接経口摂取	1.0E+02	1.3E+02
10	焼却炉周辺居住粉塵外部(成人)	4.5E+07	1.1E+08
11	焼却炉周辺居住粉塵吸入(成人)	8.8E+04	1.1E+05
12	焼却炉周辺居住粉塵外部(子ども)	3.4E+07	8.1E+07
13	焼却炉周辺居住粉塵吸入(子ども)	3.5E+05	4.0E+05
14	焼却炉周辺居住土壌外部(成人)	6.2E+03	2.3E+03
15	焼却炉周辺居住土壌外部(子ども)	4.7E+03	1.8E+03
16	焼却炉周辺農作物(成人)	2.0E+04	2.5E+04
17	焼却炉周辺農作物(子ども)	5.7E+04	6.5E+04
18	焼却炉周辺畜産物(成人)	1.0E+04	6.6E+03
19	焼却炉周辺畜産物(子ども)	2.1E+04	1.3E+04
20	焼却灰積み下ろし作業者外部	6.7E-01	1.6E+00
21	焼却灰積み下ろし作業者吸入	1.7E+03	2.1E+03
22	焼却灰積み下ろし作業者直接経口摂取	2.1E+02	2.6E+02
24	焼却灰運搬作業者外部	9.0E-01	2.1E+00
25	焼却灰埋立作業者外部	4.2E-01	1.0E+00
26	焼却灰埋立作業者吸入	1.7E+03	2.1E+03
27	焼却灰埋立作業者直接経口摂取	2.1E+02	2.6E+02
29	熔融炉補修作業者外部	1.3E+00	3.0E+00
30	熔融炉補修作業者吸入	5.4E+03	6.7E+03
31	熔融炉補修作業者直接経口摂取	3.3E+02	4.1E+02
33	熔融炉周辺居住粉塵外部(成人)	2.9E+04	6.9E+04
34	熔融炉周辺居住粉塵吸入(成人)	5.7E+01	7.1E+01
35	熔融炉周辺居住粉塵外部(子ども)	2.2E+04	5.3E+04
36	熔融炉周辺居住粉塵吸入(子ども)	2.3E+02	2.6E+02
37	熔融炉周辺居住土壌外部(成人)	4.0E+00	1.5E+00
38	熔融炉周辺居住土壌外部(子ども)	3.1E+00	1.1E+00
39	熔融炉周辺農作物(成人)	1.3E+01	1.6E+01
40	熔融炉周辺農作物(子ども)	3.7E+01	4.2E+01
41	熔融炉周辺畜産物(成人)	6.5E+00	4.3E+00
42	熔融炉周辺畜産物(子ども)	1.4E+01	8.1E+00
43	熔融固化物積み下ろし作業者外部	2.7E+00	6.3E+00
44	熔融固化物運搬作業者外部	4.1E+00	9.6E+00
45	熔融固化物再利用駐車場外部	2.3E-01	4.0E-01
46	熔融固化物再利用壁材外部	1.9E-01	3.2E-01

※ 網掛けは、本表における 10 μ Sv/y 相当濃度の最小値を示す。

Table 17 焼却処理シナリオ（焼却灰）の基準線量相当濃度の計算結果

No.	経路略称	今回の結果から求めた 10 μ Sv/y相当濃度 (Bq/g)	
		Cs-134	Cs-137
20	焼却灰積み下ろし作業者外部	1.4E+01	3.4E+01
21	焼却灰積み下ろし作業者吸入	3.7E+04	4.5E+04
22	焼却灰積み下ろし作業者直接経口摂取	4.4E+03	5.6E+03
24	焼却灰運搬作業者外部	1.9E+01	4.5E+01
25	焼却灰埋立作業者外部	9.0E+00	2.1E+01
26	焼却灰埋立作業者吸入	3.7E+04	4.5E+04
27	焼却灰埋立作業者直接経口摂取	4.4E+03	5.6E+03
29	熔融炉補修作業者外部	1.3E+01	3.0E+01
30	熔融炉補修作業者吸入	5.4E+04	6.7E+04
31	熔融炉補修作業者直接経口摂取	3.3E+03	4.1E+03
33	熔融炉周辺居住粉塵外部(成人)	2.9E+05	6.8E+05
34	熔融炉周辺居住粉塵吸入(成人)	5.7E+02	7.0E+02
35	熔融炉周辺居住粉塵外部(子ども)	2.2E+05	5.3E+05
36	熔融炉周辺居住粉塵吸入(子ども)	2.3E+03	2.6E+03
37	熔融炉周辺居住土壌外部(成人)	4.0E+01	1.5E+01
38	熔融炉周辺居住土壌外部(子ども)	3.1E+01	1.1E+01
39	熔融炉周辺農作物(成人)	1.3E+02	1.6E+02
40	熔融炉周辺農作物(子ども)	3.7E+02	4.2E+02
41	熔融炉周辺畜産物(成人)	6.5E+01	4.3E+01
42	熔融炉周辺畜産物(子ども)	1.4E+02	8.1E+01
43	熔融固化物積み下ろし作業者外部	2.7E+01	6.3E+01
44	熔融固化物運搬作業者外部	4.1E+01	9.6E+01
45	熔融固化物再利用駐車場外部	2.3E+00	4.0E+00
46	熔融固化物再利用壁材外部	1.8E+00	3.2E+00

※ 網掛けは、本表における 10 μ Sv/y 相当濃度の最小値を示す。

Table 18 各シナリオの皮膚被ばく経路を対象とした基準線量相当濃度の計算結果

シナリオ	No.	経路略称	今回の結果から求めた 50mSv/y相当濃度 (Bq/g)	
			Cs-134	Cs-137
埋設処分	4	積み下ろし作業	4.3E+03	2.7E+03
	9	埋立作業	1.3E+04	8.2E+03
	13	跡地建設作業	1.9E+06	5.4E+04
再利用	18	積み下ろし作業	1.5E+03	9.7E+02
	23	前処理作業	2.0E+03	1.3E+03
	26	溶融・鑄造作業	2.0E+03	1.3E+03
	29	スラグ処理作業	2.8E+03	1.8E+03
	33	加工作業	2.0E+06	1.3E+06
	43	コンクリート処理作業	6.7E+03	4.3E+03
可燃物	4	可燃物積み下ろし作業	3.5E+03	2.2E+03
	9	焼却炉補修作業	2.6E+03	1.6E+03
	23	焼却灰積み下ろし作業	5.1E+03	3.3E+03
	28	焼却灰埋立作業	5.1E+03	3.3E+03
	32	溶融炉補修作業	8.2E+03	5.2E+03
焼却灰	23	焼却灰積み下ろし作業	1.1E+05	7.0E+04
	28	焼却灰埋立作業	1.1E+05	7.0E+04
	32	溶融炉補修作業	8.2E+04	5.2E+04

Table 19 基準線量相当濃度の計算結果のまとめ

非管理区域		Cs-134		Cs-137	
		濃度 (Bq/g)	決定経路	濃度 (Bq/g)	決定経路
埋設処分	金属・コンクリート・可燃物等	0.60	操業(運搬-外部)	1.4	操業(運搬-外部)
再利用	金属	0.43	再利用(スラグ駐車場-外部)	0.75	再利用(スラグ駐車場-外部)
	コンクリート	0.67	再利用(壁材-外部)(子ども)	1.2	再利用(壁材-外部)(子ども)
焼却処理	可燃物等	0.16	可燃物(可燃物運搬-外部)	0.32	可燃物(溶融固化物再利用壁材-外部)
	焼却灰	1.8	焼却灰(溶融固化物再利用壁材-外部)	3.2	焼却灰(溶融固化物再利用壁材-外部)
10 μ Sv/y相当濃度の最小値		0.16	可燃物(可燃物運搬-外部)	0.32	可燃物(溶融固化物再利用壁材-外部)

RIクリアランス		Cs-134		Cs-137	
		濃度 (Bq/g)	決定経路	濃度 (Bq/g)	決定経路
埋設処分	金属・コンクリート・可燃物等	0.63	操業(埋立-外部)	1.5	操業(埋立-外部)
再利用	金属	11	再利用(スラグ駐車場-外部)	19	再利用(スラグ駐車場-外部)
	コンクリート	3.3	再利用(壁材-外部)(子ども)	5.8	再利用(壁材-外部)(子ども)
焼却処理	可燃物等	0.55	可燃物(可燃物運搬-外部)	1.1	可燃物(溶融固化物再利用壁材-外部)
	焼却灰	6.2	焼却灰(溶融固化物再利用壁材-外部)	11	焼却灰(溶融固化物再利用壁材-外部)
10 μ Sv/y相当濃度の最小値		0.55	可燃物(可燃物運搬-外部)	1.1	可燃物(溶融固化物再利用壁材-外部)

比率 (非管理区域/RIクリアランス)		Cs-134		Cs-137	
		比率		比率	
埋設処分	金属・コンクリート・可燃物等	0.95		0.95	
再利用	金属	0.040		0.040	
	コンクリート	0.20		0.20	
焼却処理	可燃物等	0.29		0.30	
	焼却灰	0.30		0.30	
10 μ Sv/y相当濃度の最小値		0.29		0.30	

4. まとめ

原子力関連施設の非管理区域における資材等が一般の産業廃棄物として処分された場合を想定し、「放射線障害防止法に規定するクリアランスレベルについて」を参考にした評価経路を用いて、基準線量相当の核種毎の濃度の試算を行った。

試算に先立ち、上記報告書の再現計算を行うとともに、本試算結果と、再現計算結果との比が、パラメータの変更点に基づくものとなっていることを確認した。

本試算では、基準線量相当濃度は、Cs-134 が 0.6Bq/g、Cs-137 が 1.4Bq/g で、決定経路はともに運搬作業者の外部被ばく経路であった。

なお、参考シナリオである金属の再利用では Cs-134 が 0.43Bq/g、Cs-137 が 0.75Bq/g で決定経路はともにスラグ再利用駐車場での外部被ばく経路、コンクリートの再利用では、Cs-134 が 0.67Bq/g、Cs-137 が 1.2Bq/g で決定経路はともに壁材からの子どもの外部被ばく経路であった。

福島事故由来のフォールアウトにより汚染された瓦礫類の処分における放射能濃度が特別措置法では 8Bq/g と評価されて、環境回復が進められている中、発電所施設敷地内の非管理区域からは、資材の再利用の基準として、管理区域と同様に 0.1Bq/g に準じた資材の搬出管理が運用されている。

本試算を一例として、基準線量（10 μ Sv/年）をもとに処分方法に応じた適切な評価を行い、個別の管理をすることで、安全でかつ合理的な処分及び運用ができると考えられる。

今後、基準線量をもとに個別のケースに応じて濃度を試算して安全評価を行い、非管理区域における資材等の搬出管理を合理的・安全に行うことが原子力施設の復旧を迅速に進める上で重要と考える。

参考文献

- 1) 経済産業省原子力安全・保安院：“東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に係るフォールアウトによる原子力施設における資材等の安全規制上の取扱いについて”、平成 24 年 3 月 30 日、(2012).
- 2) 原子力安全委員会：“東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について”、平成 23 年 6 月 3 日、(2011).
- 3) 文部科学省 放射線安全規制検討会：“放射線障害防止法に規定するクリアランスレベルについて”、平成 22 年 11 月、平成 24 年 3 月一部訂正、(2010).
- 4) 原子力安全委員会：“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、(2004).
- 5) 環境省 災害廃棄物安全評価検討会：“災害廃棄物の放射能濃度の推定方法について”、平成 23 年 6 月 19 日、(2011).
- 6) 経済産業省：“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”、平成 13 年 3 月 21 日、(2001).

Appendix- I 基準線量相当濃度の評価モデル

目 次

1. 埋設処分シナリオ	31
1.1. 操業の評価経路	31
1.1.1. 原子力関連施設の非管理区域からの搬出資材等(以下、「非管理区域対象物」という。)の積み下ろし作業、運搬作業及び埋立作業(直接線・外部被ばく)	31
1.1.2. 「非管理区域対象物」の積み下ろし作業、運搬作業及び埋立作業(粉塵吸入による内部被ばく)	31
1.1.3. 「非管理区域対象物」の積み下ろし作業及び埋立作業(皮膚汚染による皮膚被ばく)	31
1.1.4. 「非管理区域対象物」の積み下ろし作業及び埋立作業(直接経口摂取による内部被ばく)	31
1.2. 跡地利用の評価経路	31
1.2.1. 建設作業	31
1.2.2. 居住者	32
1.2.3. 農耕作業者	33
1.2.4. 牧畜作業	33
1.2.5. 農作物摂取者	33
1.2.6. 畜産物摂取者	34
1.3. 地下水移行の評価経路	34
1.3.1. 井戸水飲用	35
1.3.2. 農耕作業者(灌漑土壌)	35
1.3.3. 牧畜作業(灌漑土壌)	36
1.3.4. 農作物摂取者(灌漑土壌)	36
1.3.5. 畜産物摂取者(灌漑土壌)	36
1.3.6. 畜産物摂取者(飼育水)	37
1.3.7. 養殖淡水産物摂取者	37
1.4. 変数リスト(埋設処分に係る経路の計算モデル式)	39
2. 再利用シナリオ	43
2.1. 金属再利用に伴う公衆の被ばく	43
2.1.1. 金属再利用製品中、粉塵中、スラグ中の核種の濃度	43
2.1.2. 再利用製品の使用に伴う外部被ばく	43
2.1.3. 再利用製品の利用に伴う経口摂取による被ばく	43
2.1.4. スクラップ作業場からの排気による周辺居住者の吸入摂取による内部被ばく	43
2.1.5. スクラップ作業場からの排気による周辺居住者の経口摂取による内部被ばく	44
2.2. コンクリート再利用に伴う公衆の被ばく	45
2.2.1. 壁材等の建築材料中の核種の濃度	45
2.2.2. 再利用コンクリート製品の使用に伴う外部被ばく	45

2.2.3. スクラップ作業場からの排気に伴う周辺居住者の吸入による内部被ばく	45
2.2.4. スクラップ作業場からの排気に伴う周辺居住者の経口摂取による被ばく	45
2.3. 金属再利用処理に伴う作業者の被ばく	46
2.3.1. スクラップ輸送作業(積み下ろし、運搬)に伴う外部被ばく線量	46
2.3.2. スクラップ輸送作業(積み下ろし)における皮膚汚染による皮膚被ばく線量	46
2.3.3. スクラップ輸送作業(積み下ろし)に伴い発生する粉塵吸入による内部被ばく線量	46
2.3.4. スクラップ輸送作業(積み下ろし)に伴う汚染物質の直接経口摂取による内部被ばく線量	46
2.3.5. スクラップ前処理に伴う外部被ばく線量	46
2.3.6. スクラップ前処理に伴う皮膚汚染による皮膚被ばく線量	47
2.3.7. スクラップ前処理作業に伴い発生する粉塵吸入による内部被ばく線量	47
2.3.8. スクラップ前処理作業に伴い発生する汚染物質の直接経口摂取による内部被ばく線量	47
2.3.9. スクラップ溶融・鋳造に伴う外部被ばく線量	47
2.3.10. スクラップ溶融・鋳造における皮膚汚染による皮膚被ばく線量	47
2.3.11. スクラップの溶融・鋳造作業に伴う汚染物質の直接経口摂取による内部被ばく線量	47
2.3.12. スラグ処理作業における皮膚汚染による皮膚被ばく線量	47
2.3.13. スラグ処理作業に伴い発生するスラグ吸入による内部被ばく線量	47
2.3.14. スラグ処理作業に伴い発生する汚染物質の直接経口摂取による内部被ばく線量	48
2.3.15. 金属再利用の製品加工に伴う外部被ばく線量	48
2.3.16. 金属再利用の製品加工における皮膚汚染による皮膚被ばく線量	48
2.3.17. 製品加工に伴う粉塵の吸入による内部被ばく線量	48
2.3.18. 製品加工に伴う汚染物質の直接経口摂取による内部被ばく線量	48
2.4. 金属再利用に伴う作業者の被ばく	48
2.4.1. 再利用製品の使用に伴う外部被ばく	48
2.4.2. スラグの再利用に伴う外部被ばく	48
2.5. コンクリート再利用処理に伴う作業者の被ばく	49
2.5.1. コンクリートを再利用する際の作業に伴う外部被ばく線量	49
2.5.2. コンクリートを再利用する際の作業における皮膚汚染による皮膚被ばく線量	49
2.5.3. コンクリートを再利用する際の作業に伴う粉塵の吸入による内部被ばく線量	49
2.5.4. コンクリートを再利用する際の作業に伴う汚染物質の直接経口摂取による内部被ばく線量	49
2.6. コンクリート再利用に伴う作業者の被ばく	49
2.6.1. コンクリート再利用に伴う外部被ばく	49
2.7. 変数リスト(再利用・再使用に係る経路の計算モデル式)	50
3. 焼却シナリオ	53
3.1. 可燃物等の運搬に伴う評価経路	53
3.1.1. 可燃物等の積み下ろし作業者及び運搬作業者(直接線・外部被ばく)	53
3.1.2. 可燃物等の積み下ろし作業者(粉塵吸入による内部被ばく)	53
3.1.3. 可燃物等の積み下ろし作業者(直接経口摂取による内部被ばく)	53
3.1.4. 可燃物等の積み下ろし作業者(皮膚汚染による皮膚被ばく)	53
3.2. 焼却処理施設の運転に伴う評価経路	53

3.2.1. 焼却炉の補修作業(直接線・外部被ばく)	53
3.2.2. 焼却炉の補修作業(粉塵吸入による内部被ばく)	54
3.2.3. 焼却炉の補修作業(直接経口摂取による内部被ばく)	54
3.2.4. 焼却炉の補修作業(皮膚汚染による皮膚被ばく)	54
3.3. 焼却炉からの排気に伴う経路	55
3.3.1. 焼却炉の周辺居住者(プルーム・外部被ばく)	55
3.3.2. 焼却炉の周辺居住者(粉塵吸入による内部被ばく)	55
3.3.3. 焼却炉の周辺居住者(地表面直接線・外部被ばく)	55
3.3.4. 焼却炉周辺の農作物摂取者(経口摂取による内部被ばく)	56
3.3.5. 焼却炉周辺の畜産物摂取者(経口摂取による内部被ばく)	56
3.4. 焼却灰の埋立作業に伴う評価経路	57
3.4.1. 焼却灰中の核種の濃度	57
3.4.2. 焼却灰の積み下ろし作業、運搬作業及び埋立作業(直接線・外部被ばく)	57
3.4.3. 焼却灰の積み下ろし作業及び埋立作業(粉塵吸入による内部被ばく)	57
3.4.4. 焼却灰の積み下ろし作業及び埋立作業(直接経口による内部被ばく)	57
3.4.5. 焼却灰の積み下ろし作業及び埋立作業(皮膚汚染による皮膚被ばく)	57
3.5. 溶融炉の補修に伴う評価経路	58
3.5.1. 溶融炉の補修作業(直接線・外部被ばく)	58
3.5.2. 溶融炉の補修作業(粉塵吸入による内部被ばく)	58
3.5.3. 溶融炉の補修作業(直接経口による内部被ばく)	58
3.5.4. 溶融炉の補修作業(皮膚汚染による皮膚被ばく)	58
3.6. 溶融炉からの排気に伴う経路	58
3.6.1. 溶融炉の周辺居住者(プルーム・外部被ばく)	59
3.6.2. 溶融炉の周辺居住者(粉塵吸入による内部被ばく)	59
3.6.3. 溶融炉の周辺居住者(地表面直接線・外部被ばく)	59
3.6.4. 溶融炉周辺の農作物摂取者(経口摂取による内部被ばく)	59
3.6.5. 溶融炉周辺の畜産物摂取者(経口摂取による内部被ばく)	60
3.7. 溶融固化物の埋立作業に伴う評価経路	60
3.7.1. 溶融固化物中の核種の濃度	60
3.7.2. 溶融固化物の積み下ろし作業及び運搬作業(直接線・外部被ばく)	60
3.8. 溶融固化物の再利用に伴う評価経路	61
3.8.1. 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)	61
3.8.2. 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)	61
3.9. 変数リスト(焼却処理に係る経路の計算モデル式)	62
参考文献	64

This is a blank page.

