

泊発電所3号機 震源を特定して策定する地震動について 【解説版】

2022年2月
北海道電力株式会社

震源を特定して策定する地震動

新規制基準で求められている内容

- 地震によって炉心(燃料)損傷などの重大事故を起こさないよう各種安全対策を実施(耐震設計)するため、想定される地震動(揺れの大きさ)を適切に評価する必要があります。
- 原子力発電所の耐震設計を行うにあたって想定する地震の揺れの大きさである「基準地震動」※の設定において、新規制基準では、2つの観点からの検討が要求されています。

①震源を特定して策定する地震動

敷地周辺の地質などを詳細に調査したうえで、敷地周辺に存在する活断層において地震が起きた場合の発電所での揺れの大きさを評価します。

②震源を特定せず策定する地震動

詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸の地震全てを事前に評価できるとは言い切れません。このため、事前に活断層の存在が確認されていなかった場所で発生した地震の観測記録をもとに、発電所での揺れの大きさを評価します。

※基準地震動については、2015年12月に原子力規制委員会から概ね妥当な検討がなされていると評価されましたが、その後、上記①の地震動において積丹半島北西沖に活断層を仮定して地震動を評価することとしたことや、②の地震動に係る審査ガイド等が改正されたため、改めて設定していきます。

【基準地震動設定の流れ】

：今回ご説明範囲

①震源を特定して策定する地震動

各種調査(文献調査やボーリング調査)により、震源の位置や規模が特定できる地震のうち、発電所に与える影響の大きい地震を選定

地震動を評価
(揺れの大きさ)

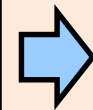
②震源を特定せず策定する地震動

各種調査を行っても震源の位置や規模の特定が困難な地震の発生可能性を考慮(審査ガイドに示される全国共通に考慮すべき地震動と地域性を考慮する地震動の2種類を対象に検討)

地震動を評価
(揺れの大きさ)

基準地震動

耐震性評価

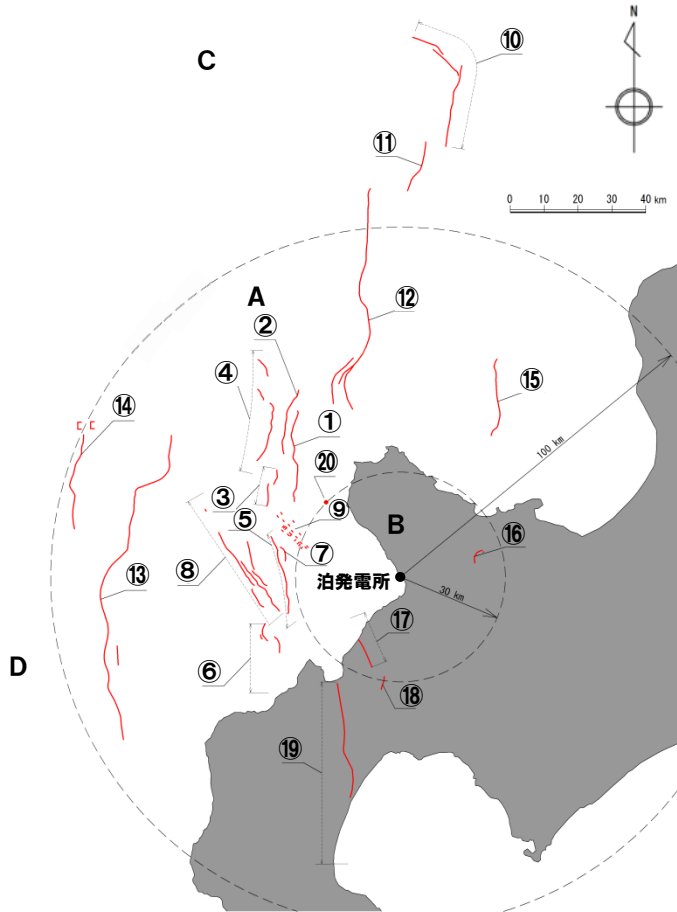


震源を特定して策定する地震動

検討用地震の選定(1)

