

第2回 北海道地方における流域治水のあり方検討会

令和5年3月6日

本検討会の狙いと検討事項

全国・北海道の動向

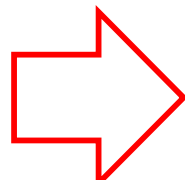
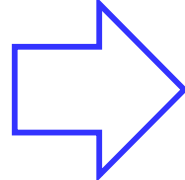
気候変動を考慮した
治水計画の必要性
(各河川流域にて検討中)

河川計画の改定
(各河川流域にて検討中)

流域治水の推進に向けた
あらゆる関係者との
合意形成の必要性

各主体（病院等）が必要と
するリスク評価へ展開

流域治水の展開、治水計画の
考え方の転換、合意形成、
地域への実装



本検討会の狙い

過年度に実施の検討会における検討事項

- 降雨予測・・・過去・将来において物理的に
起こり得る降雨事象を網羅
- 流出解析・・・多様な時空間分布を考慮し評価
- 氾濫解析・・・国管理区間からの氾濫を評価
- リスク評価・・・死亡リスク、経済リスク等評価

これまでの検討成果である気候予測大規模アンサンブル実験の
豊富な分析事例等、他地域にはないアドバンテージを活用

本検討会における検討事項

- リスク情報の理解・共有・・・流域内の各主体が必要とする
リスクを評価（住宅・農地を先行）
- 対策例検討・・・北海道らしい流域治水の
考え方を検討、とりまとめ



- 関連研究・技術開発、および
リスク評価・対策検討手法の確立

- (参考)並行で進めている検討
- ・中小支川の氾濫を考慮
 - ・破堤確率を考慮
 - ・住まい方、農地流亡対策のための
実証実験結果を考慮

1. リスクの考え方について

我が国における近年の水害事例からみる 様々な水害リスクの例

我が国における近年の水害事例(全体の概要)

■ 近年、毎年のように大規模な水害が発生しており、人的被害、家屋の被害、農地の被害、病院の被害等、様々な被害が発生している。

人的被害

	平成28年8月北海道豪雨	平成29年7月九州北部豪雨	平成30年7月豪雨	令和元年東日本台風	令和2年7月豪雨
死傷者数(人)	121※1	83※2	755※3	509※4	170※5

※1 「平成28年台風第10号による被害状況等について(第43報)」、「北日本を中心とする平成28年8月20日からの大雨、台風第11号及び台風第9号による被害状況等について(第15報)」(消防庁作成)
※2 「平成29年6月30日からの梅雨前線に伴う大雨及び台風第3号の被害状況及び消防機関等の対応状況について(第77報)」(消防庁作成)
※3 「平成30年7月豪雨及び台風第12号による被害状況及び消防機関等の対応状況(第60報)」(消防庁作成)
※4 「令和元年東日本台風及び前線による大雨による被害及び消防機関等の対応状況(第67報)」(消防庁作成)
※5 「令和2年7月豪雨による被害及び消防機関等の対応状況(第57報)」(消防庁作成)

家屋の被害

- ＜被害＞
- ・ 家屋、資産の浸水(倒壊)
- ＜被害により懸念される影響＞
- (個人) 復旧費用、家屋の安全対策に要する費用、
- (行政) 復旧支援費用等



令和2年7月豪雨における家屋の被害
(熊本県球磨村)
出典: 水害レポート2020(国土交通省)

農業の被害

- ＜被害＞
- ・ 農作物の浸水、農地の土壌流出等
- ＜被害により懸念される影響＞
- (農家) 浸水による農作物等の被害額等



平成28年8月北海道豪雨における農地の土壌流出
(北海道清水町)

病院等の被害

- ＜被害＞
- ・ 病院の機能停止
- ＜被害により懸念される影響＞
- (病院) 患者の安全、(行政) 受け入れ困難となる患者数等
- ＜被害＞
- ・ 工場の機能停止
- ＜被害により懸念される影響＞
- (工場) 機能停止による損失、(行政) 油事故等の二次被害等



令和元年8月の前線に伴う大雨における
病院、工場の被害(佐賀県大町町)
出典: R1水害統計調査(国土交通省)



平成28年8月北海道豪雨における食品加工場の被害
(北海道芽室町)

我が国における水害の事例(人的被害)

人的被害

令和元年東日本台風

関東・東北を中心に142箇所で堤防が決壊
(国管理河川:14箇所、県管理河川:128箇所)



阿武隈川水系阿武隈川の氾濫状況(福島県) 信濃川水系千曲川の氾濫状況(長野県)
出典:R1水害統計調査(国土交通省)より

- 死者数 118人(災害関連死を含む)
- 行方不明者 3人
- 負傷者 388人

＜人的被害(死者数)の多い3県＞

都道府県名	人的被害(人)					
	死者	うち 災害関連死者	行方 不明者	負傷者		計
				重傷	軽傷	
福島県	38	6		1	58	97
宮城県	20	1	2	8	35	65
長野県	15	10		6	39	60

出典:「令和元年東日本台風及び前線による大雨による被害及び消防機関等の対応状況(第67報)」(消防庁作成)

＜福島県本宮市の死者被災原因＞

- 本宮市の死者
死者7名(全員水害での被災)
- A氏・B氏
自主防災組織役員の方は被災された2名とも自主防災組織へ未加入であったが、各戸に避難の呼びかけを行った。しかし、避難をしてもらえず、その2名はアパートの1階と平屋に住んでおり、垂直避難ができなかったため安達太良川の浸水により亡くなった。
- C氏
ボイラー技士の方で病院のボイラーが動かなくなったことで、出勤することになり、その途中に阿武隈川の越水に飲み込まれて亡くなった。
- D氏
一人暮らしの老人の方で一階で寝ており、避難が間に合わなかった。
- E氏
本宮市に住所をもっていない方で、防災行政無線の配布を行えていなかった。アパートの1階に住んでいて逃げようと思ったときにはドアが開かなかったため被災した。
- F氏
家族5人暮らしで4人は避難したが、被災された方は自分はいいからと避難をしなかった。家族がもう一度確認にいった時には浸水しており家に入れなかった。

＜長野県長野市の死者被災原因＞

- 長野市の死者
死者2名(水害2名)
- A氏
80代の高齢者。協議員が自宅まで行って避難を呼びかけたが、避難してもらえなかった。息子からは電話でいざというときは2階へ逃げるよう話がされていたようであるが、結局、1階で水害にあってしまった。
- B氏
家にいることが怖いということで外へ出て、県道で電柱にしがみ付いている姿が目撃されていた。2日後に自衛隊に見された。

我が国における水害の事例(家屋の被害)

家屋の被害

平成30年7月豪雨

西日本を中心に、広域的かつ同時多発的に河川の氾濫、内水氾濫、土石流等が発生し、家屋等への被害が発生
(国管理河川:22水系47河川、県管理河川:69水系268河川で被害が発生)※1



岡山県倉敷市における浸水被害 ※2※3

<被害のある家屋数>
○岡山県、広島県等の38都道府県で約5万棟の家屋で浸水等による被害が発生

都道府県名	家屋被害(棟)※3					
	全壊	半壊	一部損壊	床上浸水	床下浸水	計
岡山県	4,830	3,368	1,108	1,540	5,480	16,329
広島県	1,155	3,616	2,152	3,164	5,835	15,992
愛媛県	627	3,117	149	190	2,575	6,658
...	...	...	...	...	...	...
合計	6,783	11,346	4,362	6,982	21,637	51,110

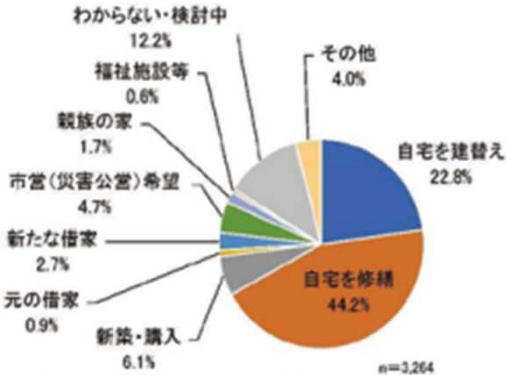
<岡山県倉敷市の被災状況と住まいの再建に向けた課題※4>

全壊	大規模半壊	半壊	一部損壊	床上浸水	合計
4,646 棟	452 棟	394 棟	369 棟	116 棟	5,977 棟

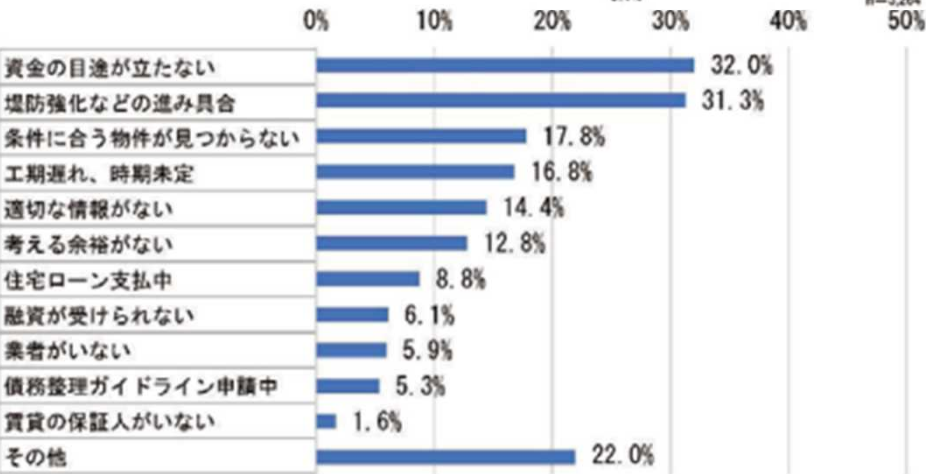
○岡山県倉敷市による住まいの再建に関するアンケート調査※4

- ・調査期間: 令和元年6月6日～6月24日
- ・調査対象: 3,543世帯(応急仮設住宅入居世帯)
- ・回収数(率): 2,378票(約67%)

