

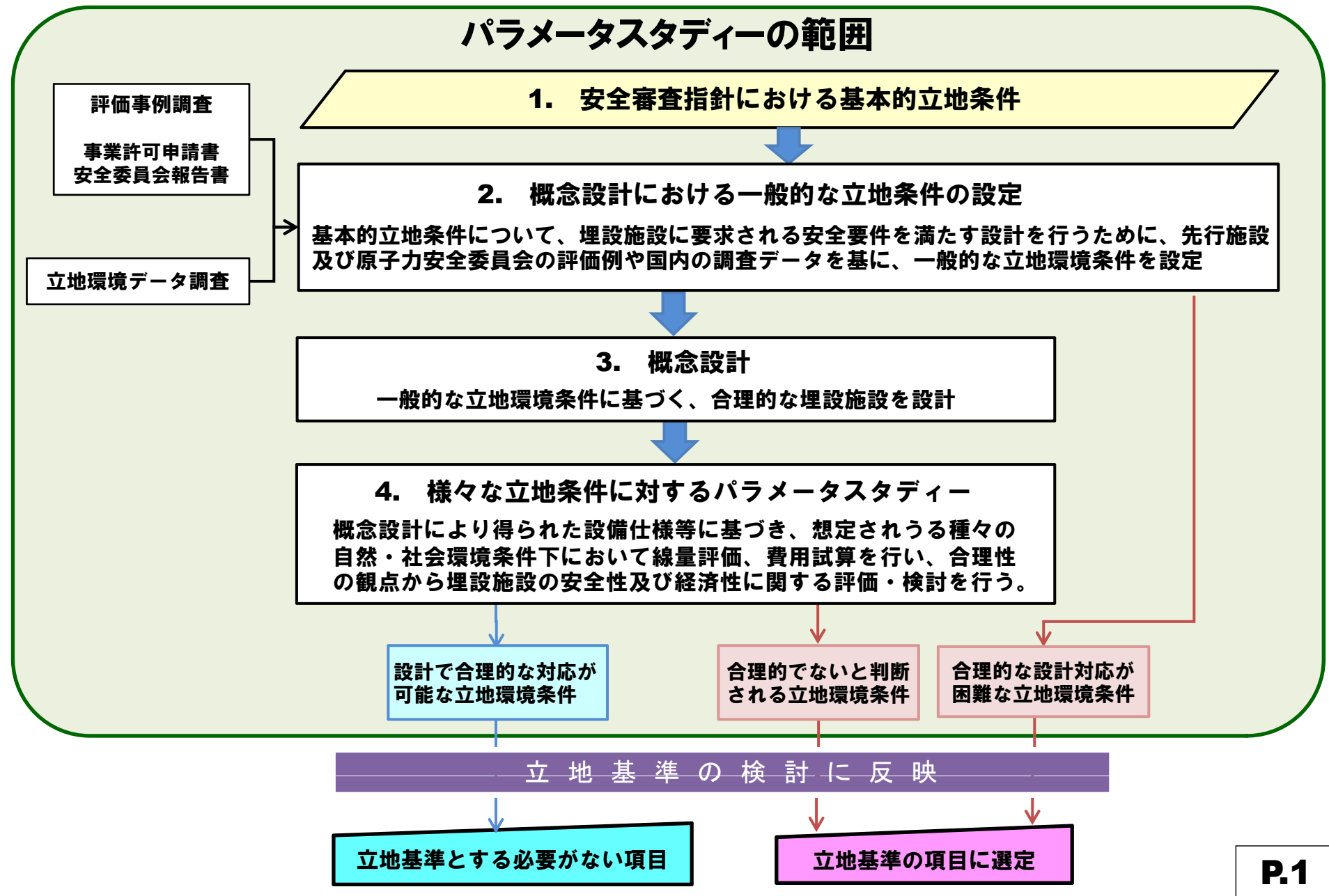
--- 立地基準の検討 ---

**概念設計及び立地環境条件に係る
安全性及び経済性のパラメータスタディーの結果**

平成24年4月27日

独立行政法人 日本原子力研究開発機構
埋設事業推進センター

概念設計及びパラメータスタディーの手順



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に示された基本的立地条件

大きな事故の誘因を排除し、また、万一事故が発生した場合における影響の拡大を防止する観点から、廃棄物埋設施設の敷地及びその周辺における以下のような事象を考慮して、安全確保上支障がないことを確認する必要がある。

(1) 自然環境

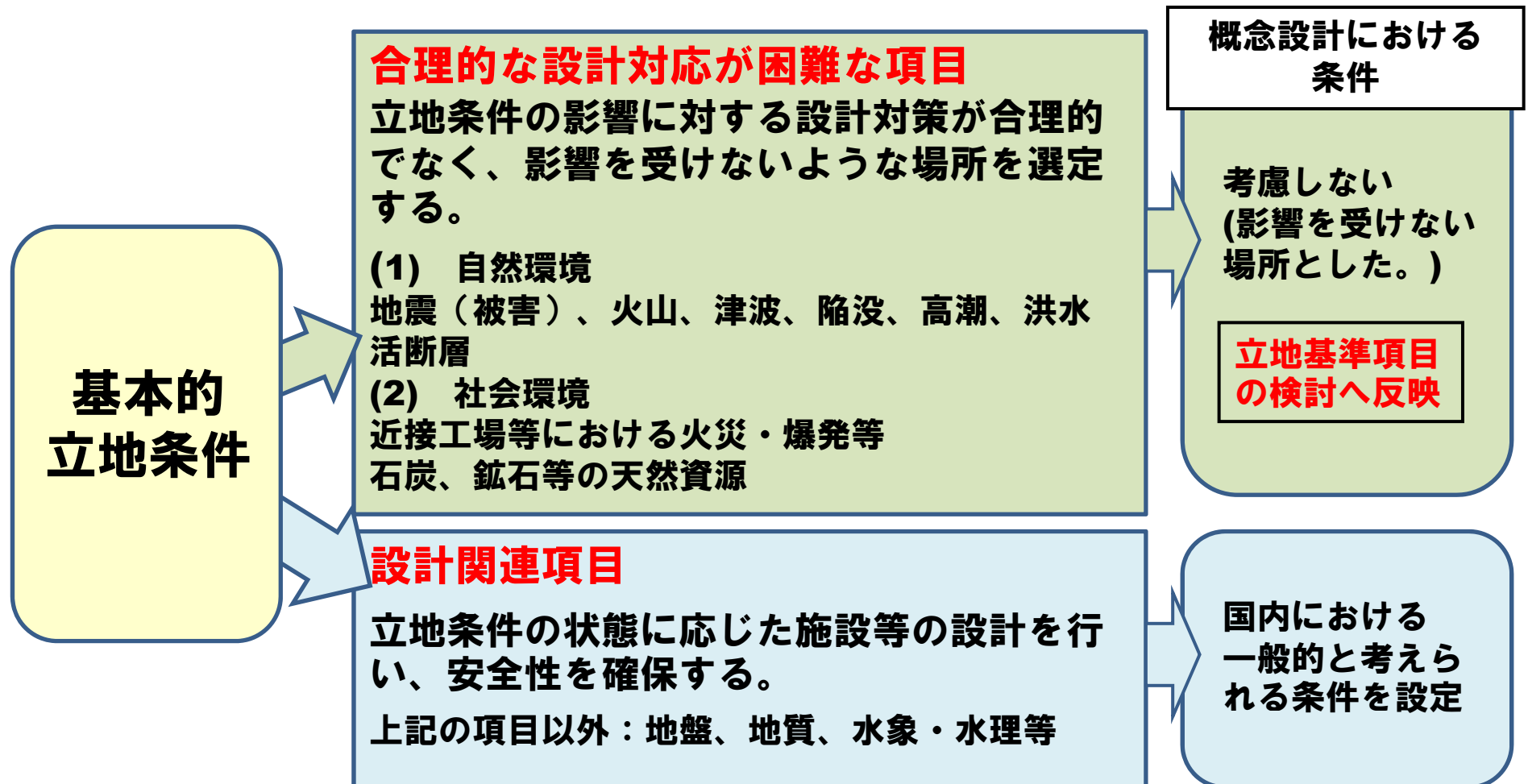
- ① 地震、火山、津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等の自然現象
- ② 地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等
- ③ 風向、風速、降水量等の気象
- ④ 河川、地下水等の水象及び水理

(2) 社会環境

- ① 近接工場等における火災、爆発等
- ② 河川水、地下水等の利用状況、農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用等の状況及び人口分布等
- ③ 石炭、鉱石等の天然資源

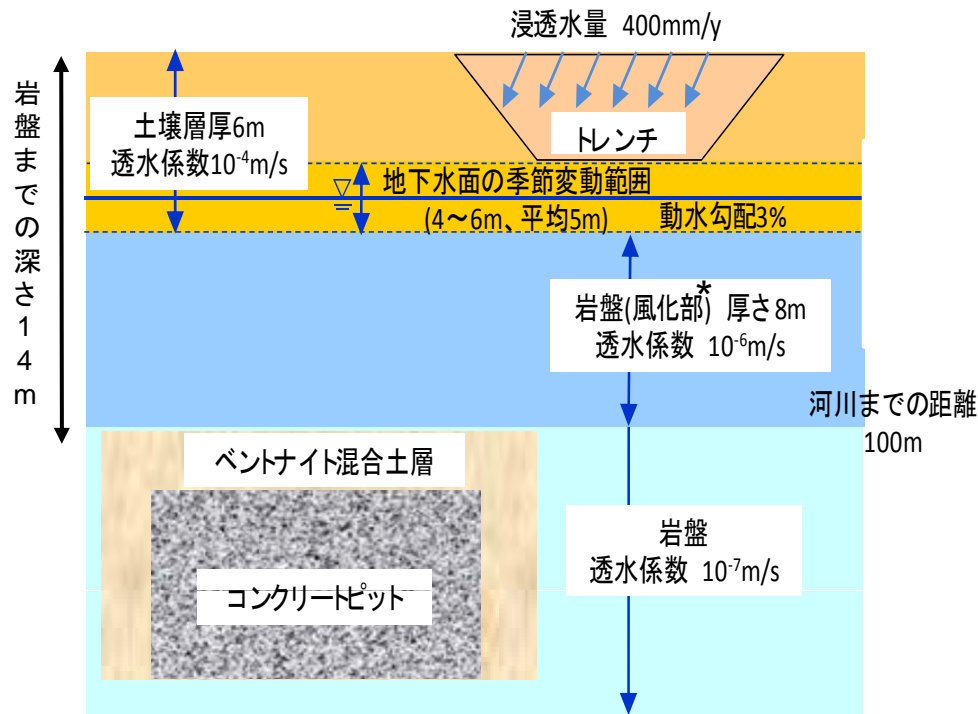
基本的立地条件の分類 (添付資料-1)

