

目 次

第1章 はじめに	1-1
1.1 本報告書作成の背景と目的	1-1
1.2 本報告書における技術的信頼性の示し方	1-2
1.3 本報告書の構成	1-3
参考文献	1-6
第2章 わが国における地層処分事業の背景	2-1
2.1 原子力の利用と特定放射性廃棄物の発生	2-1
2.1.1 わが国の原子力発電と原子燃料サイクルの概要	2-1
2.1.2 放射性廃棄物	2-2
2.1.2.1 放射性廃棄物の種類	2-2
2.1.2.2 放射性廃棄物の埋設処分の方法	2-3
2.2 地層処分の概要	2-6
2.2.1 地層処分の選択と固有の課題	2-6
2.2.2 地層処分に関する放射線防護原則	2-6
2.2.2.1 操業中の放射線防護	2-7
2.2.2.2 処分場閉鎖後の放射線防護	2-7
2.2.3 わが国における地層処分事業の進展	2-9
2.2.3.1 基盤的研究開発の段階	2-9
2.2.3.2 最終処分法の制定と実施主体の設立	2-9
2.2.3.3 最終処分法の改正	2-11
2.2.3.4 段階的に整備される安全規制	2-13
2.2.3.5 事業の実施段階	2-15
2.2.4 わが国の地層処分事業の特徴	2-16
2.2.4.1 わが国の地質環境の特徴	2-16
2.2.4.2 三段階のサイト選定と公募	2-16
2.2.4.3 長期にわたる事業	2-18
2.2.4.4 役割分担による技術開発	2-18
2.2.4.5 処分場の規模	2-19
2.3 諸外国の取り組み状況	2-21
参考文献	2-23
第3章 安全確保構想	3-1
3.1 安全確保の目標	3-2
3.1.1 安全確保の考え方と目標設定	3-2
3.1.2 閉鎖後長期の安全確保	3-3
3.1.2.1 適切なサイト選定と確認	3-4
3.1.2.2 処分場の設計・施工などの適切な工学的対策	3-4
3.1.2.3 地層処分システムの長期安全性の評価	3-5
3.1.3 事業期間中の安全確保	3-8

3.1.3.1	放射線安全の確保	3-9
3.1.3.2	一般労働安全の確保	3-9
3.1.3.3	周辺環境の保全	3-9
3.1.4	閉鎖後長期と事業期間中の安全確保の両立	3-10
3.2	安全確保に向けた NUMO の方針	3-12
3.2.1	目標を達成するための方針策定	3-12
3.2.2	方針1「安全性の繰り返し確認に基づく段階的かつ柔軟な事業推進」	3-13
3.2.2.1	方針1に関する基本的考え方	3-13
3.2.2.2	方策1：事業全体を俯瞰した計画の策定	3-14
3.2.2.3	方策2：閉鎖後長期の安全性の繰り返し確認	3-16
3.2.2.4	方策3：事業期間中の安全対策と環境保全策	3-25
3.2.3	方針2「信頼性の高い技術を用いた事業推進」	3-29
3.2.3.1	方針2に関する基本的考え方	3-29
3.2.3.2	方策1：計画的な技術の整備	3-30
3.2.3.3	方策2：技術に関する品質保証の的確な実施	3-37
3.2.3.4	方策3：NUMO の組織および国内外協力体制の整備	3-40
3.2.4	方針3「安全性への信頼感醸成へ向けた技術的な取り組み」	3-43
3.2.4.1	方針3に関する基本的な考え方	3-43
3.2.4.2	方策1：事業の各段階における意思決定にかかわる情報提供	3-44
3.2.4.3	方策2：安全性や技術の信頼性にかかわる日常的な情報提供と対話活動	3-45
3.2.4.4	方策3：将来世代が適切な判断を行うための環境整備	3-49
3.3	地層処分事業にかかわる個別課題に対する NUMO の考え方	3-51
3.3.1	地層処分事業におけるリスクマネジメント	3-51
3.3.2	モニタリング	3-53
3.3.3	可逆性と回収可能性	3-55
3.3.4	処分場の閉鎖	3-59
	参考文献	3-62
第4章	地層処分事業の段階的な推進	4-1
4.1	方針の具体的展開（ロードマップ）	4-1
4.1.1	基本的考え方	4-1
4.1.1.1	地層処分事業の段階的な展開と主要なマイルストーン	4-1
4.1.1.2	地層処分事業の展開と各分野間の連携	4-2
4.1.1.3	三つの方針とロードマップの関係	4-3
4.1.1.4	各段階における分野間の連携	4-6
4.1.1.5	各分野の段階間における連携	4-8
4.1.2	方針1の具体的展開（安全確保ロードマップ）	4-9
4.1.2.1	方針1を具体的に展開するに当たっての考え方	4-9
4.1.3	方針2の具体的展開（技術開発ロードマップ）	4-18
4.1.3.1	方針2を具体的に展開するに当たっての考え方	4-18
4.1.3.2	技術開発ロードマップ	4-19

4.1.3.3 分野別の技術開発ロードマップ	4-21
4.1.4 方針3の具体的展開	4-26
4.1.4.1 方針3を具体的に展開するに当たっての考え方	4-26
4.1.4.2 信頼感醸成ロードマップ	4-26
4.2 事業中の各段階における実施事項	4-28
4.2.1 サイト選定および安全審査の段階	4-28
4.2.1.1 概要調査地区選定段階（文献調査の段階）	4-28
4.2.1.2 精密調査地区選定段階（概要調査の段階）	4-33
4.2.1.3 処分施設建設地選定段階（精密調査の段階）	4-36
4.2.1.4 安全審査の段階	4-40
4.2.2 建設～事業廃止までの段階	4-41
4.2.2.1 建設段階	4-41
4.2.2.2 操業段階（操業期間中）	4-41
4.2.2.3 操業段階（操業の終了・閉鎖措置計画認可申請）	4-42
4.2.2.4 閉鎖段階	4-42
4.2.2.5 閉鎖後～事業の廃止までの段階	4-43
参考文献	4-44
第5章 地質環境の調査・評価技術	5-1
5.1 わが国の地質環境の特徴と評価の考え方	5-1
5.1.1 自然現象の影響と将来予測	5-1
5.1.1.1 自然現象の影響	5-2
5.1.1.2 自然現象の将来予測	5-8
5.1.2 わが国の地質環境の多様性	5-17
5.1.2.1 地層処分にとって重要な地質環境の特性	5-17
5.1.2.2 多様な地質環境への対応	5-18
5.1.2.3 多様な地質環境に対する調査・評価の事例	5-22
5.2 文献調査および概要調査の基本的な考え方と進め方	5-25
5.2.1 文献調査および概要調査の基本的な考え方	5-25
5.2.1.1 安全確保にかかわる目標	5-25
5.2.1.2 段階的な調査・評価	5-25
5.2.1.3 不確実性の取り扱い	5-30
5.2.1.4 調査・評価技術の適用性の確認	5-31
5.2.1.5 調査・評価の体系化	5-32
5.2.2 文献調査の進め方	5-35
5.2.2.1 文献調査の目標	5-35
5.2.2.2 文献調査の準備	5-37
5.2.2.3 文献調査の実施	5-40
5.2.2.4 文献調査における評価	5-43
5.2.3 概要調査の進め方	5-44
5.2.3.1 概要調査の目標	5-44

