



国総研

国土交通省

国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management

# 災害に対するリスク評価と対策技術

国土交通省 国土技術政策総合研究所

河川研究部 水環境研究官

松尾 和巳

# 国総研の4つの機能～政策・現場と直結した研究～

## ○研究・技術基準等の策定

政策を立案する国土交通本省、現場を担当する地方整備局と密接に連携し、一体となった技術研究

インフラの整備、管理等の現場に必要な技術  
政策の立案、現場への実装に責任

## ○災害活動支援

法令等に基づき、施設管理者等に技術的な勧告・助言等  
専門家を技術支援部隊として現地に派遣

復旧の技術支援

首長等の施設管理者の重要な判断を専門家として支援

## ○技術相談・技術移転

技術基準等や政策立案に関する知識と、現場の経験、ノウハウの両面を持つことが特徴

## ○研究のコーディネーター

官(政策と現場)、民(建設会社等)、学(大学等)の扇の要  
社会や現場への実装を目指した共同研究等を実施

国総研の扱う技術は研究単独ではなく、現場に展開されて発展

# 災害に対してレジリエントな社会・国土をつくる

## 国総研の主要な研究課題

### 【防災・減災・危機管理】

#### ○新たな災害経験(鬼怒川破堤)に迅速に取り組む

- ・洪水危険度の見える化
- ・決壊までの時間を引き延ばす堤防構造の工夫

#### ○新たなステージへの対応

- ・高潮災害に対する港湾地帯の安全性の確保に関する研究
- ・都市におけるまちづくりと一体となった浸水被害リスク低減手法の研究
- ・リアルタイム観測・監視データを活用した高精度土砂災害予測
- ・地下空間利用者のための超時短浸水警戒情報システムの開発

#### ○東日本大震災の教訓を踏まえつつ切迫する巨大地震に備える

- ・災害拠点建築物の機能継続技術の開発
- ・インフラ被災情報のリアルタイム収集・集約・共有技術の開発

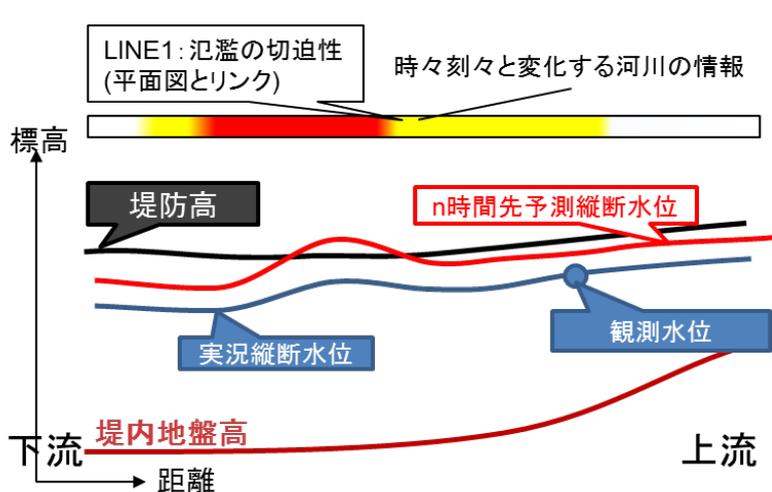
# 洪水危険度の見える化

現状： 河川情報が危機管理や避難行動に必ずしも結び付いていない

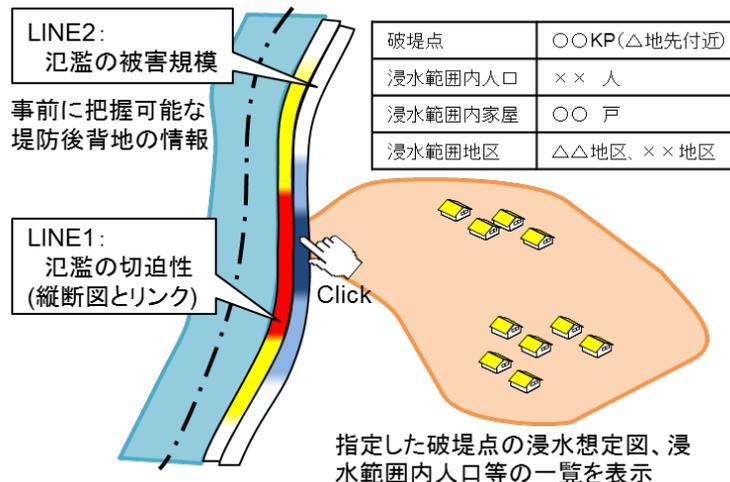
✓ 情報の内容やそのリテラシーに課題があり

⇒ 洪水危険度を上下流方向に連続的にリアルタイムで把握し、わかりやすい情報に視覚化する「洪水危険度の見える化」

洪水危険度：氾濫発生危険性、氾濫が発生した場合の被害規模を合わせた洪水の危険性の程度



視覚化イメージ(縦断表示)



