

地層処分技術 WG への提言

「声明」の呼びかけ人を参考人として技術 WG の議論に参加させよ

2024 年 2 月 22 日

小野有五（北海道大学名誉教授）

岡村聡（北海道教育大学名誉教授）

原子力資料情報室

2 月 13 日、文献調査報告書（案）（以下、報告書案）が公表されたⁱ。地層処分技術 WG（以下、技術 WG）がこれを審議する際には、資源エネルギー庁が作成した文献調査段階の評価の考え方（以下、評価の考え方ⁱⁱ）が適切に反映されているかだけでなく、評価の考え方（案）へのパブリック・コメント、および 2023 年 10 月 30 日に約 300 名の地学専門家が発表した「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」ⁱⁱⁱに照らして、市民や研究者の指摘や疑問に答えているかどうかを検討されるべきである。しかし、第 1 回技術 WG（2 月 13 日）では、53 件ものパブリック・コメントに対する回答は、わずかな文言の修正だけですまされ、多くの問題点の指摘に対し、なんら科学的な検討も、反論も行われなかった（資料 1、2 参照）。「声明」は、激しい変動帯の日本列島において、今後 10 万年間にわたり、地殻変動による岩盤の脆弱性や深部地下水の状況を予測し、地震の影響を受けない安定した場所を選定することは、現在の科学的知見では不可能と述べている。これらの指摘に対し、今後、技術 WG で客観的・科学的な検討と審議が行わるよう、提言を行いたい。

報告書案の審議にあたっては、とりわけ最新の知見をもとに検討することが技術 WG に求められている。しかし、報告書案は、本年 1 月 1 日に起こった能登半島地震については全く触れていない。特に能登半島沖の海底活断層と断層活動の連動、地下深部流体と地震・断層運動との密接な関連などについて、全く検討されていない。能登半島地震を起こした海底活断層は、従来の音波探査では特定できず、変動地形学的手法でのみ認定されることも明らかになった^{iv}。報告書案においても、音波探査に偏ったデータをもとに神恵内の沖合に存在する積丹半島沖の活断層の存在は否定され、変動地形学的研究から主張された活断層の見解は無視されている。能登半島地震によって得られつつある最新の知見に基づき、沿岸域の活断層について、抜本的に再検討しなければならない（資料 3 参照）。

活断層の連動は、能登半島地震でも、北海道南西沖地震でも、また熊本地震でも実際に起きている。黒松内低地断層帯の活動性を評価するためには、当然、活断層の連動を考慮するべきである。しかし、報告書案では、黒松内低地帯の活断層について、「白炭断層」だけが個別断層として取り上げられているにすぎない。政府の地震調査研究推進本部が 2005 年に公表した黒松内低地断層帯の長期評価では、寿都町周辺の活断層として五十嵐川断層や丸山付近の断層が、断層運動による地形変形を示すと記述されている。それにもかかわらず、

報告書案では、これらは地質調査・地球物理学的調査の情報がないとの理由で無視されている。このような判断は、「地震本部」の長期評価を無視し、活断層の連動性の視点が抜け落ちた、根本的欠陥と言わざるを得ない（資料 4 参照）。類似の活断層の過小評価の事例は、尻別川断層の評価などにも散見される。

能登半島地震のもう一つの最新知見は、群発地震を引き起こす深部流体の存在である。それが群発地震の発生に関与し、ついには大地震につながったことが分かってきた。深部流体を起源とする低周波地震は、寿都湾内陸部でも観測されている。しかし報告書案では、避けるべき事象とは認めていない。概要調査以降の調査には留意が必要とされたが、あくまでも部分溶融域の存在の可能性、つまり新たな火山が生じる可能性に関しての指摘にすぎない。寿都では地下 30 k m の低周波地震とともに 10 k m の浅部地震の観測データもあり、能登半島の群発地震との類似性を考慮する必要がある。これらの地震発生域は、黒松内低地断層帯の北部と重なり、能登半島において珠洲市周辺で生じた群発地震と能登半島の北部沿岸域の長大な活断層との類似性を想起させる（資料 5 参照）。しかし報告書案は、そのような検討を行っていない。これは評価の考え方の基準の信憑性にも関わる問題である。このような観測データが認められる地域は、地層処分候補地として最初から避けるべきである。

岩盤については、以前から、寿都、神恵内とも、きわめて脆い「水冷破碎岩（ハイアロクラスタイト）」からなるので、地層処分には適さないことが専門家から指摘されてきた。しかし、報告書案では、単に留意事項にとどめているにすぎない。一方、この留意事項では、本岩盤の特性として、地下深部（300 m 以深）の情報が得られていないとしつつ、新第三紀堆積岩に匹敵する強度であり、不均質な力学特性を示すことが示されている（資料 6 参照）。このことは仮に概要調査でボーリング調査などをして、不均質な岩盤の空間的な広がり把握できず、結果として最終処分地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。このような不均質で脆弱な岩盤は候補地から除くべきである。

火山活動について、第四紀火山であることが明らかでないケース（熊追山、磯谷溶岩など）では、年代測定を中心に概要調査を実施することが報告書案に示されている。しかし、これらは新第三紀層の上位に重なることから第四紀火山とされる文献も存在しており、概要調査に進むまでもなく、避けるべきである（資料 7 参照）。さらに、第四紀火山の活動中心から半径 15 k m を避けるべきという規定に関しては、ニセコー雷電火山群のうち、雷電火山を中心とした半径 15 k m を避ける範囲とすべきである。なぜなら雷電火山については、留意事項において、すでに詳細に調査済みであることから、山頂を活動中心に半径 15 k m が設定される可能性もあると指摘しているからである。

