

片貝断層による地震の基本震源モデルと
不確かさの考慮に関する整理

平成20年8月26日

東京電力株式会社

目 次

1 . 基本震源モデルの設定	1
2 . 不確かさを考慮するパラメータの選定	2
3 . 各パラメータの影響評価	3
4 . 基準地震動 S_s の策定	5

〔添付資料〕

片貝断層による地震の地震動評価に用いる要素地震について

本資料は、合同W15 - 1「新潟県中越沖地震を踏まえ原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項について（地震・津波，地質・地盤合同WG関係）（案）」（平成 20 年 8 月 6 日，原子力安全・保安院）を踏まえ，柏崎刈羽原子力発電所における検討用地震である「片貝断層による地震」を対象として，地震動評価における基本震源モデル及び不確かさの考慮に関する考え方を整理したものである。

1．基本震源モデルの設定

合同W15 - 1（別添）「検討用地震による地震動の評価における不確かさの考慮について」（平成 20 年 8 月 6 日，原子力安全・保安院）に基づき，表 1 に示す各震源パラメータについて，基本震源モデルのパラメータ設定根拠に関する整理を行った。

地質調査結果によると，角田・弥彦断層，気比ノ宮断層及び片貝断層は主活動時期，活動開始時期，平均変位速度，重力異常との対応性等がそれぞれ異なること，これら 3 断層のセグメント境界は地震時における水平変動パターン境界に対応していること，バランス断面法により地下深部においても 3 断層は連続しない結果が得られたこと，3 断層が同時に活動したことを示唆する地形・地質情報が認められないことなどから，長岡平野西縁断層帯は，基本的には角田・弥彦断層，気比ノ宮断層及び片貝断層がそれぞれ単独で活動する分割放出型の断層帯と判断される。

したがって，片貝断層による地震の基本震源モデルは，単独の断層として活動するものと考え，各パラメータは原則として地質調査結果及び地震調査研究推進本部（2008）⁽¹⁾による強震動予測レシピ（以下，「強震動予測レシピ」という。）にしたがい設定する。

ただし、断層長さについては、地質調査結果による 16km に対して、地震動評価における基本震源モデルでは、地震規模のスケージングの観点から、安全評価上、強震動予測レシビ⁽¹⁾を参考に、地震発生層を飽和する地震モーメント $7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ を与える断層面積を有するように 25km と設定している。

また、破壊開始点についても、基本震源モデルにおいて、安全評価上、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している。

2. 不確かさを考慮するパラメータの選定

表 1 に示す各震源パラメータについて、不確かさの考慮の有無及びその根拠に関する整理を行うとともに、不確かさを考慮するパラメータについては、考慮する不確かさの範囲及びその根拠に関する整理を行った。片貝断層による地震の地震動評価にあたっては、以下に示すパラメータの不確かさを考慮する。

断層長さについては、前述のとおり地質調査結果に基づき片貝断層単独で活動するものと考えられるが、地震調査研究推進本部(2004)⁽²⁾による長岡平野西縁断層帯の長期評価結果等を参考に、角田・弥彦断層及び気比ノ宮断層を含めた 3 断層が長岡平野西縁断層帯として一連で活動する場合の断層長さ 91km を考慮する。また、断層長さと相関のあるマグニチュード、地震モーメント、平均すべり量及びアスペリティの総面積については、断層長さの不確かさを考慮することにより従属的に不確かさを考慮することになる。

断層傾斜角については、合同WGにおける審議を踏まえ、周辺で発生した 2007 年新潟県中越沖地震の余震分布に基づく傾斜角 35° を考慮する。また、断層幅については、地震発生層上下端深さ及び断層傾斜角の値から

算定されるため、断層傾斜角の不確かさを考慮することにより従属的に不確かさを考慮することになる。

アスペリティの位置については、基本震源モデルにおいて強震動予測レシピ⁽¹⁾にしたがい設定した断層中央上端の配置が、ほぼ敷地に至近の位置となるものの、合同WGにおける審議を踏まえ、断層中央下端に配置した場合を考慮する。

アスペリティの応力降下量については、2007年新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、安全評価上、強震動予測レシピ⁽¹⁾による値の1.5倍の値を考慮する。また、アスペリティの応力降下量と相関のある背景領域の実効応力については、アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮することにより従属的に不確かさを考慮することになる。

破壊開始点については、前述のとおり基本震源モデルにおいて破壊が敷地に向かうように安全側の設定を行っているが、さらにアスペリティの端部で破壊が敷地に向かうような位置を考慮する。

なお、片貝断層による地震の経験的グリーン関数法⁽³⁾を用いた断層モデルによる地震動評価において採用している要素地震は、添付資料に示すように、震源特性、伝播経路特性及び敷地地盤の特性を適切に反映したものであると考えられる。

3. 各パラメータの影響評価

「2. 不確かさを考慮するパラメータの選定」において、不確かさを考慮するパラメータとして示した断層長さ、断層傾斜角、アスペリティの位置、アスペリティの応力降下量及び破壊開始点、ならびにこれらのパラメータの不確かさを考慮することにより従属的に不確かさを考慮するパラメータが地震動評価に及ぼす影響を把握するため、表2に示す地震動評価

の検討ケースを設定する。また，表 2 に示す各検討ケースの断層モデルを
図 1 に示す。

表 2 における検討ケースの設定にあたっては，前述のとおり片貝断層が
単独で活動する場合を基本震源モデルとし，基本震源モデルに対して各パ
ラメータの影響を個別に把握することが可能となるように考慮している。

表 2 に示す各検討ケースの断層モデル（図 1）を用いて，Noda et al.
（2002）⁽⁴⁾に基づき算定した応答スペクトルを比較して図 2 に示す。なお，
図 2 において，応力降下量の不確かさは，図 3 に示すサイト補正係数（敷
地の観測記録に基づく解放基盤表面における応答スペクトルと Noda et al.
（2002）⁽⁴⁾による応答スペクトルとの比）の下限を 1 とし，短周期側
における地震動レベルを嵩上げすることにより考慮している。また，破壊開
始点の不確かさによる影響は，Noda et al.（2002）⁽⁴⁾に基づく応答スペ
クトルによる地震動評価では把握することができないため，後述の断層モ
デルによる地震動評価により把握する。

図 2 によると，断層長さの不確かさを考慮し，長岡平野西縁断層帯とし
て活動する場合の影響が最も大きいこと，また，短周期側では応力降下量
の不確かさによる影響が断層長さの不確かさによる影響と同程度大きい
ことが確認できる。

また，図 2 と同様に，表 2 に示す各検討ケースの断層モデル（図 1）を
用いて，経験的グリーン関数法⁽³⁾を用いた断層モデルによる地震動評価結
果を比較して図 4 に示す。

図 4 によると，断層モデルによる各パラメータの不確かさによる影響の
大小関係は，図 2 に示す Noda et al.（2002）⁽⁴⁾による応答スペクトルに
よる結果と概ね同様の傾向であることが確認できる。

4 . 基準地震動 Ss の策定

「3 . 各パラメータの影響評価」を踏まえ、柏崎刈羽原子力発電所における基準地震動 Ss の策定にあたっては、より安全側の評価として、表3に示すように、影響の大きなパラメータである断層長さ及び応力降下量の不確かさを同時に考慮したケースの地震動評価を実施し、図5に示す Noda et al. (2002) ⁽⁴⁾に基づく応答スペクトルによる地震動評価結果を基準地震動 Ss - 3 として、また、図6に示す経験的グリーン関数法⁽³⁾を用いた断層モデルによる地震動評価結果を基準地震動 Ss - 4 として策定し、「柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告書（平成20年5月22日、東京電力株式会社）にて報告している。

なお、図6において、表2に示す各検討ケースの地震動評価結果の中には、短周期側における一部の周期帯で基準地震動 Ss - 4 のレベルを上回っているものがある。ただし、上記報告書において策定した4種類の基準地震動 Ss による地震動レベルを上回るものではないことを確認している。

一方、断層傾斜角については当初、地質調査結果及び地震調査研究推進本部(2004) ⁽²⁾による長岡平野西縁断層帯の長期評価結果等を参考に傾斜角50°を考慮し、断層傾斜角の不確かさは考慮しないものとしていたが、合同WGにおける審議状況を踏まえ、表3に示す断層長さ及び断層傾斜角の不確かさを同時に考慮した検討ケースについても設定する。なお、断層長さ及び断層傾斜角の不確かさを同時に考慮した場合の断層モデルは、図1に他の検討ケースと併せて示している。

断層長さ及び断層傾斜角の不確かさを同時に考慮した場合の Noda et al. (2002) ⁽⁴⁾に基づく応答スペクトルによる地震動評価結果については、図5に基準地震動 Ss - 3 と併せて示している。

図5によると、断層長さ及び断層傾斜角の不確かさを同時に考慮した場合の地震動レベルは、耐震設計における主要な周期帯である短周期側では基準地震動 $S_s - 3$ を下回るものの、長周期側では若干基準地震動 $S_s - 3$ を上回ることから、今後、断層長さ及び断層傾斜角の不確かさを同時に考慮した場合の断層モデルによる地震動評価を実施していく。

〔参考文献〕

- (1) 地震調査研究推進本部 (2008): 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」), 平成 20 年 4 月 11 日, 地震調査委員会資料
- (2) 地震調査研究推進本部 (2004): 長岡平野西縁断層帯の長期評価について
- (3) KAZUO DAN, TAKAHIDE WATANABE and TEIJI TANAKA (1989): A SEMI - EMPILICAL METHOD TO SYNTHESIZE EARTHQUAKE GROUND MOTIONS BASED ON APPROXIMATE FAR - FIELD SHEAR - WAVE DISPLACEMENT , 日本建築学会構造系論文報告集 , 第 396 号 , pp.27 - 36
- (4) Noda ,S. ,K.Yashiro ,K.Takahashi ,M.Takemura ,S.Ohno ,M.Tohdo and T.Watanabe (2002): RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES , OECD - NEA Workshop on the Relations between Seismological DATA and Seismic Engineering , Oct.16 - 18 , Istanbul , pp.399 - 408
- (5) 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 , pp.269 - 283
- (6) 入倉孝次郎・三宅弘恵 (2001): シナリオ地震の強震動予測 , 地学雑誌 , vol.110 , No.6 , pp.849 - 875
- (7) Geller, R. (1976): Scaling relations for earthquake source parameters and magnitudes, Bulletin of the Seismological Society of America , Vol.66 , No.5 , pp.1501 - 1523
- (8) 松島信一・神原浩・工藤一嘉 (2006): 強震余震観測による強震動評価 , 月刊地球 , 号外 No.73 , pp.165 - 171

