

北陸地域で「巨大」水災害にどう備えるか？ -進めつつある研究の一つを紹介-

都市・河川防災講座 キックオフシンポジウム
2017/8/31 @しいのき迎賓館

山口 裕通

金沢大学 都市・河川防災講座担当 特任助教

自己紹介： 山口 裕通（やまぐち ひろみち）

- 出身： 大阪府藤井寺市
- 2007.4～2016.3 学生@東北大学 → 博士（工学）取得
主テーマ： 都市間（長距離）旅行のデータ解析
 - < 2011年3月11日（B4のとき） - 東日本大震災 >
 - 研究室が，「災害科学国際研究所」所属に...
 - 災害研究： 震災時のガソリンロジスティクス
 - ≫ 非日常的なヒト・モノの流れを，
時間・空間の面から解析
- 日本学術振興会 特別研究員PD（1年間）
- 2017.4 金沢大 都市河川防災寄付講座 特任助教 ～

もくじ

- ≫ 「巨大災害」対応の考え方と、
減災における二つの軸
- ≫ 二つの軸の視点から見た、
浸水想定区域図（想定最大）の意味
- ≫ “同時被災確率”を踏まえた、
緊急輸送道路NWの接続性分析
@ 手取川 × 想定最大規模降雨
— 進めつつある、研究の紹介 —
- ≫ 関連する検討中の研究課題など

「“巨大”災害」とは？

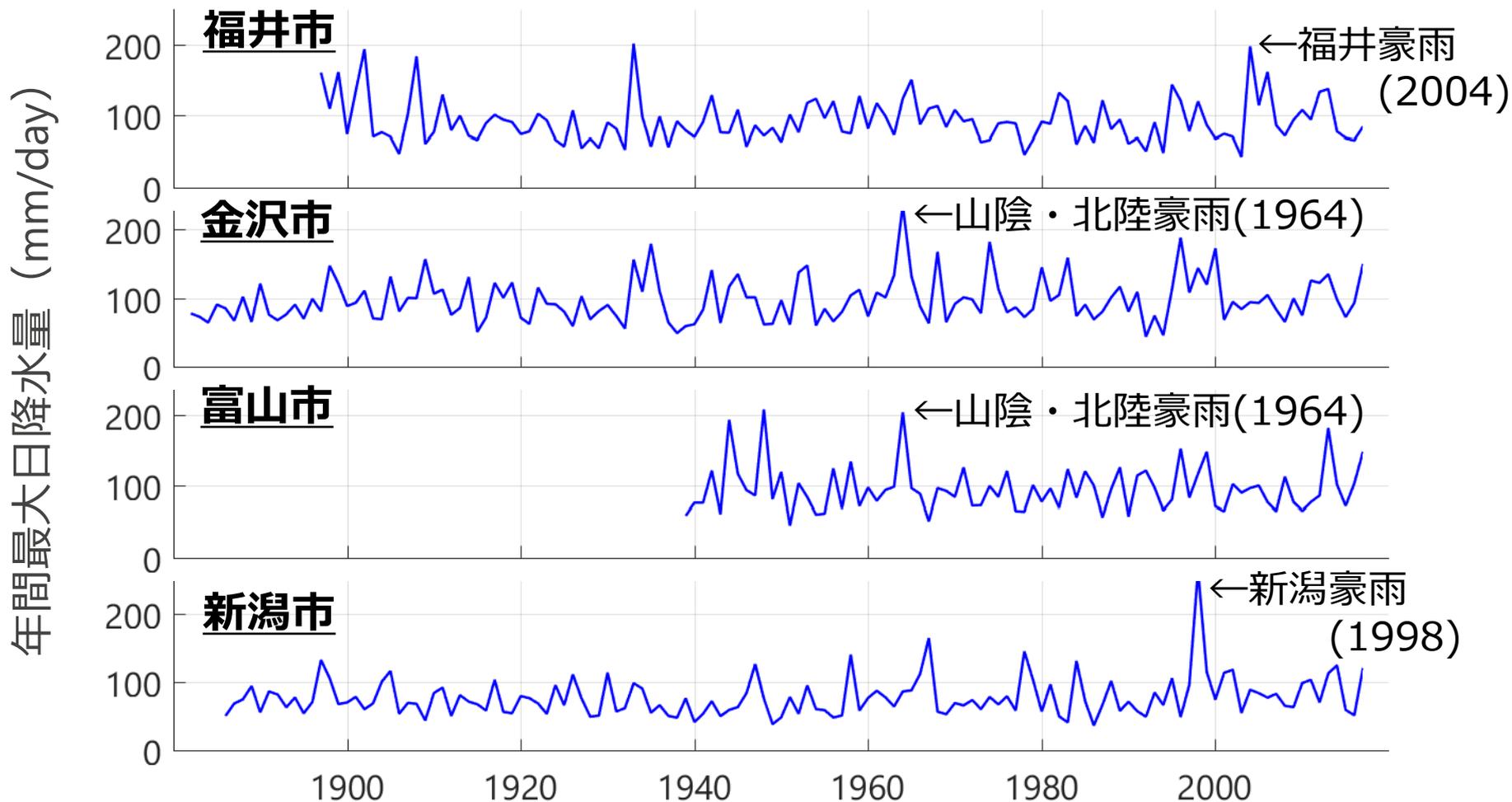
～ 施設の防災能力で防ぎきれない巨大外力が引き起こす
(防ぎきることが困難・非効率な)

～ どう“最悪の被害”を回避・軽減するか？

◆ 想定すべき, “代表的な” 巨大ハザードとは？

→ (北陸では?,) 難しい質問...