視覚化イメージ(平面表示)

- ✓ 情報の内容・表現技術については、社会学、心理学等の異分野の学識者等と連携
- ✓ 観測・予測技術については、これまでの研究成果(MMS、LP、データ同化など)を活用するほか、より高度な水理解析技術の開発は外部研究機関と連携

的確な避難行動により、逃げ遅れによる人的被害を軽減

国総研では防災・減災・危機管理に関して様々な研究を実施。自然災害による被害を低減し、国民生活、社会を守るために国総研で行っている以下の研究開発を紹介する。

### 【観測・監視】

- ・豪雨、深層崩壊等、災害を引き起こすような自然現象を迅速に精度良く把握する技術(レーダ、人工衛星)  
→ 災害の予測、行政や住民等への情報提供

### 【リスク評価】

- ・災害の発生・復旧に関するシミュレーション
- ・災害時の機能確保に向けた対策の優先度評価  
→ 災害の発生・復旧に関する課題の把握。効率的な対策

### 【対策技術】

- ・日常利用の他、防災機能が期待される都市施設の活用
- ・災害復旧拠点の機能継続技術  
→ 災害発生時の被害軽減、迅速な災害復旧

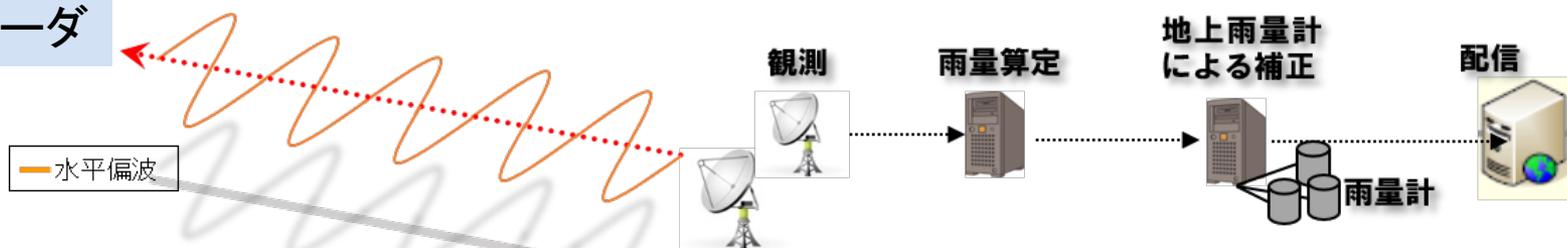
## 【観測・監視】

- レーダ雨量計の高性能化、雨量観測の高度化
- 衛星リモートセンシングによる大規模土砂災害監視

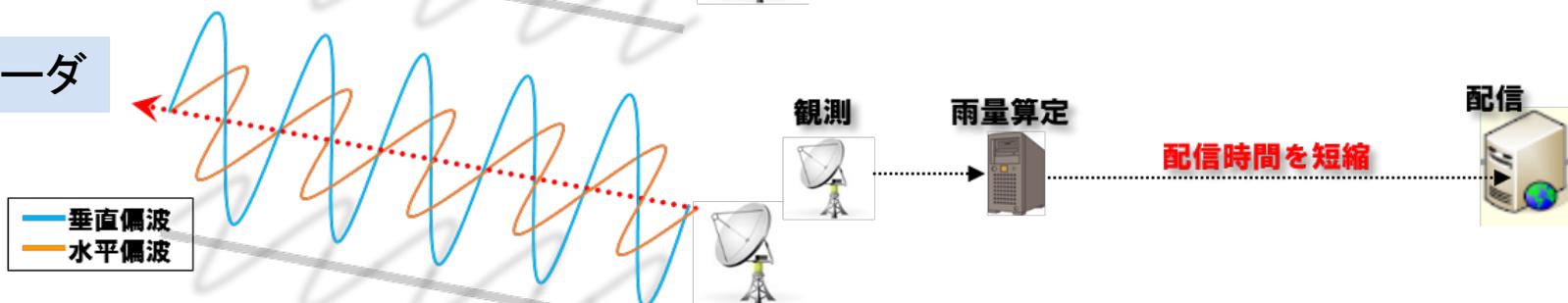
### MP(マルチパラメータ)レーダとは

- ・MPLレーダでは、2種類の電波(水平・垂直偏波)を送受信。従来のレーダより多くの項目を測定し、雨滴の形状等を把握することが可能。
  - 雨滴の扁平度等から雨量を推定。高精度な観測が実現。
- ・地上雨量計による補正を行わず、ほぼリアルタイムに雨量情報を配信。

