



# 研究施設等廃棄物のトレンチ埋設施設設計に対する 要求事項と今後の課題

Requirements and Issues for Commentary against Facility Design on Trench Disposal  
of Radioactive Wastes Generated from Research, Industrial and Medical

小川 理那 天澤 弘也 仲田 久和 菅谷 敏克  
坂井 章浩

Rina OGAWA, Hiroya AMAZAWA, Hisakazu NAKATA, Toshikatsu SUGAYA  
and Akihiro SAKAI

バックエンド統括本部  
埋設事業センター

Radioactive Wastes Disposal Center  
Decommissioning and Radioactive Waste Management Head Office

August 2023

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。本レポートはクリエイティブ・コモンズ表示 4.0 国際ライセンスの下に提供されています。本レポートの成果（データを含む）に著作権が発生しない場合でも、同ライセンスと同様の条件で利用してください。（<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja>）  
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ウェブサイト（<https://www.jaea.go.jp>）より発信されています。本レポートに関しては下記までお問合せください。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 JAEA イノベーションハブ 研究成果利活用課  
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4  
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>).

Even if the results of this report (including data) are not copyrighted, they must be used under the same terms and conditions as CC-BY.

For inquiries regarding this report, please contact Institutional Repository and Utilization Section, JAEA Innovation Hub, Japan Atomic Energy Agency.

2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan

Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

## 研究施設等廃棄物のトレンチ埋設施設設計に対する要求事項と今後の課題

日本原子力研究開発機構 バックエンド統括本部 埋設事業センター

小川 理那、天澤 弘也、仲田 久和、菅谷 敏克、坂井 章浩

(2023年5月25日受理)

研究施設等廃棄物の埋設事業の実施主体である日本原子力研究開発機構は、埋設事業の実施に向けて、平成 22 年に、当時の「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（原子炉等規制法）に適合する埋設施設の概念設計を実施した。

一方で、平成 25 年以降、原子炉等規制法の第二種廃棄物埋設事業に係る規則等が改正されており、埋設施設の基本設計に向けて、新たに制定された規則類に対応する検討が必要な状況となった。

研究施設等廃棄物の埋設事業の許可申請の際には、廃棄物埋設施設の立地環境及び施設設計等についての基準が示されている「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」等に計画している埋設施設が適合していることを示す必要がある。そのため、日本原子力研究開発機構は、新規基準に適合した埋設施設の設計における技術的検討を進めている。

本報告書では、現行の「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」等のトレンチ処分を行う廃棄物埋設施設への要求事項を整理し、課題の抽出を行った。

**Requirements and Issues for Commentary against Facility Design on Trench Disposal  
of Radioactive Wastes Generated from Research, Industrial and Medical**

Rina OGAWA, Hiroya AMAZAWA, Hisakazu NAKATA, Toshikatsu SUGAYA  
and Akihiro SAKAI

Radioactive Wastes Disposal Center  
Decommissioning and Radioactive Waste Management Head Office  
Japan Atomic Energy Agency  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received May 25, 2023)

Japan Atomic Energy Agency (JAEA) is the implementing agency for the disposal business of radioactive waste generated from research, industrial and medical facilities (Institutional radioactive waste). In 2010, JAEA implemented a conceptual design of the disposal facility that conformed to the laws and regulations at the time. However, since 2013, the laws and regulations for nuclear facilities including the Category-2 Waste Disposal were amended. Since then, design of various nuclear facilities including disposal facilities has been reviewed. Therefore, JAEA decided to do additional studies toward the basic design for the disposal facility.

When JAEA gets a license of the disposal business of Institutional radioactive waste, it is necessary to show that the disposal facility complies with the rule of design for disposal facility under the law. Therefore, JAEA is examining technical studies of the disposal facility to conform to the new standard.

In this report, we organized the requirements of the rule for design of trench disposal facility and extracted the issues to design the disposal facility that conform to the requirements.

Keywords: Disposal Facility, Trench Disposal, Facility Design, Institutional Radioactive Waste

目 次

1. 序論 .....	1
2. 第二種廃棄物埋設事業の許可に係る規制 .....	3
2.1 第二種廃棄物埋設事業の規制 .....	3
2.2 第二種廃棄物埋設事業の許可の申請 .....	3
2.3 第二種廃棄物埋設事業の許可申請書の内容 .....	5
2.4 第二種廃棄物埋設事業の許可の基準 .....	8
3. 第二種廃棄物埋設事業の許可基準規則 .....	11
4. 第一条 適用範囲 .....	12
4.1 許可基準規則第一条及びその解釈 .....	12
4.2 許可基準規則の適用範囲について .....	12
5. 第二条 定義 .....	13
5.1 許可基準規則第二条及びその解釈 .....	13
5.1.1 許可基準規則以外で定義されている用語 .....	13
5.1.2 許可基準規則第二条第2項で定義されている用語 .....	14
5.2 許可基準規則第二条の要求事項 .....	16
5.3 許可基準規則第二条の要求事項に対する課題 .....	16
5.3.1 許可基準規則第二条への適合性を示す説明 .....	16
5.3.2 廃棄物埋設施設の構成におけるこれまでの検討 .....	17
6. 第三条 安全機能を有する施設の地盤 .....	19
6.1 許可基準規則第三条及びその解釈 .....	19
6.2 許可基準規則第三条の要求事項 .....	20
6.3 地震による応力及び地盤の許容応力度 .....	20
6.4 許可基準規則第三条の要求事項に対する課題 .....	22
6.4.1 地震力による応力及び地盤の許容応力度の評価に対する課題 .....	22
6.4.2 地盤の変形の評価に対する課題 .....	23
6.4.3 地盤の変位の評価に対する課題 .....	24
7. 第四条 地震による損傷の防止 .....	25
7.1 許可基準規則第四条及びその解釈 .....	25
7.2 許可基準規則第四条の要求事項 .....	26
7.2.1 許可基準規則第四条第1項の要求事項 .....	26
7.2.2 許可基準規則第四条第2項の要求事項 .....	26
7.3 許可基準規則第四条の要求事項に対する課題 .....	28
7.3.1 耐震重要度分類の選定に対する課題 .....	28
7.3.2 安全機能を有する施設の耐震設計に対する課題 .....	29
8. 第五条 津波による損傷の防止 .....	30
8.1 許可基準規則第五条及びその解釈 .....	30

8.2	許可基準規則第五条の要求事項	30
8.3	行政機関が実施したシミュレーションの想定津波	33
8.4	許可基準規則第五条の要求事項に対する課題	34
9.	第六条 外部からの衝撃による損傷の防止	35
9.1	許可基準規則第六条及びその解釈	35
9.2	許可基準規則第六条の要求事項	35
9.3	外部事象の検討	36
9.3.1	外部事象の抽出	36
9.3.2	外部事象の選定	36
9.4	許可基準規則第六条の要求事項に対する課題	36
10.	第七条 火災等による損傷の防止	38
10.1	許可基準規則第七条及びその解釈	38
10.2	許可基準規則第七条の要求事項	38
10.3	許可基準規則第七条の要求事項に対する課題	39
11.	第八条 遮蔽等	40
11.1	許可基準規則第八条及びその解釈	40
11.2	許可基準規則第八条の要求事項	40
11.2.1	許可基準規則第八条第1項の要求事項	41
11.2.2	許可基準規則第八条第2項の要求事項	41
11.2.3	許可基準規則第八条第3項の要求事項	42
11.3	直接ガンマ線による被ばく線量評価	42
11.3.1	直接ガンマ線の評価における状態設定	42
11.3.2	直接ガンマ線の線源	43
11.4	スカイシャインガンマ線による被ばく線量評価	43
11.4.1	スカイシャインガンマ線の評価地点	43
11.4.2	スカイシャインガンマ線の評価における状態設定	43
11.4.3	スカイシャインガンマ線の解析	44
11.5	廃棄物埋設施設における各区域の設計の考え方	44
11.5.1	管理区域の考え方	44
11.5.2	廃棄物埋設施設における管理区域の設定	45
11.5.3	管理区域のある建物等内にある居室等の考え方	46
11.5.4	周辺監視区域の考え方	46
11.5.5	埋設保全区域の考え方	47
11.6	許可基準規則第八条の要求事項に対する課題	47
11.6.1	直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の解析コードに対する課題	47
11.6.2	直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の線源に対する課題	48
11.6.3	スカイシャインガンマ線の評価における中間覆土の遮蔽機能に対する課題	49
11.6.4	放射性廃棄物の定置位置に対する課題	49

11.6.5	概念設計で検討した直接ガンマ線の低減措置に対する課題	50
11.6.6	廃棄物埋設施設における区域についての課題	50
11.6.7	放射性廃棄物の飛散防止の措置についての課題	51
12.	第十一条 異常時の放射線障害の防止	55
12.1	許可基準規則第十一条及びその解釈	55
12.2	許可基準規則第十一条の要求事項	55
12.3	異常事象における放射性物質の漏えい又は飛散の考え方	56
12.3.1	異常事象による放射性廃棄物の損傷	56
12.3.2	事業規則における放射性廃棄物からの飛散に対する要求事項	56
12.4	漏えい又は飛散した放射性物質による公衆の被ばく線量評価	58
12.4.1	漏えい又は飛散した放射性物質による被ばくの評価対象者	58
12.4.2	漏えい又は飛散した放射性物質の評価方法	59
12.4.3	異常事象における被ばく線量評価	61
12.5	許可基準規則第十一条の要求事項に対する課題	62
12.5.1	異常事象の選定に対する課題	62
12.5.2	相対濃度の算出に対する課題	62
13.	第十三条 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地	64
13.1	許可基準規則第十三条及びその解釈	64
13.2	トレンチ処分の廃棄物埋設地における許可基準規則第十三条の要求事項	66
13.2.1	許可基準規則第十三条第1項第二号の施設の設計に関する要求事項	66
13.2.2	許可基準規則第十三条第1項第二号の放射性物質の漏出の低減に関する要求事項	69
13.2.3	許可基準規則第十三条第1項第三号のウランの放射能濃度に対する要求事項	70
13.2.4	許可基準規則第十三条第1項第四号の化学物質に対する要求事項	71
13.2.5	許可基準規則第十三条第1項第四号の公衆への影響に関する要求事項	72
13.3	廃棄物埋設地の放射能インベントリの評価に対する要求事項	73
13.3.1	埋設する放射性廃棄物に含まれる放射性物質の濃度上限値	73
13.3.2	埋設する放射性廃棄物中の放射能インベントリの評価	75
13.4	審査ガイドにおける自然事象シナリオの評価に対する要求事項	75
13.4.1	自然事象シナリオの評価期間	75
13.4.2	状態設定における要求事項	76
13.4.3	被ばく経路及びパラメータの設定	78
13.4.4	自然事象シナリオの公衆の被ばく線量評価	78
13.5	審査ガイドにおける人為事象シナリオの評価に対する要求事項	80
13.5.1	状態設定における要求事項	80
13.5.2	被ばく経路及びパラメータの設定	81
13.5.3	人為事象シナリオの公衆への被ばく線量評価	81
13.6	許可基準規則第十三条の要求事項に係る課題	82

13.6.1	廃棄物埋設施の設計に対する課題	82
13.6.2	放射性廃棄物に含まれる放射能インベントリ評価に係る課題	84
13.6.3	廃止措置開始後における線量評価に対する課題	85
14.	第十四条 放射線管理施設	94
14.1	許可基準規則第十四条及びその解釈	94
14.2	許可基準規則第十四条の要求事項	94
14.3	許可基準規則第十四条の要求事項に対する課題	94
15.	第十五条 監視測定設備	95
15.1	許可基準規則第十五条及びその解釈	95
15.2	許可基準規則第十五条の要求事項	96
15.3	監視・測定する項目及びそれらの記録管理	96
15.4	許可基準規則第十五条の要求事項に対する課題	98
16.	第十七条 廃棄施設	100
16.1	許可基準規則第十七条及びその解釈	100
16.2	許可基準規則第十七条の要求事項	100
16.3	排気排水における放射性物質の濃度限度	101
16.4	許可基準規則第十七条の要求事項に対する課題	102
17.	第十八条 予備電源	103
17.1	許可基準規則第十八条及びその解釈	103
17.2	許可基準規則第十八条の要求事項	103
17.3	許可基準規則第十八条の要求事項に対する課題	103
18.	第十九条 通信連絡設備	104
18.1	許可基準規則第十九条及びその解釈	104
18.2	許可基準規則第十九条の要求事項	104
18.3	許可基準規則第十九条の要求事項に対する課題	105
19.	まとめ	106
	謝辞	113
	参考文献	113



Contents

1. Introduction .....	1
2. Regulation Related to License of Business of Disposal Second-class Radioactive Waste .....	3
2.1 Business Regulation of The Disposal Second-class Radioactive Waste .....	3
2.2 Application for License of Business of The Disposal Second-class Radioactive Waste .....	3
2.3 Contents of Application Form License of Business of The Disposal Second-class Radioactive Waste .....	5
2.4 Standards for License of Business of The Disposal Second-class Radioactive Waste	8
3. Standards for License of Business of The Disposal Second-class Radioactive Wastes	11
4. Article 1 Scope of Application .....	12
4.1 Article 1 Standards for Business License and its Interpretation .....	12
4.2 Scope Application of Standards for Business License .....	12
5. Article 2 Definition .....	13
5.1 Article 2 Standards for Business License and its Interpretation .....	13
5.1.1 Terms Defined Outside Standards for Business License .....	13
5.1.2 Terms Defined in Article 2, Paragraph 2 Standards for Business License and its Interpretation .....	14
5.2 Requirements of Article 2 Standards for Business License .....	16
5.3 Issues against Requirements of Article 2 Standards for Business License .....	16
5.3.1 Contents Demonstrating Compliance with Article 2 Standards for Business License .....	16
5.3.2 Consideration for Configuration of Disposal Facilities of Radioactive Waste	17
6. Article 3 Ground of Facilities with Safety Function .....	19
6.1 Article 3 Standards for Business License and its Interpretation .....	19
6.2 Requirements of Article 3 Standards for Business License .....	20
6.3 Stress Caused by Earthquake and Allowable Stress of Ground .....	20
6.4 Issues against Requirements of Article 3 Standards for Business License .....	22
6.4.1 Issues against the Assessment of Stress Caused by Earthquake and Allowable Stress of Ground .....	22
6.4.2 Issues against the Assessment of Ground Deformation .....	23
6.4.3 Issues against the Assessment of Ground Displacement .....	24
7. Article 4 Prevention of Damage Caused by Earthquake .....	25
7.1 Article 4 Standards for Business License and its Interpretation .....	25
7.2 Requirements of Article 4 Standards for Business License .....	26
7.2.1 Requirements of Article 4, Paragraph 1 Standards for Business License	26

7.2.2	Requirements of Article 4, Paragraph 2 Standards for Business License	-----	26
7.3	Issues against Requirements of Article 4 Standards for Business License	-----	28
7.3.1	Issues against Seismic Design Classification	-----	28
7.3.2	Issues against Seismic of Facilities with Safety Function	-----	29
8.	Article 5 Prevention of Damage Caused by Tsunami	-----	30
8.1	Article 5 Standards for Business License and its Interpretation	-----	30
8.2	Requirements of Article 5 Standards for Business License	-----	30
8.3	Assumed Tsunami in Simulations by The Administrative Agency	-----	33
8.4	Issues against Requirements of Article 5 Standards for Business License	-----	34
9.	Article 6 Prevention of Damage Caused by External Impact	-----	35
9.1	Article 6 Standards for Business License and its Interpretation	-----	35
9.2	Requirements of Article 6 Standards for Business License	-----	35
9.3	Study for External Impact	-----	36
9.3.1	Extract of External Impact	-----	36
9.3.2	Selection of External Impact	-----	36
9.4	Issues against Requirements of Article 6 Standards for Business License	-----	36
10.	Article 7 Prevention of Damage Caused by Fire, etc.	-----	38
10.1	Article 7 Standards for Business License and its Interpretation	-----	38
10.2	Requirements of Article 7 Standards for Business License	-----	38
10.3	Issues against Requirements of Article 7 Standards for Business License	-----	39
11.	Article 8 Shielding, etc.	-----	40
11.1	Article 8 Standards for Business License and its Interpretation	-----	40
11.2	Requirements of Article 8 Standards for Business License	-----	40
11.2.1	Requirements of Article 8, Paragraph 1 Standards for Business License	-----	41
11.2.2	Requirements of Article 8, Paragraph 2 Standards for Business License	-----	41
11.2.3	Requirements of Article 8, Paragraph 3 Standards for Business License	-----	42
11.3	Assessment of Exposed Dose Caused by Direct Gamma-rays	-----	42
11.3.1	State Setting for Assessment of Direct Gamma-rays	-----	42
11.3.2	The Radiation Sources of Direct Gamma-rays	-----	43
11.4	Assessment of Exposed Dose Caused by Skyshine Gamma-rays	-----	43
11.4.1	Assessment Point of Skyshine Gamma-rays	-----	43
11.4.2	State Setting for Assessment of Skyshine Gamma-rays	-----	43
11.4.3	Analysis of Skyshine Gamma-rays	-----	44
11.5	Attitude about Design of Each Area on Disposal Facilities of Radioactive Waste	-----	44
11.5.1	Attitude about The Radiation Controlled Area	-----	44
11.5.2	Setting of The Radiation Controlled Area on Disposal Facilities of Radioactive Waste	-----	45

11.5.3 Attitude about General Room in Buildings with The Radiation Controlled Area	46
11.5.4 Attitude about The Environmental Monitoring Area	46
11.5.5 Attitude about The Disposal Conservation Area	47
11.6 Issues against Requirements of Article 8 Standards for Business License	47
11.6.1 Issues against The Analysis Codes of Direct Gamma-rays and Skyshine Gamma-rays	47
11.6.2 Issues against The Radiation Sources of Direct Gamma-Rays and Skyshine Gamma-rays	48
11.6.3 Issues against Shielding Functions of Intermediate Cover Soil on Assessment of Skyshine Gamma-rays	49
11.6.4 Issues against The Position of Radioactive Wastes	49
11.6.5 Issues against Measures to Reduce Direct Gamma-rays Considered on The Concept Design	50
11.6.6 Issues against Each Area on Disposal Facilities of Radioactive Wastes	50
11.6.7 Issues against Anti-scattering Measures of The Radioactive Waste	51
12. Article 11 Prevention of Radiation Hazard on Abnormal Time	55
12.1 Article 11 Standards for Business License and its Interpretation	55
12.2 Requirements of Article 11 Standards for Business License	55
12.3 Attitude about Leaked or Anti-Scattering Radioactive Materials on The Abnormal Events	56
12.3.1 Damage of Radioactive Wastes on The Abnormal Events	56
12.3.2 Requirements Relevant to The Radioactive Wastes on Business Regulation	56
12.4 Assessment of Exposed Dose Caused by Leaked or Anti-scattering Radioactive Materials	58
12.4.1 Object Person on Assessment of Leaked or Anti-Scattering Radioactive Materials	58
12.4.2 Methods of Assessment of Leaked or Anti-Scattering Radioactive Materials	59
12.4.3 Assessment of Exposed Dose on The Abnormal Events	61
12.5 Issues against The Requirements of Article 11 Standards for Business License	62
12.5.1 Issues against Selection of The Abnormal Event	62
12.5.2 Issues against Evaluation of Relative Concentration	62
13. Article 13 Disposal Site of Radioactive Wastes Relevant to Vaults or Trench	64
13.1 Article 13 Standards for Business License and its Interpretation	64
13.2 Requirements of Article 13 Standards for Business License and its Interpretation Relevant to Trench	66
13.2.1 Requirements of Facility Design on Article 13, Paragraph 1, Item 2 Standards for Business License	66

13.2.2	Requirements of Exposure Dose to The Public on Article 13, Paragraph 1, Item 2 Standards for Business License .....	69
13.2.3	Requirements of Article 13, Paragraph 1, Item 3 Standards for Business License .....	70
13.2.4	Requirements of Chemical Materials on Article 13, Paragraph 1, Item 4 Standards for Business License .....	71
13.2.5	Requirements of Exposure Dose to The Public on Article 13, Paragraph 1, Item 4 Standards for Business License .....	72
13.3	Requirements of Evaluation of The Radioactivity Inventory of Disposal Site of Radioactive Wastes .....	73
13.3.1	Upper Value of Radioactivity Concentration for The Disposal Site of Radioactive Wastes .....	73
13.3.2	Evaluation of The Radioactivity Inventory of Disposed Radioactive Wastes ..	75
13.4	Requirements of Assessment of Natural Event Scenario on The Review Guide ..	75
13.4.1	Assessment Period of Natural Event Scenario .....	75
13.4.2	Requirements on State Setting .....	76
13.4.3	Setting Exposure Pathways and Parameters .....	78
13.4.4	Assessment of Exposure Dose to The Public on Natural Event Scenario .....	78
13.5	Requirements of Assessment of Artificial Event Scenario on The Review Guide ..	80
13.5.1	Requirements on State Setting .....	80
13.5.2	Setting Exposure Pathways and Parameters .....	81
13.5.3	Assessment of Exposure Dose to The Public on Artificial Event Scenario .....	81
13.6	Issues against The Requirements of Article 13 Standards for Business License ..	82
13.6.1	Issues against Design of The Disposal Facilities .....	82
13.6.2	Issues against Evaluation of Radioactivity Inventory including Radioactive Wastes .....	84
13.6.3	Issues against Assessment of Exposure Dose to The Public after Start of Decommissioning .....	85
14.	Article 14 Radiation Management Facility .....	94
14.1	Article 14 Standards for Business License and its Interpretation .....	94
14.2	Requirements of Article 14 Standards for Business License .....	94
14.3	Issues against Requirements of Article 14 Standards for Business License .....	94
15.	Article 15 Monitoring and Measurement Facility .....	95
15.1	Article 15 Standards for Business License and its Interpretation .....	95
15.2	Requirements of Article 15 Standards for Business License .....	96
15.3	Items of Monitoring and Measurement and Record Maintenance .....	96
15.4	Issues against Requirements of Article 15 Standards for Business License .....	98
16.	Article 17 Exhaust and Drainage Facility .....	100

16.1 Article 17 Standards for Business License and its Interpretation .....	100
16.2 Requirements of Article 17 Standards for Business License .....	100
16.3 Concentration Limit of Radioactive Materials on Vent and Drain .....	101
16.4 Issues against Requirements of Article 17 Standards for Business License .....	102
17. Article 18 Backup Power .....	103
17.1 Article 18 Standards for Business License and its Interpretation .....	103
17.2 Requirements of Article 18 Standards for Business License .....	103
17.3 Issues against Requirements of Article 18 Standards for Business License .....	103
18. Article 19 Communication Appointment .....	104
18.1 Article 19 Standards for Business License and its Interpretation .....	104
18.2 Requirements of Article 19 Standards for Business License .....	104
18.3 Issues against Requirements of Article 19 Standards for Business License .....	105
19. Summary .....	106
Acknowledgment .....	113
References .....	113

表リスト

表 13.1	自然事象シナリオにおけるシナリオごとのパラメータ及び線量基準	88
表 15.1	事業規則第十三条第1項の表に定められている記録項目のうち許可基準規則の監視測定に関連するもの	99
表 19.1	研究施設等廃棄物のトレンチ処分における廃棄物埋設施設において検討すべき事項	108

図リスト

図 2.1	浅地中処分事業の審査等の流れ	10
図 11.1	直接ガンマ線の公衆への到達イメージ	52
図 11.2	直接ガンマ線の公衆の位置による到達の違い	53
図 11.3	概念設計から設計変更したトレンチ埋設施設の断面図	54
図 11.4	概念設計で検討した埋戻土の設置位置	54
図 13.1	トレンチ処分を行う廃棄物埋設地におけるウラン廃棄物の定置イメージ	89
図 13.2	自然事象シナリオにおける被ばく経路の例	90
図 13.3	人為事象シナリオにおける被ばく経路の例	90
図 13.4	自然事象シナリオの評価手順フロー	91
図 13.5	安定型トレンチの断面図	92
図 13.6	付加機能型トレンチの断面図	93

## 1. 序論

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という。）は、平成 20 年に「独立行政法人日本原子力研究開発機構法の一部を改正する法律（平成 20 年法律第 51 号）」が成立したことにより、国内の原子力機構を含めた研究機関、大学、民間企業（実用発電用原子炉施設を産業とする企業を除く。）及び医療機関等から発生する低レベル放射性廃棄物（以下「研究施設等廃棄物」という。）の埋設事業の実施主体に位置付けられた。原子力機構では、平成 20 年に原子力機構法が改正されたことによって、文部科学大臣及び経済産業大臣が決定した「埋設処分業務の実施に関する基本方針」<sup>1)</sup>に則して、「埋設処分業務の実施に関する計画（平成 21 年 11 月 13 日認可）」<sup>2)</sup>（以下「実施計画」という。）を策定した。当初認可された実施計画によると、第一期事業では、実施計画策定時において平成 60 年度までに発生が見込まれる放射性廃棄物であって、ピット処分及びトレンチ処分（以下「浅地中処分」という。）が可能なものが対象となっている<sup>2)</sup>。

原子力機構では、平成 22 年に一般的な立地条件に基づいた概念設計を実施し、「研究等廃棄物浅地中処分施設の概念設計 JAEA-Technology 2012-031」<sup>3)</sup>（以下「概念設計」という。）で取りまとめ、「第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方（平成 22 年 8 月 9 日原子力安全委員会決定）」<sup>4)</sup>（以下「安全審査指針」という。）をはじめとする、研究施設等廃棄物の浅地中処分の埋設施設に適用される様々な法令等に準拠した施設設計を検討した。

しかし、原子力規制委員会は、平成 25 年に「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和三十二年法律第百六十六号）」（以下「原子炉等規制法」という。）により規制される廃棄物埋設施設を含む原子力施設の設計を審査するための新たな基準（以下「新規制基準」という。）を策定した<sup>4)</sup>。新規制基準の策定により、浅地中処分を行う廃棄物埋設施設に適用される「核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則（昭和六十三年総理府令第一号）」（以下「事業規則」という。）が一部改正され、事業規則第二条及び第三条に定められている第二種廃棄物埋設の事業許可及び廃棄物埋設施設の増設等に伴う変更許可の申請の許可基準の 1 つとして、事業規則第二条第 1 項に廃棄物埋設施設の基準が定められている「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成二十五年原子力規制委員会規則第三十号）」（以下「許可基準規則」という。）が制定された<sup>5), 6)</sup>。また、内規として許可基準規則の考え方が示されている「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（制定 平成 25 年 11 月 27 日：原管廃発第 1311277 号 原子力規制委員会決定）」（以下「解釈」という。）が規定された<sup>5), 6)</sup>。そして、平成 27 年から「廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム」の会合において、第二種廃棄物埋設に係る規制について検討が重ねられ、解釈の改正及び解釈に基づいた評価の手順等が定められている「第二種廃棄物埋設の廃棄物埋設地に関する審査ガイド（令和 3 年 9 月 29 日原子力規制委員会決定）」（以下「審査ガイド」という。）が規定された<sup>5), 6)</sup>。これら新規制基準に適合した廃棄物埋設施設として、現在、原子力機構では概念設計を基に、様々な廃棄物埋設施設の設計における追加検討を行っている。

日本原子力発電株式会社は、トレンチ処分の事業を行うために、最新の新規制基準への適合性を対応した廃棄物埋設施設（以下「先行施設」という。）の設計検討を行い、原子力規制委員会から事業許可申請に係る審査を受けている<sup>7)</sup>。そこで、最新の新規制基準で策定された許可基準規則等においてトレンチ処分を行う廃棄物埋設施設に要求される施設設計の検討事項を整理し、先行施設の新規制基準への適合性の確認方法及び廃棄物埋設施設の設計を調査するとともに、原子力機構がトレンチ処分を行う廃棄物埋設施設（以下「トレンチ埋設施設」という。）及びその附属施設であるトレンチ処分対象の放射性廃棄物を受け入れる施設（以下「受入検査施設」という。）において検討すべき課題の抽出を行うこととした。

本報告では、3章で第二種廃棄物埋設に係る規制について整理し、4～18章で許可基準規則の各条文で要求されている事項及びそれらに対する考え方、課題及び対応方針についてまとめた。



## 2. 第二種廃棄物埋設事業の許可に係る規制

### 2.1 第二種廃棄物埋設事業の規制

第二種廃棄物埋設の事業を実施する際には、原子炉等規制法に基づき事業許可申請に係る審査を受け、原子力規制委員会から許可を受ける必要がある。その後も、廃棄物埋設施設の建設、操業及び廃止措置等の各段階において様々な確認等が実施される<sup>1)</sup>。原子力機構が浅地中処分の埋設事業を実施する際にも、同様の流れで実施することとなる。

浅地中処分における埋設事業の審査等の流れを図 2.1 に示す。

第二種廃棄物埋設において、廃棄物埋設施設の設置場所が基本設計を実施した後は、原子力規制委員会から事業の許可を受ける。この際、事業許可申請書を提出する。事業の許可を受けた後は、廃棄物埋設施設の建設に移り、操業までに保安規定を提出し、埋設施設確認申請書をもって廃棄物埋設施設の確認を受ける。保安規定が認可され、埋設施設確認が完了した後は、操業にうつることができる。操業期間中に、廃棄物埋設施設の施設等の設計変更等を行う必要が生じた際には、変更の許可を受ける手続きを行う。事業の変更許可の手続きは、当初に実施した手順と同様に実施する。操業が終了後は、ピット処分が 300～400 年以内、トレンチ処分が 50 年程度を目安とした管理期間へ移り、廃止措置開始までに廃止措置計画の許可申請書を提出することとなる。

### 2.2 第二種廃棄物埋設事業の許可の申請

原子炉等規制法では、廃棄の事業に関する事業許可について、第五十一条の二に定められている。第五十一条の二を以下に示す。

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和三十二年法律第百六十六号）

施行日：令和四年六月十七日（令和四年法律六十八号による改正）

第五十一条の二

（事業の許可）

第五十一条の二 次の各号に掲げる廃棄（製錬事業者、加工事業者、試験研究用等原子炉設置者、外国原子力船運航者、発電用原子炉設置者、使用済燃料貯蔵事業者、再処理事業者及び第五十二条第一項の許可を受けた者が製錬施設、加工施設、試験研究用等原子炉施設、発電用原子炉施設、使用済燃料貯蔵施設、再処理施設又は同条第二項第七号に規定する使用施設に付随する同項第九号に規定する廃棄施設において行うものを除く。）の事業を行うおうとする者は、当該各号に掲げる廃棄の種類ごとに、政令で定めるところにより、原子力規制委員会の許可を受けなければならない。

一 核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物であつて、これらに含まれる政令で定める放射性物質についての放射能濃度が人の健康に重大な影響を及ぼすおそれがあるものとして当該放射性物質の種類ごとに政令で定める基準を超えるもの（次号において「第一種廃棄物」という。）の埋設の方法による最終的な処分（以下「第一種廃棄物埋設」

という。)

二 核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物であつて第一種廃棄物以外のもの（第五十一条の二十四の二第一項において「第二種廃棄物」という。）の埋設の方法による最終的な処分（以下「第二種廃棄物埋設」という。）

三 核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物についての第一種廃棄物埋設及び第二種廃棄物埋設（以下「廃棄物埋設」という。）その他の最終的な処分がされるまでの間において行われる放射線による障害の防止を目的とした管理その他の管理又は処理であつて政令で定めるもの（以下「廃棄物管理」という。）

2 （略）

3 第一項の許可を受けようとする者は、次の事項を記載した申請書を原子力規制委員会に提出しなければならない。

一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあつては、その代表者の氏名

二 廃棄物埋設施設又は廃棄物管理設備及びその附属施設（以下「廃棄物管理施設」という。）を設置する事業所の名称及び所在地

三 廃棄する核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の性状及び量

四 廃棄物埋設施設又は廃棄物管理施設の位置、構造及び設備並びに廃棄の方法

五 第二種廃棄物埋設の事業の許可を受けようとする者にあつては、放射能の減衰に応じた第二種廃棄物埋設についての保安のために講ずべき措置の変更予定時期

六 廃棄物埋設施設又は廃棄物管理施設の工事計画

七 廃棄物埋設施設又は廃棄物管理施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の整備に関する事項

また、事業規則第五十一条の二の柱書に記載されている政令とは、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令」（以下「原子炉等規制政令」という。）を示しており、原子炉等規制政令第三十条に以下のとおり定められている。

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令（昭和三十二年政令第三百二十四号）

施行日：令和二年四月一日（令和元年政令第百五十五号による改正）

第三十条

（廃棄事業の許可の申請）

第三十条 法第五十一条の二第一項の許可は、第一種廃棄物埋設、第二種廃棄物埋設又は廃棄物管理の事業を行おうとする事業所ごとに受けなければならない。

2 前項の許可を受けようとする者は、事業計画書その他原子力規制委員会規制で定める書類を添えて、申請しなければならない。

## 2.3 第二種廃棄物埋設事業の許可申請書の内容

2.2 節のとおり、第二種廃棄物埋設の事業の許可の申請書の提出は、原子炉等規制法第五十一条の二第三項に規定されており、これについてより詳細に規定された内容が事業規則第二条に示されている。また、事業規則には、第二種廃棄物埋設事業を実施するために必要となる申請、保安の措置、記録の保管や品質マネジメントシステム等について定められている。

第二種廃棄物埋設の事業許可の申請に関する内容が定められている事業規則第二条を以下に示す。

核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則  
(昭和六十三年総理府令第一号)

施行日：令和四年三月三十日（令和四年原子力規制委員会規則第二号による改正）

(第二条)

(第二種廃棄物埋設の事業の許可の申請)

第二条 法第五十一条の二第三項の申請書の記載については、次の各号によるものとする。

- 一 法第五十一条の二第三項第三号の廃棄する核燃料物質等の性状及び量については、第二種廃棄物埋設を行う放射性廃棄物の種類及び数量、当該放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類ごとの最大放射能濃度、総放射エネルギー及び区画別放射エネルギー（廃棄物埋設地を物理的に区画する場合において区画ごとの放射性物質に含まれる放射エネルギーをいう。以下同じ。）並びに当該放射性廃棄物が有する廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を防止し、又は低減する性能（廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出に関する評価を行うために必要な場合に限る。）を記載すること。
- 二 法第五十一条の二第三項第四号の廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備については、次の区分によつて記載すること。
  - イ 廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備に関する安全確保のための設計（以下「安全設計」という。）の基本的方針（安全機能を有する施設及びその安全機能並びにその安全機能を維持すべき期間に関する事項を含む。）
  - ロ 廃棄物埋設施設の位置
    - (1) 敷地の面積及び形状
    - (2) 敷地内における主要な廃棄物埋設施設の位置
  - ハ 廃棄物埋設施設の一般構造
    - (1) 耐震構造
    - (2) 耐津波構造（設置許可基準規則第五条に規定する津波に対して廃棄物埋設施設の安全機能が損なわれるおそれがないよう措置を講じた構造をいう。）
    - (3) 火災又は爆発の防止に関する構造
    - (4) 放射性物質の漏出の防止及び低減に関する構造
    - (5) 放射線の遮蔽に関する構造

- (6) 放射性物質の飛散防止に関する構造
- (7) その他の主要な構造
- ニ 廃棄物埋設地の構造及び設備
  - (1) 構造及び設備（トレンチ処分を行う場合にあつては、廃棄物埋設地への雨水及び地下水の浸入抑制に関するものを含む。）
  - (2) 最大埋設能力
- ホ 坑道の構造
- ヘ 放射性廃棄物の受入施設の構造及び設備
  - (1) 構造
  - (2) 主要な設備及び機器の種類
  - (3) 受け入れる放射性廃棄物の最大受入能力
- ト 放射線管理施設の設備
  - (1) 屋内管理用の主要な設備及び機器の種類
  - (2) 屋外管理用の主要な設備及び機器の種類
- チ 監視測定設備
  - (1) 主要な計装設備の種類
  - (2) その他の主要な事項
- リ 排水施設（設置許可基準規則第十六条に規定する施設に限る。）
- ヌ その他廃棄物埋設地の附属施設の構造及び設備
  - (1) 気体廃棄物の廃棄施設
    - (i) 構造
    - (i i) 主要な設備及び機器の種類
    - (i i i) 廃棄物の処理能力
    - (i v) 排気口の位置
  - (2) 液体廃棄物の廃棄施設
    - (i) 構造
    - (i i) 主要な設備及び機器の種類
    - (i i i) 廃棄物の処理能力
    - (i v) 廃液槽の最大保管廃棄能力
    - (v) 排水口の位置
  - (3) 固体廃棄物の廃棄施設
    - (i) 構造
    - (i i) 主要な設備及び機器の種類
    - (i i i) 廃棄物の処理能力
    - (i v) 保管廃棄施設の最大保管廃棄能力
  - (4) 予備電源設備の構造
  - (5) 通信連絡設備等の構造
  - (6) その他の主要な事項

三 法第五十一条の二第三項第四号の廃棄の方法については、次の区分によつて記載すること。

イ 第二種廃棄物埋設の方法の概要

ロ 第二種廃棄物埋設の手順を示す工程図

四 法第五十一条の二第三項第五号の変更予定時期については、放射能の減衰に応じて行う周辺監視区域又は第十七条第一項若しくは第二項に規定する措置の変更又は廃止について、それぞれその時期を記載すること。

五 法第五十一条の二第三項第六号の廃棄物埋設施設の工事計画については、工事の順序及び日程を記載すること。

六 法第五十一条の二第三項第七号の廃棄物埋設施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の整備に関する事項については、保安活動の計画、実施、評価及び改善に関する事項を記載すること。

