

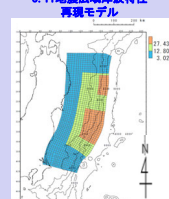
基準波源モデル策定の手順及び考え方

世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見 (3.11地震含む)

3.11地震における広域の津波特性を考慮した特性化モデルのすべり量・面積比

杉野ほか (2014) の知見 (P. 200参照)

- 背景領域：平均すべり量の0.33倍、全体面積の60%程度
- 大すべり域：平均すべり量の1.4倍、全体面積の25%程度
- 超大すべり域：平均すべり量の3倍、全体面積の15%程度



知見を反映

内閣府 (2012) の知見

- 大すべり域：平均すべり量の2倍、全体面積の20%程度 (超大すべり域を含む)
- 超大すべり域：平均すべり量の4倍、全体面積の5%程度

3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルのすべり量・面積比

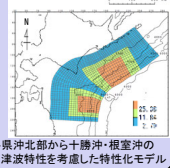
M9クラス地震の知見を分析・検討し、背景領域、大すべり域及び超大すべり域のすべり量を1:2:4となるような特性化を検討 (P. 225参照)

- 背景領域：基本すべり量、全体面積の80%程度
- 大すべり域：基本すべり量の2倍、全体面積の20%程度 (超大すべり域を含む)
- 超大すべり域：基本すべり量の4倍、全体面積の5%程度

テクニクスの背景・地震学的見地に基づくモデル

3.11津波の知見を反映 (広域津波痕跡高の再現性を考慮)

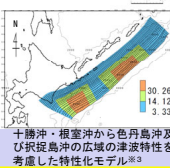
- 日本海溝と千島海溝の島弧会合部を跨がないように、大すべり域、超大すべり域を配置
- 三陸沖から根室沖にはM9クラスの地震・津波の痕跡がないため、3.11地震における広域の津波痕跡高を再現したモデル (P. 200参照) のすべり領域の配置を参照



岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデル

3.11地震・津波の知見を反映

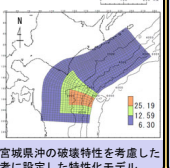
- 十勝沖から択捉島沖に、「岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデル」の設定の考え方を反映して配置
- 色丹島沖及び択捉島沖の超大すべり域及び大すべり域は敷地に近い西端に設定



十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデル※3

3.11地震・津波の知見を反映 (沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮)

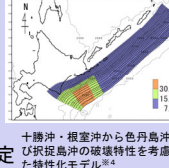
- 日本海溝と千島海溝の島弧会合部を跨がないように**大すべり域・超大すべり域**を配置
- 三陸沖から根室沖にはM9クラスの地震・津波の痕跡がないため、3.11地震における破壊特性を再現したモデル (P. 225参照) のすべり領域の配置を参照



3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル

3.11地震・津波の知見を反映 (津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮)

- 津軽海峡内の津波挙動への影響を考慮して大すべり域等を津軽海峡前面に配置
- 3.11地震で浅部海溝軸沿いにも大きなすべりが観測されたこと及び大間専用港湾では短周期の波で顕著な水位増幅特性が認められることを考慮し、津波工学的観点から超大すべり域を海溝軸沿い浅部のみに配置




十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の破壊特性を考慮した特性化モデル※4

すべり量・面積比・すべり領域の配置反映

すべり量・面積比反映

大間の立地特性を考慮したモデル

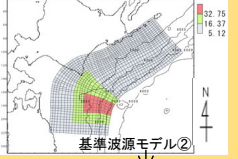
鳥弧会合部に大すべり域を配置



基準波源モデル①

概略パラスタ※1

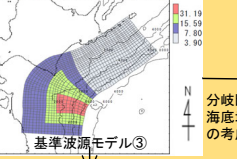
※3: 左記モデルとの比較の結果、敷地の汀線沿いにおいては最大水位上昇量が小さいものの、取水ロススクリーン室前面においては最大水位上昇量が大きいため、影響検討用の波源域として扱う



基準波源モデル②

概略パラスタ※1

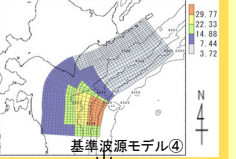
配置は同様に設定



基準波源モデル③

概略パラスタ※1

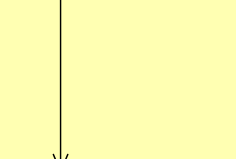
すべり量割り増し



基準波源モデル④

概略パラスタ※1

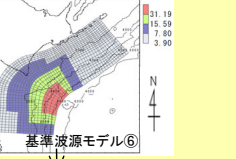
分岐断層海底地すべりの考慮



基準波源モデル⑤

概略パラスタ※1

すべり量割り増し



基準波源モデル⑥

概略パラスタ※1

津軽海峡開口部付近の太平洋沿岸において、各基準波源モデルの計算津波高と既往津波高等とを比較

概略パラスタ最大ケース ⇒ 基準波源モデル (再定義)

詳細パラスタ※2

注：津軽海峡の津波特性を念頭に3.11地震・津波の知見を反映したモデル (基準波源モデル⑤⑥) と3.11地震・津波の知見を反映したモデル (基準波源モデル①～④) との関連性については、「第1023回審査会合 資料1-2 4-4-3. 基準波源モデル⑤⑥と基準波源モデル①～④の関連性」参照。

基準津波の策定

設定した波源モデルによる計算津波高が津軽海峡沿岸の既往津波高等を上回っていることを確認

※1：大すべり域・超大すべり域の位置を南北約10km単位で移動
※2：波源特性 (破壊開始点、破壊伝播速度、ライズタイム) の不確かさの考慮

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (37/128)

特性化モデルの検討

基本方針&反映すべき3.11地震・津波等の知見

【基本方針】

- 基準波源モデルの検討に先立ち、3.11地震及び津波等から得られた以下の知見を踏まえて特性化モデルを設定する。

【3.11地震・津波等の知見】

- 3.11地震及び津波の杉野ほか(2013)等による再現モデルから得られた知見を整理した結果(P.183~P.185参照)、3.11地震の地震特性を再現するモデル(震源断層モデル)、津波特性を再現するモデル(津波波源モデル)の比較等から、特性化モデルの設定にあたって反映が必要な知見として、以下2点が挙げられる。
 - i. 地震特性(=破壊メカニズム)を再現するモデルと、津波特性(=広域沿岸部の痕跡高)を再現するモデルは異なる。(P.183参照)
杉野ほか(2013)による
 - ii. 広域に亘って、時間的・空間的に複雑なすべり分布の不均一性が見られたが、沿岸の津波高さに大きな影響を及ぼしたのは、正対する海域で生じた大きなすべり領域である。(P.184, P.185参照)
Satake et al.(2013), 杉野ほか(2013)による
- 三陸沖から十勝沖・根室沖等のプレート間地震に係る特性化モデルの検討に資する地震学的知見等が得られている。

⇒特性化モデルの検討には、これらの知見を反映する。

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (38/128)

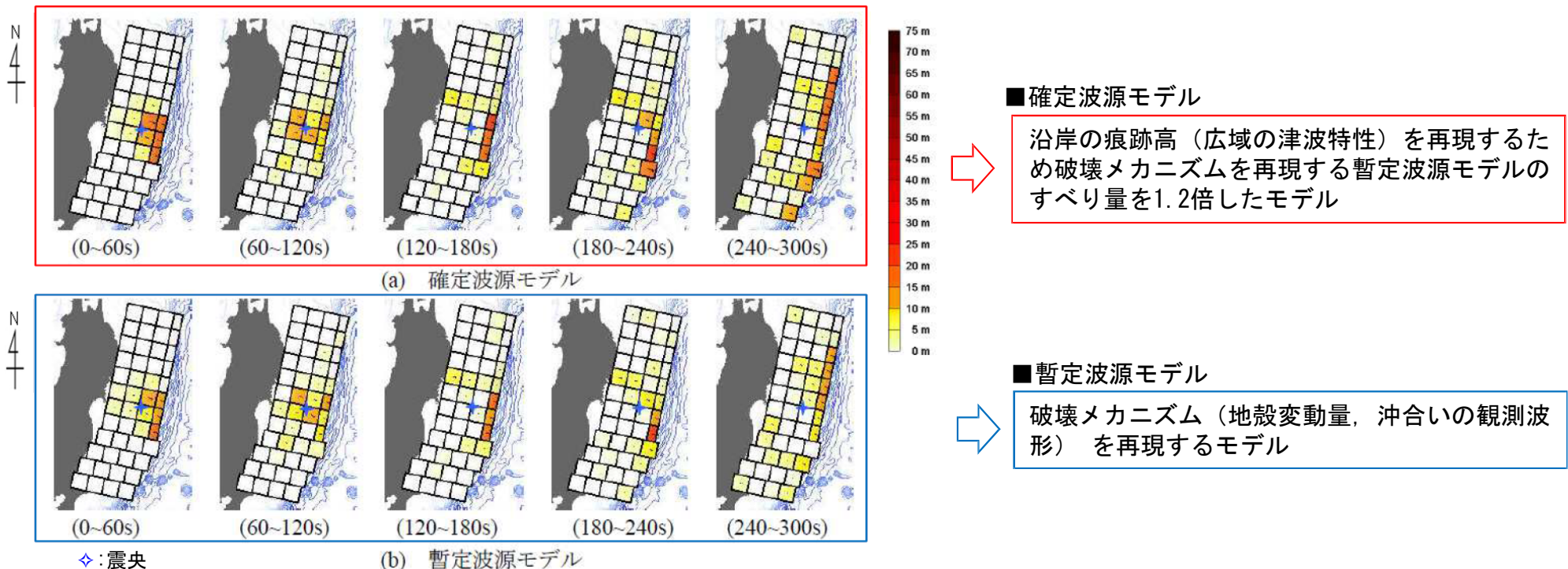
第1023回審査会合



資料1-1 P. 3. 2. 1-41再掲

特性化モデルの検討：3.11地震・津波の知見 i

- 杉野ほか (2013) では、沿岸の痕跡高 (広域の津波特性) を再現するモデル (=確定波源モデル) と3.11地震の破壊メカニズム (地震特性) が現れる沖合いの観測波形及び観測地殻変動量をターゲットとしたインバージョン解析により求められたモデル (=暫定波源モデル) とを得ており、前者のモデルのすべり量は後者のモデルのすべり量の1.2倍とされている。
- 杉野ほか (2013) では、両者のモデルの意義を以下のとおり整理されている。
 - 確定波源モデルは、波源想定等の工学的側面において意義がある。
 - 暫定波源モデルは、実現象に近い破壊メカニズムを表していると考えられ、理学的側面において意義がある。
 - 理学・工学の両方の観点から全ての現象 (プレート境界の破壊, 津波伝播, 津波遡上) を共通のモデルでより良く説明・再現できることが理想であるが、両モデルの差を埋めるのは、今後検討すべき課題である。



3.11地震を再現する津波波源モデルのすべり分布の経時変化
杉野ほか (2013) に一部加筆

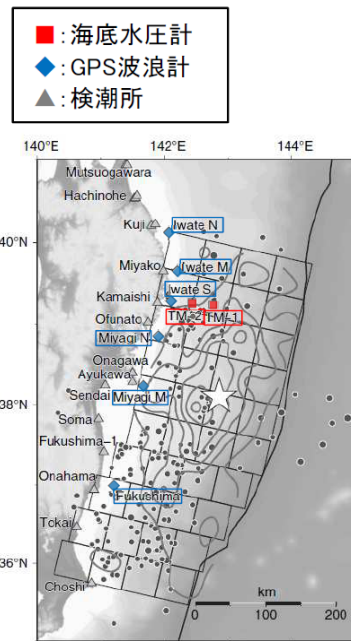
3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (39/128)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-42再掲

特性化モデルの検討：3.11地震・津波の知見 ii (1/2)

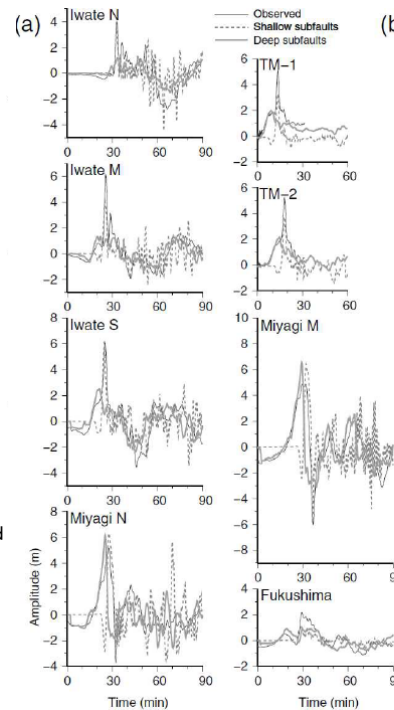
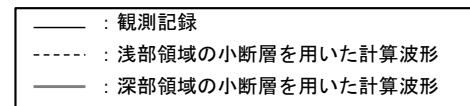
- 津波波形インバージョン解析から推定された断層モデルを用いて、宮城県沿岸、三陸沿岸の津波高さに寄与したすべり領域の分析を実施し、宮城県沿岸の津波高さに寄与したすべり領域は、869年貞観地震に伴う津波の発生領域であり、三陸沿岸の津波高さに寄与したすべり領域は、1896年明治三陸地震津波の発生領域であったとされている。

Satake et al. (2013) による

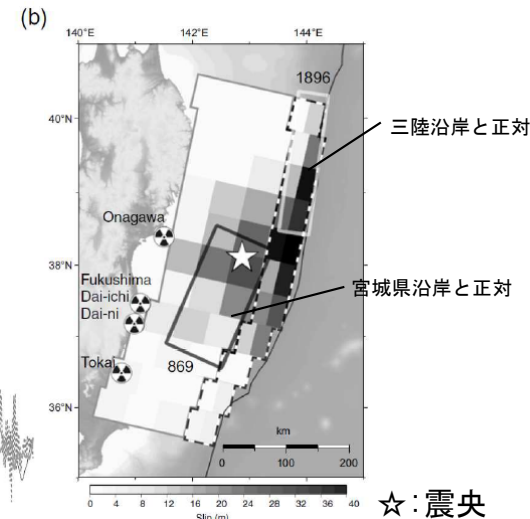


Aftershocks within one day located by JMA (solid circles) and the locations of OBP gauges (squares), GPS wave gauges (diamonds), and coastal tide or wave gauges (triangles)

津波波形の比較位置



観測波形と計算波形の比較
3.11地震に伴う津波特性の分析
Satake et al. (2013) に一部加筆



3.11地震に伴う津波と
既往津波発生領域の比較

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (40/128)

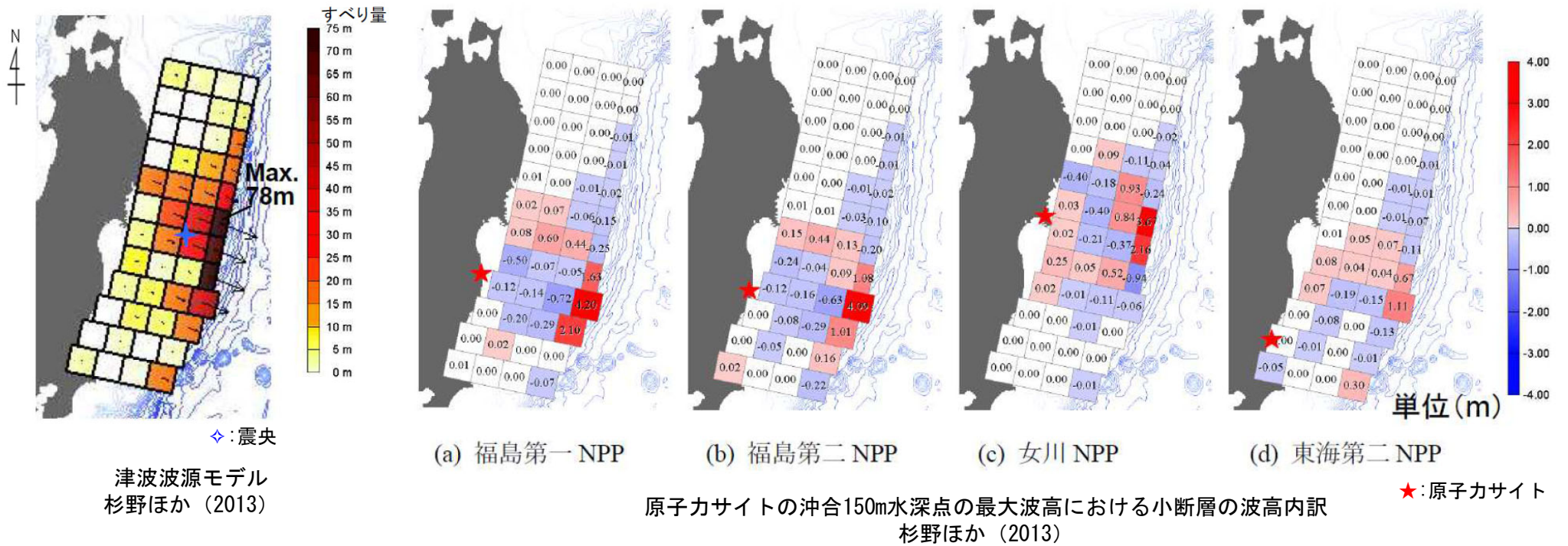


第1023回審査会合

資料1-1 P.3.2.1-43再掲

特性化モデルの検討：3.11地震・津波の知見 ii (2/2)

- 杉野ほか (2013) は、観測津波波形、観測地殻変動データ等を用いたジョイントインバージョン解析から推定された津波波源モデルを用いて、原子力サイト沖合150m水深点の最大津波高に寄与した3.11地震のすべり領域の分析を実施し、各サイトの津波高さに寄与したすべり領域は、ほぼ正対する海域のすべり領域であったことを示している。



3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (41/128)

第1023回審査会合



資料1-1 P.3.2.1-44再掲

特性化モデルの検討： 3.11地震・津波等の知見の反映方針

- 特性化モデルのパラメータの設定には、以下の知見を反映する。

【地震調査研究推進本部，内閣府等の知見の反映】

- ✓ プレート境界面の形状，剛性率，すべり角，ライズタイム (P.187~P.192)
(超大すべり域が2つのモデル及び1つのモデルの両方に反映)

【杉野ほか (2013) 等の知見の反映】

大すべり域の配置，すべり分布，すべり量等の設定にあたり，杉野ほか (2013) 等の知見を反映する

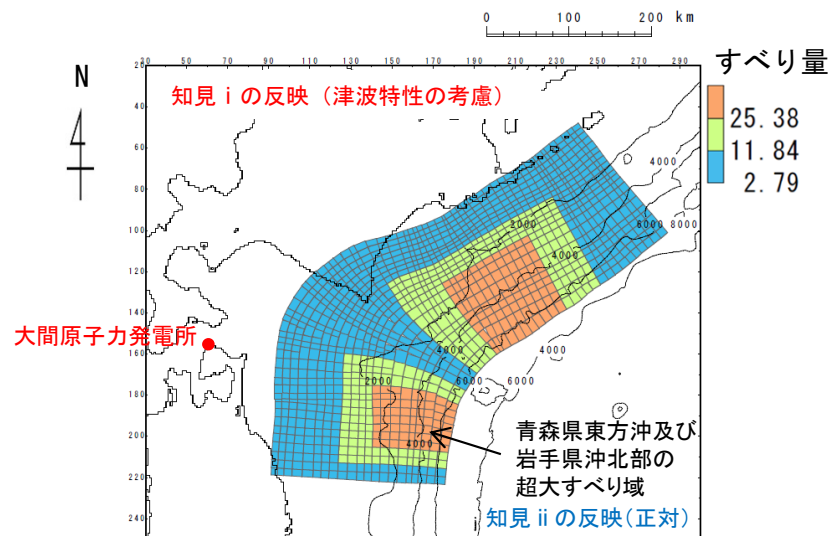
✓ 知見 i の反映

次の2つのモデルを基本として設定する。

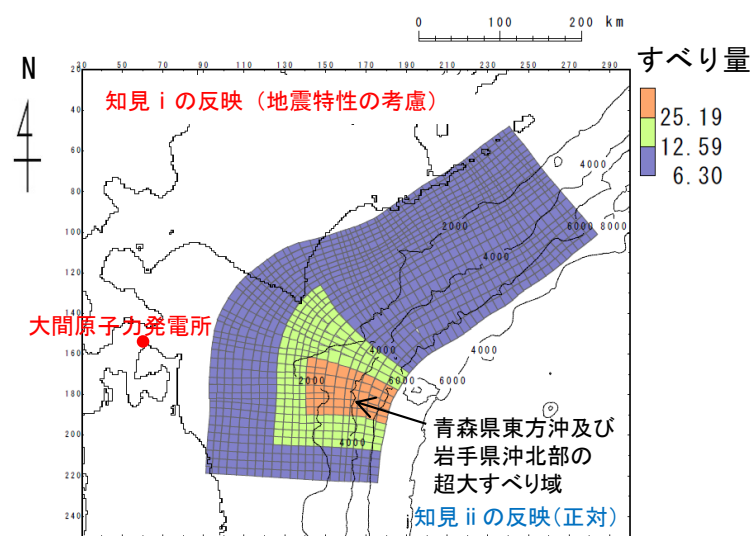
- 津波特性の考慮：広域の津波特性（沿岸部の痕跡高）を考慮した特性化モデル (P.193~P.207)
(超大すべり域が2つのモデル)
- 地震特性の考慮：大すべり域（アスペリティ，固着等）の破壊特性を考慮した特性化モデル (P.225~P.231)
(超大すべり域が1つのモデル)

✓ 知見 ii の反映

青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域は，津軽海峡開口部前面とほぼ正対し，津軽海峡内に位置する発電所の津波高さに与える影響が大きいことを踏まえて設定する。(超大すべり域が2つのモデル及び1つのモデルの両方に反映)



岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の
広域の津波特性を考慮した特性化モデル
(P.207)



3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル
(P.231)

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (42/128)

特性化モデルの検討：波源因子 (1/6)

プレート境界面形状 (プレート間地震の下限深さ)

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-45再掲

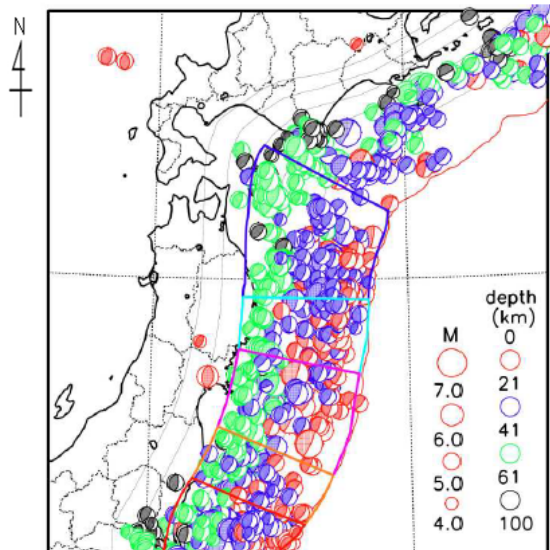


図4-2 プレート境界付近の低角逆断層型地震の分布 (気象庁資料)

震源データとして Global CMT を用いた。1977年1月から2016年7月までの地震について、太平洋プレート上面深さ±10kmの範囲で発生したものをプロットした。赤線は海溝軸、灰色線は横田・他(2017)による太平洋プレート上面の等深線(20km間隔)

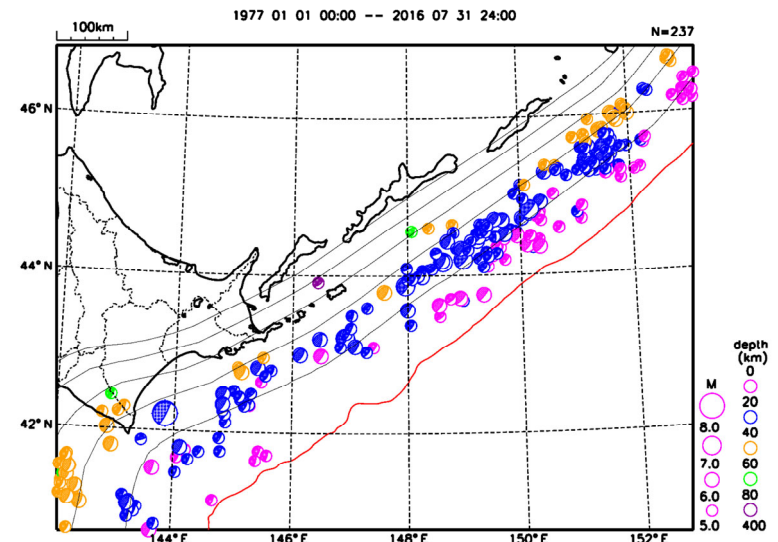


図4-1 プレート境界付近の低角逆断層型地震の分布。1977年1月から2016年7月までのMw5.0以上の地震について、太平洋プレートの上面深度から±10kmの範囲で発生したものをプロットした。震源球のサイズはM、色は震源の深さを表す。赤線は海溝軸、黒線は太平洋プレート上面の等深線(20km間隔)を示す。使用したプレートモデルは横田・他(2017)による(気象庁作成)。

低角逆断層型地震の分布 (1977年~2016年)

地震調査研究推進本部 (2019)

地震調査研究推進本部 (2017a)

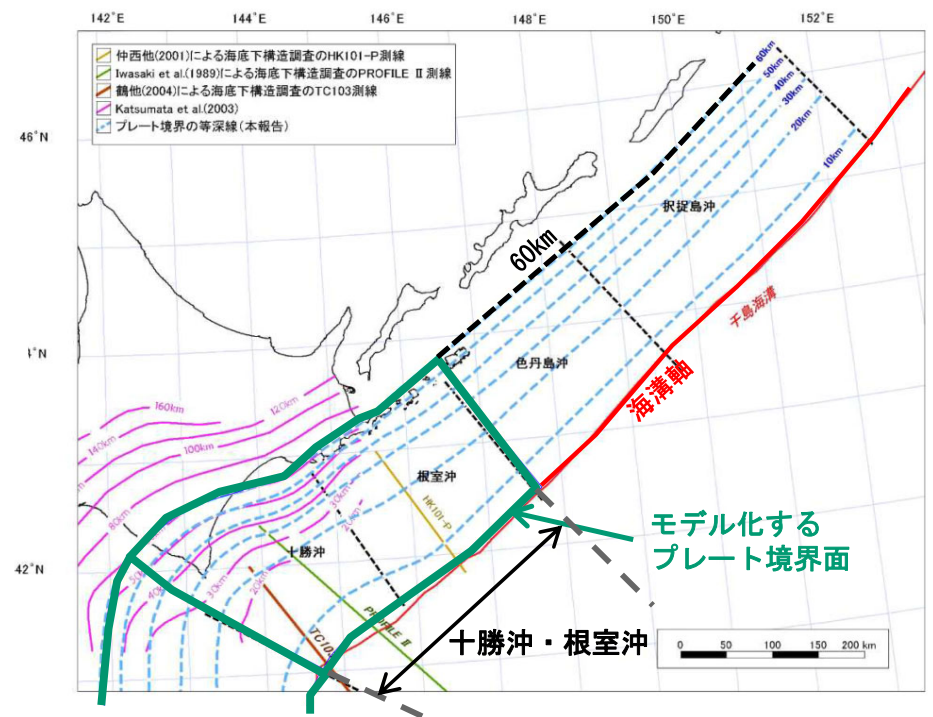
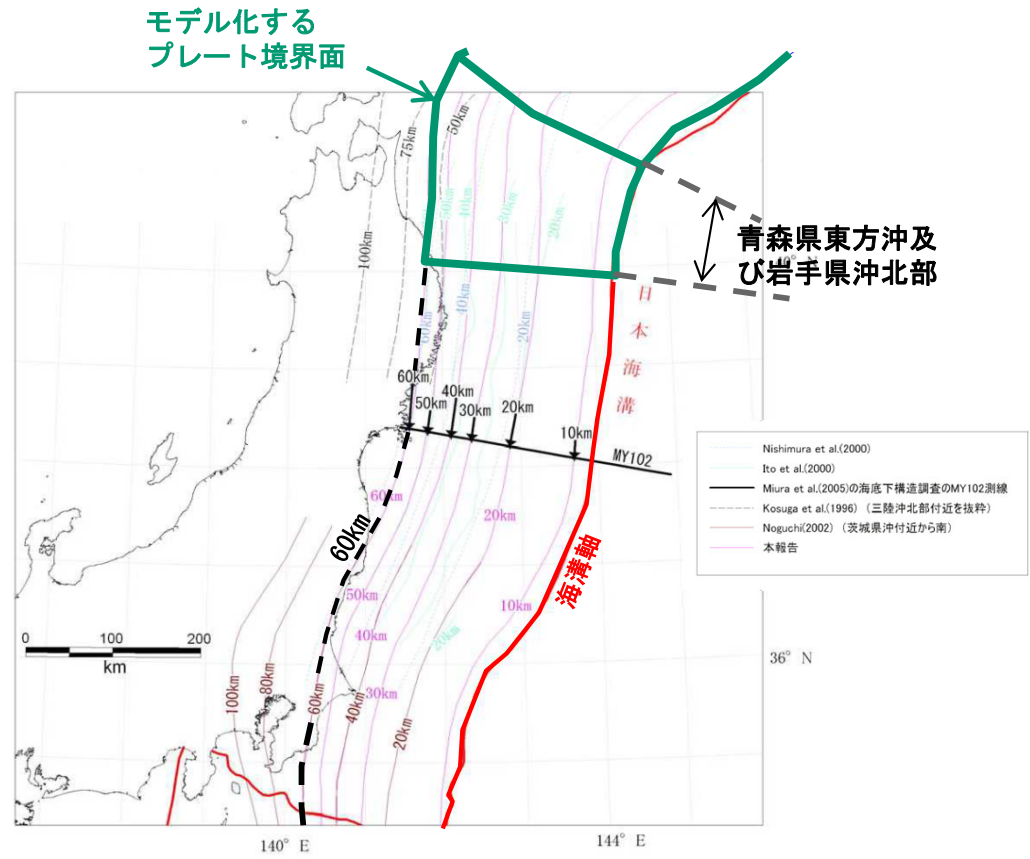
- 地震調査研究推進本部(2017a, 2019)では、「深さ60km以深で発生した低角逆断層地震がわずかであるとの知見に基づき、プレート間地震が60kmより深い場所で発生する可能性は低いと考え、太平洋プレート上面の深さ60kmの等深線を深さ下限の境界」とされている。

以上から、三陸沖～択捉島沖のプレート間地震の下限深さは60km程度と考えられる。

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (43/128)

特性化モデルの検討： 波源因子 (2/6)

プレート境界面形状，断層面積の設定



微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線（三陸沖～房総沖）
地震調査研究推進本部（2012）に一部加筆

微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線（十勝沖～根室沖）
地震調査研究推進本部（2004）に一部加筆

- ・ 地震調査研究推進本部（2004，2012）が示している微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線をプレート境界面の形状として，地震発生域の深さの下限（60km）から海溝軸までを波源域として考慮した。
- ・ これを基にモデル化し，断層面積を算出・設定した。

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (44/128)

特性化モデルの検討：波源因子 (3/6)

第1023回審査会合

資料1-1 P. 3. 2. 1-47再掲

剛性率の設定 (1/2)

- 土木学会 (2016) では、「地震波速度や密度に関する既往研究に基づき、海域毎に標準値が設定されており、断層全体が深さ20km以浅と以深にまたがって存在する場合の剛性率は $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ 」とされている。

震源付近の媒質の剛性率の標準値

海 域	根 拠	剛性率
<ul style="list-style-type: none"> ・西南日本陸側プレート内 ・日本海東縁部 ・プレート境界浅部 (断層面全体が深さ20km以浅に存在する場合) 	$V_p=6.0\text{km/s}$ $V_p/V_s=1.6\sim 1.7$ $\rho=2.7\sim 2.8\text{g/cm}^3$ とすれば、 $\mu=3.36 \times 10^{10} \sim 3.94 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ となる。この中間的値とする。	$3.5 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ $(3.5 \times 10^{11} \text{dyne/cm}^2)$
<ul style="list-style-type: none"> ・海洋プレート内 ・プレート境界深部 (断層面全体が深さ20km以深に存在する場合) 	$V_p=8.0\sim 8.1\text{km/s}$ $V_p/V_s=1.75\sim 1.80$ $\rho=3.2\sim 3.5\text{g/cm}^3$ とすれば、 $\mu=6.31 \times 10^{10} \sim 7.50 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ となる。この中間的値とする。	$7.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ $(7.0 \times 10^{11} \text{dyne/cm}^2)$
<ul style="list-style-type: none"> ・プレート境界中央部 (断層面が深さ20km以浅と以深にまたがって存在する場合) 	浅部と深部の中間的値とする。	$5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ $(5.0 \times 10^{11} \text{dyne/cm}^2)$

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（45/128）

特性化モデルの検討：波源因子（4/6）

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-48再掲

剛性率の設定（2/2）

- 地震調査研究推進本部（2017b）「津波レシピ」では、「全国1次地下構造モデル（暫定版）（地震調査委員会，2012）の物性に基づく日本周辺のプレート境界周辺の媒質の剛性率を記載しており，断層全体が深さ20km以浅と以深にまたがって存在する場合の剛性率は $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ 」とされている。

前ページ及び以上から，想定した波源域は深さ20km以浅の浅部と以深の深部とを跨ぐことより，剛性率は $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ と設定した。

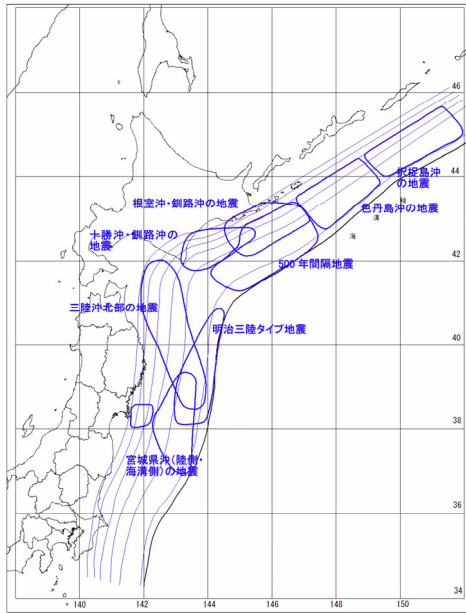
日本周辺のプレート境界周辺の媒質の剛性率

深さ（土木学会，2016の分類を参考）	全国1次地下構造モデル（暫定版）の物性値	剛性率
断層面全体が深さ20km以浅に存在する場合	上部地殻の物性値 $\beta = 3.4 \text{ km/s}$ $\rho = 2.7 \text{ g/cm}^3$ $\Rightarrow \mu = 3.12 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ 下部地殻の物性値 $\beta = 3.8 \text{ km/s}$ $\rho = 2.8 \text{ g/cm}^3$ $\Rightarrow \mu = 4.04 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ この中間的値とする。	$3.5 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$
断層面全体が深さ20km以深に存在する場合	マントルの物性値 $\beta = 4.5 \text{ km/s}$ $\rho = 3.2 \text{ g/cm}^3$ $\Rightarrow \mu = 6.48 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$	$6.5 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$
断層面全体が深さ20km以浅と以深にまたがって存在する場合	上記の中間的な値とする。	$5.0 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$

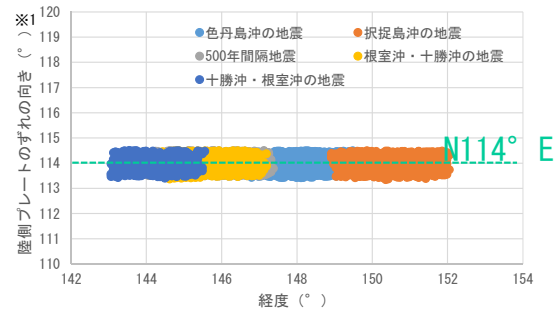
3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (46/128)

特性化モデルの検討： 波源因子 (5/6)

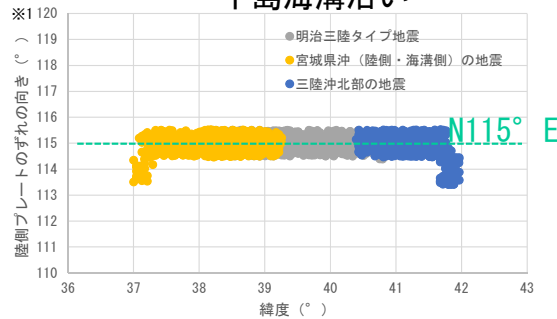
すべり角の設定



津波を発生させる断層領域 (津波の断層域) の模式図
中央防災会議 (2006)

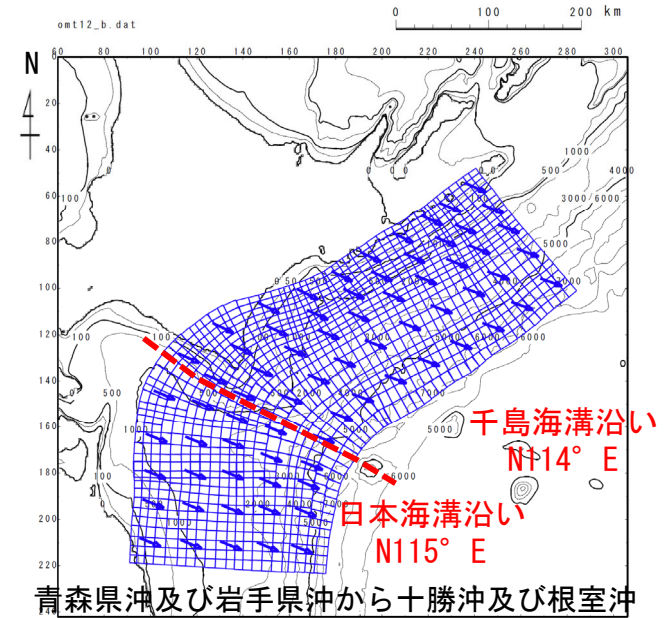


千島海溝沿い



日本海溝沿い

各断層モデルの陸側プレート (北米プレート) のずれの向きの分布
中央防災会議 (2006) のデータを使用
※1: 縦軸の角度は北から時計周り



青森県沖及び岩手県沖から十勝沖及び根室沖

基準波源モデル設定で考慮する
陸側プレートのずれの向き ※2

※2: ずれの方向ベクトルは40km~60km間隔程度で表示

- 中央防災会議 (2006) では、日本海溝、千島海溝沿いの大きな地震 (M7程度以上) について、インバージョン手法によって波源モデルを設定しており、各波源モデルのすべり角はGPS観測によるプレート相対運動方向 (陸側プレートのずれの向き: 千島海溝沿い N114° E, 日本海溝沿い N115° E) と整合するように設定されている。

以上から、千島海溝沿い及び日本海溝沿いの陸側プレート (北米プレート) のずれの向きを、それぞれ N114° E 及び N115° E に設定した。基準波源モデルの各要素のすべり角は、プレートの傾斜に応じて、陸側のプレートのずれの向きと整合するように設定した。

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（47/128）

特性化モデルの検討：波源因子（6/6）

ライズタイムの設定

- ・ 内閣府(2012)を参考に、ライズタイムは60秒間を基本とした。

○破壊伝播速度及びライズタイム：

破壊伝播速度及びライズタイムについては、平均的に利用されている値を参考に、東北地方太平洋沖地震の解析結果も踏まえ、次のとおりに設定する。なお、東北地方太平洋沖地震では、海溝沿いの破壊伝播速度は、それよりも深い場所に比べ遅いとの解析結果もあるが、トラフ沿いの領域の幅が狭く、5秒程度の差しか見込めないことから、今回の解析では、破壊速度は全域で同じとする。

破壊速度 : 2.5km/s

ライズタイム : 1分

内閣府（2012）に一部加筆

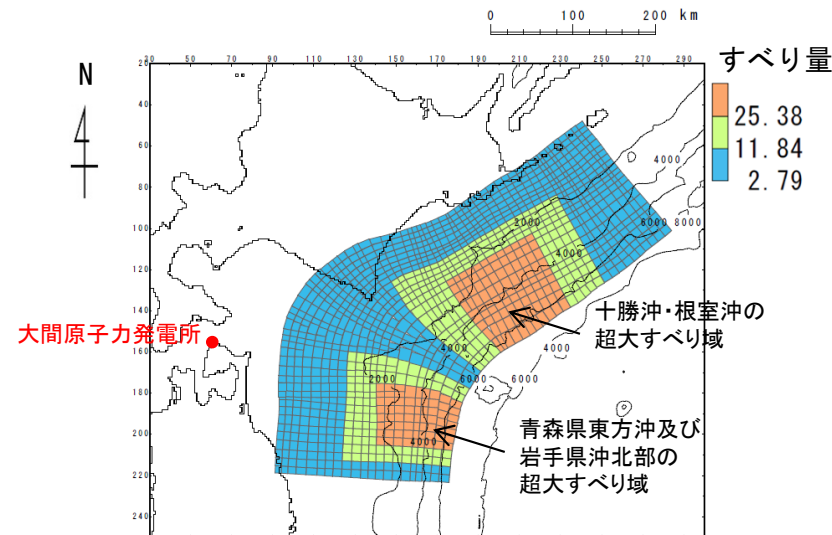
3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（48/128）

広域の津波特性を考慮した特性化モデルの超大すべり域の配置（1/6）

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-51再掲

基本方針

- ・ 岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定に係り、同海域では過去に「岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の連動型地震」が発生した記録が無いことから、まず、同領域でM9クラスの巨大地震が発生した場合の津波の影響範囲と超大すべり域の配置の関係を整理するため、
 - ✓ 「3.11地震に伴う津波の影響範囲と超大すべり域位置の関係」（P.194参照）
 - ✓ 「岩手県沖北部から十勝沖・根室沖で確認されている津波堆積物及びそれを再現する津波波源」（P.195～P.197参照）
- に関する知見を収集し、超大すべり域の配置を検討する（P.198参照）。



岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の
広域の津波特性を考慮した特性化モデル

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (49/128)

広域の津波特性を考慮した特性化モデルの超大すべり域の配置 (2/6)

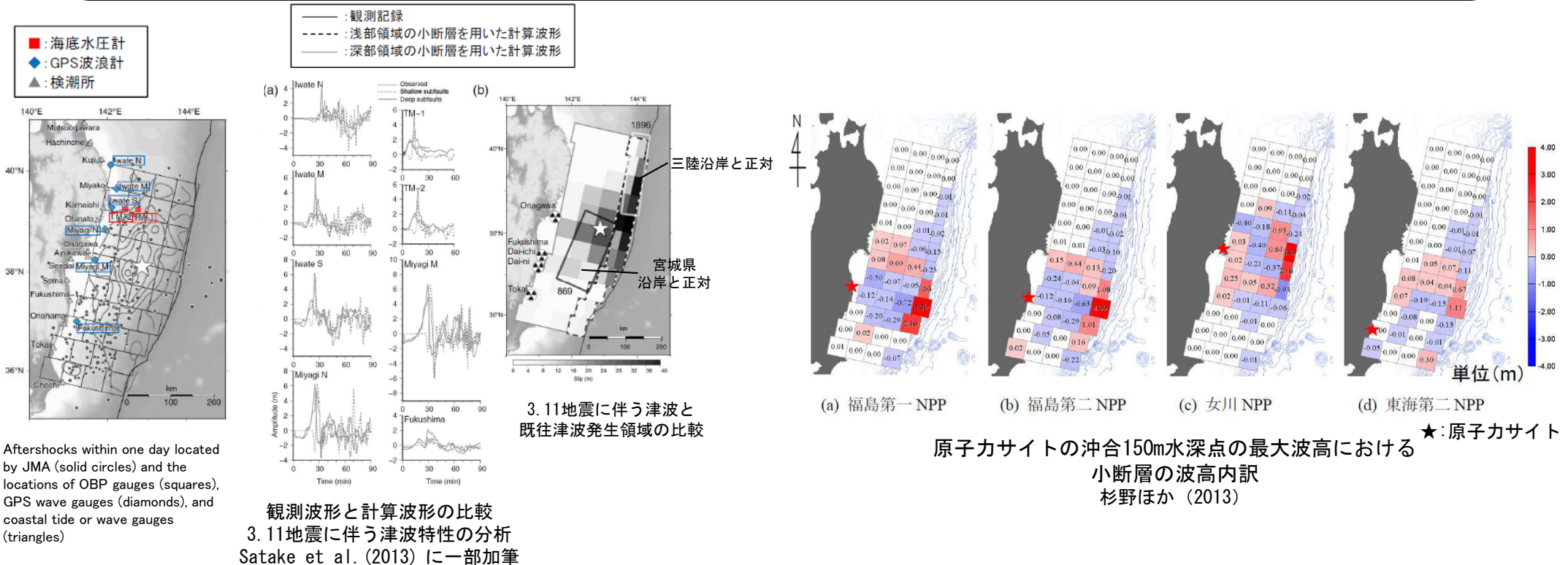
3.11地震に伴う津波の影響範囲と超大すべり域位置の関係

- 津波波形インバージョン解析から推定された断層モデルを用いて、宮城県沿岸、三陸沿岸の津波高さに寄与したすべり領域の分析を実施し、宮城県沿岸の津波高さに寄与したすべり領域は、869年貞観地震に伴う津波の発生領域であり、三陸沿岸の津波高さに寄与したすべり領域は、1896年明治三陸地震津波の発生領域であったとされている。

Satake et al. (2013) による

- 杉野ほか (2013) は、観測津波波形、観測地殻変動データ等を用いたジョイントインバージョン解析から推定された津波波源モデルを用いて、原子力サイト沖合150m水深点の最大津波高に寄与した3.11地震のすべり領域の分析を実施し、各サイトの津波高さに寄与したすべり領域は、ほぼ正対する海域のすべり領域であったことを示している。

以上から、3.11地震に伴う津波の沿岸の津波高さに影響を及ぼすすべり領域は、正対する海域で生じる大きなすべり領域であると考えられる。



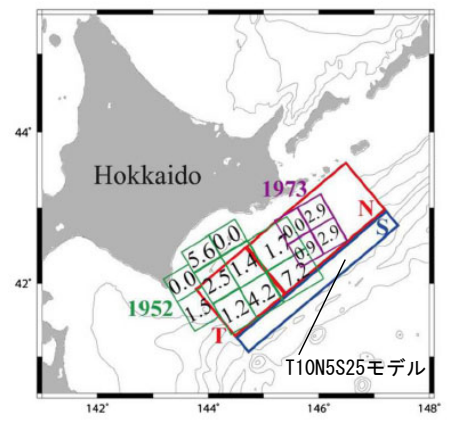
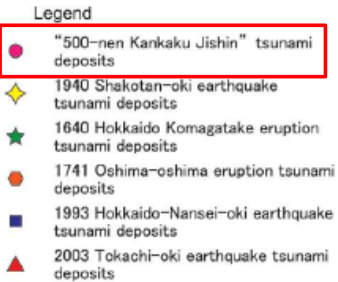
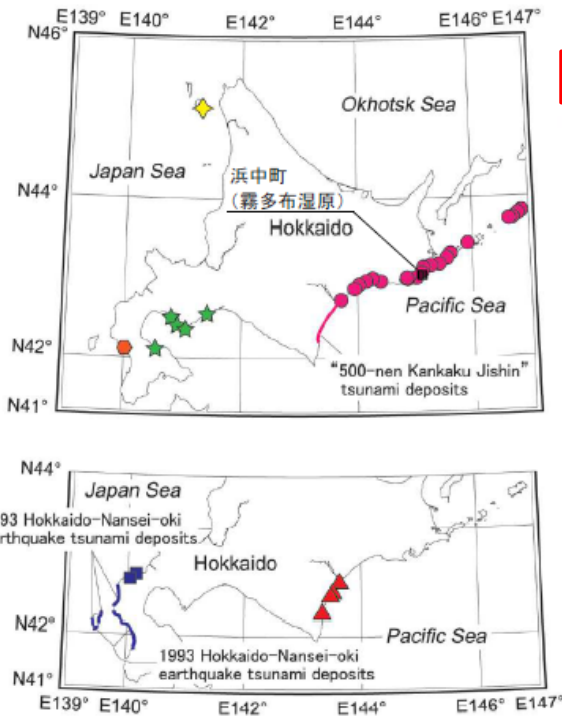
3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (50/128)

広域の津波特性を考慮した特性化モデルの超大すべり域の配置 (3/6)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-53再掲

17世紀に発生した超巨大地震に伴う津波の津波堆積物及び再現モデル (十勝沖・根室沖)

- 17世紀の津波 (500年間隔地震津波) の津波堆積物分布を説明する断層モデルは複数提案されているが, 地震調査研究推進本部 (2017a), 佐竹 (2017) は, 津波堆積物の平面的な分布及び十勝海岸の津波高さを再現する波源モデルは, Ioki and Tanioka (2016) が提案するプレート間地震と津波地震の連動を考慮した波源モデル (T10N5S25モデル) であるとしている。



17世紀に発生した超巨大地震に伴う津波の再現モデル (Ioki and Tanioka (2016) によるT10N5S25モデル) 地震調査研究推進本部 (2017a) に一部加筆

17世紀に発生した超巨大地震に伴う津波の再現モデルの断層パラメータ Ioki and Tanioka (2016)

Table 1
Fault models and their parameters of the 17th century great earthquake.

