

## 低レベル放射性廃棄物処分特有の課題

平成21年7月9日

電気事業連合会 加藤 和之

1

### 発表概要：何が特有か？

#### ◆既に審査実績あり

- 昨今のセーフティケースの議論との違いは？
- 安全審査
- 技術的説明資料

#### ◆安全審査指針改訂の動き

- 何が変わろうとしているのか？
- 長期の評価の信頼性提示をどうするか
- 制度の違いは安全評価シナリオへ反映されるのか？SCにおける扱いは？

2

# 1, 2号評価シナリオの種類

- 管理建屋からの排気、排水、スライヤン（操業中）
- 地下水移行シナリオ  
（下部岩中への漏出⇒岩中移行⇒沢、沼への漏出）  
沢水飲用、沼産物摂取、畜産物摂取、灌漑農耕等
- 跡地利用シナリオ（上部覆土への漏出）  
建設作業、居住、井戸水飲用
- 跡地利用シナリオ（埋設設備掘削）  
建設作業、居住

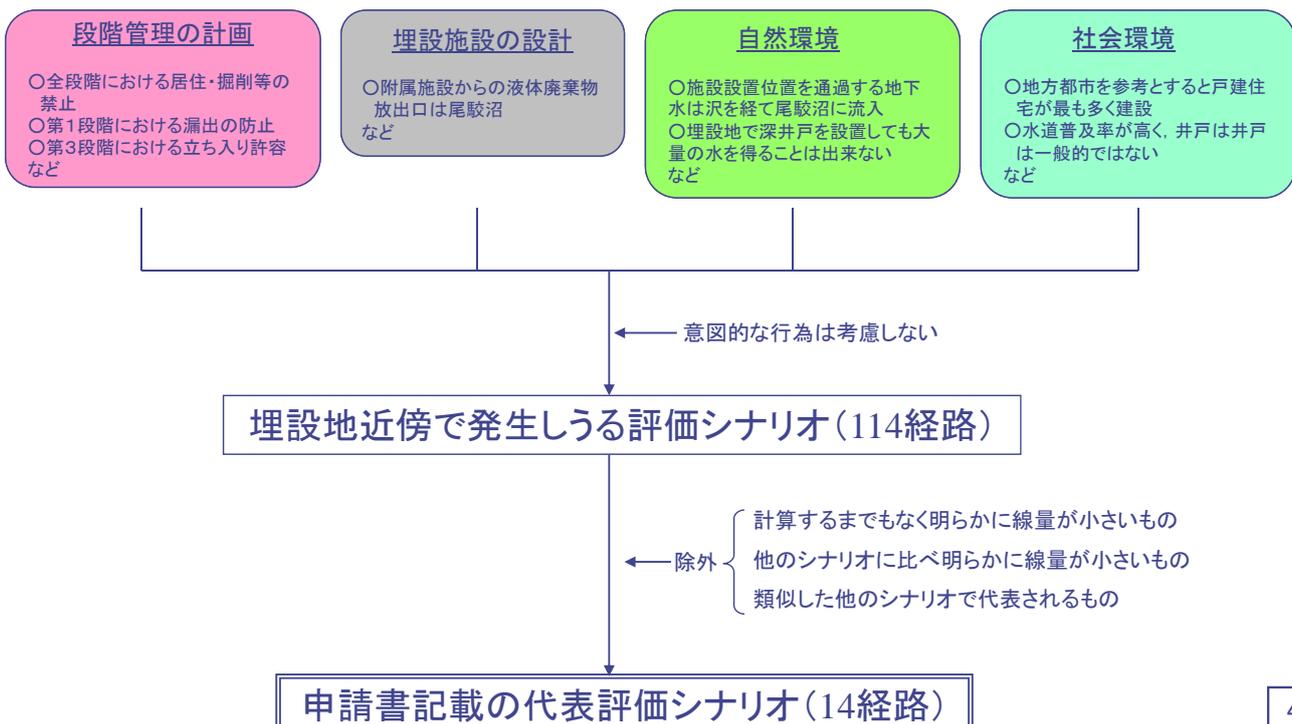
頻度小シナリオ

1,2号では処分システムの状態に着目したシナリオ区分は行っていない。結果として「評価シナリオ」=「評価経路」を意味している。

## 線量評価シナリオの選定の考え方(1)

【安全審査の基本的考え方】〔IV. 4-1〕

「平常時(管理期間内)における一般公衆の線量当量は、**段階管理の計画、廃棄物埋設施設の設計**並びに敷地及びその周辺の状況(自然環境及び**社会環境**)との関連において、合理的に達成できる限り低いものであること」



# 線量評価シナリオの選定の考え方(2)

1・2号では、六ヶ所村が現在の地方都市程度に発展した状況を想定

## 建設・居住シナリオの考え方

【申請書の記載】(添付書類六「二 線量当量評価 (3)管理期間終了以後における評価」より)

○六ヶ所村周辺の開発計画としては、青森県が昭和50年に発表した「むつ小川原開発第2次基本計画」がある。この計画は、農林水産業の振興を図りつつ、基幹型工業の導入を進めることを方針としており、廃棄物埋設地は工業専用地域内にある。

このような状況から、評価においては、現在の延長上としての田園地域、あるいは、地理的要因、日本の都市の発展形態に鑑み、むつ小川原工業開発地区が発展したときの工業地域を想定し、現在の六ヶ所村周辺のいわゆる地方都市程度の発展形態とした。

○埋設跡地の利用については、六ヶ所村が、工業地域を有する現在の地方都市程度に発展した状況を想定し、住宅地、工業用地、商業用地、公共用地、通常の道路としての土地利用に伴う掘削を想定する。

○想定される建築構造物の種類としては、現在の地方都市を参考にすると、住宅が建設される頻度が高く、中でも戸建住宅が最も多く建設されると考えられるが、ここでは戸建住宅よりも建設規模の大きい集合住宅程度の住宅施設の建設を想定し、また、そこで居住する場合についても想定する。

○発生頻度が小さいと考えられる事象としては、地方都市における施設利用面積等から判断して(3)(ii)で想定した住宅施設よりも建設頻度は極めて小さいと考えられる地下数階を利用する建物の建設を想定する。このような建物が埋設跡地に建設される場合には、埋設跡地の良好で硬い地盤である鷹架層まで掘削する可能性があることから、埋設設備が直接掘削されることを想定する。

また、このような地方都市における状況では、発生した掘削土壌は通常、周辺の土地造成等に利用されると考えられるので、その後の利用形態として居住シナリオを想定する。

通常シナリオ

頻度小シナリオ

5

# 線量評価シナリオの選定の考え方(3)

## 井戸水シナリオの考え方

【社会環境】六ヶ所村の井戸の保有数、水道普及率などから、埋設地近傍に井戸が掘られる可能性は小さい。ただし敷地外の深井戸から大量の水を得ている例はある(水道取水源として)。

【自然環境】埋設地及びその付近の地下水は専ら降水によりかん養されており、大量の水を得ることはできない。埋設地には透水性の小さい鷹架層が厚く堆積し、深井戸を設置しても大量の水を得ることは出来ない。

【申請書の記載】(添付書類六「二 線量当量評価 (3)管理期間終了以後における評価」より)

