

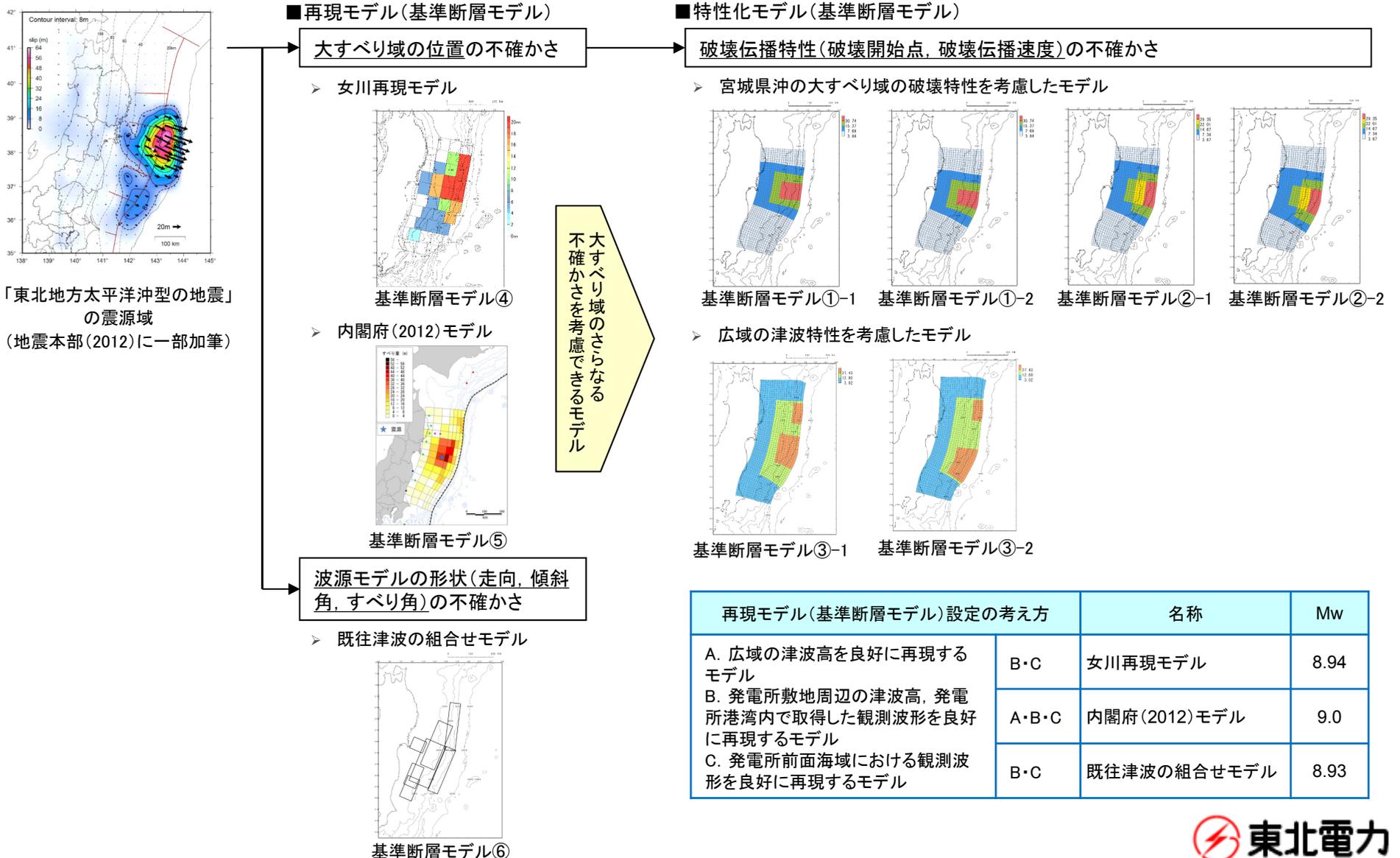
4. 基準断層モデルの設定

4. 1	基準断層モデルの再整理	73
4. 2	本説明(コメント回答)の基本方針	75
4. 3	基準断層モデルの設定方針	76
4. 4	広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定	82
4. 5	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設定	91
4. 6	宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討	100
4. 7	基準断層モデルの設定	114

4. 基準断層モデルの設定 4.1 基準断層モデルの再整理

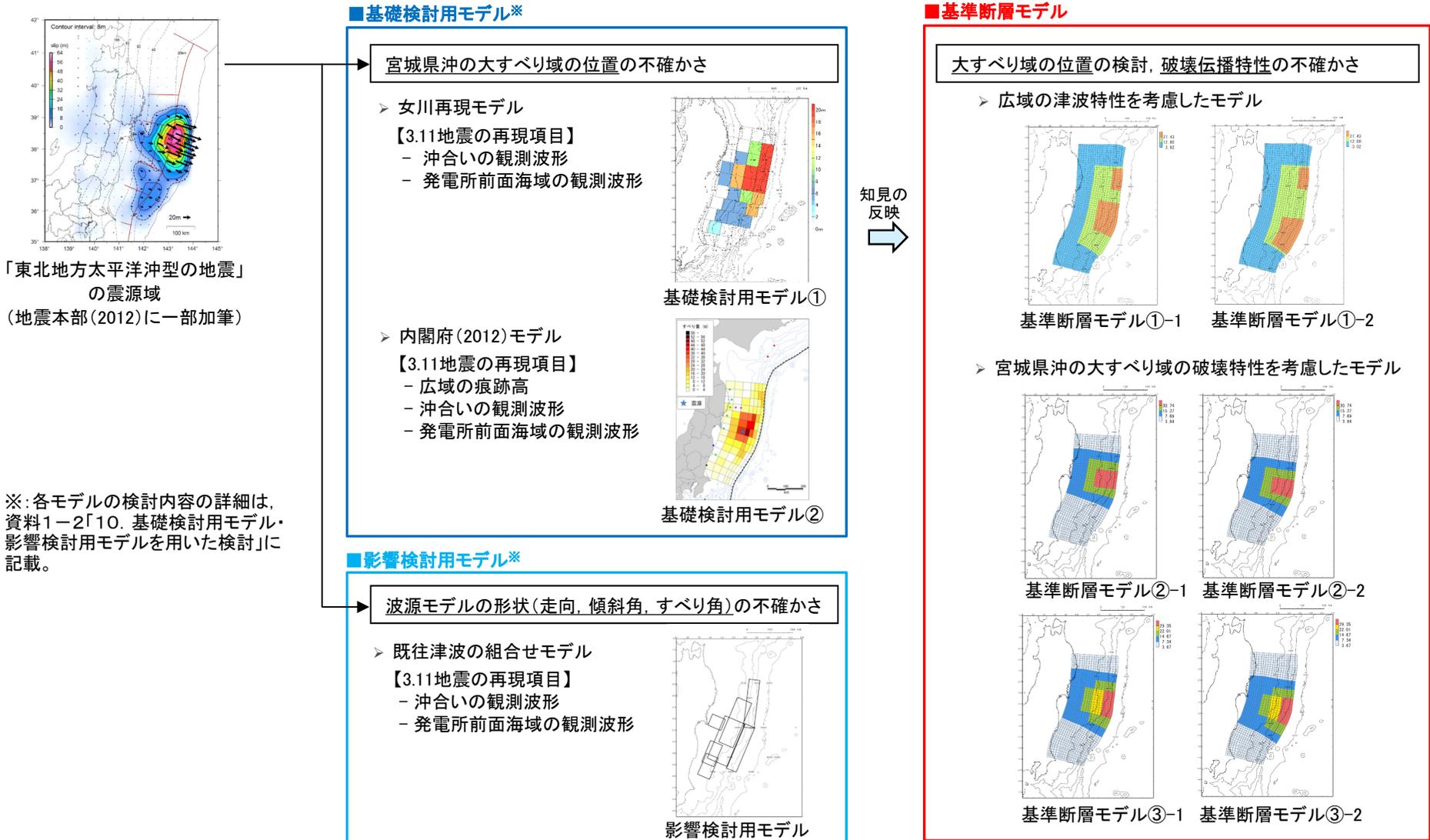
4.1.1 第286回審査会合での説明

- M9クラスの巨大地震の発生要因に応じた各波源特性の不確かさを適切に考慮するため、3.11地震の破壊現象を表すモデルとして、広域～発電所周辺の痕跡高及び観測波形を良好に再現する再現モデル(基準断層モデル)を設定するとともに、発電所の津波高さに与える影響が大きい宮城県沖の大すべり域のさらなる不確かさを考慮できるモデルとして、特性化モデル(基準断層モデル)を設定した。



4.1.2 基準断層モデルの再整理

- **女川再現モデル・内閣府(2012)モデル**は、3.11地震時に見られた宮城県沖における大すべり域の位置の不確かさが発電所の津波高さに与える影響を検討するモデルであるとともに、特性化モデル設定にあたって反映が必要な知見を整理する(基となる)モデルでもあることを踏まえ、基準断層モデルから基礎検討用モデルとして位置付けを変更する。
- **既往津波の組合せモデル**は、3.11地震を基本として、土木学会(2002)で示される不確かさの考慮方法を適用した場合の影響を検討するモデルであり、プレート境界面の形状や3.11地震の破壊現象を表すモデルでは無いことを踏まえ、基準断層モデルから影響検討用モデルとして位置付けを変更する。
- 以上から、**特性化モデル**のみを、「東北地方太平洋沖の地震」に起因する津波の評価に用いる基準断層モデルとする。



4. 基準断層モデルの設定

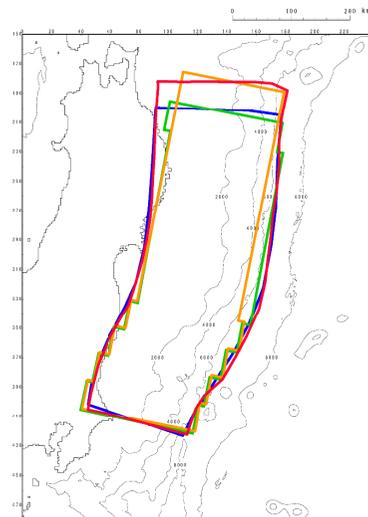
4.2 本説明(コメント回答)の基本方針

No.	コメント時期	コメント内容
S96	平成27年10月23日 第286回審査会合	茨城県沖と房総沖の構造境界の形状等, 資料中の図や文章表現について, 記載の適正化を図ること。

■第185回審査会合での説明とコメント内容の関係

【広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定】

- 内閣府(2012)モデル, Satake et al.(2013)55枚モデル, 杉野ほか(2013)モデルの波源域を比較して, 波源域が最も大きい杉野ほか(2013)モデルを参考に, 広域の津波特性を考慮した特性化モデルの想定波源域を設定。



- : 内閣府(2012)モデル
- : Satake et al.(2013)55枚モデル
- : 杉野ほか(2013)モデル
- : 広域の津波特性を考慮した特性化モデル

波源領域の比較

■本説明(コメント回答)の基本方針

- 断層幅については, 内閣府(2012)モデル, Satake et al.(2013)55枚モデルと同様に, 海溝軸から地震発生域の深さの下限(60km)までを考慮し, 断層長さについては, 杉野ほか(2013)モデルを参考に設定したモデルであることを踏まえ, 文章表現の適正化を図る。

4. 基準断層モデルの設定

4.3 基準断層モデルの設定方針

■3.11地震から得られた知見の整理

- 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、基準断層モデルの設定にあたって反映が必要な知見は、以下のとおり整理される。

- 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、女川地点の津波高さに大きな影響を及ぼしたのは、震源付近(宮城県沖)で生じた大きなすべり領域である(Satake et al.(2013), 杉野ほか(2013))。
- 震源断層モデル(地震特性)と津波波源モデル(津波特性)には違いが見られる(地震調査研究推進本部(2012)他)。
- 実現象に近い破壊メカニズム(=地震特性)を再現するモデルと、広域沿岸部の痕跡高(=津波特性)を再現するモデルは異なり、両モデルの差を埋めるのは、今後検討すべき課題である(杉野ほか(2013))。

■基準断層モデルの設定方針

- 3.11地震から得られた知見の整理結果を踏まえ、以下の設定方針に基づき、広域の津波特性をモデルに反映する観点から、3.11地震を上回る規模の基準断層モデルを設定する。

a. 知見 i, 知見 iii の反映

①津波特性の観点: 広域の津波特性(沿岸部の痕跡高)を考慮したモデル, ②地震特性の観点: 宮城県沖の大すべり域(固着域)の破壊特性を考慮したモデルの2つのモデルを基本として設定する。

b. 科学的想像力の発揮

次の「東北地方太平洋沖型の地震」が、3.11地震と同様の破壊形態で発生するとは限らないことから、発電所の津波高さに与える影響が大きい宮城県沖の大すべり域(固着域)の破壊位置にゆらぎが存在する可能性を考慮して、発電所に与える影響が大きい大すべり域・超大すべり域の位置を検討する。

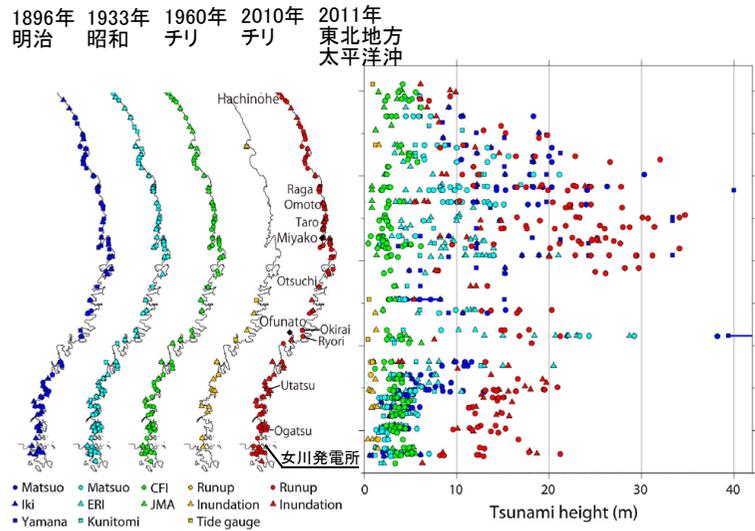
c. 知見 ii の反映

最新の科学的・技術的知見から、地震調査研究推進本部(2012, 2014a)が評価した「東北地方太平洋沖型の地震(想定波源域: 三陸沖中部～茨城県沖, 地震規模: Mw8.4～9.0)」を上回る規模の地震が発生する可能性は低いと評価されるが、広域の津波特性を基準断層モデルに適切に反映する観点から、上記①のモデルについては、波源域の北端を三陸沖北部まで拡大する。また、上記②のモデルについては、震源断層モデルと津波波源モデルの断層面積の違いを大すべり域・超大すべり域のすべり量の増分(約20%)として考慮する。

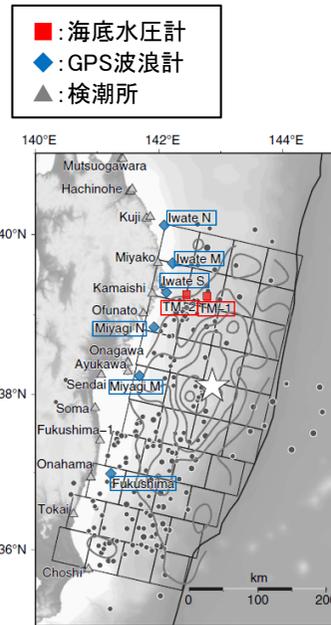
4.3 基準断層モデルの設定方針: 3.11地震から得られた知見の整理(知見 i) ①

i. 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、女川地点の津波高さに大きな影響を及ぼしたのは、震源付近(宮城県沖)で生じた大きなすべり領域である。

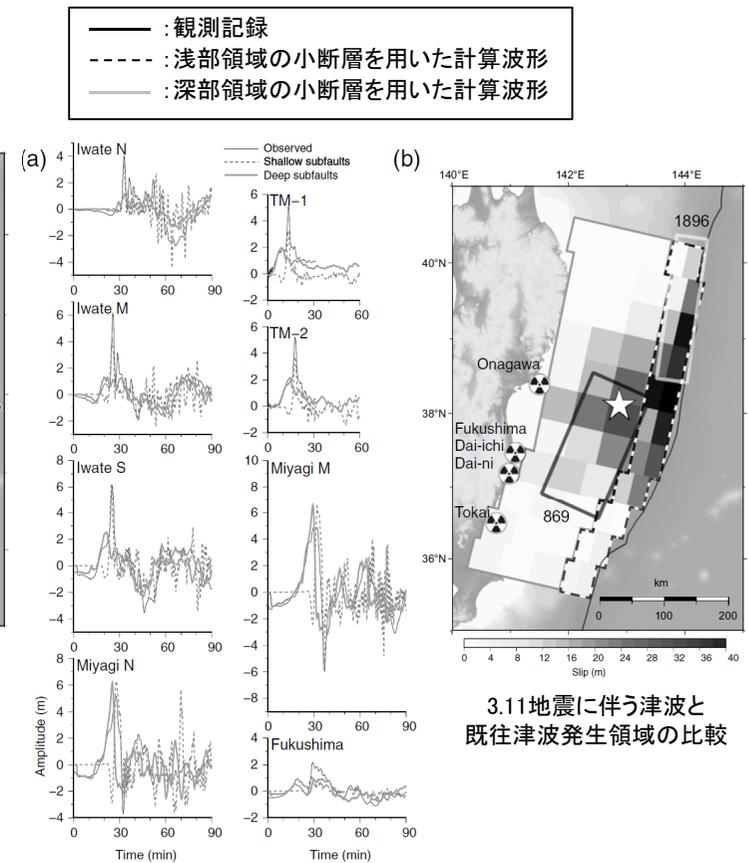
- 3.11地震に伴う津波は、震源域に位置する宮城県沖沿岸の津波高さ(痕跡高)よりも、三陸沖沿岸の津波高さ(痕跡高)の方が高かったことが特徴的である(Tsuji et al.(2014))。
- Satake et al.(2013)は、津波波形インバージョン解析から推定された断層モデルを用いて、宮城県沖沿岸、三陸沖沿岸の津波高さに寄与したすべり領域の分析を実施し、宮城県沖沿岸の津波高さに寄与したすべり領域は、869年の地震に伴う津波の発生領域であったとしている。