1. 埋設処分シナリオ

1.1. 操業の評価経路

この評価経路では、廃棄物そのものが線源となるので、被ばく評価にあたっては廃棄物の放射性核種（以下、「核種」という。）の濃度をそのまま用いる。ただし、クリアランス対象廃棄物は「放射性廃棄物でない廃棄物」と混合されるものとする。

1.1.1. 原子力関連施設の非管理区域からの搬出資材等（以下、「非管理区域対象物」という。）の積み下ろし作業、運搬作業及び埋立作業（直接線・外部被ばく）

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

1.1.2. 「非管理区域対象物」の積み下ろし作業、運搬作業及び埋立作業（粉塵吸入による内部被ばく）

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

1.1.3. 「非管理区域対象物」の積み下ろし作業及び埋立作業（皮膚汚染による皮膚被ばく）

$$D_{skin}(i) = C_W(i) \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (3)$$

1.1.4. 「非管理区域対象物」の積み下ろし作業及び埋立作業（直接経口摂取による内部被ばく）

$$D_{direct}(i) = C_W(i) \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (4)$$

1.2. 跡地利用の評価経路

跡地利用の評価経路では、廃棄物処分場に廃棄物が定置され、隙間に埋め戻しがなされ、さらに覆土された状態が出发点となる。ここでは、処分場跡地における建設作業に従事する者の被ばく、建設作業に伴って発生した残土の上で居住する者の被ばくを評価する。また、農耕作業または牧畜作業による跡地の掘り返しに伴う被ばく、また、処分場跡地直上で栽培された農作物を摂取する者またはその農作物で飼育された畜産物を摂取する者の被ばくを評価する。

1.2.1. 建設作業

(1) 掘削土壌中の核種の濃度

建設作業によって発生する、廃棄物を混入した掘削土壌中の核種の濃度は、廃棄物の隙間に埋め戻しされた土砂及び覆土の存在を考慮して、次式によって求める。なお、掘削土壌中の核種の濃度の計算にあたっては、放射性崩壊による減衰のみを考慮し、地下水への漏出は考慮しないも

のとする。

$$C_M(i) = C_W(i) \cdot \frac{T_U - T_C}{T_U} \cdot \frac{W}{L_D \cdot W_D \cdot H_D \cdot \rho_D \cdot 10^6} \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{dist}) \dots\dots\dots (5)$$

(2) 建設作業（土壌直接線・外部被ばく）

$$D_{ext}(i) = C_M(i) \cdot S_C \cdot t_C \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (6)$$

(3) 建設作業（粉塵吸入による内部被ばく）

$$D_{inh}(i) = C_M(i) \cdot C_{dust,C} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_C \cdot t_C \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (7)$$

(4) 建設作業（皮膚汚染による皮膚被ばく）

$$D_{skin}(i) = C_M(i) \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_C \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (8)$$

(5) 建設作業（直接経口摂取による内部被ばく）

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

1.2.2. 居住者

(1) 居住者（土壌直接線・外部被ばく）

この経路は子どもについても評価する。

$$D_{ext}(i) = C_M(i) \cdot S_L \cdot t_L \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (10)$$

(2) 居住者（粉塵吸入による内部被ばく）

この経路は子どもについても評価する。

$$D_{inh}(i) = C_M(i) \cdot C_{dust,L} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_L \cdot t_L \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (11)$$

(3) 居住者（子どもの直接経口摂取による内部被ばく）

居住者のうち、子どもが土壌を直接経口摂取することによる内部被ばく線量を評価する。

$$D_{direct}(i) = C_M(i) \cdot f_{C,ing} \cdot q_{LC} \cdot t_{LC} \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (12)$$

1.2.3. 農耕作業者

(1) 掘削土壌中の核種の濃度

農耕作業者は、処分場跡地を農地とするために掘削することにより、廃棄物が地表面に露出することによる被ばくを評価する。その線源となる廃棄物を含んだ土壌中の核種の濃度は、次式により求める。

$$C_M(i) = C_W(i) \cdot \frac{T_A - T_C}{T_A} \cdot \frac{W}{L_D \cdot W_D \cdot H_D \cdot \rho_D \cdot 10^6} \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{dist}) \dots\dots\dots (13)$$

(2) 農耕作業者（土壌直接線・外部被ばく）

$$D_{ext}(i) = C_M(i) \cdot S_A \cdot t_A \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (14)$$

(3) 農耕作業者（粉塵吸入による内部被ばく）

$$D_{inh}(i) = C_M(i) \cdot C_{dust,A} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_A \cdot t_A \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (15)$$

1.2.4. 牧畜作業者

牧畜作業場所における掘削土壌中の核種の濃度は、農地土壌中の核種の濃度（(15)式）と等しいものとする。

(1) 牧畜作業者（土壌直接線・外部被ばく）

$$D_{ext}(i) = C_M(i) \cdot S_F \cdot t_F \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (16)$$

(2) 牧畜作業者（粉塵吸入による内部被ばく）

$$D_{inh}(i) = C_M(i) \cdot C_{dust,F} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_F \cdot t_F \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (17)$$

1.2.5. 農作物摂取者

(1) 農作物中の核種の濃度

農作物栽培は処分場の跡地の直上で行われるとし、跡地における核種の量の減衰は崩壊によるもののみとする。核種は、根を経由して、農作物に移行するものとする。農業用水には放射能が含まれていないものとする。

$$C_{vk}(i) = T_k(i) \cdot K_N \cdot C_W(i) \cdot \frac{W}{L_D \cdot W_D \cdot H_D \cdot \rho_D \cdot 10^6} \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{dist}) \dots\dots\dots (18)$$

(2) 農作物摂取者（経口摂取による内部被ばく）

この経路は子どもについても評価する。

$$D_{ing,v}(i) = \sum_k C_{vk}(i) \cdot 10^3 \cdot Q_k \cdot G_k \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{vk}}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(19)$$

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、上式は以下のような
る。

$$D_{ing,v}(i) = \sum_k C_{vk}(i) \cdot 10^3 \cdot Q_k \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(20)$$

1.2.6. 畜産物摂取者

(1) 飼料中の核種の濃度

$$C_{vF}(i) = T_F(i) \cdot K_N \cdot C_W(i) \cdot \frac{W}{L_D \cdot W_D \cdot H_D \cdot \rho_D \cdot 10^6} \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{dist}) \dots\dots\dots(21)$$

(2) 畜産物中の核種の濃度

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を次式で計算する。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。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、(22)式により求める。

$$C_{Fn}(i) = T_n(i) \cdot M_F \cdot C_{vF}(i) \cdot 10^3 \cdot Q_{vn} \dots\dots\dots(22)$$

(3) 畜産物摂取者（経口摂取による内部被ばく）

この経路は子どもについても評価する。

$$D_{ing,F}(i) = \sum_n C_{Fn}(i) \cdot Q_n \cdot G_n \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{Fn}}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(23)$$

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、上式は以下のような
る。

$$D_{ing,F}(i) = \sum_n C_{Fn}(i) \cdot Q_n \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(24)$$

1.3. 地下水移行の評価経路

地下水移行の評価経路では、埋設された廃棄物から核種が浸透水中に漏出し、帯水層へ移行するものとする。この核種を含む地下水を飲用、灌漑、飼育及び養殖に利用することを考慮する。なお、各経路において被ばく線量が最大となる時点の線量を評価するものとする。

1.3.1. 井戸水飲用

(1) 処分場からの漏出モデル

政令濃度上限値の計算方法と同様に、IAEA 技術文書「TECDOC-401」¹⁾における放出係数モデルを用いて、処分場からの核種の漏出量を次式により求める。

$$J(t,i) = \eta_i \cdot C_w(i) \cdot W \cdot \exp\{-(\lambda_i + \eta_i) \cdot t\} \quad \dots\dots\dots (25)$$

(2) 帯水層中の核種の移動

処分場から漏洩した核種は、処分場と同一の幅を有する帯水層に流入するものとする。帯水層の厚さ (hs) は一定で、土壌の空隙率、密度は一樣とし、地下水流方向のみに一定速度で流れているものとする。基礎式は次式で表される。

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} R_s(i) \cdot C_{GW}(x,t,i) = D_x \cdot \frac{\partial^2 C_{GW}(x,t,i)}{\partial x^2} - U_s \cdot \frac{\partial C_{GW}(x,t,i)}{\partial x} \quad \dots\dots\dots (26) \\ - R_s(i) \cdot \lambda_i \cdot C_{GW}(x,t,i) \end{aligned}$$

なお、以降の計算では、(26)式の $-LD \leq x \leq 0$ (LD は処分場の長さ) の範囲における境界条件として、(25)式により計算した $J(t,i)$ を、処分場の幅 (WD)、帯水層の厚さ (hs) 及び地下水流速 (U_s) の積で割った値を与えた場合の解を使用する。

(3) 井戸水中の核種の濃度

井戸水中の核種の濃度は、井戸の汲み上げによる周囲の核種を含まない地下水の流入を考慮している。

$$C_{WW}(t,i) = C_{GW}(x_w,t,i) \cdot R_w \quad \dots\dots\dots (27)$$

(4) 井戸水飲用者 (経口摂取による内部被ばく)

この経路は子どもについても評価する。

$$D_{ing,w}(t,i) = C_{WW}(t,i) \cdot Q_w \cdot DF_{ing}(i) \quad \dots\dots\dots (28)$$

1.3.2. 農耕作業 (灌漑土壌)

(1) 灌漑土壌の核種の濃度

灌漑用水中の核種は蓄積するものとする。また、核種の浸透による減衰効果を考慮する。

$$C_{S,k}(t,i) = F_R \cdot \int_0^t \frac{V_{lk} \cdot C_I(t',i)}{P_k} \cdot e^{-E_{lk}(i) \cdot (t-t')} dt' \quad \dots\dots\dots (29)$$

灌漑用水中の核種の濃度は、井戸水中の核種の濃度に等しいものとしている。

$$C_I(t,i) = C_{GW}(x_w,t,i) \cdot R_w \quad \dots\dots\dots (30)$$

(2) 農耕作業 (灌漑水、土壌直接線・外部被ばく)

$$D_{ext}(t,i) = C_{S,k}(t,i) \cdot 10^{-3} \cdot S_I \cdot t_I \cdot DF_{ext}(i) \quad \dots\dots\dots (31)$$

(3) 農耕作業（灌漑水、粉塵吸入による内部被ばく）

$$D_{inh}(t,i) = C_{S,k}(t,i) \cdot C_{dust,I} \cdot f_{dust,inh} \cdot 10^{-3} \cdot B_I \cdot t_I \cdot DF_{inh}(i) \dots\dots\dots(32)$$

1.3.3. 牧畜作業（灌漑土壌）

(1) 牧畜作業（灌漑水、土壌直接線・外部被ばく）

$$D_{ext}(t,i) = C_{S,k}(t,i) \cdot 10^{-3} \cdot S_B \cdot t_B \cdot DF_{ext}(i) \dots\dots\dots(33)$$

(2) 牧畜作業（灌漑水、粉塵吸入による内部被ばく）

$$D_{inh}(t,i) = C_{S,k}(t,i) \cdot C_{dust,B} \cdot f_{dust,inh} \cdot 10^{-3} \cdot B_B \cdot t_B \cdot DF_{inh}(i) \dots\dots\dots(34)$$

1.3.4. 農作物摂取者（灌漑土壌）

(1) 灌漑農作物中の核種の濃度

農作物（穀類、葉菜、非葉菜、果物）中の核種の濃度は、灌漑土壌からの経根吸収と灌漑水の葉面沈着を考慮する。

$$C_{vk}(t,i) = T_k(i) \cdot C_{S,k}(t,i) + \frac{C_I(t,i) \cdot V_{lk} \cdot F_{IEk} \cdot (1 - e^{-\lambda_{ei} \cdot T_I})}{\lambda_{ei} \cdot Y_{Bk}} \dots\dots\dots(35)$$

(2) 農作物摂取による内部被ばく線量

この経路は子どもについても評価する。

$$D_{ing,v}(t,i) = \sum_k C_{vk}(t,i) \cdot Q_k \cdot G_k \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{vk}}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots(36)$$

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、上式は以下のようなになる。

$$D_{ing,vk}(t,i) = \sum_k C_{vk}(t,i) \cdot Q_k \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots(37)$$

1.3.5. 畜産物摂取者（灌漑土壌）

(1) 飼料中の核種の濃度

$$C_{vF}(t,i) = T_F(i) \cdot C_{S,k}(t,i) + \frac{C_I(t,i) \cdot V_{lk} \cdot F_{IEk} \cdot (1 - e^{-\lambda_{ei} \cdot T_I})}{\lambda_{ei} \cdot Y_{Bk}} \dots\dots\dots(38)$$

(2) 畜産物中の核種の濃度

$$C_{Fn}(t,i) = T_n(i) \cdot M_F \cdot C_{vF}(t,i) \cdot Q_{vn} \dots\dots\dots(39)$$

(3) 畜産物摂取による内部被ばく線量

この経路は子どもについても評価する。

$$D_{ing,F}(t,i) = \sum_n C_{Fn}(t,i) \cdot Q_n \cdot G_n \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{Fn}}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (40)$$

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。

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

1.3.6. 畜産物摂取者（飼育水）

(1) 畜産物中の核種の濃度

核種を含む井戸水を飼育水として利用して生産される肉や牛乳などの畜産物中の核種濃度は、その家畜が摂取する飼育水中の核種の濃度に依存するものとし、次式により求める。

$$C_{FWn}(t,i) = C_{FW}(t,i) \cdot 10^{-3} \cdot Q_{Wn} \cdot T_{Wn}(i) \dots\dots\dots (42)$$

なお、飼育水中の核種の濃度は、井戸水中の核種の濃度に等しいものとし、次式により求める。

$$C_{FW}(t,i) = C_{GW}(x_w, t, i) \cdot R_w \dots\dots\dots (43)$$

(2) 畜産物摂取者（飼育水、畜産物摂取による内部被ばく）

この経路は子どもについても評価する。

$$D_{ing,F}(t,i) = \sum_n C_{FWn}(t,i) \cdot Q_n \cdot G_n \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{Fn}}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (44)$$

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。

$$D_{ing,F}(t,i) = \sum_n C_{FWn}(t,i) \cdot Q_n \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (45)$$

1.3.7. 養殖淡水産物摂取者

(1) 養殖淡水産物中の核種の濃度

養殖淡水産物中の核種の濃度は、養殖水中の核種の濃度に依存し、両者の濃度の間に平衡関係が成立しているものとする濃縮係数法によって求める。なお、養殖水中の核種の濃度は、井戸水中の核種の濃度と養殖淡水産物の地下水利用率を考慮して計算する。

$$C_{Sm}(t,i) = C_{WW}(t,i) \cdot R_{SW} \cdot 10^{-3} \cdot T_{Sm}(i) \dots\dots\dots (46)$$

(2) 養殖淡水産物摂取者（養殖淡水産物摂取による内部被ばく）

この経路は子どもについても評価する。

$$D_{ING}(t,i) = \sum_m C_{Sm}(t,i) \cdot Q_m \cdot G_m \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{Sm}}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (47)$$

市場係数と輸送時間をそれぞれ保守的に 1 及び 0 と選定しているので、上式は以下のような
る。

$$D_{ING}(t,i) = \sum_m C_{Sm}(t,i) \cdot Q_m \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (48)$$

1.4. 変数リスト（埋設処分に係る経路の計算モデル式）

※変数はアルファベット順に記載

小文字

$f_{C,ing}$	: 微粒子への放射性物質の濃縮係数（経口摂取）（－）
$f_{dust,inh}$	: 微粒子への放射性物質の濃縮係数（吸入摂取）（－）
$f_{dust,skin}$	: 微粒子への放射性物質の濃縮係数（皮膚被ばく）（－）
q	: 粉塵の摂取率（g/h）
q_{LC}	: 汚染物質の摂取率（子ども）（g/h）
t_A	: 農耕作業における年間作業時間（h/y）
t_B	: 牧畜作業における年間作業時間（h/y）
t_C	: 建設作業における年間作業時間（h/y）
t_{dist}	: 処分場閉鎖後から評価時点までの期間（y）
t_F	: 牧畜作業における年間作業時間（h/y）
t_{Fn}	: 畜産物 n の輸送時間（d）
t_i	: 被ばく中の減衰期間（y）（1年）
t_I	: 農耕作業における年間作業時間（h/y）
t_L	: 年間居住時間（h/y）
t_{LC}	: 年間被ばく時間（子ども）（h/y）
t_O	: 年間作業時間（h/y）
t_{Sm}	: 養殖淡水産物 m の輸送時間（d）
t_T	: 年間被ばく時間（h/y）（埋立作業者と居住者について個別に選定）
t_{vk}	: 農作物 k の輸送時間（d）
x_w	: 処分場下流端から井戸までの距離（m）

