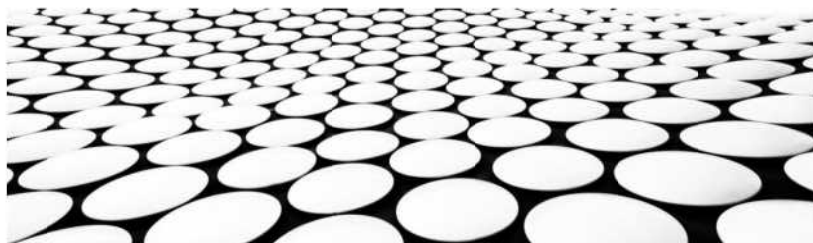


地理空間情報と防災

一産学官研究フォーラム防災情報部会の活動報告より一



2020年11月20日（金）

「第12回地理空間情報に関する北海道地区産学官懇談会」発表資料

一般社団法人北海道産学官研究フォーラム 副理事長 藤原 達也

2019年5月16日開催の第6回防災情報部会の報告



「日本の地震防災体制と千島海溝の超巨大地震津波への備え」
北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター
教授・センター長 高橋浩晃氏

災害対策の転換



- ・ 今後、一層の低成長・人口減が進む
- ・ 地方財政が厳しい時代、発災後復興は財政負担が過大（激甚災害でも地方債は残る）
- ・ 結果的に事前対策のほうが低コスト
- ・ 長期的なまちづくりを「事前復興」の視点を入れて進めていくことが必要

- ・ 切迫している千島海溝の超巨大地震は北海道史上最大の困難となる可能性あり。
- ・ これまでの発災後復興という視点から考え方を切り替えて、事前復興という視点で長期的なまちづくりを進めていくことの重要性を強調。
- ・ そのためには、東日本大震災の教訓、2018年に発生した北海道胆振東部地震の教訓を生かしていくことが重要。
- ・ 千島海溝の巨大津波は、沿岸部の直接的な被害だけでなく、北海道全体の社会経済に歴史的な深刻なダメージを与える可能性が高い災害。
- ・ 道民全体・経済界全体の問題としてオール北海道での取組が必要であることが強調された。

千島海溝巨大地震災害の特徴

広域的な被害

津波：北海道太平洋沿岸全域～東北地方三陸沿岸まで
揺れ：北海道全域

同時多発的な被害

広域支援体制が機能しない可能性
サプライチェーンの多段的遮断

複合的な被害

揺れによる被害・津波浸水・火災が同時発生
社会インフラ停止による2次・3次被害が発生

発災後のOJT対応は不可能

2020/11/16

地震津波リスク管理の考え方

リスク = 発生確率 × 被害の大きさ

(小さい) × (大きい) = **地震リスクは大きい**
事前復興 (BCP) が必要

出来る対策・出来ない
対策の切り分け

現実的で、かつ、最大効率な対策は何か？
社会的合意を作っておく
(すべてに対応・復興することは不可能)