【住まいの再建の見通し・希望】
(n=3,264)



【住まいの再建に向けた課題】
(n=674)



※1 平成30年7月豪雨による被害状況等について(第52報)(国土交通省)
※2 H30水害統計調査(国土交通省)
※3 平成30年7月豪雨による水害・土砂災害からの避難に関するワーキンググループ(中央防災会議)第1回 資料2平成30年7月豪雨の概要
※4 平成30年7月豪雨災害から復興への記録より(岡山県倉敷市)

我が国における水害の事例(農業の被害)

農業の被害

平成28年8月北海道豪雨

一連の台風により北海道内の国管理河川では、石狩川、空知川、札内川、常呂川で堤防が決壊し、農作物等に大きな被害が発生



石狩川水系石狩川の氾濫状況(南富良野町)



十勝川水系札内川の氾濫状況(帯広市)

<農業の被害数量>

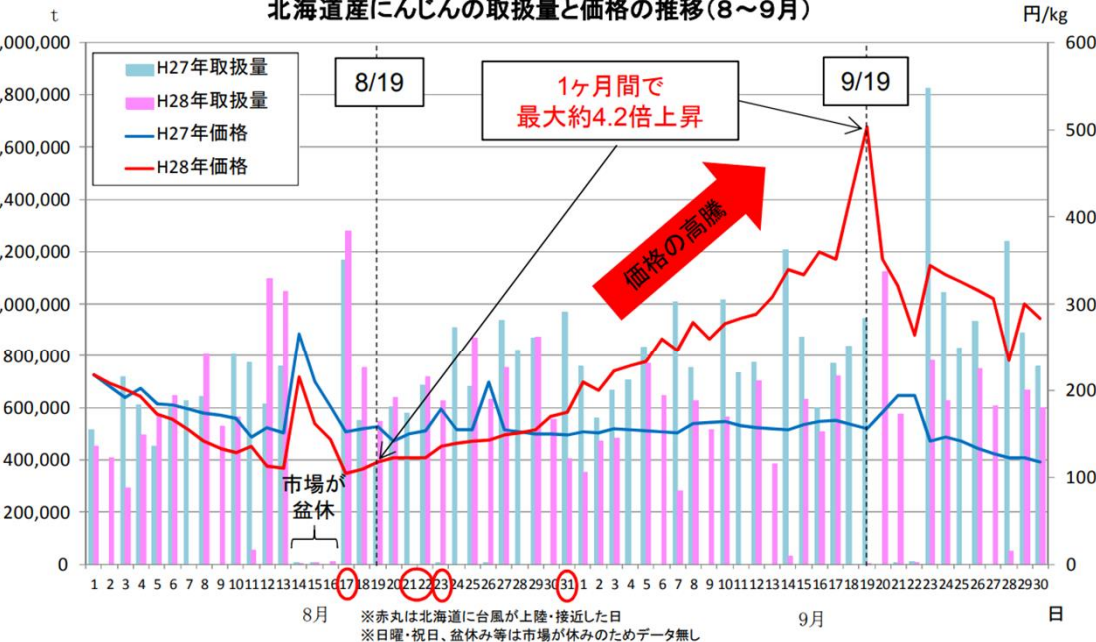
- 被害面積 38,927ha(台風7号、11号、9号、10号)※1
- 被害金額 543億円※1

※河川工事で発生する掘削土の農地復旧への活用等、農地の災害復旧に関して積極的に協力・支援。平成29年3月末までに十勝川、常呂川、石狩川で約18万m3の掘削土を農地に提供。

<被害の状況>※1

- 農作物の浸水等により、十勝地域やオホーツク地域などの道東の畑作地帯での被害が大きく、作物では馬鈴薯(ばれいしょ)やスイートコーン、たまねぎなどの野菜類が大きな被害
- カルビー株式会社では、北海道で予定していた原料となる馬鈴薯の収量が1割減となり、15商品の販売休止、18商品の終売を告知
- 農作物の供給量が不足することで価格に影響、全国シェア率の高い北海道産の秋にんじん(91.6%)では1ヶ月間で最大約4.2倍に価格が上昇
- 農作物が浸水等することにより、収穫できない・収穫が遅れるなどの被害が発生
- 農地の被害として、作物や土壌の流出、土砂の流入が発生
- 食品加工場の被災により、受入予定であった農作物の生産者等にも影響
- 家畜舎の浸水により仔猪1,080頭が溺死※2

北海道産にんじんの取扱いと価格の推移(8~9月)



資料:農林水産省「青果物卸売市場調査(日別調査)」より作成
※価格の上昇は物流量の減少のほか、様々な要因に影響される。



農地の流出による被害(清水町)※1※2

※1 平成28年8月北海道大雨災害への対応(国土交通省北海道開発局)
※2 平成28年台風10号による災害対応の検証結果(北海道帯広市)

我が国における水害の事例(病院、役場等の被害)

医療機関等の被害

平成30年7月豪雨

＜被害のある医療機関数＞※1

○広島県、岡山県等の95の医療施設、208の薬局で被害が発生

＜被害の状況＞※1※2

○冠水による医療機関の孤立

○医療機関で職員の不足

○停電、断水、水の不足、ガス停止、電話不通、床上浸水の発生

○浸水、停電による透析不可(外来及び入院の透析患者の受入先を調整、転送)

○開局ができなくなり医薬品の供給が困難(周辺の薬局等によりカバー)

○浸水被害等により開局することが困難となり、移転、廃止や立て替えが発生

社会福祉施設等の被害

平成30年7月豪雨

＜被害のある医療機関数＞※1

○広島県、岡山県等の276の高齢者関係施設、63の障害児・者関係施設で被害が発生

＜被害の状況＞※1※2※3

○施設の孤立

○浸水等によりシャッター等の設備に被害発生

○2階まで浸水し、1階にある電話等の通信機器、対応記録、高齢者情報等の資料が使用不可となり、機能停止

役場の被害

平成27年9月関東・東北豪雨

＜被害の状況＞

○鬼怒川の氾濫により、常総市役所が浸水により孤立

○庁舎1階及び電源設備が浸水し、数時間後機能停止※4

○停電により固定電話の使用不可、情報共有に支障※4



高齢者関係施設の被災状況(岡山県倉敷市)※3

出典

※1 平成30年7月豪雨による被害状況等について(第49報)(厚生労働省)

※2 平成30年7月豪雨による被害状況等について(第16報)(厚生労働省)

※3 平成30年7月豪雨災害から復興への記録,第4章被害状況(岡山県倉敷市)

※4 平成27年常総市鬼怒川水害対応に関する検証報告書(常総市水害対策検証委員会)

我が国における水害の事例(企業等の被害)

平成28年8月北海道豪雨

＜商業被害＞※1
○434箇所(件)、被害額約6億円(建物・設備被害)

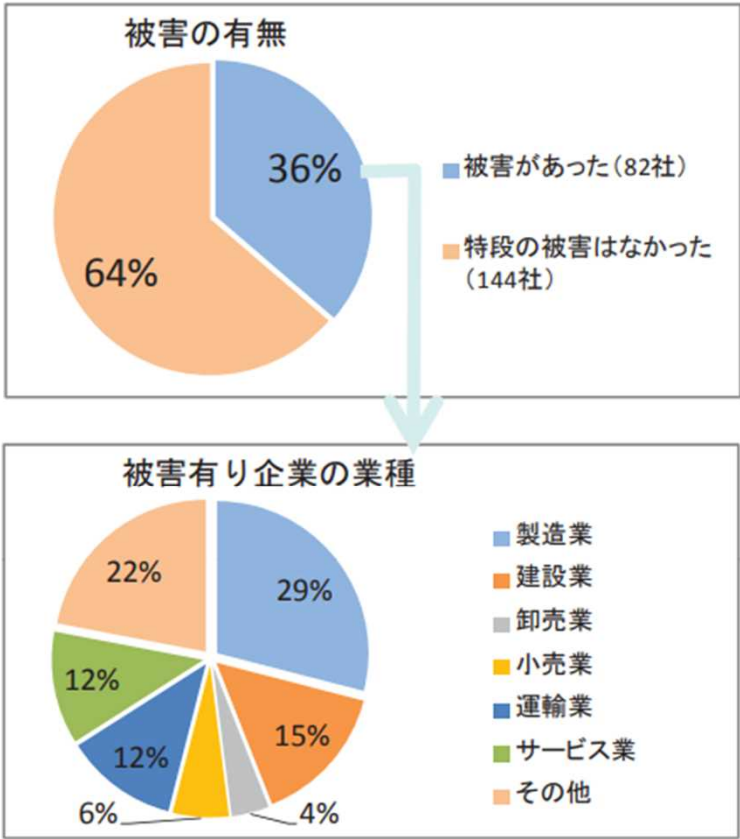
＜工業被害＞※1
○145箇所(件)、被害額約20億円(設備・商品被害)

＜その他＞※1
○499箇所(件)、被害額約16億円
(観光施設等への浸水)

【台風被害に関するアンケート調査結果】

- 調査期間：平成28年9月9日～9月16日
- 調査対象：478社(北海道経済連合会会員企業)
- 回答：226社(回答率47.3%)