5.2.3.2	概要調査の準備	5-46
5.2.3.3	概要調査の実施	5-51
5.2.3.4	概要調査における評価	5-53
5.2.4	調査・評価における品質マネジメント	5-55
5.2.4.1	品質マネジメントシステムの考え方	5-55
5.2.4.2	品質マネジメントシステムの整備	5-55
5.3	文献調査および概要調査の体系	5-58
5.3.1	自然現象の影響にかかわる調査・評価	5-58
5.3.1.1	火山・火成活動	5-58
5.3.1.2	地震・断層活動	5-69
5.3.1.3	隆起・侵食	5-77
5.3.2	地質環境特性にかかわる調査・評価	5-84
5.3.2.1	地質環境特性	5-84
5.3.2.2	施工・操業安全にかかわる調査・評価	5-94
5.4	調査・評価技術の整備	5-96
5.4.1	調査・評価技術の進展	5-96
5.4.1.1	自然現象の影響にかかわる調査・評価技術	5-96
5.4.1.2	地質環境特性にかかわる調査・評価技術	5-121
5.4.1.3	多様な地質環境にかかわる調査・評価技術	5-141
5.4.2	調査・評価技術の確認	5-151
5.4.3	調査・評価技術の評価と信頼性向上に向けた取り組み	5-158
5.4.3.1	技術の信頼性の評価	5-158
5.4.3.2	さらなる信頼性向上に向けた取り組み	5-160
5.5	まとめ	5-164
	参考文献	5-167
第6章 処分場の設計, 建設・操業・閉鎖技術		6-1
6.1	地層処分事業における設計の基本方針	6-2
6.1.1	段階的な設計の進め方と技術・知識の進展と成果の反映	6-2
6.1.2	不確実性への対処	6-4
6.1.2.1	地質環境情報の不確実性への対処	6-4
6.1.2.2	建設・操業・閉鎖に係る不確実性への対処	6-5
6.1.2.3	ニアフィールドの長期の性能変化に係る不確実性への対処	6-5
6.1.3	品質保証の考え方	6-5
6.2	処分場の安全機能と技術要件	6-7
6.2.1	安全確保の対象と安全機能の設定の考え方	6-7
6.2.1.1	安全確保の対象	6-7
6.2.1.2	安全機能の設定の考え方	6-8
6.2.2	閉鎖後長期の安全確保の要件	6-9
6.2.2.1	高レベル放射性廃棄物の多重バリアシステムの安全機能	6-10
6.2.2.2	地層処分低レベル放射性廃棄物処分場の安全機能	6-20

6.2.2.3	併置処分の考え方	6-22
6.2.3	事業期間中の安全確保の要件	6-23
6.2.3.1	放射線安全の安全対策の考え方	6-23
6.2.3.2	一般労働安全の安全対策の考え方	6-25
6.2.3.3	環境保全対策の考え方	6-26
6.2.3.4	事業期間中の安全確保の要件との処分施設の構成要素の関係	6-27
6.2.3.5	地上施設設計の技術要件	6-28
6.2.3.6	地下施設設計の技術要件	6-29
6.2.4	事業の進展に伴う安全機能と技術要件の管理	6-30
6.3	処分場の設計	6-31
6.3.1	基本的な設計の流れ	6-31
6.3.2	人工バリアの設計	6-34
6.3.2.1	オーバーパックの設計	6-34
6.3.2.2	緩衝材の設計	6-36
6.3.2.3	充填材の設計	6-38
6.3.3	地下施設の設計	6-39
6.3.3.1	地下施設設置位置の設定	6-39
6.3.3.2	坑道仕様・廃棄体定置仕様の設定	6-42
6.3.3.3	地下施設レイアウトの設定	6-47
6.3.3.4	埋め戻し・プラグの設計	6-49
6.3.4	地上施設の設計	6-50
6.3.4.1	地上施設設置区域の選定	6-51
6.3.4.2	アクセス方法の検討	6-51
6.3.4.3	施設群ゾーニングの検討	6-51
6.3.4.4	造成計画・施設設計	6-52
6.3.5	高レベル放射性廃棄物処分施設と地層処分低レベル放射性廃棄物処分施設を併置する場合の留意点	6-52
6.4	処分場の建設・操業・閉鎖	6-55
6.4.1	処分場の建設	6-55
6.4.1.1	地上施設の建設	6-55
6.4.1.2	地下施設の建設	6-55
6.4.2	処分場の操業	6-60
6.4.2.1	高レベル放射性廃棄物処分施設	6-60
6.4.2.2	地層処分低レベル放射性廃棄物処分施設	6-66
6.4.3	処分場の閉鎖	6-67
6.4.3.1	地下施設の閉鎖	6-67
6.4.3.2	地上施設の解体・撤去	6-69
6.4.4	事業期間中の安全確保	6-69
6.4.4.1	放射線安全の確保	6-70
6.4.4.2	一般労働安全の確保	6-73

6.4.4.3	環境保全の確保	6-74
6.4.5	閉鎖後長期と事業期間中の安全性両立の観点からの分析	6-78
6.5	多様な地質環境への対応	6-81
6.5.1	沿岸域に処分場を設置するときの対応	6-81
6.5.1.1	沿岸域の地質環境を考慮した設計上の特徴・留意点	6-81
6.5.1.2	「廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約」への配慮	6-87
6.5.2	想定される地質環境特性へ対応するための処分概念・技術オプション	6-88
6.5.2.1	想定される地質環境特性へ対応する処分概念・技術オプションの考え方	6-88
6.5.2.2	処分概念・技術オプションの基本形態の特徴	6-88
6.5.2.3	処分孔竖置き定置方式と処分坑道横置き定置方式の作業性	6-95
6.5.2.4	想定される地下環境の特徴と適応性	6-97
6.5.2.5	作業性と地下環境への適応性のまとめ	6-100
6.5.2.6	作業性および地下環境条件を考慮した技術オプション	6-102
6.5.2.7	処分概念・技術オプションの特徴のまとめ	6-108
6.6	工学的対策を支える技術の整備	6-112
6.6.1	工学的対策を支える技術の概要	6-112
6.6.2	人工バリア材料の基本特性と長期挙動に関する技術の整備状況	6-115
6.6.2.1	ガラス固化体の長期挙動	6-117
6.6.2.2	オーバーパックの長期挙動	6-119
6.6.2.3	緩衝材の基本特性と長期挙動・相互作用	6-127
6.6.2.4	低アルカリ性セメントの開発	6-137
6.6.3	地層処分施設の耐震性評価	6-138
6.6.4	建設・操業・閉鎖技術	6-141
6.6.4.1	低アルカリ性セメントの実施工への適用性確認	6-141
6.6.4.2	オーバーパックの遠隔溶接・検査技術	6-143
6.6.4.3	緩衝材の製作・搬送・定置技術	6-146
6.6.4.4	廃棄体回収技術	6-153
6.6.5	工学的対策を支える技術に対する今後の課題	6-158
6.6.5.1	人工バリアの長期挙動・相互作用に関する知見の整備に関する技術開発	6-158
6.6.5.2	人工バリアの製法・搬送定置の工学的実現性の向上に関する技術開発課題	6-159
6.6.5.3	人工バリアの信頼性向上に関する技術開発課題	6-159
6.7	まとめ	6-160
	参考文献	6-162
第7章 地層処分システムの長期安全性評価技術		7-1
7.1	基本的考え方	7-1
7.1.1	安全評価の手順	7-2
7.1.2	安全評価戦略の策定	7-4
7.1.2.1	安全評価の目的の設定	7-4
7.1.2.2	不確実性への対応	7-5
7.1.2.3	安全評価における品質保証	7-7

