

地層処分研究開発第2次取りまとめの安全評価における
システム性能の総合的解析の結果

(データ集・記録集)

2002年2月

核燃料サイクル開発機構
東海事業所

本資料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ください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4-49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184

Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2002

地層処分研究開発第2次取りまとめの安全評価における システム性能の総合的解析の結果

(データ集・記録集)

牧野仁史*¹, 澤田 淳*¹, 若杉圭一郎*¹,
加藤智子*¹, 宮原要*², 内田雅大*¹

要旨

サイクル機構は、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関して、「わが国における地層処分の技術的信頼性を示すこと」を目的として研究開発成果を取りまとめ、平成11年11月26日に「地層処分研究開発第2次取りまとめ（以下、第2次取りまとめ）」を安全委員会に提出した。

本報は、第2次取りまとめにおいて実施した、「システム性能の総合的解析」における解析結果（デジタルデータ）をデータ集として取りまとめるものである。あわせて、補足的な情報として、「48分割された透水量係数分布の各区間での一次元平行平板モデルの解析（レファレンスケース）」および「線量換算係数の算出」についても結果（デジタルデータ）を取りまとめる。

解析結果（デジタルデータ）は膨大な量となるため、CD-ROMとして参照しやすい形で集約し、本報の付録とした。

*1) 東海事業所 処分研究部 システム解析グループ

*2) 本社 経営企画本部 バックエンド推進部

**Results from Synthesis of Calculation Cases
Illustrating Overall System Performance
in the Safety Assessment in H12 Report**

(Set of Data)

Hitoshi Makino*¹, Atsushi Sawada*¹, Keiichiro Wakasugi*¹,
Tomoko Kato*¹, Kaname Miyahara*², Masahiro Uchida *¹

Abstract

JNC (Japan Nuclear Cycle Development Institute) had proceeded R&D activities to provide a scientific and technical basis for geological disposal of HLW in Japan. The second progress report (H12) documented the progress of R&D and the Japanese version was submitted to the AEC (the Atomic Energy Commission) in November 1999.

This report summarizes the calculation results for nuclide migration in “Synthesis of Calculation Cases Illustrating Overall System Performance” , which are performed to examine the safety of the geological disposal concept in Japan in the Safety Assessment in H12 Report. In addition, a set of calculation result for nuclide migration through each pathway in one-dimensional multiple pathway model (a set of 48 segments) are summarized for the Reference Case in H12 Report, and calculated dose conversion factors are also summarized against the combinations of potential Geosphere-Biosphere Interfaces (GBI) and potential exposure groups.

Digital data of the calculation results are summarized in Appendix CD-ROM as Microsoft EXCEL files.

*1) Repository System Analysis Group, Waste Isolation Research Division, Tokai Works,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
*2) Nuclear Backend Division, Executive Office for Planning and Administration, Head
Office, Japan Nuclear Cycle Development Institute

目次

1. はじめに -----	1
2. システム性能の総合的解析における核種移行解析結果 -----	1
3. 48 分割された透水量係数分布の各区間での一次元平行平板モデルの 解析結果（レファレンスケース） -----	1
4. 線量換算係数の算出結果 -----	1
5. デジタルデータの CD-ROM 上での集約 -----	4
6. おわりに -----	6
参考文献 -----	6

付録 地層処分研究開発第2次取りまとめの安全評価におけるシステム性能の総合的解析等の結果（デジタルデータ集：CD-ROM 版）

表目次

表1 システム性能の総合的解析での解析ケースの一覧と ファイルとのリンク -----	2
表2 48 分割した各分割区間での透水量係数の代表値の一覧と ファイルとのリンク -----	3
表3 GBI と被ばく集団の組合せの一覧 -----	4

1. はじめに

サイクル機構は、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関して、「わが国における地層処分の技術的信頼性を示すこと」を目的として研究開発成果を取りまとめ、平成11年11月26日に「地層処分研究開発第2次取りまとめ（以下、第2次取りまとめ）」[1][2][3][4]を安全委員会に提出した。

