

地層処分コロキウム

コミュニケーションツールとしてのセーフティケース

原子力安全研究協会

朽山 修

1. **“NEA Safety Case Brochure 2012”**: NEA Radioactive Waste Management Committee: The Nature and Purpose of the Post-closure Safety Case for Geological Repositories, NEA/RWM/R(2013)1, NEA No.78121, OECD (2013).
2. **“NEA Safety Case Brochure 2004”**: NEA Radioactive Waste Management Committee: Post-closure Safety Case for Geological Repositories: Nature and Purpose, NEA No.3679, OECD (2004).
3. **MeSA Report**: OECD/NEA: Methods for Safety Assessment of Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste - Outcomes of the NEA MeSA Initiative, NEA No.6923, OECD (2012).
4. **ICRP Publ. 122** : W. Weiss, C-M. Larsson, C. McKenney, J-P. Minon, S. Mobbs, T. Schneider, H. Umeki, W. Hilden, C. Pescatore, M. Vesterlind: ICRP, 2013, Radiological protection in geological disposal of long-lived solid radioactive waste. ICRP Publication 122. Ann. ICRP 42(3), Elsevier (2013).
5. **IAEA SSR-5**: IAEA Safety Standard Series, Specific Safety Requirement, No. SSR-5, Disposal of Radioactive Waste, IAEA, Vienna (2011).
6. **IAEA SSG-23**: IAEA Safety Standard Series, Specific Safety Guide, No. SSG-23, The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste, IAEA, Vienna (2012).
7. **“A Collective Statement of RWMC 2012”**: NEA Radioactive Waste Management Committee: Geological Disposal of Radioactive Waste : National Commitment, Local and Regional Involvement, NEA No.7082, OECD (2012).
8. **“An Annotated Glossary of Key Terms”**: NEA Radioactive Waste Management Committee: Stakeholder Confidence in Radioactive Waste Management – An Annotated Glossary of Key Terms-, NEA No.6988, OECD (2013).
9. **“The Symbolic Dimension of RWM”**: More than Just Concrete Realities: The Symbolic Dimension of Radioactive Waste Management, NEA No.6869, OECD (2010).

セーフティケースとは？

case の意味 : (Collins English Dictionary)

“a set of arguments supporting a particular action, cause, etc”
(何らかの行動、理由その他を支持するひと組の議論)



「セーフティケース」= 安全であることを支持するひと組の議論あるいは論拠

セーフティケースにおいては、不確実性を伴う安全の評価が重要となる。すなわち事象の生起の確率が不確実で、かつその事象の結果の影響が深刻になりうるような事象を潜在的に含む分野（鉄道、海上構造物、油田等々）で、セーフティケースの重要性が認識されるようになり、安全規制においてその提出が要求されていることも多い。



- NEA SC Brochure 2004 & 2012は「地層処分場の閉鎖後の」セーフティケース
- SSG-23 は「放射性廃棄物の処分の」セーフティケース（閉鎖後安全以外も含む）

セーフティケースとは？

- A safety case is a formal **compilation** of evidence, analyses and arguments that **quantify and substantiate** a claim that the repository will be safe.(NEA, 2012)
- **safety case**: A **collection** of arguments and evidence **in support of** the safety of a facility or activity. (IAEA Safety Glossary, 2007)
- A safety case is a **structured set** of arguments and evidence **demonstrating** the safety of a system. More specifically, a safety case aims to show that specific targets and criteria are met.(ICRP Publ.122)

1. 地層処分を実施（遂行）しようとする主体（機関）が、ステークホルダー（利害関係者：意思決定にかかわる人々＝関係者）に対して、地層処分が十分安全であることを主張するために提出する全ての論述の集合体
ステークホルダー ＝ 利害関係者：意思決定にかかわる人々、規制において安全評価を行う人、サイトの受け入れについてその是非を決定する人、国民一般
2. *compilation of evidence, analyses and arguments* = 単なる証拠や論拠ではなく、説明、主張のために整理し直し統合したもの。ある決められた手順により規格や仕様を満足することを示す（既存の工学における安全評価）のではなく、様々な側面から議論を積み上げて総合的に安全を主張する。
3. *quantify and substantiate* = 安全は絶対の白黒ではない。safety case は実施主体による意思決定や判断の結果(safe or not safe)を提示するものではなく、安全性（“どの程度”安全であるか(safety)）を示し、意思決定をステークホルダーに委ねるもの。

「安全かどうか」と問うことは、長いかどうかを問うことと同じ類の問い。
何らかの物差しで程度を測ることと判断することを区別することが重要。

↓
定量⇒科学 是非の判断⇒意思決定
demonstrate rather than assume

被ばく評価

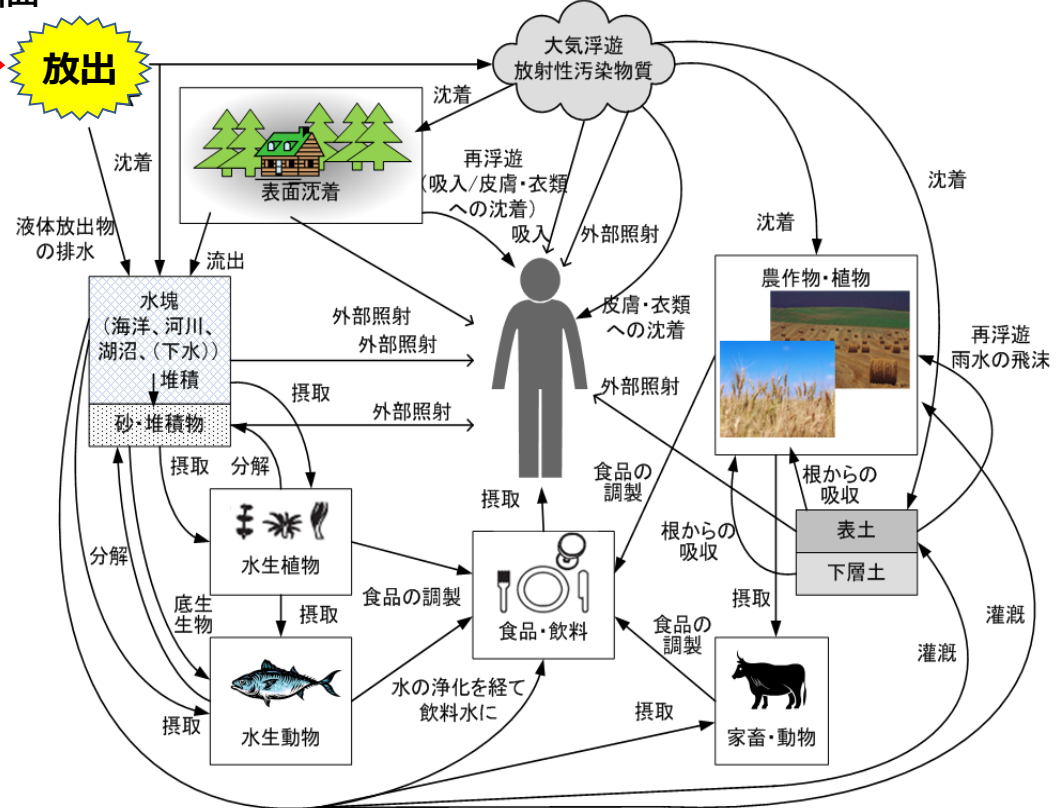
1. ソースターム：放出放射性物質の核種、化学形、量、放出時期
2. 空気、水による輸送移行経路（移行係数）
3. 人の被ばく（線量換算係数）

どこまで抑制できるか = 性能評価

どこまで危害を与えるか = 安全評価

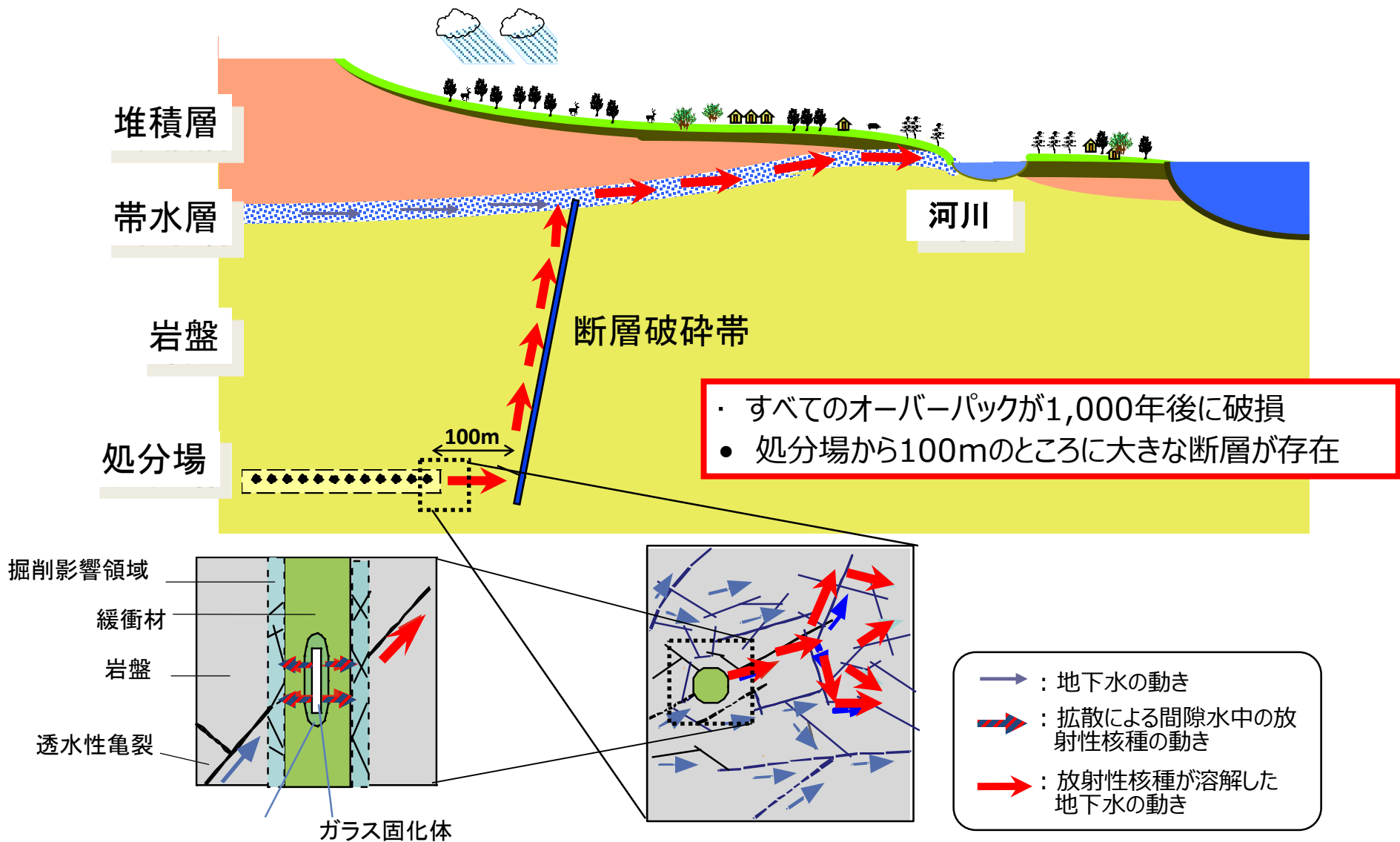
- 事故
- 運転中の放出
- クリアランス
- 浅地中処分
- 地層処分

核燃料サイクル、研究・医療等
操業、解体、事故



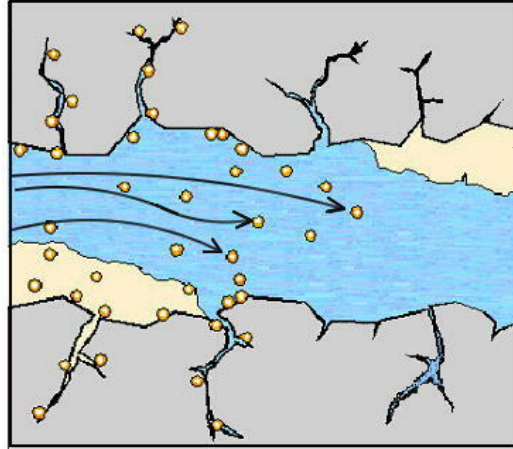
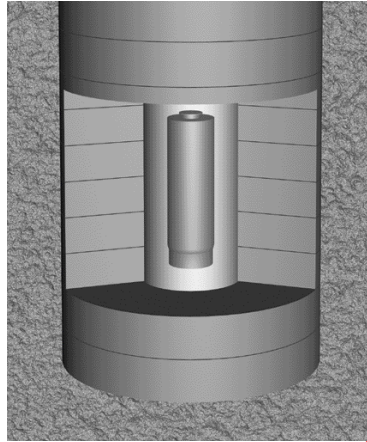
- retrospective dose assessment 遡及的線量評価 (radiation dose reconstruction)
- prospective dose assessment 計画的線量評価 → 性能評価、安全評価