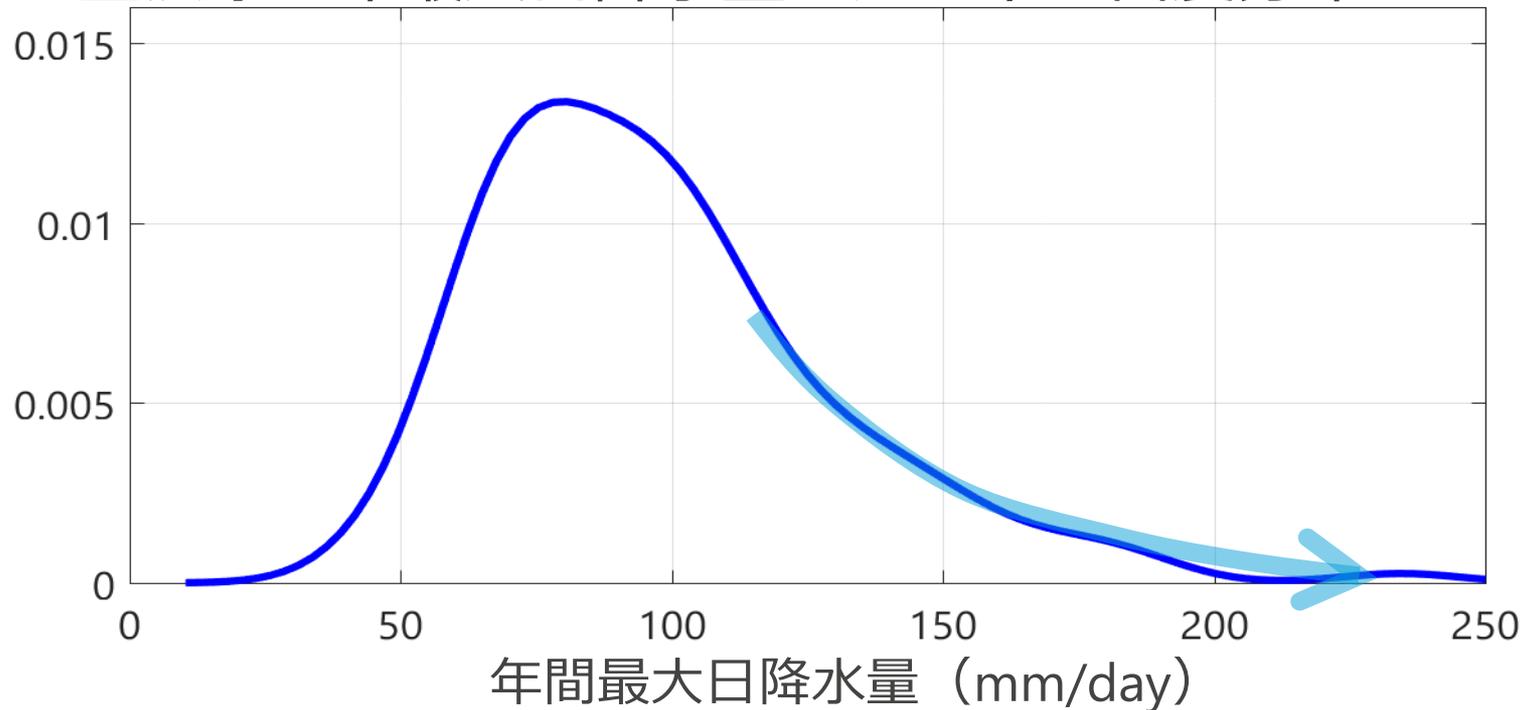
北陸地域の年間最大日降水量の推移



– 約140年の間に、数回ほど不規則に大きな日降雨を観測

ハザードの大きさ vs. 発生確率（降水量）

金沢市・年最大日降水量のカーネル密度分布：



– “長い裾野のある” 密度分布

→ 低確率だが日降水量が非常に大きい降雨は起こりうる

→ “かなり雨が降る年の代表的な最大量” は，存在しない

ハザードの大きさ vs. 発生確率 (地震・震度)

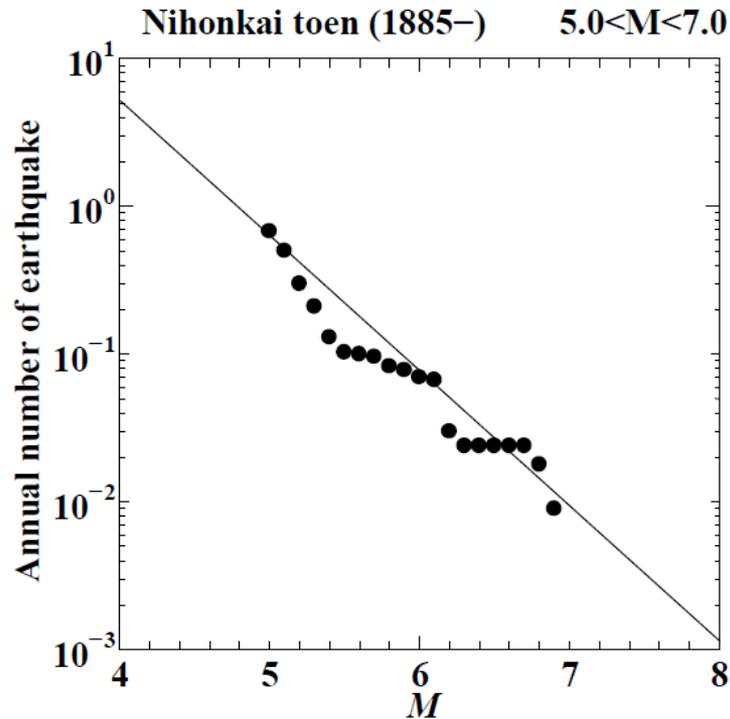


図-2 日本海東縁部の地震規模別累積発生頻度
(データは地震調査会中地震カタログによる)

泉宮ら (2013) より

- マグニチュードが大きいほど、発生確率は小さい関係
([Gutenberg-Richter 則](#))
- “巨大地震の代表的大きさ (平均規模)” は存在しない
⇔ 東海・東南海・南海などの、一定の周期・規模の海溝型地震

災害ハザードの特徴と対策の考え方

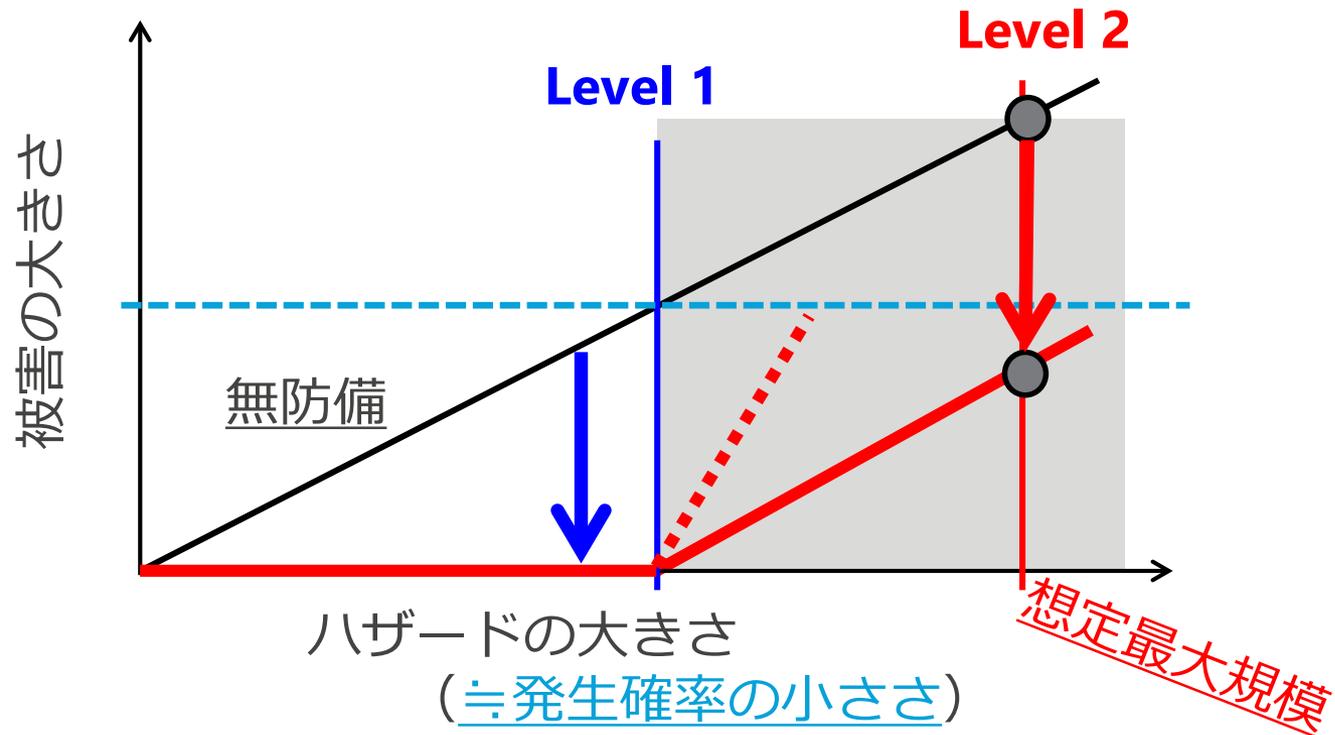
◆災害となりうる外力の特徴：

- 想定確率を小さくすれば小さくするほど、
外力は大きくなり続ける（きりがない...）
- 「巨大ハザードの、代表規模」 というものは存在しない
 - ⇔ 東海・東南海・南海地震など、
周期的な巨大災害のみ異なる...
 - 北陸では、巨大災害の予測・想定が難しい
-- 決して、安全であるわけではない --

