

## 第二回地層処分技術 WG への参考人出席報告

私たちは、去る3月29日に開催された地層処分技術 WG 会合に参考人として出席しました。これは、先に発表した全国声明について、親委員会である特定放射性廃棄物小委員会から当 WG において審議するようタスクアウトされたことによります。実は、その会合に先立ち、当 WG に対し、文献調査報告書案に関する「地層処分技術 WG への提言」(小野・岡村・原子力資料情報室、2月22日を提出しており、その提言の一つとして、当 WG への参考人出席を要望していました。

会合での説明骨子は、

- 1) 私たち地学専門家が発信した声明は、日本列島における地層処分そのものを見直し、開かれた検討の場の提供を求めている。これは、2012年の日本学術会議の報告書にある「自律性のある科学者集団による、専門的で独立性を備え、疑問や批判の提出に対して開かれた討論の場」を求めるという指摘と相通ずる。
  - 2) 特に能登半島地震から得られた最新知見に照らし、「評価の考え方」とその本元である「科学的特性マップ」の問題点を是正し再検討をもとめる。具体的な論点としては、日本列島の変動帯においては、北海道胆振東部地震のように、内陸型地震がどこでも生じうること、能登半島地震で明らかになった深部流体に起因する地震、従来の音波探査では明らかにしえない海底活断層の存在などです。
  - 3) 寿都町と神恵内村は、最新知見と脆弱で不均質な岩盤特性に照らし、文献調査段階で候補地から除かれるべき事象を多数示している。
  - 4) 当 WG は、学術会議の指摘する「疑問や批判の提出に対して開かれた討論の場」となるよう、今後も私たちが議論に参加できる機会が提供されることを期待する。
- というものでした

本会合では、私たちの主張に対し、「地層処分の安全確保に向けた国としての考え方」(経産省)と「いただいているご指摘への考え方」(NUMO)の資料をもとに、反論の意見表明がありました。その後、各委員からのコメントと若干の質疑がありました。しかし、本審議では、私たちの説明に続き、経産省と NUMO の回答に多くの時間がさかれ、それに対する反論の機会もほとんど保障されず、さらには各委員の発言時間も2分程度と制限され、相互の意見交換の時間も全く与えられませんでした。

私たちは、このきわめて不十分な審議の進め方に対し、改めて補足の意見書を提出し、相互の意見交換の場を求めています。

次回の第三回 WG (5月2日)は、私たちの出席は認められていませんが、この意見書についても審議される見込みで、その審議内容を注視したいと思います。

(2024年4月25日現在; 文責 岡村)

## 第 2 回地層処分技術 WG の国および NUMO の考え方への意見

2024 年 4 月 23 日岡村聡（北海道教育大学名誉教授）

3 月 29 日の地層処分技術 WG 第 2 回会合において、参考人として発言の機会を頂いたことに、改めて御礼申し上げます。ただ「地学専門家による地層処分の声明について」（資料 1）の説明に際し、経産省から示された「地層処分の安全確保に向けた国としての考え方」

（資料 2）と原子力発電環境整備機構（NUMO）から示された「いただいているご指摘への考え方」（資料 3）について、委員との十分な意見交換の機会が得られなかったことは残念に思います。より良い議論となるよう補足意見を提出いたしますので、技術 WG の各委員に配布して頂き、十分な意見交換を確保いただくよう希望します。

寿都町・神恵内村の脆弱な岩盤特性について

水冷破碎岩からなる岩盤は、地下 300m 以深のデータは得られていないが、周辺の岩盤からは、新第三紀堆積岩に匹敵する低い強度であること、さらに岩相が不均質であることが文献調査報告書（案）には示されている。この不均質性とは、破碎岩にともなう土石流堆積物や割れ目の顕著な岩脈が頻発することを指しており、300m 以深であってもそのような岩盤が存在しうることを意味している。文献調査報告書（案）では、概要調査へ進む際の留意事項として、各岩相の分布と特性の把握を上げているが、仮に 300m 以深の岩盤の強度や透水性の値が得られたとしても、具体的な評価基準が示されていないため、処分場としての適否は最後まで判断できないことを意味する。きわめて不均質な岩相を示し、局所的にせよ強度が低く高透水性を示す岩盤は、断層活動や地震動によって容易に地下水の水みちの役割を果たすことから、最終処分を行う候補からは除くべきである。

