



JAEA-Data/Code

2006-003



JP0650288

ウラン及び TRU 核種を含む放射性廃棄物に対する
クリアランスレベル評価コードシステム
PASCLR 第 2 版の開発

Development of PASCLR Code System Version 2 to Derive Clearance Levels of
Uranium and Trans Uranium Wastes

武田 聖司 菅野 光大* 佐々木 利久 水無瀬 直史* 木村 英雄
Seiji TAKEDA, Mitsuhiro KANNO*, Toshihisa SASAKI
Naofumi MINASE* 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 2006

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Data/Code

本レポートは日本原子力研究開発機構が不定期に刊行している研究開発報告書です。
本レポートの全部または一部を複写・複製・転載する場合は下記にお問い合わせ下さい。

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

This report was issued subject to the copyright of Japan Atomic Energy Agency.
Inquiries about the copyright and reproduction should be addressed to :

Intellectual Resources Section,
Intellectual Resources Department
2-4, Shirakata-shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1195, JAPAN
Tel.029-282-6387, Fax.029-282-5920

©日本原子力研究開発機構, Japan Atomic Energy Agency, 2006

ウラン及びTRU核種を含む放射性廃棄物に対するクリアランスレベル評価コードシステム
PASCLR 第2版の開発

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
武田 聖司・菅野 光大^{*1}・佐々木 利久^{*}・水無瀬 直史^{*2}・木村 英雄

(2006年1月11日受理)

原子炉施設等から発生する放射性廃棄物に対するクリアランスレベル導出の検討は、主に崩壊連鎖を伴わない比較的半減期の短い放射性核種が対象であるが、今後、規制行政庁によるクリアランスレベル導出の対象となる放射性廃棄物として、数万年以上の半減期が極めて長く、崩壊連鎖を伴う放射性核種を有意に含むウラン廃棄物、TRU核種を含む放射性廃棄物（TRU廃棄物）等が考えられ、当該廃棄物に対するクリアランスレベル導出のための評価手法を整備する必要がある。ウラン廃棄物、TRU廃棄物の特徴として、時間経過とともにその子孫核種が生成及び累積（ビルドアップ）することで、放射線影響が長期にわたる可能性があること、また、ウラン系列における気体状の子孫核種であるラドンが生成し、条件によっては有意な被ばく線量を与えることなどが考えられる。こうしたウラン廃棄物及びTRU廃棄物の特徴を踏まえたクリアランスレベルの導出を可能とするために、原子炉施設等を対象とした既存のクリアランスレベル評価コードシステムPASCLRの改良及び拡張を進め、PASCLRコードシステム第2版として整備した^{*2}。また、PASCLR第2版においても、評価パラメータのばらつき（不確かさ）がクリアランスレベルへ与える影響の定量化を目的としたモンテカルロ法による確率論的解析を可能とした。

本報告書は、PASCLRコードシステムの構成、各評価シナリオにおけるモデル、コードを使用する際に必要な入力マニュアル、入出力例などを取りまとめたものである。

本報告は、経済産業省原子力安全・保安院の委託により実施した研究成果の一部である
原子力科学研究所（駐在）〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4

^{*}(株)ピィジブル インフォメーション センターから出向中

*1(株)ピィジブル インフォメーション センター

*2(株)三菱マテリアル総合研究所

Development of PASCLR Code System Version 2 to Derive Clearance Levels of
Uranium and Trans Uranium Wastes

Seiji TAKEDA, Mitsuhiro KANNO^{*1}, Toshihisa SASAKI^{*}, Naofumi MINASE^{*2} and Hideo KIMURA

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

(Received January 11, 2006)

The derivation of clearance levels for radioactive materials, which are generated through the operation and dismantling of nuclear reactor and facilities, has been carried out by regulatory organizations for some short-lived radionuclides without decay chain. In the future, clearance levels for uranium and trans uranium (TRU) wastes characterized by the existence of long-lived radionuclides should also be derived from the evaluation of long-term radiological consequences. Based on the features of wastes, the growth of daughters associated with uranium decay chain, the emanation of radon gas etc., we have improved and developed the existing safety assessment code system PASCLR (Probabilistic Assessment code System for derivation of Clearance Levels of Radioactive materials) version 2 to estimate clearance levels for the uranium and TRU wastes^{*2}. The PASCLR code system supports to estimate the effect of parameter uncertainty to radiological exposure on the basis of the Monte Carlo technique.

This report provides descriptions of the capabilities and structure of PASCLR code system, mathematical models for potential exposure scenarios to estimate the clearance level, examples of each code, user information for execution of the code system (users' manual) and input and output.

Keywords:

Computer Code System, Probabilistic Assessment, Users' Manual, Clearance, Safety Assessment, Uranium and Trans Uranium Waste, Radon, Latin Hypercube Sampling, Regression Coefficient, Cumulative Distribution Function

Studies reported in this paper were supported in part by the Nuclear and industrial safety Agency in Ministry of Economy, Trade and Industry.

* On loan from Visible Information Center, Inc.

*1 Visible Information Center, Inc.

*2 Mitsubishi Material, Inc.

目 次

1. はじめに	1
2. コードシステム	3
2.1 評価シナリオ	3
2.2 コードシステムの構成	4
2.3 パラメータセット作成コード(LHS-D, LHS-R)	5
2.4 被ばく線量評価コード	5
2.4.1 埋設処分シナリオ評価コード(DOSE-D)	6
2.4.2 再利用シナリオ評価コード(DOSE-R)	38
2.5 ラドンガス散逸を考慮した外部被ばく線量換算係数計算コード(RADCF)	53
2.5.1 RADCF コードの構成	53
2.5.2 ラドンガスの土壤中濃度分布評価モデル	54
2.5.3 ラドンガス散逸を考慮した外部被ばく線量換算係数の算出モデル	57
2.6 統計解析コード(SPOP-DR)	58
3. 入出力仕様	58
3.1 ファイル環境	58
3.2 入力ファイル仕様及び入出力ファイル例	62
3.3 ライブラリーファイル仕様	63
4. 実行形式	71
謝辞	73
参考文献	73
Appendix 1 埋設処分シナリオ用パラメータセット作成コード LHS-D 入力マニュアル及び入出力例	74
Appendix 2 再利用シナリオ用パラメータセット作成コード LHS-R 入力マニュアル及び入出力例	86
Appendix 3 埋設処分シナリオ評価コード DOSE-D の入力マニュアル及び入出力例	92
Appendix 4 再利用シナリオ評価コード DOSE-R の入力マニュアル及び入出力例	116
Appendix 5 ラドンガス散逸を考慮した外部被ばく線量換算係数計算コード RADCF 入力マニュアル及び入出力例	131
Appendix 6 統計解析コード SPOP-DR 入力マニュアル及び入出力例	135

Contents

1.	Introduction	1
2.	Code System	3
2.1	Assessment Scenario	3
2.2	Construction of Code System	4
2.3	Parameter Sampling Codes (LHS-D, LHS-R)	5
2.4	Dose Calculation Codes	5
2.4.1	Code for Disposal Scenario (DOSE-D)	6
2.4.2	Code for Recycle/Reuse Scenario (DOSE-R)	38
2.5	Calculation Code of Dose Conversion Factor for External Exposure with Radon Gas Emanation (RADCF)	53
2.5.1	Construction of RADCF Code	53
2.5.2	Model for Estimating Concentration Distribution of Radon Gas in Surface Soil	54
2.5.3	Model for Calculating Dose Conversion Factors for External Exposure with Radon Gas Emanation	57
2.6	Statistic Analysis Code (SPOP-DR)	58
3.	Specifications of Input and Output	58
3.1	File System	58
3.2	Input File Specifications and Examples for Input and Output data	62
3.3	Library Files	63
4.	Methods of Execution	71
	Acknowledgments	73
	References	73
	Appendix 1 Parameter Sampling Code for Disposal Scenario, LHS-D: Manual, and Input and Output Examples	74
	Appendix 2 Parameter Sampling Code for Recycle/Reuse Scenario, LHS-R: Manual, and Input and Output Examples	86
	Appendix 3 Dose Calculation Code for Disposal Scenario, DOSE-D: Manual, and Input and Output Examples	92
	Appendix 4 Dose Calculation Code for Recycle/Reuse Scenario, DOSE-R: Manual, and Input and Output Examples	116
	Appendix 5 Dose Conversion Factor Calculation Code for External Exposure with Radon Gas Emanation, RADCF: Manual, and Input and Output Examples	131
	Appendix 6 Statistic Analysis Code, SPOP-DR: Manual, and Input and Output Examples	135

1. はじめに

原子力施設等の管理区域から発生する放射性廃棄物の内、放射性核種濃度が極めて低いために、それに起因する線量が自然界の放射線レベルに比較して十分に小さく、また、人の健康に対するリスクが無視できるものであれば、当該物質を放射性物質として扱う必要がないと考えられている。このような物質を放射性物質としての規制管理からはずすことをクリアランスといい、その基準となる核種濃度をクリアランスレベルという¹⁾。クリアランスレベルを適切に制度化することによって、原子力関連の施設及び原子力の研究開発・利用に伴い発生する廃棄物の安全かつ合理的な処理・処分、及び資源としての再利用を図ることが可能になると考えられる。

原子力安全委員会では、我が国におけるクリアランスレベルの導出を目的として、まず、主な原子炉施設（軽水炉及びガス炉）におけるクリアランスレベルの審議を行い、その報告書を平成11年3月に了承した²⁾。その後、重水炉、高速炉等におけるクリアランスレベル（平成13年7月）³⁾、及び核燃料使用施設（照射済燃料及び材料を取り扱う施設）におけるクリアランスレベル（平成15年4月）⁴⁾の審議が、順次実施された。

こうした一連のクリアランスレベルの導出にあたっては、被ばく線量を評価する数学モデルにおけるパラメータに対して、それぞれ一つの値を与えて解析を行う決定論的手法が用いられ、パラメータ値として平均的な値あるいは保守的な値が採用された。また、その算出に用いた種々の評価パラメータが自然条件、社会環境を一般的に広く想定した範囲を考慮し保守的に選定されていることを確認するため、各評価パラメータのばらつきを確率密度関数として与えた確率論的解析を実施した。このクリアランスレベル導出のための確率論的解析を行うために、旧日本原子力研究所では、平成12年にモンテカルロ法を用いたクリアランスレベル導出のための確率論的解析コードシステム PASCLR (Probabilistic Assessment code System for derivation of Clearance Levels of Radioactive materials) の1次版を開発した⁵⁾。

以上のPASCLR1次版によるクリアランスレベル導出の検討は、主に崩壊連鎖を伴わない比較的半減期の短い放射性核種が対象であるが、今後、クリアランスレベル導出の対象となる放射性廃棄物として、数万年以上の半減期が極めて長く、崩壊連鎖を伴う放射性核種を有意に含むウラン廃棄物、TRU核種を含む放射性廃棄物（以下、TRU廃棄物）等が考えられる。ウラン廃棄物、TRU廃棄物の特徴として、時間経過とともにその子孫核種が生成及び累積（ビルドアップ）することで、放射線影響が長期にわたる可能性があること、また、ウラン系列における気体状の子孫核種であるラドンが生成し、条件によっては有意な被ばく線量を与えることなどが考えられる。こうしたウラン廃棄物及びTRU廃棄物の特徴を踏まえたクリアランスレベルの導出を可能とするための評価手法を整備することを目的として、平成13年度より経済産業省原子力安全・保安院から「放射性廃棄物処分の長期的評価手法の調査」を受託し、既存のクリアランスレベル評価コードシステム PASCLR（2次版）としての改良及び拡張を進めた。

PASCLRによって、産業廃棄物として廃棄物処分場に埋設処分するシナリオ（以下「埋設処分シナリオ」と記述する）と、発生した廃棄物が前処理、溶融等の過程を経て新たな製品として再生されるか、あるいはそのままの形態で再使用されるシナリオ、（以下「再利用シナリオ」と記述する）の2つのシナリオが評価可能である。埋設処分シナリオは、クリアランスされた廃棄物の処分場への運搬及び埋設の作業者に対するシナリオ（以下「操業シナリオ」）、処分場

の跡地を再利用するシナリオ（以下「跡地利用シナリオ」）、及び処分場からの地下水による核種移行を想定したシナリオ（以下「地下水移行シナリオ」）の3つのサブシナリオから構成される。こうした評価シナリオにおけるウラン廃棄物及びTRU廃棄物を対象としたクリアランスレベル評価コードシステム PASCLR（2次版）への主な拡張内容は、以下の通りである。

- (1) 核データライブラリー（崩壊連鎖、分岐比、半減期等）から、自動的に評価対象の核種データ（核種の抽出、分岐／合流、短半減期核種の線量換算係数の重ね合わせ等）の処理を行い、崩壊連鎖に伴う減衰/生成の現象を考慮したクリアランスレベル導出のための埋設処分シナリオ及び再利用シナリオに対する被ばく線量計算を可能とした。
- (2) ウラン系列の子孫核種であるラドンガスの発生から吸入に伴う被ばく線量の評価までの一連の評価モデル（汚染土壌／再利用時の製品等からのラドン散逸率評価モデル、屋外／屋内のラドン濃度評価モデル、ラドンガス吸入による内部被ばくモデル）を開発し、決定論及び確率論的解析を可能とした。
- (3) 跡地利用シナリオにおけるウラン系列核種の外部被ばく線量評価において、汚染土壌における均一な核種濃度を想定した外部被ばく評価と、現実的にラドンガスの地表面からの散逸に伴い形成される土壤中のラドン (^{222}Rn) 以下の子孫核種の濃度分布を考慮した場合の外部被ばく線量評価を可能とした。
- (4) 地下水移行シナリオのうち、河川（河川岸）及び海水（海岸）における被ばく経路（河川水・海水サブマージョン外部被ばく、河川岸・海岸からの再浮遊砂の吸入被ばく、塩摂取の内部被ばく等）の決定論及び確率論的解析を新たに可能とした。
- (5) 跡地利用シナリオの評価において、長期的評価の観点から、雨水等による地下水の浸透によって処分場の状態が変化し処分場からの核種流出が生じること、及び隆起・侵食／沈降・堆積の天然事象によって処分場と地表面との相対的な位置関係が時間的に変化することに対する影響評価を可能とした。
- (6) 再利用シナリオにおいて、再利用された材料の市場への流通を想定したリサイクルシステムを考慮したクリアランスレベル評価を可能とした。
- (7) 可燃性廃棄物を含めたクリアランスレベルの検討のため、可燃物を対象としたシナリオ（以下「可燃物限定シナリオ」）として、可燃物の焼却処理作業者及び焼却施設の周辺居住者に対する被ばくシナリオ（以下「焼却シナリオ」）と、埋設された可燃物が火災を起こした場合に想定されるサブシナリオ（以下「処分場火災シナリオ」）の埋設作業者の被ばく線量の評価を可能とした。

本報告書は、本コードシステムの構成、各評価シナリオにおけるモデル、コードを使用する際に必要な入出力マニュアル、入出力例などを取りまとめたものである。

2. コードシステム

2.1 評価シナリオ

クリアランスレベル評価コードシステム PASCLR により解析可能な評価シナリオの一覧を、Table 2.1 に示す。評価シナリオは、埋設処分シナリオ、再利用シナリオ、可燃物限定シナリオの3つに大別され、さらに、各評価シナリオは、Table 2.1 に示すいくつかのサブシナリオより構成される。以下に、PASCLR により解析可能な評価シナリオの概要を示す。

Table 2.1 PASCLR により解析可能な評価シナリオの一覧

評価シナリオ		シナリオの概要
サブシナリオ		
埋設処分 シナリオ	操業シナリオ	クリアランスされた廃棄物と、同時に発生する非放射性廃棄物の混合物を廃棄物処分場に埋設するための作業過程において被ばくするシナリオである。このシナリオでは、クリアランス後の廃棄物の積込、運搬、埋立作業などに伴う被ばくが想定される。
	跡地利用シナリオ	廃棄物処分場が、処分場閉鎖後に一般に開放され、その処分場跡地を公衆が利用することにより被ばくするシナリオである。このシナリオでは、跡地における建設、居住、農耕作業などに伴う被ばくが想定される。
	地下水移行シナリオ	廃棄物処分場から放射性核種が、降雨浸透水によって漏出して地下水により帯水層を移行し、その下流側の井戸水、河川水などを利用することにより被ばくするシナリオである。飲用、農畜産業、淡水産物の養殖への利用の他に、河川岸、海水、海岸の利用に伴う被ばくも含められる。
再利用 シナリオ	再生利用シナリオ	クリアランスされた廃棄物について、リサイクルのためのスクラップ処理や溶融・鋳造の過程を経て、新たな製品として再利用することにより被ばくするシナリオである。このシナリオには、再生品の製造過程で発生する被ばくと、製造された再生品の使用に伴う被ばくが含まれられる。
	再使用シナリオ	クリアランスされた装置、機器類等の廃棄物について、スクラップ処理や溶融・鋳造の過程を経ることなく、リユース(再使用)することにより被ばくするシナリオである。
可燃物限定 シナリオ	焼却シナリオ	クリアランスされた可燃性廃棄物を、焼却施設において焼却処理する際の作業者の被ばくと、排気された焼却灰に起因した被ばくを対象としたシナリオである。
	処分場火災シナリオ	クリアランスされた可燃性廃棄物が廃棄物処分場に直接処分され、可燃性廃棄物が火災を起こした場合に想定される被ばくを対象としたシナリオである。

(注) 埋設処分シナリオ及び再利用シナリオは、PASCLR第1版におけるシナリオ分類と同じであり、可燃物限定シナリオがPASCLR第2版において新たに追加した。

①埋設処分シナリオ: クリアランスされた廃棄物が、産業廃棄物として廃棄物処分場に埋設処分されることにより公衆が被ばくすることを想定したシナリオである。埋設処分シナリオは、さらに3つのサブシナリオ（操業シナリオ、跡地利用シナリオ、地下水移行シナリオ）から構成される。「操業シナリオ」は、廃棄物処分場に埋設するための作業過程において被ばくするシナリオであり、クリアランス後の廃棄物の積込、運搬、埋立作業などに伴う被ばく経路が対象である。「跡地利用シナリオ」は、廃棄物処分場が、処分場閉鎖後に一般に開放され、その処分場跡地を公衆が利用することにより被ばくするシナリオであり、跡地における建設、居住、農耕作業などに伴う被ばく経路が対象である。「地下水移行シナリオ」は、廃棄物処分場から放射性核種が、降雨浸透水によって漏出して地下水により帯水層を移行し、その下流側の井戸水、河川水などを利用することにより被ばくするシナリオである。飲用、農畜産業、淡水産物の養殖への利用の他に、河川岸、海水、海岸の利用に伴う被ばくも含められる。

行シナリオ」は、廃棄物処分場から放射性核種が、降雨浸透水によって漏出して地下水により帶水層を移行し、その下流側の井戸水、河川水などを利用することにより被ばくするシナリオである。飲用、農畜産業、淡水産物の養殖への利用の他に、河川岸、海水、海岸の利用に伴う被ばく経路が対象である。

- ②再利用シナリオ：クリアランスされた廃棄物が、前処理、溶融等の過程を経て新たな製品として再利用（リサイクル）されるか、あるいは機械類等がそのまま再使用（リユース）されることにより公衆が被ばくすることを想定したシナリオである。再利用シナリオには、上記の再利用（リサイクル）に関するサブシナリオ（以下「再生利用シナリオ」）と、再使用（リユース）に関するサブシナリオ（以下「再使用シナリオ」）が含まれる。
- ③可燃物限定シナリオ：可燃物廃棄物を含めたクリアランスレベル検討を可能とするための評価シナリオである。可燃物限定シナリオは、可燃物の焼却処理作業者及び焼却施設の周辺居住者に対する被ばくを想定したサブシナリオ（焼却シナリオ）と、埋設された可燃物が火災を起こした場合に想定されるサブシナリオ（処分場火災シナリオ）により構成される。

2.2 コードシステムの構成

PASCLR コードシステムは、変動するパラメータ値のサンプリングを行う「パラメータセット作成コード」、被ばくシナリオに基づいて各評価経路における被ばく線量を推定する「被ばく線量評価コード」、被ばく線量の推定結果に基づいて、種々の統計量を評価する「統計解析コード」の 3 つの主要コードにより構成されている。これらの主要コードによる確率論的解析のフローを Fig.2.1 に示す。

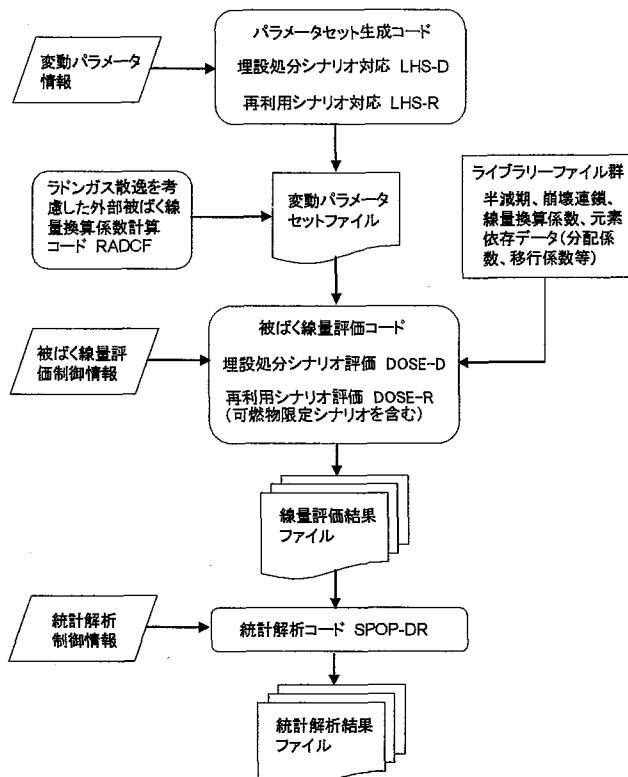


Fig.2.1 クリアランスレベル評価コードシステム PASCLR の計算フロー（確率論的解析）

「パラメータセット作成コード」は、埋設処分シナリオと再利用シナリオで、それぞれ異なったコード（LHS-D と LHS-R）を用いる。「被ばく線量評価コード」についても、同様に、埋設処分シナリオと再利用シナリオで、それぞれ異なったコード（DOSE-D と DOSE-R）構成になっている。なお、可燃物限定シナリオに対するパラメータセットの作成と被ばく線量計算の機能は、再利用シナリオに対する各コード（LHS-R、DOSE-R）に組み込まれている。また、統計解析コードは全シナリオに共通なコード（SPOP-DR）である。

これら 3 つの主要コードの他に、PASCLR は、地表面から大気へのラドンガスの散逸の影響を考慮可能な外部被ばく線量換算係数計算コード RADCF を装備している。ラドンガスは、地表面から大気への散逸の影響により、地表面近傍における各子孫核種の濃度は親核種である Ra-226 と放射平衡状態になく、地表面付近のラドン濃度が低下していると考えられる。そのため、Ra-226 とその子孫核種による外部被ばくへの寄与は、深さ方向に対して一様ではなく、その外部被ばくは、より現実的には、地表面付近におけるラドンガスの濃度分布の影響を受けると考えられる。RADCF コードは、こうした現象を評価するため、ラドンガスの大気への散逸を考慮した地表面付近の Ra-226 以下の核種濃度分布を求め、その濃度分布に対応した外部被ばく線量換算係数を計算するコードである。

以下に、それぞれのコードの内容について記述する。

2.3 パラメータセット作成コード（LHS-D、LHS-R）

パラメータセット作成コードは、変動すると考えられる数種類のパラメータ（以下「変動パラメータ」と記述する）それぞれに対し、Latin Hypercube Sampling 法^⑥を用いてパラメータサンプリングを行い、変動パラメータセットファイルを作成するコードである。パラメータ作成コードには、各変動パラメータに対し、データの変動範囲と分布の特徴を表す確率密度関数を入力情報として設定する必要がある。Latin Hypercube Sampling 法によるパラメータサンプリング各パラメータの確率密度関数が等面積、すなわち累積分布関数（CDF : Cumulative Distribution Function）の累積確率が等間隔となるようにサンプル数で分割され、各領域内から代表値が 1 つずつランダムに選択される。そして、パラメータ値の組み合わせが、ランダム過程によって生成された Latin Hypercube によって決められる。なお、本コードではパラメータの分布型として、一様分布、対数一様分布、正規分布、対数正規分布の 4 種類が選択可能である。

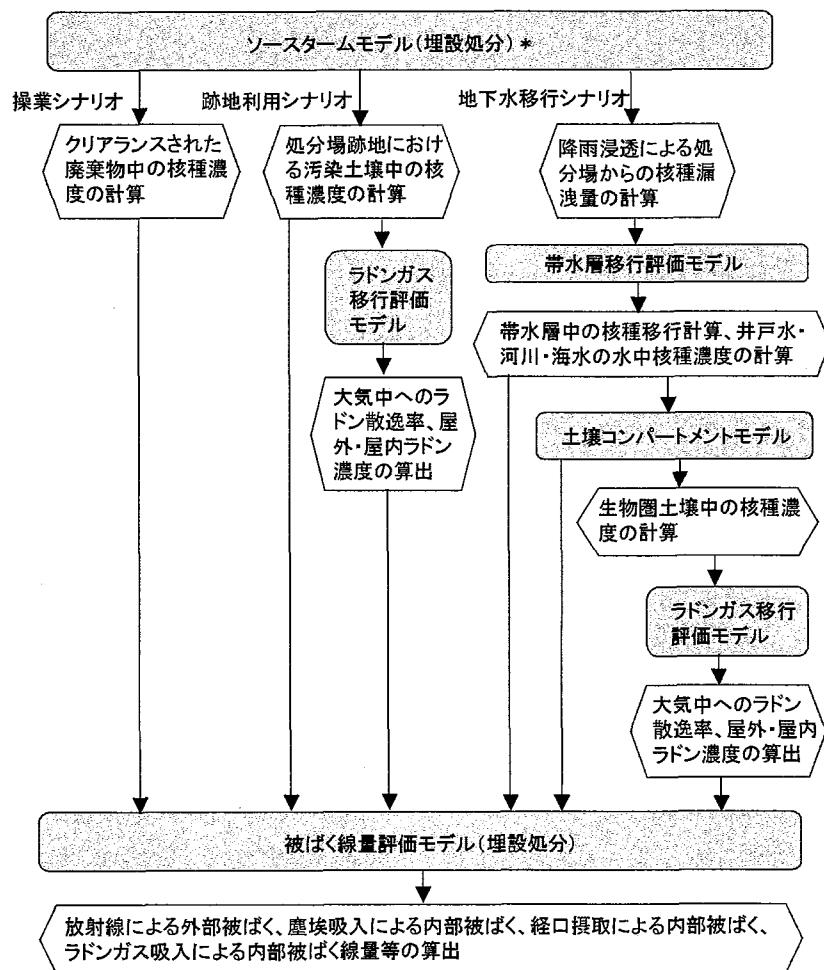
埋設処分シナリオで使用するコードは LHS-D、再利用シナリオで使用するコードは LHS-R である。

2.4 被ばく線量評価コード

被ばく線量評価コードは、パラメータセット作成コードによって作成された変動パラメータセットファイル及び被ばく線量評価制御情報ファイルを使用して、クリアランスレベルの導出のために設定した各評価シナリオ（Table 2.1 参照）の各評価経路における被ばく線量を評価するコードである。埋設処分シナリオで使用するコードは DOSE-D、再利用シナリオ及び可燃物限定シナリオで使用するコードは DOSE-R である。なお、本コードの単位系は、必要に応じて MKS 単位系以外の一般に使用されている単位系を用いている。

2.4.1 埋設処分シナリオ評価コード (DOSE-D)

埋設処分シナリオは、3つのサブシナリオ（操業シナリオ、跡地利用シナリオ、地下水移行シナリオ）から構成される。「操業シナリオ」は、廃棄物処分場に埋設するための作業過程において被ばくするシナリオであり、クリアランス後の廃棄物の積込、運搬、埋立作業などに伴う被ばく経路が対象である。「跡地利用シナリオ」は、廃棄物処分場が、処分場閉鎖後に一般に開放され、その処分場跡地を公衆が利用することにより被ばくするシナリオであり、跡地における建設、居住、農耕作業などに伴う被ばく経路が対象である。「地下水移行シナリオ」は、廃棄物処分場から放射性核種が、降雨浸透水によって漏出して地下水により帶水層を移行し、その下流側の井戸水、河川水などを利用することにより被ばくするシナリオである。埋設処分シナリオ評価コード DOSE-D は、これらの3つのサブシナリオにおける被ばく線量を計算するコードである。本コードでは、放射性核種が単位濃度 ($1000\text{Bq/kg} = 1\text{Bq/g}$) の場合の被ばく線量を評価する。埋設処分シナリオ評価コード DOSE-D のモデル構成を Fig.2.2 に示す。以下に、それぞれのサブシナリオにおいて線量評価に用いたモデルを記述する。



(*)ソースタームモデルは、「操業シナリオ」、「跡地利用シナリオ」、「地下水移行シナリオ」の各シナリオで異なり、その詳細については各シナリオのソースタームモデルにおいて記載している。

Fig.2.2 埋設処分シナリオ評価コード DOSE-D のモデル構成

2.4.1.1 操業シナリオ

操業シナリオは、クリアランスされた廃棄物と、同時に発生する非放射性廃棄物の混合物（以下この混合物を単に「廃棄物」と記述する）を廃棄物処分場に埋設するための作業過程において被ばくするシナリオである。操業シナリオにおいて対象とする被ばく経路は、Fig.2.3 のようになる。

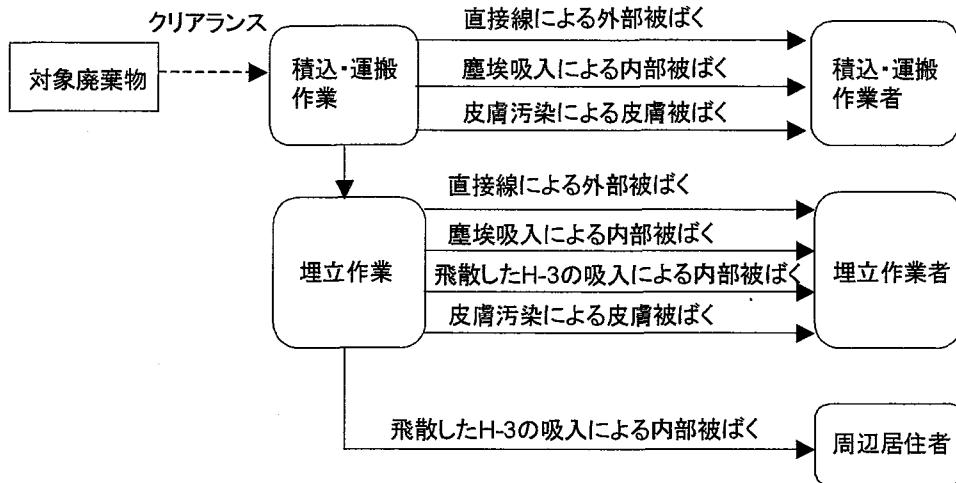


Fig.2.3 操業シナリオにおける被ばく経路

操業シナリオにおいて想定した被ばく評価の対象者は、積込・運搬作業者、埋立作業者、周辺居住者である。また、本シナリオにおける被ばく形態は、廃棄物に含まれる放射性物質からの放射線による外部被ばく、廃棄物がダストとして空気中に飛散し、そのダストを吸入することによる内部被ばく、飛散したダストの沈着・堆積に起因する皮膚汚染による皮膚被ばく、及び廃棄物から飛散したトリチウム（H-3）の直接吸入による内部被ばくの4つの被ばく形態が考えられる。これらの被ばく形態に対し、評価対象者によっては、被ばく時間、空気中のダスト濃度等のパラメータ値の違いが生じることが考えられるものの、各被ばく評価のモデルは評価対象者において同一であるとした。操業シナリオの被ばく線量を評価するために使用されるモデルは、Fig.2.2 に示すように「ソースタームモデル」と「被ばく線量評価モデル」である。以下に、操業シナリオにおける各モデルを記述する。なお、操業シナリオの各モデル中に使用している時間 t は、クリアランス後の経過時間を表すものとする。

(1) ソースタームモデル（操業シナリオ）

操業に係る被ばく経路の被ばく線源は、廃棄物自体である。クリアランスされた廃棄物中核種濃度の時間変化は、検認から搬出・埋め立てまでの時間経過における崩壊連鎖を考慮した以下の連立常微分方程式により表される。

$$\frac{d}{dt}C_{w,i}(t) = -\lambda_i \cdot C_{w,i}(t) + Br_{i-1,i} \cdot \lambda_{i-1} \cdot C_{w,i-1}(t) \quad (1)$$

ここで、

$C_{w,i}(t)$: クリアランス後の廃棄物中の核種 i 濃度 (Bq/g)

λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)

$Br_{i-1,i}$: 核種 $i-1$ から核種 i への分岐比 (-)

(1)式の初期条件は、施設の解体等によって発生する「放射性廃棄物でない廃棄物（非放射性廃棄物）」と混合される割合（混合率）を考慮し、以下の式で表される。

$$C_{w,i}(0) = C_{w0,i} \cdot F_{wc} \quad (2)$$

ここで、

$C_{w,i}(0)$: 「放射性廃棄物でない廃棄物」とクリアランス対象廃棄物が混合した廃棄物中の核種 i 濃度 (Bq/g)

$C_{w0,i}$: クリアランス対象廃棄物中の核種 i 濃度 (Bq/g)

F_{wc} : 混合率 (-)

である。なお、(2)式の混合率に代表される希釈割合を表す変数は、DOSE-D コードにおいて、最大 5 つの係数を考慮することが可能となっている。

また、DOSE-D では、核データ（崩壊連鎖、分岐比、半減期等）をライブラリー化し、自動的に評価対象の核種データ（核種の抽出、分岐／合流の判断等）の処理を可能とした。また、DOSE-D では、計算対象の崩壊系列中の核種の内で、半減期が短い核種は、親核種と放射平衡にあると仮定し計算量を自動的に少なくできる機能を備えている。この計算対象核種の選別条件はオプション入力により設定可能である。

(2) 被ばく線量評価モデル（操業シナリオ）

①外部、吸入及び直接摂取による内部被ばく（積込・運搬・埋立）

クリアランス後の積込作業から埋立作業までの作業者の外部被ばく、ダストの吸入による内部被ばく及び直接摂取による内部被ばくは、それぞれ以下の式で与えられる。

$$D_{ext,i}(t) = C_{w,i}(t) \cdot FS_{w,i} \cdot t_w \cdot DF_{w,ext,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (3)$$

$$D_{inh,i}(t) = C_{w,i}(t) \cdot Cd_w \cdot Br_w \cdot t_w \cdot DF_{inh,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (4)$$

ここで、

$D_{ext,i}(t)$: 核種 i による外部被ばく線量(Sv/y)

$D_{inh,i}(t)$: 核種 i による吸入経路の内部被ばく線量(Sv/y)

$FS_{w,i}$: 作業時における核種 i の外部被ばくに関する遮へい係数(-)

t_w : 年間作業時間(h/y)

Cd_w : 作業時の空気中ダスト濃度(kg/m³)

Br_w : 作業者の呼吸量(m³/h)

Q_{ing} : 年間摂取量(g/y)

$DF_{w,ext,i}$: 作業時における核種 i の外部被ばく線量係数((Sv/y)/(Bq/kg))

$DF_{inh,i}$: 核種 i の吸入経路による内部被ばく線量係数(Sv/Bq)

t_i : 被ばく中の減衰期間(y)

である。

②トリチウム吸入被ばく（埋立・周辺居住）

埋立作業者と処分場の周辺居住者を対象に、処分場から飛散したトリチウムを吸入することによる被ばく線量を求めるために必要な空気中のトリチウム濃度は、以下のように計算される。

$$C_T(t) = \frac{C_{w,T}(t) \cdot W \cdot D_T}{H_e \cdot L_e \cdot U} \quad (5)$$

ここで、

- $C_T(t)$: 空気中トリチウム濃度 (Bq/m³)
- $C_{w,T}(t)$: 廃棄物中トリチウム濃度 (Bq/g)
- W : 廃棄物総量 (g)
- D_T : 処分場からの平均飛散率 (s⁻¹)
- H_e : 有効高さ (m)
- L_e : 断面方向長さ (m)
- U : 風速 (m/s)

である。また、トリチウムの吸入による内部被ばく線量は次式で与えられる。

$$D_{INH,T}(t) = C_T(t) \cdot B \cdot T \cdot DCF_{INH,T} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (6)$$

ここで、

- $D_{INH,T}(t)$: トリチウムの吸入による内部被ばく線量 (Sv/y)
- $C_T(t)$: 空気中トリチウム濃度 (Bq/m³)
- B : 呼吸量 (m³/h)
- T : 年間被ばく時間 (h/y)
- $DCF_{INH,T}$: トリチウムの吸入内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

③皮膚汚染による皮膚被ばく（積込・運搬・埋立）

クリアランス後の積込作業から埋立作業までの作業者の皮膚汚染による被ばくは、以下の式で与えられる。

$$D_{skin,i}(t) = C_{w,i}(t) \cdot L_{dust} \cdot \rho \cdot t_w \cdot DF_{skin,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (7)$$

ここで、

- $D_{skin,i}(t)$: 核種 i による皮膚汚染による皮膚被ばく線量(Sv/y)
- L_{dust} : 皮膚に堆積したダストの厚さ(cm)
- ρ : 皮膚に堆積したダストの密度(g/cm³)
- t_w : 年間作業時間(h/y)
- $DF_{skin,i}$: 核種 i の皮膚汚染による皮膚被ばく線量係数((Sv/h)/(Bq/cm²))

である。

2.4.1.2 跡地利用シナリオ

跡地利用シナリオは、クリアランスされた廃棄物を処分した廃棄物処分場が、処分場閉鎖後に一般に解放され、その処分場跡地を公衆が利用することによって被ばくするシナリオである。本シナリオでは、Fig.2.4 に示すように、跡地を利用する際に住宅等の建設を行う作業者、跡地に居住する居住者、跡地を利用して農耕・牧畜作業を行う農耕・牧畜作業者を対象に、廃棄物処分場跡地に含まれる放射性物質からの放射線による外部被ばく、廃棄物処分場跡地に含まれる放射性物質がダストとともに空気中に飛散し、そのダストを吸入することによる内部被ばく、及び飛散したダストの沈着・堆積に起因する皮膚汚染による皮膚被ばくを想定した。その他の本シナリオにおける被ばく形態として、処分場跡地に含まれる放射性物質が農作物あるいは畜産物に移行し、それらを経口摂取することによる内部被ばくが考えられる。さらに、ウラン廃棄物の埋設処分を想定した場合、その廃棄物中に含まれるウランの子孫核種であるラジウム (^{226}Ra) の壊変によりラドン (^{222}Rn) が発生する。発生したラドンガスは土壤粒子から拡散により土壤空気（空隙）中に入り込み、さらに土壤空气中を拡散によって移動するとともに、一部が地表面から大気中に散逸し、公衆がそのラドンガスを吸入することによる内部被ばくが考えられる。跡地利用シナリオの被ばく線量を評価するために使用されるモデルは、Fig.2.2 に示すように「ソースタームモデル」、「ラドンガス移行評価モデル」及び「被ばく線量評価モデル」である。以下に、跡地利用シナリオにおける各モデルを記述する。なお、跡地利用シナリオの各モデル中に使用している時間 t は、埋設処分後の経過時間を表すものとする。

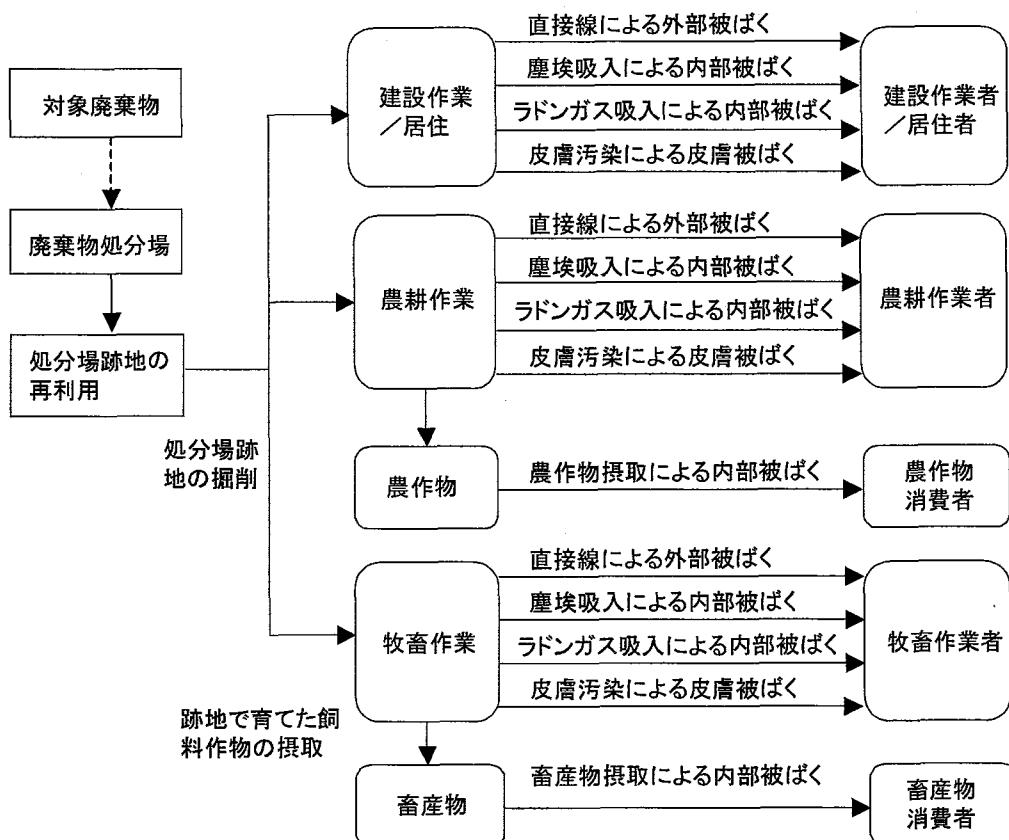


Fig.2.4 跡地利用シナリオにおける被ばく経路

(1) ソースタームモデル（跡地利用シナリオ）

跡地利用シナリオに係る被ばく線量評価では、処分施設をコンパートメントとして表現し、崩壊系列及び降雨浸透による処分場からの核種の漏洩を考慮した非定常的な施設内における核種濃度の変化を動的コンパートメントモデルにより解析する。動的コンパートメントモデルは、以下の連立常微分方程式により記述される。

$$\frac{d}{dt}C_{d,i}(t) = -(\eta_i + \lambda_i) \cdot C_{d,i}(t) + Br_{i-1,i} \cdot \lambda_{i-1} \cdot C_{d,i-1}(t) \quad (8)$$

ここで、

- $C_{d,i}(t)$: 処分施設内の核種 i 濃度 (Bq/g)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)
- η_i : 核種 i の処分場からの漏洩率 (1/y)
- $Br_{i-1,i}$: 核種 $i-1$ から核種 i への分岐比 (-)

である。

処分場からの漏洩率 η_i は、処分施設からの核種の溶出が分配平衡に基づいて起こると仮定する場合（分配係数モデル）、以下の式で表される。なお、保守的に処分施設内からの核種の漏洩を考慮しない場合、漏洩率 η_i をゼロとし計算することが可能である。

$$\eta_i = \frac{P}{H_w \cdot (\varepsilon_w + \rho_w \cdot Kd_{w,i})} \quad (9)$$

ここで、

- η_i : 核種 i の処分場からの漏洩率 (1/y)
- P : 処分場への降雨浸透水量 (m/y)
- H_w : 廃棄物層の厚さ (m)
- ε_w : 廃棄物層空隙率 (-)
- ρ_w : 廃棄物層嵩密度 (g/cm³)
- $Kd_{w,i}$: 廃棄物層分配係数 (ml/g)

である。

また、クリアランスレベル評価及び政令濃度上限値の計算方法と同様に、IAEA 技術文書「IAEA- TECDOC-401⁽⁷⁾」における放出係数モデルを使用すると、処分場からの漏洩率 η_i は以下の式により求められる。

$$\eta_i = \frac{P}{H_w} \cdot R_{c,i} \quad (10)$$

ここで、

- η_i : 核種 i の処分場からの漏洩率 (1/y)
- P : 処分場への降雨浸透水量 (m/y)
- H_w : 廃棄物層の厚さ (m)
- $R_{c,i}$: 核種 i の放出係数 (-)

である。DOSE-D では、跡地利用シナリオのソースタームモデルにおいて、上記の「分配係数モデル」と「放出係数モデル」のオプション選択が可能である。

廃棄物と充填材はある比率で混合され、その混合されたものを処分場に埋設し、処分場容量がそれよりも多い場合はさらに同一の比率で放射性核種を含まない廃棄物と充填材が加えられると仮定する。また、処分場内では廃棄物と充填材は均一に混合されるとすると、(8)式の初期条件は、以下の式で表される。

$$C_{d,i}(0) = C_{w,i}(0) \cdot \frac{W}{L_w \cdot W_w \cdot H_w \cdot \rho_w \cdot 10^6} \quad (11)$$

ここで、

- $C_{d,i}(t)$: 処分施設内の核種 i 濃度 (Bq/g)
- $C_{w,i}(0)$: 「放射性廃棄物でない廃棄物」とクリアランス対象廃棄物が混合した廃棄物中の核種 i 濃度 (Bq/g)
- W : 廃棄物総量 (g)
- L_w : 処分場の長さ (m)
- W_w : 処分場の幅 (m)
- H_w : 廃棄物層の厚さ (m)
- ρ_w : 廃棄物層嵩密度 (g/cm³)

である。なお、 $C_{w,i}(0)$ は(2)式により与えられる。

さらに、建設作業、耕作時の掘削等により廃棄物と覆土とが混合された場合、掘削混合土壤中核種濃度 $C_{M,i}$ は、以下の式によって求める。

$$C_{M,i}(t) = \begin{cases} C_{d,i}(t) \cdot \frac{H_w}{T_U} & (H_c + H_w < T_U \text{ の場合}) \\ C_{d,i}(t) \cdot \frac{T_U - H_c}{T_U} & (H_c \leq T_U < H_c + H_w \text{ の場合}) \\ 0 & (T_U < H_c \text{ の場合}) \end{cases} \quad (12)$$

ここで、

- $C_{M,i}(t)$: 掘削混合土壤中の核種 i 濃度 (Bq/g)
- $C_{d,i}(t)$: 処分施設内の核種 i 濃度 (Bq/g)
- H_c : 覆土厚さ (m)
- T_U : 掘削深さ (m)

である。

(2) ラドンガス移行評価モデル（跡地利用シナリオ）

ウラン廃棄物に含まれる U-238 及び U-234 から、気体状の子孫核種であるラドン (²²²Rn) が生成され、ラドンガスを吸入することによる被ばくが生じる可能性が考えられる。ラドンガス移行評価モデルは、対象廃棄物のウランを起源とし、土壤から大気中へのラドンガスの散逸率、屋外大気中ラドン濃度、床下空間ラドン濃度、及び屋内空間ラドン濃度の各評価モデルより構成されている。ラドンガス移行評価モデルにより求められた屋外及び屋内のラドン濃度から、さらに、被ばく線量評価モデルによって、建設作業者、居住者等を対象としたラドンガス吸入による被ばく線量を計算することができる。ラドンガス移行評価モデルの構成を Fig.2.5 に示す。

以下に、ラドンガス移行評価モデルの各評価モデルを示す。

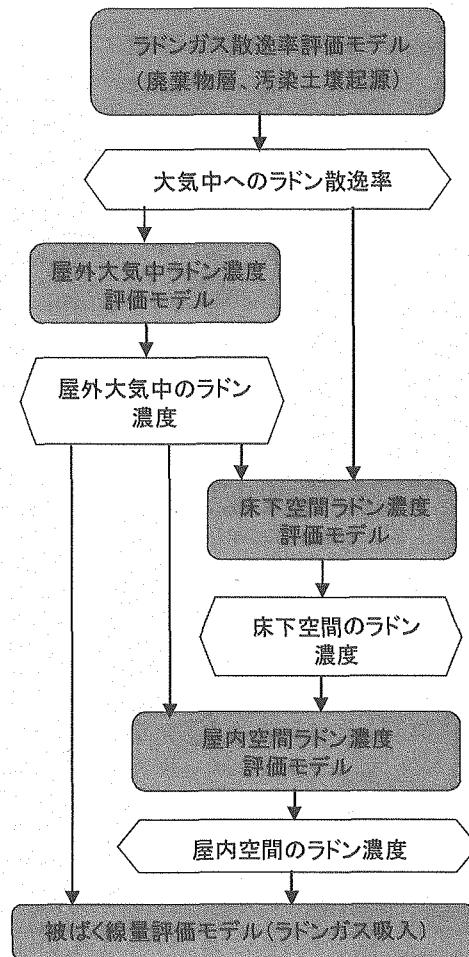


Fig.2.5 ラドンガス移行に関する評価モデル構成

①ラドンガス散逸率評価モデル

ラドン (^{222}Rn) は、廃棄物中に含まれるウランの子孫核種であるラジウム (^{226}Ra) の壊変により発生する。廃棄物中に含まれるラジウムから発生したラドンガスは土壌粒子から拡散により土壌空気（空隙）中に入り込む。その土壌空気中のラドンガスは、さらに土壌空气中を拡散によって移動し、放射性崩壊を伴って一部が地表面から大気中に散逸する。ラドンガス散逸率評価モデルは、Fig.2.6 の概念図に示すように、廃棄物層または汚染土壌からのラドンガスの発生から、地表面から大気中に放出されるラドンガス散逸量を評価するためのモデルである。廃棄物層または汚染土壌からのラドンガス散逸率 J_w は、「UNSCEAR 2000」に報告されている以下の式で表される⁽⁸⁾。

$$J_w(t) = C_{Ra}(t) \cdot \rho \cdot F \cdot \lambda_{Ra} \cdot \sqrt{\frac{D_w}{\lambda_{Ra}}} \cdot \tanh \frac{X_w}{\sqrt{\frac{D_w}{\lambda_{Ra}}}} \quad (13)$$

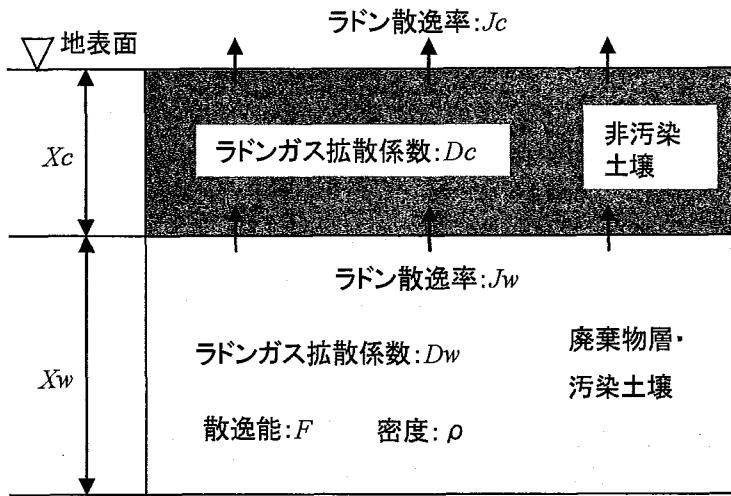


Fig.2.6 ラドンガス散逸率評価モデル概念図

ここで、

- $J_w(t)$: 廃棄物層または汚染土壌からのラドンガス散逸率 ($\text{Bq}/\text{m}^2/\text{s}$)
- $C_{Ra}(t)$: 土壌中ラジウム濃度 (Bq/kg)
- ρ : 土壌密度 (嵩密度) (kg/m^3)
- F : 散逸能 (-)
- λ_{Rn} : ラドンの崩壊定数 (s^{-1})
- D_w : ラドンガスの廃棄物層または汚染土壌中拡散係数 (m^2/s)
- X_w : 発生源の厚さ (m)