2 前項の申請書に添付すべき核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令（以下「令」という。）第三十条第二項に規定する事業計画書その他原子力規制委員会規則で定める書類は、次の各号に掲げるとおりとする。

一 次の事項を記載した事業計画書

イ 第二種廃棄物埋設の事業の開始の予定時期

ロ 第二種廃棄物埋設の事業の開始の日を含む事業年度以後の毎事業年度の放射性廃棄物の受入計画及び予定埋設数量

ハ 資金計画及び事業の収支見積り

ニ その他第二種廃棄物埋設の事業に関する経理的基礎を有することを明らかにする事項

二 次の事項を記載した第二種廃棄物埋設に関する技術的能力に関する説明書

イ 特許権その他の技術に関する権利若しくは特別の技術による第二種廃棄物埋設の方法又はこれらに準ずるものの概要

ロ 主たる技術者の履歴

ハ その他第二種廃棄物埋設に関する技術的能力に関する事項

三 廃棄物埋設施設を設置しようとする場所における気象、地盤、地質、水理、地震、社会環境等の状況に関する説明書

四 廃棄物埋設施設を設置しようとする場所の中心から五キロメートル以内の地域を含む縮尺五万分の一の地図

五 廃棄物埋設施設の安全設計に関する説明書（主要な設備の配置図を含む。）

六 核燃料物質等による放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物の廃棄に関する説明書

七 廃棄物埋設施設に係る設備の操作上の過失、機械又は装置の故障、火災、爆発、電源喪失等があつた場合に発生することが想定される異常の種類、程度、影響等に関する説明書

八 廃棄物埋設施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の整備に関する説明書

- 九 現に事業を行っている場合にあつては、その事業の概要に関する説明書
- 十 法人にあつては、定款、役員の名及び履歴、登記事項証明書並びに最近の財産目録、貸借対照表及び損益計算書
- 十一 法第五十一条の二第一項の許可を受けようとする者（法人にあつては、その業務を行う役員）に係る精神の機能の障害に関する医師の診断書
- 3 第一項の申請書の提出部数は、正本及び写し各一通とする。
- 4 法第五十一条の二第一項の許可を受けようとする者が法人である場合であつて、原子力規制委員会がその役員の職務内容から判断して業務に支障がないと認めるときは、第二項第十一号に掲げる診断書に代えて当該役員が法第五十一条の四第三号に該当しないことを疎明する書類を提出することができる。

第二種廃棄物埋設の事業の申請書に記載する具体的な内容は、事業規則第二条第1項第一号～第六号に定められている。これによると、申請書には、廃棄する核燃料物質等の性状及び量（第一号）、廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備（第二号）、廃棄の方法（第三号）、放射能の減衰に伴う変更（第四号）、工事計画（第五号）及び品質保証に必要な体制の整備（第六号）を記載する必要があることとなっている。

また、申請書に添付する書類については、事業規則第二条第1項第一号～第十一号に定められている。これらの申請書及びその添付書類は、事業規則第二条第3項より、正本及びその写し各一通を提出することとなる。

#### 2.4 第二種廃棄物埋設事業の許可の基準

第二種埋設事業許可の申請に対する許可は、原子炉等規制法第五十一条の三に規定されている許可の基準に基づいて審査される。第五十一条の三を以下に示す。

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律  
(第五十一条の三)

(許可の基準)

第五十一条の三 原子力規制委員会は、前条第一項の許可の申請があつた場合においては、その申請が次の各号のいずれにも適合していると認めるときでなければ、同項の許可をしてはならない。

- 一 その事業を適確に遂行するに足る技術的能力及び経理的基礎があること。
- 二 廃棄物埋設施設又は廃棄物管理施設の位置、構造及び設備が核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること。
- 三 前条第三項第七号の体制が原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること。

埋設事業の許可の基準としては、事業を遂行するための技術的能力及び経理的基礎があること、廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備が原子力規制委員会規則で定める基準に適合すること、及び原子炉等規制法第五十一条の二第三項第七号（2.2 節より）廃棄物埋設施設の保安のための業務に係る品質保証に必要な体制が原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであることの3つである。

なお、廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備について、原子力規制委員会規則で定めている基準は、第二種廃棄物埋設施設の場合、平成 25 年に制定された許可基準規則であり、それを確認するものとして、内規に解釈及び審査ガイドがある。また、廃棄物埋設施設の保安のための業務に係る品質保証に必要な体制が原子力規制委員会規則で定める基準については、「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則（以下「品質管理規則」という。）」で示されており、それを確認するための「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則の解釈」がある。

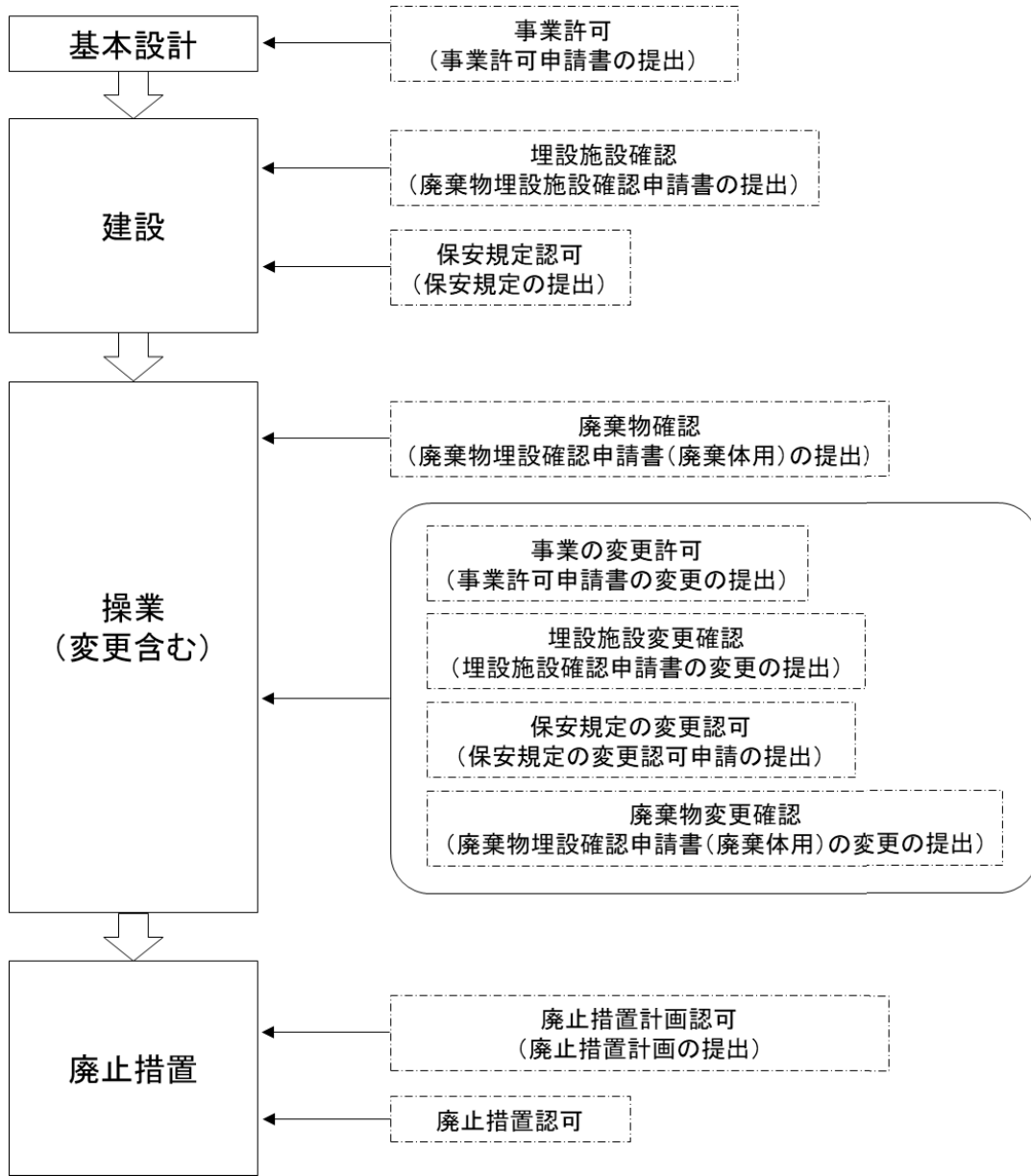


図 2.1 浅地中処分事業の審査等の流れ<sup>8)</sup>



### 3. 第二種廃棄物埋設事業の許可基準規則

2章で示した通り、研究施設等廃棄物の埋設事業の許可を受けるためには、原子炉等規制法第五十一条の二第3項及び事業規則第二条に定められている内容を申請書に記載し、原子炉等規制法第五十一条の三に定められている許可の基準である許可基準規則や品質管理規則等を満たしていることを示す必要がある。中でも、許可基準規則及びその解釈については、廃棄物埋設施設の設計に関連する基準に対する規則とその考え方であり、廃棄物埋設施設の安全性に対する基準となるため、内容を把握及び理解することが重要となる。

許可基準規則に規定されている内容の把握を行う。許可基準規則の目次を以下に示す。

1. 第一条 適用範囲
2. 第二条 定義
3. 第三条 安全機能を有する施設の地盤
4. 第四条 地震による損傷の防止
5. 第五条 津波による損傷の防止
6. 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
7. 第七条 火災等による損傷の防止
8. 第八条 遮蔽等
9. 第九条 安全機能を有する施設の維持
10. 第十条 放射性廃棄物の回収
11. 第十一条 異常時の放射線障害の防止
12. 第十二条 中深度処分に係る廃棄物埋設地
13. 第十三条 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地
14. 第十四条 放射線管理施設
15. 第十五条 監視測定設備
16. 第十六条 排水設備
17. 第十七条 廃棄施設
18. 第十八条 予備電源
19. 第十九条 通信連絡設備等

許可基準規則は全十九条の条文がある。内容としては、廃棄物埋設施設を設置する場所に関すること、自然災害等に対すること、廃棄物埋設施設地に関すること及びその他附属施設に関すること等多岐にわたる。原子力機構が行うことを検討している浅地中処分が適用される条文は、第一条～第八条、第十一条、第十三条～第十五条、第十七条～第十九条の計15の条文である。なお、第九条、第十条、第十二条及び第十六条は、中深度処分の廃棄物埋設施設に限定された条文となっている。

4章以降では、許可基準規則の条文に沿って、条文の要求事項の内容を解説し、要求に対応するための課題の抽出結果を示す。

#### 4. 第一条 適用範囲

##### 4.1 許可基準規則第一条及びその解釈

許可基準規則（令和3年10月21日施行、以下同じ）

（適用範囲）

第一条 この規則は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「法」という。）第五十一条の二第一項第二号に規定する第二種廃棄物埋設の事業に係る廃棄物埋設施設について適用する。

許可基準規則の解釈（令和3年3月21日施行、以下同じ）

第1条（適用範囲）

1 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第30号）が適用される廃棄物埋設施設の設計、材料の選定、建設・施工及び検査に当たっては、原則として、現行国内法規に基づく規格及び基準によるものとする。ただし、外国の規格及び基準による場合又は規格及び基準で一般的でないものを適用する場合には、それらの規格及び基準の適用の根拠、国内法規に基づく規格及び基準との対比並びに適用の妥当性を明らかにする必要がある。なお、上記の「規格及び基準によるものとする」とは、廃棄物埋設施設について、設計、材料の選定、建設・施工及び検査に関して、準拠する規格及び基準を明らかにしておくことを意味する。

##### 4.2 許可基準規則の適用範囲について

第一条では、許可基準規則は原子炉等規制法で規定されている第二種廃棄物埋設の事業における廃棄物埋設施設について適用されることが示されている。廃棄物埋設施設の設計、材料の選定、建設・施工及び検査については、国内の法令等に基づいた基準等を適用することとし、海外や国内の中でも一般的でない基準等を適用する際には、妥当性を明らかにすることと定められている。また、適用した基準等は明らかにすることが要求されている。

## 5. 第二条 定義

### 5.1 許可基準規則第二条及びその解釈

#### 許可基準規則

(定義)

第二条 この規則において使用する用語は、法及び核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則（昭和六十三年総理府令第一号）において使用する用語の例による。

2 この規則において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

- 一 「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であつて、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。
- 二 「安全機能を有する施設」とは、廃棄物埋設施設のうち、安全機能を有するものをいう。
- 三 「人工バリア」とは、廃棄物埋設地の構築物であつて、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出の防止及び低減のための機能を有するものをいう。

#### 許可基準規則の解釈

第2条（定義）

1 この規程において使用する用語は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年法律第166号）及び核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則（昭和63年総理府令第1号。以下「事業規則」という。）において使用する用語の例による。

#### 5.1.1 許可基準規則以外で定義されている用語

許可基準規則第二条第1項より、許可基準規則で使用する用語は、原子炉等規制法及び事業規則に定められている用語が用いるとされている。用語の定義については、主に原子炉等規制法第二条及び事業規則第一条の二に定められている。これらの用語のうち、許可基準規則に記載されている用語を以下に示す。

(原子炉等規制法)・原子力

- ・核燃料物質
- ・製錬
- ・加工
- ・再処理

(事業規則)

- ・放射線
- ・放射性廃棄物
- ・中深度処分

- ・ピット処分
- ・トレンチ処分
- ・廃棄体
- ・コンクリート等廃棄物
- ・管理区域
- ・周辺監視区域
- ・埋設保全区域
- ・放射線業務従事者

また、原子炉等規制法第二条及び事業規則第一条の二以外で定められている用語は以下の通りである。

**廃棄物埋設施設**：原子炉等規制法第五十一条の二第2項に「廃棄物埋設施設（廃棄物埋設地及びその附属施設をいう。以下同じ。）」と記載されている。従って、廃棄物埋設施設は、廃棄物埋設地及びその附属施設から構成されるものである。

**廃棄物埋設地**：事業規則第一条の二第2項第四号及び第五号に記載されている。第四号には、ピット処分について定義されており、「地上又は地表から深さ七十メートル未満の地下に設置された廃棄物埋設地」と、第五号には、トレンチ処分について定義されており、「地上又は地表から深さ七十メートル未満の地下に設置された廃棄物埋設地」と記載されている。廃棄物埋設地の用語の定義は、埋設事業が原子炉等規制法に規定された当時から変更されていないと考えられる。廃棄物埋設地は、廃止された「第2種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の考え方」に次のように定義されている。「放射性固体廃棄物を埋設するために又は人工バリアを設置するために土地を掘削した場所、及び放射性固体廃棄物を埋設し、埋め戻した場所をいう。なお、人工バリアを設置する場合は、その人工バリアを含む。」

**附属施設**：事業規則第二条第2項に示されている廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備より、坑道、放射性廃棄物の受入施設、放射線管理施設、監視測定設備、排水施設及びその他廃棄物埋設地の附属施設を示していると考えられる。その他廃棄物埋設地の附属施設は、気体廃棄物の廃棄施設、液体廃棄物の廃棄施設、固体廃棄物の廃棄施設、予備電源設備及び通信連絡設備等が含まれる。

### 5.1.2 許可基準規則第二条第2項で定義されている用語

許可基準規則第二条第2項では、新たに廃棄物埋設施設に関連する(1)安全機能、(2)安全機能を有する施設及び(3)人工バリアについて定義されている。

(1) 安全機能

「安全機能」は、「廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるもの」とされている。

許可基準規則では、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な安全機能のうち、浅地中処分に関連するものとしては3つの機能が挙げられている。

① 遮蔽

許可基準規則第八条第1項では、「廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による事業所周辺の線量を十分に低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものでなければならない」、第八条第2項では、「管理区域その他事業所内の人が立ち入る場所における線量を低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものでなければならない」としている。従って、廃棄物埋設施設には、放射性廃棄物等から放出される放射線の線量を十分に低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じる機能（以下「遮蔽機能」という。）を設ける必要があると考えられる。

② 放射性物質の漏出を防止

許可基準規則第十三条第1項では、ピット処分の廃棄物埋設地について「放射性廃棄物の受入れの開始から埋設の終了までの間にあっては廃棄物埋設地の限定された区域からの放射性物質の漏出を防止する機能」が要求されている。従って、ピット埋設施設には、放射性物質の漏出を防止する機能（以下「漏出防止機能」という。）を設ける必要があると考えられる。

③ 放射性物質の漏出を低減

許可基準規則第十三条第1項では、ピット処分の廃棄物埋設地について「埋設の終了から廃止措置の開始までの間にあっては廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減する機能」を、第十三条第2項では、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地について「放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減する機能」が要求されている。従って、ピット埋設施設及びトレンチ埋設施設には、放射性物質の漏出を低減する機能（以下「漏出低減機能」という。）を設ける必要があると考えられる。

上記3つの安全機能について、維持させるべき期間についても示されている。

許可基準規則において示されている安全機能とそれを維持する期間については、ピット処分においては、放射性廃棄物の受入れの開始から埋設の終了までの期間は漏出防止機能を、埋設の終了から廃止措置の開始までの期間は漏出低減機能を設け、放射性廃棄物の受け入れの開始から廃止措置の開始までは遮蔽機能を設けることとしている。一方、トレンチ処分においては、放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの期間、漏出低減機能及び遮蔽機能を設けることが定められている。

(2) 安全機能を有する施設

「安全機能を有する施設」については、設置する廃棄物埋設地の構造のうち、先述した「安全機能」を1つあるいは複数有することを期待する施設と考えられる。

許可基準規則第八条第1項においては、ピット処分及びトレンチ処分に係る廃棄物埋設施設の遮蔽機能は、「直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による事業所周辺の線量を十分に低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたもの」を設けることとされていることから、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線に対する遮蔽を目的として設置された施設は、安全機能を有する施設となると考えられる。

許可基準規則第十三条第1項第一号においては、ピット処分に係る廃棄物埋設地の漏出防止機能及び漏出低減機能は、「外周仕切設備を設置する方法、その表面を土砂等で覆う方法その他の人工バリアを設置する方法」によって設けることとされていることから、廃棄物埋設施設に設置する外周仕切設備やその表面の土砂等については漏出防止機能及び漏出低減機能を有する施設となると考えられる。また、許可基準規則第十三条第一項第二号においては、トレンチ処分に係る廃棄物埋設地の漏出低減機能は、「その表面を土砂等で覆う方法その他の人工バリアを設置する方法により、廃棄物埋設地への雨水及び地下水の浸入を十分に抑制」することとされていることから、雨水及び地下水の浸入を抑制する施設については、安全機能を有する施設となると考えられる。

### (3) 人工バリア

「人工バリア」については、「廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出の防止及び低減のための機能を有するもの」とされていることから、廃棄物埋設地に設置されているもので、漏出防止機能または漏出低減機能、もしくはその両方を持つ安全機能を有する施設を示していると考えられる。

## 5.2 許可基準規則第二条の要求事項

許可基準規則第二条では、5.1.2項に示した通り、第二種廃棄物埋設施設の放射線によるリスクを十分に小さくするために重要となる「安全機能」、「安全機能を有する施設」及び「人工バリア」の3つの用語が定義されている。許可基準規則の第三条以降では、定義されている用語についての基準等が規定されている。従って、第二条における要求事項としては、定義されているものが、設置する廃棄物埋設施設のどこに該当するのかが示すことであると考えられる。なお、天然バリアは安全機能として取り扱わないが、許可基準規則第十三条等において廃棄物埋設地から漏出した放射性物質による公衆への被ばく線量を実施する際には、天然バリアの持つ性能を考慮して評価を実施することとなる。

## 5.3 許可基準規則第二条の要求事項に対する課題

### 5.3.1 許可基準規則第二条への適合性を示す説明

先行施設の申請書によると、施設に設けている安全機能等の説明の前に、廃棄物埋設施設の構成について記載されており、廃棄物埋設施設が廃棄物埋設地及び廃棄物埋設地の附属施設で構成されていることを説明した上で、施設の構成の詳細が述べられていた<sup>7)</sup>。最初に廃棄物埋設施設の構成を説明しているのは、その後説明が必要となる安全機能を有する施設が廃棄物埋設施設を構成する設備等の中のどこが該当するのかが説明するためのものであると考えられ

る。これを踏まえ、許可基準規則第二条に対する適合性を確認するための説明として、以下の内容を記載するべきであると考えられる。

#### (1) 廃棄物埋設施設の構成

許可基準規則第二条の要求事項としては、定められている用語である「安全機能」、「安全機能を有する施設」及び「人工バリア」について、設置する廃棄物埋設施設に該当するものは何かを示すことであると考えられる。「安全機能」については、廃棄物埋設施設を設置することにより、公衆への放射線障害を及ぼすおそれがないようにするため、トレンチ処分においては、許可基準規則第八条第一項で定めている遮蔽機能、第十三条第1項第二号で定めている漏出低減機能の2つの安全機能を設けることが要求されている。

従って、設置するトレンチ埋設施設に、遮蔽機能及び漏出低減機能のうちのどれを安全機能として設け、廃棄物埋設施設のどの設備が安全機能を有する施設となるのかを把握する必要があることから、廃棄物埋設施設の構成を示す必要があると考えられる。

#### (2) 安全機能及び安全機能を有する施設の提示

定義されている安全機能、安全機能を有する施設及び人工バリアは、廃棄物埋設施設の構成を提示した後は、設置する廃棄物埋設施設の特徴や性質等に沿って、安全機能は何を設ける必要があり、安全機能を有する施設は廃棄物埋設施設のどこにあるかを示す必要があると考えられる。

#### (3) 安全機能を有する施設の設計方針

安全機能を有する施設は、放射性廃棄物中の放射性物質による放射線障害を及ぼすおそれがないようにするために重要となるものであり、備えている安全機能を規則で定められている期間または事業所が定めた期間において維持しなければならない。それを示すためには、定めた期間において安全機能が維持され続けるように検討した施設の設計をどのように行うのか設計の方針を示す必要があると考えられる。

#### (4) 安全機能を維持する期間

安全機能については、その機能を維持させる最低限の期間について定められている。そのため、まずは放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間のどの期間に安全機能が要求されているのかを整理する必要がある。さらに、その安全機能を要求されている期間維持するために、対象の安全機能を有する施設が、その機能を定められている期間維持することを示す必要がある。これについては、2.3節の先行施設の申請書の内容より、安全機能を有する施設を設計する際の設計方針及びその施設の設計する上での技術要件を提示することで、維持が可能であることを示していると考えられる。

### 5.3.2 廃棄物埋設施設の構成におけるこれまでの検討

トレンチ埋設施設は、極めて放射能濃度が低い研究施設等廃棄物の処分を行う施設であることから、5.1.1項で示した通り、廃棄物埋設施設のうちの廃棄物埋設地に分類される。

許可基準規則等に対応したトレンチ埋設施設における技術的検討は、これまで「研究施設等廃棄物のトレンチ処分施設の上覆土内への浸透水量の評価 JAEA-Technology 2014-013」<sup>9)</sup>、「研究施設等廃棄物のトレンチ処分施設における遮水機能の設計検討（共同研究） JAEA-

Technology 2016-019」<sup>10)</sup>及び「研究施設等廃棄物のトレンチ処分施設における覆土の設計検討 JAEA-Technology 2022-010」<sup>11)</sup>（以下「トレンチ覆土の設計報告書」という。）において行っており、基本設計に向けて、安全性、効率性及び経済性等の様々な観点から検討を進めているところである。

許可基準規則第二条への適合性についての説明では、定義されている用語である「安全機能」、「安全機能を有する施設」及び「人工バリア」について示す必要がある。

トレンチ処分においては、許可基準規則により安全機能として、廃棄物の受入れ開始から廃止措置の開始までの期間に、遮蔽機能及び漏出低減機能を設けることが要求されていることから、トレンチ埋設施設には漏出低減機能及び遮蔽機能、トレンチ埋設施設に附随する受入検査施設には遮蔽機能を設けることが考えられる。

今後は、トレンチ埋設施設に設ける安全機能、安全機能を有する施設及び人工バリアを各設備等の設計を追加検討するとともに、検討した設備において該当する安全機能を有する施設を選定する必要がある。



## 6 第三条 安全機能を有する施設の地盤

### 6.1 許可基準規則第三条及びその解釈

#### 許可基準規則

##### 第三条（安全機能を有する施設の地盤）

安全機能を有する施設（中深度処分に係る廃棄物埋設地を除く。）は、次条第二項の規定により算定する地震力が作用した場合においても当該安全機能を有する施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。

2 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地（安全機能を有する施設に限る。）は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。

3 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地（安全機能を有する施設に限る。）は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。

#### 許可基準規則の解釈

##### 第3条（安全機能を有する施設の地盤）

1 第1項に規定する「安全機能を有する施設を十分に支持することができる」とは、安全機能を有する施設について、自重及び操業時の荷重等に加え、本規程第4条2の分類に応じて算定する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持性能を有する設計であることをいう。

2 第2項に規定する「変形」とは、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状をいう。

このうち上記の「地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み」については、広域的な地盤の隆起又は沈降によって生じるもののほか、局所的なものを含む。これらのうち、上記の「局所的なもの」については、支持地盤の傾斜及び撓みの安全性への影響が大きいおそれがあるため、特に留意が必要である。

3 第3項に規定する「変位」とは、将来活動する可能性のある断層等が活動することにより、地盤に与えるずれをいう。

また、同項に規定する「変位が生ずるおそれがない地盤に設け」とは、廃棄物埋設地が将来活動する可能性のある断層等の露頭がある地盤に設置された場合、その断層等の活動によって安全性に重大な影響を与えるおそれがあるため、当該廃棄物埋設地を将来活動する可能性のある断層等の露頭がないことを確認した地盤に設置することをいう。

なお、上記の「将来活動する可能性のある断層等」とは、後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等をいう。その認定に当たって、後期更新世（約12～13万年前）の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降（約40万年前以降）まで遡って地形、地質・地質

構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価すること。なお、活動性の評価に当たって、設置面での確認が困難な場合には、当該断層の延長部で確認される断層等の性状等により、安全側に判断すること。

また、「将来活動する可能性のある断層等」には、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面を含む。

## 6.2 許可基準規則第三条の要求事項

許可基準規則第三条第1項では、安全機能を有する施設の地盤が規定されている地震力が作用した場合にも、十分に支持することができる地盤に設けることが要求されている。安全機能を有する施設の地盤には、平常時から廃棄物埋設施設の自重や風や雨等の気候の荷重が加わっている。ここに、地震が発生し、地盤に応力が加わることにより、平常時に耐えることができていた地盤も、廃棄物埋設施設を十分に支持することが困難になる可能性がある。そのため、廃棄物埋設施設の耐震重要度分類に応じて算定された地震力が、安全機能を有する施設に作用した場合でも、安全機能を有する施設の地盤が十分に支持できるか評価することが要求されている。

許可基準規則第三条第2項では、廃棄物埋設地は、地震に起因する地盤の傾斜や撓み、施設間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の変形が発生した場合においても、安全機能を損なうおそれがない地盤に設置することが要求されている。傾斜や撓み、不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の各現象が廃棄物埋設施設で発生した場合、安全機能を有する施設が損傷するおそれがあり、公衆へ放射線障害を及ぼす可能性が生じる。従って、各現象が発生しやすい地盤を整理し、安全機能を有する施設を設置する地盤の特徴や地盤の評価結果から、地盤の変形が生じないことを示すことが要求されている。また、地盤の傾斜及び撓みについては、解釈において広域なものだけではなく、局所的に発生することについても特に留意することが要求されている。

許可基準規則第三条第3項では、廃棄物埋設地は、将来活動する可能性が否定できない断層等のある地盤に設置しないことが要求されている。これは、先述した傾斜や撓み等が発生した場合と同様に、安全機能を有する施設の地盤に活動の可能性のある断層があることにより、安全機能を有する施設の損傷により放射線障害を及ぼすおそれがある。従って、安全機能を有する施設の地盤に活動の可能性のある断層の有無を調査し、その地盤の上に安全機能を有する施設を設置しないことが要求されている。また、解釈第三条第三項には、断層の有無判断基準について規定されており、評価の際には、後期更新世以降の活動性、後期更新世以降の活動が明確に判断できない場合には、中期更新世以降まで遡って評価をすることとなっている。

## 6.3 地震による応力及び地盤の許容応力度

廃棄物埋設施設が設置されることにより、地盤には常に廃棄物埋設施設の自重及び埋設する放射性廃棄物等に係る荷重が加わることとなる。また、雨や風等の天候によってもそれに伴う応力が地盤にさらに加わることとなる。許可基準規則第三条第1項では、通常時から加わる廃

棄物埋施設自体の重量や天候等による応力の他、地震が発生した際に加わる応力が発生した際においても、安全機能を有する施設の地盤は、十分に支持できることを示すことが要求されている。

この評価では、安全機能を有する施設の地盤が耐えることができる応力（以下「許容応力度」という。）と、通常時から加わる応力はもとより、地震力に伴い発生する応力（以下「地震応力」という。）を算定し、その結果、許容応力度が地震応力より大きいことを示すことで、適合性の確認を示すことが可能となると考えられる。そのため、事業所ごとに廃棄物埋施設の設計に対応した方法で算定することが必要である。

一般的な建築物を設置する際の地盤の許容応力度については、「建築基準法施行令（昭和二十五年政令第三百三十八号）」（以下「建築基準施行令」という。）の第九十三条に以下のとおり定められている。

建築基準法施行令（昭和二十五年政令第三百三十八号）		
施行日：令和五年五月二十六日（令和四年政令第三百九十三号による改正）		
（地盤及び基礎ぐい）		
第九十三条 地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力は、国土交通大臣が定める方法によつて、地盤調査を行い、その結果に基づいて定めなければならない。ただし、次の表に掲げる地盤の許容応力度については、地盤の種類に応じて、それぞれ次の表の数値によることができる。		
地盤	長期に生ずる力に対する許容応力度(単位 一平方メートルにつきキロニュートン)	短期に生ずる力に対する許容応力度(単位 一平方メートルにつきキロニュートン)
岩盤	一、〇〇〇	長期に生ずる力に対する許容応力度のそれぞれの数値の二倍とする。
固結した砂	五〇〇	
土丹盤	三〇〇	
密実な礫層	三〇〇	
密実な砂質地盤	二〇〇	
砂質地盤（地震時に液状化のおそれのないものに限る。）	五〇	
堅い粘土質地盤	一〇〇	
粘土質地盤	二〇〇	
堅いローム層	一〇〇	
ローム層	五〇	

一般的な建築物を設置する地盤には、長期に生ずる力に対する許容応力度及び短期に生ずる力に対する許容応力度を策定することとなっているが、地盤調査の結果、建築基準施行令第九十三条に示されている表に記載のある地盤に該当した場合は、表に記載されている許容応力度とすることが可能となっている。また、建築基準施行令第九十三条の「国土交通大臣が定める方法」とは、「国土交通省告示第千百十三号（地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための方法等を定める件）」（以下「国土交通省告示第 1113 号」という。）で定められている方法である。

国土交通省告示第 1113 号には、許容応力度の算定方法及び算定において必要となる地盤調査の方法について定められており、ボーリング試験、標準貫入試験及び平板載荷試験等により当該地盤の許容応力度を算定することとなる。

廃棄物埋設施設の場合は、受入検査施設のような一般的な建築物に近いものについては、先述した方法での評価が可能となると考えられるが、原子力施設である廃棄物埋設施設のような一般的な建築物と特徴が異なるものの地盤については、国土交通省告示第 1113 号で定められている方法により算定することが適切であるかどうかを含め検討が必要となると考えられる。

#### 6.4 許可基準規則第三条の要求事項に対する課題

「研究施設等廃棄物の概念設計に供する前提条件の調査及び設定 JAEA-Technology 2010-043」<sup>12)</sup>（以下「前提条件報告書」という。）において、廃棄物埋設施設の設置場所として除外する項目の整理及び我が国の一般的な地質環境を調査した。概念設計では、前提条件報告書を基にモデルを設定し、廃棄物埋設施設の設計を検討している<sup>3)</sup>。許可基準規則の策定により、地盤の許容応力度と通常時の応力に加え地震力による応力との比較、地震発生に伴い起こりうる様々な地盤の変形及び変位についての新たな基準が設けられたため、今後評価及び調査等を実施する必要がある。

##### 6.4.1 地震力による応力及び地盤の許容応力度の評価に対する課題

前提条件報告書によると、廃棄物埋設施設の地盤は補強対策を基本的に必要としない場所に設置することとしていた<sup>12)</sup>。そのため、概念設計の前提として、廃棄物埋設施設（安全機能を有する施設）の地盤の許容応力度は、地震により生じる応力が作用した場合においても、十分耐えることができるとしていた。そのため、地盤の許容応力度等の算定については、今後検討が必要である。

概念設計で検討したとトレンチ埋設施設では、放射性廃棄物は地面を掘削した穴に定置することとしており、最後に土で覆う設計となっている。そのため、地盤の上に設置するような一般的な建築物と異なり、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地は地盤と一体化している特有の構造となっている。従って、6.3 項で示した国土交通省告示第 1113 号の一般的な建築物に対する評価方法が適切であるかを含めた検討が必要である。

先行施設では、地盤の許容応力度の算出は国土交通省告示第 1113 号だけではなく、「道路橋示方書（IV 下部構造編）・同解説（平成 29 年）」（以下「H29 道路橋示方書IV」という。）に記載されている評価方法を用いて算出していた<sup>7)</sup>。道路橋示方書は、「橋、高架の道路等の技術基

準」が示されたものであり、国道の橋梁、高速道路の設計及びその他の道路橋（以下「道路橋等」という。）の設計に用いられている基準である。従って、先行施設では、一般的な建築物及び道路橋等の構造物 2 つの方法で廃棄物埋設地の許容応力度を算出していたこととなる。

原子力機構が検討している廃棄物埋設施設（安全機能を有する施設）の地盤については、先行施設と同様の方法が適用できるのか含め、今後検討する必要がある。また、地盤の許容応力度や通常時及び地震発生時に加わる応力の算定では、パラメータが必要であり、その取得方法を整理する必要がある。パラメータの取得方法は、文献調査から引用して得るものと廃棄物埋設地の設置場所で測定して実測値を得るものがあると考えられるため、先行施設の事例を参考に整理を行う必要がある。実測が必要な場合については、別途測定の方法についても検討する必要がある。

受入検査施設にも、安全機能である遮蔽機能を設けることが想定されるため設置する地盤の評価が必要となることが考えられる。受入検査施設は、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地と異なり、地盤の上に設置する建築物である。そのため、最新の新規制基準に適応した原子力施設の事例を参考に検討する必要がある。

#### 6.4.2 地盤の変形の評価に対する課題

前提条件報告書によると、廃棄物埋設施設を設置する地盤は、液状化等の地盤の変形に対する対策を基本的に必要としない場所に設置することとしていた。そのため、少なくとも解釈に記載されている、地盤の傾斜や撓み、不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下については、地震発生時に起こりうるのか、また、その影響はどの程度なのか評価する必要がある。

先行施設では、地盤の傾斜及び撓みについては、空中写真判読及び地質調査により評価し、断層及び日本海プレート境界と廃棄物埋設施設の敷地との距離を確認することで評価を実施していた。また、液状化については、「道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説（平成 29 年）」に基づいて評価を実施し、さらに地盤のばらつきを考慮して、解析による評価も実施していた。

不等沈下については、影響を受ける可能性のある安全機能を有する施設の有無を確認し、該当する施設がなかったため、先行施設では評価を実施していなかった。

液状化及び揺すり込み沈下による地盤の変形については、地盤沈下により地表面と地下水位との距離が変化することが想定される。先行施設では、放射性廃棄物は地下に掘削した場所に定置することを検討しているため、放射性廃棄物を定置する廃棄物埋設地と地下水面とが接触の可能性の有無は、廃棄物埋設地を構成する材料の劣化のおそれや放射性物質の漏出につながる可能性がある。そのため、液状化及び揺すり込み沈下による地盤の変形については、現象発生に伴う沈下量を算定し、廃棄物埋設地と地下水面との距離の変化を評価していた。先行施設では、圧密沈下による沈下量も加えて算出していた。

液状化による沈下量の算出は、廃棄物埋設施設周辺で地震発生時における鉛直方向の残留変位による液状化を解析で評価し、沈下量を算出していた。揺すり込み沈下については、検討の対象層を選定し、新潟県中越沖地震時における東京電力ホールディングス株式会社柏崎刈羽原子力発電所の沈下実績を考慮した値を取り入れて沈下量を算出していた。また、圧密沈下については、H29 道路橋示方書Ⅳに基づき、有効上載圧及び粘土層の圧密降伏応力を算定し、沈下

量を算出していた。そして、液状化、揺すり込み沈下及び圧密沈下に伴う地盤の沈下量を合算し、沈下が発生した場合においても、廃棄物埋設地が地下水水面と接するおそれがないことを確認していた<sup>7)</sup>。

地盤の傾斜や撓み、不等沈下及び液状化については、先行施設が実施した評価方法だけではなく、その他の評価方法も調査する必要がある。先行施設で評価の対象から除外された不等沈下については、原子力機構が設置する廃棄物埋設施設についての評価が必要となるため、発生することにより安全機能を有する施設が損傷し、機能の低下や維持が困難になる可能性を検討する必要がある。

概念設計では、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地は地下水水位より浅い位置に設置することを想定していた<sup>3)</sup>。そのため、基本設計においても同様にトレンチ処分を行う廃棄物埋設地が地下水水位より浅い位置に設置することとなった場合、廃止措置開始までは廃棄物埋設地と地下水水面が接しない状態が継続することが必要となることから、地下水水面の位置が変動する可能性がある液状化、不等沈下、揺すり込み沈下及び先行施設が評価対象としていた圧密沈下による影響の評価は非常に重要である。従って、これらの現象による影響の有無を評価する方法を調査する必要がある。また、評価した結果、廃棄物埋設地の底面に地下水水面が接する可能性がある場合は、必要に応じて廃棄物埋設地の設計を追加検討する必要があると考えられる。