#### 従来レーダ



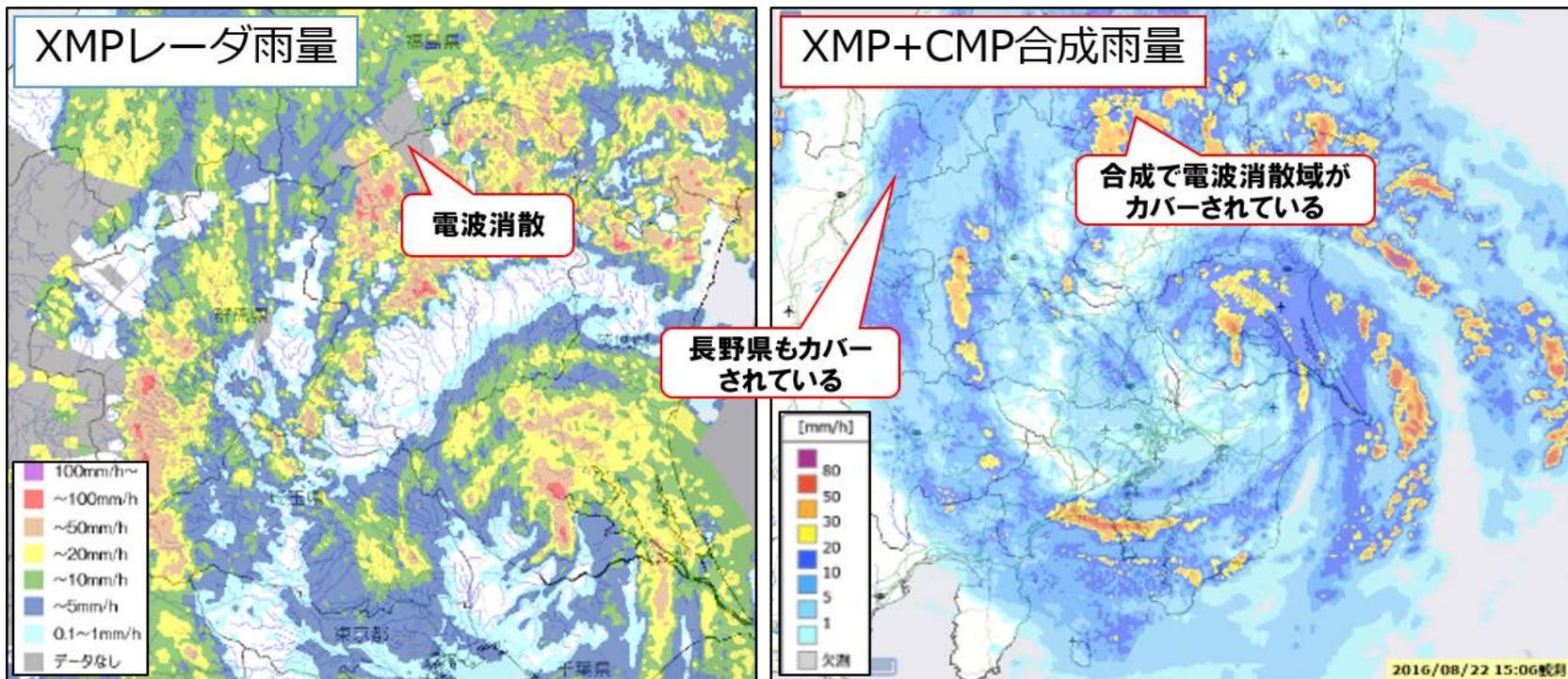
#### MPLレーダ



XバンドMPLレーダ雨量計とCバンドMPLレーダ雨量計を組み合わせることで、**欠測が生じにくい安定した観測が可能に。**

XRAIN(高性能レーダ雨量計ネットワーク eXtended RAdar Information Network) 配信

- ・XバンドMPLレーダ雨量計では、約3cmの波長の電波
- CバンドMPLレーダ雨量計では、約5cmの波長の電波
- ・XバンドMPLレーダでは電波の感度が高いため、弱雨～強雨に対して雨滴の扁平度を測定可能だが、電波が減衰しやすく観測範囲が狭い。

