

10月22日札幌市

フォーラム in 札幌

日本のエネルギーを考える

-核燃料サイクル施設の立地地域と電力の消費地域の対話-

エネルギー貧国の長期エネルギー安定供給のために

北海道大学名誉教授

杉山 憲一郎

# 1. 東京電力福島第1原子力発電所の事故原因:津波

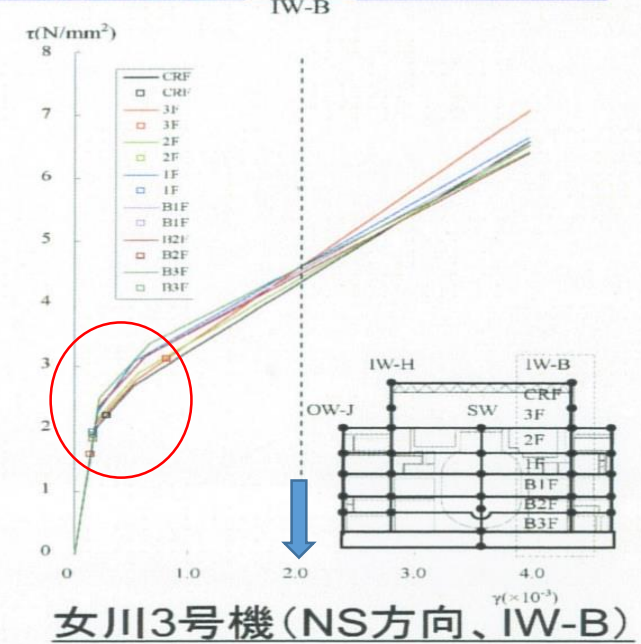
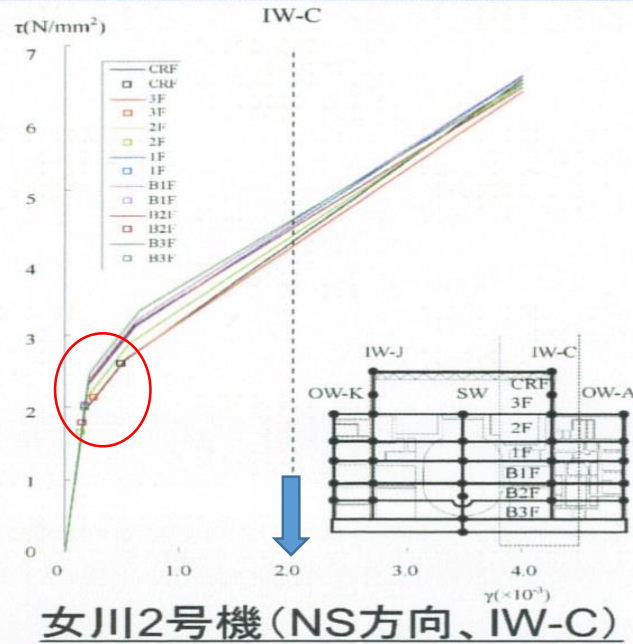
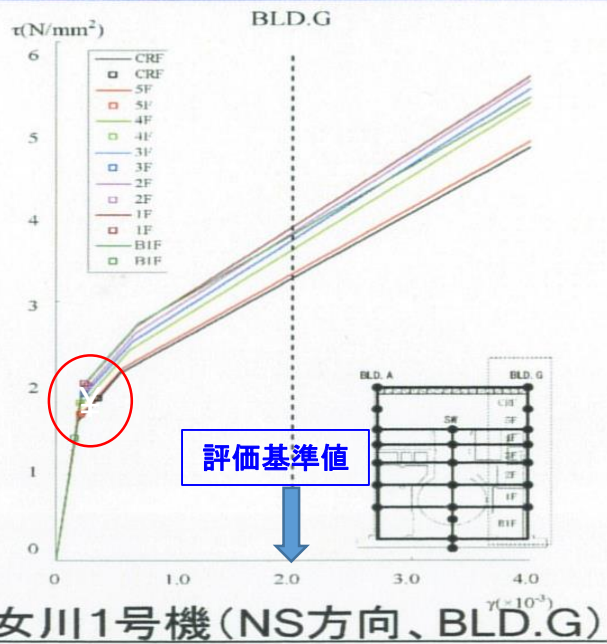
- ・ 2011年3月11日、東北太平洋岸と日本海溝間の南北約450kmx東西約200kmの範囲で連動地震が発生し、マグニチュード9(M9)に達した。福島第一発電所では、10mを超える津波により非常用ディーゼル発電機が冠水し全電源が失われ、炉心が溶融する過酷事故となった。  
⇒M9地震で解放される「ひずみ」エネルギー量は、M8に比べて32倍、M7に比べて32×32倍。
- ・この規模の津波は、産総研等の津波堆積物調査から過去2500年間に4回発生していた。同年4月、この調査結果を発表予定であったが、その直前に5回目が来襲。
- ・原子力発電所の耐震安全性に注目する場合は、発電所に近く、強い地震動が発生した震源域のマグニチュードが重要。  
⇒東電福島第一原子力発電所に近く強い地震動が発生した震源域のマグニチュードはM7.7\*。  
⇒仙台市に近い東北電力女川原子力発電所に強い影響を与えた震源域の規模はM8.4\*。
- ・このM8前後の強い地震動は想定内であり、両発電所の原子炉建屋は健全性を維持。

