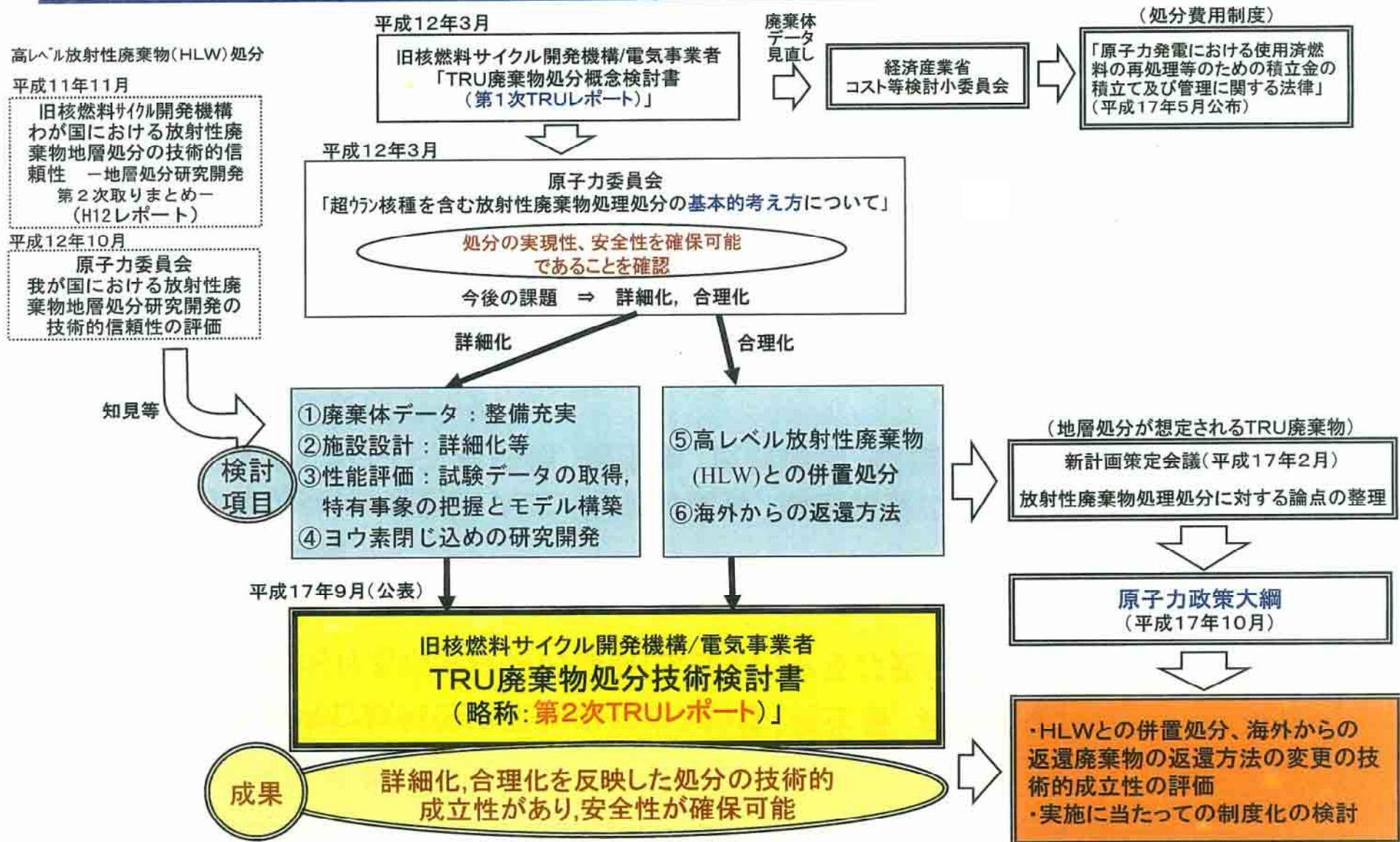


TRU廃棄物処分技術検討書
—第2次TRU廃棄物処分研究開発取りまとめ—
(略称:第2次TRUレポート)の概要

平成17年10月25日

日本原子力研究開発機構
電気事業連合会

第2次TRULレポートの位置付け及び成果



(注)核燃料サイクル開発機構(JNC)は、平成17年10月1日に日本原子力研究所と統合して日本原子力研究開発機構(JAEA)として発足。

第2次TRUレポートの構成

第1章 序論(地質環境条件等)

第2章 TRU核種を含む放射性廃棄物の発生と特性(発生量, 核種量等) ←項目①

第3章 地層処分における処分技術の検討(人工バリア及び処分施設の設計等) ←項目②

第4章 地層処分の安全性の検討 ←項目③

- ・ シナリオ開発
- ・ 処分環境条件の設定: 人工バリア材変質, 周辺岩盤のアルカリ変質, ニアフィールド水理条件, コロイド, 有機物, 微生物, 放射線場, 硝酸塩, ガス
- ・ 解析モデル及びデータ
- ・ 核種移行解析及び線量評価; 基本シナリオ(レファレンスケース, 代替ケース(シナリオ、パラメータ等の不確実性)), 変動シナリオ, 接近シナリオ