大文字

B_A	: 農耕作業者の呼吸量（m ³ /h）
B_B	: 牧畜作業者の呼吸量（m ³ /h）
B_C	: 建設作業者の呼吸量（m ³ /h）
B_F	: 牧畜作業者の呼吸量（m ³ /h）
B_I	: 農耕作業者の呼吸量（m ³ /h）
B_L	: 居住者の呼吸量（m ³ /h）
B_O	: 作業者の呼吸量（m ³ /h）
B_T	: 呼吸量（m ³ /h）（埋立作業者と居住者について個別に選定）
C_{dust}	: 作業時の空气中粉塵濃度（g/m ³ ）
$C_{dust,A}$	: 農耕作業時の空气中粉塵濃度（g/m ³ ）
$C_{dust,B}$	: 牧畜作業時の空气中粉塵濃度（g/m ³ ）
$C_{dust,F}$	: 牧畜作業時の空气中粉塵濃度（g/m ³ ）
$C_{dust,I}$	: 農耕作業時の空气中粉塵濃度（g/m ³ ）
$C_{dust,L}$	: 居住時の空气中粉塵濃度（g/m ³ ）

$C_{dust,C}$	: 建設作業時の空气中粉塵濃度 (g/m ³)
$C_{Fn}(i)$	: 畜産物 n 中の核種 i の濃度 (Bq/kg または Bq/L)
$C_{Fn}(t,i)$	: 時間 t における畜産物 n 中の核種 i の濃度 (Bq/kg または Bq/L)
$C_{FWn}(t,i)$	: 時間 t における畜産物 n 中の核種 i の濃度 (Bq/kg または Bq/L)
$C_{FW}(t,i)$	: 時間 t における飼育水中濃度 (Bq/m ³)
$C_{FWn}(t,i)$	: 時間 t における畜産物 n 中の核種 i の濃度 (Bq/kg または Bq/L)
$C_{GW}(x,t,i)$	: 地下水中の核種 i の濃度 (Bq/m ³)
$C_I(t,i)$	: 時間 t における灌漑用水中の核種 i の濃度 (Bq/m ³)
$C_I(t',i)$	: 時間 t' における灌漑用水中の核種 i の濃度 (Bq/m ³)
$C_M(i)$	: 掘削土壌中の核種 i の濃度 (Bq/g)
$C_{S,k}(t,i)$	: 時間 t における農作物 k を生産する灌漑土壌中の核種 i の濃度 (Bq/kg)
$C_{Sm}(t,i)$	: 時間 t における養殖淡水産物 m 中の核種 i の濃度 (Bq/kg)
$C_{vF}(i)$	: 飼料中の核種 i の濃度 (Bq/g)
$C_{vF}(t,i)$	: 時間 t における飼料中における核種 i の濃度 (Bq/kg)
$C_{vk}(i)$	: 農作物 k 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「非管理区域対象物」を混合した廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
	$C_w(i) = C_{wo}(i) \cdot F_{WC}$
	$C_{wo}(i)$: 「非管理区域対象物」中の核種 i の濃度 (Bq/g)
	F_{WC} : 廃棄物中に占められる「非管理区域対象物」割合 (—)
$C_{GW}(x_w,t,i)$	: 地下水中の核種 i の濃度 (Bq/m ³)
$C_{WW}(t,i)$	: 時間 t における井戸水の核種 i の濃度 (Bq/m ³)
$D_{direct}(i)$	: 核種 i による直接経口摂取被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ext}(i)$	: 核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ING}(t,i)$	: 時間 t における養殖淡水産物摂取による内部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ing,v}(i)$	: 農作物の摂取に伴う核種 i による内部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ing,F}(i)$	: 畜産物摂取に伴う核種 i による内部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ing,F}(t,i)$	: 時間 t における畜産物摂取に伴う核種 i による内部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ing,w}(t,i)$	: 時間 t における核種 i による飲料水摂取での内部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{inh}(i)$	: 核種 i による吸入被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{skin}(i)$	: 核種 i による皮膚汚染による皮膚被ばく線量 (μ Sv/y)
$DF_{ext}(i)$	: 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)
$DF_{ing}(i)$	: 核種 i の経口摂取の内部被ばく線量係数 (μ Sv/Bq)
$DF_{inh}(i)$	: 核種 i の吸入被ばくに対する線量係数 (μ Sv/Bq)
$DF_{skin}(i)$	: 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/cm ²)
D_x	: 地下水流方向の分散係数 (m ² /y)
	$D_x = D_{mx} U_s + D_d$
	D_{mx} : 地下水流方向の分散長 (m)
	D_d : 分子拡散係数 (3.15×10^{-2} m ² /y)

$E_{Lk}(i)$	: 農作物 k を生産する土壤中核種 i の実効減衰係数 (y^{-1})
	$E_{Lk}(i) = \lambda_i + R_{MSk}(i)$
$R_{MSk}(i)$	: 核種 i の浸透による灌漑土壌からの減衰係数 (y^{-1})
	$R_{MSk}(i) = \frac{R_{IN} + V_{Ik}}{\alpha \cdot \{f_u \cdot s_{uk} + (1 - f_u) \cdot \rho_u \cdot Kd_u(i)\}}$
R_{IN}	: 浸透水量 (m/y)
α	: 実効土壌深さ (m)
f_u	: 灌漑土壌空隙率 (—) □
s_{uk}	: 土壌水分飽和度 (—)
ρ_u	: 灌漑土壌真密度 (g/cm^3)
$Kd_u(i)$	: 灌漑土壌の分配係数 (mL/g)
F_{IEk}	: 核種の農作物 k 表面への沈着割合 (—)
F_R	: 核種の土壌残留係数 (—)
G_k	: 農作物 k の市場係数 (—)
G_m	: 養殖淡水産物 m の市場係数 (—)
G_n	: 畜産物 n の市場係数 (—)
H_D	: 処分場の深さ (m)
$J(t, i)$	: 時間 t における核種 i の漏出量 (Bq/y)
K_N	: 根からの核種の吸収割合 (—)
L_{dust}	: 皮膚に堆積した粉塵の厚さ (cm)
L_D	: 処分場の長さ (m)
L_e	: 断面方向長さ (m)
M_F	: 核種を含む飼料の混合割合 (—)
P_k	: 農作物 k を生産する土壌実効表面密度 (kg/m^2)
Q_k	: 農作物 k の年間摂取量 ($kg\text{-wet}/y$)
Q_m	: 養殖淡水産物 m の摂取量 (kg/y)
Q_n	: 畜産物 n の摂取量 (kg/y または L/y)
Q_{vn}	: 畜産物 n を生産する家畜の飼料摂取量 ($kg\text{-dry}/d$)
Q_W	: 人の年間飲料水摂取量 (m^3/y)
Q_{Wn}	: 畜産物 n の飼育水摂取量 (L/d)
$R_s(i)$	: 帯水層遅延係数 (—)
	$R_s(i) = 1 + \frac{1 - f_s}{f_s} \cdot Kd_s(i) \cdot \rho_s$
f_s	: 帯水層空隙率 (—)
ρ_s	: 帯水層土壌真密度 (g/cm^3)
$Kd_s(i)$	: 帯水層土壌に対する核種 i の分配係数 (mL/g)
R_{SW}	: 養殖淡水産物の地下水利用率 (—)
R_w	: 井戸水の混合割合 (—)
S_A	: 農耕作業時の遮へい係数 (—)

S_B	: 牧畜作業時の遮へい係数 (－)
S_C	: 建設作業時における遮へい係数 (－)
S_F	: 牧畜作業時の遮へい係数 (－)
S_I	: 農耕作業時の遮へい係数 (－)
S_L	: 居住時における遮へい係数 (－)
S_O	: 外部被ばくに対する遮へい係数 (－)
T_A	: 耕作深さ (m)
T_C	: 覆土厚さ (m)
$T_F(i)$	: 土壌から飼料への核種 i の移行係数 (Bq/g-dry per Bq/g-dry)
T_I	: 灌漑水年間生育期間 (y)
$T_k(i)$	: 土壌から農作物 k への核種 i の移行係数 (Bq/g-wet per Bq/g-dry)
$T_n(i)$	: 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)
$T_{Sm}(i)$	: 核種 i の養殖淡水産物 m への濃縮係数 (L/kg)
T_U	: 建設掘削深さ (m)
$T_{wn}(i)$	: 核種 i の飼育水から畜産物 n への移行係数 (d/L または d/kg)
U_s	: 地下水流速 (m/y)
V_{lk}	: 農作物 k に対する灌漑水量 ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{y}$)
W	: 廃棄物の総量 (g) (「非管理区域対象物」量＋放射性廃棄物でない廃棄物量)
W_D	: 処分場の幅 (m)
Y_{Bk}	: 農作物 k の栽培密度 (kg/m^2)

ギリシア文字小文字

η_i	: 核種 i の漏出率 (y^{-1}) $\eta_i = \frac{R_{IN}}{H_D} \cdot R_c(i)$ $R_{IN} \quad : \quad \text{浸透水量 (m/y)}$ $R_c(i) \quad : \quad \text{放出係数 (－)}$ $H_D \quad : \quad \text{処分場の深さ (m)}$
λ_{ei}	: 沈着した核種 i の実効減衰係数 (y^{-1}) $\lambda_{ei} = \lambda_i + \lambda_{wi}$ $\lambda_{wi} : \text{weathering 効果による植物表面沈着核種 } i \text{ の除去係数 (y}^{-1}\text{)}$ $\lambda_i : \text{核種 } i \text{ の崩壊定数 (y}^{-1}\text{)}$
λ_i	: 核種 i の崩壊定数 (y^{-1}) $\lambda_i = \ln 2 / T_{1/2}(i)$ $T_{1/2}(i) : \text{核種 } i \text{ の半減期 (y)}$
ρ	: 皮膚に堆積した粉塵の密度 (g/cm^3)
ρ_D	: 処分場嵩密度 (g/cm^3)

2. 再利用シナリオ

2.1. 金属再利用に伴う公衆の被ばく

2.1.1. 金属再利用製品中、粉塵中、スラグ中の核種の濃度

(1) 金属再利用製品中の核種の濃度

金属再利用製品中の核種の濃度を計算するに当たっては、以下の要素を考慮する必要がある。

- 再利用される金属中に占められる「非管理区域対象物」割合
- 「非管理区域対象物」の発生時点から、再利用されるまでの間の時間減衰
- 溶融時の「非管理区域対象物」と一般の金属くずの混合割合
- 溶融時の核種の金属成分（インゴット）等への移行割合

したがって、金属再利用製品中の核種の濃度は、次式により求める。

$$C_{Mp}(i) = C_{Mw}(i) \cdot F_{MC} \cdot T_i(i) \cdot G_M \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{pd}) \quad (49)$$

(2) 溶融作業時に発生する粉塵中の核種の濃度

$$C_{Md}(i) = C_{Mw}(i) \cdot F_{MC} \cdot T_d(i) \cdot G_M \cdot C_{fd} \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{pd}) \quad (50)$$

(3) 溶融作業時に発生するスラグ中の核種の濃度

$$C_{Ms}(i) = C_{Mw}(i) \cdot F_{MC} \cdot T_s(i) \cdot G_M \cdot C_{fs} \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{pd}) \quad (51)$$

2.1.2. 再利用製品の使用に伴う外部被ばく

製品利用中の放射能の減衰を考慮している。

$$D_{ext,p}(i) = C_{Mp}(i) \cdot t_p \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \quad (52)$$

2.1.3. 再利用製品の利用に伴う経口摂取による被ばく

金属再利用製品であるフライパンを用いて調理することにより、食物に核種が混入し、その食物を摂取することにより想定される内部被ばく線量を求める。

$$D_{ing,f}(i) = C_{Mp}(i) \cdot R_C \cdot A_f \cdot \rho_{Fe} \cdot t_f \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \quad (53)$$

2.1.4. スクラップ作業場からの排気による周辺居住者の吸入摂取による内部被ばく

スクラップ作業場周辺に居住する周辺居住者が、工場から排出される粉塵を吸入することによる内部被ばく線量を求める。この経路は子どもについても評価する。評価対象とするプロセスは、粉塵の発生量が最も大きいと考えられる金属の溶融処理作業とする。

拡散条件は、煙突の高さ、気象条件等によって大きく異なることから、一義的に選定することが困難である。そこで、工場から排出された粉塵は、評価地点においては大気環境基準に定められた屋外における浮遊粒子状物質濃度に対する基準値まで拡散されるものと仮定する。以下、スクラップ作業場での排気による空气中粉塵の濃度の考え方は同じである。

$$D_{inh,s}(i) = C_{Md}(i) \cdot f_L \cdot f_{dust,inh} \cdot B_R \cdot t_R \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (54)$$

2.1.5. スクラップ作業場からの排気による周辺居住者の経口摂取による内部被ばく

スクラップ作業場周辺に居住する周辺居住者が、工場から排出される粉塵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求める。この経路は子どもについても評価する。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。

(1) 農地土壌中の核種の濃度

$$C_S(i) = \left\{ V_g \cdot f_R \cdot C_{Md}(i) \cdot f_s \cdot f_r \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot T_o)}{\lambda_i} \right\} / P \dots\dots\dots (55)$$

(2) 農作物中の核種の濃度

$$C_{Vk}(i) = \left[C_S(i) \cdot T_k(i) + V_g \cdot f_R \cdot C_{Md}(i) \cdot \frac{f_v}{Y_{Bk}} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{ei} \cdot T_E)}{\lambda_{ei}} \right] \cdot f_t \cdot f_d \dots\dots\dots (56)$$

(3) 農作物を摂取することによる内部被ばく線量

$$D_{ing,v}(i) = \sum_k C_{Vk}(i) \cdot Q_k \cdot G_k \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{vk}}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (57)$$

なお、市場係数と輸送時間は、埋設処分に係る線量計算と同様に、それぞれ保守的に1及び0と選定すると、上式は以下ようになる。

$$D_{ing,v}(i) = \sum_k C_{Vk}(i) \cdot Q_k \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (58)$$

2.2. コンクリート再利用に伴う公衆の被ばく

この経路は、コンクリートの再利用製品の使用に伴う外部被ばく線量と、再利用のための処理に伴う作業場周辺に居住する人の内部被ばく線量を評価する。この経路は子どもについても評価する。

2.2.1. 壁材等の建築材料中の核種の濃度

$$C_{Cp}(i) = C_{Cw}(i) \cdot G_G \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{pd}) \cdot F_{CC} \cdot F_{rc} \cdot \frac{F_g}{\rho_c} \dots\dots\dots (59)$$

2.2.2. 再利用コンクリート製品の使用に伴う外部被ばく

$$D_{ext,Cp}(i) = C_{Cp}(i) \cdot t_p \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (60)$$

2.2.3. スクラップ作業場からの排気に伴う周辺居住者の吸入による内部被ばく

(1) コンクリートの前処理作業時に発生する粉塵中の核種の濃度

$$C_{Cd}(i) = C_{Cw}(i) \cdot F_{CC} \cdot G_B \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{pd}) \dots\dots\dots (61)$$

(2) コンクリートの前処理に伴って発生する粉塵の吸入による周辺居住者の内部被ばく線量

$$D_{inh,s}(i) = C_{Cd}(i) \cdot f_L \cdot f_{dust,inh} \cdot B_R \cdot t_R \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (62)$$

2.2.4. スクラップ作業場からの排気に伴う周辺居住者の経口摂取による被ばく

コンクリートの前処理の工場から排出される粉塵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求める。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。

(1) 農地土壌中の核種の濃度

$$C_{CS}(i) = \left\{ V_g \cdot f_R \cdot C_{Cd}(i) \cdot f_s \cdot f_r \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot T_o)}{\lambda_i} \right\} / P \dots\dots\dots (63)$$

(2) 農作物中の核種の濃度

$$C_{Cvk}(i) = \left[C_{CS}(i) \cdot T_k(i) + V_g \cdot f_R \cdot C_{Cd}(i) \cdot \frac{f_v}{Y_{Bk}} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{ei} \cdot T_E)}{\lambda_{ei}} \right] \cdot f_t \cdot f_d \dots\dots\dots (64)$$

(3) 農作物を摂取することによる内部被ばく線量

$$D_{ing,Cv}(i) = \sum_k C_{CVk}(i) \cdot Q_k \cdot G_k \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{vk}}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (65)$$

なお、市場係数と輸送時間は、埋設処分に係る線量計算と同様に、それぞれ保守的に 1 及び 0 と選定すると、上式は以下ようになる。

$$D_{ing,Cv}(i) = \sum_k C_{CVk}(i) \cdot Q_k \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (66)$$

2.3. 金属再利用処理に伴う作業者の被ばく

金属再利用処理の経路では対象物そのものが線源となるので、対象物中の核種の濃度をそのまま用いる。ただし、対象物は、「非管理区域対象物」が「放射性廃棄物でないもの」や一般の金属くずと混合されるものとする。

2.3.1. スクラップ輸送作業（積み下ろし、運搬）に伴う外部被ばく線量

$$D_{ext,O}(i) = C_{Mw}(i) \cdot F'_{MC} \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (67)$$

2.3.2. スクラップ輸送作業（積み下ろし）における皮膚汚染による皮膚被ばく線量

$$D_{skin}(i) = C_{Mw}(i) \cdot F'_{MC} \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (68)$$

2.3.3. スクラップ輸送作業（積み下ろし）に伴い発生する粉塵吸入による内部被ばく線量

$$D_{inh,O}(i) = C_{Mw}(i) \cdot F'_{MC} \cdot f_O \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (69)$$

2.3.4. スクラップ輸送作業（積み下ろし）に伴う汚染物質の直接経口摂取による内部被ばく線量

$$D_{direct}(i) = C_{Mw}(i) \cdot F'_{MC} \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (70)$$

2.3.5. スクラップ前処理に伴う外部被ばく線量

$$D_{ext,O}(i) = C_{Mw}(i) \cdot G_M \cdot F_{MC} \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (71)$$

2.3.6. スクラップ前処理に伴う皮膚汚染による皮膚被ばく線量

$$D_{skin}(i) = C_{Mw}(i) \cdot G_M \cdot L_{dust} \cdot F_{MC} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (72)$$

2.3.7. スクラップ前処理作業に伴い発生する粉塵吸入による内部被ばく線量

$$D_{inh,O}(i) = C_{Mw}(i) \cdot G_M \cdot F_{MC} \cdot f_O \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (73)$$

