

2014年9月24日

第33回 日本自然災害学会 学術講演会
第3セッション 〈災害を予測する〉

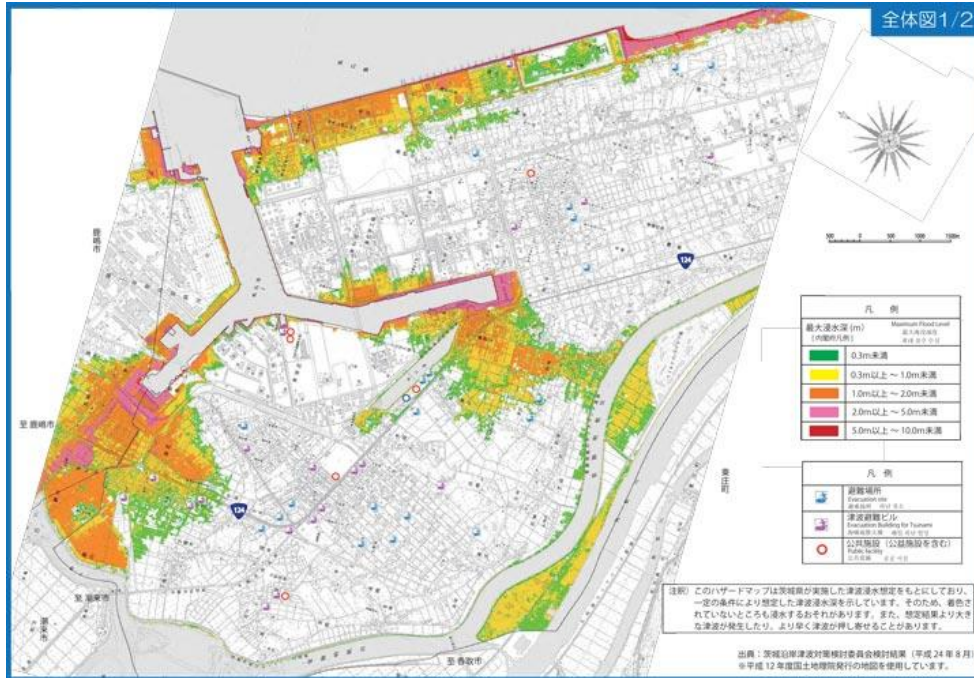
I-3-1

不確実性を明示した津波ハザードマップの提案

○福谷 陽
Suppasri Anawat
今村文彦

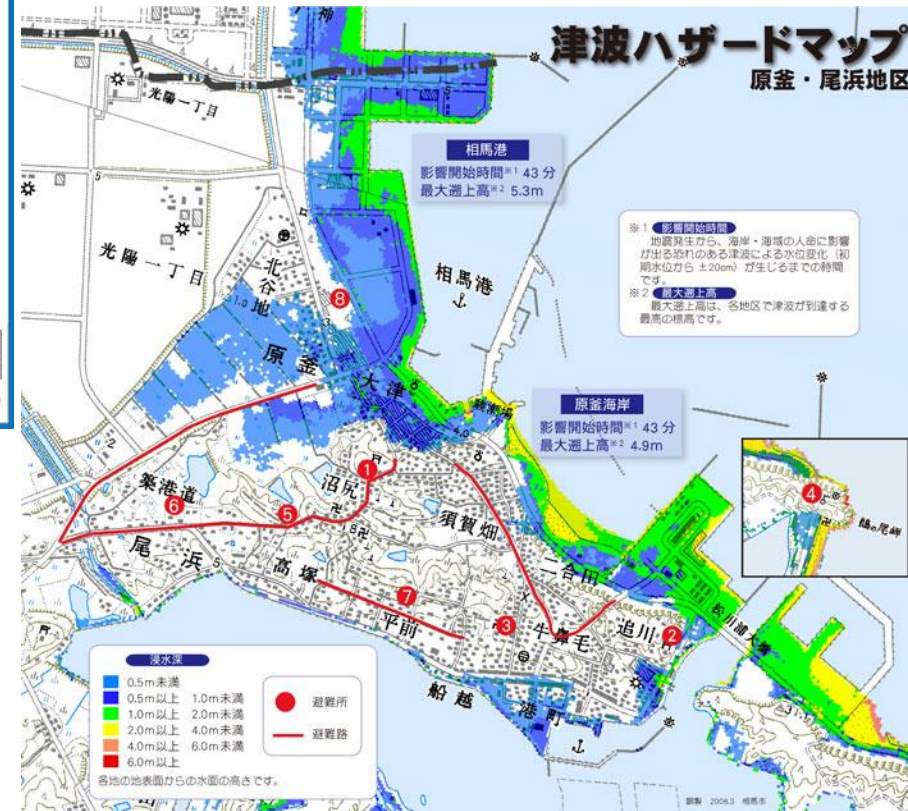