1. 今回の台風による被害の有無



2. 主な被害状況及び今後の懸念事項

業種	主な被害状況 (82社)	今後の懸念事項 (被害なし企業を含む114社)
製造業	・道路寸断による原材料の入荷減、製品納入の遅延、注文キャンセル ・ライン停止による生産減、製造計画見直し (24社)	・原材料の価格高騰 ・生産減による需要減・売上減 ・製品納入の遅延・停止 (33社)
建設業	・現場冠水・道路寸断による作業の遅延・休止 ・資材・重機・労働者の不足 (12社)	・資材供給遅れによる工事遅延 ・労働者の不足、長時間労働による労災 (14社)
卸売業	・道路寸断等による商品納入の遅延 ・冷蔵庫使用不能による商品損傷 (3社)	・農水産物の入荷減・価格高騰 (7社)
小売業	・店舗浸水・破損による商品損傷 ・断水による営業支障 (5社)	・商品調達・配送の遅延、コスト増 ・損害保険料アップ (4社)
運輸業	・道路寸断による配達・集荷の遅延・停止 (10社)	・道路通行止めの長期化による物流の変化 ・物流量減少による売上減 (10社)
サービス業	・宿泊・宴会・ツアーのキャンセル ・施設の破損 (10社)	・旅行客の減少 ・道産食材の高騰 (18社)
その他	・建物設備損傷による営業支障・停止 (18社)	・道路通行止めによる物流の遅れ・停滞 ・風評によるマーケットの縮小 (28社)

本検討会におけるリスクの定義について

様々なリスクの考え方について

- 水害による被害は様々であり、各主体により必要とされるリスク情報も様々である。
- リスクについては、様々な考え方があり、ISO等でリスクの定義がなされている。

ISOによるリスクの考え方

<ISO Guide73:2009>

「目的に対して不確かさが与える影響」

- ※影響: 期待されていることから好ましい方向／好ましくない方向へ乖離すること
- ※不確かさ: 事象、その結果又はその起こりやすさに関する、情報、理解又は知識が、たとえ部分的にでも欠落している状態

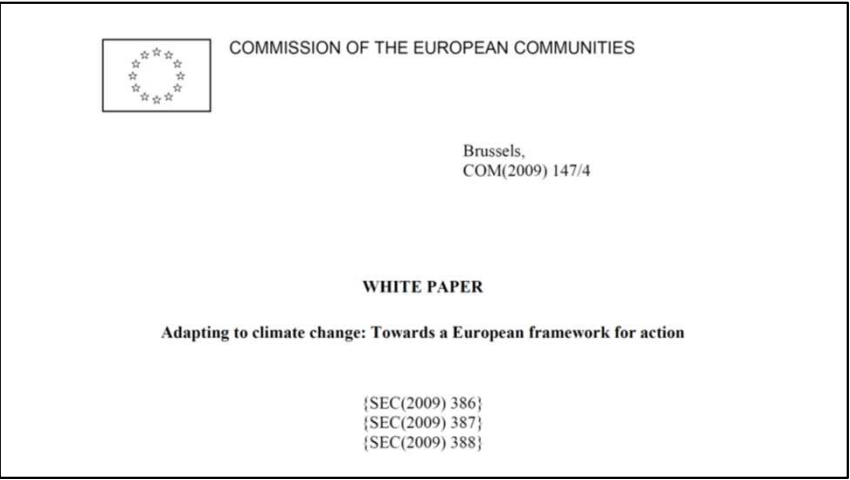
出典: 日本規格協会HP (<http://data.jisa.or.jp/stdz/mngment/risk03.asp>)、日本リスク管理学会HP (<http://ac.risk.or.jp/sub-7/687-2.html>) より作成

経済分野におけるリスクの考え方の事例

<フランク・ナイトの不確実性(1921)>

「個別的には不確実であっても、大数法則的に数量表現できるもの」をリスクと定義し、
「他方、数量化できない不確実性」を本当の不確実性としてリスクと区別する。

※欧州では、「将来の予測の不確実性にかかわらず純粋な社会的および/または経済的便益を生み出す後悔しない(no regret)適応策を優先すべきである。」※¹と位置づけ、気候変動によるリスクの評価と適応策を具体的に展開している。



- ・現在及び将来予測降雨の分布幅
- ・様々な洪水流出パターン・流量
- ・様々な氾濫被害形態及び被害の波及
- ・堤防の決壊確率 等

出展: Knight, F. M., 1921, Risk, Uncertainty and Profit
和田重司、2015、フランク・ナイトの不確実性の経済学
COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2009, WHITE PAPER Adapting to climate change: Towards a European framework for action

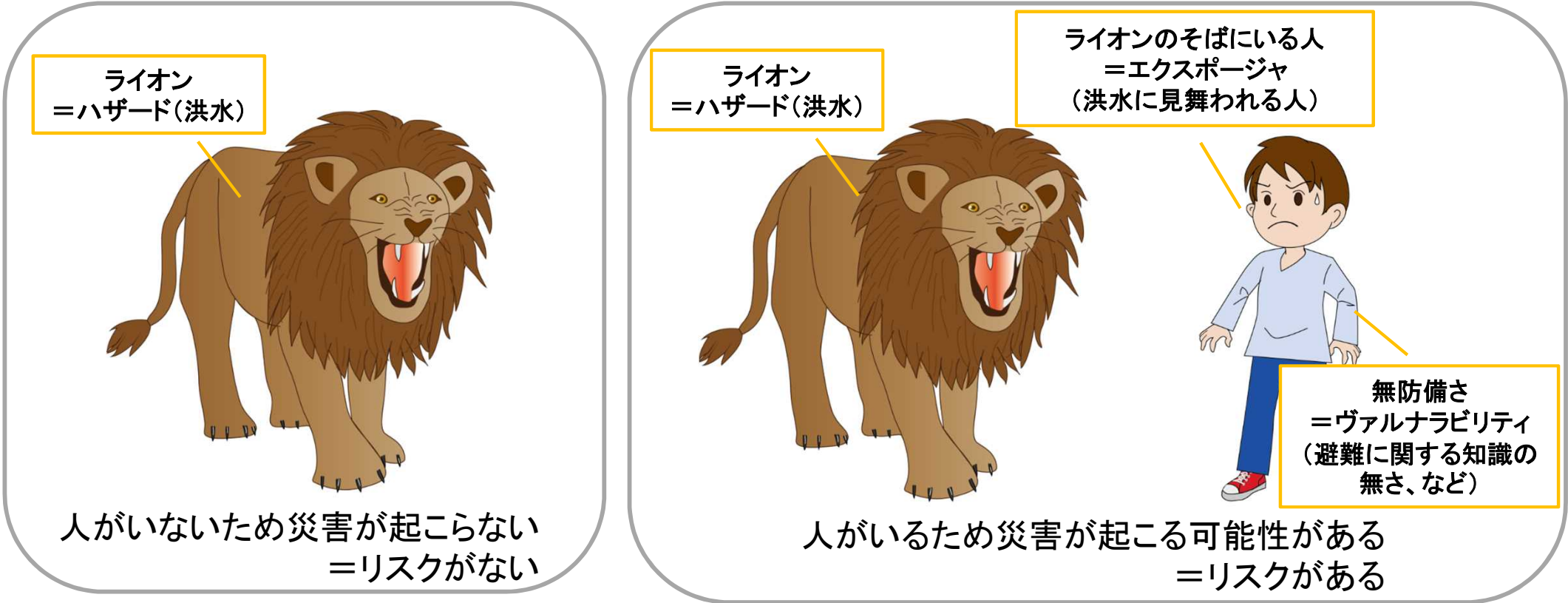
本検討会におけるリスクの定義について

- 防災の分野において、「ハザード(Hazard)」、「暴露(Exposure)」、「脆弱性(Vulnerability)」の3つの要素でリスクが評価されることが多い。
- 本検討会では、ハザード、暴露、脆弱性の3要素で評価される被害の可能性をリスクとして定義する。

リスク(Risk) = ハザード(Hazard) × 暴露(Exposure) × 脆弱性(Vulnerability)

リスク・ハザード・ヴァルナビリティのイメージ図(参考資料※1※2※3をもとに作成)

