



北海道の地震・津波被害想定 について

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 建築研究本部
北方建築総合研究所 地域研究部 防災システムグループ
竹内 慎一



地方独立行政法人
北海道立総合研究機構

道総研は、21の研究所等、約1,090名の職員を有する総合試験研究機関です。法人の運営を担う法人本部と研究を行う5つの研究本部で構成されています。





私たち 道総研建築研究本部 は
建築・まちづくり分野における
都道府県唯一の研究機関です。



積雪寒冷地における
建築・住宅・まちづくりの
調査研究・技術開発・試験評価を
行っています。



建築性能試験センター

性能評価・構造計算適合性判定・各種試験など
第三者評価

北方建築総合研究所

建築・住宅・まちづくりの調査研究・技術開発



自己紹介

所 属：地域研究部 防災システムG
職・氏名：研究主幹 竹内 慎一
専門分野：地域防災、リスク評価
学 位：博士（工学）

①主な研究課題

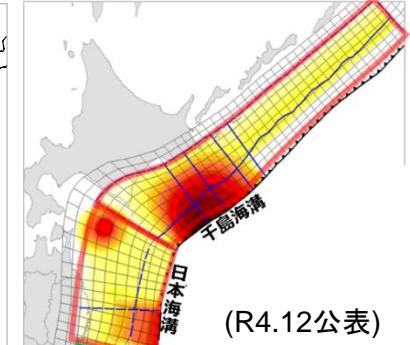
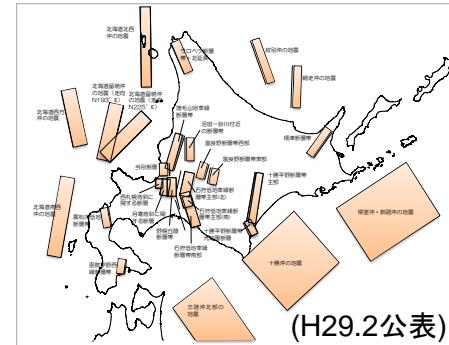
- ・自治体の防災計画の策定支援
- ・地震による建物リスク評価
- ・建物の地震対策、津波避難対策

②受託研究、技術支援の実績

- ・受託研究：
 - 北海道（H18～耐震計画、H24～被害想定・減災計画）
 - 函館市・北見市（被害想定）
- ・市町村の津波避難訓練支援、
・被災建築物の応急危険度判定

③活動事例

○北海道の地震・津波被害想定



- 積雪寒冷地のリスク評価の提案
- 道減災WGに委員として参画

○市町村の避難訓練支援、応急危険度判定



住民避難訓練の支援(むかわ町)



被災地での判定活動(むかわ町)

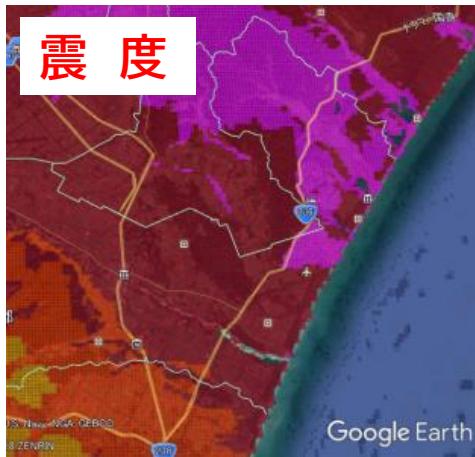


被害想定とは

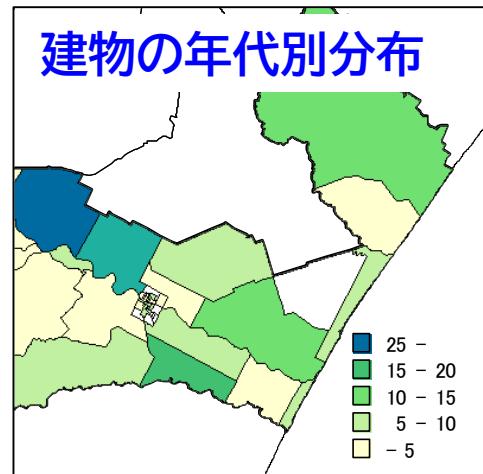
想定される災害にたいして、「どの地域」に「どのくらい」といった地域の被害の分布や量を想定するもの

地域の被害量・分布 =

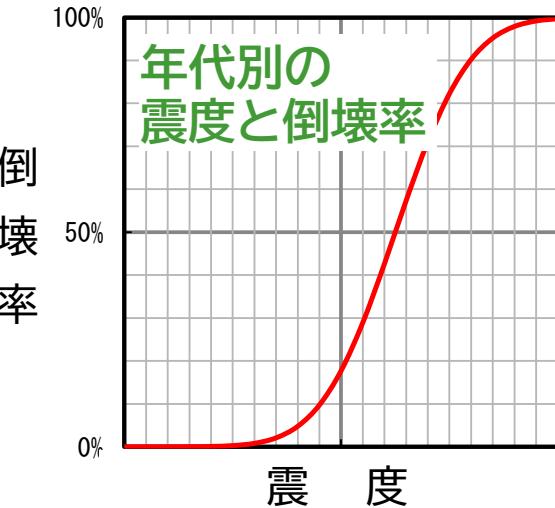
誘因[災害強さ] × 素因([対象の分布]) × [対象の脆弱性])



(震度、津波、液状化、急傾斜地危険度)



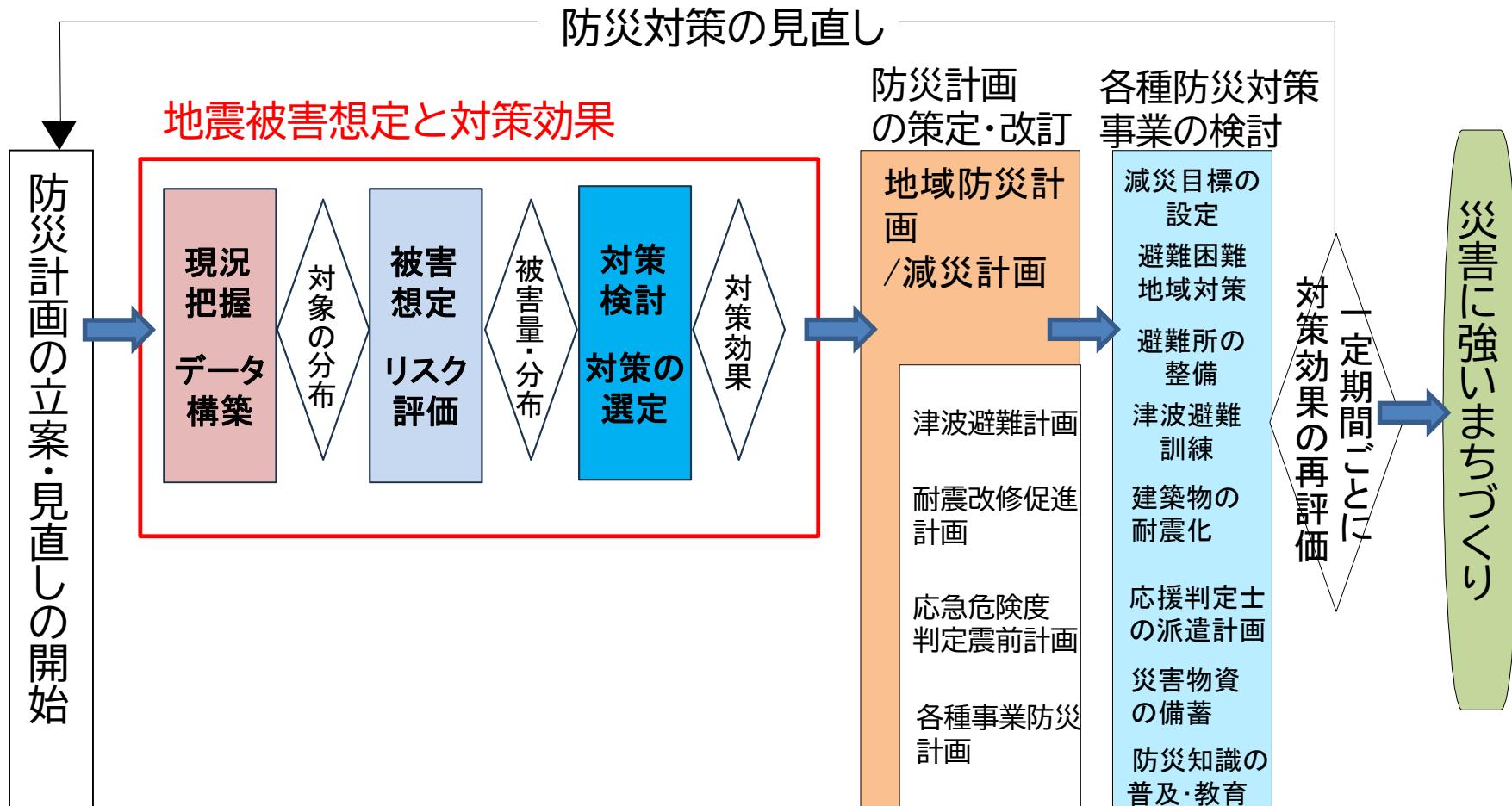
(建物・人口、上下水道、道路等の属性別の分布)



(対象属性ごとの災害強さと被害率の関係)