地震の揺れ・津波で
発生する事象を想定

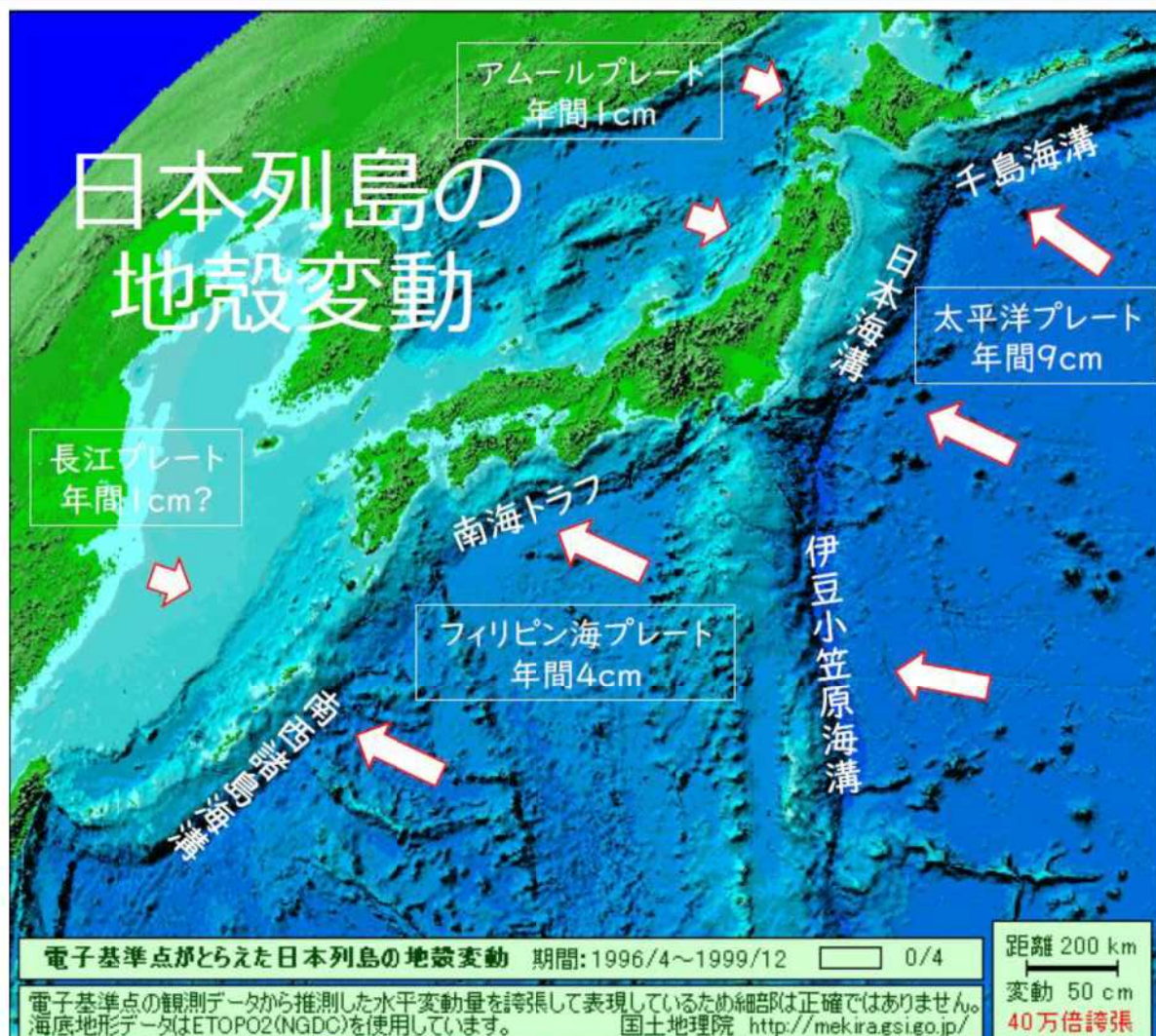
設備や施設はどのようなダメージを受ける
可能性があるのか？

地震の揺れ・津波の
リスクを把握

どの程度の確率で、どの程度の揺れや津波が
発生しうるのか？

2020/11/16

日本列島の地殻変動



動画: 国土地理院

千島海溝沿いの地震活動の長期評価 (第三版) のポイント

(概要1)

地震調査研究推進本部 事務局

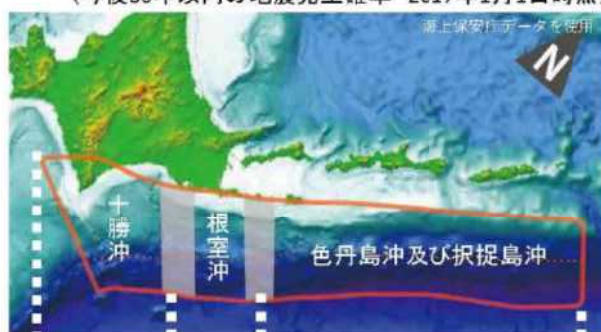
1. 海溝型地震の長期評価

- 地震調査研究推進本部の下に設置されている地震調査委員会は、**防災対策の基礎となる情報を提供するため、将来発生する可能性のある地震の場所、規模、確率について評価し、これを長期評価として公表している**
- 海溝型地震とは、海のプレートと陸のプレートとの間のずれによって生じるプレート間地震(プレート境界地震)と、海のプレート内部の破壊によって発生するプレート内地震を指し、大きな津波を伴うこともある**



3. 千島海溝沿いで発生する地震の規模・確率

(今後30年以内の地震発生確率 2017年1月1日時点)



2. 改訂のポイント

- 東北地方太平洋沖地震を踏まえ、津波堆積物から**超巨大地震(17世紀型)**を評価
- 過去の地震の震源域に多様性がある**と考え、北方領土側の領域を統合して評価
- 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価を踏まえ、海溝寄りのプレート間地震や海溝軸外側の地震を評価

4. 評価のポイント

- 北海道東部に巨大な津波をもたらす**「超巨大地震(17世紀型)」**は、発生から400年程度経過し、**切迫している可能性が高い**
- M7.8程度の地震はどの領域でも、高い頻度で発生している

