

文献調査の進捗状況

2023年2月7日

原子力発電環境整備機構 ^{ニューモ} (NUMO)

現在、「文献・データに基づく評価」を進めています。 その評価の考え方について、国の審議会で審議されています。

文献調査の進め方

(1) 文献調査の開始

文献調査の計画を公表するとともに、地域のみなさまにご説明し、調査を開始します。

(2) 文献・データの収集

地質図や学术论文など、必要な文献・データを収集し情報を整理します。この際、科学的特性マップの作成に用いられた全国規模で整備された文献・データの最新版に加え、文献調査対象地区に関連した文献・データを収集し、ひとつひとつ詳しく調べていきます。

(3) 文献・データに基づく評価

収集した文献・データを用いて、火山や活断層などによる地層の著しい変動がないなどの最終処分法で定められた要件に従って、評価を実施します。さらに、どの地層がより好ましいと考えられるかなどの技術的観点からの検討、土地の利用制限などの経済社会的観点からの検討も実施します。地層処分の仕組みや文献調査の進捗などについて、「対話の場」などで地域のみなさまにご説明します。



文献調査段階の
評価の考え方

(4) 報告書の作成

文献調査で評価した結果や、文献調査の次の段階である概要調査地区の候補について、「対話の場」などで地域のみなさまにご説明します。また、報告書を作成し公告・縦覧するとともに、あらためて地域のみなさまにご説明する機会を設け、ご意見を伺います。

●前回到引き続き、文献調査段階の評価の考え方についてご報告します。

※2023/1/24に開催された地層処分技術WGにおいて、前回（2022/11/29）に引き続き、「文献調査段階の評価の考え方（案）」を説明しました。

●この評価の考え方（基準案）に沿った調査状況についての検討例も併せてご説明します。

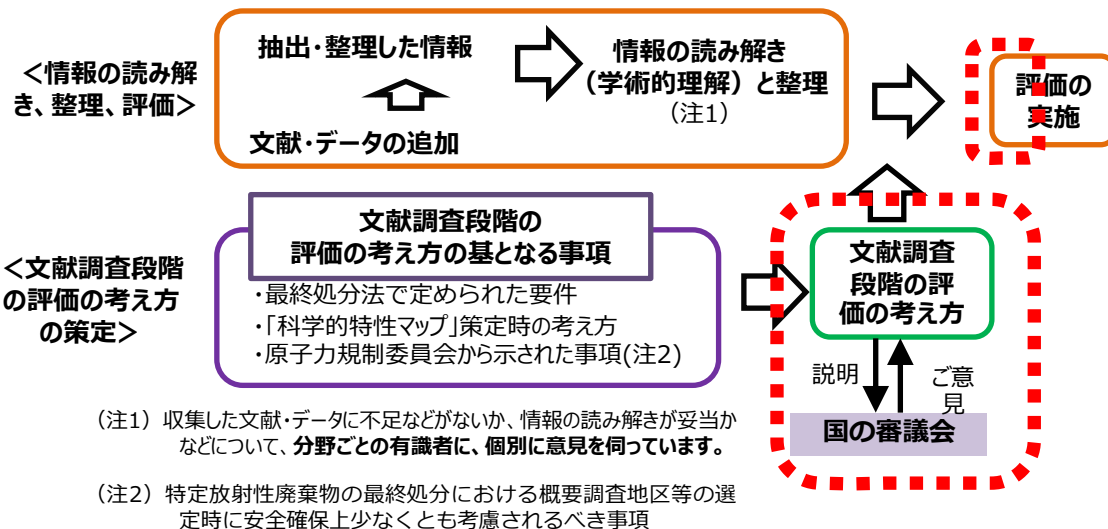
文献調査の進め方

(1) 文献調査の開始

(2) 文献・データの収集

(3) 文献・データに基づく評価

(4) 報告書の作成



本日のご説明内容

- 「文献調査段階の評価の考え方（案）」のⅡ.項目ごとの基準、Ⅲ.その他の評価のうち、以下の赤字部分を説明します。

Ⅱ. 項目ごとの基準：前回（2022/12/5）「7つ」とご説明した最終処分法に定められた項目	
1.断層等	次回以降ご説明します。
2.マグマの貫入と噴出	
3.地熱活動（非火山性含む）	Ⅲ.その他の評価の地質環境特性として評価することとなりました。
4.火山性熱水や深部流体の移動・流入	
5.侵食	前回（12/5）基準案をご説明済。本日は基準案に沿った調査状況についての検討例をご説明します。
6.第四紀の未固結堆積物	
7.鉱物資源	本日まで説明。基準案に沿った調査状況についての検討例も併せてご説明します。