2.3.8. スクラップ前処理作業に伴い発生する汚染物質の直接経口摂取による内部被ばく線量

$$D_{direct}(i) = C_{Mw}(i) \cdot G_M \cdot f_{C,ing} \cdot F_{MC} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (74)$$

2.3.9. スクラップ溶融・鋳造に伴う外部被ばく線量

$$D_{ext,O}(i) = C_{Mw}(i) \cdot G_M \cdot F_{MC} \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (75)$$

2.3.10. スクラップ溶融・鋳造における皮膚汚染による皮膚被ばく線量

$$D_{skin}(i) = C_{Mw}(i) \cdot G_M \cdot L_{dust} \cdot F_{MC} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (76)$$

2.3.11. スクラップの溶融・鋳造作業に伴う汚染物質の直接経口摂取による内部被ばく線量

$$D_{direct}(i) = C_{Mw}(i) \cdot G_M \cdot f_{C,ing} \cdot F_{MC} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (77)$$

2.3.12. スラグ処理作業における皮膚汚染による皮膚被ばく線量

$$D_{skin}(i) = C_{Mw}(i) \cdot F_{MC} \cdot T_s(i) \cdot G_M \cdot C_{fs} \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (78)$$

2.3.13. スラグ処理作業に伴い発生するスラグ吸入による内部被ばく線量

$$D_{inh,O}(i) = C_{Mw}(i) \cdot F_{MC} \cdot T_s(i) \cdot G_M \cdot C_{fs} \cdot f_O \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (79)$$

2.3.14. スラグ処理作業に伴い発生する汚染物質の直接経口摂取による内部被ばく線量

$$D_{direct}(i) = C_{Mw}(i) \cdot F_{MC} \cdot T_s(i) \cdot G_M \cdot C_{fs} \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (80)$$

2.3.15. 金属再利用の製品加工に伴う外部被ばく線量

$$D_{ext,O}(i) = C_{Mw}(i) \cdot T_i(i) \cdot G_M \cdot F_{MC} \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (81)$$

2.3.16. 金属再利用の製品加工における皮膚汚染による皮膚被ばく線量

$$D_{skin}(i) = C_{Mw}(i) \cdot T_i(i) \cdot G_M \cdot F_{MC} \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (82)$$

2.3.17. 製品加工に伴う粉塵の吸入による内部被ばく線量

$$D_{inh,O}(i) = C_{Mw}(i) \cdot T_i(i) \cdot G_M \cdot F_{MC} \cdot f_O \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (83)$$

2.3.18. 製品加工に伴う汚染物質の直接経口摂取による内部被ばく線量

$$D_{direct}(i) = C_{Mw}(i) \cdot T_i(i) \cdot G_M \cdot F_{MC} \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (84)$$

2.4. 金属再利用に伴う作業者の被ばく

2.4.1. 再利用製品の使用に伴う外部被ばく

金属再利用製品（トラック、オートバイ、船舶、机、NC旋盤）の使用に伴う外部被ばく線量を求める。

$$D_{ext,p}(i) = C_{Mp}(i) \cdot t_u \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (85)$$

2.4.2. スラグの再利用に伴う外部被ばく

金属の溶融過程で生じたスラグをアスファルト用の粗骨材に用いた駐車場での労働者の外部被ばく線量を求める。

(1) 金属の溶融過程で生じたスラグを粗骨材としたアスファルト中の核種*i*の濃度

$$C_A(i) = C_{Ms}(i) \cdot F_{As} \dots\dots\dots (86)$$

- (2) 金属の溶融過程で生じたスラグを粗骨材としたアスファルトを用いた駐車場での労働者の外部被ばく

$$D_{ext,O}(i) = C_A(i) \cdot t_u \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (87)$$

2.5. コンクリート再利用処理に伴う作業者の被ばく

2.5.1. コンクリートを再利用する際の作業に伴う外部被ばく線量

$$D_{ext,O}(i) = C_{Cw}(i) \cdot G_B \cdot F_{CC} \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (88)$$

2.5.2. コンクリートを再利用する際の作業における皮膚汚染による皮膚被ばく線量

$$D_{skin}(i) = C_{Cw}(i) \cdot G_B \cdot F_{CC} \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (89)$$

2.5.3. コンクリートを再利用する際の作業に伴う粉塵の吸入による内部被ばく線量

$$D_{inh,O}(i) = C_{Cw}(i) \cdot G_B \cdot F_{CC} \cdot f_O \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (90)$$

2.5.4. コンクリートを再利用する際の作業に伴う汚染物質の直接経口摂取による内部被ばく線量

$$D_{direct}(i) = C_{Cw}(i) \cdot G_B \cdot F_{CC} \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (91)$$

2.6. コンクリート再利用に伴う作業者の被ばく

2.6.1. コンクリート再利用に伴う外部被ばく

再利用したコンクリートをアスファルト用の粗骨材に用いた駐車場での労働者の外部被ばく線量を求める。

- (1) 再利用したコンクリートを粗骨材としたアスファルト中の核種 i の濃度

$$C_A(i) = C_{Cw}(i) \cdot G_S \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{pd}) \cdot F_{CC} \cdot F_{AC} \dots\dots\dots (92)$$

- (2) 再利用したコンクリートを粗骨材としたアスファルトを用いた駐車場での外部被ばく線量

$$D_{ext,O}(i) = C_A(i) \cdot t_u \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (93)$$

2.7. 変数リスト（再利用・再使用に係る経路の計算モデル式）

※変数はアルファベット順に記載

小文字

$f_{C,ing}$	: 微粒子への放射性物質の濃縮係数（経口摂取）（－）
f_d	: 調理前洗浄等による粒子状物質の残留比（－）
$f_{dust,inh}$	: 微粒子への放射性物質の濃縮係数（吸入摂取）（－）
$f_{dust,skin}$	: 微粒子への放射性物質の濃縮係数（皮膚被ばく）（－）
f_L	: 居住時の空气中粉塵濃度（ g/m^3 ）
f_O	: 作業時の空气中粉塵濃度（ g/m^3 ）
f_R	: スクラップ作業場周辺の空气中粉塵濃度（ g/m^3 ）
f_s	: 粉塵の地表面への沈着割合（－）
f_t	: 農作物の栽培期間年間比（－）
f_r	: 沈着した核種のうち残存する割合（－）
f_v	: 核種の農作物表面への沈着割合（－）
q	: 粉塵の摂取率（ g/h ）
t_i	: 被ばく中の減衰期間（y）（1 年）
t_f	: フライパンを使った年間調理時間（h/y）
t_O	: 作業に伴う年間被ばく時間（h/y）
t_p	: 再利用製品年間使用時間（h/y）
t_{pd}	: 搬出された後から再利用されるまでの時間（y）
t_R	: 年間居住時間（h/y）
t_u	: 年間使用時間（h/y）
t_{vk}	: 農作物 k の輸送時間（d）

大文字

A_f	: フライパンの表面積（ cm^2 ）
B_O	: 作業者の呼吸量（ m^3/h ）
B_R	: 居住者の呼吸量（ m^3/h ）
$C_A(i)$	: アスファルト中の核種 i の濃度（Bq/g）
$C_{Cd}(i)$	: 粉塵中の核種 i の濃度（Bq/g）
$C_{Cp}(i)$	: 建築材料中の核種 i の濃度（Bq/g）
$C_{CS}(i)$	: 核種 i の土壌中濃度（Bq/kg）
$C_{CVk}(i)$	: 農作物 k 中における核種 i の濃度（Bq/kg）
$C_{Cw}(i)$	: 再利用される「非管理区域対象物」（コンクリート）中の核種 i の濃度（Bq/g）
C_{fd}	: 粉塵への核種の見かけ上の濃縮係数（－）

C_{fs}	: スラグへの核種の見かけ上の濃縮係数 (一)
$C_{Md}(i)$	: 粉塵中の核種 i の濃度 (Bq/g)
$C_{Mp}(i)$	: 金属再利用製品 p 中の核種 i の濃度 (Bq/g)
$C_{Mr}(i)$	: 再使用品の核種 i の濃度 (Bq/g)
$C_{Ms}(i)$	: スラグ中の核種 i の濃度 (Bq/g)
$C_{Mw}(i)$	: 再利用される「非管理区域対象物」(金属) 中の核種 i の濃度 (Bq/g)
$C_S(i)$	: 核種 i の土壌中濃度 (Bq/kg)
$C_{Vk}(i)$	: 農作物 k 中における核種 i の濃度 (Bq/kg)
$D_{direct}(i)$	: 作業における核種 i による直接経口摂取被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ext,Cp}(i)$	: 再利用コンクリート製品の使用に伴う核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ext,O}(i)$	: 作業時における核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ext,p}(i)$	: 再利用製品の使用に伴う核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ext,u}(i)$	: 再使用に伴う核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ing,f}(i)$	: フライパンの利用に伴う核種 i による経口摂取被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ing,Cv}(i)$	: 農作物の経口摂取に伴う核種 i による内部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ing,v}(i)$	: 農作物の経口摂取に伴う核種 i による内部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{inh,O}(i)$	: 作業時における核種 i による吸入被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{inh,s}(i)$	: 吸入摂取に伴う核種 i による吸入被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{skin}(i)$	: 核種 i による皮膚汚染による皮膚被ばく線量 (μ Sv/y)
$DF_{ext}(i)$	: 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)
$DF'_{ext}(i)$	: 再使用品からの核種 i の外部被ばく線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/g)
$DF_{ing}(i)$	: 核種 i の経口摂取に対する線量係数 (μ Sv/Bq)
$DF_{inh}(i)$	: 核種 i の吸入摂取に対する線量係数 (μ Sv/Bq)
$DF_{skin}(i)$	: 核種 i の皮膚汚染による皮膚被ばくに対する線量換算係数 (β 線、 γ 線 に対する換算係数の和) (μ Sv/h per Bq/cm ²)
F_{AC}	: アスファルトへのコンクリートの混合割合 (一)
F_{As}	: アスファルトへのスラグの混合割合 (一)
F_{CC}	: 再利用されるコンクリート中の「非管理区域対象物」割合 (一)
F_g	: 建築材料中に占める粗骨材の量 (g/cm ³)
F_{MC}	: 再利用される金属中の「非管理区域対象物」割合 (スクラップ輸送作業以外) (一)
F'_{MC}	: 再利用される金属中の「非管理区域対象物」割合 (スクラップ輸送作業) (一)
F_{rc}	: 再生粗骨材使用割合 (一)
G_B	: 再利用コンクリート塊の市場係数 (一)

G_G	: 再生粗骨材の市場係数 (－)
G_k	: 農作物 k の市場係数 (－)
G_M	: 再利用金属の市場係数 (－)
G_S	: 再利用コンクリート粗骨材の市場係数 (－)
L_{dust}	: 皮膚に堆積した粉塵の厚さ (cm)
P	: 土壌実効表面密度 (kg/m ²)
Q_k	: 農作物 k の年間摂取量 (kg/y)
R_C	: 鉄の腐食速度 (cm/h)
S_O	: 作業時の外部被ばくに対する遮へい係数 (－)
$T_d(i)$	: 核種 i が溶融過程で粉塵中に移行する割合 (－)
T_E	: 農作物の成育時間 (y)
$T_i(i)$	: 核種 i が溶融過程でインゴット中に移行する割合 (－)
$T_k(i)$	: 土壌から農作物 k への核種 i の移行係数(Bq/kg-農作物 per Bq/kg-土壌)
T_O	: 核種の放出期間 (y)
$T_s(i)$	: 核種 i が溶融過程でスラグ中に移行する割合 (－)
V_g	: 沈着速度 (m/y)
Y_{Bk}	: 農作物 k の栽培密度 (kg/m ²)

ギリシア文字小文字

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_{iw} : weathering 効果による植物表面沈着核種の除去係数 (y ⁻¹)
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)
ρ	: 皮膚に堆積した粉塵の密度 (g/cm ³)
ρ_c	: 建築材料の密度 (g/cm ³)
ρ_{Fe}	: 鉄の密度 (g/cm ³)

3. 焼却シナリオ

3.1. 可燃物等の運搬に伴う評価経路

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、「非管理区域対象物」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。

3.1.1. 可燃物等の積み下ろし作業員及び運搬作業員（直接線・外部被ばく）

$$D_{ext}(i) = C_W(i) \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (94)$$

3.1.2. 可燃物等の積み下ろし作業員（粉塵吸入による内部被ばく）

$$D_{inh}(i) = C_W(i) \cdot C_{dust} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (95)$$

3.1.3. 可燃物等の積み下ろし作業員（直接経口摂取による内部被ばく）

$$D_{direct}(i) = C_W(i) \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (96)$$

3.1.4. 可燃物等の積み下ろし作業員（皮膚汚染による皮膚被ばく）

$$D_{skin}(i) = C_W(i) \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (97)$$

3.2. 焼却処理施設の運転に伴う評価経路

焼却処理施設の運転に伴う評価経路として、焼却炉の補修作業員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。

3.2.1. 焼却炉の補修作業員（直接線・外部被ばく）

(1) 焼却炉壁の表面汚染密度

焼却炉壁の表面汚染密度の評価式は、炉壁に付着した灰の放射能による作業員の被ばく線量を評価する上で必要な、焼却炉壁の核種の表面汚染密度を求めるための式であり、以下の点を考慮している。

- 「非管理区域対象物中の核種*i*の濃度」と「1年間に焼却処理される非管理区域対象物（可燃物等）の重量」から、焼却炉に1年間に投入される核種*i*の放射エネルギーを求める。
- 1から「核種*i*が排気に移行する割合」を引いた値を乗じることにより、焼却過程で焼却灰に残存する核種*i*の放射エネルギーを求める。
- 「焼却炉壁に付着する割合」を乗じることにより、焼却炉から焼却灰を取り出した後に、焼却炉壁に付着している焼却灰中の核種*i*の放射エネルギーを求める。
- 上記の核種*i*の放射エネルギーを、焼却炉壁の表面積で割ることにより、焼却炉壁の表面汚染密度を計算する。

$$C_I(i) = \frac{C_{WO}(i) \cdot W_I \cdot 10^3 \cdot (1 - f_I(i)) \cdot f_{dw}}{S \cdot 10^4} \dots\dots\dots (98)$$

(2) 焼却炉の補修作業（直接線・外部被ばく）

$$D_{ext}(i) = C_I(i) \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (99)$$

3.2.2. 焼却炉の補修作業（粉塵吸入による内部被ばく）

(1) 焼却灰中の核種濃度

焼却灰中の核種の濃度の評価式は、焼却処理により発生する焼却灰に含まれる核種の放射エネルギー密度を求めるものであり、以下の点を考慮している。

- 焼却炉に投入される過程での他の廃棄物（対象施設以外から持ち込まれた可燃物等）との混合を考慮する。
- 焼却処理で減重比（可燃物が灰となった際に重量が減少する割合）を考慮する。
- 1から「核種*i*が排気に移行する割合」を引いた値を乗じることにより、焼却過程で焼却灰に残存する割合を考慮する。

$$C_A(i) = C_W(i) \cdot V_I \cdot F_{CI} \cdot (1 - f_I(i)) \dots\dots\dots (100)$$

(2) 焼却炉の補修作業（粉塵吸入による内部被ばく）

$$D_{inh}(i) = C_A(i) \cdot C_{dust} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (101)$$

3.2.3. 焼却炉の補修作業（直接経口摂取による内部被ばく）

$$D_{direct}(i) = C_A(i) \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (102)$$

3.2.4. 焼却炉の補修作業（皮膚汚染による皮膚被ばく）

$$D_{skin}(i) = C_A(i) \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (103)$$

3.3. 焼却炉からの排気に伴う経路

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。

3.3.1. 焼却炉の周辺居住者（プルーム・外部被ばく）

(1) 空気中の核種濃度

空気中の核種の濃度の評価式は、廃棄物中の核種が焼却処理により排気に移行し、煙突から大気中に放出された時の大気中の放射能濃度を考慮するものであり、以下の点を考慮している。

- 焼却炉に投入される過程での他の廃棄物（対象施設以外から持ち込まれた可燃物等）との混合を考慮する。
- 「核種 i が排気に移行する割合」を乗じることにより、焼却過程で排気中に移行する割合を考慮する。
- 「焼却処理能力」を乗じることにより、単位時間あたりに大気中に放出する核種 i の放射エネルギーを求める。
- 単位時間あたりに放出される核種 i の放射エネルギー (Bq/s) と、線量影響を及ぼす地点における空気中の濃度 (Bq/m³) の比である「大気中での分散係数」を乗じることにより、大気中における分散過程を考慮する。

$$C_{Air}(i) = \chi \cdot f_I(i) \cdot R \cdot F_{Cl} \cdot C_W(i) \dots\dots\dots(104)$$

(2) 焼却炉の周辺居住者（プルーム・外部被ばく）

$$D_{ext}(i) = C_{Air}(i) \cdot S_R \cdot t_R \cdot DF_{ext,p}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(105)$$

3.3.2. 焼却炉の周辺居住者（粉塵吸入による内部被ばく）

$$D_{inh}(i) = C_{Air}(i) \cdot f_{dust,inh} \cdot B_R \cdot t_R \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(106)$$

3.3.3. 焼却炉の周辺居住者（地表面直接線・外部被ばく）

焼却炉周辺に居住する周辺居住者が、焼却炉から排出される粉塵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を評価する。

(1) 土壌中の核種の濃度

$$C_S(i) = \left\{ V_g \cdot C_{Air}(i) \cdot f_s \cdot f_r \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot T_o)}{\lambda_i} \right\} / P \dots\dots\dots(107)$$

(2) 焼却炉の周辺居住者（地表面直接線・外部被ばく）

$$D_{ext}(i) = C_S(i) \cdot S_R \cdot t_R \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(108)$$

3.3.4. 焼却炉周辺の農作物摂取者（経口摂取による内部被ばく）

焼却炉周辺の居住者が、焼却炉から排出される粉塵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。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。

(1) 農作物中の核種の濃度

$$C_V(i) = \left[C_S(i) \cdot T_V(i) + V_g \cdot C_{Air}(i) \cdot \frac{f_v}{Y_B} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{ei} \cdot T_E)}{\lambda_{ei}} \right] \cdot f_t \cdot f_d \dots\dots\dots(109)$$

(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）

$$D_{ing}(i) = C_V(i) \cdot Q_V \cdot G_V \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_v}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots(110)$$

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

$$D_{ing}(i) = C_V(i) \cdot Q_V \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots(111)$$

3.3.5. 焼却炉周辺の畜産物摂取者（経口摂取による内部被ばく）

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（鶏卵、牛乳、牛肉、豚肉及び鶏肉）を摂取することによる被ばく線量を評価する。この経路は子どもについても評価する。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。

