政策委員会　総合部会

地震調査研究の成果の活用状況と期待すること

2012年 5月 18日

清水建設　　壇　一男

報告の概要

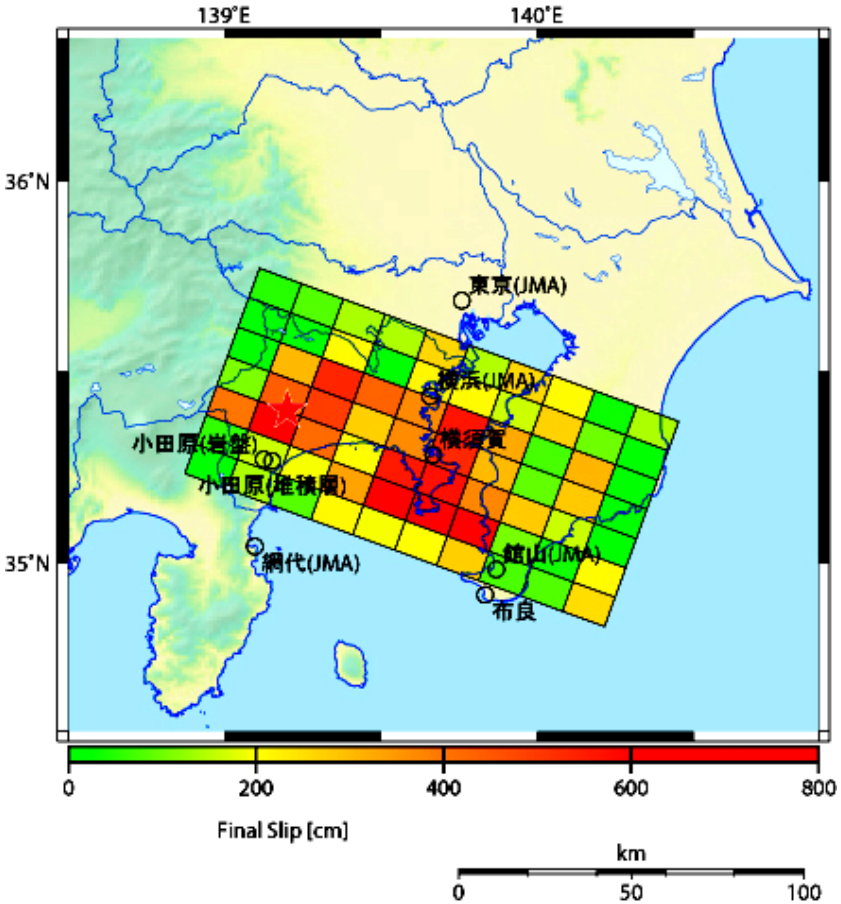
(1)東京での事例

(2)大阪での事例

(3)原子力発電所の事例

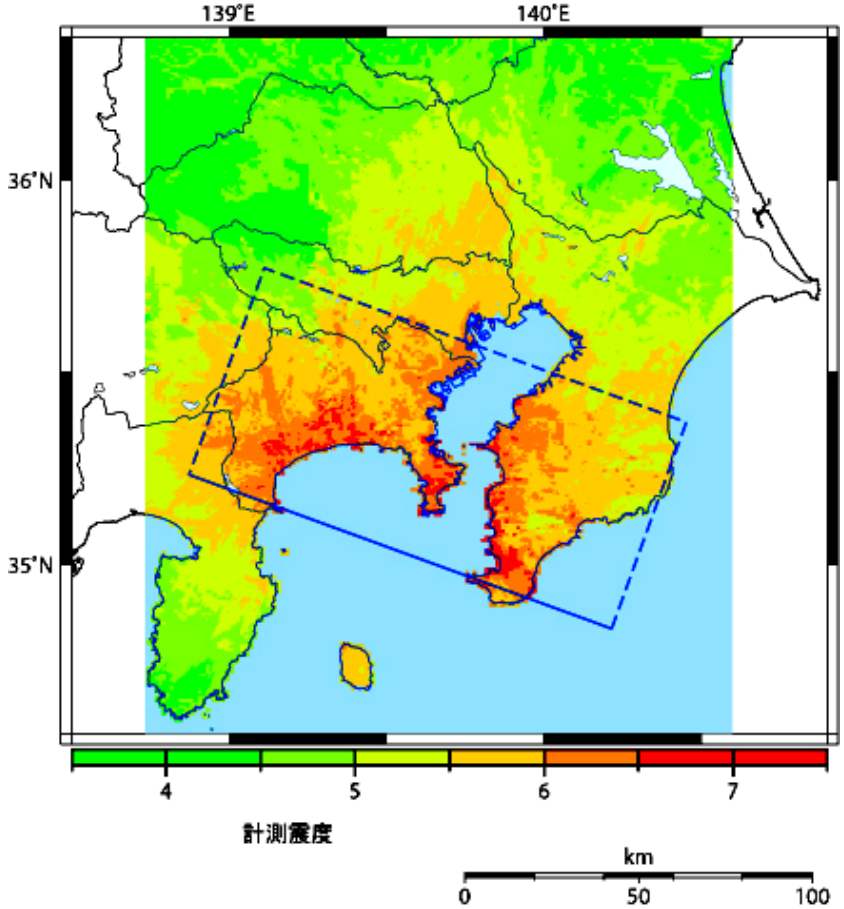
(4)地震調査研究に期待すること

関東地震(1923年)の再現



世界の記録から推定された断層面

(Wald and Somerville, 1995年)



震度分布の再現

(壇・他, 2000年)