被害想定の位置づけ

建物の耐震化や避難計画、減災計画など具体的な防災計画を立案・見直しするための根拠となる基礎資料を提供するもの



本発表の関連研究

**研究課題名：日本海溝・千島海溝周辺海溝型
地震に係る被害想定
及び防災対策効果に関する研究**

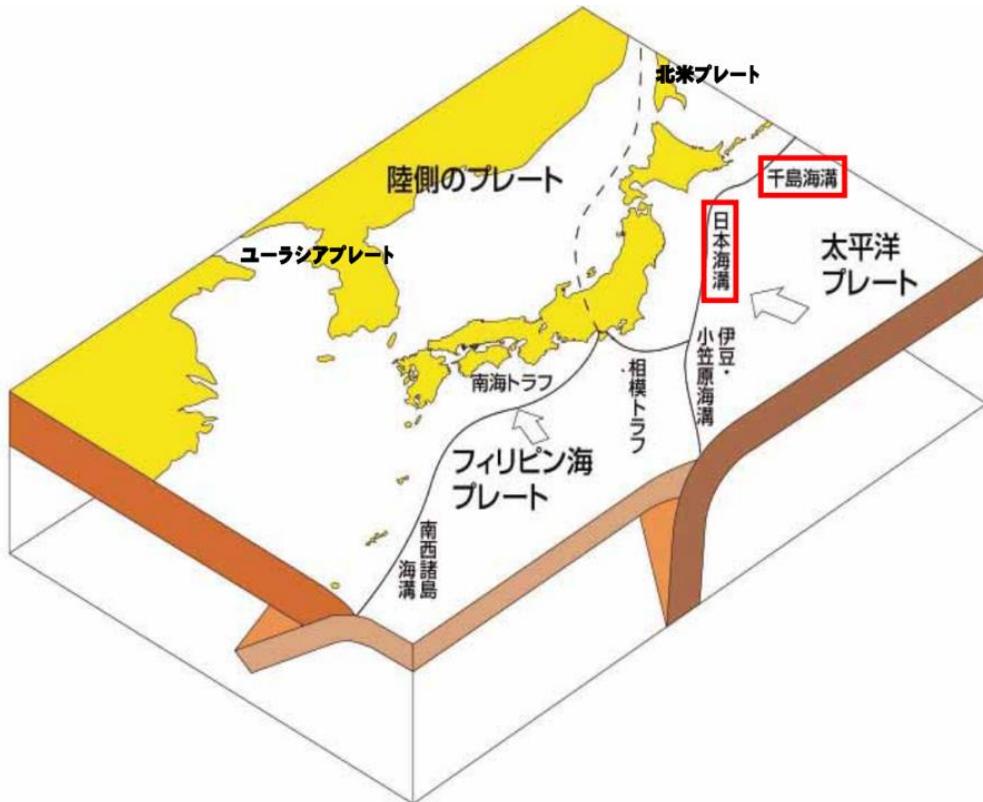
実施年度：R3-R4年度

研究区分：経常研究

**協力機関：北海道立総合研究機構 エネル
ギー・環境・地質研究所、
北海道総務部危機対策局危機対
策課**

研究の背景

日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震



※出典：政府 地震調査研究推進本部

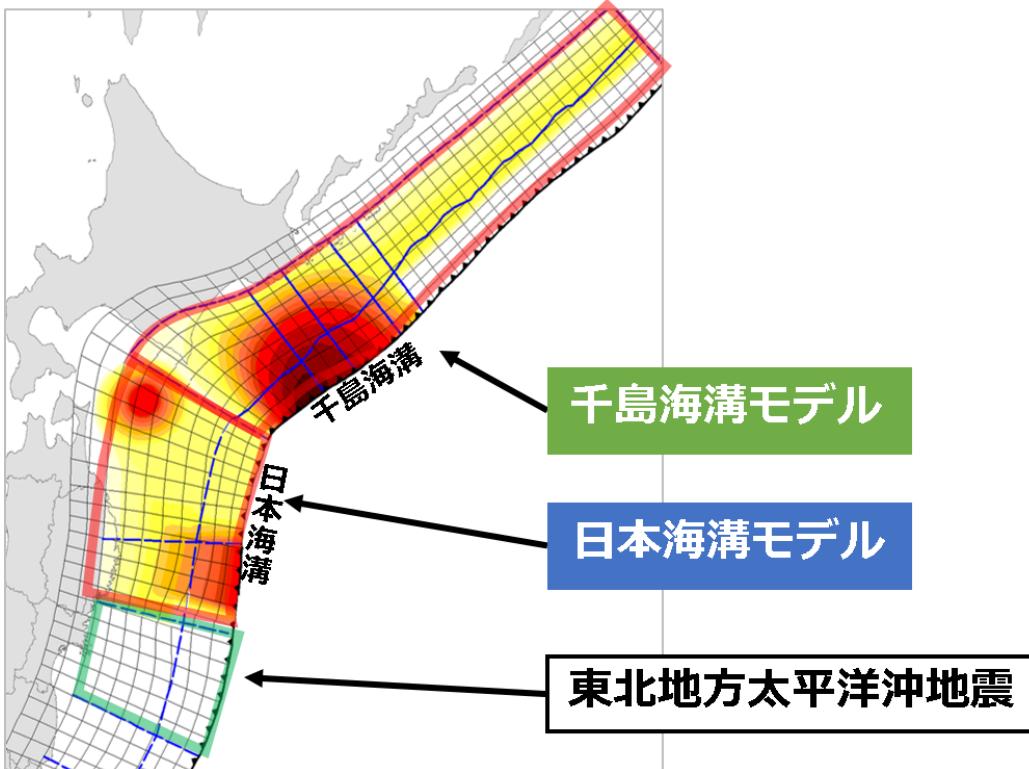
- ・日本海溝・千島海溝周辺は、過去に大きな津波被害が発生し、今後も地震の発生確率の高い地域
- ・中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」は、「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの地震・津波の検討」を提言



日本海溝・千島海溝周辺の
防災対策の見直し

研究の背景

日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震



最大クラスの津波断層モデル※1

- 国は、日本海溝・千島海溝周辺の広域な防災対策を検討するためマクロ的な被害想定※2を公表
 - 道では、道と市町村の防災対策推進のため、地域の実態を踏まえた詳細な被害想定が必要
- ↓
- 北総研では、被害想定に関する研究の知見や実績があることから、道の被害想定(減災計画)に協力

※1 内閣府：日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会 最終報告（H4.3）

※2 内閣府 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震対策検討ワーキンググループ 被害想定について（R3.12）

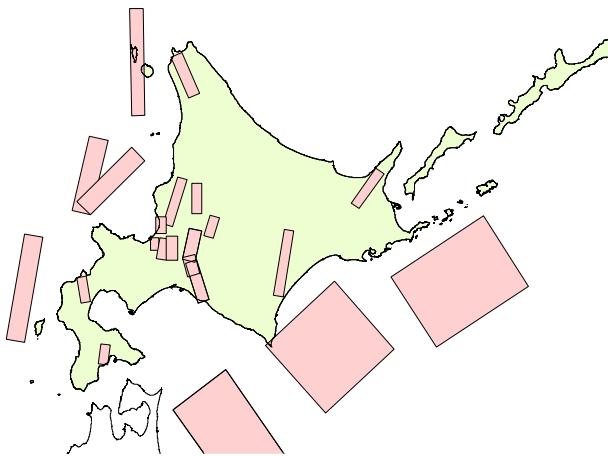
目的

- 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震における津波及び地震動による北海道の被害想定を実施※
- 道や市町村が実施する防災対策による減災効果を検証し、道が設定する減災目標の検討を行う

※北海道防災会議地震対策専門委員会「地震防災対策における減災目標策定に関するワーキンググループ」と連携

前回 (H24~29)

内陸地震や海溝型地震など54地震
の被害想定に協力

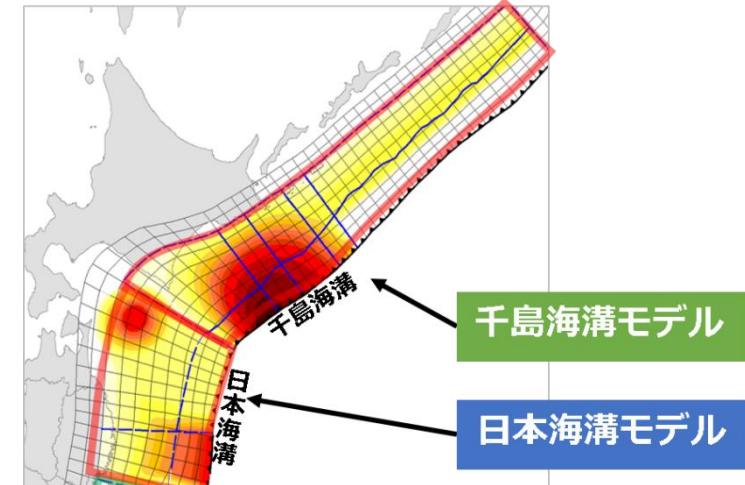


今回 (R3~4)

日本海溝・千島海溝の巨大地震の被
害想定：地震の追加、手法の見直し



- 既存データのアップデート
- 道総研の検討手法を適用
- 積雪寒冷期の考慮を強化



研究の流れ

1) 被害想定データの収集

建物・人口、社会基盤データのアップデート

建物資料

上水道資料

道路資料

建築物の耐震化に係る基礎調査

建築物の耐震化に係る基礎調査 出典：固定資産台帳						
NO.	大字・町丁目 界名	木造構造 棟数	建築年が 昭和令和年 以前	建築年が 昭和37～ 昭和47～ 昭和57～ 昭和65年 平成13年 平成22年 以降	倒壊危険度	倒壊危険度
1	南大通1丁目	5	3	2	4	0
2	南大通2丁目	9	1	2	4	5
3	南大通3丁目	5	6	18	4	2
4	南大通4丁目	3	0	3	0	0
5	南大通5丁目	20	6	6	8	1
6	南大通6丁目	14	15	5	10	3
7	南大通7丁目	4	16	8	10	0
8	南大通8丁目	3	14	5	12	2