◆災害対策の考え方

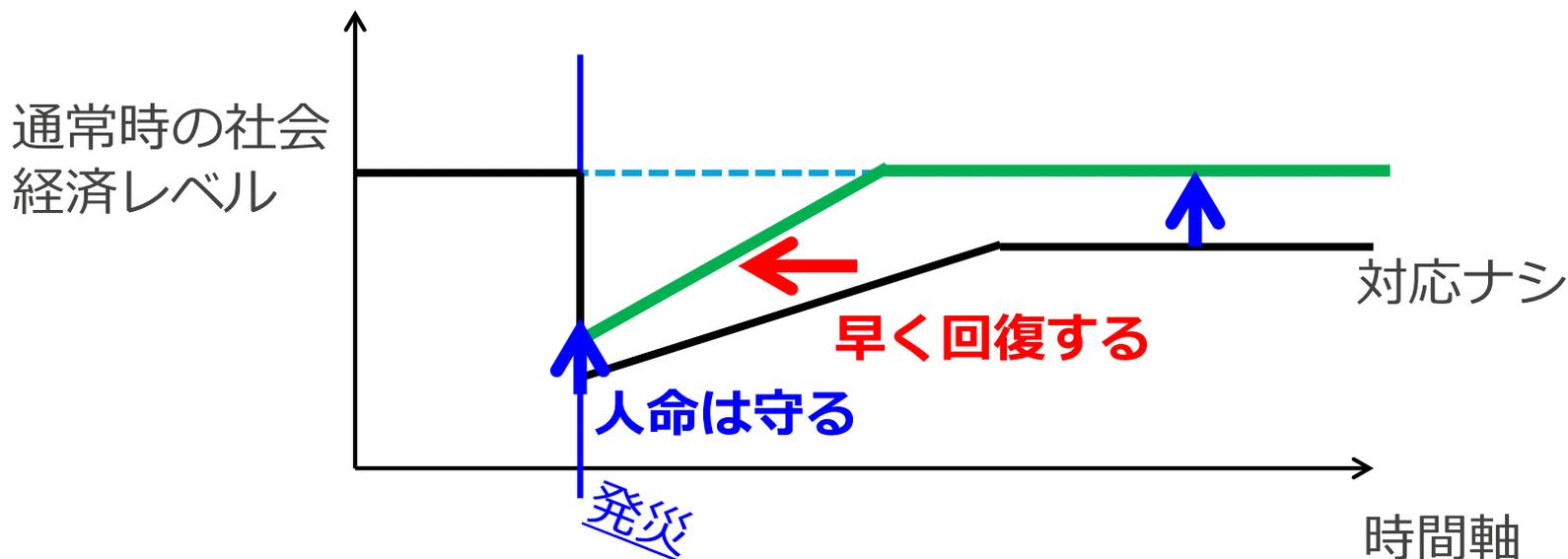
- L1・L2 という二つの規模を基準にした対策
(地震, 津波, 河川災害...)

「L1 & L2」の考え方



- ~ Level 1 : 施設の能力で守り切る方針
- Level 1 ~ : 命を守り・社会経済の壊滅的被害を回避
→ 最大級の外力 (Level 2) でも可能とする準備

被害軽減（減災）における「二つの軸」



- Level 2の巨大な外力：施設では守り切れない
→ 多くの人が甚大な影響を受け，生活に支障

目標：通常時とのかい離の面積（被害）を小さくする

- ≫ 取り返しのつかない被害の回避（人命は守る）
- ≫ できるだけ，早く回復する

二つの軸の視点から見た、 浸水想定区域図（想定最大）

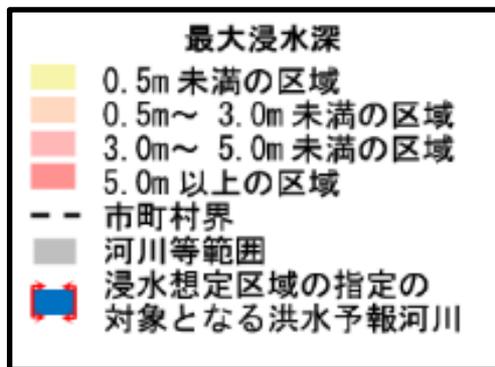
≫ 手取川・梯川 × 想定最大規模降雨

- 浸水想定区域図（想定最大）の特徴
- 浸水想定区域図（想定最大）の作り方
“同時被災確率” という考え方

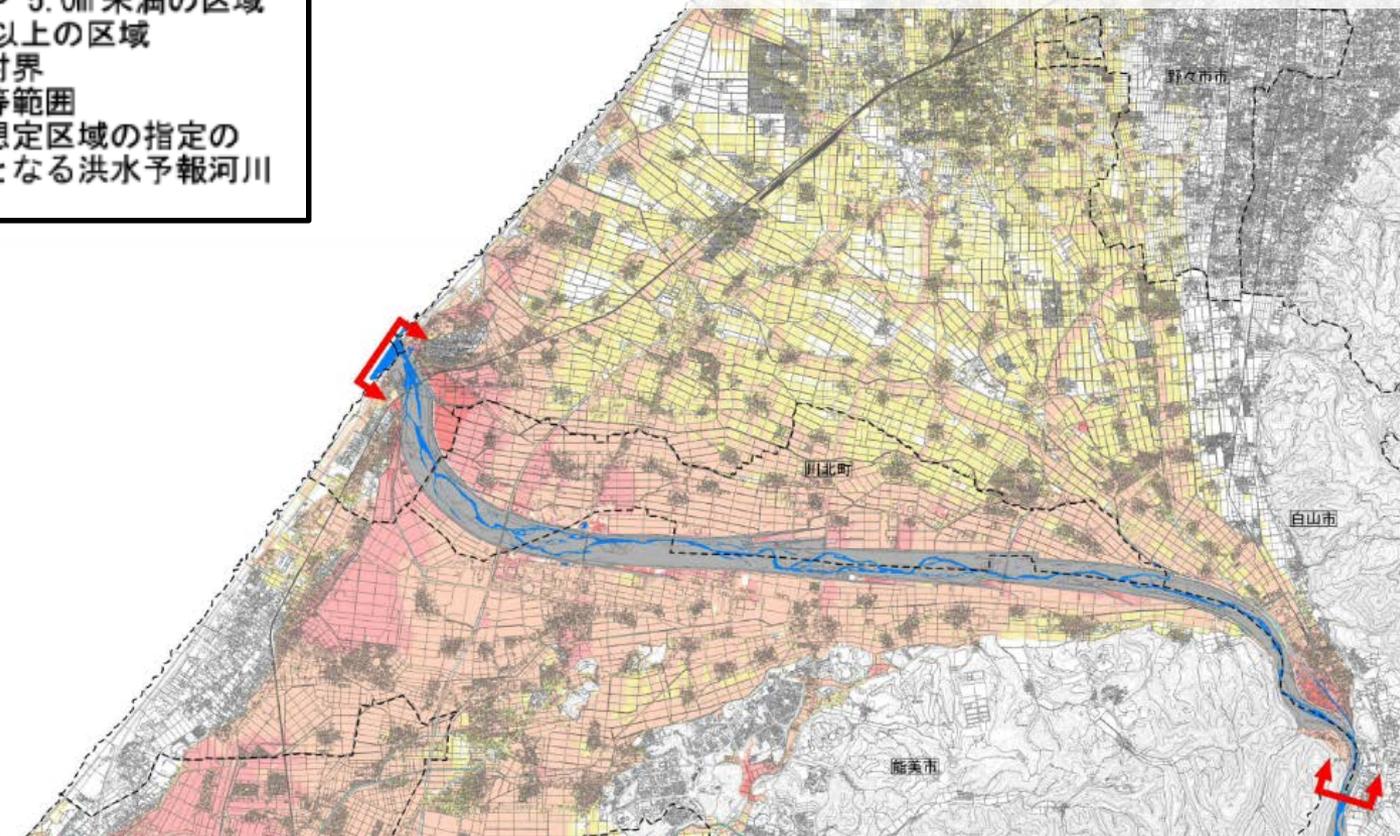
手取川・梯川の最大規模降雨による浸水想定

- ◆ 想定最大規模の降雨による
洪水浸水想定区域の公開（平成29年4月）
- ◆ 手取川・梯川における“想定最大規模”
 - “想定し得る最大規模の降雨”
 - 山形県荒川水系～福井県九頭竜川水系
の日本海側・北陸地域の降雨特性を反映
 - 過去の降雨データの分布から、
年超過確率 1 / 1,000の降雨を上回るクラス

手取川 浸水想定区域図 (想定最大規模降雨)

