

副本

平成25年(行ウ)第13号

玄海原子力発電所3号機, 4号機運転停止命令義務付け請求事件

原告 石丸 ハツミ 外

被告 国

参加人 九州電力株式会社

別冊

図表集

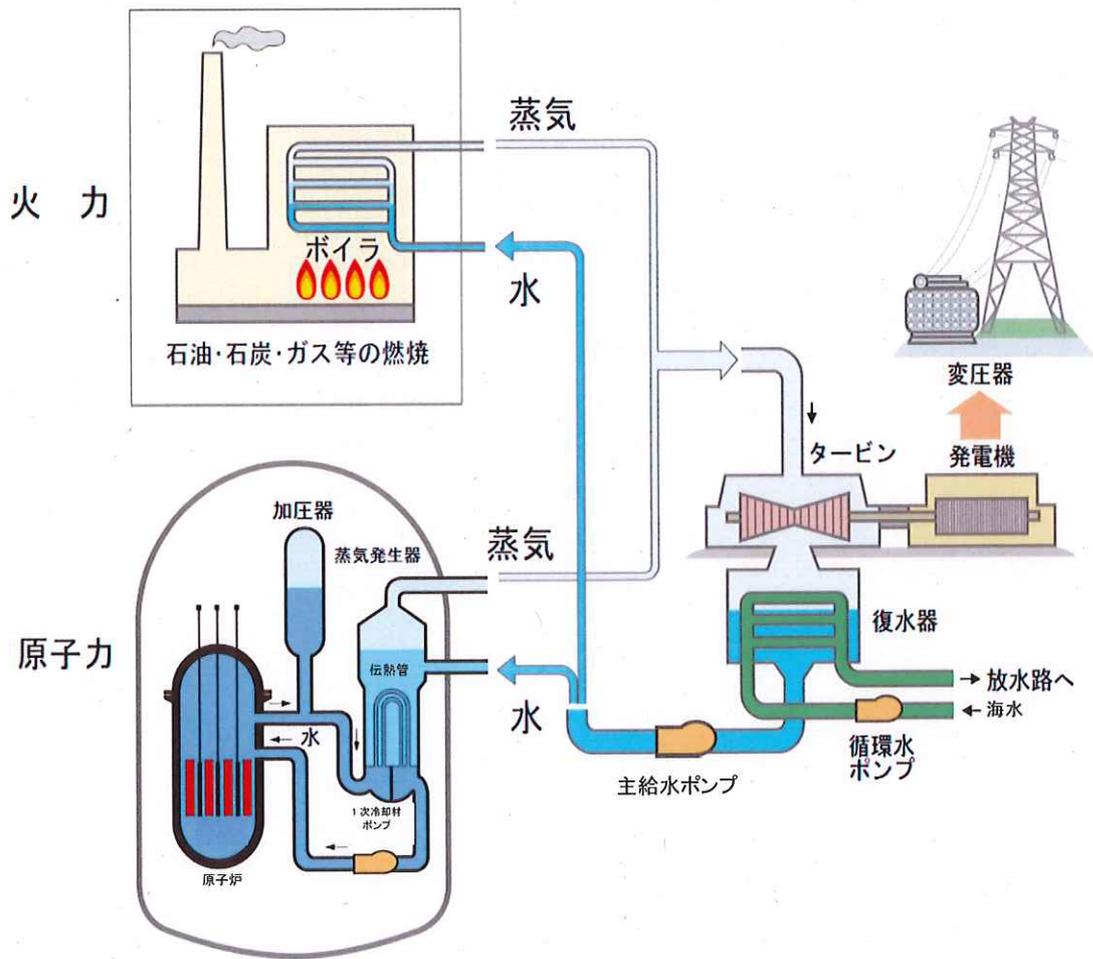


図1 火力発電と原子力発電の比較

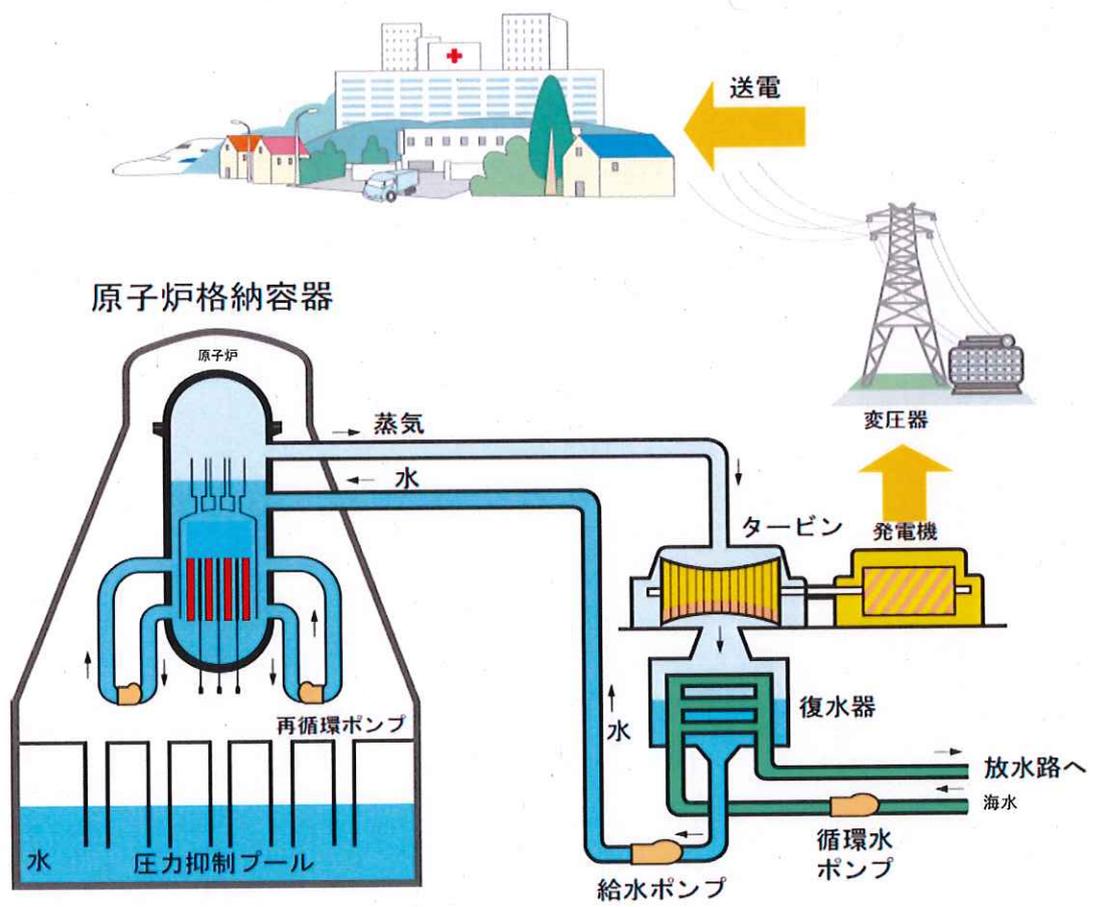


図2 沸騰水型原子力発電所の仕組み

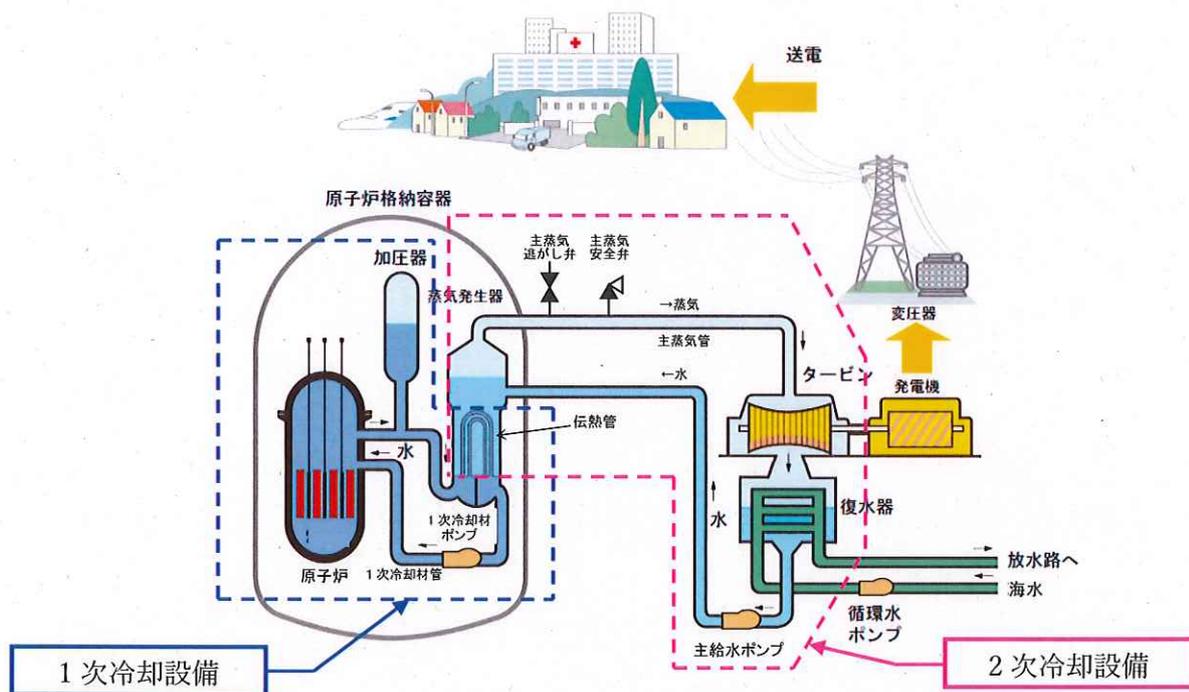
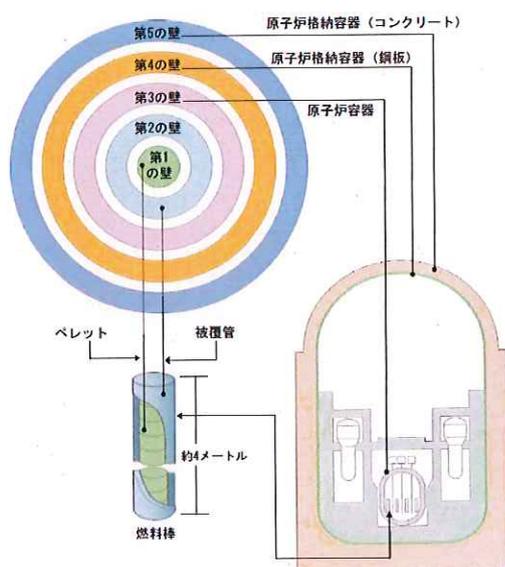


図3 加圧水型原子力発電所の仕組み



第1の障壁：燃料ペレット

- ・二酸化ウランを焼き固めたもので化学的に非常に安定しており、核分裂生成物の大部分を閉じ込めることができる。

第2の障壁：燃料被覆管

- ・高温水への強度と耐食性を有するジルコニウム合金製で、気密性を有し気体状の放射性物質を閉じ込めることができる。

第3の障壁：原子炉冷却材圧力バウンダリ

- ・原子炉容器や1次系配管等で構成され、燃料被覆管から漏えいした放射性物質を閉じ込めることができる。

第4の障壁：原子炉格納容器（鋼板）

- ・気密性を確保するための鋼製ライニングで、事故時に1次系配管等の破断等により漏えいした放射性物質を閉じ込めることができる。

第5の障壁：原子炉格納容器（コンクリート）

- ・耐圧性に優れたプレストレストコンクリート造の円筒形耐圧容器で、内圧上昇時にその内面の鋼板とともに放射性物質を閉じ込める。

図4 放射性物質を周辺環境に放出させないための多重の障壁

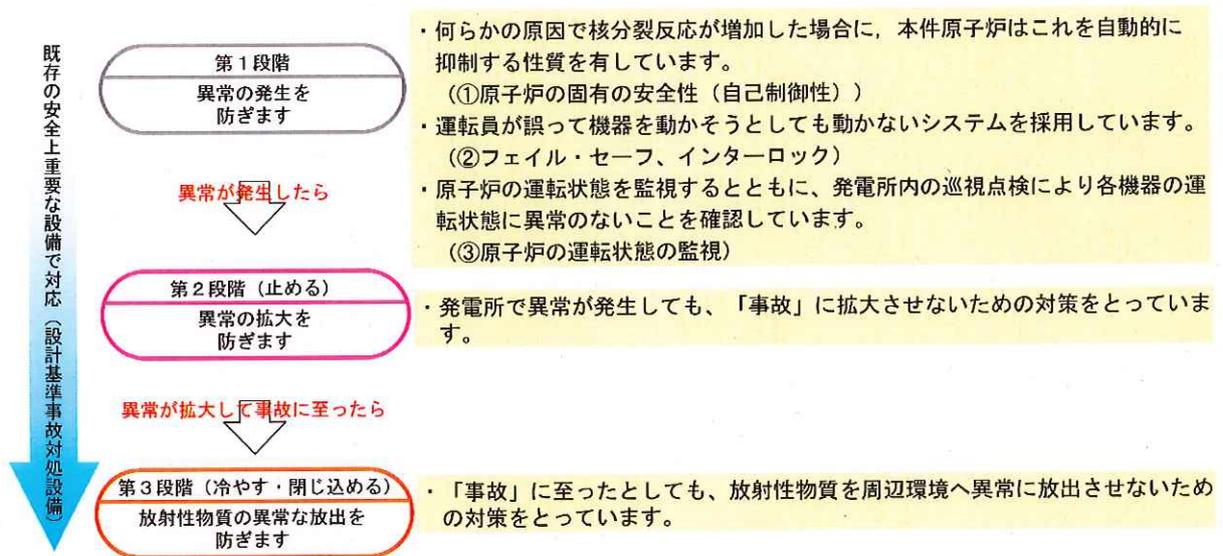


図5 本件原子力発電所における基本的な安全確保対応の流れ

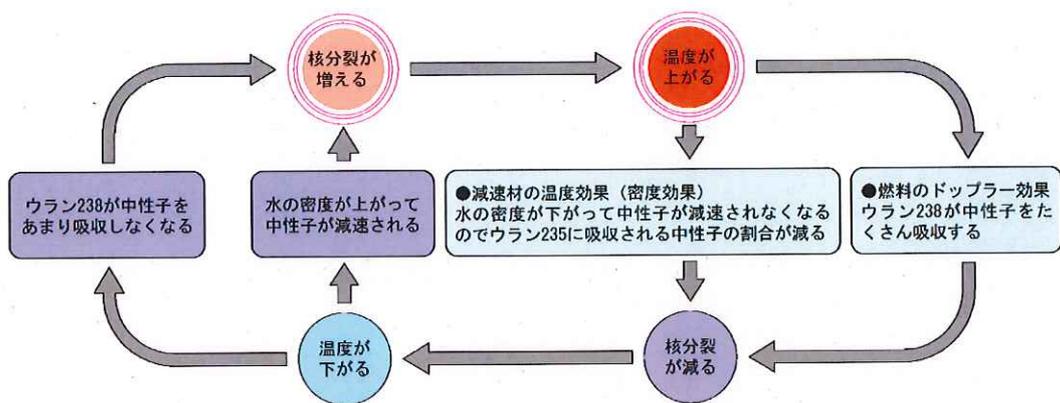


図6 原子炉固有の安全性

検知項目	検出器
原子炉の運転（核分裂）状況に係る異常の兆候	中性子束計，1次冷却材温度計，1次冷却材圧力計
燃料被覆管からの核分裂生成物の漏えい	1次冷却材モニタ（1次冷却材の放射線量の測定）
原子炉冷却材圧力バウンダリからの1次冷却材の漏えい	1次冷却材流量計，格納容器サンプ水位計，エリアモニタ（原子炉格納容器内の放射線量の測定）
1次冷却材ポンプの異常	1次冷却材ポンプ振動計，1次冷却材ポンプ電動機電圧計・電流計・周波数計，I T V（テレビモニタ）
1次冷却材系統の異常（異物等）	ルースパーツモニタ（音響計）
地震加速度	地震加速度計，原子炉停止用地震感知器

表1 異常を早期にかつ確実に検知するための計測制御設備（検出器）の例

中性子源領域中性子束 高
中間領域中性子束 高
出力領域中性子束 高
出力領域中性子束変化率 高
過大温度 ΔT 高
過大出力 ΔT 高
加圧器水位 高
非常用炉心冷却設備 (ECCS) 作動
原子炉圧力 高
原子炉圧力 低
1次冷却材流量 低
1次冷却材ポンプ電源電圧 低
1次冷却材ポンプ電源周波数 低
タービントリップ
蒸気発生器水位 低
地震加速度 高 (水平方向/鉛直方向)
手動トリップ

表2 原子炉トリップ信号の一覧

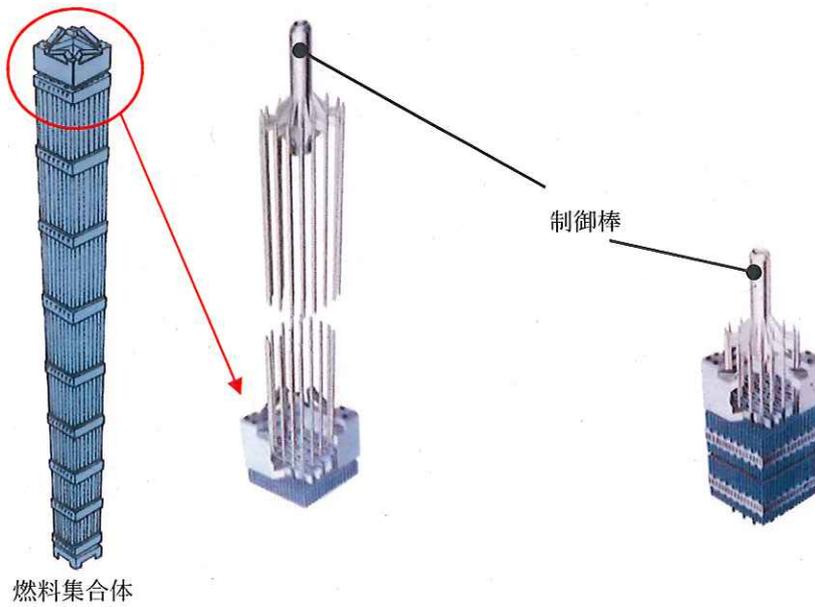
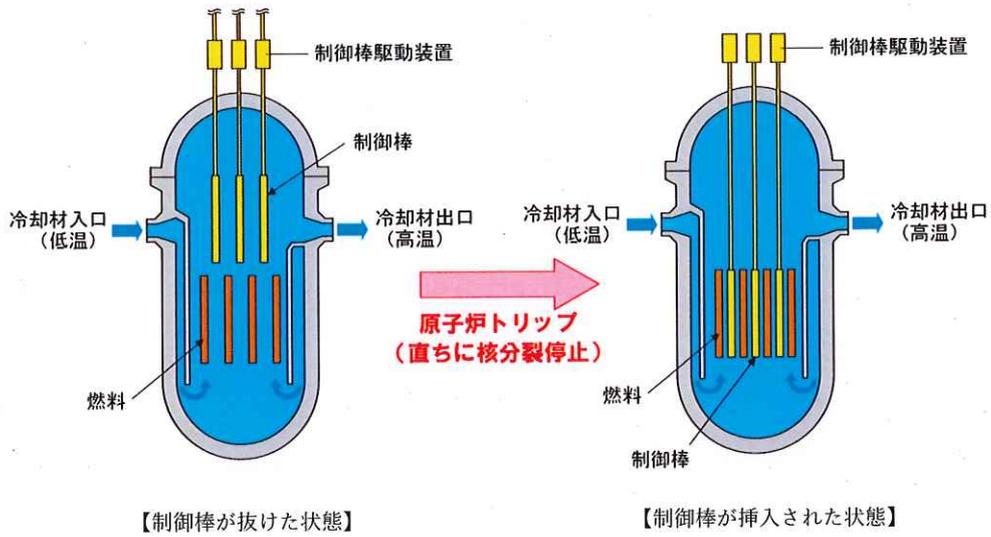


図7 原子炉緊急停止時の制御棒の動作

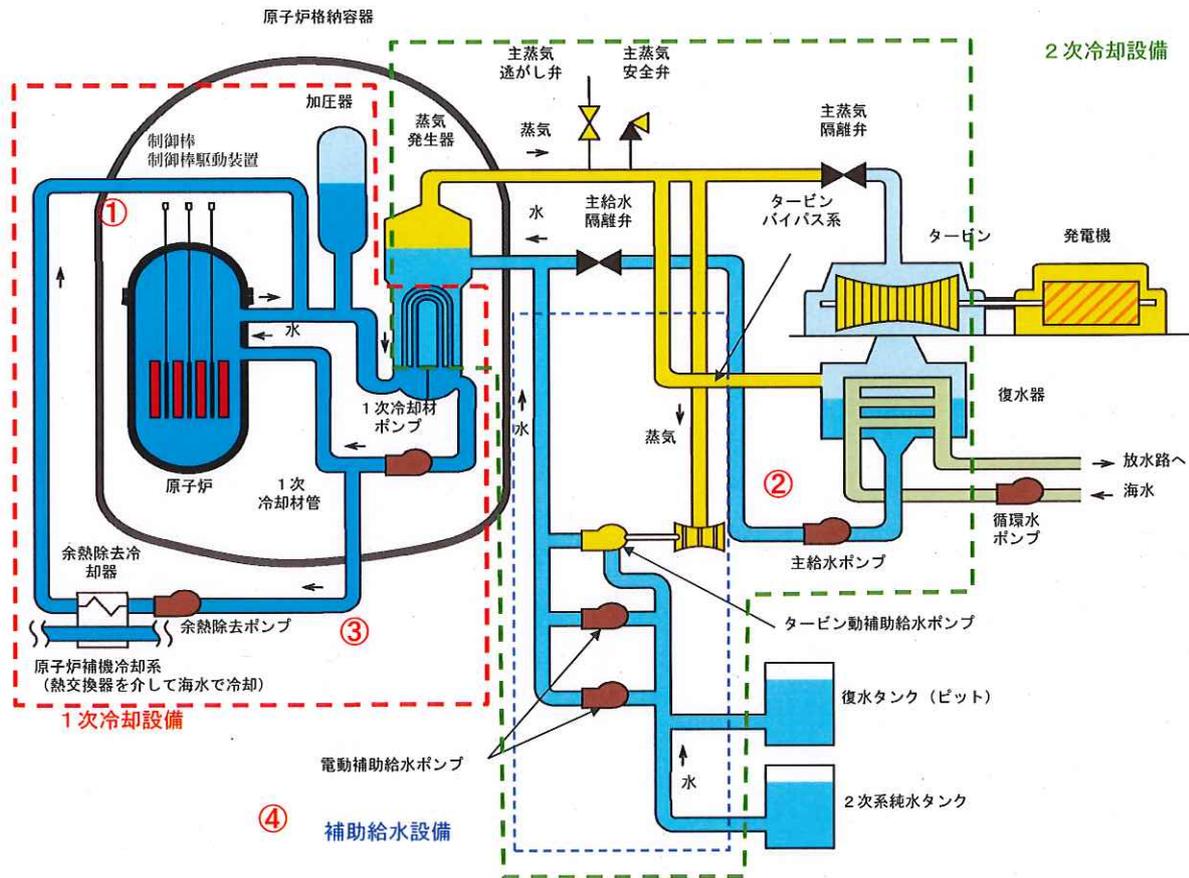


図8 原子炉停止後に崩壊熱を除去する冷却設備の概略図

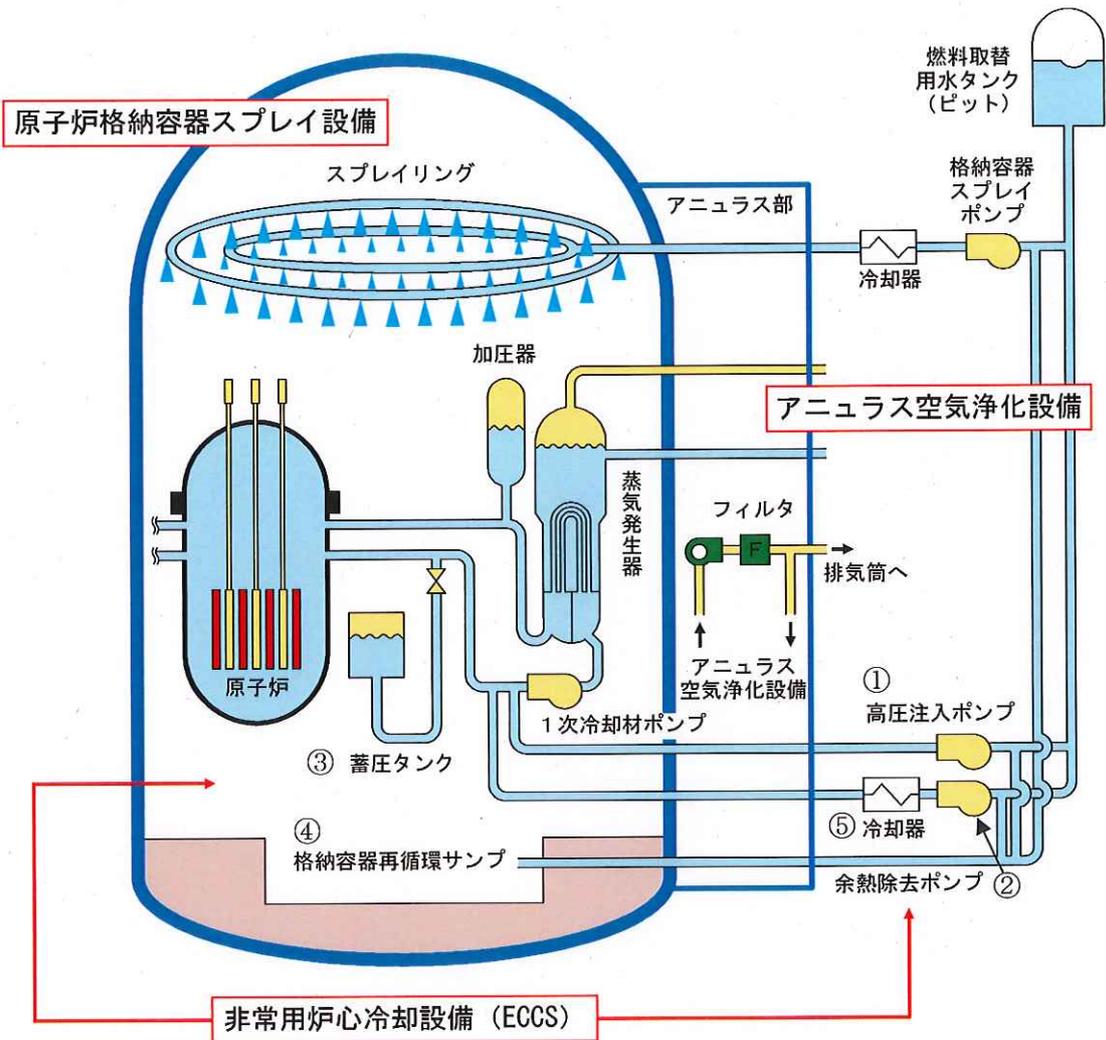
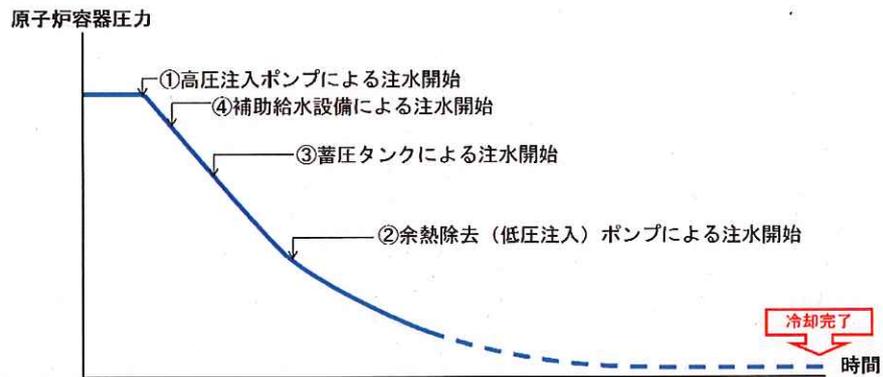


図9 ECCS等の概略図



LOCA発生	▽
1 ECCS作動	▽ 原子炉トリップ
①高圧注入系	▽ 高圧注入ポンプ、
②低圧注入系	余熱除去(低圧注入)ポンプ起動
③蓄圧注入系	▽ 蓄圧タンク逆止弁の自動開放
2 ④補助給水設備作動	▽ 補助給水ポンプ起動

※ LOCAによる1次冷却材の漏えい量が多い場合は、原子炉容器の圧力が図のような緩やかな圧力の低下ではなく、直ちに低下するため、高圧注入系、低圧注入系及び蓄圧注入系のほう酸水がほぼ同時に炉心へ注入され、事象発生の数十分後に再循環モードとなる。

図10 LOCA時における原子炉等への注水の流れ

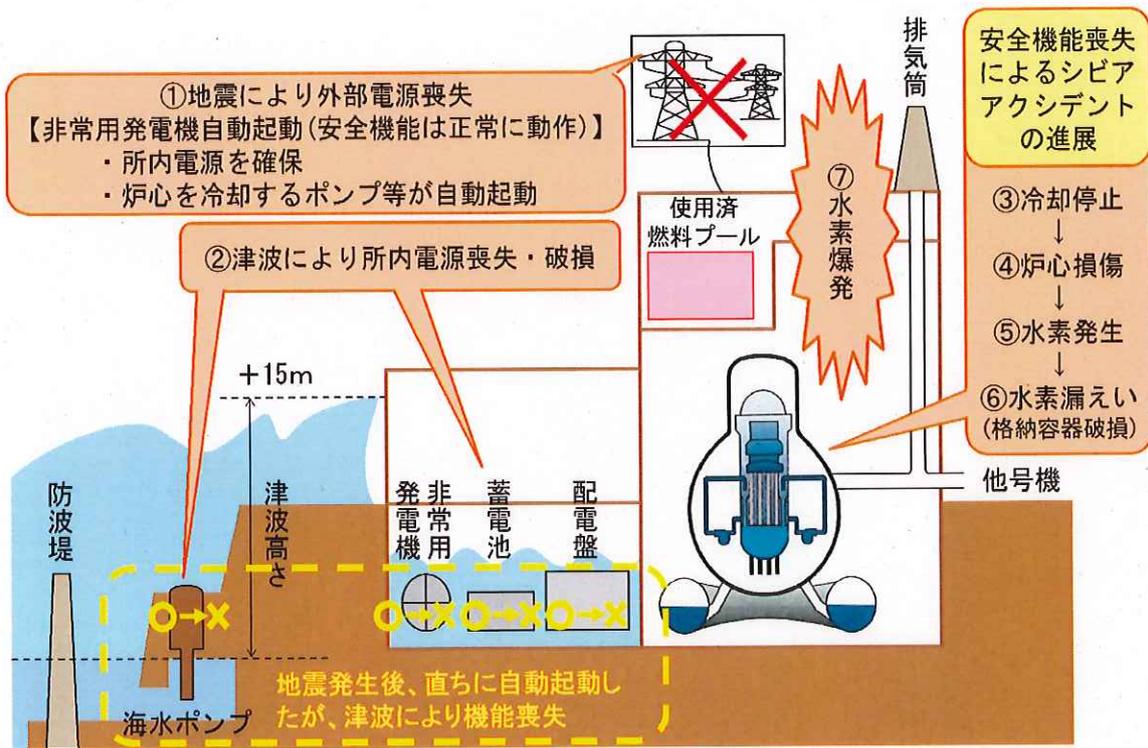


図11 福島第一原子力発電所事故の概要

	福島第一原子力発電所 事故前	福島第一原子力発電所 事故後
地震 (基準地震動の最大加速度)	540ガル	620ガル
津波 (津波高さ)	約2m	約6m (<敷地高さ約11m)
火山 (降下火砕物の層厚)	—	10cm
竜巻 (最大風速)	—	100m/s

表3 主な自然現象の想定

既存の安全上重要な設備
【設計基準事故対処設備】

冷やす・閉じ込める	高圧注入ポンプ (2台)
	蓄圧タンク (4基)
	余熱除去ポンプ (2台)
	補助給水設備 (電動: 2台、タービン動: 1台)
	格納容器スプレイ設備 (2台)



電源	交流	非常用ディーゼル発電機 (2台)
	直流	蓄電池 (安全防護系用) (2組)



注: 共用の記載がない場合は、各号機1機あたりの台数を示す。

福島第一原子力発電所事故を契機とした
更なる安全確保対策 (例)
【重大事故等対処設備】

冷やす・閉じ込める	常設電動注入ポンプ (1台)
	可搬型ディーゼル注入ポンプ (6台/共用)
	移動式大容量ポンプ車 (4台/共用)
	電気式水素燃焼装置 (イグナイタ) (14個)
	静的触媒式水素再結合装置 (PAR) (5個) (PAR: Passive Autocatalytic Recombiner)
放水砲 (2個/共用)	

電源	交流	大容量空冷式発電機 (1台)、号炉間電力融通ケーブル、 高圧発電機車 (4台/共用)、中容量発電機 (2台/共用)
	直流	蓄電池 (重大事故対処用) (2組) (既設の蓄電池と組み合わせて使用することで計24時間、 原子炉等の計測・制御機器への電力供給が可能)

図12 新たに配備した常設及び可搬型の主な設備

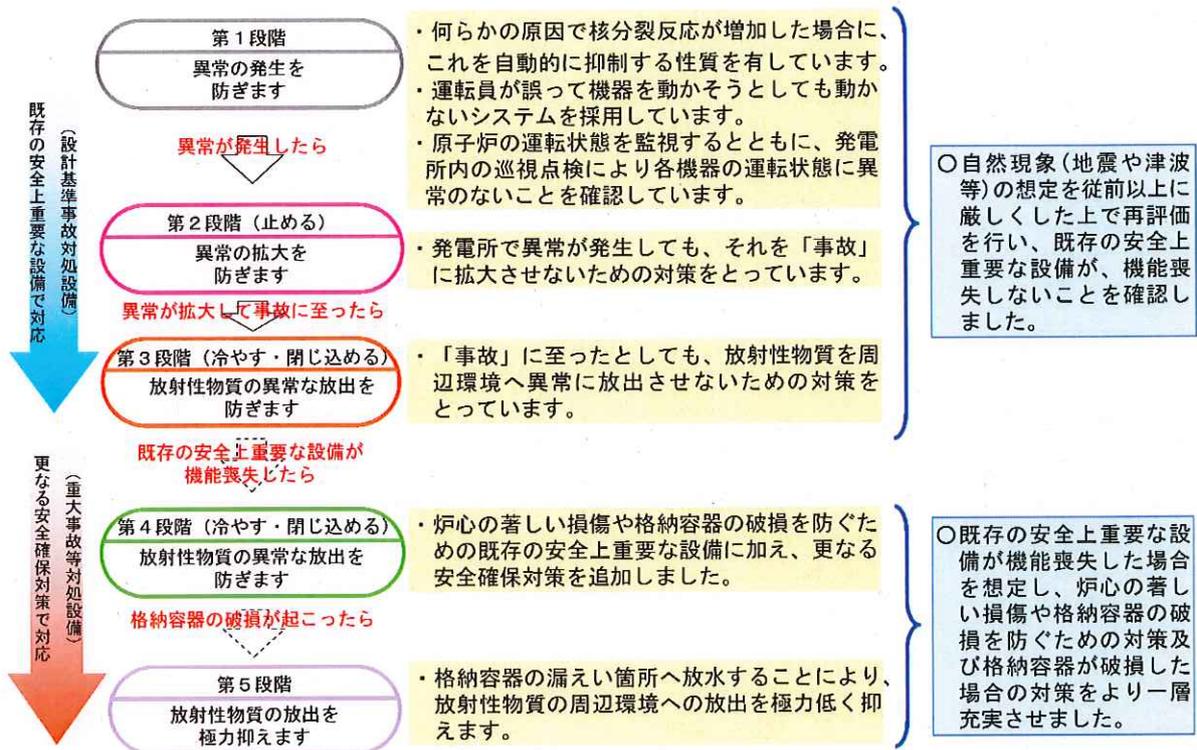


図13 本件原子力発電所における安全確保対応の流れ
(福島第一原子力発電所事故後)

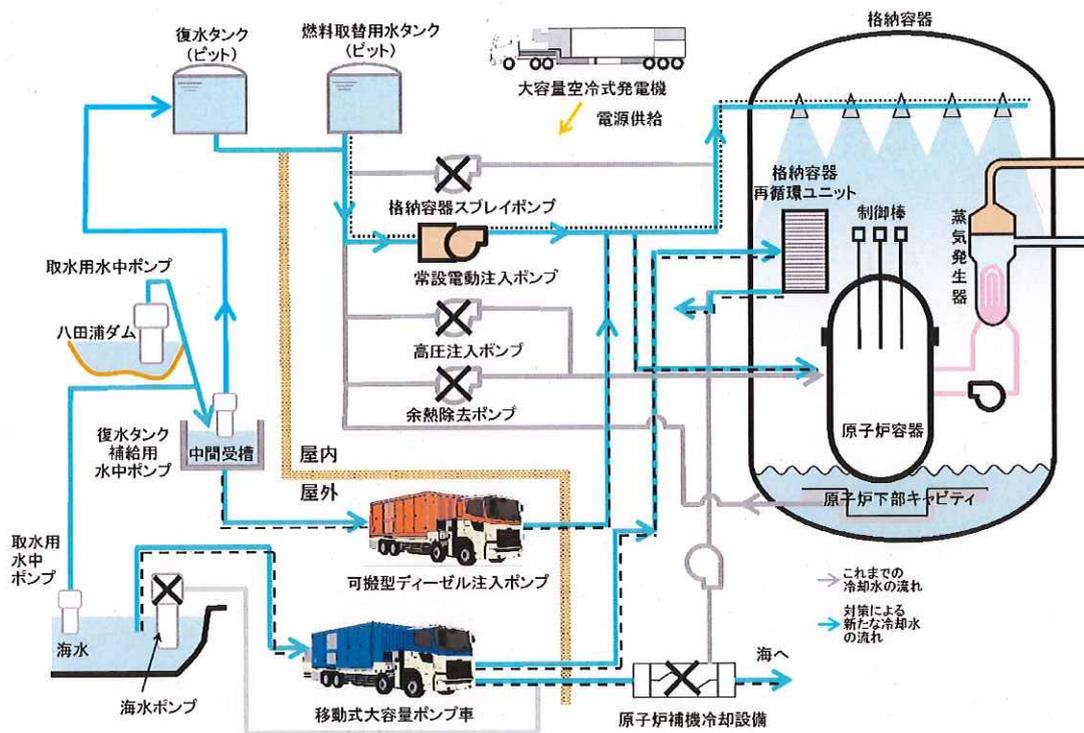
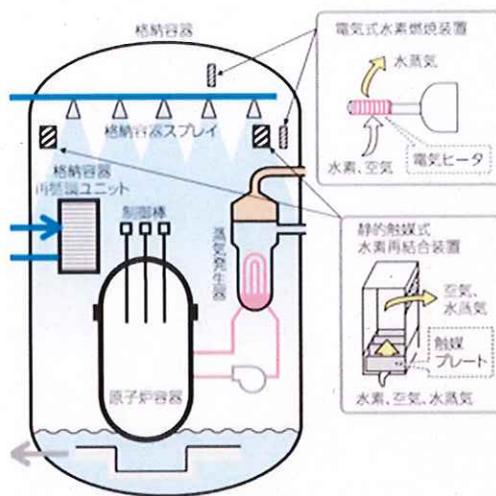


図14 既存の安全上重要な設備が機能喪失した場合の冷却手段



電気式水素燃焼装置
(イグナイタ)



静的触媒式水素再結合装置
(PAR)

図15 水素爆発防止対策

格納容器破損モード	評価事故シナリオ	主な格納容器破損防止対策	有効性があることを確認するための評価項目に対する評価結果
①-1 格納容器過圧破損 ¹	大破断LOCA ² 時に低圧注入機能、高圧注入機能及び格納容器スプレイトによる格納容器内自然対流冷却	<ul style="list-style-type: none"> ・常設電動注入ポンプによる代替格納容器スプレイト ・A, B 格納容器再循環ユニットによる格納容器内自然対流冷却 	<p>以下の評価項目を満足することを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器パウダリにかかる圧力及び温度 ・放射性物質の総放出量 ・原子炉心と原子炉下部キャビティ³水の相互作用により原子炉格納容器の健全性に影響を与えないこと ・原子炉格納容器内の水素蓄積を想定した場合の原子炉格納容器パウダリにかかる圧力 ・原子炉下部キャビティ床面（ベースマツト）に有意な侵食は発生しないこと <p>なお、原子炉格納容器内の水素濃度については、格納容器スプレイトが作動することにより本評価事故シナリオより水素濃度が高くなる④にて評価。</p>
① 雰囲気圧力・温度による静的負荷	外部電源喪失時に非常用所内交流動力電源が喪失（全交流動力電源喪失）し、補助給水機能が喪失する事故 ⁴	<ul style="list-style-type: none"> ・加圧器逃がし弁による1次系強制減圧 ・常設電動注入ポンプによる代替格納容器スプレイト ・A, B 格納容器再循環ユニットによる格納容器内自然対流冷却 	<p>以下の評価項目を満足することを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器パウダリにかかる圧力及び温度 ・原子炉格納容器破損時の1次系圧力 ・原子炉格納容器内の水素蓄積を想定した場合の原子炉格納容器パウダリにかかる圧力 <p>なお、放射性物質の総放出量は、本評価事故シナリオより炉心溶融が早く、事象進展中は原子炉格納容器圧力が高く推移し、環境に放出される放射性物質が多くなる①-1にて評価。</p> <p>溶融炉心と原子炉下部キャビティ水の相互作用及び原子炉下部キャビティ床面の有意な侵食については、本事故シナリオより炉心溶融開始及び原子炉格納容器破損時間が早く、溶融炉心が崩壊熱が大きい状態で原子炉下部キャビティに落下し、より厳しい条件となる③及び⑥にて評価。</p> <p>原子炉格納容器内の水素濃度については、全炉心内ジルコニウム量の75%が水と反応して水素が発生することを想定したより厳しい条件となる④にて評価。</p>
② 高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱 ⁴	①-2と同様	①-2と同様	①-2と同様
③ 原子炉圧力容器外の溶融燃料-冷却材相互作用 ⁵	①-1と同様	①-1と同様	①-1と同様

※1：常設電動注入ポンプを用いた代替格納容器スプレイト及びA, B 格納容器再循環ユニットを用いた格納容器内自然対流冷却の有効性を確認する観点から、全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失を考慮する。

表4 原子炉格納容器の破損を防止するための対策に係る有効性評価（運転中の原子炉における重大事故）（1/2）

¹ 格納容器過圧・過温破損：原子炉格納容器内へ流出した高温の原子炉冷却材及び溶融炉心の崩壊熱等の熱によって発生した蒸気、金属-水反応反応によって発生した非凝縮性ガスなどの蓄積によって、原子炉格納容器内の雰囲気圧力・温度が緩慢に上昇し原子炉格納容器が破損することを想定するもの。

² 大破断LOCA：1次冷却材管の両端破断のように、事象初期に急激な1次系の減圧を生じるもので、著圧注入系及び低圧注入系により直ちに炉心冷却が可能となる規模のLOCA。

³ 原子炉下部キャビティ：原子炉格納容器における原子炉容器下部の空間で、原子炉容器が破損した場合、溶融炉心はここに流出する。

⁴ 高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱：原子炉容器が高い圧力の状況で損傷すると、溶融炉心並びに水蒸気及び水素が急速に放出され、原子炉格納容器に熱的・機械的な負荷が発生して原子炉格納容器が破損することを想定するもの。

⁵ 原子炉圧力容器外の溶融燃料-冷却材相互作用：溶融炉心と原子炉容器外の冷却材が接触して一時的な圧力の急上昇が生じる可能性がある。このときに大きなエネルギーが発生することによって構造物が破壊され原子炉格納容器が破損するもの。

格納容器破損モード	評価事故シナリオ	主な格納容器破損防止対策	有効性があることを確認するための評価項目に対する主な評価結果
④ 水素燃焼 ⁶	大破断 LOCA 時に低圧注入機能、高圧注入機能が喪失する事故	・ 静的触媒式水素再結合装置 ⁷ による水素濃度低減	以下の評価項目を満足することを確認した。 ・ 原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度 ・ 原子炉格納容器破損時の 1 次系圧力 ・ 原子炉格納容器内の水素蓄積を想定した場合の原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力 ・ 原子炉格納容器内の水素濃度 なお、放射性物質の総放出量については、本評価事故シナリオよりも炉心溶融開始が早く、事象進展中は原子炉格納容器圧力が高く推移し、環境に放出される放射性物質が多くなる①・1にて評価。 溶融炉心と原子炉下部キャビティ水の相互作用及び原子炉下部キャビティ床面の有意な侵食について、本事故シナリオより炉心溶融開始及び原子炉格納容器破損時間が早く、溶融炉心の崩壊熱が大きい状態で原子炉下部キャビティに落下し、より厳しい条件となる③及び⑥にて評価。
⑤ 格納容器直接接触 (シエルトアタック) ⁸	発生の可能性なし ^{※2}	—	左記理由により評価なし
⑥ 溶融炉心・コンクリート相互作用 ⁹	①・1と同様	①・1と同様	①・1と同様

※2：原子炉格納容器が小さく、原子炉下部のベデスタル（原子炉容器から流出した溶融炉心が落下する台座で囲われたエリア）に開口部があるBWRマーク I 型の原子炉格納容器特有の事象であり、PWR（本件原子力発電所）では、原子炉格納容器が大きく、溶融炉心が壁面に流れる構造ではない。このため、格納容器直接接触（シエルトアタック）の発生の可能性はない。【丙46 (1-11頁)】

表 4 原子炉格納容器の破損を防止するための対策に係る有効性評価（運転中の原子炉における重大事故）（2/2）

⁶ 水素燃焼：原子炉格納容器内に酸素等の反応性のガスが混在していると、水-ジウム反応等によって発生した水素と反応することによって激しい燃焼が生じ、原子炉格納容器が破損すること
を想定するもの。
⁷ 静的触媒式水素再結合装置：触媒（白金、パラジウム）により水素を酸素と反応させて水にする装置。P A R とは、「Passive Autocatalytic Recombiner」の略。
⁸ 格納容器直接接触（シエルトアタック）：原子炉容器内の溶融炉心が原子炉格納容器の壁に接触することによって原子炉格納容器が破
損すること想定するもの。
⁹ 溶融炉心・コンクリート相互作用：M C C I 「Molten Core Concrete Interaction」の略。原子炉容器内の溶融炉心が原子炉格納容器内の床土へ流れ出し、溶融炉心からの崩壊熱や化学反応によつ
て、原子炉格納容器床のコンクリートが侵食され、原子炉格納容器内の構造部材の支持機能が喪失することを想定するもの。