1960年及び2010年チリ津波と日本海溝沿いで発生した
主な津波の津波高さの比較
(Tsuji et al.(2014)に一部加筆)



津波波形の比較位置



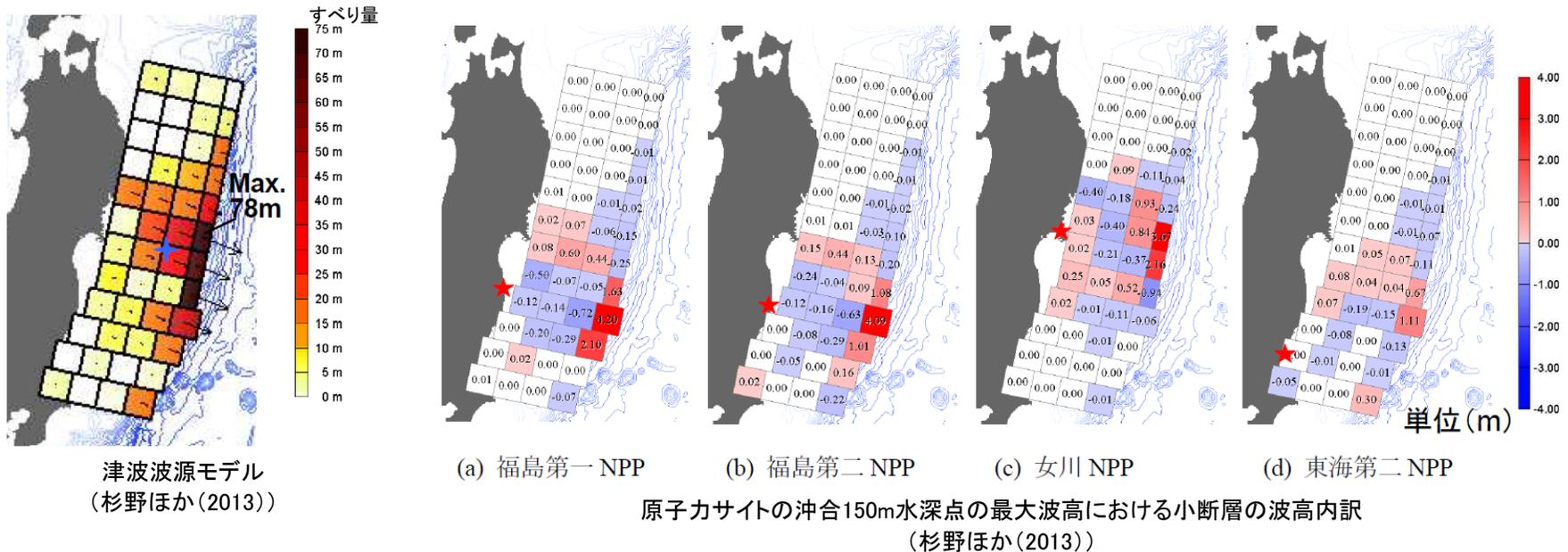
観測波形と計算波形の比較

3.11地震に伴う津波特性の分析
(Satake et al.(2013)に一部加筆)

4. 基準断層モデルの設定

4.3 基準断層モデルの設定方針: 3.11地震から得られた知見の整理(知見 i)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ており、女川地点は、宮城北部沖の日本海溝付近の浅い部分が大きく寄与していたとしている。



4. 基準断層モデルの設定

4.3 基準断層モデルの設定方針: 3.11地震から得られた知見の整理(知見 ii)

ii. 震源断層モデル(地震特性)と津波波源モデル(津波特性)には違いが見られる。

- 3.11地震の地震特性を再現する各種の震源断層モデルのすべり領域は、三陸沖中部～茨城県沖であるのに対して、広域の津波特性を再現する津波波源モデルのすべり領域は、三陸沖北部～茨城県沖であり、両者には違いが見られる。

■ 3.11地震の地震特性を再現する震源断層モデルのすべり領域

3.11地震の各種すべり分布モデル※

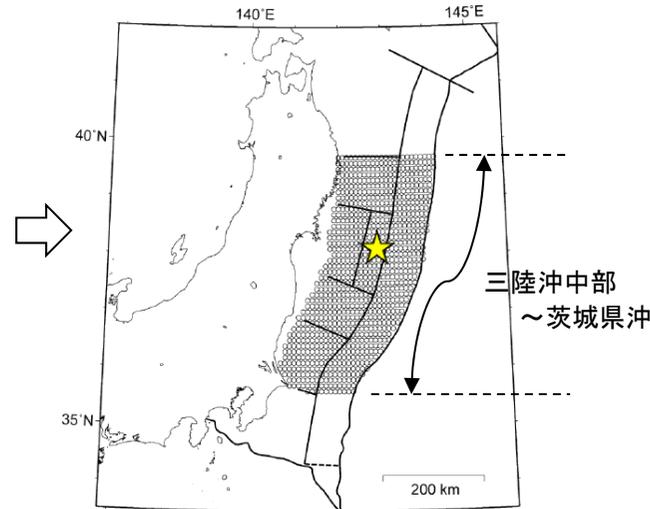
【各種の震源断層モデル】

- ・遠地地震波形解析によるすべり分布モデル
- ・強震動波形解析によるすべり分布モデル
- ・アレイ波形によるすべり分布モデル

【上記以外のすべり分布モデル】

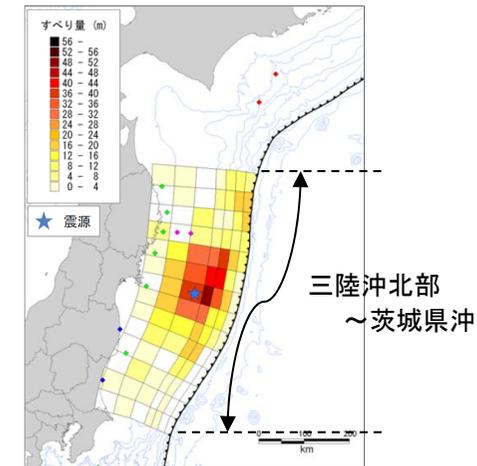
- ・GPSデータによる地震時のすべり分布モデル
- ・津波波形解析によるすべり分布モデル

※: 各種のすべり分布モデルの詳細は、資料1-2「1.2011年東北地方太平洋沖地震の各種のすべり分布モデル」に記載。



東北地方太平洋沖型の地震
(地震調査研究推進本部(2014a)に一部加筆)

■ 3.11地震の広域の津波特性を再現する津波波源モデルのすべり領域



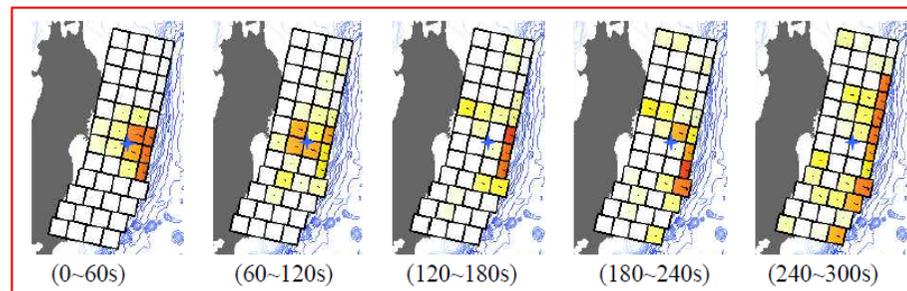
広域の津波特性を再現するすべり分布(例)
(内閣府(2012a))

4. 基準断層モデルの設定

4.3 基準断層モデルの設定方針: 3.11地震から得られた知見の整理(知見 iii)

iii. 実現象に近い破壊メカニズム(=地震特性)を再現するモデルと、広域沿岸部の痕跡高(=津波特性)を再現するモデルは異なり、両モデルの差を埋めるのは、今後検討すべき課題である。

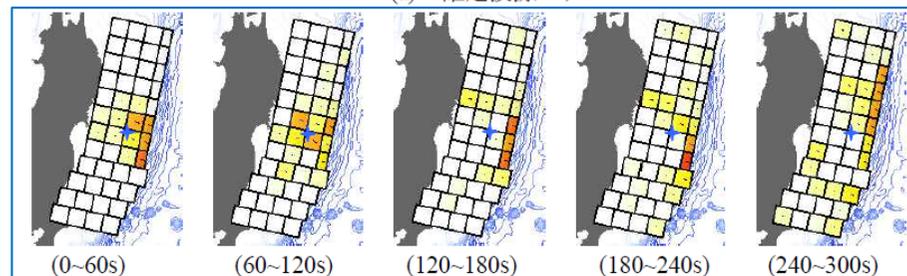
- 杉野ほか(2013)では、3.11地震の破壊メカニズム(地震特性)が表れる沖合いの観測波形及び観測地殻変動量をターゲットとしたインバージョン解析により求められたモデル(=暫定波源モデル)と、沿岸の痕跡高(広域の津波特性)を再現するモデル(=確定波源モデル)を得ており、後者のモデルのすべり量は前者のモデルのすべり量を1.2倍している。
- 杉野ほか(2013)では、両者のモデルの意義を以下のとおり整理している。
 - 暫定波源モデルは、実現象に近い破壊メカニズムを表していると考えられ、理学的側面において意義がある。
 - 確定波源モデルは、波源想定等の工学的側面において意義がある。
 - 理学・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。



(a) 確定波源モデル

■ 確定波源モデル

沿岸の痕跡高(広域の津波特性)を再現するため破壊メカニズムを再現する暫定波源モデルのすべり量を1.2倍したモデル



(b) 暫定波源モデル

■ 暫定波源モデル

破壊メカニズム(地殻変動量, 沖合いの観測波形)を再現するモデル

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)

4. 基準断層モデルの設定

4.3 基準断層モデルの設定方針: 設定フロー

a. 知見 i, 知見 iii の反映

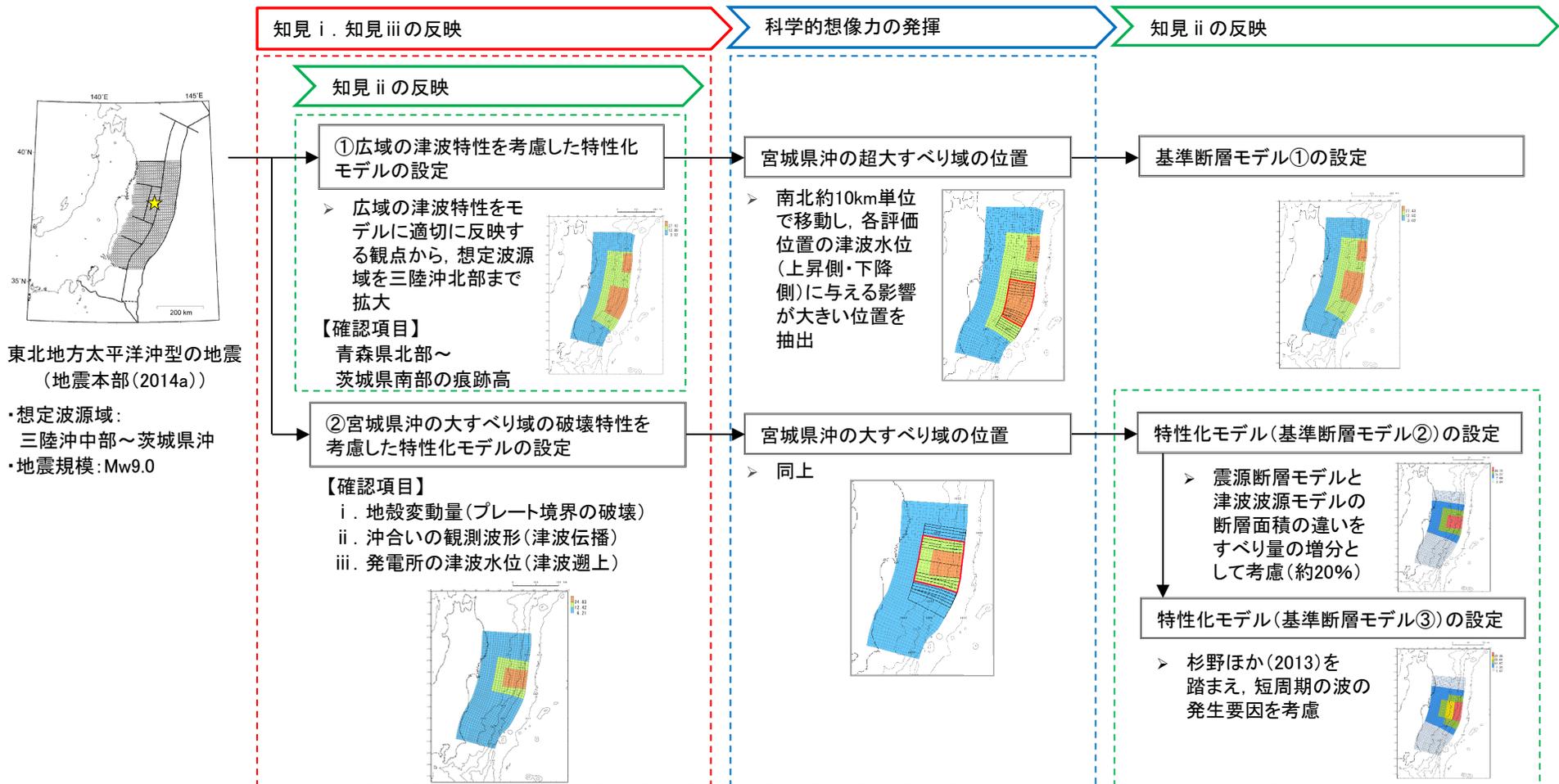
①津波特性の観点: 広域の津波特性(沿岸部の痕跡高)を考慮したモデル, ②地震特性の観点: 宮城県沖の大すべり域(固着域)の破壊特性を考慮したモデルの2つのモデルを基本として設定する。

b. 科学的想像力の発揮

次の「東北地方太平洋沖型の地震」が, 3.11地震と同様の破壊形態で発生するとは限らないことから, 発電所の津波高さに与える影響が大きい宮城県沖の大すべり域(固着域)の破壊位置にゆらぎが存在する可能性を考慮して, 発電所に与える影響が大きい大すべり域・超大すべり域の位置を検討する。

c. 知見 ii の反映

広域の津波特性を基準断層モデルに適切に反映する観点から, 上記①のモデルについては, 波源域の北端を三陸沖北部まで拡大する。また, 上記②のモデルについては, 震源断層モデルと津波波源モデルの断層面積の違いを大すべり域・超大すべり域のすべり量の増分(約20%)として考慮する。



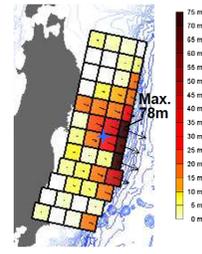
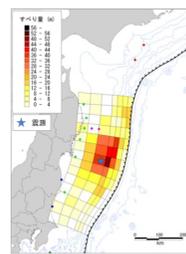
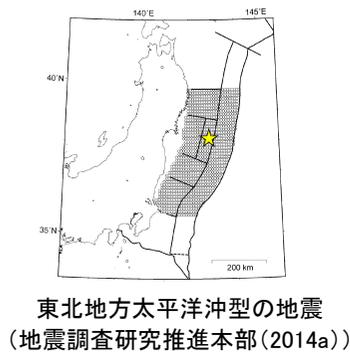
4. 4 広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定

4. 4. 1	基本方針	83
4. 4. 2	想定波源域の設定	84
4. 4. 3	大すべり域・超大すべり域の設定	85
4. 4. 4	設定フロー	87
4. 4. 5	妥当性確認	88

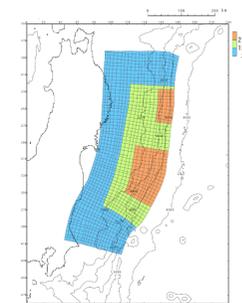
4. 基準断層モデルの設定 4.4 広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定