7.1.3 シナリオの構築	7-8
7.1.3.1 状態設定とシナリオの作成・分類	7-8
7.1.3.2 シナリオ分類の枠組み	7-9
7.1.4 モデルの選定	7-12
7.1.4.1 モデルの信頼性向上	7-12
7.1.4.2 モデルの不確実性の取り扱い	7-13
7.1.5 データセットの設定	7-14
7.1.5.1 設定の考え方	7-14
7.1.5.2 データの不確実性の取り扱い	7-14
7.1.6 安全解析の実施および基準との比較	7-15
7.1.6.1 安全解析の実施	7-15
7.1.6.2 安全解析の品質保証	7-15
7.1.7 各事業段階における安全評価の役割	7-16
7.1.7.1 概要調査地区選定段階（文献調査の段階）	7-17
7.1.7.2 精密調査地区選定段階（概要調査の段階）	7-18
7.1.7.3 処分施設建設地選定段階（精密調査の段階）	7-19
7.2 安全評価の進め方	7-20
7.2.1 シナリオ構築の具体的な進め方	7-20
7.2.2 モデルの選定とデータセットの設定に関する具体的な進め方	7-27
7.2.2.1 人工バリアと天然バリアのモデル	7-27
7.2.2.2 生物圏のモデル	7-35
7.3 安全評価を支える技術の整備	7-39
7.3.1 安全評価に関する技術開発	7-39
7.3.2 シナリオの構築に関する取り組み	7-45
7.3.2.1 沿岸域における地質環境の長期変遷を考慮したシステムの状態設定手法	7-45
7.3.2.2 ニアフィールドの長期変遷を考慮したシナリオ構築手法	7-50
7.3.2.3 自然現象の著しい影響を仮想的に評価するためのシナリオ構築手法	7-58
7.3.2.4 FEPに基づくシナリオ構築手法およびFEP情報の整備	7-61
7.3.3 モデルの開発に関する取り組み	7-62
7.3.3.1 地質環境および地表環境の変遷を考慮した核種移行解析モデルの高度化	7-62
7.3.3.2 母岩の不均質性および設計のオプションを考慮した核種移行解析モデルの高度化	7-67
7.3.3.3 核種移行解析モデルにおける計算手法の効率化	7-69
7.3.4 データセットの整備に関する取り組み	7-73
7.3.4.1 データの整備	7-73
7.3.4.2 データセットの設定手法	7-75
7.3.4.3 地層処分低レベル放射性廃棄物に関する検討状況	7-76
7.3.5 今後の課題	7-77
7.4 まとめ	7-79
参考資料1 断層活動の影響に関する安全解析の例	7-80

参考資料 2 沿岸域の環境変遷を考慮した安全解析の例	7-86
参考資料 3 三次元核種移行モデルの例題への適用	7-93
参考文献	7-100
第 8 章 概要調査地区選定段階および精密調査地区選定段階の技術的取り組み	8-1
8.1 サイト選定段階における安全確保への取り組み	8-2
8.1.1 安全確保の取り組みの考え方	8-3
8.1.1.1 地層処分に適した地質環境の選定の考え方	8-3
8.1.1.2 多重バリアシステムによる安全確保の考え方	8-3
8.1.1.3 処分場概念の構築の考え方	8-4
8.1.1.4 セーフティケースの考え方	8-5
8.1.2 文献調査の開始から精密調査地区選定までの流れ	8-5
8.2 概要調査地区選定段階における技術的な取り組みの概要	8-8
8.2.1 概要調査地区選定段階における安全確保の目標と実施事項	8-8
8.2.2 文献調査計画の立案	8-11
8.2.3 文献調査の実施（文献情報の収集）	8-11
8.2.4 自然現象の影響にかかわる調査・評価	8-12
8.2.4.1 火山・火成活動の調査・評価	8-12
8.2.4.2 地震・断層活動の調査・評価	8-13
8.2.4.3 隆起・侵食の調査・評価	8-13
8.2.5 第四紀の未固結堆積物ならびに鉱物資源に関する調査・評価	8-13
8.2.6 概要調査地区の選定	8-14
8.2.6.1 概要調査地区選定上の考慮事項への適格性の確認	8-14
8.2.6.2 概要調査地区と補足的に調査する範囲の設定	8-14
8.2.6.3 文献調査に関する法定報告書の説明と概要調査の実施の判断	8-15
8.2.7 地質環境特性の調査・評価	8-15
8.2.8 処分場の概略検討	8-16
8.2.9 処分場の安全性の概略検討	8-16
8.2.10 次段階の準備	8-17
8.3 精密調査地区選定段階における技術的な取り組みの概要	8-20
8.3.1 精密調査地区選定段階における安全確保の目標と実施事項	8-20
8.3.2 概要調査の実施	8-24
8.3.2.1 地表調査のフェーズにおける調査の実施および概要調査計画の更新	8-24
8.3.2.2 ボーリング調査のフェーズにおける調査	8-25
8.3.2.3 概要調査における一般労働安全の確保と環境保全策	8-25
8.3.3 自然現象の影響にかかわる調査・評価	8-25
8.3.3.1 火山・火成活動の調査・評価	8-26
8.3.3.2 地震・断層活動の調査・評価	8-26
8.3.3.3 隆起・侵食の調査・評価	8-26
8.3.4 地質環境特性の調査・評価	8-27
8.3.5 候補母岩の選定	8-28

8.3.5.1 熱環境の評価	8-30
8.3.5.2 力学場の評価	8-31
8.3.5.3 水理場の評価	8-32
8.3.5.4 化学環境の評価	8-33
8.3.6 処分場の概念設計	8-33
8.3.6.1 人工バリアの概念設計	8-34
8.3.6.2 地上施設および地下施設の設計	8-34
8.3.6.3 処分概念・技術オプションの絞り込み	8-38
8.3.7 予備的な安全評価	8-39
8.3.7.1 安全評価戦略の策定	8-40
8.3.7.2 地層処分システムの設定	8-41
8.3.7.3 シナリオの構築	8-42
8.3.7.4 モデルの設定	8-46
8.3.7.5 データセットの整備	8-46
8.3.7.6 安全解析の実施	8-47
8.3.7.7 安全評価の信頼性に関する検討	8-48
8.3.8 レファレンス処分場概念の構築とセーフティケースの作成	8-48
8.3.9 精密調査地区の選定	8-49
8.3.9.1 精密調査地区選定上の考慮事項への適格性の確認	8-49
8.3.9.2 精密調査地区の設定	8-49
8.3.9.3 概要調査に関する法定報告書の説明と精密調査の実施の判断	8-49
8.3.10 次段階の準備	8-49
8.4 まとめ	8-51
参考資料 概要調査地区選定段階および精密調査地区選定段階の実施項目と関連する技術および 検討事項の関係	8-53
参考文献	8-56
第9章 おわりに	9-1