東北大学災害科学国際研究所
地震津波リスク評価（東京海上日動）寄附研究部門

これまでの津波ハザード評価（確定論的評価）



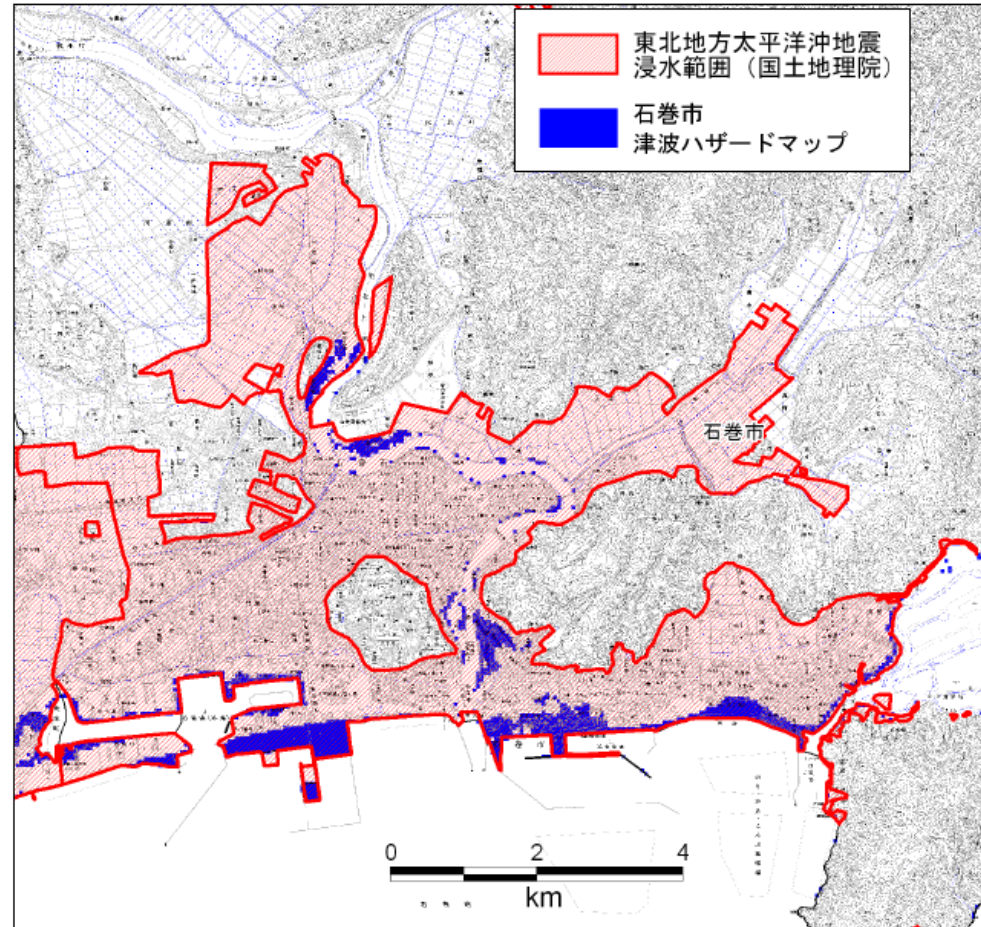
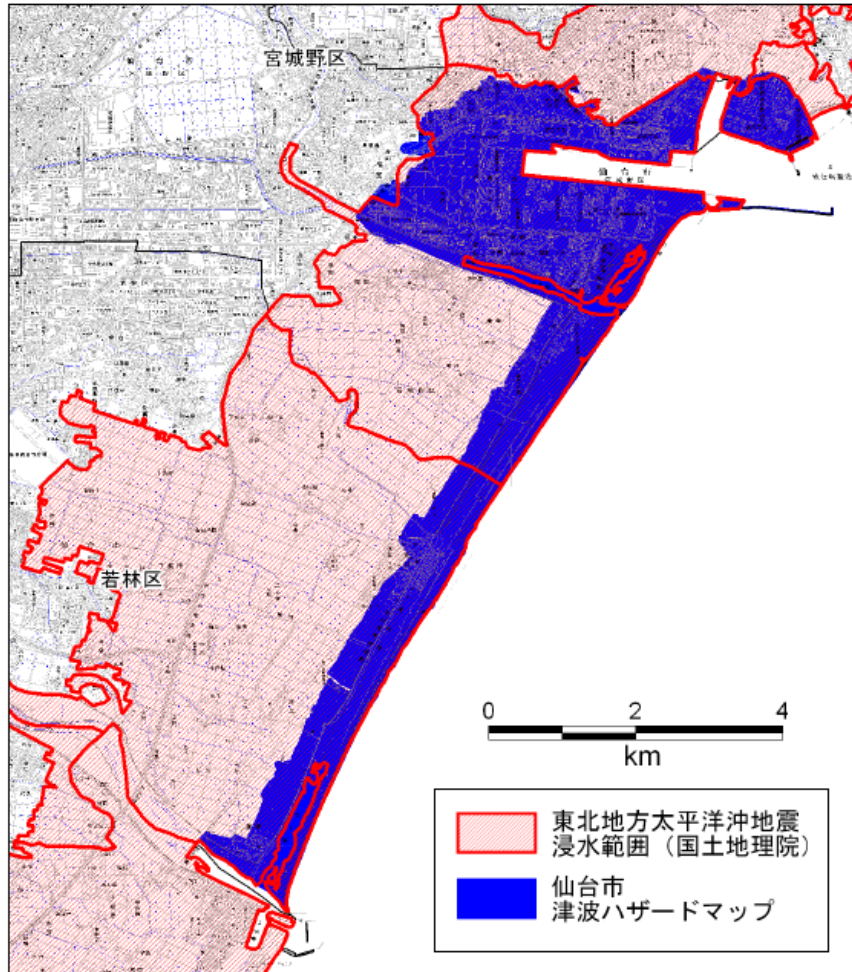
茨城県神栖市