IAEA Safety Standards Series RS-G-1.8: Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection(2005) の図に基づき作図



岩盤中を100 m 移動した後、断層破碎帯に出会い動きが速くなると仮定する
井戸、河川を通じて生物圏に入り被曝をもたらすと考え

各段階をモジュール化してモデル化する



人工バリア

天然バリア

生物圏

ガラス固化体

オーバー
バック

緩衝材

掘削
影響
領域
母岩
(100m)

断層破碎帯
(800m)

生物圏

放射性核
種の溶解

沈殿／収着

拡散／収着

均一
混合

移流分散／
収着

移流分散
／収着

生物圏移
行モデル

インベントリ評価

溶出率
溶解度

透水係数
拡散係数
収着分配係数

透水係数
実流速、分散係数
拡散係数
収着分配係数

希釈水量
移行係数
換算係数

シナリオの誘導

- 処分システムの初期状態の記述
廃棄物の特性把握
サイトの特性把握 (geosynthesis)
- どちらも不確実性の特定を含む



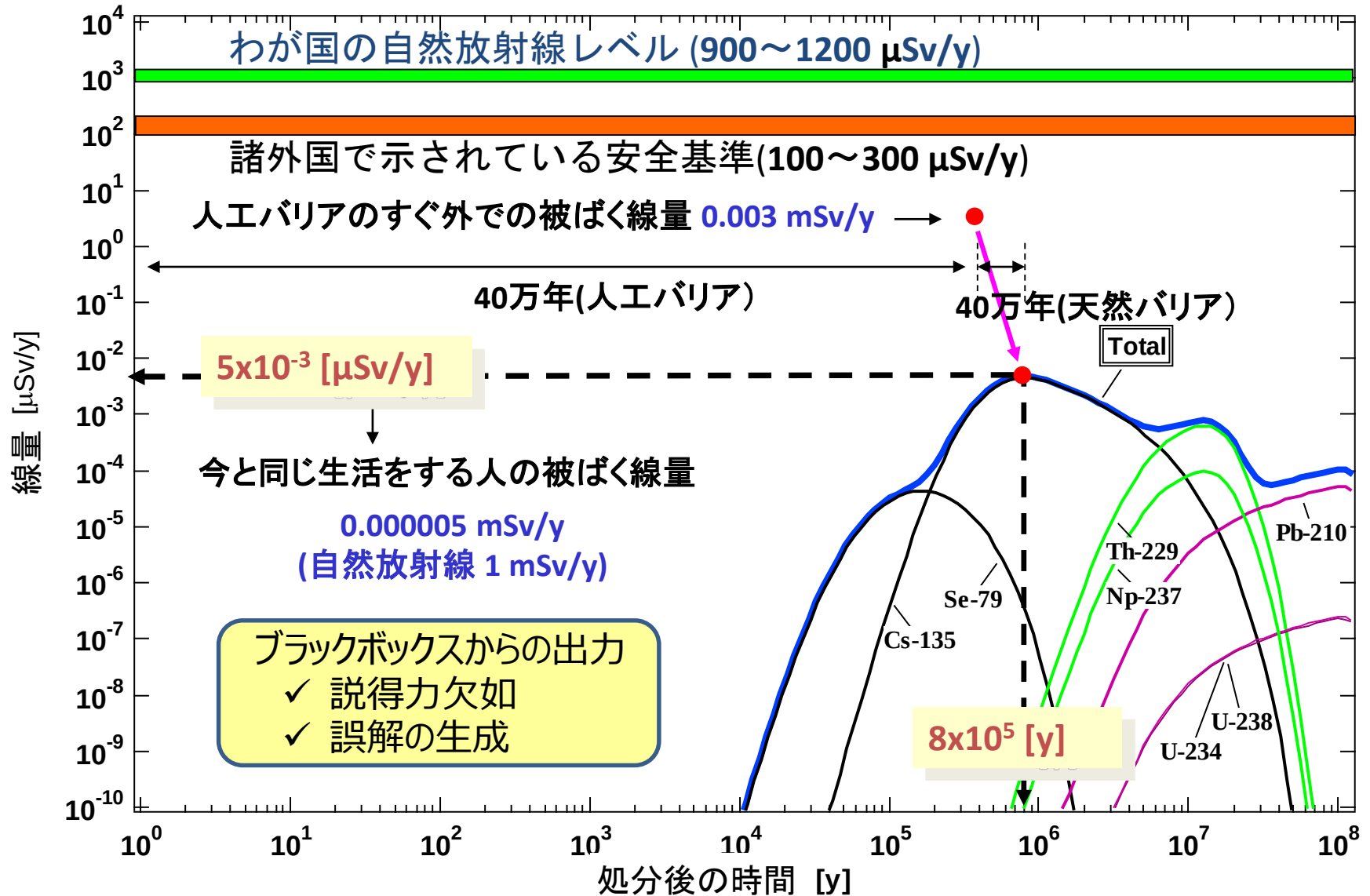
- 処分システムの進展変化 (FEP) の記述
システム (人工バリア、天然バリア) 設計と安全機能の時間的進展変化の把握 (化学 : **C**hemical、熱 : **T**hermal、水理 : **H**ydraulic、機械 : **M**echanical、ガス生成 : **G**as formation、放射線 : **R**adiation、生物 : **B**iological プロセスの把握)



- ボトムアップアプローチ (FEPからの組み立て)
外部事象、状態変化 (気候変動、人間侵入、初期欠陥など) を発端とする処分システムの変化を考える
- トップダウンアプローチ (安全機能からの設定)
重要な安全機能を損なう条件の組み合わせを考える

両者を併用してシナリオを構築する

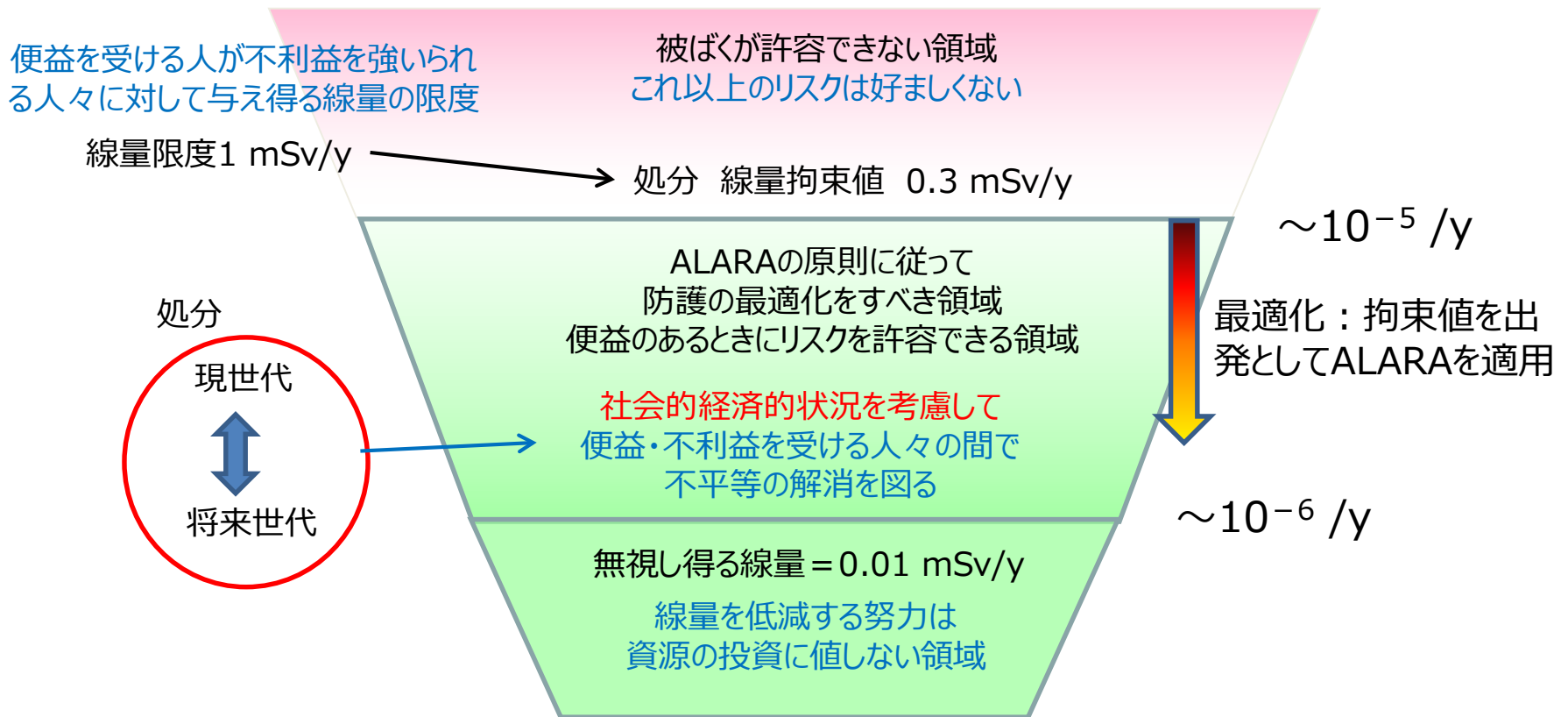
地下水シナリオに基づく影響の予測評価例



放射性物質が地下水に溶けて出てくるとしてもそれによる放射線被ばくは80万年後に自然放射線の数十万分の1

線量拘束値＝防護の最適化のための出発点

線量でなく、線量を与える線源・行為を拘束している



$$\text{致死がんリスク} = 0.055 \times \text{線量(Sv)} (\text{ICRP2007})$$

- 行為の正当化：放射線による損害 < 便益
- 防護の最適化：被ばくは合理的にできる限り低く
- 線量限度：ある個人が受ける被ばく線量の制限

なぜセーフティケースが必要か？

- 地層処分の安全評価が対象とする全時間・空間スケールに対して文字通りの実証は不可能（不確実性の増大）
- 安全評価（システムの安全レベルの定量化、因果の鎖としてのシナリオの評価）だけでは十分な信頼性を提供できないー多面的な証拠(multiple lines of evidence)による説明
- 段階的なアプローチ／意思決定（不確実性を残した状況）における各段階において safety case を提示する

規制の要求

- 安全評価（システムの安全レベルの定量化）の結果の規準に対する順守
- システムと安全評価の双方が十分な頑健性（robustness）を有すること
- 処分システムの時間的変遷（evolution:進展変化）を十分理解していること



たとえば

- なぜこのシナリオでよいのか？（シナリオの網羅性⇒シナリオの包絡性）
- なぜ他のシナリオ（地震の影響、微生物誘導腐食など）は除外してよいのか？
- なぜこれらのモデル、データでよいのか？
- 予測の蓋然性を支持する傍証（ナチュラルアナログ）。
- 残る不確実性にどう対処するのか？（accident に対する介入はできない）