#### 6.4.3 地盤の変位の評価に対する課題

前提条件報告書によると、廃棄物埋設施設を設置する地盤には、断層や地すべり面も設置環境の除外項目としていたため、断層や地すべり面がないことを前提として概念設計を検討していた。従って、6.4.1 項及び 6.4.2 項と同様に評価方法を検討する必要がある。

先行施設<sup>7)</sup>では、地盤の変位についての評価方法として、地質調査により断層の有無を確認し、文献調査及び空中写真判読により地すべり地形及び地すべりのおそれのある斜面等の形跡を確認していた。また、敷地における地質調査の結果を基に、地すべり面や地層の乱れを確認していた。

先行施設の評価方法を参考にし、その他の原子力施設における評価方法も調査をし、今後、設置する廃棄物埋設施設に適したものを検討する必要がある。許可基準規則第三条第三項では、地盤の変位が生じるおそれがないことを確認することが要求されているため、変位が発生する可能性がある場合には、安全機能を有する施設が含まれている廃棄物埋設地を設置することができなくなる。従って、廃棄物埋設地の配置場所を決める前に必ず実施する必要があるため、最優先に検討するべきであると考えられる。

## 7. 第四条 地震による損傷の防止

### 7.1 許可基準規則第四条及びその解釈

#### 許可基準規則

(地震による損傷の防止)

第四条 安全機能を有する施設（中深度処分に係る廃棄物埋設地を除く。次項において同じ。）は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。

2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。

3 (略)

#### 許可基準規則の解釈

第4条（地震による損傷の防止）

1 第1項及び第3項に規定する「地震力に十分に耐える」とは、ある地震力に対して施設全体としておおむね弾性範囲の設計がなされることをいう。この場合、上記の「弾性範囲の設計」とは、施設を弾性体とみなして応力解析を行い、施設各部の応力を許容限界以下にとどめることをいう。また、この場合、上記の「許容限界」とは、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも施設全体としておおむね弾性範囲にとどまり得ることをいう。

2 第2項に規定する「地震の発生によって生ずるおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度」とは、地震により発生するおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）をいう。安全機能を有する施設は、耐震重要度に応じて、以下に掲げるクラスに分類するものとする。

##### 一 Bクラス

自ら放射性物質を内蔵している施設若しくは当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設又は地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その破損により公衆に与える放射線の影響が事業規則第1条の2第2項第9号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分小さいものでないものをいう。

##### 二 Cクラス

安全機能を有する施設のうち、Bクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設をいう。

3 第1項及び第3項に規定する「地震力に十分に耐えること」を満たすために、安全機能を有する施設の耐震設計に当たっては、以下の方針によること。

- 一 静的地震力に対しておおむね弾性状態にとどまる範囲で耐えること。
- 二 廃棄物埋設地と廃棄物埋設地の附属施設のうち建物・構築物については、常時作用している荷重及び操業中に作用する荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とし、当該許容範囲を超えないこと。
- 三 廃棄物埋設地の附属施設のうち機器・配管系については、操業中の荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、応答が全体的におおむね弾性状態にとどまること。
- 4 第2項に規定する「地震力」の算定に当たっては、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（原規技発第1306193号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定））（以下「実用炉設置許可基準解釈」という。）別記2第4条4の方法を準用すること。
- 5 （略）

## 7.2 許可基準規則第四条の要求事項

### 7.2.1 許可基準規則第四条第1項の要求事項

許可基準規則第四条第1項では、安全機能を有する施設の耐震設計についての要求事項が定められており、地震力を作用させた際に、安全機能を有する施設全体が概ね弾性範囲の設計がなされていることが要求されている。これは、安全機能を有する施設が地震により応力が加わることで変形が生じたとしても、弾性範囲であれば、加わった応力が取り除かれると元の状態に戻るため、地震による影響がないことが示されることとなる。従って、要求事項を満たすためには、安全機能を有する施設の許容応力度を算定し、地震力により生じる応力と比較して許容応力度が上回っているか評価する必要があると考えられる。

地震力については、許可基準規則第四条第2項の定められている、耐震重要度分類の判定結果より算定することとなる。

### 7.2.2 許可基準規則第四条第2項の要求事項

許可基準規則第四条第2項では、地震による安全機能を有する施設の損傷及びそれに伴う公衆への放射線障害の防止のために、施設ごとに安全機能を喪失した場合の相対的な影響の程度（以下「耐震重要度」という。）を、定められたクラスに分類することが要求されている。

耐震重要度を分類するクラスは、廃棄物埋設施設においてはBクラスとCクラスの2つがあり、Bクラスの方が放射線による公衆への影響がより大きいクラスである。Bクラス及びCクラスの判定基準は、許可基準規則の解釈第四条第2項第一号より、「公衆に与える放射線の影響が事業規則第一条の二第2項第九号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分小さいものでないもの」であるかどうかである。線量限度については、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則の規定に基づく線量限度を定める告示」（以下「線量告示」という。）第二条に以下の通り規定されている。



核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則の規定に基づく線量限度を定める告示

(第二条)

(周辺監視区域外の線量限度)

第二条 (略) 第二種埋設規則第一条の二第二項第九号 (略) の原子力委員会の定める線量限度は次のとおりとする。

- 一 実効線量については、一年間 (四月一日を始期とする一年間をいう。以下同じ。) について一ミリシーベルト
- 二 皮膚の等価線量については、一年間につき五十ミリシーベルト
- 三 眼の水晶体の等価線量については、一年間につき十五ミリシーベルト

2 前項第一号の規定にかかわらず、原子力規制委員会が認めた場合は、実効線量について一年間につき五ミリシーベルトとすることができる。

線量告示第二条より、周辺監視区域外の年間の実効線量については1年間につき1mSv、原子力規制委員会が認めた場合は1年間につき5mSvと線量限度が定められている。耐震重要度分類を行う際の被ばく線量の基準は、これら線量限度に比べ十分小さいかということとなる。しかし、具体的な線量の値は許可基準規則及びその解釈においては定められていない。

令和3年3月31日に実施された日本原燃株式会社第二種廃棄物埋設事業変更許可申請に係る新規制基準への適合確認に関するヒアリングにおいて、原子力規制庁から、以下の指摘があった<sup>13)</sup>。

日本原燃株式会社第二種廃棄物埋設事業変更許可申請に係る新規制基準への適合確認に関するヒアリング<sup>13)</sup>

原燃は、廃棄物埋設施設の耐震重要度分類について、地震で廃棄物埋設施設の安全機能が喪失した場合に敷地周辺の公衆が被ばくする線量を160 $\mu$ Sv/yと評価し、その線量が十分に低いとしてCクラスに分類している。一方で、試験研究炉の許可基準規則解釈では、敷地周辺の公衆が被ばくする線量が十分に低いとは、発生事故当たり50 $\mu$ Sv以下であることとしている。これを踏まえ、耐震重要度分類についての考え方を整理し、説明すること。

ここで試験研究炉の許可基準規則とは、「試験研究の用に供する原子炉の位置、構造及び設備の基準に関する規則」である。これにより、試験研究炉の許可基準規則で定められている、地震により安全機能が喪失した際の発生事故当たりの公衆の被ばく線量が線量限度に比べて十分小さいことについての考え方を、第二種廃棄物埋設についても適用することが要求された。

試験研究炉における耐震重要度分類のための評価における線量基準については、試験研究炉の許可基準規則の解釈別記1「試験研究用等原子炉施設に係る耐震重要度分類の考え方」の2.3項の注2)及び注3)で定められている。試験研究炉の許可基準規則の解釈別記1「試験研究用等原子炉施設に係る耐震重要度分類の考え方」の2.3項の注2)及び注3)を以下に示す。

試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

(別記 1) 2.3 試験研究用等原子炉施設に係る個別の設備・機器等の具体的な分類の方法

(略)

注 3) 「B クラス対象設備・機器等の検討が必要な試験研究用等原子炉施設」に分類された試験研究用等原子炉施設のうち、通常運転時において放射性廃棄物を廃棄する施設（放射性廃棄物を保管廃棄する施設を含む。）並びに核燃料物質の取り扱い施設及び貯蔵施設にあっては、本フロー図にかかわらず、安全機能を喪失した場合に敷地周辺の公衆が被ばくする線量が十分低いものは、C クラスに分類することができる。

この場合においては、上記の「敷地周辺の公衆が被ばくする線量が十分に低い」とは、「発電用軽水炉型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」（昭和 50 年 5 月 13 日原子力委員会決定）を参考に、実効線量が発生事故当たり 50 マイクロシーベルト以下であることをいう。

上記より、試験研究炉等における耐震重要度分類は、発生事故当たりの実効線量が 50 $\mu$ Sv を超える場合には B クラス、それ以下になる場合には C クラスとなることが分かる。

従って、第二種廃棄物埋設においては、現在の許可基準規則には定められていないが、先行する施設の事例より、耐震重要度分類のクラスの選定の考え方は、試験研究炉の許可基準規則の考え方を考慮する必要がある。

### 7.3 許可基準規則第四条の要求事項に対する課題

#### 7.3.1 耐震重要度分類の選定に対する課題

研究施設等廃棄物のトレンチ埋設施設についても、耐震重要度分類を行うこととなる。

耐震重要度分類の判定においては、まず、安全機能の喪失を想定した状態設定を検討する必要がある。その性能の喪失の程度は、許可基準規則において定められていないため、各事業所が検討する必要がある。

次に、安全機能が喪失した状態がいつまで続く可能性があるのか検討する必要がある。地震が発生して安全機能を有する施設が損傷した際には、喪失した安全機能を復旧させるために、安全機能を有する施設に応急処置又は修復等を行うこととなる。その応急処置又は修復が完了するまでにどのくらいの時間を要するかにより、直接ガンマ線やスカイシャインガンマ線、放射性物質の漏出による影響が異なる。従って、評価の際には、喪失した安全機能が復旧するまでの期間についても、作業時の作業工程を考慮して検討する必要があると考えられる。

そして、これらの状態を考慮した評価を実施するために、評価で用いるパラメータを検討する必要がある。

- ・ 地震による安全機能の喪失対象及び安全機能の損傷程度の選定。
- ・ 安全機能喪失後の応急処置完了までの期間の検討。
- ・ 評価における安全機能を喪失した状態のパラメータの設定及び評価方法の検討。

現在は 5.3 節で示したとおり、研究施設等廃棄物の廃棄物埋設施設は、基本設計に向けて追加の検討が必要であるため、設計が明確になった後に検討を行うこととなると考えられる。

### 7.3.2 安全機能を有する施設の耐震設計に対する課題

許可基準規則第四条第1項により耐震設計が要求される設備は、許可基準規則第二条で定める安全機能を有する施設であり、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地及び受入検査施設ともに検討対象となることが想定される。そのため、いずれの施設においても、安全機能である漏出低減機能及び遮蔽機能を喪失した状態の被ばく線量評価を実施し、耐震重要度分類を選定し、評価における状態設定は、先行施設の事例を参考に検討する必要がある。

先行施設<sup>7)</sup>では、廃棄物埋設地の耐震重要度分類はCクラスであったが、「地表面を掘削した埋設トレンチに廃棄物を定置し、土砂等による覆土を施した土構造物であることから、弾性範囲で設計される構造部材はなく、変形を許容した土質系材料で構成されるため、耐震設計は不要とする。」として、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地の耐震設計は行わないとしていた。このように、設置する廃棄物埋設地の施設に用いる材料等の特徴を考慮して検討する必要があることが分かる。

概念設計<sup>8)</sup>においては、廃棄物埋設地へ廃棄体を定置する際には、雨水の浸入を防ぐために、定置中の廃棄物埋設地の上部にテントを設置することを検討している。このテントが操業中のみ等の限られた期間においても、安全機能を有することを想定する場合には、テントについても耐震設計の検討が必要であると考えられる。

## 8. 第五条 津波による損傷の防止

### 8.1 許可基準規則第五条及びその解釈

#### 許可基準規則

(津波による損傷の防止)

第五条 安全機能を有する施設は、その供用中に当該安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

#### 許可基準規則の解釈

第5条 (津波による損傷の防止)

- 1 第5条に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがある津波」は、敷地及びその周辺地域における過去の記録、現地調査の結果、行政機関等が実施した津波シミュレーションの結果及び最新の科学的・技術的知見等を踏まえ、影響が最も大きいものとする。
- 2 第5条に規定する「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」を満たすために、上記1の津波に対する廃棄物埋設施設の設計に当たっては、以下のいずれかの方針によること。
  - 一 安全機能を有する施設は、津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。
  - 二 津波による遡上波が到達する高さにある場合には、遡上波によって安全機能を損なうおそれがないこと。「安全機能を損なうおそれがないこと」とは、遡上波による安全機能への影響を評価し、施設の一部の機能が損なわれることがあっても、廃棄物埋設施設全体として安全性が確保されることをいう。なお、「安全機能を損なうおそれがないこと」には、防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置して、遡上波の到達又は流入を防止することを含む。
- 3 上記2の遡上波の到達防止に当たっては、実用炉設置許可基準解釈別記3第5条3一②の方針を準用すること。
- 4 上記2二の津波防護施設及び浸水防止設備並びに津波監視設備を設置する場合には、実用炉設置許可基準解釈別記3第5条3二及び五から七までの方針を準用すること。この場合において、これら規定中「発電所」とあるのは「廃棄物埋設施設」と読み替えるものとする。

### 8.2 許可基準規則第五条の要求事項

許可基準規則第五条では、廃棄物埋設地の供用中に、津波により安全機能を有する施設が備えている安全機能が損なわれることがないようにすることが要求されている。

津波により安全機能が損なわれるか評価する際には、必要に応じて2つの工程により検討する必要がある。

① 津波の選定

津波の選定については、許可基準規則の解釈第五条第一項に、①敷地及びその周辺地域の過去の記録、②現地調査の結果、③行政機関が実施した津波シミュレーションの結果及び④最新の科学的・技術的知見等を考慮の4つの観点から検討することが定められている。これらの調査の具体的な方法については、規定されていない。そのため、これまでの過去の事例等を参照して事業所が具体的な評価方法を検討し、廃棄物埋設施設の安全機能を有する施設に対して、影響が最も大きい津波を選定することとなる。

② 津波の影響評価

津波の選定をした後には、選定した津波が廃棄物埋設施設へ到達した際に、安全機能を有する施設の持つ安全機能が喪失するおそれがあるかを評価することとなる。

津波対策における施設設計の方針については、許可基準規則の解釈第五条第2項に定められており、津波による遡上波が到達しない場所に設置するか、あるいは、到達する場合は防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備を設けることで、廃棄物埋設施設の一部の安全機能が損なわれることがあっても、全体の安全性が確保されるようにすることが要求されている。後者についての対策を講じる場合は、津波による遡上波の到達防止に対する安全性の確保については、実用炉設置許可基準の解釈の別記3第五条3一②の方針に準用することと規定されている。

実用炉設置許可基準の解釈の別記3第五条3一②を以下に示す。

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設置の基準に関する規則の解釈 別記3第五条3一②
---

3 (略)

一 (略)

②上記①の遡上波の到達防止に当たっては、敷地及び敷地周辺の地形、標高及び河川等の存在並びに地震による広域的な隆起・沈降を考慮して、遡上波の回込みを含め敷地への遡上の可能性を検討すること。また、地震による変状又は繰り返し来襲する津波による洗掘・堆積により地形又は河川流路の変化等が考えられる場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討すること。

廃棄物埋設施地に遡上波の到達防止対策を検討する際には、遡上波の到達高さ等について十分検討することが重要となる。そのため、実用炉設置許可基準の解釈の別記3第五条3一②には、遡上波の到達防止対策を検討する際に考慮すべき事項が定められ、定められている方針に準用し、遡上波の到達程度を評価することとなる。

遡上波の到達を評価する際には、廃棄物埋設施地及びその周辺環境を十分に把握し、地震による地盤の隆起・沈降が生じる可能性を考慮することが要求されている。地震による地盤の隆起・沈降については、許可基準規則第三条第2項での要求事項に対する適合性を確認した際に評価していることから、評価の結果を取り入れて、遡上波の到達可能性を検討することとなる。

さらには、廃棄物埋設施地及びその周辺環境において、これまでに津波により地形が変化したり、河川の流路が変化したりしたことがあるかについても考慮することが要求されている。こ

これは、津波により地形や河川流路等が変化しやすい地域である場合、津波が到達した際に、現在の地形で想定される遡上波の経路と異なる可能性が考えられる。従って、遡上経路に及ぼす影響についても十分検討する必要がある。

また、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を設置については、許可基準規則の解釈第五条第四項に、以下に示す実用炉設置許可基準の解釈の別記3第五条3二及び五から七までの方針に準用することと規定されている。これらのことについて十分留意して設計を検討する必要がある。

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設置の基準に関する規則の解釈  
別記3第五条3二及び五から七（「発電所」を「廃棄物埋設施設」へ読み替え）

3（略）

二 取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止すること。そのため、以下の方針によること。

①取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設及び地下部等における漏水の可能性を検討した上で、漏水が継続することによる浸水範囲を想定するとともに、当該想定される浸水範囲（以下「浸水想定範囲」という。）の境界において浸水想定範囲外に流出する可能性のある経路（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定すること。

②（略）

③浸水想定範囲における長期間の浸水が想定される場合は、排水設備を設置すること。

（略）

五 津波防護施設及び浸水防止設備については、入力津波（施設の津波に対する設計を行うために、津波の伝播特性及び流入経路等を考慮して、それぞれの施設に対して設定するものをいう。以下同じ。）に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できること。また、津波監視設備については、入力津波に対して津波監視機能が保持できること。そのため、以下の方針によること。

①上記の「津波防護施設」とは、防潮堤、盛土構造物及び防潮壁等をいう。上記の「浸水防止設備」とは、水密扉及び開口部・貫通口の浸水対策設備等をいう。また、上記の「津波監視設備」とは、敷地の潮位計及び取水ピット水位計並びに津波の来襲状況を把握できる屋外監視カメラ等をいう。これら以外には、津波防護施設及び浸水防止設備への波力による影響等、津波による影響を軽減する効果が期待される防波堤等の津波影響軽減施設・設備がある。

②入力津波については、基準津波の波源からの数値計算により、各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形とすること。数値計算に当たっては、敷地形状、敷地沿岸域の海底地形、津波の敷地への浸入角度、河川の有無、陸上の遡上・伝播の効果及び伝播経路上の人工構造物等を考慮すること。また、津波による港湾内の局所

的な海面の固有振動の励起を適切に評価し考慮すること。

- ③津波防護施設については、その構造に応じ、波力による浸食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性等にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計すること。
- ④浸水防止設備については、浸水想定範囲等における津波や浸水による荷重等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性等にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計すること。
- ⑤津波監視設備については、津波の影響（波力及び漂流物の衝突等）に対して、影響を受けにくい位置への設置及び影響の防止策・緩和策等を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計すること
- ⑥津波防護施設の外側の廃棄物埋設施設敷地内及び近傍において建物・構築物及び設置物等が破損又は損壊した後に漂流する可能性がある場合には、防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止措置又は津波防護施設及び浸水防止設備への影響の防止措置を施すこと。
- ⑦上記③、④及び⑥の設計等においては、耐津波設計上の十分な裕度を含めるため、各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧、洗掘力及び浮力等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定すること。また、余震の発生の可能性を検討した上で、必要に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。さらに、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの来襲による作用が津波防護機能及び浸水防止機能へ及ぼす影響について検討すること。
- ⑧津波防護施設及び浸水防止設備の設計に当たって、津波影響軽減施設・設備の効果を考慮する場合は、このような施設・設備についても、入力津波に対して津波による影響の軽減機能が保持されるよう設計するとともに、上記⑥及び⑦を満たすこと。
- ⑨津波防護施設のうち、防潮ゲート等の外部入力により動作する機構を有するものについては、当該機構の構造、動作原理等を踏まえ、津波防護機能が損なわれないよう重要安全施設に求められる信頼性と同等の信頼性を確保した設計とすること。

六 地震による敷地の隆起・沈降、地震（本震及び余震）による影響、津波の繰り返しの来襲による影響及び津波による二次的な影響（洗掘、砂移動及び漂流物等）を考慮すること。

七 津波防護施設及び浸水防止設備の設計並びに非常用海水冷却系の評価に当たっては、入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位を考慮して安全側の評価を実施すること。なお、その他の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮すること。また、地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合、想定される地震の震源モデルから算定される、敷地の地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施すること

### 8.3 行政機関が実施したシミュレーションの想定津波

解釈第五条第1項の「大きな影響を及ぼすおそれがある津波」を検討する際に、津波の防災対策を構築するために行政機関が実施しているシミュレーション結果を参照する。

行政機関のシミュレーションで想定されている津波（以下「想定津波」という。）の考え方は、「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告（平成 23 年 9 月 28 日）」に示されている。この報告書によると想定津波は、比較的発生頻度が高く、津波の高さは低いが大きな被害を及ぼす津波（以下「L1 津波」という。）と、東北地方太平洋沖地震による津波のように発生頻度は極めて低い、発生した際には甚大な被害を及ぼす最大クラスの津波（以下「L2 津波」という。）の 2 つを設定している<sup>14)</sup>。

先行施設が受けた第 232 回の核燃料施設等の新規規制基準適合性に係る審査会合における資料によると、先行施設は許可基準規則第五条への適合性を示す際に対象とした津波において、L1 津波を設定し適合性について説明していた<sup>15)</sup>。しかし、原子力規制委員会から、「L1 相当を想定して、津波を評価していることが、まずはその、基準適合性に、要求事項に満たしているとはちょっと言えない（第 232 回の核燃料施設等の新規規制基準適合性に係る審査会合の議事録引用）」<sup>16)</sup>と指摘を受けたため、その後は、想定津波を L2 津波と設定して評価を改めて実施していた。従って、行政機関が実施している津波シミュレーションの想定津波を考慮する際には、L2 津波を想定津波として検討する必要がある。

#### 8.4 許可基準規則第五条の要求事項に対する課題

概念設計では、前提条件報告書で検討した結果より、津波による被ばくが生じる可能性のある場所を設置場所として除外することを前提として実施していたため、津波に対する廃棄物埋設施設への影響の評価はこれまで実施していない<sup>3), 12)</sup>。

先行施設では、敷地及びその周辺の過去の記録については既往津波及び津波堆積物に関する文献調査を実施していた<sup>7)</sup>。行政機関が実施した津波シミュレーションは、茨城県が実施した津波シミュレーションで想定した L2 津波の評価結果を参照し、津波遡上経路と考えられる場所に設置されている人工構築物を反映させたモデルによる、L2 津波を想定したシミュレーションにより評価を行い、安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがあるか確認していた<sup>7)</sup>。

津波による安全機能を有する施設への影響の評価については、廃棄物埋設地の設置場所に応じた評価が必要となることから、設置場所が決定した後に実施することになるが、その方法は先述した先行施設の事例を参考に検討することとなる。



## 9. 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止

### 9.1 許可基準規則第六条及びその解釈

#### 許可基準規則

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第六条 安全機能を有する施設（中深度処分に係る廃棄物埋設地を除く。次項において同じ。）は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）であってその供用中に当該安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがあるものに対して安全機能を損なわないものでなければならない。

2 安全機能を有する施設は、事業所又はその周辺において想定される廃棄物埋設施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）のうち、その供用中に当該安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがあるものに対して安全機能を損なわないものでなければならない。

#### 許可基準規則の解釈

第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）

1 第1項に規定する「想定される自然現象」とは、廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺の自然環境を基に、最新の科学的・技術的知見に基づき、洪水、地すべり、火山の影響等から適用されるものをいう。なお、必要のある場合には、異種の自然現象の重畳を考慮すること。

2 第2項に規定する「廃棄物埋設施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」とは、敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり、ダムの崩壊等をいう。

3 第1項及び第2項に規定する「安全機能を損なわないもの」とは、安全機能が達成されること（安全上支障のない期間内において速やかに修復できることが確実であることを含む。）をいう。

### 9.2 許可基準規則第六条の要求事項

許可基準規則第六条では、安全機能を有する施設に対する外部からの衝撃（以下「外部事象」という。）による損傷を防止することが事象の分類ごとに要求されている。

許可基準規則第六条第1項では、許可基準規則第四条及び第五条で検討した地震及び津波以外についての想定される自然事象が安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがないようにすることが要求されている。第六条の解釈第一項にて、洪水、地すべり、火山の影響等が例示として挙げられており、これらを含む自然事象において、廃棄物埋設施設に大きな影響を及ぼす可能性のあるものを選定する必要がある。そして、選定された自然事象が安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがあるか評価を行うこととなる。

許可基準規則第六条第2項では、廃棄物埋設施設周辺で想定される人為による事象が安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがないようにすることが要求されている。人為に

よる事象は、故意によるものを除くとしていることから、工事や建設等は対象外となると考えられる。解釈第六条第2項によると、ダム崩壊が例示として挙げられており、これを含む人為による事象において、廃棄物埋設施設に大きな影響を及ぼす可能性があるものを選定する必要がある。そして、許可基準規則第六条第1項の自然事象と同様に、選定した事象について評価を行うこととなる。

### 9.3 外部事象の検討

#### 9.3.1 外部事象の抽出

許可基準規則の解釈第六条によると、外部事象のうち、想定される自然事象については洪水、地すべり及び火山、人為によるものについてはダム崩壊が例として挙げられている。そのため、これらの事象については、安全機能を有する施設への影響の有無を検討することとなると考えられる。また、許可基準規則で例示されていない外部事象については事業所が抽出する必要がある。

先行施設<sup>7)</sup>では、外部事象は、文献調査が行われており、日本における災害について記載された文献や原子力施設における外部ハザードに関する文献等から抽出していた。

#### 9.3.2 外部事象の選定

9.3.1項より、廃棄物埋設施設が設置される環境において想定される外部事象を抽出したのちには、廃棄物埋設施設の安全機能を有する施設へ大きな影響を及ぼすおそれのある事象を選定することとなる。外部事象の選定方法は、許可基準規則及びその解釈において指定がないため、事業所が検討する必要がある。

### 9.4 許可基準規則第六条の要求事項に対する課題

許可基準規則第六条の要求事項を満たすためには、以下の工程を行う必要がある。

- ① 地震及び津波以外の外部事象を抽出。
- ② 抽出した外部事象から廃棄物埋設施設の安全機能を有する施設へ大きな影響を及ぼす可能性のあるものを選定。
- ③ 選定された外部事象について安全機能を有する施設に備えている安全機能が損なわない設計となっているか評価。

外部事象の抽出については、自然事象及び人為による事象いずれにおいても、漏れのないようにする必要があることから、先行施設が参照している文献を参考にし、原子力機構が検討するトレンチ埋設施設においても適用できるか検討する必要がある。

先行施設<sup>7)</sup>では、事象の選定に The American Society of Mechanical Engineers（以下「ASME」という。）が提供している「Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications」<sup>17)</sup>で示されている確率論的リスク評価における外部事象の除外基準を参考にしていた。原子力機構が検討している研究施設等廃棄物のトレンチ埋設施設においても同様の基準により検討することが可能であると考えられる。

概念設計においては、外部事象による影響のある地域を除外するという考えの下、廃棄物埋設施設の設計を検討していたため<sup>3),12)</sup>、外部事象の抽出及び選定は、廃棄物埋設施設の設置場所が決まった後に実施する必要がある。その際には、原子力機構のトレンチ埋設施設にも適用できるか調査する必要がある。また、その他に取り入れる必要のある基準や考え方についても調査する必要がある。

外部事象の選定により、安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼす可能性のある事象があった場合には、それらの事象ごとに安全機能を有する施設に備えている安全機能が損なうおそれがないか評価をすることとなる。先行施設における評価方法を参考に、事象ごとに検討する必要がある。

## 10. 第七条 火災等による損傷の防止

### 10.1 許可基準規則第七条及びその解釈

#### 許可基準規則

(火災等による損傷の防止)

第七条 廃棄物埋施設は、火災又は爆発により安全機能を有する施設の安全機能が損なわれないよう、次に掲げる措置を適切に組み合わせた措置を講じたものでなければならない。

- 一 火災及び爆発の発生を防止すること。
- 二 火災及び爆発の発生を早期に感知し、及び消火すること。
- 三 火災及び爆発の影響を軽減すること。

#### 許可基準規則の解釈

第7条 (火災等による損傷の防止)

- 1 第1号については、廃棄物埋施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計であること。なお、廃棄物埋施設において可燃性物質を使用する場合又は可燃性ガスが発生するおそれがある場合は、火災・爆発を防止するため、着火源の排除（静電気の帯電防止等）、可燃性ガスの滞留防止、異常な温度上昇の防止、可燃性物質の漏えい防止及び漏れ込み防止等の措置を講じた設計であること。
- 2 第2号については、廃棄物埋施設には、火災・爆発の発生を早期に感知し、及び消火するために、必要に応じて、火災・爆発の検知・警報設備、消火設備等が設けられていること。
- 3 第3号については、廃棄物埋施設は、火災・爆発の影響を軽減するために、換気設備の分離、防火区画の設置等の措置を講じた設計であること。

### 10.2 許可基準規則第七条の要求事項

許可基準規則第七条では、火災等により安全機能を有する施設に設けられている安全機能が損なわれないようにするための要求事項が定められている。

許可基準規則第七条第1項第一号では火災等の防止について要求されている。廃棄物埋施設を構成する材料については、不燃性又は難燃性の材料をできるだけ使用することとしている。従って、廃棄物埋施設の設計において使用する材料及び設ける設備から火災等の防止について示す必要がある。さらに、埋設する放射性廃棄物についても可燃性の廃棄物や可燃ガスの発生可能性の有無等を示し、可燃性廃棄物を埋設したり可燃ガスが発生したりする場合には、それらについても対策を示す必要がある。

許可基準規則第七条第1項第二号については、火災等が発生した際に、早期に感知及び消火するために必要な設備を設けることが要求されている。これについては、廃棄物埋施設の配置、施設の構造等を考慮し、感知手法及び消火設備の設置等の必要な措置について示す必要がある。

許可基準規則第七条第1項第三号については、火災等の影響軽減については、第一号の際に適合性を示した廃棄物埋設施設の構成材料、可燃性の廃棄物有無及び可燃性ガスの発生可能性を考慮し、それらが起因となる火災等の対策の必要性を示すとともに、取り入れた措置を示す必要がある。

### 10.3 許可基準規則第七条の要求事項に対する課題

新規制基準の導入により、概念設計で検討した設計を見直す必要がある。

先行施設では、廃棄物埋設施設を構成する材料及び埋設する放射性廃棄物の性質を考慮し、火災等が発生する可能性を示し、火災等が発生した場合における感知、消火及び影響軽減の必要性について示していた<sup>7)</sup>。

これまでも原子力機構では、トレンチ埋設施設の設計については様々な検討を実施したが、いずれの検討においても、土質系材料や難燃性材料により構成されるものとして設計を検討していた。従って、現時点の設計においては、廃棄物埋設施設に可燃性のものを取り入れることはないが、今後、施設の検討を進める際においても、火災等を予防するために、難燃性又は不燃性の材料を用いることを念頭に置く必要がある。また、定置作業を実施する埋設クレーンは電気設備であるため、漏電等による爆発への対策を検討する必要がある。さらに、放射性廃棄物を運搬するトラックには可燃性の燃料が備えられているため、それによる火災及び爆発に対する対策を検討する必要がある。埋設する放射性廃棄物に可燃性のものが含まれているかどうかは、事前に把握する必要がある。さらに、放射性廃棄物が埋設された後、可燃性ガスを発生させるおそれについても評価する必要がある。

また、概念設計<sup>3)</sup>では、防火及び消火設備について検討をしていたが、許可基準規則及びその解釈第七条の要求事項の中には、火災等の検知についてもあり、火災等を早期に認知する環境となっているかについては、実際に設置する施設の設計が決定した後に再度確認を行う必要がある。従って、設置場所が決まり、基本設計を実施する際に検討する予定である。

## 11. 第八条 遮蔽等

### 11.1 許可基準規則第八条及びその解釈

#### 許可基準規則

- 第八条 廃棄物埋施設は、当該廃棄物埋施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による事業所周辺の線量を十分に低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものでなければならない。
- 2 廃棄物埋施設は、放射線障害を防止する必要がある場合には、管理区域その他事業所内の人が立ち入る場所における線量を低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものでなければならない。
- 3 廃棄物埋施設は、放射性物質の飛散防止のための措置を講じたものでなければならない。

#### 許可基準規則の解釈

- 第8条（遮蔽等）
- 1 第1項に規定する「線量を十分に低減できる」とは、平常時における廃棄物埋施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線により公衆の受ける線量が、第13条第1項第1号及び第2号に規定する「廃棄物埋施設の外への放射性物質の漏出」及び第17条第1項に規定する「周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質」の放出により公衆の受ける線量を含め、法令に定める線量限度を超えないことはもとより、As Low As Reasonably Achievable (ALARA) の考え方の下、実効線量で50マイクロシーベルト/年以下であることをいう。
- 2 第2項に規定する「線量を低減できる」とは、次のことをいう。
- 一 管理区域においては、放射線業務従事者の受ける線量が、放射線業務従事者の線量限度を超えないものであること。
  - 二 管理区域以外の人立ち入る場所に滞在する者の線量が、公衆の線量限度以下になるようにすること。
- 3 第1項及び第2項については、ALARA の考え方の下、放射線業務従事者の作業性等を考慮して、遮蔽、機器の配置、遠隔操作、放射性物質の漏えい防止、換気等、所要の放射線防護上の措置を講じた設計がなされていること。
- 4 第3項に規定する「飛散防止のための措置」とは、誤操作や機器の故障による放射性廃棄物の落下防止のための措置、落下物による放射性廃棄物の損傷防止のための措置その他必要な措置をいう。

### 11.2 許可基準規則第八条の要求事項

許可基準規則第八条では、廃棄物埋施設からの直接ガンマ線、スカイシャインガンマ線及び放射性物質の飛散についての要求事項が示されている。

11.2.1 許可基準規則第八条第1項の要求事項

許可基準規則第八条第1項では、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量が、ALARAの考え方の下、実効線量で50 $\mu$ Sv/y以下であることが要求されている。ALARAについては、13.2.2項において示す。この50 $\mu$ Sv/yは、平常時における直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による影響だけではなく、許可基準規則第十三条第1項第二号（本報告ではトレンチ処分を対象とするため）で要求されている廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出による影響及び第十七条第1項で要求されている周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の放出により受ける影響を加えた評価に対する線量基準である。そのため、これらの被ばく線量を評価し、その合計値が50 $\mu$ Sv/y以下となるように廃棄物埋設施設の設計、配置、放射性廃棄物の定置における作業工程及び作業時間等を設定する必要がある。

11.2.2 許可基準規則第八条第2項の要求事項

許可基準規則第八条第2項では、放射線障害を防止する必要がある場合には、廃棄物埋設施設に管理区域を設けたり、必要な遮蔽措置を設けたりすることが要求されている。管理区域については、基本的に埋設する放射性廃棄物を取り扱う区域が該当する。廃棄物埋設地は屋外にあるため、屋外における管理区域の考え方について示す必要がある。また、規則第2項の「線量を低減できる」とは、管理区域において放射線業務従事者の線量限度を超えないこと、管理区域以外では公衆の線量限度以下となることが要求されている。これらの線量限度については、線量告示で定められている。

許可基準規則の解釈第八条第2項第一号に該当する管理区域における放射線業務従事者の線量限度については、線量告示第五条に示されている。線量告示第五条を以下に示す。

核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示 (第五条)
(放射線業務従事者等の線量限度) 第五条 (略) 原子力規制委員会の定める線量限度は、実効線量について次のとおりとする。 (略) 一 第三条第三項に規定する五年間につき百ミリシーベルト 二 一年間につき五十ミリシーベルト 三 女子（妊娠不能と診断された者、妊娠の意思のない旨を核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和三十二年法律第百六十六号。以下「法」という。）第五十七条の八に規定する原子力事業者等（以下単に「原子力事業者等」という。）及び原子力事業者等から運搬を委託された者受託貯蔵者、核原料物質使用者及び国際規制物資使用者（略）（以下この条において「製錬事業者等」という。）に書面で申し出た者並びに次号に規定する者を除く。）については、前二号に規定するほか、四月一日、七月一日、十月一日及び一月一日を始期とする各三月間につき五ミリシーベルト

- 四 妊娠中である女子については、第一号及び第二号に規定するほか、本人の申出等により製錬事業者等が妊娠の事実を知ったときから出産するまでの間につき、内部被ばくについて一ミリシーベルト
- 2 (略) 原子力規制委員会の定める線量限度は、等価線量について次のとおりとする。
- 一 眼の水晶体については、第三条第三項に規定する五年間につき百ミリシーベルト及び一年間につき五十ミリシーベルト
- 二 皮膚については、一年間につき五百ミリシーベルト
- 三 前項第四号に規定する女子の腹部表面については、同号に規定する期間につき二ミリシーベルト

また、許可基準規則第八条第2項第二号に該当する、管理区域以外の人立ち入る場所に滞在する者の線量限度としている公衆の線量限度は、7.2.2 項のとおり線量告示第二条に示されており、1年間につき実効線量 1mSv となっている。このことから、許可基準規則のその解釈第八条第2項第二号は、1年間における実効線量が 1mSv を超えないようにすることが求められている。