先行施設の評価事例等を基に、基本的立地条件を合理的な設計対応が困難な項目と設計関連項目に分類した。



(2) 概念設計における一般的な立地条件の設定 (2/2)

- 設計関連項目について、埋設施設に要求される安全要件を満たす設計を行うために、原子力安全委員会の評価例や国内の調査データを基に、一般的な立地環境条件（地質、水理等）を設定

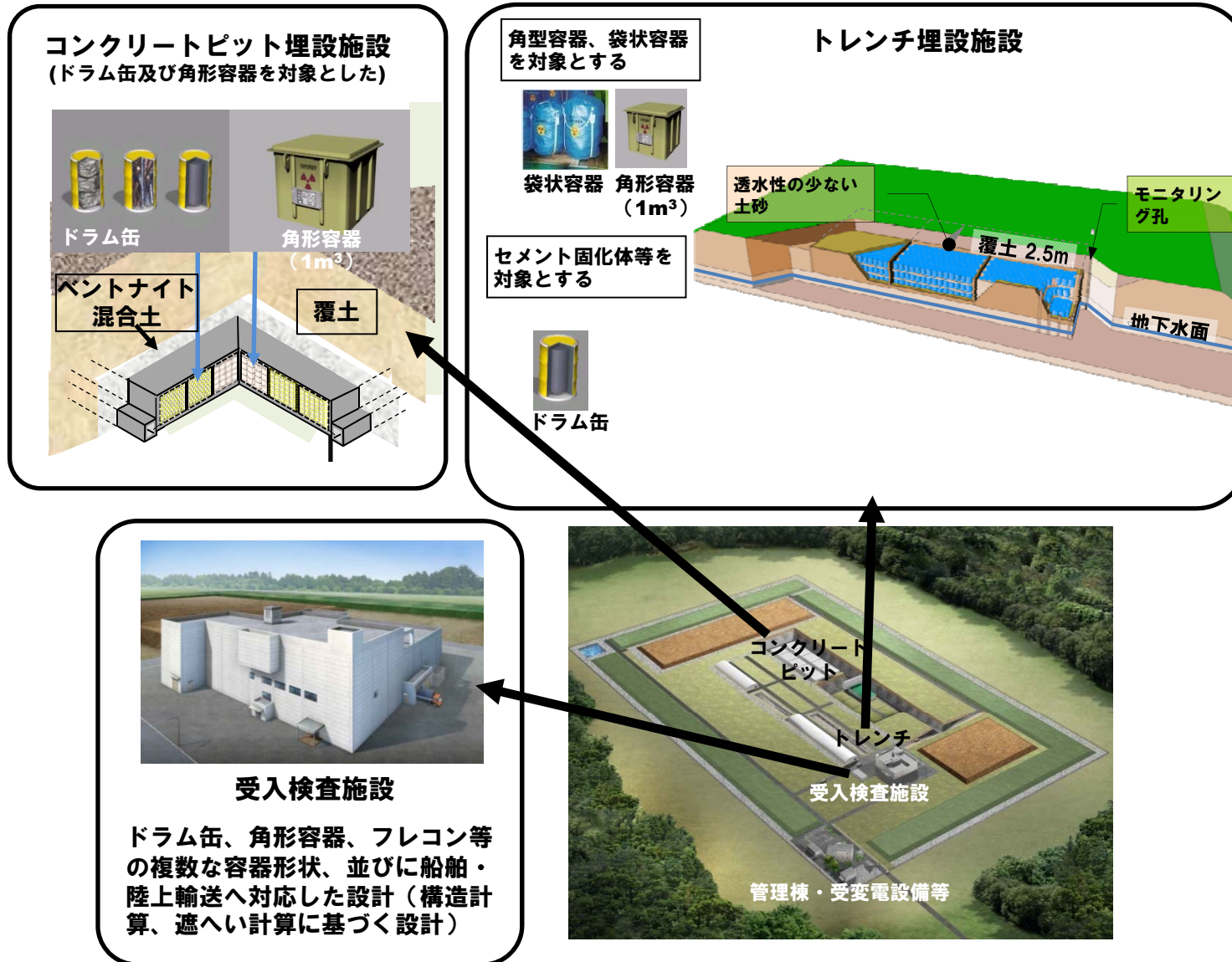


* 風化によって地盤強度や透水性が劣る部分

設計関連項目		主な設定内容	
立地条件	地質及び地形等	安全評価のための分配係数、透水係数等の一般的な値	
		ピットの設計、ピット及び受入検査施設の耐震・構造計算のため、十分な地耐力を有する地盤の一般的な深度	
	気象	風速	耐震・構造計算のための風荷重
		降水量	排水工設計のための降水量
		浸透水量	トレンチ施設の安全評価のための浸透水量の一般的な値
	水象及び水理	安全評価のための地下水流速、流量等の一般的な値	
		トレンチ施設の設置深度の設定のため、地下水位の一般的な深度	
	社会環境	安全評価のための施設周辺の被ばく経路	

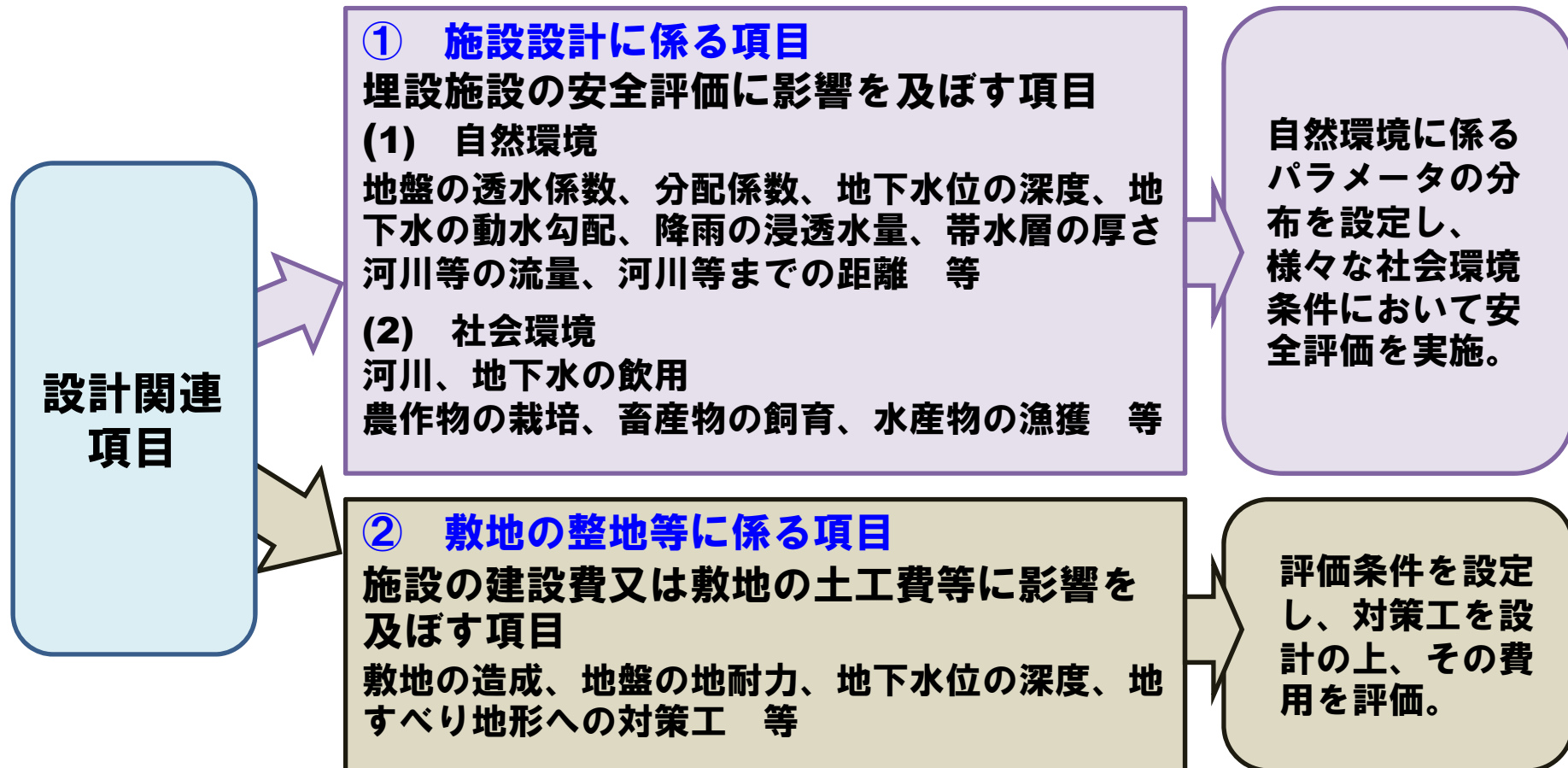
(3) 概念設計

概念設計の設計条件及び設計結果の概要を以下に示す。(添付資料-2参照)



