

環境経済・政策学会2023年大会（東海大学）

# 地層処分施設の立地選定プロセス と文献調査のあり方

令和5年10月1日（日）

竹内真司（日本大学）

# 内容

- 処分地選定のプロセスと文献調査の現状
- 文献調査、および評価プロセスの課題

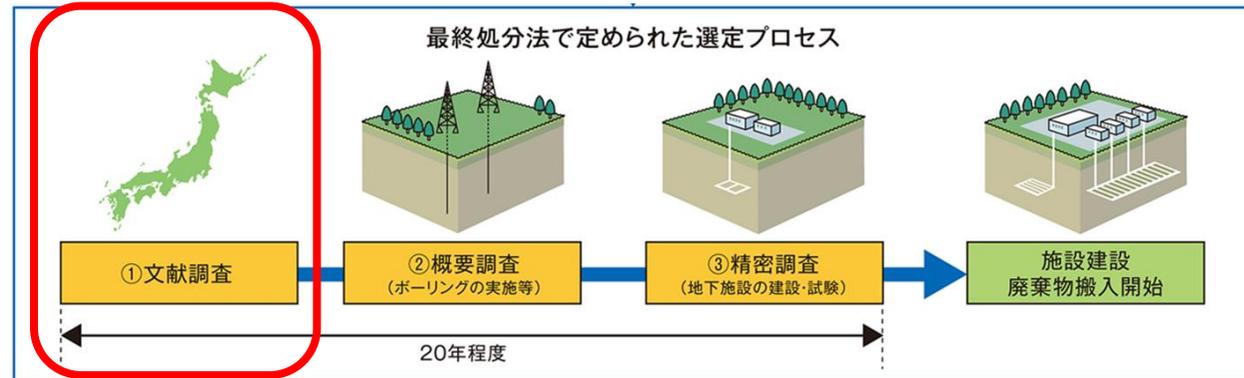
# 処分地選定のプロセス



- 2017年7月：科学的特性マップの公表
- 2020年11月：北海道（寿都町、神恵内村）で文献調査開始



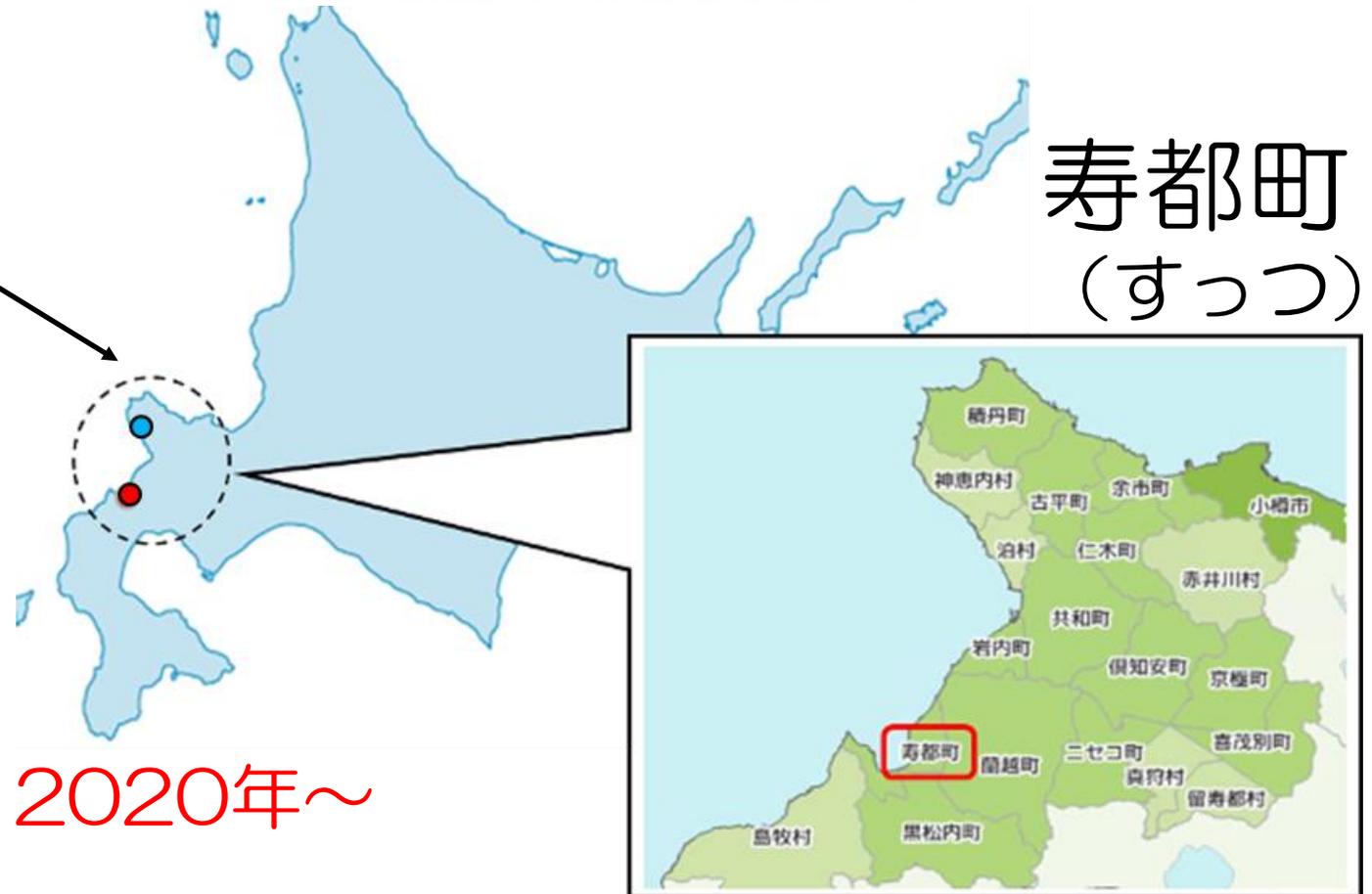
# 文献調査の現状



※各調査段階において、地元自治体の意見を聴き、これを十分に尊重する(反対の場合は次の段階に進まない)。



神恵内村  
(かもえない)



寿都町  
(すつつ)

2020年～

# 文献調査段階の評価の考え方（案）

（最終処分法で定められた要件に照らした評価  
及び技術的観点からの検討）