表1 片貝断層による地震に関する震源パラメータの設定根拠

パラメータ	基本震源モデルのパラメータ設定根拠	不確かさ考慮の有無・根拠（有の場合、考慮する不確かさの範囲・根拠）	備考	
巨視的 パラメータ	断層長さ （断層セグメント）	地質調査結果に基づき断層長さ 16km と設定。 ただし、地震動評価における基本震源モデルでは、安全評価上、強震動予測レシピ ⁽¹⁾ を参考に、地震発生層を飽和する地震規模（ $M_0 = 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ ）を与える断層面積及び断層幅より断層長さ 25km を考慮。	有 地質調査結果より、片貝断層が単独で活動すると考えられるが、地震調査研究推進本部（2004） ⁽²⁾ による長岡平野西縁断層帯の長期評価結果を参考に、安全評価上、角田・弥彦断層及び気比ノ宮断層を含めた3断層が長岡平野西縁断層帯として一連で活動する場合の断層長さ 91km を考慮。	
	マグニチュード	地質調査結果に基づく断層長さ 16km から、松田（1975） ⁽⁵⁾ による経験式に基づき M6.8 と設定。	有 断層長さ（断層セグメント）の不確かさを考慮することに伴い、長岡平野西縁断層帯の断層長さから、松田（1975） ⁽⁵⁾ による経験式に基づく M8.1 を考慮。	に従属する パラメータ
	地震モーメント	安全評価上、強震動予測レシピ ⁽¹⁾ を参考に、地震発生層を飽和する地震モーメント $M_0 = 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ となるように設定。	有 断層長さ（断層セグメント）の不確かさを考慮することに伴い、長岡平野西縁断層帯の断層面積から、入倉・三宅（2001） ⁽⁶⁾ による経験式に基づき設定。	に従属する パラメータ
	平均すべり量	強震動予測レシピ ⁽¹⁾ にしたがい、片貝断層の地震モーメントから設定。	有 断層長さ（断層セグメント）の不確かさを考慮することに伴い、長岡平野西縁断層帯の地震モーメントに基づき設定。	に従属する パラメータ
	地震発生層上下端深さ	敷地周辺の微小地震分布、2004 年新潟県中越地震及び 2007 年新潟県中越沖地震の余震分布、地震観測記録に基づく敷地の地震基盤深さ等を総合的に勘案して設定。	無 敷地周辺では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。	
	断層傾斜角	地質調査結果及び地震調査研究推進本部（2004） ⁽²⁾ による長岡平野西縁断層帯の長期評価結果を参考に 50° と設定。	有 安全評価上、周辺で発生した 2007 年新潟県中越沖地震の余震分布に基づく傾斜角 35° と同様の傾斜角を考慮。	
	断層幅	地震発生層上下端深さ及び断層傾斜角の値に基づき、地震発生層を飽和するように断層幅 15km と設定。	有 断層傾斜角の不確かさを考慮することに伴い、地震発生層を飽和する断層幅 20km を考慮。	に従属する パラメータ
	微視的 パラメータ	アスペリティの位置、 数	強震動予測レシピ ⁽¹⁾ にしたがい、断層中央上端に配置。	有 基本震源モデルにおける設定が、ほぼ敷地至近となる配置であるが、合同WGにおける審議を踏まえ、念のため断層中央下端に配置。
アスペリティの総面積、 各アスペリティの面積		強震動予測レシピ ⁽¹⁾ にしたがい設定。	有 断層長さ（断層セグメント）の不確かさを考慮することに伴い、長岡平野西縁断層帯の断層面積及び地震モーメントに基づき設定。	及び に従属する パラメータ
各アスペリティの応力 降下量、平均すべり量		強震動予測レシピ ⁽¹⁾ にしたがい設定。	有 安全評価上、2007 年新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、強震動予測レシピによる値の 1.5 倍の応力降下量を考慮。	
背景領域の実効応力、 平均すべり量		強震動予測レシピ ⁽¹⁾ にしたがい設定。	有 アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮することに伴い、強震動予測レシピによる値の 1.5 倍の実効応力を考慮。	に従属する パラメータ
すべり速度時間関数		Dan et al.（1989） ⁽³⁾ による波形合成法を適用しているため、すべり速度時間関数を用いていない。	無 すべり速度時間関数を評価に用いていないため、不確かさの考慮は行わない。	
高周波遮断特性		要素地震記録を用いた 2004 年新潟県中越地震のシミュレーション結果における適合度合いを確認の上、 f_{max} を考慮していない。	無 シミュレーション結果に基づき f_{max} を評価に用いていないため、不確かさの考慮は行わない。	
その他の震源 パラメータ		破壊伝播速度	強震動予測レシピ ⁽¹⁾ にしたがい、Geller（1976） ⁽⁷⁾ による経験式に基づき設定。	無 破壊伝播速度を変化させた場合、主に地震動の長周期側における影響が考えられるものの、断層長さの不確かさを考慮した長岡平野西縁断層帯による地震動の影響を下回ると判断し、不確かさの考慮は行わない。
	破壊開始点	安全評価上、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。	有 基本震源モデルにおける設定以外で敷地に与える影響が大きいと考えられるアスペリティの端部で破壊が敷地に向かうような位置に設定。	
	破壊伝播様式	強震動予測レシピ ⁽¹⁾ にしたがい、放射状の伝播を仮定。	無 破壊が敷地に向かうように破壊開始点を設定しており、基本震源モデルで仮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2 片貝断層による地震の基本震源モデルに対する各パラメータの影響を把握するための検討ケース

地質調査結果を踏まえ、片貝断層単独で活動する場合を基本震源モデルとして設定。
基本震源モデルに対し、各パラメータの影響を個別に把握するための地震動評価を実施。

No.	検討ケース	断層長さ L	断層幅 W	断層傾斜角	破壊開始点	アスペリティ 位置	応力降下量 ¹	影響度 ²	備考
0	(地質調査結果)	16km	15km	50°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ ⁽¹⁾	-	地質調査結果に基づく断層長さ16kmに基づくモデル。 地震動評価はスケーリングを考慮した基本震源モデル(No.1)にて代表。
1	基本震源モデル (スケーリング考慮)	25km	15km	50°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ ⁽¹⁾	-	安全評価上、強震動予測レシビ ⁽¹⁾ を参考に、スケーリングの観点から地震発生層を飽和する 地震規模(Mo 7.5×10 ¹⁸ Nm)を与える断層面積及び断層幅より断層長さ25kmを考慮したモデル。
2	破壊開始点の 不確かさ考慮	25km	15km	50°	アスペリティ 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ ⁽¹⁾	小	基本震源モデルにおける設定以外で敷地に与える影響が大きいと考えられるアスペリティの 端部で破壊が敷地に向かうような位置に破壊開始点を設定したモデル。
3	アスペリティ位置の 不確かさ考慮	25km	15km	50°	巨視的断層面 端部	断層中央下端	強震動予測 レシビ ⁽¹⁾	小	基本震源モデルにおける断層中央上端の配置が、ほぼ敷地に至近の位置となるものの、合同 WGにおける審議を踏まえ、念のため断層中央下端に配置したモデル。
4	断層傾斜角の 不確かさ考慮	20km	20km	35°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ ⁽¹⁾	中	安全評価上、周辺で発生した2007年新潟県中越沖地震の余震分布に基づく傾斜角35°と同様 の断層傾斜角を考慮したモデル。 従属するパラメータである断層幅の不確かさについても考慮したモデル。 安全評価上、強震動予測レシビ ⁽¹⁾ を参考に、スケーリングの観点から地震発生層を飽和する 地震規模(Mo 7.5×10 ¹⁸ Nm)を与える断層面積及び断層幅より断層長さ19kmを考慮。なお、 モデル化においては断層幅と等しい断層長さ20kmと設定。
5	応力降下量の 不確かさ考慮	25km	15km	50°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ ⁽¹⁾ ×1.5	大	安全評価上、2008年新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、アスペリティの応力降下量として強 震動予測レシビ ⁽¹⁾ による値の1.5倍の値を考慮したモデル。 従属するパラメータである背景領域の実効応力の不確かさについても考慮したモデル。
6	断層長さの 不確かさ考慮	91km	15km	50°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ ⁽¹⁾	大	安全評価上、角田・弥彦断層及び気比ノ宮断層を含めた3断層が長岡平野西縁断層帯として 一連で活動する断層長さ91kmを考慮。 従属するパラメータであるマグニチュード、地震モーメント、平均すべり量及びアスペリ ティ面積の不確かさについても考慮したモデル。

□ : スケーリングの観点から考慮

□ : スケーリング以外の不確かさを考慮して設定するパラメータ

1 : 応答スペクトルによる地震動評価では、応力降下量の不確かさを図3に示すサイト補正係数の下限
を1として、短周期側における地震動レベルを嵩上げすることにより考慮。

2 : 影響度の大小については、図2及び図4に示す応答スペクトルの比較結果に基づき判断。

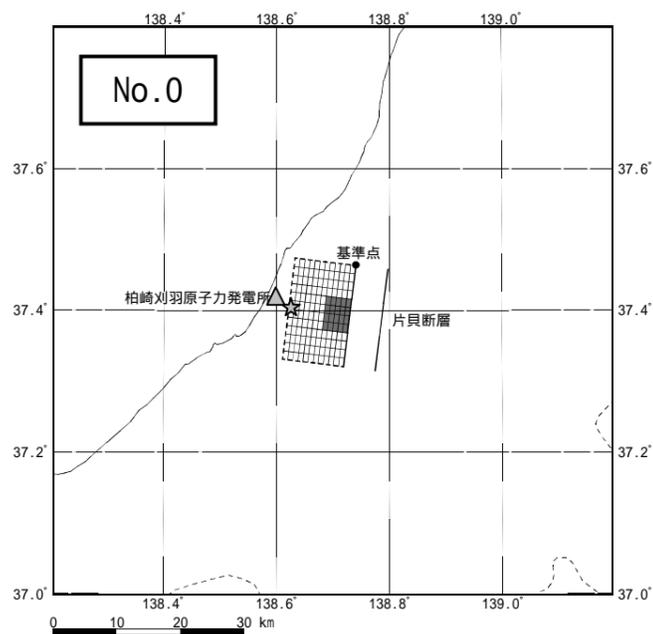
表3 片貝断層による地震の基準地震動Ss策定にあたり考慮する検討ケース

表2に示す各検討ケースの評価結果を踏まえ、より安全側の評価として、影響度の大きな断層長さ及び応力降下量の不確かさを同時に考慮した地震動評価を実施。また、合同WGにおける審議を踏まえ、今後、断層長さ及び断層傾斜角の不確かさを同時に考慮した地震動評価についても実施していく。

