



**埋設処分における濃度上限値評価のための
外部被ばく線量換算係数
(受託研究)**

External Effective Dose Conversion Factors for Activity Concentration Limit
Evaluation for Disposal of Radioactive Waste
(Contract Research)

佐々木 利久 渡邊 正敏 武田 聖司 澤口 拓磨 落合 透 木村 英雄

Toshihisa SASAKI, Masatoshi WATANABE, Seiji TAKEDA, Takuma SAWAGUCHI
Toru OCHIAI and Hideo KIMURA

安全研究センター
廃棄物・廃止措置安全評価研究グループ

Waste Disposal and Decommissioning Safety Research Group
Nuclear Safety Research Center

February 2008

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは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/index.shtml>)
より発信されています。このほか財団法人原子力弘済会資料センター*では実費による複写頒布を行っ
ております。

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
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
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920

*〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4 日本原子力研究開発機構内

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

© Japan Atomic Energy Agency, 2008

埋設処分における濃度上限値評価のための外部被ばく線量換算係数
(受託研究)

日本原子力研究開発機構 安全研究センター 原子力エネルギー関連施設安全評価研究ユニット
佐々木 利久^{※1}・渡邊 正敏^{※1}・武田 聖司・澤口 拓磨・落合 透^{※2}・木村 英雄

(2008年1月9日受理)

再処理施設、MOX燃料施設等から発生する TRU 核種を含む放射性廃棄物（TRU 廃棄物）及びウラン廃棄物を対象に、放射性核種の種類と放射能濃度に応じた3種類の埋設処分方法（トレンチ処分、ピット処分及び余裕深度処分）に対する、埋設処分の可能な放射性廃棄物の濃度範囲を定めた濃度上限値の検討を行っている。

本報告では、これらの検討に必要なパラメータである外部被ばく線量換算係数を算出した。外部被ばく線量換算係数の算出にあたっては、実効線量への換算に ICRP Publ.74 の換算係数を使用するなどの現行法令等に則した解析、光子エネルギーデータとして JAERI-Data/Code 2001-004 の γ 線及び X 線のエネルギー及び放出率を使用するなど最新のデータを反映するといった点を考慮した。

本報告は、TRU 廃棄物及びウラン廃棄物に含まれる核種を対象とした外部被ばく線量換算係数について、その算出方法、条件及び結果をまとめたものである。

※1 特定課題推進員（株）ヴィジブル インフォメーション センター）

※2 特定課題推進員（三菱原子燃料株）

External Effective Dose Conversion Factors for Activity Concentration Limit Evaluation for
Disposal of Radioactive Waste
(Contract Research)

Toshihisa SASAKI^{*1}, Masatoshi WATANABE^{*1}, Seiji TAKEDA, Takuma SAWAGUCHI,
Toru OCHIAI^{*2} and Hideo KIMURA

Nuclear Facility Safety Research Unit
Nuclear Safety Research Center
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received January 9, 2008)

In this report, external effective dose conversion factors necessary for examining the activity concentration limits are derived for three disposal concepts: near surface disposal with an artificial barrier (concrete vault), near surface disposal without an artificial barrier (trench) and intermediate depth disposal. After this, the activity concentration limits that constitute a permissible range of radioactive concentration to typical land disposal concept (for radioactive wastes containing transuranic nuclides from reprocessing and MOX fuel manufacturing and uranium waste from enrichment and fuel manufacturing) are calculated. External effective dose conversion factors are derived in consideration with analysis that conforms to laws that use the conversion coefficients of ICRP Publication 74 for effective dose conversion, and adoption of the latest data i.e. gamma-ray's and X-ray's energies and intensities of "JAERI-Data/Code 2001-004" as photon energy data.

This document summarizes calculation method, conditions, and results of external effective dose conversion factors for transuranium and uranium wastes disposal.

Keywords: Transuranic Nuclides Waste, Uranium Waste, Activity Concentration Limit,
External Effective Dose Conversion Factors

^{*1} Special Topic Engineer (from Visible Information Center, Inc.)

^{*2} Special Topic Engineer (from Mitsubishi Nuclear Fuel Co.,Ltd.)

目次

1. はじめに	1
2. 外部被ばく線量換算係数算出の基本的な考え方	2
3. 計算条件	3
3.1 対象核種と放射線束	4
3.2 計算体系	4
3.2.1 濃度上限値評価のための体系	4
3.2.2 パラメータ不確かさ解析のための体系	6
3.3 物質組成と密度	6
3.4 その他の計算条件	7
4. 外部被ばく線量換算係数の算出結果	11
4.1 濃度上限値評価のための外部被ばく線量換算係数	11
4.2 パラメータ不確かさ解析のための外部被ばく線量換算係数	12
謝辞	21
参考文献	21
Appendix 放射平衡を考慮した子孫核種を含む対象核種の外部被ばく線量換算係数	23

Contents

1. Introduction	1
2. How to Calculate of External Effective Dose Conversion Factors	2
3. Calculation Conditions	3
3.1 Nuclides and Radioactive Rays Flux	4
3.2 Calculation Model	4
3.2.1 Model for Activity Concentration Limit Evaluation	4
3.2.2 Model for Parameter Uncertainty Analysis	6
3.3 Material Composition and Density	6
3.4 Other Calculation Conditions	7
4. Result of External Effective Dose Conversion Factors	11
4.1 External Effective Dose Conversion Factors for Activity Concentration Limit Evaluation	11
4.2 External Effective Dose Conversion Factors for Parameter Uncertainty Analysis	12
Acknowledgement	21
Reference	21
Appendix Nuclides including Descendant Nuclide Considering Radiation Equilibrium	23

1. はじめに

原子炉施設の運転及び解体に伴い発生する放射性廃棄物（原子炉廃棄物）は、比較的浅い地下への埋設として、人工構造物（コンクリートピット）を設置した廃棄物埋設施設に処分するピット処分と人工構造物を設置しないで処分するトレンチ処分の2種類が、埋設処分方式として想定されている。また、比較的深い地下への埋設として、一般的であると考えられる地下利用に対して十分余裕を持った深度に処分する余裕深度処分も、埋設処分方式の1つとして想定されている。

これまで、原子力安全委員会では、「低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について」（中間報告⁽¹⁾（昭和61年）、第2次中間報告⁽²⁾（平成4年）、第3次中間報告⁽³⁾（平成12年））により、原子炉廃棄物のそれぞれの埋設処分方式に対し、濃度上限値が検討されてきた。これらに基づいて、それぞれの濃度上限値が基準値として定められている。

また、再処理施設、MOX燃料施設等から発生する、数万年以上の極めて長い半減期を持つ、崩壊連鎖を伴う放射性核種を有意に含むTRU核種を含む放射性廃棄物（TRU廃棄物）及びウラン廃棄物に対する処分方法としても、原子力委員会による処分方策の検討に関する報告書^{(4),(5)}において、原子炉廃棄物と同様に3種類の埋設処分方法が報告されている。さらに、商業用の再処理施設の稼働を見据え、当該廃棄物を対象とした濃度上限値の早急な整備が求められている。

このため、独立行政法人日本原子力研究開発機構 安全研究センターでは、子孫核種の生成及び累積といった当該廃棄物の特徴を踏まえた濃度上限値算出のための評価用データや評価コードの整備を進め、3種類の埋設処分方法に対する濃度上限値の評価を実施した。

埋設処分方法に対する濃度上限値の評価では、放射性物質からの直接放射線による外部被ばく、放射性物質の移行したダストの吸入による内部被ばく、放射性物質の移行した農作物、畜産物や水産物の経口摂取による内部被ばくといった経路を設定している。このうち、放射性物質からの直接放射線による外部被ばくとして、トレンチ処分及びピット処分では、処分場跡地利用における建設作業員及び居住者の外部被ばく経路を設定し、余裕深度処分では、地下水移行シナリオにおける河川岸での建設作業員、居住者及び農耕作業者の外部被ばく経路を設定している。外部被ばく経路の実効線量は、換算係数法に基づく線量評価モデル、すなわち、様々な被ばく形態を、それぞれ単位濃度あたりの線源に対する外部被ばく線量換算係数として織り込むことで、線源の濃度、被ばく時間、遮へい係数及び外部被ばく線量換算係数を乗じる単純な計算式で求められる。このため、TRU廃棄物及びウラン廃棄物に含まれる核種を対象とし、被ばく形態が異なる3種類の埋設処分方法の被ばく経路に対応した、外部被ばく線量換算係数を算出した。

本報告書では、最新のデータを反映し、現行の法令等に則した解析により濃度上限値を評価するといった方針のもと、TRU廃棄物及びウラン廃棄物に含まれる核種を対象として、単位濃度あたりの線源に対する実効線量を計算し、3種類の埋設処分方法の各被ばく経路に対応した、単位濃度あたりの線源に対する実効線量を外部被ばく線量換算係数としてとりまとめた。

2. 外部被ばく線量換算係数算出の基本的な考え方

外部被ばく線量換算係数の算出にあたっては、基本的に、原子力安全委員会の原子炉廃棄物を対象とした「低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について」(中間報告)⁽¹⁾、同(第2次中間報告)⁽²⁾、同(第3次中間報告)⁽³⁾を踏襲して行った。ただし、現行の法令等に則した解析とし、最新の知見を取り入れるという方針から、算出において以下のような変更を行っている。

(1) 換算係数

現行の法令等は、ICRP1990年勧告⁽⁴⁾を取り入れて改訂し、施行されたものである。現行の法令等においては、ICRP1990年勧告により、放射線荷重係数が変更となり、防護量として実効線量が推奨されていることから、放射線防護の基準を定める量として実効線量を適用している。また、ICRP1990年勧告に対応した物理量(空気カーマ)からの換算係数として、ICRP Publ.74⁽⁷⁾が刊行されており、現行の法令等においても、自由空気中の空気カーマが1Gyである場合の実効線量としてICRP Publ.74の換算係数が示されている。このため、外部被ばく線量換算係数の算出においては、従来のICRP Publ.51⁽⁸⁾の換算係数により物理量(空気吸収係数)から実効線量当量への換算を、ICRP Publ.74の換算係数により物理量(空気カーマ)からの実効線量への換算に変更し、単位濃度あたりの線源に対する実効線量を求め、外部被ばく線量換算係数とする。

(2) 光子エネルギー

単位濃度あたりの線源に対する実効線量を求める場合、放射性核種から発生する光子エネルギーが必要となる。放射性核種から発生する光子エネルギーについては、最新のデータを反映するため、ICRP Publ.38⁽⁹⁾の改訂版の位置付けとして整備されたJAERI-Data/Code 2001-004⁽¹⁰⁾の γ 線及びX線のエネルギー及び放出率を使用する。また、発生する光子エネルギーを、ORIGEN2⁽¹¹⁾コードの光子ライブラリにおけるエネルギー群構造などに集約せず、対象とする放射性核種から発生する光子毎に実効線量を求め、合算することで単位濃度あたりの線源に対する実効線量の算出を行う。

(3) 実効線量の算出モデルとパラメータ

単位濃度あたりの線源に対する実効線量の計算は、点減衰核積分計算コードQAD-CGGP2R^{(12),(13)}を使用して行う。光子毎の実効線量は、線束密度に実効線量ビルドアップ係数と換算係数を乗じる以下の式により求められる。

$$E(r) = \frac{S}{4\pi r^2} \cdot \exp\{-\mu_0 \cdot r\} \cdot B \cdot CF \cdot DF \cdot CnvT \quad (1)$$

ここで、

$E(r)$: 線源からの距離 r (cm)における実効線量(μ Sv/h)
 S : 線源強度(1/s)

μ_0	: 線減衰係数(1/cm)
B	: 実効線量ビルドアップ係数(-)
CF	: 空気カーマへの換算係数 (Gy·cm ²)
DF	: 空気カーマから実効線量への換算係数 (μ Sv/Gy)
$CnvT$: 単位換算 (=3600 s/h)

線源強度は、体積線源の場合、線源形状を考慮して設定する。実効線量の計算は、発生する光子エネルギー毎に行い合算して算出するため、対象核種における複数の光子エネルギーに対する放出率を考慮する。核種毎の光子エネルギー及び放出率は前述の通りである。線源形状は 3.2 節で述べる。

実効線量ビルドアップ係数は、光子エネルギーと遮へい物質に依存する mfp (mean free path : 平均自由行程) 単位で表した遮へい厚さ (線源からの透過距離) に対するフィッティングパラメータを用い、GP (Geometric Progression) 近似式⁽¹⁴⁾によりコード内部で求める。実効線量ビルドアップ係数は、AP (前方照射) に対してであり、「クリアランスレベル評価のための外部被ばく線量換算係数の整備」⁽¹⁵⁾の中で整備されたフィッティングパラメータを使用する。遮へい物質は 3 章で述べる。

線減衰係数は、遮へい物質に対する光子エネルギーに依存したデータテーブルを用い、線源の光子エネルギーに対する値を内外挿補間によりコード内部で求める。内外挿補間に用いるデータテーブルは、ライブラリとして既に組み込まれている PHOTX⁽¹⁶⁾のデータを使用する。

空気カーマへの換算係数及び空気カーマから実効線量への換算係数は、それぞれの光子エネルギーに依存したデータテーブルを用い、線源の光子エネルギーに対する値を内外挿補間によりコード内部で求める。内外挿補間に用いるデータテーブルは、前述のように ICRP Publ.74⁽⁷⁾のデータを使用する。

(4) 崩壊連鎖の考慮

対象となる放射性廃棄物には、1 章でも述べたように数万年以上の極めて長い半減期を持つ、崩壊連鎖を伴う放射性核種を有意に含む TRU 核種が含まれている。崩壊連鎖により生成される子孫核種の中には、半減期の短いものもあるため、TRU 廃棄物及びウラン廃棄物を対象とした埋設処分に係る濃度上限値の評価においては、これら短半減期の子孫核種について、親核種と放射平衡であると仮定し、子孫核種の寄与を、親核種に対する外部被ばく線量換算係数に足し合わせるものとした。

3. 計算条件

埋設処分方式別の濃度上限値評価に係る各外部被ばく経路に対応した外部被ばく線量換算係数を算出するための計算条件を以下に示す。

3.1 対象核種と放射線束

外部被ばく線量換算係数算出の対象となる核種を表 3.1 に示す。これらの評価対象核種のうち、4n系列から 4n+3 系列に属する核種、非系列核種のSr-90、Mo-93、Ru-106、Ag-108m、Ag-110m、Sn-121m、Sn-126、Sb-125、Cs-137、Ce-144 については、崩壊連鎖によって生成及び累積する子孫核種の影響を考慮する。核種移行評価の対象とする子孫核種は、生物圏での核種移行等の影響を考慮し、半減期が 10 日 (2.7×10^{-2} 年) 以上の核種とする。半減期が 10 日に満たない核種については、その親核種と放射平衡状態にあると仮定し、評価時に線量換算係数を足しあわせることにより、親核種に含めて評価する。このため、表中の放射平衡を仮定した短寿命子孫核種についても、外部被ばく線量換算係数の計算対象となる。

外部被ばく線量換算係数の計算に使用する光子エネルギーは、2 章でも述べたように、最新のデータでICRP Publ.38⁽⁹⁾の改訂版の位置付けであるJAERI-Data/Code 2001-004⁽¹⁰⁾の γ 線及びX線のエネルギー及び放出率を個々の核種について使用する。

