

第1回「説明・議論の場」

日本列島の成り立ちと地層処分

令和8年10月

日本大学 文理学部
地球科学科 竹内真司

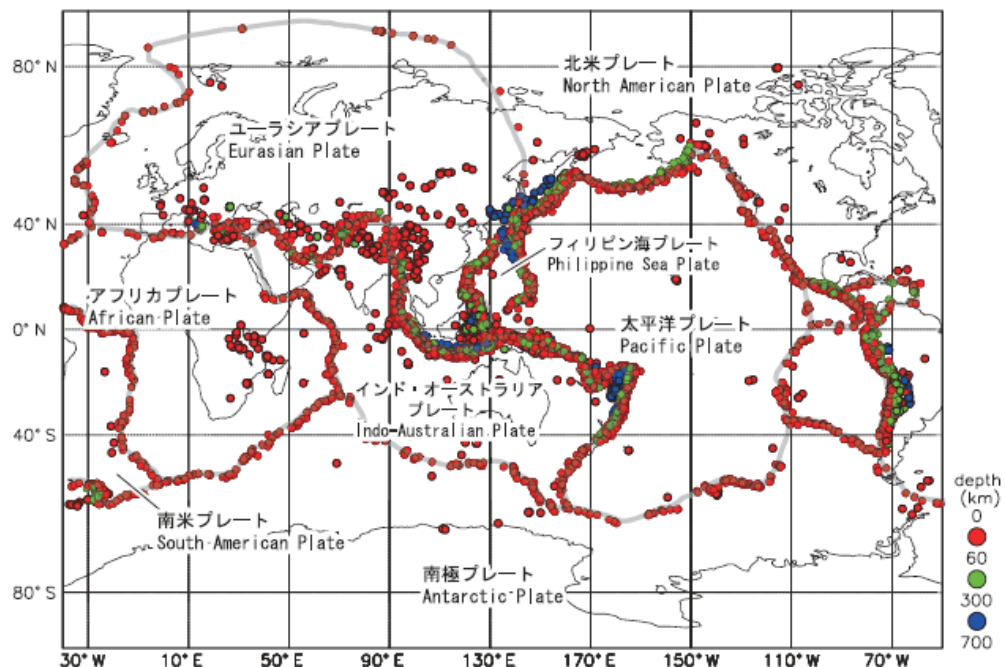
本日の話題提供

- 日本列島の成り立ち
- 地層処分とは
- 地層処分に適した地質環境特性

日本列島の成り立ち（世界のプレート）

●プレート境界は火山や地震の震源に一致

図1-1-2 世界の震源分布とプレート



(注) 2000～2009年, マグニチュード5以上。

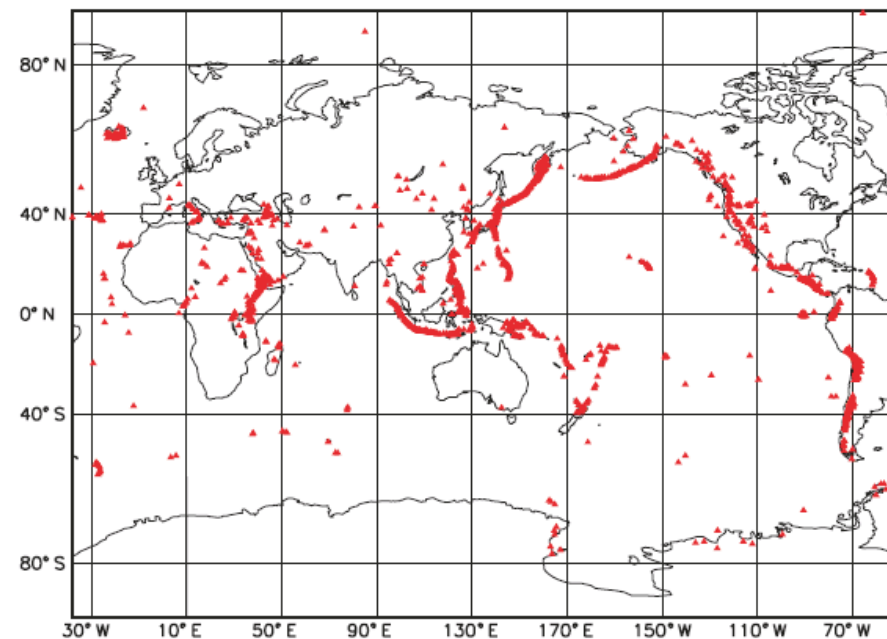
資料: アメリカ地質調査所の震源データをもとに気象庁において作成。

プレート境界と地震発生場所

内閣府HP

(<https://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h22/bousai2010/html/zuzu002.htm>)

図1-1-3 世界の主な火山



(注) 火山は過去おおむね一万年間に活動のあったもの。

資料: スミソニアン自然史博物館 (アメリカ) の Global Volcanism Program による火山データをもとに気象庁において作成。

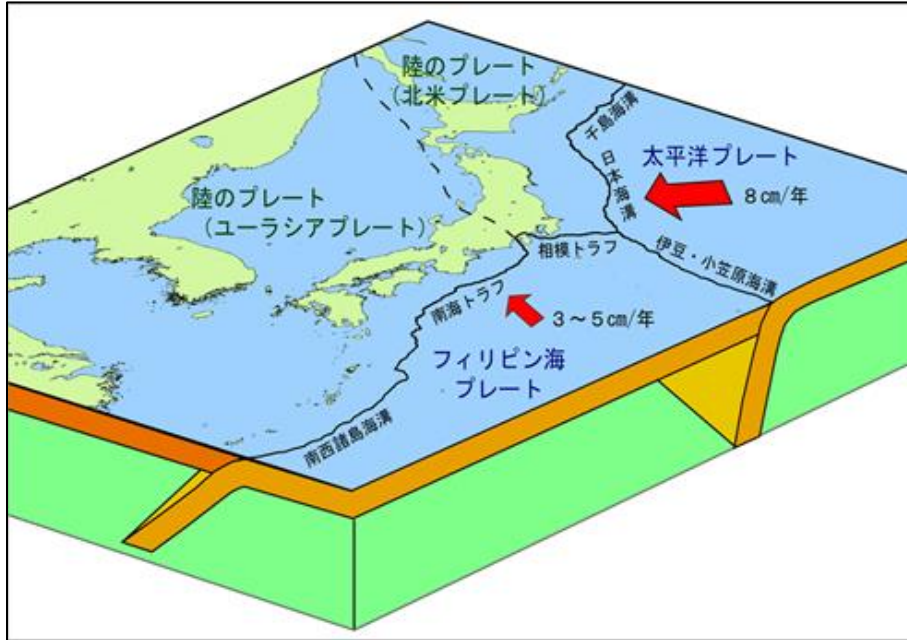
火山の分布（特に海溝に一致）

内閣府HP

(<https://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h22/bousai2010/html/zuzu003.htm>)

