

津波ハザード情報の利活用報告書

Report on Usage Application of Tsunami
Hazard Information

防災科学技術研究所研究資料

第四〇六号

津波ハザード情報の利活用報告書

防災科学技術研究所

防災科学技術研究所研究資料

- 第 336 号 全国地震動予測地図作成手法の検討(7 分冊＋ CD-ROM 版)．2009 年 11 月発行
- 第 337 号 強震動評価のための全国深部地盤構造モデル作成手法の検討(付録 DVD)．2009 年 12 月発行
- 第 338 号 地すべり地形分布図 第 44 集「室蘭・久遠」21 葉(5 万分の 1)．2010 年 3 月発行
- 第 339 号 地すべり地形分布図 第 45 集「岩内」14 葉(5 万分の 1)．2010 年 3 月発行
- 第 340 号 新庄における気象と降積雪の観測(2008/09 年冬期) 33pp. 2010 年 3 月発行
- 第 341 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 27(平成 21 年 No. 1) (CD-ROM 版)．2010 年 3 月発行
- 第 342 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 28(平成 21 年 No. 2) (CD-ROM 版)．2010 年 3 月発行
- 第 343 号 阿寺断層系における深層ボーリング調査の概要と岩石物性試験結果(付録 CD-ROM) 15pp. 2010 年 3 月発行
- 第 344 号 地すべり地形分布図 第 46 集「札幌・苫小牧」19 葉(5 万分の 1)．2010 年 7 月発行
- 第 345 号 地すべり地形分布図 第 47 集「夕張岳」16 葉(5 万分の 1)．2010 年 8 月発行
- 第 346 号 長岡における積雪観測資料(31) (2006/07, 2007/08, 2008/09 冬期)47pp. 2010 年 9 月発行
- 第 347 号 地すべり地形分布図 第 48 集「羽幌・留萌」17 葉(5 万分の 1)．2010 年 11 月発行
- 第 348 号 平成 18 年度 大都市大震災軽減化特別プロジェクト実大 3 層 RC 建物実験報告書(付録 DVD) 68pp. 2010 年 8 月発行
- 第 349 号 防災科学技術研究所による深層掘削調査の概要と岩石物性試験結果(足尾・新宮・牛伏寺) (付録 CD-ROM) 12pp. 2010 年 8 月発行
- 第 350 号 アジア防災科学技術情報基盤(DRH-Asia) コンテンツ集 266pp. 2010 年 12 月発行
- 第 351 号 新庄における気象と降積雪の観測(2009/10 年冬期) 31pp. 2010 年 12 月発行
- 第 352 号 平成 18 年度 大都市大震災軽減化特別プロジェクトⅡ 木造建物実験 - 震動台活用による構造物の耐震性向上研究 - (付録 CD-ROM) 120pp. 2011 年 1 月発行
- 第 353 号 地形・地盤分類および常時微動の H/V スペクトル比を用いた地震動のスペクトル増幅率の推定 242pp. 2011 年 1 月発行
- 第 354 号 地震動予測地図作成ツールの開発(付録 DVD) 155pp. 2011 年 5 月発行
- 第 355 号 ARTS により計測した浅間山の火口内温度分布(2007 年 4 月から 2010 年 3 月) 28pp. 2011 年 1 月発行
- 第 356 号 長岡における積雪観測資料(32) (2009/10 冬期) 29pp. 2011 年 2 月発行
- 第 357 号 浅間山鬼押出火山観測井コア試料の岩相と層序(付録 DVD) 32pp. 2011 年 2 月発行
- 第 358 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 29(平成 22 年 No. 1) (CD-ROM 版)．2011 年 2 月発行
- 第 359 号 強震ネットワーク 強震データ Vol. 30(平成 22 年 No. 2) (CD-ROM 版)．2011 年 2 月発行
- 第 360 号 K-NET・KiK-net 強震データ(1996－2010) (DVD 版 6 枚組)．2011 年 3 月発行
- 第 361 号 統合化地下構造データベースの構築 く地下構造データベース構築ワーキンググループ報告書> 平成 23 年 3 月 238pp. 2011 年 3 月発行
- 第 362 号 地すべり地形分布図 第 49 集「旭川」16 葉(5 万分の 1)．2011 年 11 月発行
- 第 363 号 長岡における積雪観測資料(33) (2010/11 冬期) 29pp. 2012 年 2 月発行
- 第 364 号 新庄における気象と降積雪の観測(2010/11 年冬期) 45pp. 2012 年 2 月発行
- 第 365 号 地すべり地形分布図 第 50 集「名寄」16 葉(5 万分の 1)．2012 年 3 月発行
- 第 366 号 浅間山高峰火山観測井コア試料の岩相と層序(付録 CD-ROM) 30pp. 2012 年 2 月発行
- 第 367 号 防災科学技術研究所による関東・東海地域における水圧破砕井の孔井検層データ 29pp. 2012 年 3 月発行
- 第 368 号 台風災害被害データの比較について(1951 年～2008 年, 都道府県別資料) (付録 CD-ROM) 19pp. 2012 年 5 月発行
- 第 369 号 E-Defense を用いた実大 RC 橋脚 (C1-5 橋脚) 震動破壊実験研究報告書 - 実在の技術基準で設計した RC 橋脚の耐震性に関する震動台実験及びその解析 - (付録 DVD) 64pp. 2012 年 10 月発行
- 第 370 号 強震動評価のための千葉県・茨城県における浅部・深部地盤統合モデルの検討(付録 CD-ROM) 410pp. 2013 年 3 月発行
- 第 371 号 野島断層における深層掘削調査の概要と岩石物性試験結果(平林・岩屋・甲山) (付録 CD-ROM) 27pp. 2012 年 12 月発行
- 第 372 号 長岡における積雪観測資料(34) (2011/12 冬期) 31pp. 2012 年 11 月発行
- 第 373 号 阿蘇山一の宮および白水火山観測井コア試料の岩相記載(付録 CD-ROM) 48pp. 2013 年 2 月発行
- 第 374 号 霧島山万膳および夷守台火山観測井コア試料の岩相記載(付録 CD-ROM) 50pp. 2013 年 3 月発行
- 第 375 号 新庄における気象と降積雪の観測(2011/12 年冬期) 49pp. 2013 年 2 月発行
- 第 376 号 地すべり地形分布図 第 51 集「天塩・枝幸・稚内」20 葉(5 万分の 1)．2013 年 3 月発行
- 第 377 号 地すべり地形分布図 第 52 集「北見・紋別」25 葉(5 万分の 1)．2013 年 3 月発行
- 第 378 号 地すべり地形分布図 第 53 集「帯広」16 葉(5 万分の 1)．2013 年 3 月発行

防災科学技術研究所研究資料

- 第 379 号 東日本大震災を踏まえた地震ハザード評価の改良に向けた検討 349pp. 2012 年 12 月発行
- 第 380 号 日本の火山ハザードマップ集 第 2 版(付録 DVD) 186pp. 2013 年 7 月発行
- 第 381 号 長岡における積雪観測資料(35) (2012/13 冬期) 30pp. 2013 年 11 月発行
- 第 382 号 地すべり地形分布図 第 54 集「浦河・広尾」18 葉(5 万分の 1)．2014 年 2 月発行
- 第 383 号 地すべり地形分布図 第 55 集「斜里・知床岬」23 葉(5 万分の 1)．2014 年 2 月発行
- 第 384 号 地すべり地形分布図 第 56 集「釧路・根室」16 葉(5 万分の 1)．2014 年 2 月発行
- 第 385 号 東京都市圏における水害統計データの整備(付録 DVD) 6pp. 2014 年 2 月発行
- 第 386 号 The AITCC User Guide –An Automatic Algorithm for the Identification and Tracking of Convective Cells– 33pp. 2014 年 3 月発行
- 第 387 号 新庄における気象と降積雪の観測(2012/13 年冬期) 47pp. 2014 年 2 月発行
- 第 388 号 地すべり地形分布図 第 57 集「沖縄県域諸島」25 葉(5 万分の 1)．2014 年 3 月発行
- 第 389 号 長岡における積雪観測資料(36) (2013/14 冬期) 22pp. 2014 年 12 月発行
- 第 390 号 新庄における気象と降積雪の観測(2013/14 年冬期) 47pp. 2015 年 2 月発行
- 第 391 号 大規模空間吊り天井の脱落被害メカニズム解明のための Eーディフェンス加振実験 報告書 ー大規模空間吊り天井の脱落被害再現実験および耐震吊り天井の耐震余裕度検証実験ー 193pp. 2015 年 2 月発行
- 第 392 号 地すべり地形分布図 第 58 集「鹿児島県域諸島」27 葉(5 万分の 1)．2015 年 3 月発行
- 第 393 号 地すべり地形分布図 第 59 集「伊豆諸島および小笠原諸島」10 葉(5 万分の 1)．2015 年 3 月発行
- 第 394 号 地すべり地形分布図 第 60 集「関東中央部」15 葉(5 万分の 1)．2015 年 3 月発行
- 第 395 号 水害統計全国版データベースの整備．2015 年発行予定
- 第 396 号 2015 年 4 月ネパール地震(Gorkha 地震) における災害情報の利活用に関するヒアリング調査 58pp. 2015 年 7 月発行
- 第 397 号 2015 年 4 月ネパール地震 (Gorkha 地震) における建物被害に関する情報収集調査速報 16pp. 2015 年 9 月発行
- 第 398 号 長岡における積雪観測資料(37) (2014/15 冬期) 29pp. 2015 年 11 月発行
- 第 399 号 東日本大震災を踏まえた地震動ハザード評価の改良(付録 DVD) 253pp. 2015 年 12 月発行
- 第 400 号 日本海溝に発生する地震による確率論的津波ハザード評価の手法の検討(付録 DVD) 216pp. 2015 年 12 月発行
- 第 401 号 全国自治体の防災情報システム整備状況 47pp. 2015 年 12 月発行
- 第 402 号 新庄における気象と降積雪の観測(2014/15 年冬期) 47pp. 2016 年 2 月発行
- 第 403 号 地上写真による鳥海山南東斜面の雪溪の長期変動観測(1979～2015 年) 52pp. 2016 年 2 月発行
- 第 404 号 2015 年 4 月ネパール地震 (Gorkha 地震) における地震の概要と建物被害に関する情報収集調査報告 54pp. 2016 年 3 月発行
- 第 405 号 土砂災害予測に関する研究集会ー現状の課題と新技術ープロシーディング 220pp. 2016 年 3 月発行

－編集委員会－		防災科学技術研究所研究資料 第 406 号
(委員長)	河合 伸一	平成 28 年 8 月 10 日 発行
(委 員)		編集兼 国立研究開発法人
松澤 孝紀	三輪 学央	発行者 防 災 科 学 技 術 研 究 所
若月 強	平島 寛行	〒 305-0006
中村いずみ	三好 康夫	茨城県つくば市天王台 3－1
(事務局)		電話 (029)863-7635
白田裕一郎	横山 敏秋	http://www.bosai.go.jp/
(編集・校正)	樋山 信子	印刷所 松 枝 印 刷 株 式 会 社
		茨城県常総市水海道天満町 2438

© National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience 2016

※防災科学技術研究所の刊行物については、ホームページ (http://dil-opac.bosai.go.jp/publication/) をご覧下さい。

津波ハザード情報の利活用 報告書

津波ハザード情報の利活用に関する委員会

目 次

津波ハザード情報の利活用に関する提言	1
1. はじめに	5
2. 津波ハザード情報の検討状況	7
2.1 津波ハザード情報とは	7
2.2 日本全国を概観した津波ハザード評価の取り組み	8
2.3 東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震動ハザード評価の改良	15
2.4 浸水深のハザード評価の試み	22
2.5 市町村のハザードマップにみられる特徴	25
3. 津波ハザード情報の高度化に向けた取り組み	39
3.1 認識論的不確実性の取扱(安中委員)	39
3.2 東北地震津波の知見の反映(杉野委員)	40
3.3 分野横断的協力(亀田先生)	43
4. 津波ハザード情報の利活用可能性と事例紹介	45
4.1 津波リスク評価への活用可能性(藤間委員)	45
4.2 地域防災への活用可能性(その1：牧委員)	47
4.3 地域防災への活用可能性(その2：安倍委員)	49
4.4 地域防災への活用可能性(その3：都司委員)	51
4.5 地域防災への活用可能性(その4：高梨委員)	53
4.6 保険・リスクマネジメント等への活用可能性(その1：佐藤委員)	55
4.7 保険・リスクマネジメント等への活用可能性(その2：山口委員)	57
4.8 インフラ事業への活用可能性(その1：松山委員)	59
4.9 インフラ事業への活用可能性(その2：山本委員)	61
4.10 海外での活用事例(富田委員)	63
5. 津波ハザード情報の活用に関する自治体意向調査 結果	65
6. 津波ハザード情報の利活用に向けて	73
6.1 当面の課題	73
(1) 津波ハザード情報作成における前提条件や作成過程の明確化 の必要性	73
(2) 多様な津波ハザード情報を利活用するための公開システム	73
(3) 津波ハザード情報の正しい理解	73
6.2 中・長期的な課題	73
(1) 認識論的不確定性の評価	73
(2) 波源断層モデルの多様性 の検討	74
(3) ハザード評価の対象の拡充の必要性	74

7. 各委員の提言 75

7.1 津波ハザード情報作成者への提言 75

7.2 津波ハザード情報利用者への提言 80

8. おわりに 85

附資料

- 附資料 1_ 津波ハザード委員名簿
- 附資料 2_ 津波ハザード情報の利活用に関する自治体意向調査票
- 附資料 3_ 津波ハザード情報の利活用に関する委員会概要

津波ハザード情報の利活用に関する提言

2011 年東北地方太平洋沖地震による甚大な津波被害の発生により、将来発生する可能性のある津波について、その津波高さ等に関わるハザード評価を行うとき、歴史記録や観測事実などの過去の事例のみを考慮し、ある特定の地震を想定して津波を評価する従来の手法の限界が明白になった。この反省から、例えば南海トラフ沿いの地震評価（地震調査委員会、2013）は将来発生しうる地震の発生時期や規模の不確実性ととも、不均質すべりの多様性なども考慮され、その評価が改訂されている。このような不確実性を伴う自然現象を扱う 1 つの技術的な枠組みとして確率論的ハザード評価の方法がある。防災科学技術研究所では、地震発生の多様性を確率論的な手法を用いて津波の評価に取り入れ、例えば沿岸の各地点で今後一定期間内における津波高さの超過確率を推定すること等により、津波の危険度の空間的分布を一定の尺度で評価することを当面の目標としている。本報告書で扱う「津波ハザード情報」は、基本的にこのような確率論的な手法を用いて得られる沿岸での津波高さに関する評価結果を指し示すものとする。

このような津波ハザード情報の利活用についての提言を「作成者への提言」と「利用者への提言」に分けて以下にまとめる。ここで、作成者とは津波ハザード情報を作成、発信する側であり、利用者とは、その情報を踏まえてリスク評価に使う側、防災対策する側、一般の利用者による提言としてまとめた。

津波ハザード情報作成者への提言

認識論的不確実性の評価の導入

ハザード評価において、偶然的ばらつきの評価に加え、認識論的不確実性の評価を行うことが必要である。

一般に不確実性の評価において偶然的ばらつき（基本的に予測できないランダムな性質によるばらつき）と認識論的不確実性（不完全な知識やデータによる不確実性）が存在する。これまで国が公表してきた地震動予測地図などにおいても、認識論的不確実性の評価は十分になされておらず、今後の課題となっている。不確実さが大きい津波ハザード評価においては、認識論的不確実性の評価は重要である。

- 1) 不確実さの評価を含むハザード評価は狭義の科学ではなく、工学的課題を含む。
- 2) 地震本部がハザード評価に取り組むのならば、理学的視点だけでなく不確実さに対する工学的評価を重視しなくてはならない。
- 3) 東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえると、地震本部でのハザード評価の取り組みでは認識論的不確実性の評価に正面から取り組む必要がある。

認識論的不確実性を評価するための 1 つの手段としてロジックツリーを用いることがある。不確実性を適切に表現できるロジックツリーを構成するための方法論についても検討する必要がある。

津波ハザード情報作成における前提条件や作成過程の明確化

津波ハザード情報の作成における前提条件や作成過程の明確化は、ハザード情報の説明性や、ハザード情報を踏まえたリスク評価を行う上で必要である。

津波ハザード情報踏まえたリスク評価の結果に対し、リスク評価を行う利用者が説明責任を果たすために、津波ハザード情報作成に用いた前提条件を含めた作成手法の透明性を高めることが必要である。そうすることで、利用者が前提条件を変更してハザード情報を独自に作成することも可能となる。

また、津波ハザード情報の作成の前提条件について、防災の観点、工学的判断に基づく津波ハザード情報は必要と考えるが、安全側に寄った津波ハザード情報となった場合、利用者の立場によってはリスク評価に利用しにくいこともあることに留意する必要がある。

浸水域・浸水深ハザード評価手法の確立

陸域での津波浸水域や浸水深を考慮した確率的津波ハザード情報は、沿岸津波高さの情報より更に構造物被害に直結した情報の評価手法の確立が必要である。

沿岸津波高さよりも更に被害に直結するハザード情報として、陸域の浸水域や浸水深のハザード情報がある。設計では陸域のインフラ等の存在するジャストポイントでの情報となり得るため利用価値は高い。一方、津波浸水は、沿岸や陸域での詳細な地形や破壊条件を含む構造物の状況等に影響を受けることから、この問題を解決する確率的評価手法の構築が重要である。

多様な津波ハザード情報を利活用できる公開システムの構築

津波リスク評価等を実施する専門家に対して、多様な津波ハザード情報（作成の前提条件等を含む）を利活用できる公開システムが必要である。

津波ハザード情報を利用する多様な専門家が存在し、その利用目的によって必要とされる情報は異なる。利用者がそれぞれの目的に沿って正しい理解のもと多様な津波ハザード情報を、的確に利活用できるシステムを構築することが必要である。

津波ハザード情報の定期的更新

津波ハザード情報を継続的に利用されるハザード情報とするためには、情報のメンテナンスは不可欠である。

ハザード情報は、科学的知見に基づいた予測により得られるものであり、地震の発生確率や地形データ等の更新、ハザード評価手法の高度化等の知見やデータの蓄積によって今後も変わり得るものであることを認識し、観測技術や解析技術の発展による新たな知見を継続的に取り入れてハザード情報の更新を適切に継続する必要がある。

ハザード情報作成者の新たな過信を生まないための適用範囲と利用上の留意点

ハザードマップで示された範囲以上に浸水することはないという過信があり、ハザード情報作成者は、情報利用者に新たな過信を生む恐れを避けるために、ハザード情報は目的、限界を明確にすべきで、情報提供の条件として適用範囲、適用時の留意点・注意点を示すべきである。

東日本大震災の教訓の1つは、過信であった。ハザードマップで示された範囲以上に浸水することはないという過信があり、避難所に避難したにもかかわらず津波に巻き込まれ犠牲になった人もいた。ハザード情報作成者は、情報利用者に新たな過信を生むおそれがあることを心にとめた上で情報発信すべきである。ハザード情報の作成者は、目的と構造物の破壊条件の扱い等前提条件設定の考え方を明示すべきであり、適用範囲も示すべきである。

津波ハザード情報利用者への提言

津波ハザード情報の正しい理解と適切な利用の醸成

専門性の高い津波ハザード情報を用いてリスク評価等を実施する利用者は、津波ハザード情報作成者と連携し、ハザード情報を正しく理解し、適切に利用する必要がある。

津波ハザード情報は専門性の高い情報であるため、一般の人はもちろん、地方公共団体や企業の防災担当者が直接利用するというのは困難な可能性がある。津波ハザード情報の直接的な利用者であるリスク評価を行う専門家等が、津波ハザード情報作成者と連携し、目的に応じて咀嚼し段階的に提供していくことで、幅広い利活用を進めることができると考えられる。

最大規模の津波の想定が示されて対策に困惑している地方公共団体や住民に対して、適切な対策手段を模索するのに有効な情報を提供することは重要である。

利用者への啓発には、一般の人や地方公共団体、企業等が活用するためのガイドラインや、どのように活用できるかといった具体的な活用事例集が例として考えられる。また、生徒に対する啓発の一環として、授業等で利用可能な津波ハザード情報に関する学校教材や副読本の作成が挙げられる。

津波ハザード情報に基づくリスク評価と地域防災への活用

津波ハザード情報が公開・普及することによって、津波の多様性を考慮したリスク評価に基づく地域での対策が可能になる。津波高さ、到達時間、浸水範囲、浸水深、流速、流向、継続時間や時系列の水位変動等についての幅を持った情報による計画や対策も期待できる。

津波ハザード情報に基づくリスク評価により、土地利用や構造物の計画、投資などの判断にリスク情報を組み込むことが可能になる。既存の施設や建物に対しても、現地で継続するか、あるいは強化、移転、撤退などの判断材料が増え、中長期的な選択を支援することが可能となる。

地域の津波対策への合意できる津波レベルの設定

津波リスクを有する対象地域における関係者が合意できる津波レベルを設定することが必要であり、ハード施設による防災・減災と土地利用や避難などのソフト対策に対して、津波に強い施設を計画することが重要である。

米国では、地震発生確率を考慮した確率的な取り組みを行っている。日本にはレベル1・レベル2の設定があるが、この設定は本来、確率論的考えであるが、ハザード評価と対比させるには、まだ議論が必要である。また、どのような発生確率を設定しても残余リスクは存在するので、そのためにソフト的対策を用意しておくなければならない。

1. はじめに

平成 23 年東北地方太平洋沖地震を契機に、政府の地震調査研究推進本部において、津波評価部会（部会長 今村文彦教授：東北大学）が設立され、地震により発生する津波の予測手法を検討するとともに、全国を概観する形で津波の評価を行っている。防災科学技術研究所においてもプロジェクト研究「自然災害に対するハザード・リスク評価に関する研究」において、関係府省・地方公共団体・研究機関等との連携の下、平成 24 年より、「全国津波ハザード評価手法の開発」に着手している。このプロジェクトは、日本全国を対象として津波波源となる可能性のある全ての地震について考慮した確率論的な津波ハザード評価と、特定の地震に対するシナリオ型の津波解析を行うための手法の検討を実施している。

この事業に関連して、平成 25 年度より防災科学技術研究所を事務局とした「津波ハザード情報の利活用に関する委員会」を立ち上げた。この委員会では、地震に起因する津波ハザード情報が、減災に資する情報として利活用されるよう、利活用する側の立場からのニーズを調査し、それらを満たすために提供されるべき情報の内容や、具体的な利活用の可能性について検討を行い、それらから導かれる利活用のあり方を提言としてとりまとめることを目的とした。なお、委員長は、東京大学地震研究所の佐竹健治教授に委嘱した。委員は佐竹委員長を含む 15 名で構成した。この委員会での検討状況は、上記の津波ハザード評価の検討状況等と併せて、地震調査研究推進本部の津波評価部会にて概要を報告した。

また、沿岸地域での災害ソフト対策・まちづくり等において、自治体の方々に有効に活用いただくことを念頭に入れ、各自治体における津波対策の動向、直面する課題のアンケートを実施した。対象地域は、平成 23 年東北地方太平洋沖地震において津波被害を受けた茨城県及び千葉県沿岸自治体を対象とし、自治体に協力いただき直接意見交換を行った。この意見交換により、津波ハザード情報を防災や減災に資するよりよいものとするために、利用者と想定される方々のニーズを知ることができ、新たな防災情報についての利活用のあり方や、利活用上の課題等に関する意向を今後の業務に反映した。

防災科学技術研究所では当該委員会を通じて、津波ハザード情報の検討状況、利活用可能性と事例紹介、活用に関する自治体意向調査、情報の利活用に向けて利活用の観点からの要望等を、中・長期的な課題として整理し、提言をまとめることで、研究開発プロジェクトから産み出される新たな津波ハザード情報が、地域の防災力向上に役立てられることを期待するものである。

2. 津波ハザード評価の検討状況

2.1 津波ハザード情報とは

中央防災会議は「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会(座長：河田 恵昭 京都大学防災研究所 巨大災害研究センター長)」最終報告(平成 23 年 9 月 <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/pdf/houkoku.pdf>)において、今後の津波対策を構築するに当たっては、津波の規模や発生頻度に応じて、基本的に 2 つのレベルの津波を想定することとしている。1 つは、比較的発生頻度が高い津波(概ね数十年から百数十年に 1 回程度の頻度で発生する津波)であり、これに対しては、海岸保全施設等構造物で人命保護に加え、住民財産の保護、地域の経済活動の安定化、効率的な生産拠点の確保を図ることとしている(以下、レベル 1 の津波と呼ぶ)。2 つ目は、発生頻度は極めて低いが大規模な被害をもたらす最大クラスの津波(概ね数百年から千年に 1 回程度の頻度で発生する津波)であり、これに対しては、被害の最小化を主眼とする「減災」の考え方にに基づき、海岸保全施設等のハード対策とハザードマップの整備等のソフト対策といったとりうる手段を尽くした総合的な津波対策を確立することとしている(以下、レベル 2 の津波と呼ぶ)。

このような考え方に基づいて、国土交通省・国土政策技術総合研究所(2012)は、「津波浸水想定の設定の手引き」を公表し、最大クラス(レベル 2)の津波を想定した場合の浸水範囲や浸水深さなどを表したハザードマップを作成する際の参考とするよう求めている。

津波災害に対する防災情報としては、一般に津波による陸上での浸水範囲及び浸水深さの空間的分布を示した地図情報(ハザードマップ等と呼ばれることが多い)を指し示すことが多い。さらには、浸水開始時間の空間分布図や、沿岸の代表地点や地域海岸の区分ごとに沿岸での最大の津波高さと到達時間も数値や図表として表現されることがある。東北地方太平洋沖地震以後、これらの情報は、自治体(都道府県)が「津波防災地域づくりに関する法律」(平成 23 年法律第 123 号)に基づいて作成し、公開されている。これらの情報は地震の規模を当該地域で想定しうる最大クラスに限定したうえで、特定の津波発生源(特定の波源断層モデル)を仮定した津波伝搬シミュレーションの結果に基づいた情報となっている。しかしながら、東北地方太平洋沖地震による教訓のひとつは、地震発生の多様性である。さらに、沿岸の各地点に来襲する津波は最大クラスの地震に限らず、さまざまな地震(発生位置、規模、頻度、震源特性などを含め)に起因し、しかも地点ごとに海底地形等による局所的な津波特性を示すことから、津波の危険性を広域にわたって評価する際にはこのような諸要因をできるだけ考慮できる技術的な枠組みが必要となる。防災科学技術研究所は、このような観点から沿岸での津波高さを確率論的枠組みを借りて、地震の発生頻度を考慮し、沿岸の各地点で今後一定期間内における津波高きの超過確率を推定することにより、津波の危険度の空間的分布を一定の尺度で表現した数値をハザード情報とすることを当面の目標としている。従って、以下においては、津波ハザード情報は、基本的には沿岸での津波高さに関する確率論的な評価情報を指し示すものとする。確率論的津波ハザード情報により津波の危険度(津波高さ)の空間的分布がより客観的になり、地域間の危険度の定量的な比較等が可能となると考える。ただし、沿岸内陸部における津波浸水の危険度の評価についても防災的観点から必要性が高いことから、確率論的浸水評価も将来的な技術課題として念頭に置くこととする。

確率論的津波ハザード情報は、地震発生の多様性、不確実性を考慮し沿岸での津波高さを確率論的枠組みを利用して評価することによって得られるものであり、同様の観点に立って自然災害のハザードを評価は、地震調査委員会「全国地震動予測地図」(http://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/)によって試みられており、また特定の重要施設に対し土木学会原子力土木委員会(2009)や原子力安全基盤機構(2014)などが研究成果をまとめている。

津波発生原因の大半を占める沈み込むプレートの運動に伴って発生する海溝型地震を対象に、それに伴って発生する津波に関する確率論的ハザード評価を広域的に行うための手法を検討するとともに、日本海溝沿いの海溝型地震を例にとりその津波ハザード評価の試算を行った。試算の手順の概要は以下の通りである；

- (1) 地震調査委員会(2011)の日本海溝沿いの地震活動評価における地震の分類を参考に、日本海溝(三陸沖北部から房総沖までの範囲)の将来の地震活動をモデル化する。この場合、地震調査委員会(2011)によって評価

されている地震のうち複数の領域を震源域とする地震や、繰り返し発生する地震として評価されている地震を上回る規模の地震、単独の領域で発生しうる可能性のある地震よりも小規模な背景的な地震活動の地震（本報告書の試算では $M_w 7.0 \sim M_w 8.3$ の地震）を考慮することにより、 $M_w 7.0$ から $M_w 9.4$ までの規模の地震について、特性化波源断層モデルを設定することによってモデル化を行っている。

- (2) モデル化した地震の発生確率を評価する。ここでは、発生確率を設定するにあたって、2通りの地震の発生確率モデルを考える。1つ目は、想定するすべての地震は定常ポアソン分布で表現される確率過程（定常ポアソン過程あるいは単にポアソン過程）に従って発生すると仮定する発生モデルである。2つ目は、地震調査委員会の地震評価で BPT (Brownian Passage Time) 分布に従う更新過程による発生確率が与えられている地震についてはその確率を用い、それ以外の地震については定常ポアソン過程を仮定した発生確率の双方を用いた混合モデルである。この2通りのモデルについてそれぞれ確率を設定した。
- (3) モデル化された地震による津波高さを推定する手法として、数値計算（シミュレーション）によって得られる沿岸での津波高さの計算値から最大水位上昇量を採用した。地震の発生の位置や規模が同じであってもすべり分布が異なると沿岸に来襲する津波の様相が異なること、津波伝播とくに沿岸域の津波の挙動には強い非線形性が認められることなどの理由から、全国地震動予測地図で地震動を推定するために用いられているのと同種の、簡易的手法は津波高さの推定には採用しなかった。
- (4) 数値計算によって、想定した波源断層モデルの数 N に相当するある沿岸地点での N 個の最大水位上昇量を得る。ある評価期間 T 内に、ある沿岸地点が、ある基準高さ h を超える津波 H に見舞われる確率 P (超過確率) を、各々の波源断層モデルの発生確率及び沿岸地点における津波高さの予測値(最大水位上昇量)から合成する。この合成情報を、縦軸に超過確率 P 、横軸に対応する基準高さ h をプロットした、ハザードカーブとして表現する。ハザードカーブの合成にあたっては、地震の発生確率モデルとして上記2通りの設定をしたことから、それぞれの発生確率モデルを採用し、2通りのハザードカーブを試算する。

2.2 日本全国を対象とした津波ハザード評価の取り組み

2.2.1 概要

防災科学技術研究所では2012年4月から全国を概観した確率論的津波ハザード評価の研究に取り組んでいる。ここでは、確率論的津波ハザード評価の概要について日本海溝での津波ハザードを例に説明する。確率論的津波ハザード評価の方法の概要は以下の通り；(I) 将来発生し得るすべての地震を対象としその発生確率を考慮し、(II) (I) のすべての地震津波に対してあらかじめ定められたルールに基づき簡素化した特性化波源断層モデル群を1,890通り設定し、(III) 最小50 m メッシュサイズの陸上・海底地形データを用いて、(IV) 津波初期水位を計算のうえ、陸側は遡上境界条件、海側は完全透過条件を課し、海底摩擦項、移流項、全水深項を含む非線形長波理論を差分法により津波予測計算を実施、(V) 津波予測計算結果の不確実性やすべり不均質の不確実性を考慮した確率論的手法を用いて、沿岸津波高を対象としたハザード評価を実施する(図2.1)。

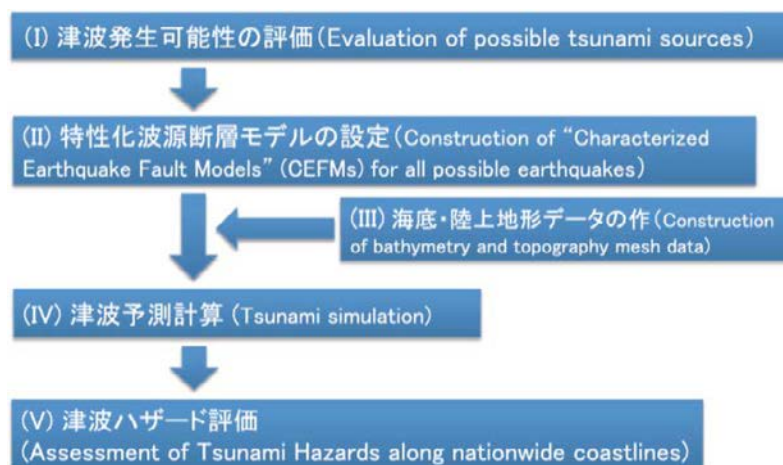


図2.1 全国を概観した確率論的津波ハザード評価の研究の取り組み

2.2.2 津波発生可能性の評価

地震調査研究推進本部長期評価部会の日本海溝の地震活動に関する長期評価（地震調査委員会，2011）を参考に，日本海溝周辺で発生し得る地震を7つの型に分類する（図2.2）．地震発生モデルには認識論的不確定性（Epistemic Uncertainty）が存在すると仮定し，「BPTモデル」と「ポアソンモデル」の2つを考える．BPTモデルでは長期評価により30年地震発生確率が推定されている地震群についてはその値を用い，推定されていない場合は，地震発生頻度はG-R則に従って定常ポアソン過程によるものとして発生確率を設定する．一方，「ポアソンモデル」においては，長期評価されている地震群についてはその平均発生間隔から年平均地震発生頻度を求め，その他の地震についてはG-R則による発生頻度と仮定したうえで定常ポアソン過程に従って発生するとして発生確率を設定する．

表2.1 日本海溝周辺で発生し得る地震^(*)の分類，地震発生モデルと発生確率

地震の種類	定義	発生し得る地震の規模	震源を予め特定してモデル化したか否か	長期評価	平均発生間隔（年）	最終活動時期（年前）	ばらつき ^a	30年発生確率			代表的な既往発生地震	
								"BPTモデル"				"ポアソンモデル"
								BPT分布	ポアソン分布	ポアソン分布		
①単独領域型地震	三陸沖北部、宮城県沖等の単独領域の内部で起きる面状地震	7.4-8.6	特定してモデル化	一部あり	三陸沖北部	97	45.6	0.18	8.4%	26.6%	*	1968年三陸沖地震 1978年宮城県沖地震
					宮城県沖	38	-	-	-	54.6%		
					三陸沖南部海溝寄り	109	2.8	0.22	0.0%	24.1%		
②東北地方太平洋沖型地震	2011年東北地方太平洋沖地震と同じタイプの地震として将来起こり得ると長期評価された、震源域が複数の領域にわたる地震	8.6-9.1	特定してモデル化	あり	600	2.8	0.24	0.0%	4.5%	*	2011年東北地方太平洋沖地震	
③最大クラスの地震	②の「東北地方太平洋沖型地震」の領域と、その割れ残りを含む領域で発生する地震	9.0-9.4	特定してモデル化	なし	-	-	-	-	-	*	なし	
④その他の地震	主に震源域が複数の領域にわたる地震で、②の「東北地方太平洋沖型地震」の割れ残りの領域を含む領域で発生する地震	8.2-9.2	特定してモデル化	なし	-	-	-	-	-	*	なし	
⑤津波地震	海溝軸付近の深い震源域で発生する地震	M8.6-9.0	特定してモデル化	あり	103	-	-	-	-	25.3%	*	1896年明治三陸地震
⑥プレート内地震（正断層型）	海溝から陸側へ沈み込む海洋プレート内部で発生する地震	8.2	特定してモデル化	あり	575	-	-	-	-	5.1%	*	1933年昭和三陸地震
⑦震源不特定地震	規模は小さいものの発生頻度が高く、震源を特定できない地震	7.0-8.4	特定しないモデル化	なし	-	-	-	-	-	-	*	-

*1 津波が生じる様々な要因のうち，今回は「日本海溝周辺で生じる地震」によって発生する津波について評価する．

*2 “ポアソンモデル”の30年発生確率Pは，日本付近の地震活動カタログから求めた Gutenberg-Richter の関係式からb値を地震発生領域に関わらず一律に0.9として規模別地震の年発生頻度を見積もり，次に，地震の発生が定常ポアソン過程にしたがって発生すると仮定し，t年間に1回以上当該規模の地震が発生する確率Pを次の式により求める：

$$P = 1 - e^{-\lambda t}$$

ここで， λ は当該規模の年地震発生頻度， t は予測期間（ $t=30$ 年）である．

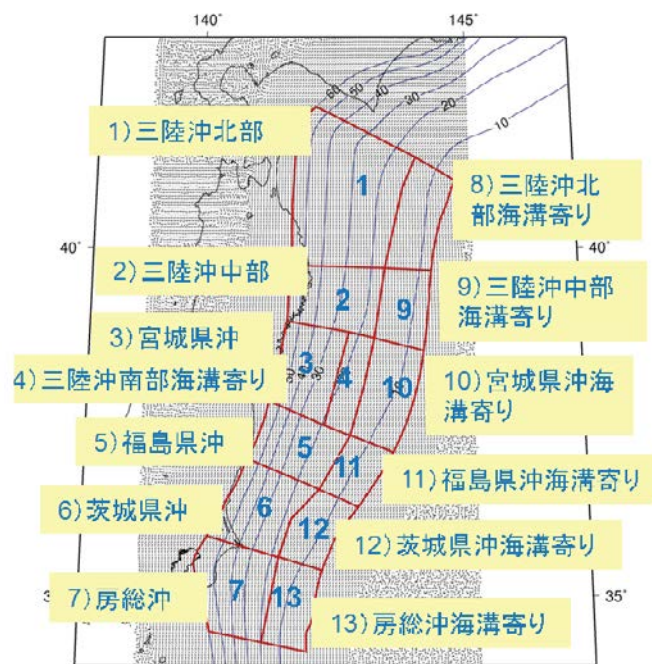


図2.2 津波を発生し得る地震の発生領域

2.2.3 特性化波源断層モデルの設定

特性化波源断層モデル設定の主要なルールは以下の 3 つ；

- (1) 地震モーメント M_0 は断層面積 S でスケールされる (M_0 - S 関係式に従う)。

断層面積 S が与えられた場合には、断層面積 S から地震モーメント M_0 が決定できる。

地震規模 M_w が与えられた場合には、 M_w を地震モーメント M_0 に換算したうえで、面積 S を決定する。

- (2) 断層すべりの不均質性は、大すべり域と背景領域の 2 段階ないし、断層が海溝軸まで達している場合に超大すべり域を加えた 3 段階でも表現(図 2.3)。

大すべり域の面積は、断層全体の面積の 30% 程度とし、大すべり域のすべり量は断層全体の平均すべり量の 2 倍とする。超大すべり域は、大すべり域が海溝軸に接している場合、大すべり域の内部に断層全体の平均すべり量の 4 倍のすべり量、断層全体の面積の 10% の面積としてモデル化する。

- (3) 大すべり域は 1 つの震源域についてもその位置が異なる複数のパターンがありうるとして震源の多様性を考慮したモデル設定とした。但し⑦震源不特定地震は大すべり域を断層中央 1 カ所のみに設定。

表 2.2 特性化断層モデル群の種別と規模別設定範囲

Category	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
M_w	単独領域 型地震	東北地 方太平 洋沖型 の地震	最大クラ スの地震	その他の 地震	津波地 震	プレート 内地震 (正断層 型)	断層不特 定地震 (背景的 地震)	小計
9.4			23					23
9.3			22					22
9.2			31	22				53
9.1		22	11	51				84
9.0		28	11	37	7			83
8.9		15		29				44
8.8	16	32		46	7			101
8.7	15			9				24
8.6	6	9		28	7			50
8.5	6			24				30
8.4	2			15				17
8.3				21			13	34
8.2				3		14	17	34
8.1							28	28
8.0							41	41
7.9	1							1
7.8							72	72
7.6							125	125
7.4	1						179	180
7.2							294	294
7.0							550	550
小計	47	106	98	285	21	14	1319	1890

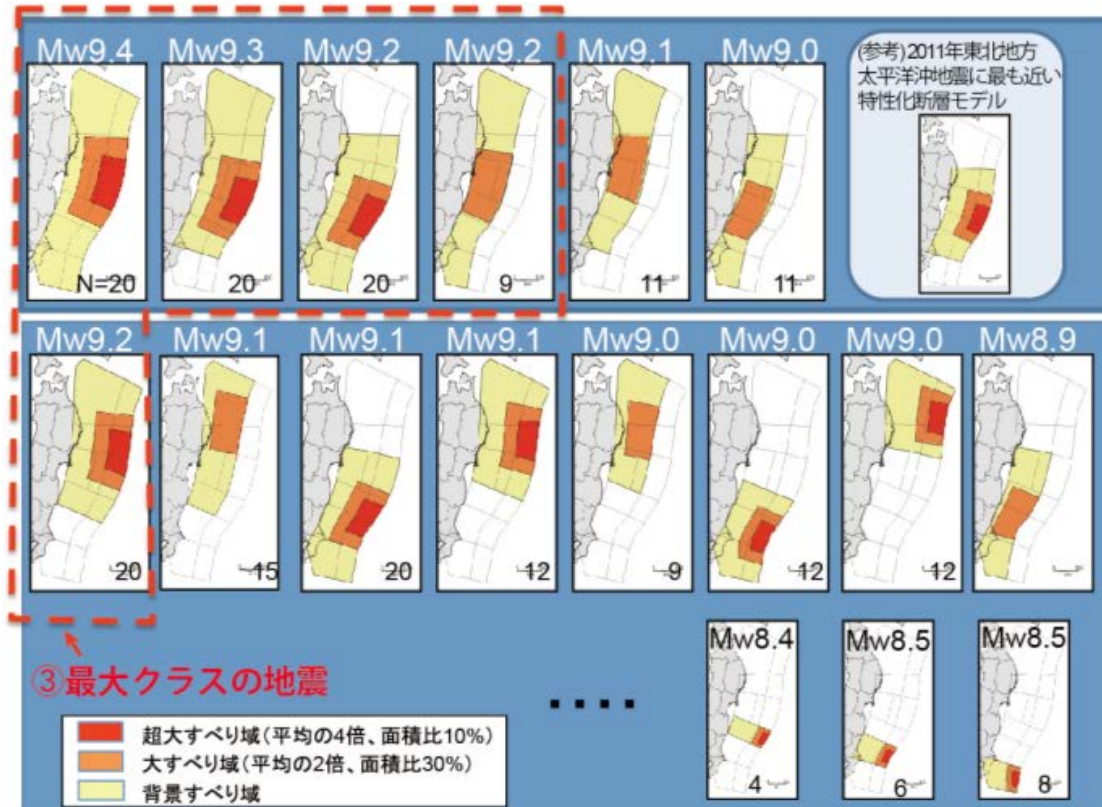


図 2.3 設定した特性化断層モデル群の例

2.2.4 地形データ

海底・陸上地形データは中央防災会議作成の最小 50 m メッシュ、最大 1,350 m のネスティンググリッドシステムを加工して使用した(図 2.4)。

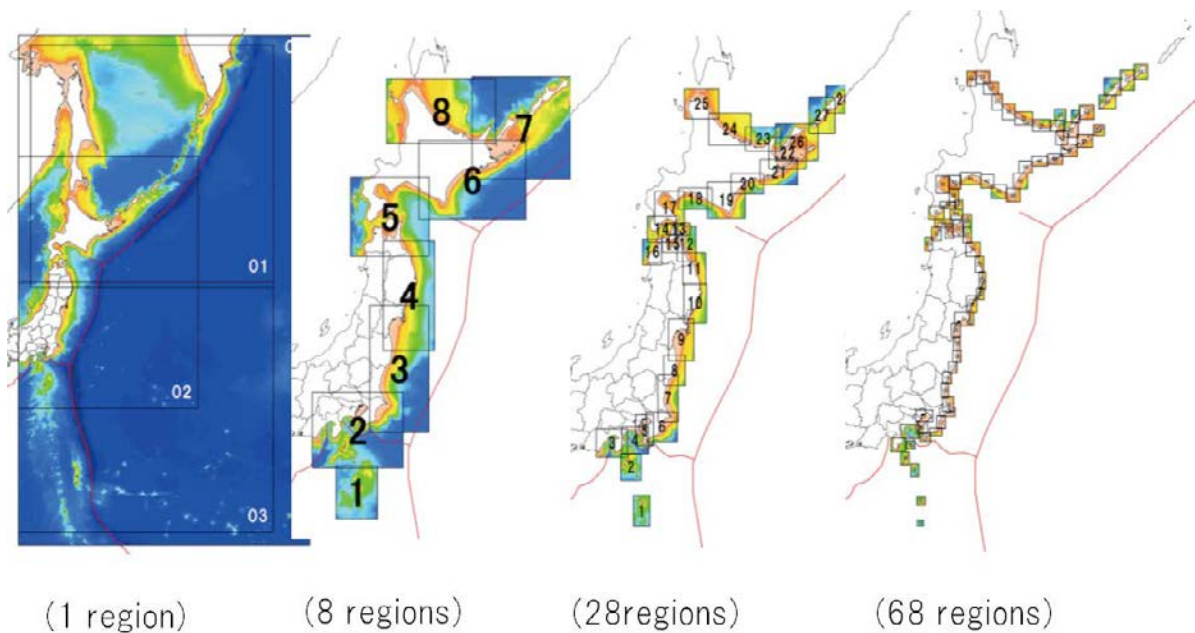


図 2.4 海底・陸上地形データ(左からメッシュサイズ 1,350 m, 450 m, 150 m, 50 m)

2.2.5 津波予測計算

津波初期水位を計算のうえ、陸側は遡上境界条件、海側は完全透過条件を課し、海底摩擦項、移流項、全水深項を含む非線形長波理論を差分法で解き、津波予測計算を実施する。初期水位は、Okada (1992) による地殻変動計算結果を用い、鉛直変位成分と水平変位成分による鉛直方向の水深変化分を考慮している。なお、伝播計算においては、粗度係数を海底および陸上すべてにおいて 0.025 とした。計算結果は、沿岸での最大津波高さ(水位上昇量)としてまとめた。

2.2.6 津波ハザード評価

沿岸での最大津波高さに関する津波ハザードは、評価の対象としている地点で再現期間 t の時間内に、津波高さが h を超える超過確率は、

$$P(H > h; t) = 1 - \prod_k \{1 - P_k(H > h; t)\}$$

によって評価される。ここで P_k は、ある地点での k 番目の波源断層モデルにより予測される津波高さ H が地震発生確率を考慮したうえで基準値 h を超える超過確率である。その評価結果は例えば、図 2.5 のように各評価地点における 30 年超過確率についての津波ハザードカーブとして、あるいは図 2.6 のように 30 年超過確率を固定した沿岸津波高さの空間分布として表現される。

津波予測計算の結果としての津波高さは 1 つの値が求められるが、計算の前提、計算上の仮定、計算に用いた数値モデルの精度などのさまざまな要因が複合した不確実さを含んでおり、計算結果の数値自体にもあいまいさがある。ここでは予測計算結果求めた津波高さを予測値を中央値とし、あるバラツキ σ を持った対数正規分布に従う確率値であるとみなすこととし、確率密度分布をもとに超過確率を計算する。このバラツキ σ として、予測計算に含まれる不確実性を以下のように考慮した。

津波ハザード評価に必要な津波高さの推定に関わる不確実性は、「再現誤差による津波高さの不確実性 σ 再現誤差」と「断層すべり量分布を 1 つのすべり分布で代表させた場合の不確実性 σ 不均質」の 2 通りの不確実性により偶然的な不確実性 (aleatory uncertainty) により表現できるものとしている。ただし、 σ 再現誤差はすべての特性化波源断層モデルによる計算結果に対し適用した。震源を特定しにくい地震(表 2.2 の分類 7)については、特性化波源断層モデルにおいて震源域の中央 1 カ所にのみ大すべり域を配置した場合のみ予測計算の対象としていることから、 σ 再現誤差と σ 不均質の双方を考慮している。

σ 再現誤差については現在のところ、 σ 再現誤差を厳密に求める方法はわかっていないことから、エルゴード性を仮定し、多数のかつ精度のよい津波痕跡高データが記録されている 2011 年東北地方太平洋沖地震について、その痕跡高さと 2011 年東北地方太平洋沖地震について解析された津波波源断層モデルに基づく予測計算値の比の空間的分布から相田の指標 K 、 κ を求め、その比のバラツキの程度を示す κ の常用対数を σ 再現誤差として代用することとした。

表 2.3 は、2011 年東北地方太平洋沖地震について内閣府(2012)および原子力安全基盤機構(2011, JNES と表記)が提案する波源の解析モデルをもとに予測した計算から求められる κ を示している。内閣府モデルについては κ は 1.34, JNES モデルについては 1.36 であった。ちなみに土木学会津波評価部会(2002)が考慮している κ は 1.25 ～ 1.55, 原子力安全基盤機構(2013)では κ を 1.25 ～ 1.32 の範囲を用いている。ここでは、 σ 再現誤差としては今回求めた κ の常用対数 0.13 を採用している。