不確実性の取り扱い

不確実性の分類

- **シナリオの不確実性**：人工バリア、物理プロセス、サイトにおける顕著な変化に伴う不確実性。
- **モデルの不確実性**：天然バリア、人工バリアの進展変化、物理プロセス、サイトの特性把握、評価のためのモデル化や計算コード化に関する知識の不足および理解の不足による不確実性。
- **データとパラメータの不確実性**：評価モデルに使われるパラメータが、不完全（目的に対して不十分）なこと、正確に取得できないこと、入手できないことによりもたらされる不確実性。



不確実性に対する対策

- 不確実性の安全評価に対する関連性（無関係性）
- 不確実性の評価（確率論的アプローチ、感度解析）
- 不確実性の範囲の明示（保守的簡単化の仮定）
- 不確実な事象またはプロセスの除外（低頻度、より深刻な影響）
- 様式化アプローチ（生物圏、将来の人の振る舞い）



無関係であることが示せない不確実性

サイトの選定、サイトの特性調査、処分施設の設計、プロセスについての研究により
回避（avoid）、緩和（mitigate）、低減（reduce）する

システムの記述とシナリオ

シナリオ

処分システムの与えられた初期状態からの潜在的進展変化の記述
安全に関係するFEP（特質、事象、プロセス）の集合的配列の記述で人と環境
の潜在的影響を評価する



全ての起こり得るシナリオの完全な網羅的記述は実行不可能

- ある事象のランダム性、予測不可能性
- 地質環境と生物圏の変動性
- プロセスの特性把握の欠如
- 遠い将来の生物圏と人の振る舞いの予測不可能性



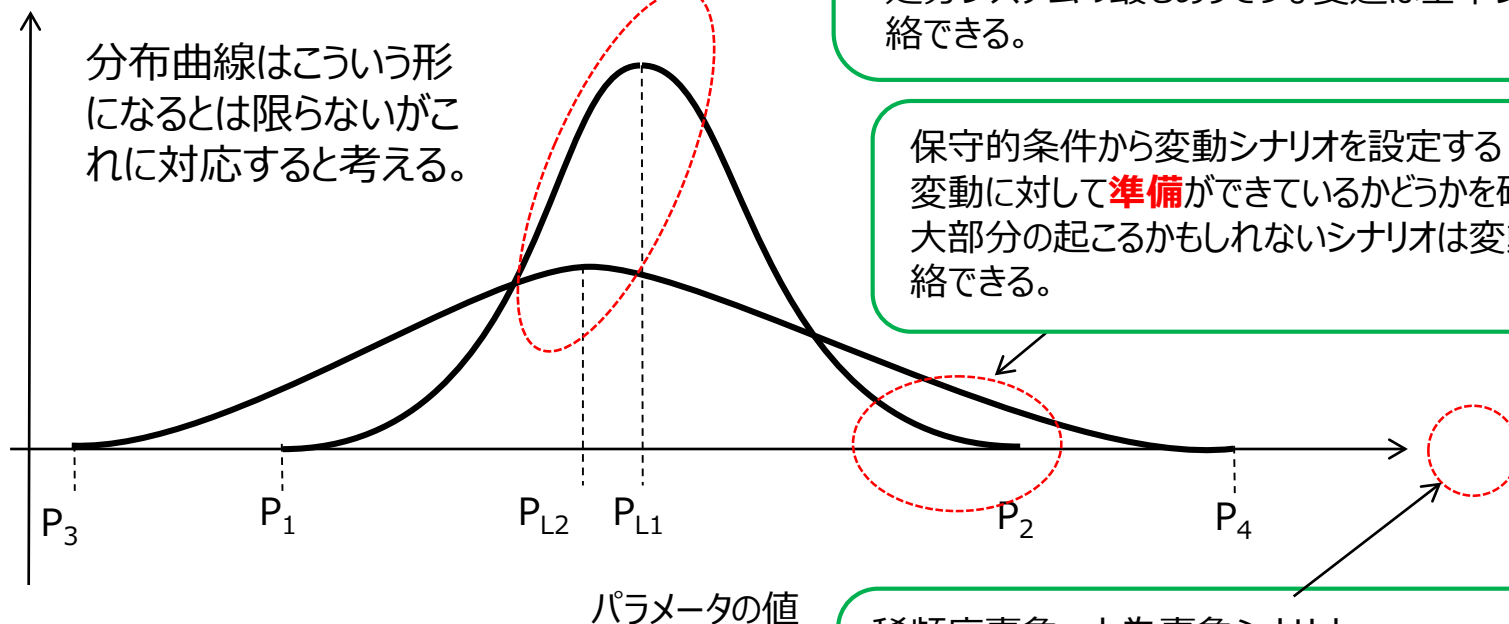
様々な進展変化を包みこむ（boundする）シナリオ
大きく異なるFEPの影響（気候変動、人間侵入、容器初期欠陥
等）の影響を評価するシナリオ
⇒包含的シナリオ（comprehensive）のセット

シナリオ区分とめやすのセットによる安全確保の考え方 (それぞれのシナリオに対してめやすを満足すること)

$$\text{リスク} = \text{シナリオの生起確率} \times \text{結果の影響}$$

廃棄物が将来辿る運命には様々の可能性がある。だとすれば？

確からしさ⇒生起確率



様々な可能性を考えて、それらを少数のシナリオで包絡して、運命の幅を考える

準備（設計）：廃棄物インベントリの制限、サイト選定（深度を含む）、工学設計など

シナリオの分類

将来を完全に言い当てることはできないので、安全かどうかの意思決定をするためには、シナリオを用いて廃棄物が辿る運命の幅を考えて、その幅において悪影響を及ぼすことにならないことを確認する。この意味で、シナリオ開発とは、安全評価に問題となるような潜在的な将来の選択、幅の記述、同定であり、安全評価において最も重要となる作業である。

設計基準変遷(design-basis evolution)

- 基本シナリオ (main, base, normal, expected, likely, reference scenarios)
処分システムの予期される進展変化を表わすことを目指したシナリオ
- 変動シナリオ (less-likely but still plausible (altered, disturbed) scenarios)
あまり起こりそうもないが、それでも考え得るシナリオ
Likely = will probably happen in a particular situation
Plausible = seems likely to be true or valid

処分システムの将来の運命を言い当てようとするのではなく、**運命の幅を範囲づける(bound)ために基本シナリオを設定し、変動シナリオにより運命の幅を考える。**

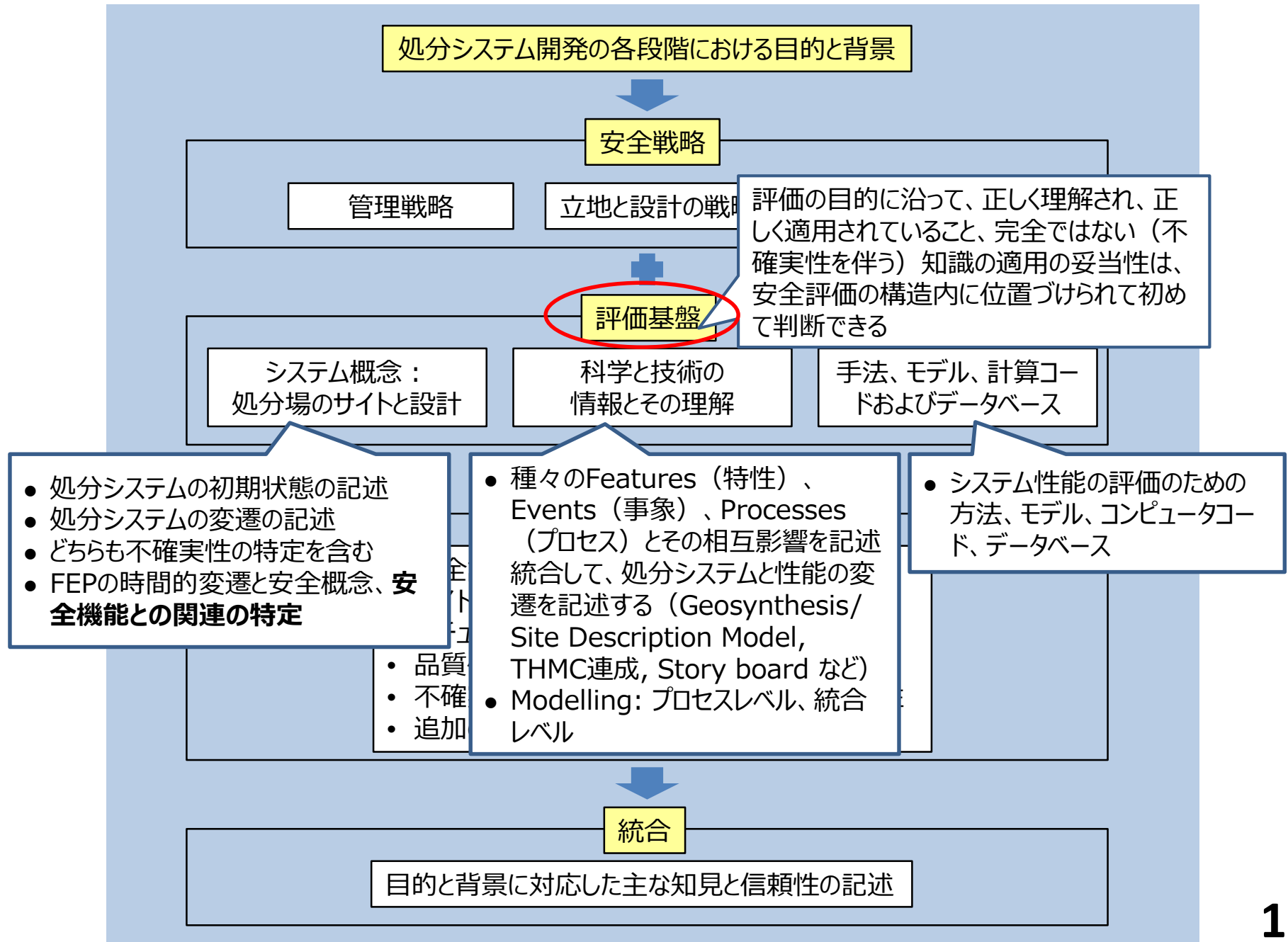
設計基準外変遷(non-design-basis evolution)

- 稀頻度シナリオ (Unlikely scenarios)
起こりそうもないシナリオ
- 人為シナリオ (Possible future human actions)*
処分システムを損なう可能性のある人為事象
- “What-if” scenarios
起こるとは考えにくいまたは物理的に不可能なシナリオ
システムや評価の頑健性の確認のために考えるシナリオ（説明には気をつける必要がある）