文献調査とは、すでに公刊されている文献に基づき、地層処分には不適当な事象がどれくらい地域に存在・分布するかを明らかにし、それらが多いことが判明すれば、それ以上の調

査には進まないという「ふるいわけ（スクリーニング）」を行うのが本来の目的であろう。寿都、神恵内の両地域は、多くの不適当な事象があることが文献調査から明らかになったのであり、両地域とも地層処分には不適であると結論するのが科学的なやり方である。

しかし、NUMOは、概要調査をしなければ、不適かどうかは判断できないとして、先に進めようとしている。地下深部の地学的・工学的な事象は、地上からの探査では、不確かさをゼロにはできない。NUMOの論法からすれば、結局は現地を掘ってみないかぎり、適・不適はわからないから、ほとんどの場所は概要調査、精密調査をしなければ、適・不適の判断はできないということになる。これではそもそも文献調査をする意味がなくなる。

「科学的特性マップ」では、今回の地震で大きな被害を受けた能登半島の海岸部でさえ、地層処分の適地とされている。そうした科学的な誤りをただすための再検討の場が、文献調査であるべきであろう。地層処分には不適であることを示す多くの科学的論文があるにもかかわらず、それらを見せず、NUMOの判断だけで、地層処分に適していると結論づけるのは、科学への冒涇であり、技術WGの科学者が、それを容認するようなことがあってはならない。

そもそも報告書案は、地層処分の適性・不適性を判断した基準が、原発に関する原子力規制委員会の規制基準とどのような関係にあるのかを、一切明らかにしていない。例えば参考資料3でも触れたように、原子力規制委員会の規制基準は、海底活断層の認定には、変動地形学的手法を音波探査とは独立に採用すべきであると明記しているにもかかわらず、報告書案はそれを見せずしている。耐用年数原則40年の原発と比べ、10万年間の保管施設建設である高レベル廃棄物の地層処分において、安全基準はどのように考えるべきかという根本的な定義がなされていないのである。技術WGは、それをNUMOに問うべきである。

今後、技術WGでは、約300名の地学専門家の「声明」が、本格的に審議されることになる。公正で透明性のある審議のためには、「声明」の呼びかけ人の中から複数の推薦人を募り、参考人として、技術WGの議論に参加させるべきである。経済産業省および技術WG委員長にそれを実行するよう要請する。^v

ⁱ 寿都町の文献調査報告書（案）

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/radioactive_waste/geological_disposal/pdf/001_s05_00.pdf

神恵内村の文献調査報告書（案）

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/radioactive_waste/geological_disposal/pdf/001_s07_00.pdf

ⁱⁱ https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/radioactive_waste/pdf/20231102.pdf

ⁱⁱⁱ <https://cnic.jp/wp/wp-content/uploads/2023/11/902f6cbc42a46268054c87533439491b.pdf>

^{iv} 日本活断層学会の鈴木康弘会長が、能登半島地震後に、同様の問題提起をしている。

<https://jsaf.info/jishin/items/docs/20240110081056.pdf>

^v 技術WGの資料「議事の運営及び役割分担について」では「委員長が必要と認めるときは、委員以外の者の出席を求めることができる。」と規定されている。

提言の要約

提言 1

活断層の定義にスケールを入れ、熊本地震、能登半島地震での新知見に基づきダメージゾーンの幅を評価せよ

提言 2

胆振東部地震、能登半島地震で明らかになった新知見に基づき、「科学的特性マップ」の誤りを評価せよ

提言 3

能登半島地震で明らかになったように、変動地形学的研究により特定された海底活断層の存在を認定し、活断層の連動を十分考慮せよ

提言 4

熊本地震、能登半島地震で明らかになった活断層の連動を前提とし、地震本部が出している黒松内低地断層帯の評価を尊重せよ

提言 5

能登半島地震の群発地震の新知見に基づき、深部流体に関与する低周波地震が確認される地域は候補地から除外せよ

提言 6

不均質で脆弱な岩盤である水冷破碎岩(ハピアロクラスタイト)は候補地から除外せよ

提言 7

第四紀火山とされる資料を無視した恣意的な文献の選定を改めよ

提言 8

地層処分技術 WG に「声明」の呼びかけ人を参加させ、声明の内容を議論せよ

(提言 1~5 が今回の能登半島地震に密接に関わる)

資料1 「ダメージゾーン」を狭くし、断層の全長の 100 分の1にすることは誤り。
遠田・石村(2019)では、熊本地震のダメージゾーンは、主断層から15kmにも及ぶ。

パブリックコメントでいただいた技術的な御意見（要約）

5. 断層等に関するもの

- 「地表における延長がおおむね10km以上」を「規模が大きい」の目安とする理由が不明である。
- ダメージゾーンの規模が過少評価；ダメージゾーンは数十km以上ではないか。
- 「破碎帯の幅として断層長さの100分の1程度」が学問的に間違いであることは2016年の熊本地震、2018年の北海道胆振東部地震でも明らかである。