なお、表 3.1 には、 γ 線及びX線未放出のため、外部被ばく線量換算係数としては 0.0 (μ Sv/h per Bq/g-Soil) とした核種 (太字・斜体) も含まれている。

3.2 計算体系

濃度上限値評価のための計算体系は、原子炉廃棄物を対象とした 3 つの中間報告^{(1),(2),(3)}を踏襲し、設定を行った。

外部被ばく線量換算係数は、遮へい厚さの違いにより変動する。遮へい厚さは、掘削深さ及び客土厚の条件によって変動するので、これらを含め、パラメータの不確かさ解析を、低レベル放射性廃棄物処分の濃度上限値評価コード GSA-GCL2⁽¹⁷⁾を用いて行っている。GSA-GCL2 コードでは、ライブラリデータの遮へい厚さに対する外部被ばく線量換算係数のデータテーブルから、コード内部で Akima⁽¹⁸⁾の方法で補間した外部被ばく線量換算係数を利用して線量計算を行う。このため、データテーブル用の外部被ばく線量換算係数を算出するための計算体系 (パラメータ不確かさ解析のための体系) として、遮へい厚さを変化させた条件の設定を行った。

3.2.1 濃度上限値評価のための体系

(1) トレンチ処分

トレンチ処分においては、図 3.1 に示すように、建設作業者と居住者の外部被ばく経路を 2 つ設定する。第 2 次中間報告⁽²⁾及び第 3 次中間報告⁽³⁾と同様に、濃度上限値を評価する場合の、TRU 廃棄物及びウラン廃棄物のトレンチ処分は、処分場容量を 500m \times 500m \times 5m とし、地表から 1.8m 下の地中に、コンクリートピット等の人工構築物を設置せずに埋設すると想定した。

建設作業者の外部被ばく経路の場合、建設作業に伴う掘削 (3m) により、線源とする廃棄体が露呈した状態での被ばくとなり、図 3.4 (a) のように円柱体系を設定する。また、居住者の外部被ばく経路の場合、建設作業により掘削された廃棄体と覆土との混合土壌で埋め戻されるため、廃棄体と覆土との混合土壌を線源とし、住居を建設するために新たに盛られた客土 (30cm) の遮へいを考慮した被ばくとなり、図 3.4 (b) のように円柱体系を設定する。

円柱体系の半径 500m については、無限平板を模擬するため、十分に裕度を見込んだ半径とし

て、予備解析結果から設定した。予備解析は、 γ 線エネルギーの強いCo-60を代表核種とし、線源と評価点の間にコンクリートや土壌といった遮へいが無い状態で、半径の違いによる実効線量の比較を行った。図 3.6 (a) に示す結果から、実効線量は、 γ 線が距離の二乗の逆数で減衰することにより、半径 100mより大きい場合、変化が見られなくなる傾向にある。Co-60より弱いエネルギーの γ 線を放出する核種や遮へいによる減衰を考慮すれば、実効線量に寄与する半径は同等かさらに短くなることから、保守的に 500mとした。線源の厚さ 2mについても、予備解析結果から設定した。予備解析は、線源物質の自己吸収による遮へい効果を考慮した場合における、線源の厚さの違いによる実効線量の比較を行った。図 3.6 (b) に示す結果から、線源物質の自己吸収による遮へい効果により、厚さ 1.5mより厚くなる場合、実効線量に変化が見られなくなる傾向にある。このため、 γ 線エネルギーの強いCo-60を代表核種とした場合の設定を考慮すれば十分であり、線源の厚さを 2mとした。

「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」⁽¹⁹⁾を参照し、地表面から 1m地点を実効線量の評価点として設定した。

(2) ピット処分

ピット処分においては、図 3.2 に示すように、建設作業者と居住者の外部被ばく経路を 2つ設定する。中間報告⁽¹⁾及び第 2 次中間報告⁽²⁾と同様に、濃度上限値を評価する場合の、TRU廃棄物及びウラン廃棄物のピット処分については、処分場容量を 500m×500m×5mとし、地表から 3m下の地中に、コンクリートピット等の人工構築物を設置した廃棄物埋設施設に埋設すると想定した。

建設作業者の外部被ばく経路の場合、建設作業に伴う掘削 (3m) により、コンクリートピットの上面が露呈し、廃棄物を線源としてコンクリート厚さ 50cmの遮へいを考慮した被ばくとなり、図 3.5 (a) のように円柱体系を設定する。また、居住者の外部被ばく経路の場合、建設作業により掘削された覆土で埋め戻され、廃棄物を線源 (濃度上限値評価である決定論的解析の場合) とし、コンクリート厚さ 50cmと埋め戻された覆土 3mの遮へいを考慮した被ばくとなり、図 3.5 (b) のように円柱体系を設定する。

ピット処分における線源形状は、十分に裕度を見込んだ半径の円柱を設定して無限平板を模擬し、処分場サイズの影響を考慮しない設定とした。十分に裕度を見込んだ半径は、トレンチ処分と同様の考え方により、500m と設定した。

地表面から評価点までの距離も、トレンチ処分と同様の考え方により 1m と設定した。

(3) 余裕深度処分

余裕深度処分における外部被ばく経路は、地下水移行シナリオのみであり、図 3.3 に示すように河川岸における被ばくとなる。余裕深度処分における建設作業、居住者及び農耕作業の外部被ばく経路とも、灌漑水の浸透あるいは河川水との分配平衡により、河川岸全域が汚染され、汚染した土壌が露呈した状態での被ばくとなる。このため、余裕深度処分の建設作業、居住者及び農耕作業の外部被ばく経路の場合、図 3.4 (a) のように体系を設定する。これは、トレンチ処分の建設作業の外部被ばく経路と同様の設定となるため、余裕深度処分の建設作業、

居住者及び農耕作業者の外部被ばく経路に対する外部被ばく線量換算係数は、トレンチ処分の建設作業員の外部被ばく経路に対する外部被ばく線量換算係数を適用するものとした。

3.2.2 パラメータ不確かさ解析のための体系

(1) トレンチ処分

建設作業員の外部被ばく経路の場合、外部被ばく線量換算係数は、パラメータの不確かさが考えられる掘削深さの変動により、図 3.7 (a) に示す遮へいとなる覆土厚さが異なるため変化する。このため、覆土厚さとして 0cm、5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30cm、40cm、50cm、70cm、100cmを設定した。

居住者の外部被ばく経路の場合、外部被ばく線量換算係数は、パラメータの不確かさが考えられる客土厚の変動により変化する。図 3.7 (a) に示す遮へいとなる客土厚が変化するためであり、客土厚の設定は、建設作業員の外部被ばく経路の場合に対する覆土厚さの設定と重複することから、居住者の外部被ばく経路に対する外部被ばく線量換算係数として、建設作業員の外部被ばく経路に対する外部被ばく線量換算係数を適用する。

(2) ピット処分

建設作業員の外部被ばく経路の場合、外部被ばく線量換算係数は、パラメータの不確かさが考えられる掘削深さの変動により、図 3.8 (a) に示す遮へいとなるコンクリート厚さ及び覆土厚さが異なるため変化する。このため、掘削深さがコンクリートピットまで到達し、コンクリートが削られる場合に対応するため、遮へいとなるコンクリート厚さとして 0cm、2cm、5cm、10cm、15cm、20cm、30cm、40cm、50cmを設定した。また、掘削深さがコンクリートピットまで到達しない場合に対応するため、遮へいとなるコンクリート厚さ 50cmに加え、同じく遮へいとなる覆土厚さ 0cm、20cm、40cm、60cm、100cm、150cm、200cm、250cm、300cmを設定した。

居住者の外部被ばく経路の場合、外部被ばく線量換算係数は、パラメータの不確かさが考えられる掘削深さと客土厚の変動により、図 3.8 に示す遮へいとなる覆土厚さ又は客土厚が異なるため変化する。掘削深さが廃棄体まで到達し、覆土との混合が発生する場合に対応するための客土厚の設定は、トレンチ処分における建設作業員の外部被ばく経路の場合に対する覆土厚さの設定と重複することから、居住者の外部被ばく経路に対する外部被ばく線量換算係数として、トレンチ処分における建設作業員の外部被ばく経路に対する外部被ばく線量換算係数を適用する。また、掘削深さが廃棄体まで到達しない場合に対応するための設定は、建設作業員の外部被ばく経路に対する設定と重複するため、建設作業員の外部被ばく経路に対する外部被ばく線量換算係数を適用する。

3.3 物質組成と密度

外部被ばく線量換算係数の計算に必要な物質組成と密度を表 3.2 に示す。物質組成は、空気についてはJAERI-M-6928⁽²⁰⁾、コンクリート及び土壌についてはJAERI-M84-038⁽²¹⁾を参照して設定した。線源部材質は、廃棄物層及び廃棄物と覆土の混合層とも均一であると仮定し、コンクリート組成で密度 2.0g/cm³とし、覆土と客土は、土壌組成で密度 1.7g/cm³とした。

3.4 その他の計算条件

線源の濃度は単位濃度とし、3.2 節の線源形状を考慮して線源強度を設定する。実効線量ビルドアップ係数及び実効線量換算係数の代表物質は、被ばく評価点付近の物質である空気とした。

表 3.1 評価対象核種

核種	半減期 (year)	放射平衡を仮定した短寿命子孫核種	
4 N 系列	Cm-244	1.8E+01	-
	Pu-240	6.6E+03	-
	U-236	2.3E+07	-
	U-232	6.9E+01	-
	Th-232	1.4E+10	-
	Ra-228	5.8E+00	Ac-228, Fr-224
	Th-228	1.9E+00	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212, Tl-208
4 N + 1 系列	Cm-245	8.5E+03	-
	Pu-241	1.4E+01	U-237
	Am-241	4.3E+02	-
	Np-237	2.1E+06	-
	Pa-233	7.4E-02	-
	U-233	1.6E+05	-
	Th-229	7.3E+03	-
	Ra-225	4.1E-02	-
Ac-225	2.7E-02	Fr-221, At-217, Rn-217, Bi-213, Po-213, Tl-209, Pb-209	
4 N + 2 系列	Cm-246	4.7E+03	-
	Am-242m	1.4E+02	Am-242, Np-238
	Cm-242	1.6E+02	-
	Pu-242	3.7E+05	-
	Pu-238	8.8E+01	-
	U-238	4.5E+09	-
	Th-234	6.6E-02	Pa-234m, Pa-234
	U-234	2.5E+05	-
	Th-230	7.5E+04	-
	Ra-226	1.6E+03	Rn-222, Po-218, At-218, Rn-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Tl-210
Pb-210	2.2E+01	Bi-210, Hg-206, Tl-206	
Po-210	3.8E-01	-	
4 N + 3 系列	Cm-243	2.9E+01	-
	Am-243	7.4E+03	Np-239
	Pu-239	2.4E+04	-
	U-235	7.0E+08	Th-231
	Pa-231	3.3E+04	-
	Ac-227	2.2E+01	Fr-223, At-219
	Th-227	5.1E-02	-
Ra-223	3.1E-02	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Po-211, Tl-207	

核種	半減期 (year)	放射平衡を仮定した短寿命子孫核種	
非系列	H-3	1.2E+01	-
	Be-10	1.6E+06	-
	C-14	5.7E+03	-
	Cl-36	3.0E+05	-
	Ca-41	1.0E+05	-
	Mn-54	8.6E-01	-
	Fe-55	2.7E+00	-
	Fe-59	1.2E-01	-
	Co-58	1.9E-01	-
	Co-60	5.3E+00	-
	Ni-59	7.6E+04	-
	Ni-63	1.0E+02	-
	Se-79	3.0E+05	-
	Sr-90	2.9E+01	Y-90
	Y-90	7.3E-03	-
	Zr-93	1.5E+06	-
	Nb-93m	1.4E+01	-
	Nb-94	2.0E+04	-
	Mo-93	4.0E+03	Nb-93m
	Tc-99	2.1E+05	-
	Ru-106	1.0E+00	Rh-106
	Pd-107	6.5E+06	-
	Ag-108m	4.2E+02	Ag-108
	Ag-110m	6.8E-01	Ag-110
	Cd-113m	1.4E+01	-
	Sn-121m	5.5E+01	Sn-121
	Sn-126	1.0E+05	Sb-126m, Sb-126
Sb-125	2.8E+00	Te-125m	
Te-125m	1.6E-01	-	
I-129	1.6E+07	-	
Cs-134	2.1E+00	-	
Cs-135	2.3E+06	-	
Cs-137	3.0E+01	Ba-137m	
Ce-144	7.8E-01	Pr-144m, Pr-144	
Sm-151	9.0E+01	-	
Eu-152	1.4E+01	-	
Eu-154	8.6E+00	-	
Eu-155	4.8E+00	-	
Ho-166m	1.2E+03	-	
Hf-178m	3.1E+01	-	

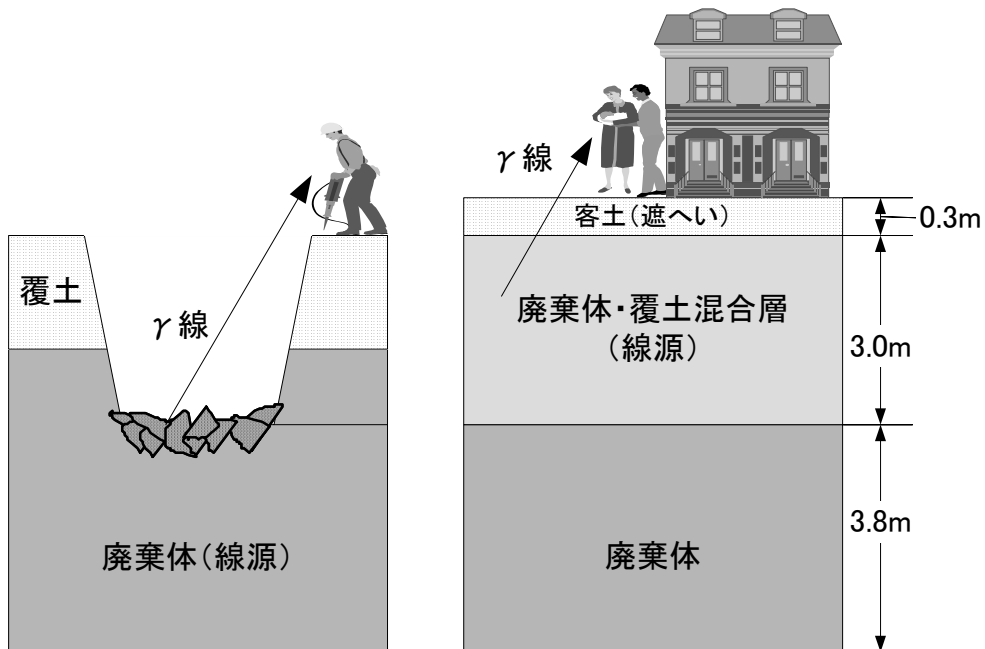
(注1) 半減期は、“Table of Isotopes Eighth Edition”⁽²²⁾、ただし、Se-79については“Nuclear Data Sheets 96, 1”,(2002)である。