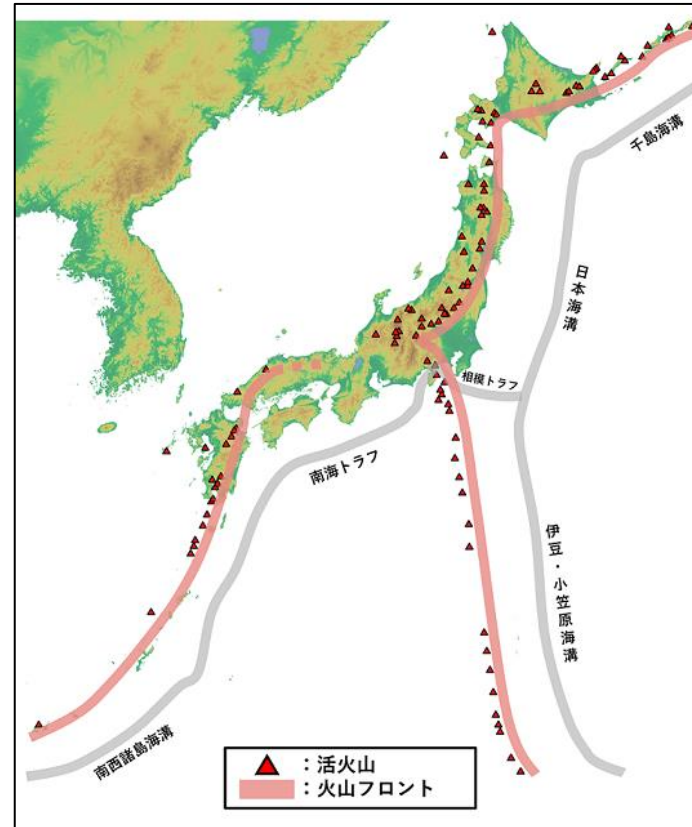
日本列島の成り立ち（日本周辺のプレート）

●プレートの運動によって地震や火山が発生する

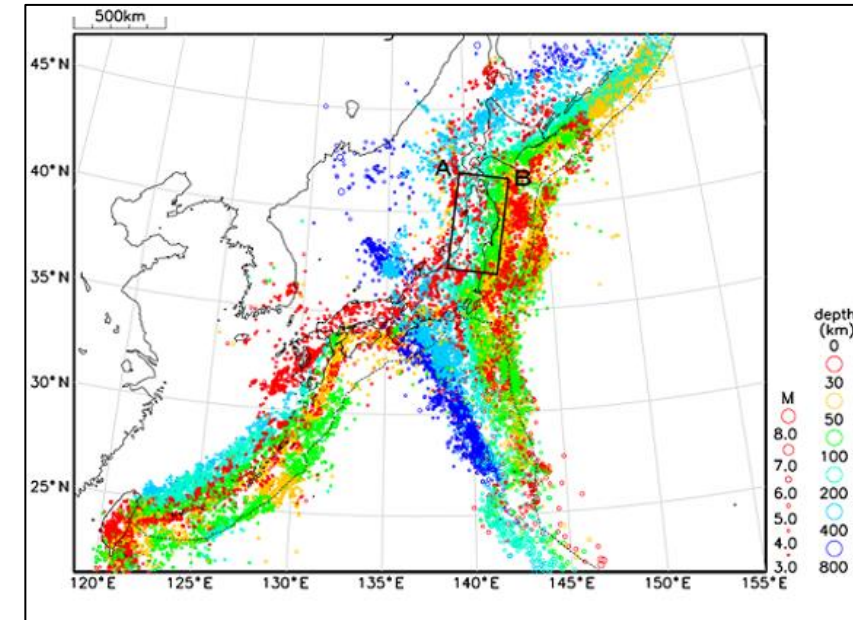


日本列島周辺には4枚のプレート

- 海 溝：水深6,000m以深
- トラフ：水深6,000m以浅



111の活火山

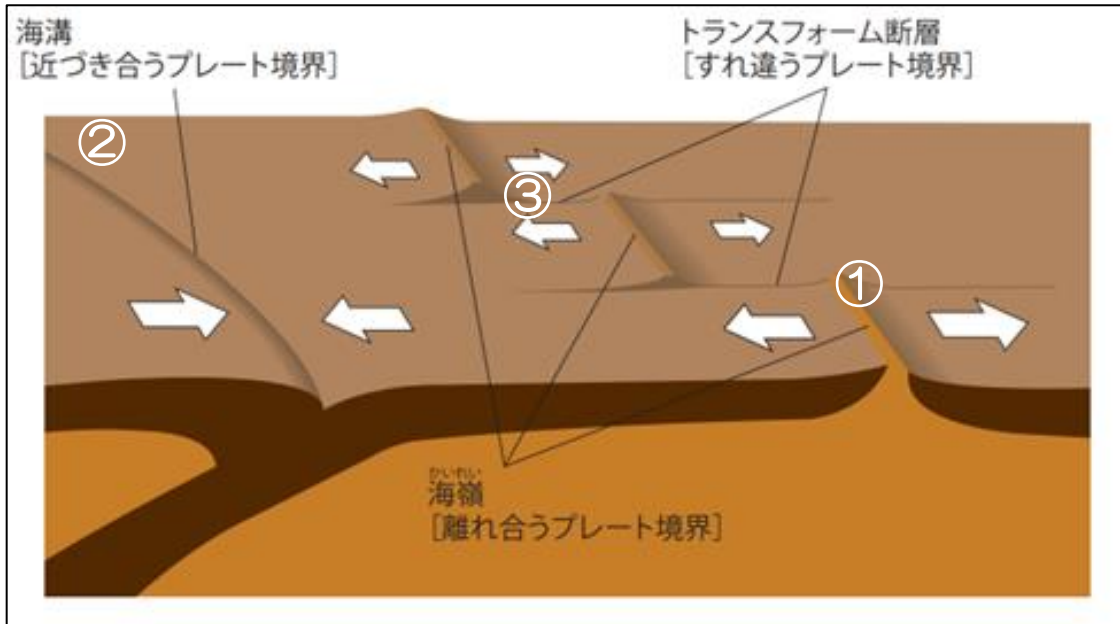


震源分布

- 海溝やトラフに沿って分布

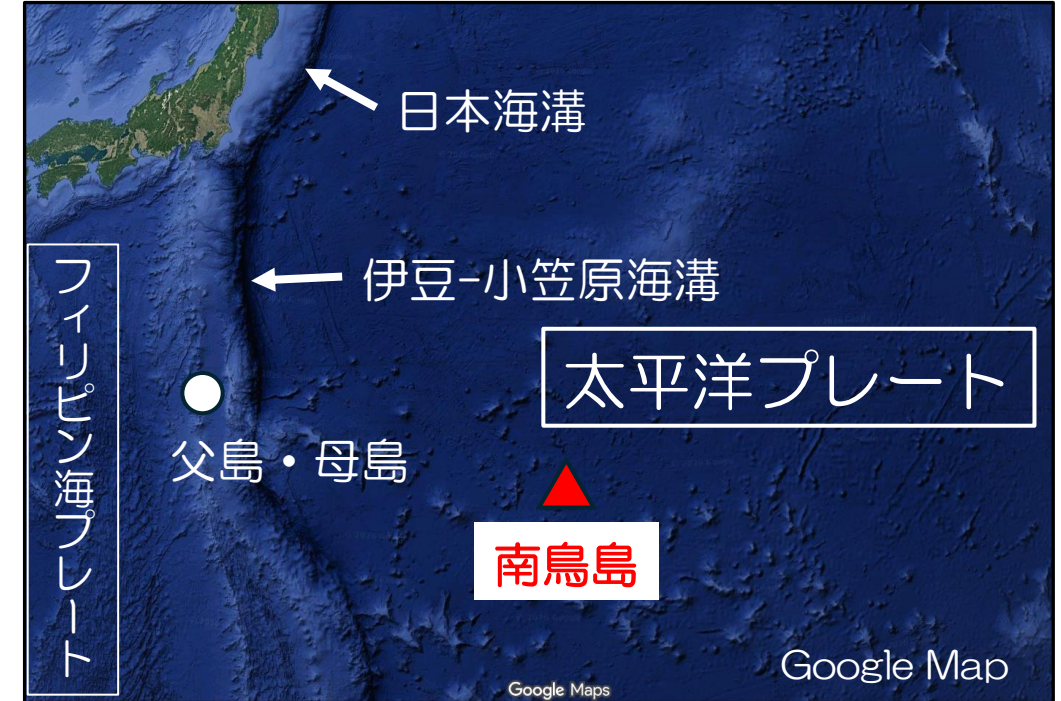
日本列島の成り立ち (3つのプレート境界と南鳥島の位置)

- 海嶺（発散）、海溝（収束）、横ずれ



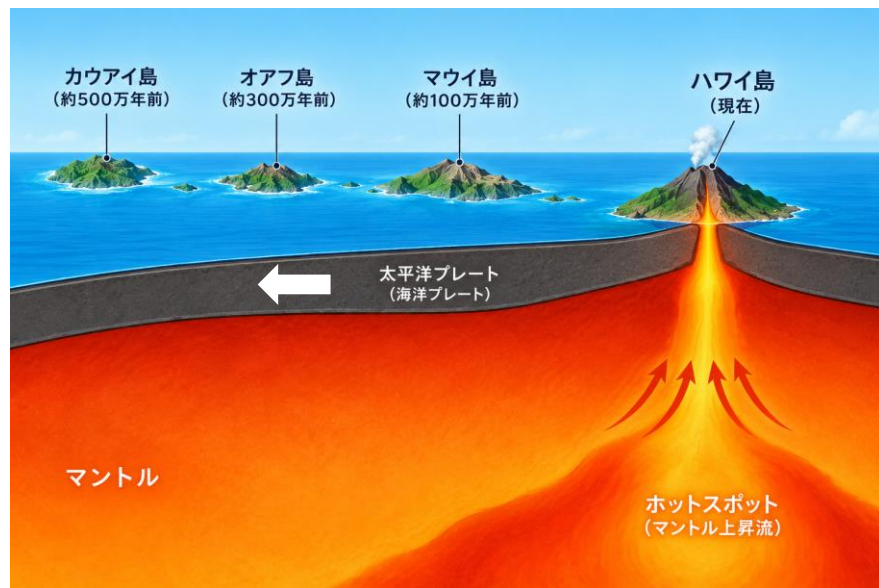
- ①海嶺：プレートの生成
- ②海溝／トラフ：プレートの沈み込み
- ③横ずれ(トランスフォーム)断層：海嶺をずらす断層

気象庁HP (https://www.ima.go.jp/ima/kishou/know/svd/text/chapter_1.html) に加筆

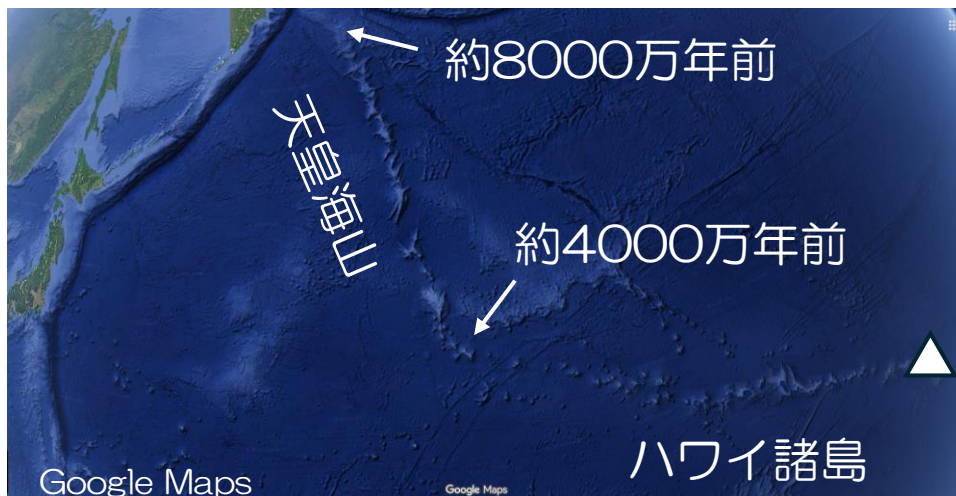


- 南鳥島は日本で唯一太平洋プレート上に
 - 太平洋プレートは、フィリピン海プレートと北米プレートの下に沈み込み
- 父島・母島などはフィリピン海プレート上に

南鳥島の火山活動



ホットスポットとは



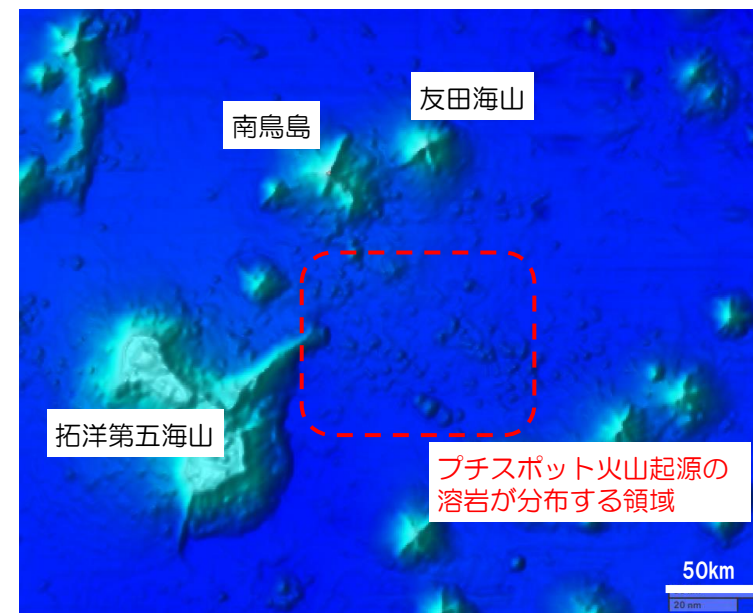
ハワイ-天皇家海山列

- 1億年以上前に、ハワイのようなホットスポット（プレートよりも深い場所からマグマが上昇してできた火山）として形成
- 約4000万年前にも火山活動があった（Hiranoほか、2021）

※プレートが曲がってできた亀裂から、マグマが上昇した小規模火山（プチスポット）が、南鳥島の南東約90kmに、最近発見された

【参考】Machida et al. (2025) および東北大学プレスリリース

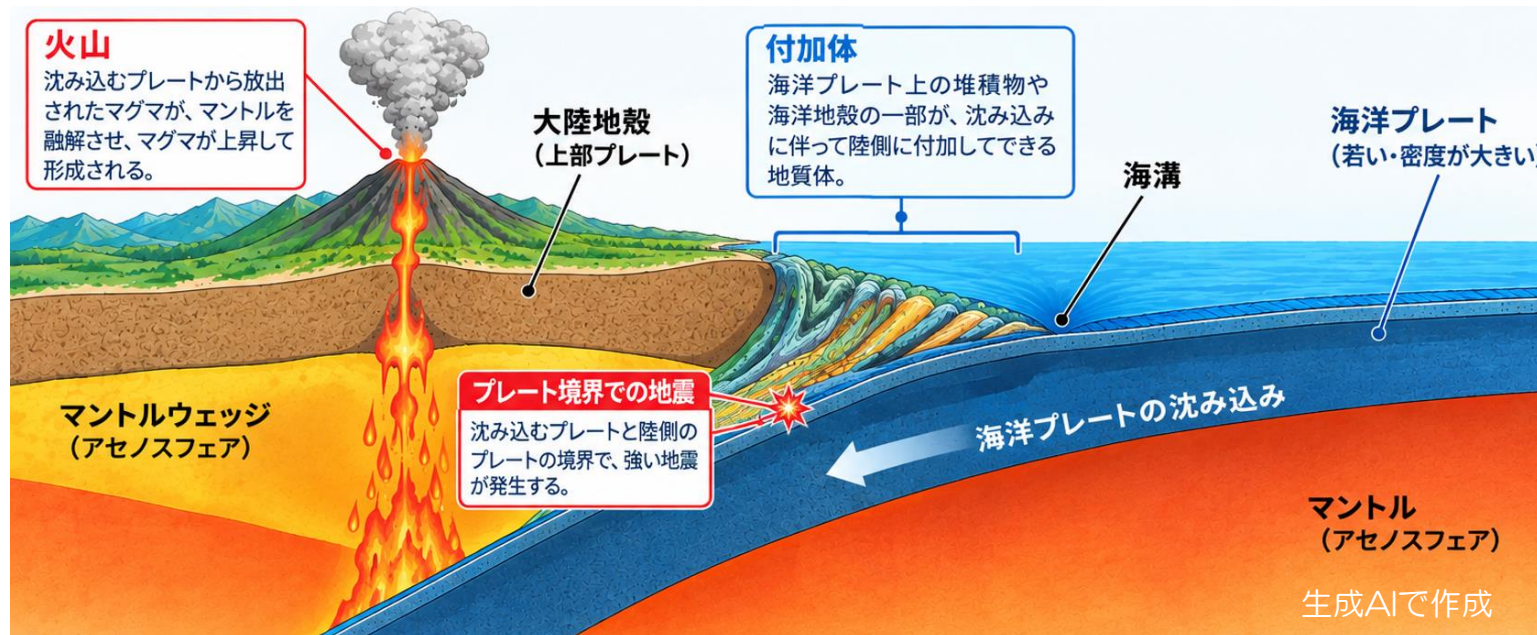
<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2019/11/press20191111-03-kazan.html>