σ 不均質については、同一波源域で異なるすべり分布となるモデルによる予測計算結果のバラツキから、0.09 と見積もっている。

表 2.3 確率論的津波ハザードを評価する際に考慮されている予測値のバラツキ(相田の指標 κ) の比較

	土木学会津波評価部会 (2002)	JNES(2013)	防災科研(2013 暫定)
再現誤差による不確実性 κ	$\kappa=1.25/1.35/1.45/1.55$ の 4 つのロジック分岐を設定	$\kappa=1.25 \sim 1.32$	$\kappa=1.34 \sim 1.36$
評価対象	原子力発電所	原子力発電所	沿岸での津波高さ

図 2.5 に 30 年超過確率の計算例を示す。各地点における、三陸沖から房総沖の日本海溝沿いに想定した地震活動すべてに伴う津波から推定される沿岸での高さの 30 年超過確率を合成したものを、全地震(灰色線)として例示した。ここで、三陸沖から房総沖の日本海溝沿いの地震活動を、地震調査委員会(2011)により長期評価されているものとそれ以外の地震活動の双方を想定したうえで全体を 8 つカテゴリーに分類し、それぞれの分類ごとにこれらの地震によって発生する津波について、沿岸の各地点で想定される沿岸での津波高さの 30 年超過確率をハザードカーブとして算定したものを併記している。地域により超過確率へ寄与する地震群が異なる可能性を示している。なお、この図では、地震発生確率モデルとして、ポアソンモデル(図 2.6 の説明を参照)を採用した場合を示している。

7 つの分類とは、以下の通りである；

- ① 長期評価されている東北地方太平洋沖型の地震群(宮城県沖、三陸沖南部海溝寄り、および福島県沖を核として、三陸沖中部から茨城県沖までの領域を震源域とする地震群、図中赤線)、
- ② 東北地方太平洋沖型の地震の震源域以外の地震活動領域を含み東北地方太平洋沖型の地震の規模と同等もしくはそれ以上となる地震群(最大クラスの地震、図中黄緑線)、
- ③ 東北地方太平洋沖型の地震の震源域以外の地震活動領域を含む複数の地震活動領域を震源域とする地震群(東北地方太平洋沖ではない領域外を含む連動地震、図中紫線)、
- ④ 東北地方太平洋沖型の地震の震源域内の複数の地震活動領域を震源域とする地震群(東北地方太平洋沖の領域内の連動地震、図中青線)、
- ⑤ 地震活動領域三陸沖北部で想定しうる地震群で、長期評価されている繰り返し発生する地震とそれを上回る規模の地震群(長期評価されていないが想定しうるもの)からなる地震群(三陸沖北部地震、図中、黄色線)
- ⑥ 津波地震として長期評価されている地震群(津波地震、図中紺色線)
- ⑦ プレート内地震(正断層型)として長期評価されている地震群(正断層地震、図中桃色線)
- ⑧ 上記①から⑦以外の発生する場所が特定しにくく、かつひと回り小さな規模($M_w 7.0$ から 8.3)の地震群(震源不特定地震、図中、水色線)

図 2.6 に 30 年超過確率を 3% とした場合の沿岸の津波高さ分布の表示例を示す。2 つの地震発生確率モデルを仮定した場合を併記している。

図右：地震調査委員会(2011)による長期評価において平均発生間隔が示されている地震については、評価された平均発生間隔に相当する発生頻度を設定し、長期評価に平均発生間隔が示されていない地震については、地震規模と累積発生度数がゲーテンベルク・リヒター則(b 値 0.9)に従うものと仮定して地震規模ごとに発生頻度(1/ 平均活動間隔)を設定したうえで、地震活動がそれぞれの平均活動間隔でポアソン過程に従っているものとした場合の地震発生確率モデル(ここでは、ポアソンモデルと略称する)による評価期間 30 年の超過確率をもとに作成した津波高さの分布図。

図右：地震調査委員会(2011)による長期評価において発生確率が推定されている地震(地震活動が更新過程に従っており、その確率分布が Brownian Passage Time 分布(BPT 分布)であるとした際に推定される確率が付与されている地震)については、その 30 年確率値を採用し、長期評価において確率評価されていない地震については、ゲーテンベルク・リヒター則(b 値 0.9)に従った平均発生間隔をもってポアソン過程に従っているものとした場合の地震発生確率モデル(ここでは、BPT モデルと略称)による 30 年超過確率をもとに作成した津波高さの分

布図。BPT モデルにおいては、長期評価において東北地方太平洋沖型の地震の発生確率がほぼ 0% と評価されていることから、東北地方太平洋沖型の地震による超過確率への寄与がなく、ポアソンモデルによる評価値より全域的に低くなっている傾向がある。

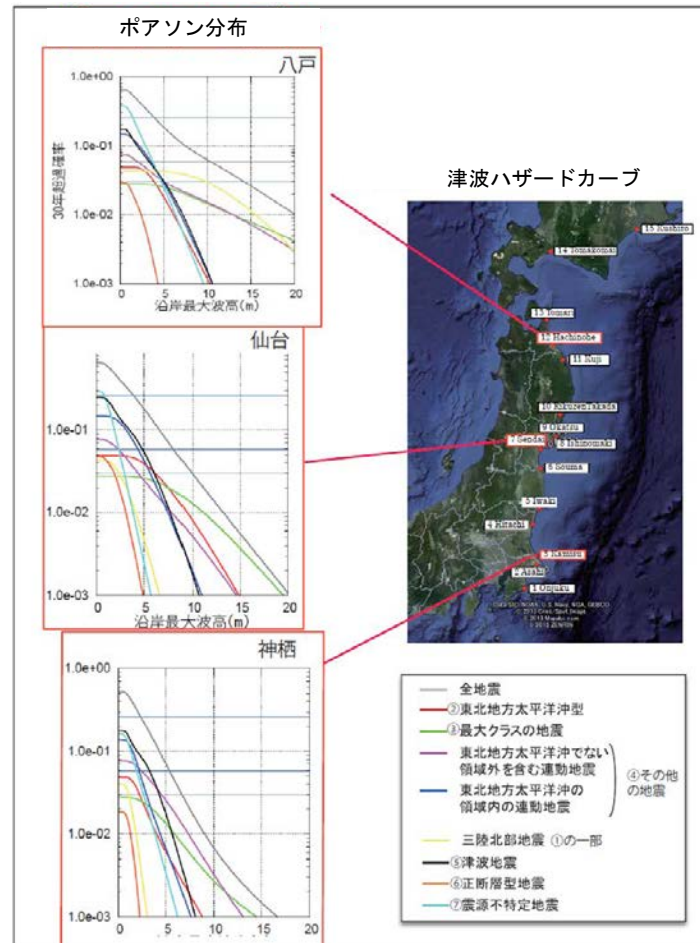


図 2.5 30 年超過確率の試算例

ポアソンモデル

BPT モデル

(基準日：2014 年 1 月 1 日)

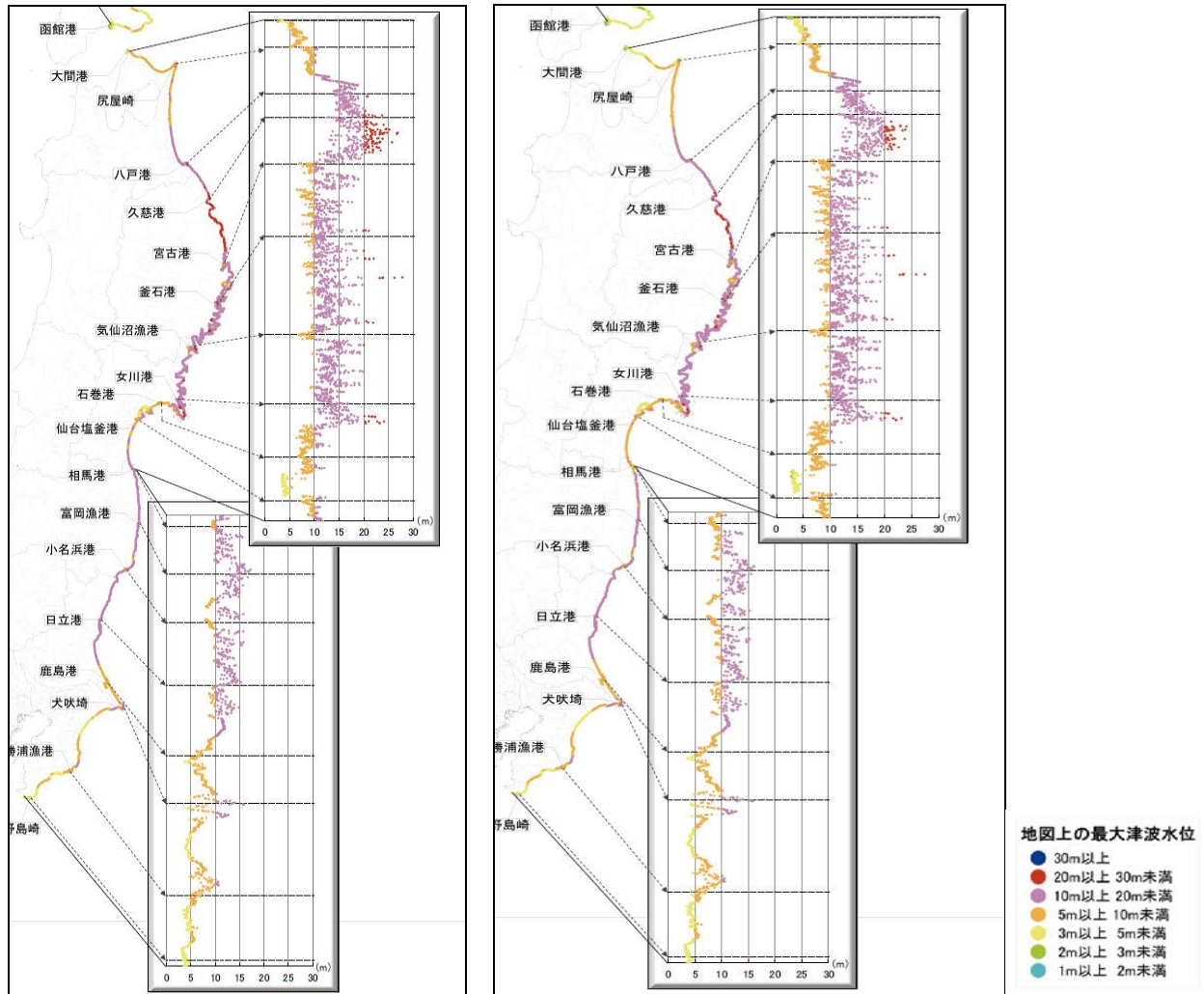


図 2.6 沿岸の津波高さ分布(30 年超過確率 3%)の表示例

図右：BPT モデルは地震調査委員会(2011)による長期評価において発生確率が推定されている地震はその 30 年確率値(基準日：2014 年 1 月 1 日)を採用し、長期評価において確率評価されていない地震については、ポアソン過程に従っているものとした。図左：ポアソンモデルは地震調査委員会(2011)による長期評価において発生確率が推定されている地震はその平均発生間隔で、それ以外の地震は規模別頻度分布に従って、ともにポアソン過程として発生するものとした。

2.3 東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震動ハザード評価の改良

2.3.1 背景

防災科学技術研究所では、地震調査研究推進本部(以下、地震本部と呼ぶ)より公表される「地震動予測地図」の作成に資するための技術的な検討と地震動予測地図の作成作業、さらには地震動予測地図の高度化に資するための地震動ハザード評価に関する研究を行ってきた。「地震動予測地図」は地震動ハザード評価結果の示し方の 1 つである。

地震本部の「地震動予測地図」は、「確率論的地震動予測地図」と「震源断層を特定した地震動予測地図」の 2 種類の性質の異なる地図から構成されており、2005 年 3 月に「全国を概観した地震動予測地図」として初めて公表された。その後、新たな長期評価の結果等を取り込むことにより毎年度更新がなされ、2009 年 7 月には大幅な

改良が加えられた「全国地震動予測地図」が公表された。

2011年3月11日にマグニチュード9.0という日本周辺で発生した地震として有史以来最大規模の東北地方太平洋沖地震が発生した。しかしながら、地震動予測地図、特に確率論的地震動予測地図において、マグニチュード9クラスの巨大地震が考慮されていなかったという大きな課題が突きつけられた。このことを受け、防災科学技術研究所及び地震本部では地震動ハザード評価の改良に向けた検討を開始し、2014年12月に約4年間の検討結果を踏まえた確率論的地震動予測地図として「全国地震動予測地図2014年版～全国の地震動ハザードを概観して～」(地震調査委員会, 2014b)が公表されるに至った。

ここでは、地震調査委員会(2014b)および藤原・他(2015)に基づいて、東北地方太平洋沖地震を踏まえた確率論的地震動ハザード評価の改良の概要について述べる。以下では確率論的地震動ハザード評価を単に「地震動ハザード評価」と呼ぶこととする。なお、改良に向けた検討の経緯については、地震調査委員会(2012, 2013)および藤原・他(2012)も参照いただきたい。

2.3.2 東北地方太平洋沖地震で浮かび上がった課題と改良の方針

上述のように、従来の地震動ハザード評価において、東北地方太平洋沖地震のようなマグニチュード(M)9クラスの巨大地震は考慮されていなかった。このことは結果として、 $M8$ クラス以上の地震が考慮されていなかった福島県から茨城県北部地域にかけての地震動ハザードの過小評価につながっていた。このようなことが生じた原因には、

- ・地震本部による長期評価の対象とされていなかった
- ・震源断層をあらかじめ特定しにくい地震にも含まれていなかった

ことがある。従来の地震動ハザード評価では、地震本部の長期評価に基づいて地震活動のモデル化を行い、長期評価されていない地震については震源断層をあらかじめ特定しにくい地震としてモデル化していた。しかしながら、東北地方太平洋沖地震のようなこれまでに発生したことが知られていないきわめて低頻度の地震は従来の地震動ハザード評価の地震活動モデルから漏れていた。このことは、地震活動に関する不確定性の考慮が不十分であったとも言える。

このことを踏まえ、地震動ハザード評価の改良方針として、不確定性を考慮し、低頻度の地震まで漏れの無い地震活動モデルを構築することを第一として検討が進められた。

2.3.3 地震活動モデルの改良

前述の方針に基づいて、地震動ハザード評価のための地震活動モデルに関する以下の改良を行った。

(1) 低頻度巨大地震まで含む長期評価の改訂の反映

東北地方太平洋沖地震の発生後に公表された「南海トラフの地震の長期評価(第二版)」(地震調査委員会, 2013b)および「相模トラフ沿いの地震の長期評価(第二版)」(地震調査委員会, 2014a)では、評価対象領域で発生しうる「最大クラスの地震」に言及されている。これを踏まえて、次に発生する大地震の多様性および最大クラスの地震発生の可能性を考慮したモデルとした。

(2) 日本海東縁で発生する大地震に対する不確定性の考慮

「日本海東縁部の地震活動の長期評価」(地震調査委員会, 2003)では、北海道北西沖から新潟県北部沖までの8領域について大地震の発生可能性が評価されているが、このうち5領域については最近地震が発生したことにより、今後30年間の地震発生確率がほぼ0%となっていた。一方で、日本海東縁部は陸域の活断層と比べてもデータが十分とは言えない中で、多くの海底活断層の存在が指摘されており長期評価で対象となった地震以外の大地震も否定できない。このような地震を考慮するための暫定的な措置として、ポアソン過程で算定される発生確率を併用することとした。

(3) 不確定性を考慮した震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュードの設定

従来のモデルにおける震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュードは、海溝型地震につい

では、長期評価されている地震の規模未満としていた。新たなモデルでは $M8$ クラスの地震が長期評価され、それらが別途モデル化されている領域以外については、不確定性を考慮して、プレート間地震は領域の面積から推定される地震規模（ただし、 $M8.5$ を上限とする）、プレート内地震は太平洋プレートで 8.2 、フィリピン海プレートで 8.0 とした。また、地殻内地震については、区分された各領域内で過去に発生した地震の最大規模としていたが、低頻度の事象まで考慮すると過去に発生した地震のデータは十分でないと考え、陸域では一律に $M7.3$ 、活断層のモデルが不十分な海域では一律 $M7.5$ とした。

(4) 海溝軸より沖合いで発生するプレート内地震（アウターライズの地震）のモデル化

従来のモデルでは、海溝軸よりも沖合いで発生する地震（アウターライズ地震）は対象外であった。しかしながら、この領域で発生する大地震は津波ハザードの評価の上でも重要となることも踏まえ、太平洋プレートのアウターライズ地震については新たにモデル化した。ただし、地震動ハザードに影響する規模として $M7.6 \sim 8.2$ を対象とした。なお、フィリピン海プレートについては発生頻度をモデル化するだけのデータがほとんど無いためモデル化に至っておらず、今後の課題として残されたままである。

(5) 陸域および沿岸海域の浅い震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の発生頻度算出における大領域区分の導入

陸域および沿岸海域の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の発生頻度は、地震地帯構造に基づいて設定された小領域ごとに、1885 年以降（地域によってはより近年のデータに限定）に発生した地震のデータ（カタログ）に基づいて設定されていた。このため、カタログ期間内の地震活動がきわめて低調な地域では、将来も地震が発生しないモデルとなっていた。しかしながら、広域の平均的な地震活動も反映させるために、陸域を 2 領域（南西諸島と伊豆－小笠原諸島を含めると 4 領域）の大区分により算定した頻度を従来の方法で算定された頻度と平均化した値を用いることとした。

これらに加えて、東北地方太平洋沖地震の発生前より進められていた活断層の長期評価手法（暫定版）に基づく評価結果や評価手法の取り込みとして、

(6) 九州地域の活断層の長期評価および主要活断層帯の長期評価一部改訂の反映

主要活断層帯および「その他の活断層」のモデルに「活断層の長期評価手法（暫定版）」（地震調査委員会、2010）に基づいた「九州地域の活断層の長期評価（第一版）」（地震調査委員会、2013a）を反映させる。あわせて、複数の区間が同時に活動する地震についても、長期評価で言及されている場合には新たにモデル化した。

(7) 「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」の考慮

「活断層の長期評価手法（暫定版）」では、従来からモデル化されていた固有地震に加えて、明瞭な地表地震断層を生じさせない「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」を考慮することとなっている。そこで、全ての主要活断層帯に対してこの地震を考慮したモデル化を行った。

さらに、地震動ハザード評価における地震活動モデルを合理化するために以下の点も改良した。

(8) 長期評価された一部の地震について、「震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」と統合

長期評価された海溝型地震のうち、「ひとまわり小さい地震」、「繰り返し発生する地震以外の地震」などは、従来は個別にモデル化していた。これらの地震のうち多くを占めているポアソン過程で発生確率が評価されているものに関して、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震としてモデル化しても発生頻度がほぼ同等となる場合には震源断層をあらかじめ特定しにくい地震に含めることとした。

(9) 南西諸島の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震にフィリピン海プレートの沈み込みに伴う地震の導入

南西諸島の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震は、従来のモデルでは陸側プレートの地震とフィリピン海プレートの地震を一括してモデル化していた。しかしながら、今後実施が予定されている津波ハザード評価との対応も考慮し、他の地域と同様に両プレートに分離することとした。

一方で地震動の評価モデルについては、世界測地系メッシュで新たに構築された地形・地盤分類（Wakamatsu and Matsuoka, 2013）を用いた浅部地盤による地震動（最大速度）の増幅率に変更した。これは単に座標変換されただけでなく、新たな知見等を踏まえて地形・地盤分類そのものが見直されたものである。なお、地震動予測

には司・翠川(1999)の最大速度を求める式を同式の導出に用いられたデータの上限值である M_w (モーメントマグニチュード) 8.3 で最大振幅が頭打ちすると仮定して適用されてきていたが, 2011 年東北地方太平洋沖地震において観測された強震動記録の最大加速度や最大速度が司・翠川(1999)の式において M_w 9.0 とした場合では過大評価となり, M_w 8.3 相当であったことが示されたことから(司・他, 2011), 振幅の頭打ちの仮定については継続して採用している。

2.3.4 改良されたモデルによる地震動ハザード評価結果

以上の改良が加えられた確率論的地震動予測地図 2014 年版として 2014 年 12 月 19 日に地震本部より公表された。図 2.7 に今後 30 年以内に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率の分布図を, 2013 年を起点とした従来の地震活動モデルに基づいて作成した地図(2013 年従来モデル;地震調査委員会, 2013c)と比較して示す。また, 図 2.8 には東京都庁, 名古屋市役所および福岡市役所が含まれるメッシュで評価された工学的基盤上のハザードカーブによる比較を示す。

図 2.7 (c) において赤くなっている, すなわち, 従来モデルよりもハザードが高くなっている傾向が見られ, 図 2.8 より低頻度の地震動ハザード全国的に従来モデルよりも大きくなっていることが分かる。このことは, 過去に発生したことが知られておらず, 従来のモデルでは考慮(モデル化)されていなかった低頻度の地震が新たなモデルで加わったことと対応している。太平洋プレートとフィリピン海プレートの 2 つのプレートが直下に沈み込む南関東地方では, 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュードが引き上げられた影響が顕著に現れている。なお, 名古屋市のように高頻度で従来モデルよりもハザードが小さくなっている地域も見られるが, これは, 南海トラフの地震の長期評価の改訂(地震調査委員会, 2013b)が影響している。

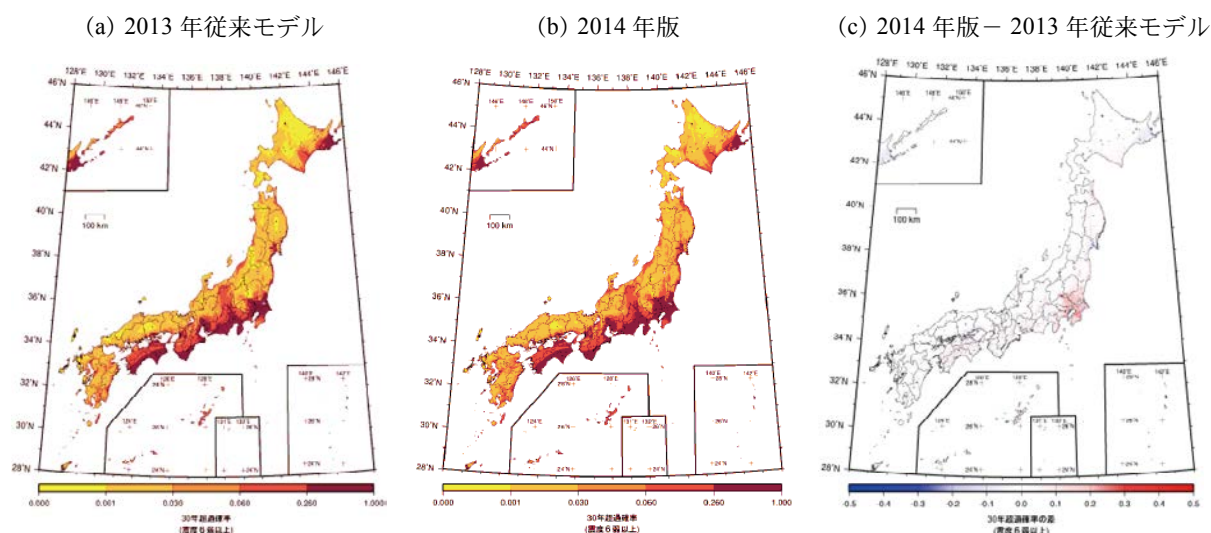


図 2.7 今後 30 年以内に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率の分布図とその比較(地震調査委員会, 2014 より)

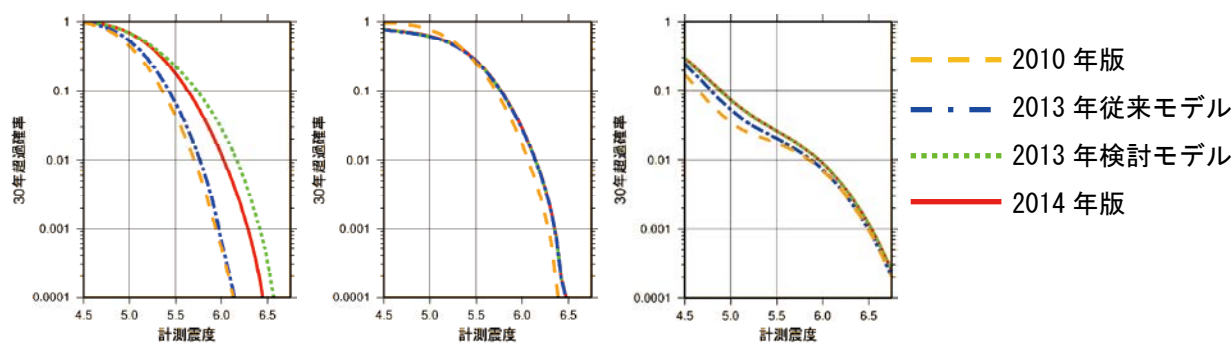


図 2.8 工学的基盤上のハザードカーブの例とその比較(藤原・他, 2015 より)

2.3.5 長期間を対象と平均した地震動ハザード

確率論的地震動予測地図は30年間または50年間を対象として作成されており、これまで公表されていた最も低頻度を対象とした地図は、50年超過確率2%(再現期間2500年相当)の震度分布図であった。このような地図は、地震の切迫性が強調される一方で低頻度の地震の影響が見えにくくなるという短所がある。そこで、地震動ハザード評価結果の新しい示し方の1つとして、より長期間の再現期間に対応する揺れの大きさを示すハザードマップ(長期間平均ハザードマップ)を作成した。このとき、発生確率が更新過程(具体的には、BPT分布)で評価されている地震についてもポアソン過程で評価している。作成された地図の例を図2.9に示す。再現期間が長くなるほど地震動ハザードは高くなっていくが、これは対象となる地震の種類がより多くなっていくことを意味している。例えば、再現期間1000年相当では従来の「固有地震」規模以下の海溝型地震のみであるが、再現期間1万年相当では過去に発生したことが知られていないようなM9クラスまで含むほぼすべての海溝型地震と主要活断層帯で発生する地震が含まれる。一方で、ほぼ全ての地震が含まれるには再現期間10万年相当まで見る必要がある。

なお、長期間平均の地震動ハザード評価にあたっては、現状の評価手法・モデルでは低頻度の地震動評価を過大評価することが指摘されており、特に対象期間内に多数繰り返し発生する地震に対して地震動予測のばらつきをどのように評価・モデル化するかという課題が残されている。

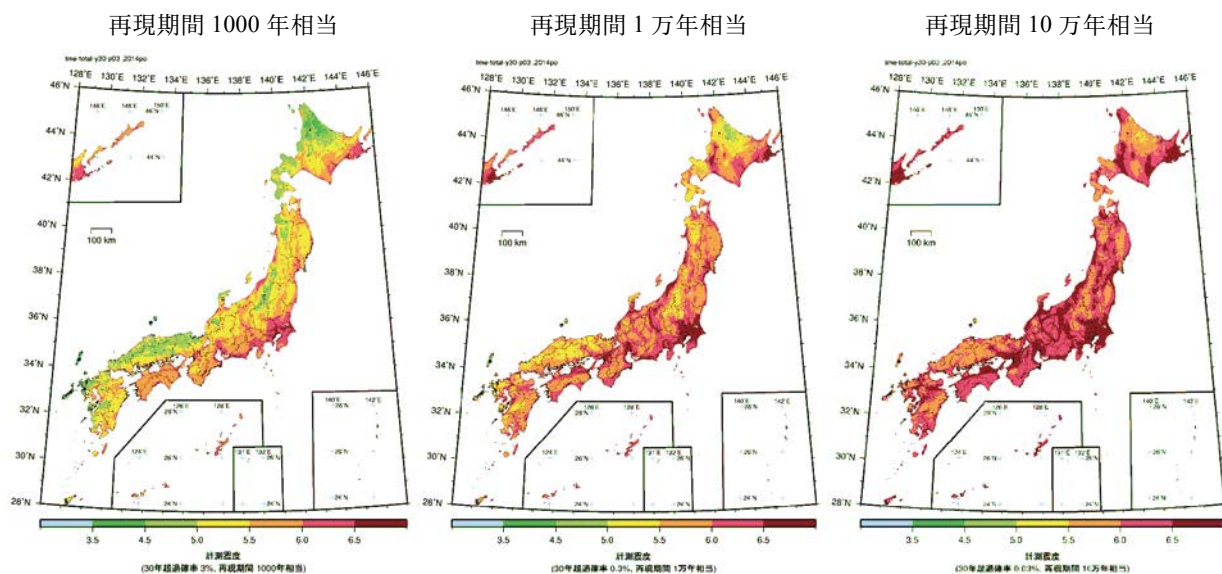


図2.9 長期間平均の地震動ハザードマップ(藤原・他, 2015 より)

2.3.6 まとめ

2011 年東北地方太平洋沖地震の発生を受けて、地震動ハザード評価における地震活動モデルから「漏れ」を無くすための改良の検討の結果、全国地震動予測地図 2014 年版が作成、公表された。ただし、地震動ハザード評価における不確定性の考慮に関する検討はいまだ途上の段階にあり、今後も更なる検討が必要である。具体的には以下のような課題が残されている。

○全国の「最大クラスの」地震の規模

長期評価結果の取り込み

○震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模

東北地方太平洋沖地震後の長期評価が未改訂の領域に関して

○地震の発生確率に関する「認識論的不確定性」の考慮

複数の、あるいは幅のある、不確定性を有する長期評価結果の考慮

○地震の規模に関する「認識論的不確定性」の考慮

従来の長期評価対象であった「固有地震」だけでない多様性も考慮したモデル化、海域への延長

○「認識論的不確定性」を考慮するための重みの付け方

○地震動評価における「認識論的不確定性」の考慮

複数の地震動予測式の適用、地盤増幅特性の不確定性の考慮

今後、東北地方太平洋沖地震の発生以前より挙げられている課題、例えば、震源断層を特定した地震の強震動予測手法の高度化や、などとともに取り組んでいく予定である。

参考文献

- 1) 藤原広行・他(2012)：東日本大震災を踏まえた地震ハザード評価の改良に向けた検討，防災科学技術研究所研究資料，第 379 号。
- 2) 藤原広行・他(2015)：東日本大震災を踏まえた地震ハザード評価の改良，防災科学技術研究所研究資料，第 399 号。
- 3) 地震調査委員会(2003)：日本海東縁部の地震活動の長期評価。
- 4) 地震調査委員会長期評価部会(2010)：「活断層の長期評価手法」報告書(暫定版)，平成 22 年 11 月 25 日。
- 5) 地震調査委員会(2012c)：今後の地震動ハザード評価に関する検討～2011 年・2012 年における検討結果～。
- 6) 地震調査委員会(2013a)：九州地域の活断層の長期評価(第一版)。
- 7) 地震調査委員会(2013b)：南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)。
- 8) 地震調査委員会(2013c)：今後の地震動ハザード評価に関する検討～2013 年における検討結果～。
- 9) 地震調査委員会(2014a)：相模トラフ沿いの地震活動の長期評価(第二版)。
- 10) 地震調査委員会(2014b)：全国地震動予測地図 2014 年版～全国の地震動ハザードを概観して～。
- 11) 司宏俊・翠川三郎(1999)：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文集，523，63-70。
- 12) 司宏俊・瀬藤一起・三宅弘恵・翠川三郎(2011)：超巨大地震への地震動最大値距離減衰式の適用について－2011 年東北地震と海外の超巨大地震の観測データに基づく検討－，日本地震学会講演予稿集 2011 年秋季大会，B22-08。
- 13) Wakamatsu K. and M. Matsuoka (2013)：Nationwide 7.5-arc-second Japan engineering geomorphologic classification map and Vs30 Zoning, Journal of Disaster Research, 8, 904-911.

2.3.7 主な討議内容

- 再現期間が相当長いと中央構造線の大きな断層帯も考慮されるので、その影響が見えるという表記になる。改定によってこの特徴が明確となった。
- BPT とポアソンで計算を実施している状態で、日本海東縁部の場合は、同じ再現期間から両方計算することとなる。
- 日本海東縁部で発生する大地震のところを、図示されて区分されたものが示してあるが、この中で抜けているところ、間の空白部の取り扱い、空白だけをモデル化という形は明示的にはしていないが、震源断層を特定しにくい地震は、埋めている。
- 過去に起こった地震はその断層をモデル化している。空白がある部分は、そこだけでの領域とした地震は明示的にはモデル化はしていないが、震源断層を特定しにくい地震という意味で、この領域全体では $M7.5$ までは考慮しているので一様に並べている。これは長期評価に従い、当時の 7.5 以上ということで、実際には、北西沖・佐渡沖という証拠はなかったが、それ以外は基本的に過去に起きたものに基づいて実施している。
- BPT が計算できるというのは、繰り返し周期の長さと、それから、1 つ前が今からどのくらい前に起きたかという、その 2 つの数字がわかると計算できる。この場合ほとんどどれもが全部ゼロになっている。例えば北海道南西沖がゼロというのは、これはわかるが、1993 年の奥尻の地震、それから、青森県西方沖が日本海中部地震の影響でゼロに近いとの結果は理解できる。山形県沖は、1 つ前のイベントが天保 4 年、1833 年であり相当時がたっているのにゼロとなってしまう。
- 繰り返し間隔は 1000 年くらいあるので、1000 年の繰り返しの中で偶然全部が起きたばかりのときに、我々は住んでいることになってしまう。この対策として、ポアソンの導入を検討している。日本海東縁のこの評価は、近年起きた地震だけをもとに評価して、それで BPT を適用したことによりこうなったので、そもそも評価法が次期長期評価で変わることを期待しているというところである。現在の BPT はその考えに基づくということになる。逆に我々が生きているところの間のものしか評価していないかもしれません。その前に起きたものを見逃しているということはある。

2.4 浸水深のハザード評価の試み

2.4.1 概要

確率論的な浸水深ハザードの図化例を示すことにより、浸水深ハザードについて利活用の観点から議論することを目的とする。日本周辺海域の津波ハザード評価に向けた取り組みの一環として、津波遡上範囲における確率論的なハザード情報を面的に表現する手法の検討を行った。

本試みでは、東北地方の市街地を例に、市街地周辺の地形データと計算格子サイズを 10 m で設定し、津波遡上範囲の各計算格子において浸水深のハザード曲線を作成し、確率論的な浸水深分布を予測した。想定した地震は長期評価などに基づいた多数の震源と発生頻度で設定した。ある閾値に達する浸水深の年超過確率は、波源モデルの年頻度と地震発生確率から求めた。

2.4.2 確率論的浸水深予測地図

図 2.10 に確率論的浸水深予測地図にイメージ図を示す。左図の灰色の箱で示したハザードカーブは日本の東北地方の海岸線沿いに沿って、例えば再現期間 t 年間における沿岸の津波高さの分布図を示している。対象地区が岩手県の東北地方の市街地をモデル地区として検討したある 1 地点の沿岸でのハザードカーブを例示したものである。沿岸で、このハザードカーブから確率論的な津波高さの分布図をプロットして、この市街地を拡大したものが、図 2.10 左図になる。浸水域において浸水深のハザード評価というのを確率論的に定量化できるということを期待している。

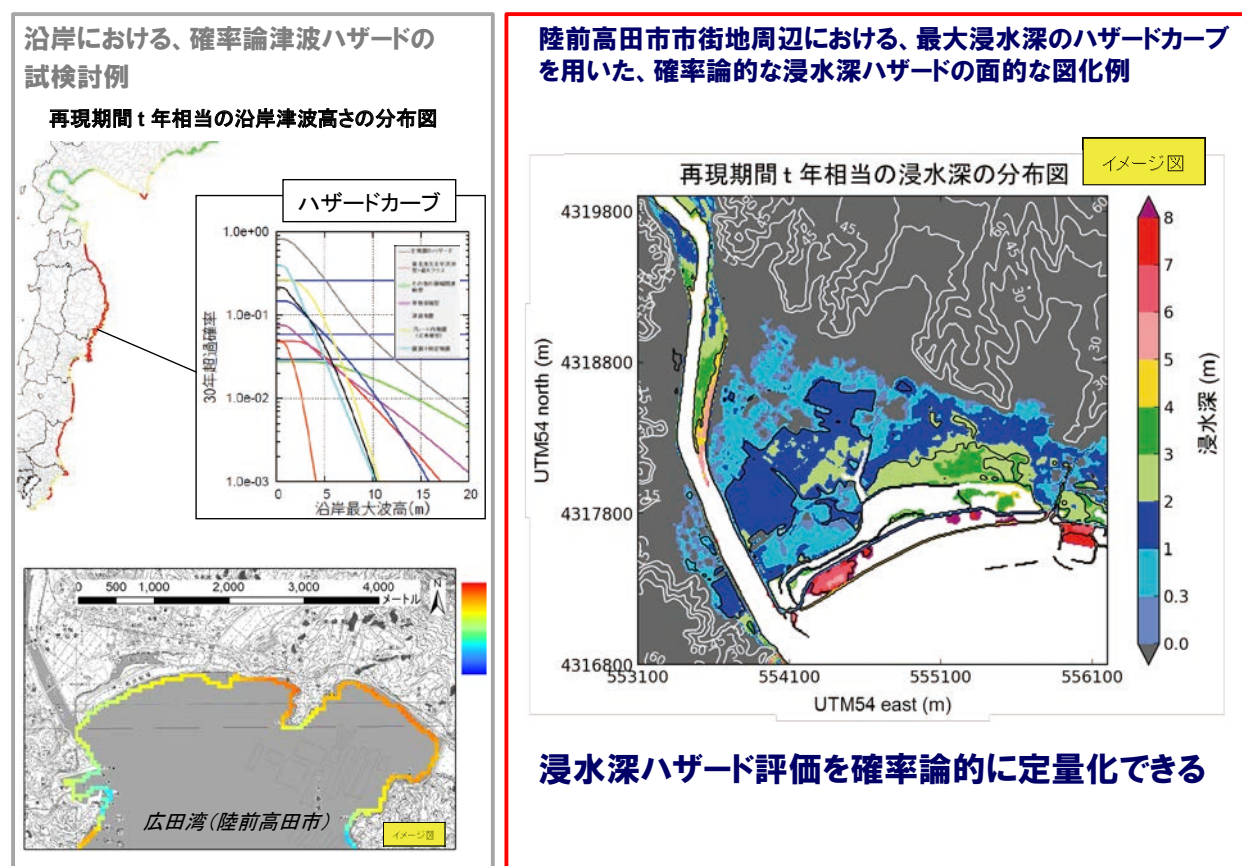
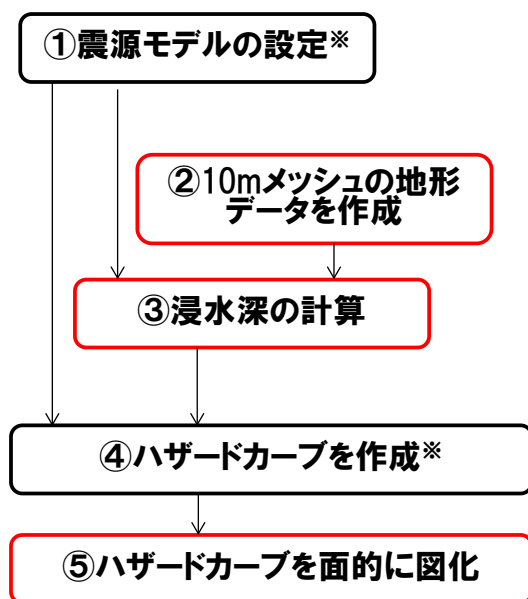


図 2.10 確率論的浸水深予測地図

2.4.3 検討の手順と試算の条件設定

図 2.11 に検討の手順と試算の条件設定をフローチャートと計算条件を示した表とともに示す。左図は、沿岸で求めた手順と同様の手法で、震源モデルを設定して、10 m メッシュで作成した市街地周辺の精緻な地形データを使い解析した浸水深の計算結果をハザードカーブで示したものである。其の結果を2次元的な情報として、面的に図化するという大きな流れである。右表上部が浸水域として今回の対象地区である市街地の周辺で、浸水深の計算条件と沿岸の計算条件の概略項目のみを示した。

施設の条件としては、岩手県から提供いただいたラインデータを地形に組み込んではいるが、計算の制約上、まず、簡便な方法で概略計算して、どのような浸水分布図が出るかを概略検討することを目的として、越流の破壊等は考慮していない。



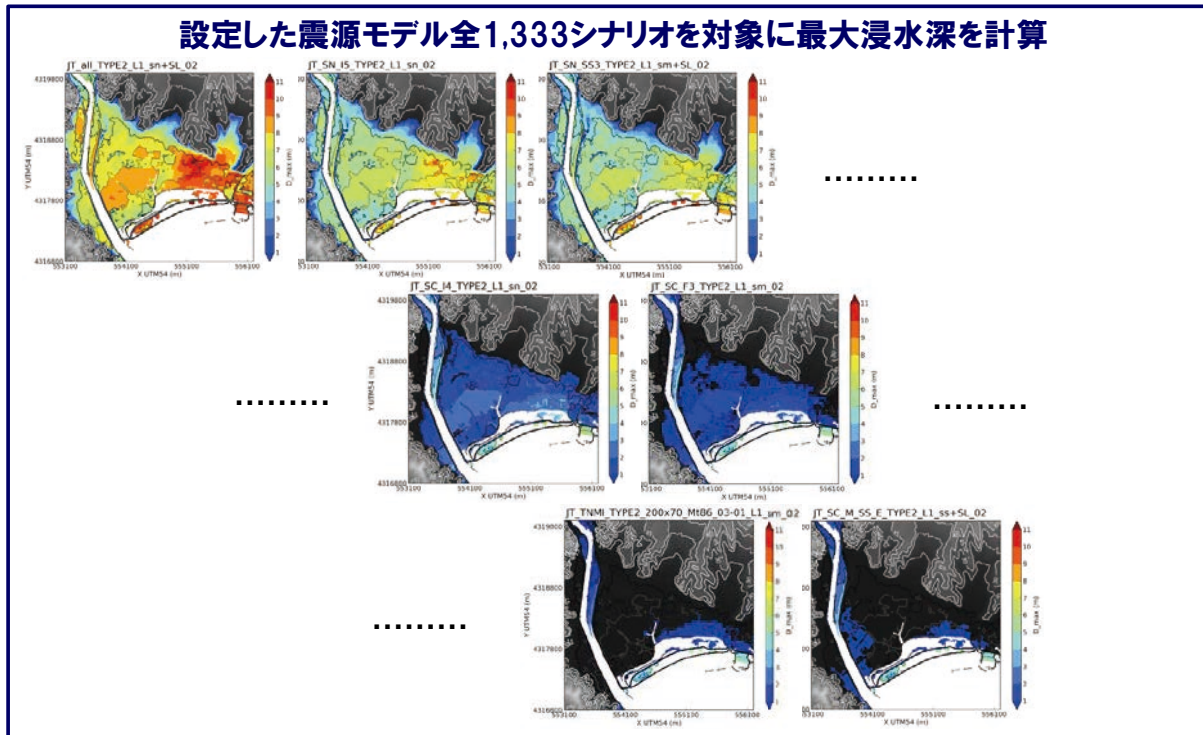
※沿岸の津波ハザード評価と同様の方法で設定・作成

項目	陸前高田市周辺
震源モデル	・ 日本海溝の地震、1,333シナリオ(検討中)
地形データ	・ 航空レーザスキャナ測量によって作成
津波伝播選上シミュレーション	・ 非線形長波理論式: Staggered grid, Leap-frog差分スキーム ・ 計算格子: 2430、810、270、90、30、10m の6領域を外洋から順に接続 ・ 初期水位: Okada (1992)で算出した海底地盤変位量 ・ 施設の破壊条件: 越流破壊なし(震災前の施設データを使用) ・ 潮位条件: T.P.=0m
項目	沿岸
震源モデル	・ 日本海溝の地震、約1,800シナリオ(検討中)
津波伝播選上シミュレーション	・ 非線形長波理論式: Staggered grid, Leap-frog差分スキーム ・ 計算格子: 1350、450、150、50の4領域を外洋から順に接続 ・ 初期水位: Okada (1992)で算出した海底地盤変位量 ・ 潮位条件: T.P.=0m

図 2.11 検討の手順と試算の条件設定

2.4.4 最大浸水深の計算結果

上記、地形データを用い最大浸水深の結果を図 2.12 に示す。用いた震源モデルは 1,333 波源で、その 1,333 シナリオを対象に計算した結果が出力され、最大クラスの震源を設定したときの浸水分布図を示した。浸水しない場合や若干市街地に浸水している状況が示されている。規模が小さい地震においてはほとんど浸水しないという結果になっている。市街地では 1,333 シナリオを対象として、そのうち 196 シナリオが堤防を越流して浸水したという結果となった。



陸前高田市市街地では、1,333シナリオのうち196シナリオが堤防を超えて浸水

図 2.12 最大浸水深の計算結果

2.4.5 主な討議

- 今回はまだ検討の段階で、今回用いたばらつきの値は、沿岸で求めたばらつきになっている。浸水深のためのばらつきを検討して与えてあげることが課題である。
- ばらつきを考えると計算上は出ていなくても越えるものがある。1つの考え方は、鉄道の事例で
- 国交省では津波浸水想定の手引きを出しているの、なるべく国同士で齟齬がないように進めてほしい。現場や社会に混乱を招かないように十分留意してほしい。
- 津波浸水想定で確率的な図が避難計画、投資計画への活用ユーザー側として意見を知りたい。
- 浸水に対しては波長も大きく影響するので、断層の設定と確率論での評価の整合が課題である。
- 構造物が壊れて背後で人が亡くなる・資産被害が出る等して、公開している計算結果と矛盾したものが出た場合に訴訟が起こるかもしれない。その場合の瑕疵は負えるのか。
- 安心情報になってもいけないし、その難しさを上手に伝えないといけない。
- プロ向けには適していると思われるが、一般の方向けには難しさを難しいとわかるように表現することが必要である。
- ばらつきがあるというところの表現方法、浸水深のハザードの表現方法、沿岸波高の表現方法についても参考することが必要である。
- ユーザーは本質的には専門家であって、専門家が入って一般の人たちの安心・安全を守れるように活用する。ハザードの情報に関しては、できれば専門家の視点から、どういうふうに使えるのかということをもまずは深めた議論を行う必要がある。

2.5 市町村のハザードマップにみられる特徴

2.5.1 概要

津波ハザード情報の活用に関する意向調査と並行して、津波ハザード評価を地域における津波リスク低減への利活用のための基礎調査を実施した。分析された市町村ハザードマップに見られる幾つの特徴について整理した(図 2.13)。

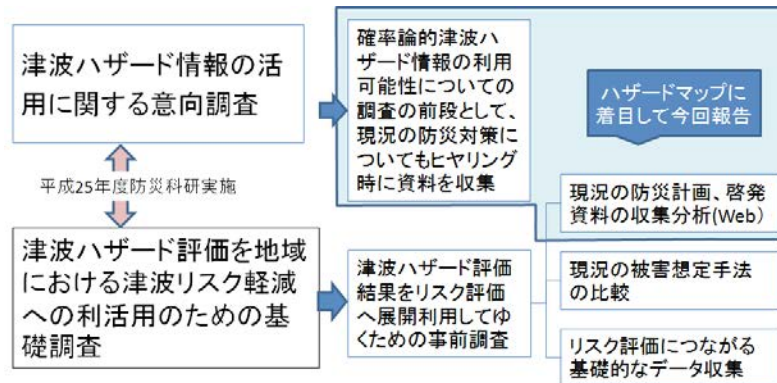


図 2.13 市町村のハザードマップに関する調査の目的と位置づけ

2.5.2 津波防災マップ

調査の対象は意向調査と同様、茨城県(10自治体)、千葉県(18自治体)(図 2.14)において、沿岸の平成 23 年東北地方太平洋沖地震による津波の影響が考えられる自治体に限定して実施した。意向調査において全市町村に個別に訪問した際に提供いただいた資料及びインターネットで各市町村のサイトで公開されている情報を元に整理した。市町村によっては、東北地方太平洋沖地震の経験をする以前のハザードマップと経験した後のハザードマップ、この両方の比較が可能となった市町村もある。図 2.15 に、2014 年 3 月時点におけるハザードマップ作成時期を示す。2011 年 3 月の東北地方太平洋沖地震の発生以前か、それ以後であるかを分けを示した。この図で千葉県を赤で示し、茨城県を青で示した。東北地方太平洋沖地震発生以前に作成したものを現在でも運用している市町村も幾つか存在するが、多くは 2012 年以降、茨城県、千葉県の浸水想定実施後に、その結果を反映して作成したものがほとんどを占めている。津波防災マップは様々なマップが作成されている。ハザードマップには津波の高さ予測図、浸水予測図、避難地図、建築規制の地図等が存在し、大別すると 4 つ分類のカテゴリーに分類される。図 2.16 から 2.30 には、千葉県、茨城県の津波防災マップの例を示す。千葉県、茨城県の例では、浸水予測図と避難地図の 2 種類が存在する。高さ予測図と建築規制図は、今回の調査では見られなかった(表 2.4)。