Ⅲ. その他の評価	
・地熱資源（※）	本日まで説明。基準案に沿った調査状況についての検討例も併せてご説明します。
・地下の状況のとりまとめ （地層や岩体、断層などの分布） ・地質環境特性の検討	次回以降ご説明します。

（※）最終処分法に定められていないが原子力規制委員会から考慮すべきとされている項目であり、Ⅱ.と同様の基準案を示したものの。

- 「**鉱物資源**」、「**地熱資源**」の基準案と、それに沿った調査状況についての検討例をご説明します。

鉱物資源、地熱資源の基準案

(2023/1/24の地層処分技術WGで説明した内容について、分かりやすさの観点から、表現を一部工夫して示しています。)

鉱物資源の基準案

- 最終処分を行おうとする地層に、以下のように現在の経済的価値が高い鉱物資源（※）が存在することが明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(ア) 現在稼働中または近年稼働していた鉱山の鉱床など
(イ) 上記 (ア) 以外で、ほかの地域で現在稼働中または近年稼働していた鉱山などと同程度の埋蔵量があるもの

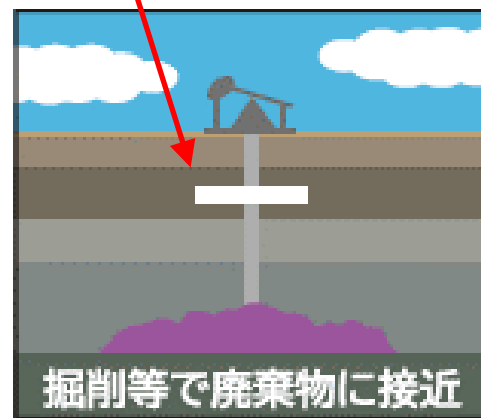
※石炭、石油などの燃料鉱物も含まれます。

地熱資源の基準案

- 以下のいずれかに該当する、出力の大きな地熱発電の可能性が、明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(ア) 地温勾配が100℃/1kmを大きく超える。
(イ) 周辺数キロメートルに地熱発電所がある。

処分場を設置しようとする300m
以深に鉱物資源があるか？



基準案に沿った調査状況についての 検討例：「鉱物資源」

第6回(2022/3/29)資料（珊内
鉱山）に西の河原鉱山、神恵内鉱
山などを加えたものに基準案
(p.5) に沿った検討例を加筆

(ア) 現在稼働しているまたは近年稼働していた鉱山の鉱床など
(イ) 上記 (ア) 以外で、ほかの地域で現在稼働または近年稼働
していた鉱山などと同程度の埋蔵量があるもの

名称	珊内鉱山(文献1)	西の河原鉱山(文献1)	神恵内鉱山
鉱種	黄鉄鉱（注1）	重晶石（注2）	銅、鉛、亜鉛（文献1）
稼働状況 （※）	現在または近年稼働してい ない（昭和14～15年試 掘を行ったが以降現在まで 休止の状態）	現在または近年稼働し ていない（昭和40年にも 小規模に地表探鉱。 現在休山）	現在または近年稼働していない （昭和16年操業停止）（文献1）
基準（ア）	該当しない	該当しない	該当しない
鉱床規模			千t未満（文献2）
他地域にお ける同鉱種 の稼働状況	稼働していない。	稼働していない。	近年稼働していた鉱山の埋蔵量は、銅鉱は千t、 鉛鉱は1万5千t、亜鉛鉱は10万t程度（文献 3より想定）。
基準（イ）	該当しない（注3）	該当しない（注3）	該当しない

注1) 鉄と硫黄からなり、かつては硫酸の原料とされた。

注2) 硫酸バリウム。X線造影剤などに用いられる。現在は国内では生産されていない。

注3) 他地域でも稼働していない場合、経済性が低いと考えられる。

(※) 稼働状況については文献の記載のまま「休山」などとしているが、鉱業権は現在既に消滅して
いることを確認しており、現在も鉱業法第六十二条に基づいて事業を休止しているものではない。

文献1) 斉藤ほか（1967），文献2) 渡辺（2000），文献3) 埋蔵鉱量統計（平成16年4月1日現在）

**銅、鉛、亜鉛の鉱山は他地域
では稼働例があり経済性が高
いと考えられるが、神恵内鉱山
の埋蔵量はその例より小さい。**

基準案に沿った調査状況についての検討例：「地熱資源」

●地温勾配データの例

坑井番号	地温勾配 (文献1)	地温勾配 (文献2)
408-001	51°C/1km	54°C/1km
417-001	82°C/1km	86°C/1km
417-002	70°C/1km	72°C/1km
417-003	68°C/1km	70°C/1km
417-011	61°C/1km	61°C/1km