○廃棄物埋設地及びその付近の地下水は、主に第四紀層及び鷹架層表層部のN値50未満の部分の流れているが、地下水は専ら降水によってかん養されていることから、大量の水を得ることはできない。

なお、敷地外の深井戸から大量の水を得ている例があるが、それはその地点の透水性が大きいという水理的特性等によるものであり、地質・地下水調査結果によれば、廃棄物埋設地には透水性が小さい鷹架層が厚く堆積しているので、このような所に深井戸を設置しても大量の水を得ることはできない。

このような状況から、廃棄物埋設地及びその周辺の土地利用に伴う水利用を考えると、将来においても、現在と同様に敷地外の深井戸からの取水、老部川あるいは二又川のような河川水利用が一般的であるが、このような水利用に対しては本施設は影響を与えない。

○現在の六ヶ所村の井戸の保有数、それを利用する戸数及び同村の水道の近年の普及率の向上等から、廃棄物埋設地近傍に井戸の掘られる可能性はかなり小さいと判断する。したがって、廃棄物埋設地又はその近傍における井戸は一般的ではないが、井戸の掘削は簡便な水入手の方法であることから、小規模な浅井戸が第四紀層に設置される状況を設定し、この井戸水の飲用に伴う線量当量評価シナリオを想定する。

頻度小シナリオ

6

## 線量評価シナリオの選定の考え方(4)

### その他の掘削シナリオの考え方

【自然環境】地下を掘削する目的として地下資源の開発等が考えられるが、埋設地には価値のある地下資源は認められていない。

【申請書の記載】(添付書類六「二 線量当量評価 (3)管理期間終了以後における評価」より)

○地下を掘削する目的としては、住居等の建築構造物の建設、道路工事、農耕地としての開発等が考えられるが、道路工事や農耕地としての開発においては、地下を掘削する深度は浅く、線量当量評価の観点からは問題とはならない。建築構造物の建設で地下を掘削するのは、その基礎を作るためと地下を利用するためであり、この時の掘削深度は建築構造物の規模に依存する。

○他に地下を掘削する目的としては、地下資源の開発等が考えられるが、廃棄物埋設地には価値のある地下資源は認められていないので、地下資源の開発に伴う掘削は考慮しない。

### 温泉ボーリングについて

1号申請後、六ヶ所温泉(深度2,700m, 温度85°C)が掘削されているが、そのシナリオ上の扱いについては以下のとおり説明している。申請書上は陽に記載していない。

✓六ヶ所温泉は掘削時において日本最深の温泉であり、きわめて特異。

✓地温勾配を考へても2,700m掘れば85°C程度となるのは不思議ではなく、そこまで掘る必要があったということはむしろ「六ヶ所は温泉資源が有意にあるとは言えない。」ことを示唆している。文献からも資源としての温泉は存在しない。

✓またそのような深度の温泉掘削は経営的にも成り立たない。

✓以上より、評価すべきシナリオとしては特に考慮しない。

7

## 線量評価シナリオの選定の考え方(5)

### 長期の自然事象について

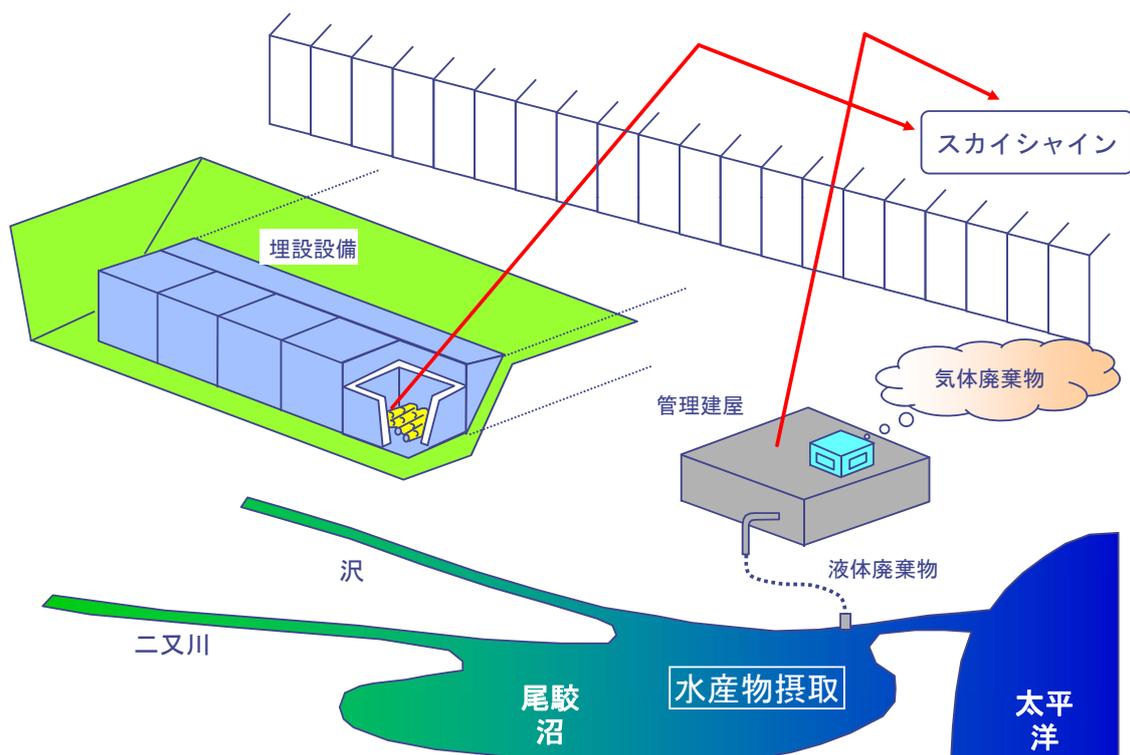
自然事象の長期的な影響は、結果として(人為的なシナリオで)想定されるシナリオやモデルに包含されるとして、陽には考慮していない。

【申請書の記載】(添付書類六「二 線量当量評価 (3)管理期間終了以後における評価」より)

○自然事象については、基本的立地条件、施設設計の考え方等において極力その影響を排除するようしており、また、人の行為との関連において被ばくが生じるものであるから、線量当量評価の観点からは、人為的なシナリオが重要であり、かつその影響の方が大きいと考えられる。したがって、自然事象の長期的な影響は結果として、想定される線量当量評価シナリオや評価モデル等に包含されることとなるので、ここでは考慮しない。