第5章 コンクリートピット処分と余裕深度処分の処分施設設計と安全評価

第6章 処分合理化に関する検討(併置処分, 余裕深度処分 α 核種濃度区分値, 海外返還方法) ←項目⑤,⑥

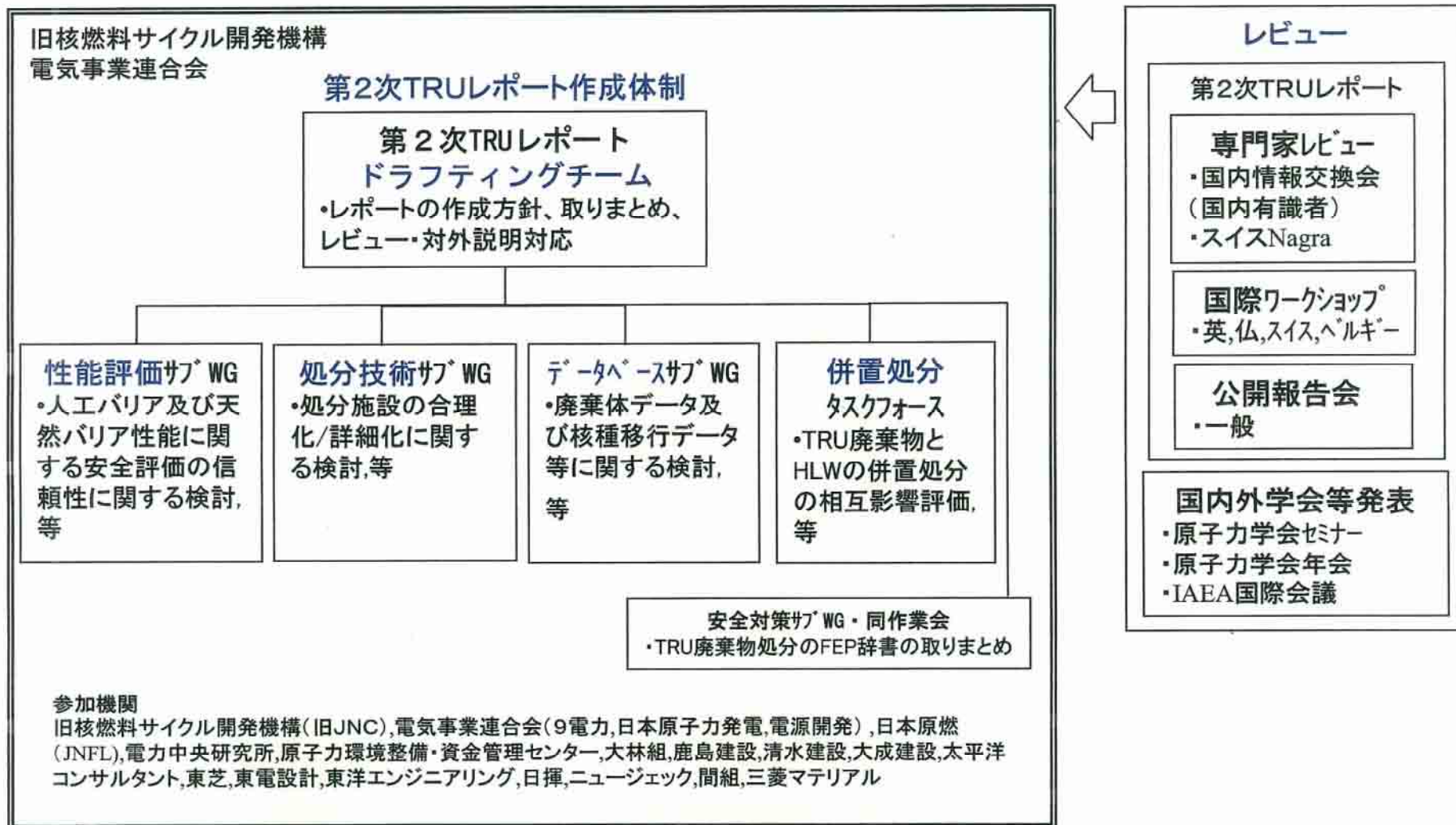
第7章 TRU廃棄物処理処分の代替技術に関する検討(ヨウ素固定化技術, C-14長期閉じ込め技術, 低アルカリ性セメント, 硝酸塩分解処理技術) ←項目④

第8章 まとめ(レポートの成果, 今後の技術開発課題等)

第2次TRULレポート検討の経緯

項目	年度	H14	H15	H16	H17									H18		
	H11				4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2
作業工程	第1次レポート			第2次レポート 中間検討書			第2次レポート ドラフト版		第2次レポート 最終版							
①検討書作成					→											
②検討フェーズ			成果収集・方針 検討 データ・解析条件	設計・性能評価												
③専門家レビュー 情報交換 学会発表				▲国内情報交換会(6/21)			▲国内情報交換会(4/18,19)									
			▲スイスNagra (5/10~12)	▲スイスNagra (2/28~3/1)												
				▲第3回TRU国際WS (1/11~13)			▲IAEA廃棄物会議(10/3-6)									
							▲原子力学会夏期セミナー(7/28)									
								▲原子力学会秋の大会(9/13-15)								
								▲国内公開報告会(9/8)								
								▲原子力学会 春の年会 (3/29-31)								

第2次TRULレポートの検討体制



これまでの第2次TRULレポートのレビューの概要

- ・ 専門家のレビュー及び国内外の意見交換を踏まえレポートを作成
 - 専門家のレビュー
 - ・ 国内情報交換会(2回):有識者20名(原子力, 地質, 土木等の各分野)
 - ・ スイスNagraレビュー(2回):専門家4~5名(同上)
 - 国内外意見交換
 - ・ 国際ワークショップ(英, 仏, スイス, ベルギー):専門家12名(同上)
 - ・ 原子力学会:年会(2回), バックエンドセミナー(1回)
- ・ 公開報告会の開催
 - 平成17年9月8日(木), 約270名の聴衆
 - ご意見約20件(質問が主体)
 - 主な質問
 - ・ C-14の放出モデル
 - ・ セメント環境条件下の核種移行パラメータの設定 等

TRU廃棄物の推定発生量(その1)

第2次TRUレポートで対象とした廃棄物

- 日本原燃(JNFL)の約40年間の再処理操業(使用済燃料約3.2万t処理)及びMOX製造施設の操業に伴う廃棄物
- 旧核燃料サイクル開発機構(旧JNC)の平成60年度までの再処理施設、MOX製造施設の操業に伴う廃棄物
- これらの施設の解体に伴う廃棄物
- 海外再処理返還廃棄物

(英国(BNGS: British Nuclear Group Sellafield、旧BNFL)の低レベル廃棄物のHLWガラス固化体への交換、仏国(COGEMA)のビチューメン固化体の低レベル廃液ガラス固化体への変更についても検討)