である。散逸能 F は、廃棄物層（汚染土壌）中のラジウムの崩壊によって生成したラドンが空隙中に放出される割合を表すパラメータである。

また、汚染土壌の上に覆土等の非汚染土壌を想定した場合、非汚染土壌を透過した後の大気中へのラドン散逸率 J_c は以下の式で表される。

$$J_c(t) = J_w(t) \cdot \exp \left(- \frac{X_c}{\sqrt{\frac{D_c}{\lambda_{Rn}}}} \right) \quad (14)$$

ここで、

- $J_c(t)$: 大気中へのラドン散逸率 ($\text{Bq}/\text{m}^2/\text{s}$)
- $J_w(t)$: 汚染土壌からのラドンガス散逸率 ($\text{Bq}/\text{m}^2/\text{s}$)
- X_c : 非汚染土壌の厚さ (m)
- D_c : ラドンガスの非汚染土壌中拡散係数 (m^2/s)
- λ_{Rn} : ラドンの崩壊定数 (s^{-1})

である。

なお、ラドンガス散逸率評価モデルでは、Fig.2.6 に示した廃棄物層等の1つの線源の他に、深さ方向に2つの線源が存在する場合のラドンガス散逸率も評価可能である。これは、例えば、処分場跡地において、建設等による掘削が行われ、廃棄物層の一部が非汚染土壤の覆土と混合し、廃棄物層との混合土層からもラドンガスが発生する場合に対応している。また、建設等の掘削が行われた後に、客土等の非汚染層で覆われるケースが考えられることから、本コードにおいて、非汚染層は最大4つまで考慮できる。

②屋外大気中ラドン濃度評価モデル

地表面から散逸したラドンガスは、様々な気象条件に影響されながら大気中に拡散する。現在、大気汚染の環境評価では、大気中の物質の輸送モデルとして拡散モデルが広く使用されている。拡散モデルとして一般的なものは、面源を対象としたボックスモデル、点源を対象としたパフモデル、ブルームモデル等である^{(9),(10),(11)}。本コードシステムでは、ボックスモデルとパフモデルによる評価が可能である。ボックスモデルによって、決定論及び確率論的解析が可能であるが、パフモデルでは、確率論的手法による解析機能を備えていない。

「ボックスモデル」とは、ある対象領域を有限の空間（ボックス）とし、ボックス内の対象物質の收支を計算するモデルである。この時、ボックスの中では濃度が一様であると考えて、濃度を算出する。Fig.2.7 に示すように、処分場直上において、ある評価高さを仮定した場合、このボックス領域内におけるラドン放射能の收支は、地表面からの散逸、ラドンの崩壊、大気による交換を想定し、以下の式で表される。

$$\frac{\partial Co_{Rn}(t)}{\partial t} = \frac{J_c(t)}{H} - \left(\lambda_{Rn} + \frac{U}{a} \right) \cdot Co_{Rn}(t) \quad (15)$$

ここで、

- $Co_{Rn}(t)$: 屋外大気中ラドン濃度 (Bq/m^3)
- $J_c(t)$: 大気中へのラドン散逸率 ($\text{Bq}/\text{m}^2/\text{s}$)
- H : 評価高さ (m)
- λ_{Rn} : ラドンの崩壊定数 (s^{-1})
- U : 風速 (m/s)
- a : 発生源長さ (風向方向) (m)

である。

$U/a = \lambda_U$ とおき、 $t=0$ で $Co_{Rn}=0$ として、式(15)を解くと、時刻 t における屋外大気中ラドン濃度 Co_{Rn} は、以下のように表される。

$$Co_{Rn}(t) = \frac{J_c(t) \cdot [1 - \exp\{-(\lambda_{Rn} + \lambda_U) \cdot t\}]}{H \cdot (\lambda_{Rn} + \lambda_U)} \quad (16)$$

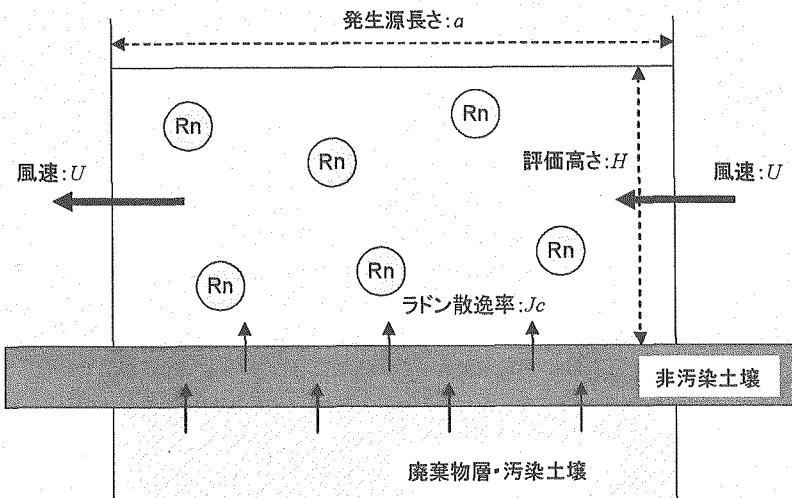


Fig.2.7 屋外大気中ラドン濃度評価モデル概念図（ボックスモデル）

「パフモデル」では、廃棄物処分場から散逸したラドンガスの、評価地点 A の点における評価時刻 t の大気中濃度は以下の式で求める。

$$\chi_A(t) = \sum_{IP=1}^{NPF} \chi_{A,IP}(t) \quad (17)$$

$$\chi_{A,IP}(t) = \sum_B \chi_{A,B,IP}(t) = \sum_B \{ C_{IP,A,B}(t) \times Q_{IP,B}(t) \} \quad (18)$$

$$C_{IP,A,B}(t) = \frac{1}{(2\pi)^{3/2} \sigma_{x,IP}(t) \sigma_{y,IP}(t) \sigma_{z,IP}(t)} \\ \times \exp\left(-\frac{(x-Ut)^2}{2\sigma_{x,IP}^2(t)}\right) \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_{y,IP}^2(t)}\right) \cdot \left\{ \exp\left(-\frac{(z-He)^2}{2\sigma_{z,IP}^2(t)}\right) + \exp\left(-\frac{(z+He)^2}{2\sigma_{z,IP}^2(t)}\right) \right\} \quad (19)$$

$$Q_{IP,B}(t) = Jc_B \cdot \exp(-\lambda_{Rn} t_{IP}) \quad (20)$$

ここで、

- A : 評価地点
- B : ラドンガスが散逸する、廃棄物処分場のメッシュ点
- t : 評価時刻 (s)
- IP : パフの ID (-)
- NPF : 評価時刻 t までに発生したパフ数 (-)
- (x, y, z) : メッシュ点 B と評価地点 A との相対位置 (m)
- U : 風速 (m/s)
- He : 有効放出高さ (m)
- λ_{Rn} : ラドンガスの崩壊定数 (s^{-1})
- t_{IP} : パフ IP の移流時間 (s) (放出時刻から評価時刻までの時間)

- $\chi_A(t)$: 評価地点 A における屋外ラドンガス濃度 (Bq/m³)
 $C_{IP,A,B}(t)$: 評価地点 A におけるパフ IP の相対濃度 (Bq/m³/Bq)
 $Q_{IP,B}(t)$: メッシュ点 B において散逸したラドンガスのパフ IP の核種量 (Bq)
 Jc_B : メッシュ点 B において散逸したラドンガスのパフ 1 つ当たりの散逸量(Bq)
 $\sigma_{x,IP}(t)$: パフ IP の移流時間 t_{IP} における水平 x 方向の拡散パラメータ(m)
 $\sigma_{y,IP}(t)$: パフ IP の移流時間 t_{IP} における水平 y 方向の拡散パラメータ(m)
 $\sigma_{z,IP}(t)$: パフ IP の移流時間 t_{IP} における鉛直方向の拡散パラメータ(m)

である。

水平方向の拡散パラメータ σ_y (水平方向へは同様に拡散するとして $\sigma_x = \sigma_y$ とする)、鉛直方向の拡散パラメータ σ_z は、ターナーによる近似式により計算した拡散パラメータを使用する。拡散パラメータの算出は、パフの移流時間が秒単位を基にした式と、時間単位を基にした式が選択可能である。秒単位による拡散パラメータの基本式を以下に示す。

$$\sigma(t) = a \cdot t^b \quad (21)$$

ここで、

- $\sigma(t)$: 放出開始から t 時間後の水平方向または垂直方向の拡散パラメータ [m]
 t : 放出開始からの移流時間 [s]
 a, b : 係数

である。(20)式の係数と移流時間との関係を Table2.2 に示す。

また、時間単位を基にした拡散パラメータの近似式は、以下のように与えられる。

$$\log \sigma_y = a + b \log T \quad (22)$$

$$\log \sigma_z = a + b \log T + c(\log T)^2 \quad (23)$$

ここで、

- σ_y : 放出開始から t 時間後の水平方向の拡散パラメータ [m]
 σ_z : 放出開始から t 時間後の垂直方向の拡散パラメータ [m]
 T : 放出開始からの移流時間 [hour]
 a, b, c : 係数

である。(22)式及び(23)式における各係数を Table2.3 に示す。なお、Table2.2 及び 2.3 に示した各係数は、コード内に装備されている。

また、ラドンガスは地表面から散逸するために、煙突実体高は 0 [m] であり、また浮力（ガス温度は気温に等しいと考えられる）、運動量による上昇はないと考えられるので、有効煙突高 $He=0$ [m] とする。

さらに、処分場長さを L_w [m]、幅を W_w [m] とし、処分場の中心を原点にとり、処分場長さを x 方向、幅を y 方向に取る。 L_w, W_w をそれぞれ n_a, n_b 分割したメッシュを作ると、この要素 1

つの面積は $\frac{L_w \cdot W_w}{n_a \cdot n_b}$ [m²] であり、1 つの要素からの単位時間あたりのラドンガス散逸量 Jc_A

[Bq/s] は、単位時間・単位面積当たりの地表面からのラドン散逸率 Jc [Bq/m²/s] を用いて

Table2.2 ターナー図の近似式（秒単位式）の係数

$\sigma(t)$	大気安定度	a	b	移流時間 t [s]
σ_y	1	1.92091	0.884785	0 ~ ∞
	2	1.42501	0.890339	0 ~ ∞
	3	1.01538	0.896354	0 ~ ∞
	4	0.682404	0.886706	0 ~ ∞
	5, 6, 7	0.610032	0.885474	0 ~ ∞
σ_z	1	0.228205 0.049064 0.0172578	1.16593 1.41327 1.55074	0 ~ 500 500 ~ 2000 2000 ~ ∞
		0.360763 0.192024	1.01128 1.10256	0 ~ 1000 1000 ~ ∞
		0.426406	0.912511	0 ~ ∞
	4	0.446905 1.30023	0.855756 0.701154	0 ~ 1000 1000 ~ ∞
		0.523275 1.40800 4.09832	0.774220 0.630929 0.497485	0 ~ 1000 1000 ~ 3000 3000 ~ ∞
		0.64000 1.02400 4.65031	0.698970 0.630929 0.441928	0 ~ 1000 1000 ~ 3000 3000 ~ ∞
	7	0.773470 1.74808 7.28360	0.620945 0.502905 0.324659	0 ~ 1000 1000 ~ 3000 3000 ~ ∞

ここで、1 = 強不安定 (A)、2 = 並不安定 (B)、3 = 弱不安定 (C)、4 = 中立 (D)、

5 = 安定 (E)、6 = 強安定 (F)、7 = 強強安定 (G)

Table2.3 ターナー図の近似式（時間単位式）の係数

拡散パラメータ	σ_y		σ_z		
	a	b	a	b	c
強不安定 (A)	3.44	0.89	3.75	1.59	0.18
並不安定 (B)	3.33	0.89	3.19	1.08	0.02
弱不安定 (C)	3.20	0.89	2.88	0.91	-0.00
中立 (D)	3.01	0.89	2.62	0.69	-0.08
安定 (E, F, G)	2.94	0.89	2.38	0.51	-0.16

$$Jc_A = Jc \cdot \frac{L_w \cdot W_w}{n_a \cdot n_b} \quad (24)$$

となる。次に、1つの要素からのパフの放出間隔を δt とすると、1つのパフに対するラドンガス散逸量 Jc_B [Bq] は

$$Jc_B = Jc \cdot \frac{L_w \cdot W_w}{n_a \cdot n_b} \cdot \delta t \quad (25)$$

となる。この量が各要素の中心から散逸するとする。ここでは、ラドンの地表面からの散逸率

J_c [Bq/m²/s] については時間変化しないとしている。これは、評価対象であるラドン 222 の親核種であるラジウム 226 の半減期が 1.6×10^3 年と、ラドン 222 の半減期 3.8 日に比べ非常に長いために、大気拡散および崩壊によるラドンの減衰に対して常に一定の生成がなされていると仮定できるためである。したがって、このモデルにおいては 1 つのパラメータに対するラドンガス散逸量 J_{cB} [Bq] は一定であると仮定している。

③床下空間ラドン濃度評価モデル

ウラン廃棄物処分場の敷地内に居住することを仮定すると、Fig.2.8 に示すように、ウラン廃棄物から発生し、地表面より散逸したラドンの一部は、住居の床下空間に放出される。また、我が国の住居には除湿等の目的で床下に換気孔が設けられているため、床下換気による屋外大気中ラドンの侵入、及び除去が考えられる。これらの床下空間におけるラドンガスの收支について、式(14)と同様のボックスモデルを適用すると、床下空間ラドン濃度は、以下の式で表される。

$$Cc_{Rn}(t) = \frac{J_c(t) \cdot [1 - \exp\{-(\lambda_{Rn} + \lambda_c) \cdot t\}]}{h_c \cdot (\lambda_{Rn} + \lambda_c)} + \frac{Co_{Rn}(t) \cdot \lambda_c}{\lambda_{Rn} + \lambda_c} \quad (26)$$

ここで、

- $Cc_{Rn}(t)$: 床下空間ラドン濃度 (Bq/m³)
- $J_c(t)$: 大気中へのラドン散逸率 (Bq/m²/s)
- λ_{Rn} : ラドンの崩壊定数 (s⁻¹)
- λ_c : 床下空間換気率 (s⁻¹)
- h_c : 床下空間高さ (m)

である。

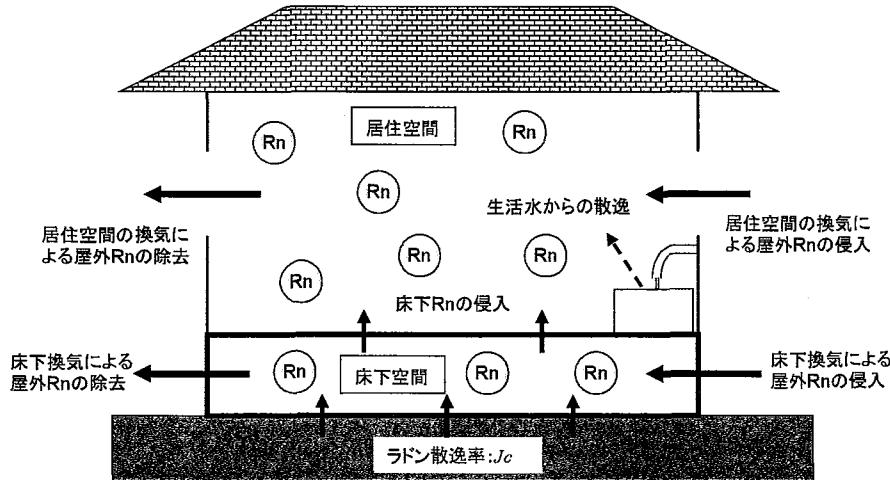


Fig.2.8 ラドンガスの屋内空間への侵入経路概念図

④屋内ラドン濃度評価モデル

廃棄物中の核種を起源とするラドンの屋内空間への侵入経路としては、Fig.2.8 に示すように、床下空間のラドンの侵入や、換気による屋外大気中ラドンの侵入及び生活水中ラドンの散逸⁽¹¹⁾、⁽¹²⁾が考えられる。ラドンガスは床下から屋内に侵入率 I で侵入すると仮定すると、屋内ラドン

濃度は以下の式で表される。

$$Ci_{Rn}(t) = \frac{Cc_{Rn}(t) \cdot I \cdot h_c}{h_{in} \cdot (\lambda_{Rn} + \lambda_{in})} + \frac{Co_{Rn}(t) \cdot \lambda_{in}}{\lambda_{Rn} + \lambda_{in}} + \frac{Cw_{Rn}(t) \cdot Q_w \cdot G}{V \cdot (\lambda_{Rn} + \lambda_{in})} \quad (27)$$

ここで、

$Ci_{Rn}(t)$: 屋内ラドン濃度 (Bq/m ³)
$Cc_{Rn}(t)$: 床下空間ラドン濃度 (Bq/m ³)
I	: 床下空間から屋内へのラドン侵入率 (s ⁻¹)
h_c	: 床下空間高さ (m)
h_{in}	: 屋内空間高さ (m)
λ_{Rn}	: ラドンの崩壊定数 (s ⁻¹)
λ_{in}	: 屋内換気率 (s ⁻¹)
$Co_{Rn}(t)$: 屋外大気中ラドン濃度 (Bq/m ³)
$Cw_{Rn}(t)$: 生活水中ラドン濃度 (Bq/m ³)
Q_w	: 生活用水の使用量 (m ³ /s)
G	: ガス化率 (-)
V	: 居住空間体積 (m ³)

である。

なお、跡地利用シナリオの評価では、放射性核種によって汚染した生活水の利用は想定していないため、生活水から発生するラドンガスの寄与は考慮しないことになる。

(3) 被ばく線量評価モデル（跡地利用シナリオ）

跡地利用シナリオにおいて想定する被ばく対象者は、前述の Fig.2.4 に示した、建設作業者、居住者、農耕作業者、農作物消費者、牧畜作業者、及び畜産物消費者である。以下に、各評価対象者の被ばく線量評価モデルを示す。

①外部、及び吸入による内部被ばく（跡地建設）

跡地利用シナリオにおける作業者（跡地における宅地の建設作業者）の外部被ばく、及び塵埃吸入による内部被ばく線量は、操業シナリオと同様に以下の式で与えられる。

$$D_{ext,i}(t) = C_{M,i}(t) \cdot FS_{w,i} \cdot t_w \cdot DF_{w,ext,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (28)$$

$$D_{inh,i}(t) = C_{M,i}(t) \cdot Cd_w \cdot Br_w \cdot t_w \cdot DF_{inh,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (29)$$

ただし、汚染土壤中の核種濃度は、建設作業時の掘削により廃棄物と覆土とが混合された場合を想定し、(12)式で与えられる掘削混合土壤中核種濃度 $C_{M,i}$ を用いる。

②外部及び吸入による内部被ばく（跡地居住）

跡地利用シナリオにおける居住者の外部被ばく、及び塵埃吸入による内部被ばく線量は、以

以下の式で与えられる。

$$D_{ext,i}(t) = C_{M,i}(t) \cdot Fs_{r,i} \cdot t_r \cdot DF_{r,ext,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (30)$$

$$D_{inh,i}(t) = C_{M,i}(t) \cdot Cd_r \cdot Br_r \cdot t_r \cdot DF_{inh,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (31)$$

ここで、

$Fs_{r,i}$: 居住者に対する核種 i の外部被ばくに関する遮へい係数(-)

t_r : 年間居住時間(h/y)

$DF_{r,ext,i}$: 居住時における核種 i の外部被ばく線量係数((Sv/y)/(Bq/kg))

Cd_r : 居住時の空気中ダスト濃度(m^3/h)

Br_r : 居住者の呼吸率(m^3/h)

t_i : 被ばく中の減衰期間(y)

である。

③外部及び吸入による内部被ばく (農耕・牧畜作業)

農耕作業者及び牧畜作業者についても、外部被ばく及び塵埃吸入による内部被ばく線量は、同様に以下の式で与えられる。

$$D_{ext,i}(t) = C_{M,i}(t) \cdot Fs_{a,i} \cdot t_a \cdot DF_{a,ext,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (32)$$

$$D_{inh,i}(t) = C_{M,i}(t) \cdot Cd_a \cdot Br_a \cdot t_a \cdot DF_{inh,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (33)$$

ここで、

$Fs_{a,i}$: 農耕・牧畜作業者に対する核種 i の外部被ばくに関する遮へい係数(-)

t_a : 年間農耕・牧畜作業時間(h/y)

$DF_{a,ext,i}$: 農耕・牧畜作業時における核種 i の外部被ばく線量係数((Sv/y)/(Bq/kg))

Cd_a : 農耕・牧畜作業時の空気中ダスト濃度(m^3/h)

Br_a : 農耕・牧畜作業者の呼吸率(m^3/h)

である。

④農作物摂取による内部被ばく (跡地農作)

跡地利用シナリオにおける農作物 k の摂取による内部被ばく線量は、以下の式で与えられる。

$$D_{ing,i}(t) = C_{M,i}(t) \cdot Tv_{k,i} \cdot Fr \cdot Fv \cdot Qv_k \cdot DF_{ing,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (34)$$

ここで、

$D_{ing,i}(t)$: 農作物の摂取に伴う核種 i による内部被ばく線量(Sv/y)

$TV_{k,i}$: 土壤から農作物 k への核種 i の移行係数((Bq/kg-wet)/(Bq/kg-dry))
Fr	: 根からの核種の吸収割合(-)
Fv	: 農作物の市場係数(-)
Qv_k	: 農作物 k の年間摂取量(kg-wet/y)
$DF_{ing,i}$: 核種 i の経口摂取による内部被ばく線量係数(Sv/Bq)

である。

なお、本モデルでは耕作土壤中核種濃度として、掘削による覆土との混合による希釈を考慮しているため、耕作地の掘削による混合がなく、根が覆土より深い廃棄物層に達して放射性核種を吸収すると仮定する場合は、覆土厚さを 0.0 として、根からの吸収割合を適切に選択することにより対応する必要がある。

⑤畜産物摂取による内部被ばく (跡地牧畜)

畜産物 m の摂取による内部被ばく線量は、以下の式で与えられる。

$$D_{ing,i}(t) = C_{M,i}(t) \cdot TV_{g,i} \cdot Fr \cdot Fg \cdot Qg_m \cdot Tl_{m,i} \cdot Fl \cdot Ql_m \cdot DF_{ing,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (35)$$

ここで、

$D_{ing,i}(i)$: 畜産物の摂取に伴う核種 i による内部被ばく線量(Sv/y)
$TV_{g,i}$: 土壤から飼料作物への核種 i の移行係数((Bq/kg-dry)/(Bq/kg-dry))
Fg	: 放射性核種を含む資料の混合割合(-)
Qg_m	: 畜産物 m を生産する家畜の資料摂取量(kg-dry/d)
$Tl_{m,i}$: 摂取物から畜産物 m への核種 i の移行係数(d/kg または d/m ³)
Fl	: 畜産物の市場係数(-)
Ql_m	: 畜産物 m の年間摂取量(kg/y または m ³ /y)

である。なお、ここでは農作物及び畜産物の輸送や調理等による核種の減少の影響は考慮していない。

⑥ラドンガス吸入による内部被ばく (跡地居住・建設・農耕・牧畜)

ラドンガス吸入による内部被ばく線量は、通常その子孫核種濃度（平衡等価ラドン濃度）によって評価され、平衡等価ラドン濃度は、ラドン濃度に平衡ファクタを乗じることによって求められる。ラドンの吸入による内部被ばく線量は、屋外及び屋内ラドン濃度から、以下の式で表される^{(13),(14),(15)}。

$$D_{Rn}(t) = \{R_r \cdot Co_{Rn}(t) \cdot Fo + (1 - R_r) \cdot Ci_{Rn} \cdot Fi\} \cdot K \cdot T \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{Rn} t_i)}{\lambda_{Rn} t_i} \quad (36)$$

ここで、

$D_{Rn}(t)$: ラドンの吸入による内部被ばく線量 (Sv/y)
R_r	: 居住係数 (屋外にいる割合) (-)
$Co_{Rn}(t)$: 屋外大気中ラドン濃度 (Bq/m ³)
Fo	: 屋外平衡ファクタ (-)

- $C_{Rn}(t)$: 屋内ラドン濃度 (Bq/m^3)
 Fi : 屋内平衡ファクタ (-)
 T : 年間被ばく時間 (h/y)
 K : 線量換算係数 ($\text{Sv}/(\text{Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3})$)

である。

⑦皮膚汚染による被ばく（跡地居住・建設・農耕・牧畜）

跡地利用シナリオにおける皮膚汚染による被ばくは線量は、操業シナリオと同様に以下の式で与えられる。

$$D_{skin,i}(t) = C_{M,i}(t) \cdot L_{dust} \cdot \rho \cdot t_w \cdot DF_{skin,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (37)$$

ただし、汚染土壌中の核種濃度は、建設作業時の掘削により廃棄物と覆土とが混合された場合を想定し、(11)式で与えられる掘削混合土壌中核種濃度 $C_{M,i}$ を用いる。

(4) 隆起／沈降現象評価モデル

クリアランスされたウラン廃棄物が産業廃棄物として数m～数十m程度の深さに埋め立て処分され、数十万年に亘る評価期間を想定した場合、その処分場跡地において隆起・沈降・侵食・堆積の天然現象による地形変化が生じることが考えられ、こうしたシナリオの設定がクリアランスレベルに与える影響を評価する必要がある。

跡地利用シナリオにおける隆起・侵食／沈降・堆積現象のモデル化の概念図を Fig.2.9 に示す。

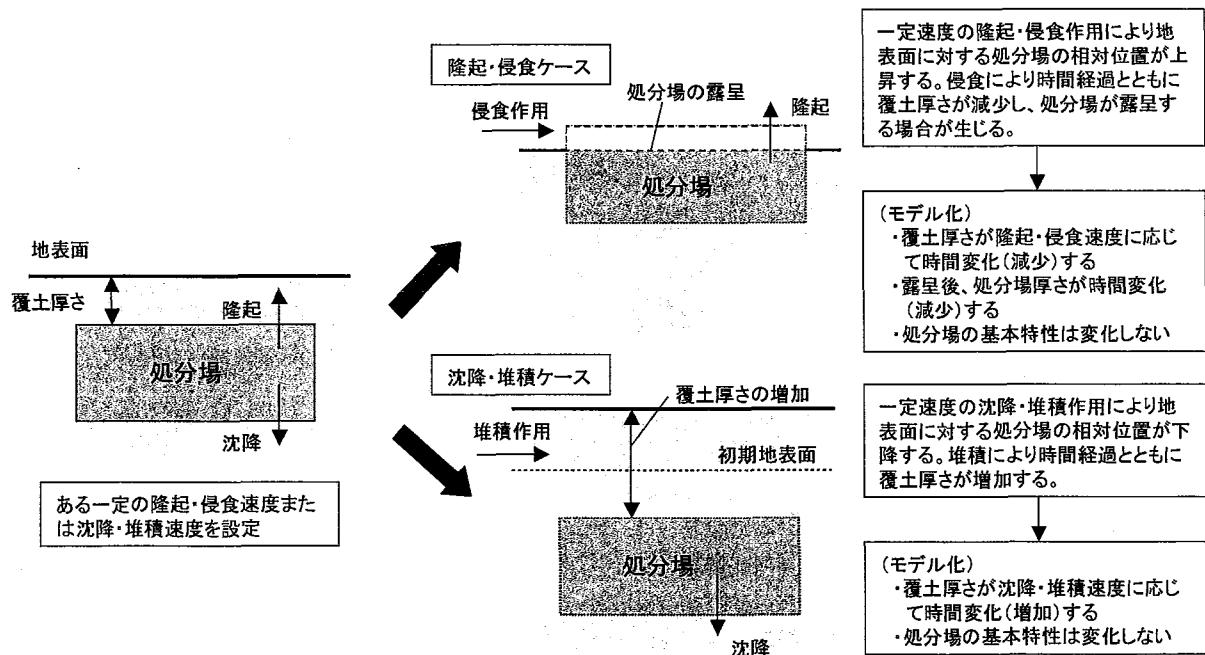


Fig.2.9 跡地利用シナリオにおける隆起・侵食／沈降・堆積現象のモデル化

処分サイトにおける隆起及び沈降の地殻変動の傾向は、十万年オーダーに亘って変化せず、また、隆起・侵食及び沈降・堆積の速度は一定であるものとする。処分場跡地における隆起・侵食／沈降・堆積現象を以下のようにモデル化する。

(隆起・侵食ケース)

- 一定速度の隆起・侵食作用によって地表面に対する処分場の相対位置が上昇する。
- 侵食によって時間経過とともに覆土厚さが減少し、処分場が露呈する場合が生じる。
- 露呈後も侵食作用が継続し、処分場の厚さが時間とともに減少する。
- 隆起・侵食の進行に伴い、処分場の基本特性（間隙率、密度、分配係数等）は変化しない。

(沈降・堆積ケース)

- 一定速度の沈降・堆積作用によって地表面に対する処分場の相対位置が下降する。
- 堆積によって時間経過とともに覆土厚さが増加する。
- 沈降・堆積の進行に伴い、処分場の基本特性（間隙率、密度、分配係数等）は変化しない。

隆起／沈降現象により時間変化する覆土厚さ及び廃棄物層厚さは、以下の式により表される。

$$H_c(t) = \begin{cases} H_c(0) - v \cdot t & H_c(0) \geq v \cdot t \text{ の場合} \\ 0 & H_c(0) \leq v \cdot t \text{ の場合} \end{cases} \quad (38)$$

$$H_w(t) = \begin{cases} H_w(0) & H_c(0) \geq v \cdot t \text{ の場合} \\ H_w(0) - v \cdot t + H_c(0) & H_c(0) + H_w(0) \geq v \cdot t \geq H_c(0) \text{ の場合} \\ 0 & v \cdot t \geq H_c(0) + H_w(0) \text{ の場合} \end{cases} \quad (39)$$

ここで、

- $H_c(t)$: 時間 t における覆土厚さ (m)
 $H_c(0)$: 埋設時 ($t = 0$) における覆土厚さ (m)
 v : 隆起／沈降速度 (m/y)
 $H_w(t)$: 時間 t における廃棄物層厚さ (m)
 $H_w(0)$: 埋設時 ($t = 0$) における廃棄物層厚さ (m)

である。

隆起・侵食／沈降・堆積現象に対する解析では、これらの式により求められる時間変化する $H_c(t)$ 及び $H_w(t)$ を用いて、上述の跡地利用シナリオにおけるソースタームモデルにより、汚染土壌中の核種濃度は計算される。

2.4.1.3 地下水移行シナリオ

地下水移行シナリオは、クリアランスされた廃棄物を処分した廃棄物処分場から、放射性核種が降雨浸透水によって漏出して地下水に移行し、その地下水を帶水層下流側で井戸、河川等において取水して利用することにより被ばくするシナリオである。本シナリオでは、産業廃棄物処分場が内陸に建設された場合（以下、内陸処分）と、廃棄物が海平面埋め立てされた場合

(以下、海面埋立処分) の 2 つのケースを想定している。内陸処分と海面埋立処分に対する地下水移行シナリオにおいて評価対象とする被ばく経路を、それぞれ Fig.2.10 及び Fig.2.11 に示す。

内陸処分における地下水移行シナリオでは、井戸または河川水を、飲料水、水産物への養殖水、畜産物への飼育水、農作物への灌漑水として使用する場合を想定した各生産物の摂取による内部被ばくが考えられる。その他の内陸処分の地下水移行シナリオにおける被ばく形態として、周辺居住者が井戸または河川水を生活水として利用する場合、その生活水から発生するラドンガスの吸入被ばくが考えられる。農耕・牧畜作業者に対しては、耕作地におけるダスト吸入被ばく及び放射線による外部被ばくも想定される。また、河川水面において想定される被ばく形態としては、遊泳や漁業活動に伴う河川からの放射線による外部被ばくの他に、河川岸における作業者のダスト吸入被ばく及び放射線による外部被ばくの可能性が考えられる。さらに、漁業活動の 1 つとして、汚染した漁網を取り扱う場合の外部被ばくが考えられる。

一方、海面埋立処分における地下水移行シナリオでは、Fig.2.11 に示すように、汚染した海水から作られた塩の摂取及び海産物の摂取に伴う内部被ばくの評価が可能である。その他の被ばく形態として、海面活動者を対象に、海面からの直接線による外部被ばくと海水へのサブマージョンによる外部被ばくを想定した。さらに、汚染した海岸砂からの放射線による外部被ばく、再浮遊砂を吸入することによる内部被ばく、風送塩の吸入摂取による内部被ばく、及び汚染した漁網を取り扱う場合の外部被ばくを想定した被ばく線量評価が可能である。

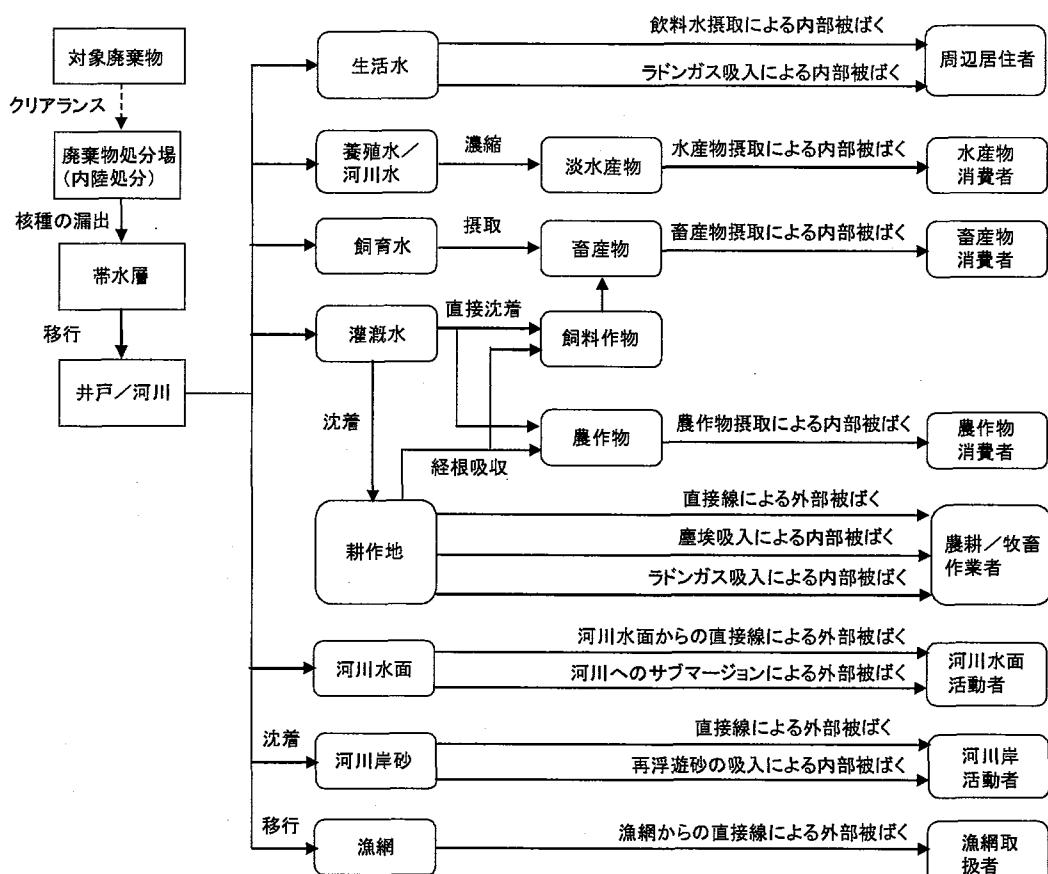


Fig.2.10 地下水移行シナリオにおける被ばく経路（内陸処分）

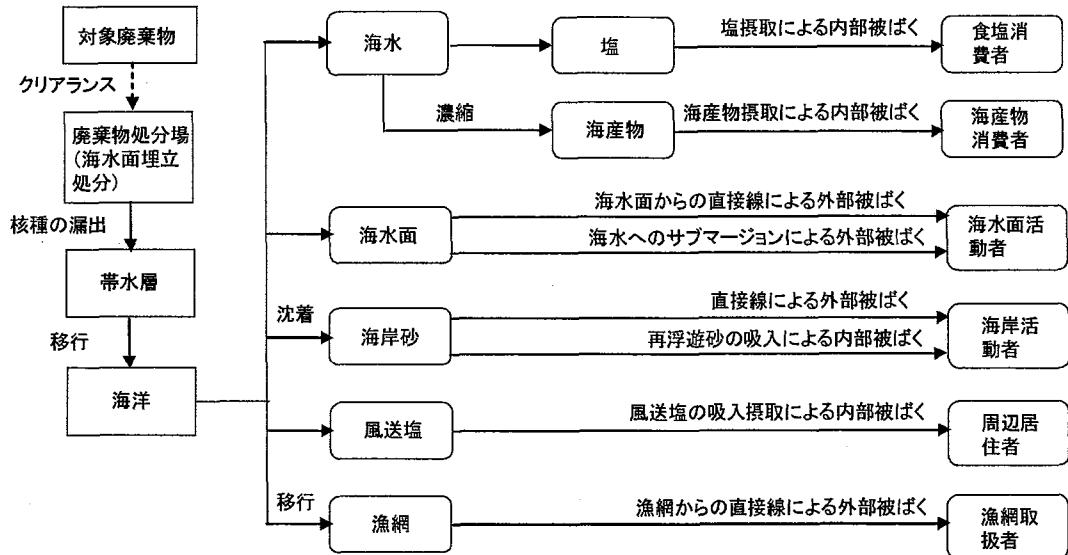


Fig.2.11 地下水移行シナリオにおける被ばく経路（海水面埋立処分）

以上の地下水移行シナリオの被ばく線量を評価するために使用されるモデルは、Fig.2.2に示すように「ソースタームモデル」、「帯水層移行評価モデル」、「土壤コンパートメントモデル」、「ラドンガス移行評価モデル」及び「被ばく線量評価モデル」である。以下に、地下水移行シナリオにおける各評価モデルを記述する。なお、地下水移行シナリオの各モデル中に使用している時間 t は、埋設処分後の経過時間を表すものとする。

(1) ソースタームモデル（地下水移行シナリオ）

地下水移行シナリオにおけるソースタームモデルは、処分場からの核種漏洩量を評価するためのモデルであり、本コードシステムでは、跡地利用シナリオのソースタームモデルと同様に、動的コンパートメントモデルを採用している。処分施設をコンパートメントとして表現し、崩壊系列及び降雨浸透による処分場からの核種の漏洩を考慮した非定常的な施設内における核種濃度の変化を、前述の(8)式～(11)式に従い求める。さらに、処分施設から地下水へ流入する核種 i の漏洩量 $C_{f,i}(t)$ (Bq/y)は、以下の式で与えられる。

$$C_{f,i}(t) = \eta_i \cdot C_{d,i}(t) \cdot L_w \cdot W_w \cdot H_w \cdot \rho_w \cdot 10^6 \quad (40)$$

ここで、

- $C_{f,i}(t)$: 処分施設から地下水へ流入する核種 i の漏洩量 (Bq/y)
- η_i : 核種 i の処分場からの漏洩率 (1/y)
- $C_{d,i}(t)$: 処分施設内の核種 i 濃度 (Bq/g)
- L_w : 処分場の長さ (m)
- W_w : 処分場の幅 (m)
- H_w : 廃棄物層の厚さ (m)
- ρ_w : 廃棄物層嵩密度 (g/cm^3)

である。

(2) 帯水層移行評価モデル

帯水層移行評価モデルは、処分施設より漏洩した核種の帯水層中における移行を評価し、生物圏に流入する核種移行量を評価するモデルである。帯水層中の核種移行は、分配平衡を仮定した次式の1次元移流分散モデルにより表される。

$$\frac{\partial}{\partial t} R_{t_i} \cdot C_{gw,i}(x, t) = D_x \cdot \frac{\partial^2 C_{gw,i}(x, t)}{\partial x^2} - U_{gw} \cdot \frac{\partial C_{gw,i}(x, t)}{\partial x} - R_{t_i} \cdot \lambda_i \cdot C_{gw,i}(x, t) + Br_{i-1,i} \cdot R_{t_{i-1}} \cdot \lambda_{i-1} \cdot C_{gw,i-1}(x, t) + Q_i(t) \quad (41)$$

ここで、

R_{t_i} : 核種 i の帯水層遅延係数 (-)

$$R_{t_i} = 1 + \frac{1 - \varepsilon_s}{\varepsilon_s} \cdot \rho_s \cdot Kd_{s,i}$$

ε_s : 帯水層空隙率 (-)

ρ_s : 帯水層真密度 (g/cm^3)

$Kd_{s,i}$: 帯水層分配係数 (ml/g)

$C_{gw,i}(x, t)$: 地点 x 、時刻 t における地下水中核種濃度 (Bq/m^3)

D_x : 地下水流方向 (x 方向) の分散係数 (m^2/y)

$$D_x = D_l \cdot |U_{gw}| + D_m$$

D_l : 地下水流方向 (x 方向) の分散長 (m)

D_m : 分子分散係数 ($= 3.15 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{y}$)

U_{gw} : 地下水実流速 (m/y)

λ_i : 核種 i の崩壊定数 ($1/\text{y}$)

$Q_i(t)$: 核種 i の流入量 ($\text{Bq}/\text{m}^3\text{y}$)

$$Q_i(t) = \frac{C_{f,i}(t)}{h_s \cdot W_w} \cdot \delta(x - x_0)$$

$C_{f,i}(t)$: 処分施設から地下水へ流入する核種 i の漏洩量 (Bq/y)

h_s : 帯水層厚さ (m)

W_w : 処分場の幅 (m)

$\delta(x - x_0)$: ディラックのデルタ関数 ($1/\text{m}$)

$Br_{i-1,i}$: 核種 $i-1$ から核種 i への分岐比 (-)

である。

内陸処分において帯水層中の井戸における取水を想定した場合、処分場下端から x_w (m) 地点にある井戸水中の核種濃度は、井戸の汲み上げによって周囲の放射性核種を含まない水の流入を考慮し、以下の式で表される。

$$C_{ww,i}(t) = C_{gw,i}(x_w, t) \cdot R_w \quad (42)$$

ここで、

$C_{ww,i}(t)$: 井戸水中核種 i 濃度 (Bq/m^3)

$C_{gw,i}(x, t)$: 地下水中の核種 i 濃度 (Bq/m^3)

R_w : 井戸水の混合割合 (-)

である。

また、放射性核種を含む地下水が、処分場下端から x_r (m) 下流において河川に湧出することを想定し、河川水による希釈効果は以下の式で表される。

$$A_{r,i}(t) = h_s \cdot W_w \cdot \varepsilon_s \cdot U_{gw} \cdot C_{gw,i}(x_r, t) \quad (43)$$

$$C_{r,i}(t) = A_{r,i}(x_r, t) / V_r \quad (44)$$

ここで、

$A_{r,i}(t)$: 地下水から河川への核種 i の移行量 (Bq/y)

h_s : 帯水層厚さ (m)

W_w : 処分場の幅 (m)

ε_s : 帯水層空隙率 (-)

U_{gw} : 地下水実流速 (m/y)

$C_{gw,i}(x, t)$: 地下水中核種 i 濃度 (Bq/m³)

$C_{r,i}(t)$: 河川水中核種 i 濃度 (Bq/m³)

V_r : 河川水流量 (m³/y)

である。

さらに、海水面埋立処分における帶水層から海水への核種の流入を想定した場合、海水中の核種濃度は、以下の式により与えられる。

$$A_{sw,i}(t) = h_s \cdot W_w \cdot \varepsilon_s \cdot U_{gw} \cdot C_{gw,i}(x_s, t) \quad (45)$$

$$C_{sw,i}(t) = A_{sw,i}(t) / V_{sw} \quad (46)$$

ここで、

$A_{sw,i}(t)$: 地下水から海への核種 i の移行量 (Bq/y)

h_s : 帯水層厚さ (m)

W_w : 処分場の幅 (m)

ε_s : 帯水層空隙率 (-)

U_{gw} : 地下水実流速 (m/y)

$C_{gw,i}(x, t)$: 地下水中の核種 i 濃度 (Bq/m³)

$C_{sw,i}(t)$: 海水中核種 i 濃度 (Bq/m³)

V_{sw} : 海の交換水量 (m³/y)

である。

(3) 土壌コンパートメントモデル

土壌コンパートメントモデルは、放射性核種を含む井戸水または河川水を灌漑水として利用した場合に、水中の放射性核種が土壌に残留する濃度を計算するモデルである。汚染した灌漑水から土壌に残留する核種濃度は、動的コンパートメントモデルを適用して、以下の常微分方程式で記述される。

$$\frac{dC_{s,i}(t)}{dt} = -(K_i + \lambda_i) \cdot C_{s,i}(t) + Br_{i-1,i} \cdot \lambda_{i-1} \cdot C_{s,i-1}(t) + Q_i(t) \quad (47)$$

ここで、

- $C_{s,i}(t)$: 灌溉土壤中の核種 i の濃度 (Bq/g)
- K_i : 核種 i の灌溉土壤からの浸透による減衰率 (1/y)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)
- $Q_i(t)$: 灌溉土壤への核種移行量 (Bq/g/y)
- $Br_{i-l,i}$: 核種 $i-l$ から核種 i への分岐比 (-)

である。

核種 i の灌溉土壤からの浸透による減衰率 K_i 及び核種移行量 $Q_i(t)$ は、以下の式で表される。

$$K_i = \frac{P_s + Ir_s}{H_s \cdot (\varepsilon_s + \rho_s \cdot Kd_{s,i})} \quad (48)$$

$$Q_i(t) = C_{irr,i}(t) \cdot \frac{Ir_s}{H_s \cdot \rho_s \cdot 10^6} \quad (49)$$

ここで、

- P_s : 灌溉土壤への浸透水量 (m/y)
- Ir_s : 灌溉水量 (m/y)
- H_s : 実効土壤深さ (m)
- ε_s : 灌溉土壤空隙率 (-)
- ρ_s : 灌溉土壤嵩密度 (g/cm³)
- $Kd_{s,i}$: 灌溉土壤分配係数 (ml/g)
- $C_{irr,i}(t)$: 灌溉水 (井戸水/河川水) 中核種 i 濃度 (Bq/m³)

である。

(4) ラドンガス移行評価モデル (地下水移行シナリオ)

地下水移行シナリオでは、放射性核種を含む井戸水または河川水を灌溉するため、表層の土壤が汚染する。この場合、大気中に散逸するラドンガス量は、表層の汚染土壤からのみの発生となることから、大気中のヘラドンガス散逸率は、(13)式と同様に、以下の式で与えられる。

$$J_p(t) = C_{Ra}(t) \cdot \rho \cdot F \cdot \lambda_{Rn} \cdot \sqrt{\frac{D_p}{\lambda_{Rn}}} \cdot \tanh \frac{X_p}{\sqrt{\frac{D_p}{\lambda_{Rn}}}} \quad (50)$$

ここで、

- $J_p(t)$: 汚染土壤からのラドンガス散逸率 (Bq/m²/s)
- $C_{Ra}(t)$: 土壤中ラジウム濃度 (Bq/kg)
- ρ : 土壤密度 (嵩密度) (kg/m³)
- F : 散逸能 (-)
- λ_{Rn} : ラドンの崩壊定数 (s⁻¹)
- D_p : ラドンガスの汚染土壤中拡散係数 (m²/s)
- X_p : 汚染土壤の厚さ (m)

である。

さらに、地下水移行シナリオにおいて、屋外大気、床下空間、及び屋内空間における各ラドンガス濃度は、跡地利用シナリオのラドンガス移行評価モデルにおいて示した(15)式～(27)式により計算する。

(5) 被ばく線量評価モデル（地下水移行シナリオ）

内陸処分及び海面埋立処分の地下水移行シナリオにおいて想定した被ばく経路の線量評価は、以下の評価モデルにより計算する。

①飲料水摂取による内部被ばく（生活水）

飲料水として井戸水を想定すると、飲料水摂取による内部被ばく線量は、次式で与えられる。

$$D_{ING,i}(t) = C_{ww,i}(t) \cdot Q_W \cdot DCF_{ING,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (51)$$

ここで、

$D_{ING,i}(t)$: 核種 i の経口摂取による内部被ばく線量 (Sv/y)

$C_{ww,i}(t)$: 井戸水中核種 i 濃度 (Bq/m³)

Q_W : 年間飲料水摂取量 (m³/y)

$DCF_{ING,i}$: 核種 i の経口内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

t_i : 被ばく中の減衰期間(y)

である。河川水を飲料水として利用する場合、上式において、井戸水中核種 i 濃度 $C_{ww,i}(t)$ の代わりに河川水中核種 i 濃度 $C_{r,i}(t)$ を使用する。

②ラドンガス吸入による内部被ばく（生活水・灌漑土壌）

生活水を利用する居住者と灌漑土壌における農耕・牧畜作業者に対して、各線源から発生するラドンガスの吸入による被ばくが考えられる。両者のラドンガス吸入による被ばく線量は、前述の(36)式に基づいて計算される。

③淡水産物による内部被ばく（養殖水・河川水）

水産物中の核種 i 濃度は、養殖水または河川水中の核種濃度に依存し、両者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。養殖による淡水産物中の核種 i 濃度は、養殖水の地下水利用率を考慮して以下の式により計算する。

$$C_{m,i}(t) = C_{ww,i}(t) \cdot R_{SW} \cdot 10^{-3} \cdot T_{m,i} \quad (52)$$

ここで、

$C_{m,i}(t)$: 淡水産物 m 中の核種 i 濃度 (Bq/kg)

$C_{ww,i}(t)$: 井戸水中核種 i 濃度 (Bq/m³)

R_{SW} : 養殖水への地下水利用率 (-)

$T_{m,i}$: 核種 i の淡水産物 m への濃縮係数 (L/kg)

である。また、河川の淡水産物中核種 i 濃度については、上式において、井戸水中核種 i 濃度

$C_{ww,i}(t)$ の代わりに河川水中核種*i*濃度 $C_{r,i}(t)$ を使用し、 R_{sw} を除いて計算する。

養殖または河川の淡水産物摂取による内部被ばく線量は、次式で計算する。

$$D_{ING,i}(t) = \sum_m C_{m,i}(t) \cdot Q_m \cdot G_m \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{sm}}{365}\right) \cdot DCF_{ING,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (53)$$

ここで、

- $D_{ING,i}(t)$: 核種*i*の経口摂取による内部被ばく線量 (Sv/y)
- $C_{m,i}(t)$: 養殖または淡水産物*m*中の核種*i*濃度 (Bq/kg)
- Q_m : 養殖または淡水産物*m*の摂取量 (kg/y)
- G_m : 養殖または淡水産物*m*の市場係数 (-)
- λ_i : 核種*i*の崩壊定数 (1/y)
- t_{sm} : 養殖または淡水産物*m*の輸送時間 (d)
- $DCF_{ING,i}$: 核種*i*の経口内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