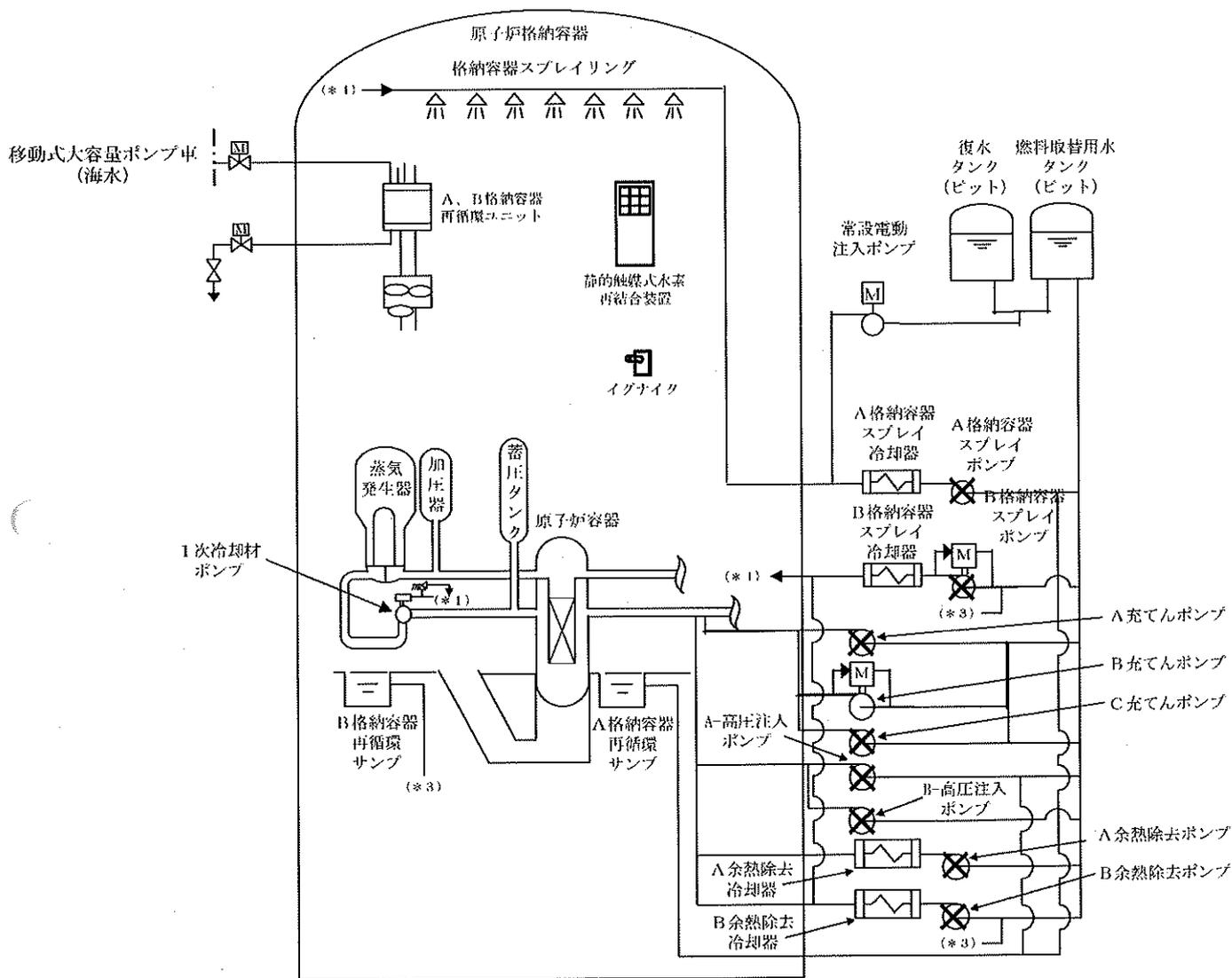
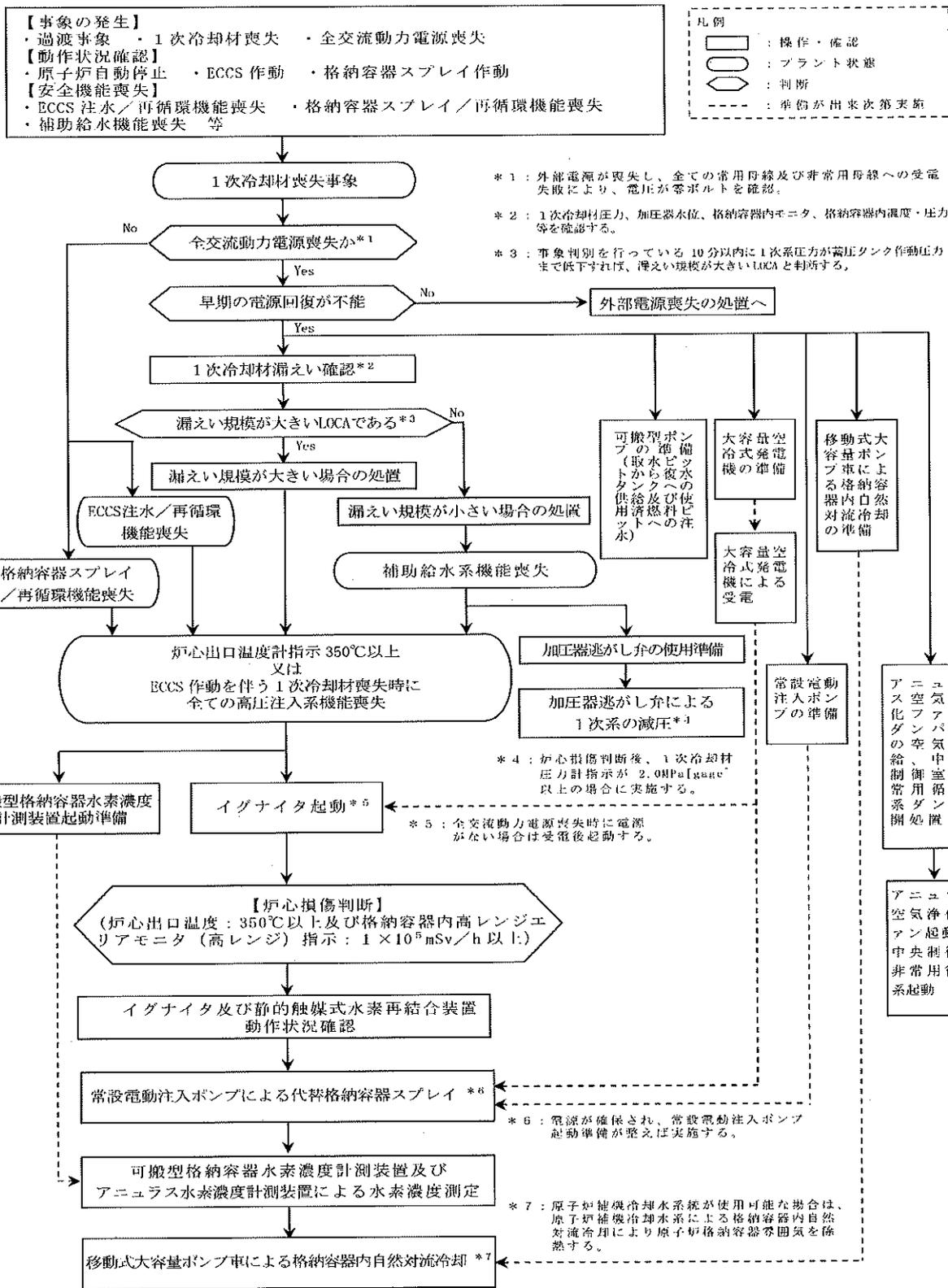


図16 格納容器過圧破損の重大事故等対策の概略図



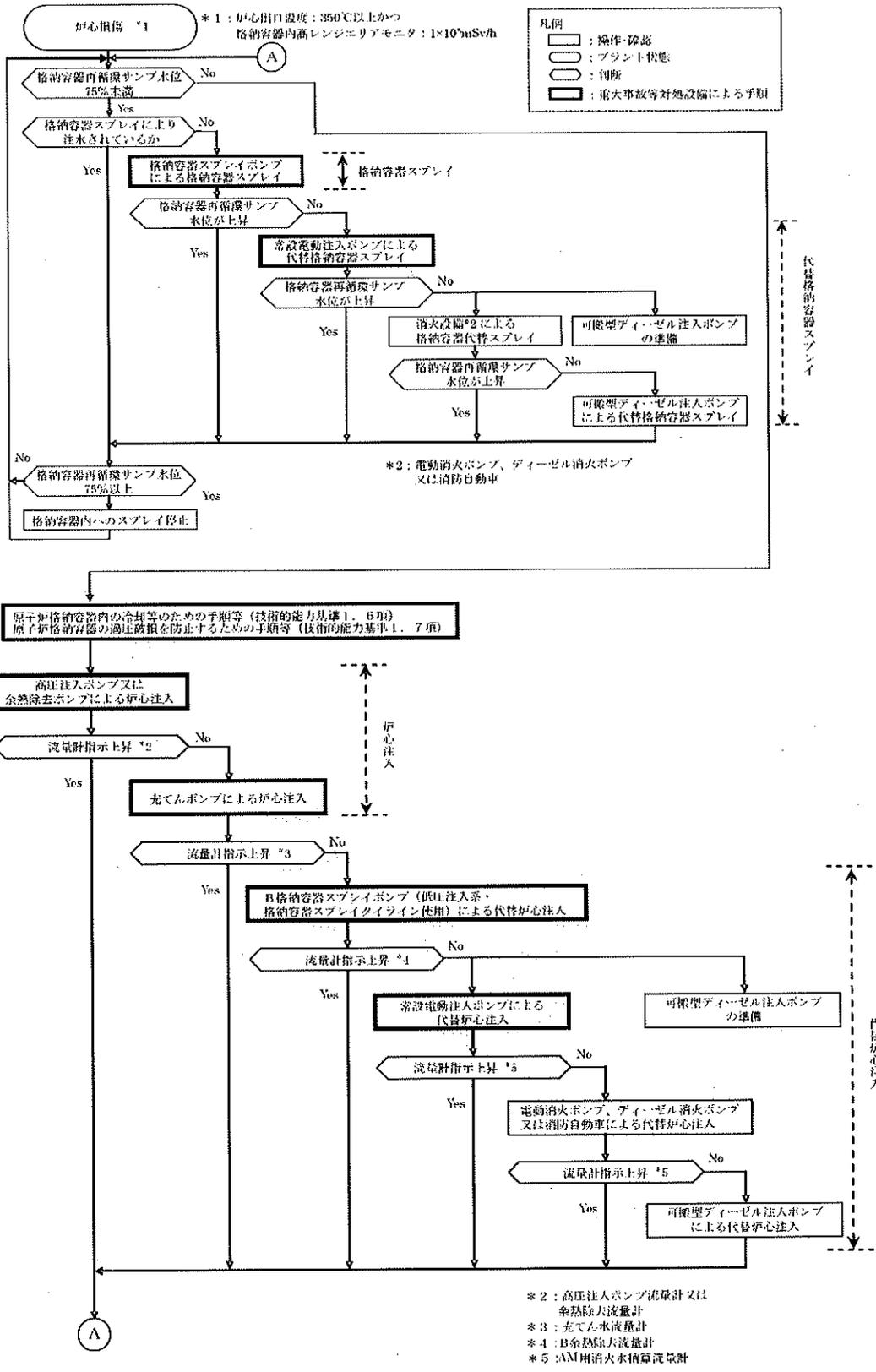


図18 格納容器下部の溶融炉心を冷却するための対応手順¹⁰
 (交流動力電源及び原子炉補機冷却機能健全時)

10 代替格納容器スプレイにおける消火設備及び可搬型ディーゼル注入ポンプは多様性拡張設備（重大事故等対処設備の機能を一部補完することができる設備）としての位置づけ。

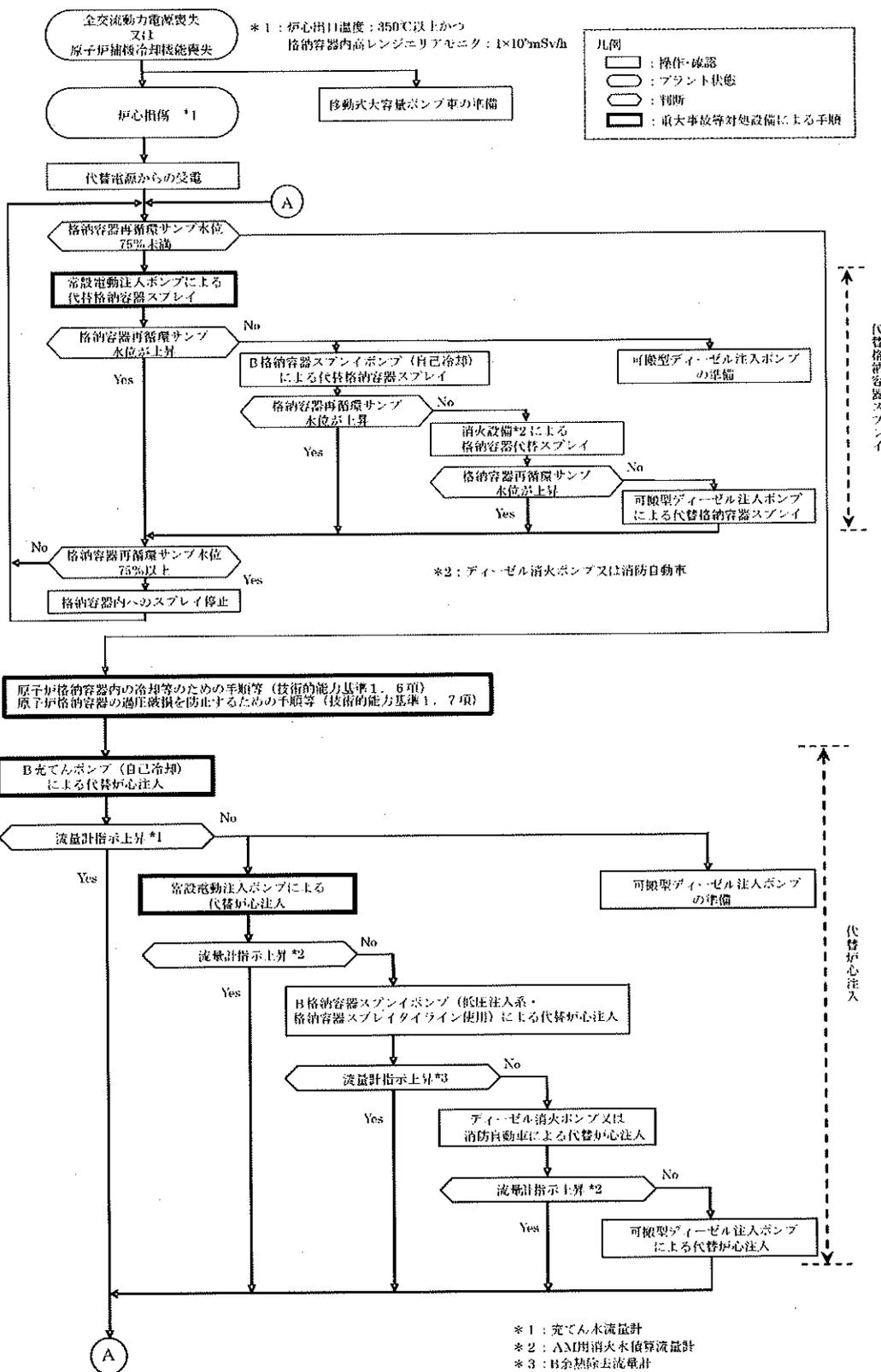


図19 格納容器下部の溶融炉心を冷却するための対応手順
(交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時)

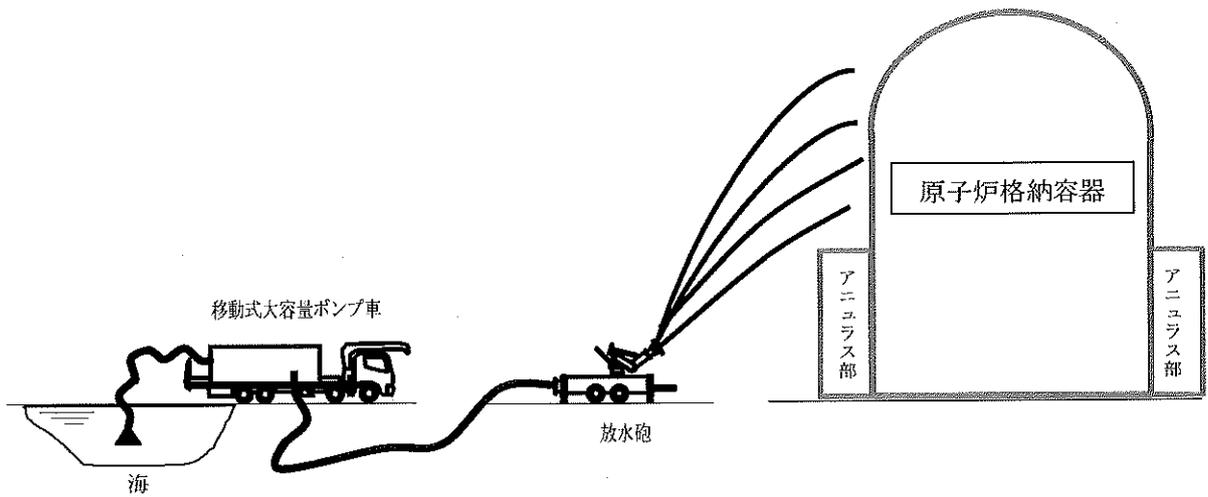


図 2 0 放射性物質の拡散を抑制するための設備の概略図

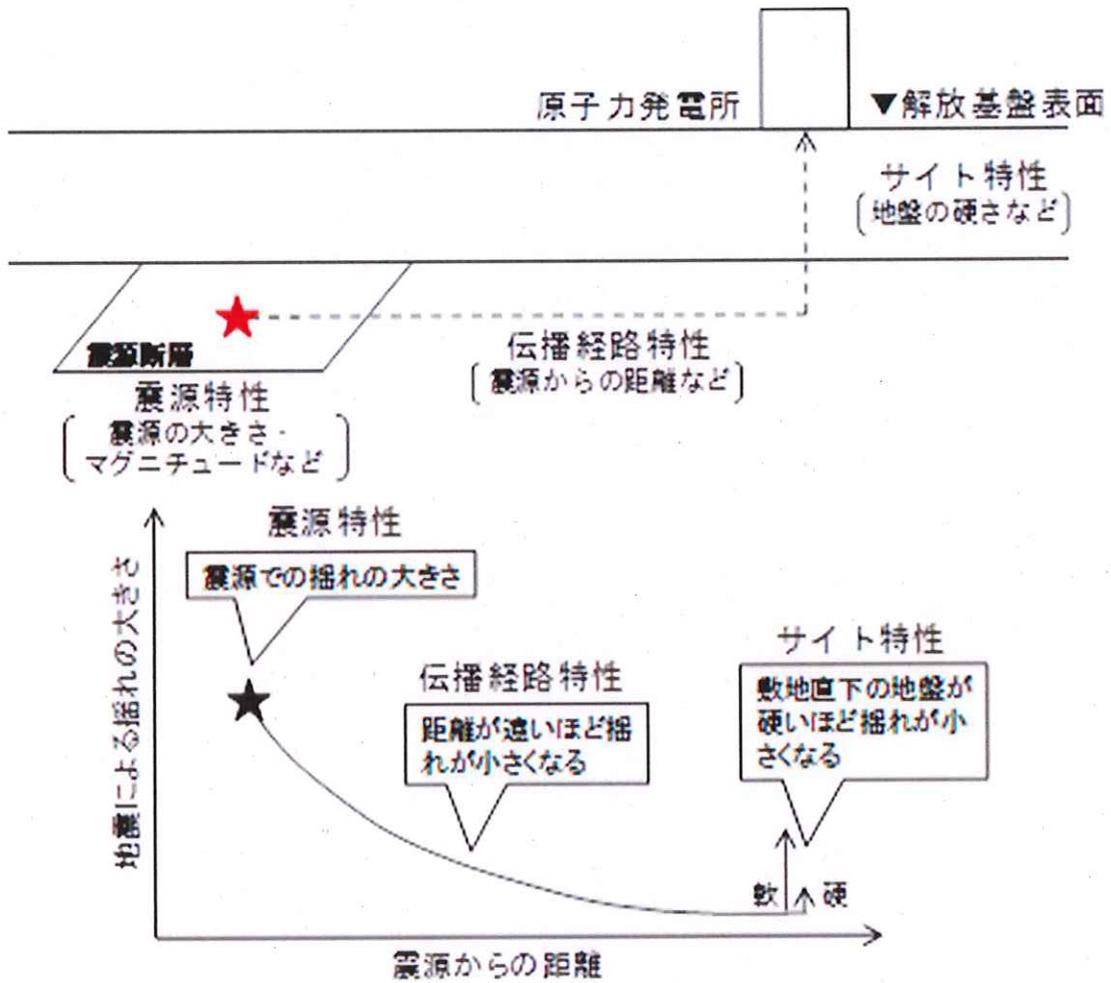


図21 震源特性・伝播経路特性・サイト特性のイメージ

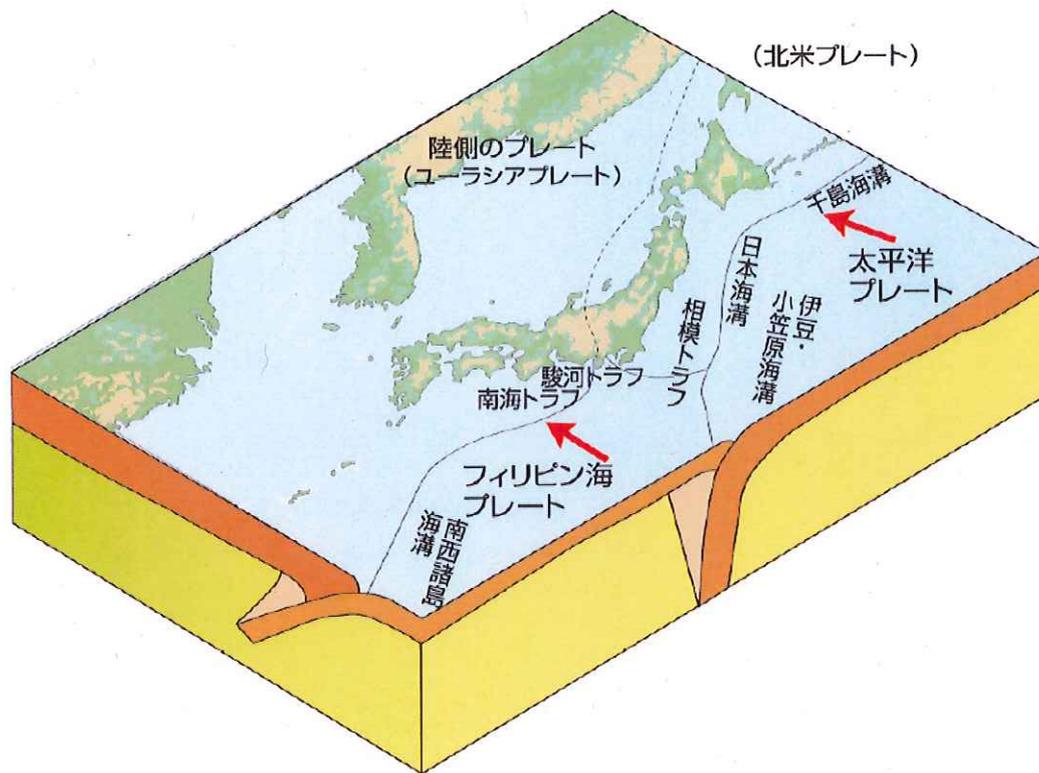


図22 日本周辺におけるプレートとその境界

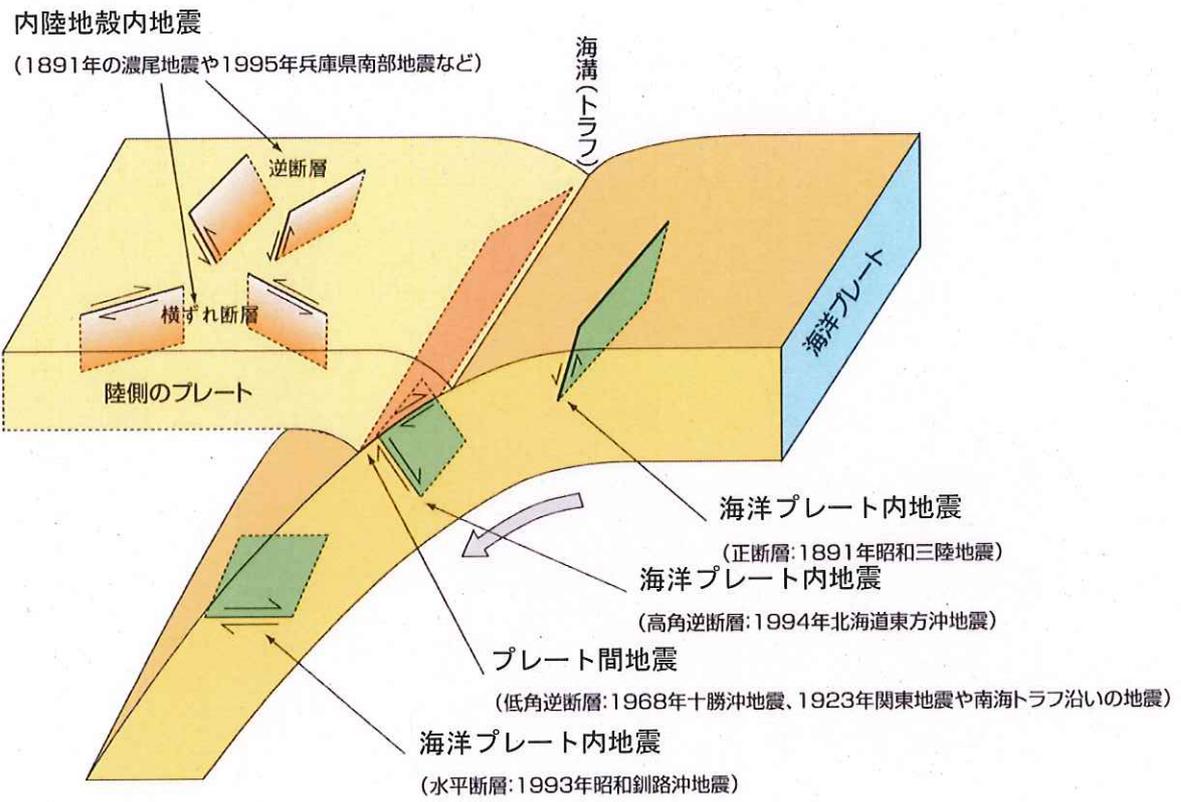
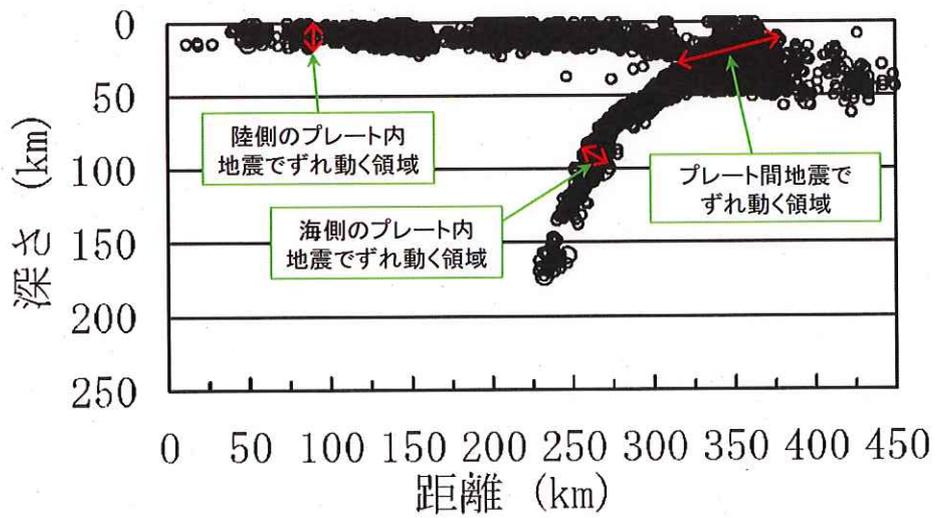


図 2 3 地震の発生様式

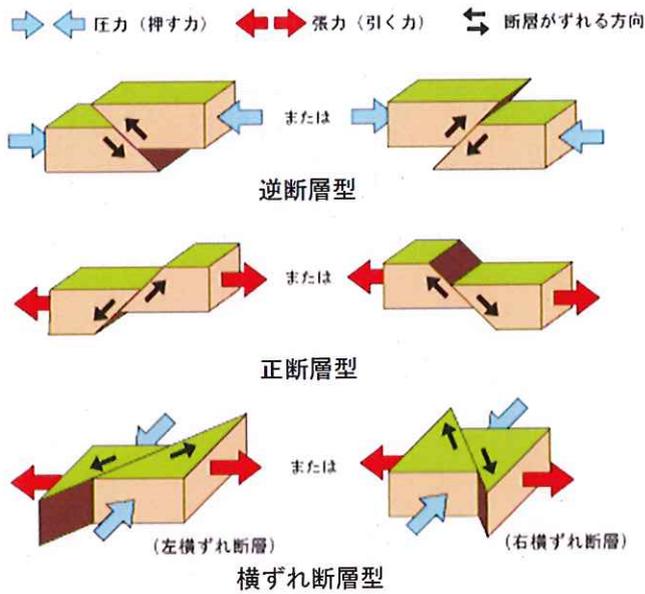


九州のプレート構造の模式図



九州で発生する微小地震の鉛直分布

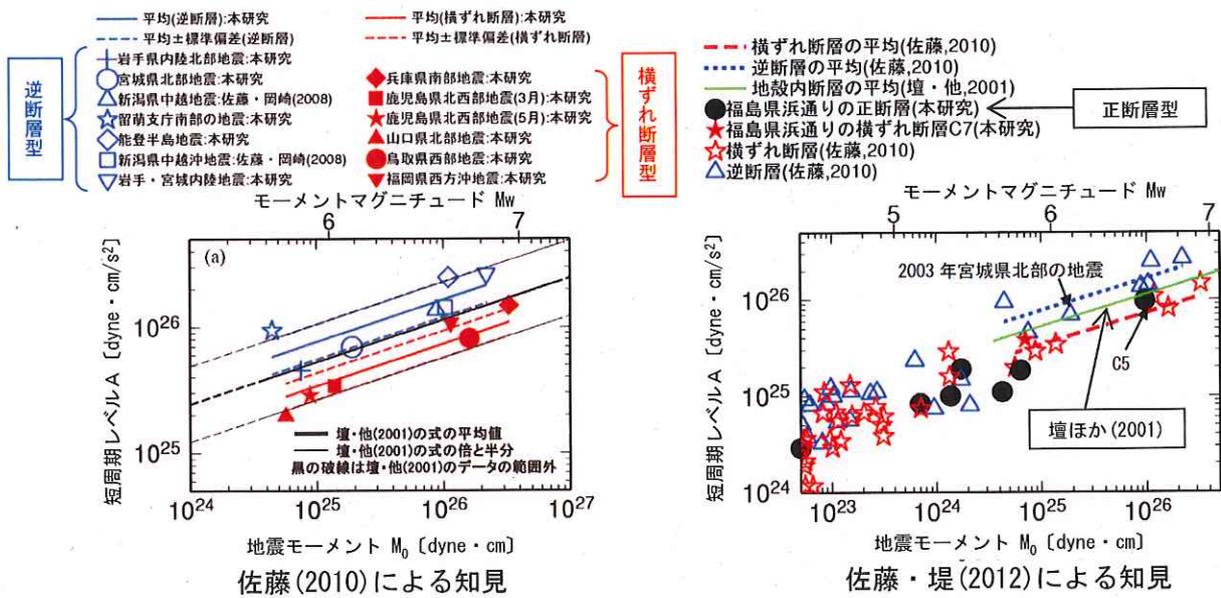
図 2 4 九州のプレート構造と微小地震の鉛直分布



○ 日本列島を囲む4つのプレートの押合いによって働く力の向きや大きさの違い（応力場）により、断層のずれ動き方（断層型）にも違いがでてくる。

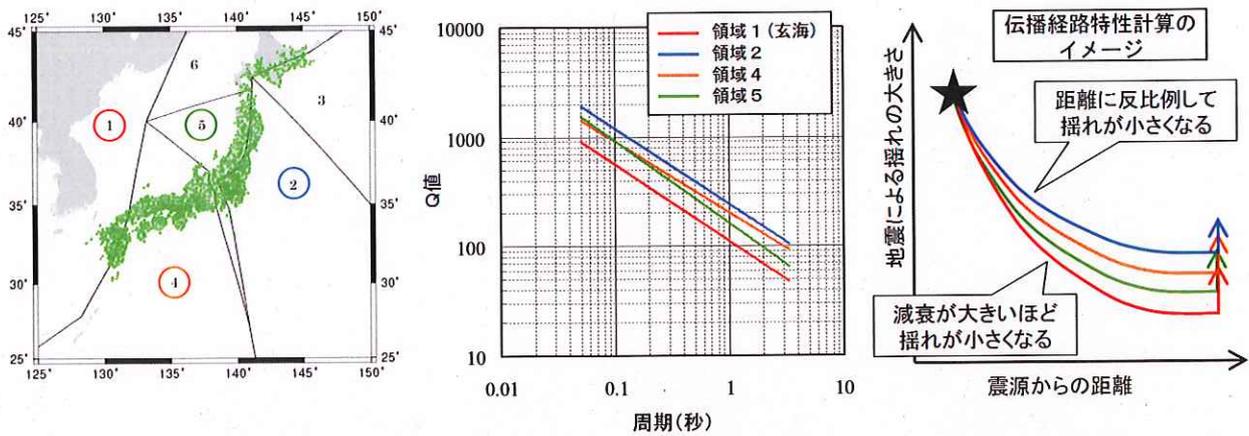
○ 断層型は、逆断層型・正断層型・横ずれ断層型の3つの型に分けられる。

図 2 5 逆断層型・正断層型・横ずれ断層型のイメージ



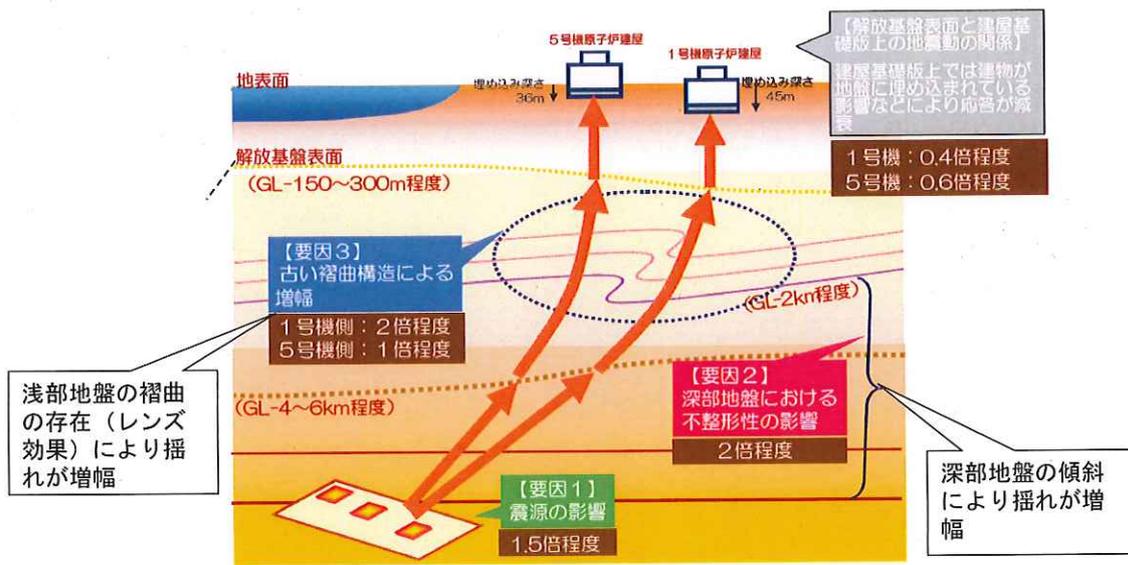
○ 短周期領域での地震による揺れの大きさを表す短周期レベルAという重要な指標によると、正断層型・横ずれ断層型の地震は、逆断層型の地震より、地震による揺れが小さい傾向が見られる。

図 2 6 断層型による揺れの大きさの違い



- 一般的には、地震による揺れは震源からの距離に反比例して小さくなる。
 - 伝播経路における減衰は、Q値という指標で表される。
(Q値が大きいほど減衰が小さく、小さいほど減衰は大きい。)
- ⇒
- 距離が遠いほど、地震による揺れは小さくなる。
 - 地震波が伝播する過程における減衰が大きいほど、地震による揺れは小さくなる

図28 伝播経路特性のイメージ



地震動が大きくなった要因の概念図

○ 深部地盤の傾斜や浅部地盤の褶曲の存在により、地震による揺れが増幅する場合があります。

図 2 9 サイト特性のイメージ (東京電力(株) (当時) 柏崎刈羽原子力発電所の例)

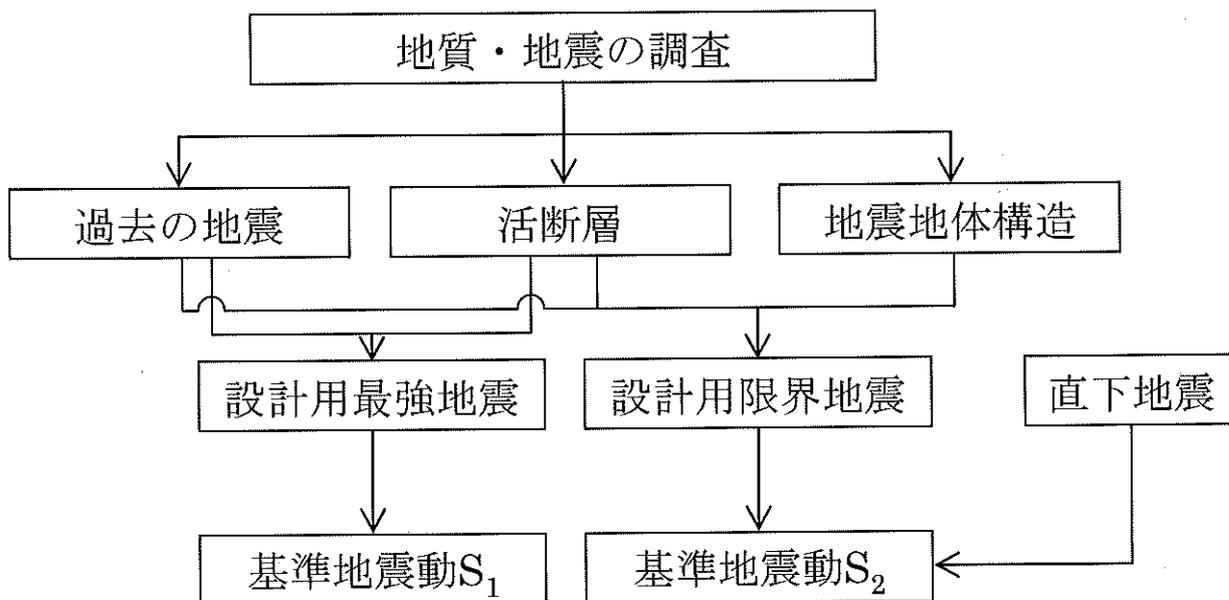


図30 3号機及び4号機基準地震動 (S₁, S₂) の策定フロー

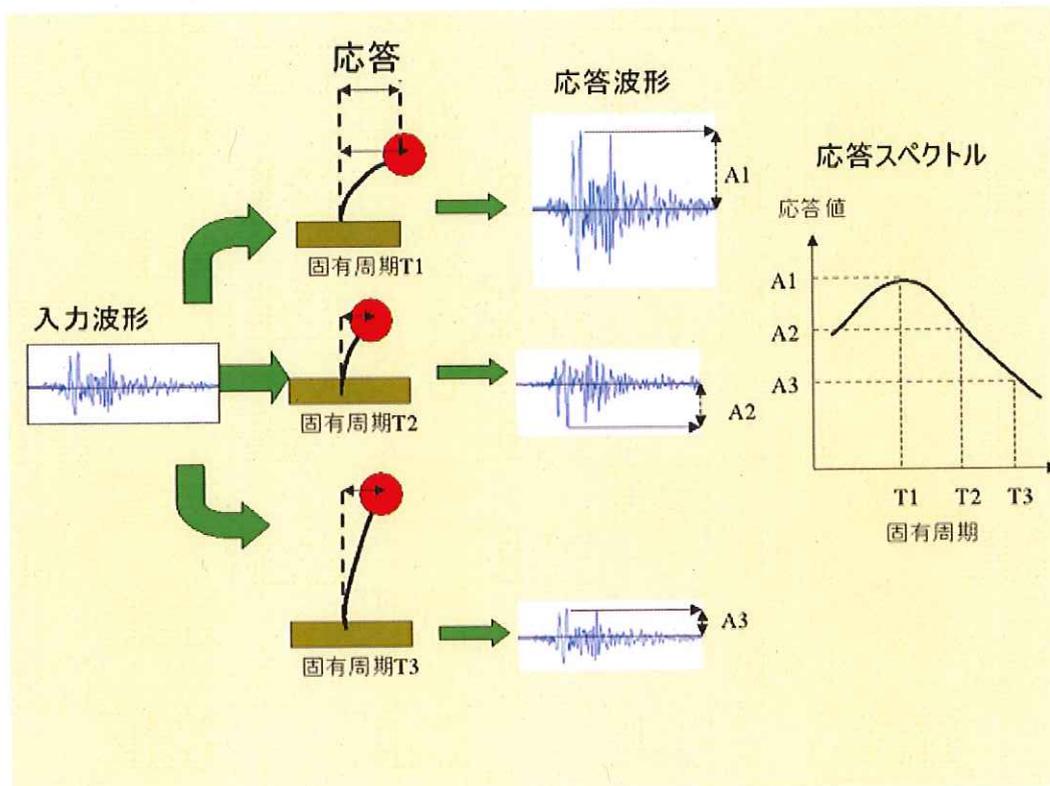
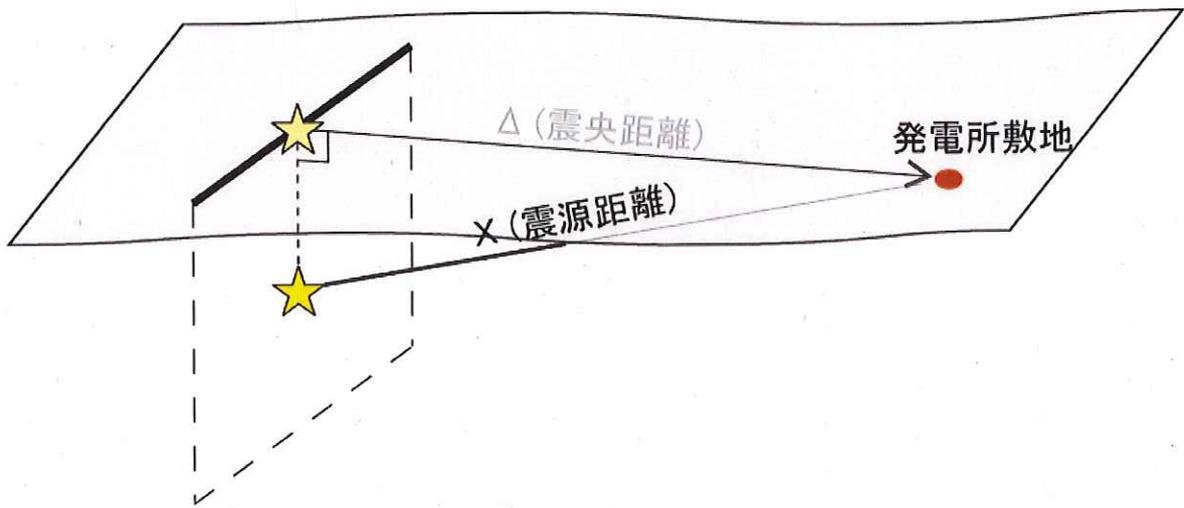