最終処分法で定められた要件、地層処分技術WGで審議された科学的特性マップ策定時の考え方、原子力規制委員会で決定された「特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」などを参照するなどして、NUMOとして整理した案である。

**2023年6月22日**  
**原子力発電環境整備機構**



## ● 要件の具体化の考え方

<選定の要件の概要 (p.12) >

- 「地層の著しい変動」、「第四紀の未固結堆積物」、「掘採が経済的に価値が高い鉱物資源」に関する各号がある。
- 各号では「記録がないこと」や「おそれが少ないと見込まれること」を求めている。
- 各号のいずれにも適合しているものの中から概要調査地区を選定。

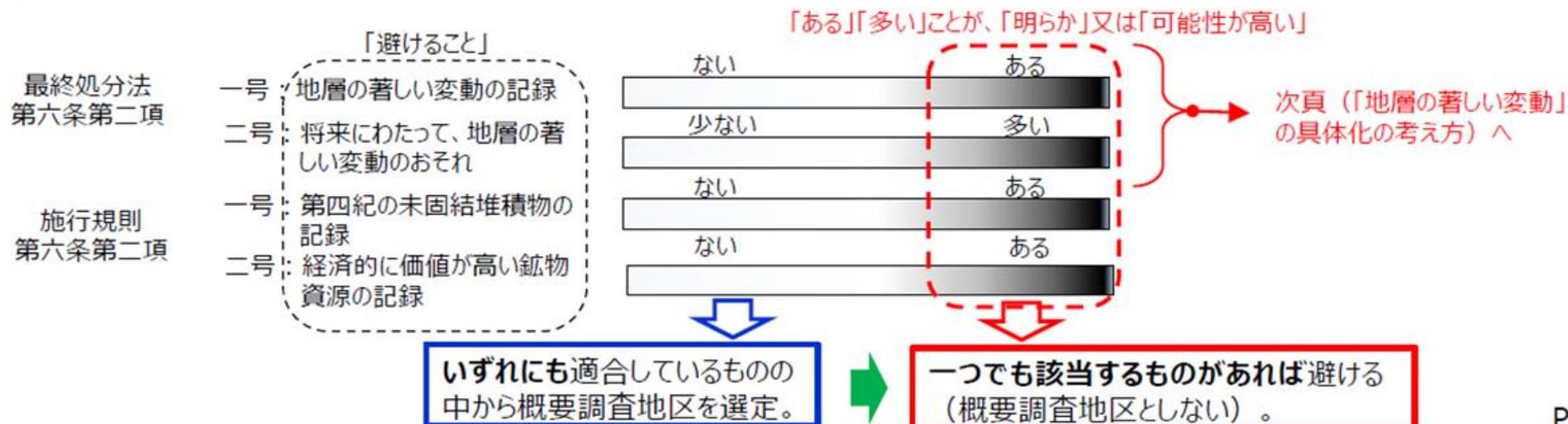
<概要調査へ進むための基準などの考え方 (p.13) >

- A)概要調査をするまでもなく、文献調査により明らかに処分地として不適切であると判断できる基準とする。  
 B)概要調査以降の調査の結果をもとに判断することが適当と考えられるもの、工学的対策や安全評価との関連において検討されるべきものは基準としない。  
 C)十分な評価が行えない場合は、概要調査以降の調査、評価にもとづき判断する。