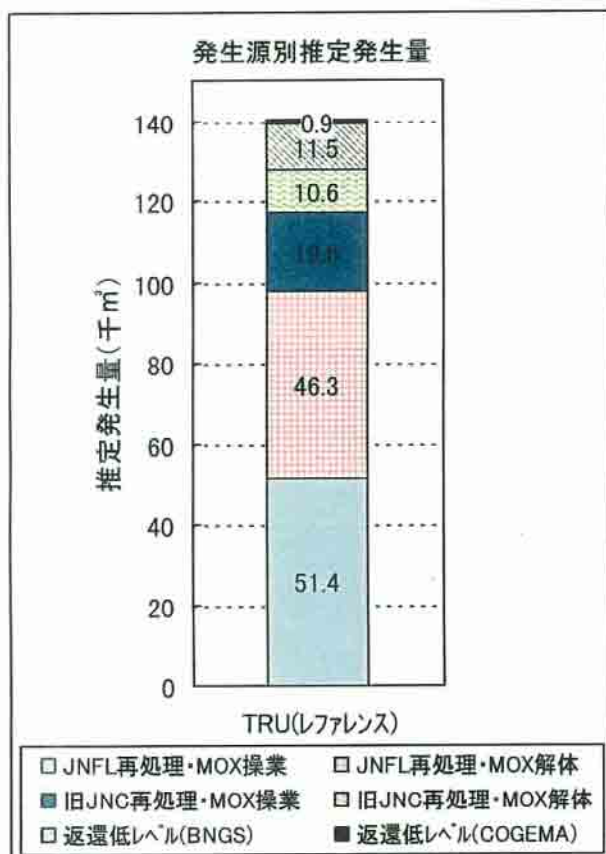
処分区分の考え方

- コンクリートピット処分対象物は現行のコンクリートピット処分の政令濃度上限値を下回るもの。
- 余裕深度処分対象物は、 α 核種の一応の区分目安値(1GBq/t)と β γ 核種の現行の余裕深度処分の政令濃度上限値を下回るもの。
- 地層処分対象物は、上記の余裕深度処分の区分値を超えるもの^(注)。
(余裕深度処分 α 核種濃度区分値が100GBq/tの場合も検討)

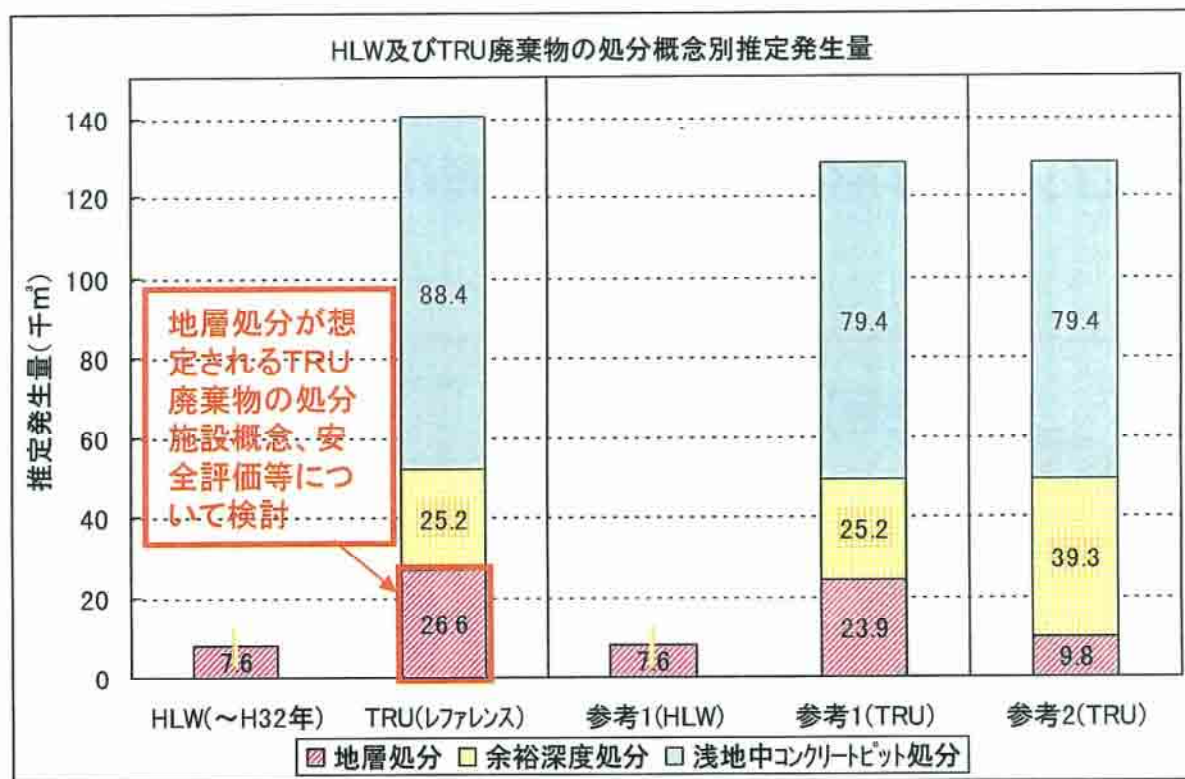
(注)「超ウラン核種を含む放射性廃棄物処理処分の基本的考え方について」(平成12年3月、原子力委員会)で、地層処分対象として示した、 α 核種濃度の一応の区分目安値(1GBq/t)を超える廃棄物、地下水とともに移行しやすいC-14、I-129濃度が高い廃棄物(ハル・エンドピース、廃銀吸着材)であり、浅地中処分、余裕深度処分の概念を適用できないと考えられるものを対象とした。

TRU廃棄物の推定発生量(その2)

- 発生源別及び処分概念別の廃棄物発生量を下図に示す。



〔対象物の対象範囲は8ページのとおり〕



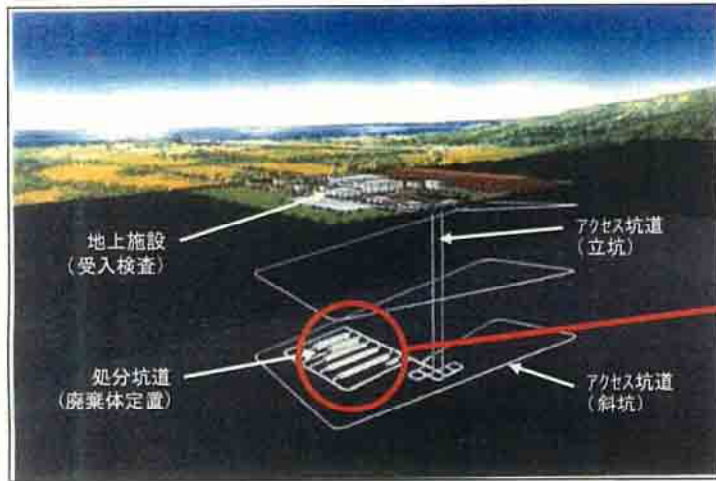
参考1: BNGSの低レベル廃棄物のHLWガラス固化体への交換^(注)、COGEMAのピチューメン固化体の低レベル廃液固化体への処理変更の場合