4.4.1 基本方針

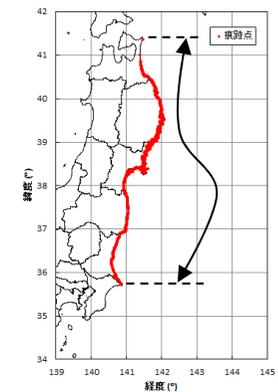
- 想定波源域の設定にあたっては、広域の津波特性(痕跡高)を特性化モデルに反映する観点から、3.11地震に伴う津波を広域に再現する津波波源モデルを参考に、想定波源域の北端を三陸沖中部から三陸沖北部に拡大する。
- 大すべり域・超大すべり域の設定にあたっては、3.11地震から得られた知見、世界のプレート境界面で発生しているM9クラスの巨大地震に係る最新の科学的・技術的知見に基づき、各領域の固着等に関する分析結果を踏まえて設定する。
- 設定した特性化モデルが広域の津波特性を適切に考慮しているかを確認するため、杉野ほか(2013)を参考に、青森県北部～茨城県南部における3.11地震に伴う津波の痕跡高の再現性を確認する。



想定波源域の
北端:三陸沖
北部へ拡大



痕跡高の
再現性を
確認



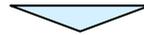
3.11地震に伴う津波を再現する津波波源モデル

4.4.2 想定波源域の設定

No.	コメント時期	コメント内容
S96	平成27年10月23日 第286回審査会合	茨城県沖と房総沖の構造境界の形状等，資料中の図や文章表現について，記載の適正化を図ること。

■ 審査会合での説明

- 各機関等で提案されている3.11地震に伴う津波の再現モデルのうち，津波波形等をインバージョンした内閣府(2012)モデル，Satake et al.(2013)55枚モデル，杉野ほか(2013)モデルの波源域を比較して，波源域が最も大きい杉野ほか(2013)モデルを参考に，想定波源域を設定した。

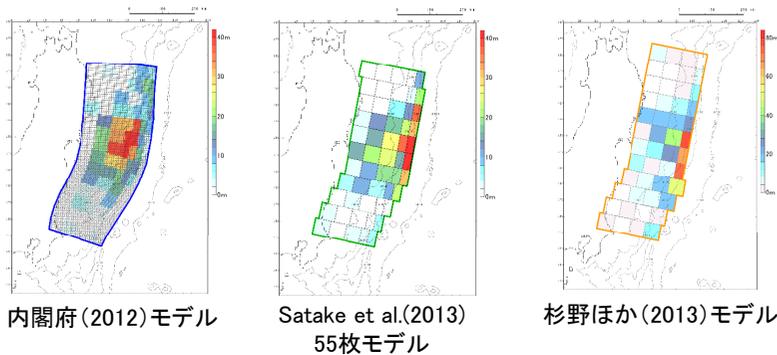


➢ 本モデルは，波源域を三陸沖中部から三陸沖北部まで拡大したのが特徴であるため，上記説明としていたが，断層幅については，内閣府(2012)モデル，Satake et al.(2013)55枚モデルと同様に海溝軸から地震発生域の深さの下限(60km)までを考慮し，断層長さについては，杉野ほか(2013)モデルを参考に設定したモデルであり，各機関等で提案されたモデル全てを参考としたモデルであるというのがより適切である。

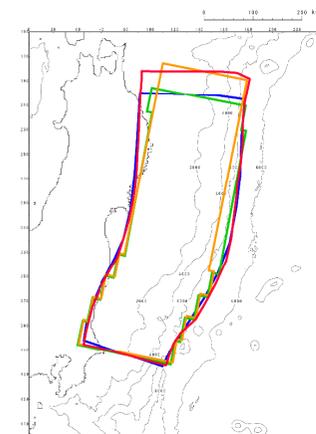
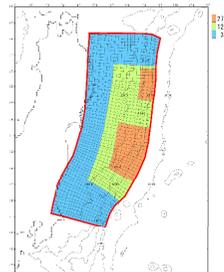
➢ 以上から，下記のとおり，文章表現を修正する。

- 各機関等で提案されている3.11地震に伴う津波の再現モデルのうち，津波波形等をインバージョンした内閣府(2012)モデル，Satake et al.(2013)55枚モデル，杉野ほか(2013)モデルを参考に，想定波源域を設定した。

■ 3.11地震に伴う津波を再現する津波波源モデル



■ 広域の津波特性を考慮した特性化モデル



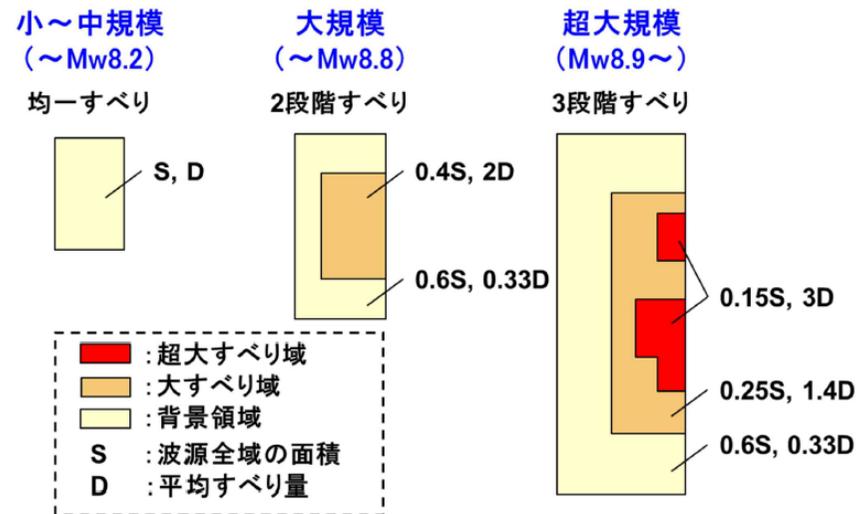
波源領域の比較

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)
広域の津波特性を考慮したモデル	9.13	129,034 (km ²)

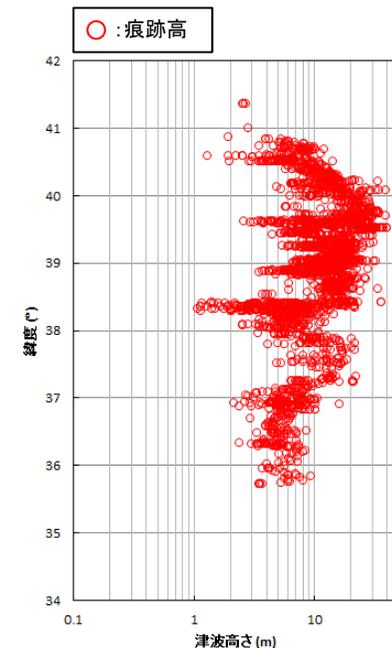
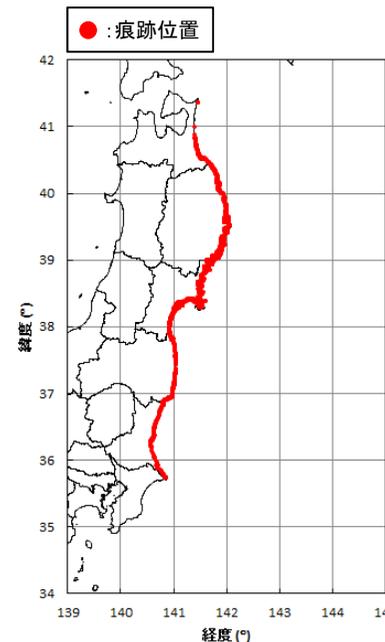
4. 基準断層モデルの設定 4.4 広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定

4.4.3 大すべり域・超大すべり域の設定①

- 広域の津波特性(痕跡高)を考慮するため、内閣府(2012b)で示されている大すべり域・超大すべり域の面積よりも大きい面積を示している杉野ほか(2014)を参考として、特性化モデルを設定した。
 - 大すべり域:津波断層の平均すべり量の1.4倍,全体面積の40%程度(超大すべり域を含む)
 - 超大すべり域:津波断層の平均すべり量の3倍,全体面積の15%程度
- なお、福島県沿岸には10m以上の痕跡高が多数見られることを踏まえ、設定する特性化モデルの大すべり域・超大すべり域の面積は、杉野ほか(2014)に示されている面積比率よりも大きく設定^{※1}した。
^{※1}:大すべり域:43.5%(超大すべり域を含む), 超大すべり域:16.0%



杉野ほか(2014)によるMw8.9以上の規模の地震の
大すべり域・超大すべり域の設定方法
(杉野ほか(2014))



青森県北部～茨城県南部における3.11地震に伴う津波の痕跡高^{※2}
(東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ(2012))

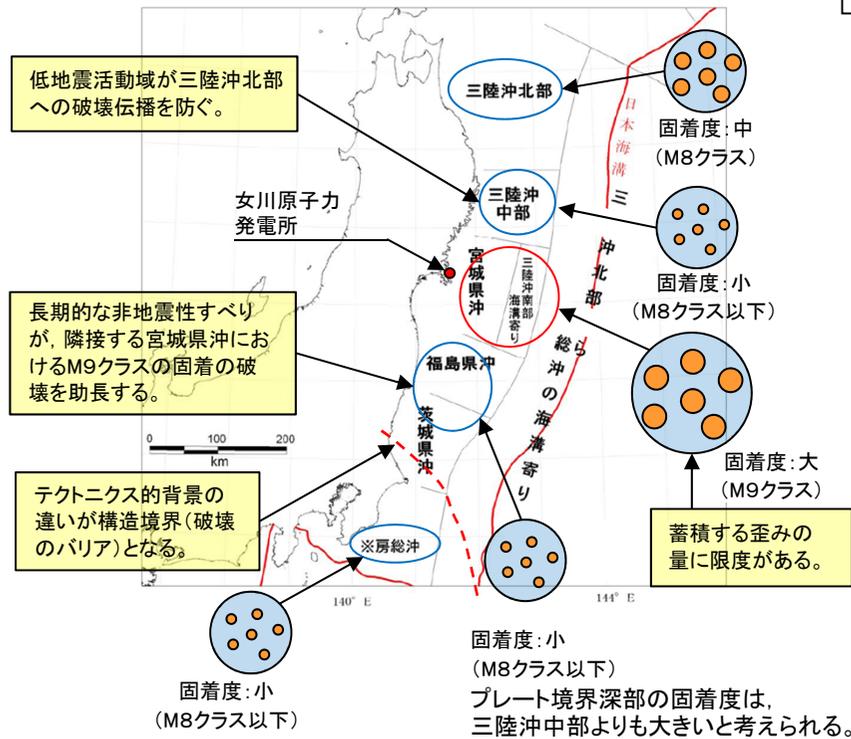
^{※2}: 海岸線からの距離1000m以内, 信頼度Aのデータ(総数:2,686)

4. 基準断層モデルの設定 4.4 広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定

4.4.3 大すべり域・超大すべり域の設定②

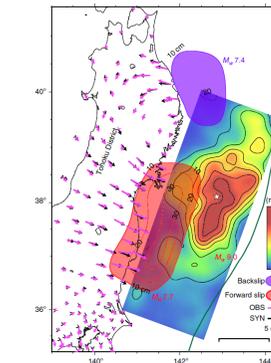
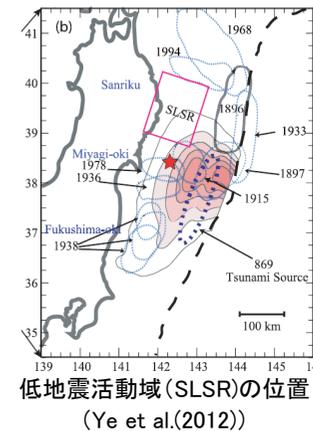
- 3.11地震から得られた知見, 世界のプレート境界面で発生しているM9クラスの巨大地震に係る最新の科学的・技術的知見に基づく, 各領域の固着等に関する分析結果を踏まえて設定した。

凡例
● 固着域 ● 非固着域
 (Seno(2014)を参考に作成)

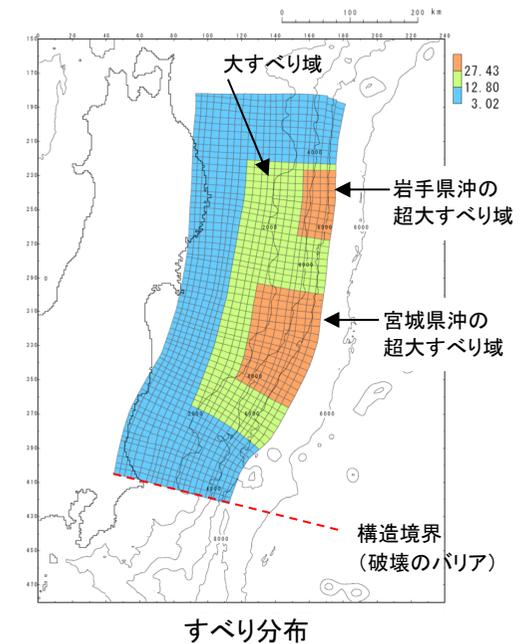


各領域の固着等に関する分析結果
 (地震調査研究推進本部(2012)に一部加筆)

- 超大すべり域の設定
 - 岩手県沖: 低地震活動域を考慮して, プレート間地震発生領域の浅部に設定。
 - 宮城県沖: 3.11地震時のすべり分布形状, 同領域の固着度並びに固着の破壊を助長する長期的な非地震性すべりの発生領域を考慮して, 福島県沖を含む範囲に設定。
- 大すべり域の設定
 - 岩手県沖・宮城県沖の超大すべり域を取り囲むように設定。



長期的なスロースリップの発生領域
 (Yokota and Koketsu(2015))



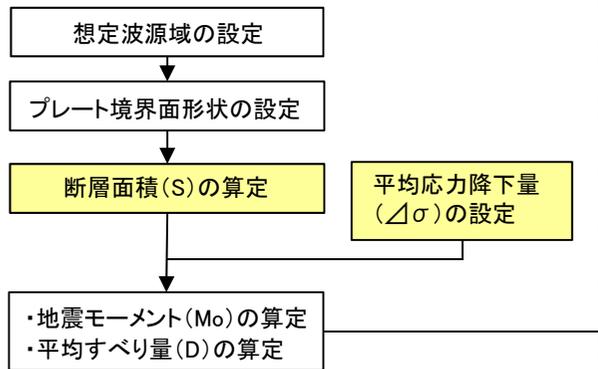
4. 基準断層モデルの設定 4.4 広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定

4.4.4 設定フロー

※:各パラメータ設定に用いた知見の詳細は、資料1-2「3. 特性化モデルの設定に関する知見」に記載。

:与条件

1. 巨視的波源特性の設定



➢ スケーリング則の適用
(円形破壊面を仮定した関係式)



プレート境界面

・約10km四方の小断層(総数:1317)でプレート境界面を近似。

各パラメーター一覧

パラメータ	設定方法	設定値
断層面積(S)	三陸沖北部～茨城県沖	129,034(km ²)
地震発生深さ	地震調査研究推進本部(2012)	海溝軸～深さ60km
平均応力降下量(Δσ)	杉野ほか(2014)	3.1(MPa)
剛性率(μ)	土木学会(2002)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)
地震モーメント(Mo)	16/(7π ^{3/2})・Δσ・S ^{3/2}	5.90 × 10 ²² (Nm)
平均すべり量(D)	16/(7π ^{3/2})・Δσ・S ^{1/2} /μ	9.14(m)

2. 微視的波源特性の設定

大すべり域・超大すべり域・背景領域の設定

➢ 各領域のすべり量の算定

■大すべり域

パラメータ	設定方法	設定値
すべり量(D ₁)	平均すべり量(D)の1.4倍 ^{※1} 杉野ほか(2014)	12.80(m)

■超大すべり域

パラメータ	設定方法	設定値
すべり量(D ₂)	平均すべり量(D)の3倍 ^{※2} 杉野ほか(2014)	27.43(m)

■背景領域

パラメータ	設定方法	設定値
すべり量(D _b)	平均すべり量(D)の0.33倍 ^{※3} 杉野ほか(2014)	3.02(m)

※1:全体面積の40%(超大すべり域を含む)に相当するすべり量

※2:全体面積の15%に相当するすべり量

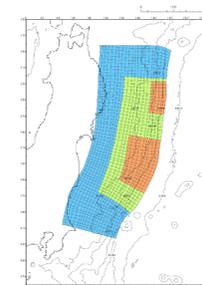
※3:全体面積の60%に相当するすべり量

3. 基準断層モデルの設定

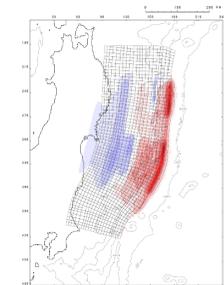
断層モデルへの微視的波源特性の反映

➢ 設定したプレート境界面に微視的波源特性を反映。

モーメントマグニチュード(Mw)の算定



すべり量分布



地殻変動量分布

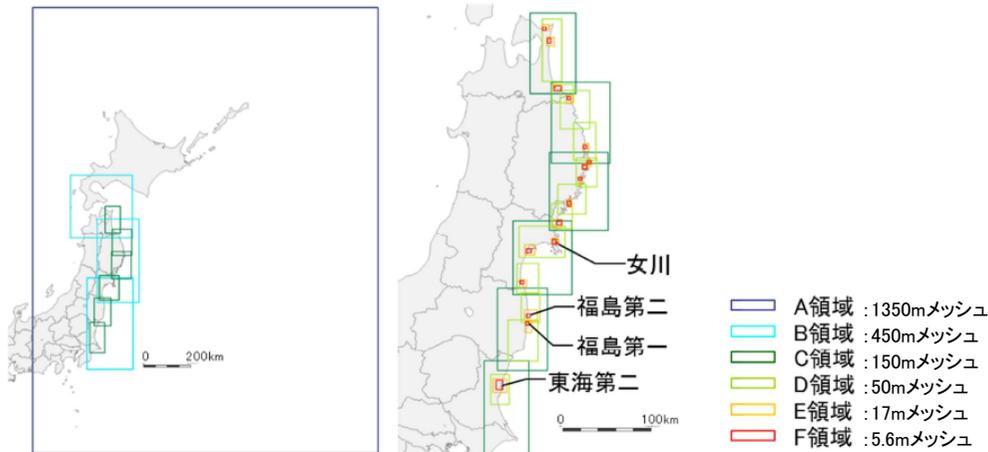
モーメントマグニチュード(Mw)	9.13	背景領域	すべり量	3.02(m)
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km		断層面積(面積比率)	72,841(km ²) (56.5%)
断層面積(S)	129,034(km ²)	大すべり域	すべり量	12.80(m)
地震モーメントMo(=Mob+Mo1+Mo2)	6.21 × 10 ²² (Nm)		断層面積 [※] (面積比率)	35,497(km ²) (27.5%)
平均応力降下量(Δσ)(=16/7π・Mo・(S/π) ^{-3/2})	3.26(MPa)	超大すべり域	すべり量	27.43(m)
剛性率(μ)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)		断層面積(面積比率)	20,696(km ²) (16.0%)
平均すべり量(D)(=16/(7π ^{3/2})・Δσ・S ^{1/2} /μ)	9.62(m)	地震モーメントMo1	2.27 × 10 ²² (Nm)	
すべり角λ	太平洋プレートの運動方向に基づいて設定	地震モーメントMo2	2.84 × 10 ²² (Nm)	
ライズタイムτ	60(s)			