本報は、第2次取りまとめの安全評価[1][4]で実施した核種移行解析の主な結果および線量換算係数の算出結果について、それらのデジタルデータをデータ集として取りまとめるものである。

2. システム性能の総合的解析における核種移行解析結果

第2次取りまとめの安全評価では、システムの安全性の検討のために「システム性能の総合的解析」として37の解析ケースを実施した。

解析ケースの一覧と各ケースの内容を表1に示す。

本報では、37の解析ケースについて、人工バリア中核種移行解析、天然バリア（母岩）中核種移行解析、および天然バリア（断層）中核種移行解析から得られる核種移行率（ガラス固化体1本あたり）のデジタルデータ（単位：Bq/y）を取りまとめた。

3. 48分割された透水量係数分布の各区間での一次元平行平板モデルの解析結果（レファレンスケース）

第2次取りまとめの安全評価では、母岩中の核種移行解析において、移行経路の不均質性として透水量係数分布に着目した一次元平行平板モデルの重ね合わせ手法を採用している。この手法は、亀裂の透水量係数分布を48に分割し、それらの区間に一次元平行平板モデルを適用し、得られた核種移行率を各区間の分布確率で重み付けして全区間を足し合わせるものである。

48分割した各分割区間での透水量係数の代表値（区間の中央値を採用）の一覧を表2に示す。

本報では、レファレンスケースを対象に、48分割した透水量係数毎に一次元平行平板モデルを適用した結果得られる核種移行率（ガラス固化体1本あたり）のデジタルデータ（単位：Bq/y）を取りまとめた。

4. 線量換算係数の算出結果

第2次取りまとめの安全評価では、地表に出てくる核種移行率を、人間生活の環境や様式を考慮した上で線量に変換するために線量換算係数を算出し、この値を用いて核種移行解析から得られる核種移行率（Bq/y）を線量（mSv/y）に変換した。