Fault model	Length (km)	Width (km)	Depth (km)	Strike (deg)	Dip (deg)	Rake (deg)	Slip (m)
T	100	100	14	228	15	90	10
N	200	100	14	228	15	90	5
S	300	30	6.7	228	15	90	0-35

北海道沿岸における津波堆積物の分布 高清水 (2013) に一部加筆

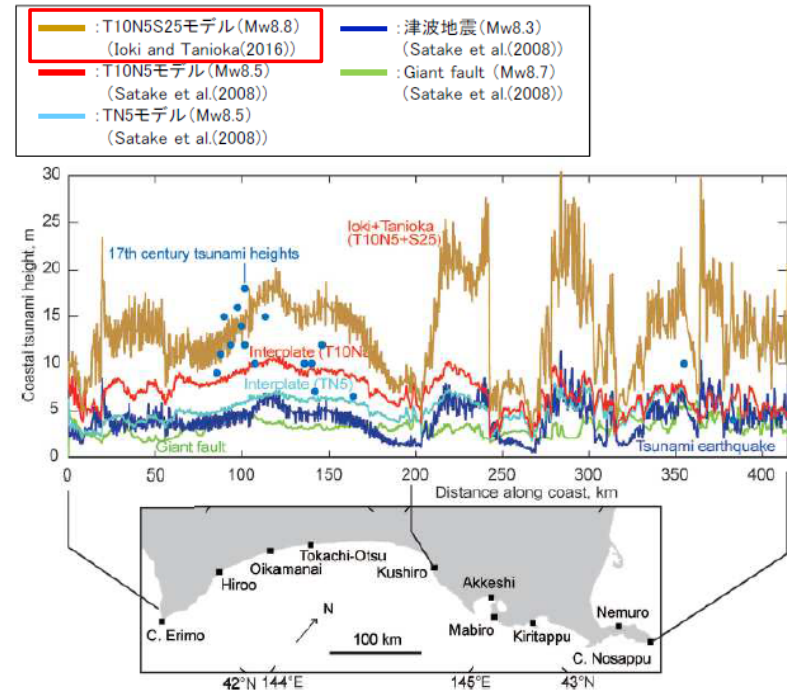


Fig. 12. Tsunami heights along the Pacific coast of Hokkaido (Satake et al. 2008; Ioki and Tanioka, 2016) from combined model of interplate and tsunami earthquakes (brown), giant fault (green), interplate earthquakes (red for T10N5, light blue for TN5) and tsunami earthquake model (dark blue). Coastal tsunami heights by Hirakawa et al. (2000) are also shown.

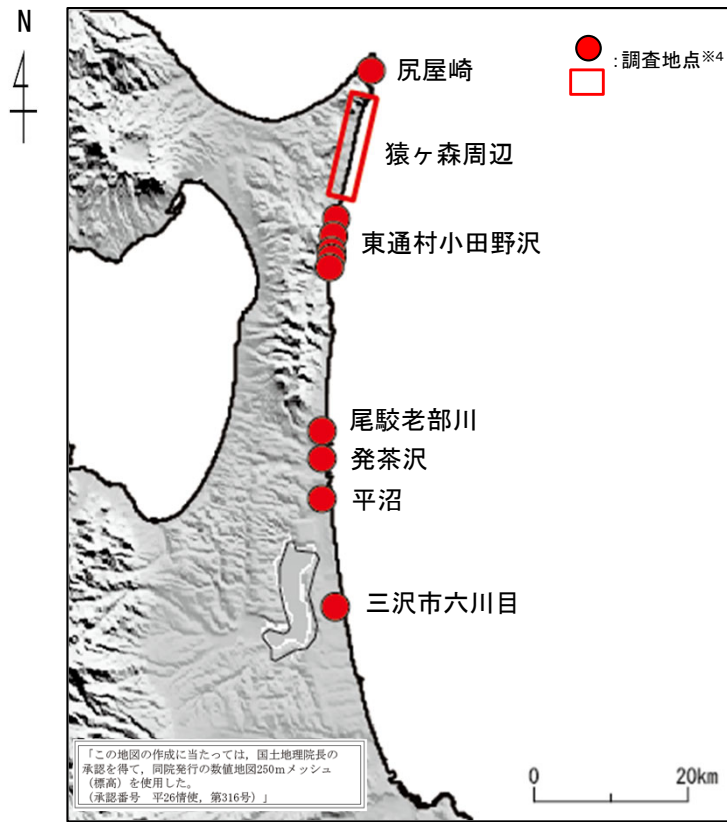
既往再現モデルによる北海道南東部沿岸での津波高さ 佐竹 (2017) に一部加筆

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (51/128)

広域の津波特性を考慮した特性化モデルの超大すべり域の配置 (4/6)

青森県北部太平洋沿岸の津波堆積物 (イベント堆積物)

- 文献調査結果によると、青森県北部太平洋沿岸を対象に実施された津波堆積物調査により、広範囲にわたり、津波起因の可能性のあるイベント堆積物が確認されている。



津波堆積物調査結果 (文献調査)

青森県北部太平洋沿岸で確認された津波起因の可能性のあるイベント堆積物

調査地点		イベント堆積物		
		有無	基底標高(T.P.)	
尻屋崎		有	約8.1m ^{※1}	
猿ヶ森周辺		有	約6.8m～約11.8m ^{※1, 2}	
東通村 小田野沢	小田野沢	有	約4m ^{※3}	
	東京電力敷地内	有	約7.4m ^{※3}	
	東北電力敷地内	A測線	有	約6.1m ^{※3}
		B測線	人工改変	/
		C測線	有	約8.6m ^{※3}
D測線	有	約8.4m ^{※3}		
尾駈老部川		有	約1.9m ^{※3}	
発茶沢		有	約6.2m ^{※3}	
平沼		有	約1.6m ^{※3}	
三沢市六川目		有	約2.5m ^{※3}	

※1: 高橋ほか(2018)によるイベント堆積物の基底標高
 ※2: 猿ヶ森周辺の基底標高の最小値～最大値(6.8m, 7.6m, 7.6m, 11.0m, 11.8m)
 ※3: 東北電力株式会社(2014)によるイベント堆積物の基底標高
 ※4: 調査地点は、東北電力株式会社(2014)及び高橋ほか(2018)から推定して記載

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (52/128)

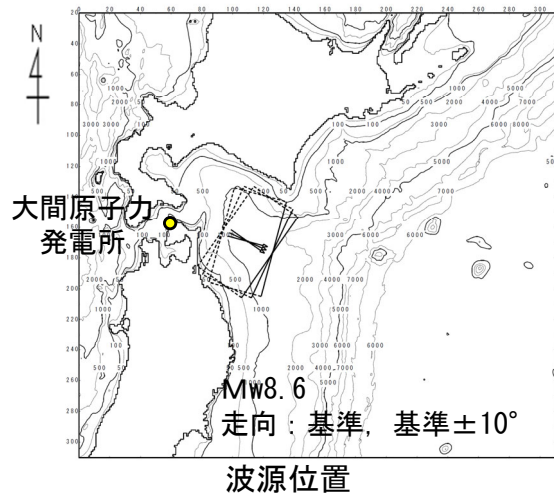
広域の津波特性を考慮した特性化モデルの超大すべり域の配置 (5/6)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-55再掲

青森県北部太平洋沿岸の津波堆積物 (イベント堆積物) を再現する波源モデル

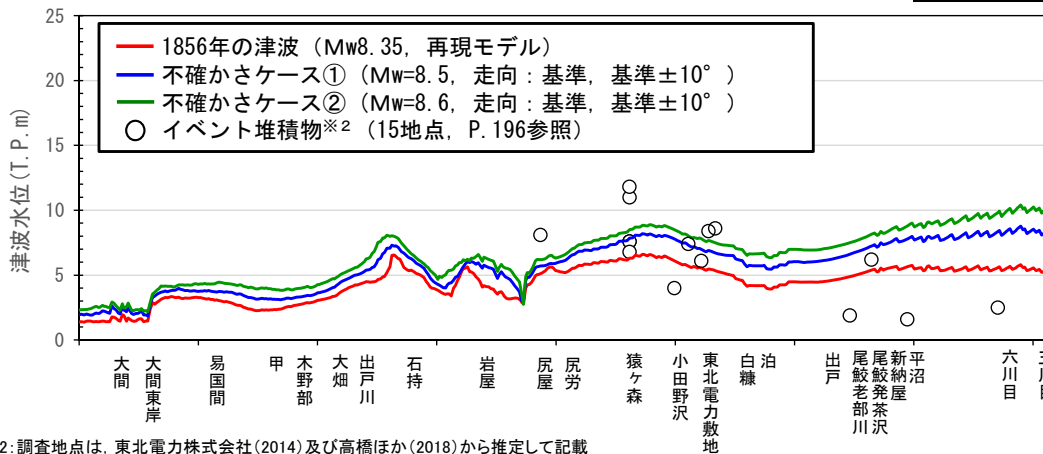
- 三陸沖から根室沖で発生した既往津波のうち津軽海峡沿岸及び敷地に最も影響を及ぼしたと考えられる1856年青森県東方沖津波の再現モデル (Mw8.35) ※¹及び同モデルを基本に地震規模の不確かさを考慮した津波波源モデル (①②) を設定して、 $\pm 10^\circ$ の走向の不確かさを考慮した数値シミュレーションを実施した結果、 K , κ の値から青森県北部太平洋沿岸に分布する津波堆積物 (イベント堆積物) の分布をおおむね再現できることを確認した。

【津波波源モデル】



主な断層パラメータ

断層パラメータ		1856年の津波 【再現モデル】	1856年の津波の不確かさケース ① 【基準】	1856年の津波の不確かさケース ② 【基準】
モントマクニチュート*	Mw	8.35	8.5	8.6
長さ	L (km)	120	143	160
幅	W (km)	70	83	93
走向	θ (°)	205	205	205
断層上縁深さ	d (km)	26	26	26
傾斜角	δ (°)	20	20	20
すべり角	λ (°)	90	90	90
すべり量	D (m)	10.0	11.90	13.35



再現性の確認結果

波源モデル	K	κ	n
1856年の津波の再現モデル	1.00	1.76	15
1856年の津波の不確かさケース① (不確かさを考慮した想定津波群※ ³)	0.78	1.85	
1856年の津波の不確かさケース② (不確かさを考慮した想定津波群※ ³)	0.71	1.88	

K: 幾何平均, κ : 幾何標準偏差, n: イベント堆積物の個数

※2: 調査地点は、東北電力株式会社 (2014) 及び高橋ほか (2018) から推定して記載

※1: 再現モデルの再現性の確認結果は、P.64参照。

※3: 想定津波群の作成方法は、第1023回審査会合 資料1-2 P.12.1-2参照。

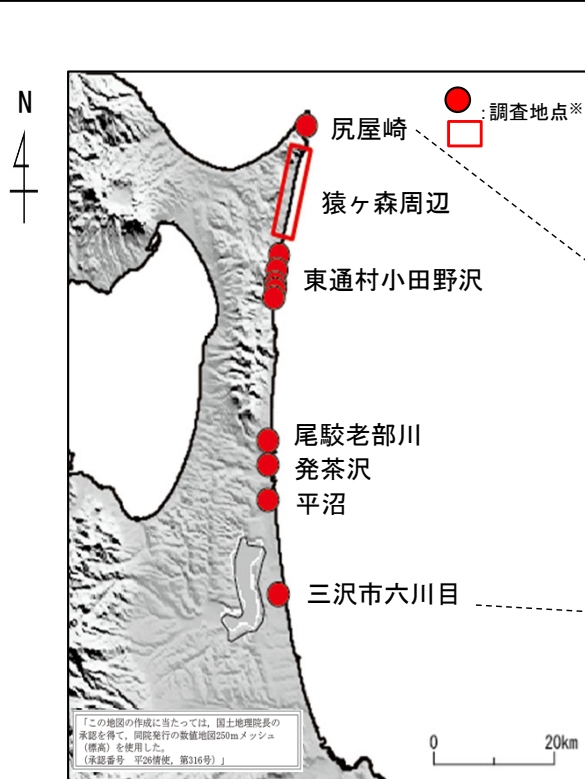
3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (53/128)

広域の津波特性を考慮した特性化モデルの超大すべり域の配置 (6/6)

まとめ

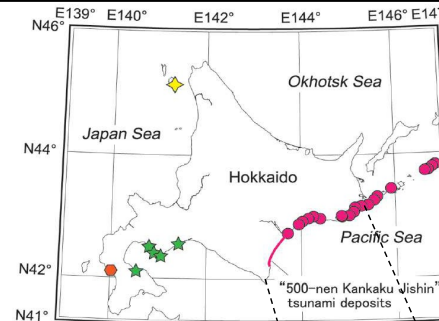
- M9クラスの巨大地震が発生した場合の津波の影響範囲と超大すべり域の配置の関係を整理するため、「3.11地震に伴う津波の影響範囲と超大すべり域位置の関係」、「岩手県沖北部から十勝沖・根室沖で確認されている津波堆積物及びそれを再現する津波波源」に関する知見を収集した。
- 3.11地震に伴う津波は広範囲に影響を及ぼしたが沿岸部の津波高さに大きく寄与したのは、正対する海域の大きなすべりであるとともに、北海道東部沿岸、青森県北部太平洋沿岸の津波堆積物の分布を再現する津波波源は、3.11地震と同様に、正対する海域で発生した津波によるものであることを確認した。

以上から、岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデルの超大すべり域は、青森県東方沖及び岩手県沖北部、十勝沖・根室沖の各領域に配置する。



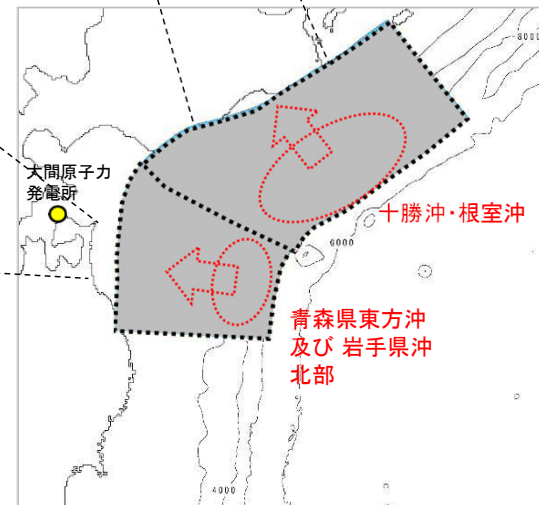
津波堆積物調査結果 (文献調査)

※: 調査地点は、東北電力株式会社(2014)及び高橋ほか(2018)から推定して記載



Legend

北海道東部沿岸における津波堆積物の分布
高清水 (2013) に一部加筆



(余白)

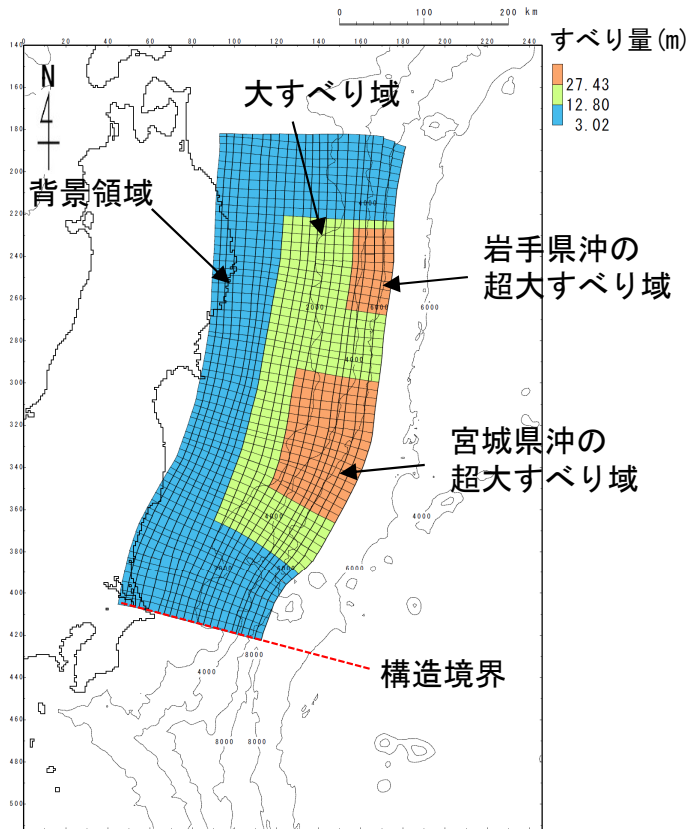
3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (54/128)

広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定 (1/8)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-58再掲

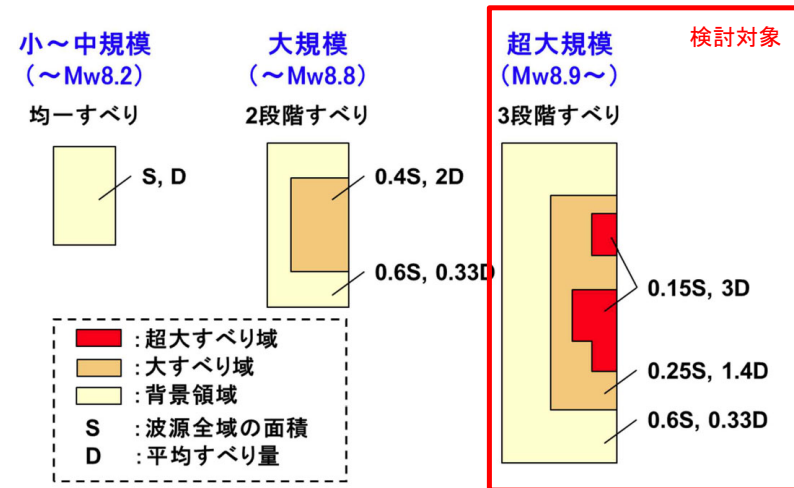
設定方針

- 岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデルは、3.11地震における広域の津波特性（痕跡高）を考慮した特性化モデル※から得られた下記の知見、及び3.11地震における大すべりの発生形態から得られた知見（P.204参照）を反映して設定する。



【3.11地震における広域の津波特性（痕跡高）を考慮した特性化モデルから得られた知見の反映】

- 超大すべり域の位置の設定に反映**
超大すべり域を複数配置することで広域の津波痕跡を再現でき、その位置はアスペリティ、固着等の地震学的・測地学的知見を踏まえて配置する。
- 大すべり域・超大すべり域のすべり量の設定に反映**
杉野ほか（2014）に示されるすべり量比率、面積比率を踏まえて設定する。



微視的波源特性に係る波源領域内の空間的すべり分布の設定方法
杉野ほか（2014）に一部加筆

3.11地震における広域の津波特性を考慮した特性化モデル※

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (55/128)

第1023回審査会合

資料1-1 P.3.2.1-59再掲



広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定 (2/8)

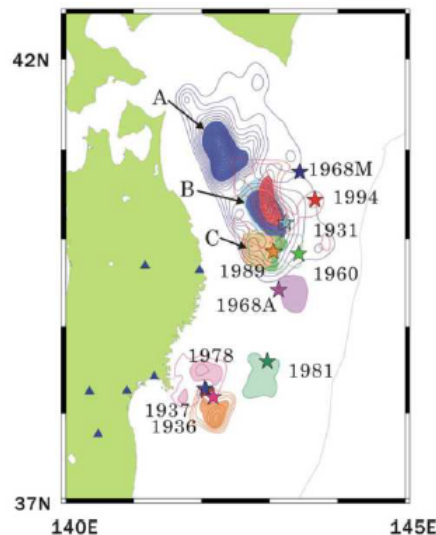
超大すべり域の位置：十勝沖・根室沖，青森県東方沖及び岩手県沖北部におけるアスペリティと地震活動パターン

- 青森県東方沖及び岩手県沖北部について，アスペリティ分布の解析から，アスペリティ（左図：AとB）のうち，1968年の地震と1994年の地震の共通アスペリティBのカップリング率はほぼ100%に近く，個々のアスペリティが単独で動けばM7クラスの地震（=1994年）を，連動するとM8クラスの地震（=1968年）を引き起こすとされている。

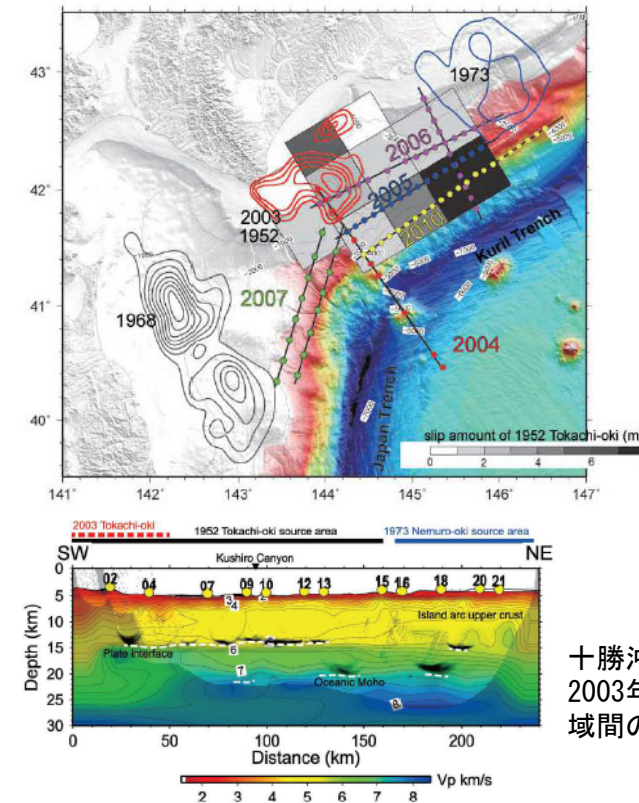
Yamanaka and Kikuchi (2004)，永井ほか (2001) による

- 十勝沖・根室沖について，2003年十勝沖と1973年根室沖の両地震の地震時すべり域，両震源域間の空白域（1952年十勝沖地震震源域）の各領域のP波速度構造から，プレート境界面からの反射波が2003年と1973年のアスペリティ内で観測されず，空白域で強反射が観測されたことから，この領域のすべり様式は，地震時に特定の条件下で十勝沖または根室沖のアスペリティに同期してすべるが，地震間は基本的に単独では地震性すべりを起こさない条件付き安定すべり域である可能性が示唆されるとされている。

Azuma et al. (2012)，東 (2012) による



青森県東方沖及び岩手県沖北部におけるアスペリティの活動パターンと地震規模の関係
Yamanaka and Kikuchi (2004)，永井ほか (2001)



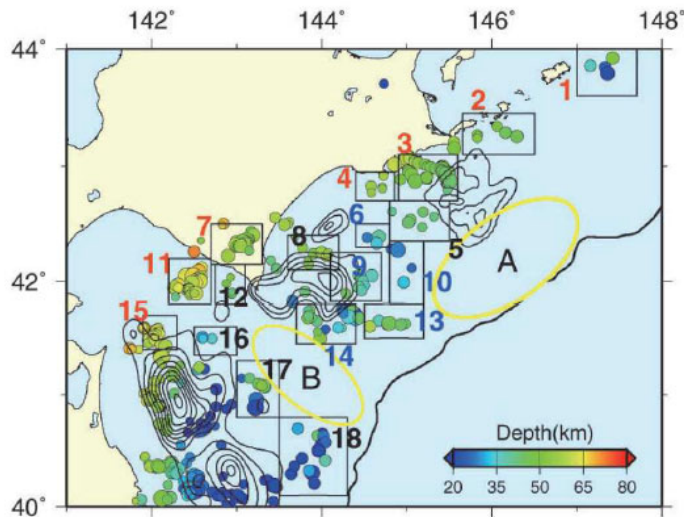
十勝沖・根室沖におけるアスペリティと2003年十勝沖～1973年根室沖の震源域間のP波速度構造 (2010年測線)
東 (2012)

広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定 (3/8)

超大すべり域の位置：十勝沖・根室沖における地震学的見地

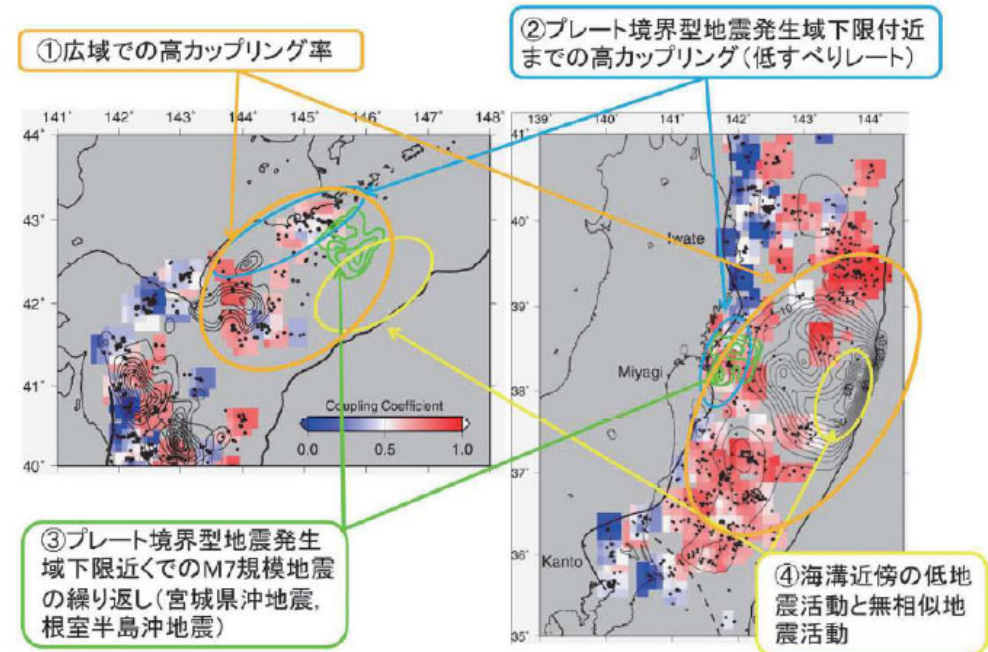
- 小繰り返し地震（相似地震）の活動及びそれから推定されるプレート間地震すべりについて、3.11地震で大きなすべりを生じた宮城県沖における特徴との類似性から、十勝沖・根室沖で巨大地震が発生する可能性があるとされている。

東北大学 (2012) による



第1図. 北海道南東沖の小繰り返し地震グループの分布 (丸印). 丸の色はグループの地震の平均の深さを示す。コンターはYamanaka and Kikuchi (2004) によるM7以上の地震すべり量分布。矩形は第3図で平均の積算すべりを推定した領域を示す。黄色楕円は繰り返し地震活動が低い場所。

東北大学 (2012)



第2図. 北海道南東沖(左)および東北地方東方沖(右)の繰り返し地震分布(黒丸)およびそれにより推定したプレート間カップリング率(カラー)の比較。カップリング率は $0.3^\circ \times 0.3^\circ$ のグリッドごとに、3つ以上の小繰り返し地震グループが存在する場所について推定した。緑および黒のコンターはM7以上の地震すべり量分布。関東地方の沖の破線は、フィリピン海プレートの北東限。

東北大学 (2012)

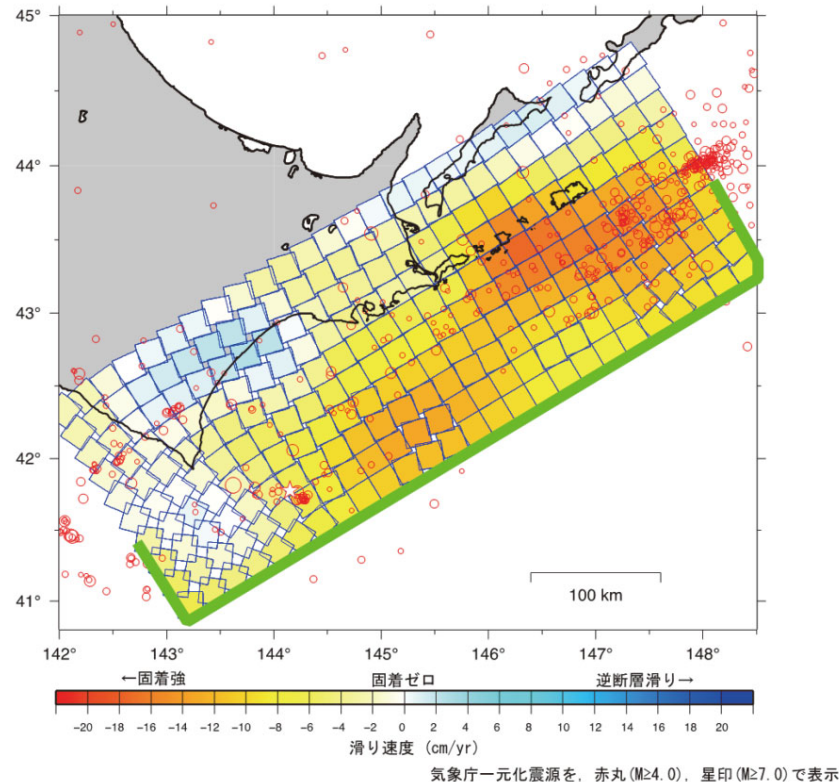
【宮城県沖における特徴】

- 特徴①：大すべり域を中心とする広域で高いカップリング率が推定される。
- 特徴②：プレート境界型地震の発生域下限付近まで高カップリング領域が存在。
- 特徴③：プレート境界型地震の発生域下限付近でのM7クラスの地震（の繰り返し）が存在。
- 特徴④：海溝近傍の低地震活動と低繰り返し地震活動。

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (57/128)

広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定 (4/8)

超大すべり域の位置：十勝沖・根室沖における測地学的見地



すべり欠損分布 (2007年3月~2011年2月)

国土地理院 (2012)

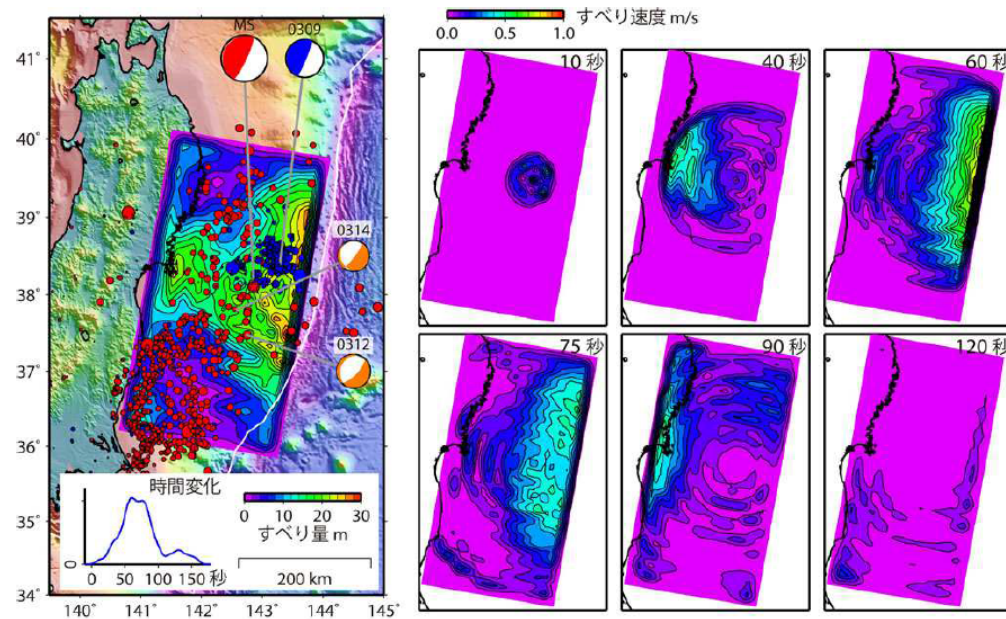
- GNSS連続観測結果による北海道地方の地殻変動から推定される北海道南東沖（十勝沖・根室沖）のすべり欠損速度（固着）の分析結果から、特に十勝沖～釧路沖の海溝寄りと根室沖の陸寄りにすべり欠損の大きな領域が存在している。これより、当該領域の固着は相対的に強く、大きなひずみが蓄積されていると推定される。 国土地理院 (2012) による
- この領域は、500年間隔地震の震源域とほぼ同じと考えられる。

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (58/128)

広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定 (5/8)

3.11地震における大すべりの発生形態に係る知見

- 岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定に反映する3.11地震における大すべりの発生形態に係る知見は以下のとおり。
 - ✓ 超大すべり域のすべり量分布の設定に反映する知見
 - 宮城県沖における浅部領域の大きなすべりの発生要因である深部の破壊を起点としたダイナミックオーバーシュート（下図及び第1023回審査会合 資料1-2 P.3.1-6, P.3.1-7参照）を踏まえた、3.11地震の広域の津波特性を考慮した特性化モデルのうち宮城県沖のすべり量分布
 - 十勝沖・根室沖，青森県東方沖及び岩手県沖北部の地震学的・測地学的知見（アスペリティ，固着等）



（左図）コンター：総すべり量の分布，0309：前震（Mw7.3）のメカニズム，MS：本震のメカニズム，0312及び0314：余震（それぞれMw6.5, Mw6.1）のメカニズム，青点：前震の震央，赤点：余震の震央，グラフ：地震モーメントの放出速度の推移
（右図）すべり速度分布のスナップショット

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (59/128)

広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定 (6/8)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-63再掲

大すべりの発生形態を踏まえた超大すべり域の位置

- 青森県東方沖及び岩手県沖北部で発生している既往地震の震源深さ (約20km) は, 3.11地震時に宮城県沖の浅部領域をオーバーシュートさせた (破壊の起点となった) 震源深さと同程度である。

地震調査研究推進本部 (2012), Yamanaka and Kikuchi (2004) による

- 十勝沖・根室沖における高カップリング領域及び小繰り返し地震 (相似地震) の活動領域は, 3.11地震で大きなすべりを生じた宮城県沖における特徴と類似する。

東北大学 (2012) による

以上から, 3.11地震の広域の津波特性を考慮した特性化モデルにおける宮城県沖の超大すべり域のすべり量分布位置を各領域に設定する。

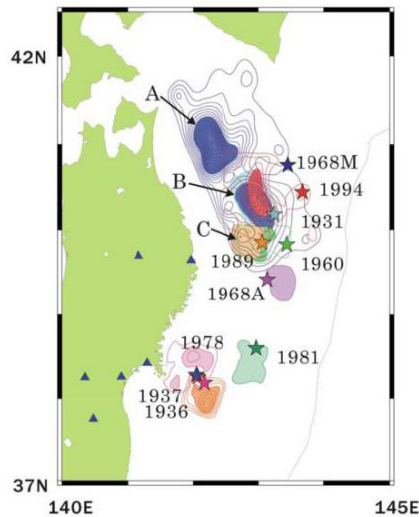
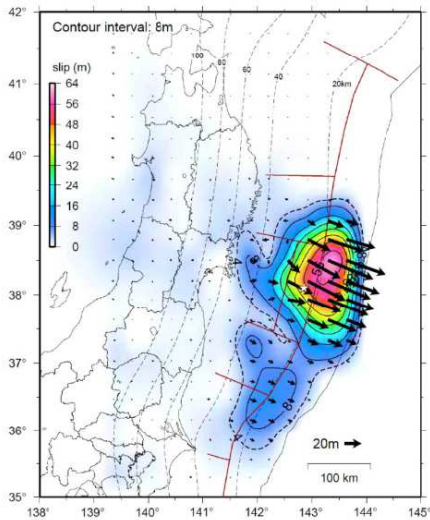
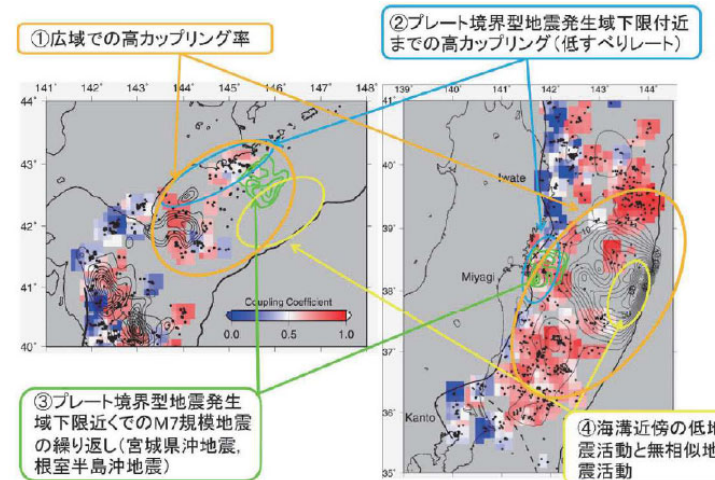


Figure 6. Aspect map along the subduction zone in northeastern Japan. Stars show the main shock epicenters. Contour lines show the moment release distribution. The interval of the contour lines is 0.5 m. Each earthquake is distinguished by color. We painted the area within the value of half the maximum slip as an asperity.