- 震源を特定して策定する地震動の評価では、敷地周辺において過去に建物などに被害をもたらした地震(被害地震)や活断層による地震から、発電所に与える影響が大きいと想定される地震を検討用地震として選定し、地震が起きた場合の発電所での地震動(揺れの大きさ)を評価します。
- 文献調査などをもとに、敷地周辺の被害地震や活断層の分布状況を確認しています。

敷地周辺の被害地震と活断層の分布状況



活断層の名称	地震の規模※1 (マグニチュード M)	敷地との距離 (km)
①神威海脚西側の断層	7.3	48
② F _D -1 断層～③岩内堆北方の断層※2	7.5	51
④ F _S -10 断層～⑤岩内堆東撓曲～ ⑥岩内堆南方背斜※2	8.2	42
⑦ F _S -12 断層	7.1	34
⑧寿都海底谷の断層	7.5	47
⑨神恵内堆の断層群	7.1	34
⑫ F _A -2 断層	7.9	81
⑬ F _B -2 断層	8.2	85
⑭ F _B -3 断層	7.6	99
⑮ F _C -1 断層	7.2	59
⑯赤井川断層	7.1	23
⑰尻別川断層	7.1	22
⑱目名付近の断層	7.1	31
⑲黒松内低地帯の断層	7.7	58
⑳積丹半島北西沖の断層	7.1	30

※1 マグニチュードは活断層の長さとの関係式から算出しました。なお、⑦、⑨、⑯、⑰、⑱、⑳の活断層は、調査結果では地表で認められる断層の長さは短いですが、地下ではより長くなっている可能性もあることから、長さを一定の値に伸ばし、M7.1としました。

※2 調査結果に基づき連動すると評価しました。

被害地震の名称	地震の規模 (マグニチュード M)	敷地との距離 (km)
A 1792年後志の地震	7.1	90
B 1905年神威岬沖の地震	5.8	15
C 1940年神威岬沖の地震	7.5	158
D 1993年北海道南西沖地震	7.8	113