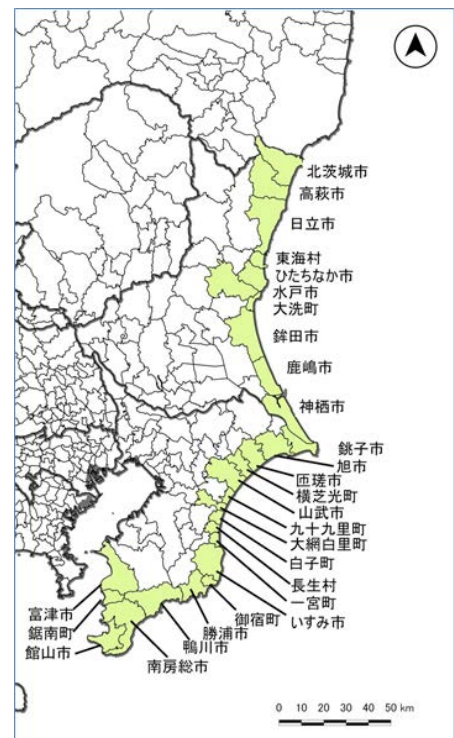


図 2.14 調査の対象とした自治体

浸水予測図の中には、浸水深を細かく多段階で色分けをした予測図で、例として茨城県水戸市、千葉県銚子市、千葉県山武市などが挙げられる。浸水深さを大まかに3、4段階に色分けした予測図も見られた(千葉県長生村)。さらに、浸水深に関わらず浸水範囲だけを示したケースもある(千葉県鴨川市や千葉県勝浦市)。また1例であるが、千葉県白子町では浸水深に代わり浸水域の流速分布図を色分けで表記している例もあった。避難地図のカテゴリーに入るものは、浸水範囲と積極的に逃げる情報として避難方向を一緒に示したマップも存在する。いすみ市では浸水の範囲と標高と避難の方向という3つの情報を1枚の地図に集約している。また、市町村の観光担当部署が海岸の利用客を対象に、津波の警報が発せられた時の逃げる方向を記載したマップを配布している例もある(茨城県大洗町、千葉県館山市)。

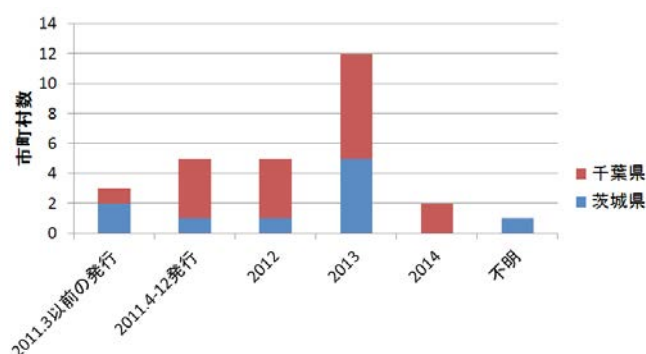


図 2.15 ハザードマップ作成時期
(2014年3月時点)

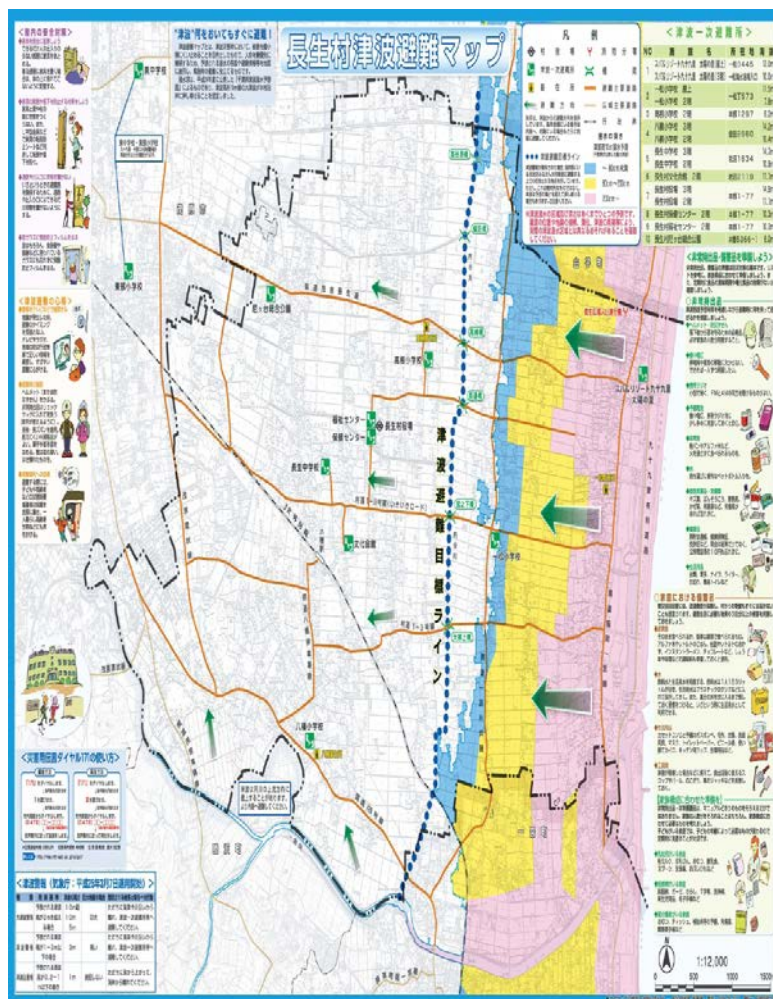
表 2.4 市町村が作成しているハザードマップ

種類	内容	例	備考
津波浸水予測図	浸水深多段階配色	茨城県水戸市 千葉県銚子市 山武市	多くは県浸水想定によっているが、一部では市独自に想定を行っている場合もある(自治体の沿岸で津波高さが概ね10mとなる場合を独自想定している例が2例ある)
	浸水ランク (3段階程度)	千葉県長生村	
	最大浸水範囲	千葉県鴨川市 勝浦市	バッファゾーンを示しているケースと、浸水範囲と標高をともに示しているケースがある。
	その他	千葉県白子町	遡上域の流速分布図
津波避難地図	浸水範囲と避難方向	千葉県いすみ市	
	標高と避難方向	千葉県一宮町	
	避難方向・場所のみ	茨城県大洗町 千葉県館山市	観光担当部署が発行
津波高さ予測図		該当なし	
建築規制地図		該当なし	



- ・ 元禄 + 10m 想定 (独自計算)
- ・ 隣接自治体の浸水域も表記 (市境界: 黒線)
- ・ 避難に必要な情報を盛り込む
 - 避難方向,
 - 海岸からの距離 (1km 単位),
 - 標高 (浸水想定域内のみ)
- ・ 時間情報を表記

図 2.16 津波防災マップ 千葉県大網白里市

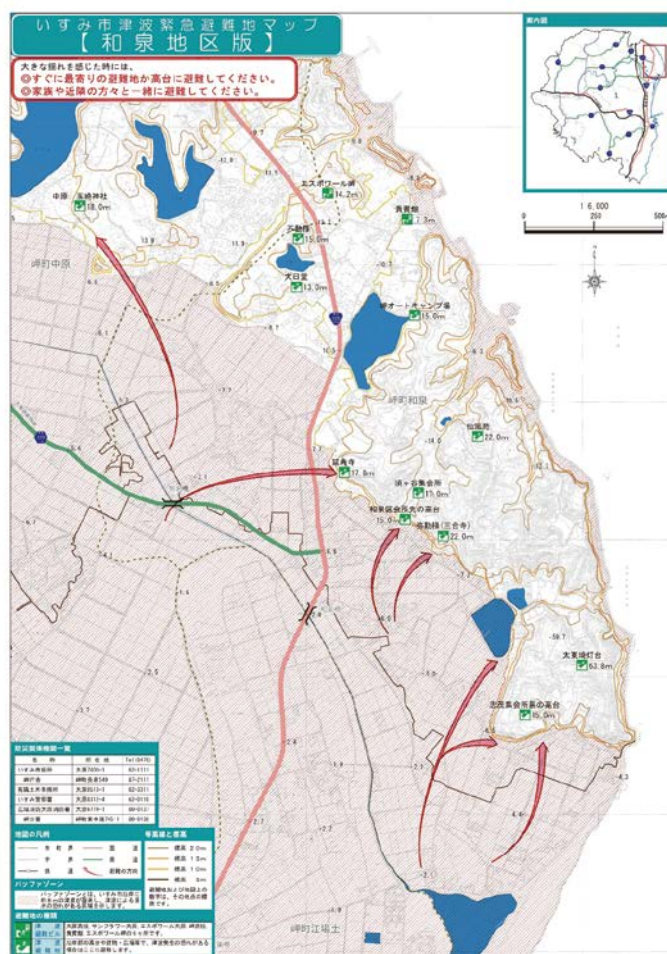


- ・ 浸水深さを 3 段階で表現
 - ・ 津波避難目標ライン (青点線) を浸水域の外側に設定
- ⇒ 浸水想定域の外側で、目安となる地物 (内谷川) の西側への避難を誘導している。

図 2.17 津波防災マップ 千葉県長生村



図 2.18 津波防災マップ 千葉県一宮町



緊急避難地マップ

・いすみ市沿岸に津波高さ 8m の津波の場合に想定される浸水域についてバッファゾーンを加え、浸水範囲としている。

- 標高 8m 付近までをバッファとしているものと推定される。

・浸水域のみを示し、浸水域の外への避難のための方向を示したマップを全地区について作成している。

図 2.19 津波防災マップ 千葉県いすみ市



・2 海水浴場について作成、

・有料駐車場料金所や大洗鹿島線大洗駅で配布

図 2.20 海岸利用者のための避難地図 茨城県大洗町

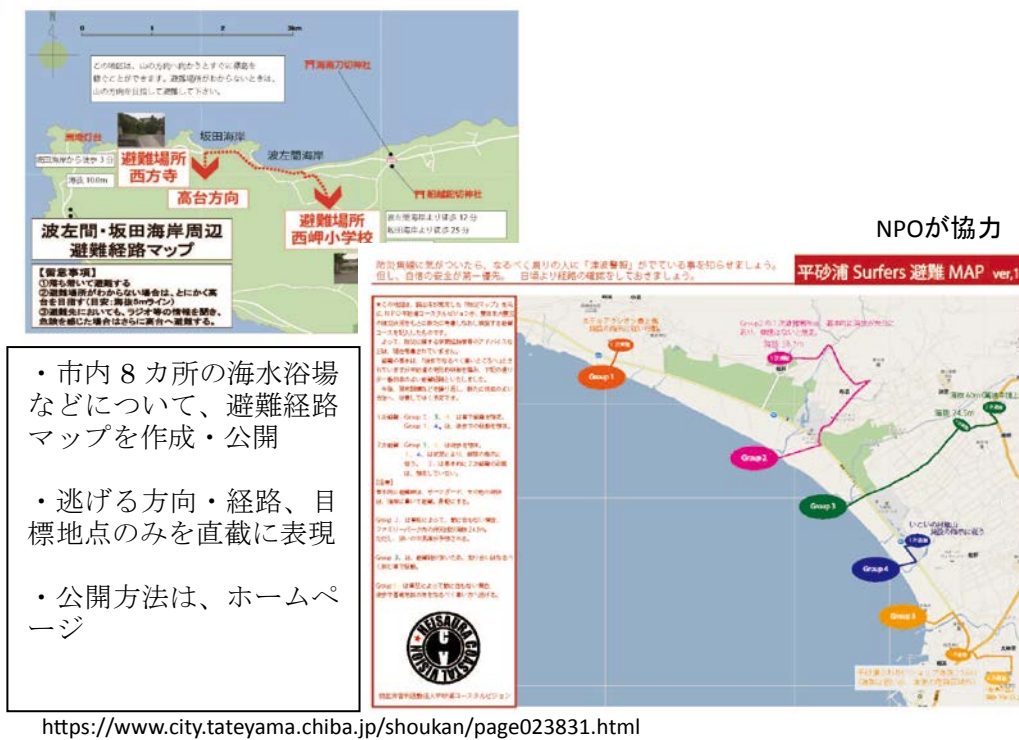


図 2.21 海岸利用者のための避難地図 千葉県館山市

2014年版

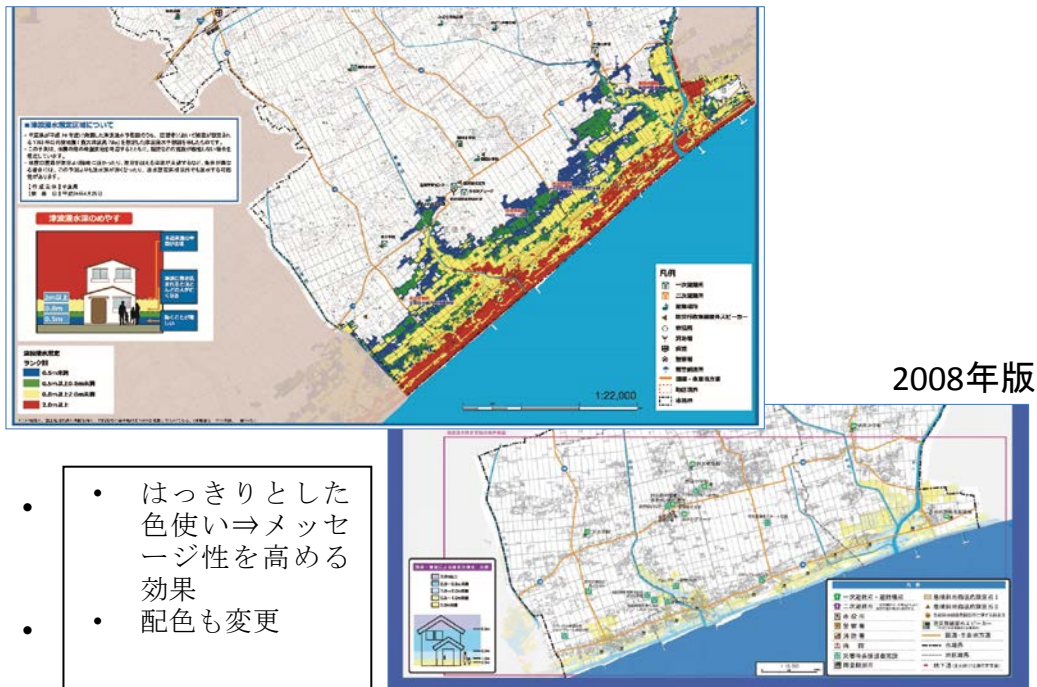
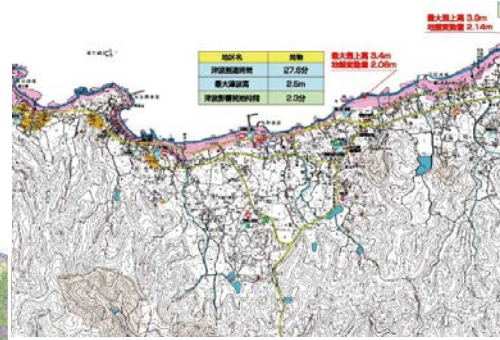
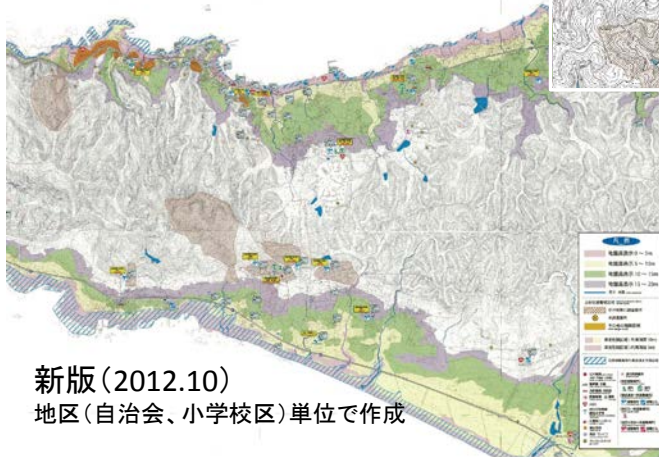


図 2.22 東北地方太平洋沖地震の前後で作成されたハザードマップ比較 千葉県匝瑳市

【共通】元禄地震タイプの想定浸水域を表示

【共通】津波危険区域を標高区分(5m,10m)で表記

←→新版: 後背地の標高区分を追加(20mまで)



旧版

(行政区単位で作成)

【共通】土砂災害危険個所を併記(水色)

【相違点】

旧版: 想定津波高さ、遡上高さ、到達時間などを表記

新版: 表記なし

図 2.23 東北地方太平洋沖地震の前後で作成されたハザードマップ比較 千葉県館山市



・防災マップ

⇒複数のハザード要因を一枚に記載

- － 津波浸水範囲 (オレンジ)
- － 洪水浸水範囲 (淡水色)
- － 土砂災害危険個所 (黄色: ポイント)
- － 原子力施設からの距離 (5km 単位)

図 2.24 複数のハザードを併用しているマップ 茨城県ひたちなか市

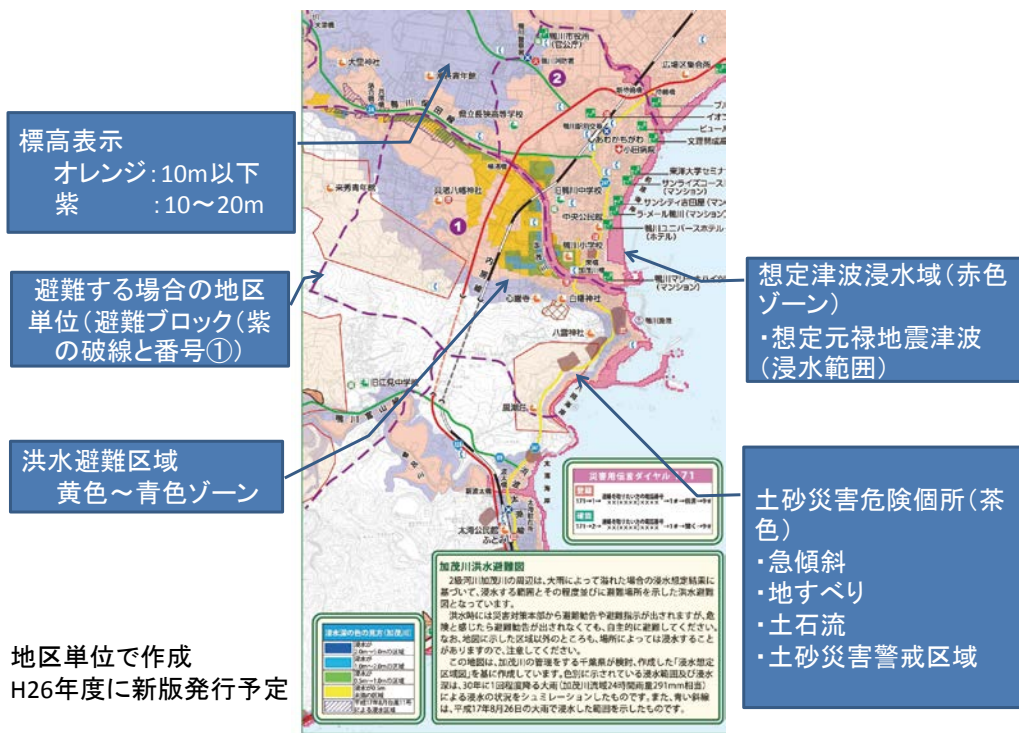


図 2.25 複数のハザードを表現しているマップ 千葉県鴨川市

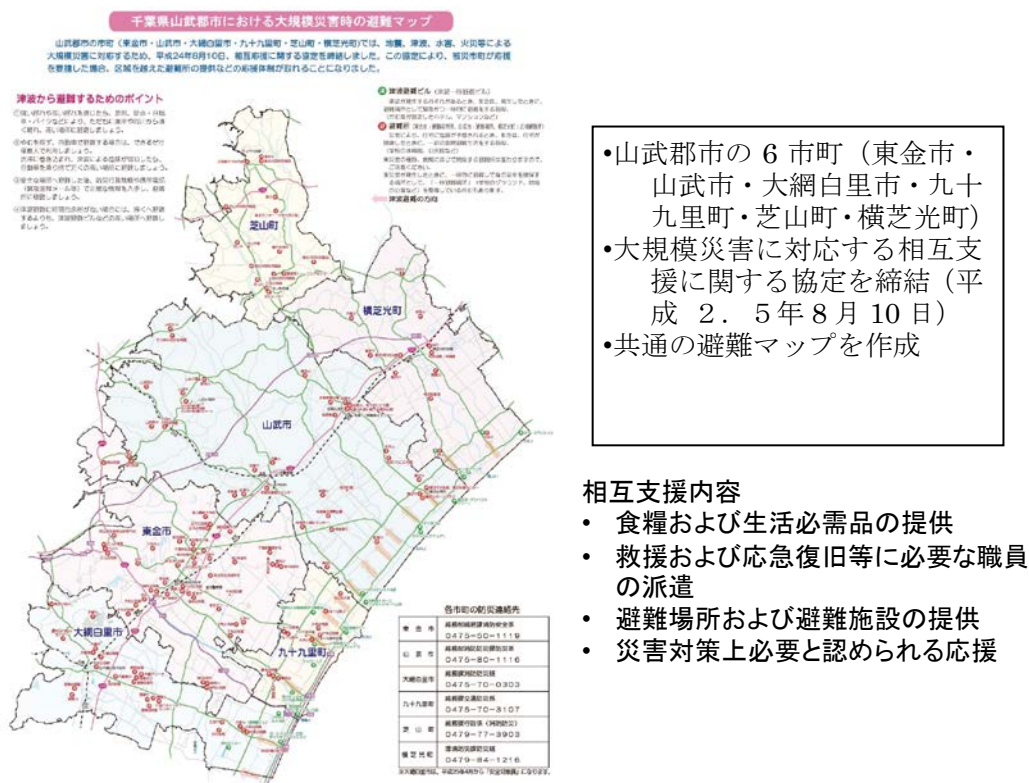


図 2.26 その他のマップ 千葉県山武群市

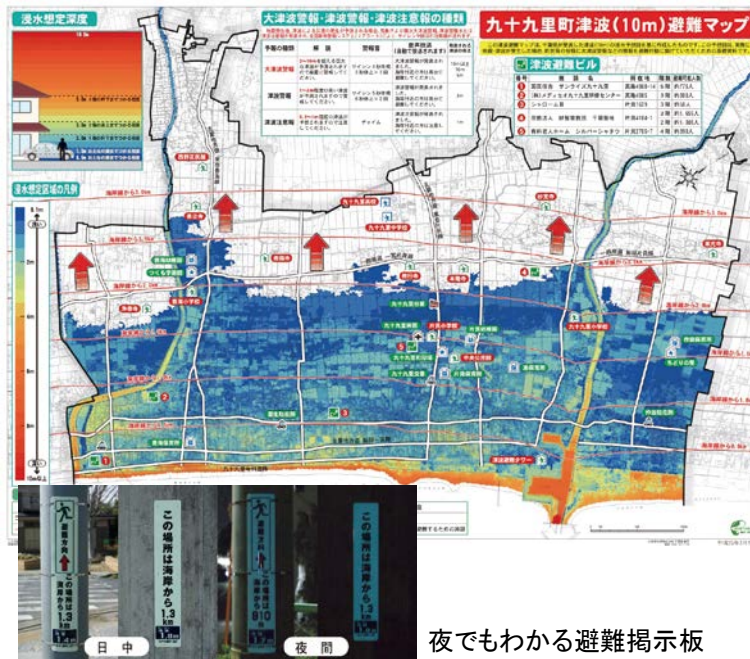
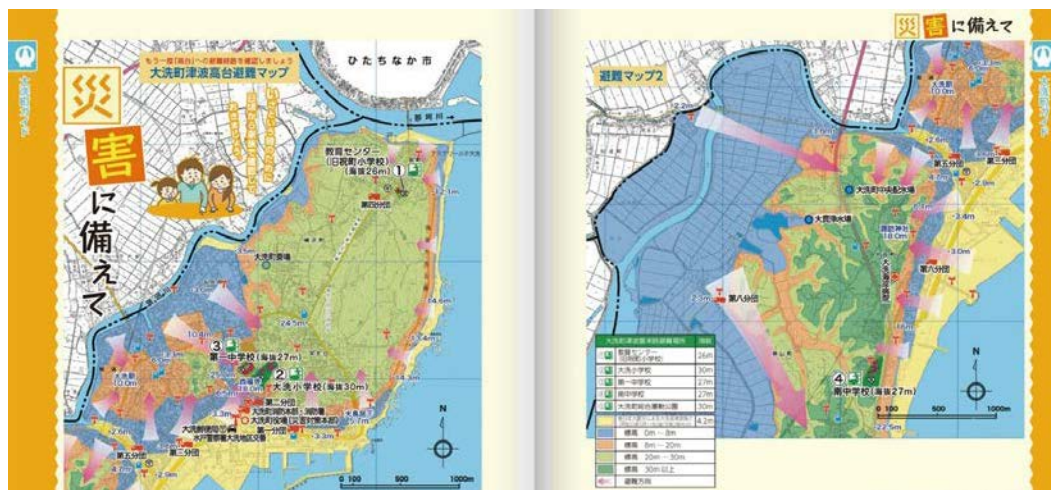


図 2.27 その他のマップ 千葉県九十九里町

- ・ 近隣市町村との協
定により、町外の
避難施設を利用
可
- ・ 市民代表のワーキ
ンググループで
マップを検討
－色合い
－避難時間÷距
離



- ・ 津波高台避難マップ
－町民ガイドブックに掲載
 - ・ 印刷物
 - ・ 電子ブック
- －東日本大震災時の浸水範囲：黄色ゾーン
- －標高わけ地形図＋避難方向（矢印）
- －避難場所＋避難場所の標高

図 2.28 その他のマップ 茨城県大洗町



図 2.29 その他のマップ 千葉県白子町

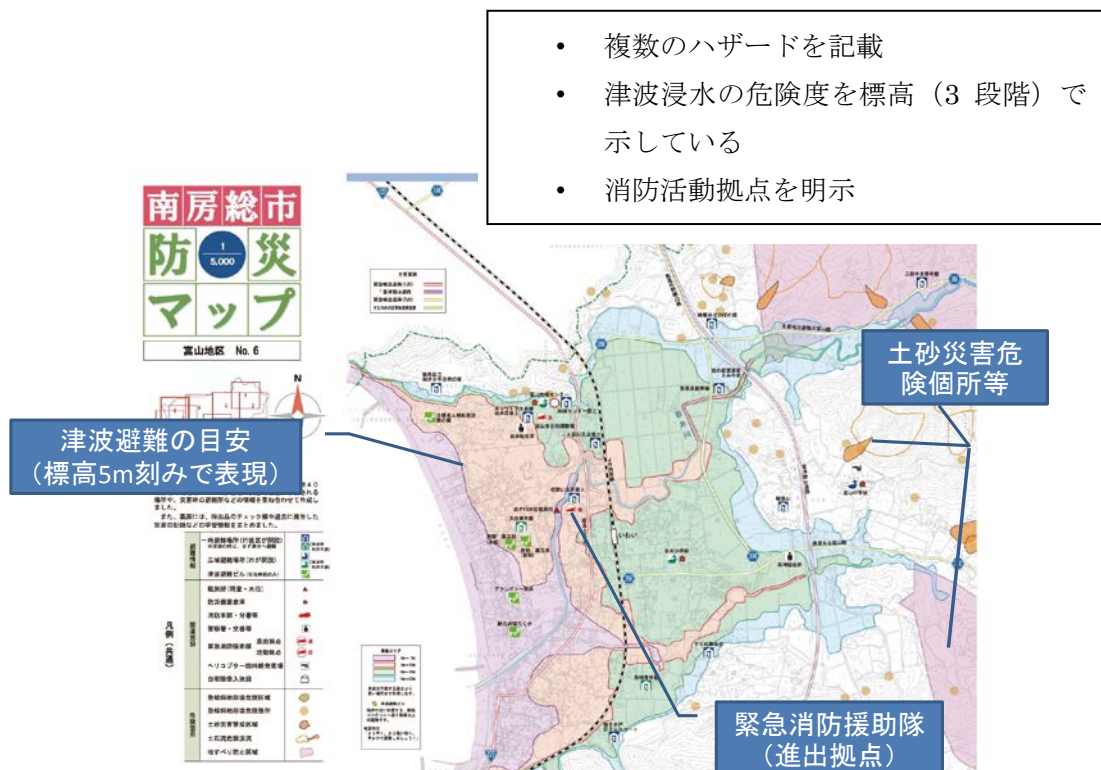


図 2.30 その他のマップ 千葉県南房総市

表 2.5 に市町村の作成状況を示す。配布、作成の状況としては、浸水深分布図を印刷物のポスターとして印刷して各戸に配布しているのが主流で、ほとんどの市町村が実施している。また、新たに住民票登録者に他の行政資料とともに配布しているケースも存在する。浸水予測図に複数のハザード情報を盛り込んでいるケースとしては、標高を併記しているマップには、例えば標高 10 m 以上の箇所を色塗りで示している例や避難の目標地点の標高を記載しているマップがある。これらは、いずれも千葉県の実例に見られる。また、土砂災害危険情報や土砂災害情報を津波の情報とあわせて重ねて記載されているマップが千葉県の市町村では見うけられた。なお、1 例ではあるが、原子力施設からの距離の浸水範囲のマップと重ねた例も存在する。

浸水予測図のほかに避難マップなど複数のマップを公表しているケースとしては、避難施設を併記した例、海岸利用者向けに避難経路を示したマップ、あるいは総合版冊子ということで地震、津波、土砂災害、河川氾濫などに関わるマップを 1 冊にまとめた例もあった。

表 2.5 市町村の作成状況

作成状況	内容等		事例数(重複あり)	
			茨城県	千葉県
浸水予測図のみを発行しているケース	印刷物(ポスター)として配布			
浸水予測図に複数のハザード情報を盛り込んでいるケース	標高	面的分布	1例	9例
		地点(避難施設、避難経路途上の標高)	3例	10例
	土砂災害危険情報 河川はん濫浸水情報		1例	9例
	原子力施設からの距離		1例	--
浸水予測図のほかに避難マップなど複数のマップを公表しているケース	避難マップ(避難施設) 標高マップ		1例	3例
	避難マップ(海岸利用者向け)		1例	1例
	防災マップ(総合版冊子)		2例	3例

ハザードマップの記載事項の特徴的傾向図 2.31 に示した。水色が茨城県の各市町村で見られる特徴を、赤色が千葉県の市町村で見られる特徴である。東北地方太平洋沖地震による浸水範囲を表記している事例は茨城県に多い。2 段目に示したように浸水予測計算による浸水範囲に加え若干の余裕のバッファゾーンを含めて予測図の中に書き込んでいる例が千葉県の市町村の実例に多い。到達時間は茨城県の市町村の実例に多くされているが、これは茨城県の場合は想定地震がかなり沖合であったため、到達時間情報が必要度が高いためかと思われる。一方、千葉県の場合はほとんど直下の地震による津波を想定しているため、到達時間そのものの情報よりも、地震を感じたらすぐに避難を開始するというメッセージを優先させたものと理解される。標高に関する情報は茨城県も千葉県も両方で見られるが、どちらかというと千葉県の南部のやや山が海岸に迫っていて観光地を抱えているような自治体において標高の情報を多数記載されている傾向が見られる。避難ビル、避難経路等の記載も房総半島南部の観光地を中心に取り組みが顕著である。津波防災マップの作成に住民意見を取り入れる、あるいは住民の組織するワーキンググループの審議を経てマップを作成している事例が、千葉県で 1, 2 例存在する。

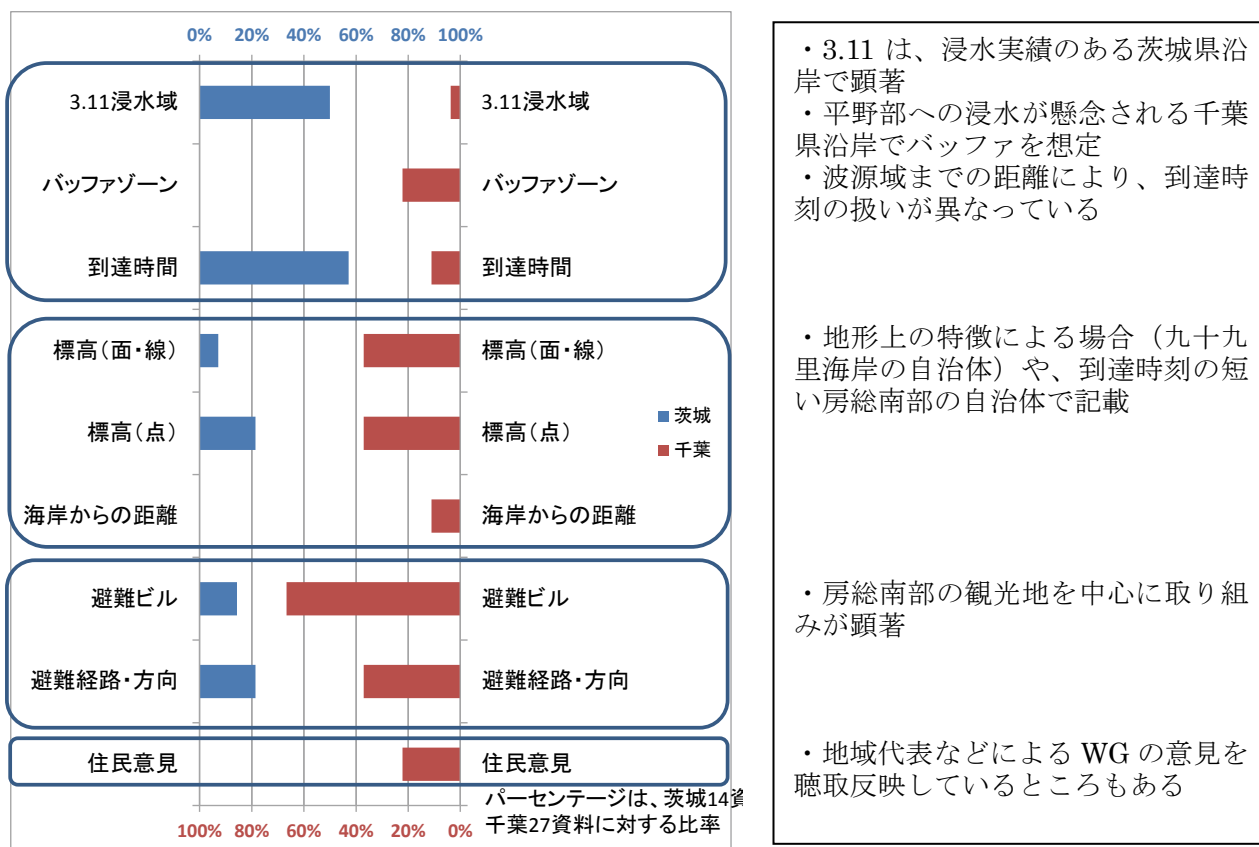
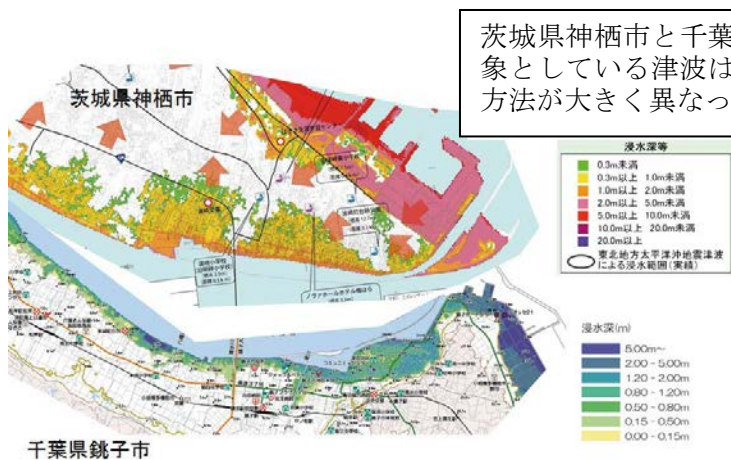


図 2.31 ハザードマップの記載事項と特徴的傾向

表 2.6 には浸水深さの表現方法を示す。ハザードマップを作成する場合、自治体のそれ以前の防災対策の進め方にそって作成している場合が多数であり、表現方法などを近隣の自治体と調整しているケースはほとんど存在しないのが現状である。浸水深の表現方法も自治体ごとに異なり、配色、深さ区切りも異なることがわかった。表によれば、茨城県と千葉県だけの市町村でこれだけのパターンが存在する。地図表現上、青いところが危険側だったり、赤いところが危険側だったりするということになっている。たとえば、図 2.32 に隣接する自治体での表記の相違例として示すように、茨城県の神栖市では赤い色が危険、浸水深が深いところを示すマップが存在する。その南に位置する銚子市では青く示したエリアが大変浸水深が大きいということで、この両市にまたがって生活している住民にとってみれば、双方のマップを一度に理解することが容易ではないと想像される。

表 2.6 浸水深さの表現方法

	タイプ1	タイプ2	タイプ3	タイプ4
凡例	浸水深等 0.3m未満 0.3m以上 1.0m未満 1.0m以上 2.0m未満 2.0m以上 5.0m未満 5.0m以上 10.0m未満 10.0m以上 20.0m未満 20.0m以上 東北地方太平洋沖地震津波による浸水範囲(実績)	津波浸水予測範囲の見方	凡例 津波浸水予測範囲 (2つの想定津波の最大浸水深) 0.5m未満 0.5m以上 1.0m未満 1.0m以上 2.0m未満 2.0m以上 4.0m未満 4.0m以上 6.0m未満 6.0m以上	浸水した場合に想定される水深(ランク別) 0 ~ 0.5 m 未満の区域 0.5 m ~ 1.0 m 未満の区域 1.0 m ~ 2.0 m 未満の区域 2.0 m ~ 4.0 m 未満の区域 4.0 m 以上の区域
適用自治体	茨城県(2012.8) 日立市(2013.1) 北茨城市(2013.3) ひたちなか市(2013.4) 神栖市(2013.5) 東海村(2012.12)	水戸市(2013.1)	高萩市(2011.2)	銚田市(不明)
	タイプ5	タイプ6	タイプ7	タイプ8
凡例	浸水深 ~ 50cm未満 50 ~ 80cm 80 ~ 200cm 200cm ~	浸水深(m) 5.00m~ 2.00 ~ 5.00m 1.20 ~ 2.00m 0.80 ~ 1.20m 0.50 ~ 0.80m 0.15 ~ 0.50m 0.00 ~ 0.15m	津波浸水予測域 (0 ~ 80cm) 津波浸水予測域 (80cm ~ 2m) 津波浸水予測域 (2m以上)	元禄地震津波で想定される浸水深 (ランク区分) 0 ~ 1m 1 ~ 2m 2 ~ 3m 3 ~ 4m 4 ~ 5m 5 ~ 6m 6m以上
適用自治体	千葉県(2012年度) 旭市(2013.3) いすみ市(不明)	銚子市(不明)	富津市(2012.12)	南房総市(2012.7) 一宮町(2008.9)
	タイプ9	タイプ10	タイプ11	タイプ12
凡例	浸水深(津波による浸水の深さ、凡例) 5.0m以上 2.0m~5.0m未満 1.0m~2.0m未満 0.5m~1.0m未満 0.5m未満			凡例 4 津波浸水区域(浸水ランク別) - 浸水深が1.0m未満 - 浸水深が1.0m~2.0m未満 - 浸水深が2.0m~3.0m未満 - 浸水深が3.0m~4.0m未満 - 浸水深が4.0m~5.0m未満 - 浸水深が5.0m~6.0m未満 - 避難方向
適用自治体	匝瑳市(2008.9)	山武市(2012.3) 大網白里市(2013.3)	九十九里町(2013.3)	横芝光町(2008.3)
	タイプ13	タイプ14		
凡例	浸水の深さ 津波高10m浸水予測 (千葉県が公表した最大津波) ~ 80cm未満 80cm~200cm 200cm~	津波による浸水の深さ(凡例) 5.0m以上 (2階以上) 4.0m~5.0m (2階軒下まで) 3.0m~4.0m 2.0m~3.0m 1.0m~2.0m (1階軒下まで) 0.5m~1.0m (大人の腰まで) 0.3m未満 バリアフリー等 (予想より大きな津波のとき 浸水の危険性がある区域)		
適用自治体	長生村(2013.5)	御宿町(2013.3)		



茨城県神栖市と千葉県銚子市では、浸水予測の対象としている津波は異なるものの、浸水深の表記方法が大きく異なっている

図 2.32 隣接する自治体での浸水深の表記の相違例

2.5.3 まとめ

千葉県と茨城県の自治体が公開しているハザードマップについて調査・整理を行った。それぞれの自治体では情報の出し方において表現の方法、発信の形式を十分検討を重ねていることが読み取れた。具体的な工夫というのは住民の意識と行政の熱意と自然の条件を掛け算的に、相乗的に組み合わせさせていろいろな工夫をせざるを得ないということに起因すると考えられる。一方、提供している情報の内容や表現上の統一性においては、市町村をまたがって見た場合には統一性にやや欠けている場合が存在し、これが住民行動に影響するのではないかと懸念される。このような現実を踏まえ、確率論的津波ハザード情報は沿岸の地形的な特性を考慮して、行政の枠を超えた統一的な情報として利用者に提供できる可能性があるのではないかと考えている。

2.5.4 主な討議内容

- 表記の統一性のない理由は、茨城県の市町村では法律に準拠した浸水想定後の表記であり、千葉県は準拠したものになっていないところにある。茨城県が青色を使っていない理由は、安心色を使わない専門家の方から指導があったということである。
- ハザードマップの作成時期(図 2.15)は、沿岸部の市町村全体に対する作成の割合は、調査をした期間中に作成中というのがこの不明の 1 カ所だけの状態で、調査の対象とした自治体は、全て何らかの形で作成していた。
- ハザードマップの記載事項の特徴的な傾向は、茨城県の浸水想定は、東北地方太平洋沖地震の津波位置相当も含んでシミュレーションされている。茨城県は 2 ケースで、1 つが東日本相当で、もう 1 つが歴史津波相当の延宝地震である。
- 九十九里海岸の市町村では標高で逃げる場所を検討している。その市町村の行政範囲全体が標高 5 m 以下であるところもあり、九十九里沿岸の市町村に見られる特徴の 1 つは、海岸から 1 km 地点、2 km 地点などと距離が地図上に書かれている。自治体全域が浸水領域となるようなシミュレーションにはなっていないが、3 km、4 km 内陸に入ると浸水しないことになっているので、早く沿岸から直に逃げなさいということ矢印が記載してある。また、地図上に破線が書いてあって、この線から西側に逃げなさいとか、用水堀川の西側に逃げなさいという書き方がしてある。ただ、それは地元の方でないと多分わからない。そういう書き方がしてあるところと、もう 1 つは、浸水範囲は書かずに標高の高いところだけ書いている、この場所に来なさいということを書いて、津波ハザードマップとして伝えているところもある。

3. 津波ハザード情報の高度化に向けた取り組み

3.1 認識論的不確実性の取扱

安中正 委員(東電設計株式会社技師長兼土木本部地震・地震動解析専門職)

3.1.1 ポイント

- (1) 確定論では不確実性を十分に考慮できない。
 - ・「最大津波」を決めるのは困難であり、実際に可能なのは「最大でありそうな津波」を決める。
 - ・専門家の意見の違いなどを処理できない。
 - ・「確率論的津波ハザード解析の方法」がまとめられた。(2009年3月)
- (2) 不確実性の存在を前提としたハザード解析は自然科学的な課題ではなく、基本的には工学的な課題である。地震本部がハザード評価に取り組むのならば、理学的視点だけでなく、不確実さに対する工学的評価を重視しなくてはならない。
- (3) ロジックツリーによる認識論的不確定性の評価を正面から取り上げる必要がある。

3.1.2 概要

- ・土木学会原子力土木委員会津波評価部会：6年間をかけ「確率論的津波ハザード解析の方法」(2009年3月)に取りまとめ、2011年9月に公開。
- ・確率論的津波ハザード解析：PTHA (Probabilistic Tsunami Hazard Analysis)：基本的に特定期間において津波ハザード曲線(津波高さと超過確率の関係)を推定するための手法である。
- ・確率論的な手法が用いられるというのは、津波の波源から対象地点の高さを推定する過程で、多くの不確定性が存在するので必要になる。
- ・確率論的な手法は、不確実性の存在を前提としており、その条件下で意思決定を行うための資料を提供する手法であり、自然科学的な課題ではなく、基本的に工学的な課題である。
- ・2種類の不確実性(偶然的ばらつき, 認識論的不確定性)を区別するということが基本的なことにある。1つが、偶然的なばらつきで、もう1つが認識論的不確定性である。
 - 偶然的なばらつき：「基本的に予測できないランダムな性質によるばらつき」
 - 1本のハザード曲線の評価の中で考慮されるばらつき
 - 認識論的不確定性：「不完全な知識やデータによる不確定性」
 - ロジックツリーの分岐として考慮され、多数のハザード曲線の幅
- ・ロジックツリーの例：1本のハザードを計算するのには、津波の発生域を決めて、マグニチュードの分布を決めて、発生頻度を決めて、推定方法を決めたら決まる。それに対して、それぞれいろいろな不確実な部分、意見が分かれる部分だとか決め切れないところがある。そういうものをロジックツリーで分岐して、いろいろな考え方を系統的に扱い、この中で認識論的な不確定性を処理することとなる。
- ・ハザード曲線の正解は、原理的にはあると考えられるが、限られた期間のデータに基づいて検証するのはほぼ不可能。但し、個々の仮定の妥当性はある程度検証可能であろう。
- ・要望(1)：ロジックツリーによる認識論的不確定性の評価を正面から取り上げる必要がある。
- ・要望(2)：確率論の評価に適用可能なモデルを提案する必要がある。
- ・要望(3)：3.11型の当面の発生確率はゼロと評価されるが、3.11型に関する評価をそれだけで終了させないことが必要である。例えば、長期間の平均的なハザード評価の実施等。
- ・要望(4)：推定誤差の性質を検討するためのばらつきの津波高さ依存性の検討などの基礎データを整備する必要がある。

3.1.3 主な質疑等

- PTHA が PSHA に比べ経験式の精度が十分でないというのは、確かにそうなのであるが、一方で地震動と比べると、単なる距離減衰のばらつきみたいなものではないと考えられる。シミュレーションで行っているから、その精度が十分でないというのは疑問を持つ。
- 経験式としての精度である。数値計算で実施しているというのはそれなりの精度はあると考える。
- 「津波高さが飽和しない」というのは、どのような意味か。
- マグニチュードが大きくなるとすべり量が大きくなるので、津波高さは飽和しないという意味。地震動は、マグニチュードが大きくなるとある程度頭打ちする。
- 津波ハザード曲線は検証できないということについて、地震動の場合は、多くのケースを計算して統計的に行っていると思うが、どうか。
- シミュレーションを使う地震動の評価だと、ほとんど津波と考え方は同じ。今回の話題提供であった意味での検証は、地震動でも同じように不可能だ。
- 洪水には200年に1回の最大水位はこれくらい、100年に1回、50年に1回、10年に1回ではこれくらいというのから、1千年、1万年もだいたい予想できるというのがあるが、津波にはそういうのがない。その点、洪水と津波で本質的な違いはあるのか。
- 発生頻度、繰り返しの基本サイクルが違うのだと思う。
- 偶然的なばらつき、認識論的な不確定性で、現状どちらの方の影響が大きそうとか、そういう感覚はあるか。認識論的な不確定性は無視できないものか。
- 比べるものが違うので、比較できない。認識論的な不確定性は無視できないものである。
- 分岐について、例えば地震の発生が固有地震なのか、G-Rなのかそのような分岐が必要と思う。その分岐は、相互に排他的であるけれども、網羅的ではないかも知れない。
- ある場所では両立はしないけれども、違う場所では両立するかもしれない。
- 要望(2)について、推本でも固有地震的な地震本部の評価に基づくモデルと、端的に述べればG-R的なモデル3で地震動の計算が実施されていて、ロジックツリーには当てはめていないが、検討はしている。南海トラフでも公表までには至っていないが、検討をしているところである。
- 3.11での経験を踏まえて、ハザード評価を今後しっかりとしたものにするためには、何としても要望(1)に応えられるハザード評価を、少なくとも防災科研内部では行いたいと思う。
- ロジックツリーについては、自然科学ではなく工学の課題だという話で、なるほど地震調査委員会ではなかなか難しいということでしたが。
- 理学的な観点で検討するものではないと思う。長期評価が固有地震だけに基づいているのであれば、理学的な観点で検討すればいいと思うが、固有地震だけでないとするば、ある程度ロジックツリー的な考えを入れなければならない気もする。どこで検討するのかというのが非常に難しい。

