

電源開発株式会社
大間原子力発電所

大間地点における地震ハザード評価について

平成18年12月
原子力発電安全審査課

目 次

1. 地震ハザード評価方法	1
2. ロジックツリーの構築	3
3. 地震ハザード評価結果	4
4. 参考文献	5

申請者は、基準地震動 S_s の年超過確率を参照するに当たり、敷地から半径 200kmの範囲内の地震と活断層を対象として地震ハザード評価を行い、敷地における一様ハザードスペクトルを算定している。地震ハザード評価の内容を以下に示す。

1. 地震ハザード評価方法

申請者は、地震ハザード評価を行うに当たり、(社)日本原子力学会の方法⁽¹⁾に基づき、震源モデルを領域震源モデルと特定震源モデルに大別し、震源モデルにおける不確かさについては、ロジックツリーを用いて考慮している。震源モデルの考え方を以下に示す。

1.1 領域震源モデル

- ① 領域震源モデルでは、活断層が知られていないところで発生する内陸地殻内地震及びプレート間や海洋プレート内で発生する固有地震以外の地震を対象とする。
- ② プレート間地震及び海洋プレート内地震の地震活動域区分は、海洋プレートの沈み込み形状をモデル化し、地震タイプごとに活動域区分のモデル化を行う。深さ方向には 150kmまでモデル化を行う。図-1.1 に地震活動域区分のモデル化の概念図を示す。
- ③ 地震活動域区分は、地震地体構造区分を参考に設定する。図-1.2 及び図-1.3 に設定した地震活動域区分を示す。
- ④ 規模別地震発生頻度は、考慮する領域で発生した地震のマグニチュードと発生数の統計をもとに算定する。また、原則として本震を対

象とし、余震を除去したデータを用いる。

- ⑤ 震源深さは、地震タイプごとに設定することとし、内陸地殻内地震では、地震発生層に対して一様分布を仮定し、プレート間地震及びやや深いスラブ内地震ではプレート上面の位置、やや浅いスラブ内地震では、プレート間地震と区別するためにプレート上面よりも20km深い位置に仮定する。
- ⑥ 特定震源との対応が確認された地震は、特定震源として考慮するため、領域震源モデルの地震データから除外する。

1.2 特定震源モデル

- ① 特定震源モデルは、内陸の活断層で発生する固有地震及びプレート間で発生する固有地震を対象とする。表-1.1 及び図-1.4 に特定震源として考慮する主な活断層及びプレート間地震を示す。
- ② 内陸の活断層については、以下のように取り扱う。
 - ・設置許可申請書に記載されている活断層及び「新編日本の活断層」に記載されている確実度 I または II の活断層について考慮する。なお、重複する場合は設置許可申請書の評価を優先する。
 - ・活断層で発生する地震規模は、設置許可申請書における評価を優先することとし、設置許可申請書に記載のない活断層は、断層長さから松田(1975)⁽²⁾に基づき評価する。
 - ・活断層で発生する地震の発生頻度は、活断層の活動度の代表変位速度と松田(1975)⁽²⁾に基づき評価することを基本とするが、函館平野西縁断層帯については、地震調査研究推進本部(2001)⁽³⁾によ

る今後 50 年以内の地震発生確率をもとに、等価な定常ポアソン過程を想定して設定する。

③ プレート間地震については、以下のように取り扱う。

- ・地震調査研究推進本部による長期評価⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾の対象となっている地震で、敷地から 200km 程度の範囲にあるものを考慮する。
- ・地震規模は、地震調査研究推進本部の長期評価⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾に基づき評価する。
- ・地震発生頻度は、地震調査研究推進本部の長期評価⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾における今後 50 年以内の地震発生確率に基づき、等価な定常ポアソン過程を想定して設定する。

表-1.2 に地震ハザード評価に用いる特定震源のパラメータ設定の考え方をまとめて示す。

2. ロジックツリーの構築

申請者は、大間地点における地震ハザード評価にあたり、上述の震源モデルにおける不確かさを考慮するためのロジックツリーを構築している。ロジックツリーの構築に当たっては、(社)日本原子力学会の方法⁽¹⁾に基づき、専門家で構成される検討会を設置し、ロジックツリーの分岐の設定及び分岐の重み付けについて、専門家の意見を反映している。図-2.1 に検討体制を示す。なお、検討会の専門家は北海道・東北地方の地震活動特性や地震動特性に精通しているか、地震ハザード評価に精通している専門家を選定している。図-2.2 に検討会により専門家が構築したロジックツリーを示す。ロジックツリーにおいては、次に示す項目について

分岐を設定し、分岐項目の左上には分岐の重み付けを示している。設定した分岐の一覧を表-2.1 に示す。

【分岐を設定する項目】

(1) 領域震源

- ・地震活動域区分
- ・規模別地震発生頻度
- ・最大マグニチュード
- ・地震データ

(2) 特定震源

- ・プレート間地震については、地震調査研究推進本部の評価は地震防災の観点から保守的に評価されていることから、分岐は設定していない。
- ・活断層については感度解析結果を踏まえ、分岐は設定していない。

(3) 地震動評価

- ・距離減衰式(中央値)
- ・地震動評価のばらつき
- ・地震動の上限

3. 地震ハザード評価結果

上述のように設定したロジックツリーに基づいて評価した敷地における一様ハザードスペクトルと敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の

設計用応答スペクトルを図-3.1 に示す。また、領域震源のみの一様ハザードスペクトルと震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトルを図-3.2 に示す。

図-3.1 及び図-3.2 に示すように、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特定せず策定する地震動ともに、概ね $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度の年超過確率となっている。

4. 参考文献

- (1) 社団法人 日本原子力学会(2006):原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施手順, 200X(案), 社団法人 日本原子力学会標準, AESJ-SC-P00X:200X
- (2) 松田時彦(1975):活断層から発生する地震の規模と周期について, 地震第2輯, 第28巻
- (3) 地震調査研究推進本部(2001):函館平野西縁断層帯の評価, 地震調査委員会
- (4) 地震調査研究推進本部(2002):三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について, 地震調査委員会
- (5) 地震調査研究推進本部(2004):千島海溝沿いの地震活動の長期評価について(第二版), 地震調査委員会
- (6) 地震調査研究推進本部(2003):日本海東縁部の地震活動の長期評価について, 地震調査委員会