(4) 様々な立地条件に対するパラメータスタディー — 評価項目の分類 —

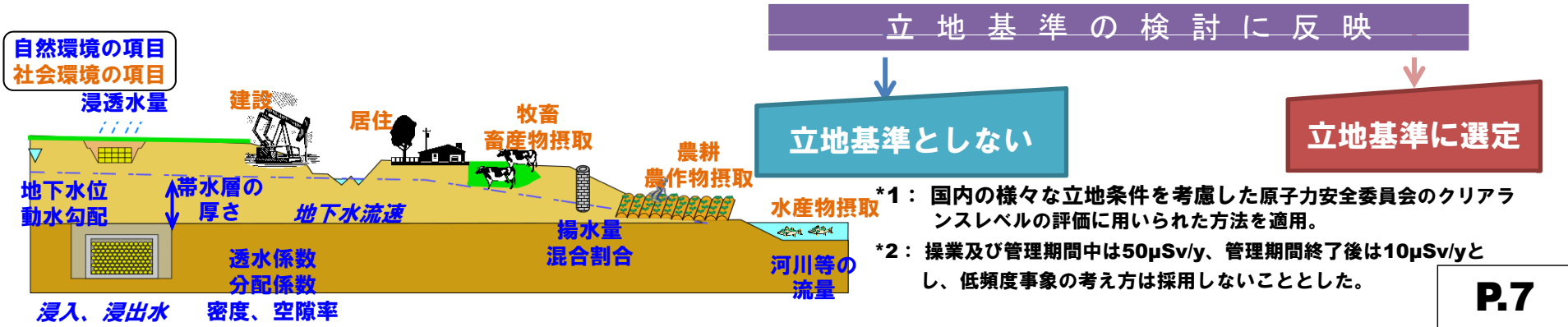
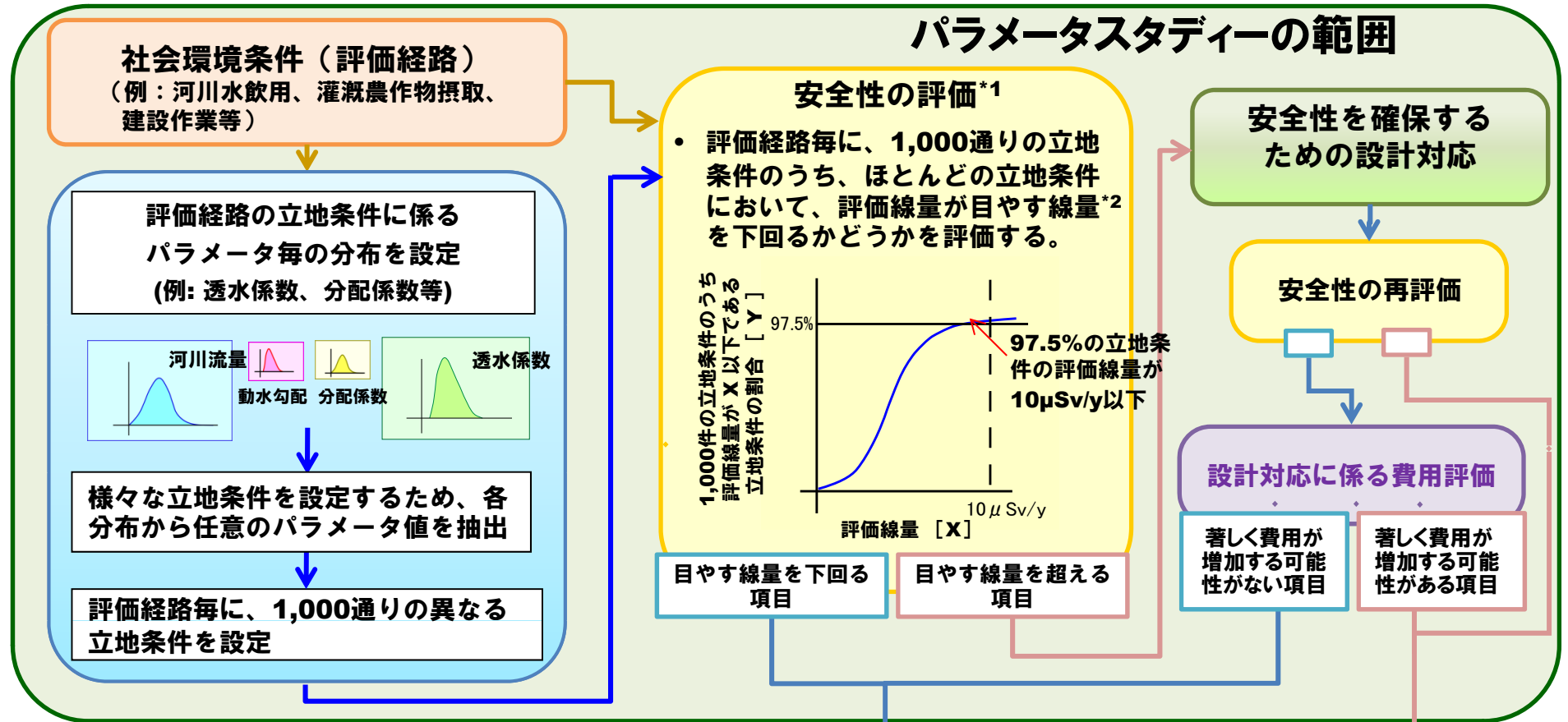
- 一般的な立地条件に基づく概念設計の結果を踏まえ、想定されうる様々な自然環境及び社会環境条件下において線量評価、費用試算を行い、合理性の観点から埋設施設の安全性及び経済性に関する評価・検討を実施



※ 施設設計に係る項目と敷地の整地等に係る項目の整理結果を添付資料-3に示す。

(4.1) 施設設計に係る項目のパラメータスタディー (1)

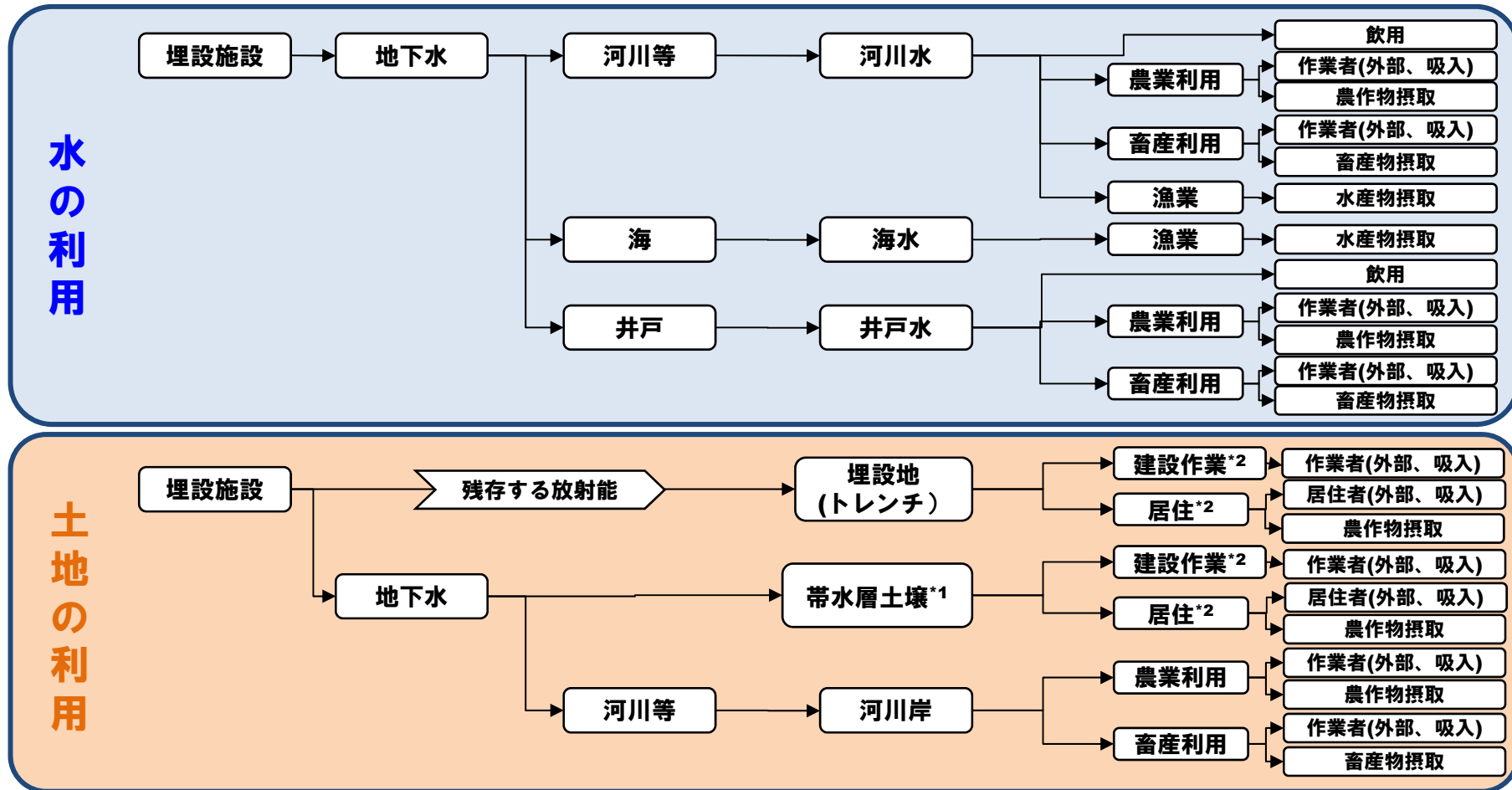
— 評価方法 —



(4.1) 施設設計に係る項目のパラメータスタディー (2)