※:超大すべり域を除いた面積比率

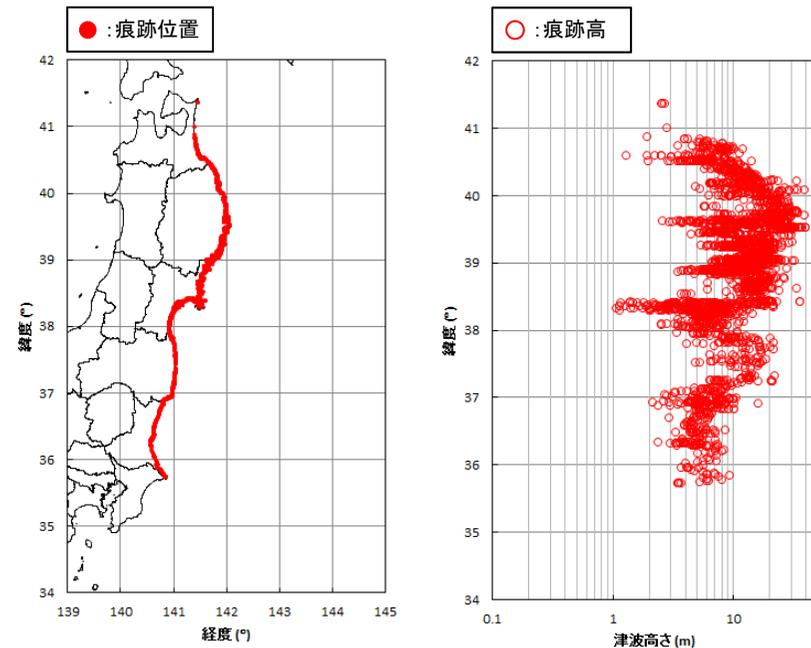
4. 基準断層モデルの設定 4.4 広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定

4.4.5 妥当性確認:基本方針

- ・ 杉野ほか(2014)を参考に, 3.11地震の津波波源に直面した沿岸の青森県北部～茨城県南部の痕跡高の再現性を確認し, 広域の津波の特性を適切に考慮しているかを確認する。



杉野ほか(2014)の計算領域
(杉野ほか(2014)に一部加筆)



青森県北部～茨城県南部における3.11地震に伴う津波の痕跡高※
(東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ(2012))

※:原子力発電所の立地条件, 津波特性を把握するために十分な痕跡数を確保する観点から, 海岸線沿いから1000m以内, 信頼度Aのデータ(痕跡数:2,686地点)を用いる。

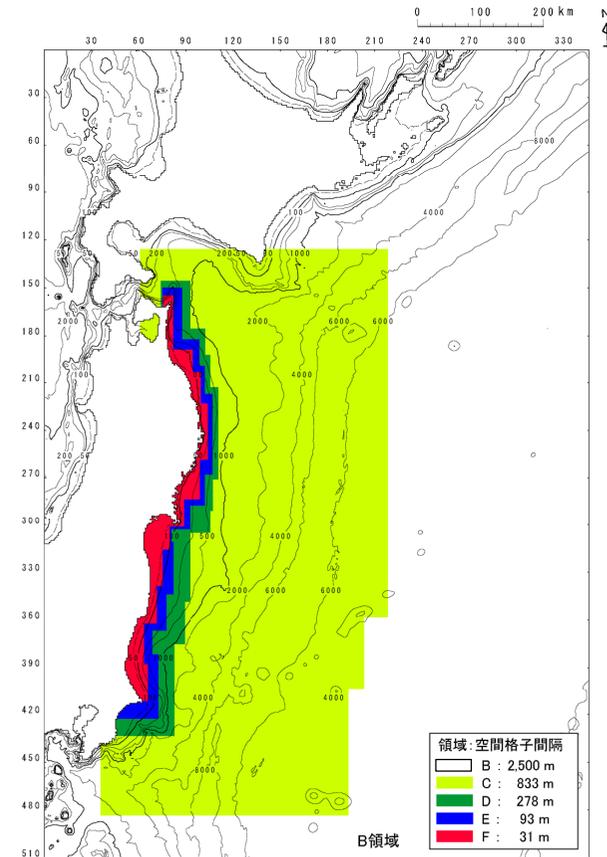
4. 基準断層モデルの設定 4.4 広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定

4.4.5 妥当性確認:解析条件

- 再現性を確認する青森県北部～茨城県南部の最小空間格子間隔を31mに設定した。

主な計算条件

	B領域	C領域	D領域	E領域	F領域
空間格子間隔 Δs	2.5 km	833 m (2500/3)	278 m (2500/9)	93 m (2500/27)	31 m (2500/81)
時間格子間隔 Δt	0.1秒				
基礎方程式	線形 長波式	非線形長波式(浅水理論)			
沖側境界条件	自由透過	外側の格子領域と水位・流量を接続			
陸側境界条件	完全反射	完全反射 (海底露出を考慮)	小谷ほか(1998)の遡上境界条件		
初期海面変動	波源モデルを用いてMansinha and Smylie(1971)の方法により計算される鉛直変位を海面上に与える				
海底摩擦	考慮しない	マンニングの粗度係数 $n = 0.03\text{m}^{-1/3}/\text{s}$ (土木学会(2002)より)			
水平渦動粘性係数	考慮しない				
潮位条件	T.P.-0.40m(地震発生時の潮位)				
計算再現時間	地震発生後4時間				



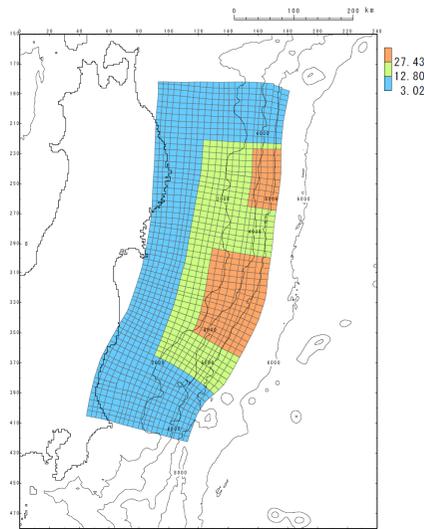
計算領域とその水深及び格子分割

4. 基準断層モデルの設定 4.4 広域の津波特性を考慮した特性化モデルの設定

4.4.5 妥当性確認: 痕跡高の再現性確認

- 設定した特性化モデルは, 土木学会(2002)の再現性の目安を満足するとともに, 津波高が大きい岩手県沿岸～福島県沿岸の痕跡高を良好に再現しており, 広域の津波特性を適切に考慮していることを確認した。
- さらに, 女川地点を含む宮城県周辺(北緯39°～北緯38°)については, 痕跡高に対して計算値の方が大きく($K=0.86$, $\kappa=1.36$, $n=836$), 安全側のモデルになっていることを確認した。

【広域の津波特性を考慮した特性化モデル】

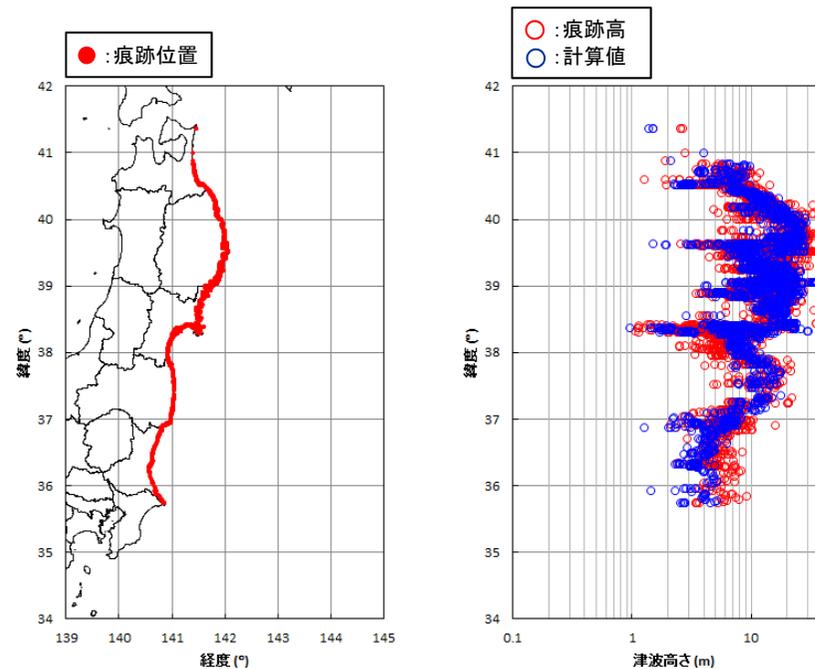


すべり量分布

【痕跡高の再現性の確認結果】

基準断層モデル	K	κ	n
広域の津波特性を考慮した特性化モデル	0.98	1.39	2,686

※: 再現性の目安 $0.95 < K < 1.05$, $\kappa < 1.45$ (土木学会(2002))



痕跡高と計算値の比較

以上から, 設定した特性化モデルは, 3, 11地震の広域の津波特性を適切に考慮していることを確認した。

4. 5 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設定

- 4. 5. 1 基本方針 92
- 4. 5. 2 想定波源域及び大すべり域・超大すべり域の設定 93
- 4. 5. 3 設定フロー 94
- 4. 5. 4 妥当性確認 95

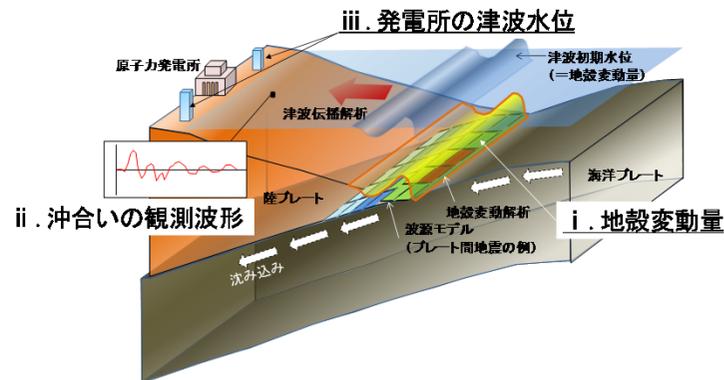
4. 基準断層モデルの設定 4.5 宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルの設定

4.5.1 基本方針

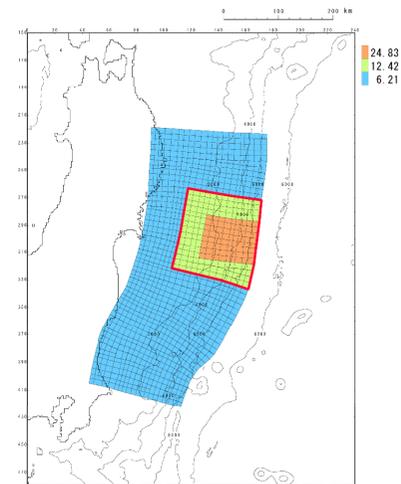
- 宮城県沖における大すべり域の破壊特性を適切に考慮するため、杉野ほか(2013)を参考に、破壊特性が表れる地殻変動量(プレート境界の破壊)、沖合いの観測波形(津波伝播)及び発電所の津波水位(津波遡上)について、3.11地震の実現象を再現する特性化モデルを設定する。

【確認項目】

- 地殻変動量(プレート境界の破壊)
- 沖合いの観測波形(津波伝播)
- 発電所の津波水位(津波遡上)



□ : 大すべり域の位置



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

4. 基準断層モデルの設定 4.5 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設定

4.5.2 想定波源域及び大すべり域・超大すべり域の設定

■ 想定波源域の設定

- 宮城県沖の大すべり域の破壊特性(地震特性)を特性化モデルに反映する観点から、想定波源域は、地震調査研究推進本部(2012, 2014a)による「東北地方太平洋沖型の地震」の想定波源域と同様に、三陸沖中部～茨城県沖に設定した。

■ 大すべり域・超大すべり域の設定

- 国内外の巨大地震の解析事例の調査に基づき大すべり域・超大すべり域のすべり量及び全体面積に占める面積比率を示している内閣府(2012b)を参考に設定^{※1}した。
 - 大すべり域: 津波断層の平均すべり量の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: 津波断層の平均すべり量の4倍, 全体面積の5%程度

※1: 内閣府(2012b)による南海トラフ巨大地震(津波断層モデル)の面積比率の詳細は、資料1-2「4. 南海トラフの巨大地震モデル(津波断層モデル)の分析」に記載。

- なお、設定した特性化モデルの大すべり域・超大すべり域の面積は、震源の全体的な破壊の動きを捉えていると考えられる長周期観測地震動に基づいて推定された震源断層モデル(Wu et al.(2012))のすべり分布を参考として(杉野ほか(2013)), 内閣府(2012b)に示されている面積比率よりも大きく設定^{※2}した。

※2: 大すべり域: 20.7%(超大すべり域を含む), 超大すべり域: 7.5%

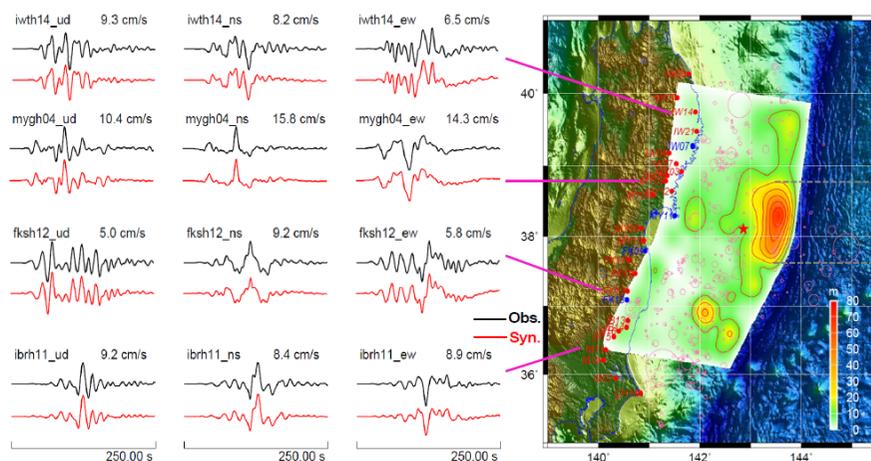
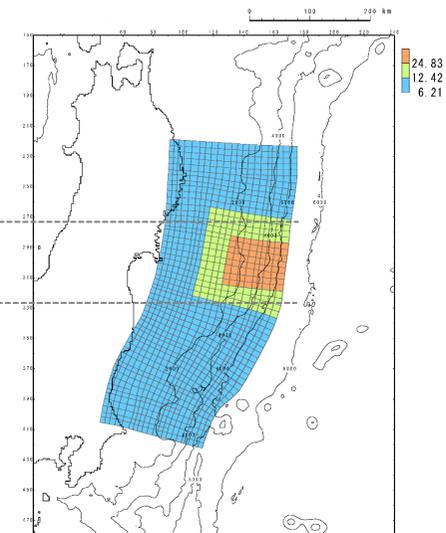


Figure 2. Waveform comparison and slip distribution map. Left: Comparison of synthetic waveforms (red) with the observation data (black); Right: Slip distribution inferred from the long-period seismic waves (<0.1Hz).