(注1) A～Dは被害地震の発生位置を表示しています。

(注2) ⑫～⑳の活断層は敷地から100km以上あり、そのマグニチュードから発電所に大きな影響を及ぼすものではないため、評価対象外としました。

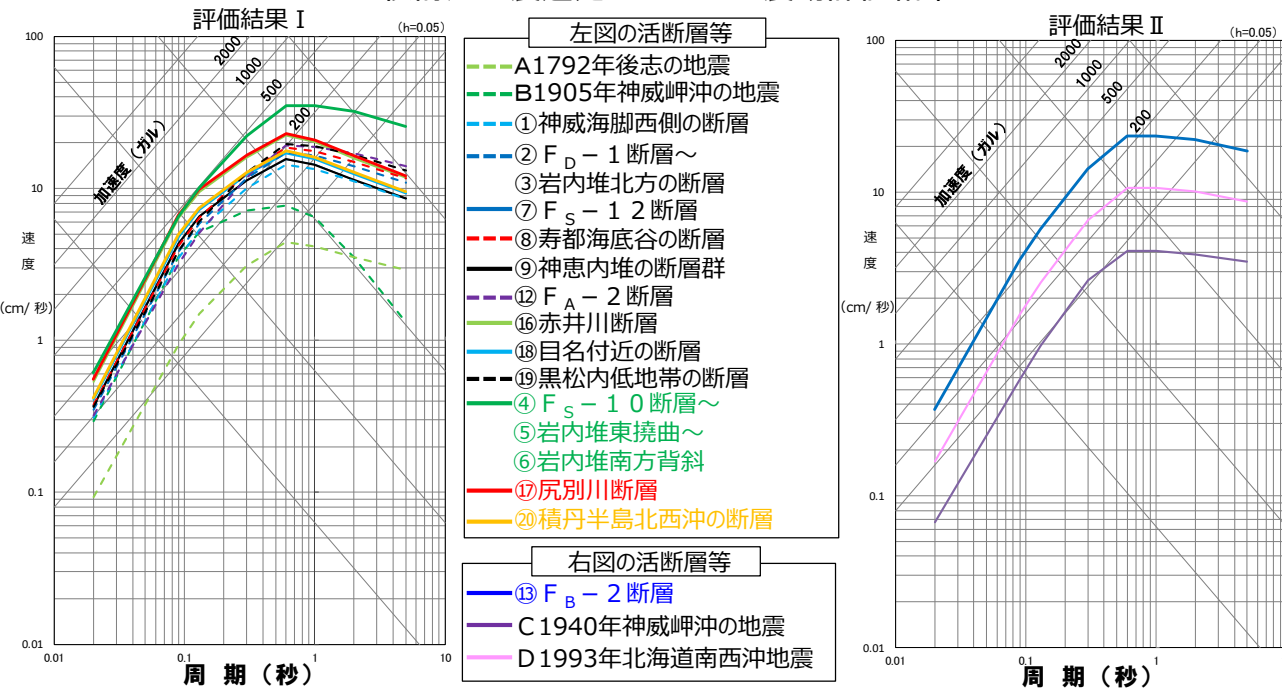
震源を特定して策定する地震動

検討用地震の選定(2)

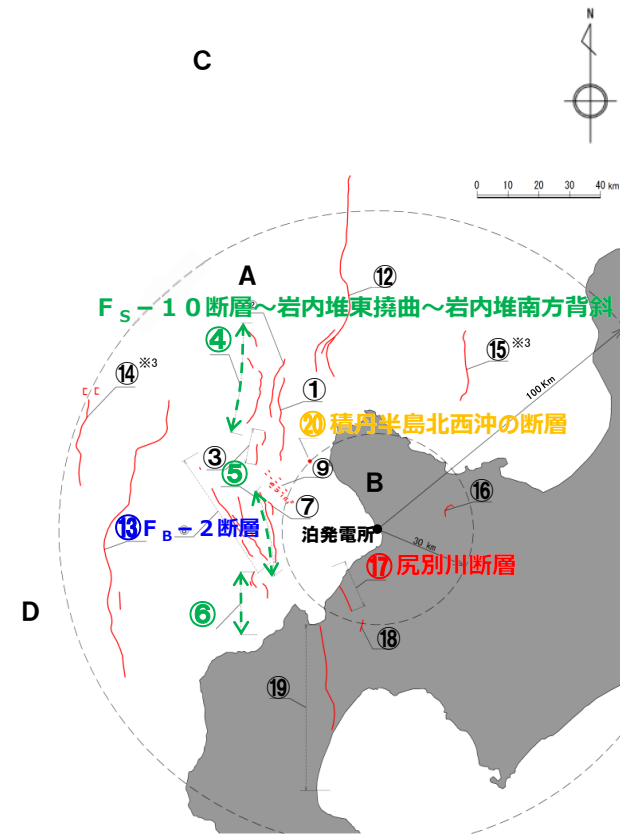
○被害地震や活断層について、その位置から2種類※¹に分類したうえで地震動を評価し、発電所に大きな影響を及ぼすと考えられる「F_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜」、「F_B-2断層」、「尻別川断層」、「積丹半島北西沖の断層」の4つの活断層による地震を検討用地震として選定しました。

※¹ 断層等の位置により地震動評価手法が一部異なるため、下図の評価結果Ⅰと評価結果Ⅱの2種類に分類しています。

検討用地震選定のための地震動評価結果



4つの検討用地震の位置



※³ ⑭、⑮の活断層はマグニチュードと敷地との距離を踏まえて、発電所に大きな影響を及ぼすものではないことから、評価対象外としました。

上図※²は、地震の規模や敷地との距離等に基づく各地震動の評価結果について、周期(揺れが1往復する時間)ごとの揺れの大きさを表したもので、周期ごとに図の上部(加速度が大きい)ほど揺れが大きくなります。

左図ではF_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜および尻別川断層、右図ではF_B-2断層が全周期で他の断層等の揺れを上回るため検討用地震として選定しました。また、左図の積丹半島北西沖の断層は、比較的揺れが大きく、断層が敷地に向かって傾斜しており、検討用地震として詳細に評価する際に、揺れが大きくなる可能性があることから、あわせて検討用地震として選定しました。