3.11地震時の震源位置とすべり分布 地震調査研究推進本部 (2012)

星印は本震の震央, 点線はプレート境界面の深さ, ベクトル(→)は計算によって求めた地下のプレート境界面上でのすべりを示す。

青森県東方沖及び岩手県沖北部における アスペリティ分布, 既往地震の震源 Yamanaka and Kikuchi (2004)



第2図. 北海道南東沖(左)および東北地方東方沖(右)の繰り返し地震分布(黒丸)およびそれにより推定したプレート間カップリング率(カラー)の比較. カップリング率は $0.3^\circ \times 0.3^\circ$ のグリッドごとに, 3つ以上の小繰り返し地震グループが存在する場所について推定した. 緑および黒のコンターはM7以上の地震すべり量分布. 関東地方の沖の破線は, フィリピン海プレートの北東限。

【宮城県沖における特徴】

- 特徴①: 大すべり域を中心とする広域で高いカップリング率が推定される。
- 特徴②: プレート境界型地震の発生域下限付近まで高カップリング領域が存在。
- 特徴③: プレート境界型地震の発生域下限付近でのM7クラスの地震 (の繰り返し) が存在。
- 特徴④: 海溝近傍の低地震活動と低繰り返し地震活動。

十勝沖・根室沖と宮城県沖のカップリング領域及び地震活動の比較
東北大学 (2012)

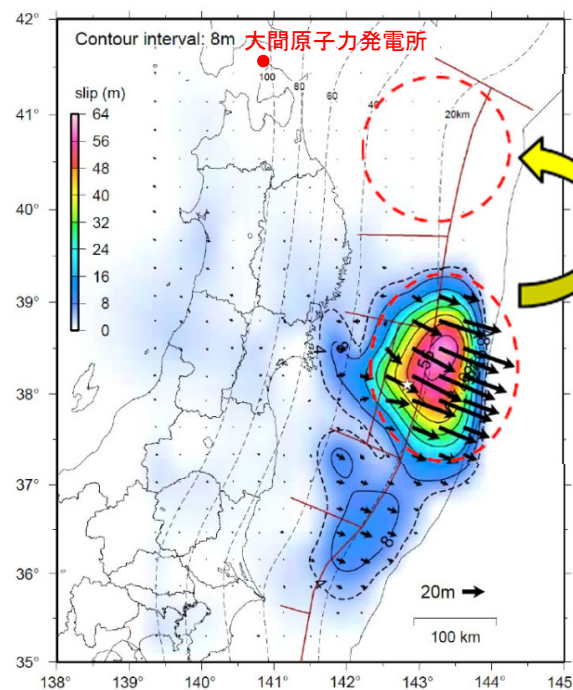
3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（60/128）

広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定（7/8）

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-64再掲

超大すべり域のすべり量：青森県東方沖及び岩手県沖北部

- 青森県東方沖及び岩手県沖北部については、1968年十勝沖地震に伴うすべり量（7m～9m程度）が最大規模と評価される（P.155, P.156参照）。
- しかし、津軽海峡開口部前面とほぼ正対する青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域は、発電所の津波高さに与える影響が大きいことを踏まえ、最新の科学的・技術的知見から想定されるすべりを上回る規模のすべりとして、3.11地震時における宮城県沖のすべりと同規模のすべりを考慮する。



3.11地震における宮城県沖のすべりと同規模のすべり量考慮

星印は本震の震央、点線はプレート境界面の深さ、ベクトル(→)は計算によって求めた地下のプレート境界面上でのすべりを示す。

3.11地震時のすべり分布
地震調査研究推進本部（2012）に一部加筆
大すべり域・超大すべり域の設定（概念）

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (61/128)

広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定 (8/8)

岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の特性化モデル

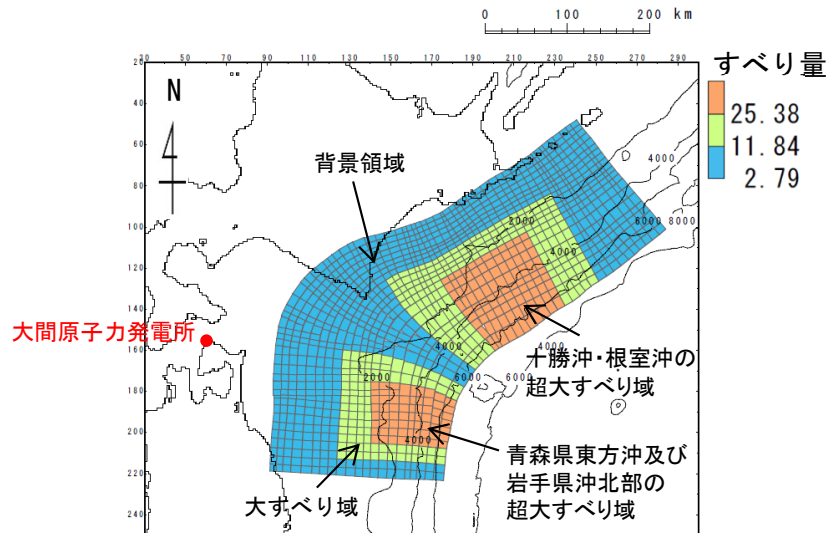
3.11地震における広域の津波特性を考慮した特性化モデル及び3.11地震における大すべりの発生形態から得られた知見を踏まえて、岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデルの大すべり域及び超大すべり域については以下のとおり設定した。

【青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域・超大すべり域】

- ・ 超大すべり域の位置：アスぺリティ分布及び1968年十勝沖地震の震源位置を踏まえて設定。
- ・ 超大すべり域のすべり量：1968年十勝沖地震に伴うすべりが最大規模と評価されるが、津軽海峡開口部前面の超大すべり域は発電所の津波高さに与える影響が大きいことを踏まえ、保守的に3.11地震時における宮城県沖と同規模のすべりを考慮。すべり量は杉野ほか(2014)を踏まえて設定。
- ・ 超大すべり域のすべり量分布：3.11地震の震源深さとの類似性を考慮し、3.11地震の広域の津波特性を考慮した特性化モデルの宮城県沖の超大すべり域のすべり量分布を参考に設定。
- ・ 大すべり域・超大すべり域の面積：青森県東方沖及び岩手県沖北部の断層面積を基に、杉野ほか(2014)に示される面積比率を踏まえて設定。

【十勝沖・根室沖の大すべり域・超大すべり域】

- ・ 超大すべり域の位置：地震学的、測地学的知見を踏まえて設定。
- ・ 超大すべり域のすべり量：すべり量は杉野ほか(2014)を踏まえて設定。500年間隔地震を再現するモデルのすべり量と同等であることを確認(P.160参照)。
- ・ 超大すべり域のすべり量分布：宮城県沖の高カップリング領域及び小繰り返し地震(相似地震)の活動領域との類似性を考慮し、3.11地震の広域の津波特性を考慮した特性化モデルの宮城県沖の超大すべり域のすべり量分布を参考に設定。
- ・ 大すべり域・超大すべり域の面積：十勝沖から根室沖の断層面積を基に、杉野ほか(2014)に示される面積比率を踏まえて設定。



岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデル

		岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデル【モデル化後の値】	備考【設計値】
モーメントマグニチュード [*] Mw		9.06	9.05
面積 S (km ²)		110,472	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)		3.27	3.1
剛性率 μ (N/m ²)		5.0×10^{10}	—
地震モーメント Mo (N・m)		4.93×10^{22}	4.67×10^{22}
平均すべり量 D (m)		8.93	8.46
すべり量	基本すべり域(m) (面積及び面積比率)	2.79 (64,419km ² , 58.3%)	2.79 (66,283km ² , 60%)
	大すべり域(m) (面積及び面積比率)	11.84 (26,782km ² , 24.2%)	11.84 (27,618km ² , 25%)
	超大すべり域(m) (面積及び面積比率)	25.38 (19,271km ² , 17.5%)	25.38 (16,571km ² , 15%)
ライズタイム τ (s)		60	—

基準波源モデル策定の手順及び考え方

世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見 (3.11地震含む)

3.11地震における広域の津波特性を考慮した特性化モデルのすべり量・面積比

杉野ほか (2014) の知見 (P.200参照)

- 背景領域: 平均すべり量の0.33倍, 全体面積の60%程度
- 大すべり域: 平均すべり量の1.4倍, 全体面積の25%程度
- 超大すべり域: 平均すべり量の3倍, 全体面積の15%程度

知見を反映

3.11地震の広域の津波特性を再現できることを確認 (P.200参照)

内閣府 (2012) の知見

- 大すべり域: 平均すべり量の2倍, 全体面積の20%程度 (超大すべり域を含む)
- 超大すべり域: 平均すべり量の4倍, 全体面積の5%程度

3.11地震における宮城県沖の破壊特性を再現したモデル

知見を反映

3.11地震における破壊特性を再現できることを確認 (P.225参照)

3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルのすべり量・面積比

M9クラス地震の知見を分析・検討し, 背景領域, 大すべり域及び超大すべり域のすべり量を1:2:4となるような特性化を検討 (P.225参照)

- 背景領域: 基本すべり量, 全体面積の80%程度
- 大すべり域: 基本すべり量の2倍, 全体面積の20%程度 (超大すべり域を含む)
- 超大すべり域: 基本すべり量の4倍, 全体面積の5%程度

テクニクスの背景・地震学的見地に基づくモデル

3.11津波の知見を反映 (広域津波痕跡高の再現性を考慮)

3.11地震・津波の知見を反映

3.11地震・津波の知見を反映 (沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮)

3.11地震・津波の知見を反映 (津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮)

- 日本海溝と千島海溝の島弧会合部を跨がないように, 大すべり域, 超大すべり域を配置
- 三陸沖から根室沖にはM9クラスの地震・津波の痕跡がないため, 3.11地震における広域の津波痕跡高を再現したモデル (P.200参照) のすべり領域の配置を参照

岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデル

- 十勝沖から択捉島沖に, 「岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデル」の設定の考え方を反映して配置
- 色丹島沖及び択捉島沖の超大すべり域及び大すべり域は敷地に近い西端に設定

十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデル※3

- 日本海溝と千島海溝の島弧会合部を跨がないように**大すべり域・超大すべり域**を配置
- 三陸沖から根室沖にはM9クラスの地震・津波の痕跡がないため, 3.11地震における破壊特性を再現したモデル (P.225参照) のすべり領域の配置を参照

3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル

- 十勝沖から択捉島沖に, 「3.11地震における宮城県沖の破壊特性を参考に設定した特性化モデル」の設定の考え方を反映して配置
- 十勝沖・根室沖の超大すべり域は, 十勝沖・根室沖の地質学的, 測地学的知見を踏まえて設定

十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の破壊特性を考慮した特性化モデル※4

- 津軽海峡内の津波挙動への影響を考慮して大すべり域等を津軽海峡前面に配置
- 3.11地震で浅部海溝軸沿いにも大きなすべりが観測されたこと及び大間専用港湾では短周期の波で顕著な水位増幅特性が認められることを考慮し, 津波工学的観点から超大すべり域を海溝軸沿い浅部のみに配置
→比較的短周期の波が卓越するため, 津軽海峡内の反射等による津波挙動の特徴や, 専用港湾における水位増幅特性が現れやすい配置。 (P.260, 「第1023回審査会合資料1-2 4-4-3. 基準波源モデル⑤⑥と基準波源モデル①~④の関連性」参照)

分岐断層・海底地すべりの考慮

島弧会合部に大すべり域を配置

基準波源モデル①

※3: 左記モデルと左記の簡素敷地の訂正沿いにおいては最大水位上昇量が小さいもの, 取水ロススクリーン室前においては最大水位上昇量が大いいため, 影響検討用の波源域として扱う

基準波源モデル②

配置は同様に設定

基準波源モデル③

すべり量割り増し

※4: 敷地への影響が小さいので, 左記モデルで代表させる

基準波源モデル④

すべり量割り増し

基準波源モデル⑤

概略パラスタ※1

概略パラスタ※1

概略パラスタ※1

概略パラスタ※1

概略パラスタ※1

津軽海峡開口部付近の太平洋沿岸において, 各基準波源モデルの計算津波高と既往津波高等とを比較

概略パラスタ最大ケース ⇒ 基準波源モデル (再定義)

詳細パラスタ※2

詳細パラスタ※2

特性化モデル

すべり量・面積比設定

3.11地震を踏まえた更なる保守性考慮

概略

パラスタ

詳細

注: 津軽海峡の津波特性を念頭に3.11地震・津波の知見を反映したモデル (基準波源モデル⑤⑥) と3.11地震・津波の知見を反映したモデル (基準波源モデル①~④) との関連性については, 「第1023回審査会合資料1-2 4-4-3. 基準波源モデル⑤⑥と基準波源モデル①~④の関連性」参照。

基準津波の策定

設定した波源モデルによる計算津波高が津軽海峡沿岸の既往津波高等を上回っていることを確認

※1: 大すべり域・超大すべり域の位置を南北約10km単位で移動
※2: 波源特性 (破壊開始点, 破壊伝播速度, ライズタイム) の不確かさの考慮

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（63/128）

基準波源モデル①：（1/15）

基本方針

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-67再掲

- 基準波源モデル①は、「岩手県沖北部から十勝沖・根室沖」を対象として広域の津波特性を考慮した特性化モデルに対し保守性を考慮して設定することを基本とする。（P.210～P.223）

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（64/128）

基準波源モデル①：（2/15）

設定方針

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-68再掲

- 3.11地震時に大きなすべりが生じた宮城県沖のテクトニクスの背景及び地震学的知見等から、大きなすべりが生じる構造的特徴を整理し(P.211～P.215)，日本海溝・千島海溝島弧会合部のテクトニクスの背景等の類似性及び地震学的見地から、同領域で3.11地震時で見られた大きなすべりが発生する可能性を検討する(P.216～P.221)。
- 上記検討から得られた知見を踏まえ、岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデルに保守性を考慮した基準波源モデル①を設定する。

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (65/128)

基準波源モデル① (3/15) : 大きなすべりが生じる構造的特徴 (1/5)

付加体の幅

- 3.11地震ではプレート境界浅部でもすべりが発生したことに着目し、地震探査で得られた宮城県沖の地震波速度構造を模した沈み込みプレート境界モデルを用いた2次元動的破壊シミュレーションを実施して、付加体の幅の違いがプレート境界浅部のすべり量に与える影響を検討し、付加体の幅が小さいほどプレート境界浅部のすべり量が増大する傾向があるとされている。 Kozdon and Dunham (2013) による
- 日本海溝の沈み込み帯におけるマルチチャンネル反射法地震探査結果から、3.11地震で大きなすべりが発生した宮城県沖における付加体 (P波速度: 3~4km/s以下の領域) の幅は、他領域と比べて狭いとされている。 Tsuru et al. (2002) による

以上から、付加体の幅が狭いほど大きなすべりが発生すると考えられる。

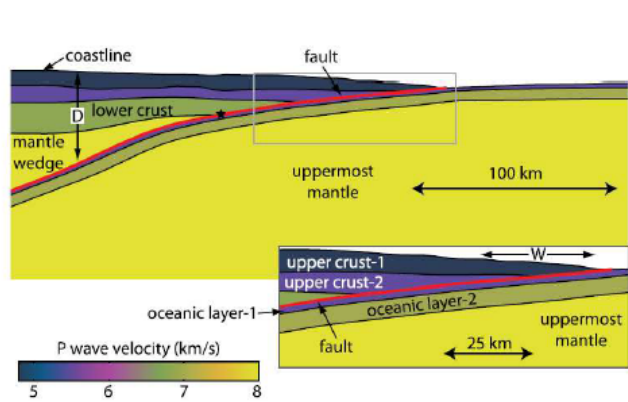


Figure 2. (a) P-wave velocity structure for the dynamic rupture simulations (no vertical exaggeration). The geometry and piecewise constant material properties are derived from Miura et al. (2001, 2005). The velocity-weakening region ($b - a > 0$) starts updip at horizontal distance W from the trench and ends downdip at depth D below sea level. The nucleation location for all simulations is indicated with the black star. The inset shows the velocity structure near the trench axis, where the dip angle is 6° from horizontal and 7° from the seafloor.

宮城県沖のプレート境界モデル
(2次元動的破壊シミュレーションモデル)
Kozdon and Dunham (2013)

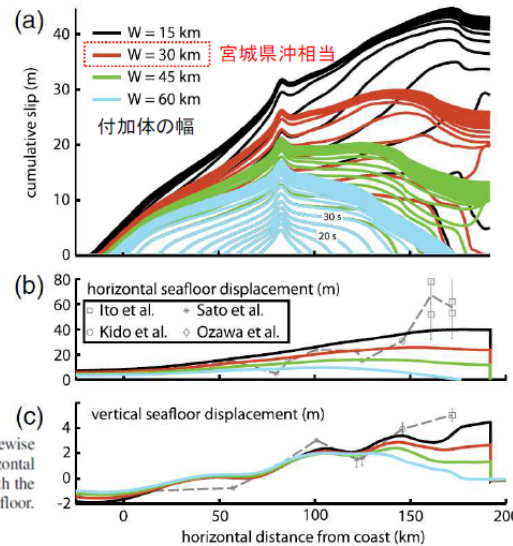


Figure 11. (a) Influence of horizontal extent W of shallow velocity-strengthening region on cumulative slip (plotted every 5 s). Shown for maximum effective normal stress $\bar{\sigma}_{max} = 40$ MPa and seismogenic depth $D = 45$ km. (b) Horizontal and (c) vertical seafloor displacement compared with various observations (dashed line). The color version of this figure is available only in the electronic edition.

動的破壊シミュレーションによる付加体の幅と断層すべり量、水平・上下変位の関係
Kozdon and Dunham (2013) に一部加筆

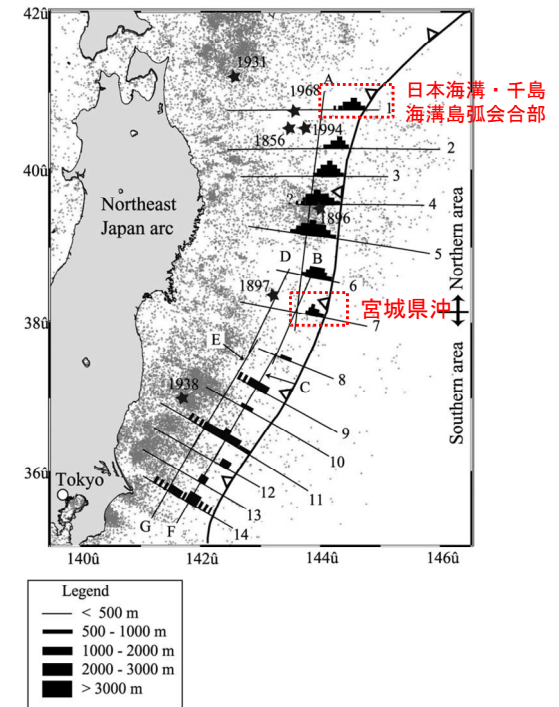


Figure 17. Map view of the low velocity sedimentary units observed on MCS sections in the Japan Trench margin. Small dots represent background seismicity taken from JMA (Japan Meteorological Agency) HypoCatalog.

日本海溝沿いにおける付加体 (低速度堆積物) の分布
Tsuru et al. (2002) に一部加筆

基準波源モデル① (4/15) : 大きなすべりが生じる構造的特徴 (2/5)

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-70再掲

海溝軸付近における島弧地殻の地震波速度

- 地震波トモグラフィの結果から、3.11地震で大きなすべりが発生した宮城県沖に顕著な高速度域があることを確認し、海溝軸付近に比較的高速度域の島弧地殻が分布することと3.11地震の大きなすべりには関連があるとされている。

Liu and Zhao (2018) による

以上から、海溝軸付近に比較的高速度域の島弧地殻が分布する箇所で大きなすべりが発生すると考えられる。

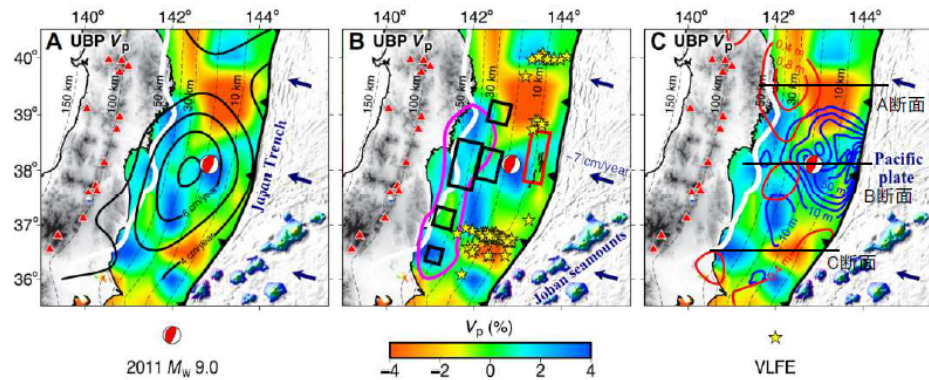


Fig. 4. V_p tomography and characteristics of the 2011 Tohoku-oki earthquake. The colors in (A) to (C) show V_p tomography along the UBP obtained by this study. Black bold contour lines in (A) denote the back-slip rate (5). In (B), the yellow stars mark epicenters of very low frequency earthquakes (VLFs) (24); the red rectangle denotes a slow slip event (22) preceding the 2011 Tohoku-oki earthquake; the black rectangles show locations of coseismic strong ground motions (39); the magenta contour line marks the site of coseismic high-frequency P-wave radiation with a relatively low seismic moment during the 2011 Tohoku-oki earthquake (40); and the black short lines near the trench indicate seafloor traces of normal faults (34). The blue and red contour lines in (C) denote the coseismic slip (7) and the afterslip (43), respectively. The other labeling is the same as that in Fig. 2.

P波速度分布と3.11地震のすべり量分布等との関係
Liu and Zhao (2018) に一部加筆

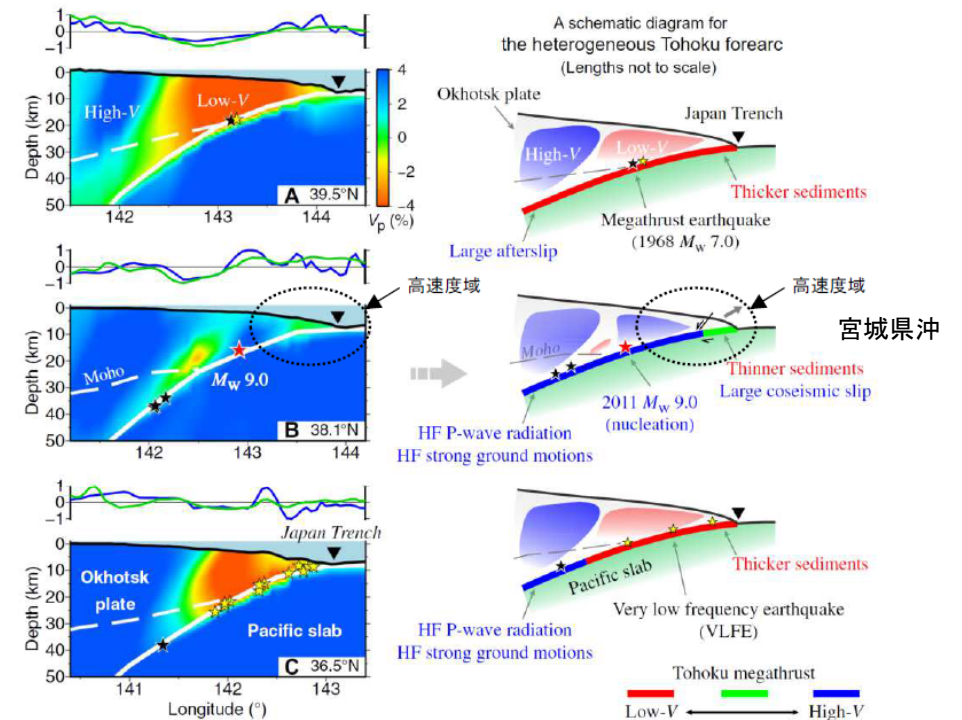


Fig. 5. Vertical cross sections of V_p tomography (left) and corresponding cartoons (right). The east-west vertical cross sections are along the three profiles shown in Fig. 1C. The normalized residual topography (blue line) and gravity (green line) along each profile are shown atop each cross section. The red and blue colors in (A) to (C) denote low and high V_p perturbations, respectively, whose scale is shown beside (A). The white bold and dashed lines in (A) to (C) denote the UBP and the forearc Moho, respectively. The red star denotes the mainshock hypocenter of the 2011 Tohoku-oki earthquake (M_w 9.0). The black and yellow stars indicate other megathrust earthquakes (M_w 7.0 to 8.0) during 1917 to 2017 and the VLFs (24) within a 40-km width of each profile, respectively. Note that the hypocenters of the VLFs and the megathrust earthquakes are set on the UBP, because their accurate focal depths are unclear for most of them. The reverse triangle denotes the Japan Trench axis. HF, high frequency. In the right panels, the red, green, and blue lines denote low-, normal-, and high- V_p anomalies atop the subducting Pacific plate, respectively, according to the tomographic results of this study. The gray dashed line denotes the forearc Moho.

プレート境界におけるP波速度分布とそのイメージ
Liu and Zhao (2018) に一部加筆

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (67/128)

基準波源モデル① (5/15) : 大きなすべりが生じる構造的特徴 (3/5)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-71再掲

プレート境界の構造的特徴

- 機器観測された全ての巨大地震は、滑らかな地形が沈み込む海域で発生し、起伏の激しい地形を伴うプレート境界ではクリープしており、超巨大地震は発生していないとされている。
- また、沈み込む海山は、起伏の激しい地形の典型例であり、海山が沈み込む領域では中小規模の地震を伴うが、大地震を発生する証拠は得られておらず、3.11地震の破壊の南側の停止は、フィリピン海プレートが下盤となる位置ではなく、海山が沈み込む領域で生じたとされている。
Wang and Bilek (2014) による

以上から、プレート境界が滑らかな形状を呈する沈み込む海域で大きなすべりが発生すると考えられる。

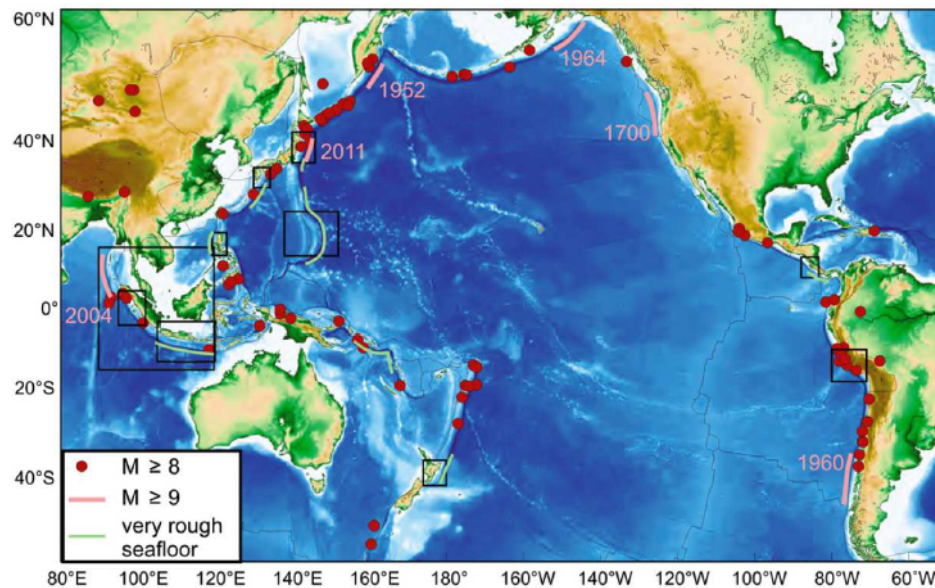


Fig. 1. World map showing general lack of correlation between rugged subducting seafloor and great megathrust earthquakes and showing locations of map areas of Fig. 2 through 10 at 14. Rupture extents of giant ($M_w \geq 9$) events are indicated with pink lines. Epicentre locations of other great ($M_w \geq 8$) events are from the USGS/NOAA catalogue for the time period 1903–2012.

起伏の激しい海底と巨大地震の発生位置の分布
Wang and Bilek (2014)

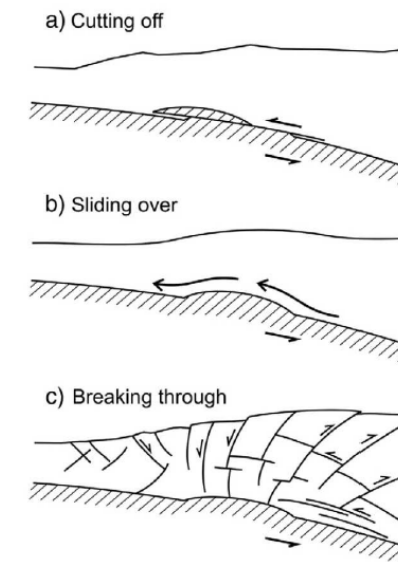


Fig. 11. Scenarios of seamount subduction seen in the literature. (a) "Cutting off": The top part of or the entire seamount is sheared off. (b) "Sliding over": The upper plate frictionally slides over the seamount without severe internal damage. (c) "Breaking through": The seamount forces its way through by severely damaging its surrounding and itself (modified from Wang and Bilek (2011)). We consider (a) unlikely and (b) mechanically impossible. Scenario (c) is supported by field observations and sandbox experiments.

沈み込む海山とプレート境界上盤のシナリオ
Wang and Bilek (2014)

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (68/128)

基準波源モデル① (6/15) : 大きなすべりが生じる構造的特徴 (4/5)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-72再掲

スロー地震活動域

- 防災科学技術研究所のS-netによる地震記録や、その他の地震学的及び測地学的な観測記録を使用して、日本海溝沿いで発生している地震現象（テクトニック微動，超低周波地震，スロースリップ，群発地震，小繰り返し地震）の空間分布から、スロー地震多発域（三陸沖北部，茨城県沖）と3.11地震の破壊が停止した領域が一致する一方で，3.11地震で大きなすべりが生じた宮城県沖のスロー地震活動は低調であったとされている。
- また，スロー地震が多発している茨城県沖は，沈み込む海山等の不均質な地質構造に対応していることから，同領域は周囲との摩擦特性が異なり，2012年にコスタリカで発生した地震（Mw7.6）や2016年にエクアドルで発生した地震（Mw7.8）のように，地震の破壊を妨げる領域の可能性があるとされている。
Nishikawa et al. (2019) による

以上から，スロー地震が低調である箇所で大きなすべりが発生すると考えられる。

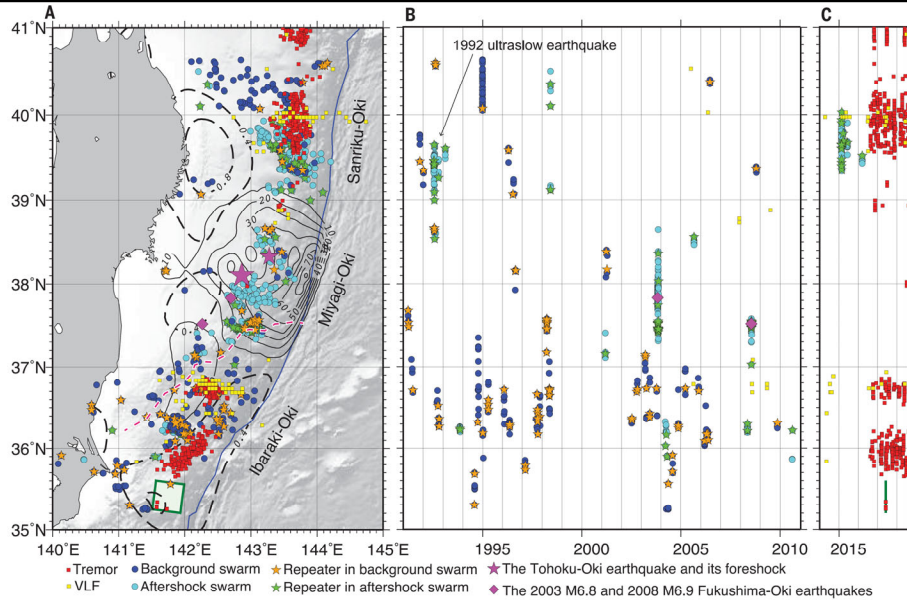


Fig. 3. Slow earthquake activity in the Japan Trench. (A) Epicenters of the tectonic tremors, VLFs, and earthquake swarms containing repeaters. Red squares indicate tremors with a duration of 80 s or longer. Yellow squares denote VLFs. Blue circles represent events of background swarms containing repeaters (orange stars). Cyan circles are events of aftershock swarms containing repeaters (green stars). The green square denotes the June 2017 SSE. Magenta diamonds indicate the 2003 M 6.8 and 2008 M 6.9 Fukushima-Oki earthquakes. Magenta large stars denote the epicenters of the Tohoku-Oki earthquake and its largest foreshock (M_w 7.3). The solid and dashed black contours indicate the coseismic slip (17) and afterslip (20) distributions of the Tohoku-Oki earthquake at 10-m and 0.4-m intervals, respectively. The magenta dashed line indicates the forearc segment boundary (24). (B and C) Space-time distributions of the tectonic tremors, VLFs, and earthquake swarms containing repeaters during the 1991–2010 and 2014–2018 time periods, respectively.

日本海溝におけるスロー地震活動
Nishikawa et al. (2019)

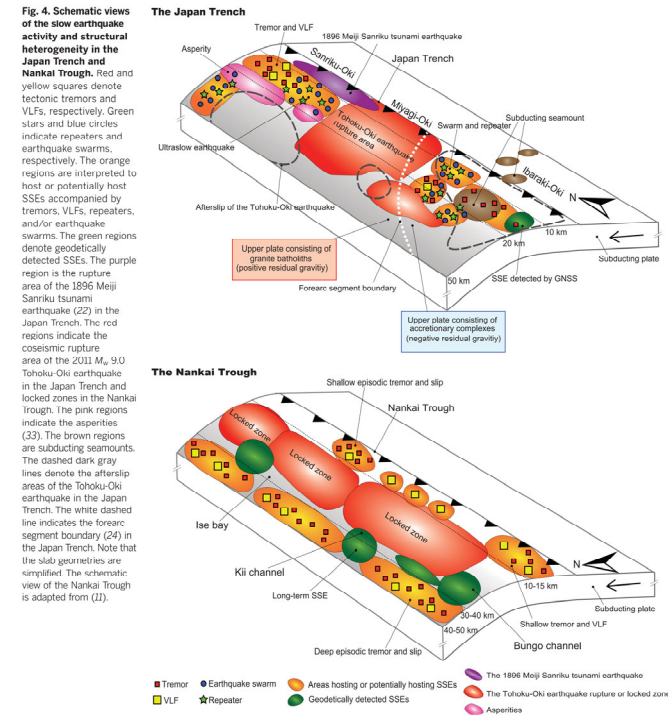


Fig. 4. Schematic views of the slow earthquake activity and structural heterogeneity in the Japan Trench and Nankai Trough. Red and yellow squares denote tectonic tremors and VLFs, respectively. Green stars and blue circles indicate repeaters and earthquake swarms, respectively. The orange regions are interpreted to host or potentially host SSEs accompanied by tremors, VLFs, repeaters, and/or earthquake swarms. The green regions denote geodetically detected SSEs. The purple region is the rupture area of the 1896 Meiji Sanriku tsunami earthquake (22) in the Japan Trench. The red regions indicate the coseismic rupture area of the 2011 M_w 9.0 Tohoku-Oki earthquake in the Japan Trench and locked zones in the Nankai trough. The pink regions indicate the asperities (33). The brown regions are subducting seamounts. The dashed dark gray lines denote the afterslip areas of the Tohoku-Oki earthquake in the Japan Trench. The white dashed line indicates the forearc segment boundary (24) in the Japan Trench. Note that the slat geometries are simplified. The schematic view of the Nankai Trough is adapted from (11).

日本海溝および南海トラフにおけるスロー地震活動と構造的不均質性の関係 (概略図)
Nishikawa et al. (2019)

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（69/128）

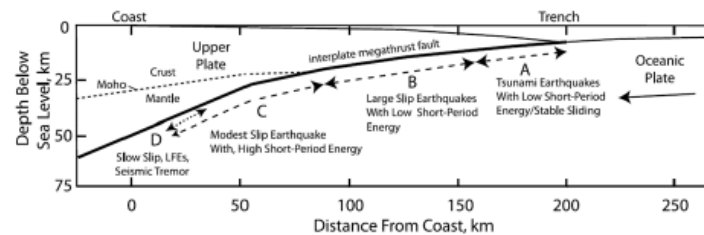
基準波源モデル①（7/15）：大きなすべりが生じる構造的特徴（5/5）

第1023回審査会合

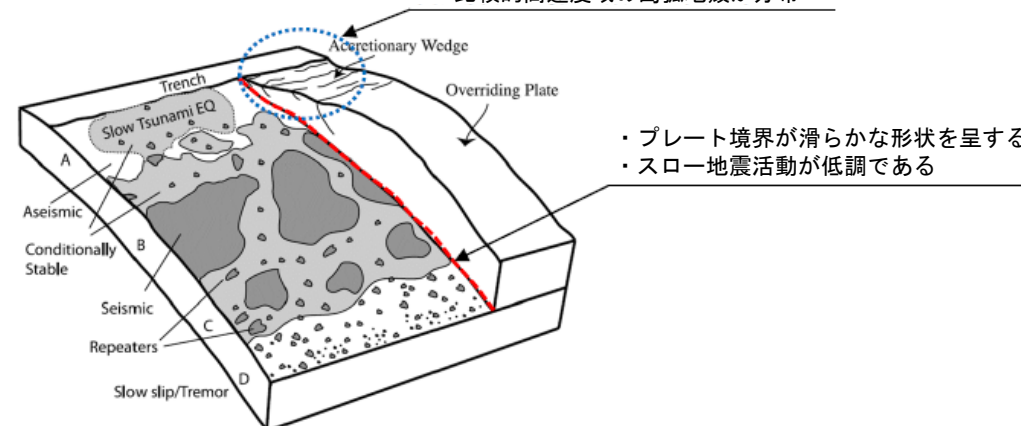
資料1-1 P. 3. 2. 1-73再掲

まとめ

- 3.11地震時に大きなすべりが生じた宮城県沖のテクトニクスの背景及び地震学的見地等から、大きなすべりが生じるプレート境界は以下の構造的特徴を有するものと考えられる。
 - ✓ 付加体の幅が狭い。（P. 211）
 - ✓ 海溝軸付近には比較的高速度域の島弧地殻が分布する。（P. 212）
 - ✓ プレート境界が滑らかな形状を呈する。（P. 213）
 - ✓ スロー地震活動が低調である。（P. 214）



- ・付加体の幅が狭い
- ・比較的高速度域の島弧地殻が分布



- ・プレート境界が滑らかな形状を呈する
- ・スロー地震活動が低調である

大きなすべりを発生させるプレート境界の構造的特徴※

※：Lay et al. (2012) によるプレート境界の領域区分図を引用

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (70/128)

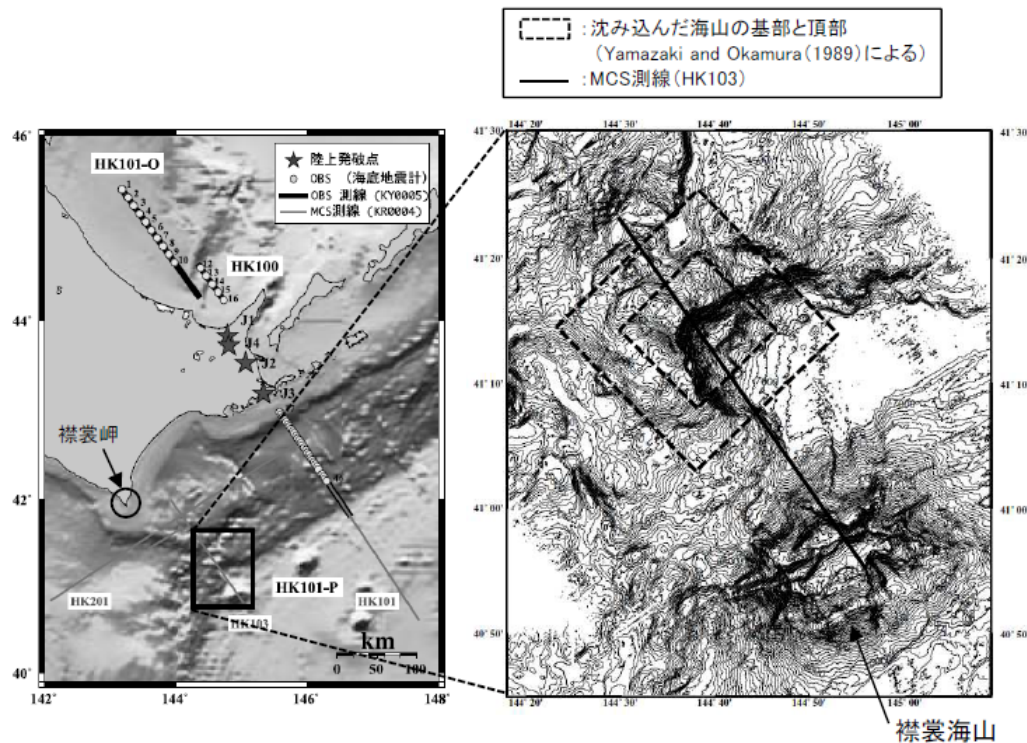


基準波源モデル① (8/15) : 日本海溝・千島海溝島弧会合部における大きなすべりの発生可能性 (1/6)

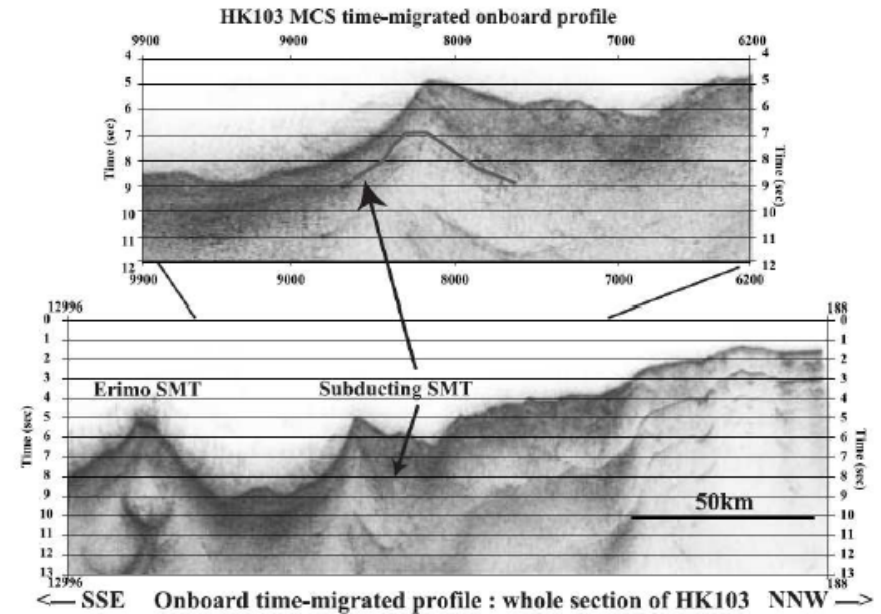
襟裳岬沖の沈み込む海山

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-74再掲

- 襟裳岬沖の海溝軸海側には襟裳海山が存在し、その陸側斜面下には、地磁気異常から沈み込んだ海山が存在するとされている。
Yamazaki and Okamura (1989) による
- 襟裳海山周辺を対象としたマルチチャンネル反射法探査、海底地形精査・地磁気・重力異常探査を実施し、海底地形図（下：中央図）、襟裳海山及び沈み込む海山直上を北西-南東に横切るMCS処理記録（下：右図）から、沈み込む海山を明瞭にイメージされている。
木戸ほか (2002) による



沈み込んだ海山付近の海底地形
木戸ほか (2002) に一部加筆



襟裳海山及び沈み込む海山直上のプロファイル
(MCS処理記録 (測線: HK103))
木戸ほか (2002)

基準波源モデル① (9/15) : 日本海溝・千島海溝島弧会合部における大きなすべりの発生可能性 (2/6)

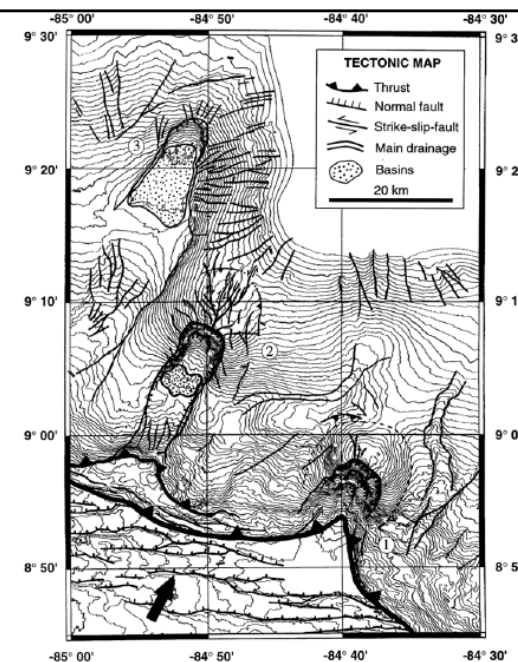
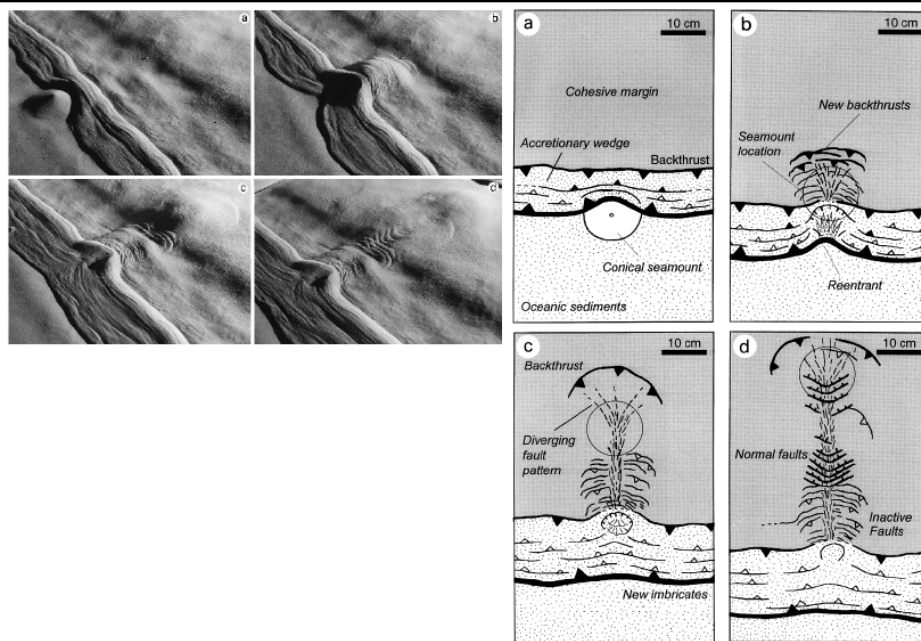
沈み込む海山と上盤プレートの相互作用