表 1 システム性能の総合的解析での解析ケースの一覧とファイルとのリンク

解析ケースの分類	ケース番号	地下水	動水勾配	岩種	GBI	人工バリアからの核種移行率ファイル	母岩からの核種移行率ファイル
システムの多様性	1	地下水	0.01	結晶質岩(酸性) *1	河川水	ebs\FRRHP_q0.001.xls のファイルを見る	host\host_case01.xls のファイルを見る
	2			結晶質岩(塩基性)			host\host_case02.xls のファイルを見る
	3			先新第三紀砂質岩			host\host_case03.xls のファイルを見る
	4			先新第三紀泥質・凝灰質岩			host\host_case04.xls のファイルを見る
	5			新第三紀砂質岩			host\host_case05.xls のファイルを見る
	6			新第三紀泥質・凝灰質岩			host\host_case06.xls のファイルを見る
	7			結晶質岩(酸性)			host\host_case07.xls のファイルを見る
	8	結晶質岩(塩基性)	0.1	先新第三紀砂質岩		ebs\FRRHP_q0.01.xls のファイルを見る	host\host_case08.xls のファイルを見る
	9	先新第三紀泥質・凝灰質岩		host\host_case09.xls のファイルを見る			
	10	新第三紀砂質岩		host\host_case10.xls のファイルを見る			
	11	新第三紀泥質・凝灰質岩		host\host_case11.xls のファイルを見る			
	12	結晶質岩(酸性)		host\host_case12.xls のファイルを見る			
	13	結晶質岩(塩基性)		host\host_case13.xls のファイルを見る			
	14	先新第三紀砂質岩		0.001			先新第三紀泥質・凝灰質岩
	15	新第三紀砂質岩	host\host_case15.xls のファイルを見る				
	16	先新第三紀泥質・凝灰質岩	host\host_case16.xls のファイルを見る				
	17	新第三紀砂質岩	host\host_case17.xls のファイルを見る				
	18	新第三紀泥質・凝灰質岩	host\host_case18.xls のファイルを見る				
	19	結晶質岩(酸性)	host\host_case19.xls のファイルを見る				
	20	結晶質岩(塩基性)	0.01			先新第三紀砂質岩	ebs\SRHP_q0.001.xls のファイルを見る
	21	先新第三紀泥質・凝灰質岩		host\host_case21.xls のファイルを見る			
	22	新第三紀砂質岩		host\host_case22.xls のファイルを見る			
	23	新第三紀泥質・凝灰質岩		host\host_case23.xls のファイルを見る			
	24	結晶質岩(酸性)		host\host_case24.xls のファイルを見る			
	25	結晶質岩(塩基性)		host\host_case25.xls のファイルを見る			
	26	先新第三紀砂質岩		0.001		先新第三紀泥質・凝灰質岩	
	27	新第三紀砂質岩	host\host_case27.xls のファイルを見る				
	28	先新第三紀泥質・凝灰質岩	host\host_case28.xls のファイルを見る				
	29	新第三紀砂質岩	host\host_case29.xls のファイルを見る				
	30	新第三紀泥質・凝灰質岩	host\host_case30.xls のファイルを見る				
31	縦断材厚さの変更(0.4m)を考慮	ebs*ebs_case31.xls のファイルを見る	host\host_case31.xls のファイルを見る				
32	GBIを深井戸に変更	ガラス深井戸に變更	*2		-		
データの不確実性	33	ガラス溶解速度、岩盤中分配係数および透水量係数の不確実性を同時に考慮	ガラス溶解速度、岩盤中分配係数および透水量係数の不確実性を同時に考慮	ebs\FRRHP_q0.01g10.xls のファイルを見る	host\host_case33.xls のファイルを見る		
モデルの不確実性	34	コロイドによる核種移行を考慮	コロイドによる核種移行を考慮	ebs\FRRHP_q0.002.xls のファイルを見る	host\host_case34.xls のファイルを見る		
シナリオの不確実性	35	隆起・厚食(隆起侵食速度=1.0 mm y ⁻¹)	隆起・厚食(隆起侵食速度=1.0 mm y ⁻¹)	ebs*ebs_case35.xls のファイルを見る	host\host_case35.xls のファイルを見る		
天然バリア機能を無視するケース	36	シーリングミス	シーリングミス	ebs*ebs_case36.xls のファイルを見る	*4		
	37	人工バリアから放出した核種が直接生物圏に至ると仮定	人工バリアから放出した核種が直接生物圏に至ると仮定	*5	*5		

*1 レファレンスケース

*2 核種移行率はレファレンスケースと同じ。核種移行率を線量に換算する場合に用いる線量換算係数が異なるのみ。

*3 処分場新深度が変化することを想定する解析を保守的かつ容易にするため、断層中での核種移行は考慮しない。

*4 不十分なブラグや埋め戻しの発生を想定した場合の核種放出率をebs*ebs_case36.xlsに示す(このような想定下でのガラス固化体1本あたりの人工バリアからの核種移行率)。

*5 処分場全体(4万本分)の核種移行率を求めるためには、このようなシーリングミスが生じると仮定する200本に対してebs*ebs_case36.xlsの値を、残りの39800本についてはレファレンスケースでの断層からの核種放出率(fault_case01.xls)を用いて、それら値を本数倍した上で足し合わせる。