**地温勾配は最大でも100°C/1kmを超えない。
周辺に地熱発電所は無い。**

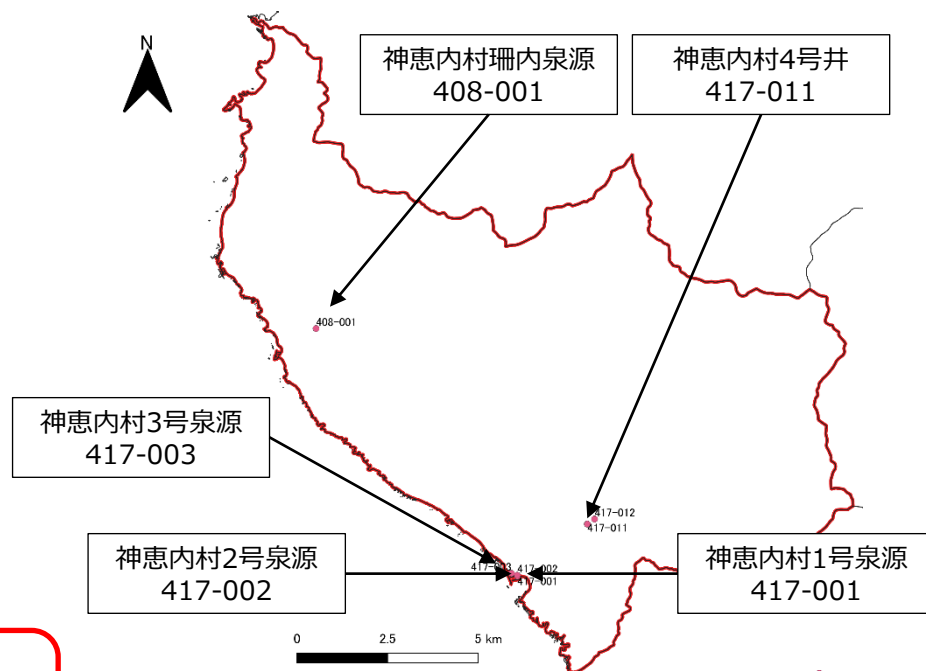
文献1) 若浜ほか (1995)

- 地表の基準温度 (10°C) と坑底 (検層最深) 温度の差を坑底 (検層最深) 深度で割った値を地温勾配 (°C/100m) としている。
※表中の数字は1kmあたりに換算して記載。

文献2) 田中ほか (1999)

- 坑井のデータは若浜ほか (1995) と同じ。
- 各坑井データの坑底温度もしくは最高温度と地表の基準温度の差を掘削深度もしくは最高温度を記録した深度で割ることによって地温勾配としている。地表の基準温度は、各坑井の最寄りの気象官署における平均気温 (1961年~1990年) としている。

文献3) 高見ほか (2008)



※ボーリング位置は、文献3をもとに作成。
海岸線は「国土数値情報 (海岸線データ)」 (国土交通省) に、神恵内村の市町村境界は「国土数値情報 (行政区画データ)」 (国土交通省) に基づく。