図 3 1 応答スペクトルの概念図



応答スペクトルに基づく地震動評価

図3 2 応答スペクトルに基づく地震動評価の概念図

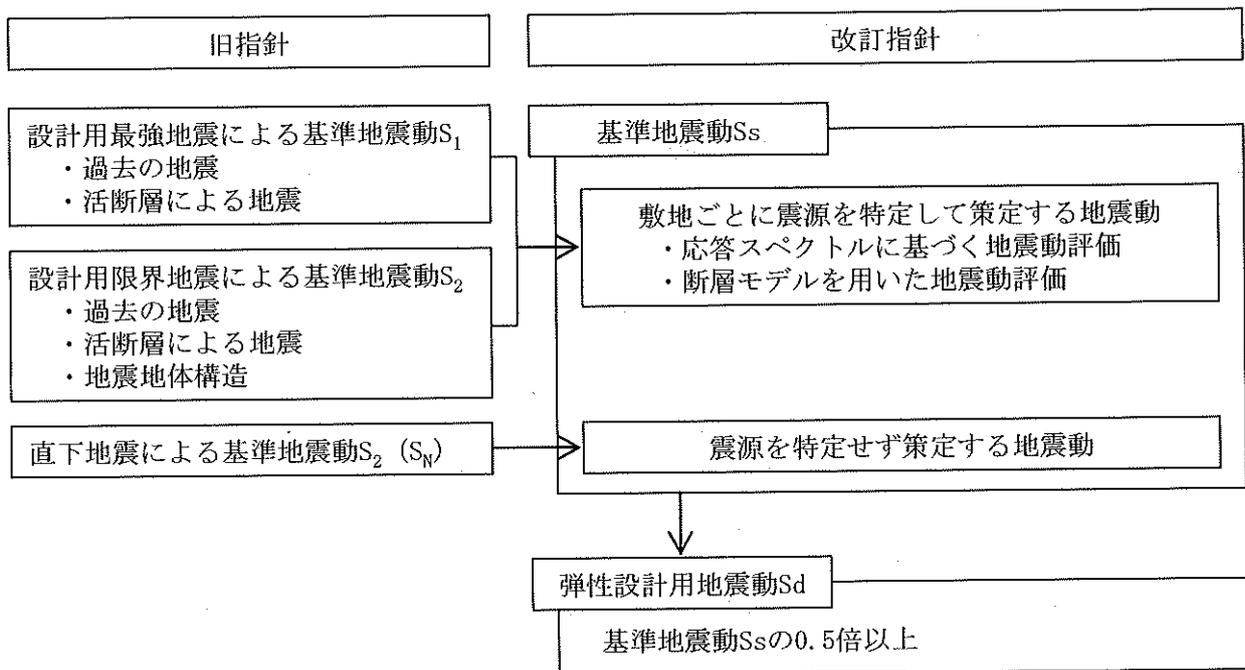


図 3 3 旧指針と改訂指針の比較

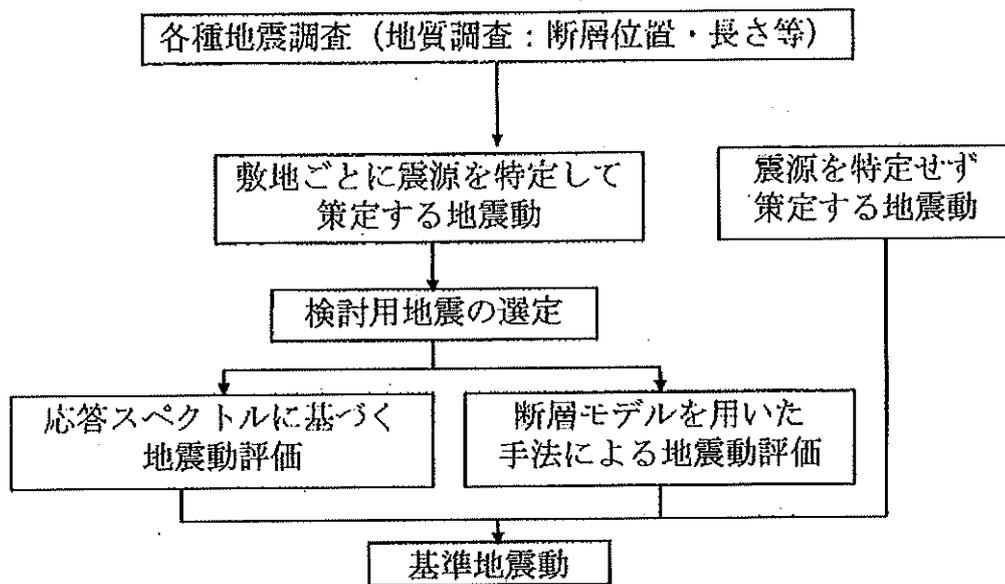


図 3 4 基準地震動の策定過程

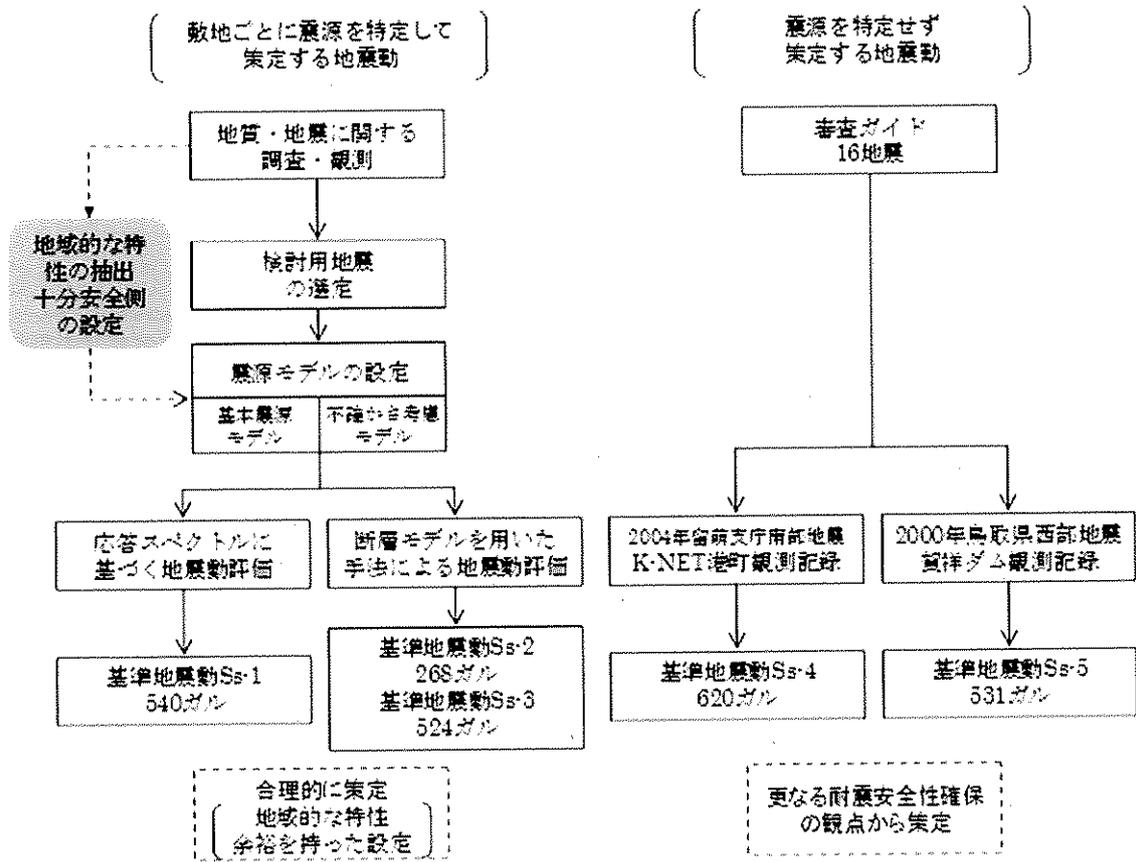


図 3 5 基準地震動 S_s の策定フロー

調査・観測名	震源特性	伝播経路特性	サイト特性
イ 地震調査	○	—	—
ウ 地質調査	○	—	—
エ 地下構造調査	—	○	○
オ 地震観測	○	○	○

表5 地質・地震に関する調査・観測

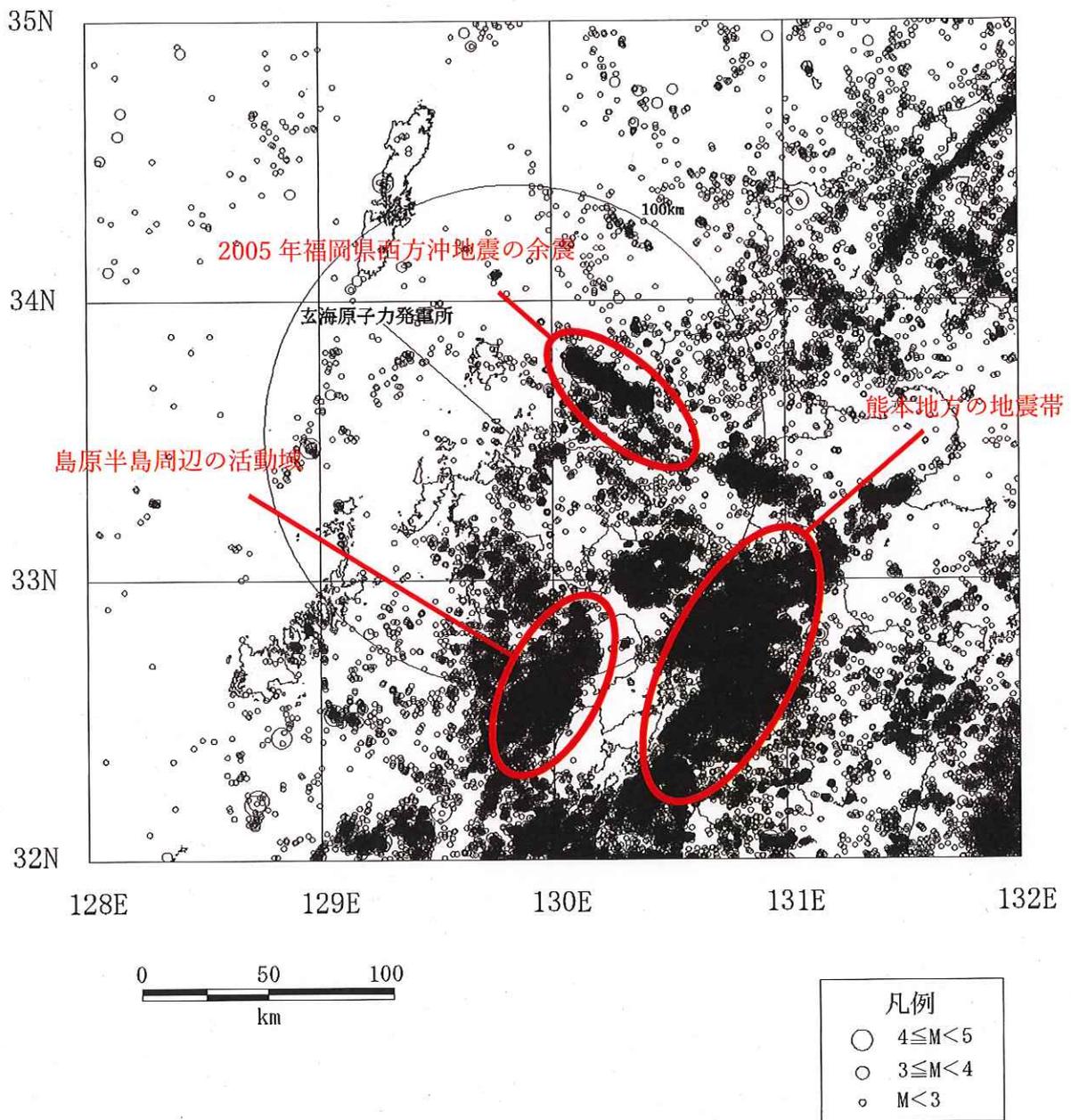


図3 6 気象庁地震カタログによる微小地震の震央分布（深さ 0~30km）
 (1997年10月~2012年12月) 【丙16(7頁を加除修正)】

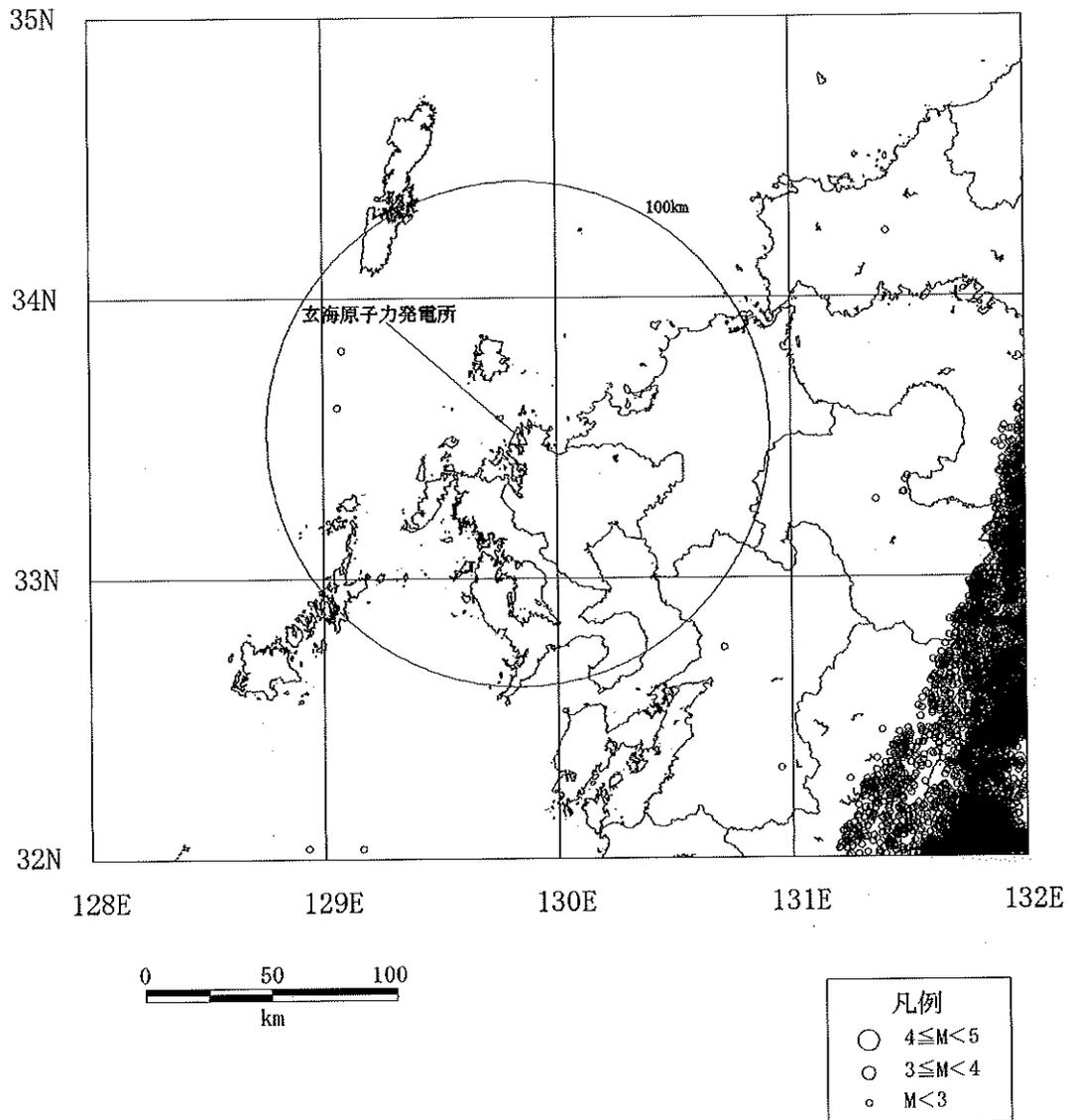


図37 気象庁地震カタログによる微小地震の震央分布 (深さ 30~60km)
(1997年10月~2012年12月)

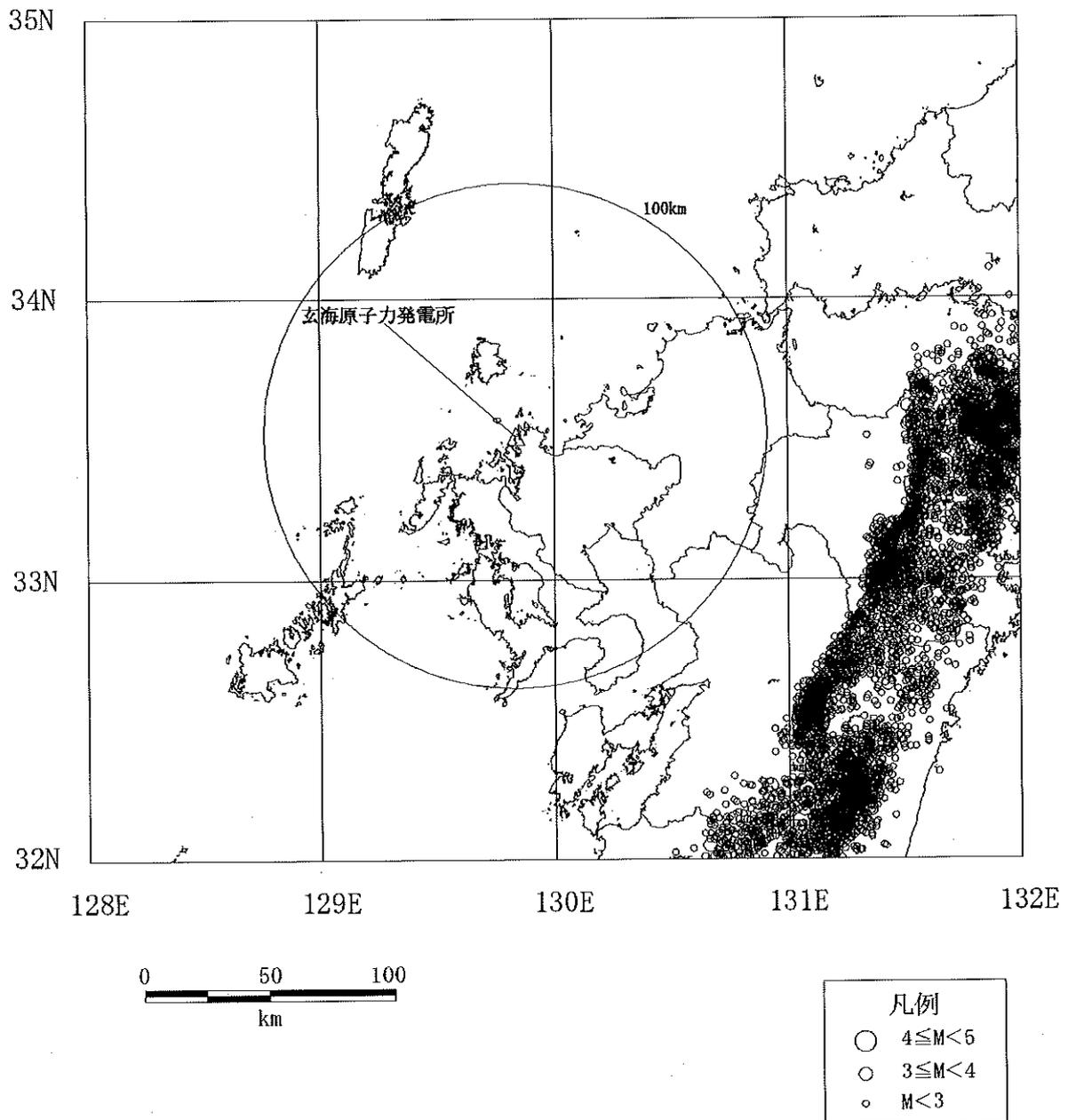


図38 気象庁地震カタログによる微小地震の震央分布（深さ60km以深）
（1997年10月～2012年12月）

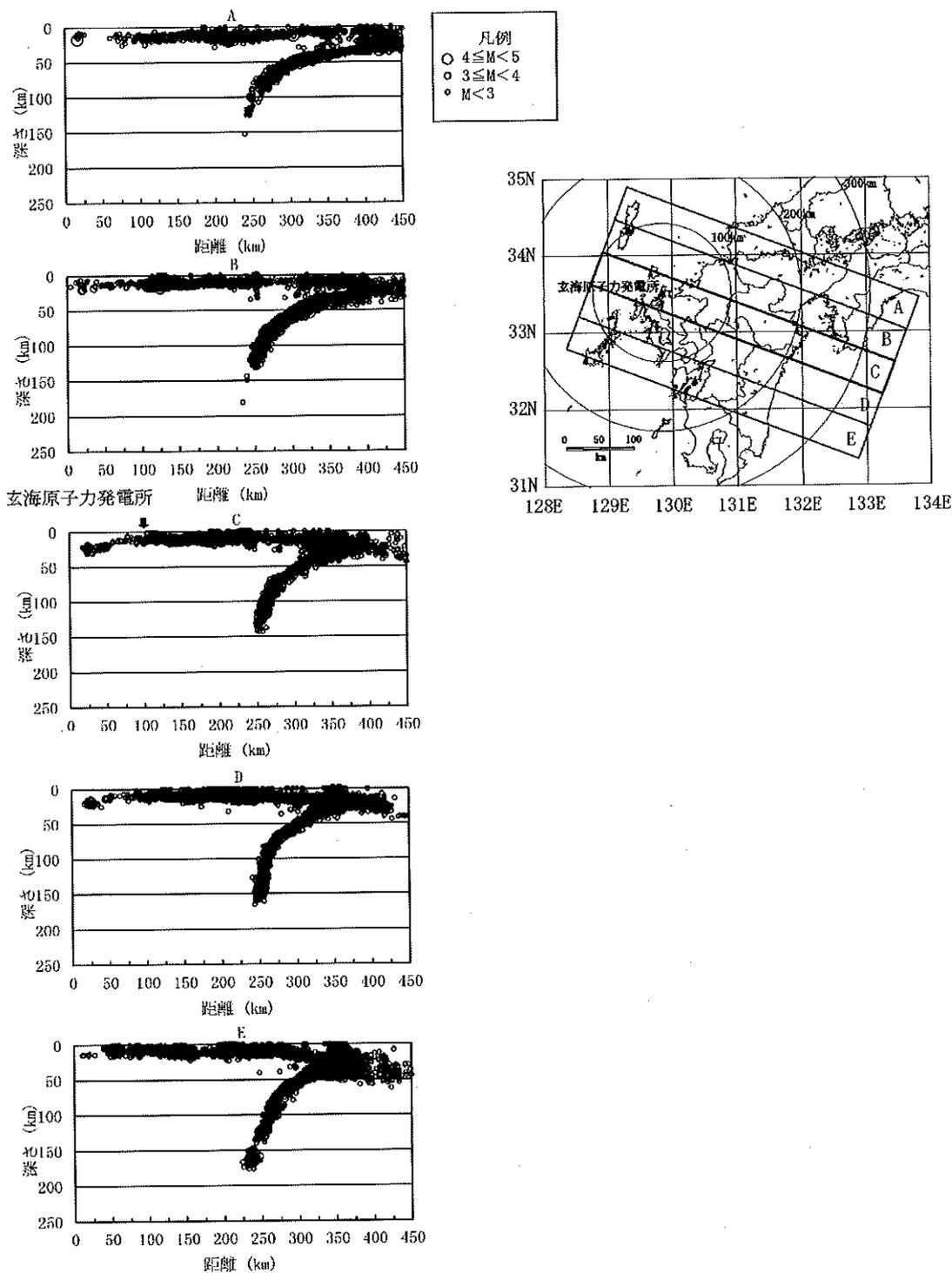


図39 気象庁地震カタログによる微小地震の震源鉛直分布 (1)
(1997年10月~2012年12月)

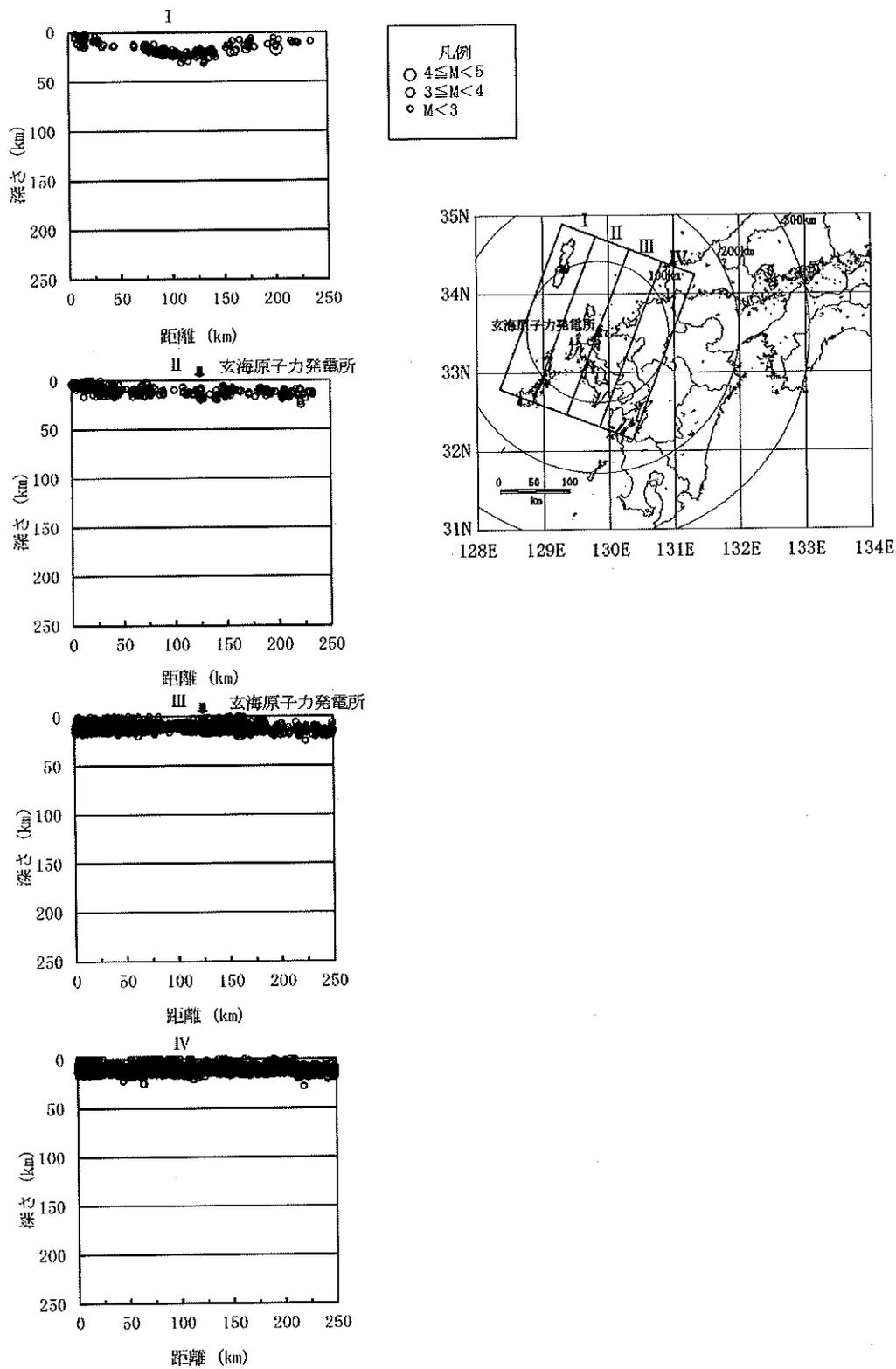
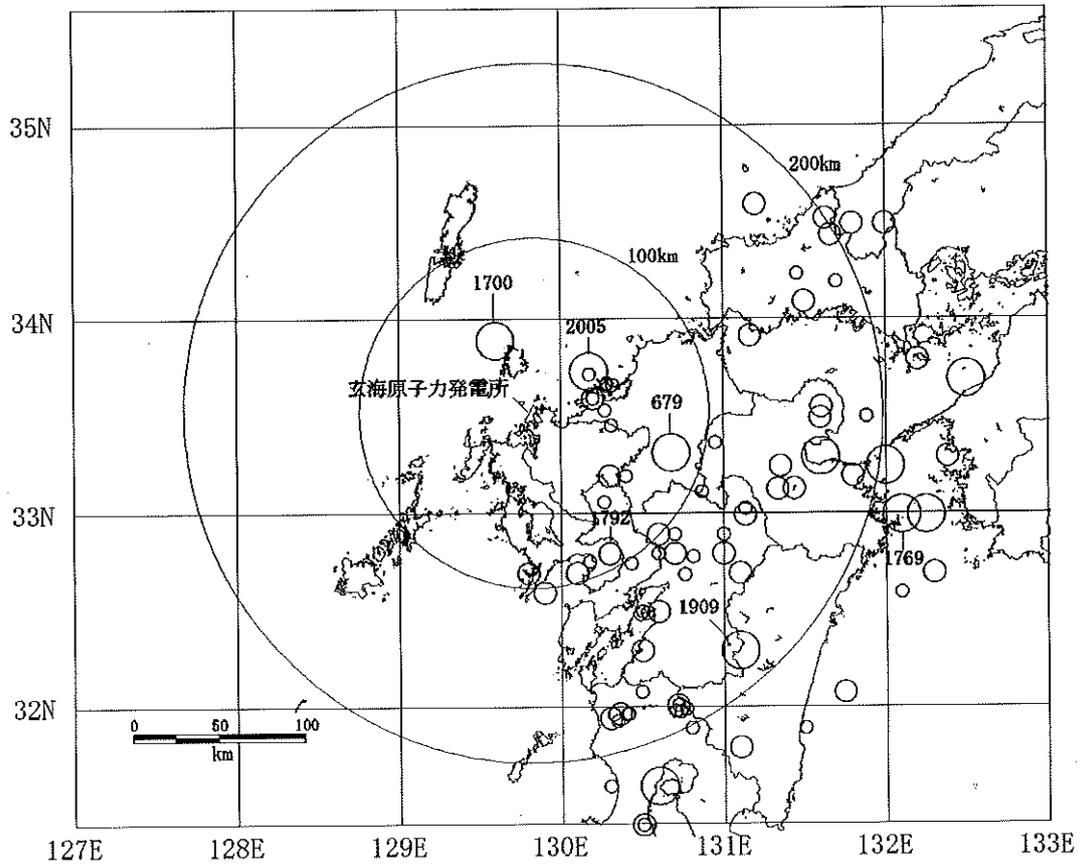


図40 気象庁地震カタログによる微小地震の震源鉛直分布 (2)
(1997年10月~2012年12月)

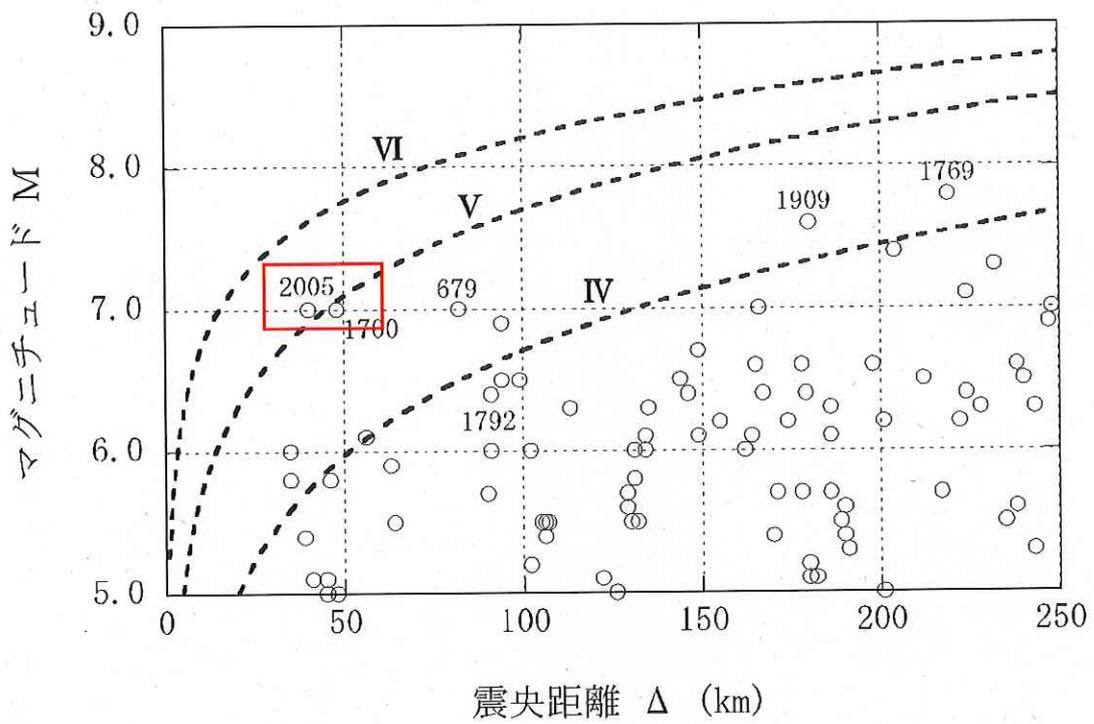


(数字は地震の年号)



※ 地震諸元に幅のあるものについては中央値を用いた。

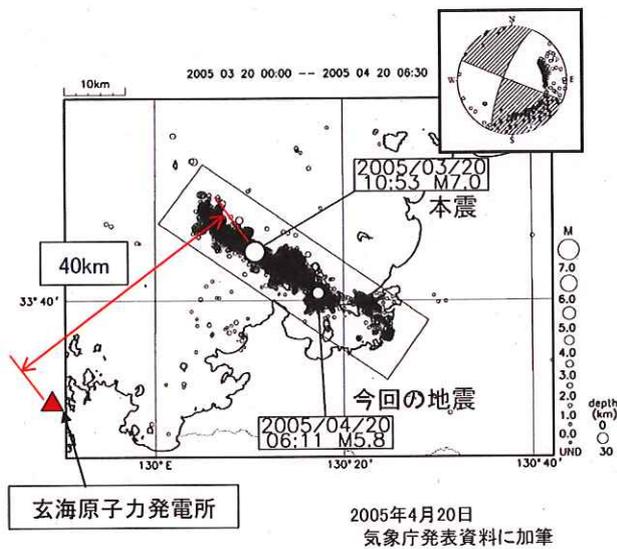
図4-1 敷地周辺の被害地震の震央分布 (679年～2012年12月)



※ IV, V, VIは旧気象庁震度階級で、震度の境界線は村松(1969)及び勝又ほか(1971)による。
 ※ 地震諸元に幅のあるものについては中央値を用いた。

図4 2 敷地周辺における過去の被害地震【丙 16 (9 頁を加除修正)】

2005年福岡県西方沖地震の概要

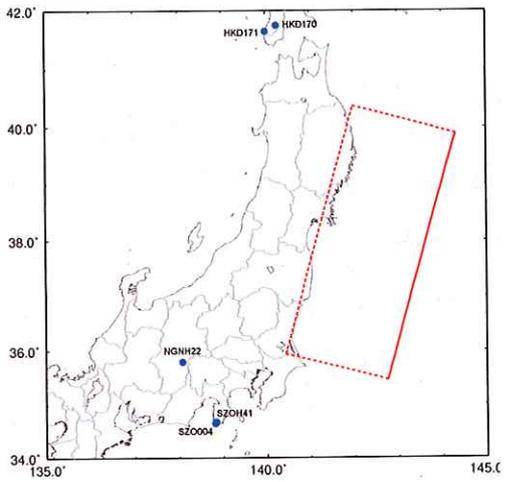


発生日時※	2005年3月20日 10時53分
マグニチュードM※	7.0
震源深さ※	9.24km
震央距離	40km
震源距離	41km
地震発生様式	内陸地殻内
断層タイプ	横ずれ

※気象庁発表値

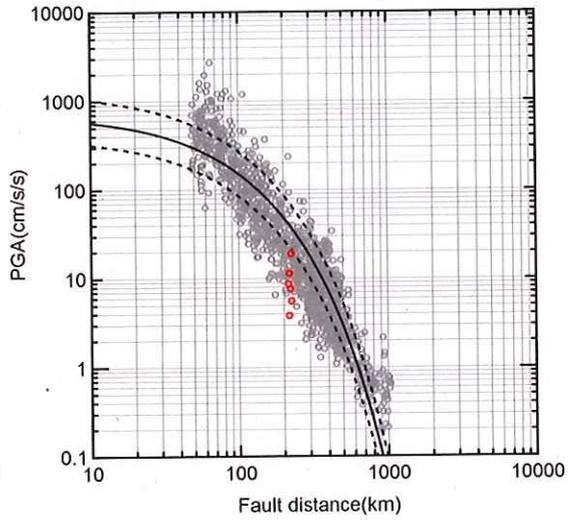
図 4 3 2005年福岡県西方沖地震の概要

2011年東北地方太平洋沖地震の推定震源域



検討に用いる観測点
($X_{sh} \approx 220\text{km}$, $AVS30 \geq 500\text{m/s}$)

— 司・翠川 (1999): 平均
(岩盤上、 $M_w 8.3$)
 司・翠川 (1999): $\pm 1\sigma$
(岩盤上、 $M_w 8.3$)
 ○ 抽出した観測点
 ○ その他の観測点



距離減衰式による評価

図 4 4 2011 年東北地方太平洋沖地震で得られた観測記録の検討結果

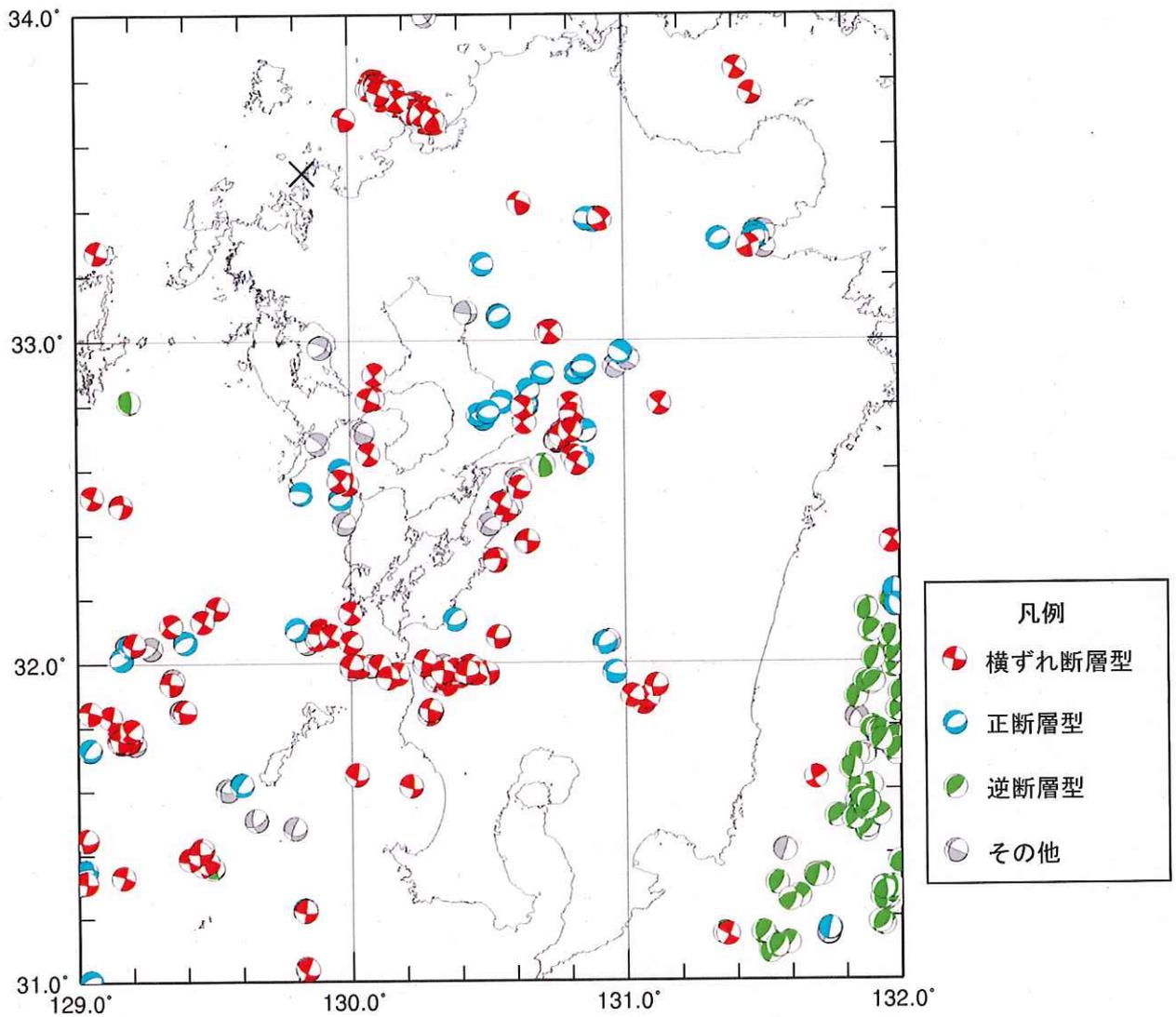


図 4 5 九州地域で発生した地震の発震機構解 防災科学技術研究所
 広帯域地震観測網 F-net
 (1997 年 F-net 運用開始から 2014 年 1 月 3 日, 深さ 30km 以浅)

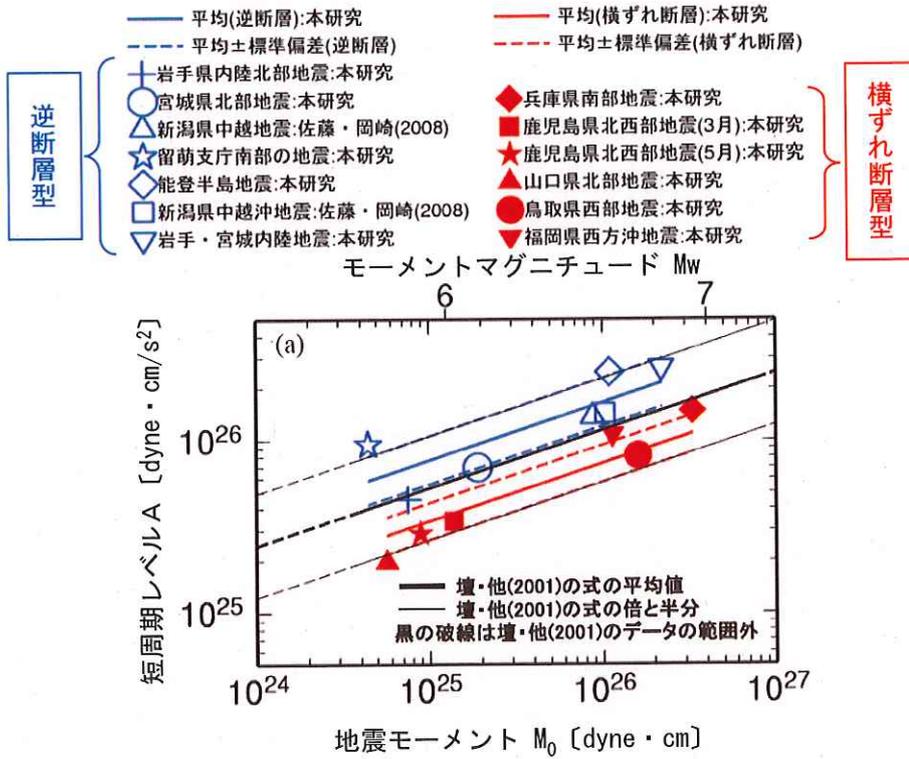


図4-6 佐藤(2010)による知見

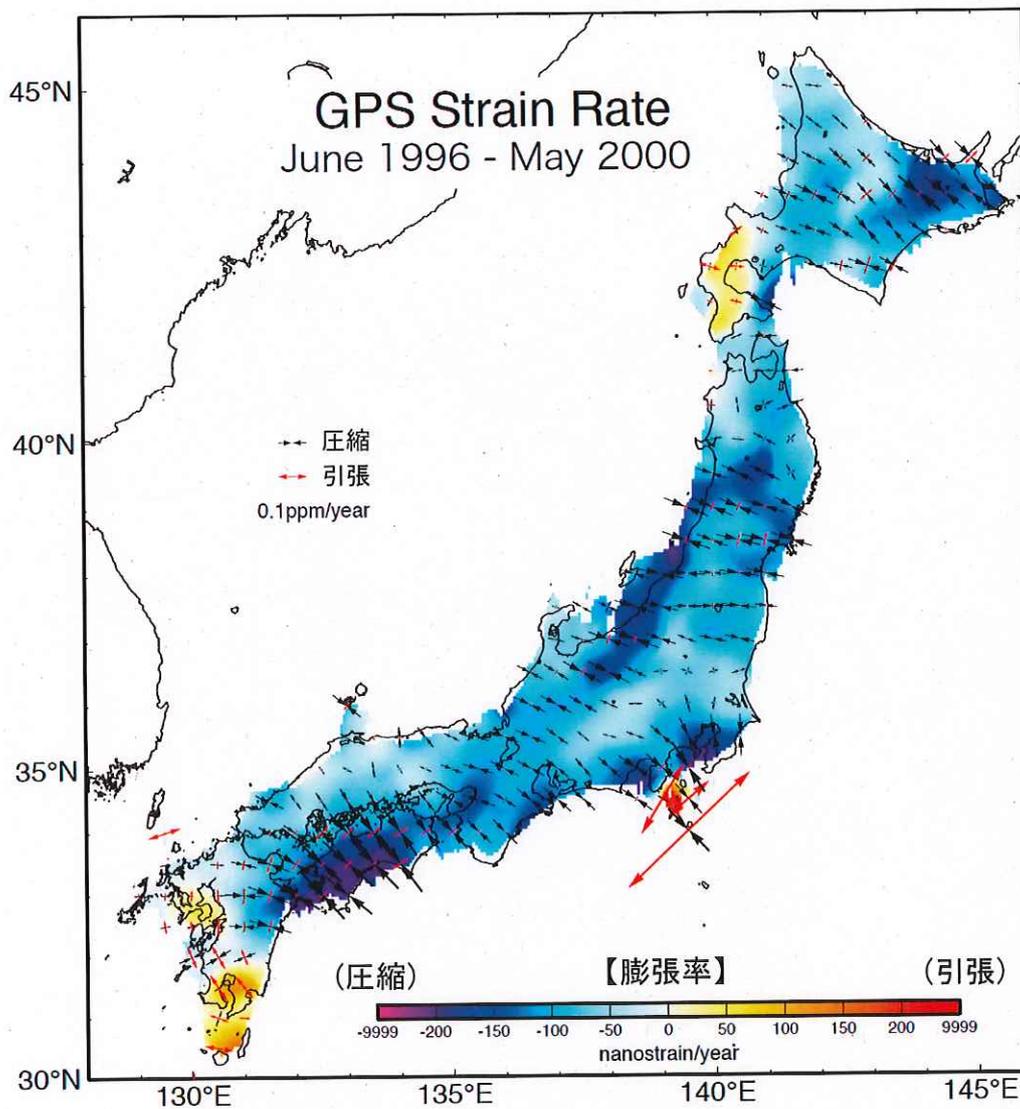


図 4 7 GPS Strain Rate (Sagiya(2004))

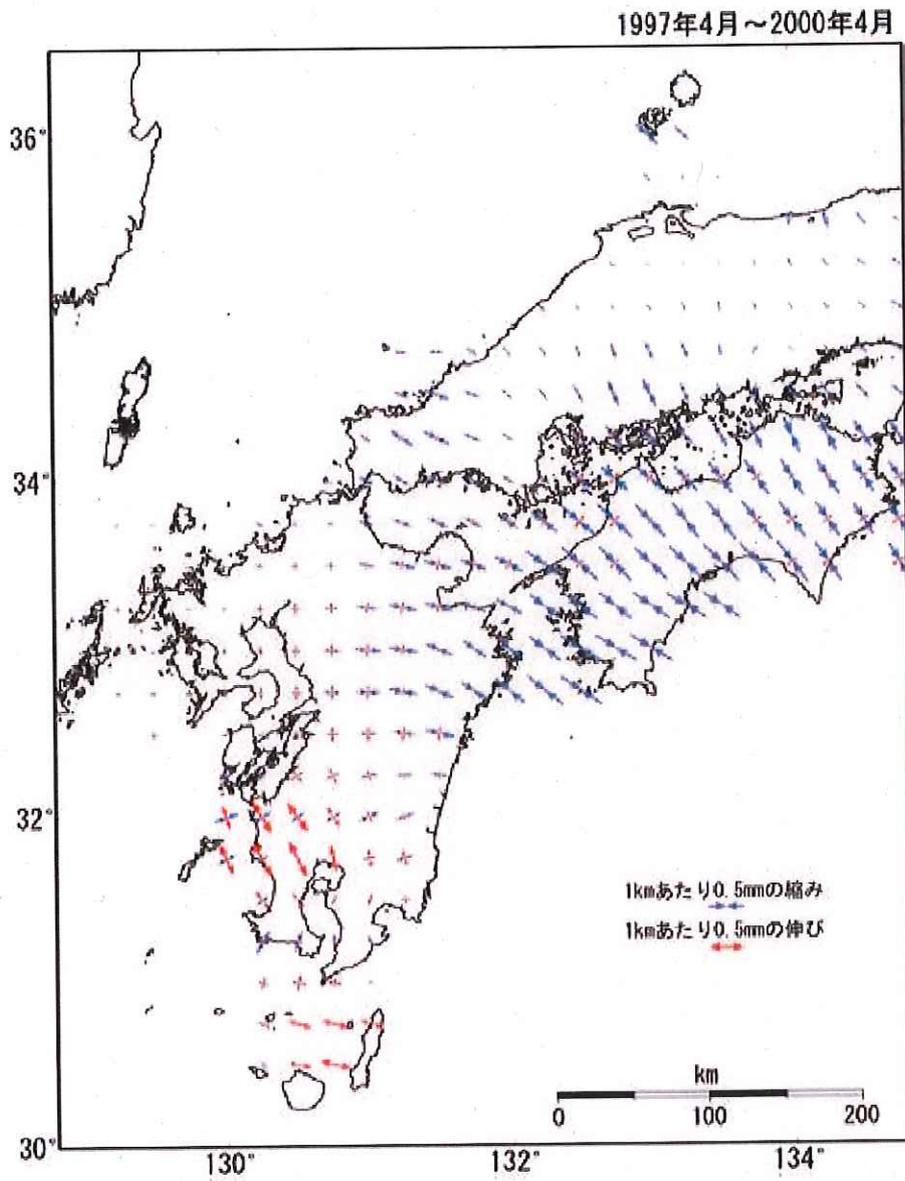


図49 GPSの観測から推定した日本列島の変形
(中国・四国・九州地方, 1997年4月～2000年4月)