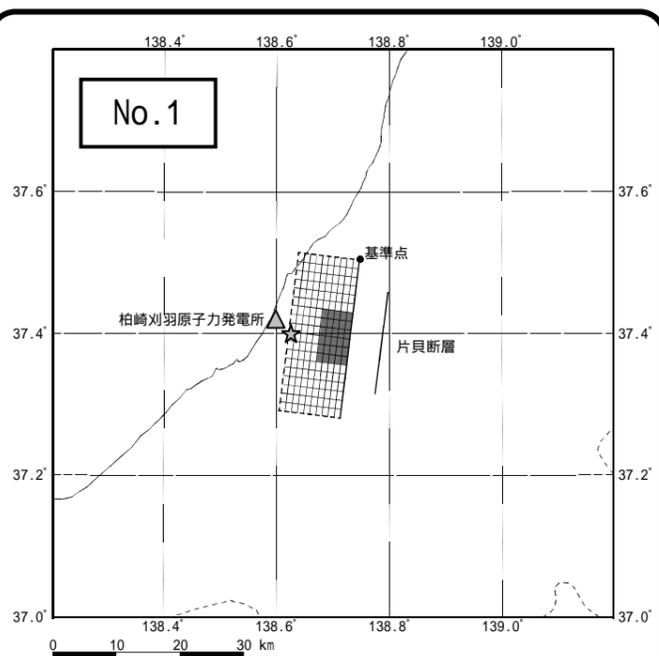
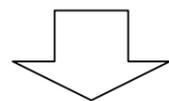
No.	検討ケース	断層長さ L	断層幅 W	断層傾斜角	破壊開始点	アスペリティ 位置	応力降下量 ¹	備考
7	断層長さ及び 応力降下量の 不確かさ考慮	91km	15km	50°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ ⁽¹⁾ ×1.5	「柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告書」(平成20年5月22日、東京電力株式会社)における基準地震動Ss-3, Ss-4に対応したモデル。
8	断層長さ及び 断層傾斜角の 不確かさ考慮	91km	20km	35°	巨視的断層面 端部	断層中央上端	強震動予測 レシビ ⁽¹⁾	合同WGにおける審議を踏まえ、今後、断層モデルによる地震動評価を実施。

: 不確かさを考慮して設定するパラメータ

1 : 応答スペクトルによる地震動評価では、応力降下量の不確かさを図3に示すサイト補正係数の下限を1として、短周期側における地震動レベルを嵩上げすることにより考慮。

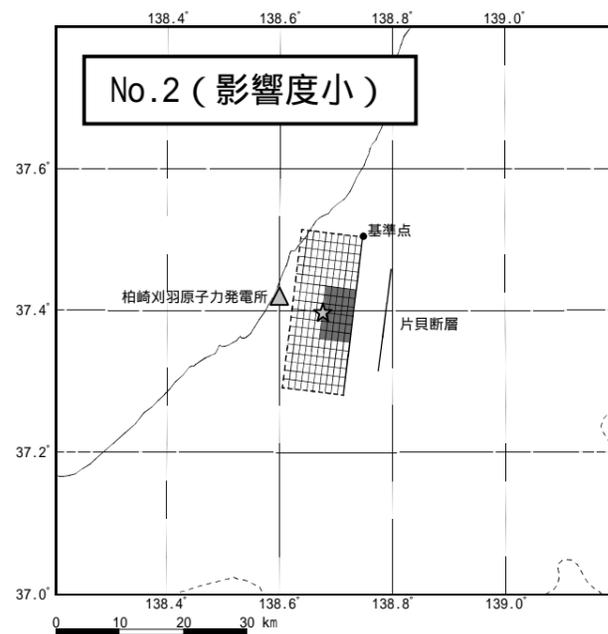


地質調査結果に基づくモデル
(断層長さ 16km × 断層幅 15km)

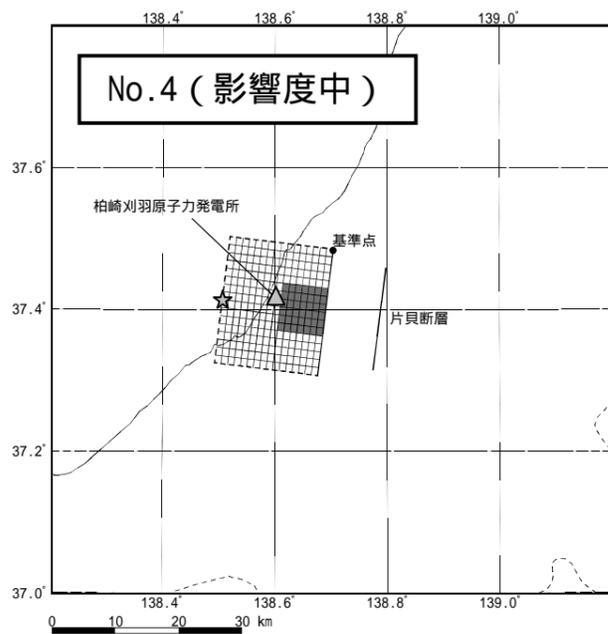


スケーリングを考慮したモデル
(断層長さ 25km × 断層幅 15km)

地震動評価における基本震源モデル

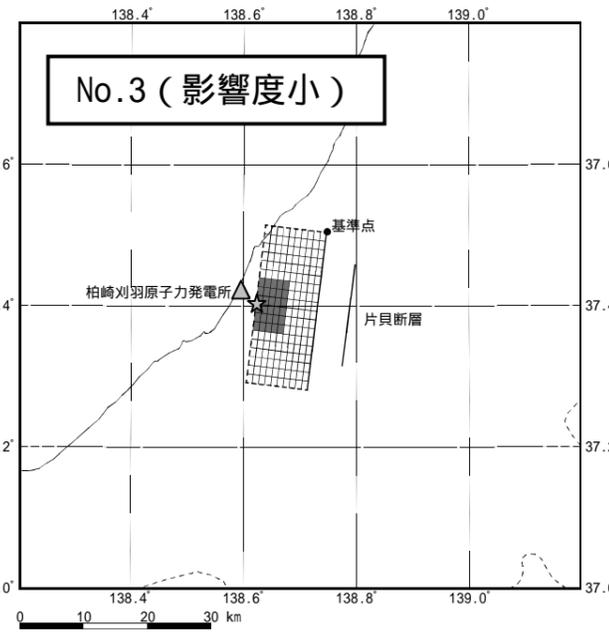


破壊開始点の不確かさを考慮したモデル
(断層長さ 25km × 断層幅 15km)

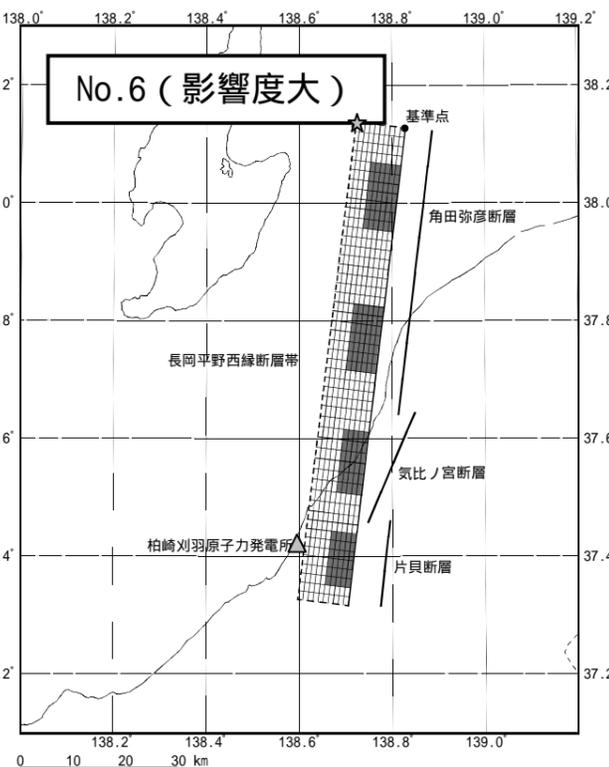


断層傾斜角の不確かさを考慮したモデル
(断層長さ 20km × 断層幅 20km)

No. 5 (影響大)
断層モデル図は No. 1 と同様
応力降下量の不確かさを考慮したモデル



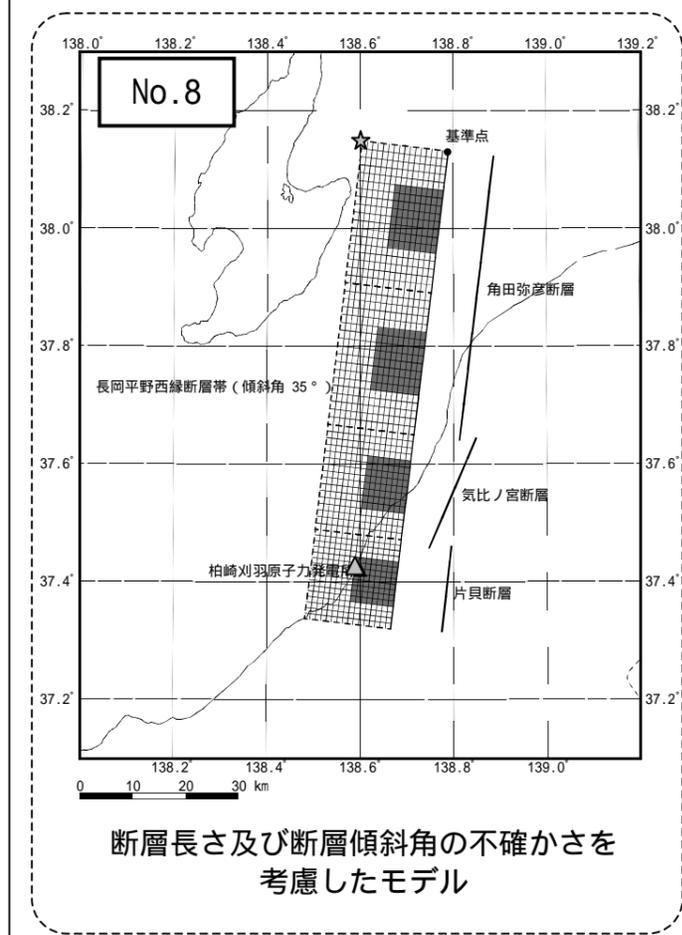
アスペリティ位置の不確かさを考慮したモデル
(断層長さ 25km × 断層幅 15km)



断層長さの不確かさを考慮したモデル
(断層長さ 91km × 断層幅 15km)