参考2: 参考1に加え、余裕深度処分の α 核種濃度区分値が100GBq/tの場合

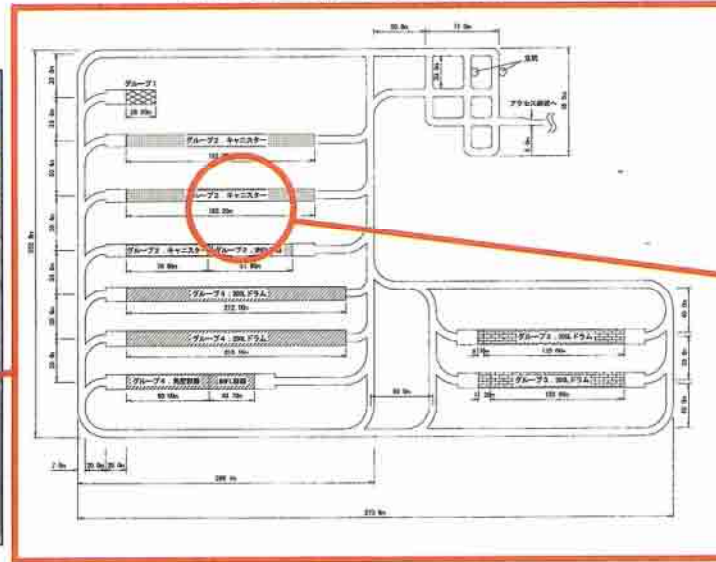
(注) BNGSの低レベル廃棄物のHLWガラス固化体への交換については、経済産業省原子力部会放射性廃棄物小委員会にて検討される予定

TRU廃棄物の地層処分施設の基本的考え方

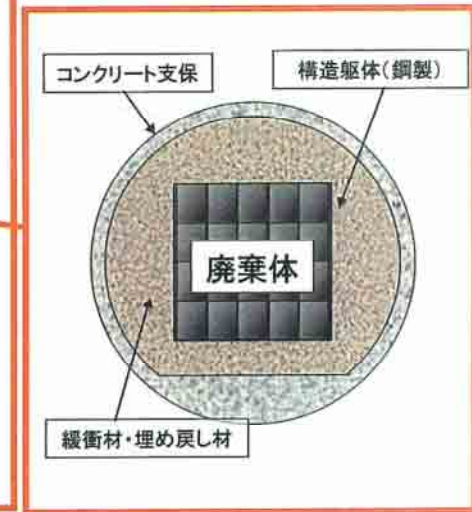
【処分場鳥瞰図】



【処分場平面図】



【処分坑道断面】



TRU廃棄物地層処分施設の特徴

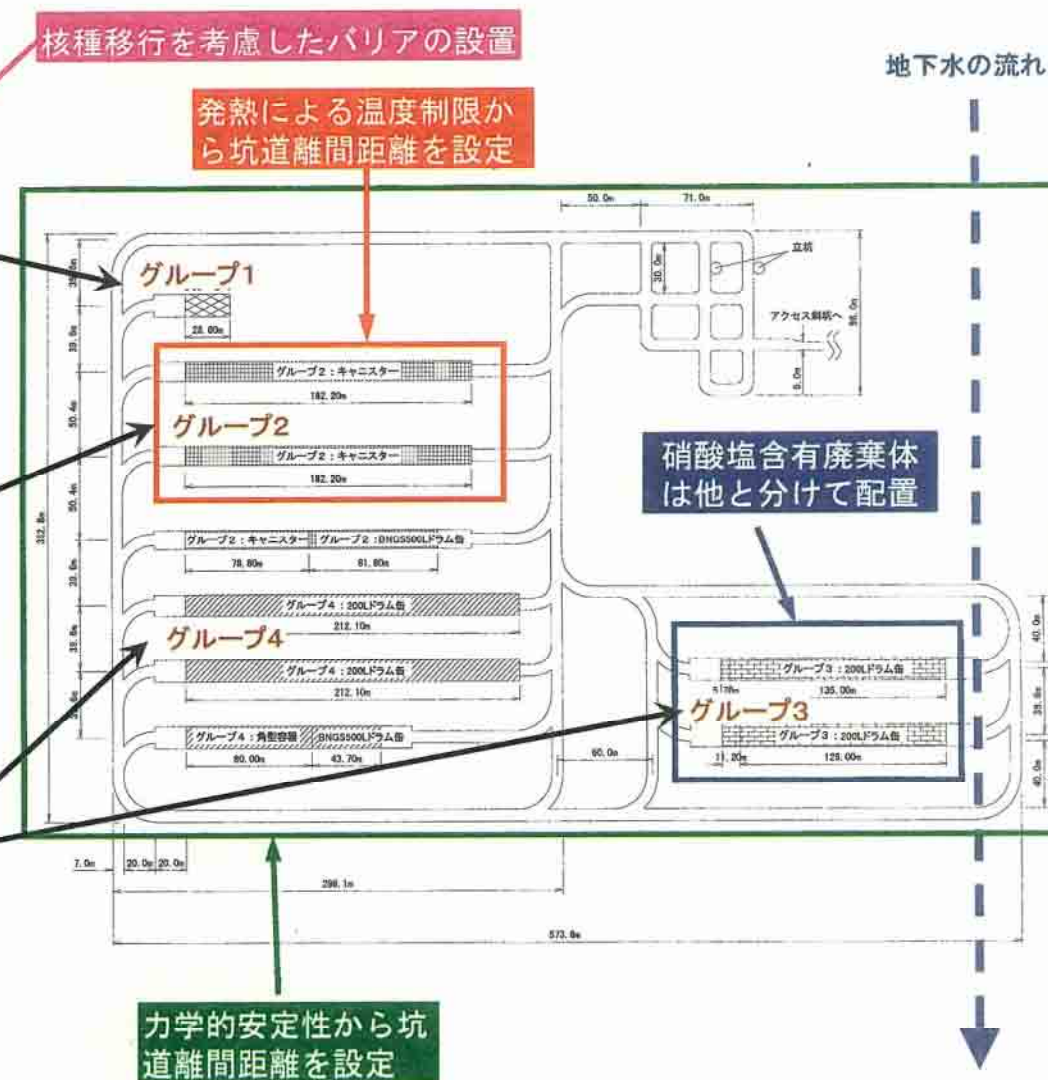
- 高レベル放射性廃棄物処分と同様に人工バリア及び天然バリアを組み合わせた多重バリアにより長期的な安全を確保
- TRU廃棄物は、発熱が小さいものがほとんどを占めることから、処分の効率を考慮し、比較的大きな断面空洞内に廃棄体を集中して処分
- 核種種類・濃度、性状等に応じた適切な廃棄体のグルーピングを行い、各々のグループに応じた人工バリアを構成