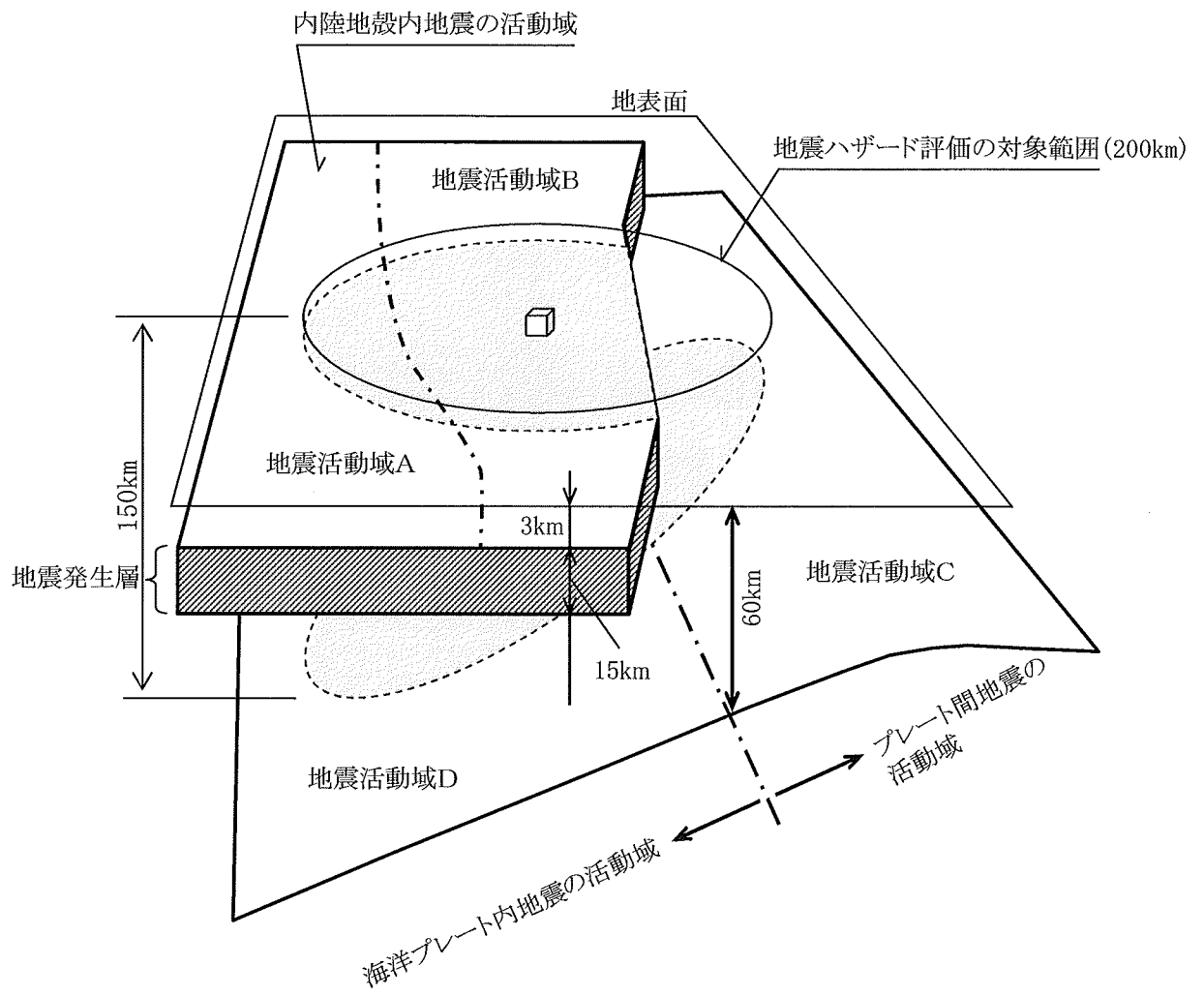
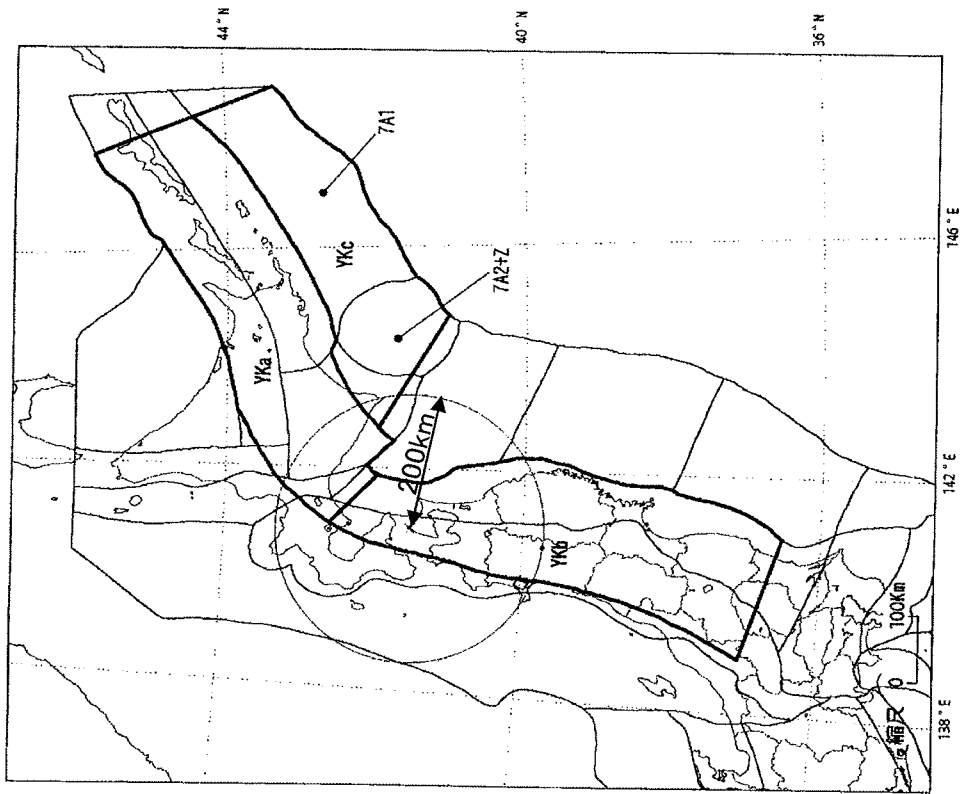
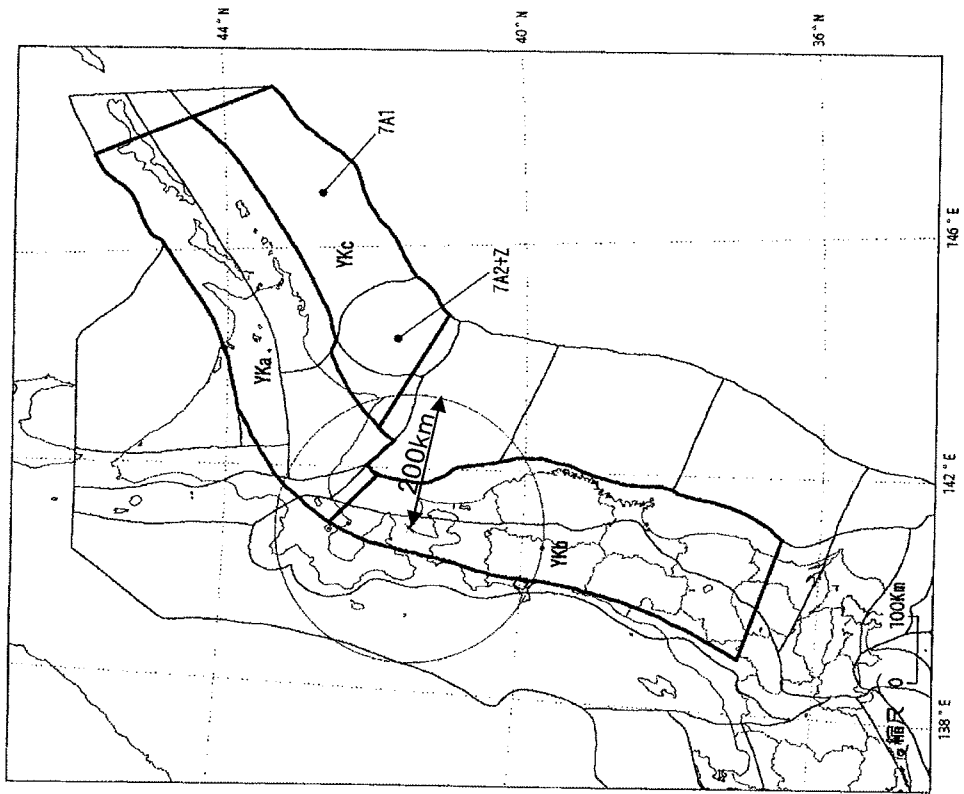