目 次

図 2.1.1-1	原子燃料サイクル	2-1
図 2.1.2-1	放射性廃棄物の処分方法の概念図	2-4
図 2.1.2-2	高レベル放射性廃棄物および地層処分低レベル放射性廃棄物形態のイメージ	2-5
図 2.2.3-1	NUMO 組織図 (2011 年 3 月現在)	2-11
図 2.2.3-2	地層処分低レベル放射性廃棄物のグループ分類と特徴	2-13
図 2.2.4-1	三段階のサイト選定過程	2-17
図 2.2.4-2	処分場の地下施設の例	2-19
図 2.2.4-3	高レベル放射性廃棄物処分の基本的なバリア構成	2-20
図 2.2.4-4	地層処分低レベル放射性廃棄物処分の基本的なバリア構成	2-20
図 3-1	安全確保構想の全体構成	3-2
図 3.1.4-1	閉鎖後長期の安全確保と事業期間中の安全確保の要件両立の考え方	3-11
図 3.2.2-1	要件管理システム	3-15
図 3.2.2-2	知識マネジメントシステムの概念	3-16
図 3.2.2-3	セーフティケースの構成要素と役割	3-21
図 3.2.2-4	セーフティケース構築に向けて三つの安全確保策を実施する過程で生じる不確実性	3-23
図 3.2.2-5	三段階の調査と平行した環境配慮の取り組みの手順	3-29
図 3.2.3-1	技術開発スケジュールと基盤研究開発との関連	3-31
図 3.2.3-2	技術開発課題の体系的整理	3-32
図 3.2.3-3	NUMO の技術開発と基盤研究開発機関における相互補完的な分担	3-33
図 3.2.3-4	基盤研究開発機関と緊密に連携した技術開発の取り組み	3-34
図 3.2.3-5	QMS 文書の階層構造および基準、要領書および標準様式集の構成	3-39
図 3.2.3-6	事業期間中の技術要員見通し	3-41
図 3.2.3-7	地層処分事業の国際的な協力	3-43
図 3.2.4-1	高レベル放射性廃棄物についての不安 (一般の方々, 回答者数約 1,400 名)	3-47
図 3.2.4-2	地層処分の概念や安全性を体感できる施設	3-49
図 3.3.1-1	ISO31000 におけるリスクマネジメントの原則, 枠組み, プロセスの関係	3-52
図 3.3.3-1	処分場の建設, 操業, 閉鎖措置の区分概念図	3-57
図 3.3.3-2	回収可能性に関する NUMO の基本的考え方	3-58
図 3.3.3-3	廃棄体の回収にかかわる R スケール	3-58
図 3.3.4-1	処分場の閉鎖に向けた技術的な情報の集約	3-60
図 4.1.1-1	地層処分事業の段階的な展開	4-2
図 4.1.1-2	三つの専門分野間の連携	4-3
図 4.1.1-3	安全確保の三つの方針と事業全体の意思決定の枠組み	4-4
図 4.1.1-4	ロードマップの関係図	4-6
図 4.1.1-5	事業各段階における専門分野間の連携	4-7
図 4.1.1-6	精密調査地区選定に至る意思決定の枠組み例	4-7
図 4.1.1-7	各段階での意思決定と段階間の各分野の連携	4-8

図 4.1.2-1	安全確保ロードマップ（概要版）	4-10
図 4.1.3-1	技術開発ロードマップの構成	4-19
図 4.1.3-2	技術開発ロードマップ（概要版）	4-20
図 4.1.3-3	技術開発ロードマップ（適切なサイト選定と確認）	4-23
図 4.1.3-4	技術開発ロードマップ（適切な工学的対策）	4-24
図 4.1.3-5	技術開発ロードマップ（地層処分システムの長期安全性の評価，事業期間中の各段階の安全性）	4-25
図 4.1.4-1	信頼醸成ロードマップ	4-27
図 4.2.1-1	概要調査地区選定段階（文献調査の段階）における実施フロー図	4-30
図 4.2.1-2	精密調査地区選定段階（概要調査の段階）における実施フロー図	4-34
図 4.2.1-3	処分施設建設地選定段階（地上からの調査）における実施フロー図	4-37
図 4.2.1-4	処分施設建設地選定段階（地下調査施設での調査）における実施フロー図	4-39
図 5.1.1-1	自然現象と地質環境への影響の関係	5-2
図 5.1.1-2	自然現象の時間的な変動様式	5-10
図 5.1.1-3	過去から現在までの変動の解明の基本的な流れ（隆起運動の例）	5-11
図 5.1.1-4	ハワイ-天皇海山列の位置および形成年代	5-14
図 5.1.2-1	日本列島の地質分布	5-21
図 5.1.2-2	わが国の地質環境の基本的な分類	5-22
図 5.1.2-3	深地層の研究施設（JAEA の施設）の計画概要	5-24
図 5.1.2-4	沿岸域における調査・評価にかかわる技術開発のイメージ	5-24
図 5.2.1-1	地質環境モデル構築の流れ（イメージ）	5-28
図 5.2.1-2	地質環境モデル構築のための複数の空間スケールの領域設定の例	5-29
図 5.2.1-3	統合化データフローダイアグラムの検討例	5-33
図 5.2.1-4	文献調査および概要調査の流れ，調査や情報の連携・共有化（検討例）	5-34
図 5.2.2-1	文献調査にかかわる業務の基本的な流れ（公募の場合の検討例）	5-39
図 5.2.3-1	概要調査計画立案の流れ（検討例）	5-47
図 5.2.3-2	概要調査の施工管理の流れ	5-48
図 5.2.3-3	概要調査の実施体制にかかわる検討例	5-49
図 5.2.3-4	概要調査地区および補足的に調査する範囲の設定イメージ	5-50
図 5.2.3-5	概要調査の基本的な流れ（検討例）	5-52
図 5.2.3-6	概要調査における段階的なアプローチの成果イメージ（2 フェーズの例）	5-53
図 5.2.4-1	文献調査のための地質環境データ管理システムと支援ツールの概要	5-56
図 5.2.4-2	文献調査システムフロー（火山・火成活動の評価）	5-57
図 5.3.1-1	文献調査における火山・火成活動（マグマの貫入・噴出）にかかわる調査・評価の流れ（検討例）	5-60
図 5.3.1-2	概要調査における火山・火成活動（マグマの貫入・噴出）にかかわる調査・評価の流れ（検討例）	5-62
図 5.3.1-3	文献調査における火山・火成活動（熱・熱水の影響）にかかわる調査・評価の流れ（検討例）	5-65
図 5.3.1-4	概要調査における火山・火成活動（熱・熱水の影響）にかかわる調査・評価の流	

	れ (検討例)	5-67
図 5.3.1-5	文献調査における地震・断層活動にかかわる調査・評価の流れ (検討例) .	5-72
図 5.3.1-6	概要調査における地震・断層活動にかかわる調査・評価の流れ (検討例) .	5-74
図 5.3.1-7	文献調査における隆起・侵食にかかわる調査・評価の流れ (検討例)	5-79
図 5.3.1-8	概要調査における隆起・侵食にかかわる調査・評価の流れ (検討例)	5-81
図 5.3.2-1	文献調査における地質環境特性にかかわる調査・評価の流れ (検討例) ...	5-88
図 5.3.2-2	概要調査における地質環境特性にかかわる調査・評価の流れ (検討例) ...	5-92
図 5.3.2-3	物理探査測線設定の検討例	5-93
図 5.4.1-1	新規火山の発生可能性に関する検討例.....	5-100
図 5.4.1-2	地球物理学的手法を用いたマグマの存在に関する検討例.....	5-101
図 5.4.1-3	国際テクトニクス会議 (ITM) を通じて構築した確率論的評価手法.....	5-103
図 5.4.1-4	東北地方のケーススタディにおける火山発生確率マップの例.....	5-104
図 5.4.1-5	三次元地震探査で検出された小断層.....	5-110
図 5.4.1-6	逆断層・活褶曲帯の発達過程・影響範囲に関する模型実験 (CT スキャン断面)	5-112
図 5.4.1-7	東北地方のケーススタディにおける確率論的な歪速度分布図の例.....	5-115
図 5.4.1-8	河成段丘を用いた内陸部の隆起量の調査・評価事例.....	5-119
図 5.4.1-9	水理試験装置の概念図	5-128
図 5.4.1-10	シーケンシャル水理試験手法の適用例.....	5-129
図 5.4.1-11	GEOMASS システムによる水理地質構造モデルの構築および地下水流動解析の事例	5-130
図 5.4.1-12	過去 150 万年間の地質環境の変遷を考慮した幌延地域の地下水流動解析結果	5-132
図 5.4.1-13	過去 150 万年間の地形変化を考慮した東濃地域の地下水流動解析結果	5-133
図 5.4.1-14	東濃地域における ^4He と ^{14}C 地下水年代測定結果.....	5-135
図 5.4.1-15	M3 解析による瑞浪超深地層研究所周辺の地下水の M3 解析結果	5-136
図 5.4.1-16	岩盤分類評価要素からの粘着力の評価図.....	5-138
図 5.4.1-17	超深地層研究所計画第 1 段階 (地上からの調査予測研究段階) の地質環境モデル の例	5-142
図 5.4.1-18	幌延深地層研究計画第 1 段階 (地上からの調査予測研究段階) の地質環境モデル の変遷	5-145
図 5.4.1-19	沿岸域プロジェクトにおける検討成果の例.....	5-149
図 5.4.2-1	実証研究の全体フロー	5-151
図 5.4.2-2	電中研横須賀地区における共同研究の実施状況.....	5-152
図 5.4.2-3	地質・岩盤性状に応じたボーリング掘削・調査手順.....	5-156
図 6.1.1-1	段階的な設計の進め方	6-3
図 6.1.1-2	段階的な処分施設設計の詳細化イメージ.....	6-3
図 6.1.2-1	廃棄体を定置するのが相対的に好ましくない場所のイメージ.....	6-4
図 6.2.1-1	安全確保の基本概念と事業段階の関係.....	6-8
図 6.2.2-1	閉鎖後長期の安全確保のための「隔離」と「閉鎖後閉じ込め」の基本概念的イメ	