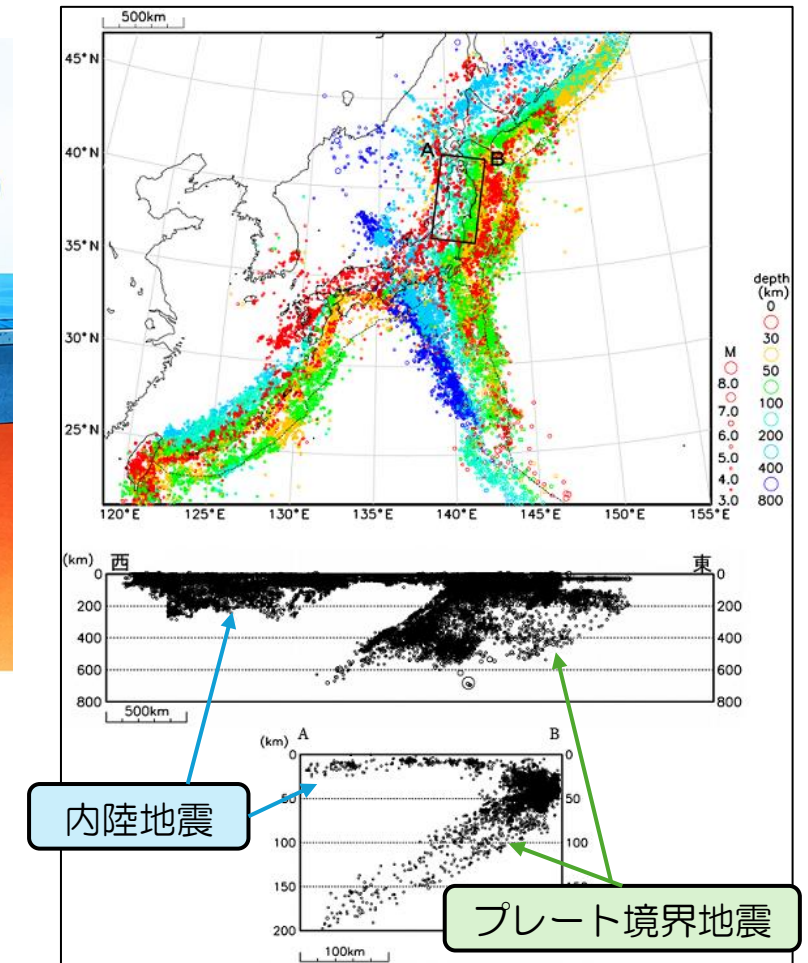
海洋状況表示システムより
(GEBCO, 海上保安庁 (JCG), ESRIジャパン (Esri japan))

日本列島の成り立ち

(プレートの沈み込みで付加体・火山・地震・断層が形成)



- 海溝でたまった堆積物が陸のプレート側に貼りついて付加体が形成
- プレートの沈み込みによって火山が形成
- 沈み込むプレート境界付近で地震が発生



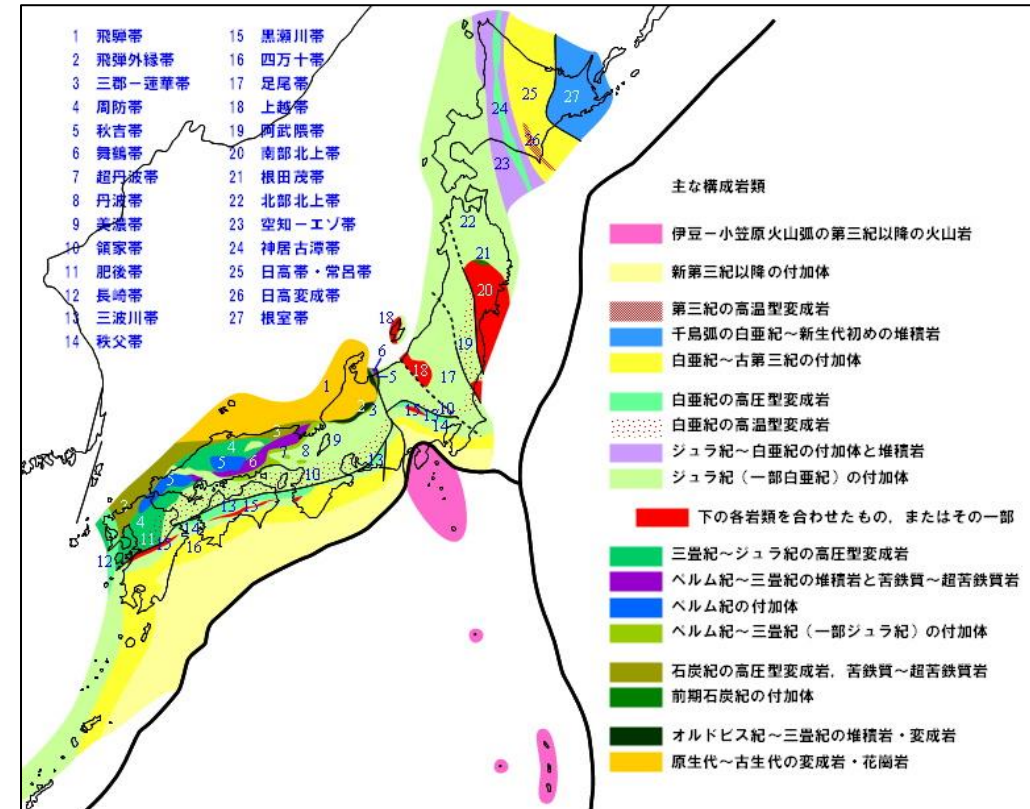
震源分布

日本列島の成り立ち（付加体形成と大陸からの分離）

- 日本列島は2000万年前ごろから大陸から分離
- 日本列島の地質の土台は付加体（日本の地質の約7割）



産総研地質調査総合センターウェブサイト
 (https://www.aist.go.jp/aist_i/press_release/pr2005/pr20050426/pr20050426.html)



産総研地質調査総合センターウェブサイト
 (<https://www.gsi.jp/geology/geology-japan/geology-japan/index.html>)

なぜ地層処分か？ ～地層処分の発想は“オクロ”～

- 地層処分は、「臭いものにフタをする」こと？
- 地層処分の発想は「オクロの天然原子炉」

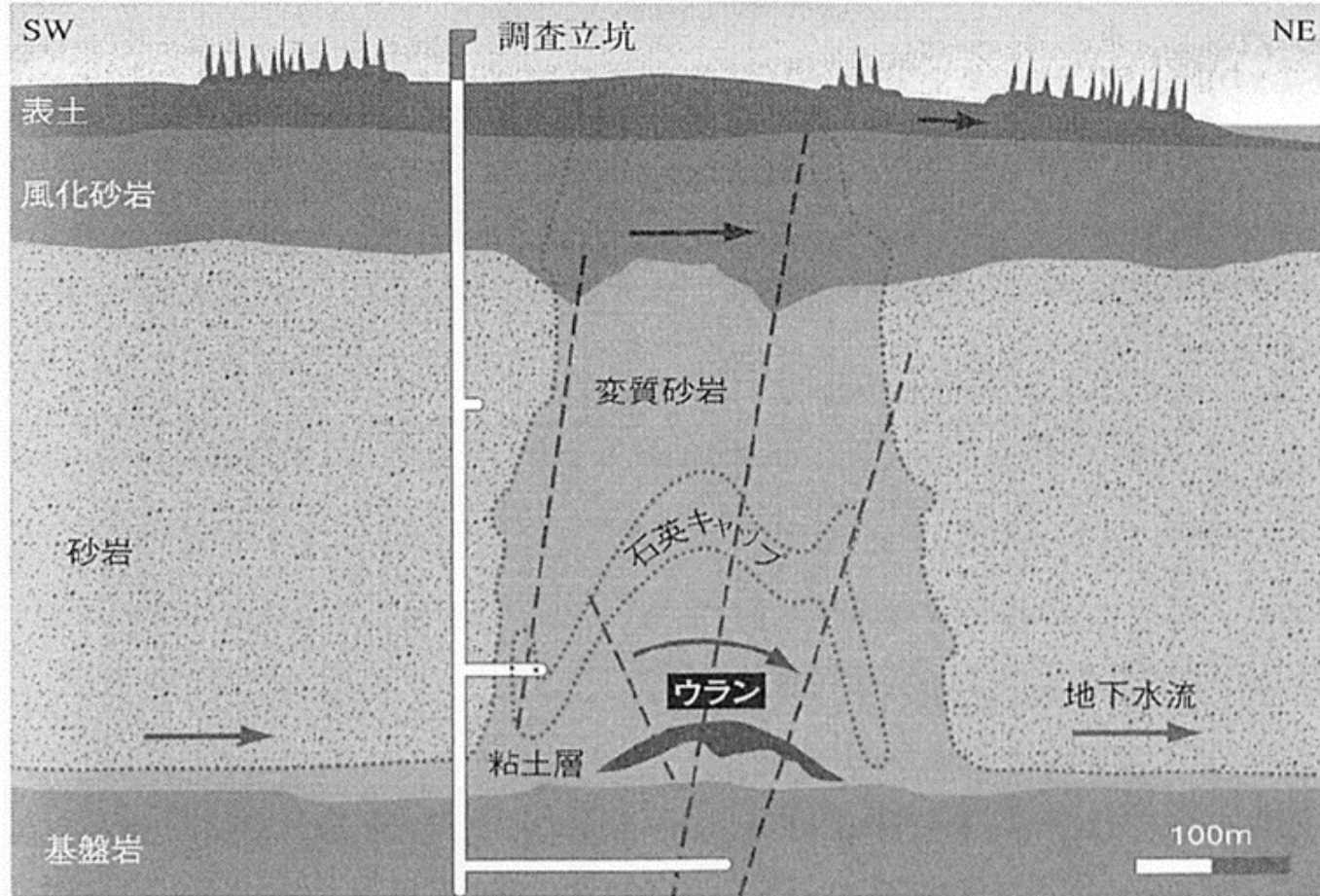
オクロ天然原子炉（ウラン鉱床） （ガボン共和国）



- 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
- 核分裂生成物は現地からほ
とんど移動していないこと
が判明