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-75再掲

• Dominguez et al. (1998) は、海山の沈み込みによる陸側斜面の構造的特徴について、海山の沈み込みを模した砂箱実験とコスタリカ沖中米海溝陸側斜面の実地形との比較から、次のとおり整理している。

- ✓ 沈み込んでいく海山の前面には、海側に傾斜するバックスラストが形成され、海山の進行とともに新たに陸側に形成されるとともに、沈み込んでいる海山の頂上付近から陸側のバックスラストへ発散していく横ずれ断層のネットワークが形成される。
- ✓ 海山が完全に沈み込み、海山の海側で再び付加体が形成され始め、沈み込む堆積物の底付けが行われるようになると、海山の海側には陸側に傾斜する正断層群が形成される。

前頁及び以上から、日本海溝・千島海溝島弧会合部付近には襟裳岬沖に沈み込む海山が存在し、この海側で付加帯が形成されると考えられる。



砂箱を用いた実験に基づく沈み込む海山による陸側斜面の変形構造 (左: 実験, 右: 模式図)
Dominguez et al. (1998)

コスタリカ沖の海底地形図 (○数字: 沈み込む海山位置)
Dominguez et al. (1998)

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (72/128)

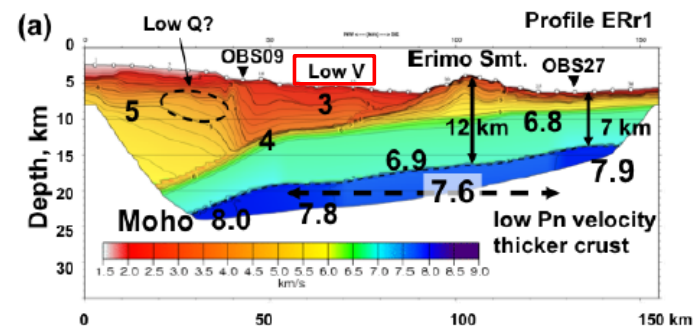
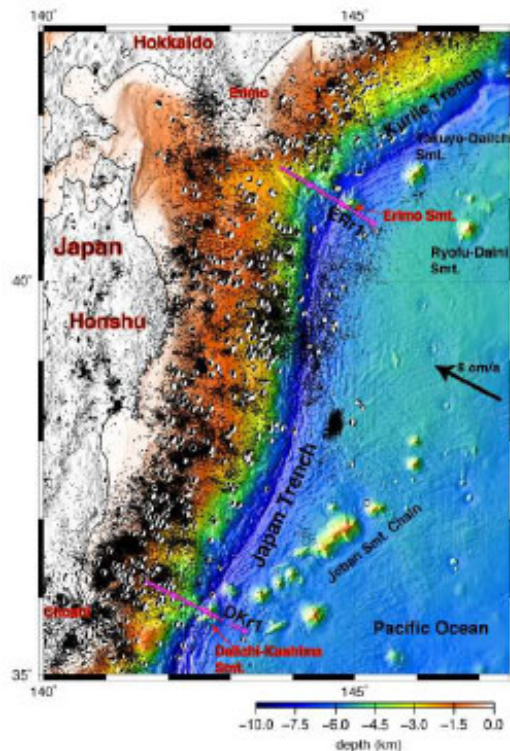
基準波源モデル① (10/15) : 日本海溝・千島海溝島弧会合部における大きなすべりの発生可能性 (3/6)

襟裳岬沖の沈み込む海山付近の地殻構造

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-76再掲

- 襟裳海山とその陸側に沈み込む海山を横切る地震波トモグラフィーから、典型的なプレート境界の構造と比較して、襟裳海山は地殻が厚く、海溝軸付近の陸側のプレートについては、沈み込む海山の影響により低速度の島弧地殻が分布するとされている。
Nishizawa et al. (2009) による

以上から、日本海溝・千島海溝島弧会合部付近の海溝軸付近の陸側のプレートには沈み込む海山の影響による低速度の島弧地殻が分布すると考えられる。



襟裳海山 (a) とその陸側に沈み込む海山を横切る地震波トモグラフィー (V_p)
Nishizawa et al. (2009)

基準波源モデル① (11/15) : 日本海溝・千島海溝島弧会合部における大きなすべりの発生可能性 (4/6)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-77再掲

島弧会合部のテクトニクス背景

- 千島海溝南西端は、日本海溝との島弧会合部に位置し、その会合部（衝突帯）では、日高山脈が形成されている（日高造山運動）。
- 千島弧はその下部地殻内で上下に裂けて分離（デラミネーション）するとともに、上部地殻を含めて上半分は日高主衝上断層によって西側に衝上し、上部マントルを含めて下半分は下降する。一方、東北日本弧側はデラミネーションした千島弧のなかに楔（ウェッジ）状に突入する。

以上から、日本海溝・千島海溝島弧会合部付近のプレート境界は複雑な形状を呈すると考えられる。

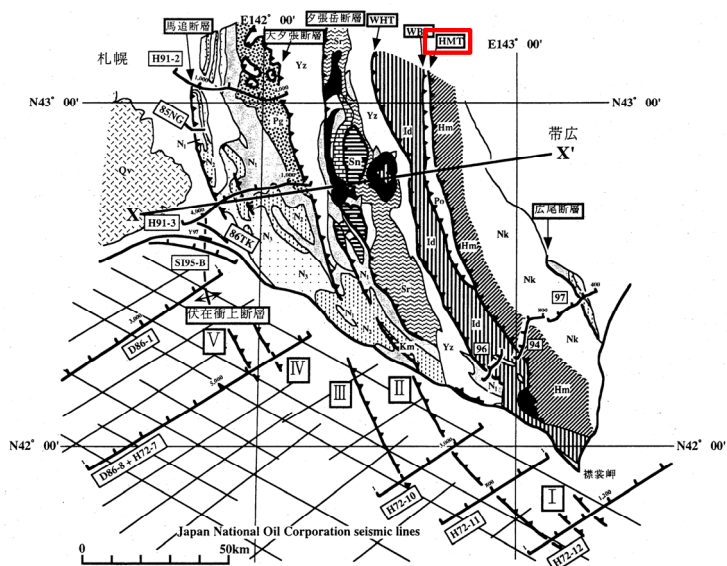


図1 日高衝突帯ならびに前縁褶曲・衝上断層帯の地質概略と主な反射法地震探査測線図。X-X'は図2の断面位置を示す。伊藤ら(1999)を改変。
【地質】主として、地質調査所(1982, 1996)による。Nk: 中の川層群, Hm: 日高変成岩類(主帯), Po: ボロシリ・オフィオライト(西帯), Id: イドンナップ帯, Yz: 蝦夷層群, Sr: 空知層群, Km: 神威占潭変成岩類, Sn: 沙流川層一セウ層, Pg: 古第三系, N1~N3: 地質調査所(1982)に同じ。Qv: 第四紀火山岩類。
【測線】94・96・97: 日高深部構造反射法探査, 85NG・86TK: 浅野ら(1990), Y97: 佐藤ら(1998), その他の測線は石油公団(1973, 1987, 1993, 1996)。

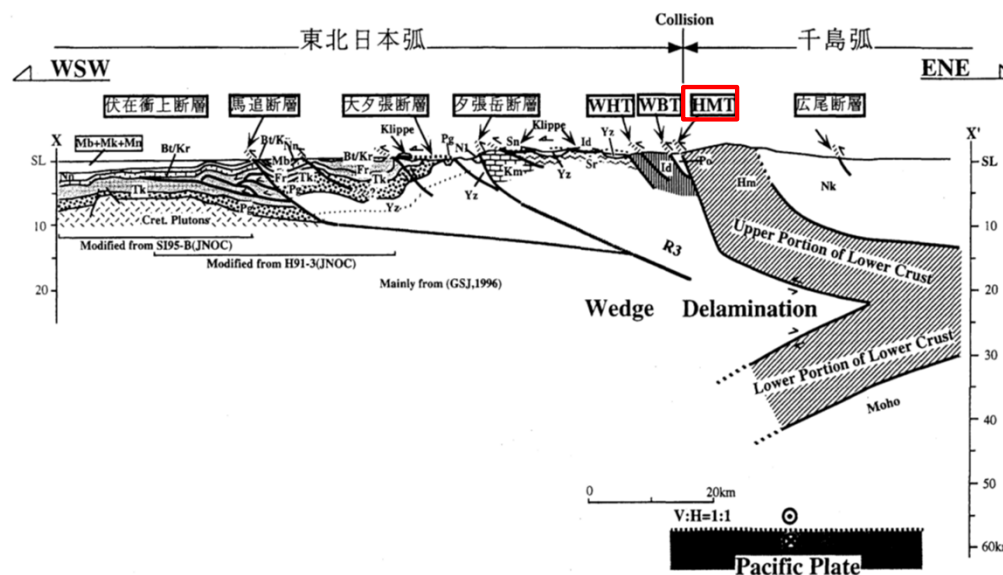


図2 日高衝突帯ならびに前縁褶曲・衝上断層帯の地下構造断面図。断面線の位置は図1のX-X'。断面図下に主要な出典を示した。略称は図1に同じ。Ito et al. (1998) および伊藤ら(1999)を改変。
伊藤(2000)に一部加筆

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (74/128)



基準波源モデル① (12/15) : 日本海溝・千島海溝島弧会合部における大きなすべりの発生可能性 (5/6)

スロー地震活動域

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-78再掲

- ・ 防災科学技術研究所のS-netによる地震記録から日本海溝及び千島海溝（南部）沿いで発生している地震現象を整理し、島弧会合部付近における浅部領域（深さ約20km以浅）にスロー地震活動域が存在するとされている。

Nishikawa et al. (2019) , Tanaka et al. (2019) による

以上から、日本海溝・千島海溝島弧会合部付近の浅部領域にスロー地震活動域が存在すると考えられる。

●～●:スロー地震発生位置
☆:超低周波地震、地震(M>4.5)発生位置

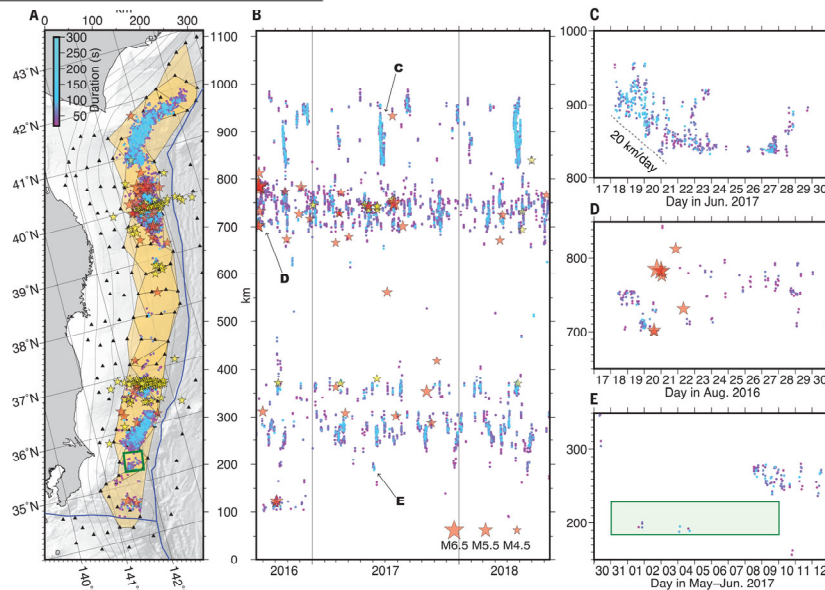


Fig. 1. Tremor activity in the Japan Trench. (A) Epicenters of the tectonic tremors. Dots indicate the epicenters of the tremors, which are colored according to their duration (see the color scale). Yellow and red stars are VLFs and $M > 4.5$ ordinary earthquakes, respectively, with the ordinary earthquake epicenters taken from the Japan Meteorological Agency (JMA) catalog. Black triangles are S-net observatories. The green square denotes the June 2017 SSE that was detected by our GNSS analysis.

The orange shaded polygons indicate the 18 overlapping subregions used for our tremor detection. The top of the Pacific Plate is indicated by the black contours at 10-km depth intervals. (B) Space-time distribution of the tectonic tremors. We used Japanese Standard Time (JST, UTC + 9 hours). The vertical lines indicate 1 January 2017 and 1 January 2018. (C to E) Enlarged views of (B). The green shaded region in (E) denotes the spatiotemporal extent of the June 2017 SSE.

日本海溝及び千島海溝（南部）のスロー地震活動
Nishikawa et al. (2019)

○ : テクニック微動活動発生位置
◆, × : 超低周波地震発生位置
+ : 観測機器設置位置
— : 1968年十勝沖地震のアスペリティ
— : 1994年三陸沖地震のアスペリティ
○ : 余震
— : 2003年十勝沖地震のアスペリティ
☆ : 各地震の震央

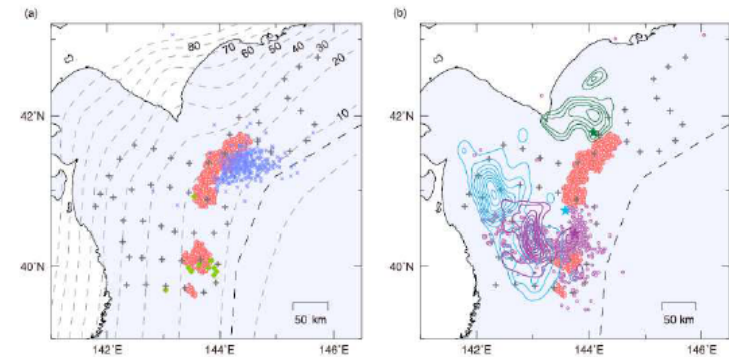


Figure 3. Locations of tremor sources determined in this study (red circles). (a) Comparison with locations of very low frequency earthquakes determined by an array signal processing method (blue crosses; Asano et al., 2008) and a cross-correlation analysis (light green diamonds; Matsuzawa et al., 2015) using land-based stations. Broken lines indicate contours of the depths to the plate interface at 10-km intervals defined by Kita et al. (2010) and Nakajima and Hasegawa (2006). (b) Comparison with the epicenters (stars) and slip distributions (contours) of the 1968 Tokachi-Oki (light blue; Yamanaka & Kikuchi, 2004), 1994 Sanriku-Oki (purple; Nagai et al., 2001), and 2003 Tokachi-Oki earthquakes (green; Yamanaka & Kikuchi, 2003). Purple circles denote 7-day aftershocks ($M \geq 3.0$) of the 1994 Sanriku-Oki earthquake listed in the Japan Meteorological Agency earthquake catalog. Plus signs indicate the stations used in the analysis.

島弧会合部付近におけるスロー地震活動域と
既往地震のアスペリティ分布の比較
Tanaka et al. (2019)

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（75/128）

基準波源モデル①（13/15）：日本海溝・千島海溝島弧会合部における大きなすべりの発生可能性（6/6）

まとめ

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-79再掲

- 日本海溝・千島海溝島弧会合部における大きなすべりの発生可能性について検討した結果、日本海溝・千島海溝島弧会合部付近は、そのテクトニクス的背景及び地震学的見地から、大すべりが発生するプレート境界の構造的特徴を有していないことから、3.11地震時に見られたような大すべりが発生する可能性は極めて低いと考えられる。

<p>大きなすべりが生じる 3.11地震等のプレート境界の構造的特徴 (P. 215)</p>	<p>比較 ⇔</p>	<p>日本海溝・千島海溝島弧会合部付近の テクトニクス的背景及び地震学的見地</p>
<ul style="list-style-type: none"> 付加体の幅が狭い。 	<p>整合しない</p>	<ul style="list-style-type: none"> 付加体の幅が広い。(P. 211) 襟裳岬沖に沈み込む海山が存在し、この海側で付加帯が形成される。(P. 216, P. 217)
<ul style="list-style-type: none"> 海溝軸付近には比較的高速度域の島弧地殻が分布する。 	<p>整合しない</p>	<ul style="list-style-type: none"> 海溝軸付近の陸側のプレートには沈み込む海山の影響による低速度の島弧地殻が分布する。(P. 218)
<ul style="list-style-type: none"> プレート境界が滑らかな形状を呈する。 	<p>整合しない</p>	<ul style="list-style-type: none"> プレート境界は複雑な形状を呈する。(P. 219)
<ul style="list-style-type: none"> スロー地震活動が低調である。 	<p>整合しない</p>	<ul style="list-style-type: none"> 浅部領域にスロー地震活動域が存在する。(P. 220)

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (76/128)

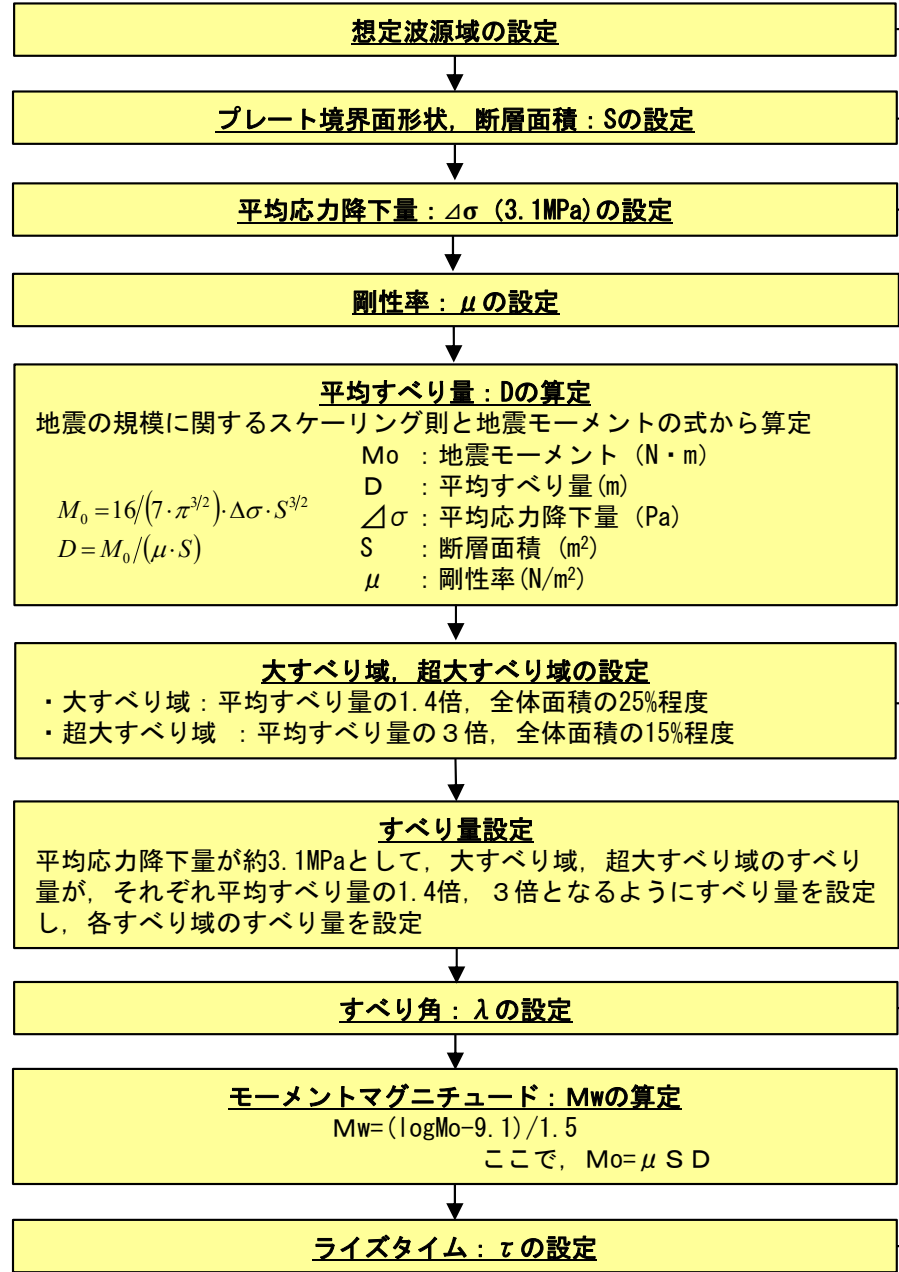
第1023回審査会合

資料1-1 P.3.2.1-80再掲

基準波源モデル① (14/15) : まとめ (1/2)

3.11地震・津波の知見を反映 (広域津波痕跡高の再現性を考慮) した基準波源モデル (P.148参照) の設定フロー

右のフロー及び設定根拠に基づき、3.11地震・津波の知見を反映 (広域津波痕跡高の再現性を考慮) した岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の基準波源モデルを設定した。(基準波源モデル①)



設定根拠
既往地震, 固着及び破壊伝播に関する検討に基づき, 青森県東方沖及び岩手県沖北部から根室沖に設定
→P.151~P.180

地震調査研究推進本部 (2004, 2012) の微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線より, 地震発生域の深さの下限 (60km) から海溝軸までを考慮
→P.187, P.188

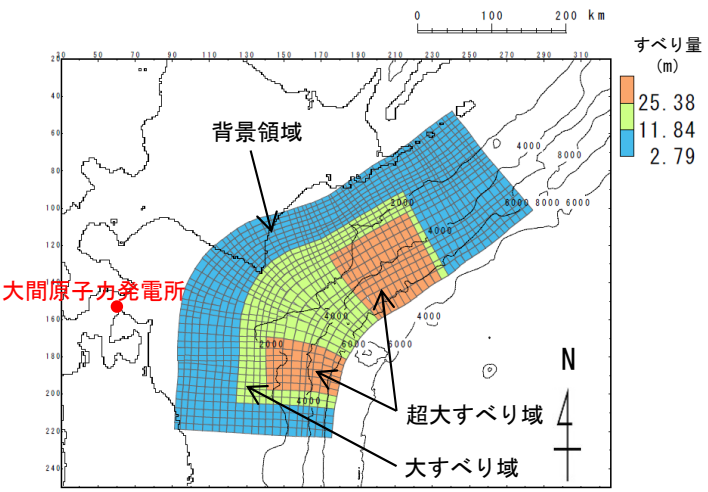
杉野ほか (2014) に基づき, 平均応力降下量3.1MPaを考慮

地震波速度や密度に関する既往研究に基づき $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ に設定 (土木学会 (2016) 等)
→P.189, P.190

杉野ほか (2014) に基づき設定
→P.200

すべり角は, 陸側プレートのずれの向きに基づいて設定 (中央防災会議 (2006))
→P.191

平均的に利用されている値を参考に 3.11地震の解析結果も踏まえ60sに設定 (内閣府 (2012))
→P.192



3.11地震・津波の知見を反映 (広域津波痕跡高の再現性を考慮) した基準波源モデル

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (77/128)

第1023回審査会合



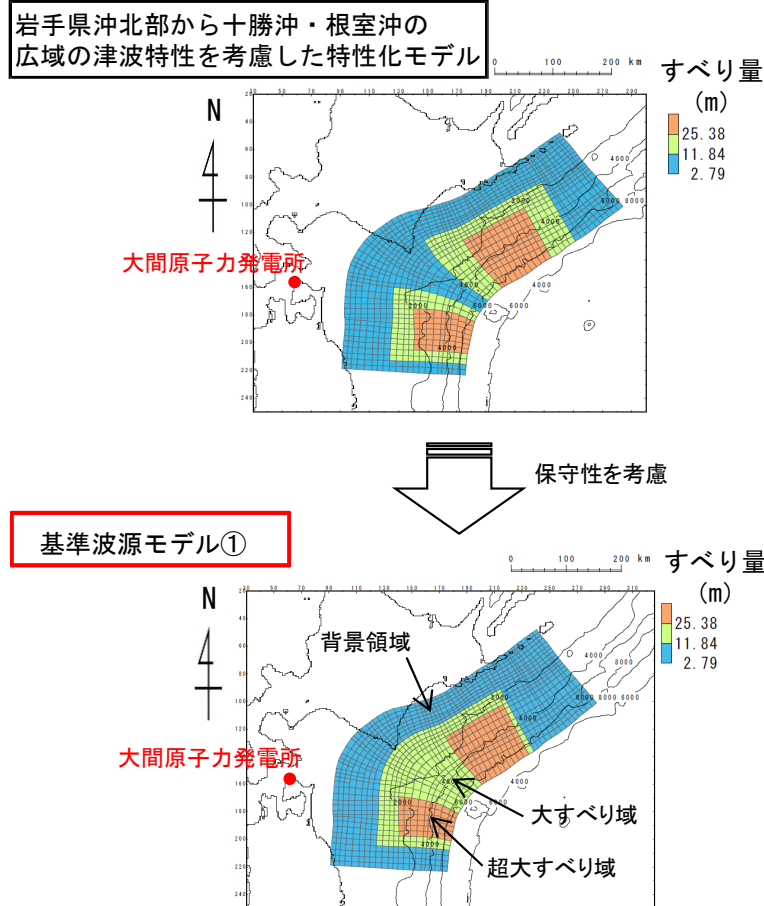
資料1-1 P.3.2.1-81再掲

基準波源モデル① (15/15) : まとめ (2/2)

- 基準波源モデル①は、岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデル (P.207参照) に対し、以下の保守性を考慮して設定する。
 - 日本海溝・千島海溝島弧会合部は、そのテクトニクスの背景及び地震学的見地から、3.11地震で見られた大きなすべりが発生する可能性は極めて低いと考えられるため超大すべり域は配置しないが、保守的観点から同領域に大すべり域を設定する。なお、この際、杉野ほか (2014) の面積比率を保持する位置に超大すべり域及び大すべり域を移動させた。

基準波源モデル①のパラメータ

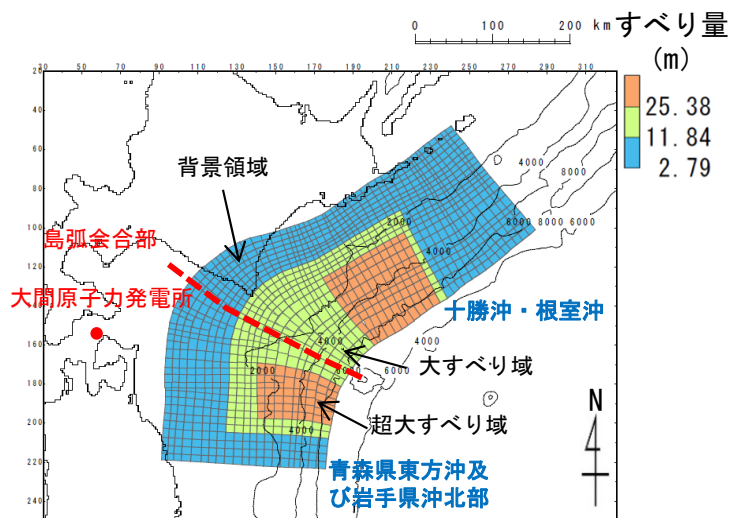
項目	基準波源モデル① 【モデル化後の値】	主な設定根拠	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード Mw	9.06	$Mw = (\log Mo - 9.1) / 1.5$	9.05
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部 (2017a, 2019)	—
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.26	杉野ほか (2014) (設計値3.1MPa)	3.1
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会 (2016)	—
地震モーメント Mo (N・m)	4.92×10^{22}	$Mo = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	4.67×10^{22}
平均すべり量 D (m)	8.90	$D = Mo / (\mu \cdot S)$	8.46
すべり量	背景領域 (m) (面積及び面積比率)	2.79 (63,895km ² , 57.8%)	2.79 (66,283km ² , 60%)
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	11.84 (27,829km ² , 25.2%)	11.84 (27,618km ² , 25%)
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.38 (18,748km ² , 17.0%)	25.38 (16,571km ² , 15%)
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議 (2006)	—
ライズタイム τ (s)	60	内閣府 (2012)	—



基準波源モデル①：まとめ (補足)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-82再掲

基準波源モデル①の詳細パラメータ



基準波源モデル①

		基準波源モデル① 【モデル化後の値】	備考 【設計値】	
モーメントマグニチュード Mw		9.06	9.05	
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)		3.26	3.1	
剛性率 μ (N/m ²)		5.0×10^{10}	—	
地震モーメント M_0 (N・m)		4.92×10^{22}	4.67×10^{22}	
平均すべり量 D (m)		8.90	8.46	
波源全体	面積 S (km ²)	110,472	—	
	すべり量	背景領域 (m) (面積及び面積比率)	2.79 (63,895km ² , 57.8%)	2.79 (66,283km ² , 60%)
		大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	11.84 (27,829km ² , 25.2%)	11.84 (27,618km ² , 25%)
		超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.38 (18,748km ² , 17.0%)	25.38 (16,571km ² , 15%)
青森県 手県 東方沖 及び び岩	面積 S (km ²)	40,959	—	
	すべり量	背景領域 (m) (面積及び面積比率)	2.79 (23,789km ² , 58.1%)	2.79 (24,575km ² , 60%)
		大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	11.84 (10,531km ² , 25.7%)	11.84 (10,240km ² , 25%)
		超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.38 (6,639km ² , 16.2%)	25.38 (6,144km ² , 15%)
十勝沖・ 根室沖	面積 S (km ²)	69,513	—	
	すべり量	背景領域 (m) (面積及び面積比率)	2.79 (40,106km ² , 57.7%)	2.79 (41,708km ² , 60%)
		大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	11.84 (17,298km ² , 24.9%)	11.84 (17,378km ² , 25%)
		超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.38 (12,109km ² , 17.4%)	25.38 (10,427km ² , 15%)

注：各領域における面積比率はその領域面積に対する比率を記載

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（79/128）



3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル（1/7）

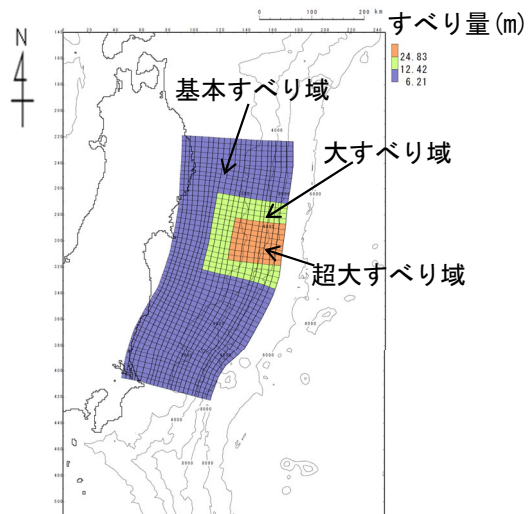
設定方針

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-83再掲

- 3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデル※から得られた知見，及び3.11地震における大すべりの発生形態から得られた知見（＝広域の津波特性を考慮した特性化モデルと共通）（P.204参照）を踏まえ，青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルを設定する。
- なお，青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域は発電所の津波高さに与える影響が大きいことを踏まえ，保守性を確保する観点から，最新の科学的・技術的知見から想定されるすべりを上回る規模のすべりを考慮して特性化モデルを設定する。

【3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルから得られた知見】

- 大すべり域・超大すべり域のすべり量等：内閣府（2012）に示されるすべり量，面積比率を踏まえて設定する。
 - ✓ 大すべり域：津波断層の基本すべり量の2倍，全体面積の20%程度（超大すべり域を含む）
 - ✓ 超大すべり域：津波断層の基本すべり量の4倍，全体面積の5%程度
- 大すべり域・超大すべり域の設定に伴う地震モーメントの調整方法：3.11地震における宮城県沖の破壊特性を再現するためには，波源領域全体でMwを調整する必要がある。



3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデル

3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルのパラメータ

		宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化波源モデル【モデル化後の値】	備考【設計値】
モーメントマグニチュード [*] Mw		9.04	9.02
面積 S (km ²)		107,357	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)		3.13	3
剛性率 μ (N/m ²)		5.0×10^{10}	—
地震モーメント Mo (N・m)		4.52×10^{22}	4.33×10^{22}
平均すべり量 D (m)		8.43	8.07
すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	6.21 (85,165km ² , 79.3%)	6.21 (85,885km ² , 80%)
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	12.42 (14,114km ² , 13.2%)	12.42 (16,104km ² , 15%)
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	24.83 (8,078km ² , 7.5%)	24.83 (5,368km ² , 5%)
ライズタイム τ (s)		60	—

※第1023回審査会合 資料1-2 「4-2-2.2011年東北地方太平洋沖地震による津波等の再現性確認」参照

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (80/128)



3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル (2/7)

大すべり域・超大すべり域の位置

(基準波源モデル①のうち青森県東方沖及び岩手県沖北部の超大すべり域の設定方針と共通)

第1023回審査会合

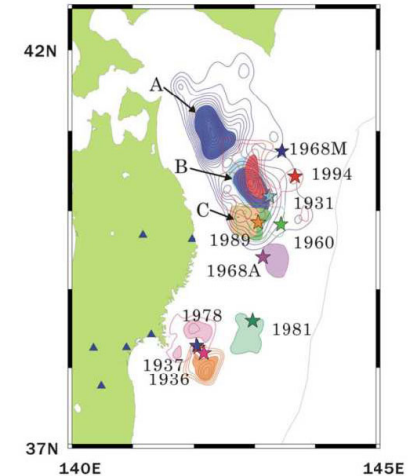
資料1-1 P.3.2.1-84再掲

- アスペリティ分布の解析から、青森県東方沖及び岩手県沖北部のアスペリティ (下図：AとB) のうち、1968年の地震と1994年の地震の共通アスペリティ (下図：B) のカップリング率はほぼ100%であるとされている。また、個々のアスペリティが単独で動けばM7クラスの地震 (=1994年) を、連動するとM8クラスの地震 (=1968年) を引き起こすとされている。
Yamanaka and Kikuchi (2004), 永井ほか (2001) による

以上の地震学的見地を踏まえ、大すべり域・超大すべり域を配置する。

【超大すべり域が1つのケースの位置の設定について】

- 広域の津波特性を考慮した特性化モデル (P. 207) については、超大すべり域が2つであるため、北海道東部沿岸と青森県北部太平洋沿岸の津波堆積物を考慮し、これらに正対する海域にそれぞれ超大すべり域を設定した。
- 一方、3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定する特性化モデル (P. 231) は、超大すべり域が1つであり、日本海溝・千島海溝島弧会合部を跨がずに設定するものであるため、北海道東部沿岸と青森県北部太平洋沿岸の津波堆積物のうち、敷地に与える影響が大きい沿岸に正対する位置に配置する。
- 島弧会合部は、北海道の襟裳岬から東南東方の海域へ続いていることを考慮すると、津軽海峡開口部 (津軽海峡への入り口) が位置する海域と同じ海域である青森県東部沿岸に正対する海域に超大すべり域を配置することが、大間地点の敷地へ及ぼす津波高の影響が大きくなると考えられる。
- なお、第1023回審査会合 資料1-2 P. 4. 3-8に示すとおり、超大すべり域の形状はやや異なるものの、青森県東部沿岸の沖合から北海道東部沿岸の沖合に超大すべり域の位置を移動させた場合の、敷地に及ぼす津波高の検討を行った結果、青森県東部沿岸の沖合に超大すべり域を配置 (S1配置) したケースのスペクトル強度がほぼ全ての周期で上回っており、超大すべり域を青森県東部沿岸の沖合いに配置することは妥当と考えられる。



青森県東方沖及び岩手県沖北部におけるアスペリティの活動パターンと地震規模の関係
Yamanaka and Kikuchi (2004), 永井ほか (2001)

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (81/128)

3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル (3/7)

大すべり域・超大すべり域のすべり量分布

(基準波源モデル①のうち青森県東方沖及び岩手県沖北部の超大すべり域の設定方針と共通)

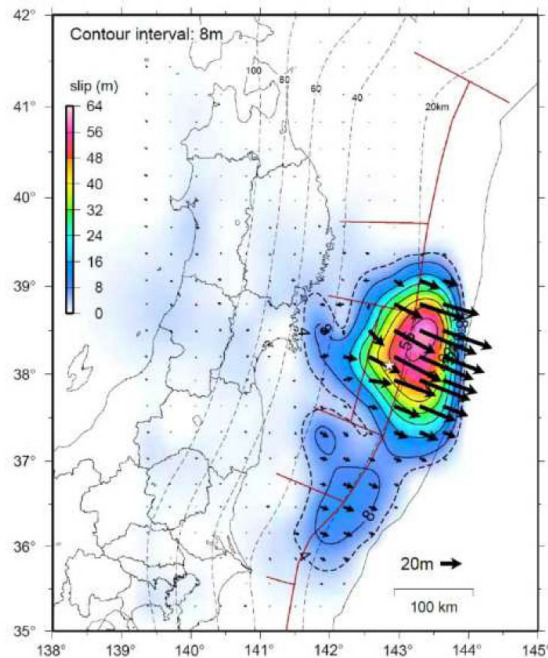
第1023回審査会合

資料1-1 P.3.2.1-85再掲

- 青森県東方沖及び岩手県沖北部で発生している既往地震の震源深さ(約20km)は、3.11地震時に宮城県沖の浅部領域をオーバーシュートさせた(破壊の起点となった)震源深さと同程度である。

地震調査研究推進本部(2012), Yamanaka and Kikuchi(2004)による

以上から、3.11地震における宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルのすべり量分布を設定する。



星印は本震の震央、点線はプレート境界面の深さ、ベクトル(→)は計算によって求めた地下のプレート境界面上でのすべりを示す。

3.11地震時の震源位置とすべり分布
地震調査研究推進本部(2012)

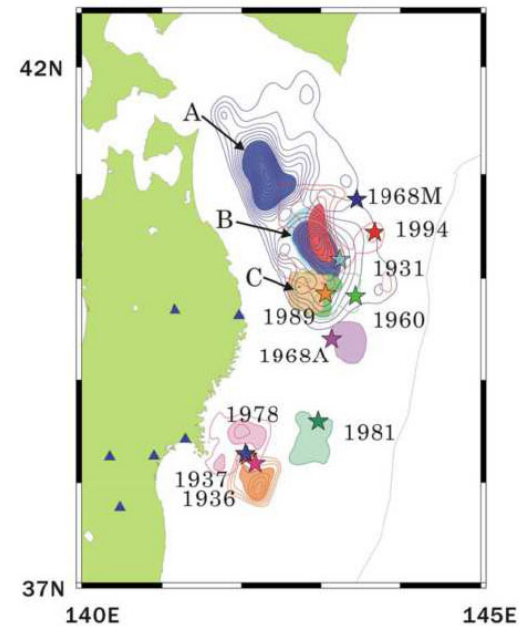


Figure 6. Asperity map along the subduction zone in northeastern Japan. Stars show the main shock epicenters. Contour lines show the moment release distribution. The interval of the contour lines is 0.5 m. Each earthquake is distinguished by color. We painted the area within the value of half the maximum slip as an asperity.