基本震源モデルに対する各パラメータの影響を把握するための検討ケース

No. 7
断層モデル図は No. 6 と同様
断層長さ及び応力降下量の不確かさを考慮したモデル
基準地震動 Ss - 3, Ss - 4 に対応



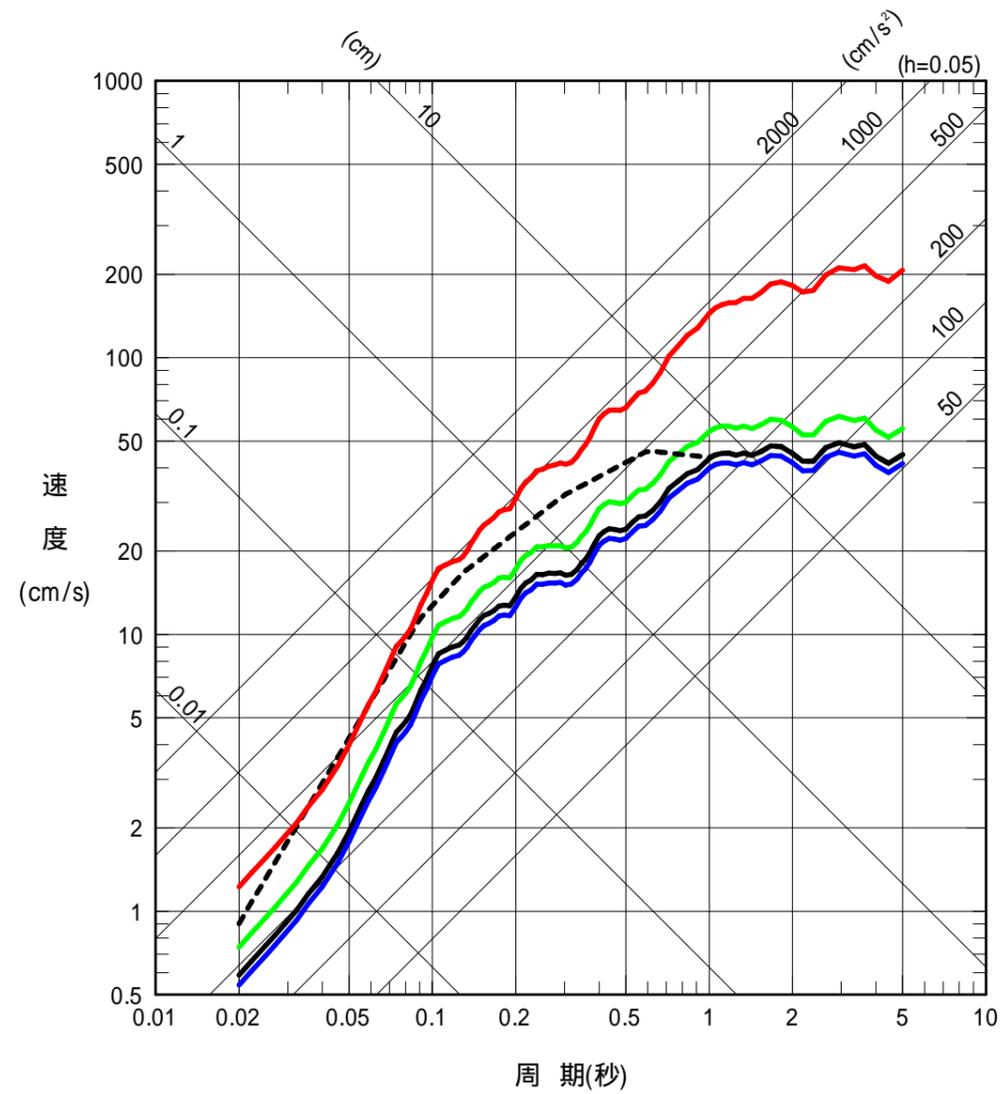
断層長さ及び断層傾斜角の不確かさを考慮したモデル

凡例 : 破壊開始点
: 柏崎刈羽原子力発電所

各検討ケースの番号 (No.) は, 表 2 及び表 3 に対応。

図 1 片貝断層による地震の不確かさの考慮に関する各検討ケースの断層モデル

- No.1: 基本震源モデル (スケーリング考慮)
- No.3: アスペリティ位置の不確かさを考慮したモデル
- No.4: 断層傾斜角の不確かさを考慮したモデル
- - - No.5: 応力降下量の不確かさを考慮したモデル
- No.6: 断層長さの不確かさを考慮したモデル



各検討ケースの番号 (No.) は、表 2 に対応。
 荒浜側についても、等価震源距離が殆ど変わらないため、同様の傾向。

図 2 片貝断層による地震の基本震源モデルと不確かさの考慮に関する各検討ケースを対象とした Noda et al. (2002)⁽⁴⁾ による応答スペクトルの比較 (大湊側, 水平方向)

- - - 観測記録に基づくサイト補正係数
- 応答スペクトル比の下限を 1 とした場合のサイト補正係数
 応力降下量の不確かさを考慮した場合に相当

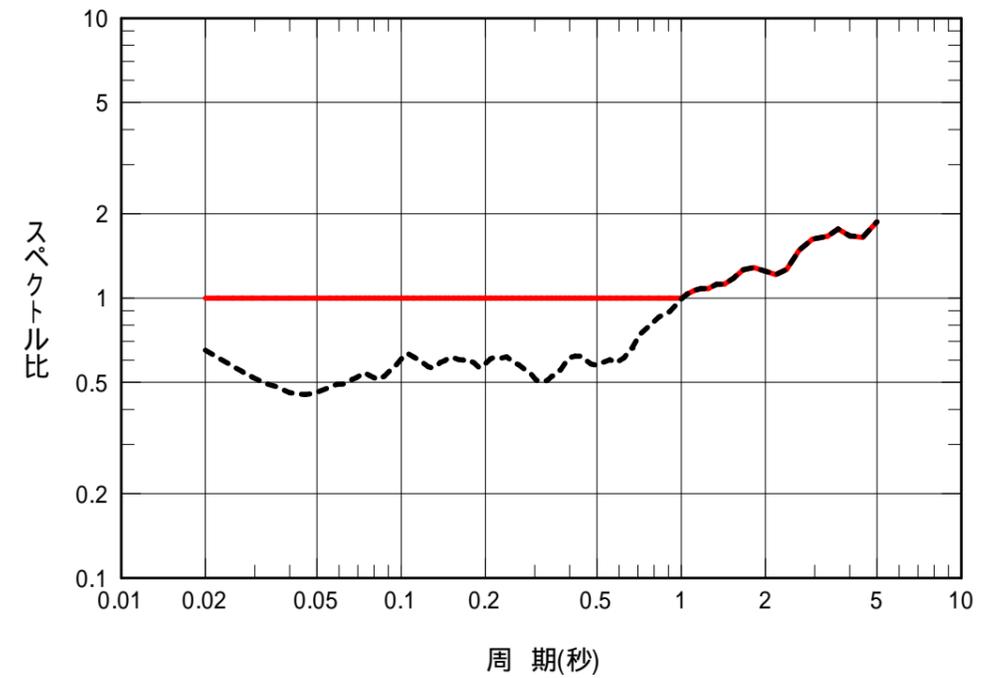
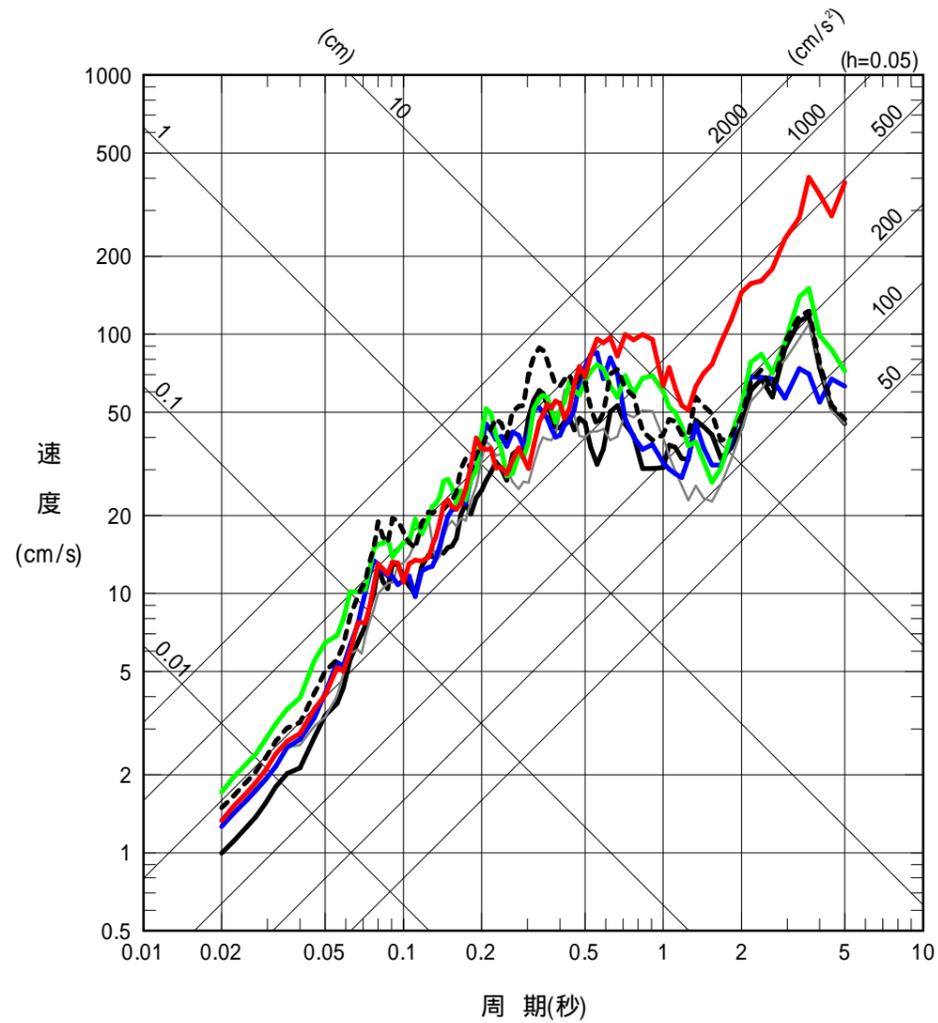


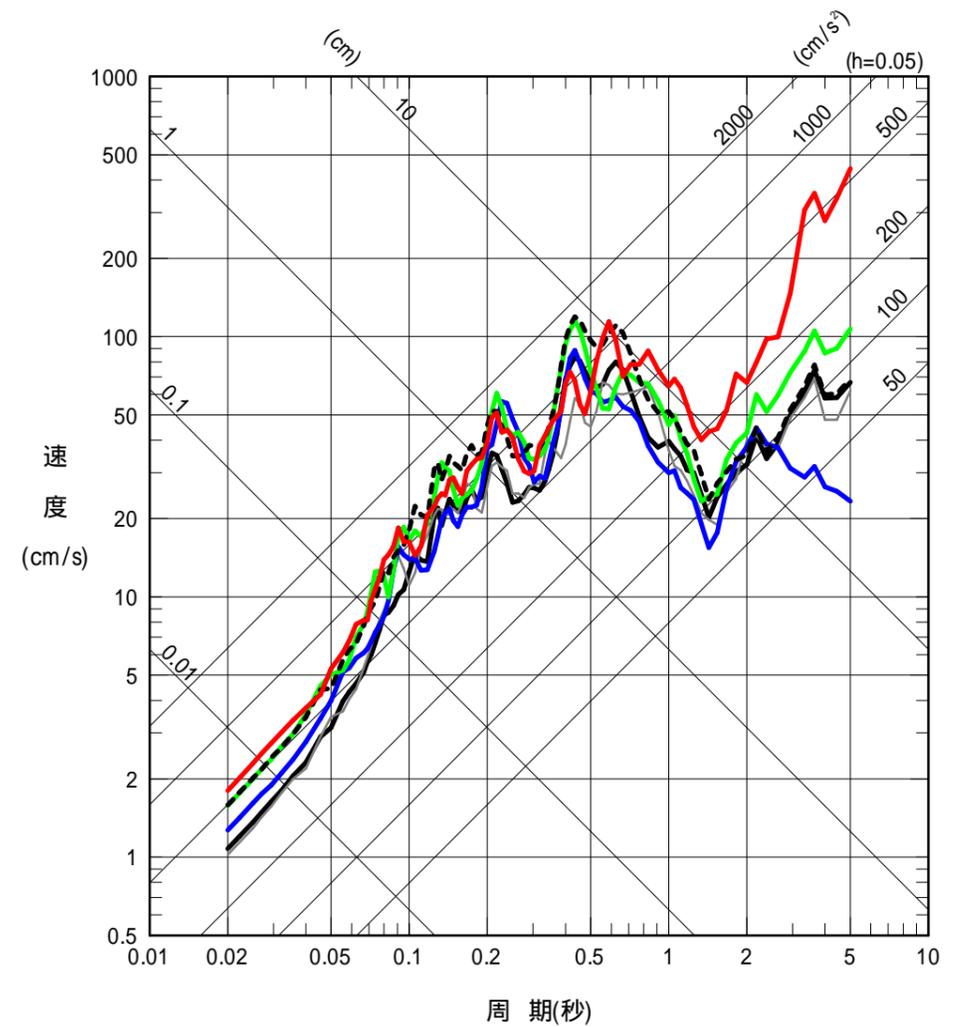
図 3 陸域 (中越地域) で発生した地震の観測記録に基づく Noda et al. (2002)⁽⁴⁾ による応答スペクトルのサイト補正係数