シガーレイクウラン鉱床（カナダ）

粘土層がウラン鉱床を長期に保存



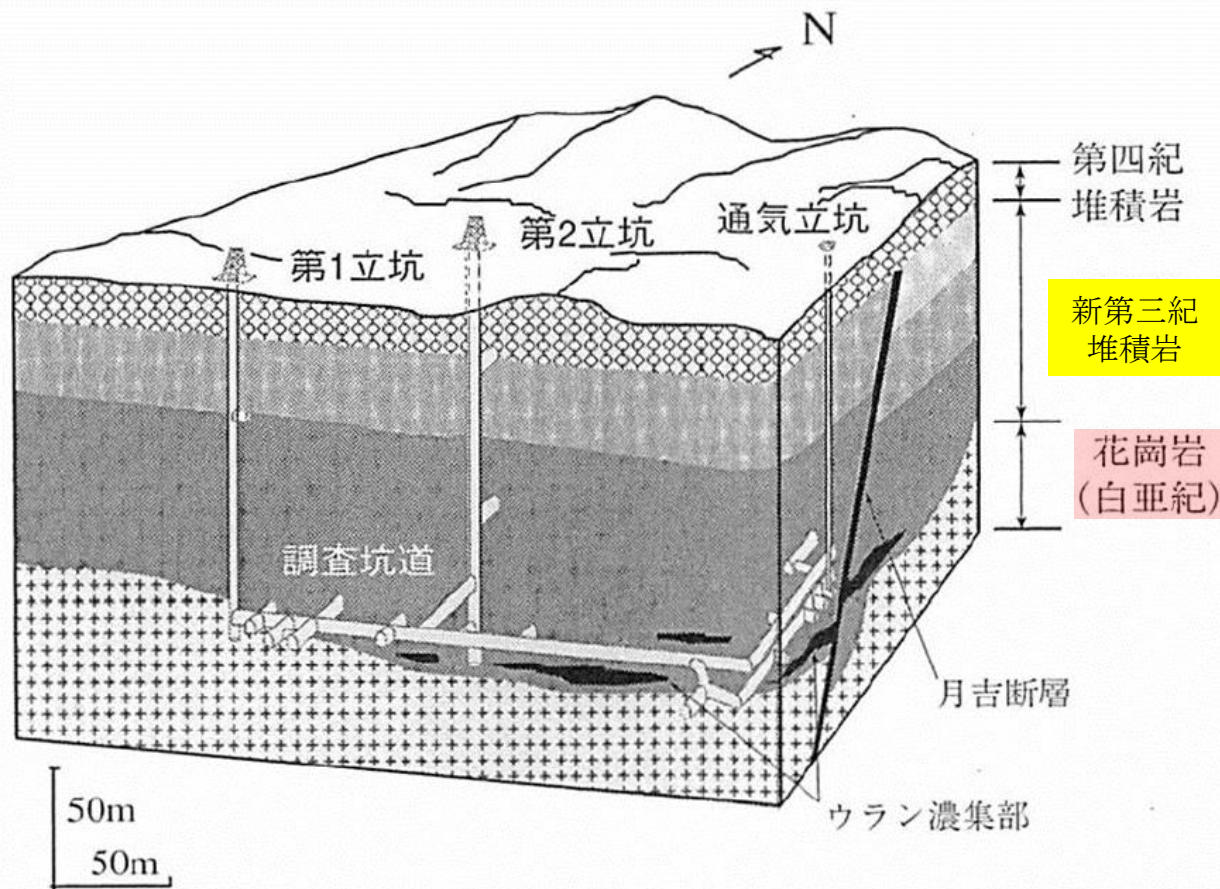
Google map

- 粘土層に覆われたウラン鉱床が約13億年間保存（地下水が近づきにくい環境）

粘土層に覆われたウラン鉱床

吉田（2016）

東濃ウラン鉱床（岐阜県）



吉田（2016）

断層に切られたウラン鉱床

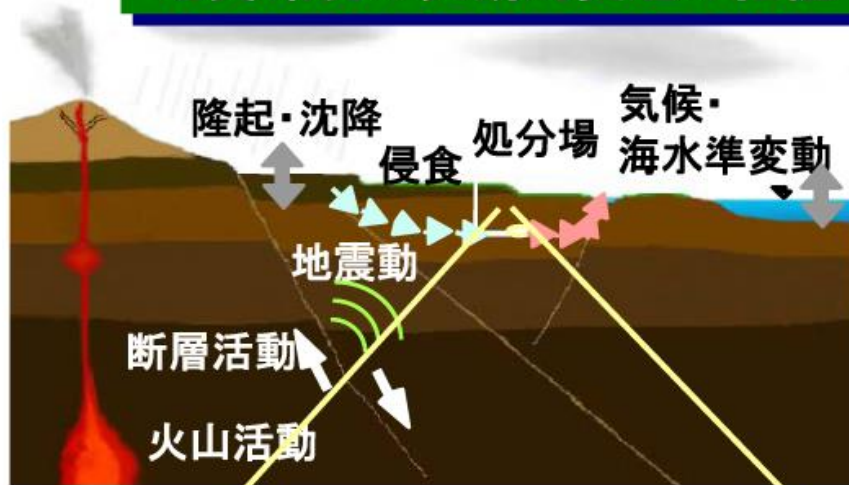


地理院地図に加筆

- 約1,000万年前に形成
- 花崗岩中のウランが堆積岩中の黒雲母等に吸着して鉱床に
- 断層でずらされても、ほとんど移動していない

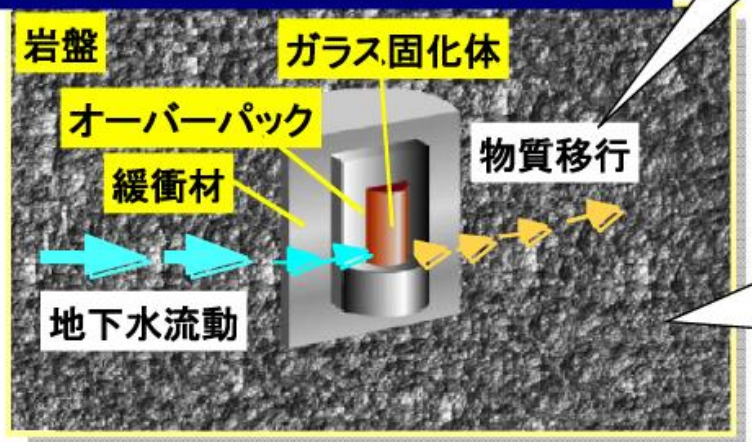
地層処分の安全確保の仕組み

地質環境の長期的変遷の把握



- ➔ 廃棄物と人間の距離を確保する
(接近シナリオ)
= 変動のある場所を避ける
(安定な地質環境の地下300m以深に)

現象理解に基づくモデルの高度化

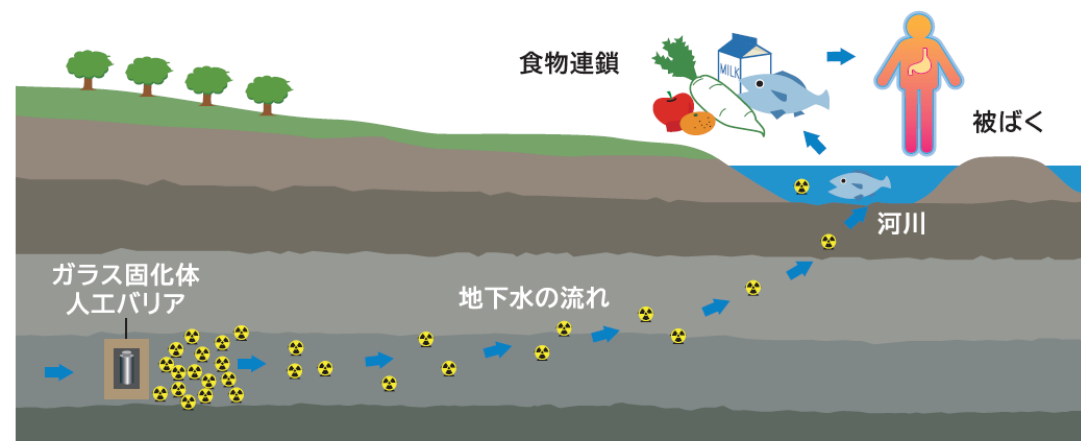


- ➔ 適切な**多重バリアシステム**
 - 人工バリア＋天然バリアを構築して移行を遅らせる (地下水シナリオ)

地層処分に適した地質環境とは（増田（2016）を参照）

●全米科学アカデミー（NAS）（1983）報告書

- 地層処分場から溶け出した放射性核種が生活圏に到達するか否かは、核種の地下水への**溶けやすさ**、岩石への**吸着効果**、核種が生活圏に届くまでの**時間**が核種の寿命よりも長いのか、短いかにによる。



▲ 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

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（つづき）

- 地層中での放射性核種の溶けやすさ、岩石への吸着効果、地下深部の透水性などを整理、**天然バリア機能**を検討



- ✓ほとんどの核種は**固体のままその場所に留まる**
- ✓溶出したほとんどの核種の放射能は**その場近くで減衰**
- ✓地下水で運ばれた核種は地表に出るまでに**大量に希釈**

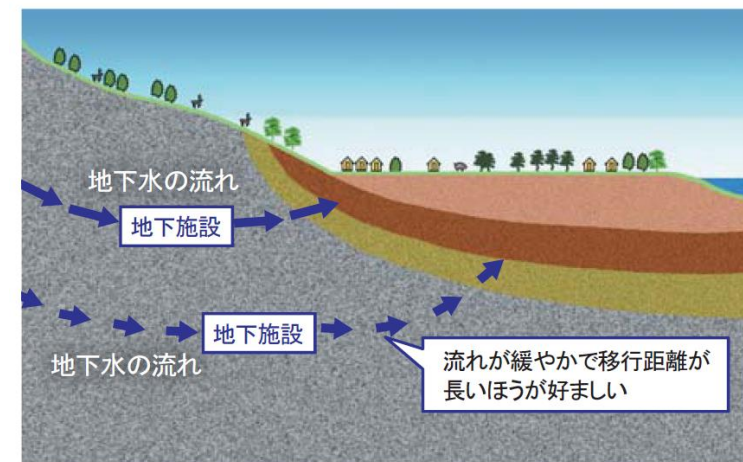
地層処分に適した地質環境とは

●全米科学アカデミー（NAS）（1983）報告書（つづき）

- ✓ 地球化学特性（**吸着効果**）は、同じ岩種でもばらつきがある
- ✓ **岩種の違いによるバラツキの度合いよりも大きい**場合がある
- ✓ 地下水の**移動速度が遅く、生活圏までの距離が遠い**ことは岩種の違いより重要