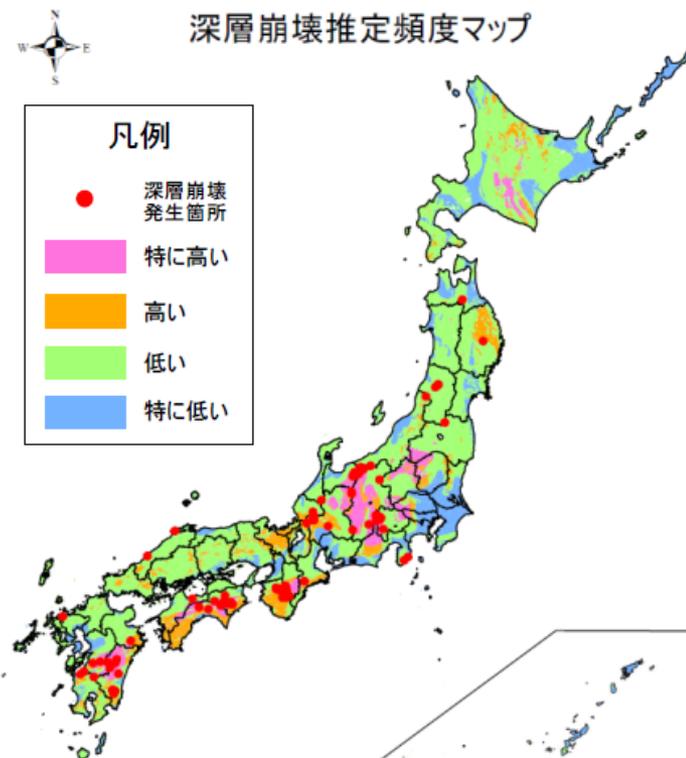


# 衛星リモートセンシングによる大規模土砂災害監視

- ・深層崩壊等の発生やそれに伴う二次災害による被害を防止・軽減するため、その危険性が高い地域を定常的に監視することで、深層崩壊等の予兆を把握し、深層崩壊等の発生を迅速に把握することが必要。
- ・人工衛星等に搭載された合成開口レーダ (Synthetic Aperture Radar :SAR) は、マイクロ波を照射・受信するアクティブセンサであり、昼夜・天候問わず広域を観測できる利点がある。



平成23年紀伊半島台風12号災害  
(赤谷地区)



出典) 国土交通省 (平成22年8月11日公表)