図-1.1 地震活動域区分のモデル化の概念図

(内陸の地震活動域の深さはある幅を持ち、海域の地震活動域はプレートの沈み込みを考慮してモデル化される。)

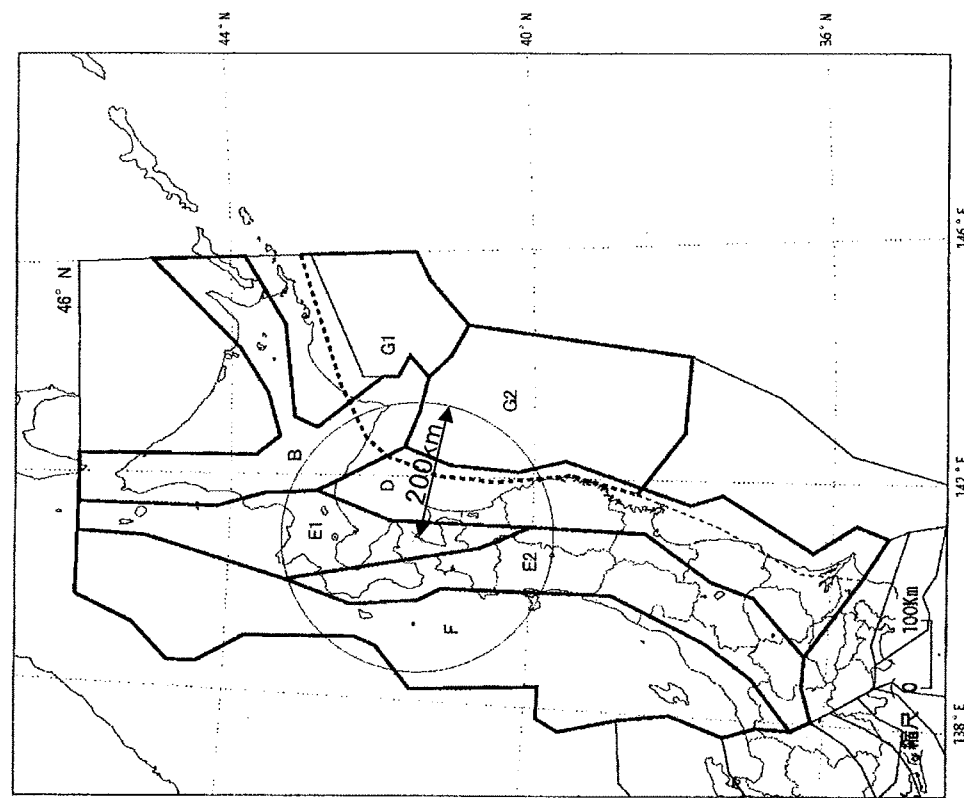
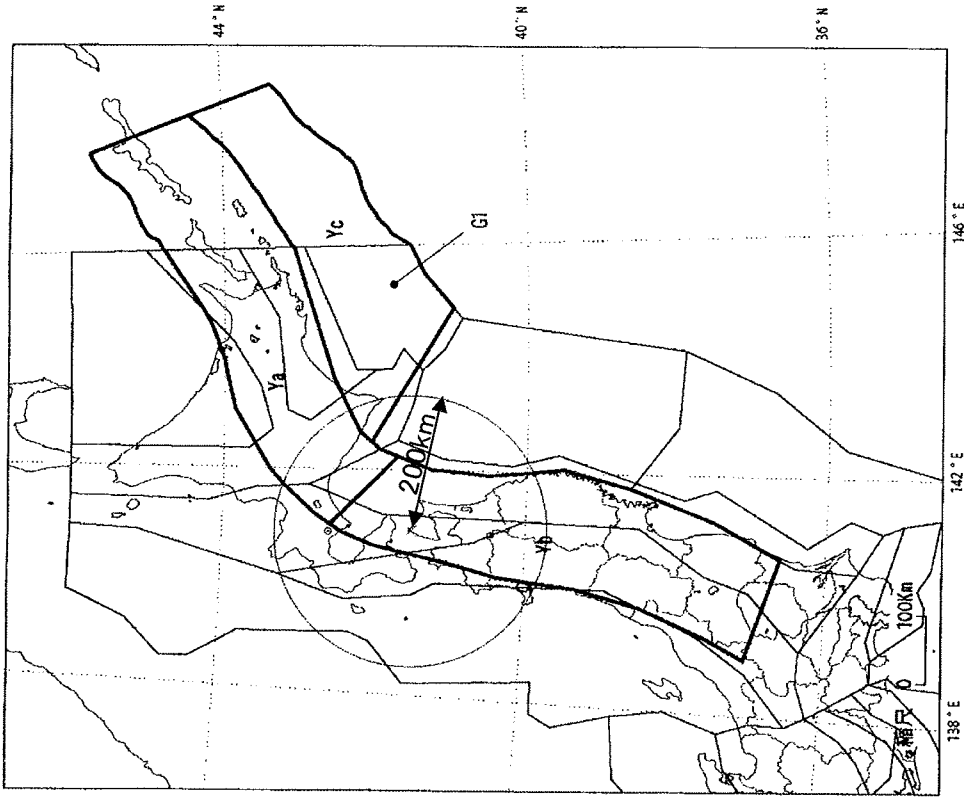