処分施設設計(軟岩系岩盤)の一例

【各坑道断面レイアウトの例】

グループ	内容 (発生量)	特性	バリア	円形処分坑道の例 (単位: m)
1	廃銀吸着材のセメント固化体 (300m ³)	半減期が長く地下水と共に移行しやすい核種(1-129)を含む	止水性能の高いバリア(緩衝材)を設置する	
2	ハル・エンドピース圧縮収納体 (6,700m ³)	発熱がある半減期が長く地下水と共に移行しやすい核種(C-14)を含む	止水性能の高いバリア(緩衝材)を設置する	
3	アスファルト固化体等の濃縮廃液固化体 (6,200m ³)	硝酸塩を含む	止水性能の高いバリア(緩衝材)は設置しない	
4	焼却灰, 不燃物セメント固化体等 (13,400m ³)	-	止水性能の高いバリア(緩衝材)は設置しない	

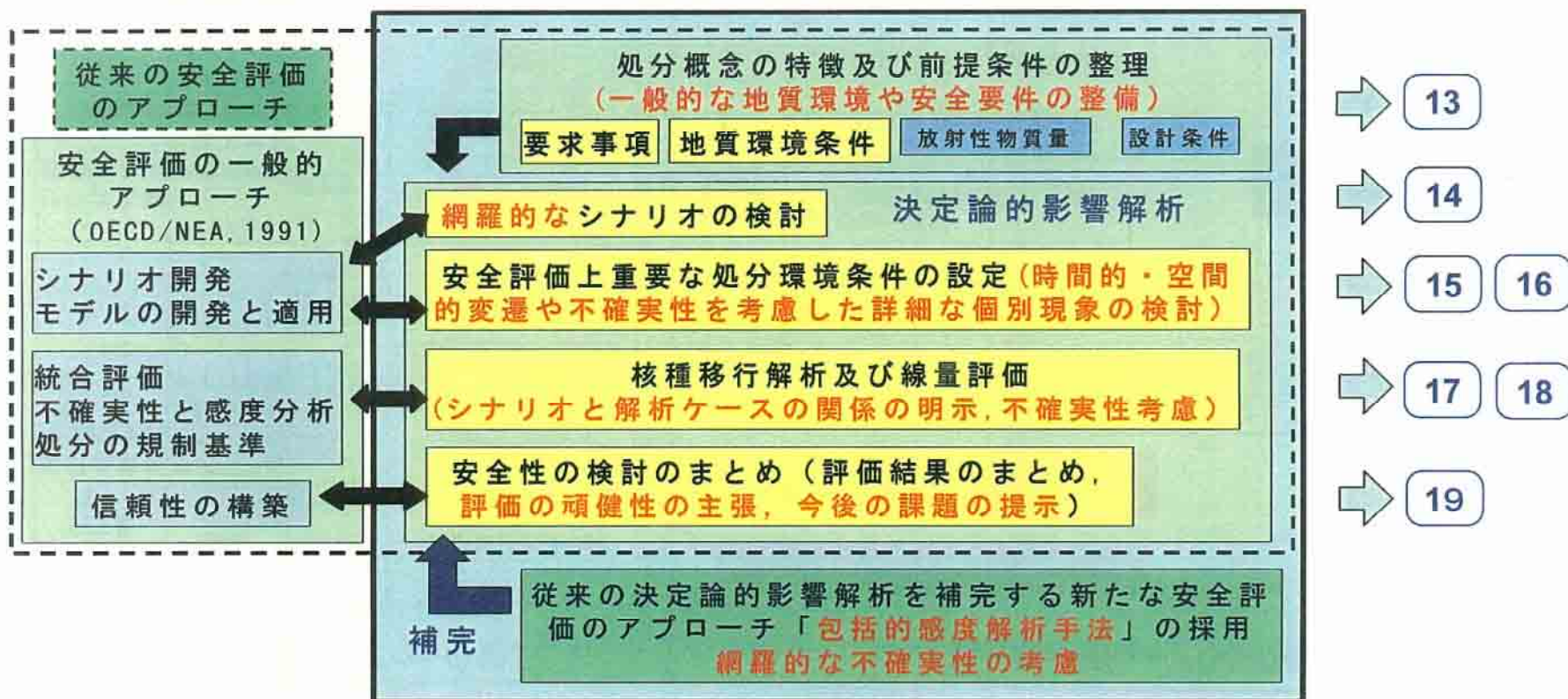
【処分場平面レイアウトの例】



第2次TRULレポートにおける安全評価体系

HLWのH12レポート*¹や第1次TRULレポートで実施してきた従来の安全評価のアプローチに加え、シナリオ、モデル及びパラメータの不確実性、さらにはそれらの重畳を網羅的に評価することが可能な包括的感度解析を補完的に実施した。

*1: 核燃料サイクル開発機構: わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性, JNC TN1400 99-020



想定した地質環境条件

○地質環境条件

	レファレンスケース	代替ケースとして考慮している不確実性の範囲
地理／地勢	内陸	沿岸
地形	平野	丘陵, 山地
岩種	結晶質岩	堆積岩
地下水のタイプ	降水系地下水	海水系地下水
透水量係数(m ² /s)	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁹ , 10 ⁻¹¹
動水勾配	0.01	0.05
岩盤区分	HR	SR-B, SR-C, SR-D
空隙率	0.02	0.2~0.45
1軸圧縮強度 (MPa)	115	10~20
処分深度 (m)	1,000	500, 300
被ばく評価点 (生物圏モデル)	河川 (農業従事者)	井戸、海水

HLW のH12 レポート*1と同様な条件を考慮

* 1: 核燃料サイクル開発機構: わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性, JNC TN1400 99-020