岩種の違いよりも水理特性、地球化学特性が重要



▲ 地下水の流れを考慮した地下施設配置のイメージ

NUMO：地層処分 安全確保の考え方

地層処分に適した地質環境

重要な4つの条件

- 地下施設が建設できる
- 人工バリアが変形しにくい

- 放射性核種の移動速度が遅い
(放射能濃度の減衰)
- 緩衝材流出を抑える

【岩盤の性質】
変形しにくい岩盤

【地下水の動き】
緩やかな地下水
の流れ

- 緩衝材が変質しにくい

【温度】
低い地温

人工バリア

- ガラス、放射性核種が溶解しにくい

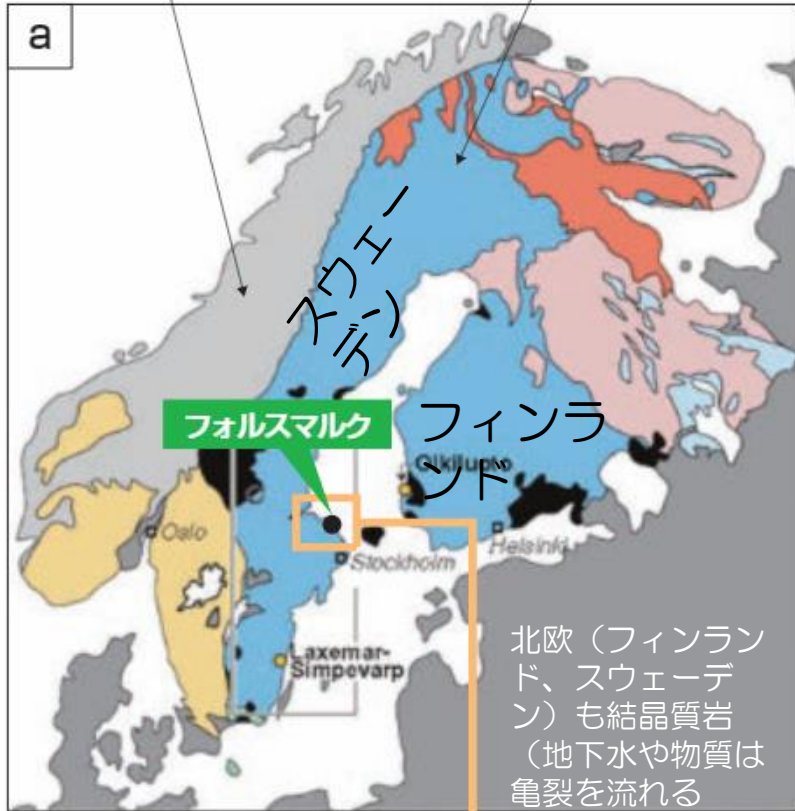
【地下水の水質】
酸性(低pH)では
ない地下水

(NUMO資料に加筆)

北欧と日本の地質の違い

スカンディナヴィア山脈の
形成で影響を受けた領域

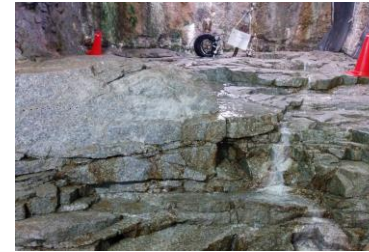
古原生代（19.5～17.5億年前）
に形成された岩盤



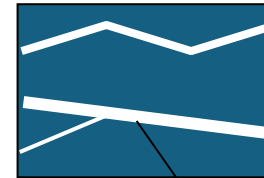
<https://www2.rwmc.or.jp/books/dgr-in-foreign-countries-2024/?page=44> に加筆

日本の代表的な岩石
結晶質岩：花崗岩など
堆積岩：新第三紀の堆積岩など

結晶質岩



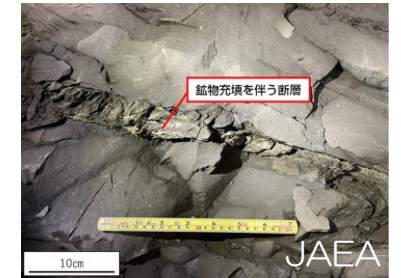
- 岩石は、塊状で硬い
- 地下水は、岩盤中の割れ目を流れる



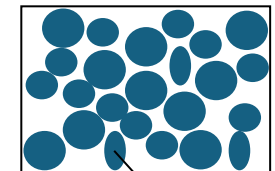
割れ目

わが国の地質の分布
（海拔-500m）

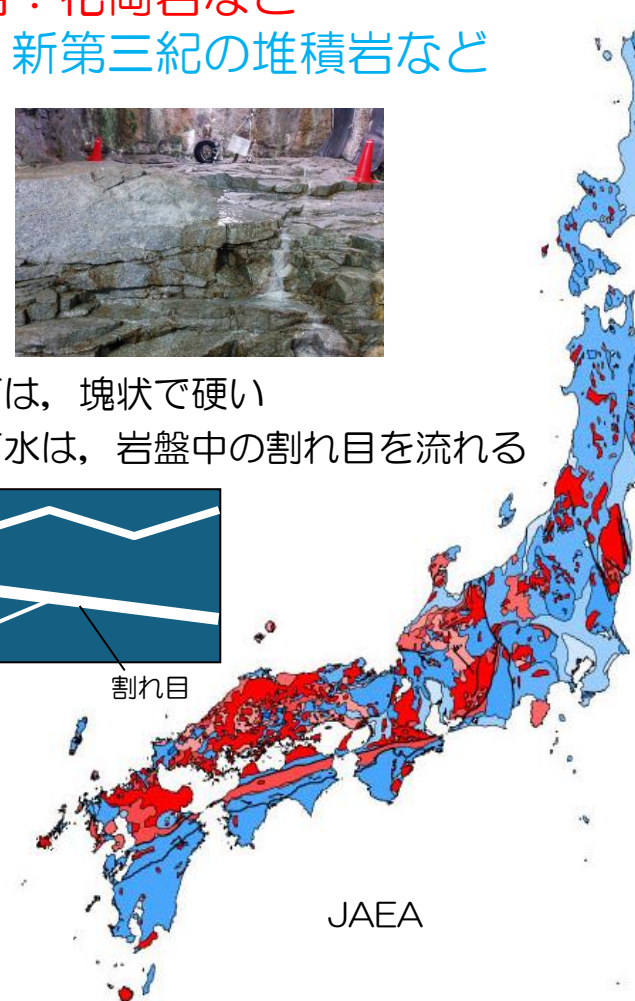
堆積岩



- 岩石は、比較的軟らかい
- 地下水は、鉱物粒子の隙間を流れる



鉱物粒子



JAEA

北欧（処分サイト）と日本（地下研）の比較

水の 地下水位の
通り易さ 傾きの割合

		岩盤	地下水 年代	酸化還元 電位 (mV)	透水係数 (m/s)	動水勾配	引用文献
フィンランド	オルキルオト	19～18億 年	7,500～ 10,000年	約-250	10 ⁻¹⁰ 程度	0.001	・H27年度沿岸部処分システム高度化開発報告書 ・Posiva 2012-03 ・Posiva 2012-04
スウェーデン	フォルスマルク	19.5～ 17.5億年	5,000～ 6,000年	-140以下	10 ⁻⁸ ～ 10 ⁻¹¹	0.0001～ 0.01	・SKB-R-08-47 ・SKB-TR-99-06
日本	瑞浪	約7,000 万年	10,000～ 20,000年	0～-400	10 ⁻⁸ ～10 ⁻⁷	0.01	・三枝ほか, 2007 ・長谷川ほか, 2010 ・JAEA CoolRepH26
	幌延 (稚内層)	約1,300 万年	100万年以上	約-100	10 ⁻⁹ ～10 ⁻⁸	0.001	・太田ほか, 2007 ・中田・長谷川, 2010 ・JAEA CoolRepH26