- **前回の対話の場（2022/12/5）でご説明しました「侵食」、「第四紀の未固結堆積物」の基準案に沿った調査状況についての検討例をご説明します。**

前回（2022/12/5）ご説明した基準案

前回資料に2023/1/24
の地層処分技術WGにおけ
る修正を反映

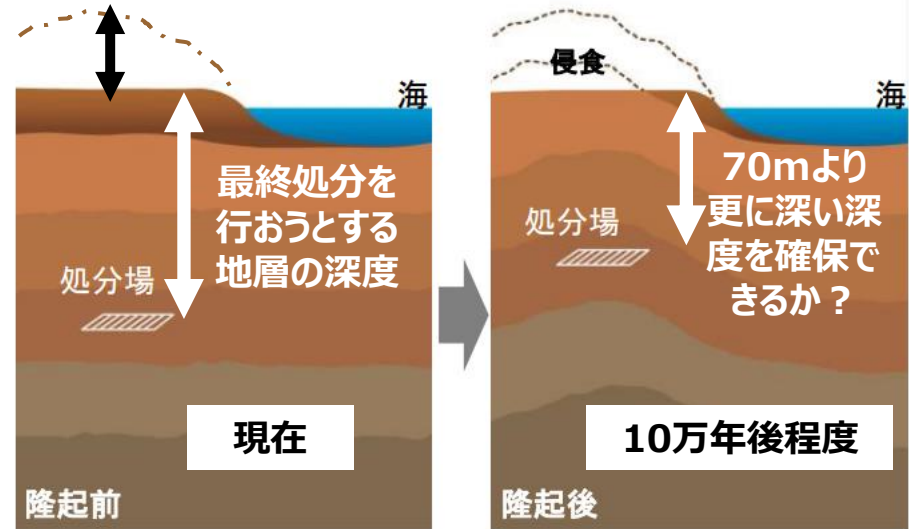
侵食の基準案

- 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。

(ア) 過去10万年程度における最大侵食量が最終処分を行おうとする地層の深度を超えている。

(イ) 侵食による深度の減少を考慮すると、10万年後程度において、最終処分を行おうとする地層について、70m (※) より更に深い深度を確保できない。

過去10万年程度の侵食量は最終処分を行おうとする地層の深度以下か？



※「70m」は、人間の生活環境からの隔離の距離として、一般的なトンネル掘削の深度から設定されている。

第四紀の未固結堆積物の基準案

- 最終処分を行おうとする地層が以下に該当することが、明らかまたは可能性が高い場所を避ける。

(ア) 第四紀の地層であり、かつ

(イ) 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、軽石等からなる火山噴出物等

基準案に沿った調査状況についての 検討例：「侵食」

神恵内村付近における過去約10万年前に形成された海成段丘の高さ。

- **60m** (小池・町田編, 2001)
- **22~27m** (Amano et al., 2018)

※小池・町田編 (2001) は2.5万分の1地形図から読み取った値。
Amano et al.(2018)は陸化後の堆積物の厚さを差し引いた値。

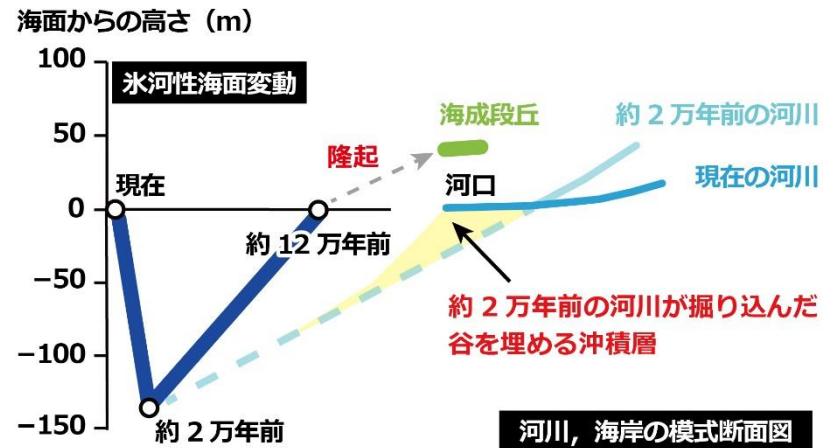
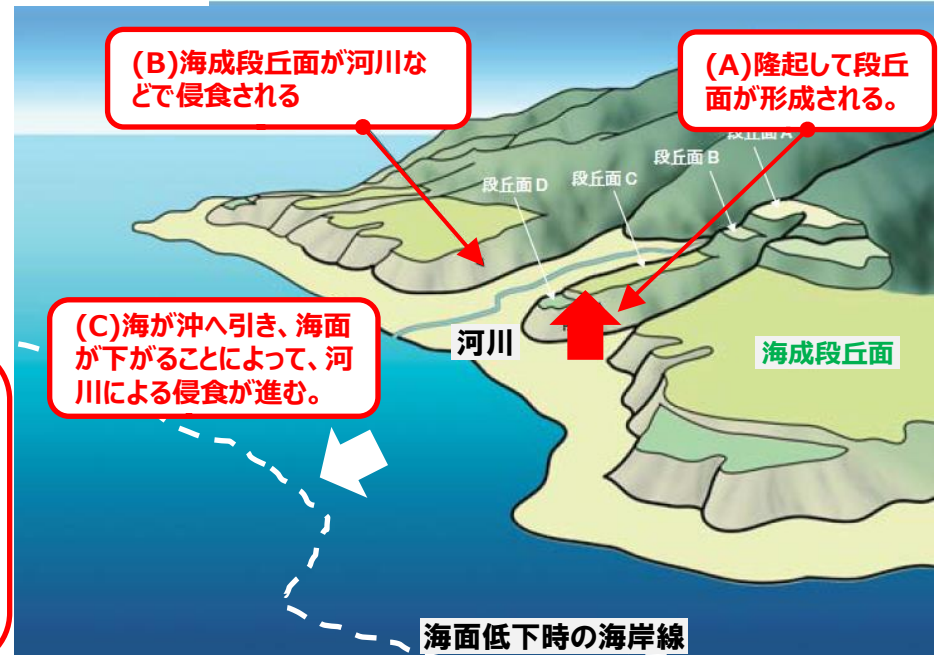
- (A) 過去10万年程度の隆起量は**20~60m程度**。
- (B) それがすべて侵食された場所では過去10万年程度の**侵食量は20~60m程度**
- (C) 過去に海面が下がったことによる河川の**侵食量 (右下図参照) に関する情報は確認できない**。
寿都町の例 (※) では、**30m程度**。