— 社会環境条件 (評価経路) の設定 —

原子力安全委員会等で実施されている評価を参考に想定される社会環境条件 (水の利用、土地の利用) を (評価経路) を設定。



*1: 処分施設からの距離一定で地下水位の深さを変動させるケースと地下水位一定で距離を変動させるケースを計算した。

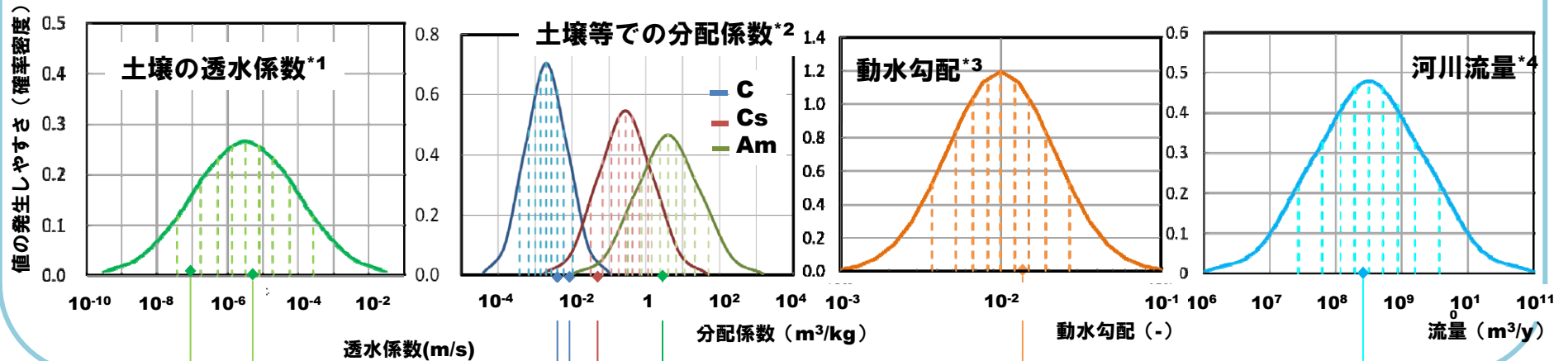
*2: 食物等の土地の利用に関連しないが、自然環境に影響される経路であり、原子力安全委員会等の評価経路であるため、評価に加えた。

(4.1) 施設設計に係る項目のパラメータスタディー (3)

— 評価パラメータと立地条件の設定 —

● 評価パラメータの範囲と分布の設定 (添付資料-4)

範囲と分布型を原子力安全委員会等の評価パラメータ、全国的なデータを集めたデータベースを基に設定した。



1,000通りの立地条件の設定

任意の立地条件を設定するために値をランダムに組み合わせる



評価経路毎に1000通りの立地条件における線量を評価



*1: PNC-TN7450 96-002を基に分布作成。*2: IAEA-TRS No364等を基に分布を作成。
*3: JNC-TN7400-99-004を基に分布を作成。*4 国土交通省の水文水質観測データベースを基に作成。

(4.1) 施設設計に係る項目のパラメータスタディー (4)

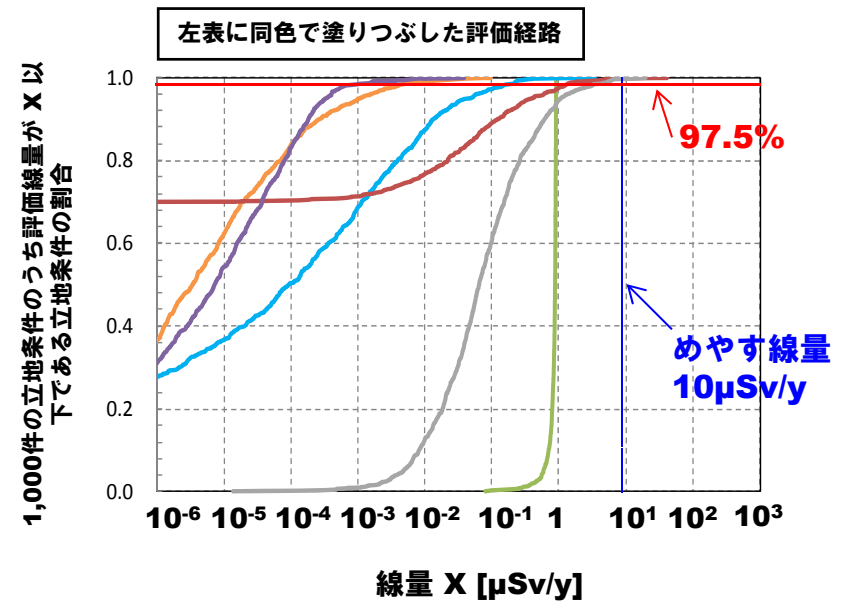
ー トレンチ処分に係る評価結果 ー

全ての評価経路において立地条件の97.5%以上はめやす線量 (10 μ Sv/y) 以下である結果を得た。

線量の評価結果の低い方から累積して97.5%に相当する時の線量の評価結果

単位: μ Sv/y

評価経路		被ばく線量 管理期間終了後	
跡地利用	建設作業	2.6E-01	
	居住	9.0E-01	
河川水利用	飲用	1.1E-02	
	水産物摂取	1.1E-01	
	農作業	1.3E-03	
	牧畜作業	1.1E-03	
	農作物摂取	9.9E-03	
	飼料	畜産物摂取	3.1E-03
	飼育水	畜産物摂取	1.6E-04
	作業	1.5E-04	
河川岸利用	農作物摂取	3.0E-03	
	畜産物摂取	2.7E-04	
	建設作業	4.3E-01	
帯水層土壌 (移行距離一定:0m)	居住	1.0E+00	
	建設作業	4.1E-01	
帯水層土壌 (地下水位一定:0.5m)	居住	9.6E-01	
	飲用	2.3E+00	
地下水利用	農作業	4.5E-01	
	牧畜作業	4.6E-01	
	農作物摂取	1.4E+00	
	飼料	畜産物摂取	2.2E-01
	飼育水	畜産物摂取	1.8E-02
	海水利用	海産物摂取	5.4E-04



管理期間終了後の評価結果

(4.1) 施設設計に係る項目のパラメータスタディー (5)

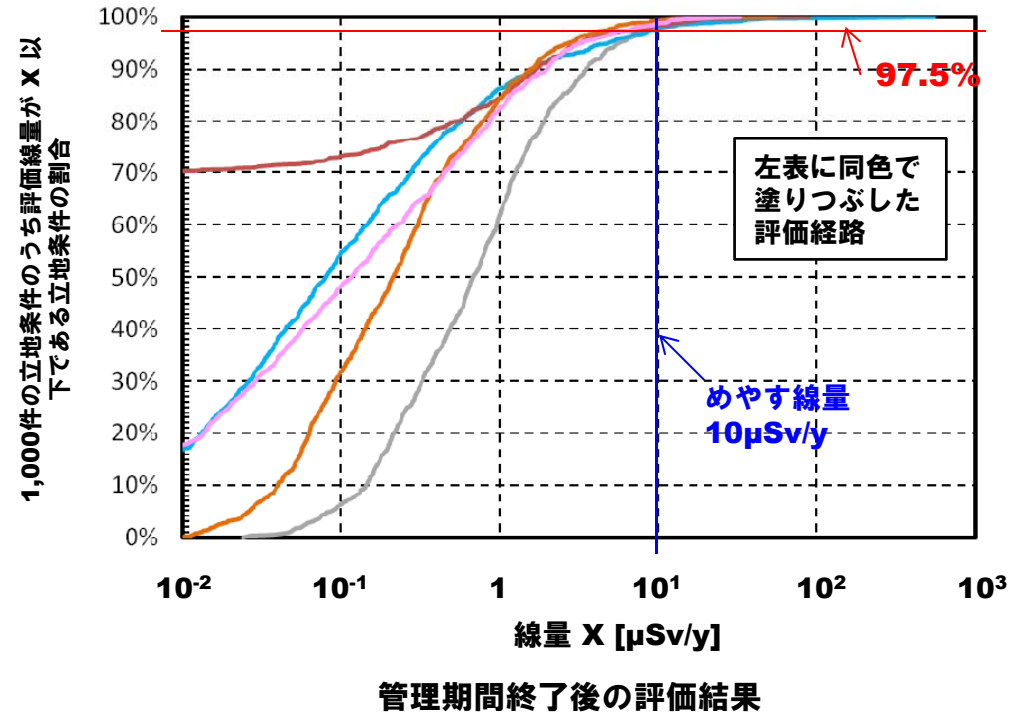
－ ピット処分に係る評価結果 －

全ての評価経路において立地条件の97.5%以上はめやす線量（10 μ Sv/y）以下となる結果を得た。

線量の評価結果の低い方から累積して97.5%に相当する時の線量の評価結果

単位: μ Sv/y

評価経路		被ばく線量	
		管理期間終了後	
河川水利用	飲用	3.3E-01	
	水産物摂取	9.1E+00	
	農作業	3.1E-02	
	牧畜作業	1.7E-02	
	農作物摂取	5.5E-02	
	飼料	畜産物摂取	1.4E-01
	飼育水	畜産物摂取	1.4E-02
河川岸利用	作業	1.7E-03	
	農作物摂取	1.9E-02	
	畜産物摂取	2.1E-02	
帯水層土壌 (移行距離一定:0m)	建設作業	2.0E+00	
	居住	7.3E+00	
帯水層土壌 (地下水水位一定:0.5m)	建設作業	2.5E+00	
	居住	7.0E+00	
地下水利用	飲用	9.0E+00	
	農作業	1.5E+00	
	牧畜作業	1.5E+00	
	農作物摂取	4.9E+00	
	飼料	畜産物摂取	6.7E+00
	飼育水	畜産物摂取	7.4E-01
海水利用	海産物摂取	5.9E-02	



※ 河川水利用の水産物摂取及び地下水(井戸水)の飲用の評価経路では、地下水流速が速い等の一部の立地条件で、経済性を確認しつつ、ピット周囲のベントナイト混合土層を厚くする設計対応を実施した。