### 11.2.3 許可基準規則第八条第3項の要求事項

許可基準規則第八条第3項では、放射性廃棄物の落下の防止や機器等の落下による放射性廃棄物の損傷を防止することにより、放射性物質が飛散しないようにするための措置を講じることが要求されている。放射性廃棄物の運搬及び定置作業において、放射性廃棄物を持ち上げる工程がある場合には、落下防止措置等を検討する必要がある。

また、ここで適合性を確認した内容については、許可基準規則第十一条（異常時の放射線障害の防止）への適合性を確認する際にも考慮する必要があるため、留意する必要がある。

## 11.3 直接ガンマ線による被ばく線量評価

### 11.3.1 直接ガンマ線の評価における状態設定

直接ガンマ線による線量評価では、放射性廃棄物から放出されたガンマ線が公衆へ直接到達した際の被ばく線量を評価するものである。従って、公衆と放射性廃棄物との位置関係が重要となる。

放射性廃棄物から放出される直接ガンマ線が公衆へ到達するまでのイメージを図 11.1 に示す。放射性廃棄物から放出されるガンマ線は基本的に直進することを想定し、散乱の影響についてはビルドアップファクターで補正して評価を行う。放射性廃棄物と公衆の間に有為な遮蔽物がない場合は、公衆は直接ガンマ線の影響を受けることを想定する。一方、放出された直接ガンマ線が公衆へ到達するまでの間に遮蔽物がある場合には、その影響は大きく減少されることとなるため、影響をほとんど受けないことも想定される。

公衆が放射性廃棄物より標高がことなる位置にいる場合の直接ガンマ線のイメージを図 11.2 に示す。公衆が放射性廃棄物より標高の低い位置にいる場合には、遮蔽物を設置することで、直接ガンマ線の影響を十分に低減することが可能となる。一方、公衆が放射性廃棄物より



評価の高い位置にすることがある場合には、遮蔽物を設置しても図のように直接ガンマ線の影響を受ける可能性がある。このように、公衆へ与える直接ガンマ線の影響を評価する際には、放射性廃棄物と公衆との間の遮蔽物の有無、また、公衆と放射性廃棄物の位置関係が重要となる。

地表を掘削して埋設施設を設置し、地表より低い位置に放射性廃棄物を定置する設計となっている場合、定置された後は、周囲の土壌等が遮蔽物となって直接ガンマ線が遮蔽されるため、線量が小さくなることが想定される。また、放射性廃棄物を専用の輸送容器に収納して運搬するか、輸送容器に収納せず荷台に載せて運搬するかによっても直接ガンマ線の遮蔽条件が異なる。従って、評価においては、設置する廃棄物埋設施設の特徴及び周囲の状態を考慮した状態設定の検討が必要である。

### 11.3.2 直接ガンマ線の線源

直接ガンマ線の線源条件については、埋設する放射性廃棄物の放射能から設定することとなる。放射性廃棄物に含まれているガンマ線を放出する放射性物質（以下「ガンマ線放出核種」という。）の種類は多数あることが想定されるが、すべてのガンマ線放出核種を考慮した解析は、核種の種類及び量の設定が必要となるため非常に困難である。したがって、埋設する放射性廃棄物に含まれるガンマ線放出核種の放射能濃度及びガンマ線のエネルギーを踏まえて、線量への寄与の大きい核種を代表核種として選定して評価する方法が考えられる。

また、埋設する放射性廃棄物は、廃棄物の処理工程や性状等が考慮され、容器の形状や材料が異なることが想定される。これより、容器の仕様も考慮して評価における線源の状態設定を合理的に考える必要がある。

## 11.4 スカイシャインガンマ線による被ばく線量評価

### 11.4.1 スカイシャインガンマ線の評価地点

スカイシャインガンマ線の評価では、放射性廃棄物から放出されたガンマ線が空气中を散乱した後、評価対象である公衆へ到達した際の被ばく線量を評価する。そのため、スカイシャインガンマ線の影響は、放出されたガンマ線が公衆へ到達するまでの間に遮蔽物があっても全て遮蔽されることは想定されないことから、掘削した地下に埋設施設を設置した場合においても、ガンマ線の影響を受けることが想定される。また、モデルによっては散乱の状態により、廃棄物埋設地から最も近い地点の線量が必ず高くなることも限らないことが考えられる。従って、スカイシャインガンマ線を評価する際には、廃棄物埋設地から最も近い地点のみではなく、評価地点の標高差及び埋設地からの距離を考慮した評価が必要となると考えられる。

### 11.4.2 スカイシャインガンマ線の評価における状態設定

スカイシャインガンマ線による評価では、定置作業において放射性廃棄物の上部に覆土が施工されていない状態と、覆土が施工されている状態で遮蔽の有無が異なる。そのため、覆土の施工を実施するタイミングが遮蔽計算で重要となることから、定置作業の工程を示した上で適切な状態を設定した評価を行う必要がある。

また、廃棄物埋設地は非常に大きい施設であるが、放射性廃棄物を定置する作業を行う領域は廃棄物埋設地全体ではなく、廃棄物埋設地の一部と小さくなると考えられる。そのため、廃棄物埋設地内の放射性廃棄物を定置する位置の状態設定も重要となる。

#### 11.4.3 スカイシャインガンマ線の解析

概念設計における評価など<sup>3), 18), 19)</sup>、スカイシャインガンマ線による被ばく線量を評価する際には、(1)放射性廃棄物から放出され、覆土等の遮蔽効果が考慮された廃棄物埋設地から放出されるガンマ線の線束の解析、及び(2)放出されたガンマ線の散乱解析の2段階に分けて解析を行う方法が用いられている。

##### (1) 廃棄物埋設地から放出されるガンマ線の解析

まず、放射性廃棄物及び覆土等の遮蔽を考慮して、廃棄物埋設地の上面から放出されるガンマ線の線束を解析する。スカイシャインガンマ線の評価では、放射性廃棄物がそのままの状態だけではなく、放射性廃棄物の周囲に覆土が施工された状態など、廃棄物の定置工程を考慮して、複数の線源条件を設定する。

放射性廃棄物における線源条件は、放射性廃棄物の表面線量当量率、含まれるガンマ線放出核種（ガンマ線エネルギー等）、密度、組成及び形状から設定し、線源から埋設地上面までの解析モデルは、定置工程における状態を考慮して、廃棄物及び覆土の厚さ、密度、元素組成等から複数作成する。作成した解析モデルごとに線源からの遮蔽計算を実施して、定置工程の状態毎に、廃棄物埋設地から放出されるガンマ線束を算出する。

##### (2) スカイシャイン線量の解析

①で算出した定置工程の状態毎のガンマ線の線束結果を基に、放出されるガンマ線の散乱を解析し、評価点におけるスカイシャイン線量を算出する。散乱解析においては、評価地点までの距離及び線源と評価点の位置、ガンマ線の放出位置から評価点までの物質の元素組成など、散乱条件を設定することで解析を行う。

上記において算出した定置工程の状態毎の単位時間あたりのスカイシャイン線量を工程の占める時間を乗じて加算し、操業期間における1年間のスカイシャイン線量を算出する。ここで、廃棄物埋設地と評価点との標高差や定置作業等の条件によって、廃棄物埋設地から最も近い地点が保守的な解析結果となるとは限らないため、複数の地点における評価を行って、線量が最も高くなる評価点での線量を算出することが必要となる。

## 11.5 廃棄物埋設施設における各区域の設計の考え方

### 11.5.1 管理区域の考え方

管理区域は、基本的には運搬作業以外で放射性廃棄物を取扱う区域に設定することとなり、そこで作業を行う者は、放射線業務従事者である。管理区域を設定する際には、線量告示第一条に定められている線量等を遵守する必要がある。線量告示第一条を以下に示す。

核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示

(第一条)

(管理区域に係る線量等)

第一条 (略) 原子力規制委員会の定める線量、濃度 (略) 又は密度は次のとおりとする。

- 一 線量については、三月間につき一・三ミリシーベルト
- 二 濃度については、三月間についての平均濃度が第六条第一号から第四号までに規定する濃度 (略) の十分の一
- 三 密度については、第四条に規定する表面密度限度の十分の一

2 前項の場合において、同一の場所に外部放射線と空気中の放射性物質とがあるときは、外部放射線に係る三月間の線量又は空気中の放射性物質の三月間についての平均濃度のそれぞれの同項第一号の線量又は同項第二号の濃度に対する割合の和が一となるようなその線量又は濃度をもって、それぞれの同項第一号の線量又は同項第二号の濃度に代えるものとする。

線量告示第一条第1項第一号の線量については、安全審査指針<sup>4)</sup>における事故発生当たりの線量の考え方が基になっている。この考え方は、ICRP Publication 60「国際放射線防護委員会の1990年勧告」(以下「ICRP1990年勧告」という。)<sup>20), 21)</sup>の公衆の被ばく線量限度から取り入れられている。公衆の年実効線量限度として1mSvを勧告しているが、重大事故による線量を公衆の年実効線量限度である1mSvと要求することは厳しい制限であり、事故による線量の増加は介入により処理が可能であるため、線量限度の対象ではないとしている。また、特殊な状況下では、5年間にわたる平均が1年あたり1mSvを超えなければ、単一の年実効線量が線量限度である1mSvより高くなることが許されることはあり得るとされている。これより、原子力安全委員会は、「周辺公衆の実効線量が発生事故あたり5mSvを超えなければ「リスク」は小さいと判断する。」ことを示した。発生事故当たりの線量限度5mSvから、1年を3か月ごとに分割すると4(/3か月)であるから、以下の数式の通り、管理区域の線量限度が求められている。

$$5 \text{ (mSv)} \div 4 \text{ (/3months)} = 1.388 \dots \approx 1.3 \text{ (mSv/3months)} \quad (11-1)$$

管理区域の線量限度の考え方に、公衆への被ばく線量を取り入れている理由としては、RI施設のように、同じ建物等の中に管理区域と管理区域ではない区域があり、管理区域のすぐ隣に常時放射線従事者ではない者が滞在する居室を設置することを想定するためであると考えられる。

### 11.5.2 廃棄物埋設施設における管理区域の設定

管理区域は、放射性物質を取り扱う場所に設定される区域であり、廃棄物埋設施設においては、基本的に放射性廃棄物を取り扱う場所に設定することとなる。埋設事業の操業においては、放射性廃棄物を取り扱う施設としては放射性廃棄物を埋設する廃棄物埋設地、放射性廃棄物の

受入検査施設（以下「受入検査施設」という。）、気体廃棄物の廃棄施設、液体廃棄物の廃棄施設及び固体廃棄物の廃棄施設（以下「廃棄施設」という。）が該当すると考えられる。

廃棄物埋設地は基本的に屋外設置されるため、管理区域も屋外に設定する必要がある。また、廃棄物埋設地の面積は広大であるため、廃棄物埋設地全体を管理区域として操業中維持することは非常に困難である。そのため、先行施設<sup>7)</sup>では、放射性廃棄物の定置作業を行う区域、且つ定置作業をしている時間、一時的に管理区域を設定するという考え方で行われた。そうすることにより、定置する放射性廃棄物の数や放射性廃棄物の定置作業の工程から、設定する管理区域内で想定される実効線量を評価し、放射線業務従事者の線量限度を超えないことを確認する必要がある。

また、受入検査施設及び廃棄施設については、原子力施設内に管理区域を設置する場合と同様に設計を検討することになると考えられる。受入検査施設においては、取り扱うものが専用の容器に収納された放射性廃棄物であるため、密封された線源として取り扱うことが可能となる。一方、廃棄施設では、廃棄物埋設施設内で発生した放射性廃棄物を処理するため、非密封線源を取り扱う施設として考慮する必要がある。

### 11.5.3 管理区域のある建物等内にある居室等の考え方

許可基準規則のその解釈第八条第2項第二号における管理区域以外の人が入る場所に滞在する者は放射線業務従事者を対象としていないため、公衆の線量限度を超えないようにしなければならない。そのため、管理区域がある建物等にある居室の線量限度については、公衆の被ばく線量限度である  $1\text{mSv/y}$  を基に設計必要があるため、3 か月を 13 週、1 週に 5 日出勤、1 日 8 時間労働するとして算出した、以下の線量を超えないように設計をする。

$$1 (mSv/y) \div 4 (y/3months) \div 13 (3months/w) \div 5 (w/d) \div 8 (d/h) = 0.4807 \dots (\mu Sv/h) \quad (11-2)$$

管理区域がある建物等にある居室に一般公衆にあたる放射線業務従事者以外の者が滞在する可能性がある。そのため、居室の線量限度を  $0.5\mu\text{Sv/h}$  とすると、公衆の線量限度を超える可能性がある。一方、RI 使用施設等では、管理区域と隣接している居室の壁に常時人がいる状態を想定している境界で  $0.5\mu\text{Sv/h}$  の線量限度が取り入れられており、注意が必要である。従って、管理区域の線量限度である  $1.3\text{mSv/3}$  か月は、あくまで管理区域の境界までに適用されるものであり、管理区域のある建物等内にある居室等については、放射線業務従事者以外の者が滞在することを想定し、公衆の被ばくの線量限度を遵守するように設計しなければならない。

### 11.5.4 周辺監視区域の考え方

周辺監視区域は、事業規則第一条の二第2項第九号に以下の通り定義されている。

核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則  
(第一条の二第二項第九号)

(定義)

第一条の二 (略)

2 (略)

九 「周辺監視区域」とは、廃棄物埋設施設及びその周辺の区域（管理区域を除く。）であつて、当該区域の外側のいかなる場所においてもその場所における線量が原子力規制委員会の定める線量限度を超えるおそれのないものをいう。

(略)

周辺監視区域における線量限度については、11.2.2 項で示されているものであり、1 年間で 1mSv である。周辺監視区域内には、廃棄物埋設施設の従業員以外の者が立ち入らないことを前提としている。そのため、公衆への安全のためにも、フェンス等を設け、明確に示すことが必要となる。

また、周辺監視区域は、廃棄物埋設施設の操業期間において設置されるものであり、操業終了後には解除されることとなる。

#### 11.5.5 埋設保全区域の考え方

埋設保全区域は、事業規則第一条の二第 2 項第十号に以下の通り定義されている。

核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則  
(第一条の二第二項第十号)

(定義)

第一条の二 (略)

2 (略)

十 「埋設保全区域」とは、廃棄物埋設施設の保全のために特に管理を必要とする場所であつて、管理区域以外のものをいう。

(略)

11.5.2 項で示した通り、廃棄物埋設地の管理区域は、放射性廃棄物を取り扱う期間のみ設定する方法が可能であるが、管理区域の解除後においても、故意に廃棄物埋設地が乱されないように管理することが大切である。そのために、廃止措置の開始までの期間、当該区域を埋設保全区域として設定し、管理する必要がある。

#### 11.6 許可基準規則第八条の要求事項に対する課題

##### 11.6.1 直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の解析コードに対する課題

これまでの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量評価は、概念設計<sup>3)</sup>、「研究施設等廃棄物の浅地中埋設施設の立地環境条件に関する感度解析 JAEA-Technology 2013-

039) (以下「感度解析報告書」という。) <sup>18)</sup>及び「研究施設等廃棄物のトレンチ埋設施設におけるスカイシャイン線量評価 JAEA-Technology 2022-025」 <sup>19)</sup> (以下「スカイシャイン線量評価報告書」という。) において実施され、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による被ばく線量が、許可基準規則第十三条及び第十七条における被ばくの影響を考慮しても、線量基準である  $50\mu\text{Sv/y}$  を超えない設計とすることが可能であることが示されている。

上記の検討 <sup>3), 18), 19)</sup>では、直接ガンマ線は受入検査施設からの影響のみ、スカイシャインガンマ線は受入検査施設、ピット処分及びトレンチ処分を行う廃棄物埋設地からの影響を評価していた。評価で使用した計算コードは、直接ガンマ線の評価は QAD-CGGP2R <sup>21)</sup>、スカイシャインガンマ線の評価は DOT3.5 <sup>22), 23)</sup>を用いて評価していた。原子力機構がスカイシャインガンマ線の評価で用いている DOT3.5 は、原子力安全委員会が示した「低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について」 <sup>24)</sup> (以下「濃度上限値報告書」という。) において、使用されている計算コードである。一方、先行施設では、直接ガンマ線の評価は QAD-CGGP2R <sup>21)</sup>、スカイシャインガンマ線の評価は QAD-CGGP2R で算出した放射能濃度から ANISN <sup>22)</sup>及び G33-GP2R <sup>22)</sup>の 2 つのコードを用いて評価されていた。先行施設が評価で用いている QAD-CGGP2R、ANISN 及び G33-GP2R は、過去の原子力施設における許認可における使用実績があるため、信頼性がある解析コードであると示している <sup>7), 25)</sup>。

原子力機構及び先行施設の評価で用いているいずれのコードも使用実績があるものであるが、原子力機構が用いている DOT3.5 は二次元、先行施設が用いている ANISN 及び G33-GP2R は一次元で解析している。さらに、先行施設では、MCNP5 を用いて三次元における評価も結果の妥当性を評価する際に行っており <sup>7)</sup>、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の評価は、様々な評価モデルでの解析が行われていることが分かる。評価においては、実際の状態に近い三次元が最も近い値となることが考えられる。しかし、解析モデルは簡易化することが可能であり、次元が変化することで線量が過少評価する可能性など、様々な懸念が考えられる。これらの評価においては、事業所ごとに最も合理的であり、保守的で、且つ、過小評価することのない評価方法を検討する必要がある。従って、今後は他の解析コードとの比較評価を実施し、使用する解析コードの妥当性を示す必要があると考えられる。

### 11.6.2 直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の線源に対する課題

先行施設 <sup>7)</sup>では、放射性廃棄物の表面線量当量率に応じてガンマ線のエネルギー1.25MeV、放出率を 200%とする Co-60 相当の放射能濃度に変換し、1 年間における直接ガンマ線による被ばく線量を放射性廃棄物の容器別に算出していた。

一方、原子力機構におけるこれまでの検討 <sup>3), 18)</sup>では、トレンチ処分において受け入れる平均の表面線量当量率を  $10\mu\text{Sv/h}$  以下としているため、廃棄物埋設施設の遮蔽設計を検討する際には、表面線量当量率の平均値である  $10\mu\text{Sv/h}$  の放射性廃棄物から、代表核種として Co-60 を選定し、ガンマ線のエネルギー1.25MeV、ガンマ線放出率 200%として評価していた。比較的エネルギーの高い放射性物質である Co-60 を選定した理由は、初期の操業期間において最も放射線エネルギーが多く、ガンマ線放出率が大きいためである。埋設する放射性廃棄物に含まれているガンマ線放出核種で、Co-60 よりエネルギーの高いガンマ線を放出するものとして、Eu-152 がある

がガンマ線の放出寄与が低いため、Co-60を選定することが妥当であると考えられていた。

このように、先行施設及び原子力機構いずれにおいても、埋設する放射性廃棄物の表面線量当量率又は放射能濃度から、含まれているガンマ線放出核種を代表核種に換算して算出する方法が合理的な方法の1つとして採用されている。埋設する放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類及び放射エネルギーは、基本設計を実施する際に決まるため、現在検討しているガンマ線放出核種の選定の方法が妥当であるか、改めて検討する必要があると考えられる。

### 11.6.3 スカイシャインガンマ線の評価における中間覆土の遮蔽機能に対する課題

トレンチ処分においては、限られた領域に効率的に埋設するために、放射性廃棄物を複数段に重ねて埋設する方法が、先行施設において採用されている<sup>7)</sup>。1段毎に定置した放射性廃棄物の上部には覆土（以下「中間覆土」という。）が施工され、その上部にまた放射性廃棄物を定置する。これを決められた段数分繰り返す行い、最上段の定置の後に、最終的な覆土の施工前の中間覆土を施工する。そのため、定置した放射性廃棄物から放出されるガンマ線は、中間覆土が施工されたことにより遮蔽される。先行施設では、中間覆土を安全機能である遮蔽機能を有する施設と定義しており、中間覆土の厚さ等を設計要件として示していた<sup>7)</sup>。

原子力機構におけるこれまでのスカイシャインガンマ線の評価検討<sup>3), 18), 19)</sup>においても、放射性廃棄物を覆う中間覆土には、安全機能である遮蔽機能を設計要件として取り入れることを前提として評価を実施してきた。概念設計においては、定置した放射性廃棄物の上部に厚さ25cmの中間覆土を施工するとして、定置作業の工程に基づき評価を実施していた<sup>3)</sup>。また、埋設対象の物量を75万本とした実施計画（平成30年3月1日認可）に基づいてトレンチ処分における廃棄物埋設施設的设计変更後におけるスカイシャインガンマ線を評価したスカイシャイン線量評価報告書では、中間覆土の厚さを概念設計と同様の25cmとして評価した結果、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地からのスカイシャインガンマ線は周辺監視区域の境界において50 $\mu$ Sv/yを超えなかった<sup>19)</sup>。しかし、この評価では、概念設計で想定した廃棄物埋設施設におけるトレンチ処分を行う廃棄物埋設地と周辺監視区域の境界との距離で評価しているため、設置場所の地形によっては、周辺監視区域までの距離が変わり、線量基準である50 $\mu$ Sv/yを超える可能性が出てくることが考えられる。

スカイシャインガンマ線量報告書では、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地のスカイシャインガンマ線量を低減できる措置として、中間覆土の厚さを厚くすることが案の一つとして考えられており、最上段に施工する中間覆土の厚さを25cmから30cmと5cm厚くした場合、スカイシャインガンマ線量が最大で25%程度低減するという結果が得られていた。従って、設置場所の条件としてスカイシャインガンマ線による被ばくの影響を考慮し、中間覆土の厚さを基本設計で検討する必要がある。

### 11.6.4 放射性廃棄物の定置位置に対する課題

令和元年に変更認可を受けた実施計画より、埋設する放射性廃棄物の物量が増加し、一部のトレンチ処分を行う廃棄物埋設地における放射性廃棄物の定置段数が3段から4段（以下「4段積み」という。）の設計へ変更となった<sup>19)</sup>。4段積みとなった廃棄物埋設地の断面図を図11.3

に示す。放射性廃棄物を4段積みにしたことにより、最上段に定置された放射性廃棄物が地表より高くなっていることが分かる。

直接ガンマ線の影響は、放射性廃棄物が地下に定置された場合、周囲の土壌によりガンマ線が遮蔽されるため、公衆の被ばくの影響を無視できると考えられる。しかし、図のようなトレンチ処分を行う廃棄物埋設地の場合、定置が完了した放射性廃棄物に対しても、最上段に定置された放射性廃棄物については、周囲の土壌によりガンマ線を遮蔽できないため、影響を評価する必要があると考えられる。また、スカイシャインガンマ線についても線源となる放射性廃棄物の位置が変わる。従って、地表面に対する放射性廃棄物の位置によって、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の評価条件が異なるため、留意する必要がある。

#### 11.6.5 概念設計で検討した直接ガンマ線の低減措置に対する課題

概念設計等<sup>3),18)</sup>においては、埋設施設を設置するために掘削した土を将来埋め戻すために盛土（以下「埋戻土」という。）しており、この埋戻土の遮蔽により、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地からの直接ガンマ線は無視できるほど低減できるものとしていた。埋戻土は、周辺監視区域に沿って一時的に盛土とすることを検討していた。そのイメージを図 11.4 に示す。点線に囲まれた部分が埋戻土を積み上げる想定のある場所である。このように、敷地を囲むように埋戻土を設置するため、概念設計<sup>3)</sup>で想定した一般的な地形においては、公衆と放射性廃棄物が同じ標高となる状態で設計を検討したことから、定置作業中における廃棄物埋設地施設からの直接ガンマ線は、埋戻土により十分に遮蔽できると想定していた。しかし、許可基準規則においては、遮蔽機能を期待する設備がある場合、それは安全機能を有する施設として、期待する性能を十分に維持するように、設計要件を検討することが必要である。そのため、埋戻土は、放射性廃棄物を埋設している期間、直接ガンマ線を十分に低減させることを期待する場合には、安全機能を有する施設として、遮蔽性能に関連する埋戻土の十分な高さや厚みであることを設計要件に取り入れ、放射性廃棄物の上部に覆土が施工させるまでの期間維持する必要がある。従って、設置場所が確定して直接ガンマ線の影響を評価した際に、線量基準を超える場合には、埋戻土の設計を検討することが必要となる。

#### 11.6.6 廃棄物埋設施設における区域についての課題

概念設計<sup>3)</sup>では、管理区域について、複数基あるトレンチ処分を行う廃棄物埋設地のうち、1基の中で定置作業を実施している時間のみ一時的に設定することとしていた。令和元年に変更認可を受けた実施計画<sup>26)</sup>により、放射性廃棄物の発生見込み量の増加に伴い、埋設する廃棄物の本数はトレンチ処分では年間約8,000本から約11,000本と増加した。従って、1日に定置する放射性廃棄物の本数も増加するため、管理区域における実効線量が増加すると考えられる。従って、増加した放射性廃棄物を考慮して、再度管理区域内における実効線量を評価し、放射線業務従事者の線量限度を超えないことを確認する必要がある。

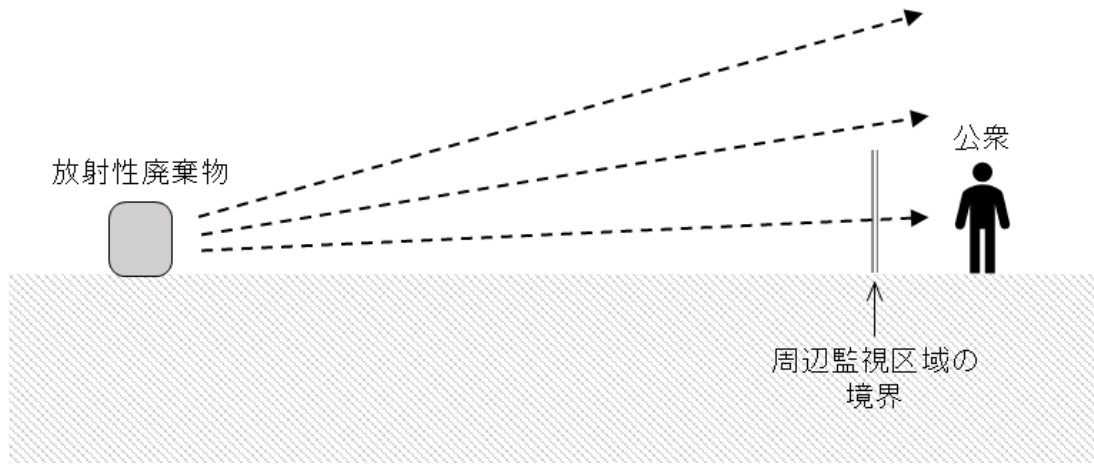
概念設計<sup>3)</sup>では、管理区域以外について、原子炉等規制法だけでなく、RI法にも準拠していたが、RI廃棄物は、原子炉等規制法のみなし廃棄物として埋設することとなったため、基本設計では、許可基準規則に基づいて設計することとなる。そのため、周辺監視区域内に放射線業



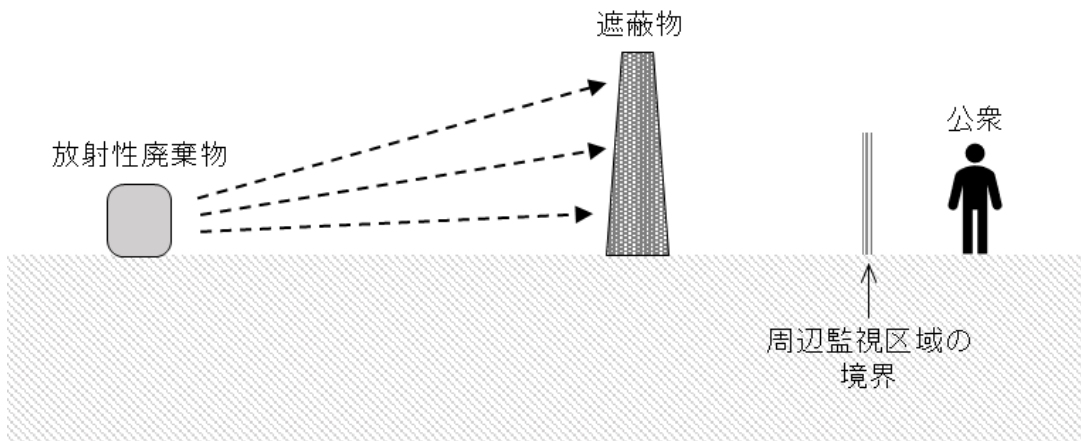
務従事者以外の者が立ち入ることがない場合には、放射線業務従事者以外の立ち入りがなくなるため、評価が不要となる。しかし、実際には埋設施設の事務等を行う放射線業務従事者以外の職員等が周辺監視区域に立ち入ることが想定される。従って、周辺監視区域において、放射線業務従事者以外の者が立ち入る領域や建物において、公衆の線量限度を超えないことを確認する必要がある。

#### 11.6.7 放射性廃棄物の飛散防止の措置についての課題

トレンチ処分を行う廃棄物埋設地には、廃棄体のみではなく、コンクリート等廃棄物を埋設することが検討されている。そのため、コンクリート等廃棄物のうちのコンクリートガラから、粉じん等が発生する可能性がある。その対策として、概念設計<sup>3)</sup>では、コンクリートガラをフレキシブルコンテナ（以下「フレコン」という。）に収納して埋設することを検討していた。従って、フレコンに収納された廃棄物が落下したとき等に飛散する可能性について、今後評価し、飛散のおそれがないことを確認する必要がある。また、必要に応じて、飛散防止措置を検討する必要がある。

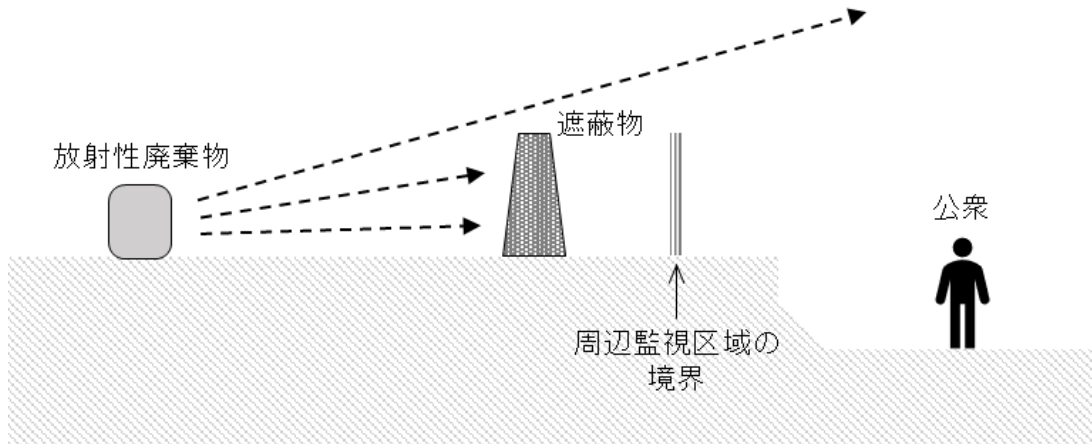


(a) 遮蔽物なし

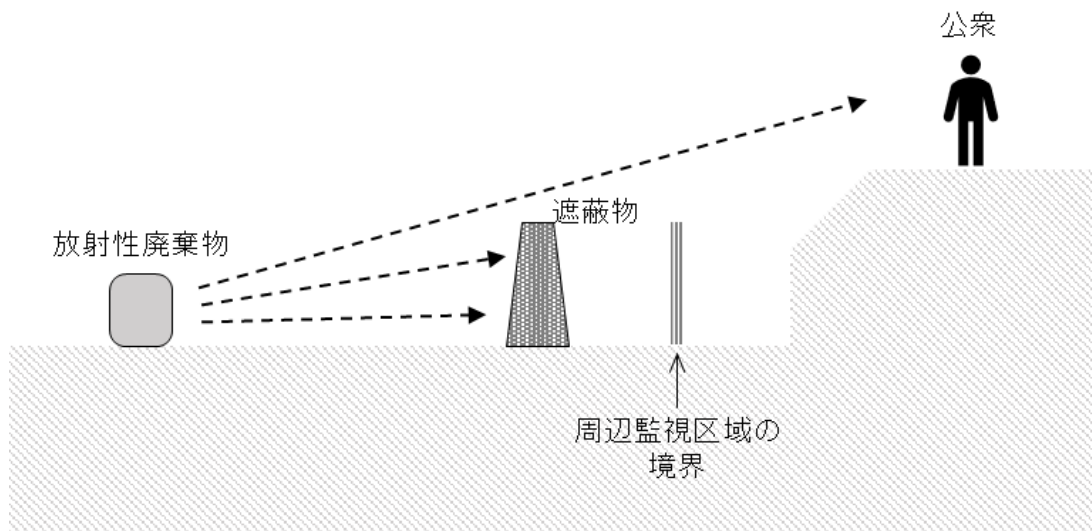


(b) 遮蔽物あり

図 11.1 直接ガンマ線の公衆への到達イメージ



(a) 公衆の位置が低い場合



(b) 公衆の位置が高い場合

図 11.2 直接ガンマ線の公衆の位置による到達の違い

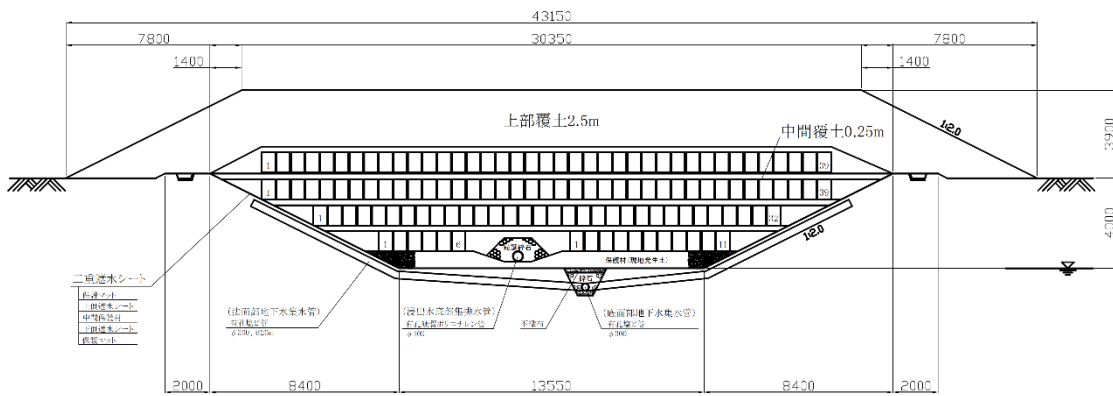


図 11.3 概念設計から設計変更したトレンチ埋設施設の断面図 18)

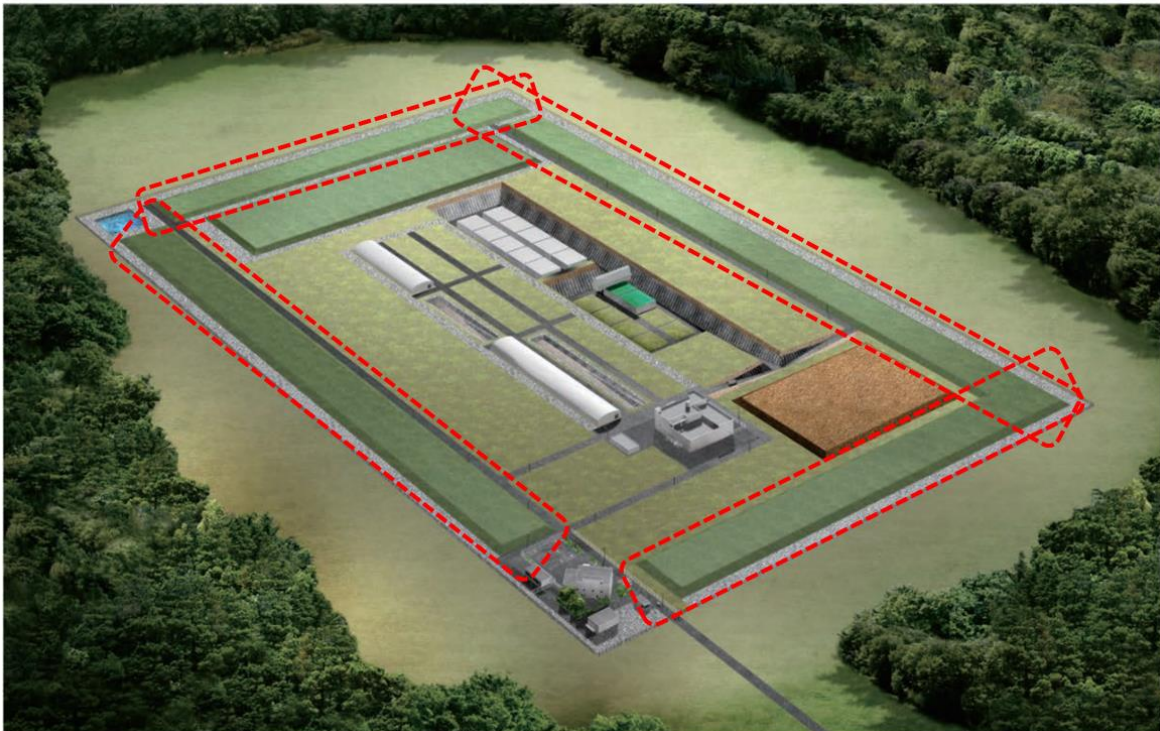


図 11.4 概念設計で検討した埋戻土の設置位置 3)

