

地震大国日本に地層処分の適地はない

寿都町・神恵内村で行われた文献調査報告書は何が問題か

岡村 聡（北海道教育大学名誉教授）

原発から出る放射性廃棄物の地層処分地選定をめぐる、2020年秋から始まった寿都町と神恵内村の文献調査は、原子力発電環境整備機構（NUMO）によってまとめられ、経産省の審議機関である特定放射性廃棄物小委員会&地層処分技術WG（以下、技術WG）の審議を経て2024年11月22日に公開された。

私たちは、地学専門家300余名による地層処分反対の全国声明（2023年10月30日）を発信した。上記の技術WG会合に参考人出席し、日本において地層処分が不可能であることを訴え、さらに、寿都町と神恵内村の文献調査報告書（案）の問題点について意見表明した。

この審議の論点の一つは、2024年元旦に発生した能登半島地震の教訓を文献調査報告書にどう反映させるかであったが、その審議結果は、能登半島沖の海底活断層の認定と断層活動の連動、地下深部流体と地震・断層運動との密接な関連など、具体的な危険性について踏み込んだ内容はほとんど反映されなかった。

講演内容

- 「核のゴミ」地層処分の経緯と問題点
全国声明「世界最大級の変動帯の日本に、地層処分の適地はない」
日本の地質条件を無視した「最終処分に関する法律」
- 北海道寿都町・神恵内村の文献調査報告書の問題点
 - 1：処分場に相応しくない岩盤の不均質性・脆弱性
 - 2：磯谷溶岩は避けるべき火山
 - 3：低周波地震の評価基準と能登半島地震との近似性
 - 4：黒松内低地断層帯（活断層）の評価
 - 5：海底活断層の認定
- 六ヶ所村周辺の地質的特性
三陸・日高沖の海溝型地震
大陸棚外縁断層・六ヶ所断層

「核のゴミ」地層処分の経緯と問題点

文献調査の公募は2002年に始まり、経産省は2017年に「地層処分地の適地・不適地」を示した「科学的特性マップ」を公表して、処分地選定への働きかけを強めました。しかし、そのマップは「適地」を示すというより、明らかな「不適地」を除外して、処分地の選定をすすめやすくしたかのようになっています。

その後、政府は、原発再稼働を積極的にすすめる提案を行い、原発の60年超の運転を認めるなどの関連法案が国会で成立しました。その一環として核のゴミの地層処分候補地をより広く募るために、政府主導で自治体などに働きかけるとしています。今後、全国で核のゴミの処分地をめぐる議論が起きうる可能性があります。

核のゴミは、その放射能が自然のウラン鉱石と同程度のレベルになるまでに10万年かかるといわれ、そのあいだ、地下300 m 以深の処分地に埋設されるとしています。

(全国声明「世界最大級の変動帯の日本に、地層処分の適地はない」(23年10月30日)より抜粋)

「10万年」の根拠

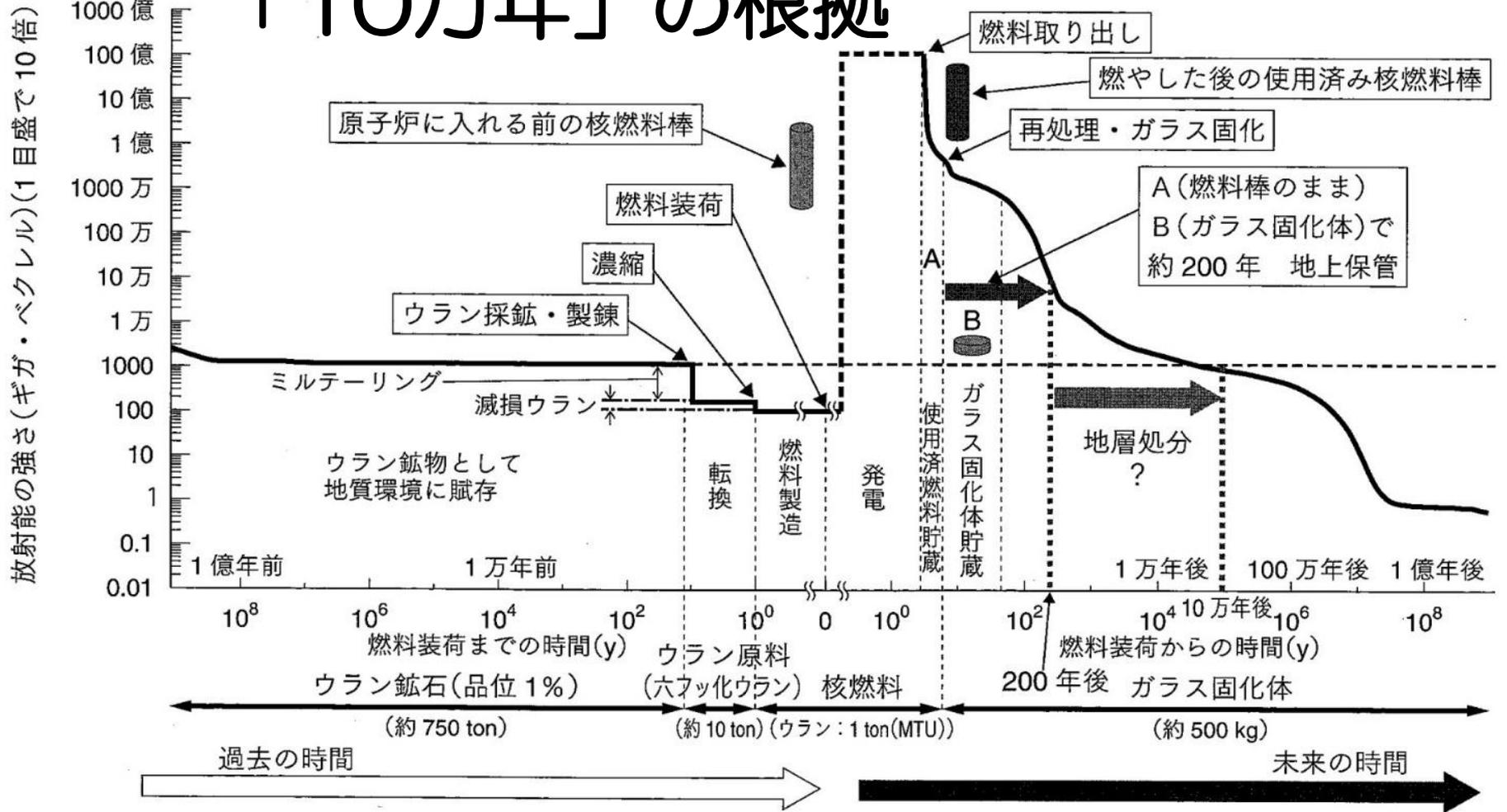


図6—ウランおよびガラス固化体の放射能の変化グラフ

NUMO 包括的技術報告書(レビュー版)の概要「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—」(2018)の図に、使用済み核燃料の暫定保管、地層処分の期間などを加筆。

A：使用済み核燃料を冷却プールおよび、キャスク収納・乾式貯蔵庫で保管；B：使用済み核燃料を再処理後、ガラス固化体として乾式貯蔵；濃いグレーの矢印：使用済み核燃料をキャスク収納のまま、あるいはガラス固化体として乾式貯蔵(暫定保管)すべき期間(約 200 年間)；薄いグレーの矢印：約 200 年の乾式貯蔵(暫定保管)後、議論・検討すべき地層処分の期間(～10 万年)。

高レベル放射性廃棄物の最終処分の系譜

1976 1992 1999 2000 2007 2012 2015 2017 2020 2023 2024

- 1976 地層処分研究開始
- 1992 地層処分研究開発
第1次取りまとめ
- 1999 地層処分研究開発
第2次取りまとめ
- 2000 NUMO設立
- 2000 最終処分法制定
- 2007 東洋町 文献調査の応募と撤回
- 2012 日本学術会議の回答
- 2015 日本学術会議の提言
- 2017 科学的特性マップ公表
- 2020 寿都町・神恵内村 文献調査を受け入れ
- 2023 対馬市 文献調査拒否
- 2023 地学専門家300人の声明
日本での地層処分に適地はない
- 2023 玄海町 文献調査を受け入れ
- 2023 告書の公示
- 2024 寿都町・神恵内村 文献調査報告

「核のゴミ」地層処分の経緯と問題点

日本の地質条件を無視した「最終処分に関する法律」

核のゴミを地層処分すると決めたのは、2000年5月に国会で制定された「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」（以下、最終処分法）です。2000年10月には地層処分を行う事業主体として原子力発電環境整備機構（NUMO）が設立されています。政府がこの法律を国会に提出した理由は、1980年代からの地層処分政策の延長として、1999年に核燃料サイクル開発機構（現日本原子力研究開発機構）が作成した「我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—」（以下、第2次取りまとめ）が総理府原子力委員会（2001年からは内閣府）に提出され、地層処分が技術的に実現可能であると述べたことによります。その根拠は、1984年に出された総理府原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会中間報告書の「放射性廃棄物処理処分方策について」において、「地質条件に対応して必要な人工バリア設計で、地層処分システムとしての安全性を確保できる見通しが得られた」とされていることです。つまり、未固結の堆積物だけを除き、岩石の種類を特定しなくても、地質条件に対応した人工バリア技術で安全性が確保できるというものでした。

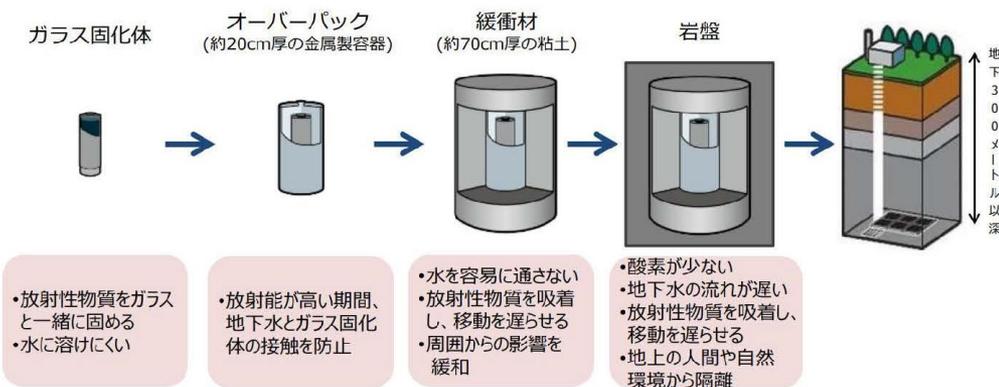
「核のゴミ」地層処分の経緯と問題点

(全国声明抜粋)

「人工バリア」とは

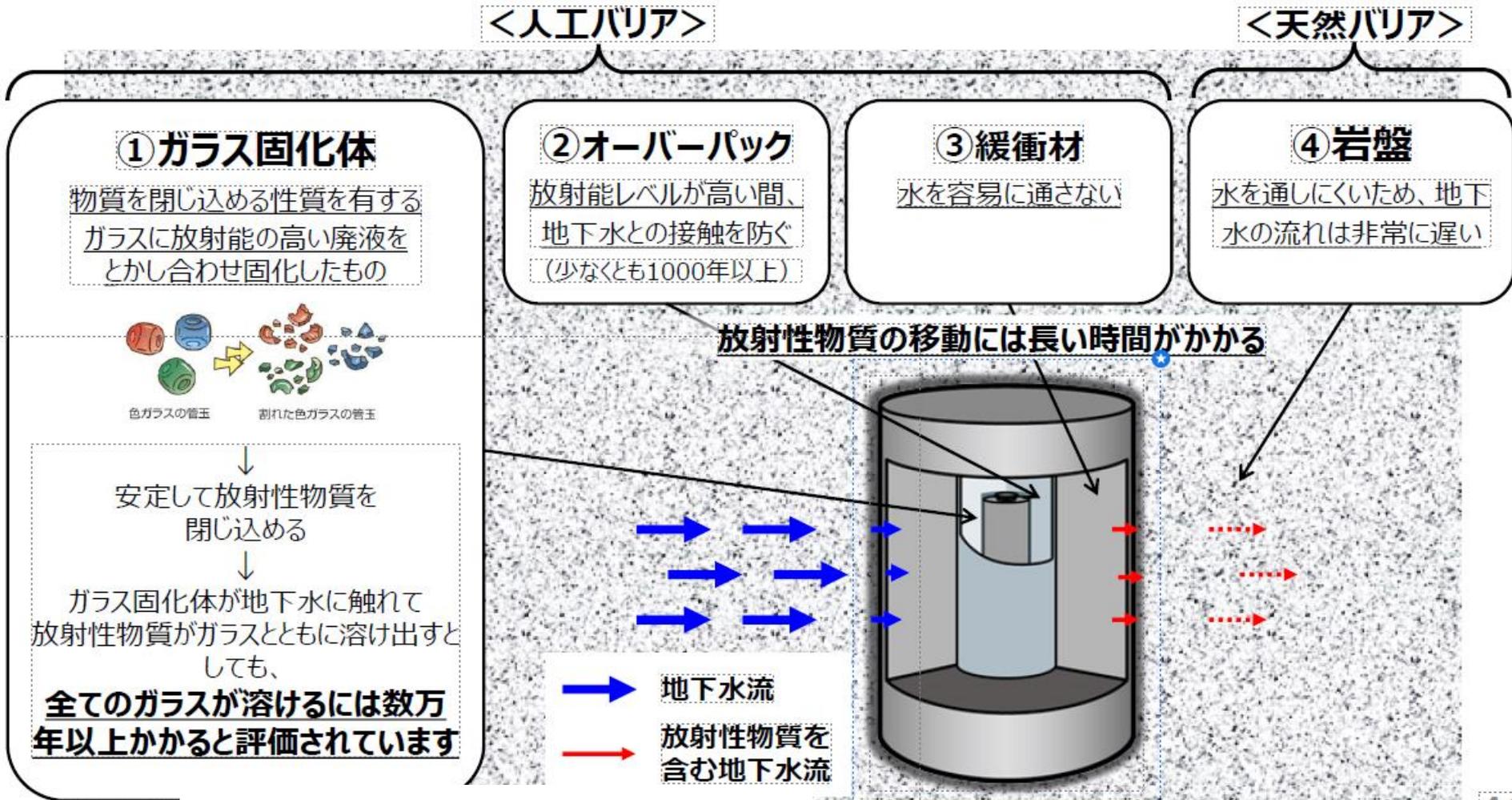
使用済み核燃料は再処理工場でプルトニウムとウランが抽出され、残り
の高レベル放射性廃液を直径40cm、高さ130cmの円柱状のガラス固化
体に封じ込めます。

それを厚さ20cmの金属（炭素鋼）で覆い、さらに70cmの粘土（ベン
トナイト）で覆います。ガラス固化体は、製造当初は人が1m離れた場所に
数10秒いるだけで死にいたる強い放射線を出します。最終的には、合計4
万本を地下300m以深の処分地に置く計画です。しかし、人工バリアの安
全性は実験段階であり、安定状態での仮説でしかありません。長期に渡り
強い放射線を浴び続けるものが日本のような地質条件の中でバリアとして
機能し続けることは誰も保障できません。



<参考> 複数のバリアによる閉じ込め（地下水によるリスク）

- 地下水によるリスクに対しては、更に、複数のバリア機能によって物質の移動を遅らせて、放射性物質を長い期間にわたって地下深部に閉じ込めます。



国・NUMOの主張

国・NUMOの主張

ご質問と回答：日本の地質

<質問11>

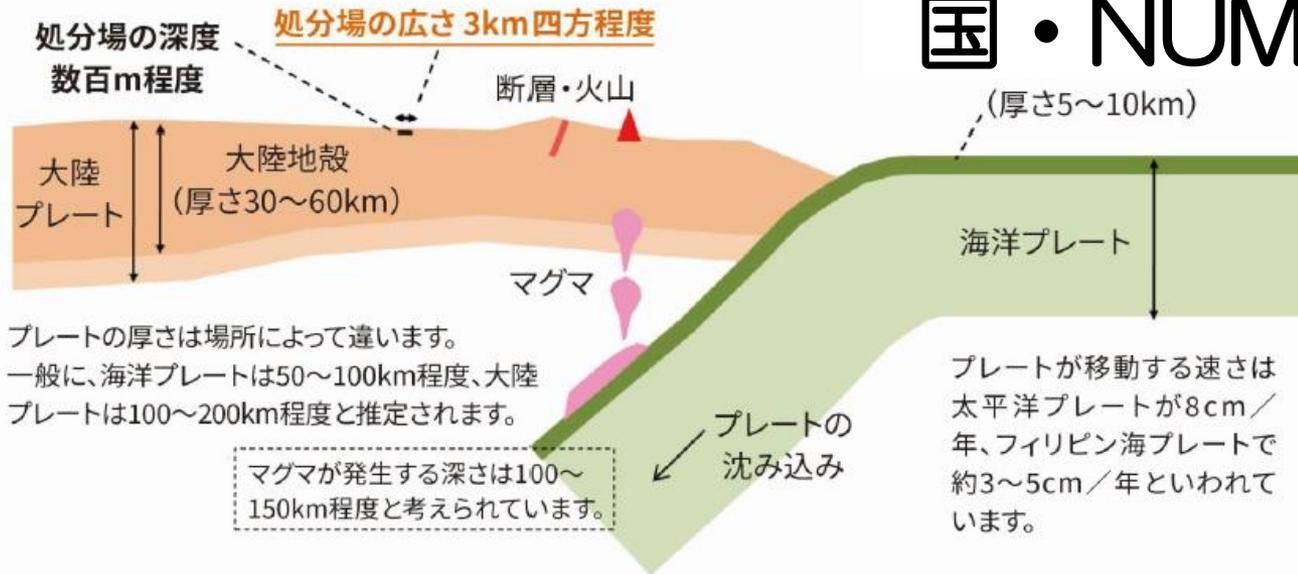
- 国際的な事例は日本の地質とは全く異なる。同じ地層処分として語るべきではない。

<回答>

【我が国において地層処分が実現可能であることは、過去複数回にわたって確認されています。】

- 日本における古い地層は数億年前にできたものですが、ヨーロッパなどの大陸には20億年近く前にできた古い地層（岩盤）も存在しています。しかし、処分場を建設する岩盤としての適性を判断する場合、それが古いか新しいかということは、直接関係はありません。例えば北欧では、氷河の形成や融解に応じ、地層に負荷される荷重が変わることから、岩盤のひび割れや断層の形成、比較的早いスピードの隆起・沈降が繰り返し起こります。このように何も変化がない地層はありません。
- 処分地の選定にあたっては地層の著しい変動がないことなどを選定基準とし、地質環境が大きく変化する可能性が低い地域を選ぶことで、安全な地層処分が可能だと考えています。
- 例えば、一般的には、過去数十万年から百万年のオーダーで継続している地殻変動などの傾向は、少なくとも将来十万年程度は継続すると考えられます。地殻変動の基であるプレート運動は変化に百万年以上の期間を要することが知られています。これらの考え方から、過去地層の著しい変動があった地域は、選定プロセスの中で避けます。