建築年が
昭和令和年
以前

昭和37～
昭和47～
昭和57～
昭和65年
平成13年
平成22年
以降

倒壊危険度

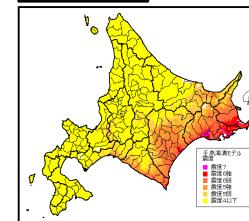
倒壊危険度



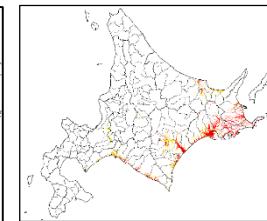
2) 地震ハザードの評価

新たに構築した地盤データで震度・液状化などを評価

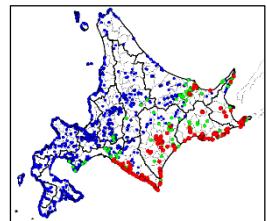
震度分布



液状化危険度



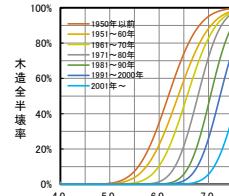
急傾斜地崩壊



3) 地震被害想定の実施

想定地震による建物・人的被害、インフラ・ライフライン被害、ライフライン停止による生活機能支障を評価

積雪寒冷による被害拡大を考慮した手法を開発

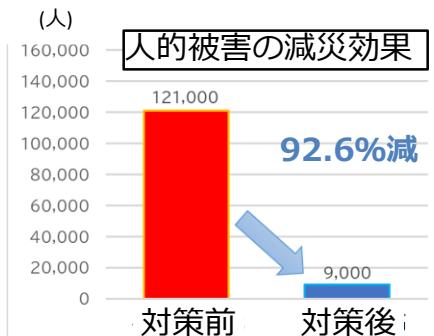


建物被害想定手法

津波被害想定手法

4) 減災効果の評価

防災対策実施による減災効果を評価



道総研

令和6年度 地方公共団体の危機管理に関する研究会 第2回 札幌研究会

1) 被害想定データの収集

- ねらい：前回（H29）整備したデータをアップデートするため、社会基盤データを再収集

収集内容：上下水道・道路・橋梁・避難施設等の位置図や属性情報

水道の管路網図



ラスターデータ

道路の路線図



DRMデータ

道内全市町村から収集したラスターデータ（紙地図）やデジタルデータを計算に用いるG I Sデータに変換

2) 地震ハザードの評価

- ねらい：新たに整備した地盤データを用いて地震ハザードを評価

震度や液状化危険度を計算する
地盤データの精度向上

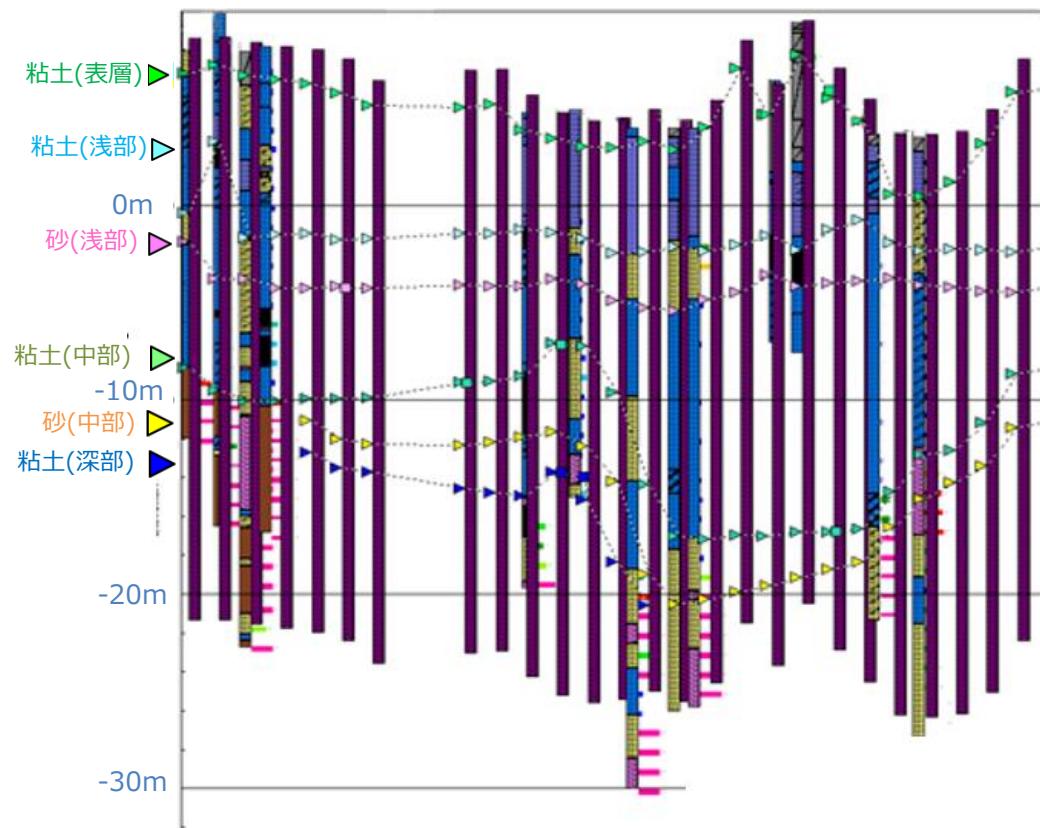
前回

- ・若松らが整備した全国ベースの地形分類を利用

見直しのポイント

- ・エネルギー・環境・地質研究所がボーリング資料による地質断面解析を元に、**全道250mメッシュ単位の地盤データ（地質柱状・N値）**を構築し、精度向上

地質断面解析を利用した地盤データの推定※

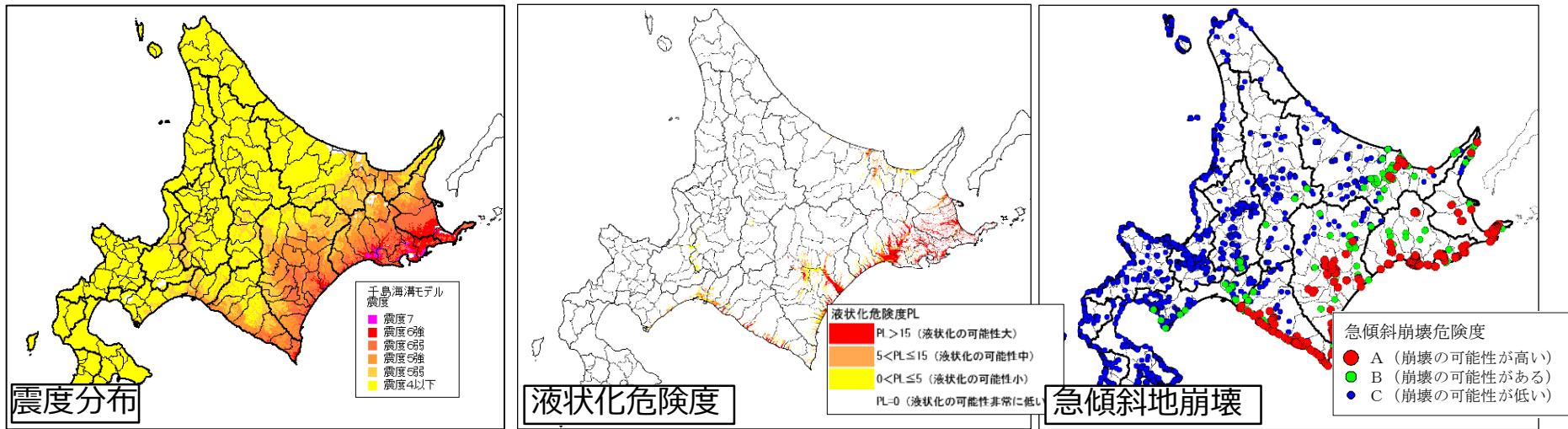


※既知のボーリング資料（地質柱状）から、土質の水平方向の連続性等を考慮して、資料のない地点（紫の棒）の地質柱状を推定

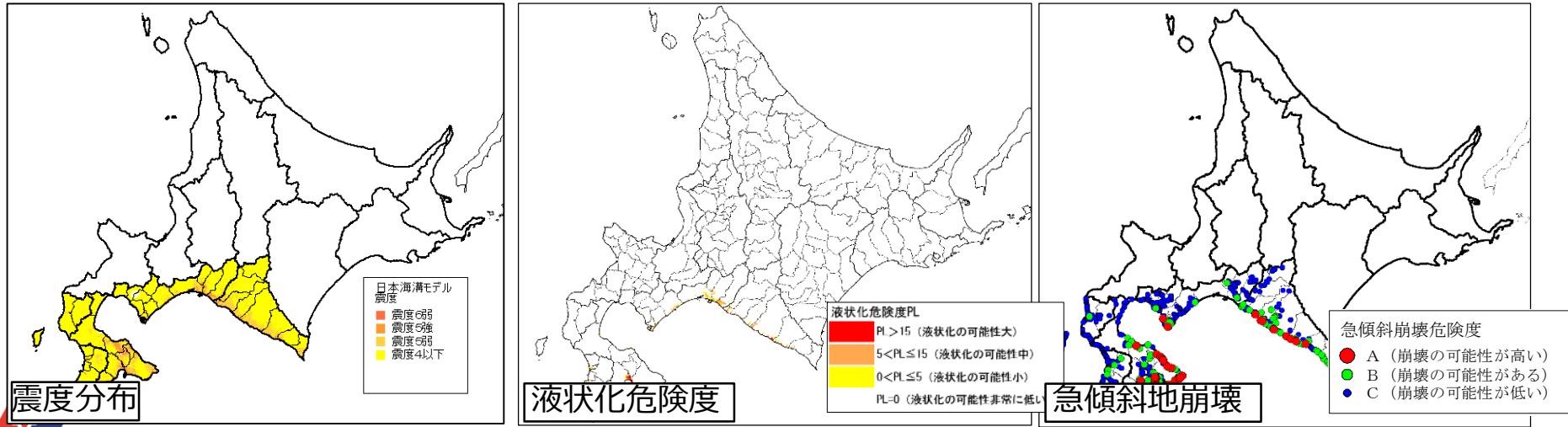
2) 地震ハザードの評価