(1) 内陸地殻内地震及びプレート間地震



(2) 海洋プレート内地震

図-1.2 垣見・他(2003)に基づき設定した地震活動区域区分



(1) 内陸地殻内地震及びプレート間地震

(2) 海洋プレート内地震

図-1.3 萩原編(1990)に基づき設定した地震活動区分

表-1.1 特定震源として取り扱う主な活断層及びプレート間地震

No.	特定震源名	断層長さ (km)	M	再来期間 (年)	今後50年以内 の発生確率
1	清水山南方断層	11	6.6	18240	—
2	函館平野西縁断層帯	26	7.2	—	1.6%
3	根岸西方断層	22	7.1	3639	—
4	F-5	4.2	5.9	6672	—
5	F-6	4.6	5.9	7308	—
6	F-8	10	6.5	15887	—
7	F-9	9.6	6.5	15251	—
8	F-14	3.4	5.7	5401	—
9	敷地西方沖断層	7.2	6.3	1205	—
10	恵山岬東方沖断層	42.5	7.5	6325	—
11	奥尻海盆東縁断層	50	7.7	8337	—
12	三陸沖北部の地震	170	8.2	—	29%
13	北海道南西沖の地震	—	7.8	—	0%
14	青森県西方沖の地震	—	7.7	—	0%
15	十勝沖の地震	140	8.1	—	14%

注1) No.1～11 の特定震源は設置許可申請書において活動性が評価された活断層であり、No.12～15 の特定震源は地震調査研究推進本部の長期評価で取り上げている大間サイト周辺の海溝型地震である。上記以外の特定震源としては、大間サイトから半径 200km 以内にある「新編日本の活断層」の活断層を考慮している。

注2) 断層長さおよびMは、No.1～11 については設置許可申請書に基づく値、No.12～15 については地震調査研究推進本部の長期評価に基づく値を用いる。

注3) 地震調査研究推進本部の長期評価により今後 50 年以内での発生確率が評価されている場合には、それを用いる。

注4) 再来期間は、計算上用いた値であり、以下により評価する。

$$\text{再来期間} = 1000D/s$$

ここに、D :一回当たりの変位量 $\log D = 0.6M - 4.0$ (松田(1975)による)

s :代表平均変位速度(活動度A:5mm/年、活動度B:0.5mm/年、活動度C:0.05mm/年)