国・NUMOの主張



「地震がわかる!」(地震調査研究推進本部, 2017) (*) p.33を参考に作図。プレートの移動の速さ、地殻の厚さ及びマグマが発生する深さは、同資料のそれぞれp.25,30,33より。プレートの厚さは「プレート収束帯のテクトニクス学」(木村, 2002) p.12より。 (*) https://www.jishin.go.jp/main/pamphlet/wakaru_shiryo2/wakaru_shiryo2.pdf

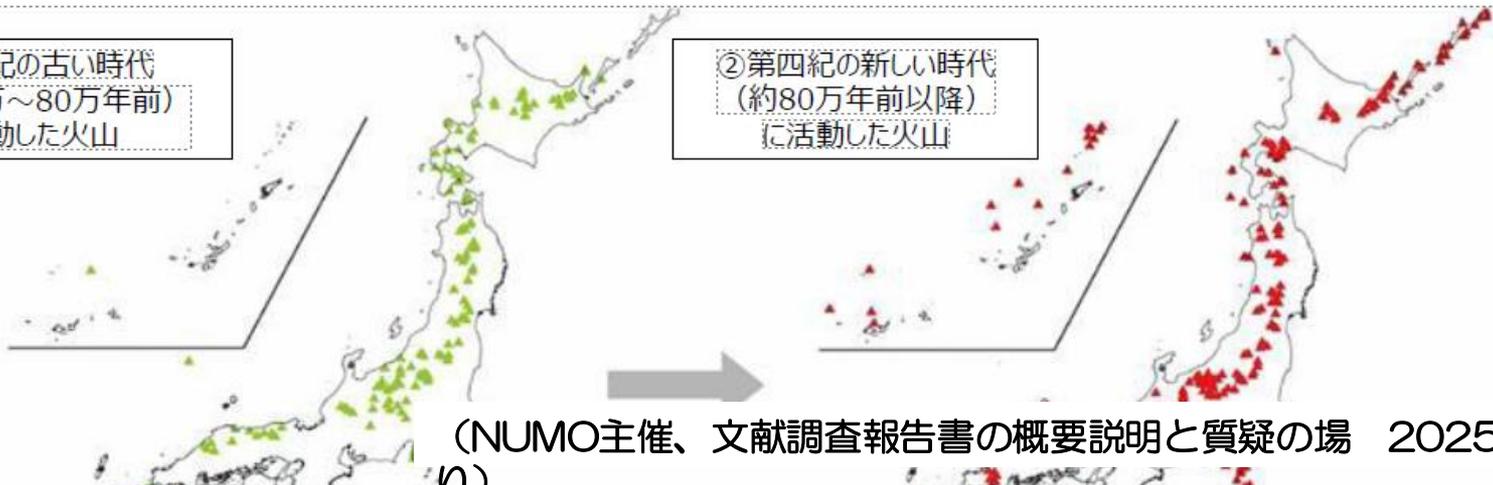
資源エネルギー庁・NUMO (2025) : 対話型全国説明会 説明参考資料 p.50

火山活動が起きる地域は過去数百万年の間ほとんど変化していません。

(注) ここでは一例として、**現在を含む地質学的な時代である第四紀**をその中の時代区分で概ね二分
(①約260万~80万年前と②約80万年前以降)

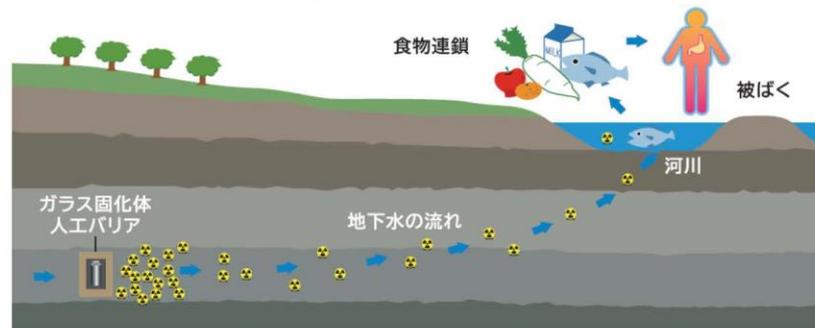
①第四紀の古い時代
(約260万~80万年前)
に活動した火山

②第四紀の新しい時代
(約80万年前以降)
に活動した火山



国・NUMOの主張 地層処分に適した地質環境とは

- 全米科学アカデミー（NAS）（1983）報告書 増田（2016）
 - 地層処分場から地下水によって放射性核種が溶け出した場合に生活圏まで到達するか否かは、核種の地下水への溶解度、岩石による収着効果、地下水の移動速度で決まる核種の生活圏までの移動時間が核種の寿命よりも長い、短いによる。



▲ 地下水により放射性物質が地表まで運ばれる安全評価用のモデルのイメージ

NUMO：地層処分 安全確保の考え方

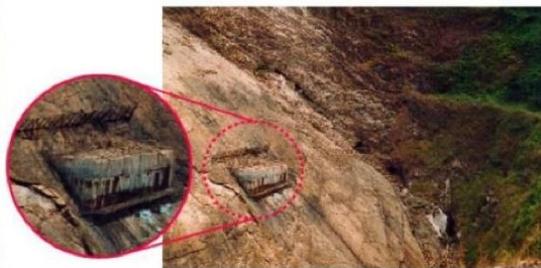
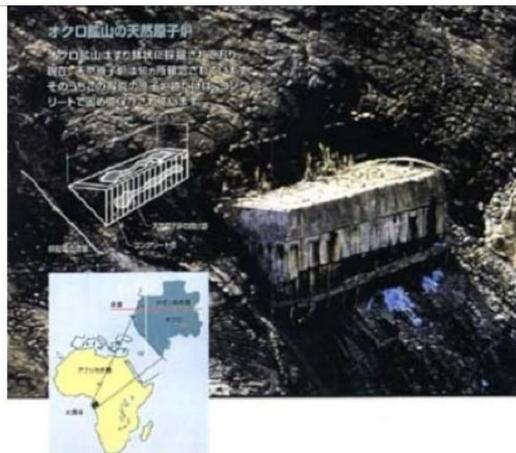
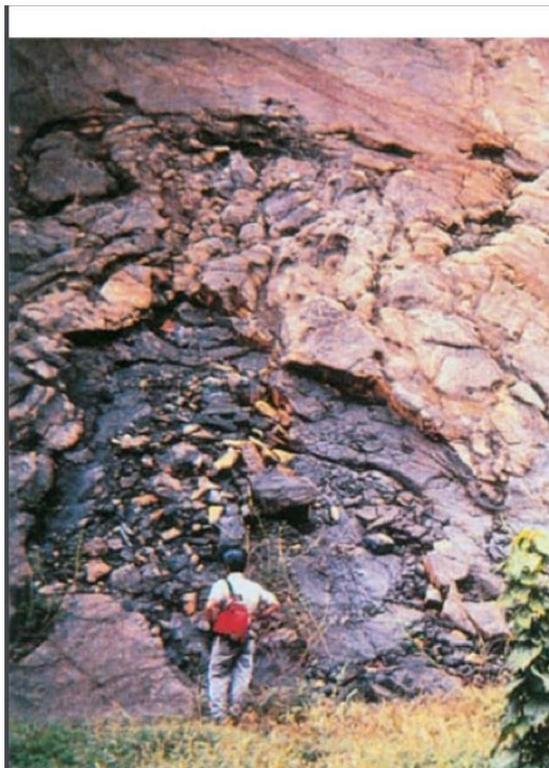
- ✓ほとんどの核種は固体のままその場所に留め置かれる
- ✓溶出した核種のほとんどは近傍で崩壊（半減期に従って減衰）
- ✓地下水で運ばれた核種は地表に出るまでに大量に希釈

竹内真司（2025/1/26）寿都町シンポ第2回資料より

⇒安定陸塊なら説明可能

国・NUMOの主張

オクロ天然原子炉（ウラン鉱床） （ガボン共和国）



- 1972年9月 発見
（地下約400メートル）
- 約20億年前にウラン235
が自発核分裂（天然の原子炉が
できた）
- 数十万年～100万年の間、
熱を放出
- 現地からの移動はほとんど
ない

竹内真司（2024/11/15）寿都町シンポ資料より

⇒安定陸塊（数億年前に地震・火山活動が終わった
安定な地質）での現象

国・NUMOの主張

(参考3-2) 国の考え方② (第2回技術WG資料)

国プレゼン資料(抜粋) (2024年3月29日 資源エネルギー庁「地層処分の安全確保に向けた国としての考え方」p.2)

内陸型地震に関する御指摘

- 世界で最も活発な変動帯である日本列島では、活断層が確認されていないところでも、しばしば大きな地震が発生している。例えば、2018年の北海道胆振東部地震(M6.7)は、活断層である石狩低地東縁断層帯の東側約15 km、しかも20~40 kmの上部マントルに達する深度で発生した。

国としての考え方

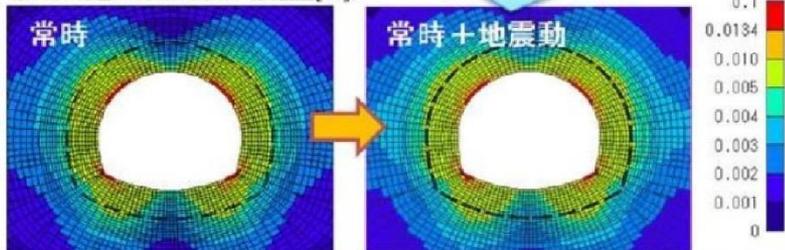
- 数万年以上を見据えた長期的なリスクとして、地震のゆれによる影響は限定的と考える。
- 地震時には廃棄体は周囲の岩盤と一体となってゆれるため、地震のゆれによって埋設した廃棄体が破壊される可能性は低いと考えられる。また、一般的に地下深くのゆれは地表より小さい。
- 地層処分施設の建設・操業中は、地震のゆれによって施設が損傷することを防ぐため、最大級の地震を想定した耐震設計を行う。

東日本大震災時の揺れを再現した坑道のひずみの数値解析結果

坑道にかかる圧力、地震力によるひずみを示した断面図

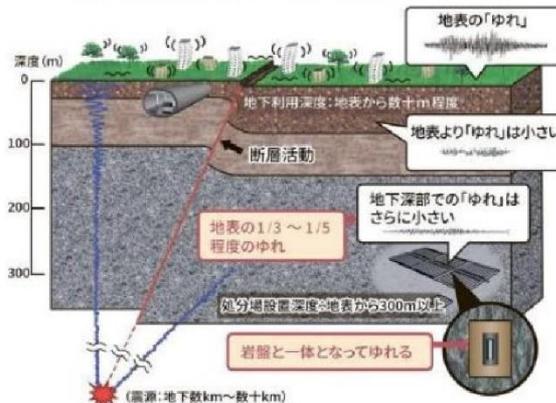
計算の結果、地震の揺れによる坑道のひずみはほとんどない
(最大でも0.06%程度)

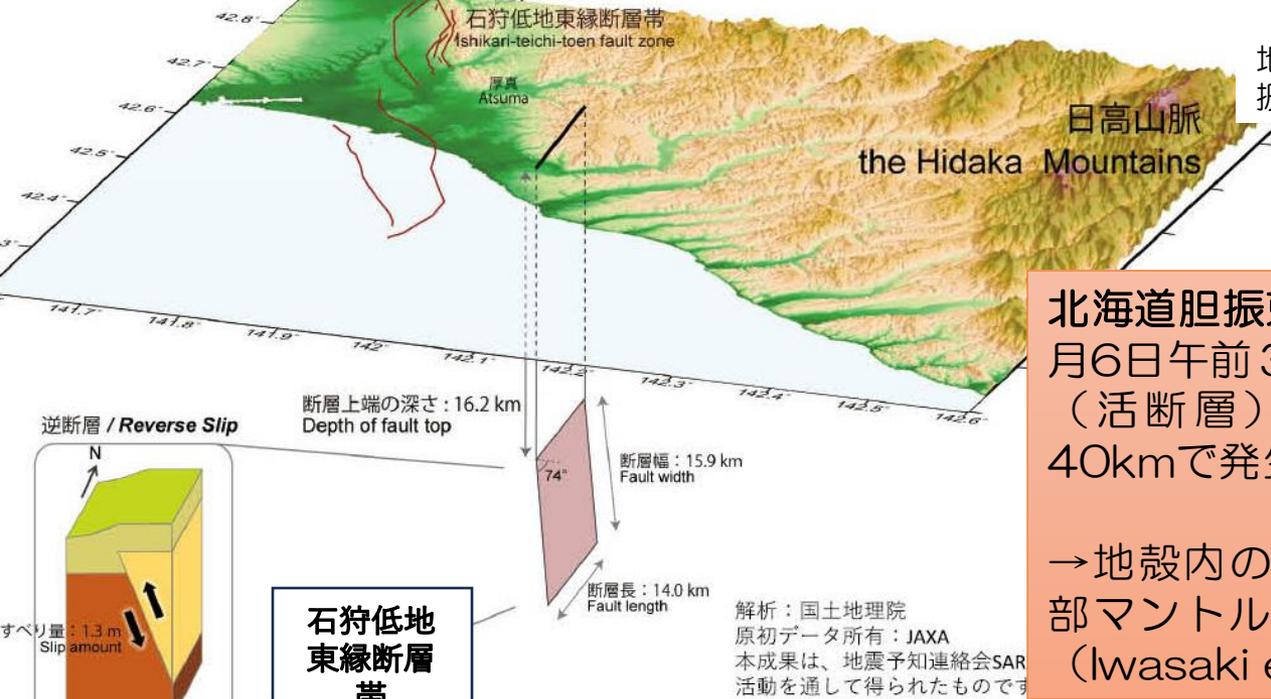
赤いほど坑道のひずみが大きい (変位量[%])



https://www.numo.or.jp/technology/technical_report/tr14_02pdf/TR-14-02.pdf

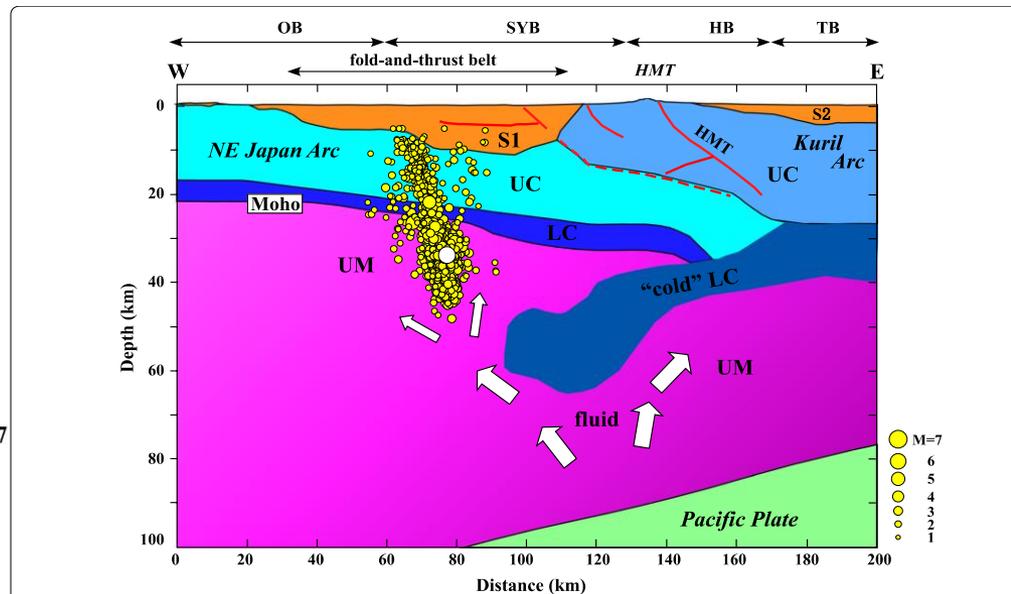
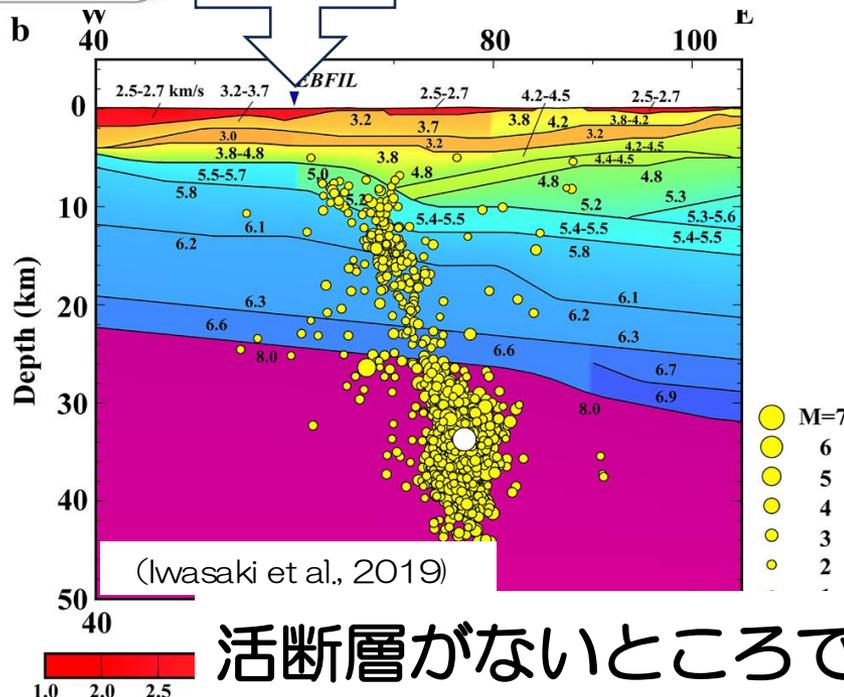
地震によるゆれ/地質環境への影響





北海道胆振東部地震 (M6.7) ; 2018年9月6日午前3時7分, 石狩低地東縁断層帯 (活断層) の東側, 約15km, 深度~40kmで発生。

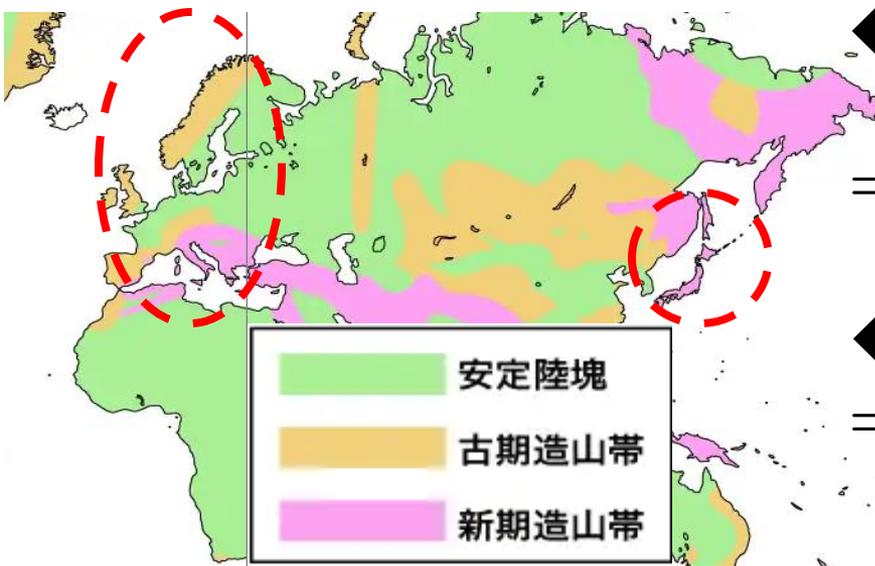
→地殻内の活断層が震源ではなく, 最上部マントルの破壊 (脆い物性) が原因。
(Iwasaki et al., 2019)



活断層がないところでも大規模地震は発生する

relocated aftershocks are
white arrows indicate of
thrust belt; S2: Sedimentar

【全国声明】世界最大級の変動帯の日本に、地層処分の適地はない
—現在の地層処分計画を中止し、開かれた検討機関の設置を—



ヨーロッパと日本の地質的な違い
(安定陸塊と造山運動) を一部改変

https://chitonitose.com/geo/geo_lessons_craton_orogeny.html

◆フランス、ドイツ、スウェーデン、
フィンランド等

⇒安定陸塊：数億年前に地震・火山活動
が終わり、安定な地質。

◆日本

⇒新期造山帯：プレートの衝突で、地震
と火山活動が活発なところ。変動帯ともいわれる。

⇒太平洋プレートは、年間約10cmのス
ピードでプレート(地層)が動いている。

• 地質条件の違いを無視して人工バリア技術で安全性が保障されるとみなすのは論外

• 北欧で懸念されている断層の運動は氷床の後退に伴うリバウンドであって、予測が可能。日本の断層運動は予測不可能。

石橋克彦氏の警鐘 (2012)

学術フォーラム「高レベル放射性廃棄物の処分を巡って」
日本学術会議主催／2012年12月2日(日)13:00～18:00

変動帯・地震列島で高レベル放射性廃棄物(HLW)の地層処分ができるか？

石橋 克彦 (神戸大学名誉教授／地震学)

- 1. M(マグニチュード)9の東北地方太平洋沖地震が現実が発生したことの重大性.
- 2. 福島第一原子力発電所の事故は、起こるべきことが起きたもの。これまで運が良すぎた。
 - 1. 「将来10万年程度安定で、地層処分に適した地質環境が広く存在」ということは、地震現象の科学からは疑問。「地質環境の長期安定性」という言葉は地震の影響を曖昧にしている。
 - ・ 活断層だけが地震を起こす、日本の活断層はすべて判っている、活断層のない場所 (=大地震が起こらない場所) が広く存在する、という見解は根本的に誤りである。
 - ・ 10万年経ってみたら地震の影響を免れた、という場所が皆無ではないかもしれないが、われわれが現在それを特定することは不可能であろう。

2. 地震とはどんな現象か？

- ・ 地下の岩盤がズレ破壊して地震波を放出する現象.
- ・ 日本列島の上部地殻 (深さ15～20km以浅) には大小無数の割れ目・亀裂・弱面・断層面が

4. 地震の影響： 揺れ(地震動)だけではない！ 大地震ほど広域に影響.