シナリオの分類

安全評価で考慮するシナリオ

地下水シナリオ

地下水などを媒介して放射性物質が人間環境に運ばれる。

・基本シナリオ

- ◆人工バリアが安全機能を発揮
- ◆現在の地質環境が将来まで継続
- ◆現在の地表環境が将来まで継続

・対応する解析ケース

- ◆レファレンスケース
- ◆代替ケース

・解析方法

- ◆決定論的影響解析
- ◆包括的感度解析

・変動シナリオ

地質環境・地表環境の変動を考慮

- ◆天然現象の影響
(隆起・侵食、気候・海水準変動)
- ◆将来の人間活動の影響
(井戸掘削、ボーリングによる核種移行経路の変化)
- ◆初期欠陥の影響

・解析方法

- ◆決定論的影響解析
- ◆包括的感度解析

接近シナリオ

放射性廃棄物と人間環境との物理的距離が接近することによって人間環境に影響

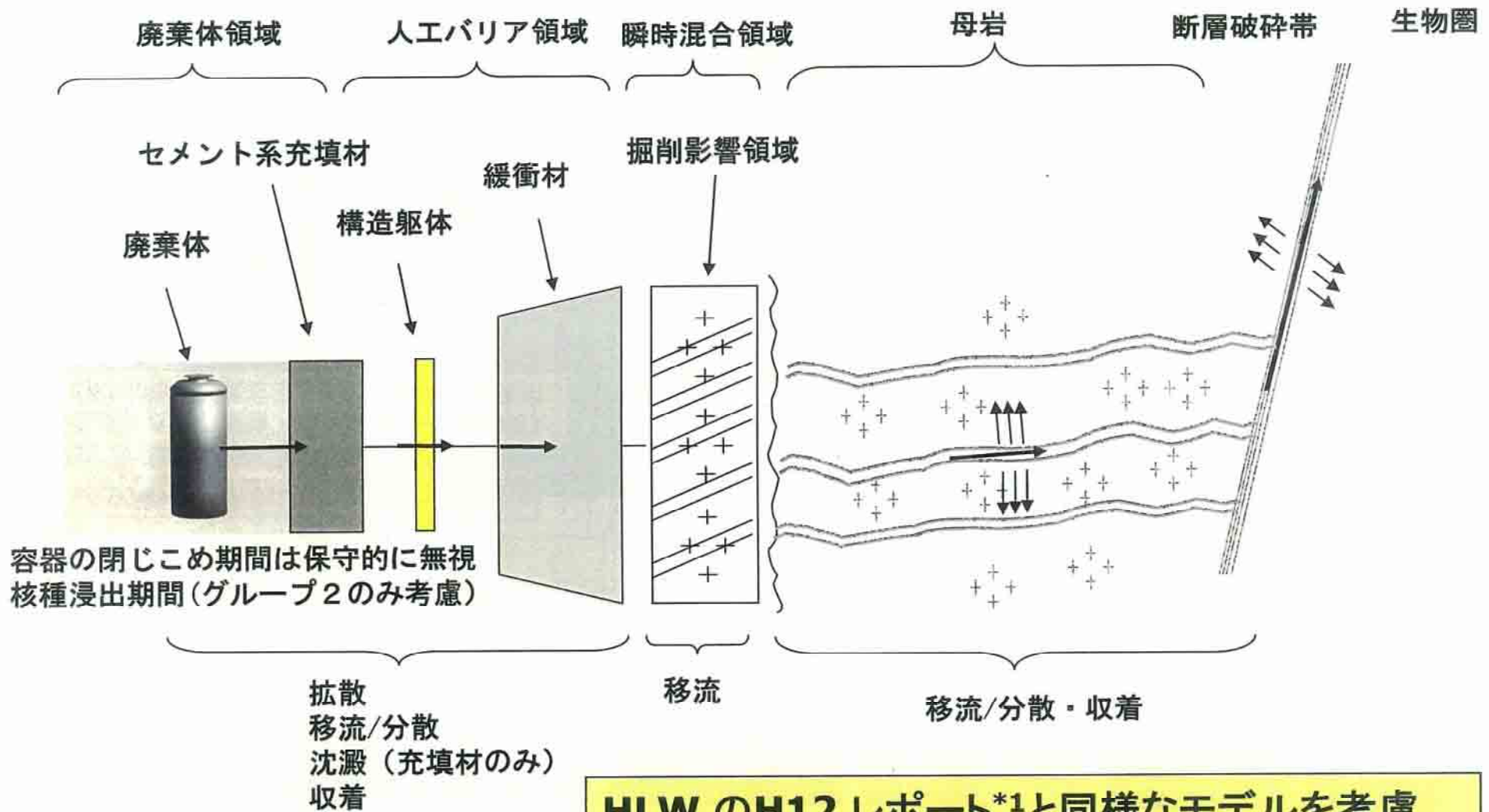
例えば、

- ◆隆起・侵食作用による地表露出
- ◆人間の処分場への直接侵入 など

HLW のH12 レポート*1と同等なシナリオを考慮

*1: 核燃料サイクル開発機構: わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性。JNC TN1400 99-020