3.2 東北地震津波の知見の反映

杉野英治 委員

(原子力規制委員会原子力規制庁長官官房技術基盤グループ安全技術管理官(地震・津波)付主任技術研究調査官)

3.2.1 ポイント

(1) 福島第一事故の教訓と新規制基準

教訓①：設定津波水位が低すぎた。

⇒過去に経験のない(記録にない)位置・規模の津波波源の想定

教訓②：設計津波水位を超える津波の発生に備えていなかった。

⇒設計レベルを上回る可能性を前提とした津波対策の実施

教訓③：原子力発電所の津波リスクが顕在化した。

⇒津波ハザード評価の活用促進(確率論的リスク評価への活用等)

- (2) 将来予測の問題には、再現解析結果の知見を踏まえたより簡便な津波波源のモデル化手法(特性化波源モデル)が必要である。
- (3) 特性化波源モデル及び空間格子 5 m 程度の地形モデルを用いることを条件に、ハザード評価に大きく影響を与える津波高のばらつき $\beta(=\ln\kappa)$ は 0.20 ～ 0.30 の範囲が妥当である。
- (4) ハザード評価を行う位置は、沿岸での反射波の影響が小さい沖合で定義し、評価の横軸の指標としては、地殻変動量を考慮した津波高(相対値)を用いることを提案する。

3.2.2 概要

- ・ 福島第一事故の教訓と新規制基準について(「ポイント」に記載)
- ・ 東北地方太平洋沖地震による津波(東北地震津波)の特徴
 - ・ 複数震源域が空間的に連動した巨大地震 $M_w 9.0$
 - ・ 日本海溝付近の大きなすべり量分布
 - ・ 観測津波水位に見られる異なる性質の波の重なり
 - ・ 観測地震動に見られる地震の時間差発生
- ・ 観測データによるジョイント・インバージョン解析を行い、東北地方太平洋沖地震の震源の特徴を確認した。(杉野・他, 2013)
- ・ 再現解析の結果は事実を知る上で有効であるが、将来予測の問題は再現解析の結果を踏まえたより簡便な津波波源のモデル化手法が必要である。
- ・ プレート間地震による津波の特性化波源モデルの設定手順を提案した(図 3.1)。(杉野・他, 2014)
- ・ 巨視的波源特性に係るモデル化においては、既往最大にとらわれない津波波源モデルの設定をコンセプトとした。
- ・ 微視的波源特性に係るモデル化においては、 M_w の大きさによって異なるすべり分布を設定する(図 3.2)。(小～中規模：均一すべり，大規模：2 段階不均一すべり，超大規模：3 段階不均一すべり)
- ・ 破壊伝播特性に係るモデル化においては、1 回の地震活動の場合や複数回の地震活動の場合に分けて異なる設定をする(図 3.3)。

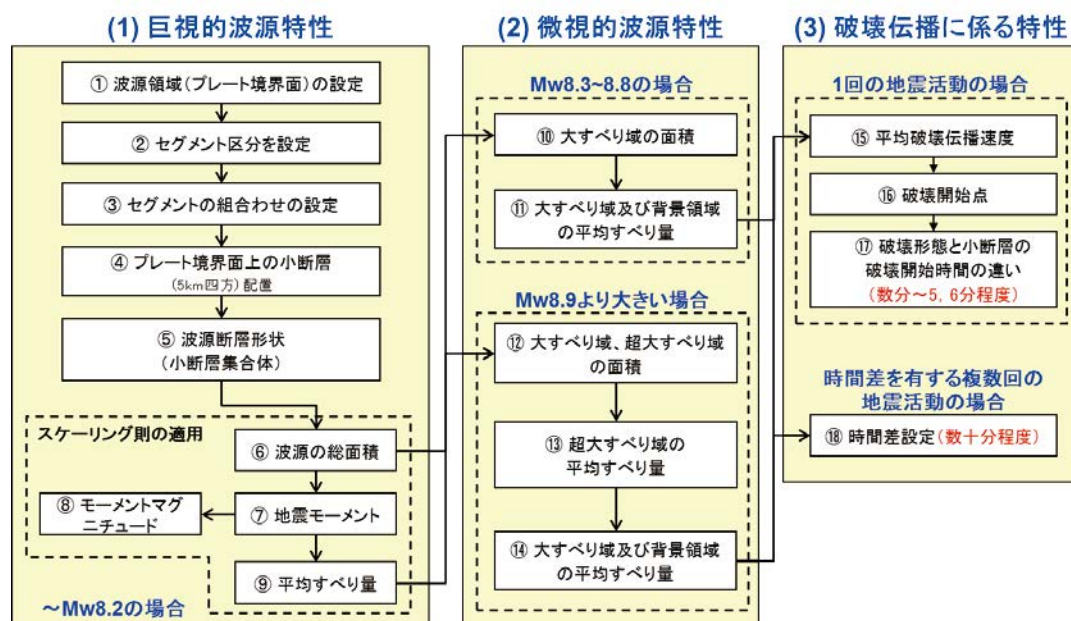


図 3.1 プレート間地震による津波の特性化波源モデルの設定手順(杉野・他, 2014)

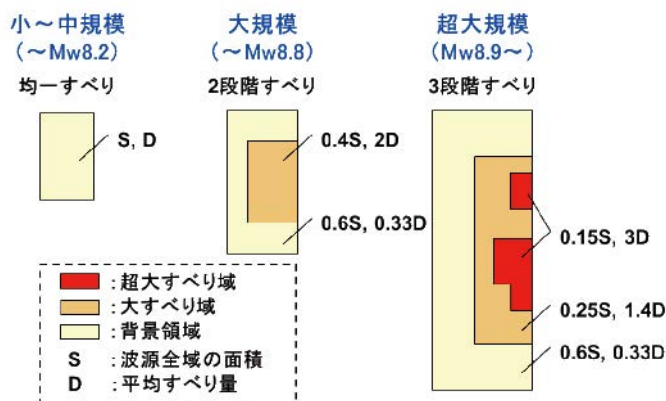
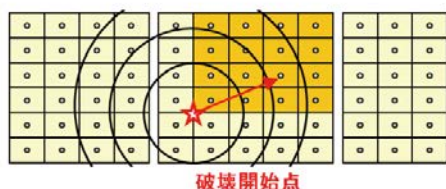


図 3.2 微視的波源特性に係る波源領域内の空間的すべり分布の設定方法(杉野・他, 2014)

(1) 1回の地震活動とみなす場合



(2) 複数回の地震活動とみなす場合

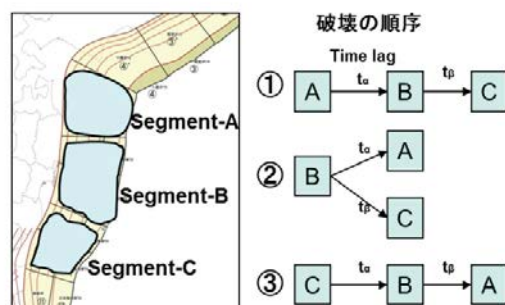


図 3.3 破壊伝播特性に係るパラメータ設定方法(杉野・他, 2014)

- 津波波源のモデル化手法を東北地方太平洋沖地震に適用したところ、特性化波源モデルによる計算値は、痕跡高を概ね良好に再現することができた ($K=0.91$, $\kappa=1.30$).
- 東北地方太平洋沖地震の痕跡高と、特性化波源モデルの場合 (地形モデル最小格子サイズ 5.5 m) の計算値の比のばらつきを検討した結果、ばらつき $\beta (= \ln \kappa)$ は 0.24 ~ 0.27 となった.
- 特性化波源モデル及び空間格子 5 m 程度の地形モデルを用いることを条件に、ハザード評価に大きく影響を与える津波高のばらつき $\beta (= \ln \kappa)$ は 0.20 ~ 0.30 の範囲が妥当である.
- ハザード評価値が沿岸構造物の形状等に左右されることがないように、定義位置は沿岸での反射波の影響が小さい沖合で定義する.
- 東北地方太平洋沖地震では、地殻変動により東北地方の広域で沈下し、このことが 1 つの要因となって浸水範囲が広がったこと等を踏まえ、ハザード評価の横軸の指標 (津波高) には、地震による地殻変動量 (隆起・沈降) を考慮した相対値を用いる.

3.2.3 主な質疑等

- ハザード評価の際の水位低下の考慮について質疑がなされた.
- 設計津波水位や基準津波の定義について質疑がなされた.
- ハザード評価の定義位置や地殻変動の考慮について質疑がなされた.
- 超過確率から津波のレベル設定を行うことにおける課題について議論がなされた.
- ばらつき β について議論がなされた.
- アウターライズ地震の考慮について質疑がなされた.

参考文献

- 1) 杉野英治, 呉 長江, 是永真理子, 根本 信, 岩渕洋子, 蛭沢勝三: 原子力サイトにおける 2011 東北地震津波の検証, 日本地震工学会論文集, 第 13 巻, 第 2 号(特集号), 2013, pp.2-21.
- 2) 杉野英治, 岩渕洋子, 橋本紀彦, 松末和之, 蛭澤勝三, 亀田弘行, 今村文彦: プレート間地震による津波の特性化波源モデルの提案, 日本地震工学会論文集, 第 14 巻, 第 5 号, 2014, pp.1-18.

3.3 分野横断的協力

亀田弘行(京都大学名誉教授/電力中央研究所名誉研究アドバイザー)

3.3.1 ポイント

- (1) 原子力安全における分野横断的協力の重要さ

東日本大震災の原発挙動の教訓として, リスク概念の徹底, 「科学的想像力」の発揮, 行動の迅速性がある. 分野の細分化で問題解決のギャップが生じたので, 統合が必要となった.

- (2) 日本地震工学会と日本原子力学会の協力の専門委員会報告書の作成

「耐津波工学の体系化」の提言を含む東日本大震災下の津波災害と原子力発電所の挙動に関する位置づけを明らかにした.

- (3) 「原子力安全のための耐津波工学の体系化に関する調査委員会」(耐津波工学委員会)の設立

福島事故を決して再発させないために必要な工学的枠組として, 個別技術とシステム評価技術が的確に融合する技術体系の構築を実施した.

3.3.2 原子力安全における分野横断的協力の重要さ

東日本大震災における原発挙動の教訓として, リスク概念の徹底, 「科学的想像力」の発揮, 行動の迅速性がある. 具体的には, シビアアクシデント防止策・対応策の強化, 原子力災害への対応の強化, 安全確保の基盤の強化, 安全文化の徹底が存在する. 「技術ガバナンス」の確立として, 「いかにして経営と規制の仕組みの中に安全の技術を明確に位置づけ, 実践するかという命題」が重要である. 技術ガバナンスの行動規範の連携と総合化において, 専門分野が細分化され, 総合化の動きがない, あるいはそれを嫌悪する, さらにはその異常さに鈍感であると, 問題解決中でギャップが生じ, 問題が看過され, これを防ぐのは, 分野を横断するブレーンストーミングと統合による検証が必要となる.

3.3.3 日本地震工学会と日本原子力学会の協力の専門委員会報告書の作成

報告書として, 研究ロードマップとして, 2011 年 3 月以前の検討結果と, それ以降の東日本大震災の発生をふまえた補遺の構成とし, 「耐津波工学の体系化」の提言を含む東日本大震災下の津波災害と原子力発電所の挙動に関する位置づけを明らかにした.

3.3.4 「原子力安全のための耐津波工学の体系化に関する調査委員会」(耐津波工学委員会)の設立

福島事故を決して再発させないために必要な工学的枠組＝個別技術とシステム評価技術が的確に融合する技術体系の構築を委員会の目的とした.

- (1) 多分野間連携の必要性(学術の責任)

福島事故の重要な原因の 1 つとして, 学術分野における分野横断的視野の欠如が挙げられる. 大規模な複雑システムである原子力発電所の地震・津波安全を論ずるうえで, 「技術ガバナンス」の観点から極めて重要であるので, 多分野間の連携に最大限に取り組むことを目指した.

- (2) 克服すべき問題(原子力学会と地震工学会の両方に籍を置く目からみて / 反省を込めて)

全体を見通す視野の欠如の原因として, 個別分野にとらわれ, 専門分野が細分化され, 総合化の動きがない.

さらにはその異常さに鈍感であると、問題解決の中でギャップが生じ、問題が看過されるいわゆる Comfort zone への閉じこもりが生じるので、分野間のギャップを埋める必要がある。自然は隙間（間隙）を突くので、これを防ぐのは、分野を横断するブレインストーミングと統合による検証を行った。

(3) 分野横断的討議

地震工学、津波工学、原子力安全工学にまたがる分野横断的な討議が可能な構成とし、この人的資源を十分に活かすことが必要であるが、分野を横断する討議は必ずしも容易ではない。それぞれの専門性の深さと同時に、分野間で相互に乗り入れて理解を深めるために、リーダー間のブレインストーミングが必須で、全体のイノベーションを牽引することとなる。

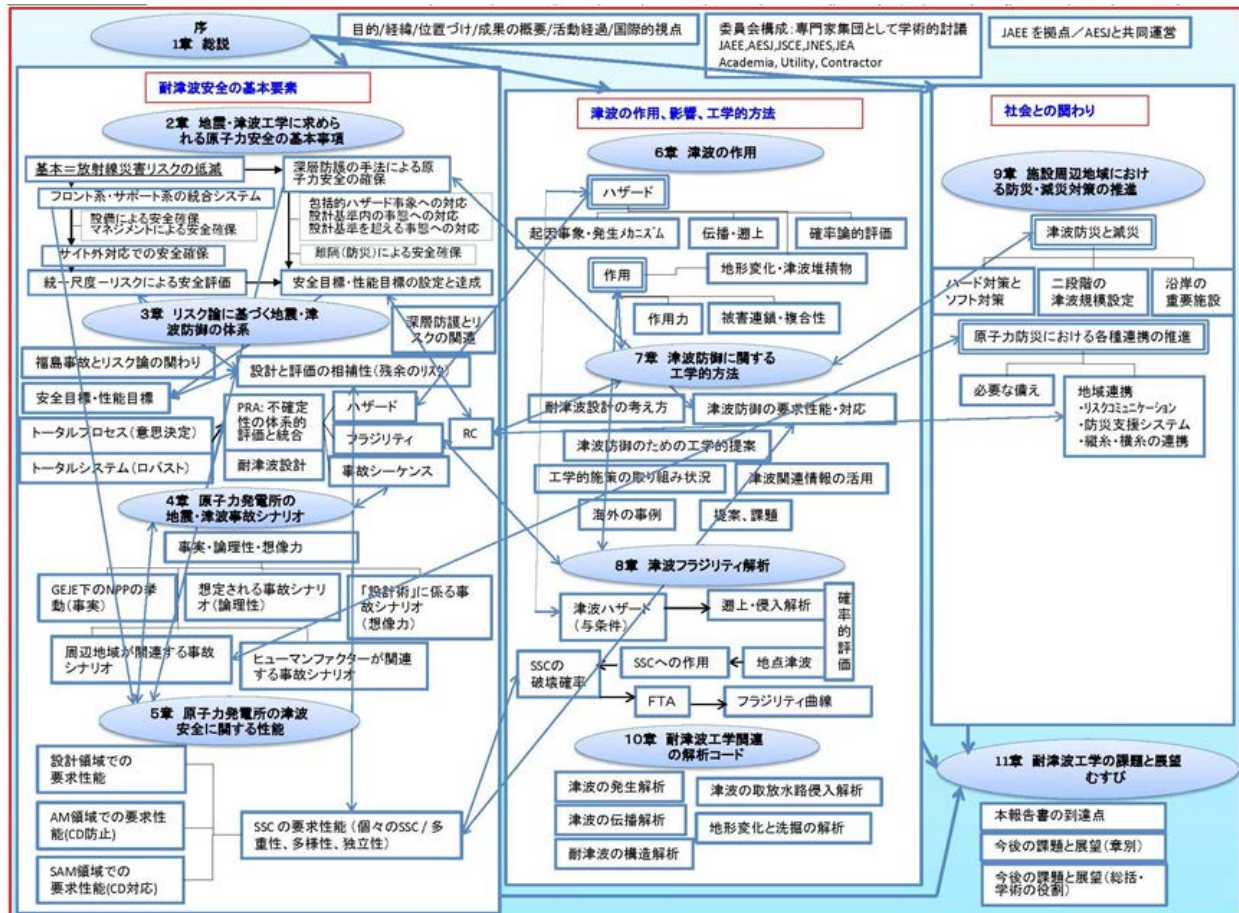


図 3.4 地震工学・津波工学・原子力安全工学分野横断的な構成報告書の関係性と要素項目

3.3.5 主な質疑等

- ・リスク論が受け入れられていないのは、必要性の議論が充分されていないことにある。リスク論自体がそれぞれの専門分野で考えられてきたので、多岐の分野にわたる議論が必要である。
- ・「リスク＝確率論」ではなく、確率論は手段の一つである。不確定性をどう捉えるかは、組織を超えて、検討する必要がある。

4. 津波ハザード情報の利活用可能性と事例紹介

4.1 津波リスク評価への活用可能性

話題提供：藤間功司 委員(防衛大学校システム工学群建設環境工学科教授)

4.1.1 ポイント

- (1) 自然現象としての津波の情報は重要であるが、それだけではなく、それが社会・住民にどのような意味を持つか(どのような被害をもたらす得るか)、というリスク情報を併せて示すことが重要である。
- (2) 最大規模の津波を想定することは重要であるが、それだけではなく、変動幅や期待値も併せて示すことが重要である。
- (3) 防災・減災計画や施設整備に役立つ情報として、構造物が今後整備された場合でも津波被害が発生するリスク(残余リスク)を定期的に調査してはどうか。

4.1.2 概要

- ・ 自然現象としての津波の情報は、重要ではある。しかし、自然現象としての津波の情報だけを与えられても、住民は自分への影響が分からず、戸惑うだけである。それが社会・住民にどのような意味を持つか(どのような被害をもたらす得るか)、というリスク情報も併せて示すことが重要である。
- ・ ‘最大規模の津波’を想定することは、重要ではある。しかし、最大規模の津波は非常に頻度が低く、統計上無視できる割合の人しか遭遇しない。‘最大’だけでなく、‘変動幅’、‘期待値’も併せて示すことが重要である。特に施設整備は‘期待値’で議論される。大きい津波は頻度が低い、小さな津波は頻度が高いことを前提にして、津波リスクの算出を行う手法を検討した。
- ・ 構造物によって軽減されるリスク(便益)：ある津波(ここでは簡便のためマグニチュード M) に対する構造物がなかった場合の被害額 $D_N(M)$ と、ある高さ (H) の構造物があった場合の被害額 $D_S(M,H)$ の差(構造物があることによって被害を免れた額)に、津波の発生確率 $p(M)$ をかけて、複数のシナリオの期待値として便益 ($B(H)$) を表現する。

$$B(H) = \int [(D_N(M) - D_S(M,H))p(M)]dM$$

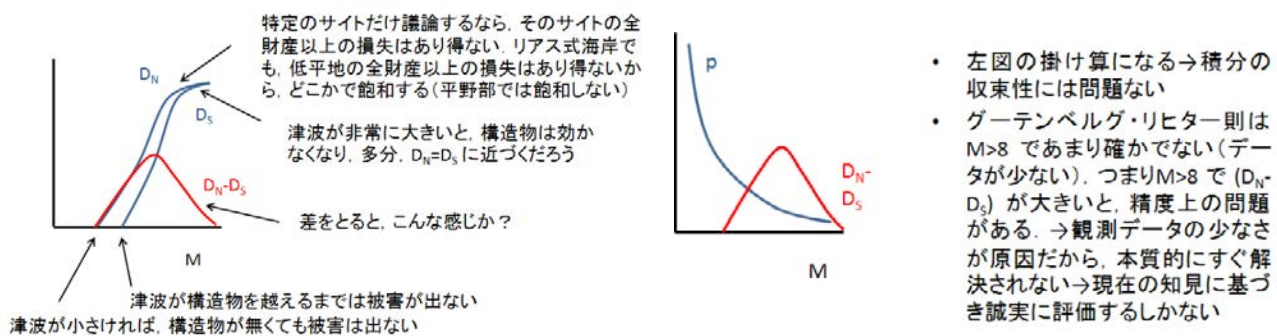


図 4.1

- ・ 構造物があっても、被害が発生するリスク(残余リスク)：ある高さ (H) の構造物があった場合の被害額 $D_S(M,H)$ に、津波の発生確率 $p(M)$ をかけて複数のシナリオの期待値として、残余リスク ($D(H)$) を表現する。

$$D(H) = \int [D_S(M,H)p(M)]dM$$

- ・ 残余リスクと構造物にかかるコスト ($C(H)$) を足したもの ($D+C$) を津波に対する社会負担と捉え、それを最小化することを考えるのがよいと思う。
- ・ 静岡県伊豆半島の駿河湾側土肥での評価事例

A 地区は 5.5 m の堤防があり、B 地区は、3.5 m の古い高潮用の堤防があるというのが現状である。マグニチュード 7.4 ～ 8.3 の複数の断層モデルを想定した浸水計算を行い、リスク評価を行った結果、堤防がない

場合に想定される被害に対し、現状の堤防高さの場合 A 地区でリスクを半分程度に軽減、B 地区で 1/4 程度軽減しているという結果を得た。

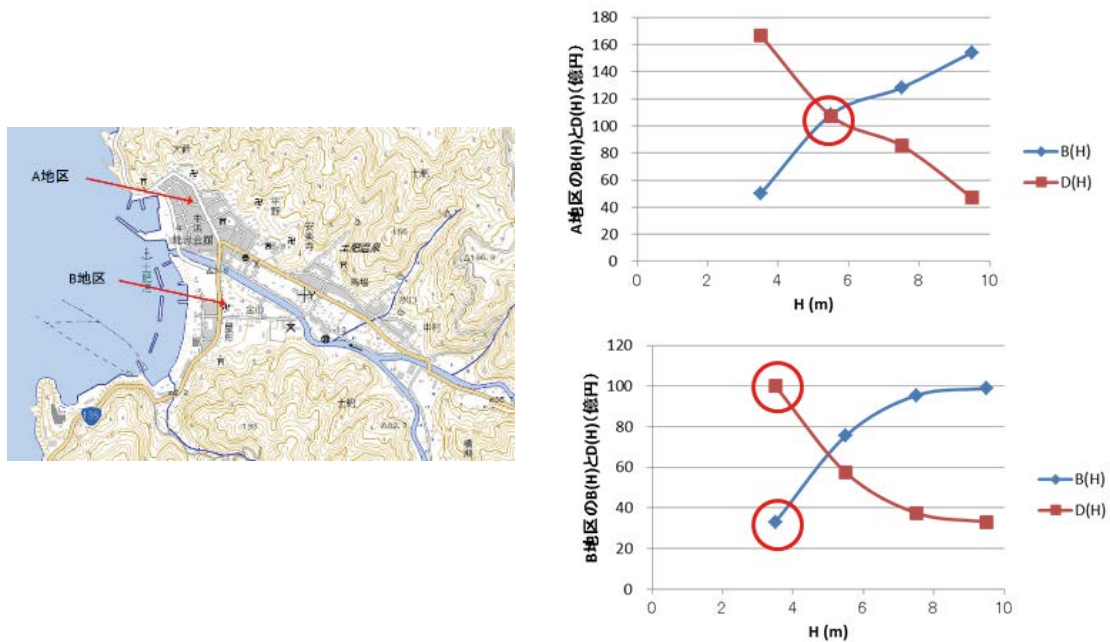


図 4.2

- 定期的に残余リスク診断を行うことにより、正確な現状認識を持ち、ハード対策、ソフト対策を促すことができる。
- 参考文献：藤間功司・樋渡康子，津波防災施設の最適規模と残余リスクを明示する手法の提案，土木学会論文集 A1(構造・地震工学)，Vol.69, No.4, I_345-I_357, 2013。

4.1.3 主な質疑等

- この残余リスクの結果は、この地域の方(静岡県と土肥市)に公表した。
- リスク評価においては、津波高は低くとも頻度が高い津波を定量的に評価することが重要になると思うが、どの程度の低い津波までを定量的に評価することは、被害が出ないような小さな津波まで考慮する必要はない。何ケースやれば十分か、といった感覚的なものは、土肥の場合をテストケースとして実施しただけなので、まだ分からない。
- M が大きなところをだけ議論しても、全体の評価としてはあまり変わらないかは、YES の場合と NO の場合があるので分析する手法を示した。普通は M が極端に大きいと発生確率 p が小さくなり積分にあまり効いてこない。ただ、 M がすごく大きくないと津波が町に到達しない場合もあり、そういう場合は M の大きなところが支配的になる。町の方の条件によって被害特性は変わる事となる。
- p も、便益 B と被害 D 自体が変わらないと、 D_N-D_S カーブも変わらない。
構造物の高さを足すことによって効果が出るというか、そういう評価ができることが重要である。

4.2 地域防災への活用可能性(その1)

被害想定をどう使うのか－命を守る，財産を守る，地域を守る－
話題提供：牧 紀男委員(京都大学防災研究所教授)

4.2.1 ポイント

(1) 津波ハザード情報をどう使うか

重要度等，何を目的とした情報発信かを明確にする必要がある。

表 4.1 津波ハザード情報の使われ方

STEP1. 目標と対策を設定する		STEP2. 想定される被害を明らかにする		STEP3. 対策実施のための想定被害を選択する		STEP4. 対策を実施する	
目的	対策手段	津波シミュレーションの種類	必要想定項目	シナリオの選択	被害想定シナリオ選択主体	対策	対策実施者
命を守る	避難、避難場所の設定、避難訓練	科学的合理性を持った最悪	浸水範囲、到達時間	—	行政、住民	避難行動	住民
	津波避難施設設計(津波避難ビル等)	科学的合理性を持った最悪	浸水範囲、浸水深、到達時間	—	行政、住民	津波避難施設建設	行政・住民
命・財産・業務を守る	土地利用計画	全て	浸水範囲＋建物被害	合意可能なシナリオ	住民、事業者	浸水域での建築物の建設	住民、事業者、行政
	堤防計画	発生確率の高いシナリオ	津波高	妥当性の高い複数のシナリオの中から合意可能なシナリオ	堤防設置者	堤防建設	堤防設置者(行政、堤外地の事業者等)
財産・業務を守る	保険	全て	確率密度をもった浸水範囲・浸水深	確率密度	保険業者	保険料率設定	保険業者
	事前復興計画	全て	建物被害	合意可能なシナリオ	市民、事業者	災害に強いまちづくり	住民、事業者、行政

(2) 計画をたてる上での支援ツール

土地利用計画，事前復興計画の策定には住民参加の計画が望ましく，数多くの津波シミュレーションを実施し，確率的評価で，ばらつき含んだ曖昧さを含んだ幅のある想定が必要となる。

4.2.2 防災対策を行う上で，守るものを明確化

(1) Evacuation

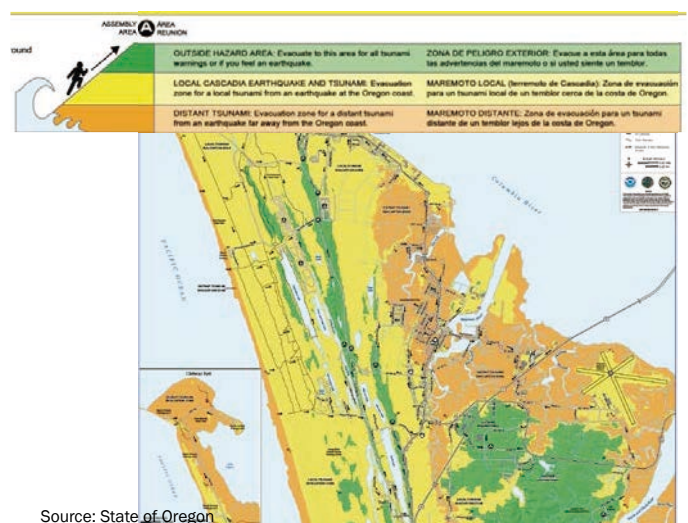
「命を守る避難」のための情報であれば浸水域の情報があれば十分．何のために使う津波ハザード情報なのか，ということを明確にした地図が求められる．命を守るためには，津波浸水想定はメッセージが不明瞭で何を講じてよいか，詳細な浸水深は必要性に疑問が生じる．

(2) 被害想定精度・想定

守るべき対象によって，求められる被害想定精度，想定のお考え方は異なる．命を守る，危機対応シナリオは，最悪のシナリオは精度を問わないが，構造物の設計を行う場合は，可能性の高いシナリオが求められ，精度が必要．

(3) アウトプットの方法

メッセージを明確にするには，ユーザと目的に応じて策定していく必要がある。



Source: State of Oregon

図 4.3 近地・遠地津波を想定した避難のための津波ハザードマップ(Oregon)

表 4.2 津波ハザード情報ユーザと情報を出す場合の留意点

ユーザー		留意点	必要な情報	避難	津波避難施設	土地利用	堤防計画	保険	事前復興
自分で情報を作成できない	住民	分かりやすく/ばらつきを踏まえる	浸水範囲、到達時間、津波による建物被害想定、津波高、想定の方法(震源等々)	◎	○	◎	○		◎
	事業者	分かりやすく/ばらつきを踏まえる	浸水範囲、到達時間、津波による建物被害想定、津波高、各シナリオの確からしさ、浸水深、流速	◎	○	◎	○		○
	福祉・医療事業者	分かりやすく/ばらつきを踏まえる	浸水範囲、到達時間、津波による建物被害想定、浸水深、各シナリオの確からしさ	◎	◎	◎			○
	学校等	分かりやすく/ばらつきを踏まえる	浸水範囲、到達時間、津波による建物被害想定、各シナリオの確からしさ、想定の方法	◎	○	○			○
自分で情報を作成できる	行政	分かりやすく/ばらつきを踏まえる	浸水範囲、到達時間、浸水深さ、津波による建物被害想定、各シナリオの確からしさ、想定の方法	◎	◎	◎	○		◎
	堤防設置者	—	津波高、発生確率の高いシナリオ			○	◎		○
	保険業者	確率	確率					◎	

(4) 復興計画と津波シミュレーション

東日本大震災の復興において、津波シミュレーションに基づく土地利用規制が実施されたことは画期的。しかしながら、初めての経験であり、自治体の震源モデルの違い、防潮堤の高さを変化させたシミュレーションの実施、住民・コンサルタントの津波シミュレーションについての理解不足等、様々な問題が発生した。

(5) 復興・防災まちづくり、事前復興計画策定

今後の津波防災まちづくりにおいては、津波シミュレーションは、津波対策の計画を実施する支援ツールであり、自由に対策の効果を反映していくことが可能なシステムの構築が必要である。

土地利用に関しては住民参加の計画が望ましく、数多くの津波シミュレーションを実施し、曖昧さを含んだ幅のある想定が必要となる。そのためには、数多くの津波シミュレーションを確率論的に実施している防災科研のモデルが事前復興計画に利活用されることを望む。

4.2.3 主な質疑等

- ・ 津波被害を想定した土地利用のあり方も考えられ、その地域は被害を受けても迅速な復旧が可能なシステムが必要である。
- ・ 今後の土地利用計画で、財産を守ることを前提にした構造物も考えられる。
- ・ バラツキ、誤差を確率論的なアプローチで考えることで、浸水域の確率論的評価をすることで、精度・バラツキを含めた幅を持った評価が可能で、住民の判断も柔軟に対応できることにつながる。

4.3 地域防災への活用可能性(その2)

地域防災における津波対策の取り組みと課題

話題提供：安倍 祥 委員

(東北大学災害科学国際研究所寄附研究部門地震津波リスク研究部門助手)

4.3.1 ポイント

- (1) 巨大津波に対して、平野部の地域では津波の浸水地域に対し避難できる場所の問題、避難計画などが課題、しかも防潮堤による防護はL1クラスまでにとどまる現状がある。復旧が進む防潮堤は人命を守るためにも必要な事業説明されているが、避難計画は防潮堤の整備に頼らずに検討しなければならない。
- (2) 津波避難計画を検討する際にも、避難対象となる地域の範囲をどこまでに置くか検討材料が不足している。既往浸水域の情報のみならず、リスク情報を示していくことや、ハザードマップ等におけるバッファゾーンへのリスク情報の活用も望まれる。
- (3) 地震リスクは個別事業体のリスクマネジメントで扱われることが多く、津波リスクは地域リスクとして扱うべき場面も多い(例えば、堤防・防潮堤の仕様の違いが、地域全体のリスクに大きく影響を与える。堤防・防潮堤は、個別事業体が直接的に減災投資するわけではないがリスクに大きな影響を与える)。

4.3.2 地震・津波リスク評価に関する研究状況

(1) 被害関数の構築

東日本大震災の被害状況から建物被害、船舶被害関数を津波高さ、流速等を指標として検討した。

(2) 津波ハザードの確率論的評価

仮に3段階の再現期間を設定した確率論的な遡上域の評価を試みている。ほかに津波波高への影響検討として、震源断層の動的破壊効果、不均質すべり・不確実性を踏まえた東北地方太平洋沿岸における津波波高の確率論的評価を実施した。

(3) 津波リスクの確率論的評価

確率論的津波遡上評価を活用した津波リスクの定量化を目指している。

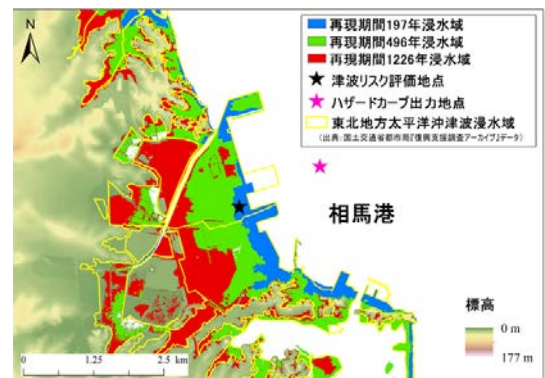


図 4.4 相馬港を対象とした確率論的津波遡上評価(例)

4.3.3 津波避難に関する研究

(1) 地域での取り組み：地区津波避難計画の検討

宮城県はリアス部地域と南北に伸びる平野部地域が存在する。平野部は遠くの高台に避難するために数キロ移動が必要であり、避難手段としての車の活用も含め、避難の実現性を訓練による評価している。ある地域では訓練であっても車の渋滞が発生する一方、訓練参加者が低率なこと、到達可能な高台の確保等にも課題が残されている。

新たな取り組みとして地域ごとの津波避難計画を検討するワークショップにおいて、以下のように取り組みを進めようとしている。

- ① 震災当時の避難方法や、避難経路の聞き取りの実施。
- ② 現時点の避難マップの検討として、避難場所、避難



図 4.5 地域ごとの津波避難計画 WS (宮城県気仙沼市)

経路、地域独自の避難場所等の検討。

- ③ 地域の避難ルールの検討として、津波警報の入手方法、避難目標地点までの目標時間、地域での声がけルール、非常持出品、車利用のルール、避難場所周辺での車の駐車ルール、避難行動要支援者の支援方法の検討。
- ④ タウンウォッチングによる避難経路の確認。
- ⑤ 避難訓練実施と計画の見直し。

(2) 論点

- ・ 巨大津波に対して、避難できる場所がない(避難目標時間内に避難困難な地域が存在する)。
- ・ 平野部の地域では、車を使わなければ避難できない・間に合わない地域もある。
- ・ 避難計画を検討するための、津波の浸水範囲などをどう考えるか(東日本大震災の浸水域では、当時は引き潮の時間帯であり、現在は沿岸の建物や海岸林が失われるなど、当時とは状況も異なる。震災後の新たな浸水想定情報がまだ提供されていない地域もある)。
- ・ 防潮堤の復旧には、高い防潮堤を造るか、景観を重視するか、様々な論点があるが、人命を守るためにも防潮堤が必要と説明されているが、防護はL1クラスまでが現状であるので、避難計画は防潮堤の整備に頼らずに検討しなければいけない矛盾感もある。

(3) 課題

- ・ ハザードマップにおけるバッファゾーンをどう考えていくか：地形的な影響もあるが、確率論的な浸水予測とどの様にリンクしていくか。
- ・ 大きな津波想定へどう対処していくか：避難する場所がない・避難できない地域において行政・地域でどう取り組むべきか、対処の方法まで議論が必要である。

4.3.4 主な質疑等

- ・ 浸水想定エリアが広い地域での避難、情報活用の課題について議論がなされた。
- ・ 大きな津波想定がなされている現状で、地域の防災目標の設定等についての地域の合意形成に向けた専門家と地域とのコミュニケーション重要性について質疑がなされた。
- ・ バッファゾーンの設定における確率論的な検討の有効性について議論がなされた。
- ・ ハザードマップにおける到達時間に係る情報の活用や課題について議論がなされた。

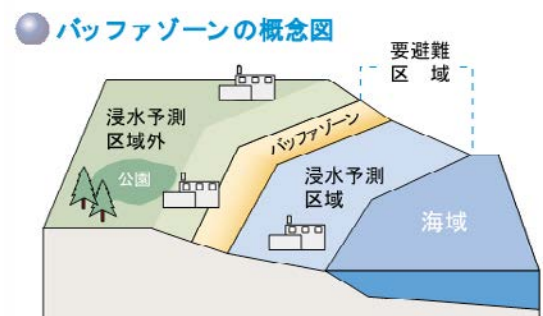


図4.6 (出典) 津波・高潮ハザードマップマニュアルの概要

4.4 地域防災への活用可能性(その3)

高知県四万十市および静岡県吉田町に建設された避難タワー群による津波防災計画

話題提供：都司嘉宣委員(深田地質研究所)

4.4.1 ポイント

- (1) 高知県四万十市では、千年震災津波、想定浸水高さ 18 m、静岡県吉田町は 11 m において生命の安全を確保することを意図している。
- (2) 四万十市、吉田町では津波対策に数々の工夫がされている。四万十市では、手動エレベータ、救命胴衣設置、吉田町では施設を道路上の空間に設置し、わずか 3 年で必要な避難タワー 15 基全部設置した。
- (3) 吉田町は「千年震災津波が来ても、財産も守れる防潮堤を作る」事業を実施している。町長、市長の「やるき」が事業に大きく影響する。

4.4.2 高知県四万十市の津波避難タワー

- ・ レベル 1 津波としては、安政南海地震 (1854) で 150 年に一度の再現期間で高知県での津波浸水高さに対し、7 ～ 8 m 規模の防潮堤を築いて居住地区を守る方針である。
- ・ レベル 2 津波としては四万十川河口を襲った千年震災の宝永地震 (1707) で 700 年に一度の再現期間で高知県での津波浸水高さに対し、最上階の床高が標高 20 m 規模の津波避難場所を築いて居住地区を守る方針である。
- ・ 四万十市下田の津波避難タワーは、上部床面は 500 人が避難可能である。設置の設備は、鐘、救命胴衣箱、ソーラーバッテリー、照明灯等を用意している。
- ・ 四万十市下田では津波避難タワー以外に、「千年津波」に命を守る目的で作られた四国・高知県四万十市下田の階段式避難施設が存在する。高さ 20 m に登れる津波避難階段である。避難階段は既成のコンクリート壁面のアンカーボルトを打設したものである。
- ・ 四万十市実崎では、足の悪い人を助けるために、停電時でも作動可能な人力エレベータ付き津波避難タワーを設置している。



図 4.7 四万十市下田の津波避難タワー



図 4.8 四国・高知県四万十市下田の高さ 20 m の階段式避難施設

4.4.3 静岡県吉田町の津波避難タワー

- レベル1津波としては、安政南海地震(1854)で100年に一度の再現期間で吉田町での津波浸水高さは5m程度である。
- レベル2津波としては明応東海地震(1498)で1000年に一度の再現期間での津波浸水高さは、小下田15m、妙蔵寺22mで、住民の避難が必要な地域に津波避難場所を築いて居住地区を守る方針である。
- 地震後の最大津波の到来時刻は約6分で海岸線、約8分で居住地域であるので、どの住民も歩いて5分で避難タワーにたどり着けなくてはならない制約がある。よって、吉田町のタワー設置配置計画として、千年津波で浸水する地区を20に分割する。そのうち15区に土地確保の必要がない道路上に津波避難タワーを建設した。500人から1,000人が避難できる規模である。



図4.9 人力エレベータ付き津波避難タワー(四万十市実崎)

4.4.4 主な質疑等

- 吉田町の津波避難タワー建設の事業費はのみでは3基程度の費用となり、国の負担がなければ完成できないのが現状である。



図4.10 吉田町の津波避難タワー設置状況(平成25年度完了)

4.5 地域防災への活用可能性(その4)

神奈川県で想定される津波と避難行動～鎌倉市の津波浸水危険域
実態調査結果を中心に～：高梨成子委員(防災&情報研究所)

4.5.1 ポイント

- (1) 津波予測の確率的評価は“想定外をなくす”事が前提であるが、一般には最大波高のイメージをどう捉えるか、そのための科学的根拠が重要である。また、現在検討の対象外とされている津波浸水域に関しては、高台の避難先を考えるためにも、ニーズが高い。
- (2) 大きな地震や津波を経験していない観光客や海水浴客、住民に対して、過去の災害の津波防災・減災対策を維持していくか、様々な混乱の発生が予測されるのでそれぞれに応じた津波防災リテラシーの推進が課題である。
- (3) 地震動予測では、行政は“確率”自体の活用度は高まっている。確率論的地震動予測地図については、特に危険度が低い地区の啓発に採用するのは消極的であるが、危険度が低い地域での活用例も出てきている。行政は確定論的な考えが多く、地震防災対策実施の際の目標ともされる被害想定調査(震源断層を特定した地震動予測)を優先する傾向が強い。住民の確率の理解度は、依然として浅い。

4.5.2 鎌倉市の地震・津波被害想定のとりのまとめ及び課題の抽出

神奈川県で想定される津波と避難行動について、鎌倉市の津波避難の実態調査を平成26年度に実施した。首都圏に存し、特に津波に関する伝承や経験がほとんどない古都鎌倉では、どうやって津波避難ができるのかについて、避難意向調査やワークショップ等を踏まえ、津波避難行動を予測し、津波避難の予測及びシナリオを作成することで、課題を抽出し、解決方法を検討した。アンケート調査を1)津波浸水域内居住者、2)津波浸水域からの通学が多い2校の中学生とその保護者、3)2つの海水浴場に来ていた海水浴客等に対して実施した。

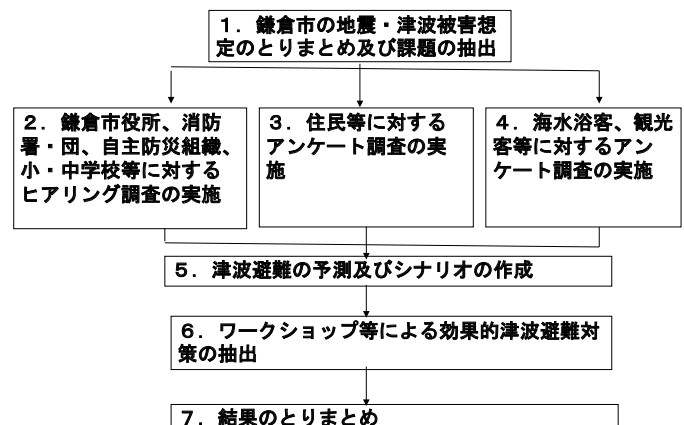


図 4.11 鎌倉市津波危険域調査フロー

4.5.3 津波浸水区域居住者、中学生及び保護者、海水浴客等に対する調査の実施

- ・ 津波浸水危険域内に居住する一般住民1,500名を対象として郵送方法で実施した。
- ・ 質問項目は、津波危険やハザードマップ等の認知度、避難意向、効果的な津波対策への意見等であるが、津波ハザードマップは、神奈川県が出しているマップよりも地元鎌倉市から出しているマップの方が認知されている。大地震発生に対する危機感を、持っている方が多く、特に保護者の方はほぼ8割方が母親なので、不安感が大きい。
最大津波が来襲すると、家が流されて跡形もなくなっている人が約3割、海に近い地区では4～5割存在した。
- ・ 住民は避難を開始するまでに平均21分、移動時間も同程度かかると予測しており、関東大震災時に鎌倉に最大波が来襲した約20分後には、約26%しか高台までの避難を完了できないと予想される。
- ・ 鎌倉の津波についての正しい知識が、中学生は保護者や住民より劣り、中学生から地域に知識が伝搬する割合は低かった。

- 海水浴客及び海水浴場スタッフ約 500 名に対し面接により、巨大津波の認知、津波避難意向等を調査した。海水浴客は、鎌倉の地震・津波発生危険を認知しておらず、具体的な津波高さは、約 8 割が知らず、どこに避難したら良いかと言うイメージができていない。

4.5.4 確率に対する行政・住民の反応

- 地震動予測では、行政は確率の活用度は高まったが、確率論的地震動予測については、異なる手法や表現方法により、多様な層が各々の必要性に応じて、活用している。
- 「確率論的地震動予測地図」は危険度が高い地区では啓発に使われるが、確率が低い地点で大きい揺れが発生していることもあり、危険度が低い地区が含まれる都道府県レベルでは、啓発に向かないと判断され、確率的評価普及の妨げとなっている。
- 「災害は“発生確率”ではなく、起きることが前提と捉えよ」という防災対策推進の固定的観念があり、“確率論”を積極的にとりいれるうえでの妨げとなっている。

4.5.5 主な質疑等

- 鎌倉では、津波避難のときに海辺側が非常に狭隘な道路で、しかも古い建物が多い。津波避難ビルはひとつしかない状態で、避難に時間を要する。
- 住民側も、津波に関する正しい知識と、いかに避難完了までの時間を短縮するかという努力が必要である。
- 発生確率は、起きることを前提としているということが確率の意味である。決定論的なハザードマップや確率論的な評価は、住民が意思決定するための 1 つの材料でしかない。
- 津波避難場所は、三陸あるいは四国では、その避難場所は公民館や小学校の建物でなく、町の背後の丘の上に避難路を決めて、避難場所の先にはソーラーバッテリーの設備を備えている。鎌倉では、指定避難所・避難場所は、学校だけでなく、高台にある神社・仏閣も対象となっており、非常用照明や食料等の備蓄を行うなどで、観光客等の帰宅困難者の受入れを行うことになっている。実際に東日本大震災時も受入れを行った。

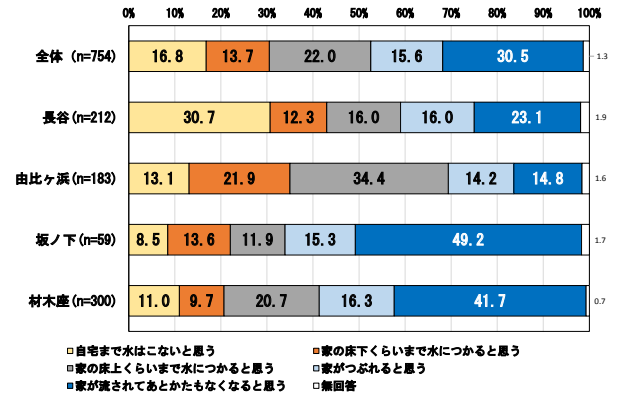


図 4.12 大津波による自宅の被災度予測

4.6 保険・リスクマネジメント等への活用可能性(その1)

確率を考慮した津波リスクの利活用事例について

話題提供：佐藤一郎 委員

(東京海上日動リスクコンサルティング株式会社 リスクモデリング グループリーダー)

4.6.1 ポイント

- (1) 地震リスクについては、さまざまな分野で、確率論的なリスク量がリスクマネジメントに活用されている。
- (2) 地震起因の津波についても、同様に今後活用されていく可能性は高いと考える。例えば、地震 PML (Probable Maximum Loss) を、津波を考慮できるよう拡張した地震津波 PML の活用によって、確率的に津波リスクを扱うことができる。
- (3) ただし、個別事業体のリスクマネジメントで扱われることが多い地震リスクに対して、津波リスクは地域リスクとして扱うべき場面も多い。(例えば、堤防・防潮堤の仕様の違いが、地域全体のリスクに大きく影響を与える、など。堤防・防潮堤は、個別事業体が直接的に減災投資するわけではないがリスクに大きな影響を与える)。

4.6.2 確率論的地震津波リスクの利用状況

(1) 保険リスク

- ・ 保険会社にとって自然災害リスクは事業に対する影響が大きいリスクの1つであり、リスクアペタイト (リスク選好) に従って、収益の向上と健全性の確保のバランスをコントロールする。
- ・ リスクアペタイトというのは能動的に把握したリスクプロファイルを前提とし、経営としてどのようなリスクをどの程度とって収益を獲得していくのかということを意思決定することである。その際に、定量評価が可能なリスクは、モデルが活用される。
- ・ 低頻度巨大災害は、保険数理的な統計分析が難しく (大数の法則の限界)、理工学の知見を援用したモデルが活用される。
- ・ 地震については、確率論的なシミュレーションモデル (マルチイベントモデルが主流) が業界全体で利用されており、津波についても各社でなんらかの方法により考慮に入れていると思われる。また、モデルの精度や説明性の向上についても、随時取り組んでいる。