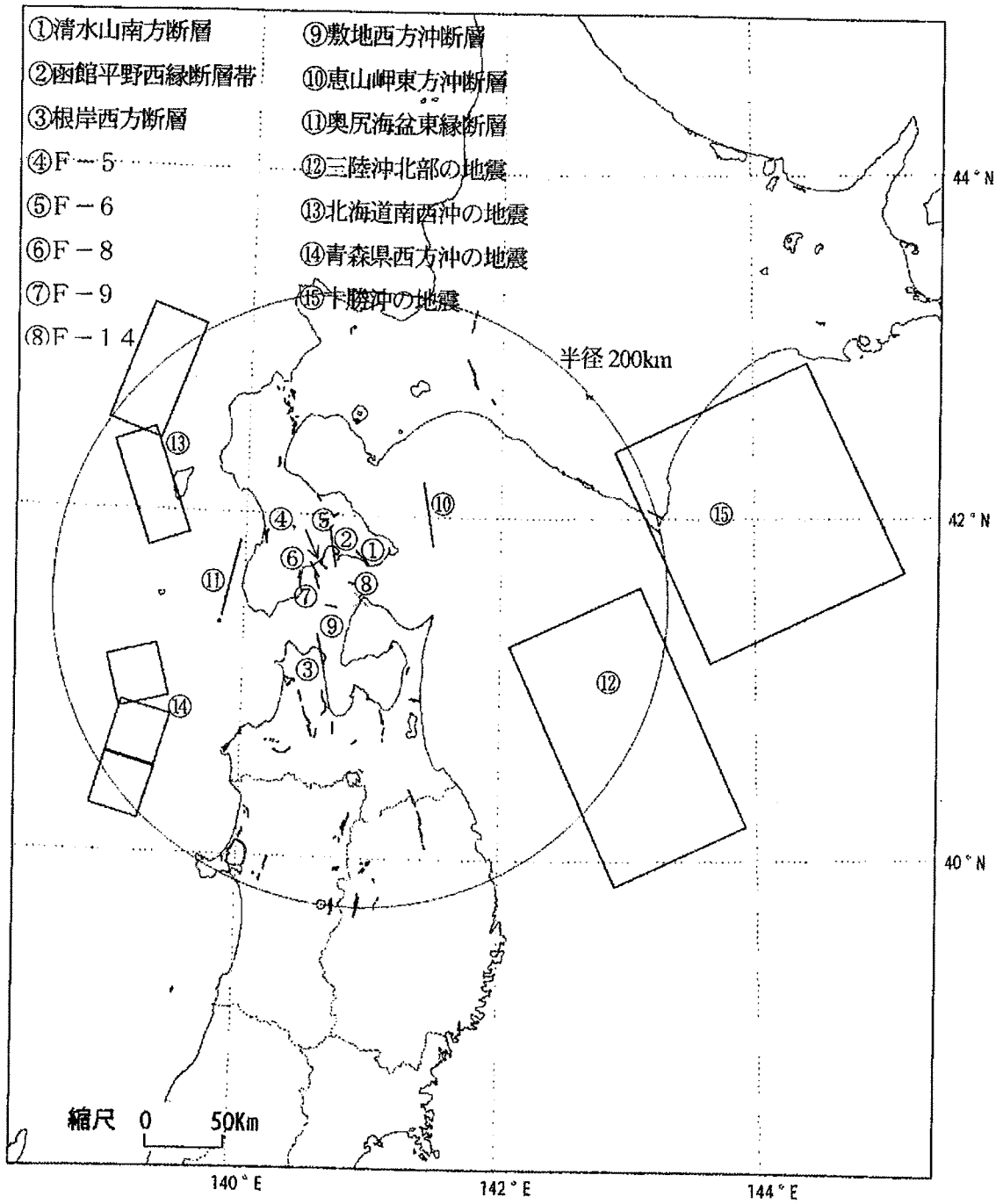


図-1.4 特定震源として取り扱う主な活断層及びプレート間地震の分布

表-1.2 特定震源のパラメータ設定の考え方

項目	地震タイプ	パラメータの設定	備考
特定震源として用いるデータ	プレート間地震	三陸沖北部の地震 十勝沖の地震	北海道南西沖の地震及び青森県西方沖の地震は今後50年の発生確率が0%のため、考慮しない。
	内陸地殻内地震 (活断層)	設置許可申請書における評価を用いる。それ以外は「新編 日本の活断層」による評価を用いる。	
特定震源モデル	プレート間地震	三陸沖北部の地震 十勝沖の地震	地震調査研究推進本部の長期評価による今後50年の発生確率をもとに、等価な定常ポアソン過程を想定して設定する。 北海道南西沖の地震及び青森県西方沖の地震は今後50年の発生確率が0%のため、考慮しない。
	内陸地殻内地震 (活断層)	原則として、松田(1975)に基づき評価する。	函館平野西縁断層帯については、地震調査研究推進本部の長期評価による今後50年の発生確率をもとに、等価な定常ポアソン過程を想定して設定する。