地震ハザード（震度分布・液状化危険度・急傾斜地崩壊）を評価

千島海溝モデル



日本海溝モデル

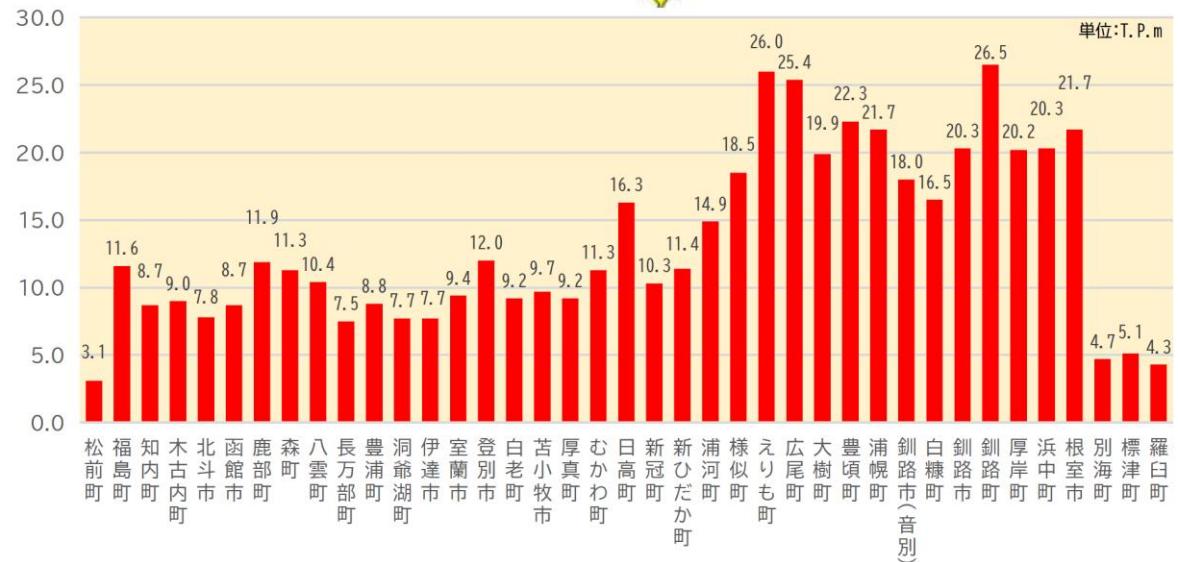
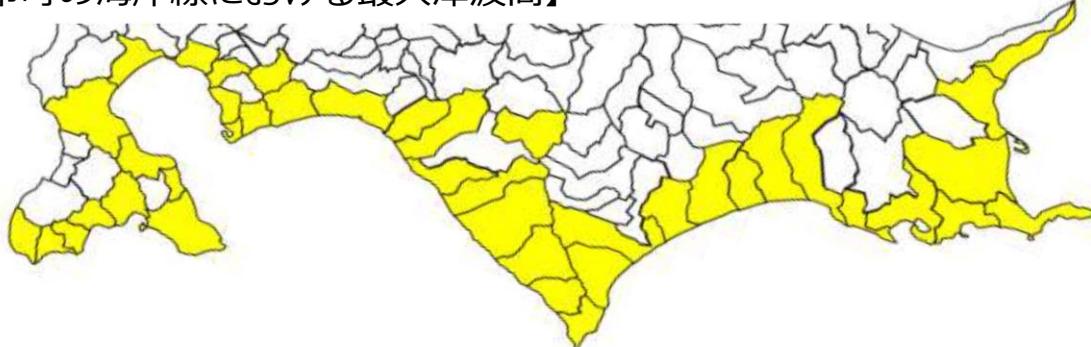


2) 地震ハザードの評価

(参考) 想定する津波

道の浸水想定設定WGが設定した津波浸水想定(R3.7)を利用

【市町の海岸線における最大津波高】



【振興局毎の津波浸水域の例】



3) 地震被害想定の実施

- ねらい：想定地震の発生による建物・人的被害、インフラ・ライフライン被害などの物的被害、これらに伴う生活機能支障などの生活への影響を評価

被害想定項目

○建物被害

津波・**揺れ**・液状化・急傾斜地による
全半壊棟数、火災による被害、
流氷による被害

○人的被害

津波や建物倒壊による死傷者、
低体温症要対処者、
火災による死者、要救助者等

○インフラ・ライフライン被害

道路・橋梁、上下水道、電力等

○生活への影響

避難者数、エレベータ内閉じ込め者数、
要配慮者数

※ 赤字は道総研の検討手法を採用

被害想定の前提条件（想定シーン）

【人の活動】

- ①会社学校（昼）
- ②帰宅途中（夕）
- ③自宅（深夜）



【避難行動】

- 避難行動開始
 - ①起きている
 - ②就寝中

- 避難速度
 - ①明るい
 - ②暗い

- 避難速度
 - ①通常
 - ②積雪



【建物被害】

- ①非積雪期
- ②積雪期



【気温による影響】

- ①通常期
- ②低体温



3) 地震被害想定の実施

地震の揺れによる建物被害（全半壊棟数）の想定

前回

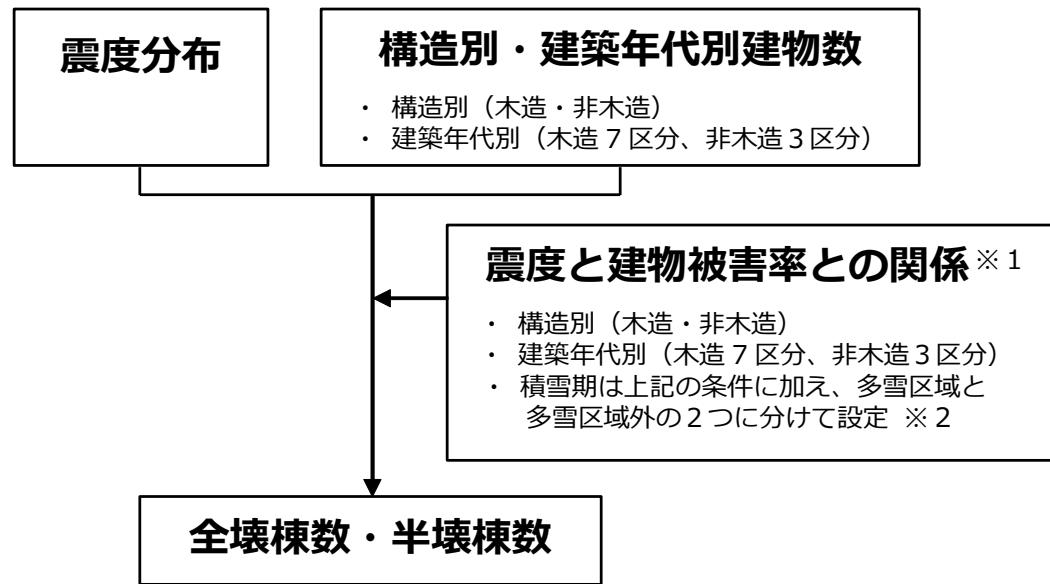
- ・建物の耐震性を考慮し、構造別・建築年代別に被害を計算
- ・木造建物は建築年代を3区分

見直しのポイント

木造建物の被害

- ・北総研の既往研究で、前回の計算方法をベースに、北海道の過去の被害傾向の反映や、年代を7区分に増加させるなど、より耐震性を考慮できるよう改善した手法を開発
- ・積雪荷重を考慮した震度と建物被害率の関係を採用

【揺れによる建物被害の想定のフロー】



※1 経常研究：積雪寒冷期の大規模地震に対応した建物リスク評価手法の基礎的研究 (H29～30)

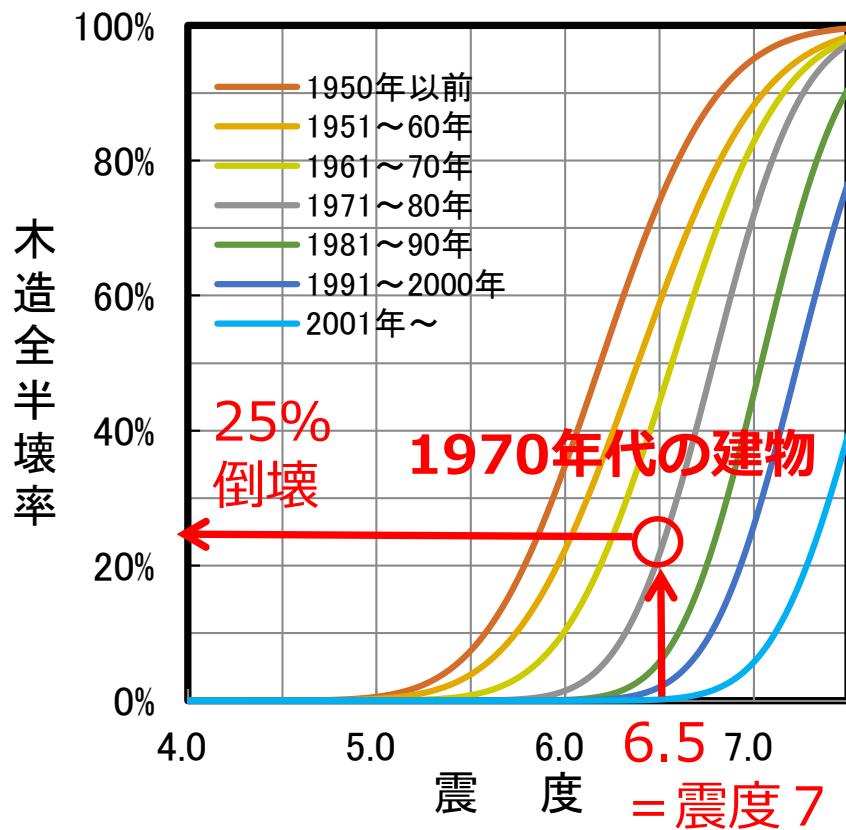
※2 科研(分担)：厳冬期における地震津波複合災害による人的被害予測モデルの構築と減災戦略の策定 (R2～4)