長周期地震動に基づくすべり分布(Wu et al.(2012)に一部加筆)



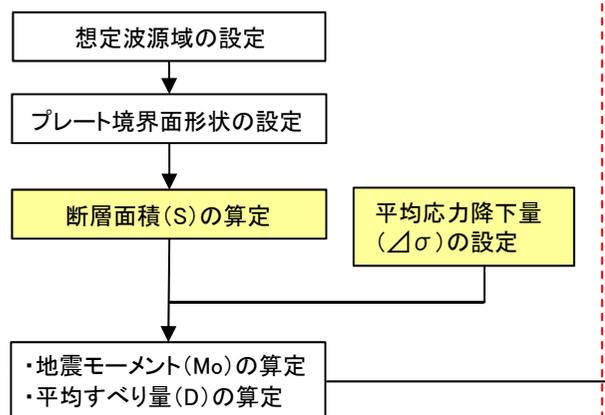
宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルのすべり分布

4.5.3 設定フロー

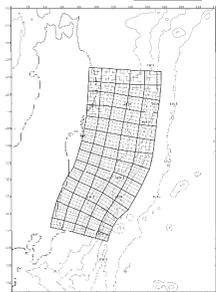
※:各パラメータ設定に用いた知見の詳細は、資料1-2「3. 特性化モデルの設定に関する知見」に記載。

与条件

1. 巨視的波源特性の設定



スケールング則の適用
(円形破壊面を仮定した関係式)



- 約10km四方の小断層(総数:1107)でプレート境界面を近似。
- すべり分布の設定にあたっては、小断層を約40km四方にブロック化(総数:70)し、各ブロックのすべり量を同一に与える。

プレート境界面
(すべり分布のブロック割図)

各パラメーター一覧

パラメータ	設定方法	設定値
断層面積(S)	三陸沖中部~茨城県沖	107,357(km ²)
地震発生深さ	地震調査研究推進本部(2012)	海溝軸~深さ60km
平均応力降下量(Δσ)	内閣府(2012b), Murotani et al.(2013)	3(MPa)
剛性率(μ)	土木学会(2002)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)
地震モーメント(Mo)	16/(7π ^{3/2}) · Δσ · S ^{3/2}	4.33 × 10 ²² (Nm)
平均すべり量(D)	16/(7π ^{3/2}) · Δσ · S ^{1/2} / μ	8.07(m)

2. 微視的波源特性の設定

(1) 大すべり域・超大すべり域の設定

- 断層面積(S₂, S₄)の算定
- すべり量(D₂, D₄)の算定
- 地震モーメント(M_{o2}, M_{o4})の算定

■ 大すべり域

パラメータ	設定方法	設定値
断層面積(S ₂)	断層面積(S)の15%※	16,104(km ²)
すべり量(D ₂)	平均すべり量(D)の2倍内閣府(2012b)	16.14(m)
剛性率(μ)	土木学会(2002)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)
地震モーメント(M _{o2})	μ · S ₂ · D ₂	1.30 × 10 ²² (Nm)

■ 超大すべり域

パラメータ	設定方法	設定値
断層面積(S ₄)	断層面積(S)の5%	5,368(km ²)
すべり量(D ₄)	平均すべり量(D)の4倍内閣府(2012b)	32.28(m)
剛性率(μ)	土木学会(2002)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)
地震モーメント(M _{o4})	μ · S ₄ · D ₄	8.66 × 10 ²¹ (Nm)

※:大すべり域と超大すべり域をあわせた領域の面積比率は20%。

(2) 地震モーメントの調整(すべり量の調整)

(2)-1 基本すべり域の設定

■ 基本すべり域

パラメータ	設定方法	設定値
断層面積(S _b)	断層面積の80%	85,885(km ²)
すべり量(D _b)	平均すべり量(D)	8.07(m)
剛性率(μ)	土木学会(2002)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)
地震モーメント(M _{ob})	μ · S _b · D _b	3.47 × 10 ²² (Nm)

(2)-2 各領域の地震モーメント(合計)の算定

Mo' = Mo2 + Mo4 + Mob' = 5.63 × 10²²(Nm)

(2)-3 地震モーメントの調整(すべり量の調整)

- Mo/Mo' = 4.33 × 10²²(Nm) / 5.63 × 10²²(Nm) = 0.77
- 上記倍率を用いて、基準断層モデルに反映する各領域のすべり量を一律に調整する。

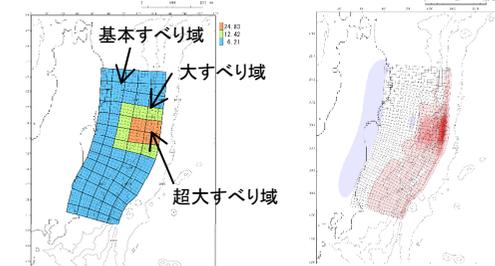
	調整前	調整後
基本すべり域	8.07(m)	6.21(m)
大すべり域	16.14(m)	12.42(m)
超大すべり域	32.28(m)	24.83(m)

3. 基準断層モデルの設定

断層モデルへの微視的波源特性の反映

- 設定したプレート境界面(すべり分布のブロック割図)に微視的波源特性を反映。

モーメントマグニチュード(Mw)の算定



すべり量分布		地震変動量分布	
モーメントマグニチュード(Mw)	9.04	基本すべり域	すべり量 6.21(m)
地震発生深さ	海溝軸~深さ60km	大すべり域	すべり量 12.42(m)
断層面積(S)	107,357(km ²)	超大すべり域	すべり量 24.83(m)
平均応力降下量(Δσ) (=7/16 · Mo · (S/π) ^{-3/2})	3.13(MPa)	基本すべり域	断層面積(面積比率) 85,165(km ²) (79.3%)
剛性率(μ)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)	大すべり域	断層面積(面積比率) 22,192(km ²) (20.7%)
地震モーメントMo	4.52 × 10 ²² (Nm)	超大すべり域	断層面積(面積比率) 8,078(km ²) (7.5%)
すべり角λ	太平洋プレートの運動方向に基づいて設定	平均すべり量D	8.43(m)
ライズタイムτ	60(s)		

※:大すべり域と超大すべり域をあわせた領域の面積比率

4. 基準断層モデルの設定 4.5 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設定
 4.5.4 妥当性確認:地殻変動量(プレート境界の破壊)の比較①

■3.11地震の地殻変動量(地球物理学的知見)

- Fujiwara et al.(2011)は, 3.11地震前後の海底地形データの比較から, 宮城県沖の海溝軸付近において, 水平方向に50~56m, 上下方向(水平変位に伴う鉛直変位も含む)に11m($\sigma=8.53$)~16m($\sigma=9.35$)の変位が生じたとしている。

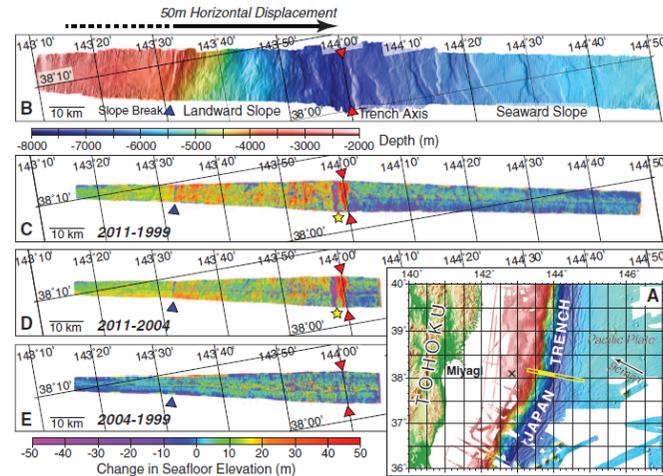


Fig. 1. Changes in sea-floor elevation between bathymetric data before and after the 2011 Tohoku-Oki earthquake. (A) Location map with bathymetric survey track shown as yellow line. Coseismic horizontal displacement is estimated over the landward slope indicated by solid portion of yellow line. Cross shows the epicenter. (B) Multibeam bathymetry collected in 2011. Red triangles mark the trench axis; the blue triangle marks the landward slope break. Change in sea-floor elevation by subtracting the 1999 bathymetric data from the 2011 data (C), the 2004 data from the 2011 data (D), and the 1999 data from the 2004 data (E). The yellow star marks location of probable submarine landslide.

調査位置図(Fujiwara et al.(2011))

陸側斜面及び海側斜面の地震時の変位
 (Fujiwara et al.(2011))

Table S1.

Estimated coseismic displacements caused by the 11 March 2011 Tohoku-Oki Earthquake in the outermost landward slope area, off Miyagi in the Tohoku district.

Survey Years	Landward Slope					Seaward Slope
	Horizontal Displacement		Seafloor Elevation (Fig. 1)	Vertical Displacement	Additional Uplift	Seafloor Elevation
	Distance	Direction				
2011-1999	56 m	113°	+16 m ($\sigma=9.35$)	+10 m ($\sigma=7.50$)	+6 m	± 0 m ($\sigma=5.32$)
2011-2004	50 m	117°	+11 m ($\sigma=8.53$)	+7 m ($\sigma=7.22$)	+4 m	± 0 m ($\sigma=8.42$)
2004-1999	20 m	235°	± 0 m ($\sigma=7.44$)	+1 m ($\sigma=7.26$)	-1 m	± 0 m ($\sigma=8.17$)

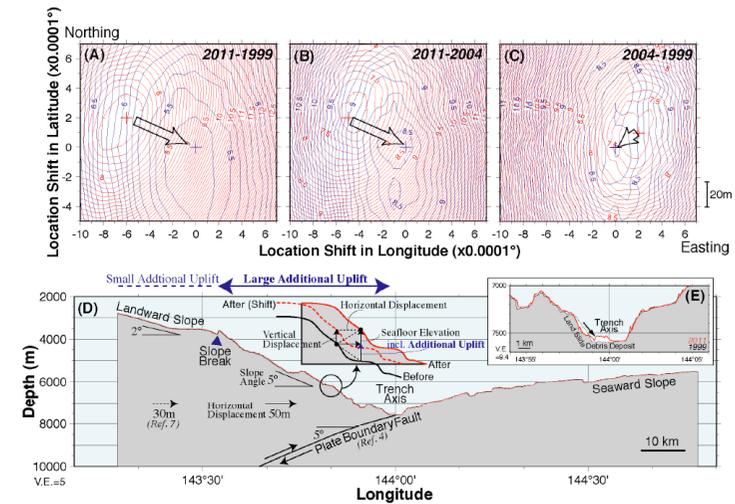


Fig. S1.

Contour maps showing standard deviations (~variances) of depth differences between different surveys for given shifted locations. (A) Comparison between 1999 and 2011 data, (B) comparison between 2004 and 2011 data, and (C) comparison between 2004 and 1999 data, respectively. Red and blue contours show standard deviations of the landward slope and the seaward slopes, respectively. Crosses indicate the minimum peaks of the standard deviations. Arrows show vectors of horizontal shifts from landward to seaward. (D) Schematic cross-section showing coseismic displacement. A sum of a vertical displacement and an additional uplift for a sloping seafloor correspond the observed seafloor elevation changes shown in Fig. 1. The inset is for illustrative purposes (not to scale). (E) Bathymetric cross section at the trench. Red and black indicate 2011 and 1999 data.

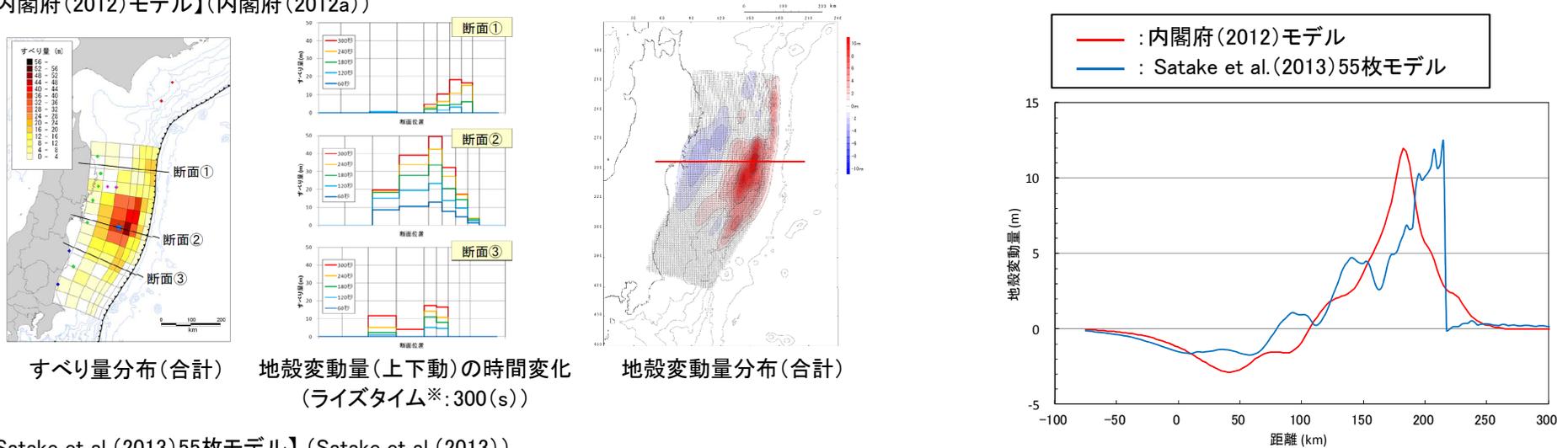
地震時変位の概略断面図(図:(D))
 (Fujiwara et al.(2011))

4.5.4 妥当性確認:地殻変動量(プレート境界の破壊)の比較②

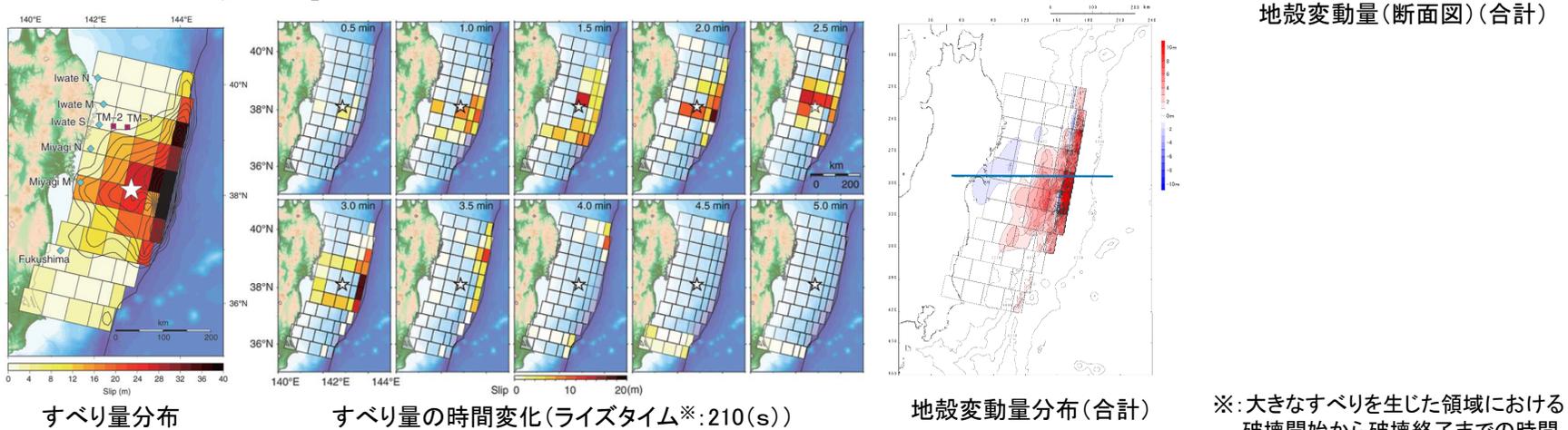
■3.11地震の地殻変動量(3.11地震に伴う津波の再現モデル)

- 各機関等で提案されている3.11地震に伴う津波の再現モデルのうち、津波波形等をインバージョンした内閣府(2012)モデル, Satake et al.(2013) 55枚モデルの地殻変動量から、津波特性を良好に再現する最大鉛直変位は12m程度であることが確認される。

【内閣府(2012)モデル】(内閣府(2012a))



【Satake et al.(2013)55枚モデル】(Satake et al.(2013))



以上の地球物理学的知見及び再現モデルによる地殻変動量から、3.11地震による最大鉛直変位は12m程度と考えられる。

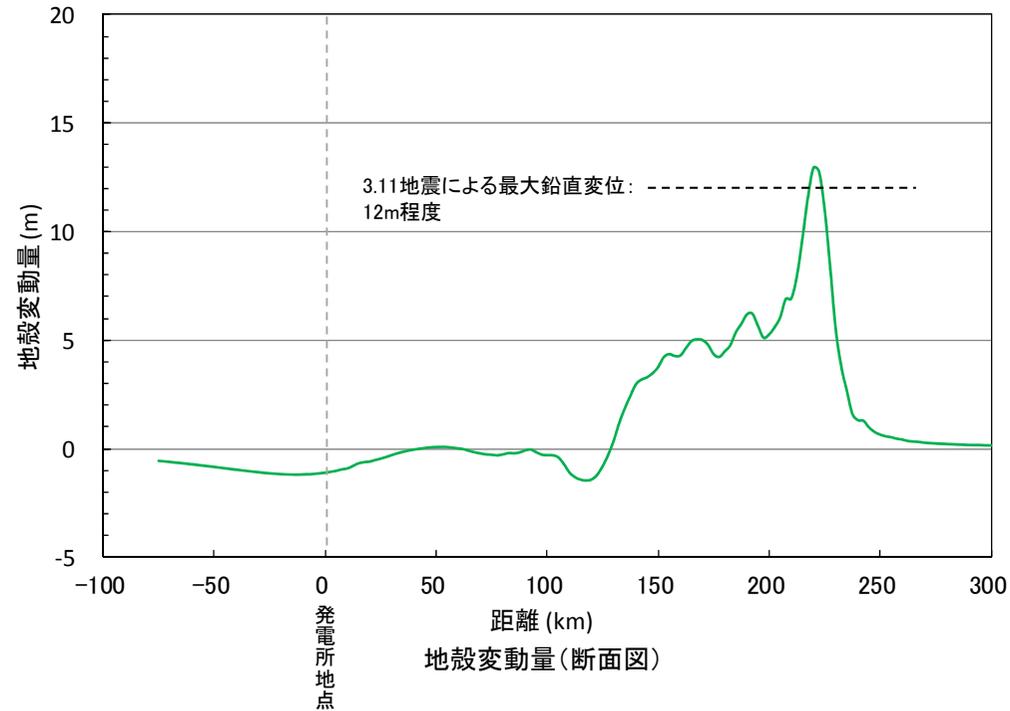
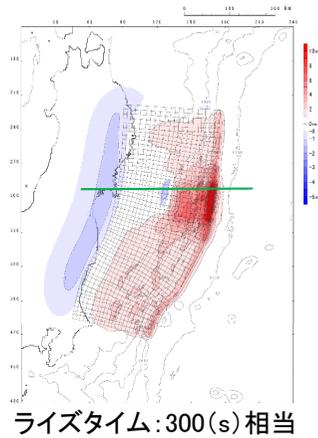
4. 基準断層モデルの設定 4.5 宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルの設定