## 12. 第十一条 異常時の放射線障害の防止

### 12.1 許可基準規則第十一条及びその解釈

#### 許可基準規則

第十一条 安全機能を有する施設は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、当該安全機能を有する施設に異常が発生した場合においても事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものでなければならない。

#### 許可基準規則の解釈

##### 第11条（異常時の放射線障害の防止）

- 1 第11条に規定する「異常が発生した場合においても事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないもの」とは、以下の異常の発生の可能性を検討し、異常が発生した場合における敷地周辺の公衆への実効線量の評価値が5ミリシーベルト以下であることをいう。
- ① 誤操作による放射性廃棄物の落下等に伴う放射性物質の飛散
  - ② 廃棄物埋施設内の火災及び爆発による影響
  - ③ その他機器等の破損、故障、誤動作又は操作員の誤操作等に伴う放射性物質の外部放出等であって、公衆の放射線被ばくの観点から重要な異常

### 12.2 許可基準規則第十一条の要求事項

許可基準規則第十一条では、安全機能を有する施設は、異常が発生（以下「異常事象」という。）した場合においても、敷地周辺の公衆に放射線障害を及ぼさない設計とすることが要求されており、その基準として、異常事象が発生した際の敷地周辺の公衆へ与えるおそれのある実効線量が5mSv以下と定められている。

検討することが要求されている異常事象は、解釈第十一条第1項に3つ定められている。

1つ目は、誤操作による放射性廃棄物の落下等により、廃棄物中の放射性物質が飛散する事象である。埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間で、放射性廃棄物の落下等が発生する可能性があるのは、放射性廃棄物の運搬作業及び定置作業である。運搬及び定置作業では、クレーン等を用いて放射性廃棄物を持ち上げ、運搬車に積み込みをしたり、埋設施設に定置をしたりする。そのため、放射性廃棄物を持ち上げた際に、クレーン等を誤操作する可能性がある。従って、作業工程において、クレーン等の誤操作をした際に想定される放射性廃棄物の落下による放射性物質の飛散による公衆への被ばく線量を評価する必要がある。

2つ目は、廃棄物埋施設内で火災や爆発が発生した際に、施設内にある放射性廃棄物にも影響を及ぼす事象である。火災や爆発は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間のどの期間においても発生する可能性はある。火災や爆発についての廃棄物埋施設設計に対する要求事項は、許可基準規則第七条に定められており、要求事項に対して適合していることを確認することとなっている。そのため、設計を検討した際に取り入れた火災及び爆発等に対する防止対策や設備等を考慮して影響を検討することとなると考えられる。

3つ目は、その他機器等の破損、故障、誤動作（以下「破損等」という。）又は操作員の誤操

作により廃棄物中の放射性物質が放出される等による事象である。例としては、定置作業等に使用したクレーンが破損したことにより、クレーンの部品が放射性廃棄物に衝突し、廃棄物中の放射性物質が放出されてしまうような事象等が挙げられると考えられる。従って、廃棄物埋設施内に設置する設備を整理し、それらの設備が故障等により放射性廃棄物を損傷させるおそれがあるか検討することとなると考えられる。

従って、解釈に挙げられている放射性廃棄物が損傷するおそれのある事象が、放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において起こりうる可能性があるものを選定し、その事象が発生した際に公衆が受けることとなる被ばく線量の評価を実施し、線量基準である5mSvを超えないことを示す必要がある。

### 12.3 異常時における放射性物質の漏えい又は飛散の考え方

#### 12.3.1 異常事象による放射性廃棄物の損傷

選定した異常事象が発生した際の公衆の被ばく線量を評価するために、異常事象により損傷した放射性廃棄物から放出される放射性物質の量を評価する必要がある。放出量についての基準は許可基準規則において規定されていないため、事業者が検討する必要がある。

事業者によって放射性廃棄物を取り扱う方法は異なるため、異常事象を抽出する際には作業工程を考慮して状態設定を検討する必要がある。例えば、定置作業において一度に取り扱う放射性廃棄物が1個ではなく複数個の場合には、その数に応じて落下する放射性廃棄物の数が増える。従って、事業者が検討している放射性廃棄物の作業工程を考慮し、落下する廃棄物の数、損傷する廃棄物の数、廃棄物の重量、廃棄物に含まれている放射エネルギー及び落下距離等の状態を検討する必要がある。

また、最も保守的な設定としては、放射性廃棄物の内容物すべてが放出される状態が考えられるが、現実的な評価ではなく、且つ、非常に厳しい条件となり廃棄物の製造や廃棄物埋設施の建設等のコストの上昇や、埋設可能な放射性廃棄物の量が減少し、廃棄物埋設施の経済性及び効率性が低下する可能性がある。そのため、事業者がより現実的な条件の放射性物質の放出量を検討することが必要と考えられる。

#### 12.3.2 事業規則における放射性廃棄物からの飛散に対する要求事項

埋設する放射性廃棄物等の技術上の基準は、事業規則第八条第2項に定められており、その中には飛散等の異常事象に関連する内容が含まれており、同条第2項第七号に要求事項が示されている。以下に、事業規則第八条第2項第七号を示す。

核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則 (第八条第2項第七号)
---

(放射性廃棄物等の技術上の基準)
------------------

第八条 (略)
---------

2 廃棄体にかかる技術上の基準は、次の各号に掲げるとおりとする。
----------------------------------

七 廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。

事業規則第八条第2項第七号の要求事項と許可基準規則第十一条の要求事項との違いについては、「ピット処分及びトレンチ処分に係る規則等の改正及び改正案に対する意見募集の結果について（令和元年10月2日）」<sup>27)</sup>（以下「浅地中処分規則等改正パブコメ回答」という。）に以下のとおり記載されている。

ピット処分及びトレンチ処分に係る規則等の改正及び改正案に対する意見募集の結果について（令和元年10月2日）の整理 No.3-18 意見 No.7 の回答（一部抜粋）<sup>27)</sup>

事業規則第8条第2項第7号の規定は、廃棄体の容器や固型化方法に係る仕様規定を廃止したことも踏まえて、従事者の放射線障害や作業環境の著しい悪化を防止する観点から、要求性能を明確化したものであり、許可基準規則の解釈（案）第9条第1項で規定する廃棄物の落下時における公衆への影響を考慮するためのものではありません。

このことから、許可基準規則第十一条で要求されている飛散又は漏えいについては、公衆への影響に対するものであり、事業規則第八条第2項第七号で要求されている飛散又は漏えいについては、放射線業務従事者への影響に対するものと対象が異なっていることが分かる。しかし、許可基準規則第十一条の適合性確認において選定された異常事象が、事業規則第八条第2項第七号で確認する放射性廃棄物の落下と事象が一致した場合においては、その事象による放射性廃棄物の飛散の評価方法を同様の方法で行うこととなると考えられる。

事業規則第八条第2項第七号では、放射性廃棄物のうち、容器に封入又は固型化された放射性廃棄物である廃棄体については、第七号に、廃棄体となってから廃棄物埋設地へ定置されるまでの間に、運搬や定置作業で廃棄体を持ち上げることがある場合、廃棄体を持ち上げられる最も高い高さから落下した際、その衝撃により廃棄物中の放射性物質の飛散又は漏えいする量が極めて少ないことが要求されている。「極めて少ないこと」については、浅地中処分規則等改正パブコメ回答において、以下の通り述べられている。

ピット処分及びトレンチ処分に係る規則等の改正及び改正案に対する意見募集の結果について（令和元年10月2日）の整理 No.3-23 意見 No.9 の回答（一部抜粋）<sup>27)</sup>

（略）廃棄体の落下に伴う放射性物質の飛散又は漏えいの評価については、事業規則（案）別記様式第2の表中に示したように、「飛散又は漏えいする放射性物質の量又は漏えい率」が指標となります。

具体的な漏えい率等の数値については、廃棄体に含まれる放射性物質の種類や放射能濃度を踏まえて、事業者が廃棄物受入基準（WAC）に定めるものと考えます。

なお、あらゆる廃棄体に対して共通的に適用すべき「極めて少ないこと」の定量的な基準を決めることは難しいですが、例えば米国 NRC の規制指針 NUREG-0683<sup>\*4</sup> では、放射能

濃度の高い廃棄物をセメントで固化した廃棄体のハンドリング中に想定される事故に対して、呼吸域粉塵として放出される放射性物質の量を推定するために、 $10^{-5}$ （10 万分の 1）という飛散率<sup>※5</sup>が用いられています。

※4 U.S.NRC NUREG-0683;“Final Programmatic Environmental Impact Statement related to decontamination and disposal of radioactive wastes resulting from March 28, 1979, accident Three Mile Island Nuclear Station, Unit 2”(1981)

※5 “The fractional release rates used to estimate the amounts of radionuclides released in the form of respirable particulates for the postulated accidents”

漏えい率等の数値はあくまで例示として提示されている。そのため、埋設する廃棄体の特性等を考慮して、事業者ごとに適用させる値を検討する必要がある。

一方、コンクリート等廃棄物については、事業規則第六条第 1 項第三号に飛散に要求事項が示されている。以下に事業規則第六条第 1 項第三号を示す。

核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則  
第六条第一項第三号

（廃棄物埋設施設等の技術上の基準）

第六条（略）

三 コンクリート等廃棄物を埋設する場合において、廃棄物埋設地の外に放射性物質が飛散するおそれがあるときは、飛散防止のための措置を講ずること。

上記の通り、コンクリート等廃棄物については、放射性物質が飛散するおそれのある場合にはその防止措置を講じることが要求されており、廃棄体における飛散する放射性物質の量については要求されていない。また、この要求事項は、廃棄物埋設施設等における技術上の基準であることから、廃棄物埋設施設の外で行う発生事業所からの運搬等における飛散については対象外である。これは、コンクリート等廃棄物は原子力施設等の解体により発生する廃棄物を想定しており、極めて放射能が低い放射性廃棄物であるためであると考えられる。従って、コンクリート等廃棄物は、廃棄物埋設施設へ到着してから廃棄物埋設地へ定置されるまでの期間において、飛散が生じるような事象がないか検討することとなる。

事業規則において、廃棄体について、飛散についての要求事項が定められており、事業者は、この要求事項に適合した廃棄体であることを確保する条件を受入基準で定めることとなる。漏えいが極めて少ないことに適合させる方法を被ばく線量評価において取り入れて説明することも検討する必要があると考えられる。

## 12.4 漏えい又は飛散した放射性物質による公衆の被ばく線量評価

### 12.4.1 漏えい又は飛散した放射性物質による被ばくの評価対象者

被ばく評価の対象者は、許可基準規則第十一条に示されている通り、敷地周辺の公衆である。



廃棄物埋設地の安全性を評価する際の被ばく線量評価では、評価の対象者は廃棄物埋設地との距離が想定される中で最も近い場所で生活している者とする場合が多い。しかし、異常事象における評価では、廃棄物埋設施設から飛散した放射性物質による影響を評価するため、風等の気象条件を考慮し、廃棄物埋設施設の敷地境界外において最も放射性物質の量が多くなる場所を評価する必要がある。

#### 12.4.2 漏えい又は飛散した放射性物質の評価方法

異常事象の発生に伴い、放射性廃棄物から漏えい又は飛散した放射性物質は、風等の気象現象により複雑な移動をすると考えられる。従って、漏えい又は飛散した放射性物質がどのように大気中を移動するか解析を実施した上で公衆が受ける被ばく線量を評価する必要がある。その評価方法は、許可基準規則及び解釈には定められていないため、事業所ごとに検討する必要がある。

実用発電用原子炉の内規として定められている「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（以下「発電用原子炉許可基準規則」という。）第十三条第一項では、運転時における異常な過度変化及び設計基準事故における漏えい等による放射性物質の評価方法の一つとして、原子力安全委員会が決定した「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針（平成13年3月29日一部改訂）」<sup>28)</sup>（以下「気象指針」という。）が挙げられている。気象指針には、大気中における放射性物質の拡散状態を評価するために必要となる気象情報の観測方法及び観測結果を用いた放射性物質の評価方法等についても定められている。以下に気象指針における漏えい等による放射性物質の評価方法を示す。

##### ① 気象データの取得

異常事象の発生に伴い漏えい又は飛散した放射性物質は、風によって廃棄物埋設施設から移動するため、評価には気象データが必要となる。気象指針において、測定する気象データ（観測項目）は、通常観測と特別観測の2つに区分されている。通常観測では施設の設置前及び運転の開始後の線量評価に直接関連する項目として風向、風速、日射量及び放射収支量が挙げられており、特別観測では施設の設置前の安全解析における項目として風向、風速、上層風及び気温差が挙げられている。

また、気象観測における観測値の欠測率についても定められており、連続した12か月で10%以下とすること、さらに、連続した30日間においては30%以下となるように努めることが要求されている。欠測は、風向、風速及び大気安定度（風速、日射量及び放射収支量を基に分類）のいずれかが欠測している場合、当該時刻の気象データは欠測扱いとなるため、注意が必要である。

##### ② 放射性物質の大気中への拡散

次に、観測した気象データを統計処理し、放射性物質が漏えい又は飛散したときにおける単位放出率当たりの地表空気中の放射性物質の濃度（以下「相対濃度」という。）を解析する。相対濃度は、放射性物質が放出される実効的な継続時間及び観測した気象データを基に、

各方位で算出することとし、16方位で行うこととなる。

相対濃度の算出は、以下の大気拡散の式が基となっている。

$$\chi(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \cdot \exp\left(-\lambda \frac{x}{U}\right) \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \times \left[ \exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right] \quad (12-1)$$

$\chi(x, y, z)$  : 点(x,y,z)における放射性物質の濃度 (Bq/m<sup>3</sup>)

$Q$  : 放出率 (Bq/s)

$U$  : 放出源の高さを代表する風速 (m/s)

$\lambda$  : 放射性物質の物理的崩壊定数 (1/s)

$H$  : 放出源の高さ (m)

$\sigma_y$  : 濃度分布の y 方向の拡がりのパラメータ (m)

$\sigma_z$  : 濃度分布の z 方向の拡がりのパラメータ (m)

気象指針に記載されている拡散式は、平坦な地形のある地点(x,y,z)における放射性物質の濃度を算出する式となっている。ここでの座標は、風が吹く方向を x 軸とし、x 軸に対して直角方向が y 軸、鉛直方向が z 軸となっている。濃度分布の拡がりのパラメータ $\sigma_y$ 及び $\sigma_z$ は、放射性物質が漏えい又は飛散した位置から風によってある地点(x,y,z)まで移動するまでの距離と大気の安定性を示す大気安定度との関数で表されている。この式は、先述したとおり平坦な地形に対しての式であり、さらに放射性物質が定常的に漏えい又は飛散する場合の式であるため、複雑な地形の場合には、風洞実験等を実施して補正をする必要がある。

大気拡散の式である式(12-1)を以下のように変形することで相対濃度が算出される。

$$\chi/Q(x, y, z) = \frac{1}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \cdot \exp\left(-\lambda \frac{x}{U}\right) \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \times \left[ \exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right] \quad (12-2)$$

上記の式(12-2)は、単位時間における相対濃度である。そのため、公衆の被ばく線量を評価するためには、異常事象に伴う放射性物質の漏えい又は飛散が継続された時間を考慮して相対濃度を求める必要がある。放射性物質の漏えい又は飛散の継続時間における相対濃度は以下の式で求めることとなる。

$$\chi/Q = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^T (\chi/Q)_i \cdot d \delta_i \quad (12-3)$$

$(\chi/Q)$  : 実効放出継続時間中の相対濃度 (s/m<sup>3</sup>)

$T$  : 実効放出継続時間 (h)

$(\chi/Q)_i$  : 時間*i*における相対濃度 (s/m<sup>3</sup>)

$\cdot d \delta_i$  : 時間*i*において風向が当該方位 *d*にあるとき  $\cdot d \delta_i = 1$

時間*i*において風向が他の方位にあるとき  $\cdot d \delta_i = 0$

放射性物質の漏えい又は飛散する時間がどのくらい継続されるかを定める必要がある。相対濃度を算出する際に参照する気象データのうち風向は、観測する方角の単位が 16 方位であるため、16 地点の相対濃度を求める。また、相対濃度を算出する距離は、公衆の被ばく線量を求める際に最も保守的となるように、最も相対濃度が高くなる地点とする。異常事象が発生した場所から公衆までの距離が最も近い地点が高くなるとは限らないため、方位ごとにいくつかの距離における相対濃度を算出し、最も高くなった地点を評価対象とする地点とする必要がある。

#### 12.4.3 異常事象における被ばく線量評価

先述した状態設定及び相対濃度から、異常事象における敷地周辺の公衆への被ばく線量を算出する。先行施設では、異常時に想定される被ばく経路として、敷地周辺の公衆が漏えい等による空気中の放射性物質を吸入により内部被ばくする経路が評価されている。被ばく線量の算出には、まず、異常事象発生時に放出される空気中の放射性物質の濃度を相対濃度から算出(式(12-4))してから、敷地周辺の公衆の吸入による内部被ばく線量を算出(式(12-5))する。式(12-4)及び式(12-5)<sup>28)</sup>を以下に示す。

異常事象発生時に放出される空気中の放射性物質の濃度

$$C(i) = C_{W \max}(i) * W_W * N_B * R_B / T_{BD} * (\chi/Q) \quad (12-4)$$

$C(i)$  : 空気中の放射性物質*i*の濃度(Bq/m<sup>3</sup>)

$C_{W \max}(i)$  : 廃棄体中の放射性物質*i*の最大放射能濃度(Bq/kg)

$W_W$  : 放射性廃棄物 1 個当たりの重量(kg)

$N_B$  : 損傷する放射性廃棄物の個数(-)

$R_B$  : 放射性廃棄物から粉じんが漏えい又は飛散する割合(-)

$T_{BD}$  : 粉じんが放出される実効継続時間(s)

$(\chi/Q)$  : 相対濃度(s/m<sup>3</sup>)

敷地周辺の公衆の吸入による内部被ばくの線量

$$D_{INH}(i) = C(i) * B_B * T_B * D_{CFINH}(i) \quad (12-5)$$

$D_{INH}(i)$  : 放射性物質*i*による内部被ばくの線量(Sv)

$B_B$  : 評価対象者の呼吸率(m<sup>3</sup>/h)

$T_B$  : 粉じんの吸入時間(h)

$D_{CFINH}(i)$  : 放射性物質*i*の吸入内部被ばく線量換算係数(Sv/Bq)

上記に示した式を基に、敷地周辺の公衆の被ばく線量を算出し、算出した線量が 5mSv 以下

であることを示すことで、許可基準規則第十一条の要求事項に対する適合性を確認することとなる。

## 12.5 許可基準規則第十一条の要求事項に対する課題

### 12.5.1 異常事象の選定に対する課題

異常時における評価については、概念設計<sup>3)</sup>では実施していないため、今後検討が必要となる。

先行施設では、異常事象として、放射性廃棄物の定置作業中に門型クレーンの玉掛具等又は廃棄物吊具が破損し、吊り上げていた放射性廃棄物が落下するという事象が選定された。そのため、被ばく線量を評価する異常事象は、吊り上げた放射性廃棄物1個が落下し、その下にある定置中の区画の放射性廃棄物1個に衝突し、結果として2個の放射性廃棄物が損傷するという状態設定がなされていた<sup>7)</sup>。

廃棄体の落下に伴う損傷の影響については、廃棄体の受入基準に、損傷に伴う放射性物質の飛散が極めて小さいことを確保するための基準を設けることとなっている。そのため、放射性廃棄物の落下の考え方等を許可基準規則第十一条への適合性を示す際にも取り入れることが可能となる。現在ピット埋設を対象とする廃棄体のうち、鋼製角型容器における廃棄体の落下解析を実施し、算出した飛散率から鋼製角型容器の受入基準について検討を行っている。ドラム缶の廃棄体における飛散率は、先行のピット埋設施設の適合性審査で説明されており、これを踏まえて、トレンチ処分対象のドラム缶の廃棄体に対する飛散率の評価を行うことを想定している。トレンチ処分対象となるコンクリート等廃棄物については、12.3.2項で示した通り、放射性廃棄物の技術基準に対してではなく、埋設施設の技術基準に対応するため、飛散率の評価が必要となる。従って、異常事象の評価において、放射性廃棄物の落下に対する異常事象を検討する場合は、受入基準で検討した内容も考慮して、被ばく線量評価を行う必要があると考えられる。

廃棄物埋設施設内の火災・爆発に係る事象については、許可基準規則第七条への適合性を確認する際に、埋設する放射性廃棄物に含まれている可燃性物質等への対策を講じ、廃棄物埋設施設を構成する材料の性質等をできる限り不燃性及び難燃性材料を用いることとしているため、火災・爆発の発生を防止している。このように許可基準規則第七条で検討した内容を考慮し、適合性を示す必要がある。

また、機器等の破損に伴う放射性廃棄物の損傷については、概念設計においてトレンチ処分を行う廃棄物埋設地ではクレーン等の設備を用いることとしているため、クレーン等が放射性廃棄物と衝突する可能性を含めて今後検討する必要がある。

### 12.5.2 相対濃度の算出に対する課題

先行施設の相対濃度の評価は、気象指針に従って実施している<sup>7)</sup>ことから、トレンチ処分における異常事象に伴う放射性物質の漏えい及び飛散における相対濃度の評価を気象指針に従って実施することとなると考えられる。

相対濃度を評価する際には、12.4節で示したとおり気象データ及び廃棄物埋設施設を設置す

る場所及びその周辺地域の地形が必要となる。

気象データについては、先行施設では、ある1年間における気象データを用いて相対濃度を算出していたが、評価対象として1年間の気象が異常な年となっていないことを確認するために、過去10年間の気象データを用いて検定を行っていた<sup>7)</sup>。原子力機構では、廃棄物埋設施設の設置場所が決まってから気象データの測定を開始することとなるため、数年間の気象データで評価を行うこととなる。従って、数年間の気象データで評価が十分な可能であることを示す必要がある。また、相対濃度を評価する際、廃棄物埋設施設には受入検査施設等の建物が設置されることを計画しているため、建物による放射性物質の拡散も考慮した評価を行う必要があると考えられる。

13. 第十三条 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地

13.1 許可基準規則第十三条及びその解釈

許可基準規則

第十三条 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地は、次の各号に掲げる要件を満たすものでなければならない。

一 (略)

二 トレンチ処分に係る廃棄物埋設地は、その表面を土砂等で覆う方法その他の人工バリアを設置する方法により、廃棄物埋設地への雨水及び地下水の浸入を十分に抑制し、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減する機能を有するものであること。

三 埋設する放射性廃棄物に含まれる放射性物質（ウラン二三四、ウラン二三五及びウラン二三八に限る。）について、その総放射能量をメガベクレル単位で表した数値を当該放射性廃棄物、人工バリア、土砂その他の廃棄物埋設地に埋設し、又は設置する物の重量をトン単位で表した数値で除して得た値が一を超えず、かつ、当該廃棄物埋設地内における当該放射性物質の分布がおおむね均一であること。

四 前条第一項第五号及び第六号に定めるものであること。

2 前項第一号及び第二号の規定は、製錬施設、加工施設（その燃料材にウラン・プルトニウム混合酸化物を含む燃料体の加工を行うものを除く。）及び使用施設等（核燃料物質（ウラン及びその化合物に限る。）又は当該核燃料物質によって汚染された物を専ら取り扱うものに限る。）のいずれかを設置した工場又は事業所において生じた放射性廃棄物の埋設を専ら行う廃棄物埋設地については、適用しない。

許可基準規則の解釈

第13条（ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地）

1 第1項第1号に規定する「外周仕切設備を設置する方法、その表面を土砂等で覆う方法その他の人工バリアを設置する方法」及び第2号に規定する「その表面を土砂等で覆う方法その他の人工バリアを設置する方法」とは、以下の設計をいう。

一 埋設する放射性廃棄物に含まれる放射性物質の性質及び放射能濃度に応じて、設計時点において合理的かつ利用可能な最善の建設・施工技術によるものであること。

二 劣化・損傷に対する抵抗性を考慮すること。

三 劣化・損傷が生じた場合にも機能が維持できる（安全上支障のない期間内において速やかに修復できることが確実であることを含む。）構造・仕様であること。

2 (略)

3 (略)

4 (略)

5 第1項第1号及び第2号の「廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減」について

は、平常時における廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出に伴う公衆の受ける線量が、第8条第1項に規定する「廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による事業所周辺の線量」及び第17条第1項に規定する「周辺監視区域の外の空気中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質」の放出により公衆の受ける線量を含め、法令に定める線量限度を超えないことはもとより、ALARAの考え方の下、実効線量で50マイクロシーベルト／年以下であること。

- 6 第1項第2号に規定する「廃止措置の開始まで」とは、埋設の終了後50年程度を目安とする。
- 7 第1項第3号の「廃棄物埋設地内における当該放射性物質の分布がおおむね均一」とは、廃棄物埋設地内を体積が同程度である複数の区域に区分した場合にそのいずれにおいても、ウラン（ウラン二三四、ウラン二三五及びウラン二三八に限る。）の放射能濃度が10メガベクレル毎トンを超えないことをいう。
- 8 第1項第4号に規定する「前条第一項」「第六号に定めるものであること」とは、設計時点における知見に基づき、廃棄物埋設地の基本設計について、次に掲げる各シナリオに基づき、埋設した放射性廃棄物が廃止措置の開始後に公衆に及ぼす影響を評価した結果、それぞれの基準を満たすものであることをいう。

これらの評価は、廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺に係る過去の記録や、現地調査等の最新の科学的・技術的知見に基づき行うこと。

#### 一 自然事象シナリオ

自然現象による放射性物質の廃棄物埋設地からの漏出、天然バリア中の移動、河川等への移動及び現在の廃棄物埋設地周辺の人の生活様式等を考慮したシナリオ（廃棄物埋設地の掘削を伴うものを除く。）に基づき評価される公衆の受ける線量が、イの最も厳しいシナリオによる評価において300マイクロシーベルト／年を超えず、ロの最も可能性が高いシナリオによる評価において10マイクロシーベルト／年を超えないこと。この際、同一の事業所内に複数の廃棄物埋設地の設置が予定される場合は、これらいずれの廃棄物埋設地においても、埋設した放射性廃棄物に含まれる主要な放射性物質が廃棄物埋設地の外へ移動するものとして、線量の評価を行うこと。評価の対象とする期間は廃止措置の開始後1000年が経過するまでの期間とすること。なお、当該期間以降において公衆の受ける線量が著しく高くないことを確認すること。

#### イ 最も厳しいシナリオ

被ばくに至る経路は、放射性廃棄物に含まれる主要な放射性物質が廃棄物埋設地の外へ移動し、更に天然バリア中を移動して生活環境に至るまでの経路及び生活環境において公衆が被ばくするまでの主要な放射性物質の経路について、科学的に合理的な範囲において最も厳しいものを選定し、人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメータは、科学的に合理的な範囲における組み合わせのうち最も厳しい設定とする。

#### ロ 最も可能性が高いシナリオ

被ばくに至る経路は、放射性廃棄物に含まれる主要な放射性物質が廃棄物埋設地の外へ移動し、更に天然バリア中を移動して生活環境に至るまでの経路及び生活環境に

において公衆が被ばくするまでの主要な放射性物質の経路について、最も可能性が高いものを選定し、人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメータは、最も可能性が高い設定とする。ただし、被ばくに至る経路の選定並びに人工バリア及び天然バリアの状態に係るパラメータの設定について、より保守的なものとするを妨げない。

## 二 人為事象シナリオ

廃止措置の終了直後における廃棄物埋設地の掘削を伴う土地利用を考慮したシナリオに基づき、評価される公衆（廃棄物埋設地の掘削を行う者及び掘削された廃棄物埋設地の土地利用を行う者に限る。）の受ける線量が、ピット処分にあっては1ミリシーベルト／年、トレンチ処分にあっては300マイクロシーベルト／年をそれぞれ超えないこと。ただし、外周仕切設備等と同等の掘削抵抗性を有する設備を設置したトレンチ処分にあっては1ミリシーベルト／年を超えないこと。このシナリオにおける被ばくに至る経路は、現在の廃棄物埋設地周辺における一般的な地下利用を含む土地利用を考慮した現実的なものを選定することとし、廃止措置の終了までの間における廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出はないものとする。掘削された廃棄物埋設地の土地利用を行う者の評価においては、廃止措置の終了後における天然バリアの状態及び人工バリアのうち掘削されていない部分の状態に係るパラメータは最も可能性が高い設定とし、現在の廃棄物埋設地周辺の人の生活様式等を考慮する。ただし、被ばくに至る経路の選定並びに天然バリアの状態及び人工バリアのうち掘削されていない部分の状態に係るパラメータの設定について、より保守的なものとするを妨げない。第2項が適用される場合には、本シナリオによる評価は要しない。

### 13.2 トレンチ処分の廃棄物埋設地における許可基準規則第十三条の要求事項

#### 13.2.1 許可基準規則第十三条第1第二号の施設の設計に関する要求事項

トレンチ処分の廃棄物埋設地では、放射性物質の主な漏出経路として、雨水や地下水等が廃棄物埋設地に浸入し、浸入した水（以下「浸透水」という。）の流れとともに放射性物質が廃棄物埋設地の外へ移動することが想定されている。そのため、放射性物質ができるだけ移動しないように雨水や地下水等が浸入することを抑制するために、廃棄物埋設地には、漏出低減機能を設けることが要求されている。漏出低減機能の設計方法としては、廃棄物埋設地の表面を土砂等で覆う方法や人工バリアを設置する方法が許可基準規則に挙げられており、いずれかの方法を用いた廃棄物埋設地の設計を検討する必要がある。浅地中処分規則等改正パブコメ回答によると、トレンチ処分の廃棄物埋設地に設ける漏出低減機能は、雨水や地下水の浸入を避けることで可能となるものであり、ピット埋設で設置する外周仕切設備のような性能は必要としないが、国内の一般産業廃棄物の処分場等の性能に比べて劣ることのないようにすることが適当であると記載されている<sup>27)</sup>。国内の一般産業廃棄物の処分場は、「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令（昭和五十二年総理府・厚生省令第一号）」（以下「産廃最終処分場の基準の省令」という。）の第一条に定められている基準を満たす設計を行うこととなっており、浅地中処分規則等改正パブコメ回答では、産廃最終処分場の基準の省令第一条第一項第五号イ（1）（イ）及びロ（2）の基準が挙げられている<sup>27)</sup>。産廃



最終処分場の基準の省令第一条第一項第五号イ（１）（イ）及びロ（２）を以下に示す。

一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令（昭和五十二年総理府・厚生省令第一号）

施行日：令和二年三月三十日（令和二年環境省令第九号による改正）

第一条第一項第五号イ（１）（イ）及びロ（２）

（一般廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準）

第一条 廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和四十五年法律第百三十七号。以下「法」という。）第八条の二第一項第一号の規定による一般廃棄物の最終処分場（廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令（昭和四十六年政令第三百号。以下「令」という。）第三条第三号ヌ（２）に掲げる水銀処理物（以下「基準不適合水銀処理物」という。）の埋立処分の用に供されるものを除く。以下この条において同じ。）の技術上の基準は、次のとおりとする。

（略）

五 埋立地（内部仕切設備により区画して埋立処分を行う埋立地については、埋立処分を行っている区画。以下この号、次号及び次項第十二号において同じ。）からの浸出液による公共の水域及び地下水の汚染を防止するための次に掲げる措置が講じられていること。ただし、公共の水域及び地下水の汚染を防止するために必要な措置を講じた一般廃棄物のみを埋め立てる埋立地については、この限りでない。

イ 埋立地（地下の全面に厚さが五メートル以上であり、かつ、透水係数が毎秒百ナノメートル（岩盤にあつては、ルジオン値が一）以下である地層又はこれと同等以上の遮水の効力を有する地層（以下「不透水性地層」という。）があるものを除く。以下イにおいて同じ。）には、一般廃棄物の投入のための開口部及びニに規定する保有水等集排水設備の部分を除き、一般廃棄物の保有水及び雨水等（以下「保有水等」という。）の埋立地からの浸出を防止するため、次の要件を備えた遮水工又はこれと同等以上の遮水の効力を有する遮水工を設けること。ただし、埋立地の内部の側面又は底面のうち、その表面に不透水性地層がある部分については、この限りでない。

（１） 次のいずれかの要件を備えた遮水層又はこれらと同等以上の効力を有する遮水層を有すること。ただし、遮水層が敷設される地盤（以下「基礎地盤」という。）のうち、そのこう配が五十パーセント以上であつて、かつ、その高さが保有水等の水位が達するおそれがある高さを超える部分については、当該基礎地盤に吹き付けられたモルタルの表面に、保有水等の浸出を防止するために必要な遮水の効力、強度及び耐久力を有する遮水シート（以下「遮水シート」という。）若しくはゴムアスファルト又はこれらと同等以上の遮水の効力、強度及び耐久力を有する物を遮水層として敷設した場合においては、この限りでない。

（イ） 厚さが五十センチメートル以上であり、かつ、透水係数が毎秒十ナノメートル以下である粘土その他の材料の層の表面に遮水シートが敷設されているこ

と。

(略)

ロ 埋立地（地下の全面に不透水性地層があるものに限る。以下ロにおいて同じ。）には、保有水等の埋立地からの浸出を防止するため、開口部を除き、次のいずれかの要件を備えた遮水工又はこれらと同等以上の遮水の効力を有する遮水工を設けること。

(略)

(2) 厚さが五十センチメートル以上であり、かつ、透水係数が毎秒十ナノメートル以下である壁が埋立地の周囲に当該不透水性地層まで設けられていること。

(略)

上記のとおり、一般産業廃棄物の最終処分場では、遮水するために設けるものとして、粘土系材料を用いる場合は、厚さ 50cm 以上、且つ、透水係数が  $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$  (10nm/s) 以下となるように施工する基準となっている。従って、トレンチ処分の廃棄物埋設地の覆土に設ける漏出低減機能については、粘度系材料が厚さ 50cm 以上、且つ、透水係数が  $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$  (10nm/s) 以下で施工した場合の遮水機能と同等以上の施工方法を検討する必要がある。

また、漏出低減機能は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間維持することが要求されており、その期間は解釈第十三条第 6 項で目安として 50 年程度と定められている。

さらに、解釈第十三条第 1 項第一号～第三号では、漏出低減機能の設計に対する要求事項が定められている。解釈第十三条第 1 項第一号では、2 つの事項を確認することが要求されており、一つは埋設する放射性廃棄物に含まれている放射性物質の性質及び放射能濃度に応じた設計とすることである。そのため、放射性廃棄物のインベントリを評価し、性質等の特徴を整理する必要がある。もう一つの要求事項は、設計時点で、合理的且つ利用可能な最善の設計・施工技術により設計していることであるため、設計検討の際に考慮した事項を提示し、適合性を示す必要がある。

解釈第十三条第 1 項第二号では、劣化・損傷に対する抵抗性を考慮することが要求されている。廃棄物埋設地は屋外であるため、天候や自然事象による風化、侵食等により、構成する材料の劣化・損傷が想定される。漏出低減機能をトレンチ廃棄物埋設地の上部覆土に設けることから、天候や自然災害による影響が顕著に現れる可能性が考えられる。従って、漏出低減機能を有する施設の劣化・損傷の原因となる事象を整理し、それらの原因事象に対する対策を示すことで、劣化・損傷に対する抵抗性を設計で考慮していることを示す必要がある。

許可基準規則の解釈第十三条第 1 項第三号では、劣化・損傷が生じた場合においても、漏出低減機能の有する施設が維持できる設計とすることが要求されている。これは、廃止措置開始までの期間において、廃棄物埋設地の漏出低減機能が劣化や損傷する要因を抽出するとともにそれらによる影響を評価し、機能の維持が可能であることを示す必要がある。許可基準規則第十三条第 1 項第四号への適合性を確認する際に、廃止措置開始後における被ばく線量評価を実施するが、その際に、廃止措置開始から 1,000 年後の廃棄物埋設地の状態設定を行って検討することが要求されている。この評価において、安全機能の劣化・損傷についての評価が含まれ

るため、廃止措置開始後の線量評価における安全機能の劣化・損傷の状態設定については、13.2.5 項で整理する。

### 13.2.2 許可基準規則第十三条第 1 項第二号の放射性物質の漏出の低減に関する要求事項

埋設した放射性廃棄物中の放射性物質の漏出の低減に関する説明として、許可基準規則の解釈第十三条第 5 項においては、放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までにおける、平常時の被ばく線量評価を実施し、ALARA の考えの下、 $50\mu\text{Sv/y}$  以下となるように設計することが求められている。

ALARA は、ICRP Publication 26「国際放射線防護委員会勧告」<sup>29), 30)</sup>において示された放射線防護における基本的な考え方である。ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の 2007 年勧告（以下「ICRP2007 年勧告」という。）<sup>31), 32)</sup>においては、防護の最適化の原則（以下「ALARA の原則」という。）は放射線防護の原則の一つとして示されている。ALARA の原則は、「被ばくする可能性、被ばくする人の数、及びその人たちの個人線量の大きさは、すべて、経済的及び社会的な要因を考慮して、合理的に達成できる限り低く保たれるべきである（ICRP2007 年勧告引用）」と述べられている<sup>31), 32)</sup>。これは、線量を最小にすることを目的としているのではなく、被ばくによる影響と社会におけるその行為の価値や防護のために用いる資材等とのバランスを踏まえて評価するべきであるという考えである。