- ・ 技術的には、「地層の著しい変動」などの「記録がない」、「おそれが少ない」ことを確認することは難しく、「地層の著しい変動」などの「記録がある」や「おそれが多い」ことが明らかなこと、可能性が高いことを特定する方が、評価の確実性が高いと考えられる。

- ①地層の著しい変動などの「避けること」の「記録がある」、「おそれが多い」ことが「明らか」又は「可能性が高い」と考えられることを避けることにより、「記録がない」、「おそれが少ない」ものを選択する。
- ②「明らかに不適切」と判断できるように、「避けること」をできるだけ具体化する。



# 文献調査結果の評価の考え方 (要件の具体化の考え方)

- 「地層の著しい変動」について
  - 断層等、マグマの貫入と噴出、熱水活動、火山性熱水や深部流体の移動・流入、侵食
- ① 「記録がない」「おそれが少ない」 → 最終処分法の要件
- ② 「記録がある」「おそれが多い」ことが「明らか」、もしくは「可能性が高い」
  - ②を特定する方が評価の確実性が高い
  - 考慮期間は将来10万年程度

# 「文献調査段階の評価の考え方（案）に対する 技術的・専門的観点からの評価

## 「文献調査段階の評価の考え方（案） （最終処分法で定められた要件に照らした評価 及び技術的観点からの検討）」 に対する技術的・専門的観点からの評価

本資料は、最終処分法で定められた要件、地層処分技術WGで審議された科学的特性マップ策定時の考え方、原子力規制委員会で決定された「特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」などを参照するなどして、NUMOが整理した「文献調査段階の評価の考え方（案）（最終処分法で定められた要件に照らした評価及び技術的観点からの検討）」に対する地層処分技術WGでの技術的・専門的観点からの評価をまとめたものである。

2023年6月  
地層処分技術WG

「WGは、（中略）、提示された基準が適切に設定されているものと評価した。」



# 文献調査の課題

# 対話の場説明資料 (抜粋) (寿都町)

トレンチ調査で変動が明らか (岡村2023)

## 基準案に沿った調査状況についての検討例

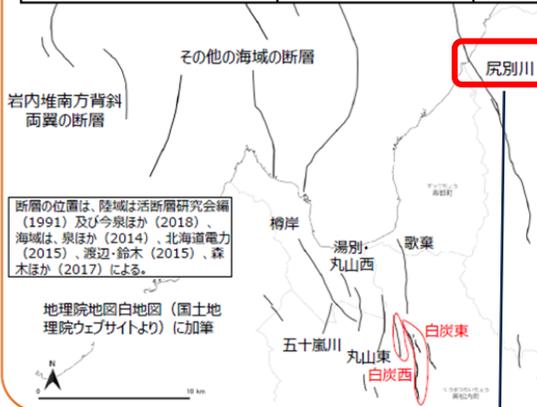
現在の調査状況について、基準案 (p.5) に沿って検討した例

- 処分場を設置しようとする深さについて以下の (1) か (2) に該当することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(1) 基準 (ア) 活断層及び (イ) その周辺の断層の断層面、ならびに (エ) 断層面の近くのずれている部分

- 該当するものは無い。「白炭西、白炭東」が調査対象地区内の処分場を設置しようとする深さに分布する可能性がある。

名称、場所	岩内堆南方背斜 (注1)両翼の断層	樽岸、五十嵐川、湯別・丸山西、丸山東、歌棄、 <b>尻別川</b> 、その他の海域の断層	<b>白炭西、白炭東</b>
約12~13万年前以降の活動を否定できない	可能性が高い	可能性が高いとは言えない	可能性が高い
断層面	ある可能性が高い	検討省略	ある可能性が高い(注2)
調査対象地区内の処分場を設置しようとする深さ	分布していない可能性が高い。	検討省略	可能性があるが位置は不明(注3)



注1)地層が横方向に圧縮されて波形に曲がった (これを褶曲 (しゅうきよく) という) 場合、盛り上がった箇所を背斜 (はいしゃ)、沈んだ箇所を向斜 (こうしゃ) と呼ぶ。

注2)白炭東は断層面近くのずれている部分もある可能性が高い。

注3)白炭西、白炭東の地表部は寿都町外であるが、処分場を設置しようとする深さにおいては調査対象地区内に分布する可能性がある。

(2) 基準 (ウ) : 古い断層のうち、規模が大きい断層 (地表の延長がおおむね10km以上) の断層面、ならびに (エ) 断層面の近くのずれている部分

- 古い断層で、該当するものは無い。
- (1) に該当しないものについても、断層面が10km以上の区間で明確には確認できず、該当するものは無い。

南北約16 kmで60度西傾斜の逆断層 (岡村2023)