	ージ	6-9
図 6.2.2-2	安全確保の基本概念, 安全機能および技術要件の関係	6-10
図 6.2.2-3	ガラス固化体廃棄体特性	6-15
図 6.2.3-1	地層処分の放射線防護上の事故と異常事象の要因の関係	6-25
図 6.3.1-1	主な設計対象部位	6-31
図 6.3.1-2	処分場の設計手順	6-33
図 6.3.2-1	オーバーパック厚さ検討の手順例	6-35
図 6.3.2-2	炭素鋼製オーバーパックの設計仕様例	6-35
図 6.3.2-3	緩衝材の設計フロー	6-37
図 6.3.2-4	ブロック方式を一例とした緩衝材仮仕様の確認	6-38
図 6.3.3-1	坑道径と深度の関係	6-41
図 6.3.3-2	粒跡線解析のイメージ	6-42
図 6.3.3-3	処分坑道断面の仕様例	6-44
図 6.3.3-4	坑道の力学安定性評価 (局所安全係数の分布)	6-45
図 6.3.3-5	廃棄体 1 本あたりの専有面積	6-46
図 6.3.3-6	地下施設レイアウト例 (高レベル放射性廃棄物処分場)	6-47
図 6.3.3-7	主応力方向と坑道軸方向の関係	6-48
図 6.3.3-8	地下水流動方向と処分場の方向	6-48
図 6.3.3-9	地下施設レイアウト例 (地層処分低レベル放射性廃棄物処分場)	6-49
図 6.3.3-10	閉鎖システムの評価で考慮したプラグ, 埋め戻し材の配置関係, および処分パネル規模の解析で考慮した境界条件の設定	6-50
図 6.3.4-1	地上施設イメージ図	6-51
図 6.3.4-2	地上施設のゾーニングと作業動線 (併置処分)	6-52
図 6.3.5-1	併置処分地下施設レイアウト例	6-53
図 6.3.5-2	相互影響因子の影響範囲の時間的变化	6-54
図 6.4.1-1	トンネルボーリングマシンの外観例 (左) と掘削イメージ (右)	6-55
図 6.4.1-2	ショートステップ工法による立坑の掘削	6-56
図 6.4.1-3	空気カプセルによる鉛直ずり出し技術	6-57
図 6.4.1-4	スウェーデン, エスポ地下研究所で実施された処分孔掘削	6-57
図 6.4.1-5	2 軸回転機構を有する処分孔掘削機	6-58
図 6.4.1-6	円形処分坑道の掘削イメージ (左; 発破掘削, 右; 機械掘削)	6-59
図 6.4.1-7	大空洞の建設時の様子	6-59
図 6.4.1-8	底部緩衝材施工	6-60
図 6.4.2-1	返還ガラス固化体の輸送に使用されている輸送車両	6-61
図 6.4.2-2	遠隔操作による廃棄体のオーバーパックへの封入工程の概念図 (炭素鋼単体オーバーパックの場合)	6-62
図 6.4.2-3	廃棄体の搬送と定置の流れ	6-63
図 6.4.2-4	緩衝材および廃棄体定置手順 (縦置き定置方式の場合)	6-63
図 6.4.2-5	PEM 方式	6-65
図 6.4.2-6	高レベル放射性廃棄物処分場における廃棄体の搬送・定置タイムチャートの例 (処	

分孔竖置き方式)	6-66
図 6.4.2-7 廃棄体の定置 (地層処分低レベル放射性廃棄物)	6-67
図 6.4.3-1 閉鎖措置計画申請時の処分場イメージ	6-68
図 6.4.3-2 アクセス坑道の閉鎖作業イメージ	6-68
図 6.4.4-1 斜坑の安全設計例	6-72
図 6.4.4-2 オーバーパックの衝突解析例	6-73
図 6.4.4-3 排水坑道, 排水槽, ポンプ室の模式図	6-74
図 6.4.4-4 生物多様性の影響評価の視点	6-77
図 6.4.5-1 閉鎖後長期の安全性に影響を与える因子	6-79
図 6.5.1-1 沿岸域における長期的な海水準変動と塩淡境界の移動	6-82
図 6.5.1-2 沿岸部におけるサイト環境の特徴 (地形が急峻な場合)	6-83
図 6.5.1-3 沿岸部におけるサイト環境の特徴 (地形が緩やかな場合)	6-83
図 6.5.1-4 粒跡線解析による海水準変動による流出点移動のイメージ	6-84
図 6.5.1-5 塩分濃度をパラメータとした自己シール性を確保するために必要な有効粘土密度 と緩衝材厚さの関係	6-85
図 6.5.1-6 離岸距離が大きい場合のアクセス坑道を含む処分場レイアウト例	6-87
図 6.5.2-1 処分孔竖置き定置方式	6-89
図 6.5.2-2 処分坑道横置き定置方式	6-90
図 6.5.2-3 搬送・定置技術オプション	6-91
図 6.5.2-4 フィンランドにおける緩衝材ブロック定置実証試験	6-92
図 6.5.2-5 処分孔竖置き定置方式の基本的な作業手順	6-92
図 6.5.2-6 ESDRED における粒状ベントナイト充填試験状況	6-93
図 6.5.2-7 処分坑道横置き定置方式 (原位置施工方式) の基本的な作業手順	6-94
図 6.5.2-8 スウェーデンによるスーパーコンテナ移動実証試験	6-94
図 6.5.2-9 処分坑道横置き定置方式 (PEM 方式) の基本的な作業手順	6-95
図 6.5.2-10 高温高湿環境下での緩衝材ブロックの挙動	6-98
図 6.5.2-11 水滴落下試験	6-99
図 6.5.2-12 処分孔竖置き定置方式と処分坑道横置き定置方式の作業性と想定される地下環境 条件への適応性	6-101
図 6.5.2-13 処分孔の力学安定性確保策	6-102
図 6.5.2-14 想定される地下環境条件を考慮した技術オプションの適用事例	6-103
図 6.5.2-15 作業性を考慮した処分坑道横置き定置方式 (原位置施工方式)	6-104
図 6.5.2-16 処分坑道横置き定置方式定置手順	6-105
図 6.5.2-17 処分坑道横置き定置方式地下施設レイアウト	6-105
図 6.5.2-18 処分坑道レイアウト (短処分坑道版)	6-106
図 6.5.2-19 処分坑道断面の拡幅による作業性向上を指向した PEM の搬送概念	6-107
図 6.5.2-20 処分坑道断面を拡幅した PEM 概念 (処分坑道断面形状例)	6-107
図 6.5.2-21 処分坑道断面を拡幅した PEM 概念 (把持・搬送・定置工程)	6-108
図 6.5.2-22 設計因子に基づく処分概念・技術オプションの特徴整理	6-111
図 6.6.2-1 ニアフィールド要素の相互作用図	6-116