# 災害リスク

# 外力

# 警戒範囲(イメージ)

# SARを用いた災害リスク把握

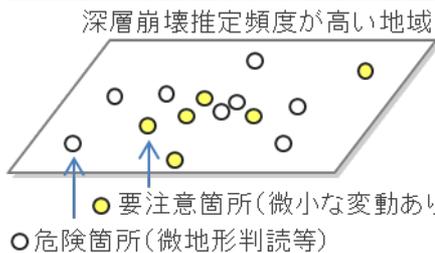
平常期

警戒期

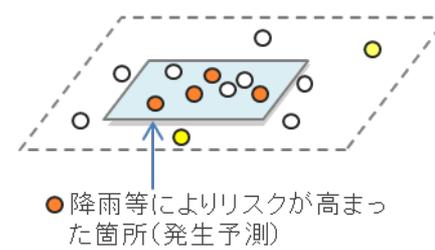
急迫・切迫期

応急対策期

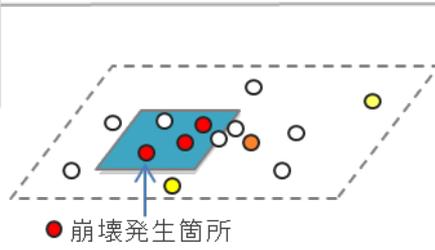
低 → 高



詳細調査・予防対策



警戒箇所の把握・監視



緊急調査・応急対策

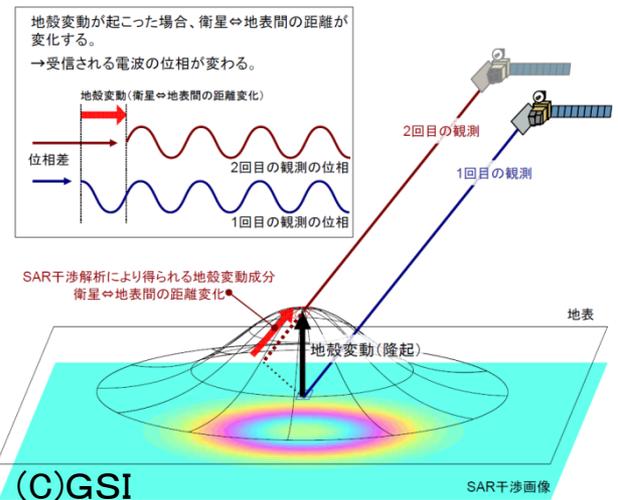
台風

地震

発災

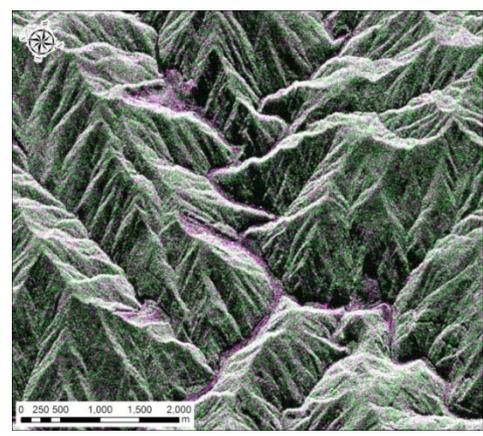
## 平常時から要注意箇所の絞り込み

① 干渉解析技術を用いて、深層崩壊・地すべりの予兆となる斜面変動を検知



## 昼夜・天候問わず被災状況把握

② 偏波画像の判読により、深層崩壊等の発生状況を把握



## 【リスク評価】

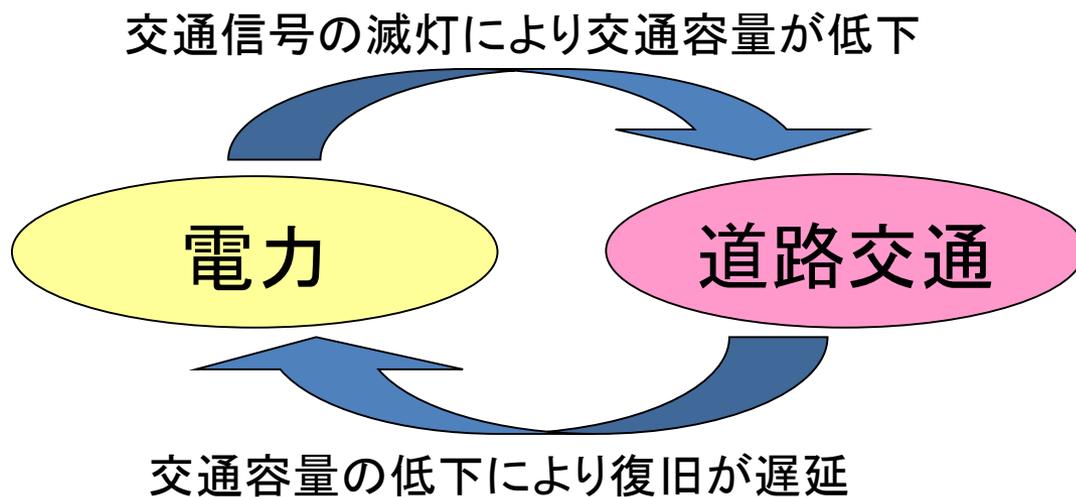
- 相互連関を考慮したインフラ機能復旧シミュレーション
- 密集市街地の火災避難安全性評価
- 下水道管の耐震化優先度評価