超高層建築物の耐震設計への活用例

ビルディングレター（日本建築センター）より

（1） 大崎駅西口南地区第一種市街地再開発事業施設建築物

事務所棟24階、住宅棟25階

（2） 松戸市紙敷43街区土地利用計画

共同住宅16階

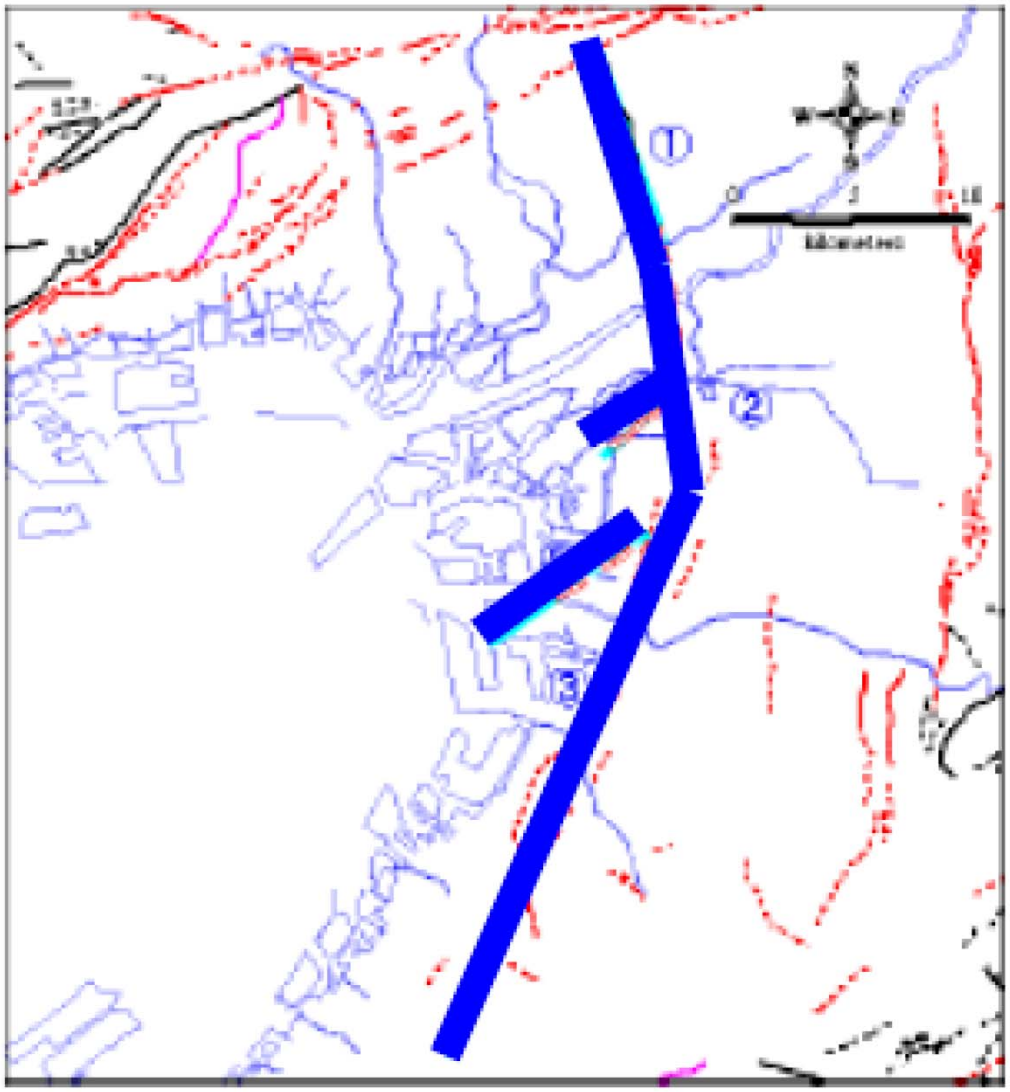
（3） 浜松町1丁目用地住宅等整備事業事業者施設

共同住宅24階

（4） （仮称）池之端2丁目計画

共同住宅30階

建物の耐震設計のための断層モデル設定への活用

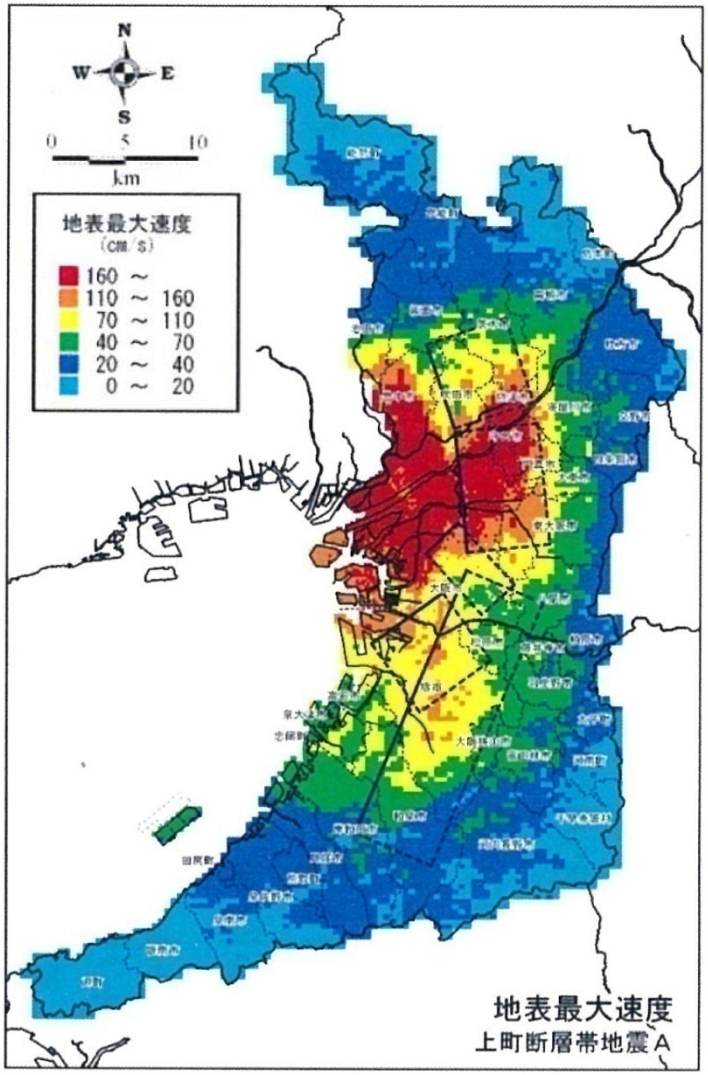


上町断層帯で想定された震源断層の位置

地震調査研究推進本部の強震動予測のためのレシピに基づく断層モデルの設定

多賀・他 (2011)

最大速度分布の例



上町断層帯地震
による最大速度

大阪府 (2007)

3段階の設計用地震動レベル

レベル3A: 上町断層帯地震を考慮する際の基準となるレベルで、大阪府市予測波の発生シナリオ35 ケースの平均的なレベルに相当する。

レベル3B: 基準のレベルより高い安全性を求めて設定するレベルで、より大きなばらつき範囲をカバーするレベル。大阪府市予測波の発生シナリオ35 ケースの70%程度を含んだ地震動レベルに相当する。

レベル3C: 基準のレベルに比べ、特段の高い安全性を求めて設定するレベルで、さらに大きなばらつき範囲をカバーするレベル。大阪府市予測波の発生シナリオ35 ケースの85%程度を含んだ地震動レベルに相当する。