(2) 不動産リスク

- ・ 地震リスクについては、ロングライフビル推進協会 (BELCA) が刊行している「不動産投資・取引におけるエンジニアリング・レポート作成に係るガイドライン (2011 年版)」において、「対象不動産の地震による経済的損失を予測する地震リスク評価に関する指針を示すものであり、その評価範囲は、地震による不動産の直接損失のみとする」とされている。
- ・ 地震 PML の定義は、統一されておらず、現状では下記①～③の3つの異なる指標が用いられている。また損失関数については、地震起因の津波による損害は含まれていない。
 - ① 50 年間の超過確率 10% の損失を生じる地震による 90% 非超過損失。(PML1*)
 - ② 50 年間の超過確率 10% の地震動強さによる 90% 非超過損失。(PML2*)
 - ③ 50 年間の超過確率 10% の損失。(PML3*)

* 日本建築学会：建築物の安全性評価ガイドライン小委員会による分類

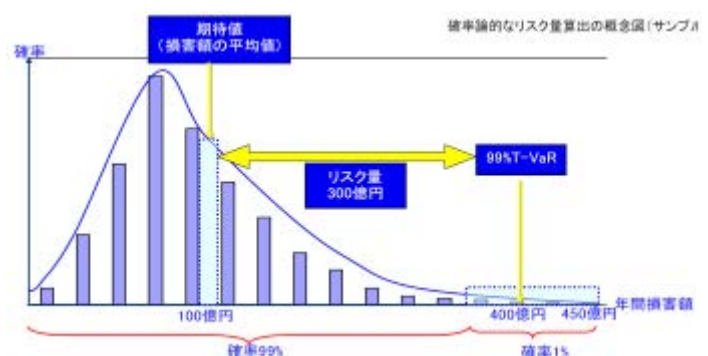


図 4.13 確率論的なリスク量算出の概念図

(3) 事業リスク

- BCP/BCM の被害想定など、一般事業会社等のリスクマネジメントにおいて利用されることが多いのは、地震シナリオを特定するシナリオアプローチである。
- 例えば、シナリオアプローチによる企業向け地震リスク評価では、周辺に存在する震源を選択し、その揺れや液状化に伴う対象施設の物的被害(地盤・基礎・護岸の被害(液状化)、建屋の被害、生産装置の被害等)や復旧期間・逸失利益を評価するケースが多い。津波についても同様である。
- 一方、金融機関等による投融資を活用した新規建設投資プロジェクトでは、各ステークホルダーのリスク分担が重要になる。特に、沿岸部に立地する産業施設に関しては、津波リスクがクリティカルリスクの 1 つとなり、投資に見合ったリスク分担を指向するリスクテイクなどから、合理的な津波リスク評価が求められる。この場合、人命安全を目的とした政府や自治体のシナリオ津波では合理的な意思決定は難しく、津波を考慮した確率論的な地震 PML の活用によって、意思決定がなされることも多い。

4.6.3 主な質疑等

- 津波浸水に関する対策事例についての質疑がなされた。
- 津波浸水による建物被害、経済被害の評価に関する質疑がなされた。
- 埋め立て地等の評価モデルの重要性や構造物の影響等に関する質疑がなされた。
- 津波リスク評価の津波警報等の情報の有無の考慮について質疑がなされた。

参考文献

- 不動産投資・取引におけるエンジニアリング・レポート作成に係るガイドライン(2011 年版), 公益社団法人 ロングライフビル推進協会(BELCA)。

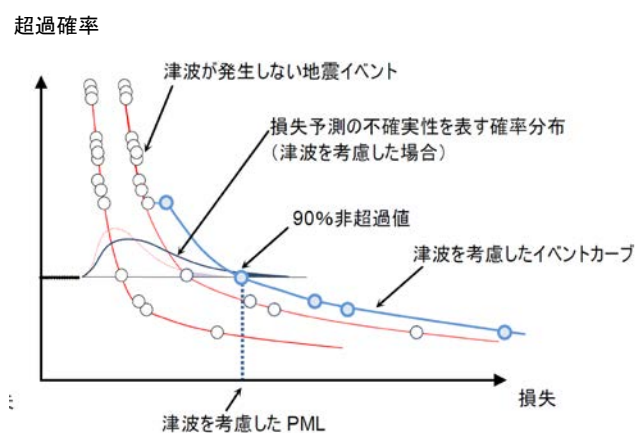


図 4.14 津波を考慮した地震津波 PML の概念図

4.7 保険・リスクマネジメント等への活用可能性(その2)

地震保険制度の紹介と津波ハザード情報への期待：山口亮委員(損害保険料率算出機構)

4.7.1 ポイント

- ・被害率算出に用いる浸水深のデータを期待する。波源、潮位、破堤条件等、防災の観点で安全側の評価のみであると、保険契約者から見て高い保険料となるので利用しづらい。
- ・沿岸波高までが計算対象の場合には、独自に浸水深を再計算することになるので、そのために必要な波源モデルおよび標高、堤防等データが利用できることがありがたい。全国公平に計算できる情報に及ぶことを期待する。
- ・個々の地震イベントの被害を評価する必要があるため、確率論的地震動予測地図で想定している地震イベントとの整合を持ち、アップデート情報も足並みを揃えての提示を期待する。
- ・保険料率の変動の理由説明から、波源モデルの設定根拠等を説明できる情報を期待する。

4.7.2 地震保険制度の目的

- ・1964年新潟地震を契機として1966年に「地震保険に関する法律」の制定、制度発足である。
- ・地震保険に関する法律は、保険会社等が負う地震保険責任を政府が再保険することにより、地震保険の普及を図り、もつて地震等による被災者の生活の安定に寄与する(第1条：目的)。
- ・地震保険に関する法律の政府の再保険に係る地震保険契約の保険料率は、収支の償う範囲内においてできる限り低いものでなければならない(第5条：保険料率及び再保険料率)。

4.7.3 地震保険の担保

- ・居住用建物と生活用動産を対象とし、地震・噴火またはこれらによる津波を原因とする①倒壊、②火災、③地すべり、④洪水による被害を補償は火災保険ではこれらの損害は補償されない。

4.7.4 保険金の支払

- ・建物の場合、地震による被害を受けた契約者に迅速な保険金を支払うため、保険金の支払い方は、全損、半損、一部損の3区分となっている。
- ・津波による被害の損害認定方法は、東北地方太平洋沖地震の後、木造建物と鉄骨造建物(共同住宅を除く)が、浸水深を使った方法に明確化された。

4.7.5 再保険制度

- ・民間の保険会社だけでは引き受けきれない保険責任の一部を政府が負担する仕組みとなっている。
- ・頻度の高い小損害の地震は民間、巨大地震は政府の負担が大きく設定されている。7兆円(東北地方太平洋沖地震の保険金支払いは約1兆円)を総支払限度額として、削減払いができる制度となっている。7兆円は関東地震の再来規模に対応できるよう設定されている。

4.7.6 保険料率(基本料率)

- ・保険料率は、構造2区分(Ⅰ構造(耐火、準耐火建築物等)、Ⅱ構造(Ⅰ構造以外))等地3区分の基本料率と、4つの割引からなる。

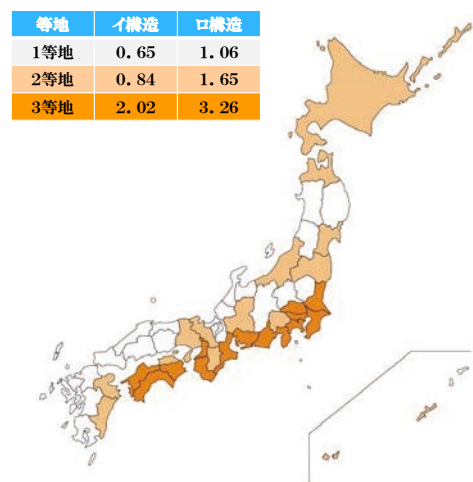


図 4.15 等地図

* 保険期間1年、保険金額1,000円あたりの保険料(円)

- 等地は、都道府県を境(料率改定に伴う激変緩和措置により、同じ等地でも料率が異なる県がある)とする。シミュレーションでは 250 m メッシュで評価した結果を集約して等地は 3 区分としている。以前は 4 区分であったが、地震はどこで発生するかわからないので差をつけすぎない方がよいとの議論のもと、3 区分としている。
- リスクコントロールのため、立地によって保険料の割増・割引を行うという議論もある。

4.7.7 支払保険金を算出するシミュレーション

- ・保険料を算出する震源モデルは、地震調査研究推進本部による確率論的地震動予測地図に準拠し、地震動の予測を行う、各被害率を算定し、支払保険金見込額を算定し、年発生頻度により、年平均支払保険金をシミュレートする。

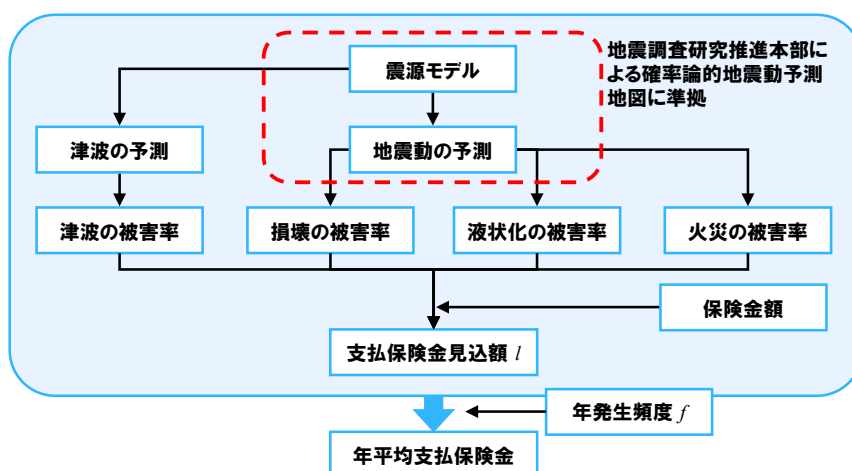


図 4.16 支払保険金を算出シミュレーション

4.7.8 津波の被害算出

津波の被害算出フローを以下に示す.

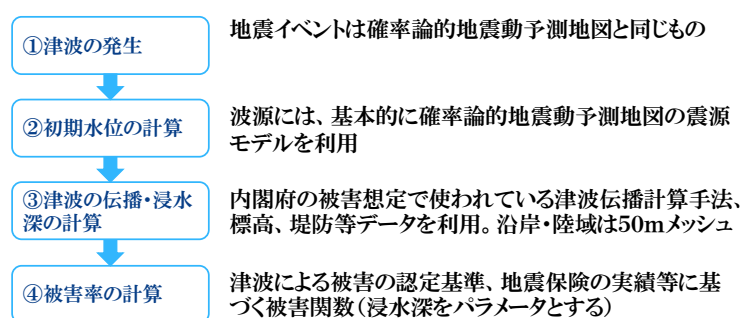


图 4.17

4.7.9 主な質疑等

- ・遠地津波の取り扱い方に関する質疑がなされた。
- ・シミュレーション精度と保険料率の地域区分の細かさの関係、不公平感に関する質疑がなされた。
- ・保険料率の算出プロセス、基礎データの更新、シミュレーション手法に関する質疑がなされた。
- ・海外の地震保険制度に関する質疑がなされた。

4.8 インフラ事業への活用可能性(その1)

電気事業における確率論的津波ハザード情報の活用

話題提供：松山 昌史委員

(一般財団法人 電力中央研究所 地球工学研究所流体科学領域 上席研究員)

4.8.1 ポイント

(1) 電気事業における電力設備と自然災害

電力設備に対する自然災害の対応として、電力の供給義務・使命を達成するためにリスク情報を行い、電力システムの維持管理や供給の安定を高めるための自然災害に関するリスク情報は、現場で意思決定に活用している。決定論的なハザード、確率論的なハザード・フラジリティが電力供給に必要な機器、設備に障害を及ぼす影響の判断としての情報となる。

(2) 電気事業における確率論的津波ハザード (PTHA) の活用

自然災害に対して、電力施設の安全性向上対策の意思決定を行うための、津波ハザードに関するリスク情報の定量化を行う。決定論的手法の他に確率論的津波ハザード (PTHA : Probabilistic Tsunami Hazard Analysis) により、システムの脆弱性、複数のハザード (地震動と津波浸水等) 対策などの効果の確認を行い、安全性向上のために弱点の補強を行う。

4.8.2 原子力発電所事故の教訓とした新しい規制基準

(1) 重要構造物の安全性

- ・ 原子力発電所の津波評価として、確率論的評価を行うが、実務ではまだ始まったばかりが現状である。
- ・ 過去の地震の教訓として、歴史地震津波の評価を踏まえ、発電所地点の想定津波として確率論的評価を参照して、基準津波にさらにそれを超える津波を想定する。

(2) 東日本大震災の教訓として、以下の項目が挙げられる。

- 1) 既往の地震規模以上の津波波源を想定していなかった
- 2) 設計津波水位を越える津波に対する備えが不十分
- 3) 基準地震動・津波を超えた事象などに対処するためには「危機耐性」の確保が重要である
- 4) 深層防護 (ある目標をもったいくつかの障壁を用意して、あるレベルの防護に失敗したら次のレベルで防護するという概念) が津波に対して不徹底

(3) 新しい規制基準

設計津波水位を越える津波に対する備えが不十分であり、設計基準の津波の規模が不十分との教訓により、原子力規制委員会では新しい規制基準を設定。

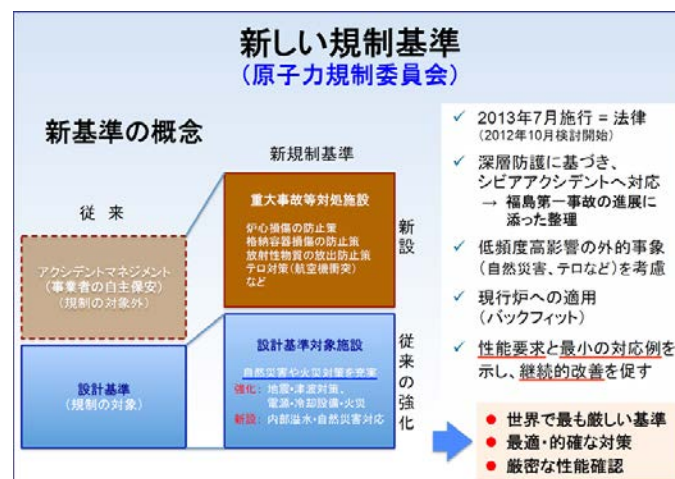


図 4.18

4.8.3 自然災害に対する安全性向上

(1) 設備・機器への影響を定量化

- ・発電所の安全性向上のため、リスクの大きいものの対策を行い、リスク(危険性)を最小限とする。
- ・リスクを定量化し、安全性を定量化することで、設備・機器への影響を定量化することで、対策などの意思決定を行うことが目標である。
- ・フラジリティ評価として、ある自然災害の影響を危機に至るまでシナリオ化する必要がある。その手段としてイベント・ツリーで、たとえば津波による非常用電源の障害の発生確率・頻度で評価する。
- ・複数のハザード、例えば地震動と津波浸水の複合災害を想定し、システムの弱点を探して対策の効果の確認することで、安全性向上のために弱点を補強する。

(2) 原子力発電所の社会的な合意

- ・かつては原子力発電所のリスクはゼロとした安全神話に対し、現在はリスクはゼロではなく、リスク情報を示す必要がある。
- ・決定論的な津波規模とともに、リスクを定量化して相対比較するためには、確率論的として津波ハザード曲線、フラジリティ曲線が重要となる。

4.8.4 配電・変電設備における活用

(1) 災害時のライフライン

- ・電力供給の障害最小化が必要。

(2) 自然災害時の電力供給・復旧

- ・被災者にとってライフラインの復旧に対する期待は大きい。電力にかかる期待は大きい。
- ・被害の事前想定において、復旧資材の管理を実施しておくことが重要。
- ・災害時における配電設備の復旧実務に必要な被災情報を一括収集・加工し、これを復旧現場で効果的に役立てる。
- ・発災直後の早期被害推定を行い、初期対応に活用するために、電中研の被害推定システム(RAMP: Risk Assessment and Management system for Power lifeline)の活用が期待される。
- ・決定論は被害想定としては活用し、内閣府の南海トラフ巨大地震対策等はひとつのリスク情報として活用する。

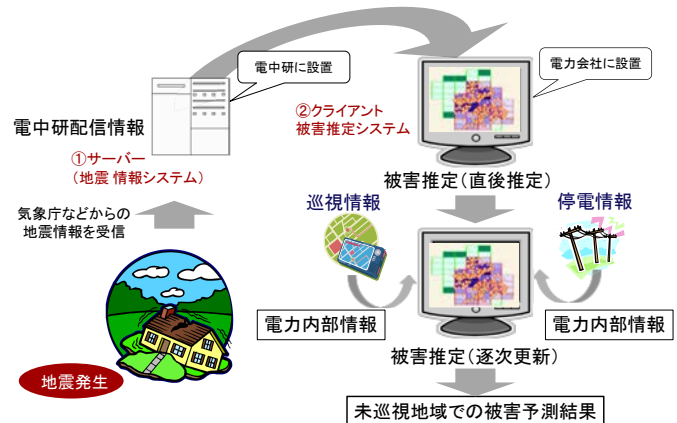


図 4.19 地震被害推定システム(RAMP)の狙いと特徴

4.8.5 主な質疑等

- ・配電設備の耐震設計において、地中化は地震に対してのリスクは軽減されるが、津波に対してのリスクは増大される。
- ・被害推定システム(RAMP)の電力事業者間の情報共有は、電中研を中核として一本化の動向がある。
- ・確率的評価は、再現期間等の設定に関して、アップデートが必要であり、ロジック・ツリーに容易に適用可能なシステムが必要である。

4.9 インフラ事業への活用可能性(その2)

鉄道における地震・津波ハザード情報活用の可能性

話題提供：山本 俊六 委員

(公益財団法人 鉄道総合技術研究所 鉄道地震工学研究センター 地震解析研究室長)

4.9.1 ポイント

(1) 鉄道における地震対策

事前の対策と地震発生時の対策が存在する。事前の対策としては耐震補強等が考えられ、地震発生時の対策としては、早期地震警報が挙げられる。

(2) 将来に向けた津波対策の検討

多重防護施設の適用、補強土壁工法の開発を実施している。

(3) ハザード情報活用に関する研究

線状に広域に施設されている鉄道は、多種多様な施設から構成され、耐震補強の優先順位や工法の選択を合理的な戦略を立てる必要性からハザード情報の活用の可能性がある。

4.9.2 鉄道における地震対策

(1) 事前対策

- 耐震設計、耐震補強、脱線・逸脱防止、付帯設備の地震対策を実施している。
- 耐震補強は鋼板巻き補強により、高架橋の靱性が飛躍的に向上し新幹線高架橋で多くに採用した。
- 付帯設備の耐震補強として、電車線柱の地震対策として、ダンパーの採用等を実施した。
- 早期地震警報としては、鉄道においては 1960 年代から地震発生後の制御システムを開発し、S 波を用いた海岸検知制御システム、ユレダス、緊急地震速報の採用を経て、現在のシステムに至っている。

(2) 将来に向けた津波対策の検討

- 仙台東部道路が津波を軽減したことが注目され、多重防護施設の適用の提言が津波復興構想会議においても、鉄道擁壁が防潮堤として機能する期待が高まった。
- 鉄道総研では補強土壁工法(RRR)の開発を実施している。盛土の撒き出しに合わせてジオテキスタイル(補強ネット)と土嚢を敷き並べて盛土を構築し、最後に十分な曲げ剛性が期待できる場所打ちコンクリート壁を設置することによって鉛直勾配の盛土を構築する工法である。鉄道や道路の土留め工法として広く用いられている。
- RRR 工法の補強土併用一体の橋梁の開発により、隅角部を剛結し、盛土と橋桁を一体化し、津波で背後盛土や桁が流されにくく、沿岸部での適用が期待される。

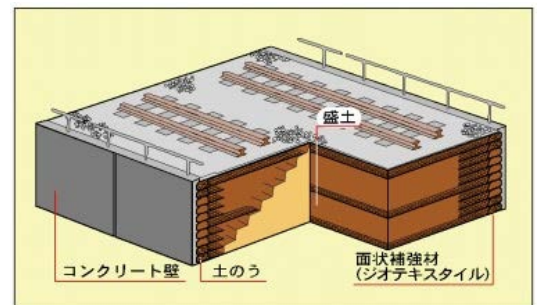


図 4.20 補強土壁工法(RRR)の開発

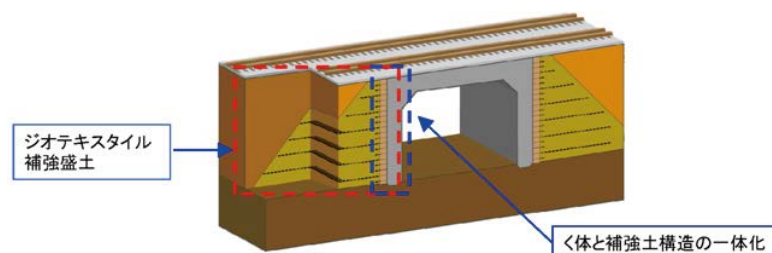


図 4.21 RRR 工法の補強土併用一体の橋梁の開発

(3) ハザード情報活用に関する研究

- 耐震補強の優先順位や工法の選択を合理的な戦略を立てるため、地震対策前後のサイクルコストの差分 DLCC(Difference of Life Cycle Cost) に基づいた補強戦略選定手法を提案した。
- まず、線区全線の地震危険度解析を行い、現状の構造物の地震応答解析による損傷確率評価を実施し、対策後の評価都の差分が DLCC となる。
- DLCC は対策前(損傷確率×地震損失(直接修復費、営業損失等))と対策後(事前対策コストを含んだもの)の差分を行うことで得られる。
- ライフサイクルコストの概念を用いることで、各種施設の対策効果を定量的に評価することが可能となる。
- 補強対策指標(DLCC)が大きいものから優先順位付を実施する。
- 事前対策では、ハザード情報に基づく整備計画を投資計画の優先順位の決定に活用し、発生確率・規模を設計に用いる。避難計画への活用、詳細な避難計画に活用が考えられる。
- 津波発生時の対策としては、震源が不明瞭な場合、ハザード情報に基づく警報発信に用いるのに対し、震源が明確な場合は、列車停止位置の判断に用いることが考えられる。この場合、浸水域・浸水深の推定が必要となる。

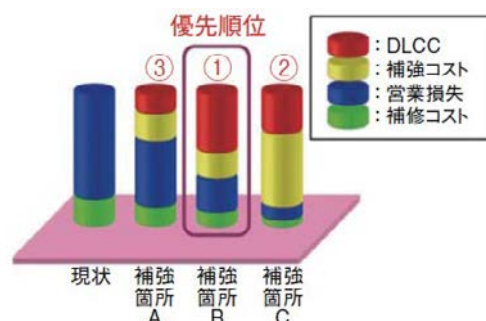


図 4.22 耐震対策優先度のイメージ

4.9.3 主な質疑等

- 津波発生時に列車停止位置の判断は重要な項目であり、システム上の制約等、地震とは異なる制約が存在する。
- DLCC 法を用いた耐震補強の優先順位の決定の実装段階の現状は、明確な情報はないが、利活用に向けて進行していると思われる。
- 耐震対策の優先度の図には、同手法により選定された補強箇所においても営業コストの損失も大きいように見られるが、コストの面、安全性の制約もある。
- 津波警報システムの活用において、浸水域・浸水深の推定が必要となるが、精度的には大枠のものでよいが、考え方の指針をあらかじめ用意しておく必要がある。
- 自治体を実施している地域づくり法で算定される浸水想定は津波発生時の対策に活用できるが、想定図は最大クラスの規模であり、段階的な想定が今後必要である。
- 多重防御の考え方は、国全体の津波対策の取り組み方の検討の必要性があり、住民からの要望、社会からの追い風等によって浸透していくことが期待される。

4.10 海外での活用事例

チリにおける津波ハザード情報および観測情報を利用したリアルタイム津波ハザードマップ

話題提供：富田孝史 委員

(国立研究開発法人港湾空港技術研究所アジア・太平洋沿岸防災研究センター副センター長)

4.10.1 ポイント

(1) チリにおける津波ハザード情報

- 2010年2月27日チリ地震(M8.8)での災害を契機に津波防災が進展した。
- 国家地震センター CSN(地震情報)，海軍水路・海洋部 SHOA(津波警報)，内務省国家緊急対策室 ONEMI(国民，関係機関への情報発表)の役割分担がなされている。
- SHOA は津波警報システムの運用と津波浸水予測マップの整備を行っている。マップは過去の最大規模の地震に対するマップを作成している。

(2) リアルタイム津波ハザードマップ

- GPS 波浪計による沖合の津波観測データから波源を推定し，GPU を用い高速に浸水域を推定する。
- 断層を推定するのではなく，水面波形を推定する。
- 名古屋港を対象にプロトタイプを構築した。

4.10.2 概要

(1) 2010年2月27日チリ地震の教訓

- マウレ地震災害を契機に津波防災が進展している。
- 内閣省国家緊急対策室 (ONEMI) では，緊急時の対応，啓発促進，安全地帯・避難誘導指標設置，大規模避難訓練などを実施。
- 海軍水路・海洋部 (SHOA) では，警報を ONEMI に伝え，過去の最大規模の津波浸水マップの作成。
- 安全地帯は，SHOA の浸水計算結果を参考にして，標高 30 m 以上と設定。

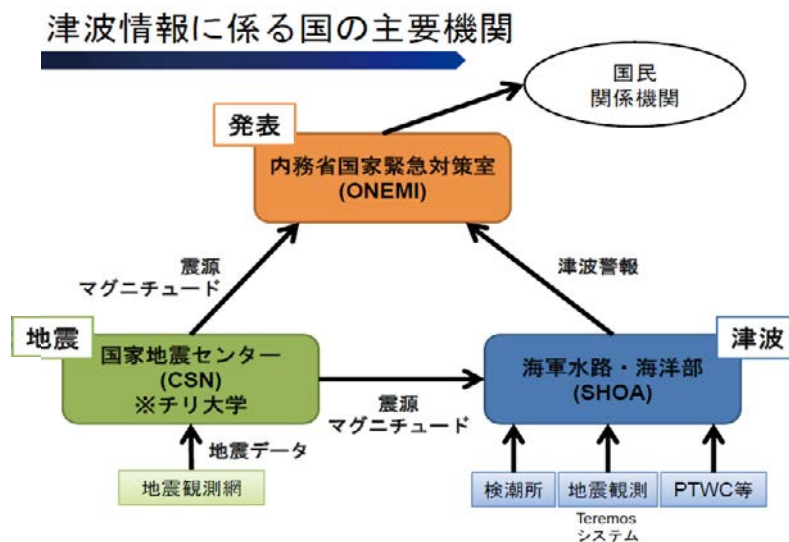


図 4.23

(2) リアルタイム津波ハザードマップ

- 沖合で観測された津波のデータを利用して、地震の際に速やかに浸水域を推定する技術紹介。
- リアルタイム津波ハザードマップ＝津波の沖合観測波形を使った津波波源推定＋GPUを使った津波の伝播・浸水計算
- メリット：断層を推定するものでなく水面波形を推定し、津波地震などにも対応可能。
- 名古屋港を対象にプロトタイプを構築。
 - － 巨大南海トラフ地震を対象に検証。
 - － 名古屋港の場合には、第 1 波のピーク観測までの観測波形を使って、名古屋港で最大波となった第 1 波の押し波の時間波形を精度よく再現。
 - － GPS 波浪計の陸上局における地殻変動の推定可能性あり。

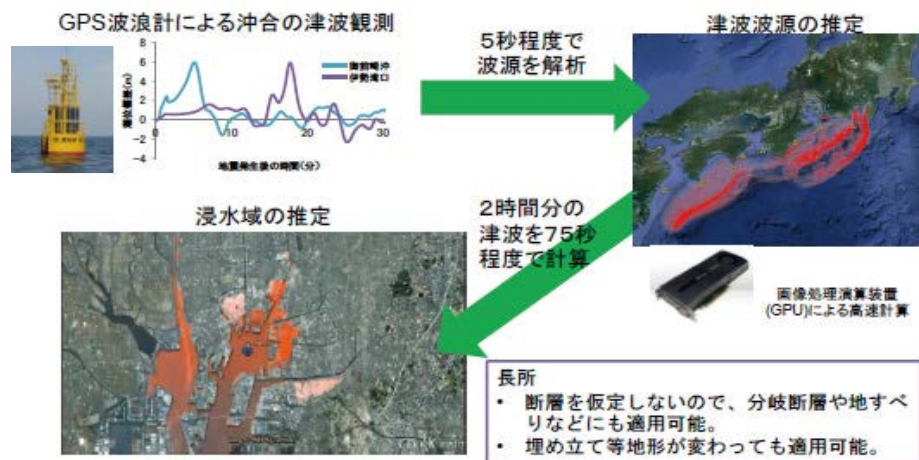


図 4.24

4.10.3 主な質疑等

(1) チリにおける津波ハザード情報に関する質疑

- SHOA の浸水マップ作成における標高データの精度に関する質疑がなされた。
- 2010 年チリ地震時の津波情報に関する質疑がなされた。
- 避難誘導表示に関する質疑がなされた。

(2) リアルタイム津波ハザードマップ

- 浸水域の計算速度や潮位等の計算条件に関する質疑がなされた。
- 津波の継続時間に関する情報の活用可能性についてコメントがなされた。
- 情報の想定される利用者に関する質疑がなされた。
- 推定結果に幅を持たせた情報の利活用について質疑がなされた。
- 津波到達時刻推定情報の救助活動等における活用の可能性についてコメントがなされた。

参考文献

- 1) Takagawa, T. and T. Tomita (2012): Effects of rupture processes in an inverse analysis on the tsunami source of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Proc. 22nd Int. Offshore and Polar Engineering Conference, Rhodes, Greece, vol. 3, 14–19.
- 2) 高川智博, 富田孝史 (2012): 時間発展を考慮した津波波源逆解析と観測点地盤変動量のリアルタイム推定, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp. I_311-I_315.

5. 津波ハザード情報の活用に関する自治体意向調査結果

5.1 津波ハザード情報の活用に関する自治体意向調査結果報告

5.1.1 概要

津波ハザード評価（確率論的ハザード評価及びシナリオ評価）などの津波ハザード情報を地域で利活用するにあたっての利用可能性及び課題や留意点等について利用者の観点で調査し、それらをハザード評価手法や内容、結果の表現方法等に反映させることは重要である。そこで、平成23年東北地方太平洋沖地震において津波被害を受けた茨城県及び千葉県の2県と、茨城県の沿岸10市町村、千葉県の18市町村の自治体防災担当者等にヒアリング調査を行い、意向等の把握を行った。東日本大震災の経験を踏まえ、自治体が自ら津波対策を検討する上での現状や課題等と確率論的な津波ハザード情報の中長期的な利活用の可能性及び確率論的な津波ハザード情報の公開のあり方に関する要望を調査・収集した。まず、津波ハザード情報を活かし防災対策を検討する際の課題抽出型ヒアリングを行い、次に、津波ハザード評価の利活用方策提案型ヒアリングを実施した。その結果、津波対策の現状と課題と確率論的な津波ハザード情報の自治体の利活用の可能性を議論し、積極的な意見と否定的な意見を整理し、課題抽出をおこなった。

5.1.2 背景

平成23年東北地方太平洋沖地震を契機に、文部科学省地震調査研究推進本部において、津波評価部会（部長今村文彦：東北大学）が設立され、地震により発生する津波の予測手法を検討するとともに、全国を概観する形で津波の評価を行っている。防災科学技術研究所（以下、防災科研と称す）においてもプロジェクト研究「自然災害に対するハザード・リスク評価に関する研究」において、関係府省・地方公共団体・研究機関等との連携の下、平成24年より、「全国津波ハザード評価手法の開発」に着手した（藤原・他（2013）¹⁾、平田・他（2014）²⁾）。このプロジェクトでは、日本全国を対象として津波波源となる可能性のある全ての地震について考慮した確率論的な津波ハザード評価と、特定の地震に対するシナリオ型の津波解析を併せて実施するための手法を検討しているが、防災科研では研究開発プロジェクトから産み出される新たな津波ハザード情報を、地域の防災力向上に役立てるために企画とした。そのためには、沿岸地域での災害ソフト対策・まちづくり等において、自治体の方々に有効に活用いただくことを念頭に入れ、各自治体における津波対策の動向、直面する課題をヒアリングの場をもって、伝授していくことが重要と考えている。

平成23年東北地方太平洋沖地震において津波被害を受けた茨城県及び千葉県の沿岸自治体を対象に、津波ハザード情報を防災や減災に資するよりよいものとするために、利用者と想定される方々のニーズを知り、これらの新たな防災情報についての利活用のあり方や、利活用上の課題等に関する意向を今後の研究に反映していくことを目的としてヒアリング調査を実施した。

5.1.3 津波ハザード情報の活用に関する意向調査

防災科研が進めている津波ハザード評価（確率論的ハザード評価及びシナリオ評価）などの津波ハザード情報を地域で利活用するにあたっての利用可能性及び課題や留意点等について、自治体防災担当者等の意向を面談式のヒアリングにより調査した。対象は茨城県及び千葉県の沿岸自治体とした。図5.1にヒアリング調査対象の茨城県・千葉県の沿岸自治体を示す。

- 1 茨城県 茨城県
- 2 北茨城市
- 3 高萩市
- 4 日立市
- 5 東海村
- 6 ひたちなか市
- 7 水戸市
- 8 大洗町
- 9 鉾田市
- 10 鹿嶋市
- 11 神栖市

- 1 千葉県 千葉県
- 2 銚子市
- 3 旭市
- 4 匝瑳市
- 5 横芝光町
- 6 山武市
- 7 九十九里町
- 8 大網白里市
- 9 白子町
- 10 長生村
- 11 一宮町
- 12 いすみ市
- 13 御宿町
- 14 勝浦市
- 15 鴨川市
- 16 南房総市
- 17 鋸南町
- 18 富津市
- 19 館山市

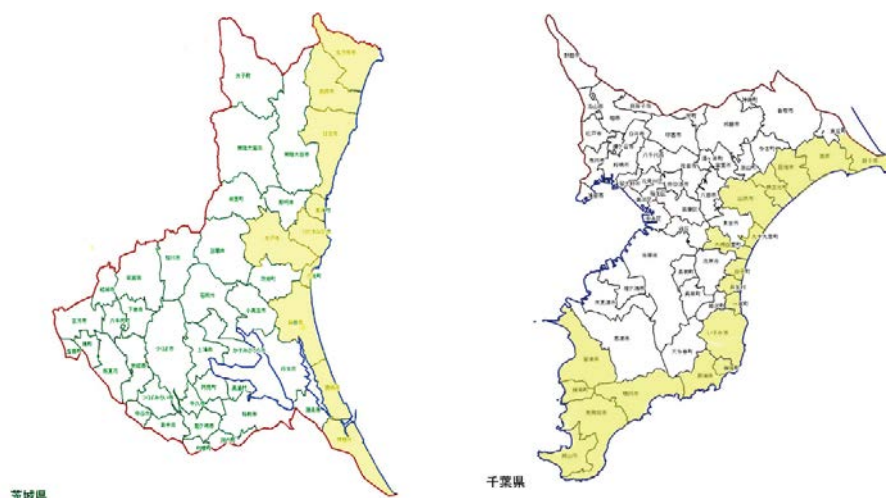


図 5.1 アンケート対象の茨城県・千葉県の沿岸自治体

5.1.4 津波ハザード情報の活用に関する意向調査結果

現状の津波に対するソフト対策の検討・実施状況及び対策に向けた課題

(1) 自治体の津波浸水想定(津波ハザードマップ)を踏まえ、現時点で検討されている津波防災対策の考え方の現状を調査した。

1) 現状の津波に対するソフト対策の検討・実施状況

- ① 現状の津波に対するソフト対策の検討・実施状況としては、大きく「計画策定」「広報、広聴(媒体)」「広報、広聴(情報提供内容)」「訓練」「ひとづくり」に分類される。
- ② いずれの市町村も、基本的には L1 クラスの津波にはハード対策で対応し、L2 クラスの津波にはソフト対策で対応するという考え方である。
- ③ 調査対象の全市町村が津波ハザードマップを作成(現在作成中も含む)している。

2) 津波防災対策を検討する上での課題

- ① 津波防災対策を検討する上での課題として、最大クラスの津波について防災対策を進めることを基本としていることから、頻度が高い津波への対応が取れていない状況や、最大クラスを考えているがゆえに、津波対策に手詰まりな状況となっているという回答があった。
- ② 津波防災対策について、目標がないため、どこまで進めていいか明確になっていないという意見もみられた。

3) 津波ハザード評価に対する意見

- ① 利活用の可能性としては、現在多くの自治体が L1, L2 の津波を想定し、津波避難対策を検討しているなかで、津波ハザード評価による段階的な評価結果を使うことにより、より現実的な検討の可能性が指摘された。
- ② 津波ハザード評価に対する課題として、複数の評価結果が存在すると、市民等が混乱すると考えられることや、自治体が最悪の状況を想定し検討を行っている中で、段階的な評価結果(最悪の状況より被害が小さい)の利活用が難しいといった意見がみられた。
- ③ 市村単位ではシミュレーションを行うことが困難ということで、本研究への期待の声もみられた。

(2) 現状の津波ハザードマップの作成状況

自治体の津波浸水想定（津波ハザードマップ）を作成する際に、担当者として、苦勞された点や工夫した点に関して現状を調査した。

1) 津波ハザードマップの作成状況(図 5.2)

- ① 多くの市町村が東日本大震災以降に県もしくは独自の津波浸水想定等を踏まえ津波ハザードマップを作成している。津波浸水想定を踏まえたハザードマップを未作成の市町村のうち8自治体は現在作成中、もしくは今後改定予定である。
- ② 県の想定発表前に自ら浸水想定に関するシミュレーションを行い、津波ハザードマップを作成している自治体もみられた。その自治体の津波ハザードマップは津波の高さ3ケースを提示している。
- ③ 浸水深で示すと多くの地域が、浸水深が深い地域となり、不安感ばかりを仰ぐので、浸水深ではなく、流速で表示している自治体もみられた。
- ④ 浸水域と避難の目安として津波の高さ3・5・10mの発表時避難目安を記載している自治体もみられた。また、過去の被害状況等から、内湾海拔5m、外湾海拔10mを津波危険区域としている自治体もみられた(浸水深は記載していない)。
- ⑤ 浸水想定が出る前の応急措置的に津波避難用標高マップ(等高線と東日本大震災時の津波浸水範囲を記載)を作成し、住民に配布している自治体もみられた。

2) 地域住民等からの質問内容

- ① 津波ハザードマップ作成後、住民から特に大きな意見や質問はなかったという自治体が多い。
- ② 東日本大震災の経験を踏まえ、津波被害があることを認識しており、その結果質問がないのではないかと考えられるという意見が寄せられた。

3) 津波浸水想定に関する地図の表現方法に関する工夫点(図 5.3, 5.4)

- ① 津波ハザードマップに記載されている主な事項は以下のとおりであり、津波のメカニズムなど津波に関する知識を掲載している市町村が44%、津波避難等に関する心構え等を記載している市町村が89%みられた。
- ② 地理的な情報、津波に関する情報としては、避難場所を掲載している市町村は100%、標高・地盤高を掲載している市町村は67%であった。
- ③ 発生頻度(〇〇年に一度の津波)を記載している

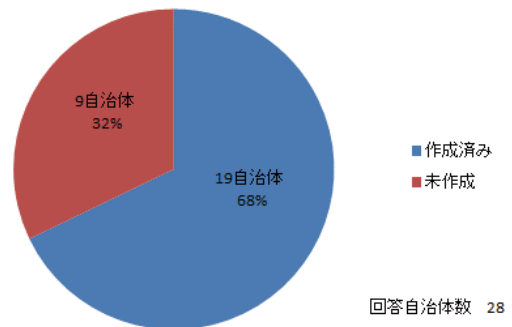


図 5.2 浸水想定を踏まえた津波ハザードマップの作成状況(東日本大震災以降の公表)

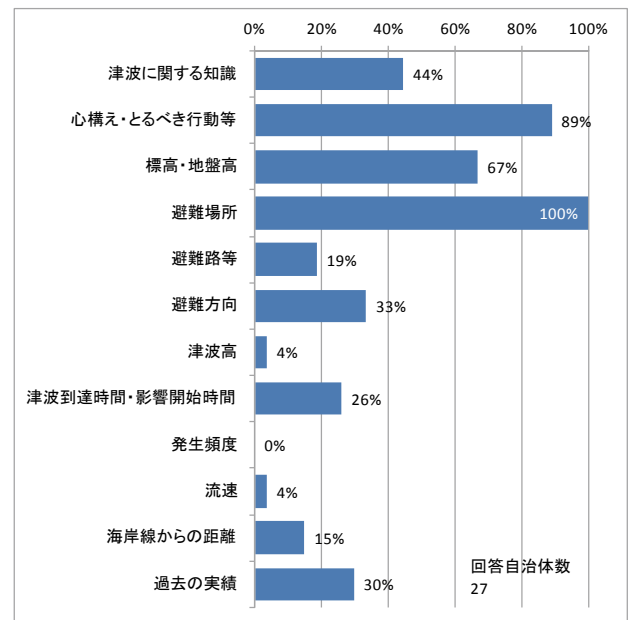


図 5.3 記載内容

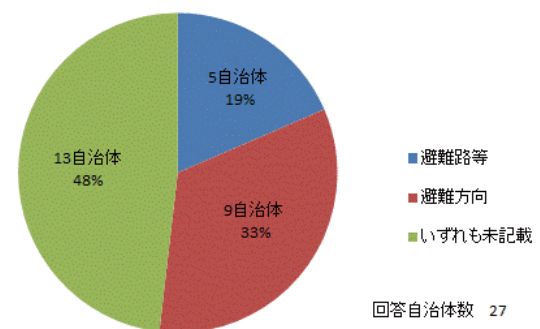


図 5.4 避難手順の掲載方法

自治体はみられなかった。

- ④ 以下の項目以外で特徴的な記載内容としては、「気象庁発表情報に対する目安（避難目安）や通行危険箇所」、「急な坂や狭い道」、「津波避難目標ライン」、「海岸からの距離」がみられた。
- ⑤ マップの大きさや形式については、それぞれの理由からポスタータイプ、冊子形式を選択している。
- ⑥ 配色や字の大きさ、地図の大きさなど見やすさを工夫したという自治体が複数みられた。
- ⑦ 「浸水マップ」について、住民の不安感を払しょくするため、流速で表示した事例や、わかりやすさから区分を統合した事例がみられた。
- ⑧ 「標高」については、避難場所の目安としてわかりやすく表現している自治体が見られた。
- ⑨ 「避難手順」については、住民の方が地元の道路に詳しいこともあり、住民自らが考えることによる防災意識の向上を期待している自治体が見られた。また、被災時に想定通りいかない可能性があることから、避難方向のみを記載し、具体的な避難路を明示しない自治体が比較的多くみられた。
- ⑩ 津波に対してとにかくすぐに逃げるよう呼びかけるため、「津波到達時間」はあえて記載していないという自治体が見られた。

4) 隣接する他の自治体との調整・課題(図 5.5)

- ① ハザードマップを作成するにあたり、隣接する自治体のハザードマップをみたという自治体は1自治体みられたが、明確に隣接する他の自治体と調整している（整合を図っている、連携している）と回答した自治体は2自治体であった。
- ② 日頃、防災担当者同士連絡を取って情報交換を行っているという話が聞かれた一方で、近隣の防災担当者が一堂に介し意見交換等を行う機会があった方が良いという意見も聞かれた。

(3) 事前対策としての津波ハザード情報の利活用状況

自治体の津波浸水想定（津波ハザードマップ）を防災関連計画、都市計画行政、住民への防災意識の普及啓発面で、どのように利活用されているか意見を求めた。

- ① 津波ハザード情報の利活用状況として、行政内では地域防災計画や避難地指定、避難計画の作成や施設の高台移転等で利用されている。
- ② 企業では来訪者への周知や避難路等の検討、送迎車のルート検討などに利用されている。
- ③ 地域では、避難訓練や防災学習等による意識啓発や自主防災組織等の活動に利用されている。

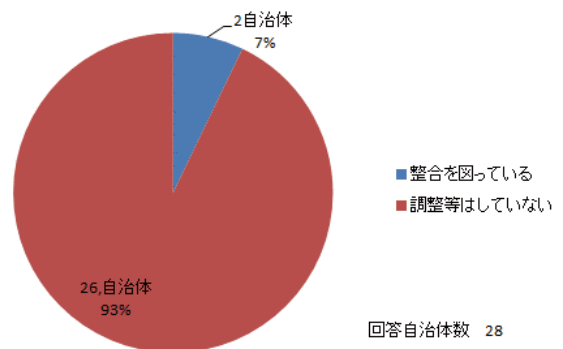


図 5.5 隣接する他の自治体との調整の有無

(4) 津波ハザード評価の利活用可能性と利活用する際の課題(図 5.6)

防災科研の津波ハザード評価について、防災関連計画、都市計画行政、住民への防災意識の普及啓発面で、どのように利活用ができるか、また、利活用する際の課題について意見交換を行った。

- ① 半数以上の自治体が津波ハザード評価を利活用可能と回答した。
- ② 住民の意識を高めるにあたり、最大クラスの津波とは別に頻度が高い津波に関する情報を提供

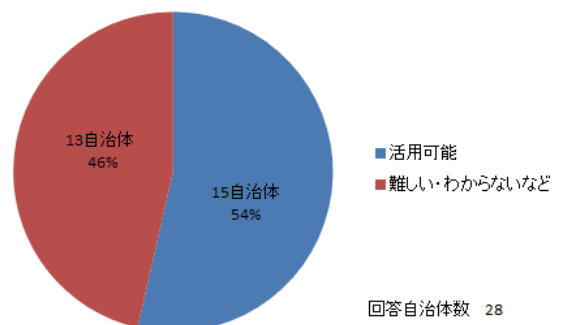


図 5.6 活用可能性

してもよいという意見がみられた。また、より実態にあった結果であれば、活用可能であるという意見もみられた。

- ③ その一方で、複数の結果があることによって住民が混乱する、いろいろな情報があると行政担当者もデータを使いにくいといった意見や、現在の想定(最大クラス)より小さい結果を住民に提供しにくいといった意見もみられた。
- ④ 津波防災対策の推進や都市計画行政など行政内での利活用可能性としては、科学的な根拠があるデータということで、内部資料や計画の根拠データとして活用可能という意見がみられた。
- ⑤ 活用に向けた課題としては、情報の受け手側である行政職員の理解等があげられた。
- ⑥ 企業や住民、学校での教育での活用可能性としては、最大クラスではなく、より頻度が高い津波を想定することでより身近な存在として津波を考えることや、津波の高さ等から、あきらめず避難することを啓発できるのではないかと意見がみられた。
- ⑦ 一方、活用に向けた課題としては、現在想定している L1 クラス、L2 クラスとの違いの理解などがあげられた。

(5) 津波ハザード評価の行政の防災担当者への情報提供について(図 5.7)

防災科研の津波ハザード評価について、どのように情報公開していけば、防災担当者の方にとってより有益な情報となるかの意見を求めた。

1) 説明方法について

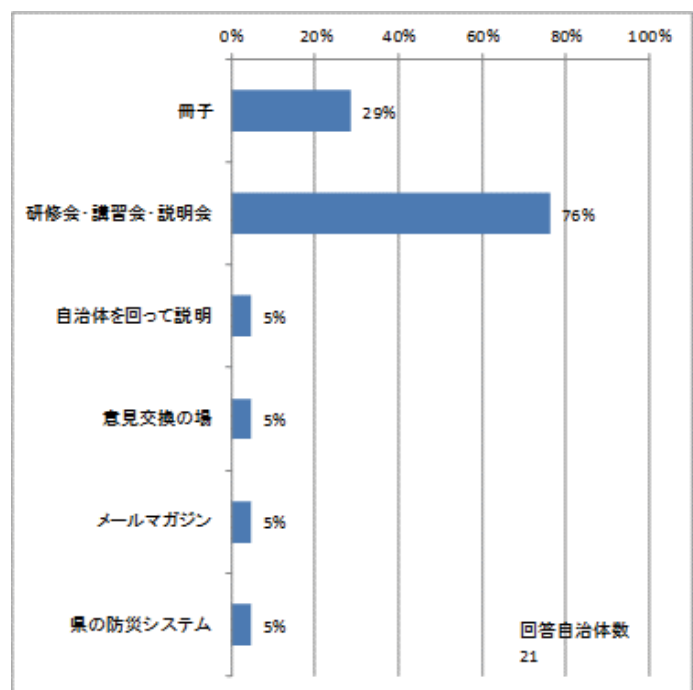
- ① 説明方法としては、まず、結果を簡潔にわかりやすく示した上で、さらにわかりやすく説明することが望まれる。
- ② 自治体がデータを取捨選択できるよう、他の評価結果との違い、津波ハザード評価における結果の違いの意味を正しく伝えることが必要となるとともに、データの活用事例を示すことが望ましい。