ライオン(ハザード)のそばに人(暴露)がいなければ、襲われる危険(リスク)がない。ライオンのそばに人がいる場合、ライオンに襲われる危険(リスク)がある。

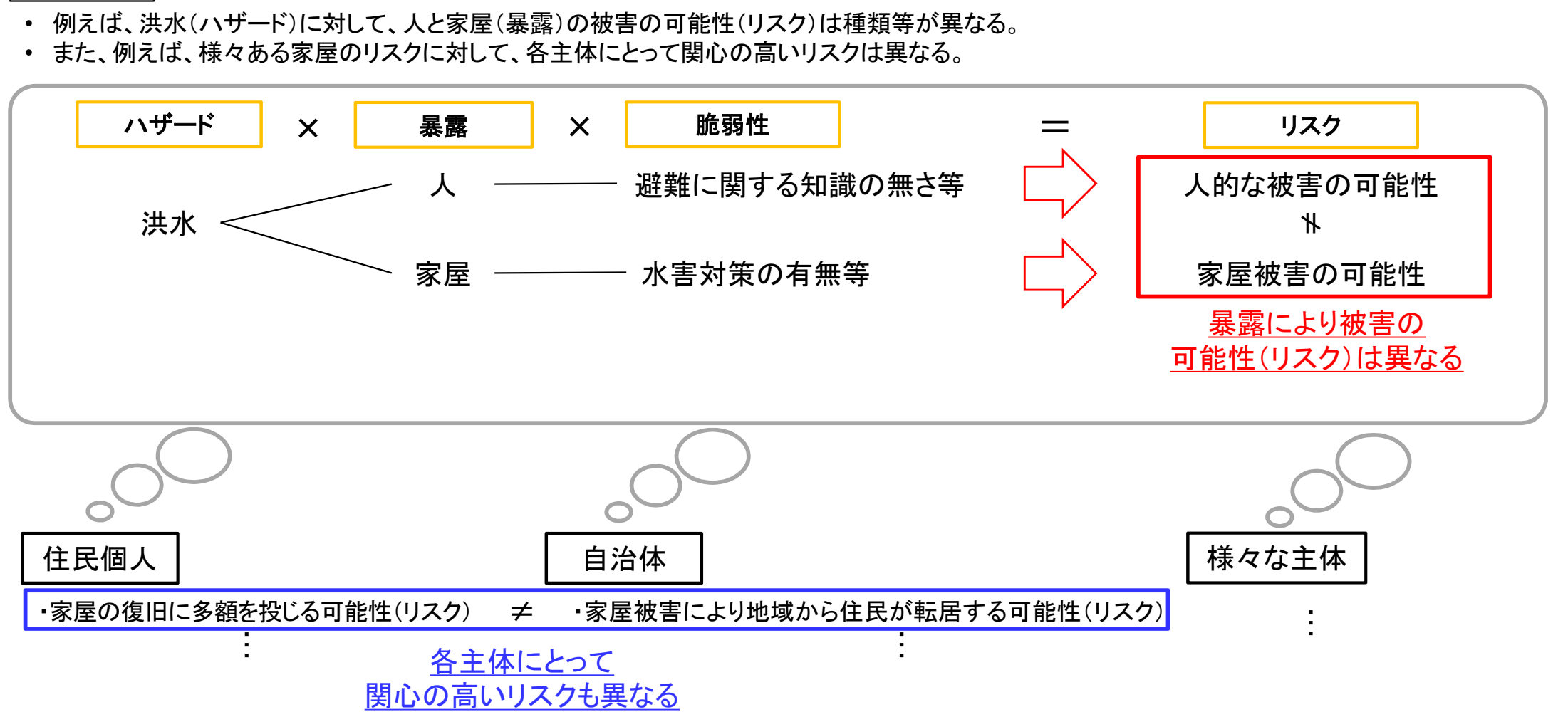


出典: ※1 厚生労働省・中央労働災害防止協会,自動車整備業におけるリスクアセスメントマニュアル: 第2章リスクアセスメントの基本, 2009.10, pp38,
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzenisei14/dl/100119-all.pdf>
※2 厚生労働省, 職場のあんぜんサイト リスクアセスメントの実施支援システム: 食品加工作業におけるリスクアセスメント～災害ゼロをめざして! ～⑦リスクとハザード,
<http://anzeninfo.mhlw.go.jp/risk/syokuhin07.html>
※3 松田勝彦: 地球温暖化への適応に向けて自然災害・水資源分野(水資源・水害・土砂災害): 地方公共団体の適応策としての流域治水の紹介, 2017.1, pp39,
<http://www.mlit.go.jp/common/001170905.pdf>

本検討会におけるリスクの定義について

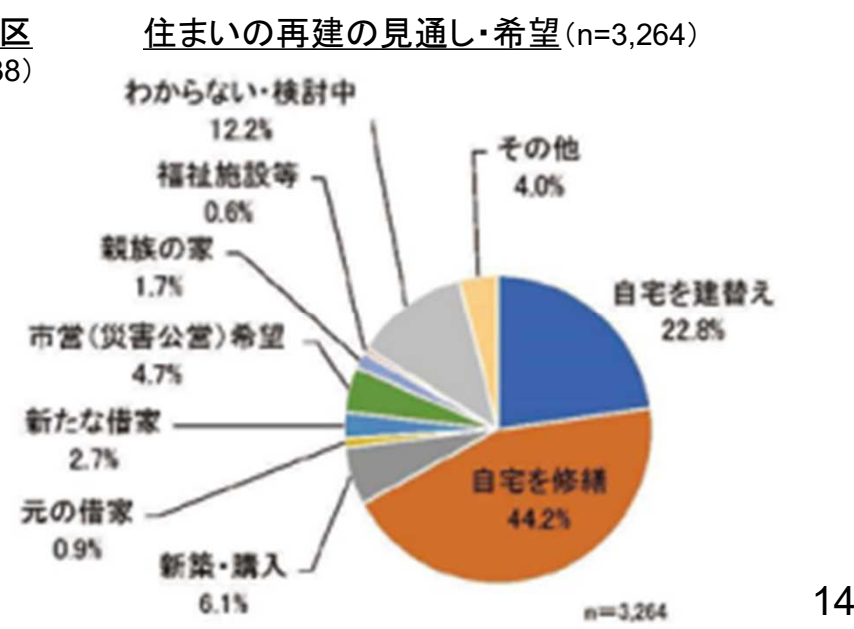
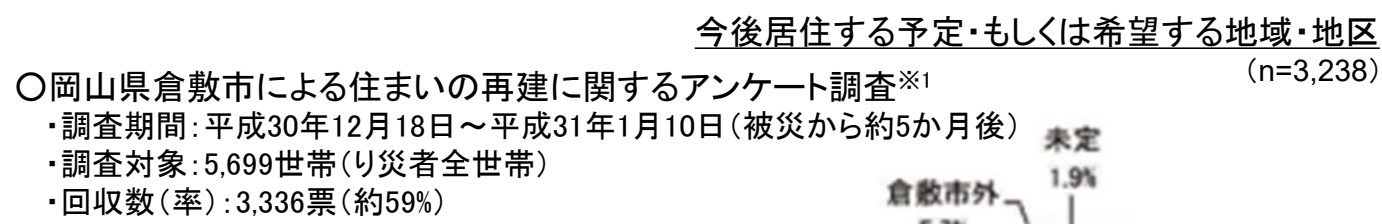
- リスクは、「ハザード」、「暴露」、「脆弱性」の違いにより種類や程度等が異なる。
- さらに、各主体によって関心の高いリスクは様々である。

イメージ図



(参考)平成30年7月豪雨における住まいの再建について

- 平成30年7月豪雨で甚大な被害を受けた岡山県倉敷市において、被災から5か月後に真備地区の被災世帯に実施された「住まいの再建に関するアンケート」によると、8割以上が真備地区で住まいを再建する意向であることがわかる。
- また、NHKにより豪雨のあとに建てられた住宅について調べられた結果によると、令和2年3月末までに倉敷市で建設された953棟のうち32%にあたる307棟が平屋であることがわかった。※2
- 平成30年7月豪雨の際に34世帯すべてが全半壊した倉敷市真備町の田中団地では、豪雨以前にはこの地域には平屋の住宅は1戸もなかったが、被災後の令和2年3月末までに新築された住宅15戸のうち9戸が平屋であり、平屋を立てた人のほとんどが高齢者の世帯であることがわかった。※2
- 平屋を立てた人への調査によると、真備町以外の浸水リスクがない場所に自宅を再建することも考えたが、知り合いが多くいるところでないと安心して住めないこと、「垂直避難」できる2階建ての家を建てることも考えたが、夫婦とも年金生活の場合は住宅ローンを組むのは難しく、手持ちのお金だけで再建資金を賄うのは難しいこと、2階との上り下りは体力的に難しくなること等を考慮して、平屋を建てる決断をしたことがわかった。※2
- 水害リスク情報だけでなく、各個人で優先する他の要素があることがわかる。本検討では、水害リスク情報が少しでも個人の判断に資するような情報となるよう、第一歩として、住宅及び農作物・農地を対象にわかりやすい水害リスク情報の提供について試行を行う。
- 今後、わかりやすいリスク情報の提供を更に充実・強化していくためには、様々な分野の各主体に対して、何をリスクととらえているかを調査し、充実させていくことが重要といえる。



※1 平成30年7月豪雨災害から復興への記録より(岡山県倉敷市)
※2 NHK政治マガジン, 西日本豪雨被害の真備町新築住宅で平屋が3割もより(2020年7月4日)

(参考)様々なリスクの考え方について(定量的な評価の事例)

- 気候変動により『外力指数』は増加する。施設整備や土地利用の見直し、危機管理対策の強化などの適応策により『防災力指数』を向上させるとともに、その結果として適応策により人的被害など『被害・影響指数』を減少させることにより、『災害リスク』を軽減させることができる

$$\text{災害リスク} = \frac{\text{外力指数} \times \text{被害・影響指数}}{\text{防災力指数}} \times \text{被災確率}$$

- 外力指数 : 自然的外力や場の条件
(気象、水文、地形・地質などと外力規模)
- 被害・影響指数 : 災害に対する社会的脆弱性
(浸水人口、浸水家屋、道路・鉄道・ライフラインへの悪影響など)
- 防災力指数 : 国や自治体、コミュニティの防災への取組み(適応策)
(治水施設の整備状況、ハザードマップの整備状況、防災意識など)

出典:国土交通省, 気候変動に適応した治水対策検討小委員会(第7回), 資料7 水関連災害分野における地球温暖化に伴う気候変動への適応策のあり方について(答申 素案)【補足説明資料】