3段階の設計用地震動レベル

いずれのレベルも法令で定める極めて稀に発生する地震動（告示波）を超えるレベルの地震動である。

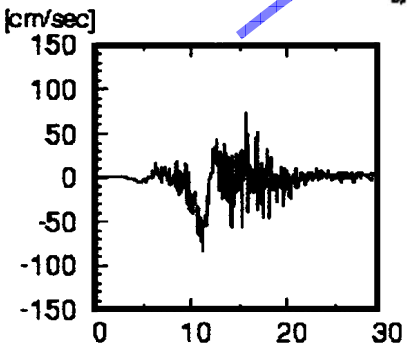
構造設計者は建築主など関係者との協議のもと、いずれかのレベルを設定して設計を進めることとする。

原子力発電所の耐震バックチェック

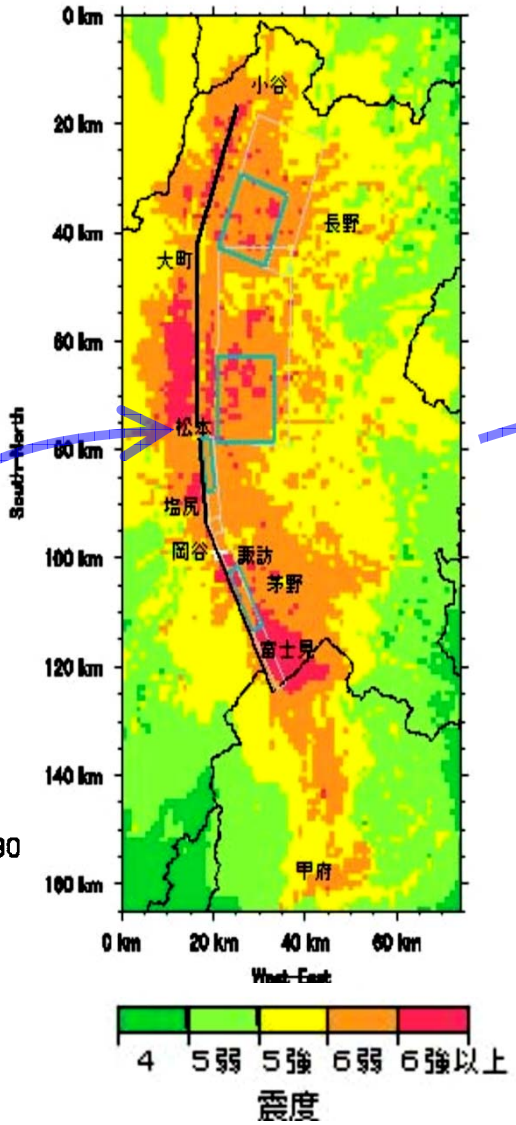
文部科学省（地震本部）：強震動評価	1995年～現在
↓	
内閣府（原子力安全委員会）：指針の改訂	2001年～2006年
↓	
経済産業省（原子力安全・保安院）	2006年～現在
↓	
電力会社・他：耐震バックチェック	2006年～現在

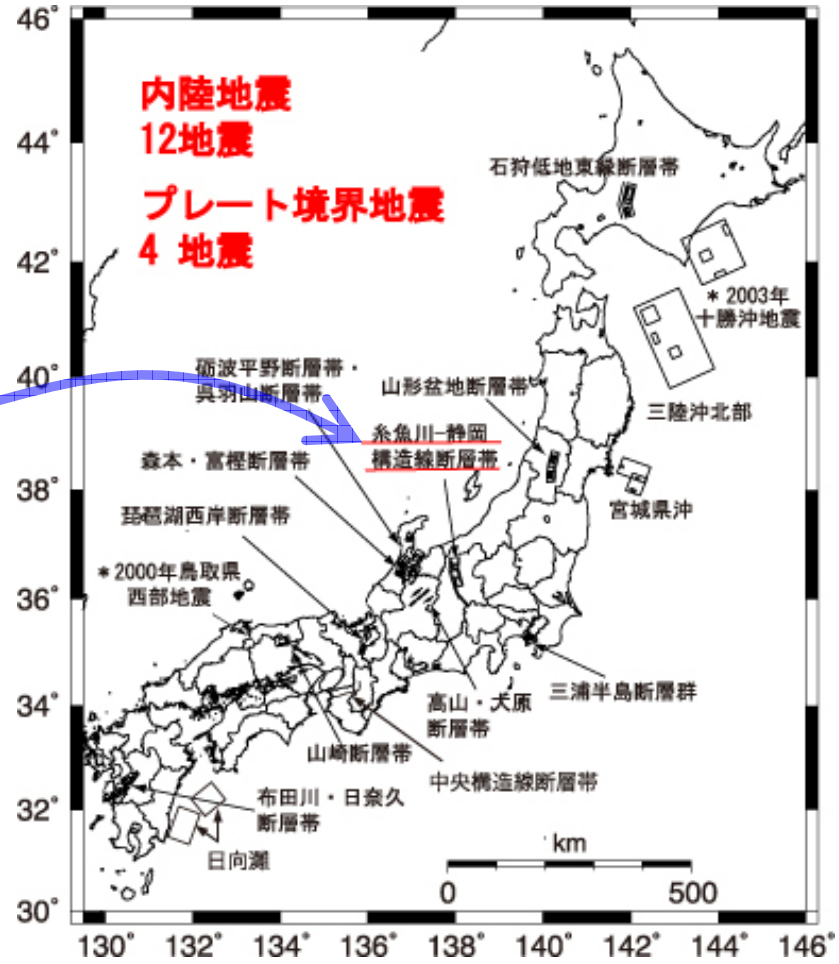
地震調査研究推進本部の強震動評価の例

糸魚川-静岡
構造線
全長 112 km



松本における
強震動パルス





地震調査研究推進本部(2005年)

原子力安全委員会の耐震指針（2006年改訂）

検討用地震ごとに、

i) 応答スペクトルに基づく地震動 評価

ii) 断層モデルを用いた手法による 地震動評価

の双方を実施し、それぞれによる基準地震動Ssを策定する。

原子力安全･保安院からの指示

　経済産業省原子力安全・保安院は、既設発電用原子炉施設等について、新耐震指針に照らした耐震安全性の評価を実施し、その結果を当院に報告するよう原子力事業者等に対し指示しました。（2006年9月20日）