### 大規模災害時のインフラ間の相互連関

・大規模災害時には、個々のインフラが被災するだけでなく、**インフラが相互に連関しているために被害が波及**し、復旧が遅延することがある。

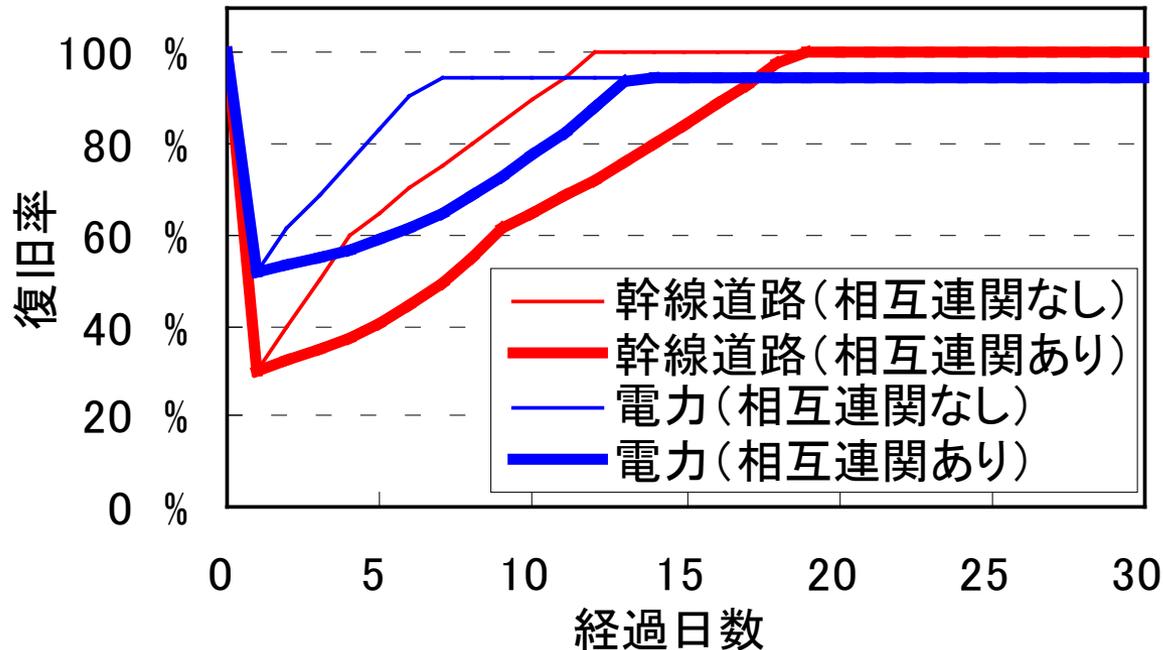
・相互連関によって災害時にインフラの復旧がどの程度遅れるのか。

・情報通信、電力、ガス、上水道、下水道、鉄道、道路の7つのインフラを対象に復旧過程をモデル化し、機能復旧シミュレーションを実施。



### インフラの相互連関の例

# 首都直下地震(M7.3)発生時の東京23区内を対象とした インフラ機能復旧シミュレーション結果



ある区の幹線道路  
と電力の例

平常時の機能が地震  
により大きく低下し、  
その後回復。

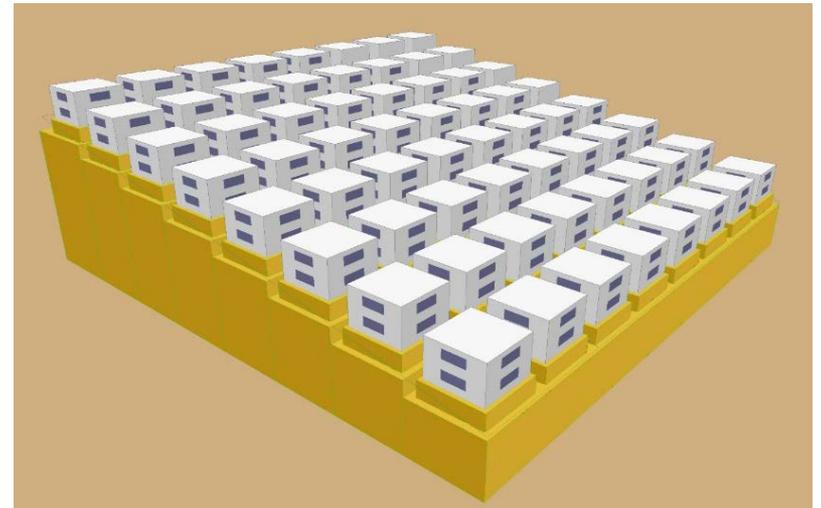
- ・相互連関関係があるとした場合、道路の復旧にある程度の日数を要し、これが電力の復旧にも影響。
- ・インフラ事業者等は、このような結果も参考にした上で、事業継続計画(BCP)の策定、多ルート化やバックアップ機能の増強等の対策を進めることが必要。

# 密集市街地の火災避難安全性評価

斜面市街地は、平坦な地形の場合と比べ、どのように危険なのか  
斜面を想定した仮想市街地を対象に、市街地火災避難シミュレータを  
用いて火災避難安全性評価の試行

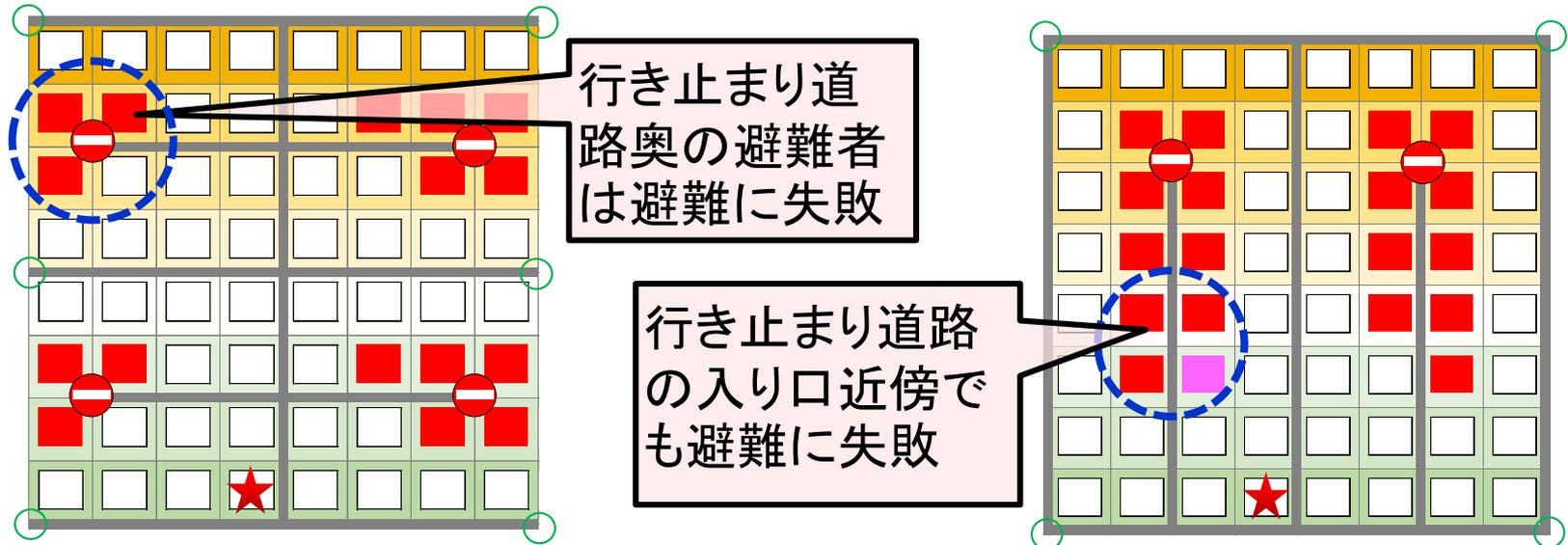
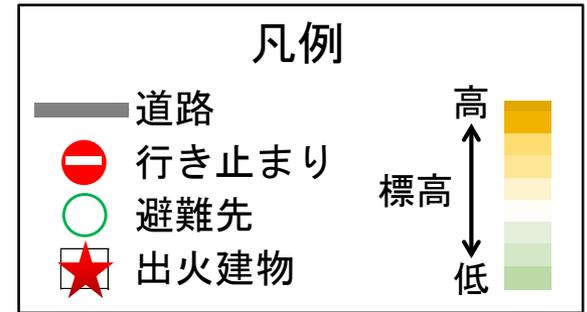