ある地震を想定して作成された
 津波ハザードマップ



福島県相馬市

東北地方太平洋沖地震津波



(出典)・東北地方太平洋沖地震浸水範囲:国土地理院資料より作図

・ハザードマップ:仙台市「仙台市津波ハザードマップ」、石巻市「石巻市津波ハザードマップ」

津波ハザードマップの想定を超える津波が襲来

本研究の動機

津波ハザード評価は不確実性が大きいにも関わらず、これまでの**確定論的な評価**では、評価に含まれる**不確実性を正しく認識することができない**。

本研究の目的

津波ハザード評価に含まれる**不確かさを定量的に評価して、その不確かさを津波ハザードマップ上に表現(可視化)する**。

こうすることで、津波ハザードマップを利用する地域住民が、**評価の不確実性を具体的に知る**ことができ、各種の意志決定に良い影響を及ぼす可能性が出てくる。



研究の流れ

沿岸における確率論的津波波高の算出



沿岸波高の不確実性の定量評価



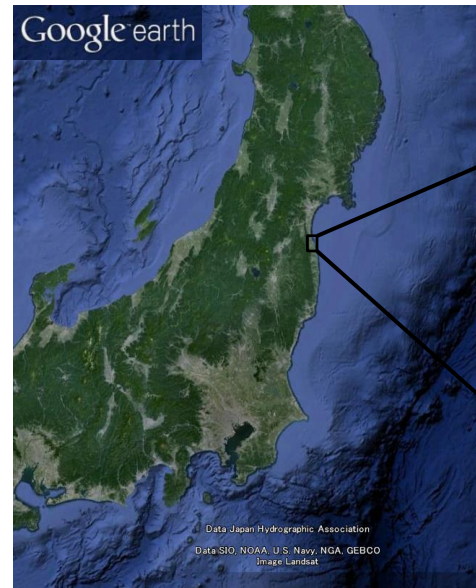
不確実性の定量評価結果を用いた津波数値計算の実施



不確実性を明示した津波ハザードマップの生成

対象地域

福島県相馬港





研究の流れ

沿岸における確率論的津波波高の算出



沿岸波高の不確実性の定量評価



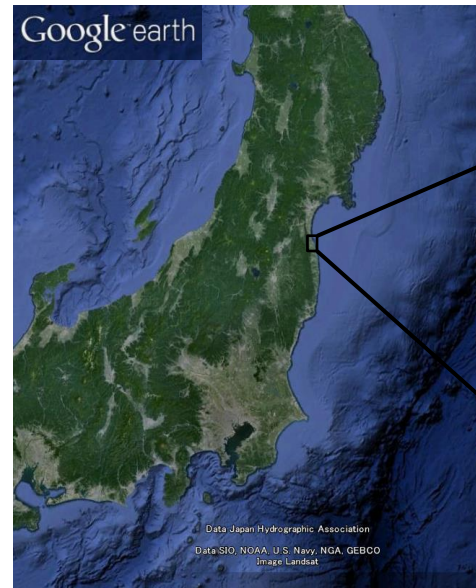
不確実性の定量評価結果を用いた津波数値計算の実施



不確実性を明示した津波ハザードマップの生成

対象地域

福島県相馬港



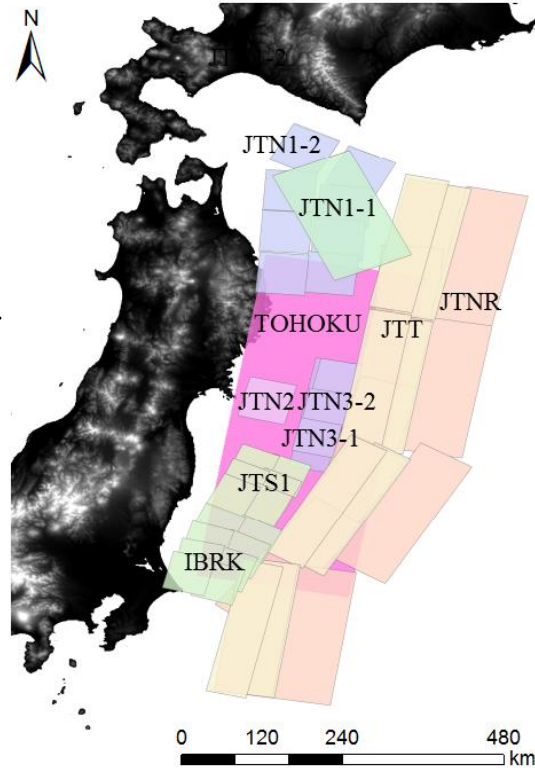
沿岸における確率論的津波波高の算出

- ◆ 日本海溝沿いの11地震領域を選定した
- ◆ 地震領域は、確率論的地震動予測地図で用いられる海溝型地震領域の一部を利用した

- ◆ 地震領域毎にロジックツリーを構築した

- ◆ ロジックツリーでは、マグニチュード範囲(±0.1)、アスペリティ位置、平均発生間隔の3種類の不確かさを考慮した

- ◆ ロジックツリーの分岐数は全部で1800

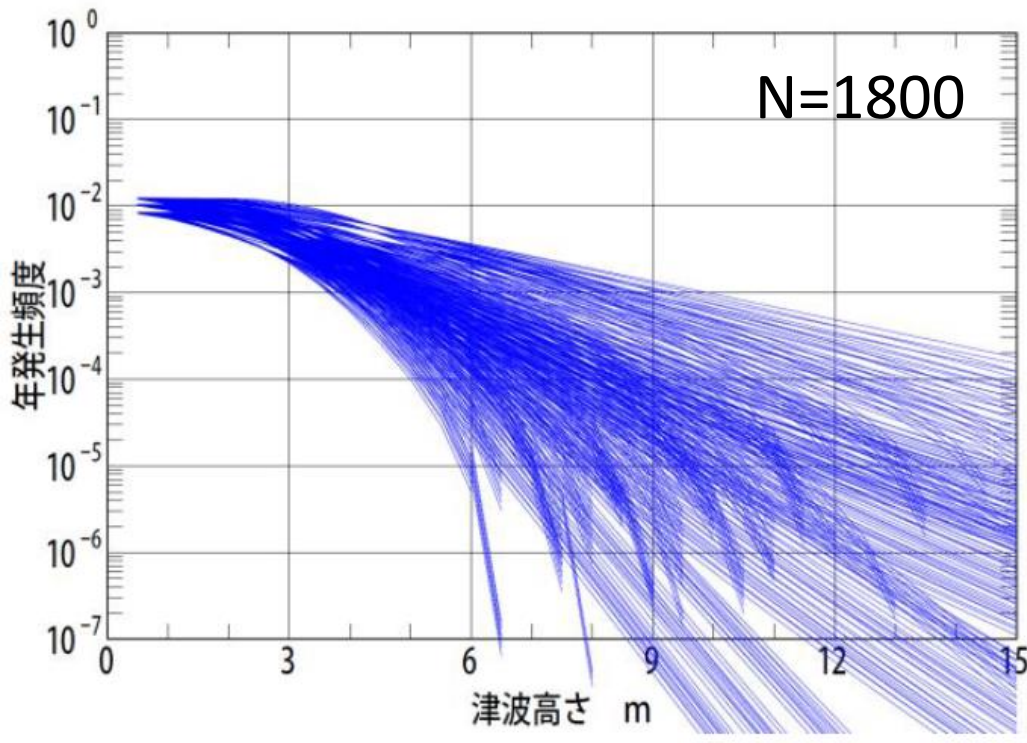


対象とした地震領域とロジックツリー

波源域	マグニチュード範囲	アスペリティ位置	平均発生間隔	再現期間・信頼区間の設定根拠(※)	
三陸沖北部プレート間大地震 JTN1_1	1/3 Mw=8.2	1/3 北端	0.25	58年 過去412年で4回発生	