4.5.4 妥当性確認:地殻変動量(プレート境界の破壊)の比較③

■地殻変動量(プレート境界の破壊)の比較

- 設定した特性化モデルの内閣府(2012)モデルと同様の条件下で算定される最大鉛直変位は13m程度であり, 3.11地震による最大鉛直変位と整合的であることを確認した。

【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地殻変動量分布】

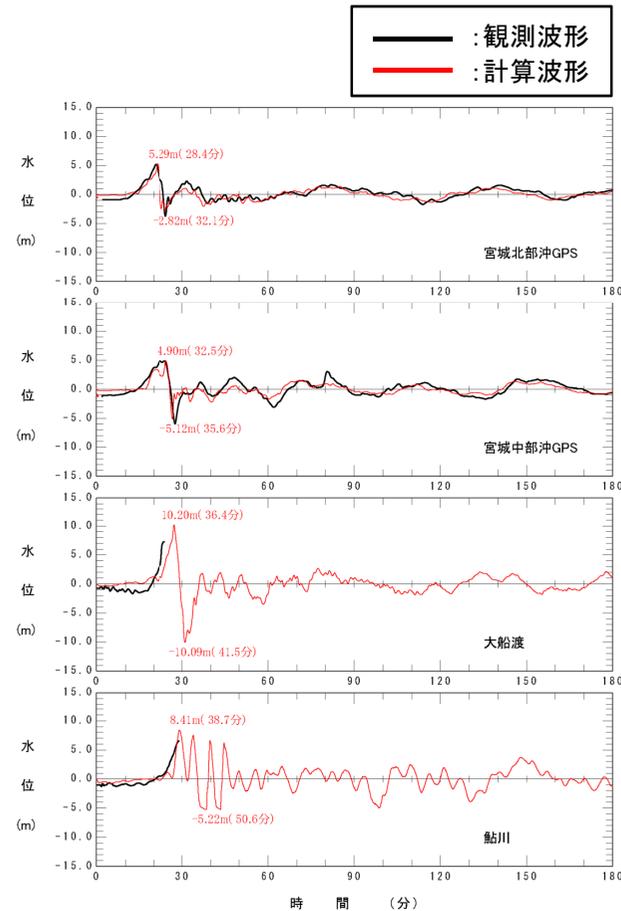
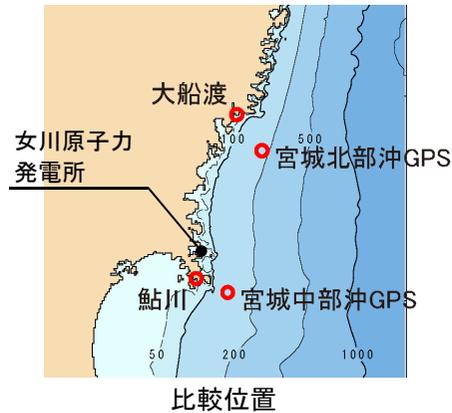


4. 基準断層モデルの設定 4.5 宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルの設定

4.5.4 妥当性確認: 沖合いの観測波形(津波伝播)の比較

- 設定した特性化モデルによる計算波形は、発電所前面海域の観測波形に見られる津波特性(津波水位, 周期, 津波の到達時間)と整合的であることを確認した。

※: 3.11地震に伴う津波の再現解析条件の詳細は、資料1-2「5. 再現解析条件」に記載。



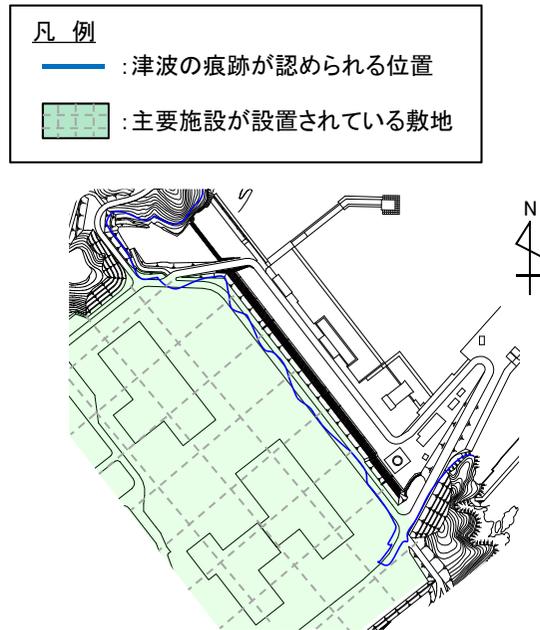
宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデル

4. 基準断層モデルの設定 4.5 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設定

4.5.4 妥当性確認:発電所の津波水位(津波遡上)の比較

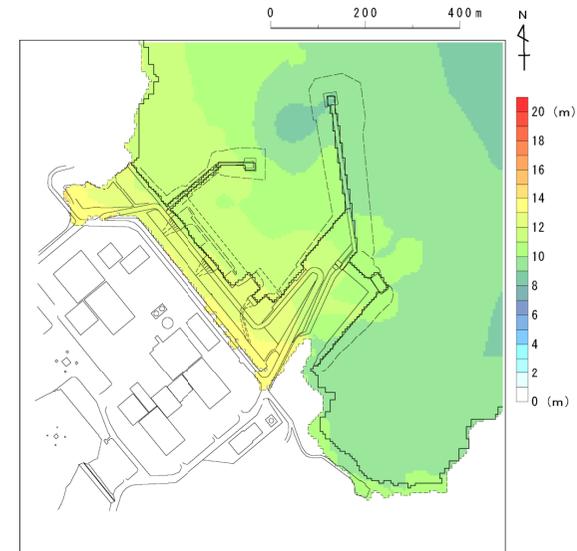
- 設定した特性化モデルによる最大水位上昇量分布は、実際の現象と整合的であることを確認した。
※:3.11地震に伴う津波の再現解析条件の詳細は、資料1-2「5. 再現解析条件」に記載。

【発電所敷地における痕跡調査結果】



東北電力(2011)を一部修正

【最大水位上昇量分布】



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

以上から、設定した特性化モデルは、3.11地震時の地殻変動量(プレート境界の破壊)、沖合いの観測波形(津波伝播)及び発電所の津波水位(津波遡上)を良好に再現しており、宮城県沖大すべり域の破壊特性を適切に考慮していることを確認した。

4. 6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

4. 6. 1 検討方針	101
4. 6. 2 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討	102
4. 6. 3 港湾部の防波堤の有無に関する影響検討	106
4. 6. 4 大すべり域・超大すべり域と破壊開始点の位置関係に関する影響検討	110
4. 6. 5 まとめ	113

4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

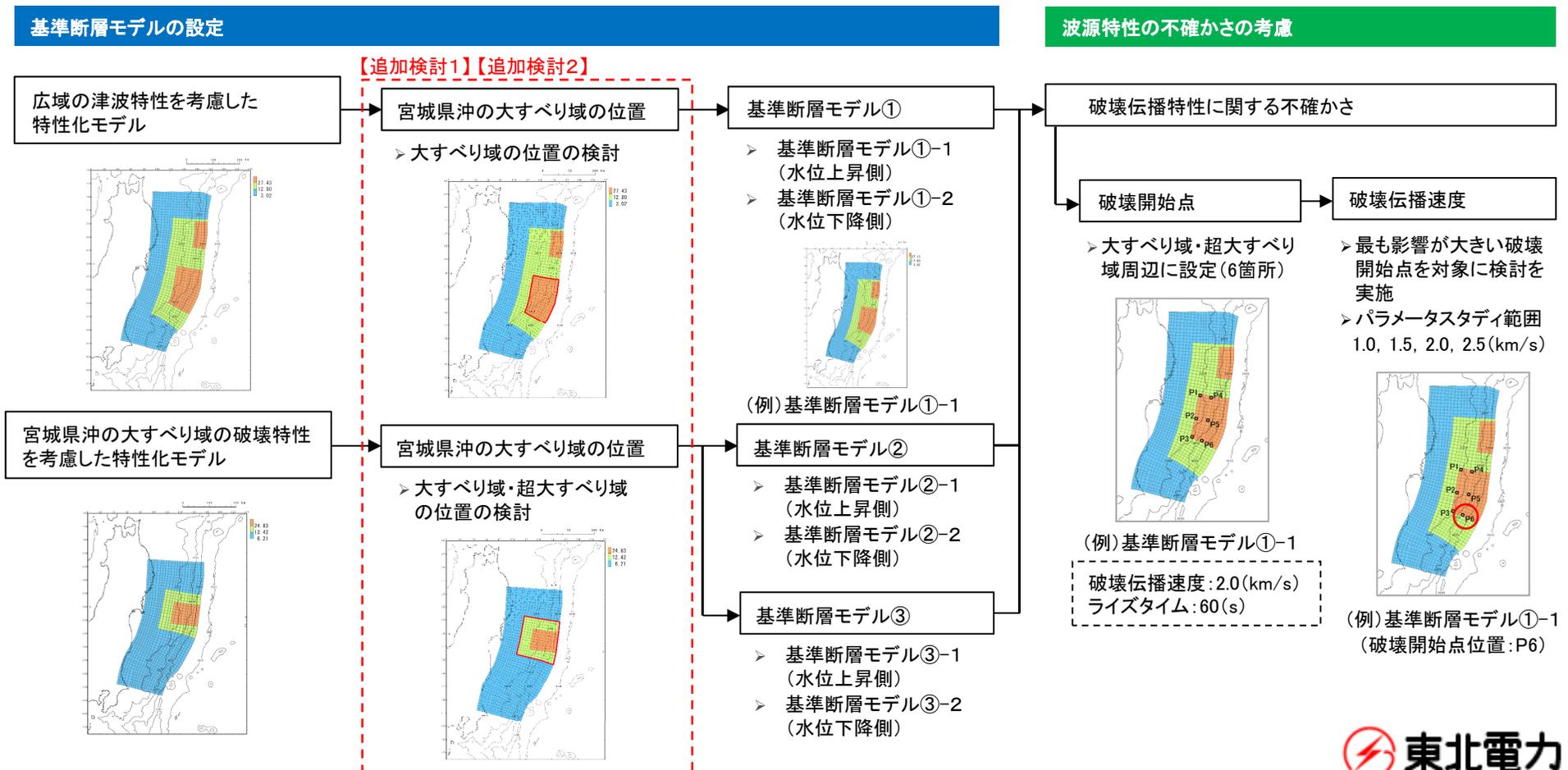
4.6.1 検討方針

- 基準断層モデルの設定にあたり、次の「東北地方太平洋沖型の地震」が、3.11地震と同様の破壊形態で発生するとは限らないことを踏まえ、発電所の津波高さに与える影響が大きい宮城県沖の大すべり域(固着域)の破壊位置にゆらぎが存在する可能性を考慮して、大すべり域・超大すべり域の位置を検討する(南北約10km単位で移動させた検討を実施)。

【追加検討】

検討1: 上記で選定した大すべり域・超大すべり域の位置が、港湾部の防波堤が無い場合でも選定位置として妥当であるかを確認する。

検討2: 選定した大すべり域・超大すべり域の位置を基に基準断層モデルを設定し、波源特性の不確かさ(破壊開始点等)を考慮することの妥当性を確認する。



4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

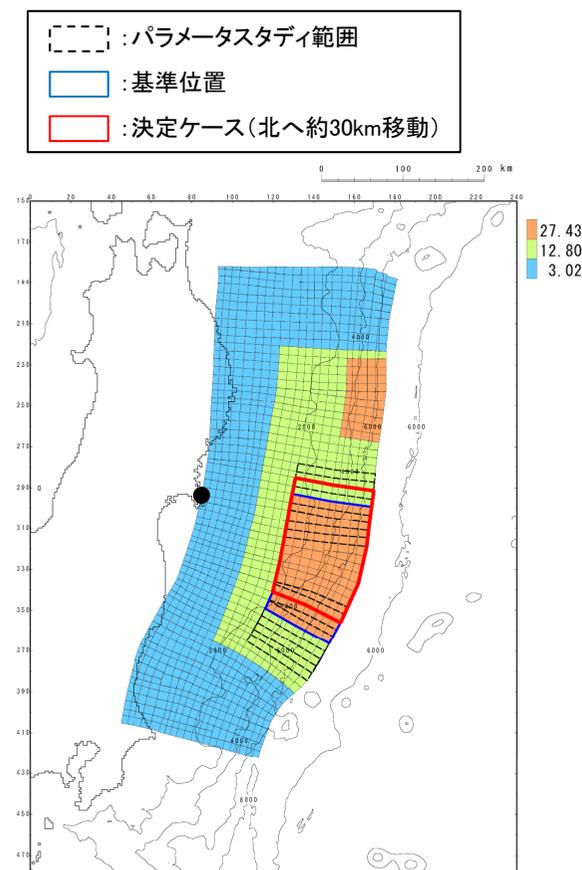
4.6.2 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討①-1

■広域の津波特性を考慮した特性化モデル(水位上昇側)

- 基準位置から北へ約30km移動した位置が発電所に与える影響が最も大きい位置であることを確認した。

(単位:m)

位置	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
北へ約50km移動	18.23(北側)	17.13	17.06	16.97	15.85	15.93	追加検討
北へ約40km移動	18.22(北側)	17.21	17.18	17.00	15.95	16.02	追加検討
北へ約30km移動	18.42(北側)	17.33	17.32	17.15	16.04	16.20	決定ケース 追加検討
北へ約20km移動	18.19(北側)	17.15	17.15	17.01	15.84	16.12	追加検討
北へ約10km移動	18.15(北側)	17.05	17.07	16.91	15.77	16.04	追加検討
基準	17.88(北側)	16.62	16.62	16.55	15.38	15.82	追加検討
南へ約10km移動	17.57(北側)	16.17	16.15	16.12	14.96	15.50	追加検討
南へ約20km移動	17.46(北側)	15.70	15.87	15.88	14.62	15.05	追加検討
南へ約30km移動	16.53(北側)	15.67	15.87	15.95	14.36	14.95	追加検討
南へ約40km移動	16.58(北側)	15.48	15.62	15.62	13.93	14.70	追加検討
南へ約50km移動	15.66(北側)	14.78	14.92	14.94	13.67	14.12	追加検討



検討した超大すべり域の位置

4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

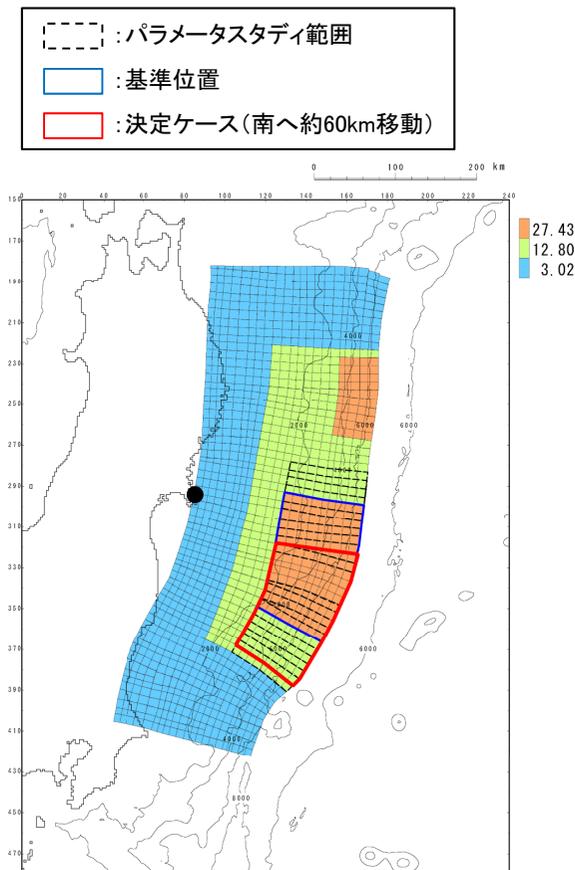
4.6.2 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討①-2

■広域の津波特性を考慮した特性化モデル(水位下降側)

- ・ 基準位置から南へ約50km移動した位置が発電所に与える影響が大きい位置であったことから、さらに、南へ約60km、約70km移動させた検討を実施した。
- ・ 検討の結果、基準位置から南へ約60km移動した位置が発電所に与える影響が最も大きい位置であることを確認した。