※² 図の見方は、5ページに記載しています。

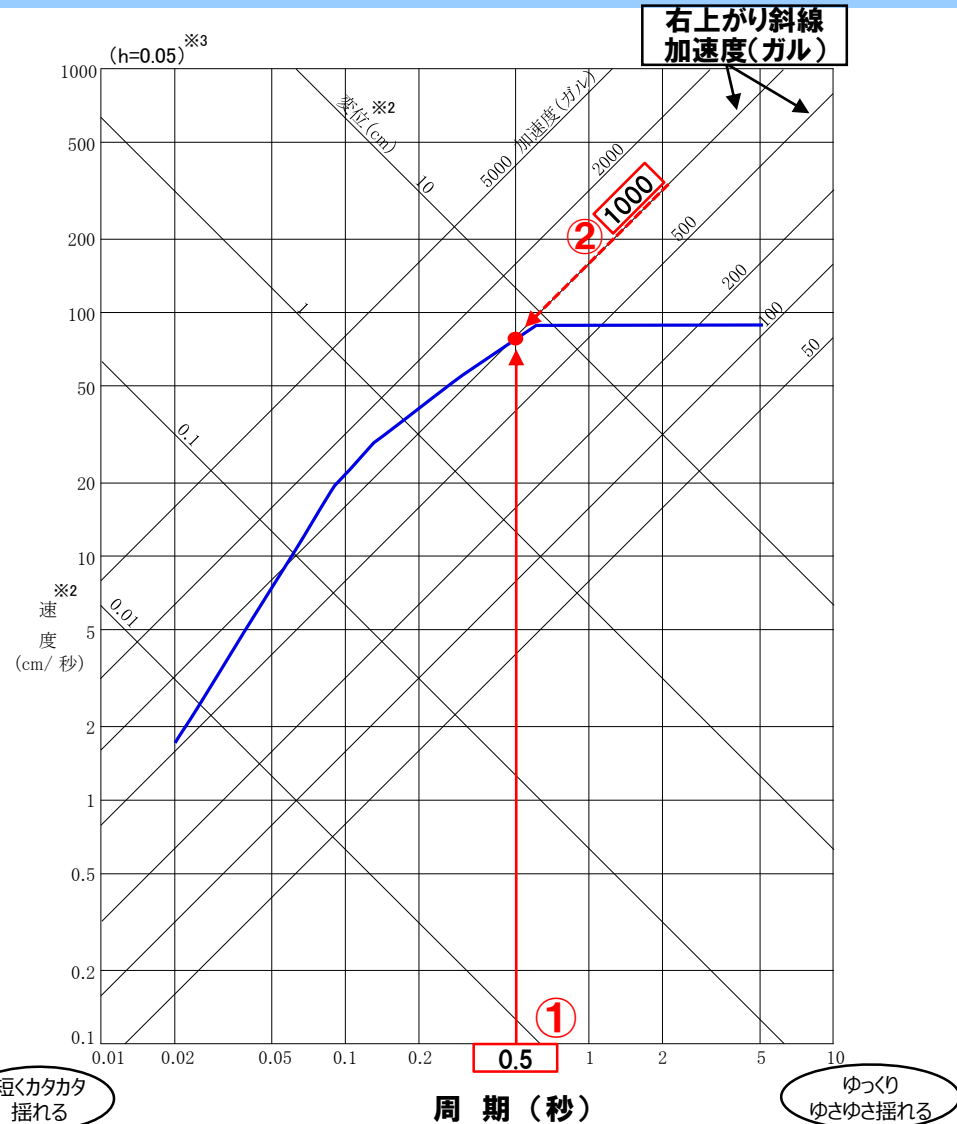
【参考】揺れの大きさについて

- 地震動とは、短周期(短くカタカタ揺れる)から長周期(ゆっくりゆさゆさ揺れる)まで様々な周期の波を含む複雑な波です。
- 一方、建物などの構造物は、その形状などに応じて特定の揺れやすい周期(固有周期)を持っており、その周期の波を含む地震波が到来すると、同調(共振)して大きく揺れます。
- 右図は、ある地震動が周期ごとにどの程度揺れるのかを算出し表したもので、構造物の固有周期が分かれば、この図を用いてその構造物に生じる揺れの大きさを把握することができます。