	1/3 Mw=8.3		1/3 中央		0.5
	1/3 Mw=8.4		1/3 南端		0.25
※繰り返し発生する地震					
三陸沖北部プレート間大地震 JTN1_2	Mw=7.4	中央	10年	過去127年で9回発生	
	Mw=7.5		14年		
	Mw=7.6		21年		
※繰り返し発生する地震以外の地震					
宮城県沖地震 JTN2	Mw=7.3	中央	15年	過去110年で4回発生	
	Mw=7.4		38年		
	Mw=7.5		53年		
※繰り返し発生する地震					
三陸沖南部海溝寄り地震 JTN3_1	Mw=7.8	北端	37年	過去220年で3回発生	
	Mw=7.9		中央		109年
	Mw=8.0		南端		161年
※繰り返し発生する地震					
三陸沖南部海溝寄り地震 JTN3_2	Mw=7.4	中央	21年	過去127年で3回発生	
	Mw=7.5		42年		
	Mw=7.6		93年		
※繰り返し発生する地震以外の地震					
宮城県沖・三陸沖南部海溝寄り運動地震 JTN2+JTN3	Mw=8.0	北端	66年	過去218年で1回発生	
	Mw=8.1		中央		218年
	Mw=8.2		南端		1260年
三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震(津波断層) JTT	Mw=7.9	北端	56年	過去400年で4回発生	
	Mw=8.0		中央		103年
	Mw=8.1		南端		191年
三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート内大地震(正断層型地震) JTNR	Mw=8.1	北端	174年	過去575年で1回発生	
	Mw=8.2		中央		575年
	Mw=8.3		南端		3324年
福島県沖プレート間地震 JTS1	Mw=7.3	中央	89年	過去412年で2回発生	
	Mw=7.4		206年		
	Mw=7.5		582年		
茨城県沖地震 IBRK	Mw=7.4	中央	15年	過去127年で5回発生	
	Mw=7.5		26年		
	Mw=7.6		45年		
東北地方太平洋沖地震 TOHOKU	Mw=8.9	0.20 浅部の北端	335年	過去2400年で4回発生	
	Mw=9.0	0.20 浅部の中央	600年		
	Mw=9.1	0.20 浅部の南端	1148年		
	Mw=9.0	0.20 中間	335年		
	Mw=9.1	0.20 中間	1148年		