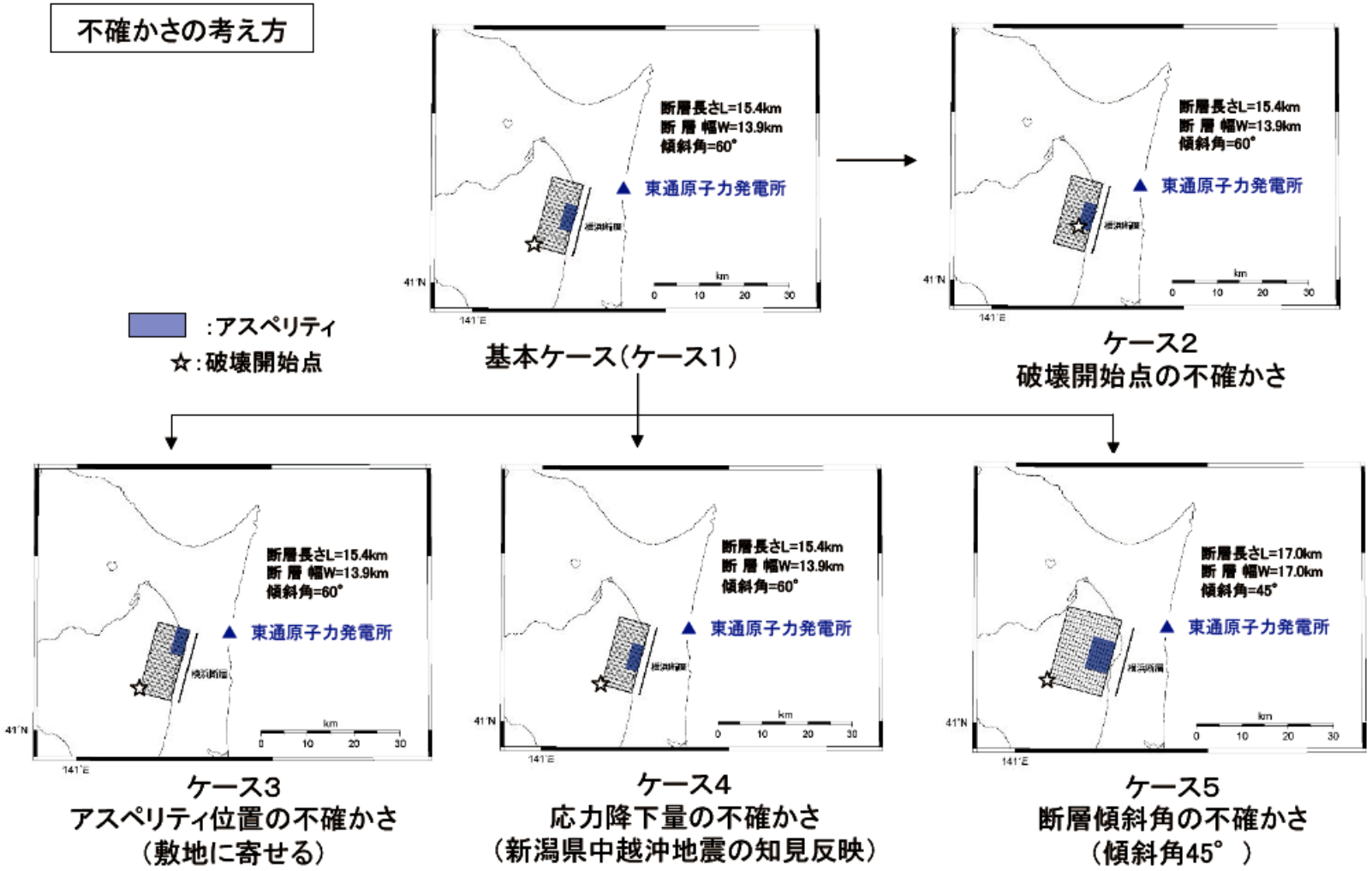
東北電力　東通原子力発電所

1. 所在地　／青森県下北郡東通村大字白糠字前坂下34-4
2. 敷地　／約358万m^2
3. 電気出力　／110万kW
4. 原子炉形式　／沸騰水型軽水炉（BWR）
5. 原子炉格納容器　／マークⅠ改良型
6. 着工　／平成10年12月
7. 営業運転開始　／平成17年12月8日

原子力・安全保安院（2011）

横浜断層による地震（モデル化の例）

不確かさの考え方



原子力・安全保安院（2011）

スラブ内地震（地震の想定の例）

□想定十勝沖の地震（海洋プレート内地震） 基本震源モデル

○基本的震源要素

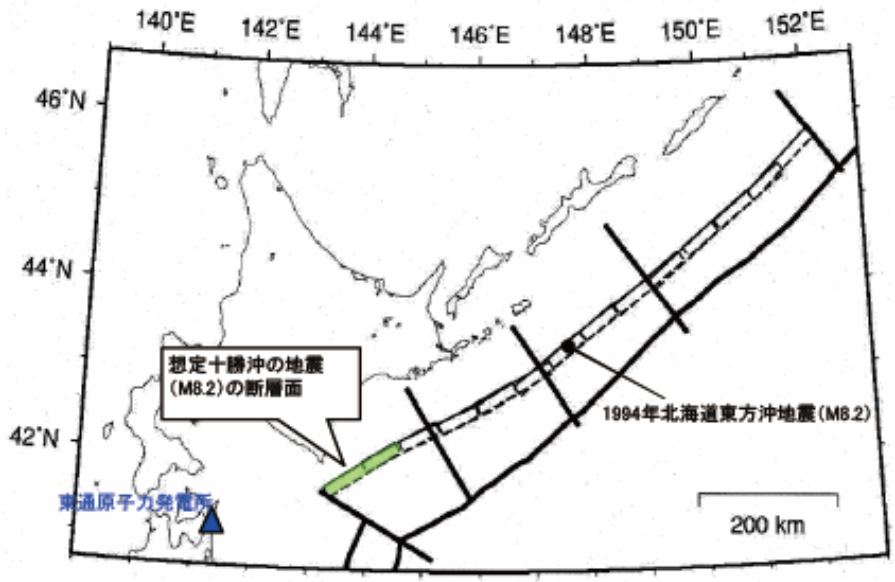
・Morikawa and Sasatani(2004)および地震本部(2009)に基づき震源モデルを設定