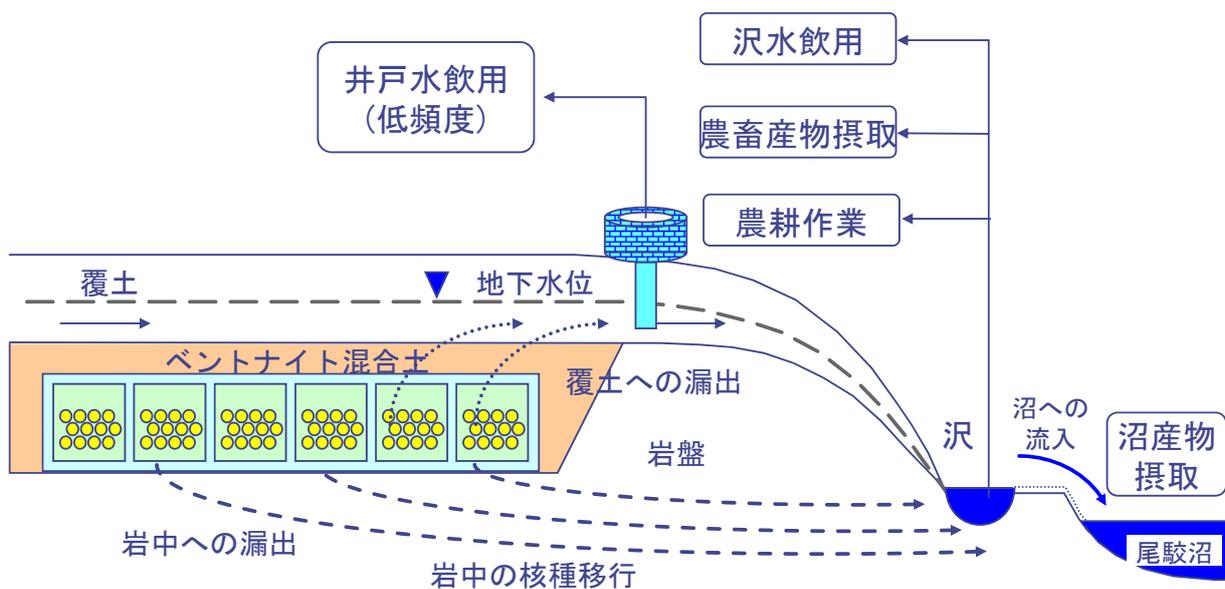
8

# 操業中シナリオ



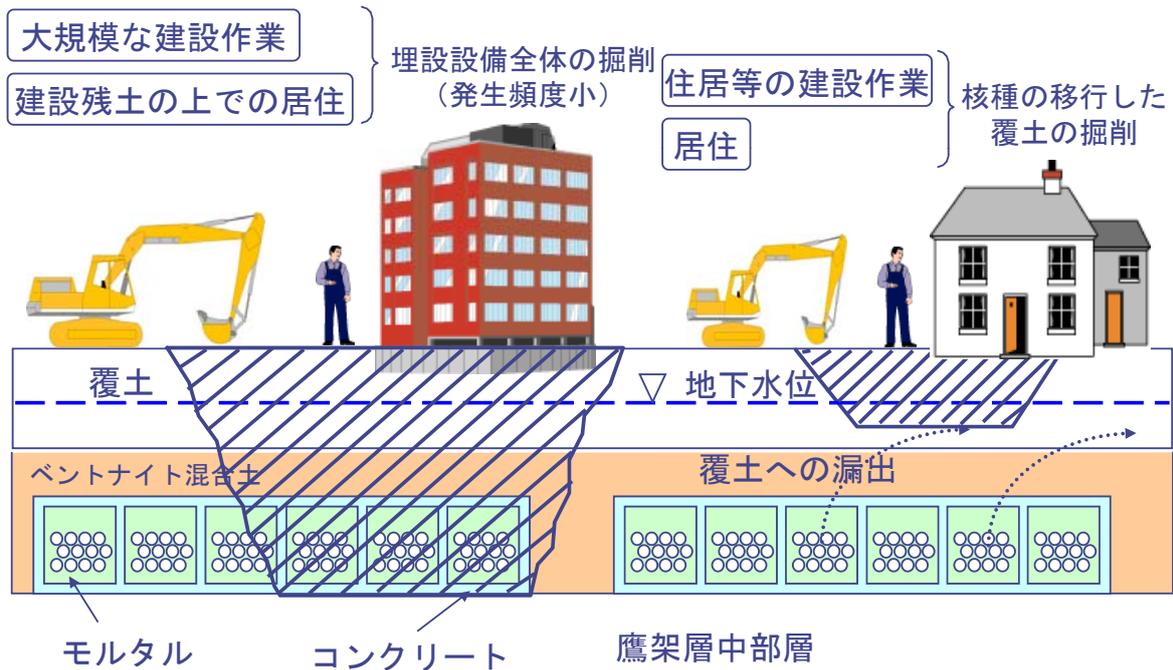
9

# 地下水移行シナリオ

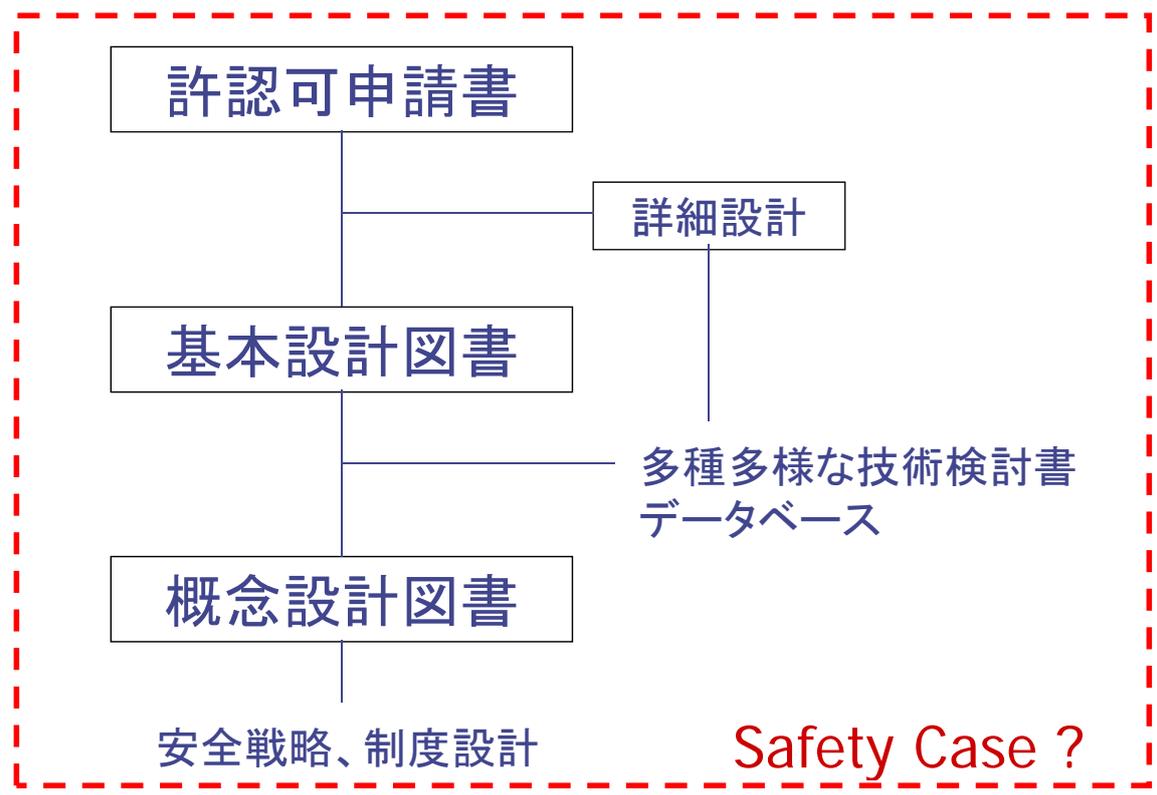


10

# 管理期間終了以後の跡地利用シナリオ



# 安全審査までの検討フロー

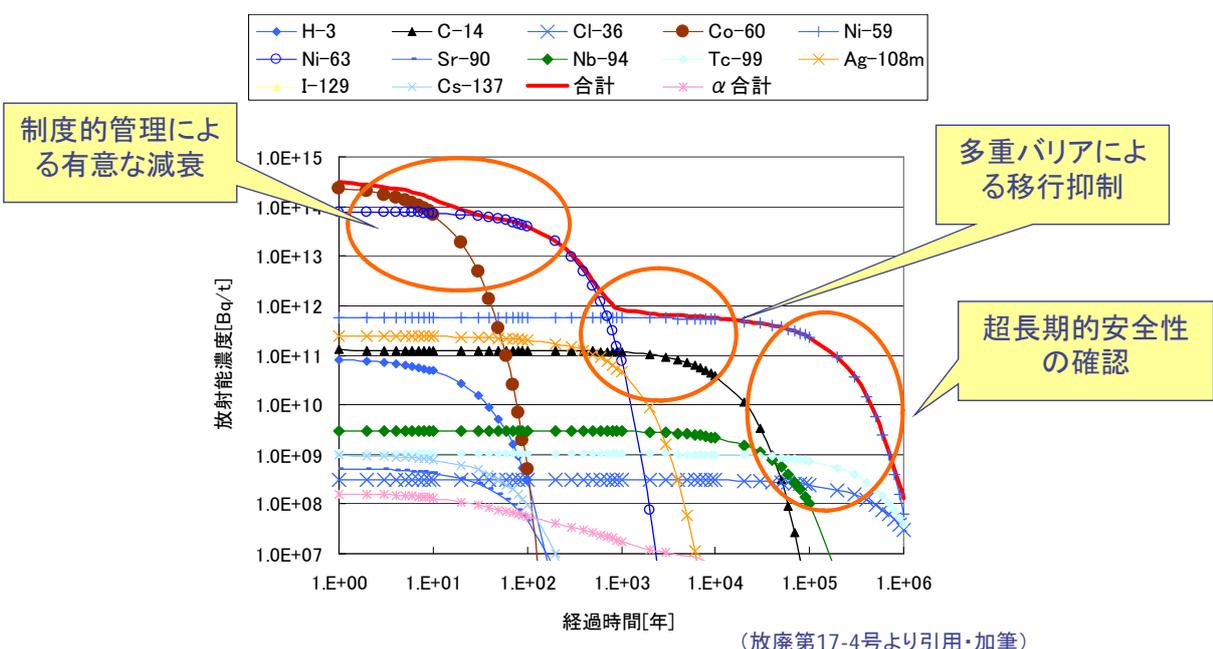


# 1, 2号申請とSafety Caseとの比較

- ◆ SCが閉鎖後の議論に重きがあるのに対し操業中シナリオも評価
- ◆ 審査項目である、事業者の経理的基礎や技術能力は安全確保上重要な点であり、SCの議論でも参考にすべきでは
  - 一般に対しては、安全に、安定して操業でき続けることを示すことが重要ではないか
- ◆ 審査の過程で、多種多様な説明を実施(これも含めて束ねればSCに近いものになる?)
- ◆ 安全評価では管理期間終了直後の被ばくを想定することに重点を置き、長期の評価は陽には実施していない