日本では、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針（一部改訂：平成 13 年 3 月 29 日）」<sup>33)</sup>において、ALARA の考え方より、その行為の実現の難易度の評価から発電用軽水炉施設の平常時における公衆の受ける線量を低く保つための努力目標値（以下「線量目標値」という。）を、実効線量で  $50\mu\text{Sv/y}$  に設定した。許可基準規則では、これらの考えを踏襲し、線量基準として実効線量  $50\mu\text{Sv/y}$  を適用していると考えられる。

この線量目標値の  $50\mu\text{Sv/y}$  については、「廃棄物の埋設に係る放射線防護基準及び原子力施設のサイト解放基準について（案）（平成 28 年 10 月 14 日）」（以下「サイト解放基準案」という。）<sup>34)</sup>に、定められた当時は国際的な線量拘束値の概念がなかったため、複数の原子力施設からの被ばく線量を重畳した場合においても、公衆の受ける被ばく線量が線量限度である  $1\text{mSv/y}$  を十分下回るようにするための値であったと示されている。

この線量基準  $50\mu\text{Sv/y}$  を満たす施設設計となっていることを確認する際の評価は、直接ガンマ線とスカイシャインガンマ線、廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出及び廃棄施設からの放射性物質の漏出の 3 つの過程から受ける被ばく線量を算出し、それらの重畳の線量で判断することとなる。

直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による被ばく線量評価は、許可基準規則第八条第一項において要求されており、評価の考え方等については、11 章で述べたとおりである。

廃棄物埋設地から漏出した放射性物質による被ばく線量評価については、許可基準規則において評価に関する要求事項はないため、事業所ごとで検討する必要がある。

廃棄物埋設地中の放射性物質による公衆への被ばく評価では、評価するシナリオ及び被ばく経路を設定する。シナリオ及び被ばく経路は、経済産業省原子力安全・保安院が示した「放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類について（内規）」<sup>35)</sup>に考え方が示されている。シナリ

オ及び被ばく経路の用語を以下に示す。

シナリオ：埋設した放射性廃棄物に起因して発生すると想定される放射性物質の生活環境に及ぼす影響を評価する観点から、廃棄物埋設地の埋設直後の状態を基に、長期間のうちにその状態を変化させる可能性のある一連の現象を想定し、これらを組み合わせて廃棄物埋設地及びその周辺の長期挙動<sup>35)</sup>。

被ばく経路：生活環境に到達してから放射性物質が人間に直接的・間接的に影響を与えるまでの経路<sup>35)</sup>。

上記のとおり、シナリオは廃棄物埋設地が設置された後に想定される廃棄物埋設地及びその周辺環境の自然変化や人間の行為等であることから、自然現象により放射性物質が廃棄物埋設地から地下水等へ溶解して公衆が食する海産物か河川産物が生息している海や河川へ移動したり、居住している土地の土壌へ移動したりするものや、廃棄物埋設地が設置されている場所で建設作業を行ったり、その土地で居住したりするものが挙げられる。また、被ばく経路は埋設した放射性廃棄物中の放射性物質が公衆へ被ばくを与えるに至るまでの一つ一つの過程であることから、地下水にのって移動した放射性物質が海へ流出し、その海に生息している魚を公衆が食した際の内部被ばくや、廃棄物埋設地で建設作業した際に掘削により飛散した放射性物質を吸入したことによる内部被ばく等が挙げられる。従って、シナリオ及び被ばく経路を検討する際には、まず対象とするシナリオを選定し、そのシナリオにおいて想定される被ばく経路を検討することとなる。

許可基準規則の解釈第十三条第5項における評価は、放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置開始までの期間における被ばく線量の評価を要求されているため、設置する廃棄物埋設地の特徴、周辺の環境や公衆の生活環境等を考慮して評価を行うこととなる。公衆の生活環境は、地域によって食生活、営んでいる農業、漁業及び畜産業、建物（基礎杭等の長さや地盤改良の深さなど）が大きく異なるため、廃棄物埋設地を設置するその地域の特性を調査し、それに合わせて評価を行う必要がある。

また、評価期間中は、廃棄物埋設施設には、時期に応じて周辺監視区域及び埋設保全区域が設定されていることから、敷地内で公衆が立入って埋設地を擾乱する行為を想定する必要がないため、廃棄物埋設地を故意に損傷させる建設（掘削）や直下に廃棄物埋設地がある場所での居住等の被ばく経路を想定するシナリオを除いたシナリオにおける評価を行うこととなる。

### 13.2.3 許可基準規則第十三条第1項第三号のウランの放射能濃度に対する要求事項

天然に存在するウラン核種である U-234、U-235 及び U-238 は、半減期が数億年に及ぶ長半減期核種であるため、廃止措置開後の一般公衆への被ばく線量の評価期間である 1,000 年間で放射能の減衰が期待できない。そのため、原子力規制委員会が、「ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設に係る規制の考え方（令和3年3月10日）」（以下「ウラン廃棄物の考え方」という。）<sup>36)</sup>を示し、それに基づいて、第二種廃棄物埋設事業にウラン廃棄物の埋設についての基準が許可基準規則に追加された。

原子力規制委員会のウラン廃棄物の浅地中処分の規制の考え方の概要は以下のとおりである。

- ・ IAEA の国際基準では、ウラン等の長寿命核種は、限られた量の場合のみ浅地中処分が適しているという考え方であり、ウラン廃棄物に対しては、埋設当初からウラン濃度を「十分に低い放射能濃度」に抑えることによって、浅地中処分の対象とする。
- ・ 「十分に低い放射能濃度」について、ウランの国内外の土壌中のウラン濃度の調査と長期にわたる居住シナリオの線量評価の結果から、埋設当初から廃棄物埋設地のウランの平均放射能濃度を 1Bq/g 程度以下とする。
- ・ 許可基準規則及び同解釈では、廃棄物、人工バリア、土砂その他の廃棄物埋設地に対して、ウラン (U-234, 235, 238) の放射能濃度が 1MBq/t (1Bq/g) を超えず、分布がおおむね均一であることが示され、許可基準規則の解釈では、埋設地内の各区域において、ウラン (U-234, 235, 238) の放射能濃度が 10MBq/t (10Bq/g) を超えないことが規定された。
- ・ ウラン廃棄物の埋設処分における廃止措置開始後の線量評価において、埋設地のウランの平均放射能濃度が上記の基準に適合している場合は、人為事象シナリオの評価を実施する必要がない。

上記のように解釈第十三条第7項においては、ウランの放射能濃度が廃棄物埋設地で局所的に高い場所ができないように、複数の区分に分割した際に、10MBq/t (=10Bq/g) を超える区画がないようにすることが要求されている。この考え方のイメージを図 13.1 に示す。廃棄物埋設地には、放射性廃棄物を埋設する領域（以下「廃棄体層」という。）と覆土（ここでは中間覆土を含む）があり、埋設する廃棄物の平均放射能濃度を検討する際には、覆土も含めて濃度を評価することとなる。局所的な放射能濃度の評価を行う際の区画については、原規規発第 21031011 号「ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設に係る規制基準等における要求事項について」<sup>37)</sup>（以下「ウラン廃棄物に係る要求事項」という。）において、「体積として 250～500m<sup>3</sup> 程度、面積として 50～100m<sup>2</sup> 程度を目安とする（ウラン廃棄物に係る要求事項引用）」とされており、事業所によって、実際の廃棄物埋設地の設計及び埋設しようとする廃棄物の受入れ計画等に応じて、適切に設定されるものとしている。そのため、適切な区画は事業所ごとに検討することとなる。従って、ウラン廃棄物を埋設する事業所は、埋設する際のウランの平均放射能濃度を考慮し、基準を満足するような施設の設計及び定置の方法を検討する必要がある。

#### 13.2.4 許可基準規則第十三条第1項第四号の化学物質に対する要求事項

許可基準規則第十三条第1項第四号は、前条である第十二条第1項第五号及び第六号の要求事項が適用される。許可基準規則第十二条第1項第五号第六号を以下に示す。また、許可基準規則第十二条第1項第五号及び第六号において、トレンチ処分に関連する解釈も以下に示す。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
-------------------------------

(第十二条第1項第五号及び第六号)
-------------------

(中深度処分に係る廃棄物埋設地)
------------------

第十二条

五 埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、埋設した放射性廃棄物に含有される化学物質その他の化学物質により廃棄物埋設地の安全機能が損なわれないものであること。

六 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

(第十二条第6項)

6 第1項第5号に規定する「安全機能が損なわれないものであること」とは、放射性廃棄物、人工バリア、土砂その他の廃棄物埋設地に埋設され、又は設置された物が含有する可燃性の化学物質、可燃性ガスを発生する化学物質その他の化学物質の性質及び量に応じて、廃棄物埋設地の安全機能に有意な影響を及ぼさないよう対策を講じたものであることをいう。

許可基準規則第十二条第1項第五号では、放射性廃棄物や廃棄物埋設地の構成材が、経年変化により周辺の物質等と反応することで、廃棄物埋設地に備えられている安全機能へ影響を及ぼし、その結果、放射線障害を及ぼすおそれがないことが要求されている。

放射性廃棄物は様々な性状に分類されるが、そのうち、金属廃棄物は、時間の経過とともに周囲の酸素や水と酸化又は還元反応を発生させ、埋設当初とは異なる物質へと変化する可能性が考えられる。そのため、埋設する金属廃棄物に含まれる元素から、起こり得る化学反応を調査し、反応前後での物質の変化（体積変化など）など、廃棄物埋設地の安全機能に影響を及ぼす可能性があるか検討する必要がある。従って、設置する廃棄物埋設地、特に安全機能を有する施設を構成する材料や構造及び埋設する放射性廃棄物に含まれる化学物質やそのものの性質を考慮し、考えられる反応を調査し、それによる変化を評価することが必要である。

13.2.5 許可基準規則第十三条第1項第四号の公衆への影響に関する要求事項

許可基準規則第十三条第1項第四号において引用されている許可基準規則第十二条第1項第六号では、13.2.4項で示したとおり、廃棄物埋設地の保全を必要としない状態に移行が可能となる見通しを確認するために、廃止措置の終了後における影響を評価することが要求されている。この要求については、解釈第十三条第8項において、評価するためのシナリオとそのシナリオごとに線量基準が定められている。シナリオは自然事象シナリオと人為事象シナリオが定められている。

許可基準規則第十三条における自然事象シナリオは、「自然現象による放射性物質の廃棄物埋設施設からの漏出、天然バリア中の移動、河川等への移動及び現在の廃棄物埋設地周辺の人の生活様式等を考慮したシナリオ」である。

ここで、「天然バリア」については、許可基準規則第十二条（中深度処分に係る廃棄物埋設地）第八項第二号のイに定義されており、「廃棄物埋設地の外に漏出した放射性物質の移動を抑制

する機能を有する岩盤等」としていることより、ピット処分及びトレンチ処分の廃棄物埋設地においても適用される。従って、天然バリアに該当するものとしては、放射性物質の移動を抑制する機能を有すると考えられる人工構築物ではない廃棄物埋設地周辺の土壌等が該当すると考えられる。

このため、被ばく経路を抽出する際には、廃棄物埋設地の外へ移動した放射性物質がその後どのように移動し、公衆の生活環境へ到達するかを検討することとなる。このシナリオから想定される被ばく経路の例を図 13.2 に示す。被ばく経路の例としては、廃棄物埋設地の外へ移動した放射性物質が、近くの海や河川へ流入する経路と公衆が生活している土壌へ移動する経路の 2 つに大きく分かれる。近くの海や河川へ流入する経路については、廃棄物埋設地の周辺地域で行われている産業における被ばく経路が挙げられる。例としては、その河川水を利用した農作物や畜産物、海や河川からの海産物や河川産物を摂取することによる内部被ばくが挙げられる。一方、公衆が生活している土壌へ移動する経路については、その土地での建設における掘削作業での外部被ばく及び吸入による内部被ばくや、その土地での居住による外部被ばくが挙げられる。

自然事象シナリオには、最も厳しいシナリオと最も可能性が高いシナリオの 2 つのシナリオにおける評価が必要である。最も厳しいシナリオでは、科学的に合理的な範囲において最も厳しい被ばく経路を選定し、放射性物質の移動を抑制するバリア機能に関連するパラメータも科学的に合理的な範囲において最も厳しい組み合わせのパラメータを設定する。そして、評価した結果、公衆の受ける線量が線量拘束値である  $300\mu\text{Sv/y}$  を超えないことを示すことが要求されている。一方、最も可能性が高いシナリオでは、科学的に合理的な範囲において最も可能性の高いものを選定し、人工バリア及び天然バリアが持つ放射性物質の移動を抑制する性能（以下「バリア機能」という。）に関連するパラメータを科学的に合理的な範囲において最も可能性の高い組み合わせのパラメータを設定する。その条件において評価した結果、公衆の受ける線量が  $10\mu\text{Sv/y}$  を超えないことを示すことが要求されている。

また、人為事象シナリオにおいては、一般的な土地利用を考慮した被ばく経路を選定して評価を行う。その際、廃棄物埋設地中の放射性物質は、漏出してないものとして評価を行うこととなっている。これらの評価において、トレンチ処分では、公衆の受ける線量が  $300\mu\text{Sv/y}$  を超えないこと、または、廃棄物埋設地に外周仕切設備等と同等の掘削抵抗性を有する設備を設けている場合には  $1\text{mSv/y}$  を超えないことを示すことが要求されている。

各シナリオの評価において検討する状態設定及び手順等については、審査ガイドにおいて要求事項が定められている。事業者は、許可基準規則第十三条第 1 項第四号及び審査ガイドで定められている要求事項に沿って公衆への被ばく線量評価を実施し、線量基準を満たす埋設施設を検討する必要がある。審査ガイドについては、13.3～13.5 節で整理する。

### 13.3 廃棄物埋設地の放射能インベントリの評価に対する要求事項

#### 13.3.1 埋設する放射性廃棄物に含まれる放射性物質の濃度上限値

事業規則第二条第 1 項第一号では、埋設する放射性廃棄物中の放射性物質の種類毎の最大放射能濃度、総放射エネルギー及び区画別放射エネルギーを事業許可申請書に記載することが求められている。

ここで、埋設する放射性廃棄物中の放射性物質の種類及び放射能を総称して「放射能インベントリ」ということとする。

事業規則第一条の二第2項第四号及び第五号では、廃棄物埋設地に埋設する放射性廃棄物に含まれる放射性物質の最大の放射能濃度（以下「濃度上限値」という。）が定められており、これらの濃度上限値の値は、濃度上限値報告書<sup>24)</sup>が基となっている。濃度上限値報告書<sup>24)</sup>は、発電用原子炉や試験研究用原子炉といった原子炉がある施設の運転や解体により発生する放射性廃棄物と、再処理事業における核燃料サイクルに関連する核燃料使用施設等から発生する放射性廃棄物を対象として、各埋設方法における濃度上限値が検討されたものである。

- ・ 濃度上限値の算出は、図 13.3 のフローのとおりに行われた。以下に算出方法の概要を示す。まず、埋設する放射性廃棄物、廃棄物埋設地や環境条件を設定され、次に評価するシナリオを選定された。シナリオについては、廃棄物埋設地から地下水に漏出した放射性物質の移動による被ばく（以下「地下水利用シナリオ」という。）、廃棄物埋設地が設置されている土地を利用した際の被ばく（以下「土地利用シナリオ」という。）及び操業時におけるスカイシャインガンマ線による被ばくをシナリオ（以下「スカイシャインシナリオ」という。）が選定された。各評価シナリオに応じて、対象とする放射性物質やパラメータが設定された。評価の対象とする放射性物質は、半減期が1か月以上のものとされた。
- ・ 次に、シナリオごとに線量評価を実施し、線量基準に相当する放射性廃棄物中の放射能濃度のうち、最小となったシナリオの放射能濃度  $C$ （以下「基準線量相当濃度」という。）と全放射性廃棄物の重量に対する平均放射能濃度  $D$ （以下「全廃棄物の平均放射能濃度」という。）が算出された。基準線量相当濃度は、地下水利用シナリオ、土地利用シナリオ及びスカイシャインシナリオの3つのシナリオにおいて、線量基準と同等の埋設する放射性廃棄物中の放射能濃度を算出し、その結果の中で最も低かった濃度である。線量基準の値は、当時の安全審査指針に定められていた線量基準（地下水利用シナリオ及び土地利用シナリオは、現在の最も可能性の高いシナリオに相当する基本シナリオの基準である  $10\mu\text{Sv/y}$ 、スカイシャインガンマ線による被ばく線量は、平常時評価の基準に用いられていた周辺公衆の線量限度である  $1\text{mSv/y}$ ）が用いられた。また、全廃棄物の平均放射能濃度は、埋設する放射性廃棄物の放射能インベントリを廃棄物が発生する施設ごとに評価したものである。
- ・ そして、基準線量相当濃度  $C$  と全廃棄物の平均放射能濃度  $D$  の値から、相対重要度  $D/C$  を算出された。相対重要度  $D/C$  の値が大きいほど、公衆の被ばく線量への寄与が大きい放射性物質であることが示される。相対重要度  $D/C$  の評価結果より、トレンチ処分では、 $\text{Co-60}$ 、 $\text{Sr-90}$  及び  $\text{Cs-137}$  が公衆の被ばく線量への寄与が大きいと判断されたことから、代表とする放射性物質（以下「重要核種」という。）として選定された。事業規則第一条の二第2項第四号及び第五号の濃度上限値が定められている核種はこの重要核種である。事業規則における濃度上限値の値は、重要核種の基準線量相当濃度から、放射性廃棄物中の放射能濃度分布に幅があることを考慮して、規定された。

濃度上限値は、典型的な埋設施設及び環境条件に基づいて、埋設する放射性廃棄物の最大放



射能濃度として算出されたものであり、事業所ごとに廃棄物埋設地に埋設する放射性廃棄物の放射能インベントリや、埋設地の周辺における環境条件によって、重要核種の種類や、被ばく線量の評価結果は異なると考えられるため、実際には、個別の適合性審査において安全性が確認されることとなっている<sup>24)</sup>。従って、事業者は、埋設する放射性廃棄物の放射能インベントリを評価した上で、その結果が濃度上限値を超えていないことだけではなく、公衆への被ばく線量が線量基準を超えていないことを評価する必要がある。

### 13.3.2 埋設する放射性廃棄物中の放射能インベントリの評価

公衆への被ばく線量を評価する際には、埋設する放射性廃棄物の総放射エネルギーを算定する必要がある。さらに審査ガイドでは、放射能インベントリを評価するだけではなく、評価手法についての説明も要求されている。放射能インベントリの評価について、審査ガイドでは、放射性核種の種類は放射化計算等、放射エネルギーは放射化計算及び廃棄物の分析等により算出されていることが要求されている。従って、埋設する放射性廃棄物の特徴に合わせて事業所ごとに評価方法を検討する必要がある。

また、2.3 節に示した通り、事業規則第二条第 1 項第一号には、第二種廃棄物埋設事業の事業許可申請書に、埋設する放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類ごとの最大放射能濃度及び総放射エネルギーを記載することが求められている。さらに、廃棄物埋設地に区画を設けている場合には、区画ごとの放射エネルギーも事業許可の申請書に記載する必要がある。

## 13.4 審査ガイドにおける自然事象シナリオの評価に対する要求事項

### 13.4.1 自然事象シナリオの評価期間

自然事象シナリオの評価対象とする期間は、許可基準規則の解釈第十三条第 8 項第一号より、廃止措置開始後から 1,000 年が経過するまでの期間と定められている。この評価期間については、原規規発第 21031010 号「浅地中処分における評価期間について」<sup>38)</sup>において考え方が整理されている。

許可基準規則及び解釈が令和 3 年に改正される以前は、浅地中処分における線量評価において、シナリオ毎に公衆が受ける線量の評価値の最大値が出現するまでの期間を評価することとされ、具体的な評価期間は定められていなかった。これは、放射性物質がおおむね減衰するまでの期間はトレンチ処分では数十年以内、ピット埋設では 300~400 年程度以内であり、被ばく線量が最も高くなる（以下「線量ピーク」という。）時期は、規制期間と大きく乖離することなく、この程度の期間であれば人工バリア及び天然バリア（以下「バリア」という。）についてある程度の信頼性のある状態設定が可能であるとされ、評価シナリオにおける科学合理性が大きく低下することがないと考えられていたためである。しかし、浅地中処分の廃棄物埋設地は、自然現象によりその状態は常に変化し、且つ、規制期間が終了する廃止措置終了後は、保全措置が講じられることがなくなるため、いずれはバリアの状態設定における不確実性が高まると考えられた。そこで、評価の信頼性を確保することが可能と考えられる期間を設定すると考えること、数百年を越える期間として廃止措置終了後 1,000 年程度が目安となると考えられる<sup>38)</sup>とし、令和 3 年に改正した解釈においてその旨が追加された。

バリアの状態や公衆の生活環境は、時代とともに変化している。しかし、自然事象シナリオにおいて要求されている評価期間は、廃止措置開始後 1,000 年が経過するまでの期間であることから、評価においても廃止措置開始後 1,000 年後の先を見据えた評価が必要であると考えられる。

#### 13.4.2 状態設定における要求事項

許可基準規則第十三条第 1 項第四号で要求されている「保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通し」を示すための評価については、許可基準規則の解釈第十三条第 8 項のシナリオに基づき、審査ガイドにより定められている内容に沿って行うこととなっている。

自然事象シナリオでは、様々な自然現象によりバリアを構成する材料（以下「バリア構成材料」という。）の物理的・化学的性質が変化する可能性を考慮した際の、公衆への被ばく線量を評価する。

評価においては、(1)人工バリア及び天然バリアの状態、(2)公衆の生活環境の状態を最初に設定する。

##### (1) 人工バリア及び天然バリアの設定

バリア機能の状態設定は、状態設定を検討する際には、バリア機能に影響を与える要因となるもの（以下「影響因子」という。）を抽出する必要がある。審査ガイドでは、例として地震、材料の経年劣化が挙げられている。特に、バリア構成材料の経年劣化現象としては、太陽からの紫外線による劣化や地下水等の化学反応による劣化等があり、これらの劣化により、漏出低減機能が低下することが考えられる。漏出低減機能が低下することで、廃棄物埋設地を通過する水の量が増加し、放射性物質の漏出が増加するため、それらを踏まえて評価におけるバリアの状態を検討する必要がある。

審査ガイドでは、影響因子は、廃棄物埋設施設を設置した場所及びその周辺の地域の過去の記録、現地調査並びに最新の科学的・技術的知見に基づいて設定することを要求している。土壌や地下水の性質、地下水の水位や流速は地域によって異なるため、その地域の特性に合わせた影響因子を検討することとなる。

これらを踏まえ、人工バリア及び天然バリアの状態設定は以下の手順により実施することが想定される。

- ① 廃棄物埋設施設及びその周辺で発生する自然災害、人為的な事象及び経年劣化等、発生の可能性のある影響因子をすべて抽出する。影響因子の抽出において、審査ガイドで定められている要求事項は以下のとおりである。
  - ・ バリア構成材料の物性を変化させる影響因子をについて整理すること。
  - ・ 影響因子を抽出する際には、OECD/NEA の「International Features, Events and Processes (IFEP) List for the Deep Geological Disposal of Radioactive Waste」<sup>39)</sup>（以下「国際 FEP リスト」という。）等を参考にすること。
  - ・ 影響因子を抽出する際には、廃棄物埋設施設を設置する敷地及びその周辺地域

の環境の状況が考慮すること。

- ② 抽出された影響因子の中から、影響因子を選定する。影響因子の選定における要求事項は以下のとおりである。
  - ・ 廃止措置が開始してから 1,000 年が経過するまでの間において、その事象等が発生する可能性、バリア機能に与える影響度、その影響因子の代表性等を考慮した上で選定すること。
  - ・ 影響因子の選定の信頼性を高めるために、数万年等、長期的な変動傾向を把握した上で選定すること。
- ③ 選定された影響因子に基づいてバリア機能の状態を設定する。その際、影響因子がバリア構成材料に与える影響を試験及び解析等を実施した上で設定することと審査ガイドで要求されている。

人工バリアの状態設定については、「第二種廃棄物埋設の廃棄物埋設地に関する審査ガイドの制定（令和 4 年 4 月 20 日）」の別紙 1「中深度処分の廃棄物埋設地に関する審査ガイドの一部改正案へのご意見に対する考え方（案）」<sup>40</sup>（以下「審査ガイド一部改正パブコメ回答」という。）より、廃止措置開始後 1,000 年が経過するまでの期間の評価において、期待する安全機能が維持される期間に応じて設定してもよいと示されている。従って、設置する廃棄物埋設地に設ける安全機能の維持を期待できる期間に応じ、事業所ごとに設定する必要がある。

## (2) 公衆の生活環境の設定

公衆は、職業や日常生活は人それぞれ異なるため、人によって被ばく経路も異なる。従って、公衆の生活環境の状態設定をする際には、廃棄物埋設施設を設置する周辺地域の公衆の日常生活や職業を考慮することが必要となる。

審査ガイドでは、評価の対象とする人間活動の設定は以下の手順により実施する。

- ① 現在の廃棄物埋設地周辺の社会環境を把握する。例としては、「汽水性の湖沼が淡水生の河川に変わる」などが挙げられている。その際、最新の統計、調査、文献等で把握し、過去の傾向や特異点の有無を確認することが審査ガイドで要求されている。
- ② 被ばくにつながるものが想定される将来の人間活動を設定する。例としては、廃棄物埋設地から漏出した放射性物質を含む河川水の利用や、廃止措置終了後における廃棄物埋設地の跡地の居住利用が挙げられており、①で把握した社会環境に応じて設定することが要求されている。
- ③ 評価対象となる者及びその被ばく経路を設定する。審査ガイドでは、設定した人間活動及び現在の廃棄物埋設地周辺の産業活動を調査し、将来の人間活動については現在の生活様式に基づいて設定することが要求されている。これは、地域によっては特有の産業や習慣があるためであると考えられる。従って、廃棄物埋設地周辺の地域で育てられている農作物や畜産物、海又は河川産物を把握し、農作物を育てる者（以下「農

業作業者」という。)、海や河川で漁業を行う者(以下「漁業作業者」という。))や廃棄物埋設地周辺に居住している者(以下「居住者」という。))等、生活様式を設定する必要がある。また、評価対象となる者の被ばく経路については、場合によっては被ばくのおそれのある経路が1つとは限らないため、漏れのないように設定する必要があると考えられる。

上記に示した通り、公衆の生活環境に関する状態設定は、現在の生活様式に基づくこととなっている。これは、「日本原燃(株)廃棄物埋設事業変更許可申請における廃止措置の開始後の公衆の被ばく線量評価に係る審査方針について(第3回)～将来の人間活動に関する設定～(令和2年10月7日)」<sup>41)</sup>より、ICRP Publication 81「長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告」(以下「ICRP Pub. 81」という。)<sup>42), 43)</sup>で示されている「現在の生活様式で合理的に保守的でもっともらしい仮定に基づいて選ばれるべき(ICRP Pub. 81引用)」という考え方を踏襲していることが示されている。従って、廃棄物埋設地を設置する場所に応じて、周辺の公衆の現在の生活様式を把握し、被ばくし得る経路を事業者が検討する必要がある。

#### 13.4.3 被ばく経路及びパラメータの設定

審査ガイドでは、自然事象シナリオにおける被ばく経路及びパラメータは、許可基準規則の解釈第十三条第8項第一号に基づいて設定することが要求されている。これについては、13.2.5項で示した通りである。

被ばく経路は、最も厳しいシナリオについては、科学的に合理的な範囲において最も厳しいものを選定し、最も可能性が高いシナリオについては、科学的に合理的な範囲において最も可能性が高いものを選定することとなっている。

また、パラメータについては、最も厳しいシナリオについては、科学的に合理的な範囲における組み合わせのうち最も厳しいものを設定し、最も可能性が高いシナリオについては、最も可能性が高い設定とすることとなっている。

#### 13.4.4 自然事象シナリオの公衆の被ばく線量評価

自然事象シナリオにおける評価の手順は審査ガイドに詳細が定められている。評価の手順フローを図13.4に、設定するパラメータと線量基準を表13.1に示す。

公衆への被ばく線量評価は、廃止措置開始後1,000年を越え、且つ、線量ピークが出現するまで行う。このとき、線量ピークが1,000年を越えない場合は、評価の対象としたすべての種類の放射性物質の各線量ピークが出現するまでの期間、又は、1万年程度までの期間のいずれか短い期間まで実施する必要がある。なお、廃止措置開始後1,000年が経過した後のバリア状態のパラメータは、廃止措置開始後1,000年が経過した時点におけるパラメータと同じ設定とする。

この後の手順は、(1)廃止措置開始後1,000年経過するまでに線量ピークが出現した場合と(2)廃止措置開始後1,000年を経過した後に線量ピークが出現した場合とで工程が変わる。

(1) 廃止措置開始後 1,000 年経過するまでに線量ピークが出現した場合

線量ピークが最も厳しいシナリオで 300 $\mu$ Sv/y、最も可能性が高いシナリオで 10 $\mu$ Sv/y を超えないことを確認する。このとき、最も厳しいシナリオについては、線量拘束値である 300 $\mu$ Sv/y を超えないことを確認することを目的としているため、評価対象となる者のうち、「社会の中で最も大きな被ばくを受ける集団を代表する個人（審査ガイド引用）」（以下「代表的個人」という。）を評価の対象者として評価を行う。また、最も可能性が高いシナリオについては、10 $\mu$ Sv/y を超えないことをもって十分に最適化されたものとみなすことができる低い線量であることを確認するためのものであることを踏まえ、「社会の中で平均的な被ばくを受ける集団（審査ガイド引用）」（以下「平均的個人」という）を評価の対象者として評価を行う。

(2) 廃止措置開始後 1,000 年を経過した後に線量ピークが出現した場合

最初に、廃止措置開始後 1,000 年を経過するまでの期間内において、線量が最も厳しいシナリオで 300 $\mu$ Sv/y、最も可能性が高いシナリオで 10 $\mu$ Sv/y を超えないことを確認する。この場合においても、最も厳しいシナリオについては代表的個人、最も可能性が高いシナリオについては平均的個人を設定して評価を行う。

次に、廃止措置の開始後 1,000 年後以降の評価を、バリア状態に係るパラメータを設定し直し、シナリオごとに再評価を実施する。最も厳しいシナリオでは、廃止措置の開始後 1,000 年後以降の状態を想定し、人工バリアの安全機能が喪失、又はその性能が著しく低下した状態のパラメータを設定して再評価を実施する。一方、最も可能性の高いシナリオでは、人工バリア又は天然バリアのいずれかの状態として、「科学的に合理的な範囲における組み合わせのうち最も厳しい状態」のパラメータを設定して再評価を実施する。そして、再評価の結果、廃止措置開始後 1,000 年後以降の線量ピークが最も厳しいシナリオでおおよそ 1mSv/y、最も可能性が高いシナリオでおおよそ 100 $\mu$ Sv/y 以内であることを確認することとなる。

代表的個人の選定は、被ばく線量を算出するまでわからないため、最も厳しいシナリオの評価対象者は、想定される者（又は集団）すべてにおける評価を実施する必要があると考えられる。先行施設<sup>7)</sup>の最も厳しいシナリオにおける評価では、漁業従事者、農業従事者、建設業従事者及び居住者の複数の評価対象者を設定し、算出した被ばく線量結果から最も被ばく線量が高かった値を用いて線量基準 300 $\mu$ Sv/y を超えないことが確認されている。従って、最も厳しいシナリオでは、複数の評価対象者における被ばく線量を算出し、最も被ばく線量が高かった者の線量が線量基準 300 $\mu$ Sv/y と比較をすることとなる。

一方、最も可能性が高いシナリオの評価は、審査ガイドのとおり、廃棄物埋設地の設計が十分に最適化されているかを、公衆の被ばく線量が 10 $\mu$ Sv/y を超えないことをもって確認することとなる。審査ガイドには、最も可能性が高いシナリオの評価対象者は、代表的個人ではなく、平均的個人で評価することとなっている。平均的個人の考え方は、サイト解放基準案<sup>34)</sup>に示されており、廃棄物埋設においては、長期にわたる線量評価には不確実性が含まれるため、放射線防護の観点から、線量基準を比較するだけでなく、合理的な範囲においてできる限り被ば

く線量を低減する防護の最適化（ALARA の考え方）を取り入れることが適切であるとした。このことからサイト解放基準案<sup>34)</sup>において、「防護の最適化における対策の選択肢から代表的個人が著しく高い線量を受けるものが除外され、公衆の受ける線量が一定の水準以下となることを求めることが適切である」と示されている。

### 13.5 審査ガイドにおける人為事象シナリオの評価に対する要求事項

#### 13.5.1 状態設定における要求事項

許可基準規則第十三条第1項第四号で要求されている「保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通し」を示すための評価のうち、人為事象シナリオにおける評価も自然事象シナリオと同様に審査ガイドにより定められている内容に沿って行う。

人為事象シナリオでは、廃止措置終了直後に廃棄物埋設地そのものを掘削等することにより、バリアの損傷を与えた際の公衆への被ばく線量評価を実施する。評価において設定する(1)人工バリア及び天然バリアの状態、(2)公衆の生活環境の状態について以下に示す。

#### (1) 人工バリア及び天然バリアの状態

人為事象シナリオでは、掘削を伴う土地利用を考慮するため、人の手によって故意に廃棄物埋設地のバリアに損傷等の影響を及ぼすことを想定する。従って、人工バリアの状態設定としては、損傷の度合い（掘削面積や掘削する深さ（以下「掘削規模」という。））と損傷後の状態を設定する必要がある。

まず、掘削規模については、審査ガイドにおいて、現在の建設の規模を考慮することが要求されているため、廃棄物埋設地周辺にある建物を調査し、その調査結果を基に廃棄物埋設地の人工バリアがどの程度損傷を受けることとなるのか検討する。

掘削後には、掘削した場所を埋め戻すこととなるが、その際には、掘削した放射性廃棄物や土壌が混在したもの（以下「掘削土壌」という。）が埋め戻されることし、掘削土壌中の放射能濃度も掘削された領域を考慮して設定することが審査ガイドで要求されている。

埋め戻した領域（以下「埋戻し領域」という。）の状態としては、人工バリアの機能は、掘削されたことによる影響を考慮し、透水係数は周辺土壌と同程度となるように設定することとなっている。また、天然バリアの機能については、自然事象シナリオの設定方法と同様の方法で状態を設定することとなっている。

#### (2) 公衆の生活環境の状態

人為事象シナリオにおける公衆の状態設定については、廃棄物埋設地を掘削する者（以下「建設作業員」という。）、掘削された後の土地で生活を行う者（以下「掘削土壌居住者」という。）等が挙げられる。

建設作業員については、現在の建設技術を踏まえることとなっていることから、(1)の掘削規模の状態を検討した際と同様に、現在の建物の建設技術を調査する必要がある。また、廃棄物埋設地を掘削した際には、廃棄物埋設地中の放射性物質の吸入による内部被ばくが考えられるため、作業時間についても調査する必要がある。審査ガイドでは、「廃棄物埋設

地の掘削を行う者については、廃棄物埋設地への居住及び放射性物質を含んだ食品の摂取は考慮されていなくてもよい（審査ガイド引用）」としている。廃棄物埋設地周辺に掘削作業者が居住していない場合があるため、その際は、居住による影響を考慮せずに評価をすることが可能となる。

掘削土壌居住者については、自然事象シナリオで検討する居住者と同様に、現在の生活様式に基づいて設定することとなっている。自然事象シナリオにおける居住者と掘削土壌居住者の生活については大きな違いがある。1つは、埋戻し領域の上で生活することとなるため、放射性物質が含まれた土地の上で生活することとなり、土地から放出されるガンマ線による外部被ばくを考慮する。居住する土地の家庭菜園から収穫した農作物を食したときの内部被ばくの影響については、居住者の被ばく経路を検討した際にも検討しているが、被ばくの影響が大きくなることが想定される。

もう1つは、掘削されたことで人工バリアが損傷した廃棄物埋設地から放射性物質が漏出する状態設定を改めて行う必要があることである。掘削された場所については、先述したとおり、廃棄物埋設地だけではなく、埋戻し領域にも放射性物質が含まれているため、放射性物質が漏出する場所を評価において再設定する必要がある。

### 13.5.2 被ばく経路及びパラメータの設定

審査ガイドでは、人為事象シナリオにおける被ばく経路及びパラメータは、許可基準規則の解釈第十三条第8項第二号に基づいて設定することが要求されている。これについては、13.2.5項で示した通りである。

被ばく経路は、現在の廃棄物埋設地周辺での一般的な地下利用及び土地利用を考慮して選定することが示されている。また、パラメータについては、掘削の影響を受けていない部分については、自然事象シナリオにおいて検討した最も可能性が高いシナリオのパラメータを設定することが示されている。廃棄物埋設地における放射性物質については、廃止措置の終了後まで廃棄物埋設地から放射性物質が漏出しないことと要求されているため、評価の際には、放射能の減衰のみを考慮することとなる。

### 13.5.3 人為事象シナリオの公衆への被ばく線量評価

人為事象シナリオの公衆への被ばく線量評価については、許可基準規則の解釈第十三条第8項第二号に定められている線量基準を満たすことを確認することとなる。線量基準は、トレンチ処分の場合、 $300\mu\text{Sv/y}$ であるが、「外周仕切設備等と同等の掘削抵抗性を有する設備（審査ガイド引用）」をトレンチ処分の廃棄物埋設地に設ける場合は、 $1\text{mSv/y}$ となっている。