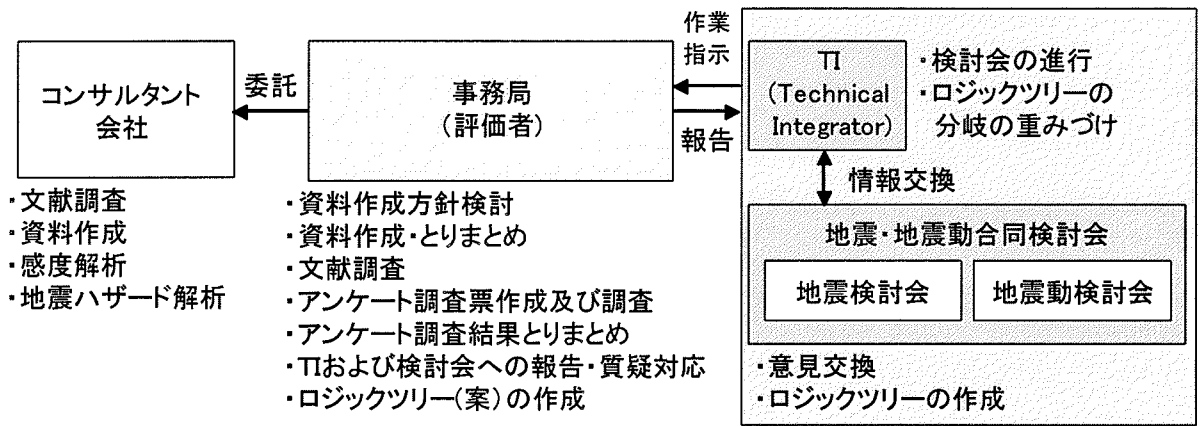


図-2.1 地震ハザード評価の検討体制

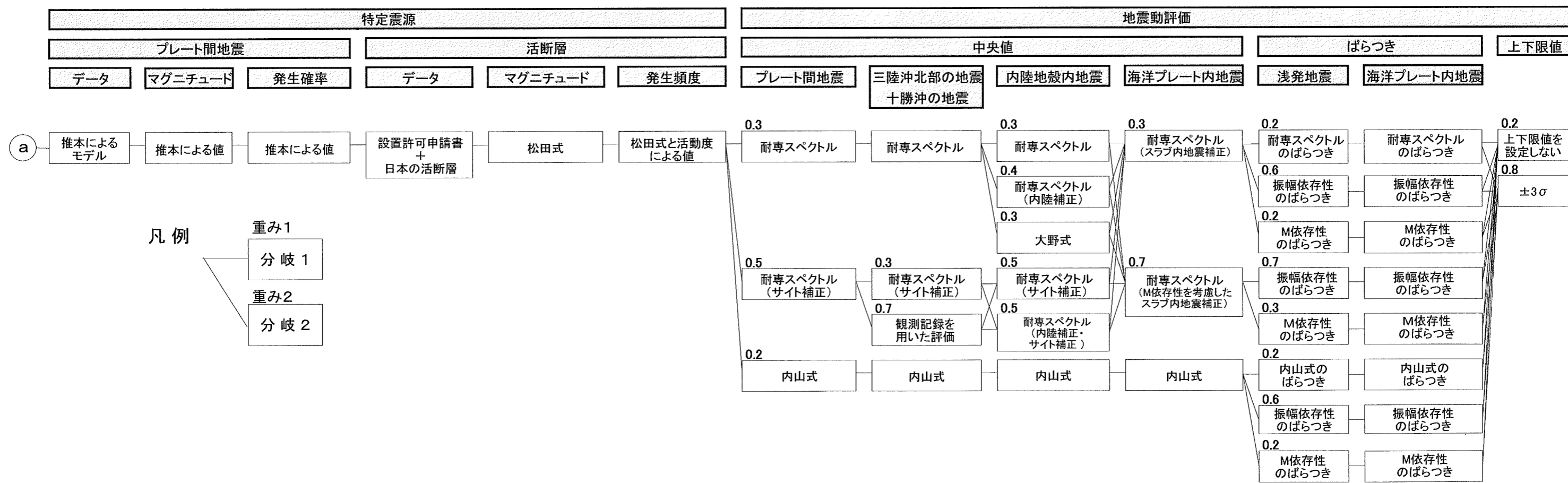
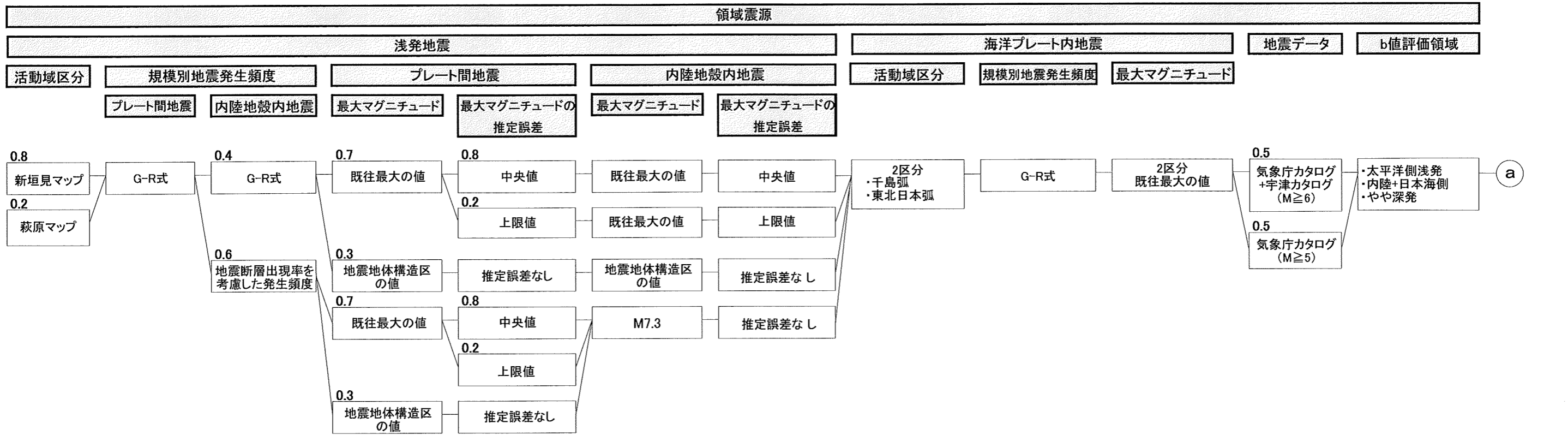


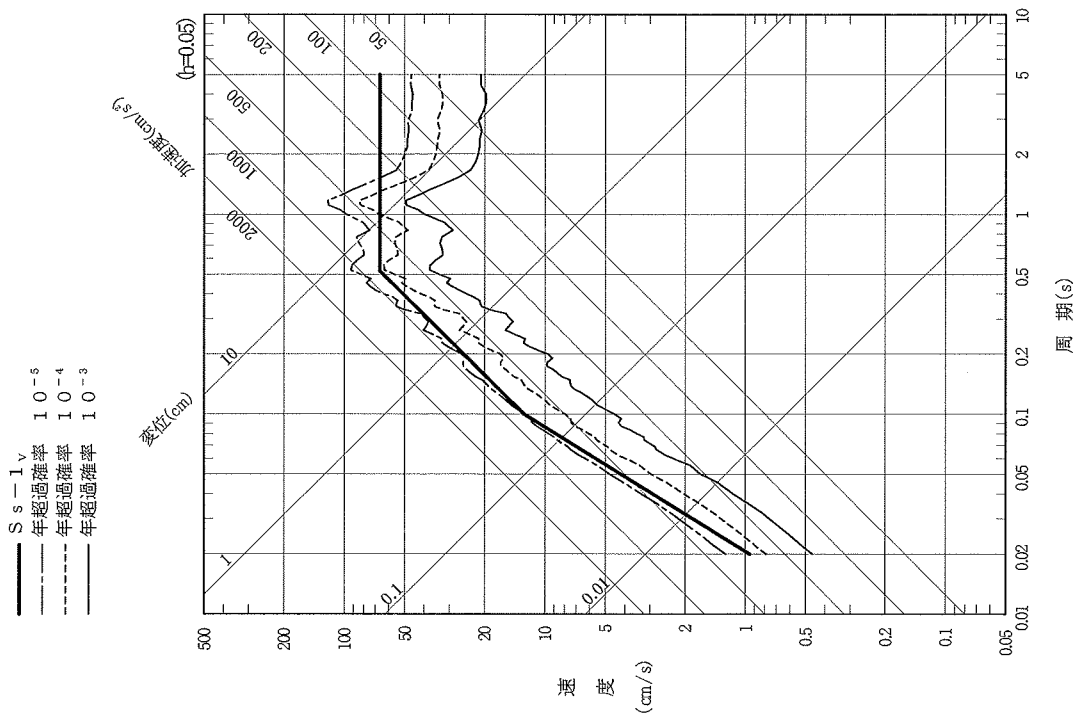
図-2.2 大間地点の地震ハザード評価におけるロジックツリー

表-2.1(1) ロジックツリーにおける分岐設定項目(領域震源)