- ・震源断層面のズレの直撃による破断・擾乱 → 地下処分場には最悪の事態となりうる.
- ・地震波による揺れ(地震動) → 地下では少し弱くても、人工バリアと天然バリアの揺れ方の違いなどは重要.
- ・広範囲におよぶ岩盤の歪み(変形)と応力(力)の変化 → 岩盤中の大小無数の割れ目が閉じたり開いたりして地下水が動く(巨大地震では 100~200 km 遠方にも影響).
- ・震源断層面近傍では、広い範囲で無数の余震・誘発地震が発生.

以上が、地震の規模や距離に応じて処分場にくり返し影響し、多重バリアシステムの性能が段階的に劣化し、地下水流動特性が度々揺らいで、放射性核種が徐々に(段階的に)溶出し、移動して、累積結果として生活空間に漏れ出すことも生じうると考えられる.

ある地下空間における過去の同様な現象(ダイナミックな変動・揺らぎの累積)は、地質学的記録としては残らないのではないか.

世界最大級の変動帯の日本に、地層処分の適地はない —現在の地層処分計画を中止し、開かれた検討機関の設置を—

- 北欧の地質条件は、楕状地である原生代の変成岩・深成岩であり、地震活動がほとんど起こらない安定陸塊であるのに対し、日本列島は複数のプレートが収束する火山・地震の活発な変動帯です。そのような地質条件の違いを無視して、北欧の地層処分と同列に扱い、人工バリア技術で安全性が保障されるとみなすのは論外と言わなければなりません。
- 核のゴミを地下300m以深に埋設する最終処分法は、プレート境界域である活発な変動帯の地質条件を無視し、人工バリア技術を過信した法律であり、抜本的な見直しが必要です。
- 科学的根拠に乏しい最終処分法は廃止し、地上での暫定保管を含む原発政策の見直しを視野に、地層処分ありきの従来の政策を再検討すべきです。再検討にあたっては、地球科学にたずさわる科学者、技術者、専門家の意見表明の機会を、日本学術会議などと協力しながら十分に保障することが必要です。さらに、中立で開かれた第三者機関を設置し、広く国民の声を集約して結論を導いていくことが重要だと考えます。

（全国声明「世界最大級の変動帯の日本に、地層処分の適地はない」（23年10月30日）より抜粋）

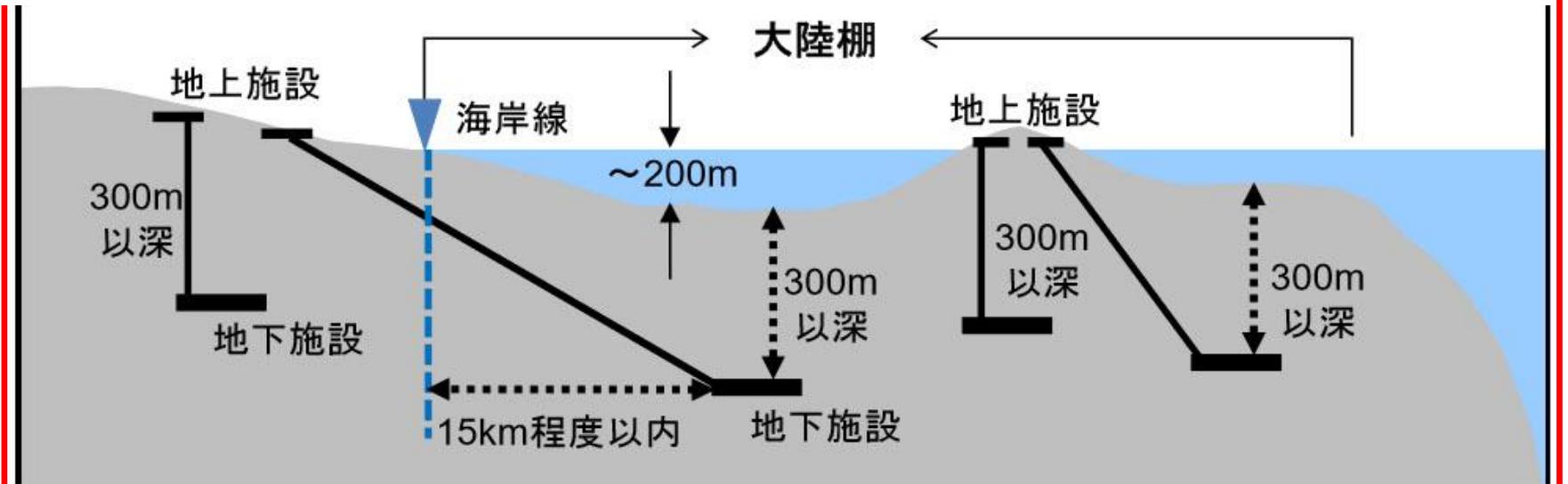
講演内容

- 「核のゴミ」地層処分の経緯と問題点
全国声明「世界最大級の変動帯の日本に、地層処分の適地はない」
日本の地質条件を無視した「最終処分に関する法律」
- 北海道寿都町・神恵内村の文献調査報告書の問題点
 - 1：処分場に相応しくない岩盤の不均質性・脆弱性
 - 2：磯谷溶岩は避けるべき火山
 - 3：低周波地震の評価基準と能登半島地震との近似性
 - 4：黒松内低地断層帯（活断層）の評価
 - 5：海底活断層の認定
- 六ヶ所村周辺の地質的特性
三陸・日高沖の海溝型地震
大陸棚外縁断層・六ヶ所断層

20年程度の調査期間中、放射性廃棄物は一切持ち込まない



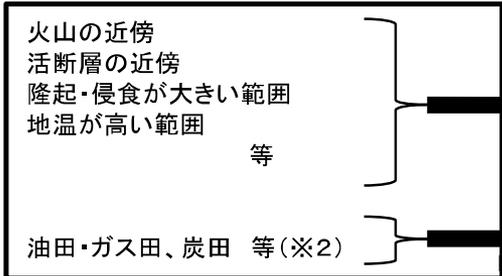
図1 特定放射性廃棄物の最終処分地選定プロセス



大陸棚の海底に処分場をつくることも可能

海底下300m → 陸地の地上施設から斜めに坑道を掘削または島に掘削

<要件・基準> (※1)



一つでも該当する場合

一つでも該当する場合

いずれも該当しない場合

該当する場合

好ましくない特性があると推定される

地下深部の長期安定性等の観点

将来の掘削可能性の観点

好ましい特性が確認できる可能性が相対的に高い

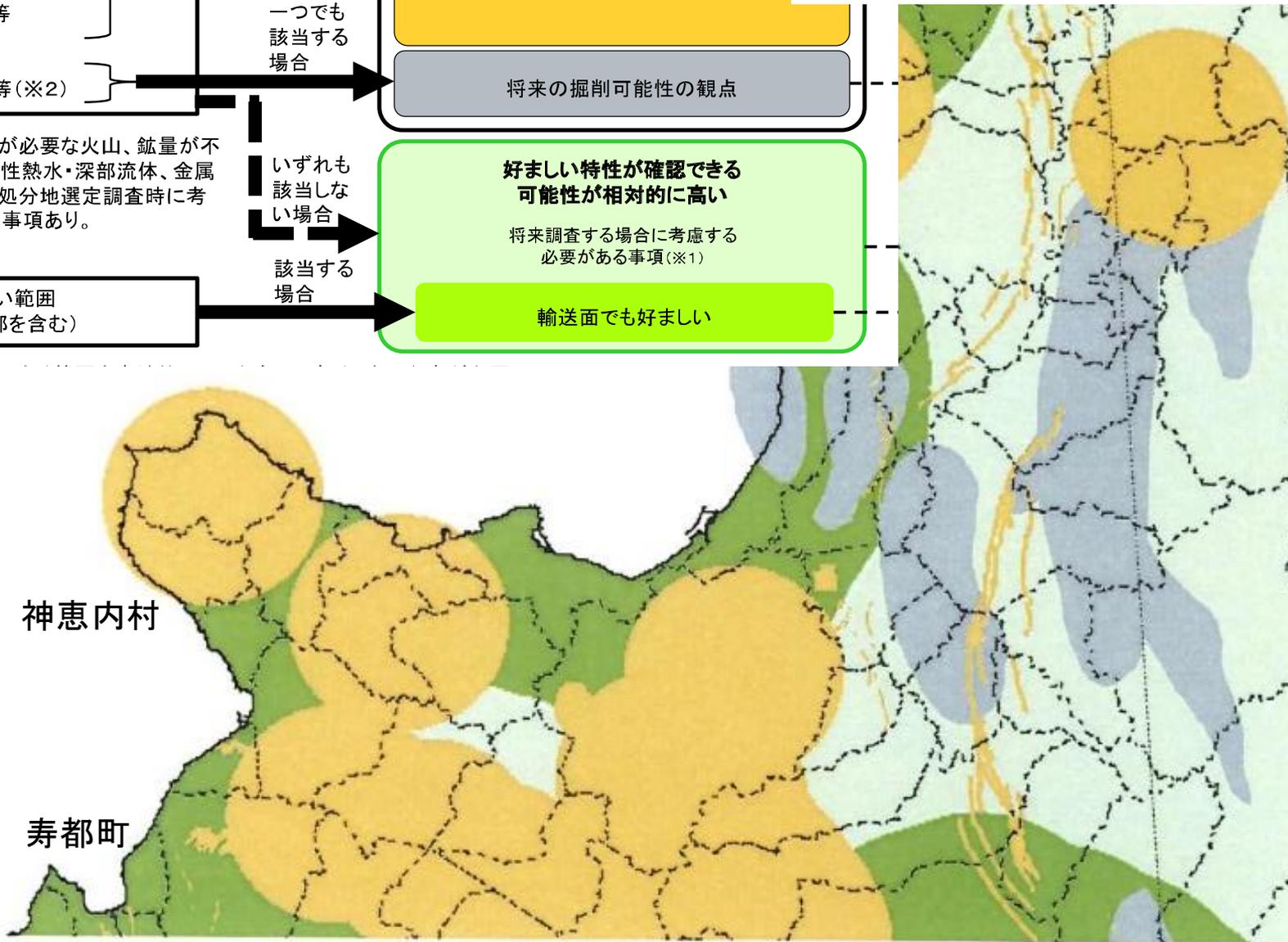
将来調査する場合に考慮する必要がある事項 (※1)

輸送面でも好ましい

科学的特性マップ (2017)

(※1) 火山中心の精査が必要な火山、鉱量が不明確な炭田、火山性熱水・深部流体、金属鉱物については、処分地選定調査時に考慮する必要のある事項あり。

海岸からの距離が短い範囲 (沿岸海底下や島嶼部を含む)



科学的特性マップ (2017)

2. 要件・基準

● 好ましくない範囲の要件・基準

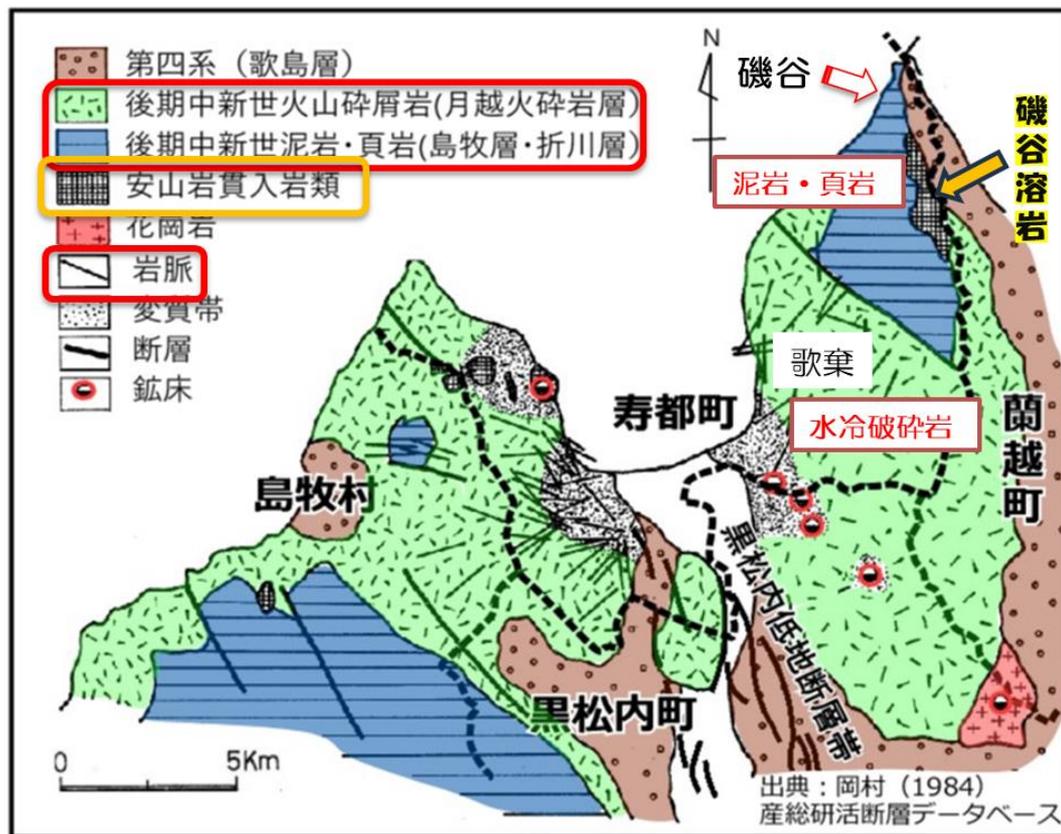
	要件	基準	参照先
火山・火成活動	マグマの処分場への貫入と地表への噴出により、物理的隔離機能が喪失されないこと	第四紀火山の中心から15km以内 第四紀の火山活動範囲が15kmを超えるカルデラの範囲 ※火山中心の精査が必要なものについては処分地選定調査時に好ましくない範囲を明らかにする必要あり	別添①
断層活動	断層活動による処分場の破壊、断層のずれに伴う透水性の増加等により閉じ込め機能が喪失されないこと	活断層に、破砕帯として断層長さ(活動セグメント長さ)の1/100程度(断層の両側合計)の幅を持たせた範囲 活断層に、破砕帯として断層長さ(起震断層長さ)の1/100程度(断層の両側合計)の幅を持たせた範囲	別添②
隆起・侵食	著しい隆起・侵食に伴う処分場の地表への著しい接近により、物理的隔離機能が喪失されないこと	全国規模で体系的に整備された文献・データにおいて、将来10万年間で隆起と海水準低下による侵食量が300mを超える可能性が高いと考えられる地域(具体的には、海水準低下による最大150mの侵食量が考えられる沿岸部のうち、隆起速度最大区分(90m以上/10万年)のエリア)	別添③
地熱活動	処分システムに著しい熱的影響を及ぼす地熱活動により、閉じ込め機能が喪失されないこと	処分深度において緩衝材の温度が100℃未満を確保できない地温勾配の範囲 ※「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ」における検討を参照すると、約15℃/100mより大きな地温勾配の範囲	別添④
火山性熱水・深部流体	処分システムに著しい化学的影響を及ぼす火山性熱水や深部流体の流入により、閉じ込め機能が喪失されないこと	地下水の特性として、pH4.8未満あるいは炭酸化学種濃度0.5mol/dm ³ (mol/L)以上を示す範囲 ※エリアで表現することが困難であり、処分地選定調査時に好ましくない範囲を明らかにする必要あり	別添⑤
未固結堆積物	処分場の地層が未固結堆積物でないこと	深度300m以深まで更新世中期以降(約78万年前以降)の地層が分布する範囲	別添⑥
火砕流等	操業時に火砕物密度流等による影響が発生することにより施設の安全性が損なわれないこと	完新世(約1万年前以降)の火砕流堆積物・火山岩・火山岩屑の分布範囲	別添⑦
鉱物資源	現在認められている経済的価値の高い鉱物資源が存在することにより、意図的でない人間侵入等により地層処分システムが有する物理的隔離機能や閉じ込め機能が喪失されないこと	鉱業法で定められる鉱物のうち、全国規模で整備された文献データにおいて、技術的に採掘が可能な鉱量の大きな鉱物資源の存在が示されている範囲(ただし、当該地域内においては、鉱物の存在が確認されていない範囲もあり、調査をすればそうした範囲が確認できうることに留意する必要がある。) ※炭田については、鉱量が示されているか否かに留意が必要 ※金属鉱物については、エリアで表現することが困難であり、処分地選定調査時に好ましくない範囲を明らかにする必要あり	別添⑧ 別添⑨ 別添⑩