④農作物摂取による内部被ばく（灌漑）

農作物は、汚染土壤からの経根吸収と、灌漑水中核種の植物表面への沈着により汚染される。植物表面への沈着に関しては、降雨などにより核種が除去されることを想定する。井戸水を灌漑水として利用した場合の農作物中の核種*i*濃度は、以下の式で表される。

$$C_{j,i}(t) = C_{s,i}(t) \cdot T_{j,i} \cdot 10^3 + C_{ww,i}(t) \cdot \frac{I_{r_j} \cdot R_v \cdot [1 - \exp(-\lambda_{e,i} \cdot t_{ir,j})]}{Y_j \cdot \lambda_{e,i}} \quad (54)$$

ここで、

- $C_{j,i}(t)$: 農作物*j*の可食部における核種*i*濃度 (Bq/kg)
- $C_{s,i}(t)$: 線源土壤中核種*i*濃度 (Bq/g)
- $T_{j,i}$: 核種*i*の土壤から農作物*j*への移行係数 (Bq/kg per Bq/kg)
- $C_{ww,i}(t)$: 井戸水中核種*i*濃度 (Bq/m³)
- I_{r_j} : 農作物*j*の灌漑水量 (m³/m²/y)
- R_v : 植物表面への沈着割合 (-)
- $\lambda_{e,i}$: 沈着した核種*i*の実効減衰係数 (1/y)
- $\lambda_{e,i} = \lambda_i + \lambda_w$
- λ_w : weatheringによる表面沈着核種の除去係数 (1/y)
- $t_{ir,j}$: 農作物*j*の灌漑期間 (y)
- Y_j : 農作物*j*の栽培密度 (kg/m²)

である。なお、河川水を灌漑水として利用する場合は、上式において、井戸水中核種*i*濃度である $C_{ww,i}(t)$ の代わりに河川水中核種*i*濃度 $C_{r,i}(t)$ を使用し計算する。

農作物摂取による内部被ばく線量は、次式で計算する。

$$D_{ING,i}(t) = \sum_j C_{j,i}(t) \cdot Q_j \cdot G_j \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{v,j}}{365}\right) \cdot DCF_{ING,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (55)$$

ここで、

- $D_{ING,i}(t)$: 核種 i の経口摂取による内部被ばく線量 (Sv/y)
- $C_{j,i}(t)$: 農作物 j の可食部における核種 i 濃度 (Bq/kg)
- Q_j : 農作物 j の年間摂取量 (kg/y)
- G_j : 農作物 j の市場係数 (-)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)
- $t_{w,j}$: 農作物 j の輸送時間 (d)
- $DCF_{ING,i}$: 核種 i の経口内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

⑤畜産物摂取による内部被ばく（飼料・飼育水経由）

核種を含む飼料を与えた畜産物中の核種 i 濃度は次式で計算する。畜産物の種類としては、卵、牛乳、牛肉、豚肉、鶏肉を想定する。なお、汚染した井戸水または河川水の灌漑により育てられた牧草等の飼料中の放射性核種 i の濃度は(54)式によって求める。

$$C_{Fn,i}(t) = T_{n,i} \cdot M_F \cdot C_{j,i}(t) \cdot 10^3 \cdot Q_{Fn} \quad (56)$$

ここで、

- $C_{Fn,i}(t)$: 飼料を経由した畜産物 n 中の核種 i 濃度 (Bq/kg または Bq/L)
- $T_{n,i}$: 核種 i の飼料及び飼育水から畜産物 n への移行係数 (d/kg または d/L)
- M_F : 放射性核種を含む飼料の混合割合 (-)
- $C_{j,i}(t)$: 農作物（飼料） j の可食部における核種 i 濃度 (Bq/kg)
- Q_{Fn} : 畜産物 n を生産する家畜の飼料摂取量 (kg-dry/d)

である。

また、放射性核種を含む井戸水を飼育水として利用して生産される畜産物中の核種 i 濃度は次式で計算する。

$$C_{FWn,i}(t) = C_{ww,i}(t) \cdot T_{n,i} \cdot Q_{Fn} \cdot 10^{-3} \quad (57)$$

ここで、

- $C_{FWn,i}(t)$: 飼育水を経由した畜産物 n 中の核種 i 濃度 (Bq/kg または Bq/L)
- $C_{ww,i}(t)$: 井戸水中核種 i 濃度 (Bq/m³)
- $T_{n,i}$: 核種 i の飼料及び飼育水から畜産物 n への移行係数 (d/kg または d/L)
- Q_{Fn} : 畜産物 n の飼育水摂取量 (L/d)

である。

また、河川水を飼育水として利用する場合は、井戸水中核種 i 濃度 $C_{ww,i}(t)$ の代わりに河川水中核種 i 濃度 $C_{r,i}(t)$ を使用し計算する。

核種を含む畜産物を摂取することによる人の内部被ばく線量は、次式で計算する。

$$D_{ING,i}(t) = \sum_n (C_{Fn,i}(t) + C_{FWn,i}(t)) \cdot Q_n \cdot G_n \cdot \exp\left(-\frac{\lambda_i \cdot t_{Fn}}{365}\right) \cdot DCF_{ING,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (58)$$

ここで、

- $D_{ING,i}(t)$: 核種 i の経口摂取による内部被ばく線量 (Sv/y)
- $C_{Fn,i}(t)$: 飼料を経由した畜産物 n 中の核種 i 濃度 (Bq/kg または Bq/L)
- $C_{FWn,i}(t)$: 飼育水を経由した畜産物 n 中の核種 i 濃度 (Bq/kg または Bq/L)
- Q_n : 畜産物 n の摂取量 (kg/y または L/y)
- G_n : 畜産物 n の市場係数 (-)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)
- t_{Fn} : 畜産物 n の輸送時間 (d)
- $DCF_{ING,i}$: 核種 i の経口内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

⑥外部及び吸入による内部被ばく（農耕・牧畜作業）

灌漑土壌において農耕作業を行う農耕作業者の外部被ばく及び塵埃の吸入による内部被ばく線量は、跡地利用シナリオにおいて述べた(32)式及び(33)式と同一の数式によりによって求められる。ただし、汚染した灌漑土壌中の核種濃度は、上記の(46)式により与えられる。

⑦河川及び海水面からの直接 γ 線による外部被ばく

河川及び海水面上で漁業等を行う作業者は、水中に分布する核種の直接 γ 線から外部被ばくを受ける。外部被ばくに寄与する放射線源の範囲は水平方向で数十 m、鉛直方向では水の遮へいにより 1m 程度までと考えられるので、放射性核種の濃度分布は、水面上 1~2m の被ばく点に対しては、一様と考えることができる。従って、被ばく線量は次式で計算する。なお、海水面作業者の場合は、 $C_{r,i}$ を $C_{sw,i}$ に置き換える。

$$D_{EXT,i}(t) = \left\{ K_1 \cdot \mu_a \cdot E \int_{-\infty}^{\infty} \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \frac{B \cdot e^{-(\mu_1 r_1 + \mu_2 r_2)}}{4\pi r^2} \cdot C_{r,i}(t) \cdot f(z) \cdot \rho d\theta d\rho dz \right\} \cdot T_1 \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (59)$$

ここで、

- $D_{EXT,i}(t)$: 直接 γ 線による外部被ばく線量 (Sv/y)
- K_1 : 線量換算係数 (dis \cdot m 3 \cdot Sv per MeV \cdot Bq \cdot d)
- μ_a : 空気のエネルギー吸収係数 (m 3 /kg)
- E : γ 線実効エネルギー (MeV/dis)
- B : 空気、水の 2 層のビルドアップ係数 (-)
- μ_1, μ_2 : 空気及び水の γ 線減弱係数 (1/m)
- $C_{r,i}(t)$: 河川水中核種 i 濃度 (Bq/m 3)
- $f(z)$: 放射性核種の河川水（海水）中鉛直分布 (-), $f(z) = 1$
- T_1 : 河川（海水）域上における年間実作業日数 (d/y)

である。

また、 $r_1, r_2, r, \rho, \theta, z$ は、Fig.2.12 に示す通りである。

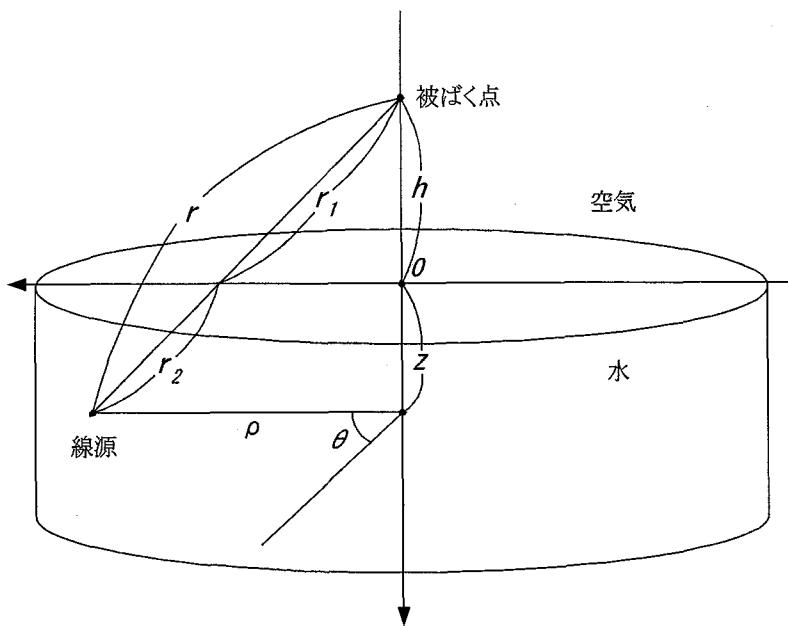


Fig.2.12 水面作業における外部被ばくの計算体系

⑧サブマージョンモデルによる外部被ばく（河川、海水）

河川及び海水中での遊泳の状態を考えると身体周辺の河川水中放射性核種の濃度は、一様と見ることができ、線量はいわゆるサブマージョンモデルを用いて求めることができる。従って、遊泳時の外部被ばく線量は次式で表される。なお、海での遊泳者の場合は、 $C_{r,i}$ を $C_{sw,i}$ に置き換える。

$$D_{EXT,i}(t) = K_2 \cdot E \cdot C_{r,i}(t) \cdot T_2 \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (60)$$

ここで、

- $D_{EXT,i}(t)$: 直接 γ 線による外部被ばく線量 (Sv/y)
- K_2 : 線量への換算係数 (dis \cdot m 3 \cdot Sv per MeV \cdot Bq \cdot d)
- E : γ 線実効エネルギー (MeV/dis)
- $C_{r,i}(t)$: 河川水中核種*i*濃度 (Bq/m 3)
- T_2 : 河川（海水）での年間実遊泳日数 (d/y)

である。

⑨河川岸または海岸からの直接 γ 線による外部被ばく

河川岸または海岸で作業する者は、放射性核種を含む土壤からの直接 γ 線により外部被ばくを受ける。その被ばく形態は(59)式と同様と考えられるので、被ばく線量は以下の式で計算する。なお、海岸作業者の場合は、河川岸土壤中濃度 $C_{rs,i}$ を海岸岸土壤中濃度 $C_{ss,i}$ に置き換える。

$$D_{EXT,i}(t) = \left\{ K_1 \cdot \mu_a \cdot E \int_{-\infty}^0 \int_0^\infty \int_0^{2\pi} \frac{B \cdot e^{-(\mu_1 r_1 + \mu_2 r_2)}}{4\pi r^2} \cdot C_{rs,i}(t) \cdot f(z) \cdot \rho d\theta d\rho dz \right\} \cdot T_3 \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (61)$$

ここで、

- $D_{EXT,i}(t)$: 直接 γ 線による外部被ばく線量 (Sv/y)
- K_1 : 線量換算係数 (dis \cdot m 3 \cdot Sv per MeV \cdot Bq \cdot d)
- μ_a : 空気のエネルギー吸収係数 (m 3 /kg)
- E : γ 線実効エネルギー (MeV/dis)
- B : 空気、土壤の 2 層のビルドアップ係数 (-)
- μ_1, μ_2 : 空気及び土壤の γ 線減弱係数 (1/m)
- $C_{rs,i}(t)$: 河川岸土壤中核種濃度 (Bq/m 3)
- $f(z)$: 放射性核種の鉛直分布
 - $f(z) = 1 \quad |z| \leq 5\text{cm}$
 - $f(z) = e^{-0.3(z-5)} \quad 5 \leq |z| \leq 15\text{cm}$
 - $f(z) = 0 \quad |z| > 15\text{cm}$
- T_3 : 年間河川岸 (海岸) 実作業日数(d/y)

である。

ここで、 $f(z)$ は「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⁽¹⁶⁾」に示されている、海浜における放射性核種の鉛直分布関数と同様のものとした。

河川岸土壤中核種濃度は、以下の式によって計算する。なお、海岸作業者の場合は、河川岸土壤中 $C_{rs,i}$ を海岸岸土壤中 $C_{ss,i}$ に置き換え、河川水中濃度 $C_{r,i}(t)$ を海水中核種濃度 $C_{sw,i}(t)$ に置き換える。

$$C_{rs,i}(t) = \rho_R \cdot C_{F,i} \cdot C_{r,i}(t) \quad (62)$$

ここで、

- $C_{rs,i}(t)$: 河川岸土壤中核種濃度 (Bq/m 3)
- ρ_R : 河川岸 (海岸) 土壤の密度 (kg/m 3)
- $C_{F,i}$: 核種 i の河川水から河川岸土壤への移行比 (Bq/kg per Bq/m 3)
- $C_{r,i}(t)$: 河川水中核種 i 濃度 (Bq/m 3)

である。

⑩漁網からの直接 γ 線による外部被ばく (河川、海水)

漁業終了後船上に積載した核種を含む漁網からの直接 γ 線による外部被ばく線量は以下の式で計算する。

$$D_{EXT,i}(t) = \left\{ K_1 \cdot \mu_a \cdot E \int_{-z_0}^0 \int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{B \cdot e^{-(\mu_1 r_1 + \mu_2 r_2)}}{4\pi r^2} \cdot C_{net,i}(t) \cdot \rho d\theta d\rho dz \right\} \cdot T_4 \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (63)$$

ここで、

- $D_{EXT,i}(t)$: 直接 γ 線による外部被ばく線量 (Sv/y)

K_1	: 線量換算係数 (dis \cdot m 3 \cdot Sv per MeV \cdot Bq \cdot d)
μ_a	: 空気のエネルギー吸収係数 (m 3 /kg)
E	: γ 線実効エネルギー (MeV/dis)
B	: 空気、水の2層のビルドアップ係数 (-)
μ_1, μ_2	: 空気及び水の γ 線減弱係数 (1/m)
$C_{net,i}(t)$: 漁網中の核種 <i>i</i> 濃度 (Bq/m 3)
Z_0	: 漁網の厚さ (m)
R	: 漁網の実効半径 (m)
T_4	: 河川での出漁の年間実働日数 (d/y)

である。

なお、 $Z_0, R, r, r_1, r_2, d, \rho, \theta$ 及び z については、Fig.2.13 に示す通りである。

漁網中の濃度 $C_{net,i}(t)$ は以下の式で計算する。なお、海での漁網取扱い者の場合は、河川水中濃度 $C_{r,i}(t)$ を海水中核種濃度 $C_{sw,i}(t)$ に置き換える。

$$C_{net,i}(t) = \rho_{net} \cdot C_{F,net} \cdot C_{r,i}(t) \quad (64)$$

ここで、

$C_{net,i}(t)$: 漁網中の核種 <i>i</i> 濃度 (Bq/m 3)
ρ_{net}	: 漁網の密度 (kg/m 3)
$C_{F,net}$: 河川(海)水から漁網への移行比 (Bq/kg per Bq/m 3)
$C_{r,i}(t)$: 河川水中核種 <i>i</i> 濃度 (Bq/m 3)

である。

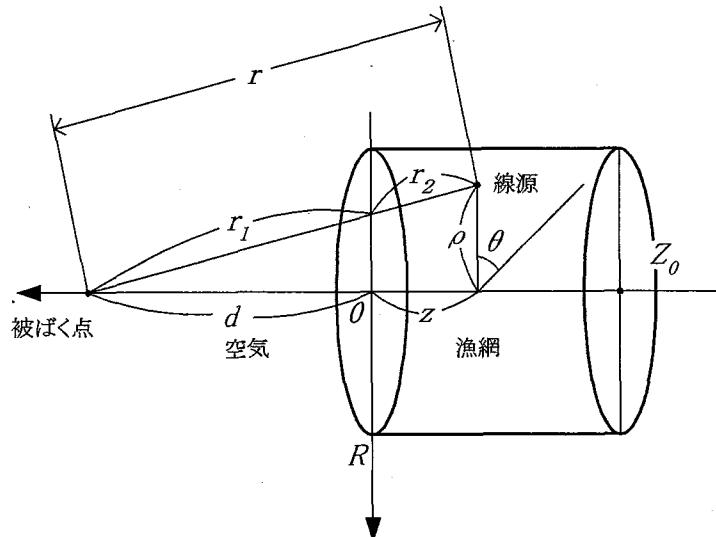


Fig.2.13 漁網からの γ 線による外部被ばくの計算体系

⑪ 塩摂取による内部被ばく

放射性核種が移行した海水を用いて製造した食塩を経口摂取することによる内部被ばく線量は次の式により計算する。なお、海水中に含まれている放射性核種が全て食塩(塩化ナトリウム)中に移行するものとする。

$$D_{ING,i}(t) = C_{sw,i}(t) / C_{Na} \cdot Q_{Na} \cdot DCF_{ING,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (65)$$

ここで、

- $D_{ING,i}(t)$: 核種 i の経口摂取による内部被ばく線量 (Sv/y)
- $C_{sw,i}(t)$: 海水中核種 i 濃度 (Bq/m³)
- C_{Na} : 海水中の塩化ナトリウム濃度 (kg/m³)
- Q_{Na} : 食塩の年間摂取量 (kg/y)
- $DCF_{ING,i}$: 核種 i の経口内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

⑫海水産物摂取による内部被ばく

海水産物中の核種 i 濃度の推定には、淡水産物中の核種濃度の推定に用いた方法と同様に、濃縮係数法を使用し、海水産物中の核種 i 濃度は、以下の式により与えられる。

$$C_{m,i}(t) = C_{sw,i}(t) \cdot 10^{-3} \cdot T_{m,i} \quad (66)$$

ここで、

- $C_{m,i}(t)$: 海水産物 m 中の核種 i 濃度 (Bq/kg)
- $C_{sw,i}(t)$: 海水中核種 i 濃度 (Bq/m³)
- $T_{m,i}$: 核種 i の海水産物 m への濃縮係数 (L/kg)

である。さらに、海水産物摂取による内部被ばく線量は、淡水産物摂取による被ばく線量の評価モデルと同様に、前述の(53)式により計算する。ただし、(53)式における摂取量、市場係数等の淡水産物に固有のパラメータについては、海水産物に対するパラメータに変更する。

⑬風送塩吸入による内部被ばく

海岸付近に居住するものが、飛来してきた放射性核種を含む海水飛沫（風送塩）を吸入摂取することによる内部被ばく線量は、次の式で計算する。

$$D_{INH,i}(t) = C_{sw,i}(t) \cdot f_{MW} \cdot B \cdot T \cdot DCF_{INH,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (67)$$

ここで、

- $D_{INH,i}(t)$: 核種 i の吸入による内部被ばく線量 (Sv/y)
- $C_{sw,i}(t)$: 海水中核種 i 濃度 (Bq/m³)
- f_{MW} : 空気中に含まれる海水の量 (m³-water/m³-air)
- B : 呼吸量 (m³/h)
- T : 年間被ばく時間 (h/y)
- $DCF_{INH,i}$: 核種 i の吸入内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

2.4.2 再利用シナリオ評価コード (DOSE-R)

再利用シナリオ評価コード DOSE-R で対象とする評価シナリオは、クリアランスされた廃棄物が、前処理、溶融等の過程を経て新たな製品として再利用（リサイクル）されることによる被ばくを想定した「再生利用シナリオ」及び、機械類等がそのまま再使用（リユース）されることによる被ばくを想定した「再使用シナリオ」の各サブシナリオである。また、DOSE-R では、可燃物の焼却処理作業者や焼却施設の周辺居住者に対する被ばく等を想定した「可燃物限定シナリオ」に対する評価モデルを整備している。

再利用シナリオ評価コード DOSE-R における評価モデルの構成を Fig.2.14 に示す。以下に、再生利用・再使用シナリオ及び可燃物限定シナリオに対する各評価モデルについて記述する。

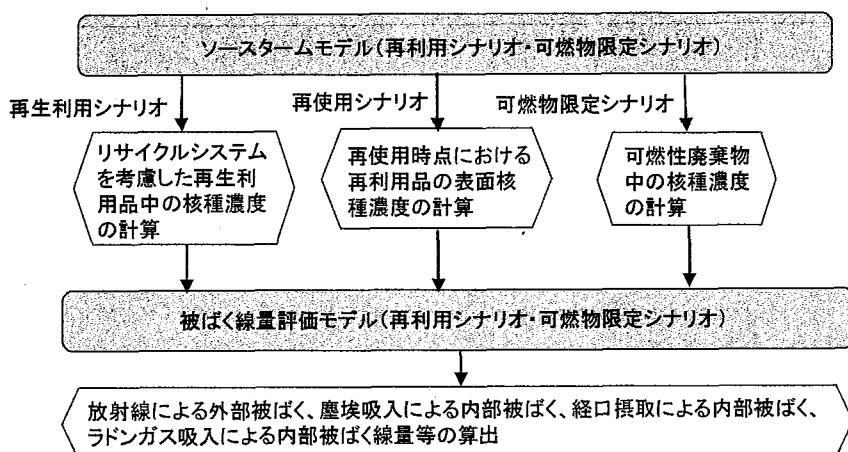


Fig.2.14 再利用シナリオ評価コード DOSE-R における評価モデルの構成

2.4.2.1 再生利用シナリオ

我が国では、廃棄物の発生抑制対策（リデュース対策）と廃棄物の部品等としての再使用対策（リユース対策）を進めるため「資源の有効な利用の促進に関する法律」（資源有効利用促進法）が平成 13 年度 4 月に施行された。そのため、クリアランスレベル評価対象廃棄物の大部分を占める金属類とコンクリート類の廃棄物の行く先は、再生利用及び再使用の方向に進むことが予想される。

再生利用シナリオとは、発生した金属及びコンクリート等の廃棄物について、リサイクルのためのスクラップ処理やの金属の溶融・鋳造の過程を経て、新たな製品として再利用することにより被ばくするシナリオである。再生利用シナリオで評価対象とする被ばく経路を Fig.2.15 に示す。本シナリオの評価対象者は、廃棄物搬出作業者、輸送作業者、スクラップの前処理作業者、金属材料の溶融・鋳造作業者、金属スラグの処理作業者、製品加工業者、スクラップ処理作業場の周辺居住者（作業場からのダスト起源）、及び再利用製品の使用者である。再生品原料となる廃棄物の搬出から再生品の製造過程までに従事する各種の作業者の被ばくとして、放射線による外部被ばく、ダストの吸入による内部被ばく、ラドンガスの吸入による内部被ばく、及び手等の身体に付着した核種の経口摂取による内部被ばくの評価が可能である。また、

スクラップ処理作業場の周辺居住者の被ばく経路は、工場から排出されるダストにより被ばくすることを考え、ダスト吸入による内部被ばく、飛散したダストの沈着・堆積に起因する皮膚汚染による皮膚皮膚被ばく、ダストにより汚染した農作物摂取及び牧草等の飼料により育てられた畜産物摂取による内部被ばくである。さらに、製造された再生品の使用に伴う被ばく経路として、製品利用に伴う外部被ばく、フライパン・水道管等として製品利用された場合の経口摂取による内部被ばく評価が可能である。

以上の再生利用シナリオの被ばく線量を評価するために使用されるモデルは、Fig.2.14 に示すように「ソースタームモデル」と「被ばく線量評価モデル」であり、以下に各評価モデルの詳細を記述する。なお、再生利用シナリオの各モデル中に使用している時間 t は、クリアランス後の経過時間を表すものとする。

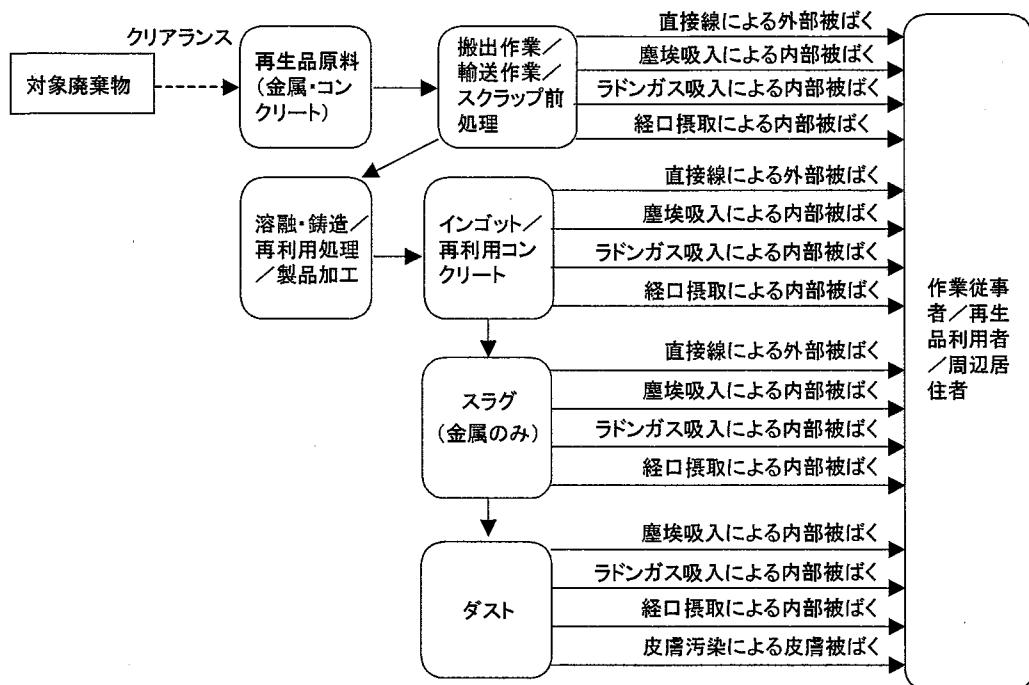


Fig.2.15 再生利用シナリオにおける被ばく経路

(1) ソースタームモデル（再生利用シナリオ）

再生利用シナリオでは、金属及びコンクリートのリサイクルを想定し、リサイクルに伴うこれらの再生品原料、インゴット/再生コンクリートの再生品、スラグ、ダスト（以下、これらをまとめて基準物質）中の核種濃度をソースタームモデルにより計算する。

基準物質中の核種濃度は、基準物質中核種の崩壊系列を考慮し、以下に示す連立常微分方程式で表される。

$$\frac{d}{dt} C_{m,i}(t) = -\lambda_i \cdot C_{m,i}(t) + Br_{i-1,i} \cdot \lambda_{i-1} \cdot C_{m,i}(t) \quad (68)$$

ここで、

- $C_{m,i}(t)$: 基準物質中核種 i 濃度 (Bq/g)
 λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)
 $Br_{i-l,i}$: 核種 $i-l$ から核種 i への分岐比 (-)

である。

また、クリアランスされた再利用金属またはコンクリート材料中の核種濃度は、埋設処分シナリオと同様に、検認から実際の搬出までに施設の解体等によって「放射性廃棄物でない廃棄物」と混合される割合（混合率）を考慮する。従って、式(68)の初期条件は、以下の式で表される。

$$C_{m,i}(0) = C_{w0,i} \cdot F_{WC} \quad (69)$$

ここで、

- $C_{m,i}(0)$: クリアランス直後の対象廃棄物中の核種 i 濃度 (Bq/g)
 $C_{w0,i}$: クリアランス対象廃棄物中核種 i 濃度 (Bq/g)
 F_{WC} : 「放射性廃棄物でない廃棄物」と混合される割合（混合率） (-)

である。なお、本コードでは、上記の混合率のような希釈過程を表すパラメータを最大 5 種類まで考慮できる。

クリアランスされた廃棄物が、最初の再利用の処理工程に入り、再生利用原料がインゴット、製品、スラグ、ダストへと変化する場合を想定し、これらの各基準物質中の核種濃度は以下の式で表される。

$$C_{r,i}(t) = C_{m,i}(t) \cdot F_{WC} \quad (70)$$

$$C_{p,i}(t) = C_{r,i}(t) \cdot R_p \cdot TF_{p,i} \cdot DF_p \quad (71)$$

$$C_{s,i}(t) = C_{r,i}(t) \cdot R_p \cdot TF_{s,i} \cdot CF_s \cdot DF_s \quad (72)$$

$$C_{d,i}(t) = C_{r,i}(t) \cdot R_p \cdot TF_{d,i} \cdot CF_d \cdot DF_d \quad (73)$$

ここで、

- $C_{r,i}(t)$: 再生品原料中の核種 i 濃度(Bq/kg)
 $C_{p,i}(t)$: 再生品（インゴット、製品）中の核種 i 濃度(Bq/kg)
 $C_{s,i}(t)$: スラグ中の核種 i 濃度(Bq/kg)
 $C_{d,i}(t)$: ダスト中の核種 i 濃度(Bq/kg)
 R_p : 再生品原料市場係数(-)
 $TF_{p,i}$: 核種 i の製品への移行割合(-)
 DF_p : 再生品に対する希釈係数(-)
 $TF_{s,i}$: 核種 i のスラグへの移行割合(-)
 CF_s : スラグへの見かけの濃縮係数(-)
 DF_s : スラグに対する希釈係数(-)
 $TF_{d,i}$: 核種 i のダストへの移行割合(-)
 CF_d : ダストへのみかけの濃縮割合(-)
 DF_d : スラグに対する希釈係数(-)

である。

さらに、クリアランス廃棄物を原料として生成された製品やスラグが、一定の耐用期間を経てリサイクルされる場合を想定し、リサイクルを考慮した場合の再生品（インゴット、製品）、

スラグ中の核種濃度を以下のように求める。

$$\begin{aligned} C_{rec,p,i}(t) &= C_{r,i}(t) \cdot (F_{rec,p})^{nr} \cdot DF1_{rec} \cdot DF2_{rec,i} \\ C_{rec,s,i}(t) &= C_{r,i}(t) \cdot (F_{rec,s})^{nr} \cdot DF1_{rec} \cdot DF2_{rec,i} \\ F_{rec,p} &= R_p \cdot TF_{p,i} \\ F_{rec,s} &= R_p \cdot TF_{s,i} \cdot CF_s \end{aligned} \quad (74)$$

ここで、

- $C_{rec,p,i}(t)$: リサイクルによる製品中の核種濃度(Bq/kg または Bq/m²)
- $C_{rec,s,i}(t)$: リサイクルによるスラグ中の核種濃度(Bq/kg または Bq/m²)
- $F_{rec,p}$: 製品のリサイクル係数(−)
- $F_{rec,s}$: スラグのリサイクル係数(−)
- nr : リサイクル回数
- $DF1_{rec}$: 核種に依存しない希釈係数(−)
- $DF2_{rec,i}$: 核種に依存した希釈係数(−)

である。

(2) 被ばく線量評価モデル（再生利用シナリオ）

Fig.2.15 に示した再生利用シナリオで評価対象とする被ばく形態は、主に直接線による外部被ばく、塵埃吸入による内部被ばく、経口摂取による内部被ばく、ラドンガスの吸入被ばくであり、前述のソースタームモデルによる各基準物質の核種濃度を基に計算される。以下に、再生利用シナリオにおける各被ばく形態の被ばく線量評価モデルについて記述する。

①直接線による外部被ばく

基準物質に起因する外部被ばくは、ダストを除く基準物質が関連する。被ばく期間における核種の崩壊を考慮しない場合、外部被ばく線量は以下の式で与えられる。

$$D_{ext,i}(t) = C_{m,i}(t) \cdot D_m \cdot F_s \cdot t_e \cdot DF_{ext,i} \quad (75)$$

ここで、

- $D_{ext,i}(t)$: ある評価対象経路に起因する核種 i による外部被ばく線量(Sv/y)
- $C_{m,i}(t)$: 評価対象核種の基準物質中核種 i 濃度(Bq/kg)
- D_m : 評価対象経路における希釈係数(−)
- F_s : 評価対象経路における遮へい係数(−)
- t_e : 評価対象経路における年間被ばく時間(h/y)
- $DF_{ext,i}$: 評価対象経路における核種 i の外部被ばく線量係数((Sv/h)/(Bq/kg))

である。このようなモデルを「モデル1」と記述する。

また、被ばく期間における核種の崩壊を考慮する場合は、外部被ばく線量は以下の式で与えられる。

$$D_{ext,i}(t) = C_{m,i}(t) \cdot D_m \cdot F_s \cdot t_e \cdot DF_{ext,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (76)$$

ここで、

t_i : 被ばく中の減衰期間(y)

である。このようなモデルを「モデル2」と記述する。

なお、上記条件において、基準物質が建築材の粗骨材として使用される場合は、外部被ばく線量は以下の式で与えられる。

$$D_{ext,i}(t) = C_{m,i}(t) \cdot D_m \cdot F_s \cdot t_e \cdot DF_{ext,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \cdot \frac{F_g}{\rho_c} \quad (77)$$

ここで、

F_g : 粗骨材量(kg/m³)

ρ_c : 建築材密度(kg/m³)

である。本モデルを「粗骨材モデル」と記述する。

②塵埃吸入による内部被ばく

再生利用シナリオにおける吸入による内部被ばくは、全ての基準物質が関連する。吸入による内部被ばく線量（モデル1）は一般に以下の式で与えられる。

$$D_{inh,i}(t) = C_{m,i}(t) \cdot D_m \cdot C_d \cdot R_b \cdot t_e \cdot DF_{inh,i} \quad (78)$$

ここで、

$D_{inh,i}(t)$: ある評価対象経路に起因する核種*i*の吸入による内部被ばく線量(Sv/y)

C_d : 評価対象経路における空気中ダスト濃度(kg/m³)

R_b : 評価対象経路における呼吸率(m³/h)

$DF_{inh,i}$: 核種*i*の吸入による内部被ばく線量係数(Sv/Bq)

である。

被ばく期間における核種の減衰を考慮する場合（モデル2）は、吸入による内部被ばく線量は以下の式で与えられる。

$$D_{inh,i}(t) = C_{m,i}(t) \cdot D_m \cdot C_d \cdot R_b \cdot t_e \cdot DF_{inh,i}(t) \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (79)$$

③経口摂取による内部被ばく

再生利用シナリオにおける経口摂取による内部被ばくのモデルとして、腐食モデル、溶解モデル及び農作物モデルの三種類のモデルを考慮する。

「腐食モデル」とは、再生製品がフライパン等の食器等である場合に、その製品の腐食により核種が食品に混入し、その食品とともに経口摂取される経路の被ばく線量を評価するモデルである。本経路の基準物質は再生製品である。「腐食モデル」による内部被ばく線量は以下の式

で与えられる。

$$D_{ing,i}(t) = C_{m,i}(t) \cdot D_m \cdot R_m \cdot A_m \cdot \rho_m \cdot Q_m \cdot t_m \cdot DF_{ing,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (80)$$

ここで、

- $D_{ing,i}(t)$: ある評価対象物に起因する核種 i の摂取による内部被ばく線量(Sv/y)
- R_m : 評価対象物の腐食速度(cm/h)
- A_m : 評価対象物の表面積(cm²)
- ρ_m : 評価対象物の密度(g/cm³)
- Q_m : 評価対象物の腐食による摂取割合(-)
- t_m : 評価対象物の年間使用時間(h/y)
- $DF_{ing,i}$: 核種 i の経口摂取による内部被ばく線量係数(Sv/Bq)

である。

次に、「溶解モデル」とは、再生製品が水道管や飲料水缶等である場合に、その製品が水中に溶解することによって経口摂取される経路の被ばく線量を評価するモデルである。本経路の基準物質は再生製品である。「溶解モデル」による内部被ばく線量は以下の式で与えられる。

$$D_{ing,i}(t) = C_{m,i}(t) \cdot D_m \cdot Q_w \cdot C_w \cdot DF_{ing,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (81)$$

ここで、

- Q_w : 評価対象飲用物の摂取量(m³/y)
- C_w : 評価対象飲用物中評価対象物濃度(kg/m³)

である。

3番目の「農作物モデル」とは、破碎や溶融の過程において、破碎された再生利用対象物質や溶融によって生じるダストが、破碎や溶融をする工場から近傍の農作物及び耕作地土壤に沈着して経口摂取される経路の被ばく線量を評価するモデルである。本経路には全ての基準物質が関連する。本経路による内部被ばく線量は以下の式で与えられる。

$$D_{ing,i}(t) = C_{m,i}(t) \cdot D_m \cdot C_d \cdot V_g \cdot \left[\frac{TF_{v,i} \cdot F_d \cdot F_r}{P} \cdot \frac{1 - \exp\{-(\lambda_i + \lambda_s) \cdot t_r\}}{(\lambda_i + \lambda_s)} \right. \\ \left. + \frac{F_v \cdot F_e}{Y} \cdot \frac{1 - \exp\{-(\lambda_i + \lambda_w) \cdot t_g\}}{(\lambda_i + \lambda_w)} \right] \cdot Q_v \cdot F_m \cdot F_c \cdot F_g \cdot \exp(-\lambda_i t_i) \cdot DF_{ing,i} \quad (82)$$

ここで、

- V_g : 核種の沈着速度(m/y)
- $TF_{v,i}$: 核種 i の土壤-農作物移行係数((Bq/kg)/(Bq/kg))
- F_d : 空気中ダストの地表面への沈着割合(-)
- F_r : 沈着した核種の耕作地土壤への残存割合(-)
- P : 土壤実効表面密度(kg/m²)
- λ_s : 土壤からの除去率(y⁻¹)
- t_r : 当該基準物質の放出期間(y)

F_g	: 栽培期間年間比(-)
F_v	: 核種の農作物表面への沈着割合(-)
F_e	: 農作物表面へ沈着した核種の可食部への移行割合(-)
λ_w	: ウェザリングによる除去係数(y^{-1})
t_g	: 農作物の生育期間(y)
Y	: 農作物の生産密度(kg/m^2)
Q_v	: 農作物摂取量(kg/y)
F_m	: 農作物市場係数(-)
F_c	: 調理による核種の残留率(-)
t_t	: 農作物輸送時間(y)

である。なお、本評価式は、安全側の仮定として、耕作地上の空気中におけるダストが全て破碎や溶融をする工場から放出された基準物質であるとしている。

④ラドンガス吸入による内部被ばく

再生利用シナリオにおけるラドンガス吸入による内部被ばくのモデルとして、再製品等の表面から散逸するラドンガスの屋内及び屋外での吸入を想定したモデル（ラドンモデル1と2）再生利用の各作業工程において粉塵から発生するラドンガスの吸入を想定したモデル（ラドンモデル3）を考慮する。

クリアランスされたコンクリートを壁材等の建築材料に再利用する場合など、再製品等の表面からラドンガスが散逸し、屋内においてそのラドンガスを吸入することによる内部被ばく線量（ラドンモデル1）を想定する。「ラドンモデル1」における基準物質からのラドン散逸率 J は、以下の式で表される。

$$J_m(t) = C_{Ra}(t) \cdot \rho_m \cdot F \cdot \lambda_{Rn} \cdot \sqrt{\frac{D_m}{\lambda_{Rn}}} \cdot \tanh \frac{X_m}{\sqrt{\frac{D_m}{\lambda_{Rn}}}} \quad (83)$$

ここで、

$J_m(t)$: 基準物質からのラドンガス散逸率($Bq/m^2/s$)
$C_{Ra}(t)$: 基準物質中のラジウム濃度(Bq/kg)
ρ_m	: 基準物質密度(kg/m^3)
F	: 散逸能(-)
λ_{Rn}	: ラドンの崩壊定数(1/s)
D_m	: 基準物質の実効拡散係数(m^2/s)
X_m	: 基準物質の厚さ(m)

である。

さらに、屋内ラドン濃度の時間変化は、基準物質からの散逸、ラドンの崩壊及び換気による除去を想定すると、以下の式で表される。

$$\frac{\partial Cc_{Rn}(t)}{\partial t} = \frac{J_m(t) \cdot A_m}{V} - (\lambda_{Rn} + \lambda_c) \cdot Cc_{Rn}(t) \quad (84)$$

ここで、

- $Cc_{Rn}(t)$: 屋内ラドン濃度 (Bq/m³)
- $J_m(t)$: 基準物質からのラドン散逸率 (Bq/m²/s)
- A_m : 基準物質の表面積 (m²)
- V : 屋内空間容積 (m³)
- λ_{Rn} : ラドンの崩壊定数 (s⁻¹)
- λ_c : 屋内空間換気率(1/s)

である。上式において、 $Cc_{Rn}(0)=0$ とすると、屋内ラドン濃度は次式のように表される。

$$Cc_{Rn}(t) = \frac{J_m(t) \cdot A_m \cdot [1 - \exp\{-(\lambda_{Rn} + \lambda_c) \cdot t\}]}{V \cdot (\lambda_{Rn} + \lambda_c)} \quad (85)$$

また、「ラドンモデル2」において、屋外ラドン濃度の時間変化は、(83)式による基準物質からのラドンガスの散逸、ラドンの崩壊及び大気交換による除去を想定すると、以下の式で表される。

$$\frac{\partial Co_{Rn}(t)}{\partial t} = \frac{J_m(t)}{H} - (\lambda_{Rn} + \lambda_{uv}) \cdot Co_{Rn}(t) \quad (86)$$

ここで、

- $Co_{Rn}(t)$: 屋外ラドン濃度 (Bq/m³)
- $J_m(t)$: 基準物質からのラドン散逸率 (Bq/m²/s)
- H : 評価高さ (m)
- λ_{Rn} : ラドンの崩壊定数 (s⁻¹)
- λ_{uv} : 屋内空間換気率(1/s)
- $\lambda_{uv} = \frac{U}{a}$
- U : 風速(m/s)
- a : 発生源長さ(m)

である。上式において、 $Co_{Rn}(0)=0$ とすると、屋外ラドン濃度は次式のように表される。

$$Co_{Rn}(t) = \frac{J_m(t) \cdot [1 - \exp\{-(\lambda_{Rn} + \lambda_{uv}) \cdot t\}]}{H \cdot (\lambda_{Rn} + \lambda_{uv})} \quad (87)$$

最終的に、ラドンモデル1及び2によるラドンガス吸入被ばく線量は、(85)式及び(87)式の屋内/屋外ラドンガス濃度を基に、跡地利用シナリオのラドンガス吸入被ばく評価式である(36)式により求められる。

次に、再生利用の各作業工程において粉塵から発生するラドンガス吸入による内部被ばく線量（ラドンモデル3）は、塵埃中のラジウムが全てラドンガスとなると仮定し、また、すべて屋外で被ばくすると仮定すると、以下の式により求められる。

$$D_{Rn}(t) = C_{Ra}(t) \cdot f \cdot F_O \cdot K \cdot T \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{Rn} t_i)}{\lambda_{Rn} t_i} \quad (88)$$

ここで、

- $D_{Rn}(t)$: ラドンの吸入による内部被ばく線量 (Sv/y)
- $C_{Ra}(t)$: 線源材質中ラジウム濃度 (Bq/g)
- f : 空気中ダスト濃度 (g/m³)
- F_O : 屋外平衡ファクタ (-)
- K : 線量換算係数 (Sv/(Bq·h·m⁻³))
- T : 年間被ばく時間 (h/y)

である。なお、線源材料として、全ての基準物質を設定可能である。

⑤皮膚汚染による被ばく

再生利用シナリオにおける皮膚汚染による被ばくは、基準物質としてダストのみが関連する。皮膚汚染による被ばく線量は以下の式で与えられる。

$$D_{skin,i}(t) = C_{m,i}(t) \cdot D_m \cdot L_{dust} \cdot \rho \cdot t_e \cdot DF_{skin,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (89)$$

ここで、

- $D_{skin,i}(t)$: ある評価対象経路に起因する核種 i による皮膚被ばく線量(Sv/y)
- $C_{m,i}(t)$: 評価対象核種の基準物質中核種 i 濃度(Bq/kg)
- D_m : 評価対象経路における希釈係数(-)
- L_{dust} : 評価対象経路における皮膚に堆積したダストの厚さ(cm)
- ρ : 評価対象経路における皮膚に堆積したダストの密度(g/cm³)
- t_e : 評価対象経路における年間被ばく時間(h/y)
- $DF_{skin,i}$: 評価対象経路における核種 i の皮膚被ばく線量係数(Sv/h per Bq/cm²)

である。

2.4.2.2 再使用シナリオ

再使用サブシナリオは、発生した廃棄物について、破碎や溶融の過程を経ることなく、同一の用途で使用するサブシナリオである。再使用シナリオで評価対象とする被ばく経路を Fig.2.16 に示す。本シナリオの評価対象者は、金属製品の再使用者である。再使用者の被ばくとして、放射線による外部被ばく、ダストの吸入による内部被ばく、ラドンガスの吸入による内部被ばく、及び手等の身体に付着した核種の経口摂取による内部被ばくの評価が可能である。

以上の再使用シナリオの被ばく線量を評価するために使用されるモデルは、前述の Fig.2.14 に示すように「ソースタームモデル」と「被ばく線量評価モデル」であり、以下に各評価モデルの詳細を記述する。なお、再使用シナリオの各モデル中に使用している時間 t は、クリアランス後の経過時間を表すものとする。

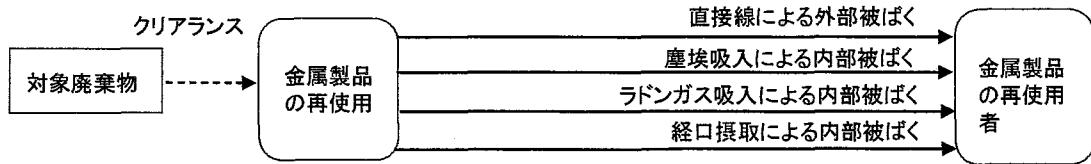


Fig.2.16 再使用シナリオにおける被ばく経路

(1) ソースタームモデル（再使用シナリオ）

再使用シナリオにおいて、再使用する金属製品中の核種濃度には、前述の(68)式の連立常微分方程式により求められる再生品原料を対象とした基準物質の核種濃度を計算に使用する。また、線源の汚染形態として表面汚染を想定し、基準物質の核種濃度の計算には、表面汚染密度 $C_{Mr,i}(t)$ (Bq/m²)を使用する。

(2) 被ばく線量評価モデル（再使用シナリオ）

Fig.2.16 に示した再使用シナリオで評価対象とする被ばく形態は、主に直接線による外部被ばく、塵埃吸入による内部被ばく、経口摂取による内部被ばく、ラドンガスの吸入被ばくであり、前述のソースタームモデルによる表面汚染密度を基に計算される。以下に、再使用シナリオにおける各被ばく形態の被ばく線量評価モデルについて記述する。

①直接線による外部被ばく

金属再利用製品（トラック、冷蔵庫等）の使用に伴う直接γ線による外部被ばく経路の被ばく線量は、再生利用シナリオの外部被ばく評価モデルと同様の(75)式により計算する。ただし、(75)式において、核種に依存した外部被ばく線量換算係数は、評価対象物の表面汚染に関する外部被ばく線量換算係数(Sv/h)/(Bq/m²)を使用する。

②塵埃吸入による内部被ばく

再使用物質に起因する塵埃吸入による内部被ばくは、表面に付着した核種が空気中に再浮遊し、その核種を吸入することが考えられる。本経路による内部被ばく線量は、以下の式で評価する。

$$D_{inh,i}(t) = C_{Mr,i}(t) \cdot D_m \cdot R_r \cdot R_b \cdot t_e \cdot DF_{inh,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (90)$$

ここで、

- $D_{inh,i}(t)$: 再使用評価対象経路に起因する核種 i の吸入による内部被ばく線量(Sv/y)
- $C_{Mr,i}(t)$: 基準物質の表面汚染密度(Bq/m²)
- D_m : 評価対象経路における希釈係数(-)
- R_r : 再使用品からの核種の再浮遊係数(m⁻¹)
- R_b : 評価対象経路における呼吸率(m³/h)
- t_e : 評価対象経路における年間被ばく時間(h/y)
- $DF_{inh}(i)$: 核種 i の吸入による内部被ばく線量係数(Sv/Bq)
- t_i : 被ばく中の減衰期間(y)

である。ここで、評価対象経路の希釈係数 D_m は、例えば、剥離性汚染の割合等のパラメータとして使用される。

③経口摂取による内部被ばく

再使用物質に起因する経口摂取による内部被ばくは、表面に付着した核種が剥離して手等に付着した後に、その核種を経口摂取する経路が考えられる。本経路による内部被ばく線量は、以下の式で評価する。

$$D_{ing,i}(t) = C_{Mr,i}(t) \cdot D_m \cdot Q_r \cdot t_e \cdot DF_{ing,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (91)$$

ここで、

- $D_{ing,i}(t)$: 再使用評価対象経路に起因する核種 i の経口摂取の内部被ばく線量(Sv/y)
- $C_{Mr,i}(t)$: 基準物質の表面汚染密度(Bq/m²)
- D_m : 評価対象経路における希釈係数(-)
- Q_r : 剥離性汚染の経口摂取率(m²/h)
- t_e : 評価対象経路における年間被ばく時間(h/y)
- $DF_{inh}(i)$: 核種 i の吸入による内部被ばく線量係数(Sv/Bq)

である。ここで、評価対象経路の希釈係数 D_m は、例えば、剥離性汚染の割合等のパラメータとして使用される。

④ラドンガス吸入による内部被ばく

対象施設からクリアランスされた金属製品を再使用する際に汚染が剥離し、剥離した汚染物から発生するラドンガスを吸入することによる内部被ばく線量（ラドンモデル 4）は、次式により計算する。

$$D_{Rn}(t) = C_{Mr,Ra}(t) \cdot D_m \cdot R_r \cdot F_o \cdot T \cdot K \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_{Rn} t_i)}{\lambda_{Rn} t_i} \quad (92)$$

ここで、

- $D_{Rn}(t)$: ラドンの吸入による内部被ばく線量 (Sv/y)
- $C_{Mr,Ra}(t)$: 再使用品におけるラジウムの表面汚染密度 (Bq/m²)
- D_m : 評価対象経路における希釈係数(-)
- R_r : 再使用品からの核種の再浮遊係数 (m⁻¹)
- F_o : 屋外平衡ファクタ (-)
- T : 年間被ばく時間 (h/y)
- K : 線量換算係数 (Sv/(Bq · h · m⁻³))

である。

2.4.2.3 可燃物限定シナリオ

可燃物限定シナリオは、可燃物廃棄物を含めたクリアランスレベル検討を可能とするための評価シナリオであり、可燃物の焼却処理作業者及び焼却施設の周辺居住者に対する被ばくを想