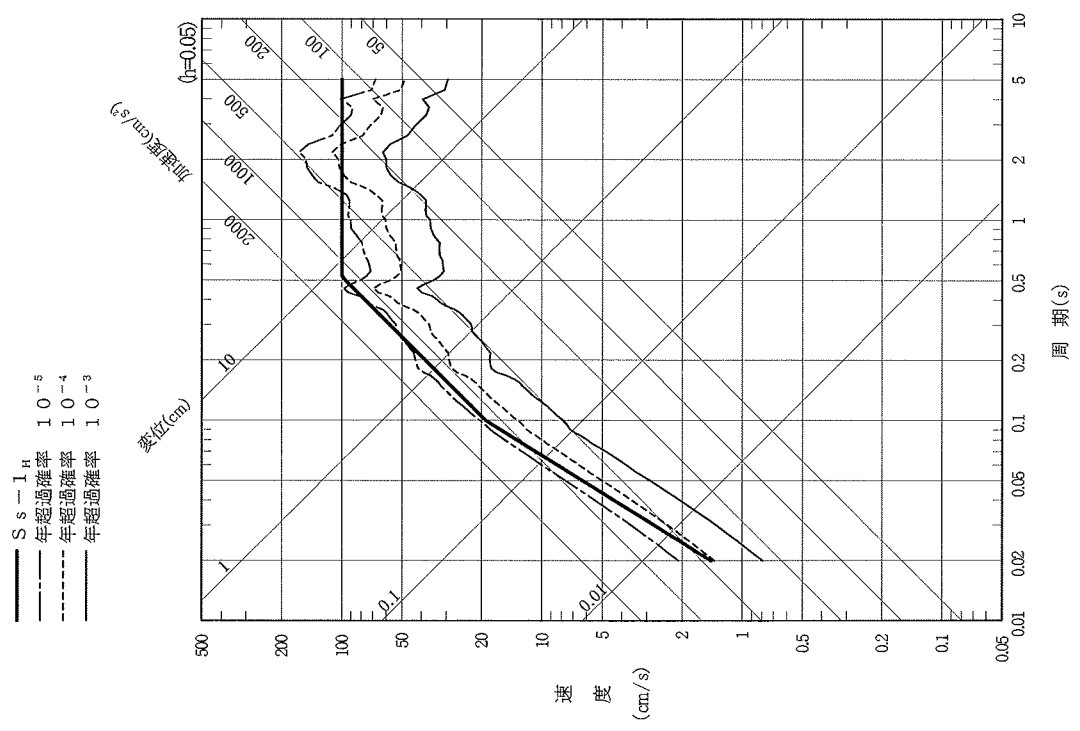
項目	地震タイプ	分岐項目	備考
活動区分	プレート間地震 内陸地殻内地震	①垣見・他(2003) (新垣見マップ) ②萩原編(1990) (萩原マップ)	
	海洋プレート内地震	分岐は設定しない。	海洋プレート内地震の地震地体構造マップはないため、専門家の意見により東北日本弧と千島弧の2区分に分けた活動域を設定
規模別地震発生頻度	プレート間地震 海洋プレート内地震	①G-R式	G-R式による評価の対象とする活動域は、感度解析結果を踏まえて、 ①太平洋側浅発地震の活動域 ②内陸+日本海側の地震活動域 ③やや深発地震の活動域 の3区分とし、各区分ごとに規模別地震発生頻度を評価する。
	内陸地殻内地震	①G-R式 ②地震断層出現率を考慮した発生頻度 (G-R式で評価)	地震断層出現率はJNES(2005)に基づき設定。
最大マグニチュード	プレート間地震	①既往最大マグニチュード(中央値) ②既往最大マグニチュード(上限値) ③地震地体構造区の最大マグニチュード	
	海洋プレート内地震	分岐は設定しない。既往最大マグニチュードのみ	
地震データ	内陸地殻内地震	①既往最大マグニチュード(中央値) ②既往最大マグニチュード(上限値) ③地震地体構造区の最大マグニチュード ④M7.3(地震断層出現率を考慮する場合)	地震断層出現率を考慮する場合の最大マグニチュードM7.3は、JNES(2005)に基づき設定。
	プレート間地震 海洋プレート内地震 内陸地殻内地震	①気象庁カタログ+宇津カタログ(M≧6) ②気象庁カタログ(M≧5)	気象庁カタログ(1923年~2004年) 宇津カタログ(1885年~1922年)

表-2.1(2) ロジックツリーにおける分岐設定項目(地震動評価)