図 6.6.2-2	ガラス表面での物質移行過程を考慮した長期溶解モデル	6-118
図 6.6.2-3	緩衝材中、低酸素濃度雰囲気における炭素鋼の平均腐食深さの経時変化	6-122
図 6.6.2-4	緩衝材中における炭素鋼の不動態化条件	6-123
図 6.6.2-5	種々の環境における鉄鋼材料（非合金）の平均腐食深さと孔食係数の関係	6-123
図 6.6.2-6	酸性雰囲気における炭素鋼溶接部の平均腐食深さに対する最大腐食深さ	6-126
図 6.6.2-7	還元性雰囲気における炭素鋼母材、溶接部の平均腐食速度の経時変化	6-126
図 6.6.2-8	体積膨潤比と膨潤応力の有効粘土密度に対する依存性	6-130
図 6.6.2-9	有効粘土密度と透水係数の関係	6-131
図 6.6.2-10	セメントからの浸出液の pH の経時変化	6-132
図 6.6.2-11	Ca 型ベントナイトと Na 型ベントナイトの透水係数の有効粘土密度依存性	6-132
図 6.6.2-12	セメント硬化体と圧縮ベントナイトの接触試験	6-133
図 6.6.2-13	地球化学解析による人工バリアの鉱物相空間分布の変化	6-134
図 6.6.2-14	鉄を含む粘土鉱物の結晶構造の概念図	6-135
図 6.6.3-1	中越沖地震の地震動が大きかった要因分析	6-139
図 6.6.3-2	深部地下構造モデル	6-139
図 6.6.3-3	検討用地震動の時刻歴波形と地盤モデルの弾性波速度の深度分布	6-140
図 6.6.3-4	坑道周辺岩盤の最大せん断ひずみ（高レベル放射性廃棄物処分坑道）	6-141
図 6.6.4-1	HFSC 吹付コンクリートの模擬施工状況	6-142
図 6.6.4-2	オーバーパック蓋構造の概念図	6-143
図 6.6.4-3	落とし蓋構造、平蓋構造での TIG 溶接試験状況	6-144
図 6.6.4-4	落とし蓋構造への MAG 溶接適用例	6-144
図 6.6.4-5	超音波探傷法を用いた溶接部の検査方法の概念	6-145
図 6.6.4-6	炭素鋼オーバーパックの製作状況	6-146
図 6.6.4-7	製作された炭素鋼オーバーパック	6-146
図 6.6.4-8	プレス機による緩衝材ブロック製作状況	6-147
図 6.6.4-9	実規模緩衝材展示状況と緩衝材ブロックの密度分布	6-148
図 6.6.4-10	ブロック真空把持装置のうち真空把持部	6-148
図 6.6.4-11	実規模ブロック真空把持実証状況	6-149
図 6.6.4-12	原位置締固め緩衝材の施工試験	6-149
図 6.6.4-13	PEM 方式工程概念	6-150
図 6.6.4-14	PEM 方式試験例	6-151
図 6.6.4-15	ペレット充填方式の施工試験	6-151
図 6.6.4-16	吹付施工試験	6-152
図 6.6.4-17	レーザー計測による処分孔形状と壁面状態の把握状況	6-152
図 6.6.4-18	メッシュ型無線 LAN システムによる遠隔定置装置制御概念	6-153
図 6.6.4-19	②処分孔上部埋め戻し材など除去装置の例	6-154
図 6.6.4-20	③廃棄体周囲の緩衝材の拘束除去装置の例	6-155
図 6.6.4-21	④廃棄体の回収、⑤遮へい容器への収納例	6-155
図 6.6.4-22	処分坑道埋め戻し後の状況および力学プラグ除去状況の例	6-156
図 6.6.4-23	廃棄体周囲のオーバーコアリングおよび廃棄体の抜き出しと遮へい容器への収納	

例	6-156
図 6.6.4-24 横置き定置方式を模擬した緩衝材除去実験の状況	6-157
図 7.1.1-1 安全評価の手順	7-3
図 7.1.2-1 安全評価における不確実性の取り扱いの概念	7-7
図 7.1.3-1 安全評価におけるシナリオ分類（検討例）	7-10
図 7.1.3-2 シナリオの区分と将来予測期間の区分の関係（自然過程シナリオを対象とした検討の例）	7-11
図 7.1.4-1 性能評価モデルと現象解析モデルの相互補完的な利用	7-12
図 7.1.7-1 各段階における安全評価の主要な実施項目（自然過程シナリオを対象とした例）	7-17
図 7.2.1-1 状態設定とシナリオの作成・分類のアプローチ	7-20
図 7.2.1-2 期待する安全機能の時間的な変遷（第2次取りまとめに基づく例）	7-21
図 7.2.1-3 ストーリーボードのイメージ（高レベル放射性廃棄物を対象とした例）	7-23
図 7.2.1-4 安全機能と関連する現象の相互関係の表現例（放射性物質の漏出・移行開始後）	7-24
図 7.2.1-5 シナリオ分類に関する考え方	7-26
図 7.2.2-1 地下水中で核種移行に関する性能評価モデルおよびデータセットの構成例	7-28
図 7.2.2-2 ソースタームモデルにおける核種量の時間変化のイメージ	7-29
図 7.2.2-3 人工バリア中核種移行モデルにおける核種量の時間変化のイメージ	7-30
図 7.2.2-4 天然バリア中核種移行モデル（多孔質媒体モデル）の核種量の時間変化のイメージ	7-31
図 7.2.2-5 天然バリア中核種移行モデル（二重空隙モデル）の核種量の時間変化のイメージ	7-32
図 7.2.2-6 安全評価のためのモデルチェーンの例（概要調査の段階あるいは精密調査の段階）	7-34
図 7.2.2-7 生物圏評価データの重要度を特定するための作業フロー	7-38
図 7.3.2-1 沿岸域を対象とした地質環境の状態設定の手順	7-45
図 7.3.2-2 汀線および塩淡境界の変化を整理した例（パターン3）	7-47
図 7.3.2-3 状態設定のための時間・空間区分	7-48
図 7.3.2-4 断層活動の影響に関するシナリオの概念	7-59
図 7.3.2-5 FEP リスト構築からシナリオ構築までの作業フロー	7-61
図 7.3.3-1 沿岸域の環境変遷に対応した核種移行解析の手順の例	7-63
図 7.3.3-2 沿岸域の環境変遷に対応して核種移行率を算出するイメージ	7-64
図 7.3.3-3 GBI が沿岸海底堆積層および潮間帯堆積物である場合の生物圏内の核種移行に関する概念モデルの例	7-66
図 7.3.3-4 被ばく経路に関する概念モデルの例	7-66
図 7.3.3-5 母岩の不均質性および人工バリアの三次元形状を考慮した核種移行解析の手順	7-68
図 7.3.3-6 Goldsim を用いた核種移行解析モデルの画面	7-70
図 7.3.3-7 統計的な解析結果の例	7-71