定したサブシナリオ（焼却シナリオ）と、埋設された可燃物が火災を起こした場合に想定されるサブシナリオ（処分場火災シナリオ）により構成される。

可燃物限定シナリオで評価対象とする被ばく経路を Fig.2.17 に示す。本シナリオの評価対象者は、焼却施設の周辺居住者、焼却灰処理作業者、可燃性廃棄物を直接処分した場合の処分場での火災時における埋立作業者である。可燃物限定シナリオの周辺居住者に対する被ばくとして、焼却施設から発生した粉塵の吸入による内部被ばく、焼却施設周辺の土壤に沈着した汚染土壤からの直接線による外部被ばく、その汚染土壤で育てられた農作物の摂取及び飼料（農作物）により育てられた畜産物の摂取に伴う内部被ばくの評価が可能である。また、焼却灰処理作業者に対する被ばくは、作業時の外部被ばく及び塵埃級による内部被ばくを想定する。さらに、処分場火災シナリオにおける被ばくとして、火災時における埋立作業者の外部被ばく及び塵埃吸入による内部被ばくの計算が可能となっている。なお、Fig.2.17 に示すように、焼却灰の処分に伴う被ばく線量は、DOSE-D の「埋設処分シナリオ」による評価が可能であり、また、焼却灰の再利用原料として利用に伴う被ばく線量は、DOSE-R の「再生利用シナリオ」による評価が可能である。

以上の可燃物限定シナリオの被ばく線量を評価するために使用されるモデルは、前述の Fig.2.14 に示すように「ソースタームモデル」と「被ばく線量評価モデル」であり、以下に各評価モデルの詳細を記述する。なお、可燃物限定シナリオの各モデル中に使用している時間 t は、クリアランス後の経過時間を表すものとする。

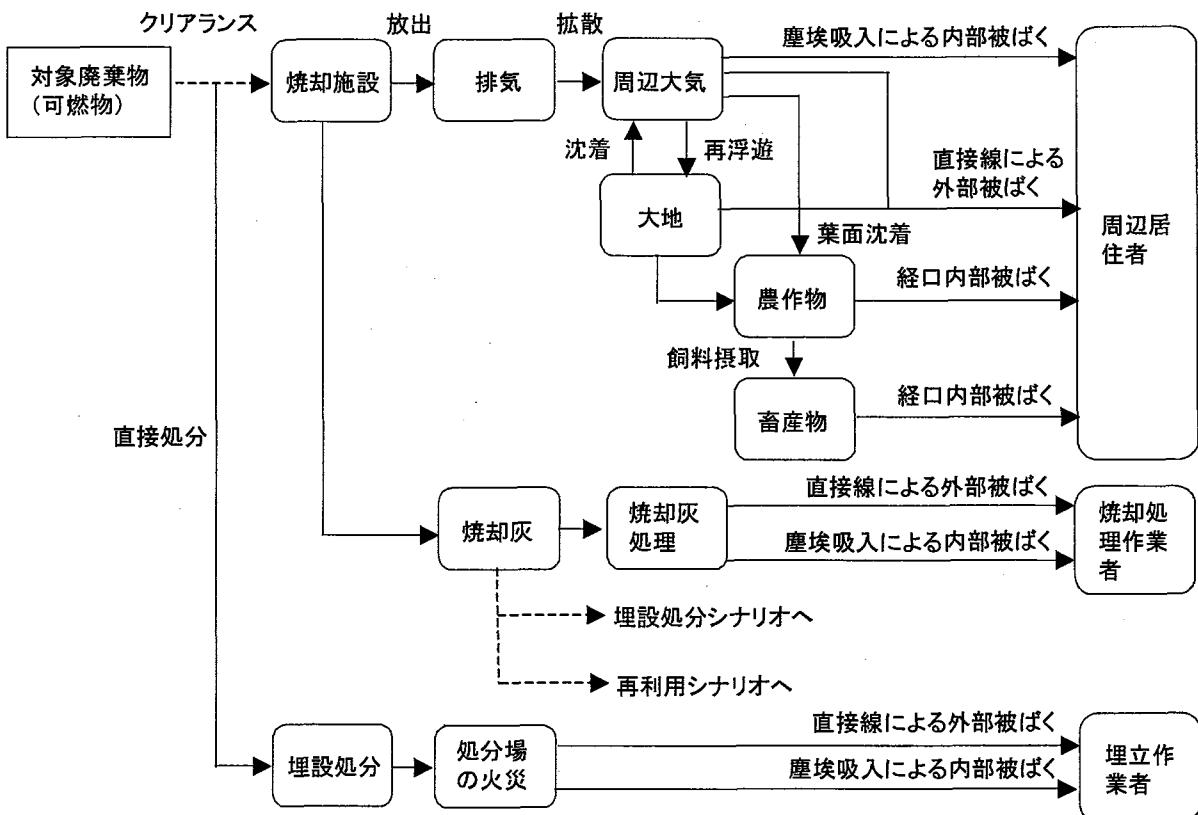


Fig.2.17 可燃物限定シナリオにおける被ばく経路

(1) ソースタームモデル（可燃物限定シナリオ）

可燃物限定シナリオにおいて、焼却時のクリアランス対象廃棄物中の核種濃度には、前述の(68)式の連立常微分方程式により求められる再生品原料を対象とした基準物質の核種濃度を計算に使用する。クリアランスされた可燃性廃棄物が焼却された後の焼却灰中の核種濃度は、以下の式で表される。

$$C_{ash,i}(t) = C_{m,i}(t) \cdot D_m \cdot \{1 - f_i\} \quad (93)$$

ここで、

- $C_{ash,i}(t)$: 焼却灰中の核種 i 濃度 (Bq/g)
- $C_{m,i}(t)$: 焼却時のクリアランス対象廃棄物中核種 i 濃度 (Bq/g)
- D_m : 廃棄物から焼却灰への濃縮割合 (-)
- f_i : 核種 i の排気塔から放出される割合 (-)

である。

また、焼却施設の排気塔から放出される核種の放出率は以下の式で表される。

$$R_{a,i}(t) = f_i \cdot R_f \cdot C_{m,i}(t) \quad (94)$$

ここで、

- $R_{a,i}(t)$: 核種 i の排気塔からの放出率 (Bq/y)
- f_i : 核種 i の排気塔から放出される割合 (-)
- R_f : 焚却率 (g/y)
- $C_{m,i}(t)$: 焚却時のクリアランス対象廃棄物中核種 i 濃度 (Bq/g)

である。なお、処分場の火災を想定する場合、 $R_f = M/t_e$ とする。ここで、

- M : 火災で焼失した廃棄物重量 (g)
- t_e : 火災の継続時間 (y)

である。

さらに、排気塔から放出された核種は、大気中において拡散移行し、被ばくを想定する地点に到達する。想定する被ばく地点における空気中の核種濃度、沈着した核種の土壤表面密度及び沈着した核種が再浮遊する場合の空気中核種濃度はそれぞれ以下の式で表される。

$$C_{a,i}(t) = \chi \cdot R_{a,i}(t) \quad (95)$$

$$C_{g,i}(t) = C_{a,i}(t) \cdot V_{g,i} \cdot \frac{1 - \exp\{-(\lambda_i + \lambda_s) \cdot t_o\}}{(\lambda_i + \lambda_s)} \quad (96)$$

$$C_{r,i}(t) = C_{a,i}(t) \cdot V_{g,i} \cdot \left[a \cdot \frac{1 - \exp\{-(\lambda_i + \lambda_1) \cdot t_o\}}{(\lambda_i + \lambda_1)} + b \cdot \frac{1 - \exp\{-(\lambda_i + \lambda_2) \cdot t_o\}}{(\lambda_i + \lambda_2)} \right] \quad (97)$$

ここで、

- $C_{a,i}(t)$: 空気中核種 i 濃度 (Bq/m³)
- χ : 単位放出率あたりの空気中濃度 (Bq/m³ per Bq/y)
- $R_{a,i}(t)$: 核種 i の排気塔からの放出率 (Bq/y)
- $C_{g,i}(t)$: 核種 i の土壤表面密度 (Bq/m²)

$V_{g,i}$: 核種 i の沈着速度 (m/y)
λ_i	: 核種 i の崩壊定数 (1/y)
λ_s	: 土壤からの除去率 (1/y)
t_o	: 焼却施設の操業期間 (y)
$C_{r,i}(t)$: 再浮遊による空気中核種 i 濃度 (Bq/m ³)
a, b	: 再浮遊係数 (1/m)
λ_1	: 土壤表面沈着核種の短期的な除去率 (1/y)
λ_2	: 土壤表面沈着核種の長期的な除去率 (1/y)

である。

(2) 被ばく線量評価モデル（可燃物限定シナリオ）

①焼却処理作業者の被ばく

焼却処理作業者の被ばくとして、焼却灰の除去作業時の外部被ばく及び吸入による内部被ばくを想定する。被ばく線量はそれぞれ以下の式により表される。

$$D_{EXT,i}(t) = C_{ash,i}(t) \cdot S_i \cdot t_e \cdot DCF_{EXT,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (98)$$

$$D_{INH,i}(t) = C_{ash,i}(t) \cdot C_d \cdot R_b \cdot t_e \cdot DCF_{INH,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (99)$$

ここで、

$D_{EXT,i}(t)$: 核種 i による外部被ばく線量 (Sv/y)
$C_{ash,i}(t)$: 焼却灰中の核種 i 濃度 (Bq/g)
S_i	: 核種 i の遮蔽係数 (-)
t_e	: 評価対象経路における年間被ばく時間 (h/y)
$DCF_{EXT,i}$: 核種 i の外部被ばく線量換算係数 (Sv/h per Bq/g)
$D_{INH,i}(t)$: 核種 i の吸入による内部被ばく線量 (Sv/y)
C_d	: ダスト濃度 (g/m ³)
R_b	: 呼吸率 (m ³ /h)
$DCF_{INH,i}$: 核種 i の吸入内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)
t_i	: 被ばく中の減衰期間(y)

である。

②焼却施設周辺居住者及び処分場火災時の埋立作業者の被ばく

焼却施設の周辺における居住者の被ばくとして、外部被ばく、吸入による内部被ばく、農作物の摂取による内部被ばく及び畜産物の摂取による内部被ばくを想定する。また、処分場の火災を想定する場合、埋立作業者の外部被ばく及び吸入による内部被ばくを想定する。

外部被ばく及び吸入による内部被ばく線量はそれぞれ以下の式により表される。

$$D_{EXT,i}(t) = \left\{ C_{a,i}(t) \cdot S_{a,i} \cdot DCF_{EXT,i}^a + C_{g,i}(t) \cdot S_{g,i} \cdot DCF_{EXT,i}^g \right\} \cdot t_e \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (100)$$

$$D_{INH,i}(t) = \{C_{a,i}(t) + C_{r,i}(t)\} \cdot R_b \cdot t_e \cdot DCF_{INH,i} \cdot \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_i)}{\lambda_i t_i} \quad (101)$$

ここで、

- $D_{EXT,i}(t)$: 核種 i による外部被ばく線量 (Sv/y)
- $S_{a,i}$: 空気中の核種 i からの放射線に対する遮蔽係数 (-)
- $C_{a,i}(t)$: 空気中核種 i 濃度 (Bq/m³)
- $DCF_{EXT,i}^a$: 空気中の核種 i による外部被ばく線量換算係数 (Sv/h per Bq/m³)
- $C_{g,i}(t)$: 核種 i の土壤表面密度 (Bq/m²)
- $S_{g,i}$: 土壤に沈着した核種 i からの放射線に対する遮蔽係数 (-)
- $DCF_{EXT,i}^g$: 土壤に沈着核種 i からの外部被ばく線量換算係数 (Sv/h per Bq/m²)
- t_e : 年間被ばく時間 (h/y)
- $D_{INH,i}(t)$: 核種 i の吸入による内部被ばく線量 (Sv/y)
- $C_{r,i}(t)$: 再浮遊による空気中核種 i 濃度 (Bq/m³)
- R_b : 呼吸率 (m³/h)
- $DCF_{INH,i}$: 核種 i の吸入内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

である。

また、農作物及び畜産物摂取による内部被ばく線量は以下の式により表される。

$$D_{ING,i}(t) = C_{a,i}(t) \cdot V_{g,i} \cdot \left[\frac{TF_{v,i} \cdot F_d \cdot F_r}{P} \cdot \frac{1 - \exp\{-(\lambda_i + \lambda_s) \cdot t_r\}}{(\lambda_i + \lambda_s)} + \frac{F_v \cdot F_e}{Y} \cdot \frac{1 - \exp\{-(\lambda_i + \lambda_w) \cdot t_g\}}{(\lambda_i + \lambda_w)} \right] \cdot Q_v \cdot F_m \cdot F_c \cdot F_g \cdot \exp(-\lambda_i t_t) \cdot DCF_{ING,i} \quad (102)$$

$$D_{ING,i}(t) = C_{a,i}(t) \cdot V_{g,i} \cdot \left[\frac{TF_{v,i} \cdot F_d \cdot F_r}{P} \cdot \frac{1 - \exp\{-(\lambda_i + \lambda_s) \cdot t_r\}}{(\lambda_i + \lambda_s)} + \frac{F_v \cdot F_e}{Y} \cdot \frac{1 - \exp\{-(\lambda_i + \lambda_w) \cdot t_g\}}{(\lambda_i + \lambda_w)} \right] \cdot F_g \cdot Q_g \cdot TF_{l,i} \cdot Q_a \cdot F_m \cdot \exp(-\lambda_i t_t) \cdot DCF_{ING,i} \quad (103)$$

ここで、

- $D_{ING,i}(t)$: 核種 i の経口摂取 (農作物または畜産物) による内部被ばく線量 (Sv/y)
- $V_{g,i}$: 核種 i の沈着速度 (m/y)
- $TF_{v,i}$: 核種 i の土壤から農作物への移行係数 (Bq/kg per Bq/kg)
- F_d : 地表面への沈着割合 (-)
- F_r : 沈着した核種の耕作地土壤への残存割合 (-)
- P : 土壤実効表面密度 (kg/m²)
- λ_i : 核種 i の崩壊定数 (1/y)
- λ_s : 土壤からの除去率 (1/y)
- t_r : 焚却施設の操業期間 (y)
- F_v : 核種の農作物表面への沈着割合 (-)
- F_e : 農作物表面へ沈着した核種の可食部への移行割合 (-)
- Y : 農作物の生産密度 (kg/m²)
- λ_w : ウエザリングによる除去係数 (1/y)

t_g	: 農作物の生育期間 (y)
Q_v	: 農作物の年間摂取量 (kg/y)
F_m	: 農作物または畜産物の市場係数 (-)
F_c	: 調理による核種の残留率 (-)
F_g	: 栽培期間年間比または家畜の放牧期間年間比 (-)
t_t	: 農作物または畜産物の輸送時間 (y)
$DCF_{ING,i}$: 核種 i の経口内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)
$TF_{l,i}$: 核種 i の飼料から畜産物への移行係数 (d/kg または d/L)
Q_g	: 家畜の牧草摂取量 (kg-dry/d)
Q_a	: 畜産物の摂取量 (kg/y または L/y)

である。

2.5 ラドンガス散逸を考慮した外部被ばく線量換算係数計算コード (RADCF)

従来の外部被ばく経路の評価では、短半減期の子孫核種は親核種と放射平衡状態にあると仮定し、親核種の線量換算係数に子孫核種の線量換算係数を足し合わせることにより被ばく線量に対する子孫核種の影響を考慮している。ウラン系列核種の外部被ばく経路の被ばく線量は、その子孫核種の影響を含んだ Ra-226 による寄与が最も大きい。Ra-226 の線量換算係数の内訳は、Table 2.4 に示す通り、Ra-226 そのものよりも Pb-214、Bi-214 等の短半減期核種の寄与が大きい。また、これらの短半減期核種は、一度気体であるラドン (Rn-222) に壊変した後の子孫核種である。ラドンガスは、地表面から大気への散逸の影響により、地表面近傍における各子孫核種の濃度は親核種である Ra-226 と放射平衡状態になく、より深い深度におけるラドン濃度よりも地表面付近のラドン濃度が低下していると考えられる。そのため、Rn-222 以下の子孫核種による外部被ばくへの寄与は、深さ方向に対して一様ではなく、その外部被ばくは、より現実的には、地表面付近におけるラドンガスの濃度分布の影響を受けると考えられる。

Table 2.4 Ra-226 の外部被ばく線量換算係数の内訳

核種	半減期	外部被ばく線量換算係数 (μ Sv/h per Bq/g)	割合
Ra-226	1600年	2.3E-03	0.44%
Rn-222	3.8日	1.3E-04	0.024%
Po-218	3.1分	2.8E-06	0.00054%
Pb-214	26.8分	8.3E-02	16%
Bi-214	19.9分	4.4E-01	84%
Po-214	164μ秒	2.6E-05	0.0049%
合計		5.2E-01	100%

2.5.1 RADCF コードの構成

ラドンガスの散逸の影響を考慮した外部被ばく評価フローを Fig. 2.18 に示す。計算の手順は以下のようになる。

- ① ラドンガス拡散モデル（解析解）により、地表面付近におけるラドンガスの土壤中濃度分布を計算する。ただし、土壤中の Ra-226 の濃度を 1.0Bq/g とした場合の土壤中濃度分布を計算する。
- ② 遮へい計算コードにより、Rn-222 以下の子孫核種に対する外部被ばく線量換算係数の深度依存性のデータを計算し、ライブラリー化する。
- ③ 計算されたラドンガスの土壤中濃度分布、Rn-222 以下の子孫核種に対する外部被ばく線量換算係数の深度分布から、濃度分布の影響を考慮した外部被ばく線量換算係数を計算する。
- ④ ソースタームモデルによって対象廃棄物を含む土壤中の核種濃度の時間変化を計算し、ラドンガスの散逸の影響を考慮した外部被ばく線量換算係数を用いて、評価対象者の外部被ばく線量を計算する。

2.5.2 ラドンガスの土壤中濃度分布評価モデル

ラドンの土壤空隙中濃度は、以下に示す微分方程式で表される。

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \frac{1}{D} \frac{\partial C}{\partial t} - \frac{1}{D} \lambda C + \frac{1}{D} \lambda C_{Ra} \rho F = 0 \quad (104)$$

境界条件

$$C(0, t) = 0 \quad (105)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\partial C}{\partial x}(x, t) = 0 \quad (106)$$

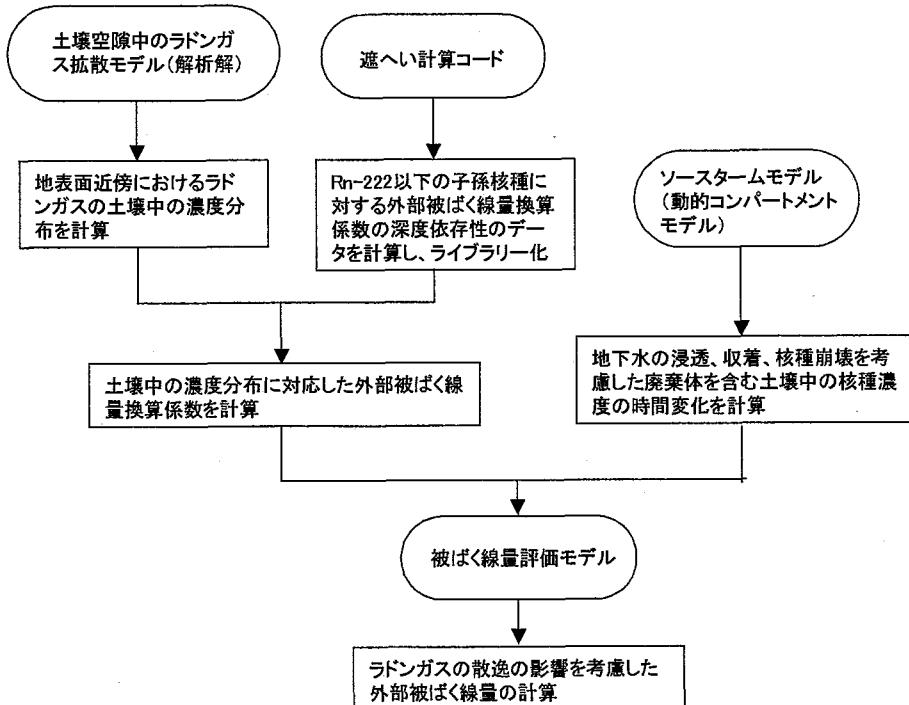


Fig. 2.18 ラドンガスの散逸の影響を考慮した外部被ばく評価フロー

初期条件

$$C(x,0) = 0 \quad (107)$$

ここで、

- $C(x,t)$: 土壌空隙中のラドン濃度 (Bq/m^3)
- D : ラドンガスの土壤中拡散係数 (m^2/s)
- λ : ラドンの崩壊定数 ($1/\text{s}$)
- C_{Ra} : 土壤中ラジウム (Ra-226) 濃度 (Bq/kg)
- ρ : 土壤嵩密度 (kg/m^3)
- F : 散逸能 (-)

である。

本コードにおけるラドンガスの土中濃度分布の算出方法は、差分法とラプラス変換による解析的方法の2つを備えている。以下に、ラプラス変換による解析的方法による算出に至る過程を次の3つに分けて述べる。

- $\bar{C}_p(x)$ についての微分方程式とその初期条件の導出
- $\bar{C}_p(x)$ の微分方程式の解の算出
- $C(x,t)$ の決定

(1) $\bar{C}_p(x)$ についての微分方程式とその初期条件の導出

(104)式の両辺に $e^{-\alpha t}$ を乗じ、tについて0から∞まで積分する。

$$\int_0^\infty e^{-\alpha t} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} dt - \int_0^\infty e^{-\alpha t} \frac{1}{D} \frac{\partial C}{\partial t} dt - \int_0^\infty e^{-\alpha t} \frac{1}{D} \lambda C dt + \int_0^\infty e^{-\alpha t} \frac{1}{D} \lambda C_{Ra} \rho F dt = 0 \quad (108)$$

上式の各項について、

$$\text{第1項} \dots \int_0^\infty e^{-pt} \frac{\partial^2 C(x,t)}{\partial x^2} dt = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \bar{C}_p(x) \quad (109)$$

$$\text{第2項} \dots \int_0^\infty e^{-pt} \frac{1}{D} \frac{\partial C(x,t)}{\partial t} dt = \frac{p}{D} \bar{C}_p(x) \quad (110)$$

$$\text{第3項} \dots \int_0^\infty e^{-pt} \frac{1}{D} \lambda C(x,t) dt = \frac{1}{D} \lambda \bar{C}_p(x) \quad (111)$$

$$\text{第4項} \dots \int_0^\infty e^{-pt} \frac{1}{D} \lambda C_{Ra} \rho F dt = \frac{1}{Dp} \lambda C_{Ra} \rho \quad (112)$$

であり、従って、(101)式は次式のようになる。

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \bar{C}_p(x) - \frac{p}{D} \bar{C}_p(x) - \frac{1}{D} \lambda \bar{C}_p(x) + \frac{1}{Dp} \lambda C_{Ra} \rho = 0 \quad (113)$$

また、(105)式の境界条件式 $C(0,t) = 0$ は $\lim_{x \rightarrow 0} C(x,t) = 0$ と同じであるから上記と同様に両辺をラプラス変換することにより、次式が得られる。

$$\bar{C}_p(0) = 0 \quad (114)$$

また、(106)式より、

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\partial \bar{C}}{\partial x}(x) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\partial}{\partial x} \int_0^{\infty} e^{-pt} C(x, t) dt = \int_0^{\infty} e^{-pt} \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\partial C}{\partial x}(x, t) dt = 0 \quad (115)$$

以上により、 $C(x, t)$ についての偏微分方程式は、次の $\bar{C}_p(x)$ についての微分方程式を解くことに帰着される。

$$p\bar{C}_p(x) = D \frac{\partial^2}{\partial x^2} \bar{C}_p(x) - \lambda \bar{C}_p(x) + \frac{1}{p} \lambda C_{Ra} \rho \quad (116)$$

$$\bar{C}_p(0) = 0 \quad (117)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\partial \bar{C}}{\partial x}(x) = 0 \quad (118)$$

(2) $\bar{C}_p(x)$ の微分方程式の解の算出

(116)式及び(117)式から次の2つの解が得られる。

$$\bar{C}_p(x) = \frac{\lambda C_{Ra} \rho F}{p(p+\lambda)} \left\{ 1 - e^{-x \sqrt{(p+\lambda)/D}} \right\} \quad (119)$$

これらの解のうち、(118)式を満たすのは、

$$\bar{C}_p(x) = \frac{\lambda C_{Ra} \rho F}{p(p+\lambda)} \left\{ 1 - e^{-x \sqrt{(p+\lambda)/D}} \right\} \quad (120)$$

である。

(3) $C(x, t)$ の決定

前節において、 $C(x, t)$ のラプラス変換 $\bar{C}_p(x)$ が得られた。さらに、 $\bar{C}_p(x)$ の式は次のように分解する。

$$\begin{aligned} \bar{C}_p(x) &= \frac{\lambda C_{Ra} \rho F}{p(p+\lambda)} \left\{ 1 - e^{-x \sqrt{(p+\lambda)/D}} \right\} \\ &= C_{Ra} \rho F \left[\frac{1}{p} - \frac{1}{p+\lambda} - \frac{e^{-x \sqrt{(p+\lambda)/D}}}{(p+\lambda)-\lambda} + \frac{e^{-x \sqrt{(p+\lambda)/D}}}{p+\lambda} \right] \end{aligned} \quad (121)$$

ラプラス変換が[]の中の各項となるような関数は既知である。よって、ラドン濃度 $C(x, t)$ は

次式で与えられる。

$$C(x, t) = C_{Ra} \cdot \rho \cdot F \cdot \left[1 - e^{-\lambda t} - \frac{1}{2} \left\{ e^{-x\sqrt{\lambda/D}} \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}} - \sqrt{\lambda t} \right) + e^{x\sqrt{\lambda/D}} \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}} + \sqrt{\lambda t} \right) \right\} + e^{-\lambda t} \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) \right] \quad (122)$$

外部被ばく評価に使用するラドンガスの土壤空隙中濃度分布は、ラドンの半減期を考慮し、十分時間が経過した後の濃度分布である $C(x, \infty)$ と仮定する。

$$C(x) = C(x, \infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} C(x, t) = C_{Ra} \cdot \rho \cdot F \cdot \left(1 - e^{-x\sqrt{\lambda/D}} \right) \quad (123)$$

また、散逸能を土壤粒子中に取り込まれた Rn-222 と土壤空隙中の Rn-222 との濃度比を示すパラメータと考え、土壤粒子中の Rn-222 濃度 C' を以下の式で定義する。なお、Po-218 から Po-214 までの短半減期子孫核種は、Rn-222 と放射平衡にあると仮定する。

$$C'(x) = C(x) \cdot \frac{1 - F}{F} \quad (124)$$

ここで、

$C'(x)$: Rn-222 及び短半減期子孫核種の土壤粒子中濃度 (Bq/m³)

である。

2.5.3 ラドンガス散逸を考慮した外部被ばく線量換算係数の算出モデル

ラドンガスの散逸を考慮した外部被ばく線量換算係数は、上述のモデルにより計算される子孫核種の地表面近傍の濃度分布に従って、以下の式で計算する。

$$DCF'_{Ra} = DCF_{Ra} + \sum_j \left(f_j \cdot \sum_i DCF_{i,j} \right) \quad (125)$$

ここで、

DCF'_{Ra} : 短半減期核種の寄与を考慮した Ra-226 の外部被ばく線量換算係数 (Sv/h per Bq/g)

DCF_{Ra} : Ra-226 の外部被ばく線量換算係数 (Sv/h per Bq/g)

f_j : 単位ラジウム濃度に対する区間 j の短半減期子孫核種濃度の比 (-)

$$f_j = \frac{C'(x_j)}{C_{Ra} \cdot \rho}$$

DCF_{ij} : 短半減期子孫核種 i の区間 j における外部被ばく線量換算係数 (Sv/h per Bq/g)

である。

なお、上記の計算に用いる各核種の外部被ばく線量換算係数の深度依存性のデータは、遮蔽計算コードにより任意の土壤深さの区間 j に対するデータとして計算し、後述するライブラリーファイルとして整備している。

2.6 統計解析コード(SPOP-DR)

統計解析コードは、被ばく線量評価コードによって算出された被ばく線量評価結果から、被ばく線量の累積分布関数（CDF）や、補累積分布関数（CCDF）を作成する。また、変動パラメータの変動が評価結果に与える影響を評価するため、標準順位回帰係数、偏順位相関係数等、変動パラメータと評価結果の間の各種相関係数を算出する¹⁷⁾。なお、これらの係数は、任意の評価結果の和についても評価することができる。なお、本コードは埋設処分シナリオ、再利用シナリオとも共通である（SPOP-DR）。

3. 入出力仕様

3.1 ファイル環境

埋設処分シナリオと再利用シナリオに対するパラメータセット作成コード（LHS-D、LHS-R）の入出力ファイル、及び統計解析コード SPOP-DR の入出力ファイルについての一覧を、それぞれ Table 3.1～Table 3.2 に示す。

PASCLR コードシステムにおける、埋設処分シナリオ評価コード DOSE-D 及び再利用シナリオコード DOSE-R（可燃物限定シナリオを含む）を対象とした評価を実施する場合の入出力ファイル及びライブラリーファイルの一覧、それぞれ Table 3.3 及び Table 3.4 に示す。同様に、ラドンガス散逸を考慮した外部被ばく線量換算係数計算コード RADCF の入出力ファイル一覧を Table 3.5 に整理する。また、PASCLR コードシステムのファイル環境を、埋設処分シナリオ及び再利用シナリオに対するコードシステムに分けて Fig.3.1 及び Fig.3.2 に示す。

Table 3.1 LHS-D、LHS-R コードのファイル環境

ファイル 機番	ファイル名	内容	
5	lhs.inp	LHS-D 及び LHS-R の入力ファイル	
6	lhs.out	標準出力 ファイル	計算ログ
11	lhs.prm		パラメータ設定情報
1	lhs.dat	確率論的解析 関連ファイル	サンプリングパラメータデータファイル
12	lhslabel.prm		サンプリングパラメータ指定ファイル（LHS-Dのみ）

Table 3.2 SPOP-DR コードのファイル環境

ファイル 機番	ファイル名	内容	
4	forspop.dat	入力ファイル	統計解析する変動パラメータ値と被ばく線量
5	spop.inp		SPOP の入力
6	spop.out	標準出力 ファイル	計算ログ
66	stat.out		統計解析結果出力

Table 3.3 DOSE-D コードのファイル環境

ファイル 機番	ファイル名 (*1)	内容
55	DOSED.CNT	DOSE-Dのコントロールファイル
5		入力 ファイル
7		ソースターム入力ファイル 帶水層移行入力ファイル 生物圈入力ファイル
8		
6		計算ログ
16		地下水中核種濃度(時系列)
17		利用核種ログ
51		作業ファイル(ソースタームモデル)
52		作業ファイル(帶水層移行モデル)
53		作業ファイル(生物圏モデル)
101		サンプリングパラメータを使用した決定論的解析による計算結果
10	(chain.dat)	核種データ
11	(defext.dat)	外部被ばく線量換算係数
12	(indose.dat)	内部被ばく線量換算係数
13	(KdRc.dat)	分配係数、放出係数
14	(trans.dat)	移行係数、濃縮係数
15	(mat.dat)	土壌データ
18	(dcfskin.dat)	皮膚被ばく線量換算係数
111	(rev_ic38.yld)	核種の放出光子エネルギー、放出率
112	(attmat.dat)	光子減弱係数、吸収係数
113	(bfset.dat)	ビルトアップ係数のフィッティングパラメータ(G-P法)
114	(dosecon2.lib)	実効線量換算係数(Fx値)
115	(hlterg93.dat)	核種エネルギー
21		飲料水摂取による内部被ばく線量
22		農作物摂取による内部被ばく線量
23		飼育水経由畜産物摂取による内部被ばく線量
24		水産物摂取による内部被ばく線量
25		吸入による内部被ばく線量
26		外部被ばく線量
27		土壤中核種濃度
28		土壤からの流出核種フラックスまたは流出水中核種濃度
29		土壤から散逸するラドンガスの吸入による内部被ばく線量
30		飼料経由畜産物摂取による内部被ばく線量
31		生活水から発生するラドンガスの吸入による内部被ばく線量
36		河川面直接線外部被ばく線量
37		河川水サブマージョン外部被ばく線量
38		河川岸直接線外部被ばく線量
39		漁網からの直接線外部被ばく線量
40		河川岸再浮遊砂吸入による内部被ばく線量
46		塩摂取による内部被ばく線量
47		風送塩吸入による内部被ばく線量
50		皮膚被ばく線量
32		農作物摂取による内部被ばく線量の合計
33		飼育水経由畜産物摂取による内部被ばく線量の合計
34		水産物摂取による内部被ばく線量の合計
35		飼料経由畜産物摂取による内部被ばく線量の合計
48		河川または海洋に関する5経路の合計
49		塩に関する2経路の合計
42	(lhs.prm)	サンプリングパラメータ指定ファイル
41	(lhs.dat)	サンプリングパラメータデータファイル
61～	forspop_nnn.dat (*2)	サンプリング値及び核種ごとまたは経路ごとのピーク被ばく線量、ピーク出現時間

(*1) ファイル名のうち、空欄もしくは括弧のついているものは、DOSE-DコードのコントロールファイルDOSED.CNTに記述することにより任意の名称とすることができます。

(*2) "nnn"は、DOSE-Dコード入力ファイルの出力ファイルフラグ(Card 1-2のFILEFLAG)及び評価する項目(Card15-1のIOP)に従って自動的に定義される(後述のDOSE-D入力マニュアル参照)。

Table 3.4 DOSE-R コードのファイル環境

ファイル 機番	ファイル名	内容	
5	dose-r.inp	DOSE-Rの入力ファイル	
6	dose-r.out	標準出力	計算ログ
8	(*)	及び作業 ファイル	作業ファイル(入力データのコメント行削除用)
700	(*)		作業ファイル(経時変化及びリサイクルモデル)
22	external.lib	ライブラリ ファイル	外部被ばく線量換算係数
23	internal.lib		内部被ばく線量換算係数
24	chain.dat		崩壊データ
25	dcfskin.dat		皮膚被ばく線量換算係数
26	Repr_Trans.lib		再生製品への核種移行割合
27	Slag_Trans.lib		スラグへの核種移行割合
28	Dust_Trans.lib		ダストへの核種移行割合
29	Agri_Trans.lib		農作物への移行係数
30	Anm_Trans.lib		畜産物への移行係数
91	Shield.lib		遮蔽係数
92	Vg.lib		ダストの沈着速度
93	Fi.lib		排気塔からの放出率(焼却処理モデル)
9	dosetime.tim	時間変化 出力ファイル	経時変化計算時の被ばく線量
10	recycle.rec		リサイクルモデル計算時の被ばく線量
11	lhs.dat	確率論的 解析関連 ファイル	サンプリングパラメータデータファイル
31~60	doseout**.dat (*)		確率論的解析時の被ばく線量
61~90	forspop**.dat (*)		サンプリング値及び核種ごとのピーク被ばく線量、ピーク出現時間

(*) 計算実行時に自動的に作成され計算終了時に自動的に削除される。

(*) “**”は、DOSE-Rコード入力ファイルの被ばく経路(Card 11のIR)の入力順に自動的に定義される。

Table 3.5 RADCF コードのファイル環境

ファイル 機番	ファイル名	内容	
5	radcf.inp	RADCFの入力ファイル	
10	radcf.out	標準出力 ファイル	計算ログ
8	radonext.dat	ライブラリ ファイル	Ra-226の子孫核種の深度別外部被ばく線量換算係数
4	lhslabel.prm	確率論的 解析関連 ファイル	サンプリングパラメータ指定ファイル(RADCF入力)
5	lhs.dat		サンプリングパラメータデータファイル(RADCF入力)
6	lhs2.dat		サンプリングパラメータ指定ファイル(RADCF出力)
9	lhslabel2.prm		サンプリングパラメータデータファイル(RADCF出力)

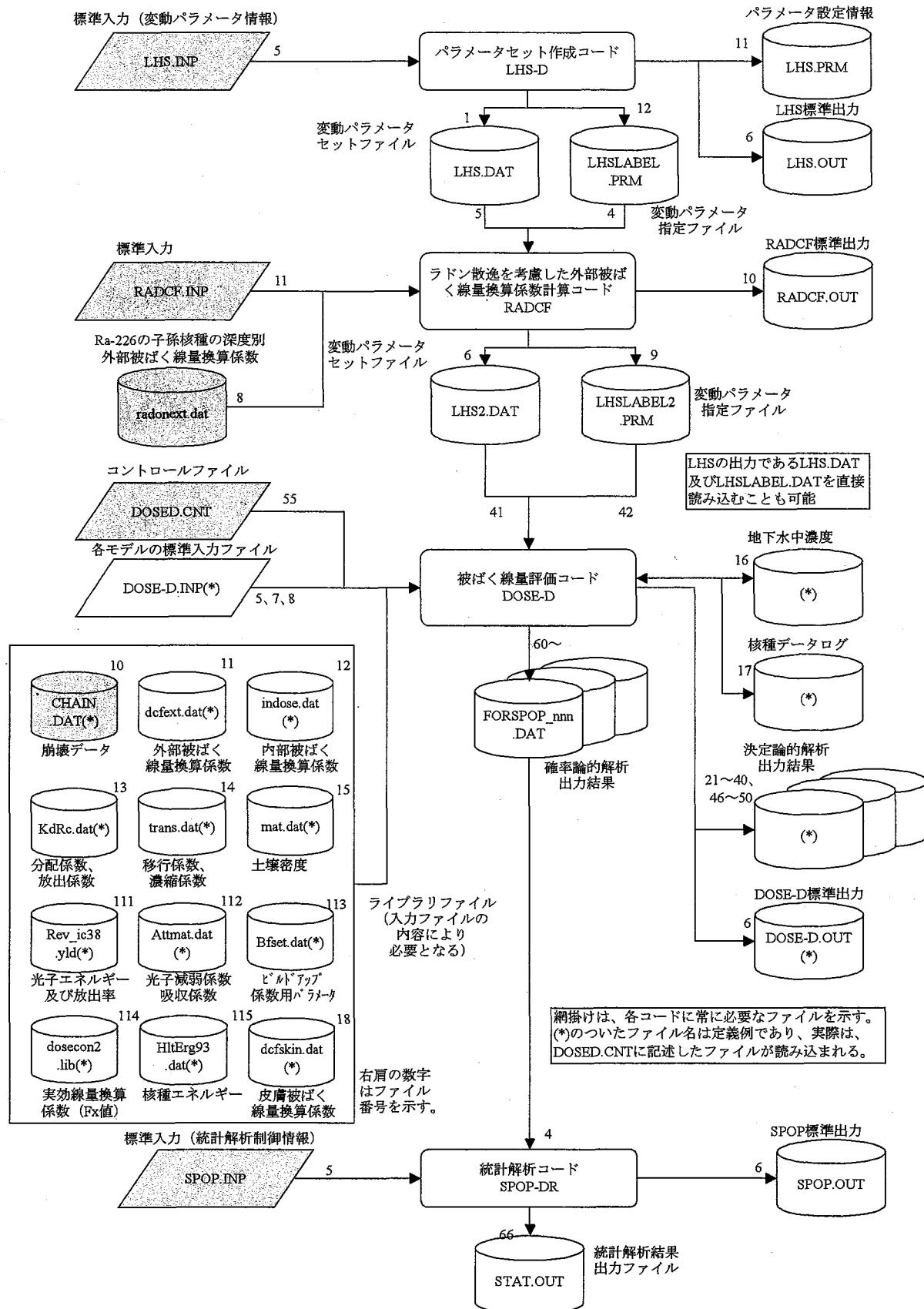


Fig. 3.1 埋設処分シナリオ評価に係るコードシステムのファイル環境

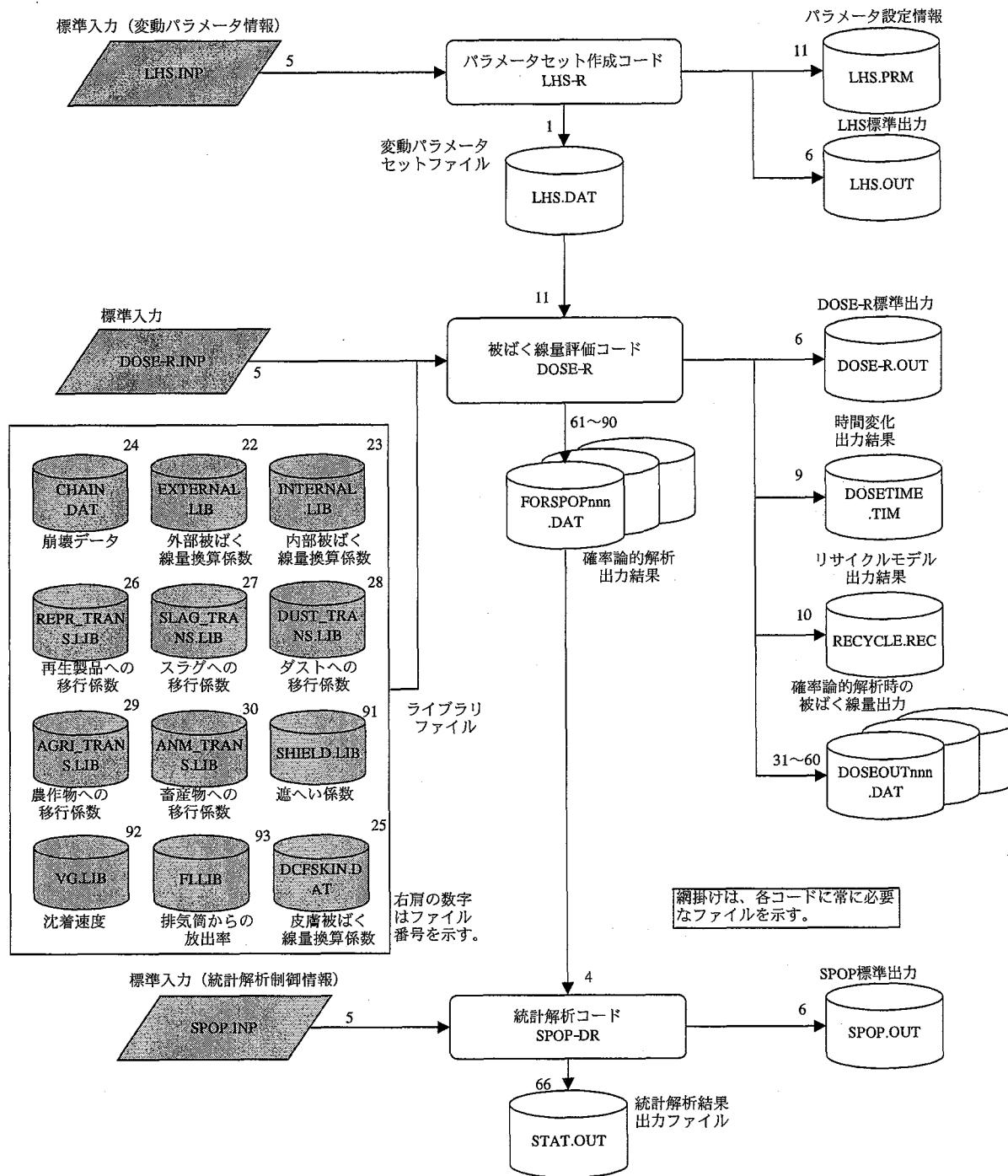


Fig. 3.2 再利用シナリオ評価に係るコードシステムのファイル環境

3.2 入力ファイル仕様及び入出力ファイル例

コードシステムの各コードは、それぞれ1つ以上の標準入力ファイル（各コードの標準入力ファイル名はTable3.1～Table3.5を参照）を必要とする。これらの標準入力ファイルの仕様及び入出力例を以下のAppendixに示す。

- 埋設処分シナリオ用パラメータセット作成コード LHS-D : Appendix 1
- 再利用シナリオ用パラメータセット作成コード LHS-R : Appendix 2
- 埋設処分シナリオ評価コード DOSE-D : Appendix 3
- 再利用シナリオ評価コード DOSE-R : Appendix 4
- ラドンガス散逸を考慮した外部被ばく線量換算係数計算コード RADCF : Appendix 5
- 統計解析コード SPOP-DR : Appendix 6

これらの標準入力ファイルは、先頭に半角のアスタリスク (*)を記述することにより、その行全てがコメント行とみなされる仕様となっており、入力値の補足説明等に使用することができる。

3.3 ライブラリーファイル仕様

PASCLR コードシステムでは、被ばく線量換算係数、農作物への移行係数など、各放射性核種及び元素に依存したパラメータについて、データ管理の利便性を鑑み、ライブラリーファイル形式を採用している。以下に、DOSE-D、DOSE-R、RADCF の各コードに使用されるライブラリーファイル仕様を述べる。

(1) DOSE-D のライブラリーファイル

埋設処分シナリオ評価コード DOSE-D は、核種及び元素に依存するパラメータ等を、元素名等とともにライブラリーファイルに保存することにより、対象核種及び対象元素に依存するパラメータを、それらの元素名等から判断し、これらのファイルから自動的に取得する仕様となっている。DOSE-D コードは、以下に示す 11 のライブラリーファイルが使用できる。各ファイルの仕様を以下の各表に示す。

- 崩壊データライブラリーファイル（機番 10） Table 3.6
- 外部被ばく線量換算係数ライブラリーファイル（機番 11） Table 3.7
- 内部被ばく線量換算係数ライブラリーファイル（機番 12） Table 3.8
- 分配係数及び放出係数ライブラリーファイル（機番 13） Table 3.9
- 移行係数及び濃縮係数ライブラリーファイル（機番 14） Table 3.10
- 土壤密度ライブラリーファイル（機番 15） Table 3.11
- 皮膚被ばく線量換算係数ライブラリーファイル（機番 18） Table 3.12
- 光子エネルギー及び放出率ライブラリーファイル（機番 111） Table 3.13
- 光子質量減弱係数及び吸収係数ライブラリーファイル（機番 112） Table 3.14
- ビルドアップ係数用パラメータライブラリーファイル（機番 113） Table 3.15
- 実効線量換算係数等ライブラリーファイル（機番 114） Table 3.16
- 核種エネルギーデータライブラリーファイル（機番 115） Table 3.17

Table 3.6 崩壊データライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
必要な回数 Card 1 を繰り返す			
1	FORMAT(A5,A1,F10.3,1X,A2,3X,A2,F10.3,2X,I3,A2,1X,I1)		
	NUCL	-	核種の質量数(核子数)と元素名
	NMPI	-	状態(核異性体の場合‘M’、それ以外はブランク)
	HLFI	HUNIで設定	核種の半減期
	HUNI	-	核種の半減期の単位(NS, US, MS, S, M, H, D, Y)
	RADI	-	崩壊形式(A, B-, B+, IT, EC)
	RATI	-	分歧比
	NZDI	-	NUCLの生成核種の質量数
	NADI	-	NUCLの生成核種の元素名 (NADI, NZDI)は安定核種。準安定核種の場合には、Card 2に記述する。
	IM	-	(NADI, NZDI)以外の生成核種への分歧数
IM≠0のとき(生成核種が複数あるとき) Card 2を入力する			
2	IM回入力する FORMAT(E10.3,4X,E10.3,2X,A2)		
	RATJ	-	(NADI, NZDI)以外の生成核種への分歧比
	HLFJ	HUNJで設定	(NADI, NZDI)以外の生成核種の半減期
	HUNJ	-	半減期HLFJの単位(NS, US, MS, S, M, H, D, Y)

Table 3.7 外部被ばく線量換算係数ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	NFERT		寄土厚さ条件数(最大10)
2	T_F(I), I=1, NFERT	m	寄土厚さ
3	Card 3 は必要な核種数繰り返す(最大50) FORMAT(A2, I3, A1, 10(1PE11.3))		
	NNN	-	核種の元素記号
	NNA	-	核種の質量数
	NNM	-	核異性体の場合Mを入力、それ以外はブランク
	DCFEXT(I), I=1, NFERT	[(μSv/h) / (Bq/g)]	外部被ばく線量換算係数

Table 3.8 内部被ばく線量換算係数ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	必要な回数入力 FORMAT(A2, I3, A1, 2(2X, E8.2))		
	NNN	-	核種の元素記号
	NNA	-	核種の質量数
	NNM	-	核異性体の場合Mを入力、それ以外はブランク
	DCFING	Sv/Bq	経口摂取内部被ばく線量換算係数
	DCFINH	Sv/Bq	吸入摂取内部被ばく線量換算係数

Table 3.9 分配係数及び放出係数ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	TITLE	-	ライブラリのタイトル
2	FREE FORMAT		
	NKD	-	分配係数及び放出係数の種類数
3	必要な回数入力 FORMAT (A2, 3X, 20E10.2)		
	NNN		元素記号
	KD or RC(I) I=1, NKD	(*)	分配係数または放出係数 (*) 分配係数の場合の単位は ml/g、放出係数の場合の単位は、無次元

Table 3.10 移行係数及び濃縮係数ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	TITLE	-	ライブラリのタイトル
2	NTR	-	移行係数の項目数(最大20)
3	Card 3は必要な回数入力(最大120) FORMAT (A2, 3X, 20E10.2)		
	FRIL	-	元素記号
	T(I), I=1, NTR	(*)	移行係数、濃縮係数または移行比 (*) 農作物への移行係数の場合の単位は kg/kg、牛乳以外の畜産物への移行係数の場合の単位は d/kg、牛乳への移行係数の場合の単位は d/L、濃縮係数の場合の単位は m³/kg

Table 3.11 土壌密度ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	TITLE1 (A80)	-	データのタイトル
2	FORMAT (21X, 4A10)		
	MAT(I), I=1, 4	-	データ項目名
3	FORMAT (20X, 4E10.0)		
	RHO(I), I=1, 4	g/cm³	密度
4	DUMMY	-	本コードでは、Card 4以降は読み込まれない

Table 3.12 皮膚被ばく線量換算係数ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	NDCF	-	換算係数の種類数(最大5)
2	Card 2 は必要な核種数繰り返す(最大1000) FORMAT(A6,5E11.3))		
	NAME	-	核種名
	DCF_SKIN(I), I =1, NDCF	(Sv/h) / (Bq/cm²)	皮膚被ばく線量換算係数

Table 3.13 光子エネルギー及び放出率ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	TITLE1	-	ライブラリのタイトル1
2	TITLE2	-	ライブラリのタイトル2
3	TITLE3	-	ライブラリのタイトル3
4	N	-	収録核種数
5, 6, 7をN回繰り返す(N核種についてのデータ)			
5	FOMAT (A10,I4,A12,1PE13.5,F6.3,A2,A35)		
	NUCL	-	核種名
	ATOM	-	原子番号
	DECTYPE	-	崩壊形式
	SHLT	s	半減期(秒単位)
	HLT	HUNITで設定	半減期
	HUNIT	-	半減期HLTの単位が年の場合 Y、日の場合は D、時の場合は H、分の場合は M、秒の場合は S、ミリ秒の場合は MS
	DUM	-	ダミー値
6	FORMAT(I4)		
	NPH	-	核種の放出光子数
7	NPH回繰り返す		
	FORMAT(1PE10.3,1X,1PE10.3,2X,A25)		
	PENE	keV	放出光子エネルギー
	PRAT	(Bq s) ⁻¹	放出率
	PTYPE	-	放出光子の種別 γ線の場合は Gamma rays、X線の場合は X rays、消滅放射線の場合は Annihilation quanta、自発核分裂による即発 γ 線の場合は SF PROMPT GAMMA、自発核分裂による遅発性 γ 線の場合は SF DELAYED GAMMA