— まとめ —

- 自然環境に係るパラメータの分布を設定し、様々な社会環境条件（水利用、土地利用）において安全評価を実施し、97.5%以上の立地条件で安全評価の基準を満足
- この結果から、施設設計とした項目は、設計により合理的に対応が可能な項目であると考えられる。

(4.2) 敷地の整地等に係る項目のパラメータスタディー (1)

－ 評価方法 －

パラメータスタディーの範囲

敷地の土工、施設の建設費に影響を与える項目を抽出した。

(添付資料-3)

- ・ 地すべり地形への対策工
- ・ ピット等の設置に必要な地耐力
- ・ 地形の傾斜の造成費
- ・ 降雨量による敷地の排水対策工
- ・ 地下水湧水によるピット埋設地の排水対策工
- ・ 地下水位によるトレンチ設置の土工

評価項目の選定

項目毎に評価する立地条件の設定

安全性が確保される
対策工等の設計

費用評価
対策工等に係る追加費用を評価する。

著しく費用が増加する
可能性がない項目

著しく費用が増加する
可能性がある項目

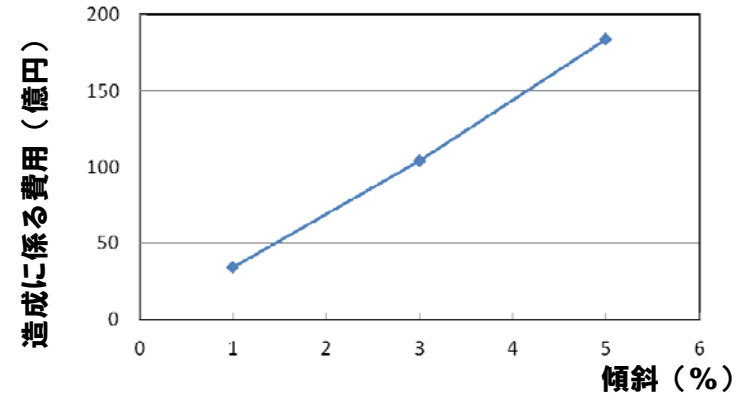
立地基準の検討に反映

立地基準項目としない

立地基準項目に選定

地形の傾斜に係る敷地造成費用の評価

- 国内の山地、丘陵地、台地の傾斜（平均傾斜角）を文献¹⁾から調査し、1%～5%の範囲で造成費の増分を評価
- 敷地(1250m×800m)の長さ方向に傾斜していると想定。ピットは切土部に設置する。
- 伐木、除根、バックホウによる掘削、ブルドーザによる掘削土の押し土、基面整形を実施
- 土工量(m³)×単価²⁾、整形面積(m²)×単価²⁾から造成費を評価



● 敷地の造成費は、傾斜の大きさに比例して増加する。
 → 追加費用が著しく増加する可能性があるため、
立地の段階において費用評価ができるようにすることが必要

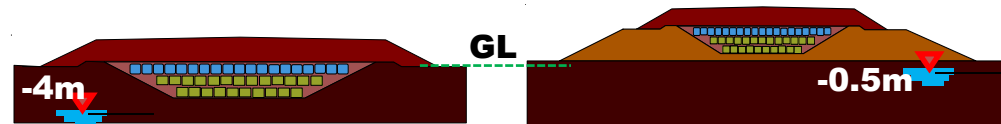
地下水位に対するトレンチ設置の土工

- 地下水位の調査結果を基にごく浅い場合を想定(GL-0.5m)
- 廃棄物を地下水位より上に定置するよう、地表面上に盛り土をしたうえで、廃棄物を定置するチュムリ型を設計した。
- 掘削土量 m³×単価
盛土量 m³×単価

により土工費を試算。

概念設計

地下水位が浅いケース



トレンチを地下水位より上に設置するための土工費用の増加は、総事業費の0.2%で収まる結果となった。
 → **設計で対応することが合理的**

その他の評価項目

敷地の整地等に係る項目		評価方法	評価結果	立地基準の検討への反映	
自然環境	自然現象	地すべり地形への対策工	地すべり地形への対策工に抑え盛土工を想定し、地すべり地形の規模（長さ、幅、深さ）に応じた対策工に係る費用増加を評価した。	地すべりの規模と対策工に係る費用はほぼ比例の関係にあり、大きな地すべり地形が存在すれば、対策工に係る費用は著しく増加する可能性がある。	立地の段階において費用評価ができるようにすることが必要
	地質及び地形等	地耐力	支持する地盤の深さを国内の最大級の100mに設定し、ピット等を支持するための基礎杭の対策工の設計及び費用を評価した。なお、施設閉鎖後において基礎杭の支持機能が働かなくなった場合のピットの変形及び沈下量を評価した。	基礎杭設置の対策工に係る費用は、総事業費の3.5%の増加で収まる結果となった。 施設閉鎖後は、埋戻し地盤高を調整する対策工を追加することにより、変形量を小さく保つとともに沈下量を15cm程度まで低減できることを確認した。	設計で対応することが合理的
	気象	降雨量による敷地の排水対策工	国内で30年に一度の確率で起きる60分間降雨量が最も多い地域の降水量130mm/hに対して敷地の排水設備工事に係る費用を評価した。	左記の降雨量を排水する能力を持つ排水路及び流末に調整池の設置した際の費用増加は、総事業費の0.5%で収まる結果となった。	設計で対応することが合理的
	水象及び水理	地下水	地下水湧水によるピット埋設地の排水対策工	地盤の透水係数の調査結果に基づき、透水性の高い土壌(10 ⁻² m/s)と岩盤(10 ⁻⁵ m/s)を想定し、ピット埋設地における地下水湧水の排水対策工に係る費用を評価した。	左記の地下水湧水量を排水する能力を持つ排水路及び地上に排水するポンプを設置した際の費用増加は、総事業費の0.3%で収まる結果となった。

－ まとめ －

- 敷地の整地等に係るパラメータスタディーの結果、
 - － 地すべり地形の対策工に係る土工費
 - － 地形の傾斜における敷地造成費の項目は、立地条件によって費用が著しく増加する可能性があるため、立地の段階で評価できるようにすることが必要
- その他の項目は、合理的な設計対応が可能であると考えられる。



添付資料

1. 基本的立地条件の分類
2. 概念設計
3. 施設設計に係る項目と敷地の整地等に係る項目の整理結果
4. 施設設計に係る項目の評価パラメータの分布の設定

1. 基本的立地条件の分類 (1/4)

① 合理的な設計対応が困難な項目 ② 設計関連項目

区分	項目	想定される影響又は情報	先行施設における評価	項目への対応方法	分類
自然環境	地震 (地震動)	耐震設計への影響の他、地盤の地割れ・地崩れによるトレンチ埋設地の損壊など安全性への影響が想定される。	先行埋設施設の許可申請書では、敷地付近に顕著な被害を与えた記録がないことが示されている。	施設の耐震性は、安全審査指針及びその他の関連法令に従って設計対応を実施する。	②
				地割れ・地崩れにより被害が想定される場所は限定されることから、影響が想定されない場所に立地することが合理的である。	①
	火山	火山からの噴出物が埋設地に到達した場合、施設の埋没、廃棄物の流出など安全性への影響が想定される。	先行埋設施設の許可申請書では、検討されていない。他の原子力施設 ¹⁾ では、現地調査等により火山の影響が及ばないことを示している。	火山の位置及び噴出物が到達する範囲は限定されることから、影響が想定されない場所に立地することが合理的である。	①
	津波	津波で埋設地が浸水した場合、廃棄物又は覆土の流出など安全性への影響が想定される。	敷地周辺の津波の記録を調査し、影響がないことを示している。	津波の高さ、到達域は、過去の記録で確認できることから、影響が想定されない場所に立地することが合理的である。	①
	地すべり	埋設地において地すべりが起きた場合、覆土の流出など安全性への影響が想定される。ただし、地すべり地形は、排除や抑えなどによる対策が可能である。	埋設地周辺の文献調査等を実施し、地すべり地形が無いことが示されている。	地すべり地形は文献により確認することができ、規模に応じて、地すべり地形の排土、地下水対策及びアンカー等の対策工による設計対応が可能である。	②
	陥没	埋設地において陥没が起きた場合、埋設地の陥没など安全性への影響が想定される。	埋設地周辺の文献調査等を実施し、陥没が無いことが示されている。	文献調査により、陥没地形の存在可能性を判断できるため、影響が想定されない場所に立地することが合理的である。	①
	台風(豪雨)	施設への風荷重や降水による埋設地の排水工など施設設計及び敷地の土工に必要な情報である。	敷地周辺の台風の記録を調査し、地上施設に対しては設計対応している。地中に設置する埋設施設は影響を受けないとしている。	台風(豪雨)は、地域毎の一般的な情報であることから、その情報に応じて設計対応を実施することが合理的である。	②
高潮	高潮により埋設地が浸水した場合、廃棄物又は覆土の流出などの安全性への影響が想定される。	敷地周辺の高潮の記録を調査し、影響がないことを示している。	高潮の情報は、過去の記録で確認できることから、影響を避ける場所に立地することが合理的である。	①	

1) リサイクル燃料備蓄センター使用済燃料貯蔵事業の事業許可申請による

1. 基本的立地条件の分類 (2/4)