レファレンスケースにおける人工バリアからの核種放出率を直接線量に換算する。

表2 48分割した各分割区間での透水量係数の代表値の一覧とファイルとのリンク

	透水量係数 (m ² /s) (代表値:区間の中央値)	確率	ファイル名	
1	1.15478E-13	0.003506	T01.xls	のファイルを見る
2	1.53993E-13	0.001442	T02.xls	のファイルを見る
3	2.05353E-13	0.001948	T03.xls	のファイルを見る
4	2.73842E-13	0.002597	T04.xls	のファイルを見る
5	3.65174E-13	0.003415	T05.xls	のファイルを見る
6	4.86968E-13	0.004429	T06.xls	のファイルを見る
7	6.49382E-13	0.005667	T07.xls	のファイルを見る
8	8.65964E-13	0.007153	T08.xls	のファイルを見る
9	1.15478E-12	0.008905	T09.xls	のファイルを見る
10	1.53993E-12	0.010938	T10.xls	のファイルを見る
11	2.05353E-12	0.013252	T11.xls	のファイルを見る
12	2.73842E-12	0.015839	T12.xls	のファイルを見る
13	3.65174E-12	0.018674	T13.xls	のファイルを見る
14	4.86968E-12	0.021719	T14.xls	のファイルを見る
15	6.49382E-12	0.024918	T15.xls	のファイルを見る
16	8.65964E-12	0.028202	T16.xls	のファイルを見る
17	1.15478E-11	0.031485	T17.xls	のファイルを見る
18	1.53993E-11	0.034676	T18.xls	のファイルを見る
19	2.05353E-11	0.037672	T19.xls	のファイルを見る
20	2.73842E-11	0.040374	T20.xls	のファイルを見る
21	3.65174E-11	0.042683	T21.xls	のファイルを見る
22	4.86968E-11	0.044513	T22.xls	のファイルを見る
23	6.49382E-11	0.045793	T23.xls	のファイルを見る
24	8.65964E-11	0.046472	T24.xls	のファイルを見る
25	1.15478E-10	0.046523	T25.xls	のファイルを見る
26	1.53993E-10	0.045943	T26.xls	のファイルを見る
27	2.05353E-10	0.044756	T27.xls	のファイルを見る
28	2.73842E-10	0.04301	T28.xls	のファイルを見る
29	3.65174E-10	0.040772	T29.xls	のファイルを見る
30	4.86968E-10	0.038127	T30.xls	のファイルを見る
31	6.49382E-10	0.035171	T31.xls	のファイルを見る
32	8.65964E-10	0.032005	T32.xls	のファイルを見る
33	1.15478E-09	0.028729	T33.xls	のファイルを見る
34	1.53993E-09	0.02544	T34.xls	のファイルを見る
35	2.05353E-09	0.022222	T35.xls	のファイルを見る
36	2.73842E-09	0.019149	T36.xls	のファイルを見る
37	3.65174E-09	0.016277	T37.xls	のファイルを見る
38	4.86968E-09	0.013648	T38.xls	のファイルを見る
39	6.49382E-09	0.011289	T39.xls	のファイルを見る
40	8.65964E-09	0.009212	T40.xls	のファイルを見る
41	1.15478E-08	0.007415	T41.xls	のファイルを見る
42	1.53993E-08	0.005887	T42.xls	のファイルを見る
43	2.05353E-08	0.004611	T43.xls	のファイルを見る
44	2.73842E-08	0.003563	T44.xls	のファイルを見る
45	3.65174E-08	0.002716	T45.xls	のファイルを見る
46	4.86968E-08	0.002042	T46.xls	のファイルを見る
47	6.49382E-08	0.001514	T47.xls	のファイルを見る
48	8.65964E-08	0.003708	T48.xls	のファイルを見る

ここで、核種が地表に出てくる地点（GBI: Geosphere-Biosphere Interface）と被ばくグループがそれぞれ複数考えられることから、それら組合せのそれぞれについて線量換算係数を算出した。GBI については、地形や地下水組成に着目して、それらの組合せを考慮した。また、被ばくグループとしては、その居住区で生産／収穫した地場産物として、農畜産物、淡水産物、海産物のみを摂取するグループをそれぞれ、農作業従事者グループ、淡水漁業従事者グループおよび海洋漁業従事者グループとした。

GBI と被ばく集団の組合せの一覧を表 3 に示す。

本報では、GBI と被ばくグループの組合せのそれぞれについて線量換算係数（単位：(mSv/y)/(Bq/y)）を取りまとめた。

表 3 GBI と被ばく集団の組合せの一覧

組み合せ No	GBI	地形	農作業従事者グループ (農作業 Gr)	淡水漁業従事者グループ (河川漁業 Gr)	海洋漁業従事者グループ (海洋漁業 Gr)
1	河川水	平野 (レファレンスケース)	○	○	○
2		丘陵	○	○	○
3		山地	○	○	○
4	河川堆積層	平野	○	○	○
5		丘陵	○	○	○
6		山地	○	○	○
7	深井戸	平野	○	○	○
8		丘陵	○	○	○
9		山地	×	×	×
10	沿岸海域水	平野	○	×	○
11		丘陵	○	×	○
12		山地	○	×	○
13	沿岸海域堆積層	平野	○	×	○
14		丘陵	○	×	○
15		山地	○	×	○