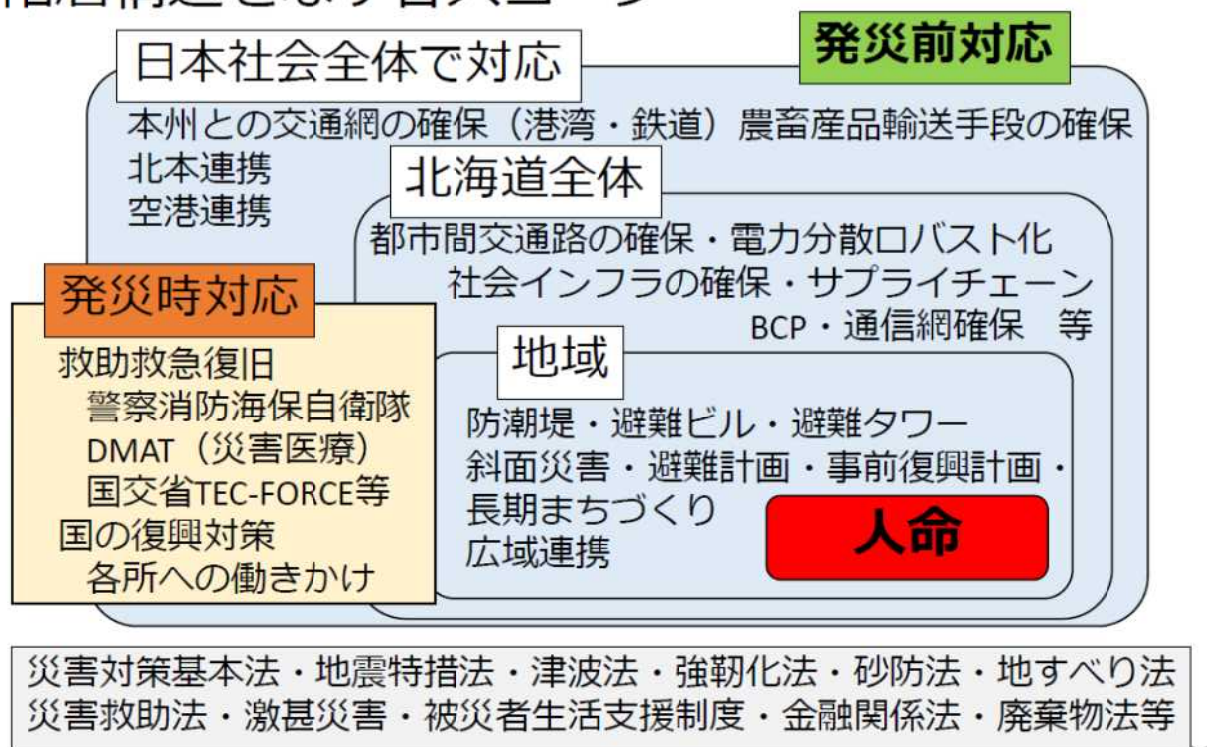
プレート間地震

プレート内地震

評価対象地震・領域	十勝沖	根室沖	色丹島沖及び択捉島沖
超巨大地震(17世紀型)	M8.8程度以上 7~40%		
プレート間巨大地震	M8.0~8.6程度 7%	M7.8~8.5程度 70%程度	M7.7~8.5前後 60%程度
ひとまわり小さいプレート間地震	M7.0~7.5程度 80%程度		M7.5程度 90%程度
十勝沖から択捉島沖にかけての海溝寄りのプレート間地震(津波地震等)	Mt8.0程度・50%程度		
沈み込んだプレート内のやや浅い地震	M8.4前後・30%程度		
沈み込んだプレート内のやや深い地震	M7.8程度・50%程度		
海溝軸外側の地震	M8.2前後・確率不明		

早急かつ効果的な対策が必要

階層構造をなす各スコープ



釧路市の取り組み

津波緊急避難場所

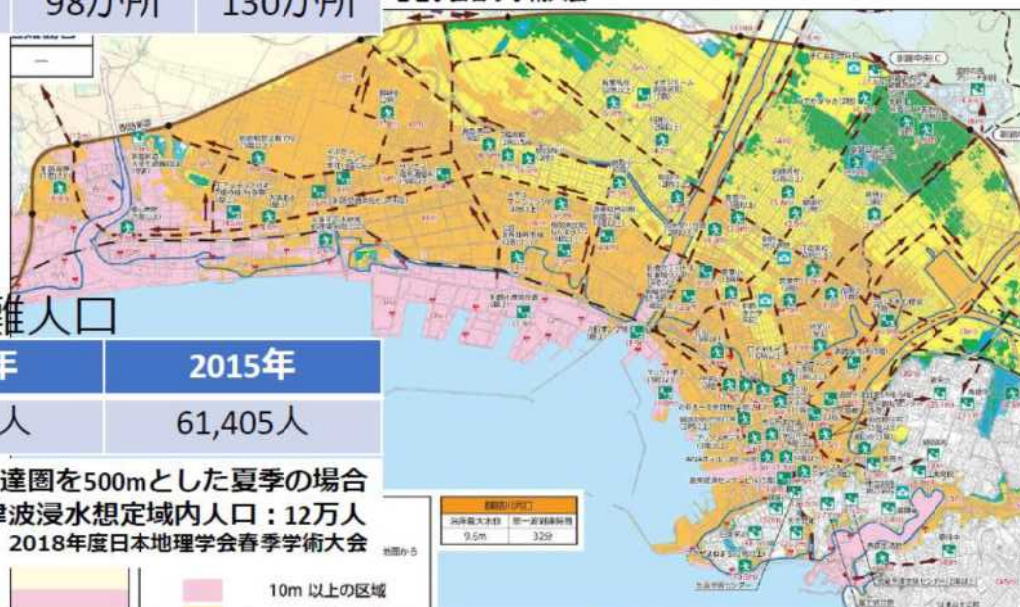
2010年	2015年	2019年
42か所	98か所	130か所

内藤・橋本、2018年度日本
地理学会春季学術大会

避難困難人口

2010年	2015年
94,741人	61,405人

*避難到達圏を500mとした夏季の場合
* **津波浸水想定域内人口：12万人
内藤・橋本、2018年度日本地理学会春季学術大会



リスク対策の例

釧路圏での迅速な救急救助・復興

- 38号、336号、道東道は使用不能高（津波浸水・のり面崩壊）
- 241号と391号で啓開しながら侵入
- 釧路空港を最大限に活用
- 仮設住宅の早急な整備←用地と文化財調査の事前調整