青森県東方沖及び岩手県沖北部における
アスペリティ分布, 既往地震の震源
Yamanaka and Kikuchi(2004)

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（82/128）



3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル（4/7）

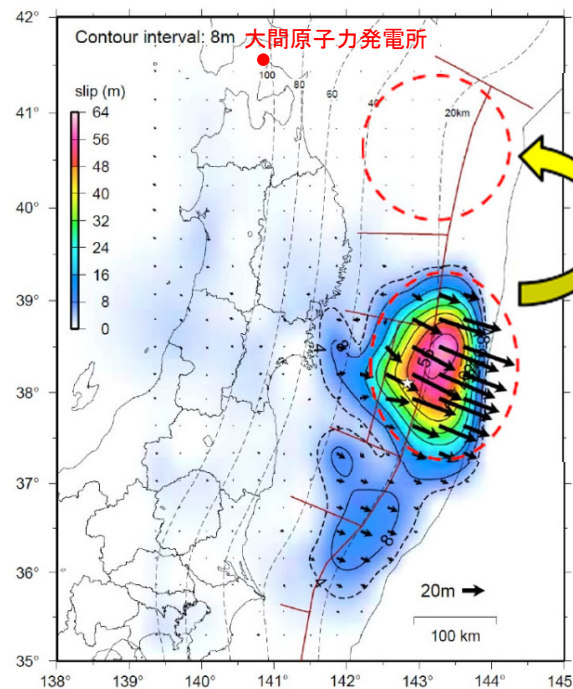
大すべり域・超大すべり域のすべり量

（基準波源モデル①のうち青森県東方沖及び岩手県沖北部の超大すべり域の設定方針と共通）（P. 206再掲）

- 青森県東方沖及び岩手県沖北部については、1968年十勝沖地震に伴うすべり量（7m～9m程度）が最大規模と評価される（P. 155, P. 156参照）。
- しかし、津軽海峡開口部前面とほぼ正対する青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域は、発電所の津波高さに与える影響が大きいことを踏まえ、保守性確保の観点から最新の科学的・技術的知見から想定されるすべりを上回る規模のすべりとして、3.11地震時における宮城県沖のすべり量と同規模のすべり量を考慮する。

第1023回審査会合

資料1-1 P. 3. 2. 1-86再掲



3.11地震における宮城県沖のすべりと同規模のすべり量考慮

星印は本震の震央、点線はプレート境界面の深さ、ベクトル(→)は計算によって求めた地下のプレート境界面上でのすべりを示す。

3.11地震時のすべり分布
地震調査研究推進本部（2012）に一部加筆

大すべり域・超大すべり域の設定（概念）

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (83/128)



3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル (5/7)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-87再掲

平均応力降下量 (1/2)

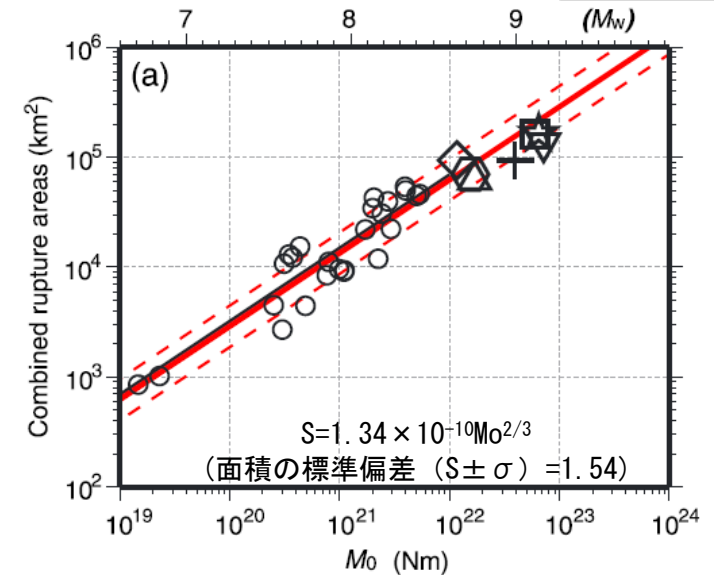
津波観測データを用いた解析による平均応力降下量の整理

Earthquake	Reference	data	Mo (N m)	Mw	S (km ²)	σ (MPa)	log10(Δσ)	地震別中央値
2003 Tokachi-oki	Tanioka et al. (2004)	Tu	1.00E+21	8	9600	2.6	0.41	0.41
1946 Nankai	Satake (1993)	Tu, G	3.90E+21	8.3	59400	0.7	-0.15	-0.05
	Kato and Ando (1997)	Tu, G	4.00E+21	8.3	54000	0.8	-0.10	
	Tanioka and Satake (2001a)	Tu	5.30E+21	8.4	52650	1.1	0.04	
	Baba et al. (2002)	Tu	4.90E+21	8.4	52650	1	0.00	
1944 Tonankai	Satake (1993)	Tu, G	2.00E+21	8.1	48600	0.5	-0.30	-0.22
	Kato and Ando (1997)	Tu, G	2.80E+21	8.2	43200	0.8	-0.10	
	Tanioka and Satake (2001b)	Tu	2.00E+21	8.1	42525	0.6	-0.22	
東北地方太平洋沖地震	内閣府	Tsunami+GPS	4.21E+22	9.0	1.20E+05	2.5	0.39	0.39
2010年チリ地震	Lorito et al.(2011)	GPS+Tsunami+InSAR	1.55E+22	8.8	130000	0.8	-0.08	-0.08
2004年スマトラ地震	Lorito et al.(2010)	GPS+Tsunami+衛星	6.63E+22	9.15	315000	0.9	-0.03	0.07
	Fujii and Satake	Tsunami+衛星	6.00E+22	9.12	220000	1.5	0.16	

Mo: 地震モーメント, Mw: モーメントマグニチュード, S: 断層面積, σ: 応力降下量

中央値の平均値	0.09
log(Δσ)	1.2
Δσ	2.2
+標準偏差	2.2

内閣府(2012) に一部加筆



破壊領域 (S) と Mo の関係
Murotani et al. (2013) に一部加筆

平均応力降下量 Δσ = 1.57 MPa
S + σ 時の平均応力降下量 Δσ = 0.82 MPa
S - σ 時の平均応力降下量 Δσ = 3.00 MPa

- 内閣府(2012)では、「巨大地震の津波断層モデルの平均応力降下量の平均値は1.2MPaであり、平均値に標準偏差を加えた値は2.2MPaであること等を踏まえ保守的に、南海トラフにおける巨大地震の津波断層モデルで用いる平均応力降下量として3.0MPa」を採用されている。
- Murotani et al. (2013)によると、日本付近で発生したM7~8クラスの11個のプレート境界地震及び7つの巨大地震※1の津波断層モデルを説明するスケーリング則において、円形破壊面を仮定したスケーリング則※2から、S-Moの関係式の平均応力降下量 Δσ を算定すると1.57MPaであり、面積の標準偏差 (S ± σ) を考慮すると、平均応力降下量 Δσ は最大で3.0MPa程度となる。

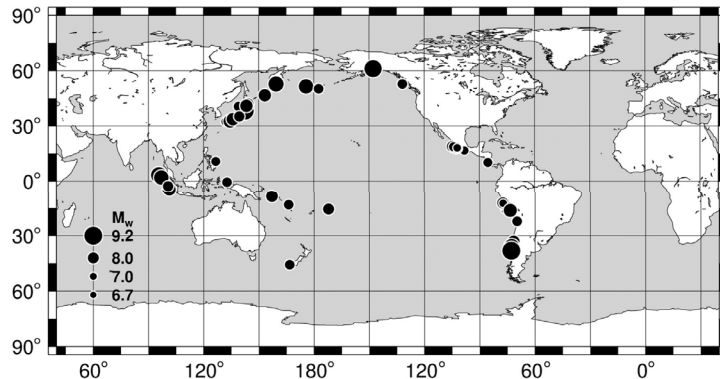
※1: 2011年東北地方太平洋沖地震, 2010年チリ地震, 2004年スマトラ地震, 1964年アラスカ・アリューシャン地震, 1960年チリ地震, 1957年アリューシャン地震, 1952年カムチャツカ地震

※2: $Mo = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (84/128)

3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル (6/7)

平均応力降下量 (2/2)



分析に使用した地震の発生位置

導出した回帰係数及び既往文献との比較

Table 3

Self-Similar Scaling Relations, Regression Coefficients, and Standard Deviations

	M_0 -Rupture Area (S)		M_0 -Average Slip (D)		M_0 -Total Asperity Area (S_a)		$S - S_a$		$M_0 - D_{max}$	
	c_2	σ	c_1	σ	c_2	σ	C_1	σ	c_2	σ
Present study	1.77×10^{-10}	1.498	1.23×10^{-07}	1.527	4.16×10^{-11}	1.613	0.24	1.40	5.00×10^{-07}	1.508
Murotani et al. (2013)	1.34×10^{-10}	1.540	1.66×10^{-07}	1.640	2.81×10^{-11}	1.720	0.20	1.41	—	—
Murotani et al. (2008)	1.48×10^{-10}	1.610	1.48×10^{-07}	1.720	2.89×10^{-11}	1.780	0.20	1.41	—	—
Somerville et al. (2002)	2.41×10^{-10}	—	1.14×10^{-07}	—	5.62×10^{-11}	—	0.25	—	—	—

The equations used in the regressions are $\log(D) = \log(c_1) + \frac{1}{3}\log(M_0)$, $\log(S) = \log(c_2) + \frac{2}{3}\log(M_0)$.

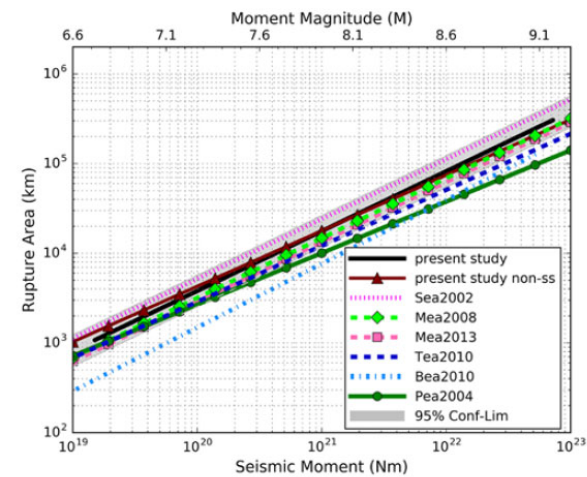


Figure 6. Scaling relations of the rupture area from various studies with respect to seismic moment (Sea2002, Somerville et al., 2002; Mea2013, Murotani et al., 2013; Mea2008, Murotani et al., 2008; Tea2010, Strasser et al., 2010; Bea2010, Blaser et al., 2010; and Pea2004, Papazachos et al., 2004). The shaded area indicates the ± 1 standard deviation limits of this study's self-similar model. The color version of this figure is available only in the electronic edition.

破壊領域 (S) と M_0 の関係

Skarlatoudis et al. (2016)

平均応力降下量 $\Delta\sigma = 1.03\text{MPa}$
 $S + \sigma$ 時の平均応力降下量 $\Delta\sigma = 0.56\text{MPa}$
 $S - \sigma$ 時の平均応力降下量 $\Delta\sigma = 1.90\text{MPa}$

- Skarlatoudis et al. (2016) では、世界の沈み込み帯で発生したプレート間地震44個 (Mw6.75-9.1) の不均質断層モデルを分析し、地震動及び津波の予測に用いるためのスケーリング関係を導出されている。
- ここで得られた $S - M_0$ 関係に円形破壊面を仮定したスケーリング則*を適用すると、面積の標準偏差 ($\pm\sigma$) の範囲で、平均応力降下量 $\Delta\sigma$ は最大で1.9MPa程度となり、Murotani et al. (2013) で求められた応力降下量より小さい (P. 229参照)。

前ページ及び以上から、平均応力降下量は、保守的設定として3.0MPaに設定した。

*: $M_0 = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-88再掲

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (85/128)



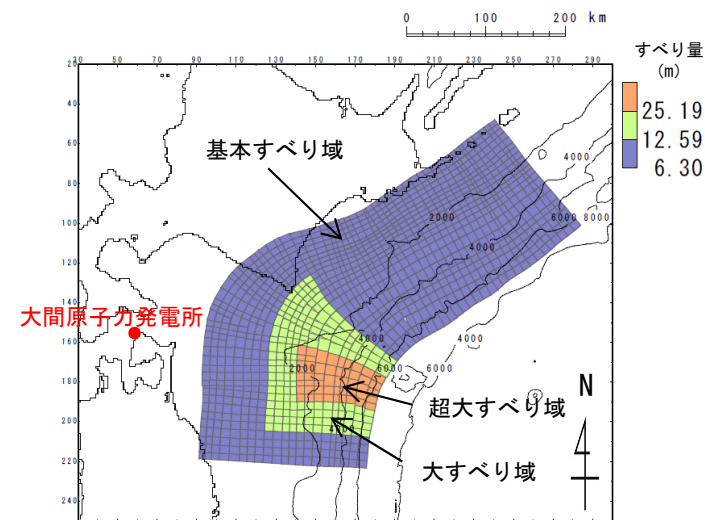
3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル (7/7)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-89再掲

・ 3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデルは、最新の科学的・技術的知見から想定されるすべり量を上回る規模のすべり量を考慮することとし、大すべり域・超大すべり域の設定に伴う地震モーメントの調整は、3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に波源領域全体で実施して設定する。

3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデルのパラメータ

項目	3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル【モデル化後の値】	主な設定根拠	備考【設計値】
モーメントマグニチュード Mw	9.04	$Mw = (\log Mo - 9.1) / 1.5$	9.04
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部 (2017a, 2019)	—
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.05	内閣府 (2012) 等 (設計値 3 MPa)	3
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会 (2016) 等	—
地震モーメント Mo (N・m)	4.59×10^{22}	$Mo = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	4.52×10^{22}
平均すべり量 D (m)	8.31	$D = Mo / (\mu \cdot S)$	8.19
すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデル(P.225, 第1023回審査会合資料1-2 P.3.1-18, P.3.2-21参照)	6.30 (88,377km ² , 80%)
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)		12.59 (16,571km ² , 15%)
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)		25.19 (5,524km ² , 5%)
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議 (2006)	—
ライズタイム τ (s)	60	内閣府 (2012)	—



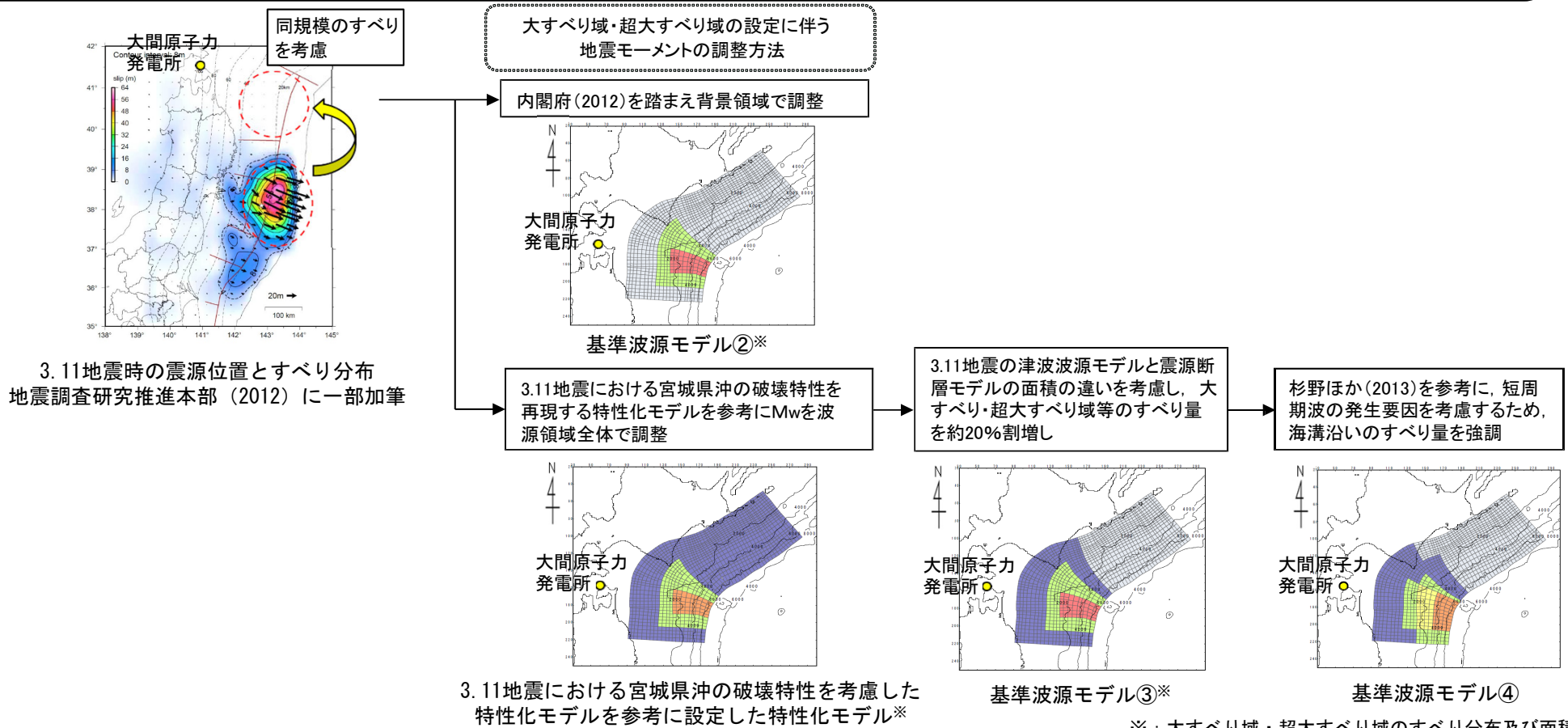
3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (86/128)

基準波源モデル②, ③, ④

設定概要

- 青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルとして、青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域は津波高さに与える影響が大きいことを踏まえ、最新の科学的・技術的知見から想定されるすべりを上回る規模のすべりを考慮する。基準波源モデルは、大すべり域・超大すべり域のすべり量、すべり分布が異なる複数の波源モデルを設定することとし、内閣府(2012)の知見を踏まえた基準波源モデル②、3.11地震における宮城県沖の破壊特性を再現する特性化モデルを参考に設定した特性化モデルを基に、すべり量を約20%割増した基準波源モデル③及び杉野ほか(2013)を参考に、短周期の波の発生要因を考慮した基準波源モデル④を設定した。
- なお、岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の各基準波源モデルの超大すべり域の位置は、アスペリティ分布及び1968年の地震の震源位置を踏まえて設定した(基準波源モデル①と同様)。



3.11地震時の震源位置とすべり分布
地震調査研究推進本部(2012)に一部加筆

3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル※

※：大すべり域・超大すべり域のすべり分布及び面積は同一。

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (87/128)

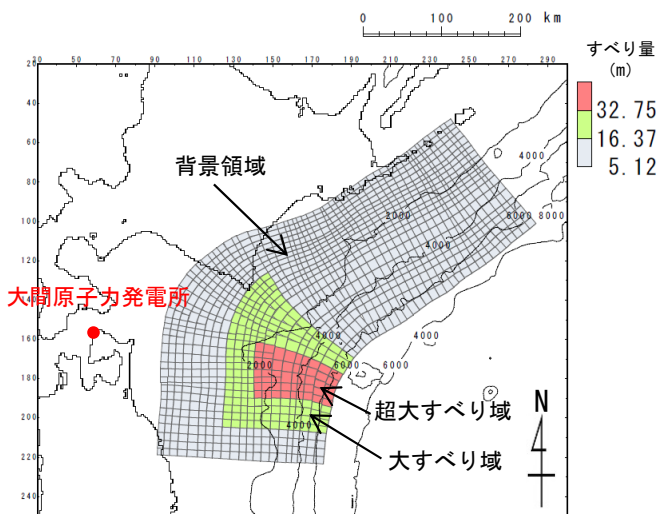


第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-91再掲

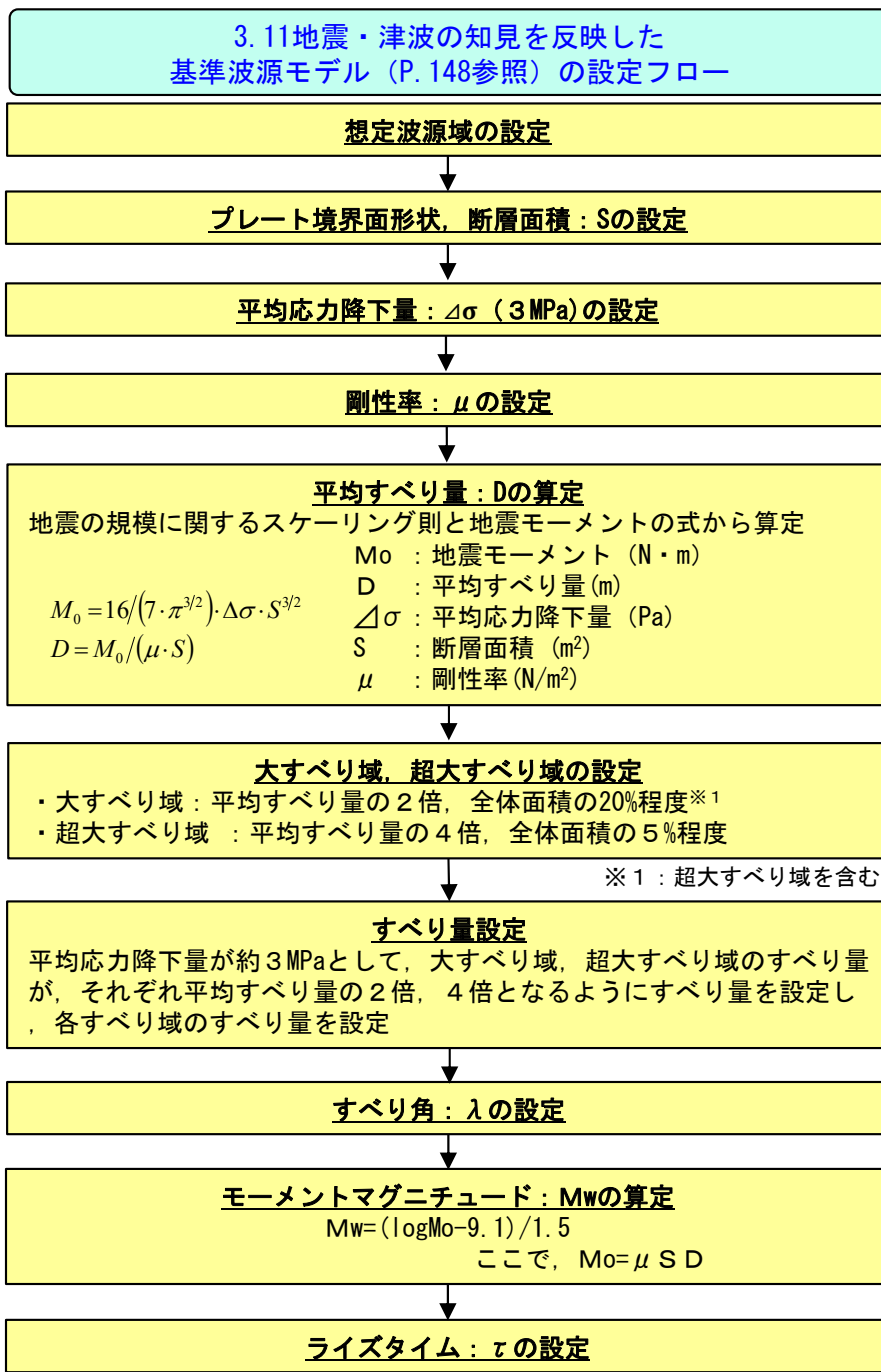
基準波源モデル②

: まとめ (1/2)

右のフロー及び設定根拠に基づき、3.11地震・津波の知見を反映した基準波源モデルを設定した。



3.11地震・津波の知見を反映した基準波源モデル



- 設定根拠
- 既往地震, 固着及び破壊伝播に関する検討に基づき, 青森県東方沖及び岩手県沖北部から根室沖に設定 →P. 151~P. 180
 - 地震調査研究推進本部 (2004, 2012) の微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線より, 地震発生域の深さの下限 (60km) から海溝軸までを考慮 →P. 187, P. 188
 - 3.11地震を含む世界の巨大地震のばらつきを考慮した平均応力降下量 3 MPa を考慮 (内閣府 (2012) 等) →P. 229, P. 230
 - 地震波速度や密度に関する既往研究に基づき $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ に設定 (土木学会 (2016) 等) →P. 189, P. 190
 - 3.11地震を含む世界の巨大地震の大すべり域を参照して設定 (内閣府 (2012)) →第1023回審査会合 資料1-2 P.3.1-18, P.3.2-21参照
 - すべり角は, 陸側プレートのずれの向きに基づいて設定 (中央防災会議 (2006)) →P. 191
 - 平均的に利用されている値を参考に 3.11地震の解析結果も踏まえ 60s に設定 (内閣府 (2012)) →P. 192

平均すべり量: Dの算定
地震の規模に関するスケーリング則と地震モーメントの式から算定

M_0 : 地震モーメント (N・m)
 D : 平均すべり量 (m)
 $\Delta\sigma$: 平均応力降下量 (Pa)
 S : 断層面積 (m²)
 μ : 剛性率 (N/m²)

$$M_0 = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$$

$$D = M_0 / (\mu \cdot S)$$

大すべり域, 超大すべり域の設定

- 大すべり域: 平均すべり量の2倍, 全体面積の20%程度※1
- 超大すべり域: 平均すべり量の4倍, 全体面積の5%程度

※1: 超大すべり域を含む

すべり量設定

平均応力降下量が約3MPaとして, 大すべり域, 超大すべり域のすべり量が, それぞれ平均すべり量の2倍, 4倍となるようにすべり量を設定し, 各すべり域のすべり量を設定

すべり角: λの設定

モーメントマグニチュード: Mwの算定

$$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$$

ここで, $M_0 = \mu S D$

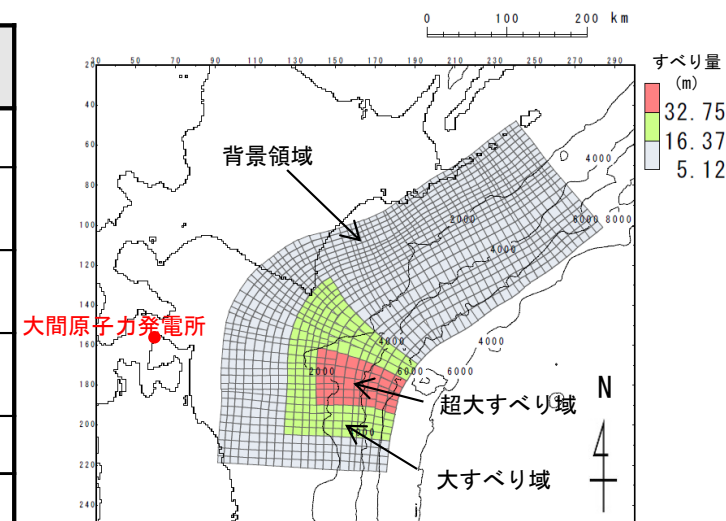
ライズタイム: τの設定

基準波源モデル②：まとめ (2/2)

- 基準波源モデル②は、最新の科学的・技術的知見から想定されるすべり量を上回る規模のすべり量を考慮することとし、大すべり域・超大すべり域の設定に伴う地震モーメントの調整は、内閣府(2012)を踏まえ、背景領域で実施して設定する。

基準波源モデル②のパラメータ

項目	基準波源モデル② 【モデル化後の値】	主な設定根拠	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード Mw	9.04	$Mw = (\log Mo - 9.1) / 1.5$	9.04
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部 (2017a, 2019)	—
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.07	内閣府(2012)等 (設計値3MPa)	3
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会(2016)等	—
地震モーメント Mo (N・m)	4.62×10^{22}	$Mo = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	4.52×10^{22}
平均すべり量 D (m)	8.37	$D = Mo / (\mu \cdot S)$	8.19
すべり量	背景領域 (m) (面積及び面積比率)	5.12 (87,732km ² , 79.4%)	5.12 (88,377km ² , 80%)
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	16.37 (16,438km ² , 14.9%)	16.37 (16,571km ² , 15%)
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	32.75 (6,302km ² , 5.7%)	32.75 (5,524km ² , 5%)
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議(2006)	—
ライズタイム τ (s)	60	内閣府(2012)	—



基準波源モデル②

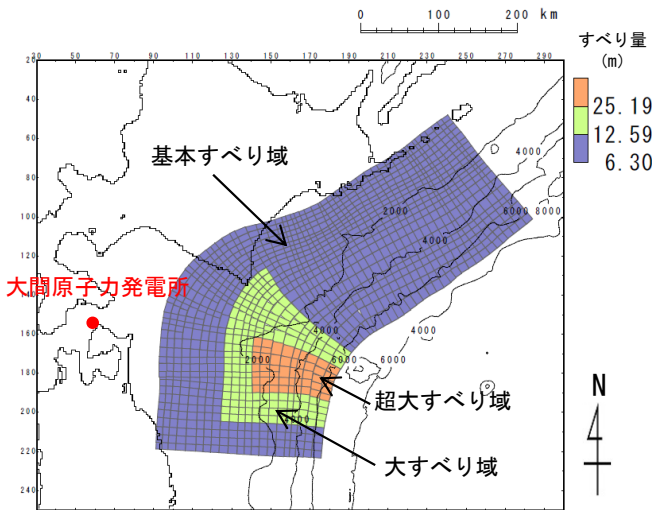


第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-93再掲

基準波源モデル③④

: まとめ

右のフロー及び設定根拠に基づき、3.11地震・津波の知見を反映（沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮）した波源モデルを設定した。



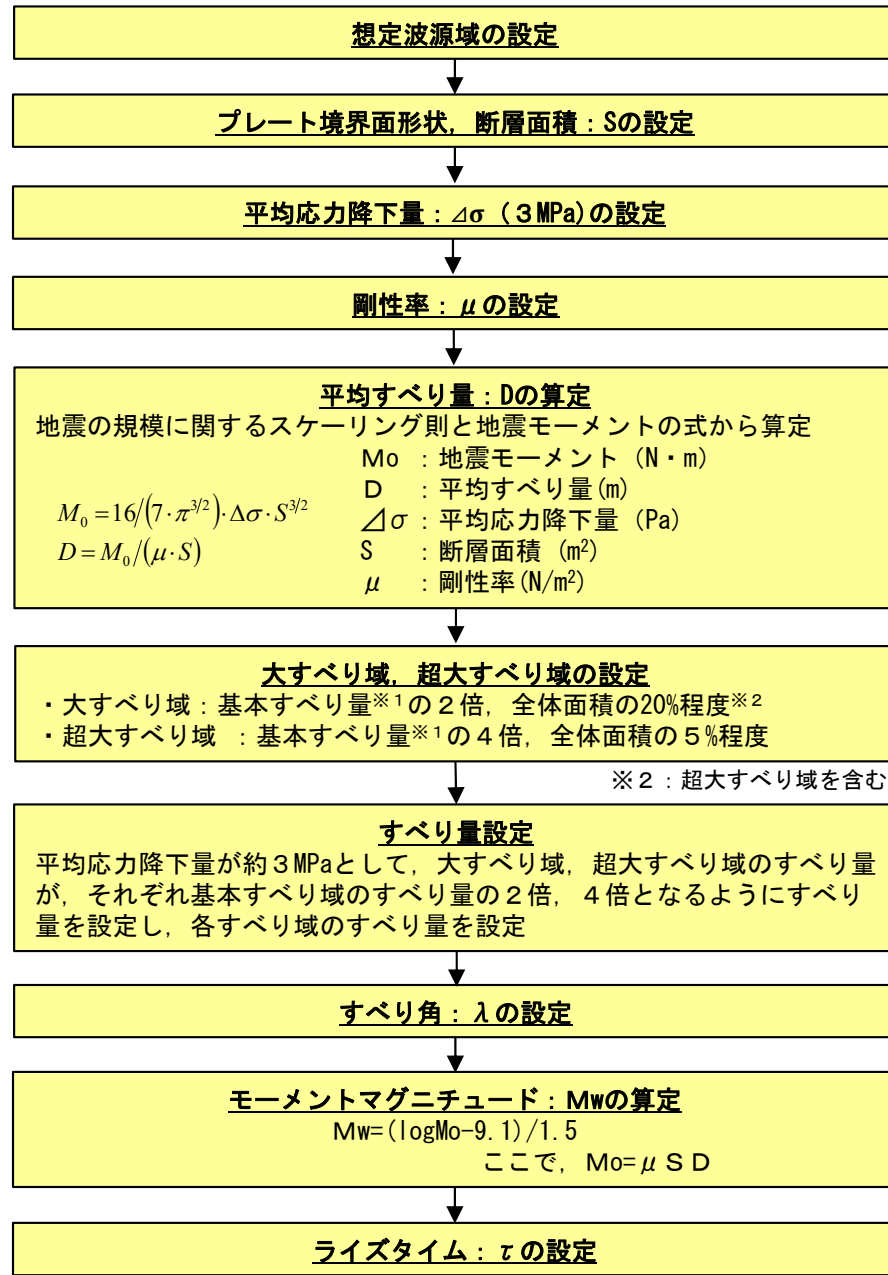
3.11地震・津波の知見を反映（沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮）した波源モデル

※1：基本すべり域、大すべり域及び超大すべり域のすべり量が1：2：4となるように設定した基本すべり域のすべり量 (D_1)
基本すべり量 (D_1)は、以下の関係式を満足する条件として設定した。

$$M_0 = M_{01} + M_{02} + M_{04}$$

> 地震モーメント ($M_{01} = \mu \cdot S_1 \cdot D_1$, $M_{02} = \mu \cdot S_2 \cdot D_2$, $M_{04} = \mu \cdot S_4 \cdot D_4$)
> 断層面積 (S_1 , S_2 , S_4)
> すべり量 (D_1 , D_2 ($2 \cdot D_1$), D_4 ($4 \cdot D_1$))
ここで、下付き数字1は基本すべり域、2は大すべり域、4は超大すべり域を表す。

3.11地震・津波の知見を反映（沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮）した波源モデル (P. 148参照) の設定フロー



設定根拠

既往地震、固着及び破壊伝播に関する検討に基づき、青森県東方沖及び岩手県沖北部から根室沖に設定
→P. 151~P. 180

地震調査研究推進本部 (2004, 2012)の微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線より、地震発生域の深さの下限 (60km) から海溝軸までを考慮
→P. 187, P. 188

3.11地震を含む世界の巨大地震のばらつきを考慮した平均応力降下量 3MPaを考慮 (内閣府 (2012) 等)
→P. 229, P. 230

地震波速度や密度に関する既往研究に基づき $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ に設定 (土木学会 (2016) 等)
→P. 189, P. 190

3.11地震を含む世界の巨大地震の大すべり域を参照して設定 (内閣府 (2012) ほか)
→第1023回審査会合 資料1-2 P. 3. 1-18, P. 3. 2-21参照

すべり角は、陸側プレートのずれの向きに基づいて設定 (中央防災会議 (2006))
→P. 191

平均的に利用されている値を参考に3.11地震の解析結果も踏まえ60sに設定 (内閣府 (2012))
→P. 192

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (90/128)

第1023回審査会合

資料1-1 P.3.2.1-94再掲

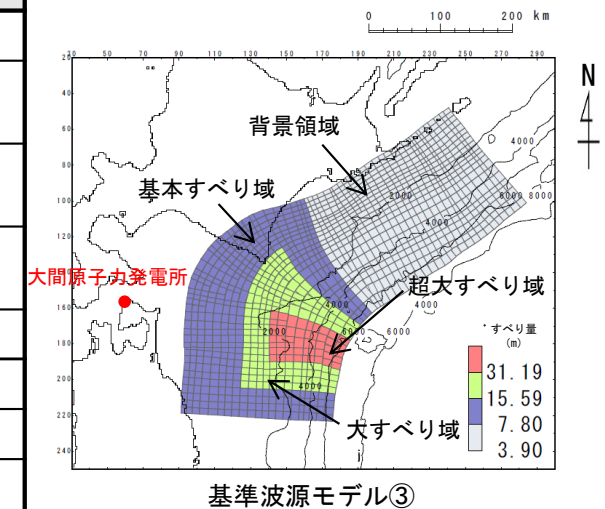


基準波源モデル③ (1/2)

- 基準波源モデル③は、3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル (P.231参照) に対し、すべりの不確かさを踏まえ、より保守側の設定として大すべり域・超大すべり域等のすべり量が約20%割増し (P.237参照) になるように、背景的領域にすべり量が小さな領域として、基本すべり域のすべり量の半分のすべり量を全体面積の50%に対して考慮し設定する。

基準波源モデル③のパラメータ

項目	基準波源モデル③ 【モデル化後の値】	主な設定根拠	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード M_w	9.05	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	9.04
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部 (2017a, 2019)	—
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.14	内閣府 (2012) 等 (設計値 3 MPa)	3
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会 (2016) 等	—
地震モーメント M_0 (N・m)	4.73×10^{22}	$M_0 = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	4.52×10^{22}
平均すべり量 D (m)	8.57	$D = M_0 / (\mu \cdot S)$	8.19
すべり量	基本すべり域 (m) (全体面積の30%)	7.80 (38,853km ² , 35.2%)	7.80 (33,141km ² , 30%)
	背景領域 (m) (基本すべり域のすべり量の0.5倍, 全体面積の50%程度)	3.90 (48,879km ² , 44.2%)	3.90 (55,236km ² , 50%)
	大すべり域 (m) (基本すべり域のすべり量の2倍, 全体面積の15%程度)	15.59 (16,438km ² , 14.9%)	15.59 (16,571km ² , 15%)
	超大すべり域 (m) (基本すべり域のすべり量の4倍, 全体面積の5%程度)	31.19 (6,302km ² , 5.7%)	31.19 (5,524km ² , 5%)
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議 (2006)	—
ライズタイム τ (s)	60	内閣府 (2012)	—



3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (91/128)

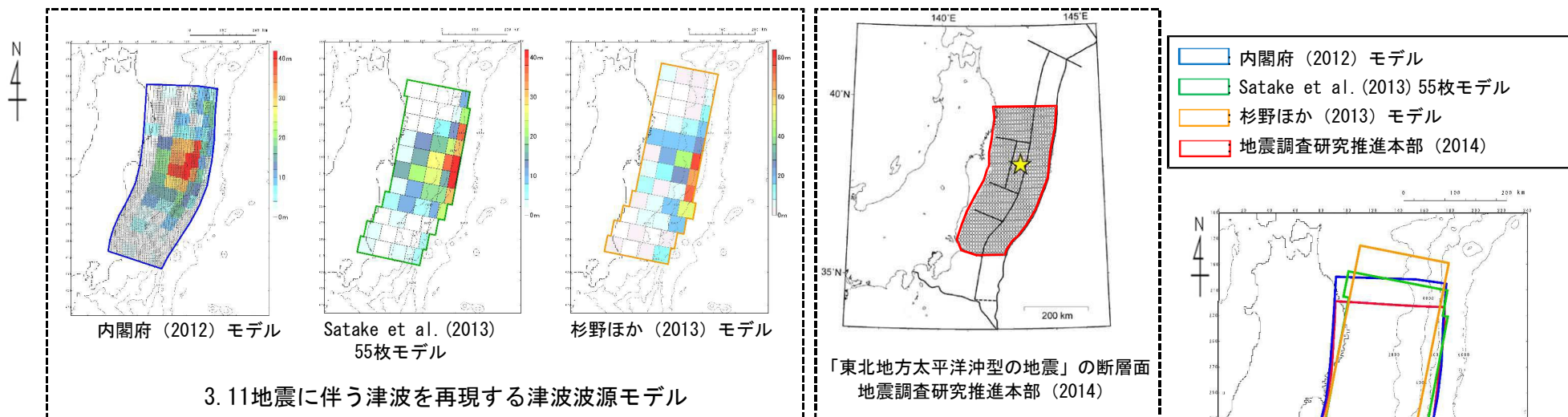
第1023回審査会合



資料1-1 P.3.2.1-95再掲

基準波源モデル③ (2/2) : すべり量の割増しに係る3.11地震・津波の知見

- 3.11地震に伴う津波を広域に再現するモデルの断層面積は、地震調査研究推進本部 (2014) が評価した「東北地方太平洋沖型の地震」の断層面積と比較して約10%~20%大きい。
- 断層面積の違いは、発電所の津波高さに大きな影響を与える大すべり域・超大すべり域等のすべり量の算定に直接的に関係することを踏まえ、3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデルの大すべり域・超大すべり域等のすべり量を約20%割増しする。



3.11地震・津波特性を再現する断層モデルのモーメントマグニチュード及び面積

モデル	Mw	断層面積
内閣府(2012)モデル	9.0	119,974(km ²)
Satake et al.(2013) 55枚モデル	9.0	110,000(km ²)
杉野ほか(2013)モデル	9.1	112,000(km ²)
地震調査研究推進本部(2014)	9.0	約10万(km ²)

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (92/128)

第1023回審査会合



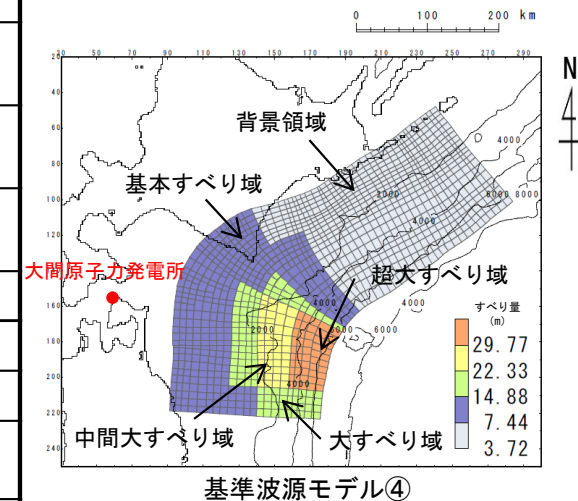
資料1-1 P.3.2.1-96再掲

基準波源モデル④ (1/2)

- 基準波源モデル④は、基準波源モデル③ (P.236参照) に対し、海底地すべりや分岐断層の影響 (P.239参照) を考慮して設定した。

基準波源モデル④のパラメータ

項目	基準波源モデル④ 【モデル化後の値】	主な設定根拠	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード Mw	9.04	$Mw = (\log Mo - 9.1) / 1.5$	9.04
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部 (2017a, 2019)	—
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.08	内閣府 (2012) 等 (設計値 3 MPa)	3
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会 (2016) 等	—
地震モーメント Mo (N・m)	4.65×10^{22}	$Mo = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	4.52×10^{22}
平均すべり量 D (m)	8.42	$D = Mo / (\mu \cdot S)$	8.19
すべり量	基本すべり域 (m) (全体面積の30%)	7.44 (35,022km ² , 31.7%)	7.44 (33,141km ² , 30%)
	背景領域 (m) (基本すべり域のすべり量の0.5倍, 全体面積の50%程度)	3.72 (52,259km ² , 47.3%)	3.72 (55,236km ² , 50%)
	大すべり域 (m) (基本すべり域のすべり量の2倍, 全体面積の10%程度)	14.88 (11,477km ² , 10.4%)	14.88 (11,047km ² , 10%)
	中間大すべり域 (m) (基本すべり域のすべり量の3倍, 全体面積の5%程度)	22.33 (6,018km ² , 5.4%)	22.33 (5,524km ² , 5%)
	超大すべり域 (m) (基本すべり域のすべり量の4倍, 全体面積の5%程度)	29.77 (5,696km ² , 5.2%)	29.77 (5,524km ² , 5%)
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議 (2006)	—
ライズタイム τ (s)	60	内閣府 (2012)	—



3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (93/128)



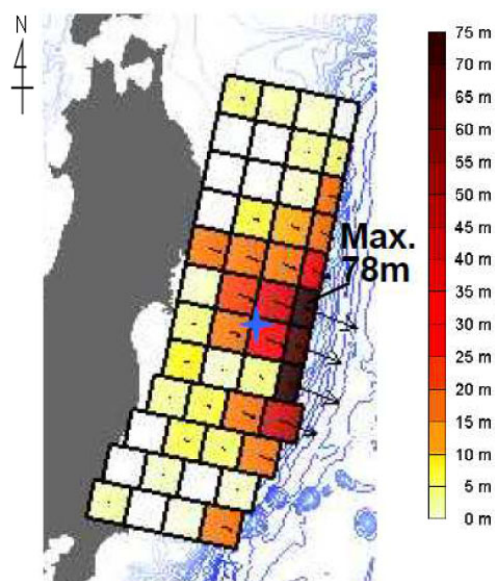
第1023回審査会合

資料1-1 P.3.2.1-97再掲

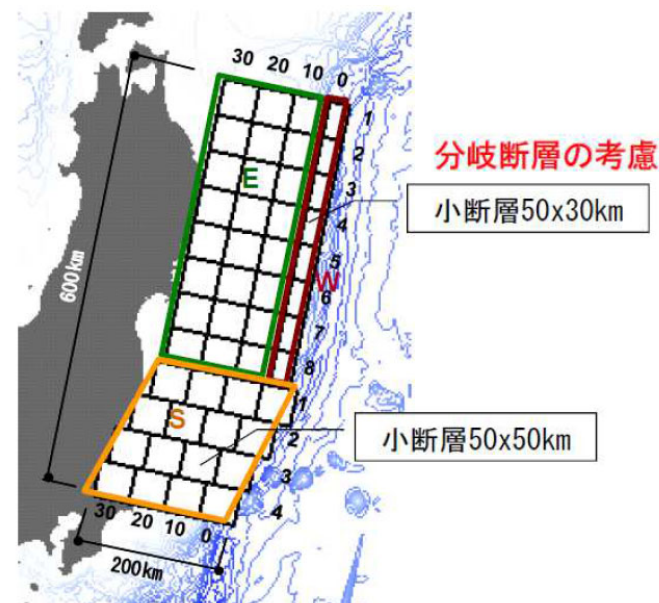
基準波源モデル④ (2/2) : 3.11地震から得られた知見の反映

- 杉野ほか (2013) では, 3.11地震に伴う津波の沖合い観測波形に見られた短周期と長周期の異なる性質の波の発生要因を分岐断層の活動によるものと仮定して, 浅部海溝軸沿いに分岐断層を考慮する大きなすべり領域を配置した津波波源モデルを設定している*。

※「ただし, 最新の調査によるとこの部分ではプレート境界が滑ったとする報告があり, 分岐断層によるものではない可能性もあることを付け加えておく。」とも記載されている。



☆: 震央
すべり量分布 (合計)



津波波源モデルの小断層の配置

杉野ほか (2013) モデル

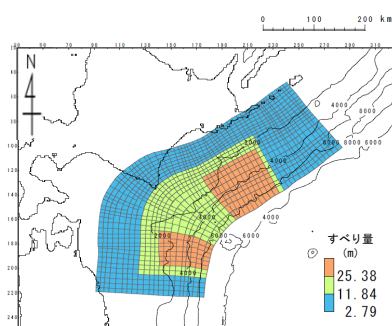
3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (94/128)

第1023回審査会合

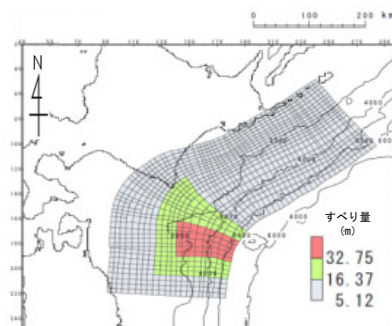
資料1-1 P. 3. 2. 1-98再掲

3.11地震・津波の再現性等を考慮した基準波源モデル

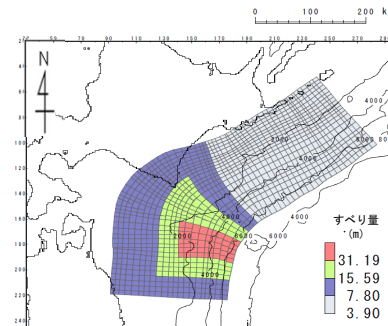
- 設定した3.11地震・津波の再現性等を考慮した基準波源モデル（基準波源モデル①～④）は以下のとおり。