磯谷溶岩は230万年前の岩脈の上位に (岡村2023)

## 基準案に沿った調査状況についての検討例

現在の調査状況について、基準案 (p.7) に沿って検討した例

- 以下のいずれかに該当することが、明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

基準 (ア) : 第四紀火山のマグマが地表やその近くまで来た跡など	文献調査対象地区内に確認されていないため、該当なし。
-----------------------------------	----------------------------

基準 (イ) : 第四紀火山から15km

名称	二セコ・雷電火山群
第四紀 (約258万年前以降) の活動	確認されている。約200万年前以降、最新の噴火は約6000年前 (文献1) ✓東側の二セコ火山群 (※) : 約40万年前以降、最新の噴火は約6000年前 (文献2) ※科学的特性マップにおける火山の中心とされている。 ✓西側の雷電山 : 約140万~80万年前 (文献2)
中心	東側には火口などが複数確認されている。 ※西側を別の火山と扱う例 (文献2など) があるが火口などは確認されていない。
基準 (イ)	東側を中心とした円は文献調査対象地区を含まないため、該当場所なし。 ※西側を中心とした円については、火口などを確認する必要がある。

基準 (ウ) : 新たな火山	調査地区周辺に、関連する観測データがあるが、「該当することが明らかまたは可能性が高い」とは言えない。
----------------	--

名称	磯谷 (磯谷溶岩)
第四紀 (約258万年前以降) の活動	示している文献 (文献2) では、最終判断がつかずに要検討と判断される (注1) としている。
基準 (ア) (イ)	「該当することが明らかまたは可能性が高い」とは言えない。

注1)「文献調査で最終判断がつかずに要検討と判断されるものは、「追加研究の必要性有」として明記の上、データベースに取り込んでいます」 (文献2)。

文献1) 中野ほか (2013) 日本の火山 (第3版) .  
文献2) 西来ほか (2012) 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース.

# 対話の場説明資料（抜粋）（寿都町）

## 地質環境特性の検討

- 地下深部のデータが少なく、十分な評価のためには、現地調査によるデータの取得が必要。
- したがって、現時点では、火山や活断層などの基準案を満たすと考えられる場所の中で、適切でない場所やより好ましい場所は特定できない。
- 一方、文献・データで分かる範囲でも、概要調査に際して留意すべき以下の点がある。



「分からないので先に進む」とも読める

### ● 放射性物質を閉じ込める機能から見た留意点

- 比較的急峻な地形により、地下水を流そうとする力が比較的大きくなる場所
- 比較的地温が高くなる大きい深度

### ● 建設の可能性の観点から見た留意点

- 地表部のトンネルの事故において関連が指摘されている水冷破碎岩の特性
- 比較的地温が高い場合の掘削作業への影響

# 対話の場説明資料（抜粋）（神恵内村）

## 未固結堆積物の例

処分場を設置しようとする深さ（300m以上深い地層）に未固結堆積物がある場所は避ける。

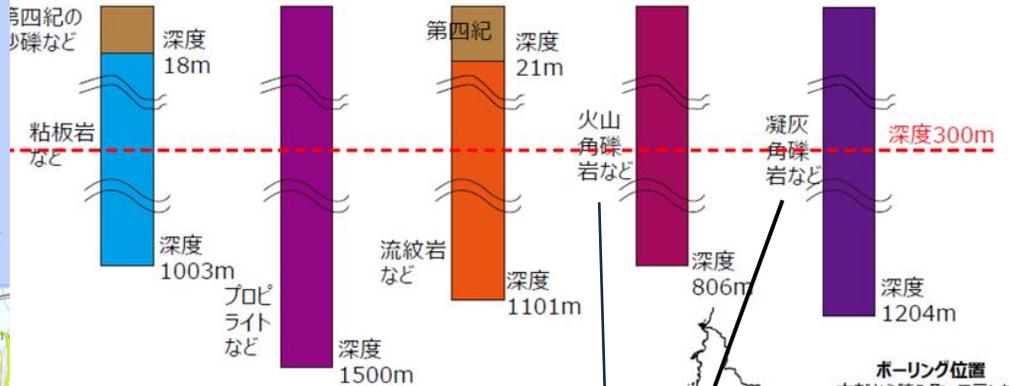


## 基準案に沿った調査状況についての検討例：「第四紀の未固結堆積物」

第6回(2022/3/29)資料を図化し基準案 (p.9) に沿った検討例を加筆

第四紀の、未固結ないし固結度の低い砂質土や礫質土ならびに火山灰、火山礫、軽石ならぬ火山噴出物等は、陸域の地表から300m以上深い地層に確認されていない。

a.神恵内村5号井 b.神恵内村6号井 c.神恵内村4号井 d.神恵内村2号井 e.神恵内村3号泉源



（井口の標高は越谷・丸井（2012）による。）

本ほか(2004), b. 藤本ほか(2004), c. 鈴木ほか(1995), d. 本ほか(2004), e. 鈴木ほか(1995)