→たとえば、協力企業を含めた道路啓開計画

本州との物流路の確保

- 地震や津波でも農産物自体への影響はほぼない
- 本州への物流路の確保は我が国の食料需給の面からも重要（北海道胆振東部地震の教訓）

→たとえば、日本海側港湾活用の検討

送電通信網の確保

- 地すべりで施設破損の可能性

→たとえば、高精度DEM+GISで
地すべり地形の事前把握と
迂回ルートの検討



図：国土交通省web「全国の啓開計画」より

2020/11/16

まとめ

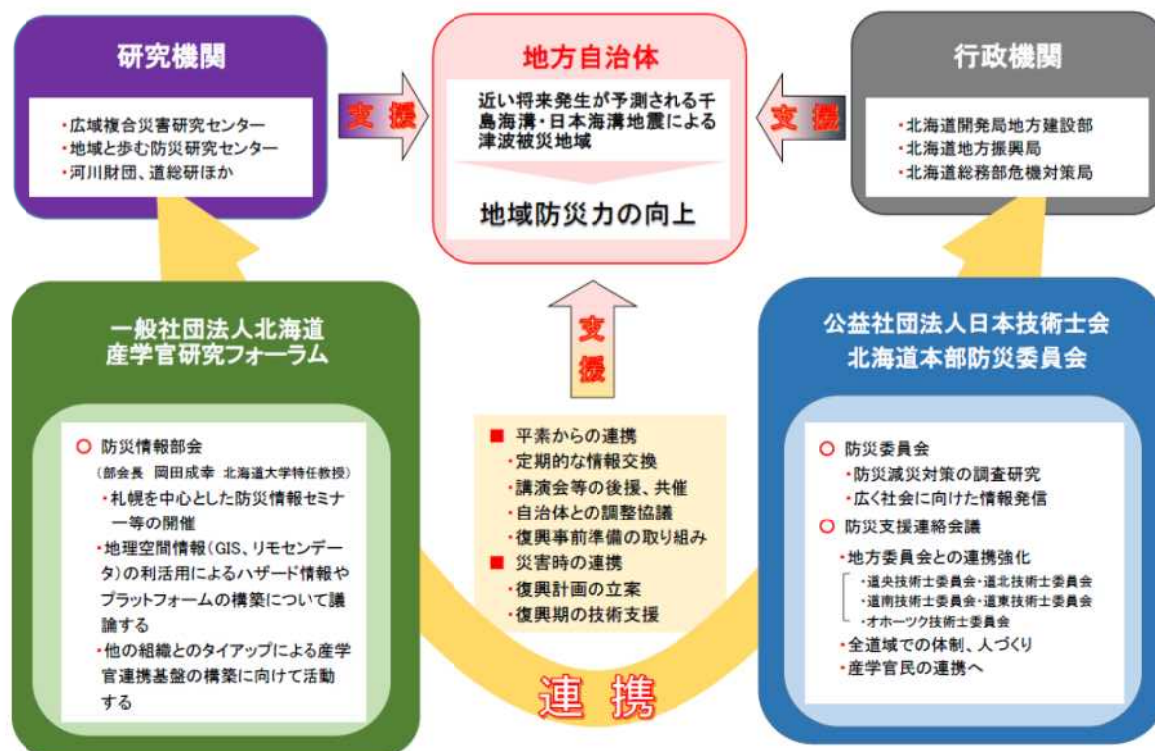
- 千島海溝地震津波対策は待ったなし
- オール北海道の産官学連携が早急に必要
- 社会的合意に基づく対策のトリアージ
- 事前復興計画に基づく対策とまちづくり

＊札幌直下地震への警戒も忘れずに！

オール北海道の産官学連携の取組みの一環として、昨年より日本技術士会北海道本部の防災委員会の皆様とも連携をして各界に働きかける。

2020/11/16

「一般社団法人北海道産学官研究フォーラム」と「公益社団法人日本技術士会北海道本部」との連携イメージ



公益社団法人日本技術士会北海道本部防災委員会

2020/11/16

2019年11月1日

「令和元年度技術者交流、防災まち歩きIN 釧路」に公益社団法人日本技術士会北海道本部地方委員会（道東技術士委員会）主催のイベントに参加



「リスボン大震災と復興事業」
北海道教育大学釧路校教授酒井多加志氏



街歩き



防災委員会 城戸委員長の挨拶

人文地理学を専門とする北海道教育大学釧路校の酒井多加志教授に「リスボン大震災と復興事業」というテーマで講演を伺い、実際に千島海溝型超巨大地震への備えもあって、「防災まち歩き」も実施し終了後交流会にも参加してきました。

2020/11/16

第6回防災情報セミナー

「南海トラフ・根室沖巨大地震への備えと広域複合対策」



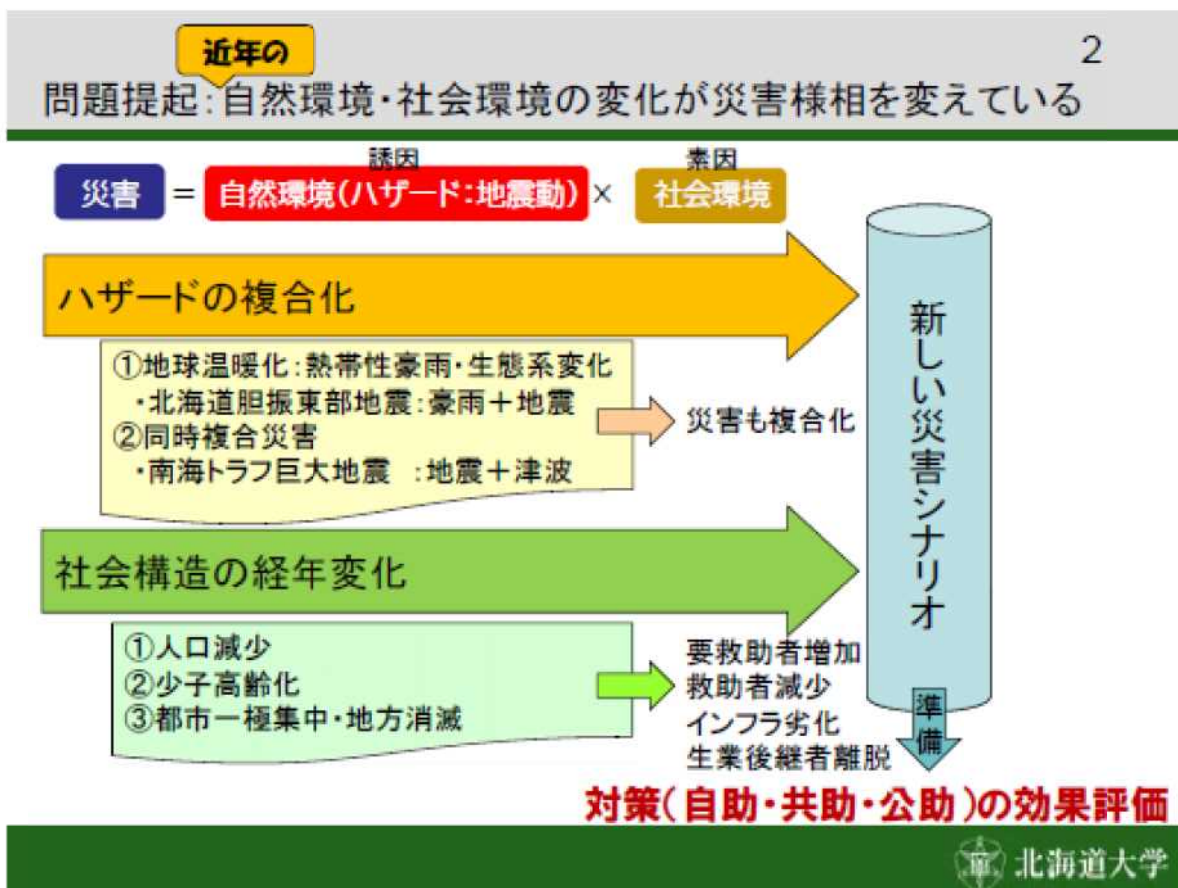
「大規模災害で大量に発生する廃棄物の
効率的な処理・利用に向けて」
名古屋大学工学研究科教授 中野正樹氏