沿岸における確率論的津波波高の算出

- ◆各ロジックツリーの分岐を条件として、津波数値計算(非線形長波方程式)を行った
- ◆ロジックツリーの本数分の津波ハザードカーブが得られる

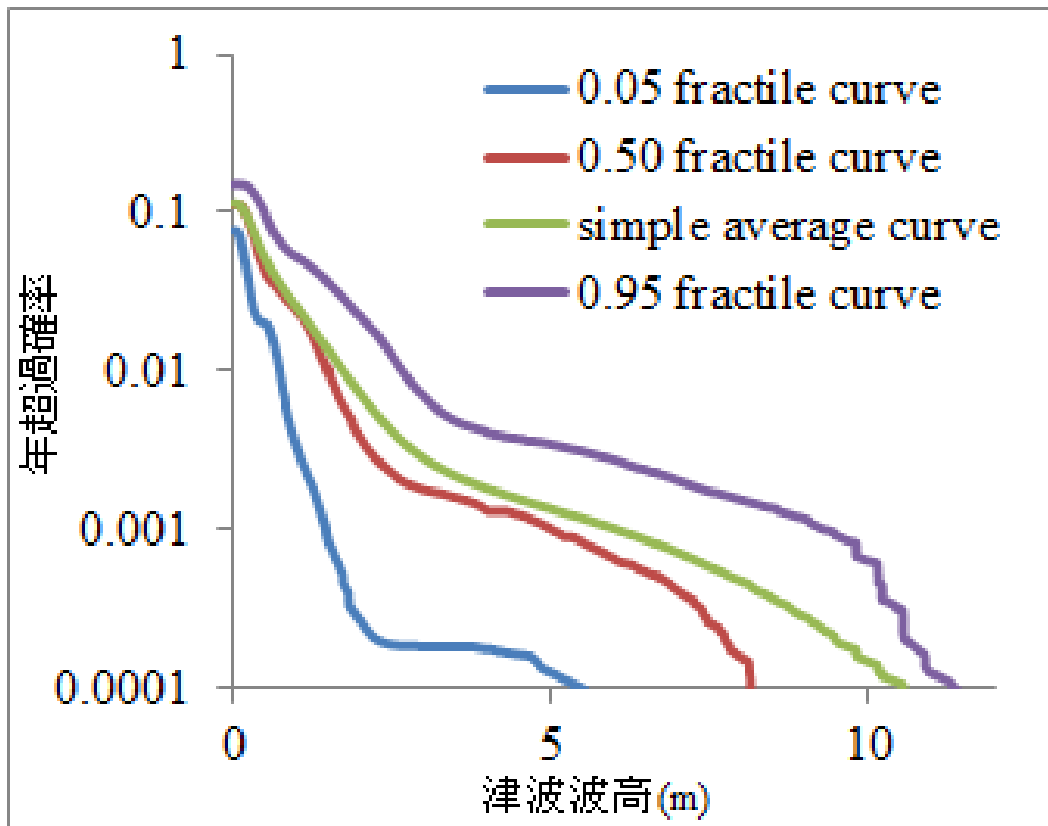


津波ハザードカーブの例

波源域	マグニチュード範囲	アスペリティ位置	平均発生間隔	再現期間・信頼区間の設定根拠(※)
三陸沖北部プレート間大地震	1/3 Mw=8.2	1/3 北端	0.25	58年
JTN1_1	1/3 Mw=8.3	1/3 中央	0.5	97年
※繰り返し発生する地震	1/3 Mw=8.4	1/3 南端	0.25	197年
三陸沖北部プレート間大地震	Mw=7.4			10年
JTN1_2	Mw=7.5	中央		14年
※繰り返し発生する地震以外の地震	Mw=7.6			21年
宮城県沖地震	Mw=7.3			15年
JTN2	Mw=7.4	中央		38年
※繰り返し発生する地震	Mw=7.5			53年
三陸沖南部海溝寄り地震	Mw=7.8	北端		37年
JTN3_1	Mw=7.9	中央		109年
※繰り返し発生する地震	Mw=8.0	南端		161年
三陸沖南部海溝寄り地震	Mw=7.4			21年
JTN3_2	Mw=7.5	中央		42年
※繰り返し発生する地震以外の地震	Mw=7.6			93年
宮城県沖+三陸沖南部海溝寄り運動地震	Mw=8.0	北端		66年
JTN2+JTN3	Mw=8.1	中央		218年
三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震(津波断層)	Mw=8.2	南端		1260年
JTT	Mw=7.9	北端		56年
三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート内大地震(正断層型地震)	Mw=8.0	中央		103年
JTNR	Mw=8.1	南端		191年
	Mw=8.1	北端		174年
	Mw=8.2	中央		575年
	Mw=8.3	南端		3324年
福島県沖プレート間地震	Mw=7.3			89年
JTS1	Mw=7.4	中央		206年
	Mw=7.5			582年
茨城県沖地震	Mw=7.4			15年
IBRK	Mw=7.5	中央		26年
	Mw=7.6			45年
東北地方太平洋沖地震	Mw=8.9	0.20 浅部の北端		
TOHOKU	Mw=9.0	0.20 中間		335年
	Mw=9.1	0.20 浅部の中央		600年
		0.20 中間		1148年
		0.20 浅部の南端		