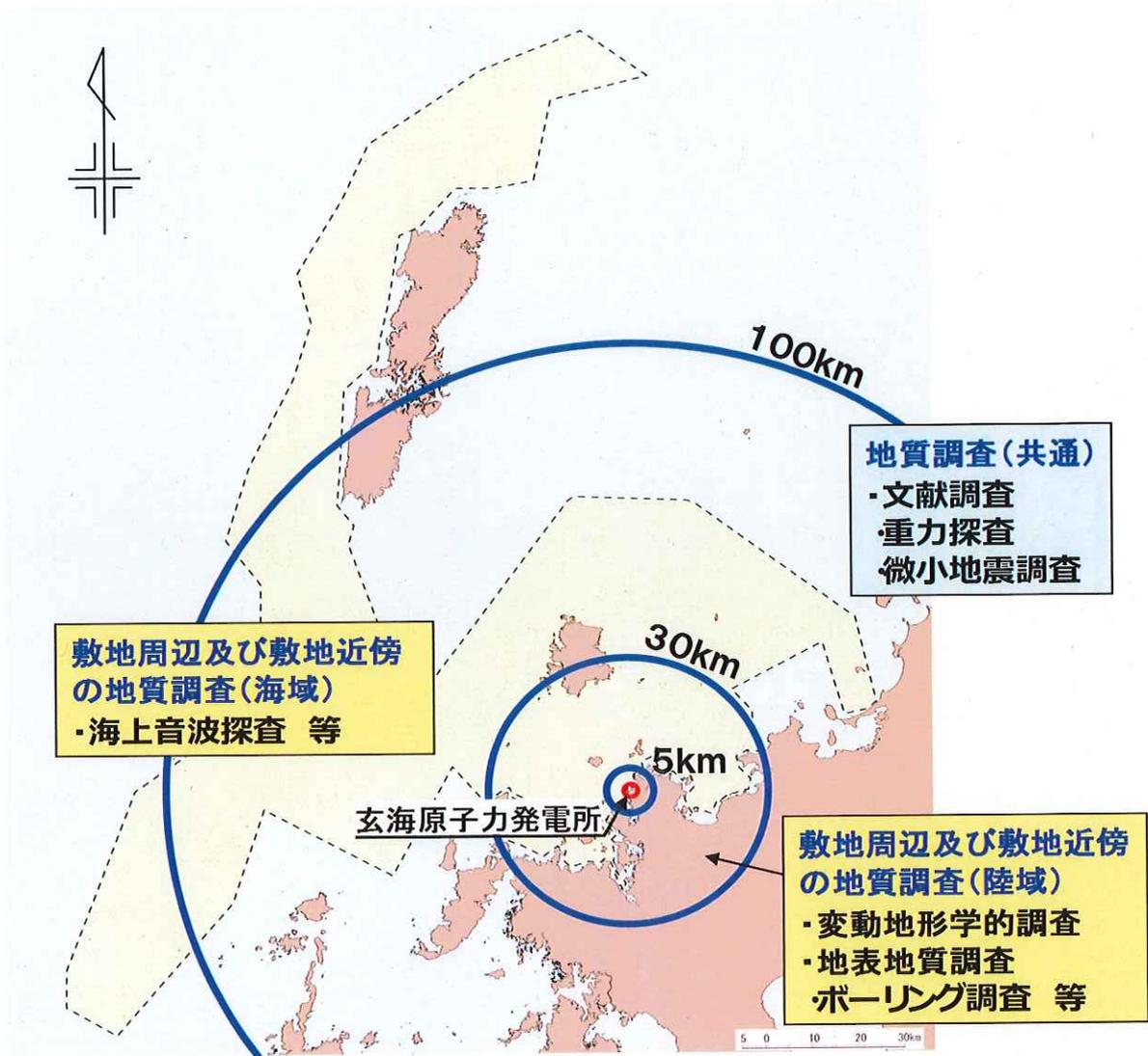


図50 地質調査の概要

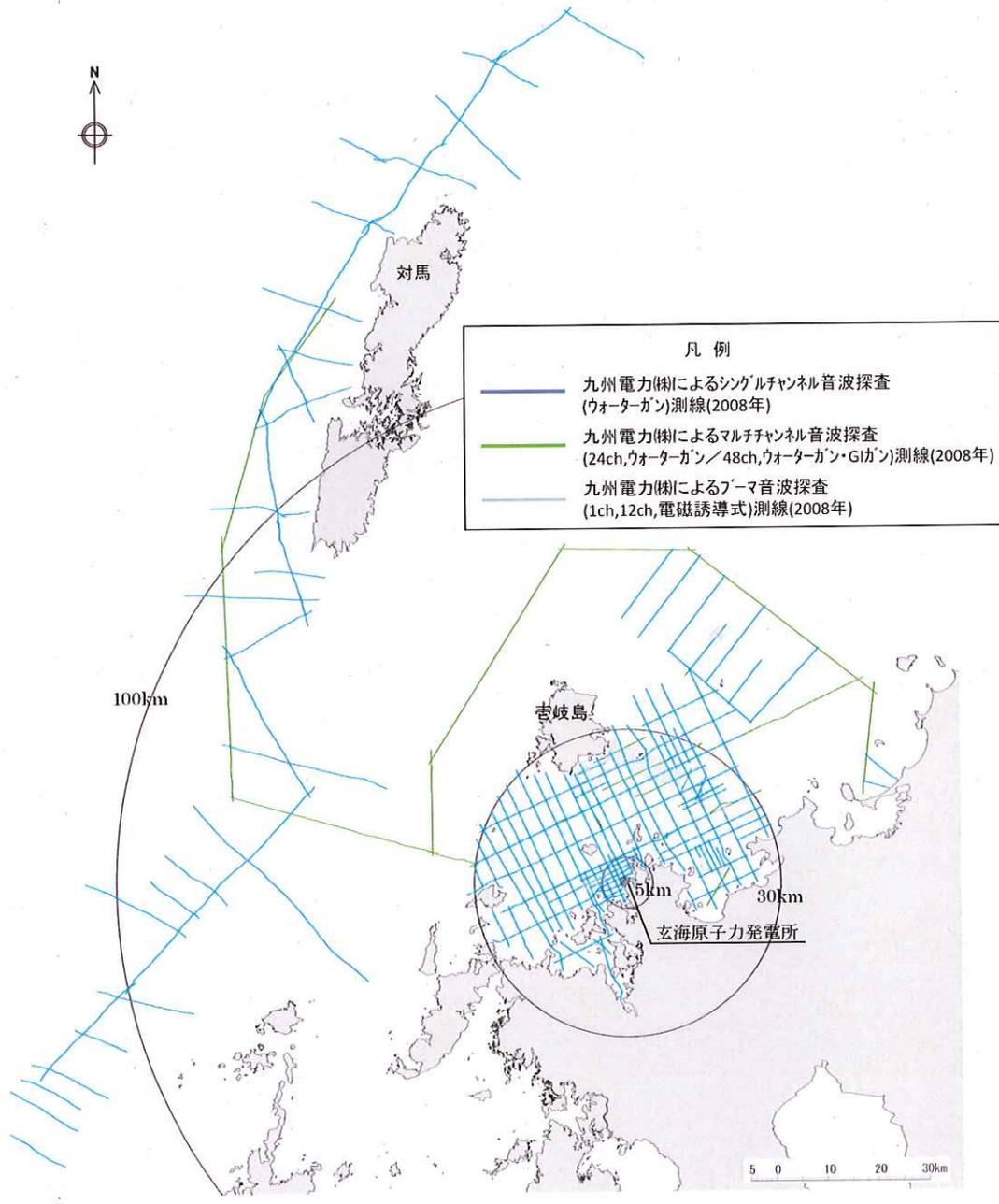
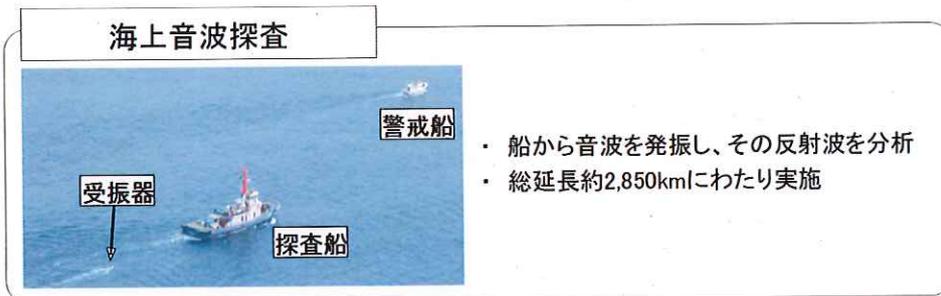


図 5 1 海上音波探査の概要及び調査測線【丙 19 (81 頁を加除修正)】

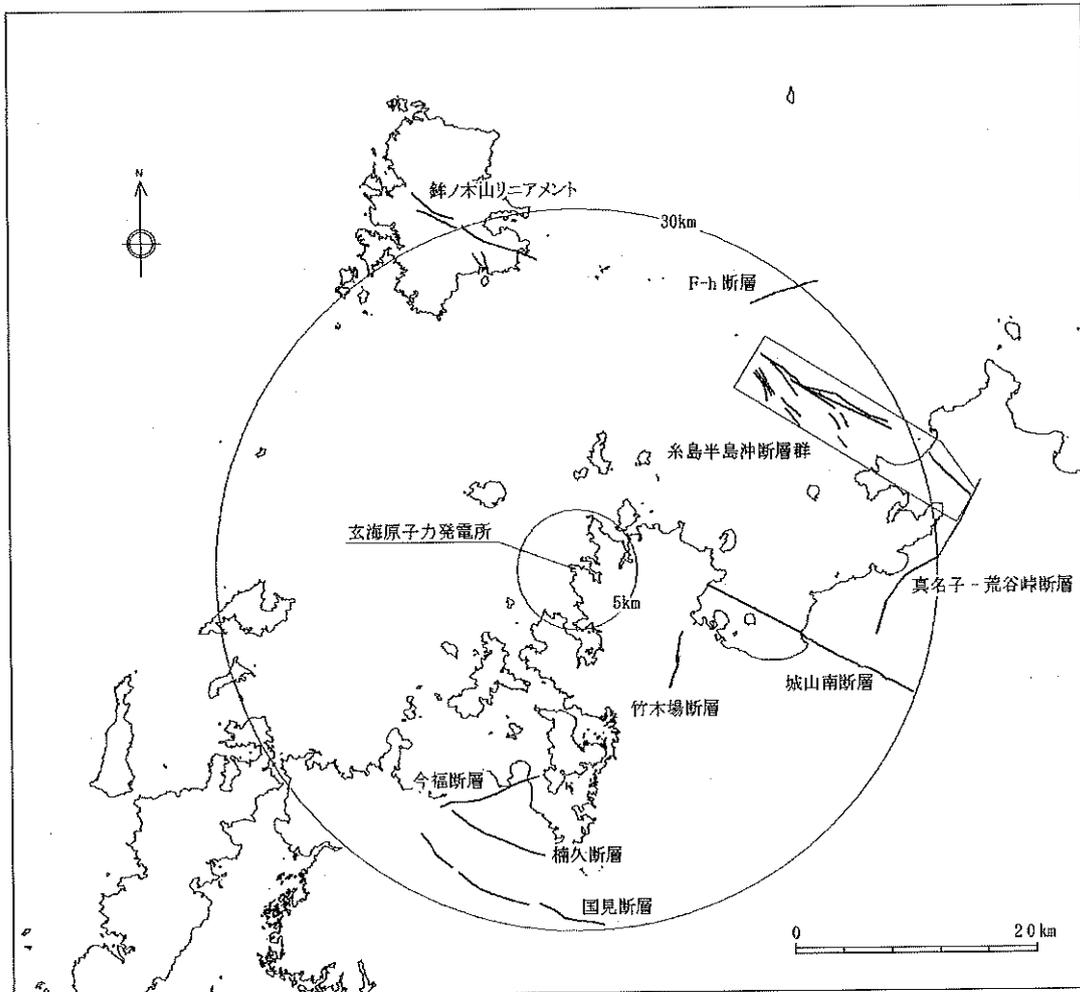


図 5 2 敷地周辺の主な活断層分布 (30km 以内)

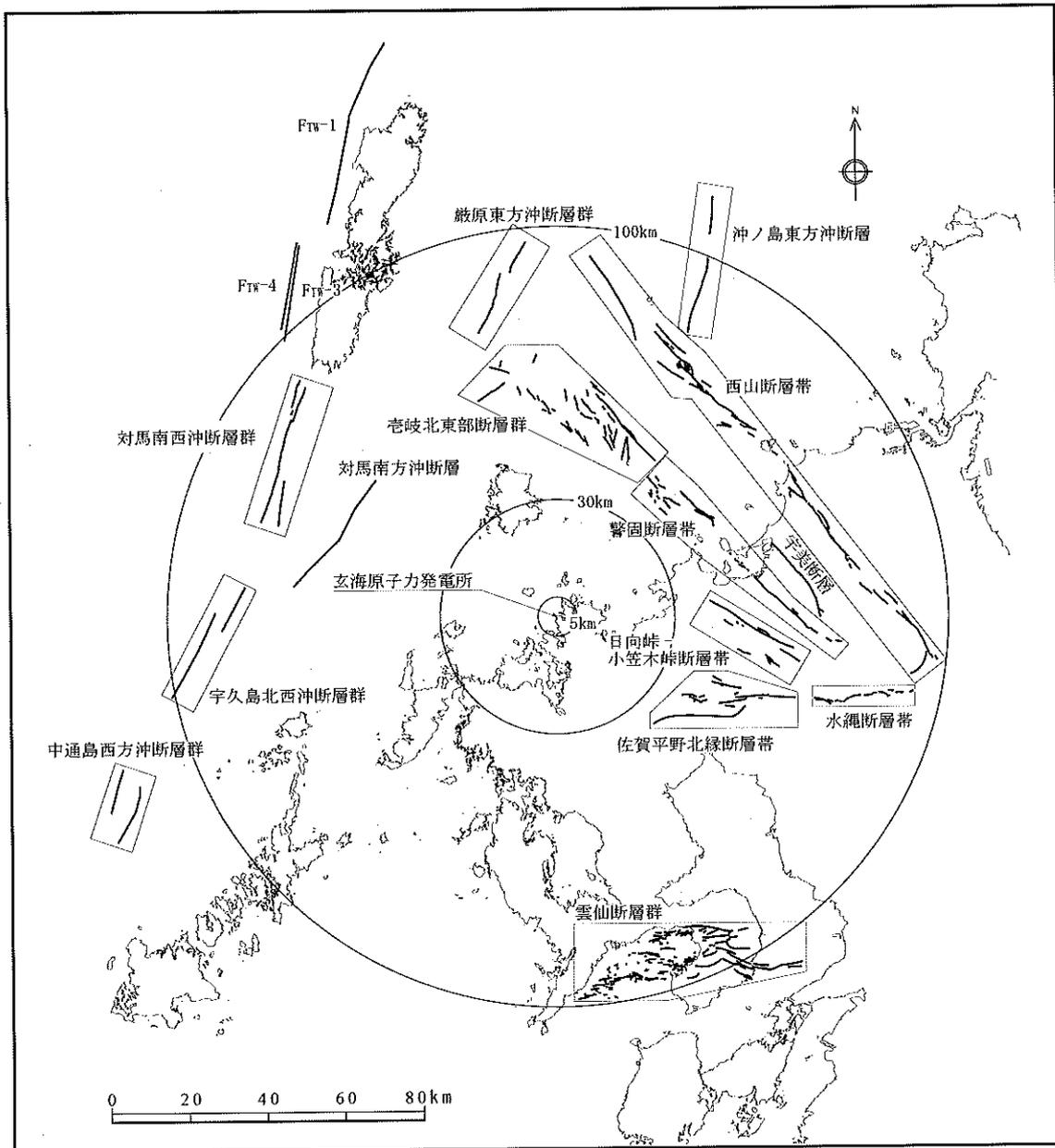


図53 敷地周辺の主な活断層分布(30km 以遠)

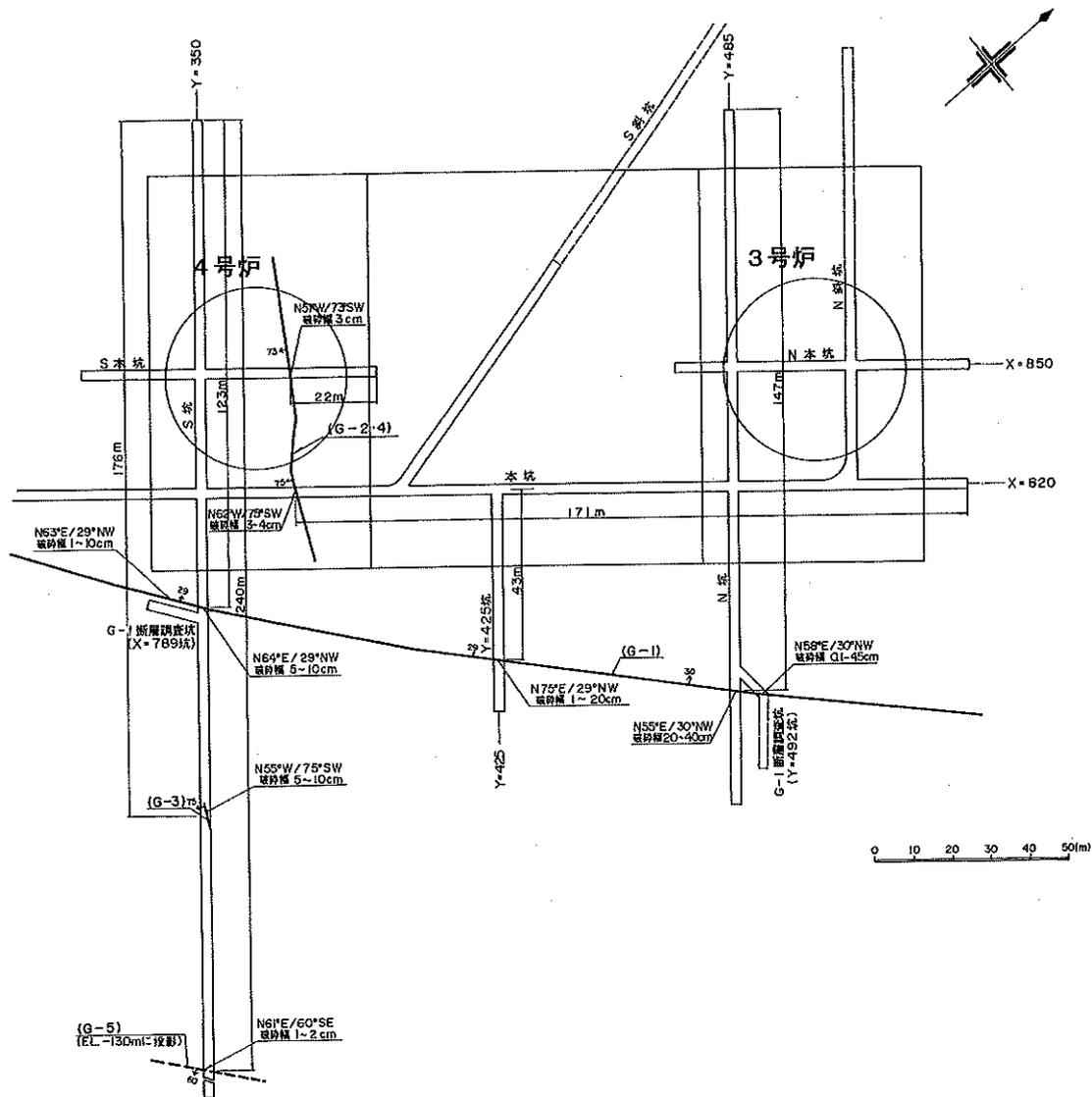


図54 3号機及び4号機の試掘坑で確認された断層位置図
【丙18-4(6(3)-7-3-213頁を加除修正)】

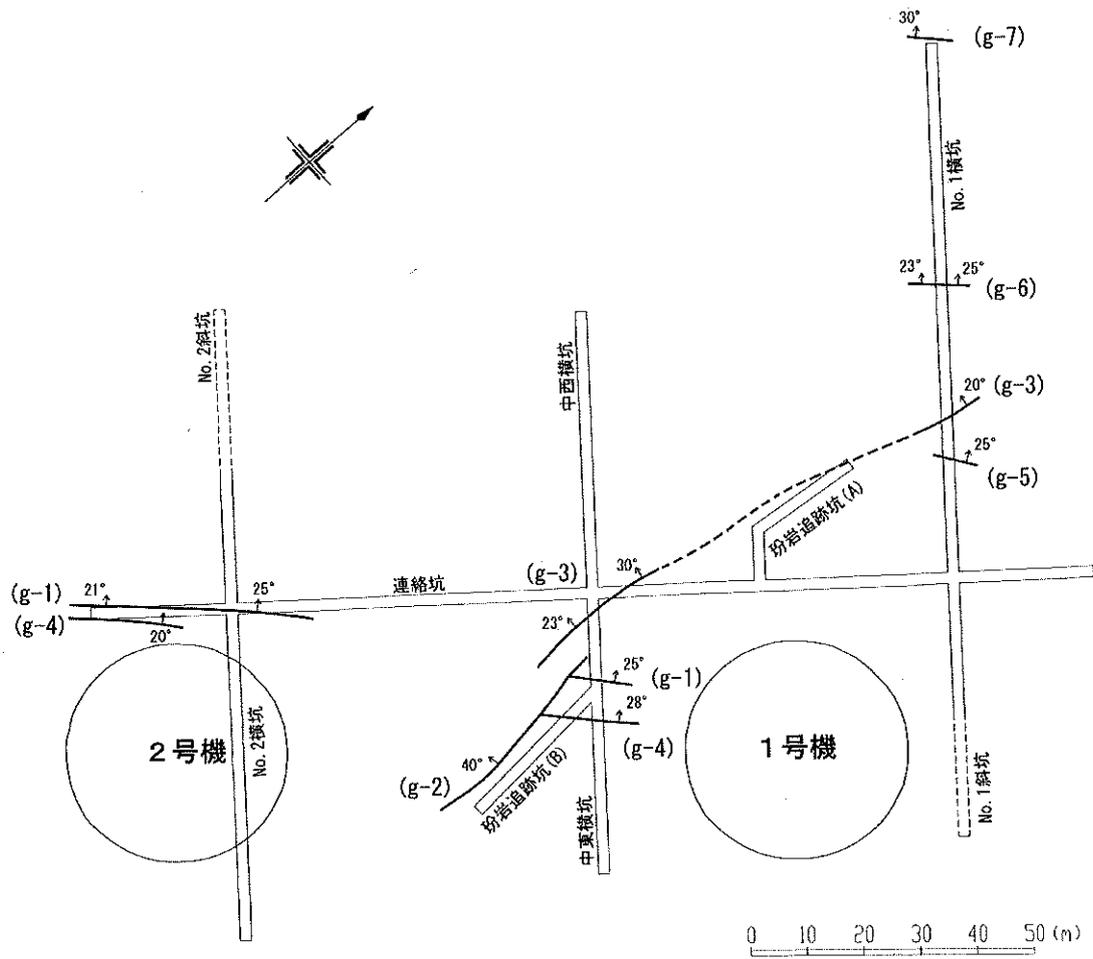


図 5 5 1号機及び2号機の試掘坑で確認された断層位置図

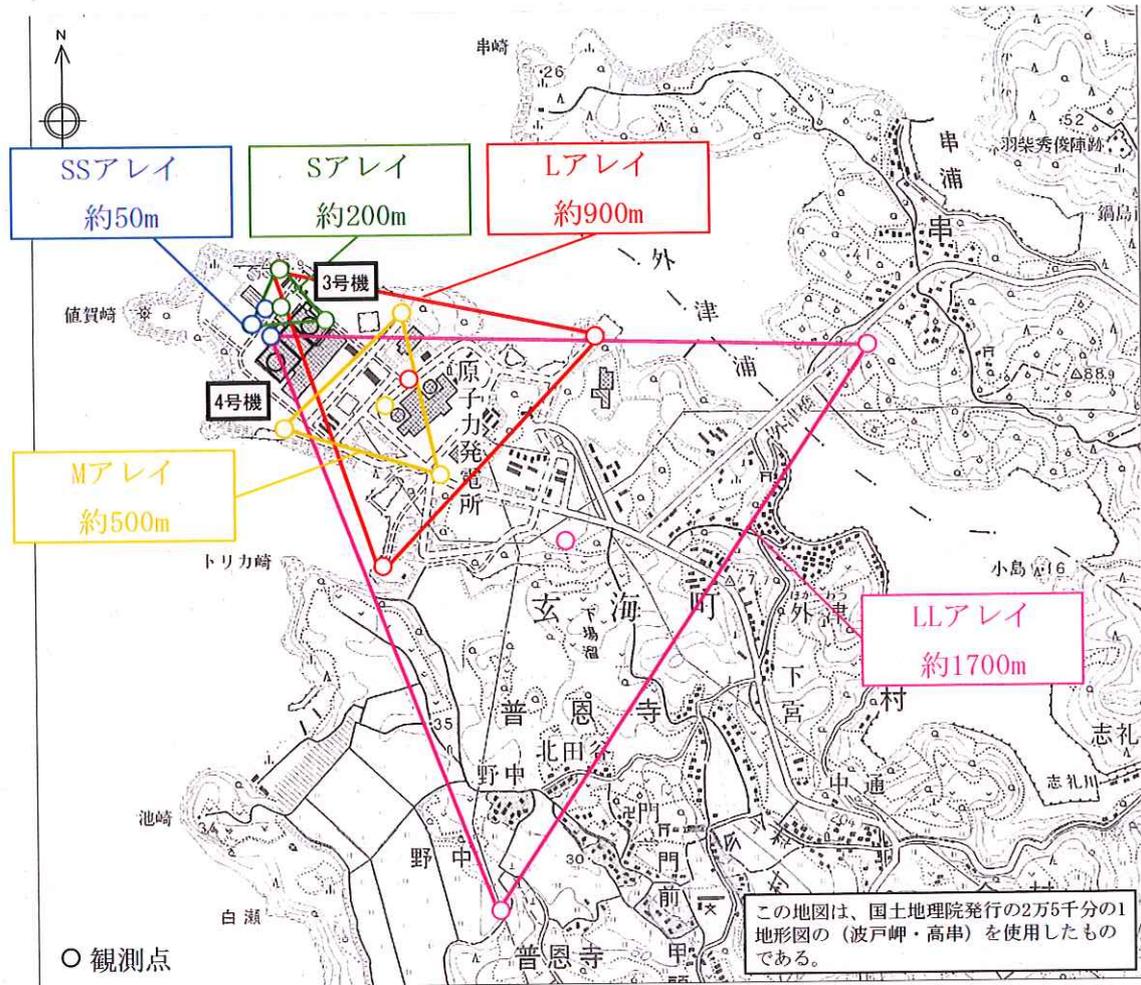


図56 微動アレイ観測位置

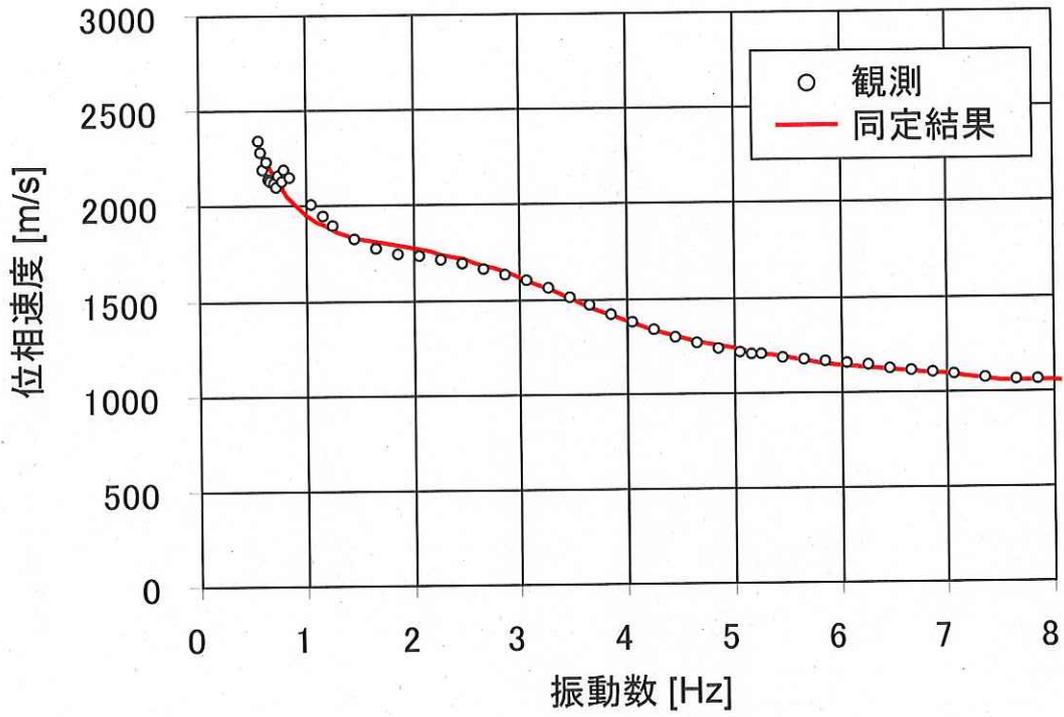


図 5 7 微動アレイ探査結果【丙 16 (50 頁を加除修正)】

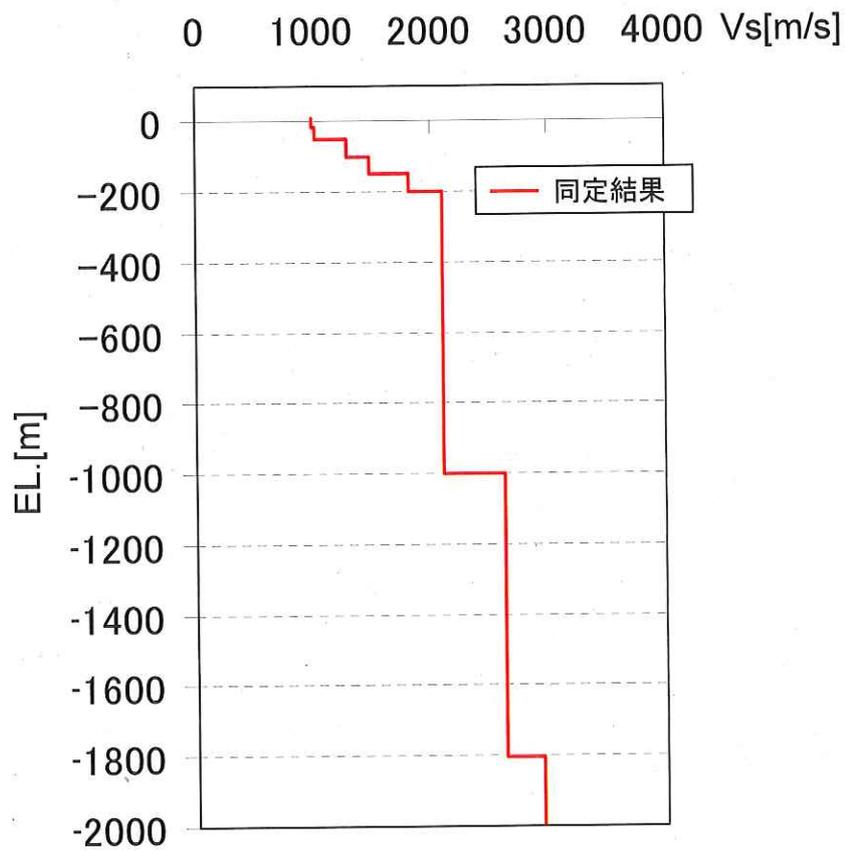


図5.8 微動アレイ探査結果による同定結果【丙16 (50頁を削除修正)】

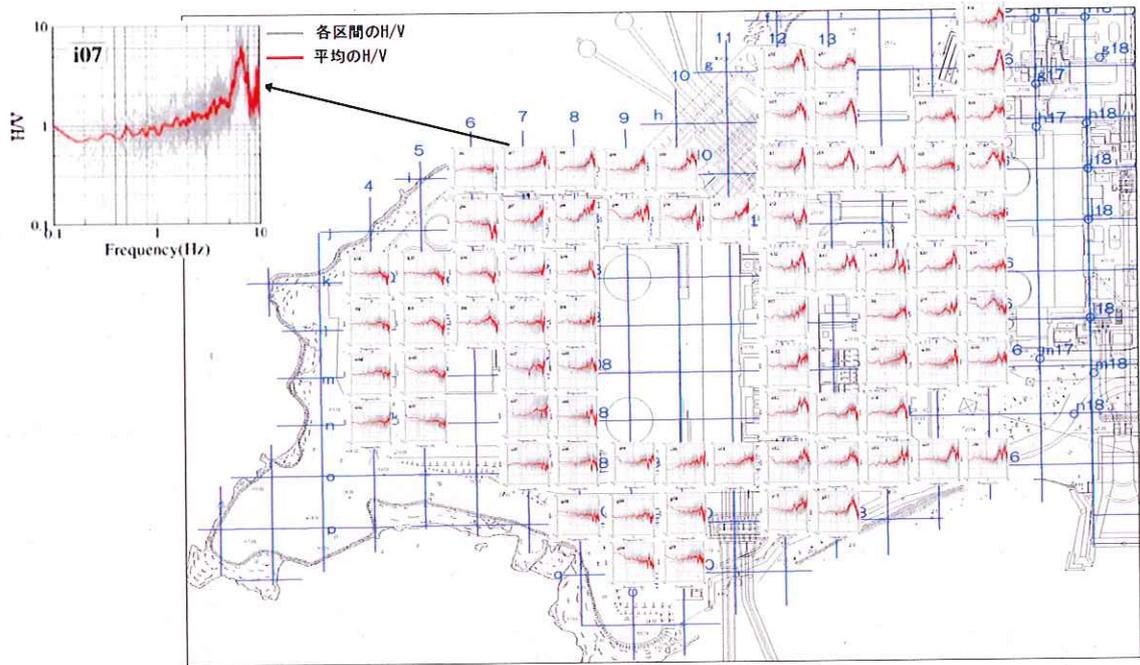
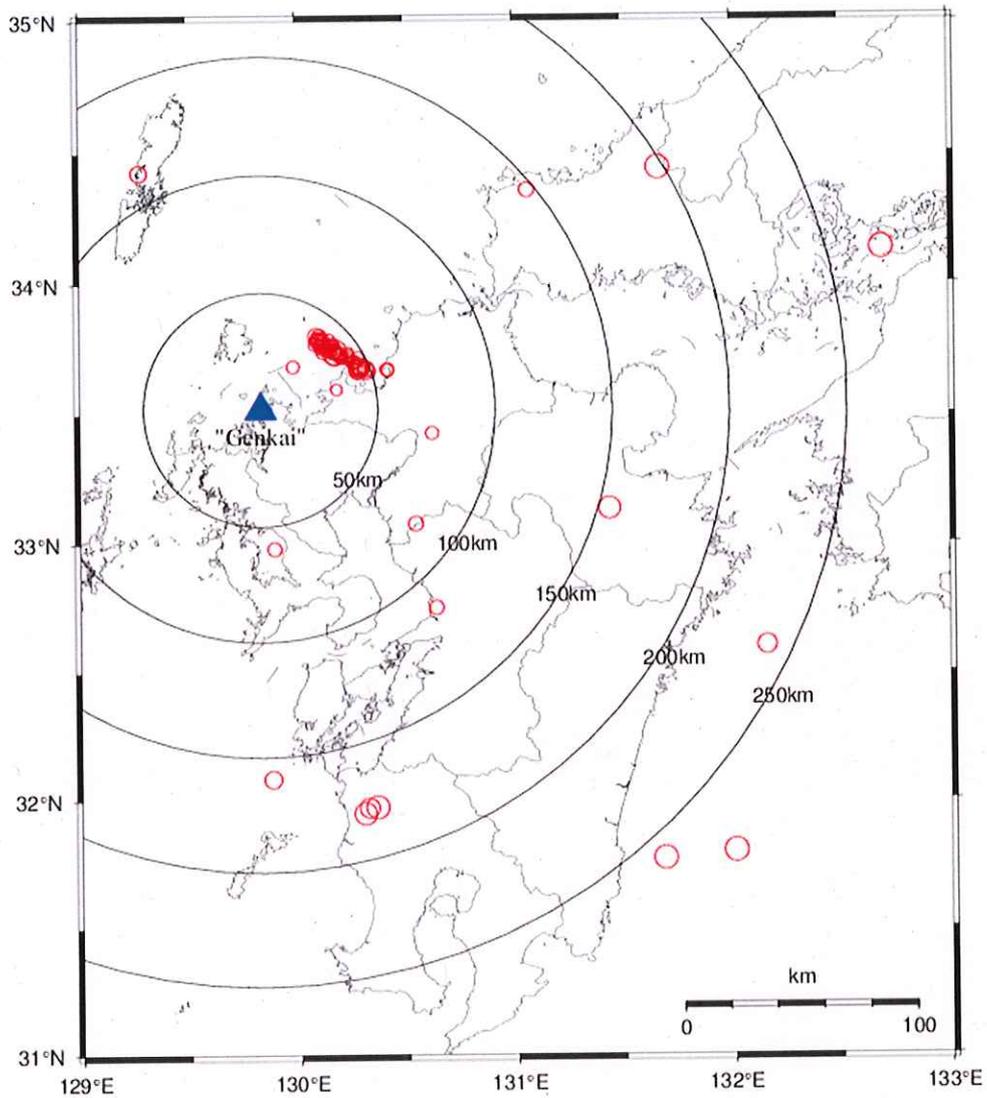


図5-9 単点微動観測結果【丙20(15頁を加除修正)】



※2000年鳥取県西部地震は図の枠外

図 6 0 観測記録が得られた地震の震央分布

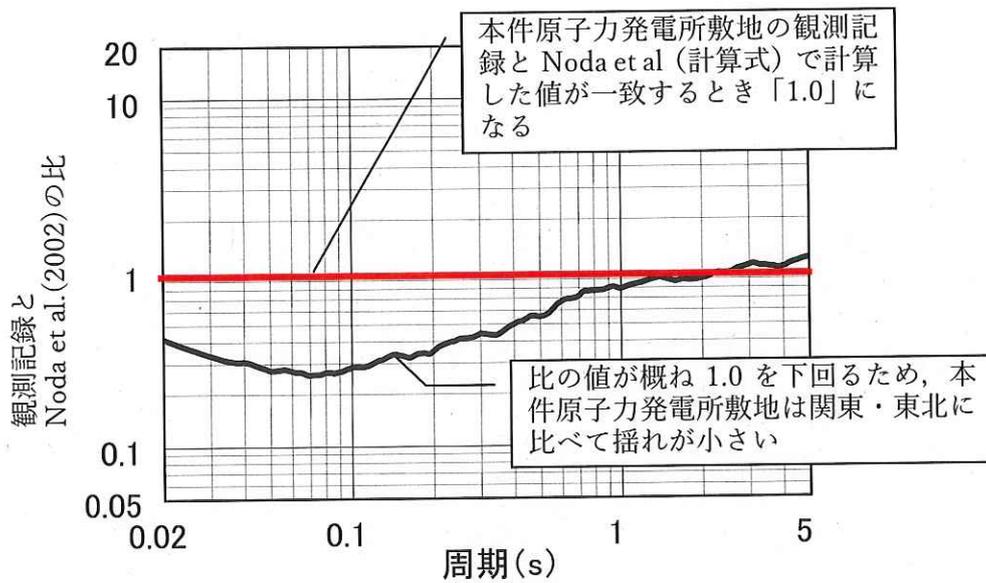


図 6 1 観測記録の応答スペクトルと「過去の地震動の平均像」
 (Noda et al.(2002)による手法) による応答スペクトルの比
 【丙 16 (102 頁) に加筆】

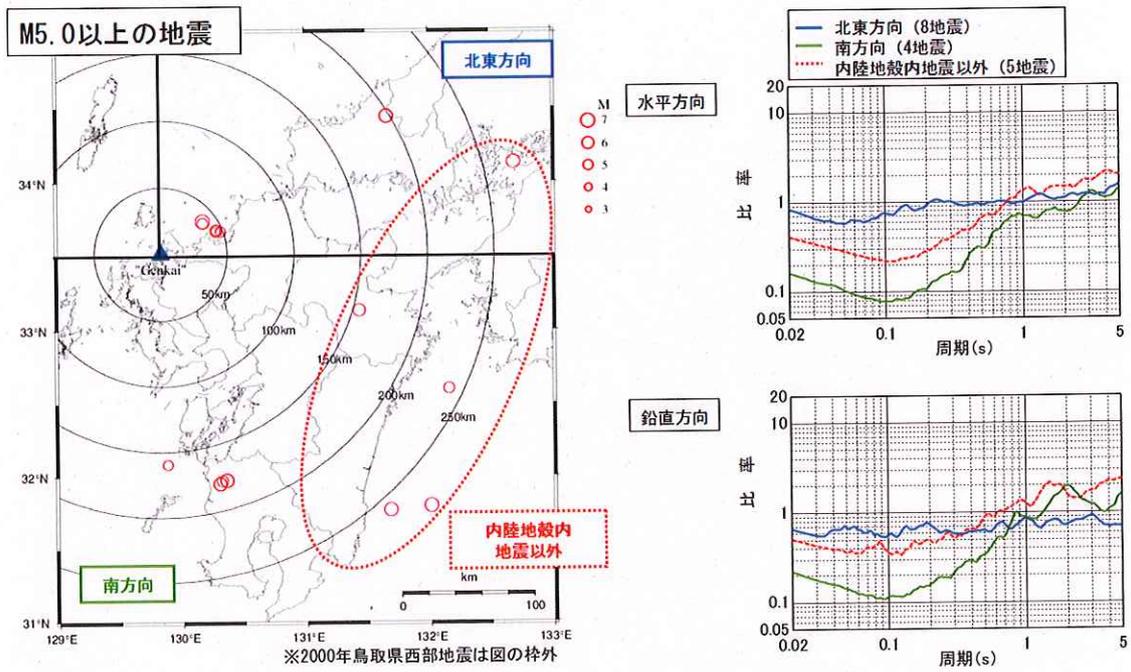


図 6 2 地震観測記録を用いた到来方向の検討 (マグニチュード 5 以上)

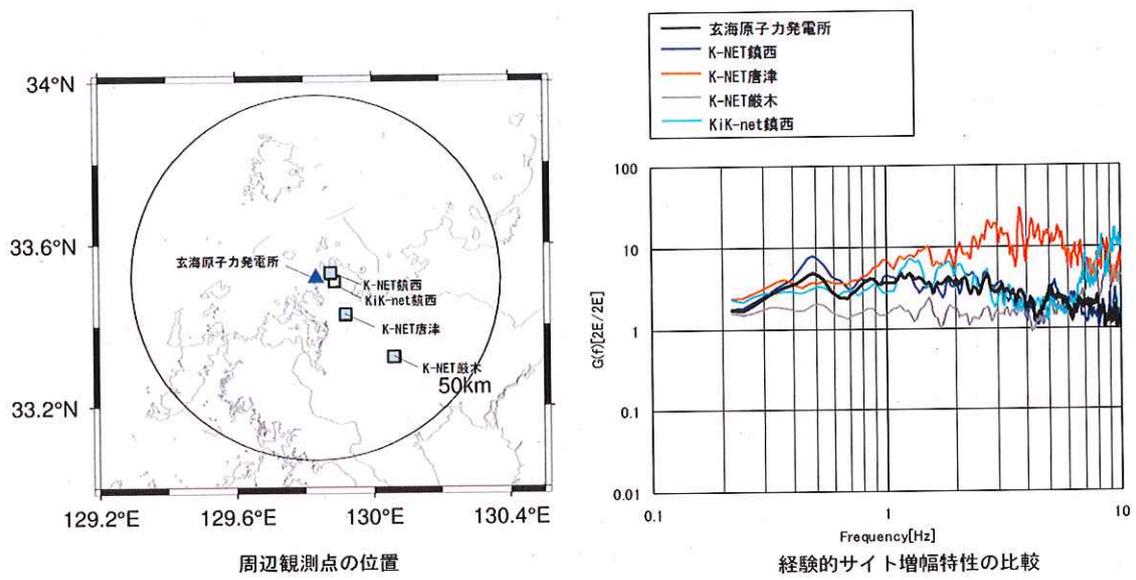
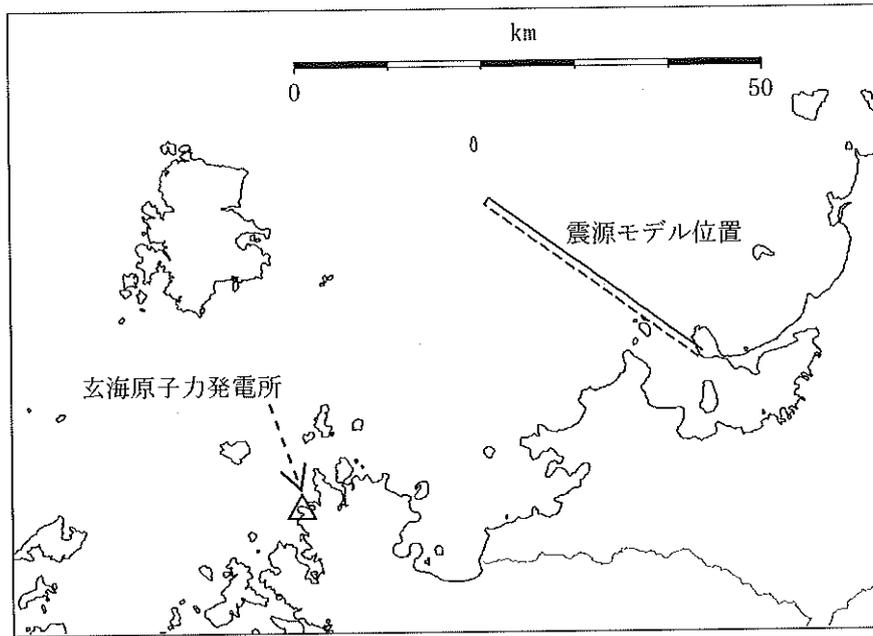
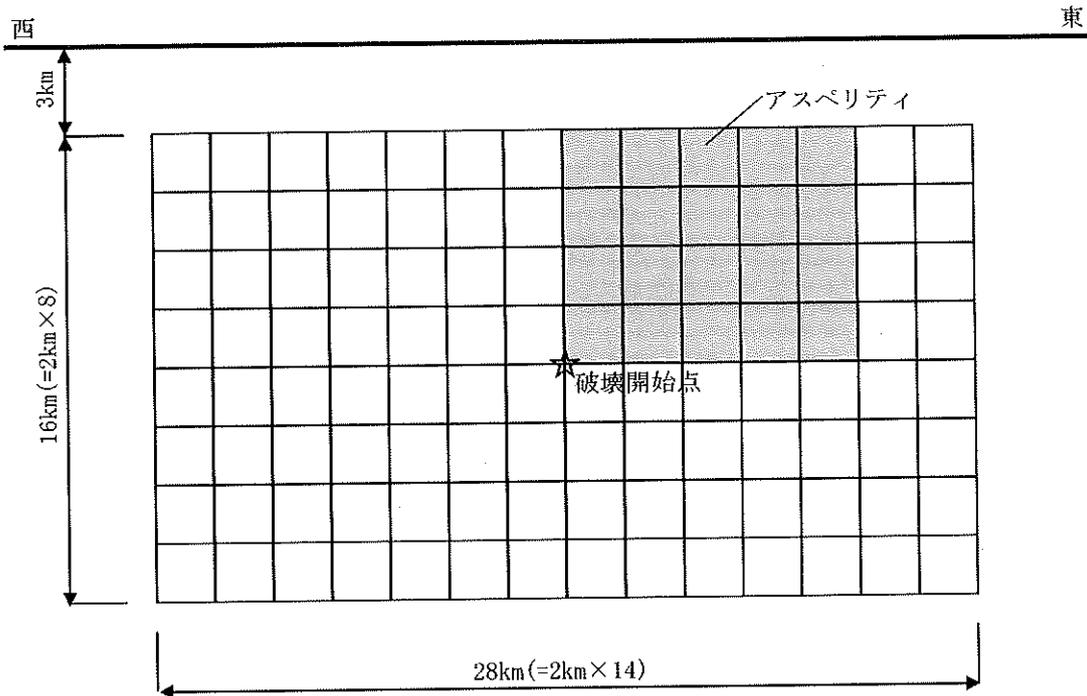