外周仕切設備はピット埋設の廃棄物埋設地に漏出防止機能及び漏出低減機能を有する施設として設けることを要求されている設備であり、審査ガイドでは、「外周仕切設備等と同等の掘削抵抗性を有する設備（審査ガイド引用）」については、「掘削した際に人工物が埋設されていることが認識でき、かつ、一般的な工作物では相当程度掘削が困難である設備設置されている（審査ガイド引用）」ものが該当すると示されている。

浅地中処分規則改正パブコメにおいて、「外周仕切設備等と同等の掘削抵抗性を有する設備

(審査ガイド引用)は、安全機能で要求されている遮蔽機能や漏出低減機能についての観点からではなく、人間が故意に廃棄物埋設地を掘削した際の掘削抵抗性の観点から外周仕切設備と同等以上のものであればよいとしている<sup>27)</sup>。また、審査ガイド一部改正パブコメ回答<sup>38)</sup>において、「審査実績のある日本原燃株式会社廃棄物埋設事業(ピット処分)で採用された外周仕切設備等を示す」とピット埋設の廃棄物埋設地に設置されている外周仕切設備が例示として挙げられていた。しかし、日本原燃株式会社廃棄物埋設事業で採用された外周仕切設備と厚さ等を同等にすることは要求しないものとしており、原子力規制庁が事業許可における審査をする際に個別に判断されることとなっている<sup>38)</sup>。

### 13.6 許可基準規則第十三条の要求事項に対する課題

#### 13.6.1 廃棄物埋設施設の設計に対する課題

##### (1) トレンチ処分を行う廃棄物埋設地の設計に対する課題

概念設計<sup>3)</sup>では、当時の埋設対象の放射性廃棄物量及び関係法令に基づき、トレンチ処分における廃棄物埋設地の設計が行われた。概念設計<sup>3)</sup>で設計された廃棄物埋設地の断面を図 13.5 及び図 13.6 に示す。トレンチ処分の廃棄物埋設地の設計は、原子炉等規制法等の放射性廃棄物に関連する法令だけではなく、産業廃棄物の最終処分場の技術基準の省令である「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令(昭和五十二年総理府・厚生省令第一号)」(概念設計当時は「省令」ではなく「命令」)(以下「産廃処分場に係る技術基準」という。)で定められている基準も取り入れて行われた。

トレンチ処分を行う廃棄物埋設地は、産廃処分場に係る技術基準における安定型産業廃棄物相当の放射性廃棄物を埋設する廃棄物埋設地(以下「安定型トレンチ」という。)と産廃処分場に係る技術基準における安定型産業廃棄物相当以外の放射性廃棄物を埋設する廃棄物埋設地(以下「付加機能型トレンチ」という。)の2種類を設置することを検討している。付加機能型トレンチでは、重金属や有害な化学物質等(以下「有害物質」という。)の環境影響を考慮し、廃掃法の基準を踏まえて遮水シートを敷設する設計としている。

いずれのトレンチ処分を行う廃棄物埋設地においても、地面を掘削して地下に放射性廃棄物を定置することとしており、法付きオープンカット工法<sup>45)</sup>により放射性廃棄物の定置場所を設けることとしている。法付きオープンカット工法は周囲に法面を形成させるものであり、法面の安定性を確保するため、適切な勾配を検討する必要がある<sup>45)</sup>。概念設計では、十分な安定性を考慮し、法面の勾配は高さに対して法面幅が2倍になるように設計した<sup>3)</sup>。

一方、先行施設では、山留め壁オープンカット工法により放射性廃棄物の定置場所を設けている<sup>7)</sup>。この方法は、法付きオープンカット工法の埋設施設と比較し、少ない土地面積でも比較的多くの放射性廃棄物を定置することが可能となる工法である。しかし、山留めのための壁として変形しづらい剛性の材料を用いる必要があるため、少なくとも定置作業を実施している期間中は変形しない材料を選定する必要がある。いずれの工法においてもメリット及びデメリットがあるため、基本設計を実施する際には、それぞれの特徴を加味して埋設施設の設計を検討する必要がある。



## (2) トレンチ埋設施設の覆土の設計に対する課題

令和元年の許可基準規則の改正により、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地には、「表面を土砂等で覆う方法その他の人工バリアを設置する方法」により、漏出低減機能を設けることが要求された。そのため、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地には人工バリアを設置することが必要となった。

トレンチ覆土の設計報告書<sup>44)</sup>では、人工バリアを設けていなかった安定型トレンチを対象に、覆土に漏出低減機能を設ける設計検討を実施した。覆土の構成としては、基本的に天然に存在する材料を用いることを検討した。最上段の放射性廃棄物を定置した後に施工する最終中間覆土の上に、さらに覆土（以下「上部覆土」という。）、その上に漏出低減機能を有することを想定したベントナイトを混合した透水性の低い覆土（以下「ベントナイト混合土」という。）、浸入してきた雨水等を排水するために透水性の高い砂利等（以下「排水層」という。）を敷設し、最後にそれらの層を保護するために覆土（以下「保護土層」という。）を施工するとし、全ての厚さが合計 2.5m の覆土となるように検討した。その結果、雨水等の浸入を十分低減可能な設計であることが示唆された。しかし、降雨量は廃棄物埋設施設を設置する場所によって変わり、また、廃棄物埋設地の設置場所の地盤の透水性によって埋設施設へ浸入水量も変わるため、漏出低減機能を含む覆土の構成は、廃棄物埋設施設の設置場所が決まってから実施する基本設計で検討する必要がある。

また、付加機能型トレンチでは、廃掃法に基づき廃棄体層の上下に遮水シートを設ける設計とした。概念設計では、遮水シートに安全機能を持たせることを想定していないため、許可基準規則及び解釈に要求される性能等を要求されていない。しかし、遮水シートにより放射性物質の漏出低減の効果を期待する場合は、劣化・損傷の対策等の要求事項を満たす必要があるため、安全機能を有する施設として取り扱うか検討する必要がある。

## (3) ウラン廃棄物に対する課題

許可基準規則第十三条第1項第三号及び解釈第七項では、ウランの放射能濃度の分布がおおむね均一になるようにすることが要求されている。そのためには、廃棄物埋設地を同一の体積に区分した場合においてもウランの放射能濃度が放射性廃棄物、人工バリア及び土砂等を含めて 10MBq/t を超えないようにする必要がある。

研究施設等廃棄物にはウラン廃棄物が含まれ、原子力機構では、「低レベル放射性廃棄物処分におけるウランの扱いについて－浅地中トレンチ処分に係る規制への低減－（平成 26 年度報告書）」において、ウラン廃棄物の埋設方法として、トレンチ処分を検討していることを示した<sup>45)</sup>。

概念設計で検討したトレンチ処分を行う廃棄物埋設地には区分を設けていないため、区分の設定について検討が必要である。13.6.1 項で示したとおり、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地は法付けオープンカット工法で施工することとなっているため、区分する際には、13.2.3 項で示した区分の目安の考え方のうち、体積で検討する必要があると考えられる。法付けオープンカット工法の廃棄物埋設地では、施設の端部と中央部とで放射性廃棄物を定置する領域の深さが異なるため、面積で検討すると放射能濃度に偏りが生じると考えられるためである。また、

区分する領域が決まった後には、ウラン廃棄物及びその他の放射性廃棄物の定置する工程を計画し、管理する必要がある。

また、13.6.1 項の課題のとおり、トレンチ処分の廃棄物埋設地を法付けオープンカット工法ではなく、山留め壁オープンカット工法で施工する等の設計変更が実施された際には、埋設施設の特徴を考慮した区分の検討が必要である。

#### (4) 放射性廃棄物等に含まれる化学物質に対する課題

概念設計では、埋設対象とする放射性廃棄物には可燃学及び可燃性ガスを発生させる化学物質、その他の化学物質が有意に含まれていないことを前提としたことから、安全機能を有する施設等への影響がないと考えていた。しかし、実際には、放射性廃棄物に可燃物等が混入する可能性があるため、今後、可燃物及び可燃性ガス等による影響やそれらの埋設が可能な物量について検討する必要がある。

また、現在、トレンチ埋設施設の覆土等に設ける漏出低減機能として、ベントナイト混合土を用いることを検討している。トレンチ処分する放射性廃棄物には、コンクリートブロック及びコンクリートガラが含まれているため、ベントナイト混合土が、これらコンクリートに含まれるアルカリ成分が溶解した水がベントナイト混合土と反応し、低透水性の性能低下につながるおそれがある。先行施設では、覆土及び放射性廃棄物を定置する領域の壁にベントナイトを含む低透水性の土壌を施工する設計となっているため、先述した現象について懸念されていたが、廃棄物埋設地を通過する浸透水の流れを評価した結果、アルカリ成分を含む水が低透水性の土壌と接触しないことが明らかとなった。研究施設等廃棄物のトレンチ処分を行う廃棄物埋設地の覆土等にベントナイト混合土を用いる際には、アルカリ成分を含む水との接触の可能性を含め、検討する必要がある。

#### (5) 廃止措置開始までの公衆の被ばく線量評価に対する課題

概念設計では、廃止措置開始までの期間における廃棄物埋設地からの漏出に伴う被ばく線量評価は、廃止措置開始後の線量評価における廃止措置開始前の経時変化によって確認し、評価値を示していなかった。また、廃棄施設からの排気及び排水による影響については、先行施設の事例から影響が低いと考え、評価を実施していなかった。今後、基本設計においては、解釈第十三条第八項及び審査ガイドにおいて定められている廃止措置開始後の評価シナリオを参照し、廃止措置開始までの期間における公衆への被ばく線量評価を実施する必要がある。

### 13.6.2 放射性廃棄物に含まれる放射能インベントリ評価に対する課題

#### (1) 研究施設等廃棄物における放射能インベントリの評価

研究施設等廃棄物の埋設事業においては、試験研究用原子炉、照射後試験施設、再処理施設、RI 使用施設、加速器施設及び医療施設等、様々な施設から発生する放射性廃棄物を埋設する。そのため、各施設から発生する放射性廃棄物に含まれる放射能インベントリを評価する必要がある。また、施設の解体により発生する放射性廃棄物に対する埋設方法の区分においても必要となる。

原子力機構では、研究施設等廃棄物の埋設を実施するための放射能インベントリの評価として、これまで、施設ごとの特徴を踏まえ、共通的に適用が可能となる評価方法について検討してきた<sup>46) 47) 48) 49) 50)</sup>。一方で、放射能評価に用いる燃焼・放射化計算の方法や、計算条件の設定、また、照射された燃料及び材料から廃棄物への移行挙動など、根拠データの拡充や計算精度の向上に取り組み、事業規則及び許可基準規則等の要求事項に適合した放射能インベントリを設定する必要がある。

## (2) 研究施設等廃棄物におけるトレンチ処分の重要核種に対する課題

原子力機構のトレンチ処分における重要核種の選定については、放射性廃棄物の発生量が多い試験研究用原子炉施設及び照射後試験施設等から発生する放射性廃棄物を対象に、「研究施設等廃棄物の埋設処分における安全評価上重要核種の選定（その3）－RI・研究所等廃棄物に係る主要放射性廃棄物発生施設毎の重要核種の予備評価－ JAEA-Technology 2010-021」<sup>51)</sup>（以下「第3版」という。）において、一般的な設置環境条件に基づいて放射能インベントリを評価し、重要核種の選定を予備的に行った。放射能インベントリを算出するための放射化及び燃焼計算は、試験研究用原子炉施設及び照射後試験施設から発生する放射性廃棄物いずれにおいても ORIGEN-2 を用いて実施し、その結果から放射性廃棄物の放射能インベントリ及び核種ごとの平均放射能濃度を算出した。

重要核種の選定方法としては、まず、算出した放射能インベントリの結果から公衆の被ばく線量評価を実施し、濃度上限値報告書で用いられたシナリオを参照し、各シナリオにおける基準線量相当濃度を求めていた。そして、放射性廃棄物の核種ごとの平均放射能濃度と基準線量相当濃度から、相対重要度を求め、 $10^{-2}$  以上になる核種を重要核種として選定することとしていた。

その結果、トレンチ処分対象の試験研究用原子炉施設から発生する放射性廃棄物の重要核種は 20 核種、照射後試験施設から発生する放射性廃棄物の重要核種は 15 核種に加え、濃度上限値報告書で選定されている I-129 の 16 核種となっていた。これらの重要核種については、あくまで一般的な設置環境条件に基づいて評価されたものであり、さらに公衆の被ばく線量評価については許可基準規則、解釈及び審査ガイドで定められている評価シナリオが濃度上限値報告書の評価シナリオと異なるため、改めて検討する必要があると考えられる。また、その他の原子力施設から発生する研究施設等廃棄物の重要核種についても、今後検討を進める必要がある。

### 13.6.3 廃止措置開始後における線量評価に対する課題

#### (1) 天然バリア及び人工バリアへの影響因子の選定に対する課題

廃止措置終了後における評価については、審査ガイドにおいて廃止措置開始後 1,000 年が経過するまで評価を実施するにあたり、その期間に天然バリア及び人工バリアに与える影響因子について国際 FEP リスト等を参考にして選定する必要がある。影響因子は、埋設の方法、設置する廃棄物埋設施設の設計及び廃棄物埋設施設を設置する場所等によって異なるため、設置環境や施設の特徴を踏まえて選定する必要がある。

概念設計では、これまで国際 FEP リスト等を用いた影響因子の選定は実施していないため、影響因子の抽出から選定までの工程について、先行施設の事例を参考に検討する必要がある。

## (2) 廃棄物埋設地の状態設定に対する課題

概念設計<sup>3)</sup>では、安定型トレンチ及び管理型トレンチ合わせて 18 基設置することとし、西側（以下「P 埋設地」という。）と南側（以下「S 埋設地」という。）の 2 か所に分けて設置することとしていたことから、被ばく線量評価の際にも P 埋設地と S 埋設地別に評価を実施しており、放射性廃棄物を埋設する領域（以下「廃棄体層」という。）は、P 埋設地と S 埋設地ともに 200m×400m×4m としていた。この廃棄体層の大きさは、P 埋設地及び S 埋設地の区域及び廃棄物埋設地の形状を基に設定したものである。

概念設計の設置環境は、一般的な設置環境条件を基に、広大で勾配がほとんどなく場所を想定して検討したものである。そのため、設置場所によっては、廃棄物埋設地の形状や配置の仕方、周辺監視区域との距離等が異なることが考えられる。従って、基本設計を実施する際には廃棄体層の設定の方法を見直す必要がある。

また、廃棄物埋設地は審査ガイドに設定されているとおり、廃止措置開始後 1000 年後の状態を考慮してパラメータを設定する必要がある。廃棄物埋設地は、13.6.1 項で述べたような安全機能を有する施設の化学的な変化だけではなく、埋設する放射性廃棄物を専用の容器に収納した際にできる空隙により廃棄物埋設地が陥没し、物理的な変化が生じる可能性も考えられる。従って、13.4.2 項で述べた国際 FEP リスト等から選定した影響因子による廃棄物埋設地の変化を評価し、パラメータを検討する必要がある。

## (3) 評価シナリオに対する課題

概念設計における評価シナリオは、安全審査指針<sup>4)</sup>に基づいている。

評価シナリオは、科学的に確からしく発生可能性が高い基本シナリオと、基本シナリオに対して変動要因考慮した変動シナリオに分かれている。

概念設計における廃止措置開始後の評価においては、基本シナリオは、廃棄物埋設地から漏出した放射性物質が移動した河川水を飲用したり農作物等に利用したりするシナリオ（以下「河川水利用シナリオ」という。）、放射性物質が移動した河川周囲の土壌で農作物や畜産物を育てるシナリオ（以下「河川岸利用シナリオ」という。）及び廃止措置終了後の廃棄物埋設地を利用するシナリオ（以下「跡地利用シナリオ」という。）の 3 つのシナリオで実施しており、一方、変動シナリオは、井戸水を飲用するシナリオ（以下「井戸水利用シナリオ」という。）、跡地利用シナリオ及び廃棄物埋設地を含む帯水層を掘削し、その土地を利用するシナリオ（以下「帯水層掘削シナリオ」という。）の 3 つのシナリオで評価を実施していた。

今後の実施する被ばく線量評価においては、解釈及び審査ガイドに定められているシナリオである自然事象シナリオと人為事象シナリオに基づいて評価を実施することとなるため、基本設計では、解釈及び審査ガイドで定められている新たなシナリオに基づいて被ばく線量評価を行う必要がある。

自然事象シナリオについては、安全審査指針の評価シナリオのうち、基本シナリオの河川水

利用シナリオ及び河川岸利用シナリオ、変動シナリオの井戸水利用シナリオに該当すると考えられる。しかし、解釈及び審査ガイドでは、自然事象シナリオはさらに最も厳しいシナリオと最も可能性が高いシナリオの2つのシナリオの評価を実施することとなっている。概念設計で実施した被ばく線量評価は、科学的に確からしい状態を想定しているため、最も可能性の高いシナリオにあたるが、最も厳しいシナリオの状態を想定した評価は概念設計以降の技術検討においても実施していない。また、人為事象シナリオは、基本シナリオの跡地利用シナリオ及び変動シナリオの帯水層掘削シナリオが該当すると考えられるが、先行施設で実施していた廃棄物埋設地を掘削した後の放射性物質の漏出による公衆への被ばく線量評価<sup>7)</sup>は実施していない。

解釈及び審査ガイドで定められた新たなシナリオでの評価を今後実施する際には、これまで検討してこなかった評価シナリオの他、設置環境の特徴を踏まえて追加で必要となるシナリオの有無を調査し、評価シナリオを検討する必要がある。

#### (4) 評価対象者に対する課題

概念設計における被ばく線量の評価では、安全審査指針に従っていることから、線量基準を満たしているか確認する際には、シナリオごとの被ばく線量で確認を実施していた。しかし、審査ガイドでは、評価は代表的個人又は平均的個人のいずれかの個人の被ばく線量が解釈で定められている線量基準を満たしているか確認することが要求されているため、個人を設定する必要がある。先行施設では、公衆が被ばくを受ける経路は、就労形態ごとに異なると考え、評価対象の個人は農業従事者、漁業従事者及び居住者等、就労形態に合わせて設定していた<sup>7)</sup>。

自然事象シナリオにおける最も厳しいシナリオは、審査ガイドにおいて最も被ばく線量が高くなる代表的個人を設定することとなっている。従って、最も厳しいシナリオについては、評価対象となる個人は、想定される個人すべてを設定し、それぞれの個人の被ばく線量进行评估した後、最も被ばく線量が高くなる個人を選定し、線量基準を満たすか適合性を確認する必要がある。概念設計の評価では、農業、漁業、畜産業、建設業及び居住についての評価シナリオを考慮していたことから、評価する個人としては、農業従事者、漁業従事者、畜産業従事者、建設作業員及び居住者を設定することが想定される。しかし、廃棄物埋設地を設置する周辺地域の産業を調査し、実施していない産業がある場合はそれに該当する個人を除外することが可能となるため、設置環境に基づいて検討する必要がある。

一方、最も可能性が高いシナリオの平均的個人の考え方としては、先行施設では、周辺住民の産業別就業者数の約7割が第三次産業を占めていたことから、周辺地域に居住し、家庭菜園や食べ物摂取による被ばく等を受ける居住者を平均的個人として設定していた<sup>7)</sup>。従って、平均的個人は、代表的個人と異なり評価前から選定が可能であり、事業所ごとに廃棄物埋設施設の周辺住民の平均的な生活を調査し、評価対象者を検討する必要があると考えられる。

表 13.1 自然事象シナリオにおけるシナリオごとのパラメータ及び基準線量

線量ピークの時間	シナリオ	状態設定		基準線量
		人工バリア	天然バリア	
廃止措置開始後 1,000 年が経過するまでの期間	最も厳しいシナリオ	科学的に合理的な範囲における組み合わせのうち最も厳しい設定	科学的に合理的な範囲における組み合わせのうち最も厳しい設定	300 $\mu$ Sv/y を超えない
	最も可能性が高いシナリオ	最も可能性が高い設定	最も可能性が高い設定	10 $\mu$ Sv/y を超えない
	最も厳しいシナリオ	人工バリアの機能が喪失又は性能が著しく低下した設定	科学的に合理的な範囲における組み合わせのうち最も厳しい設定	科学的に合理的な範囲におおよそ 1mSv/y 以内
廃止措置開始後 1,000 年後以降	最も可能性が高いシナリオ	最も可能性が高い設定	科学的に合理的な範囲における組み合わせのうち最も厳しい設定	おおよそ 100 $\mu$ Sv/y 以内
		科学的に合理的な範囲における組み合わせのうち最も厳しい設定	最も可能性が高い設定	

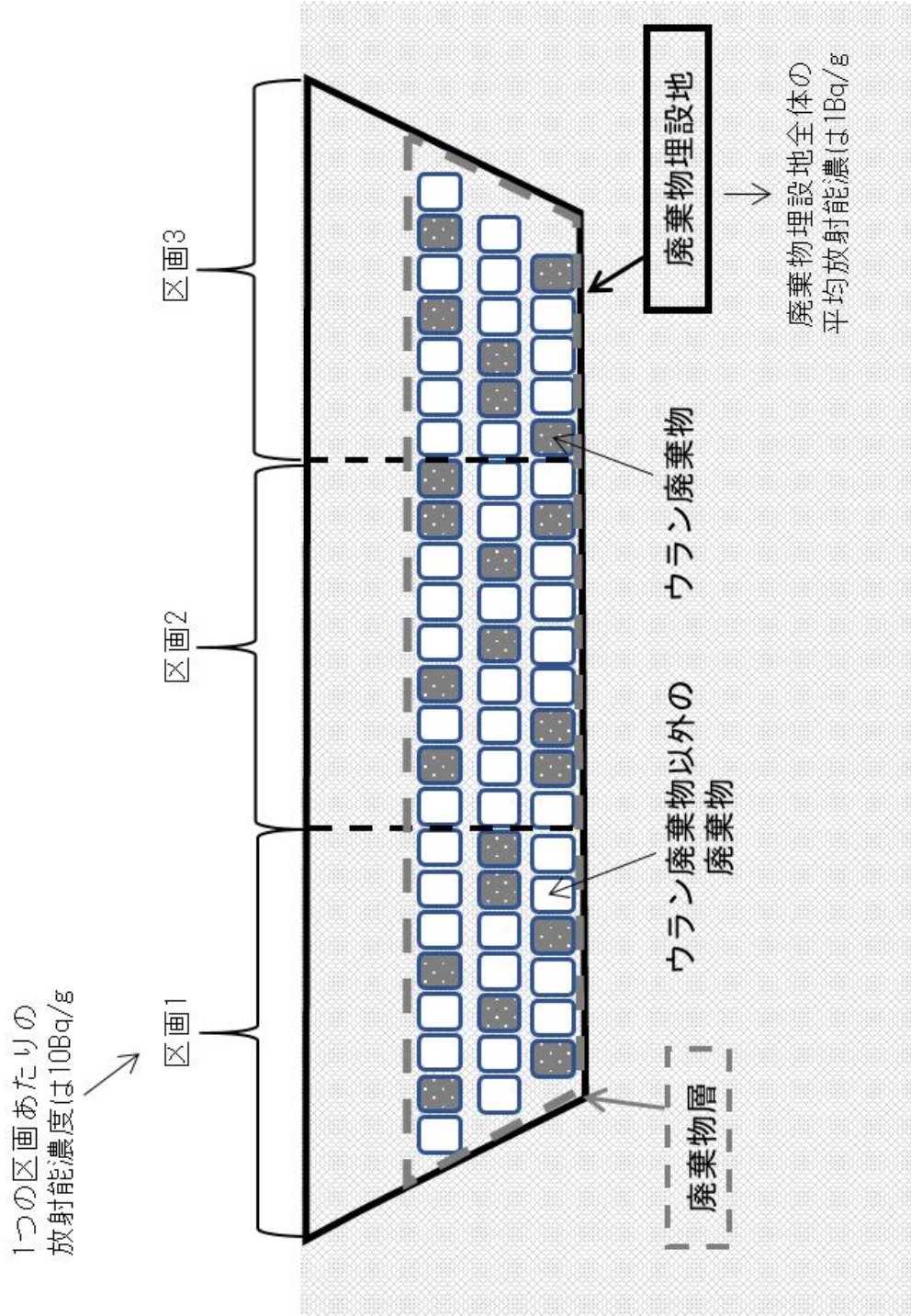


図 13.1 トレンチ処分を行う廃棄物埋設地におけるウラン廃棄物の設置イメージ

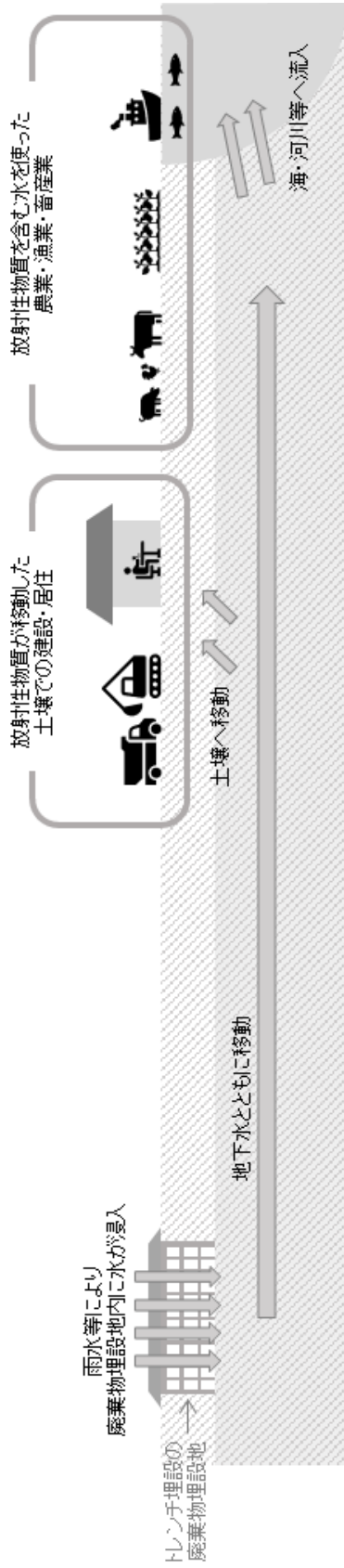


図 13.2 自然事象シナリオにおける被ばく経路の例



図 13.3 人為事象シナリオにおける被ばく経路の例



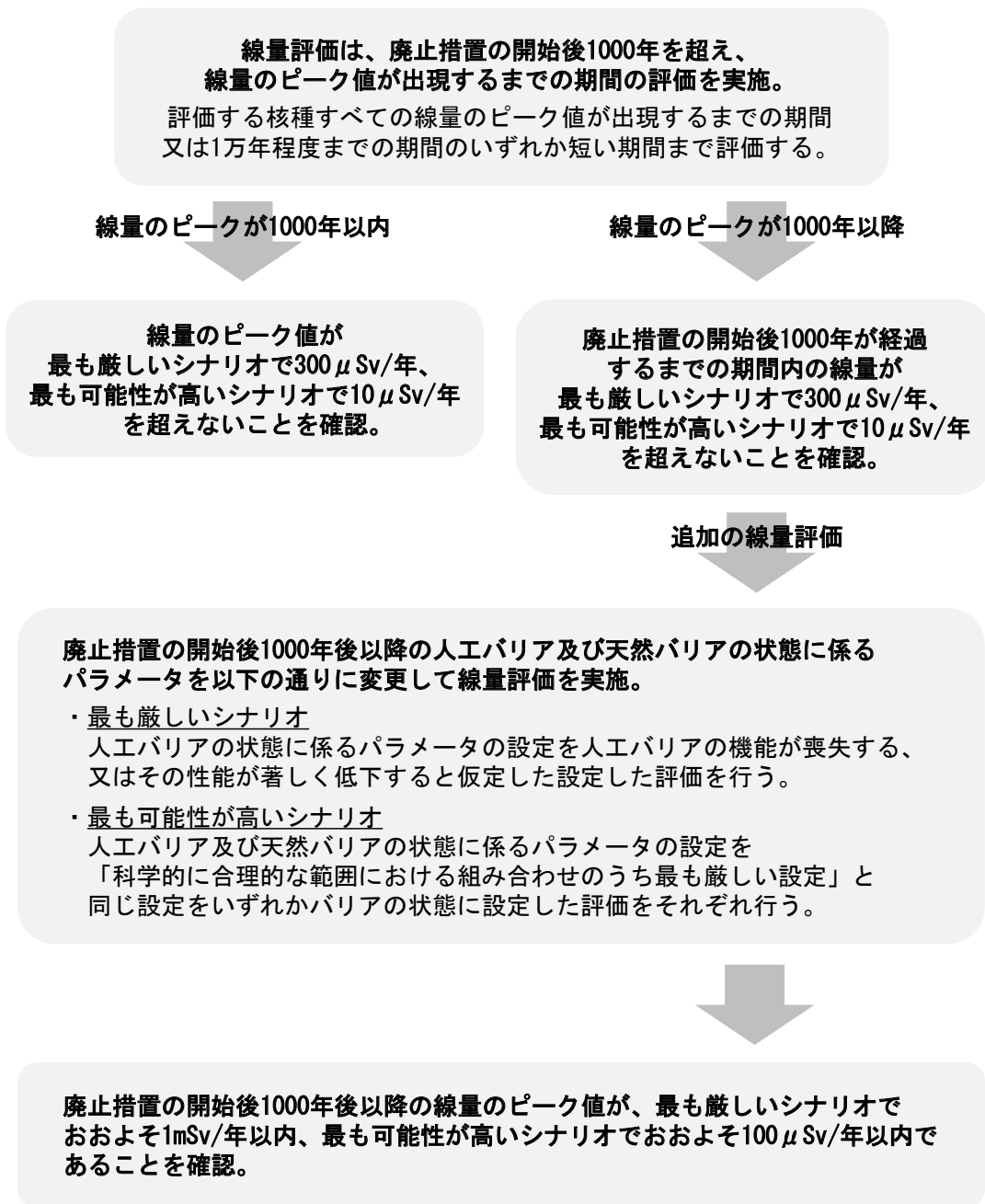


図 13.4 自然事象シナリオの評価手順フロー

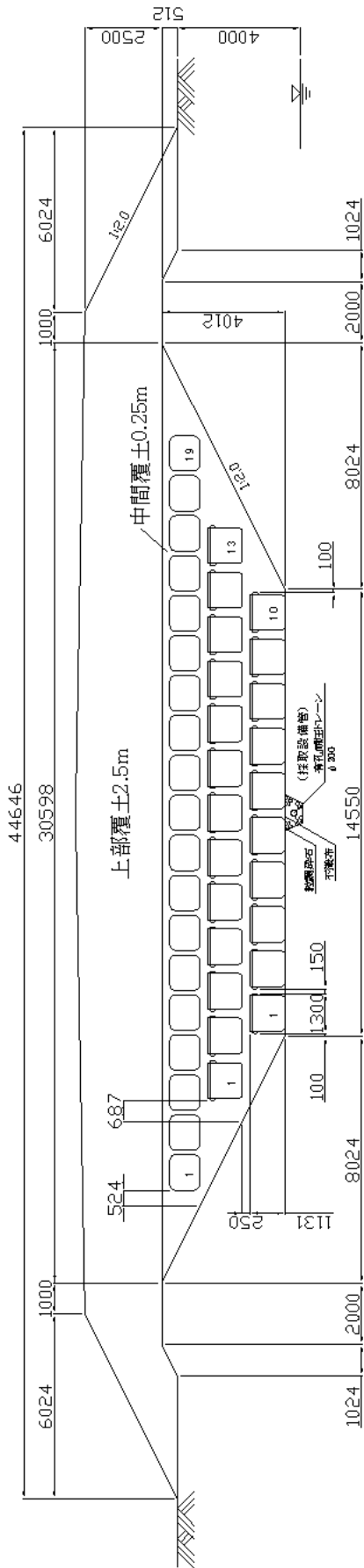


図 13.5 安定型トレンチの断面図 3)  
 (単位の記載がないものはすべて cm である。)



## 14 第十四条 放射線管理施設

### 14.1 許可基準規則第十四条及びその解釈

#### 許可基準規則

(放射線管理施設)

第十四条 事業所には、次に掲げるところにより、放射線管理施設を設けなければならない。

- 一 放射線から放射線業務従事者を防護するため、線量を監視し、及び管理する設備を設けること。
- 二 放射線から放射線業務従事者を防護するため、必要な情報を適切な場所に表示する設備を設けること。

#### 許可基準規則の解釈

第14条 (放射線管理施設)

- 1 第14条に規定する「放射線管理施設」とは、放射線被ばくを監視及び管理するため、放射線業務従事者の出入管理、汚染管理、除染等を行う施設並びに放射線業務従事者等の個人被ばく管理に必要な線量計等の機器をいう。
- 2 第2号に規定する「必要な情報を適切な場所に表示する」とは、管理区域における放射線量、空気中の放射性物質の濃度及び床面等の放射性物質の表面密度を、管理区域に立ち入る者が安全に認識できる場所に表示することをいう。

### 14.2 許可基準規則第十四条の要求事項

許可基準規則第十四条では、廃棄物埋設施設に勤務する放射線業務従事者を防護するために、作業で受けた被ばく線量を管理する施設を設置し、放射線防護のための必要な情報を掲示することが要求されている。

解釈では、廃棄物埋設施設に設ける放射線管理施設は、放射線従事者の被ばく線量を管理するための出入管理及び汚染管理を行う施設や汚染箇所が発生した際に除染を実施する施設を設け、放射性業務従事者の被ばく線量を管理するために、個人線量計等の機器を設けることを要求している。また、放射線防護のための必要な情報は、空気中の放射性物質の濃度や床の表面密度であり、これらは管理区域に入る放射線業務従事者が認識可能な場所に掲示することが要求されている。

### 14.3 許可基準規則第十四条の要求事項に対する課題

概念設計では、受入検査施設の中に、放射線業務従事者の被ばく線量を管理するために、出入管理設備や汚染検査室を設けており、屋外にある一時的な管理区域となる廃棄物埋設地へ行く際の経路も検討された<sup>3)</sup>。

基本設計を実施する際には、放射線業務従事者が所持する個人線量計の管理等についても検討し、放射線管理を行う施設及び設備が十分に備わっていることを確認する必要がある。

## 15. 第十五条 監視測定設備

### 15.1 許可基準規則第十五条及びその解釈

#### 許可基準規則

第十五条 事業所には、次に掲げる事項を監視し、及び測定し、並びに必要な情報（第二号に掲げる事項に係るものに限る。）を適切な場所に表示できる設備を設けなければならない。

- 一 （中略）、ピット処分又はトレンチ処分を行う場合にあっては廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は線量
- 二 事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量
- 三 地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況

#### 許可基準規則の解釈

##### 第15条（監視測定設備）

- 1 第1号に規定する（中略）「廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は線量」を監視し、及び測定できる設備は、次に掲げる要件を満たすものをいう。
  - 一 （略）
  - 二 （略）
  - 三 トレンチ処分に係る廃棄物埋設施設は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は線量を監視及び測定できる設計であること。
- 2 上記1の設備は、次に掲げる要件を満たすものをいう。
  - 一 測定期間及び使用環境に適応して実用上必要な精度で監視及び測定ができる性能を有し、かつ、人工バリア及び天然バリアの機能を著しく損なわないものであること。
  - 二 廃止措置の開始以降において設備を設置した場所を経由した放射性物質の異常な漏えいが生じるおそれがある場合は、異常な漏えいが生じないよう当該設備の解体及び埋戻しを行うことができるものであること。
- 3 （略）
- 4 第2号に規定する「事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量」を監視し、及び測定できる設備は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による周辺環境における放射線量並びに操業に伴い周辺環境に放出される放射性物質の濃度等を監視及び測定できる設計であること。
- 5 第3号に規定する「地下水の水位その他の廃棄物埋設地及びその周囲の状況」を監視し、及び測定できる設備は、事業規則第19条の2に規定する定期的な評価等に必要なデータを取得するため、人工バリア及び天然バリアの機能並びにこれらに影響を及ぼす地下水の状況等の監視及び測定項目を選定し、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、監視及び測定できる設計であること。ただし、実際の環境と類似した

環境下での原位置試験等の間接的な方法により人工バリア及び天然バリアの機能並びにこれらに影響を及ぼす地下水の状況等のデータを取得できる場合は、当該方法によることができる。

## 15.2 許可基準規則第十五条の要求事項

許可基準規則第十五条では、廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は線量、廃棄物埋設施設及び敷地境界における放射性物質の濃度又は線量及び地下水の水位等の廃棄物埋設地及びその周辺の状況について監視・測定し、その結果を掲示する設備を設けることが要求されている。

トレンチ処分においては、許可基準規則第十五条第1項第一号及び解釈第十五条第1項第三号によると、廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は線量を、埋設の終了から廃止措置の開始までの間、監視・測定することができる施設を設けることが要求されている。また、廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の濃度又は線量を監視・測定する設備については、解釈第十五条第2項第一号において、人工バリア及び天然バリアの機能を著しく損なわないものを設置することが要求されている。

許可基準規則第十五条第1項第二号では、事業所及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量を監視・測定することが要求されている。解釈第十五条第4項によると、その監視・測定する対象は、廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による放射線量や操業に伴って放出される放射性物質の濃度等とされているため、これらを測定することが可能な設備を設ける必要がある。

許可基準規則第十五条第1項第三号の、地下水の水位、その他の廃棄物埋設地及びその周辺の状況を監視・測定することが要求されているが、その監視・測定項目は、解釈第十五条第5項によると、定期的な評価等に必要データをすることを示している。従って、定期的な評価で行う内容から監視・測定が必要な項目を整理し、該当する項目について監視・測定する必要がある。