○応答スペクトルによる地震動評価

・Noda et al.(2002)の方法（敷地の観測記録により補正）を用いた地震動評価

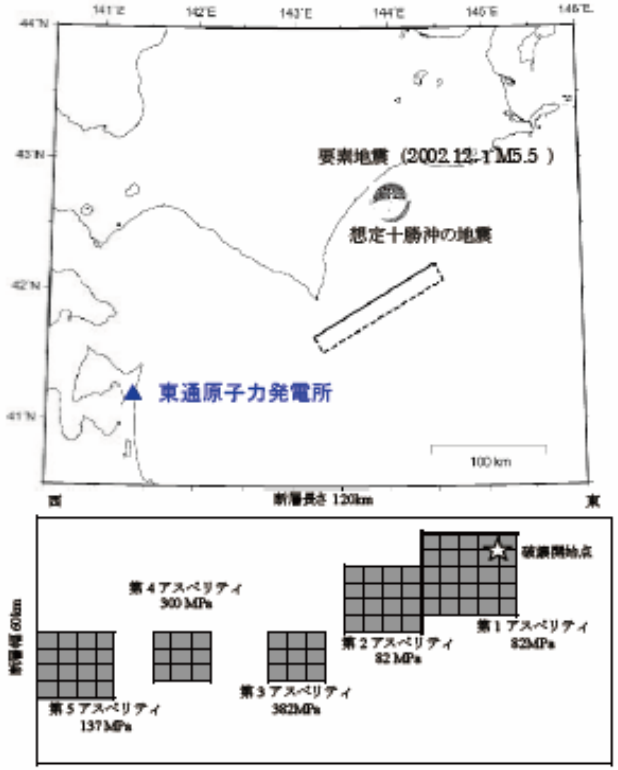
○断層モデルを用いた地震動評価

・想定する地震の震源付近で発生した海洋プレート内地震（M5.5）を用いて経験的グリーン関数法により評価



地震調査研究推進本部（2009）で想定されている
沈み込んだ海洋プレート内のやや浅い地震の想定震源域

原子力・安全保安院（2011）



想定十勝沖地震の震源モデル

IAEA（国際原子力機関）への展開

原子力安全基盤機構では、機構の基盤研究成果を反映し、地震本部による強震動予測手法の国際標準化に着手した。

2011年12月の第１回会合 (オーストリア・ウィーン)