Table 3.14 光子減弱係数及び吸収係数ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	TITLE1	-	ライブラリーのタイトル1
2	TITLE2	-	ライブラリーのタイトル2
3	TITLE3	-	ライブラリーのタイトル3
4	N1	-	質量減弱係数のエネルギー点の個数
	N2	-	エネルギー吸収係数のエネルギー点の個数
5	FORMAT (8E9.3)		
	E(I), I=1,N1	MeV	エネルギー点の値
6	TITLE	-	タイトル
7	FORMAT (8E9.3)		
	V(I), I=1,N1	cm ² /g	空気の質量減弱係数
8	TITLE	-	タイトル
9	FORMAT (8E9.3)		
	V(I), I=1,N1	cm ² /g	土壤の質量減弱係数
10	TITLE	-	タイトル
11	FORMAT (8E9.3)		
	V(I), I=1,N2	cm ² /g	空気のエネルギー吸収係数
12	TITLE	-	タイトル
13	FORMAT (8E9.3)		
	V(I), I=1,N1	cm ² /g	水の質量減弱係数
14	TITLE	-	タイトル
15	FORMAT (8E9.3)		
	V(I), I=1,N1	cm ² /g	土壤を代表するアルミニウム(AI)の質量減弱係数

Table 3.15 ビルドアップ係数用パラメータライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
Card 1~2を繰り返す			
2行読み飛ばし			
1	TITLE	-	タイトル(媒質及びビルドアップ種別) Element Response : G-Pエネルギー吸収ビルドアップファクターの係数 Air Response : G-P照射ビルドアップファクターの係数
3行読み飛ばし			
Card 2は25回繰り返す			
2	FORMAT(F10.3,4F7.3,F10.5,F6.2,A,F5.1,F7.3,A)		
	E	MeV	エネルギー点
	B	-	パラメータb(1mfpでのビルドアップファクター)
	C	-	フィッティングパラメータc
	A	-	フィッティングパラメータa
	XK	-	フィッティングパラメータXk
	D	-	フィッティングパラメータd
	DUM	-	(以下は使用されない)
	DUM		

Table 3.16 実効線量換算係数等ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	TITLE1	-	DATA1のタイトル1
2	TITLE2	-	DATA1のタイトル2
3	FORMAT(I5)		
	NADOS	-	DATA1のエネルギー点の個数(=25)
1行読み飛ばし			
4	Card 4はNADOS回繰り返す		
	FORMAT(5F10.0)		
	E	MeV	エネルギー
	EAP	Sv/Gy	エネルギーEにおける単位空気力ーマあたりの実効線量 (AP照射ジオメトリ) E/K_a (ICRP Pub.74, Table A.17.)
	H10_74	Sv/Gy	エネルギーEにおける単位空気力ーマから周辺線量当量への換算係数 $H*(10)/K_a$ (ICRP Pub.74, Table A.21.)
	H10_51	Sv/Gy	エネルギーEにおける単位空気力ーマから1cm線量当量への換算係数 $H*(10)/K_a$ (ICRP Pub.51, Table 10.)
	KAPP1	pGycm ²	エネルギーEにおける単位フルエンスから空気力ーマへの換算係数 K_a/ϕ (ICRP Pub.74, Table A.1., from Hubbell(1982))
	KAPP2	pGycm ²	エネルギーEにおける単位フルエンスから空気力ーマへの換算係数 K_a/ϕ (ICRP Pub.74, Table A.21., from Hubbell and Seltzer (1995))
	5	TITLE3	-
	6	FORMAT(I5)	
	NMAT	-	Fx値を定義する媒質数(=7)
7	FORMAT(I5)		
	NBDOS	-	DATA2のエネルギー点の個数(=24)
Card 8及び9はNMAT回繰り返す(5F10.0)			
8	MAT	-	媒質名
1行読み飛ばし			
9	Card 9はNBDOS回繰り返す		
	FORMAT(5F10.0)		
	E	MeV	エネルギー
	FXEAP		実効線量(AP照射ジオメトリ)に対するビルドアップ係数の補正項
	FXH10_74		周辺線量当量に対するビルドアップ係数の補正項
	DUMMY		ダミー(本コードでは利用されない)
	DUMMY		ダミー(本コードでは利用されない)

Table 3.17 核種エネルギーデータライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	TITLE1	-	ライブラリーのタイトル1
2	TITLE2	-	ライブラリーのタイトル2
3	TITLE3	-	ライブラリーのタイトル3
4	Card 4は必要な回数入力 FORMAT(A8, E10.0, A2, 5E10.0)		
	NUCL	-	核種名
	HLT	HUNITで設定	半減期
	HUNIT	-	半減期の単位
	GEFF	keV	γ 線実効エネルギー
	GAVE	keV	γ 線平均エネルギー
	BEFF	keV	β 線実効エネルギー
	BAVE	keV	β 線平均エネルギー
	BMAX	keV	β 線最大エネルギー

(2) DOSE-R のライブラリーファイル

再利用シナリオ評価コード DOSE-R は、核種及び元素に依存するパラメータ等を、元素名等とともにライブラリーファイルに保存することにより、対象核種及び対象元素に依存するパラメータを、それらの元素名等から判断し、これらのファイルから自動的に取得する仕様となっている。DOSE-R コードは、以下に示す 11 のライブラリーファイルが使用でき、以下の表にその仕様の詳細を示す。ただし、崩壊データライブラリーファイルについては、DOSE-D コードと共にあり、その仕様は前述の Table 3.6 に示す。

- 崩壊データライブラリーファイル (DOSE-D 共通、機番 24) Table 3.6
- 皮膚被ばく線量換算係数ライブラリーファイル (DOSE-D 共通、機番 25) Table 3.12
- 製品への移行割合ライブラリーファイル (機番 26) Table 3.18
- スラグへの移行割合ライブラリーファイル (機番 27) Table 3.18
- ダストへの移行割合ライブラリーファイル (機番 28) Table 3.18
- ダストの沈着速度ライブラリーファイル (機番 92) Table 3.18
- 排気塔からの放出割合ライブラリーファイル (機番 93) Table 3.18
- 外部被ばく線量換算係数ライブラリーファイル (機番 22) Table 3.19
- 内部被ばく線量換算係数ライブラリーファイル (機番 23) Table 3.20
- 農作物への移行係数ライブラリーファイル (機番 29) Table 3.21
- 畜産物への移行係数ライブラリーファイル (機番 30) Table 3.22
- 遮へい係数ライブラリーファイル (機番 91) Table 3.23

Table 3.18 移行割合等に関するライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	必要な回数入力 FORMAT(A6)、その後フリーフォーマット(100カラムまで)		
	NNN	-	核種名または元素名
	VALUE	(*)	移行係数等の値を7カラム目以降に記述する。 (*)単位は、以下の通りである。 REPR_TRANS.LIB(再生製品への移行割合):(無次元) SLAG_TRANS.LIB(スラグへの移行割合):(無次元) DUST_TRANS.LIB(ダストへの移行割合):(無次元) VG_LIB(ダストの沈着速度):m/y FI_LIB(排気塔から放出する割合):(無次元)

Table 3.19 外部被ばく線量換算係数ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	必要な回数入力 FORMAT(5X,A6,2X,50E11.3)		
	NNN	-	核種名または元素名
	DCFEXT(I), I=1, 必要数 (*)	Sv/y per Bq/kg または Sv/y per Bq/m ²	外部被ばく線量換算係数 (*)最大50

Table 3.20 内部被ばく線量換算係数ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	必要な回数入力 FORMAT(A6,2X)、その後フリーフォーマット		
	NNN	-	核種名または元素名
	DCFING, DCFINH	Sv/Bq	内部被ばく線量換算係数を、経口、吸入の順に8カラム目以降に記述する。

Table 3.21 農作物への移行係数ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	必要な回数入力 FORMAT(A6)、その後フリーフォーマット(100カラムまで)		
	NNN	-	核種名または元素名
	T(I), I=1, 必要数(*)	Bq/kg per Bq/kg	土壤から農作物への移行係数 (*)最大50

Table 3.22 畜産物への移行係数ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	必要な回数入力 FORMAT(A6)、その後フリーフォーマット(100カラムまで)		
	NNN	-	核種名または元素名
	T(I), I=1, 必要数(*)	d/kgまたは d/L	飼料から畜産物への移行係数 (*)最大50

Table 3.23 遮へい係数ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	必要な回数入力 FORMAT(A6,4X,10E10.3)		
	NNN	-	核種名または元素名
	S(I), I=1, 必要数(*)	-	遮へい係数 (*)最大10

(3) RADCF のライブラリーファイル

Ra-226 以下の子孫核種に対する外部被ばく線量換算係数の深度依存性のデータは、遮蔽計算コードにより任意の土壌深さの区間 j に対するデータとして計算し、Table 3.24 に示すライブラリーファイルとして整備している。

Table 3.24 Ra-226 の子孫核種の深度別外部被ばく線量換算係数ライブラリーファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
2行読み飛ばし			
1	40回繰り返す FORMAT(69X, E11.4) SDCF	$\mu\text{Sv}/\text{h per Bq/g}$	短半減期核種 (Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214) の外部被ばく被ばく線量換算係数の合計

4. 実行形式

本コードシステムの実行方法は以下の手順による。

(1) パラメータセット作成コード (LHS-D、LHS-R) の実行

入力ファイル LHS.INP の設定を行い、実行ファイル LHS-D あるいは LHS-R を実行する。変動パラメータセットファイル LHS.DAT、パラメータ情報ファイル LHS.PRM、変動パラメータ指定ファイル LHSLABEL.PRM (LHS-D の場合のみ) 及び標準出力ファイル LHS.OUT が output される。

(2) ラドンガス散逸を考慮した外部被ばく線量換算係数計算コード (RADCF) の実行

ラドン散逸を考慮した外部被ばく線量を評価する場合には、入力ファイル RADCF.INP の設定を行い、実行ファイル RADCF を実行する。確率論的解析の場合には、パラメータセット作成コードの出力ファイルである LHS.DAT 及び LHSLABEL.PRM の情報が必要となる。また、変動パラメータセットファイル LHS2.DAT、変動パラメータ指定ファイル LHSLABEL2.PRM が output される。

(3) 埋設処分シナリオ評価コード (DOSE-D) の実行

入力ファイル DOSE-D.INP 及びコントロールファイル DOSED.CNT の設定を行い、実行ファイル DOSE-D を実行する。コントロールファイル DOSED.CNT では、解析する評価シナリオ (跡地利用シナリオ、地下水移行シナリオ) と解析手法 (決定論、確率論) の選択を行うとともに、Table3.3 に示した入出力のファイル環境を規定する。DOSE-D の実行結果、統計解析用ファイル FORSPOP_nnn.DAT が、DOSE-D.INP 内の出力ファイルフラグに制御され、評価経路別あるいは核種別に出力される (出力ファイルフラグの具体的な、設定は Appendix3 を参照)。また、標準出力ファイルとして DOSE-D.OUT が output される。なお、DOSED.CNT の確率論的解析オプションの設定によって、任意のサンプリング番号に対するデータセット条件の解析を実行することも可能である。

(4) 再利用シナリオ評価コード (DOSE-R) の実行

入力ファイル DOSE-R.INP の設定を行い、実行ファイル DOSE-R を実行する。その結果、統計解析用ファイル FORSPOPnn.DAT、及び線量 (あるいは濃度) 結果ファイル DOSEOUTnn.DAT が DOSE-R.INP において設定した評価経路の数に対応したファイル数出力される (具体的な、設定は Appendix4 を参照)。また、標準出力ファイル DOSE-R.OUT が output される。なお、DOSE-R において、実行する計算の選択フラグ (Appendix 4 を参照) により、時間変化出力結果ファイル DOSETIME.TIM、あるいはリサイクルモデルの出力結果ファイル RECYCLE.REC を出力できる。

(5) 統計解析コードの実行

統計解析のための入力ファイル SPOP.INP の設定を行う。次に、各評価シナリオの解析結果

ファイルFORSPop_nnn.DAT またはFORSPopmn.DAT のファイル名をFORSPop.DATに変更し、統計解析の入力ファイルとして使用する。実行ファイル SPOP-DR を実行すると、統計解析結果ファイル STAT.OUT が outputされる。また、標準出力ファイル SPOP.OUT が outputされる。

謝辞

本コードシステムの開発にあたりご助言、ご助力をいただいた旧日本原子力研究所バックエンド技術部の大越実氏、(株) V.I.C. (ビ イジ ブル インフォメーション センター) の黒澤直弘氏、龍福進氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY : IAEA-TECDOC-855, "Clearance Levels for Radionuclides to Solid Materials; Application of Exemption Principles – Interim Report for Comment" , 1996.
- 2) 原子力安全委員会 放射性廃棄物安全基準専門部会：“主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて”、1999.
- 3) 原子力安全委員会：“重水炉、高速炉等におけるクリアランスレベルについて”、2001.
- 4) 原子力安全委員会：“核燃料使用施設（照射済燃料及び材料を取り扱う施設）におけるクリアランスレベルについて”、2003.
- 5) 高橋知之、武田聖司、木村英雄：“クリアランスレベル設定のための確率論的解析コードシステム：PASCLR ユーザーズマニュアル”、2000.
- 6) R. L. Iman and M. J. Shortencarier : NUREG/CR-3624, "A FORTRAN77 Program and User's Guide for the Generation of Latin Hypercube and Random Samples for Use with Computer Models" , 1984.
- 7) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY : IAEA-TECDOC-401, "Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control Interim Report" , 1987.
- 8) UNSCEAR, "2000 Report ; Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation" , 2000.
- 9) 磯野謙治編：“大気汚染物質の動態”、東京大学出版会、1979.
- 10) 藤波直人：“簡易混合層モデルを用いた大気中ラドン娘核種濃度の日変化解析”、続 大気中のラドン族と環境放射能、ラドン族調査研究委員会、1990.
- 11) 西川嗣男、青木正義、岡部茂：“大気中ラドン娘核種濃度の日変化と気温の逆転層との関係”、続 大気中のラドン族と環境放射能、ラドン族調査研究委員会、1990.
- 12) E. P. Lawrence, R. B. Wanty, and P. Nyberg, "Contribution of ^{222}Rn in Domestic Water Supplies to ^{222}Rn Indoor Air in Colorado Homes" , Health Physics, Vol.62, 2, 171-177, 1992.
- 13) UNSCEAR, "1988 Report ; Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation" , 1988.
- 14) UNSCEAR, "1982 Report ; Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation" , 1982.
- 15) UNSCEAR, "1993 Report ; Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation" , 1993.
- 16) 原子力安全委員会 原子炉安全基準専門部会：“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”、1989.
- 17) 本間俊充、笛原孝：JAERI-M 93-207, “確率論的システム評価コードによる不確かさ・感度解析（I）”、1993.

Appendix-1

埋設処分シナリオ用パラメータセット作成コード LHS-D
入力マニュアル及び入出力例

埋設処分シナリオ用パラメータセット作成コード LHS-D に対する標準入力ファイルの名称は LHS.INP である。本コードでは、変動パラメータと成り得るパラメータの名称（ラベル）が規定されており、パラメータの確率密度関数の入力時にラベルを入力することにより、パラメータの種類を識別する。ただし、線量係数、半減期及び初期核種濃度は変動パラメータとはならない。

LHS.INP は、ヘッダ部分と各パラメータの設定部分に大別される。ヘッダ部分は、LHS の実行制御パラメータを入力する。ヘッダ部分の読み込みは、それぞれ定められた文字列の後に空白において、その後に入力情報を並べることにより、入力情報を認識する。ヘッダ部分の入力内容を Table A1.1 に示す。

各パラメータの設定部分で入力する項目は、分布型、ラベル、パラメータの説明（省略可）、変動幅の下限値及び上限値である。変動幅の下限値及び上限値は、一様分布及び対数一様分布ではそれぞれの下限値及び上限値、正規分布及び対数正規分布では、それぞれの 0.1 パーセンタイル値及び 99.9 パーセンタイル値を入力する。パラメータの入力方法は以下の通りである。

(分布型)	(パラメータラベル)	(パラメータの説明：省略可)
(下限値)	(上限値)	

分布形は Table A1.1 の中から選択して文字列を入力する。パラメータラベルは必ず 10 文字分の領域を取るようにする。下限値及び上限値は、実数あるいは指数型で入力する。なお、パラメータサンプリングにおいて負値の発生が想定されるパラメータラベルについては、そのままのサンプリングを実行する場合と、負値を 0.0 に置き換える処理を実行する場合の選択が可能である。

パラメータラベル一覧を Table A1.2 に示す。パラメータラベルの記述の順序に決まりはないが、元素依存性のパラメータについては、あらかじめ、埋設処分シナリオ評価コード DOSE-D において計算対象とする元素の個数及び崩壊連鎖における各子孫核種の親核種からの降順を把握し、対応させることが必要である。

LHS-D によって出力される LHS.DAT は、パラメータセット数、変動パラメータ数、パラメータラベル名が順に出力された後に、サンプリングされた各パラメータ値がパラメータセット数出力される。

TableA1.1 LHS.INP のヘッダー部分の入力内容 (LHS-D)

キーワード	内容	形式	備考
TITLE	LHS.OUT 及び LHS.PRM に出力されるタイトル	文字列	
RANDOM SEED	乱数発生用シード	整数	動作環境における整数型の範囲内
NOBS	パラメータのサンプリング数	整数	最大5000
OUTPUT	LHS.OUT に出力するパラメータに関するデータの内容 CORR : 相関係数 HIST : ヒストグラム DATA : パラメータの変動値	文字列	複数選択可
NEGTOZERO	負値を0値化するパラメータ数及びパラメータ番号を指定	整数	パラメータ数の後、パラメータ番号をパラメータ数だけ記述する(*1)
CORRELATION MATRIX	パラメータ間の順位相関を設定する	整数 及び 実数	順位相関を設定するペアの組数、(相関させるペアのパラメータ番号と順位相関) 括弧内は順位相関を設定する組数分記述する
パラメータは、以下のキーワードから任意の分布型を選択して設定する(*2)			
NORMAL	正規分布サンプルを生成	文字列 及び 実数	パラメタラベル、下限値及び上限値を記述する
LOGNORMAL	対数正規分布サンプルを生成		
UNIFORM	一様分布サンプルを生成		
LOGUNIFORM	対数一様分布サンプルを生成		

(*1) パラメータ番号とは、本入力ファイルにおけるラベル設定順(元素依存等の情報も含む)を表し、設定した数がパラメータ数となる。

(*2) 上記キーワードは標準的な解析で必要なものを示した。その他のキーワード及び使用方法詳細については、参考文献[17]を参照。

TableA1.2 DOSE-D のサンプリング可能なパラメータ一覧 (1/4)

No.	パラメータ ラベル	単位	内容	対応入力 変数(*1)	対応入力 カード(*1)	対応ライブラリ ファイル(*1)
ソースタームモデル関連パラメータ						
1	VOLW	m ³	廃棄物の総量	W	16-2	-
2	WIDW	m	廃棄物層(処分場)の幅	W_W	16-2	-
3	LENW	m	廃棄物層(処分場)の長さ	L_W	16-2	-
4	THICKW	m	廃棄物層(処分場)の深さ	H_W	16-2	-
(注) 上記4パラメータのサンプリング値についても、Card 16-2の入力値と同様、FLAGDEPの内容に従って処理される。						
5	DENSW	g/cm ³	廃棄物層密度(*2)	RHO_W	16-1a	機番15
6	EPSW	-	廃棄物層空隙率	EPS_W	16-1a	-
7	PENETW	m/y	廃棄物層浸透水量	P	18	-
8	KDW_n(*3)	ml/g	廃棄物層分配係数	KD	16-1a, 19, 20-1	機番13
9	RC_n	-	放出係数	RC	16-1a, 19, 20-2	機番13
10	CLTIME	y	処分場閉鎖から流出開始までの期間	CLTIME	16-3	-
11	DILINCI_l(*4)	-	汎用無次元係数	FD(l)	16-6	-
12	VRW	m/y	隆起浸食／沈降堆積速度	V	16-5	-
(No.13~16は、跡地利用シナリオ評価時のみ有効)						
13	HCW	m	覆土厚さ	T_C	16-4	-
14	HDW	m	掘削深さ	T_U	16-4	-
15	HFW	m	密土厚さ	T_F	16-4	-
16	VIRW_l(*5)	m/y	灌漑水量	IR_S	17	-
帯水層移行評価モデル関連パラメータ						
17	GVV_k(*6)	m/d	地下水流速	UGW(k)	7-1	-
18	GWRR_k	m	地下水移行距離	X(k)	7-2	-
19	GWQV_k	m ³ /y	希釈流量(帯水層中の地下水流量)	QV(k)	7-1	-
20	GWRHO_k	g/cm ³	帯水層真密度	RHO_S(k)	7-1	-
21	GWEPS_k	-	帯水層空隙率	EPS_S(k)	7-1	-
22	GWKD_k_n	ml/g	帯水層分配係数	NS(k)で指定する値	7-1	機番13
23	GWHG_k	m	帯水層厚さ	H_S(k)	7-1	-
24	GWDZ_k	m, m ² /y, -	分散長、分散係数または 分散長と移行距離との 比例係数(*7)	D(k)	7-3	-
生物圏モデル関連パラメータ(灌漑等の地下水利用に起因する全被ばく経路に影響)						
25	VIR_l	m/y	灌漑水量	IR_S	17	-
26	WV	m/y	灌漑土壤浸透水量	P	18	-
27	IRSMOIST_l	-	灌漑土壤水分飽和度	TH_S	16-1b	-
28	IRRHO	g/cm ³	灌漑土壤真密度	RHO_S	16-1b	機番15
29	IREPS	-	灌漑土壤空隙率	EPS_S	16-1	-
30	IRKD_n	ml/g	灌漑土壤分配係数	KD	16-1b, 19, 20-2	機番13
31	IRHS	m	実効土壤深さ	H_S	16-1	-
32	SOILREM	-	土壤残留係数	F_1	17	-
33	WATERDIL	-	水利利用に伴う希釈率	WATERDIL	17	-
飲料水摂取による内部被ばく経路関連パラメータ						
34	BFWTR	-	飲用水市場係数	F_W	21	-
35	DIETWTR	m ³ /y or L/d (*8)	飲料水摂取量	Q_W	21	-
36	TIWTR	y	被ばく中の減衰期間(飲料水)	T_I	21	-

(*1): 各モデルの標準入力ファイルにおいて対応する入力変数及び入力カード番号、対応するライブラリファイル。

(*2): サンプリング値の扱われ方(嵩密度/真密度)は、標準入力ファイルのRHO_Wの符号により選択する。

(*3): ラベル内の“n”の部分には、元素名を入力する。

(*4): ラベル内の“l”の部分には、1~5の無次元係数番号を入力する。

(*5): ラベル内の“l”には、標準入力ファイルにおける評価土壤番号を入力する(TableA3.3のカード14以降の入力で設定可能な評価土壤条件に対応)。

(*6): ラベル内の“k”には、帯水層中の移行経路番号を入力する(TableA3.4のカード6に対応)。

(*7): サンプリング値の扱われ方(分散係数/分散長/移行距離との比例係数)は、標準入力ファイルのIFDで選択する。

(*8): サンプリング値の単位は、標準入力ファイルのIU(Card 21)で選択する。

TableA1.2 DOSE-D のサンプリング可能なパラメータ一覧 (2/4)

No.	パラメータ ラベル	単位	内容	対応する 入力変数	対応する カード	対応するライブラリ ファイル
農作物摂取による内部被ばく経路関連パラメータ						
37	TRCR_j,n (*1), (*2)	-	農作物への移行係数	IFFFまたはT	22, 24	機番14
38	RTUP	-	根からの吸収割合	F_R	22	-
39	DEPSCR_j	-	表面沈着割合	RV	22	-
40	TVICR_j	d	風雨による除去の半減期	T_W	22	-
41	TGICR_j	d	灌漑生育期間	TGI	22	-
42	DENGROW_j	kg/m ²	栽培密度	Y	22	-
43	BFCROP	-	農作物市場係数	G	22	-
44	DIETCR_j (*3)	kg/y or g/d	農作物摂取量	Q	22	-
45	TICROP	y	被ばく中の減衰期間(農作物)	T_I	22	-
畜産物摂取による内部被ばく経路関連パラメータ						
46	TRSTW_j,n	-	畜産物への移行係数	IFTF及びTN	30, 32	機番14
47	DIETSTW_j	m ³ /y or L/d	家畜の飼育水摂取量	Q_W	26	-
48	TRSTP_j,n	-	牧草(飼料)への移行係数	IFFF及びT	27, 29	機番14
49	RTUPFD	-	根からの吸収割合(経根吸収係数)	F_R	27	-
50	DEPSFD_j	-	表面沈着割合	RV	27	-
51	TVIFD_j	d	風雨による除去の半減期	T_W	27	-
52	TGIFD_j	d	灌漑生育期間	TGI	27	-
53	DENGRFD_j	kg/m ²	栽培密度	Y	27	-
54	MIXFEED	-	飼料混合割合	M_F	27	-
55	DIETSTP_j	kg/y or kg/d	家畜の飼料摂取量	Q_F	27	-
56	BFST	-	畜産物市場係数	G_N	30	-
57	DIETST_j	kg/y (L/y) or g/d (mL/d)	畜産物摂取量	Q_N	30	-
58	TISTK	y	被ばく中の減衰期間(畜産物)	T_I	30	-
水産物摂取による内部被ばく経路関連パラメータ						
59	CFMAR_j,n	L/kg	水産物への濃縮係数	IFFF及びTM	33, 35	機番14
60	FARMWELL	-	養殖水への井戸水利用率	RSW	33	-
61	BFMAR	-	水産物市場係数	G_M	33	-
62	DIETMAR_j	kg/y or g/d	水産物摂取量	Q_M	33	-
63	TMAR	y	被ばく中の減衰期間(水産物)	T_I	33	-
吸入摂取による内部被ばく経路関連パラメータ						
64	DUSTC	g/m ³	ダスト濃度	F	36	-
65	VOLA	m ³ /h	呼吸量	B	36	-
66	INHTIME	h/y	年間被ばく時間	T	36	-
67	WWST	g	廃棄物の総重量	W	37-2	-
68	DT	s ⁻¹	処分場からの平均飛散率	DT	37-2	-
69	HT	m	有効高さ	HE	37-2	-
70	LT	m	断面方向長さ	LE	37-2	-
71	UT	m/s	風速	U	37-2	-
72	TINH	y	被ばく中の減衰期間(吸入)	T_I	36	-
外部被ばく経路関連パラメータ						
73	TFAC_k (*4)	-	遮蔽係数	TFAC(I)	39	-
74	EXTIME	h/y	年間被ばく時間	T	38	-
75	TIEXT	y	被ばく中の減衰期間(外部)	T_I	38	-

(*1):ラベル内の"j"には、農作物、畜産物または水産物の番号(標準入力ファイルの入力順)を入力する。

(*2):ラベル内の"n"の部分には、元素名を入力する。

(*3):サンプリング値の単位は、標準入力ファイルのIU(Card 22, 26, 27, 30)で選択する。

(*4):ラベル内の"k"には、被ばく条件番号(標準入力ファイルの入力順)を入力する。

TableA1.2 DOSE-D のサンプリング可能なパラメータ一覧 (3/4)

No.	パラメータ ラベル	単位	内容	対応する 入力変数	対応する カード	対応するライブラリ ファイル
ラドンガス吸入による被ばく経路関連パラメータ						
76	HF	m	非汚染層厚さ(生物圏モデル)	X_C	41-2b	-
77	FRAG	-	散逸能	F	41-1	-
78	DFW	m^2/s	廃棄物層のラドンガス実効拡散係数 (ソースタームモデル)	D_W	41-1	-
79	DFC	m^2/s	ラドンガス実効拡散係数 ソースタームモデル:覆土層 生物圏モデル:灌漑による汚染土壤	D_C D_W	41-1 41-2b	-
80	DFF	m^2/s	ラドンガス実効拡散係数 ソースタームモデル:客土層 生物圏モデル:非汚染層	D_F D_C	41-2a 41-2b	-
81	THICKG_m (*1)	m	客土の上に考慮する非汚染層厚さ (ソースタームモデル)	T_G(m)	41-3	-
82	DIFFG_m	m^2/s	客土の上に考慮する非汚染層の ラドンガス実効拡散係数 (ソースタームモデル)	D_G(m)	41-3	-
83	HEVAL	m	ラドン評価高さ	H	44	-
84	LENEVAL	m	ラドン評価風向方向長さ	A	44	-
85	WIND	m/s	風速	U	44	-
86	VENTFLR	s ⁻¹	床下空間換気率	LAMD_C	42	-
87	HFLR	m	床下空間高さ	H_C	42	-
88	VENTIN	s ⁻¹	屋内換気率	LAMD_IN	42	-
89	HIN	m	屋内空間高さ	H_IN	42	-
90	RNININV	s ⁻¹	床下から屋内への侵入率	I	42	-
91	LIFEWTR	m^3/h	生活用水使用量	Q_W	43	-
92	VOLRES	m^3	屋内空間体積	V	43	-
93	GASIFIC	-	ガス化率	G	43	-
94	EQIN	-	屋内の平衡ファクタ	FI	46	-
95	EQOUT	-	屋外の平衡ファクタ	FO	46	-
96	RESID	-	居住係数(屋外)	RR	46	-
97	RNTIME	h/y	年間被ばく時間	T	46	-
98	TIRN	y	被ばく中の減衰期間(ラドン)	T_J	46	-
河川・河川岸に関する5経路の関連パラメータ						
99	TOSEAG_i	h/y	年間作業時間(年間被ばく時間) i=1:河川水面、i=2:遊泳、 i=3:河川岸作業(直接線)、 i=4:漁網操作、 i=5:河川岸作業(再浮遊砂呼吸)	T(i)	48-1	-
100	TISEA_j	y	被ばく中の減衰期間 i=1:河川水面、i=2:遊泳、 i=3:河川岸作業(直接線)、 i=4:漁網操作、 i=5:河川岸作業(再浮遊砂呼吸)	T_J(i)	48-2	-
101	HDIS_i	cm	線源表面から被ばく点までの距離 i=1:河川面上、 i=2:河川岸砂面、 i=3:漁網	HDIS(i)	50	-
102	RHO_NET	g/cm^3	漁網密度	RHO(4)	51	-
103	TFNET_n (*2)	$Bq/kg\ per\ Bq/m^3$	河川水から漁網への移行係数	CF_NET(n)	52-3	機番14
104	SHOREDUST	g/m^3	河川岸(海岸)作業時の 空気中ダスト濃度	F	52	-
105	SHOREVOLA	m^3/y	河川岸(海岸)作業者の呼吸量	B	52	-
106	RHO_SHORE	g/cm^3	河川岸(海岸)土壤の密度	RHO_R	54-1	-
107	RATSH_n	$Bq/kg\ per\ Bq/m^3$	河川水(海水)から河川岸(海岸) 土壤への移行比	CF(n)	54-2, 54-4	機番14

(*1): ラベル内の "m" には、非汚染層の番号(1~3)を入力する。

(*2): ラベル内の "n" の部分には、元素名を入力する。

TableA1.2 DOSE-D のサンプリング可能なパラメータ一覧 (4/4)

No.	パラメータ ラベル	単位	内容	対応する 入力変数	対応する カード	対応するライブラリ ファイル
海洋の塩に関する2経路の関連パラメータ						
108	NACL	kg/m ³	海水中の塩化ナトリウム濃度	CNA	55-1	-
109	DIETNACL	kg/y	食塩の年間摂取量	QNA	55-1	-
110	TINAG	y	被ばく中の減衰期間(塩摂取)	T_J	55-1	-
111	WATERAIR	m ³ -water/ m ³ -air	空気中に含まれる海水の量	FMW	55-2	-
112	VOLANACL	m ³ /h	海岸付近の居住者の呼吸量	B	55-2	-
113	TIMENACL	h/y	海岸付近の居住者の年間居住時間	T	55-2	-
114	TINAH	y	被ばく中の減衰期間(風送塩)	T_J	55-2	-
皮膚被ばくの関連パラメータ						
115	FDSKIN	-	皮膚に堆積するダストの希釈係数	F_D	56	-
116	FCSKIN	-	皮膚に堆積するダストの濃縮係数	F_C	56	-
117	LDSKIN	cm	皮膚に堆積したダストの厚さ	L_DUST	56	-
118	RDSKIN	g/cm ³	皮膚に堆積したダストの密度	RHO_DUST	56	-
119	TESKIN	h/y	年間被ばく時間	T_E	56	-
120	TISKIN	y	被ばく期間中の減衰時間(=0とした場合、減衰を考慮しない)	T_J	56	-

LHS.INP 入力例

TITLE 跡地利用シナリオ
 NOBS 1000
 OUTPUT CORR HIST DATA
 RANDOM SEED 3865
 NEGOTZERO 9 10 11 12 13 22 23 24 25 26
 UNIFORM VOLW 廃棄物処分量 [m3]
 500. 250000.
 LOGUNIFORM HDW 掘削深さ [m]
 0.5 6.8
 UNIFORM HFW 客土厚さ [m]
 0.0 1.0
 UNIFORM TFAC_1 居住時の遮へい係数 [-]
 0.0 0.66
 NORMAL EXTIME 年間居住時間 [h/y]
 3000. 8760.
 *
 UNIFORM DENSW 処分場嵩密度 [g/cm3]
 1.0 2.3
 LOGNORMAL FRAG 散逸能 [-]
 0.01 0.8
 LOGNORMAL DFW 実効拡散係数 [m2/s]
 1.0E-8 3.0E-6
 *
 LOGUNIFORM RTUP 根からの吸収割合 [-]
 0.002 0.5
 NORMAL DIETCR_1 農作物の年間摂取量（米） [kg/y]
 0.0 149.0
 NORMAL DIETCR_2 農作物の年間摂取量（葉菜） [kg/y]
 0.0 36.0
 NORMAL DIETCR_3 農作物の年間摂取量（非葉菜） [kg/y]
 0.0 139.0
 NORMAL DIETCR_4 農作物の年間摂取量（果実） [kg/y]
 0.0 81.0
 UNIFORM BFCROP 農作物の市場係数 [-]
 0.0 1.0
 *
 LOGUNIFORM RTUPFD 根からの吸収割合 [-]
 0.002 0.5
 UNIFORM MIXFEED 飼料の混合割合 [-]
 0.0 1.0
 NORMAL DIETSTP_1 家畜の飼料摂取量（乳牛） [kg/d]
 10.0 25.0
 NORMAL DIETSTP_2 家畜の飼料摂取量（肉牛） [kg/d]
 5.0 10.0
 NORMAL DIETSTP_3 家畜の飼料摂取量（豚） [kg/d]
 2.0 3.0
 NORMAL DIETSTP_4 家畜の飼料摂取量（鶏（鶏肉）） [kg/d]
 0.05 0.15
 NORMAL DIETSTP_5 家畜の飼料摂取量（鶏（鶏卵）） [kg/d]

0.05	0.15		
NORMAL		DIETST_1	畜産物の年間摂取量（牛乳）[kg/y]
0.0	149.0	DIETST_2	畜産物の年間摂取量（牛肉）[kg/y]
NORMAL		DIETST_3	畜産物の年間摂取量（豚肉）[kg/y]
0.0	21.0	DIETST_4	畜産物の年間摂取量（鶏肉）[kg/y]
NORMAL		DIETST_5	畜産物の年間摂取量（鶏卵）[kg/y]
0.0	24.0		
NORMAL		BFST	畜産物の市場係数 [-]
0.0	41.0		
UNIFORM			
0.0	1.0		

* 農作物 (米) への移行係数 [Bq/g-wet per Bq/g-dry]

LOGNORMAL		TRCR_1_U	米への移行係数 (U-234)
1. 1E-4	1. 1E-2	TRCR_1_TH	米への移行係数 (Th-230)
LOGNORMAL		TRCR_1_RA	米への移行係数 (Ra-226)
1. 9E-6	4. 7E-4	TRCR_1_PB	米への移行係数 (Pb-210)
LOGNORMAL		TRCR_1_PO	米への移行係数 (Po-210)
1. 3E-4	3. 3E-3		
LOGNORMAL			
4. 0E-4	4. 0E-2		
LOGNORMAL			
2. 0E-4	2. 0E-2		

* 農作物 (葉菜) への移行係数 [Bq/g-wet per Bq/g-dry]

LOGNORMAL		TRCR_2_U	葉菜への移行係数 (U-234)
1. 0E-4	2. 4E-2	TRCR_2_TH	葉菜への移行係数 (Th-230)
LOGNORMAL		TRCR_2_RA	葉菜への移行係数 (Ra-226)
1. 2E-6	3. 5E-2	TRCR_2_PB	葉菜への移行係数 (Pb-210)
LOGNORMAL		TRCR_2_PO	葉菜への移行係数 (Po-210)
4. 6E-5	1. 2E-1		
LOGNORMAL			
2. 7E-5	2. 4E-2		
LOGNORMAL			
1. 5E-4	1. 5E-2		

* 農作物 (非葉菜) への移行係数 [Bq/g-wet per Bq/g-dry]

LOGNORMAL		TRCR_3_U	非葉菜への移行係数 (U-234)
1. 0E-4	2. 4E-2	TRCR_3_TH	非葉菜への移行係数 (Th-230)
LOGNORMAL		TRCR_3_RA	非葉菜への移行係数 (Ra-226)
1. 2E-6	3. 5E-2	TRCR_3_PB	非葉菜への移行係数 (Pb-210)
LOGNORMAL		TRCR_3_PO	非葉菜への移行係数 (Po-210)
4. 6E-5	1. 2E-1		
LOGNORMAL			
2. 7E-5	2. 4E-2		
LOGNORMAL			
1. 5E-4	1. 5E-2		

* 農作物 (果実) への移行係数 [Bq/g-wet per Bq/g-dry]

LOGNORMAL	TRCR_4_U	果実への移行係数 (U-234)
1.0E-4 2.4E-2		
LOGNORMAL	TRCR_4_TH	果実への移行係数 (Th-230)
1.2E-6 3.5E-2		
LOGNORMAL	TRCR_4_RA	果実への移行係数 (Ra-226)
4.6E-5 1.2E-1		
LOGNORMAL	TRCR_4_PB	果実への移行係数 (Pb-210)
2.7E-5 2.4E-2		
LOGNORMAL	TRCR_4_P0	果実への移行係数 (Po-210)
1.5E-4 1.5E-2		

* 飼料(飼料-乳牛)への移行係数 [Bq/g-wet per Bq/g-dry]

LOGNORMAL	TRSTP_1_U	飼料(飼料-乳牛)への移行係数 (U-234)
2.3E-3 2.3E-1		
LOGNORMAL	TRSTP_1_TH	飼料(飼料-乳牛)への移行係数 (Th-230)
3.0E-4 1.9E-1		
LOGNORMAL	TRSTP_1_RA	飼料(飼料-乳牛)への移行係数 (Ra-226)
1.6E-2 4.0E-1		
LOGNORMAL	TRSTP_1_PB	飼料(飼料-乳牛)への移行係数 (Pb-210)
1.1E-4 1.1E-2		
LOGNORMAL	TRSTP_1_P0	飼料(飼料-乳牛)への移行係数 (Po-210)
9.0E-3 9.0E-1		

* 飼料(飼料-肉牛)への移行係数 [Bq/g-wet per Bq/g-dry]

LOGNORMAL	TRSTP_2_U	飼料(飼料-肉牛)への移行係数 (U-234)
2.3E-3 2.3E-1		
LOGNORMAL	TRSTP_2_TH	飼料(飼料-肉牛)への移行係数 (Th-230)
3.0E-4 1.9E-1		
LOGNORMAL	TRSTP_2_RA	飼料(飼料-肉牛)への移行係数 (Ra-226)
1.6E-2 4.0E-1		
LOGNORMAL	TRSTP_2_PB	飼料(飼料-肉牛)への移行係数 (Pb-210)
1.1E-4 1.1E-2		
LOGNORMAL	TRSTP_2_P0	飼料(飼料-肉牛)への移行係数 (Po-210)
9.0E-3 9.0E-1		

* 飼料(飼料-豚)への移行係数 [Bq/g-wet per Bq/g-dry]

LOGNORMAL	TRSTP_3_U	飼料(飼料-豚)への移行係数 (U-234)
2.3E-3 2.3E-1		
LOGNORMAL	TRSTP_3_TH	飼料(飼料-豚)への移行係数 (Th-230)
3.0E-4 1.9E-1		
LOGNORMAL	TRSTP_3_RA	飼料(飼料-豚)への移行係数 (Ra-226)
1.6E-2 4.0E-1		
LOGNORMAL	TRSTP_3_PB	飼料(飼料-豚)への移行係数 (Pb-210)
1.1E-4 1.1E-2		
LOGNORMAL	TRSTP_3_P0	飼料(飼料-豚)への移行係数 (Po-210)
9.0E-3 9.0E-1		

* 飼料(飼料-鶏肉)への移行係数 [Bq/g-wet per Bq/g-dry]

LOGNORMAL	TRSTP_4_U	飼料(飼料-鶏肉)への移行係数 (U-234)
2.3E-3 2.3E-1		
LOGNORMAL	TRSTP_4_TH	飼料(飼料-鶏肉)への移行係数 (Th-230)

3.0E-4	1.9E-1		
LOGNORMAL		TRSTP_4_RA	飼料(飼料-鶏肉)への移行係数 (Ra-226)
1.6E-2	4.0E-1		
LOGNORMAL		TRSTP_4_PB	飼料(飼料-鶏肉)への移行係数 (Pb-210)
1.1E-4	1.1E-2		
LOGNORMAL		TRSTP_4_PO	飼料(飼料-鶏肉)への移行係数 (Po-210)
9.0E-3	9.0E-1		

*			
* 飼料(飼料-鶏卵)への移行係数 [Bq/g-wet per Bq/g-dry]			
LOGNORMAL		TRSTP_5_U	飼料(飼料-鶏卵)への移行係数 (U-234)
2.3E-3	2.3E-1		
LOGNORMAL		TRSTP_5_TH	飼料(飼料-鶏卵)への移行係数 (Th-230)
3.0E-4	1.9E-1		
LOGNORMAL		TRSTP_5_RA	飼料(飼料-鶏卵)への移行係数 (Ra-226)
1.6E-2	4.0E-1		
LOGNORMAL		TRSTP_5_PB	飼料(飼料-鶏卵)への移行係数 (Pb-210)
1.1E-4	1.1E-2		
LOGNORMAL		TRSTP_5_PO	飼料(飼料-鶏卵)への移行係数 (Po-210)
9.0E-3	9.0E-1		

*			
* 畜産物(牛乳)への移行係数 [d/L]			
LOGNORMAL		TRSTW_1_U	牛乳への移行係数 (U-234)
7.3E-5	6.1E-4		
LOGNORMAL		TRSTW_1_TH	牛乳への移行係数 (Th-230)
5.0E-7	5.0E-5		
LOGNORMAL		TRSTW_1_RA	牛乳への移行係数 (Ra-226)
1.0E-4	1.3E-3		
LOGNORMAL		TRSTW_1_PB	牛乳への移行係数 (Pb-210)
3.0E-5	3.0E-3		
LOGNORMAL		TRSTW_1_PO	牛乳への移行係数 (Po-210)
3.4E-5	3.4E-3		

*			
* 畜産物(牛肉)への移行係数 [d/kg]			
LOGNORMAL		TRSTW_2_U	牛肉への移行係数 (U-234)
3.0E-5	3.0E-3		
LOGNORMAL		TRSTW_2_TH	牛肉への移行係数 (Th-230)
1.0E-5	1.0E-3		
LOGNORMAL		TRSTW_2_RA	牛肉への移行係数 (Ra-226)
5.0E-4	5.0E-3		
LOGNORMAL		TRSTW_2_PB	牛肉への移行係数 (Pb-210)
1.0E-4	7.0E-4		
LOGNORMAL		TRSTW_2_PO	牛肉への移行係数 (Po-210)
6.0E-4	5.0E-3		

*			
* 畜産物(豚肉)への移行係数 [d/kg]			
LOGNORMAL		TRSTW_3_U	豚肉への移行係数 (U-234)
6.2E-3	6.2E-1		
LOGNORMAL		TRSTW_3_TH	豚肉への移行係数 (Th-230)
4.6E-4	4.6E-2		
LOGNORMAL		TRSTW_3_RA	豚肉への移行係数 (Ra-226)
3.5E-3	3.5E-1		

LOGNORMAL		TRSTW_3_PB	豚肉への移行係数 (Pb-210)
3. 1E-3	3. 1E-1		
LOGNORMAL		TRSTW_3_P0	豚肉への移行係数 (Po-210)
3. 1E-3	3. 1E-1		

* 畜産物 (鶏肉)への移行係数 [d/kg]

LOGNORMAL		TRSTW_4_U	鶏肉への移行係数 (U-234)
3. 0E-1	1. 0E+0		
LOGNORMAL		TRSTW_4_TH	鶏肉への移行係数 (Th-230)
1. 8E-2	1. 8E+0		
LOGNORMAL		TRSTW_4_RA	鶏肉への移行係数 (Ra-226)
4. 8E-2	4. 8E+0		
LOGNORMAL		TRSTW_4_PB	鶏肉への移行係数 (Pb-210)
1. 2E-1	1. 2E+1		
LOGNORMAL		TRSTW_4_P0	鶏肉への移行係数 (Po-210)
1. 2E-1	1. 2E+1		

* 畜産物 (鶏卵)への移行係数 [d/kg]

LOGNORMAL		TRSTW_5_U	鶏卵への移行係数 (U-234)
1. 0E-1	1. 0E+1		
LOGNORMAL		TRSTW_5_TH	鶏卵への移行係数 (Th-230)
1. 8E-2	1. 8E+0		
LOGNORMAL		TRSTW_5_RA	鶏卵への移行係数 (Ra-226)
2. 5E-2	2. 5E+0		
LOGNORMAL		TRSTW_5_PB	鶏卵への移行係数 (Pb-210)
1. 2E-1	1. 2E+1		
LOGNORMAL		TRSTW_5_P0	鶏卵への移行係数 (Po-210)
1. 2E-1	1. 2E+1		

LHS.DAT 出力例

number of observations =	1000	ヘッダ部						
number of variables =	97							
VOLW	HDW	HFW	TFAC_1	EXTIME	DENSW	FRAG	DFW	
RTUP	DIETCR_1	DIETCR_2	DIETCR_3	DIETCR_4	BFCROP	RTUPFD	MIXFEED	
DIETSTP_1	DIETSTP_2	DIETSTP_3	DIETSTP_4	DIETSTP_5	DIETST_1	DIETST_2	DIETST_3	パラメータラベル部
DIETST_4	DIETST_5	BFST	TRCR_1_U	TRCR_1_TH	TRCR_1_RA	TRCR_1_PB	TRCR_1_PO	
TRCR_2_U	TRCR_2_TH	TRCR_2_RA	TRCR_2_PB	TRCR_2_PO	TRCR_3_U	TRCR_3_TH	TRCR_3_RA	
TRCR_3_PB	TRCR_3_PO	TRCR_4_U	TRCR_4_TH	TRCR_4_RA	TRCR_4_PB	TRCR_4_PO	TRSTP_1_U	
TRSTP_1	THTRSTP_1	RATRSTP_1	PBTRSTP_1	POTRSTP_2_U	TRSTP_2	THTRSTP_2	RATRSTP_2_PB	
TRSTP_2	POTRSTP_3_U	TRSTP_3	THTRSTP_3	RATRSTP_3	PBTRSTP_3	POTRSTP_4_U	TRSTP_4_TH	
TRSTP_4	RATRSTP_4	PBTRSTP_4	POTRSTP_5_U	TRSTP_5	THTRSTP_5	RATRSTP_5	PBTRSTP_5_PO	
TRSTW_1_U	TRSTW_1	THTRSTW_1	RATRSTW_1	PBTRSTW_1	POTRSTW_2_U	TRSTW_2	THTRSTW_2_RA	第一パラメータセツト
TRSTW_2	PBTRSTW_2	POTRSTW_3_U	TRSTW_3	THTRSTW_3	RATRSTW_3	PBTRSTW_3	POTRSTW_4_U	
TRSTW_4	THTRSTW_4	RATRSTW_4	PBTRSTW_4	POTRSTW_5_U	TRSTW_5	THTRSTW_5	RATRSTW_5_PB	
TRSTW_5_PO								
1.613E+05	2.961E+00	5.379E-01	5.563E-01	5.261E+03	1.453E+00	2.446E-01	2.729E-07	
3.108E-02	8.237E+01	1.652E+01	1.036E+02	4.183E+01	9.497E-01	2.151E-01	9.257E-01	
2.111E+01	7.601E+00	2.607E+00	8.027E-02	1.128E-01	6.264E+01	1.455E+01	1.296E+01	
1.396E+01	2.336E+01	9.148E-01	5.628E-04	9.053E-05	1.427E-03	1.319E-02	4.123E-03	
3.742E-03	1.920E-05	3.875E-03	1.579E-03	2.212E-03	5.452E-04	9.250E-06	2.594E-03	
3.627E-04	6.744E-04	3.389E-03	1.221E-03	1.717E-03	3.142E-03	3.402E-03	9.901E-03	
1.064E-02	1.121E-01	1.499E-03	1.626E-02	5.929E-02	8.923E-03	2.183E-01	1.240E-03	
3.979E-02	1.909E-02	6.542E-03	3.358E-01	1.769E-03	2.338E-01	2.572E-02	4.895E-02	
5.746E-02	1.784E-03	1.119E-01	2.205E-02	1.626E-02	6.236E-02	2.399E-03	1.865E-01	
2.020E-04	7.796E-06	4.178E-04	2.411E-04	1.160E-04	4.493E-04	3.966E-04	1.868E-03	
2.707E-04	1.918E-03	3.670E-02	2.262E-03	2.403E-02	7.986E-02	6.458E-03	4.718E-01	
4.068E-01	1.625E+00	4.086E+00	2.151E+00	1.250E+00	2.390E-01	2.109E-01	1.099E+00	
2.270E+00								
2.353E+05	3.494E+00	2.318E-01	6.369E-01	4.786E+03	1.589E+00	3.568E-02	9.161E-08	
4.123E-03	7.414E+01	1.515E+01	7.809E+01	5.002E+01	3.991E-01	4.332E-01	9.083E-01	
1.682E+01	8.142E+00	2.293E+00	7.725E-02	1.059E-01	7.317E+01	1.247E+01	9.566E+00	
7.037E+00	3.550E+01	6.555E-01	7.143E-04	1.990E-05	7.390E-04	4.265E-03	2.012E-03	
3.113E-04	3.525E-04	3.329E-03	1.364E-03	2.223E-03	4.868E-03	4.305E-06	1.351E-03	
3.410E-03	4.989E-03	5.075E-04	1.252E-03	1.490E-03	3.442E-04	1.380E-03	4.894E-02	
2.268E-02	2.387E-02	9.944E-04	1.173E-01	3.168E-02	5.691E-02	6.990E-02	2.981E-03	
1.489E-01	3.308E-02	2.725E-02	1.405E-01	1.069E-03	2.496E-01	1.004E-02	1.700E-02	
6.590E-02	5.196E-04	1.583E-01	3.245E-02	1.157E-02	9.859E-02	1.005E-03	1.088E-01	
2.073E-04	1.132E-05	3.799E-04	6.237E-04	2.974E-04	3.482E-04	4.532E-04	6.304E-04	
2.362E-04	1.143E-03	1.347E-02	7.913E-03	9.816E-02	3.223E-02	2.241E-02	4.499E-01	
6.235E-02	5.001E-01	3.364E-01	2.526E+00	1.969E+00	5.640E-02	7.458E-01	2.671E+00	
2.326E+00								