① 合理的な設計対応が困難な項目 ② 設計関連項目

区分	事象	想定される影響又は情報	先行施設における評価	項目への対応方法	分類
自然環境 自然現象	洪水	洪水により埋設地が浸水した場合、廃棄物又は覆土の流出など安全性への影響が想定される。	敷地周辺の文献の確認を実施し、洪水の影響がないことを示している。	洪水の情報は、文献で確認できることから、影響が想定されない場所に立地することが合理的である。	①
	異常寒波	ユーティリティー設備等の凍結対策など施設設計に必要な情報である。	敷地周辺の過去の気温を調査し、異常寒波に対して、地上施設については、設計対応を実施している。地中に設置する埋設施設は、影響を受けないとしている。	寒波は一般的な現象であり、立地地域の寒波を想定した設計対応を実施することが合理的である。	②
	豪雪	積雪荷重など施設設計に必要な情報である。	敷地周辺の過去の積雪の記録を考慮し、建築基準法等に準じた施設設計に反映している。地中に設置する埋設施設は、影響を受けないとしている。	積雪は国内の広い地域で一般的な現象であり、立地地域の積雪量に対応した設計対応を実施することが合理的である。	②
	地盤(地質)	透水係数、分配係数等の地質の性質は、安全評価に必要な情報である。	敷地の地盤、地質について、現地調査を実施して状況を把握し、施設設計に反映している。	地盤、地質は立地場所の一般的な性質であり、地盤、地質の透水係数、分配係数等の性質を踏まえた設計対応を実施することが合理的である。	②
	地耐力	地盤の支持力及び地耐力は埋設施設の建設に必要な情報である。	敷地の地盤、地耐力について、現地調査を実施して状況を把握し、施設設計に反映している。	地盤、地耐力は立地場所の一般的な性質であり、その性質に応じて、設計対応を実施することが合理的である。	②
	活断層	活褶曲を含む。断層活動が埋設地に及んだ場合、埋設施設の破損や覆土の崩落等、安全性への影響が想定される。	敷地周辺の文献の確認及び調査を実施し、敷地に活断層は無いことを示している。	活断層の位置の情報は、文献で確認できることから、影響が想定されない場所に立地することが合理的である。	①
	地形	地形勾配等は敷地の土工、施設設計に必要な情報である。	敷地の地形について、文献の確認を実施して、施設設計に反映している。	地形は立地場所の一般的な特徴であり、特徴に応じて設計対応を実施することが合理的である。 ただし、湿地、池、沼等に対する排水対策が事業用地外にも必要な場合は設計対応が実施できないため、湿地、池、沼等は埋設地としないことが合理的である。	② ①

1. 基本的立地条件の分類 (3/4)

① 合理的な設計対応が困難な項目 ② 設計関連項目

区分	事象		想定される影響又は情報	先行施設における評価	項目への対応方法	分類	
自然環境	気象	風向・風速	風荷重は施設の建設に必要な情報である。風向・風速は放射性物質の排気の安全評価等に必要な情報である。	立地地域の風向・風速を調査し、放射性物質の排気の安全評価及び事故時評価に用いている。	風向、風速は立地場所における一般的な特徴であり、その特徴に応じた設計対応を実施することが合理的である。	②	
		降水量、浸透水量	降水量は埋設地及び事業敷地内の排水工に必要な情報である。降水による埋設施設への浸透水量は、安全評価に必要な情報である。	立地地域の降水量を調査している。降水量は安全評価のパラメータ設定の根拠に用いている。	降水量、浸透水量は立地場所における一般的な特徴であり、その特徴に応じて設計対応を実施することが合理的である。	②	
	水象及び水理	河川等	距離、流量	安全評価に必要な情報である。	立地地域周辺の沢、海等の流量及び沢、海等までの距離を安全評価で設定している。	河川等までの距離及び河川等の流量は、立地場所における一般的な特徴であり、その特徴に応じた設計対応を実施することが合理的である。	②
		地下水	水位、動水勾配、流速、流量、井戸(距離、取水量)	施設設計及び安全評価に必要な情報である。	立地場所の地下水理について調査し、安全評価で設定している。	地下水の水象及び水理は、立地場所における一般的な特徴であり、その特徴に応じた設計対応を実施することが合理的である。	②
社会環境	近接工場等における火災、爆発等		爆発性の物質を扱うような近接工場等が近隣に存在する場合、火災や爆発等により影響を受ける可能性が想定される。	埋設地を設置する地域の産業について調査している。	爆発性の物質を扱う工場は限られており、情報収集が可能であることから、影響が想定されない場所に立地することが合理的である。	①	
	河川水、地下水等の利用状況		安全評価に必要な情報である。	埋設地を設置する地域の河川水等及び食物に関する土地の利用を調査している。安全評価では、地域のデータ及び文献データより、個人の食物摂取量を設定している。	立地場所周辺の河川水等の利用、農業等の食物に関する土地の利用状況は、一般的な情報であることから、その情報に応じて、設計対応を実施することが合理的である。	②	
	農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用等の状況						

1. 基本的立地条件の分類 (4/4)

① 合理的な設計対応が困難な項目 ② 設計関連項目

区分	事象	想定される影響又は情報	先行施設における評価	項目への対応方法	分類
社会環境	人口分布等	事故を想定した場合に周辺住民に及ぼす影響の大きさに関連する。	敷地周辺の人口分布を調査しているが、評価対象としていない。	先行埋設施設の事故時評価では、集団線量の評価を実施しないため、参考情報である。	②
	石炭、鉱石等の天然資源	『石炭、鉱石等の天然資源』の採取に伴う掘削により、覆土の損失又は埋設施設の損壊など安全性に影響を与える可能性が生じる。	敷地の天然資源の記録を調査し、分布が無いことを示している。	天然資源の分布情報は文献で確認することができ、天然資源のない場所に立地することが合理的である。	①

2. 概念設計(1/4)

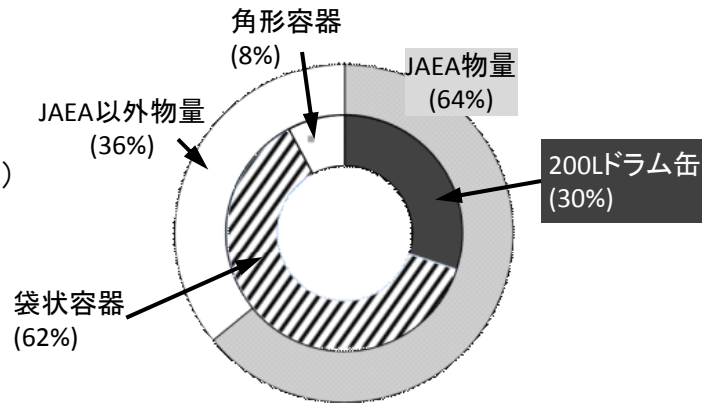
— 廃棄物の種類、数量、放射能インベントリの設定 —

廃棄物数量(約60万本)及び放射能インベントリは、埋設対象廃棄物の調査結果に基づき設定

➤ 廃棄物数量と容器

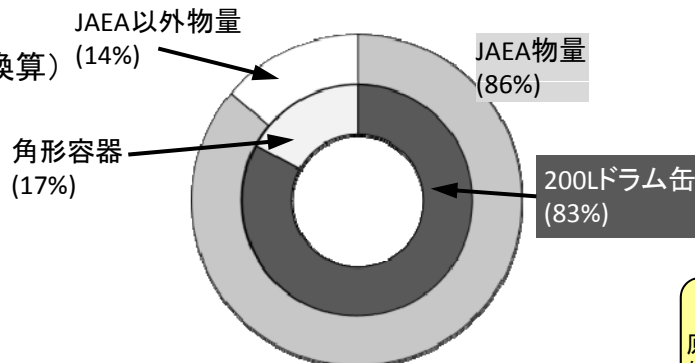
トレンチ処分

物量: 38万本
(200Lドラム缶廃棄体換算)



コンクリートピット処分

物量: 22万本
(200Lドラム缶廃棄体換算)



➤ 放射能インベントリ

トレンチ処分	放射性物質の種類	平均放射能濃度 (Bq/t)	濃度上限値 (Bq/t)
	Co-60	1×10^7	1×10^{10}
	Sr-90	9×10^4	1×10^7
	Cs-137	4×10^5	1×10^8

コンクリートピット処分	放射性物質の種類	平均放射能濃度 (Bq/t)	濃度上限値 (Bq/t)
	C-14	8×10^7	1×10^{11}
	Co-60	2×10^9	1×10^{15}
	Ni-63	2×10^8	1×10^{13}
	Sr-90	8×10^7	1×10^{13}
	Tc-99	6×10^4	1×10^9
	Cs-137	1×10^8	1×10^{14}
	アルファ線を放出する核種	9×10^5	1×10^{10}

濃度上限値

原子炉等規制法 第2種廃棄物埋設規則第1条の2第4号及び第5号において、処分方法毎に定められた規制すべき放射性物質の種類と放射能濃度

2. 概念設計(2/4)

— 埋設施設・設備に係る構造等の設計結果 —

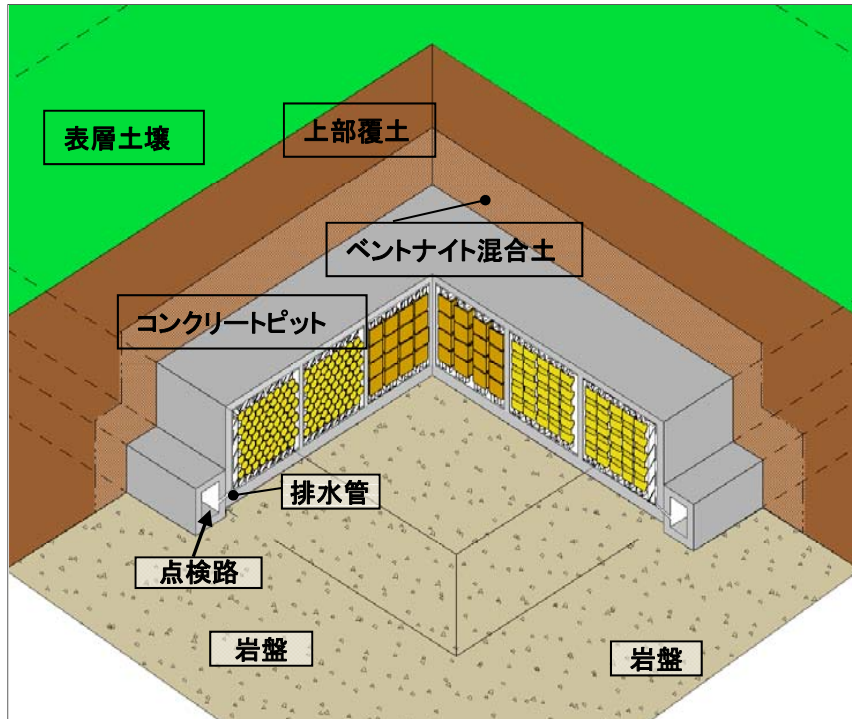
✓ コンクリートピット本体

- 1ピット当たり36区画とし、各区画は、200ℓドラム缶又は角型金属容器のどちらかを定置可能
- 約40m×約36m×約7mのピットを18基設置
- 8基及び10基毎に覆土を行う配置
- 1基当たり約13,000本のドラム缶を定置可能
(ドラム缶:8行×5列×9段、角形:4行×4列×4段)