(1) 飼料中の核種の濃度

$$C_{VF}(i) = \left[C_S(i) \cdot T_F(i) + V_g \cdot C_{Air}(i) \cdot \frac{f_v}{Y_B} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{ei} \cdot T_E)}{\lambda_{ei}} \right] \cdot f_t \dots\dots\dots(112)$$

(2) 畜産物中の核種の濃度

$$C_{Fn}(i) = T_n(i) \cdot M_F \cdot C_{VF}(i) \cdot Q_{vn} \dots\dots\dots(113)$$

(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）

$$D_{ing,F}(i) = \sum_n C_{Fn}(i) \cdot Q_n \cdot G_n \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{Fn}}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots(114)$$

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。

$$D_{ing,F}(i) = \sum_n C_{Fn}(i) \cdot Q_n \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots(115)$$

3.4. 焼却灰の埋立作業に伴う評価経路

3.4.1. 焼却灰中の核種の濃度

$$C_A(i) = C_W(i) \cdot V_I \cdot F_{CI} \cdot (1 - f_I(i)) \dots\dots\dots(116)$$

焼却灰の搬出を想定した場合、焼却灰中の核種の濃度は(21)式により求める。

$$C_A(i) = C_W(i) \dots\dots\dots(117)$$

3.4.2. 焼却灰の積み下ろし作業者、運搬作業者及び埋立作業者（直接線・外部被ばく）

$$D_{ext}(i) = C_A(i) \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(118)$$

3.4.3. 焼却灰の積み下ろし作業者及び埋立作業者（粉塵吸入による内部被ばく）

$$D_{inh}(i) = C_A(i) \cdot C_{dust} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(119)$$

3.4.4. 焼却灰の積み下ろし作業者及び埋立作業者（直接経口による内部被ばく）

$$D_{direct}(i) = C_A(i) \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(120)$$

3.4.5. 焼却灰の積み下ろし作業者及び埋立作業者（皮膚汚染による皮膚被ばく）

$$D_{skin}(i) = C_A(i) \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots(121)$$

3.5. 溶融炉の補修に伴う評価経路

溶融炉の補修作業者については、溶融炉底部に残存した溶融固化物中の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。

3.5.1. 溶融炉の補修作業者（直接線・外部被ばく）

(1) 溶融固化物中の核種の濃度

$$C_{AM}(i) = C_A(i) \cdot V_{AM} \cdot F_{AM} \cdot (1 - f_{AM}(i)) \dots\dots\dots (122)$$

(2) 溶融炉の補修作業者（直接線・外部被ばく）

$$D_{ext}(i) = C_{AM}(i) \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (123)$$

3.5.2. 溶融炉の補修作業者（粉塵吸入による内部被ばく）

(1) 溶融固化物中の核種の濃度

$$C_{AM}(i) = C_A(i) \cdot V_{AM} \cdot F_{AM} \cdot (1 - f_{AM}(i)) \dots\dots\dots (124)$$

(2) 溶融炉の補修作業者（粉塵吸入による内部被ばく）

$$D_{inh}(i) = C_{AM}(i) \cdot C_{dust} \cdot f_{dust,inh} \cdot B_O \cdot t_O \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (125)$$

3.5.3. 溶融炉の補修作業者（直接経口による内部被ばく）

$$D_{direct}(i) = C_{AM}(i) \cdot f_{C,ing} \cdot q \cdot t_O \cdot DF_{ing}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (126)$$

3.5.4. 溶融炉の補修作業者（皮膚汚染による皮膚被ばく）

$$D_{skin}(i) = C_{AM}(i) \cdot L_{dust} \cdot f_{dust,skin} \cdot \rho \cdot t_O \cdot DF_{skin}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (127)$$

3.6. 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、土壌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。

3.6.1. 溶融炉の周辺居住者（プルーム・外部被ばく）

(1) 空気中の核種の濃度

$$C_{Air}(i) = \chi \cdot f_{AM}(i) \cdot R_{AM} \cdot F_{AM} \cdot C_A(i) \quad \dots\dots\dots (128)$$

(2) 溶融炉の周辺居住者（プルーム・外部被ばく）

$$D_{ext}(i) = C_{Air}(i) \cdot S_R \cdot t_R \cdot DF_{ext,p}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \quad \dots\dots\dots (129)$$

3.6.2. 溶融炉の周辺居住者（粉塵吸入による内部被ばく）

$$D_{inh}(i) = C_{Air}(i) \cdot f_{dust,inh} \cdot B_R \cdot t_R \cdot DF_{inh}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \quad \dots\dots\dots (130)$$

3.6.3. 溶融炉の周辺居住者（地表面直接線・外部被ばく）

溶融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。

(1) 土壌中の核種の濃度

$$C_S(i) = \left\{ V_g \cdot C_{Air}(i) \cdot f_s \cdot f_r \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot T_o)}{\lambda_i} \right\} / P \quad \dots\dots\dots (131)$$

(2) 溶融炉の周辺居住者（地表面直接線・外部被ばく）

$$D_{ext}(i) = C_S(i) \cdot S_R \cdot t_R \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \quad \dots\dots\dots (132)$$

3.6.4. 溶融炉周辺の農作物摂取者（経口摂取による内部被ばく）

溶融炉周辺の居住者が、溶融炉から排出される粉塵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。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。

(1) 農作物中の核種の濃度

$$C_V(i) = \left[C_S(i) \cdot T_V(i) + V_g \cdot C_{Air}(i) \cdot \frac{f_v}{Y_B} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{ei} \cdot T_E)}{\lambda_{ei}} \right] \cdot f_i \cdot f_d \quad \dots\dots\dots (133)$$

(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）

$$D_{ing}(i) = C_V(i) \cdot Q_V \cdot G_V \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_v}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \quad \dots\dots\dots (134)$$

市場係数と輸送時間をそれぞれ保守的に 1 及び 0 と選定しているので、(134)式は以下のようになる。

$$D_{ing}(i) = C_V(i) \cdot Q_V \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (135)$$

3.6.5. 溶融炉周辺の畜産物摂取者（経口摂取による内部被ばく）

溶融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。

(1) 飼料中の核種の濃度

$$C_{VF}(i) = \left[C_S(i) \cdot T_F(i) + V_g \cdot C_{Air}(i) \cdot \frac{f_v}{Y_B} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{ei} \cdot T_E)}{\lambda_{ei}} \right] \cdot f_t \dots\dots\dots (136)$$

(2) 畜産物中の核種の濃度

$$C_{Fn}(i) = T_n(i) \cdot M_F \cdot C_{VF}(i) \cdot Q_{vn} \dots\dots\dots (137)$$

(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）

$$D_{ing,F}(i) = \sum_n C_{Fn}(i) \cdot Q_n \cdot G_n \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{Fn}}{365}\right) \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (138)$$

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

$$D_{ing,F}(i) = \sum_n C_{Fn}(i) \cdot Q_n \cdot DF_{ing}(i) \dots\dots\dots (139)$$

3.7. 溶融固化物の埋立作業に伴う評価経路

3.7.1. 溶融固化物中の核種の濃度

溶融固化物中の核種の濃度は、「焼却灰中の核種の濃度」を求めるのと同様の考え方に基づいている。

$$C_{AM}(i) = C_A(i) \cdot V_{AM} \cdot F_{AM} \cdot (1 - f_{AM}(i)) \dots\dots\dots (140)$$

3.7.2. 溶融固化物の積み下ろし作業及び運搬作業（直接線・外部被ばく）

$$D_{ext}(i) = C_{AM}(i) \cdot S_O \cdot t_O \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (141)$$

3.8. 溶融固化物の再利用に伴う評価経路

溶融固化物を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および溶融固化物を再利用した壁材等からの外部被ばく線量を求める。

3.8.1. 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）

(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

$$C_C(i) = C_{AM}(i) \cdot G_{AM} \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{pd}) \cdot F_{C,AM} \dots\dots\dots (142)$$

(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）

$$D_{ext}(i) = C_C(i) \cdot t_o \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (143)$$

3.8.2. 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）

(1) 溶融固化物を再利用した壁材中の核種の濃度

$$C_{Cp}(i) = C_{AM}(i) \cdot G_G \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t_{pd}) \cdot F_{rc} \cdot \frac{F_g}{\rho_c} \dots\dots\dots (144)$$

(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）

$$D_{ext}(i) = C_{Cp}(i) \cdot t_p \cdot DF_{ext}(i) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i)}{\lambda_i \cdot t_i} \dots\dots\dots (145)$$

3.9. 変数リスト（焼却処理に係る経路の計算モデル式）

※変数はアルファベット順に記載

小文字

$f_{AM}(i)$	: 熔融処理において核種 i が排気に移行する割合 (—)
$f_{C,ing}$	: 微粒子への放射性物質の濃縮係数 (経口摂取) (—)
f_d	: 調理前洗浄等による粒子状物質の残留比 (—)
$f_{dust,inh}$	: 微粒子への放射性物質の濃縮係数 (吸入摂取) (—)
$f_{dust,skin}$	: 微粒子への放射性物質の濃縮係数 (皮膚被ばく) (—)
f_{dw}	: 焼却炉壁に付着する割合 (—)
$f_I(i)$	: 核種 i が排気に移行する割合 (—)
f_s	: ダストの地表面への沈着割合 (—)
f_t	: 農作物の栽培期間年間比 (—)
f_r	: 沈着した核種のうち残存する割合 (—)
f_v	: 核種の農作物 (葉菜) 表面への沈着割合 (—)
q	: 汚染物質の摂取率 (g/h)
S	: 焼却炉壁の表面積 (m ²)
t_{Fn}	: 畜産物 n の輸送時間 (d)
t_i	: 被ばく中の減衰期間 (y) (1年)
t_O	: 年間作業時間 (h/y)
t_p	: 再利用製品年間使用時間 (h/y)
t_{pd}	: 搬出後から再利用されるまでの時間 (y)
t_R	: 年間居住時間 (h/y)
t_v	: 農作物 (葉菜) の輸送時間 (d)

大文字

B_O	: 作業者の呼吸量 (m ³ /h)
B_R	: 周辺居住者の呼吸量 (m ³ /h)
$C_A(i)$	: 焼却灰中の核種 i の濃度 (Bq/g)
$C_{Air}(i)$	: 空気中の核種 i の濃度 (Bq/m ³)
$C_{AM}(i)$	: 熔融固化物中の核種 i の濃度 (Bq/g)
$C_C(i)$	: コンクリート中の核種 i の濃度 (Bq/g)
$C_{Cp}(i)$	: 壁材中の核種 i の濃度 (Bq/g)
C_{dust}	: 作業時の空気中粉塵濃度 (g/m ³)
$C_{Fn}(i)$	: 畜産物 n 中の核種 i の濃度 (Bq/kg または Bq/L)
$C_I(i)$	: 焼却炉壁の核種 i の表面汚染密度 (Bq/cm ²)
$C_S(i)$	: 核種 i の土壌中の濃度 (Bq/kg)

$C_V(i)$	: 農作物（葉菜）中における核種 i の濃度 (Bq/kg)
$C_{VF}(i)$	: 農作物（飼料）中における核種 i の濃度 (Bq/kg)
$C_W(i)$	: 「放射性廃棄物でない廃棄物」と「非管理区域対象物」を混合した廃棄物中の核種 i の濃度 (Bq/g) $C_W(i) = C_{WO}(i) \cdot F_{WC}$ F_{WC} : 廃棄物中に占められる「非管理区域対象物」の割合 (—)
$C_{WO}(i)$	: 「非管理区域対象物」中の核種 i の濃度 (Bq/g)
$D_{direct}(i)$	: 作業時における核種 i による直接経口摂取被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ext}(i)$	: 作業時における核種 i による外部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ing}(i)$	: 農作物摂取に伴う核種 i の経口摂取による内部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{ing,F}(i)$	: 畜産物摂取に伴う核種 i による内部被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{inh}(i)$	: 作業時における核種 i による吸入被ばく線量 (μ Sv/y)
$D_{skin}(i)$	: 作業時における核種 i による皮膚汚染による皮膚被ばく線量 (μ Sv/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)
$DF_{ext,p}(i)$	: 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/m ³)
$DF_{ing}(i)$	: 核種 i の経口摂取の内部被ばく線量係数 (μ Sv/Bq)
$DF_{inh}(i)$	: 核種 i の吸入被ばくに対する線量係数 (μ Sv/Bq)
$DF_{skin}(i)$	: 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/cm ²)
F_{AM}	: 熔融炉での他の焼却灰との混合割合 (—)
$F_{C,AM}$	: コンクリートへの熔融固化物の混合割合 (—)
F_{CI}	: 焼却炉での他の廃棄物との混合割合 (—)
F_g	: 建築材料中に占める骨材の量 (g/cm ³)
F_{rc}	: 再生骨材使用割合 (—)
G_{AM}	: 再利用した熔融固化物からなる骨材の市場係数 (—)
G_G	: 再生骨材の市場係数 (—)
G_n	: 畜産物 n の市場係数 (—)
G_V	: 農作物（葉菜）の市場係数 (—)
L_{dust}	: 皮膚に堆積した粉塵の厚さ (cm)
M_F	: 核種を含む飼料の混合割合 (—)
P	: 土壌実効表面密度 (kg/m ²)
Q_n	: 畜産物 n の摂取量 (kg/y または L/y)
Q_V	: 農作物（葉菜）の年間摂取量 (kg/y)
Q_{vn}	: 畜産物 n を生産する家畜の飼料摂取量 (kg-dry/d)
R	: 焼却処理能力 (g/s)
R_{AM}	: 熔融処理能力 (g/s)
S_O	: 外部被ばくに対する遮へい係数 (—)

S_R	: 居住時における遮へい係数 (—)
T_E	: 農作物 (葉菜) の生育期間 (y)
$T_F(i)$	: 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)
$T_n(i)$	: 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)
T_o	: 核種の放出期間 (y)
$T_v(i)$	: 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_{AM}	: 熔融処理に伴う廃棄物の減重比 (—)
V_g	: 沈着速度 (m/y)
V_I	: 焼却処理に伴う廃棄物の減重比 (—)
W_I	: 1 年間に焼却処理される「非管理区域対象物」の重量 (kg)
Y_B	: 農作物 (葉菜) の栽培密度 (kg/m ²)

ギリシア文字小文字

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_{iw} : weathering 効果による植物表面沈着核種の除去係数 (y ⁻¹)
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)
ρ	: 皮膚に堆積した粉塵の密度 (g/cm ³)
ρ_c	: 建築材料の密度 (g/cm ³)
χ	: 大気中での分散係数 (s/m ³)

参考文献

- 1) IAEA : “Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control”, IAEA –TECDOC -401, (1987).

Appendix-II 評価パラメーター一覧

目 次

Table 1	埋設処分に関連するパラメータ（核種・元素非依存）	67
Table 2	再利用に関連するパラメータ（核種・元素非依存）	72
Table 3	焼却処理に関連するパラメータ（核種・元素非依存）	76
Table 4	焼却処理に関連するパラメータ（核種・元素非依存、焼却灰の搬出）	84
Table 5	元素依存パラメータ	84
Table 6	核種依存パラメータ	85
参考文献		86

This is a blank page.

Table 1 埋設処分に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（1/5）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
混合率	—	非管理区域の廃棄物であり混合は想定できないため1に設定した。	1
積み下ろし作業時の遮へい係数	—	IAEA-TECDOC-401（Co-60） ¹⁾	0.4
積み下ろし年間作業時間	h/y	国土交通省土木工事積算基準に示された標準作業量を参考に1日当たりの作業量を100ton、1日8時間労働として、対象物量に応じて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 100(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) = 176 \Rightarrow 180(\text{h/y})$	180
積み下ろし作業時の粉塵濃度	g/m ³	NUREG/CR-3585 ²⁾ IAEA-TECDOC-401	5E-4
作業者の呼吸量	m ³ /h	ICRP Publ.23 ³⁾ で示されている標準人の労働（軽作業）時の呼吸量の数値20L/minを基に算定した。*	1.2
微粒子への放射性物質の濃縮係数（吸入摂取）	—	IAEA Safety Report Series No.44 ⁴⁾	4
皮膚に堆積した粉塵の厚み	cm	IAEA Safety Report Series No.44	0.01
皮膚に堆積した粉塵の密度	g/cm ³	IAEA-TECDOC-401	2
微粒子への放射性物質の濃縮係数（皮膚被ばく）	—	IAEA Safety Report Series No.44	2
微粒子への放射性物質の濃縮係数（経口摂取）	—	IAEA Safety Report Series No.44	2
粉塵の経口摂取率	g/h	IAEA S.S. No.111-P-1.1 ⁵⁾	0.01
運搬作業時の遮へい係数	—	NUREG/CR-0134（Co-60） ⁶⁾	0.9
運搬年間作業時間	h/y	国土交通省土木工事積算基準に示された標準作業量を参考に1日当たりの作業量を100ton、1日8時間労働として、対象物量に応じて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 100(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) = 176 \Rightarrow 180(\text{h/y})$	180
埋立作業時の遮へい係数	—	IAEA-TECDOC-401（Co-60）	0.4
埋立年間作業時間	h/y	国土交通省土木工事積算基準に示された標準作業量を参考に1日当たりの作業量を100ton、1日8時間労働、調査した施設の年間埋設量から算出した1日当たりの作業量460tonのため約3割が非管理区域から発生した廃棄物の側で作業するものとして、対象物量に応じて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 100(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) \times 0.3 = 52.8 \Rightarrow 60(\text{h/y})$	60
作業者の呼吸量	m ³ /h	ICRP Publ.23で示されている標準人の労働（軽作業）時の呼吸量の数値20L/minを基に算定した。*	1.2
埋立作業時の粉塵濃度	g/m ³	NUREG/CR-3585 IAEA-TECDOC-401	5E-4