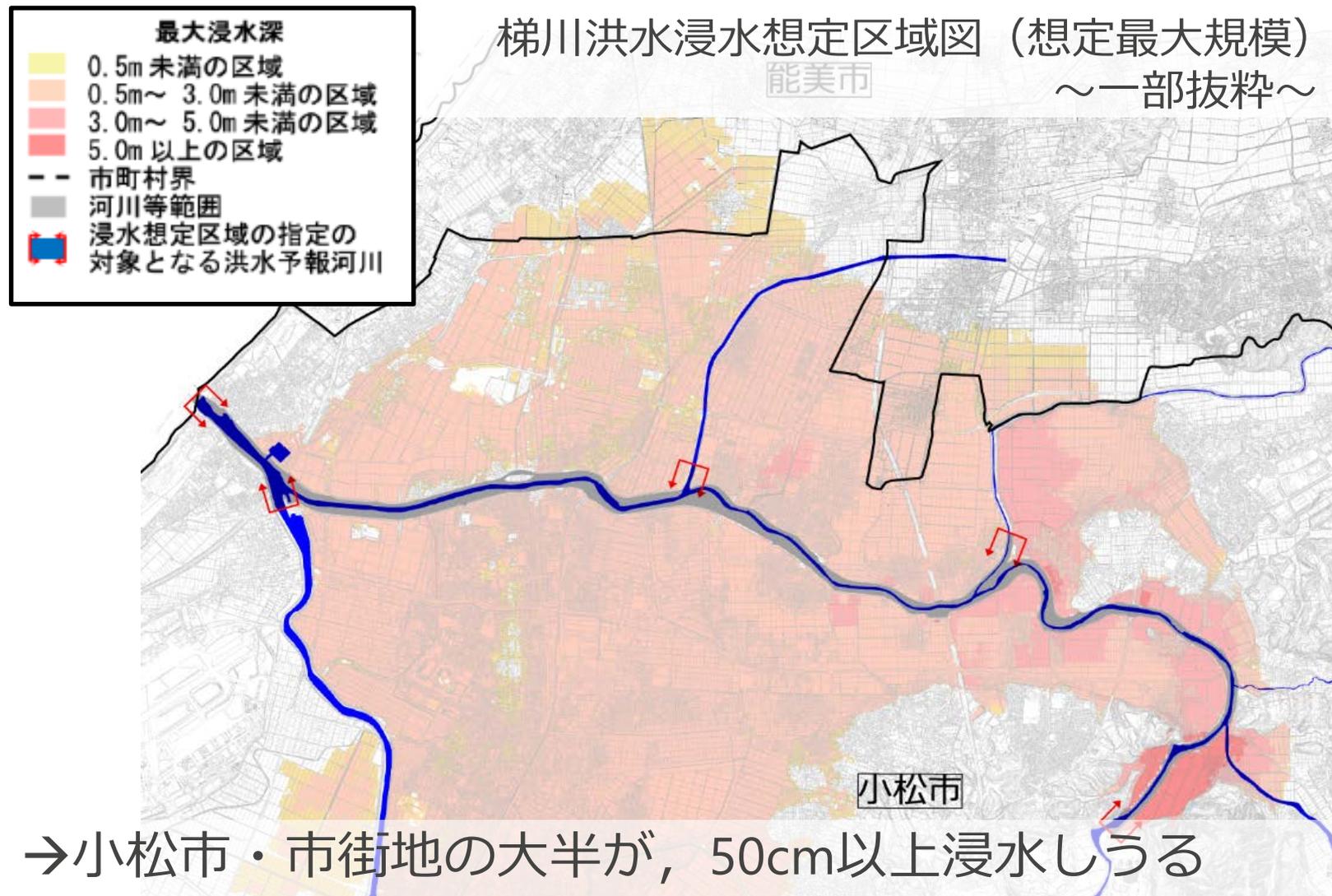


手取川洪水浸水想定区域図 (想定最大規模)
～一部抜粋～



→白山市 / 川北町 / 能美市・市街地の大半が浸水しうる

梯川 浸水想定区域図 (想定最大規模降雨)



浸水想定区域図（想定最大）で得られる情報

手取川・梯川流域の広範囲で、浸水が想定

“命を守る”という視点：

≫ 「想定最大規模」では安全地帯は少なく、

大半の住民/来訪者が避難する必要

→ 「（気象・水位・洪水）予測 → 避難」対応の高度化

“早く回復する”という視点：

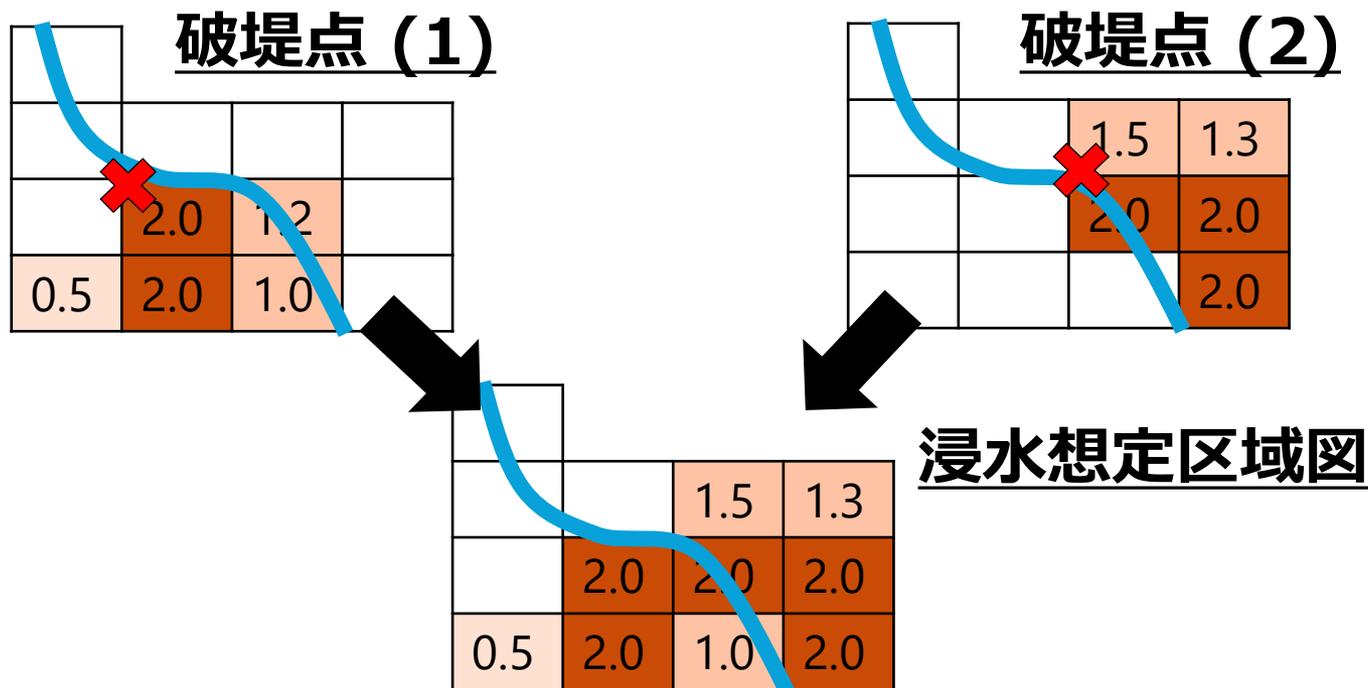
≫ 流域の広範囲が一度の災害で被災し、
域内の支援・復旧拠点はすべて利用不可...？