「北海道が備えるべき広域複合対策」
北海道大学広域複合対策研究センター
特任教授 岡田成幸氏

日本技術士会北海道本部防災委員会との連携で第6回防災情報セミナーが開催された。講師には名古屋大学工学部土木工学科教授の中野正樹氏、奥村組 土木本部 土木部 環境技術室長 大塚義一氏、北海道大学広域複合災害研究センター 特任教授の岡田成幸氏、北海道 総務部 危機対策局 危機対策課 課長 所秀和氏の4名を講師に迎え「南海トラフ・根室沖巨大地震への備えと広域複合災害」というテーマでセミナーが開催されました。後半はフリーディスカッションも行われた。身近に迫っている南海トラフ巨大地震、根室沖巨大地震を踏まえて、広域的で複合的な災害への備えについて熱心な議論が展開された。

2020/11/16



2020/11/16

1. 素因の複合化

例: 地震による1次被害・2次被害・3次被害の連鎖

2. ハザードの複合化

(1) 連鎖型ハザードによる複合化

例: 地震→後続津波による新たな災害連鎖

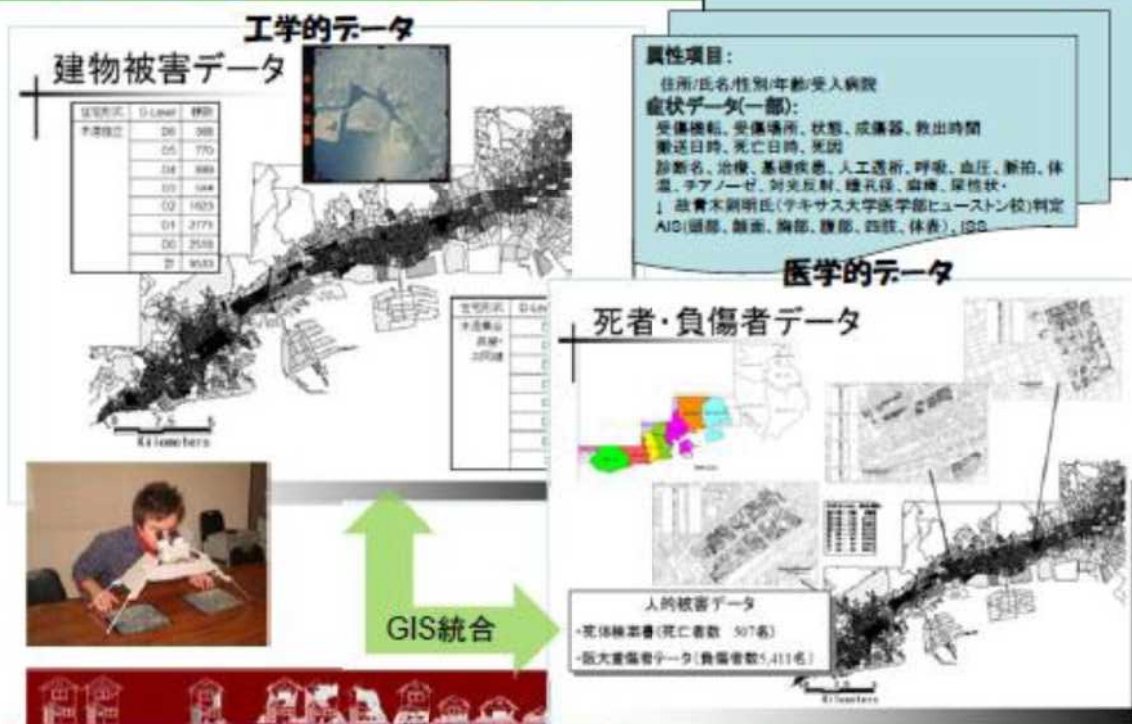
例: 津波→連鎖型原発事故による新たな災害連鎖の発生



(2) 独立型ハザードの同時発生複合化

阪神淡路大震災の工学的データと医学的データ

11



人が死ぬプロセス（相関モデルを棄てメカニズムモデルへ）

ハザードマップ



被害率関数

地域被害率



構成式：

被災建物内居住者の人的負傷度の発生確率分布

$$M_{ISS}(\theta) = \kappa_{\Delta x} \cdot f_{\Delta x}''(\theta)$$

$$\kappa_{\Delta x} = \sum_{\Delta x=0.6}^{1.0} \sum_{f=0}^{7.4} M_f(I) \cdot P(I, \Delta x) \cdot W_{\Delta x}$$

$$M_f(I) = f(I) \cdot m_f \cdot z_f$$

$f(I)$: 木造住宅内震度暴発人口[人]

$P(I, \Delta x)$: 木造住宅損傷度関数(震度Iの時の損傷度 Δx の超過確率)

$W_{\Delta x}$: 内部空間被災度(W値)

$$f_{\Delta x}''(\theta) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{f_{\Delta x}'(\lambda)}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(\theta) - \lambda}{\sigma}\right)^2\right] d\lambda$$