	項目	地震タイプ	分岐項目	備考	
地震動評価		プレート間地震	①耐専スペクトル ②耐専スペクトル(観測記録補正) ③耐専スペクトル(想定震源域の観測記録補正) ④内山(2005)	③は、三陸沖北部の地震の場合は、1994年三陸はるか沖地震の敷地における観測記録による補正、十勝沖の地震の場合は2003年十勝沖地震の敷地における観測記録による補正をいう。	
		上記以外	①耐専スペクトル ②耐専スペクトル(観測記録補正) ③内山(2005)		
		海洋プレート内地震	①耐専スペクトル(観測記録補正、M依存性考慮) ②耐専スペクトル(観測記録補正、M依存性非考慮) ③内山(2005)	観測記録の補正係数をマグニチュードが大きいものと小さいものに分けて設定する場合はM依存性考慮の観測記録補正をいう。	
	距離減衰式(中央値)	内陸地殻内地震		①耐専スペクトル(内陸補正) ②耐専スペクトル(観測記録補正) ③耐専スペクトル(観測記録補正+内陸補正) ④内山(2005) ⑤大野・他(2002)	内陸地殻内地震の敷地における観測記録がないため、観測記録補正は、プレート間地震の観測記録がサイト特性を反映していると考えて流用する。
			プレート間地震 内陸地殻内地震 海洋プレート内地震	①耐専スペクトルのばらつき ②振幅依存性のばらつき ③マグニチュード依存性のばらつき ④内山(2005)のばらつき	振幅依存性のばらつきは、地震調査研究推進本部を参考に設定。
			プレート間地震 内陸地殻内地震 海洋プレート内地震	①上限値の設定なし ②±3σ	



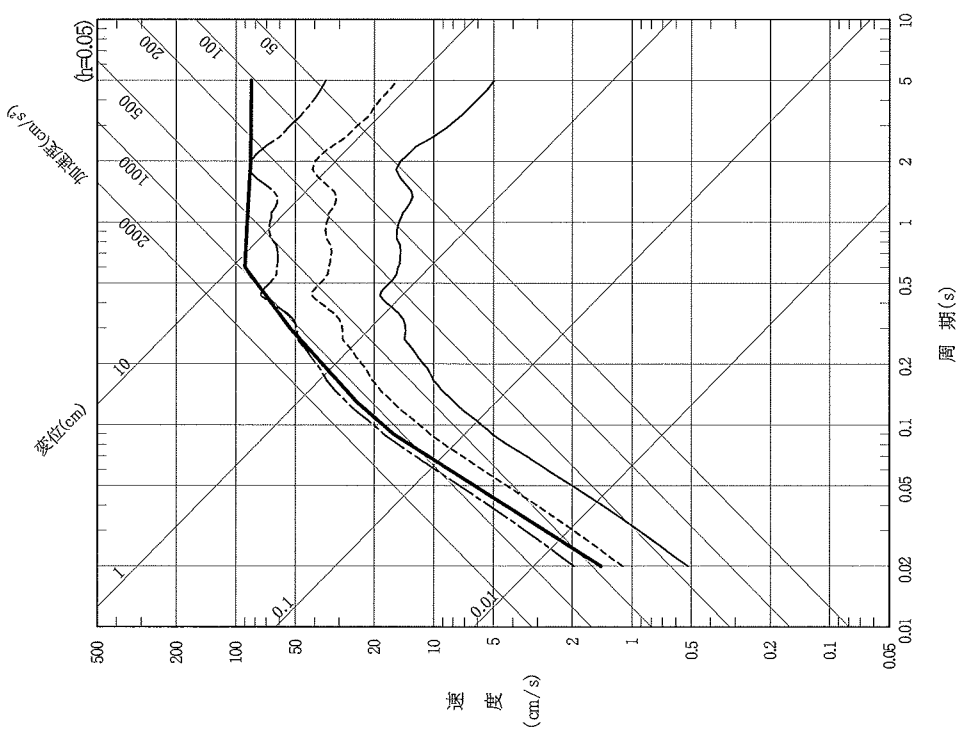
(1) 水平動



(2) 鉛直動

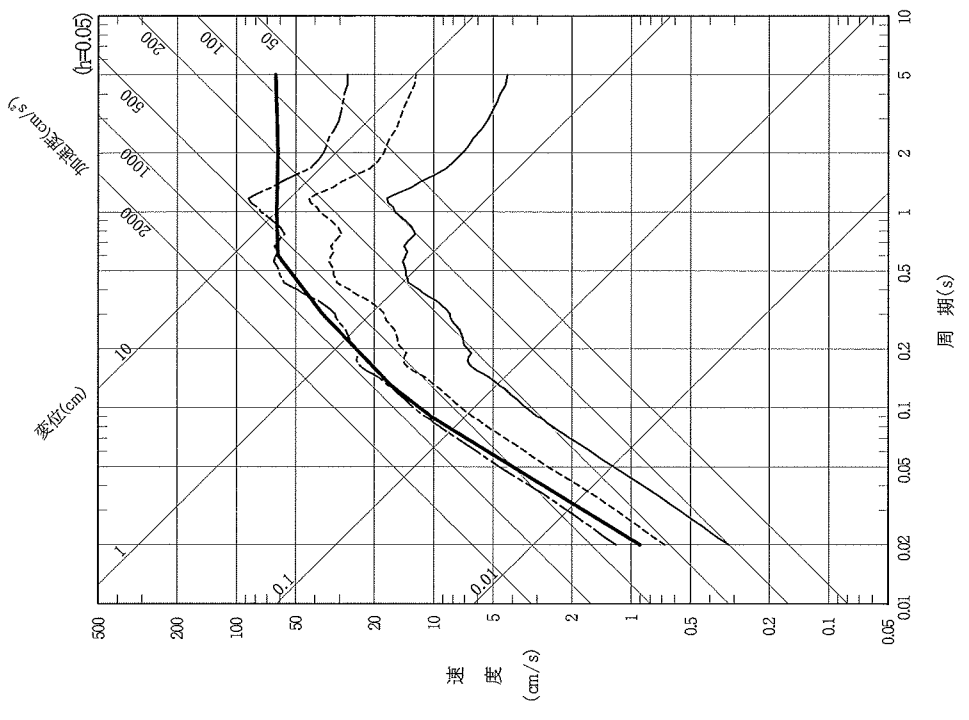
図-3.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動と敷地における一様ハザードスペクトルの比較

$S_s - 2_H$
 年超過確率 10^{-5}
 年超過確率 10^{-4}
 年超過確率 10^{-3}



(1) 水平動

$S_s - 2_V$
 年超過確率 10^{-5}
 年超過確率 10^{-4}
 年超過確率 10^{-3}



(2) 鉛直動

図-3.2 震源を特定せず策定する地震動と敷地における一様ハザードスペクトルの比較