→ 「発災後の、面的な」被害情報には、注意が必要

浸水想定区域図（想定最大）の作り方

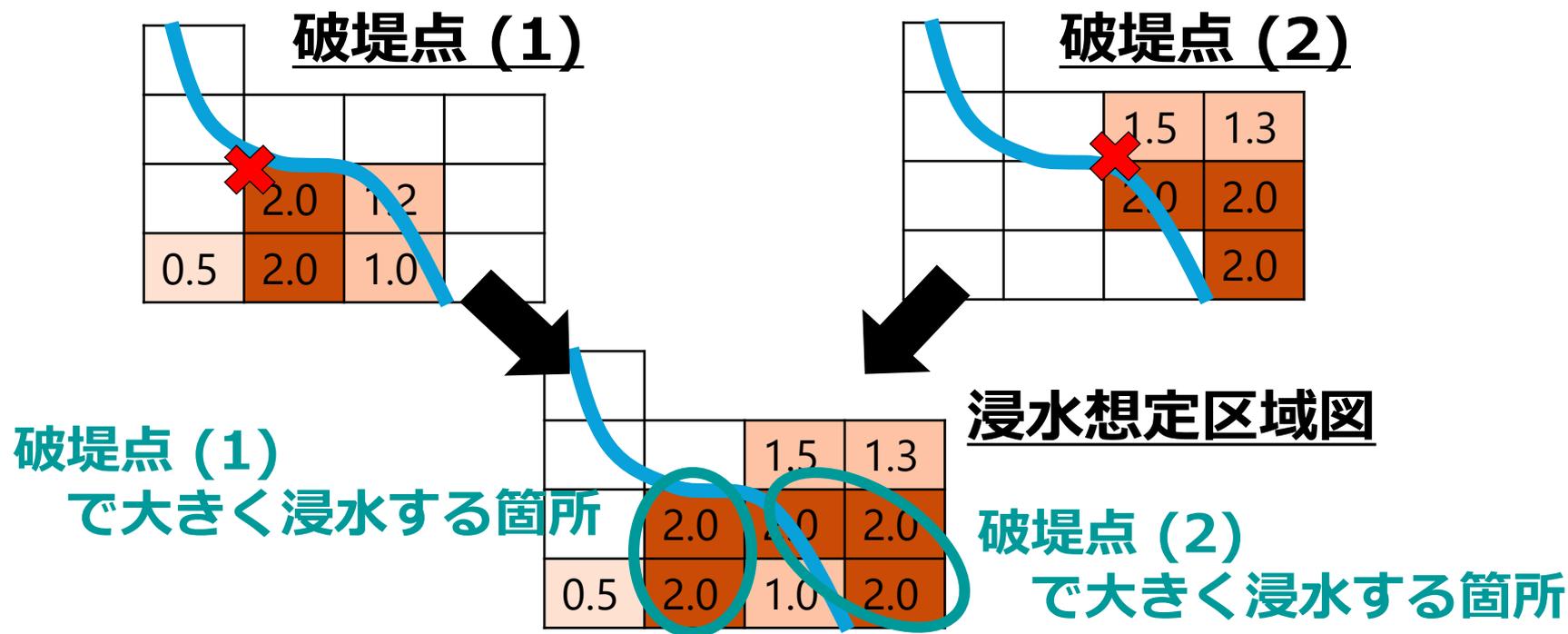
堤防がどこで決壊するか？の予測は困難：

→ 各空間位置（点/メッシュ）ごとに、
最悪の浸水深を表示



浸水想定区域図（想定最大）の作り方 cont.

◆各空間位置ごとの最大浸水深で作成



→ “同時に浸水しやすいところ”・

“同時に浸水しにくいところ”が存在する。

浸水想定区域図（想定最大）の情報

◆ 人命を守る，という視点

- 破堤する箇所の予測は，事前（破堤前）には困難
- 浸水想定図（想定最大）に記載された，
すべての場所で浸水する“可能性”

→ 水平・垂直の避難行動が必要

◆ 早く回復する，という視点

（破堤後における，支援・復旧活動への備え）

- すべての場所が，“同時に”浸水するとは限らない
 - × 破堤点別にみると，同時被災確率がわかる
- 同時にすべての支援・復旧機能が
喪失しないような，設計/備えが可能なはず...

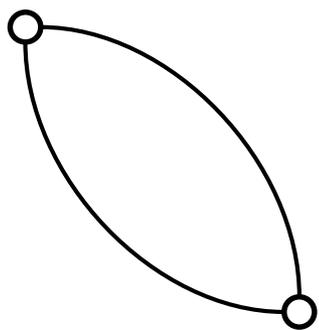
“同時被災確率”を踏まえた、 緊急輸送道路NWの接続性分析

- 対象：手取川の想定最大規模降雨
 - 破堤点別 浸水シミュレーション結果
を用いた、同時被災確率の確認
 - 緊急輸送道路ネットワークの接続性

想定最大規模時の、道路NW接続性分析

◆道路ネットワークの接続性：

- 一部のリンクが浸水しても、
他経路で接続されていればアクセスが可能



- ◆ 経路2本が両方同時に途絶しやすい
→ 代替にならず、孤立が発生する
- ◆ 距離があるなど、同時には途絶しにくい
→ それぞれが、代替関係として機能

≫ 自動車による復旧支援が可能

→ より早期の回復をするための重要なポイント

Question: NWをどう変えれば、接続性を確保しやすいか？

手取川下流近辺の緊急輸送道路NW

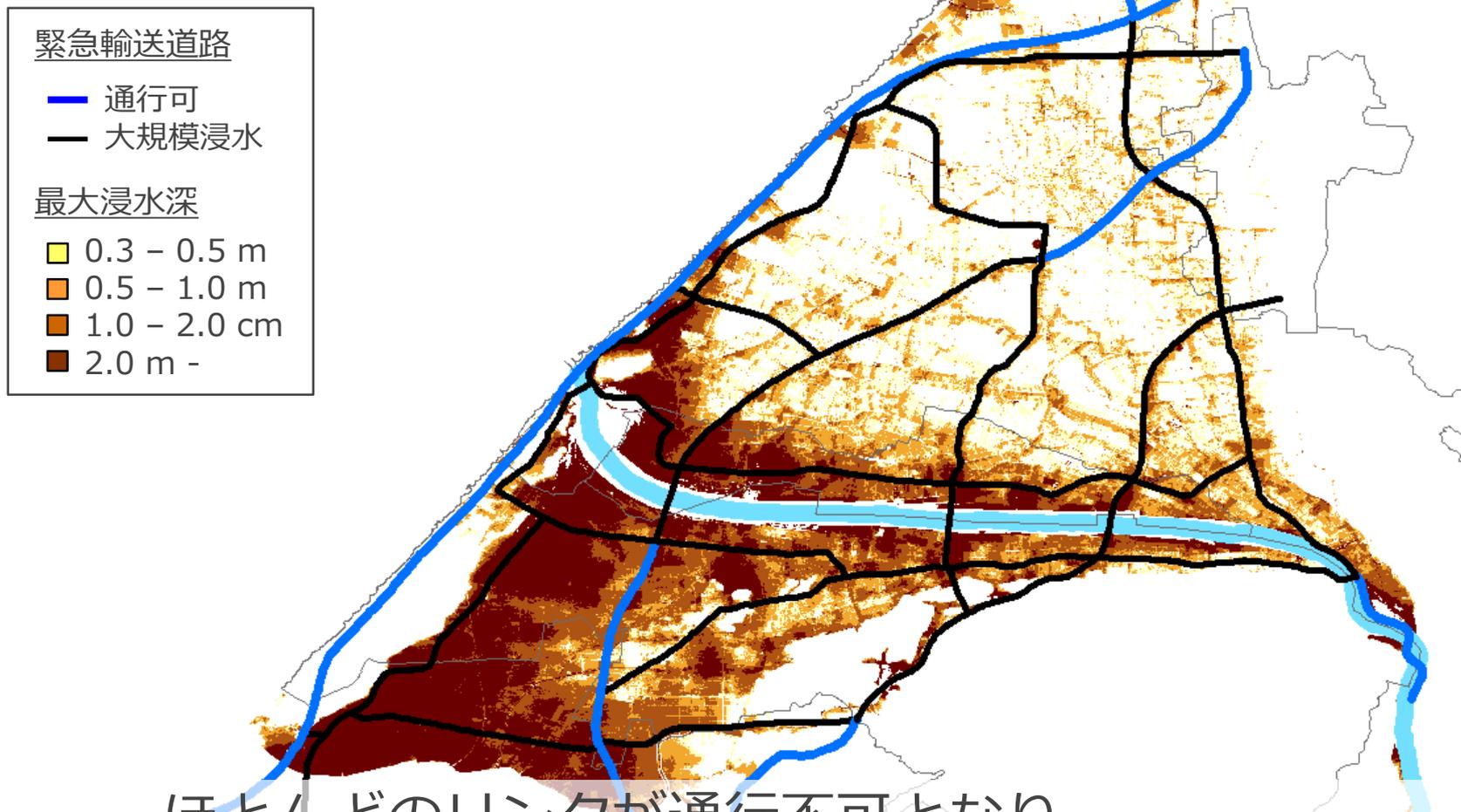
- ◆緊急輸送道路ネットワーク（一部省略）
手取川下流流域・52リンクの接続性を判断