北海道胆振東部地震に代表される内陸型地震について

「国としての考え方」では、断層活動は特定の地域に偏り、数 10 万年にわたり同じ場所で繰り返し発生していること、未確認の活断層についてはボーリング調査など現地調査で確認する、と回答している。しかし、北海道胆振東部地震は、その後の調査研究が進められてはいるが、想定外の地震であり現地調査では予測は不可能であった。このような内陸型地震の頻度は低いとしても、現在の知見では予測不可能であることを認識すべきである。

一方、「国としての考え方」では、地震による地下深部での揺れは小さく、しかも岩盤と廃棄体は一体であり、廃棄体の破壊の可能性は低いと回答している。しかし、地層処分場が地震・断層の直撃を受け、断層のずれにともなう岩盤隆起が起これば、廃棄体は破壊されることは免れず、しかも、10 万年間の変動に備えた耐震設計は全くの未知数と言わざるを得ない。

### 海底活断層の評価について

文献調査報告書（案）は、変動地形学的調査・地質調査・地球物理学的調査に関する知見を総合的に評価していると述べている。しかし、積丹半島沖の海底活断層については、北海道電力（2015）による音波探査結果をもとに、活断層であることが否定されている。一方で、海底地形の判読と神恵内村周辺の沿岸域の段丘面高度の不連続を指摘した渡辺・鈴木

（2015）など、変動地形学的手法による研究は十分考慮されておらず、総合的に評価しているとは言い難い。海底活断層については、陸上とは異なり直接観察が困難であり、十分なデータ入手が困難なケースでは、より安全性重視の立場から、これらの見解を取り入れた総合的な評価に重点を置くべきである。

### 黒松内低地断層帯と連動地震

文献調査報告書（案）では、黒松内低地断層帯の活動性評価において、「白炭断層」だけが避けるべき個別断層として取り上げられており、それ以外は、地質調査・地球物理学的調査の情報がないとの理由で対象外とされている。我々はこのことについて、熊本地震や能登半島地震の経験から、個別断層が連動して大地震を起こすことから、黒松内低地断層帯全体の活動性を評価すべきと指摘した。これに対し、「いただいているご指摘への考え方」（NUMO）は、地震動の大きさなどに影響する活断層の連動については、概要調査以降に検討するとしている。しかし、個別断層がどの程度連動するかは、発生する地震動や断層運動の規模によって様々であり、たとえ概要調査によって地下情報が得られたとしても、今後発生する地震の連動性の有無や規模は評価できない。したがって、黒松内低地断層帯を長期評価した地震調査推進本部の見解を手掛かりに、地下情報のない個別断層を含め、断層帯全体が連動する可能性があることを前提に、地層処分場の適否を評価すべきである。

「国としての考え方」は、内陸型地震が発生する断層活動は特定の地域に偏り、数 10 万年にわたり同じ場所で繰り返し発生していると回答しているが、その場所の一つは、黒松内低地断層帯そのものであり、地震の連動性を考慮するならば、寿都町周辺は、地層処分場の候補地として最もふさわしくない場所と言わざるを得ない。

### 寿都の深部流体起源の低周波地震

この問題は、文献調査報告書（案）において「新たな火山が生じる可能性」に限定して評価しているが、この度の国及び NUMO の考え方では、低周波地震の発生メカニズムおよび深部流体などと断層活動の関連性については今後も情報収集、検討を進めていく、必要に応じて評価の考え方への反映も検討していくとされており、一定程度広い視点にたっており評価したい。

一方で、断層のずれによる人工バリア損傷防止の観点から、低周波地震・深部流体の有無に関わらず、断層面や断層コアを避けるとの見方が強調されている。この見解は、「評価の

考え方」において、深部流体を起源とする地震と断層運動との関連が定かではないことによると推測される。しかし、能登半島地震の深部流体に起因した群発地震は、地表で見られる活断層の有無に関わらず生じているのであり、地層処分場の立地を妨げる変動現象としてこれを評価基準に加える必要がある。

したがって、国および NUMO が留意事項として、今後も情報収集と検討を進める

(NUMO)、知見の蓄積状況を踏まえながら検討していく(国)との回答は、地層処分場の適否の評価基準としては極めて不十分であると言わざるを得ない。

以上

# 地学専門家による地層処分の声明について

2024年3月29日

岡村 聡（北海道教育大学名誉教授）

## はじめに

地層処分技術WGでの文献調査報告書（案）の審議においては、地学専門家による声明文などを踏まえ「文献調査段階の評価の考え方」に技術的な観点から反映すべき事項があるかなど、最新知見に照らした意見表明が求められている。