※藤本ほか編 (2004)



「最終処分を行おうとする地層」の深さを300mとすると、

- 過去10万年程度の(B)と(C)の
合計侵食量：最大でも90m程度 < 300m
- 将来10万年程度も同程度
すると深度は300 - 90 = 210m > 70m



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。



岩石

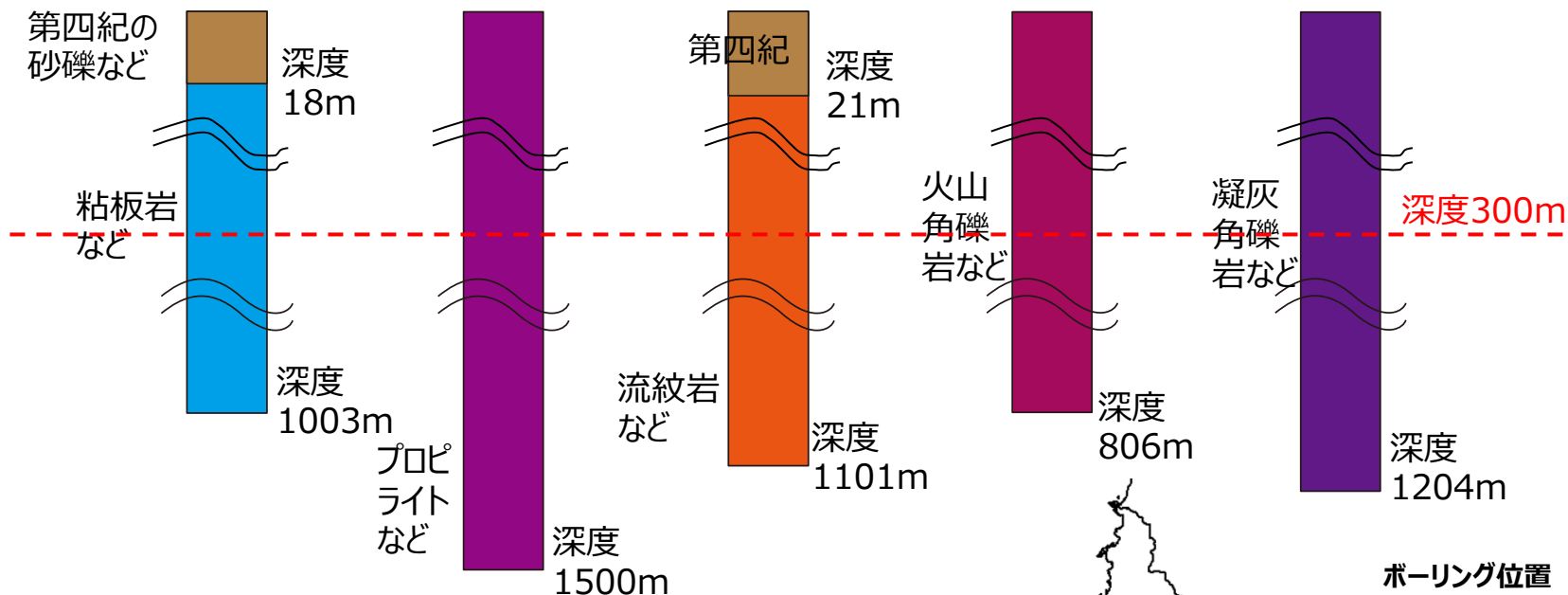
未固結堆積物

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、軽石等からなる火山噴出物等は、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



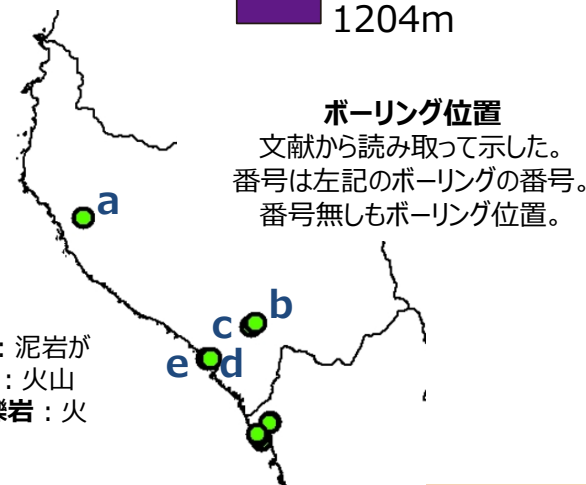
※地表（孔口）の標高は越谷・丸井（2012）による。

<出典>

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

<用語の説明>

第四紀：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／**粘板岩**：泥岩が押し固められたもので、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**：火山岩のうち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、凝灰角礫岩**：火山灰と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。