前者の観点から避ける場所の基準を策定するに当たって、断層とその周辺の構造を考える。震源として考慮する活断層及びその周辺に分布する永久変位が生じる断層について、断層面を中心としてその周りに断層コアがあり、その外側にダメージゾーンがあるという構造を図8に示している。断層面と断層コアは断層活動による変位の大部分を賄う領域である一方で、ダメージゾーンは断層コアに比べて、断層活動による変位の程度が非常に小さい領域であり、周辺岩盤（母岩）よりも割れ目（fracture）などの二次的な構造が発達し、透水性が大きい。断層コアの寸法は、断層の変位量に応じて幅広い値を取ると考えられている。一方、「考慮事項」に示された、変位を及ぼす地すべり面については、震源として考慮する活断層及びその周辺に分布する永久変位が生じる断層とは異なるものの、面に沿って粘土や角礫岩等（地すべり起源の破碎岩）が形成されるため、これを断層コア相当とする。「考慮事項」に示された、「規模が大きい断層」についても、断層コアの部分があると考えられる。

文献調査段階の評価の考え方において、「規模が大きい断層」の目安は、「大規模地下施設とそれを取り巻く地下地質環境に著しい影響を及ぼす可能性のある断層の規模と考えられること」等を理由に、地表での分布長がおおむね10km以上のものを網羅的に抽出した文献を参考に、「地表における延長がおおむね10km以上」とする。

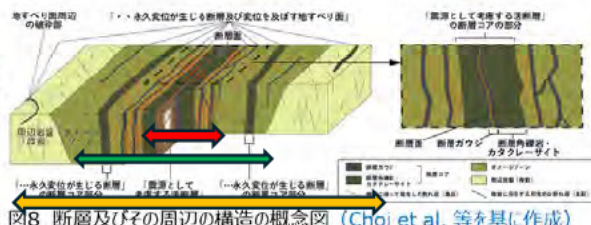


図8 断層及びその周辺の構造の概念図 (Choi et al. 等を基に作成)

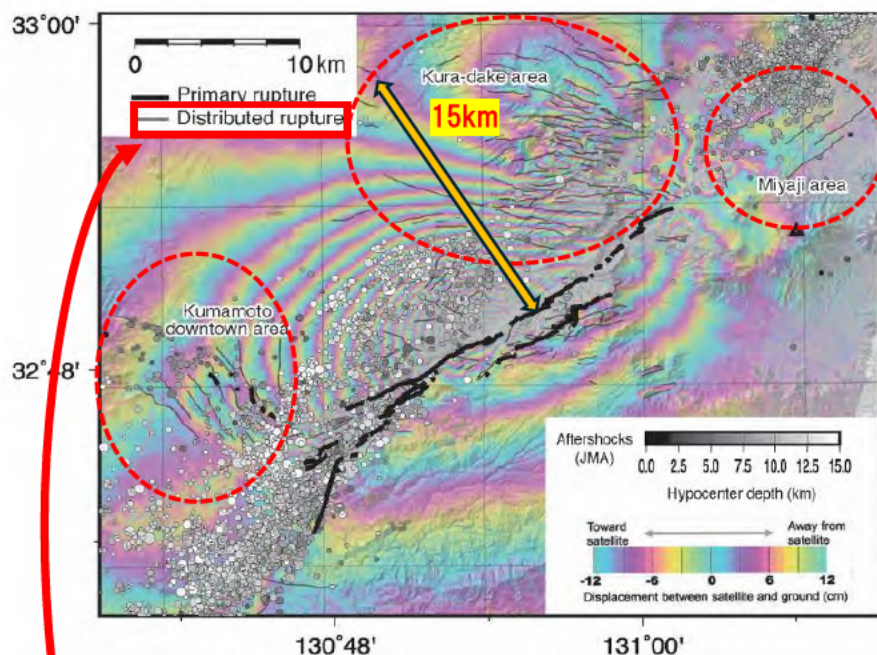


図3 熊本地震の干渉 SAR により検出された小断層変位と余震分布との関係

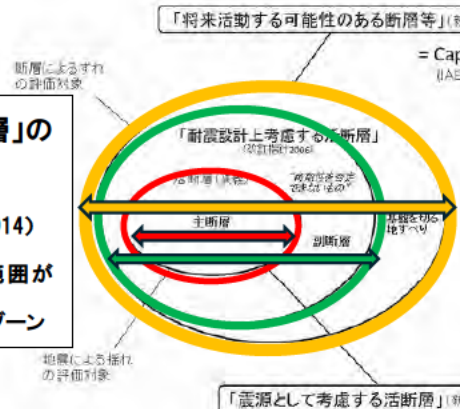
しかし、これまでの同規模の地殻内地震での地震断層分布と様相が大きく異なるのは、上記の主要地震断層帯以外にも **200 個所以上で小断層変位が生じたこと** である (Fujiwara et al., 2016: 図3)。これらの地震断層の多くは InSAR 解析画像による干渉縞の不連続によって指摘されたもので、その拡がりには主要地震断層帯から約 15 km 遠方にまでおよぶ。多くは数 cm 程度の小変位であるが、**最大変位は 40 cm 以上にも達する。** これらの

遠田晋次・石村大輔(2019) 第四紀研究、58, pp.121-136

熊本地震など内陸大地震で見いだされた誘発性地表地震断層と短い活断層の評価

より

「活断層」の定義
 (鈴木, 2014)
 黄色の範囲がダメージゾーン



ダメージゾーンの規模を明示しないのは不適切

小野のコメント: 地震は主断層を中心に引き起こされ、それが「震源として考慮する活断層」であるが、地震によってその広い範囲に色々な亀裂が生じたり、基盤を切る地滑りが発生したりして「耐震設計上考慮する活断層」となり、その両者を含めた範囲が、『新規制基準』にいう「将来活動する可能性のある断層等」になっていく。図8にはスケールが入っていないために極めて抽象的な模式図になっている。実際のダメージゾーンは数 10km またはそれ以上に達する。例えば、熊本地震では主断層の全長 30km に対し、地層などの変異は主断層から 15km も離れた範囲に及んでいることが、遠田・石村 (2019) によって確認されている。