の説明  
 約260万年前から現在。これ以外で「第四紀」の特記がないものはそれ以前の時代の地層であったもので、板状にはがれやすい。/プロピライト：安山岩が熱水変質作用を受けたもの。/流紋岩：二酸化ケイ素の量が多いもの。安山岩は二酸化ケイ素の量が中間的なもの。/火山角礫岩：比較的大きな岩片を含む火山砕屑岩。火山灰の割合が多いのが凝灰角礫岩、少ないのが火山角礫岩。

ボーリング位置  
 文献から読み取って示した。番号は左記のボーリングの番号。番号無しもボーリング位置。

粘板岩：泥岩が  
 流紋岩：火山  
 凝灰角礫岩：火

豊浜トンネル崩落事故（1996）  
 →未固結堆積物に匹敵

水冷破碎岩主体の不均質で脆弱な地質

# 対話の場説明資料（神恵内村）

## 地質環境特性の検討

- **地下深部のデータが少なく、十分な評価のためには、現地調査によるデータの取得が必要。**
- したがって、現時点では、火山や活断層などの基準案を満たすと考えられる文献調査対象地区の南部の中で、**適切でない場所やより好ましい場所は特定できない。**
- 一方、文献・データで分かる範囲でも、概要調査に際して**留意すべき以下の点がある。**