● 好ましい範囲の要件・基準

	要件	基準	参照先
輸送	海岸からの距離が短いこと	沿岸から20km程度を目安とした範囲 ※標高1,500m以上の場所は除く	別添⑪

1：寿都の岩盤の脆弱性 寿都の岩盤は全域が強度や透水性が不均質であり、天然バリアとしては不向き

- (寿都町と神恵内村は、地層処分候補として) 足を踏み入れてはいけない地域である。
- きわめて不均質で複雑な火山岩類からなる。
- 少し離れるだけで地質状況が全く変わってしまう場合も普通。
- 現在の技術ではこのような地質構造を非破壊で明らかにすることは困難である。



千木良雅弘(2023)高レベル放射性廃棄物処分場の立地選定 -地質的不確実の事前回避- 近未来社 168p

海底噴出物＝処分場に相応しくない岩盤の不均質性・脆弱性

水冷破碎岩

二セ枕状溶岩



水冷破碎岩

岩脈（二セ枕状溶岩）



◆「水冷破碎岩」が寿都町と神恵内村の大部分を占める

① 約1千万年前（新第三紀）の海底噴火によって形成された火山岩。

② 土石流による再移動の頻度が高く不均質で強度が低い

→ 概要調査でボーリング調査をしても、不均質な岩盤の空間的広がりの把握は困難

③ マグマの通り道である多数の岩脈は割れ目が顕著

→ 岩盤の亀裂が容易に生じ水が通りやすい

→ 地下水とともに放射性物質が漏れ出すことは避けられない。

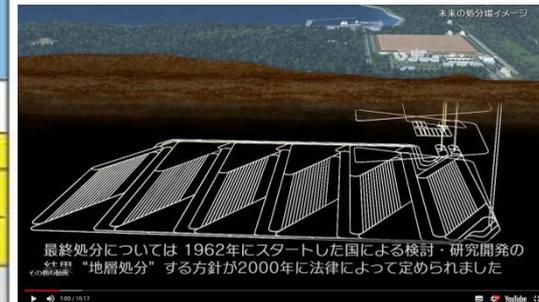
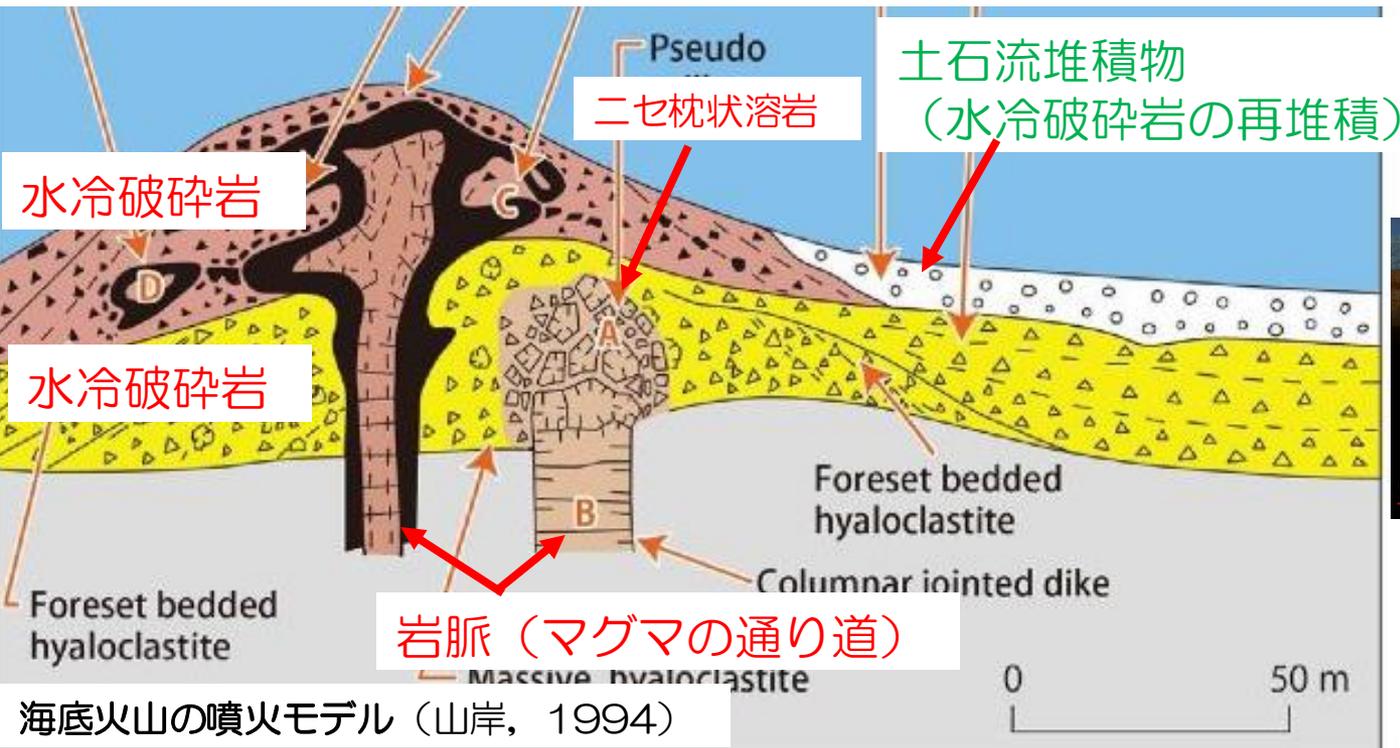
岩盤の産状（寿都半島，弁慶岬）

海底噴出物は 処分場に相応しくない岩盤の不均質性・脆弱性

【地層処分に足を踏み入れてはいけない理由】

- 地層処分場（地下300m以深、6~10km²）の建設は、岩脈を中心とした無数の海底火山群の断面を掘削する。

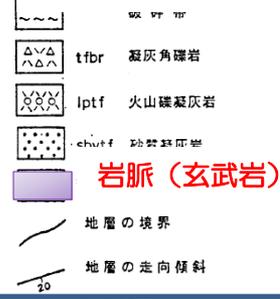
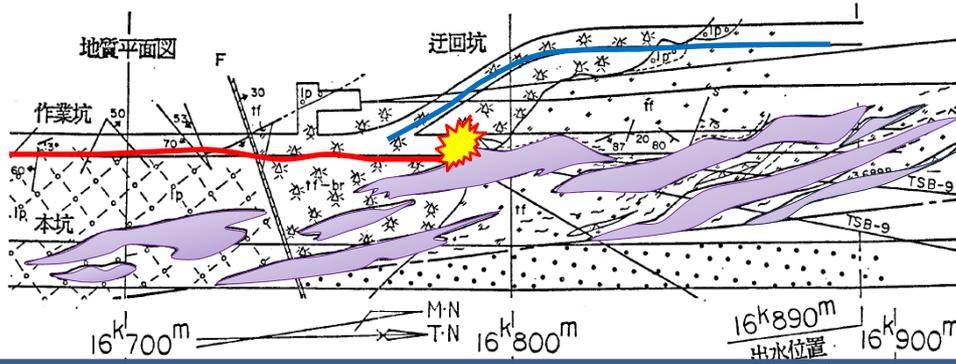
→ 水平・垂直方向の空間的な変化の大きな不均質な岩盤が対象となる。



最終処分場については 1962年にスタートした国による検討・研究開発の
結果として “地層処分” する方針が2000年に法律によって定められました

「岩脈」は水みちの役割

上から見た地質図



横から見た地質図

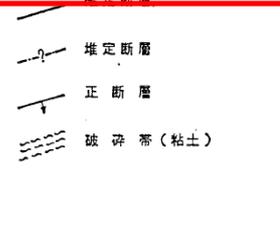
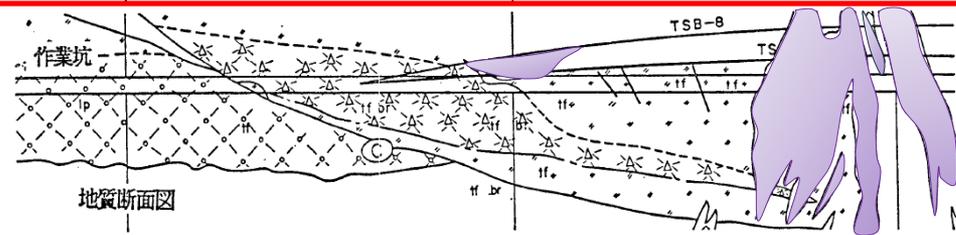


図-10 本州側作業坑・本坑地質平面図・断面図

青函トンネル地質平面図・断面図 (鍛名ほか, 応用地質, 29, 1988)

【青函トンネル掘削の事例】 (1988年開業)

- 玄武岩質岩脈は水みちとなり 異常出水事故の原因となった。
- 湧水源となった玄武岩の岩脈は、その幅の変化が激しくボーリングでは探知されないことがある (北川・前田, 1988)。
(竜飛作業坑 水深78m、土被り102m)

概要調査でボーリング調査をしても、不均質な岩盤の空間的広がり
の把握は困難で、強度の低い高透水性岩盤 (岩脈など) に遭遇すると、
そこを回避して調査が進められ、結果として最終処分場としての適否の判
断が最後まで困難であることを示している。 ⇒ 「精密調査」への道

【噴火】なにを確認・評価するのか^{*}

- 以下 (ア) ~ (ウ) の基準に該当する可能性が高い場所を避けます。

噴火の「避けるべき基準」

第四紀※1の火山活動の跡が残っている場所 (ア)

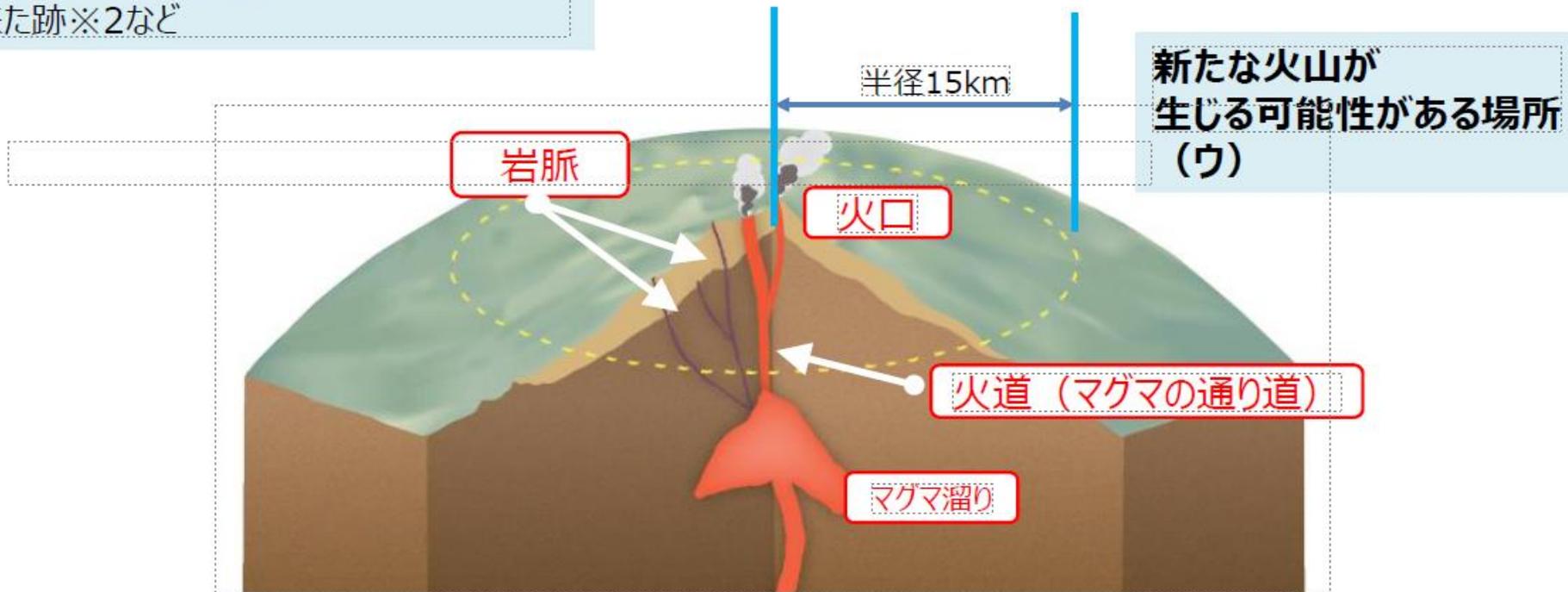
火山のマグマが地下から地表やその近くまで来た跡※2など

第四紀火山の活動中心※3

から半径15kmの円の範囲 (イ)

第四紀に活動した火山の中心から、おおむね15km以内

新たな火山が生じる可能性がある場所 (ウ)



※1：約258万年前から現在 ※2：火道や岩脈など ※3：火口などにより定める

※火口：火山体の一部で固形物質を放出して形成されたくぼみ (文献1)、火道：火口とマグマ溜りをつなぐ通路 (文献1)

岩脈：マグマが地層中に脈状に貫入し、冷却・固結したもの (文献2)、マグマ溜り：マグマが一定量たまった場所 (文献1)

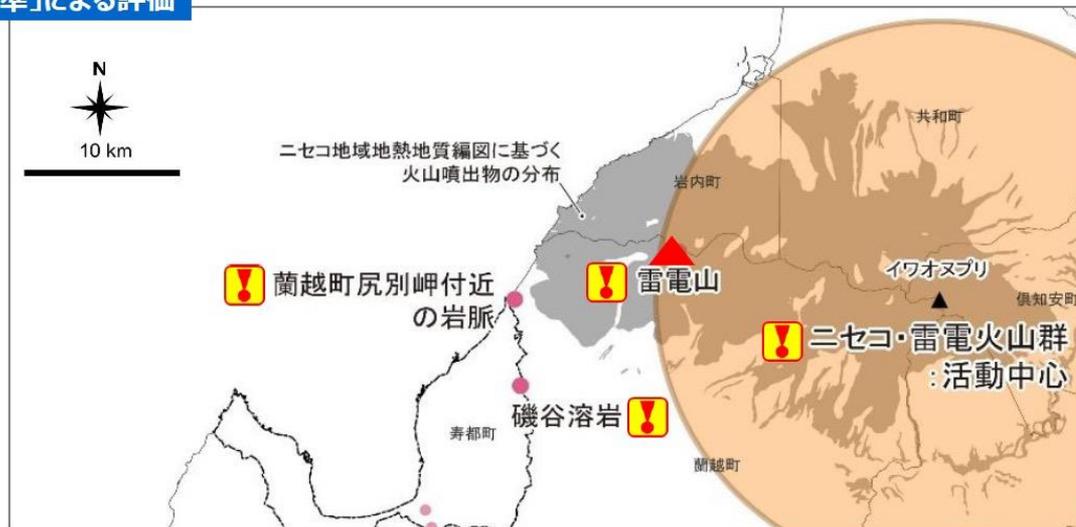
文献1) 東京大学地震研究所監修、藤井敏嗣・瀬藤一起編 (2008) 文献2) 原子力発電環境整備機構 (2004)

国・NUMOの主張

磯谷溶岩

- 「磯谷溶岩」は第四紀火山に由来するかどうか、また火山の活動中心であるかどうか、十分な文献がなく評価できませんでした。⇒ **⚠ 概要調査で特に確認する事項**

「基準」による評価



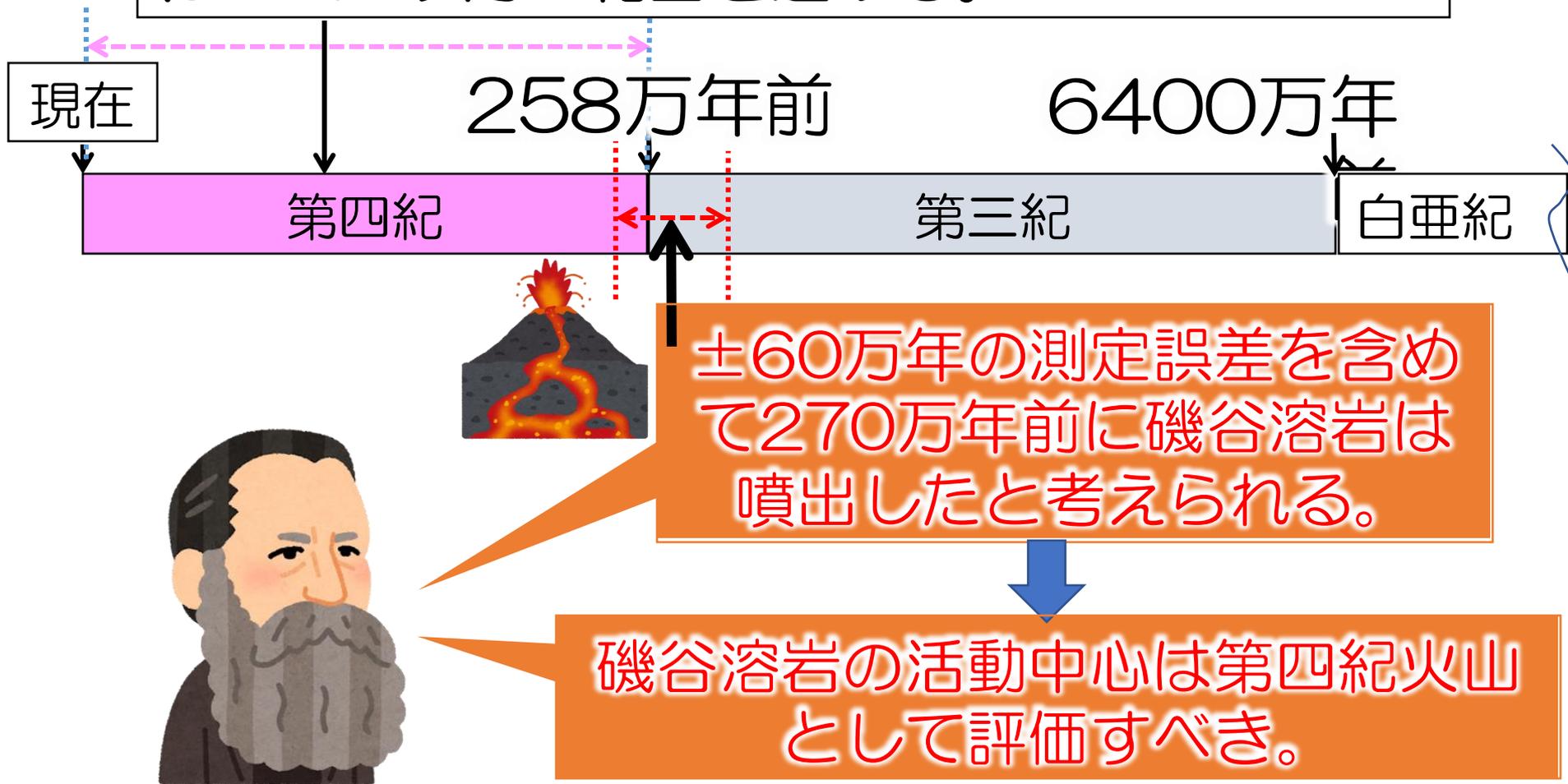
避けるべき基準		文献調査対象地区内
		⚠ 磯谷溶岩
(ア) (イ)	第四紀の火山に由来する	△
	マグマが地下から地表近くまで来た跡があるか⇒ (基準ア)	△
	火山の活動中心である⇒ (基準イ)	△