- No.1 : 基本震源モデル (スケーリング考慮)
- No.2 : 破壊開始点の不確かさを考慮したモデル
- No.3 : アスペリティ位置の不確かさを考慮したモデル
- No.4 : 断層傾斜角の不確かさを考慮したモデル
- - - No.5 : 応力降下量の不確かさを考慮したモデル
- No.6 : 断層長さの不確かさを考慮したモデル

- No.1 : 基本震源モデル (スケーリング考慮)
- No.2 : 破壊開始点の不確かさを考慮したモデル
- No.3 : アスペリティ位置の不確かさを考慮したモデル
- No.4 : 断層傾斜角の不確かさを考慮したモデル
- - - No.5 : 応力降下量の不確かさを考慮したモデル
- No.6 : 断層長さの不確かさを考慮したモデル



(a) 荒浜側



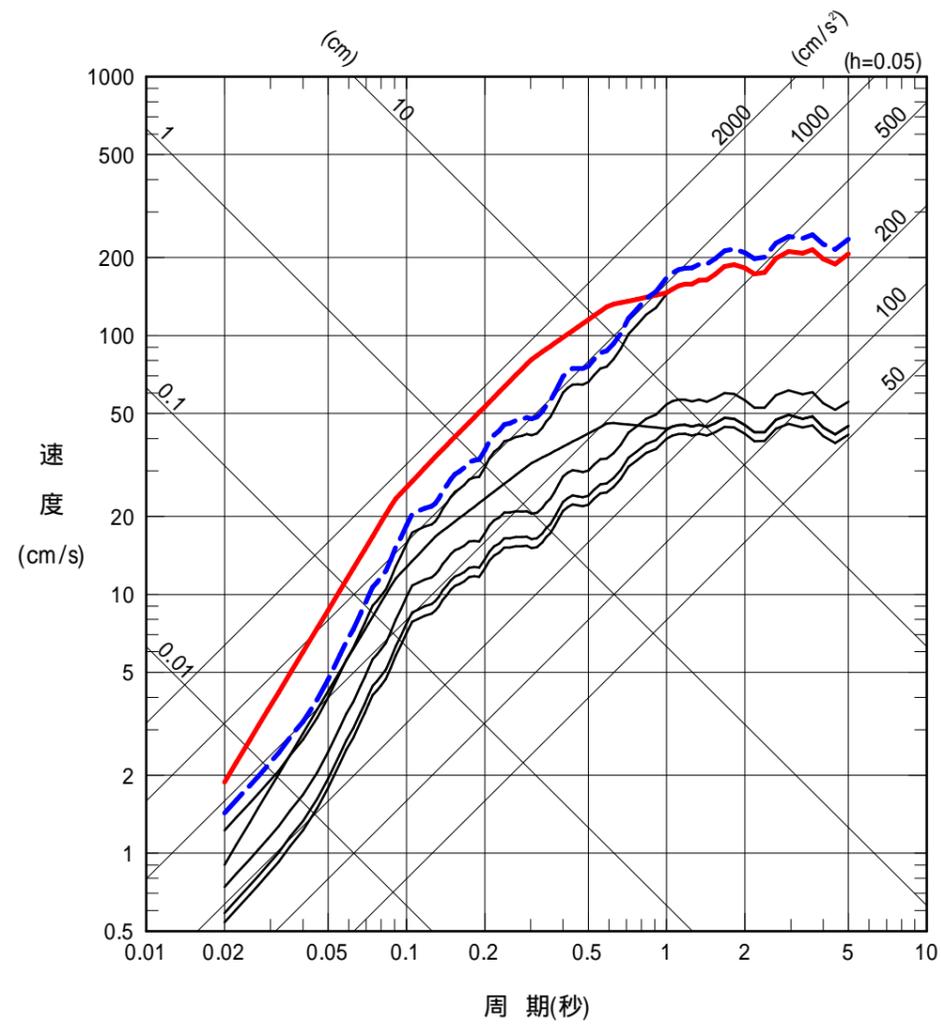
(b) 大湊側

〔 各検討ケースの番号 (No.) は、表 2 に対応。
NS 方向及び UD 方向についても、概ね同様の傾向。 〕

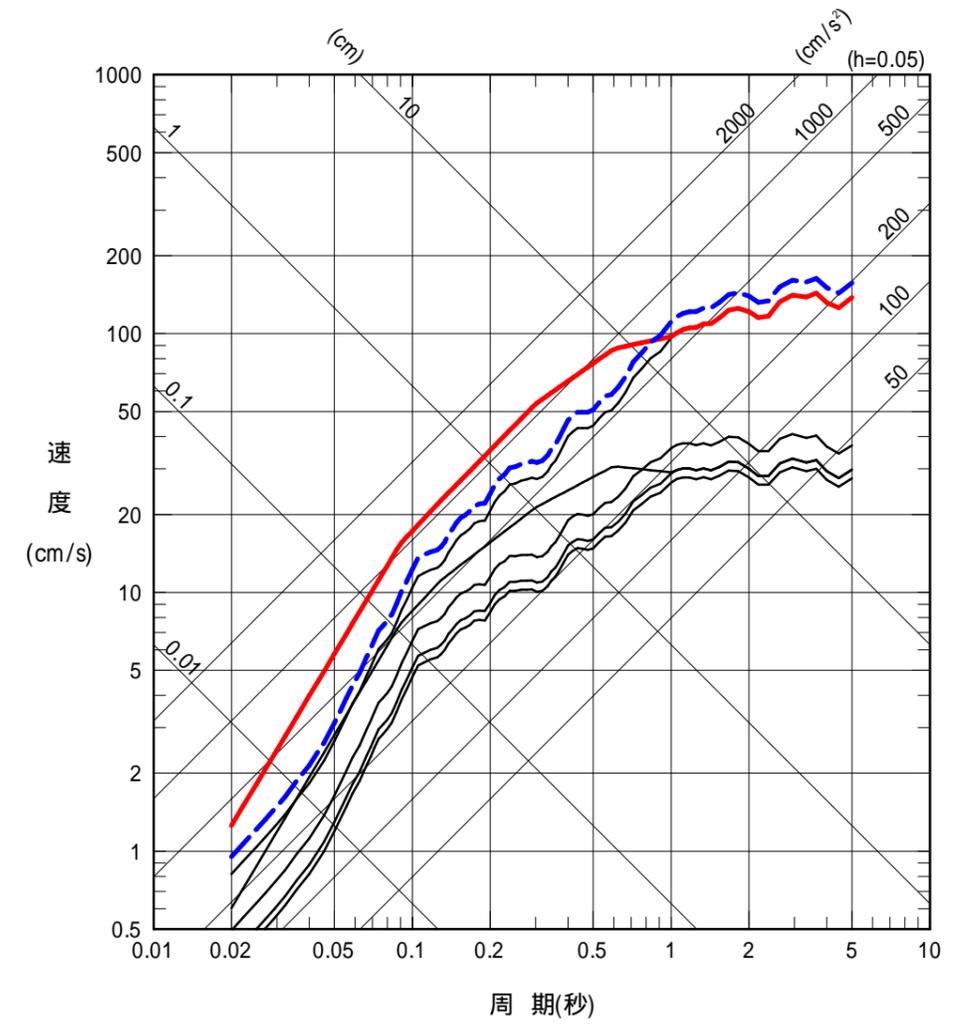
図 4 片貝断層による地震の基本震源モデルと不確かさの考慮に関する各地震動評価ケースを対象とした断層モデルによる地震動評価結果の比較 (EW 方向の例)

— No.1 ~ No.6 : 表 2 に示す各検討ケース
 — No.7 : 断層長さ及び応力降下量の不確かさを考慮したモデル
 - - No.8 : 断層長さ及び断層傾斜角の不確かさを考慮したモデル

— No.1 ~ No.6 : 表 2 に示す各検討ケース
 — No.7 : 断層長さ及び応力降下量の不確かさを考慮したモデル
 - - No.8 : 断層長さ及び断層傾斜角の不確かさを考慮したモデル



(a) 水平方向



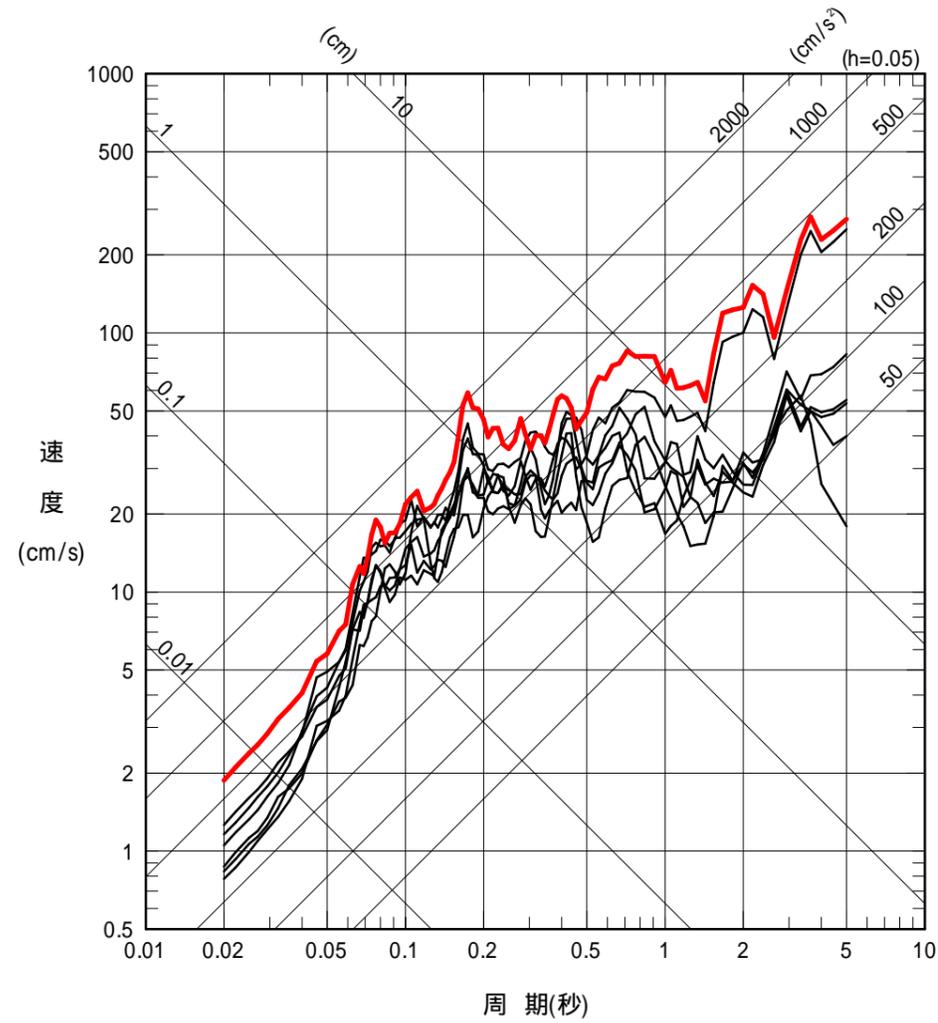
(b) 鉛直方向

各検討ケースの番号 (No.) は, 表 2 及び表 3 に対応。
 No.7 の評価結果に基づき, 基準地震動 Ss - 3H, Ss - 3V を策定。(平成 20 年 5 月 22 日報告済み)