\* 地震調査研究推進本部 地震調査委員会 : 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第2版), 平成23年11月25日

# 東北電力 女川原子力発電所 原子炉建屋の裕度評価

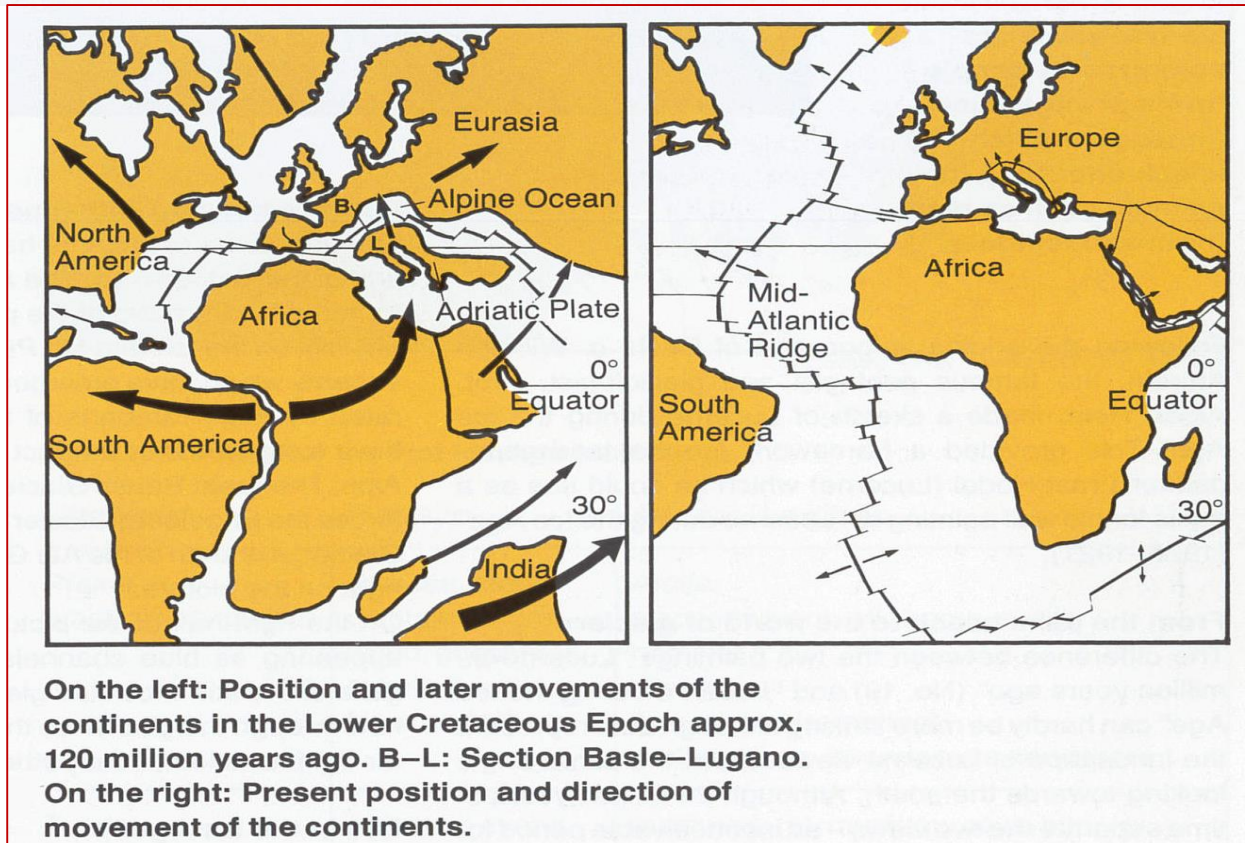
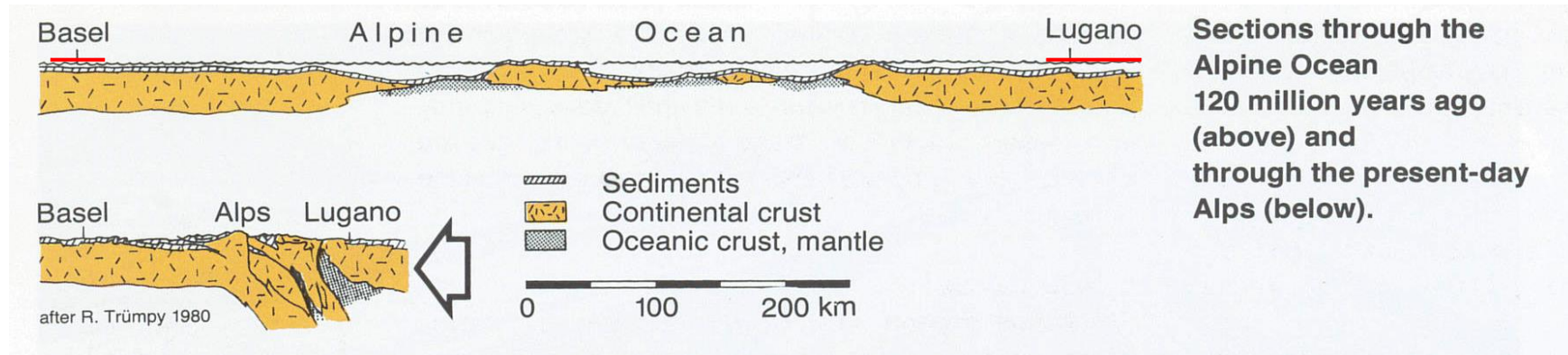
評価基準値(設計許容値)と地震計記録から解析で求めた最大応答せん断ひずみの比較