  - 原安委で実施中の指針改訂における主要ポイント

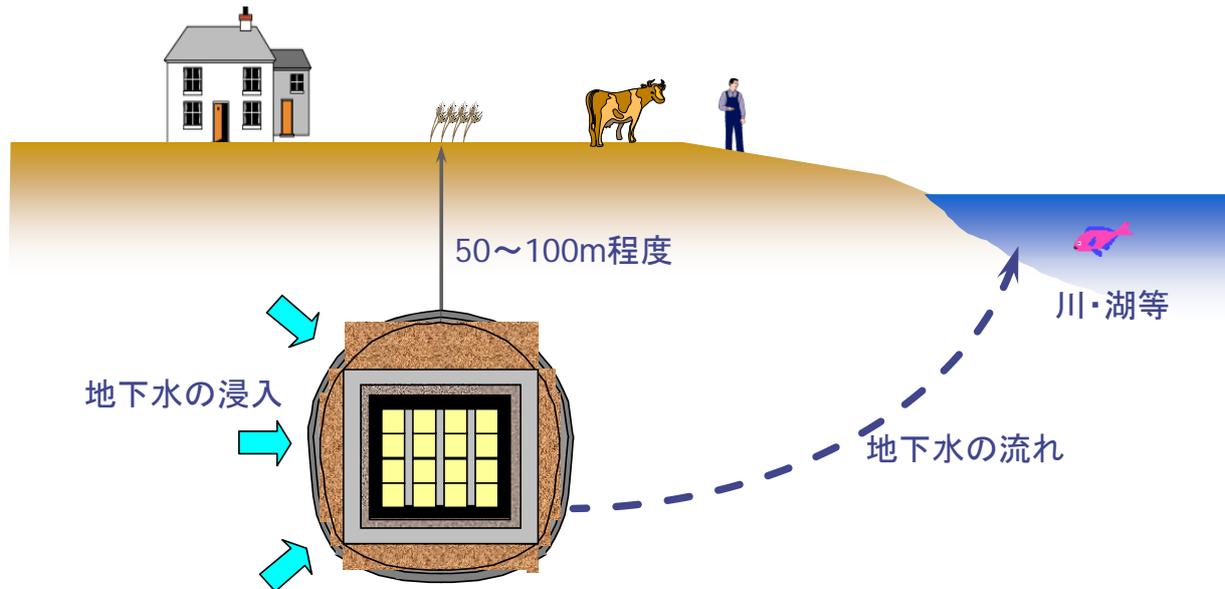
## 余裕深度処分廃棄物特性から考慮すべきポイント

発電所運転廃棄物(放射化金属)



(放廃第17-4号より引用・加筆)

## 余裕深度処分の概念



- ◆ 移行抑制機能の高い地下に施設を設置
  - ✓ 通常の地下利用に余裕を持った深度
  - ✓ 人工バリアと天然バリアの多重バリアで地下水による移行を抑制
- ◆ 上記により比較的放射能濃度の高い低レベル廃棄物埋設処分の安全を確保

15

## 多重バリアの採用

- ◆ 地下水シナリオにおける支配核種はC-14、Cl-36  
→ 半減期が長く、天然バリア中の移行遅延効果のみでは不十分
- ◆ 地下水流速は浅地中よりは小さいものの地層処分並みの性能は必ずしも期待できない。
- ◆ したがって、工学バリアには低透水性および低拡散性が長期にわたり必要となる。
- ◆ サイト特性および廃棄物特性に応じた人工バリア設計が求められる。