(単位:m)

位置	2号取水口前面	備考
北へ約60km移動	-8.97	参考ケース追加検討
北へ約50km移動	-9.01	追加検討
北へ約40km移動	-8.81	追加検討
北へ約30km移動	-8.61	追加検討
北へ約20km移動	-8.26	追加検討
北へ約10km移動	-8.16	追加検討
基準	-7.75	追加検討
南へ約10km移動	-7.39	追加検討
南へ約20km移動	-7.84	追加検討
南へ約30km移動	-8.38	追加検討
南へ約40km移動	-8.73	追加検討
南へ約50km移動	-9.05	追加検討
南へ約60km移動	-9.18	決定ケース追加検討
南へ約70km移動	-9.14	追加検討



検討した超大すべり域の位置

4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

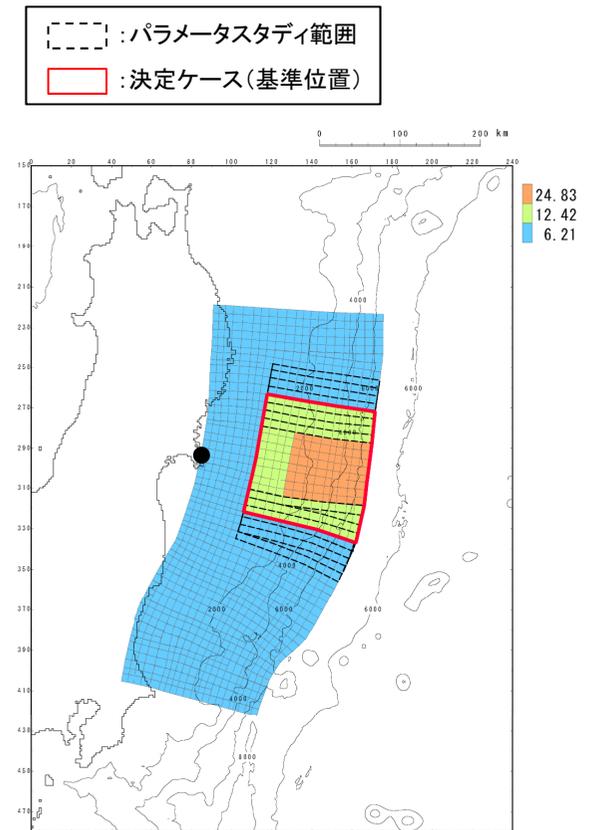
4.6.2 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討②-1

■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(水位上昇側)

- ・ 基準位置が発電所に与える影響が最も大きい位置であることを確認した。

(単位:m)

位置	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
北へ約50km移動	10.63(北側)	9.60	9.68	9.64	8.24	8.42	追加検討
北へ約40km移動	10.62(北側)	9.59	9.68	9.63	8.24	8.42	追加検討
北へ約30km移動	11.25(北側)	9.83	9.97	9.98	8.66	8.86	追加検討
北へ約20km移動	12.44(北側)	10.64	10.67	10.65	9.49	9.78	追加検討
北へ約10km移動	13.19(南側)	11.70	11.68	11.64	9.93	10.73	追加検討
基準	13.55(南側)	12.06	12.11	12.03	10.20	11.20	決定ケース
南へ約10km移動	13.20(南側)	11.69	11.77	11.79	10.03	10.76	追加検討
南へ約20km移動	12.15(北側)	10.64	10.71	10.68	9.67	10.02	追加検討
南へ約30km移動	11.48(南側)	10.28	10.31	10.19	9.14	9.74	追加検討
南へ約40km移動	10.67(南側)	9.97	10.12	10.12	8.85	9.56	追加検討
南へ約50km移動	11.07(南側)	10.41	10.53	10.53	9.20	9.95	追加検討



検討した大すべり域・超大すべり域の位置

4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

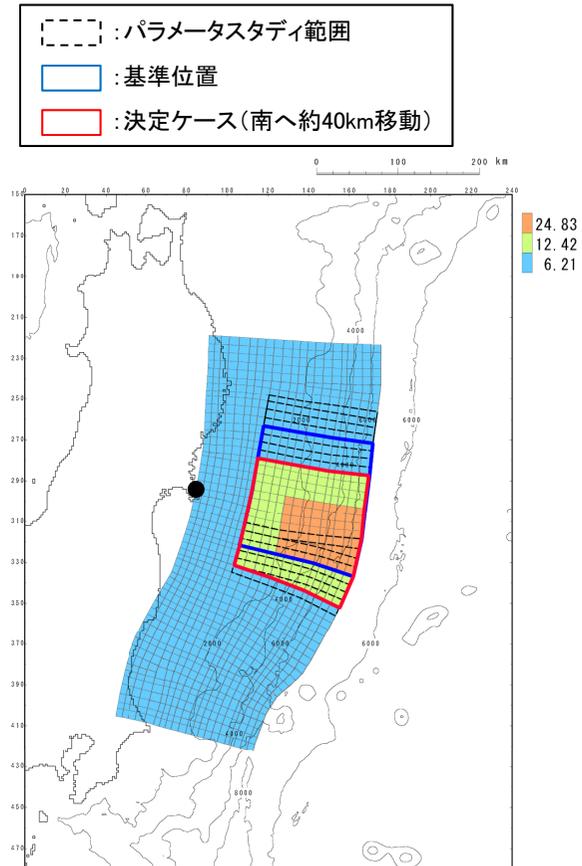
4.6.2 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討②-2

■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(水位下降側)

- ・ 基準位置から南へ約40km移動した位置が発電所に与える影響が最も大きい位置であることを確認した。

(単位:m)

位置	2号取水口前面	備考
北へ約50km移動	-6.26	追加検討
北へ約40km移動	-6.26	追加検討
北へ約30km移動	-6.23	追加検討
北へ約20km移動	-6.54	追加検討
北へ約10km移動	-7.31	追加検討
基準	-8.18	
南へ約10km移動	-8.84	追加検討
南へ約20km移動	-9.01	追加検討
南へ約30km移動	-9.31	追加検討
南へ約40km移動	-9.35	決定ケース 追加検討
南へ約50km移動	-9.19	追加検討



検討した大すべり域・超大すべり域の位置

4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

4.6.3 港湾部の防波堤の有無に関する影響検討: 検討方針①

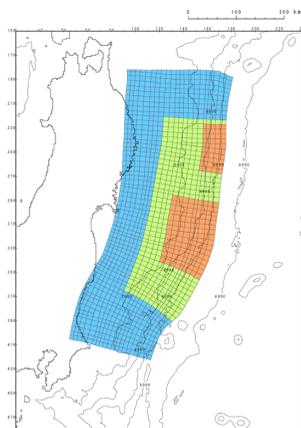
- 前項(4.6.2)で選定した大すべり域・超大すべり域の位置が、港湾部の防波堤が無い場合でも選定位置として妥当であるかを確認するため、各モデルの水位上昇側・下降側決定ケース、並びにその前後ケースを対象に、防波堤が無い地形を用いてパラメータスタディを実施する。

■広域の津波特性を考慮した特性化モデル

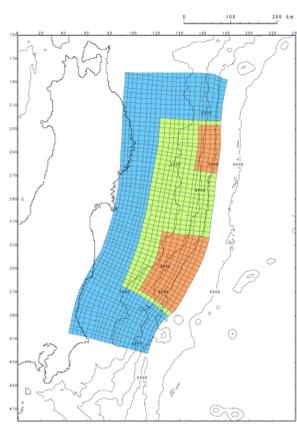
	位置	備考
水位上昇側	北へ約40km移動	
	北へ約30km移動	選定位置
	北へ約20km移動	
水位下降側	南へ約50km移動	
	南へ約60km移動	選定位置
	南へ約70km移動	

■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

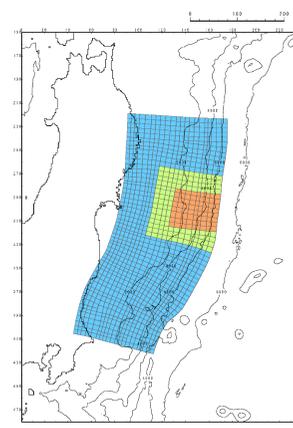
	位置	備考
水位上昇側	北へ約10km移動	
	基準位置	選定位置
	南へ約10km移動	
水位下降側	南へ約30km移動	
	南へ約40km移動	選定位置
	南へ約50km移動	



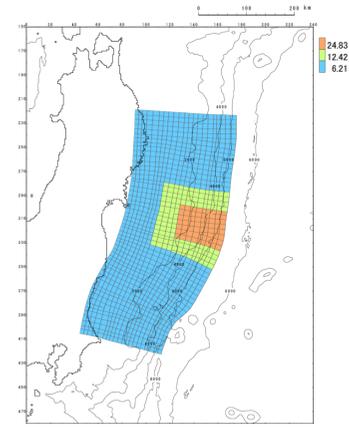
水位上昇側
(選定位置: 北へ約30km移動)



水位下降側
(選定位置: 南へ約60km移動)



水位上昇側
(選定位置: 基準位置)

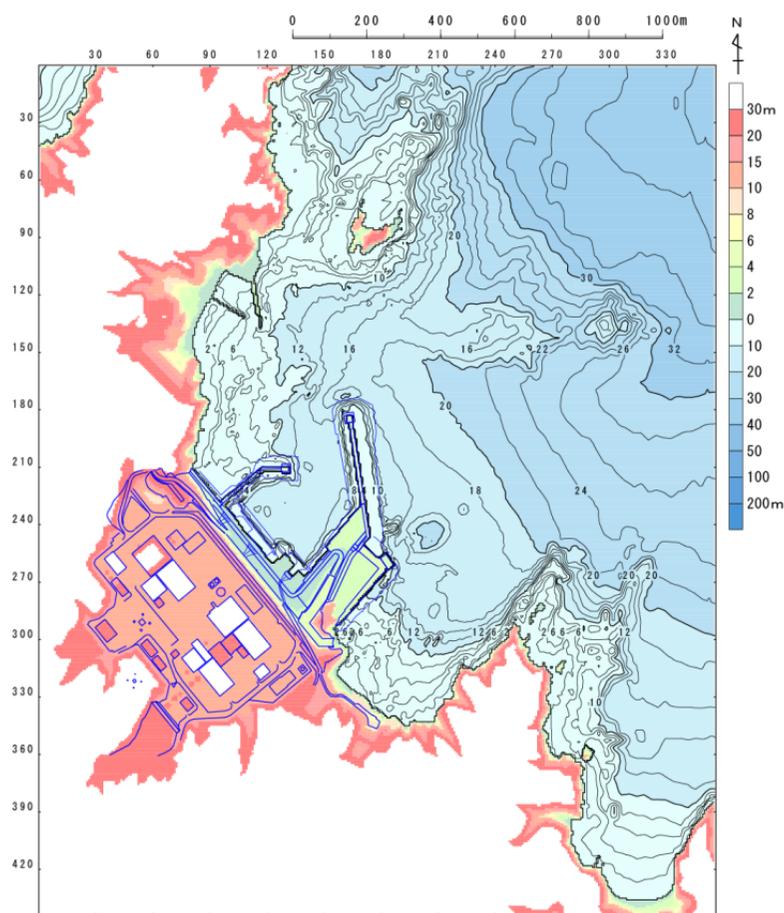


水位下降側
(選定位置: 南へ約40km移動)

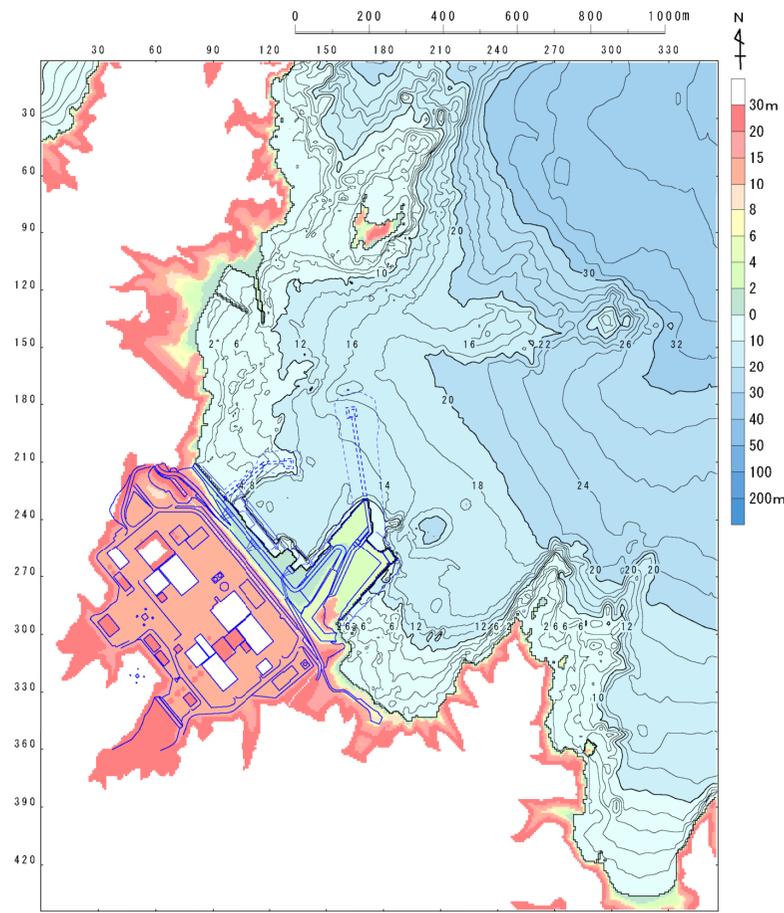
4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

4.6.3 港湾部の防波堤の有無に関する影響検討: 検討方針②

- 検討に用いた地形データを以下に示す。



港湾部の防波堤有り



港湾部の防波堤無し

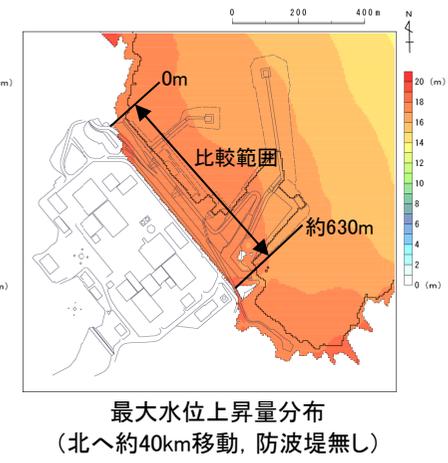
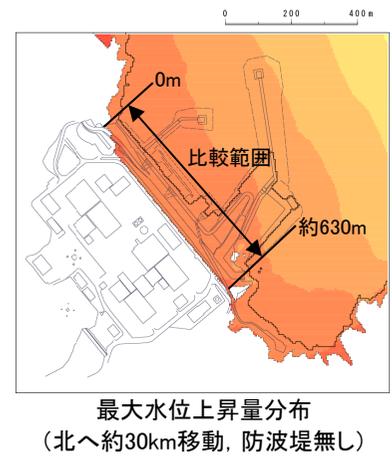
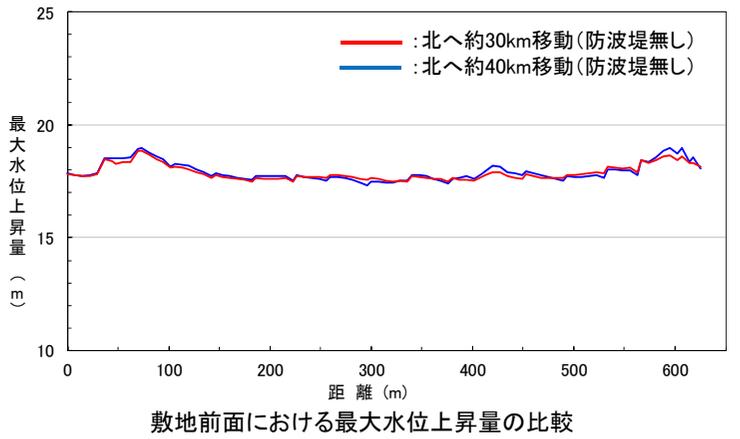
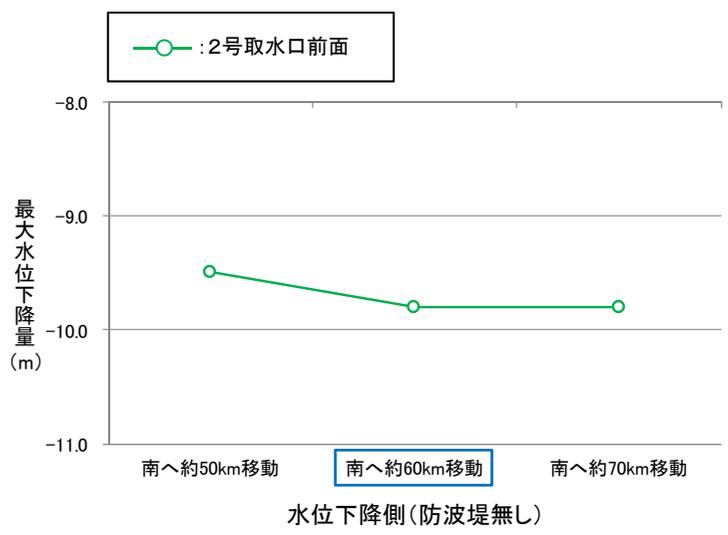
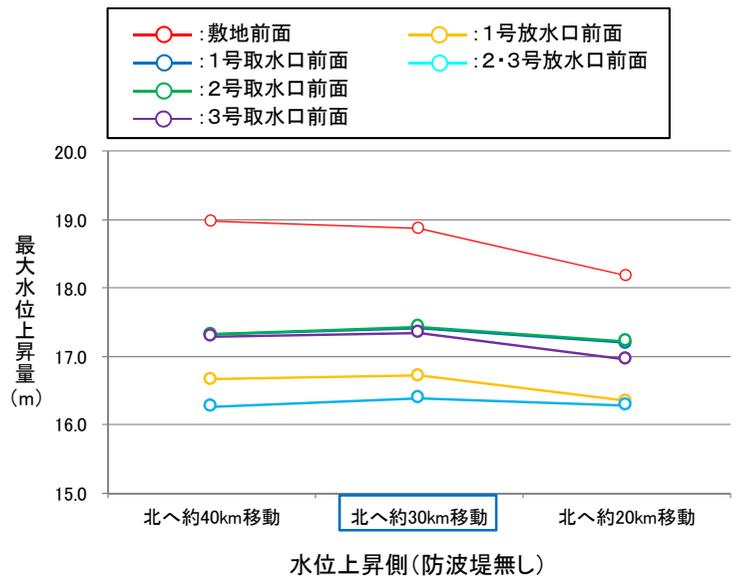
4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