図 7.3.3-8	近似解析解を導出する概念	7-72
図 7.3.3-9	グループ1 廃棄物における I-129 に対する工学的対策の効果についての感度解析結果の例	7-73
図 7.3.4-1	収着データベースの検索画面	7-74
図 7.3.4-2	収着分配係数の信頼度評価のガイドラインの概要—評価フローと基準—	7-75
図 7.3.4-3	収着データベースと条件変換法によるパラメータ設定のイメージ	7-76
図 8-1	本報告書の各章と第 8 章の関係	8-2
図 8.1.1-1	処分場概念の構築のイメージ	8-4
図 8.1.2-1	概要調査地区選定段階および精密調査地区選定段階における事業の流れと技術業務の流れ（公募の場合）	8-7
図 8.2.1-1	概要調査地区選定段階における実施事項フロー図（公募の場合）	8-9
図 8.2.1-2	全国一律に評価する事項に基づいた文献調査の対象地区となる条件（公募の場合）	8-10
図 8.2.1-3	文献調査を行う範囲と文献調査で確認する項目のイメージ（公募の場合）	8-10
図 8.2.3-1	文献調査のための地質環境データ管理システムと支援ツールの概要（図 5.2.4-1 の再掲）	8-11
図 8.2.4-1	自然現象の著しい影響と概要調査地区選定上の考慮事項の関係	8-12
図 8.2.6-1	概要調査地区および補足的に調査する範囲の設定イメージ（図 5.2.3-4 の再掲）（公募の場合）	8-15
図 8.2.10-1	概要調査における段階的なアプローチのイメージ（2 フェーズの例：図 5.2.3-6 の再掲）	8-17
図 8.2.10-2	統合化データフローダイアグラム（図 5.2.1-3 の再掲）	8-19
図 8.3.1-1	精密調査地区選定段階における実施事項フロー図	8-23
図 8.3.4-1	地質環境モデル構築の流れ（イメージ）（図 5.2.1-1 の再掲）	8-28
図 8.3.5-1	候補母岩の選定ならびに処分場設置可能領域の設定の流れ	8-30
図 8.3.5-2	処分深度と緩衝材最高温度の関係の例示	8-31
図 8.3.5-3	深度と坑道安定性（局所安全率）の関係の例示	8-32
図 8.3.5-4	水理場の評価において考慮する地質環境の概念図	8-33
図 8.3.6-1	地下施設レイアウトの例（地層処分低レベル放射性廃棄物処分施設の併置を考慮したレイアウト，図 6.3.5-1 の再掲）	8-36
図 8.3.6-2	廃棄体を定置するのが相対的に好ましくない場所のイメージ（図 6.1.2-1 の再掲）	8-36
図 8.3.6-3	地上施設のゾーニング（併置処分）（図 6.3.4-2 の再掲）	8-37
図 8.3.6-4	廃棄体定置方式（縦置き，横置き）による核種移行率の比較（参考図 3-4 を編集し，再掲）	8-39
図 8.3.7-1	閉鎖後長期の安全性の評価手順（図 7.1.1-1 の再掲）	8-40
図 8.3.7-2	地層処分システムの構成のイメージ	8-42
図 8.3.7-3	蓋然性の区分に基づいたシナリオ分類の検討例（図 7.1.3-1 の再掲）	8-43
図 8.3.7-4	状態設定およびシナリオの作成・分類のアプローチ（図 7.2.1-1 の再掲）	8-44
図 8.3.7-5	シナリオ作成のためのストーリーボードのイメージ（図 7.2.1-3 の再掲）	8-45

図 8.3.7-6	地下水中での核種移行に関する性能評価モデルおよびデータセットの構成例 (図 7.2.2-1 の再掲)	8-46
図 8.3.7-7	解析のフローチャート (安全評価のためのモデルチェーンの例) (図 7.2.2-6 の再掲)	8-47

第7章 参考資料 図目次

参考図 1-1	断層発生後の核種移行モデルの概念図	7-80
参考図 1-2	新生した断層活動の影響解析の結果	7-85
参考図 2-1	沿岸域における地下水化学環境の変遷の例	7-86
参考図 2-2	汀線の移動	7-87
参考図 2-3	処分パネルレイアウト	7-87
参考図 2-4	各処分パネルにおける環境変遷	7-88
参考図 2-5	地下水流動の外観と GBI	7-89
参考図 2-6	GBI の環境変遷	7-89
参考図 2-7	廃棄体一体当たりの核種移行率 (最も海寄りの処分パネル)	7-90
参考図 2-8	気候 (上) および GBI (下) 変化の時期についての長期変遷	7-91
参考図 2-9	GBI の環境変遷を考慮した被ばく線量の算出結果	7-92
参考図 3-1	各岩種に対応した少数の粒子軌跡 (各ガラス固化体でパルス入力: 10 万年後)	7-94
参考図 3-2	Cs-135 移行率 (ガラス固化体 1 体当たりの平均) の時間変化	7-96
参考図 3-3	ニアフィールド内の Cs-135 の軌跡 (硬岩タイプ 1)	7-97
参考図 3-4	縦置きおよび横置きの核種移行率の比較	7-98
参考図 3-5	Np-237 移行率最大値 (パルス入力に対する) の廃棄体依存性 (硬岩タイプ 2)	7-99

表 目 次

表 1.3-1	「地層処分事業の安全確保（2010年度版）」の構成	1-4
表 1.3-2	地層処分に関係する機関，法律および報告書の略称一覧	1-5
表 2.2.3-1	処分費用の内訳	2-15
表 2.2.4-1	諸外国の状況	2-22
表 3.2.3-1	実証プログラムの分類とその特徴	3-35
表 3.3.2-1	モニタリングの分類とその概要	3-53
表 4.1.2-1	安全確保ロードマップ（詳細版）概要調査地区選定段階（文献調査の段階）	4-11
表 4.1.2-2	安全確保ロードマップ（詳細版）精密調査地区選定段階（概要調査の段階）	4-12
表 4.1.2-3	安全確保ロードマップ（詳細版）処分施設建設地選定段階（精密調査の段階のうち，地上からの調査段階）	4-13
表 4.1.2-4	安全確保ロードマップ（詳細版）処分施設建設地選定段階（精密調査の段階のうち，地下調査施設での調査段階）	4-14
表 4.1.2-5	安全確保ロードマップ（詳細版）建設段階	4-15
表 4.1.2-6	安全確保ロードマップ（詳細版）操業段階（操業期間中）	4-16
表 4.1.2-7	安全確保ロードマップ（詳細版）閉鎖段階	4-17
表 4.2.1-1	概要調査地区選定上の考慮事項	4-32
表 5.1.1-1	わが国で考慮すべき自然現象が地層処分システムに及ぼす影響とその取り扱い	5-4
表 5.1.1-2	サイト調査・評価からみた自然現象の将来予測期間の区分の考え方の整理	5-16
表 5.1.2-1	わが国の多様な地質環境の調査・評価に向けた研究開発	5-24
表 5.2.2-1	文献調査で収集する情報の項目と調査範囲の目安（検討例）	5-41
表 5.2.2-2	文献調査で収集する情報（1/2）	5-42
表 5.2.2-3	文献調査で収集する情報（2/2）	5-43
表 5.3.1-1	概要調査における火山・火成活動（マグマの貫入・噴出）にかかわる主な調査手法	5-63
表 5.3.1-2	概要調査における火山・火成活動（熱・熱水の影響）にかかわる主な調査手法	5-68
表 5.3.1-3	概要調査における地震・断層活動にかかわる主な調査手法（その1：陸域）	5-75
表 5.3.1-4	概要調査における地震・断層活動にかかわる主な調査手法（その2：海域）	5-76
表 5.3.1-5	概要調査における隆起・沈降にかかわる主な調査手法	5-82
表 5.3.1-6	概要調査における侵食にかかわる主な調査手法	5-83
表 5.4.1-1	火山・火成活動にかかわる調査・評価技術（1/2）	5-97
表 5.4.1-2	火山・火成活動にかかわる調査・評価技術（2/2）	5-98
表 5.4.1-3	地震・断層活動にかかわる調査・評価技術（1/2）	5-106
表 5.4.1-4	地震・断層活動にかかわる調査・評価技術（2/2）	5-107
表 5.4.1-5	隆起・侵食（気候・海水準変動含む）にかかわる調査・評価技術	5-117
表 5.4.1-6	地質環境特性にかかわる調査・評価技術（1/3）	5-122
表 5.4.1-7	地質環境特性にかかわる調査・評価技術（2/3）	5-123