斜面密集市街地の例



対象とした仮想市街地

- ・斜面市街地は平坦な地形に比べて行き止まり道路が多い
  - ・行き止まり道路の解消は火災避難安全上、重要な対策
- ～地方公共団体が推進している避難経路協定（災害時に私有地を通過して避難出来るよう塀やフェンスを撤去する制度）は、今回の結果からも重要な対策と言える



■ 2名失敗    ■ 1名失敗

# 下水道管の耐震化優先度評価



- ・震災時に憂慮すべき事項(トイレ使用、交通支障など)を整理した上で、**評価軸を5つ設定**
- ・**リスクに応じた点数計算**で優先度を決定する手法を確立  
容易に評価が可能な単純体系化
- ・避難所や病院等での下水道使用や施設劣化度にも配慮
- ・事後対応(仮設ポンプ対応等)の可否判定を導入

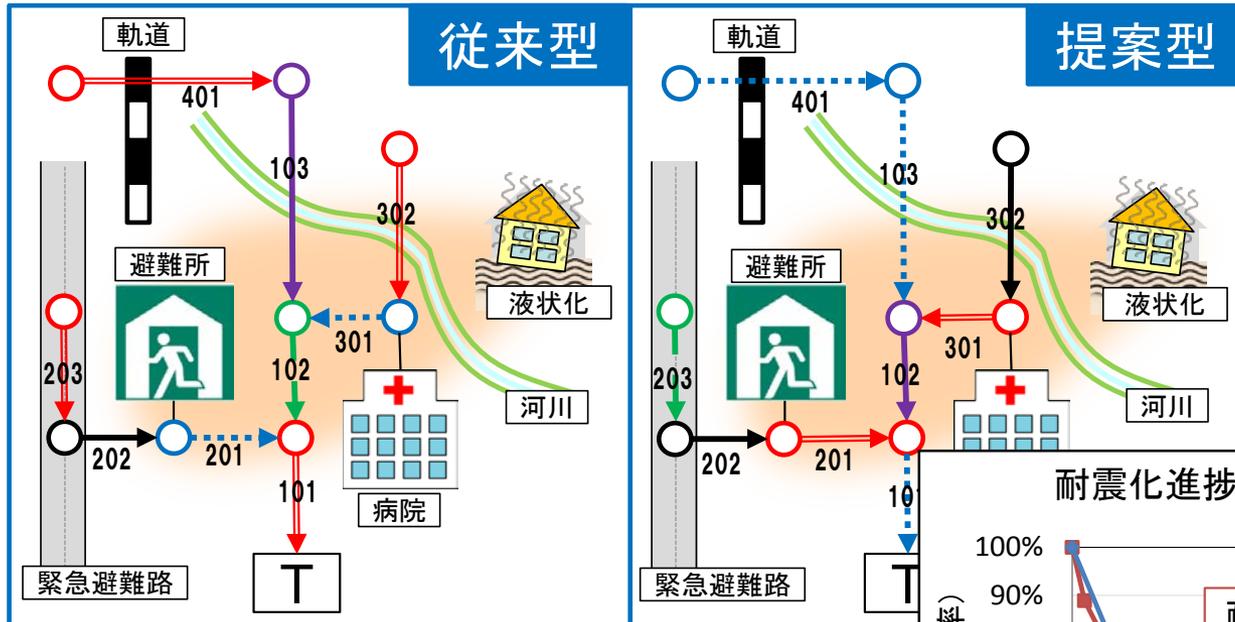
耐震化に当たりに憂慮すべき事項

評価軸

評価方法

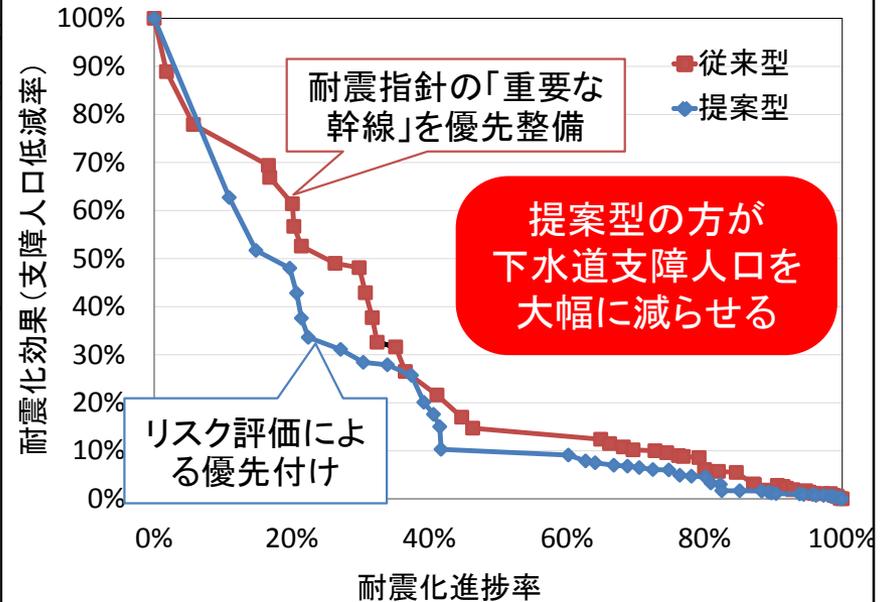
耐震化に当たりに憂慮すべき事項	評価軸	評価方法	5点満点で点数化
震後のトイレ使用	システム信頼度	流量期待値(防災拠点補正) × 被害確率 ①	
交通支障	社会影響度	交通支障による社会経済損失額 × 被害確率 ②	
物理的壊れやすさ	緊急性	経過年数によるランク分け ③	
重要地点	重要性	現行耐震指針に準拠 ④	
事後対応の可否	事後対応判定	水中ポンプ据付、対象流量等で判断 ⑤	
その他	$= \sum \text{①} \sim \text{⑤}$ 総得点で優先順位を決定		

# ◆優先度評価結果例



- 従来型は、施設の重要性のみに配慮した点的対応のため、被害の起きやすい箇所への耐震化の遅延等により震災時に下水が処理場に到達しない恐れがある。
- 提案型は、被害の起きやすい箇所への配慮や事後対応の積極対応により、最下流の到達流量を最大限確保することが可能となる。

耐震化進捗率に対する効果(支障人口)



## 【対策技術】

- みどりを活用した都市の防災・減災対策
- 災害拠点建築物の機能継続技術