△：十分な文献がなく、評価できなかった

21

2：礫谷溶岩は避けるべき火山

第四紀に活動した火山の活動中心からおおむね15km以内の範囲を避ける。



岡村ら2024年の独自調査結果による礫谷溶岩の噴出時期の推定

第四紀に活動した火山の活動中心からおおむね15km以内の範囲を避ける。

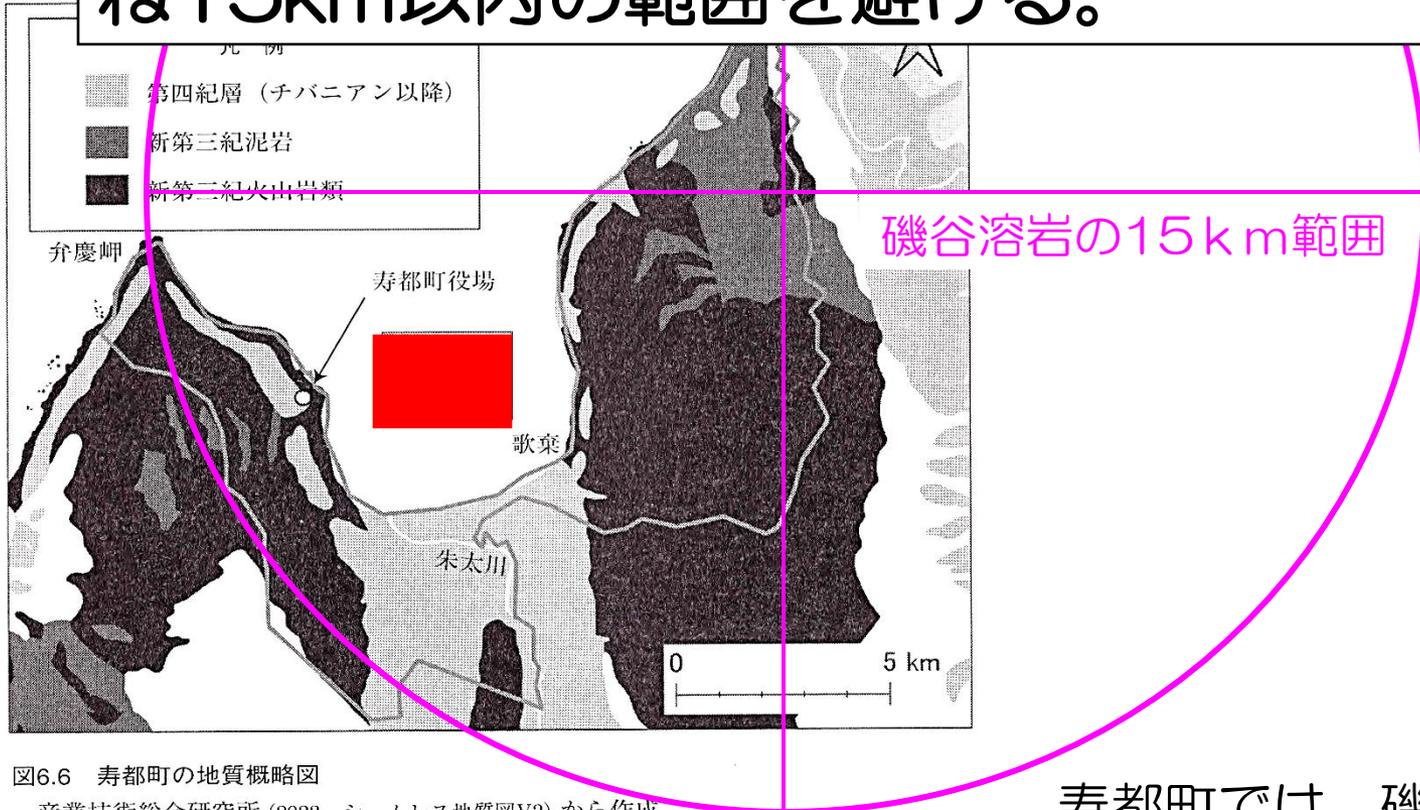


図6.6 寿都町の地質概略図

産業技術総合研究所 (2022, シームレス地質図V2) から作成。
朱太川沿いは第四紀層からなるが、その下には新第三紀の火山岩類が分布していると推定される。そうすると、村の大部分が中新世の火山岩類からなると考えられる。北東部にわずかに中新世の泥岩があるが、それは火山岩類と櫛の歯のような境界を持っていることから、複雑な地質構造になっていると考えられる。四角は2km×3kmのサイズで、HLW地層処分場として考えられている標準的なサイズ。

寿都町では、磯谷溶岩によって、ほとんどの範囲が候補地から除外される。

千木良雅弘 (2023) 高レベル放射性廃棄物処分場の立地選定—地質的不確実性の事前回避—. 近未来社, 168p

3：低周波地震の評価基準と能登半島地震との近似性



- 寿都湾の内陸部では、地下10kmと30kmを震源とする地震が頻発。
- 30kmの低周波地震の原因は、マグマや流体（水）の可能性が指摘されている。

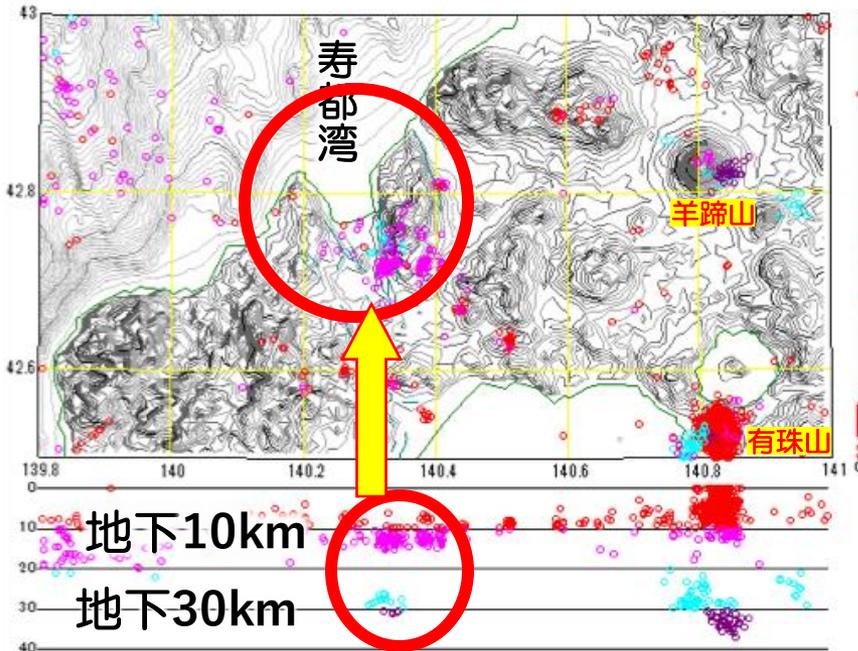
【文献調査報告書の評価】

- 「新たな火山が生じる」可能性について「該当することが明らかまたは可能性が高いかを判断することができず、現段階においては避けるべき範囲はないものと評価する。」

問題点1 「新たな火山の発生の可能性は、研究段階であり、現時点においては確立された評価方法は見当たらない」（文献調査段階の評価の考え方、2023）

問題点2 寿都湾の内陸部で発生している地震は、断層運動の視点で判断すべき。

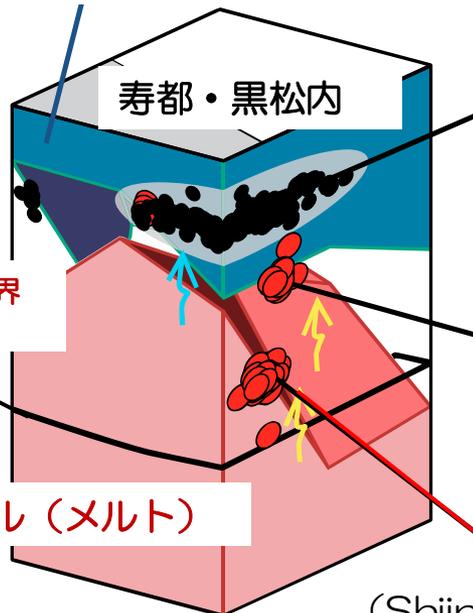
寿都で発生する地震の仕組み



- 寿都湾の内陸部では、地下10kmと30kmを震源とする地震が頻発。
⇒2022年12月にはマグニチュード4.3の地震が発生。

- この地震の原因は、深部(地下30km)で発生するマグマや流体(水)による低周波地震と考えられる。
⇒流体の上昇で、地殻が破壊され(地下10km)、地震が発生。

地殻 (花こう岩～玄武岩)



浅部の通常地震
(地下約10km)

⇒これと同じ仕組みで能登半島地震が発生した。

深部の低周波地震
(地下約30km)

(Shiina et al., 2018)

群発地震(2020~2023)に続いた能登半島地震(2024.1.1)

3年にわたって「群発地震」が続いてきた

能登半島で続いた群発地震と仮説



- 2023年までの3~4年間、珠洲市周辺で起こった群発地震 (M5.5~6.5) の原因は、マントルから上昇してきた流体と考えられている。
- この流体が地殻の硬い岩盤 (深度10~15 km) に圧力をかけ破壊した時に地震が発生した。
- マントルから来る流体は、メルト (マグマ) の場合もあるが、能登半島では活火山はないので、 H_2O (水) の可能性が高いと言われている。

能登半島周辺の地震活動の状況 気象庁の資料を元に作製

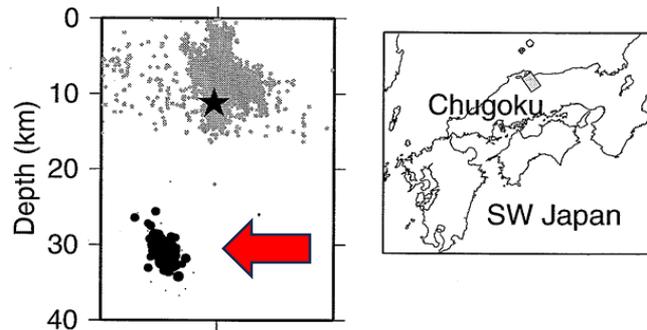
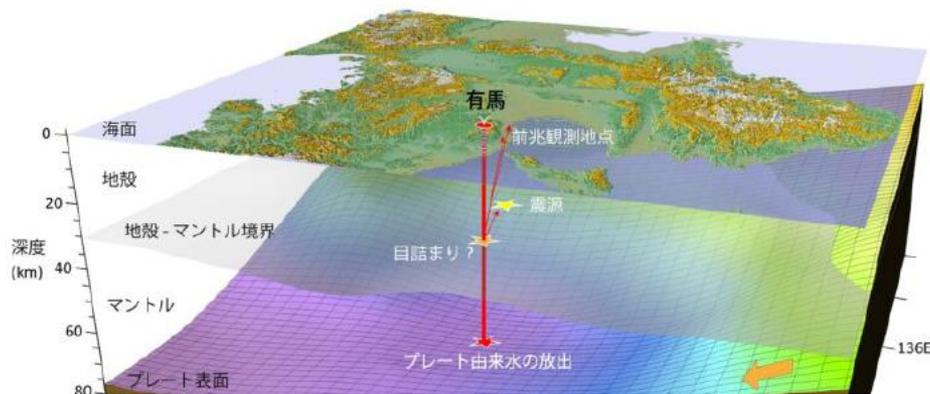
マグニチュード 1 2 3 4 5 6 7 深さ (km) 0 10 20 30 50 100 200 700

今回の地震直前の地震の様子 ▶ 2日午前11時までの約24時間の地震



2024年元日の巨大地震は、それ以前までの深部流体 (水) の上昇が活発化し、既に存在していた半島北岸沿いの活断層の割れ目に侵入、岩盤がずれることで発生した連動型地震だった。

地下深部流体は、阪神淡路大震災（1995；M7.3）や鳥取県西部地震（2000；M6.7）にも関与



これらの深部流体に原因を持つ地震は、地表で見られる活断層の有無に関わらず生じており、地層処分場の立地を妨げる変動現象として評価基準に加えるべきである。

1940年代に始まった温泉掘削開発以降、プレート由来の水の割合は減り続けてきたが、1994年から突発的に増加し有馬温泉の直下に大量の水が供給され、断層の強度を低下させたことが、阪神淡路大震災の引き金となった可能性がある。

(Yamanaka & Adachi, 2024)

2000年鳥取県西部地震（M6.7）では、本震直下の深さ約30kmで本震発生3年前から深部低周波地震が発生し、浅発大地震の発生を引き起こした可能性がある。

(Ohmi and Obara, 2002; Ohmi et al., 2004)

【地震・活断層】なにを確認・評価するのか

- “処分場を設置しようとする深さ”（地下300m以深）において、以下（ア）～（エ）の「基準」に該当する可能性が高い場所を避けます。

地震・活断層の「避けるべき基準」

活断層の周辺の断層及び地すべり面（イ）

過去約12～13万年前以降に活動した、活断層の周辺の断層の面及び地すべり面

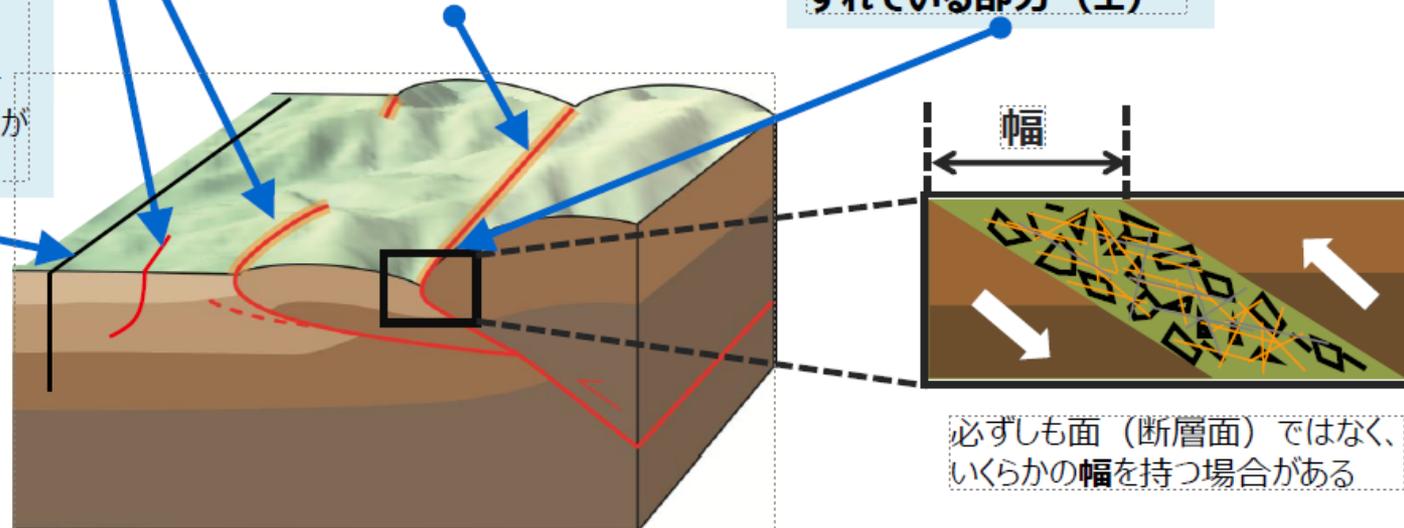
（ア）（イ）以外の規模が大きい断層（ウ）

過去約12～13万年前以降に活動していない、10km以上の規模が大きい断層の面

活断層（ア）

過去約12～13万年前以降に活動した、震源となりうる断層につながっている主な断層の面

（ア）～（ウ）周辺のずれている部分（エ）



4：黒松内低地断層帯（活断層）の評価

黒松内低地断層帯と連動地震

寿都湾

黒松内低地断層帯

噴火湾

【文献調査報告書の評価】

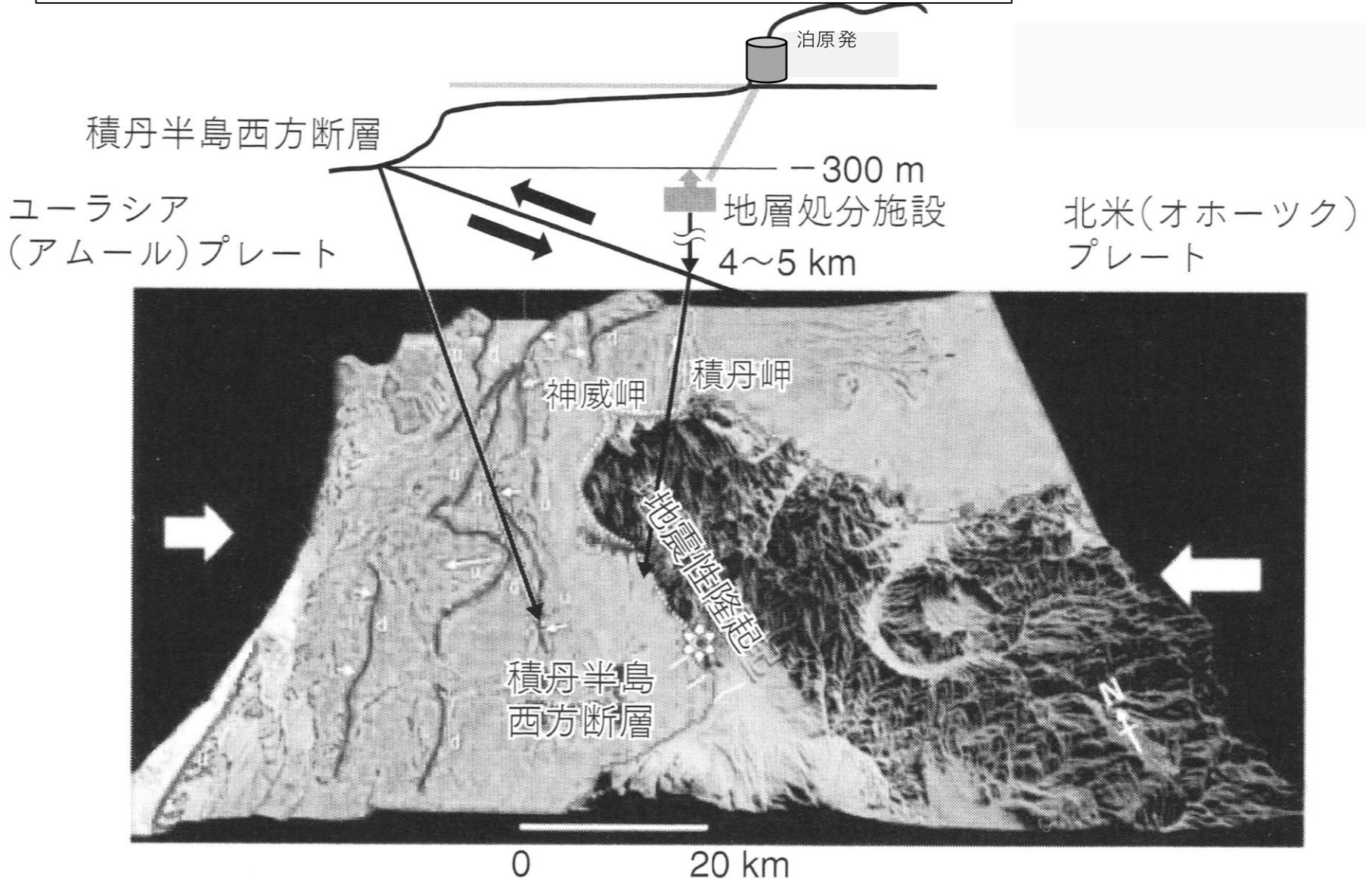
- ・ **黒松内低地断層帯**は、処分場を設置する深さに分布する可能性が高いのは、「**白炭西・白炭東**」のみ。
- ・ 他（樽岸、丸山東、歌棄など）は、「地質調査および地球物理学的調査の情報が確認されていないため、可能性が高いとは言えない」。