Table 1 埋設処分に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（2／5）

パラメータ		単位	選定値根拠	選定値
廃棄物の総量		ton	コンクリートの年間最大物量（2,200ton）を10年間搬出するとして設定した。	22,000
処分場幅		m	調査した施設では埋立容量が約240万m ³ であり、埋立面積9.8haから、処分場深さが25m、埋立面積を正方形と仮定すると埋設処分場の大きさは310m×310mと想定される。 また、多重遮水構造であることから地下水移行の影響は小さいと考えられる。 このため、「放射線障害防止法に規定するクリアランスレベルについて」で検討された最大規模の200m×200m×10mを設定した。	200
処分場長さ		m		200
処分場深さ		m		10
処分場嵩密度		g/cm ³	IAEA-TECDOC-401	2.0
農作物の年間摂取量（成人）	米	kg/y	「平成8年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1996年） ⁷⁾	71
	葉菜	kg/y		12
	非葉菜	kg/y		45
	果実	kg/y		22
農作物の年間摂取量（子ども）	米	kg/y	「平成9年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1997年） ⁸⁾	25
	葉菜	kg/y		5
	非葉菜	kg/y		23
	果実	kg/y		22
農作物の市場係数		—	自給自足を考慮して、最も保守的に選定した。	1
農作物の輸送時間		d	保守的に、生産された農作物を直ちに消費する人を評価対象とした。	0
放射性核種を含む飼料の混合割合		—	保守的に、放射性核種を含む飼料のみで家畜を飼育するとした。	1
家畜の飼料摂取量	肉牛	kg-dry/d	IAEA-TRS-No.364 ⁹⁾	7.2
	乳牛	kg-dry/d		16.1
	豚	kg-dry/d		2.4
	鶏	kg-dry/d		0.07
畜産物の年間摂取量（成人）	牛肉	kg/y	「平成8年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1996年）	8
	豚肉	kg/y		9
	鶏肉	kg/y		7
	鶏卵	kg/y		16
	牛乳	L/y		44
畜産物の年間摂取量（子ども）	牛肉	kg/y	「平成9年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1997年）	3
	豚肉	kg/y		4
	鶏肉	kg/y		5
	鶏卵	kg/y		10
	牛乳	L/y		29
畜産物の市場係数		—	自給自足を考慮して、最も保守的に選定した。	1
畜産物の輸送時間		d	保守的に、生産された畜産物を直ちに消費する人を評価対象とした。	0
処分場閉鎖後から評価時点までの期間		y	IAEA-TECDOC-401	10

Table 1 埋設処分に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（3／5）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
覆土厚さ	m	産業廃棄物の最終処分場に関する技術上の基準が、「埋設処分が終了した埋立地は、その表面を土砂でおおむね 50cm 覆う等の措置を講ずることにより開口部を閉鎖すること」としていることに基づき選定した。	0.5
建設掘削深さ	m	IAEA-TECDOC-401	3
建設作業時における遮へい係数	—	IAEA-TECDOC-401	0.5
建設作業による年間作業時間	h/y	IAEA-TECDOC-401	500
建設作業時の粉塵濃度	g/m ³	IAEA-TECDOC-401	5E-4
建設作業者の呼吸量	m ³ /h	ICRP Publ.23 で示されている標準人の労働（軽作業）時の呼吸量の数値 20L/min を基に算定した。	1.2
粉塵の経口摂取率	g/h	IAEA S.S. No.111-P-1.1	0.01
年間居住時間	h/y	保守的に、1 年間絶えず処分場の跡地で居住しているとした。	8760
居住時の遮へい係数	—	IAEA-TECDOC-401	0.2
居住時の粉塵濃度	g/m ³	IAEA-TECDOC-401	6E-6
居住者の呼吸量（成人）	m ³ /h	ICRP Publ.23 で示されている標準人の 1 日の呼吸量の数値 2.3×10^4 (L/d) を基に算定した。	0.96
居住者の呼吸量（子ども）	m ³ /h	IAEA Safety Report Series No.44	0.22
直接経口摂取率（子ども）	g/h	NCRP Report No.129 ¹⁰⁾	0.02
年間被ばく時間（子ども）	h/y	屋外滞在中のみ手等に土壌が付着しているとし、その間の直接経口摂取を考慮した。	1752
農耕作業時における年間作業時間	h/y	「日本の統計」（総務庁統計局編） ¹¹⁾ から 2009 年のデータ	500
農耕作業時の遮へい係数	—	保守的に遮へいを考慮しない。	1
耕作深さ	m	耕作深さは一般的に数 10cm 程度までであることから、保守的に 1.0m と選定した。	1.0
農耕作業時の粉塵濃度	g/m ³	建設作業者と同一の値を使用した。	5E-4
農耕作業者の呼吸量	m ³ /h	ICRP Publ.23 で示されている標準人の労働（軽作業）時の呼吸量の数値 20L/min を基に算出した。	1.2
牧畜作業における年間作業時間	h/y	農耕作業時の年間作業時間と同じとした。	500
牧畜作業時の遮へい係数	—	保守的に遮へいを考慮しない。	1
牧畜作業時の粉塵濃度	g/m ³	建設作業者と同一の値を使用した。	5E-4
牧畜作業者の呼吸量	m ³ /h	ICRP Publ.23 で示されている標準人の労働（軽作業）時の呼吸量の数値 20L/min を基に選定した。	1.2
微粒子への放射性物質の濃縮係数（吸入摂取）	—	IAEA Safety Report Series No.44	4
根からの吸収割合	—	保守的に選定した。	0.1
浸透水量（廃棄物処分場、耕作地土壌）	m/y	「地下水ハンドブック」（地下水ハンドブック編集委員会編、(株)建設産業調査会、1979 年） ¹²⁾	0.4
帯水層厚さ	m	IAEA-TECDOC-401	3

Table 1 埋設処分に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（4／5）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
地下水流速（ダルシー流速）	m/d	「新版地下水調査法」（山本 莊毅、(株)古院書院、1983 年） ¹³⁾	1
帯水層空隙率	—	「水理公式集」（土木学会水理公式集改訂委員会、土木学会、1971 年） ¹⁴⁾	0.3
帯水層土壌密度	g/cm ³	「土質工学ハンドブック」（土質工学会編、1982 年） ¹⁵⁾	2.6
地下水流方向の分散長	m	保守的に選定した。	0
x 方向の分散係数	m ² /y	保守的に選定した。	0
処分場下流端から井戸までの距離	m	保守的に選定した。	0
井戸水の混合割合	—	「地下水ハンドブック」（地下水ハンドブック編集委員会編、(株)建設産業調査会、1979 年）	0.33
人の年間飲料水摂取量（成人）	m ³ /y	ICRP Publ.23 の標準人の値を参考に、1 日の摂取量を 1.65L として算出した。	0.61
人の年間飲料水摂取量（子ども）	m ³ /y	IAEA Safety Report Series No.44	0.1
灌漑水量（畑、牧草地）	m ³ /m ² /y	「日本の農業用水」（農業水利研究会編、(株)地球社、1980 年） ¹⁶⁾ に示された畑地に対する平均単位用水量 4mm/d と年間灌漑日数 300 日程度に基づいて選定した。	1.2
土壌水分飽和度（畑、牧草地）	—	JAEA 原科研敷地内（砂層）における測定結果より選定した。	0.2
土壌実効表面密度	kg/m ²	U.S.NRC Regulatory Guide 1.109 ¹⁷⁾	240
灌漑土壌真密度	g/cm ³	「土質工学ハンドブック」に示された砂の粒子密度を基に選定した。	2.60
実効土壌深さ	cm	U.S.NRC Regulatory Guide 1.109	15
放射性核種の土壌残留係数	—	保守的に、全ての灌漑水中の放射性核種が土壌に残留するものとした。	1
灌漑土壌空隙率	—	「水理公式集」（土木学会水理公式集改訂委員会、土木学会、1971 年）	0.3
農耕時における年間作業時間	h/y	跡地利用シナリオの農耕作業の時間と同一に選定した。	500
農耕時の遮へい係数	—	保守的に遮へいを考慮しない。	1
農耕時の粉塵濃度	g/m ³	農耕作業時の粉塵濃度と同一にした。	5E-4
農耕作業者の呼吸量	m ³ /h	ICRP Publ.23 で示されている標準人の労働（軽作業）時の呼吸量の数値 20L/min を算出した。	1.2
牧畜時における年間作業時間	h/y	跡地利用シナリオの牧畜作業と同一に選定した。	500
牧畜時作業時の遮へい係数	—	保守的に遮へいを考慮しない。	1
牧畜時作業時の粉塵濃度	g/m ³	農耕作業時の粉塵濃度と同一にした。	5E-4
牧畜作業者の呼吸量	m ³ /h	ICRP Publ.23 で示されている標準人の労働（軽作業）時の呼吸量の数値 20L/min を基に算出した。	1.2
灌漑水量（田）	m ³ /m ² /y	「日本の農業用水」（農業水利研究会、(株)地球社、1980 年）に示された水田に対する平均単位用水量 24mm/d と水田の年間湛水期間 100 日程度に基づいて選定した。	2.4

Table 1 埋設処分に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（5／5）

パラメータ		単位	選定値根拠	選定値
土壌水分飽和度（田）		—	田の土壌水分飽和度は、水田を想定しており、1と選定した。	1
農作物（葉菜、牧草）の栽培密度		kg/m ²	「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（原子力安全委員会、平成元年 3 月 27 日） ¹⁸⁾	2.3
放射性核種の農作物（葉菜、牧草）表面への沈着割合		—	保守的に全ての放射性核種が、農作物表面へ沈着するとした。	1
灌漑水年間生育期間		d	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について」 ¹⁹⁾ に示された葉菜に関する栽培期間の値(60d/y)を使用した。	60
weathering 効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数		1/y	「発電用軽水型原子炉施設の安全評価における一般公衆の線量当量評価について」に基づき、weathering half-life を 14 日として計算した。	18.08
家畜の飼育水摂取量	肉牛	L/d	PNL-3209 ²⁰⁾	50
	乳牛	L/d		60
	豚	L/d		10
	鶏	L/d		0.3
養殖淡水産物（魚類）の年間摂取量（成人）		kg/y	「日本の統計 1997 年版」 ²¹⁾ に記載されている平成 6 年の内水面養殖業の生産量の内、魚類の生産量の合計値 76,579ton を人口 1 億 2 千万人で除して算出した。	0.7
養殖淡水産物（魚類）の年間摂取量（子ども）		kg/y	全年齢の魚介類合計摂取量の平均値(96.9g/日)と 1-6 歳の平均値(45.7g/日)の比 (0.47)を成人の年間摂取量 0.7kg/年に乗じた 0.33kg/年を算出した。	0.33
養殖淡水産物の地下水利用率		—	「日本の水資源（平成 19 年版）」（国土庁長官官房水資源部編、大蔵省印刷局、2008 年） ²²⁾ より算出した。	0.25
養殖淡水産物の市場係数		—	自給自足を考慮して、最も保守的に選定した。	1
養殖淡水産物の輸送時間		d	保守的に、養殖された淡水産物を直ちに消費する人を評価対象とした。	0

Table 2 再利用に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（1／4）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
再利用される金属中の「非管理区域対象物」割合（積み下ろし作業、運搬作業）	—	非管理区域の廃棄物であり混合は想定できないため 1 に設定した	1
遮へい係数（運搬作業以外）	—	NUREG/CR-0134	1
作業者の呼吸量	m ³ /h	ICRP Publ.23 で示されている標準人の労働（軽作業）時の呼吸量の数値 20L/min を基に算定した。	1.2
年間作業時間（積み下ろし作業）	h/y	調査した施設での施設概要によれば、溶融処理施設の規模として 145ton/日とある。金属の物量 2,200ton について以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 145(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) = 121 \Rightarrow 130(\text{h/y})$	130
作業時の粉塵濃度	g/m ³	IAEA S.S. No.111-P-1.1	5E-4
微粒子への放射性物質の濃縮係数（吸入摂取）	—	IAEA Safety Report Series No.44	4
遮へい係数（運搬作業）	—	NUREG/CR-0134	0.9
年間作業時間（運搬作業）	h/y	調査した施設での施設概要によれば、溶融処理施設の規模として 145ton/日とある。金属の物量 2,200ton について以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 145(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) = 121 \Rightarrow 130(\text{h/y})$	130
再利用される金属中の「非管理区域対象物」割合（積み下ろし、運搬作業以外）	—	調査した施設での処理実績によれば、H17～H23 の年間処理量の平均は 30,000ton となるため、以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $\text{金属の物量 } 2,200\text{ton} \div 30,000\text{ton} = 0.073 \Rightarrow 0.1$	0.1
市場係数	—	保守的に、市場で他の多量のスクラップと混合することを考慮せず、1 と選定した。	1
年間作業時間（前処理、溶融鋳造、製品加工）	h/y	1 日 8 時間労働で、週 5 日、年間 50 週働くものとし、このうち半分の時間を対象物の側で作業するものとした。	1000
スラグ作業時の粉塵濃度	g/m ³	IAEA S.S. No.111-P-1.1	1E-3
年間作業時間（スラグ処理）	h/y	IAEA S.S. No.111-P-1.1	200
溶融に伴うスラグへの濃縮比	—	IAEA S.S. No.111-P-1.1	10
作業場周辺空气中居住粉塵濃度	g/m ³	戸外及び戸内におけるダスト濃度（戸外：1E-4 (g/m ³) 及び戸内：5E-6 (g/m ³)）より、居住者が居住時間の 20%を戸外で過ごすとは仮定し、重みを付けて平均した。	2.4E-5
作業場周辺空气中粉塵濃度	g/m ³	環境基本法第 16 条の規定に基づき定められた「大気環境基準」において、浮遊粒子状物質の濃度は 0.1mg/m ³ 以下（1 時間値の 1 日平均値）と規定されており、これに基づき選定した。	1E-4

Table 2 再利用に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（2/4）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
溶融に伴う粉塵への濃縮比	—	IAEA S.S.No.111-P-1.1	200
年間居住時間 （周辺居住者）	h/y	保守的に、1年間絶えずスクラップ作業場周辺で居住しているとした。	8760
居住者の呼吸量（成人）	m ³ /h	ICRP Publ.23 で示されている標準人の1日の呼吸量の数値 2.3×10^4 (L/d) を基に選定した。	0.96
居住者の呼吸量（子ども）	m ³ /h	IAEA Safety Report Series No.44 に示された1～2歳の居住者の呼吸率として示されている値を採用した。	0.22
沈着速度	m/y	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について」（原子力安全委員会、平成元年3月27日）において示された値（1cm/s）を基に選定した。	3.15E+5
粉塵の地表面への沈着割合	—	保守的に選定した。	1
沈着した放射性核種のうち残存する割合	—	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について」に示された値を使用した。	0.5
放射性核種の放出期間	y	原子炉クリアランス評価では、原子炉解体の標準工程によると、解体撤去作業期間は約3～4年とされていることから、保守的に、廃止措置に伴って発生したスクラップの処理作業に5年を要するものとした。非管理区域における再利用を想定する廃棄物の搬出作業を5年と仮定した。	5
土壌実効表面密度	kg/m ²	U.S.NRC Regulatory Guide 1.109	240
農作物（葉菜）の栽培密度	kg/m ²	「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」に示された値を使用した。	2.3
放射性核種の農作物（葉菜）表面への沈着割合	—	保守的に全ての放射性核種が、農作物表面へ沈着するとした。	1
農作物（葉菜）の生育期間	d	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について」に示された葉菜に関する栽培期間の値を使用した。	60
weathering 効果による植物表面沈着放射性核種の除去係数	1/y	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について」に基づき、weathering half-life を14日として計算した。	18.08
農作物（葉菜）栽培期間年間比	—	「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」に示された値を採用した。	0.5
調理前洗浄等による粒子状物質の残留比	—	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について」に示された値を採用した。	1
農作物（葉菜）の年間摂取量（成人）	kg/y	「平成8年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1996年）	12
農作物（葉菜）の年間摂取量（子ども）	kg/y	「平成9年版国民栄養の現状」（厚生省保健医療局健康増進栄養課監修、第一出版(株)、1997年）	5
農作物の市場係数	—	自給自足を考慮して、最も保守的に選定した。	1

Table 2 再利用に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（3／4）

パラメータ		単位	選定値根拠	選定値
農作物の輸送時間		d	保守的に、生産された農作物を直ちに消費する人を評価対象とした。	0
搬出後から再利用されるまでの期間		y	保守的に1年に選定した。	1
年間使用時間	冷蔵庫	h/y	IAEA S.S. No.111-P-1.1	1000
	ベッド	h/y	8時間×365日=2920 h/y を基に選定した。	3000
鉄の腐食速度		cm/h	IAEA S.S. No.111-P-1.1	1.5E-6
フライパンの面積		cm ²	IAEA S.S. No.111-P-1.1	707
フライパンを使用した年間調理時間		h/y	IAEA S.S. No.111-P-1.1	180
鉄の密度		g/cm ³	純鉄の物性値。	7.86
年間居住時間（鉄筋）		h/y	IAEA S.S. No.111-P-1.1	6000
年間使用時間	トラック	h/y	年間就業時間 2000 時間の半分を再利用製品の側で過ごすとして仮定して選定した。	1000
	オートバイ	h/y	年間就業時間 2000 時間の半分を再利用製品の側で過ごすとして仮定して選定した。	1000
	船舶	h/y	年間就業時間 2000 時間のうち、半分を船室で作業すると仮定して選定した。	1000
	机	h/y	年間就業時間 2000 時間の半分を再利用製品の側で過ごすとして仮定して選定した。	1000
	NC 旋盤	h/y	年間就業時間 2000 時間の半分を再利用製品の側で過ごすとして仮定して選定した。	1000
アスファルトへのスラグ混入割合		—	アスファルト舗装駐車場へのスラグの混入割合については、「アスファルト舗装要綱」 ²³⁾ より最大 50%と想定されるが、アスファルト舗装に使用される粗骨材全てが「非管理区域対象物」に起因することは想定しにくいことから 0.25 と選定した。	0.25
年間作業時間（駐車場）		h/y	年間労働時間のうち、半分の時間を駐車場で作業すると仮定して選定した。	1000
再利用されるコンクリート中の「非管理区域対象物」割合		—	調査した施設での処理実績によれば、H17～H23の年間処理量の平均は 30,000ton となるため、以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 コンクリートの物量 2,200ton ÷ 30,000ton = 0.073=>0.1	0.1
市場係数（再生粗骨材、コンクリート塊）		—	保守的に、市場で他の多量のスクラップと混合することを考慮せず、1 と選定した。	1
年間作業時間（コンクリート処理）		h/y	年間就業時間 2,000 時間の半分を再利用製品の側で過ごすとして仮定して選定した。	1000
粗骨材使用量		g/cm ³	「コンクリート工学ハンドブック」 ²⁴⁾ より選定した。	1
再生粗骨材使用割合		—	「再生粗骨材を用いるコンクリートの基準（案）」 ²⁵⁾ を基に選定した。	0.15
建築材密度		g/cm ³	「コンクリート工学ハンドブック」を基に選定した。	2.3