リンク途絶判定（**暫定設定**）：

≫ リンクの周辺ゾーンのうち、浸水深1m以上が一定以上
（流出物の堆積等・甚大なダメージが予想される箇所...）

最大浸水想定図（想定最大） × 緊急輸送道路NW



- ほとんどのリンクが通行不可となり、北陸道を除けば、手取川流域に近づけなくなる...？

破堤点別計算結果 × 緊急輸送道路NW

◆手取川浸水想定（想定最大規模）：

「126か所」の破堤点を想定し

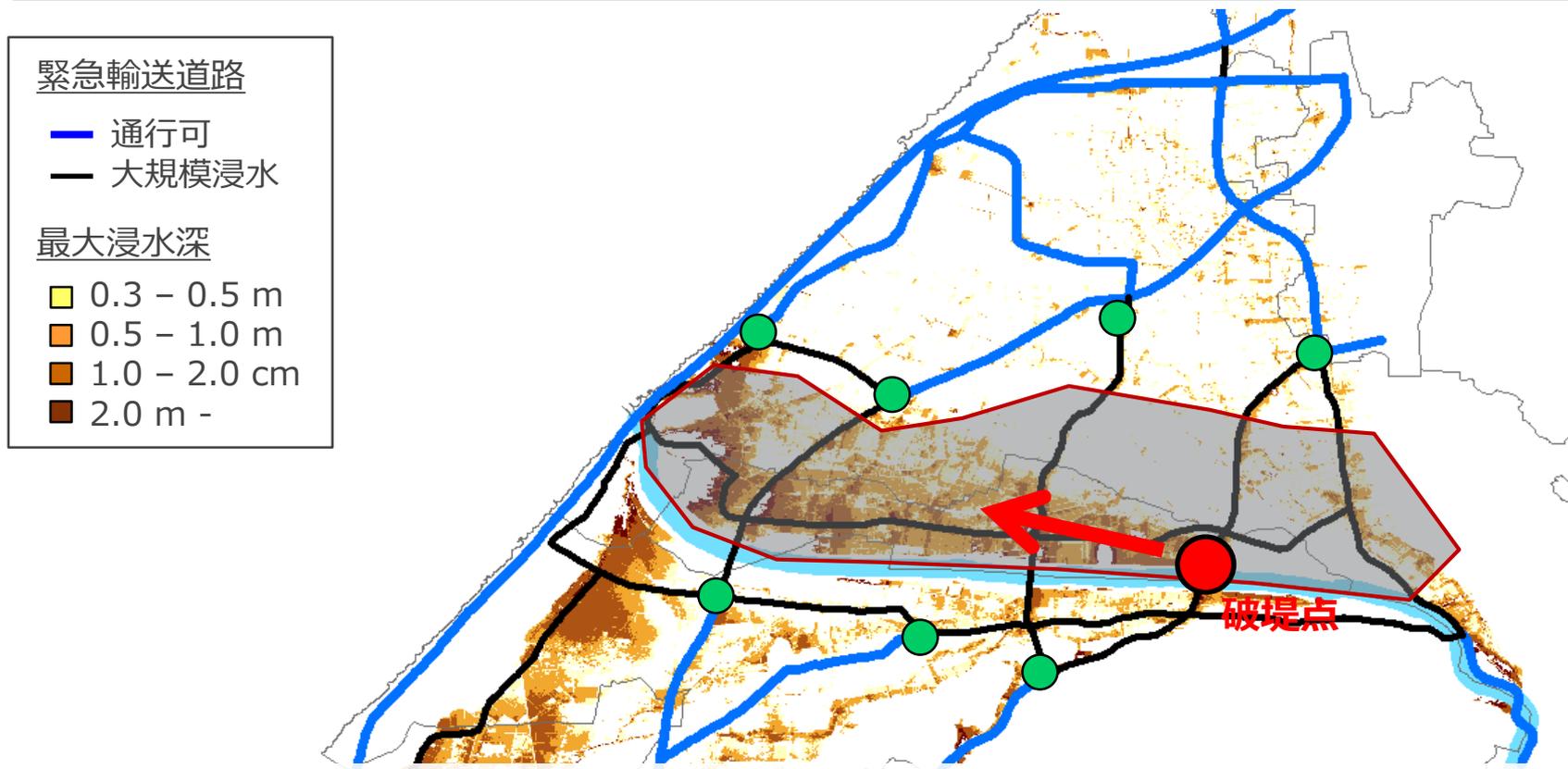
シミュレーションから作成されたもの

→ 各破堤点のシミュレーションごとに、
「同時に途絶」するリンクを算出

≫ 「どこが同時に途絶しやすいか？」

≫ 「代替となる道路が存在するか？」

破堤点別想定 × 緊急輸送道路NW (1)



- 南 (小松) ↔ 北 (金沢) の接続機能
 - » 沿岸の高地を通る, 北陸道でこの機能は代替可能
- 川北町へアクセスする道がすべて浸水・孤立する

同時途絶リンクの組み合わせ

複数破堤がなければ途絶しない
(同時には途絶しにくい) リンク

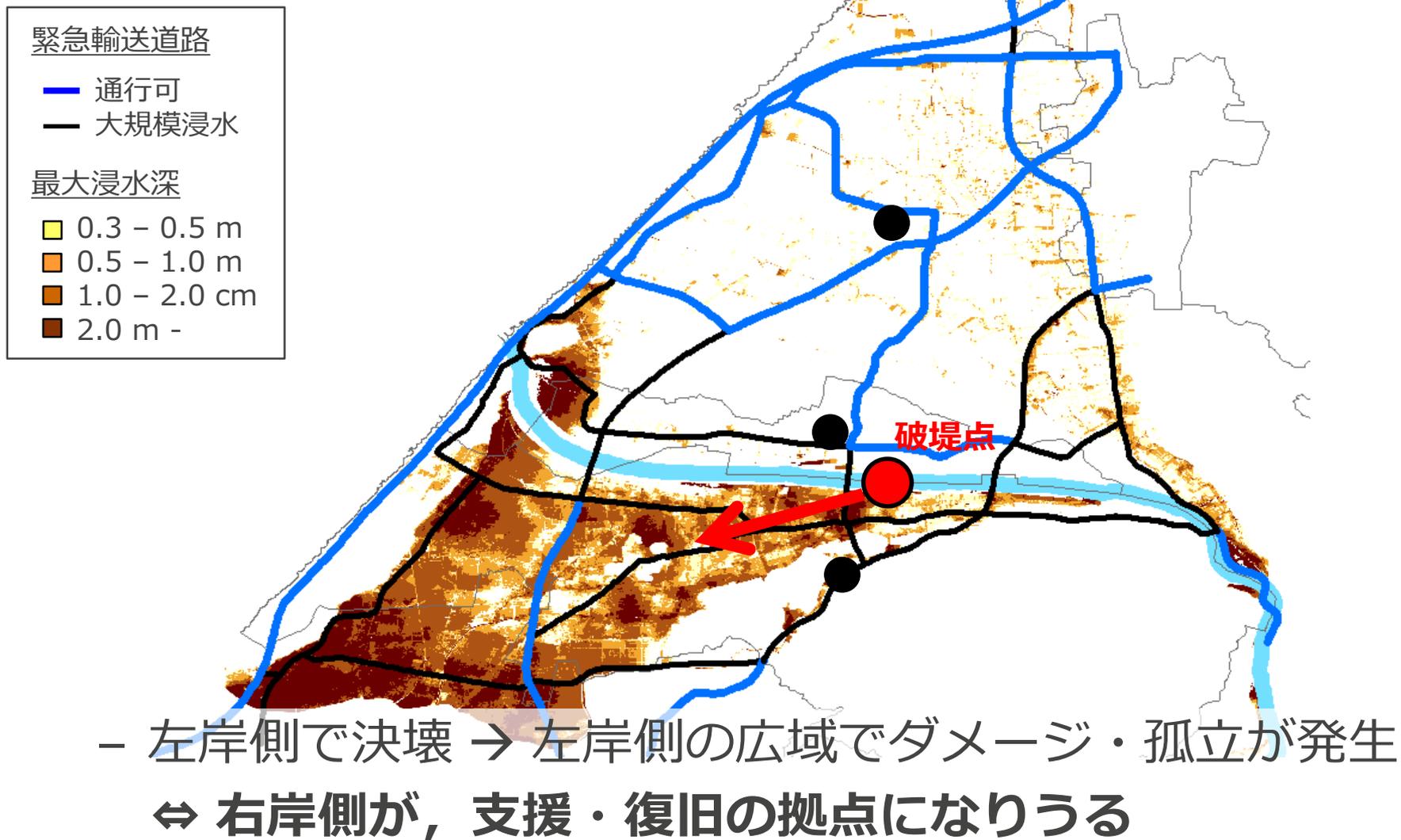
緊急輸送道路

- 通行可
- 大規模浸水
(破堤点 3か所未満)
- 全23破堤点で大規模浸水

**23か所の
どこかの破堤で途絶**

- 赤リンク途絶 (23破堤点での決壊シミュレーション結果)
 - 川北町内へのアクセスを代替しうる経路が同時被災
 - 能美市・白山市の拠点がバックアップできる可能性