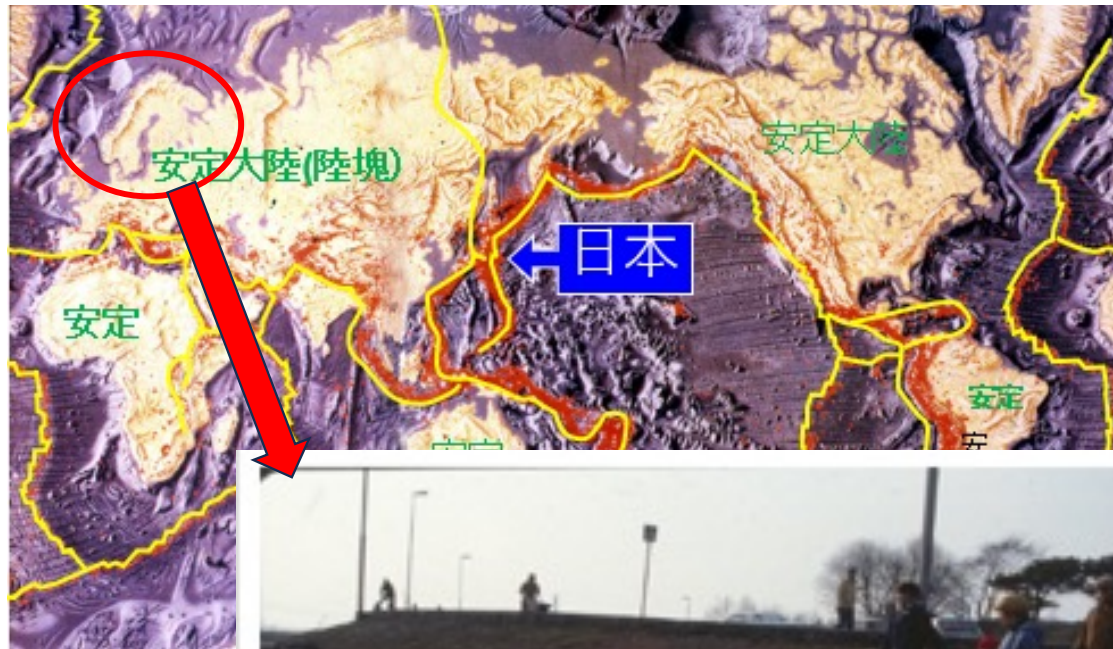
私たち地学専門家が発信した声明は、日本列島における地層処分そのものを見直し、開かれた検討の場の提供を求めている（参考資料1）。これは、2012年の日本学術会議の報告書にある「自律性のある科学者集団による、専門的で独立性を備え、疑問や批判の提出に対して開かれた討論の場」を求めるという指摘と相通する。

以下に、本声明発信の背景である地質的問題点と課題を説明し、特に能登半島地震から得られた最新知見に照らし、「評価の考え方」、その本元である「科学的特性マップ」の問題点を指摘したい。なお、最新知見に照らした提案は、「地層処分技術WGへの提言」（参考資料2）として詳しく述べている。