【問題点】

- ・ 段丘面の傾斜など変動地形が明らか。
- ・ 推進本部が示す黒松内低地断層帯の長期評価を無視・過小評価。
- ・ 能登半島地震や熊本地震は、個別断層が連動して大地震を起こした。
- ・ 地形変形を示す個別断層を含め、**黒松内低地断層帯全体を避けるべき**対象とすべきである。

（地震調査研究推進本部HPより）

5：積丹半島沖の海底活断層の認定



積丹半島西方断層の直上に位置する神恵内の地層処分施設と泊原発
(小野有五、2021に加筆)

海底活断層の認定

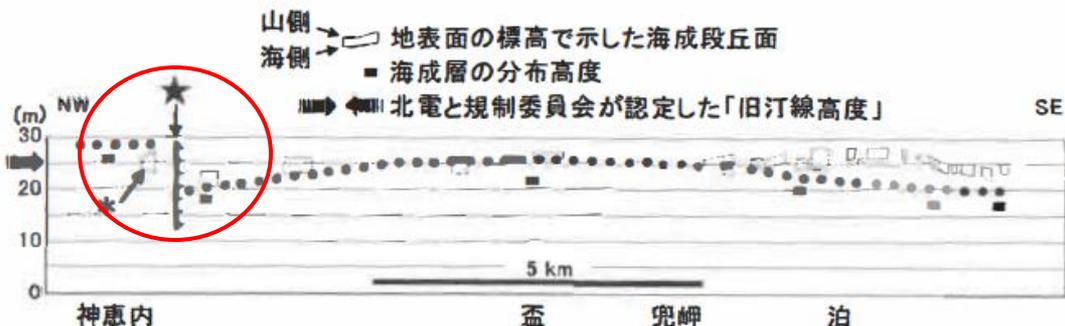


図4—北電位置する点線は近い高

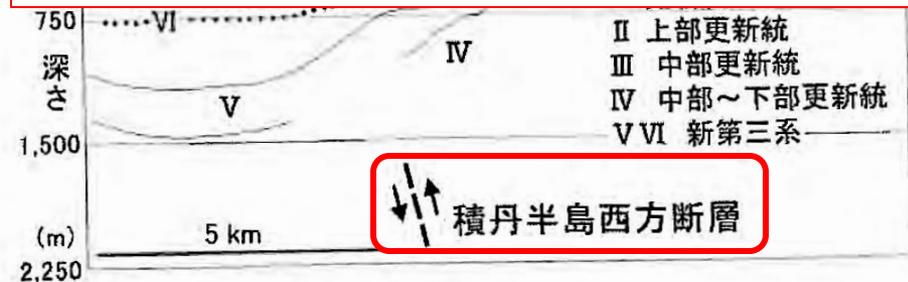
積丹半島西方沖には、比高300 m程度の崖地形が認められ、海底デジタル地形データによって活断層地形が判読される。

泊～神恵内における12万～13万年前に形成された海成段丘面の不連続は、積丹半島沖の海底活断層の東側隆起によって説明できる。

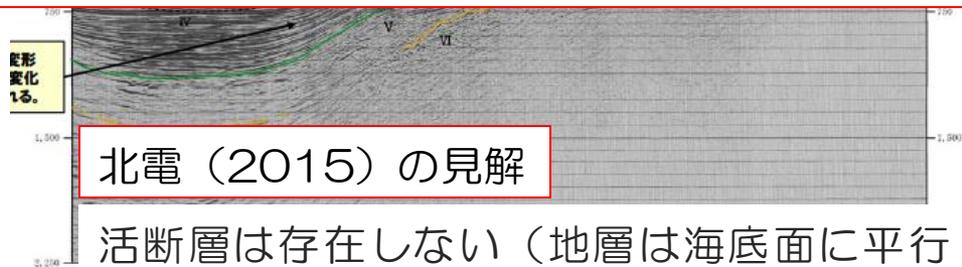
図1—積丹半島西方沖の海底活断層

位置がやや不明確な海底活断層は破線で示した。矢印は撓曲あるいは傾動方向を、A—Bは図2の音波探査測線の位置を示す。

渡辺・鈴木 (2015) は、沿岸域の地形データと陸上 (神恵内) の地形変形から、積丹半島西方断層を認めているが、北電 (2015) は、原子力規制委員会に対し、沿岸域の音波探査から、存在しないと説明、NUMOも追認。



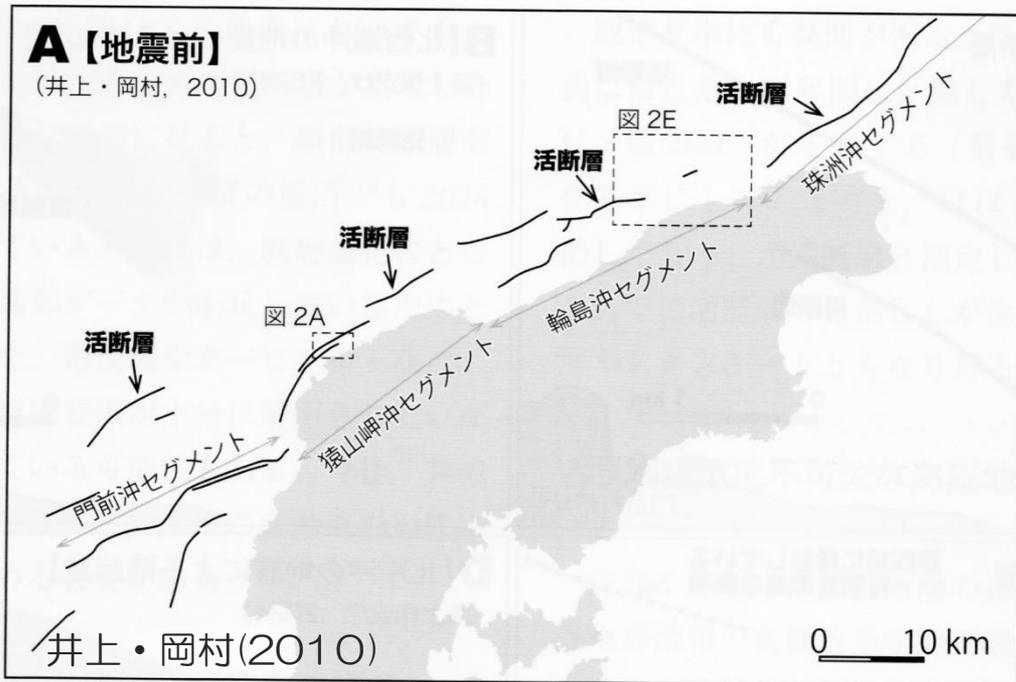
渡辺・鈴木 (2015) の見解



北電 (2015) の見解

活断層は存在しない (地層は海底面に平行に堆積し、変位・変形及び層厚変化は認められない)

沿岸域の活断層の認定；音波探査手法の限界



能登半島北岸沿いの北東—南西方向の活断層は、音波探査によって、長さ20km程度の4つのセグメントに分けられていた（左図）。

→精度の悪い音波探査の限界；地震規模の小規模予測（過小評価）*

詳細なデジタル地形データ（変動地形学的判読）によって、輪島沖から珠洲沖の海岸線に連続する長大な活断層（F1断層）が判読されていた（右図；後藤、2012）。 →M7級の地震予測は可能だった

*地震のエネルギー（Mマグニチュード）は、震源域の面積（断層面積）とすべり量の積で決まる。

$M = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$ ($M_0 = \mu \times D \times S$) D;すべり量、S;断層面の面積（長さ×幅）

文献調査報告書の問題点のまとめ

- 寿都町と神恵内村の文献調査は、概要調査へ進むための基準が恣意的で偏った解釈になっている
- 概要調査の不適地を外すスクリーニングが行われていない。

そもそも文献調査は、既存の文献を精査することにより「リスクの高い部分や処分地として適さない地点を積極的に調査し排除していく」ための調査であるはずである。

しかし文献調査報告書は、その要件を意図的に狭めている。例えば、変動地形が明らかな活断層が、地質調査や地球物理学的調査の情報がないとして除外された。沿岸域の海底活断層は、精度の悪い音波探査記録を基に否定された。低周波地震はメルトの可能性を判断できないとして考慮されなかった。これらすべてが著しい変動の可能性がないものと判断された。

これらの地下情報は、たとえ現地調査を行ったとしても現在の科学的知見では十分解明されえないものが多い。より安全性の立場に立つならば、これらはすべて著しい変動の可能性があるものとして、積極的に排除するのが最終処分法の要件である。

地層処分に不適とする文献が数多くある寿都・神恵内両地域は、この段階で候補地から除くべきである。

講演内容

- 「核のゴミ」地層処分の経緯と問題点
全国声明「世界最大級の変動帯の日本に、地層処分の適地はない」
日本の地質条件を無視した「最終処分に関する法律」
- 北海道寿都町・神恵内村の文献調査報告書の問題点
 - 1：処分場に相応しくない岩盤の不均質性・脆弱性
 - 2：磯谷溶岩は避けるべき火山
 - 3：低周波地震の評価基準と能登半島地震との近似性
 - 4：黒松内低地断層帯（活断層）の評価
 - 5：海底活断層の認定
- 六ヶ所村周辺の地質的特性
 - 三陸・日高沖の海溝型地震
 - 大陸棚外縁断層・六ヶ所断層

三陸・日高沖は日本海溝・千島海溝型地震が頻発する地域

(内閣府防災対策実行会議HPより)

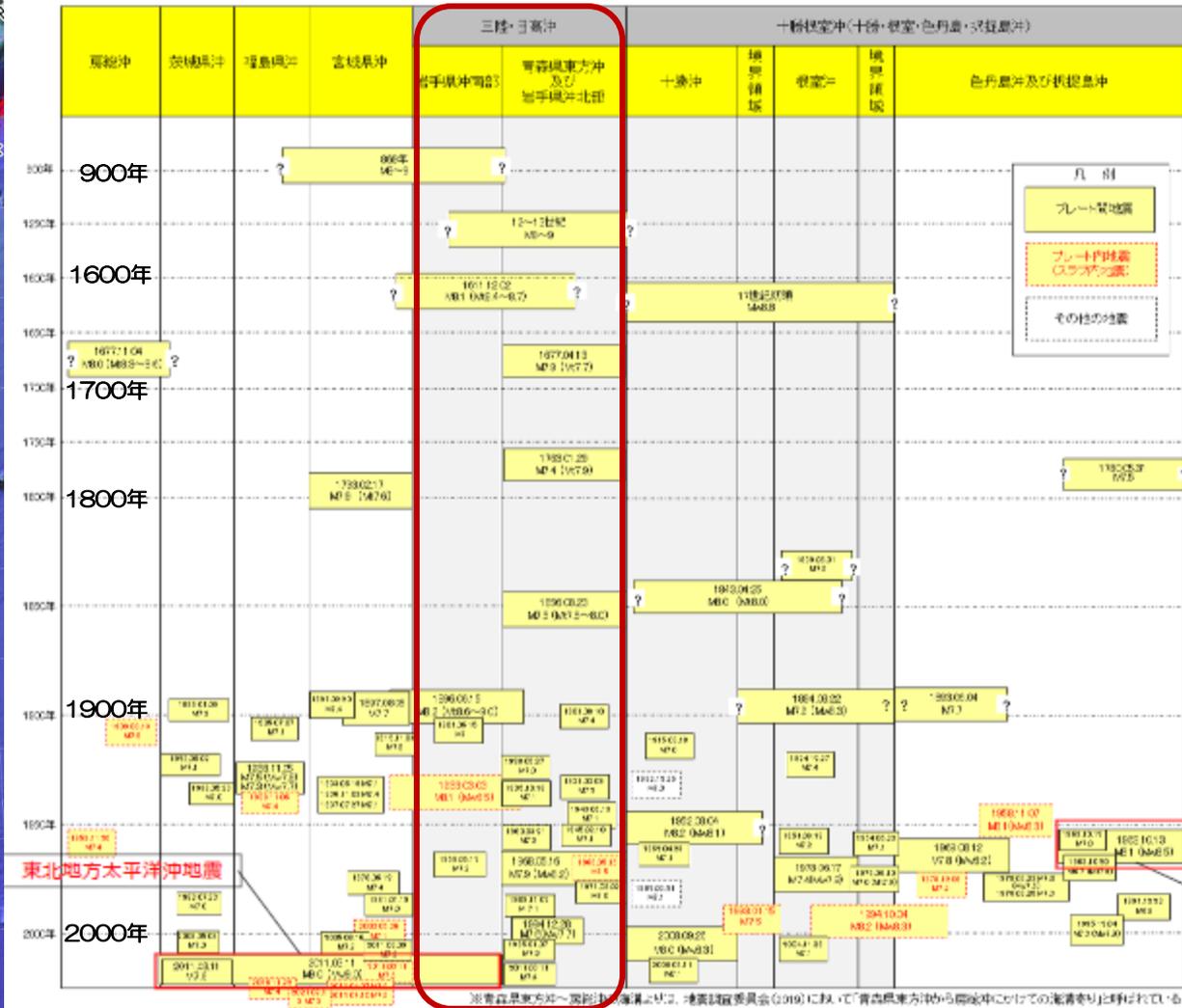
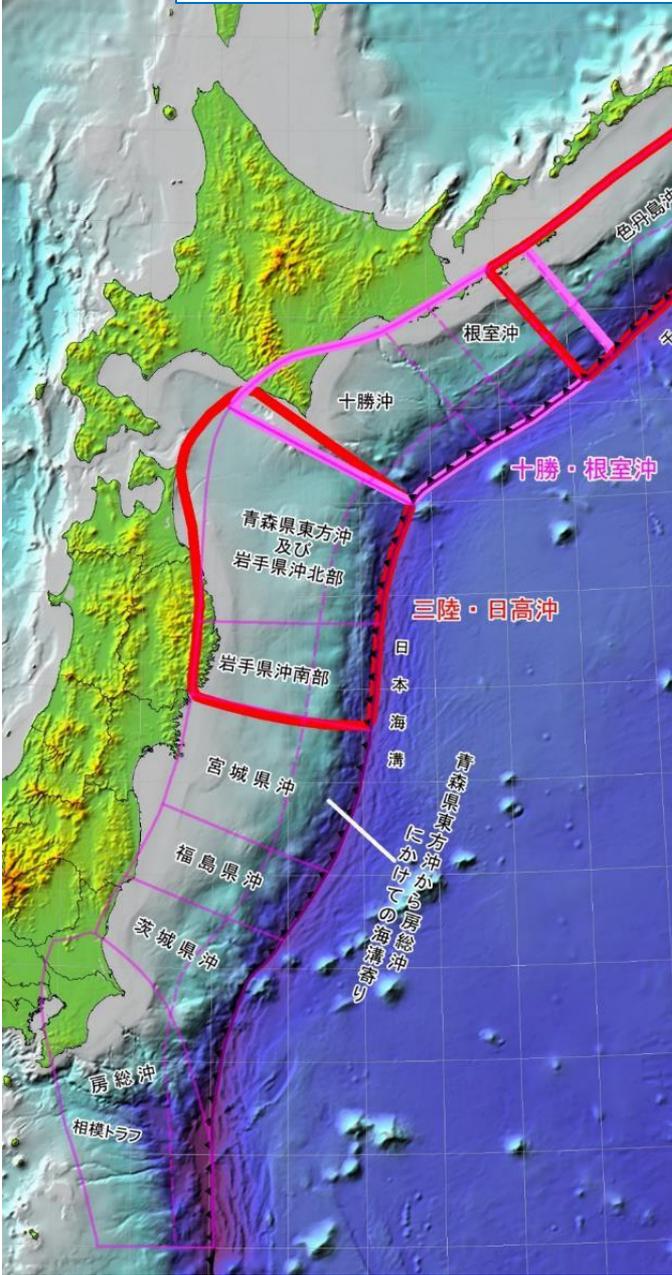


図2 日本海溝・千島海溝周辺の主な地震 (Mw7.0以上の地震を対象に作成)