破堤点別想定 × 緊急輸送道路NW (2)



緊急輸送路NWの接続性分析 (暫定分析の結果)

- ◆ 北（金沢・富山）⇔ 南（小松・福井）の接続機能
 - （混雑はおいといて、）北陸道が代替機能を果たしうる
- ◆ 川北町役場へのアクセス機能
 - 23か所の破堤パターンで甚大なダメージ
 - 代替機能となりうるリンクもすべて同時に途絶
 - 川北町役場周辺が、一時的に孤立する可能性が高い
- ◆ 手取川下流域の面的な浸水範囲
 - 白山市・川北町・能美市の復旧・支援拠点が、
“すべて同時に” 孤立する確率は低い
 - 代替的に活用する準備で、早い回復に寄与する可能性

「想定最大規模降雨」に関連する、 これからの研究計画

「想定最大規模」に関連する研究課題

～ 「想定最大規模」において如何に 命を守るか？ うまく回復するか？～

命を守る面：

≫ 「予測→避難」フローの高度化検討

etc...

うまく・はやく回復する面：

≫ 支援・復旧のための,

道路ネットワークの接続性・信頼性（今回発表）

≫ 避難生活時のQOL確保 ～ 復旧迅速化のための要素技術

etc...

緊急輸送道路NW に関する研究の方向性

◆ 暫定設定部分の見直しと作りこみ...

◆ **どこの対策・整備を進めると、
支援・復旧機能を残しやすいか？**

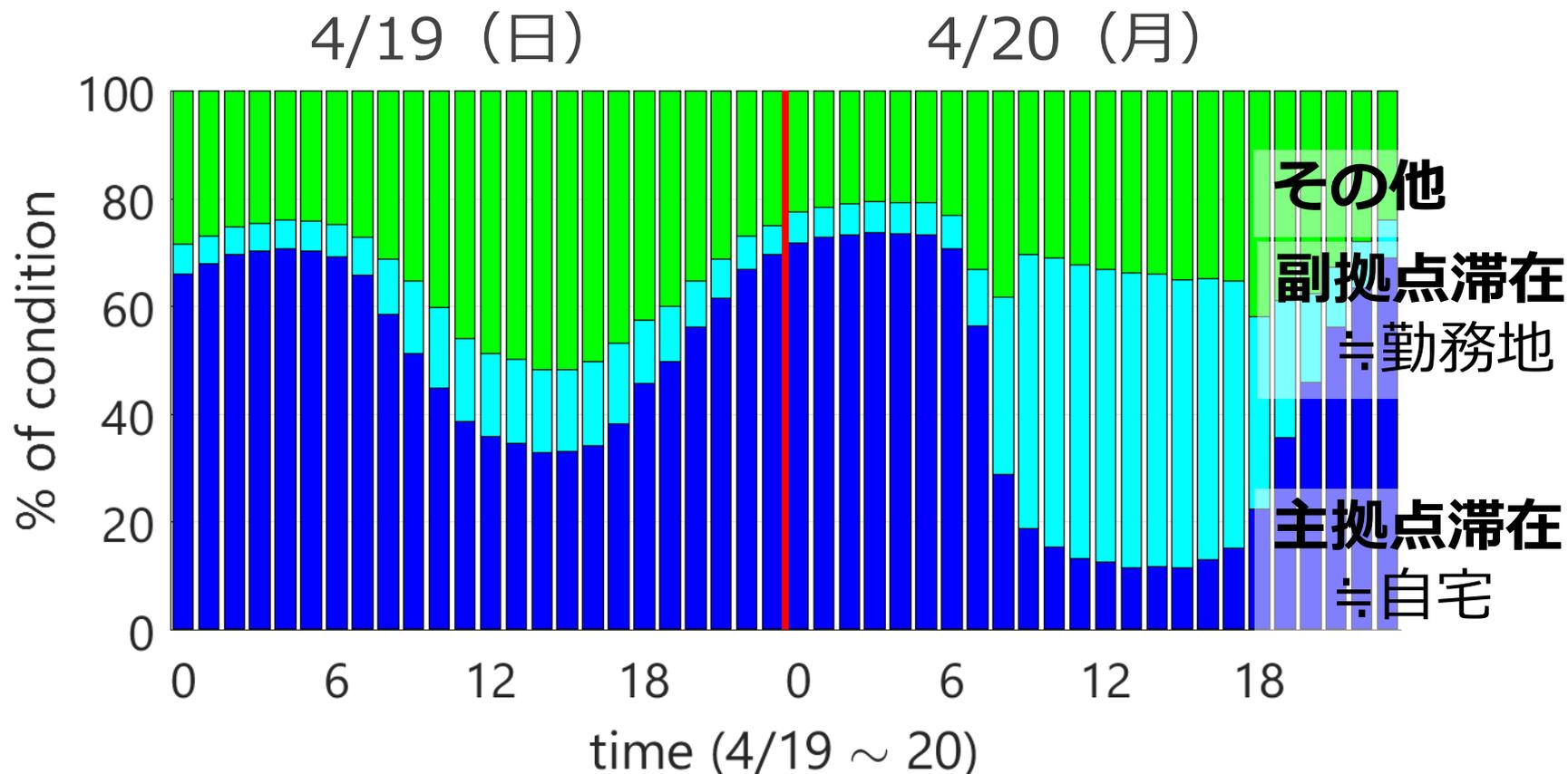
- 高規格・安全な河川に垂直な経路 × 水平方向の接続性
ex. 能美根上スマートインターチェンジ：
北陸道が代替しうる機能を増やす効果
- 他に、どのような対策が効果的か？
(破堤点別浸水想定 × 組み合わせ最適化 アプローチ)

「予測→避難」フローの高度化検討

「水位・氾濫予測 ～ 警報/避難指示の発令
～ 避難情報の入手 → 認知・受容 → 避難行動」

- ◆ 各現象の理解・要素技術の改良から，予測精度の向上
 - ≫ 気象 / 河川水位 / 土砂災害
- ◆ 避難情報の効果的な発信
- ◆ 住民以外・要支援者の対応
 - ≫ 来訪者 / 外国人 / 高齢者 / 障がい者
 - ・ 各種ビックデータ・情報通信ツールの活用
 - ・ 防災 避難情報の認知・受容に関する研究
(防災教育 / 地域コミュニティのサポート)