表 5.4.1-8	地質環境特性にかかわる調査・評価技術 (3/3)	5-124
表 5.4.2-1	地質構造モデルの変遷と不確実性・信頼性の評価 (例)	5-154
表 5.4.2-2	地質・岩盤性状に応じたボーリング掘削・調査内容	5-156
表 5.4.2-3	ボーリング調査におけるリスク評価結果の例	5-157
表 5.4.3-1	概要調査に向けた調査・評価技術の評価 (1/3)	5-161
表 5.4.3-2	概要調査に向けた調査・評価技術の評価 (2/3)	5-162
表 5.4.3-3	概要調査に向けた調査・評価技術の評価 (3/3)	5-163
表 6.2.2-1	閉鎖後長期の安全確保の基本概念と安全機能	6-10
表 6.2.2-2	高レベル放射性廃棄物の安全機能と構成要素の関係	6-12
表 6.2.2-3	技術要件の設定の考え方	6-13
表 6.2.2-4	母岩の好ましい特性	6-14
表 6.2.2-5	ガラス固化体の特性	6-15
表 6.2.2-6	オーバーパックスの技術要件 (基本的なバリア性能の確保)	6-16
表 6.2.2-7	オーバーパックスの技術要件 (長期健全性の維持)	6-17
表 6.2.2-8	オーバーパックスの技術要件 (工学的実現性の確保)	6-17
表 6.2.2-9	緩衝材の技術要件 (基本的なバリア性能の確保)	6-18
表 6.2.2-10	緩衝材の技術要件 (長期健全性の維持)	6-19
表 6.2.2-11	緩衝材の技術要件 (工学的実現性の確保)	6-19
表 6.2.2-12	埋め戻し材・プラグの技術要件 (基本的なバリア性能の確保)	6-20
表 6.2.2-13	地層処分低レベル放射性廃棄物の安全機能と構成要素の関係	6-22
表 6.2.3-1	放射線防護に関する基本的な安全対策	6-24
表 6.2.3-2	一般労働安全に対する安全対策の考え方	6-26
表 6.2.3-3	環境保全対策の考え方	6-27
表 6.2.3-4	事業期間中の安全確保の安全対策と構成要素の関係	6-28
表 6.3.3-1	地下施設設置位置の設定のための評価項目例	6-40
表 6.4.4-1	作業中に想定される異常事象と安全対策	6-71
表 6.4.4-2	地下水湧水による環境影響と保全措置の検討例	6-75
表 6.4.4-3	地下水放流による環境影響と保全措置の検討例	6-76
表 6.4.4-4	掘削土による環境影響と保全措置の検討例	6-76
表 6.5.2-1	処分概念・技術オプションの特徴比較の視点	6-109
表 6.6.1-1	工学的対策における技術開発項目と本節での記載項目	6-114
表 6.6.2-1	母材と溶接部の腐食挙動理解に関する科学的な知見の整備状況	6-121
表 6.6.2-2	放射線照射が炭素鋼の腐食に及ぼす影響	6-124
表 6.6.2-3	緩衝材の基本特性と長期挙動・相互作用に関する科学的な知見の整備状況 (1/2)	6-128
表 6.6.2-4	緩衝材の基本特性と長期挙動・相互作用に関する科学的な知見の整備状況 (2/2)	6-129
表 6.6.2-5	ベントナイトの変質と試験条件	6-136
表 6.6.4-1	地層処分低レベル放射性廃棄物処分概念の回収維持期間の作業工程	6-158
表 6.6.5-1	工学的対策を支える技術に対する今後の課題	6-159

表 7.1.1-1	セーフティケースの構築に関する重要な論点	7-4
表 7.2.1-1	安全機能および不確実性を基軸としたシナリオの表現例（放射性物質の漏出・移行開始後）	7-25
表 7.2.2-1	現象解析モデルの概要と目的（例）	7-33
表 7.3.1-1	第2次取りまとめ以降の安全評価に関する技術の進展（1/4）	7-41
表 7.3.1-2	第2次取りまとめ以降の安全評価に関する技術の進展（2/4）	7-42
表 7.3.1-3	第2次取りまとめ以降の安全評価に関する技術の進展（3/4）	7-43
表 7.3.1-4	第2次取りまとめ以降の安全評価に関する技術の進展（4/4）	7-44
表 7.3.2-1	初期条件の設定例	7-46
表 7.3.2-2	母岩の透水性に応じた塩淡境界の追従性	7-46
表 7.3.2-3	ニアフィールドの前提条件として着目する環境条件および影響因子	7-47
表 7.3.2-4	気候・海水準変動および隆起・侵食による環境変遷に関する状態設定の例（ケースa：パターン3）	7-49
表 7.3.2-5	安全機能を基軸とした状態設定に関する現象の整理例（安全機能と関連する条件）	7-52
表 7.3.2-6	安全機能を基軸とした状態設定に関する現象の整理例（条件と条件への影響因子）	7-53
表 7.3.2-7	ニアフィールドにおける状態設定の例	7-54
表 7.3.2-8	高レベル放射性廃棄物地層処分におけるニアフィールド環境条件の様相区分の例	7-56
表 7.3.2-9	高レベル放射性廃棄物に対する蓋然性が高いシナリオの例（ニアフィールド）	7-57
表 7.3.2-10	処分場を横断する新たな断層が生じた場合の安全評価上の変遷を整理した例	7-60
表 7.3.3-1	地下水の塩分濃度と汀線との位置関係による区分	7-63
表 7.3.3-2	統計的な解析結果から影響が大きいパラメータを抽出した例	7-71
表 7.3.5-1	安全評価に関する技術開発課題と設定理由（特に優先度が高いもの）	7-78
表 8.3.2-1	概要調査の実施に伴い考慮の可能性がある環境影響評価項目の例	8-25
表 8.3.5-1	地下施設設置位置の設定のための評価項目例（表 6.3.3-1 の再掲）	8-29

第7章 参考資料 表目次

参考表 1-1	シナリオ1における廃棄体区分	7-81
参考表 1-2	シナリオ2における廃棄体区分	7-81
参考表 1-3	断層の各構造における透水係数に関する情報のまとめ	7-82
参考表 1-4	シナリオ1, シナリオ2の安全解析の条件	7-83
参考表 1-5	解析ケース	7-83
参考表 1-6	各解析ケースにおける水理パラメータの設定値	7-84
参考表 3-1	試行で想定した不均質透水係数場の例	7-93

第8章 参考資料 表目次

参考表 1	概要調査地区選定段階の実施項目と関連する技術の関係.....	8-53
参考表 2	精密調査地区選定段階の実施項目と関連する技術の関係.....	8-54