		解析結果		評価基準値	(参考) 基準地震動Ss
		最大応答せん断ひずみ	部位		
女川1号機	NS方向	$0.36 \times 10^{-3}$	BLD.G CRF	<u><math>2.0 \times 10^{-3}</math></u>	$0.65 \times 10^{-3}$
	EW方向	$0.35 \times 10^{-3}$	BLD.7 5F		$0.56 \times 10^{-3}$
女川2号機	NS方向	$0.49 \times 10^{-3}$	IW-C CRF		$1.15 \times 10^{-3}$
	EW方向	$0.28 \times 10^{-3}$	IW-4 3F		$0.55 \times 10^{-3}$
女川3号機	NS方向	$0.81 \times 10^{-3}$	IW-B 3F		$0.99 \times 10^{-3}$
	EW方向	$0.18 \times 10^{-3}$	IW-2、4 3F		$0.41 \times 10^{-3}$





## 2. アルプス型造山帯域にあるスイスの地層処分計画



Glacier Garden  
Lucerne, 1995



200年間専守防衛で、第1次・第2次世界大戦でも平和を維持。面積は北海道の約半分で人口は824万人。アルプスの水力資源のみで、5基の原子炉が稼働中。

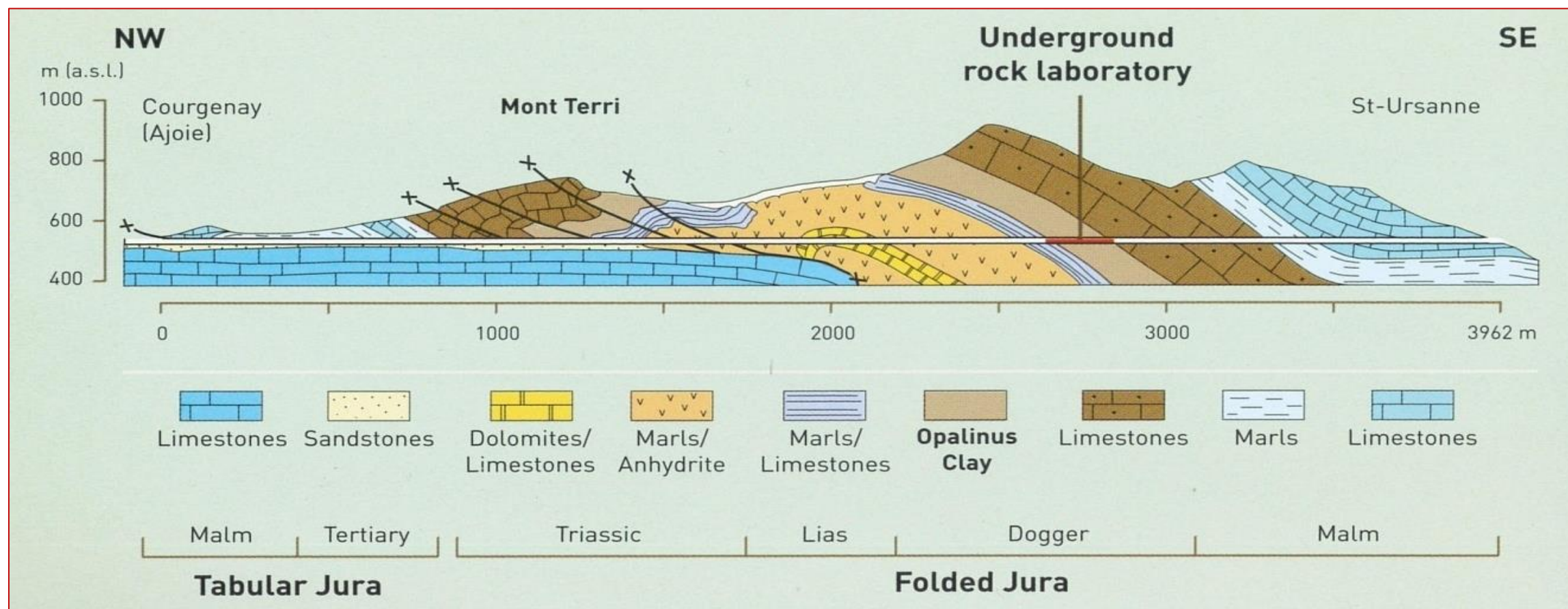
ドイツ国境(ライン河)に近い赤線丸印域がガラス固化体・直接処分の2候補地



在日スイス大使館資料に加筆

# ジュラ山脈内のモンテリ岩盤実験場での地層処分研究

モンテリ岩盤実験場は、ジュラ山脈内高速トンネル脇の粘土質泥岩層内にある。約1.8億年前に海底であったこの層内には断層がある。断層面での粘土質泥岩の可塑性・膨潤性による不透水性(止水性能)が明らかにされ、粘土質泥岩層の候補予定地が選定された。