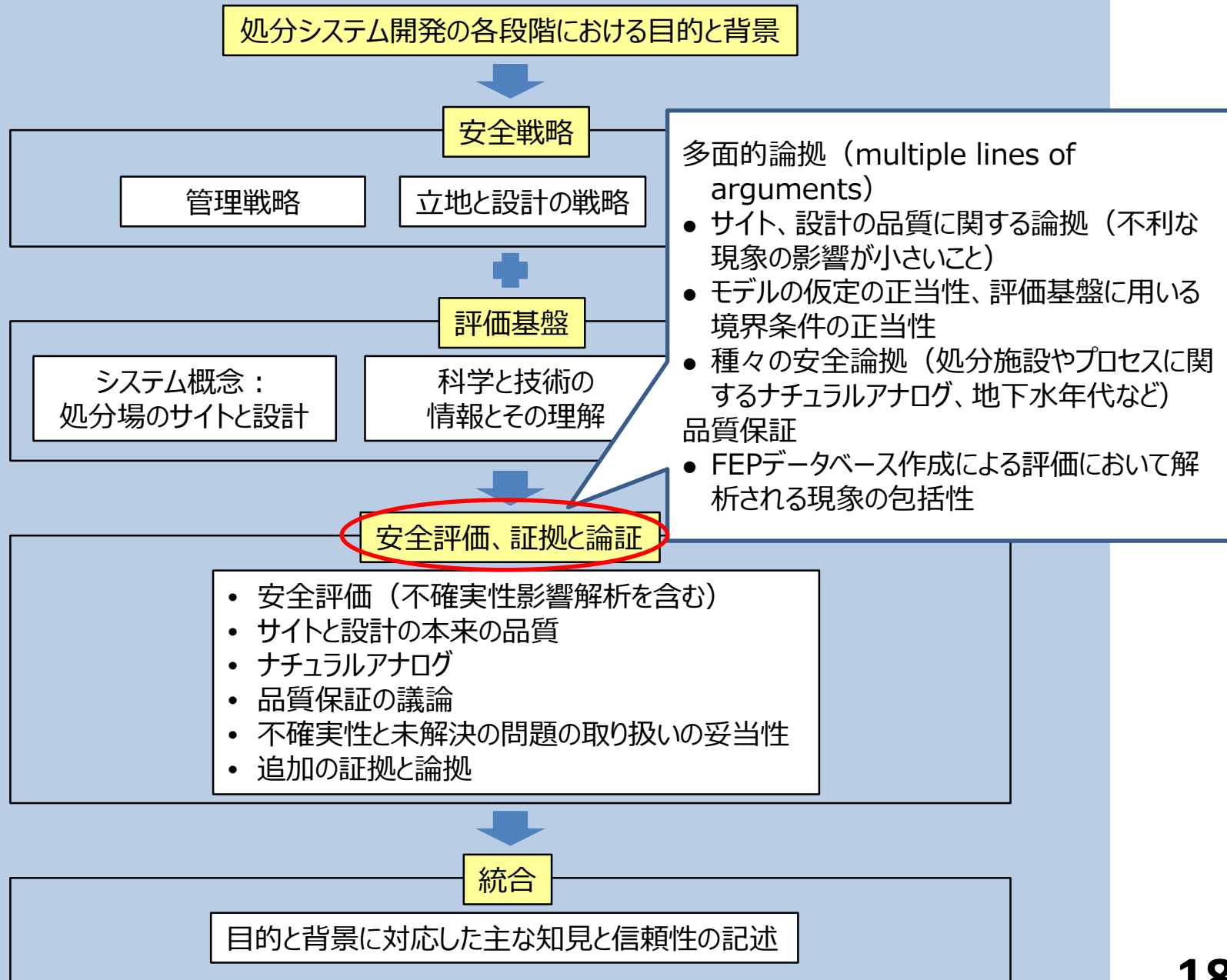
確率分布曲線で表せない事象
それでも発生の可能性を完全には否定できない事象について念のためにその影響が、回復不可能なほど大きくなることを確認する

* 代表的個人 (representative person) を設定して生活環境の汚染を評価する際の人の振る舞い (life style) とは区別する

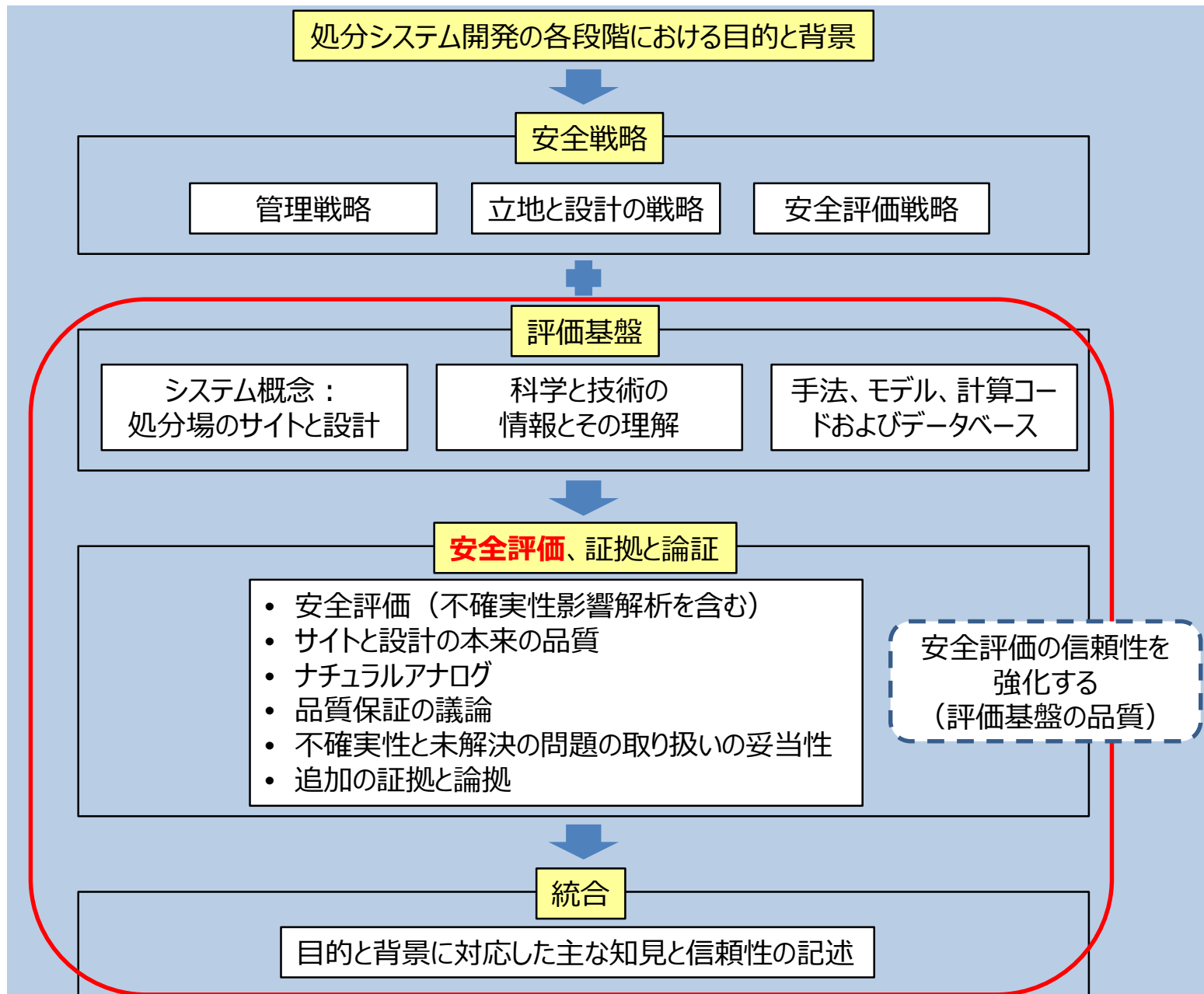
閉鎖後セーフティケースの構成要素間の関係



閉鎖後セーフティケースの構成要素間の関係



閉鎖後セーフティケースの構成要素間の関係



地層処分の専門家と非専門家間のコミュニケーション、相互理解の不備

- ✓ 非常に危険なもの（原子力の廃棄物、放射能⇒very active⇒自分から出てくる力があるもの）が濃縮されているので、もっと危ない何かが起こる（原爆や原子炉事故のような大変なことになる）はずだ。（心の奥で思っている）
- ✓ “そのような何か” は、“極めて長い期間”（＝無限の時間）なので、そのうちには起こる可能性がある（否定できない）。
参考：数十年の使用期間を想定している原子力発電所と比べて、千年・万年という桁はずれの超長期間にわたり、汚染の発生可能性問題に対処しなければならないという困難（学術会議回答）
- ✓ そこから生じる相場観により、その様な非常に危険な物の取引を行うことは、社会的合理性を欠く。



- ✓ 科学的立場から見ると → 日常経験、自分の持っている知識で理解できない（定量化できない）尺度（時間、空間、理解）の事柄に対して起こる誤解
- ✓ 先入観と偏見による情報の取捨選択

地層処分の専門家と非専門家間のコミュニケーション、相互理解の不備

- ✓ 専門家はパッシブセーフティがゴールと考えているが、非専門家は管理の継続が好ましいと考えている。
- ✓ 非専門家は安全の説明ではなく、安心（peace of mind）の説明を求めている（コントロール感、信頼、familiarity）。
- ✓ 非専門家は、地層処分計画総体に対して、科学技術的アプローチの不完全性、地層処分を推進しようとしている人々による提案におけるバイアス混入の可能性、長期の予測とプロジェクトの不完全性に「不安」を抱いており、廃棄物に対する責任（リスク負担）が事業者と国から受け入れ地域に移譲されるのではないかと恐れている。

✓ 情報の非対称性に起因する不確実性

✓ 「受け身である」非専門家側から見れば当然の懸念

社会活動家にとっては
「権力」による押し付け

信頼を獲得するにはどうすればよいか

地層処分の専門家と非専門家間のコミュニケーション、相互理解の不備 → SCでの扱い

信頼 (Confidence)

科学技術的信頼性

科学の不完全性に起因する不確実性

社会的信頼性

情報の非対称性に起因する不確実性

どちらの事柄についても何らかの「判断」が必要となる

個人にとって不確実な事柄に対する思考：ヒューリスティクス

- ✓ 意思決定をしたり判断を下すときに、厳密な論理で一步一步答えに迫るのではなく、直感（その個人の経験知、暗黙知）で素早く解に到達する方法。
- ✓ 複数の異なった根拠を、それらの相対的な重要性に関する合意なしに用いる。



- ✓ 感情ヒューリスティクス(affect heuristic) (Slovic, Kahneman) : 人間の思考には感情（恐れ、未知感、コントロール感）を含む多様な認知バイアスが介在し、リスク認知に影響を与える。
- ✓ これらの感情には個々人の価値観が反映される。（価値観が正しく反映されているか、バイアスとなっているか）