- 今後も、国の審議会の状況、調査の進捗状況について、ご報告させていただきます。
- ご清聴ありがとうございました。

以下、参考

2023/1/24に開催された地層処分技術WGにおける御意見の概要

※本日のご説明内容に関連するものを太字にしている。

1. 要件の具体化へのご意見

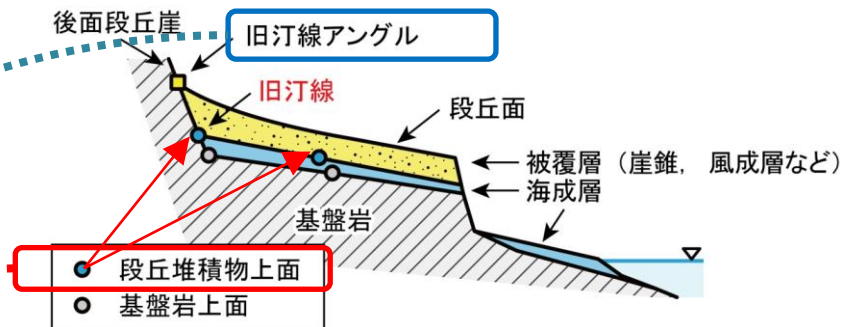
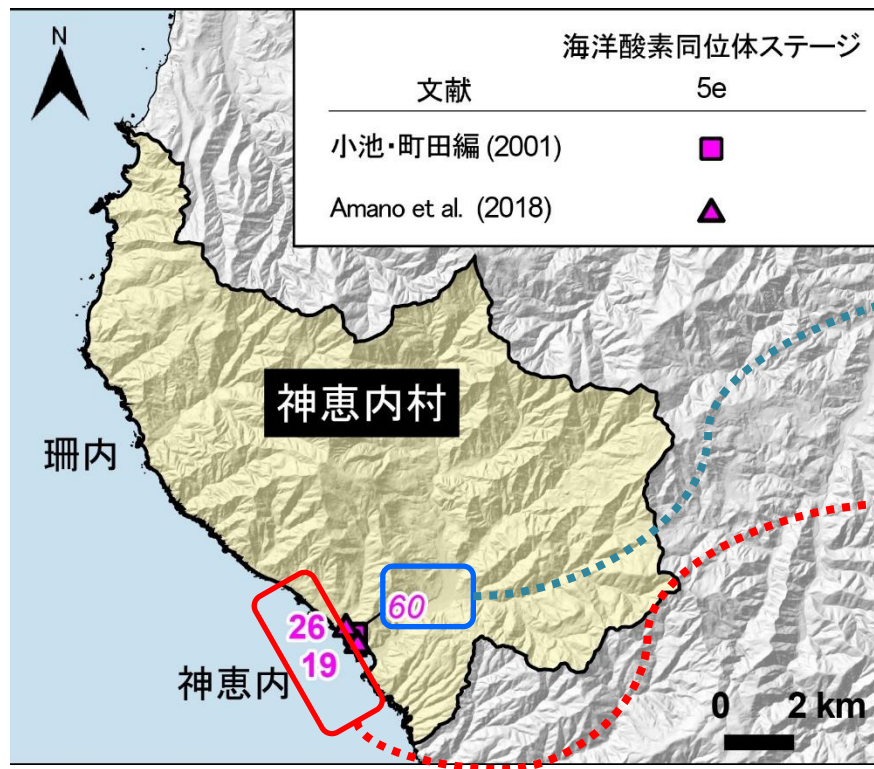
- 科学的特性マップが公表されて以降、活断層に関する研究は進展しているので、再考してはどうか。
- 断層破碎帯に関する説明などの専門用語については、一般の方にも理解いただけるよう整理されてはどうか。
- 新規火山発生について、確立された評価手法はないものの、現在どの程度のことと言えるのかを確認することは重要。
- 火山の中心の場所については、火山の数え方に起因して変わりうることから、客観的な基準を決める必要がある。
- **大陸棚のような沿岸域では、侵食に関するデータが限られることが予想されることから、どのようなデータを用いて評価していくかを具体化されたい。**
- 沿岸底では、メタンハイドレートなどの資源が考えられる。定性的な記載にならざるを得ないが、これらについて記載してはどうか。
- 「近年稼働していた鉱山」という表現について、「近年」の時間スケールについて説明が欲しい。
- **鉱物資源の基準案について、現在の経済性、技術性で判断されているが、将来的なことも含めて考えてみてはどうか。**