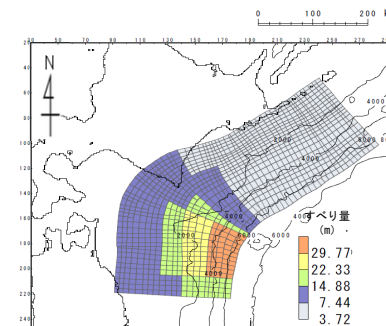
基準波源モデル①



基準波源モデル②



基準波源モデル③



基準波源モデル④

基準波源モデル①～④のパラメータ

諸元	基準波源モデル①	基準波源モデル②	基準波源モデル③	基準波源モデル④	
モーメントマグニチュード (Mw)	9.06	9.04	9.05	9.04	
断層面積 (S)	110,472 (km ²)	110,472 (km ²)	110,472 (km ²)	110,472 (km ²)	
平均応力降下量 ($\Delta\sigma$)	3.26 (MPa)	3.07 (MPa)	3.14 (MPa)	3.08 (MPa)	
地震モーメント (Mo)	4.92×10^{22} (N·m)	4.62×10^{22} (N·m)	4.73×10^{22} (N·m)	4.65×10^{22} (N·m)	
すべり量	背景領域 (背景的領域) (面積及び面積比率)	2.79 (m) (63,895 (km ²), 57.8%)	5.12 (m) (87,732 (km ²), 79.4%)	3.90 (m) (48,879 (km ²), 44.2%)	3.72 (m) (52,259 (km ²), 47.3%)
	基本すべり域 (面積及び面積比率)	/		7.80 (m) (38,853 (km ²), 35.2%)	7.44 (m) (35,022 (km ²), 31.7%)
	大すべり域 (面積及び面積比率)	11.84 (m) (27,829 (km ²), 25.2%)	16.37 (m) (16,438 (km ²), 14.9%)	15.59 (m) (16,438 (km ²), 14.9%)	14.88 (m) (11,477 (km ²), 10.4%)
	中間大すべり域 (面積及び面積比率)	/		/	
	超大すべり域 (面積及び面積比率)	25.38 (m) (18,748 (km ²), 17.0%)	32.75 (m) (6,302 (km ²), 5.7%)	31.19 (m) (6,302 (km ²), 5.7%)	29.77 (m) (5,696 (km ²), 5.2%)
	平均すべり量	8.90 (m)	8.37 (m)	8.57 (m)	8.42 (m)

注：表中の値はモデル化後の値

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (95/128)

第1023回審査会合

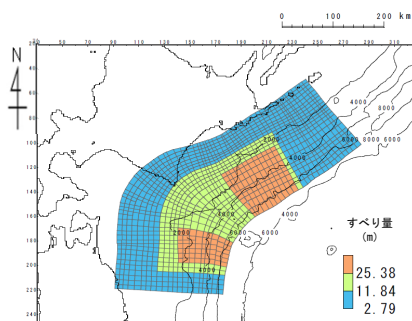


資料1-1 P.3.2.1-99再掲

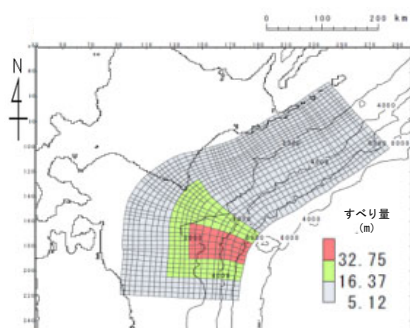
パラメータスタディ：基準波源モデル①～④

○パラメータスタディは、概略と詳細の2段階で実施するものとし、概略パラスタは津波水位に対して支配的因子、詳細パラスタは津波水位に対して従属的因子の位置づけである。パラスタ詳細は以下のとおり。

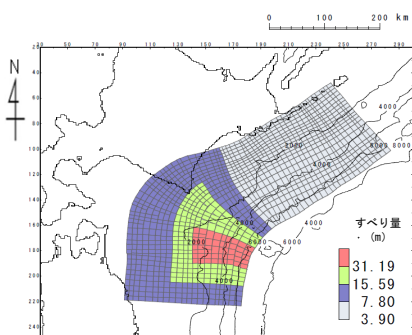
- 概略パラスタのステップとして、各基準波源モデルに対しアスペリティの位置を変化させる検討を実施した。
- 詳細パラスタとして、概略パラスタにおける最大水位上昇ケース及び最大水位下降ケースとなる2つの波源モデルを対象に、破壊様式の不確かさの考慮として、破壊開始点、破壊伝播速度及びライズタイムを組合せた検討を実施した。



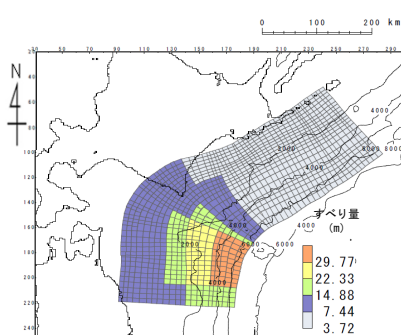
基準波源モデル①



基準波源モデル②



基準波源モデル③



基準波源モデル④

概略パラメータスタディ

基準波源モデル	変動範囲	ケース数
基準波源モデル①	両方の超大すべり域に対し基準を10kmピッチで移動。移動範囲は、青森県東方沖及び岩手県沖北部の超大すべり域：北方へ10km (N1), 20km (N2), 南方へ10km (S1)。十勝沖及び根室沖の超大すべり域：東方へ10km (E1), 西方へ10km (W1), 20km (W2)。	16
基準波源モデル②	基準を10kmピッチで移動。移動範囲は、北方へ10km (N1) ~50km (N5), 南方へ10km (S1) ~50km (S5)。	11
基準波源モデル③	基準を10kmピッチで移動。移動範囲は、北方へ10km (N1) ~50km (N5), 南方へ10km (S1) ~50km (S5)。	11
基準波源モデル④	基準を10kmピッチで移動。移動範囲は、北方へ10km (N1) ~50km (N5), 南方へ10km (S1)。	7

詳細パラメータスタディ

項目	変動範囲	ケース数	
破壊開始点	大すべり域の南端, 北端, 中央部 (超大すべり域深部下端に相当) 及び超大すべり域中央部	4	計 13
破壊伝播速度	1.0km/s, 2.0km/s, 2.5km/s, ∞※ (基準: 概略パラスタケース) ※∞は全域同時に破壊開始	4	
ライズタイム	60s (基準: 概略パラスタケース)	1	



基準波源モデル①の諸元及びパラメータスタディ整理表

第1023回審査会合

資料1-1 P. 3. 2. 1-100再掲

基準波源モデル①の各パラメータに対し、パラスタ実施の考え方について以下のとおり整理した。

項目	基準波源モデル①		パラメータスタディ		
	諸元 【設計値】	主な設定根拠	概略/ 詳細パラスタ	変動幅	根拠又は パラスタ未実施の理由
モーメントマグニチュード [*] Mw	9.05	$Mw = (\log Mo - 9.1) / 1.5$	—	—	他諸元からの算定値
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部 (2017a, 2019)	—	—	各調査により地震発生域が明確
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—	—	安全評価上、2つの領域の連動を考慮
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.1	杉野ほか (2014)	—	—	既往巨大地震の応力降下量に保守性を考慮。杉野ほか (2014) を考慮。
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会 (2016)	—	—	既往の地下構造情報を基に設定
地震モーメント Mo (N・m)	4.67×10^{22}	$Mo = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	—	—	他諸元からの算定値
平均すべり量 D (m)	8.46	$D = Mo / (\mu \cdot S)$	—	—	他諸元からの算定値
すべり量	背景領域 (m) (面積及び面積比率)	2.79 (66,283km ² , 60%)	—	—	すべり量： 既往研究による知見を反映した他諸元からの設定値 面積： 安全評価上、2つの領域の連動を考慮した上で、既往研究による設定値を考慮
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	11.84 (27,618km ² , 25%)			
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.38 (16,571km ² , 15%)			
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議 (2006)	—	—	観測データを基に設定
ライズタイム τ (s)	60	内閣府 (2012) 等	—	—	感度解析により保守的設定であることを確認 (第1023回審査会合 資料1-2「4-2-1. ライズタイムの影響検討」参照)
アスペリティの位置	下北半島太平洋沖 北海道東部太平洋沖	両海域のアスペリティ分布等を踏まえて配置	概略パラスタ	10km ² 以上	10km ² 以上で位置の影響がほぼ無いことを確認。(第1023回審査会合 資料1-2 P. 4. 3-4 参照)
破壊開始点	—	—	—	—	概略パラスタで、基準波源モデル②～④に比べて、影響が小さいことを確認
破壊伝播速度	∞	—	—	—	

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (97/128)

基準波源モデル②③④の諸元及びパラメータスタディ整理表

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-101再掲

基準波源モデル②③④の各パラメータに対し、パラスタ実施の考え方について以下のとおり整理した。

項目	基準波源モデル②③④ (基準波源モデル③を代表とする)		パラメータスタディ		
	諸元 【設計値】	主な設定根拠	概略/ 詳細パラスタ	変動幅	根拠又は パラスタ未実施の理由
モーメントマグニチュード [*] Mw	9.04	$Mw = (\log Mo - 9.1) / 1.5$	—	—	他諸元からの算定値
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部 (2017a, 2019)	—	—	各調査により地震発生域が明確
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—	—	安全評価上、2つの領域の連動を考慮
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3	内閣府 (2012) 等	—	—	既往巨大地震の応力降下量に保守性を考慮
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会 (2016)	—	—	既往の地下構造情報を基に設定
地震モーメント Mo (N・m)	4.52×10^{22}	$Mo = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	—	—	他諸元からの算定値
平均すべり量 D (m)	8.19	$D = Mo / (\mu \cdot S)$	—	—	他諸元からの算定値
すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	7.80 (33,141km ² , 30%)	—	—	すべり量： 既往研究による知見を反映した他諸元からの設定値 面積： 安全評価上、2つの領域の連動を考慮した上で、既往研究による設定値を考慮
	背景領域 (m) (面積及び面積比率)	3.90 (55,236km ² , 50%)			
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	15.59 (16,517km ² , 15%)			
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	31.19 (5,524km ² , 5%)			
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議 (2006)	—	—	観測データを基に設定
ライズタイム τ (s)	60	内閣府 (2012) 等	—	—	感度解析により保守的な設定であることを確認 (第1023回審査会合 資料1-2「4-2-1. ライズタイムの影響検討」参照)
アスペリティの位置	下北半島太平洋沖	青森県東方沖及び岩手県沖北部のアスペリティ分布を踏まえて配置	概略パラスタ	10km ² 以下	10km ² 以下で位置の影響がほぼ無いことを確認。 (第1023回審査会合 資料1-2 P.4.3-4参照)
破壊開始点	—	—	詳細パラスタ	大すべり域周辺に配置	プレート境界面深度、大すべり域の配置を考慮
破壊伝播速度	∞	—	詳細パラスタ	1.0, 2.0, 2.5km/s	既往巨大津波研究

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（98/128）



第1023回審査会合

資料1-1 P. 3. 2. 1-102再掲

基準波源モデル①～④ パラスタ因子の妥当性について

- 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波に関するパラメータスタディ検討因子は、土木学会（2016）におけるパラメータスタディを原則実施する因子ともおおむね整合する。

注）P. 265に示す基準波源モデル⑤⑥のパラスタ因子についても同様。

表 3.1-1 パラメータスタディの因子（○：パラメータスタディを原則実施する因子）

海域または地震のタイプ	静的パラメータ							動的パラメータ		
	位置	大すべり 領域位置	走向	傾斜角	傾斜方向	すべり角	上縁深さ	破壊開始点	破壊伝播 速度	ライズ タイム
プレート間逆断層地震と 津波地震の連動	○※1	○	—	—	—	○※2	—	○	○	○
プレート間逆断層地震 (不均質モデルの場合)	○※1	—	○	○	—	○※2	○	—	—	—
プレート間逆断層地震 (均質モデルの場合)	○	—	○	○	—	— (270度固定)	○	—	—	—
日本海溝沿い (プレート内正断層)	○	—	○	○	—	○※2	○	—	—	—
日本海溝沿い（津波地震） (均質モデルの場合)	○	○	○	○	○※4	— (90度固定)	○	—	—	—
日本海東縁部 (地殻内地震)	—	○※5	—	○※5	○※6	○※3	○	—	—	—

※1 基本断層モデルを地震活動域全体に設定する場合を除く

※2 すべり方向のばらつきを考慮して走向に連動

※3 応力場のばらつきを考慮して傾斜角に連動

※4 西傾斜，東傾斜

※5 調査により明確な場合は固定

※6 不明な断層は両方向

土木学会（2016）に一部加筆

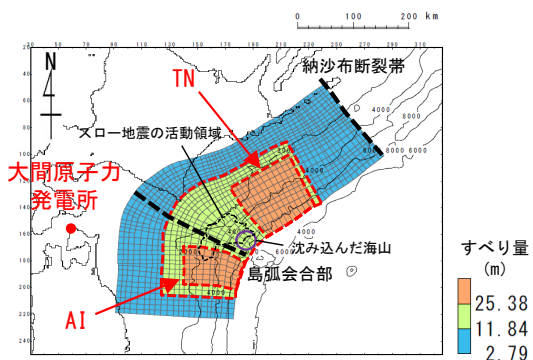
(余白)

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (99/128)

第1023回審査会合

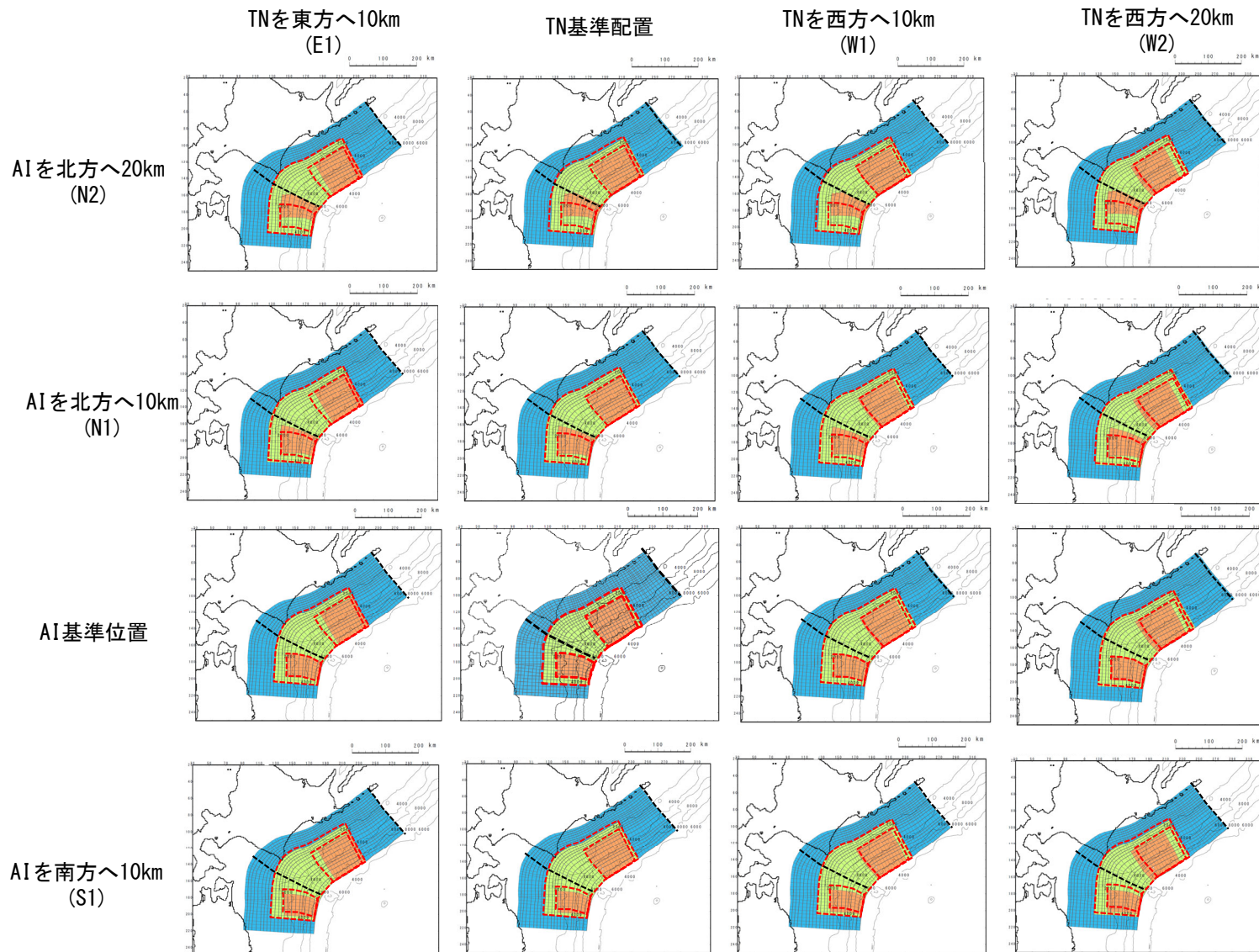
資料1-1 P.3.2.1-104再掲

概略パラメータスタディ (1/7) : アスペリティ位置の不確かさく基準波源モデル①>



基準波源モデル①
基準配置

AI : 青森県東方沖及び岩手県沖北部の超大すべり域
TN : 十勝沖及び根室沖の超大すべり域

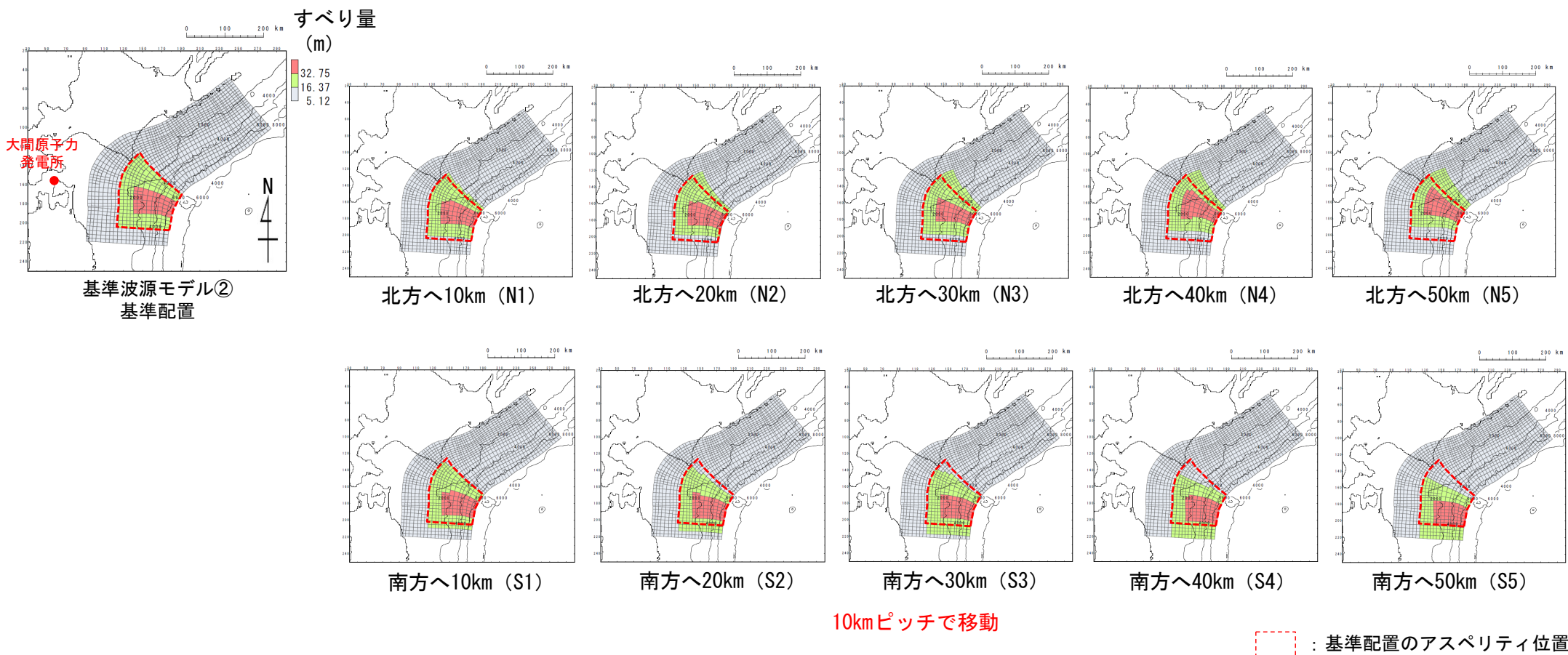


超大すべり域等の位置の不確かさの考慮 : 基準配置のアスペリティ位置

- 概略パラメータスタディとして、超大すべり域の位置の不確かさの考慮のため、基準波源モデル①に対して、十勝沖・根室沖の超大すべり域の位置を固定せず、位置のパラメータスタディ (16パターン) を実施した。

概略パラメータスタディ (2/7) : アスペリティ位置の不確かさく基準波源モデル②>

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-105再掲

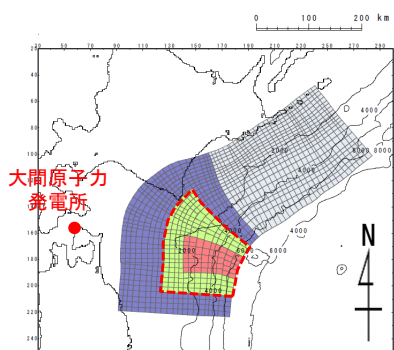


- 概略パラメータスタディとして、大すべり域等の位置の不確かさの考慮のため、基準波源モデル②に対して、位置のパラメータスタディ (11パターン) を実施した。

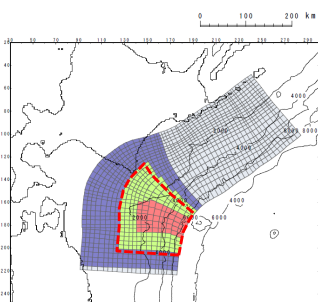
概略パラメータスタディ (3/7) : アスペリティ位置の不確かさく基準波源モデル③>

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-106再掲

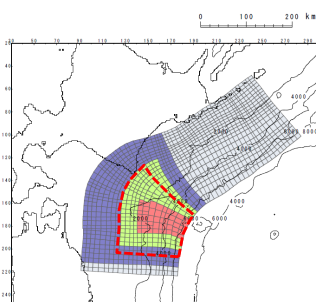
すべり量
(m)



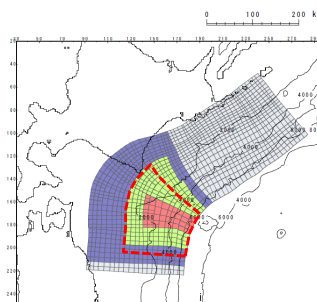
基準波源モデル③
基準配置



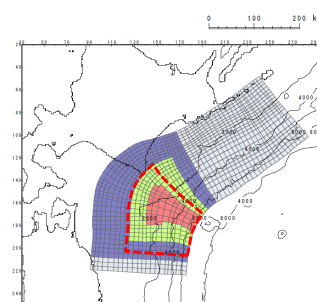
北方へ10km (N1)



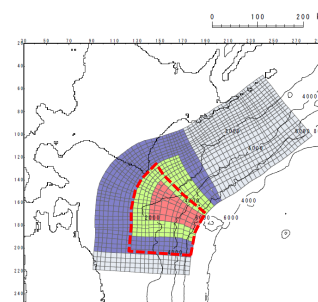
北方へ20km (N2)



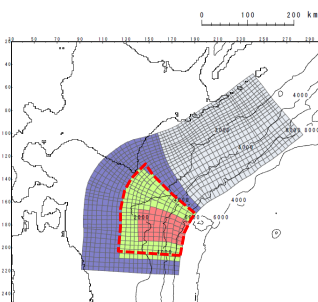
北方へ30km (N3)



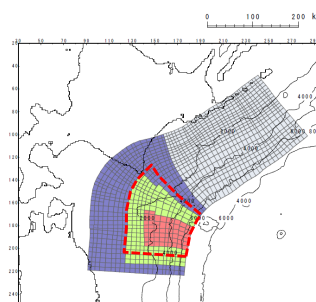
北方へ40km (N4)



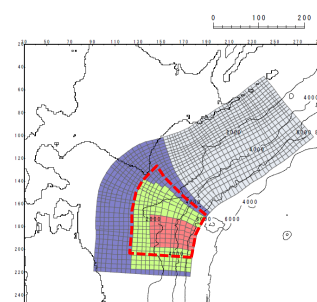
北方へ50km (N5)



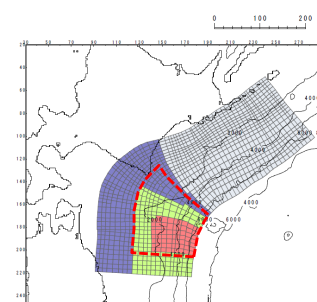
南方へ10km (S1)



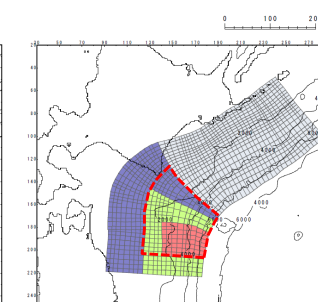
南方へ20km (S2)



南方へ30km (S3)



南方へ40km (S4)



南方へ50km (S5)

10kmピッチで移動

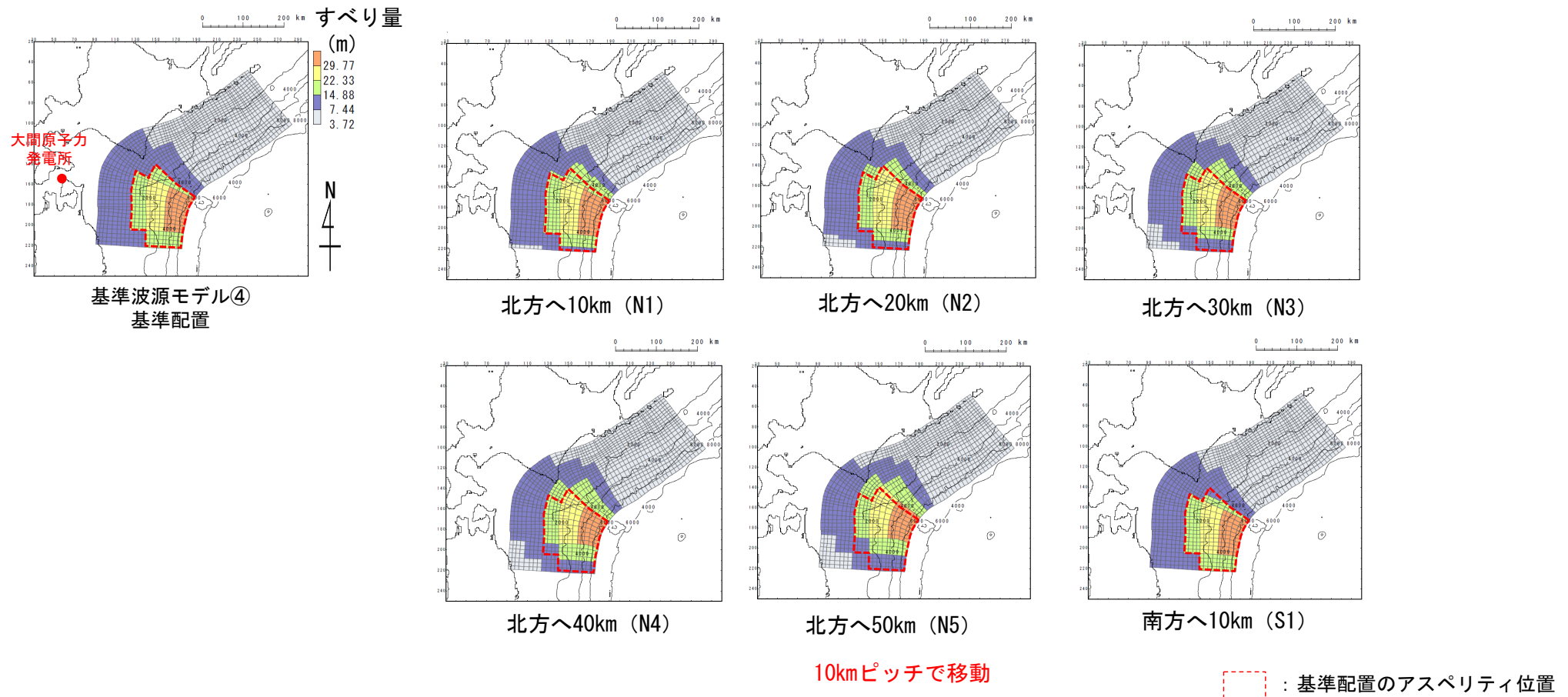
: 基準配置のアスペリティ位置

- 概略パラメータスタディとして、大すべり域等の位置の不確かさの考慮のため、基準波源モデル③に対して、位置のパラメータスタディ (11パターン) を実施した。

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (102/128)

概略パラメータスタディ (4/7) : アスペリティ位置の不確かさく基準波源モデル④>

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-107再掲



- 概略パラメータスタディとして、大すべり域等の位置の不確かさの考慮のため、基準波源モデル④に対して、位置のパラメータスタディ (7パターン) を実施した。

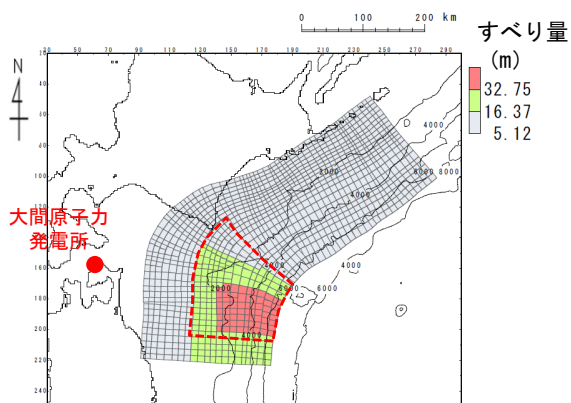
3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (103/128)

概略パラメータスタディ (5/7) : 検討結果<基準波源モデル①~④>

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-108再掲

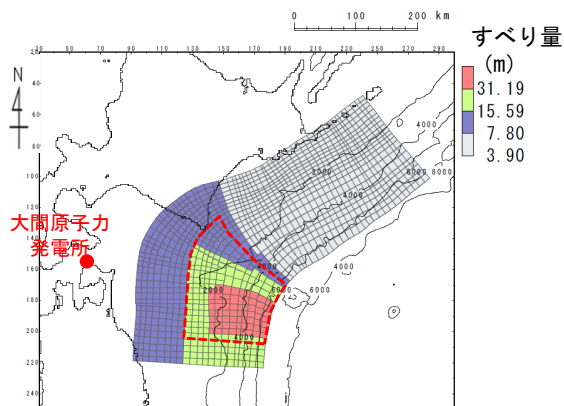
- 基準波源モデル①~④に対する概略パラメータスタディの結果は以下のとおりである。

最大水位上昇ケース
 ・基準波源モデル②
 ・アスペリティ位置：南方へ40km移動



(基準波源モデル②)

最大水位下降ケース
 ・基準波源モデル③
 ・アスペリティ位置：南方へ40km移動



(基準波源モデル③)

最大ケースの波源モデル

：基準配置のアスペリティ位置

概略パラメータスタディ結果一覧

基準波源モデル	アスペリティの位置※		最大水位上昇量	最大水位下降量
	AI	TN		
基準波源モデル①	北方へ約20km	東方へ10km	2.43m	-2.07m
		基準位置	2.49m	-1.88m
		西方へ10km	2.55m	-1.80m
		西方へ20km	2.53m	-1.92m
	北方へ約10km	東方へ10km	2.30m	-2.00m
		基準位置	2.39m	-1.97m
		西方へ10km	2.50m	-2.04m
		西方へ20km	2.51m	-2.15m
	基準位置	東方へ10km	2.15m	-1.96m
		基準位置	2.26m	-1.92m
		西方へ10km	2.30m	-1.95m
		西方へ20km	2.29m	-2.03m
南方へ約10km	東方へ10km	2.06m	-2.05m	
	基準位置	2.17m	-1.92m	
	西方へ10km	2.07m	-2.00m	
	西方へ20km	2.22m	-2.07m	

基準波源モデル	アスペリティの位置※	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル②	北方へ50km	2.98m	-2.22m
	北方へ40km	3.18m	-2.24m
	北方へ30km	3.43m	-2.70m
	北方へ20km	3.49m	-2.81m
	北方へ10km	3.50m	-2.90m
	基準位置	3.52m	-3.01m
	南方へ10km	3.48m	-2.95m
	南方へ20km	3.50m	-3.01m
	南方へ30km	3.55m	-3.01m
	南方へ40km	3.62m	-3.04m
	南方へ50km	3.57m	-2.93m
	基準波源モデル③	北方へ50km	3.08m
北方へ40km		3.15m	-2.63m
北方へ30km		3.22m	-2.92m
北方へ20km		3.29m	-3.09m
北方へ10km		3.29m	-3.24m
基準位置		3.33m	-3.36m
南方へ10km		3.50m	-3.43m
南方へ20km		3.57m	-3.41m
南方へ30km		3.56m	-3.44m
南方へ40km		3.50m	-3.49m
南方へ50km		3.34m	-3.28m
基準波源モデル④		北方へ50km	3.17m
	北方へ40km	3.34m	-3.35m
	北方へ30km	3.48m	-3.37m
	北方へ20km	3.55m	-3.47m
	北方へ10km	3.57m	-3.38m
	基準位置	3.57m	-3.24m
	南方へ10km	3.57m	-3.26m

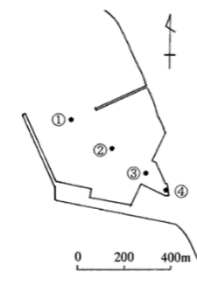
：概略パラスタ 最大水位上昇ケース

：概略パラスタ 最大水位下降ケース

※：アスペリティの位置についてはP. 246~P. 249に示す。

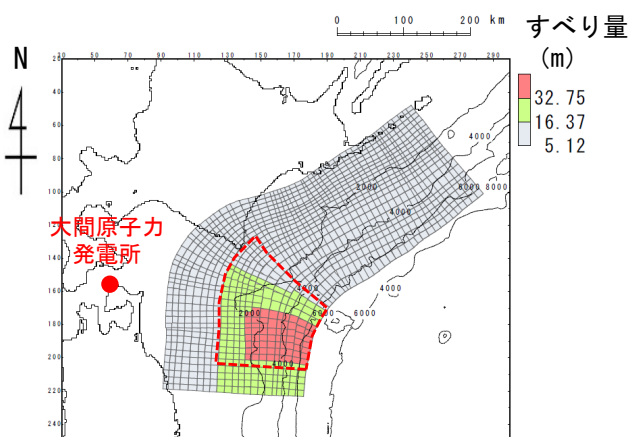
概略パラメータスタディ (6/7) : 最大水位上昇ケース検討結果<基準波源モデル①~④>

- 基準波源モデル①~④に対する敷地における概略パラメータスタディの最大水位上昇ケース検討結果は以下のとおりである。



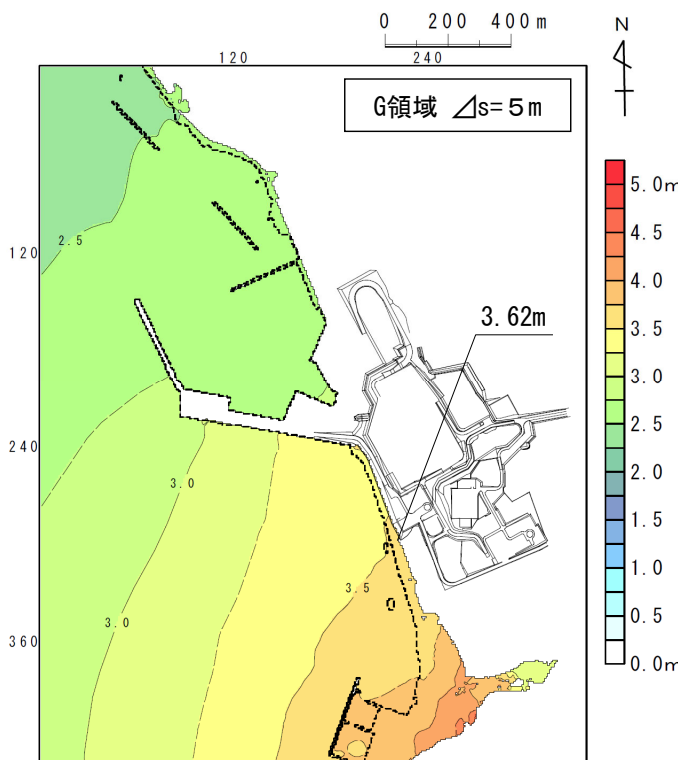
最大水位上昇ケース

- 基準波源モデル②
- アスペリティ位置 : 南方へ40km移動



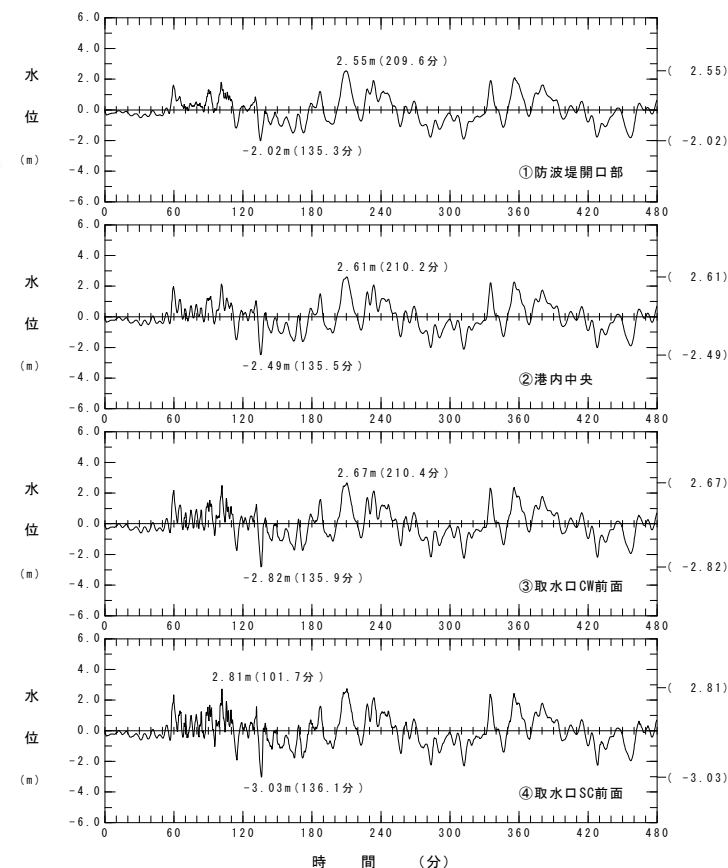
最大水位上昇ケースの波源モデル

⬜ : 基準配置のアスペリティ位置



最大水位上昇量分布

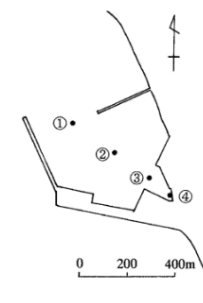
最大水位上昇ケース
(基準波源モデル②)



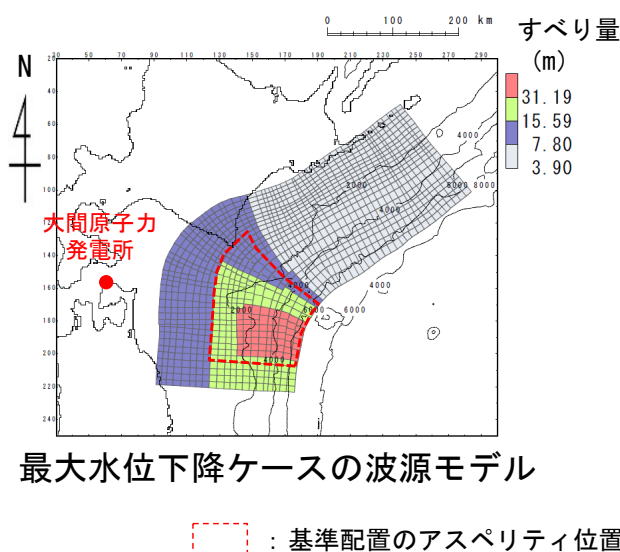
水位時刻歴波形

概略パラメータスタディ (7/7) : 最大水位下降ケース検討結果<基準波源モデル①~④>

• 基準波源モデル①~④に対する取水口スクリーン室前面における概略パラメータスタディの最大水位下降ケース検討結果は以下のとおりである。

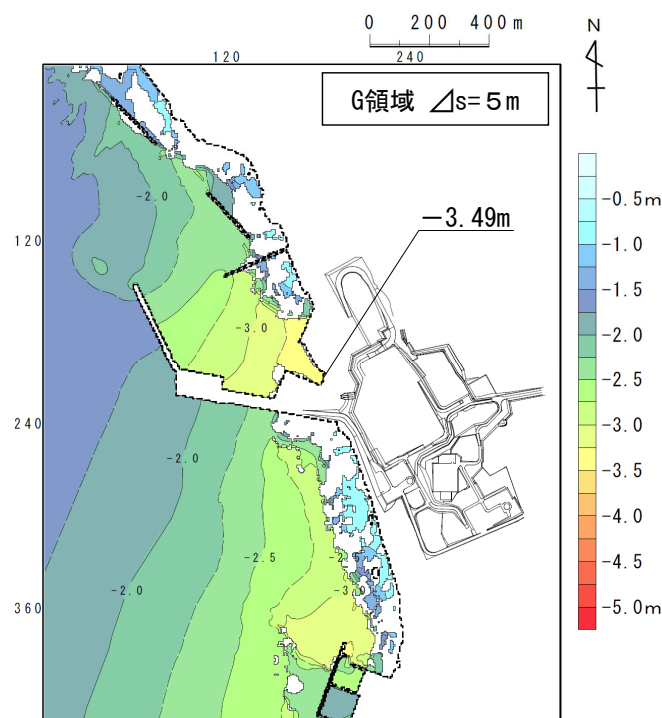


最大水位下降ケース
 ・ 基準波源モデル③
 ・ アスペリティ位置：南方へ40km移動



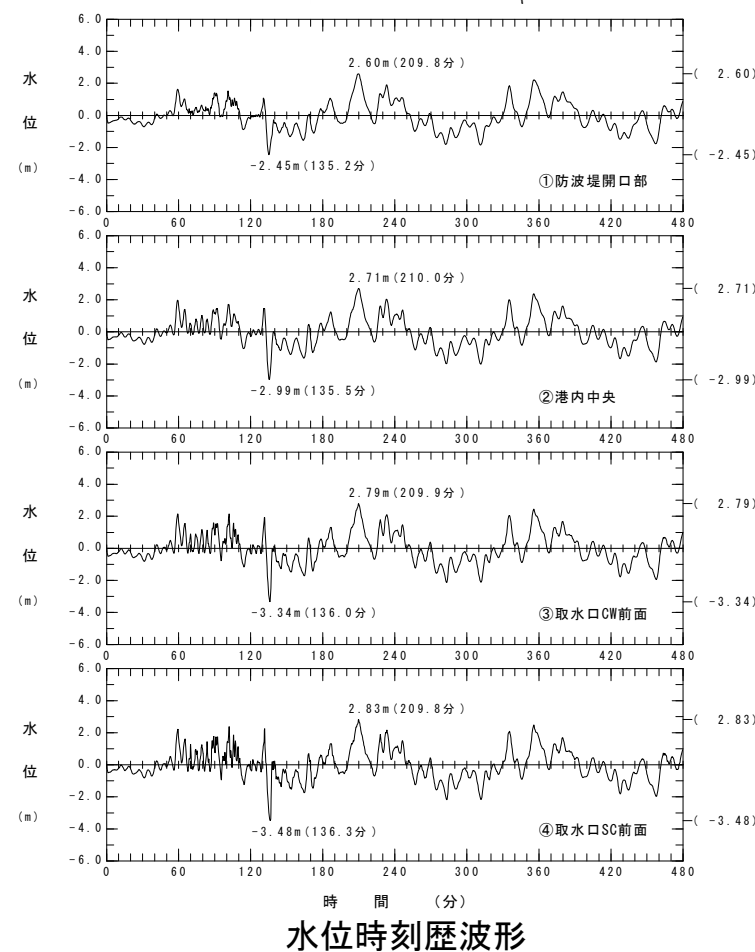
最大水位下降ケースの波源モデル

⋯ : 基準配置のアスペリティ位置



最大水位下降量分布

最大水位下降ケース
(基準波源モデル③)