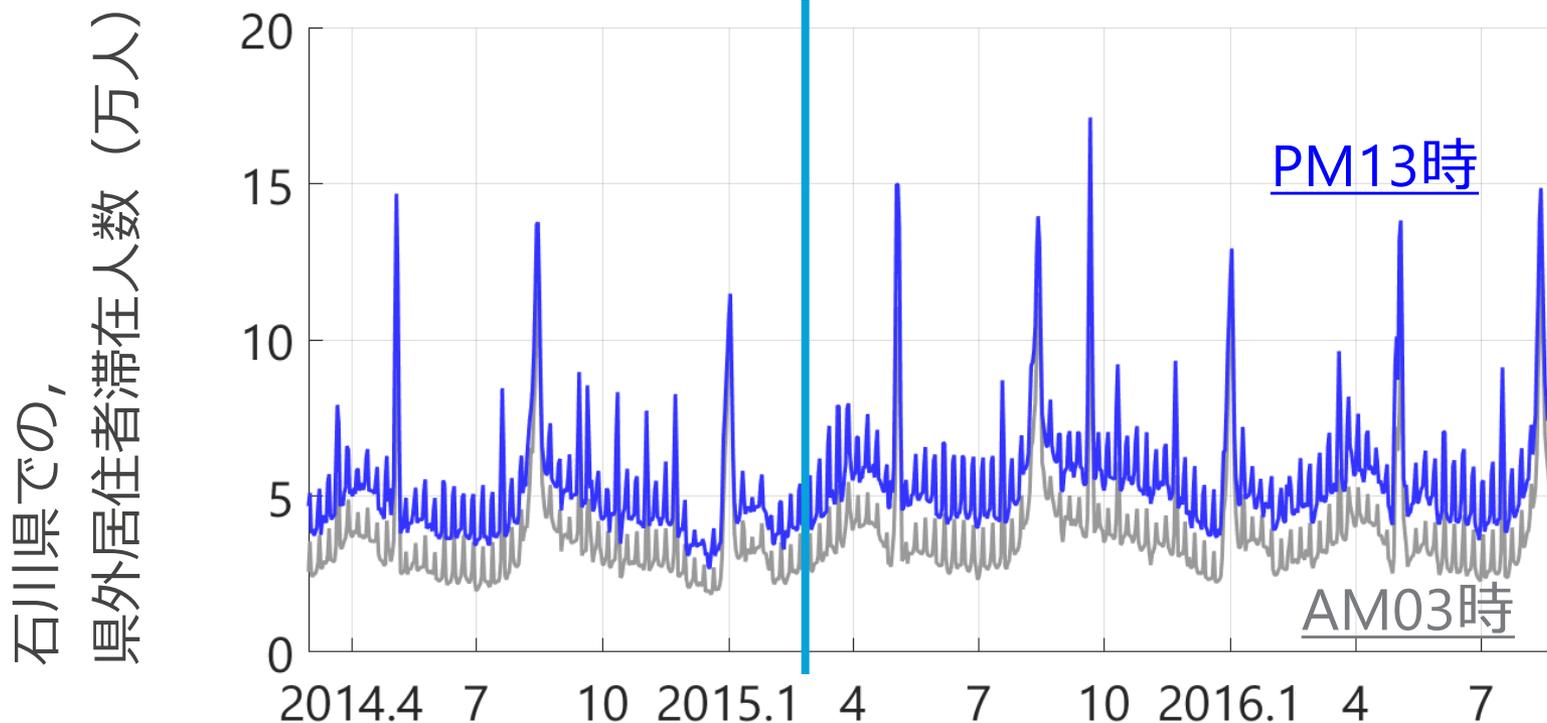
携帯電話位置情報による滞在場所の変化



(山口ら(2016)より, 「混雑統計」データ@2015年熊本県)

- 人々が自宅にいる時間は, 決して大きくはない
→ 「来訪者」として, 災害に遭遇している人が多い

石川県への県外居住者への流入量



(山口ら(2017)より, 「モバイル空間統計データ」)

- ピーク時 (お盆時期等) には, 15万人もの人が来訪
- 北陸新幹線開業後に, さらに増加
- 人の時空間分布データも併用した, 対応の高度化

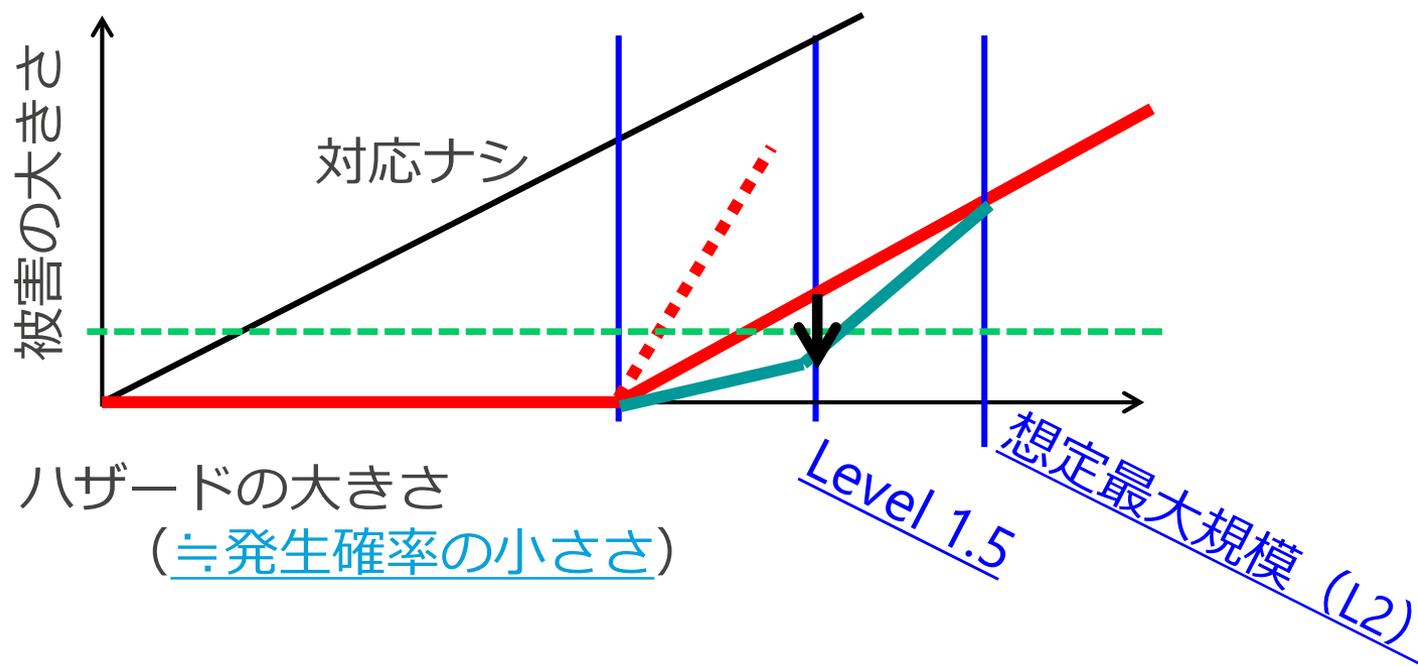
災害において「巨大は小を兼ねる」のか？

想定最大規模の発生確率

<<< 計画規模 ~ 想定最大規模間 の発生確率

- 巨大（想定最大）を考えておけば、発生確率が高い、
計画規模 ~ 想定最大規模間の災害にも対応可能か？
（= 「巨大の想定は、中小も兼ねるのか？」）
- 「命を守る」という面：“大は小を兼ねる”
→ 最大の想定を踏まえた命を守る対応に合理性
- 「被害を最小限にする，早く回復する」ではちがう？
（想定最大規模では，“お手上げ”の部分など...）

災害において「巨大は小を兼ねる」のか？



- “Level 1.5” を考えると，被害より軽減？ --- 高橋ら (2017)
ex. L2対応より，高次元の「回復の速さ」の探求が可能
⇔ 想定複雑化によるコスト高・混乱 (←トレードオフ)
どの基準で想定レベルを決め，対応を検討すべきか??

金沢大学 都市・河川防災講座 :

「河川災害等に対する

北陸地域の防災力・即応力強化」 を目的に

- **危険度予測・防災/減災対策の高度化**
- **これまでの対策を補完するような視点の提案**
を旨とした研究を実施していきます。

質疑

ぜひ、みなさまの立場・視点からのご感想・ご意見・ニーズ等を、お聞かせ頂ければ幸いです。

(参加される方は@懇親会でも)

参考文献・利用データ

- 国土交通省：「浸水想定(洪水、内水)の作成等のための 想定最大外力の設定手法」, 平成27年7月.
http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/shinsuisoutei_honnbun_1507.pdf
- 国土交通省：「新たなステージに対応した防災・減災のあり方」,
<http://www.mlit.go.jp/saigai/newstage.html>
- 泉宮尊司, 内山翔太, 尾島洋祐：「領域区分によるGutenberg-Richter則に基づいた地震津波発生確率の推定法」, 土木学会論文集B3 (海洋開発), Vol.69, No.2, pp.l_431-l_436, 2013.
- 高橋重雄, 下迫健一郎, 富田孝史, 河合弘泰, 高山知司：「三つのレベルの津波と耐津波強化施設による沿岸域の強靱化」, 土木学会論文集B3 (海洋開発), Vol.73, No.2, pp.l_120-l_125, 2017.
- 山口裕通, 奥村誠, 金田穂高, 土生恭祐:「携帯電話GPS情報から分かる熊本地震による行動パターンの被災・回復過程」, 土木計画学・研究講演集Vol.54(CD-ROM), 2016.
- 山口裕通, 中西航, 福田大輔:「都市間旅行OD表の時間変動パターンの分析」, 土木計画学・研究講演集Vol.55(CD-ROM), 2017.

データ：

- 手取川・梯川 浸水想定区域 (想定最大) , 金沢河川国道事務所より提供
- 年間最大日降水量データ：気象庁HP