図 6.3 本件原子力発電所敷地及び敷地周辺の地盤増幅率



(a) 断層配置図



(b) 断面図

図 6 4 2005 年福岡県西方沖地震の震源モデル

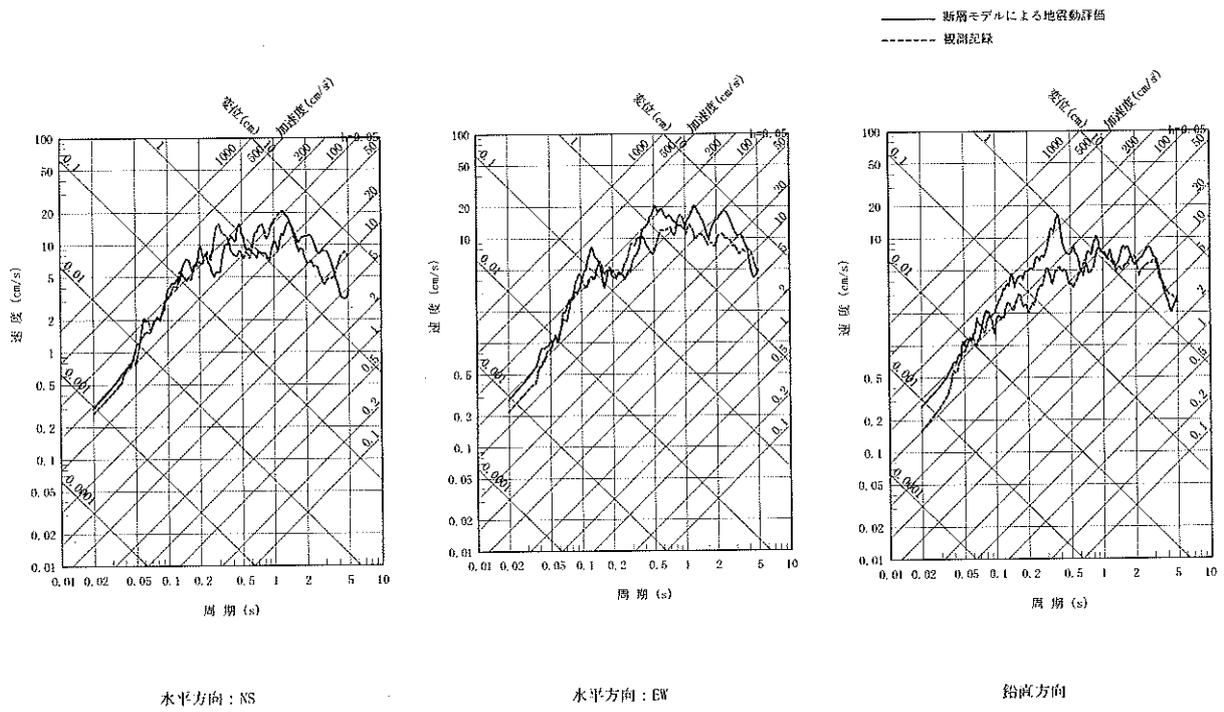


図 6 5 2005 年福岡県西方沖地震の地震動評価結果と観測記録の比較

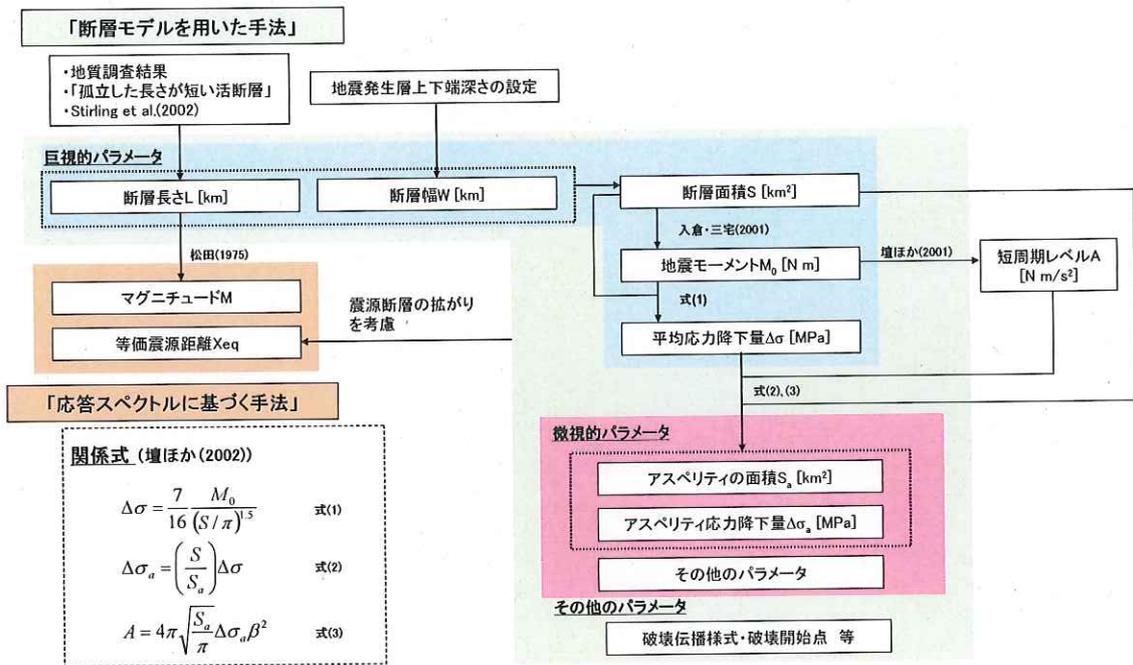
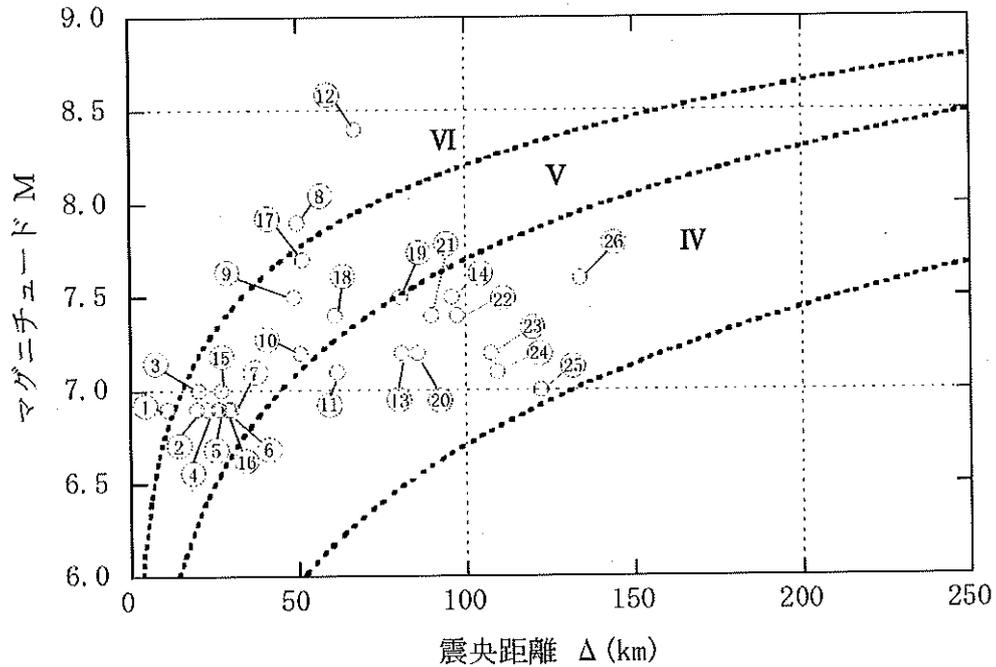


図6.6 検討用地震のパラメータ設定方法



※ IV, V, VIは旧気象庁震度階級で、震度の境界線は村松(1969)⁽⁶⁾及び勝又ほか(1971)⁽⁹⁾による。

No.	断層の名称	No.	断層の名称	No.	断層の名称
①	竹木場断層	⑩	H向峠-小等木峠断層帯	⑲	対馬南西冲断層群
②	今福断層	⑪	宇美断層	⑳	厳原東方冲断層群
③	城山南断層	⑫	西山断層帯	㉑	宇久島北西冲断層群
④	楠久断層	⑬	水瀬断層帯	㉒	沖ノ島東方冲断層
⑤	国見断層	⑭	雲仙断層群	㉓	F _{TW} -3
⑥	真名子-荒谷峠断層	⑮	糸島半島冲断層群	㉔	F _{TW} -4
⑦	銚ノ木山リアメント	⑯	F-h断層	㉕	中通島西方冲断層群
⑧	警固断層帯	⑰	老岐北東部断層群	㉖	F _{TW} -1
⑨	佐賀平野北縁断層帯	⑱	対馬南方冲断層		

図 6 7 敷地周辺の主な活断層から想定される地震

- | | |
|---------------------|--------------------|
| —●— ①竹木場断層による地震 | —●— ⑪西山断層帯 |
| —●— ②今福断層による地震 | —●— ⑫糸島半島沖断層群による地震 |
| —●— ③城山南断層による地震 | —●— ⑬F-h断層による地震 |
| —●— ④楠久断層による地震 | —●— ⑭老岐北東部断層群 |
| —●— ⑤国見断層による地震 | —●— ⑮対馬南方沖断層 |
| —●— ⑥真名子-荒谷峠断層による地震 | —●— ⑯対馬南西方沖断層 |
| —●— ⑦鉾ノ木山リニアメント | —●— ⑰1700年老岐・対馬の地震 |
| —●— ⑧警固断層帯による地震 | —●— ⑱2005年福岡県西方沖地震 |
| —●— ⑨佐賀平野北縁断層帯 | |
| —●— ⑩日向峠-小笠木峠断層帯 | |

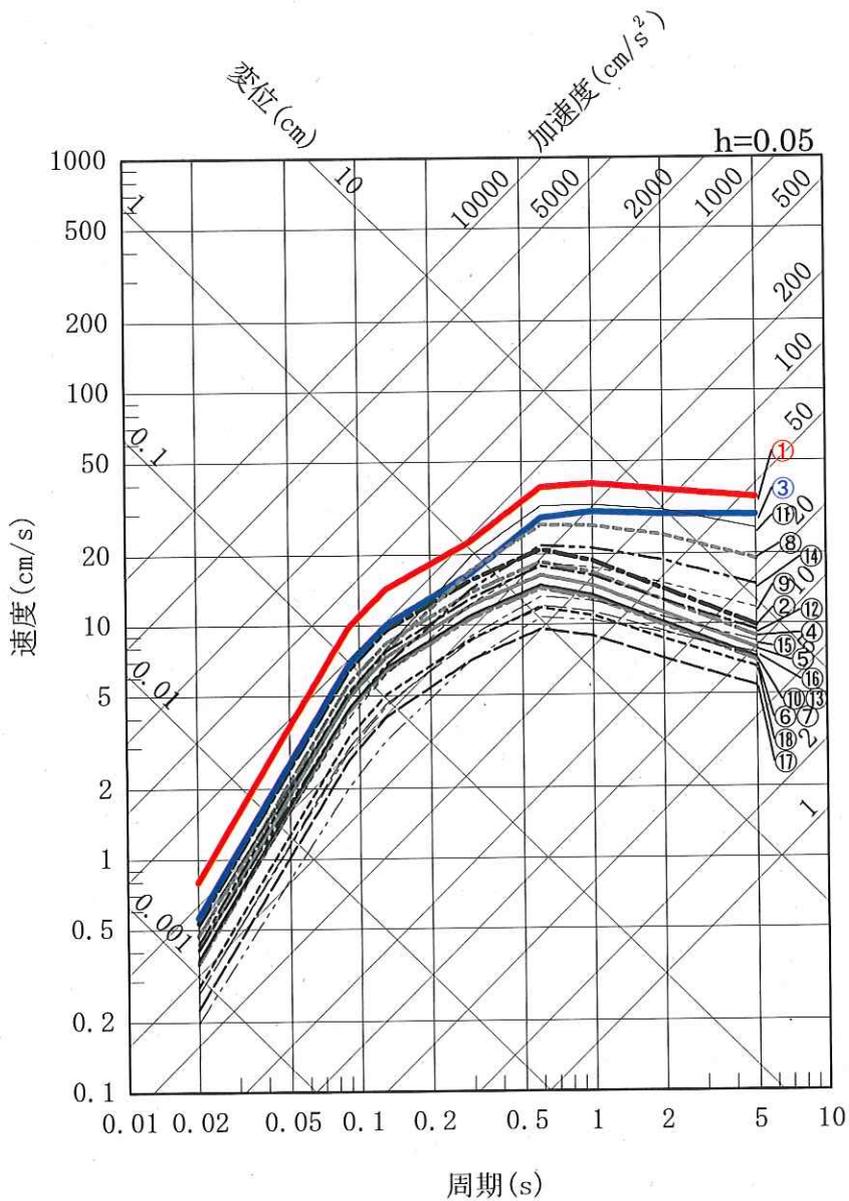


図 6 8 検討用地震の選定のための応答スペクトルの比較

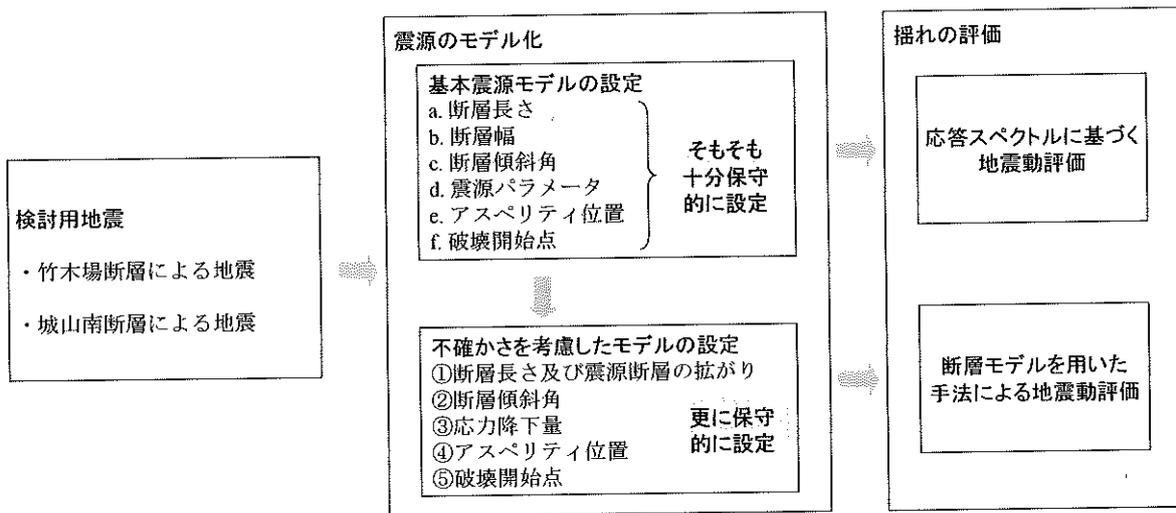


図 6 9 検討用地震の地震動評価の流れ

パラメータ		基本震源モデルのパラメータ設定根拠	
巨視的 パラメータ	震源断層の 形状等	断層長さ	断層長さは、地質調査結果に基づき、設定する。ただし、「孤立した短い活断層」については断層傾斜角及び地震発生層を考慮した断層幅と同じ長さに設定する。
		震源断層の拡がり	震源断層の拡がり、地質調査結果に基づき設定する。ただし、「孤立した短い活断層」については、地表トレースの中点から両端に均等に設定する。
		断層傾斜角	傾斜角は、原子力安全基盤機構(2005)によると九州地方は横ずれ断層が主体と考えられることから、強震動予測レシピに基づき、90度と設定する。ただし、「竹木場断層による地震」は断層露頭及び発生地震の傾斜角を参考に80度と設定する。
		地震発生層	地震発生層上下端深さは、2005年福岡県西方沖地震の臨時余震観測等を踏まえ、上端3km、下端20kmと設定する。地震発生層厚さは、17kmと設定する。
	マグニチュード	断層長さから松田(1975)に基づき、設定する。	
地震モーメント	断層面積から入倉・三宅(2001)に基づき、設定する。		
微視的 パラメータ	アスペリティの位置、数	地表トレースの範囲内で敷地に最も近い位置の断層上端1箇所を設定する。	
	アスペリティの応力降下量、 平均すべり量	2005年福岡県西方沖地震の観測記録を用いた検討を踏まえ、強震動予測レシピに従い、経験式に基づき、設定する。	
	背景領域の応力降下量、 平均すべり量		
	すべり速度時間関数	短周期領域では用いていない。 長周期領域では中村・宮武(2000)に基づき、設定する。	
	高周波遮断特性	2005年福岡県西方沖地震の観測記録を用いた検討を踏まえ、設定する。	
その他 のパラメータ	破壊伝播速度	強震動予測レシピに従い、経験式に基づき、設定する。	
	破壊開始点	巨視的断層面の端部で破壊が敷地に向かうような位置に設定する。	
	破壊伝播様式	強震動予測レシピに従い、放射状の破壊伝播を設定する。	

表6 パラメータの設定根拠 (基本震源モデル)

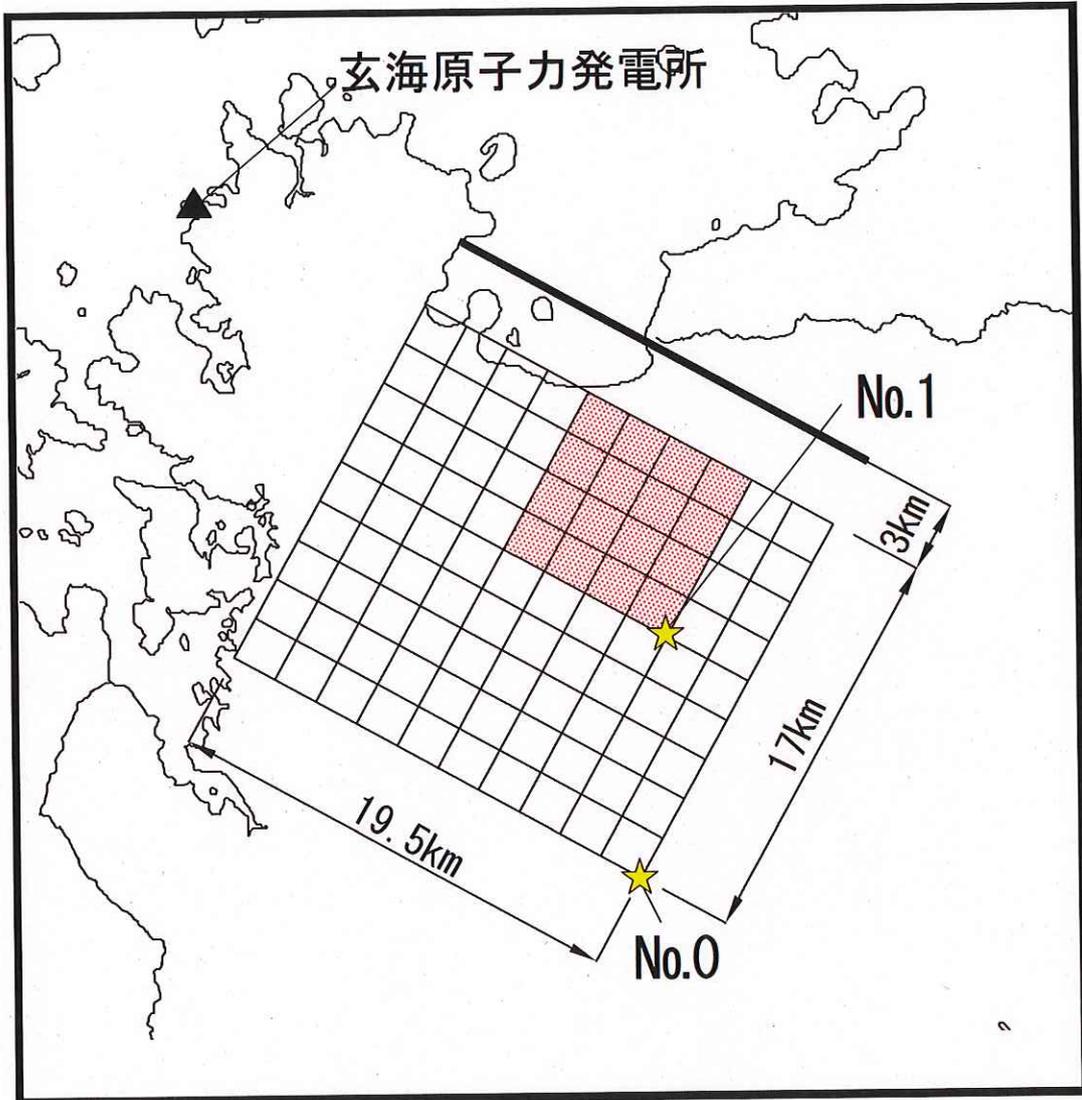


図 7 1 城山南断層による地震（基本震源モデル）

パラメータ		不確かさ考慮の有無・根拠	
巨視的パラメータ	震源断層の形状等	断層長さ	断層長さは、Stirling et al. (2002)の知見によると、地表地震断層長さと震源断層長さの関係から地表断層長さが小さくなくても震源断層長さは約20km付近に漸近することから、20kmと設定する。
		震源断層の拡がり	震源断層の拡がり、地質調査による地表トレースを含む範囲内で敷地に近づく方向に震源断層面を設定する。
		断層傾斜角	強震動予測レシピ等を参考に、60度(敷地側に傾斜)と設定する。
		地震発生層	地震発生層上下端深さは、敷地周辺では、地震観測記録等の多くの情報が得られていることから、不確かさの考慮は行わない。
	マグニチュード	マグニチュードは、断層長さの不確かさを考慮することに伴い、不確かさを考慮する。	
	地震モーメント	地震モーメントは、断層長さ又は断層傾斜角の不確かさを考慮することに伴い、不確かさを考慮する。	
微視的パラメータ	アスペリティの位置、数	地質調査結果で得られた地表トレースの範囲を超えて、敷地に最も近い断層上端1箇所に設定する。	
	アスペリティの応力降下量、平均すべり量	アスペリティ及び背景領域の応力降下量は、2007年新潟県中越沖地震を踏まえ、強震動予測レシピの1.5倍に設定する。アスペリティ及び背景領域の平均すべり量は、断層長さ又は断層傾斜角の不確かさを考慮することに伴い、不確かさを考慮する。	
	背景領域の応力降下量、平均すべり量		
	すべり速度時間関数	中村・宮武(2000)では、他のパラメータの不確かさで間接的に考慮されているため、不確かさの考慮は行わない。	
	高周波遮断特性	2005年福岡県西方沖地震の観測記録を用いた検討により2005年福岡県西方沖地震の敷地地盤における地震記録を模擬できていることを確認していることから、不確かさの考慮は行わない。	
その他のパラメータ	破壊伝播速度	2005年福岡県西方沖地震の観測記録を用いた検討により強震動予測レシピの適用性を確認していることから、不確かさの考慮は行わない。	
	破壊開始点	敷地への影響が大きくなることを考慮して、破壊が敷地に向かうような位置に複数ケース設定する。	
	破壊伝播様式	敷地への影響が大きくなることを考慮して破壊開始点を設定しており、基本震源モデルで設定した放射状の伝播による影響が大きいと判断し、不確かさの考慮は行わない。	

表7 パラメータの設定根拠 (不確かさ考慮モデル)

不確かさを考慮するパラメータ

- ① 断層長さ及び震源断層の拡がり
- ② 断層傾斜角
- ③ 応力降下量
- ④ アスペリティの位置
- ⑤ 破壊開始点

地震発生前に、地質調査、敷地周辺の地震発生状況及び地震に関する過去のデータによる経験則からおおよそ把握できるもの

地震発生前に把握が困難なもの
(地震発生後の分析等により把握できるもの)

不確かさの重畳について

- ① 断層長さ及び震源断層の拡がり、② 断層傾斜角、③ 応力降下量については、地震発生前におおよそ把握できると考えられるため、①～③の不確かさについては、それぞれ独立して考慮する。
- ④ アスペリティの位置、⑤ 破壊開始点については、地震発生前に把握が困難であるため、①～③の不確かさを考慮する際に、④・⑤の不確かさを重畳させる。

図 7 2 不確かさを考慮するパラメータの基本的な考え方

パラメータ	基本震源モデル	不確かさ考慮モデル
断層長さ及び震源断層の 拡がり	地質調査結果に基づき、設 定※ ¹	Stirling et al.(2002)を踏まえ、20kmと設定し、地表トレー スを含む範囲内で敷地に近づく方向に震源断層面を設定
断層傾斜角	九州地方は横ずれ断層が 主体であることから、90度 と設定※ ²	強震動予測レシピ等を参考に、60度(敷地側に傾斜)と設 定。
応力降下量	敷地で得られた地震観測 記録に基づく検討を踏まえ、 強震動予測レシピにより設 定	新潟県中越沖地震を踏まえ、強震動予測レシピの1.5倍に 設定
アスペリティの位置	地表トレースの範囲内で敷 地に最も近い位置に設定	敷地に近い位置に設定
破壊開始点	巨視的断層面の端部で破 壊が敷地に向かう位置に 設定	破壊が敷地に向かうような位置に複数設定

※1：孤立した短い活断層は17kmと設定し、地表トレース長さの midpoint から両端に均等に震源断層面を設定
 ※2：竹木場断層は断層露頭及び発生地震の傾斜角を参考に80度と設定

表8 不確かさを考慮するパラメータ

検討ケース	断層長さ及び震源断層の拡がり	断層傾斜角	応力降下量	アスペリティの位置	破壊開始点
基本震源モデル	17.3km	80度	強震動予測レシビにより設定	地表トレースの範囲内で敷地に最も近い位置に設定	巨視的断層面の端部で破壊が敷地に向かう位置に設定
不確かさ考慮モデル (断層長さ及び震源断層の拡がりの不確かさ)	20.0km	80度	強震動予測レシビにより設定	敷地に近い位置に設定	複数設定
不確かさ考慮モデル (断層傾斜角の不確かさ)	19.7km	60度	強震動予測レシビにより設定	敷地に近い位置に設定	複数設定
不確かさ考慮モデル (応力降下量の不確かさ)	17.3km	80度	新潟県中越沖地震を踏まえ、強震動予測レシビの1.5倍に設定	敷地に近い位置に設定	複数設定

不確かさを考慮して設定するパラメータ
 不確かさを重量するパラメータ

表9 不確かさ考慮モデルの検討ケース (竹木場断層による地震)

検討ケース	断層長さ及び震源断層の拡がり	断層傾斜角	応力降下量	アスペリティの位置	破壊開始点
基本震源モデル	19.5km	90度	強震動予測レンジにより設定	地表トレースの範囲内で敷地に最も近い位置に設定	巨視的断層面の端部で破壊が敷地に向かう位置に設定
不確かさ考慮モデル (断層長さ及び震源断層の拡がりの不確かさ)	20km	90度	強震動予測レンジにより設定	敷地に近い位置に設定	複数設定
不確かさ考慮モデル (断層傾斜角の不確かさ)	19.7	60度	強震動予測レンジにより設定	敷地に近い位置に設定	複数設定
不確かさ考慮モデル (応力降下量の不確かさ)	19.5	90度	新潟県中越沖地震を踏まえ、強震動予測レンジの1.5倍に設定	敷地に近い位置に設定	複数設定

不確かさを考慮して設定するパラメータ
 不確かさを重畳するパラメータ

表10 不確かさ考慮モデルの検討ケース（城山南断層による地震）

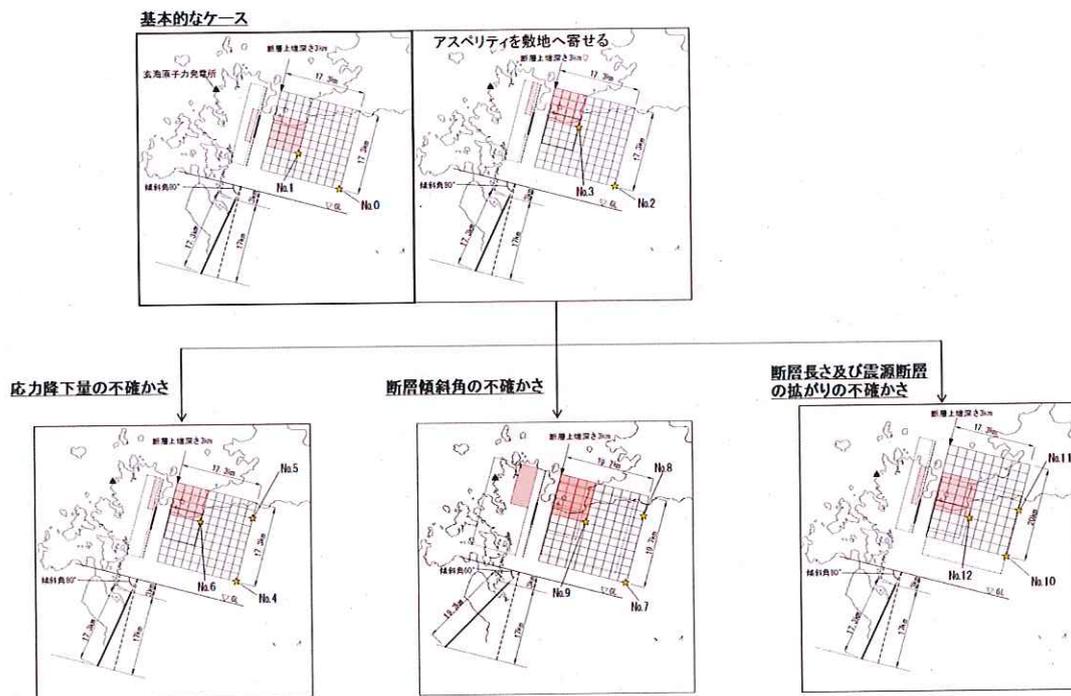


図 7 3 「竹木場断層による地震」の不確かさ考慮モデル

基本的なケース

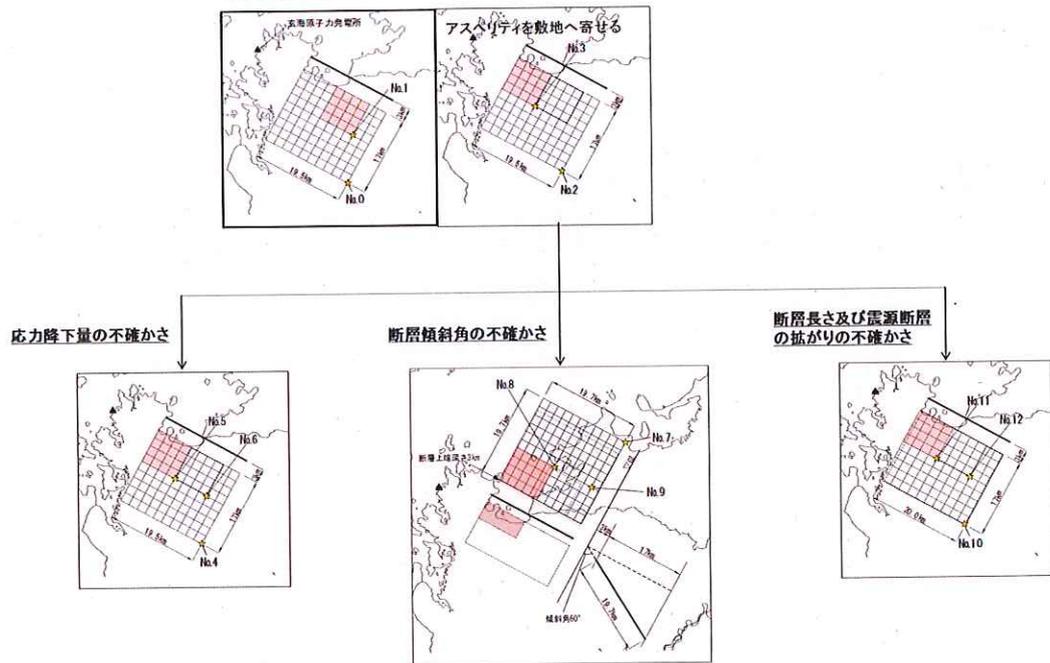


図 7 4 「城山南断層による地震」の不確かさ考慮モデル

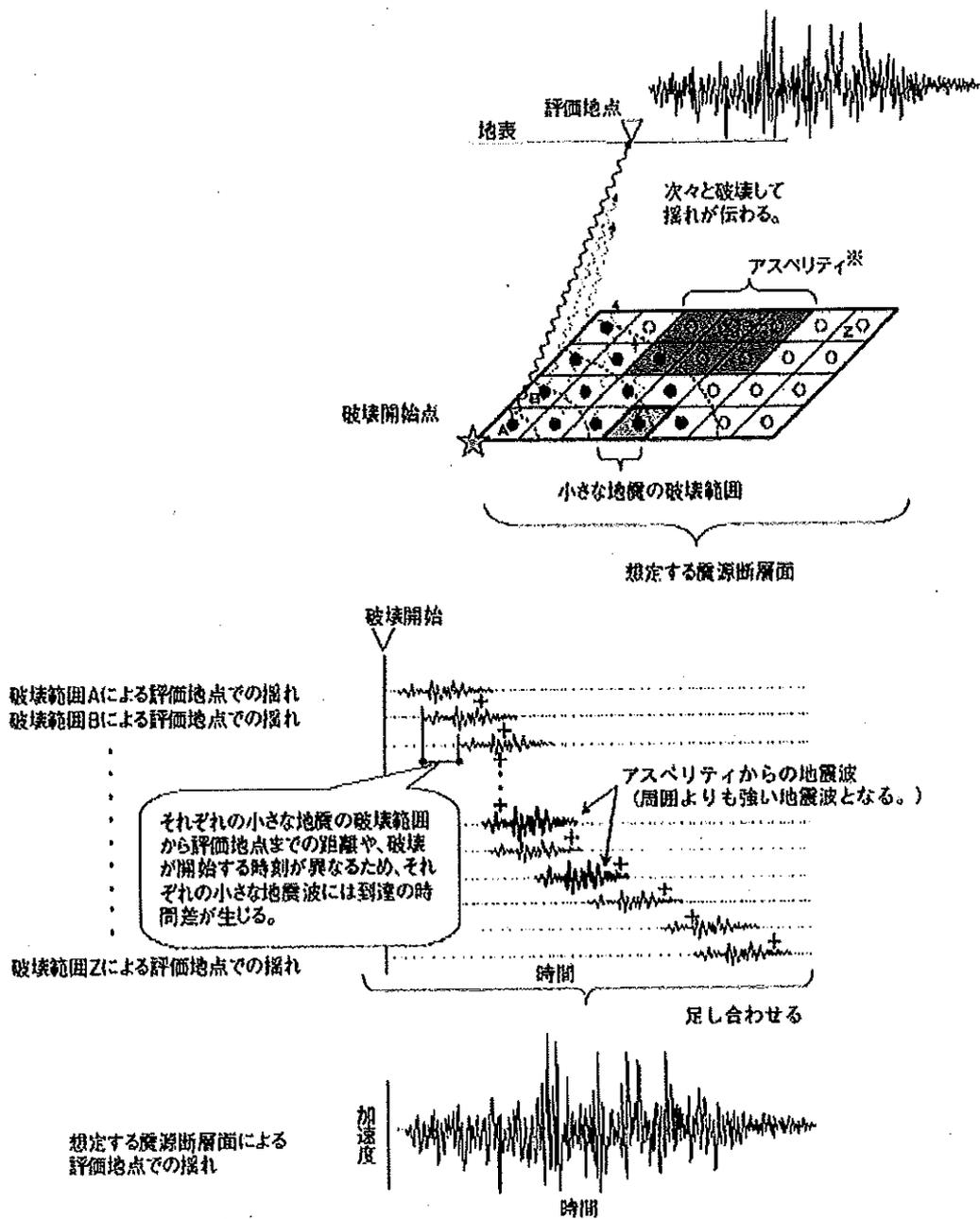


図 7 5 「(参考) 断層モデルの手法の概念について」(原子力安全委員会)

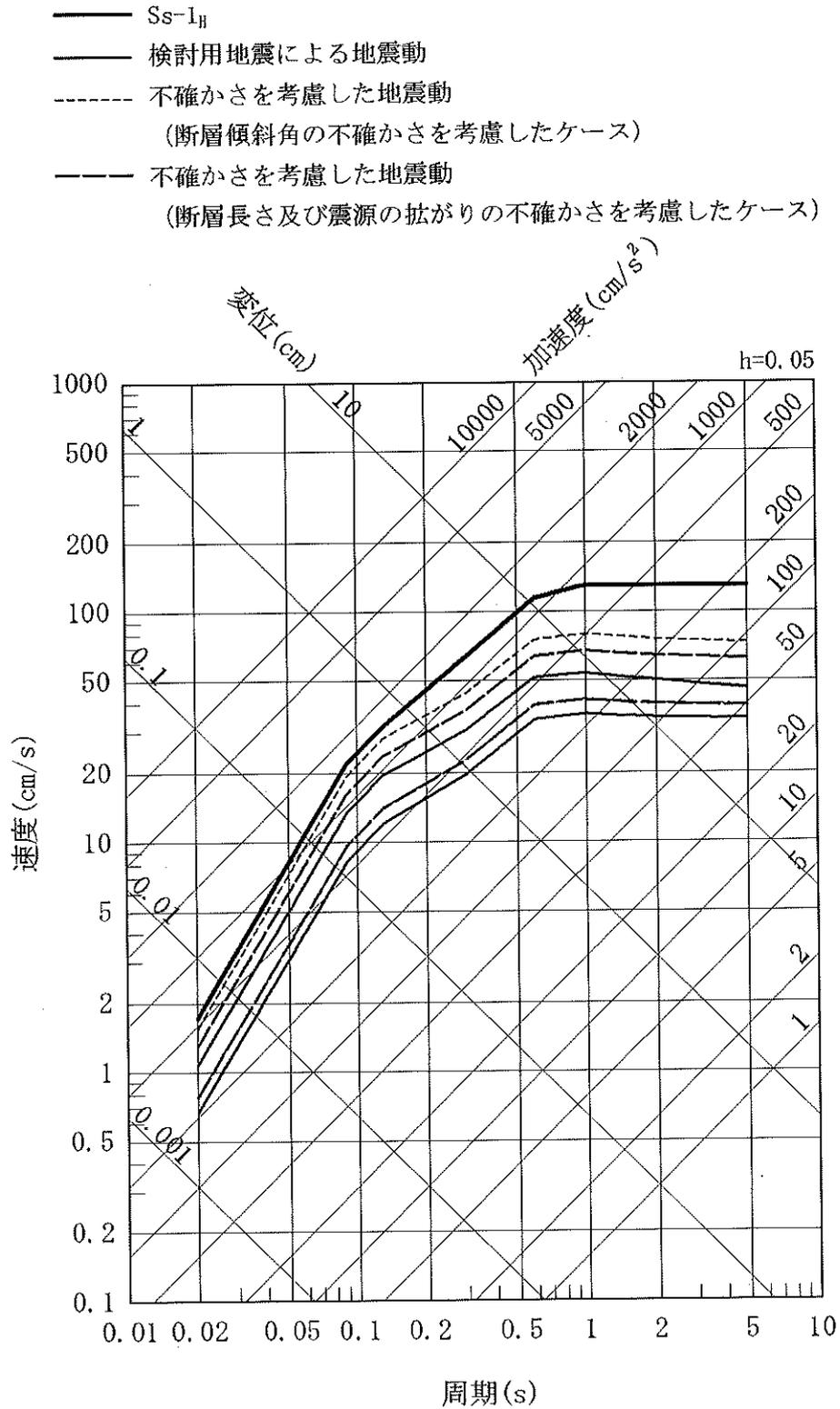


図 7 6 基準地震動 Ss-1 (設計用応答スペクトル) 及び検討用地震の
 応答スペクトル (応答スペクトルに基づく手法)

—— Ss-1_H
 - - - 検討用地震による地震動

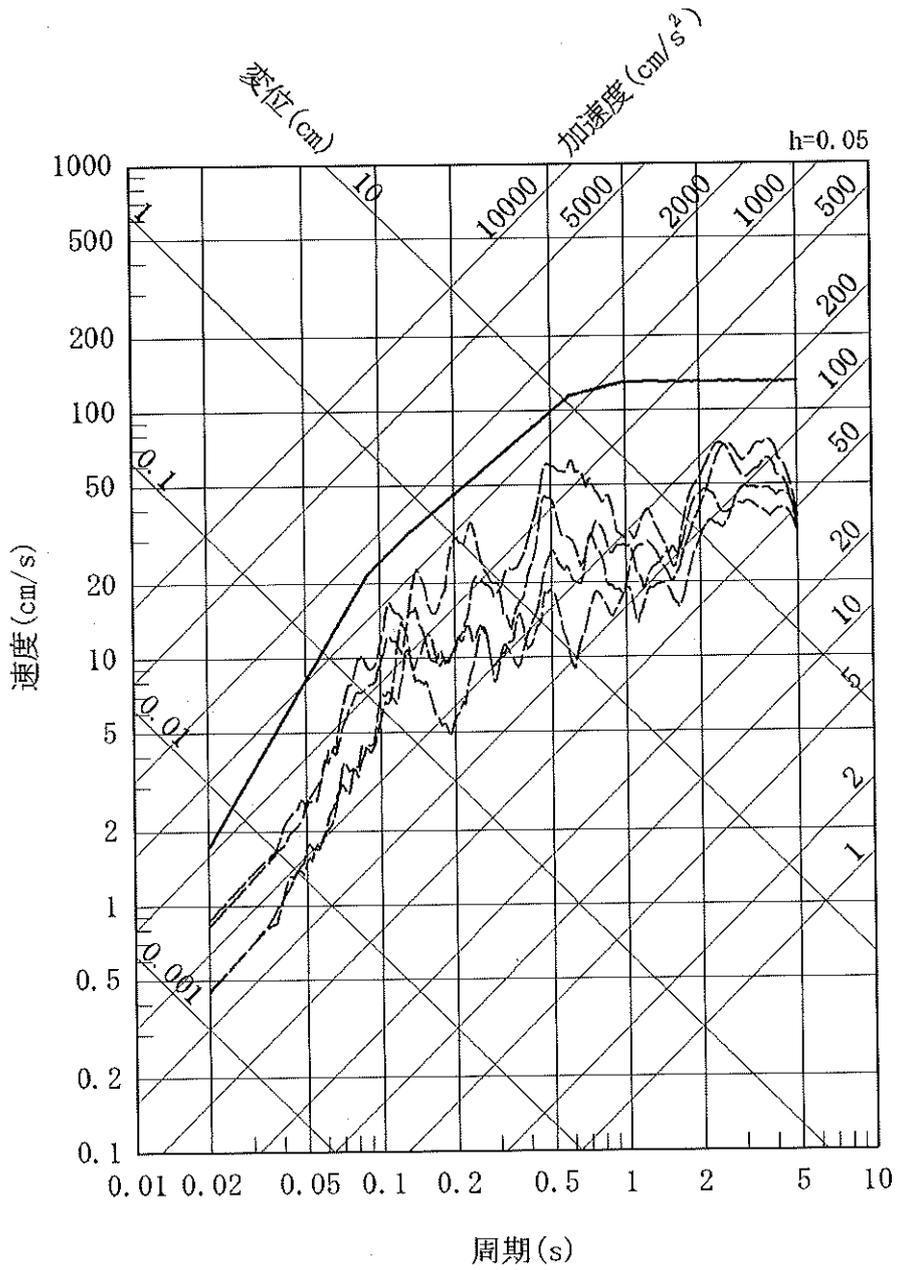


図 7 7 基準地震動 Ss-1 (設計用応答スペクトル) 及び検討用地震の
 応答スペクトル (断層モデルを用いた手法)