3) 地震被害想定の実施

地震の揺れによる木造住宅の全半壊棟数の想定

$$(\text{全半壊棟数}) = (\text{地域の建物棟数}) \times (\text{想定震度に対応した木造全半壊率})$$

木造住宅の震度と全半壊率との関係



- 北海道の木造住宅の耐震性能や過去の地震被害の傾向を考慮して作成した計算方法
- 胆振東部地震の被害を予測すると、実被害の1.6~1.7倍となり、予測精度が高い
- 積雪を荷重と見なした場合の被害率増加を計算することで、積雪期の計算方法を提案

3) 地震被害想定の実施

津波による人的被害（死傷者数、低体温症要対処者数）の想定

【津波による人的被害の想定のフロー】

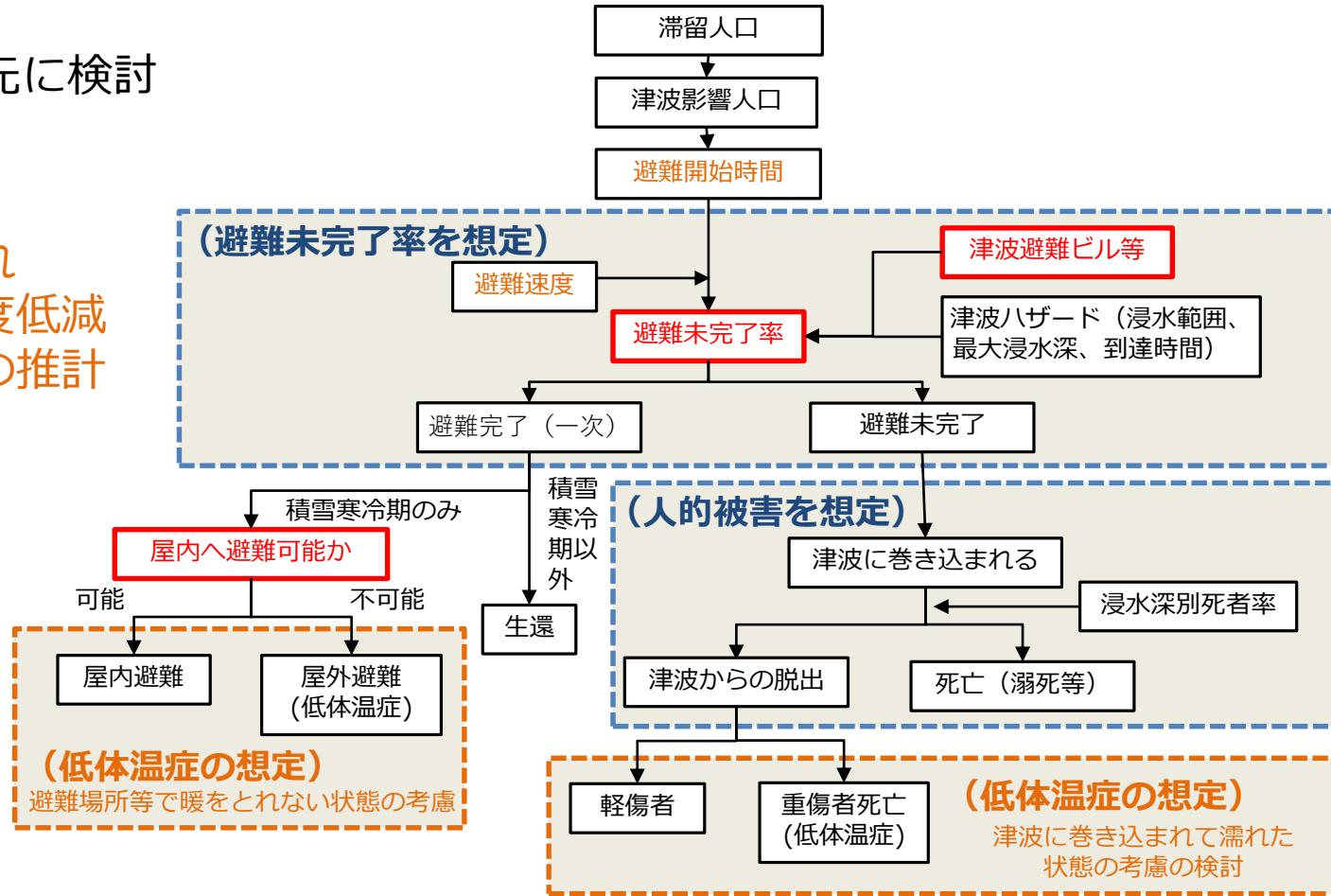
内閣府の計算方法を元に検討

積雪寒冷期の考慮

- ・冬の避難開始の遅れ
 - ・積雪凍結による速度低減
 - ・低体温症要対処者の推計

道総研の検討手法

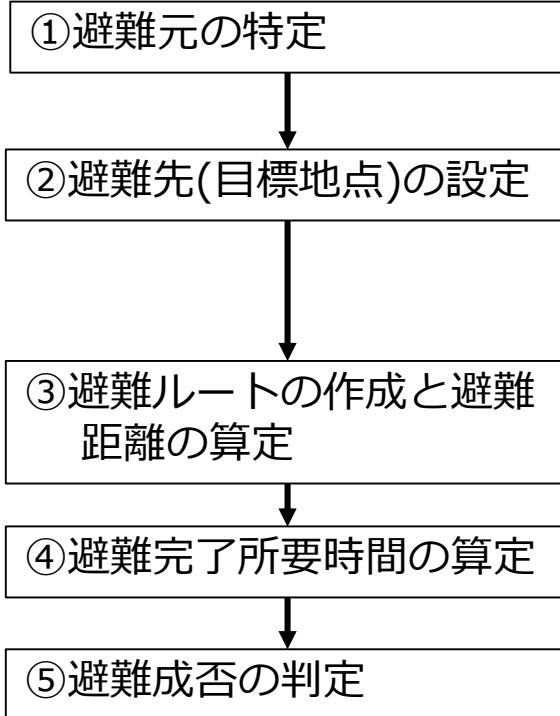
- ・避難未完了率
 - ・避難完了後、屋内に避難可能か
 - ・津波避難ビル等



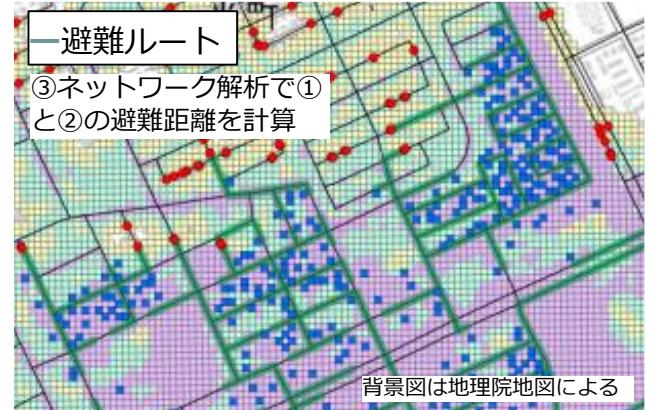
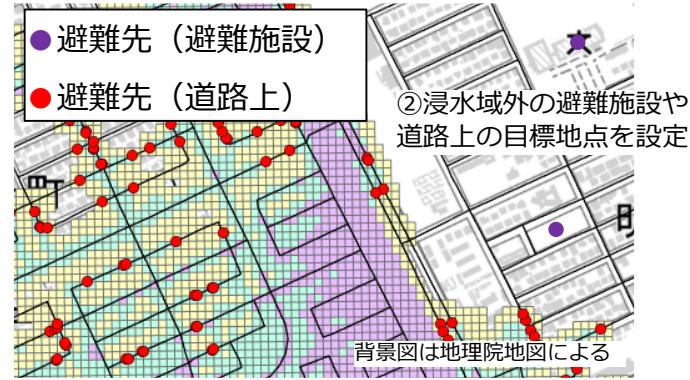
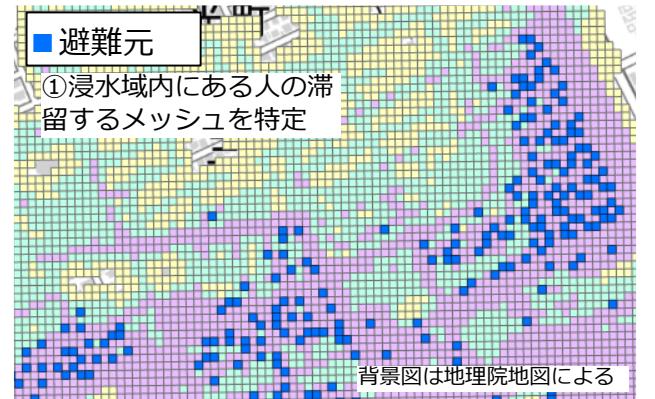
3) 地震被害想定の実施