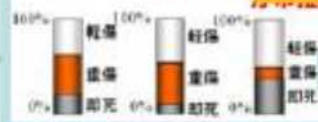
ベイズ推定による損傷度 λ の時のISS θ の事後分布

$$f_{\Delta x}'(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\lambda - \mu''}{\sigma''}\right)^2\right]$$

$$\mu'' = \frac{\mu(\sigma'')^2 + \mu'(\zeta^2/n)}{(\sigma'')^2 + (\zeta^2/n)}, \quad \sigma'' = \sqrt{\frac{(\sigma')^2(\zeta^2/n)}{(\sigma')^2 + (\zeta^2/n)}}$$

考慮されている要因

- ・地震動分布
- ・建物耐震評点(Iw)分布
- ・建物・人口分布
- ・時間帯別建物滞留率
- ・倒壊建物損失
- ・残存空間(W値)
- ・救助困難性(周辺全壊率)
- ・年齢別ISS死亡率



事後確率分布 $f_{\Delta x}''(\theta) = \text{震度} \times \text{事前確率分布}$

青木データ



2020/11/16

42

北海道の課題整理と解決のための公助によるサポートの方向性

■ 地球環境変化によるハザードの複合性

- ① 異常気象(暴風雨、暴風雪)常態化+地震破壊による災害の複合化
→ 外出禁止状況+避難強制 ← 地下室避難・垂直避難
+逃げ込める近隣コミュニティ強化
- ② 地震+津波
→ 閉じ込め+(避難遅れ)+津波=溺死増加 ← 集落移転・地域誘導

■ 社会環境変化(少子高齢化)

- ① 要救助者増加 → 増長 → 減築補助制度
- ② 後継者不在によるメンテナンスの軽視 → 災害をトリガーに地方消滅
- ③ 生活圏二極化(札幌圏一極集中+広域過疎集落増加) → インフラ(高規格道路網)強化
→ 災害の重畳
→ 札幌における都市システムの複雑化 → 被害連鎖
→ 地方におけるインフラ未整備 → 災害トリガー低下
→ 災害対応力の不適応 → メソスケール防災による支援体制強化
→ 札幌における被害量増大化 → 避難者受け入れ不能
→ 札幌における移転者増加 → コミュニティ崩壊 → 災害弱者増加
→ 地方における災害弱者増加 → 置き去り
→ 地方における防災リソースなし → 他地域支援依存上昇

北海道の減災文化を活かしましょう



2020/11/16

令和2年度 防災・日本再生シンポジウム

海溝型地震による広域複合災害の想定と効果的な減災対策・避難を考える

近い将来発生が予想される千島海溝・日本海溝地震により、北海道沿岸部への津波の襲来、内陸部での大規模な土砂災害など、異種ハザードの連鎖複合的な発生が懸念されます。本シンポジウムでは、北海道大学における防災に関わる全学的な組織である広域複合災害研究センターが、日頃から蓄積している地震時、地震後の広域複合災害や減災に関する研究成果を地域住民や行政の防災担当者に向けて発信します。さらに、北海道特有の寒冷地避難やウイルス流行下の避難方法に関する討論会を開催し、広域複合災害や効果的な減災対策についての理解をより深めることを目的とします。

令和2年 **11月24日(火)**

時間: 13時00分～16時00分(12時30分開場)

場所: 北海道大学 学術交流会館 講堂

- 参加には事前申込が必要です。申込〆切は令和2年11月18日(水)です。
- 申込詳細は「北海道大学広域複合災害研究センターホームページ」をご確認ください。
- 事務局(担当: 厚井 隆) 011-706-3882 までお問合せください。
- Live配信は事前申込時にご希望いただいた方に限ります。通信料は参加者負担となります。
- 本シンポジウムはCPD認定プログラム(3単位)の承認を受けています。

★新型コロナウイルス感染症の流行状況に応じてオンライン開催への移行または開催中止となる場合があります。

プログラム

- 13:00 開会挨拶 貴会 清博 (北海道大学総長)
- 13:10 一般講演-海溝型地震による広域複合災害の想定-
- 谷岡勇市郎 (北海道大学) 海溝型地震と津波浸水想定
 - 岡田 成幸 (北海道大学) 自助・共助・公助の効果と札幌市の課題
 - 厚井 高志 (北海道大学) 地震に起因する土砂移動と土砂災害
 - 桂 真也 (北海道大学) 積雪期の大型地震による斜面災害
 - 石井 吉幸 (北海道大学) 地震の経済被害

14:30 パネルディスカッション-効果的な減災対策・避難の検討-

- コーディネーター: 笠井 美青 (北海道大学広域複合災害研究センター副センター長)
- 横本 雄一 (北海道大学) 招待講演: GISでみる積雪期の津波避難移動の課題
- 草 功 敏夫 (釧路工業高等専門学校) 招待講演: 冬季における避難所運営～HUGの活用を通じて～
- 根本 昌宏 (日本赤十字北海道看護大学) 招待講演: 感染症蔓延下の避難生活で想定される災害関連疾患
- 高橋 浩二 (国土交通省北海道開発局事業振興部)
- 野崎 直人 (北海道経済危機対策局)
- 頼 富 重人 (NKK釧路放送局) 招待講演: 防災・減災にむけたNKKの取り組み

15:55 閉会挨拶 山田 孝 (北海道大学広域複合災害研究センター長)

参加
無料
要事前申込

Live
配信あり
(YouTube)

定員
100人

◆新型コロナウイルス感染症対策◆

- ✓ 会場の定員に対し、参加定員は半分以上とし、密にならないようご留意ください。
- ✓ 入場時には体温チェックを行い、発熱が確認された場合は入場をご遠慮いただく場合があります。
- ✓ 体調の優れない方(発熱、倦怠感、咳、味覚・嗅覚障害など)は来場せず、ライブ配信を活用ください。

※マスク着用、手の消毒、咳エチケットに協力ください。(消毒済会場に設置するのでご利用ください)

参加申込はこちら

主催: 北海道大学広域複合災害研究センター 共催: 一般社団法人国立大学協会
後援: 釧路工業高等専門学校、北海道開発局、北海道、北海道立総合研究機構、札幌市、NHK札幌放送局