## 日本列島とフィンランドの地質特性の違い

10億年以上、地殻変動のないスカンジナビアのような安定陸塊と、地殻運動の激しい、世界でも有数の変動帯にある日本列島では、地質条件が全く異なる。

地層処分は、安定陸塊で考えられた方法であり、変動帯には不適當である。



10億年以上、火山も地震も起きていない、堅固な岩盤からなる安定陸塊



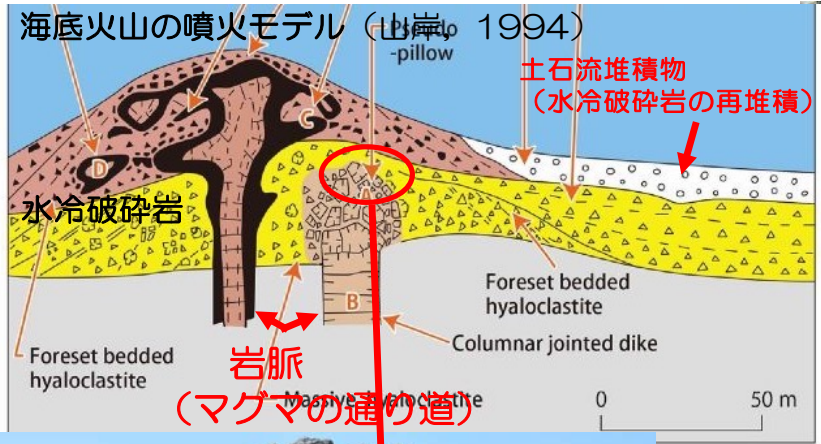
数億年にわたり安定した岩盤のある安定大陸（盾状地）

v s

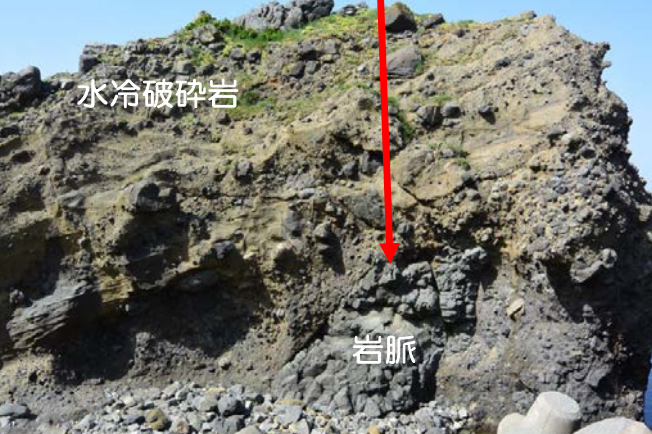
4つのプレートがぶつかる世界でも最も活動的な変動帯の日本

# 日本列島の脆弱な岩盤特性（寿都町・神恵内村の場合）

文献調査対象の寿都～神恵内地域は、新第三紀（約1千万年前）の海底噴火による水冷破碎岩（ハイアロクラスタイト）からなり、土石流の頻度が高い不均質岩盤。マグマの通り道（岩脈）は割れ目が顕著で透水性が高い。地下300m以深、数×数km<sup>2</sup>の地層処分場は、岩脈を含む無数の海底火山の断面を掘削することになり、水平・垂直方向に変化の激しい不均質な岩盤が対象となる。この岩盤は、強度が低く、第四紀未固結堆積物に匹敵する地山強度比（2以下）を示す（文献調査報告書（案）；右下図）。



報告書（案）の概要調査以降の実施にあたっての留意事項として、「岩相変化が著しく、高い不均質性を有する」ことから「各岩相の分布と特性の把握」が必要とされている。しかし、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やの把握は困難であり、強度の低い高透水性の岩盤を避けることは不可能である。



## 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

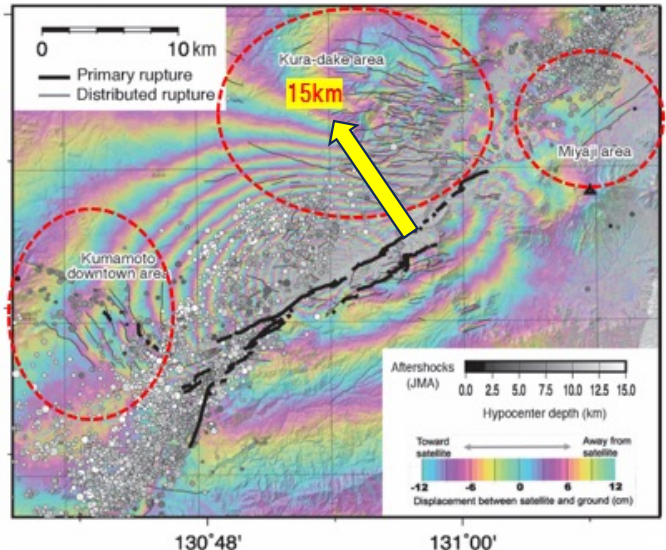
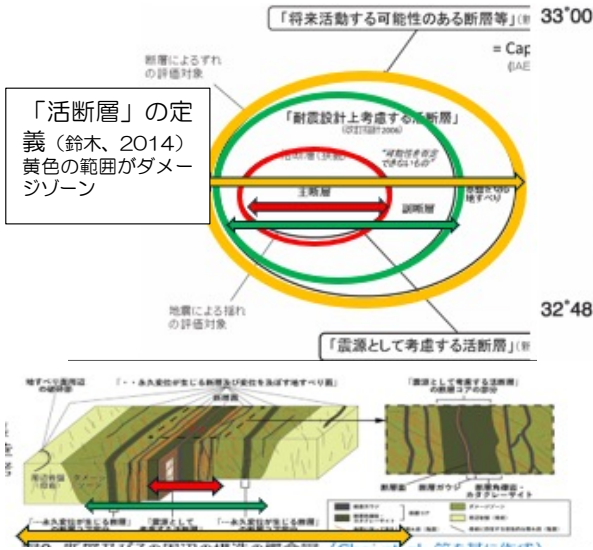
- 主な検討対象となる岩種のうち、新第三紀中新世の堆積岩類およびハイアロクラスタイトは、300 m以深で地山強度比が2を下回る（下表中の赤字）
- 主な検討対象の上部の岩種のうち、第四紀および新第三紀鮮新世の堆積岩類、新第三紀中新世のハイアロクラスタイトが、深度300 mで地山強度比2を下回る（下表中の赤字）
- 地山強度比が2を下回ることが想定される岩種については、そうではない岩種と比較して、より十分な力学特性の把握や支保工を含めた空洞安定性の検討が必要