お互いが相手の推論におけるバイアス混入の可能性に不信を抱いている
非専門家は専門家のヒューリスティクスにおけるバイアスを判断できない

地層処分の専門家と非専門家間のコミュニケーション、相互理解の不備 → SCでの扱い

複数の異なった根拠の相対的重要性：価値観の相違
三人の子供と一本の笛（アマルティア・セン：正義のアイデア）

アン：三人の中で自分だけが笛を吹くことができる。

ボブ：自分だけが貧しくて自分のおもちゃを持っていない。

カーラ：その笛は自分が何か月もかけて精を出して作ったものである。



- ✓ 先験的にどの価値が優先されるかを定めること（各価値の定量化）は困難
- ✓ 不確実性の判断の相違はバイアス（誤解）なのか価値観の相違なのか



Symbolic dimension of RWM

- ✓ 言葉の文字通りの（辞書的）内容を超えて喚起される含蓄
- ✓ 地層処分でキーとなる用語の理解について、コミュニケーションにより相互理解を深めるべき

地層処分でキーとなる用語：地層処分は何をしようとしているか

社会的信頼性*

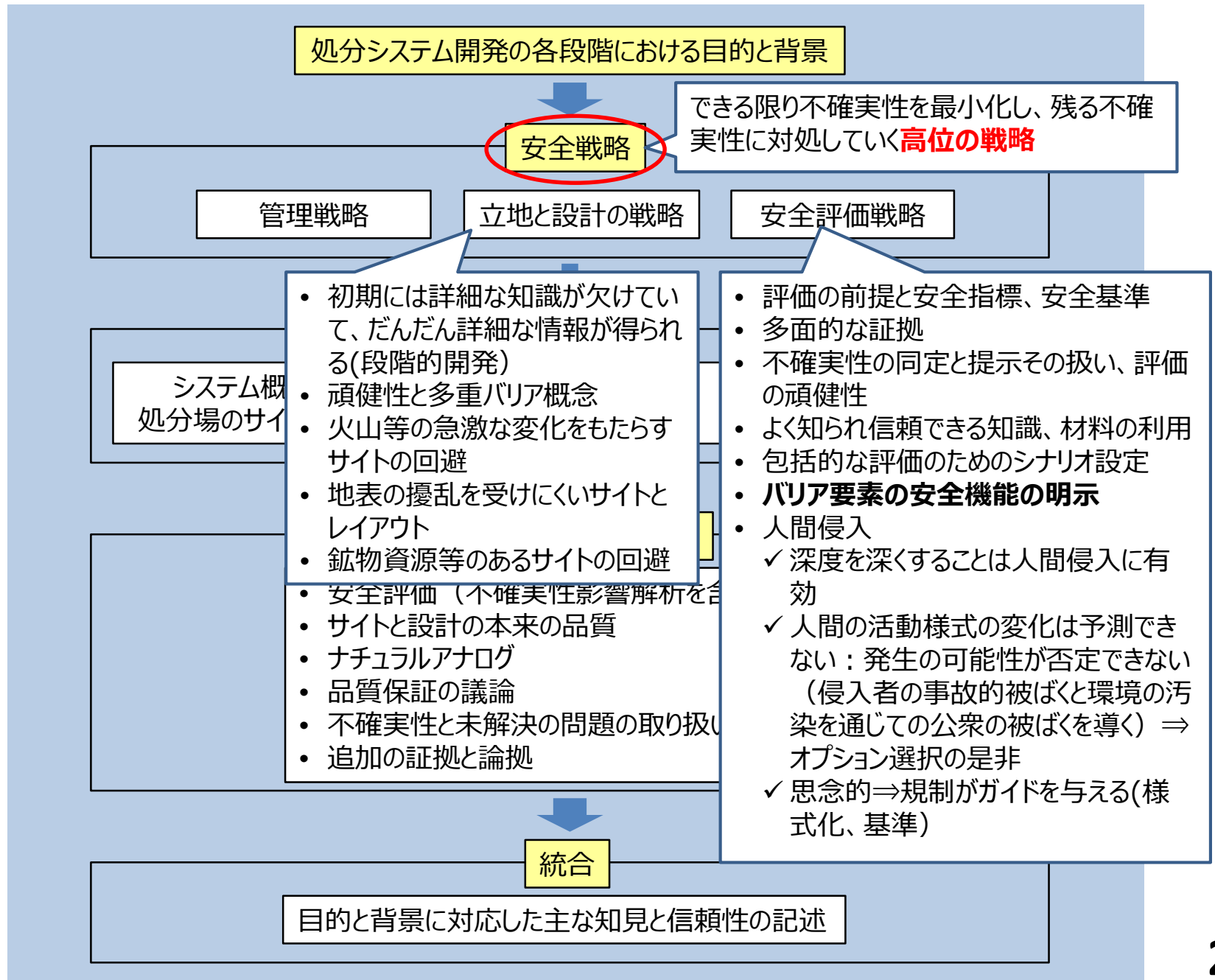
- ✓ 信頼
- ✓ 対話
- ✓ 地元コミュニティ
- ✓ 地元パートナーシップ
- ✓ 社会的プロジェクトのオーナーシップ対受け入れ
- ✓ 廃棄物の回収可能性
- ✓ 意思決定の可逆性
- ✓ 安全とステークホルダーの信頼
- ✓ サイト選定
- ✓ 意思決定に対する段階的アプローチ
- ✓ 透明性

技術的信頼性

- ✓ 処分と管理
- ✓ 隔離と閉じ込め
- ✓ 地層、環境、地質環境、生活環境、地下水
- ✓ 時間軸
- ✓ 不確実性

* NEA Radioactive Waste Management Committee: Stakeholder Confidence in Radioactive Waste Management – An Annotated Glossary of Key Terms-, NEA No.6988, OECD (2013).

閉鎖後セーフティケースの構成要素間の関係（科学技術的不確実性の扱い）

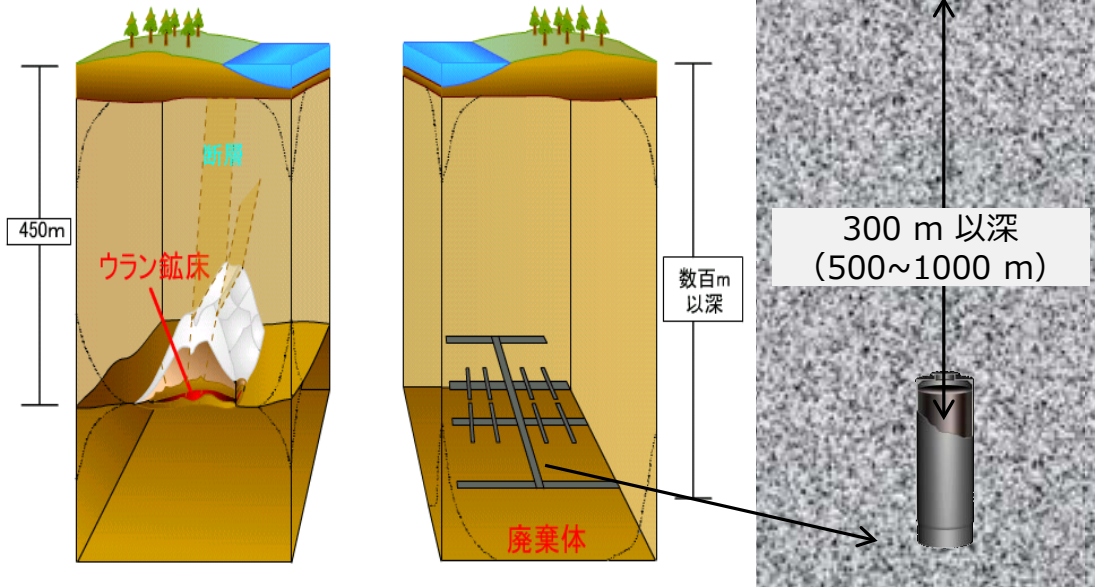


なぜ地層処分？

地下の鉱床のように、地下深くに隔離して閉じ込めておく

カナダのシガーレイク鉱床

地層処分概念



約13億年前に形成

- ✓ 地層処分により放射性廃棄物を必要な期間，生活環境から隔離し閉じ込めておくことができる。
- ✓ 誰にとっても日本のどこよりも遠いところへの隔離。
- ✓ 地下の位置は必要となる期間隔離された場所であり続ける。
- 隔離は“自明”なので安全評価で論じられない。

地表にあることのリスク

地震、火山、断層、台風、地滑り、津波、隕石、他

破壊、爆発、火事、公害、事故、戦争、テロ、他

空気：台風 ～数秒
水：河川 ～数分

廃棄物に及ぼす
外からの力

100mを移動するのに要する時間：地下水の移動にとって地表の数分は地下の数万年以上

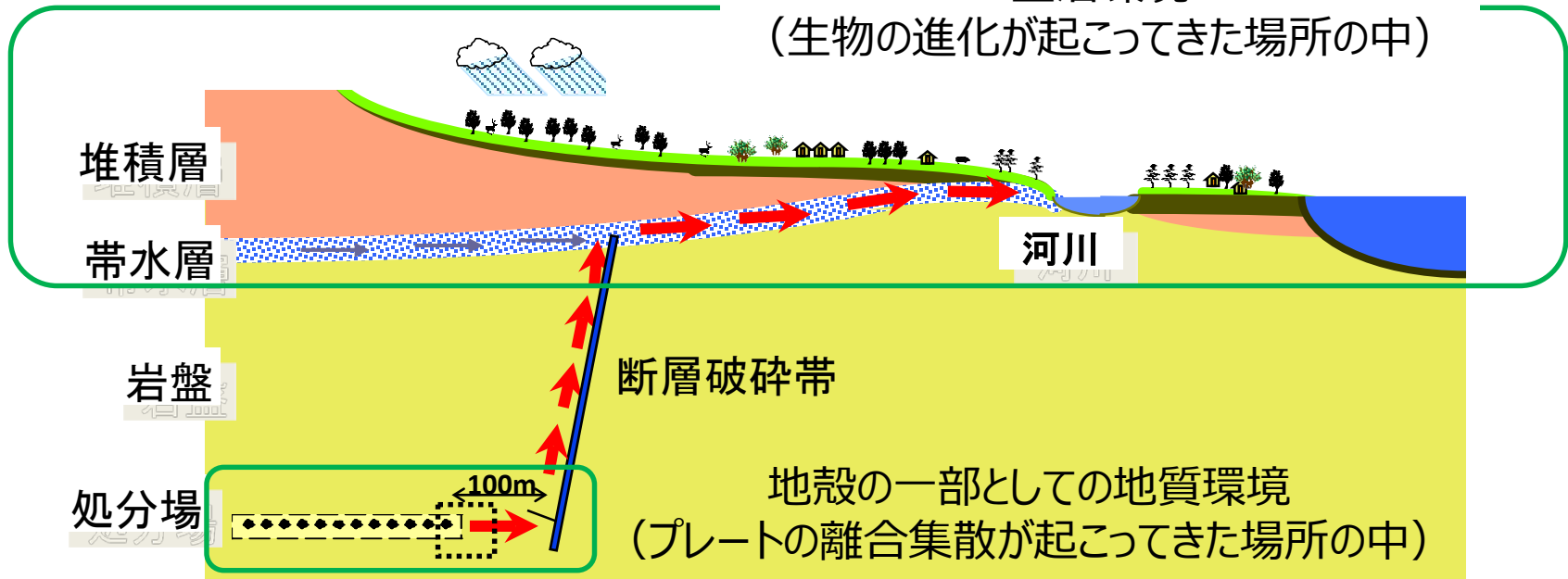
地下に移しても残るリスク

火山、断層

掘削

空気：なし
水：～数万年以上(地下水)

レファレンスケース地下水シナリオ



安全評価では伝わらない安全戦略（サイト選定と設計の戦略）

ほぼ全ての放射能は処分場で減衰してなくなる。

- ✓ 処分場は生活（生命活動）環境から隔離された環境で**あり続ける**。
- ✓ 処分場またはその傍約100 m を動くのに数万年以上かかれば半減期数千年以下の核種は全て**間違いなく**減衰する。
- ✓ 残る放射能（1/20,000）のもとになる、より長半減期の核種は溶解度が低いのでその場にとどまり続ける。**もし**漏出したとしても、比放射能が小さく、運ぶ水量が小さいので、地表に至るまでのどこかで希釈されて影響は無視できる。

地質環境の安全機能（隔離と閉じ込め）

処分された高レベル放射性廃棄物が
人間と環境に影響を与える可能性は？

放射性物質は化学的性質を持つ物質（自然科学の扱う対象）である。

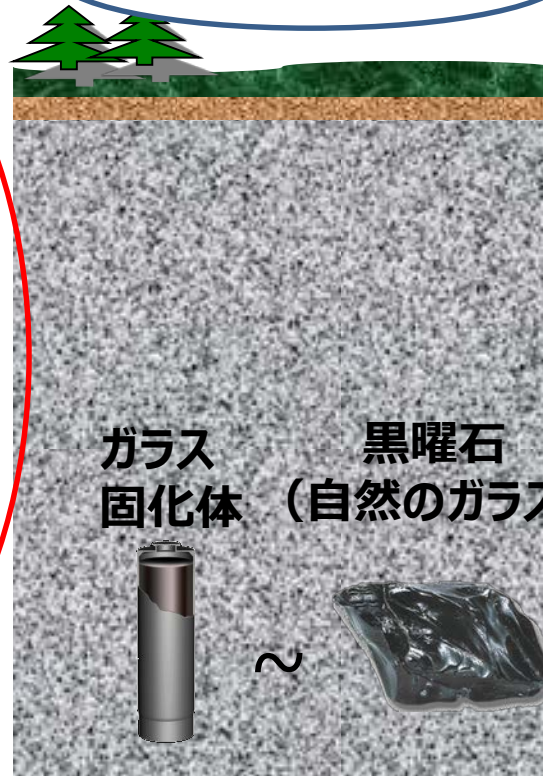
これ以外にない

人間侵入や自然事象
による廃棄物への接近

隔離

非常に厚い（数百メートルの）岩の壁が**本来的に持つ隔離機能**

火山



地下水による放射性物質の
溶解と運搬

閉じ込め

地下深部（地質環境）が**本来的に持つ閉じ込め機能**

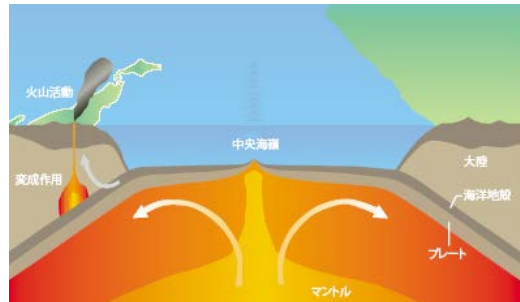
- 地下水は動かない
- 放射性物質の大部分は溶解度が非常に低い（ < 0.1 ppm）