(注2) 斜体・太字の核種は、γ線及びX線未放出のため、外部被ばく線量換算係数を0.0 μSv/h per Bq/gとした。

表 3.2 物質組成

元素	原子番号	割合 (重量%)		
		空気	コンクリート	土壌
H	1	1.00E-03	0.482	0.96
C	6	0.012255	0.268	-
N	7	75.47	-	-
O	8	24.517	49.561	54.37
Na	11	-	1.104	-
Mg	12	-	0.947	-
Al	13	-	5.613	12.86
Si	14	-	29.856	31.81
S	16	-	0.161	-
K	19	-	0.799	-
Ca	20	-	8.249	-
Ti	22	-	0.169	-
Mn	25	-	0.247	-
Fe	26	-	2.544	-
密度 (g/cm ³)		1.20E-03	2.0	1.7

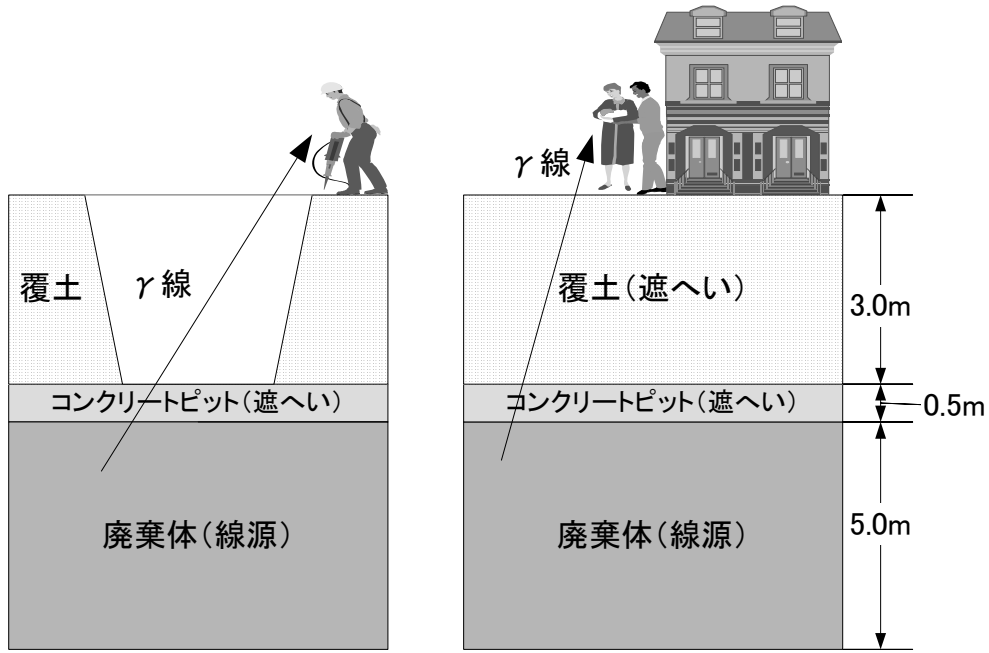
(注) 空気はJAERI-M-6928、コンクリートと土壌はJAERI-M84-038を参照



(a) 建設作業者

(b) 居住者

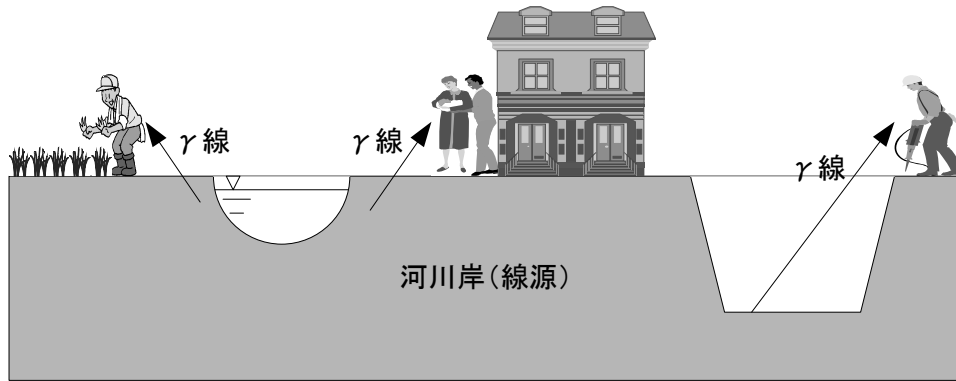
図 3.1 トレンチ処分による埋設方法での外部被ばく経路概念図



(a) 建設作業者

(b) 居住者

図 3.2 ピット処分による埋設方法での外部被ばく経路概念図

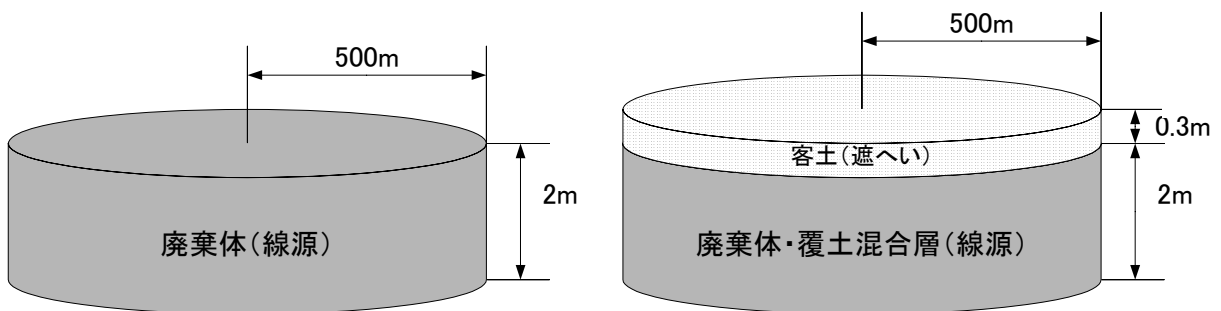


(a) 農耕作業者

(b) 居住者

(c) 建設作業者

図 3.3 余裕深度処分による埋設方法での外部被ばく経路概念図



(a) 建設作業者

(b) 居住者

図 3.4 トレンチ処分における線源と遮へい

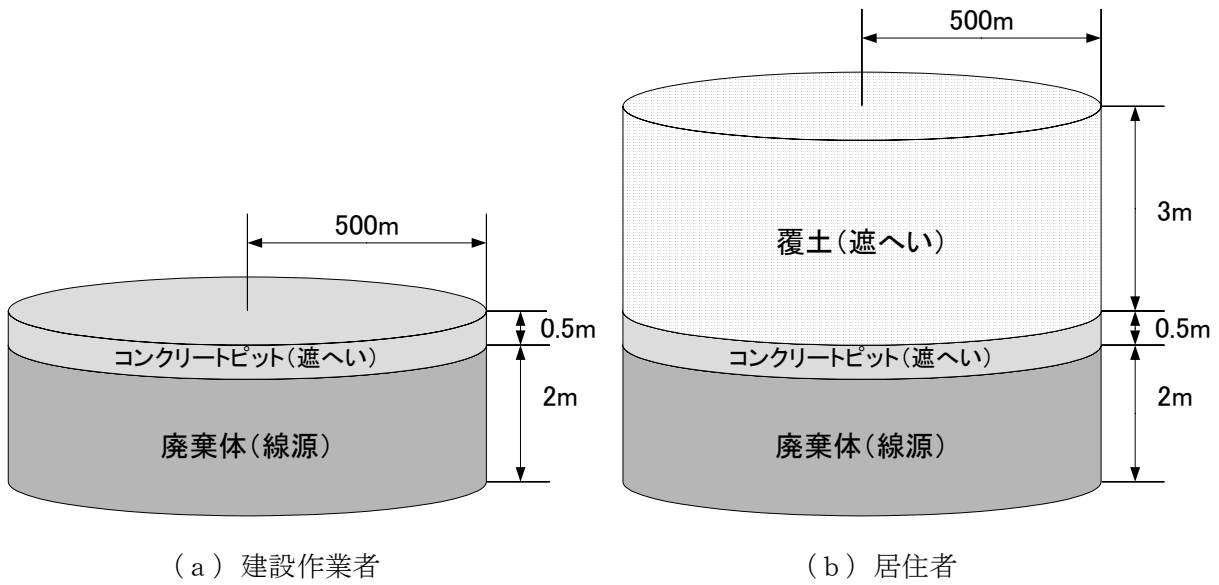


図 3.5 ピット処分における線源と遮へい

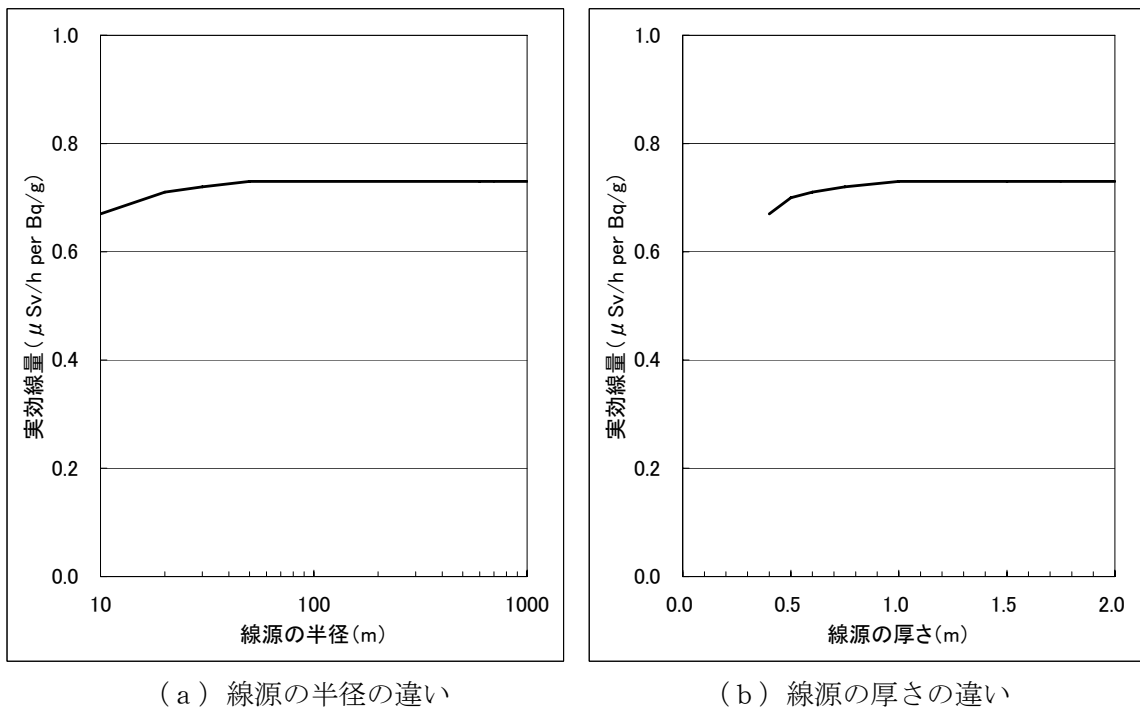


図 3.6 予備計算による Co-60 の実効線量 (遮へいなし)

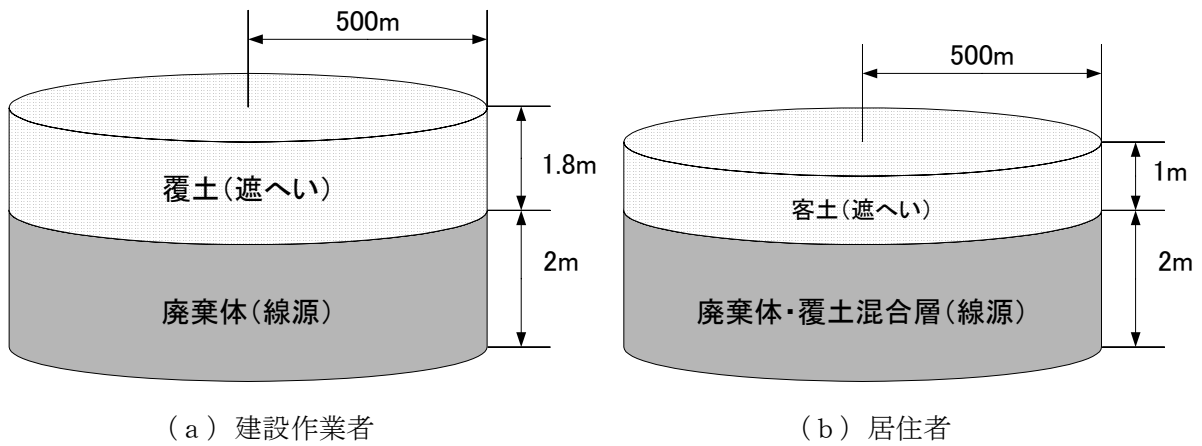


図 3.7 トレンチ処分における遮へいの設定

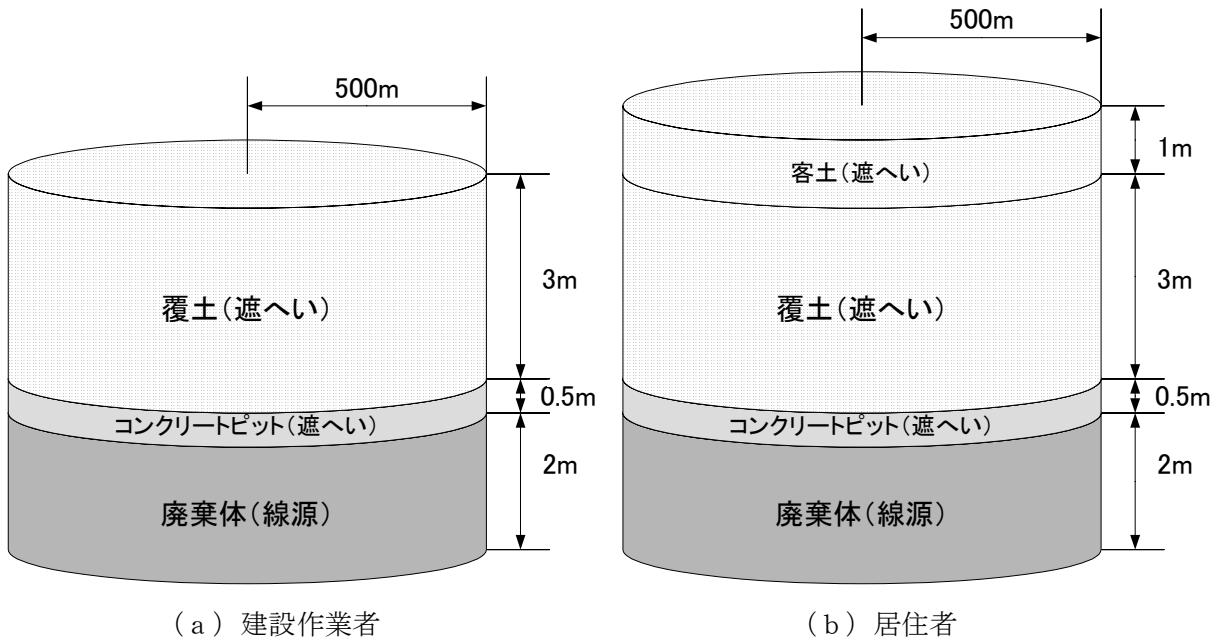


図 3.8 ピット処分における遮へいの設定

4. 外部被ばく線量換算係数の算出結果

計算条件に基づき計算した結果について、放射平衡を考慮した子孫核種も含めた対象核種の外部被ばく線量換算係数を Appendix に示す。これを基に、子孫核種の寄与を足し合わせ、評価に用いる外部被ばく線量換算係数として整備した。