<300 m以深に広く分布し、主な検討対象となる岩種>

岩種の分布の有無	陸域				海域			
	寿都町	神恵内村	陸域	海域	先新第三系基盤岩類	新第三紀中新世		先新第三系基盤岩類
岩種	新第三紀中新世							
	堆積岩類	ハイアロクラスタイト	火山岩類	深成岩類	先新第三系基盤岩類	堆積岩類	火山岩類	先新第三系基盤岩類
一軸圧縮強さ (MPa)	6.8	10.0	67.5	-	-	6.8	67.5	-
地山強度比 <sup>*1</sup>	1.03	1.52	8.65	-	-	1.03	8.65	-
	0.62	0.91	5.19	-	-	0.62	5.19	-

# 活断層について

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15km、しかも20~40kmの上部マントルに達する深度で発生した。



内陸地震は、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。

熊本地震でも、全長30kmの主断層に対し、15kmも離れた場所にまで、変位が及んでいることが明らかになった。

「評価の考え方」の「活断層」の定義では、そもそもスケールが入っておらず、主断層からごく狭い範囲だけに限られるような図になっているのが不適當。

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



北海道胆振東部地震の震源は、科学的特性マップでは地層処分の適地となっている。

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」としての科学的特性マップは、根本的な見直しが必要。



活断層について 変動帯では、内陸活断層の危険が常にある。活断層は連動する。

報告書（案）では、「黒松内低地断層帯」を、単に、その中の「白炭断層」1つだけを取りあげて、寿都地域の安全性を評価しているが、国の地震本部は、あくまでも、「黒松内低地断層帯」全体の長期安全性評価を行い、そこから、M7.3の地震が発生するとしているのであって、個別の断層評価ではなく、断層帯全体の活動性が評価されている。それを無視した本報告書（案）は無効である。個別断層が連動して大地震を起こすことは、熊本地震や、今回の能登半島地震でも証明されている。