断層モデルによる強震動の予測結果を活用するための方策

１）　実務者とのキャッチボール

　　東京、大阪、名古屋

２）　審査段階での適用

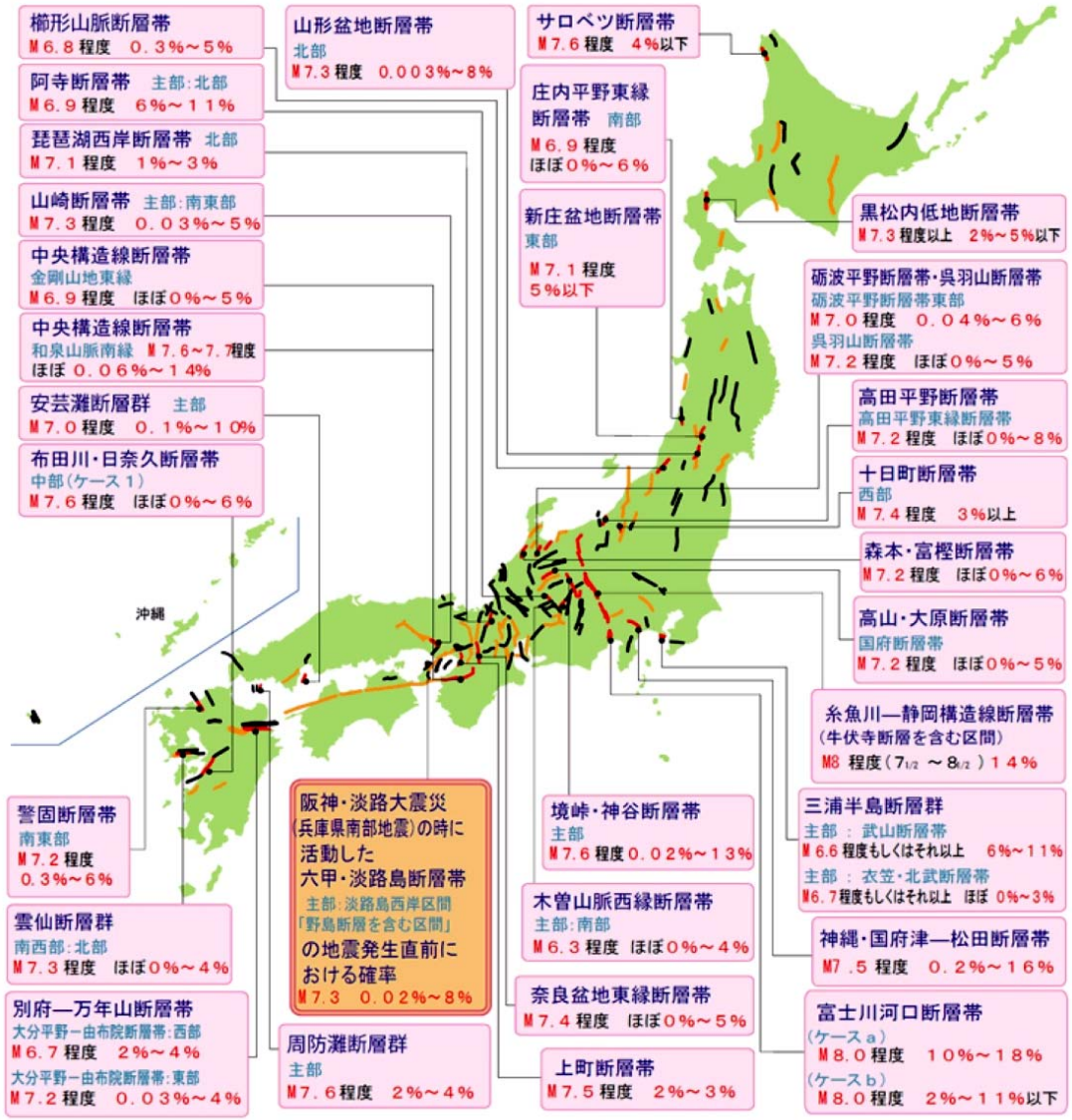
　　超高層建物や免震建物の評定

３）　法令化、指針化

　　原子力発電所のバックチェック

４）　主要な成果（報告の題名）の英文化

主要活断層の評価結果（31地震）



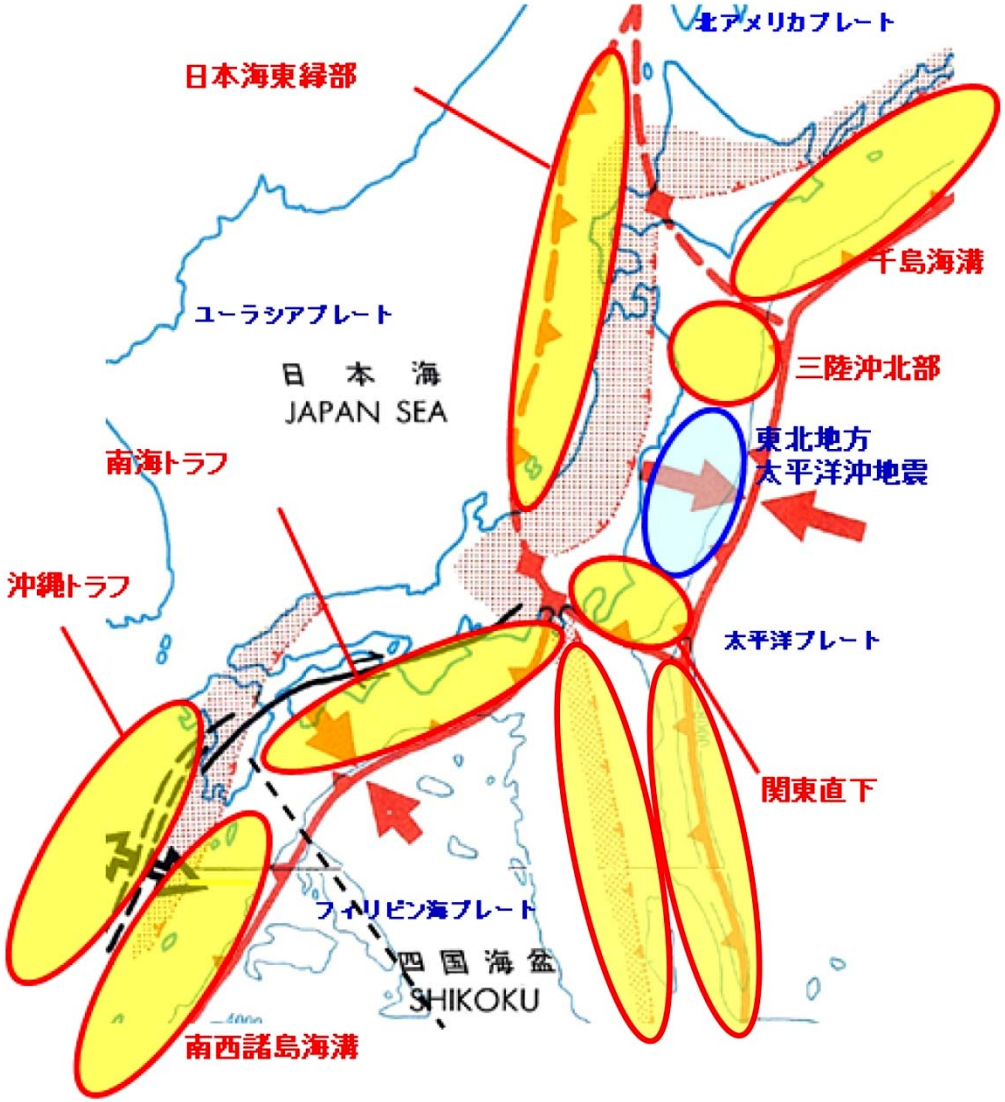
主な海溝型地震の評価結果（19地震）

長期評価への期待：的中率の向上

（1） 長期評価結果：31活断層、19海溝型
2003年十勝沖地震

（2） 被害地震（長期評価なし）
2000年鳥取県西部地震
2004年新潟県中越地震
2005年福岡県西方沖地震
2007年能登半島地震
2007年新潟県中越沖地震
2008年岩手・宮城内陸地震
2011年東北地方太平洋沖地震