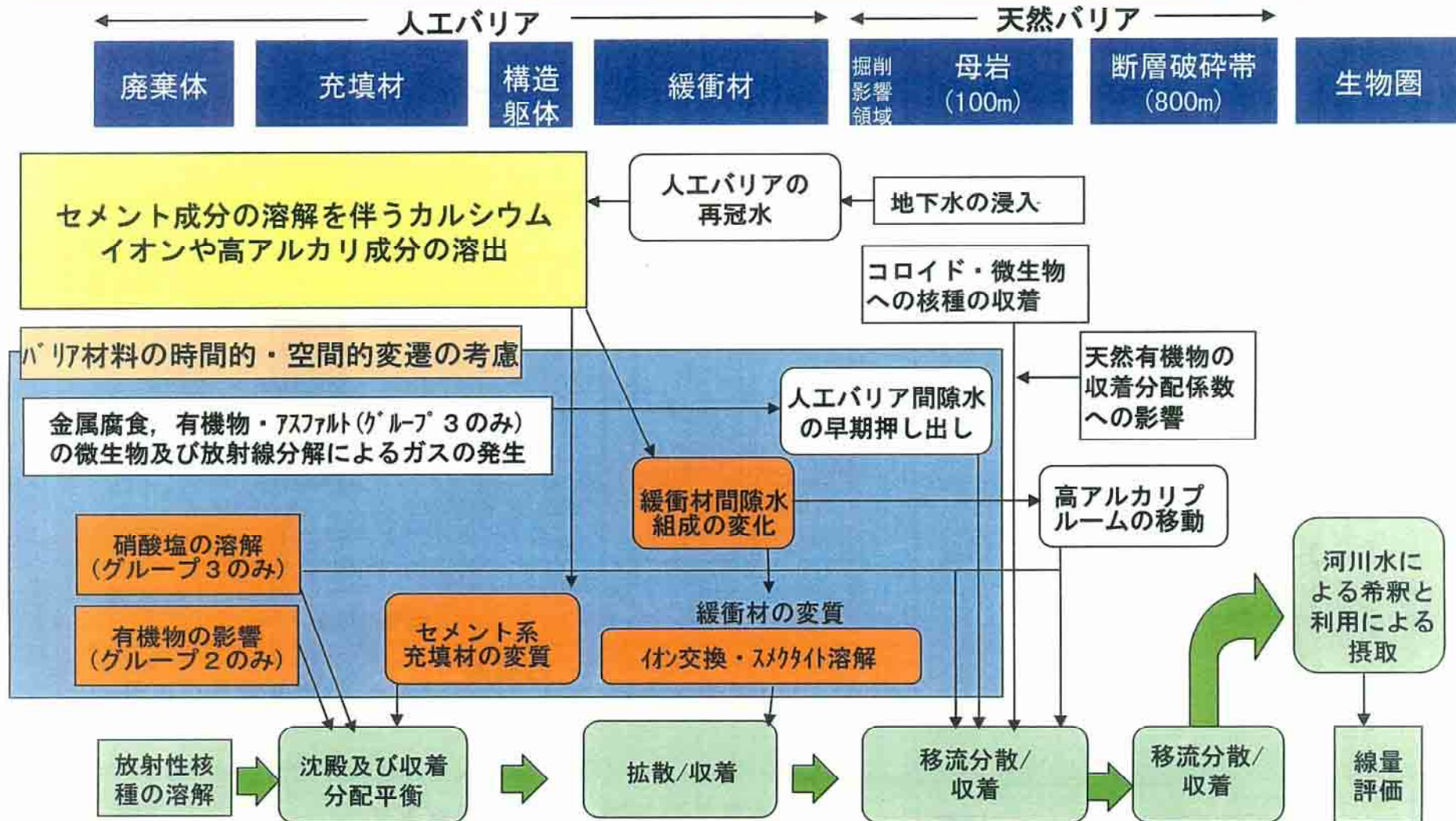
安全評価モデル



HLW のH12 レポート*1と同様なモデルを考慮

*1: 核燃料サイクル開発機構: わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性, JNC TN1400 99-020

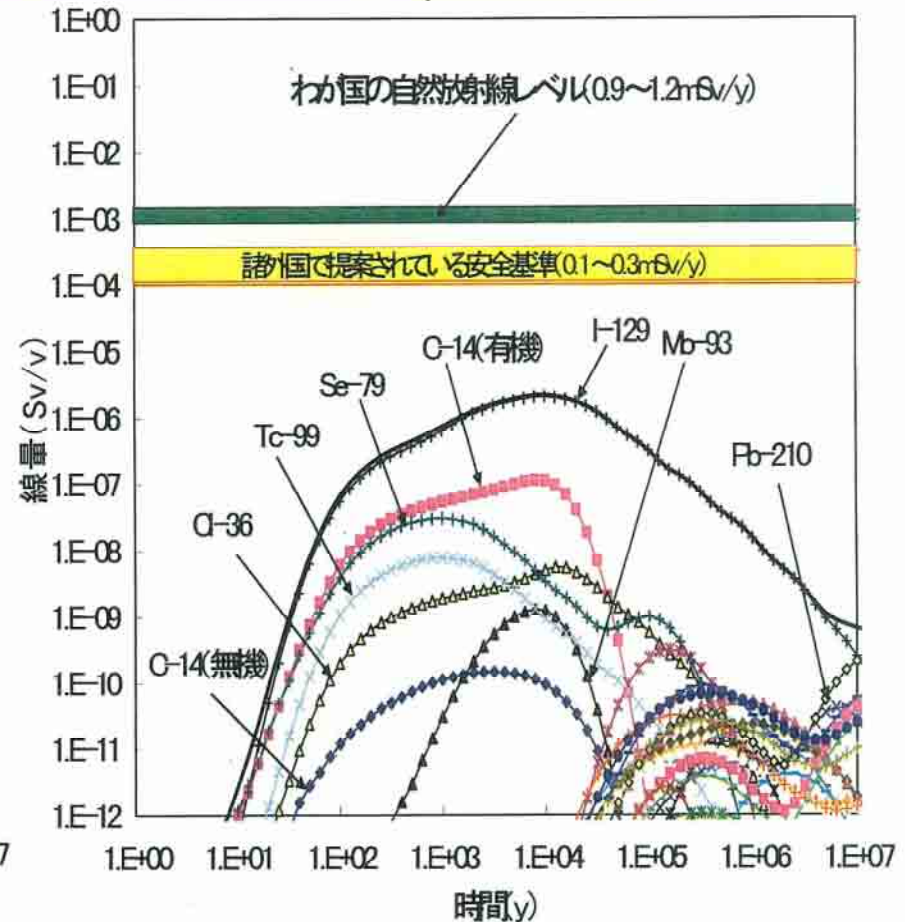
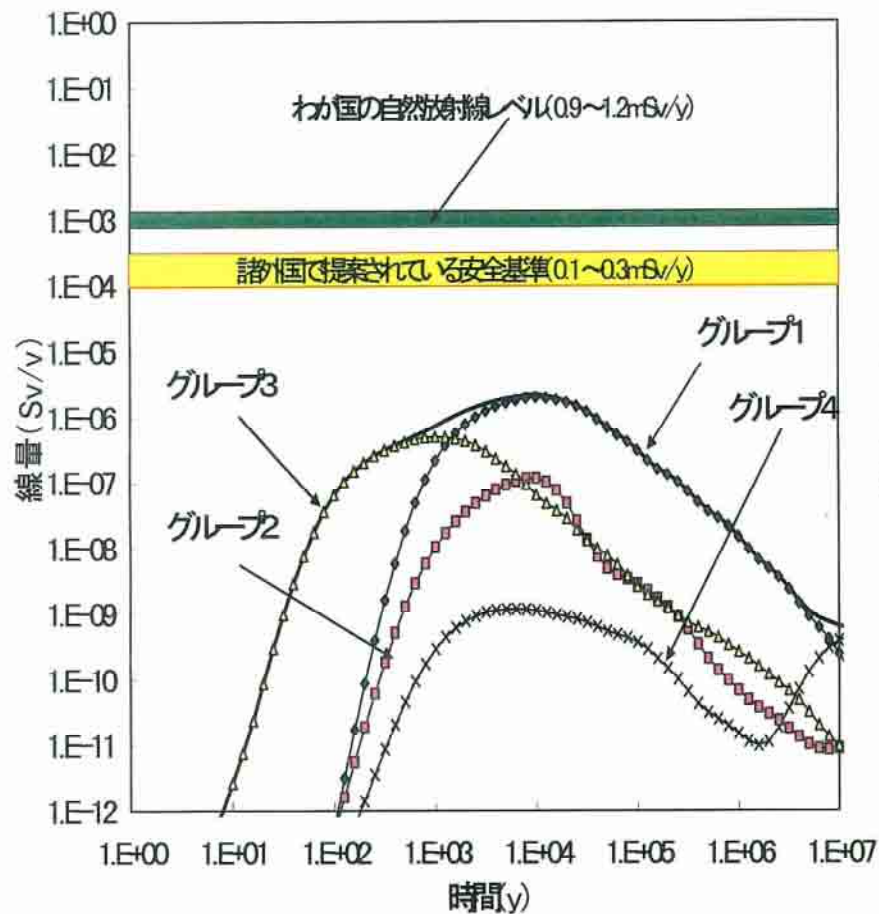
基本シナリオ(地下水シナリオ)において考慮したプロセス