2. 既往検討・研究で整理されている 水害リスク情報について

これまでの検討会で整理したリスク情報

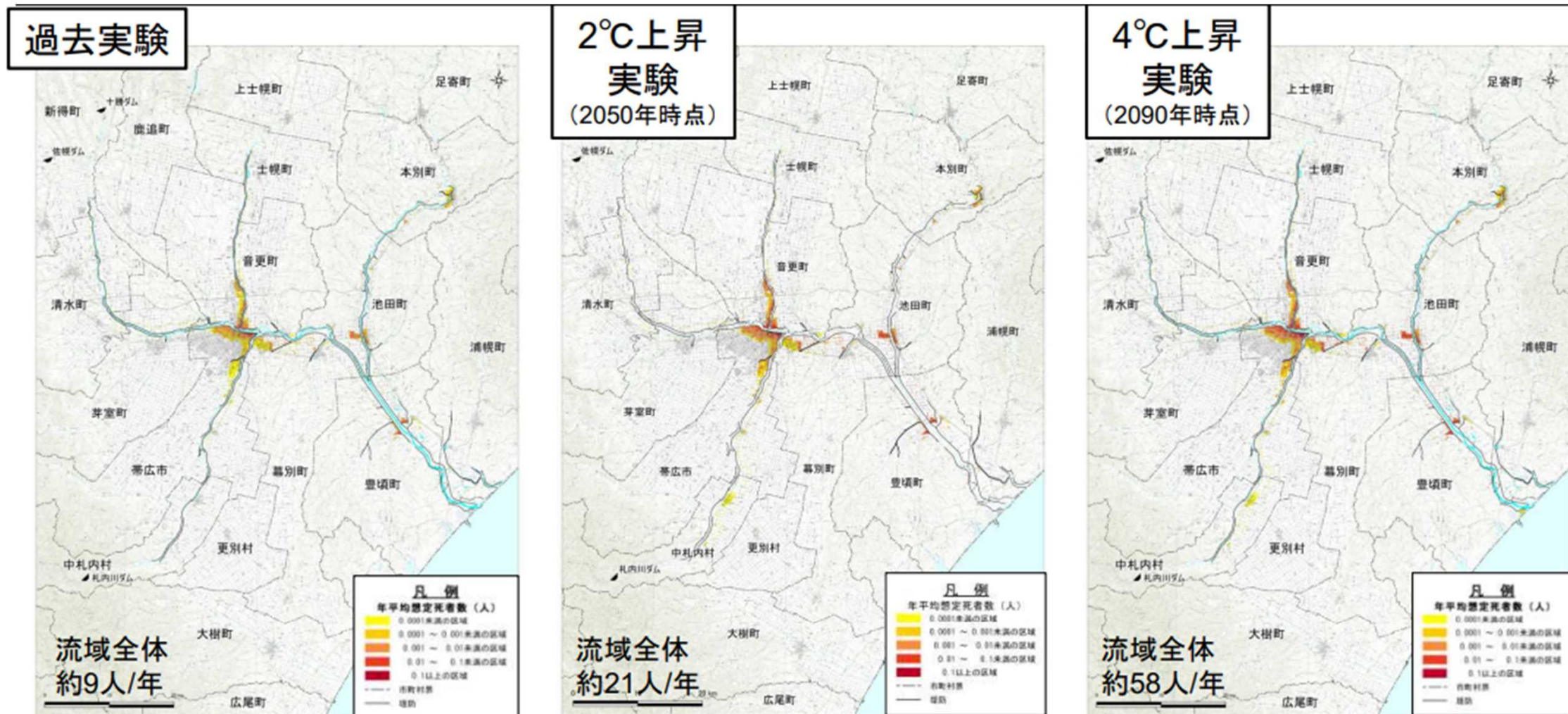
- これまでの検討会では、気候変動の影響による水害の激甚化・頻発化を懸念し、過去に発生した大規模な水害による被害事例を参考に、浸水等(ハザード)により人、施設、農地等(暴露)に想定されるリスクについて、気候変動の影響による変化を先行的に評価してきた。

これまでの検討で評価したリスク

リスク種別	評価項目	評価方法
人的被害	年平均想定死者数 避難困難地域	年平均想定死者数の地域ごとの確率を評価 浸水時の水位上昇が早い状況となる確率を計算したうえで、避難困難地域として評価
病院等へのリスク	病院(入院可能な施設) 老人福祉施設	浸水の可能性がある地域に所在する左記の施設を評価
防災対応を行う施設へのリスク	役場等	浸水の可能性がある地域に所在する左記の施設を評価
経済へのリスク	年平均想定被害額	年平均想定被害額を地域ごとに評価
農業へのリスク	農地の浸水確率 農業施設の被災 食品加工工場の被災	各地域の農地の浸水確率を評価 浸水の可能性がある地域に所在する左記の施設を評価

出典:北海道地方における気候変動を踏まえた治水対策技術検討会中間とりまとめより

(参考)既往検討におけるリスク情報(年平均想定死者数)



※過去実験3000ケースおよび2°C上昇実験3240ケース、4°C上昇実験5400ケースの全破堤地点での氾濫計算結果をもとに、「オランダの手法」を用いて想定死者数を算定したうえで、「年平均想定死者数の算出」の考え方にに基づき、各メッシュ毎で試算したものである。

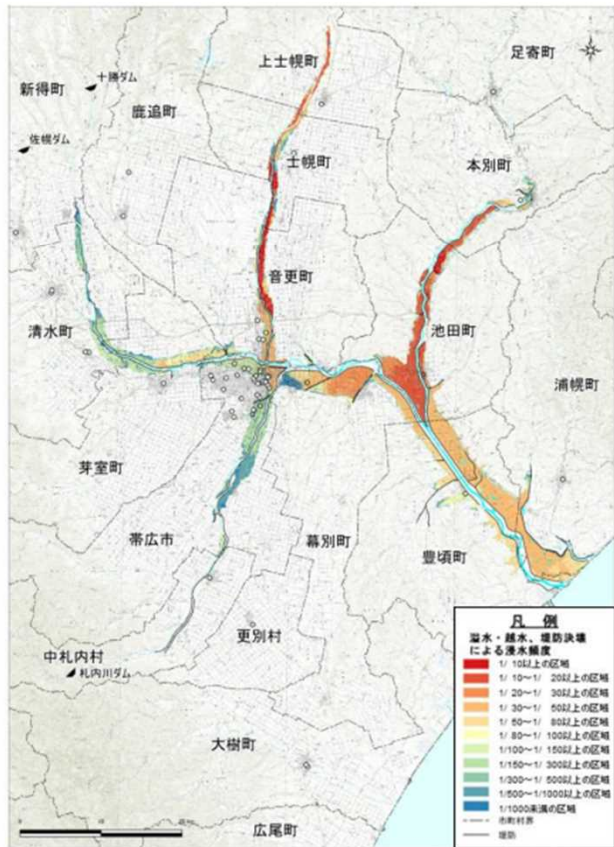
※北海道管理区間の氾濫(十勝川、利別川、札内川、音更川の一部区間を除く)や内水氾濫は考慮されていない。

※避難率は0%として試算した。

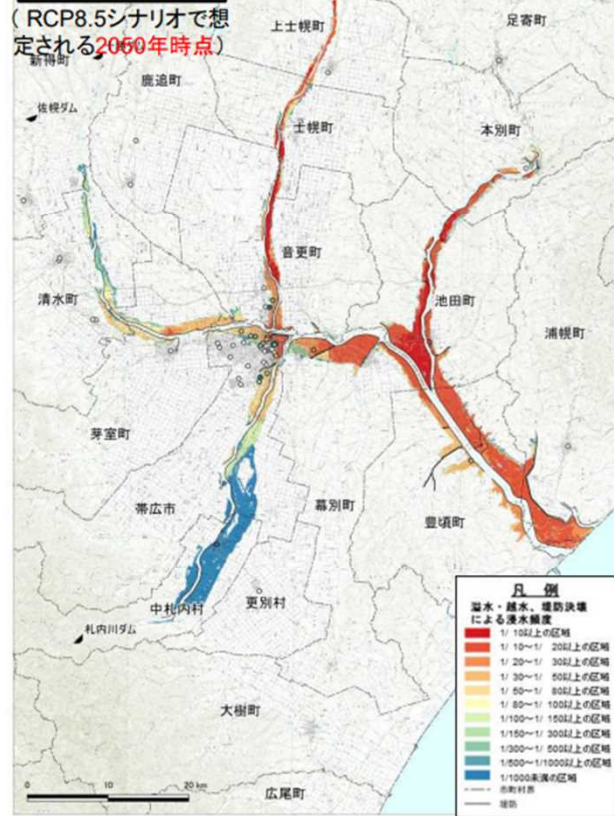
出典:北海道地方における気候変動を踏まえた治水対策技術検討会中間とりまとめより

(参考)既往検討におけるリスク情報(入院可能な病院)