〈図の見方〉

- 地震による構造物の揺れの大きさを表す指標として、原子力発電所の耐震設計にあたっては、加速度^{※1}(右図では右上がりの斜線)という指標で表します。加速度の値が大きいほど揺れが大きくなります。
- 例えば、右図の青線で示す周期特性を有する地震動では、周期が①0.5秒において加速度は②約1000ガルであると分かります。
- 従って、この地震動が到来した場合、固有周期が0.5秒の構造物では、加速度約1000ガルの揺れが生じると把握できます。

※1 単位は「ガル」。1ガル=1cm/秒²(1センチメートル毎秒毎秒と読む)で、1秒間に速度が秒速1cm変化することを意味します。
 なお、一般的に使用される「震度」とは観測地点での揺れの強さを表し、「マグニチュード」は地震の規模を表します。



短周期 ←————→ 長周期

※2 変位および速度は、それぞれ地震による構造物の揺れの大きさを表す指標の一つです。変位は、揺れにより構造物がどの程度移動するのを表し、速度は、単位時間あたりに構造物がどの程度移動(変位)するのを表します。

※3 hは揺れが時間とともに弱まっていく程度を表す定数(減衰定数)です。h=0.05は、構造物の評価において、一般的に使用される値です。

積丹半島北西沖の断層

- 4つの活断層のうち「積丹半島北西沖の断層」は、当社が実施した各種調査・検討の結果、積丹半島西岸には活断層を示唆する特徴は確認されていないことから、活断層が存在する可能性は十分小さいと考えられますが、原子力規制委員会から、積丹半島北西沖の海底面の形状などから、地震性隆起の可能性は否定できないとの指摘があったことを踏まえ、発電所の安全性をより一層高める観点から、積丹半島北西沖に活断層を仮定することにしたものです。
- 「積丹半島北西沖の断層」は、活断層を仮定するものであり、断層の位置に関して十分な情報が得られていない中、更に発電所の安全性を一層高める観点から、断層が発電所に近く(地震動が大きく)なるよう配置しました。