## 実験場内断層面



容易に変形し膨潤する粘土質泥岩の止水性のため、断層面(矢印の方向)に、地下水は侵入していない。

1.8億年前に海底であった粘土質泥岩層  
内のアンモナイト化石  
⇒断層が出来るほどの造山活動でも地層  
内が安定していたことを示している。





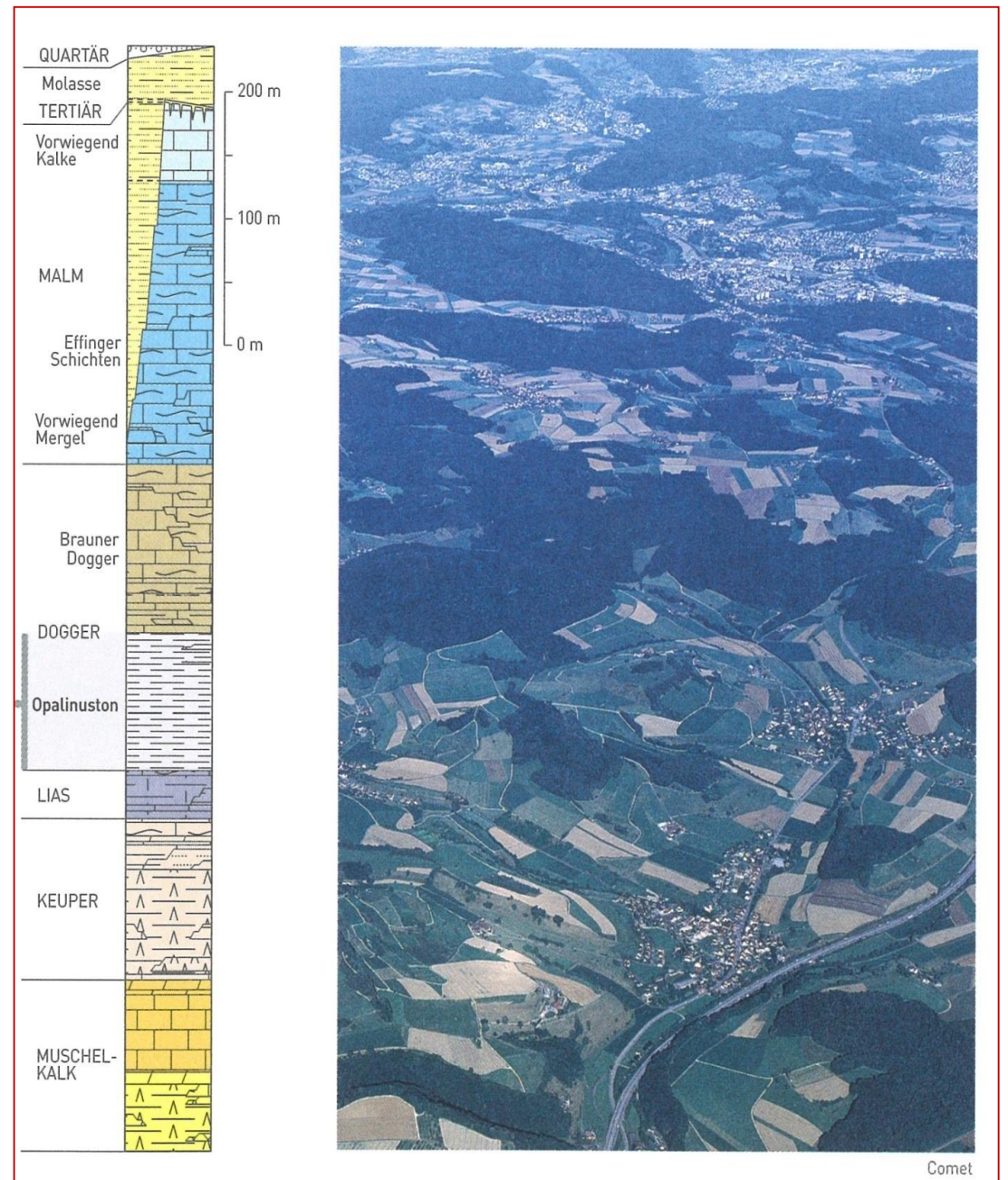
# Jura Ost粘土質泥岩層処分候補予定地の航空写真(右):

地表の利用形態に加えて、多数のコミュニティがあることが分かる。

⇒ 稚内より北にあるこの地域の一部に、Beznau原子力発電所から原子力地域熱供給網で暖房・給湯用の熱水が供給されている。その住宅群の一角(下)