北欧

日本

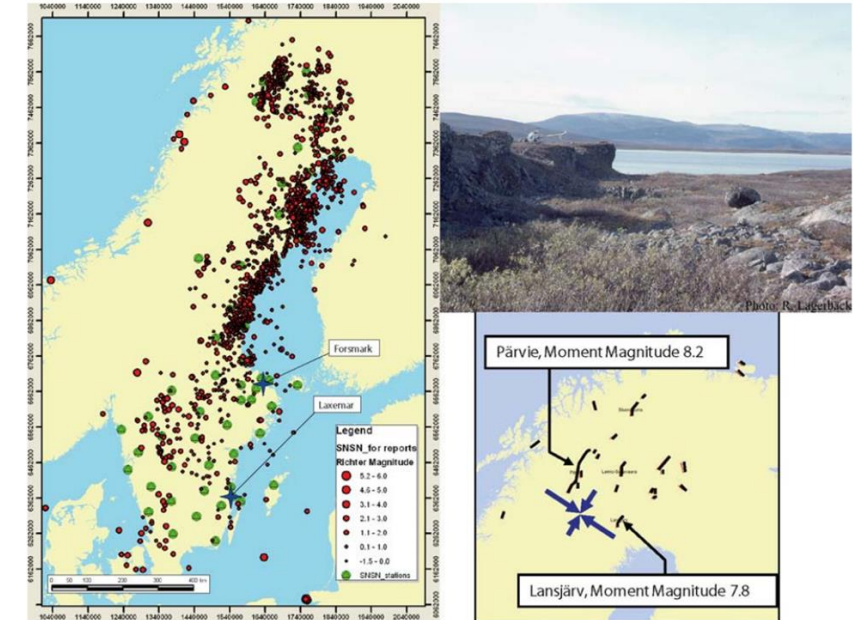
北欧と日本の比較

●北欧

- 安定した楕状地
- 氷河の融解による地殻の隆起
- 地震 (M7~8クラスも) ・断層活動

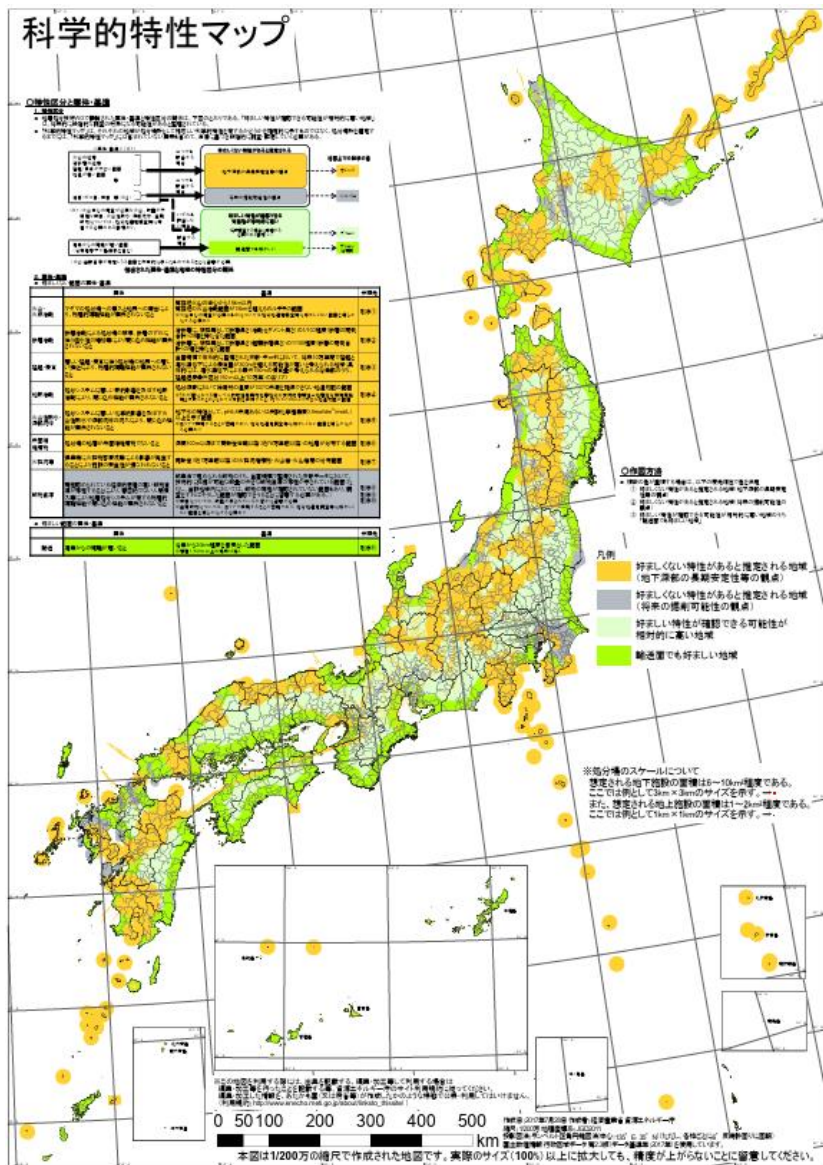
●日本

- 複雑な地質
- プレート運動による火山、地震・断層活動



SKB TR-08-11

好ましい特性が期待できる地域

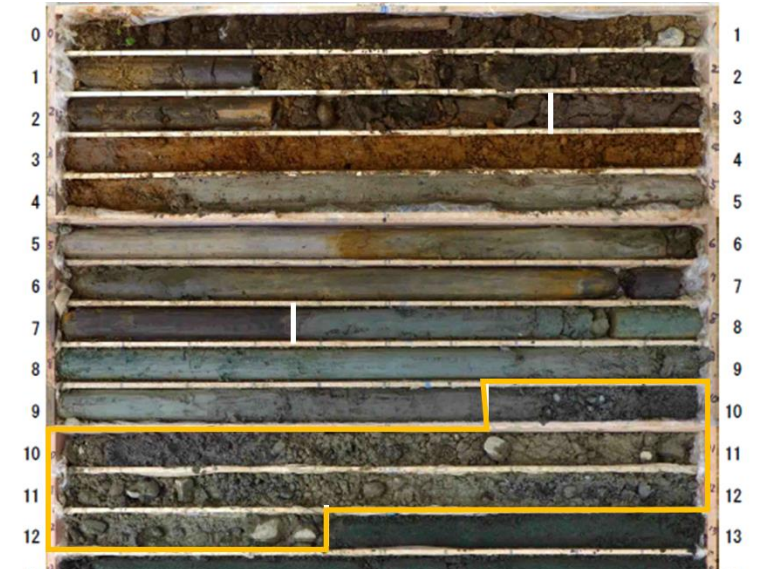
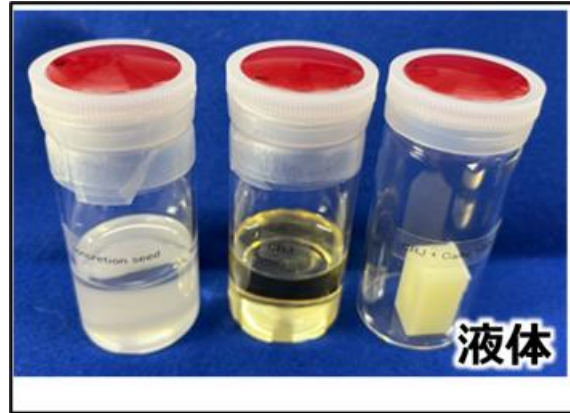


- 科学的特性マップで提示
- 火山、活断層などの好ましくない特性の分布を表示
- それ以外の部分は緑色系
 - ➔好ましい特性が確認される可能性が相対的に高い地域

まとめ

- 日本列島の地質の土台は、プレートの沈み込みによってできた付加体が主体であり、沈み込みによる火山や地震・断層の影響を受ける
- 火山、地震・断層活動などの影響を受ける可能性が低い地域は存在
- 地層処分に適した地質環境とは、岩盤の古さよりも、地下水の動きや水質などが放射性核種の動きを遅くさせる特性をもつ環境（岩盤の種類よりも優先）

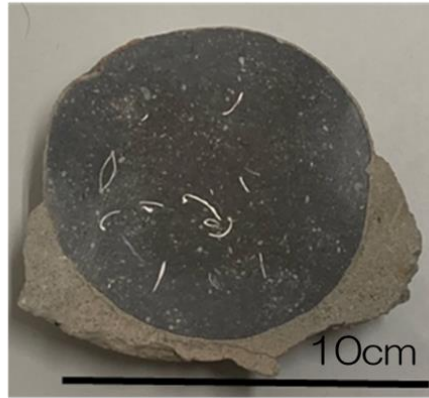
ご清聴ありがとうございました



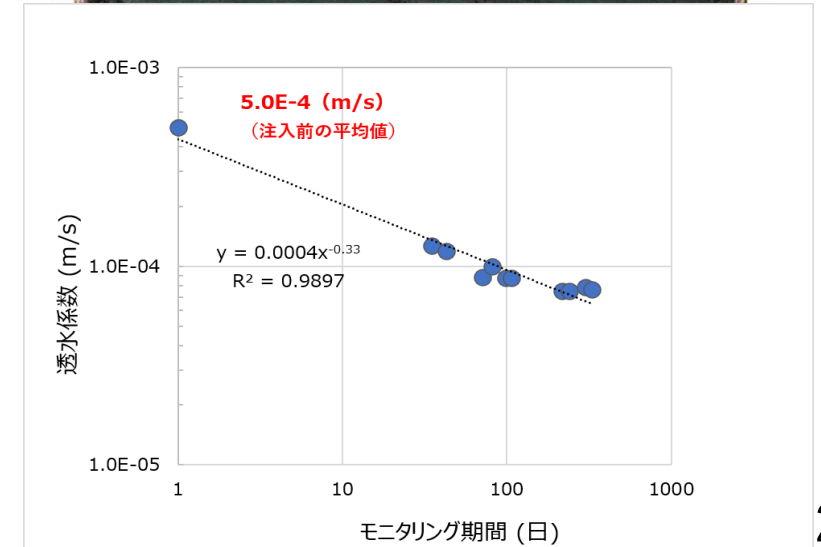
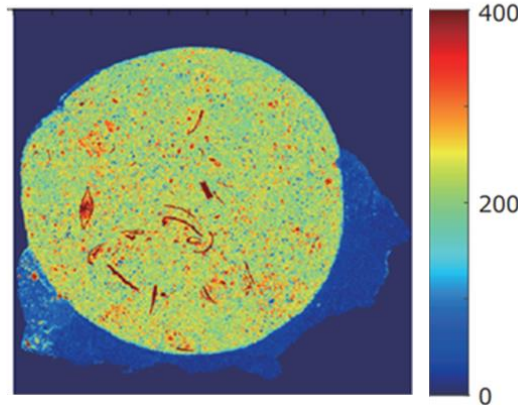
コンクリーション



断面



Caの分布



小笠原村における 「理解活動・意見交換の場」

2026年10月



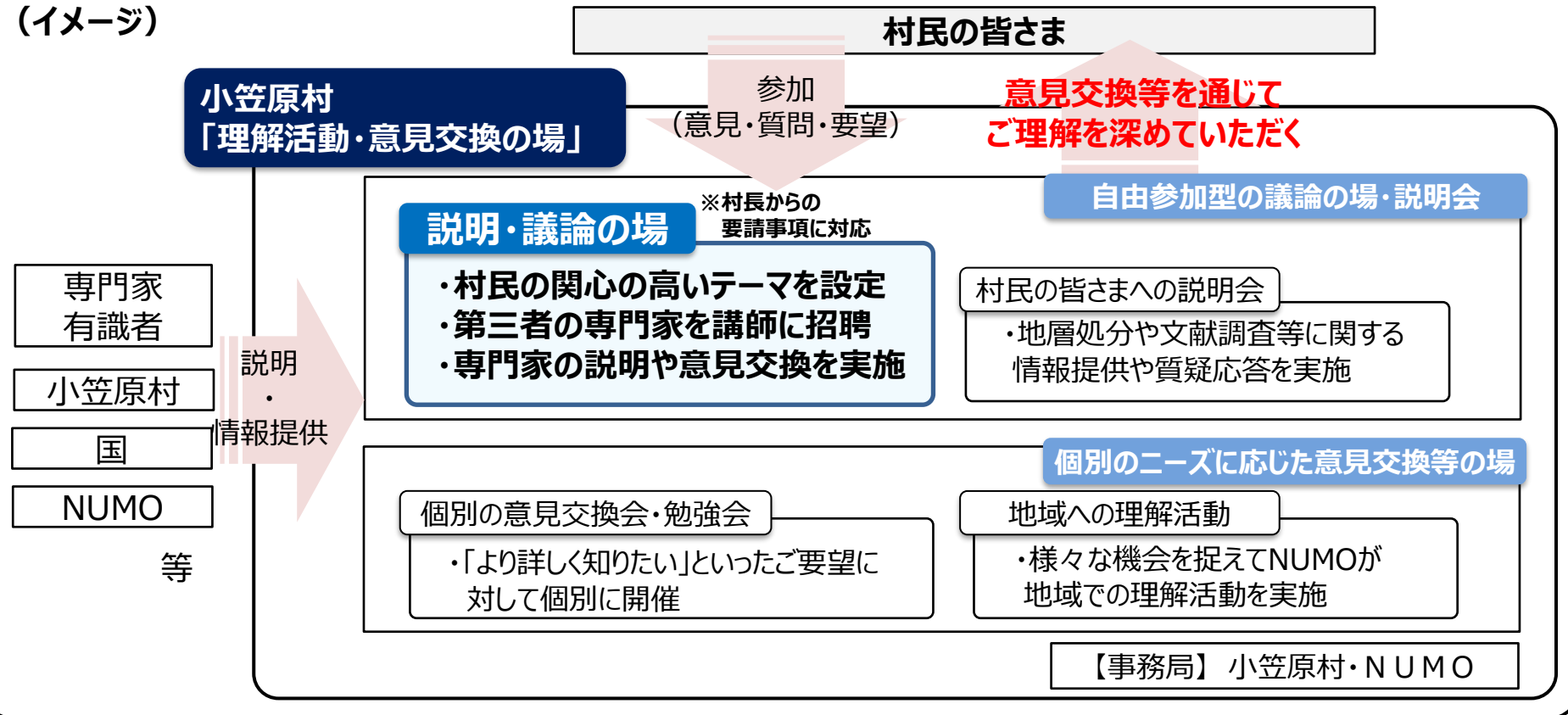
原子力発電環境整備機構 ^{ニューモ} (NUMO)



小笠原村における「理解活動・意見交換の場」の全体像

- 地層処分等に関する情報提供を行い、意見交換等を通じて村民の皆さまのご理解を深めていただくことを目的に、「説明・議論の場」を軸としつつ、様々な形式で、誰もが自由に参加いただける個別の理解活動等を実施。これらの活動全体を小笠原村「理解活動・意見交換の場」（国の基本方針に定める「対話の場」）とする

小笠原村「理解活動・意見交換の場」全体像 (イメージ)



文献調査の進捗状況 (南鳥島)