2. 評価の考え方の全体に対するご意見

- **地層処分の埋設深度について、「海水準変動に伴う侵食量が 10 万年以降に不確実性が增大するとされている 100 メートル程度の深度よりは十分に大きい」と記載があるが、それよりも法定深度が 300 メートル以上であることを積極的に記載してはどうか。**
- 「地層の著しい変動」に関する評価について、文献調査と概要調査の仕分けをどうするかを説明して欲しい。
- 議論の前提となる放射性廃棄物が 10 万年後にどのような状態になるかが示されると、全体像を理解しやすくなる。
- 最終処分法で定められた要件がどのような理由で設定されており、要件を満たさない場合にどのような影響があるかを説明することが、要件を具体化する上で重要となる。
- 液化プロパンの備蓄やリニア新幹線でも、地下掘削に伴う環境アセスメントが行われているので、最近の事例として整理しておくが良い。

「侵食」に関する調査状況（続き）

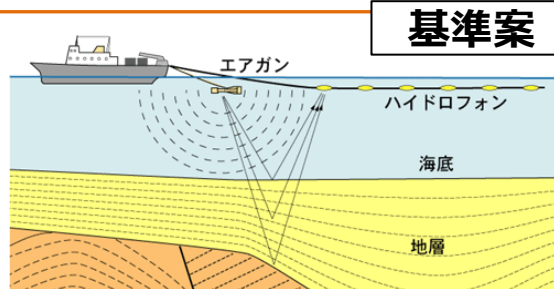
海成段丘面の標高から隆起量を知るには，海成段丘面の標高から陸化後に堆積した被覆層の厚さを差し引く必要がある。



海成段丘の断面模式図

* 左図はベースマップとして地理院タイルの陰影起伏図を使用。海岸線は「国土数値情報（海岸線データ）」（国土交通省）に，神恵内村の市町村境界は「国土数値情報（行政区画データ）」（国土交通省）に基づく。

「第四紀の未固結堆積物」に関する調査状況 (続き)