✓ 施設の設置と覆土条件

- 岩盤内に掘削してピットを設置
- 地下水の浸入量低減のためピット周囲をベントナイト混合土で覆土
- 側部覆土は、岩盤と同等の透水係数の土砂で覆土
- 上部覆土は、岩盤(風化部*)と同等の透水係数の土砂で覆土

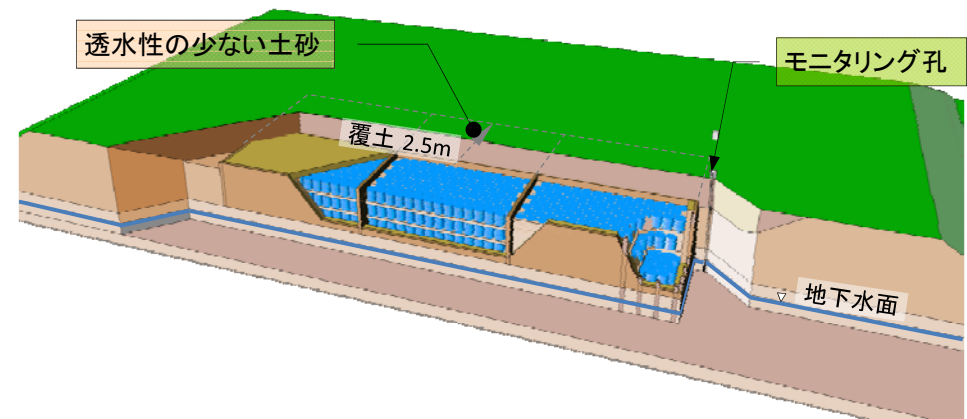
* 風化によって地盤強度や透水性が劣る部分



- 地下水集水機能を設置
- 3段まで定置可能とし、角形容器、袋状容器のどちらにも対応できるものとして設計
- 約45m×約130m×約4mのトレンチを18基設置
- 1基当たり約23,600本のドラム缶相当の廃棄物を定置可能
- 埋設対象物の性状に応じて、一部のトレンチに機能を付加することを考慮

✓ 廃棄体の定置と覆土

- 地下水面(4mと設定)より上に設置
- 上部覆土は、2.5mとし現地発生土を使用
- 中間覆土は、25cmとし、廃棄物の定置毎に実施
- 全面を覆う雨水浸入防止テントを設置し、テント内で定置から覆土作業を予定



2. 概念設計 (3/4)

— 埋設施設・設備の配置設計 —

操業・管理期間中の被ばく線量評価

- 事業所境界上の地点で、年間で1mSv以下となることを確認

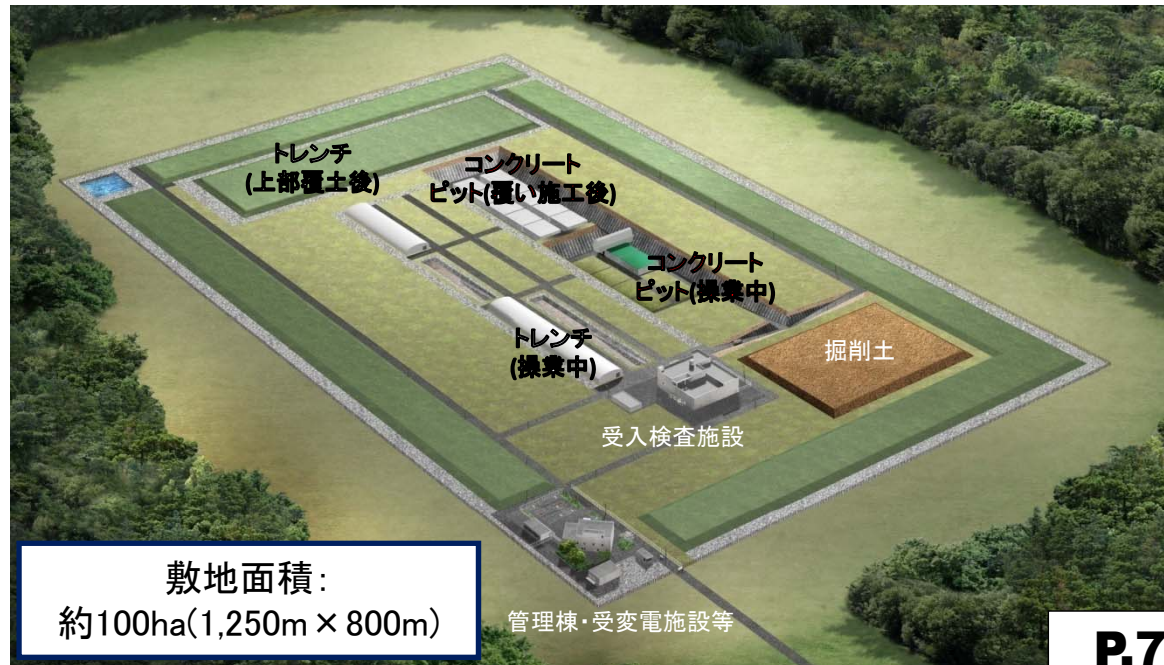
管理期間終了後の被ばく線量評価

- 埋設地及び周辺において、管理期間終了後の線量のめやす値(シナリオ毎)以下となることを確認

配置設計の要求事項(被ばく線量評価を除く)

- コンクリートピット及びトレンチの設置に伴う掘削土を敷地内に配置(覆土への利用を想定)
- 埋設設備に附属する関連施設等を合理的に配置
- 埋設対象廃棄体等の構内輸送が適切に可能な構内道路の確保
- 事業所内における雨水排水等を考慮

平地と一般的な立地条件を仮定し、埋設施設・設備の配置設計(レイアウト)を実施



敷地面積:
約100ha(1,250m × 800m)

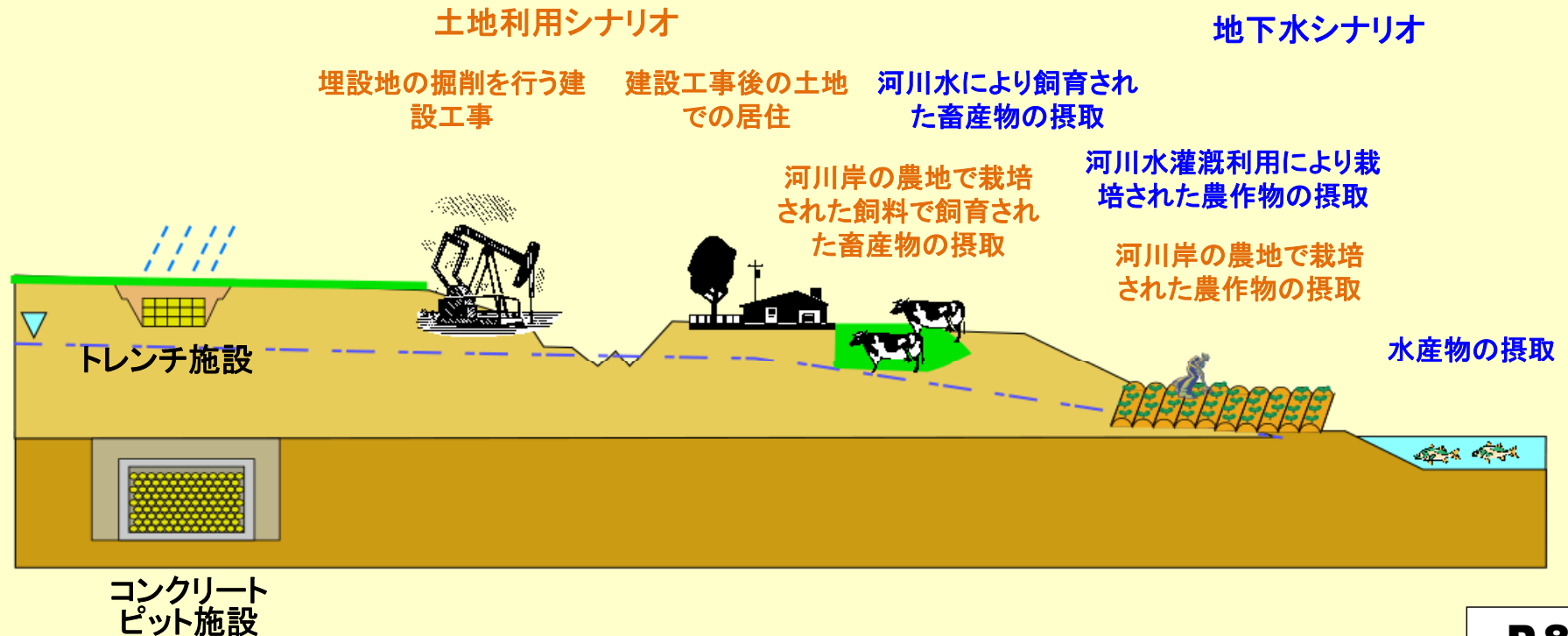
2. 概念設計(4/4)