隆起・浸食
地震・断層活動

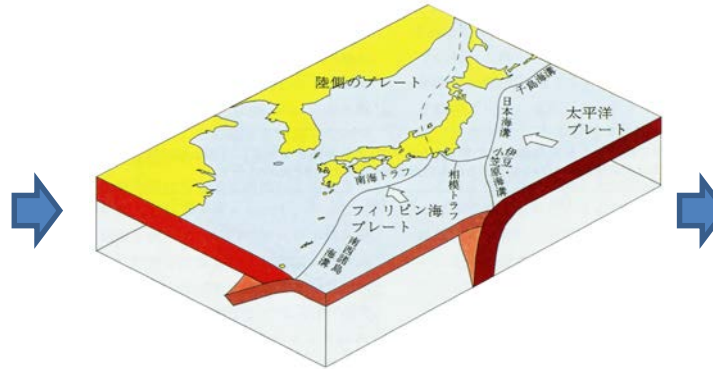
大部分の放射性核種は固体またはその近傍に閉じ込められて生涯を終えること、漏出する核種は生活環境に入るまでに大量の希釈を受ける。

隔離機能とテクトニクス（プレートシステム）

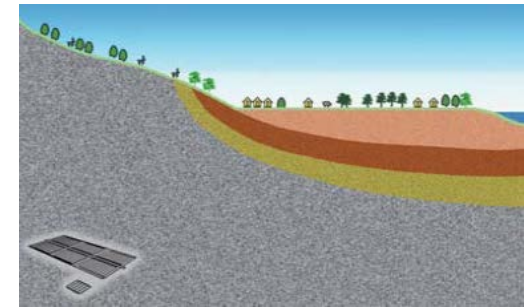
地質構造の分布と時間的変遷



マントル対流

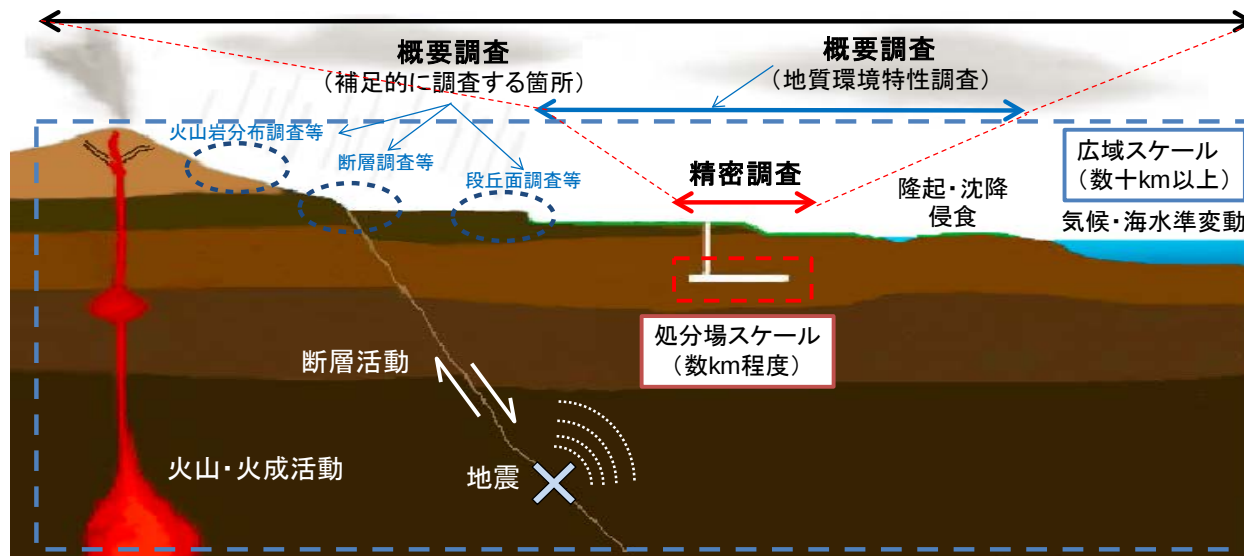


日本列島周辺のプレート配置



プレート運動による地層の形成

文献調査



調査・考慮すべき天然現象の時間空間配置

天然バリア機能（天然の地質環境が本来的に有する閉じ込め機能）

溶解度制限による溶出抑制と遅い地下水流速による移行抑制

	半減期	1本당に含 まれる総放射能 (Bq/本)	ガラスの 溶解速度* ¹ (Bq/年)	地下水への溶 解度(Bq/L)	起こる結果
Sr-90	29年	5.5×10^{15}	7.8×10^{10}		オーバーパック内で 1000年で減衰* ²
Cs-137	30年	7.6×10^{15}	1.1×10^{11}		
Am-241	432年	3.0×10^{13}	1年間に1L の水に飽和 するまで溶け 込むとして も！	6.1×10^6	数万年以上の地下水 移行時間で減衰* ²
Am-243	7370年	7.9×10^{11}		3.6×10^5	
Se-79	6.5万年	1.7×10^{10}		6.1×10^2	地表に運ばれる 少量の地下水が 大量の地表水で希釈
Sn-126	10万年	3.0×10^{10}		6.6×10^5	
Tc-99	21万年	5.2×10^{11}		2.5×10^3	
Zr-93	153万年	7.4×10^{10}		8.6×10^3	
Np-237	214万年	1.8×10^{10}		1.2×10^2	
Cs-135	230万年	1.8×10^{10}	2.6×10^5		

比放射能は半
減期に反比例

- ほとんどの放射性核種はその場所に固体のまま留め置かれる
- 溶出したとしても放射性核種のほとんどはその近傍で崩壊する
- ごくわずかに運ばれる地下水は地表に至るまでに大量に希釈を受ける

*¹ ガラスは極微量が地下水に溶けてこれがより安定な鉱物として析出する（変質）。この際にガラスとともに固化されていた元素のうち地下水に溶けやすい元素は地下水中に残される。

*² 100m動くのに数万年以上かかる。半減期の10倍の時間で $(1/2)^{10} = 1/1024$ になる

閉鎖後セーフティケースの構成要素間の関係（社会的不確実性の扱い）

処分システム開発の各段階における目的と背景

安全戦略

できる限り不確実性を最小化し、残る不確実性に対処していく**高位の戦略**

管理戦略

立地と設計の戦略

安全評価戦略

評価基盤

- 処分システムの開発・実施の手順を決める原則
- 柔軟性：可逆性、段階的アプローチ

概念：
処分場のサイトと設計

科学と技術の
情報とその理解

手法、モデル、計算コード
およびデータベース

安全評価、証拠と論証

- 安全評価（不確実性影響解析を含む）
- サイトと設計の本来の品質
- ナチュラルアナログ
- 品質保証の議論
- 不確実性と未解決の問題の取り扱いの妥当性
- 追加の証拠と論拠

統合

目的と背景に対応した主な知見と信頼性の記述

閉鎖後セーフティケースの構成要素間の関係（不確実性の扱い）

処分システム開発の各段階における目的と背景

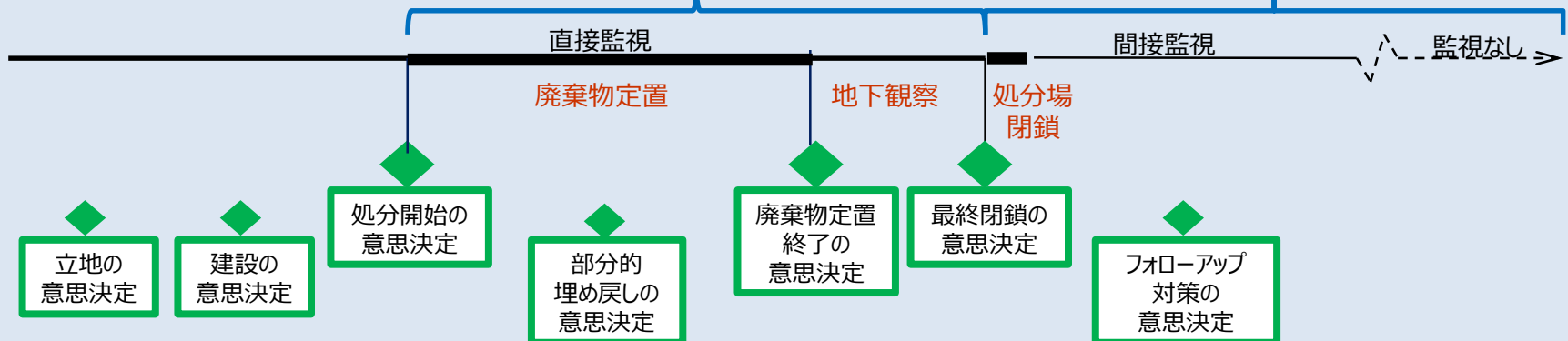
安全戦略

- 処分の必要性：廃棄物の特性とインベントリ、廃棄物管理戦略、処分と安全評価に対する要件(規制要件を含む)
 - 処分施設の計画・実施の段階的プロセス（マイルストーンと意思決定ポイント）：段階的開発のどの段階において次の段階に進むことができるかどうかの意思決定をしようとしているか（どこまで分かっているか、残る不確実性と懸念にどう対処する予定か）
 - 誰が意思決定のための情報を必要としているか
- ⇒ セーフティケースは変遷(進展変化)する