避難未完了率の想定

- 内閣府では、避難距離を避難元から避難先の直線距離を元に計算している。
- 本想定では、道路ネットワーク解析によって避難距離を求め、実態の経路に合わせた避難未完了率を計算した。



- 建物があるメッシュのうち津波浸水深30cm以上
- 浸水域外に立地する避難施設
- 道路と浸水域・非浸水域メッシュ境界との交点
- 最寄りの避難先までの道路上のルートを作成

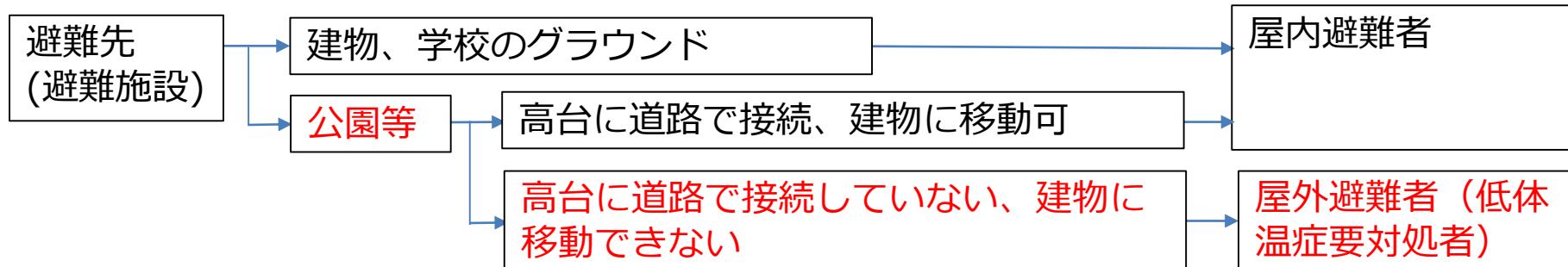


3) 地震被害想定の実施

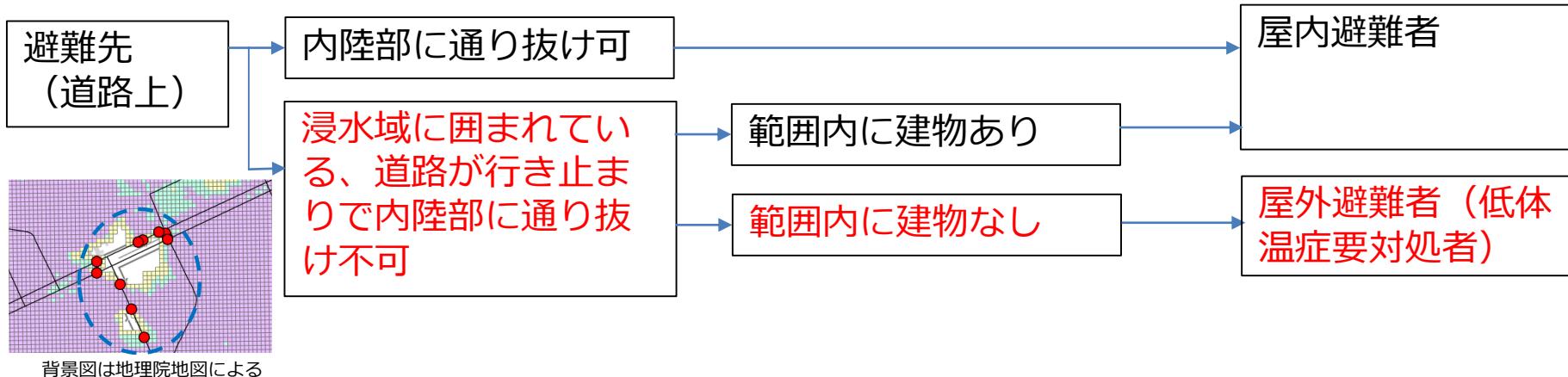
低体温症要対処者数の想定

津波から避難した後、屋外で長時間寒冷にさらされることで、低体温症により死亡リスクが高まる者を低体温症要対処者と想定。後背地に道路や街が広がっていない高台など、建物(屋内)に移動できない避難先へ逃げた者の数で推計。

① 避難先が避難施設の場合



② 避難先が道路上の目標地点の場合



3) 地震被害想定の実施

○建物被害 全壊棟数（棟）（揺れの被害は、北総研が開発した新しい計算方法を適用）

区分	千島海溝モデル			日本海溝モデル		
	夏・昼	冬・夕	冬・深夜	夏・昼	冬・夕	冬・深夜
揺れ	約3,000	約6,200	約6,200	約40	約120	約120
液状化	約3,700	約3,700	約3,700	約3,500	約3,500	約3,500
津波	約42,000	約41,000	約41,000	約130,000	約130,000	約130,000
急傾斜地崩壊	約150	約140	約140	約20	約20	約20
合計	約49,000	約51,000	約51,000	約134,000	約134,000	約134,000

○人的被害 死者数（人）（津波の被害は、道路ネットワークを利用した避難計算を適用）

早期避難者比率が低い場合（津波避難ビル等を考慮しない）

区分	千島海溝モデル			日本海溝モデル		
	夏・昼	冬・夕	冬・深夜	夏・昼	冬・夕	冬・深夜
建物倒壊	約40	約140	約160	—	—	—
津波	約94,000	約106,000	約95,000	約121,000	約149,000	約139,000
急傾斜地崩壊	約10	約20	約20	—	—	—
合計	約94,000	約106,000	約95,000	約121,000	約149,000	約139,000

○低体温症要対処者数（人）（ネットワーク解析により避難者の屋内施設からの孤立を評価）

区分	千島海溝モデル	日本海溝モデル
	冬・深夜	冬・深夜
要対処者	約15,000	約66,000

3) 地震被害想定の実施

インフラ・ライフライン被害、生活への影響の想定

○避難所避難者数（人） 冬・深夜

区分	千島海溝	日本海溝
避難者数	約163,000	約234,000

○エレベータ閉じ込め（人） 昼

区分	千島海溝	日本海溝
閉じ込め	52	88

○道路被害（ヶ所）

区分	千島海溝	日本海溝
道 路	3,856	1,775

○港湾被害（ヶ所）

区分	千島海溝	日本海溝
岸 壁	62	1

○断水人口（人）

区分	千島海溝	日本海溝
断水人口	320,901	16,340

○下水道支障人口（人）

区分	千島海溝	日本海溝
下水支障	82,896	49,3651

○停電件数（件） 冬・夕

区分	千島海溝	日本海溝
停 電	65,798	135,850

○要配慮者数（人） 冬・夕

区分	千島海溝	日本海溝
身体障がい	7,061	10,176

※季節・時刻によって変わる項目については被害が最大となるものを記載



4) 防災対策の効果

- ねらい：被害想定結果と対策との関係を整理し、対策実施による減災効果を評価

津波対策による人的被害の減災効果を評価

津波被害想定の各条件を変更し、被害量の変化を推計

①避難行動

「直ちに避難」	…	5分後に避難開始	冬は+2分、夜は+5分
「用事後避難」	…	15分後に避難開始	
「切迫避難」	…	避難しない	

②避難パターン

	避難する		切迫避難・ 避難しない
	直ちに避難	用事後避難	
【早期避難率低】 ：直ちに避難する割合が低い場合	20%	50%	30%
【早期避難率高+呼びかけ】 ：直ちに避難する割合が高く、 避難の呼びかけが効率的に 行われた場合	70%	30%	0%

→ 対策前
(現況)

→ 対策後

4) 防災対策の効果

避難訓練や防災学習により避難行動が改善され、津波避難ビルが整備されたと仮定した場合、内閣府の検討方法に準拠し、以下の条件で防災対策の効果を評価

津波被害想定の条件	対策前	対策後
避難パターン	<p>【早期避難率低】 ：直ちに避難 20% 用事後避難 50% 避難しない 30%</p>	<p>【早期避難率高 + 呼びかけ】 ：直ちに避難 70% 用事後避難 30% 避難しない 0%</p> <p>→全員避難。直ちに避難が増え、避難開始時間が短縮。</p>
津波避難ビル	指定津波避難ビルの活用なし	指定津波避難ビルの活用あり