「分からないので先に進む」とも読める

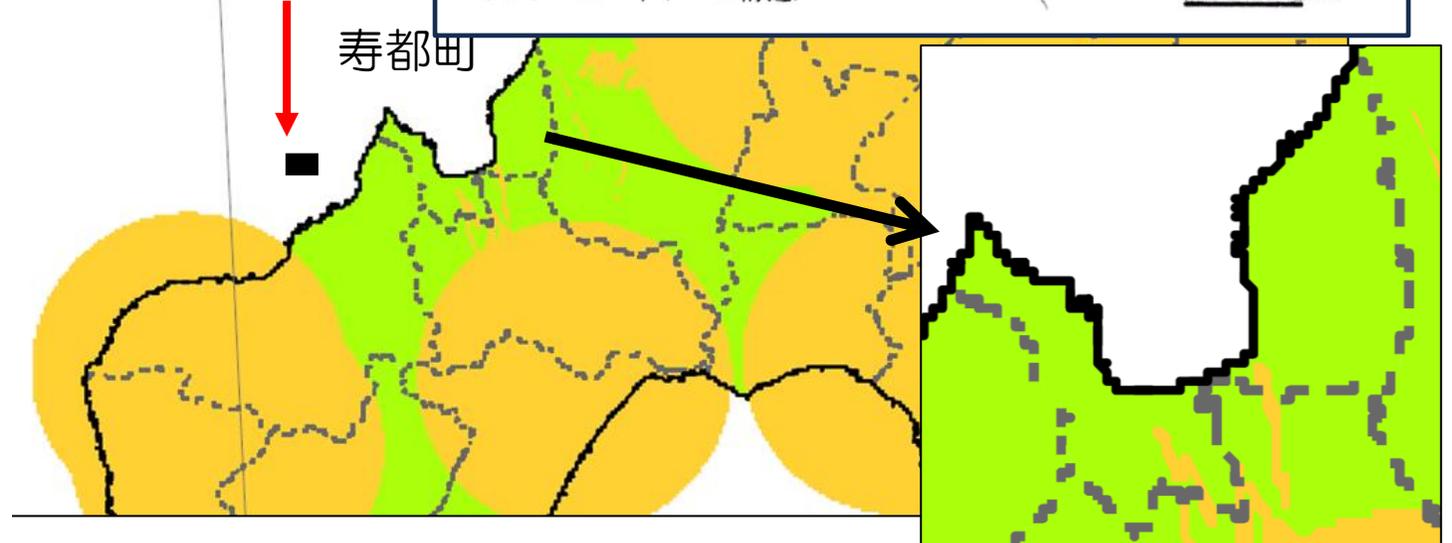
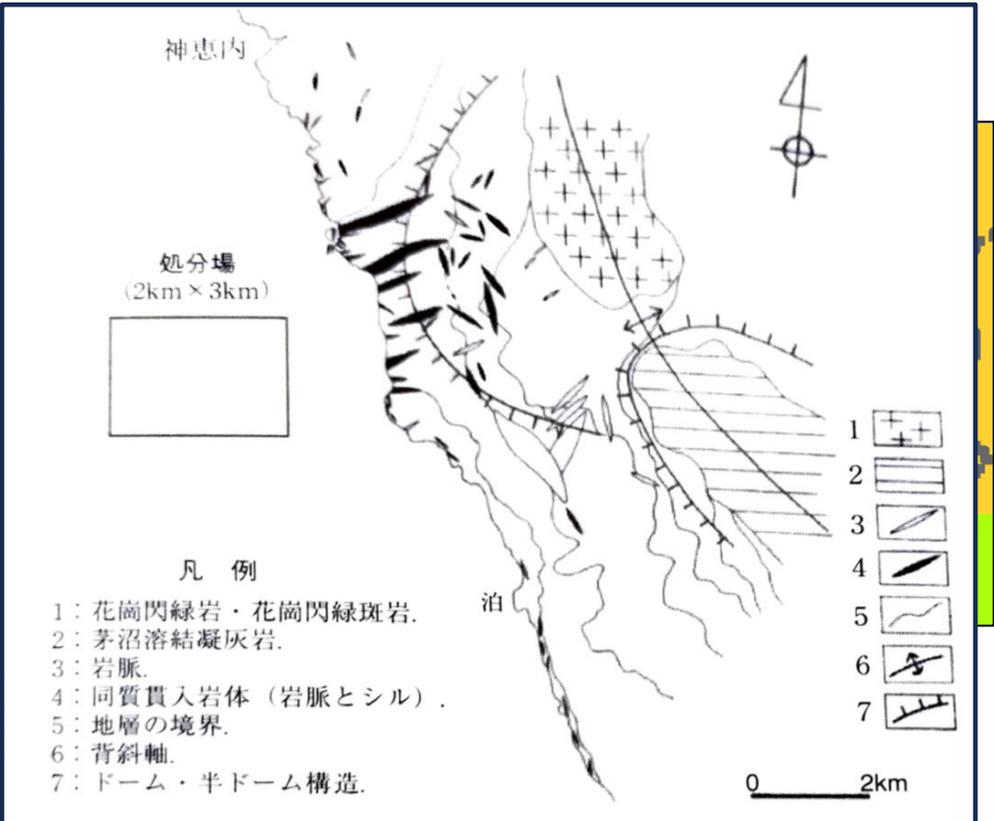
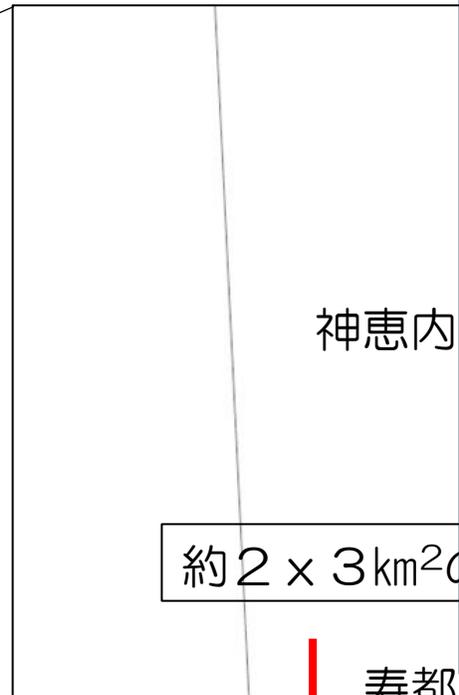
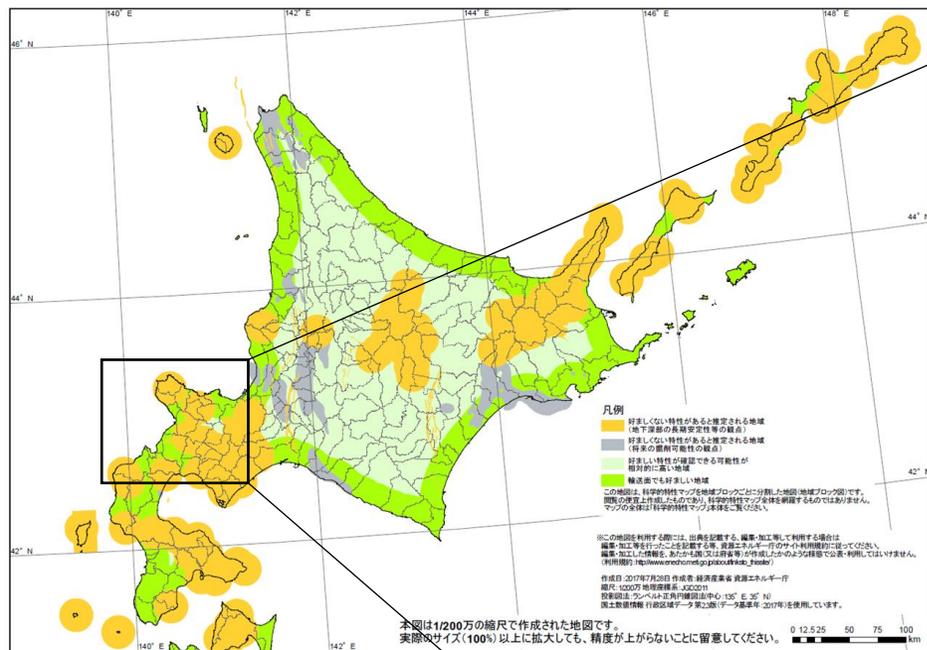
### ● 放射性物質を閉じ込める機能から見た留意点