活断層の仮定位置



当図は、国土地理院、20万分の1
地勢図「岩内」を加工して作成

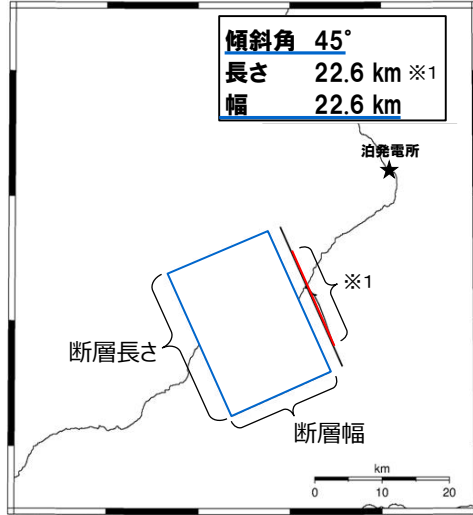
震源を特定して策定する地震動

地震動評価の手法

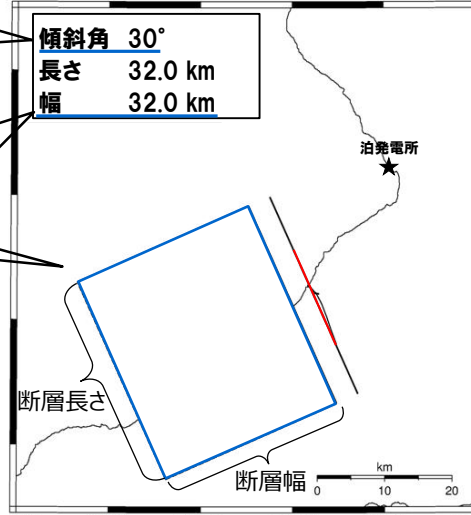
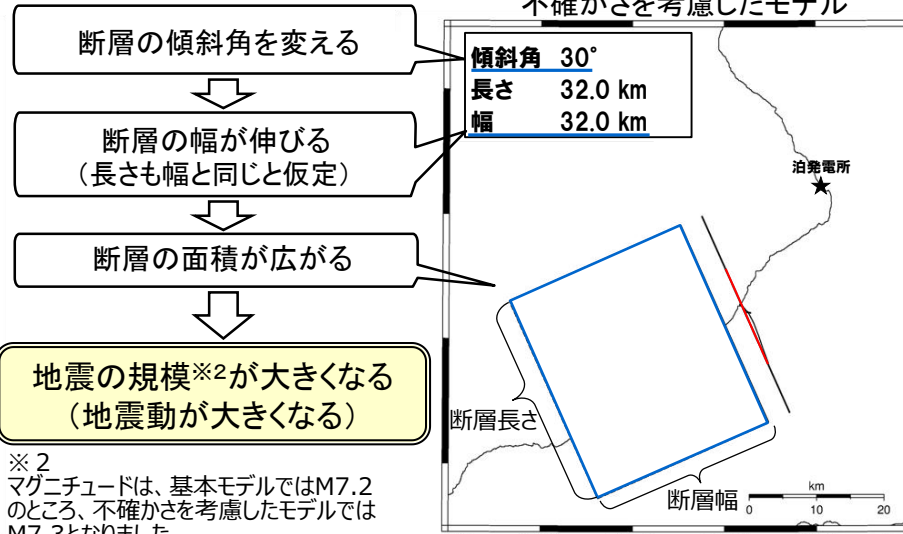
- 4つの検討用地震について、地質調査や最新の知見に基づき、断層の幅・長さ・傾斜角などを設定して断層の基本モデルをつくり、発電所での地震動を評価しました。
- この際、発電所の安全性がより一層高まるよう、基本モデルだけではなく、設定した値の不確かさ(地震動をより大きくする可能性)を考慮し、断層の傾斜角を変えるなどより厳しい条件となる複数のモデルについても地震動を評価しています。

断層の傾斜角の不確かさを考慮した検討例(尻別川断層)

基本モデル



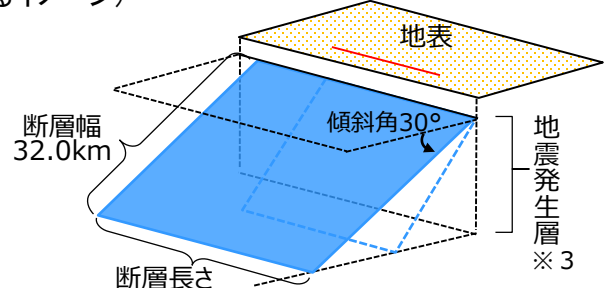
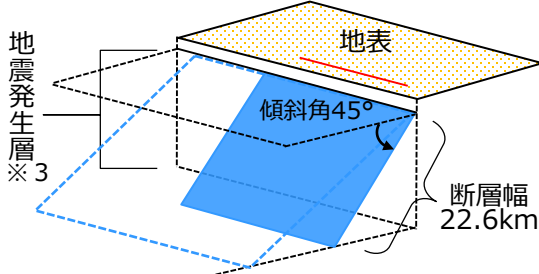
不確かさを考慮したモデル



※1
尻別川断層の地表で認められる断層長さは16km(右図の赤線の範囲)ですが、地下ではより長くなっている可能性があることから、基本モデルにおいて断層長さを断層幅と同じ22.6kmと仮定しています。

※2
マグニチュードは、基本モデルではM7.2のところ、不確かさを考慮したモデルではM7.3となりました。

(傾斜角の変動により断層幅が伸びるイメージ)