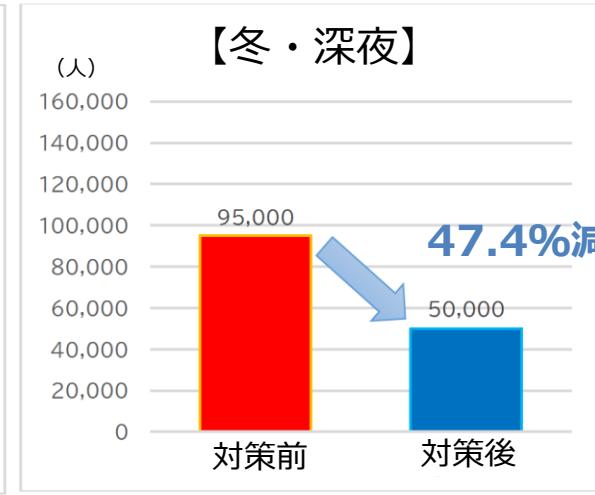
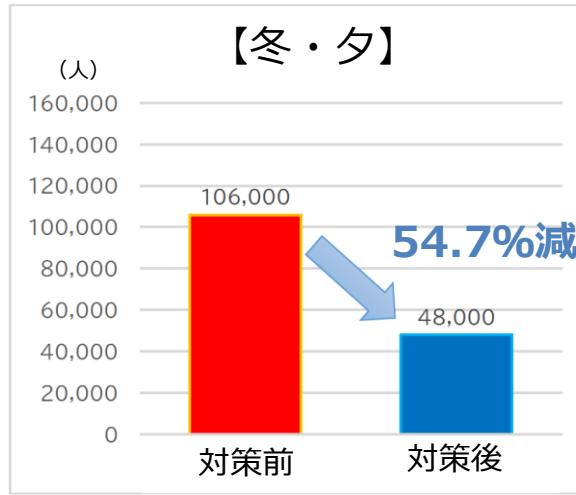
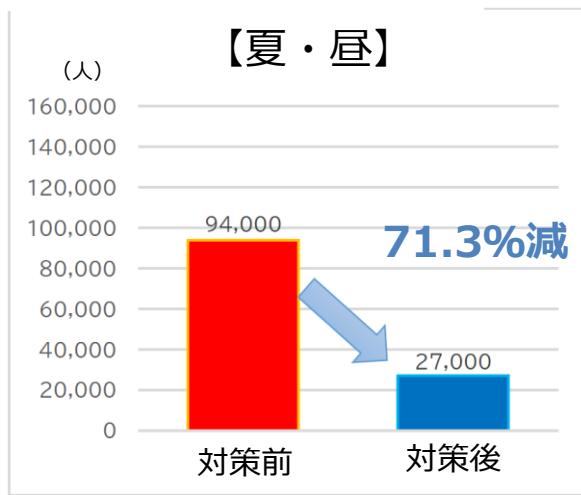
○避難速度の設定 東日本大震災の実績から設定

$$\left. \begin{array}{ll} \text{健常者} & 0.68\text{m/s} \\ \text{避難要支援者と同行} & 0.47\text{m/s} \end{array} \right\} \text{冬は8割に低下、夜は8割に低下}$$

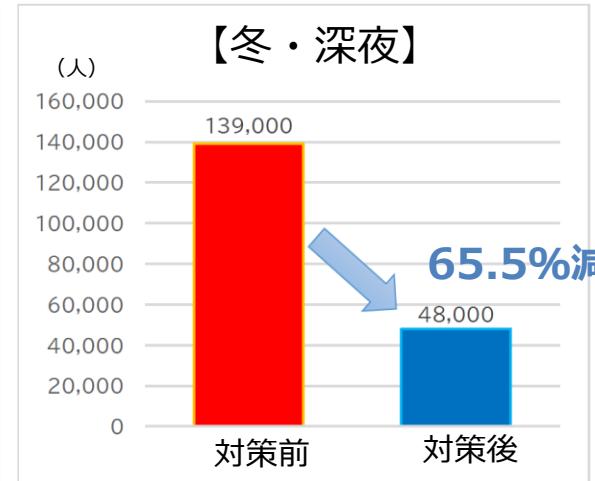
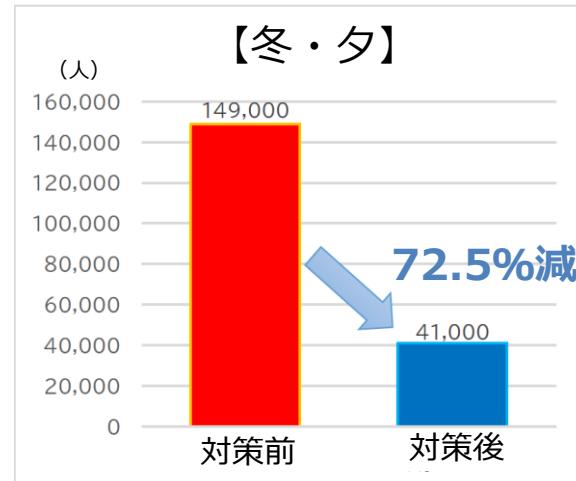
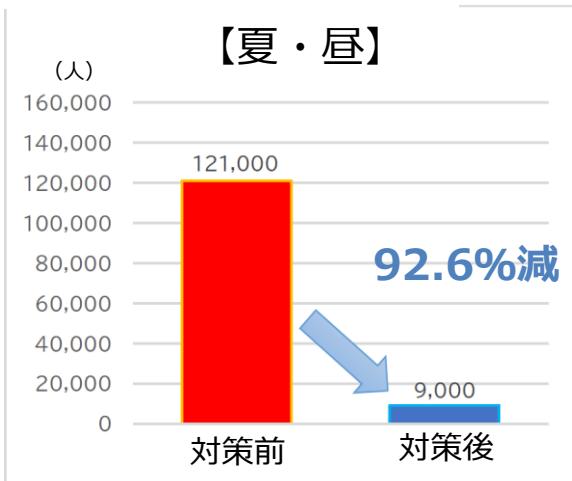
4) 防災対策の効果

早期避難率の向上による人的被害（死者数）の低減効果

(千島海溝モデル) 早期避難率の向上により47%～71%減少



(日本海溝モデル) 早期避難率の向上により66%～93%減少



成果と活用

道の被害想定・減災計画への反映

・道の被害想定(R4.12)に活用

The screenshot shows the homepage of the Hokkaido Disaster Prevention Plan. At the top, there are navigation icons for '北海道' (Hokkaido), '北海道トップ' (Hokkaido Top), 'カテゴリから探す' (Search by Category), '組織から探す' (Search by Organization), and '防災情報' (Disaster Prevention Information). Below the header, the URL is 'HOME > 総務部 > 危機対策局危機対策課 > 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の被害想定について'. The main content area is titled '日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の被害想定について'. It includes sections for 'ページ内目次' (Page Contents), '被害想定の公表に至る経緯・目的' (Reasons and purpose for publishing the scenario), '日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の被害想定' (Great Earthquake Scenario), and a download link '被害想定 (PDF 2.68MB)'. A note at the bottom states '※ 被害想定 (令和4年12月26日公表分)'.



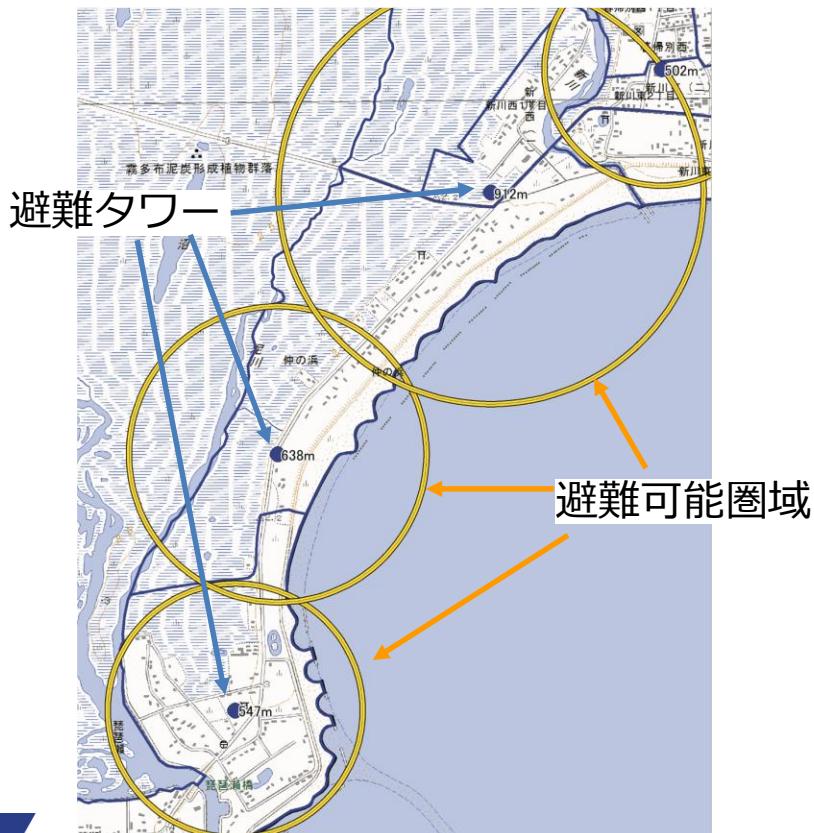
・道の減災計画・減災目標 (R5.2) の策定に活用

The screenshot shows the 'Overview of the Japan Trench-Kitanoshima Trench Seismic Disaster Mitigation Plan'. The title is '「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震減災計画」の概要'. The overview includes sections for '日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の被害想定' (Great Earthquake Scenario), '基本理念' (Basic Concept), and '減災目標' (Disaster Reduction Goals). The 'Basic Concept' section lists: '命を守る', '被害を最小限に抑える', and '迅速かつ確実に復旧・復興する'. The 'Disaster Reduction Goals' section states: '想定される死者数を 2031 年度までの 10 年間で 8 割減少させる'. The main body of the document is divided into three main policy areas: 1. 地域防災力の強化 (Regional Disaster Prevention Capacity Strengthening), 2. 災害に強い地域づくりの推進 (Promotion of Disaster-Resistant Regional Development), and 3. 地域特性に応じた防災体制の整備 (Establishment of Disaster Prevention Systems Based on Regional Characteristics). Each area has specific sub-objectives and measures listed, such as '防災意識の高揚' (Promotion of Disaster Awareness) under the first area, and '耐震化の推進' (Promotion of Seismic Resistance) under the second area. The document also includes several photographs illustrating the measures, such as a classroom setting for disaster education and a multi-story building for seismic resistance.