- 比較的急峻な地形により、地下水を流そうとする力が比較的大きくなる場所
- 比較的地温が高くなる大きい深度

### ● 建設の可能性の観点から見た留意点

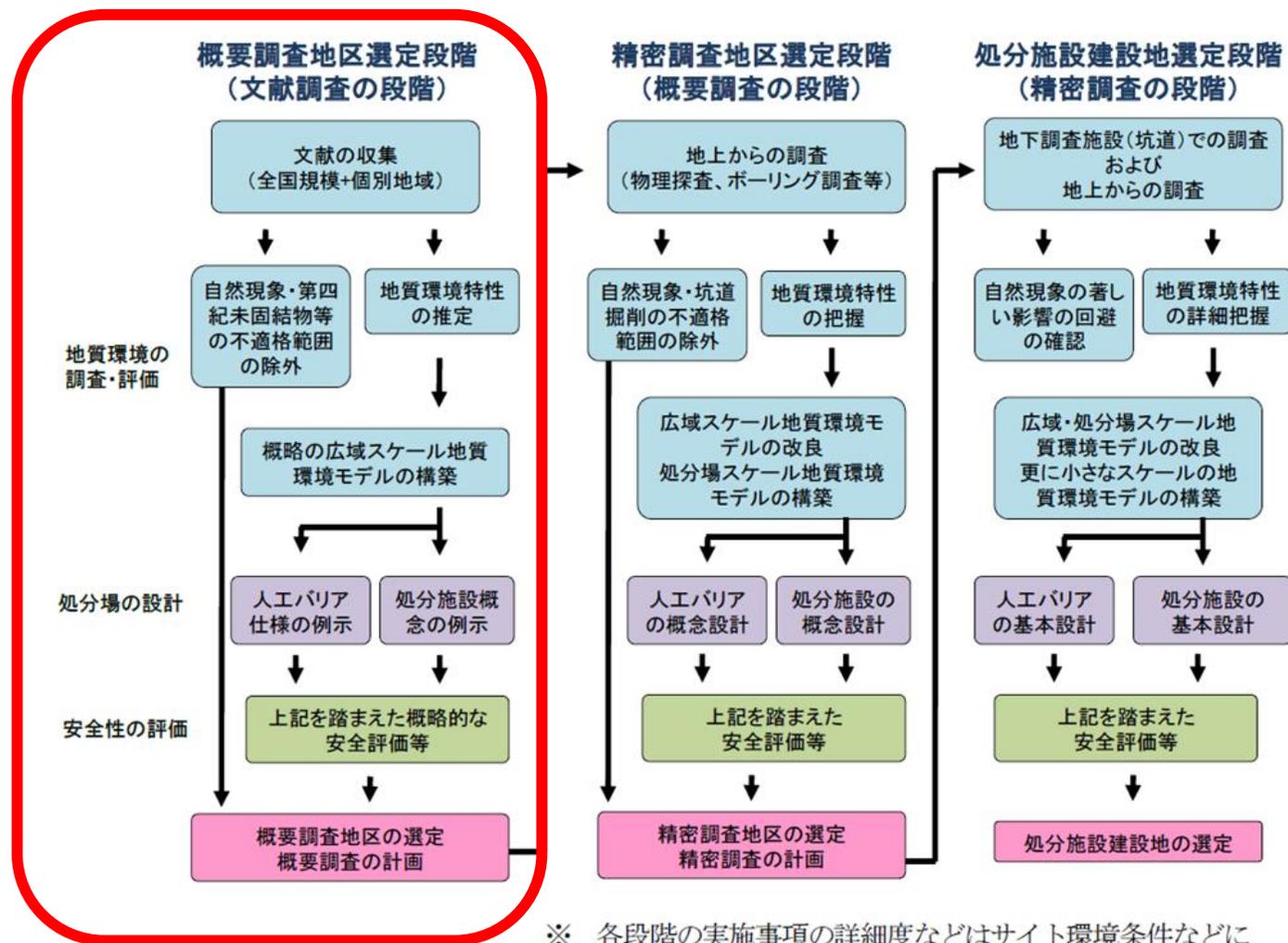
- 地表部のトンネルの事故において関連が指摘されている水冷破碎岩の特性
- 比較的地温が高い場合の掘削作業への影響