水位時刻歴波形



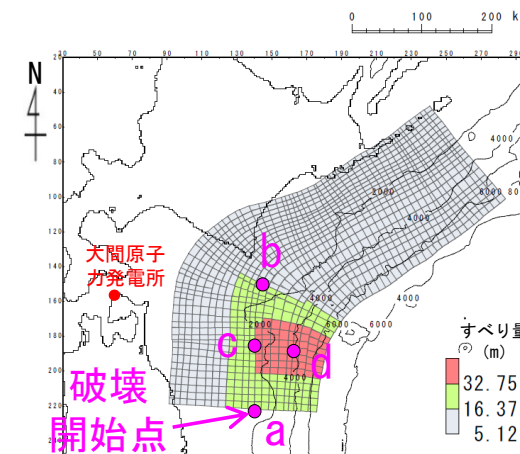
詳細パラメータスタディ (1/4) : 破壊開始点・破壊伝播速度・ライズタイム<基準波源モデル①~④>

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-111再掲

・ 基準波源モデル①~④に対し、以下に示す破壊開始点、破壊伝播速度及びライズタイムを組合せた検討を実施した。

詳細パラメータスタディ

項目	変動範囲	備考
破壊開始点	<ul style="list-style-type: none"> ✓プレート境界面深度20kmを基本として、大すべり域の「南端:a」, 「北端:b」, 「中央部:c」(超大すべり域深部下端に相当)の3箇所配置 ✓不確かさ考慮として、「超大すべり域中央部:d」に1箇所配置 	右図のとおり設定 (P. 254参照)
破壊伝播速度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1.0km/s ・ 2.0km/s ・ 2.5km/s ・ ∞※ (基準: 概略パラスタケース) ※: ∞は全域同時に破壊開始 	<ul style="list-style-type: none"> 1.0km/s: Fujii and Satake (2007) による2004年インド洋津波を再現する最適値 2.0km/s: Satake et al. (2013) による2011年東北地方太平洋沖地震再現モデル 2.5km/s: 内閣府 (2012) の南海トラフ大地震モデル
ライズタイム	<ul style="list-style-type: none"> ・ 60s (基準: 概略パラスタケース) 	<p>世界のM9クラスの超巨大地震から得られたライズタイムに関する知見及びそれらを踏まえた影響検討を考慮して60秒固定とした。 (第1023回審査会合 資料1-2「4-2-1. ライズタイムの影響検討」参照)</p>

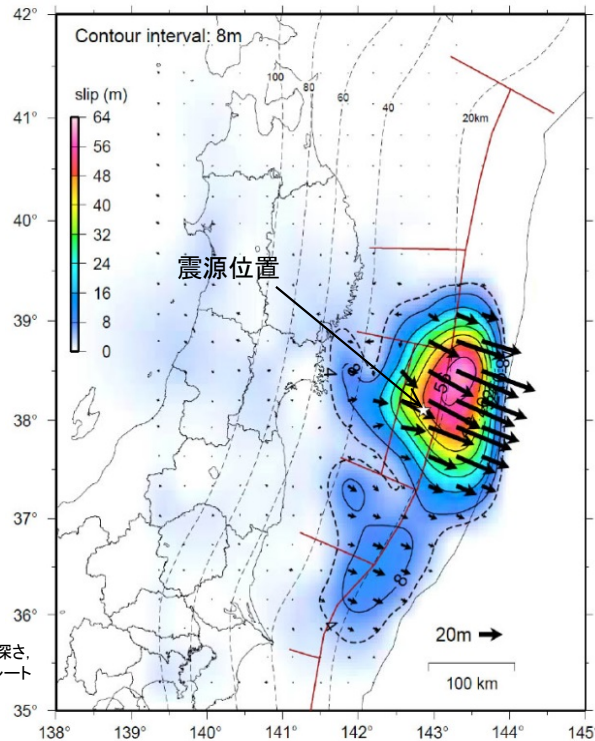


基準波源モデル①~④
概略パラスタ最大ケース
(基準波源モデル②)
※代表として上昇側を例示

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（107/128）

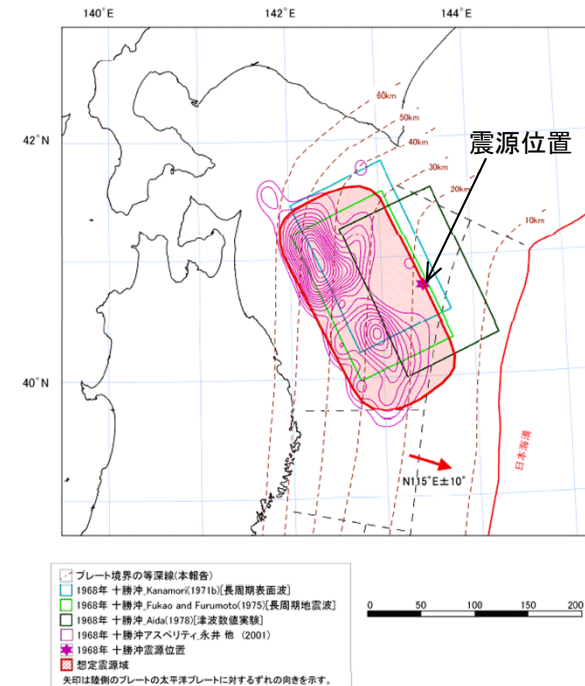
詳細パラメータスタディ（2/4）：破壊開始点の不確かさ

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-112再掲



東北地方太平洋沖地震の震源域

地震調査研究推進本部（2012）に一部加筆



青森県東方沖及び岩手県沖北部の想定震源域

地震調査研究推進本部（2012）に一部加筆

- 2011年東北地方太平洋沖地震の震源位置はプレート境界面等深線20km付近である。
 - 1968年十勝沖地震の震源位置はプレート境界面等深線20km付近である。
- 地震調査研究推進本部（2012）による
- プレート境界面等深線20kmに破壊開始点を設定することを基本として、不確かさの考慮として破壊開始点を複数ケース設定した。

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（108/128）

詳細パラメータスタディ（3/4）：破壊伝播速度の不確かさ

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-113再掲

- 破壊伝播速度の設定は、以下に示すM9クラスの地震を対象に設定された津波モデルの破壊伝播速度を参照して、1.0km/s、2.0km/s及び2.5km/sを検討対象に設定した。

M9クラスの地震を対象として設定された破壊伝播速度

地震	文献	破壊伝播速度 (km/s)	設定根拠
2004年 スマトラ～アンダマン地震	Fujii and Satake. (2007)	1.0	津波波形を用いたインバージョン
2011年 東北地方太平洋沖地震	Satake et al. (2013)	2.0	津波波形等を用いたインバージョン
南海トラフ巨大地震	内閣府 (2012)	2.5	平均的に利用されている値を参考に、東北地方太平洋沖地震の解析結果も踏まえて設定。

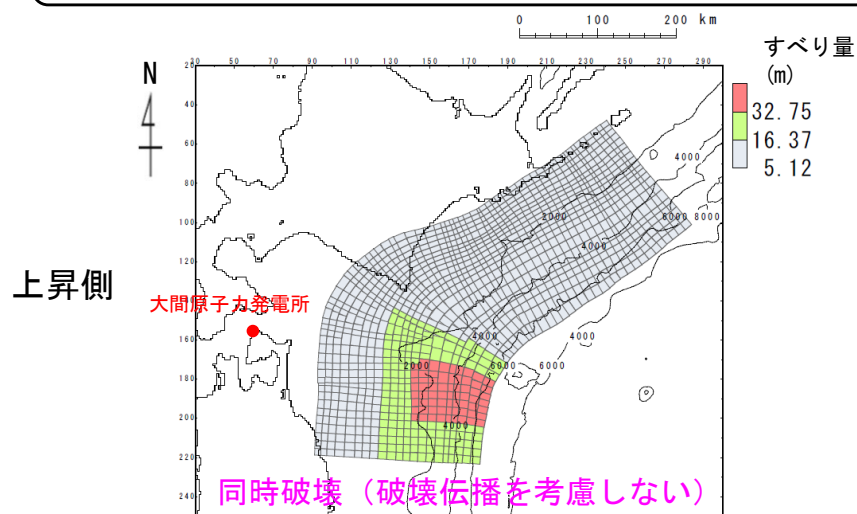
3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (109/128)

詳細パラメータスタディ (4/4) : 検討結果<基準波源モデル①~④>

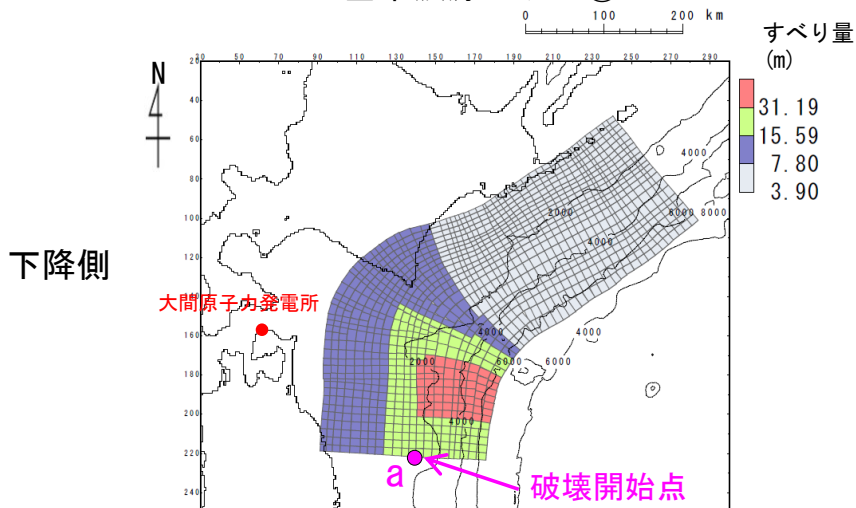
第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-114再掲

・ 基準波源モデル①~④に対する詳細パラメータスタディの結果は以下のとおりである。

詳細パラメータスタディ結果一覧



基準波源モデル②



基準波源モデル③

最大ケースの波源モデル

上昇側

タイプ	アスペリティの位置	ライズタイム	破壊伝播速度	破壊開始点	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル②	基準配置を南方へ40km	60s	1.0km/s	a	3.22m	-2.89m
				b	3.10m	-2.48m
				c	3.12m	-2.83m
				d	3.36m	-2.38m
			2.0km/s	a	3.48m	-2.99m
				b	3.37m	-2.68m
				c	3.31m	-2.86m
				d	3.53m	-2.33m
			2.5km/s	a	3.50m	-3.00m
				b	3.39m	-2.74m
				c	3.39m	-2.86m
				d	3.56m	-2.48m
-	-	-	∞	-	3.62m	-3.04m

下降側

タイプ	アスペリティの位置	ライズタイム	破壊伝播速度	破壊開始点	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル③	基準配置を南方へ40km	60s	1.0km/s	a	3.25m	-3.42m
				b	3.00m	-2.74m
				c	3.04m	-3.06m
				d	3.31m	-2.36m
			2.0km/s	a	3.47m	-3.53m
				b	3.28m	-3.13m
				c	3.32m	-3.26m
				d	3.44m	-3.11m
			2.5km/s	a	3.49m	-3.52m
				b	3.34m	-3.21m
				c	3.35m	-3.29m
				d	3.47m	-3.21m
-	-	-	∞	-	3.50m	-3.49m

■ : 上昇側・下降側最大ケース

(余白)

基準波源モデル策定の手順及び考え方

世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見 (3.11地震含む)

3.11地震における広域の津波特性を考慮した特性化モデルのすべり量・面積比

杉野ほか (2014) の知見 (P.200参照)

- 背景領域：平均すべり量の0.33倍、全体面積の60%程度
- 大すべり域：平均すべり量の1.4倍、全体面積の25%程度
- 超大すべり域：平均すべり量の3倍、全体面積の15%程度

知見を反映

3.11地震の広域の津波特性を再現できることを確認 (P.200参照)

内閣府 (2012) の知見

- 大すべり域：平均すべり量の2倍、全体面積の20%程度 (超大すべり域を含む)
- 超大すべり域：平均すべり量の4倍、全体面積の5%程度

3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルのすべり量・面積比

知見を反映

3.11地震における破壊特性を再現できることを確認 (P.225参照)

3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルのすべり量・面積比

M9クラス地震の知見を分析・検討し、背景領域、大すべり域及び超大すべり域のすべり量を1:2:4となるような特性化を検討 (P.225参照)

- 背景領域：基本すべり量、全体面積の80%程度
- 大すべり域：基本すべり量の2倍、全体面積の20%程度 (超大すべり域を含む)
- 超大すべり域：基本すべり量の4倍、全体面積の5%程度

特性化モデル

すべり量・面積比設定

基準波源モデル

特性化モデルを基にしたすべり領域の配置

3.11地震を踏まえた更なる保守性考慮

パラスタ

詳細パラスタ

テクニクスの背景・地震学的見地に基づくモデル

3.11津波の知見を反映 (広域津波痕跡高の再現性を考慮)

- 日本海溝と千島海溝の島弧会合部を跨がないように、大すべり域、超大すべり域を配置
- 三陸沖から根室沖にはM9クラスの地震・津波の痕跡がないため、3.11地震における広域の津波痕跡高を再現したモデル (P.200参照) のすべり領域の配置を参照

岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデル

3.11地震・津波の知見を反映

- 十勝沖から択捉島沖に、「岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデル」の設定の考え方を反映して配置
- 色丹島沖及び択捉島沖の超大すべり域及び大すべり域は敷地に近い西端に設定

十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の広域の津波特性を考慮した特性化モデル※3

3.11地震・津波の知見を反映

- 日本海溝と千島海溝の島弧会合部を跨がないように**大すべり域・超大すべり域**を配置
- 三陸沖から根室沖にはM9クラスの地震・津波の痕跡がないため、3.11地震における破壊特性を再現したモデル (P.225参照) のすべり領域の配置を参照

3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定した特性化モデル

3.11地震・津波の知見を反映 (沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮)

- 十勝沖から択捉島沖に、「3.11地震における宮城県沖の破壊特性を参考に設定した特性化モデル」の設定の考え方を反映して配置
- 十勝沖・根室沖の超大すべり域は、十勝沖・根室沖の地質学的、測地学的知見を踏まえて設定

十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の破壊特性を考慮した特性化モデル※4

大間の立地特性を考慮したモデル

3.11地震・津波の知見を反映 (津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮)

- 津軽海峡内の津波挙動への影響を考慮して大すべり域等を津軽海峡前面に配置
- 3.11地震で浅部海溝軸沿いにも大きなすべりが観測されたこと及び大間専用港湾では短周期の波で顕著な水位増幅特性が認められることを考慮し、津波工学的観点から超大すべり域を海溝軸沿い浅部のみに配置
- 比較的短周期の波が卓越するため、津軽海峡内の反射等による津波挙動の特徴や、専用港湾における水位増幅特性が現れやすい配置。 (P.260, 「第1023回審査会合資料1-2 4-4-3. 基準波源モデル⑤⑥と基準波源モデル①~④の関連性」参照)

分岐断層・海底地すべりの考慮

島弧会合部に大すべり域を配置

基準波源モデル①

※3: 左記モデルとの比較の結果、敷地の訂線沿いにおいては最大水位上昇量が小さいものの、取水ロスクリン室前面においては最大水位上昇量が大きいため、影響検討用の波源域として扱う

基準波源モデル②

配置は同様に設定

基準波源モデル③

すべり量割り増し

基準波源モデル④

すべり量割り増し

基準波源モデル⑤

すべり量割り増し

基準波源モデル⑥

概略パラスタ※1

概略パラスタ※1

概略パラスタ※1

概略パラスタ※1

概略パラスタ※1

概略パラスタ※1

概略パラスタ最大ケース ⇒ 基準波源モデル (再定義)

詳細パラスタ※2

津軽海峡開口部付近の太平洋沿岸において、各基準波源モデルの計算津波高と既往津波高等とを比較

概略パラスタ最大ケース ⇒ 基準波源モデル (再定義)

詳細パラスタ※2

基準津波の策定

設定した波源モデルによる計算津波高が津軽海峡沿岸の既往津波高等を上回っていることを確認

※1: 大すべり域・超大すべり域の位置を南北約10km単位で移動
 ※2: 波源特性 (破壊開始点、破壊伝播速度、ライズタイム) の不確かさの考慮

注: 津軽海峡の津波特性を念頭に3.11地震・津波の知見を反映したモデル (基準波源モデル⑤⑥) と3.11地震・津波の知見を反映したモデル (基準波源モデル①~④) との関連性については、「第1023回審査会合資料1-2 4-4-3. 基準波源モデル⑤⑥と基準波源モデル①~④の関連性」参照。

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（111/128）

津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮した基準波源モデルの設定（1/2）

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-117再掲

基本方針

- 大間原子力発電所の立地特性を踏まえた保守的観点を考慮して、津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮した基準波源モデルを設定する。
 - 【大間の立地特性】：津軽海峡内に位置する。
 - i：太平側から伝播してくる津波は津軽海峡開口部から津軽海峡内に侵入する。
 - ii：津軽海峡は、北海道と本州に挟まれたほぼ閉じた海域であるため、陸奥湾を含む海峡内の反射等により局所的に津波水位が増幅する可能性がある（第1023回審査会合 資料1-2 P. 11. 3-2参照）。
 - 【大間の立地特性を踏まえた保守的観点】：すべり領域を保守的な位置に配置する。
 - i：津波高さに与える影響が大きい大すべり域等を津軽海峡前面（津軽海峡開口部に正対する位置）に配置する。
 - ii：津軽海峡及び大間専用港湾の津波挙動並びに3.11地震・津波の知見を踏まえて、超大すべり域を浅部海溝軸沿いに配置する（詳細次頁参照）。
- なお、基準波源モデル①～④の検討において、敷地への影響が、3.11地震における広域の津波特性を考慮した特性化モデルを参考に設定したモデルに比べて、3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを参考に設定したモデルの方が大きかったことを踏まえ、すべり量・面積比については3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルのすべり量・面積比を反映することとする。

津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮した基準波源モデルの設定 (2/2)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-118再掲

すべり領域の配置

以下の知見及び検討結果を反映して、津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮した基準波源モデルのすべり領域の配置を設定する。

【津軽海峡及び大間専用港湾の津波挙動】

- ・ 基準津波策定位置では、周期30分の波に水位の増幅が認められる (第1023回審査会合 資料1-2 P.11.3-3参照)。
- ・ 取水口スクリーン室前面では、周期7分及び10分の波に顕著な水位の増幅が認められる (第1023回審査会合 資料1-2 P.11.3-3参照)。

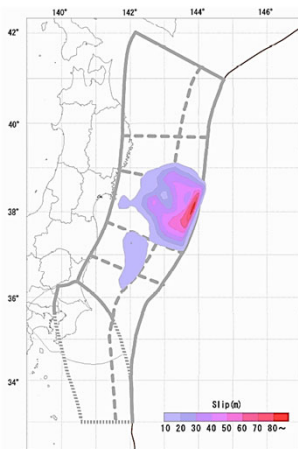
【3.11地震・津波の知見】

- ・ 3.11地震で大きなすべりは浅部海溝軸沿いにも分布する (左図)。
- ・ 岩手県南部沖GPS波浪計では、まず長周期の津波波形が観測され、その後に短周期で高い水位の津波が観測された (右図)。

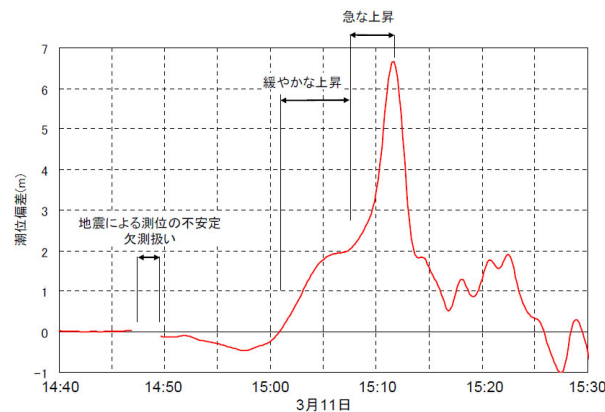
⇒ 上記より、以下の2点を考慮して大間の立地特性を踏まえた保守的観点から、超大すべり域を浅部海溝軸沿いに配置する。

- ✓ 津軽海峡内及び大間専用港湾の津波挙動を念頭に、比較的短周期の津波を考慮する。
- ✓ 3.11地震において岩手県南部沖GPS波浪計では、まず長周期の津波波形が観測されたものの、その後に短周期で高い津波が観測されたことから、大間の立地特性を考慮して短周期の波に着目する。

【3.11地震の知見】



東北地方太平洋沖地震の地震時のすべり量の分布
地震調査研究推進本部 (2019)



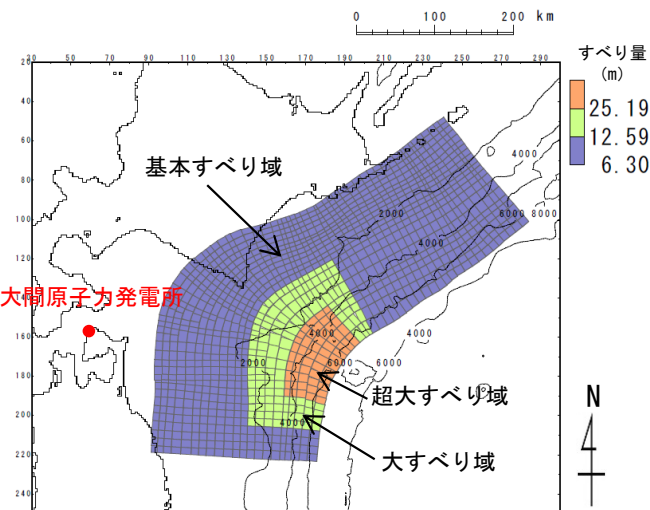
岩手南部沖GPS波浪計が捉えた津波の第一波
港湾空港技術研究所 (2011)

基準波源モデル⑤⑥

：まとめ

右のフロー及び設定根拠に基づき、3.11地震・津波の知見を反映（津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮）した基準波源モデルを設定した。

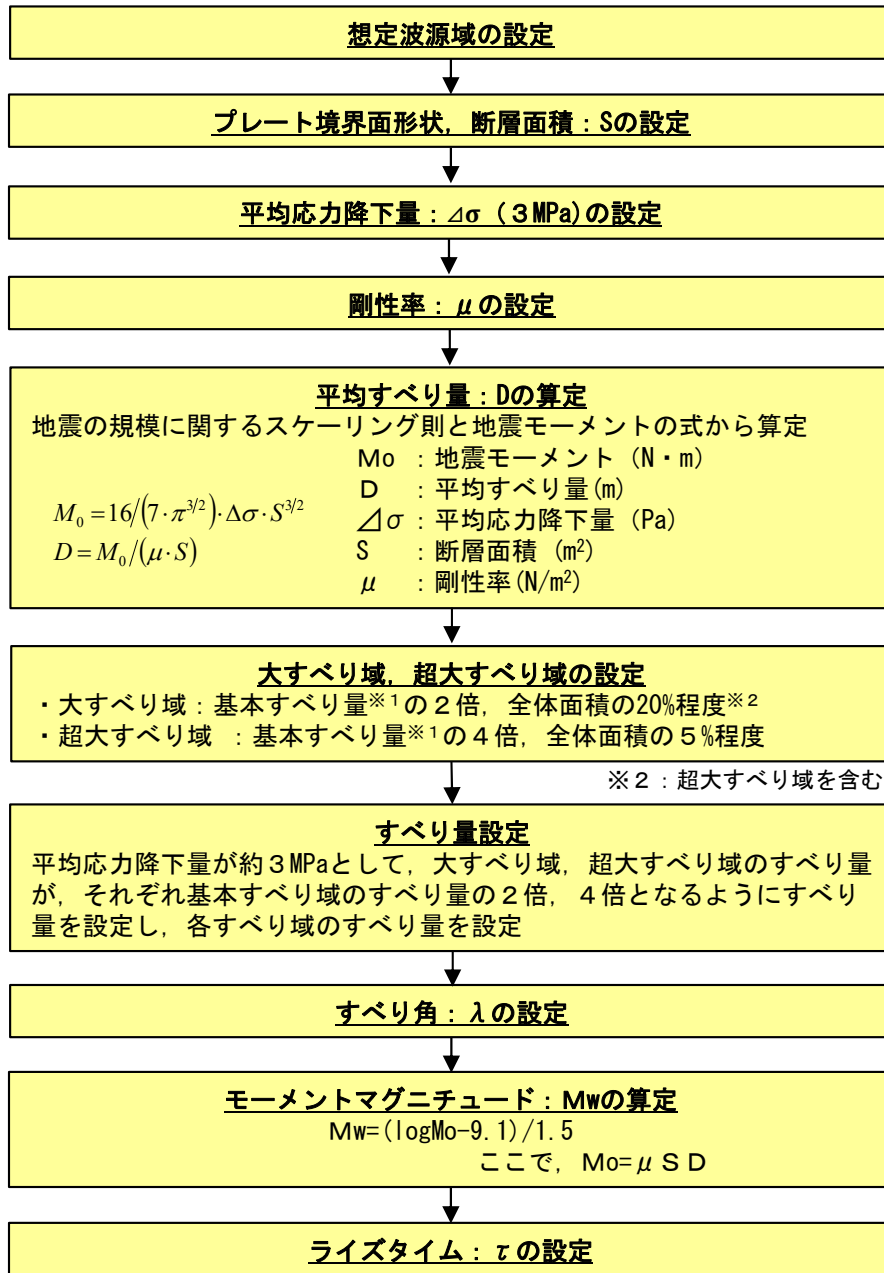
3.11地震・津波の知見を反映（津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮）した基準波源モデル (P.148参照) の設定フロー



3.11地震・津波の知見を反映（津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮）した基準波源モデル

※1：基本すべり域、大すべり域及び超大すべり域のすべり量が1：2：4となるように設定した基本すべり域のすべり量 (D_1)
基本すべり量 (D_1)は、以下の関係式を満足する条件として設定した。

$M_0 = M_{01} + M_{02} + M_{04}$
 >地震モーメント ($M_{01} = \mu \cdot S_1 \cdot D_1$, $M_{02} = \mu \cdot S_2 \cdot D_2$, $M_{04} = \mu \cdot S_4 \cdot D_4$)
 >断層面積 (S_1, S_2, S_4)
 >すべり量 ($D_1, D_2 (2 \cdot D_1), D_4 (4 \cdot D_1)$)
 ここで、下付き数字1は基本すべり域、2は大すべり域、4は超大すべり域を表す。



- 設定根拠
- 既往地震、固着及び破壊伝播に関する検討に基づき、青森県東方沖及び岩手県沖北部から根室沖に設定 →P.151~P.180
 - 地震調査研究推進本部 (2004, 2012) の微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線より、地震発生域の深さの下限 (60km) から海溝軸までを考慮 →P.187, P.188
 - 3.11地震を含む世界の巨大地震のばらつきを考慮した平均応力降下量 3 MPa を考慮 (内閣府 (2012) 等) →P.229, P.230
 - 地震波速度や密度に関する既往研究に基づき $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ に設定 (土木学会 (2016) 等) →P.189, P.190
 - 3.11地震を含む世界の巨大地震の大すべり域を参照して設定 (内閣府 (2012) ほか) →第1023回審査会合 資料1-2 P.3.1-18, P.3.2-21参照
 - すべり角は、陸側プレートのずれの向きに基づいて設定 (中央防災会議 (2006)) →P.191
 - 平均的に利用されている値を参考に 3.11地震の解析結果も踏まえ 60s に設定 (内閣府 (2012)) →P.192

基準波源モデル⑤

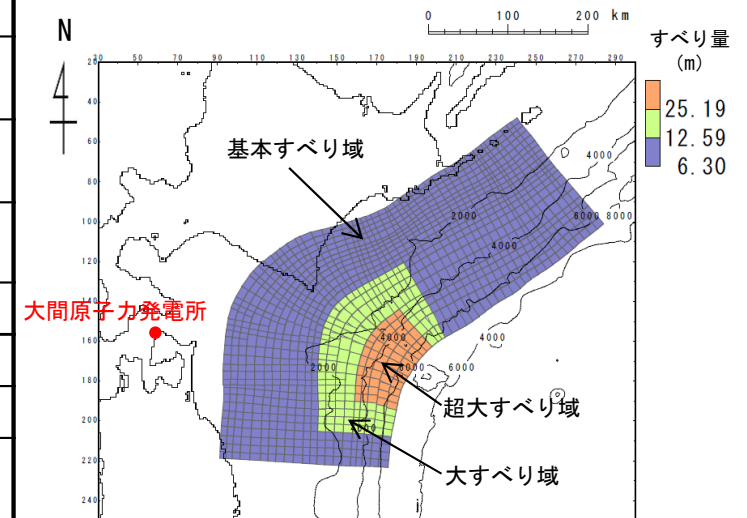
- 基準波源モデル⑤は、3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルのすべり量・面積比^{※1}を反映し、すべり領域の配置は、大間原子力発電所の立地特性を踏まえた保守的観点で配置 (P.259, P.260参照) して設定する。
- なお、超大すべり域を浅部海溝軸沿いに配置し比較的短周期の波を卓越させることにより、未知なる海溝軸付近の海底地すべりや分岐断層^{※2}の影響も考慮されている。

※1：大すべり域・超大すべり域の設定に伴う地震モーメントの調整は、波源領域全体で実施。

※2：第1023回審査会合 資料1-2 「4-2-3. 分岐断層に関する検討」参照。

基準波源モデル⑤のパラメータ

項目	基準波源モデル⑤ 【モデル化後の値】	主な設定根拠	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード Mw	9.04	$Mw = (\log Mo - 9.1) / 1.5$	9.04
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部 (2017a, 2019)	—
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.08	内閣府 (2012) 等	3
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会 (2016) 等	—
地震モーメント Mo (N・m)	4.64×10^{22}	$Mo = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	4.52×10^{22}
平均すべり量 D (m)	8.41	$D = Mo / (\mu \cdot S)$	8.19
すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデル (P.225, 第1023回審査会合 資料1-2 P.3.1-18, P.3.2-21参照)	6.30 (88,377km ² , 80%)
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)		12.59 (16,571km ² , 15%)
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)		25.19 (5,524km ² , 5%)
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議 (2006)	—
ライズタイム τ (s)	60	内閣府 (2012)	—



基準波源モデル⑤

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (115/128)

第1023回審査会合

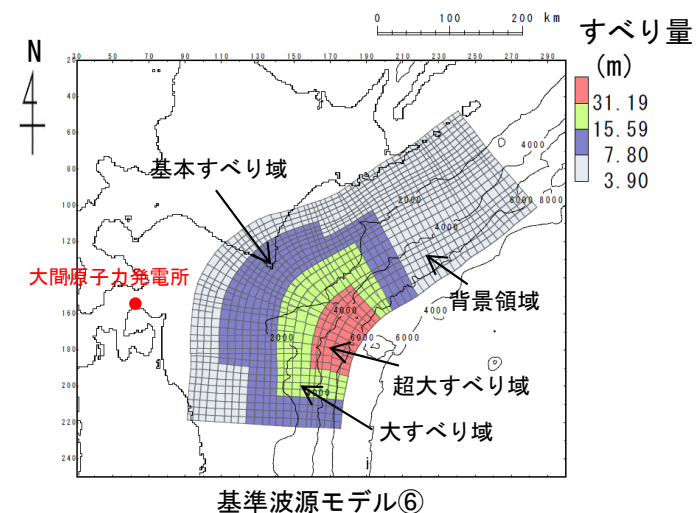
資料1-1 P. 3. 2. 1-121再掲

基準波源モデル⑥

- 基準波源モデル⑥は、基準波源モデル⑤ (P. 262参照) に対し、すべりの不確かさを踏まえ、より保守側の設定として大すべり域・超大すべり域等のすべり量が約20%割増し (P. 237参照) になるように、背景的領域にすべり量が小さな領域として、基本すべり域のすべり量の半分のすべり量を全体面積の50%に対して考慮し設定する。

基準波源モデル⑥のパラメータ

項目	基準波源モデル⑥ 【モデル化後の値】	主な設定根拠	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード M_w	9.04	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	9.04
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部 (2017a, 2019)	—
断層面積 S (km ²)	110,472	地震調査研究推進本部 (2017a, 2019)	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.08	内閣府 (2012) 等 (設計値 3 MPa)	3
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会 (2016) 等	—
地震モーメント M_0 (N・m)	4.64×10^{22}	$M_0 = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	4.52×10^{22}
平均すべり量 D (m)	8.40	$D = M_0 / (\mu \cdot S)$	8.19
すべり量	基本すべり域 (m) (全体面積の30%)	7.80 (30,619km ² , 27.7%)	7.80 (33,141km ² , 30%)
	背景領域 (m) (基本すべり域のすべり量の 0.5倍, 全体面積の50%程度)	3.90 (56,997km ² , 51.6%)	3.90 (55,236km ² , 50%)
	大すべり域 (m) (基本すべり域のすべり量の 2倍, 全体面積の15%程度)	15.59 (15,790km ² , 14.3%)	15.59 (16,571km ² , 15%)
	超大すべり域 (m) (基本すべり域のすべり量の 4倍, 全体面積の5%程度)	31.19 (7,066km ² , 6.4%)	31.19 (5,524km ² , 5%)
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議 (2006)	—
ライズタイム τ (s)	60	内閣府 (2012)	—

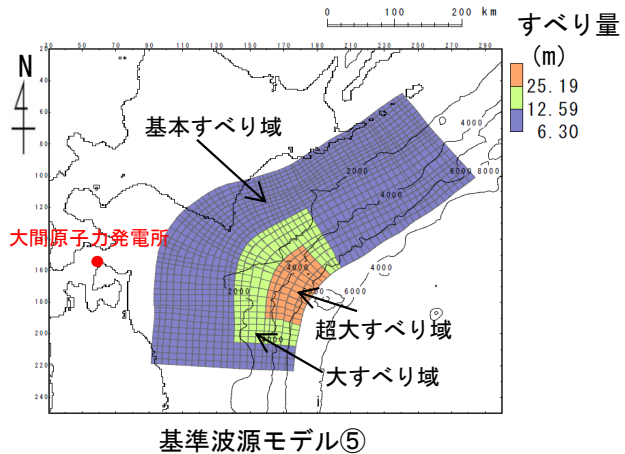


(余白)

パラメータスタディ：基準波源モデル⑤⑥

○パラメータスタディは、概略と詳細の2段階で実施するものとするものとし、概略パラスタは津波水位に対して支配的因子、詳細パラスタは津波水位に対して従属的因子の位置づけである（第1023回審査会合 資料1-2 P.4.3-3 ~P.4.3-7参照）。パラスタ詳細は以下のとおり。

- 概略パラスタのステップ1として、各基準波源モデルに対しアスペリティの位置を変化させる検討を実施した。
- 概略パラスタのステップ2として、ステップ1における各基準波源モデル毎の最大水位上昇ケース及び最大水位下降ケースとなる2つの波源モデルを対象に、アスペリティをさらに細かく移動させた検討を実施した。
- 詳細パラスタとして、概略パラスタにおける最大水位上昇ケース及び最大水位下降ケースとなる2つの波源モデルを対象に、破壊様式の不確かさの考慮として、破壊開始点、破壊伝播速度、ライズタイムを組合せた検討を実施した。

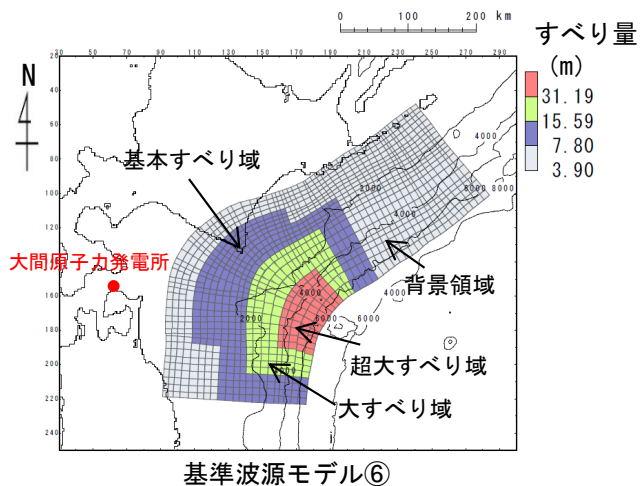


概略パラメータスタディ (ステップ1)

項目	変動範囲	ケース数	
アスペリティの位置	基準, 北方へ40km (N1), 80km (N2), 200km (N3), 南方へ40km (S1)	5	計 5

概略パラメータスタディ (ステップ2)

項目	変動範囲	ケース数	
アスペリティの位置	S1(ステップ1), S1を北方へ約10km, 20km, 30km移動 (約10kmステップで移動)	4	計 4



詳細パラメータスタディ

項目	変動範囲	ケース数	
破壊開始点	大すべり域深部の南端, 北端, 超大すべり域背後及び日本海溝と千島海溝の境界上大すべり域中央部	5	計 16
破壊伝播速度	1.0km/s, 2.0km/s, 2.5km/s, ∞※ (基準: 概略パラスタケース) ※: ∞は全域同時に破壊開始	4	
ライズタイム	60s (基準: 概略パラスタケース)	1	

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (117/128)

基準波源モデル⑤⑥の諸元及びパラメータスタディ整理表

第1023回審査会合

資料1-1 P. 3. 2. 1-124再掲

基準波源モデル⑤⑥の各パラメータに対し、パラスタ実施の考え方について以下のとおり整理した。

項目	基準波源モデル⑤⑥ (基準波源モデル⑤を代表とする)		パラメータスタディ		
	諸元 【設計値】	主な設定根拠	概略/ 詳細パラスタ	変動幅	根拠又は パラスタ未実施の理由
モーメントマグニチュード [*] Mw	9.04	$Mw = (\log Mo - 9.1) / 1.5$	—	—	他諸元からの算定値
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部 (2017a, 2019)	—	—	各調査により地震発生域が明確
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—	—	安全評価上、2つの領域の連動を考慮
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3	内閣府 (2012) 等	—	—	既往巨大地震の応力降下量に保守性を考慮
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会 (2016)	—	—	既往の地下構造情報を基に設定
地震モーメント Mo (N・m)	4.52×10^{22}	$Mo = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	—	—	他諸元からの算定値
平均すべり量 D (m)	8.19	$D = Mo / (\mu \cdot S)$	—	—	他諸元からの算定値
すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	6.30 (88,377km ² , 80%)	—	—	すべり量： 既往研究による知見を反映した他諸元からの設定値 面積： 安全評価上、2つの領域の連動を考慮した上で、既往研究による設定値を考慮
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	12.59 (16,571km ² , 15%)			
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.19 (5,524km ² , 5%)			
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議 (2006)	—	—	観測データを基に設定
ライズタイム τ (s)	60	内閣府 (2012) 等	—	—	感度解析により保守的設定であることを確認 (第1023回審査会合 資料1-2「4-2-1. ライズタイムの影響検討」参照)
アスペリティの位置	津軽海峡前面に配置	敷地への影響が大きな位置	概略パラスタ	200km～10kmt [*] ヅチ	10kmt [*] ヅチで位置の影響がほぼ無いことを確認。 (第1023回審査会合 資料1-2 P. 4. 3-4参照)
破壊開始点	—	—	詳細パラスタ	大すべり域周辺に配置	プレート境界面深度、大すべり域の配置を考慮
破壊伝播速度	∞	—	詳細パラスタ	1.0, 2.0, 2.5km/s	既往巨大津波研究

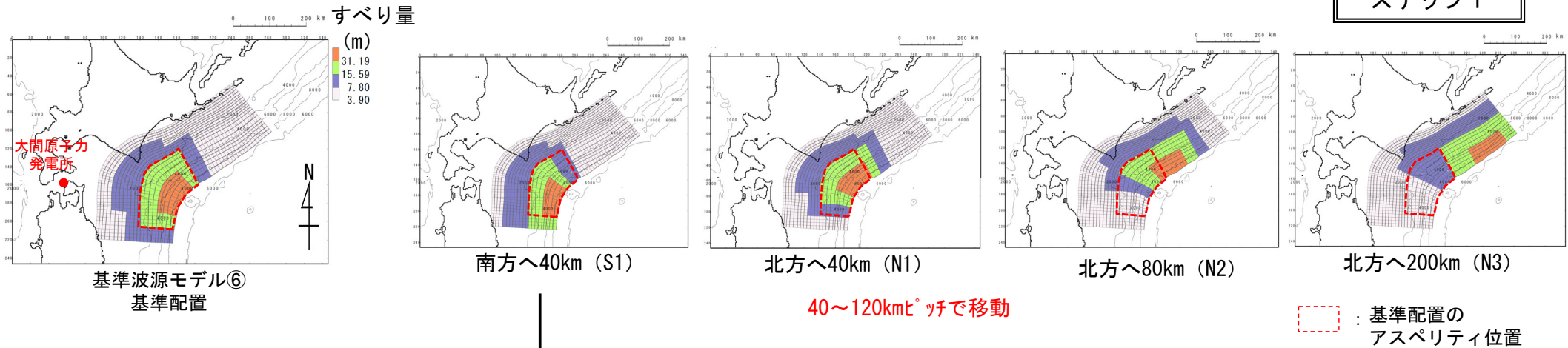
3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (118/128)



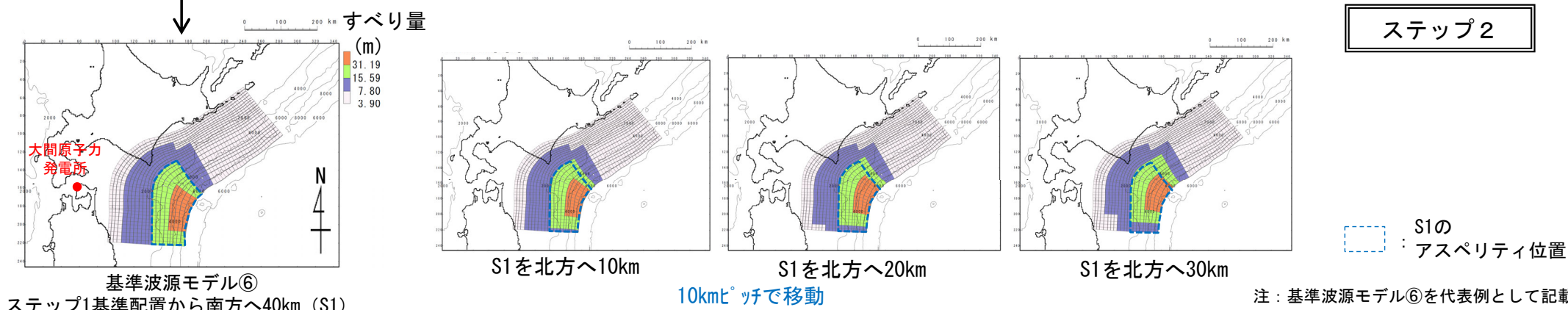
第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-125再掲

概略パラメータスタディ (1/4) : アスペリティ位置の不確かさを基準波源モデル⑤⑥>

ステップ1



ステップ2



- 概略パラメータスタディ (ステップ1) として、大すべり域等の位置の不確かさを考慮のため、各基準波源モデルに対して、位置のパラメータスタディ (各5パターン) を実施した。
- 概略パラメータスタディ (ステップ2) として、ステップ1における各基準波源モデル毎の最大水位変動ケースの波源モデルを対象に、最大となったアスペリティ位置S1を北方へ約10kmピッチで移動させた場合の検討を実施した※。

※：アスペリティ位置の影響に関わる周期特性の検討は、第1023回審査会合 資料1-2 P. 4. 3-8, P. 4. 3-9に示す。

3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (119/128)