5. デジタルデータの CD-ROM 上での集約

核種移行解析結果等のデジタルデータについては、その量が膨大であることから、それらを付録の CD-ROM に集約した。

ここで、各デジタルデータの参照を容易にするため、2章と3章の核種移行解析に対して解析ケースの一覧リストを作成し、マイクロソフト EXCEL のハイパーリンク機能を用いて、それらリストから各個別のデジタルデータのファイルにジャンプできるようにした。表 1 と表 2 の左部分が、それぞれ 2章と3章に対する解析ケースの一覧リストであり、その右部分にあるファイル名をクリックすることにより対応するデジタルデータを含むファイルを参照することができる。

線量換算係数については、GBI と被ばくグループの組合せ毎の各核種の線量換算係数を一つのファイルにまとめた。

以下に、CD-ROM の仕様と CD-ROM 内のファイル構造をまとめる。

●CD-ROM の仕様

- フォーマット : Windows
- 一覧リストのファイル形態 : マイクロソフト EXCEL2000 のブック形式
- デジタルデータのファイル形態 : マイクロソフト EXCEL2000 のブック形式

● CD-ROM 内のファイル構造 (イタリック体はファイル名を表す)

- | - はじめにお読みください. *doc*
- | - ここからはじめてください. *html*
- | - 「総合的解析ケース」フォルダ
 - | | - 総合的解析ケース一覧. *xls* 【表 1 と同一】
 - | | - 「*ebs*」フォルダ
 - | | | - *FRHP_q0.001.xls* 【核種移行率 : Bq/y/本】
 - | | | -
 - | | - 「*host*」フォルダ
 - | | - 「*fault*」フォルダ
- | - 「48 分割毎の結果」フォルダ
 - | | - 48 分割毎の解析結果一覧. *xls* 【表 2 と同一】
 - | | - 「*data*」フォルダ
 - | | | - *T01.xls* 【核種移行率 : Bq/y/本】
 - | | | -
- | - 「線量換算係数一覧」ファイル
 - | | - *DCF.xls* 【線量換算係数値 : (mSv/y)/(Bq/y)】

● CD-ROM 内のファイル間ハイパーリンク構造(イタリック体はファイル名を表す)

- ここからはじめてください. *html*
 - | - 総合的解析ケース一覧. *xls*
 - | | - *FRHP_q0.001.xls*
 - | | -
 - | | - *host_case01.xls*
 - | | -
 - | | - *fault_case01.xls*
 - | | -
 - | - 48 分割毎の解析結果一覧. *xls*
 - | | - *T01.xls*
 - | | -
 - | - *DCF.xls*

6. おわりに

本報では、第2次取りまとめの安全評価で実施した核種移行解析の主な結果および線量換算係数の算出結果について、それらのデジタルデータを CD-ROM として利用可能な形態に集約し、その利用環境を整備した。

参考文献

- [1]核燃料サイクル開発機構：“わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 - 地層処分研究開発第2次取りまとめ- 総論レポート”，JNC TN1400 99-020 (1999).
- [2]核燃料サイクル開発機構：“わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 - 地層処分研究開発第2次取りまとめ- 分冊1 わが国の地質環境”，JNC TN1400 99-021 (1999).
- [3]核燃料サイクル開発機構：“わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 - 地層処分研究開発第2次取りまとめ- 分冊2 地層処分シの工学技術”，JNC TN1400 99-022 (1999).
- [4]核燃料サイクル開発機構：“わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 - 地層処分研究開発第2次取りまとめ- 分冊3 地層処分システムの安全評価”，JNC TN1400 99-023 (1999).