4.1 濃度上限値評価のための外部被ばく線量換算係数

トレンチ処分、ピット処分及び余裕深度処分の各外部被ばく経路に対する濃度上限値評価のた

めの外部被ばく線量換算係数を表 4.1 と表 4.2 に示す。なお、余裕深度処分における外部被ばく線量換算係数は、灌漑水の浸透による収着あるいは河川水との分配平衡により、河川岸全域が汚染され、汚染した土壌が露呈した状態となるため、同じく露呈した条件であるトレンチ処分における建設作業員の外部被ばく経路に対する外部被ばく線量換算係数を適用する。

なお、これらの外部被ばく線量換算係数を用いて算出した濃度上限値は、原子炉廃棄物だけでなく、TRU 廃棄物をも含めた、3 種類の埋設処分方式に対する濃度上限値として、原子力安全委員会の報告書「低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について」⁽²³⁾に反映されている。

4.2 パラメータ不確かさ解析のための外部被ばく線量換算係数

低レベル放射性廃棄物処分の濃度上限値評価コードGSA-GCL2 では、掘削深さや客土厚により線源と評価点間の遮へい厚さが変化する場合の外部被ばく線量を計算する場合、3.2 節でも述べたように、ライブラリデータの遮へい厚さに対する外部被ばく線量換算係数のデータを、コード内部でAkimaの方法で補間して計算を行う。ここでは、データテーブル用の複数の遮へい厚さに対する外部被ばく線量換算係数を示す。

表 4.3 には、コンクリート厚さ (0cm、2cm、5cm、10cm、15cm、20cm、30cm、40cm、50cm) に対する外部被ばく線量換算係数を示す。0cmの場合には、コンクリートピットが掘削され廃棄物が露呈した状態での被ばくである。50cmの場合には、コンクリートピット上面が露呈した状態であるため、ピット処分の建設作業員に対する外部被ばく線量換算係数 (表 4.1 及び表 4.2 参照) と同じである。

表 4.4 には、コンクリート厚さ 50cm 上の覆土厚さ (0cm、20cm、40cm、60cm、100cm、150cm、200cm、250cm、300cm) に対する外部被ばく線量換算係数を示す。0cmの場合には、コンクリートピット上面が露呈した状態であり、表 4.3 の 50cmの外部被ばく線量換算係数と同じである。300cmの場合には、ピット処分の居住者に対する外部被ばく線量換算係数 (表 4.1 及び表 4.2 参照) と同じである。

表 4.5 には、コンクリートピットを考慮せず(コンクリート厚さ 0cm)、廃棄体上の覆土厚さ(0cm、5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30cm、40cm、50cm、70cm、100cm) に対する外部被ばく線量換算係数を示す。0cmの場合には、廃棄体が露呈した状態での被ばくであるため、トレンチ処分の建設作業員に対する外部被ばく線量換算係数 (表 4.1 及び表 4.2 参照) と同じである。30cmの場合には、遮へい体として 30cmを考慮した状態での被ばくであるため、トレンチ処分の居住者に対する外部被ばく線量換算係数 (表 4.1 及び表 4.2 参照) と同じである。

トレンチ処分のパラメータ不確かさ解析の場合、表 4.5 の外部被ばく線量換算係数を用いることで、遮へい体厚さの変動に対応した外部被ばく線量の計算を行うことができる。ピット処分のパラメータ不確かさ解析の場合は、掘削深さがコンクリートピットに到達する時は表 4.3 の外部被ばく線量換算係数を用い、到達しない時は表 4.4 の外部被ばく線量換算係数を用いることによって、遮へい体である覆土とコンクリート厚さの変動に対応した外部被ばく線量の計算を行うことができる。

表 4.1 濃度上限値評価のための外部被ばく線量換算係数 (1 / 2)

核種		外部被ばく線量換算係数 ($\mu\text{Sv/h per Bq/g-soil}$)				
		トレンチ処分		ピット処分		余裕深度処分
		建設作業*1	居住者*2	建設作業*3	居住者*4	建設作業者 農耕作業者 居住者*5
4N系列	Cm-244	9.9E-06	1.7E-07	8.3E-09	0.0E+00	9.9E-06
	Pu-240	7.1E-06	9.5E-09	3.3E-10	0.0E+00	7.1E-06
	U-236	1.3E-05	1.1E-08	7.4E-12	0.0E+00	1.3E-05
	U-232	6.3E-05	1.5E-07	8.0E-10	0.0E+00	6.3E-05
	Th-232	3.8E-05	4.1E-08	4.6E-11	0.0E+00	3.8E-05
	Ra-228	2.7E-01	9.5E-03	5.7E-04	3.0E-15	2.7E-01
	Th-228	4.5E-01	2.8E-02	3.5E-03	8.2E-12	4.5E-01
4N+1系列	Cm-245	2.5E-02	5.0E-05	8.4E-08	0.0E+00	2.5E-02
	Pu-241	1.4E-06	4.1E-09	1.9E-11	0.0E+00	1.4E-06
	Am-241	3.5E-03	7.8E-08	7.8E-15	0.0E+00	3.5E-03
	Np-237	5.8E-03	7.9E-06	1.8E-08	0.0E+00	5.8E-03
	Pa-233	6.1E-02	5.6E-04	6.2E-06	0.0E+00	6.1E-02
	U-233	8.5E-05	4.5E-07	3.8E-09	0.0E+00	8.5E-05
	Th-229	2.4E-02	5.4E-05	1.8E-07	0.0E+00	2.4E-02
	Ra-225	7.3E-04	8.9E-13	0.0E+00	0.0E+00	7.3E-04
Ac-225	6.8E-02	1.3E-03	6.5E-05	3.8E-16	6.8E-02	
4N+2系列	Cm-246	1.1E-03	3.8E-05	1.9E-06	0.0E+00	1.1E-03
	Am-242m	4.6E-03	3.2E-05	1.5E-06	2.5E-20	4.6E-03
	Cm-242	7.1E-06	1.1E-08	3.7E-10	0.0E+00	7.1E-06
	Pu-242	3.2E-05	8.6E-07	4.2E-08	0.0E+00	3.2E-05
	Pu-238	6.6E-06	2.5E-09	1.2E-11	0.0E+00	6.6E-06
	U-238	2.7E-04	9.1E-06	4.5E-07	0.0E+00	2.7E-04
	Th-234	7.2E-03	1.8E-04	1.1E-05	1.3E-16	7.2E-03
	U-234	2.7E-05	3.2E-08	3.0E-11	0.0E+00	2.7E-05
	Th-230	9.0E-05	1.7E-07	8.0E-10	0.0E+00	9.0E-05
	Ra-226	5.0E-01	2.2E-02	1.8E-03	3.6E-13	5.0E-01
	Pb-210	1.8E-04	3.6E-11	2.1E-14	0.0E+00	1.8E-04
Po-210	2.5E-06	7.4E-08	3.0E-09	0.0E+00	2.5E-06	
4N+3系列	Cm-243	3.8E-02	2.1E-04	1.5E-06	0.0E+00	3.8E-02
	Am-243	6.2E-02	2.7E-04	2.0E-06	0.0E+00	6.2E-02
	Pu-239	1.5E-05	1.0E-07	1.4E-09	0.0E+00	1.5E-05
	U-235	5.1E-02	2.3E-04	8.9E-07	0.0E+00	5.1E-02
	Pa-231	1.1E-02	1.1E-04	1.1E-06	0.0E+00	1.1E-02
	Ac-227	2.1E-04	1.4E-06	3.6E-08	0.0E+00	2.1E-04
	Th-227	3.1E-02	2.4E-04	2.1E-06	0.0E+00	3.1E-02
	Ra-223	8.7E-02	1.0E-03	2.2E-05	1.2E-19	8.7E-02

* $1.0 \times 10^{-20} \mu\text{Sv/h per Bq/g}$ 以下は 0.0 とした

*1 トレンチ処分の建設作業員に対しては覆土厚さ 0cm (遮へいなし) とした

*2 トレンチ処分の居住員に対しては遮へいである客土厚を 30cm とした

*3 ピット処分の建設作業員に対しては遮へいであるコンクリート厚さを 50cm とした

*4 ピット処分の居住員に対しては遮へいであるコンクリート厚さを 50cm と覆土を 3m とした

*5 余裕深度処分の各対象員に対しては、トレンチ処分の建設作業員に対する外部被ばく線量換算係数を適用した

表 4.2 濃度上限値評価のための外部被ばく線量換算係数 (2 / 2)

核種		外部被ばく線量換算係数 ($\mu\text{Sv/h per Bq/g-soil}$)				
		トレンチ処分		ピット処分		余裕深度処分
		建設作業*1	居住者*2	建設作業*3	居住者*4	建設作業者 農耕作業者 居住者*5
非系列	H-3	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Be-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	C-14	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Cl-36	4.6E-05	8.5E-07	1.9E-08	0.0E+00	4.6E-05
	Ca-41	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Mn-54	2.5E-01	7.5E-03	3.3E-04	3.1E-19	2.5E-01
	Fe-55	5.0E-11	1.2E-13	1.4E-16	0.0E+00	5.0E-11
	Fe-59	3.5E-01	1.5E-02	1.0E-03	3.8E-16	3.5E-01
	Co-58	2.9E-01	8.1E-03	3.3E-04	2.6E-16	2.9E-01
	Co-60	7.3E-01	3.4E-02	2.4E-03	1.5E-15	7.3E-01
	Ni-59	4.9E-06	9.0E-08	2.0E-09	0.0E+00	4.9E-06
	Ni-63	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Se-79	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Sr-90	2.2E-09	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.2E-09
	Y-90	2.2E-09	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.2E-09
	Zr-93	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Nb-93m	3.3E-06	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.3E-06
	Nb-94	4.7E-01	1.4E-02	5.6E-04	7.0E-19	4.7E-01
	Mo-93	2.2E-05	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.2E-05
	Tc-99	1.5E-07	1.1E-10	1.4E-14	0.0E+00	1.5E-07
	Ru-106	6.1E-02	1.4E-03	5.3E-05	3.2E-15	6.1E-02
	Pd-107	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Ag-108m	4.9E-01	1.1E-02	3.3E-04	3.2E-20	4.9E-01
	Ag-110m	8.1E-01	2.7E-02	1.5E-03	2.4E-15	8.1E-01
	Cd-113m	2.0E-05	1.7E-07	1.4E-09	0.0E+00	2.0E-05
	Sn-121m	1.0E-04	1.4E-15	0.0E+00	0.0E+00	1.0E-04
	Sn-126	6.0E-01	1.4E-02	4.4E-04	2.9E-17	6.0E-01
	Sb-125	1.3E-01	2.4E-03	5.9E-05	0.0E+00	1.3E-01
	Te-125m	8.0E-04	1.3E-07	7.7E-11	0.0E+00	8.0E-04
	I-129	7.2E-04	1.4E-13	0.0E+00	0.0E+00	7.2E-04
	Cs-134	4.7E-01	1.2E-02	4.7E-04	6.4E-17	4.7E-01
	Cs-137	1.7E-01	4.1E-03	1.3E-04	0.0E+00	1.7E-01
	Ce-144	1.4E-02	5.3E-04	5.3E-05	1.8E-14	1.4E-02
Sm-151	3.8E-08	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.8E-08	
Eu-152	3.3E-01	1.2E-02	7.6E-04	7.9E-16	3.3E-01	
Eu-154	3.6E-01	1.3E-02	8.2E-04	9.7E-16	3.6E-01	
Eu-155	1.4E-02	1.2E-05	4.4E-09	0.0E+00	1.4E-02	
Ho-166m	5.2E-01	1.3E-02	4.8E-04	4.9E-17	5.2E-01	
Hf-178m	6.9E-01	9.7E-03	1.9E-04	0.0E+00	6.9E-01	

* $1.0 \times 10^{-20} \mu\text{Sv/h per Bq/g}$ 以下は 0.0 とした

*1 トレンチ処分の建設作業者に対しては覆土厚さ 0cm (遮へいなし) とした

*2 トレンチ処分の居住者に対しては遮へいである客土厚を 30cm とした

*3 ピット処分の建設作業者に対しては遮へいであるコンクリート厚さを 50cm とした

*4 ピット処分の居住者に対しては遮へいであるコンクリート厚さを 50cm と覆土を 3m とした

*5 余裕深度処分の各対象者に対しては、トレンチ処分の建設作業者に対する外部被ばく線量換算係数を適用した

表 4.3 コンクリート厚さに対する外部被ばく線量換算係数 (1/2)