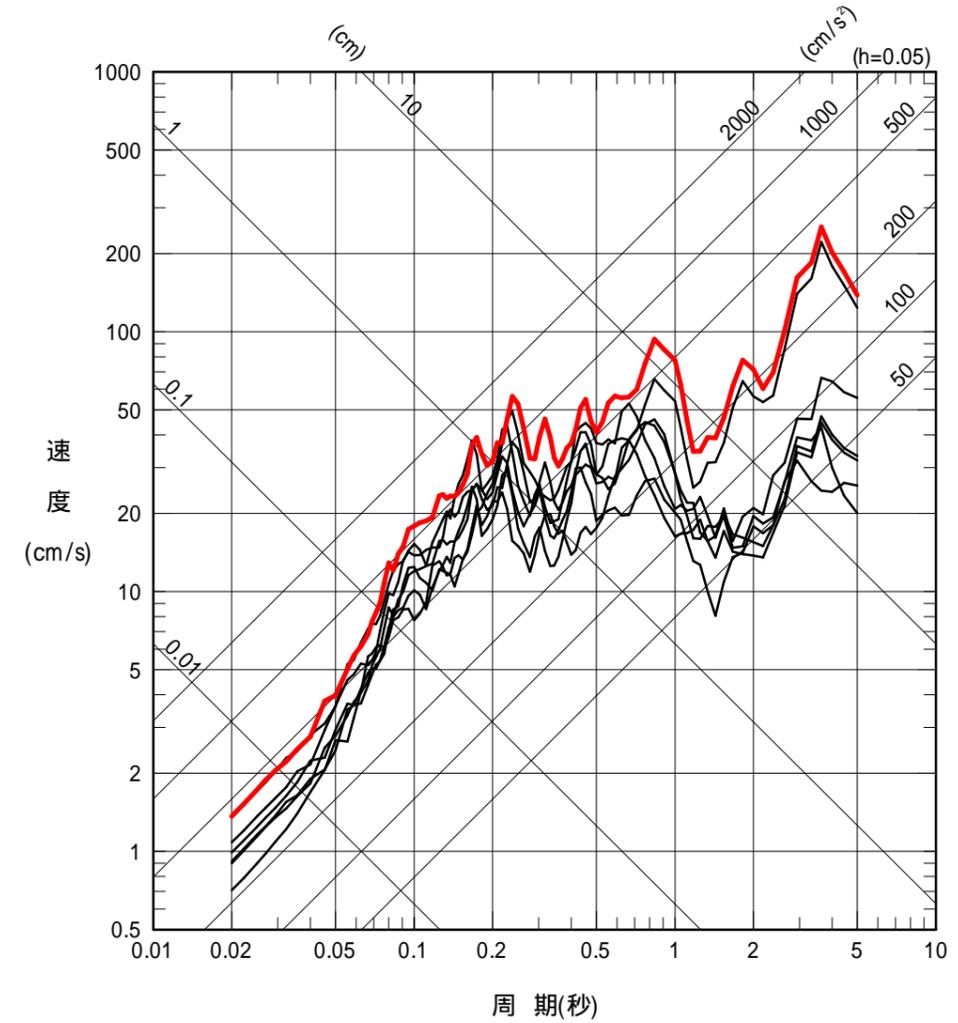
図 5 片貝断層による地震の Noda et al. (2002)⁽⁴⁾ による応答スペクトルに基づく基準地震動 Ss - 3 の設計用応答スペクトル
 (荒浜側と大湊側で同一, 鉛直方向は水平方向の 2/3 倍として算定)

— No.1 ~ No.6 : 表 2 に示す各検討ケース
 — No.7 : 断層長さ及び応力降下量の不確かさを考慮したモデル

— No.1 ~ No.6 : 表 2 に示す各検討ケース
 — No.7 : 断層長さ及び応力降下量の不確かさを考慮したモデル



(a) 荒浜側



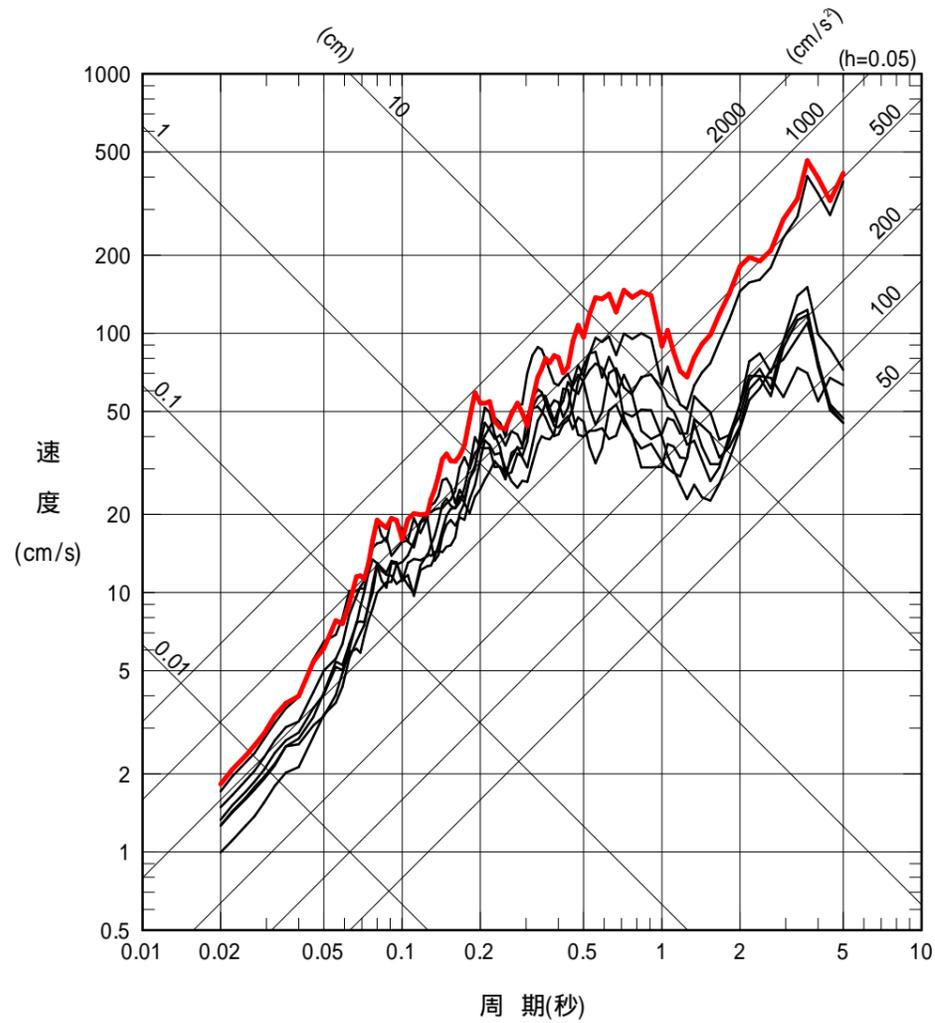
(b) 大湊側

各検討ケースの番号 (No.) は、表 2 及び表 3 に対応。
 No.7 の評価結果に基づき、基準地震動 Ss - 4NS を策定。(平成 20 年 5 月 22 日報告済み)
 No.8 については、合同WGにおける審議を踏まえ、今後、断層モデルによる地震動評価を実施。

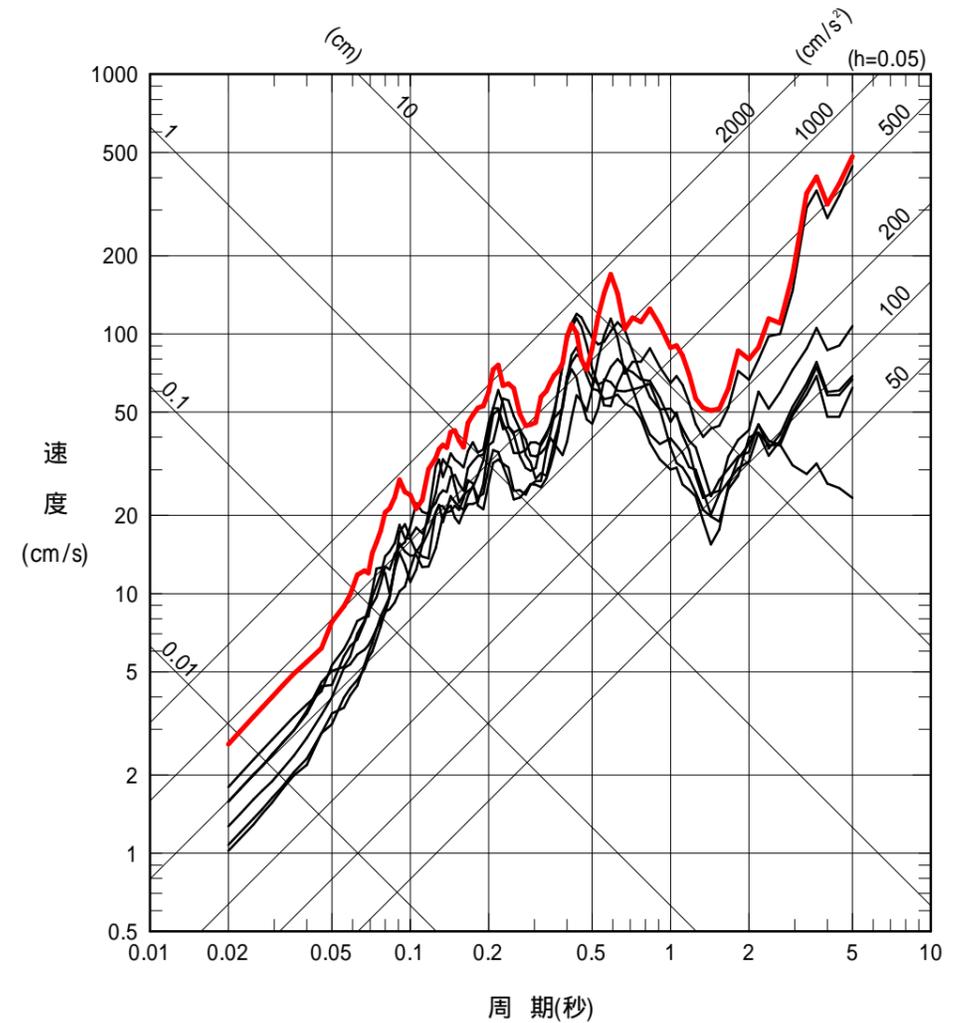
図 6 (1) 片貝断層による地震の断層モデルによる地震動評価結果に基づく基準地震動 Ss - 4 の設計用応答スペクトル (NS 方向)