Table 2 再利用に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（4 / 4）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
年間居住時間 （壁材）	h/y	IAEA S.S. No.111-P-1.1	6000
アスファルトへのコン クリートの混入割合	—	アスファルト舗装駐車場へのスラグの混入割合 については、「アスファルト舗装要綱」より最大 50%と想定されるが、アスファルト舗装に使用さ れる粗骨材全てが「非管理区域対象物」に起因す ることは想定しにくいことから 0.25 と選定した。	0.25
皮膚に堆積した粉塵の 厚み	cm	IAEA Safety Report Series No.44	0.01
皮膚に堆積した粉塵の 密度（スラグ作業を除 く金属再利用処理）	g/cm ³	鉄の密度（理科年表 2006） ²⁶⁾	7.8
皮膚に堆積した粉塵の 密度（金属再利用処理 スラグ作業）	g/cm ³	IAEA S.S. No.111-P-1.1	2.7
皮膚に堆積した粉塵の 密度（コンクリート再 利用処理）	g/cm ³	「コンクリート工学ハンドブック」（岡田清等編、 （株）朝倉書店、1981 年） ²⁷⁾	2.3
微粒子への放射性物質 の濃縮係数（皮膚被ば く）	—	IAEA Safety Report Series No.44	2
微粒子への放射性物質 の濃縮係数（経口摂取）	—	IAEA Safety Report Series No.44	2
粉塵の経口摂取率	g/h	IAEA S.S. No.111-P-1.1	0.01

Table 3 焼却処理に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（1／8）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
廃棄物中に占められる「非管理区域対象物」の割合	—	施設の特性上、廃棄時の「放射性廃棄物でない廃棄物」との混合は想定できないため、1に設定した。	1
可燃物等（線源）の寸法	m	形状・寸法は、可燃物等（線源）の密度 0.35 g/cm^3 と重量 5ton から設定。評価点は、 $5\text{m} \times 1.5\text{m}$ の面の表面から 1m とした。	長さ：5 幅：2 高さ：1.5
外部被ばくに対する遮へい係数（積み下ろし作業者）	—	遮へい効果が無いとして設定した。	1
年間作業時間（積み下ろし作業者）	h/y	23 区部の清掃車車種別積載基準値によれば、 8m^3 、4ton 車の可燃ごみの積載基準値は 2.4～2.7ton となっている。今後は、運搬効率を改善する観点から車両の大型化（10ton 車クラス）が図られるので、積載基準値を基に保守的に 5ton に設定した。 「廃棄物ハンドブック」 ²⁸⁾ の収集作業現場での作業時間の例である 20 分から、余裕を見て一日 30 分作業するとした。 可燃物の発生量 2,200ton について以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200 \text{ (ton/y)} \div 5 \text{ (ton/day)} \times 0.5 \text{ (h/day)} = 220 \text{ (h/y)}$ なお、調査した運送会社では通常 8ton 車を運用している。	220
作業時の空气中粉塵濃度（可燃物の積み下ろし作業者、熔融炉の補修作業者）	g/m^3	NUREG/CR-3585 及び IAEA-TECDOC-401	5E-4
吸入する粉塵への濃縮係数	—	IAEA Safety Report Series No. 44	4
作業者の呼吸量	m^3/h	ICRP Publ. 23	1.2
直接経口摂取における濃縮係数	—	IAEA Safety Report Series No. 44	2
汚染物質の摂取率	g/h	IAEA S. S. No.111-P-1.1	0.01
皮膚に堆積した粉塵の厚さ	cm	IAEA Safety Report Series No. 44	0.01
皮膚被ばく経路における濃縮係数	—	IAEA Safety Report Series No. 44	2
皮膚に堆積した粉塵の密度	g/cm^3	IAEA-TECDOC-401	2
外部被ばくに対する遮へい係数（運搬作業者）	—	鉄板 3mm による遮へいを想定した場合の Co-60 の遮へい係数を基に設定。	0.9

Table 3 焼却処理に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（2／8）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
年間作業時間 （運搬作業者）	h/y	23 区部の清掃車車種別積載基準値によれば、 8m^3 、 4ton 車の可燃ごみの積載基準値は $2.4\sim 2.7\text{ton}$ となっている。今後は、運搬効率を改善する観点から車両の大型化（ 10ton 車クラス）が図られるので、積載基準値を基に保守的に 5ton に設定した。 発生施設から調査した施設までの直線距離 26.5km から 30km 、収集車の運搬速度 20km/h から、一回あたりの輸送時間は 1.5 時間となる。 可燃物の発生量 $2,200\text{ton}$ について以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200 (\text{ton/y}) \div 5 (\text{ton/day}) \times 1.5 (\text{h/day}) = 660 (\text{h/y}) \Rightarrow 700 (\text{h/y})$	700
核種が排気に移行する割合	—	IAEA-TECDOC-401, EUR-16198 ²⁹⁾	元素依存
1 年間に焼却処理される「非管理区域対象物」の重量	kg	可燃物の発生量 $2,200\text{ton}$ より設定した。	$2.2\text{E}6$
焼却炉壁に付着する割合	—	焼却処理施設を対象に現地調査を実施したところ、焼却炉壁への焼却灰の付着量はほとんどない設備から最大で 7ton の設備まであり、調査した焼却炉の壁面に付着する割合は年間の焼却灰生成量に対して $0\%\sim 0.093\%$ であった。この結果に基づいて、焼却炉壁に付着する割合は、裕度を持たせて 0.1% であることから、選定値を 0.001 とした。	0.001
焼却炉壁の表面積	m^2	「ごみ焼却施設台帳[全連続燃焼方式編]平成 10 年度版」 ³⁰⁾ によれば、全連続燃焼方式の焼却炉の能力の全国平均値は約 115ton/日 であるので、焼却炉の処理能力を 100ton/日 とし、燃焼工学ハンドブックに示された焼却炉容積の計算式に基づき設定。	40
外部被ばくに対する遮へい係数（焼却炉壁の補修作業者）	—	遮へい効果が無いとして設定した。	1

Table 3 焼却処理に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（3／8）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
年間作業時間（焼却炉壁の補修作業者）	h/y	焼却処理施設に関する現地調査を実施したところ、焼却炉の補修作業の実態については、以下の通りであった。 ①年間の点検・補修回数は、一つの焼却炉につき最大で7回程度であった。 ②7回のうち6回は軽微な補修作業のため2日程度、残りの1回は全面的な補修で14日程度であった。 ③1回あたりの作業時間は最大で5時間程度であった。 上記②の軽微な補修作業及び全面的な補修作業については、補修の準備・整理作業として炉の冷却作業、保温材撤去、撤去した耐火物の整理等焼却炉周りの準備作業を含めて、保守的に作業日数を設定する。軽微な補修作業については1回当たり5日とし、全面的な補修は24日とすると、年間作業時間は、 $\{6 \times 5(\text{日}) + 24(\text{日})\} \times 5(\text{h/日}) = 270(\text{h})$ となる。この値から裕度をもって300(h)と設定した。	300
作業時の空气中粉塵濃度（焼却炉の補修作業者）	g/m ³	IAEA-TECDOC-401	1E-3
焼却処理に伴う廃棄物の減重比	—	環境省の統計データ「産業廃棄物の排出及び処理状況（平成14年度～平成18年度）」³¹⁾より、当該5年間について、各年の産業廃棄物の中間処理量と処理残渣量から減重比を求め、5年間の平均を計算すると2.35となった。また、環境省の統計データ「日本の廃棄物処理 平成18年度版」³²⁾より、平成14年度から平成18年度の5年間について、各年のごみの直接焼却量と焼却残渣量から減重比を求め、5年間の平均を計算すると8.11となった 減重比については、ばらつきが大きい、焼却炉内の濃縮が大きい値8.11を採用し、さらに裕度をもって10とした。	10
焼却炉での他の廃棄物との混合割合	—	調査した施設での処理実績によれば、H17～H23の年間処理量の平均は30,000tonとなる。 可燃物の発生量2,200tonについて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $2,200(\text{ton/y}) \div 30,000(\text{ton/y}) = 0.073 \Rightarrow 0.1$	0.1
焼却炉壁に付着した焼却灰（線源）の寸法	m	・「燃焼工学ハンドブック」³³⁾のロータリキルン炉の容積26m³から設定。 ・直径2m、長さ7.5mの円筒内面に厚さ2cmの焼却灰が付着していると、評価点は円筒の中心に設定した。	内径：2 長さ：7.5 厚さ：0.02
大気中での分散係数	s/m ³	EUR-16198に示された煙突高さ60m及び風速5m/sにおける拡散係数を使用。	5E-6

Table 3 焼却処理に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（4／8）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
焼却処理能力	g/s	「ごみ焼却施設台帳[全連続燃焼方式編]平成 10 年度版」によれば、全連続燃焼方式の焼却炉の能力の全国平均値は約 115ton/日であるので、焼却処理施設の処理能力を 100ton/日とし、1 日の稼働時間を 24 時間として設定した。	1.2E3
居住時における遮へい係数	—	IAEA-TECDOC-401 を参考に居住者は居住時間の 20%を戸外で過ごすとして仮定し、その間は遮へいを考慮しないが、屋内にいる間は建物により完全に遮へいされるとした。	0.2
年間居住時間	h/y	24 時間 365 日滞在したと設定した。	8760
吸入する粉塵への濃縮係数	—	IAEA Safety Report Series No. 44	4
周辺居住者の呼吸量（成人）	m ³ /h	ICRP Publ. 23	0.96
周辺居住者の呼吸量（子ども）	m ³ /h	IAEA Safety Report Series No. 44	0.22
沈着速度	m/y	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」に示された値を基に設定した。	3.15E5
粉塵の地表面への沈着割合	—	全て沈着すると設定した。	1
沈着した核種のうち残存する割合	—	全て残存すると設定した。	1
核種の放出期間	y	焼却処理場の操業期間を 50 年と想定し、そのうちの半分の期間、廃棄が放出されるものとした。	25
土壌実効表面密度	kg/m ²	U.S. NRC Regulatory Guide 1.109	240
核種の農作物表面への沈着割合	—	全て沈着すると設定した。	1
農作物の栽培密度	kg/m ²	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」に示された値を基に設定した。	2.3
weathering 効果による植物表面沈着核種の除去係数	y ⁻¹	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」に示された値を基に設定した。	18.08
農作物の生育期間	y	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」に示された値（60 日）を基に設定した。	0.164
農作物の栽培期間年間比	—	「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」に示された値を基に設定した。	0.5
調理前洗浄等による粒子状物質の残留比	—	全て残留するとして設定した。	1
農作物（葉菜）の年間摂取量（成人）	kg/y	「平成 8 年版国民栄養の現状」に示された値に基づき選定した。	12
農作物（葉菜）の年間摂取量（子ども）	kg/y	「平成 9 年版国民栄養の現状」に示された値に基づき選定した。	5
農作物（葉菜）の市場係数	—	全て汚染した葉菜を摂取すると設定した。	1

Table 3 焼却処理に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（5／8）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
農作物の輸送時間	d	収穫直後に消費されるとした。	0
核種を含む飼料の混合割合	—	汚染した飼料のみで飼育されるとした。	1
肉牛の飼料摂取量	kg-dry/d	IAEA-TRS-No.364	7.2
乳牛の飼料摂取量	kg-dry/d	IAEA-TRS-No.364	16.1
豚の飼料摂取量	kg-dry/d	IAEA-TRS-No.364	2.4
鶏の飼料摂取量	kg-dry/d	IAEA-TRS-No.364	0.07
牛肉の摂取量（成人）	kg/y	「平成 8 年版国民栄養の現状」に示された値に基づき選定した。	8
牛乳の摂取量（成人）	L/y	「平成 8 年版国民栄養の現状」に示された値に基づき選定した。	44
豚肉の摂取量（成人）	kg/y	「平成 8 年版国民栄養の現状」に示された値に基づき選定した。	9
鶏肉の摂取量（成人）	kg/y	「平成 8 年版国民栄養の現状」に示された値に基づき選定した。	7
鶏卵の摂取量（成人）	kg/y	「平成 8 年版国民栄養の現状」に示された値に基づき選定した。	16
牛肉の摂取量（子ども）	kg/y	「平成 9 年版国民栄養の現状」に示された値に基づき選定した。	3
牛乳の摂取量（子ども）	L/y	「平成 9 年版国民栄養の現状」に示された値に基づき選定した。	29
豚肉の摂取量（子ども）	kg/y	「平成 9 年版国民栄養の現状」に示された値に基づき選定した。	4
鶏肉の摂取量（子ども）	kg/y	「平成 9 年版国民栄養の現状」に示された値に基づき選定した。	5
鶏卵の摂取量（子ども）	kg/y	「平成 9 年版国民栄養の現状」に示された値に基づき選定した。	10
畜産物の市場係数	—	自給自足を考慮して、最も保守的に選定した。	1
畜産物の輸送時間	d	生産された畜産物を直ちに消費するとした。	0
焼却灰（線源）の重量 （焼却灰の積み下ろし、運搬）	ton	調査結果から焼却処理能力が 100ton/日×2 基で運転している施設で 10ton 車を使用していることから。	10
焼却灰（線源）の寸法 （焼却灰の積み下ろし、運搬）	m	形状・寸法は、焼却灰（線源）の密度 0.65 g/cm ³ 、重量 10ton から設定し、評価点は、焼却灰の積み下ろし作業者の場合、5 m×1.5 m の面の表面から 1m、焼却灰の運搬作業者の場合、2 m×1.5 m の面の表面から 1m とした。 ※外部被ばく線量換算係数の計算条件	長さ：5 幅：2 高さ：1.5
外部被ばくに対する遮へい係数（焼却灰の積み下ろし作業者）	—	IAEA-TECDOC-401 に示された焼却灰取扱時における遮へい条件（6.4 mm の鉄）を基に、保守側に Co-60 に対する遮へい係数より設定した。	0.8

Table 3 焼却処理に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（6／8）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
年間作業時間（焼却灰の積み下ろし作業者）	h/y	- 国土交通省土木工事積算基準に示された標準作業量を参考に1日当たりの作業量を100ton、1日8時間労働、うち半分の時間を「非管理区域対象物」の側で作業するものとした。 - 年間に発生する可燃物33,000 ton、減重比10から算出し、余裕をみて設定した。 $(33,000(\text{ton/y}) \div 10) \div 100(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) \times 0.5 = 132(\text{h/y})$ 132(h/y)に裕度を持たせて150(h/y)とした。	150
外部被ばくに対する遮へい係数（焼却灰の運搬作業者）	—	鉄板 3mm による遮へいを想定した場合の Co-60 の遮へい係数を基に設定した。	0.9
年間作業時間（焼却灰の運搬作業者）	h/y	- 国土交通省土木工事積算基準に示された標準作業量を参考に1日当たりの作業量を100ton、1日8時間労働、うち半分の時間を「非管理区域対象物」の側で作業するものとした。 - 年間に発生する可燃物33,000 ton、減重比10から算出し、余裕をみて設定した。 $(33,000(\text{ton/y}) \div 10) \div 100(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) \times 0.5 = 132(\text{h/y})$ 132(h/y)に裕度を持たせて150(h/y)とした。	150
外部被ばくに対する遮へい係数（焼却灰の埋立作業者）	—	IAEA-TECDOC-401 に示された重機による遮へい係数（鉄板 2cm）を考慮し、保守側に Co-60 に対する遮へい係数より設定した。	0.4
年間作業時間（焼却灰の埋立作業者）	h/y	積み下ろし作業及び運搬作業と同じとした。	150
作業時の空气中粉塵濃度（焼却炉の補修作業者）	g/m ³	IAEA-TECDOC-401	1E-3
外部被ばくに対する遮へい係数（溶融炉の補修作業者）	—	遮へい効果が無いとして設定した。	1
溶融固化物（線源）の密度	g/cm ³	現地調査結果から設定した。	2
炉内の溶融固化物（線源）の寸法	cm	溶融処理施設に関する現地調査を実施したところ、溶融固化物の付着・残留状況等は、以下のとおりとなった。 ○溶融固化物は溶融炉底部に平面状に残留 ○炉底部の直径は 280(cm)が最大 ○単位面積当たりの重量は最大で 0.25(ton/m²)程度 ○溶融固化物の密度は約 2(ton/m³) 以上の調査結果から、 ○平面円の直径は 280(cm) ○溶融残留物の厚さは、$0.25(\text{ton/m}^2) \div 2(\text{ton/m}^3) = 0.125(\text{m}) = 12.5(\text{cm})$を採用した。	280Φ × 12.5H

Table 3 焼却処理に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（7／8）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
年間作業時間（溶融炉の補修作業者）	h/y	現地調査結果から、溶融物残渣の除去及び耐火物の交換作業合計 40 日、1 日 5 時間として設定した。	200
溶融炉での他の焼却灰との混合割合	—	焼却処理施設で発生した焼却灰が他の焼却灰と混合しないでそのまま溶融炉に送られるとして設定した。	1
溶融処理に伴う廃棄物の減重比	—	溶融処理では重量に変化はないものとして設定した。	1
溶融処理能力	g/s	溶融処理施設に関する現地調査の結果、施設における 1 日の溶融炉の処理容量は、12ton/日から 31ton/日の範囲であったため、処理容量を 30ton/日、1 日の連続運転を 24 時間とした。 $3 \times 10^7(\text{g/d}) \div (24(\text{h/d}) \times 3,600(\text{s/h})) = 347.2(\text{g/s})$ 347.2(g/s)に裕度を持たせて 350(g/s)に設定した。	350
外部被ばくに対する遮へい係数（溶融固化物の積み下ろし作業者）	—	遮へい効果が無いとして設定した。	1
年間作業時間（溶融固化物の積み下ろし作業者）	h/y	・国土交通省土木工事積算基準に示された標準作業量を参考に 1 日当たりの作業量を 100ton、1 日 8 時間労働、うち半分の時間を「非管理区域対象物」の側で作業するものとした。 ・年間に発生する溶融固化物 3,300ton $3,300(\text{ton/y}) \div 100 (\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) \times 0.5 = 132 (\text{h/y})$ 132(h/y)に裕度を持たせて 150(h/y)とした。	150
溶融固化物（線源）の重量（溶融固化物の積み下ろし作業者）	ton	調査結果から焼却処理能力が 100ton/日×2 基で運転している施設で 10ton 車を使用していることから設定した。	10
溶融固化物（線源）の寸法（溶融固化物の積み下ろし作業者）	m	形状・寸法は、溶融固化物（線源）の密度 2.0g/cm ³ 、重量 10ton から設定し、評価点は、5m×0.5mの面の表面から 1mとした。	長さ：5 幅：2 高さ：0.5
外部被ばくに対する遮へい係数（溶融固化物の運搬作業者）	—	鉄板 3mm による遮へいを想定した場合の Co-60 の遮へい係数を基に設定した。	0.9
年間作業時間（溶融固化物の運搬作業者）	h/y	・国土交通省土木工事積算基準に示された標準作業量を参考に 1 日当たりの作業量を 100ton、1 日 8 時間労働、うち半分の時間を「非管理区域対象物」の側で作業するものとした。 ・年間に発生する溶融固化物 3,300ton $3,300(\text{ton/y}) \div 100 (\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) \times 0.5 = 132 (\text{h/y})$ 132(h/y)に裕度を持たせて 150(h/y)とした。	150
溶融固化物（線源）の重量（溶融固化物の運搬作業者）	ton	調査結果から焼却処理能力が 100ton/日×2 基で運転している施設で 10ton 車を使用していることから設定した。	10