2010年8月撮影



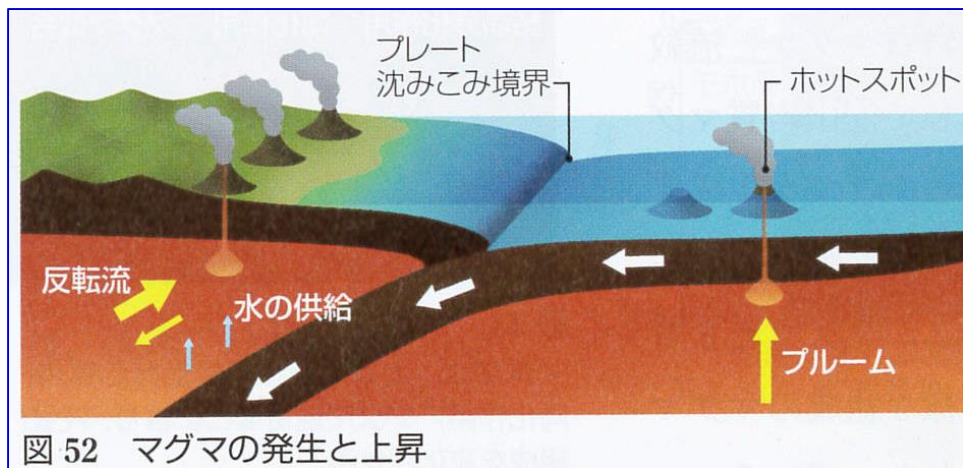
nagraパンフレット



### 3. 環太平洋型造山帯にある日本列島の特徴:

海洋プレートの沈み込みにより生じる造山帯に位置する日本列島の火山群の成り方には、右図のように規則性がある。

上向黄色矢印部のマントルは、海洋プレート含水鉱物から水の供給と上昇による減圧により溶融しマグマになる。マグマが地上まで上昇すると火山が出現する。



もういちど読む数研の高校地学、数研出版(2014)