沿岸における確率論的津波波高の算出

- ◆1800本のロジックツリーを統計処理して、それぞれ、5%fractile点・50%fractile点・95%fractile点を繋いだ曲線、および、平均曲線を描いた
- ◆この曲線から、津波波高の不確かさが定量評価できる



相馬港沖合(右図:赤地点)の津波ハザードカーブ



研究の流れ

沿岸における確率論的津波波高の算出



沿岸波高の不確実性の定量評価



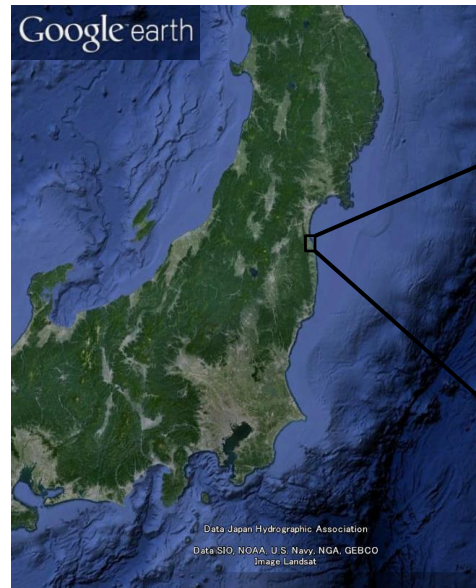
不確実性の定量評価結果を用いた津波数値計算の実施



不確実性を明示した津波ハザードマップの生成

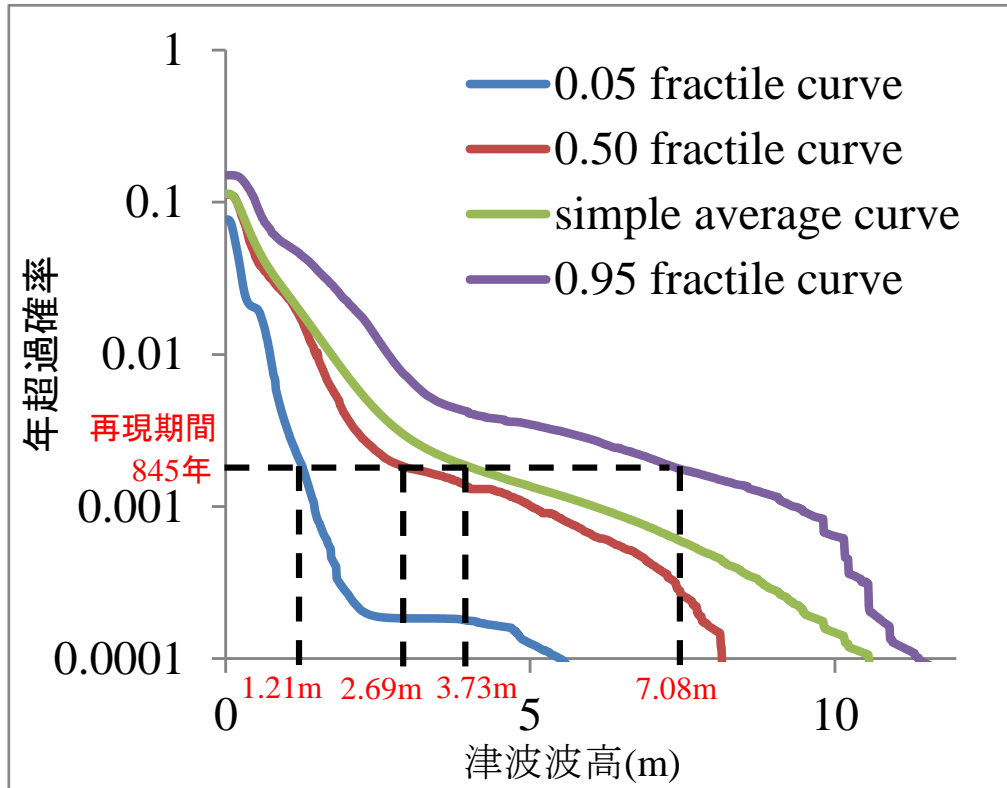
対象地域

福島県相馬港



沿岸波高の不確実性の定量評価

- ◆約845年(年超過確率で約0.00118)で生起する平均的な津波波高は3.73mである
- ◆0.05フラクタイル波高で1.21m、0.50フラクタイル波高で2.69m、0.95フラクタイル波高で7.08mと大きい幅を持つ