4.6.3 港湾部の防波堤の有無に関する影響検討: 検討結果①

■広域の津波特性を考慮した特性化モデル

- 防波堤が無い地形でのパラメータスタディの結果※, 大すべり域・超大すべり域の位置の選定に与える影響(傾向)に有意な差は認められないことを確認した。

※: 解析結果は, 資料1-2「6. 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置に関する追加検討」に記載。



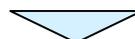
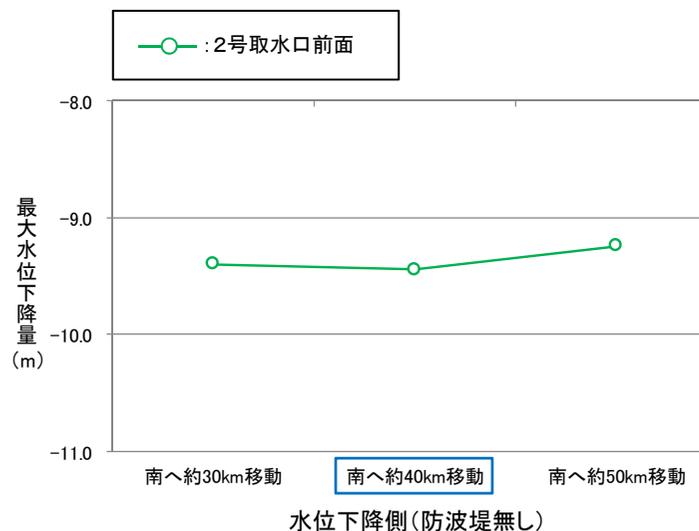
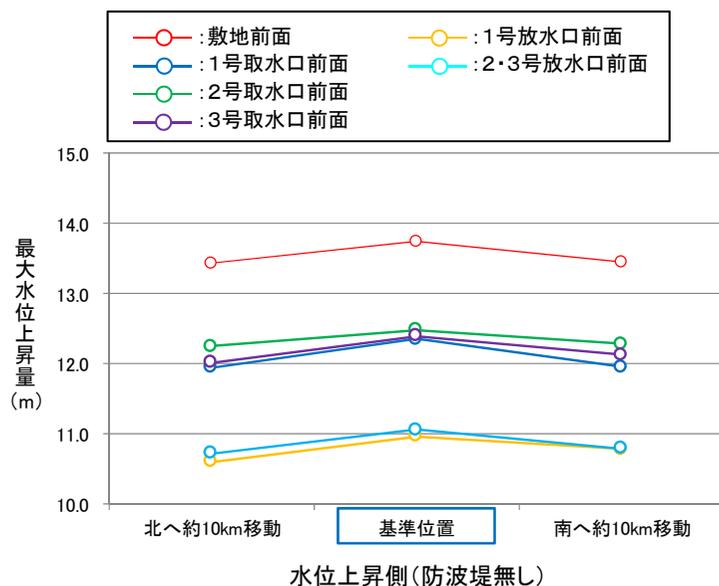
4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

4.6.3 港湾部の防波堤の有無に関する影響検討: 検討結果②

■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

- 防波堤が無い地形でのパラメータスタディの結果※, 大すべり域・超大すべり域の位置の選定に与える影響(傾向)に有意な差は認められないことを確認した。

※: 解析結果は, 資料1-2「6. 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置に関する追加検討」に記載。



以上の検討から, 港湾部の防波堤の有無が, 大すべり域・超大すべり域の位置の選定に及ぼす影響は極めて小さく, 防波堤有りの地形で選定した位置で基準断層モデルを設定することは妥当であることを確認した。

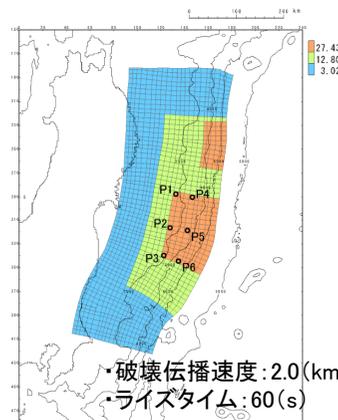
4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

4.6.4 大すべり域・超大すべり域と破壊開始点の位置関係に関する影響検討: 検討方針

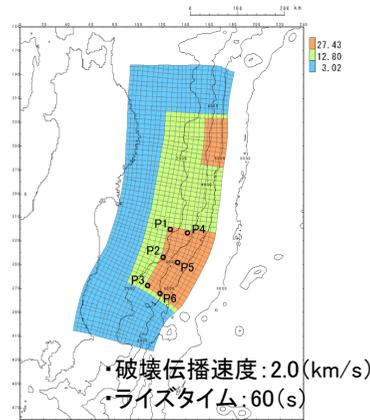
- 選定した大すべり域・超大すべり域の位置を基に基準断層モデルを設定し破壊開始点の不確かさを考慮することの妥当性を確認するため、各モデルの水位上昇側・下降側決定ケース、並びにその前後ケースを対象に破壊開始点を考慮したパラメータスタディを実施する。
 - なお、本検討は、前項(4.6.3)の検討結果を踏まえ、港湾部の防波堤有りの地形を用いて実施する※。
- ※: 港湾部の防波堤無し地形を用いた検討の詳細は、資料1-2「6. 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置に関する追加検討」に記載。

■ 広域の津波特性を考慮した特性化モデル

	位置	備考
水位上昇側	北へ約40km移動	
	北へ約30km移動	選定位置
	北へ約20km移動	
水位下降側	南へ約50km移動	
	南へ約60km移動	選定位置
	南へ約70km移動	



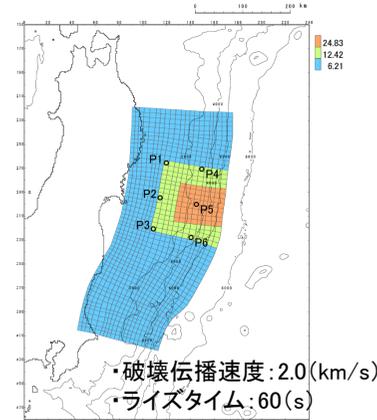
水位上昇側
(選定位置: 北へ約30km移動)



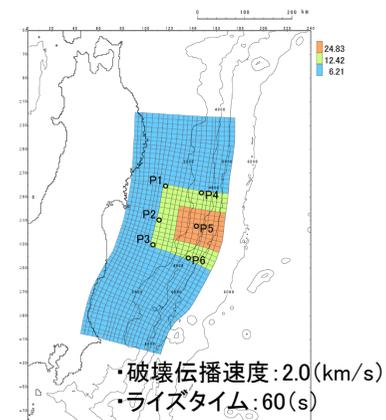
水位下降側
(選定位置: 南へ約60km移動)

■ 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

	位置	備考
水位上昇側	北へ約10km移動	
	基準位置	選定位置
	南へ約10km移動	
水位下降側	南へ約30km移動	
	南へ約40km移動	選定位置
	南へ約50km移動	



水位上昇側
(選定位置: 基準位置)



水位下降側
(選定位置: 南へ約40km移動)

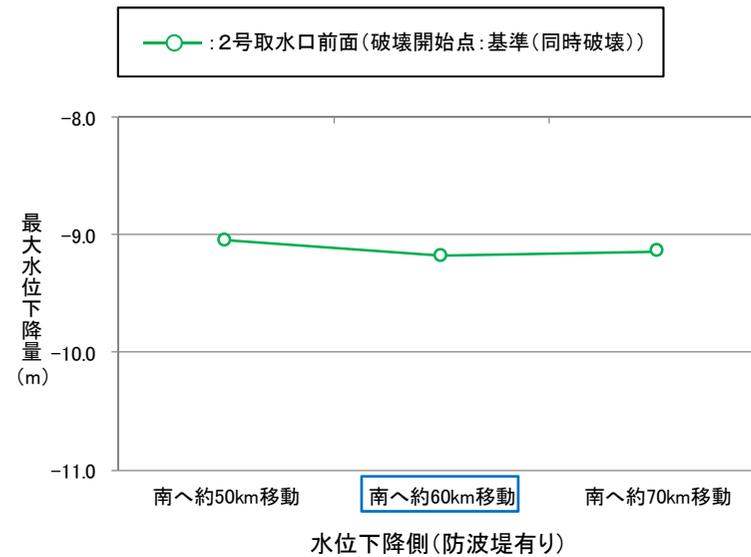
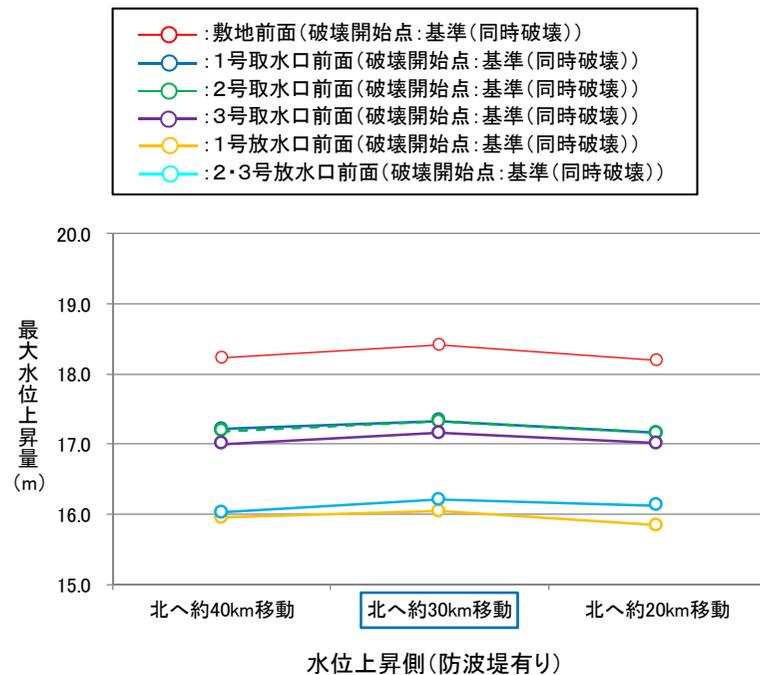
4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

4.6.4 大すべり域・超大すべり域と破壊開始点の位置関係に関する影響検討：検討結果①

■広域の津波特性を考慮した特性化モデル

- 検討の結果、発電所の津波高さに与える影響（傾向）に有意な差は認められないことを確認した。

※：解析結果は、資料1-2「6. 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置に関する追加検討」に記載。



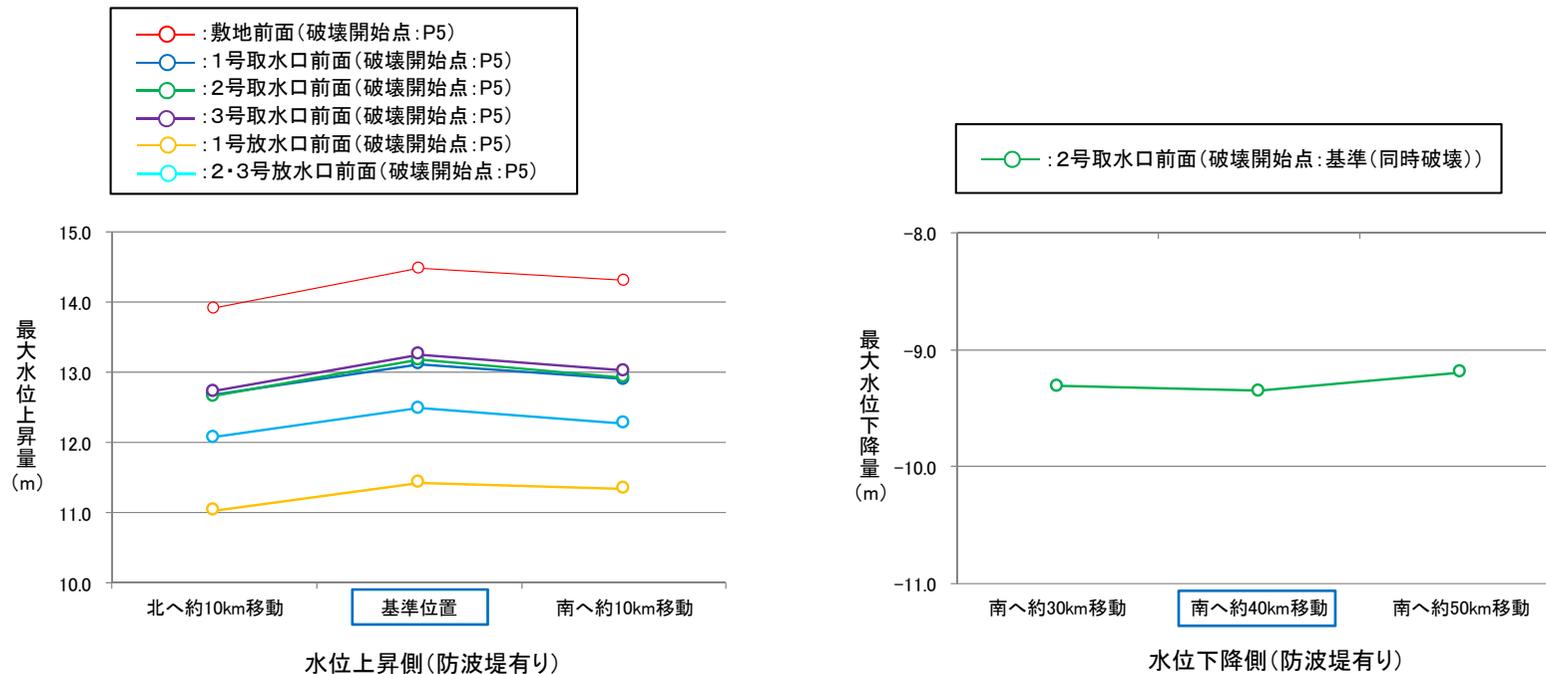
4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

4.6.4 大すべり域・超大すべり域と破壊開始点の位置関係に関する影響検討: 検討結果②

■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

- 検討の結果、発電所の津波高さに与える影響(傾向)に有意な差は認められないことを確認した。

※:解析結果は、資料1-2「6. 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置に関する追加検討」に記載。



以上の検討から、選定した大すべり域・超大すべり域の位置を基に基準断層モデルを設定し、破壊開始点の不確かさを考慮することは妥当であることを確認した。

4. 基準断層モデルの設定 4.6 宮城県沖の大すべり域・超大すべり域の位置の検討

4.6.5 まとめ

- 基準断層モデルの設定にあたり、次の「東北地方太平洋沖型の地震」が、3.11地震と同様の破壊形態で発生するとは限らないことを踏まえ、発電所の津波高さに与える影響が大きい宮城県沖の大すべり域(固着域)の破壊位置にゆらぎが存在する可能性を考慮して、大すべり域・超大すべり域の位置を検討した。
- また、上記検討で選定した大すべり域・超大すべり域の位置が、港湾部の防波堤が無い場合でも選定位置として妥当であるかを確認するため、各モデルの水位上昇側・下降側決定ケース、並びにその前後ケースを対象に、防波堤が無い地形を用いてパラメータスタディを実施した。検討の結果、防波堤の有無が大すべり域・超大すべり域の選定に及ぼす影響は極めて小さく、防波堤有りの地形で選定した位置で基準断層モデルを設定することは妥当であることを確認した。
⇒したがって、以降の検討では、「港湾部の防波堤有り」の地形を用いて実施する。
- さらに、選定した大すべり域・超大すべり域の位置を基に基準断層モデルを設定し破壊開始点の不確かさを考慮することの妥当性を確認するため、各モデルの水位上昇側・下降側決定ケース、並びにその前後ケースを対象に、破壊開始点を考慮したパラメータスタディを実施した。検討の結果、大すべり域・超大すべり域と破壊開始点の位置関係の違いが発電所の津波高さに及ぼす影響は極めて小さく、基準断層モデルの設定位置で破壊開始点の不確かさを考慮することは妥当であることを確認した。