### 公園緑地の役割

#### 平常時

子供の遊び場、レクリエーションの場、自然環境の保全拠点、観光振興の拠点等多様な機能を有し、都市住民の豊かな生活を支えている

#### 災害時

「オープンスペース」という特性は、避難場所や防災拠点の役割等を通じ、**日常利用だけでなく、災害発生時の被害軽減**にも効果を発揮

平常時だけでなく、災害発生時の活用を考えて都市公園を計画、設計、整備、管理することが都市の防災性向上の観点から効果的

# 「防災公園の計画・設計に関するガイドライン(案)」

避難場所や防災拠点としての役割のほか、平成7年の**阪神・淡路大震災**等の教訓を踏まえ、主として**地震に起因する市街地火災等の二次災害(地震火災)への対応**を対象に、防災公園の具体的な計画、設計の考え方を示す

**東日本大震災**等の近年の大規模災害において公園が果たした役割・課題をもとに、**津波災害への対応の追加、帰宅困難者への配慮の充実**



大規模火災の焼け止まりとなった例  
大国公園(兵庫県神戸市)



樹林帯が津波漂流物を捕捉した例  
(宮城県仙台市)

# 災害復旧の拠点となるべき建築物の被害

東日本大震災や熊本地震では、庁舎に大きな被害が発生し、機能が失われ、事業継続が困難に



庁舎の被害（東日本大震災）



庁舎の被害(熊本地震)

被災後においても、応急復旧などの災害対策活動の拠点としての機能を継続して発揮することのできる**災害拠点建築物**に必要な技術の開発

## 地震災害対策技術

- 壁を活用した損傷制御設計法の開発
- 高耐震吊り天井の開発

## 津波災害対策技術

- 外壁材脱落を考慮した対津波設計法の開発



津波による外壁材流失(岩手県宮古市)



水圧で外壁材を破壊させる水理実験

- 低抗力型設計法の開発

## 竜巻災害対策技術

- 外装材の対飛来物衝撃設計法の開発

おわりに

- ・温暖化といった気候変動もあって、激烈化する  
気象現象
- ・大規模地震の発生、火山の噴火
- ・頻発する災害

自然災害による被害を低減し、国民生活、社会を守るために、様々な研究開発を推進

成果の活用によるレジリエントな社会の構築