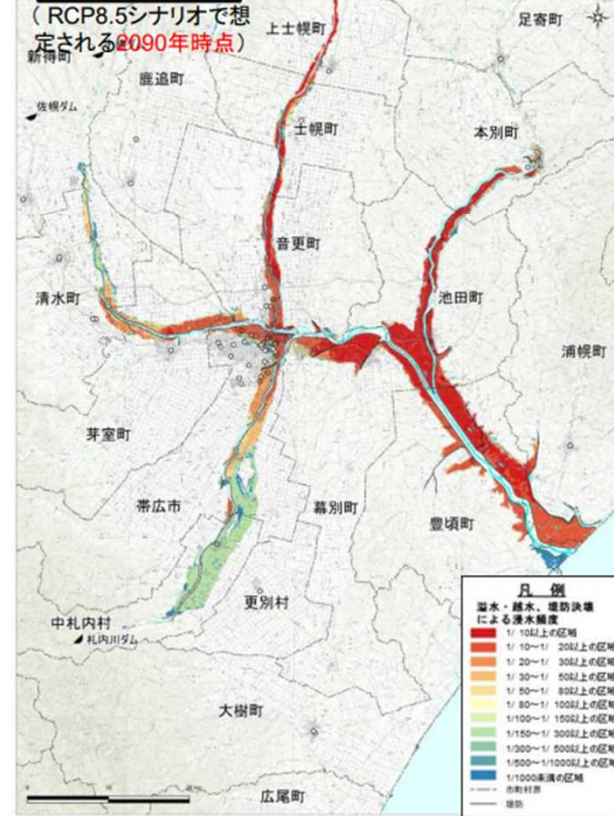
過去実験



2℃上昇
実験



4℃上昇
実験

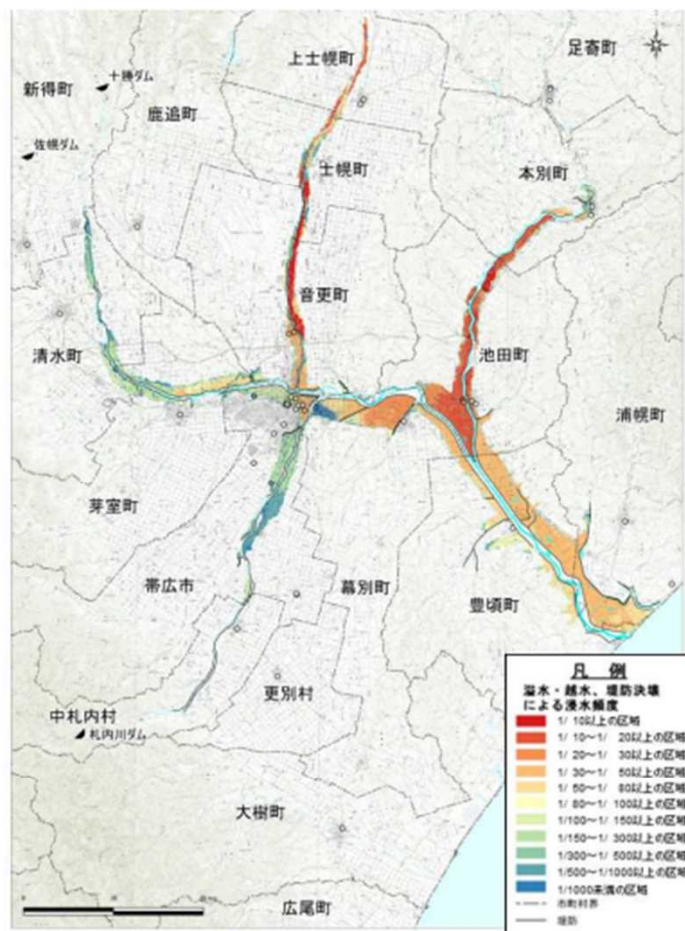


※国土数値情報から取得した病院のうち、病床数1以上の病院を抽出。
※自動車の走行困難、災害時要援護者の避難が困難な水位(30cm)に達する可能性のある施設は浸水確率を表示
※北海道管理区間の氾濫(十勝川、利別川、札内川、音更川の一部区間を除く)や内水氾濫は考慮されていない。

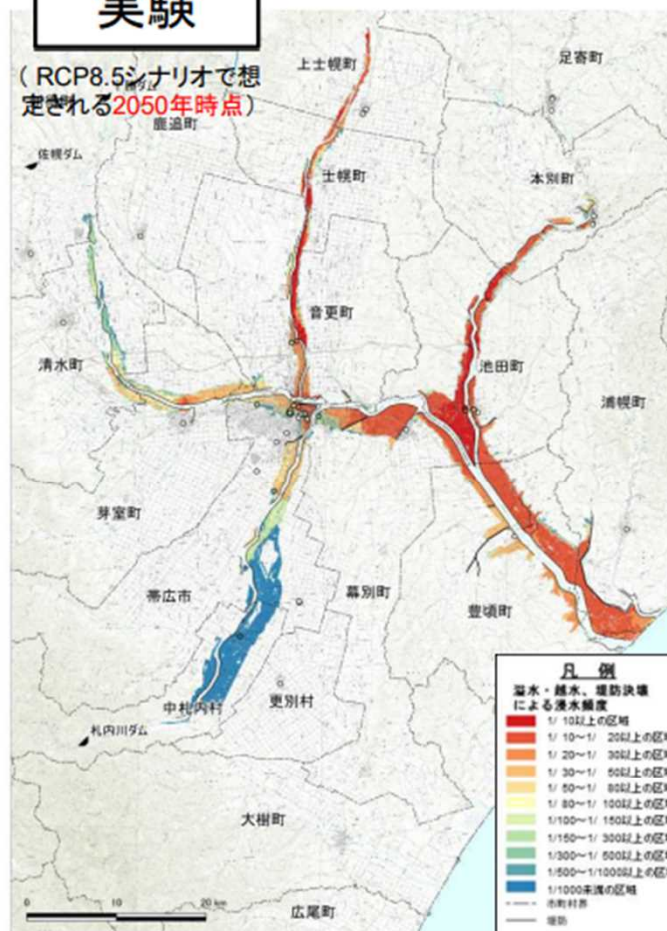
出典:北海道地方における気候変動を踏まえた治水対策技術検討会中間とりまとめより

(参考)既往検討におけるリスク情報(役場等)

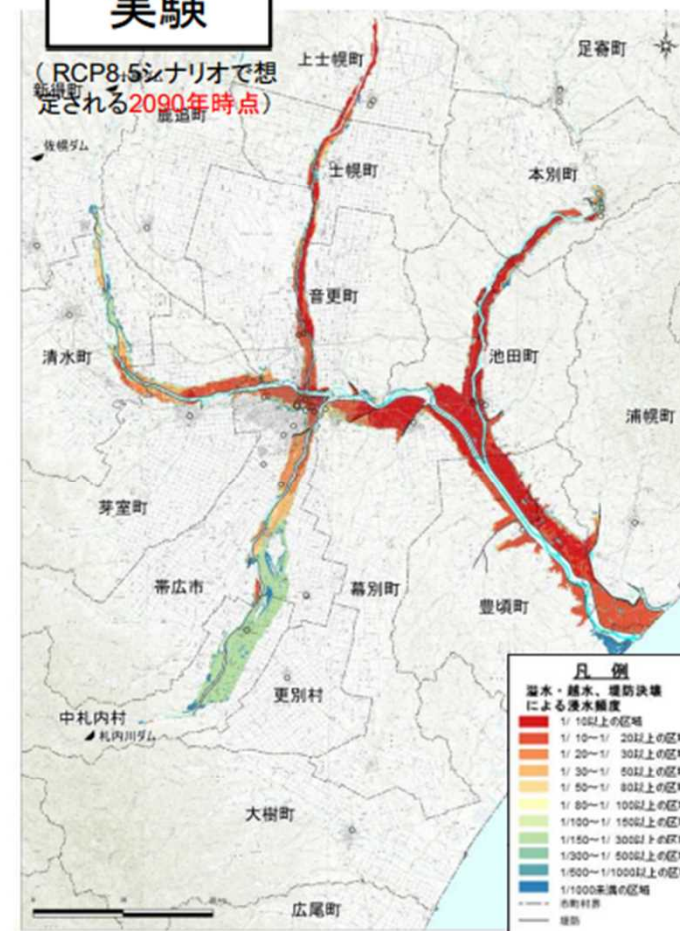
過去実験



2℃上昇 実験



4℃上昇 実験



※自動車が行き止まりな水位(30cm)に達する可能性のある施設は浸水確率を表示。

※北海道管理区間の氾濫(札内川、音更川の一部区間を除く)や内水氾濫は考慮されていない。

出典:北海道地方における気候変動を踏まえた治水対策技術検討会中間とりまとめより

(参考)既往検討におけるリスク情報(年平均想定被害額)

過去実験



2℃上昇 実験

(RCP8.5シナリオで想定される2050年時点)



4℃上昇 実験

(RCP8.5シナリオで想定される2090年時点)