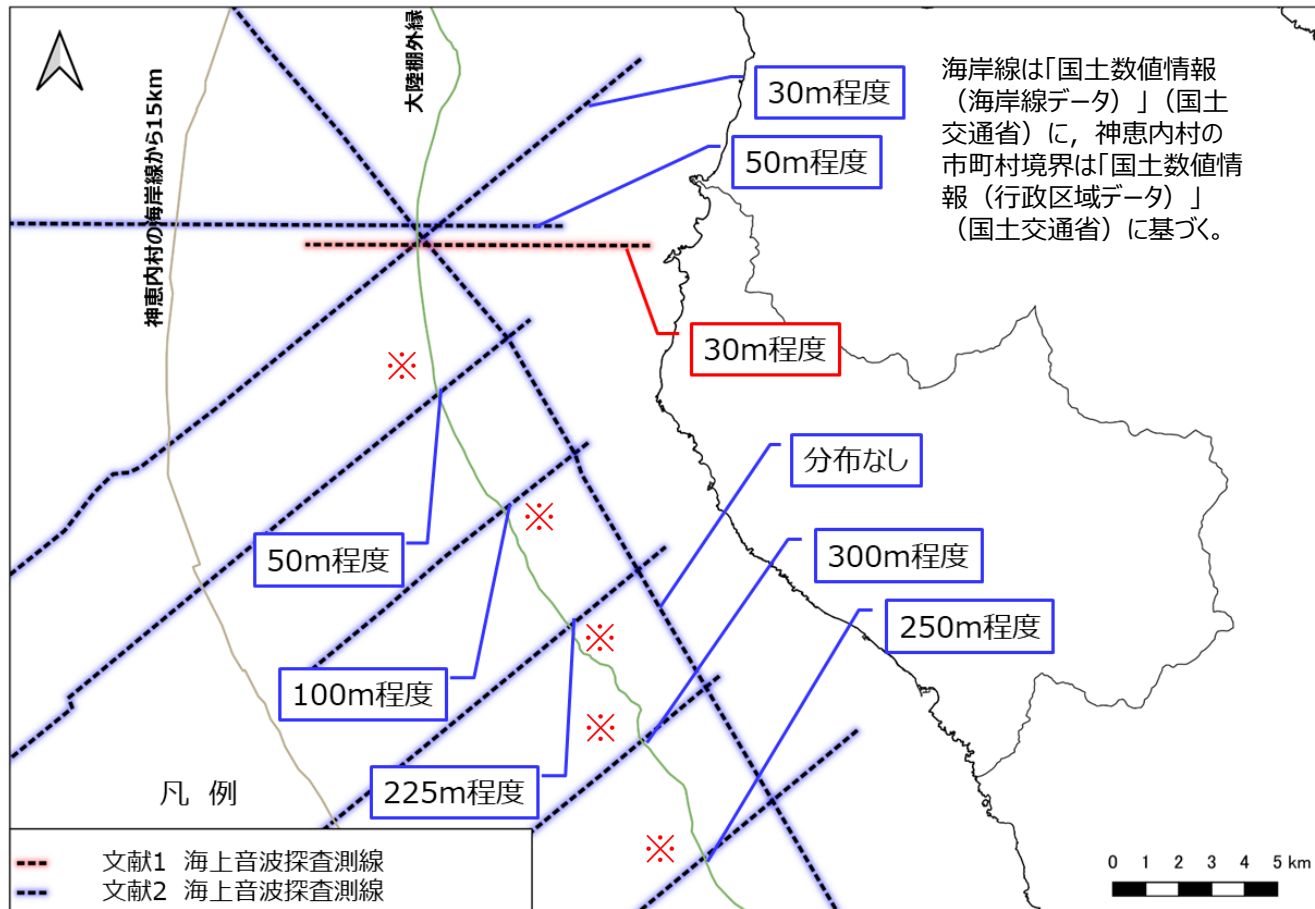


強力な音波パルスを海面直下で発し、それらの海底及び海底下からの反射をとらえます。

海上音波探査の模式図

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、軽石等からなる火山噴出物等は、海底から300m以上深い地層に確認されていない。

※沖へ行くほど、大陸棚の範囲ではその縁部で最大となる例が多い。



既往の海上音波探査結果から読み取った、第四紀の未固結堆積物の可能性がある地層の海底面からの最大深度

情報を抽出した文献・データの例のまとめ

● 鉱物資源

- 齊藤正雄, 番場猛夫, 沢 俊明, 成田英吉, 五十嵐昭明, 山田敬一, 佐藤博之 (1967) 北海道金属非金属鉱床総覧, 地質調査所.
- 渡辺 寧 (2000) 札幌-岩内地域マグマ-鉱化熱水系分布図, 特殊地質図, 38, 地質調査所.
- 平成16年度埋蔵鉱量統計調査結果 (平成16年4月1日現在)
https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11520357/www.enecho.meti.go.jp/statistics/coal_and_minerals/cm004/results.html#headline1

● 侵食

- 小池一之・町田 洋編 (2001) 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.
- Amano, H., Suzuki, S., Sato, M., Yanagida, M. (2018) A new method of terrace analysis to determine precise altitude of former shoreline. OKAYAMA University Earth Science Reports, 25, 1, pp.31-38.
- 藤本和徳, 高橋徹哉, 鈴木隆広編 (2004) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集, 北海道立地質研究所.

● 第四紀の未固結堆積物 (続き)

- 産業技術総合研究所地質調査総合センターウェブサイト> 海域地質構造データベース> 音波探査とは
<https://gbank.gsj.jp/marineseisdb/seismic/seismic.html>
- 文献1)海上保安庁水路部 (1979) 沿岸の海の基本図 (5万分の1) 神威岬, 海図, 第6324 号³
- 文献2-1)北海道電力 (2015) 泊発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (3号発電用原子炉施設の変更) (4),(5)
<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/10338561/www.nsr.go.jp/disclosure/law/PWR/00000230.html>
- 文献2-2) 北海道電力(2017)第491回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合資料1-1
<https://warp.ndl.go.jp/collections/info:ndljp/pid/12348280/www2.nra.go.jp/data/000197877.pdf>

● 地熱資源

- 若浜 洋, 秋田藤夫, 松波武雄 (1995) 北海道地温勾配図及び説明書, 60万分の1地質図, 北海道立地下資源調査所.
- 田中明子, 矢野雄策, 笹田政克, 大久保泰邦, 梅田浩司, 中司 昇, 秋田藤夫 (1999) 坑井の温度データによる日本の地温勾配値のコンパイル, 地質調査所月報, 50, 7, pp. 457-487.
- 高見雅三, 鈴木隆広, 高橋徹哉, 柴田智郎, 小澤 聡, 藤本和徳, 秋田藤夫 (2008) 北海道地熱・温泉ボーリング井データ集および索引図 (統合版), 北海道立地質研究所.

● 第四紀の未固結堆積物

- 藤本和徳, 高橋徹哉, 鈴木隆広編 (2004) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリングデータ集, 北海道立地質研究所.
- 鈴木豊重, 川森博史, 高橋徹哉, 大津 直, 鈴木隆広, 藤本和徳編 (1995) 北海道市町村の地熱・温泉ボーリングー地域エネルギー開発利用施設整備事業一 (昭和 55 年度~平成 5 年度), 北海道立地下資源調査所.
- 越谷 賢, 丸井敦尚 (2012) 日本列島における地下水賦存量の試算に用いた堆積物の地層境界面と層厚の三次元モデル (第一版), 地質調査総合センター研究資料集, 564.