11月24日(火) 北海道大学学術交流会会館講堂にて、「海溝型地震による広域複合災害の想定と効果的な減災対策・避難を考える」が北海道大学広域複合災害研究センターの主催で開催されます。

2020/11/16

「大規模災害に耐えうる災害支援システムに関するオンライン・セミナー」



オンライン開催

大規模災害に耐えうる災害支援システムに関する オンライン・セミナー



基調講演「安心・安全な地域社会のための災害支援システムの研究開発」
室蘭工業大学 大学院工学研究科 教授 董冕雄(トウ メンユウ)氏



講演2「GIS 防災減災プラットフォームとドローン等を用いた発災時の情報共有について」
ESRIジャパン株式会社 工藤大史氏 / 株式会社リアルグローブ 代表取締役 大畑貴弘氏



講演3「災害対応に向けた衛星・ドローン・GIS活用について」
北海道ドローン協会 会長 小川健太氏(酪農学園大学農食環境学群環境共生学類 准教授)



事前申込必要

2020.9.30[火] 13:30 - 15:40 Zoomウェビナー開催
<https://h-sangakukan.jp/events/2886>



【主催】：一般社団法人北海道産学官研究フォーラム
 【共催】：産学官CIM・GIS研究会、特定非営利活動法人Digital北海道研究会、北海道ドローン協会
 【後援・協賛】：一般社団法人建設コンサルタンツ協会北海道支部、一般社団法人北海道建設業協会、
 一般社団法人北海道河川財団、日本写真測量学会北海道支部、地理情報システム学会北海道支部 他



基調講演の室蘭工業大学の董 冕雄教授は、次世代災害支援システム「天・地・人」の開発で令和元年度北海道科学技術奨励賞を受賞された。災害支援システムを開発されたきっかけが、東日本大震災でのご家族の安否確認であり、人と人を情報ネットワークで結びつけるドローンの利活用は災害からの復旧にも役立つシステムである。

2020/11/16

次世代の災害支援

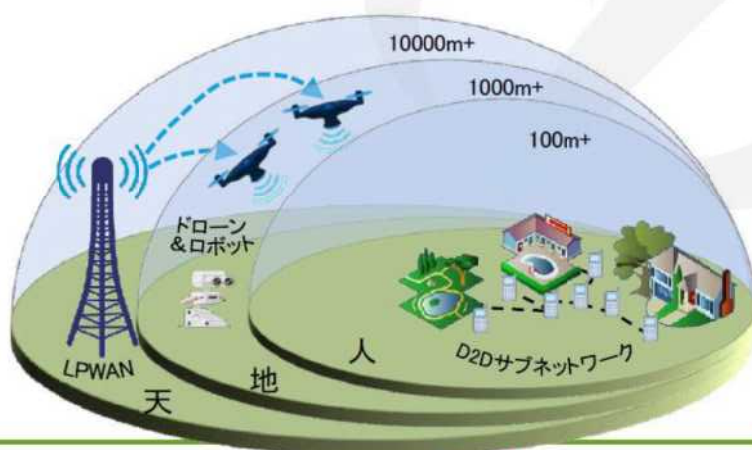
- 時間の観点から、現在のテクノロジーでは限界が近い。
- 正確かつ迅速に通知・予報するだけでは、完全な防災は不可能なため、災害発生後の支援・救援が必要である。
- 現在の情報通信技術では、被災地からのリアルタイムデータの収集が可能になり、より詳細な被害状況が把握可能になった。
- そして、被災地支援のためには、双方向で通信可能な環境は必須。



次世代の“双方向”災害支援

「天・地・人」による通信回線の即時構築

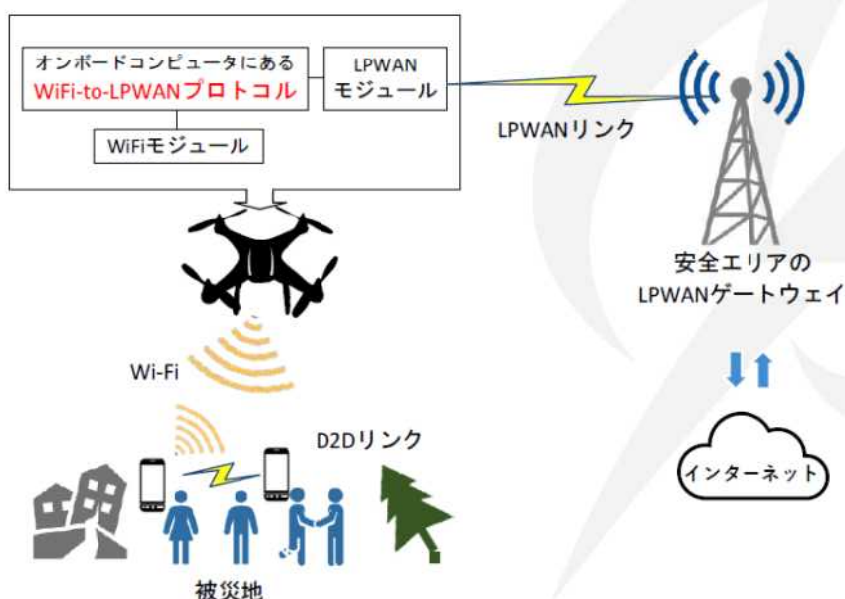
- 「天・地・人」という次世代災害支援システムを提案し、災害発生後に即座に通信回線の復旧を可能にする。
- 3つの異なる通信範囲をもつ通信技術により実現：
 - 「天」：省エネ・遠距離広域通信 (LPWAN, Low-Power Wide-Area Network)
 - 「地」：ドローンによる中継 (Wi-Fi)
 - 「人」：基地局を介さない端末間通信 (D2D通信)