— No.1 ~ No.6 : 表 2 に示す各検討ケース
 — No.7 : 断層長さ及び応力降下量の不確かさを考慮したモデル

— No.1 ~ No.6 : 表 2 に示す各検討ケース
 — No.7 : 断層長さ及び応力降下量の不確かさを考慮したモデル



(a) 荒浜側



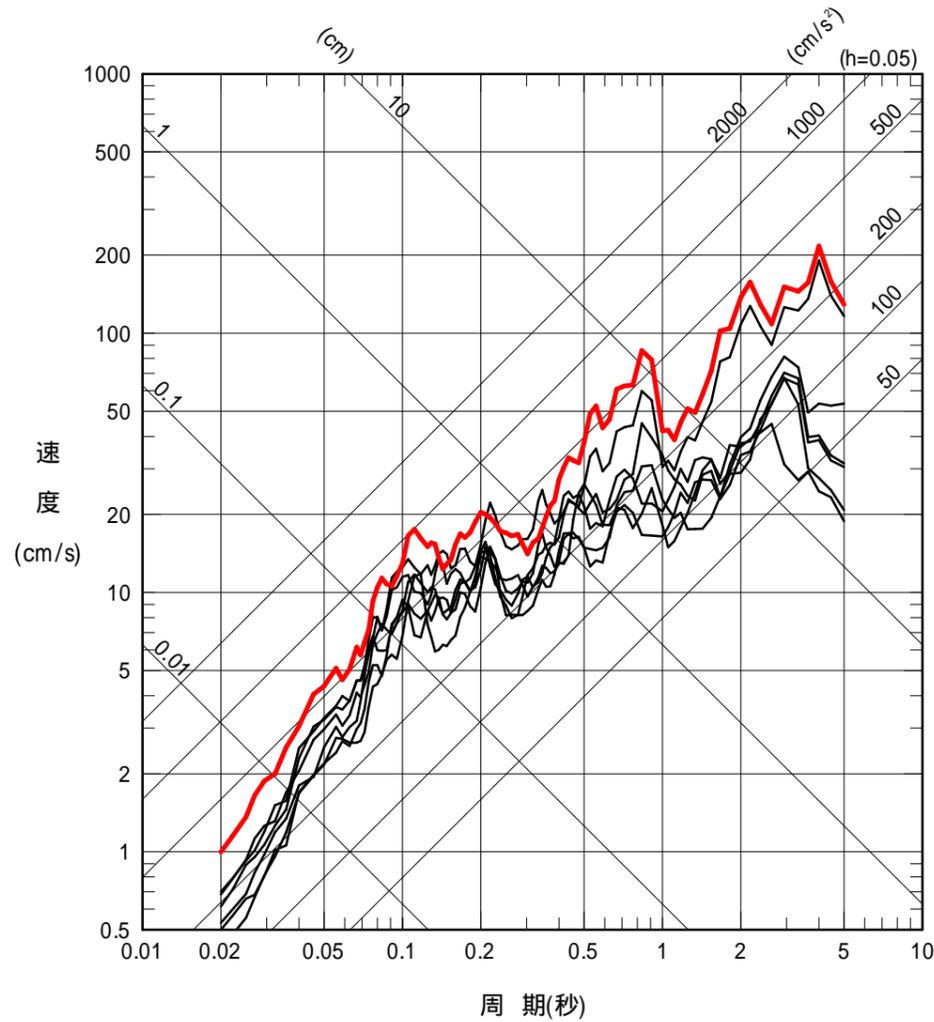
(b) 大湊側

各検討ケースの番号 (No.) は、表 2 及び表 3 に対応。
 No.7 の評価結果に基づき、基準地震動 Ss - 4EW を策定。(平成 20 年 5 月 22 日報告済み)
 No.8 については、合同WGにおける審議を踏まえ、今後、断層モデルによる地震動評価を実施。

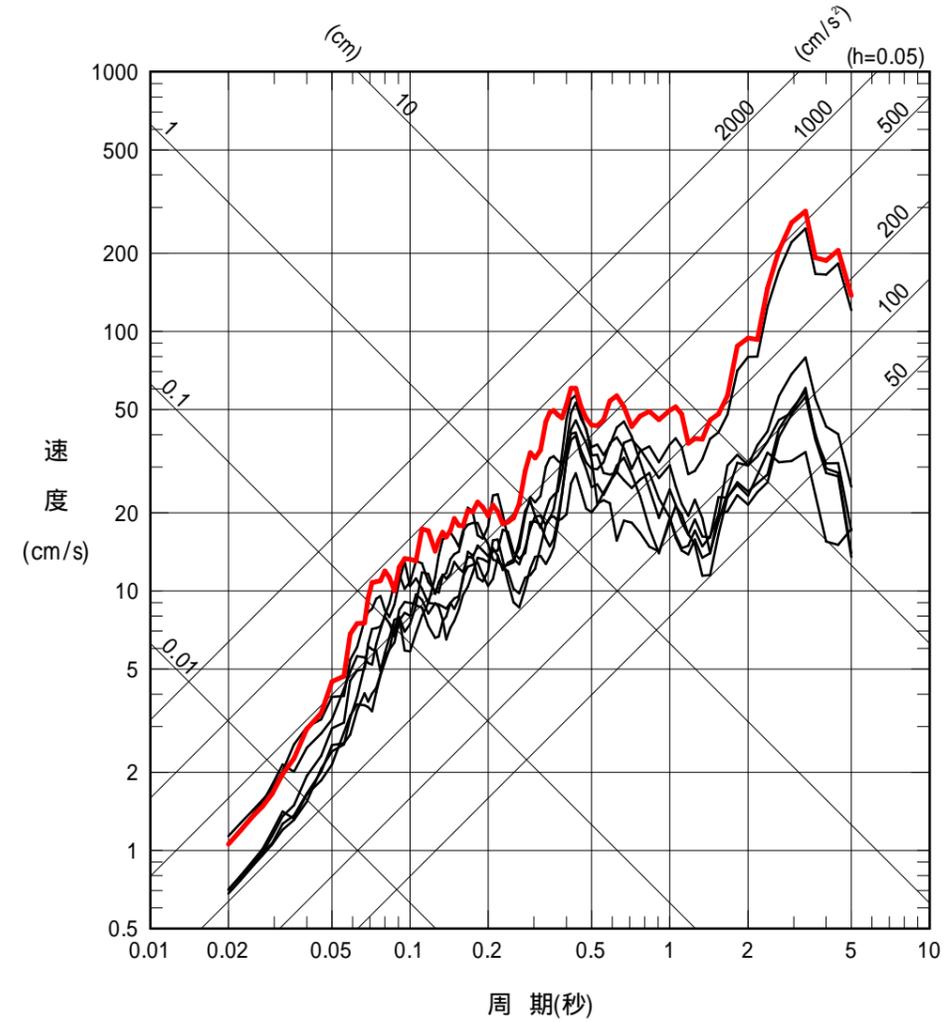
図 6 (2) 片貝断層による地震の断層モデルによる地震動評価結果に基づく基準地震動 Ss - 4 の設計用応答スペクトル (EW 方向)

— No.1 ~ No.6 : 表 2 に示す各検討ケース
 — No.7 : 断層長さ及び応力降下量の不確かさを考慮したモデル

— No.1 ~ No.6 : 表 2 に示す各検討ケース
 — No.7 : 断層長さ及び応力降下量の不確かさを考慮したモデル



(a) 荒浜側



(b) 大湊側

各検討ケースの番号 (No.) は、表 2 及び表 3 に対応。
 No.7 の評価結果に基づき、基準地震動 Ss - 4UD を策定。(平成 20 年 5 月 22 日報告済み)
 No.8 については、合同WGにおける審議を踏まえ、今後、断層モデルによる地震動評価を実施。

図 6 (3) 片貝断層による地震の断層モデルによる地震動評価結果に基づく基準地震動 Ss - 4 の設計用応答スペクトル
 (UD 方向)

〔添付資料〕片貝断層による地震の地震動評価に用いる要素地震について

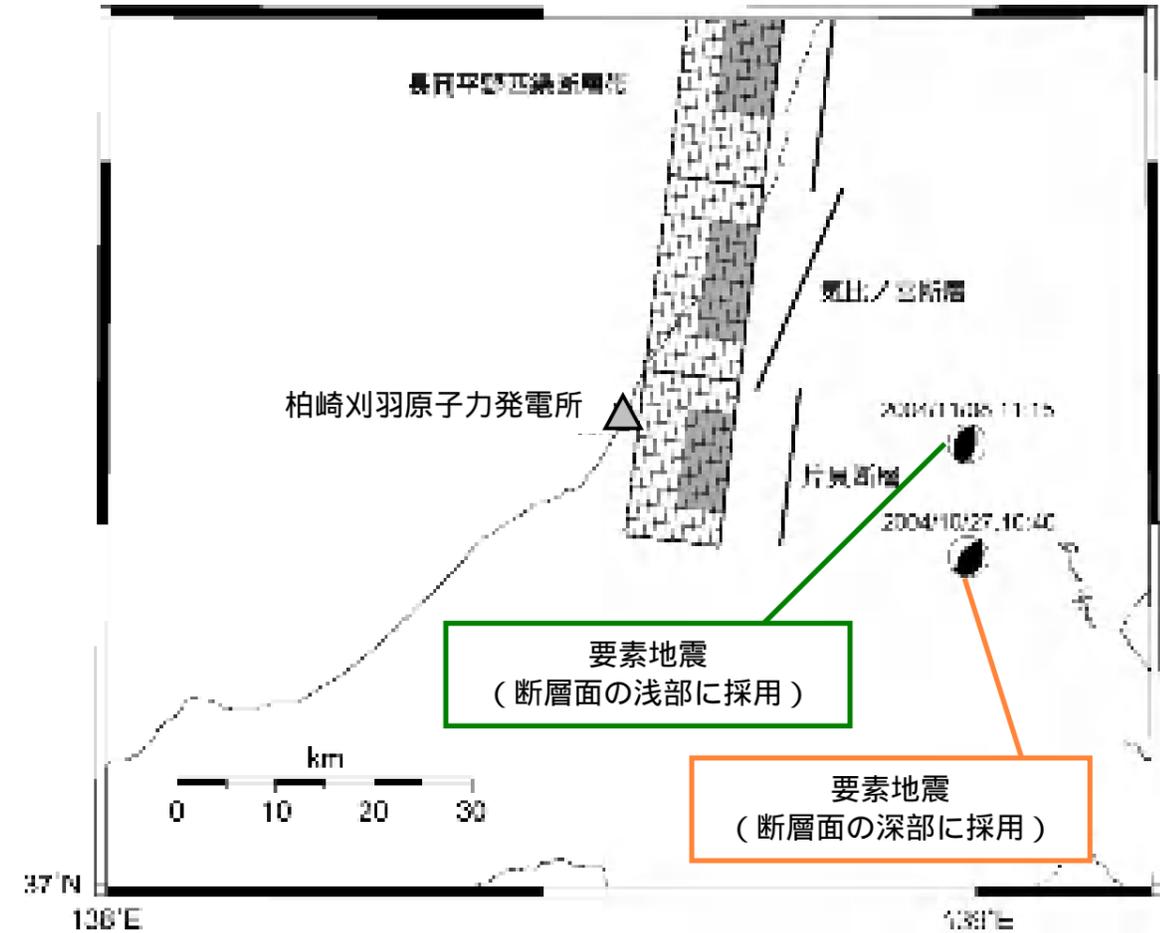
片貝断層による地震の経験的グリーン関数法⁽³⁾を用いた断層モデルによる地震動評価において採用している要素地震は、添表 1 及び添図 1 に示すように、敷地からみて片貝断層と同一方向で発生した 2004 年新潟県中越地震の余震である。