NUMO の回答: 図8は既往の文献の寸法記載のない図などを基に作図したものです(本文中に参考文献を追記しました)。断層コアの寸法については、断層の変位量に応じて、mm オーダーから km オーダーという幅広い値を取ると考えられ、ダメージゾーンの幅も断層コアと同様に断層変位量と相関があると考えられるため、概念図として示しています。また、図8における中心の「震源として考慮する活断層」の断層面及び断層コアに加えて、その周辺の「永久変位が生じる断層及び変位を及ぼす地すべり面」の断層面、断層コア、地すべり面及び地すべり面周辺の破碎部も避ける対象としております。ご指摘の熊本地震の際に観測された小断層変位については認識しておりますが、破碎帯の幅として考慮する現象ではなく、図8における主要な断層の周辺の断層面や地すべり面に該当すると考えられますので、基準の中で避ける場所としています。

そうであるなら、寿都町の大部分は、「避ける場所」になるはず。

資料2 パブリックコメントでの胆振東部地震に関する指摘に全く答えられていない;「科学的特性マップ」の根本的な誤り。

*胆振東部地震が、石狩低地東縁断層によるのなら、断層の地表での全長の100分の1をはるかに超えた場所で起きている。

*NUMO が言うように、胆振東部地震が石狩低地東縁断層と無関係なら、地震は「科学的特性マップ」では、これまで活断層が認定されていなかった「地層処分の適地」で生じたことになる。

小野のコメント:「破碎帯の幅として断層長さの100分の1程度」が学問的に間違いであることは2016年の熊本地震、2018年の北海道胆振東部地震でも明らかである。断層の周りには無数のひび割れが生じ大きな破碎帯となることは常識でもある。同マップが作成されたのは2017年であるから少なくとも前者の地震については検証されていなくてはならない。また、胆振東部地震の震源は、約150kmといわれる石狩低地東縁断層帯から15km近く離れた場所である。150kmの100分の1は1.5kmである。15kmはその10倍である。「断層長さの100分の1」は否定されなければならない。

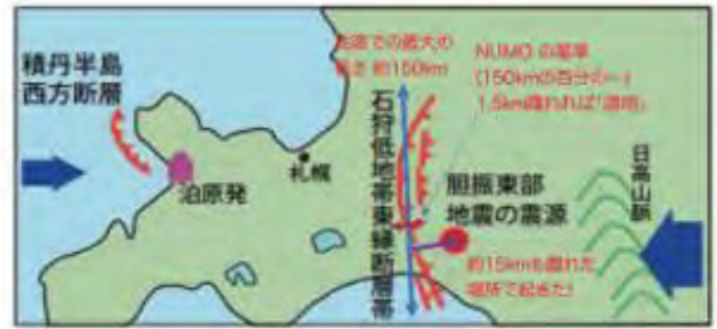
内陸地震は、これまで活断層が認定された場所だけで起きるとは限らず、そうでない場所でも起きており、将来も起きる可能性があることを遠田・石村(2019)も、遠田(2013)も指摘している。

認定された活断層の直上とごく近傍だけを除けば、地層処分の「適地」であるとする「科学的特性マップ」は、根本的な見直しが必要である。

能登半島も、「科学的特性マップ」ではすべて「適地」であり、大きな地盤隆起が起きた海岸地域は「輸送面でも適地」とされていたのである。

主要活断層を中心に行われた評価の裏をかくように、兵庫県南部地震以降、むしろ地表に明瞭な地震断層を伴わない被害地震が続発した。代表的な地震として、2000年 M7.3 鳥取県西部、2004年 M6.8 新潟県中越、2005年 M7.0 福岡県北西沖、2007年 M6.9 能登半島、2007年 M6.8 新潟県中越沖、2008年 M7.2 岩手宮城内陸地震が挙げられる。(中略)

しかし前節で紹介したように、最近15年間の状況を鑑みると、現状の評価システムでは、活断層の分布とその活動性評価によって M6.8 以上の内陸地震が予測できているようには見えない。これは筆者だけの指摘ではない。島崎(2008)も推本の予測結果と実際の地震発生頻度を総括し、活断層で発生する大地震の長期予測に関して、その過小評価を指摘している。また、地震断層が現れなかった地震や、後の時代のトレンチ調査では断層を認定できないであろう地震を「地表で認めにくい地震」として今後の課題の1つに挙げている。



NUMO の回答: 胆振東部地震の震源の位置と、石狩低地東縁断層帯の破碎帯とは直接の関係はないと理解しております。
(参考: 地質調査研究推進 本部地震調査委員会「平成30年北海道胆振東部地震の評価」(平成30年9月11日))

NUMO の「理解」が正しいとするなら、胆振東部地震は、これまで活断層が認定されず、「科学的特性マップ」では「地層処分の適地」しかも「輸送面でも適地」とされた場所で起きたことになる。「科学的特性マップ」は、少しも「科学的」でなく、根本的に誤っていたことになる。