核種		コンクリート厚さ (cm) ごとの外部被ばく線量換算係数 ($\mu\text{Sv/h per Bq/g-soil}$)								
		0	2	5	10	15	20	30	40	50
4N系列	Cm-244	9.9E-06	3.6E-06	2.3E-06	1.2E-06	6.4E-07	3.4E-07	9.9E-08	2.9E-08	8.3E-09
	Pu-240	7.1E-06	1.6E-06	6.3E-07	1.8E-07	6.0E-08	2.2E-08	4.4E-09	1.2E-09	3.3E-10
	U-236	1.3E-05	4.8E-06	1.9E-06	5.1E-07	1.4E-07	3.5E-08	2.2E-09	1.3E-10	7.4E-12
	U-232	6.3E-05	3.1E-05	1.4E-05	4.1E-06	1.3E-06	4.4E-07	5.0E-08	6.1E-09	8.0E-10
	Th-232	3.8E-05	1.7E-05	6.6E-06	1.7E-06	4.7E-07	1.3E-07	9.8E-09	6.9E-10	4.6E-11
	Ra-228	2.7E-01	1.9E-01	1.2E-01	6.4E-02	3.4E-02	1.9E-02	5.7E-03	1.8E-03	5.7E-04
	Th-228	4.5E-01	3.2E-01	2.2E-01	1.2E-01	7.4E-02	4.6E-02	1.9E-02	7.9E-03	3.5E-03
4N+1系列	Cm-245	2.5E-02	1.5E-02	6.9E-03	2.0E-03	5.6E-04	1.6E-04	1.3E-05	1.0E-06	8.4E-08
	Pu-241	1.4E-06	7.8E-07	3.7E-07	1.2E-07	3.7E-08	1.2E-08	1.4E-09	1.6E-10	1.9E-11
	Am-241	3.5E-03	1.1E-03	2.4E-04	1.8E-05	1.3E-06	9.0E-08	4.1E-10	1.8E-12	7.8E-15
	Np-237	5.8E-03	3.1E-03	1.3E-03	3.4E-04	8.8E-05	2.4E-05	2.0E-06	1.8E-07	1.8E-08
	Pa-233	6.1E-02	3.9E-02	2.2E-02	8.9E-03	3.6E-03	1.5E-03	2.5E-04	4.0E-05	6.2E-06
	U-233	8.5E-05	4.9E-05	2.6E-05	9.1E-06	3.4E-06	1.3E-06	1.8E-07	2.7E-08	3.8E-09
	Th-229	2.4E-02	1.3E-02	6.1E-03	1.8E-03	5.3E-04	1.6E-04	1.7E-05	1.7E-06	1.8E-07
	Ra-225	7.3E-04	5.1E-05	1.4E-06	3.7E-09	1.0E-11	2.7E-14	1.8E-19	0.0E+00	0.0E+00
Ac-225	6.8E-02	4.5E-02	2.7E-02	1.2E-02	5.9E-03	2.9E-03	7.4E-04	2.1E-04	6.5E-05	
4N+2系列	Cm-246	1.1E-03	7.8E-04	5.1E-04	2.6E-04	1.4E-04	7.6E-05	2.2E-05	6.4E-06	1.9E-06
	Am-242m	4.6E-03	2.7E-03	1.3E-03	4.3E-04	1.6E-04	7.0E-05	1.7E-05	4.9E-06	1.5E-06
	Cm-242	7.1E-06	1.2E-06	5.2E-07	1.8E-07	6.6E-08	2.7E-08	5.4E-09	1.4E-09	3.7E-10
	Pu-242	3.2E-05	1.9E-05	1.2E-05	6.1E-06	3.2E-06	1.7E-06	5.0E-07	1.5E-07	4.2E-08
	Pu-238	6.6E-06	1.3E-06	5.2E-07	1.3E-07	3.1E-08	7.6E-09	4.9E-10	5.4E-11	1.2E-11
	U-238	2.7E-04	1.9E-04	1.2E-04	6.3E-05	3.4E-05	1.8E-05	5.3E-06	1.5E-06	4.5E-07
	Th-234	7.2E-03	4.6E-03	2.7E-03	1.3E-03	6.7E-04	3.6E-04	1.1E-04	3.4E-05	1.1E-05
	U-234	2.7E-05	1.2E-05	4.9E-06	1.3E-06	3.7E-07	1.0E-07	7.2E-09	4.7E-10	3.0E-11
	Th-230	9.0E-05	4.4E-05	1.8E-05	4.9E-06	1.6E-06	5.2E-07	6.0E-08	6.9E-09	8.0E-10
	Ra-226	5.0E-01	3.5E-01	2.3E-01	1.2E-01	7.0E-02	4.0E-02	1.4E-02	4.9E-03	1.8E-03
	Pb-210	1.8E-04	2.8E-05	2.3E-06	3.4E-08	5.1E-10	8.4E-12	3.0E-13	8.0E-14	2.1E-14
Po-210	2.5E-06	1.8E-06	1.1E-06	5.7E-07	2.9E-07	1.5E-07	4.2E-08	1.1E-08	3.0E-09	
4N+3系列	Cm-243	3.8E-02	2.4E-02	1.2E-02	4.5E-03	1.6E-03	6.0E-04	8.3E-05	1.1E-05	1.5E-06
	Am-243	6.2E-02	3.6E-02	1.8E-02	5.9E-03	2.1E-03	7.6E-04	1.0E-04	1.5E-05	2.0E-06
	Pu-239	1.5E-05	7.8E-06	4.2E-06	1.6E-06	6.4E-07	2.6E-07	4.6E-08	8.1E-09	1.4E-09
	Np-235	2.0E+02	1.0E+02	4.5E+01	1.1E+01	2.8E+00	6.7E-01	3.6E-02	1.8E-03	9.1E-05
	U-235	5.1E-02	3.1E-02	1.6E-02	5.8E-03	2.0E-03	6.9E-04	7.9E-05	8.5E-06	8.9E-07
	Pa-231	1.1E-02	7.1E-03	4.1E-03	1.7E-03	7.1E-04	2.9E-04	4.7E-05	7.4E-06	1.1E-06
	Ac-227	2.1E-04	1.1E-04	5.7E-05	2.1E-05	8.3E-06	3.5E-06	6.9E-07	1.5E-07	3.6E-08
	Th-227	3.1E-02	1.9E-02	1.1E-02	4.3E-03	1.7E-03	6.8E-04	1.0E-04	1.5E-05	2.1E-06
Ra-223	8.7E-02	5.5E-02	3.1E-02	1.3E-02	5.6E-03	2.5E-03	4.9E-04	1.0E-04	2.2E-05	

* $1.0 \times 10^{-20} \mu\text{Sv/h per Bq/g}$ 以下は 0.0 とした

表 4.3 コンクリート厚さに対する外部被ばく線量換算係数 (2 / 2)

核種	コンクリート厚さ (cm) ごとの外部被ばく線量換算係数 ($\mu\text{Sv/h per Bq/g-soil}$)									
	0	2	5	10	15	20	30	40	50	
非系列	H-3	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Be-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	C-14	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Cl-36	4.6E-05	3.1E-05	1.9E-05	8.9E-06	4.2E-06	2.0E-06	4.3E-07	9.3E-08	1.9E-08
	Ca-41	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Mn-54	2.5E-01	1.7E-01	1.1E-01	5.6E-02	2.9E-02	1.6E-02	4.3E-03	1.2E-03	3.3E-04
	Fe-55	5.0E-11	3.0E-11	1.5E-11	4.4E-12	1.3E-12	3.7E-13	2.9E-14	2.0E-15	1.4E-16
	Fe-59	3.5E-01	2.5E-01	1.6E-01	8.9E-02	5.0E-02	2.8E-02	9.3E-03	3.1E-03	1.0E-03
	Co-58	2.9E-01	2.0E-01	1.3E-01	6.4E-02	3.3E-02	1.7E-02	4.6E-03	1.2E-03	3.3E-04
	Co-60	7.3E-01	5.2E-01	3.5E-01	1.9E-01	1.1E-01	6.3E-02	2.1E-02	7.1E-03	2.4E-03
	Ni-59	4.9E-06	3.3E-06	2.0E-06	9.4E-07	4.5E-07	2.1E-07	4.6E-08	9.8E-09	2.0E-09
	Ni-63	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Zn-65	1.7E+05	1.2E+05	7.9E+04	4.2E+04	2.3E+04	1.3E+04	4.2E+03	1.3E+03	4.2E+02
	Se-79	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Sr-90	2.2E-09	4.0E-20	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Y-90	2.2E-09	4.0E-20	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Zr-93	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Zr-95	2.2E-01	1.5E-01	9.7E-02	4.8E-02	2.5E-02	1.3E-02	3.3E-03	8.7E-04	2.2E-04
	Nb-93m	3.3E-06	1.4E-15	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Nb-94	4.7E-01	3.2E-01	2.1E-01	1.0E-01	5.4E-02	2.8E-02	7.7E-03	2.1E-03	5.6E-04
	Nb-95	2.3E-01	1.6E-01	1.0E-01	5.0E-02	2.6E-02	1.3E-02	3.6E-03	9.5E-04	2.5E-04
	Mo-93	2.2E-05	9.4E-15	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Tc-99	1.5E-07	8.0E-08	3.2E-08	7.0E-09	1.5E-09	3.0E-10	1.2E-11	4.2E-13	1.4E-14
	Ru-106	6.1E-02	4.1E-02	2.6E-02	1.3E-02	6.2E-03	3.1E-03	7.7E-04	2.0E-04	5.3E-05
	Pd-107	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Ag-108m	4.9E-01	3.3E-01	2.1E-01	9.9E-02	4.9E-02	2.4E-02	5.8E-03	1.4E-03	3.3E-04
	Ag-110m	8.1E+05	4.5E+05	2.0E+05	6.8E+04	1.9E+04	5.4E+03	8.7E+02	7.8E+01	7.3E+00
	Cd-113m	2.0E+01	1.3E+01	7.3E+00	2.9E+00	1.2E+00	4.6E-01	7.0E-02	9.9E-03	1.4E-03
	Sn-121m	1.0E-04	1.5E-06	1.9E-08	1.5E-11	1.3E-14	1.1E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Sn-126	1.2E-02	5.8E-03	2.2E-03	4.6E-04	9.2E-05	1.8E-05	6.4E-07	2.1E-08	6.8E-10
	Sn-126	6.0E-01	4.1E-01	2.5E-01	1.2E-01	6.0E-02	3.0E-02	7.3E-03	1.8E-03	4.4E-04
	Sb-125	1.3E-01	8.5E-02	5.2E-02	2.4E-02	1.2E-02	5.5E-03	1.2E-03	2.7E-04	5.9E-05
	Te-125m	8.0E-04	5.4E-05	2.3E-05	6.3E-06	1.7E-06	4.2E-07	2.6E-08	1.4E-09	7.7E-11
	I-129	7.2E-04	1.6E-05	3.1E-07	6.8E-10	1.6E-12	3.5E-15	1.8E-20	0.0E+00	0.0E+00
	Cs-134	4.7E-01	3.2E-01	2.0E-01	1.0E-01	5.1E-02	2.6E-02	6.8E-03	1.8E-03	4.7E-04
	Cs-135	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Cs-137	1.7E-01	1.2E-01	7.3E-02	3.6E-02	1.8E-02	8.9E-03	2.2E-03	5.4E-04	1.3E-04
	Ce-144	1.4E-02	9.6E-03	6.0E-03	3.0E-03	1.6E-03	9.4E-04	3.4E-04	1.3E-04	5.3E-05
	Sm-151	3.8E-08	3.8E-14	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Eu-152	3.3E-01	2.3E-01	1.5E-01	7.8E-02	4.2E-02	2.3E-02	7.2E-03	2.3E-03	7.6E-04
Eu-154	3.6E-01	2.5E-01	1.6E-01	8.5E-02	4.6E-02	2.6E-02	8.0E-03	2.6E-03	8.2E-04	
Eu-155	1.4E-02	7.2E-03	3.0E-03	7.1E-04	1.7E-04	3.8E-05	1.9E-06	9.2E-08	4.4E-09	
Ho-166m	5.2E-01	3.5E-01	2.2E-01	1.1E-01	5.3E-02	2.7E-02	6.9E-03	1.8E-03	4.8E-04	
Hf-178m	6.9E+05	4.5E+05	2.7E+05	1.2E+05	5.3E+04	2.4E+04	4.8E+03	9.6E+02	1.9E+02	

* $1.0 \times 10^{-20} \mu\text{Sv/h per Bq/g}$ 以下は 0.0 とした

表 4.4 覆土厚さ（コンクリート厚 50cm）に対する外部被ばく線量換算係数（1/2）

核種		覆土・客土厚さ(cm) ごとの外部被ばく線量換算係数 ($\mu\text{Sv/h per Bq/g-soil}$)								
		0	20	40	60	100	150	200	250	300
4N系列	Cm-244	8.3E-09	9.7E-10	1.1E-10	1.3E-11	1.6E-13	6.5E-16	2.7E-18	1.1E-20	0.0E+00
	Pu-240	3.3E-10	3.9E-11	4.5E-12	5.1E-13	6.4E-15	2.7E-17	1.1E-19	0.0E+00	0.0E+00
	U-236	7.4E-12	6.5E-14	5.6E-16	4.6E-18	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	U-232	8.0E-10	2.8E-11	9.6E-13	3.3E-14	4.0E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Th-232	4.6E-11	5.0E-13	5.3E-15	5.5E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Ra-228	5.7E-04	8.5E-05	1.3E-05	2.2E-06	6.4E-08	8.8E-10	1.3E-11	2.0E-13	3.0E-15
	Th-228	3.5E-03	9.0E-04	2.3E-04	6.2E-05	4.4E-06	1.6E-07	6.0E-09	2.2E-10	8.2E-12
4N+1系列	Cm-245	8.4E-08	1.3E-09	2.1E-11	3.4E-13	8.7E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Pu-241	1.9E-11	5.5E-13	1.6E-14	5.0E-16	5.7E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Am-241	7.8E-15	4.7E-18	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Np-237	1.8E-08	3.7E-10	7.8E-12	1.6E-13	7.3E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Pa-233	6.2E-06	2.5E-07	9.7E-09	3.7E-10	5.5E-13	1.7E-16	5.2E-20	0.0E+00	0.0E+00
	U-233	3.8E-09	1.4E-10	4.8E-12	1.7E-13	2.0E-16	4.3E-20	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Th-229	1.8E-07	3.9E-09	8.0E-11	1.6E-12	6.4E-16	3.1E-20	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Ra-225	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ac-225	6.5E-05	1.0E-05	1.8E-06	3.2E-07	1.0E-08	1.4E-10	2.0E-12	2.7E-14	3.8E-16	
4N+2系列	Cm-246	1.9E-06	2.2E-07	2.5E-08	2.9E-09	3.6E-11	1.5E-13	6.2E-16	2.5E-18	0.0E+00
	Am-242m	1.5E-06	1.9E-07	2.3E-08	2.9E-09	4.2E-11	2.1E-13	1.1E-15	5.3E-18	2.5E-20
	Cm-242	3.7E-10	4.3E-11	4.9E-12	5.5E-13	6.8E-15	2.7E-17	1.1E-19	0.0E+00	0.0E+00
	Pu-242	4.2E-08	5.0E-09	5.8E-10	6.6E-11	8.4E-13	3.5E-15	1.5E-17	5.9E-20	0.0E+00
	Pu-238	1.2E-11	1.3E-12	1.4E-13	1.6E-14	2.0E-16	8.2E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	U-238	4.5E-07	5.3E-08	6.2E-09	7.1E-10	9.0E-12	3.8E-14	1.6E-16	6.4E-19	0.0E+00
	Th-234	1.1E-05	1.6E-06	2.4E-07	4.0E-08	1.3E-09	2.1E-11	3.7E-13	6.9E-15	1.3E-16
	U-234	3.0E-11	3.0E-13	3.0E-15	2.8E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Th-230	8.0E-10	2.1E-11	5.4E-13	1.4E-14	9.5E-18	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Ra-226	1.8E-03	3.6E-04	7.3E-05	1.5E-05	7.2E-07	1.7E-08	4.5E-10	1.2E-11	3.6E-13
	Pb-210	2.1E-14	2.2E-15	2.2E-16	2.2E-17	2.1E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Po-210	3.0E-09	3.1E-10	3.2E-11	3.1E-12	3.0E-14	8.5E-17	2.4E-19	0.0E+00	0.0E+00	
4N+3系列	Cm-243	1.5E-06	4.7E-08	1.4E-09	4.1E-11	3.4E-14	4.3E-18	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Am-243	2.0E-06	6.7E-08	2.2E-09	6.8E-11	7.0E-14	1.2E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Pu-239	1.4E-09	6.8E-11	3.2E-12	1.5E-13	3.1E-16	1.3E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Np-235	9.1E-05	7.1E-07	5.5E-09	4.2E-11	2.1E-15	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	U-235	8.9E-07	1.8E-08	3.6E-10	7.4E-12	4.2E-15	9.1E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Pa-231	1.1E-06	4.2E-08	1.5E-09	5.3E-11	6.4E-14	1.4E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Ac-227	3.6E-08	3.4E-09	3.4E-10	3.3E-11	3.1E-13	9.2E-16	2.7E-18	0.0E+00	0.0E+00
	Th-227	2.1E-06	7.3E-08	2.4E-09	8.0E-11	8.8E-14	1.7E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ra-223	2.2E-05	1.8E-06	1.7E-07	1.7E-08	1.9E-10	7.7E-13	3.6E-15	2.0E-17	1.2E-19	