室蘭工業大学

LPWANによる通信範囲の拡大

- 既存ネットワークとLPWANをつなぐため、プロキシフレームワークを開発した
- LPWANによって、天・地・人は10000m+のカバレッジを実現し、広域的かつ即時性に優れた災害支援が可能にする



室蘭工業大学

「GIS防災・減災プラットフォームとドローン等 を用いた災害時の情報共有について」



リアルグローブ代表取締役 大畑貴弘氏

2020/11/16

Hec-Eyeについて①



現場で収集したドローンやスマートフォン等からの取得情報を
地図上にリアルタイムで集約し共有するプラットフォーム



- ✓ 現場からリアルタイムで迅速な情報共有が可能！
- ✓ 自動アップロードで情報管理（保存、共有）に手間と時間がかからない！
- ✓ 位置情報付きの情報でわかりやすい！

Hec-Eyeについて②



Hec-Eyeで情報提供～共有までの「一元化」を実現！
災害時の迅速な情報連携を可能にし、よりの確な意思決定を支援！

①情報提供

現場

(i)現場情報を様々な機器(ドローン、スマホ定点カメラ)で記録

(ii)データはHec-Eyeに位置情報付きで自動アップロード
→情報提供までの手間と時間を短縮！



②情報確認

災害対策本部

(i)現場情報は自動アップロードされるため、情報の集約は必要ない

(ii)Hec-Eyeで位置情報付きで現場の映像、写真を確認
→状況把握、指揮までの時間短縮が可能！

③情報共有

(i)Hec-Eye情報の各関係者への配布が可能
→位置情報付きで現場状況の把握がしやすい！

関係企業

周辺
自治体

職員

有事での活用① ～要救助者・行方不明者の確認



捜索隊とドローン隊が連携を行い要救助者や行方不明者を捜索

空陸連携により情報収集を迅速に！

- ✓各部隊の位置情報共有
- ✓捜索エリアの指定
- ✓映像を通じた本部と現場の連携



要救助者を発見！
リアルタイムで確認している本部が付近にいる部隊に位置情報を伝え、現場への急行を指示

・パイロットは操縦に集中しているため、要救助者や要救助者の存在に気づかない可能性もある
・本部で同じ映像をリアルタイムで確認することで、撮影箇所の指示等見逃しの可能性を最小限にできる！

有事での活用② ～上空・地上からの迅速な被災報告と把握～



ドローン、スマートフォンを活用してリアルタイムでの状況報告と確認



リアルタイムで現場と災害対策本部が連携することで
情報連携の時間を圧倒的に短縮！

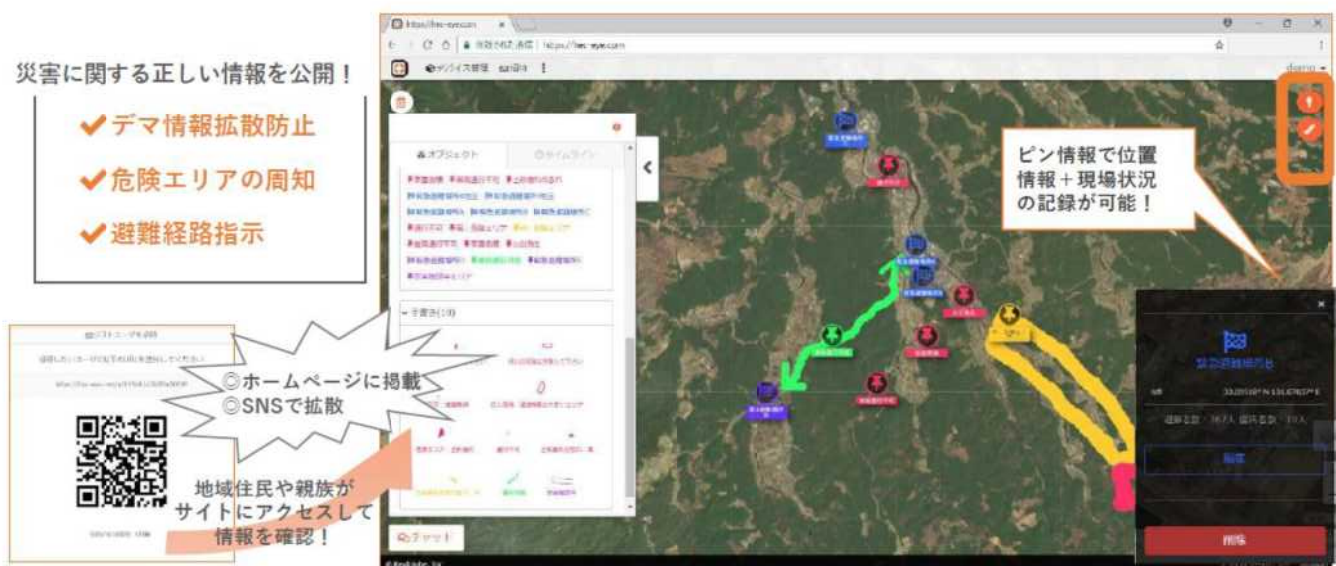
有事での活用③ ～災害情報マップの作成・公開～



災害発生時に収集した情報を地図上に掲載し、災害情報マップとして公開！

災害に関する正しい情報を公開！

- ✓デマ情報拡散防止
- ✓危険エリアの周知
- ✓避難経路指示



- ・デジタルマップ上で見たい範囲が選択可能！
- ・現場状況の「見える化」で状況がわかりやすい！

GIS 防災減災PF × Hec-Eye

平時に積み上げてある正確性、詳細性の担保された基盤上に
各機関がデータを追加、現場からの情報もリアルタイムに反映

GIS 防災減災プラットフォーム



お問い合わせ：一般社団法人北海道産学官研究フォーラム

URL：http://h-sangakukan.jp/

TEL：011-374-6836

E-mail：forum@sangaku2.sakura.ne.jp

担当 藤原