Table 3 焼却処理に関連するパラメータ（核種・元素非依存）（8／8）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
熔融固化物（線源）の寸法（熔融固化物の運搬業者）	m	形状・寸法は、熔融固化物（線源）の密度 2.0g/cm^3 、重量 10ton から設定し、評価点は、 $2\text{m} \times 0.5\text{m}$ の面の表面から 1m とした。	長さ：5 幅：2 高さ：0.5
熔融処理において核種が排気に移行する割合	—	以下の文献を参考にして選定した。これらの文献にない元素については元素の類似性を考慮して設定した。 ○「平成 20 年度放射性廃棄物処分に関する調査（浅地中処分に関する調査）報告書」平成 21 年 8 月 独立行政法人 原子力安全基盤機構 ³⁴⁾ ○NUREG-1640(2003) ³⁵⁾ なお、以上の方法による設定が困難な元素については、「焼却処理において核種が排気系に移行する割合」と同じとした。	元素 依存
熔融炉での他の焼却灰との混合割合	—	焼却処理施設で発生した焼却灰が他の焼却灰と混合しないでそのまま熔融炉に送られるとして設定した。	1
熔融処理に伴う廃棄物の減重比	—	熔融処理では重量に変化はないものとして設定した。	1
年間作業時間（熔融固化物を再利用した駐車場での作業者）	h/y	年間労働時間のうち、半分の時間を駐車場で作業すると仮定して選定した。	1000
再利用した熔融固化物からなる骨材の市場係数	—	熔融固化物からなる骨材のみを使用した建材を使用すると設定した。	1
搬出後から再利用されるまでの時間	y	保守的に 1 年に選定した。	1
コンクリートへの熔融固化物の混合割合	—	「非管理区域対象物」から発生した熔融固化物がコンクリートに混合されるとした。	1
再生骨材の市場係数	—	「非管理区域対象物」から製造した再生骨材のみが使用されるとした。	1
再生骨材使用割合	—	「再生粗骨材を用いるコンクリートの基準(案)」(建設省建築研究所 1986 年 11 月)を基に選定した。	0.15
建築材料中に占める骨材の量	g/cm^3	「コンクリート工学ハンドブック」より選定した。	1
建築材料の密度	g/cm^3	「コンクリート工学ハンドブック」を基に選定した。	2.3
再利用製品年間使用時間	h/y	IAEA S.S.No.111-P-1.1	6000
熔融炉での他の焼却灰との混合割合	—	焼却処理施設で発生した焼却灰が他の焼却灰と混合しないでそのまま熔融炉に送られるとして設定した。	1
熔融処理に伴う廃棄物の減重比	—	熔融処理では重量に変化はないものとして設定した。	1

Table 4 焼却処理に関連するパラメータ（核種・元素非依存、焼却灰の搬出）

パラメータ	単位	選定値根拠	選定値
年間作業時間（焼却灰の積み下ろし作業）	h/y	調査した施設での施設概要によれば、熔融処理施設の規模として 145ton/日が記されている。1 日当たりの作業量を 145ton、1 日 8 時間労働、うち半分の時間を非管理区域から発生した廃棄物の側で作業するものとして、対象物量 220ton（可燃物の発生量 2,200ton、減重比 10）に応じて以下の通り計算し、その結果を丸めて選定した。 $220(\text{ton/y}) \div 145(\text{ton/d}) \times 8(\text{h/d}) \times 0.5 = 6.06 \Rightarrow 7(\text{h/y})$	7
年間作業時間（焼却灰の運搬作業）	h/y		7
年間作業時間（焼却灰の埋立作業）	h/y		7
熔融炉での他の焼却灰との混合割合	—	調査した施設での処理実績によれば、H17～H23の年間処理量の平均は 30,000ton で減重比 10 を考慮すると焼却灰は年間 3,000ton となる。 $220(\text{ton/y}) \div 3,000(\text{ton/y}) = 0.073 \Rightarrow 0.1$	0.1

Table 5 元素依存パラメータ

パラメータ名称	単位	選定値	選定値根拠
米への移行係数	—	0.071	IAEA TRS No.364（シリアル）
葉菜、非葉菜、果実への移行係数	—	0.057	IAEA TRS No.364（ジャガイモ）
飼料への移行係数	—	0.53	IAEA TRS No.364（牧草）
牛乳への移行係数	d/L	0.0079	IAEA TRS No.364
牛肉への移行係数	d/kg	0.05	IAEA TRS No.364
豚肉への移行係数	d/kg	0.24	IAEA TRS No.364
鶏肉への移行係数	d/kg	10	IAEA TRS No.364
鶏卵への移行係数	d/kg	0.4	IAEA TRS No.364
放出系数	—	0.01	IAEA-TECDOC-401
帯水層分配係数	mL/g	270	IAEA TRS No.364(砂)
農耕土壌分配係数	mL/g		IAEA TRS No.364(有機土)
魚類への濃縮係数	L/kg	2000	IAEA TRS No.364
インゴットへの移行割合	—	0.001	IAEA S.S. No.111-P-1.1
スラグへの移行割合	—	1	IAEA S.S. No.111-P-1.1
ダストへの移行割合	—	1	IAEA S.S. No.111-P-1.1
排気への移行割合（焼却炉）	—	0.001	IAEA-TECDOC-401
排気への移行割合（熔融炉）	—	0.53	09 廃輸報—0003 から設定

Table 6 核種依存パラメータ

パラメータ名称	単位	選定値	
		Cs-134	Cs-137
半減期	y	2.06	30
作業者の吸入内部被ばく線量係数	Sv/Bq	9.60E-09	6.70E-09
作業者の経口内部被ばく線量係数	Sv/Bq	1.90E-08	1.30E-08
一般公衆（成人）の吸入内部被ばく線量係数	Sv/Bq	6.60E-09	4.60E-09
一般公衆（成人）の経口内部被ばく線量係数	Sv/Bq	1.90E-08	1.30E-08
一般公衆（子ども）の吸入内部被ばく線量係数	Sv/Bq	7.30E-09	5.40E-09
一般公衆（子ども）の経口内部被ばく線量係数	Sv/Bq	1.60E-08	1.20E-08
皮膚被ばく線量換算係数	Sv/h per Bq/cm ²	1.91E-06	2.58E-06
積み下ろし及び運搬作業 （埋設処分シナリオ）	Sv/h per Bq/g	1.21E-07	4.40E-08
埋立作業、建設作業、居住者及び農耕作業（埋設 処分シナリオ） 焼却灰埋立作業、周辺居住者（焼却処理シナリオ）	Sv/h per Bq/g	4.66E-07	1.69E-07
積み下ろし作業（再利用シナリオ）	Sv/h per Bq/g	8.95E-09	3.20E-09
運搬作業（再利用シナリオ）	Sv/h per Bq/g	7.86E-09	2.81E-09
前処理作業	Sv/h per Bq/g	2.09E-09	7.48E-10
溶融鑄造作業	Sv/h per Bq/g	3.05E-08	1.09E-08
加工作業	Sv/h per Bq/g	2.55E-08	9.14E-09
トラック	Sv/h per Bq/g	1.73E-08	6.26E-09
オートバイ	Sv/h per Bq/g	3.26E-08	1.20E-08
船舶	Sv/h per Bq/g	9.08E-08	3.30E-08
機	Sv/h per Bq/g	4.41E-08	1.62E-08
NC 旋盤	Sv/h per Bq/g	9.06E-08	3.27E-08
駐車場（スラグ再利用及びコンクリート再利用）	Sv/h per Bq/g	1.52E-07	5.54E-08
冷蔵庫	Sv/h per Bq/g	1.01E-08	3.68E-09
ベッド	Sv/h per Bq/g	1.45E-08	5.33E-09
鉄筋	Sv/h per Bq/g	5.69E-09	2.05E-09
コンクリート処理作業	Sv/h per Bq/g	5.76E-08	2.09E-08
壁材等	Sv/h per Bq/g	4.85E-07	1.75E-07
可燃物積み込み及び運搬作業	Sv/h per Bq/g	1.18E-07	4.31E-08
焼却炉補修作業	Sv/h per Bq/cm ²	2.36E-08	8.58E-09
焼却灰積み込み作業	Sv/h per Bq/g	1.47E-07	5.36E-08
焼却灰運搬作業	Sv/h per Bq/g	9.74E-08	3.56E-08
溶融炉補修作業	Sv/h per Bq/g	9.82E-08	3.57E-08
溶融固化物積み込み作業	Sv/h per Bq/g	6.30E-08	2.29E-08
溶融固化物運搬作業	Sv/h per Bq/g	4.57E-08	1.66E-08
プルーム	Sv/y per Bq/cm ³	2.2	0.796

※ Cs-137 は Ba-137m の寄与を含めている（分岐比：0.946（EPA-402-R-93-081）³⁶⁾）

※ 成人の値。子どもの被ばくを想定した評価経路では、成人の線量換算係数を 1.3 倍する。

※ 選定根拠

作業者の内部被ばく線量係数

: ICRP Publ. 68 ³⁷⁾

一般公衆の内部被ばく線量係数

: ICRP Publ. 72 ³⁸⁾

皮膚被ばく線量換算係数

: IAEA Safety Report Series No.44 (2005).、"Kocher et.al.
Health Physics Vol.53 No.2 (1987)." ³⁹⁾、
CEA-R-5441 (1998). ⁴⁰⁾

外部被ばく線量換算係数

: プルームは、Health Phys. Vol. 45 No.3 pp.665-686 ⁴¹⁾
他は、QAD-CGGP2R により計算。

参考文献

- 1) IAEA : “Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control”, IAEA –TECDOC -401, (1987).
- 2) U.S NRC : “De Minimis Waste Impacts Analysis Methodology”, NUREG/CR-3585, (1984).
- 3) ICRP : “Report on the Task Group on Reference Man”, ICRP Publication 23, (1975).
- 4) IAEA : “Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance”, Safety Report Series No.44, (2005).
- 5) IAEA : “Application of Exemption Principles to the Recycle and Reuse of Materials from Nuclear Facilities”, Safety Series No.111-P-1.1, (1992).
- 6) U.S NRC : “Potential radiation dose to man from recycle of metals reclaimed from a decommissioned nuclear power plant”, NUREG/CR-0134, (1978).
- 7) 厚生省保健医療局／地域保健・健康増進栄養課／生活習慣病対策室監修：“国民栄養の現状 平成 8 年版”、(1996).
- 8) 厚生省保健医療局／地域保健・健康増進栄養課／生活習慣病対策室監修：“国民栄養の現状 平成 9 年版”、(1997).
- 9) IAEA : “Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperate Environments”, Technical Report Series No.364, (1994).
- 10) NCRP : “Recommended Screening Limits for Contaminated Surface Soil and Review of Factors Relevant to Site-Specific Studies”, NCRP Report No. 129, (1999).
- 11) 総務省統計局／総務省統計研究所：“日本の統計 2009”、(2009).
- 12) 建設産業調査会：“地下水ハンドブック”、地下水ハンドブック編集委員会編、(1979).
- 13) 山本莊毅：“新版地下水調査法”、(1983).
- 14) 水理委員会：“水理公式集”、(1971).
- 15) 土質工学会：“土質工学ハンドブック”、(1982).
- 16) 農業水利研究会：“日本の農業用水”、(1980).
- 17) U.S.NRC：“Calculation of Annual Doses to Man From Routine Releases of Reactor Effluents for The Purpose of evaluating Compliance With 10 CFR Part 50, Appendix I”, Regulatory Guide 1.109, (1977).
- 18) 原子力安全委員会：“発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針” 昭和 51 年 9 月 28 日、平成元年 3 月 27 日一部改訂、平成 13 年 3 月 29 日一部改訂、(2001).
- 19) 原子力安全委員会：“発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について” 平成元年 3 月 27 日、(1989).
- 20) B.A.Napier, W.E.Kennedy Jr., J.K.Soldat : “Assessment of Effectiveness of Geologic Isolation System”, PNL-3209, (1980).
- 21) 総務省統計局 総務省統計研究所：“日本の統計 1997”、(1997).
- 22) 国土交通省 土地・水資源局水資源部：“日本の水資源 平成 19 年版”、(2008).
- 23) 日本道路協会：“アスファルト舗装要綱”、(1992).
- 24) 西林 新蔵、小柳 洽、渡邊 史夫、宮川 豊章：“コンクリート工学ハンドブック”、(2009).

- 25) 建設省：“再生粗骨材を用いるコンクリートの基準（案）”、建設省建築研究所 1986 年 11 月、(1986).
- 26) 国立天文台：“理科年表 平成 18 年”、(2006).
- 27) 岡田 清、六車 熙：“コンクリート工学ハンドブック.改訂新版”、(1981).
- 28) 廃棄物学会：“廃棄物ハンドブック”、(1997).
- 29) European Commission：“Nuclear Science and Technology ; Technical contribution to the definition of incinerator and cement plant acceptance criteria for waste to be incinerated in France and Spain”, EUR16198, (1995).
- 30) 廃棄物研究財団：“ごみ焼却施設台帳 全連続燃焼方式編 平成 10 年度版”、(1999).
- 31) 環境省：“産業廃棄物の排出及び処理状況等（平成 14 年度～平成 18 年度）”、(2002-2006).
- 32) 環境省：“日本の廃棄物処理平成 18 年度版”、(2006).
- 33) 日本機械学会：“燃焼工学ハンドブック”、(1995).
- 34) 原子力安全基盤機構：“平成 20 年度放射性廃棄物処分に関する調査（浅地中処分に関する調査）報告書”（09-廃輸報-0003）、平成 21 年 8 月、(2009).
- 35) U.S.NRC：“Radiological Assessments for Clearance of Materials from Nuclear Facilities”, NUREG-1640, (2003).
- 36) EPA：“FEDERAL GUIDANCE REPORT NO.12 External Exposure to Radionuclides in Air, Water, and Soil”, EPA-402-R-93-081, (1993).
- 37) ICRP：“Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers”, ICRP Publication 68, (1994).
- 38) ICRP：“Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients”, ICRP Publication 72, (1996).
- 39) D.C.Kocher and K.F.Eckerman：“Electron Dose-Rate Conversion Factors for External Exposure of the Skin From Uniformly Deposited Activity on the Body Surface”, Health Physics Vol.53 No.2 (1987).
- 40) Y.Chaptinel, F.Durand：“Dosimetry and Therapy of Skin Contamination”, CEA-R-5441, (1998).
- 41) D.C.Kocher：“Dose-rate Conversion Factors for External Exposure to Photons and Electrons”, Health Physics Vol.45 No.3, (1983).

This is a blank page.

国際単位系（SI）

表 1. SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質량	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表 2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立法メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	毎メートル	m ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立法メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の) 1	1
比透磁率 ^(b)	(数字の) 1	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。
(b) これらは無次元量あるいは次元 1 をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の 1 は通常は表記しない。

表 3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m ² kg s ⁻²
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s	m ² kg s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	C/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束	ウェーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
セルシウス度 ^(e)	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光束度	ルーメン	lm	cd sr ^(c)	cd
照射度	ルクス	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性化	カタール	kat		s ⁻¹ mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
(b) ラジアンとステラジアンは数字の 1 に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の 1 は明示されない。
(c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
(d) ヘルツは周期現象についてののみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてののみ使用される。
(e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
(f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
(g) 単位シーベルト (PV.2002,20,705) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表 4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘着力のモーメント	パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
表面張力	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
角速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ =s ⁻¹
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² =s ⁻²
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電荷密度	ジュール毎平方メートル	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
表面電荷	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
誘電率	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
透磁率	ファラド毎メートル	F/m	m ⁻³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
モルエネルギー	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
吸収線量率	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ s A
放射線強度	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射輝度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁴ m ⁻² kg s ⁻³ =m ² kg s ⁻³
酵素活性濃度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)	m ² m ⁻² kg s ⁻³ =kg s ⁻³
	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ⁻³ s ⁻¹ mol

表 5. SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 ²⁴	ヨ	Y	10 ⁻¹	デ	d
10 ²¹	ゼ	Z	10 ⁻²	セ	c
10 ¹⁸	エ	E	10 ⁻³	ミ	m
10 ¹⁵	ペ	P	10 ⁻⁶	マイ	μ
10 ¹²	テ	T	10 ⁻⁹	ナ	n
10 ⁹	ギ	G	10 ⁻¹²	ピ	p
10 ⁶	メ	M	10 ⁻¹⁵	フェ	f
10 ³	キ	k	10 ⁻¹⁸	ア	a
10 ²	ヘ	h	10 ⁻²¹	ゼ	z
10 ¹	デ	da	10 ⁻²⁴	ヨ	y

表 6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1 h =60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	′	1′=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	″	1″=(1/60)′=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1ha=1hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1L=1l=1dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1t=10 ³ kg

表 7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位で表される数値
電子ボルト	eV	1eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1u=1 Da
天文単位	ua	1ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表 8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852m
バイン	b	1 b=100fm ² =(10 ⁻¹² cm)2=10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、 対数量の定義に依存。
ベレル	B	
デジベール	dB	

表 9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
エル	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1Pa s
ストークス	St	1 St=1cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フオット	ph	1 ph=1cd sr cm ⁻² 10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe ≡ (10 ³ /4π) A m ⁻¹

(c) 3 元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「 ≡ 」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R = 2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1メートル系カラット = 200 mg = 2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
カロリ	cal	1cal=4.1858J (「15°C」カロリー) , 4.1868J (「IT」カロリー) 4.184J (「熱化学」カロリー)
マイクロン	μ	1 μ =1μm=10 ⁻⁶ m