後略

Appendix-2

再利用シナリオ用パラメータセット作成コード LHS-R 入力マニュアル及び入出力例

再利用シナリオ用パラメータセット作成コード LHS-R に対する標準入力ファイルの名称は LHS.INP である。LHS.INP は、ヘッダ部分と各パラメータの設定部分に大別される。ヘッダ部分では、LHS の実行制御パラメータを入力する。ヘッダ部分の読み込みは、それぞれ定められた文字列の後に空白を以て、その後に入力情報を並べることにより、入力情報を認識する。ヘッダ部分の入力内容を Table A2.1 に示す。入力情報はフリーフォーマットであり、位置をそろえる必要はない。

埋設処分シナリオ用パラメータセット作成コード LHS-D の入力仕様に関しての大きな違いは、LHS-R が評価対象とする核種入力の情報を必要とすることである。核種入力情報とは、評価対象とする核種の個数、核種の名称であり、核種名は 8 文字を取り、それをシングルクォーテーションで囲む入力である。この核種情報の入力により、後述のサンプリング対象とする各パラメータの入力設定部分における核種依存パラメータ情報の認識が可能となる。

次に、各パラメータの設定部分で入力する項目は、分布型、ラベル、パラメータの説明、変動幅の下限値及び上限値である。変動幅の下限値及び上限値は、一様分布及び対数一様分布ではそれぞれの下限値及び上限値、正規分布及び対数正規分布では、それぞれの 0.1 パーセンタイル値及び 99.9 パーセンタイル値を入力する。パラメータの入力方法は以下の通りである。

(分布型)	(パラメータラベル)	(パラメータの説明 (省略可))
(下限値)	(上限値)	

分布形は Table A2.1 の中から選択して文字列を入力する。パラメータラベルは必ず 10 文字分の領域を取るようにする。下限値及び上限値は、実数あるいは指数型で入力する。

入力するパラメータは、核種非依存パラメータと核種依存パラメータに分けられる。まず、LHS-R では核種非依存パラメータを入力し、続いて核種依存パラメータを設定した核種順に入力する。ヘッダ部分における HEAD_NUM は、核種依存パラメータの入力が始まる位置、すなわち核種非依存パラメータの個数に 1 を加えた数を入力する。

さらに、LHS-R における入力パラメータは、DOSE-R においてパラメータ選択を行う必要がある。DOSE-R におけるパラメータの選択は、DOSE-D 入力ファイルの核種非依存パラメータ及び核種依存パラメータのそれについて、LHS-R において入力されたパラメータの順番を、の絶対値とする負値で入力することによって識別する。DOSE-R における、この負値による入力により LHS-R と DOSE-R におけるパラメータの識別が可能となり、LHS-R におけるパラメータラベル名はユーザーが任意に設定できる。LHS-R において入力可能なパラメータの種類の一覧を Table A2.2 に示す。

LHS-R によって出力される LHS.DAT は、核種数、核種依存パラメータの専用番号、核種名、パラメータセット数、変動パラメータ数、パラメータラベル名が順に出力された後に、サンプリングされた各パラメータ値がパラメータセット数出力される。

TableA2.1 LHS.INP のヘッダー部分の入力内容 (LHS-R)

キーワード	内容	形式	備考
TITLE	LHS.OUT 及び LHS.PRM に出力されるタイトル	文字列	
NUCLIDE_NUM	一度に処理する核種数	整数	最大30核種
HEAD_NUM	核種依存パラメータの先頭番号	整数	
NUCLIDE_LIST	放射性核種名 (NUCLIDE_NUM個)	文字列	8文字をシングルクオートで囲む
RANDOM SEED	乱数発生用シード	整数	動作環境における整数型の範囲内
NOBS	パラメータのサンプリング数	整数	最大5000
OUTPUT	LHS.OUT に出力するパラメータに関するデータの内容 CORR: 相関係数 HIST: ヒストグラム DATA: パラメータの変動値	文字列	複数選択可
CORRELATION MATRIX	パラメータ間の順位相関を設定する	整数及び実数	順位相関を設定するペアの組数、(相関させるペアのパラメータ番号(*1)と順位相関) 括弧内は順位相関を設定する組数分記述する
パラメータは、以下のキーワードから任意の分布型を選択して設定する(*2)			
NORMAL	正規分布サンプルを生成	文字列及び実数	パラメータラベル、下限値及び上限値を記述する
LOGNORMAL	対数正規分布サンプルを生成		
UNIFORM	一様分布サンプルを生成		
LOGUNIFORM	対数一様分布サンプルを生成		

(*1) パラメータ番号とは、本入力ファイルにおけるラベル設定順(核種依存等の情報は含まない)を表す。

(*2) 上記キーワードは標準的な解析で必要なものを示した。その他のキーワード及び使用方法詳細については、参考文献[17]を参照。

TableA2.2 DOSE-R のサンプリング可能なパラメータ一覧 (1/4)

No.	パラメータ名(核種非依存)	単位	DOSE-Rの入力変数	対応入力カード
1	リサイクル期間	y	TCYC	4
2	リサイクルモデル核種非依存パラメータ	任意	RECYC_IN	4
3	5つの希釈係数	-	DF1,DF2,DF3,DF4,DF5	6
4	評価時点までの期間	y	T_P	6
5	再生品原料中クリアランス対象物割合	-	R_C	8
6	再生品原料市場係数	-	R_P	8
7	スラグへのみかけの濃縮係数	-	CF_S	9
8	ダストへのみかけの濃縮係数	-	CF_D	10
9	評価対象経路における希釈係数	-	D_M	12,13,14,15,16,17, 18,19,22,23,24,29, 33,
10	評価対象経路における年間被ばく時間	h/y	T_E	12,13,14,15,16,22, 23,24,29,30,33,34
11	被ばく中の減衰期間	y	T_I	13,14,16,17,18,22, 23,24,27,29,32,33, 35,44
12	粗骨材量	kg/m ³	F_G	14
13	建築材密度	kg/m ³	RHO_G	14
14	呼吸率	m ³ /h	R_B	15,16,23,33,34
15	空気中ダスト濃度	kg/m ³	C_D	15,16,19,33

(注)LHS-Rの入力において、パラメータラベル名は任意のものを設定できる(パラメータ名に対して特に指定はなく、LHS-Dの入力方式と異なる)。

TableA2.2 DOSE-R のサンプリング可能なパラメータ一覧 (2/4)

No.	パラメータ名(核種非依存)	単位	DOSE-Rの入力変数	対応入力カード
16	評価対象物の腐食速度	cm/h	R_M	17
17	評価対象物の表面積	cm ²	A_M	17
18	評価対象物の密度	g/cm ³	RHO_M	17
19	評価対象物の年間使用時間	h/y	T_M	17
20	評価対象物の腐食による摂取割合	-	Q_M	17
21	評価対象飲用物の摂取量	m ³ /y	Q_W	18
22	評価対象飲用物中評価対象物濃度	kg/m ³	C_W	18
23	ダストの沈着速度	m/y	V_G	19
24	農作物摂取量	kg/y	Q_R	19,36
25	農作物又は畜産物市場係数	-	F_M	19,36,40
26	農作物又は畜産物輸送時間	y	T_T	19,36,40
27	調理による残留率	-	F_C	19,36
28	農作物又は飼料栽培期間年間比	-	F_G	19,36,40
29	核種の農作物又は飼料表面への沈着割合	-	F_V	20,37,41
30	沈着した核種の農作物又は飼料可食部への移行割合	-	F_E	20,37,41
31	ウェザリングによる除去係数	y ⁻¹	L_W	20,37,41
32	農作物又は飼料の生育期間	y	T_G	20,37,41
33	農作物又は飼料の栽培密度	kg/m ²	Y	20,37,41
34	空気中ダストの地表面への沈着割合	-	F_D	21,38,42
35	沈着した核種の耕作地土壤への残留割合	-	F_R	21,38,42
36	当該基準物質の放出期間	y	T_R	21,38,42
37	土壤実効表面密度	kg/m ²	P	21,38,42
38	再使用品からの再浮遊係数	m ⁻¹	R_R	23
39	剥離性汚染の摂取量	m ² /h	Q_R	24
40	汚染物質密度	kg/m ³	CONT_RHO	25
41	散逸能	-	FRAG	25
42	汚染物質の実効拡散係数	m ² /s	CONT_DIF	25
43	汚染物質の厚さ	m	CONT THI	25
44	汚染物質の表面積	m ²	CONT_SUR	26
45	屋内空間容積	m ³	VOL_IN	26
46	屋内空間換気率	s ⁻¹	VEN_IN	26
47	評価高さ	m	HIGHT	26
48	風速	m/s	WINDSP	26
49	発生源長さ	m	SOURCE_L	26
50	平衡ファクタ	-	EQUIL_F	27
51	年間被ばく時間	h/y	TRN_HY	27
52	線量換算係数	Sv/h per Bq/m ³	CONVER_F	27
53	ラドンガス濃度に乗算で作用する5つのパラメータ	任意	P_MULT	28
54	ラドンガス濃度に除算で作用する5つのパラメータ	任意	P_DIVI	28

(注)LHS-Rの入力において、パラメータラベル名は任意のものを設定できる(パラメータ名に対して特に指定はなく、LHS-Dの入力方式と異なる)。

TableA2.2 DOSE-R のサンプリング可能なパラメータ一覧 (3/4)

No.	パラメータ名(核種非依存)	単位	DOSE-Rの入力変数	対応入力カード
55	単位放出率あたりの空気中濃度	s/m ³	CAI	30,34,39,43
56	焼却率	kg/s	RF	30,34,39,43
57	土壤からの除去率	y ⁻¹	L_S	21,32,38
58	再浮遊係数a	m ⁻¹	S_A	35
59	再浮遊係数b	m ⁻¹	S_B	35
60	短期的な実効除去率	y ⁻¹	L_1	35
61	長期的な実効除去率	y ⁻¹	L_2	35
62	畜産物摂取量	kg/y	Q_A	40
63	家畜の飼料摂取量	kg/d	Q_G	40
64	放牧期間年間比	—	F_P	40
65	皮膚に堆積するダストの希釈係数	—	F_D	44
66	皮膚に堆積したダストの厚さ	cm	L_DUST	44
67	皮膚に堆積したダストの密度	g/cm ³	RHO_DUST	44
68	年間被ばく時間	h/y	T_E	44

(注)LHS-Rの入力において、パラメータラベル名は任意のものを設定できる(パラメータ名に対して特に指定はなく、LHS-Dの入力方式と異なる)。

TableA2.2 DOSE-R のサンプリング可能なパラメータ一覧 (4/4)

No.	パラメータ名(核種依存)	単位	DOSE-Rの入力変数	対応入力カード
1	リサイクルモデル核種依存パラメータ	任意	RECYC_DE	4
2	製品への核種移行割合	—	NTF_P	8
3	スラグへの核種移行割合	—	NTF_S	9
4	ダストへの核種移行割合	—	NTF_D	10
5	外部被ばく線量換算係数	Sv/y per Bq/kg 又は Sv/y per Bq/m ²	N_DF	12,13,14,22,29,31, 32
6	外部被ばく時の遮蔽係数	—	NF_S	12,13,14,22,29,31, 32
7	土壤から農作物への移行係数	Bq/kg per Bq/kg	NT_F	21,38
8	排気塔からの放出割合	—	NF_I	29,30,34,39,43
9	沈着速度	m/y	N_VG	32,35,36,40
10	土壤から飼料作物への移行係数	Bq/kg per Bq/kg	NT_F1	40
11	飼料から畜産物への移行係数	Bq/kg per Bq/d又は Bq/L per Bq/d	NT_F2	40

(注)LHS-Rの入力において、パラメータラベル名は任意のものを設定できる(パラメータ名に対して特に指定はなく、LHS-Dの入力方式と異なる)。

LHS.INP 入力例 (積み下ろし作業-吸入及び外部)

TITLE 再利用シナリオ (積み下ろし作業)
 NUCLIDE_NUM 5
 NUCLIDE_LIST 'U-234' 'Th-230' 'Ra-226' 'Pb-210' 'Po-210'
 RANDOM SEED 3865
 NOBS 1000
 HEAD_NUM 4
 OUTPUT DATA CORR
 CORRELATION MATRIX
 4 4 5 0.99 4 6 0.99 4 7 0.99 4 8 0.99

*
 LOGUNIFORM R_C 再利用される金属中のクリアランス対象物割合
 0.03 1.0
 UNIFORM TE 年間作業時間
 100.0 2000.0
 LOGNORMAL C_D ダスト濃度
 1E-7 1E-6

* 外部被ばく線量換算係数 [Sv/h per Bq/kg]
 UNIFORM DCFU234 外部被ばく線量換算係数 (U-234)
 1.73E-17 1.46E-16
 UNIFORM DCFTH230 外部被ばく線量換算係数 (Th-230)
 7.22E-17 6.21E-16
 UNIFORM DCFRA226 外部被ばく線量換算係数 (Ra-226)
 2.02E-12 1.70E-11
 UNIFORM DCFPB210 外部被ばく線量換算係数 (Pb-210)
 5.67E-17 4.90E-16
 UNIFORM DCFP0210 外部被ばく線量換算係数 (Po-210)
 1.02E-17 8.64E-17

LHS.DAT 出力例

NUCLIDE_NUM 5
 HEAD_NUM 4
 NUCLIDE_LIST U-234 Th-230 Ra-226 Pb-210 Po-210 ヘッダ部
 number of observations = 1000
 number of variables = 8
 R_C TE C_D DCFU234 DCFTH230 DCFRA226 DCFPB210 DCFPO210 パラメータラベル部
 1.479E-01 1.799E+03 2.491E-07 1.167E-16 2.745E-16 1.607E-11 3.483E-16 5.115E-17 第1セット
 3.518E-01 7.096E+02 3.807E-07 1.306E-16 3.115E-16 1.518E-11 3.891E-16 7.525E-17 第2セット
 5.255E-02 1.745E+02 4.892E-07 2.541E-17 1.775E-16 7.122E-12 7.524E-17 2.808E-17 第3セット
 7.327E-02 1.375E+03 4.471E-07 1.283E-16 5.973E-16 1.090E-11 4.048E-16 4.941E-17 第4セット
 2.963E-01 5.591E+02 1.609E-07 4.625E-17 1.841E-16 5.363E-12 1.497E-16 6.175E-17 第5セット
 2.148E-01 8.027E+02 1.580E-07 3.330E-17 4.857E-16 4.120E-12 6.224E-17 3.947E-17 第6セット
 1.817E-01 1.128E+03 1.789E-07 2.860E-17 2.901E-16 4.008E-12 1.124E-16 2.497E-17 第7セット
 1.024E-01 8.911E+02 2.848E-07 1.201E-16 3.864E-16 1.111E-11 4.299E-16 5.883E-17 第8セット
 5.044E-02 5.858E+02 3.532E-07 1.142E-16 5.101E-16 1.261E-11 2.996E-16 5.287E-17 第9セット
 5.323E-01 1.602E+03 3.477E-07 1.371E-16 5.051E-16 1.682E-11 4.746E-16 1.803E-17 第10セット
 :
 中略
 :
 8.025E-02 9.595E+02 2.499E-07 1.064E-16 5.242E-16 3.434E-12 4.208E-16 6.609E-17 第991セット
 1.975E-01 5.736E+02 1.447E-07 4.942E-17 1.035E-16 4.266E-12 1.509E-16 8.317E-17 第992セット
 1.401E-01 1.216E+03 2.282E-07 1.245E-16 5.776E-16 6.523E-12 3.744E-16 7.452E-17 第993セット
 5.556E-02 1.336E+03 2.672E-07 1.196E-16 4.312E-16 8.099E-12 3.301E-16 8.158E-17 第994セット
 3.172E-02 6.344E+02 6.843E-07 6.209E-17 4.970E-16 1.205E-11 5.885E-17 6.008E-17 第995セット
 4.982E-01 1.771E+03 5.604E-07 4.692E-17 2.464E-16 1.221E-11 6.418E-17 5.842E-17 第996セット
 3.153E-02 6.791E+02 2.464E-07 4.084E-17 2.813E-16 3.862E-12 2.135E-16 3.671E-17 第997セット
 1.892E-01 2.952E+02 1.928E-07 7.253E-17 4.426E-16 6.303E-12 2.409E-16 4.530E-17 第998セット
 1.310E-01 5.893E+02 4.034E-07 1.036E-16 4.042E-16 1.519E-11 3.293E-16 2.739E-17 第999セット
 2.864E-01 6.964E+02 2.263E-07 4.383E-17 1.271E-16 9.422E-12 2.639E-16 3.274E-17 第1000セット

Appendix-3

埋設処分シナリオ評価コード DOSE-D の入力マニュアル及び入出力例

埋設処分シナリオ評価コード DOSE-D に対する入力ファイルとして、3章の Table 3.3 に示すように、「ソースターム入力ファイル」、「帶水層移行入力ファイル」、「生物圏入力ファイル」の3つの標準入力ファイルと、DOSE-D のコントロールファイル DOSED.CNT の入力ファイルが必要である。これら3つの標準入力ファイルにより、評価対象シナリオに応じて、「ソースタームモデル」、「帶水層移行評価モデル」、「土壤コンパートメントモデル」、「ラドンガス移行評価モデル」及び「被ばく線量評価モデル」の各モデルを適用し、必要な入力設定を行うことになる。評価対象シナリオとは、「跡地利用シナリオ」と「地下水移行シナリオ」であり、コントロールファイル DOSED.CNT において、評価対象のシナリオを選択する。DOSE-D における評価シナリオ、評価モデル及び標準入力ファイルとの関係を Table A3.1 にまとめる。

また、DOSE-D コードでは、コントロールファイル DOSED.CNT によって、DOSE-D コードへの入力ファイルと出力ファイルの機番とファイル名を定義する必要がある。DOSED.CNT の入力内容の説明を Table A3.2 に示す。本コントロールファイルにより、跡地利用シナリオと地下水移行シナリオの選択の他に、決定論的解析と確率論的解析の制御を行う。また、入力する機番とファイル名の詳細については、本文の Table 3.3 に示している。さらに、オプションとして、確率論的解析を行う場合に、任意のサンプル番号を指定することで、特定のサンプル番号に対する解析が可能である。

ソースタームと生物圏入力ファイルの仕様は共通であり、そのファイル入力仕様を Table A3.3 に示す。前半の Card1～Card13 までが、主に計算手法、入出力フラグ、計算条件フラグ等に関するヘッダ部分である Card14 以降は、被ばく線量評価を行う基本的な条件などに関する情報を入力する。また、帶水層移行入力ファイルに対する仕様を Table A3.4 に示す。

なお、「*」が先頭につけられた行全体、あるいは「!」がつけられた後のカラムはコメントと見なされるので、入力パラメータの説明等に利用できる。

統計解析のための出力は FORSPOP_nnn.DAT である。ファイル名中の「nnn」は文字列であり、出力のオプション (Table A3.3 のカード 1-2 参照) により、評価経路別ファイル出力の場合に経路名を示すラベル (以下、「線量ラベル」)、核種別ファイル出力の場合に核種名を示すラベル (以下、「核種ラベル」) となる。線量ラベル名と評価経路との関係を Table A3.5 に示す。核種ラベルについては、単独の核種名あるいは1つの崩壊系列における評価対象とした一連の子孫核種名のことであり、崩壊データライブラリーファイル内で規定されている核種名が付けられる。出力オプションとして「線量ラベル」を選択した場合、「線量ラベル」の後に数値が付加され、その数値は使用者が任意に設定する評価対象の土壤条件番号と評価対象物の条件数 (農作物、畜産物または水産物の種類数や外部被ばくの条件数など) の組み合わせを表す数字である (その詳細は、Table A3.3 のカード 14 及び 15 を参照)。

FORSPOP_nnn.DAT ファイルの1行目には、パラメータセット数、変動パラメータ数、線量評価結果数が出力される。2行目からは、パラメータラベル、線量評価結果ラベル、統計処理のための値 (1, 1.0) が出力され、その後に、変動パラメータの値と、線量評価結果がパラメータセット数出力される。線量評価結果は、線量評価結果ラベルに対応したピーク被ばく線量値

の他に、必ずそのピーク線量の出現時間をセットとして出力する。線量評価結果ラベル（文字列）は、出力ファイルフラグ（Table A3.3 のカード 1-2 参照）に従い、評価経路別ファイル出力の場合には核種ラベルの文字列となり、核種別ファイル出力の場合には Table A3.5 に示す評価経路に対応する線量ラベルの文字列となる。（詳細については、FORSPop.DAT の出力例参照）。また、線量評価結果ラベルには、線量評価結果ラベルまたは核種ラベルの他に、ピーク線量の出現時間を表すラベル（線量ラベルの場合：その文字列の前に “T” を追加して表示、核種ラベルの場合：その文字列の後ろに “TM” を追加して表示）が現れる。

Table A3.1 DOSE-D における評価シナリオ、評価モデル及び標準入力ファイル関係

シナリオ名	評価モデル	DOSE-Dで使用する標準入力ファイル
跡地利用シナリオ	ソースタームモデル ラドンガス移行評価モデル 被ばく線量評価モデル	ソースターム入力ファイル
地下水移行シナリオ	ソースタームモデル	ソースターム入力ファイル
	帯水層移行評価モデル	帯水層移行入力ファイル
	土壤コンパートメントモデル ラドンガス移行評価モデル 被ばく線量評価モデル	生物圏入力ファイル

Table A3.2 コントロールファイル DOSED.CNT の入力仕様

カード番号	内容(DOSED.CNT)
1	シナリオ番号選択フラグ：以下の評価シナリオと解析手法を選択 =1: 跡地利用シナリオ(決定論的解析) =2: 地下水移行シナリオ(決定論的解析) =3: 跡地利用シナリオ(確率論的解析) =4: 地下水移行シナリオ(確率論的解析)
2	入出力ファイル機番とファイル名の入力 ファイル機番 DOSE-D入出力ファイル名 必要な機番及びファイル名を繰り返す、Table3.3参照
3	確率論的解析オプションフラグ 999 (サンプル開始番号) (サンプル終了番号) ファイル機番999の後に、サンプル開始番号と終了番号を入力することで、任意のサンプル番号に対する解析が可能である また、カード入力を省略した場合は、全サンプル数を解析することになる

Table A3.3 DOSE-Dにおけるソースターム及び生物圏入力ファイルの仕様 (1/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
1-1	MODEL	-	計算方法選択フラグ: 計算方法の選択フラグであり、ラプラス変換法が推奨フラグである =0: ラプラス変換法 =1: 差分法(ルンゲ=クッタ法)
	IFIC	-	初期条件設定フラグ(IFIC < MMAX): コンパートメント内の初期濃度条件に関するフラグである <0: 全核種の初期濃度を0とする ≥ 0 : 初期濃度を設定する =0: 全核種を同一の初期濃度とする >0: 核種毎に濃度をカード入力する場合で、Card 7で入力する核種数を入力する 初期濃度はCard 7～Card 8で設定する
	IFOU	-	核種流出条件設定フラグ: 廃棄体としてのソースタームまたは生物圏の土壤からの核種流出条件に関するフラグ <0: 核種の土壤からの流出を考慮しない ≥ 0 : 核種の土壤からの流出を考慮する =0: 核種の流出速度を算出するための分配係数または放出係数を、全てライブラリ(機番13)から入力する >0: 分配係数または放出係数の一部あるいは全部をカード入力する場合で、Card 19で入力する元素数を入力する 流出条件はCard 18～Card 20で設定する
	IFIN	-	灌漑・飲用水中核種濃度入力設定フラグ(IFIN < MMAX): 灌漑・飲用水を考慮するかどうか、考慮する場合、灌漑・飲用水中核種濃度をどのように入力するかを選択する <0: 核種を含む灌漑・飲用水を考慮しない ≥ 0 : 核種を含む灌漑・飲用水を考慮する =0: 全核種を同一の濃度入力とする >0: 濃度を核種毎に設定する場合で、Card 11で入力する核種数を入力する =9999: 地下水移行シナリオの生物圏データ入力の場合 灌漑水量および核種濃度はCard 10～Card 13で設定する
	ITIM	-	出力時間刻みデータ数(1 \leq ITIM \leq 10): Card 4で設定する出力する時間刻みを行う時刻の数
	ICHAIN	-	崩壊系列別の核種入力オプション =0: 最上位核種指定入力(CARD 2-1及び2-2を使用) =1: 崩壊系列別入力(CARD 2-3を使用)
	FILEFLAG	-	出力選択フラグ =0: 評価経路別ファイル出力 =1: 核種別ファイル出力 =2: サンプリングデータを用いた決定論的解析結果の出力 (※)サンプリングデータの指定については、Table A3.2のコントロールファイルDOSED.CNTに記載
1-2	PEAKFLAG	-	ピーク線量出現時間の導出方法の選択フラグ =0: 対数平均をとる方法(被ばく線量がピーク線量の相対誤差[PEAK*100]%以内にある場合、その区間全体をピークとみなし、その区間の最小時間と最大時間の二点で対数平均してピーク線量出現時間とする) =1: Card 4及び5により指定するタイムステップでのピーク線量に対応する時間
	RPEAK	-	PEAKFLAG=0のとき有効 相対誤差(被ばく線量がピークであるとする区間を指定するため、ピーク線量に対する割合)
	IDEBUG	-	0を入力する

Table A3.3 DOSE-D におけるソースターム及び生物圈入力ファイルの仕様 (2/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
Card 2-1及び2-2は、ICHAIN=0の時入力			
2-1	NUPNUCL	-	最上位核種の数(Card 2-2で入力する核種数を入力)
	IUNIT	-	計算対象核種選択フラグ 選択した時間以上の半減期の核種を移行計算の対象とする =0:1年 =1:100日 =2:10日 =3:1日 =4:10時間 =5:1時間
2-2	NNP	-	最上位核種名 6文字で入力しシングルクオートで囲む ('#####') (NUPNUCL個入力)
Card 2-3～2-5は、ICHAIN=1の時入力			
2-3	NDECAY	-	崩壊系列数(最大5)
Card 2-4及び2-5は、NDECAY回繰り返す			
2-4	NNUC	-	崩壊系列の核種数(最大30)
2-5	Card 2-5は、NNUC回繰り返す		
	NUCLID	-	崩壊系列の核種名 6文字で入力しシングルクオートで囲む ('#####')
	BRANCH	-	核種の分岐比(対象核種の1つ上位の親核種からの分岐比を入力する。最上位核種の場合は、常に1を入力する。)
	WEIGHT	-	核種のWEIGHT: 全ての崩壊系列の被ばく線量を合計する際に最上位核種の被ばく線量が系列数倍となってしまうことを避けるための入力値であり、最上位核種に対して「1／系列数」を入力する
3-1	Card 3-1はラプラス変換法の場合に入力 (MODEL= 0の時)		
	LPPR1	-	FILT法パラメータ A
	LPPR2	-	FILT法パラメータ B
	LPPR3	-	FILT法パラメータ K1
	LPPR4	-	FILT法パラメータ K2
	LPPR5	-	FILT法パラメータ NP
3-2	Card 3-2は差分法の場合に入力 (MODEL= 1の時)		
	TSTEP	y	パラメータ値を評価する時間刻み幅
	NX	-	時間刻みTSTEPの分割数 計算する時間刻み幅は(TSTEP/NX)となる。この刻み幅は移行速度の最大値の逆数より小さくなくてはならない。 ファイル入力値の補間等パラメータの設定はTSTEP毎になされるため、時間刻み幅(TSTEP/NX)の値が同じ場合、TSTEPの値が大きいほうが計算時間が短くなる。
4	TIM(I) I=1, ITIM	y	出力する時間刻みが変わる位置 (TIM(I-1) < TIM(I))
5	IDL(I) I=1, ITIM	-	TIM(I-1) と TIM(I) の間の出力数 (0 < IDL(I), sum(IDL(I)) < 1600)
6	Card 6は(IFIC≥0)のとき入力		
	DIL	-	初期核種濃度の希釈率 希釈されない場合が1.0 (0.0 < DIL ≤ 1.0)
7	Card 7は核種毎に濃度を設定する場合 (IFIC > 0) に入力		
	NIC(I) I = 1, IFIC	-	初期濃度を設定する核種名 '#####' 6文字で入力し、シングルクオートで囲む
8	Card 8は(IFIC≥0)のとき入力		
	CIC(I) I=1, IFIC+1	Bq/g	核種 NIC(I) の初期濃度 CIC(IFIC+1)には、Card 7で指定した核種以外の核種(コードにより自動的に設定される崩壊系列中核種)の濃度を入力する(IFIC = 0 のときは全核種)

Table A3.3 DOSE-D におけるソースターム及び生物圈入力ファイルの仕様 (3/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
9-1	Card 9-1は IFIN=9999 (地下水移行シナリオの生物圈データ入力の場合) のとき入力 IFA	-	灌漑・飲用水中の濃度計算フラグ (Card 4と5から設定されるタイムステップと入力される核種濃度のタイムステップが異なる場合のデータ補間方法) 各タイムステップの核種濃度を以下の時点で計算する。 ファイル入力の場合、値は線形補間される =0: タイムステップの前値 =1: タイムステップの中央値 =2: タイムステップの後値
9-2	Card 9-2は IFIN ≥ 0 のとき入力 IFA	-	灌漑・飲用水中の濃度計算フラグ (Card 4と5から設定されるタイムステップと入力される核種濃度のタイムステップが異なる場合のデータ補間方法) 各タイムステップの核種濃度を以下の時点で計算する。 ファイル入力の場合、値は線形補間される =0: タイムステップの前値 =1: タイムステップの中央値 =2: タイムステップの後値
10	Card 10 は IFIN > 0 のとき入力 (但し、IFIN ≠ 9999) NIN(I) I = 1, IFIN	-	入力する核種名 (A6): '#####' IFM
11	Card 11 は IFIN ≥ 0 のとき入力 (但し、IFIN ≠ 9999) IIN(I) I = 1, IFIN+1	-	核種 NIN(I) の濃度設定フラグ IFM > 0 の場合: 入力ファイル中の核種の位置 (Card 10で入力した核種が機番16のファイル中で何番目にあるかを入力) (0 < IIN ≤ IFM) IFM < 0 の場合: 対応する濃度の順番 (Card 13で入力した核種が Card 13の入力順の何番目に対応するかを入力) (0 < IIN ≤ IFM) IIN(IFIN+1) は Card 10 で指定した核種以外の核種 (IFIN=0 のときは全核種) について入力する
Card 12 及び 13 は 灌漑・飲用水中の核種濃度をカード入力する場合 (IFM < 0) 入力			
12	TS, TE	y	TS: 灌漑水流入開始時刻 TE: 灌漑水流入終了時間設定フラグ > 0.0: 灌漑水流入終了時間を入力する < 0.0: 計算終了まで継続する
13	FIN(I) I = 1, IFM	Bq/m³	灌漑水中核種濃度 (飲用水中の核種濃度にも用いる)

Table A3.3 DOSE-D におけるソースターム及び生物圏入力ファイルの仕様 (4/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
Card 14 以降の土壤起源の被ばく線量計算の設定は、1つの評価土壤条件に対する計算を行うための入力であり、各評価経路に対する複数の土壤条件に対する計算を実施する場合は、土壤条件数だけ繰り返し入力を行う			
14	INO	-	出力する項目の選択フラグの総数(カード15-1の設定数) (1 ≤ INO ≤ IMAX)
15-1	IOP(I) I = 1, INO	-	<p>出力する項目の選択フラグ</p> <p>=1: 飲用水摂取による内部被ばく線量</p> <p>=2: 農作物摂取による内部被ばく線量(注: 複数の農作物摂取による計算の場合、農作物の種類数分の選択フラグIOP=2を入力する。)</p> <p>=3: 畜産物摂取による内部被ばく線量(注: 複数の畜産物摂取による計算の場合、畜産物の種類数分の選択フラグIOP=3を入力する。選択フラグIOP=3については、飼育水経由と飼料経由による被ばく線量を個別と合計が同時に評価可能である。)</p> <p>=4: 水産物摂取による内部被ばく線量(注: 複数の水産物摂取による計算の場合、水産物の種類数分の選択フラグIOP=4を入力する。)</p> <p>=5: 吸入摂取による被ばく線量(注: ダスト吸入またはトリチウム吸入被ばくを評価でき、両者を個別に評価する場合はIOP=5を2回入力する。)</p> <p>=6: 外部被ばく線量</p> <p>=7: 土壤中核種濃度</p> <p>=8: 土壤から流出する核種のフラックスあるいは流出水中核種濃度 (注: フラックスと濃度のいずれを出力するかは、Card 40のAREAで設定する)</p> <p>=9: ラドンガスの吸入による内部被ばく線量 (注: 土壤からのラドンガス散逸、生活水からのラドンガス散逸の2経路を選択できる)</p> <p>=10: 河川水及び河川岸利用に係る外部被ばく及び吸入内部被ばく線量(注: 河川・河川岸に関する5経路(カード47参照)を同時に評価可能である。)</p> <p>=11: 塩摂取及び風送塩吸入による内部被ばく線量(塩摂取と風送塩吸入の2経路を同時に評価可能である。)</p> <p>=12: 皮膚に堆積したダストによる皮膚被ばく線量</p>
15-2	被ばく経路共通パラメータ設定フラグ	-	<p>COMFLAG1</p> <p>年間被ばく時間の共通化フラグ(外部、吸入、ラドンガス吸入): 確率論的解析時に各経路で常に同じ値にする場合に必要となる</p> <p>=0: 各経路の入力値を使用</p> <p>=1: Card 38のTを使用</p> <p>=2: Card 38のTを使用</p> <p>=3: Card 46のTを使用</p> <p>COMFLAG2</p> <p>屋外居住係数(外部、ラドンガス吸入): 確率論的解析時に各経路で常に同じ値にする場合に必要となる 外部被ばく経路では、屋内存在はコンクリート等により完全に遮へいされると想定するため、屋外居住係数=遮へい係数となる。</p> <p>=0: 各経路の入力値を使用</p> <p>>0: Card 39のTFACを使用(COMFLAG2の条件のTFACを使用する)</p> <p><0: Card 46のRRを使用</p>
16-1a	Card 16-1a は、ソースタームモデル用の入力時に入力	-	<p>FKDRC</p> <p>分配係数／放出係数モデル選択フラグ</p> <p>>0: ファイル(機番13)またはカード入力(Card 20)で入力する値を分配係数として扱い、分配係数モデルで計算する</p> <p><0: ファイル(機番13)またはカード入力(Card 20)で入力する値を放出係数として扱い、放出係数モデルで計算する</p> <p>RHO_W</p> <p>g/cm³</p> <p>廃棄物層の密度(分配係数モデルの場合有効)</p> <p><0: 絶対値を真密度で入力する</p> <p>=0: ファイル(機番15)から入力する(SOILのデータを取得する)</p> <p>>0: 嵩密度で入力する</p> <p>EPS_W</p> <p>-</p> <p>廃棄物層の空隙率(分配係数モデルの場合有効)</p> <p>DNO</p> <p>-</p> <p>ファイル(機番13)中の分配係数／放出係数番号</p> <p>TH_W</p> <p>-</p> <p>廃棄物層の水分飽和度(分配係数モデルの場合有効)</p>
16-1b	Card 16-1b は、生物圏モデル用の入力時に入力	-	<p>H_S</p> <p>m</p> <p>実効土壤深さ</p> <p>RHO_S</p> <p>g/cm³</p> <p>灌漑土壤密度</p> <p><0: 絶対値を真密度で入力する</p> <p>=0: ファイル(機番15)から入力する(SOILのデータを取得する)</p> <p>>0: 嵩密度で入力する</p> <p>EPS_S</p> <p>-</p> <p>灌漑土壤空隙率</p> <p>DNO</p> <p>-</p> <p>ファイル(機番13)中の分配係数番号</p> <p>TH_S</p> <p>-</p> <p>灌漑土壤の水分飽和度</p>

Table A3.3 DOSE-D におけるソースターム及び生物圏入力ファイルの仕様 (5/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
Card 16-2 ~16-5は、ソースタームモデル用の入力時に入力			
16-2	FLAGDEP	-	廃棄物埋設効率に関するパラメータ調整法選択フラグ =0: EFFDEP=W/(W_W*L_W*H_W) =1: L_W=W/(EFFDEP*W_W*H_W) =2: W_W=W/(EFFDEP*L_W*H_W) =3: H_W=W/(EFFDEP*L_W*W_W) =4: L_W=W,W=SQRT(W/(EFFDEP*H_W)) 以下の入力値は上式の左辺にある場合ダミー値となる FLAGDEP=0のとき、EFFDEP入力値はEFFDEP計算値の上限値となる
	EFFDEP	-	廃棄物埋設効率
	W	m ³	廃棄物の総量
	W_W	m	廃棄物層の幅(処分場幅): 帯水層中の地下水水流下方向と直行する処分場の長さ
	L_W	m	廃棄物層の長さ(処分場長さ): 帯水層中の地下水水流下方向と平行する処分場の長さ。廃棄物からのラドンガス散逸量を推定する際に使用されるカード44「発生源長さ」として、設定も可能である。
	H_W	m	廃棄物層の厚さ
16-3	CTIME	y	処分場閉鎖から流出開始までの期間
16-4	T_C	m	覆土厚さ
	T_U	m	掘削深さ(生物圏入力ファイルではダミー値)
	T_F	m	客土厚さ(跡地利用シナリオのソースターム入力ファイルでIOP=6及び9を設定した場合に有効、それ以外はダミー値となる)
	FLAGDIL	-	跡地利用シナリオの農作物及び飼料経由畜産物採取経路に対する覆土との混合割合算出の適用フラグ(跡地利用シナリオの外部被ばく、吸入被ばく、ラドンガス吸入被ばく経路の評価においては覆土との混合割合算出が常に適用される) =0: 適用しない =1: 適用する
16-5	V	m/y	=0: 隆起侵食／沈降堆積を考慮しない >0: 隆起侵食速度 <0: 沈降堆積速度
16-6	FD(I) I=1, 5	-	初期濃度に乘せられる汎用無次元係数 希釈されない場合が1.0(0.0 < DILINCI(I) ≤ 1.0)
17	Card 17はIFIN≥0のとき入力		
	IR_S	m/y	灌漑水量
	F_I	-	灌漑水中核種の土壤残留割合
	WATERDIL	-	水利用に伴う希釈率
18	Card 18は核種の流出を考慮する場合(IFOU≥0) 入力		
	P	m/y	浸透水量
Card 19及び20は分配係数または放出係数をカード入力する場合(IFOU>0) 入力する			
19	NOU(I) I=1, IFOU		分配係数または放出係数を設定する元素名 (A2: '#')
20-1	KD(I) I=1, IFOU+1	ml/g	分配係数(FKDRC>0または生物圏モデル用入力時) KD(IFOU+1)には、Card 19で指定した元素以外(コードにより自動的に設定される崩壊系列中核種の該当元素)の分配係数を入力 KD(I)<0とした場合には、対象元素の分配係数はライブラリから読み込む
20-2	RC(I) I=1, IFOU+1	-	放出係数(FKDRC<0) RC(IFOU+1)には、Card 19で指定した元素以外(コードにより自動的に設定される崩壊系列中核種の該当元素)の放出係数を入力 RC(I)<0とした場合には、対象元素の放出係数はライブラリから読み込む

Table A3.3 DOSE-Dにおけるソースターム及び生物圈入力ファイルの仕様 (6/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
Card 21~39は、Card 15 の IOP の入力順に、各出力項目に必要なカードを入力する			
Card 21 は飲用水摂取(IOP=1)のとき入力			
21	IU	-	Q_Wの入力単位 = 0:m ³ /y = 1:L/d
	Q_W	(*)	飲料水摂取量 (*)単位はIUで設定
	F_W	-	飲用水市場係数
	T_I	y	被ばく期間中の減衰時間(=0とした場合、減衰を考慮しない)
Card 22~24 は、農作物摂取(IOP=2)のとき入力(複数の農作物摂取による計算の場合、農作物の種類数分のCard 22~24の入力が必要である)			
22	IFFF	-	土壤からの農作物への移行係数設定フラグ >0:全元素で移行係数をファイル(機番14)から入力する場合で、ファイル内の移行係数番号を入力する ≤0:移行係数をカード入力する場合で、 IFFF が Card 23で入力する元素数となる
	F_R	-	根からの吸収割合
	FT	-	農作物全体の放射能に対する可食部の核種の割合
	RV	-	沈着した核種が農作物に捕捉される割合
	Y	kg/m ²	栽培密度
	T_W	d	weatheringによる表面沈着核種の除去半減期
	TGI	d	農作物の生育期間(沈着核種のweatheringによる除去が影響する期間)
	IU	-	Qの入力単位 =0:kg/y =1:g/d
	Q	(*)	農作物の摂取量 (*)単位はIUで設定 0.0の場合は農作物中核種濃度(Bq/kg)が outputされる
	G	-	農作物の市場係数
	T_V	d	農作物の輸送時間
	TIR	d/y	核種を含む灌漑水の年間利用割合
	IUNITM	-	計算対象核種選択フラグ:(Card2-1で選択した計算対象核種から農作物摂取経路の計算対象核種を絞り込むためのフラグ:Card 2-1の半減期以上とすればCard2-1で選択した核種全てとなる) 選択した時間以上の半減期の核種を計算の対象とする =0:1年 =1:100日 =2:10日 =3:1日 =4:10時間 =5:1時間
	T_I	y	被ばく期間中の減衰時間(=0とした場合、減衰を考慮しない)
23	Card 23はIFFF<0 のとき入力		
	NFF(I) I=1, IFFF	-	元素名 (A2; '#') I=1, IFFF
24	Card 24はIFFF≤0 のとき入力		
	T(I) I=1, IFFF +1	-	元素 NFF(I) の移行係数 T(IFFF +1)には、Card 23 で指定した元素以外の元素(IFFF=0 のときは全元素)の移行係数を入力する T(I)<0 の場合はファイル(機番14)内の T(I) 番目 の値を用いる

Table A3.3 DOSE-D におけるソースターム及び生物圈入力ファイルの仕様 (7/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
Card 25～32 は畜産物摂取(IOP=3)のとき入力(複数の畜産物摂取による計算の場合、畜産物の種類数分のCard 25～32の入力が必要である)			
25	IW	-	飼育水摂取設定フラグ =0:摂取しない =1:摂取する
	IP	-	飼料摂取設定フラグ = 0:摂取しない = 1:摂取する
	IUNITM	-	計算対象核種選択フラグ: (Card 2-1で選択した計算対象核種から畜産物摂取経路の計算対象核種を絞り込むためのフラグ: Card 2-1の半減期以上とすればCard 2-1で選択した核種全てとなる) 選択した時間以上の半減期の核種を計算の対象とする =0:1年 =1:100日 =2:10日 =3:1日 =4:10時間 =5:1時間
26	Card 26は、家畜が飲用水を摂取する(IW=1)とき入力		
	IU	-	Q_Wの入力単位 = 0 : m ³ /y = 1 : L/d
	Q_W	(*)	家畜の飼育水摂取量 (*)単位はIUで設定
Card 27～29 は家畜が飼料を摂取する(IP=1)とき入力			
27	IFFF	-	土壤から飼料への移行係数設定フラグ >0:全元素の移行係数をファイル(機番14)から入力する場合で、ファイル内の移行係数番号を入力する。 ≤0:移行係数をカード入力する場合で、 IFFF が Card 28で入力する元素数となる。
	F_R	-	根からの吸収割合
	FT	-	飼料全体の放射能に対する可食部の核種の割合
	RV	-	沈着した核種が牧草に捕捉される割合
	Y	kg/m ²	栽培密度
	T_W	d	weatheringによる表面沈着核種の除去半減期
	TGI	day	飼料の生育期間(沈着核種のweatheringによる除去が影響する期間)
	IU	-	Q_Fの入力単位 = 0:kg/y = 1:kg/d
	Q_F	(*)	家畜の飼料摂取量 (*)単位はIUで設定 0.0の場合は農作物中核種濃度(Bq/kg)が出力される
	M_F	-	飼料の混合割合
28	TPRI	d	飼料の輸送時間
	TIR	d/y	核種を含む灌漑水の年間利用割合
29	Card 28 はIFFF<0のとき入力		
	NFF(I) I=1, IFFF	-	元素名(A2):##
29	Card 29 は(IFFF ≤0)のとき入力		
	T(I) I=1, IFFF +1	-	元素NFF(I)の移行係数 T(IFFF +1)には、Card 28で指定した元素以外の元素(IFFF=0の時は全核種)の移行係数を入力する TN(I)<0の場合はファイル(機番14)内の T(I) 番目の値を用いる

Table A3.3 DOSE-D におけるソースターム及び生物圈入力ファイルの仕様 (8/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
30	IIFTF	-	飼料または飼育水から畜産物への移行係数設定フラグ >0:全元素の移行係数をファイル(機番14)から入力する場合で、ファイル内の移行係数番号を入力する。 ≤0:移行係数をカード入力する場合で、 IIFTF がCard 31で入力する元素数となる。
	IU	-	Q_Nの入力単位 = 0:kg/yまたはL/y = 1:g/dまたはml/g
	Q_N	(*)	畜産物の摂取量 (*)単位はIUで設定
	G_N	-	畜産物の市場係数
	T_FN	d	畜産物の輸送時間
31	T_J	y	被ばく期間中の減衰時間 (=0とした場合、減衰を考慮しない)
	Card 31 は(IIFTF<0)のとき入力		
31	NFF(I) I=1, IIFTF	-	元素名(A2):'##'
	Card 32 は(IIFTF≤0)のとき入力		
32	TN(I) I=1, IIFTF +1	d/kg または d/L	元素NFF(I)の移行係数 TN(NFF +1)には、Card 31で指定した元素以外の元素(NFF=0の時は全核種)の移行係数を入力する TN(I)<0の場合はファイル(機番14)内の TN(I) 番目の値を用いる
	Card 33～35 は水産物摂取(IOP=4)のとき入力(複数の水産物摂取による計算の場合、水産物の種類数分のCard 33～35の入力が必要である)		
33	IFFF	-	濃縮係数設定フラグ >0:全元素の濃縮係数をファイル(機番14)から入力する場合で、ファイル内の濃縮係数番号を入力する ≤0:移行係数をカード入力する場合で、 IFFF がCard 34で入力する元素数となる
	IU	-	Q_Mの入力単位 = 0:kg/y = 1:g/d
	Q_M	(*)	水産物摂取量 (*)単位はIUで設定 0.0の場合は水産物中核種の濃度(Bq/kg)を出力する
	G_M	-	水産物市場係数
	RSW	-	養殖水への井戸水利用率
	TSM	d	とりおき期間
	IUNITM	-	計算対象核種選択フラグ:(Card2-1で選択した計算対象核種から水産物摂取経路の計算対象核種を絞り込むためのフラグ:Card 2-1の半減期以上とすればCard2-1で選択した核種全てとなる) 選択した時間以上の半減期の核種を計算の対象とする =0:1年 =1:100日 =2:10日 =3:1日 =4:10時間 =5:1時間
	T_J	y	被ばく期間中の減衰時間 (=0とした場合、減衰を考慮しない)
	Card 34 は(IFFF<0)のとき入力		
	NFF(I) I=1, IFFF	-	元素名(A2):'##'
35	Card 35 は(IFFF≤0)のとき入力		
	TM(I) I=1, IFFF +1	m³/kg	元素NFF(I)の濃縮係数 TM(NFF +1)には、Card 31で指定した元素以外の元素(NFF=0の時は全核種)の移行係数を入力する TM(I)<0の場合はファイル(機番14)内の TM(I) 番目の値を用いる

Table A3.3 DOSE-Dにおけるソースターム及び生物圈入力ファイルの仕様 (9/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
Card 36 ~ 37 は吸入摂取(IOP=5)のとき入力			
36	IMD	-	吸入被ばく経路の選択フラグ IMD>0: ダスト吸入被ばく(Card 37-1を入力) IMD<0: トリチウム吸入被ばく(Card 37-2を入力) IMD>0のとき、IMDには、屋内での被ばくや屋外での被ばくといった、同一個人がCard 36の年間被ばく時間中に考慮する被ばく条件数を入力する。 IMD<0のとき、初期濃度設定核種名(Card 7)にトリチウム(H-3)がない場合エラーとなる。また、IMDは負であること自体に意味を持つ。
	B	m^3/y	呼吸量
	F	g/m^3	空気中ダスト濃度(IMD>0の時有効)
	T	h/y	年間被ばく時間
	TJ	y	被ばく期間中の減衰時間(=0とした場合、減衰を考慮しない)
37-1	ダスト吸入被ばく(IMD>0)のとき、Card 37-1 はIMD(屋内での被ばくや屋外での被ばくといった、同一個人がCard 36の年間被ばく時間中に考慮する被ばく条件数)回入力		
	TFAC	-	当該条件下の時間的存在率 常に存在するとした場合が 1.0
	CFAC	-	当該条件下でのダスト除去率 完全にダストが除去された場合が1.0
37-2	トリチウム吸入被ばく(IMD<0)のとき、Card 37-2は1回入力		
	W	g	廃棄物の総重量
	DT	s^{-1}	処分場からの平均飛散率
	HE	m	有効高さ
	LE	m	断面方向長さ
	U	m/s	風速
Card 38 ~ 39 は外部被ばく(IOP=6)のとき入力			
38	IMD	-	屋内での被ばくや屋外での被ばくといった、同一個人がCard 38の年間被ばく時間中に考慮する被ばく条件数
	T	h/y	年間被ばく時間
	DCFFLAG	-	外部被ばく線量換算係数の選択フラグ =0: ファイル(機番11)を基に、容土厚さ入力値(Card 16-4)に対する値をAkima の補間法により内挿する。(確率論的解析で、任意の容土厚さに対する外部被ばく線量換算係数を内挿で求める場合に有効) >0: ファイル(機番11)内のDCFFLAG番目の値を使用する。
	RADCF	$\mu Sv/h$ per Bq/g	Ra-226の外部被ばく線量換算係数の入力または設定フラグ 決定論的解析の場合 ≥ 0.0 : 入力値を使用 <0.0: ファイル(機番11)の値を使用 確率論的解析の場合 ≥ 0.0 : 入力値を使用(一定値) <0.0: 变動パラメータファイル(機番41)の値
	TJ	y	被ばく期間中の減衰時間(=0とした場合、減衰を考慮しない)
39	Card 39 はIMD(屋内での被ばくや屋外での被ばくといった、同一個人がCard 38の年間被ばく時間中に考慮する被ばく条件数)回入力		
	TFAC	-	当該条件下の時間的存在率 常に存在するとした場合が 1.0
	SFAC	-	遮蔽率 完全に遮蔽された場合が 1.0
Card 40 は核種のフランクスまたは流出水中核種濃度(IOP=8)のとき入力			
40	AREA	m^2	出力値設定フラグ >0.0: 核種フランクス(Bq/y)を出力、AREA を廃棄物層の面積 (m^2)として入力 =0.0: 流出水中核種濃度 (Bq/m^3)を出力(地下水移行シナリオ評価時はこちらを使用)