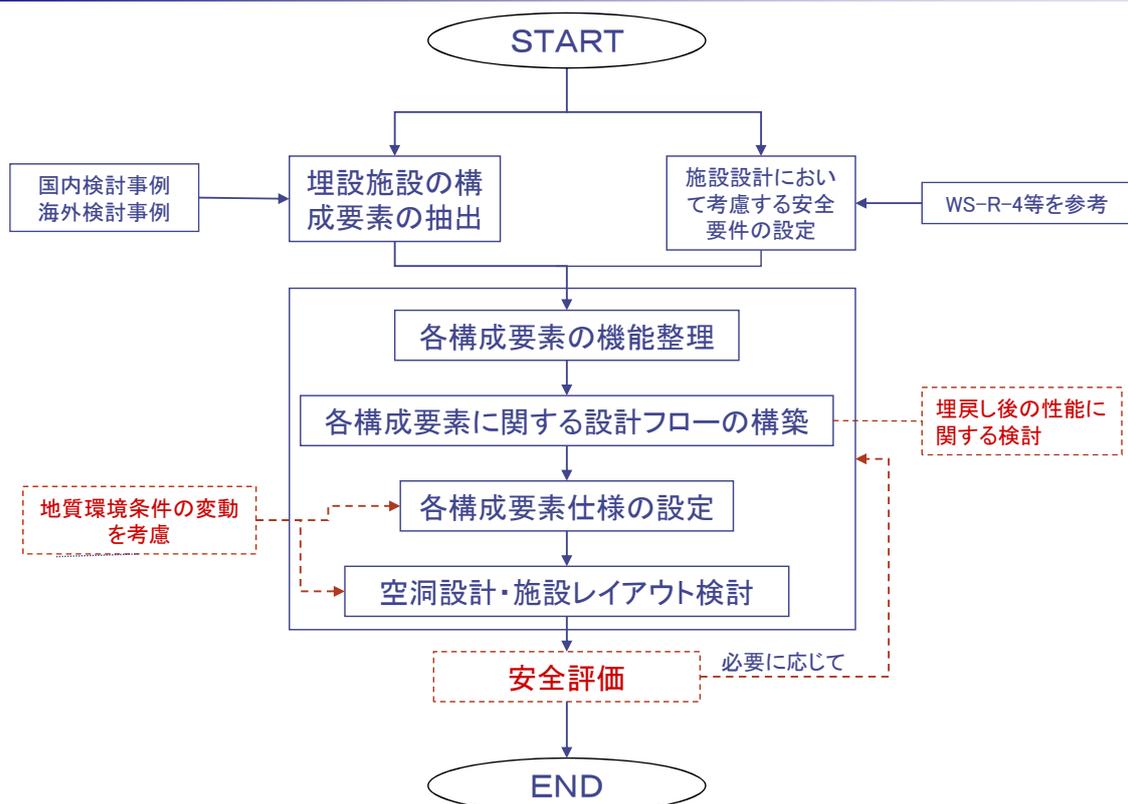
16

# 処分システム設計の考え方

- ◆ 建設・操業～事業終了後の安全性確保を目的として設計を実施
- ◆ 合理的に適用可能な最善の技術を用い、各バリアからの放出を抑制することを目的として、人工バリアと天然バリアを適切に組み合わせた処分システムを地質環境条件の変動を念頭に設計
- ◆ 過度に単一のバリア又は機能に依存しない、頑健性の高いバリアシステムを構築
- ◆ 埋設施設の設計・施工に際しては、品質保証計画を立案し、それを実行しうることを示すことにより、人工バリアに工学的な欠陥が生じる可能性を極力排除