2) より有益な情報とするための津波ハザード評価の配信方法

- ① より有益な情報とするための配信方法としては、研修会・講習会・説明会など、直接説明を受け、質疑応答できる場が望ましいという意見が多かった。
- ② わかりやすく説明する必要があるといった意見、データの活用方法に関する提案が望ましいといった意見もみられた。

3) より有益な情報とするための津波ハザード評価の配信形式

- ① 津波ハザード評価の配信形式としては、17 自治体(回答があった自治体の 68%)が、GIS データでのデータ配信が望ましいと回答した。



(6) リアルタイム津波情報の利活用意向(図 5.8, 5.9)

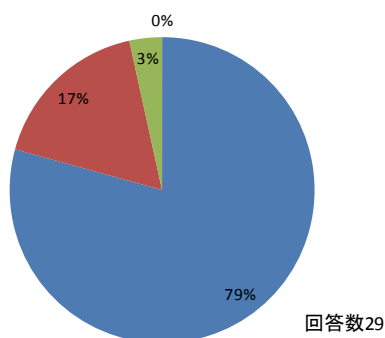
巨大地震による津波の規模の過小評価を防ぐために、気象庁の津波警報が変わり、巨大地震が発生した場合は、最初の津波警報(第一報)で

図 5.7 配信方法について

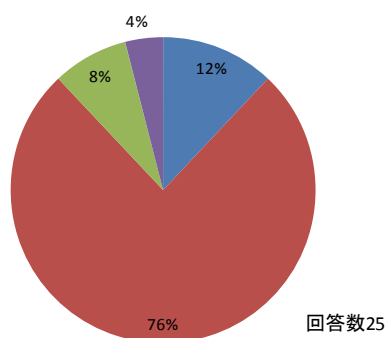
は、予想される津波の高さを、「巨大」、「高い」という言葉で発表して非常事態であることを伝えることとなった。巨大地震の場合でも、地震発生から15分ほどで精度のよい地震の規模が把握できる(気象庁リーフレット「津波警報が変わりました」より)³⁾。一方、防災科研が整備を進めている日本海溝海底地震津波観測網のリアルタイム化により、海溝型地震や直後の津波を直接的に検知し、従来よりも精度の高い情報を伝達することで、地震と津波による被害の軽減や避難行動などの防災対策に貢献することが期待される。このような状況を踏まえて、リアルタイム津波情報に関して意見を求めた。

- ① リアルタイムの情報の発信タイミング・精度について、「予想される津波の高さ等を、従来よりも早く情報を出して欲しい。」が最も重要と回答した自治体が8割であり、何より情報の早さが重要と考えられる。後述のとおり、リアルタイム情報を「地震や津波の発生直後の注意喚起」「退避行動を始めるきっかけ」として活用することが想定されることから、速さが何より重要と回答したと考えられる。
- ② 次に「従来の発信タイミングでもよいが、より精度高く出して欲しい。」が重要と回答した自治体が多く、全体の8割を占めている。
- ③ リアルタイム津波情報の利用用途としては、「地震や津波の発生直後の注意喚起」「退避行動を始めるきっかけ」と回答した自治体が多い。
- ④ 「日頃(平時)の防災対策」「地震動や津波による被災状況の把握」といった回答もみられた。

【1 番目に重要な項目の構成比】



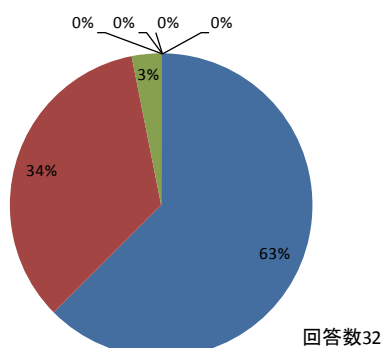
【2 番目に重要な項目の構成比】



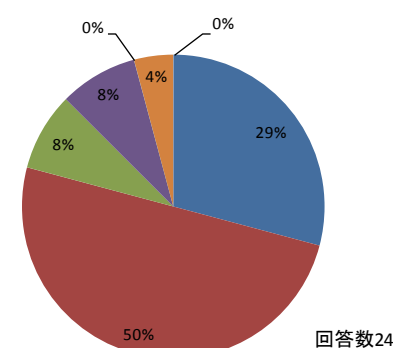
- 1) 予想される津波の高さ等を、従来よりも早く情報を出して欲しい。
- 2) 従来の発信タイミングでもよいが、より精度高く出して欲しい。
- 3) 従来よりもっと詳細な情報を出して欲しい。
- 4) その他

図 5.8 津波に関するリアルタイム情報の発信タイミング・精度について重要な項目

【1 番目に重要な項目の構成比】



【2 番目に重要な項目の構成比】



- 1) 地震や津波の発生直後の注意喚起
- 2) 待避行動を始めるきっかけ
- 3) 日頃(平時)の防災対策
- 4) 地震動や津波による被災状況の把握
- 5) 防災に関するコミュニケーションツール
- 6) 防災教育
- 7) その他

図 5.9 リアルタイム情報が提供された場合にどのように役立つか

(7) 対策を実行する主体への津波ハザード情報の発信について

対策を実行する主体（一般住民，各種団体，企業等）のために，どのように津波ハザード情報を発信していくかという視点で，意見を求めた。

1) 公表する際の留意点

対策を実行する主体へ津波ハザード情報を発信する際に留意すべき点としては，「安心感を与えない工夫」「波高が高い津波の危険性を理解することの重要性」「確率を正しく理解する」ことなどが指摘された。

2) 「津波の到達時間」「〇分間で避難可能な距離」の公表について(図 5.10)

- ① 「津波の到達時間」「〇分間で避難可能な距離」を事前に住民に公表することが効果的であると回答した自治体は，それぞれ 60%，4%の自治体であった。
- ② 「津波の到達時間」の公表については，到達時間が長いと余裕が生まれ，短いと避難をあきらめてしまうといった課題が指摘された。

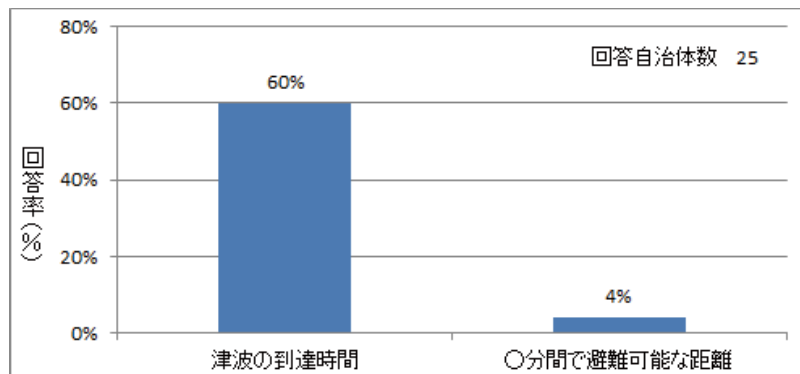


図 5.10 「津波の到達時間」「〇分間で避難可能な距離」が効果的と考える割合

3) 住民等に公表する内容のレベルについて(図 5.11)

- ① 住民等に公表する内容の掲載レベルについては，6 割以上の自治体が，わかりやすさ等から結果など最低限の説明で良いと回答した。
- ② 積極的に公表するデータは分かりやすいものを用意し，詳細にみたい住民がいた場合，詳細なデータを提供できるような仕組みが必要であるという意見もみられた。

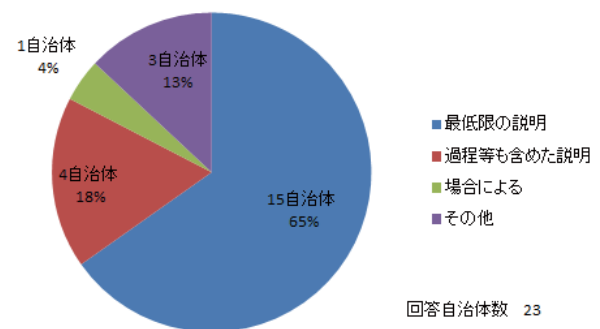


図 5.11 住民等に公表する内容のレベル

4) 一般向けの津波ハザード評価の配信形式について

- ① 一般向け津波ハザード評価の配信形式としては，ホームページでの提供が望ましいと回答した自治体が 7 割と最も多い。
- ② 高齢化率が高いことから，冊子（紙媒体）での提供も必要と回答する自治体もみられた。
- ③ 関心の低い人も含めて情報提供するため，防災メールやエリアメールでの配信も考えられると回答した自治体もみられた。

5) 津波ハザード評価結果の表現方法

- ① 津波ハザード評価結果の表現方法としては，「100

年に1回の頻度で発生」など確率での表現で良いという意見が多くみられた。

- ② レベルなどの表現はさらに解説が必要となり、住民に伝わりにくいのではないかという意見がみられた。

5.1.5 まとめ

茨城県・千葉県自治体を対象とする津波ハザード情報の活用に関する意向調査の結果を以下にまとめる。

- (1) 津波ハザード評価は、最大クラスのための津波レベルだけでなく、段階的評価ができることに対して、期待があるものの、高頻度の発生確率の津波（例えば L1 津波）に対する一般住民に対する説明が困難であるとの意見が多かった。
- (2) 浸水想定を含めた津波ハザードマップは7割の自治体が、web上に掲載し、住民への啓発・避難訓練の想定に用いており、記載方法にも住民が避難するにあたっての住民の「とるべき行動」、「避難手順」等が具体的に示されていた。
- (3) 隣接する自治体とは、一部の自治体では連携をとっているものの、9割の自治体が、隣接する自治体とは連携・調整はなされていなかった。
- (4) 津波ハザード情報の利活用としては、積極的に取り入れる自治体とそうでない自治体は、半々に別れた。積極的利用としては、科学的根拠に基づいた評価を防災対策の推進・優先度に活用し、より身近な規模の津波に対する対策の推進に役立てられるとの意見であった。一方、消極的意見としては、職員・住民に理解が難しい事が挙げられ、公表にあたっての8割の自治体から研修会・説明会等の開催の要望があった。
- (5) 海底ケーブルを用いたリアルタイム津波情報の利活用は、従来よりも早く関係自治体への情報伝達が求められ、発生直後の住民への注意喚起・退避行動に活用したい自治体が9割を超えた。
- (6) 津波ハザード情報は、到達時間を知りたい自治体が6割で、住民への情報としては、検討結果の配信方法としてはホームページ、スマートフォン、冊子等を用いた情報提供を想定していた。

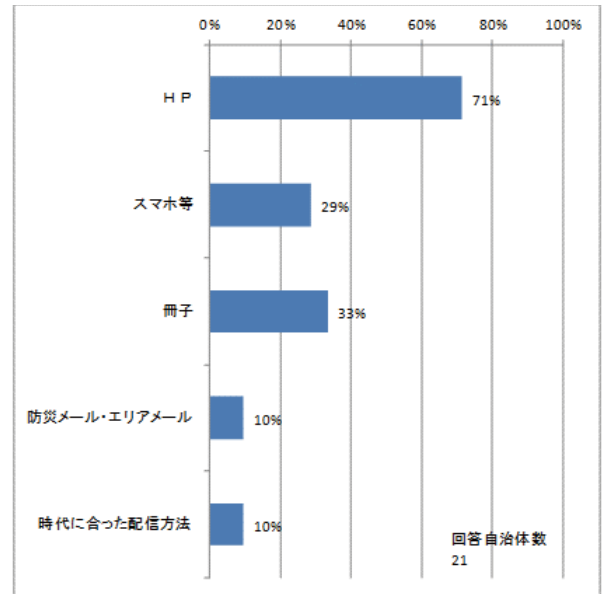


図 5.12 一般向け津波ハザード評価の配信形式について

参考文献

- 1) 藤原広行, 中村洋光, 森川信之, 青井 真, 河合伸一, 平田賢治, 長田正樹, 松山尚典, 村嶋陽一, 秋山伸一, 日本全国を対象とした津波ハザード評価に向けて, 日本地球惑星科学連合同学会, SS35-14, 2013.
- 2) 平田賢治, 藤原広行, 中村洋光, 長田正樹, 大角恒雄, 森川信之, 河合伸一, 青井 真, 山本直孝, 村嶋陽一, 村田泰洋, 井上拓也, 齊藤 龍, 松山尚典, 遠山信彦, 鬼頭 直, 秋山伸一, 是永眞理子, 阿部雄太, 橋本紀彦, 地域を対象とした詳細な津波ハザード評価への取り組み, 日本地球惑星科学連合同学会, HDS28-04, 2014.
- 3) 気象庁リーフレット「津波警報が変わりました」<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/tsunamikeihou/>

6. 津波ハザード情報のさらなる利活用に向けて

津波ハザード情報のさらなる利活用に向けて委員の主な意見や要望等を、当面の課題と中・長期的な課題として整理した。

6.1 当面の課題

(1) 津波ハザード情報作成における前提条件や作成過程の明確化の必要性

自然現象としての津波のハザード情報は基本的な情報として重要である。それに加えて、社会が事前対策等を検討する上では、津波が社会に対してどのような被害をもたらす可能性があるのかというリスク情報を示していくことが重要である。多様な津波ハザード情報に基づいて専門家がリスク評価を実施可能とするには、津波ハザード情報作成に用いた前提条件を含めた作成手法を明確にすることが必要である。そうすることで、津波ハザード情報踏まえたリスク評価の結果に対し、リスク評価を行う利用者が説明責任を果たすことが可能になり、また利用者が必要に応じて前提条件を変更してハザード情報を独自に作成することも可能となる。

(2) 多様な津波ハザード情報を利活用するための公開システム

作成の前提条件等を含む多様な津波ハザード情報を、専門家がリスク評価等に活用可能とする公開システムの構築が必要である。津波ハザード情報は主に以下の情報で構成されている。

- ・地震の発生可能性の評価に関する情報
- ・波源断層モデルの設定に関する情報
- ・海底地形や陸域地形(構造物を含む)のモデル化に関する情報
- ・津波規模の評価に関する情報
- ・ハザードカーブに関する情報

これらの情報を混乱なく利用者が適切に利用できるシステムとすることが望まれる。また、専門家が2次利用できるように形式で情報提供を可能とすることに加えて、多様なハザード情報の利用目的に応じた表現方法の検討が必要である。ハザード情報の公開にあたっては、解説書を整備するなどの利用者が正しい理解のもと情報を適切に利用できる環境を整える。

(3) 津波ハザード情報の正しい理解

津波ハザード情報は専門性の高い情報であるため、一般の人はもちろん、地方公共団体や企業の防災担当が直接利用するというのは困難な可能性がある。津波ハザードを作成する者やその情報の直接的な利用者であるリスク評価を行う専門家等が、情報の適用範囲と利用上の留意点を明確にしつつ、目的に応じて咀嚼し段階的に提供していくことで、幅広い利活用を進める。

利用者への啓発には、公開システムを用いたWEBでの情報発信に加え、一般の人や地方公共団体、企業等が活用するためのガイドラインや、どのように活用できるかといった具体的な活用事例集が例として考えられる。また、生徒に対する啓発の一環として、授業等で利用可能な津波ハザード情報に関する学校教材や副読本の作成が挙げられる。

6.2 中・長期的な課題

(1) 認識論的不確定性の評価

一般に不確実性の評価において偶然的ばらつき(基本的に予測できないランダムな性質によるばらつき)と認識論的不確定性(不完全な知識やデータによる不確定性)が存在する。これまで国が公表してきた地震動予測地図などにおいても、認識論的不確定性の評価は十分になされておらず、今後の課題となっている。不確実さが大きい津波ハザード評価においては、認識論的不確定性の評価は重要である。

- 1) 不確実さの評価を含むハザード評価は狭義の科学ではなく、工学的課題を含む。

2) 地震本部がハザード評価に取り組むのならば、理学的視点だけでなく不確実さに対する工学的評価を重視しなくてはならない。

3) 東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえると、地震本部でのハザード評価の取り組みでは認識論的不確定性の評価に正面から取り組む。

認識論的不確定性を評価するための 1 つの手段としてロジックツリーを用いることがある。不確定性を適切に表現できるロジックツリーを構成するための方法論についても検討する。

(2) 波源断層モデルの多様性の検討

津波ハザード評価の基礎となっている検討が必要な事項として、多様性を考慮した波源断層モデルが挙げられる。これまでのモデル化の基礎となっていた「固有地震モデル」への反省があり、南海トラフ沿いや相模トラフ沿いでは「多様性の考慮」に基づいた評価が行われている。しかし、地震の発生確率の評価だけは固有地震的に行い、発生する地震は大正関東地震(M7.9)から最大規模の地震(M8.6)まで含まれるというのは、モデルとしての整合性がないように思われる。「多様性を考慮したモデル」の概念をより明確にする必要がある。また、地震動予測地図と可能な限り断層モデルの共通化等が図られることが望ましい。さらに波源として日本周辺の近地地震のみならず、遠地地震や非地震性の津波の評価も必要である。

(3) ハザード評価の対象の拡充の必要性

津波ハザード評価の対象として沿岸津波高さ以外にリスク評価の観点から、流速や継続時間、波力等の利用ニーズがあることから、ハザード評価対象の拡充を図る必要がある。

(4) 陸域の浸水に係わるハザード評価の手法の必要性

沿岸津波高さよりも更に被害に直結するハザード情報として、陸域の浸水域や浸水深のハザード情報がある。これらは陸域のインフラ等の存在するジャストポイントでの情報となり得るため利用価値は高い。一方、津波浸水は、沿岸や陸域での詳細な地形や破壊条件を含む構造物の状況等に影響を受けることから、ハザード情報作成や利活用にあたっては注意が必要である。合わせて、沿岸津波高さから陸域への浸水を簡便に評価する手法の開発も必要である。

(5) 津波ハザード情報の定期的更新

継続的に利用可能なハザード情報とするためには、情報のメンテナンスは必要不可欠である。ハザード情報は、科学的知見に基づいた予測により得られるものであり、知見やデータの蓄積によって今後も変わり得るものであることを認識し、観測技術や解析技術の発展による新たな知見を継続的に取り入れてハザード情報を適切に更新する。

(6) 不確実性を含む情報の防災対策への活用に向けた課題

今後、不確実性を含む津波ハザード情報が流通することで、津波の多様性を考慮した計画等の策定が可能になることは十分に考えられる。一方、不確実性を含む情報は専門性が高い情報であるため、ハザード情報を作成する際は、適用範囲や利用上の留意点を明確にする等の適切に利用されるよう配慮する。

7. 各委員の提言

7.1 津波ハザード情報作成者への提言

(1) 津波ハザード評価者に向けた提言：安中委員

ハザード作成側に対して、要望を以下に示す。

1) 工学的活用の意識

確率論的津波ハザード解析は自然科学的な課題ではなく、工学的な課題であることを認識して評価することが必要である。

－不確定性を処理することを目的にしていること

－ハザード曲線の利用分野は、主にリスク解析(PRAの入力)と設計値の参照確率

2) 認識論的不確定性の考慮

確率論的津波ハザード解析では、偶然的ばらつき(Aleatory variability)だけでなく、認識論的不確定性(Epistemic uncertainty)の考慮が不可欠であり、ロジックツリーにより認識論的不確定性の評価を正面から取り上げる必要がある。

－津波の評価では認識論的不確定性の影響が地震動よりもさらに大きくなり、1つのモデルに集約することはかなり困難と考えられる

－地震本部の南海トラフの確率モデルでは、1つのサイクルとしてどのような地震の組み合わせがあるのか、それらがどのような割合で生じるのかを設定する必要があるが、これらが現状でユニークに決まるとは思えない

－SSHAC レベル3やレベル4(NUREG/CR-6372(1997), NUREG-2117(2011))を意識した「専門家の判断」の活用を実践する場として地震本部は最適

3) 長期間の平均的なハザード評価が不可欠

長期間の平均的なハザード評価(モデル設定)を現時点における評価の基礎として実施する必要がある。

－現時点における評価だけにすると3.11型が見えなくなってしまう。また、3.11型をその一部として含むような地震津波を想定しているのか、想定していないのが曖昧になってしまう。

4) ハザード解析モデルの基礎となっている事項に関する検討の必要性

① 多様性を考慮したモデル

これまでのモデル化の基礎となっていた「固有地震モデル」への反省があり、南海トラフ沿いや相模トラフ沿いでは「多様性の考慮」に基づいた評価が行われている。しかし、地震の発生確率の評価だけは固有地震的に行い、発生する地震は大正関東地震(M7.9)から最大規模の地震(M8.6)まで含まれるというのは、モデルとしての整合性がないように思われる。「多様性を考慮したモデル」の概念をより明確にする必要がある。

② 推定値の誤差の性質

推定値の誤差について、東北地方太平洋沖地震に対する結果に基づいた設定が行われているように見えるが、既往の津波に関する検討を行い、設定根拠を補強する必要があるように思われる。東北大+旧JNESが進めている津波痕跡データベースに基づき、最適モデルの検討と適合度の評価を行い、推定誤差の性質を検討するための基礎データを整備することが考えられる。

5) 浸水域・浸水深に関する評価の実用化

確率論的津波ハザード解析の評価結果を浸水域・浸水深のハザードとして面的に表現することはわかりやすさという面で重要な課題である。この問題では、基準点(沿岸あるいは沖合)における津波高さのばらつきが、浸水域の拡がりの変化となることを考慮して評価する必要がある。また、計算格子も5m程度以下にする必要がある。

6) 討議

- ・認識論的不確定性の考慮の部分は、まだ地震本部の中ではほとんど実施されていないのが現状。
- ・実際のアクションにつなげるために認識論的不確定性の考慮を提言に盛りこむことは重要である。

- ・ 確率論的なハザード評価に関しては国際標準化が重要である。
- ・ 確率論的なハザードの具体例の策定には、誰が主体で実施するかが問題である。
- ・ 残された課題に関して、ターゲットを絞らずに、積み残った課題も含めて残すべきである。

(2) ハザード情報を使ったリスク評価や利用者側の立場からの提言：松山委員

1) 津波ハザード情報の意義・意味の揭示と種々の分野の専門家も含めた周知・広報

確率論的なハザードなどの情報について、その意義や意味は地震や津波の専門家も含めて十分に理解が進んでいないのではないかと。下記のようなことを示すウェブページなどの作成や、それらの学会での発表などを繰り返して実施すべきと考える。

- ・ 津波ハザード情報は津波の予知情報ではなく、あくまで現状の一定の知識の仮定のもとで、津波のあるリスクを定量的に出したものである。
- ・ 現状の一定の知識と仮定の基で、津波のあるリスク（水位、浸水）を定量的に評価したものであるべきで、津波ハザード情報の基本的な事項を含め意義・意味を提示する。
- ・ 津波の作用（波力・波圧、漂流物など）によるリスク評価を入力条件として活用する。
- ・ リスクに対してどう対応すべきかを意思決定するための情報の1つであることを示す。
- ・ 最終的な結果（超過確率）に加えて、それらを構成するシナリオの情報も重要である。

2) 津波の電気事業における活用

① 原子力分野

本津波ハザード情報の使用した手法とデータの開示が必要である。

- ・ 津波評価に電気事業の原子力部門で自ら評価する可能性が高い。電気事業では評価時点で種々の最新知見や提示された意見に対応して、原子力施設周辺に特化して高コストの津波ハザード解析を実施することが予測される。
- ・ 評価対象の違いや評価時点での知見の違いにより、本津波ハザード情報と電気事業の津波ハザード解析結果の間で、数値としては異なる津波ハザード情報となる可能性がある。少なくとも説明性の観点から、それぞれの手法とデータについて比較できるべきである。
- ・ また、原子力部門では冷却水確保の観点から水位低下に関する評価も必要である。水位低下に関する情報もあると望ましい。

② 配電・変電分野

地震および津波による災害時における、電力の早期復旧が望ましい。そこで、電気事業の配電・変電分野では、早期復旧体制に力を入れている。このような観点で津波ハザード情報は有用である可能性が高い。

- ・ 活用方法としては、復旧資材に関する準備。また、災害発生直後の被害情報把握のための情報の1つ。
- ・ 活用の観点から、津波高さに加えて、津波の浸水域に関するハザード情報があると復旧範囲の仮定の観点で望ましい。ちなみに津波の浸水深の高い地域は、早期復旧の対象から外すことになるのではないかと。被災者は数日に浸水域に戻ることは難しいため。

③ その他

- ・ 地震学の知見（例えば、断層やプレートの活動性）などの研究の発展、関連した知見の変化に対して、対応していくべきなのか。対応していくべきなら、どのようなスキームが必要か。地震ハザードマップ（J-SHIS）での対応例はあるのか。

3) 討議

- ・ J-SHIS は毎年度、地震学の知見の進歩に対し、新しい知見を取り入れた計算を行ったデータを反映している。津波は計算量が膨大であるので、更新には時間を要することとなる（防災科研）。
- ・ 認識論的な不確定性というのは基本的にはそういう知識とともに減少していくこととなる（委員長）。
- ・ 実際は観測データ増えるたびに、わからないことが増えていくのが現状である（電力関係）。

- 水位低下に関しては、例えば船舶とか港湾は同様な問題が潜在する(委員長)。
- 海岸に近いところとかということになると、水位低下をハザードとして議論するというのはすぐに露出してしまふのでほとんど不可能に近い。原子力の分野が検討している沖合の地点での評価の問題は、未解決の問題が残っている。ハザードの定義点をどこにするのが一番合理的かという話は、検討地点によってはローカルな影響を受けるので検討課題すべき事項である。
- 浸水深で議論するときも、どこを基準にするかとか、そういうことが非常に影響をおよぼすこととなる。原子力分野では、フラジリティ用の津波の扱いに関係することとなる(電力コンサル)。
- 汀線地点の非常用取水路において水深が期待できないと困る事態となる(委員長)。
- 原子力の津波リスクを評価する体系ということでは、原子力学会と規制委員会のものがある。ここでは、ハザード評価地点を沖合で定義している。これは、沿岸部の人工物によってハザードが変わるものではないとの考えによる。ハザード評価地点から遡上してくる波をどうやって決めるかがフラジリティの評価になる。シナリオで想定した水位よりも大きい範囲の、頻度が低頻度になる水位を評価するには、シナリオで設定しているすべり量を大きくする方法や孤立波や正弦波等の模擬津波波形を用いる方法がある。何らかの方法で、沖合地点で決めた波による遡上の計算を実施し、フラジリティにつなげる。浸水深はフラジリティで扱う情報だと捉えている(原子力関係)。
- 確率の安全、ハザードの定義の位置付け、ハザードからどういうフラジリティへ、さらにリスクのつながるかというのは根本的事項がまだ存在するので、整理しておくことが必要である(委員長)。

(3) 津波ハザード情報作成者への提言：杉野委員

本提言は、個人の意見であり所属機関を代表するものではない。

1) 津波発生モデル(波源モデルと活動モデル)について

- 将来発生する津波の規模は既往最大を上回る可能性があることを前提に津波波源を想定する必要がある、過去に経験のない(記録がない)位置や規模の津波波源を想定することには課題(分からないこと)も多いが、現時点の利用可能な知見を活用し、場合によっては外挿するなどして課題を解決し、「分からないから想定しない」を回避する。
- 津波波源の面積が広大であれば破壊開始点や破壊伝播速度などの破壊伝播特性が沿岸部の津波水位に影響するので、断層の破壊伝播特性に係る不確かさを考慮する。
- 津波を伴う地震活動のモデル化には、歴史津波の痕跡情報や古津波の津波堆積物情報が有効で、これらの情報の拡充を図っていく必要がある。
- 津波発生源に関しては海底地すべり、火山、隕石落下などが発生源となることから、今後、確率論的津波ハザード解析手法の対象を拡張していくが重要である。

2) 津波伝播モデル(数値解析モデルと地形モデル)について

- 津波伝播モデルを用いて算出される津波水位は、数値解法、地形モデルの空間格子サイズ・波源モデルの設定方法によっても変化する。誤差も変化するため、評価に用いるモデルで誤差を評価することが必要である。
- 東北地震津波の際、地殻変動により広域で沈下し、陸域の浸水範囲が広がった。地殻変動の効果をとり入れたハザード評価指標が望ましい(浸水深もその1つ)。

3) ハザード評価地点について

- 評価地点の取り方は、評価対象に応じて地点を選定する。
- 原子力分野のハザード評価地点は、沿岸部の人工構造物の影響を受けることを避けて沖合地点としている。沖合地点の津波高さからは沿岸施設位置での浸水深などを直接評価できないため、沖合地点から施設までの遡上解析に基づく津波フラジリティ評価を別途行うことを前提としている。
- 広域沿岸部汀線をハザード評価地点とする場合、人工構造物の影響も含まれる形で広域沿岸の浸水深を直接評価できるので地域住民に分かりやすいが、人工構造物の変化(例えば防潮堤の造成など)があればその

都度見直しが必要である。また、陸域遡上を考慮した地形モデルの場合には、沿岸部汀線は津波の通過点であるため、必ずしも最大水位を示すとは限らないことを注意書きなどで示す必要がある。

- 陸上遡上域の多数地点をハザード評価地点とする場合、広域の浸水深などを面的に評価できる点において有効であるが、人工構造物の変化（土地利用の変化など）への定期的な対応・見直しが必要である。また、建物の崩壊・流出などの条件が浸水域の評価結果に影響するため、そのようなモデル化と不確実さの考慮が必要である。

4) ハザード評価結果と条件の公開・更新について

- 確率論的ハザード評価結果のみならず、評価条件（断層パラメータなど）も2次利用のため情報公開が望まれる。また、ハザード評価は、それまでの科学的知見と経験をもとに将来の津波の発生規模と頻度を予測するものであり、知見や経験の蓄積によって変わり得るものであることを認識し、今後の観測技術や解析技術の発展による新たな知見を継続的に取り入れて評価結果を更新していくことが望まれる。

5) 討議

- 「沿岸部汀線は津波の通過点であるため、必ずしも最大水位を示すとは限らない」とは、遡上のモデルで、汀線位置は通過していく地点になるので、汀線位置での最大水位は、陸域の遡上先端での水位よりも小さい場合がある。沿岸部で暫定的に評価するにしても、海岸線だけの値を見ていては、その地域の最大値にはならないことを注意書きとしてあったほうがいい。
- 一般に歴史地震のマグニチュードを決めるとき、歴史記録からでは過小評価となる。江戸時代より古い時代では、京都、奈良では記録は必ずあるが、それ以外のところは全くないので最小限の地震の側の揺れの分布から、マグニチュードが過小評価される。津波堆積物でも同様な傾向がある。
- ハザード評価の対象拡張の津波発生源として、海底地すべり、火山、隕石落下の他にも遠地地震（外国の地震）による津波も含まれる。
- ハザード評価に用いる解析環境（コード、メッシュサイズ等を含む）に応じて誤差評価が必要である。
- 断層の破壊領域に係る不確実さを考慮するには、専門家を集めてコンセンサスを得るような形で、例えば、日本海溝・千島海溝とかだとこのぐらいの範囲ということを決めてもらえると扱いやすいと思われる。解決の手法は様々である。ロジックツリーで扱っていくということもひとつの手法である。

(4) 海外での事例を踏まえた津波ハザード評価者への提言：富田委員

1) ユーザーを意識したハザード情報の表示

- 内閣府（防災担当）及び海岸4省庁による「津波・高潮ハザードマップマニュアル」（平成16年3月）にも記されているように、ユーザーを意識してハザードを示すことが必要である。

2) 避難する人にとってのハザード情報

- 海外では、津波に関する科学的な知識は十分でなくても、2004年スマトラ島沖地震津波、2011年東北地方太平洋沖地震津波などのニュース等により、津波は怖いものであると認識している人は多い。
- 南米チリでは、2014年ピサグア地震、2015年イジャペル地震の際にはほとんどの人が大きな揺れを契機として避難している。
- その避難に役立ったと指摘されたものは、避難訓練への参加と道路上に設置された避難場所への誘導表示板である。
- 地震直後の避難には、逃げるという意識を住民が持っていることと、どこまで、どのように逃げればよいのかを分かりやすく示すことが重要である。
- 基本的な事前情報は最悪シナリオに基づいた浸水想定と避難場所の決定であり、地震動、地殻変動、津波の観測データ等を活用した即時的な予測も、今後の科学技術の進展により期待される。

3) 防災マネジメントをする人にとってのハザード情報

- 日本では、考える最大クラスの津波とそれよりも高さは低いが発生頻度が高い津波を対象地域において

設定して、ハード施設による防災・減災と土地利用や避難などのソフト対策を総合して、津波に強い地域を形成しようとしている。

- 後者の津波においては数十年～百数十年に1回程度の発生確率が考慮されているが、前者の津波の発生確率は必ずしも明確ではないが、1千年に1回あるいはそれよりも低頻度である。
- 米国では避難ビルの設計ガイドライン (FEMA-P676) では、発生確率を考慮した Maximum Considered Tsunami を対象地域において推定することを推奨しており、確率的な取り組みを行っている。
- どのような発生確率を設定しても残余リスクは存在するので、そのための対策を用意する必要がある。
- 確率的評価により津波以外のハザードとの比較などを実施しやすくすることも大切であるが、津波リスクを有する対象地域における関係者が合意できる津波を設定することが重要である。
- 例えば、対象地域における最大クラスの津波の高さ、周期、流速等の津波の諸元が、確率的に評価された津波諸元と関連付けられることにより、最大クラスの津波による影響の確率的な評価が可能になり、他地域や他のハザードとの比較が可能になる。

4) 討議

- 津波リスクを有する対象地域における関係者が合意できる津波を設定することが重要である。
- 確率論的な試みは米国が先駆的であり、日本においてはレベル1,2を設定することで合意形成ができています。
- 津波防災まちづくり法で施行されている浸水ラインは、人の命を守ることが目標になっているので、最大クラスを対象にせざるを得ない。
- 2500年というのは、地震動ハザードにおいて50年2%がベースになっている。設計用加速度応答スペクトルが、米国では様々な基準に用いられ、建築基準にも反映されている。ハザード評価の結果と地震動の評価が設計地震動に対してはリンクしている。日本では、工学の分野では浸透していない。
- 日本のインフラ構造物は大体50年が供用期間として設定され、レベル2地震動に対しては、供用年数の数倍を考慮し構造物は適用範囲外である。
- 地震に対する津波の評価が、海外と日本でかなり異なる。特に熱帯地方の場合、同じマグニチュードであっても、海底地すべりが生じて大きな津波が来る場合がある。また、防潮堤も存在しない国も多く、日本の常識は必ずしも通用しない。
- 海外の津波に関して、日本の領海で起きた津波高に関して、対岸の諸国に伝えることも考えられる。
- 南海トラフの地震であると、パプアニューギニアでの予想される津波高さは気象庁では事前に計算をされているので提供をすることも検討したらどうか。
- 避難に関しては、さまざまな情報よりも、最悪シナリオによってどこまで逃げなければならないのかを示すことが重要である。一方、津波に強いまちづくりになると、必ずしもそれだけではなくほかのハザードも考慮しなければならない。日本の場合には、高潮もあるので、津波と高潮のハザードと比較する上で、確率論的な指標は当然必要になってくる。確率論的な評価結果をまちづくりや、他のハザードとの比較に利用するということ分かりやすいが、避難にどのように活かすのかなど困難な点も多い。
- 東日本大震災や北海道南西沖地震の事例では、避難等の行動をえるときに、時間の要素がかなり大きかった。避難訓練への参加、避難場所へ向かう誘導の表示が有用な対策という指摘の中には、安全な場所の設定や行動につながる情報として、高さ以外に、時間も考慮することが重要である。

(5) 津波ハザード評価者への提言：諏訪委員

1) 新たな過信を生まないための留意

東日本大震災の教訓の1つは、過信であった。例えば、津波越流で構造物に生じる外力や破壊メカニズムが十分に明らかでなく設計方法も十分でなかったにもかかわらずコンクリート被覆された構造物は津波に対して壊れないという過信があった。ハザードマップで示された範囲以上に浸水することはないという過信があり、避難所に避難したにもかかわらず津波に巻き込まれ犠牲になった人もいた。ハザード情報作成者は、情報利用

者に新たな過信を生むおそれがあることを心にとめた上で情報発信すべきである。

2) 観測データからの統計的な確率評価と理論的に求める確率評価

十分な期間の観測データがあり、発生間隔等のメカニズムが十分にわかっていれば観測結果から統計的に推定した確率評価と理論的に確率評価を算出したものは一致する、つまり確率曲線や確率評価の決定版が作成できると考えられる。しかし、観測結果からの統計的な推定には、信頼性の高い統計処理を可能にするだけのデータ量を得ることはできない。また、理論的に確率評価する方法には、発生間隔等の知見が完全に備わっている訳ではない。したがって現状では、統計的な処理に基づく確率曲線と理論的に確率評価を与える方法による答えが一致する決定版の確率曲線や確率評価を得ることはできない。言い換えると、現在得られる推定結果は、理論的に得られる確率曲線や確率評価も、観測結果から統計的に推定する隔離離評価も、あくまで現時点のものであり、新たな観測結果や知見が得られれば算定結果が変わりうる性質のものである。ハザード情報作成者はそのことも利用者に示すべきである。

3) 情報の作成目的と適用範囲、課題・限界の明示

シナリオ型にしても確率評価型にしても、数字は1人歩きしてしまう現実がある。ハザード情報作成者は、適用範囲と利用上の留意点を明確にする必要がある。

ハザード情報を作成する際に実施する津波のシミュレーションは、作成情報の目的を踏まえた上で前提条件を設定すべきものである。例えば、津波の陸上遡上を扱う場合には、構造物の破壊条件の設定が必要になるが、構造物の津波越流破壊は立地条件や構造物の変形・劣化の状態によっても変わるものであり、避難・土地利用・費用便益分析等あらゆる目的に適合できるよう一律に設定することは現時点ではできない。避難に供するものであれば、過小評価しないようシミュレーションの条件設定を行うべきであるし、費用便益の分析等では平均的な値がえられるよう条件設定する場合が多いであろう。ハザード情報の作成者は、シミュレーションにおいて平均値を算出するのか、極値を算出するのか等の目的と構造物の破壊条件の扱い等前提条件設定の考え方を明示すべきである。あわせて、ハザード情報の作成者は、算出結果がミスリードや誤用されて新たな過信を生むことがないように、適用範囲も示すべきである。

ハザード情報作成者は、算定したハザードの確率曲線の妥当性をこれまでに得られている観測結果との比較で検証し、適用限界と課題を示すべきである。観測結果との比較においては、科学的な観測記録がある期間(明治以降せいぜい百数十年)、文献や堆積物調査が活用できる期間(数百年)それぞれについて、算定結果とどのくらい合致しているのか確認し、その乖離の要因を示すべきである。算定結果が再現期間も短い(観測データが十分ある)ものも説明できているならば、再現期間が短いものについては信頼性のある算出結果として取り扱うことが可能と考えられる。

4) シナリオ型検討と確率評価型検討の使い分け

確率曲線や確率評価もシナリオ型検討も両方大切である。確率評価にしかできないこと、シナリオ型検討にしかできないことの両方がある。例えば、避難検討はシナリオ型の方が適している。土地利用や保険等の検討は確率評価型が適している。構造物等の設計は、安定性と信頼性の高い確率評価が得られるまでの間はシナリオ型が適している。シナリオ型検討と確率評価型検討は、相互に補完しあうものである。

7.2 津波ハザード情報利用者への提言

(1) ハザード情報を使ったりリスク評価や利用者側の立場の提言：山本委員

1) 津波ハザード情報公開に関する長期的な展望

単発的な情報公開ではないことを示すために、情報の公開に関する長期的な計画(展望)を示すことが重要と考える。

2) 津波ハザードデータの精度・信頼性に関する情報公開

公開された津波ハザードデータがどのような精度であり、どの程度の信頼性を持つものか、参考になる情報を公開して頂くことを望みます。結果の数字だけが独り歩きしないためにも、その数字が誤差を含み、ば

らつきを持つことを利用者が知ることは重要だと考える。

3) 津波ハザードデータの読み方・扱い方に関する説明

津波ハザードデータの利用者は津波解析のプロだけではなく、ハザードデータそのものの取り扱いに慣れたものであっても、“津波ハザード”に関しては詳しくないケースがある。このような観点から公開され各データに関して、読み方や扱い方についての基本的な説明・注意事項は重要であると考ええる。

4) 津波ハザードデータの定期的なアップデート

利用者が業務で継続的に活用する際には、データのメンテナンスは不可欠と考える。またメンテナンスの方針(どの程度の期間で、どのようにアップデートするのか)を示すことも必要と考える。

5) 津波ハザードの震源モデルと地震ハザード(J-SHIS)の震源モデルの整合性

データ活用の際に、津波と強震動を同時に考慮した分析が必要なことがある。合理的な分析が可能なように、各震源モデルの整合性がある程度求められると考える。

6) 浸水域の予測

浸水域の情報を必要とする利用者は多いと考え、次のステップでこれらの情報を追加することを望む。

7) 討議

- ・ 利用者の立場からは、情報の安定性も重要である。
- ・ 利用者の立場として、津波の波源モデルに対し可能性の範囲を示すことが重要である。
- ・ 津波の対象としては、現状では近地地震を起源とするものだけであり、遠地地震や非地震性のものは今後の課題である。

(2) ハザード情報を使ったリスク評価やそれを地域防災につなげる視点での提言：安倍委員

1) 特定の想定シナリオから、マルチシナリオ・幅を持った評価へ

単一もしくはごく限られたケースのシナリオに基づいて、地域防災計画をはじめ様々な計画や被害想定が検討されている現状がある。東日本大震災の被災地における復旧・復興事業においても、特定の想定ハザードもしくは震災と同規模の津波に対して、施設の性能や、まちづくりを検討している事例が多く見られる。

津波ハザード情報が今後流通することによって、現在よりも数多くのシナリオを持つことが期待できる。シミュレーションで得られる津波高さ、到達時間、浸水範囲、浸水深、流速、流向、継続時間や時系列の水位変動などの情報は、複数のシナリオケースから幅を持った情報を得ることもでき、特定シナリオに頼らない計画や評価も可能になる。

一方、全国的には最大クラスの津波の想定作業が今後進み、津波災害警戒区域や特別警戒区域等の設定も進む。それらの想定結果・指定区域と、ハザード情報とは、情報が社会に発表されていくこれからの時期に、その関係整理と丁寧な説明が求められる。地域によっては、最大クラスの情報を、ハザード情報が上回るシナリオが示されることがあり得るかもしれず、警戒区域等に含まれないリスクある地域に対しても、防災対策に取り組まれるよう社会へのアピールは不可欠である。

2) 確率の情報を付加することによるリスク評価の実現

確率の情報をを持ったハザード情報が得られることにより、土地利用や構造物の計画、投資などの判断にリスク評価を組み込むことが可能になる。既存の施設や建物に対しても、現地で継続するか、あるいは強化、移転、撤退などの判断材料が増え、中長期的な選択を助けることが期待される。

確率やリスクの情報は、専門家や実務者に取り扱われることが多いものと考えられるが、それら評価情報の公開や流通を促し、社会で積極活用していく仕組みが求められる。また同時に、市民にもわかりやすい説明や理解を助ける情報の流通が望まれる。

3) リスクコミュニケーションのさらなる研究・実践の必要

津波災害やその被害に対するリスクコミュニケーションは、その方法も実践例も、いまだ途上と言わざるを得ない現状がある。

ハザード情報が今後流通するときに、「マルチシナリオ」「幅を持った情報」「確率の情報」が新たなコミュニケーションの材料となる事が期待される一方、その説明は難しく、ハザード情報の理解を助ける情報の流通は不可欠といえる。市民と直接コミュニケーションする立場にある地方公共団体においてもその状況は変わらず、さらに多くの専門家や研究者が参加し、手法研究や実践例を積み重ねることが望まれる。

予測や想定など、平時に利用できる津波災害・ハザードの情報は、充実が続いている一方、発災時、特に津波が到達しその実像が明らかになるまでの時間帯は、津波警報をなど流通する情報の量・解像度とも少なく、ごく限られた情報やその時の状況で安全行動を判断しなければならない現状がある。平時と発災時の情報量のギャップに留意しなければならず、リスクコミュニケーションにおいてもその視点は欠かせない。

4) 討議

- ・ 確率的評価を行う際の多数の津波シナリオをリアルタイムの評価で使う視点もある。提言でカバーする範囲を明確にしたほうが良い。
- ・ 目的・対象に応じた情報の精度、見せ方、出し方、例えば命を守るための情報なのか、長期的な土地利用のための情報なのか等を専門家側で考慮する必要がある。
- ・ 津波情報を、誰がというのをあまり特定せず、社会の中で中長期的視野も含めて、どう有効活用していくかという視点があっても良い。

(3) ハザード情報を使ったリスク評価や利用者側の立場からの提言：山口委員

1) 津波ハザード情報の計算に使った手法やデータの公開

津波ハザード情報によるリスク評価の結果に対し、利用者が説明責任を果たすために、津波ハザード情報の計算に使った手法の透明性を高めることやデータが公開されることが望ましいと考える。利用者が、前提条件を変更して津波ハザード情報を計算することが可能になるメリットも大きいと考える。

2) 津波ハザード情報の計算の前提、仮定のおき方

津波ハザード情報の計算の前提や仮定について、防災の観点、工学的判断に基づく津波ハザード情報は必要と考えるが、安全側に寄った津波ハザード情報となった場合、利用者の立場によってはリスク評価に使いつらいことが考えられる。可能であれば、フラットな前提や仮定に基づく津波ハザード情報もあわせて提供されることが望ましいと考える。

3) 討議

- ・ 確率論的ハザード評価では、本来、安全側の評価をしないと思っている。不確実さを適切に評価することで幅を持った評価結果を得て、これを基に意思決定に用いられる(原子力関係)。
- ・ 低頻度の事象を包含した確率分布モデルでハザードを表現する場合、わからないものを包含するために、過度にばらつきを大きくとり、不確実さを見込み過ぎるので、過大な低頻度でのハザードを生み出す。結果として低頻度の事象を包含しないため、東北地方太平洋沖地震を見逃したようなモデルにならないように、安全側は、低頻度のものをできるだけ含んだものをと意識であるが、認識論的な不確実さの適切な扱いというところに踏み込まないと実現できない課題であって、現在の取り組みだけではまだ不十分である。長期評価等を受けて確率論的なハザードとしてつくり込むために、不十分な部分をどこの場で議論するのか。それが調査委員会の下で評価するには、まだ少し見えていないところもある。結局不確実性要素の評価は σ を大きくするという考え方と、ロジックツリー的な認識論的な不確実さの中で捉える両者が存在する(防災科研)。
- ・ 例えば起こるか、起こらないかわからない事象について σ でカバーをしようとする、結局起こるという前提に立ってモデル化をしているが、認識論的な不確実性の取り扱いに対してロジックツリー的な取り扱いで起きる仮定と起きない仮定が必要でないか(損保関係)。

(4) ハザード情報を使ったリスク評価や利用者側の立場からの提言：高梨委員

1) 確率論的情報の受け止め方について

- ・類似する確率論的情報発信の先行例として、確率論的地震動予測情報が挙げられる。開始から10年が経過し、都道府県等の一部には普及・定着してきている。一般への普及・活用にはまだ時間を要するが、地震動予測情報を多く知っている人ほど地震防災対策を実施しているなど、“知からの地震対策推進”に寄与することができる可能性を持っている。
- ・「確率」そのものが一般国民には理解されにくい傾向があるが、“見た目の分かりやすさ”から、確率論的地震動予測地図は一般国民に受け入れられている。
- ・「震源断層を特定した地震動予測地図」は被害想定調査実施のため、J-SHIS から直接データを入手する職員等もあり、地震そのものに関するデータへのニーズが高い。
- ・一般企業においては、地震保険やライフライン、建築・土木構造物等の企業では作成過程での基礎的データを希望する企業もある。
- ・また、これらの情報がどのように活用できるのか、あるいは活用されているか、が分かれば、利活用が進む可能性がある。一般の人や地方公共団体、企業等が活用するためのガイドラインまたは事例集等がほしいというニーズが見られた。

2) 津波ハザード情報の利活用について

全般

- ・津波ハザード情報は、平常時の土地利用や復興計画、事前復興計画、応急対応(津波避難:避難先・避難経路・避難所要時間等、救助活動)、避難救援(避難所、避難者の広域避難等)において、それぞれの情報の特性に応じて活用されることが考えられる。

津波の発生リスク(確率)

- ・国や都道府県が行う被害想定調査や対策目標とすべき津波の選定の際に活用される可能性が高く、既往津波タイプかシナリオ津波なのかなど、計算に用いた個々の震源・波源モデルのデータと、それに基づく津波の発生確率に対するニーズがあるのではないかと。