相馬港沖合(右図:赤地点)の津波ハザードカーブ



研究の流れ

沿岸における確率論的津波波高の算出



沿岸波高の不確実性の定量評価



不確実性の定量評価結果を用いた津波数値計算の実施



不確実性を明示した津波ハザードマップの生成

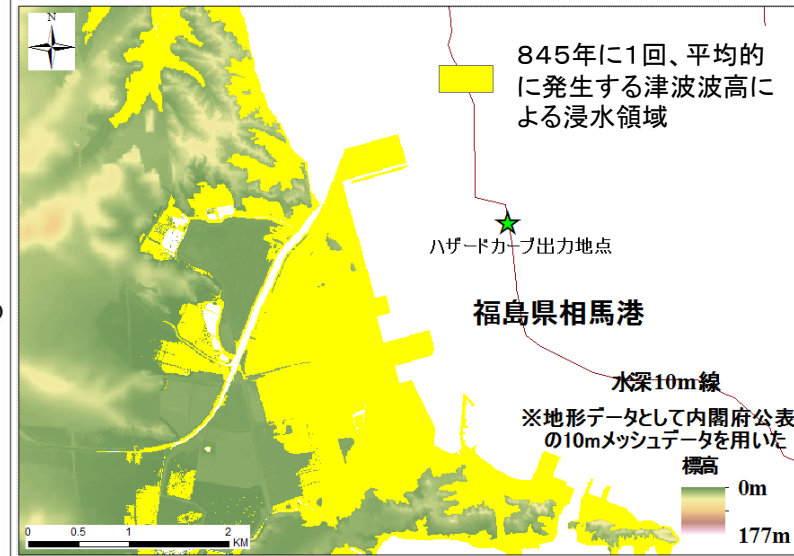
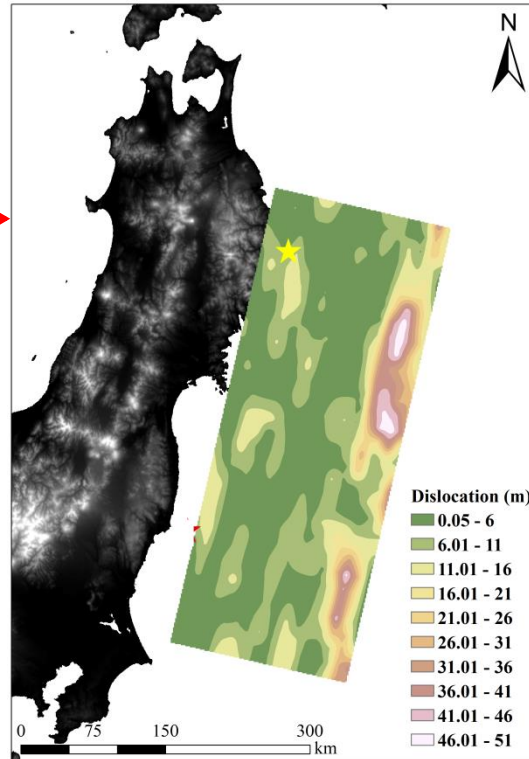
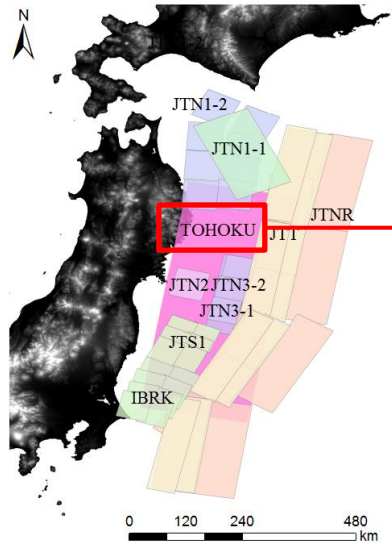
対象地域

福島県相馬港



不確実性の定量評価結果を用いた津波数値計算の実施

- ◆まず、約845年で生起する平均的な津波波高(3.73m)を発生させる地震断層を特定する
- ◆特定した断層のパラメータを用いて、非線形長波方程式、810m→10mまで5段階にネスティングして、津波遡上領域を計算する



種類	津波波高(m)
0.05 fractile	1.21
0.50 fractile	2.69
Average	3.73
0.95 fractile	7.08

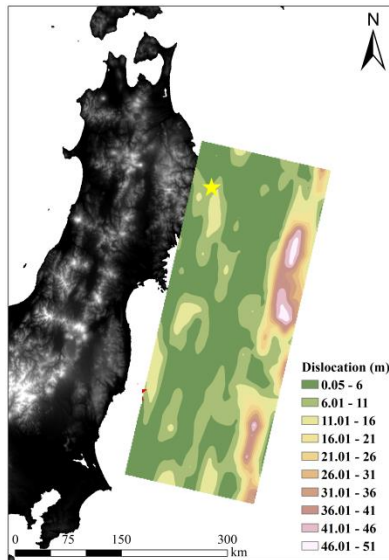
津波波高の不確実性の評価結果
(相馬港沖合)