日本列島内陸において気象庁マグニチュード(M)7前後の浅部地殻内地震(以下、内陸地震)は必ずしも既知の活断層から発生するわけではない。震源データが記録されている1923年以降のM6.7程度以上の内陸地震の半数以上は活断層以外で発生している(例えば、遠田, 2013)。

遠田・石村(2019)第四紀研究、58, pp.121-136 より

遠田晋次(2013)「内陸地震の長期評価に関する課題と新たな視点」地質学雑誌 第119巻 第2号 105-123 ページ

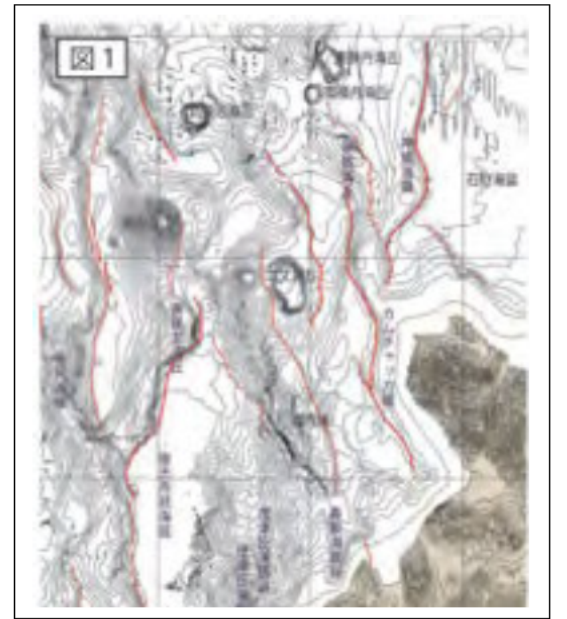
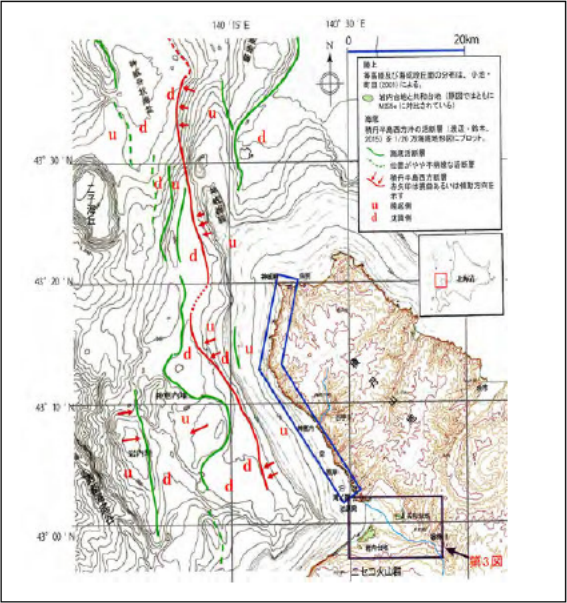
資料3: 能登地震は、海底活断層の認定に変動地形学的手法が不可欠であることを、これまで以上に明らかにした。
しかし、NUMO の報告書(案)は、変動地形学的研究の成果を一方的に否定している。原子力規制委員会の規制基準の無視にも当たる。

2024 年 1 月 31 日、一般社団法人防災学術連携体主催で開催された「令和 6 年能登半島地震・1 ヶ月報告会」での後藤秀昭(広島大)の発表によれば、今回の能登地震を引き起こした海岸近くの海底活断層は、従来の音波探査だけを使った研究(井上・岡村、2010)などでは特定できず、変動地形学的手法でのみ認定されたことが明らかになった。積丹沖では、右図のように、多くの海底活断層が変動地形学的手法によって認定されてきている。しかし、NUMO はそれらをすべて一方向的に否定している。

寿都湾、積丹半島沖には、右図のように、変動地形学的手法で認定された海底活断層がたくさんある。

しかし、今回の「報告」(案)では、それらは、音波探査では認定されないという理由から、すべて一方向的に否定されている。これは、海底活断層については、変動地形学調査と、音波探査など地球物理学的調査を、独立して評価すべきであるとしている原子力規制委員会の新差基準をも無視したものであり、承服できない。

能登地震を引き起こした海底活断層を正しく認定した変動地形学的手法を評価し、すべての海底活断層の評価を新たな視点からやり直すべきである。



従来の、音波探査に基づく手法では、上図のような、切れ切れの活断層しか認定されていなかったが、変動地形学的手法では、今回の 150km にわたる、しかも、より海岸線に近い活断層が 2014 年時点で認定されていたことが明らかになった。

寿都湾～積丹半島沖の海底地形と海底活断層
変動地形学的手法により、多くの「海底活断層が、上図のように認定されてきている(小野、斉藤:2019 などを参照)が、NUMO の報告書(案)は、それらすべてを、音波探査では認識されない、という理由だけで、否定している。

原子力規制委員会の海底活断層についての審査基準

② 変動地形学的調査、地質調査、地球物理学的調査について、それぞれが独立した視点から行う調査であることを踏まえ、例えば変動地形学的調査により、断層の活動を示唆する結果が得られ、これを他の調査で否定できない場合には、活動性を否定できないこと等を念頭に評価を進めること。(東北地方太平洋沖地震から得られた知見の反映「まえがき」より)