巨大地震の震源域の候補
（活断層研究会，1991に加筆）



壇・他（2012）

強震動評価への期待

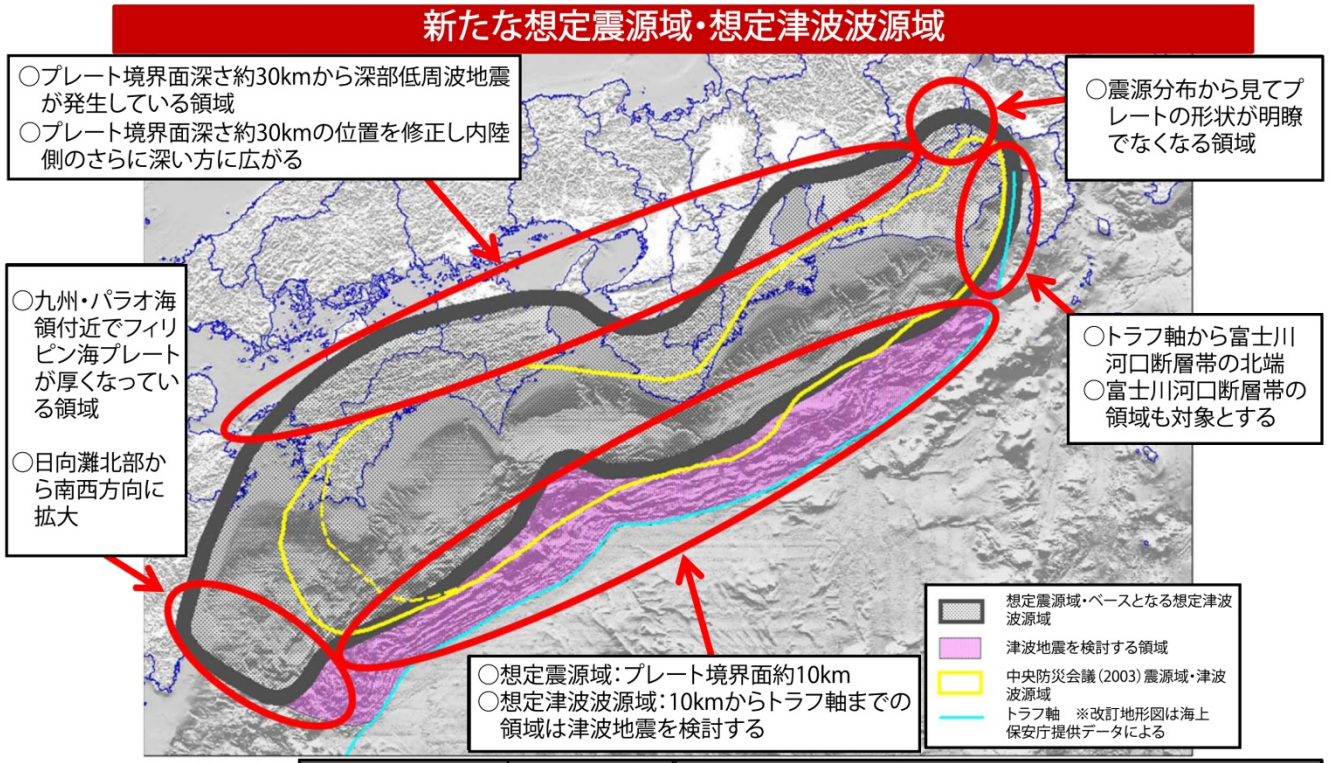
１）　短い活断層の取り扱い方の確立

２）　長大な内陸断層のレシピの追加

３）　スラブ内地震のレシピの追加

４）　プレート境界の巨大地震の強震動と津波の統一震源モデルの確立

南海トラフの想定地震の震源域



新たな想定震源域に対応する地震の規模（暫定値）の推定

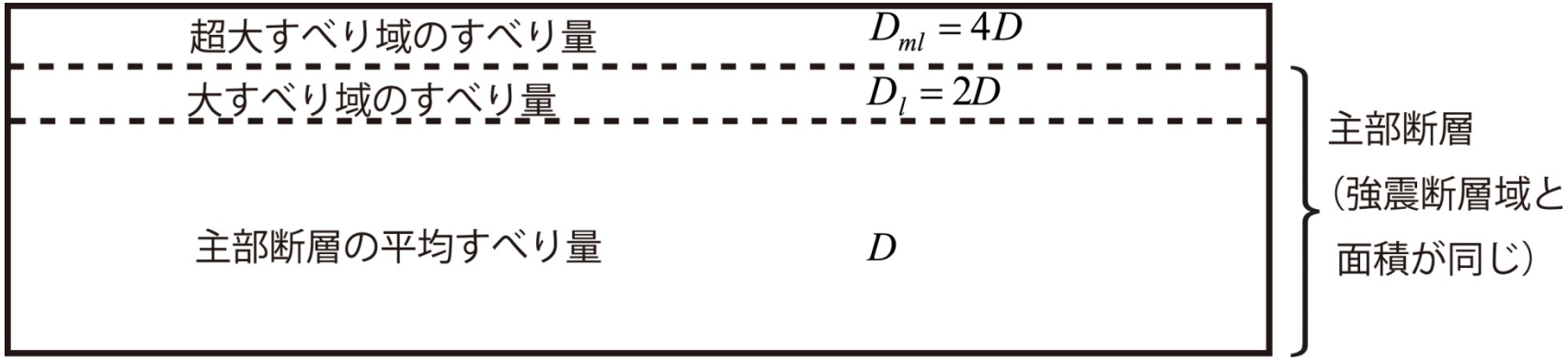
	南海トラフの巨大地震（暫定値）	参考		
		2011年 東北地方太平洋沖地震	2004年 スマトラ島沖地震	2010年 チリ中部地震
面積	約11万km^2（暫定値）	約10万km^2（約500km×約200km）	約18万km^2（約1200km×約150km）	約6万km^2（約400km×約140km）
地震モーメント M_0(N・m)	4.5×10^{22}（暫定値）	4.22×10^{22}（気象庁）	6.5×10^{22}（Ammon et al., 2005）	1.48×10^{22}（Pulido et al., in press）
モーメントマグニチュード M_W	9.0（暫定値）	9.0（気象庁）	9.1(Ammon et al., 2005) [9.0 (理科年表)]	8.7(Pulido et al., in press) [8.8 (理科年表)]

内閣府（2011）

内閣府の津波の計算用の断層モデル

全域モデル

主部断層の応力降下量$\Delta\sigma$ = 3MPa

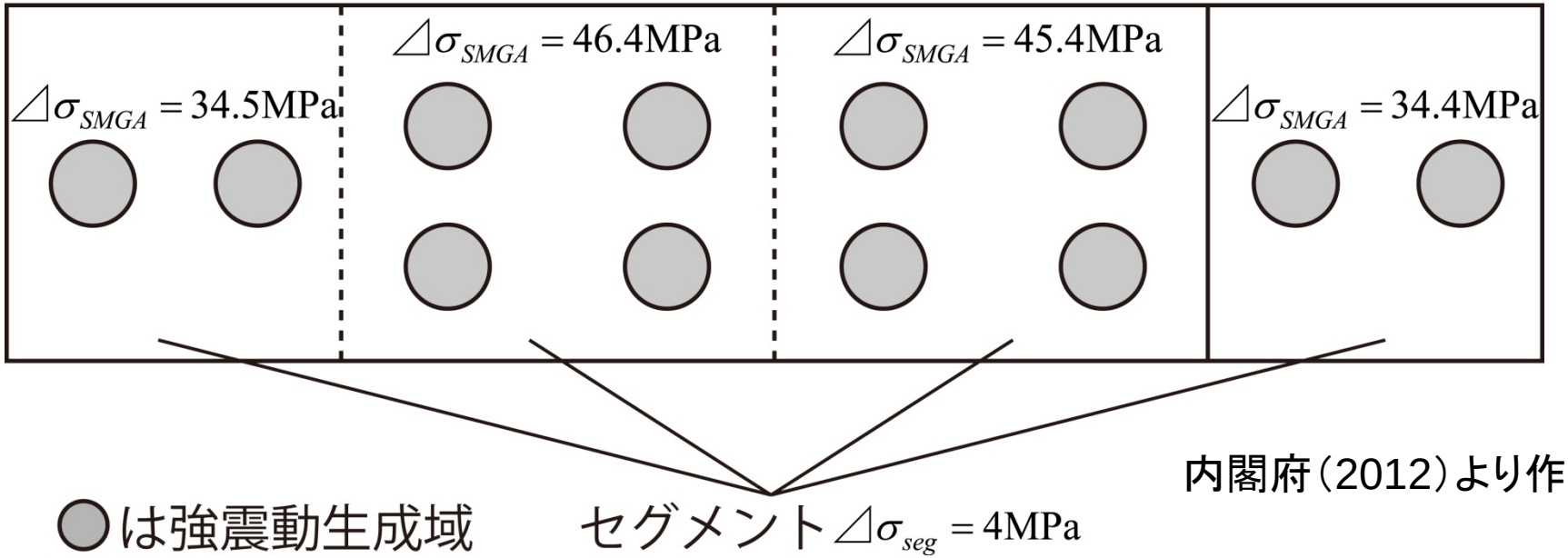


内閣府（2012）より作成

内閣府の強震動の計算用の断層モデル

セグメントモデル

全体 $\Delta\sigma_{total} = 2.3\mathrm{MPa}$, 背景領域 $\Delta\sigma_{back} = 3.7\mathrm{MPa}$