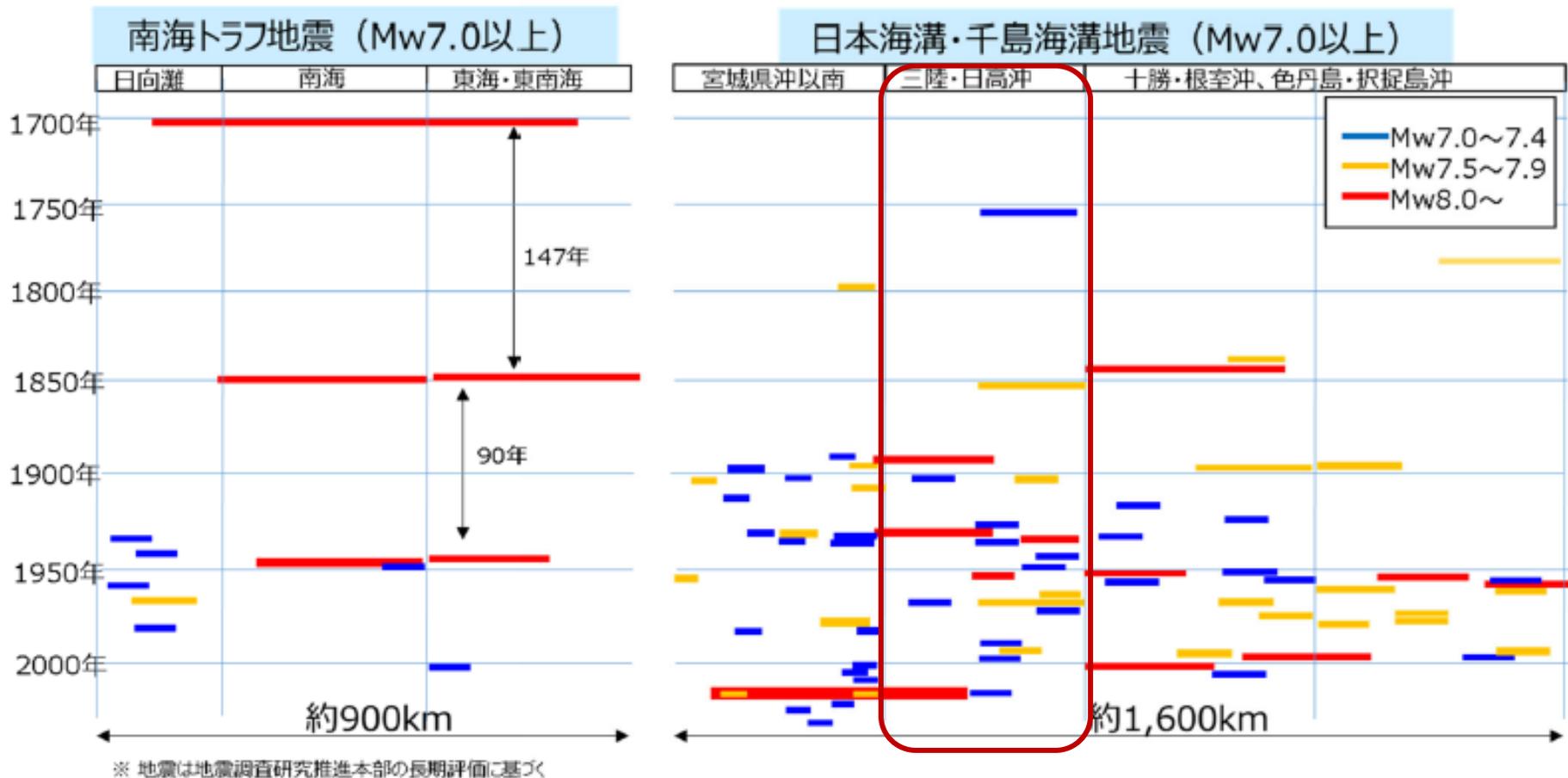
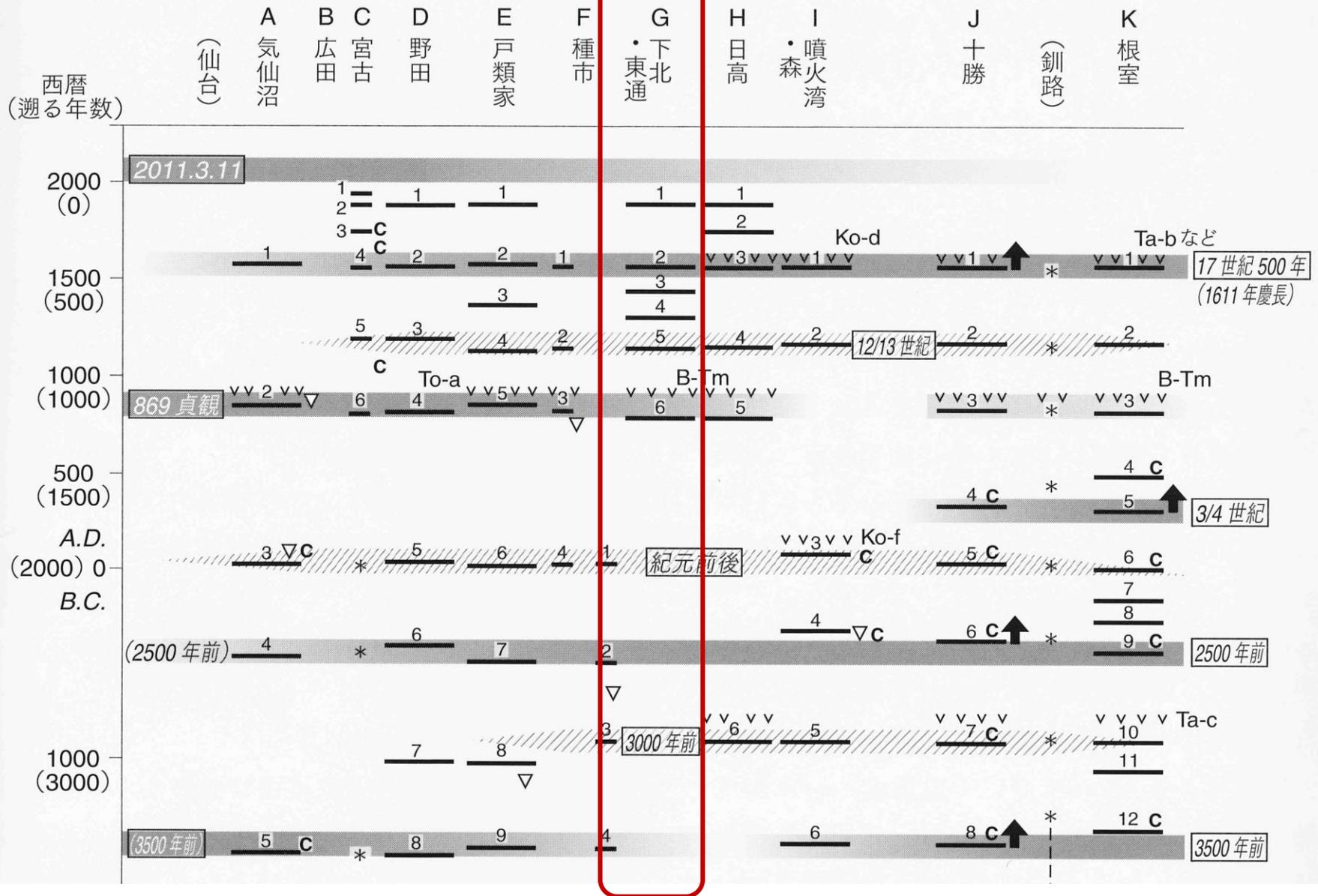


図3 南海トラフ沿いと日本海溝千島海溝沿いの地震発生様式の比較
日本海溝・千島海溝沿いでは、南海トラフ沿いと比べ、M7クラスの地震が頻発していることが分かる。

地震は地震調査研究推進本部の長期評価に掲載された地震を対象に作成
ISC-GEM8.0の資料を用いた1904年以降と比べ、それ以前はM7クラスのデータは少なくなっている。

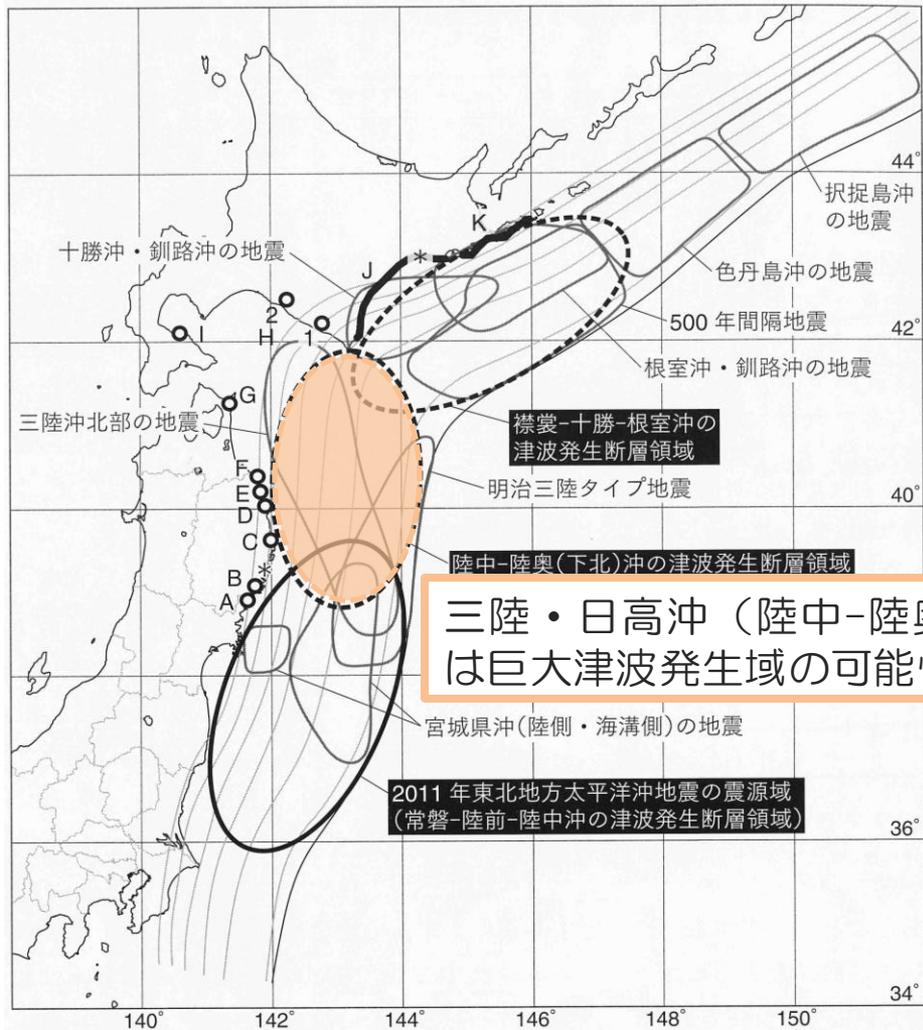
(内閣府防災対策実行会議HPより)

日本海溝・千島海溝沿いの巨大津波痕跡

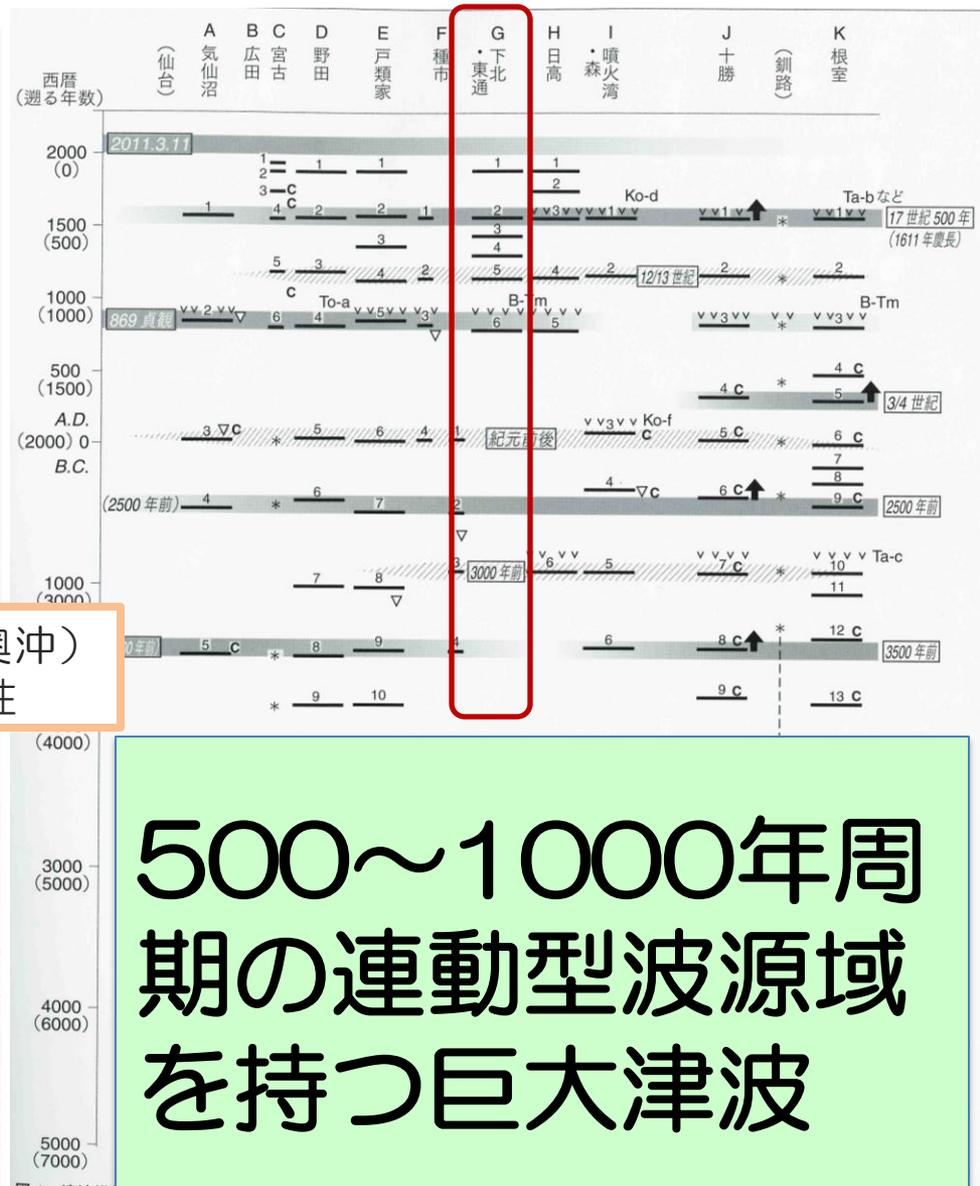


(平川一臣, 千島海溝・日本海溝の超巨大津波履歴とその意味: 仮説的検討. 科学, 82, 2012)

巨大津波の発生周期 (平川, 2012)



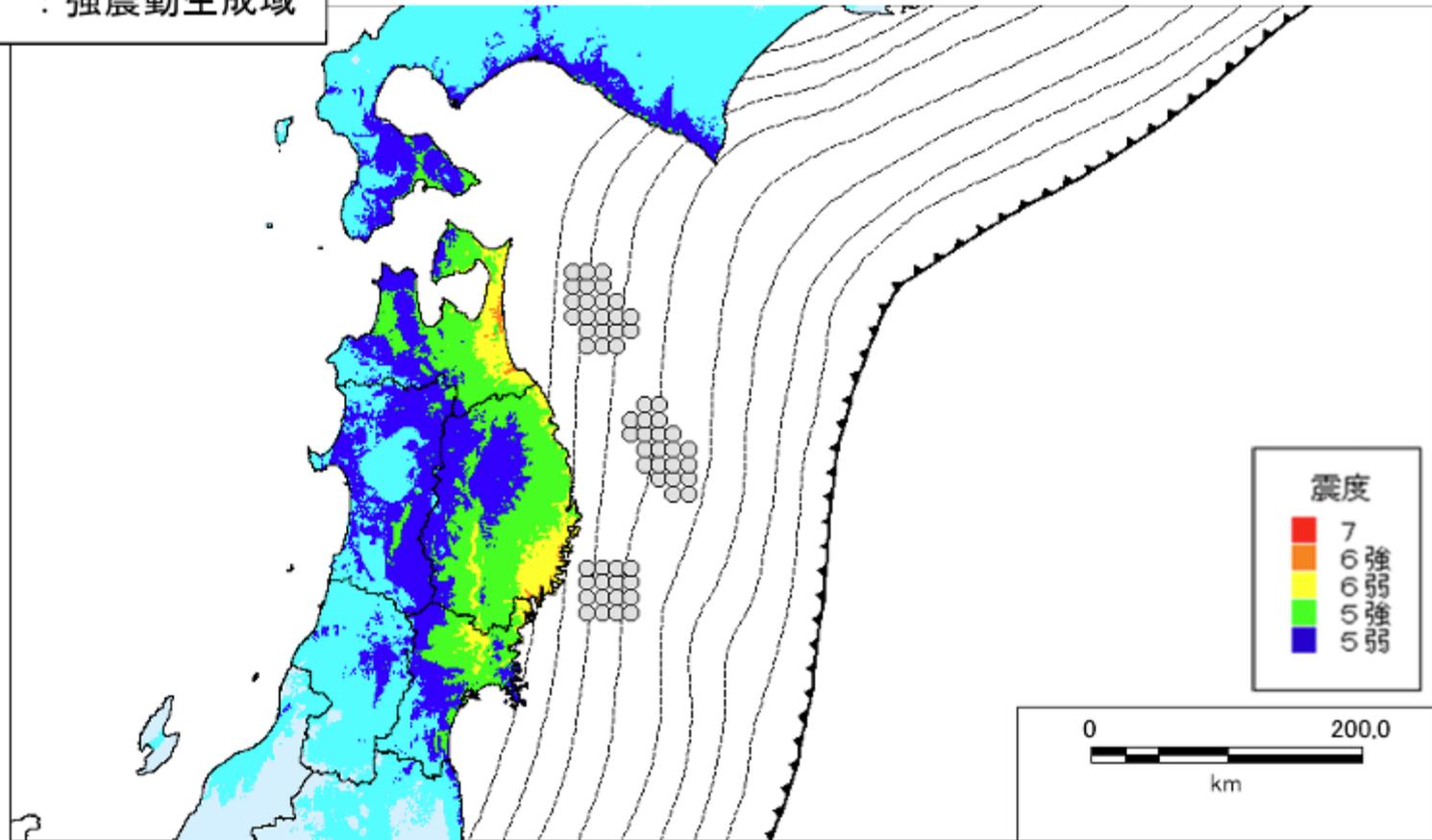
三陸・日高沖(陸中-陸奥沖)は巨大津波発生域の可能性



500~1000年周期の連動型波源域を持つ巨大津波

図2—津波堆積物の調査地点および津波堆積物から推定される東北地方～北海道太平洋沖の日本海溝・千島海溝を起源とする超巨大津波の断層領域
 原図は、内閣府中央防災会議報告¹⁹⁾の巻末資料5を使用。それぞれの領域は国の防災対策の検討対象で、津波を発生させる断層領域を示す。2011年東北地方太平洋沖津波の震源域は松澤の図¹⁴⁾を転写した。

図1—津波堆積物の年代・空間(地域)別相関図
 短横線と数字：調査地点ごとの津波堆積物と上からの順番、棒付きの表示：同時に生じた超巨大津波の堆積物の分布域、伝播の方向および仮の名称。vで表示は火山灰。Ko-g: 駒ヶ岳火山灰、6400年前; To-Cu: 十和田中せり火山灰、5400年前; Ta-c: 樽前山火山灰、3500年前
 45



(震度増分： $-\sigma$ 式)

図 日本海溝沿いの最大クラスの地震の震度分布 (1km メッシュの最大で表示)

最大クラスの津波断層モデルの地震規模：日本海溝 (三陸・日高沖)
 モデルはMw9.1、千島海溝 (十勝・根室沖) モデルはMw9.3
 (日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会、令和4 (2022) 年3月22日)