資料4: 「黒松内低地断層帯」について、個別の断層の評価だけを行い、日本でも有数の「活断層帯」としての評価をしていないのは決定的な誤りである。政府の「地震調査研究推進本部」が、少なくとも全長 32km とし、M7.3 クラスの地震を起こす可能性が高いと評価していることを無視してはならない。たとえ個別断層が短くても、活断層が連動して大きな地震を起こすことは、今回の能登半島地震でも、また過去の北海道南西沖地震、熊本地震でも生じた。活断層は連動するものと評価すべきである。

寿都報告書(案)、第 6 章「評価のまとめ」(p.89)における以下のような記述は、大きな誤りである。

後期更新世以降(約 12~13 万年前以降)の活動が否定できない震源として考慮する活断層または地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当する断層は、白炭断層であるが、断層面および断層コアを含め最終処分を行おうとする地層において避ける場所是不明である。

→ 「黒松内低地断層帯」を全体として考えれば、他の多くの断層も、これに該当する。また、記者会見資料1, 2で述べたことからすれば、寿都町の広い範囲がダメージゾーンに入ることは明らかである。

後期更新世以降(約 12~13 万年前以降)の活動が否定できない断層等のうち変位を及ぼす地すべり面、あるいは地表における延長がおおむね 10 km 以上の断層に該当する断層等として評価されるものはない。

→ 「黒松内低地断層帯」を全体として考えれば、全体の地表延長は少なくとも32kmであり、後期更新世以降の活動が認められており、今後も、少なくともM7.3 クラスの地震を起こすことが、政府の「地震調査研究推進本部」によって評価されている。

「黒松内低地断層帯」の最新の調査結果

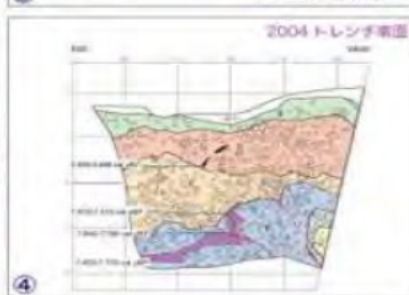
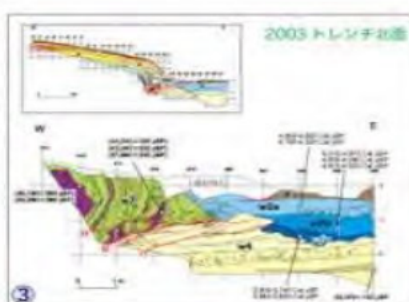


「黒松内低地断層帯」は、北海道南西部に位置する長さ約 32 km の活断層であり、マグニチュード 7.3 程度の地震を起こす可能性が指摘されています。

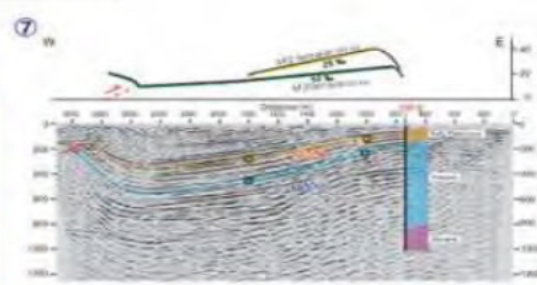
2002 年度から 2004 年度にかけて黒松内低地断層帯の過去の活動について詳しい調査を実施した結果、この断層帯は次の活動時期に近づいている可能性が高く、今後、注意が必要な断層の一つであることがわかってきました。



黒松内低地断層帯中部の蔵岱地区(②)で 2003 年および 2004 年に実施したトレンチ調査では、約 2 万年前から現在までの間にこの断層が活動を繰り返していて、最新の活動時期は約 4000~6300 年前(その中でも 5700~5800 年前に限定できる可能性がある)の間であったことが明らかになりました(⑤)。



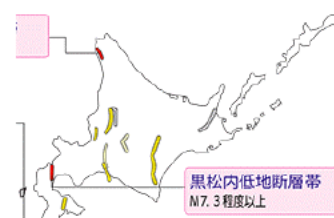
断層帯南部の長万部では、海成段丘が内陸側に向かって異常に傾いています(⑥)。この段丘を横切るように地下構造を調べたところ、地下の地層も同じように傾斜していました。段丘と地下の地層との傾きの大きさを比較すると、約 80 万年前頃から傾き始めたと推定されます。



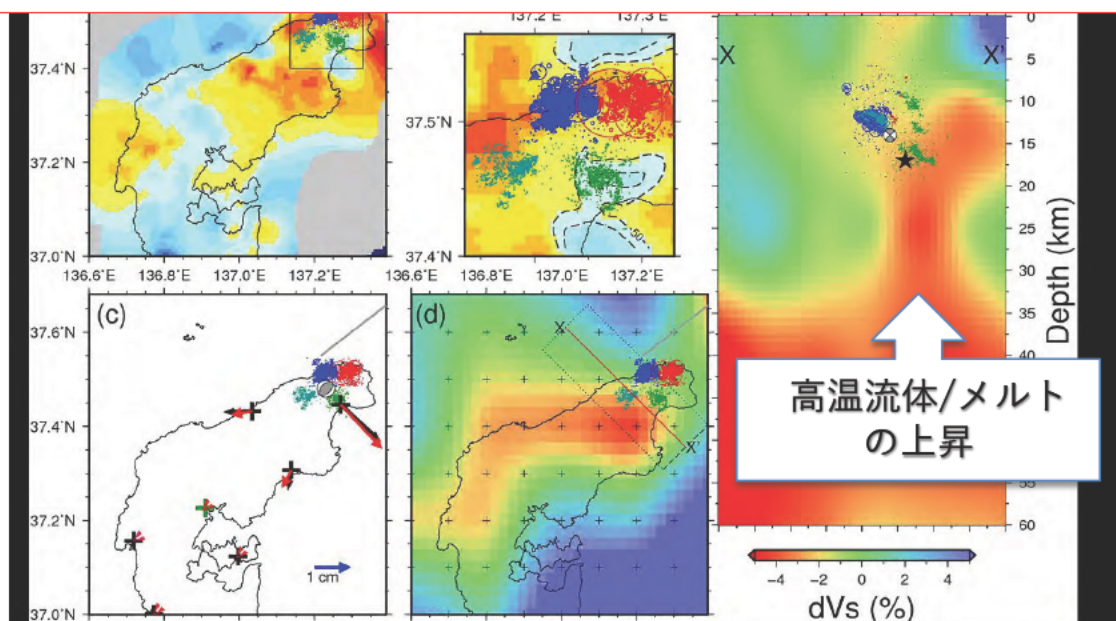
地震に備わらない国にする
地震本部
改称・地震調査研究推進本部
The Headquarters for Earthquake Research Promotion