Table A3.3 DOSE-Dにおけるソースターム及び生物圏入力ファイルの仕様 (10/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
Card 41 ~ 46 はラドンガスによる被ばく(IOP=9)のとき入力			
41-1	NAMCRA	-	廃棄物中または汚染土壌中ラジウム濃度として使用する核種名(入力(A5):'#####')
	NLAYER	-	ソースターム入力ファイル(跡地利用シナリオのみ)において、ラドン散逸率の計算を何層で行うかのフラグ(地下水移行シナリオの場合には1層のみのためダミー) =1:ラドン散逸率を1層(廃棄物層のみ)で計算する =2:ラドン散逸率を2層(廃棄物層と覆土混合層)で計算する(Card 41-2aを入力、各層の厚さはCard 16-4のT_C及びT_Uより計算される)
	F_W	-	廃棄物層中における廃棄物混合割合または汚染土壌の希釈割合(当経路のみに有効な希釈係数)
	F	-	散逸能
	D_W	m ² /s	廃棄物層の実効拡散係数(生物圏入力ファイルではダミー値となる)
41-2a	D_C	m ² /s	ソースターム入力ファイルでは、覆土層の実効拡散係数 生物圏モデル用入力では、灌漑土壌等の汚染土壌の実効拡散係数
	Card 41-2a は、ソースターム入力ファイル(跡地利用シナリオのみ)においてラドン散逸率を2層で計算する(NLAYER=2)場合に入力する		
	X_C	-	ダミー値(覆土厚さは、Card 16-4のT_Cで入力)
	RHO_C	kg/m ³	覆土混合層の密度
	X_F	-	ダミー値(容土厚さは、Card 16-4のT_Fで入力)
41-2b	D_F	m ² /s	容土層の実効拡散係数
	Card 41-2b は、生物圏入力ファイル(地下水移行シナリオのみ)の場合に入力する		
	X_W	m	汚染土壌の厚さ ≥0.0: 入力値を使用 <0.0: Card 16-1bのH_S(実効土壌深さ)を使用
	D_W	kg/m ³	汚染土壌の密度 ≥0.0: 入力値を使用 <0.0: Card 16-1bのRHO_S(灌漑土壌密度)を使用
	X_C	m	非汚染土壌の厚さ(=0.0のときは、非汚染土壌を考慮しない)
41-3	D_C	m ² /s	非汚染土壌の実効拡散係数
	T_G(I)	m	客土の上に更に考慮する非汚染層の厚さ(=0.0のときは、非汚染層を考慮しない)
	I=1, 3		
41-3	D_G(I)	m ² /s	客土の上に更に考慮する非汚染層の実効拡散係数
	I=1, 3		
42	LAMD_C	s ⁻¹	床下空間の換気率
	H_C	m	床下空間高さ
	I	s ⁻¹	床下空間から屋内へのラドン侵入率
	H_IN	m	屋内空間高さ
	LAMD_IN	s ⁻¹	屋内換気率
43	ID_WRN		生活水中ラドン濃度の選択フラグ ソースターム入力ファイルのとき(Card 1-1のIFIN≠9999) =0: 生活水中ラドン濃度を0.0(Bq/m ³)とする =1: 生活水中ラドン濃度を機番28のファイル(流出水中核種濃度)から取得する(Card 15-1のIOPに8を入力し、Card 40のAREAは0.0とする) 生物圏入力ファイルのとき(Card 1-1のIFIN=9999) =0: 生活水中ラドン濃度を機番16のファイル(地下水中核種濃度)から取得する。 =1: 生活水中ラドン濃度を機番28のファイル(流出水中核種濃度)から取得する(ソースターム入力ファイルのCard 15-1のIOPに8を入力し、Card 40のAREAは0.0とする)
	NAMCWRN		生活水中ラドン濃度として使用する核種名(入力(A5):'#####')
	Q_W	m ³ /h	生活水の使用量
	G	-	ガス化率
	V	m ³	居住空間体積

Table A3.3 DOSE-D におけるソースターム及び生物圈入力ファイルの仕様 (11/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
44	MODEL_OUT	-	屋外ラドンガス濃度モデル選択フラグ =0:ボックスモデル =1:パフモデル1 単位放出率1.0 (Bq/s)に対する屋外ラドン濃度を1度だけ計算し、この値から各計算時間の放出率に対する屋外ラドン濃度を計算する =2:パフモデル2 各計算時間毎にパフモデルによる屋外ラドン濃度を計算する
	H	m	評価高さ ボックスモデルの場合は、評価領域の最大高さ パフモデルの場合は、濃度算出地点の高さ
	U	m/s	風速
	A	m	断面方向長さ(発生源長さ) >0.0:入力値を使用 =0.0:Card 16-2のW_W及びL_Wより次式で計算(ソースタームモデル用入力時のみ有効) $A=2*(W_W*L_W/\pi)^{0.5}$ <0.0:Card 16-2のL_Wを使用(ソースターム入力ファイルのみ有効)
45	Card 45 はパフモデル(MODEL_OUT=1 or 2)のとき入力する		
	FAC_WIDTH	m	パフモデルにおける処分場幅
	NUM_LEN	-	断面方向長さ分割数
	NUM_WIDTH	-	処分場幅分割数
	INDEX_TUR	-	ターナーの拡散パラメータ算出式の選択フラグ = 0 : 秒単位式 = 1 : 時間単位式
	ISTAB	-	大気安定度(ターナーの大気安定度(1~7)) = 1 : (A)強不安定 = 2 : (B)不安定 = 3 : (C)やや不安定 = 4 : (D)中立 = 5 : (E)やや安定 = 6 : (F)安定 = 7 : (G)強安定
	X_MIN	m	評価地点の範囲の最小下流地点
	X_MAX	m	評価地点の範囲の最大下流地点
	NUM_X	-	評価地点の範囲の分割数 X_MIN～X_MAX の範囲をNUM_Xに分割したNUM_X+1点を評価地点とし、最大地点の濃度を被ばく評価用の屋外ラドン濃度とする。 NUM_X=0のとき、X_MIN=X_MAXでなければならない。
	PUFF_INT	s	パフの放出時間間隔
	NUM_ERR		パフモデルの計算打ち切り幅の設定 =0:10 ⁻² =1:10 ⁻³ =2:10 ⁻⁴ =3:10 ⁻⁵
46	FI	-	屋内の平衡ファクタ
	FO	-	屋外の平衡ファクタ
	RR	-	屋外の居住係数(屋内の居住係数は1.0-RR)
	T	h/y	年間被ばく時間
	K	Sv/ (Bq·h·m ⁻³)	線量換算係数
	T_I	y	被ばく期間中の減衰時間 (=0とした場合、減衰を考慮しない)

Table A3.3 DOSE-Dにおけるソースターム及び生物圏入力ファイルの仕様 (12/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
Card 47～54 は、河川・河川岸に関する5経路(IOP=10)を評価するときに入力			
河川面直接線外部被ばく:Card 47～49			
河川水サブマージョン外部被ばく:Card 48及び51			
漁網からの直接線外部被ばく:Card 47～52			
河川岸直接線外部被ばく:Card 47～51及び54			
河川岸再浮遊砂吸入内部被ばく:Card 48, 53及び54			
47	ATTEN FLAG	-	光子の質量減弱係数及びエネルギー吸収係数の算出方法の設定フラグ =0:NBSに基づく方法(参考文献(*1)からの25点のエネルギーに対する値を3次スプライン曲線により内挿して任意のエネルギーに対する値を求める) =1:NUREG/CR-5740に基づく方法(参考文献(*2)から、質量減弱係数に対し28点、エネルギー吸収係数に対して27点のエネルギーに対する値をAkimaの方法(*3)により内挿して任意のエネルギーに対する値を求める)
	BFFLAG	-	ビルドアップ係数の算出方法の設定フラグ =0:指針集に基づく方法(公衆線量指針(*4)におけるビルドアップ係数の算出方法により任意のエネルギーに対する値を求める) =1:G-P法(NUREG/CR-5740(*2)からの25点のエネルギーに対する値をG-P法(*5)により内挿して任意のエネルギーに対する値を求める)
	MEAN FLAG	-	実効エネルギー・平均エネルギーの設定フラグ =0:核種によらず平均エネルギーを0.5(MeV)で固定し、実効エネルギーはJAERI-Data/Code 2001-004(*6)から、参考文献(*7)における実効エネルギーの算出方法により計算 =1:JAERI-Data/Code 2001-004(*6)の核データから、参考文献(*7)における実効エネルギー及び平均エネルギーの算出方法により計算 =2:ORNL-5054/R1(*8)におけるライブラリーファイルから平均エネルギーと実効エネルギーを直接使用
48-1	T(I) I=1,5	h/y	年間被ばく時間 I=1:河川域上、I=2:遊泳、I=3:河川岸作業(直接線)、 I=4:漁網操作、I=5:河川岸作業(砂吸入)
48-2	TI(I), I=1,5	y	被ばく期間中の減衰時間(=0とした場合、減衰を考慮しない)
49	Card 49は、各パラメータについて (I=1:河川域上、I=2:河川岸(上層)、I=3:河川岸(下層)、I=4:漁網操作)について入力する		
49-1	ALPHA(I)	cm ⁻¹	浸透係数
49-2	FDEP(I)	cm	鉛直方向の核種分布の中心
49-3	DEP1(I)	cm	深さZに関する積分範囲(下限)
49-4	DEP2(I)	cm	深さZに関する積分範囲(上限) (下限値と同じ値にしたとき、半無限積分になる)
49-5	RDIRC1(I)	cm	半径ρに関する積分範囲(下限)
49-6	RDIRC2(I)	cm	半径ρに関する積分範囲(上限) (下限値と同じ値にしたとき、半無限積分になる)
50	HDIS(I)	cm	線源表面から被ばく点までの距離(直接線外部被ばく計算) (I=1:河川水面、I=2:河川岸砂面、I=3:漁網)
51	RHO(I)	g/cm ³	密度(I=1:空気、I=2:河川水(海水)、I=4:漁網)

(*1) Hubbell, J. H., Photon Cross Sections, Attenuation Coefficients, and Energy Absorption Coefficients from 10keV to 100GeV, NSRDS-NBS 29 (1969)

(*2) US-NRC, New Gamma-Ray Buildup Factor Data for Point Kernel Calculations : ANS-6.4.3 Standard Reference Data, U.S. Nuclear Regulatory Commission, NUREG/CR-5740, ORNL/RSIC-49/R1, (1991)

(*3) Hiroshi Akima, Algorithm 433, Interpolation and smooth curve fitting based on local procedures. Comm. ACM 15, 10 (1972), 914-918

(*4) 内閣総理大臣官房原子力安全室監修、「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」(平成元年3月原子力安全委員会了承、平成13年3月一部改訂)、「改訂10版 原子力安全委員会 安全審査指針集」大成出版社(2000)

(*5) Harima, Y., et al., "Validity of the Geometric Progression Formula in Approximation Gamma-Ray Buildup Factors", Nucl. Sci. Eng. Vol.94, No.24, 1986

(*6) 遠藤章, 山口恭弘, Compilation of nuclear decay data used for dose calculation; Revised data for radionuclides listed in ICRP publication 38, JAERI-Data/Code 2001-004 (2001)

(*7) 内閣総理大臣官房原子力安全室監修、「被ばく計算に用いる放射線エネルギー等について」(平成元年3月原子力安全委員会了承、平成13年3月一部改訂)、「改訂10版 原子力安全委員会 安全審査指針集」大成出版社(2000)

(*8) Evaluated nuclear structure data file : A manual for preparation of data set, version 1.81, ORNL-5054/R1(1978)

Table A3.3 DOSE-D におけるソースターム及び生物圏入力ファイルの仕様 (13/13)

カード番号	入力変数	単位	内容
52-1	NNET	-	河川水(海水)から漁網への移行比の設定フラグ >0:全元素の移行比をファイル(機番14)から入力する場合で、ファイル内の移行比番号を 入力する ≤0:移行比をカード入力する場合で、 NNET が Card 52-2で入力する元素数となる
52-2	ELEM_NET(I) I=1, NNET	-	移行比を設定する元素名('A2')
52-3	CF_NET(I) I=1, NNET	Bq/kg per Bq/m ³	河川水(海水)から漁網への移行比
53	F	g/m ³	河川岸(海岸)作業時の空気中ダスト濃度
	B	m ³ /h	河川岸(海岸)作業者の呼吸量
54-1	RHO_R	g/cm ³	河川岸(海岸)土壤の密度
54-2	NRSH	-	河川水(海水)から河川岸(海岸)土壤への移行比の設定フラグ >0:全元素の移行比をファイル(機番14)から入力する場合で、ファイル内の移行比番号を 入力する ≤0:移行比をカード入力する場合で、 NRSH が Card 54-3で入力する元素数となる
54-3	ELEM_SH (I) I=1, NRSH	-	移行比を設定する元素名('A2')
54-4	CF(I) I=1, NRSH	Bq/kg per Bq/m ³	河川水(海水)から河川岸(海岸)土壤への移行比
Card 55 は、海水中の塩に起因する2経路(IOP=11)を評価するときに入力			
塩摂取による内部被ばく: Card 55-1			
風送塩吸入による内部被ばく: Card 55-2			
55-1	CNA	kg/m ³	海水中の塩化ナトリウム濃度
	QNA	kg/y	食塩の年間摂取量
	T_I	y	被ばく期間中の減衰時間(=0とした場合、減衰を考慮しない)
55-2	FMW	m ³ -water/m ³ -air	空気中に含まれる海水の量
	B	m ³ /h	呼吸量
	T	h/y	年間被ばく時間
	T_I	y	被ばく期間中の減衰時間(=0とした場合、減衰を考慮しない)
Card 56は、皮膚被ばく線量(IOP=12)を評価するときに入力			
56	F_D	-	皮膚に堆積するダストの希釈係数
	F_C	-	皮膚に堆積するダストの濃縮係数
	L_DUST	cm	皮膚に堆積したダストの厚さ
	RHO_DUST	g/cm ³	皮膚に堆積したダストの密度
	T_E	h/y	年間被ばく時間
	T_I	y	被ばく期間中の減衰時間(=0とした場合、減衰を考慮しない)
	IDCF_SKIN	-	皮膚被ばく線量換算係数の選択フラグ ファイル(機番18)内のIDCF_SKIN番目の値を使用する。

Table A3.4 DOSE-D における帯水層移行入力ファイルの仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	TITLE	-	ジョブのタイトル
2	IUNIT	-	単位フラグ IUNIT = I2 × 10 + I1 I1:出力 0:atom/kl、1:Bq/kl、2:Ci/kl、3:g/kl:4/mol/kl I2:境界条件(カード入力) 0:atom/y、1:Bq/y、2:Ci/y、3:g/y、4:mol/y
	ITIM	-	出力の時間データ数
	IPRINT	-	印刷フラグ =0:印刷無し、>0:入力データと結果、<0:入力データのみ、 =99:確率論的解析の場合に機番16に結果を出力
	IIPT	-	0を入力
3	TIM(I), I=1, ITIM	y	時間刻みを変える時刻
4	IDL(I), I=1, ITIM	-	時刻TIM(I-1) ~ TIM(I) の間の時間刻み
5	LPPR1	-	FILT法パラメータA
	LPPR2	-	FILT法パラメータB
	LPPR3	-	FILT法パラメータNP
	LPPR4	-	FILT法パラメータK1
	LPPR5	-	FILT法パラメータK2
6	NPIP	-	移行経路数
Card 7 はNPIP 回繰り返す (I=1, NPIP)			
7-1	UGW(I)	m/y	地下水流速 >0.0:実流速 <0.0:ダルシー流速
	QV(I)	m ³ /y	帯水層中の地下水流量(希釈流量) >0.0:入力値を使用 0.0 > QV > -1.0: QV = W_W * H_S * VV * EPS_S -1.0 > QV > -2.0: QV = W_W * H_S * VV * EPS_S + QS (W_W:ソースタームモデル入力における廃棄物層幅、H_S:帯水層の厚さ、VV:実流速に換算後の値)
	EPS_S(I)	-	帯水層間隙率
	RHO_S(I)	g/cm ³	帯水層土壤真密度
	NS(I)	-	分配係数番号(ファイル(機番13)内の番号を入力)
	QS(I)	m ³ /y	核種を含む地下水への湧き出し量(帯水層への流入量) >0.0:入力値を使用 <0.0:QS=L_W*W_W*P (L_W:ソースタームモデル入力における廃棄物層長さ、W_W:廃棄物層幅、P:浸透水量)
	H_S(I)	m	帯水層の厚さ(QV>0.0のときはダミー値となる)
7-2	IFX(I)	-	移行距離選択フラグ =0:移行距離=X =1:移行距離=L_W/2 =2:移行距離=X+L_W/2 (L_W:ソースタームモデル入力における廃棄物層長さ)
	X(I)	m	移行距離入力値(>0.0を入力)
7-3	IFD(I)	-	分散係数選択フラグ =0:分散係数=D =1:分散係数=D * UGW =2:分散係数=D * (移行距離)* UGW (UGW:実流速に換算後の値)
	D(I)	m ² /y, m, or -	IFD=0:分散係数 IFD=1:分散長 IFD=2:分散長と移行距離との比例係数

Table A3.5 DOSE-D における被ばく線量と線量ラベル

被ばく経路	IOP番号	線量ラベル	計算される被ばく線量
飲料水摂取による被ばく	1	WTR	飲用水摂取による被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
農作物摂取による被ばく	2	CROP	農作物摂取による被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
畜産物摂取による被ばく	3	STW	畜産物摂取(飼育水経由)による被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
		STF	畜産物摂取(飼料経由)による被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
水産物摂取による被ばく	4	MRN	水産物摂取による被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
吸入摂取による被ばく	5	INH	吸入摂取による被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
外部被ばく	6	EXP	外部被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
ラドンガスの吸入による被ばく	9	RNS	ラドンガス(土壤経由)による被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
		RNLW	ラドンガス(生活水経由)による被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
河川・河川岸に関する5経路 (または海洋・海岸)	10	SSEX	河川面直接線外部被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
		SBMX	河川水サブマージョン外部被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
		SHEX	河川岸直接線外部被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
		SNET	魚網からの直接線外部被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
		SHIH	河川岸再浮遊砂吸入内部被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
海洋の塩に関する2経路	11	NAIG	塩摂取による内部被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
		NAIH	風送塩吸入による内部被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）
皮膚汚染による皮膚被ばく	12	SKIN	皮膚汚染による皮膚被ばく線量（ピーク値、ピーク値出現時間）

(注1) IOP番号は、Table A3.3に示す入力データのCard15-1出力する項目の選択フラグ番号に対応する。

(注2) 線量ラベルは、ピーク値の場合を示しており、ピーク値出現時間の場合には先頭に "T" が追加される。

DOSE-D 入力例

* 埋設処分シナリオ用被ばく線量評価コード DOSE-D 入力：確率論的解析

*

* 跡地利用サブシナリオ

* [Card 1-1]

* (1) MODEL : 計算方法選択フラグ (ラプラス変換法が推奨フラグ)
* /0/1 /ラプラス変換法/差分法 (ルンゲ=クッタ法) /
* (2) IFIC : 初期条件設定フラグ
* コンパートメント内の初期濃度条件に関する設定を行う。
* /<0/0>/0 /初期濃度 0/全核種同一濃度設定/核種別濃度設定/
* (3) IFOU : 核種流出条件設定フラグ
* 土壤からの核種流出条件と分配係数または放出係数の読み込み設定に
* 関する設定を行う。
* /<0/0>/0 /流出なし/流出あり(ライブラリ)/流出あり(入力)/
* (4) IFIN : 灌溉・飲用水中核種濃度入力設定フラグ
* 灌溉・飲用水を考慮するかどうか、考慮する場合、灌溉・飲用水中核
* 種濃度をどのように入力するかを選択する。
* /<0/0>/0/9999 /考慮しない/考慮する(全核種同一)/考慮する(核種
* 別設定)/地下水移行シナリオの生物圏データ入力/
* (5) ITIM : 出力時間刻みデータ数 ($1 \geq ITIM \geq 10$)
* Card 4 で設定する出力する時間刻みを行う時刻の数
* (6) ICHAIN : 崩壊系列の核種入力オプション
* /0/1 /最上位核種指定入力/崩壊系列核種入力/
*

* (1) (2) (3) (4) (5) (6)
0 1 0 -1 9 0

* [Card 1-2] 確率論的解析を行う場合に入力

* (1) FILEFLAG : 出力選択フラグ
* 出力するファイルに関する設定を行う。
* /0/1/2 /評価経路別/核種別/サンプリングデータを用いた
* 決定論的解析結果/
* (2) PEAKFLAG : ピーク線量出現時間の導出方法の選択フラグ
* 対数平均は、被ばく線量がピーク線量の相対誤差以内にある場合、そ
* の区間全体をピークとみなし、その区間の最小時間と最大時間の二点
* で対数平均してピーク線量出現時間とする。
* /0/1 /対数平均/ピーク値に対応する評価時間/
* (3) RPEAK : 相対誤差 (PEAKFLAG=0 のとき有効)
* (4) IDEBUG : デバッグ用フラグ (通常 0 とする)

* (1) (2) (3) (4)
0 1 0.01 0

* [Card 2-1] 最上位核種指定 (ICHAIN=0) の場合に入力

* (1) NUPNUCL : 最上位核種の数
* (2) IUNIT : 計算対象核種選択フラグ
* 選択した時間以上の半減期の核種を計算の対象とする。
* /0/1/2/3/4/3/5 /1年/100日/10日/1日/10時間/1時間/

* -----

 * (1) (2)

 1 2

 * [Card 2-2] 最上位核種指定 (ICHAIN=0) の場合に入力

 'U234 , ! 最上位核種名を 6 文字で '#####' とする。

 * [Card 3-1] ラプラス変換法 (MODEL=0) の場合に入力

 9.0 0.0 20 0 20 ! FILT 法パラメータ A,B,K1,K2,NP

 * [Card 4] TIM(I), I=1, ITIM : 出力する時間刻みが変わる位置

 * [Card 5] IDL(I), I=1, ITIM : TIM(I-1) と TIM(I) の間の出力数

 50 1E2 1E3 1E4 1E5 1E6 1E7 1E8 1E9

 1 5 18 18 18 18 18 18 18

 * [Card 6] 濃度設定 (IFIC \geq 0) の場合に入力

 1.0 ! 初期核種濃度の希釈率

 * [Card 7] 核種別濃度設定 (IFIC>0) の場合に入力

 'U234 , ! 最上位核種名を 6 文字で '#####' とする。

 * [Card 8] 濃度設定 (IFIC \geq 0) の場合に入力

 * CIC(I), I=1, IFIC+1 : CIC(IFIC+1) には、Card 7 で指定した核種以外の核種

 * (コードにより自動的に設定される崩壊系列中核種) の濃度を入力する。

 * なお、IFIC=0 の場合には全核種となる。

 1.0 0.0

 * Card 14 以降は、必要な評価土壤条件数だけ繰り返すことができる。

 * [Card 14] INO : 評価する項目数

 * [Card 15-1] IOP(I), I=1, INO : 出力する項目の選択フラグ

 * /1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/

 * /飲用水摂取による内部被ばく線量

 * /農作物摂取による内部被ばく線量

 * /畜産物摂取による内部被ばく線量

 * /水産物摂取による内部被ばく線量

 * /吸入摂取による内部被ばく線量

 * /外部被ばく線量

 * /土壤中核種濃度

 * /土壤から流出する核種フラックスあるいは流出水中核種濃度

 * /ラドンガス吸入による内部被ばく線量

 * /河川水及び河川岸利用に係る外部被ばく及び吸入内部被ばく線量

 * /塩摂取及び風送塩吸入による内部被ばく線量/

 * /皮膚汚染による皮膚被ばく線量/

 * -----

 11 ! INO

 2 2 2 2 3 3 3 3 3 6 7 ! IOP(I), I=1, INO

 * [Card 15-2] 被ばく経路共通パラメータ設定フラグ

 * (1) COMFLAG1 : 年間被ばく時間の共通化フラグ

 * 確率論的解析時に各経路で常に同じ値にする場合に必要となる。

* /0/1/2/3/ /各経路の入力値/Card 36 で共通/Card 38 で共通
 * /Card 46 で共通/
 * (2) COMFLAG2 : 屋外居住係数
 * 確率論的解析時に各経路で常に同じ値にする場合に必要となる。
 * /0/>0/<0/ /各経路の入力値/Card 39 で共通/Card 46 で共通/
 *
 * (1) (2)
 0 0
 ****=
 * [Card 16-1a] ソースタームモデル用入力時
 * (1) FKDR : 分配係数／放出係数モデル選択フラグ
 * />0/<0/ /分配係数モデル/放出係数モデル/
 * (2) RHO_W : 廃棄物層の密度の設定 [g/cm³]
 * 分配係数モデルの場合に有効で、0以外は絶対値が密度の値となる。
 * /0/>0/<0/ /ファイル(機番15)/嵩密度/真密度/
 * (3) EPS_W : 廃棄物層の空隙率 [-]
 * 分配係数モデルの場合に有効となる。
 * (4) DNO : ファイル(機番13)中の分配係数／放出係数番号
 * (5) TH_W : 廃棄物層の水分飽和度 [-]
 * 分配係数モデルの場合に有効となる。
 *
 * (1) (2) (3) (4) (5)
 1.0 2.0 0.2 3 1.0
 ****=
 * [Card 16-2] ソースタームモデル用入力時
 * (1) FLAGDEP : 廃棄物埋設効率に関するパラメータ調整法選択フラグ
 * /0/1/2/3/4/ /[EFFDEP=W/(W_W*L_W*H_W)]
 * /[L_W=W/(EFFDEP*W_W*H_W)]
 * /[W_W=W/(EFFDEP*L_W*H_W)]
 * /[H_W=W/(EFFDEP*L_W*W_W)]
 * /[L_W=W_W=SQRT(W/(EFFDEP*H_W))]
 * (2) EFFDEP : 廃棄物埋積効率 [-]
 * (3) W : 廃棄物の総量 [m³]
 * (4) W_W : 廃棄物層の幅(処分場幅) [m]
 * (5) L_W : 廃棄物層の長さ [m]
 * (6) H_W : 廃棄物層の厚さ [m]
 *
 * (1) (2) (3) (4) (5) (6)
 4 0.16 2E5 500.0 500.0 5.0
 ****=
 * [Card 16-3] ソースタームモデル用入力時
 0.0 ! 処分場閉鎖から流出開始までの期間 [y]
 ****=
 * [Card 16-4] ソースタームモデル用入力時
 * (1) T_C : 覆土厚さ [m]
 * (2) T_U : 堀削深さ [m]
 * (3) T_F : 客土厚さ [m]
 * (4) FLAGDIL : 覆土との混合割合算出の適用フラグ
 * 跡地利用シナリオの農作物及び飼料経由畜産物摂取経路に対して覆土
 * との混合割合を適用するかどうかを設定する。
 * /0/1/ /適用しない/適用する/

* -----

 * (1) (2) (3) (4)

 0.5 3.0 0.0 1

 **** -----

 * [Card 16-5] ソースタームモデル用入力時

 0.0 ! V : 隆起侵食速度／沈降堆積速度 [m/y]

 * /0/ >0/ <0/ /考慮しない/ 隆起侵食速度/沈降堆積速度/

 **** -----

 * [Card 16-6] ソースタームモデル用入力時

 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 ! 初期濃度の乗せられる汎用無次元係数

 **** -----

 * [Card 20-1] 分配係数 (FKDRC>0) または生物圏モデル用設定の場合に入力

 0.3 ! 分配係数 [ml/g]

 **** -----

 * [Card 22] 農作物摂取 (IOP=2) の場合に入力

 * (1) IFFF : 土壤から農作物への移行係数設定フラグ

 * />0/ ≤0/ /ファイル(機番 14)中列番号/カード入力元素数/

 * (2) F_R : 根からの吸収割合 [-]

 * (3) FT : 農作物全体の放射能に対する可食部の核種の割合 [m]

 * (4) RV : 沈着した核種が農作物に補足される割合 [-]

 * (5) Y : 栽培密度 [kg/m²]

 * (6) T_W : WEATHERING による表面沈着核種の除去半減期 [d]

 * (7) TGI : 農作物の生育期間 (WEATHERING の影響する期間) [d]

 * (8) IU : 農作物摂取量 Q の単位 /0/1/ /[kg/y]/[g/d]/

 * (9) Q : 農作物摂取量 (単位は IU で設定)

 * (10) G : 農作物の市場係数 [-]

 * (11) T_V : 農作物の輸送時間 [d]

 * (12) TIR : 核種を含む灌漑水の年間利用割合 [d/y]

 * (13) IUNITM : 計算対象核種選択フラグ

 * 全体の計算対象核種の中から、農作物摂取経路の計算対象核種を選択した時間以上の半減期の核種に絞り込む。

 * /0/1/2/3/4/3/5/ /1年/100日/10日/1日/10時間/1時間/

 * (14) T_I : 被ばく期間中の減衰時間 [y]

 * =0とした場合、減衰を考慮しない

 * -----

 * (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14)

 1 1.0 0.0 0.0 2.3 14 60 0 71.0 1.0 0.0 365.25 2 0.0 ! 米

 2 1.0 0.0 0.0 2.3 14 60 0 12.0 1.0 0.0 365.25 2 0.0 ! 葉菜

 2 1.0 0.0 0.0 2.3 14 60 0 45.0 1.0 0.0 365.25 2 0.0 ! 非葉菜

 2 1.0 0.0 0.0 2.3 14 60 0 22.0 1.0 0.0 365.25 2 0.0 ! 果実

 **** -----

 * [Card 25] 畜産物摂取 (IOP=3) の場合に入力

 * (1) IW : 飼育水摂取設定フラグ

 * /0/1/ /摂取しない/摂取する/

 * (2) IP : 飼料摂取設定フラグ

 * /0/1/ /摂取しない/摂取する/

 * (3) IUNITM : 計算対象核種選択フラグ

 * 全体の計算対象核種の中から、畜産物摂取経路の計算対象核種を選択した時間以上の半減期の核種に絞り込む。

 * /0/1/2/3/4/3/5/ /1年/100日/10日/1日/10時間/1時間/

 *

* [Card 27] 畜産物摂取 (IOP=3) の場合に入力
 * (1) IFFF : 土壤から飼料への移行係数設定フラグ
 * />0/≤0/ /ファイル(機番 14)中列番号/カード入力元素数/
 * (2) F_R : 根からの吸収割合 [-]
 * (3) FT : 飼料全体の放射能に対する可食部の核種の割合 [m]
 * (4) RV : 沈着した核種が牧草に補足される割合 [-]
 * (5) Y : 栽培密度 [kg/m²]
 * (6) T_W : WEATHERING による表面沈着核種の除去半減期 [d]
 * (7) TGI : 飼料の生育期間 (WEATHERING の影響する期間) [d]
 * (8) IU : 家畜の飼料摂取量 Q_F の単位 /0/1/ /[kg/y]/[g/d]/
 * (9) Q_F : 家畜の飼料摂取量 (単位は IU で設定)
 * (10) M_F : 飼料の混合割合 [-]
 * (11) TPRI : 飼料の輸送時間 [d]
 * (12) TIR : 核種を含む灌漑水の年間利用割合 [d/y]

* [Card 30] 畜産物摂取 (IOP=3) の場合に入力
 * (1) IFTF : 飼料または飼育水から畜産物への移行係数設定フラグ
 * />0/≤0/ /ファイル(機番 14)中列番号/カード入力元素数/
 * (2) IU : 畜産物の摂取量 Q_N の単位 /0/1/ /[kg/y]/[g/d]/
 * (3) Q_N : 畜産物摂取量 (単位は IU で設定)
 * (4) G_N : 畜産物の市場係数 [-]
 * (5) T_FN : 畜産物の輸送時間 [d]
 * (6) T_I : 被ばく期間中の減衰時間 [y]
 * =0 とした場合、減衰を考慮しない

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
0	1	2									! [25] : 牛乳
3	1.0	0.0	0.0	2.3	14.0	60.0	1	16.1	1.0	0.0	365.25 ! [27] : 牛乳
4	0	110.0	1.0	0.0	0.0						! [30] : 牛乳
0	1	2									! [25] : 牛肉
3	1.0	0.0	0.0	2.3	14.0	60.0	1	7.2	1.0	0.0	365.25 ! [27] : 牛肉
5	0	2.0	1.0	0.0	0.0						! [30] : 牛肉
0	1	2									! [25] : 豚肉
3	1.0	0.0	0.0	2.3	14.0	60.0	1	2.4	1.0	0.0	365.25 ! [27] : 豚肉
6	0	5.0	1.0	0.0	0.0						! [30] : 豚肉
0	1	2									! [25] : 鶏肉
7	1.0	0.0	0.0	2.3	14.0	60.0	1	0.07	1.0	0.0	365.25 ! [27] : 鶏肉
6	0	4.0	1.0	0.0	0.0						! [30] : 鶏肉
0	1	2									! [25] : 鶏卵
3	1.0	0.0	0.0	2.3	14.0	60.0	1	0.07	1.0	0.0	365.25 ! [27] : 鶏卵
8	0	8.0	1.0	0.0	0.0						! [30] : 鶏卵

* [Card 38] 外部被ばく (IOP=6) の場合に入力
 * (1) IMD : 被ばく条件数
 * 屋内での被ばくや屋外での被ばくといった、同一個人が年間被ばく時間中に考慮する被ばく条件を設定する。
 * (2) T : 年間被ばく時間 [h/y]
 * (3) DCFFLAG : 外部被ばく線量換算係数の選択フラグ
 * ファイル(機番 11)を基に、客土厚さに対する値を Akima の補間法により内挿するか、ファイル(機番 11)の指定番号列とする。
 * /0/>0/ /内挿/指定/

* (4) RADCF : Ra-226 の外部被ばく線量換算係数の設定
* カード入力の場合、確率論的解析時には一定値となる。ライブラリの
* 場合、決定論的解析時にはファイル(機番 11)の値で、確率論的解析時
* には変動パラメータファイル(機番 41)の値となる。
* /≥0/ <0/ /カード入力/ライブラリ/
* (5) T_I : 被ばく期間中の減衰時間 [y]
* =0とした場合、減衰を考慮しない

* (1) (2) (3) (4) (5)
1 8760 1 -5.2E-1 0.0

* [Card 39] 外部被ばく (IOP=6) の場合に入力
* (1) TFAC : 当該条件下の時間的存在率 [-]
* (2) SFAC : 遮蔽率 [-]

* (1) (2)
0.2 0.0

FORSPOP.DAT 出力例
(農作物の摂取による内部被ばく経路、²³⁴U)

1000	98	12	VOLW	HDW	HFW	TFAC_1	EXTIME	DENSW	FRAG	DFW
RTUP	DIETCR_1	DIETCR_2	DIETCR_3	DIETCR_4	BFCROP	RTUPFD	MIXFEED			
DIETSTP_1	DIETSTP_2	DIETSTP_3	DIETSTP_4	DIETSTP_5	DIETST_1	DIETST_2	DIETST_3			
DIETST_4	DIETST_5	BFST	TRCR_1_U	TRCR_1_TH	TRCR_1_RA	TRCR_1_PB	TRCR_1_PO			
TRCR_2_U	TRCR_2_TH	TRCR_2_RA	TRCR_2_PB	TRCR_2_PO	TRCR_3_U	TRCR_3_TH	TRCR_3_RA			
TRCR_3_PB	TRCR_3_PO	TRCR_4_U	TRCR_4_TH	TRCR_4_RA	TRCR_4_PB	TRCR_4_PO	TRSTP_1_U			
TRSTP_1	THTRSTP_1	RATRSTP_1	PBTRSTP_1	POTRSTP_2_U	TRSTP_2	THTRSTP_2	RATRSTP_2_PB			
TRSTP_2	POTRSTP_3_U	TRSTP_3	THTRSTP_3	RATRSTP_3	PBTRSTP_3	POTRSTP_4_U	TRSTP_4_TH			
TRSTP_4	RATRSTP_4	PBTRSTP_4	POTRSTP_5_U	TRSTP_5	THTRSTP_5	RATRSTP_5	PBTRSTP_5_P0			
TRSTW_1_U	TRSTW_1	THTRSTW_1	RATRSTW_1	PBTRSTW_1	POTRSTW_2_U	TRSTW_2	THTRSTW_2_RA			
TRSTW_2	PBTRSTW_2	POTRSTW_3_U	TRSTW_3	THTRSTW_3	RATRSTW_3	PBTRSTW_3	POTRSTW_4_U			
TRSTW_4	THTRSTW_4	RATRSTW_4	PBTRSTW_4	POTRSTW_5_U	TRSTW_5	THTRSTW_5	RATRSTW_5_PB			
TRSTW_5	PORADCF									
U234_TM	U234	TH230_TM	TH230	RA226_TM	RA226	PB210_TM	PB210			
P0210_TM	P0210	SUM_TM	SUM							
1										
1. 000000										
1										
1. 613E+05 2. 961E+00 5. 379E-01 5. 563E-01 5. 261E+03 1. 453E+00 2. 446E-01 2. 729E-07										
3. 108E-02 8. 237E+01 1. 652E+01 1. 036E+02 4. 183E+01 9. 497E-01 2. 151E-01 9. 257E-01										
2. 111E+01 7. 601E+00 2. 607E+00 8. 027E-02 1. 128E-01 6. 264E+01 1. 455E+01 1. 296E+01										
1. 396E+01 2. 336E+01 9. 148E-01 5. 628E-04 9. 053E-05 1. 427E-03 1. 319E-02 4. 123E-03										
3. 742E-03 1. 920E-05 3. 875E-03 1. 579E-03 2. 212E-03 5. 452E-04 9. 250E-06 2. 594E-03										
3. 627E-04 6. 744E-04 3. 389E-03 1. 221E-03 1. 717E-03 3. 142E-03 3. 402E-03 9. 901E-03										
1. 064E-02 1. 121E-01 1. 499E-03 1. 626E-02 5. 929E-02 8. 923E-03 2. 183E-01 1. 240E-03										
3. 979E-02 1. 909E-02 6. 542E-03 3. 358E-01 1. 769E-03 2. 338E-01 2. 572E-02 4. 895E-02										
5. 746E-02 1. 784E-03 1. 119E-01 2. 205E-02 1. 626E-02 6. 236E-02 2. 399E-03 1. 865E-01										
2. 020E-04 7. 796E-06 4. 178E-04 2. 411E-04 1. 160E-04 4. 493E-04 3. 966E-04 1. 868E-03										
2. 707E-04 1. 918E-03 3. 670E-02 2. 262E-03 2. 403E-02 7. 986E-02 6. 458E-03 4. 718E-01										
4. 068E-01 1. 625E+00 4. 086E+00 2. 151E+00 1. 250E+00 2. 390E-01 2. 109E-01 1. 099E+00										
2. 270E+00 1. 188E-01										
5. 000E+01 5. 885E-08 3. 500E+04 5. 422E-09 3. 500E+04 5. 971E-08 3. 500E+04 3. 614E-07										
3. 500E+04 2. 881E-07 3. 500E+04 7. 371E-07										
2										
2. 353E+05 3. 494E+00 2. 318E-01 6. 369E-01 4. 786E+03 1. 589E+00 3. 568E-02 9. 161E-08										
4. 123E-03 7. 414E+01 1. 515E+01 7. 809E+01 5. 002E+01 3. 991E-01 4. 332E-01 9. 083E-01										
1. 682E+01 8. 142E+00 2. 293E+00 7. 725E-02 1. 059E-01 7. 317E+01 1. 247E+01 9. 566E+00										
7. 037E+00 3. 550E+01 6. 555E-01 7. 143E-04 1. 990E-05 7. 390E-04 4. 265E-03 2. 012E-03										
3. 113E-04 3. 525E-04 3. 329E-03 1. 364E-03 2. 223E-03 4. 868E-03 4. 305E-06 1. 351E-03										
3. 410E-03 4. 989E-03 5. 075E-04 1. 252E-03 1. 490E-03 3. 442E-04 1. 380E-03 4. 894E-02										
2. 268E-02 2. 387E-02 9. 944E-04 1. 173E-01 3. 168E-02 5. 691E-02 6. 990E-02 2. 981E-03										
1. 489E-01 3. 308E-02 2. 725E-02 1. 405E-01 1. 069E-03 2. 496E-01 1. 004E-02 1. 700E-02										
6. 590E-02 5. 196E-04 1. 583E-01 3. 245E-02 1. 157E-02 9. 859E-02 1. 005E-03 1. 088E-01										

後略

Appendix-4

再利用シナリオ評価コード DOSE-R の入力マニュアル及び入出力例

再利用シナリオ評価コード DOSE-R に対する標準入力ファイルの名称は DOSE-R.INP である。また、確率論的解析において LHS-R によって作成されたパラメータセットファイル LHS.DAT を使用する。ここでは、DOSE-R.INP の入力仕様について述べる。

DOSE-R.INP の入力仕様を Table A4.1 に示す。前半の Card1～Card10 にかけて、計算オプションフラグ、基準物質（再原料、再製品、スラグ、ダスト）の濃度推定のパラメータ入力部分等からなる。さらに、Card11 以降は、各被ばく経路の線量評価を行うための基本情報の入力部分であり、いくつかの被ばく線量評価モデルに対応した入力形式となっている。Card11 において、計算対象とする被ばく経路と基準物質の種類を選択することになるが、各被ばく経路で想定される基準物質との組み合わせを TableA4.2 に示す。Table A4.2 において × がついている組み合わせが選択された場合は出力ファイルである DOSE.OUT に「caution」が出力される。

確率論的解析において、LHS.DAT に格納された変動値を用いたいパラメータについては、その入力位置に、核種非依存パラメータと核種依存パラメータのそれぞれの LHS.INP における順番を絶対値とする負数を入力することにより、LHS.DAT 内の当該パラメータが選択される。例えば、ある核種非依存パラメータに、LHS.INP において 2 番目に入力されたパラメータを使用したい場合は、当該パラメータの入力位置に「-2」と記述する。なお、外部被ばく線量係数番号選択フラグ以外の核種依存パラメータは DOSE-R.INP において核種毎に入力するため、すべての核種について変動パラメータを用いる際には、全ての核種の当該パラメータの入力位置に、当該負数を入力する必要がある。なお、内部被ばく線量換算係数は変動パラメータとならない。

「*」が先頭につけられた行全体、あるいは「!」がつけられた後のカラムはコメントと見なされるので、入力パラメータの説明等に利用できる。

本コードの標準出力は DOSE-R.OUT、統計解析のための出力は FORSPOPnn.DAT である。また線量評価結果のみが DOSEOUTnn.DAT に出力される。さらに、実行する計算の選択フラグ（Table A4.1 のカード 1 の ICAL）により、時間変化出力結果が DOSETIME.TIM に、リサイクルモデル出力結果が RECYCLE.REC に出力される。ファイル名中の「nn」は、2 桁の整数で、入力で設定した評価経路順の番号（TableA4.4 のカード 11 において、評価経路の選択をし、その設定した順番にナンバリングされる）が付けられる。つまり、DOSE-R による結果出力ファイルは、必ず 1 つの評価経路に対する被ばく線量結果のファイルとなる。FORSPOPnn.DAT は 1 行目にパラメータセット数、変動パラメータ数、計算が行われた経路数が出力される。2 行目からは、パラメータラベル、核種ラベル、統計処理のための値（1, 1.0）が出力され、その後に変動パラメータの値と、線量評価結果がパラメータセット数出力される。線量評価結果は、核種ラベルに対応したピーク被ばく線量値の他に、必ずそのピーク線量の出現時間をセットとして出力する。核種ラベル（文字列）については、評価対象とした核種名の他に、ピーク線量の出現時間を表すラベル（その文字列の後ろに “TM” を追加して表示）が表示される。

Table A4.1 再利用シナリオ評価コード DOSE-R における入力ファイル仕様 (1/7)

カード番号	入力変数	単位	内容
1	計算オプション		
	NUCMAX	-	最上位核種の数(最大30)
	ICONC_R	-	再製品中濃度計算フラグ =0: 計算しない =1: 計算する
	ICONC_S	-	スラグ中濃度計算フラグ =0: 計算しない =1: 計算する
	ICONC_D	-	ダスト中濃度計算フラグ =0: 計算しない =1: 計算する
	IUNIT	-	入力単位選択フラグ(Card 5における入力値の意味及び単位の選択) =0: 基準線量(Sv/y)の入力、計算は1Bq/kgまたは1Bq/m ² に対する被ばく線量計算を行い、入力した基準線量相当濃度を出力する =1: クリアランス直後の対象物質中濃度(Bq/kg)の入力、計算はCard5の濃度条件に対する被ばく線量を計算し出力する =2: クリアランス直後の対象物表面濃度(Bq/m ²)の入力、計算はCard5の表面濃度条件に対する被ばく線量を計算し出力する
	NHALF	-	計算対象核種の半減期指定フラグ(指定した半減期以上を計算対象とする。指定した半減期末満の核種については、その核種の上位核種(親核種)に各線量換算係数を加えて評価することになる。) =1: 1年、=2: 100日、=3: 10日 =4: 1日、=5: 10時間、=6: 1時間
	ICALC	-	決定論及び確率論的解析の制御フラグ =0: 決定論的解析を行う =1: 確率論的解析をLHS-R入力ファイルにおけるパラメータセット数に基づき行う =2以上: 整数: 1から入力された回数の計算を行う
	IPNUC	-	核種別係数設定フラグ(Card7において核種別係数を入力、クリアランス直後の対象物質中核種濃度に掛かる係数) =0: 核種依存係数を入力しない =1以上: 核種依存係数を入力されたセット数入力する(最大5セット)
	IOUT	-	出力フラグ(確率論解析時に有効) =0: 第1回目の計算に関する出力のみを行う =1: 計算されたすべてのパラメータセットに関する出力を行う
	ICAL	-	実行する計算の選択フラグ: 評価時間だけを計算するか時系列を追った計算をするかを選択するフラグで、時系列を追った計算の場合は単純に時系列を追うカリサイクルモデルとするかが選択できる =0: 入力評価時間における計算(Card 6, Card 8, Card 9, Card 10で入力する評価時間での計算) =1: 経時変化の計算(Card 3で入力する経時変化の出力時間での計算) =2: リサイクルモデルの計算(Card 3で入力する経時変化の出力時間での計算、Card 4でリサイクルモデルのパラメータを入力する)
2	核種名		
	NUCNAM(I) I=1, NUC MAX	-	核種名をNUCMAX個(Card1)入力する 6文字で左詰に入力し、シングルクオートで囲む
3	ルンゲ・クッタ法の刻み幅および経時変化の出力時間		
	TSTEP	y	時間刻み幅
	NSTEP	-	時間刻みTSTEPの分割数 計算する時間刻み幅は(TSTEP/NSTEP)となる。この刻み幅は移行速度の最大値の逆数より小さくなる。
	ITIM	-	時間区間の個数
	TIM	y	各時間区間の上限値(ITIM個入力する)
	IDL	-	各時間区間の出力個数(IDL個入力する)
4	ICAL=2のとき入力		
	TCYC	y	リサイクルされる再製品やスラグの耐用年数(耐用年数を経た再製品やスラグは、リサイクルされる都度、希釈や濃縮といった係数や以下のパラメータを乗じる)
	NRE_IN	-	リサイクルモデルの濃度を計算するときに掛ける核種非依存パラメータ数(最大30)を入力する(考慮しない場合は0とする)
	RECYC_IN	任意	リサイクルモデルの濃度を計算するときに掛ける核種非依存パラメータをNRE_IN個入力する。
	NRE_DE	-	リサイクルモデルの濃度を計算するときに掛ける核種依存パラメータの数(最大50)を入力する(考慮しない場合は、0とする)
	RECYC_DE	任意	リサイクルモデルの濃度を計算するときに掛ける核種依存パラメータを、NRE_DE個入力する(設定される核種順で入力する)

Table A4.1 再利用シナリオ評価コード DOSE-R における入力ファイル仕様 (2/7)

カード番号	入力変数	単位	内容
5	BASE	Sv/y Bq/kg Bq/m ²	基準線量あるいはクリアランス直後の対象物質中の核種濃度の入力(Card1のIUNITに対応) IUNIT=0: 基準線量 IUNIT=1: クリアランス直後の対象物質中核種濃度 IUNIT=2: クリアランス直後の対象物質表面核種濃度
6	DF1 DF2 DF3 DF4 DF5 T_P	- - - - - y	クリアランス対象物質中の核種濃度に掛けられる希釈係数の設定(再生品原料中の核種濃度の計算用パラメータ) 希釈係数1 希釈係数2 希釈係数3 希釈係数4 希釈係数5 評価時間(クリアランス開始からの時間: 再生品原料を対象、Card1 ICAL=0の時に設定、その他のケースではダミー入力)
7	F_NUC	-	クリアランス対象物質中の核種濃度に掛けられる核種に依存する係数の設定(再生品原料中の核種濃度の計算用パラメータ: Card1 IPNUC>0の場合に、NUCMAX個をIPNUC回入力する) FORMAT(8E10.0) 各核種に依存する係数 NUCMAX個の係数を入力する
8	R_C R_P T_P NTF_P	- - y -	再製品に関する核種濃度計算用パラメータ(ICONC_R=1の場合に入力) 再生品原料中クリアランス対象物質割合(再生品原料中の核種濃度に掛けられるパラメータ) 再生品原料市場係数(再生品原料中の核種濃度に掛けられるパラメータ) 評価時間(クリアランス開始からの時間: 再生品原料を対象、Card1 ICAL=0の時に設定、その他のケースではダミー入力) 各核種の再製品への移行割合フラグ(機番26のライブラリファイルによる設定) =0: Repr_Trans.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)
9	R_C R_P T_P CF_S NTF_S	- - y - -	スラグに関する核種濃度計算用パラメータ(ICONC_S=1の場合に入力) 再生品原料中クリアランス対象物質割合(再生品原料中の核種濃度に掛けられるパラメータ) 再生品原料市場係数(再生品原料中の核種濃度に掛けられるパラメータ) 評価時間(クリアランス開始からの時間: 再生品原料を対象、Card1 ICAL=0の時に設定、その他のケースではダミー入力) スラグのみかけの濃縮係数(核種非依存) 各核種のスラグへの移行割合フラグ(機番27のライブラリファイルによる設定) =0: Slag_Trans.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)
10	R_C R_P T_P CF_D NTF_D	- - y - -	ダストに関する核種濃度計算用パラメータ(ICONC_D=1の場合に入力) 再生品原料中クリアランス対象物質割合(再生品原料中の核種濃度に掛けられるパラメータ) 再生品原料市場係数(再生品原料中の核種濃度に掛けられるパラメータ) 評価時間(クリアランス開始からの時間: 再生品原料を対象、Card1 ICAL=0の時に設定、その他のケースではダミー入力) ダストのみかけの濃縮係数(核種非依存) 各核種のダストへの移行割合フラグ(機番28のライブラリファイルによる設定) =0: Dust_Trans.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)

Table A4.1 再利用シナリオ評価コード DOSE-R における入力ファイル仕様 (3/7)