操業前段階

操業段階

操業後段階

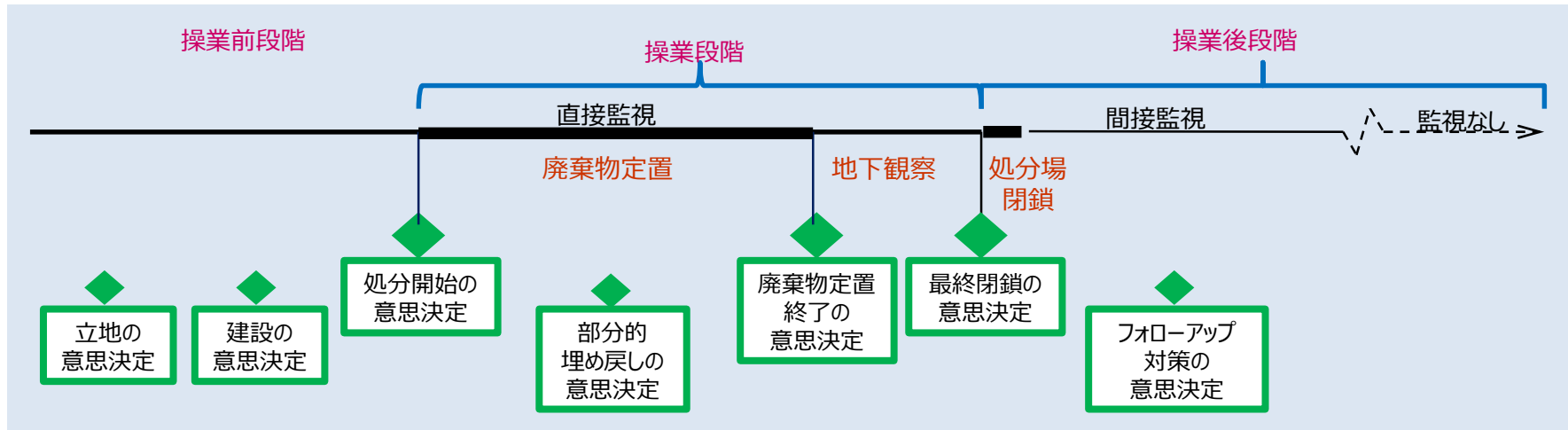


目的と背景に対応した主な知見と信頼性の記述

いつ セーフティケースが必要か？

処分施設の変化に伴う監視 (oversight) * と社会の意思決定

* watchful care



これらの段階以前に放射性廃棄物管理のために地層処分を選択するというオプション選択の正当化の段階がある（それぞれの段階でもこの議論は繰り返される）

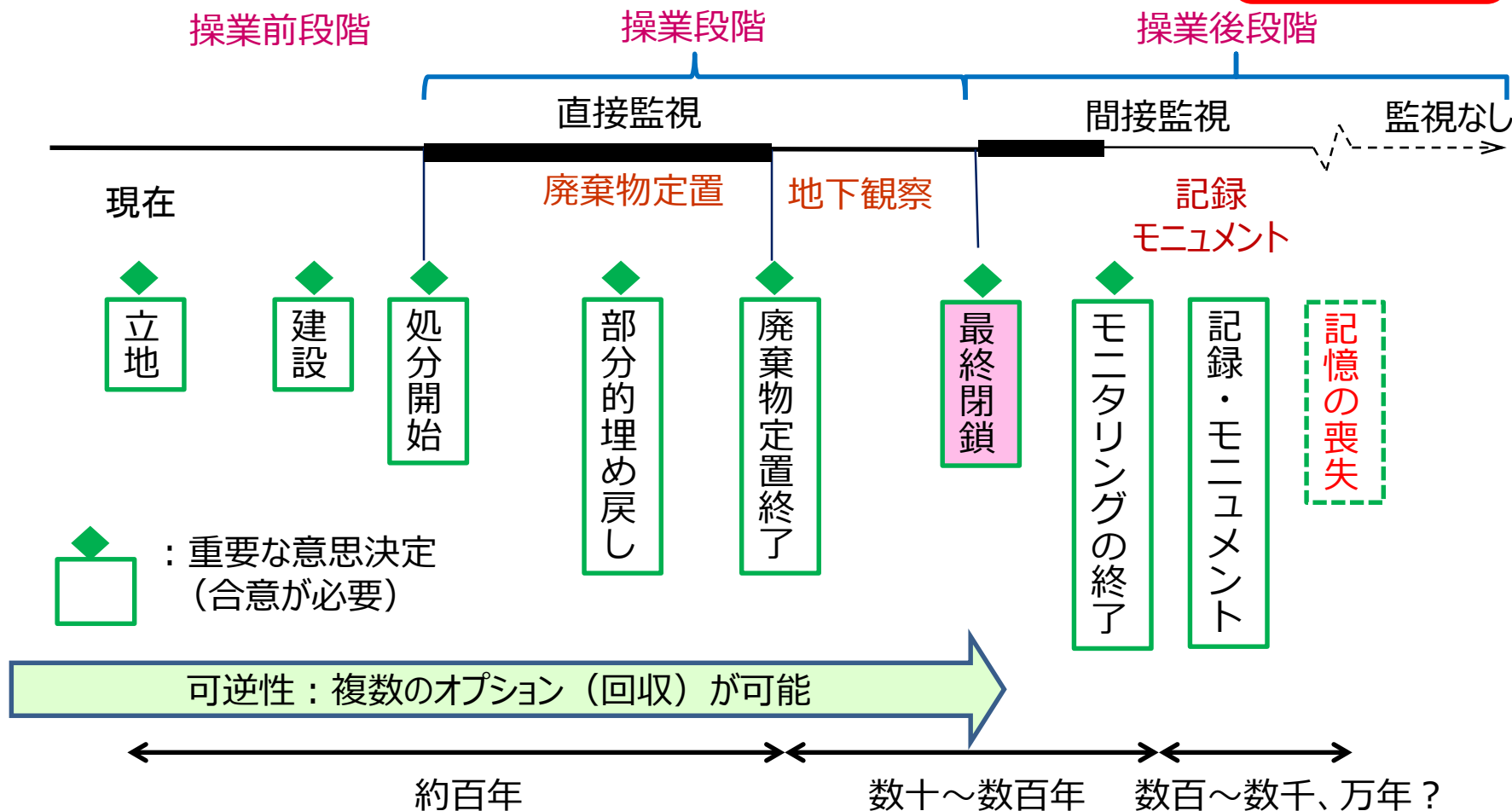
- それぞれの段階で、次の段階に進んでよいかどうかの意思決定がなされる。
- この意思決定のための platform となる情報を提供する（コミュニケーションのツール）。
- 各意思決定段階ごとに、得られている知識と残る不確実性は異なり、社会的状況も異なる。
- 基本的には、情報を伝える相手は、地層処分の安全確保の構造について知識を持たない。（処分の専門家以外は当たり前だが処分のことを知らない非専門家である！）
- セーフティケースは、段階と相手により内容と提示の仕方が異なり、変遷する。

セーフティケースは
いつ使われるか？

地層処分の進め方(段階的、可逆的意思決定) (処分と管理は排他的概念ではなく相補的概念)

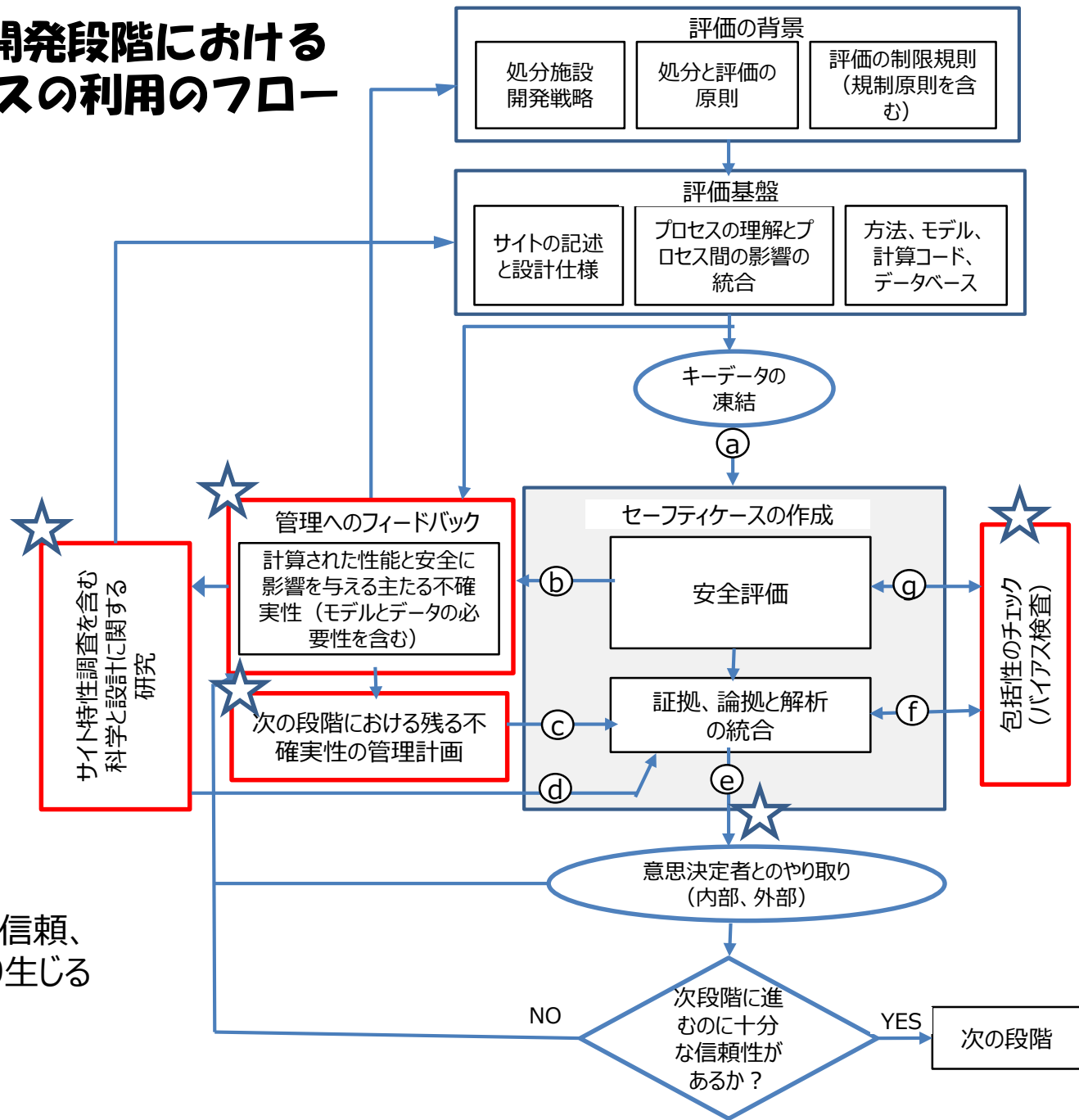
処分 = もはや必要としない物 (廃棄物) をどこかに定置すること

処分 ≠ 投棄
忘れ去ろうとするこ
とではない！



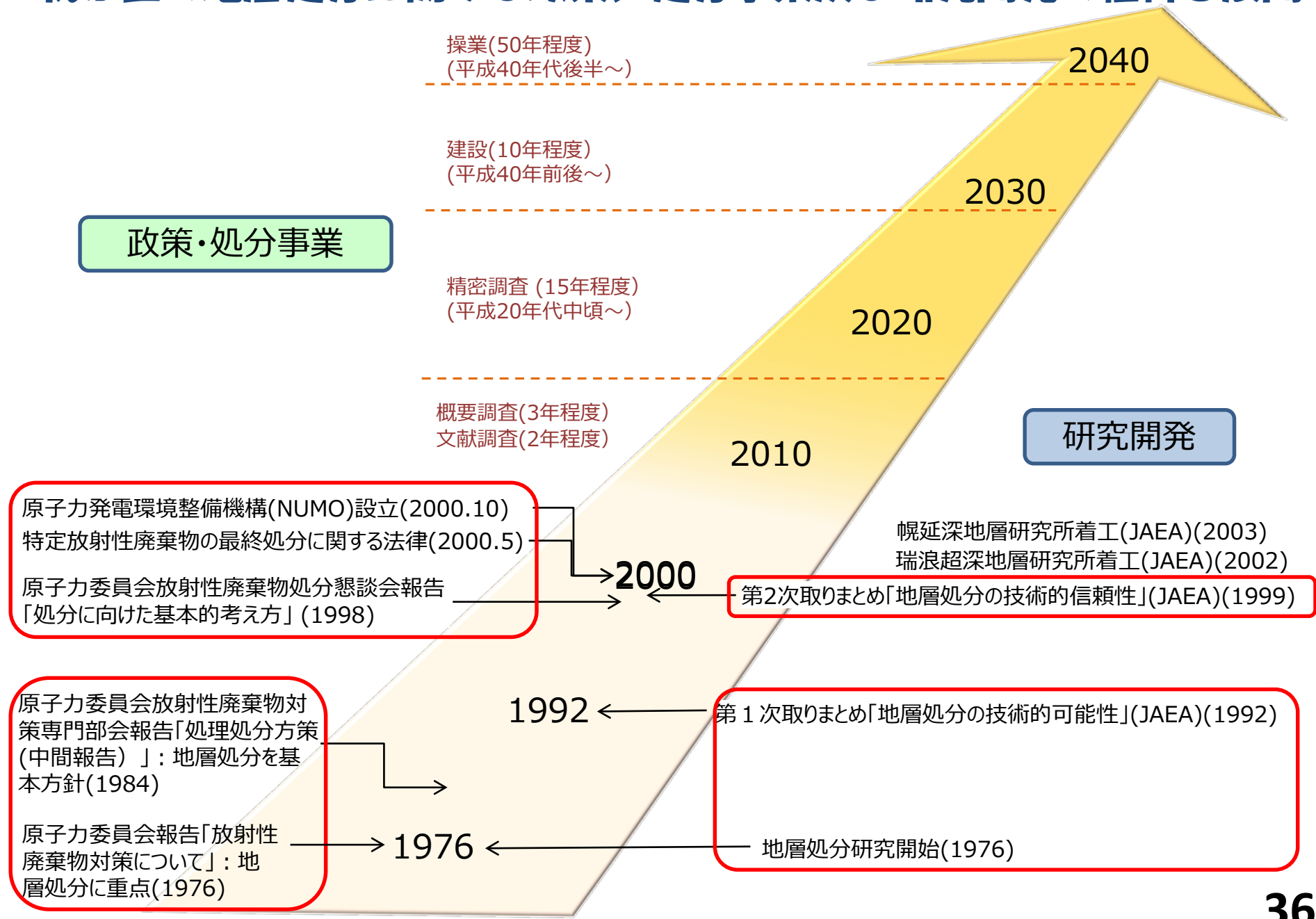
いつかは忘れ去られるとしても、できる限り「管理」を続ける
管理の程度は信頼の程度に従ってだんだん緩やかにできる