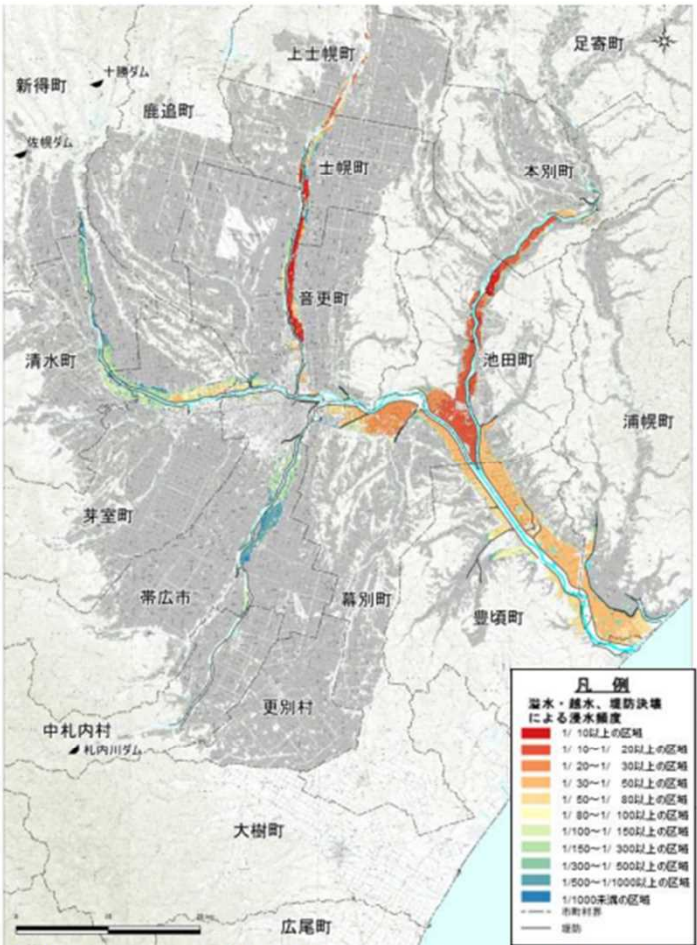


※北海道管理区間の氾濫(十勝川、利別川、札内川、音更川の一部区間を除く)や内水氾濫は考慮されていない。

出典:北海道地方における気候変動を踏まえた治水対策技術検討会中間とりまとめより

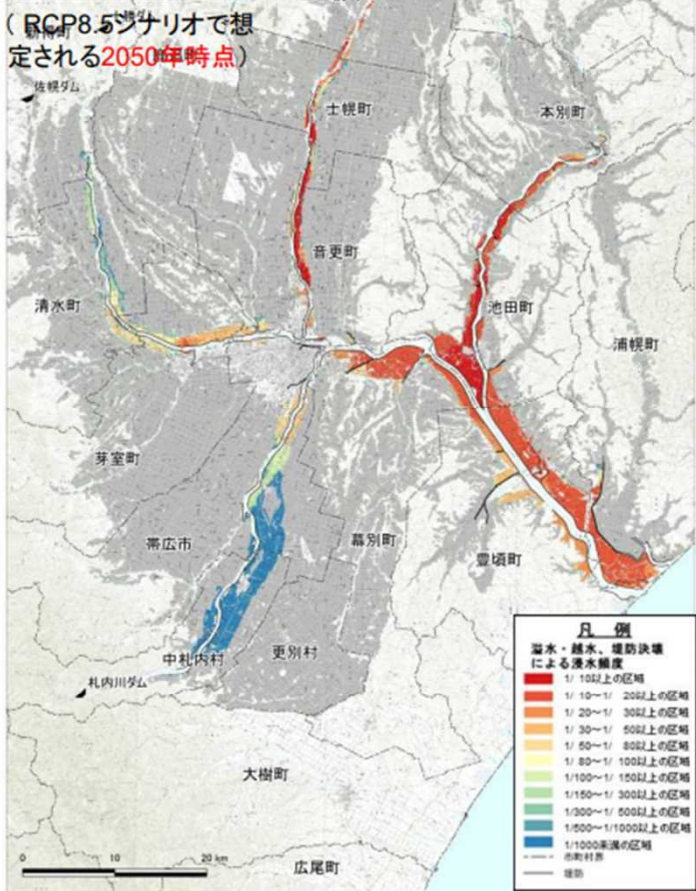
(参考)既往検討におけるリスク情報(農地の浸水確率)

過去実験

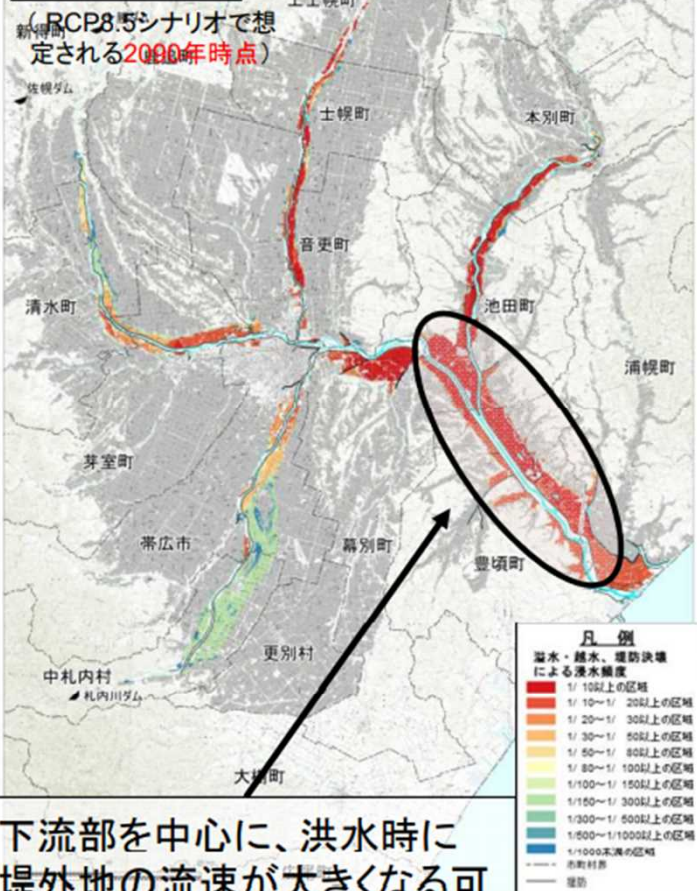


※作物が浸水する水位(0cm以上)に達する浸水確率を表示
※北海道管理区間の氾濫(十勝川、利別川、札内川、音更川の一部区間を除く)や内水氾濫は考慮されていない。

2℃上昇
実験



4℃上昇
実験



下流部を中心に、洪水時に堤外地の流速が大きくなる可能性。土壌の流出も懸念。

出典:北海道地方における気候変動を踏まえた治水対策技術検討会中間とりまとめより

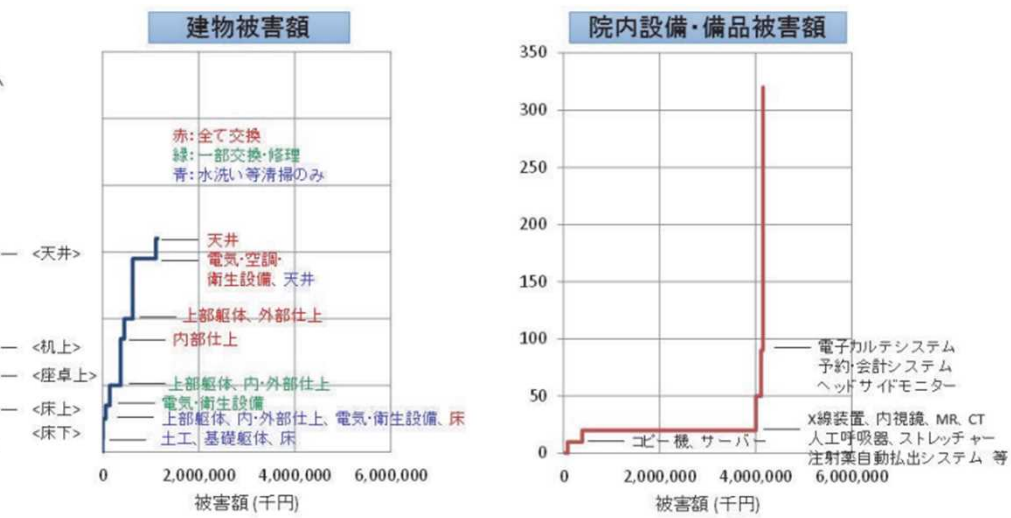
既往研究におけるリスク評価方法(家屋)

- 既往研究では、様々な施設の浸水深さと被害額の関係が整理されており、浸水によるリスクが評価されている。
- また、家屋等については、高床化等の水害対策を適用した場合の浸水深と被害額の関係が整理され、家屋に適応策を講じたときの浸水によるリスクが評価されている等、先駆的な研究が行われている。

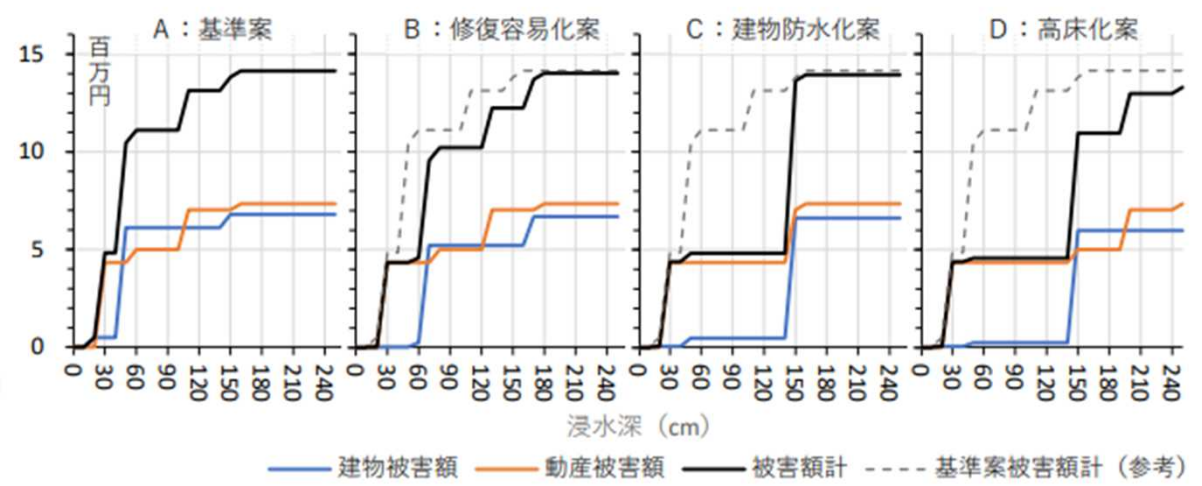
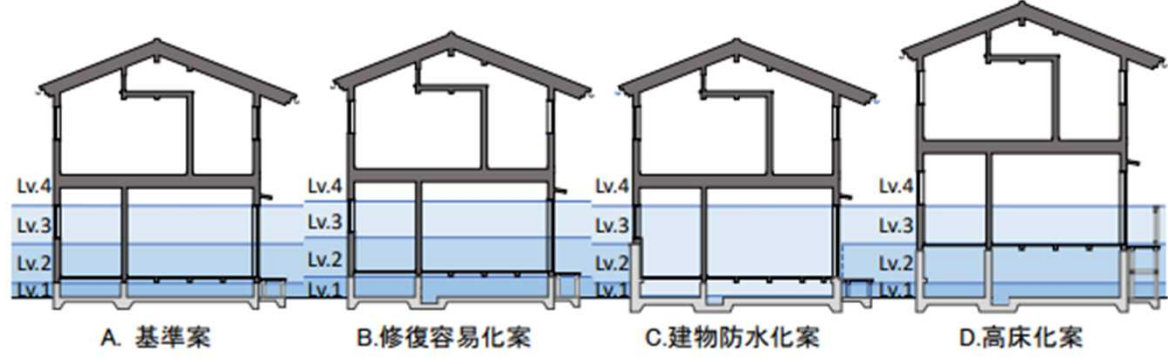
＜浸水深さと被害額の関係が整理されている建物※1＞