- Ss-1_H
- 断層モデルを用いた手法 竹木場断層による地震
(経験的グリーン関数法、断層傾斜角の不確かさを考慮したケース 破壊開始点2)
- 断層モデルを用いた手法 城山南断層による地震
(経験的グリーン関数法、断層傾斜角の不確かさを考慮したケース 破壊開始点3)
- 断層モデルを用いた手法 (経験的グリーン関数法、不確かさを考慮したケース)

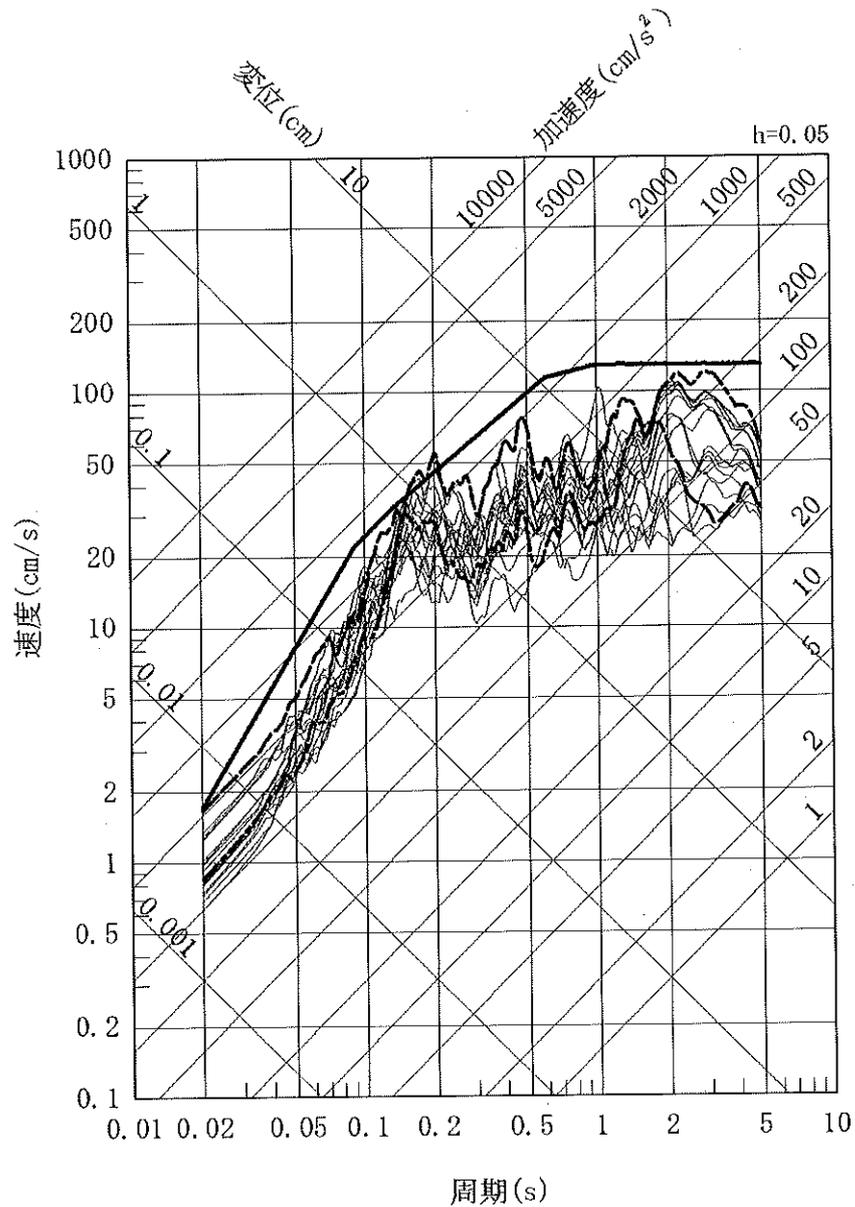


図 7 8 基準地震動 Ss-1 (設計用応答スペクトル) 及び検討用地震の
応答スペクトル (断層モデルを用いた手法 : NS 方向)

- $Ss-1_H$
- 断層モデルを用いた手法 竹木場断層による地震
(経験的グリーン関数法、断層傾斜角の不確かさを考慮したケース 破壊開始点2)
- 断層モデルを用いた手法 城山南断層による地震
(経験的グリーン関数法、断層傾斜角の不確かさを考慮したケース 破壊開始点3)
- 断層モデルを用いた手法 (経験的グリーン関数法、不確かさを考慮したケース)

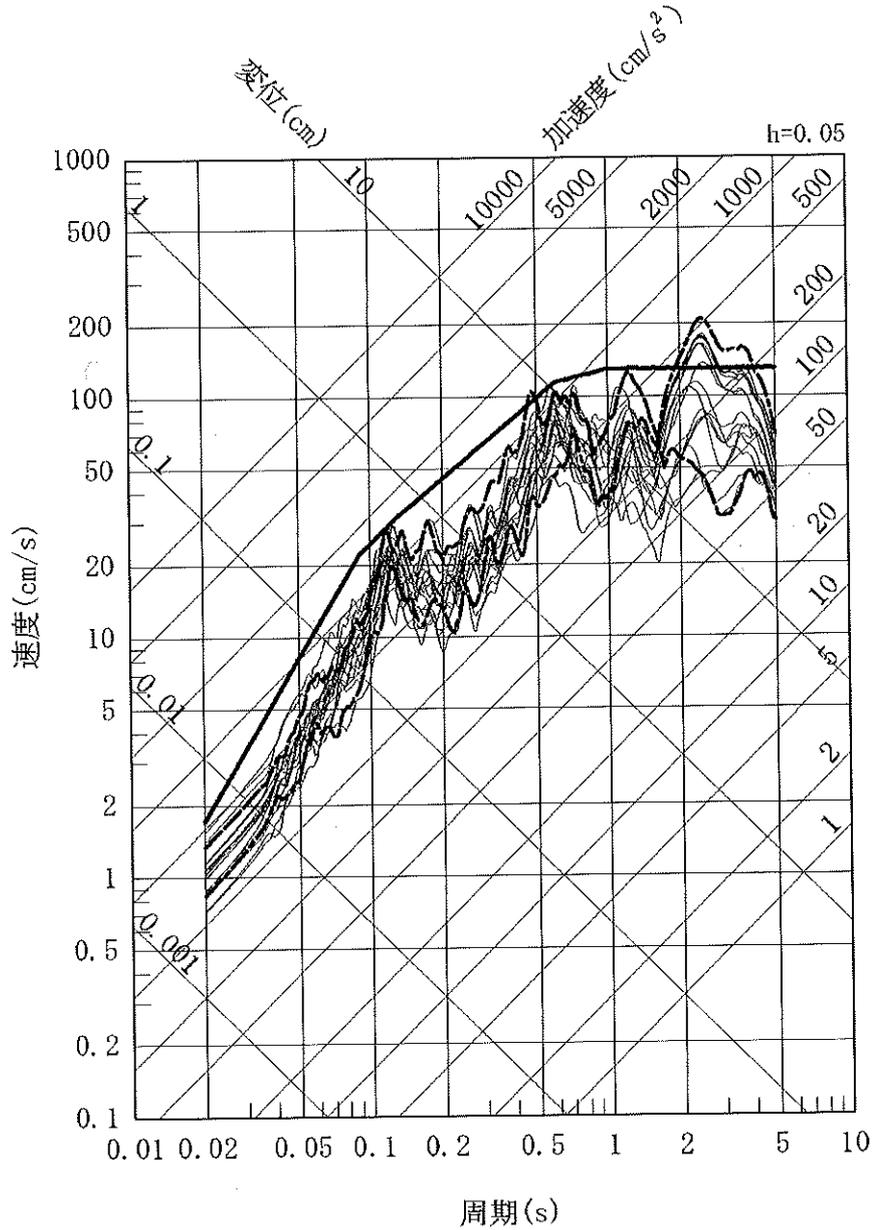


図7.9 基準地震動 $Ss-1$ (設計用応答スペクトル) 及び検討用地震の
 応答スペクトル (断層モデルを用いた手法: EW 方向)

No	地震名	日時	規模
1	2008年岩手・宮城内陸地震	2008/06/14, 08:43	Mw6.9
2	2000年鳥取県西部地震	2000/10/06, 13:30	Mw6.6
3	2011年長野県北部地震	2011/03/12, 03:59	Mw6.2
4	1997年3月鹿児島県北西部地震	1997/03/26, 17:31	Mw6.1
5	2003年宮城県北部地震	2003/07/26, 07:13	Mw6.1
6	1996年宮城県北部(鬼首)地震	1996/08/11, 03:12	Mw6.0
7	1997年5月鹿児島県北西部地震	1997/05/13, 14:38	Mw6.0
8	1998年岩手県内陸北部地震	1998/09/03, 16:58	Mw5.9
9	2011年静岡県東部地震	2011/03/15, 22:31	Mw5.9
10	1997年山口県北部地震	1997/06/25, 18:50	Mw5.8
11	2011年茨城県北部地震	2011/03/19, 18:56	Mw5.8
12	2013年栃木県北部地震	2013/02/25, 16:23	Mw5.8
13	2004北海道留萌支庁南部地震	2004/12/14, 14:56	Mw5.7
14	2005年福岡県西方沖地震の最大余震	2005/04/20, 06:11	Mw5.4
15	2012年茨城県北部地震	2012/03/10, 02:25	Mw5.2
16	2011年和歌山県北部地震	2011/07/05, 19:18	Mw5.0

表11 審査ガイドに例示される16地震

- 2000年鳥取県西部地震を考慮した地震動 (水平方向: NS)
- - - - 2000年鳥取県西部地震を考慮した地震動 (水平方向: EW)

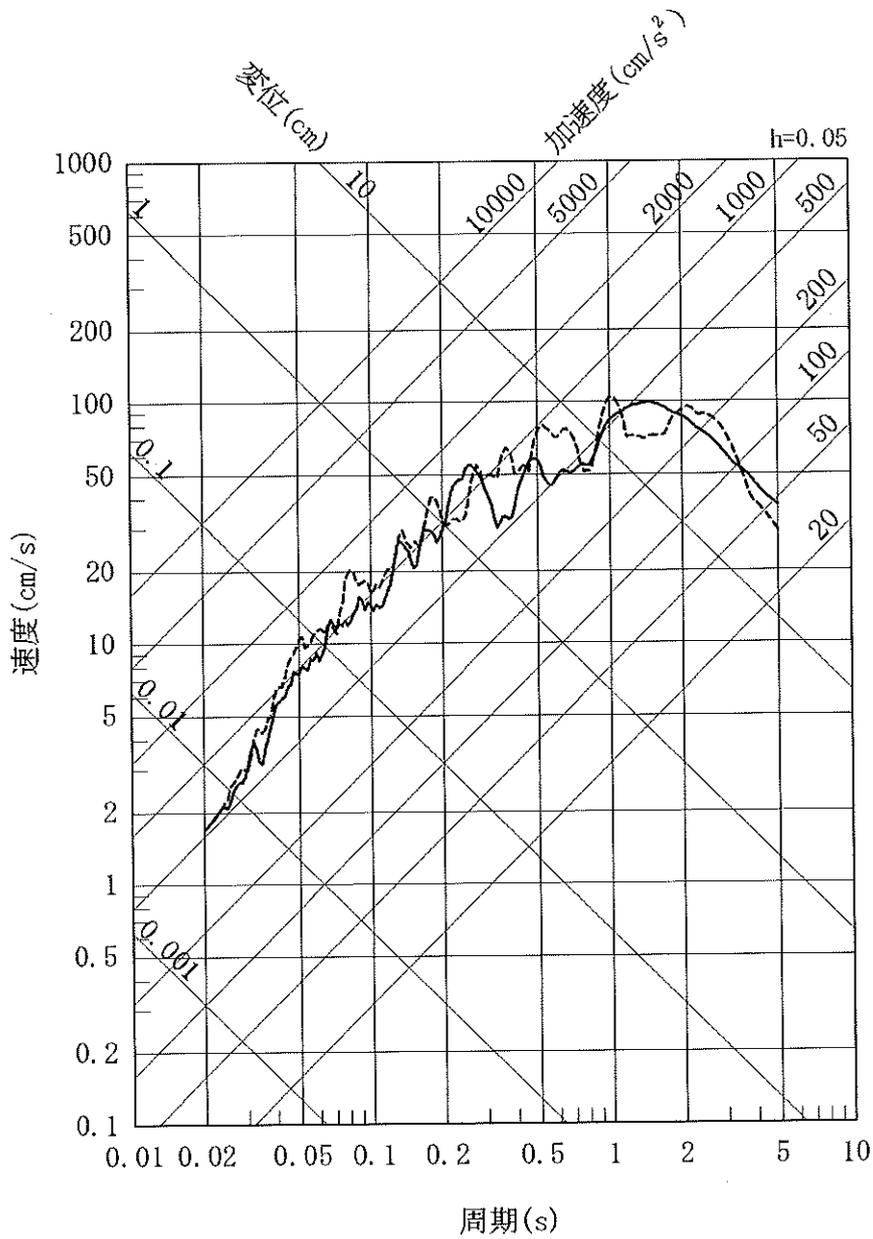


図80 2000年鳥取県西部地震の観測記録を基に策定した
「震源を特定せず策定する地震動」の応答スペクトル

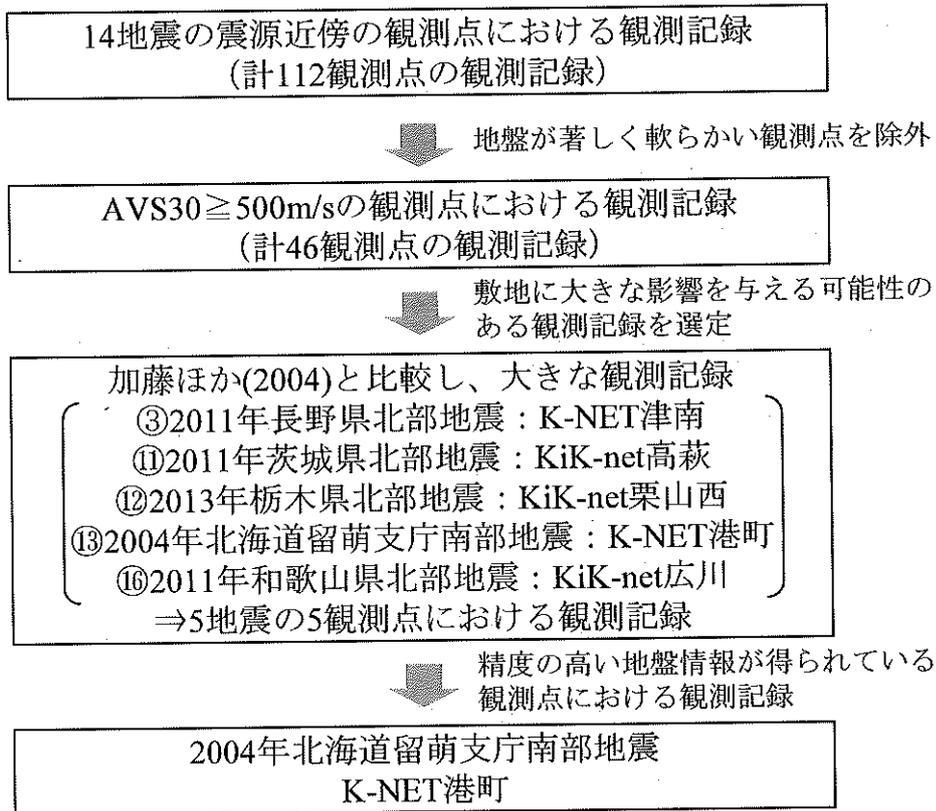


図81 K-NET 港町観測点の観測記録の選定フロー

—— 2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動

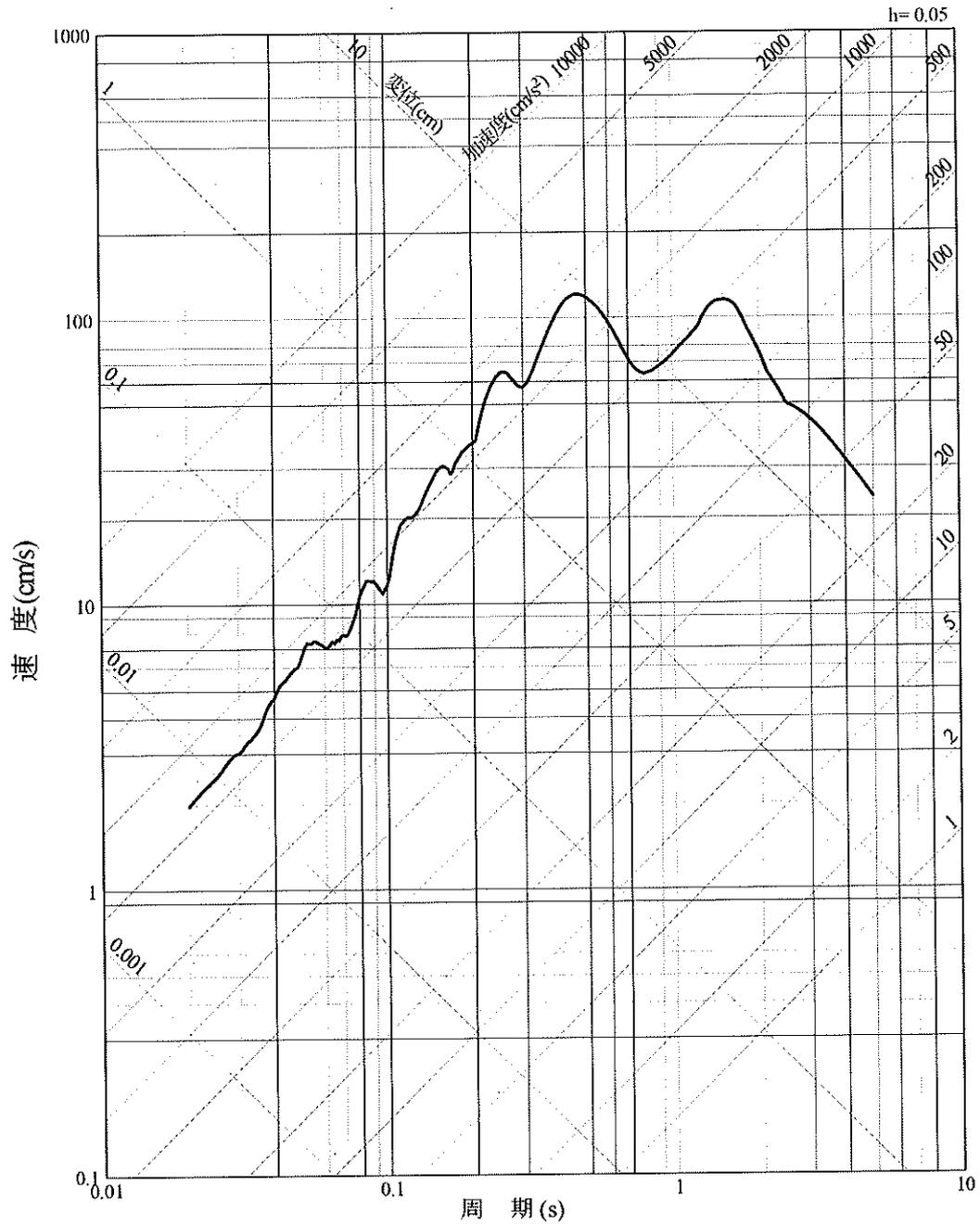


図83 2004年北海道留萌支庁南部地震の観測記録を基に策定した「震源を特定せず策定する地震動」の応答スペクトル

- Ss-1_H
- Ss-2_{NS}
- Ss-3_{NS}
- 震源を特定せず策定する地震動
(加藤ほか(2004)による応答スペクトル)
- 震源を特定せず策定する地震動
(2000年鳥取県西部地震を考慮した地震動(水平方向: NS))
- 震源を特定せず策定する地震動
(2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動)

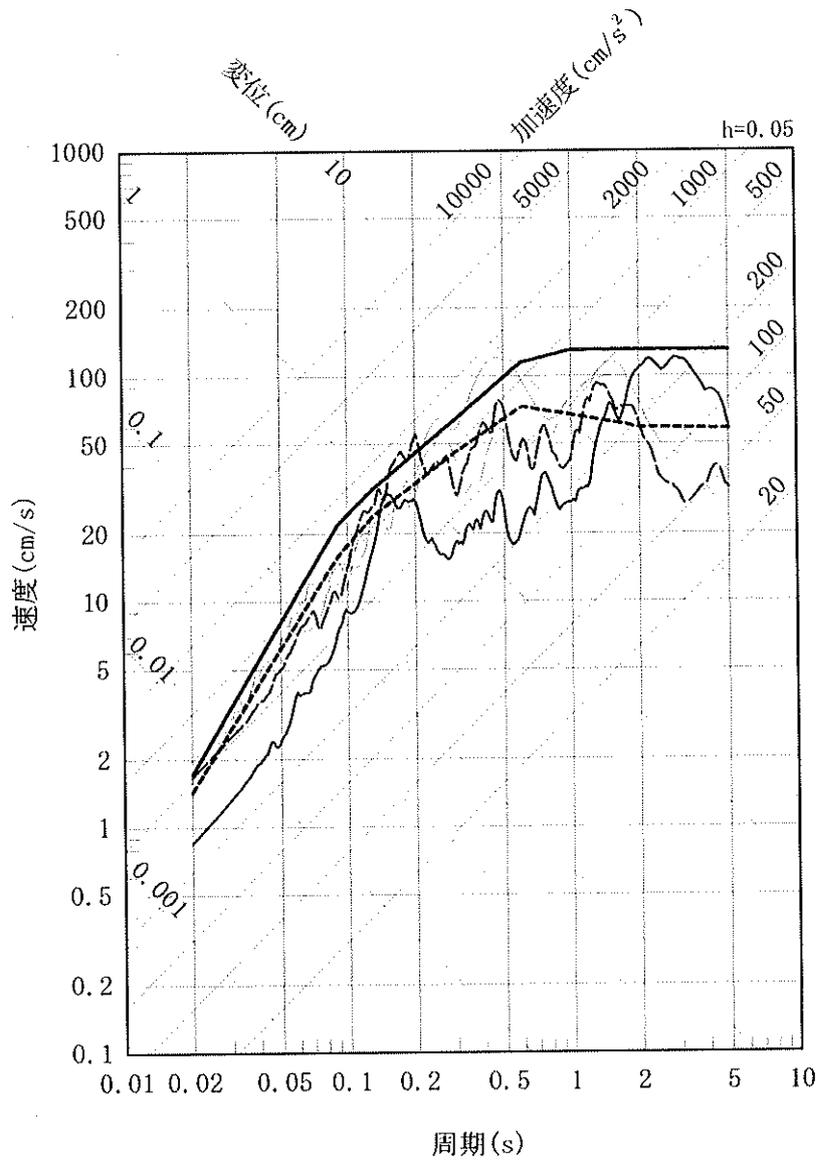


図 8 4 基準地震動 Ss-1~3 及び「震源を特定せず策定する地震動」の
応答スペクトル (NS 方向)

- Ss-1_H
- Ss-2_{ER}
- Ss-3_{ER}
- ⋯⋯ 震源を特定せず策定する地震動
(加藤ほか(2004)による応答スペクトル)
- 震源を特定せず策定する地震動
(2000年鳥取県西部地震を考慮した地震動(水平方向:EW))
- 震源を特定せず策定する地震動
(2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動)

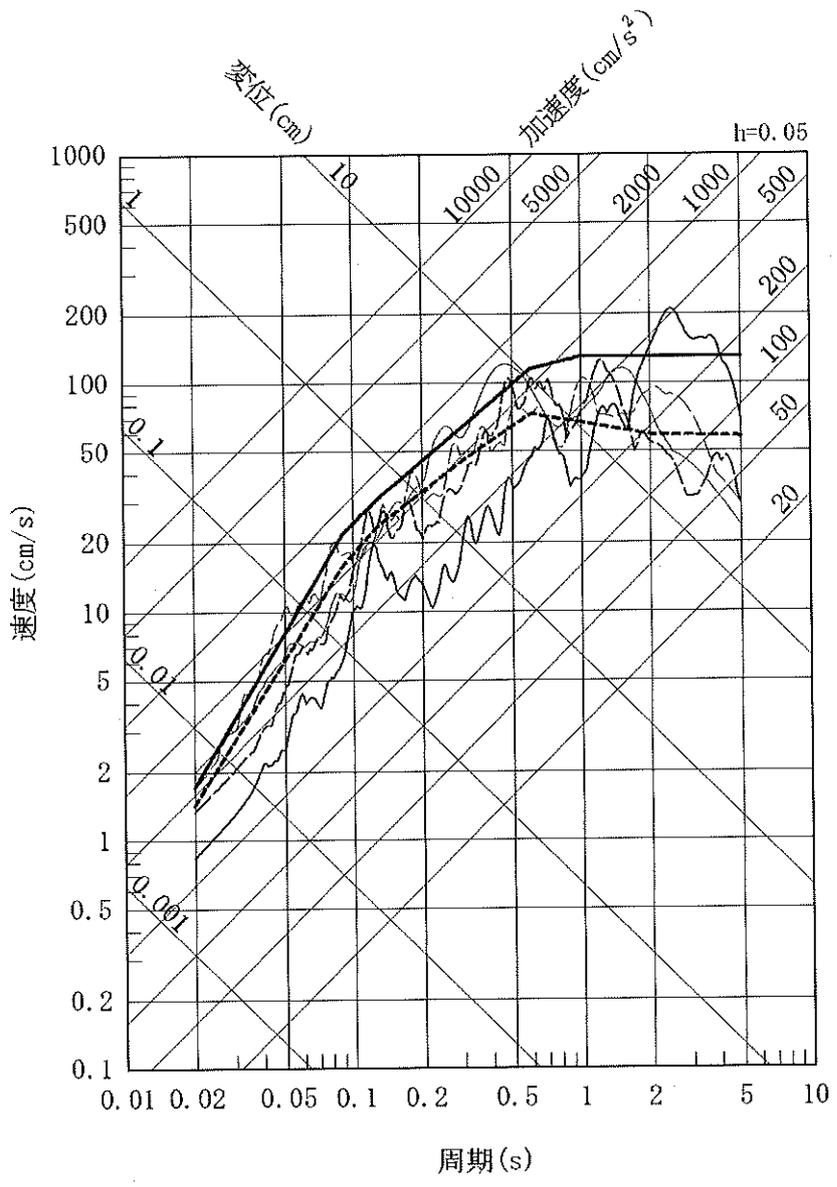


図85 基準地震動 Ss-1~3 及び「震源を特定せず策定する地震動」の
応答スペクトル (EW 方向)

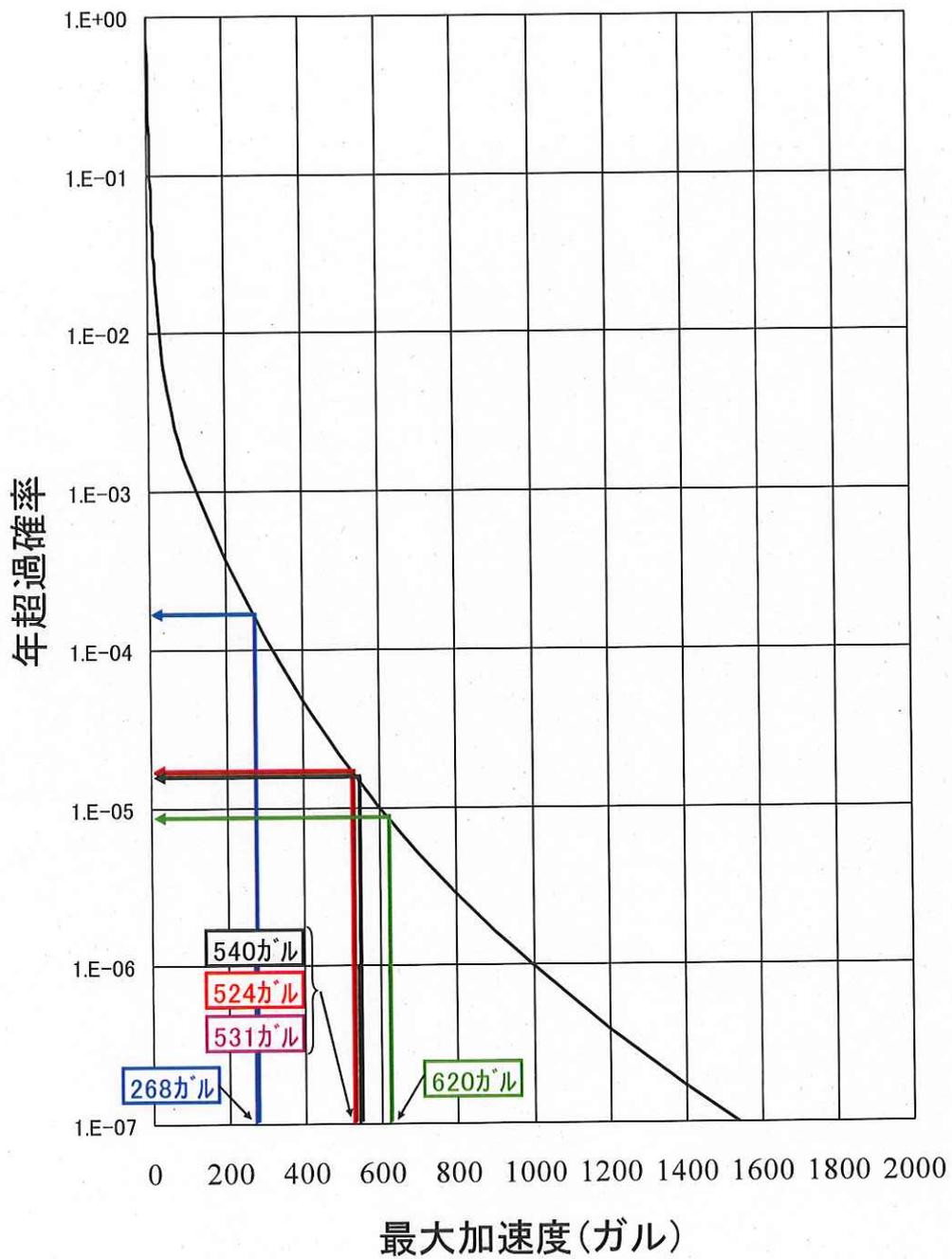


図 8 6 基準地震動の年超過確率 (ハザード曲線)

- Ss-1_H
- Ss-2_{NS}
- - - Ss-3_{NS}
- Ss-4_H
- - - Ss-5_{NS}

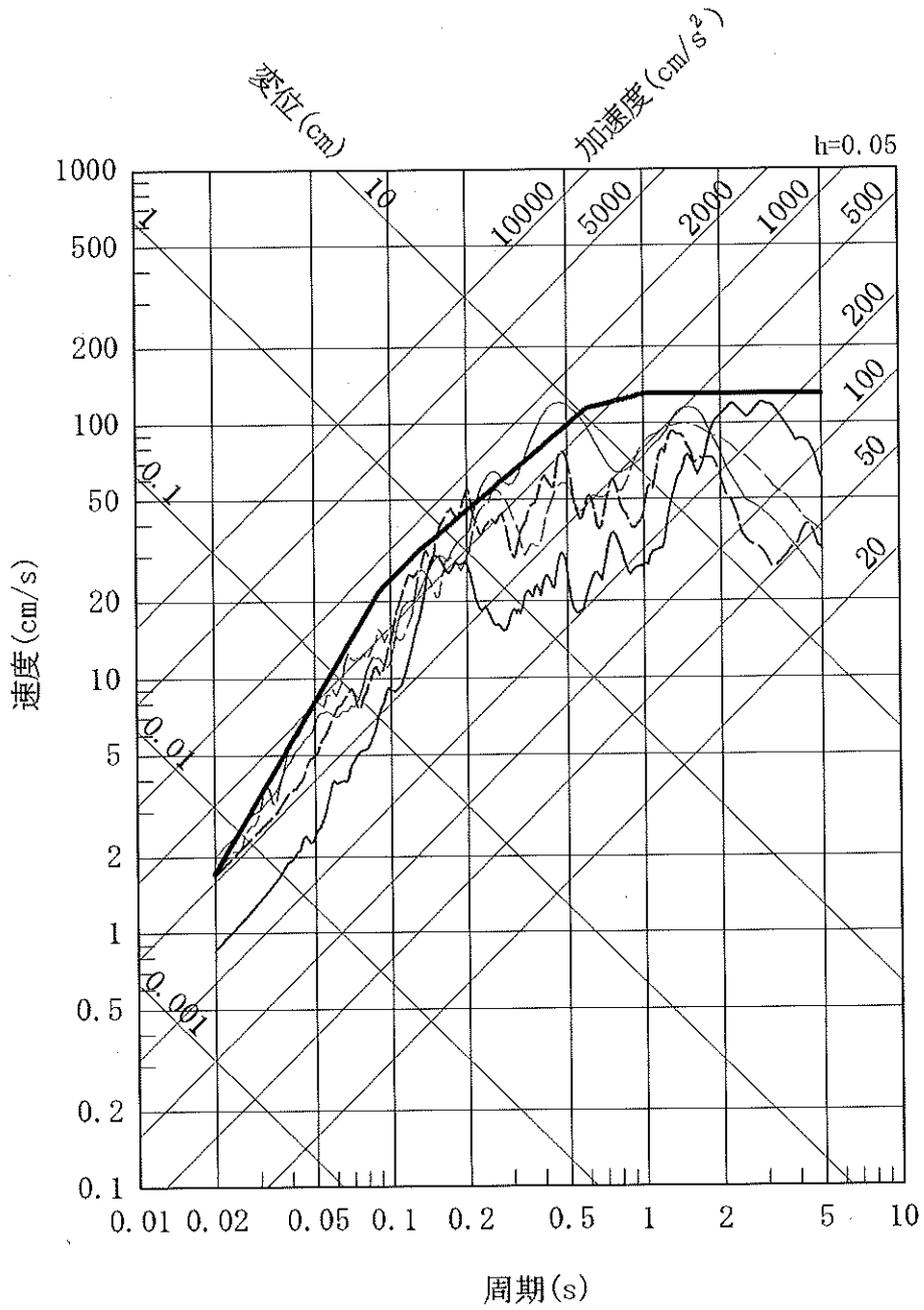


図 8 7 基準地震動 S_s の応答スペクトル (NS 方向)

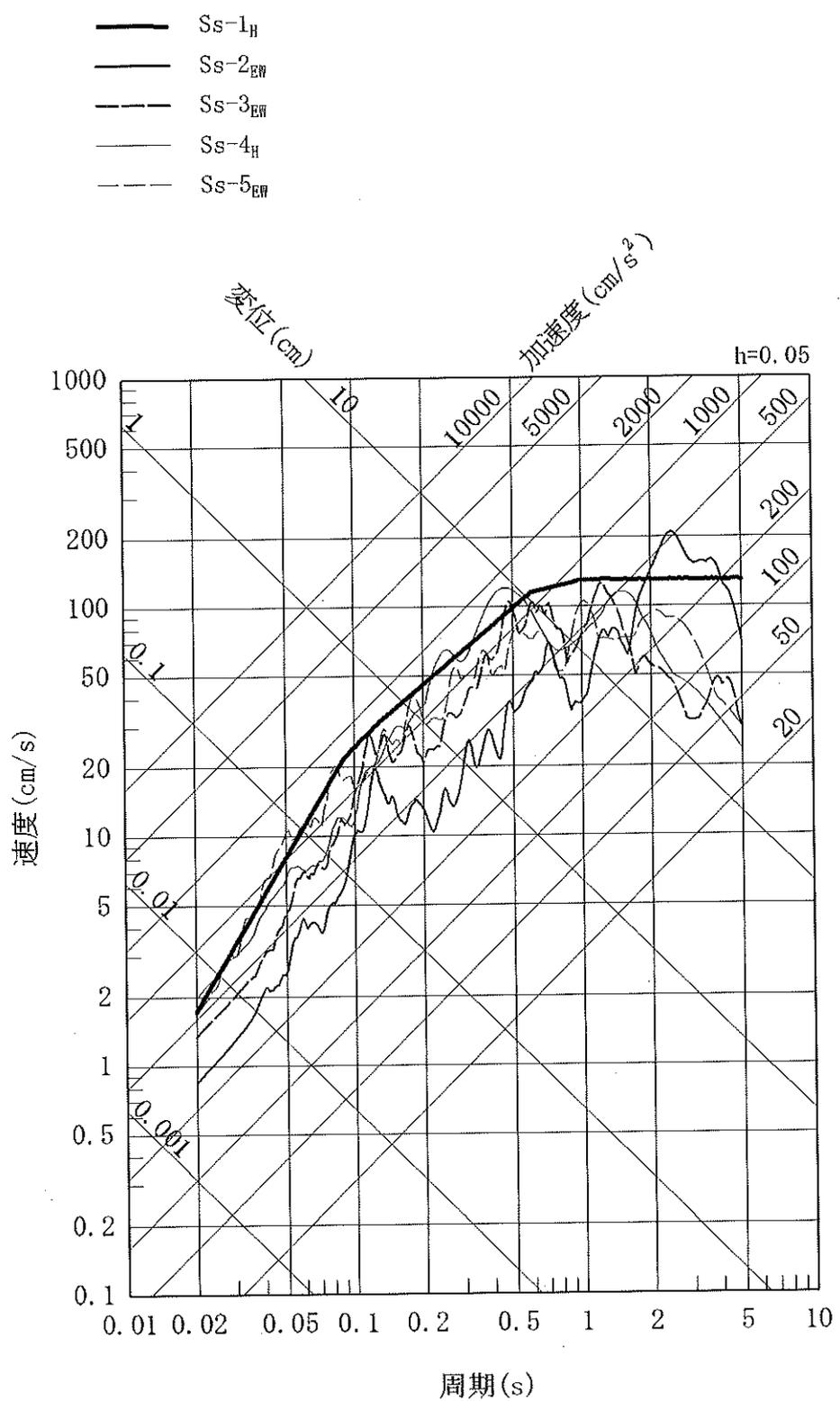


図 8 8 基準地震動 S_s の応答スペクトル (EW 方向)

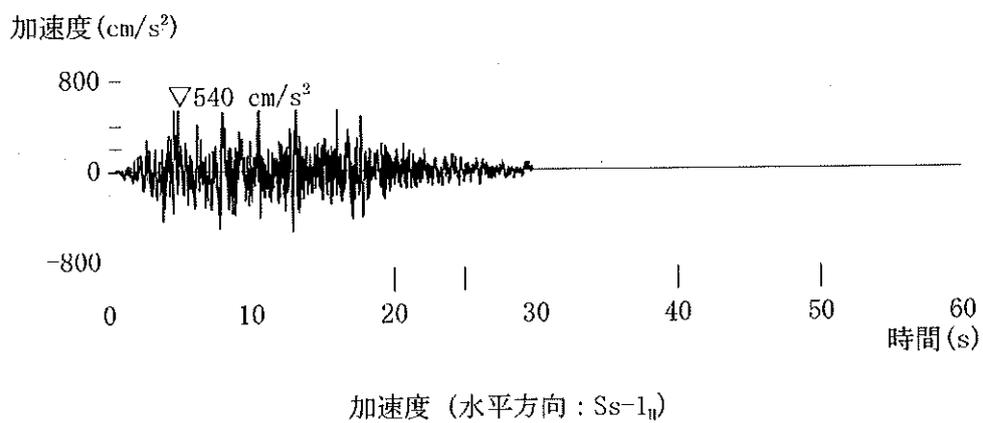
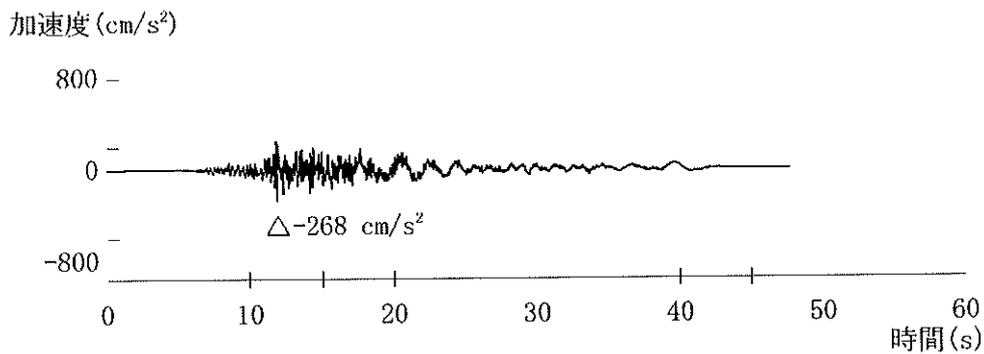
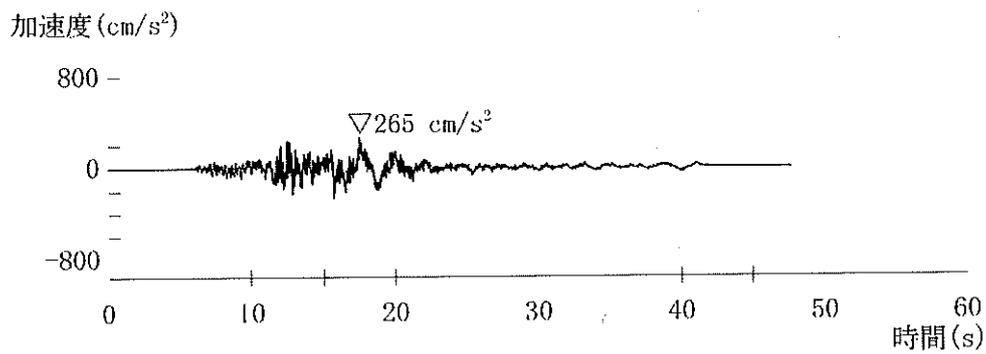


図 8 9 基準地震動 Ss-1 の加速度時刻歴波形 (水平動)



加速度 (水平方向 : Ss-2_{3S})



加速度 (水平方向 : Ss-2_{HR})

図 9 0 基準地震動 Ss-2 の加速度時刻歴波形 (水平動)

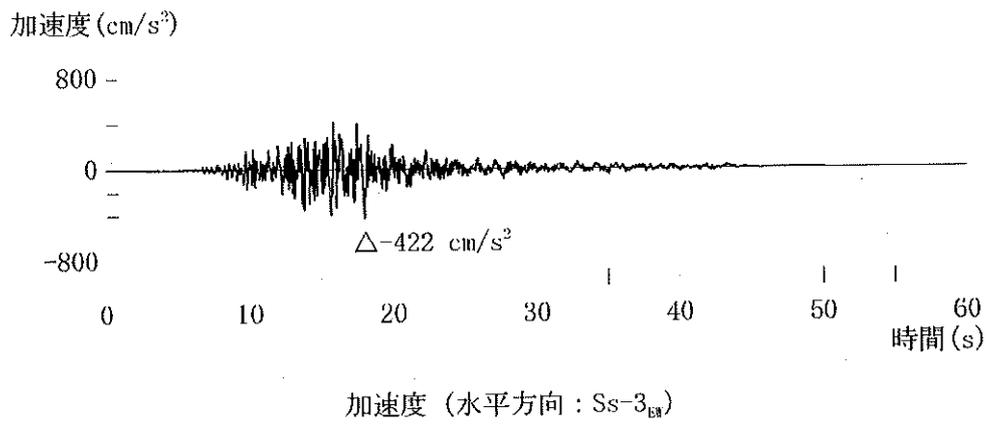
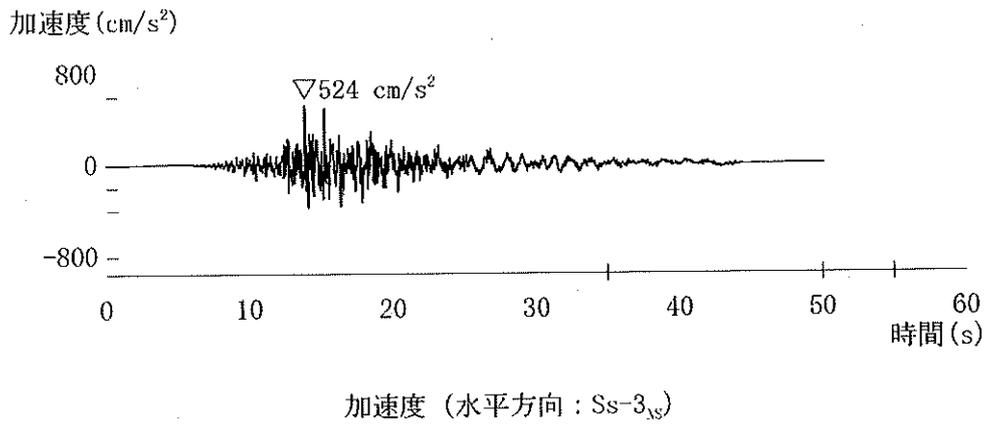


図 9 1 基準地震動 Ss-3 の加速度時刻歴波形 (水平動)

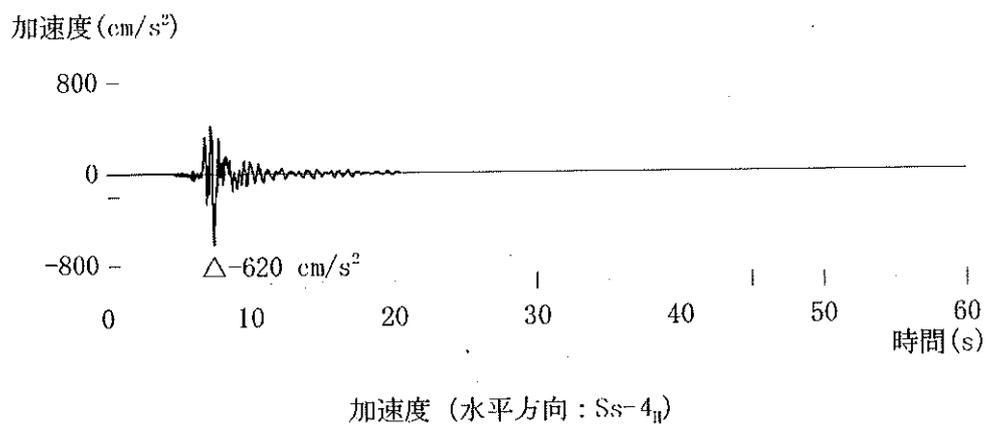
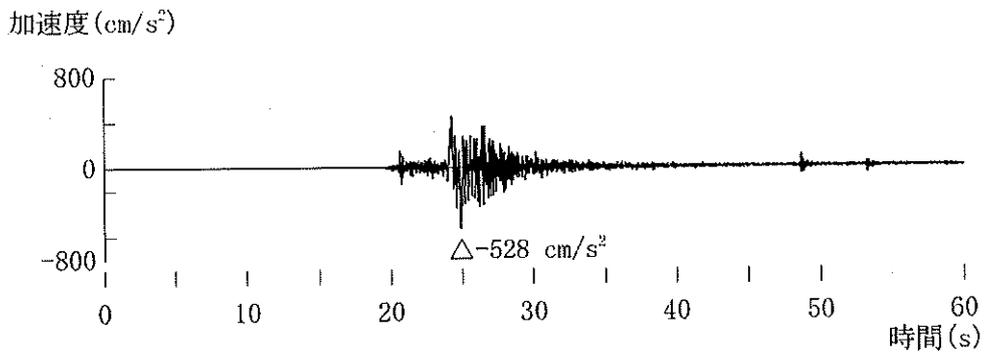
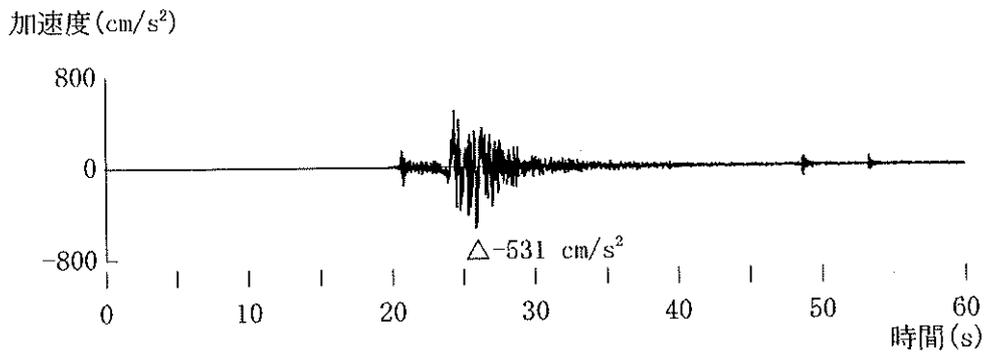