## 15.3 監視・測定する項目及びそれらの記録管理

放射性物質の濃度又は線量の監視・測定については、事業所の敷地内及び境界における濃度又は線量を測定する必要がある。

第二種廃棄物埋設施設では、事業規則第十三条に定められている記録事項を記録及び保存する必要がある。この記録事項の中には、許可基準規則第十五条で監視・測定が要求されている内容が含まれており、事業規則第十三条の表中に定められている。監視測定設備に関連する項目及びそれらの保存期間等を表 15.1 に示す。

事業規則第十三条の表で定められている記録項目のうち、第二号イでは、放射性廃棄物の排気及び排水における放射性物質の濃度を記録することが定められている。また、事業規則第十三条の表の第二号ロでは、管理区域における空気中の放射線物質の一週間の平均濃度、事業規則第十三条第1項の表の第二号ハでは、周辺監視区域（周辺監視区域廃止後は廃棄物埋設地の近傍）における地下水中の放射性物質の濃度を記録することが定められている。従って、これらの記録項目を測定できる監視測定設備を設ける必要がある。

事業規則第十三条第1項の表で定められている記録項目における監視・測定期間については、廃棄物埋設施設の附属施設として、監視・測定の作業等において発生する放射性廃棄物を処理する施設として廃棄施設を設けることが考えられる。そのため、廃棄施設を設ける場合、放射性廃棄物の埋設が終了した後においても必要となる施設であるため、事業規則第十三条第1項の表の第二号イは廃止措置終了後まで監視・測定する必要がある。また、事業規則第十三条第1項の表の第二号ロの管理区域における空気中の放射性物質の濃度の監視・測定についても、廃棄施設がある場合は放射性廃棄物の埋設が終了した後も設定されるため、廃止措置が開始するまでの間、監視・測定する必要がある。

周辺監視区域における地下水の放射性物質の濃度の測定については、放射性廃棄物の埋設が終了した後、周辺監視区域は廃止されるが、その後は廃棄物埋設地の近傍の地下水中の放射性物質の濃度を測定することが要求されているため、廃止措置開始までの間、監視・測定する必要がある。

また、管理区域の放射性物質の濃度については、線量告示第六条第1項において放射線業務従事者に係る濃度限度が以下のとおり定められていることから、管理区域の監視・測定においては線量告示第六条第1項で定められている濃度限度を超えていないことを監視・測定することとなる。

核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示

(平成二十七年八月三十一日 原子力規制委員会告示第八号)

(最終改正 令和二年三月十八日 原子力規制委員会告示第七号)

第六条

(放射線業務従事者に係る濃度限度)

第六条 (略) 第二種埋設規則第十五条第一項第二号(略)の原子力規制委員会の定める濃度限度は、三月間についての平均濃度について次の各号の濃度(略)とする。

- 一 放射性物質の種類(別表第一に掲げるものをいう。次号及び第三号において同じ。)が明らかで、かつ、一種類である場合にあっては、別表第一の第一欄に掲げる放射性物質の種類に応じて第四欄に掲げる濃度
- 二 放射性物質の種類が明らかで、かつ、空気中に二種類以上の放射性物質がある場合にあっては、それらの放射性物質濃度のそれぞれの放射性物質についての前号の濃度に対する割合の和が一となるようなそれらの放射性物質の濃度
- 三 放射性物質の種類が明らかでない場合にあっては、別表第一の第四欄に掲げる濃度(当該空気中に含まれていないことが明らかである放射性物質の種類に係るものを除く。)のうち、最も低いもの
- 四 放射性物質の種類が明らかでない場合にあっては、別表第一に掲げられていない場合にあっては、別表第二の第一欄に掲げる放射性物質の区分に応じて第二欄に掲げる濃度
- 五 外部放射線に被ばくするおそれがあり、かつ、空気中の放射性物質の濃度を吸入摂取するおそれがある場合にあっては、外部放射線に被ばくすること(以下「外部被ばく」とい

う。)による一年間の実効線量の五十ミリシーベルトに対する割合と空気中の放射性物質の濃度のその放射性物質についての前各号の濃度に対する割合との和が一となるようなその放射性物質の濃度

事業規則第十三条第1項の表の第二号ロ及びハでは、管理区域及び周辺監視区域における外部放射線を記録することが要求されている。これらの記録は、許可基準規則第十五条第1項第二号の事業所及びその境界付近における線量に該当する項目である。線量の監視・測定においては、15.2項で述べたとおり、廃棄物埋施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線を測定することとなるため、ガンマ線の測定が可能となるものを設置する必要がある。

また、外部放射線の監視・測定期間については、先述したとおり放射性物質の濃度の監視・測定を行う期間と同じ期間実施することとなると考えられる。

#### 15.4 許可基準規則第十五条の要求事項に対する課題

概念設計では、原子力安全委員会が取りまとめた「環境放射線モニタリング指針（平成22年4月15日一部改訂）」<sup>52)</sup>（以下「環境モニタリング指針」という。）に示されている内容に基づき、廃棄物埋施設に設置する監視測定設備を検討した<sup>3)</sup>。

環境モニタリング指針では、空間放射線と環境試料のモニタリングを対象としていた。空間放射線については、原子力施設から放出されるガンマ線を対象とした測定を行うこととしており、1時間当たりの線量率を連続的に測定し、四半期ごとに積算線量を測定することとなっていた。また、環境試料については、原子力施設からの放射性物質の放出による被ばくにおいて、被ばくに直接関係のある農作物や海産物等の試料中の放射エネルギーを測定することとなっていた。そのため、概念設計では、廃棄物埋施設内に、空間放射線の測定及び環境試料の採取、分析及び測定を行うために必要となる設備等を設ける設計となっていた。

許可基準規則においては、外部放射線（空間放射線）の測定だけでなく、廃棄物埋設地から漏えいを確認するための地下水中の放射性物質の濃度と排気排水における放射性物質の濃度の監視・測定が要求されているため、これらを監視・測定するための監視測定設備の設置を基本設計では検討する必要がある。また、先行施設では、放射性物質の濃度の監視・測定する対象核種を示し、測定に用いる検出器の種類も示されていた<sup>7)</sup>。従って、測定対象となる放射性物質の種類についても、重要核種として選定された核種を参考に決定する必要があると考えられる。

概念設計で監視・測定することとしていた環境試料については、事業規則及び許可基準規則において記録又は監視・測定することは要求されていないため、必要性を今後検討する必要がある。



表 15.1 事業規則第十三条第1項の表に定められている記録項目のうち  
許可基準規則の監視測定に関連するもの

表の該当箇所	記録事項	記録すべき場合	保存期間
第二号イ	放射性廃棄物の排気口又は排気監視設備及び排水口又は排水監視設備における放射性物質の濃度	排気又は排水の都度	十年間
第二号ロ	管理区域における外部放射線に係る一週間の線量当量、空気中の放射性物質の一週間についての平均濃度及び放射性物質によつて汚染された物の表面の放射性物質の密度	毎週一回	十年間
第二号ハ	周辺監視区域における外部放射線に係る一月間（全ての廃棄物埋設地を土砂等で覆うまでの間においては一週間）の線量当量及び地下水の放射性物質の濃度（法第五十一条の十八条第一項の変更の認可を受けた保安規定に定めるところにより、周辺監視区域を廃止した場合は廃棄物埋設地の近傍の地下水中の放射性物質の濃度）	毎月一回（一週間の線量当量にあつては、毎週一回）	線量当量にあつては十年間、地下水中の放射性物質の濃度にあつては第七項に定める期間
第六号イ	降雨量	連続	一年間
第六号ロ	一月間についての積算降雨量	毎月一回	第七項に定める期間
第七号	地下水の水位（法第五十一条の二十五第二項の認可を受けた場合を除く。）	毎月一回	第七項に定める期間
第八号	法第五十一条の十八条第一項の認可又は変更の認可を受けた保安規定に定める廃棄物埋設地及びその周辺の状況（前二号に掲げるもの及び第五十一条の二十五第二項の認可を受けた場合を除く。）	法第五十一条の十八条第一項の認可又は変更の認可を受けた保安規定に定める都度	第七項に定める期間

## 16 第十七条 廃棄施設

### 16.1 許可基準規則第十七条及びその解釈

#### 許可基準規則

第十七条 廃棄物埋設施設には、周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減できるよう、必要に応じて、廃棄物埋設施設において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有する廃棄施設（放射性廃棄物を保管廃棄する施設を除く。）を設けなければならない。

2 廃棄物埋設施設には、十分な容量を有する放射性廃棄物を保管廃棄する施設を設けなければならない。

#### 許可基準規則の解釈

##### 第17条（廃棄施設）

1 第1項の「周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減」については、平常時に周辺環境に対して放出される放射性物質による公衆の受ける線量が、第8条第1項に規定する「廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びブスカイシャインガンマ線による事業所周辺の線量」及び第13条第1項第1号及び第2号に規定する「廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出」により公衆の受ける線量を含め、法令に定める線量限度を超えないことはもとより、ALARAの考え方の下、実効線量で50マイクロシーベルト/年以下であること。

2 第2項については、放射性廃棄物の保管廃棄施設は、廃棄物埋設施設から発生する放射性廃棄物を保管廃棄する容量が十分であるとともに、放射性物質による汚染の拡大防止を考慮して設計されていること。

3 第1項及び第2項に規定する「保管廃棄する施設」とは、事業規則第2条第1項第2号ヌに規定する廃液槽及び保管廃棄施設をいう。

### 16.2 許可基準規則第十七条の要求事項

許可基準規則第十七条第1項では、必要に応じて、周辺監視区域の空气中及び境界における水中の放射性物質の濃度を低減するために、廃棄施設を設けることが要求されている。

廃棄施設を廃棄物埋設施設に設置する場合には、廃棄施設からの排気排水に起因する放射性物質の被ばくが、許可基準規則第八条第1項の直接ガンマ線及びブスカイシャインガンマ線による被ばく線量と、トレンチ処分においては許可基準規則第十三条第1項第二号に規定する廃棄物埋設地から漏出した放射性物質による被ばく線量を合わせて、実効線量で50 $\mu$ Sv/yを以下であることを確認する必要がある。

また、許可基準規則第2項では、放射性廃棄物を保管廃棄する施設を設けることが要求されており、解釈第十七条第2項によると保管廃棄する施設については、汚染の拡大防止を考慮した設計となっていることが要求されている。

### 16.3 排気排水における放射性物質の濃度限度

廃棄施設からの排気排水については、以下に示す線量告示第八条第1項に示されている周辺監視区域外の濃度限度を超える場合は、解釈第十七条第1項で定められているとおり、放射性物質による被ばく線量を評価する必要がある。

核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示

(平成二十七年八月三十一日 原子力規制委員会告示第八号)

(最終改正 令和二年三月十八日 原子力規制委員会告示第七号)

第八条第1項

(周辺監視区域外の濃度限度)

第八条 (略) 第二種埋設規則第十九条第四号及び第六号(略)の原子力規制委員会の定める濃度限度(略)は、三月間についての平均濃度について次のとおりとする。

- 一 放射性物質の種類(別表第一に掲げるものをいう。次号及び第三号において同じ。)が明らかで、かつ、一種類である場合にあっては、別表第一の第一欄に掲げる放射性物質の種類に応じて、空気中の濃度については第五欄、水中の濃度については第六欄に掲げる濃度
- 二 放射性物質の種類が明らかで、かつ、空気中又は水中にそれぞれ二種類以上の放射性物質がある場合にあっては、それらの放射性物質の濃度のそれぞれの放射性物質についての前号の濃度に対する割合の和が一となるようなそれらの放射性物質の濃度
- 三 放射性物質の種類が明らかでない場合にあっては、別表第一の第五欄又は第六欄に掲げる空気中又は水中の濃度(それぞれ当該空気中又は水中に含まれていないことが明らかである放射性物質の種類に係るものを除く。)のうち、それぞれ最も低いもの
- 四 放射性物質の種類が明らかで、かつ、当該放射性物質の種類が別表第一に掲げられていない場合にあっては、別表第二の第一欄に掲げる放射性物質の区分に応じて、空気中の濃度については第三欄、水中の濃度については第四欄に掲げる濃度
- 五 空気中及び水中に放射性物質がある場合において、それらを合わせて吸入摂取及び経口摂取するおそれがあるときには、その空気中又は水中における放射性物質の濃度のそれぞれ空気中又は水中のその放射性物質についての第一号、第三号又は全号の濃度に対する割合の和が一となるようなそれらの放射性物質の濃度
- 六 外部放射線に被ばくするおそれがあり、かつ、空気中又は水中の放射性物質を吸入摂取又は経口摂取するおそれがある場合にあっては、外部被ばくによる一年間の実効線量の一ミリシーベルトに対する割合と空気中又は水中の放射性物質の濃度のその放射性物質についての空気中又は水中の放射性物質の前各号の濃度に対する割合との和が一となるようなそれらの放射性物質の濃度

#### 16.4 許可基準規則第十七条の要求事項に対する課題

概念設計では、廃棄施設は受入検査施設の中に設けることとしており、廃棄物埋施設で発生した放射性廃棄物の処理を行う設備、排気排水を行う設備等必要な設備が備えている設計としていた<sup>3)</sup>。廃棄施設においては、廃棄物埋施設の運用工程によって必要性を判断する必要があるが、現状では、廃棄物埋施設から放射性廃棄物が発生することが考えられるため、廃棄施設を設置すると想定されることから、廃棄施設からの排気排水を管理する必要がある。

廃棄施設から放出される放射性物質による被ばく評価については、廃棄物埋施設で発生すると考えられる主な放射性廃棄物を選定し、それらを処理した際の排気排水における放射性物質の濃度が、線量告示第八条第1項で定められている濃度を超えるおそれがあるのか、また、それらを希釈して放出する工程を設ける等を踏まえて、必要性を検討する必要があると考えられる。

## 17. 第十八条 予備電源

### 17.1 許可基準規則第十八条及びその解釈

#### 許可基準規則

第十八条 安全機能を有する施設（その安全機能を維持するために電気の供給が必要なものに限る。）には、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合において、当該安全機能を維持するために必要な監視設備その他必要な設備に使用することができる予備電源を設けなければならない。

#### 許可基準規則の解釈

##### 第18条（予備電源）

1 第18条に規定する「予備電源」とは、停電等の外部電源系の機能喪失時に、監視、警報、通信連絡等に必要な設備・機器を作動するために十分な容量及び信頼性のある常設の予備電源をいう。なお、予備電源については、廃棄物埋設施設における事故・異常発生時において緊急を要する事態が想定されない場合は、仮設電源（可搬型）によることができる。

### 17.2 許可基準規則第十八条の要求事項

許可基準規則第十八条では、安全機能を有する施設の機能維持において電気の供給が必要な場合、何かの事情により電気の供給が停止した際に、安全機能を有する施設の機能維持を継続するために必要となる電気を供給することができる予備電源を設けることが要求されている。解釈第十八条第1項において、予備電源は十分な電気容量を有しており、信頼性のあるものであることが要求されている。また、安全機能を有する施設の機能維持のみではなく、監視測定機器、警報及び通信連絡設備の予備電源も検討する必要がある。

しかし、電源が喪失した際に、緊急を要する事態が想定されない場合には、仮設電源で代用することが可能と示されている。

### 17.3 許可基準規則第十八条の要求事項に対する課題

概念設計を含むこれまでの検討において、安全機能を有する施設に該当すると考えられる施設は、受入検査施設及びトレンチ処分を行う廃棄物埋設地であり、受入検査施設には遮蔽機能、トレンチ処分を行う廃棄物埋設地には遮蔽機能及び漏出低減機能を設けていることとなっている。しかし、いずれの施設においても、安全機能である遮蔽機能及び漏出低減機能を維持するために、電気の供給が必要となる設備は存在しない。そのため、安全機能を維持するために、電源喪失時に必要となる予備電源は必要ないと考えられる。

監視測定機器、警報及び通信連絡設備等については、電源の供給が必要な設備を設ける場合には、それらに使用する予備電源又は仮設電源の容量及び信頼性を考慮し、取り入れる設備を今後検討する必要がある。

## 18. 第十九条 通信連絡設備

### 18.1 許可基準規則第十九条及びその解釈

#### 許可基準規則

- 第十九条 事業所には、廃棄物埋設施設に異常が発生した場合において事業所内の人に対し必要な指示ができるよう、警報装置及び通信連絡設備を設けなければならない。
- 2 事業所には、廃棄物埋設施設に異常が発生した場合において事業所外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができるよう、通信連絡設備を設けなければならない。
- 3 廃棄物埋設施設には、事業所内の人々の退避のための設備を設けなければならない。

#### 許可基準規則の解釈

##### 第19条（通信連絡設備）

- 1 第1項に規定する「通信連絡設備」とは、事業所内各所への作業又は退避の指示等の連絡を、ブザー鳴動等により行うことができる装置及び音声により行うことができる設備をいう。なお、廃棄物埋設地については、必ずしも警報装置を設けることを要しない。
- 2 第2項に規定する「通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができる」とは、事業所外必要箇所への異常の発生等に係る連絡を音声により行うことができる通信連絡設備を使用できることをいう。
- 3 第1項及び第2項に規定する「通信連絡設備」は、必要に応じて、それぞれ異なる手段により通信連絡できるものであること。
- 4 第3項に規定する「事業所内の人々の退避のための設備」とは、次に掲げるものをいう。なお、避難用の照明については、廃棄物埋設施設における異常発生時において緊急時の避難を要する事態が想定されない場合は、可搬型の仮設照明によることができる。
- 一 （略）
  - 二 ピット処分及びトレンチ処分にあつては、通常の照明用電源喪失時においても機能する避難用の照明及び単純、明確かつ永続的な標識を付けた安全避難通路

### 18.2 許可基準規則第十九条の要求事項

許可基準規則第十九条では、廃棄物埋設施設内において異常が発生した際に、事業所内又は事業所外に通信連絡ができるように設備を設けることが要求されている。そのため、異常が発生した際、事業所内又は事業所外にいる者が必要な情報を速やかに受け取ることができ、且つ、必要な行動をとることができるように、廃棄物埋設施設内に設置する設備や廃棄物埋設施設内にいる放射線業務従事者等に所持させる設備等、廃棄物埋設施設の構造を考慮して、適切な設備を検討する必要がある。

また、異常が発生した際に廃棄物埋設施設内にいる放射線業務従事者等が退避できるための設備を設けることも要求されているため、退避の際に必要な設備についても検討する必要がある。

### 18.3 許可基準規則第十九条の要求事項に対する課題

概念設計では、通信連絡設備として情報を伝達するための拡声設備や電話設備を廃棄物埋施設内に設置することを検討していた。設置を検討した設備で十分通信連絡を行うことか可能か確認を行い、必要に応じて追加することを検討する必要がある。

また、概念設計では、異常が発生した際の退避のための設備については、安全通路を明示するための誘導灯設備や光環境を確保するための非常用照明装置等を設けることを検討していた。今後、設置場所に応じて廃棄物埋施設の各施設の配置等が確定した後に、必要となる設備を整理し、退避時に必要となる設備が十分に設けられているか確認する必要がある。

## 19. まとめ

本報告では、新規制基準の策定により制定された許可基準規則において定められているトレンチ処分の廃棄物埋設施設の設計における要求事項を整理し、先行施設の事例を考慮して基本設計に向けた課題の抽出を行った。以下に許可基準規則の各条における課題と対応方針を示す。また、表 19.1 に課題と対応方針を整理して示す。

許可基準規則第二条においては、廃棄物埋設施設に設ける安全機能及び安全機能を有する施設を定めることとなっており、廃棄物埋設施設の構造について、放射性廃棄物を起因とする被ばく線量を低減するために、廃止措置を開始するまでの期間、維持しなければならない機能を整理する必要がある。これは、第八条第1項、第十三条第1項第2号及び第4号への適合性を確認する際に行う被ばく線量評価で期待する、浸透水を低減させるための低透水性や放射性物質の移動を抑制する収着性等であることから、先行施設の事例を含めて基本設計前に検討及び設定する必要がある。

許可基準規則第三条においては、安全機能を有する施設の地盤に対する適合性を確認することとなっているが、廃棄物埋設施設の設置場所が決まった後に実施することとなるため、評価方法を事前に確認する必要がある。

許可基準規則第四条においては、地震による応力に対して十分耐性がある設計となっていることを確認することとなっている。この適合性確認においては、設置する安全機能を有する施設の耐震重要度分類を選定する必要がある。従って、安全機能を有する施設となるトレンチ処分を行う廃棄物埋設地と受入検査施設を対象として、地震により安全機能を有する施設が損傷を受けた場合の状態設定を検討して評価を行う必要がある。耐震重要度分類の評価は、廃棄物埋設施設の基本設計の際に行うが、その状態設定の考え方や評価方法は基本設計前に検討する必要がある。

許可基準規則第五条では、津波により安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがあるか確認することとなっている。その確認には、廃棄物埋設施設を設置する地域の行政機関が実施した津波シミュレーション結果を必要とするため、設置場所が決まった後に検討することになる。

許可基準規則第六条では、地震や津波以外の外部事象により、安全機能を有する施設に影響を及ぼすおそれがあるか確認することとなっている。これは、想定される外部事象の選定と、選定されたそれぞれの外部事象が安全機能を有する施設に影響を及ぼすかを評価する必要があるため、廃棄物埋設施設を設置する場所が決まった後に評価をすることとなる。

許可基準規則第七条においては、廃棄物埋設施設での火災や爆発等の発生の防止や発生した際に対処できるように設備等を設けているか確認する必要がある。これは、廃棄物埋設施設の配置、構成する材料、埋設する放射性廃棄物の性状等を踏まえて検討する必要があるため、基本設計で検討することとなる。

許可基準規則第八条においては、廃棄物埋設施設における遮蔽に関する要求が定められており、特に廃棄物埋設地等からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の評価においては、廃棄物埋設地の配置、埋設する放射性廃棄物の定置数や表面線量当量率等の様々な要因によっては、設



計変更を検討する必要がある。そのため、基本設計に向けて、周辺監視区域境界における直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線を低減させるために考えられる措置を検討するとともに、評価に用いる解析コードの妥当性を確認する必要がある。

許可基準規則第十一条では、廃棄物埋設施設内で異常事象が発生した際における公衆の被ばく線量が 5mSv を超えないことを確認することが要求されている。この評価については、放射性廃棄物が落下等により損傷した際の飛散又は漏えいを想定するため、事業規則で要求されている放射性廃棄物の受入基準において検討している内容と照らし合わせ、異常事象の選定及び評価方法を検討する必要がある。

許可基準規則第十三条では、廃棄物埋設施設に起因する放射性物質による公衆への被ばく線量が、それぞれ要求されている評価方法において線量基準を超えないことを確認する必要がある。概念設計において廃棄物埋設施設は設計されているが、新規制基準の策定や許可基準規則の改正により、追加された要求事項があるため、それらを満たすための設計を検討する必要がある。また、放射性物質の漏出に伴う公衆の被ばく線量評価においては、評価シナリオ等、概念設計で実施した評価と考え方が異なるため、審査ガイドに従って、改めて評価を行う必要がある。

許可基準規則第十四条以降については、廃棄物埋設施設の附属施設に関する要求事項であることから、基本設計の際に概念設計の考えを踏まえて検討することとなる。

以上のように、許可基準規則に適合した埋設施設のトレンチ埋設の許可申請に向けた課題と対応方針を整理した。今後は、これらの課題と対応方針を踏まえて、基本設計にむけて技術的検討を進めていくこととなる。

This is a blank page.

表 19.1 研究施設等廃棄物のトレンチ処分における廃棄物埋設施設において検討すべき事項 (1/2)

条文	表題	検討する課題	該当箇所
第二条	定義	・当該廃棄物埋設施設における安全機能(遮蔽機能及び漏出低減機能)を有する施設の選定	p. 16-18
第三条	安全機能を有する施設の地盤	・地盤の許容応力度算定のためのパラメータ取得方法整理 ・地盤の傾斜及び撓み、不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の地盤の変形の影響評価方法の検討 ・敷地地質調査による地滑り面、断層等の地盤の変位の調査方法の検討	p. 22-24
第四条	地震による損傷の防止	・地震による安全機能の喪失対象及び安全機能の損傷程度を設定した耐震重要度分類の判定 ・耐震重要度分類に応じた安全機能を有する施設の耐震設計の検討	p. 28-29
第五条	津波による損傷の防止	・津波到達における影響の評価方法の検討(遡上波到達、河川流路変化等の過去の履歴調査、影響が最も大きい津波による評価) ・防潮堤の要否検討	p. 34
第六条	外部からの衝撃による損傷の防止	・地震及び津波以外の外部事象抽出方法の検討 ・安全機能を有する施設に影響する外部事象選定方法の検討 ・選定された外部事象による安全機能を有する施設への影響評価の方法の検討	p. 36-37
第七条	火災等による損傷の防止	・埋設施設の構成材料、可燃性廃棄物及び可燃性ガス発生の有無、それらに起因する火災等対策の要否及び採用措置の検討	p. 39
第八条	遮蔽等	・解析コードの妥当性確認 ・ガンマ線放出核種の妥当性の検討 ・中間覆土厚の検討 ・廃棄物の定置場所及び公衆の位置の標高差を考慮した線量評価 ・埋戻土への安全機能付与の検討 ・屋外管理区域の考え方、飛散・落下防止措置の検討	p. 47-51
第十一条	異常時の放射線障害の防止	・異常事象の抽出及び選定の検討 ・火災爆発対策のための不燃性及び難燃性材料使用の適合性 ・放射性物質放出事象の公衆被ばく評価(相対濃度評価) ・相対濃度評価時における気象データの数年間での充足性確認	p. 62-63

表 19.1 研究施設等廃棄物のトレンチ処分における廃棄物埋設施設において検討すべき事項 (2/2)

条文	表題	検討する課題	該当箇所
第十三条	ピット処分又はトレンチ処分に係る 廃棄物埋設地	<ul style="list-style-type: none"> <li>・トレンチ処分を行う廃棄物埋設地の工法を含めた設計の検討</li> <li>・トレンチ処分を行う廃棄物埋設地の人工バリアの設計の検討</li> <li>・構成材料の経年劣化の設置場所の過去記録、現地調査並びに最新の科学的・技術的知見に基づく設定要求</li> <li>・付加機能型トレンチにおける遮水シートに要求する性能の検討</li> <li>・ウラン定置時の区分の設定及び区分ごとの平均化の検討</li> <li>・廃棄物や施設の構成材(金属、化学物質等)の周辺物(ベントナイト混合土とアルカリ成分等)との経年変化と化学反応、可燃物及び可燃ガス混入による安全影響評価</li> <li>・廃止措置開始までの公衆への被ばく(直接及びスカイシャインガンマ線による被ばく、廃棄施設に起因する被ばくを含む)線量評価</li> <li>・放射性廃棄物のインベントリ評価のための燃焼・放射化計算、根拠データ拡充、重要核種選定</li> <li>・評価対象者の検討</li> <li>・自然事象シナリオ <ul style="list-style-type: none"> <li>- 影響因子の抽出(国際 FEP リスト等検討)、1000 年経過までの発生事象の可能性、影響度、代表性を考慮した選定、選定信頼性のための長期傾向評価</li> <li>- 選定影響因子に基づくバリア機能の状態設定(試験及び解析)</li> <li>- 1000 年以降に線量ピークがある場合には、人工バリアの安全機能喪失/低下状態を想定して再評価</li> <li>- 周辺社会環境把握、将来の人間活動設定(河川水利用、跡地居住利用)、産業活動に基づく生活様式を被ばく経路に反映</li> </ul> </li> <li>・人為事象シナリオ <ul style="list-style-type: none"> <li>- 廃棄物埋設地の掘削程度の検討(掘削規模は現在の建設規模を考慮)</li> <li>- 建設作業員では吸引被ばくに影響する作業時間、掘削土壌居住者では生活様式(就労形態)と埋戻し領域汚染を考慮し、漏出の再設定</li> </ul> </li> </ul>	p. 82-87
第十四条	放射線管理施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・個人線量計の管理等、放射線管理施設及び設備の確認</li> </ul>	p. 94
第十五条	監視測定設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・許可基準規則に基づく空間放射線及び地下水中の放射性物質濃度と排気、排水における濃度の監視、測定対象核種の重要核種を考慮した検討</li> <li>・環境放射線モニタリング指針に基づく環境試料の採取、分析及び測定の必要性の検討</li> </ul>	p. 98
第十七条	廃棄施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄施設からの排気、排水管理の検討</li> <li>・廃棄施設に起因する公衆への被ばく評価の必要性の検討</li> </ul>	p. 102
第十八条	予備電源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・監視測定機器、警報、通信連絡設備等のための予備電源必要性の検討</li> </ul>	p. 103
第十九条	通信連絡設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・異常発生時の通信連絡設備及び退避時の必要設備検討</li> </ul>	p. 105

## 謝 辞

本報告書を執筆するにあたって、ご指導及び貴重なご意見をいただいた齋藤龍郎技術主幹に感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 文部科学大臣 経済産業大臣, 埋設処分業務の実施に関する基本方針 平成 20 年 12 月 25 日, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shinkou/maisetsu/1261057.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/maisetsu/1261057.htm) (参照: 2023 年 6 月 29 日) .
- 2) 日本原子力研究開発機構, 埋設処分業務の実施に関する計画(認可:平成 21 年 11 月 13 日), (2009), 16p.
- 3) 天澤弘也ほか, 研究施設等廃棄物浅地中処分施設の概念設計, JAEA-Technology 2012-031, (2012), 338p.
- 4) 原子力安全委員会, 第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方 (平成 22 年 8 月 9 日決定), (2010).
- 5) 原子力規制部, 廃棄の事業に関する審査業務の流れについて 令和 2 年 10 月 27 日, (2021), 11p.
- 6) 原子力規制庁, 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法令施行及び東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設についての核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律の特例に関する政令の一部を改正する政令(仮称)(案)等について 平成 25 年 9 月, (2013), 26p.
- 7) 日本原子力発電株式会社, 東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所 第二種廃棄物埋設事業許可申請 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合性について (2022 年 8 月), (2022).
- 8) 原子力規制委員会, 廃棄物埋設施設の概要 原子炉等規制法に基づく廃棄物埋設に関する規制の概要, <https://www.nra.go.jp/activity/regulation/nuclearfuel/haiki/haiki2.html> (参照日: 2023 年 6 月 29 日) .
- 9) 黒澤亮平ほか, 研究施設等廃棄物のトレンチ処分施設の上部覆土内への浸透水量の評価 JAEA-Technology 2014-013, (2014), 89p.
- 10) 坂井章浩ほか, 研究施設等廃棄物のトレンチ処分施設における遮水機能の設計検討(共同研究) JAEA-Technology 2016-019, (2016), 134p.
- 11) 小川理那ほか, 研究施設等廃棄物のトレンチ処分施設における覆土の設計検討 JAEA-Technology 2022-010, (2022), 54p.
- 12) 天澤弘也ほか, 研究施設等廃棄物の概念設計に供する前提条件の調査及び設定 JAEA-Technology 2010-043, (2011), 153p.
- 13) 日本原燃株式会社, 第 81 回ヒアリングでの指摘事項への回答 資料 1 2021 年 4 月 2 日,

- (2021).
- 14) 中央防災会議 東北太平洋沖地震を教訓として地震・津波対策に関する専門調査会, 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告 平成 23 年 9 月 28 日, (2011), 44p.
  - 15) 日本原子力発電株式会社, 東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所 第二種廃棄物埋設事業許可申請 第二種廃棄物埋設の位置, 構造及び設備の基準に関する規則第五条 (津波による損傷の防止) への適合性について 平成 30 年 3 月, (2018), 19p.
  - 16) 原子力規制委員会, 核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合 第 232 回 平成 30 年 3 月 26 日 (月), (2018), 36p.
  - 17) The American Society of Mechanical Engineers, Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications.
  - 18) 坂井章浩ほか, 研究施設等廃棄物の浅地中埋設施設の立地環境条件に関する感度解析, JAEA-Technology 2013-039, (2014), 228p.
  - 19) 中村美月ほか, 研究施設等廃棄物のトレンチ埋設施設におけるスカイシャイン線量評価, JAEA-Technology 2022-025, (2022), 73p.
  - 20) ICRP, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Annals of the ICRP, 21, Nos(1-3), (1991)
  - 21) 日本アイソトープ協会, 国際放射線防護委員会の 1990 年勧告, (1991), 231p.
  - 22) 「遮蔽ハンドブック」研究専門委員会 日本原子力学会, 放射線遮蔽ハンドブックー基礎編ー (2015 年 3 月), (2015), 369p.
  - 23) RHODES W.A., DOT3.5, Two dimensional discrete ordinates radiation transport code, RSIC-CCC-276, (1975), 316p.
  - 24) 原子力安全委員会, 低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について 平成 19 年 5 月 21 日, (2007).
  - 25) 日本原子力研究開発機構 大洗研究所高速実験炉部, 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 大洗研究所 (南地区) 高速実験炉原子力炉施設 (「常陽」) 第 24 条 (工場等周辺における直接ガンマ線等からの防護) (2022 年 10 月 4 日), (2022), 35p.
  - 26) 日本原子力研究開発機構, 埋設処分業務の実施に関する計画 (当初認可: 平成 21 年 11 月 13 日 変更認可: 令和元年 11 月 1 日), (2019), 16p.
  - 27) 原子力規制庁, ピット処分及びトレンチ処分に係る規則等の改正及び改正案に対する意見募集の結果について 令和元年 10 月 2 日, (2019).
  - 28) 原子力安全委員会, 発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針 (平成 13 年 3 月 29 日 一部改訂), (2001).
  - 29) ICRP, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26, Annals of the ICRP, Vol. 1, No. 3, (1977).
  - 30) 日本アイソトープ協会, 財団法人 仁科記念財団, ICRP Publication 26 国際放射線防護委員会勧告, (1988), 51p.
  - 31) ICRP, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological

- Protection. ICRP Publication 103, Annals of the ICRP, Vol.37, Nos(2-4), (2007).
- 32) 日本アイソトープ協会, ICRP Publication 103 国際放射線防護委員会の2007年勧告, (2009), 281p.
  - 33) 原子力安全委員会, 発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針 (一部改訂:平成13年3月29日), (2001).
  - 34) 原子力規制庁, 廃棄物埋設の放射線防護基準に関する検討チーム第5回会合資料 廃棄物の埋設に係る放射線防護基準及び原子力施設のサイト解放基準について (案) 平成28年10月14日, (2016), 59p.
  - 35) 経済産業省, 平成24年・03・22原院第1号 放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類について (内規) 平成24年3月30日, (2012).
  - 36) 原子力規制委員会, 原規規発第2103109号 ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設に係る規制の考え方の策定について 令和3年3月10日, (2021), 28p.
  - 37) 原子力規制庁, 原規規発第21031011号ウラン廃棄物のクリアランス及び埋設に係る規制基準等における要求事項について 令和3年3月10日, (2021), 2p.
  - 38) 原子力規制庁, 原規規発第21031010号 浅地中処分における評価期間について 令和3年3月10日 別紙1 中深度処分の廃棄物埋設地に関する審査ガイドの一部改正案へのご意見に対する考え方 (案), (2021).
  - 39) OECD/NEA, International Features, Events and Processes (IFEP) List for the Deep Geological Disposal of Radioactive Waste Version 3.0, (2019), 165p.
  - 40) 原子力規制庁, 第二種廃棄物埋設の廃棄物埋設地に関する審査ガイドの制定 (令和4年4月20日) 別紙1 中深度処分の廃棄物埋設地に関する審査ガイドの一部改正案へのご意見に対する考え方 (案), (2022).
  - 41) 原子力規制庁, 日本原燃(株) 廃棄物埋設事業変更許可申請における廃止措置の開始後の公衆の被ばく線量評価に係る審査方針について (第3回) ~将来の人間活動に関する設定~ 令和2年10月7日, (2020).
  - 42) ICRP, Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste. ICRP Publication 81, Annals of the ICRP, (2000).
  - 43) 日本アイソトープ協会, ICRP Publication 81 長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告, (2000), 24p.
  - 44) 日本建築学会, 山留め設計施工指針 第3版, 丸善株式会社, (2002), 382p.
  - 45) 日本原子力学会, 「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」特別専門委員会, 低レベル放射性廃棄物処分におけるウランの扱いについてー浅地中トレンチ処分に係る規制への低減ー平成26年度報告書, (2015), 48p.
  - 46) 岡田翔太ほか, 試験研究用原子炉から発生する解体廃棄物に対する理論計算法による放射能濃度の共通的な評価手順, JAEA-Testing 2022-002, (2022), 66p.
  - 47) 河内山真美ほか, DORTコード及びMCNPコードを用いた試験研究炉の放射能評価手法の検討, JAEA-Technology 2022-009, (2022), 56p.
  - 48) 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 平成 15 年 4 月 24 日, (2003).

- 49) 星野譲ほか, 照射後試験施設から発生する廃棄物の放射能評価方法の検討, JAEA-Technology 2015-015, (2015), 96p.
- 50) 辻智之ほか, 照射後試験施設から発生する廃棄物の放射能評価方法の検討(2), JAEA-Technology 2017-010, (2017), 75p.
- 51) 坂井章浩ほか, 研究施設等廃棄物の埋設処分における安全評価上重要核種の選定 (その 3) –RI・研究所等廃棄物に係る主要放射性廃棄物発生施設毎の重要核種の予備評価–, JAEA-Technology 2010-021, (2010), 152p.
- 52) 原子力安全委員会, 環境放射線モニタリング指針 一部改訂 平成 22 年 4 月 15 日, (2010).