確率論的津波浸水深地図

- ・都道府県や市町村が作成する津波浸水予測図にきわめて近いものが得られているが、どのように差異(特徴)を示すかが課題である。
- ・都道府県が行う被害想定では、震度が小さい地点でも堤防の決壊を前提にしているところやが、津波の流速が小さい地点でも被災度を一律にしている例があるなど、津波による被害想定手法が課題になる。
- ・地形データのニーズが高く、統一的な地形データ等を活用するため、データの整備・統合、提供をお願いしたい。
- ・一般国民や市町村等では、最悪事態の想定と発生頻度の高い津波対応の区別がつかないため、公表の際には、再現期間や浸水深等の地域に応じた留意が必要である。

3) 討議

- ・確率的情報のデータ解析できる担当者がある地方自治体は限られており、例えば都道府県で地震・防災担当の専任者がいるのは7割くらいであり、ほとんどはデータ解析を専門業者に任せている。
- ・海底地形や埋め立て等のGISのデータは最新のものにアップデートできるような工夫が必要である。
- ・自治体が地震被害想定を実施するときは、確率の高い方の地震を対象として選定し、震源を特定した地震予測地図が参考として用いられている。津波においては震源が不確定な過去の歴史地震の再現には確率論の適用が可能と思われる。
- ・浸水想定シミュレーションで目的に応じて堤防の機能の有・無のケースを行っている。条件を明確にしておかないと、受け取る側に混乱を生じる。

(5) 津波ハザード利用者への提言：牧委員

- 行政が提供する津波ハザード情報は、その津波が来る、という確定的な情報ではなく、想定される様々な津波シナリオの1つにすぎないということを理解する必要がある。
- 何の目的で津波ハザード情報を利用するのかによって、必要となる津波シナリオが異なる。例えば、命を守る・危機対応のシナリオを構築するためには、想定される最大クラスの津波ハザードの情報が必要であるが、防潮堤の設計には発生可能性の高い津波ハザード情報が必要となる。「こういった目的で津波ハザード情報を利用するのか」について明確にした上で津波ハザード情報を利用する必要がある。
- 現在、提供されている最大クラスの津波シナリオは、最悪を想定した1つのシナリオにすぎない。実際にくる津波は多様であり、最悪シナリオだと逃げ切ることができない、といって避難をあきらめてはいけない。提供されている津波ハザード情報の意味を、正しく理解する必要がある。
- 津波ハザード情報を提供する人は、防災意識が下がるから等々の理由で最悪シナリオを強調するが、津波ハザード情報には幅がある、ということも伝え、人々がハザード情報を納得した上で津波への対処をするようにする必要がある。

討議

- ハザード情報は最悪シナリオを強調する傾向があるが、ハザード情報によって「正しく恐れる」ことが重要で、ハザードマップを正しく活用するためのガイドラインが必要である。

(6) 津波ハザード情報の利活用への提言：源谷委員

高速道路では、防災上の観点から「地震」「降雨」による通行規制基準を定めているが、津波に関してはその規定がない(一部で「大津波警報発令」での規制有り)。東日本大震災時には、地震により高速道路が通行止めとなり、盛土構造の仙台東部道路(東日本高速道路が運営)へ住民約230人が避難し、さらに、盛土は内陸市街地への瓦礫の流入を抑制する防潮堤として機能した。この報道を通じて、東南海・南海トラフ地震の想定では津波ハザード情報により海拔の低い地域では、高速道路の一部を避難築堤として利活用する要請が高まっている。道路管理者からの立場としても、津波ハザード情報の関心は大きい。

討議

- 東日本大震災で津波の被害を受けた仙台東部道路では、住民約230人が周辺より高い道路盛土構造に避難し、管理者はさらに安全な場所へと住民を避難させた。この事例以降、震災時の津波一時避難拠点として注目され、建設予定の高速道路周辺住民からは高架橋の計画よりも盛土の計画への要望が出るようになった。高速道本線は指定避難所では無いため、盛土部に避難のための築堤を設置している事例もある。
- 高知県種崎等では、避難場所が限定されるため、海岸に隣接する高速道路への避難は有効と考えられる。

(7) ハザード情報を使ったリスク評価や利用者側の立場からの提言：佐藤委員

確率論に基づく津波ハザード情報は、企業等を中心とした経済活動におけるリスク管理や意思決定において有効活用が可能と考えるが、

活用の目的は多様であり、1次利用者が2次利用者の目的に応じてデータを加工して活用するケースも多いと思われる。

従って、多様な活用方法に対応するために、前提とした条件・手法(波源のすべり分布の設定、潮位や地盤の沈降隆起の考慮など)及び波源や地形・堤防等の電子情報等についても全て開示されることが望ましい。

また、確率津波ハザードの構成要素である、各イベント(シナリオ)の計算結果も重要な情報であり、全て開示されることが望まれる。

8. おわりに

津波ハザード情報の利活用に関する委員会は、平成 25 年にはじまり、計 14 回の委員会を開催した。委員長として東京大学地震研究所の佐竹健治教授に委嘱し、委員は大学、国土交通省関連、原子力関連、損害保険関連、鉄道・道路のインフラ関連、防災コンサルタント等多岐に渡り、佐竹委員長を含む 15 名で構成した。

各委員には、各分野における津波の評価や津波ハザード情報の利活用等について話題提供をいただき、議論した。具体的には津波ハザード情報の高度化に向けた取り組みとしては、認識論的不確実性の取扱、東北地震津波の知見の反映等について議論した。津波ハザード情報の利活用可能性と事例紹介としては、津波リスク評価への活用可能性、地域防災への活用可能性、保険・リスクマネジメント、等への活用可能性、インフラ事業への活用可能性、海外での活用事例を紹介いただき議論した。また、招待講演として亀田弘行京都大学名誉教授に分野横断的協力の重要さと課題を紹介いただいた。防災科学技術研究所からは、全国を対象とした津波ハザード評価手法の開発や全国地震動予測地図高度化に関する研究開発の概要を紹介した。

この委員会の初年度において防災科学技術研究所では、地震に起因する津波ハザード情報が、減災に資する情報として利活用されるよう、利活用する側の立場からのニーズを平成 23 年東北地方太平洋沖地震において津波被害を受けた茨城県及び千葉県の 2 県と、茨城県の沿岸 10 市町村、千葉県の 18 市町村の自治体防災担当者等にヒアリング調査を行い、意向等の把握を行った。東日本大震災の経験を踏まえ、自治体が自ら津波対策を検討する上での現状や課題等と確率論的な津波ハザード情報の中長期的な利活用の可能性及び確率論的な津波ハザード情報の公開のあり方に関する要望を整理することができた。

最終年度には、津波ハザード情報のさらなる利活用に向けて委員の主な意見や要望等を、当面の課題と中・長期的な課題として整理し、とりまとめた。当面の課題として、津波ハザード情報作成における前提条件や作成過程の明確化、多様な津波ハザード情報を利活用するための公開システム、津波ハザード情報の正しい理解を挙げた。中・長期的な課題として、認識論的不確定性の評価、波源断層モデルの多様性、ハザード評価の対象の拡充、陸域の浸水に係わるハザード情報、津波ハザード情報の定期的更新の重要性、不確実性を含む情報の防災対策への活用を挙げた。最終的にこれまでの議論を踏まえ、津波ハザード情報の利活用に関する提言を、津波ハザード情報作成者への提言と津波ハザード情報利用者への提言としてとりまとめた。

防災科学技術研究所では当該委員会を通じて、津波ハザード情報の利活用に向けて利活用の観点からの要望・提言をまとめることで、今後の津波ハザード情報に関する研究に反映し、さらなる地域の防災力技術構築に役立てられることを期待するものである。

附資料

附資料 1 _ 津波ハザード委員名簿

附資料 2 _ 津波ハザード情報の利活用に関する自治体意向調査票

附資料 3 _ 津波ハザード情報の利活用に関する委員会概要

附資料 1

津波ハザード情報の利活用に関する委員会 委員名簿

(委員長)

佐竹 健治 東京大学地震研究所教授

(委員)

安倍 祥 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)寄附研究部門助手

安中 正 東電設計株式会社技師長兼土木本部地震・地震動解析専門職

七五三野 茂 株式会社高速道路総合技術研究所管理基盤推進担当部長 (H25 206)

源谷 秋義 株式会社高速道路総合技術研究所管理基盤推進担当部長 (H207 H280 2)

佐藤 一郎 東京海上日動リスクコンサルティング株式会社企業財産本部本部長

杉野 英治 原子力規制委員会原子力規制庁長官官房技術基盤グループ
安全技術管理官(地震・津波)付主任技術研究調査官

諏訪 義雄 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室長

高梨 成子 株式会社防災&情報研究所代表

都司 嘉宣 深田地質研究所客員研究員

富田 孝史 国立研究開発法人港湾空港技術研究所
アジア・太平洋沿岸防災研究センター副センター長

藤間 功司 防衛大学校システム工学群建設環境工学科教授

藤原 広行 国立研究開発法人防災科学技術研究所社会防災システム研究領域長

牧 紀男 京都大学防災研究所教授

松山 昌史 一般財団法人電力中央研究所地球工学研究所流体科学領域上席研究員

山口 亮 損害保険料率算出機構リスク業務部
火災・地震リスクグループリーダー

山本 俊六 公益財団法人鉄道総合技術研究所鉄道地震工学研究センター
地震解析研究室長

附資料 2

津波ハザード情報の利活用に関する自治体意向調査票

津波ハザード情報の活用に関する意向調査 調査票

ヒアリング日時	平成 25 年 月 日 () : ~ :			
ヒアリング場所	県・市・町・村 部 課 係			
出席者	ヒアリング先 ご担当者 ※氏名記載			
	ヒアリング 実施者 ※氏名記載	(独)防災科学技術研究所 (株)日本能率協会総合研究所		

はじめに 津波ハザード評価の概要

参考資料

◆ステップ1 津波ハザード情報を活かし防災対策を検討する際の課題抽出型ヒアリング

1. 貴自治体の防災担当者として、防災に関連する各種計画、対策、体制等を検討する上で、どのように津波ハザード情報を利活用していく可能性があるかという視点でお聞きします。

1-1 貴自治体の津波浸水想定(津波ハザードマップ)を踏まえ、現時点で検討されている津波防災対策の考え方は、どのような内容でしょうか。

① 津波防災対策の考え方について

例) シナリオ地震による津波高、浸水域及び頻度情報を踏まえ、ハード及びソフト対策を検討し実施 など

② 津波防災対策を検討・実施する上での課題について

例) 平均発生間隔が数千年のシナリオ地震に対し財源を踏まえながらどのように優先順位付けし対策を進めるか、発生頻度の高い津波の対策を検討する上でハザード情報がない など

1-2 貴自治体の津波浸水想定(津波ハザードマップ)を作成する際に、ご担当者として、苦勞された点や工夫した点は、どのような点でしょうか。

① 地域住民への説明方法や津波浸水想定(津波ハザードマップ)に対する住民からの質問内容について

例) シナリオ地震の概要(規模、発生間隔 等)、沿岸の津波高と陸域の浸水深の違い、津波防災対策の考え方 など

② 津波浸水想定に関する地図の表現方法について

例) 色覚障害のある方への色彩上の配慮、マップの大きさ(拡大図の掲載)など

③ 津波浸水想定の説明方法や参考情報について

例) 津波の発生メカニズム、シナリオ地震、標高、避難場所、避難手順など

④ 津波浸水想定に補足的情報について

例) 津波の到達時間、発生頻度など

⑤ 隣接する他の自治体との調整・課題

例) 隣接する県でシナリオ地震や津波浸水想定結果の示し方が異なる点など

⑥ その他、要望についてありましたら教えてください

例) ハザードマップを作成する上で基盤となるデータ(例えば、震源モデル、地形データ、建物や人口データ)の必要性等はどうでしょうか？

1-3 貴自治体の津波浸水想定(津波ハザードマップ)を防災関連計画、都市計画行政、住民への防災意識の普及啓発面で、どのように利活用されていますか。

① 地域のハザードマップとしての活用状況について

② 地域防災計画への掲載、避難地指定・避難計画・避難訓練等での活用状況について

③ 都市計画行政(市街化区域・市街化調整区域の線引き、用途地域指定、都市計画道路指定、土地利用)、宅
地開発指導行政等での活用状況について

④ BCP 等での活用状況について(地域住民や企業レベルの事前対策)

⑤ 学校における防災教育等での活用状況について

⑥ 住民の防災意識の向上，地域の防災活動等での活用状況について

※①～⑥について，具体的な資料の提供が可能であれば，提供をお願いいたします．

1-4 (独) 防災科学技術研究所の津波ハザード評価について，防災関連計画，都市計画行政，住民への防災意識の普及啓発面で，どのように利活用ができそうか，また，利活用する際の課題について意見交換させてください．

① 地域ハザードマップとしての活用について

例) 自治体が独自でつくるハザードマップに，防災科研のハザード評価を合わせて利活用する方法など

② 地域防災計画への掲載，避難地指定・避難計画・避難訓練等での活用について

③ 都市計画行政(市街化区域，市街化調整区域の線引き，用途地域指定，都市計画道路指定，土地利用)，宅地開発指導行政等での活用について

④ BCP 等での活用について(地域住民や企業レベルの事前対策)

⑤ 学校における防災教育等での活用について

⑥ 住民の防災意識の向上，地域の防災活動等での活用について

1-5 (独)防災科学技術研究所の津波ハザード評価について，どのように情報公開していけば，防災担当者の方にとってより有益な情報となるでしょうか。

① 前段の説明(はじめに)を踏まえ，防災担当者向けの津波ハザード評価の説明方法について

② 防災担当者の方にとって，より有益な情報とするための津波ハザード評価の配信方法について

例) 地震調査研究推進本部や(独)防災科学技術研究所のホームページの活用，解説・活用方法などを記載した冊子の配布，作成者による研修会や講習会の実施 など

③ 防災担当者の方にとって、より有益な情報とするための津波ハザード評価の配信形式について

例) 自治体独自の情報(ハザードマップ、避難場所や避難路経路など)に津波ハザード評価結果を地図上に重ねられる形式、図面とともに詳細データを付与し GIS で自治体において解析できる形式など

1-6 リアルタイム津波情報に関する質問をさせていただきます。

巨大地震による津波の規模の過小評価を防ぐために、気象庁の津波警報が変わりました。巨大地震が発生した場合は、最初の津波警報(第一報)では、予想される津波の高さを、「巨大」、「高い」という言葉で発表して非常事態であることを伝えます。巨大地震の場合でも、地震発生から 15 分ほどで精度のよい地震の規模が把握できます(気象庁リーフレット「津波警報が変わりました」より)。一方、防災科学技術研究所が整備を進めている日本海溝海底地震津波観測網のリアルタイム化により、海溝型地震や直後の津波を直接的に検知し、従来よりも精度の高い情報を伝達することで、地震と津波による被害の軽減や避難行動などの防災対策に貢献することが期待されます。このような状況を踏まえて、リアルタイム津波情報に関してご意見をお聞かせ下さい。

① 津波に関するリアルタイム情報の発信タイミング・精度について

(最も重要とお考えのものに○を付して下さい。複数選択した場合は順位を付けて下さい)

- 1) 予想される津波の高さ等を、従来よりも早く情報を出して欲しい。
- 2) 従来の発信タイミングでもよいが、より精度高く出して欲しい。
- 3) 従来よりももっと詳細な情報を出して欲しい。
- 4) その他(自由記載)

② 日本海溝海底地震津波観測網等のデータを用いることによって、海域で発生した地震の震源付近から沿岸までの地震の揺れ(地震動)や津波の到来状況をリアルタイムに可視化することができる可能性があります。もしそのようなものが提供された場合、どういうことに役立つ可能性があると思いますか(最も重要とお考えのものに○を付して下さい。複数選択した場合は順位を付けて下さい)

- 1) 地震や津波の発生直後の注意喚起
- 2) 待避行動を始めるきっかけ
- 3) 日頃(平時)の防災対策
- 4) 地震動や津波による被災状況の把握
- 5) 防災に関するコミュニケーションツール
- 6) 防災教育
- 7) その他(自由記載)

2. 対策を実行する主体(一般住民、各種団体、企業等)のために、どのように津波ハザード情報を発信していくかという視点でお聞きします。

2-1 貴自治体の住民等、一般向けに津波ハザード評価結果の情報を配信していく際、どのような配慮が必要でしょうか。

① 津波高の情報とともに、「30 年間、50 年間の発生確率」といった情報を配信する際、どのような点に留意して公表していくべきかについて

例) 安全側の情報として捉えられないようにするための工夫

- ② 津波高の情報とともに、「100 年に 1 回の頻度で発生」といった頻度情報を配信する際、どのような点に留意して公表していくべきかについて

例) 安全側の情報として捉えられないようにするための工夫

- ③ 津波高の情報とともに、「津波の到達時間」の情報は、事前に住民が避難方法を検討する上で効果的か。また、「●分間で避難可能な距離」などあわせて提示すべき情報について

- ④ 上記の①～③のような情報を公表していく際、住民等、一般向けには、どの程度まで、作成過程等を解説する必要があるかについて

⑤ 一般向けの津波ハザード評価の配信形式について

例) タブレット端末やスマートフォンのアプリ, 居住地を選択すれば評価結果がダウンロード・印刷できるものなど

2-2 津波ハザード評価結果の表現方法について, 確率値をそのままの形で表記するだけではなく, 簡易的な(例えば, レベルで表記する等)表現上の工夫について, ご提案がありましたら教えてください。

◆ステップ1 津波ハザード評価の利活用方策提案型ヒアリング

(案1) 自治体の防災対策の優先順位, 重点施策の検討に活かせる情報提供

[ポイント] 発生確率を活用して防災対策にかけられる年数を基に施策の優先順位づけ, 重点施策の検討の支援を行う。

- ・ 津波ハザード評価結果を GIS データで提供することにより, 自治体の都市計画基礎調査結果等のデータと重ね合せ, 危険な地域の状況を把握するとともに, 発生確率を踏まえ, 防災対策の立案に活かしてもらう。
- ・ 防災対策の優先順位を検討するための基礎資料とする。

(案2) 自治体の防災対策の目標年次, 事業量の配分決定に活かせる情報提供

[ポイント] 発生確率や頻度情報を活用した計画づくりへの支援

- ・ 立案した防災対策について, 頻度情報(●年に1回の頻度で発生)を踏まえ, 例えば, 津波防御施設の整備目標年次や, 防災対策に係る事業量の配分を検討する際に活かす。

(案3) 施設の検討に寄与する津波ハザード情報の提供

[ポイント] 津波高を活用した外力想定による海岸保全施設検討への情報提供

(案4) より詳細な津波対策を立案できるような津波ハザード情報の提供

[ポイント] 自治体において津波ハザード評価結果をカスタマイズして活用

- ・ 日本地図で防災科研の津波ハザード評価結果を俯瞰してもらった上で, 地域の津波浸水想定結果を確認(二次加工可能なデータを用いて自治体で結果を検証してもらうなど)

附資料3

津波ハザード情報の利活用に関する委員会概要

第1回津波ハザード情報の利活用に関する委員会

1. 日 時：平成25年7月3日(水) 13時30分～16時30分
2. 場 所：フクラシア東京ステーション 会議室 K(5F)
(〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-6-1 朝日生命大手町ビル 5F, 6F)
3. 議事要旨
 - (1) 委員長・委員の紹介を行った。
 - (2) 文部科学省研究開発局地震・防災研究課地震調査管理官より挨拶があった。
 - (3) 津波ハザード情報の利活用に関する委員会の設置の経緯や目的等について事務局より説明があり、議論した。
 - (4) 国内外における津波ハザード関連情報の提供事例について事務局より説明があり、議論した。
 - (5) 津波ハザード情報の利活用について、情報を作成する側や利活用する側等の立場で、現状と課題、要望について意見交換し、議論した。
4. 自由討論での主な意見
 - (1) 将来発生が考えられる大きな津波を、確率論の評価の中でどのようにモデル化し、扱っていくかは非常に難しい課題である。ロジックツリーを使って考えていくということもあるが、地震や津波ハザード評価ではそのような流れに今はなっていない。津波の確率論的な評価で決定的に効いてくるばらつきをどう扱うかも大きな課題である。
 - (2) 過去に経験のないような津波の確率論的な評価は、検証が難しい分野になってくるので、専門家の合意を得た形で進めていくことが大事だと思う。ハザード情報として重要なのは、水位等の情報の他に、浸水範囲等にも影響する地震による地殻変動がある。
 - (3) 頻度が非常に低い事象については、信頼性のある確率密度関数をつくること自体簡単でない。具体的には、巨大地震でないと被害が小さい現象であるから、津波による被害曲線の変化が急激で、被害関数自体の誤差もかなり大きい。津波対策によって残余リスクが低減しているか等のモニタリングを継続的にしていくことも重要だと考える。
 - (4) 利活用を考える上では、時間的には、短期(例えば避難)、中期(例えば復旧活動)、長期(例えば復興)という視点がある。その中でハザード情報として重要なのは、水位上昇に関する情報と、水位変動の継続時間が重要になると考える。
 - (5) 地震動や津波によって堤防自体がいつ壊れるかというような不確実性や、モデル上考慮されていない排水路等から浸水する等があり、求められる情報に対して必要な算出がなされているのか等も見えていく必要がある。利用の目的別に整理していく必要があると考える。
 - (6) 確率論的な評価における不確実性が大きな問題で、ロジックツリー等を入れて評価していく必要があると感じている。また、近地、遠地、非地震性の津波を含めて評価していく必要がある。工学的な利用を考えると、水位だけではなく、流速や継続時間、波力等のニーズもある。
 - (7) 経験のない大きな津波に対して不確実性を考慮してどのようにモデル化していくかは、専門家が何らかのモデルを出していかなければならないと思う。それを踏まえた上で作られた情報を、利活用にどう繋げていくかが本質的な課題と考える。正確な確率が出せないから情報が出せないという方向にいくと不確実な情報を全く扱えなくなってしまい全体のデメリットになる。不確実性を含む情報をどう賢く使えばいいのかというのを提言にまとめて頂きたい。

- (8) あるシナリオ地震を考えて、その中でさまざまな条件を考慮して確率を出してもらえると防災まちづくりを考える上で非常によい。また、これから出そうとしているハザード情報と、誰に対してどう使っていくか(例えば、ハザードマップ等)は分けて考える必要がある。
- (9) ハザードの大小だけではなく、どういうことが地域で起こりえるのかストーリーのような、受け止めやすいものを伝えていく必要がある。そのストーリーの中には、津波発生直後の市民の対応等の行動も考慮したものにし、どのような備えが必要なのか等の議論に繋がるものにしていく必要があるだろう。
- (10) 確率論的な津波に関する情報がある程度オーソライズされるというのは、特に民間の投融資、保険、BCP等の分野で大変利用価値の高いものだと思う。最終的に意志決定をしていく上で、前提条件等も合わせて情報が公開されれば十分な利用価値があると思う。
- (11) 今までの耐震設計の立場からの考え方は、緊急輸送路としての高規格道路の性能規格を実用的な面から意思決定を行ってきた。これまで経験のない大地震におけるハザード情報には多くの不確実性が含まれていることを前提に、例えば経営層が意志決定を可能にするための何らかの条件選択等が可能な情報があるとういと思う。
- (12) 東日本大震災以降、被害想定の結果が土地価格に影響を及ぼしている現状の中、どのようにハザード情報を出して行くのかは一つの課題であると思う。津波は地域性の強いものなので、それをどうやって表現していくか、全国を概観したものと地域的なものをどう組み合わせていくか課題だと思う。
- (13) 分からないものを何か決めなくてはいけない時に、非常に保守的な考え方に基づいて決めるものと、それとは違う立場、例えば楽観的な考え方、平均的な考え方で決めたものがあるとよい。ハザード情報が更新される際は、どういう考え方で更新されているかがきちんと説明されることが必要だと思う。
全国一律の条件で評価された情報は、長期的、広域的な意志決定を行う際には非常に重要な情報になると思う。そのような情報を最終的に意志決定にどのように活かすかは、エンドユーザーから見ると見えにくいところもある。ハザード情報とともにその情報の読み方、使い方もセットで提示して頂けるとよいと思う。

第2回津波ハザード情報の利活用に関する委員会

1. 日 時：平成25年9月6日(金) 13時30分～16時30分

2. 場 所：東京国際フォーラム G502(5F)

(〒100-0005 東京都千代田区丸の内3丁目5番1号)

3. 議事要旨

- (1) 第1回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨及び自由討論での主な意見を確認した。
- (2) 国内外における津波ハザード関連情報の提供事例として、海上保安庁の津波防災情報図について事務局より説明があり、議論した。
- (3) 安中委員より「確率論的津波ハザード解析を推進してきた立場からの要望」と題した話題提供があり、議論した。
- (4) 藤間委員より「津波リスクの評価方法」と題した話題提供があり、議論した。
- (5) 津波ハザード評価の検討状況等について事務局より説明があり、議論した。
津波ハザード情報の利活用に関して、現状と課題や要望、防災科研の検討内容に関する意見交換を行い、議論した。

4. 津波ハザード情報の利活用に関する討論での主な意見

- (1) 自治体への津波ハザード情報の活用に関する意向調査で、県については、港湾管理、漁港管理、海岸管理等いろいろな方が関わる可能性があるのも、防災行政以外からもヒアリングする等の工夫が必要だと思う。
- (2) 確率論的な津波ハザード評価の話は非常に理解しにくい部分があるので、自治体の意向調査の際は、その点をかなり意識した方がよいと思う。
- (3) 認識論的な不確実性から様々な考え方があることを踏まえて、リスクを相手に説明することになるのではないかと考えている。また、実務的なレベルで、例えば沿岸波高の推定結果がある場合に、それを使って遡上を簡易に予測する考え方等も併せて検討して頂けるとよいと思う。
- (4) 津波ハザードは、例えば構造物を高くしたら水位が変わるというような人工的なものの影響をあまり受けない所で定義した方がよいと考えている。構造物の影響はフラジリティーで考慮していくものではないかと思う。また、ハザードを評価する際は、地殻変動量を考慮することが重要と考えている。
- (5) 自治体への津波ハザード情報の活用に関する意向調査では、防災科研がとりくむ津波ハザードと自治体の実施している浸水想定との違いを明らかにしてから、ヒアリングをして頂きたいと考えている。自治体が混乱してしまうことを懸念している。
- (6) 現在自治体で津波想定を検討が進んでいる状況に、確率論的なハザード情報が新たに出てきた場合、それらをどのように重ね合わせていくか課題がある。また、船舶や漁業関係等の被害等は、浸水域だけでは分からないこともあると思う。そのような意味で自治体の意向調査対象に東京湾内の自治体も対象にするとよいと思う。
- (7) BPTモデルを使う場合は、歴史上発生した地震のどれとどれを参考にしたということも説明する際に加えて頂きたい。自治体への津波ハザード情報の活用に関する意向調査では、東日本大震災の際にどのようなことで困ったのか等の経験を踏まえた内容のヒアリングも実施されるとよいと思う。
- (8) ハザードを推定する意味は最終的に対策につなげていくことだと考える。この場合対策とは、ハードだけではなく避難等ソフトも含めたことであるが、それら対策を構築するためには合意が必要になってくる。それらの合意を形成するためには、ハザード表示だけでなくリスク解析も併せて示す必要があると思う。また、浸水だけではなく流速、最低水位等も被害を引き起こす要因として認識しておく必要がある。また、実際に地震が起こって逃げる場合には、地震の規模と津波の発生確率の関係を考えて逃げるのではないと思う。このため、その時に出る津波警報等と連動できるハザード表示も検討の余地があると思う。

- (9) 津波ハザード情報の提供については、提供される情報をそのまま使って住民の方に説明することを念頭においたものとするのか、それとも提供される情報に基づいて例えば自治体が検討を加えて、それぞれの自治体に適したものを作ることを前提とした提供とするのかがあると思う。目的に応じて情報の出し方は違うものになると思う。
- (10) 比較的小さな津波でも、養殖業関連では被害が出る可能性があることから、そのような津波も対象としたハザード評価があるとよいと思う。そのような評価を行う場合は、流速が重要になる可能性があると思う。
- (11) 全国を概観した津波ハザード評価ということなので、島嶼部を含めて全国を対象として頂きたい。また、実務的な面から、たとえば地震動による被害と、津波による被害を合わせて見ることもあることから、地震動予測地図と共通した地震を対象とするなど、地震動予測地図との整合性を確保して頂きたい。また、超過確率だけでなく頻度の情報も重要である。
- (12) 津波ハザード情報は、鉄道だと投資計画や避難の準備に利用できる可能性があると思う。投資計画については、広域である程度統一的な条件で行われるハザード評価の結果は利用価値が高いと思う。一方、避難の関係では、既に自治体等からシナリオ型の評価がされて、これらを利用している場合もあり、それらと確率論的な評価結果との差異や整合性に関する解釈が、エンドユーザでは難しいと思うので、そのような部分を説明できるものがあると非常に有用であると思う。

第3回津波ハザード情報の利活用に関する委員会

1. 日 時：平成25年11月14日(金) 13時30分～16時30分

2. 場 所：フクラシア東京ステーション会議室 K(5F)

(〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-6-1 朝日生命大手町ビル 5F, 6F)

3. 議事要旨

- (1) 第2回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨及び自由討論での主な意見を確認した。
- (2) 杉野委員より「津波ハザード評価における東北地震津波の知見の反映」と題した話題提供があり、議論した。
- (3) 事務局より津波ハザード評価のための波源(群)の設定について説明があり、議論した。
- (4) 永田広平氏より「地震調査研究成果の普及展開方策に関する調査」(平成24年度)における津波に関する調査について」と題した話題提供があり、議論した。
- (5) 事務局より津波ハザード情報の活用に関する自治体意向調査案について説明があり、議論した。
- (6) 津波ハザード情報の利活用について、津波ハザード情報の望ましいデータ提供のあり方に関する意見交換を行い、議論した。

4. 津波ハザード情報の利活用に関する討論での主な意見

「津波ハザード情報の望ましいデータ提供のあり方」という論点でご意見を頂いた。

- (1) 専門家向けの情報として、リスク評価を行えるレベルのハザード情報を、バックデータも含めて提供して頂きたい。
- (2) 保険会社がリスクを計算する際には、一つ一つのシナリオ地震に対する波高等の情報が必要となる場合がある。それらを算出できるレベルの情報が必要である。防災担当向けとしては、地震ハザードステーション(J-SHIS)で公開されているような地盤増幅率に対応するようなイメージで、沖合から沿岸における波高の増幅率のようなものがあると、避難等に活かせるのではないかと思う。また、非専門家向けには、津波はそもそも不確実性のある現象なので、オーソライズされた数字が独り歩きで広がらないよう、考えさせるような形でハザード情報を出すのがよいと思う。
- (3) インフラ管理者として、インフラを保全するための情報活用や東日本大震災時に道路が防潮堤のような役目を果たしたということから、周辺住民の安全確保のために施設を活用する上での必要な情報(例えば、周辺住民の数や避難に係る時間等)の共有が必要だと感じている。非専門家に対しては、時間が経つにつれて風化していく防災に対する意識をいかに保ち、万一の時に避難行動や安全確保に結びつけられるようにするための、訓練等も含めた情報提供のあり方という観点もシステムを設計する上では重要だと思う。
- (4) 専門家向けの情報については全てのデータが提示、公開されることが望ましいと思う。その際にデータ算出の条件(例えば、メッシュサイズやばらつきの設定等)が明示されることが大事である。非専門家向けとしては、オレゴン州の例にあるような100年に1度、50年に1度というようなレベルで見せ、浸水範囲が変わるというのを感じてもらうのが重要と考える。
- (5) 学校での避難の例として、大きな地震があって津波警報が出た際に、どの方向に避難させたら良いのか等を、いろいろなケースで数値計算によって示すことをやってみるのもよいと思う。
- (6) 例えば保険料の設定について顧客に説明することを考えると、津波ハザード評価における各パラメータ(例えば、ばらつき β の設定等)の設定の考え方もセットで提供して頂くとありがたい。防災担当者や非専門家に向けた提供のあり方については、望ましい使い方を考えることで提供の仕方をイメージしやすくなると思う。
- (7) 鉄道に関連して、長期的な安全に対する投資をする際に、例えば優先順位をつけて物事を判断するような場合には、このような確率論的な情報は非常になじみやすいと考える。一方、現場で個人がイエスかノーかというような判断をする必要が生ずる場合があり、そのような場合は恐らく確率論的な情報はあまりなじまないように感じているが、そのような判断にも今後活用できるのであれば、非常にありがたいと思う。

- (8) 地震が起きてから地震ハザードマップを見る人はたぶんいないと思うが、津波の場合は、地震が起こってから津波が来る前に津波ハザードマップを見る人がある可能性がある。このように、津波が来るまでにタイムラグがある場合にどのように使われる可能性があるのかも考えておくことが必要だと思う。

第4回津波ハザード情報の利活用に関する委員会

1. 日 時：平成26年2月5日(水) 13時30分～16時30分

2. 場 所：東京国際フォーラム G502

(〒100-0005 東京都千代田区丸の内3丁目5番1号)

3. 議事要旨

- (1) 第3回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨及び自由討論での主な意見を確認した。
- (2) 富田委員より「チリにおける津波ハザード情報および観測情報を利用したリアルタイム津波ハザードマップ」と題した話題提供があり、議論した。
- (3) 事務局より津波予測計算手法について説明があり、議論した。
- (4) 事務局より津波ハザード情報の活用に関する自治体意向調査結果(速報)について報告があり、議論した。
- (5) 津波ハザード情報の利活用について意見交換を行い、議論した。

4. 討論での主な意見

津波ハザード情報の活用に関する自治体意向調査結果(速報)等を踏まえ、下記の論点でご意見を頂いた。

- ① 最大クラスでない高頻度に生じる津波に対する自治体担当者や住民の理解と啓発
- ② 対策を諦めさせない、安心させすぎない情報提供のあり方
- ③ 高齢化社会における要援護者への津波対策、避難のあり方
- ④ 今後の津波レベルに適合した多段階設計法(性能設計)のあり方と確率的考えの適用性
- ⑤ 津波到達に関する住民への情報伝達(第1波と最大波、リアルタイム津波情報)

- (1) ①については、自治体がかかることではないだろうか。我々がすべきは考えるために使える情報を提供することだと思う。ハザード情報の利用手法を出す側でまとめて、実際の適用は自治体で検討するというのがよいのではないかと思う。
- (2) ①、②に関連して、自治体によっては、地域性や高齢者を考慮すると避難だけでは十分な対策を取れないところがあり、別の対策を考える必要がある。また、南海トラフ等発生する可能性が非常に高い地震に対しては、財産を守る等、何を守るのかということと、ハザードマップの使い方は分けて考える必要がある。自治体では、例えばM9クラスでハード対策しようとしても難しい場合があり、対策の目的に応じて、確率論的なハザード情報を使い分けることが重要だと思う。
- (3) ④について、津波以外の自然災害(例えば、高潮や洪水等)と比較した場合にどのレベルの設計をするかを同じ確率の尺度で検討できるという点で重要だと思う。
- (4) 自治体で一番の課題となっているのは、応急対応、緊急対応の部分と津波防災地域づくり法に伴う地域指定が挙げられる。地域指定されたところと、そこまでいかないレベルの地域ができて、そういうところに確率論的なハザード情報の利用があるような気がする。情報の使い方を含めた形で情報の出し方を検討して頂きたい。
- (5) 自治体の意向調査については、それぞれの地域で避難できる地形等を考慮してヒアリングを行った方がよい。例えば、周りに避難できそうな高い所が全くない地域と、ちょっと行ったら高い所があるような場所では聞く内容が異なってくる。
- (6) 確率論的な津波ハザード情報は、プロ向けとして非常にうまく活用できる可能性がある一方、一般向けにすぐいさせる情報とするには難しいと思う。まずはプロ向けの情報としてスタートするのがよいと思う。
- (7) ③に関して、高齢者が避難する手段としての自動車の利用の具体策がまだない。避難先については、地形に合わせてどう対策していくかが、これから求められてくると思う。また想定するL2津波よりも高い津波が確率論的に想定される場合、避難の高さをどうするかという課題が出てくると思う。津波ハザード評価結果が国の施策に反映されないと利用する側では困ると思う。

- (8) ハザードは全ての津波を考慮した結果なので、具体的なところにブレイクダウンするには、再分解する必要がある。例えば、1000 年に 1 回という津波はそれぞれの地域でどのように構成されているのか等の情報を出して行くのがよいのではないか。
- (9) ②に関連して、例えば 1000 年に 1 度の津波という評価を、科学的知見に基づいて行った場合に、ハザードが低い地域において安全させ過ぎない情報というのがあり得るのか、それでもなお津波が発生するかも知れないということを想定しなければならないのか答えがあるのだろうか。
- (10) 何年に 1 回というような頻度やリスク情報は、自治体でも利用する可能性があると感じる。事例を提示する等の具体的な使い方を見せられれば、利用の機運が高まるように思う。
- (11) 100 年に 1 回という言葉について、長期間で平均した場合に再現期間が 100 年となるわけで、100 年毎に起こるわけではないので注意が必要である。

第5回津波ハザード情報の利活用に関する委員会

1. 日 時：平成26年5月7日(水)13時30分～16時30分

2. 場 所：フクラシア東京ステーション 会議室 K (5F)

(〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-1 朝日生命大手町ビル 5F, 6F)

3. 議事要旨

- (1) 第4回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨及び津波ハザード情報の利活用に関する討論での主な意見を確認した。
- (2) 佐藤委員より「確率を考慮した津波リスクの利活用事例について」と題した話題提供があり、議論した。
- (3) 事務局より津波ハザード情報の活用に関する自治体意向調査結果についての報告があり、議論した。
- (4) 事務局より市町村のハザードマップにみられる特徴について報告があり、議論した。
- (5) 事務局より日本海溝沿いで発生する地震による津波ハザード評価(試算結果の速報)の報告があり、議論した。
- (6) 津波ハザード情報の利活用について意見交換を行い、議論した。

4. 討論での主な意見

① 論点1

自治体意向調査やハザードマップの特徴等を踏まえ、津波ハザード情報が利活用されるための情報の内容やその表現方法、情報提供のあり方における留意点等についてご意見を頂いた。

- (1) ハザードマップは一般市民であればばらばら持って行くことになってしまうかも知れないが、学校で教材として利用すれば、とても効率よく伝えることができる。そのようなことを意識して作成されているのだろうか。
- (2) 命を守る逃げマップとしてのハザードマップだけでは困るということはいろいろな方が言っていることである。その時に留意点が2点ある。1つは頻度が高い津波というのをどう理解するかがとても難しく、それをどう理解して情報発信していくかはしっかり考える必要がある。もう1つはハザードマップの色使いについては、ISOに準拠して作成される必要がある。
- (3) ハザードマップについては、既に津波・高潮ハザードマップマニュアルが存在しているので、そういうものを踏まえて検討を進めて頂きたい。
- (4) ハザードマップとして自治体に一番受け入れられやすいのは再現期間を複数個に設定した浸水深分布だと思う。再現期間を長くすれば分布が広がり、ある程度短くすれば狭い範囲になるという複数の段階を設定した浸水深分布が作れば、自治体も受け入れやすいと思う。
- (5) ハザードマップには高い方に逃げることを示す矢印だけが描いてあるものや、経路に色をつけているところもある。その他に道路の容量等の情報もあるとよいと思うが、実際には車が集中して逃げられないということもあるかも知れない。そのようなことをどの程度配慮して描けばいいのかが大事だと思う。
- (6) リスク分析などのプロ向けのハザード情報は、デジタルデータを提供すればよい。一方、一般向けには分かり易く絵にして伝えることが考えられる。そうになると絵は、一般向けということも考えられ、避難に利用される可能性がある。プロ向けと一般向けの切り分けをある程度明確にすると、うまくいくのではないか。
- (7) 住民用と津波対策を考える人用は違うものであるべきで、そのことは高潮・津波ハザードマップマニュアルに記載があるので、それらを踏まえる必要がある。また、4月1日のチリの地震ではほとんどの住民が避難場所に指定されている標高30mに向かって逃げている。これは過去の経験から怖いというイメージがあったから行われたものと考えられ、難しいことを言わなくても逃げている。従って、キャンペーン等で津波の怖さを理解した上で所定の所に逃げて下さい、というのがもししたらよい方法かも知れない。誰向けに情報を発信するかによって、情報を選ぶ必要があると感じる。

- (8) 誰に対してどういうものが必要かという情報の整理が必要と感じる。避難計画を考えていくと、具体的な行動や防災情報のボリュームが大きくなってきて、ハザードマップもごちゃごちゃしてくる傾向がある。一方チリのごくシンプルなものを作っていく方向性もあり、利用の目的の幅が東日本大震災後とても広がっている。
- (9) 近地で発生した地震において数分で到達してしまうような津波と、遠地の津波では対応が違ってくと思うが、それがハザードマップにしてしまうとまく伝わらないということがある。防災教育では、先生方は確たる副読本といったものがない中で対応されているので、それらに寄与する情報が出せるとよいと思う。ハザードマップは配布されていても見ているのは4, 5割程度で、そういう状況で緊急時にいかにそれらが使えるかということになると、危険区域を示す標識等、情報の出し方についてもいろいろ分けていく必要がある。
- (10) 津波のハザード評価が、本質的に地震動の場合と異なるのは、逃げるために使われる可能性があるということ。そのような情報と、津波の警報に関わる情報をどのように結びつけていけばよいかは課題である。

② 論点2

ハザード評価の試算例(沿岸津波高さ)を用いて、ハザードのいくつかの表現を今回試みた。それぞれについての利活用の可能性や課題についてご意見を頂いた。

- (a)地震のシナリオ別
- (b)地点毎の平均値や最大値
- (c)地点毎のハザードカーブ
- (d)その他のハザードの種類や表現方法
- (1) 施設整備のために、数十年から数百年に1度ということでL1津波というのを設定している。それと比べて、このハザード曲線を見てもだいたい値が小さくなっているような地域があり、混乱を生じないか危惧する。今回の試算例では十分な地震の活動度の評価を入れていないということであれば、公表は避けて頂きたい。
- (2) 東北地方太平洋沖地震と、数値計算の結果の比較については拡大して見えるようにして頂きたい。実際の地震で局所的に津波が高かった地域が、計算した結果も同様であるということは極めて大事な情報であるので、それらが検討できるような提示をして頂きたい。
- (3) 都道府県、市町村、集落単位、岬等どれくらいの解像度で津波ハザード情報を使っていくかということと、どういう内容の情報を出していくかというのがわかると、使い勝手や利用目的がイメージしやすいと思う。今回は沿岸津波高さということであるが、防災情報や避難情報としての利用を考えると浸水までの情報が必要になると思う。
- (4) 幅を持った津波ハザード情報を示された場合に、例えば物づくり等でどう扱うのかといった議論が必要になると思う。一方で、対策案の検討において被害額の算出や対策効果を見積もるのに有効と感じる。ハザード曲線の出し方、使い方は考えていかなければならない。
- (5) (a)の情報をできるだけ細かく集約せず、ユーザーが使える形で提供して頂けるとありがたい。
- (6) インフラの設計耐用年数からすると100年くらいの再現期間でどれくらいの津波が起こる可能性があるという情報が重要と考える。
- (7) そろそろ起こりそうだと評価されている津波のシナリオ毎に同じような情報が出るとよいと思う。また難しいかもしれないが、このシナリオだったらこれくらいの津波が来るというデータが出せるとよいと思う。

第6回津波ハザード情報の利活用に関する委員会

1. 日 時：平成26年7月4日(金)13時30分～17時

2. 場 所：TKP 東京駅前カンファレンスセンター 5F ホール 5A
(〒103-0028 東京都中央区八重洲 1-5-20 石塚八重洲ビル)

3. 議事要旨

- (1) 第5回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨及び津波ハザード情報の利活用に関する討論での主な意見を確認した。
- (2) 安倍委員より「地域防災における津波対策の取り組みと課題」と題した話題提供があり、議論した。
- (3) 事務局より日本海溝沿いで発生する地震による津波ハザード評価(試算結果の概要)の報告があり、議論した。
- (4) 藤原委員より地震ハザードステーション構築の経緯について説明があり、議論した。
- (5) 津波ハザード情報の利活用について意見交換を行い、議論した。

4. 討論での主な意見

① 論点1

これまでに経験のない(経験したことが知られていない)巨大地震による津波ハザード評価結果の取り扱いについてご意見を頂いた。

- (1) 大きい想定結果が出てきた場合、どのような背景で値が算出されたかをわかりやすく示してほしい。大きい想定結果が出た場合、地域住民にあきらが生じてしまうことが、学会レベルでも問題となっている。また、経験のない巨大地震には、特に西日本では情報が不足しているのが現状である。
- (2) どの程度の発生確率まで見込んだ対策をするかというのは、対象となる構造物によって異なってくる。例えば、道路の場合だと人間が活着している間の期間くらいとじている。
- (3) 巨大地震に対する課題は今後考えていなければならない大きな課題である。経験したことのない地震の波源設定については信頼性が問題となるが、専門家の意見を集約してルールを決め、統一して使用するための合意形成が必要である。
- (4) 東日本で経験した規模よりも大きな想定が示されると混乱する可能性があり、混乱を避けるためにも、十分な説明が必要である。
- (5) 被害想定に用いられている対象は、シナリオ地震に基づく想定が主で、確定論的な浸水域、津波到達時間が示されている。一方、今まで経験のない巨大地震の津波ハザードの捉え方には、補完的な意味で確率的评价が重要である。日本海溝以外の展開が必要で、日本を概観する評価が必要である。
- (6) L1、L2という2段階の評価でも、一般住民は混乱を来す。自分たちの都合のよい解釈が懸念される。土木学会関連のシンポジウムでは、住民向けの情報としてはL2のみでいいのではないかといたった意見もあった。巨大地震による津波評価はインパクトがあり、防災を考えるレベルに対するコンセンサスを得る必要がある。
- (7) 少なくとも確率的なイメージを出して頂きたい。再現期間等がないと出せないということもあるけれど、プレート境界のひずみ等なにか付加的な情報がないと説明する側も困る。
- (8) 確率評価は1つの重要な手段であり、評価を頻度と結びつけることによって津波ハザード情報が役立ってくる。確率的な面でJ-SHISで定義されている項目とリンクしていくことが重要である。

② 論点2

- (1) 全国を概観する沿岸津波波高のハザードの評価地点についてご意見を頂いた。
- (2) 東日本での経験を踏まえ、道路構造物に波力が作用する影響検討は始まったところであるが、構造物位置での評価が重要となる。
- (3) 沿岸での評価は、沿岸構造物の新設・改変の影響を受けるため、一定の頻度で更新していく必要がある。

- (4) L1 津波の評価の際の評価地点は、堤防の位置である。
- (5) 誰に対する情報であるかで情報が異なる。たとえば、自治体の担当者であれば、担当する構造物の手前の評価地点の情報が重要であり、それに対応できる汀線の際が重要であるが、住民にはそれでは不十分であるかもしれない。

③ 論点3

多様なハザード評価結果（や結果を生み出す前提条件等も含む）を利用者（専門家向け）に提供する仕組みの必要性についてご議論頂き、必要な内容や求められるシステムについてご意見を頂いた。

- (1) 専門家向けといっても、その専門性により必要とされる情報は異なる。従って、分かりやすい情報というのは専門家向けにも必要と思う。利用者の意見を聞いて、再度議論するのがよい。様々な条件の違いによる多様な浸水域のパターンを活用に繋げるためには、専門家が現場に入って一緒に考えていく必要がある。
- (2) J-SHIS のような仕組みで公開して頂くことは有り難い。ただ、50年で何%といった数値をそのまま活用することは困難である。ハザード評価に至る元データを公開することで、リスク評価に繋げることができる。リスク評価をする立場から相手に説明する際も、ハザード評価の内容が公開されていれば、説明も行きやすい。
- (3) 堤防の設計に携わっているユーザ側の立場として、津波を起こす地震の地震動の情報もあるとよい。1,800を超える断層モデルの情報が取り出せると活用できる。断層モデルのオーソライズ度、発生確率に係る情報があるとよい。
- (4) 多種多様な専門家が存在し、浸水評価に対する条件を漏らさず記載いただき、誰向けの情報であるかを整理し、丁寧な記載が必要である。津波は強大になるほど水が壁となって押し寄せてくる。壁となった水に短周期の波が乗った波状段波が深いところでも発生する。これは最大浸水域、浸水深には影響しないが、海中構造物に及ぼす影響が大きいことに注意が必要である。
- (5) 将来的に遡上計算で沿岸域の評価を計画しているようなので、評価結果を活用できるような形で、再現できるような条件も含めて提供して頂きたい。地震に対するリターンピリオドは今後の調査結果で変わってくるので、更新可能な J-SHIS のイメージで公表してほしい。
- (6) 津波版のシステムと J-SHIS が共有できる部分は共有するようになると思う。ユーザとしては、例えば対象とする施設位置での評価を行う場合に、沿岸波高の評価結果をどのように活用すれば良いか例等があると有り難い。
- (7) 津波規模を最大規模のみで評価するのではなく、頻度を評価した確率的な評価が重要である。これを住民に伝えるには理解に困難な点もあるが、専門家に向けては用途に応じて再現計算を行うために発生確率、重みに関する認識論的不確定性に関しての情報の公開も必要である。