図3 黒松内低地断層帯の評価において考慮した断層

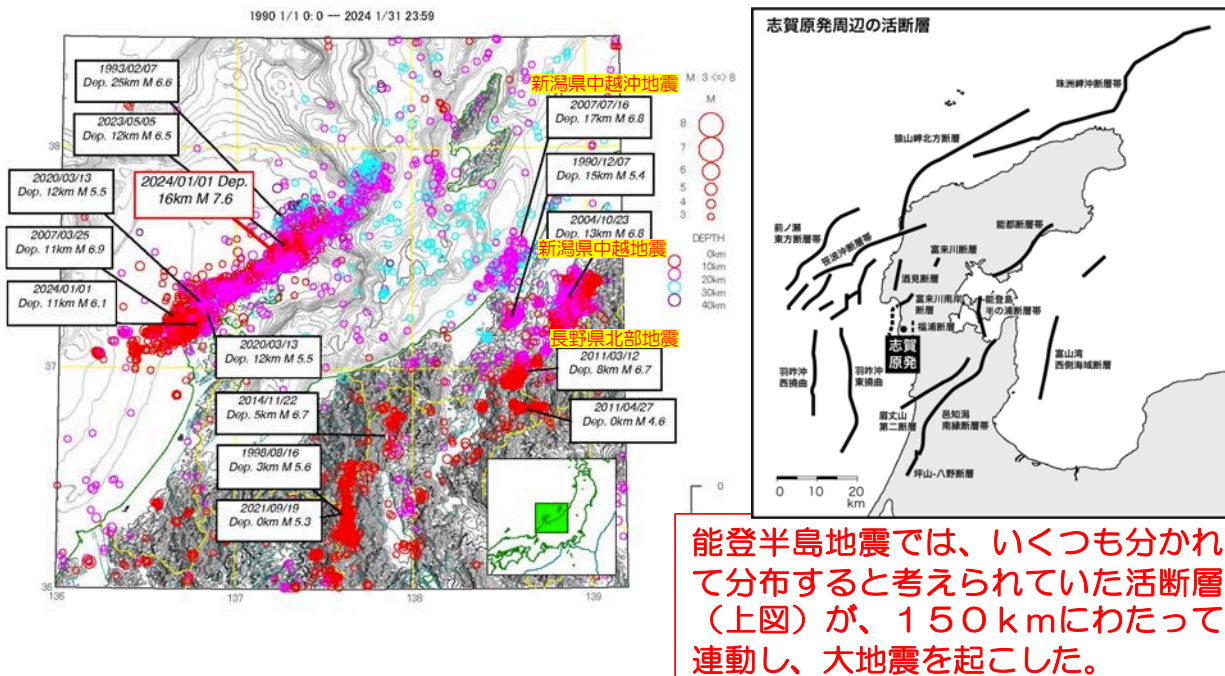
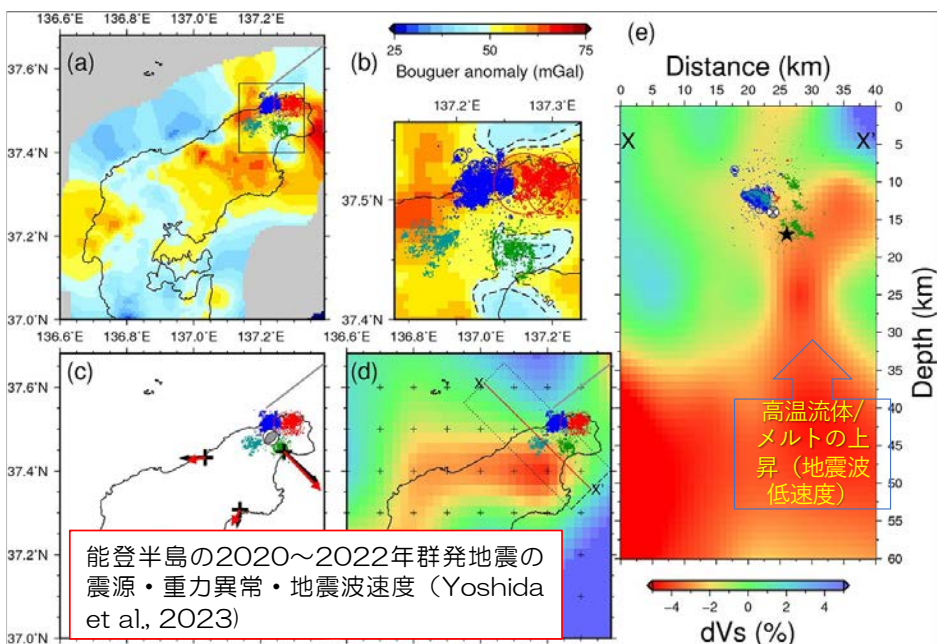


都道府県ごとの地震活動 > 内陸の活断層

### 黒松内低地断層帯



# 能登半島地震の新知見（深部流体起源の地震と活断層帯への連動地震）



- 能登半島の群発地震(2020~2023)は、マントルから上昇したメルト (and/or) 流体が地震を引き起こし (左上図)、2024年元日の地震は、群発地震の震源から半島北部沿岸域の150kmの活断層帯に連動した。能登半島は1993年以来、M6を超える地震が起こり、2007年新潟県中越沖地震など新潟~長野周辺でも地震が活発化していた (前兆現象)。