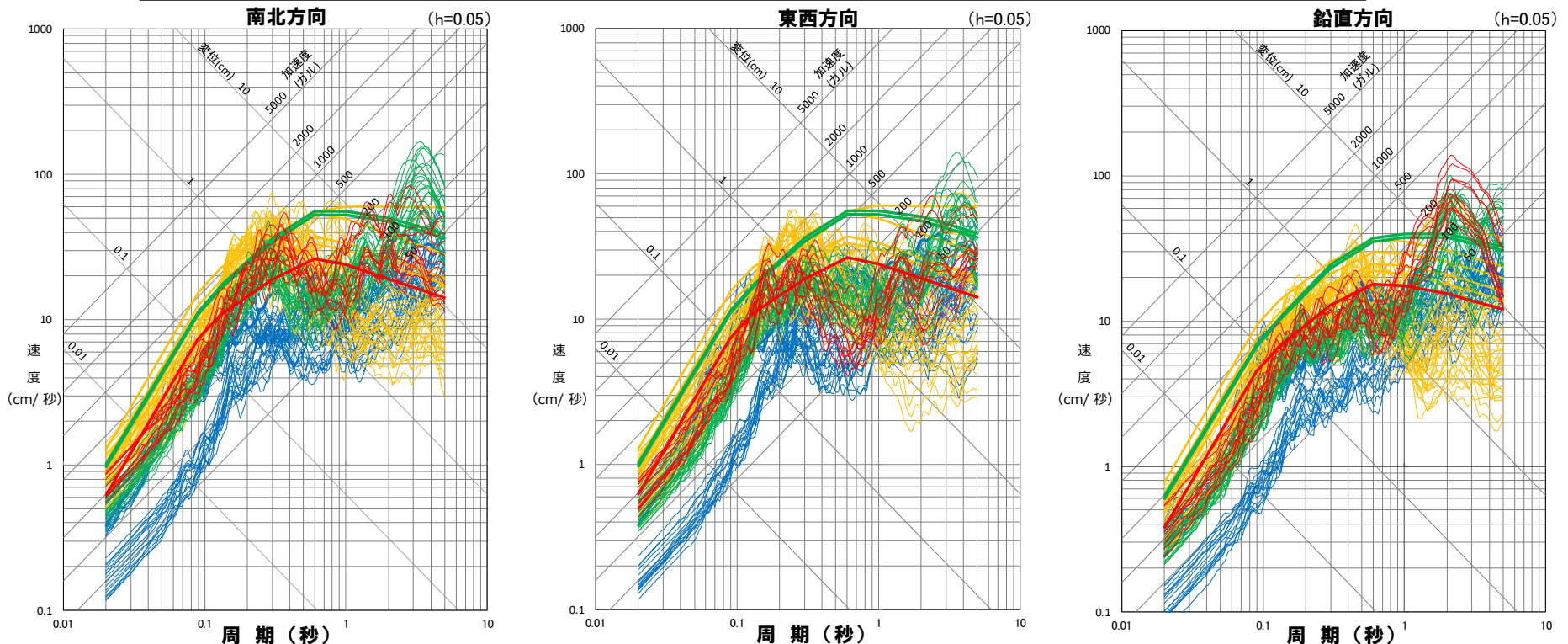
※3
地震発生層とは、地中の地震が発生すると考えられる範囲。断層をモデル化する際に、断層が地震発生層の上端から下端まで達すると仮定しています。

地震動の評価結果

- 様々な不確かさ(地震動をより大きくする可能性)も考慮した地震動の評価結果について、原子力規制委員会から概ね妥当な検討がなされていると評価されました。
- 今後は、震源を特定せず策定する地震動の評価結果を説明した上で、震源を特定して策定する地震動の評価結果と合わせて基準地震動を設定し、審査会合などで説明していきます。

検討用地震の地震動評価結果

本図は、4つの検討用地震について、基本モデルのほか、様々な不確かさも考慮したモデルによる地震動の評価結果を表したものです。この評価結果をもとに、今後基準地震動を設定します。



— 尻別川断層による地震 — F_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震
— 積丹半島北西沖の断層による地震 — F_B-2断層による地震

※地震動は評価手法の違いにより、比較的太い線と細い線に分けて表示しています。また、検討用地震ごとに複数の評価結果(線)を表示していますが、これは複数の不確かさを考慮したモデルを評価しているためです。