六ヶ所断層（撓曲）の変動地形的学的解釈

（青森地裁の準備書面より）

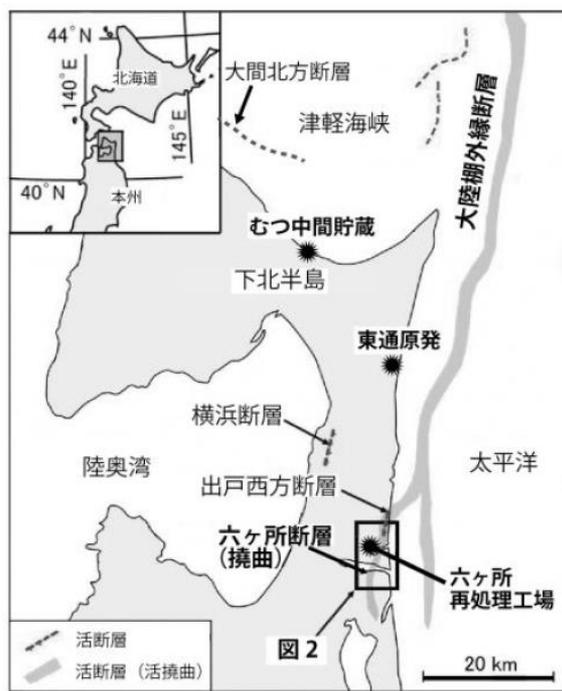


図1 下北半島周辺の活断層と六ヶ所再処理工場
（渡辺 2016 の図1 をもとに筆者改変）

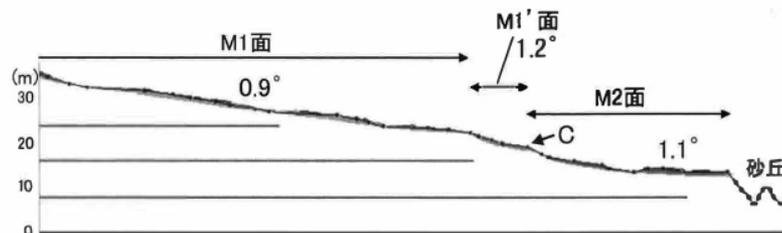
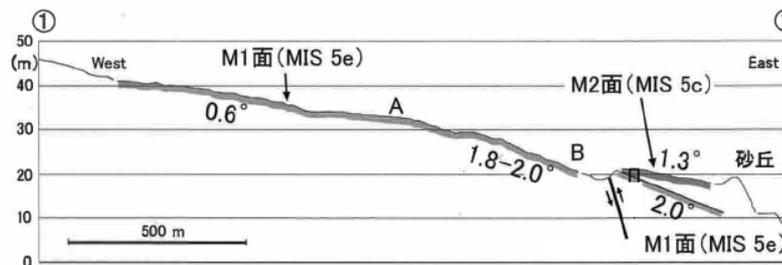
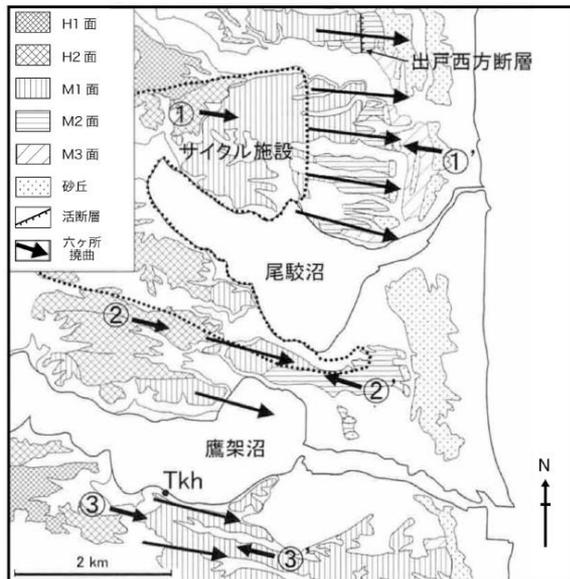
渡辺満久（2016ほか）

大陸棚外縁断層の南部は陸域に連続し（六ヶ所断層・撓曲）、海成段丘面のM1面（約12万年前）を傾斜させ、M2面（10万年前）も傾斜させている。

日本原燃(株)（2020年2.14審査会合資料）

海成段丘面はほとんど傾斜していない。

（地形分類・地形断面の恣意的作成・解釈）



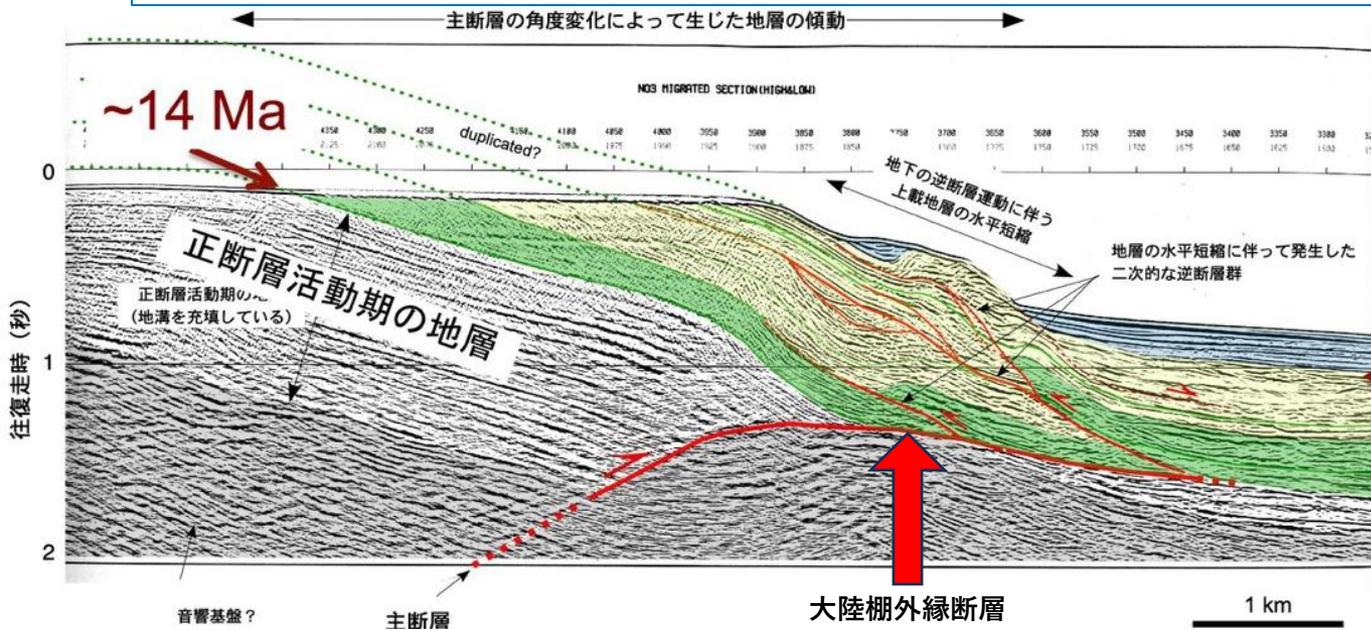
M1面の変形（渡辺満久、『科学』2019年12月号）

（上）A地点より内陸側のM1面は海側へ約0.6度傾斜している（ほとんど水平）が、そこから海側へ傾斜を増し、B地点付近では1.8～2.0度と急になる。

（下）原燃の見解 B地点西方の海成段丘面の傾斜は1.2度と示されている。しかし、相対的に高度の高いC点を除外すればB地点西方の段丘面の傾斜は2度を超える。このような数値の違いは地形分類方法と断面を作成する測線の位置によって生じてしまうので、注意が必要。

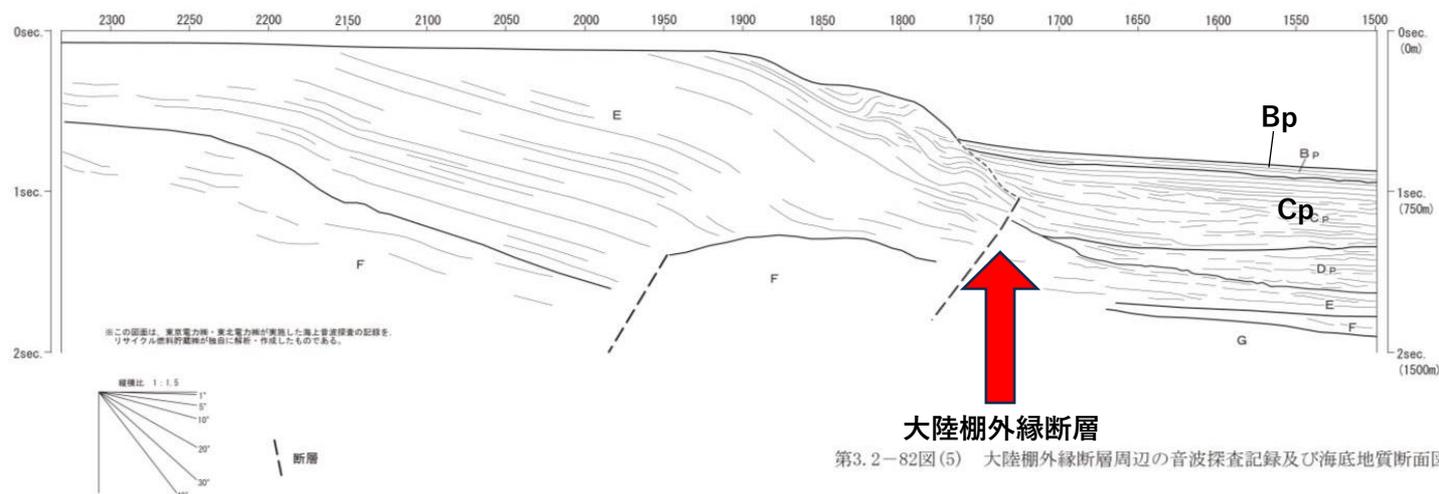
[上澤千尋（原子力資料情報室通信、第592号、2023/10/1）より](#)

大陸棚外縁断層の音波探査による解釈



池田安隆 (2012)

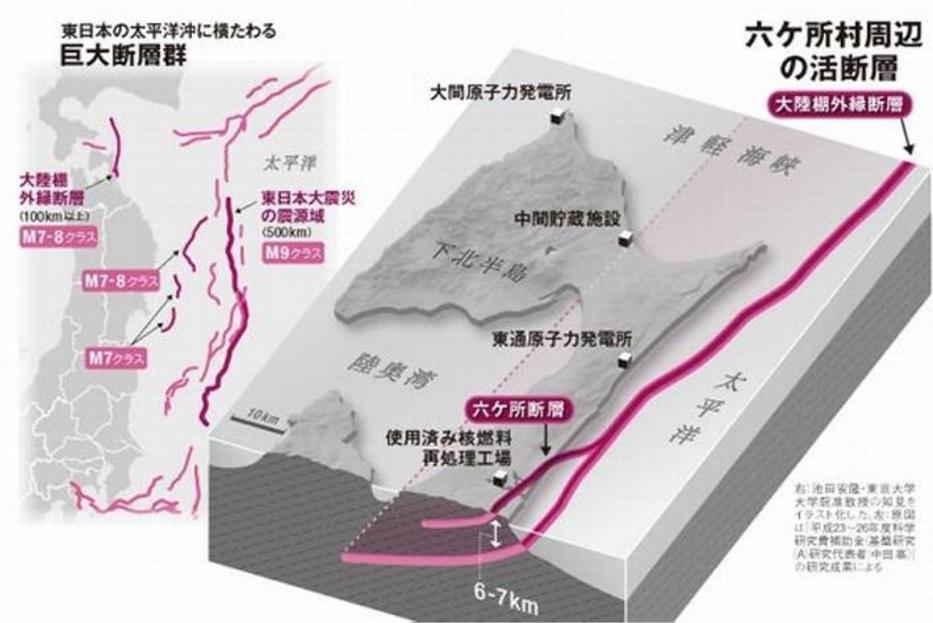
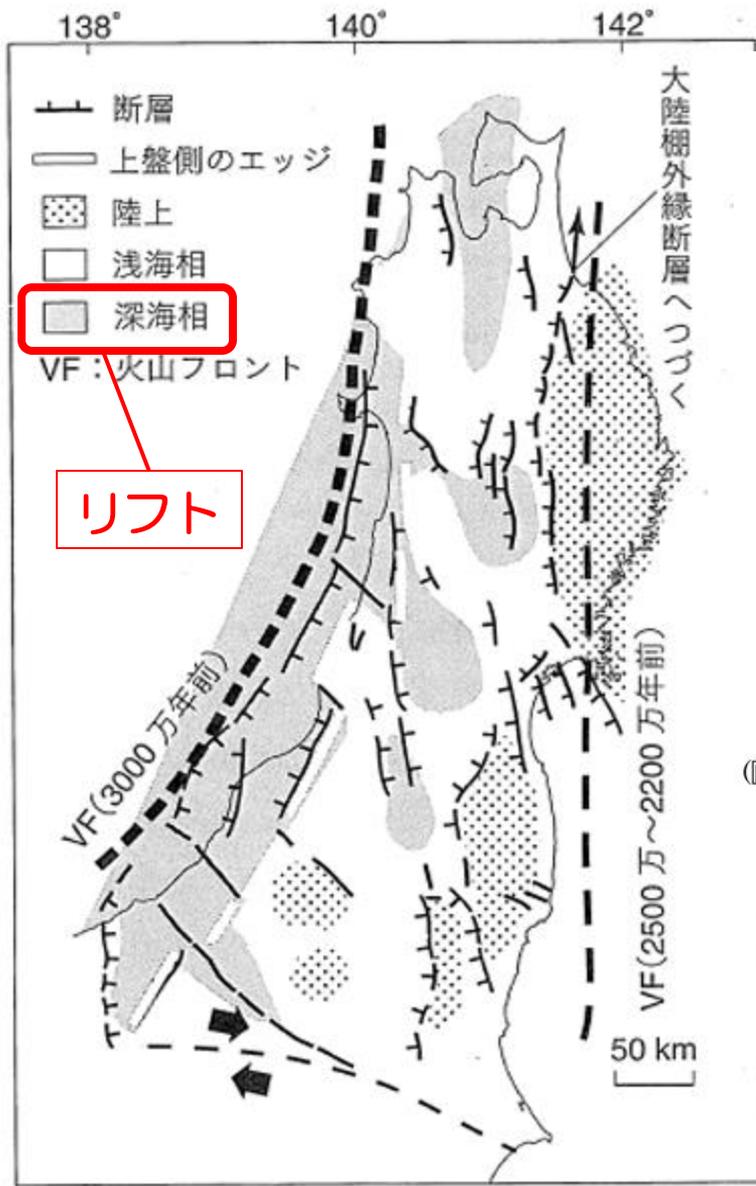
東西圧縮によって、地層をたわませる副次的な逆断層が幾筋も引き起こされ、上部の新しい地層が変形している



日本原燃 (2020)

Cp層上部とBp / Cp境界に変位・変形は認められない
＝後期更新世以降の活動はない

(断層線の引き方は間違っただ恣意的解釈)



『アエラ』2012年2月6日号「六ヶ所村・再処理工場再開の暴挙、真下には『巨大活断層』」より 甲 D410

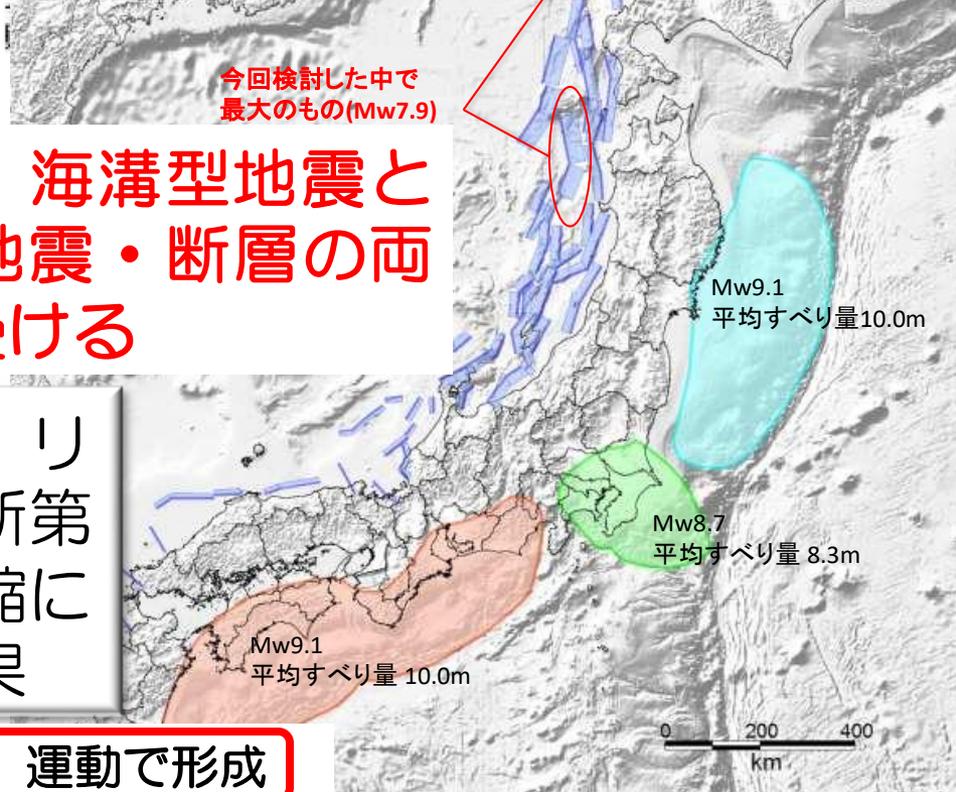
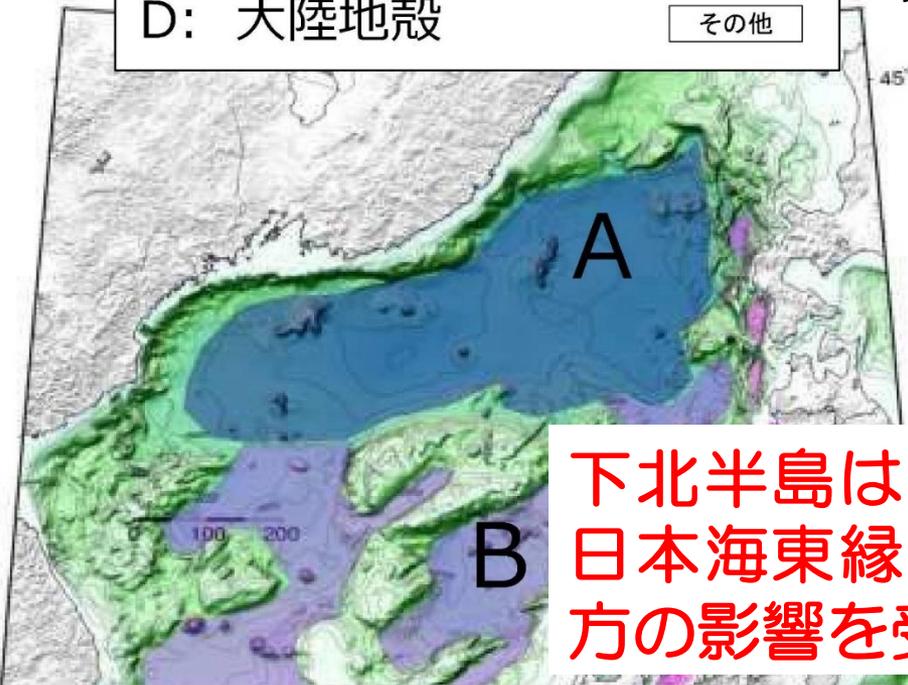
大陸棚外縁断層は、日本海拡大時に正断層（東西伸長）として生まれ、今は逆断層（東西圧縮）として逆向きに動いている。（2012年提出 青森地裁弁論準備書面、池田安隆氏）

図4-日本海拡大時期前後の東北日本の古地理とテクトニクス
佐藤比呂志・池田安隆:月刊地球,21,569(1999)より改変。

- A: 海洋地殻
- B: 厚い海洋地殻
- C: 背弧リフト**
- D: 大陸地殻 その他

日本海東縁部のリフト系

日本海の拡大（地殻の開裂；古第三紀末～新第三紀前期）によるリフト系堆積盆



下北半島は、海溝型地震と日本海東縁地震・断層の両方の影響を受ける

日本海東縁の地震・断層運動は、リフト系堆積盆の縁辺正断層が、新第三紀末（鮮新世）以降の東西圧縮によって逆断層運動に変換した結果

リフト；地溝、狭長な凹地、伸張（正断層）運動で形成

図27 地震発生層の深さ推定のための地殻区：（佐藤・他, 2014）

（国土交通省・内閣府・文科省、H28）