* $1.0 \times 10^{-20} \mu\text{Sv/h per Bq/g}$ 以下は 0.0 とした

表 4.4 覆土厚さ（コンクリート厚 50cm）に対する外部被ばく線量換算係数（2 / 2）

核種	覆土・客土厚さ (cm) ごとの外部被ばく線量換算係数 ($\mu\text{Sv/h per Bq/g-soil}$)									
	0	20	40	60	100	150	200	250	300	
H-3	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Be-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
C-14	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Cl-36	1.9E-08	1.3E-09	8.0E-11	4.9E-12	1.7E-14	1.4E-17	1.0E-20	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ca-41	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Mn-54	3.3E-04	3.5E-05	3.7E-06	3.8E-07	3.9E-09	1.2E-11	3.8E-14	1.1E-16	3.1E-19	3.1E-19
Fe-55	1.4E-16	1.5E-18	1.6E-20	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Fe-59	1.0E-03	1.5E-04	2.3E-05	3.3E-06	7.3E-08	6.1E-10	5.1E-12	4.4E-14	3.8E-16	3.8E-16
Co-58	3.3E-04	3.5E-05	3.8E-06	4.3E-07	7.0E-09	7.2E-11	1.0E-12	1.6E-14	2.6E-16	2.6E-16
Co-60	2.4E-03	3.7E-04	5.8E-05	9.0E-06	2.1E-07	1.9E-09	1.8E-11	1.6E-13	1.5E-15	1.5E-15
Ni-59	2.0E-09	1.3E-10	8.5E-12	5.2E-13	1.8E-15	1.5E-18	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ni-63	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Zn-65	4.2E+02	5.9E+01	8.1E+00	1.1E+00	2.0E-02	1.3E-04	8.4E-07	5.3E-09	3.3E-11	3.3E-11
Se-79	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr-90	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Y-90	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Zr-93	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Zr-95	2.2E-04	2.1E-05	2.0E-06	1.8E-07	1.5E-09	3.5E-12	8.0E-15	1.7E-17	3.4E-20	3.4E-20
Nb-93m	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Nb-94	5.6E-04	5.9E-05	6.1E-06	6.2E-07	6.4E-09	2.1E-11	7.1E-14	2.3E-16	7.0E-19	7.0E-19
Nb-95	2.5E-04	2.5E-05	2.4E-06	2.2E-07	1.9E-09	4.9E-12	1.2E-14	2.7E-17	5.8E-20	5.8E-20
Mo-93	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Tc-99	1.4E-14	7.1E-17	3.5E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ru-106	5.3E-05	6.3E-06	9.0E-07	1.5E-07	6.0E-09	1.4E-10	3.8E-12	1.1E-13	3.2E-15	3.2E-15
Pd-107	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ag-108m	3.3E-04	2.8E-05	2.4E-06	2.0E-07	1.4E-09	2.8E-12	5.6E-15	1.1E-17	3.2E-20	3.2E-20
Ag-110m	1.5E+03	3.2E-01	6.5E-03	1.5E-04	5.9E-07	1.7E-10	2.3E-14	3.2E-18	0.0E+00	0.0E+00
Cd-113m	1.4E-03	4.2E-05	1.3E-06	3.6E-08	2.8E-11	3.1E-15	3.1E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sn-121m	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sn-126	6.8E-10	3.2E-12	1.4E-14	5.9E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sn-126	4.4E-04	4.0E-05	3.7E-06	3.6E-07	4.0E-09	2.5E-11	2.3E-13	2.5E-15	2.9E-17	2.9E-17
Sb-125	5.9E-05	4.4E-06	3.2E-07	2.3E-08	1.2E-10	1.7E-13	2.3E-16	3.0E-19	0.0E+00	0.0E+00
Te-125m	7.7E-11	6.4E-13	5.2E-15	4.0E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
I-129	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Cs-134	4.7E-04	4.9E-05	5.2E-06	6.0E-07	9.5E-09	7.3E-11	6.6E-13	6.5E-15	6.4E-17	6.4E-17
Cs-135	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Cs-137	1.3E-04	1.1E-05	9.3E-07	7.5E-08	4.8E-10	8.3E-13	1.4E-15	2.0E-18	0.0E+00	0.0E+00
Ce-144	5.3E-05	1.2E-05	2.7E-06	6.2E-07	3.4E-08	9.1E-10	2.5E-11	6.7E-13	1.8E-14	1.8E-14
Sm-151	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Eu-152	7.6E-04	1.1E-04	1.7E-05	2.7E-06	6.5E-08	6.6E-10	6.8E-12	7.3E-14	7.9E-16	7.9E-16
Eu-154	8.2E-04	1.2E-04	1.8E-05	2.7E-06	6.4E-08	6.3E-10	6.8E-12	7.9E-14	9.7E-16	9.7E-16
Eu-155	4.4E-09	3.4E-11	2.6E-13	2.0E-15	1.3E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ho-166m	4.8E-04	4.9E-05	5.2E-06	5.7E-07	7.9E-09	5.3E-11	4.7E-13	4.7E-15	4.9E-17	4.9E-17
Hf-178m	1.9E+02	1.2E+01	7.8E-01	4.9E-02	2.0E-04	2.1E-07	2.1E-10	2.0E-13	1.9E-16	1.9E-16

* $1.0 \times 10^{-20} \mu\text{Sv/h per Bq/g}$ 以下は 0.0 とした

表 4.5 覆土厚さ（コンクリートピットなし）に対する外部被ばく線量換算係数（1/2）

核種		覆土・客土厚さ(cm)ごとの外部被ばく線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/g-soil)										
		0	5	10	15	20	25	30	40	50	70	100
4N系列	Cm-244	9.9E-06	2.6E-06	1.4E-06	8.4E-07	4.9E-07	2.9E-07	1.7E-07	5.9E-08	2.1E-08	2.4E-09	9.6E-11
	Pu-240	7.1E-06	8.9E-07	3.0E-07	1.1E-07	4.6E-08	2.0E-08	9.5E-09	2.6E-09	8.4E-10	9.7E-11	3.8E-12
	U-236	1.3E-05	2.7E-06	8.7E-07	2.9E-07	1.0E-07	3.4E-08	1.1E-08	1.2E-09	1.2E-10	1.1E-12	8.6E-16
	U-232	6.3E-05	1.8E-05	6.5E-06	2.4E-06	9.4E-07	3.7E-07	1.5E-07	2.4E-08	4.0E-09	1.3E-10	7.8E-13
	Th-232	3.8E-05	9.6E-06	3.0E-06	1.0E-06	3.4E-07	1.2E-07	4.1E-08	4.7E-09	5.3E-10	6.0E-12	6.6E-15
	Ra-228	2.7E-01	1.4E-01	7.7E-02	4.5E-02	2.7E-02	1.6E-02	9.5E-03	3.5E-03	1.3E-03	1.9E-04	1.2E-05
	Th-228	4.5E-01	2.4E-01	1.5E-01	9.3E-02	6.1E-02	4.1E-02	2.8E-02	1.3E-02	6.4E-03	1.6E-03	2.2E-04
4N+1系列	Cm-245	2.5E-02	8.7E-03	3.2E-03	1.1E-03	4.1E-04	1.4E-04	5.0E-05	6.1E-06	7.4E-07	1.1E-08	2.0E-11
	Pu-241	1.4E-06	4.7E-07	1.8E-07	6.9E-08	2.7E-08	1.0E-08	4.1E-09	6.4E-10	1.0E-10	2.7E-12	1.3E-14
	Am-241	3.5E-03	5.5E-04	9.7E-05	1.7E-05	2.8E-06	4.8E-07	7.8E-08	2.1E-09	5.3E-11	3.5E-14	5.0E-19
	Np-237	5.8E-03	1.8E-03	6.0E-04	2.0E-04	6.8E-05	2.3E-05	7.9E-06	9.7E-07	1.3E-07	2.4E-09	6.8E-12
	Pa-233	6.1E-02	2.6E-02	1.2E-02	5.5E-03	2.6E-03	1.2E-03	5.6E-04	1.2E-04	2.5E-05	1.0E-06	7.9E-09
	U-233	8.5E-05	3.1E-05	1.3E-05	5.5E-06	2.4E-06	1.0E-06	4.5E-07	8.6E-08	1.7E-08	6.0E-10	3.9E-12
	Th-229	2.4E-02	7.9E-03	2.9E-03	1.1E-03	3.9E-04	1.4E-04	5.4E-05	7.7E-06	1.1E-06	2.4E-08	6.9E-11
	Ra-225	7.3E-04	1.9E-05	6.2E-07	2.2E-08	7.4E-10	2.6E-11	8.9E-13	1.0E-15	1.2E-18	0.0E+00	0.0E+00
Ac-225	6.8E-02	3.1E-02	1.6E-02	8.2E-03	4.4E-03	2.4E-03	1.3E-03	4.4E-04	1.5E-04	2.2E-05	1.6E-06	
4N+2系列	Cm-246	1.1E-03	5.6E-04	3.2E-04	1.9E-04	1.1E-04	6.4E-05	3.8E-05	1.3E-05	4.6E-06	5.5E-07	2.2E-08
	Am-242m	4.6E-03	1.6E-03	6.5E-04	2.7E-04	1.2E-04	6.1E-05	3.2E-05	1.0E-05	3.5E-06	4.5E-07	2.0E-08
	Cm-242	7.1E-06	6.9E-07	2.6E-07	1.1E-07	4.9E-08	2.3E-08	1.1E-08	3.1E-09	9.7E-10	1.1E-10	4.2E-12
	Pu-242	3.2E-05	1.4E-05	7.5E-06	4.3E-06	2.5E-06	1.5E-06	8.6E-07	3.0E-07	1.0E-07	1.2E-08	4.9E-10
	Pu-238	6.6E-06	7.4E-07	2.3E-07	7.5E-08	2.4E-08	7.9E-09	2.5E-09	2.9E-10	4.5E-11	3.3E-12	1.2E-13
	U-238	2.7E-04	1.3E-04	7.6E-05	4.4E-05	2.6E-05	1.5E-05	9.1E-06	3.2E-06	1.1E-06	1.3E-07	5.3E-09
	Th-234	7.2E-03	3.1E-03	1.6E-03	9.1E-04	5.2E-04	3.1E-04	1.8E-04	6.7E-05	2.5E-05	3.5E-06	2.1E-07
	U-234	2.7E-05	6.7E-06	2.2E-06	7.7E-07	2.7E-07	9.3E-08	3.2E-08	3.6E-09	3.8E-10	4.0E-12	3.9E-15
	Th-230	9.0E-05	2.5E-05	8.4E-06	3.0E-06	1.1E-06	4.4E-07	1.7E-07	2.7E-08	4.4E-09	1.1E-10	4.5E-13
	Ra-226	5.0E-01	2.6E-01	1.5E-01	9.0E-02	5.5E-02	3.4E-02	2.2E-02	9.0E-03	3.8E-03	7.2E-04	6.6E-05
	Pb-210	1.8E-04	1.2E-05	9.4E-07	7.5E-08	5.9E-09	4.6E-10	3.6E-11	3.8E-13	5.8E-14	5.9E-15	1.9E-16
Po-210	2.5E-06	1.2E-06	6.9E-07	3.9E-07	2.2E-07	1.3E-07	7.4E-08	2.4E-08	8.0E-09	8.3E-10	2.7E-11	
4N+3系列	Cm-243	3.8E-02	1.5E-02	6.3E-03	2.7E-03	1.1E-03	4.9E-04	2.1E-04	3.8E-05	7.0E-06	2.2E-07	1.1E-09
	Am-243	6.2E-02	2.2E-02	8.7E-03	3.6E-03	1.5E-03	6.3E-04	2.7E-04	4.9E-05	9.1E-06	3.0E-07	1.8E-09
	Pu-239	1.5E-05	5.0E-06	2.2E-06	9.9E-07	4.6E-07	2.2E-07	1.0E-07	2.3E-08	5.2E-09	2.5E-10	2.6E-12
	Np-235	2.0E+02	5.9E+01	2.0E+01	6.6E+00	2.2E+00	6.9E-01	2.2E-01	2.0E-02	1.9E-03	1.5E-05	9.6E-09
	U-235	5.1E-02	2.0E-02	8.1E-03	3.4E-03	1.4E-03	5.6E-04	2.3E-04	3.5E-05	5.3E-06	1.1E-07	3.2E-10
	Pa-231	1.1E-02	4.7E-03	2.2E-03	1.1E-03	4.9E-04	2.3E-04	1.1E-04	2.3E-05	4.6E-06	1.8E-07	1.2E-09
	Ac-227	2.1E-04	7.1E-05	2.9E-05	1.3E-05	6.1E-06	2.9E-06	1.4E-06	3.7E-07	1.0E-07	9.4E-09	2.8E-10
	Th-227	3.1E-02	1.3E-02	5.7E-03	2.6E-03	1.2E-03	5.4E-04	2.4E-04	4.8E-05	9.3E-06	3.3E-07	2.0E-09
Ra-223	8.7E-02	3.6E-02	1.7E-02	8.3E-03	4.1E-03	2.0E-03	1.0E-03	2.6E-04	6.8E-05	5.3E-06	1.5E-07	