これらの要素地震を用いて、添図 2 に示す松島ほか(2006)⁽⁸⁾による 2004 年新潟県中越地震本震の震源モデルに基づき、経験的グリーン関数法⁽³⁾による強震動シミュレーションを実施した結果を添図 3 に示す。

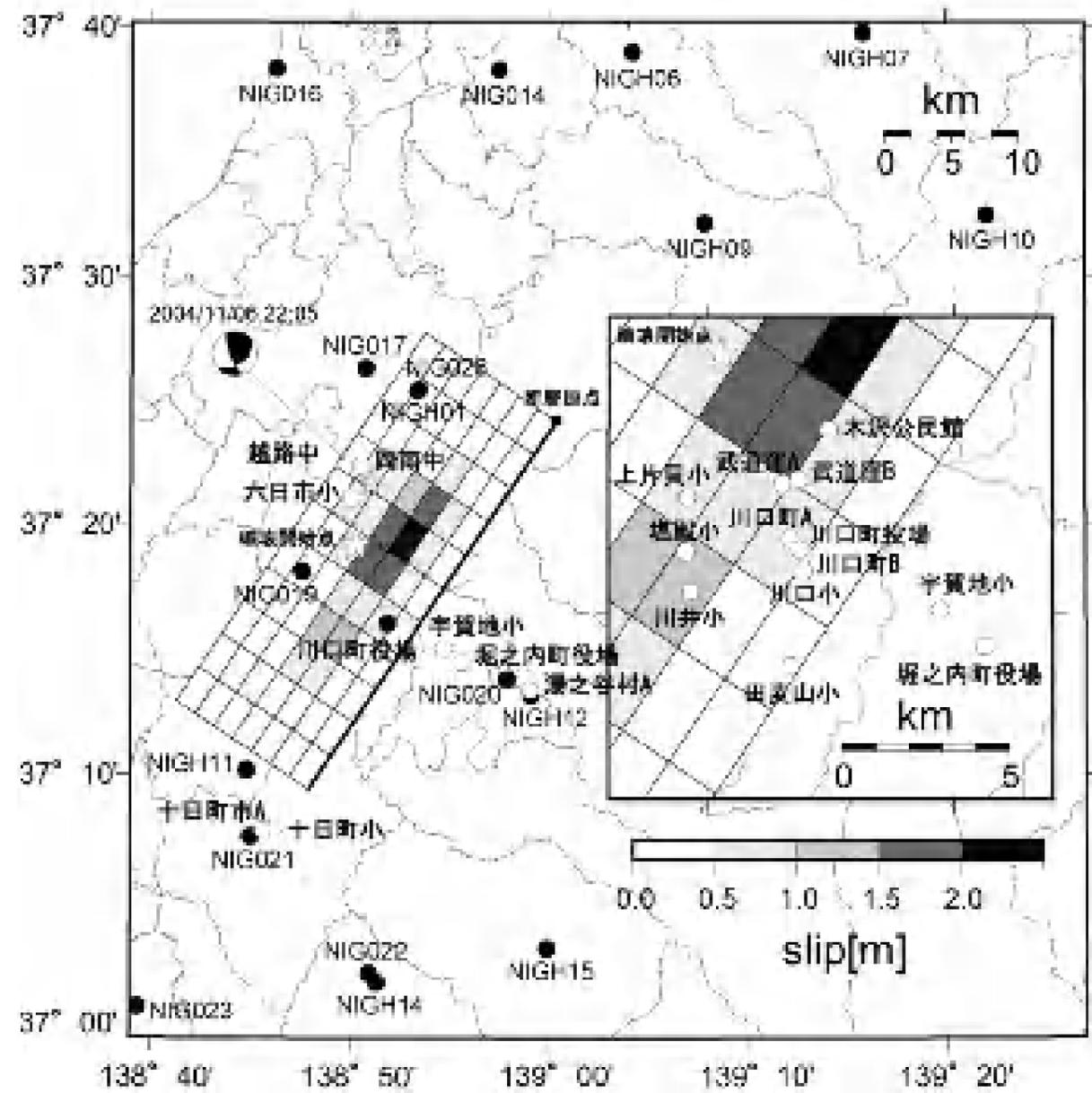
添図 3 によると、敷地における本震観測記録の再現性が高いことが確認できることから、片貝断層による地震の地震動評価において採用している要素地震は、震源特性、伝播経路特性及び敷地地盤の特性を適切に反映したものであると考えられる。

添表 1 片貝断層による地震の地震動評価に用いる要素地震の諸元

パラメータ	[単位]	2004/11/08, 11:15	2004/10/27, 10:40
発震時	[年月日]	2004/11/8	2004/10/27
マグニチュード		5.5	5.8
震源位置	北緯 [°N]	37.4108	37.3066
	東経 [°E]	138.9871	138.9885
	深さ [km]	5	11
	走向 [°]	13;209	218;18
	傾斜 [°]	53;38	60;32
	すべり角 [°]	80;103	100;73
地震モーメント	[N・m]	2.24×10^{17}	6.34×10^{17}
臨界振動数	[Hz]	0.6	0.4
断層長さ	[km]	3.7	5.6
断層幅	[km]	3.7	5.6
平均すべり量	[cm]	53	66.7
実効応力	[Mpa]	10.36	8.69
剛性率	[N/m ²]	3.01×10^{10}	3.01×10^{10}
せん断波速度	[km/s]	3.4	3.4
単位体積重量	[g/cm ³]	2.6	2.6

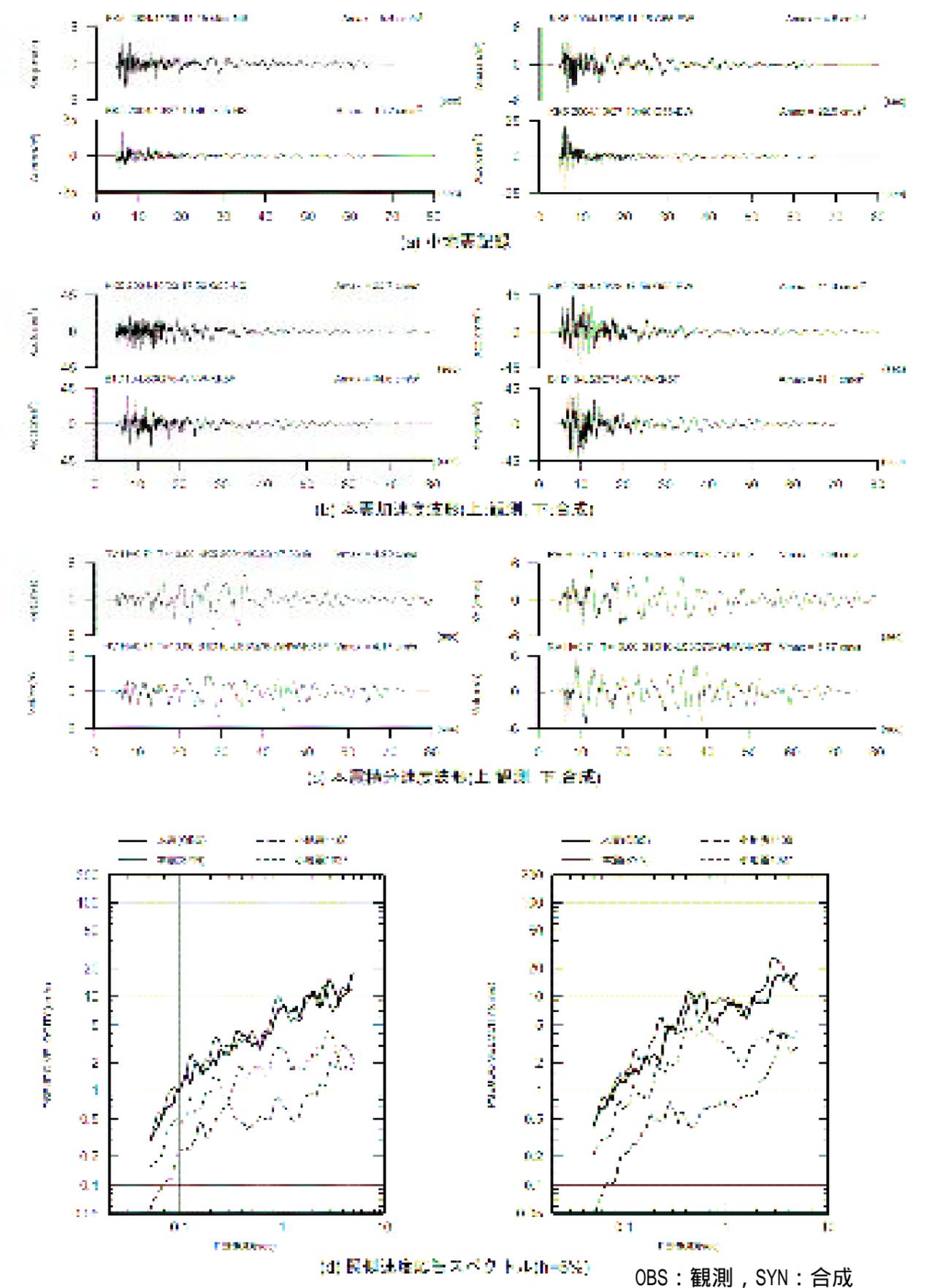


添図 1 片貝断層による地震の地震動評価に用いる要素地震の震央と発電所敷地の位置関係



: K - NET 及び KiK - net 観測点
 (川口町役場の市町村震度計を含む)
 : 2004 年新潟県中越地震の臨時余震観測点

添図2 松島ほか(2006)⁽⁸⁾による2004年新潟県中越地震本震の震源モデルとすべり量分布



添図3 2004年新潟県中越地震本震のシミュレーション結果と観測記録の比較〔大湊側, 5号機地盤系G55観測点(GL-312m)における比較〕