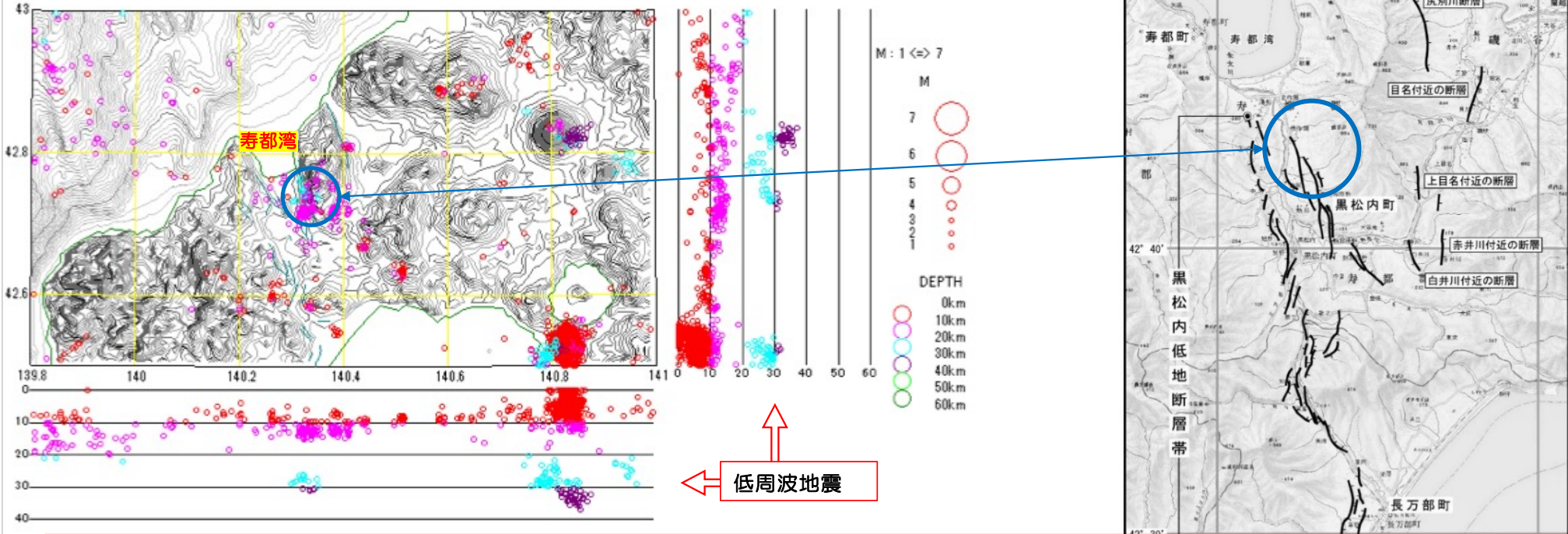
「評価の考え方」・「報告書 (案)」の問題点

海底活断層の認定；音波探査だけでは不十分で、変動地形学的手法によらなければわからないことが、積丹半島沖や能登半島北部沿岸で明らかになった。原子力規制委員会も、地球物理学的手法と、変動地形学的手法を独立に評価すべきことを規定しており、音波探査だけを評価している報告書 (案) は、不十分である。

# 能登半島地震の新知見

## (寿都の深部流体起源の地震と黒松内低地断層帯への連動地震)

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



- 寿都湾付近は、地下10kmと30kmを震源とする地震が頻発し（左図）、地下30kmの低周波地震は深部流体(メルトand/or熱水)に関与し、10kmの地震の原因となっている（Shiina et al., 2018）。
- 寿都町から黒松内町には、黒松内低地断層帯が走り、寿都の低周波地震が活発化すれば、黒松内低地断層帯に連動し、大地震を起こす可能性は否定できない。

「評価の考え方」・「報告書（案）」の問題点

低周波地震の評価；「新たな火山の可能性」に限定した一面的な評価しかしていない。

## まとめ

- 文献調査報告書の取りまとめ基準の「評価の考え方」は、変動帯においては、北海道胆振東部地震で明らかになったように、内陸型地震がどこでも生じうることや、能登半島地震で明らかになったような深部流体に起因する地震、また従来の音波探査では明らかにしえない海底活断層があることなどについて十分考慮されていない。これら最新の知見に基づいて、再検討すべきである。

→寿都町と神恵内村は、最新知見と脆弱で不均質な岩盤特性に照らし、文献調査段階で候補地から除れるべき事象を多数示している。

- 今回、参考人として発言の機会を提供して頂いたことに敬意を表す。地層処分技術WGが、学術会議の指摘する「疑問や批判の提出に対して開かれた討論の場」となるよう、今後も、活断層の連動などに関し、私たちが議論に参加できる機会が提供されることを期待する。