★ > 都道府県ごとの地震活動 > 内陸の活断層

黒松内低地断層帯



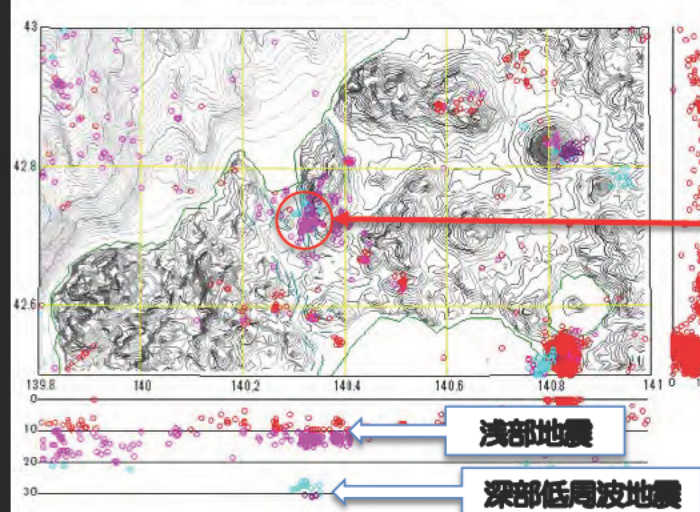
能登半島の2020~2022年群発地震 (Yoshida et al., 2023)



高温流体/メルト
の上昇

dVs (%)

1996 7/1 0:00 - 2023 4/30 23:59



浅部地震

深部低周波地震

能登半島の群発地震は、メルト(and/or)流体に
関与した地震であり、2024年の地震は、そ
こから活断層帯に連動したと考えられている。

寿都の地下30 kmの低周波地震（深部流体に
関与）と10 kmの浅部地震の観測データは、
新たな火山が生じる可能性ではなく、能登半
島の群発地震との類似性に照らして判断す
べきである。

さらに、寿都の地震発生域は、黒松内低地断
層帯の北部と重なることから、能登半島の活
断層の連動地震に照らして評価すべきである。

地震調査委員会 (2005) における
評価範囲 (32km以上)

資料5



黒松内低地帯の文献断層分布図

検討結果：神恵内村の例①

説明書 第7章 地下施設設置場所として適切な場所の選定・より好ましい場所の選定 7.1 地下施設設置場所に係る検討 より

主な検討対象となる岩種の分布や地質環境特性の違いといった地域的な特徴に基づき、閉じ込め機能の観点からの検討結果を整理し、概要調査に進んだ場合の留意事項を抽出（赤字：閉じ込め機能の観点、青字：現地調査における地質環境特性データ取得の観点）

	陸域	海域
	北部地域（堀内川周辺）	南部地域（古宇川周辺）
主な検討対象	● 新第三紀中新世 堆積岩類、ハイドロクラスタイト、火山岩類 ● 先第三系基盤岩類	● 新第三紀中新世 堆積岩類、ハイドロクラスタイト、火山岩類 ● 新第三紀中新世 堆積岩類、ハイドロクラスタイト、火山岩類
主な検討対象の上部	● 第四紀 堆積岩類、火山岩類 ● 新第三紀中新世 ハイドロクラスタイト	● （特に分布なし） ● 第四紀 堆積岩類 ● 新第三紀中新世 堆積岩類、火山岩類
熱環境（地温）	● 地温（1,000 m以浅）：好ましい可能性のある範囲内 ● 地温勾配：相対的に低く、わが国の地下深部に広く認められる範囲から大きく外れていない	● 地温勾配：相対的に高く、わが国の地下深部に広く認められる範囲から外れており、深い場所では留意が必要 （情報なし）
水理場（地下水の流動場）	● 文献調査対象地区で取得された透水係数のデータなし ● 岩種の水理特性を評価するための十分なデータが得られておらず、特に文献調査対象地区に広く分布する新第三紀中新世のハイドロクラスタイトおよび先第三系基盤岩類についてはデータがない。これらのデータについては、現地調査で取得することが必要 ● 沿岸域としては動水勾配が比較的大きく、地下深部においても速い地下水の流れを引き起こす要因となり得ることから留意が必要 ● 動水勾配：相対的に大きい	（情報なし）
力学場（岩盤の変形挙動）	● 文献調査対象地区および周辺の同種岩種ともに取得されたクリープ変形量のデータなし ● 地下深部の岩盤の長期的なクリープ変形量は設計で対応可能な範囲とされているが、現地調査でその特性を確認することが必要 ● 特にハイドロクラスタイトについては、一軸圧縮強度データの不均質性が高いことが示唆されるとともに、地質学的な分類から想定されるものと異なるため、その特性を把握することが必要	（情報なし）
化学場（地下水の化学的性質）	● ORP：データなし。地下水は還元性雰囲気と維持されていると考えられるが、現地調査でその特性の確認が必要	（情報なし）
地質環境特性の長期継続性	● 長期的には、海水準変動によって動水勾配が変化（淡水域・移流域は継続）	● 長期的には、海水準変動によって化学場が淡水域と淡水域、水理場が沿岸域と移流域に変化