図 9 2 基準地震動 Ss-4 の加速度時刻歴波形 (水平動)

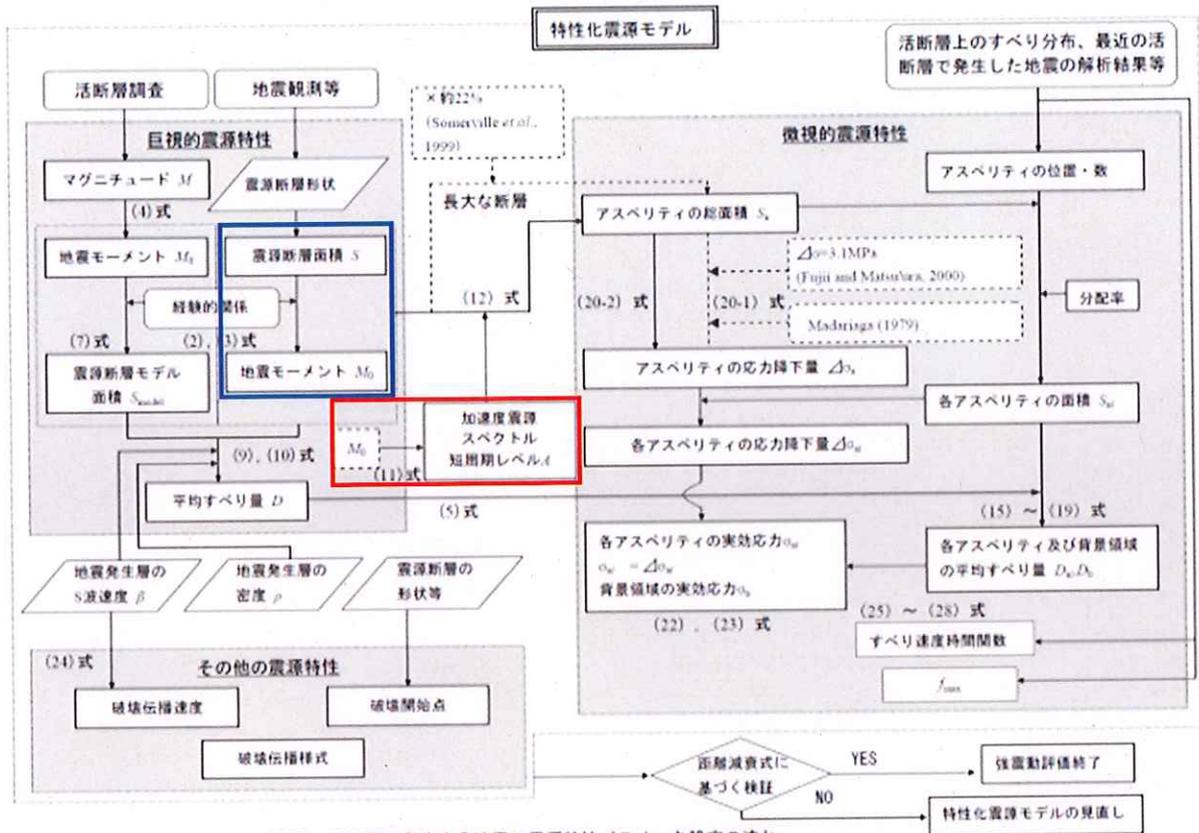


加速度 (水平方向 : Ss-5_{NS})



加速度 (水平方向 : Ss-5_{EW})

図 9 3 基準地震動 Ss-5 の加速度時刻歴波形 (水平動)



付図2 活断層で発生する地震の震源特性パラメータ設定の流れ
(過去の地震記録や詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合)

図9.4 強震動予測レシピにおける震源パラメータの設定フロー
(【乙33 付録3-36 付図2】に加筆)

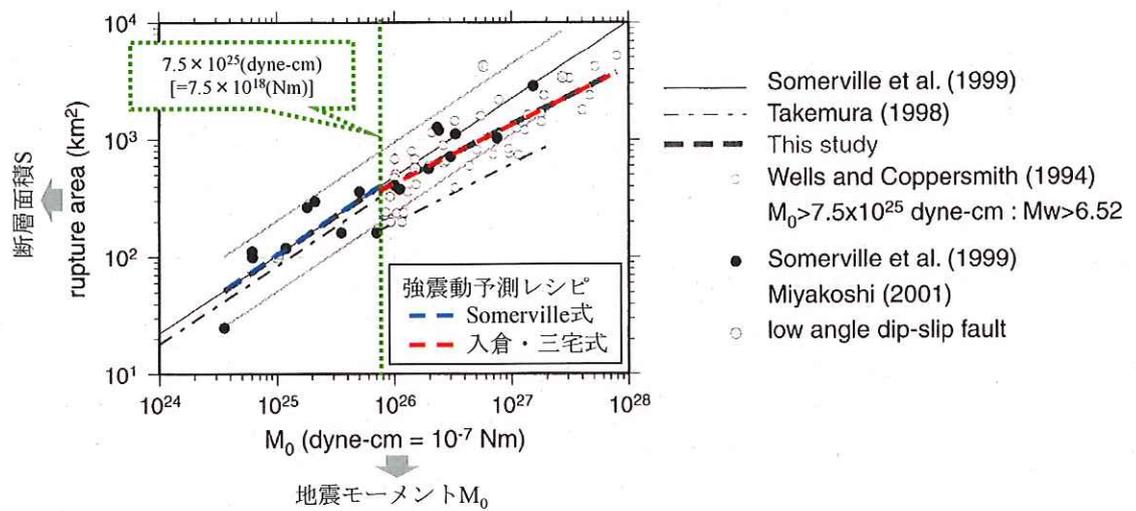


図95 強震動予測レシビによる断層面積 S と地震モーメント M_0 との関係
 (入倉・三宅(2001)【乙31(858頁)】の図7に加筆)

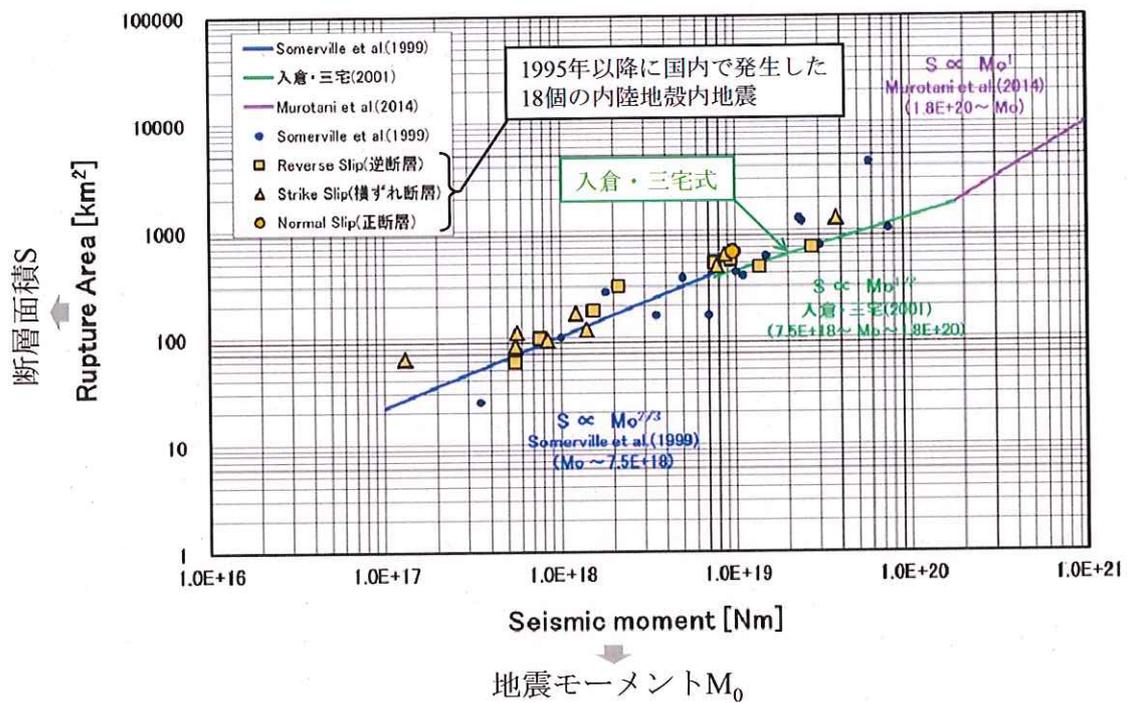


図9 6 1995年以降に国内で発生した18個の内陸地殻内地震の断層面積 S と地震モーメント M_0 との関係 (入倉ほか(2014)【乙38(1529頁)】の図2(a)に加筆)

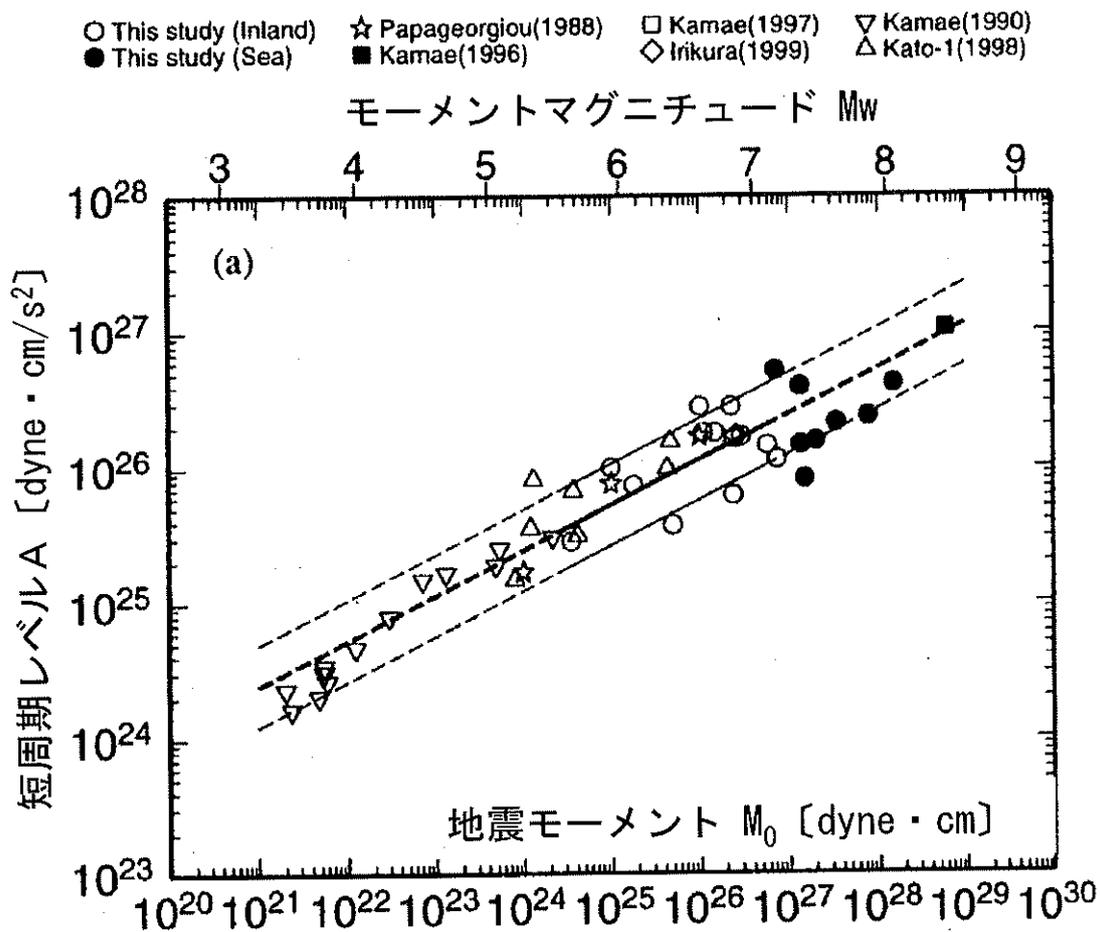


図97 短周期レベルと地震モーメント M_0 の関係

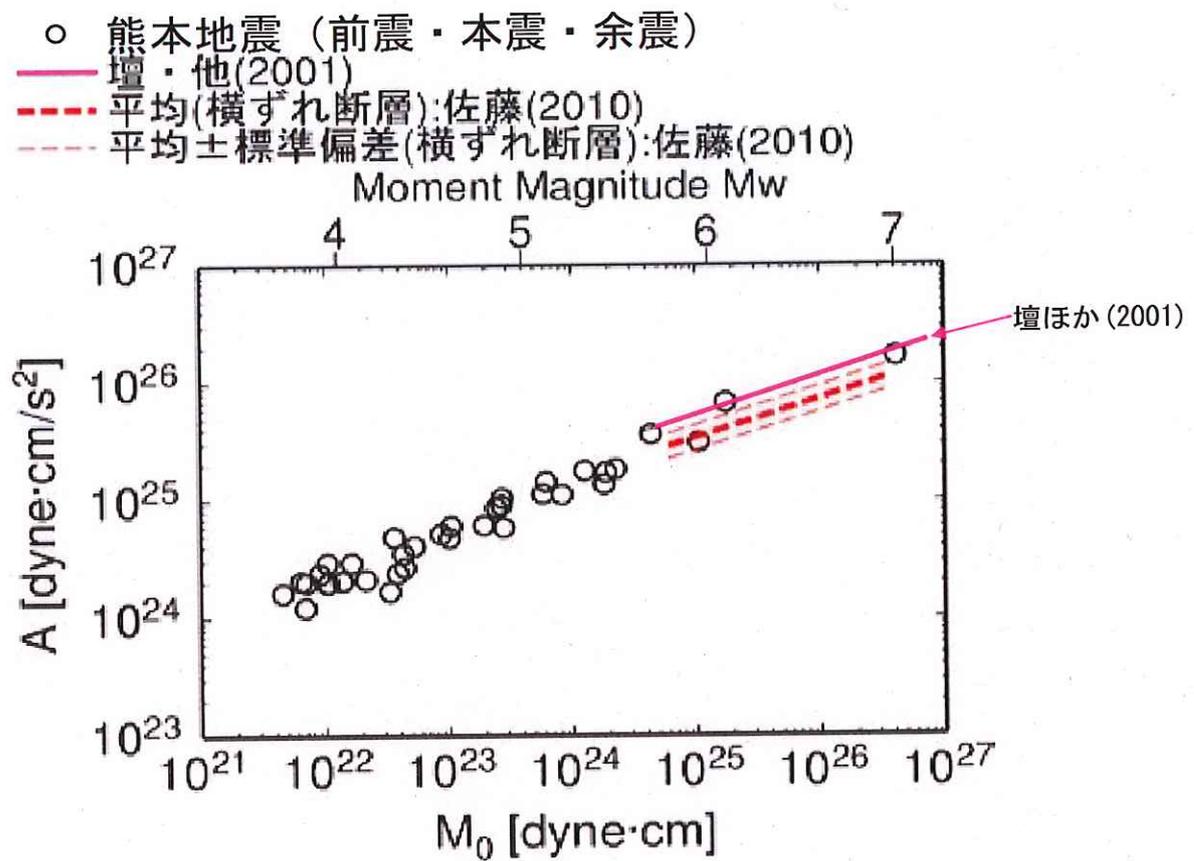


図98 熊本地震の短周期レベルAと地震モーメントM₀の関係
 (佐藤(2016)【丙22】に加筆)

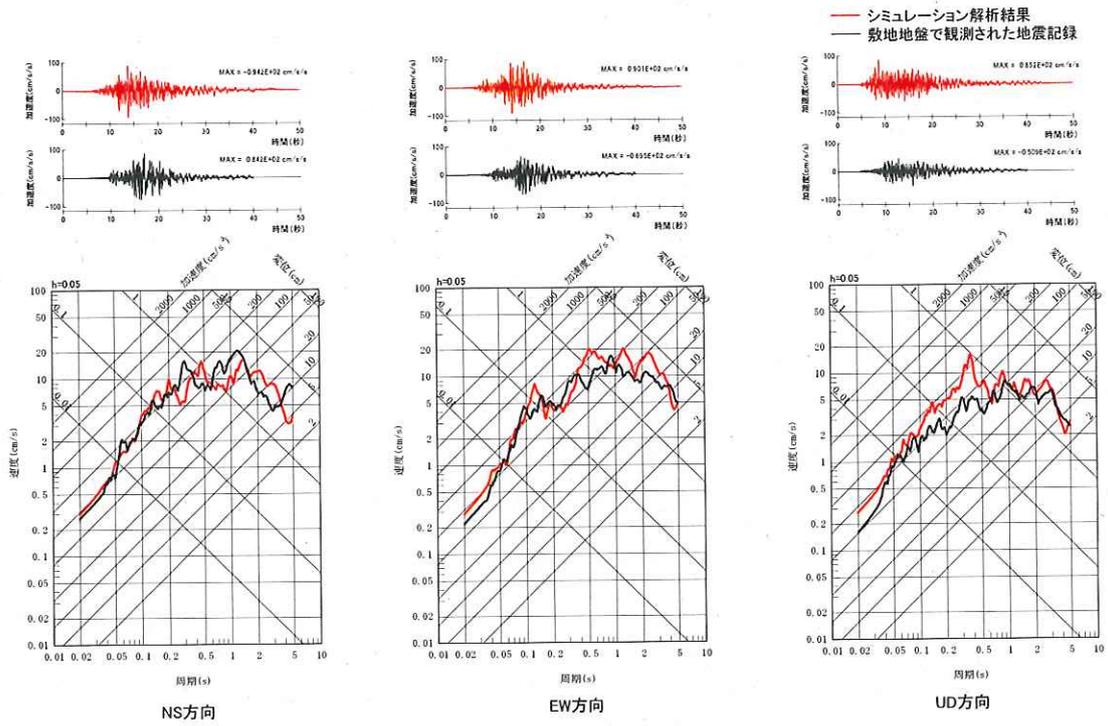
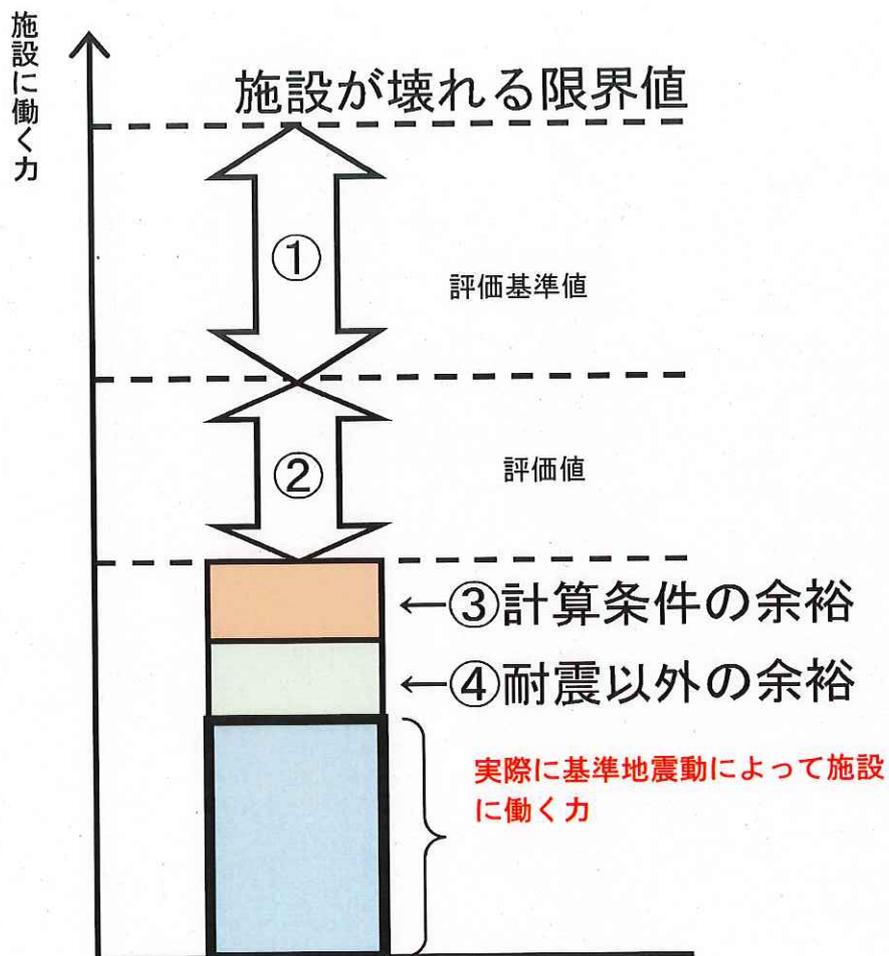


図 9 9 本件原子力発電所敷地地盤の観測記録とシミュレーション結果との比較



- ① 耐震評価の基準となる評価基準値は、実際に建屋等が機能を失う限界値に対して十分余裕を持った値に設定されている。
- ② 耐震評価において算定される評価値は、評価基準値を十分下回るよう設計されている。
- ③ 基準地震動によって働く力（地震力荷重）を計算する過程で、評価値が安全側となるよう計算条件等を設定している。
- ④ 耐震設計だけでなく、放射線に対する遮へい設計など、様々な荷重、要素を考慮した上で最も厳しい条件で設計している。

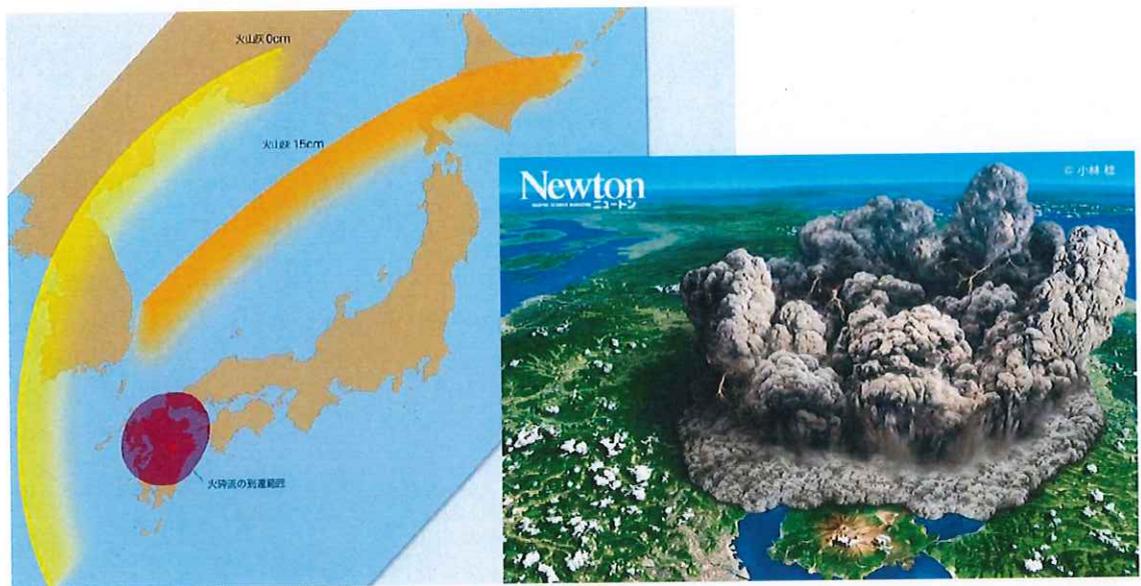
図100 原子力発電所における耐震安全性の概念図

VEI	1	2	3	4	5	6	7	8
噴出物総体積 (km ³)	0.0001 ~ 0.001	0.001 ~ 0.01	0.01 ~ 0.1	0.1 ~ 1	1 ~ 10	10 ~ 100	100 ~ 1000	1000~
噴煙柱高度 (km)	0.1~1	1~5	3~15	10~25	>25			
	小噴火	中噴火		大噴火	——巨大噴火——	破局的噴火		
		爆発的噴火————→						

表 1 3 火山爆発指数(VEI)の定義



図101 破局的噴火の噴火規模



出典：NewtonHP

図102 破局的噴火の影響及びイメージ図

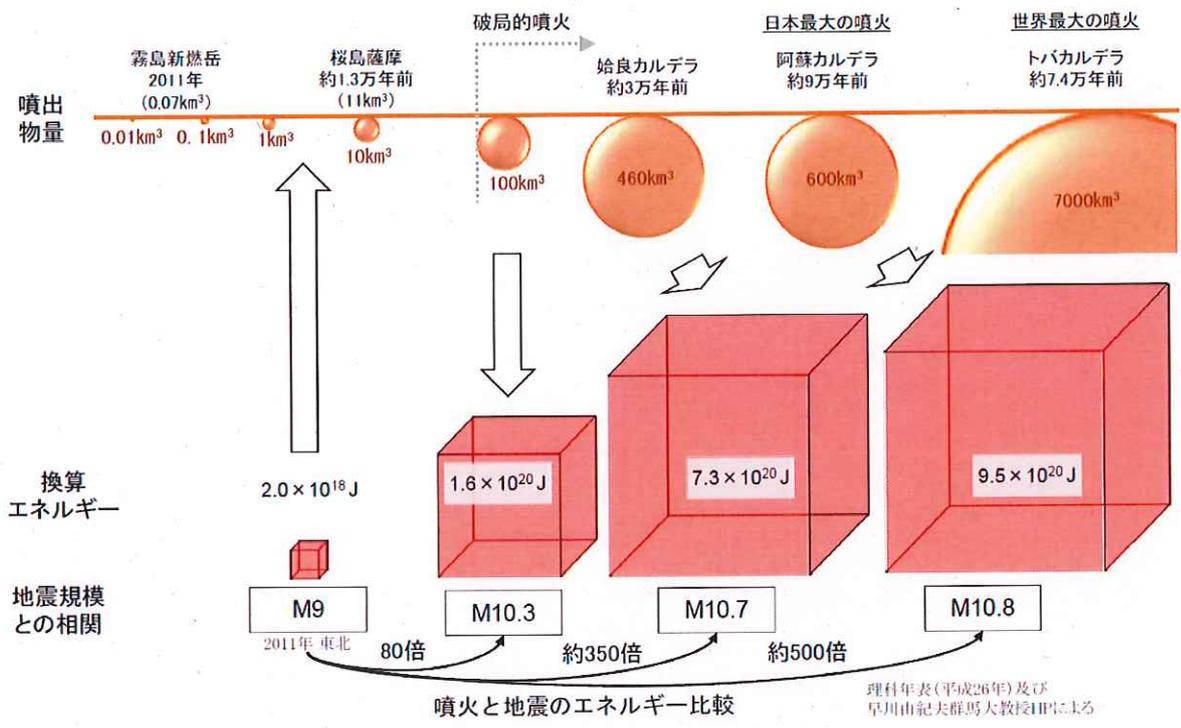


図103 噴火と地震のエネルギー比較

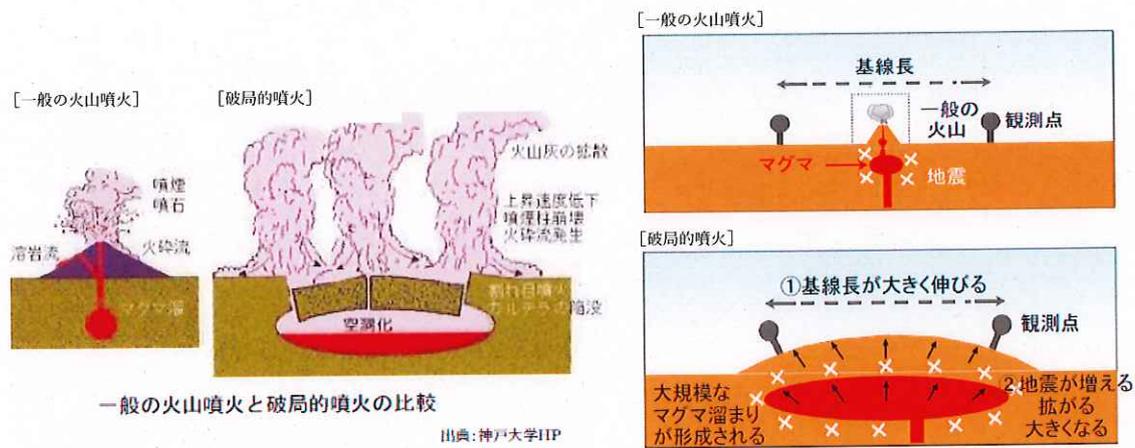


図104 一般の火山噴火と破局的噴火の比較

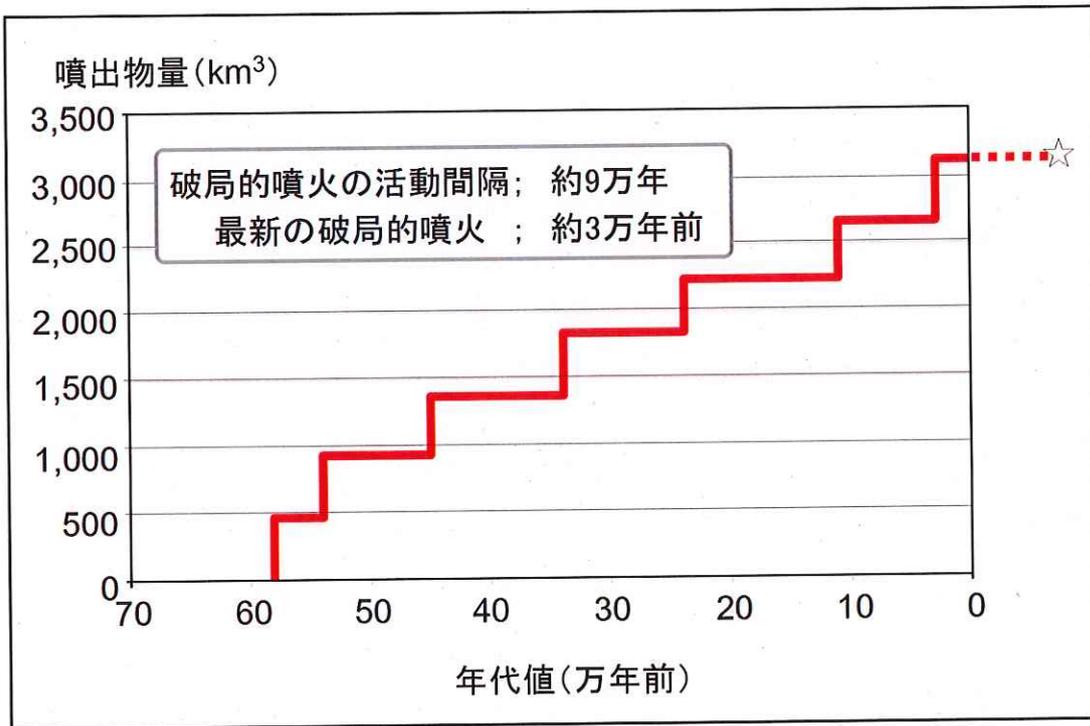


図105 鹿児島地溝の3カルデラの階段ダイヤグラム

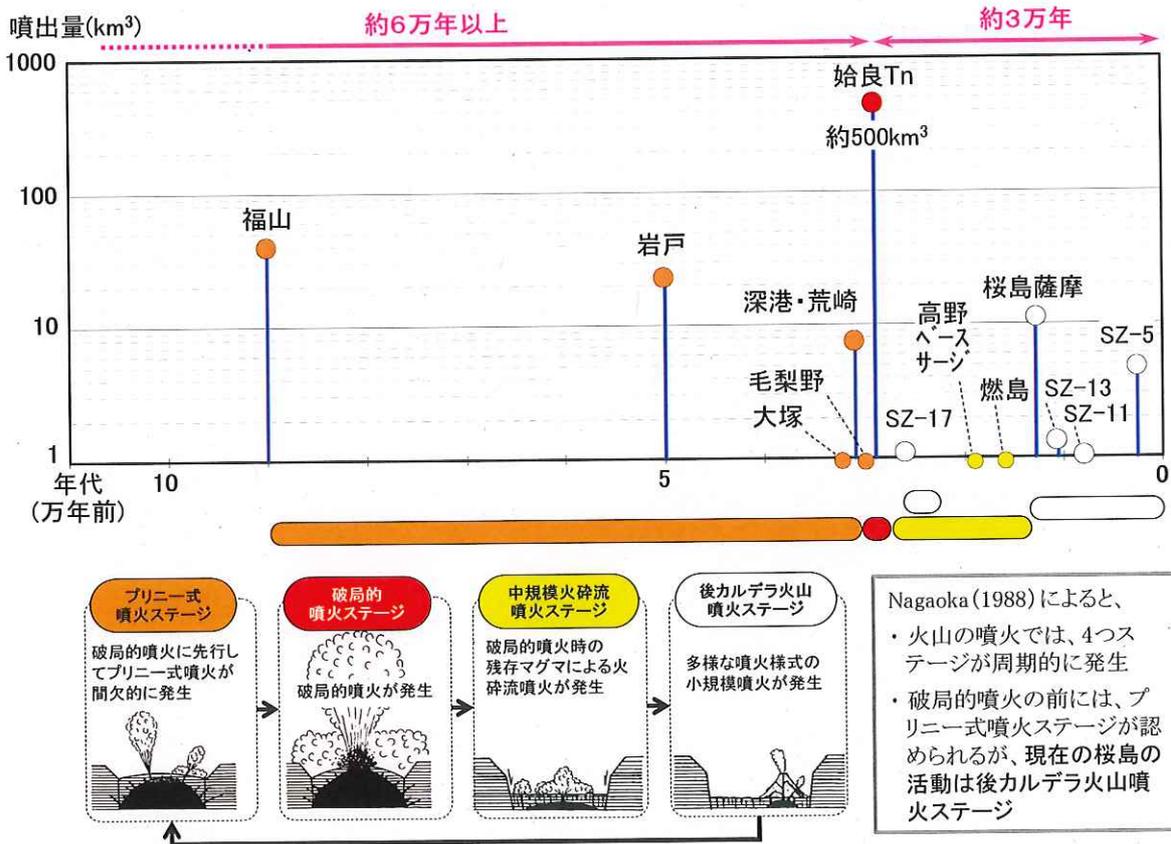
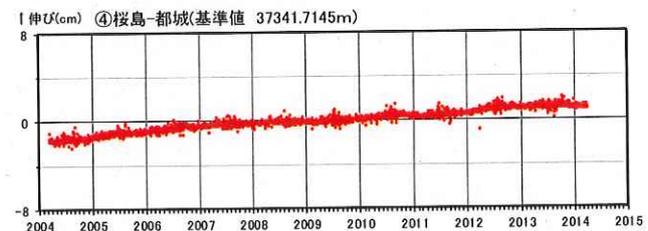
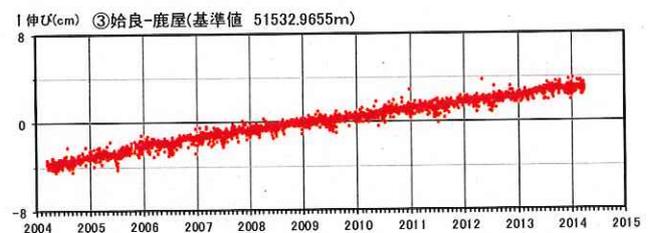
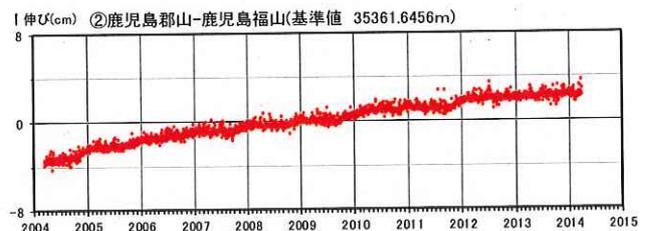
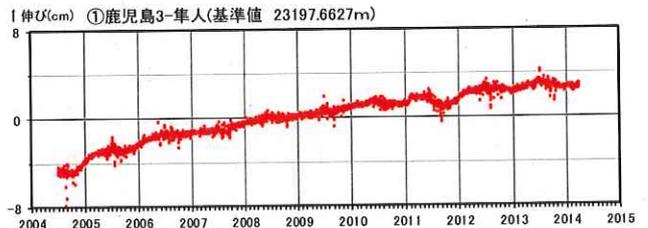
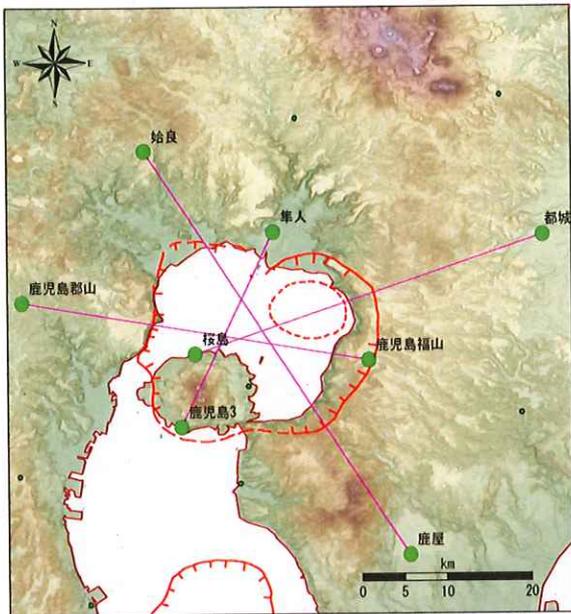


図106 始良カルデラにおける噴火履歴



始良カルデラ GPS連続観測による基線長変化(2004年03月15日~2014年03月29日)

図107 始良カルデラにおけるGPS観測結果¹¹

11 始良カルデラを横断する2つのGPS観測点間の水平距離の伸び縮み(基線長の変化)を示したものである。カルデラ直下においてマグマの供給があった場合には、地表の水平距離は伸びる(プラスの値)ところ、図107では若干の変化はみられるものの、マグマ溜まりの顕著な増大を示すものではない。

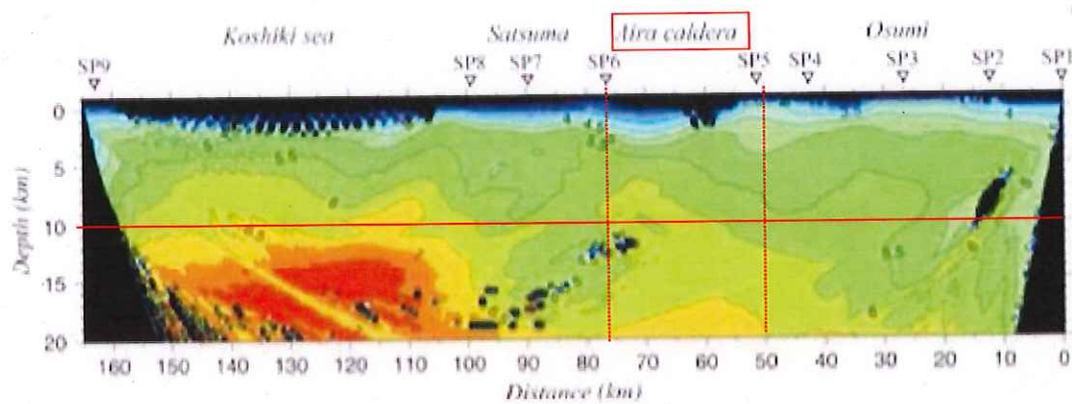


図108 宮町ほか(2018)で示されている二次元P波速度構造¹²

¹² 始良カルデラを含む南九州の二次元P波速度構造を示したものである。赤色に近いほど高速度領域（青色に近いほど低速度領域）であることを示し、始良カルデラの地下10km以浅は隣接する領域よりも高速度領域であり、マグマ溜まりを疑わせるような異常な低速度領域は観測されていない。なお、図中の赤線は被告による。

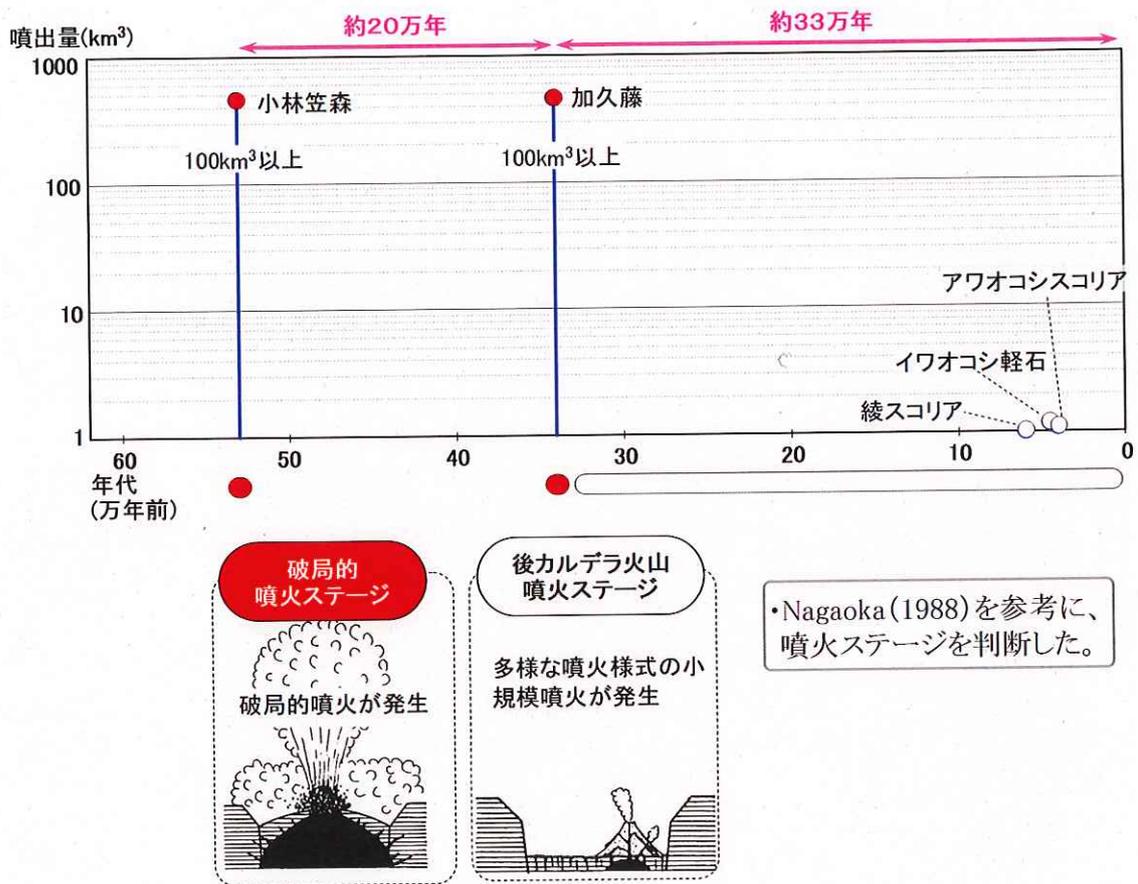


図109 加久藤・小林カルデラにおける噴火履歴

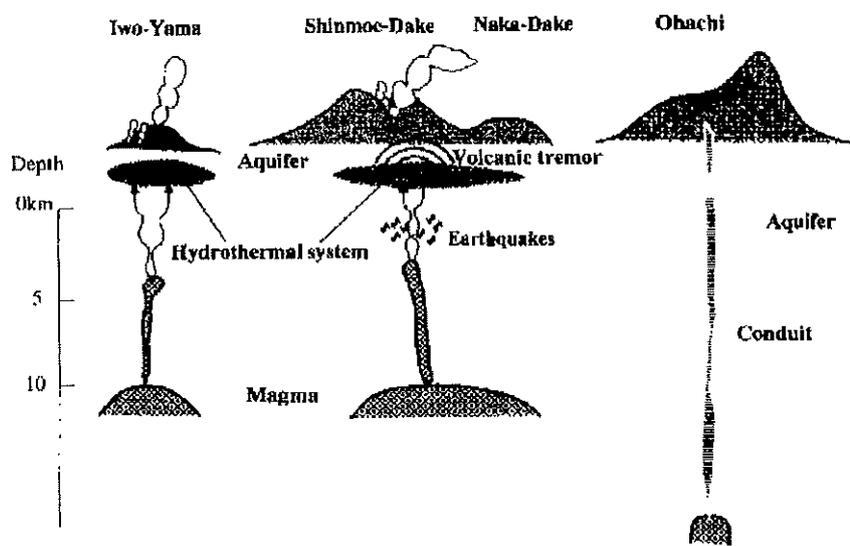
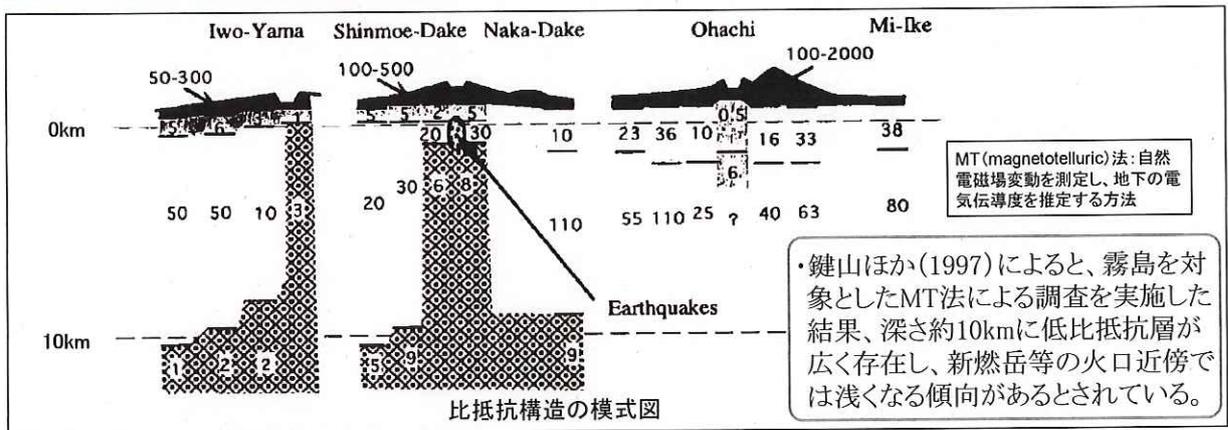
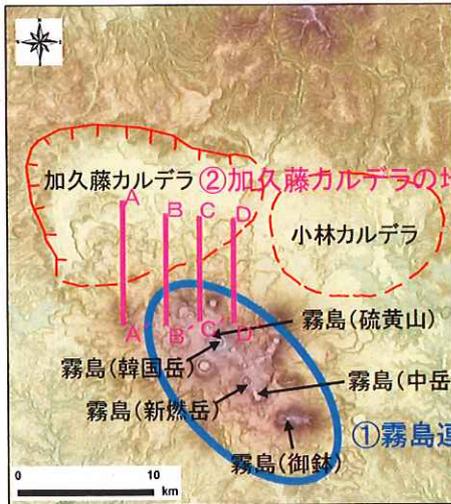
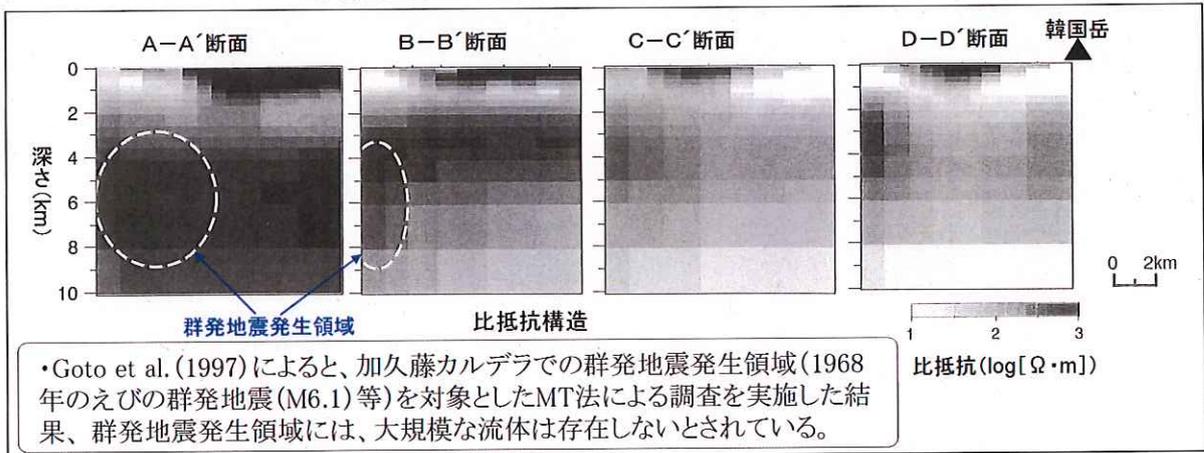