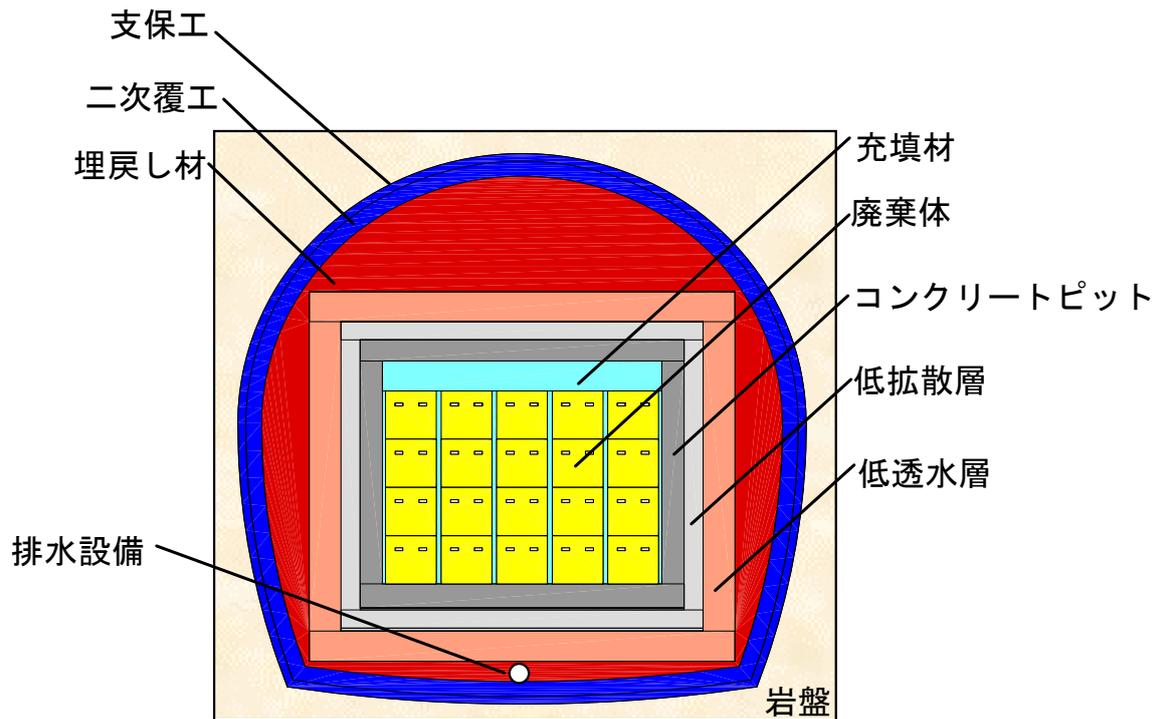
17

## 長期安全を考慮した施設設計フロー



18

## 施設概念の具体化



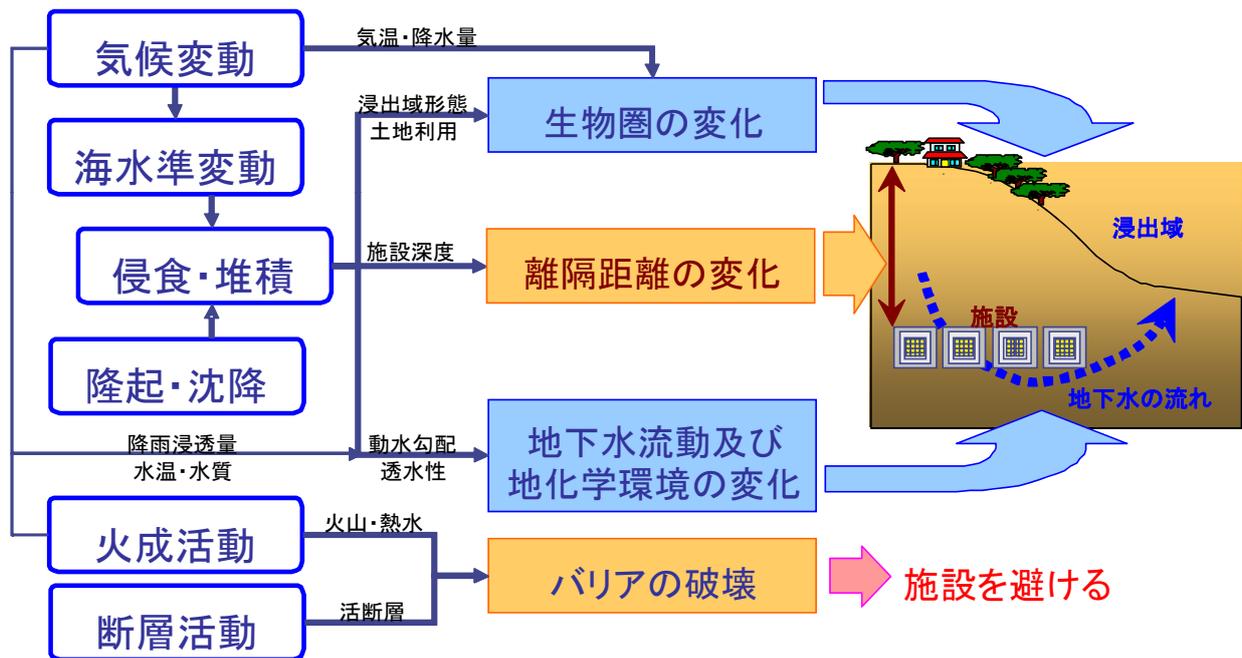
19

## 超長半減期核種に対する安全確保

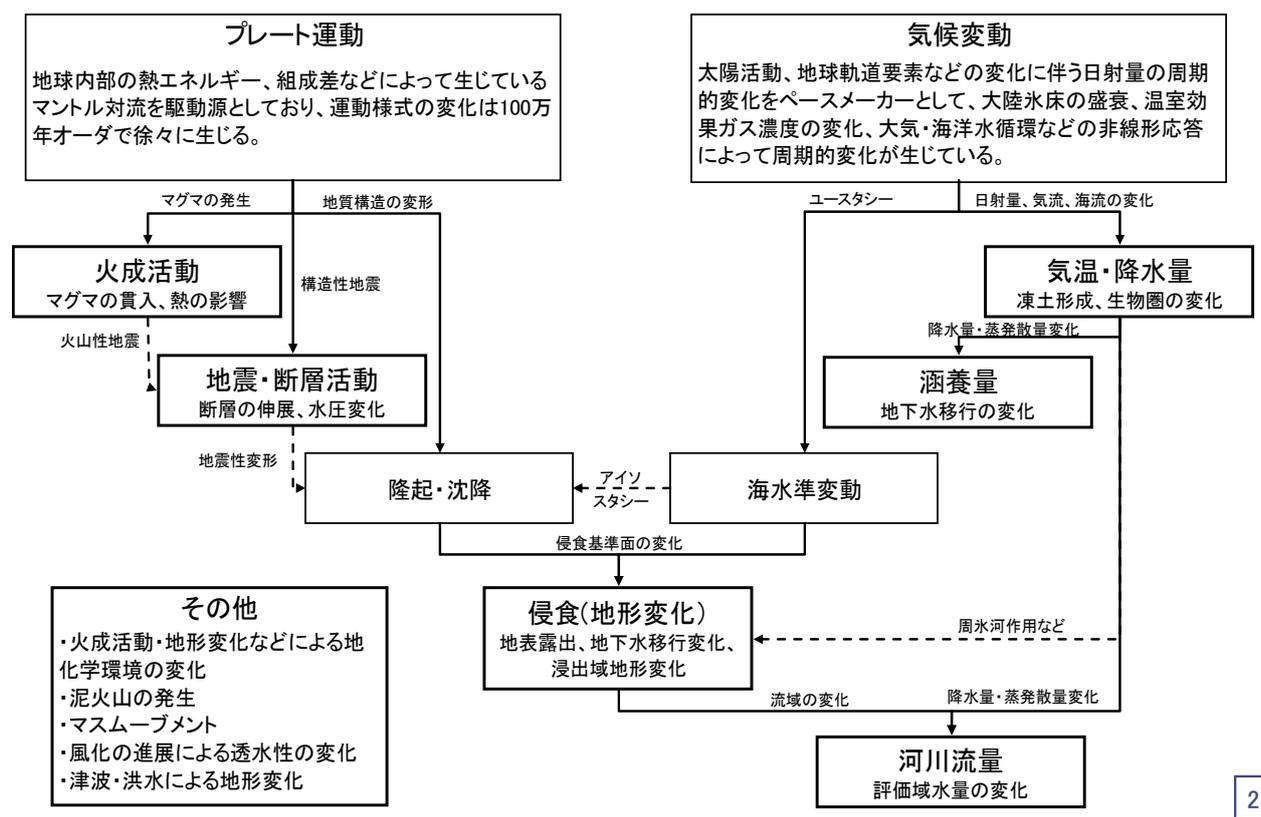
- ◆ 超長期にわたり放射性核種の影響が有意に残るため、処分場が生物圏に接近したとしても安全上問題ないことが必要
  - サイトが隆起傾向にある場合は、長期にわたり離隔が確保されるために、隆起速度を考慮した適切な深度に埋設
  - 埋設物量／濃度の制限