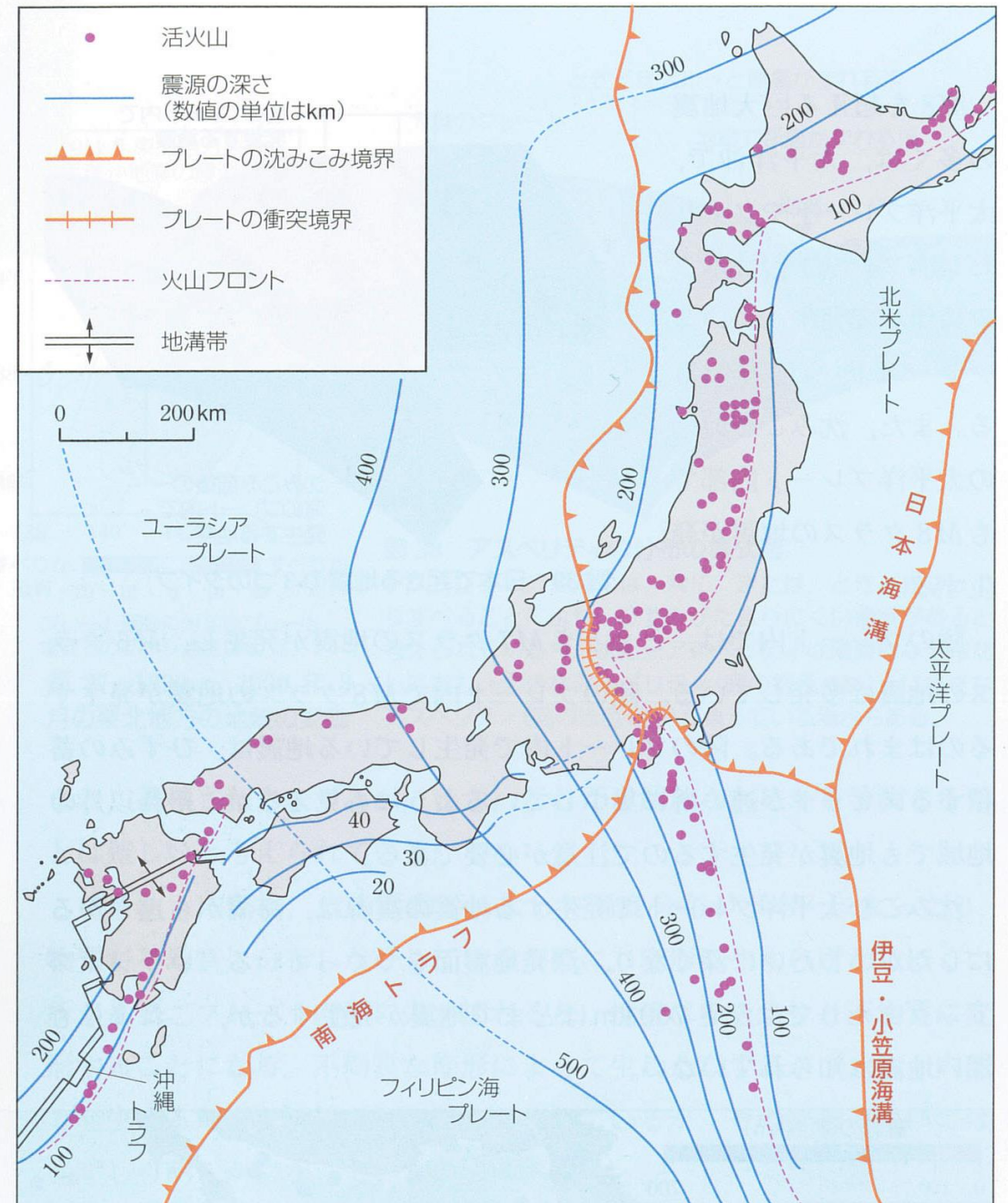


図 41 日本列島付近のプレートの分布, 活火山, 震源の深さ



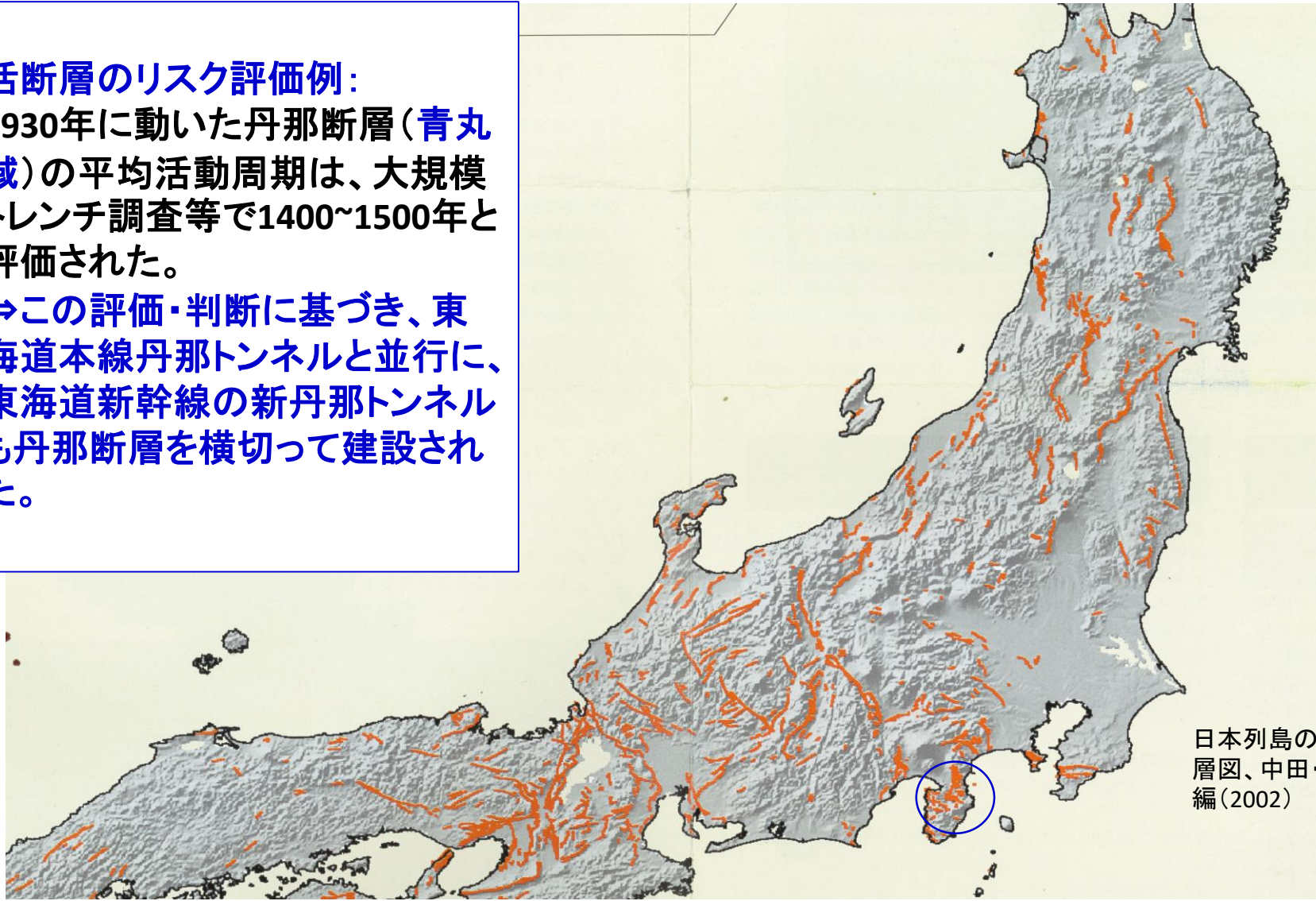
## 日本の活断層

断層活動は、後期更新世以降(約13~12万年前以降)を含む過去数十万年にわたり、概ね千年から数万年の間隔で同じ断層(活断層)で起こっている。⇒新しい断層ができない理由は、“ひずみ”がある大きになると、容易に動ける既存の活断層が動き、ひずみを解消するからである。