— 放射線に関する安全性の確認 —

管理期間終了後、設定した立地環境条件において、一般公衆が受けると想定される線量を評価し、管理期間終了後の線量のめやす値*以下であることを確認

*基本シナリオ:10 μ Sv /年、変動シナリオ:300 μ Sv /年、人為事象シナリオ:1又は10mSv /年

原子力安全委員会や先行埋設施設の評価例を参考に一般公衆が被ばくする経路(評価経路)を設定し、管理期間終了後の安全評価(線量評価)を実施。



3. 施設設計に係る項目と敷地の整地等 に係る項目の整理結果(1/3)

設計関連項目			施設設計に係る項目		敷地の整地等に係る項目		
			評価対象	設定内容	評価対象	評価内容	
自然環境	自然現象	地すべり		×		○	対策工が合理的に可能な地すべり地形の規模を対策工に係る費用増加の観点から評価する。
		地震（耐震設計）		---	概念設計における対応（安全審査指針に基づく評価）で十分であり、追加の評価は必要ない。		
		台風、豪雪、異常寒波		--	概念設計の想定は十分保守的であり、追加の設計対応の必要はない。	×	
	地質及び地形等	地盤、地質	分配係数、透水係数、密度、空隙率	○	国内の様々な地盤・地質条件に対する安全性を設計対応も含めて評価する。	×	
		地耐力		×		○	ピット施設等の設置に必要な地耐力を、対策工に係る費用増加の観点から評価する。
	地質及び地形等	地形	動水勾配	○	国内の様々な動水勾配に対する安全性を設計対応も含めて評価する。	×	
				×		○	埋設事業が可能な敷地の傾斜の規模を造成の費用増加の観点から評価する。
	気象	風向、風速		---	概念設計の想定は十分保守的であり、追加の設計対応の必要はない。	×	

3. 施設設計に係る項目と敷地の整地等 に係る項目の整理結果(2/3)

設計関連項目			施設設計に係る項目		敷地の整地等に係る項目		
			評価対象	設定内容	評価対象	評価内容	
自然環境	気象	浸透水量	○	国内の様々な浸透水量に対する安全性を設計対応も含めて評価する。	×		
		降水量	×		○	敷地の排水が合理的に可能な降水量の条件を、排水対策工に係る費用増加の観点から評価する。	
	水象及び水理	河川、海等	距離、流量	○	国内の様々な河川等に係る条件への安全性を設計対応も含めて評価する。	×	
		地下水	地下水流速	(○)	前述の透水係数と動水勾配の検討に含まれる。	×	
			地下水位の深度	○	国内における様々な地下水位の深度に対する安全性を設計対応も含めて評価する。	×	
				×		○	トレンチ施設の設置に必要な地下水位の深度をトレンチ施設の土工に係る費用増加の観点から評価する。
			帯水層の厚さ	○	国内における様々な帯水層の厚さに対する安全性を設計対応も含めて評価する。	×	
			井戸 (距離、取水量)	○	埋設施設周辺において利用されている井戸を想定し、井戸までの距離及び取水量の様々な条件に対する安全性を設計対応も含めて評価する。	×	

3. 施設設計に係る項目と敷地の整地等 に係る項目の整理結果(3/3)

設計関連項目				施設設計に係る項目		敷地の整地等に係る項目	
				評価対象	設定内容	評価対象	評価内容
自然環境	水象及び水理	地下水	地下水流量 (湧水量)	(○)	前述の透水係数、動水勾配、帯水層の厚さの検討に含まれる。	×	
				×		○	ピット埋設地の排水が合理的に可能な地下水湧水量の条件を対策工に係る費用増加の観点から評価する。
社会環境	水の利用状況	河川水、地下水等		○	国内の様々な地域を考慮して、河川水、地下水(井戸)の利用に対する安全性を設計対応も含めて評価する。	×	
	食物に関する土地利用等の状況	農業、畜産業、漁業等		○	国内の様々な地域を考慮して、河川岸、埋設地及び周辺土壌の利用、河川及び海での漁業に対する安全性を設計対応も含めて評価する。	×	

4. 施設設計に係る項目の評価パラメータ の分布の設定 (1/3)

区分	項目	評価パラメータ	設定範囲	分布型	設定方法		
自然環境	地質及び地形等	地盤・地質	埋設施設を設置する地盤	土壌と岩盤が2層のケースと土壌1層のケースを設定		通常は土壌層の下に岩盤層が存在する地層が想定される(土壌と岩盤が2層のケース)が、土壌層がピット処分の深度より厚い場合を想定して土壌1層のケースも設定した。	
			透水係数	土壌*1	10 ⁻¹⁰ ~0.1 m/s	対数正規分布	文献1(PNC TN7450 96-002)に取りまとめられたデータを整理して設定値の範囲、分布型を設定。
				岩盤	3 × 10 ⁻¹⁰ ~ 5 × 10 ⁻⁵ m/s	対数正規分布	文献1に取りまとめられたデータを整理して設定値の範囲、分布型を設定。
			分配係数	土壌*1	核種毎に設定	対数正規分布	原子力安全委員会のクリアランスレベル及び濃度上限値の評価に用いられた値及び設定方法を参照。
				岩盤	核種毎に設定	対数正規分布	原子力機構地層処分部門が取りまとめた収着データベースのデータを集計して設定。
			空隙率	土壌*1	3~60%	対数一様分布	土壌は原子力安全委員会のクリアランスレベルの評価で引用されている「水理公式集」の有効空隙率の範囲とし、風化した岩盤は岩盤と同様として範囲を設定。分布型は岩盤と同じとした。
				岩盤	0.1%~60%	対数一様分布	文献2(JNC TN1400 99-022)に示された岩盤の有効空隙率の最小値と最大値の範囲とした。分布型は同文献に示された有効空隙率のヒストグラムから、対数一様分布とした。
			真密度	土壌*1	1.0~2.9 g/cm ³	正規分布	有効空隙率の範囲を考慮して、文献1に示された密度の範囲1.0~2.8(g/cm ³)となるように設定した。分布型は岩盤と同じとした。
				岩盤	1.5~3.1g/cm ³	正規分布	有効空隙率の範囲を考慮して、文献2における岩盤の密度1.2~3.1(g/cm ³)となるように設定した。分布型は産業技術総合研究所のRIOデータベースの岩盤の湿潤密度の分布を観察し、正規分布に設定した。
			地形	地形	動水勾配	0.1~10%	対数正規分布

*1: 風化した岩も土壌に区分した。

4. 施設設計に係る項目の評価パラメータ の分布の設定 (2/3)

区分	項目	評価パラメータ	設定範囲	分布型	設定方法	
自然環境	気象	降水量	トレンチ施設への浸透水量	0.1~1m/y	対数正規分布	原子力安全委員会のクリアランスレベル評価に用いられた浸透水量の範囲を設定。
	水象及び水理	川、海等	河川等の流量	10 ⁶ ~10 ¹¹ m/y	対数正規分布	国土交通省が取りまとめている水文水質観測において、河川流量を測定している観測所の年間の平均流量のデータを集計して設定。
			海の交換水量	10 ⁹ ~10 ¹² m/y	対数正規分布	原子力安全委員会のクリアランスレベルの評価方法を基に理科年表(H22)の主要海域の流速から交換水量を求め、範囲を設定した。
			河川までの距離	0~1,000m	一様分布	概念検討における河川の離間距離の調査結果では河川までの距離は最大で2.25kmと計算される。これを参考に敷地内に小さな川があることを容認しているため、0~1,000mに設定した。
			海までの距離	100m~1,000m	一様分布	河川までの距離の検討結果と埋設施設から事業所境界までの距離を考慮して設定した。
	地下水	地下水流速	計算値	—	—	動水勾配×透水係数(ダルシー流速)から計算される。
		ピット施設における浸入・浸出水量	計算値	—	—	動水勾配、土壌及び岩盤の透水係数の組み合わせから計算される。
	地下水	地下水位の深さ	0.5~40m	一様分布	文献3に示された地下水位データと、ピット施設の上面が最大約40mであることより、範囲を設定した。	
		帯水層の厚さ	2層のケース ^{*2}	1~40m	一様分布	クリアランスレベルの評価に用いられた1mから100mを参考にピット施設の上面が最大約40mであることより、範囲を設定した。
			1層のケース ^{*3}	35m~100m	一様分布	クリアランスレベルの評価に用いられた1mから100mを参考にピット施設は地下水中有ると設定しその高さが約10mであることより、範囲を設定した。

*2: 土壌と岩盤の2層の地盤を設定したケース

*3: 土壌1層の地盤を設定したケース

4. 施設設計に係る項目の評価パラメータ の分布の設定 (3/3)

区分		項目	評価パラメータ	設定範囲	分布型	設定方法	
自然環境	水象及び水理	地下水	帯水層 土壌を 掘削する 場所	地下水位を 変動させる ケース*4	0m	—	管理期間終了後、埋施設直近を掘削することとした。
				掘削場所を 変動させる ケース*4	0m～1,000m	一様分布	管理期間終了後、埋施設直近から河川等までの間で掘削することを想定し、0～1,000mにした。
			井戸の揚水量	1×10^4 ～ $3 \times 10^6 \text{m}^3/\text{y}$	データからヒストグラムを作成	国土交通省が取りまとめている地下水資料台帳のデータから、ヒストグラムを作成。安全評価には用途が生活用及び農業用のデータを使用した。	
			井戸の混合割合	0.1～1	対数一様分布	原子力安全委員会のクリアランスレベルの評価で用いられた井戸水の混合割合を設定。	
			井戸までの距離	100～1,000m	一様分布	処分施設から敷地境界まで最短距離は100mであるため、100～1000mとした。	

*4: 帯水層を掘削する建設作業員の被ばく経路、帯水層を掘削した土地に居住する人の経路では、埋施設から掘削する場所までの距離を固定して、地下水位を変動させるケースと地下水位を固定して埋施設から掘削する場所までの距離を変動させるケースを評価した。