* 1.0×10^{-20} μ Sv/h per Bq/g 以下は 0.0 とした

表 4.5 覆土厚さ（コンクリートピットなし）に対する外部被ばく線量換算係数（2/2）

核種	覆土・客土厚さ(cm)ごとの外部被ばく線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/g-soil)											
	0	5	10	15	20	25	30	40	50	70	100	
非系列	H-3	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Be-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	C-14	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Cl-36	4.6E-05	2.2E-05	1.1E-05	5.9E-06	3.1E-06	1.6E-06	8.5E-07	2.3E-07	6.1E-08	4.1E-09	6.6E-11
	Ca-41	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Mn-54	2.5E-01	1.2E-01	6.8E-02	3.9E-02	2.3E-02	1.3E-02	7.5E-03	2.5E-03	8.4E-04	9.1E-05	3.1E-06
	Fe-55	5.0E-11	1.8E-11	6.8E-12	2.5E-12	9.1E-13	3.3E-13	1.2E-13	1.4E-14	1.5E-15	1.8E-17	2.0E-20
	Fe-59	3.5E-01	1.8E-01	1.1E-01	6.4E-02	3.9E-02	2.4E-02	1.5E-02	5.9E-03	2.3E-03	3.4E-04	2.0E-05
	Co-58	2.9E-01	1.4E-01	7.8E-02	4.4E-02	2.5E-02	1.4E-02	8.1E-03	2.7E-03	8.7E-04	9.2E-05	3.2E-06
	Co-60	7.3E-01	3.8E-01	2.3E-01	1.4E-01	8.7E-02	5.4E-02	3.4E-02	1.3E-02	5.3E-03	8.3E-04	5.1E-05
	Ni-59	4.9E-06	2.3E-06	1.2E-06	6.2E-07	3.3E-07	1.7E-07	9.0E-08	2.4E-08	6.5E-09	4.4E-10	7.0E-12
	Ni-63	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Zn-65	1.7E+05	8.7E+04	5.1E+04	3.0E+04	1.8E+04	1.1E+04	6.9E+03	2.6E+03	9.7E+02	1.4E+02	7.0E+00
	Se-79	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Sr-90	2.2E-09	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Y-90	2.2E-09	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Zr-93	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Zr-95	2.2E-01	1.1E-01	5.9E-02	3.3E-02	1.9E-02	1.1E-02	6.0E-03	1.9E-03	6.0E-04	5.9E-05	1.7E-06
	Nb-93m	3.3E-06	1.3E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Nb-94	4.7E-01	2.3E-01	1.3E-01	7.2E-02	4.1E-02	2.4E-02	1.4E-02	4.5E-03	1.5E-03	1.6E-04	5.2E-06
	Nb-95	2.3E-01	1.1E-01	6.1E-02	3.5E-02	2.0E-02	1.1E-02	6.4E-03	2.1E-03	6.6E-04	6.6E-05	2.0E-06
	Mo-93	2.2E-05	8.4E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Tc-99	1.5E-07	4.5E-08	1.4E-08	4.2E-09	1.3E-09	3.7E-10	1.1E-10	8.3E-12	6.2E-13	3.3E-15	1.1E-18
	Ru-106	6.1E-02	2.9E-02	1.5E-02	8.4E-03	4.6E-03	2.6E-03	1.4E-03	4.4E-04	1.4E-04	1.5E-05	7.9E-07
	Pd-107	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Ag-108m	4.9E-01	2.3E-01	1.2E-01	6.7E-02	3.6E-02	2.0E-02	1.1E-02	3.2E-03	9.4E-04	8.1E-05	2.0E-06
	Ag-110m	8.1E+05	3.2E+05	9.1E+04	3.0E+04	1.0E+04	3.6E+03	1.3E+03	2.7E+02	3.5E+01	1.7E+00	1.3E-02
	Cd-113m	2.0E+01	8.3E+00	3.9E+00	1.8E+00	8.1E-01	3.7E-01	1.7E-01	3.2E-02	6.1E-03	2.0E-04	1.0E-06
	Sn-121m	1.0E-04	4.8E-07	8.8E-09	1.7E-10	3.5E-12	7.0E-14	1.4E-15	5.5E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Sn-126	1.2E-02	3.2E-03	9.5E-04	2.8E-04	8.1E-05	2.3E-05	6.4E-06	4.8E-07	3.5E-08	1.7E-10	5.2E-14
	Sn-126	6.0E-01	2.8E-01	1.5E-01	8.2E-02	4.5E-02	2.5E-02	1.4E-02	4.1E-03	1.2E-03	1.1E-04	3.1E-06
	Sb-125	1.3E-01	5.9E-02	3.0E-02	1.6E-02	8.5E-03	4.5E-03	2.4E-03	6.6E-04	1.8E-04	1.3E-05	2.6E-07
	Te-125m	8.0E-04	3.1E-05	1.0E-05	3.6E-06	1.2E-06	4.1E-07	1.3E-07	1.4E-08	1.3E-09	1.2E-11	8.5E-15
	I-129	7.2E-04	5.2E-06	1.4E-07	4.3E-09	1.4E-10	4.4E-12	1.4E-13	1.4E-16	1.5E-19	0.0E+00	0.0E+00
	Cs-134	4.7E-01	2.3E-01	1.2E-01	6.8E-02	3.9E-02	2.2E-02	1.2E-02	3.9E-03	1.2E-03	1.3E-04	4.5E-06
	Cs-135	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Cs-137	1.7E-01	8.1E-02	4.4E-02	2.4E-02	1.3E-02	7.4E-03	4.1E-03	1.2E-03	3.7E-04	3.2E-05	7.8E-07
	Ce-144	1.4E-02	6.7E-03	3.7E-03	2.1E-03	1.3E-03	8.2E-04	5.3E-04	2.3E-04	1.0E-04	2.3E-05	2.4E-06
	Sm-151	3.8E-08	1.5E-15	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	Eu-152	3.3E-01	1.7E-01	9.4E-02	5.5E-02	3.3E-02	2.0E-02	1.2E-02	4.5E-03	1.7E-03	2.5E-04	1.5E-05
Eu-154	3.6E-01	1.8E-01	1.0E-01	6.0E-02	3.6E-02	2.2E-02	1.3E-02	5.0E-03	1.9E-03	2.7E-04	1.6E-05	
Eu-155	1.4E-02	4.1E-03	1.3E-03	4.2E-04	1.3E-04	4.1E-05	1.2E-05	1.1E-06	9.9E-08	7.3E-10	4.6E-13	
Ho-166m	5.2E-01	2.5E-01	1.3E-01	7.2E-02	4.0E-02	2.2E-02	1.3E-02	4.0E-03	1.3E-03	1.3E-04	4.4E-06	
Hf-178m	6.9E+05	3.0E+05	1.5E+05	7.5E+04	3.8E+04	1.9E+04	9.7E+03	2.5E+03	6.3E+02	4.0E+01	6.4E-01	

* 1.0×10^{-20} μ Sv/h per Bq/g 以下は 0.0 とした

謝辞

本データの計算及び作成にあたり、ご助力をいただいた（株）ヴィジブルインフォメーションセンターの黒澤直弘氏、菅野光大氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) 原子力安全委員会：「低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について（中間報告）」、昭和 62 年
- 2) 原子力安全委員会：「低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について（第 2 次中間報告）」、平成 4 年
- 3) 原子力安全委員会：「低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について（第 3 次中間報告）」、平成 12 年
- 4) 原子力委員会：「超ウラン核種を含む放射性廃棄物処理処分の基本的考え方について」、平成 12 年
- 5) 原子力委員会：「ウラン廃棄物処理処分の基本的考え方について」、平成 12 年
- 6) International Atomic Energy Agency : "1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", ICRP Publication 60, 1991
- 7) International Atomic Energy Agency : "Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation", ICRP Publication 74, 1996
- 8) International Atomic Energy Agency : "Data for Use in Protection Against External Radiation", ICRP Publication 51, 1987
- 9) International Atomic Energy Agency : "Radionuclide Transformation: Energy and Intensity of Emissions", ICRP Publication 38, 1983
- 10) A. Endo and Y. Yamaguchi : "Compilation of Nuclear Decay Data Used for Dose Calculation, Revised Data for Radionuclides Listed in ICRP Publication 38", JAERI Data/Code 2001-004, 2001
- 11) A.G. Croff : "A User's Manual for the ORIGEN2 Computer Code", ORNL/TM-7175, 1980
- 12) Y. Sakamoto and S. Tanaka : "QAD-CGGP2 and G33-GP2 : Revised Versions of QAD-CGGP and G33-GP Code with Conversion Factors from Exposure to Ambient and Maximum Dose Equivalent", JAERI-M 90-110, 1990
- 13) 坂本幸夫、遠藤章、津田修一、高橋史明、山口恭弘：「実効線量評価のための光子・中性子・ベータ線制動放射線に対する遮へい計算定数」、JAERI-Data/Code 2000-044、2000
- 14) Y. Harima, Y. Sakamoto, S. Tanaka, and M. Kawai : "Validity of the Geometrical Progression Formula in Approximating Gamma-Ray Buildup Factors", Nucl. Sci. Eng., 1986
- 15) 渡邊正敏、武田聖司、木村英雄：「ウラン及び TRU 廃棄物のクリアランスレベル評価のための外部被ばく線量換算係数」、JAEA-Data/Code 2008-001

- 16) Radiation Shielding Information Center(RSIC) : "DLC-136/PHOTX,Photon Interaction Cross Section Library", contributed by National Institute of Standards and Technology, 1988
- 17) 武田聖司、澤口拓磨、佐々木利久、木村英雄 : 「低レベル放射性廃棄物処分に対する濃度上限値評価コード GSA-GCL 第2版の開発」、JAEA-Data/Code 準備中
- 18) Akima, H. : "A new method of interpolation and smooth curve fitting based on local procedures.", JOURNAL OF THE ACM, **17**, PP.589-602, 1970
- 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評価について」、原子力安全委員会 安全審査指針集、平成元年 (平成13年一部改訂)
- 20) 小山謹二、奥村芳弘、古田公人、宮坂駿一 : “遮蔽材料の群定数 ; 中性子100群・ガンマ線20群・P5近似”、JAERI-M-6928、1977
- 21) Yamano N. : "JSD1000: MULTI-GROUP CROSS SECTION SETS FOR SHIELDING MATERIALS", JAERI-M-84-038, 1984
- 22) Richard B. Firestone : "Table of Isotope Eighth Edition", 1996
- 23) 原子力安全委員会 : 「低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について」、平成19年

Appendix 放射平衡を考慮した子孫核種を含む対象核種の外部被ばく線量換算係数

外部被ばく線量換算係数については、崩壊連鎖により生成される子孫核種のうち、半減期が短い核種の場合、その親核種と放射平衡であると仮定し、親核種に足し合わせる処理をしている。

Appendix では、放射平衡を考慮した子孫核種を含む対象核種の外部被ばく線量換算係数を示す。

表-1 には、コンクリート厚さ (0cm、2cm、5cm、10cm、15cm、20cm、30cm、40cm、50cm) に対する外部被ばく線量換算係数を示す。表-2 には、コンクリート厚さ 50cm の上の覆土厚さ (0cm、20cm、40cm、60cm、100cm、150cm、200cm、250cm、300cm) に対する外部被ばく線量換算係数を示す。表-3 には、コンクリート厚さを考慮せず、廃棄体の上の覆土厚さ (0cm、5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30cm、40cm、50cm、70cm、100cm) に対する外部被ばく線量換算係数を示す。

表-1 コンクリート厚さに対する外部被ばく線量換算係数 (2 / 2)

核種	コンクリート厚さ (cm) ごとの外部被ばく線量換算係数 ($\mu\text{Sv/h per Bq/g-soil}$)									
	0	2	5	10	15	20	30	40	50	
H-3	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Be-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
C-14	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Cl-36	4.6E-05	3.1E-05	1.9E-05	8.9E-06	4.2E-06	2.0E-06	4.3E-07	9.3E-08	1.9E-08	
Ca-41	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Mn-54	2.5E-01	1.7E-01	1.1E-01	5.6E-02	2.9E-02	1.6E-02	4.3E-03	1.2E-03	3.3E-04	
Fe-55	5.0E-11	3.0E-11	1.5E-11	4.4E-12	1.3E-12	3.7E-13	2.9E-14	2.0E-15	1.4E-16	
Fe-59	3.5E-01	2.5E-01	1.6E-01	8.9E-02	5.0E-02	2.8E-02	9.3E-03	3.1E-03	1.0E-03	
Co-58	2.9E-01	2.0E-01	1.3E-01	6.4E-02	3.3E-02	1.7E-02	4.6E-03	1.2E-03	3.3E-04	
Co-60	7.3E-01	5.2E-01	3.5E-01	1.9E-01	1.1E-01	6.3E-02	2.1E-02	7.1E-03	2.4E-03	
Ni-59	4.9E-06	3.3E-06	2.0E-06	9.4E-07	4.5E-07	2.1E-07	4.6E-08	9.8E-09	2.0E-09	
Ni-63	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Zn-65	1.7E+05	1.2E+05	7.9E+04	4.2E+04	2.3E+04	1.3E+04	4.2E+03	1.3E+03	4.2E+02	
Se-79	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr-90	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Y-90	2.2E-09	4.0E-20	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Zr-93	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Zr-95	2.2E-01	1.5E-01	9.7E-02	4.8E-02	2.5E-02	1.3E-02	3.3E-03	8.7E-04	2.2E-04	
Nb-93m	3.3E-06	1.4E-15	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Nb-94	4.7E-01	3.2E-01	2.1E-01	1.0E-01	5.4E-02	2.8E-02	7.7E-03	2.1E-03	5.6E-04	
Nb-95	2.3E-01	1.6E-01	1.0E-01	5.0E-02	2.6E-02	1.3E-02	3.6E-03	9.5E-04	2.5E-04	
Mo-93	1.9E-05	8.0E-15	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Tc-99	1.5E-07	8.0E-08	3.2E-08	7.0E-09	1.5E-09	3.0E-10	1.2E-11	4.2E-13	1.4E-14	
Ru-106	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Pd-107	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ag-108m	4.9E-01	3.3E-01	2.1E-01	9.9E-02	4.9E-02	2.4E-02	5.8E-03	1.4E-03	3.3E-04	
Ag-110m	8.1E+05	5.6E+05	3.6E+05	1.9E+05	1.0E+05	5.4E+04	1.6E+04	4.9E+03	1.5E+03	
Cd-113m	2.0E+01	1.3E+01	7.3E+00	2.9E+00	1.2E+00	4.6E-01	7.0E-02	9.9E-03	1.4E-03	
Sn-121m	1.0E-04	1.5E-06	1.9E-08	1.5E-11	1.3E-14	1.1E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sn-126	1.2E-02	5.8E-03	2.2E-03	4.6E-04	9.2E-05	1.8E-05	6.4E-07	2.1E-08	6.8E-10	
Sb-125	1.3E-01	8.5E-02	5.2E-02	2.4E-02	1.2E-02	5.5E-03	1.2E-03	2.7E-04	5.9E-05	
Te-125m	8.0E-04	5.4E-05	2.3E-05	6.3E-06	1.7E-06	4.2E-07	2.6E-08	1.4E-09	7.7E-11	
I-129	7.2E-04	1.6E-05	3.1E-07	6.8E-10	1.6E-12	3.5E-15	1.8E-20	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Cs-134	4.7E-01	3.2E-01	2.0E-01	1.0E-01	5.1E-02	2.6E-02	6.8E-03	1.8E-03	4.7E-04	
Cs-135	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Cs-137	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ce-144	5.3E-03	3.0E-03	1.5E-03	4.5E-04	1.4E-04	4.0E-05	3.3E-06	2.5E-07	1.8E-08	
Sm-151	3.8E-08	3.8E-14	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Eu-152	3.3E-01	2.3E-01	1.5E-01	7.8E-02	4.2E-02	2.3E-02	7.2E-03	2.3E-03	7.6E-04	
Eu-154	3.6E-01	2.5E-01	1.6E-01	8.5E-02	4.6E-02	2.6E-02	8.0E-03	2.6E-03	8.2E-04	
Eu-155	1.4E-02	7.2E-03	3.0E-03	7.1E-04	1.7E-04	3.8E-05	1.9E-06	9.2E-08	4.4E-09	
Ho-166m	5.2E-01	3.5E-01	2.2E-01	1.1E-01	5.3E-02	2.7E-02	6.9E-03	1.8E-03	4.8E-04	
Hf-178m	6.9E+05	4.5E+05	2.7E+05	1.2E+05	5.3E+04	2.4E+04	4.8E+03	9.6E+02	1.9E+02	
Nb-95m	2.2E-02	1.5E-02	8.1E-03	3.2E-03	1.2E-03	4.7E-04	6.5E-05	8.5E-06	1.1E-06	
Rh-106	6.1E-02	4.1E-02	2.6E-02	1.3E-02	6.2E-03	3.1E-03	7.7E-04	2.0E-04	5.3E-05	
Ag-108	5.3E-03	3.6E-03	2.2E-03	1.1E-03	5.2E-04	2.6E-04	6.1E-05	1.4E-05	3.3E-06	
Ag-110	9.2E+03	6.3E+03	4.0E+03	1.9E+03	9.7E+02	4.9E+02	1.2E+02	3.1E+01	7.8E+00	
Sb-126m	4.7E-01	3.2E-01	2.0E-01	9.6E-02	4.7E-02	2.3E-02	5.7E-03	1.4E-03	3.4E-04	
Sb-126	8.5E-01	5.8E-01	3.7E-01	1.8E-01	9.0E-02	4.5E-02	1.1E-02	2.9E-03	7.3E-04	
Ba-137m	1.8E-01	1.2E-01	7.7E-02	3.8E-02	1.9E-02	9.4E-03	2.3E-03	5.7E-04	1.4E-04	
Pr-144m	8.3E-04	2.1E-04	1.2E-04	6.0E-05	3.1E-05	1.6E-05	4.2E-06	1.1E-06	2.9E-07	
Pr-144	9.2E-03	6.6E-03	4.5E-03	2.5E-03	1.5E-03	9.0E-04	3.4E-04	1.3E-04	5.3E-05	