20

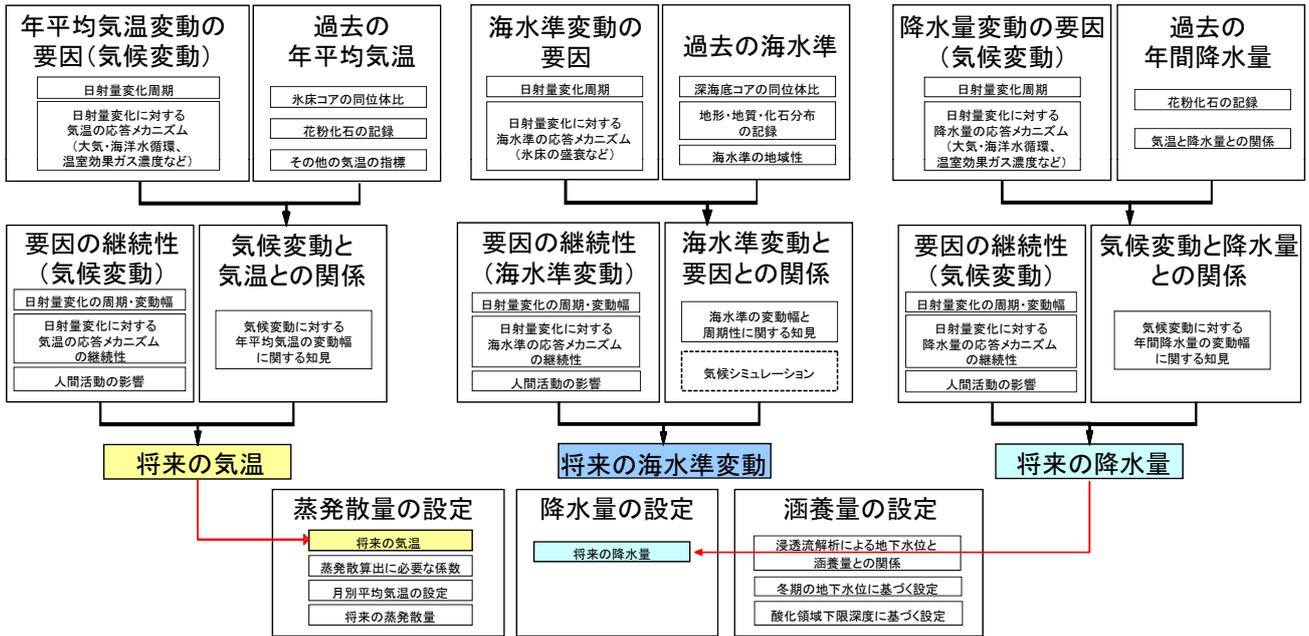
# 地質環境変動事象が施設に与える影響



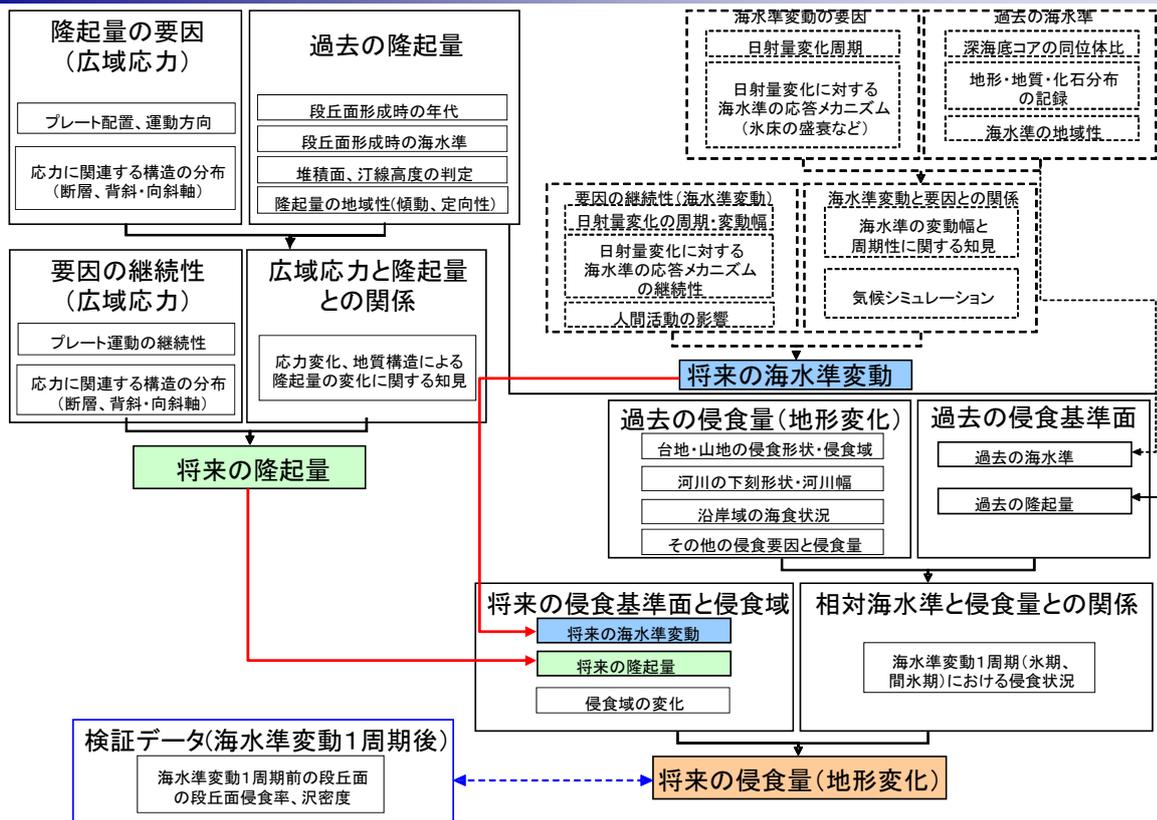
# 長期変動事象の検討フロー



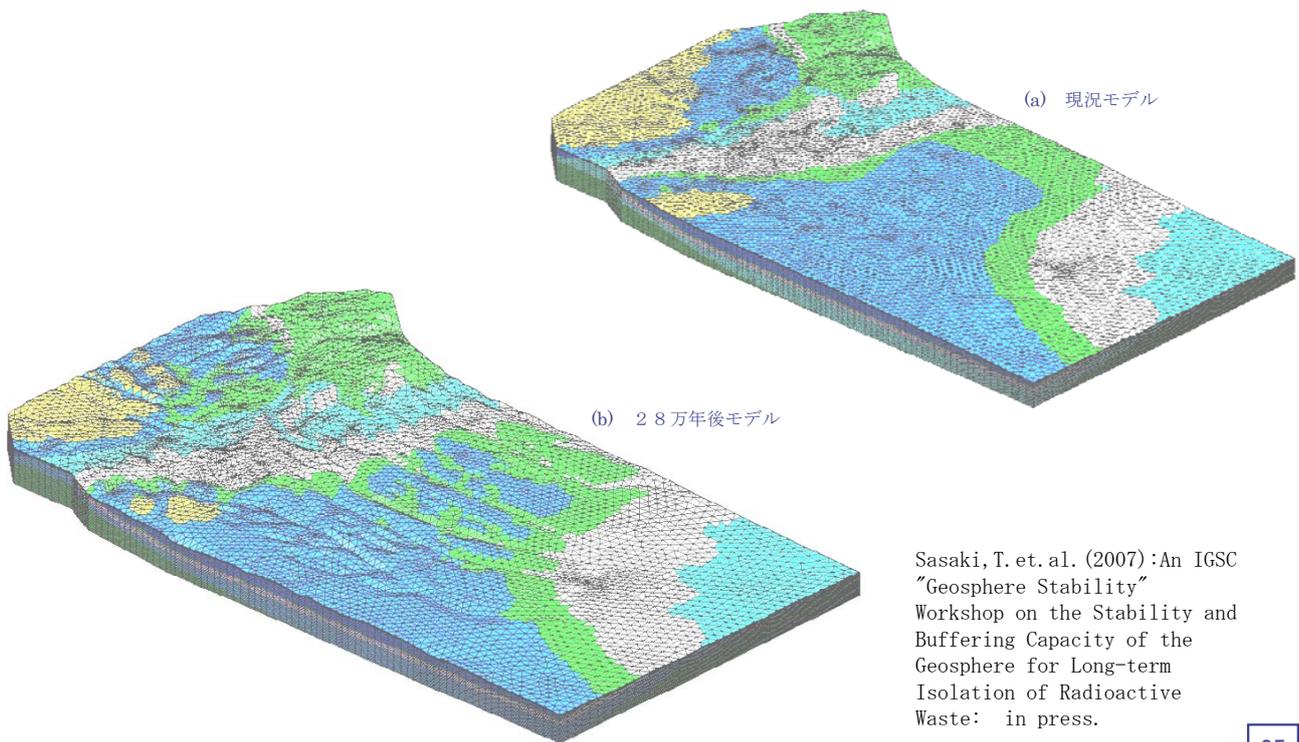
# 気候変動に関する検討フロー



# 将来の地形変化検討フロー



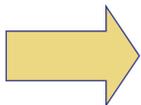
# 将来の地形変動（例）



25

## 安全評価における確認ポイント

- ① 処分システムが機能し、地下水シナリオにおけるピーク線量をめやす値以下に抑えていること。
- ② 離隔が十分であること。
- ③ 長期的に処分場と生物圏の離隔が十分でなくなったとしても安全上問題ないこと。