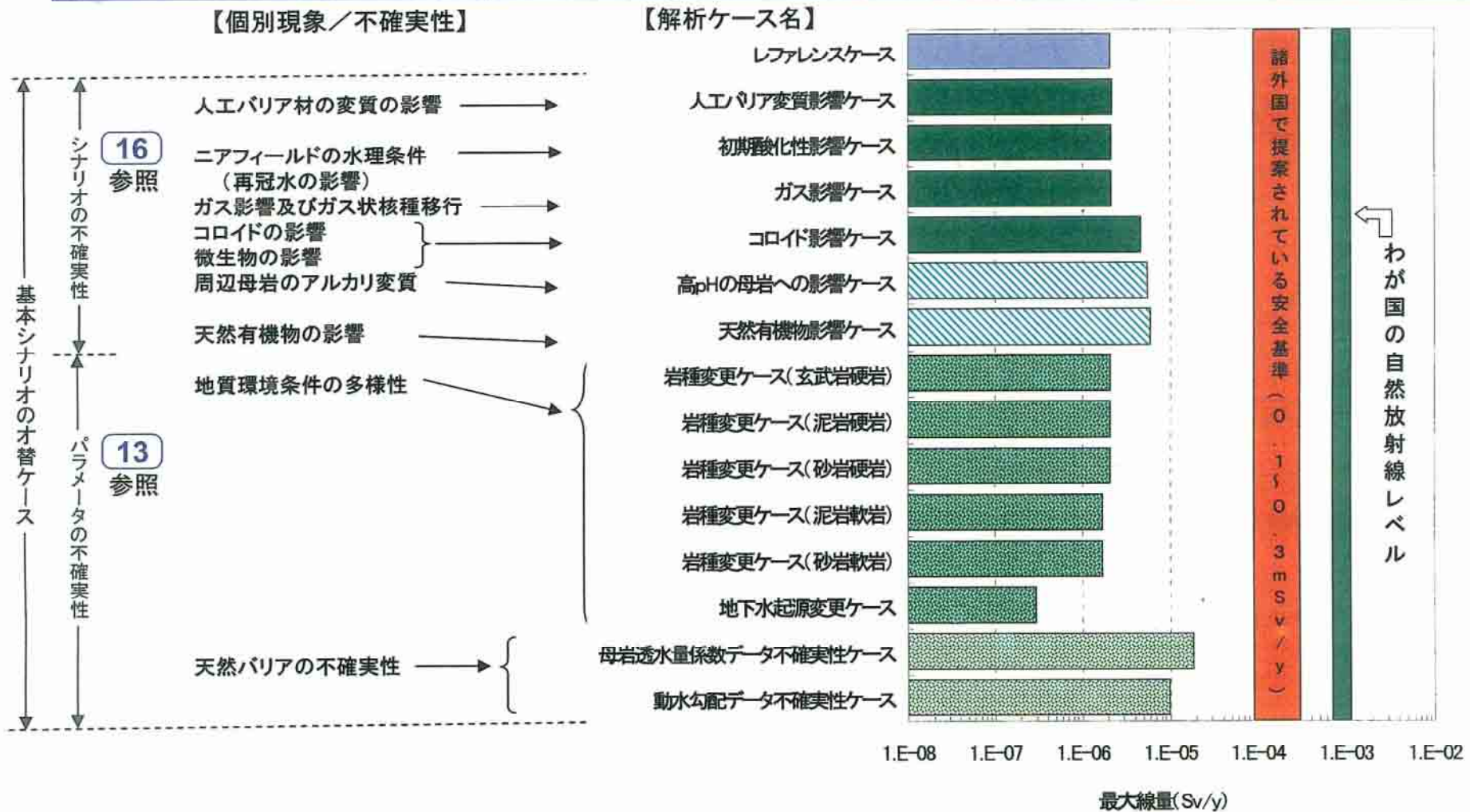
 : 発端的な現象
 : ある要因から派生する現象
 : レファレンスケースにおいて考慮した事象
 : 代替ケースにおいて考慮した事象

レファレンスケースの解析結果

- 最大線量は約10,000年で, 約0.002mSv/y
- 主要核種は, グループ1のI-129, 次はグループ2の有機形態のC-14
- 諸外国で提案されている安全基準(0.1~0.3mSv/y)を下回る



不確実性などを考慮した代替ケースの解析結果



・システムの多様性、シナリオ、パラメータの不確実性を考慮しても最大線量は、諸外国で提案されている安全基準を下回っている。

・地質環境の水理特性が最大線量に大きく影響する。