2026年10月

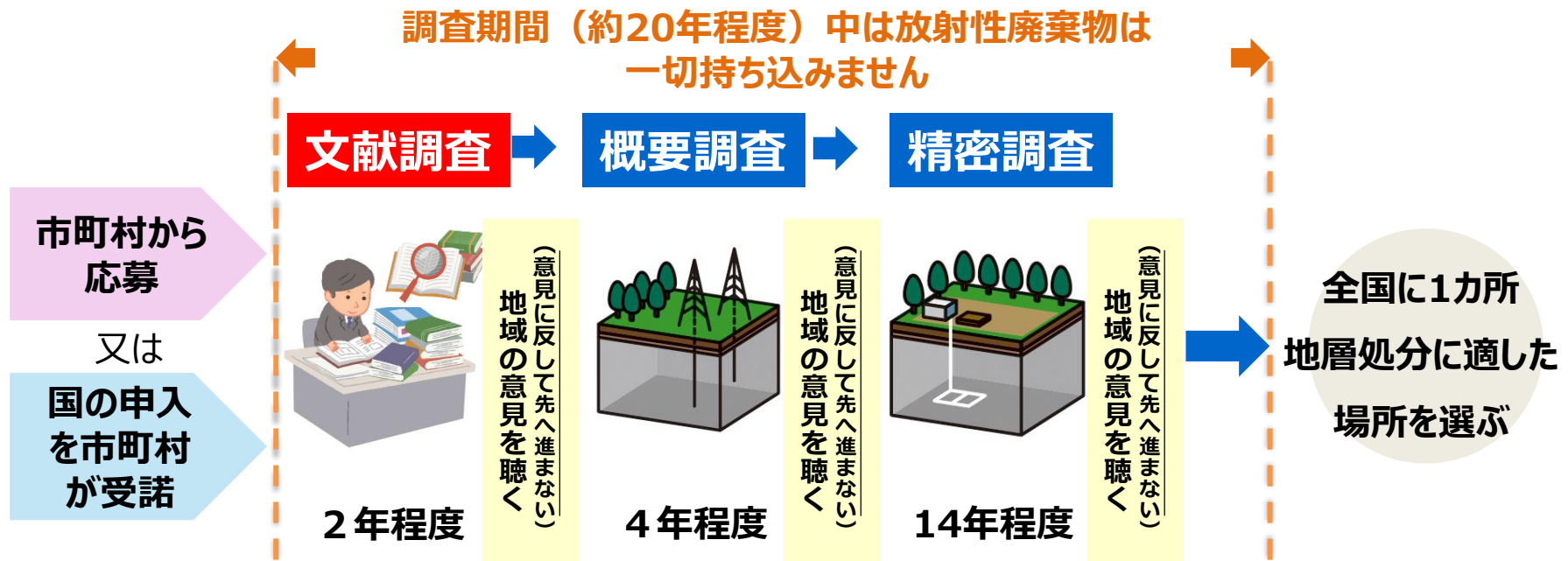


原子力発電環境整備機構 ^{ニューモ} (NUMO)



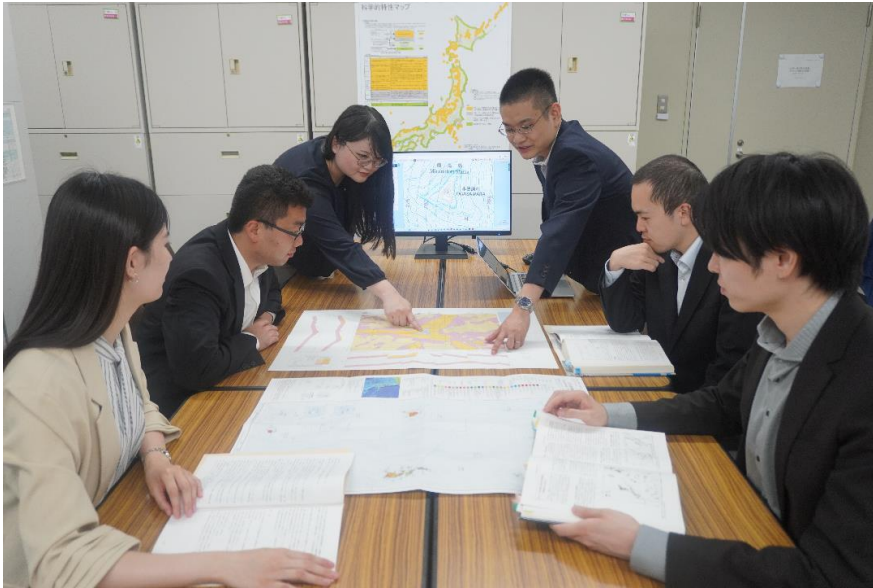
文献調査とは？

- 段階的な調査を行い、最終的に全国に1カ所、処分場に適した場所を選びます。
調査期間中は、放射性廃棄物は一切持ち込みません。
- 次の概要調査に進む際には、知事及び市町村長のご意見をお聴きし、これを十分に尊重することとしています。



誰が調査を行っているのか

- NUMO（東京都）の技術部・地域交流部の職員二十数名が、調査を担当しています。



資料を机上に広げて検討しているところ



文献調査の主な担当者

- * 各分野に対応して、地質や土木などの専門技術者が担当しています。
- * これに加えて、品質管理、説明資料作成などの作業も含めて、二十数名が、文献調査に携わっています。

文献・データの収集中です

- 並行して、収集した文献・データから評価に必要な情報を抽出しています。



- 今後は、引き続き、文献・データの収集、情報の抽出・整理を進めます。
- それらに基づき、情報の読み解き、評価、報告書作成を進めます。

収集した主な文献・データ

(1) 地域固有の文献・データ

- 20万分の1地質図幅「小笠原諸島」（海野ほか、2009）
- 沿岸の海の基本図「南鳥島」（海上保安庁水路部、2001）
- 日本地方地質誌4 中部地方（日本地質学会編、2006）
- 日本の地形4 関東・伊豆小笠原（貝塚ほか編、2000）

(2) 全国規模の文献・データ

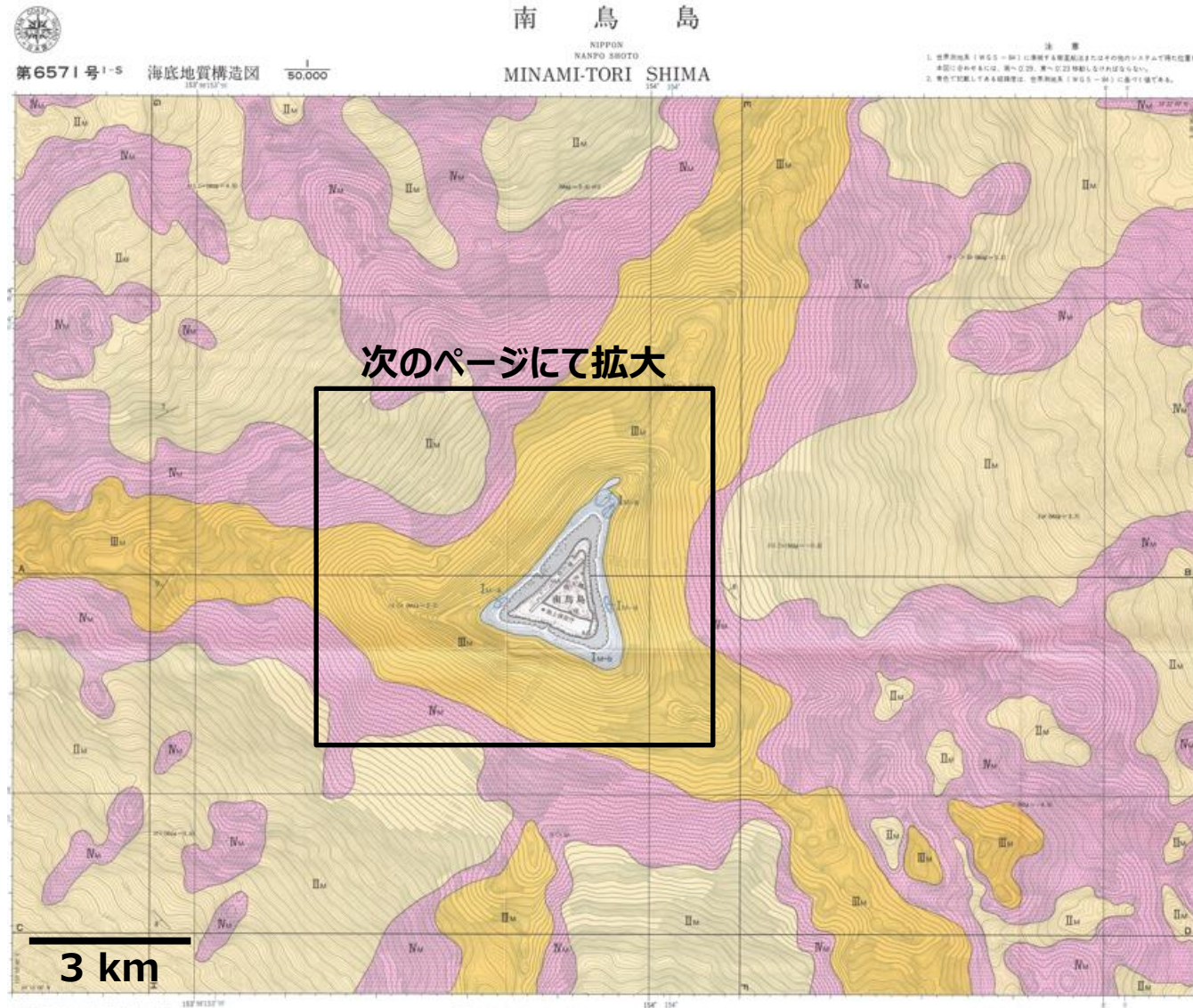
(科学的特性マップの作成に用いられたもののうち南鳥島が掲載されているもの)

- 活断層データベース（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）
- 日本の火山（第3版）（産業技術総合研究所地質調査総合センター、2013）
- 全国地熱ポテンシャルマップ（産業技術総合研究所地質調査総合センター、2009）

その他、南鳥島やその周辺海域に関する学術論文や調査の報告書、科学的特性マップの作成に用いられてはいないものの、有用な全国規模の文献・データも収集しています。

主な文献・データの例：沿岸の海の基本図「南鳥島」

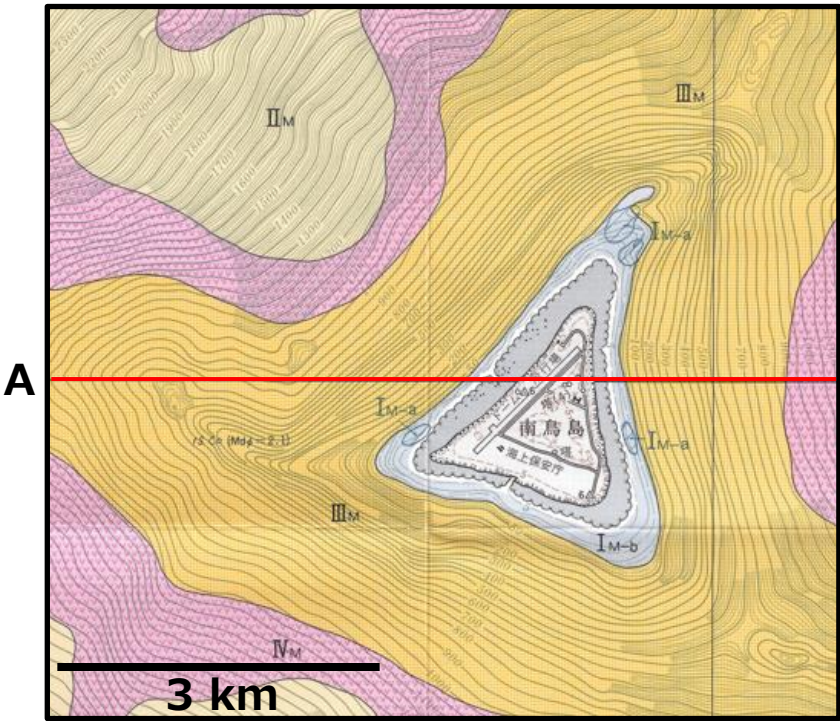
- 海上保安庁が発行している、海底の地形、地質調査の報告書や地質図を確認しました。
- 地質図は、その場所を構成する地層や岩石ができた時代や分布している場所を色別に示したものです。