第7回津波ハザード情報の利活用に関する委員会

1. 日 時：平成26年9月5日(金)12時30分～15時30分

2. 場 所：東京国際フォーラム G409

(〒100-0005 東京都千代田区丸の内3丁目5番1号)

3. 議事要旨

- (1) 第6回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨、話題提供の概要及び津波ハザード情報の利活用に関する討論での主な意見を確認した。
- (2) 山本委員より「鉄道における地震・津波ハザード情報活用の可能性」と題した話題提供があり、議論した。
- (3) 事務局より地域を対象とした詳細な津波ハザード評価への取り組みの報告があり、議論した。
- (4) 齊藤龍氏より浸水深のハザード評価の試みの紹介があり、議論した。
- (5) 事務局よりこれまでの討論における意見の整理について説明があり、津波ハザード情報の利活用について意見交換を行い、議論した。

4. 討論での主な意見案

以下の2点の論点で議論した。

- ① 津波ハザード評価(沿岸津波高さ)から浸水深ハザード評価への拡張における留意点や課題
- ② 浸水深ハザード情報の活用の可能性や留意点
 - ・ 全国を概観する津波ハザード情報(沿岸津波高さ)と地域の浸水深ハザード情報の使い分け
 - ・ 浸水深ハザード情報の地域単位での活用、メッシュ単位での活用の可能性等
- ① 津波ハザード評価(沿岸津波高さ)から浸水深ハザード評価への拡張における留意点や課題
 - ・ 津波高のハザードから浸水深ハザードの評価への拡張という技術的な手法の検討において、技術的な意見を寄せていただきたい。
 - ・ 浸水深の評価の場合、堤防の評価等、困難な点も多く、確率分布の評価には十分検討が必要である。
 - ・ ハザードの評価において、ばらつきの評価が重要である。沖合に適合したハザードを定義して、津波を多数発生させ、ばらつきを含めて、実際の計算をして浸水域の比較検討を全部積み重ねることで、より現実的なものが得られる。
 - ・ 沿岸での津波の高さのハザードとはまた別に、浸水深をハザードとして、ばらつきの要因の評価の検討が必要である。
- ② 浸水深ハザード情報の活用の可能性や留意点
 - (1) メッシュ単位の活用の可能性の判断は難しく、保険の料率、地域差に適合する使い方であれば恐らく、そのメッシュの切り方、サイズとかはいろいろあるが、活用の見込みというのはあると考える。
 - (2) 堤防背後の地域が危険に評価されたことにより土地価格が低下したとの津波浸水想定が悪用の指摘があったので、混乱を避けるために慎重に実施してほしい。
 - (3) メッシュが細かければ解像度が上がったように見えるが、他にも結果に及ぼすものもあるので、慎重に判断することが重要である。
 - (4) 保険業界では業界外でハザードを扱うことに対して期待をしているが、前提条件等を明確にしていきたい。
 - (5) 潜在的なユーザーかもしれない鉄道からの立場では、沿岸での波高だけであると判断が難しいので、浸水深ハザードの評価は非常にありがたい。
 - (6) 現在のフェーズで、この手法開発のレベルにおいては、我々が今一番対象としているのは専門家である。

第8回津波ハザード情報の利活用に関する委員会

1. 日 時：平成26年10月31日(金)14時00分～17時30分

2. 場 所：フクラシア東京ステーション 会議室D(6F)

(〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-1 朝日生命大手町ビル5F, 6F)

3. 議事要旨

- (1) 第7回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨、話題提供の概要及び津波ハザード情報の利活用に関する討論での主な意見を確認した。
- (2) 松山委員より「電気事業における確率論的津波ハザード情報の活用」と題した話題提供があり、議論した。
- (3) 牧委員より「被害想定をどう使うのかー命を守る、財産を守る、地域を守るー」と題した話題提供があり、議論した。
- (4) 論点の「対象ごとの確率論的津波ハザード情報の利活用の可能性、と留意点」と「住民の命・財産や地域を守るための津波ハザード情報、地域を守るための津波ハザード情報の利活用の可能性、多様な津波ハザード情報の提供等と留意点」について議論した。

4. 討論での主な意見

以下の2点の論点で議論した。

① 対象ごとの確率論的津波ハザード情報の利活用の可能性と留意点

例えば住民・行政・堤防設置者・ライフライン・水産事業者・医療・教育・保険等の関係者を想定して

② 住民の命・財産を守るための津波ハザード情報、地域を守るための津波ハザード情報の利活用の可能性と留意点

① 対象ごとの確率論的津波ハザード情報の利活用の可能性と留意点

- (1) 基本的にリスク解析を実施している技術者が第一の対象となり、対象を広げるのは困難である。
- (2) 使用目的を明確にして、可能な限り使用範囲を広げる必要がある。
- (3) 道路設備を津波から守る保全に役立てたい。
- (4) ハザード情報を対象となる人々に浸水深の情報のほかにフラジリティ評価に有効な情報(例えば流速など)がハザード側から提供されることが重要である。
- (5) オールマイティーな情報は存在しないので、目的によって割り切って設定することになるが、公表する限り、責任が生じる。
- (6) 構造物破壊のロジックツリーが有効であり、堤防が機能するときと機能しないとき等、両方の想定が存在することが望ましい。
- (7) 被害想定とかハザードマップの使い方には、応急対応のものと、復興、事前復興型があり、合意形成のためにシミュレーションの幾つかを示して、その中から自分の納得のいくハザードを決めていくのは有用である。
- (8) 専門家向けの情報であっても、専門家も多分野にわたっているので理解を得るための人材育成が必要である。
- (9) 確率を住民に理解していただくことは時間を要するので、住民への啓発には確率に幅があることや、使用方法を具体的に示しておく必要がある。
- (10) 津波ハザード情報はできるだけ広い範囲で示すものがあると使いやすくなり、配電の復旧に役立つ情報である。
- (11) ハザード情報というのは専門家に対して有効な情報であり、専門家であれば、与えられた情報の範囲内でうまく自分なりに加工して使い道を見つけていくということが可能だと思うので、データをできるだけオープンにしていきたい。

- (12) J-SHIS の地震の情報と比べると、地震に関しては、対策方法がルール化されている。一方、津波では、非常に重要な構造物では、すでにルール化されていると思うが、使い方のどこまでハザード情報として考慮すべきか必ずしも合意がとれてない状況であるので、将来、諸問題が発生するかと感じる。情報の出し側としては、使い方の流れ的なもの示すか、あくまでも情報として、そのまま出すのかは気になるところではある。
- ② 住民の命・財産を守るための津波ハザード情報，地域を守るための津波ハザード情報の利活用の可能性と留意点
- (1) 浸水深高のマップは必要であるが、50 m メッシュでは困難である。5 m メッシュが理想であるが、全国レベルでは現実的に困難であり、詳細は各自治体の再計算となるのが現実的である。
 - (2) 各自治体が住民の命を守るための確率的評価を用いるためには、表示システムとして、様々なケースが試算できるようなシステムが望ましい。
 - (3) 道路施設としては津波に安全性の高い地域の把握に役立てたい。
 - (4) 津波防災において、シナリオ型想定情報は最大級だけでなく、中規模な想定も有用な情報となる。
 - (5) 住民の命と財産保全は重要であり、防災教育で津波の危険性を理解してもらうための確率論表示は住民避難の判断規準になる。一方で、津波については 2 つのクラスのレベルを考えて、命を守るための最大クラスと、地域だとか財産を守るための発生頻度が高い津波と考えているので、整合性が出てこないと混乱する危険性は残る。
 - (6) ハザードマップもあくまで防災活動するための 1 つのツールでしかないので、津波の確率分布や、逆に、ある確率になる津波の高さ分布とかという表記理解しやすい形で出されることを期待する。
 - (7) ハザードマップは、最大クラスの地震を想定されていることが多いが、その規模に応じた避難を考えなければならない。意識を高く持ち続けるためにハザード情報の活用が重要である。

第9回津波ハザード情報の利活用に関する委員会

1. 日 時：平成27年2月4日(水)13時30分～17時00分

2. 場 所：東京国際フォーラム G610

(〒100-0005 東京都千代田区丸の内3丁目5番1号)

3. 議事要旨

- (1) 第8回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨、話題提供の概要及び津波ハザード情報の利活用に関する討論での主な意見を確認した。
- (2) 亀田弘行京都大学名誉教授／電力中央研究所名誉研究アドバイザーより「原子力安全のための耐津波工学の体系化における分野横断的協力～日本地震工学会と日本原子力学会の協働」と題した話題提供があり、議論した。
- (3) 防災科研森川主任研究員より「東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震動ハザード評価の改良」の報告があり、議論した。
- (4) 事務局より地震動ハザードと津波ハザードでの取り扱いについて簡単に整理したものについて説明があり、津波ハザード情報の利活用について意見交換を行い、議論した。

4. 討論での主な意見

「地震動予測地図の不確実性と、分野の横断的な活用等の課題」の論点で議論した。

- (1) 地震の震源断層と津波波源を物理現象から統一見解が今後の理解である。
- (2) 基本的な断層位置は、地震動と津波モデルの破壊領域の共通認識が必要であるが、津波パラメータは地震以外に設定する項目が存在する。
- (3) 津波ハザードにおいて、どのような断層が想定されているか、フィードバックできるような資料が公開されることが望ましい。
- (4) 津波と地震では、ユーザー側からすると求める精度とシナリオが異なる。原子力、土地利用計画、避難とで、断層設定の前提条件が異なるので、条件にさかのぼって利用できると良い。
- (5) 神戸の地震の経験で分野の横断的な必然性として感じたことは、地震工学と医学分野との連携も重要となる。また、再現期間が10万年クラスになると地震以外の津波の発生も懸念される。
- (6) 不確実性により地震動予測が関東で発生確率が増加したのであれば、津波予測、浸水予測への影響が懸念される。
- (7) 長期評価は南海トラフ、相模トラフ等の想定において他に発表されたものと最大クラス等の整合をとっている。日本海溝、千島海溝においてもモデルが異なることで結果に不整合が生じないように、整合性に配慮している。
- (8) ハザード曲線を利用する立場からすると、どのレベルまでの発生確率を対象とするかは、活用する側の対象施設によって異なる。発生確率の低いレベルでは、認識論的不確実さに関わってくる事項としてどこまでのマグニチュードを考慮すべきかが重要となり、対象によって異なる。
- (9) 地震による海底面変動以外の津波の要因として地震による海底地すべりが考えられるので、陸域だけでなく海域の地震動ハザードの情報があるとよい。耐津波工学委員会の報告書作成では、他分野の専門からの意見が集約されており、ハザードを専門とする立場からどのようにハザード情報が用いられるのかを知ることが重要である。
- (10) 地震動では、工学的利用の検討委員会が活動していたが、津波においても工学的利用の検討委員会が存在してもよいと考える。
- (11) 津波想定において異なる機関の想定の地形・水深等、異なる条件もあるので、統一的な条件である整合を期待する。
- (12) 情報を受ける対象を考慮し、利用対象を考慮した公表方法を考慮することで、より利用価値の高い情報と

なる。

- (13) 津波の想定は、地震の想定よりもパラメータの選定には、算定結果への影響が鋭敏であるので、より十分な配慮が必要である。
- (14) 確率論的な津波高さを把握していれば、事前の準備に活用できる。
- (15) 他分野の共通認識は、まず言葉の理解から始まるので、津波レシピ等にわかりやすい言葉として反映することも考えられる。

第10回津波ハザード情報の利活用に関する委員会

1. 日 時：平成27年5月15日(金)13時30分～17時00分

2. 場 所：TKP 東京駅八重洲カンファレンスセンター ホール5C

(〒104-0031 東京都中央区京橋1-7-1)

3. 議事要旨

① 第9回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨、話題提供の概要及び利活用委員会の成果概要および計画、報告書目次案に関する討論での主な意見を確認した。

② 山口委員より「地震保険の紹介と津波ハザード情報に関する要望」と題した話題提供があり、議論した。

③ 論点の「利活用委員会の今までの成果概要および計画、報告書目次案に関する討論」について議論した。

4. 討論での主な意見

今までの成果概要及び計画、それから、報告書目次案に向けてのこれまでの成果概要と計画、報告書目次案に関して議論した。

- (1) 地震動予測地図工学利用検討委員会(亀田委員長)では、提言を、地震動予測地図作成者への提言、社会との係わりに関して成果を社会に活かす部会での検討事項の提言、および地震動予測地図の工学的利用者への提言という3方向をまとめた。
- (2) 確率論的津波ハザード情報というのがどういうものなのかというのが、一つ大きいポイントになってくる。例えば、浸水範囲とか到達時間以外に、流速、津波高といった情報が必要であり、自治体の側からは、確定論的津波情報で避難行動に直結することとなる。
- (3) 津波ハザード情報のあるべき姿も報告書に盛り込む等、ある程度長期的な展望に立った部分も報告書にあってよいのではないか。
- (4) 確率論的津波ハザードとあわせて、決定論的なものも重要と思われる。利活用の面では、評価結果の表示等は使いやすいようなものにしていただけると非常にありがたい。また、利用者全般向け利活用と高度利用者向けは自由に使える形であるとありがたい。
- (5) つくる側への提言、使う側への提言と技術的、枠組み的なということもある。これまでの意見を集約して、その骨子をまとめていく必要がある。
- (6) 一般の防災で扱うハザードレベルと、原子力発電所のような、より低頻度のレベルまで扱う場合では不確実性の範囲が変わってくる。今回検討している情報の適用範囲を限定していただきたい。
- (7) 津波のハザードの情報を必要とされている対象が広がり、言葉の定義、確率の考え方、背景を含め10年ぐらい通用するものをつくれることが理想である。
- (8) ハザードマップが策定されていても、それから逃れるための脱出路が極めて限られているような箇所は、実は多く点在する。ハザードマップ上にそういう注記を記載するという措置が必要な場所が存在することを留意する必要がある。
- (9) 津波ハザード情報の利活用に関する提言が、報告書の一番重要項目と考える。利活用に見合ったデータとして、こんなものをつくってほしいという提言もありうる。
- (10) 現在、内閣府で示されている結果や日本海側の津波想定よりも、大きい値が示されることが想定される。ニーズからは、規模の小さい津波が来る可能性が高く、確率論的を対象とした場合、その問題をクリアすることが望ましい。
- (11) ユーザーの側で混乱をさけるために、整合性の議論が必要である。避難したり、防災計画を考えたりというところのアウトプットのイメージの議論はされているが、既存のL1、L2の議論と浸水想定あるいは被害想定のための津波のモデルの検討と、このハザードの評価とどういう位置関係になるか、整理が必要である。

第11回津波ハザード情報の利活用に関する委員会議事要旨

1. 日 時：平成27年7月29日(水)13時30分～17時00分

2. 場 所：東京国際フォーラム G602 会議室
(〒100-0005 東京都千代田区丸の内3丁目5番1号)

3. 議事要旨

- ① 都司委員より「高知県四万十市および静岡県吉田町に建設された避難タワー群による津波防災計画」と題した話題提供があり、議論した。
- ② 第10回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨、話題提供の概要及び利活用委員会の成果報告書目次案及び提言に関する討論での主な意見を確認した。
- ③ 事務局より委員会報告目次案が示され、議論した。
安中委員、山本委員、安倍委員より、報告書の提言に盛りこむ内容について提案があり、議論した。

4. 討論での主な意見

津波ハザード評価者に向けた提言、リスク評価や利用者側の立場からの提言、リスク評価やそれを地域防災につなげる視点での提言に関して議論した。

(1) 津波ハザード評価者に向けた提言(概要)：安中委員

ハザード作成側に対して、要望を以下に示す。

① 工学的活用の意識

確率論的な津波ハザード解析は、自然科学的な課題ではなく、工学的な課題であることを認識して評価することが必要である。

② 認識論的不確定性の考慮

偶然的ばらつきだけでなく、ロジックツリーによる認識論的不確定性の評価を正面から取り上げる必要がある。SSHACレベル3やレベル4を意識した「専門家の判断」の活用を実践する場として地震本部は最適。

③ 長期間の平均的なハザード評価が不可欠

長期間の平均的なハザード評価を、現時点の評価の基礎として実施する必要がある(現時点だけにすると東北地方太平洋沖型が見えなくなってしまう)。

④ ハザード解析モデルの基礎となっている事項に関する検討の必要性

これまでの固有地震モデルへの反省があり、多様性を考慮したモデルに基づいた評価が行われているが、地震の発生確率の評価だけは、固有地震的に行われている。多様性を考慮したモデルの概念を明確にする必要がある。

⑤ 浸水域・浸水深に関する評価の実用化

確率論的な津波ハザード解析の評価結果を浸水域・浸水深のハザードとして面的に表現することは、わかりやすさという面で非常に重要である。津波高さのばらつきが浸水域の広がりの変化となることを考慮して評価する必要がある。

主な討議

- ・ 認識論的不確定性の考慮の部分は、まだ地震本部の中ではほとんど実施されていないのが現状。
- ・ 実際のアクションにつなげるために認識論的不確定性の考慮を提言に盛りこむことは重要である。
- ・ 確率論的なハザード評価に関しては国際標準化が重要である。
- ・ 確率論的なハザードの具体例の策定には、誰が主体で実施するかが問題である。

(2) ハザード情報を使ったリスク評価や利用者側の立場からの提言(概要)：山本委員寝坊

① 津波ハザード情報公開に関する長期的な展望

単発的な情報公開ではないことを示すために、情報の公開に関する長期的な計画(展望)を示すことが重要である。

② 津波ハザードデータの精度・信頼性に関する情報公開

公開された津波ハザードデータがどのような精度であり、どの程度の信頼性を持つものか、参考になる情報を公開して頂くことを望む。結果の数字だけが独り歩きしないためにも、その数字が誤差を含み、ばらつきを持つことを利用者が知ることは重要である。

③ 津波ハザードデータの読み方・扱い方に関する説明

津波ハザードデータの利用者は津波解析のプロだけではなく、ハザードデータそのものの取り扱いに慣れた者であっても、“津波ハザード”に関しては詳しくないケースがある。このような観点から公開され各データに関して、読み方や扱い方についての基本的な説明・注意事項は重要である。

④ 津波ハザードデータの定期的なアップデート

利用者が業務で継続的に活用する際には、データのメンテナンスは不可欠である。またメンテナンスの方針(どの程度の期間で、どのようにアップデートするのか)を示すことも必要である。

⑤ 津波ハザードの震源モデルと地震ハザード(J-SHIS)の震源モデルの整合性

データ活用の際に、津波と強震動を同時に考慮した分析が必要なことがある。合理的な分析が可能なように、各震源モデルの整合性がある程度求められる。

⑥ 浸水域の予測

浸水域の情報を必要とする利用者は多いと考える。次のステップでこれらの情報を追加することを望む。

討議

- ・ 利用者の立場からは、情報の安定性も重要である。
- ・ 利用者の立場として、津波の波源モデルに対し可能性の範囲を示すことが重要である。
- ・ 津波の対象としては、現状では近地地震を起源とするものだけであり、遠地地震や非地震性のものは今後の課題である。

(3) ハザード情報を使ったリスク評価やそれを地域防災につなげる視点での提言(概要)：安倍委員

① 特定の想定シナリオから、マルチシナリオ・幅を持った評価へ

津波ハザード情報が今後流通することによって、現在よりも数多くのシナリオを持つことが期待できる。シミュレーションで得られる津波高さ、到達時間、浸水範囲、浸水深、流速、流向、継続時間や時系列の水位変動などの情報は、複数のシナリオケースから幅を持った情報を得ることもでき、特定シナリオに頼らない計画や評価も可能になる。地域によっては、最大クラスとして想定されている情報を、ハザード情報が上回るシナリオが示されることがあり、警戒区域等に含まれないリスクある地域に対しても、防災対策に取り組まれるよう社会へのアピールは不可欠である。

② 確率の情報を付加することによるリスク評価の実現

確率の情報をを持ったハザード情報が得られることで、土地利用や構造物の計画、投資などの判断にリスク評価を組み込むことが可能になる。確率やリスクの情報は、専門家や実務者に取り扱われることが多いものと考えられるが、それら評価情報の公開や流通を促し、社会で積極活用していく仕組みが求められ、市民にもわかりやすい説明や理解を助ける情報の流通が望まれる。

③ リスクコミュニケーションのさらなる研究・実践の必要

津波災害やその被害に対するリスクコミュニケーションは、その方法も実践例も、いまだ途上と言わざるを得ない現状がある。さらに多くの専門家や研究者が参加し、手法研究や実践例を積み重ねることが望まれる。また、平時はハザードマップやハザード情報など様々な情報が流通するが、発災時は津波警報などごく限られた情報の中での対応・行動となり、情報量のギャップに留意しなければならず、リスクコミュニケーションにおいてもその視点は欠かせない。

主な討議

- 確率的評価を行う際の多数の津波シナリオをリアルタイムの評価で使う視点もある。提言でカバーする範囲を明確にしたほうが良い。
- 目的・対象に応じた情報の精度，見せ方，出し方，例えば命を守るための情報なのか，長期的な土地利用のための情報なのか等を専門家側で考慮する必要がある。
- 津波情報を，誰がというのをあまり特定せず，社会の中で中長期的視野も含めて，どう有効活用していくかという視点があっても良い。

第12回津波ハザード情報の利活用に関する委員会議事要旨

1. 日 時：平成27年9月11日(金)13時30分～17時00分

2. 場 所：フクラシア東京ステーション 6F 会議室D

(〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-1 朝日生命大手町ビル)

3. 議事要旨

- (1) 第11回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨、話題提供の概要及び利活用委員会の成果報告書目次案及び提言に関する討論での主な意見を確認した。
- (2) 文部科学省研究開発局地震・防災研究課加藤孝志地震調査管理官より「津波評価部会の検討状況と今後の予定」と題した報告があり、議論した。
- (3) 高梨委員より「神奈川県で想定される津波と避難行動～鎌倉市の津波浸水危険域実態調査結果を中心に～」と題した話題提供があり、議論した。
- (4) 事務局より委員会報告目次案が示され、議論した。
- (5) 山口委員、松山委員より、報告書の提言に盛りこむ内容について提案があり、議論した。

4. 討論での主な意見

津波ハザード評価者に向けた提言、リスク評価や利用者側の立場からの提言、リスク評価やそれを地域防災につなげる視点での提言に関して議論した。

(1) ハザード情報を使ったリスク評価や利用者側の立場からの提言：山口委員

① 津波ハザード情報の計算に使った手法やデータの公開

津波ハザード情報によるリスク評価の結果に対して、手法・データについてはその前提となるところを公開されてほしいと思っている。公開されることで、前提条件の変更も利用者側で対応可能となる。

② 津波ハザード情報の計算の前提、仮定のおき方

津波ハザード情報の計算前提や仮定において、防災の観点、工学的判断に基づく津波ハザード情報の前提、仮定がよくわからないので、保険料率のリスク評価では、安全側でなく、フラットな前提、仮定、津波ハザード情報もあわせて提供されるのを望む。

津波ハザード情報の安定的な供給、時系列的に何か前提が変わることで大幅に結果に影響することがあると、利用者側は使いづらい。

③ 主な討議

- ・ 確率論的ハザード評価では、本来、安全側の評価をしないと思っている。不確実さを適切に評価することで幅を持った評価結果を得て、これを基に意思決定に用いられる。
- ・ 低頻度の事象を包含した確率分布モデルでハザードを表現する場合、わからないものを包含するために、過度にばらつきを大きくとり、不確実さを見込み過ぎるので、過大な低頻度でのハザードを生み出す。結果として低頻度の事象を包含しないため、東北地方太平洋沖地震を見逃したようなモデルにならないように、安全側は、低頻度のものをできるだけ含んだものという意識であるが、認識論的な不確実さの適切な扱いというところに踏み込まないと実現できない課題であって、現在の取り組みだけではまだ不十分である。長期評価等を受けて確率論的なハザードとして作り込むために、不十分な部分をどこの場で議論するのか。それが調査委員会の下で評価するには、まだ少し見えていないところもある。結局不確実性要素の評価は σ を大きくするという考え方と、ロジックツリー的な認識論的な不確実さの中で捉える両者が存在する。
- ・ 例えば起こるか、起こらないかわからない事象について σ でカバーをしようとする、結局起こるという前提に立ってモデル化をしているが、認識論的な不確実性の取り扱いに対してロジックツリー的な取り扱いで既に起きるといふことの仮定と起きない仮定が必要である。

(2) ハザード情報を使ったりリスク評価や利用者側の立場からの提言：松山委員

① 津波ハザード情報の意義・意味の揭示と種々の分野の専門家も含めた周知・広報

確率論的なハザードなどの情報について、その意義や意味は地震や津波の専門家も含めて十分に理解が進んでいないのではないかと。下記のようなことを示すウェブページなどの作成や、それらの学会での発表などを繰り返して実施すべきと考える。

- ・ 津波ハザード情報は津波の予知情報ではなく、あくまで現状の一定の知識の仮定のもとで、津波のあるリスクを定量的に出したものである。
- ・ 現状の一定の知識と仮定の基で、津波のあるリスク（水位、浸水）を定量的に評価したものであるべきで、津波ハザード情報の基本的な事項を含め意義・意味を提示する。
- ・ 津波の作用（波力・波圧、漂流物など）によるリスク評価を入力条件として活用する。
- ・ リスクに対してどう対応すべきかを意思決定するための情報の1つであることを示す。
- ・ 最終的な結果（超過確率）に加えて、それらを構成するシナリオの情報も重要である。

② 津波の電気事業における活用

1) 原子力分野

- ・ 津波評価に電気事業の原子力部門で自ら評価する可能性が高いので、種々の最新知見や提示された意見に対応して、独自に津波ハザード解析を実施することが予測される。
- ・ 説明性の観点から、それぞれの手法とデータについて比較できるべきである。
- ・ 冷却水確保の観点から津波発生時の水位低下に関する情報も必要である。

2) 配電・変電分野

早期復旧体制の重要性の観点から津波ハザード情報は有用である可能性が高い。

- ・ 活用方法としては、復旧資材に関する準備、直後の被害情報把握のための情報。
- ・ 津波高さに加えて、浸水域に関するハザード情報があると復旧範囲の仮定の観点で望ましい。

主な討議

- ・ J-SHIS は毎年度、地震学の知見の進歩に対し、新しい知見を取り入れた計算を行ったデータを反映している。津波は計算量が膨大であるので、更新には時間を要することとなる。
- ・ 認識論的な不確定性というのは基本的にはそういう知識とともに減少していくこととなる。
- ・ 実際は観測データ増えるたびに、わからないことが増えていくのが現状である。
- ・ 水位低下に関しては、例えば船舶とか港湾は同様な問題が潜在する。
- ・ 海岸に近いところとかということになると、水位低下をハザードとして議論するというのはすぐに露出してしてしまうのでほとんど不可能に近い。原子力の分野が検討している沖合の地点での評価の問題は、未解決の問題が残っている。ハザードの定義点をどこにするのが一番合理的かという話は、検討地点によってはローカルな影響を受けるので検討課題すべき事項である。
- ・ 浸水深で議論するときも、どこを基準にするかと、そういうことが非常に影響をおよぼすこととなる。原子力分野では、フラジリティ用の津波の扱いに関係することとなる。
- ・ 汀線地点の非常用取水路において水深が期待できないと困る事態となる。
- ・ 原子力の津波リスクを評価する体系ということでは、原子力学会と規制委員会のものがある。ここでは、ハザード評価地点を沖合で定義している。これは、沿岸部の人工物によってハザードが変わるものではないとの考えによる。ハザード評価地点から遡上してくる波をどうやって決めるかがフラジリティの評価になる。
- ・ シナリオで想定した水位よりも大きい範囲の、頻度が低頻度になる水位を評価するには、シナリオで設定しているすべり量を大きくする方法や孤立波や正弦波等の模擬津波波形を用いる方法がある。何らかの方法で、沖合地点で決めた波による遡上の計算を実施し、フラジリティにつなげる。浸水深はフラジリティで扱う情報だと捉えている。
- ・ 確率の安全、ハザードの定義の位置付け、ハザードからどういうフラジリティへ、さらにリスクのつなげるかというのは根本的事項がまだ存在するので、整理しておくことが必要である。

第13回津波ハザード情報の利活用に関する委員会議事要旨

1. 日 時：平成27年11月18日(水)13時30分～17時00分

2. 場 所：フクラシア東京ステーション 5F 会議室L

(〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-1 朝日生命大手町ビル)

3. 議事要旨

① 第12回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨、話題提供の概要及び利活用委員会の成果報告書案及び提言に関する討論での主な意見を確認した。

② 事務局より委員会報告目次案が示され、議論した。

③ 杉野委員、富田委員より、報告書の提言に盛りこむ内容について提案があり、議論した。

4. 討論での主な意見

津波ハザード評価者に向けた提言、リスク評価や利用者側の立場からの提言、リスク評価やそれを地域防災につなげる視点での提言および報告書に関して議論した。

(1) 津波ハザード情報作成者への提言：杉野委員

本提言は、個人の意見であり所属機関を代表するものではない。

① 津波発生モデル(波源モデルと活動モデル)について

- ・ 将来発生する津波の規模は既往最大を上回る可能性があることを前提に津波波源を想定する必要があるが、過去に経験のない(記録がない)位置や規模の津波波源を想定することには課題(分からないこと)も多いが、現時点の利用可能な知見を活用し、場合によっては外挿するなどして課題を解決し、「分からないから想定しない」を回避する。
- ・ 津波波源の面積が広大であれば破壊開始点や破壊伝播速度などの破壊伝播特性が沿岸部の津波水位に影響するので、断層の破壊伝播特性に係る不確かさを考慮する。
- ・ 津波を伴う地震活動のモデル化には、歴史津波の痕跡情報や古津波の津波堆積物情報が有効で、これらの情報の拡充を図っていく必要がある。
- ・ 津波発生源に関しては海底地すべり、火山、隕石落下などが発生源となることから、今後、確率論的津波ハザード解析手法の対象を拡張していくが重要である。

② 津波伝播モデル(数値解析モデルと地形モデル)について

- ・ 津波伝播モデルを用いて算出される津波水位は、数値解法、地形モデルの空間格子サイズ・波源モデルの設定方法によっても変化する。誤差も変化するため、評価に用いるモデルで誤差を評価することが必要である。
- ・ 東北地震津波の際、地殻変動により広域で沈下し、陸域の浸水範囲が広がった。地殻変動の効果を取り入れたハザード評価指標が望ましい(浸水深もその1つ)。

③ ハザード評価地点について

- ・ 評価地点の取り方は、評価対象に応じて地点を選定する。
- ・ 原子力分野のハザード評価地点は、沿岸部の人工構造物の影響を受けることを避けて沖合地点としている。沖合地点の津波高さからは沿岸施設位置での浸水深などを直接評価できないため、沖合地点から施設までの遡上解析に基づく津波フラジリティ評価を別途行うことを前提としている。
- ・ 広域沿岸部汀線をハザード評価地点とする場合、人工構造物の影響も含まれる形で広域沿岸の浸水深を直接評価できるので地域住民に分かりやすいが、人工構造物の変化(例えば防潮堤の造成など)があればその都度見直しが必要である。また、陸域遡上を考慮した地形モデルの場合には、沿岸部汀線は津波の通過点であるため、必ずしも最大水位を示すとは限らないことを注意書きなどで示す必要がある。
- ・ 陸上遡上域の多数地点をハザード評価地点とする場合、広域の浸水深などを面的に評価できる点において有効であるが、人工構造物の変化(土地利用の変化など)への定期的な対応・見直しが必要である。また、

建物の崩壊・流出などの条件が浸水域の評価結果に影響するため、そのようなモデル化と不確実さの考慮が必要である。

④ ハザード評価結果と条件の公開・更新について

- ・ 確率論的ハザード評価結果のみならず、評価条件(断層パラメータなど)も2次利用のため情報公開が望まれる。また、ハザード評価は、それまでの科学的知見と経験をもとに将来の津波の発生規模と頻度を予測するものであり、知見や経験の蓄積によって変わり得るものであることを認識し、今後の観測技術や解析技術の発展による新たな知見を継続的に取り入れて評価結果を更新していくことが望まれる。

⑤ 討議

- ・ 「沿岸部汀線は津波の通過点であるため、必ずしも最大水位を示すとは限らない」とは、遡上のモデルで、汀線位置は通過していく地点になるので、汀線位置での最大水位は、陸域の遡上先端での水位よりも小さい場合がある。沿岸部で暫定的に評価するにしても、海岸線だけの値を見ては、その地域の最大値にはならないことを注意書きとしてあったほうがいい。
- ・ 一般に歴史地震のマグニチュードを決めるとき、歴史記録からでは過小評価となる。江戸時代より古い時代では、京都、奈良では記録は必ずあるが、それ以外のところは全くないので最小限の地震の側の揺れの分布から、マグニチュードが過小評価される。津波堆積物の評価においても同様な傾向がみられる。
- ・ ハザード評価の対象拡張の津波発生源として、海底地すべり、火山、隕石落下の他にも遠地地震(外国の地震)による津波も含まれる。
- ・ ハザード評価に用いる解析環境(コード、メッシュサイズ等を含む)に応じて誤差評価が必要である。
- ・ 断層の破壊領域に係る不確実さを考慮するには、専門家を集めてコンセンサスを得るような形で、例えば、日本海溝・千島海溝とかだこのぐらいの範囲ということを決めてもらえると扱いやすいと思われる。解決の手法は様々である。ロジックツリーで扱っていくということも1つの手法である。

(2) 海外での事例を踏まえた津波ハザード評価者への提言：富田委員

① ユーザーを意識したハザード情報の表示

- ・ 内閣府(防災担当)及び海岸4省庁による「津波・高潮ハザードマップマニュアル」(平成16年3月)にも記されているように、ユーザーを意識してハザードを示すことが必要である。

② 避難する人にとってのハザード情報

- ・ 海外では、津波に関する科学的な知識は十分でなくても、2004年スマトラ島沖地震津波、2011年東北地方太平洋沖地震津波などのニュース等により、津波は怖いものであると認識している人は多い。
- ・ 南米チリでは、2014年ピサグア地震、2015年イジャペル地震の際にはほとんどの人が大きな揺れを契機として避難している。
- ・ その避難に役立ったと指摘されたものは、避難訓練への参加と道路上に設置された避難場所への誘導表示板である。
- ・ 地震直後の避難には、逃げるという意識を住民が持っていることと、どこまで、どのように逃げればよいのかを分かりやすく示すことが重要である。
- ・ 基本的な事前情報は最悪シナリオに基づいた浸水想定と避難場所の決定であり、地震動、地殻変動、津波の観測データ等を活用した即時的な予測も、今後の科学技術の進展により期待される。

③ 防災マネジメントをする人にとってのハザード情報

- ・ 日本では、考えうる最大クラスの津波とそれよりも高さは低いが発生頻度が高い津波を対象地域において設定して、ハード施設による防災・減災と土地利用や避難などのソフト対策を総合して、津波に強い地域を形成しようとしている。
- ・ 後者の津波においては数十年～百数十年に1回程度の発生確率が考慮されているが、前者の津波の発生確率は必ずしも明確ではないが、1千年に1回あるいはそれよりも低頻度である。

- 米国では避難ビルの設計ガイドライン(FEMA-P676)では、発生確率を考慮した Maximum Considered Tsunami を対象地域において推定することを推奨しており、確率的な取り組みを行っている。
- どのような発生確率を設定しても残余リスクは存在するので、そのための対策を用意する必要がある。
- 確率的評価により津波以外のハザードとの比較などを実施しやすくすることも大切であるが、津波リスクを有する対象地域における関係者が合意できる津波を設定することが重要である。
- 例えば、対象地域における最大クラスの津波の高さ、周期、流速等の津波の諸元が、確率的に評価された津波諸元と関連付けられることにより、最大クラスの津波による影響の確率的な評価が可能になり、他地域や他のハザードとの比較が可能になる。

④ 討議

- 「津波リスクを有する対象地域における関係者が合意できる津波を設定することが重要である」ことの確率論的な試みは米国が先駆的であり、日本においてはレベル1, 2を設定することで合意形成ができています。
- 津波防災まちづくり法で施行されている浸水ラインは、人の命を守ることが目標になっているので、最大クラスを対象にせざるを得ない。
- 2500年というのは、地震動ハザードにおいて50年2%がベースになっている。設計用加速度応答スペクトルが、米国では様々な基準に用いられ、建築基準にも反映されている。ハザード評価の結果と地震動の評価が設計地震動に対してはリンクしている。日本では、地震本部が明確に示していないので、工学の分野では浸透していない。
- 日本のインフラ構造物は大体50年が供用期間として設定され、レベル2地震動に対しては、供用年数の数倍を考慮し50年2%に対して地震動を設定することとなる。
- 地震に対する津波の法則が、海外と日本でかなり違う面がある。特に熱帯地方の場合、同じマグニチュードであって、海底地すべりが生じて起大きな津波が来る場合がある。また、防潮堤も存在しない国も多く、日本の常識は必ずしも通用しないことの認識も必要である。
- 海外の津波に関して、日本の領海で起きた津波高に関して、対岸の諸国に伝えることも考えられる。南海トラフの地震であると、パプアニューギニアでの予想される津波高さは気象庁では事前に計算をされているので提供をすることも検討したらどうか。
- 避難に関しては、さまざまな情報よりも、最悪シナリオのよってどこまで逃げなければならないのかを示すことが重要である。一方、津波に強いまちづくりになると、必ずしもそれだけではなくほかのハザードも考慮しなければならない。日本の場合には、高潮もあるので、津波と高潮のハザードと比較する上で、確率論的な指標は当然必要になってくる。確率論的な評価結果をまちづくりや、他のハザードとの比較に利用するということ分かりやすいが、避難にどのように活かすのかなど困難な点も多いと思う。
- 東日本大震災や北海道南西沖地震の事例では、避難等の行動をえるときに、時間の要素がかなり大きかった。避難訓練への参加、避難場所へ向かう誘導の表示が有用な対策という指摘の中には、安全な場所の設定や行動につながる情報として、高さ以外に、時間も考慮することが重要である。

第14回津波ハザード情報の利活用に関する委員会議事要旨

1. 日 時：平成28年2月19日(金)13時30分～17時00分

2. 場 所：東京国際フォーラム G701 会議室
(〒100-0005 東京都千代田区丸の内3丁目5番1号)

3. 議事要旨

(1) 第13回津波ハザード情報の利活用に関する委員会の議事要旨、話題提供の概要及び利活用委員会の成果報告書案及び提言に関する討論での主な意見を確認した。

(2) 高梨委員より、報告書の提言に盛りこむ内容について提案があり、議論した。また、源谷委員、牧委員は欠席により、提言を事務局が紹介し、議論した。

(3) 事務局より委員会報告目次案が示され、議論した。

4. 討論での主な意見

津波ハザード評価者に向けた提言、リスク評価や利用者側の立場からの提言、リスク評価やそれを地域防災につなげる視点での提言および報告書に関して議論した。

(1) ハザード情報を使ったリスク評価や利用者側の立場からの提言：高梨委員

① 確率論的情報の受け止め方について

- ・類似する確率論的情報発信の先行例として、確率論的地震動予測情報が挙げられる。開始から10年が経過しているが、一般の活用にはまだ時間を要している。市町村においても同様であるが、“知からの地震対策推進”に寄与することができる可能性を模索している。
- ・「確率」そのものが一般国民には理解されにくい傾向があるが、“見た目の分かりやすさ”から、確率論的地震動予測地図は受け入れられている。
- ・「震源断層を特定した地震動予測地図」は被害想定調査実施のため、J-SHIS から直接データを入手する職員等もあり、地震そのものに関するデータへのニーズが高い。
- ・一般企業においては、地震保険やライフライン、建築・土木構造物等の企業では作成過程での基礎的データを希望する企業もある。
- ・啓発などの事例集がほしいというニーズもある。
- ・また、この情報を、一般の人や地方公共団体、企業等が活用するためのガイドライン等が求められよう。

② 津波ハザード情報の利活用について

全般

- ・津波ハザード情報は、平常時の土地利用や復興計画、事前復興計画、応急対応(津波避難:避難先・避難経路・避難所要時間等、救助活動)、避難救援(避難所、避難者の広域避難等)において、それぞれの情報の特性に応じて活用されることが考えられる

津波の発生リスク(確率)

- ・国や都道府県が行う被害想定調査や対策目標とすべき津波の選定の際に活用される可能性が高く、既往津波タイプかシナリオ津波なのかなど、計算に用いた個々の震源・波源モデルに基づく津波の発生確率に対するニーズがあるのではないかと。

確率論的津波浸水深地図

- ・都道府県や市町村が作成する津波浸水予測図にきわめて近いものが得られているが、どのように差異(特徴)を示すかが課題である。
- ・都道府県が行う被害想定手法では、国交省のガイドラインに従い、堤防の決壊を前提にしているが、規模の小さい地震津波であれば、堤防越流の扱い手法が課題になる。
- ・地形データのニーズが高く、統一的な地形データ等を活用するため、データの整備・統合、提供をお願いしたい。

- ・一般国民や市町村等では、最悪事態の想定と発生頻度の高い津波対応の区別がつかないため、公表の際には、再現期間や浸水深等の地域に応じた留意が必要である。

③ 討議

- ・確率的情報のデータ解析できる都道府県担当者は 7 割くらいで、ほとんどは専門業者に任せている。
- ・海底地形、特に埋め立て等の GIS のデータは最新のものにアップデートできるような工夫が必要である。
- ・自治体が被害想定を実施するときは、確率論よりは、震源を特定した地震予測地図が用いられているが、津波においては震源が不確定な過去の歴史地震の再現には確率論の適用が可能と思われる。
- ・浸水想定シミュレーションで目的に応じて堤防の機能の有・無のケースを行っているので、条件を明確にしておかないと、受け取る側に混乱を生じる。

(2) 津波ハザード情報の利活用への提言：源谷委員

① 提言

- ・高速道路では、防災上の観点から「地震」「降雨」による通行規制基準を定めているが、津波に関してはその規定がない（一部で「大津波警報発令」での規制有り）。東日本大震災時には、地震により高速道路が通行止めとなり、盛土構造の仙台東部道路（東日本高速道路が運営）へ住民約 230 人が避難し、さらに、盛土は内陸市街地への瓦礫の流入を抑制する防潮堤として機能した。この報道を通じて、東南海・南海トラフ地震の想定では津波ハザード情報により海拔の低い地域では、高速道路の一部を避難築堤として利活用する要請が高まっている。道路管理者からの立場としても、津波ハザード情報の関心は大きい。

② 討議

- ・東日本大震災で津波の被害を受けた仙台東部道路では、住民約 230 人が周辺より高い道路盛土構造に避難し、管理者はさらに安全な場所へと住民を避難させた。この事例以降、震災時の津波一時避難拠点として注目され、建設予定の高速道路周辺住民からは高架橋の計画よりも盛土の計画への要望が出るようになった。高速道本線は指定避難所では無いため、盛土部に避難のための築堤を設置している事例もある。
- ・高知県種崎等では、避難場所が限定されるため、海岸に隣接する高速道路への避難は有効と考えられる。

(3) 津波ハザード利用者への提言：牧委員

① 提言

- ・行政が提供する津波ハザード情報は、その津波が来る、という確定的な情報ではなく、想定される様々な津波シナリオの 1 つにすぎないということを理解する必要がある。
- ・何の目的で津波ハザード情報を利用するのかによって、必要となる津波シナリオが異なる。例えば、命を守る・危機対応のシナリオを構築するためには、想定される最大クラスの津波ハザードの情報が必要であるが、防潮堤の設計には発生可能性の高い津波ハザード情報が必要となる。「こういった目的で津波ハザード情報を利用するのか」について明確にした上で津波ハザード情報を利用する必要がある。
- ・現在、提供されている最大クラスの津波シナリオは、最悪を想定した 1 つのシナリオにすぎない。実際にくる津波は多様であり、最悪シナリオだと逃げ切ることができない、といって避難をあきらめてはいけない。提供されている津波ハザード情報の意味を、正しく理解する必要がある。
- ・津波ハザード情報を提供する人は、防災意識が下がるから等々の理由で最悪シナリオを強調するが、津波ハザード情報には幅がある、ということも伝え、人々がハザード情報を納得した上で津波への対処をするようにする必要がある。

② 討議

- ・ハザード情報は最悪シナリオを強調しがちであり、ハザード情報によって「正しく恐れる」ことが重要で、ハザードマップを正しく活用するためのガイドラインが必要である。

(4) 報告案に関して

事務局より委員会報告目次案が示され、議論した。

- 7章は各委員の提言ということで、提言者の氏名を記載し、討議内容に関しては、委員会初回に発言者の氏名は記載しない条件であったので、氏名は記載しない。
- 文中に「過度」、「過大」との表現が目立ち、委員会統一見解としての表現としては、受け入れられないので、記載の言葉を留意する。
- 「低頻度」の問題はハザードモデルの問題で、不確定性の問題が最大級を必ず起こるものとして入れてしまえば、こういうことになる。ただ、この議論は認識論的不確定性の議論を十分に議論しないと学問的には問題の決着はつかない。南海トラフの最大級、最大クラスがほんとうに起こるのか、起こらないのかを明確に行わないと、今設定しているレベルが最大とも言えないこととなる。
- 「過度」との表現が適切であるかは別として、1つ事象がすごく大きいイベントを1000年に1回だとしても、ハザードレベルは上がる。
- 地震動のほうも相模トラフでM8.7クラスの規模を想定しているの、それは大多数が起こると思っているのか、そういう学問的に決着がつかない想定をハザードに持ち込むときのルールが必要である。
- 認識論的不確定性の評価でサイエンティフィックには起きるかどうか分からないという、1つのシナリオであるというような、南海トラフで最大の震源、地震が起きる想定を一番大きくしたらこういうのがあり得るとするのが1つなので、それは認識論的な不確定性がある。そういう不確実な事象を含んで出した情報をどう生かすかというのである。
- シナリオ型にしても確率論の評価型でも、数字は一人歩きしてしまう可能性がある。ハザード情報作成者は、適用範囲と利用上の留意点を明確にする必要がある。目的、限界を明確にすべきで、情報提供の条件として適用範囲、適用時の留意点・注意点を示すべきである。
- 確率論的な津波情報というのは全てのシナリオの集合で、起こり得る複数のシナリオの集合体を考慮することが確率論という津波情報である。
- 自治体が実施している津波浸水想定津波ハザード情報であるので、確率論的津波ハザード情報は区別をする。
- 提言の冒頭に確率的津波ハザード情報の定義を示すべきである。
- 津波リスクを有する対象地域における関係者が理解できる津波レベルを合意したレベルで設定することが重要で、その結果を踏まえてのハード・ソフトの対策となる。
- 日本におけるレベル1・レベル2の設定の合意形成があるが、この設定は確率論的考えであるが、明確にハザード情報と対比させるには、まだ議論が必要である。
- 東日本大震災の教訓の1つは、過信であった。例えば、津波越流で構造物に生じる外力や破壊メカニズムが十分に明らかでなく設計方法も十分でなかったにもかかわらずコンクリート被覆された構造物は津波に対して壊れないという過信があった。ハザードマップで示された範囲以上に浸水することはないという過信があり、避難所に避難したにもかかわらず津波に巻き込まれ犠牲になった人もいた。ハザード情報作成者は、情報利用者に新たな過信を生むおそれがあることを心にとめた上で情報発信すべきである。
- 津波ハザード情報作成の前提条件・作成過程の明確に示し、さまざまな目的に応じた前提条件・作成過程があることを認識する必要がある。観測結果との比較においては、科学的な観測記録がある期間(明治以降百数十年程度)の文献や堆積物調査が活用できる期間(数百年)について、算定結果との適合性を確認し、信頼性・限界を明示すべきである。
- 設計では沿岸津波高さよりもインフラ等の存在するジャストポイントでの情報が重要となる。一方、津波浸水は、沿岸や陸域での詳細な地形や破壊条件を含む構造物の状況等に影響を受けることから、この問題を解決する確率的評価手法はまだ未確立である。
- シナリオ型・確率論的ハザード評価型でも、ハザード情報作成者は、適用範囲と利用上の留意点を明確に

する必要がある。ハザード情報を作成する際に実施する津波のシミュレーションは、作成情報の目的を踏まえた上で前提条件を設定すべきものである。

- 津波ハザード情報を継続的に利用されるハザード情報とするためには、情報のメンテナンスは不可欠である。
- 作成者への提言の構成としては、①認識論的不確定性，②前提条件・作成・目的・適用範囲，③浸水ハザード，④定期更新，⑤メンテナンスの順とする。
- 利用者への提言の構成としては、①ハザードの必要性，②前提条件・必要性，③活用の仕組みの順とする。