段階的(可逆的)開発段階における セーフティケースの利用のフロー チャート



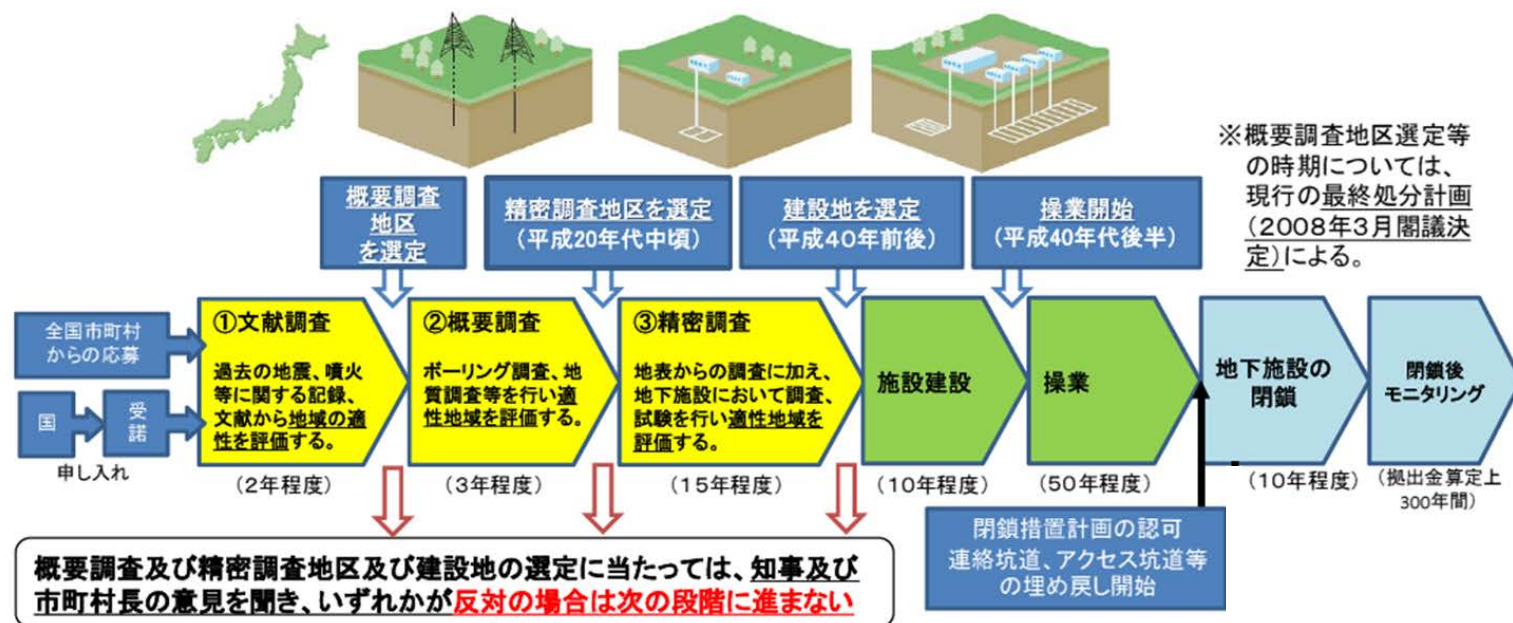
透明性
情報の非対称性（信頼、
信用の欠如）により生じる
不確実性への対処

我が国の地層処分に関する政策、処分事業及び研究開発の経緯と展開



段階的調査によるサイトの選定（不利な地域を回避）

「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」(2000年施行)に基づく立地選定プロセス



		火山・火成活動	断層活動	隆起・侵食	気候・海水準変動
閉じ 喪失 機能の	熱環境	地熱活動	—	—	侵食の 要因として 評価
	力学場	—	処分深度に達する断層のずれ	—	
	水理場	—	断層のずれに伴う透水性の増加	—	
	化学場	火山性熱水や深部流体の移動・流入	断層のずれに伴う透水性の増加（条件による）	—	
物理的隔離機能の喪失		マグマの処分場への貫入と地表への噴出	—	著しい隆起・侵食に伴う処分場の地表への著しい接近	

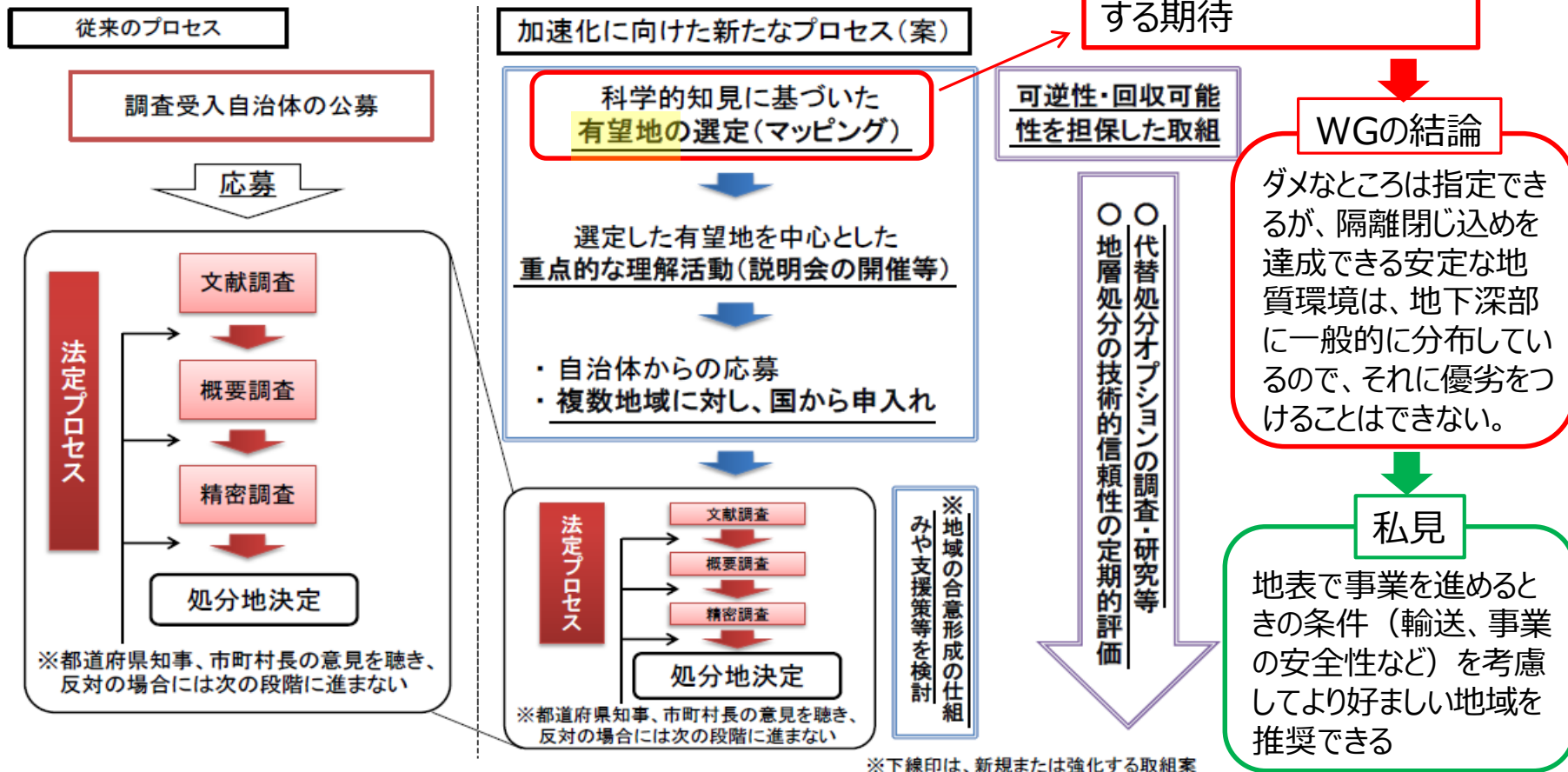
回避
サイト選定

工学的対策
施設レイアウトによる
天然現象の影響低減や、余裕をもたせた人工バリアの設計など

最終処分関係閣僚会議への経済産業大臣説明(2013/12/17)

応募や申し入れの前に重点的な理解活動をする有望地を選定したい

最終処分に向けた新たなプロセス(案)



OECD/NEA “Geological Disposal of Radioactive Waste: National Commitment, Local and Regional Involvement” 2012

- 絶対的尺度で、技術的に最善なサイトというものはなく、①安全であるとして許可できるサイト、および②受け入れ地域に支持される廃棄物管理概念、の組み合わせがあるだけである。このよりよい組み合わせを見出すことがサイト選定プロセスの目的である。

サイト選定の目標：パートナーシップの構築 (地元が共同経営者になること＝相互学習)

- パートナーシップ協定：
 - ✓ 公正さ（例えば包括性（参加の機会均等））
 - ✓ 能力（十分な情報取得に基づく意思決定（informed decision making））
の両方をより確かなものにすることを目指す。
- 情報提供と協議からパートナーシップへの変化（市民が影響と力をもつような形に）。
- 地元コミュニティの、受動的から能動的役割への変化：黙って従う受容から協働、志願、拒否権へ。
- 非常に多様な行政管理上の協働形態の開発。
- コミュニティに対する能力付与の手段と社会経済的便益の必要性と正当性の認識。
- 相互学習、受け入れコミュニティ／地域に対する価値の付与と持続的発展などの協働のための新しい理想と基盤の実現。

適切な目標は、その設計と実施（地層処分事業）が、ある時点で受け入れられるということにとどまらず、地元コミュニティにとって、何か付加価値を生み出す、地域の生活全般の永続性のある部分となり、コミュニティが自分のものとして所有して誇りとするようなものになるということである。

まとめ

- ✓ 科学技術的信頼と社会的信頼性は、科学による予測の不確実性と立場による情報の非対称性による不確実性に関係している。
- ✓ これらの不確実性に起因してキーとなる用語の認識の違いが生じる。コミュニケーションの目的はこの認識の違いについての相互理解をはかることである。
- ✓ セーフティケースはステークホルダーとのコミュニケーションのツールである。
- ✓ いずれの信頼の確保についても、ステークホルダーとのコミュニケーションで重要となるのは、セーフティケースにおけるコンテキストと安全戦略の充実であり、セーフティケースとしての構造化である。
- ✓ これは段階的意思決定の各段階で常に必要となる（長期のプロジェクトでいつも新規参入者が加わる）。
- ✓ ステークホルダーとのコミュニケーションは、専門家と非専門家のコミュニケーションでもある。相互理解には特に専門家側の透明性追求の努力が必要である。