情報の収集・整理の例：岩盤の水理特性、力学特性

情報の収集・整理 より

- 文献調査対象地区の300 m以深に広く分布し、かつデータが取得された主な検討対象となる岩種については、透水係数：包括的技術報告書で適用された物性値と同程度（ 10^{-7} m/sオーダー）であり、水理学的には有意な違いは認められない
- 一軸圧縮強度：包括的技術報告書で適用された物性値より低い。ハイドロクラスタイトの物性値は地質学的な分類（新第三紀・先第三紀火山岩類）とは異なり、新第三紀堆積岩類に相当
- 収集データの多くは、その取得深度についての情報は不明。取得深度の記載があるものでも最大百数十m程度の深さであることや、文献の記載内容から比較的浅部で取得されたことが類推できるため、地層区分の対象深度となる300 m以深の物性値とは異なる可能性があることに留意が必要

図中の赤字：300 m以深に広く分布し、かつデータが取得された主な検討対象となる岩種

岩種区分	透水係数 ¹⁾ (m/s)	一軸圧縮強度 ²⁾ (MPa)	包括的技術報告書で適用された物性値との比較
	適用された物性値	比較	
第四紀			
堆積岩類	3.8E-05 (71)	11.3 (48)	—
火山岩類	1.2E-04 (3)	— (0)	—
新第三紀			
堆積岩類	3.3E-06 (21)	0.8 (13)	透水係数：2.9E-7 一軸圧縮強度：9~28 (新第三紀堆積岩類)
火山岩類	3.2E-06 (2)	26.5 (6)	透水係数：2.1E-7 一軸圧縮強度：92~106 (新第三紀先・新第三紀火山岩類)
ハイドロクラスタイト	— (0)	— (0)	透水係数：2.9E-7 一軸圧縮強度：9~28 (新第三紀堆積岩類)
新第三紀中新世			
堆積岩類	1.2E-07 (21)	6.8 (86)	透水係数：同程度 一軸圧縮強度：低い
火山岩類	1.7E-07 (16)	67.5 (69)	透水係数：2.1E-7 一軸圧縮強度：92~106 (新第三紀先・新第三紀火山岩類)
ハイドロクラスタイト	— (0)	10.0 (61)	透水係数：同程度 一軸圧縮強度：低い
深成岩類	— (0)	— (0)	透水係数：5.5E-8 一軸圧縮強度：108~110 (新第三紀・先第三紀深成岩類)
先第三系基盤岩類	— (0)	— (0)	—

¹⁾対数平均値、²⁾中央値、それぞれのカッコ内はデータ数を示す。

P.197

留意事項では、本岩盤の特性として、地下深部（300m以深）の情報得られていないとしつつ、新第三紀堆積岩に匹敵する強度であり、不均質な力学特性を示すことが示されている。このことは仮に概要調査でボーリング調査などをして、不均質な岩盤の空間的な広がりは把握できず、結果として最終処分地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。このような不均質で脆弱な岩盤は候補地から除くべきである。

情報の収集・整理の例：空洞安定性（地山強度比）

説明書 第4章地質環境特性に関する情報の収集・整理 より

- 主な検討対象となる岩種のうち、新第三紀中新世の堆積岩類およびハイドロクラスタイトは、300 m以深で地山強度比が2を下回る（下表中の赤字）
- 主な検討対象の上部の岩種のうち、第四紀および新第三紀鮮新世の堆積岩類、新第三紀中新世のハイドロクラスタイトが、深度300 mで地山強度比2を下回る（下表中の赤字）
- 地山強度比が2を下回ることが想定される岩種については、そうではない岩種と比較して、より十分な力学特性の把握や支保工を含めた空洞安定性の検討が必要

<300 m以深に広く分布し、主な検討対象となる岩種>

分布域	陸域	海域
岩種の分布の有無	有無	有無
岩種	堆積岩類	堆積岩類
一軸圧縮強度 (MPa)	6.8	67.5
地山強度比 ¹⁾	1.03	1.03
深度300 m	0.62	0.91
深度500 m	0.62	0.91

<主な検討対象の上部の岩種>

分布域	陸域	海域
岩種の分布の有無	有無	有無
岩種	堆積岩類	堆積岩類
一軸圧縮強度 (MPa)	11.3	0.8
地山強度比 ¹⁾	1.71	0.12
深度300 m	—	0.12
深度500 m	—	0.12

¹⁾一軸圧縮強度が25 MPa以上の岩種区分を硬岩、それ未満の岩種を軟岩と設定したうえで、包括的技術報告書に基づきそれぞれの単位体積重量を、26 kN/m³および22 kN/m³と仮定して算出

P.200