### ◆①、②に関しては、

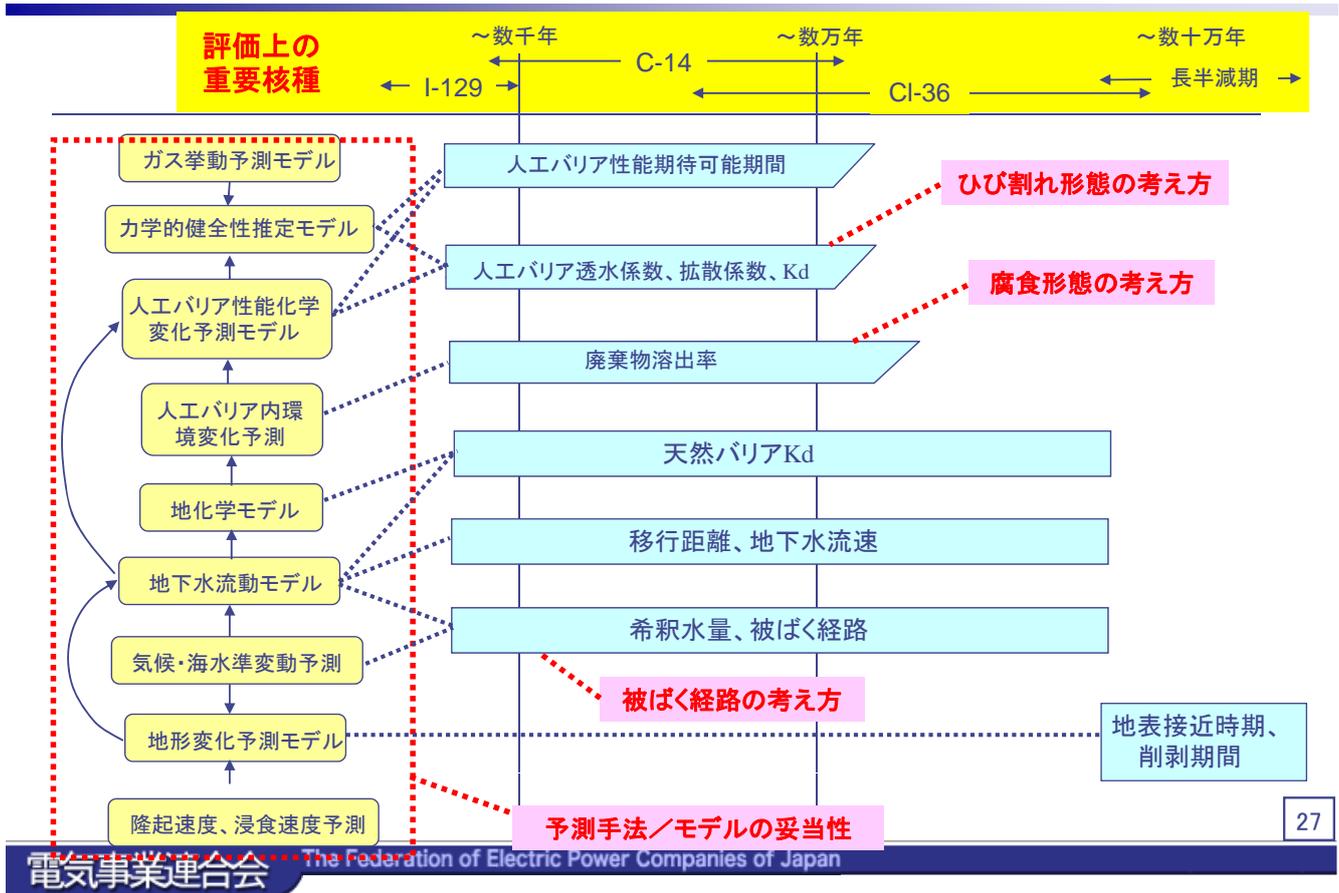
✓地質環境条件は精度良く予測可能であり、初期とほぼ変わらず安定。したがって、離隔は十分であるため地下水シナリオが支配的。人工バリアの劣化評価の妥当性が重要

### ◆③に関して

✓期間的に人工バリアの機能は期待できないため、地表接近にともなう地下水流速の増大等の考慮が重要

26

# 余裕深度処分安全評価の重要な論点



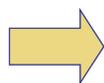
## 長期安全評価に関する論点

- ◆ 「安全規制の基本的考え方」に基づく具体的シナリオ分類の妥当性
- ◆ 処分システムの長期間にわたる状態設定
  - 人工バリア性能の劣化挙動の評価
  - 長期地質環境変動の予測
    - ◆ 気候・海水準変動条件の設定
    - ◆ 隆起・侵食挙動予測に基づく地下水条件（流動特性、水質等）の設定
- ◆ 長期影響の検討フローに含まれる個々の項目毎に予測可能範囲が異なる場合の取り扱い
- ◆ 影響が単発的かつ短期間の事象の取り扱い
- ◆ 長期の不確実性を踏まえれば、必要な明確化や様式化もあわせて検討していくことが重要
- ◆ より長期について評価に限界はないのか

## 余裕深度処分における人間侵入の考え方

原安委:二分第19-1号より

- ◆ 一般的に合理的と考えられる範囲で人間侵入の可能性を低減するための対策(サイト選定や処分システムの設計など)を施すこと。
- ◆ 処分施設(廃棄体と人工バリア)及びニアフィールドの直接的な破壊となる人間の行為については人間侵入と位置づけ、人為・稀頻度事象シナリオとして扱う。
- ◆ 人間侵入の可能性を低減するためにとられた対策の妥当性を確認するために、現在の一般的な知見に基づき、偶発的な人間侵入に関するシナリオを設定すること。
  - ① 廃棄体及び処分坑道あたりのインベントリ(放射能濃度)の妥当性を確認するためのシナリオ
    - ・ コア観察シナリオ
    - ・ 核種移行経路の短絡シナリオ
  - ② 人工バリアによる放射性核種の移行抑制機能の妥当性を確認するためのシナリオ
    - ・ 地下水摂取ボーリングシナリオ
    - ・ トンネル掘削シナリオ
  - ③ 離隔時間(距離)の妥当性を確認するためにシナリオ
    - ・ 地表掘削大規模建設シナリオ



・上記は記録保管等により処分場認知性があることは前提とするものの、最終処分法における保護区域設定のように掘削行為の禁止を伴わない制度を前提

・地層処分ではこのようなシナリオは考慮しなくて良いのか？

・安全評価で不要とされても土地の管理制度とその永続性についてSCに記載が必要では？それは誰の責任で記載することにするのか？

29

## 長期安全評価に係るセーフティケースについて

- ◆ 長期の評価に関しては、ベースとして用いたFactについて、知見・学説としてどの程度確立したものか定量的に提示できないか？可能なら適用範囲(条件の幅や時間)も含めて。
- ◆ Factに基づき展開した予測・解釈の妥当性の判断基準は？
- ◆ 様式化は、設計に依存しないルールであるため、その目的と理由と一緒に規制側が提示すべき。
- ◆ 制度的管理がリスク低減に寄与するのであれば、SCに記載すべきではないか。

30