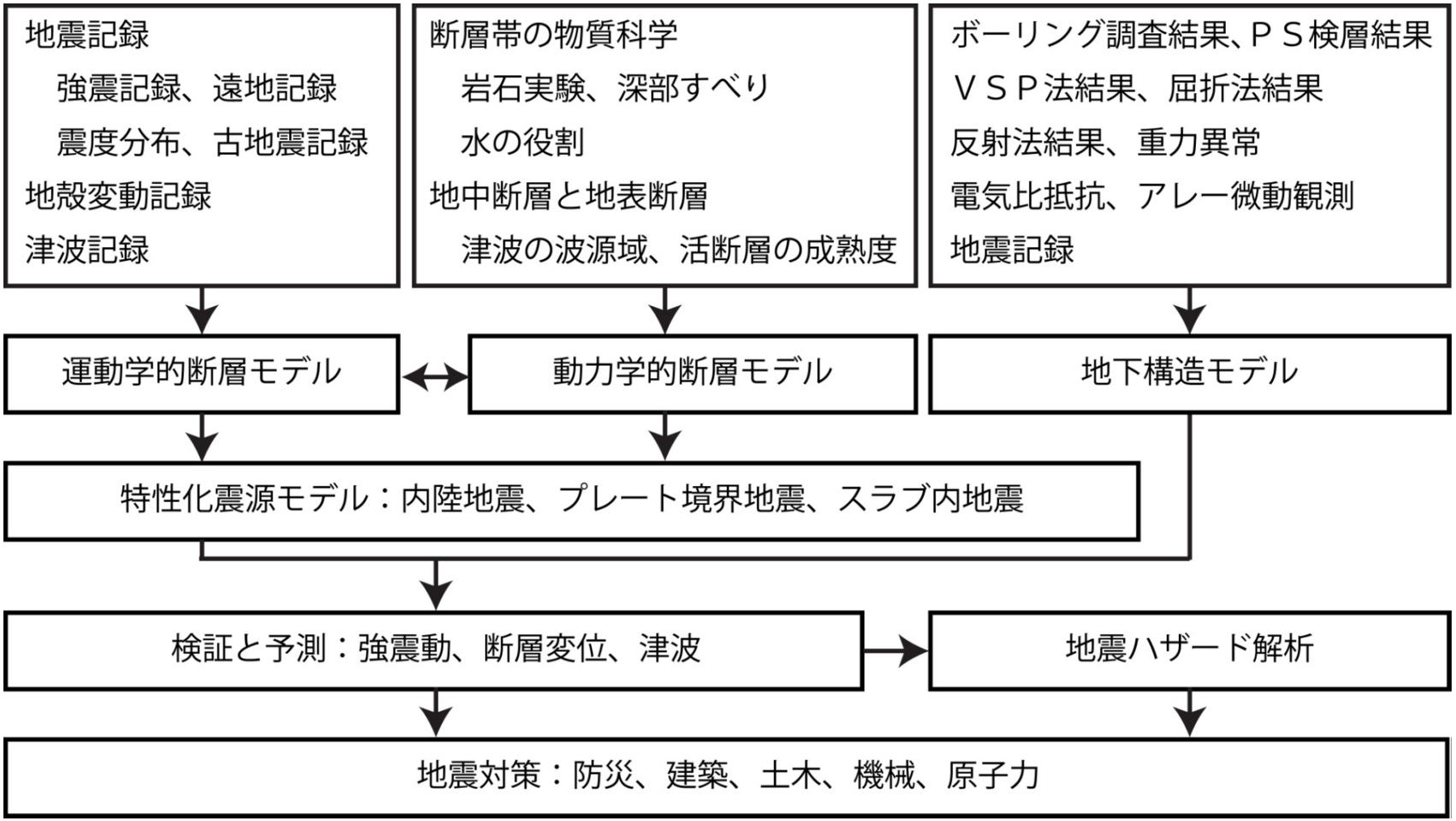


内閣府（2012）より作成

●は強震動生成域　　セグメント $\Delta\sigma_{seg} = 4\mathrm{MPa}$

地震本部の方法に基づく力学モデルの確立が必要

地震対策の流れ


地震記録
強震記録、遠地記録
震度分布、古地震記録
地殻変動記録
津波記録
断層帯の物質科学
岩石実験、深部すべり
水の役割
地中断層と地表断層
津波の波源域、活断層の成熟度
ボーリング調査結果、ＰＳ検層結果
ＶＳＰ法結果、屈折法結果
反射法結果、重力異常
電気比抵抗、アレー微動観測
地震記録
運動学的断層モデル
動力学的断層モデル
地下構造モデル
特性化震源モデル：内陸地震、プレート境界地震、スラブ内地震
検証と予測：強震動、断層変位、津波
地震ハザード解析
地震対策：防災、建築、土木、機械、原子力

参考文献

Wald, D. J. and P. G. Somerville (1995): Variable-slip rupture model of the great 1923 Kanto, Japan, earthquake, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 85, No. 1, pp. 159-177.

壇一男・渡辺基史・佐藤俊明・宮腰淳一・佐藤智美(2000): 統計的グリーン関数法による1923年関東地震(MJMA 7.9)の広域強震動評価, 日本建築学会構造系論文集, 第530号, pp. 53-62.

多賀謙蔵・亀井功・角彰・近藤一雄・林康裕・宮本裕司・井上一朗(2011): 上町断層帯地震に対する設計用地震動ならびに設計法に関する研究, 平成23年度日本建築学会近畿支部研究発表会, pp. 1-4.

大阪府(2007): 自然災害総合防災対策検討(地震被害想定)報告書(概要版), H19.03, 大阪府, http://www.pref.osaka.jp/attach/3667/00000000/02.pdf.

地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005): 「全国を概観した地震動予測地図」報告書, 平成17年3月23日.

参考文献

原子力安全委員会(2006): 発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針, 平成18 年9 月19 日決定.

原子力・安全保安院(2011): http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/genshiryoku/taishin_kouzou_wg_b-sub/020_haifu.html.

活断層研究会(1991): 新編日本の活断層, 東京大学出版会.

壇一男・具典淑・宮腰淳一・石井やよい(2012): 2011年東北地方太平洋沖地震の断層パラメータの相似則に関する検討および日本付近で想定される巨大地震, 日本建築学会シンポジウム「東日本大震災からの教訓、これからの国づくり」, pp. 179-182.

内閣府(2011): 南海トラフの巨大地震モデル検討会中間とりまとめ, 平成23年 12 月 27 日 , http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai_trough/nankai_trough_top.html.

内閣府(2012): 南海トラフの巨大地震モデル検討会第15回会合, 平成24年3月31日, http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai_trough/15/index, html.