主な文献・データの例：沿岸の海の基本図「南鳥島」

- 海上保安庁が発行している海底の地質図について、南鳥島付近を拡大したものです。

平面図

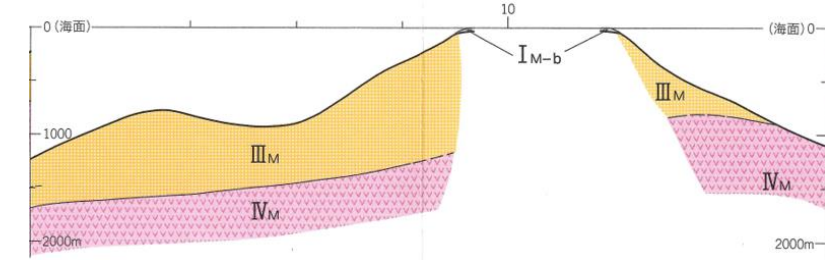


層序区分
Stratigraphic Division

時代 Geological Age		陸上地質層序* Land Stratigraphy	音波探査層序 Acoustical Stratigraphy in the sea area	
第四紀 Quaternary	現世 Recent	海浜堆積物 Beach Deposits ビーチロック Beach Rock	I_M-a	I_M-b
	更新世 Pleistocene	離水サンゴ礁 Emerged Coral Reef		
新第三紀 Neogene			II_M	III_M
古第三紀 Paleogene				
白亜紀 Cretaceous				IV_M

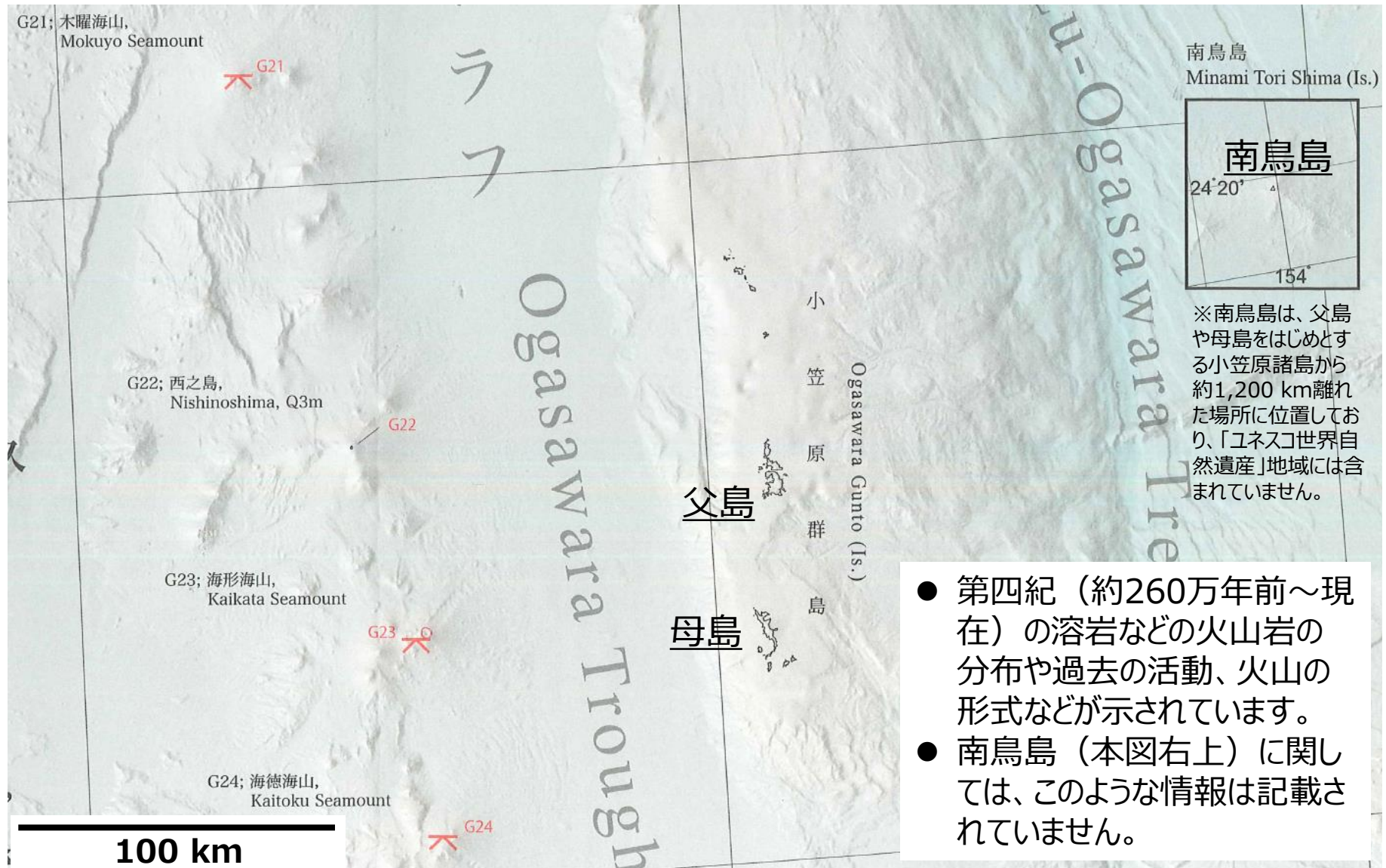
*「南鳥島および沖ノ鳥島の地形と地質」(1987・長岡信治) 小笠原研究年報11による。
After “The geomorphology and geology of Minami-Tori Sima and Oki-no-Tori Sima”
(1987 Shinji Nagaoka) Bulletin of the Ogasawara Research No. 11.
I_M-a層は最終氷期の最大海退期以後の堆積物をいう。層相の記載は報告書にある。

断面図



II_M	III_M	II_M層は、 斜面・谷堆積物
		III_M層は、 サンゴ石灰岩または 再堆積石灰岩
IV_M		玄武岩質火山岩層

主な文献・データの例：日本の火山（第3版）



「読み解き」・「評価」の例：寿都町

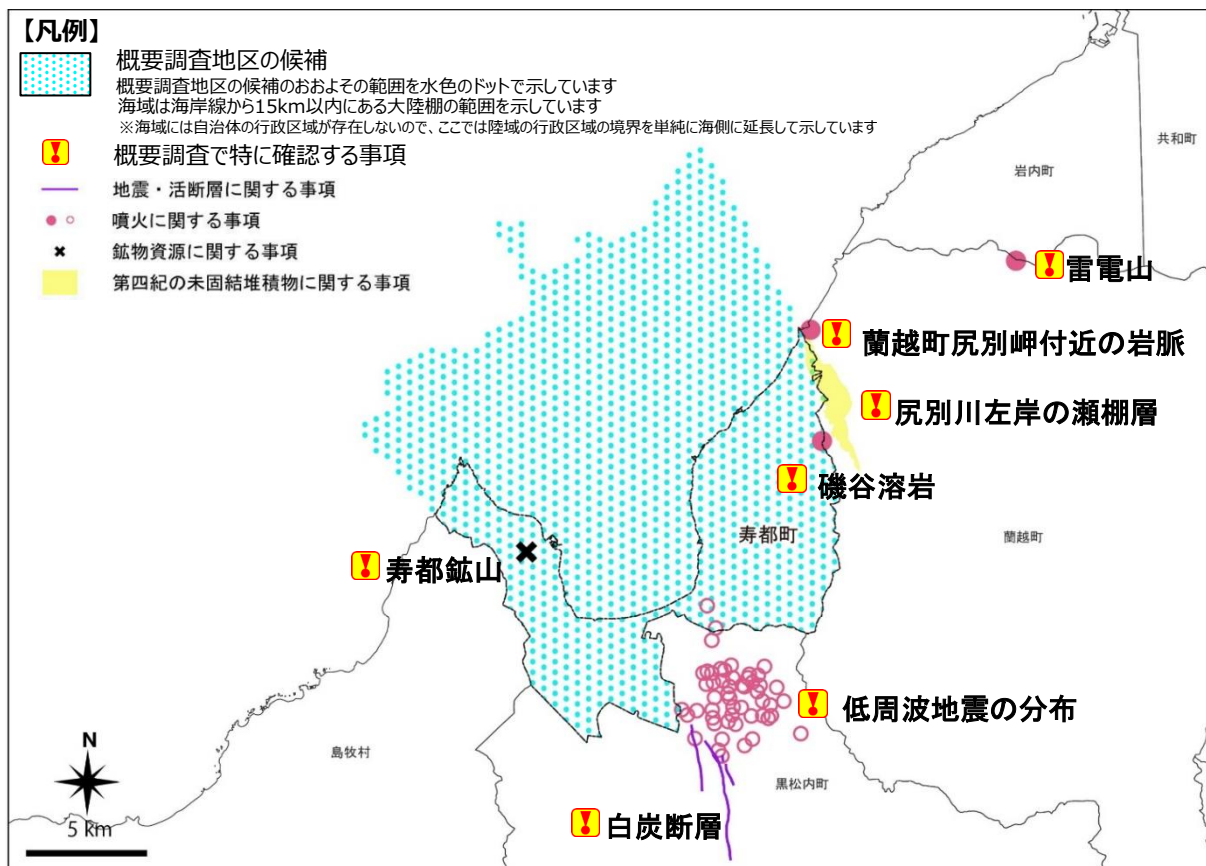
② 読み解き



③ 評価



- **読み解き**：文献から抽出した情報を地図上に整理して、調査内容を文章でまとめます。
- **評価**：文献調査で避ける場所はありませんでしたが、概要調査で確認しなければならない事項（図中の🚨）がいくつか残っています。例えば、火山の活動年代、地下300mより深いところでの断層の分布など。南鳥島の調査でも同様に、避ける場所や現地調査で確認すべき事項（留意事項）を評価・整理する予定です。



避ける場所

➤ なし

🚨 概要調査で特に確認する事項

○寿都鉱山

➤ 230m以深の分布が不明

○白炭断層

➤ 寿都町の地下での分布が不明

○低周波地震の分布

➤ 新たな火山が生じる可能性

○蘭越町尻別岬付近の岩脈

➤ 第四紀の火山の活動中心の可能性

○磯谷溶岩

➤ 第四紀の火山の活動中心の可能性

➤ 第四紀の火山活動の跡の可能性

○雷電山

➤ 第四紀の火山の活動中心の可能性

○尻別川左岸の瀬棚層

➤ 第四紀の未固結堆積物

ご清聴ありがとうございました。