* $1.0 \times 10^{-20} \mu\text{Sv/h per Bq/g}$ 以下は 0.0 とした

表-2 覆土厚さ（コンクリート厚さ 50cm）に対する外部被ばく線量換算係数（2/2）

核種	覆土・客土厚さ (cm) ごとの外部被ばく線量換算係数 ($\mu\text{Sv/h per Bq/g-soil}$)								
	0	20	40	60	100	150	200	250	300
H-3	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Be-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
C-14	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Cl-36	1.9E-08	1.3E-09	8.0E-11	4.9E-12	1.7E-14	1.4E-17	1.0E-20	0.0E+00	0.0E+00
Ca-41	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Mn-54	3.3E-04	3.5E-05	3.7E-06	3.8E-07	3.9E-09	1.2E-11	3.8E-14	1.1E-16	3.1E-19
Fe-55	1.4E-16	1.5E-18	1.6E-20	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Fe-59	1.0E-03	1.5E-04	2.3E-05	3.3E-06	7.3E-08	6.1E-10	5.1E-12	4.4E-14	3.8E-16
Co-58	3.3E-04	3.5E-05	3.8E-06	4.3E-07	7.0E-09	7.2E-11	1.0E-12	1.6E-14	2.6E-16
Co-60	2.4E-03	3.7E-04	5.8E-05	9.0E-06	2.1E-07	1.9E-09	1.8E-11	1.6E-13	1.5E-15
Ni-59	2.0E-09	1.3E-10	8.5E-12	5.2E-13	1.8E-15	1.5E-18	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ni-63	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Zn-65	4.2E+02	5.9E+01	8.1E+00	1.1E+00	2.0E-02	1.3E-04	8.4E-07	5.3E-09	3.3E-11
Se-79	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr-90	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Y-90	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Zr-93	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Zr-95	2.2E-04	2.1E-05	2.0E-06	1.8E-07	1.5E-09	3.5E-12	8.0E-15	1.7E-17	3.4E-20
Nb-93m	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Nb-94	5.6E-04	5.9E-05	6.1E-06	6.2E-07	6.4E-09	2.1E-11	7.1E-14	2.3E-16	7.0E-19
Nb-95	2.5E-04	2.5E-05	2.4E-06	2.2E-07	1.9E-09	4.9E-12	1.2E-14	2.7E-17	5.8E-20
Mo-93	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Tc-99	1.4E-14	7.1E-17	3.5E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ru-106	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Pd-107	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ag-108m	3.3E-04	2.8E-05	2.4E-06	2.0E-07	1.4E-09	2.8E-12	5.5E-15	1.0E-17	1.8E-20
Ag-110m	1.5E+03	2.1E+02	3.1E+01	4.8E+00	1.2E-01	1.4E-03	1.6E-05	2.0E-07	2.4E-09
Cd-113m	1.4E-03	4.2E-05	1.3E-06	3.6E-08	2.8E-11	3.1E-15	3.1E-19	0.0E+00	0.0E+00
Sn-121m	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sn-126	6.8E-10	3.2E-12	1.4E-14	5.9E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sb-125	5.9E-05	4.4E-06	3.2E-07	2.3E-08	1.2E-10	1.7E-13	2.3E-16	3.0E-19	0.0E+00
Te-125m	7.7E-11	6.4E-13	5.2E-15	4.0E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
I-129	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Cs-134	4.7E-04	4.9E-05	5.2E-06	6.0E-07	9.5E-09	7.3E-11	6.6E-13	6.5E-15	6.4E-17
Cs-135	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Cs-137	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ce-144	1.8E-08	2.2E-10	2.6E-12	3.0E-14	3.4E-18	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sm-151	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Eu-152	7.6E-04	1.1E-04	1.7E-05	2.7E-06	6.5E-08	6.6E-10	6.8E-12	7.3E-14	7.9E-16
Eu-154	8.2E-04	1.2E-04	1.8E-05	2.7E-06	6.4E-08	6.3E-10	6.8E-12	7.9E-14	9.7E-16
Eu-155	4.4E-09	3.4E-11	2.6E-13	2.0E-15	1.3E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ho-166m	4.8E-04	4.9E-05	5.2E-06	5.7E-07	7.9E-09	5.3E-11	4.7E-13	4.7E-15	4.9E-17
Hf-178m	1.9E+02	1.2E+01	7.8E-01	4.9E-02	2.0E-04	2.1E-07	2.1E-10	2.0E-13	1.9E-16
Nb-95m	1.1E-06	2.9E-08	7.5E-10	1.9E-11	1.1E-14	8.3E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Rh-106	5.3E-05	6.3E-06	9.0E-07	1.5E-07	6.0E-09	1.4E-10	3.8E-12	1.1E-13	3.2E-15
Ag-108	3.3E-06	2.7E-07	2.2E-08	1.9E-09	1.9E-11	1.2E-13	1.2E-15	1.3E-17	1.5E-19
Ag-110	7.8E+00	7.5E-01	8.0E-02	9.9E-03	2.6E-04	4.4E-06	8.4E-08	1.7E-09	3.5E-11
Sb-126m	3.4E-04	3.1E-05	2.8E-06	2.6E-07	3.0E-09	1.9E-11	1.9E-13	2.1E-15	2.5E-17
Sb-126	7.3E-04	6.9E-05	6.7E-06	6.7E-07	7.7E-09	4.2E-11	3.1E-13	2.8E-15	2.9E-17
Ba-137m	1.4E-04	1.2E-05	9.9E-07	8.0E-08	5.1E-10	8.8E-13	1.4E-15	2.1E-18	0.0E+00
Pr-144m	2.9E-07	2.9E-08	2.8E-09	2.7E-10	2.4E-12	6.7E-15	1.8E-17	4.7E-20	0.0E+00
Pr-144	5.3E-05	1.2E-05	2.7E-06	6.2E-07	3.4E-08	9.1E-10	2.5E-11	6.7E-13	1.8E-14

* $1.0 \times 10^{-20} \mu\text{Sv/h per Bq/g}$ 以下は 0.0 とした

表-3 覆土厚さ（コンクリートピットなし）に対する外部被ばく線量換算係数（2 / 2）

核種	覆土・客土厚さ(cm)ごとの外部被ばく線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/g-soil)											
	0	5	10	15	20	25	30	40	50	70	100	
H-3	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Be-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
C-14	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Cl-36	4.6E-05	2.2E-05	1.1E-05	5.9E-06	3.1E-06	1.6E-06	8.5E-07	2.3E-07	6.1E-08	4.1E-09	6.6E-11	
Ca-41	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Mn-54	2.5E-01	1.2E-01	6.8E-02	3.9E-02	2.3E-02	1.3E-02	7.5E-03	2.5E-03	8.4E-04	9.1E-05	3.1E-06	
Fe-55	5.0E-11	1.8E-11	6.8E-12	2.5E-12	9.1E-13	3.3E-13	1.2E-13	1.4E-14	1.5E-15	1.8E-17	2.0E-20	
Fe-59	3.5E-01	1.8E-01	1.1E-01	6.4E-02	3.9E-02	2.4E-02	1.5E-02	5.9E-03	2.3E-03	3.4E-04	2.0E-05	
Co-58	2.9E-01	1.4E-01	7.8E-02	4.4E-02	2.5E-02	1.4E-02	8.1E-03	2.7E-03	8.7E-04	9.2E-05	3.2E-06	
Co-60	7.3E-01	3.8E-01	2.3E-01	1.4E-01	8.7E-02	5.4E-02	3.4E-02	1.3E-02	5.3E-03	8.3E-04	5.1E-05	
Ni-59	4.9E-06	2.3E-06	1.2E-06	6.2E-07	3.3E-07	1.7E-07	9.0E-08	2.4E-08	6.5E-09	4.4E-10	7.0E-12	
Ni-63	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Zn-65	1.7E+05	8.7E+04	5.1E+04	3.0E+04	1.8E+04	1.1E+04	6.9E+03	2.6E+03	9.7E+02	1.4E+02	7.0E+00	
Se-79	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr-90	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Y-90	2.2E-09	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Zr-93	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Zr-95	2.2E-01	1.1E-01	5.9E-02	3.3E-02	1.9E-02	1.1E-02	6.0E-03	1.9E-03	6.0E-04	5.9E-05	1.7E-06	
Nb-93m	3.3E-06	1.3E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Nb-94	4.7E-01	2.3E-01	1.3E-01	7.2E-02	4.1E-02	2.4E-02	1.4E-02	4.5E-03	1.5E-03	1.6E-04	5.2E-06	
Nb-95	2.3E-01	1.1E-01	6.1E-02	3.5E-02	2.0E-02	1.1E-02	6.4E-03	2.1E-03	6.6E-04	6.6E-05	2.0E-06	
Mo-93	1.9E-05	7.1E-17	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Tc-99	1.5E-07	4.5E-08	1.4E-08	4.2E-09	1.3E-09	3.7E-10	1.1E-10	8.3E-12	6.2E-13	3.3E-15	1.1E-18	
Ru-106	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Pd-107	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ag-108m	4.9E-01	2.3E-01	1.2E-01	6.7E-02	3.6E-02	2.0E-02	1.1E-02	3.2E-03	9.4E-04	8.1E-05	2.0E-06	
Ag-110m	8.1E+05	4.0E+05	2.3E+05	1.3E+05	7.8E+04	4.6E+04	2.7E+04	9.8E+03	3.5E+03	4.8E+02	2.7E+01	
Cd-113m	2.0E+01	8.3E+00	3.9E+00	1.8E+00	8.1E-01	3.7E-01	1.7E-01	3.2E-02	6.1E-03	2.0E-04	1.0E-06	
Sn-121m	1.0E-04	4.8E-07	8.8E-09	1.7E-10	3.5E-12	7.0E-14	1.4E-15	5.5E-19	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	
Sn-126	1.2E-02	3.2E-03	9.5E-04	2.8E-04	8.1E-05	2.3E-05	6.4E-06	4.8E-07	3.5E-08	1.7E-10	5.2E-14	
Sb-125	1.3E-01	5.9E-02	3.0E-02	1.6E-02	8.5E-03	4.5E-03	2.4E-03	6.6E-04	1.8E-04	1.3E-05	2.6E-07	
Te-125m	8.0E-04	3.1E-05	1.0E-05	3.6E-06	1.2E-06	4.1E-07	1.3E-07	1.4E-08	1.3E-09	1.2E-11	8.5E-15	
I-129	7.2E-04	5.2E-06	1.4E-07	4.3E-09	1.4E-10	4.4E-12	1.4E-13	1.4E-16	1.5E-19	0.0E+00	0.0E+00	
Cs-134	4.7E-01	2.3E-01	1.2E-01	6.8E-02	3.9E-02	2.2E-02	1.2E-02	3.9E-03	1.2E-03	1.3E-04	4.5E-06	
Cs-135	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Cs-137	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ce-144	5.3E-03	1.8E-03	6.8E-04	2.6E-04	9.4E-05	3.4E-05	1.2E-05	1.5E-06	1.8E-07	2.3E-09	2.9E-12	
Sm-151	3.8E-08	1.5E-15	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Eu-152	3.3E-01	1.7E-01	9.4E-02	5.5E-02	3.3E-02	2.0E-02	1.2E-02	4.5E-03	1.7E-03	2.5E-04	1.5E-05	
Eu-154	3.6E-01	1.8E-01	1.0E-01	6.0E-02	3.6E-02	2.2E-02	1.3E-02	5.0E-03	1.9E-03	2.7E-04	1.6E-05	
Eu-155	1.4E-02	4.1E-03	1.3E-03	4.2E-04	1.3E-04	4.1E-05	1.2E-05	1.1E-06	9.9E-08	7.3E-10	4.6E-13	
Ho-166m	5.2E-01	2.5E-01	1.3E-01	7.2E-02	4.0E-02	2.2E-02	1.3E-02	4.0E-03	1.3E-03	1.3E-04	4.4E-06	
Hf-178m	6.9E+05	3.0E+05	1.5E+05	7.5E+04	3.8E+04	1.9E+04	9.7E+03	2.5E+03	6.3E+02	4.0E+01	6.4E-01	
Nb-95m	2.2E-02	9.4E-03	4.2E-03	1.9E-03	8.5E-04	3.7E-04	1.6E-04	3.0E-05	5.2E-06	1.5E-07	6.2E-10	
Rh-106	6.1E-02	2.9E-02	1.5E-02	8.4E-03	4.6E-03	2.6E-03	1.4E-03	4.4E-04	1.4E-04	1.5E-05	7.9E-07	
Ag-108	5.3E-03	2.5E-03	1.3E-03	7.2E-04	3.9E-04	2.1E-04	1.1E-04	3.3E-05	9.6E-06	7.9E-07	1.9E-08	
Ag-110	9.2E+03	4.4E+03	2.4E+03	1.3E+03	7.3E+02	4.1E+02	2.3E+02	7.0E+01	2.1E+01	2.0E+00	6.8E-02	
Sb-126m	4.7E-01	2.2E-01	1.2E-01	6.5E-02	3.5E-02	1.9E-02	1.1E-02	3.2E-03	9.6E-04	8.6E-05	2.3E-06	
Sb-126	8.5E-01	4.1E-01	2.2E-01	1.2E-01	6.7E-02	3.7E-02	2.1E-02	6.4E-03	2.0E-03	1.9E-04	5.7E-06	
Ba-137m	1.8E-01	8.6E-02	4.6E-02	2.5E-02	1.4E-02	7.8E-03	4.3E-03	1.3E-03	3.9E-04	3.4E-05	8.2E-07	
Pr-144m	8.3E-04	1.4E-04	7.3E-05	4.1E-05	2.3E-05	1.3E-05	7.5E-06	2.4E-06	7.7E-07	7.8E-08	2.4E-09	
Pr-144	9.2E-03	4.9E-03	3.0E-03	1.9E-03	1.2E-03	7.9E-04	5.2E-04	2.3E-04	1.0E-04	2.3E-05	2.4E-06	

* 1.0×10^{-20} μ Sv/h per Bq/g 以下は 0.0 とした