カード番号	入力変数	単位	内容
カード 11において、計算する被ばく経路の経路選択フラグIRを入力し、IRに対応したカードのパラメータの入力をを行う。複数経路の計算を行う場合は、カード11(IR入力)とIRに対応したカードのパラメータの入力セットを繰り返す。			
11	被ばく経路および基準物質の入力		
	IR	-	被ばく経路選択フラグ 11:外部被ばく(減衰なしモデル) 12:外部被ばく(減衰ありモデル) 13:外部被ばく(粗骨材モデル) 21:吸入被ばく(減衰なしモデル) 22:吸入被ばく(減衰ありモデル) 31:経口被ばく(廣食モデル) 32:経口被ばく(溶解モデル) 33:経口被ばく(農作物モデル) 41:再使用(外部被ばく) 42:再使用(吸入被ばく、再浮遊) 43:再使用(経口被ばく、剥離) 51:ラドンガス吸入被ばく(モデル1~4) 61:焼却シナリオ(外部被ばく:作業者) 62:焼却シナリオ(外部被ばく:周辺居住者) 63:焼却シナリオ(吸入被ばく:作業者) 64:焼却シナリオ(吸入被ばく:周辺居住者) 65:焼却シナリオ(経口被ばく:農作物摂取) 66:焼却シナリオ(経口被ばく:畜産物摂取) 71:皮膚汚染による皮膚被ばく
	IB	-	基準物質選択フラグ:被ばく線量を計算するための基準物質の種類を以下から選択する 1:原料物質 2:再製品 3:スラグ 4:ダスト
12	外部被ばく線量計算パラメータ(IR=11、減衰なしモデル)		
	N_DF	-	外部被ばく線量係数番号選択フラグ(機番22のライブラリファイルによる設定) >0:EXTERNAL.libから対応核種のN_DF列目の値を取得(0の場合は1列目)
	NF_S	-	各核種の遮蔽係数番号選択フラグ(機番91のライブラリファイルによる設定) >0:Shield.libから対応核種のNF_S列目の値を取得(0の場合は1列目)
	D_M	-	評価対象経路における希釈係数
	T_E	h/y	評価対象経路における年間被ばく時間
13	外部被ばく線量計算パラメータ(IR=12、減衰ありモデル)		
	N_DF	-	外部被ばく線量係数番号選択フラグ(機番22のライブラリファイルによる設定) >0:EXTERNAL.libから対応核種のN_DF列目の値を取得(0の場合は1列目)
	NF_S	-	各核種の遮蔽係数番号選択フラグ(機番91のライブラリファイルによる設定) >0:Shield.libから対応核種のNF_S列目の値を取得(0の場合は1列目)
	D_M	-	評価対象経路における希釈係数
	T_E	h/y	評価対象経路における年間被ばく時間
	T_J	y	被ばく積算期間
14	外部被ばく線量計算パラメータ(IR=13、粗骨材モデル)		
	N_DF	-	外部被ばく線量係数番号選択フラグ(機番22のライブラリファイルによる設定) >0:EXTERNAL.libから対応核種のN_DF列目の値を取得(0の場合は1列目)
	NF_S	-	各核種の遮蔽係数番号選択フラグ(機番91のライブラリファイルによる設定) >0:Shield.libから対応核種のNF_S列目の値を取得(0の場合は1列目)
	D_M	-	評価対象経路における希釈係数
	T_E	h/y	評価対象経路における年間被ばく時間
	T_J	y	被ばく積算期間
	F_G	kg/m ³	粗骨材量
	RHO_G	kg/m ³	建築材密度
15	吸入被ばく線量計算パラメータ(IR=21、減衰なしモデル)		
	D_M	-	評価対象経路における希釈係数
	R_B	m ³ /h	呼吸率
	T_E	h/y	評価対象経路における年間被ばく時間
	C_D	kg/m ³	空気中ダスト濃度

Table A4.1 再利用シナリオ評価コード DOSE-R における入力ファイル仕様 (4/7)

カード番号	入力変数	単位	内容
16	吸入被ばく線量計算パラメータ(IR=22、減衰ありモデル)		
	D_M	-	評価対象経路における希釈係数
	R_B	m ³ /h	呼吸率
	T_E	h/y	評価対象経路における年間被ばく時間
	C_D	kg/m ³	空気中ダスト濃度
	T_I	y	被ばく積算期間
17	経口被ばく線量計算パラメータ(IR=31、腐食モデル)		
	D_M	-	評価対象経路における希釈係数
	R_M	cm/h	評価対象物質の腐食速度
	A_M	cm ²	評価対象物質の表面積
	RHO_M	g/cm ³	評価対象物質の密度
	T_M	h/y	評価対象物質の年間使用時間
	Q_M	-	評価対象物質の腐食による摂取割合
	T_I	y	被ばく積算時間
18	経口被ばく線量計算パラメータ(IR=32、溶解モデル)		
	D_M	-	評価対象経路における希釈係数
	Q_W	m ³ /y	評価対象飲用物の摂取量
	C_W	kg/m ³	評価対象飲用物中評価対象物濃度
	T_I	y	被ばく積算時間
19	経口被ばく線量計算パラメータ1(IR=33、農作物モデル)		
	D_M	-	評価対象経路における希釈係数
	C_D	kg/m ³	空気中ダスト濃度
	V_G	m/y	ダストの沈着速度
	Q_R	kg/y	農作物摂取量
	F_M	-	農作物市場係数
	T_T	y	農作物輸送時間
	F_C	-	調理による残留率
	F_G	-	栽培期間年間比
20	経口被ばく線量計算パラメータ2(IR=33、農作物モデル)		
	F_V	-	核種の農作物表面への沈着割合
	F_E	-	沈着した核種の可食部への移行割合
	L_W	y ⁻¹	ウェザリングによる除去係数
	T_G	y	農作物の生育期間
	Y	kg/m ²	農作物の栽培密度
21	経口被ばく線量計算パラメータ3(IR=33、農作物モデル)		
	F_D	-	空気中ダストの地表面への沈着割合
	F_R	-	沈着した核種の耕作地土壤への残留割合
	T_R	y	当該基準物質の放出期間
	P	kg/m ²	土壤実効表面密度
	L_S	y ⁻¹	土壤からの除去率
	NT_F	-	土壤-農作物移行係数(Bq/kg per Bq/kg)のフラグ(機番29のライブラリファイルによる設定) >0: Agri.Trans.lib から対応核種のNT_F列目の値を取得(0の場合は1列目)
22	外部被ばく線量計算パラメータ(IR=41、再使用シナリオ)		
	N_DF	-	外部被ばく線量係数番号選択フラグ(機番22のライブラリファイルによる設定) >0: EXTERNAL.lib から対応核種のN_DF列目の値を取得(0の場合は1列目)
	NF_S	-	各核種の遮蔽係数番号選択フラグ(機番91のライブラリファイルによる設定) >0: Shield.lib から対応核種のNF_S列目の値を取得(0の場合は1列目)
	D_M	-	評価対象経路における希釈係数
	T_E	h/y	評価対象経路における年間被ばく時間
	T_I	y	被ばく積算時間
23	吸入被ばく線量計算パラメータ(IR=42、再使用シナリオ)		
	D_M	-	評価対象経路における希釈係数
	R_B	m ³ /h	呼吸率
	T_E	h/y	評価対象経路における年間被ばく時間
	R_R	m ⁻¹	再使用用品からの再浮遊係数
	T_I	y	被ばく積算時間
24	経口被ばく線量計算パラメータ(IR=43、再使用シナリオ)		
	D_M	-	評価対象経路における希釈係数
	Q_R	m ² /h	剥離性汚染の摂取量
	T_E	h/y	評価対象経路における年間被ばく時間
	T_I	y	被ばく積算時間

Table A4.1 再利用シナリオ評価コード DOSE-R における入力ファイル仕様 (5/7)

カード番号	入力変数	単位	内容
Card25～Card28-2までは、ラドンガス吸入被ばくに関するパラメータ(IR=51)			
25	ラドン濃度評価モデル選択フラグ	-	ラドン濃度評価モデル選択フラグ =1: 再製品等の表面から散逸する屋内ラドンガス濃度評価モデル =2: 再製品等の表面から散逸する屋外ラドンガス濃度評価モデル =3: 再生利用作業工程の粉塵から発生するラドンガス濃度評価モデル =4: 金属製品の再使用時に剥離した汚染物から発生するラドンガス濃度評価モデル
	MODEL_RN	-	ラドンガス散逸率評価モデルのパラメータ(MODEL_RN=3と=4の場合はダミー)
	RHO	kg/m ³	汚染物質密度
	F	-	散逸能
	D_W	m ² /s	汚染物質の実効拡散係数
	X_W	m	汚染物質(基準物質)の厚さ
26	屋内ラドン濃度評価モデルのパラメータ(MODEL_RN=1以外の場合はダミー)		
	A	m ²	汚染物質の表面積
	V	m ³	屋内空間容積
	LAMD_IN	s ⁻¹	屋内空間換気率
	屋外大気中ラドン濃度評価モデルのパラメータ(MODEL_RN=2以外の場合はダミー)		
	H	m	評価高さ
	U	m/s	風速
	AL	m	発生源長さ
27	ラドンガス吸入による被ばく線量評価モデルの計算パラメータ		
	FO or FI	-	平衡ファクタ(MODEL_RN=1の場合は屋内、その他の場合は屋外)
	T	h/y	年間被ばく時間
	K	Sv/h per Bq/m ³	線量換算係数
	T_I	y	被ばく積算時間
28-1a	ラドン濃度算定式に乗算で追加するパラメータ(MODEL_RN=1と=2の場合)		
	P_MULT(I) I=1,5	任意	濃度計算式に乗算で作用する5つのパラメータを入力する。 考慮しない場合には、5つのパラメータを1とおく。
28-1b	ラドン濃度算定式に乗算で追加するパラメータ(MODEL_RN=3の場合)		
	RD_CON	kg/m ³	ダスト濃度
	P_MULT(I) I=2,5	任意	濃度計算式に乗算で作用する4つのパラメータを入力する。 考慮しない場合には、4つのパラメータを1とおく。
28-1c	ラドン濃度算定式に乗算で追加するパラメータ(MODEL_RN=4の場合)		
	R_DETACH	-	剥離性汚染割合
	R_RESUS	m ⁻¹	再浮遊係数
	P_MULT(I) I=3,5	任意	濃度計算式に乗算で作用する3つのパラメータを入力する。 考慮しない場合には、3つのパラメータを1とおく。
28-2	ラドン濃度算定式に除算で追加する5つのパラメータ(MODEL_RN=1～4共通)		
	P_DIVI	任意	考慮しない場合には、5つのパラメータを1とおく。
29	外部被ばく線量計算パラメータ(焼却処理作業者:IR=61)		
	N_DF	-	焼却灰からの外部被ばく線量係数番号選択フラグ(機番22のライブラリファイルによる設定) >0: EXTERNAL.libから対応核種のN_DF1列目の値を取得(0の場合は1列目)
	NF_S	-	各核種の遮蔽係数番号選択フラグ(機番91のライブラリファイルによる設定) >0: Shield.libから対応核種のNF_S列目の値を取得(0の場合は1列目)
	NF_I	-	各核種の排気塔からの放出割合(機番93のライブラリファイルによる設定) =0: Fi.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)
	D_M	-	廃棄物から焼却灰への濃縮割合
	T_E	h/y	評価対象経路における年間被ばく時間
	T_I	y	被ばく積算時間
30	外部被ばく線量計算パラメータ(焼却施設周辺の居住者[放射性雲及び土壤に沈着した放射性物質からの外部被ばく共通]: IR=62)		
	NF_I	-	各核種の排気塔からの放出割合フラグ(機番93のライブラリファイルによる設定) =0: Fi.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)
	T_E	h/y	評価対象経路における年間被ばく時間
	CAI	Bq/m ³ per Bq/s	単位放出率あたりの空気中濃度(相対濃度)
	R_F	kg/s	焼却率
	I_CAL1	-	放射性雲からの外部被ばく線量計算オプション =0: 計算しない、=1: 計算する
	I_CAL2	-	土壤に沈着した放射性物質からの外部被ばく線量計算オプション =0: 計算しない、=1: 計算する

Table A4.1 再利用シナリオ評価コード DOSE-R における入力ファイル仕様 (6/7)

カード番号	入力変数	単位	内容
31	N_DF1	-	放射性雲からの外部被ばく線量係数番号選択フラグ(機番22のライブラリファイルによる設定) >0: EXTERNAL.libから対応核種のN_DF1列目の値を取得(0の場合は1列目)
	NF_SA1	-	放射性雲からの各核種の遮蔽係数番号選択フラグ(機番91のライブラリファイルによる設定) >0: Shield.libから対応核種のNF_SA1列目の値を取得(0の場合は1列目)
32	N_DF2	-	土壤に沈着した各核種からの外部被ばく線量係数番号選択フラグ(機番22のライブラリファイルによる設定) >0: EXTERNAL.libから対応核種のN_DF2列目の値を取得(0の場合は1列目)
	NF_SA2	-	土壤に沈着した各核種の遮蔽係数番号選択フラグ(機番91のライブラリファイルによる設定) >0: Shield.libから対応核種のNF_SA2列目の値を取得(0の場合は1列目)
33	N_VG	-	各核種の沈着速度フラグ(機番92のライブラリファイルによる設定) =0: Vg.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)
	T_J	y	焼却施設の操業期間
34	L_S	y ⁻¹	土壤からの除去率
	D_M	-	廃棄物から焼却灰への濃縮割合
35	R_B	m ³ /h	呼吸率
	T_E	h/y	評価対象経路における年間被ばく時間
36	C_D	kg/m ³	空気中ダスト濃度
	NF_I	-	各核種の排気塔からの放出割合(機番93のライブラリファイルによる設定) =0: Fi.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)
37	T_J	y	被ばく積算時間
	NF_I	-	各核種の排気塔からの放出割合(機番93のライブラリファイルによる設定) =0: Fi.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)
34	R_B	m ³ /h	呼吸率
	T_E	h/y	評価対象経路における年間被ばく時間
35	CAI	Bq/m ³ per Bq/s	単位放出率あたりの空気中濃度(相対濃度)
	R_F	kg/s	焼却率
36	I_CAL3	-	ブルーム吸入の内部被ばく線量計算オプション =0: 計算しない、=1: 計算する
	I_CAL4	-	再浮遊吸入の内部被ばく線量計算オプション =0: 計算しない、=1: 計算する
35	N_VG	-	各核種の沈着速度(決定論的解析時は0で固定) =0: Vg.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)
	T_J	y	焼却施設の操業期間
36	S_A	m ⁻¹	再浮遊係数a
	S_B	m ⁻¹	再浮遊係数b
37	L_1	y ⁻¹	短期的な除去率
	L_2	y ⁻¹	長期的な除去率
36	NV_G	-	各核種の沈着速度(決定論的解析時は0で固定) =0: Vg.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)
	Q_R	kg/y	農作物摂取量
37	F_M	-	農作物市場係数
	T_T	y	農作物輸送時間
36	F_C	-	調理による残留率
	F_G	-	栽培期間年間比
37	F_V	-	核種の農作物表面への沈着割合
	F_E	-	沈着した核種の可食部への移行割合
37	L_W	y ⁻¹	ウェザリングによる除去係数
	T_G	y	農作物の生育期間
37	Y	kg·fresh/m ²	農作物の栽培密度

Table A4.1 再利用シナリオ評価コード DOSE-R における入力ファイル仕様 (7/7)

カード番号	入力変数	単位	内容
38	経口被ばく線量計算パラメータ3(農作物摂取:IR=65)		
	F_D	-	空気中ダストの地表面への沈着割合
	F_R	-	沈着した核種の耕作地土壤への残留割合
	T_R	y	当該基準物質の放出期間
	P	kg/m ²	土壤実効表面密度
	L_S	y ⁻¹	土壤からの除去率
39	NT_F	Bq/kg-fresh per Bq/kg	核種iの土壤-農作物移行係数のフラグ(機番29のライブラリファイルによる設定) >0: Agri_Trans.libから対応核種のNT_F列目の値を取得(0の場合は1列目)
	NF_I	-	各核種の排気塔からの放出割合(機番93のライブラリファイルによる設定) =0: Fi.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)
	CAI	Bq/m ³ per Bq/s	単位放出率あたりの空気中濃度(相対濃度)
	R_F	kg/s	焼却率
40	経口被ばく線量計算パラメータ1(畜産物摂取:IR=66)		
	NV_G	-	各核種の沈着速度(決定論的解析時は0で固定) =0: Vg.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)
	Q_A	kg/y	畜産物摂取量
	F_M	-	畜産物市場係数
	T_T	y	畜産物輸送時間
	Q_G	kg-dry/day	家畜の飼料摂取量
	F_G	-	放牧期間年間比
	NT_F1	Bq/kg-dry per Bq/kg	核種iの土壤-飼料移行係数のフラグ(機番29のライブラリファイルによる設定) >0: Agr_Trans.libから対応核種のNT_F1列目の値を取得(0の場合は1列目)
	NT_F2	Bq/kg per Bq/day 又は	核種iの飼料-畜産物移行係数のフラグ(機番30のライブラリファイルによる設定) >0: Anm_Trans.libから対応核種のNT_F2列目の値を取得(0の場合は1列目)
41	経口被ばく線量計算パラメータ2(畜産物摂取:IR=66)		
	F_V	-	核種の飼料表面への沈着割合
	F_E	-	沈着した核種の飼料可食部への移行割合
	L_W	1/y	ウェザリングによる除去係数
	T_G	y	飼料の生育期間
42	Y	kg/m ²	飼料の栽培密度
	経口被ばく線量計算パラメータ3(畜産物摂取:IR=66)		
	F_D	-	空気中ダストの地表面への沈着割合
	F_R	-	沈着した核種の耕作地土壤への残留割合
	T_R	y	当該基準物質の放出期間
43	P	kg/m ²	土壤実効表面密度
	L_S	1/y	土壤からの除去率
	経口被ばく線量計算パラメータ4(畜産物摂取:IR=66)		
	NF_I	-	各核種の排気塔からの放出割合(機番93のライブラリファイルによる設定) =0: Fi.libから対応核種の値を取得(決定論的解析時は0で固定)
44	CAI	s/m ³	単位放出率あたりの空気中濃度(相対濃度)
	R_F	kg/s	焼却率
	皮膚被ばく線量計算パラメータ(皮膚被ばくモデル:IR=71)		
	F_D	-	皮膚に堆積するダストの希釀係数
	L_DUST	cm	皮膚に堆積したダストの厚さ
	RHO_DUST	g/cm ³	皮膚に堆積したダストの密度
45	T_E	h/y	年間被ばく時間
	T_I	y	被ばく積算時間
	IDCF_SKIN	-	皮膚被ばく線量換算係数の選択フラグ(機番25のライブラリファイルによる設定) >0: dcfskin.datから対応核種のIDCF_SKIN列目の値を取得

Table A4.2 再利用シナリオの各被ばく経路において設定可能な基準物質

シナリオ	被ばく経路	Card11 (IR値)	基準物質			
			原料物質	再生品(インゴット・製品)	スラグ	ダスト
再生利用 シナリオ	外部被ばく	11	○	○	○	×
		12	○	○	○	×
		13	○	○	○	×
	吸入による内部被ばく	21	○	○	○	○
		22	○	○	○	○
		31	×	○	×	×
	経口摂取による内部被ばく	32	×	○	×	×
		33	○	○	○	○
		ラドンガス吸入被ばく モデル1* モデル2* モデル3*	○	○	○	×
再使用 シナリオ	外部被ばく	41	○	×	×	×
	吸入による内部被ばく	42	○	×	×	×
	経口摂取による内部被ばく	43	○	×	×	×
	ラドンガス吸入被ばく(モデル)	51	○	×	×	×
可燃物限定 シナリオ	外部被ばく	61	○	×	×	×
		62	○	×	×	×
	吸入による内部被ばく	63	○	×	×	×
		64	○	×	×	×
	経口摂取による内部被ばく	65	○	×	×	×
		66	○	×	×	×

(*)ラドンガス吸入被ばくの各モデルについては、2章の再利用シナリオのモデル説明及びDOSE-R入力仕様のCard25に記述している。

DOSE-R 入力例
(積み下ろし作業に伴う外部被ばくと吸入被ばく経路の入力例)

(1) 決定論的解析

```
*****
* 再利用シナリオ用被ばく線量評価コード DOSE-R 入力 : 決定論的解析
*****
* [Card 1] (free format)
*   (1) NUCMAX : 最上位核種の数 (最大 30)
*   (2) ICONC_R : 再生品中濃度計算フラグ
*           /0/1/ /計算しない/計算する/
*   (3) ICONC_S : スラグ中濃度計算フラグ
*           /0/1/ /計算しない/計算する/
*   (4) ICONC_D : ダスト中濃度計算フラグ
*           /0/1/ /計算しない/計算する/
*   (5) IUNIT : 入力単位選択フラグ
*           /0/1/2/ /基準線量[Sv/y]/物質中濃度[Bq/kg]
*           /物質表面濃度[Bq/m2]/
*   (6) NHALF : 指定半減期以上の核種を計算対象とするフラグ
*           /1/2/3/4/3/5/6/ /1 年/100 日/10 日/1 日/10 時間/1 時間/
*   (7) ICALC : 決定論的解析及び確率論的解析の制御フラグ
*           /0/1/>2/ /決定論的解析/確率論的解析(全サンプリング)
*           /確率論的解析(指定サンプリング数まで)/
*   (8) IPNUC : 核種別係数設定フラグ
*           /0/>0/ /入力しない/指定セット入力する(最大 5 セット)/
*   (9) IOUT : 出力フラグ (確率論的解析時に有効)
*           /0/1/ /最初の計算のパラメータ/全計算のパラメータ/
*   (10) ICAL : 実行する計算の選択フラグ
*           /0/1/2/ /入力評価時間の計算/経時変化の計算
*           /リサイクルモデルの計算/
* -----
*   (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10)
*     1   0   0   0   1   2   0   0   0   1
*****
* [Card 2] (free format)
*   'U234' ! 最上位核種名を 6 文字で '#####' とする。
*****
* [Card 3] ルンゲ・クッタ法の刻み幅および経時変化の出力時間 (free format)
*   0.1   10      ! TSTEP, NSTEP : 刻み幅、分割数
*   2          ! ITIM    : 時間区間の個数
*   10   100     ! TIM     : 各時間区間の上限数
*   40   36      ! IDL     : 核時間区間の出力個数
*****
* [Card 5] 基準線量あるいはクリアランス直後の対象物の核種濃度 (free format)
*   単位は Card 1 の入力選択フラグ(IUNIT)で指定する。
*   1E3
*****
* [Card 6] (free format)
*   DF1, DF2, DF3, DF4, DF5, T_P      ! 希釈係数、評価時間
```

```

1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0
*****
=====
* Card 11 以降は、計算する被ばく経路の数だけ繰り返す。
=====
* retrieve [N_DF]th value from external.lib
* retrieve [NS_I]th value from shield.lib
* NTF_D=0 : retrieve from dust_trans.lib
* NTF_S=0 : retrieve from slag_trans.lib
* NTF_P=0 : retrieve from repr_trans.lib
* NT_F=0 : retrieve from agri_trans.lib
* NT_F2=0 : retrieve from amm_trans.lib
* NF_I=0 : retrieve from fi.lib
* NVG_I=0 : retrieve from vg.lib
=====
* [Card 11] (free format)
* (1) IR   : 被ばく経路選択フラグ
*             /11/12/13/ 外部被ばく経路/減衰なし/減衰あり/粗骨材/
*             /21/22/ 吸入被ばく経路/減衰なし/減衰あり/
*             /31/32/33/ 経口被ばく経路/腐食/溶解/農作物/
*             /41/42/43/ 再使用経路/外部/再浮遊吸入/剥離経口/
*             /51/ ラドンガス吸入被ばく経路
*             /61/62/63/64/65/66/ 焼却サブシナリオ
*             /作業者外部/周辺居住者外部
*             /作業者吸入/周辺居住者吸入/農作物摂取/畜産物摂取/
* (2) IB   : 基準物質選択フラグ
*             /1/2/3/4/ /原料物質/再製品/スラグ/ダスト/
=====
* ///////////////////////////////////////////////////////////////////*
* 金属再利用処理（積み下ろし作業）-外部被ばく経路
*****
* [Card 11] (free format)
*           ! IR, IB : 被ばく経路、基準物質
* ****
* [Card 12] 外部被ばく(減衰なし)線量計算パラメータ (free format)
*           IR=11 の場合に入力する
* (1) N_DF   : 外部被ばく線量係数番号選択フラグ
* (2) NF_S    : 各核種の遮蔽係数番号選択フラグ
* (3) D_M     : 評価対象経路における希釈係数 [-]
* (4) T_E     : 評価対象経路における年間被ばく時間 [h/y]
=====
* (1) (2) (3) (4)
* 1 1 1.0 1000.0
* ///////////////////////////////////////////////////////////////////*
* 金属再利用処理（積み下ろし作業）-内部被ばく経路
*****
* [Card 11] (free format)
*           ! IR, IB : 被ばく経路、基準物質
* ****
* [Card 12] 外部被ばく(減衰なし)線量計算パラメータ (free format)
*           IR=11 の場合に入力する

```

* (1) D_M : 評価対象経路における希釈係数 [-]
 * (2) R_B : 呼吸率 [m³/h]
 * (3) T_E : 評価対象経路における年間被ばく時間 [h/y]
 * (4) C_D : 空気中ダスト濃度 [kg/m³]

* (1) (2) (3) (4)
 1.0 1.2 1000.0 5.0E-7

(2)確率論的解析

* 再利用シナリオ用被ばく線量評価コード DOSE-R 入力：確率論的解析

* [Card 1] (free format)

* (1) NUCMAX : 最上位核種の数（最大 30）
 * (2) ICONC_R : 再生品中濃度計算フラグ
 /0/1/ /計算しない/計算する/
 * (3) ICONC_S : スラグ中濃度計算フラグ
 /0/1/ /計算しない/計算する/
 * (4) ICONC_D : ダスト中濃度計算フラグ
 /0/1/ /計算しない/計算する/
 * (5) IUNIT : 入力単位選択フラグ
 /0/1/2/ /基準線量[Sv/y]/物質中濃度[Bq/kg]
 /物質表面濃度[Bq/m²]/
 * (6) NHALF : 指定半減期以上の核種を計算対象とするフラグ
 /1/2/3/4/3/5/6/ /1 年/100 日/10 日/1 日/10 時間/1 時間/
 * (7) ICALC : 決定論的解析及び確率論的解析の制御フラグ
 /0/1/>2/ /決定論的解析/確率論的解析(全サンプリング)
 /確率論的解析(指定サンプリング数まで)/
 * (8) IPNUC : 核種別係数設定フラグ
 /0/0/ /入力しない/指定セット入力する(最大 5 セット)/
 * (9) IOUT : 出力フラグ(確率論的解析時に有効)
 /0/1/ /最初の計算のパラメータ/全計算のパラメータ/
 * (10) ICAL : 実行する計算の選択フラグ
 /0/1/2/ /入力評価時間の計算/経時変化の計算
 /リサイクルモデルの計算/

* (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10)
 1 0 0 0 1 2 1 0 0 1

* [Card 2] (free format)

'U234' ! 最上位核種名を 6 文字で '#####' とする。

* [Card 3] ルンゲ・クッタ法の刻み幅および経時変化の出力時間 (free format)

0.1 10	! TSETP, NSTEP : 刻み幅、分割数
2	! ITIM : 時間区間の個数
10 100	! TIM : 各時間区間の上限数
40 36	! IDL : 核時間区間の出力個数

* [Card 5] 基準線量あるいはクリアランス直後の対象物の核種濃度 (free format)

* 単位は Card 1 の入力選択フラグ(IUNIT)で指定する。

1E3

* [Card 6] (free format)

* DF1, DF2, DF3, DF4, DF5, T_P ! 希釈係数、評価時間
-1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0

*
* Card 11 以降は、計算する被ばく経路の数だけ繰り返す。
*
*
* retrieve [N_DF]th value from external.lib
* retrieve [NS_I]th value from shield.lib
* NTF_D=0 : retrieve from dust_trans.lib
* NTF_S=0 : retrieve from slag_trans.lib
* NTF_P=0 : retrieve from repr_trans.lib
* NT_F=0 : retrieve from agri_trans.lib
* NT_F2=0 : retrieve from anm_trans.lib
* NF_I=0 : retrieve from fi.lib
* NVG_I=0 : retrieve from vg.lib
*
* [Card 11] (free format)

* (1) IR : 被ばく経路選択フラグ
* /11/12/13/ 外部被ばく経路/減衰なし/減衰あり/粗骨材/
* /21/22/ 吸入被ばく経路/減衰なし/減衰あり/
* /31/32/33/ 経口被ばく経路/腐食/溶解/農作物/
* /41/42/43/ 再使用経路/外部/再浮遊吸入/剥離経口/
* /51/ ラドンガス吸入被ばく経路
* /61/62/63/64/65/66/ 燃却サブシナリオ
* /作業者外部/周辺居住者外部
* /作業者吸入/周辺居住者吸入/農作物摂取/畜産物摂取/
* (2) IB : 基準物質選択フラグ
* /1/2/3/4/ /原料物質/再製品/スラグ/ダスト/
*
* ///*

* 金属再利用処理（積み下ろし作業）-外部被ばく経路

* [Card 11] (free format)

11 1 ! IR, IB : 被ばく経路、基準物質

* [Card 12] 外部被ばく(減衰なし)線量計算パラメータ (free format)

* IR=11 の場合に入力する

* (1) N_DF : 外部被ばく線量係数番号選択フラグ
* (2) NF_S : 各核種の遮蔽係数番号選択フラグ
* (3) D_M : 評価対象経路における希釈係数 [-]
* (4) T_E : 評価対象経路における年間被ばく時間 [h/y]

* (1) (2) (3) (4)
-1.0 1 1.0 -2.0

//

* 金属再利用処理（積み下ろし作業）-内部被ばく経路

* [Card 11] (free format)
21 1 ! IR, IB : 被ばく経路、基準物質

* [Card 15] 吸入被ばく(減衰なし)線量計算パラメータ (free format)
* IR=21 の場合に入力する
* (1) D_M : 評価対象経路における希釈係数 [-]
* (2) R_B : 呼吸率 [m³/h]
* (3) T_E : 評価対象経路における年間被ばく時間 [h/y]
* (4) C_D : 空気中ダスト濃度 [kg/m³]
* -----
* (1) (2) (3) (4)
1.0 1.2 -2.0 -3.0

FORSPop.DAT 出力例

1000	8	12	0					
R_C	TE	C_D	DCFU234	DCFTH230	DCFRA226	DCFPB210	DCFP0210	
U234_TM	U234	TH230_TM	TH230	RA226_TM	RA226	PB210_TM	PB210	
P0210_TM	P0210	SUM_TM	SUM					
1								
1.0								
1								
1.479E-01	1.799E+03	2.491E-07	1.167E-16	2.745E-16	1.607E-11	3.483E-16	5.115E-17	
2.500E-01	7.476E-07	1.000E+02	7.309E-09	1.000E+02	1.483E-11	1.000E+02	4.944E-12	
1.000E+02	3.679E-12	1.000E+02	7.547E-07					
2								
3.518E-01	7.096E+02	3.807E-07	1.306E-16	3.115E-16	1.518E-11	3.891E-16	7.525E-17	
2.500E-01	1.072E-06	1.000E+02	1.048E-08	1.000E+02	2.126E-11	1.000E+02	7.089E-12	
1.000E+02	5.275E-12	1.000E+02	1.082E-06					
3								
5.255E-02	1.745E+02	4.892E-07	2.541E-17	1.775E-16	7.122E-12	7.524E-17	2.808E-17	
2.500E-01	5.060E-08	1.000E+02	4.947E-10	1.000E+02	1.004E-12	1.000E+02	3.346E-13	
1.000E+02	2.490E-13	1.000E+02	5.108E-08					
4								
7.327E-02	1.375E+03	4.471E-07	1.283E-16	5.973E-16	1.090E-11	4.048E-16	4.941E-17	
2.500E-01	5.081E-07	1.000E+02	4.967E-09	1.000E+02	1.008E-11	1.000E+02	3.360E-12	
1.000E+02	2.500E-12	1.000E+02	5.129E-07					
5								
2.963E-01	5.591E+02	1.609E-07	4.625E-17	1.841E-16	5.363E-12	1.497E-16	6.175E-17	
2.500E-01	3.007E-07	1.000E+02	2.939E-09	1.000E+02	5.964E-12	1.000E+02	1.988E-12	
1.000E+02	1.480E-12	1.000E+02	3.035E-07					
6								
2.148E-01	8.027E+02	1.580E-07	3.330E-17	4.857E-16	4.120E-12	6.224E-17	3.947E-17	
2.500E-01	3.073E-07	1.000E+02	3.004E-09	1.000E+02	6.095E-12	1.000E+02	2.032E-12	
1.000E+02	1.512E-12	1.000E+02	3.102E-07					
7								
1.817E-01	1.128E+03	1.789E-07	2.860E-17	2.901E-16	4.008E-12	1.124E-16	2.497E-17	
2.500E-01	4.136E-07	1.000E+02	4.044E-09	1.000E+02	8.204E-12	1.000E+02	2.735E-12	
1.000E+02	2.035E-12	1.000E+02	4.175E-07					
8								
1.024E-01	8.911E+02	2.848E-07	1.201E-16	3.864E-16	1.111E-11	4.299E-16	5.883E-17	
2.500E-01	2.931E-07	1.000E+02	2.866E-09	1.000E+02	5.814E-12	1.000E+02	1.938E-12	
1.000E+02	1.443E-12	1.000E+02	2.959E-07					
9								
5.044E-02	5.858E+02	3.532E-07	1.142E-16	5.101E-16	1.261E-11	2.996E-16	5.287E-17	
2.500E-01	1.177E-07	1.000E+02	1.151E-09	1.000E+02	2.335E-12	1.000E+02	7.784E-13	
1.000E+02	5.793E-13	1.000E+02	1.188E-07					

後略

Appendix-5

ラドンガス散逸を考慮した外部被ばく線量換算係数計算コード RADCF 入力マニュアル及び入出力例

ラドンガス散逸を考慮した外部被ばく線量換算係数計算コード RADCF の計算制御情報の入力ファイルの名称は RADCF.INP である。RADCF.INP の入力仕様を Table A5.1 に示す。本コードにおけるラドンガスの土中濃度分布の算出方法は、差分法とラプラス変換による解析的方法の 2 つを備えており、Card1 において計算方法の選択を行う。また、計算モード（決定論及び確率論）の設定、土壤中の Ra-226 の初期濃度条件（通常 1Bq/g を入力する）、ラドンガスの土壤中濃度分布を計算する上で必要なパラメータ等の入力から構成されている。

決定論的解析の場合、廃棄物層の嵩密度、散逸能、廃棄物層のラドン実効拡散係数の 3 つのパラメータは、RADCF.INP に入力が必要であるが、確率論的解析を行う場合、これらの 3 つのパラメータ値は、埋設処分シナリオ用パラメータセット作成コード LHS-D の出力ファイル LHS.DAT から取得されるようになっている。つまり、RADCF による確率論的解析を行う場合、あらかじめ LHS-D における変動パラメータとしてのパラメータラベルの設定に、これら 3 つのパラメータを設定しておかなければならない。また、埋設処分シナリオの確率論的解析時に、LHS-D において変動パラメータの対象となる廃棄物層の密度は、嵩密度と真密度の 2 つの設定が可能であるが（DOSE-D 入力仕様参照）、RADCF を用いた確率論的解析を行う場合、廃棄物層の密度の選択は、嵩密度の設定にしなければならない。

なお、RADCF コードは、跡地利用シナリオの評価にのみ適用可能であり、跡地利用シナリオにおいて、表面土壤が汚染されている状態（客土等の非汚染土壤で地表面が覆われていない状態）に対して有効である。

出力ファイルは、決定論の場合、標準出力ファイル RADCF.OUT にラドンガスの地表面からの散逸を考慮した Ra-226 の外部被ばく線量換算係数（Ra-226 以下の子孫核種の外部被ばく線量換算係数を加算した値）を出力する。また、RADCF による確率論的解析の場合、サンプリング数に応じたラドンガス散逸を考慮した Ra-226 の外部被ばく線量換算係数を計算し、その換算係数の値が LHS.DAT ファイルに追加され、LHS2.DAT ファイルとして新たに出力される。なお、LHS2.DAT の出力フォーマットは、LHS.DAT の出力フォーマットと同じである。さらに、LHS2.DAT を入力とした埋設処分シナリオ評価コード DOSE-D による確率論的解析を行うことで、ウラン核種（U-234 や U-238）に対するラドンガス散逸を考慮した外部被ばく線量の評価が可能になる。この際に、DOSE-D コードのコントロールファイル DOSED.CNT によって、LHS2.DAT の入力ファイル名及び機番を制御する必要がある。

Table A5.1 RADCF コードの標準入力仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	IOPT1	—	計算方法選択フラグ 1:差分解、2:解析解(ラプラス変換による)
	IOPT2	—	計算モード選択フラグ 1:決定論、2:確率論
2	CRA	Bq/kg	初期の土壤中Ra-226濃度の設定(通常、ラドンガスの土壤中濃度分布を計算するため単位濃度1Bq/gを入力)
	DCFRA	$\mu\text{ Sv/h per Bq/g}$	Ra-226単体の外部被ばく線量換算係数
3	ALAMDA	s^{-1}	Rn-222の崩壊定数
4	IOPT2=1のときのみ入力(確率論IOPT2=2の時は、以下の3つのパラメータ値はLHS.DATファイルから取得される)		
	RHO	g/cm^3	廃棄物層嵩密度*
	F	—	散逸能
5	D	m^2/s	廃棄物層のラドンガス実効拡散係数
	DEPTH	m	IOPT1=1(差分解)のとき、境界条件 $\Delta C(x_1,t)=0$ を求めるために必要となる最大深度 x_1
6	DELTAT	s	差分式の Δt
	DELTAX	m	土壤深度の分割幅 ΔX (注) ライブラリーファイルRADNEXT.DATの土壤深度分割幅と同じ値を設定する必要がある(現在:0.025m)

(*埋設処分シナリオの確率論的解析時に、LHS-Dにおいて変動パラメータの対象となる廃棄物層の密度は、嵩密度と真密度の2つの設定が可能である(DOSE-D入力仕様参照)。しかし、RADCFを用いた確率論的解析を行う場合、廃棄物層の密度の選択は、嵩密度の設定にしなければならない。

RADCF 入力例

```
*****
* ラドンガス散逸を考慮した外部被ばく線量換算係数計算コード RADCF 入力 : 決定論的解析
*****
* [Card 1]
* (1) IOPT1   : 計算方法選択フラグ
*           /1/2/      /差分解/解析解(ラプラス変換) /
* (2) IOPT2   : 計算モード選択フラグ
*           /1/2/      /決定論的解析/確率論的解析/
*
* (1) (2)
*     2     2
*****
* [Card 2]
* (1) CRA    : 初期の土壤中 Ra-226 濃度          [Bq/kg]
*             通常、ラドンガスの土壤中濃度分布を計算するため単位濃度 1Bq/g
* (2) DCFRA  : Ra-226 単体の外部被ばく線量換算係数 [μSv/h per Bq/g]
*
* (1) (2)
* 1E+3   2.3E-3
*****
* [Card 3]
* 2.1E-6       ! Rn-222 の崩壊定数          [1/s]
*****
* [Card 4] 決定論的解析 (IOPT2=1) の場合に入力
* (1) RHO     : 廃棄物層嵩密度          [g/cm3]
* (2) F       : 散逸能                  [-]
* (3) D       : 廃棄物層のラドンガス実効拡散係数 [m2/s]
*
* (1) (2) (3)
* 2.0   0.2   2.0E-6
*****
* [Card 5] 差分解 (IOPT1=1) の場合に有効 (解析解の場合はダミー)
* (1) DEPTH   : 最大深度          [m]
*             境界条件  $\Delta C(x_1, t) = 0$  を求めるために必要となる最大深度 x1。
* (2) DELTAT  : 差分式の  $\Delta t$           [s]
*
* (1) (2)
* 5.0   1.0
*****
* [Card 6]
* (注) RADNEXT.DAT に従い、0.025m に固定
* 0.025       ! 土壤深度の分布幅  $\Delta x$           [m]
```

LHS2.DAT の出力例

number of observations =	1000		ヘッダ部
number of variables =	98		
VOLW	HDW	HFW	TFAC_1 EXTIME DENSW FRAG DFW
RTUP	DIETCR_1	DIETCR_2	DIETCR_3 DIETCR_4 BFCROP RTUPFD MIXFEED
DIETSTP_1	DIETSTP_2	DIETSTP_3	DIETSTP_4 DIETSTP_5 DIETST_1 DIETST_2 DIETST_3
DIETST_4	DIETST_5	BFST	TRCR_1_U TRCR_1_TH TRCR_1_RA TRCR_1_PB TRCR_1_PO
TRCR_2_U	TRCR_2_TH	TRCR_2_RA	TRCR_2_PB TRCR_2_PO TRCR_3_U TRCR_3_TH TRCR_3_RA
TRCR_3_PB	TRCR_3_PO	TRCR_4_U	TRCR_4_TH TRCR_4_RA TRCR_4_PB TRCR_4_PO TRSTP_1_U
TRSTP_1	THTRSTP_1	RATRSTP_1	PBTRSTP_1 POTRSTP_2_U TRSTP_2 THTRSTP_2 RATRSTP_2_PB
TRSTP_2	POTRSTP_3_U	TRSTP_3	THTRSTP_3 RATRSTP_3 PBTRSTP_3 POTRSTP_4_U TRSTP_4_TH
TRSTP_4	RATRSTP_4	PBTRSTP_4	POTRSTP_5_U TRSTP_5 THTRSTP_5 RATRSTP_5 PBTRSTP_5_P0
TRSTW_1_U	TRSTW_1	THTRSTW_1	RATRSTW_1 PBTRSTW_1 POTRSTW_2_U TRSTW_2 THTRSTW_2_RA
TRSTW_2	PBTRSTW_2	POTRSTW_3_U	TRSTW_3 THTRSTW_3 RATRSTW_3 PBTRSTW_3 POTRSTW_4_U
TRSTW_4	THTRSTW_4	RATRSTW_4	PBTRSTW_4 POTRSTW_5_U TRSTW_5 THTRSTW_5 RATRSTW_5_PB
TRSTW_5	PORADCF		
1.	613E+05	2.961E+00	5.379E-01 5.563E-01 5.261E+03 1.453E+00 2.446E-01 2.729E-07
3.	108E-02	8.237E+01	1.652E+01 1.036E+02 4.183E+01 9.497E-01 2.151E-01 9.257E-01
2.	111E+01	7.601E+00	2.607E+00 8.027E-02 1.128E-01 6.264E+01 1.455E+01 1.296E+01
1.	396E+01	2.336E+01	9.148E-01 5.628E-04 9.053E-05 1.427E-03 1.319E-02 4.123E-03
3.	742E-03	1.920E-05	3.875E-03 1.579E-03 2.212E-03 5.452E-04 9.250E-06 2.594E-03
3.	627E-04	6.744E-04	3.389E-03 1.221E-03 1.717E-03 3.142E-03 3.402E-03 9.901E-03
1.	064E-02	1.121E-01	1.499E-03 1.626E-02 5.929E-02 8.923E-03 2.183E-01 1.240E-03
3.	979E-02	1.909E-02	6.542E-03 3.358E-01 1.769E-03 2.338E-01 2.572E-02 4.895E-02
5.	746E-02	1.784E-03	1.119E-01 2.205E-02 1.626E-02 6.236E-02 2.399E-03 1.865E-01
2.	020E-04	7.796E-06	4.178E-04 2.411E-04 1.160E-04 4.493E-04 3.966E-04 1.868E-03
2.	707E-04	1.918E-03	3.670E-02 2.262E-03 2.403E-02 7.986E-02 6.458E-03 4.718E-01
4.	068E-01	1.625E+00	4.086E+00 2.151E+00 1.250E+00 2.390E-01 2.109E-01 1.099E+00
2.	270E+00	1.188E-01	
2.	353E+05	3.494E+00	2.318E-01 6.369E-01 4.786E+03 1.589E+00 3.568E-02 9.161E-08
4.	123E-03	7.414E+01	1.515E+01 7.809E+01 5.002E+01 3.991E-01 4.332E-01 9.083E-01
1.	682E+01	8.142E+00	2.293E+00 7.725E-02 1.059E-01 7.317E+01 1.247E+01 9.566E+00
7.	037E+00	3.550E+01	6.555E-01 7.143E-04 1.990E-05 7.390E-04 4.265E-03 2.012E-03
3.	113E-04	3.525E-04	3.329E-03 1.364E-03 2.223E-03 4.868E-03 4.305E-06 1.351E-03
3.	410E-03	4.989E-03	5.075E-04 1.252E-03 1.490E-03 3.442E-04 1.380E-03 4.894E-02
2.	268E-02	2.387E-02	9.944E-04 1.173E-01 3.168E-02 5.691E-02 6.990E-02 2.981E-03
1.	489E-01	3.308E-02	2.725E-02 1.405E-01 1.069E-03 2.496E-01 1.004E-02 1.700E-02
6.	590E-02	5.196E-04	1.583E-01 3.245E-02 1.157E-02 9.859E-02 1.005E-03 1.088E-01
2.	073E-04	1.132E-05	3.799E-04 6.237E-04 2.974E-04 3.482E-04 4.532E-04 6.304E-04
2.	362E-04	1.143E-03	1.347E-02 7.913E-03 9.816E-02 3.223E-02 2.241E-02 4.499E-01
6.	235E-02	5.001E-01	3.364E-01 2.526E+00 1.969E+00 5.640E-02 7.458E-01 2.671E+00
2.	326E+00	2.138E-01	

後略

Appendix-6

統計解析コード SPOP-DR 入力マニュアル及び入出力例

統計解析コード SPOP-DR は埋設処分シナリオと再利用シナリオで共通であり、計算制御情報の入力ファイルの名称は SPOP.INP である。本コードは DOSE-D あるいは DOSE-R の解析結果である FORSPOPxxx.DAT を使用する。SPOP.INP の入力仕様を、Table A6.1 に示す。この「xxx」は、DOSE-D の結果の場合「_nnn」、DOSE-R の結果の場合「nn」であり、それぞれ Appendix-3 及び Appendix-4 を参照する。

なお、「*」が先頭につけられた行はコメントとしてみなされるので、入力パラメータの説明等に利用できる。

SPOP-DR の出力は STAT.OUT である。このファイルでは、各経路における線量あるいは線量の合計値について、まず、累積分布関数（CDF）及び補累積分布関数（CCDF）が出力される。続いて、各変動パラメータと線量との間の相関係数（PEAR）、順位相関係数（SPEA）、偏相関係数（PCC）、偏順位相関係数（PRCC）、標準回帰係数（SRC）及び標準順位回帰係数（SRRC）、及び各係数の大きさを絶対値で比較した順位が出力される（かつて内は各統計値のラベル）。

Table A6.1 統計解析コード SPOP-DR の標準入力ファイル SPOP.INP の仕様

カード番号	入力変数	単位	内容
1	N_OUT	-	統計解析出力数 統計解析を行う出力ケースの数を入力する
2	N_PATH(I) I=1, N_OUT	-	合計経路数 各出力ケースにおいて、合計する被ばく経路の数を入力する(N_OUT個入力する)
3	N_OUT回繰り返す I, PATH(J) J=1, NPATH(I)	-	経路番号 各出力ケースにおいて加算する経路番号(DOSE-DまたはDOSE-Rコードの結果ファイルFORSPOPxxx.DAT内の線量評価結果のラベルの順番)を、各出力ケースにおいてN_PATH個入力する(この入力はN_OUT回繰り返す)

SPOP 入力例 (跡地利用 : 農作物摂取経路の統計解析)

```
*****
* 統計解析コード SPOP 入力
*****
* [Card 1]
    2                                ! 統計解析出力数
* [Card 2]
    5      1                          ! 合計経路数
* [Card 3]
    2      4      6      8      10     ! 合計する経路番号
    12
```

STAT.OUT 出力例 (跡地利用 : 核種合計した農作物摂取経路)

DOSE	<U234	TH230	RA226	PB210	P0210	>	<u>結果 1 (合計処理)</u>
FREQUENCY DISTRIBUTION							結果の頻度分布
CLASS	VALUE	FREQUENCY	LOG				
-1.025E+01		3					
-9.750E+00		4					
-9.250E+00		11					
-8.750E+00		19					
-8.250E+00		58					
-7.750E+00		127					
-7.250E+00		196					
-6.750E+00		202					
-6.250E+00		195					
-5.750E+00		138					
-5.250E+00		43					
-4.750E+00		4					
-4.250E+00		0					
CDF							
TIME(year) PROBABILIT							
3.871E-11	5.000E-04						
8.565E-11	1.500E-03						
9.038E-11	2.500E-03						
1.280E-10	3.500E-03						
中略							
:							
1.048E-05	9.965E-01						
1.058E-05	9.975E-01						
1.078E-05	9.985E-01						
1.403E-05	9.995E-01						
CCDF							
TIME(year) PROBABILIT							
3.871E-11	9.995E-01						
8.565E-11	9.985E-01						

(C
D
F)

9.038E-11 9.975E-01
1.280E-10 9.965E-01

補累積分布閾数
(C C D F)

中略

1.048E-05 3.500E-03
1.058E-05 2.500E-03
1.078E-05 1.500E-03
1.403E-05 5.000E-04

CORRELATION COEFFICIENTS and REGRESSION COEFFICIENTS

PARAMETER	PEAR	SPEA	PCC	PRCC	SRC	SRRC
VOLW	-3.961E-02	-1.760E-02	-5.346E-02	-6.286E-03	-3.199E-02	-2.009E-03
HDW	1.628E-01	2.401E-01	2.590E-01	6.345E-01	1.603E-01	2.619E-01
HFW	1.918E-02	-1.483E-02	2.031E-02	-2.513E-02	1.214E-02	-8.021E-03
TFAC_1	-1.187E-02	-1.219E-02	9.328E-03	-3.160E-02	5.560E-03	-1.009E-02

各指標値

中略

TRSTW_5_RA	7.594E-03	-1.636E-02	8.369E-03	-4.284E-02	5.015E-03	-1.369E-02
TRSTW_5_PB	7.967E-02	-1.348E-02	9.776E-02	-9.001E-03	5.921E-02	-2.871E-03
TRSTW_5_PO	1.814E-02	-1.049E-02	4.292E-02	-3.820E-02	2.573E-02	-1.221E-02
RADCF	-2.281E-02	-4.926E-03	-2.609E-02	2.729E-02	-2.579E-02	4.140E-02

CORRELATION COEFFICIENTS RANKING

PARAMETER	PEAR	SPEA	PCC	PRCC	SRC	SRRC
VOLW	17	30	26	93	27	93
HDW	3	3	3	3	3	3
HFW	45	41	65	70	65	70
TFAC_1	64	54	79	54	79	56

各指標値の絶対値の順位

中略

TRSTW_5_RA	74	33	82	40	82	42
TRSTW_5_PB	7	47	9	91	9	91
TRSTW_5_PO	46	60	34	45	35	47
RADCF	38	76	53	64	34	10

DOSE <SUM>
FREQUENCY DISTRIBUTION
CLASSVALUE FREQUENCY LOG
-1.025E+01 3
-9.750E+00 5

結果 2 (単独)

後略