成果と活用

市町村の避難計画への協力

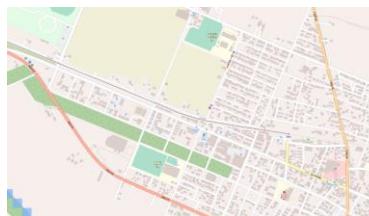
- 津波避難対策緊急事業計画等の策定に活用
- 避難困難地域の避難対策への協力
 - ・避難困難地域の抽出と避難タワーの整備位置の検討



●避難困難地域の避難訓練への協力

GPSを使った避難速度と移動軌跡の計測

訓練時のGPS計測結果と津波遡上を重ねた動画から、避難速度や早期避難の大切さを学ぶ。



地震発生30分後避難



地震発生50分後避難

ハザードマップを使ったまちなか点検

ワークシートを使って、チェックポイントごとの津波高さを見える化し、危険度を知る。

記載例）中央交差点の周辺

①想定される津波の浸水深	①3.5m
②想定される津波の浸水開始時間	②46分
③下の建物等真に、津波の浸水深（地盤からの高さ）を書きこもう。校舎の1階の高さや自分の身長と比較してみよう。	地盤高 浸没_____m

③地面から 3.5m に
津波を描く

※ この標識の高さで、地面や床面で阻害となるもの、遮蔽の対象点などをメモしよう

④家の1階まで津波がくる。
・この周辺では津波の流れによって家が倒壊するかもしれない。とても危険。
・避難するときは、家の2階ではなく、安全な場所まで逃げることが必要。





冬に被害は拡大する



積雪寒冷地は、地震や津波・風水害などに、雪害が複合することで被害が拡大

建物倒壊

屋根雪が重さとして作用した場合、地震の揺れによる建物倒壊が増える恐れ



札幌周辺で想定される建物被害（冬の場合）



月寒断層の想定震度

地震による建物被害の予測

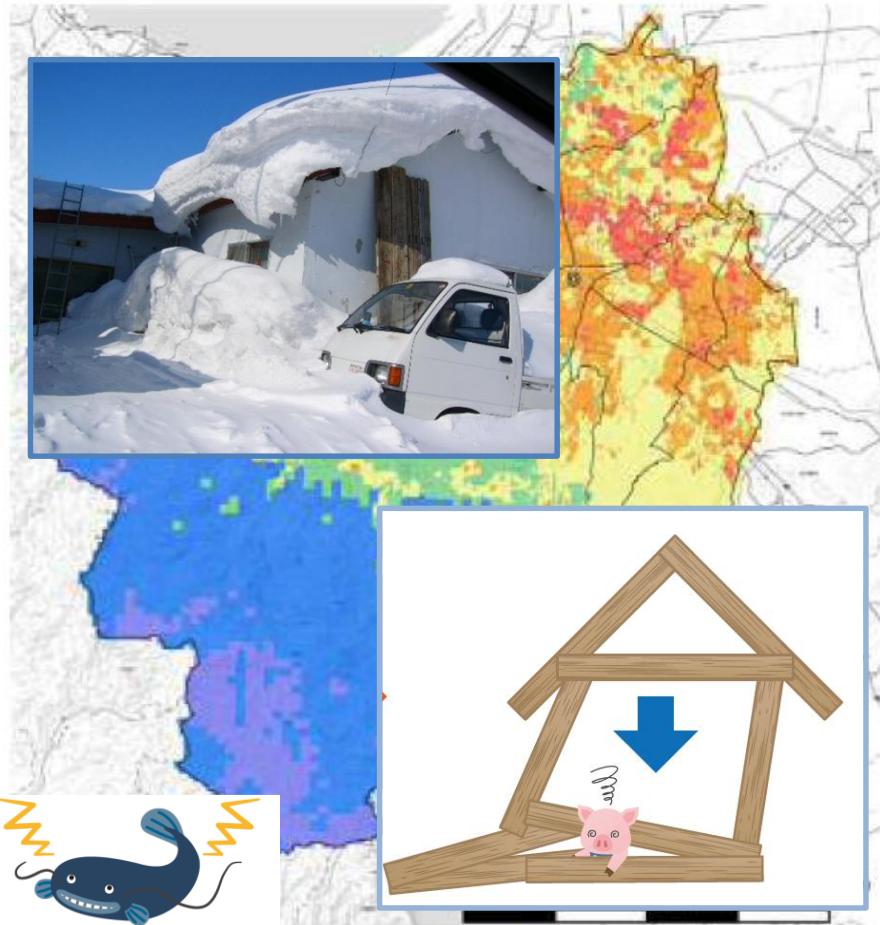
想定される震度をもとに、
揺れ・液状化・土砂災害、火災等による
建物の全壊棟数と半壊棟数の合計を予測

建物被害	
野幌丘陵	31,750 棟
月寒	56,867 棟
西札幌	31,304 棟

→ 冬の被害は、夏の
1.3～1.4倍と予測

(札幌市第4次地震被害想定より)

札幌周辺で想定される死者数（冬の場合）



月寒断層の想定震度

(札幌市第4次地震被害想定より)

地震による死者数の予測

想定される震度をもとに、
揺れ・土砂災害、火災、室内被害等による
死者数を予測

	夏12時	冬5時
野幌丘陵	110 人	316 人
月寒	363 人	936 人
西札幌	118 人	321 人

夏に比べて、冬の建物倒壊数が
多いため、
建物倒壊による死者数が増加

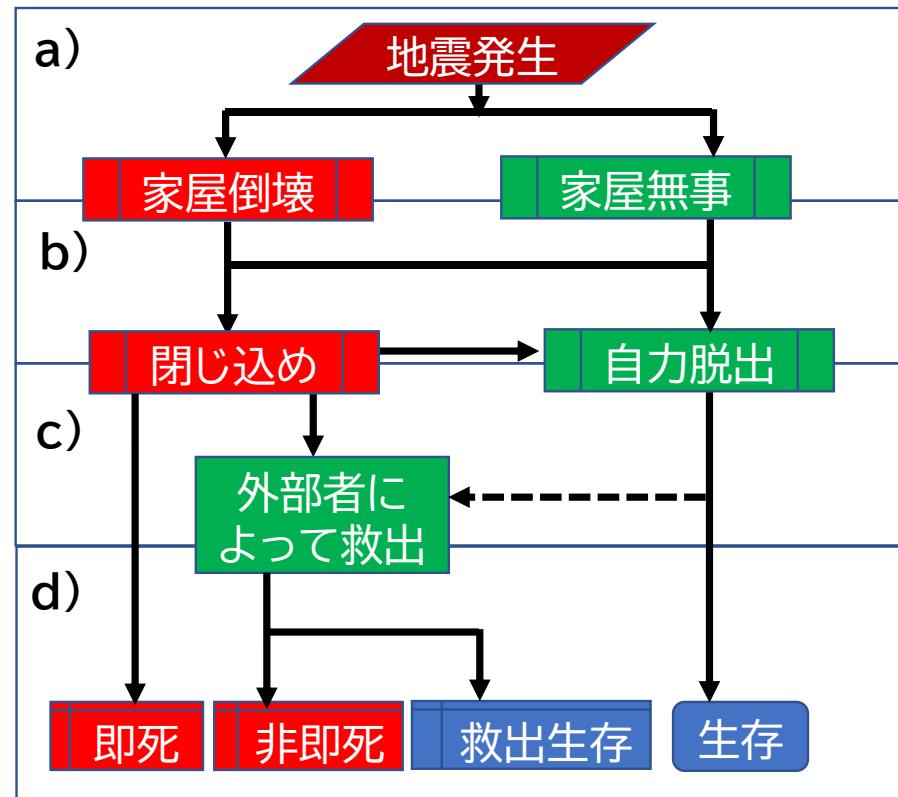


冬に被害は拡大する



家屋倒壊による閉じ込め者の発生

時間軸



低温環境下では、阪神・淡路大震災などの救助事例に比べて生存時間が短い

冬は、閉じ込め者の救助が間に合わない場合、死者がさらに拡大する恐れ



札幌周辺で想定される死者数（冬の場合）



月寒断層の想定震度

地震による死者数の予測

想定される震度をもとに、
揺れ・土砂災害、火災、室内被害等による
死者数を予測

冬5時		
	①家屋倒壊等による死者	①+閉込め者全て凍死
野幌丘陵	316 人	1,600 人
月寒	936 人	4,911 人
西札幌	321 人	1,721 人

閉じ込め者が全て助からない
最悪の条件を想定すると
低温環境での死者は5倍程度

(札幌市第4次地震被害想定より)

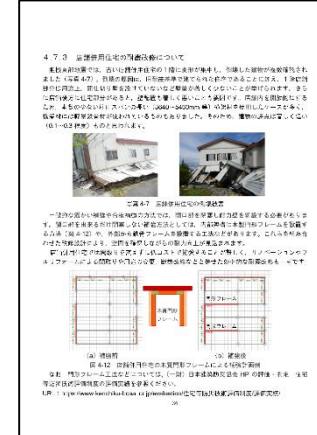
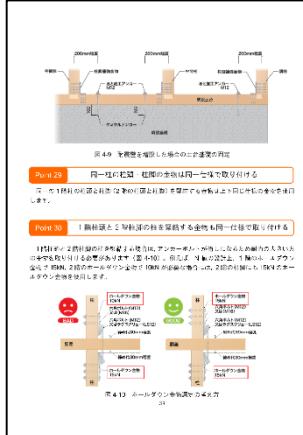
冬の地震の揺れによる死者を減らす対策

○冬に命を守るため、北海道は本州に比べて、耐震化の重要性が非常に高い

- 耐震性を確保し、冬季の倒壊数を減らすこと
- 寒冷地においては、厳冬期の閉じ込め者を極力減らすことが殊更重要



道総研「北海道の木造住宅耐震改修技術マニュアル －耐震改修に大切な38のポイント」



道総研