図 1 1 0 霧島火山群におけるマグマ供給系の模式図
(鍵山 (2003) より抜粋)



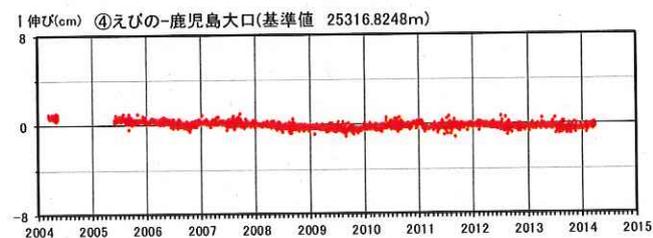
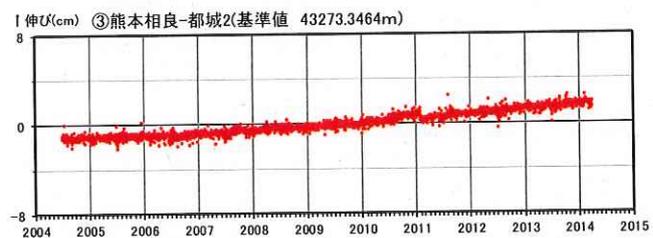
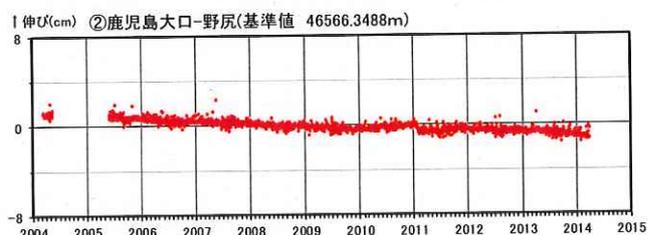
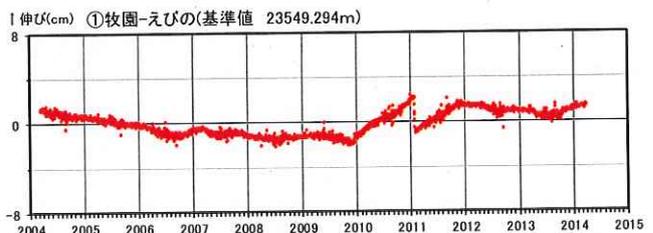
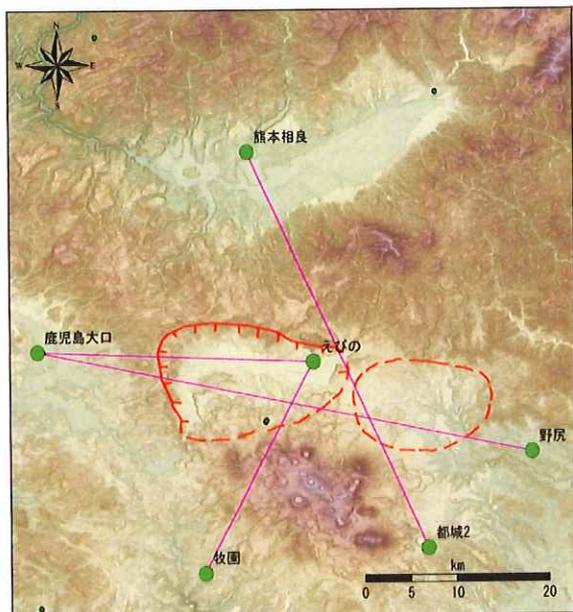
①霧島連山の地下構造 (鍵山ほか, 1997)



②加久藤カルデラの地下構造 (Goto et al., 1997)

図 1 1 1 加久藤・小林カルデラの地下構造¹³

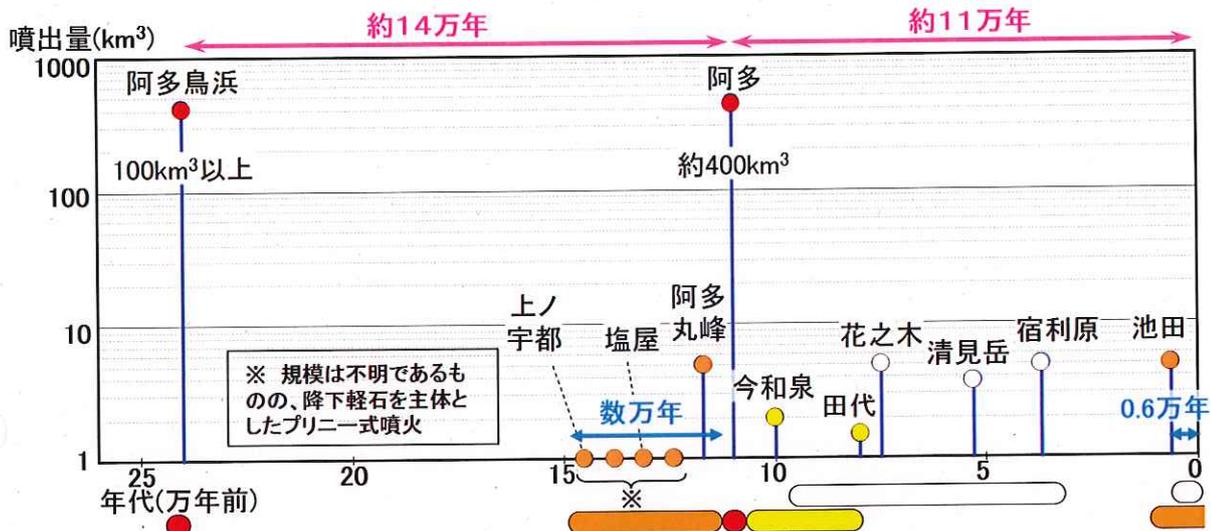
¹³ 加久藤・小林カルデラ周辺における地下構造調査 (MT 法) により、マグマの存在を示唆する低比抵抗領域を示したものである。①図では比抵抗値を数値で示し、低比抵抗領域を黒のハッチで示しているところ、低比抵抗領域は、新燃岳等の火口近傍 (マグマ溜まりからの火道と考えられる) を除き、上面で深さ約 10km である。②図では、白色が低比抵抗領域を示すところ、群発地震発生領域では深さ 10km 程度までにおいて、低比抵抗領域は認められない。



加久藤カルデラ GPS連続観測による基線長変化(2004年03月15日~2014年03月29日)

図112 加久藤・小林カルデラにおけるGPS観測結果¹⁴

¹⁴ 加久藤・小林カルデラを横断する2つのGPS観測点間の水平距離の伸び縮み(基線長の変化)を示したものである。カルデラ直下においてマグマの供給があった場合には、地表の水平距離は伸びる(プラスの値)ところ、図112では大きな変化は見られない。

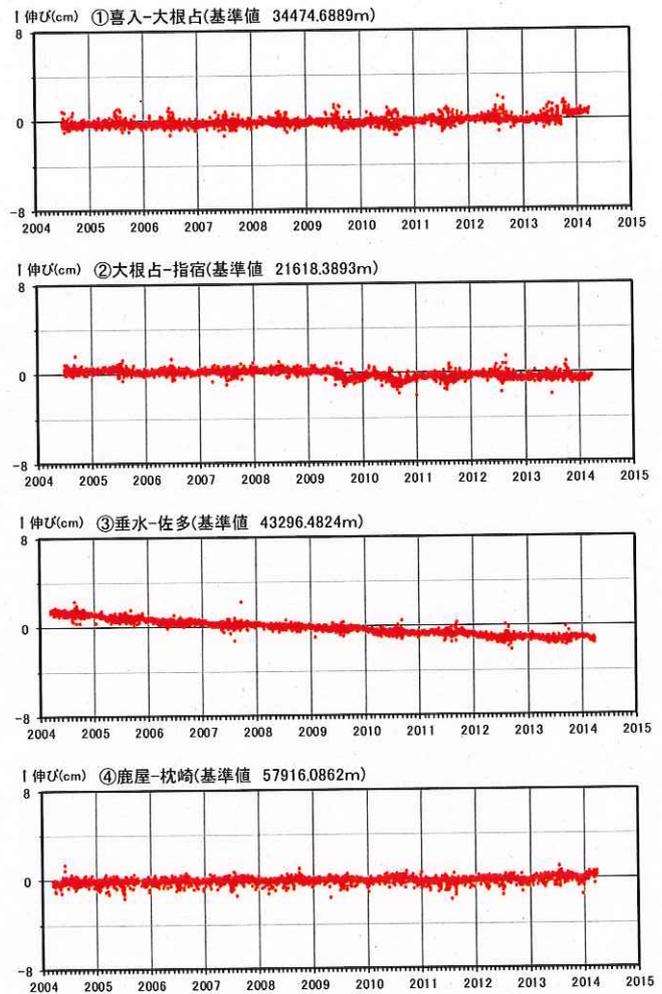
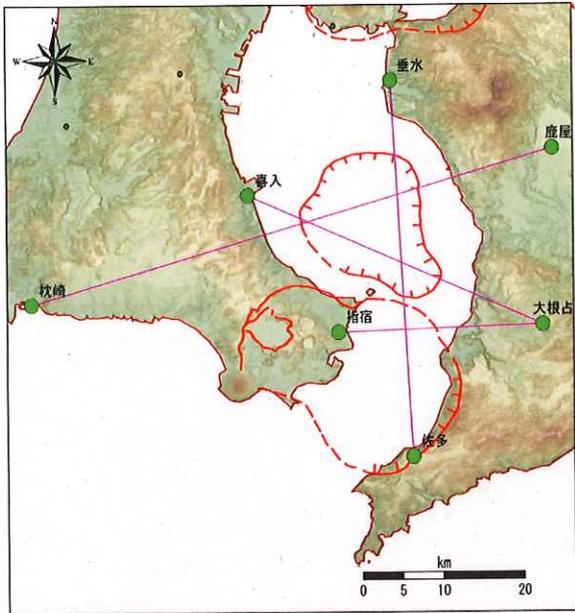


阿多カルデラの噴火履歴



・Nagaoka(1988)によると、過去にプリニー式噴火ステージ、中規模火砕流噴火ステージが認められ、現在の開聞岳の活動は後カルデラ火山噴火ステージとされ、池田については、プリニー式噴火ステージの開始を示す噴火である可能性があるとされている。

図 1 1 3 阿多カルデラにおける噴火履歴



阿多カルデラ GPS連続観測による基線長変化(2004年03月15日~2014年03月29日)

図114 阿多カルデラにおけるGPS観測結果¹⁵

¹⁵ 阿多カルデラを横断する2つのGPS観測点間の水平距離の伸び縮み(基線長の変化)を示したものである。カルデラ直下においてマグマの供給があった場合には、地表の水平距離は伸びる(プラスの値)ところ、図114では大きな変化は見られない。

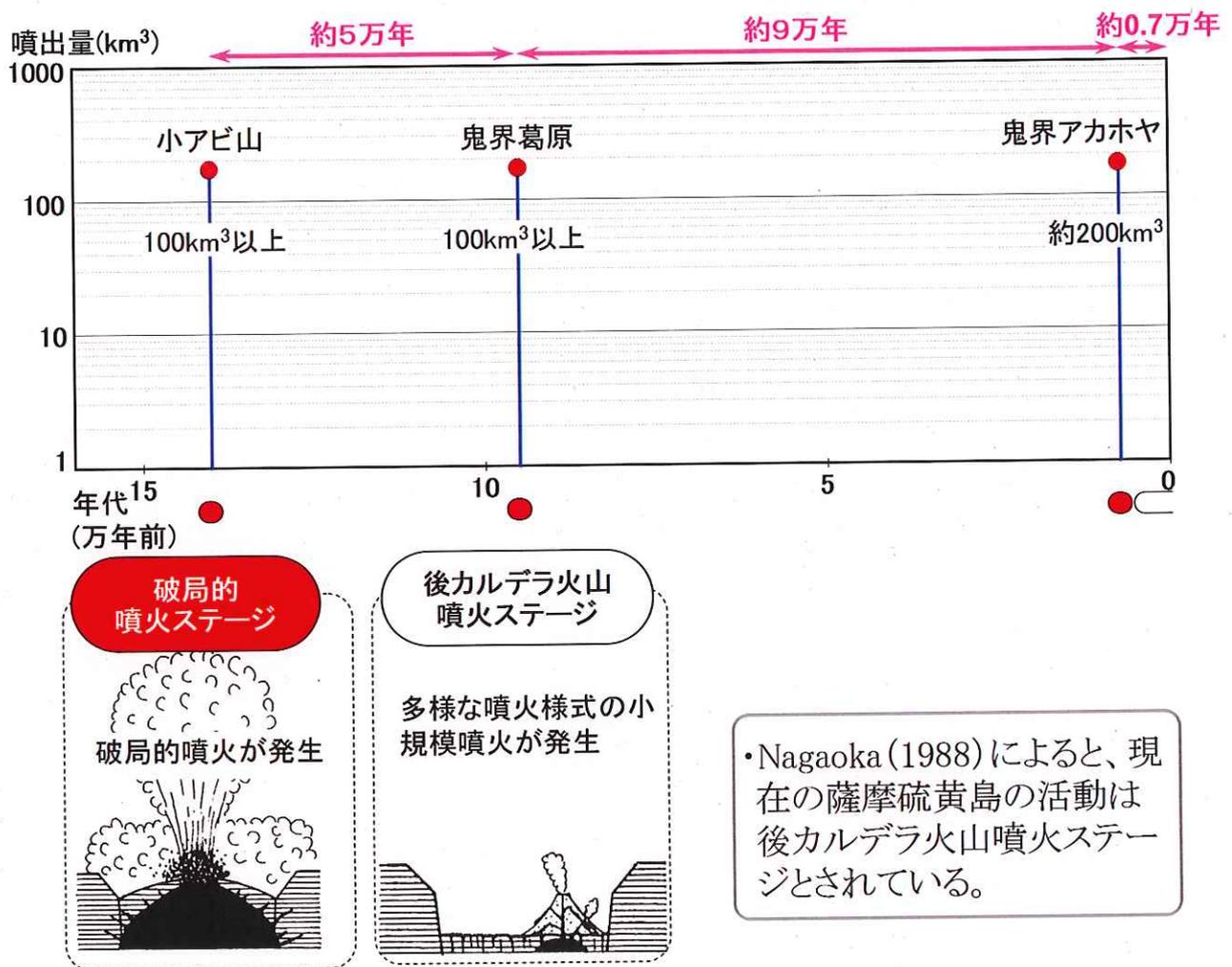


図115 鬼界カルデラにおける噴火履歴

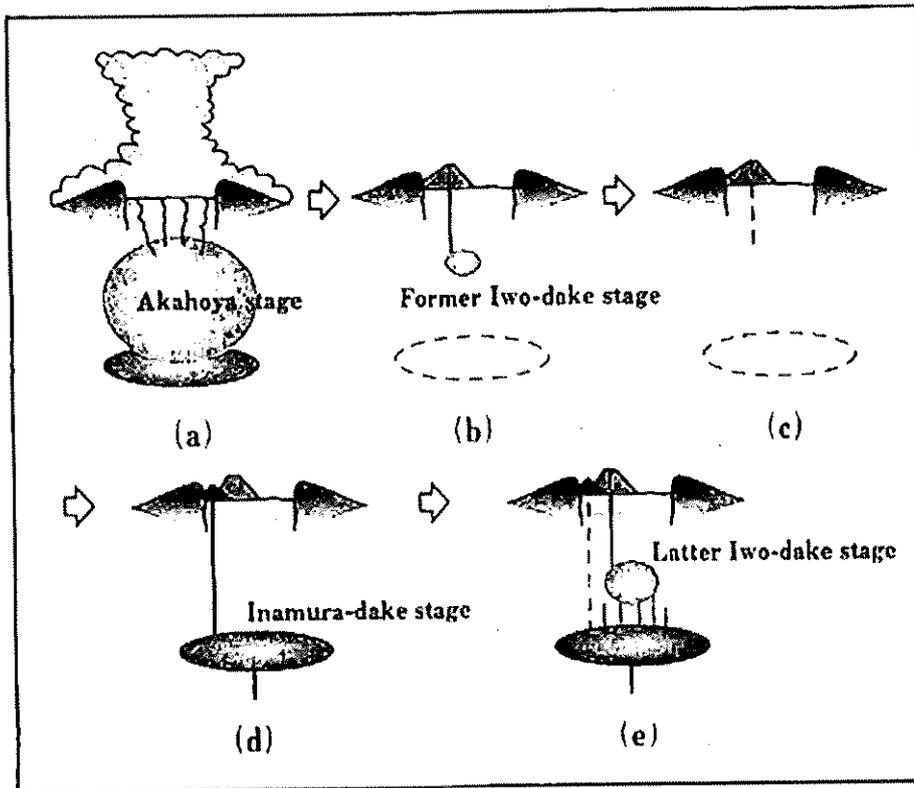


図116 アカホヤ噴火以降の鬼界カルデラのマグマ溜まりの変遷
(前野ほか (2001) より抜粋)

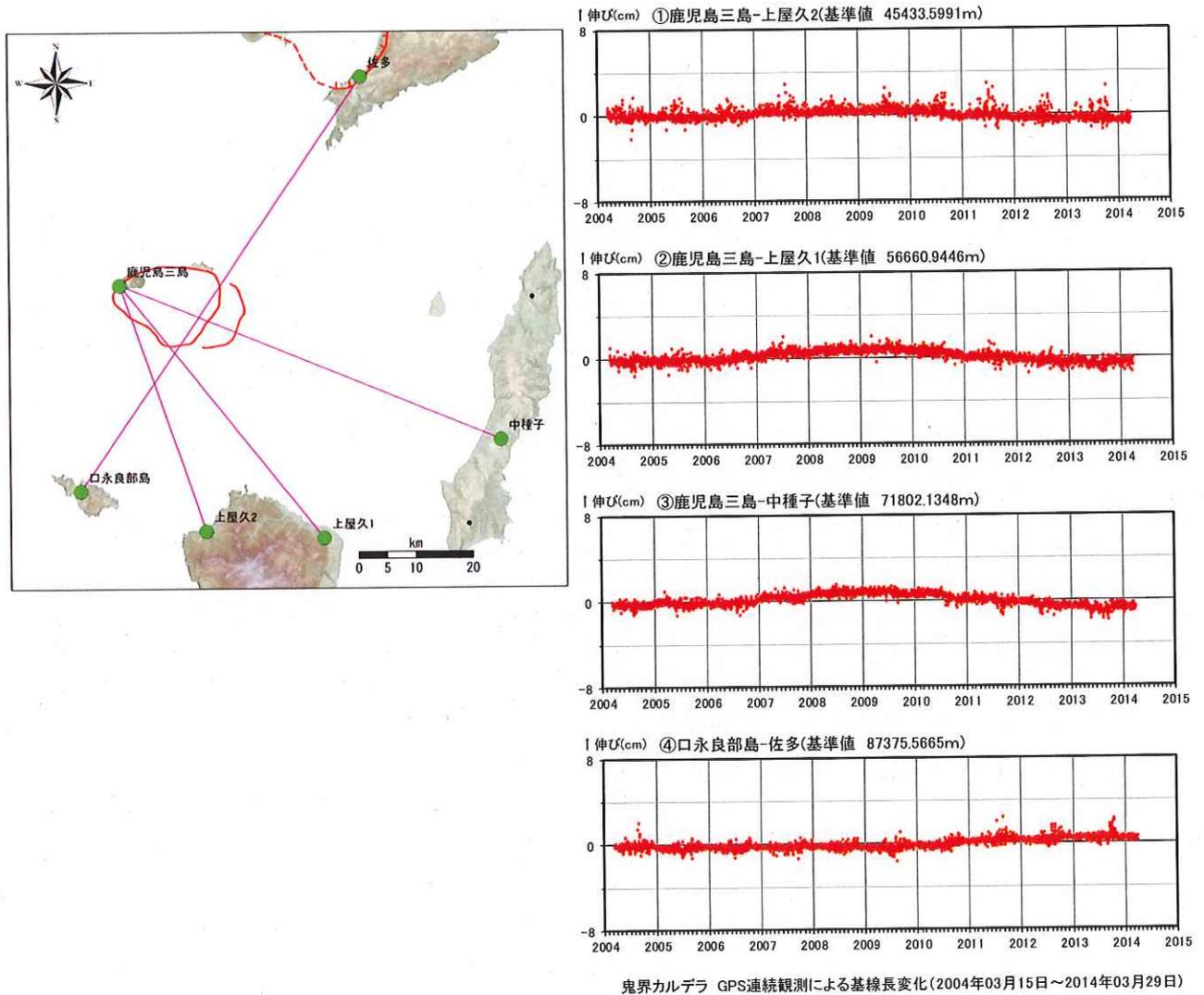
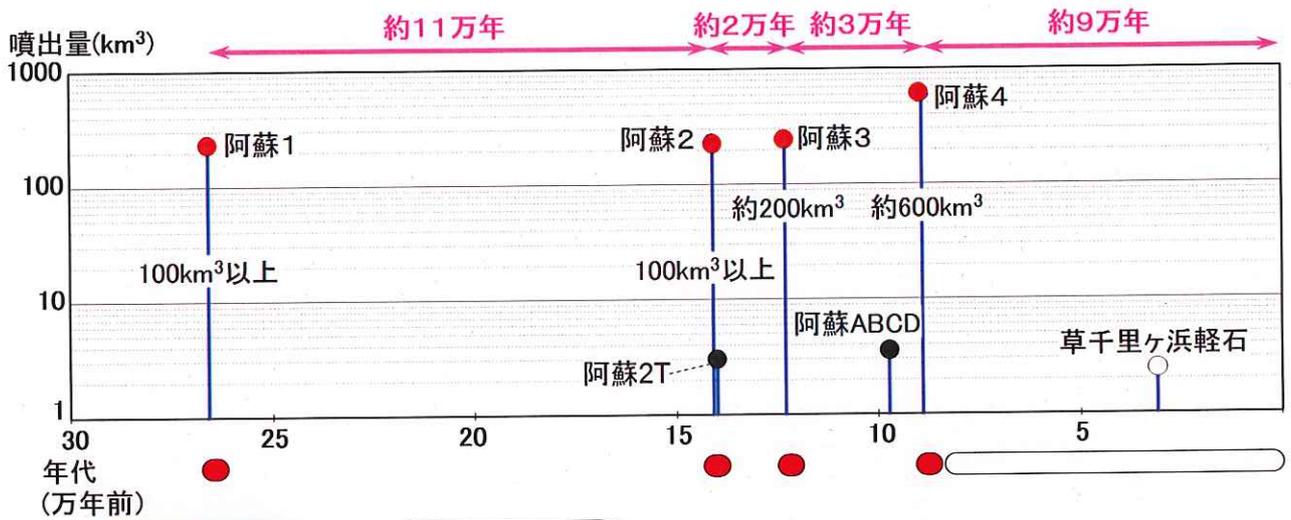


図 1 1 7 鬼界カルデラにおける GPS 観測結果¹⁶

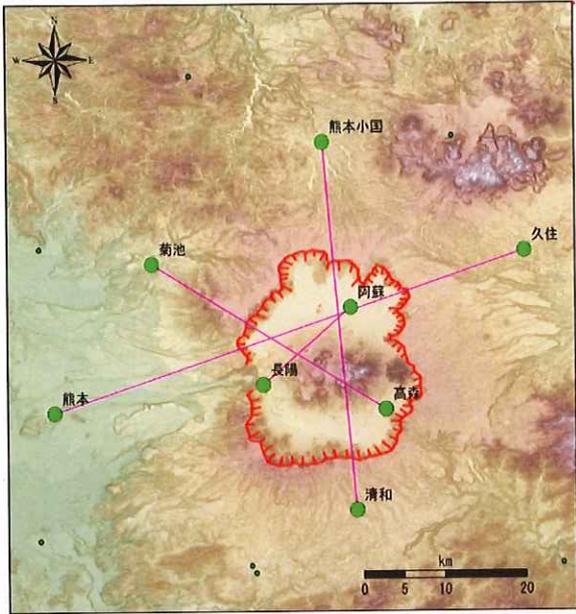
¹⁶ 鬼界カルデラを横断する2つのGPS観測点間の水平距離の伸び縮み(基線長の変化)を示したものである。カルデラ直下においてマグマの供給があった場合には、地表の水平距離は伸びる(プラスの値)ところ、図1.17では大きな変化は見られない。



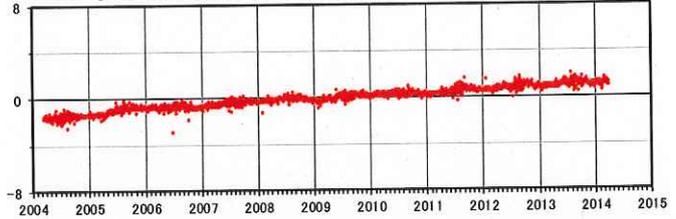
● については、プリニー式噴火であるものの、噴火ステージは判断できない噴火

・Nagaoka(1988)を参考に、噴火ステージを判断した。

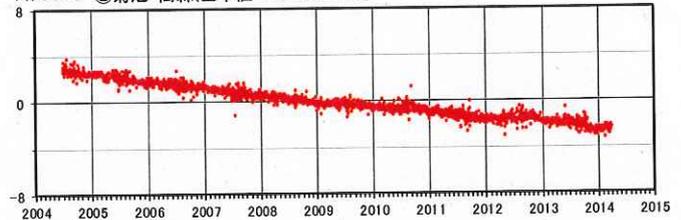
図118 阿蘇カルデラにおける噴火間隔



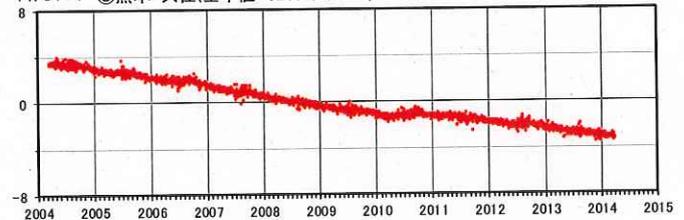
1 伸び(cm) ①熊本小国-清和(基準値 42429.7399m)



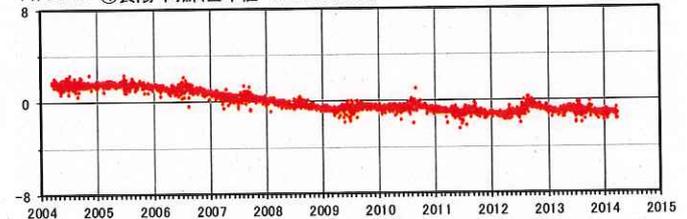
1 伸び(cm) ②菊池-高森(基準値 29488.7838m)



1 伸び(cm) ③熊本-久住(基準値 52158.2663m)



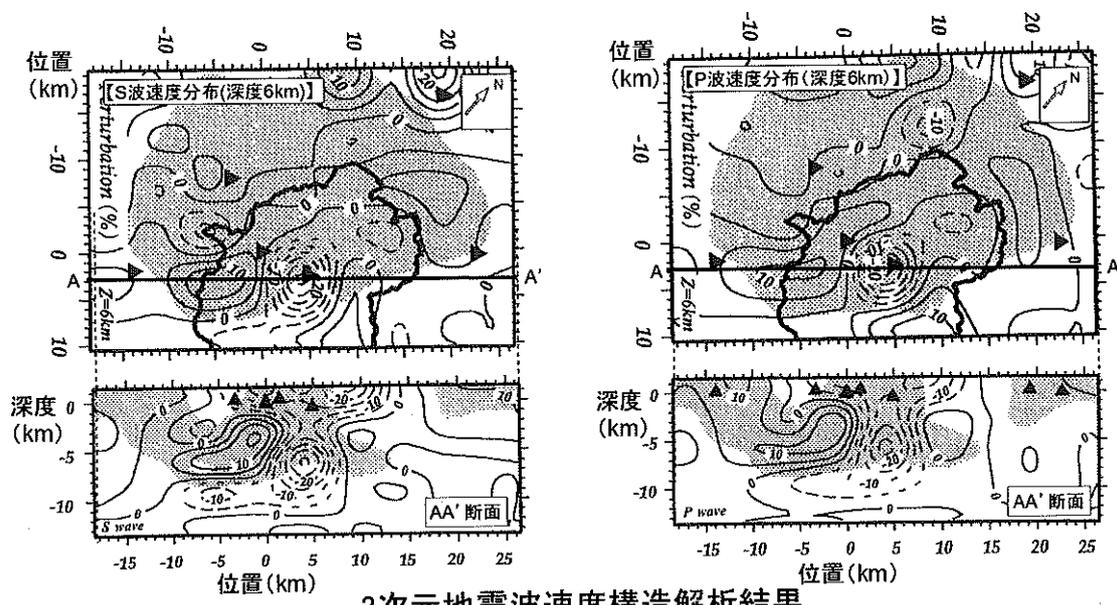
1 伸び(cm) ④長陽-阿蘇(基準値 12698.4494m)



阿蘇カルデラ GPS連続観測による基線長変化(2004年03月15日~2014年03月29日)

図 1 1 9 阿蘇カルデラにおける GPS 観測結果¹⁷

17 阿蘇カルデラを横断する2つのGPS観測点間の水平距離の伸び縮み(基線長の変化)を示したものである。カルデラ直下においてマグマの供給があった場合には、地表の水平距離は伸びる(プラスの値)ところ、図119では大きな変化は見られない。



3次元地震波速度構造解析結果

[3次元地震波速度構造解析]
 地表上に設置された各地震計が測定した地震データを解析することによって、地球内部の3次元速度構造を求める手法のことである。固体の岩石とマグマの間では、弾性波速度に大きな差があるため、地震波速度の小さい領域からマグマ溜まりを推定することができる。

・ Sudo and Kong(2001)によると、阿蘇カルデラを対象とした地震波トモグラフィを実施した結果、中央火口丘群直下の深さ6kmに低速度領域が認められるとしている。

図120 阿蘇カルデラにおける地下構造 (Sudo and Kong, 2001)¹⁸

18 阿蘇カルデラ周辺における3次元地震波速度構造解析により、マグマの存在を示唆する低速度領域を示したものである。左図がS波（横波）速度分布、右図がP波（縦波）速度分布である（いずれも上段の図が深さ6kmの平面図、下段の図がA-A'断面図であり、図中の数値は速度の平均値からのずれを表している）ところ、地下6kmに小規模な低速度領域が認められる。なお、地表近くにある低速度領域は地下水溜まりであると考えられる。

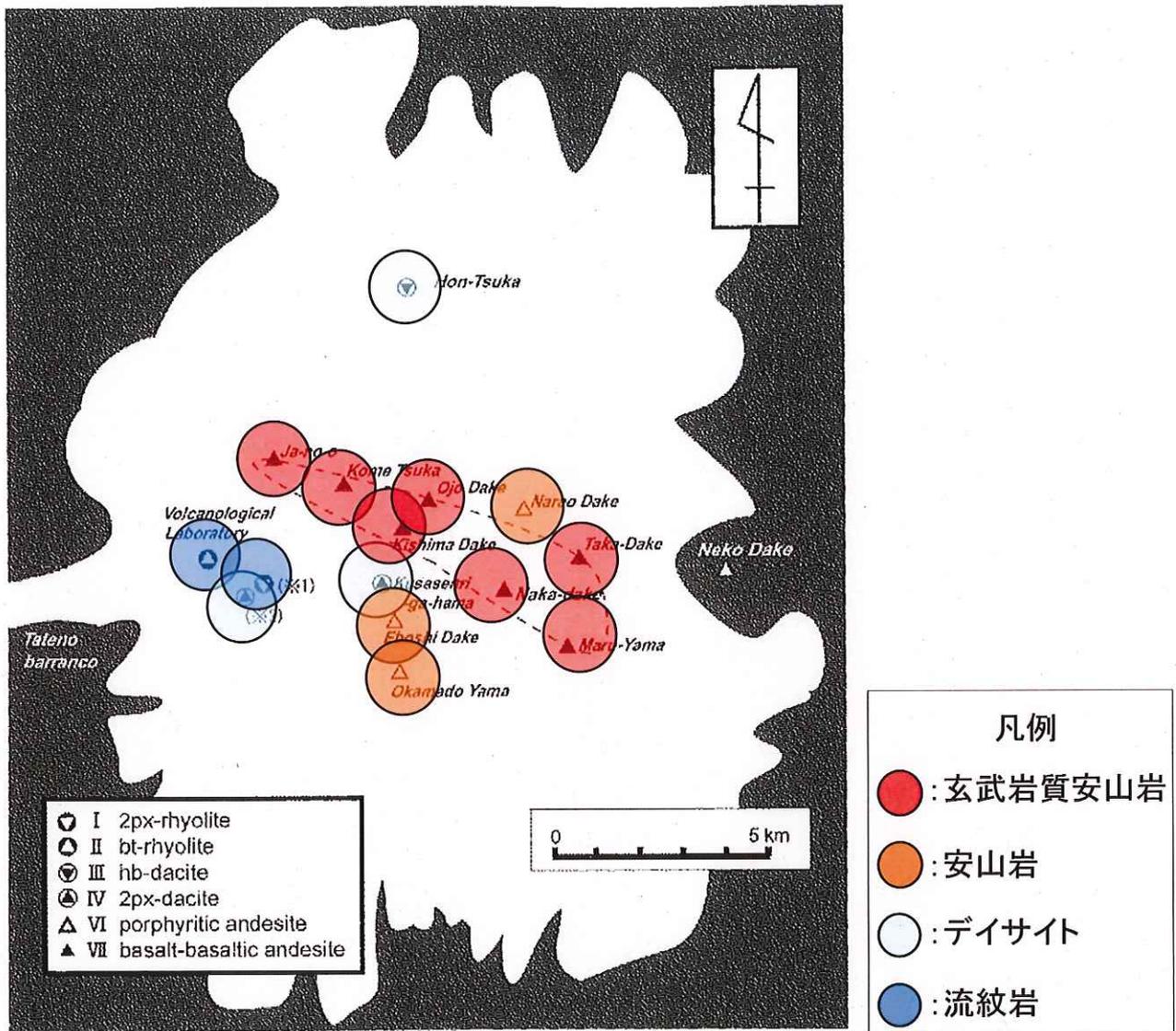


図 1 2 1 阿蘇カルデラにおける大規模マグマ溜まりの存否 (三好ほか(2005))¹⁹

¹⁹ 後カルデラ火山である阿蘇山において、苦鉄質火山噴出物の供給火口がカルデラ中央部に分布し、その周囲に、より珪長質な火山噴出物の給源火口が分布している。苦鉄質マグマは珪長質マグマよりも深部に位置するところ、苦鉄質マグマの上方に珪長質の大規模なマグマ溜まりが存在する場合には、図 1 2 1 のように苦鉄質火山噴出物がカルデラ中央部に分布することは考えられず (密度の高い苦鉄質マグマは、密度の低い珪長質のマグマ溜まり内を上昇できないと考えられるため)、珪長質の大規模なマグマ溜まりは存在しないと考えられる。

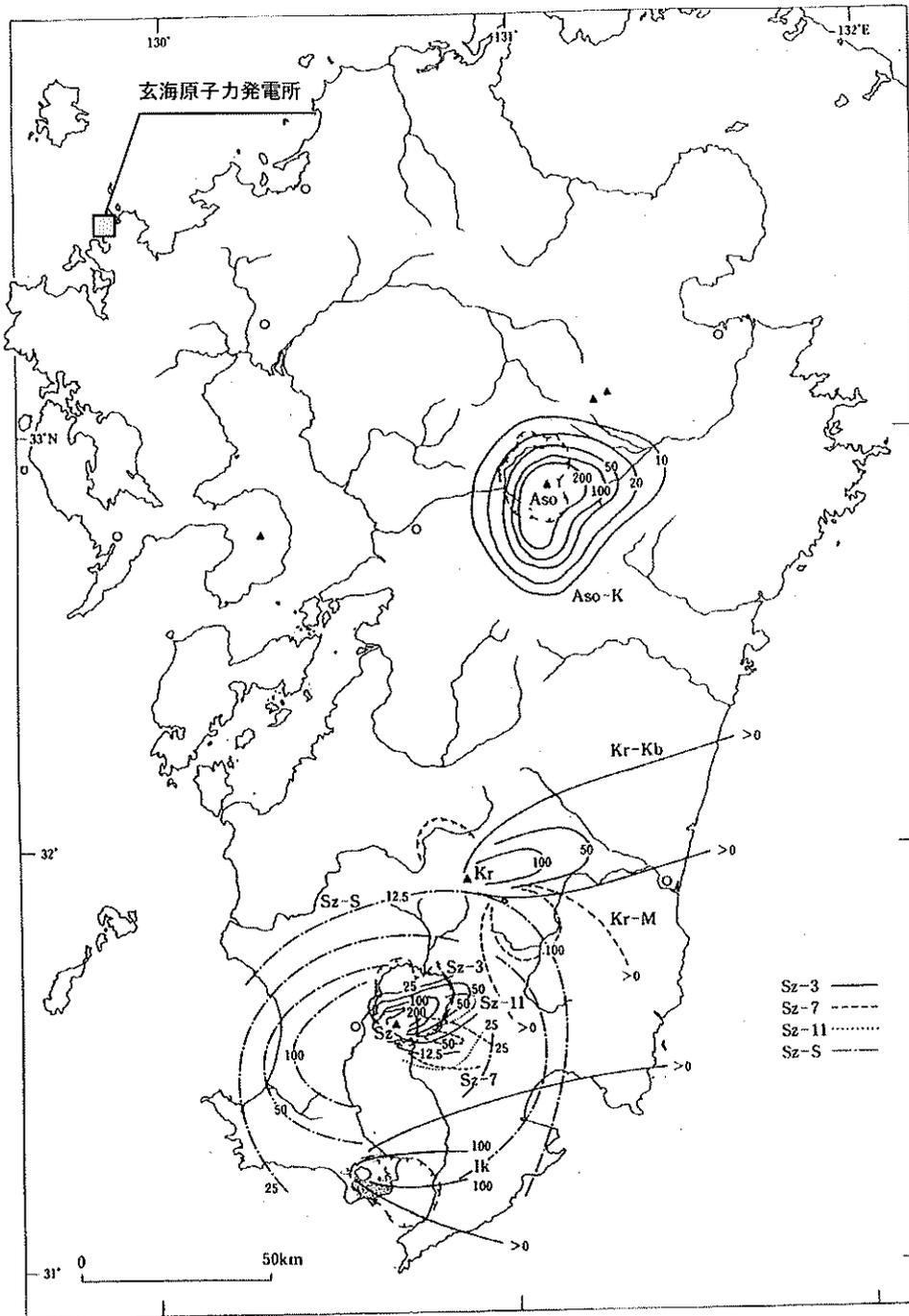


図 3.1-1 九州地方の約 3 万年前以降の主要テフラの等層厚線図。
 数値の単位は cm, ○印は県庁所在地, 主要都市 (以下の図も同様).
 Sz-3 桜島 3 (文明)¹⁾ Kr-M 霧島御池²⁾ Sz-7 桜島 7³⁾ lk 池田湖 (pH の分布も示す)⁴⁾ Sz-11 桜島 11⁵⁾
 Sz-S 桜島薩摩⁵⁾ Kr-Kb 霧島小林 Aso-K 阿蘇草千里浜⁶⁾ Aso:阿蘇, Kr:霧島, Sz:桜島.
 (1) 小林哲 (1986), 2) 木野・太田 (1977), 3) 宇井 (1967), 4) 高田 (1989), 5) 小林・瀧池 (2002)

図 1 2 2 約 3 万年前以降の主要な降下火砕物の分布状況

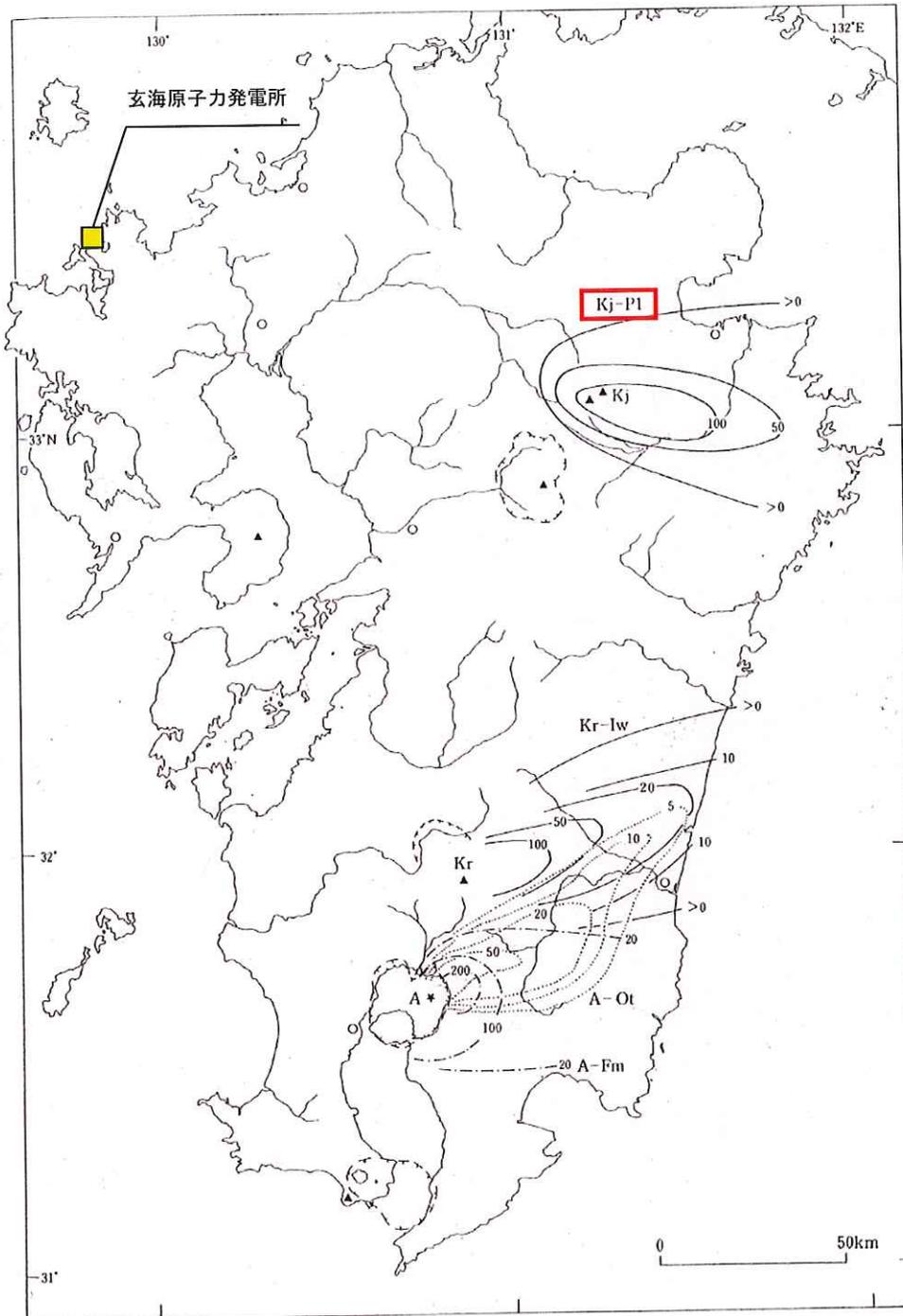


図 3.1-2 九州地方の 3 万～5 万年前の主要テフラの等厚線図。
 A-Fm 始良深港¹⁾ A-Ot 始良大塚²⁾ Kr-lw 霧島イワオコシ³⁾を一部修正 Kj-P1 九重第 1
 Kj:九重, Kr:霧島, A:始良。
 [1] 長岡ほか (2001), 2) Nagaoka (1988), 3) 長岡 (1984)]

図 1 2 3 3 万～5 万年前の主要な降下火砕物の分布状況