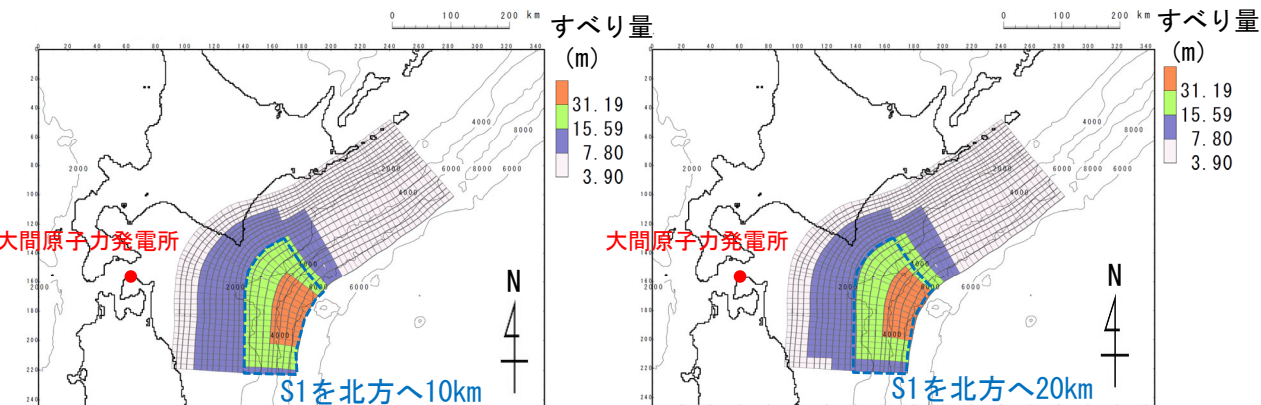
概略パラメータスタディ (2/4) : 検討結果<基準波源モデル⑤⑥>

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-126再掲

基準波源モデル⑤⑥に対する概略パラメータスタディの結果は以下のとおりである。

最大水位上昇ケース
 ・基準波源モデル⑥
 ・アスペリティ位置：S1を北方へ10km移動

最大水位下降ケース
 ・基準波源モデル⑥
 ・アスペリティ位置：S1を北方へ20km移動



最大ケースの波源モデル (基準波源モデル⑥)

S1の
アスペリティ位置

- : 概略パラスタ (ステップ1) 最大水位上昇/下降ケース
- : 概略パラスタ (ステップ2) 最大水位上昇ケース
- : 概略パラスタ (ステップ2) 最大水位下降ケース

概略パラメータスタディ (ステップ1) 結果一覧

	アスペリティの位置※1	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル⑤	北方へ200km (N3)	1.59m	-1.38m
	北方へ80km (N2)	1.53m	-1.54m
	北方へ40km (N1)	2.04m	-2.26m
	基準	2.83m	-2.88m
	南方へ40km (S1)	3.47m	-2.55m
基準波源モデル⑥	北方へ200km (N3)	1.36m	-1.21m
	北方へ80km (N2)	1.47m	-1.51m
	北方へ40km (N1)	2.18m	-2.24m
	基準	3.21m	-2.74m
	南方へ40km (S1)	3.50m	-2.91m

概略パラメータスタディ (ステップ2) 結果一覧

	アスペリティの位置※1	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル⑥	S1を北方へ30km	3.44m	-2.94m
	S1を北方へ20km	3.55m	-2.94m※2
	S1を北方へ10km	3.59m	-2.82m
	S1	3.50m	-2.91m

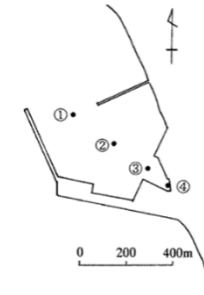
※1: アスペリティの位置についてはP. 267に示す。
 ※2: 小数第3位まで考慮すると、S1を北方へ20kmで最大。



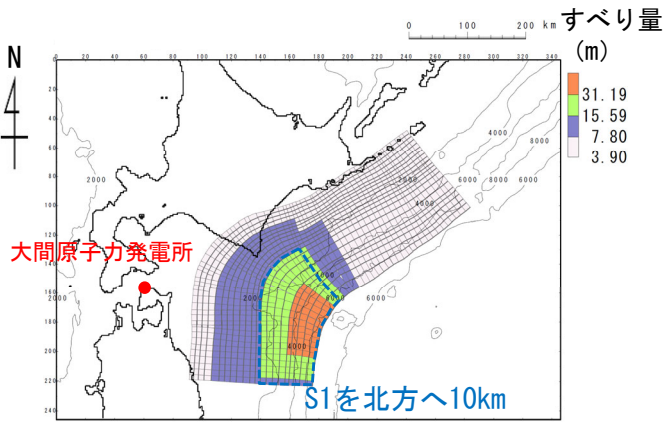
第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-127再掲

概略パラメータスタディ (3/4) : 最大水位上昇ケース検討結果<基準波源モデル⑤⑥>

基準波源モデル⑤⑥に対する敷地における概略パラメータスタディの最大水位上昇ケース検討結果は以下のとおりである。

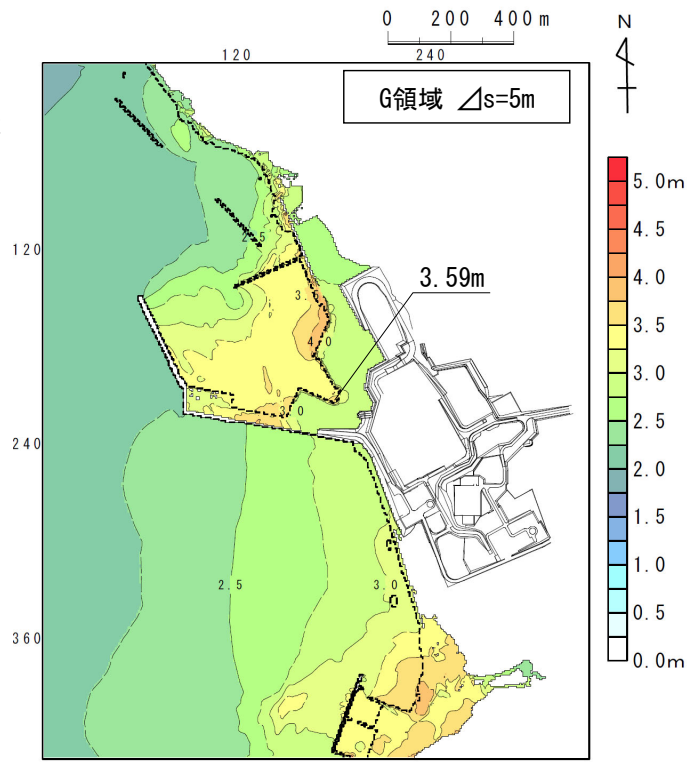


最大水位上昇ケース
 ・基準波源モデル⑥
 ・アスペリティ位置 : S1を北方へ10km移動



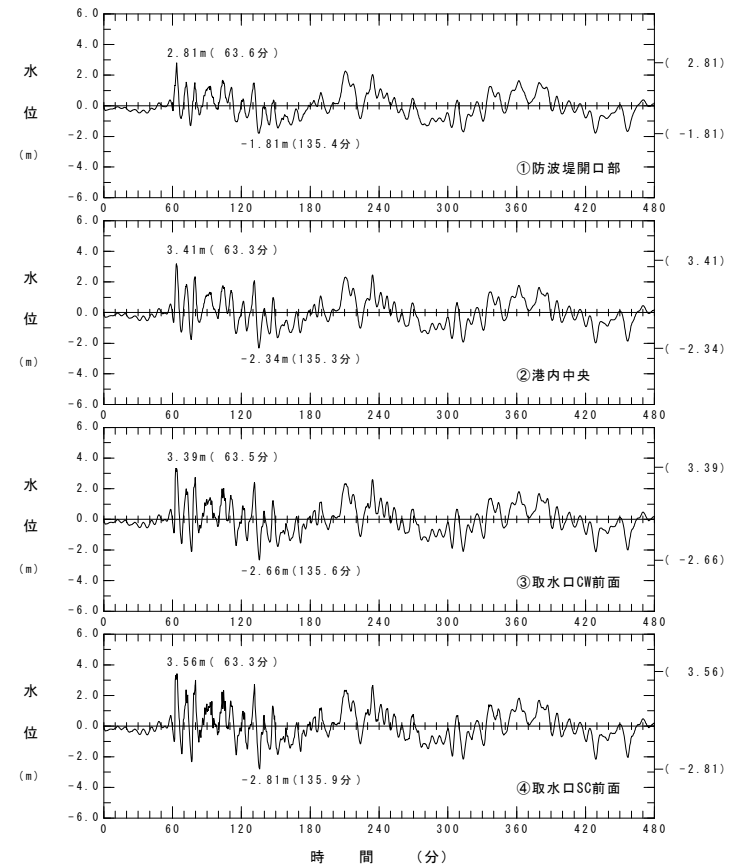
波源モデル

□ S1の
アスペリティ位置



最大水位上昇量分布

最大水位上昇ケース
(基準波源モデル⑥)



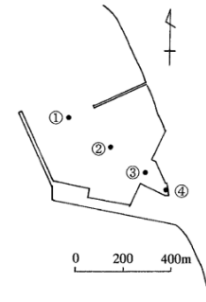
水位時刻歴波形



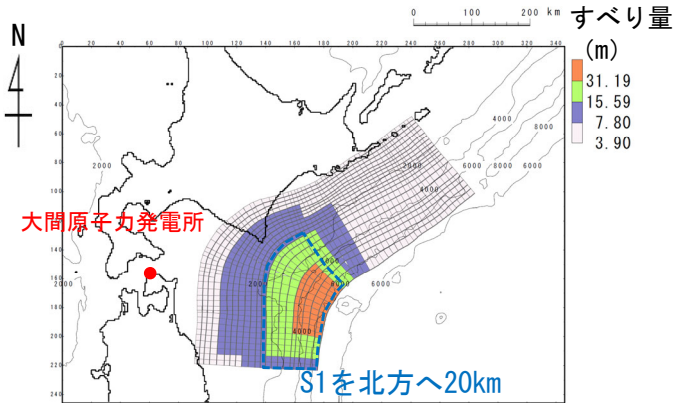
第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-128再掲

概略パラメータスタディ (4/4) : 最大水位下降ケース検討結果<基準波源モデル⑤⑥>

- 基準波源モデル⑤⑥に対する取水口スクリーン室前面における概略パラメータスタディの最大水位下降ケース検討結果は以下のとおりである。

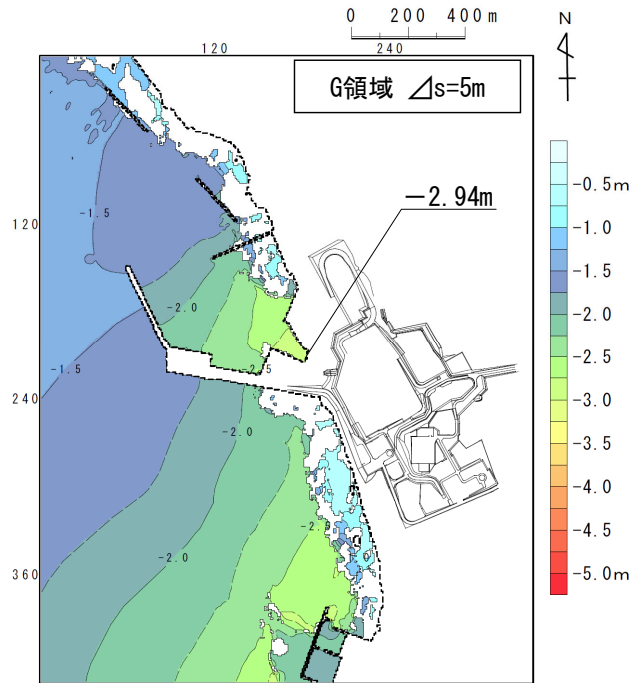


最大水位下降ケース
 ・基準波源モデル⑥
 ・アスペリティ位置 : S1を北方へ20km移動



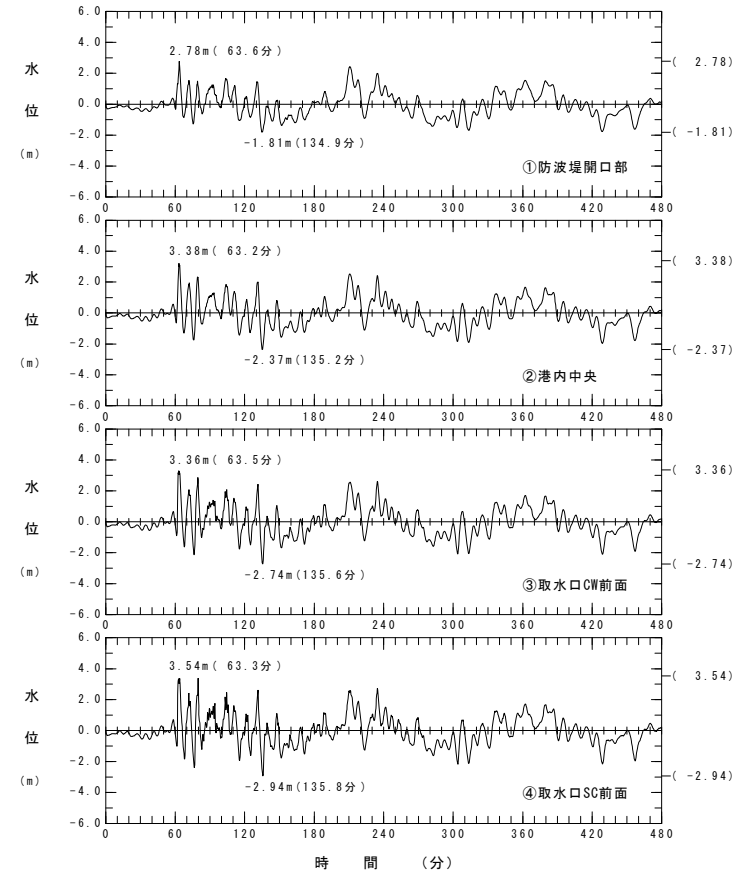
波源モデル

S1の
アスペリティ位置



最大水位下降量分布

最大水位下降ケース
(基準波源モデル⑥)



水位時刻歴波形

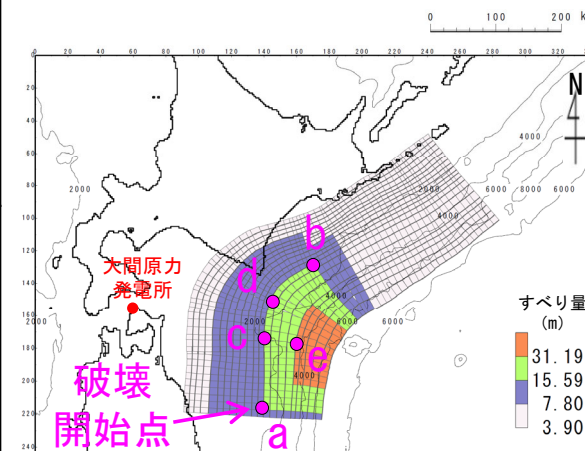
詳細パラメータスタディ (1/2) : 破壊開始点・破壊伝播速度・ライズタイム<基準波源モデル⑤, ⑥>

• 基準波源モデル⑤, ⑥に対し, 以下に示す破壊開始点, 破壊伝播速度及びライズタイムを組合せた検討を実施した。

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-129再掲

詳細パラメータスタディ

項目	変動範囲	備考
破壊開始点	<ul style="list-style-type: none"> ✓プレート境界面深度20km (大すべり域深部下端に相当) を基本として, 大すべり域深部下端の「南端:a」, 「北端:b」, 「超大すべり域背後:c」, 「日本海溝と千島海溝の境界上:d」の4箇所配置 ✓不確かさ考慮として, 「大すべり域中央部:e」に1箇所 (超大すべり域深部下端に相当) 配置 	右図のとおり設定 (P.254参照)
破壊伝播速度	<ul style="list-style-type: none"> • 1.0km/s • 2.0km/s • 2.5km/s • ∞※ (基準: 概略パラスタケース) ※: ∞は全域同時に破壊開始 	<ul style="list-style-type: none"> 1.0km/s: Fujii and Satake (2007) による2004年インド洋津波を再現する最適値 2.0km/s: Satake et al. (2013) による2011年東北地方太平洋沖地震再現モデル 2.5km/s: 内閣府 (2012) の南海トラフ大地震モデル
ライズタイム	<ul style="list-style-type: none"> • 60s (基準: 概略パラスタケース) 	世界のM9クラスの超巨大地震から得られたライズタイムに関する知見及びそれらを踏まえた影響検討を考慮して60秒固定とした。 (第1023回審査会合 資料1-2「4-2-1. ライズタイムの影響検討」参照)



基準波源モデル⑤, ⑥
概略パラスタ最大ケース
(基準波源モデル⑥)
※代表として上昇側を例示

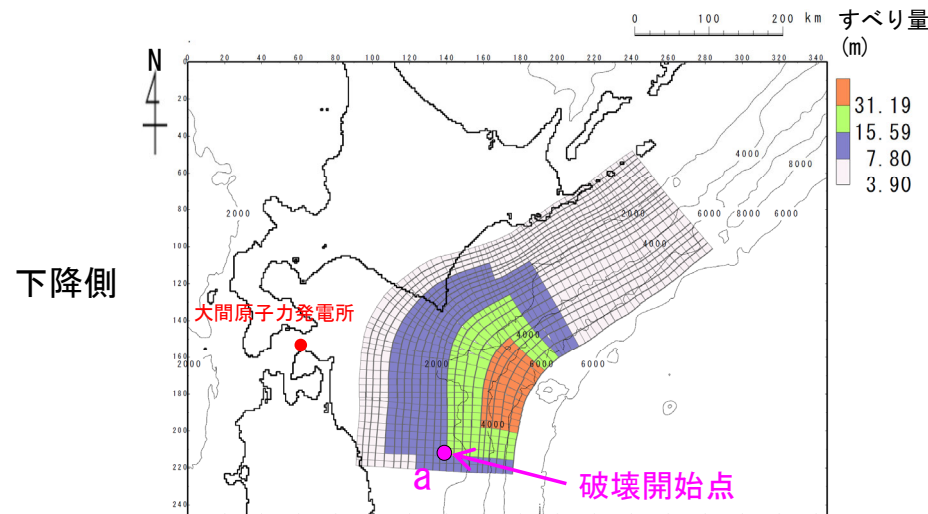
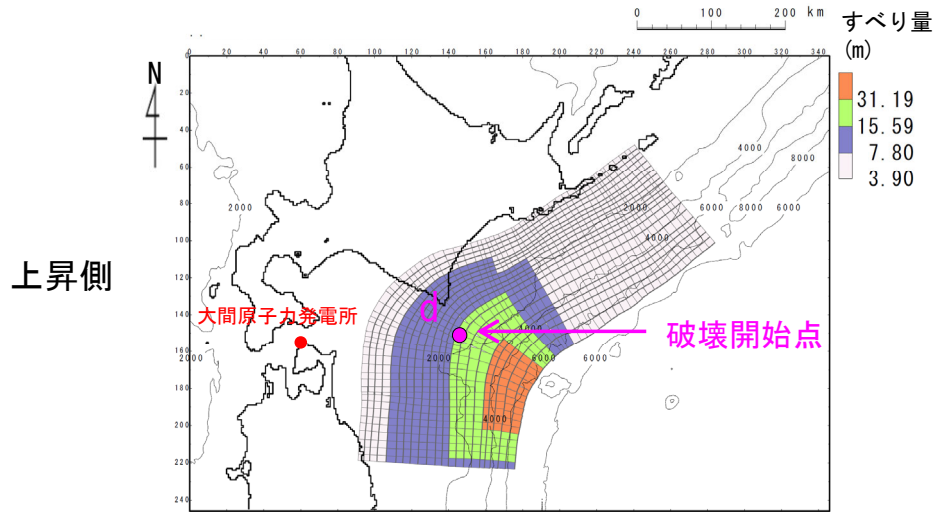
3-2-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (123/128)

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-130再掲



詳細パラメータスタディ (2/2) : 検討結果<基準波源モデル⑤, ⑥>

基準波源モデル⑤, ⑥に対する詳細パラメータスタディの結果は以下のとおりである。



最大ケースの波源モデル (基準波源モデル⑥)

上昇側 詳細パラメータスタディ結果一覧

タイプ	アスペリティの位置	ライズタイム	破壊伝播速度	破壊開始点	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル⑥	S1を北方へ10km	60s	1.0km/s	a	3.22m	-3.13m
				b	3.38m	-2.10m
				c	3.36m	-2.32m
				d	3.11m	-2.22m
				e	2.98m	-2.69m
			2.0km/s	a	3.46m	-3.03m
				b	3.63m	-2.31m
				c	3.63m	-2.56m
				d	3.69m	-2.39m
				e	3.53m	-2.70m
			2.5km/s	a	3.47m	-2.99m
				b	3.57m	-2.40m
				c	3.60m	-2.61m
				d	3.67m	-2.47m
				e	3.54m	-2.72m
∞	-	3.59m	-2.82m			

下降側

タイプ	アスペリティの位置	ライズタイム	破壊伝播速度	破壊開始点	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル⑥	S1を北方へ20km	60s	1.0km/s	a	2.97m	-3.00m
				b	3.61m	-2.26m
				c	3.22m	-2.45m
				d	3.28m	-2.35m
				e	3.03m	-2.78m
			2.0km/s	a	3.36m	-3.11m*
				b	3.50m	-2.60m
				c	3.61m	-2.74m
				d	3.63m	-2.67m
				e	3.53m	-2.81m
			2.5km/s	a	3.41m	-3.11m*
				b	3.46m	-2.67m
				c	3.59m	-2.79m
				d	3.61m	-2.73m
				e	3.54m	-2.83m
∞	-	3.55m	-2.94m			

■ : 上昇側・下降側最大ケース

※: 小数第3位まで考慮すると2.0km/sで最大。

基準波源モデル①~④の詳細パラメータスタディとの比較はP. 273, P. 274参照。



まとめ (1/4) : 最大水位上昇ケースの選定

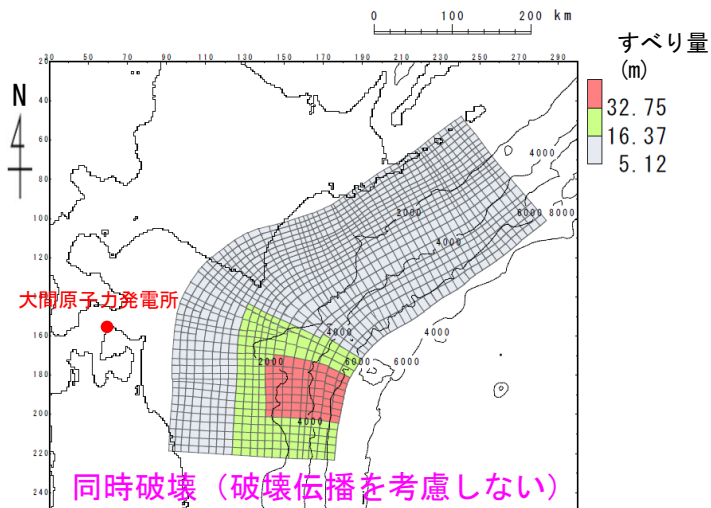
最大水位上昇ケースを選定するために、基準波源モデル①～④と基準波源モデル⑤、⑥の上昇側の詳細パラメータスタディ結果を比較した。

上昇側詳細パラメータスタディ結果一覧

タイプ	アスペリティの位置	ライズタイム	破壊伝播速度	破壊開始点	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル②	基準配置を南方へ40km	60s	1.0km/s	a	3.22m	-2.89m
				b	3.10m	-2.48m
				c	3.12m	-2.83m
				d	3.36m	-2.38m
			2.0km/s	a	3.48m	-2.99m
				b	3.37m	-2.68m
				c	3.31m	-2.86m
				d	3.53m	-2.33m
			2.5km/s	a	3.50m	-3.00m
				b	3.39m	-2.74m
				c	3.39m	-2.86m
				d	3.56m	-2.48m
			∞	-	3.62m	-3.04m

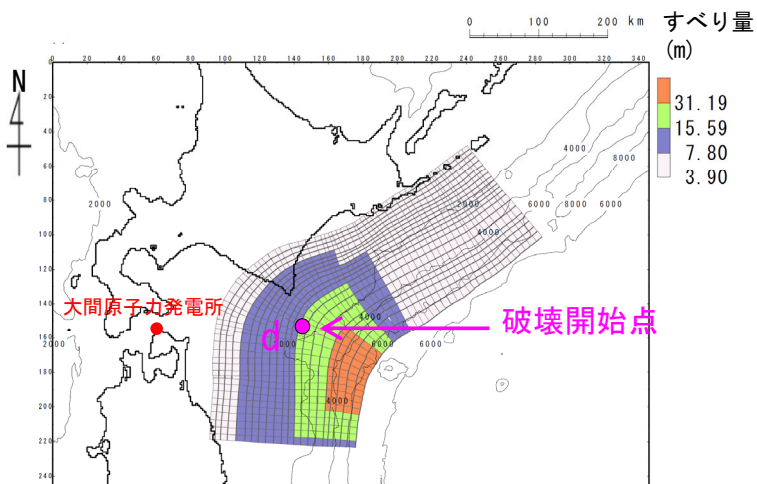
タイプ	アスペリティの位置	ライズタイム	破壊伝播速度	破壊開始点	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル⑥	S1を北方へ10km	60s	1.0km/s	a	3.22m	-3.13m
				b	3.38m	-2.10m
				c	3.36m	-2.32m
				d	3.11m	-2.22m
				e	2.98m	-2.69m
			2.0km/s	a	3.46m	-3.03m
				b	3.63m	-2.31m
				c	3.63m	-2.56m
				d	3.69m	-2.39m
				e	3.53m	-2.70m
			2.5km/s	a	3.47m	-2.99m
				b	3.57m	-2.40m
				c	3.60m	-2.61m
				d	3.67m	-2.47m
			∞	-	3.59m	-2.82m

基準波源モデル①～④に対する最大水位上昇ケース



(基準波源モデル②)

基準波源モデル⑤、⑥に対する最大水位上昇ケース



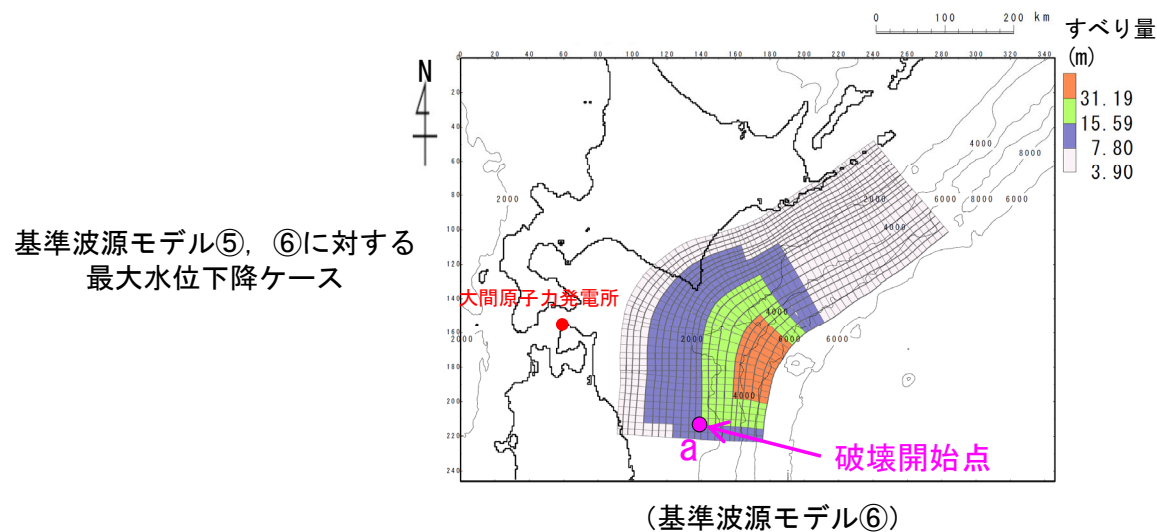
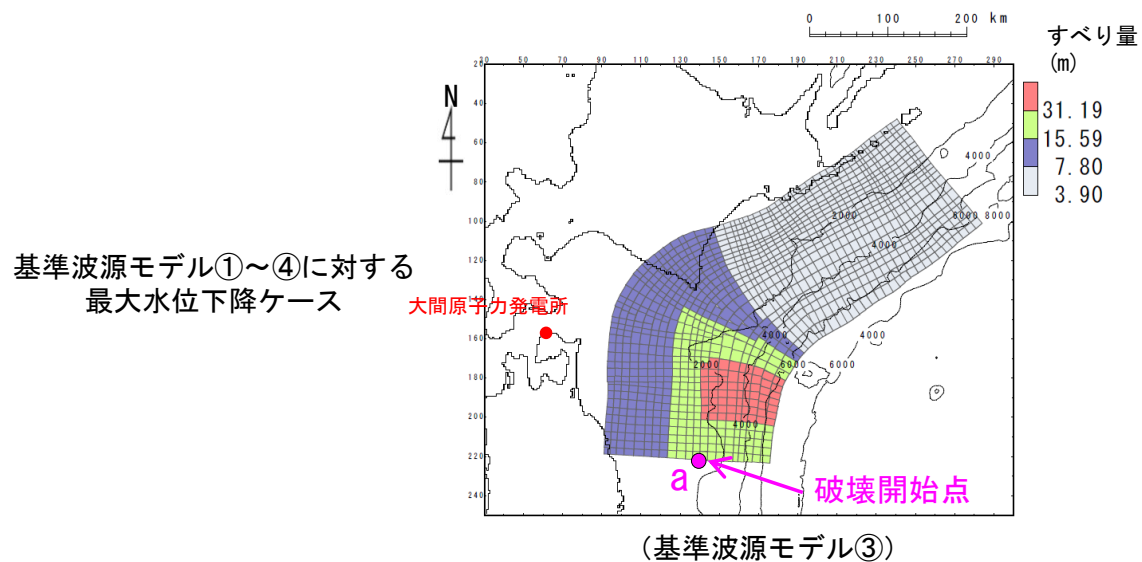
(基準波源モデル⑥)

■ : 基準波源モデル①～④の最大水位上昇ケース
■ : 基準波源モデル①～⑥の最大水位上昇ケース



まとめ (2/4) : 最大水位下降ケースの選定

最大水位下降ケースを選定するために、基準波源モデル①～④と基準波源モデル⑤⑥の下降側の詳細パラメータスタディ結果を比較した。



下降側詳細パラメータスタディ結果一覧

タイプ	アスペリティ の位置	ライズ タイム	破壊伝播 速度	破壊 開始点	最大水位 上昇量	最大水位 下降量
基準波源モデル③	基準配置を 南方へ 40km	60s	1.0km/s	a	3.25m	-3.42m
				b	3.00m	-2.74m
				c	3.04m	-3.06m
				d	3.31m	-2.36m
			2.0km/s	a	3.47m	-3.53m
				b	3.28m	-3.13m
				c	3.32m	-3.26m
				d	3.44m	-3.11m
			2.5km/s	a	3.49m	-3.52m
				b	3.34m	-3.21m
				c	3.35m	-3.29m
				d	3.47m	-3.21m
∞	-	3.50m	-3.49m			

タイプ	アスペリティ の位置	ライズ タイム	破壊伝播 速度	破壊 開始点	最大水位 上昇量	最大水位 下降量
基準波源モデル⑥	S1を 北方へ 20km	60s	1.0km/s	a	2.97m	-3.00m
				b	3.61m	-2.26m
				c	3.22m	-2.45m
				d	3.28m	-2.35m
				e	3.03m	-2.78m
			2.0km/s	a	3.36m	-3.11m*
				b	3.50m	-2.60m
				c	3.61m	-2.74m
				d	3.63m	-2.67m
				e	3.53m	-2.81m
			2.5km/s	a	3.41m	-3.11m*
				b	3.46m	-2.67m
				c	3.59m	-2.79m
				d	3.61m	-2.73m
				e	3.54m	-2.83m
			∞	-	3.55m	-2.94m

※: 小数第3位まで考慮すると2.0km/sで最大。

- : 基準波源モデル①～⑥の最大水位下降ケース
- : 基準波源モデル⑤⑥の最大水位下降ケース

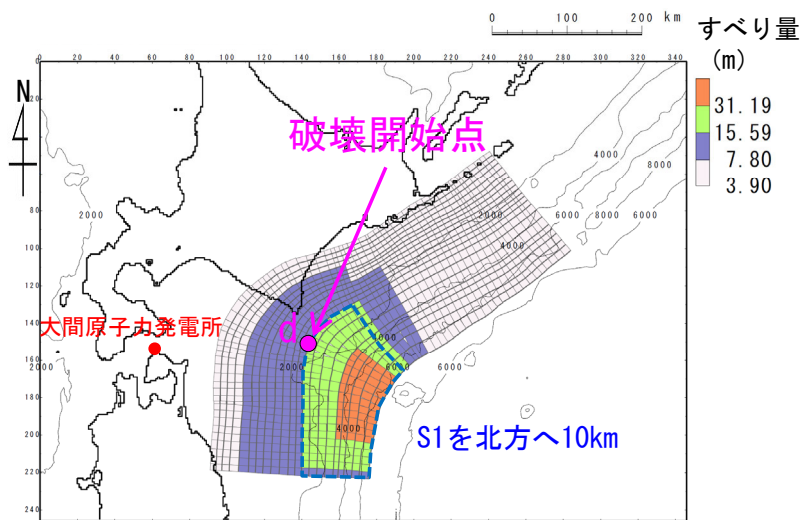
まとめ (3/4) : 最大水位上昇ケース

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-133再掲

敷地における最大水位上昇ケース検討結果は以下のとおりである。

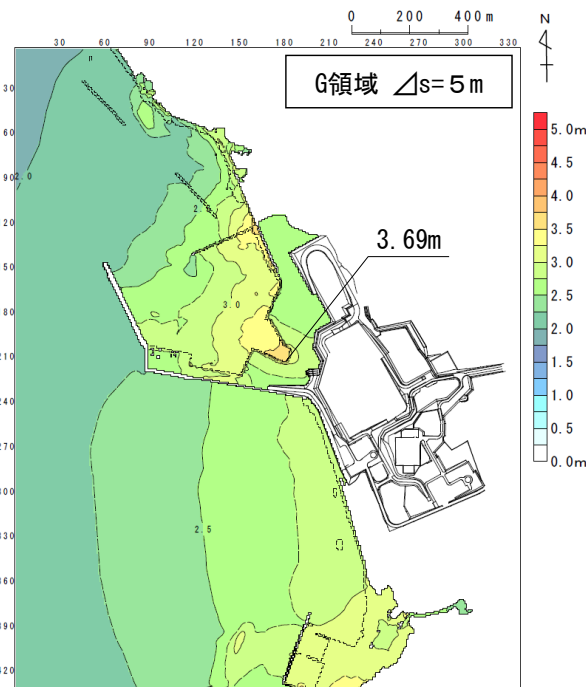
最大水位上昇ケース

- ・ 基準波源モデル⑥
- ・ アスペリティ位置 : S1を北方へ10km移動
- ・ 破壊開始点d
- ・ ライズタイム60s
- ・ 破壊伝播速度2.0km/s

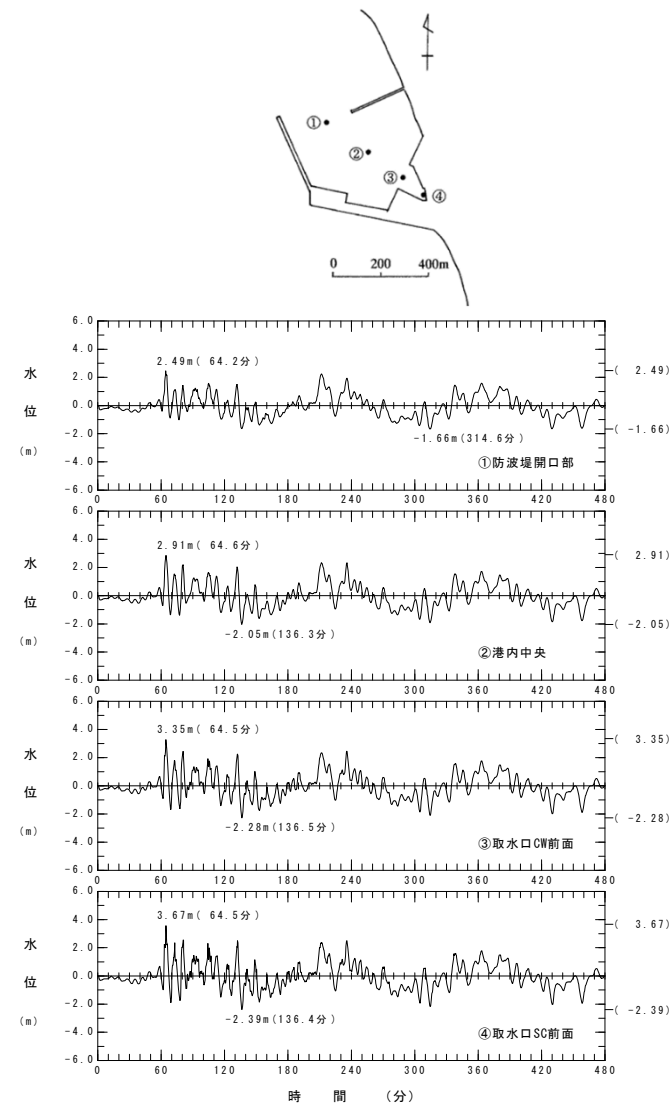


波源モデル

□ S1の
アスペリティ位置



最大水位上昇量分布



水位時刻歴波形

最大水位上昇ケース
(基準波源モデル⑥)

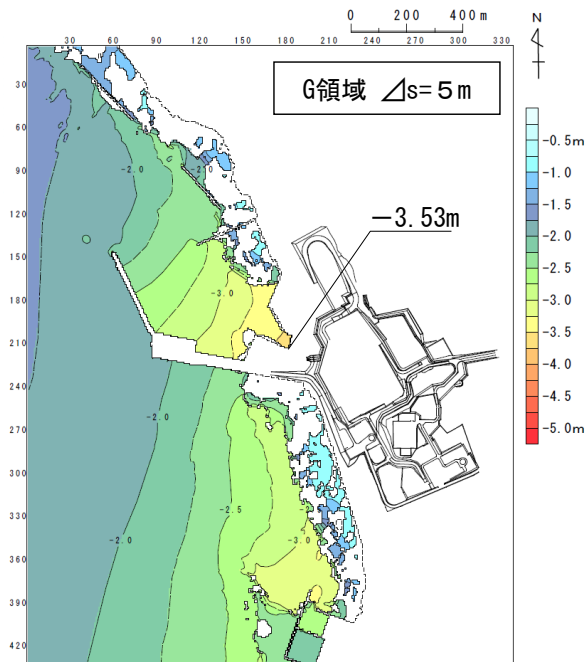
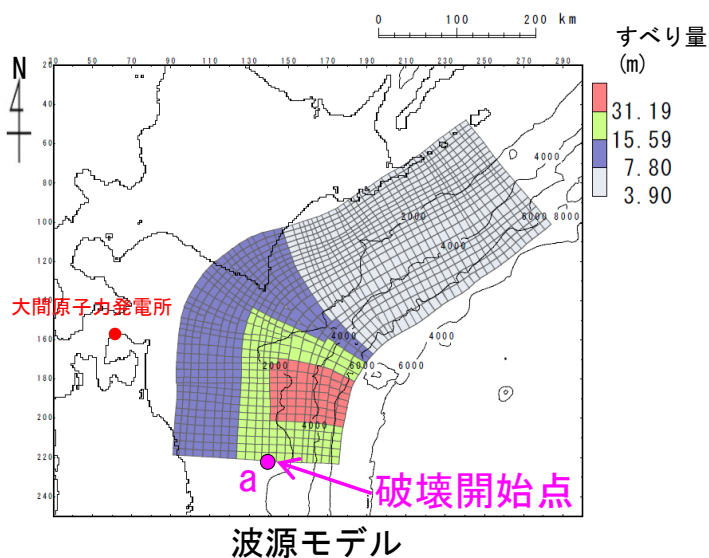
まとめ (4/4) : 最大水位下降ケース

第1023回審査会合
資料1-1 P.3.2.1-134再掲

取水口スクリーン室前面における最大水位下降ケース検討結果は以下のとおりである。

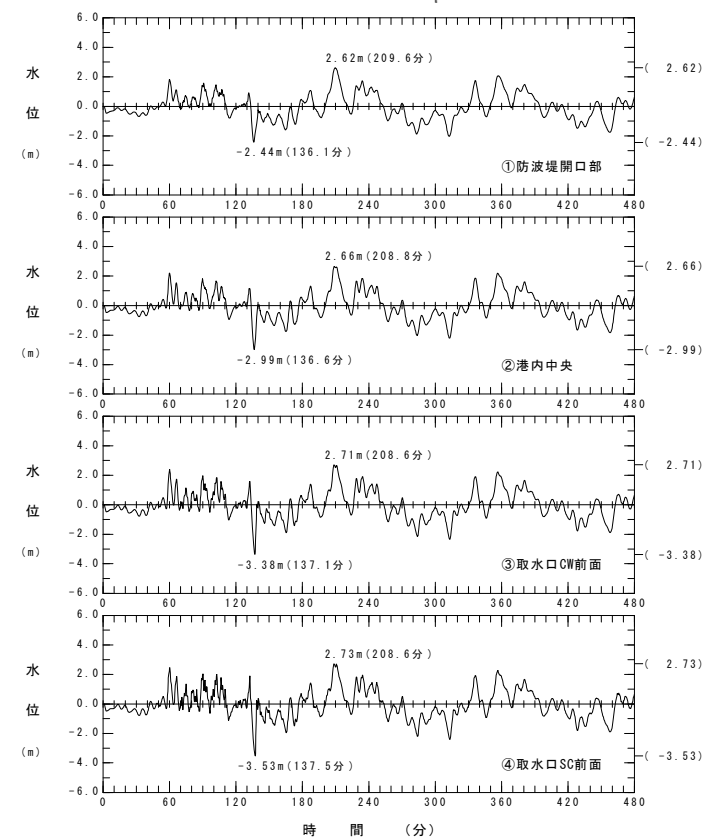
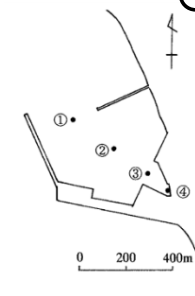
最大水位下降ケース

- ・ 基準波源モデル③
- ・ アスペリティ位置：基準配置を南方へ40km移動
- ・ 破壊開始点a
- ・ ライズタイム60s
- ・ 破壊伝播速度2.0km/s



最大水位下降量分布

最大水位下降ケース
(基準波源モデル③)



水位時刻歴波形

三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波検討結果

第1023回審査会合
資料1-1 P. 3. 2. 1-135再掲

三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波の検討結果は下表のとおりである。

三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波検討結果

モデル	パラメータスタディ	敷地における 最大水位上昇量	取水口スクリーン室前面 における 最大水位下降量
3.11地震・津波の再現性等を 考慮した基準波源モデル (基準波源モデル①②③④)	概略パラメータスタディ※	3.62m	-3.49m
	詳細パラメータスタディ	3.62m	-3.53m (基準波源モデル③)
津軽海峡内及び大間専用港湾 に特化した津波挙動を考慮した 基準波源モデル (基準波源モデル⑤⑥)	概略パラメータスタディ※	3.59m	-2.94m
	詳細パラメータスタディ	3.69m (基準波源モデル⑥)	-3.11m

※内閣府（2020）等との比較を「補足説明資料（補足1）津軽海峡開口部付近沿岸から大間崎付近の分析」に示す。
評価水位抽出位置における水位分布の比較は「第1023回審査会合 資料1-2 4-4-2. 基準波源モデル①～⑥の水位分布比較」参照。

(余白)