### 活断層のリスク評価例:

1930年に動いた丹那断層(青丸域)の平均活動周期は、大規模トレンチ調査等で1400~1500年と評価された。

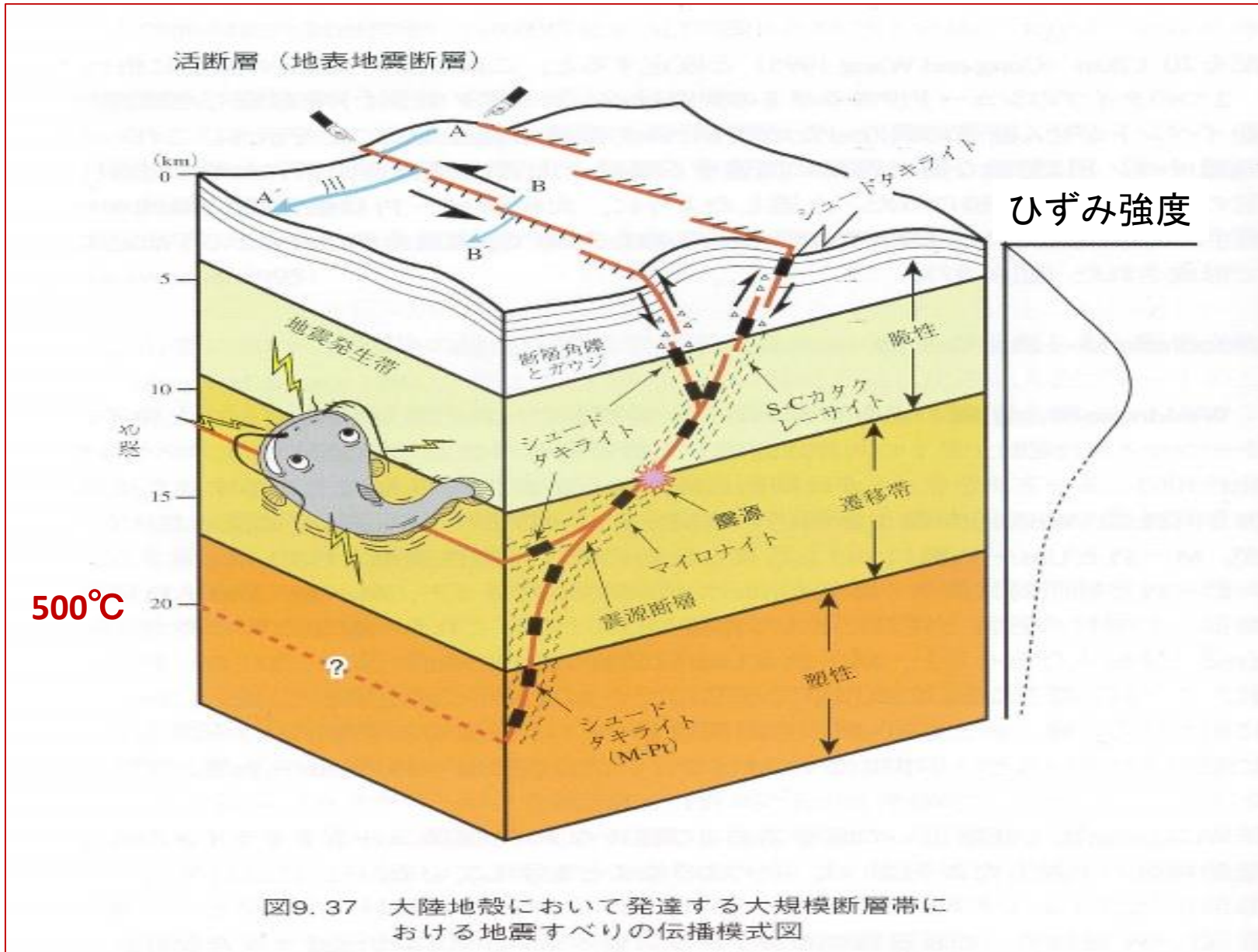
⇒この評価・判断に基づき、東海道本線丹那トンネルと並行に、東海道新幹線の新丹那トンネルも丹那断層を横切って建設された。



日本列島の活断層図、中田・今泉編(2002)



# 地殻の地震発生帯(脆性帯)と塑性帯(25°C/kmの地温勾配の場合)



林愛明:地震の化石-シュードタキライトの形成と保存-, 近未来社(2010)

## 4. 日本における高レベル放射性廃棄物・サイクル 残留物の減容・潜在的有害度低減技術としての高速炉

50GWe, 100年間の原子力利用で必要とする地層処分場の面積等  
(数値はすべて概算値)

核燃料サイクルの オプション	羽田空港埋め立 て地換算の必要 面積	放射性毒性が 元のウラン鉱石 並みになるまで の年数	サイクル残留物
軽水炉・直接処分	6ヶ分 (原子炉級Pu 1,000トン埋設)	10万年	濃縮のテイル(劣化ウラン) 75万トン
軽水炉・リサイクル (一回リサイクル)	2ヶ分(注)	1万年	濃縮のテイル(劣化ウラン) 65万トン 回収ウラン 10万トン MOX級(品位低下)Pu 950トン
高速増殖炉サイクル (MA90%回収・燃焼)	1ヶ分(注)	1000年	軽水炉サイクルで残留する物質を燃料 として利用・消費できる

(注)いわゆるTRU廃棄物の埋設も含む