特定した断層

津波数値計算の結果

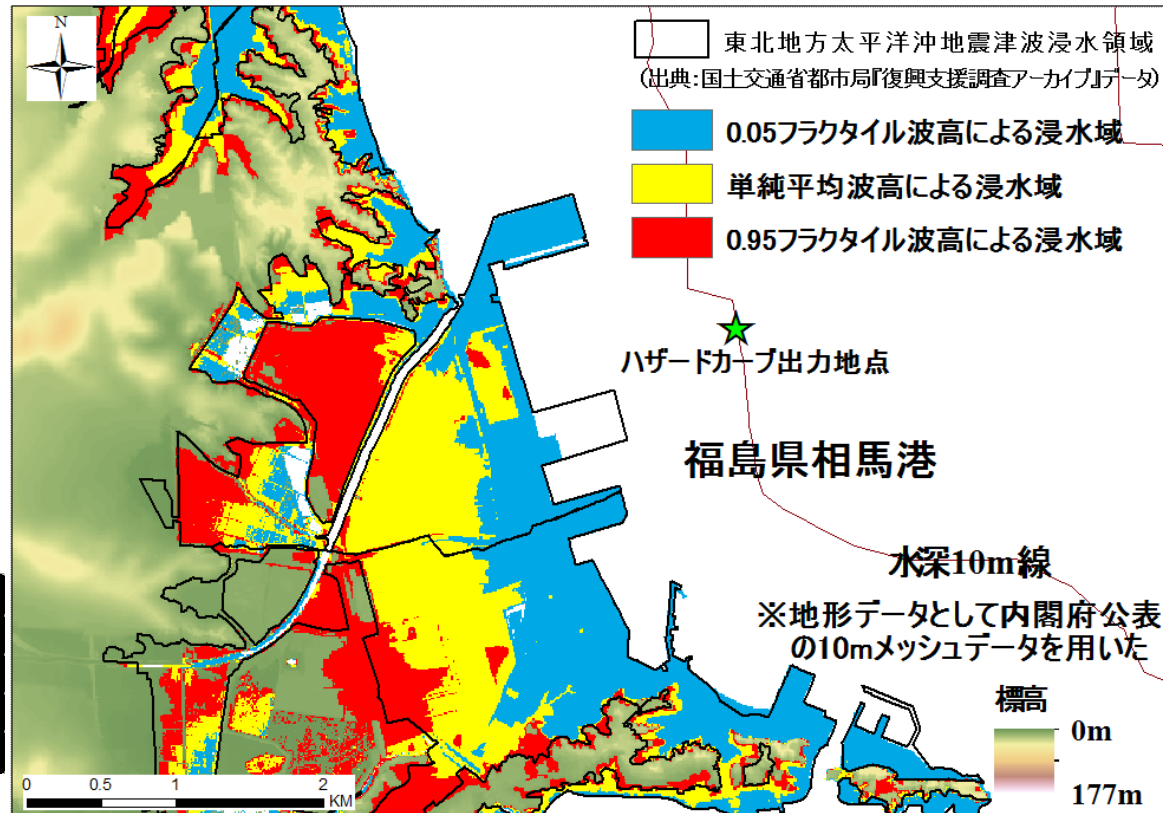
不確実性の定量評価結果を用いた津波数値計算の実施

◆フラクタイル波高の変化による内陸の浸水領域の変化は、特定した地震断層のすべり量を、フラクタイル波高の変化に応じた倍率を乗じて一律に増減させた仮想的な地震断層を生成し、その断層パラメータを用いて津波数値計算を行った



種類	津波波高(m)	断層すべり量倍率
0.05 fractile	1.21	0.32
0.50 fractile	2.69	0.72
Average	3.73	1
0.95 fractile	7.08	1.9

津波波高の不確実性の評価結果
(相馬港沖合)



845年に1回程度発生する津波によるハザードマップ

教訓27. リスク管理における確率論的安全評価手法(PSA)の効果的利用

- リスク管理における確率論的安全評価手法(PSA)の効果的利用 原子力発電施設のリスク低減の取組みを体系的に検討する上で、これまでPSAが「必ずしも効果的に活用されてこなかった。また、PSAにおいても大規模な津波のような稀有な事象のリスクを定量的に評価するのは困難で「あり、より不確実性を伴うが、そのようなリスクの不確かさを明示することで信頼性を高める努力を十分に行ってこなかった。このため、今後は、不確かさに関する知見を踏まえつつ、PSAをさらに積極的かつ迅速に活用し、それに基づく効果的なアクシテントマネジメント対策を含む安全向上策を構築する。

原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本国政府の報告書-東京電力福島原子力発電所の事故について-、原子力災害対策本部、平成23年6月

終わりに

- ◆不確実性を陽に明示した津波ハザードマップの表現方法の一例を提案した。
- ◆今後の自然ハザード評価は、確定的な評価(代表値など)だけではなく、**不確実性の定量評価結果(評価の幅)を明示**する必要があると考えられる。
- ◆津波ハザードマップ上で**評価の幅を明確に示す**ことで、実際に活用する住民等の利用者が**評価の不確実性を具体的に知る**ことができ、各種の意志決定に良い影響を及ぼす可能性がある。
- ◆今後、考慮可能な全ての不確実性の要素を取り込んで、不確実性の大きさを定量化し、津波ハザードマップ等に反映させることで、不確実性の定量評価の結果を可視化していく予定である。