# 専門家の評価



- 千木良 (2023)
  - 処分場が新第三紀火山岩類の複雑な地質と遭遇する可能性
- 岡村 (2023)
  - 水冷破碎岩は脆弱で不均質
  - 断層帯の活動範囲の過小評価
  - 認定されていない第四紀火山の存在

# 段階的なサイト選定の進め方



※ 各段階の実施事項の詳細度などはサイト環境条件などに依存し、必ずしも一定ではない。

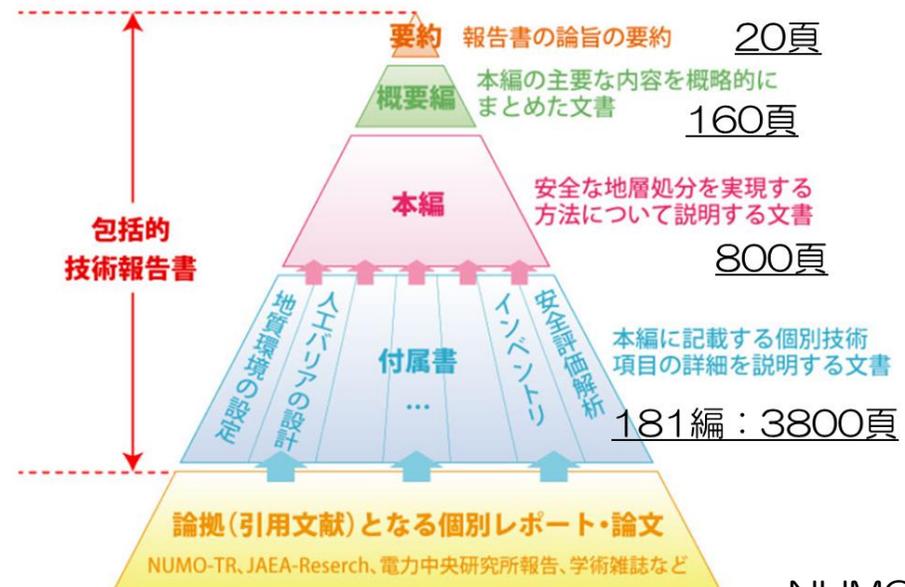
- 「**サイト選定の初期段階**では、(中略)サイトの調査によって得られる情報やデータも限定的であることから、本報告書で示した**一般論としてのセーフティケースを基本形として適用しつつ**、(中略)サイト固有のセーフティケースに徐々に移行する・・・」(包括的技術報告書(7.4.2))

図 2.2-1 地質環境の調査・評価、処分場の設計、安全性の評価を連携した段階的なサイト選定

# 包括的技術報告書

- NUMOによる地層処分の**サイト調査**、**処分場の設計・建設・操業・閉鎖**、**閉鎖後長期間の安全性確保の方策**について、**これまでに蓄積された科学的知見や技術を統合して包括的に説明したもの**

## → セーフティケース



NUMO (2021)

包括的技術報告：

わが国における安全な地層処分の実現

—適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築—

本編 および 付属書

2021年2月  
原子力発電環境整備機構

# 文献調査と評価プロセス

	2020				2021				2022				2023				2024							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
文献調査					[Actual]																			
評価の考え方	[Ideal]												[Actual]											
文献調査結果の評価																	[Ideal]							
対話の場					[Actual]																			

[Blue Box] 実際      [Pink Box] 理想

- 評価の考え方は文献調査に先立って策定されるべきではなかったか？
- 文献調査結果の評価は、いつ？どのように？
- 対話の場での文献調査結果の説明は納得されるよう熟議を

# まとめ

- 「評価の考え方」の現地への適用
  - “地下深部のデータが少なく、十分な評価のためには、現地調査によるデータの取得が必要” → 科学への不信感につながらない評価基準
  - NUMOセーフティケース（ひな形）の文献調査段階での適用
    - ➔ 概略的な安全評価等によるサイトの理解度の提示
- 文献調査と評価プロセスの進め方の適切性
  - 「評価の考え方」は文献調査に先立って策定すべき（評価の透明性）
  - 文献調査結果の評価は、第三者委員会含め、様々な立場の意見を
- 文献調査結果に関する市民への納得性のある説明と熟議