用 途		モデル建物の種類
事業所	住宅	戸建て住宅、アパート、マンション
	店舗	コンビニエンスストア、書店、スーパーマーケット、 自動車関連業、飲食店、文具店
	事務所	中高層事業所（オフィスビル）
	工場	まち工場、大工場
	医療・福祉施設	診療所、病院、特別養護老人ホーム施設
その他		通信施設、変電施設

診療所※1



家屋(水害対策を適用した場合)※2

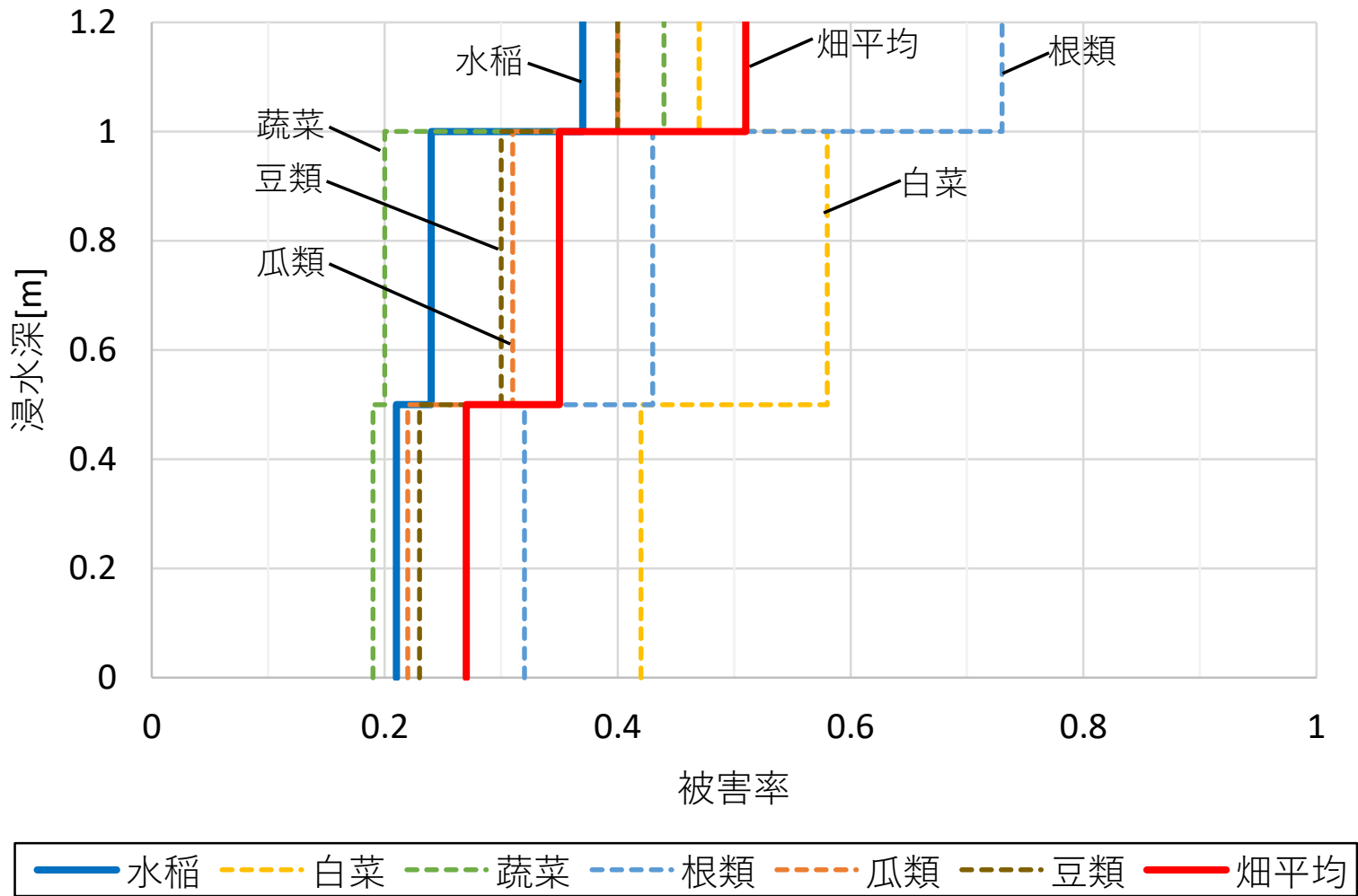


※出典
※1: 国土交通省国土技術政策総合研究所, 国総研資料第1080号, 気候変動下の都市における戦略的水害リスク低減手法の開発, 2019.7, <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1080.htm>
※2: 国立研究開発法人建築研究所, 建築研究報告No.153, 建築物の浸水対策案の試設計に基づくその費用対効果に関する研究, 2023.1, <https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/report/153/all.pdf>

既往のマニュアルにおけるリスク評価方法(農業)

■ 農業については、治水経済調査マニュアルにおいて浸水深に対する被害率が整理されており、浸水による農作物、農地の被害額算出等が可能である。

➤ 治水経済調査マニュアルにおけるハザードに対する農作物の被害率の関係



浸水深と被害率の関係

※浸水日数が1~2日の場合

※出典:『国土交通省 水管理・国土保全局,治水経済調査マニュアル(案)、令和2年4月』より、農作物の浸水深別被害率より作成

3. 本検討における水害リスク評価で 対象とするリスクについて

本検討における水害リスク評価で対象とするリスクについて

- 近年の大規模な水害が発生した各年における、代表的な都道府県での一般資産等の被害額※1の割合を比較すると、住宅に関する被害額が多いことがわかる。また、他県と比較すると、北海道では農業に関する被害額の割合が大きいことがわかる。
- 本検討会では、水害による被害額の中でも大きな割合を占めていることも踏まえ、流域治水の取組においても関わりの深いまちづくりの中で主となる「住宅」、北海道の強みである「農業」を対象に検討を行う。

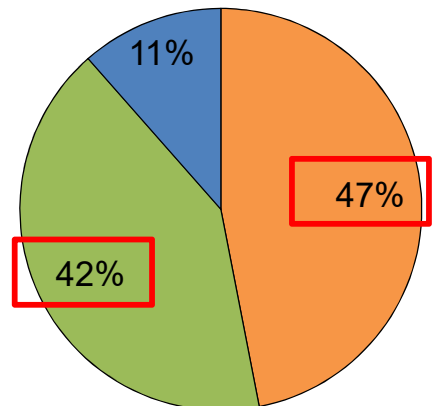
※1 水害統計調査(国土交通省)における一般資産等の被害額。

【平成28年8月北海道豪雨】



十勝川水系ペケレベツ川における浸水被害

北海道における被害額の割合



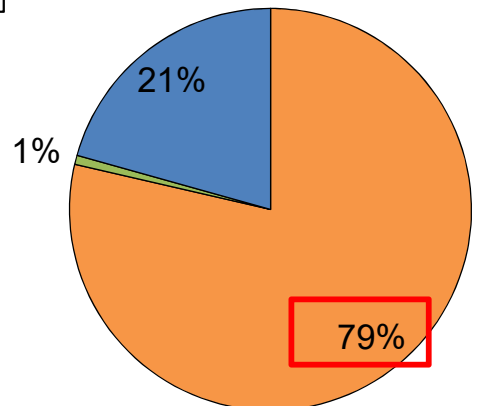
出典：H28水害統計調査より作成。

【平成30年7月豪雨】



小田川における浸水被害
(岡山県倉敷市)

岡山県における被害額の割合



出典：H30水害統計調査より作成。

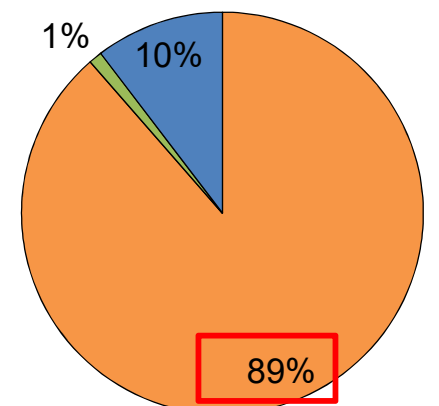
凡例： ■ 住宅に関する被害の割合 ■ 農業に関する被害の割合 ■ その他

【令和元年東日本台風】



千曲川における浸水被害
(長野県長野市)

長野県における被害額の割合



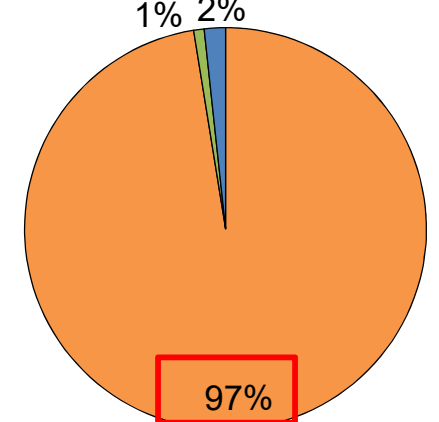
出典：R1水害統計調査より作成。

【令和2年7月豪雨】



球磨川における浸水被害
(熊本県人吉市)

熊本県における被害額の割合



出典：R2水害統計調査より作成。

本検討における水害リスク評価で対象とするリスクについて(住宅)

- 近年の大規模な水害が発生した平成28年から令和2年の住宅被害は、床上浸水及び床下浸水による被害が大部分を占めていることがわかる。本検討では、まずは床上浸水等の個人でも実施可能な水害対策の判断にも資するリスク情報を整理することを目的とし、浸水による被害への対策について検討する。

	全壊・流出	半壊	床上浸水	床下浸水	地下浸水
被害数量(棟数)	12,513	38,347	82,459	109,811	666
割合(%)	6.6	16.9	26.4	49.4	0.3

出典：H28～R2水害統計調査(国土交通省)より作成。

水害リスク情報として必要な情報(住宅)

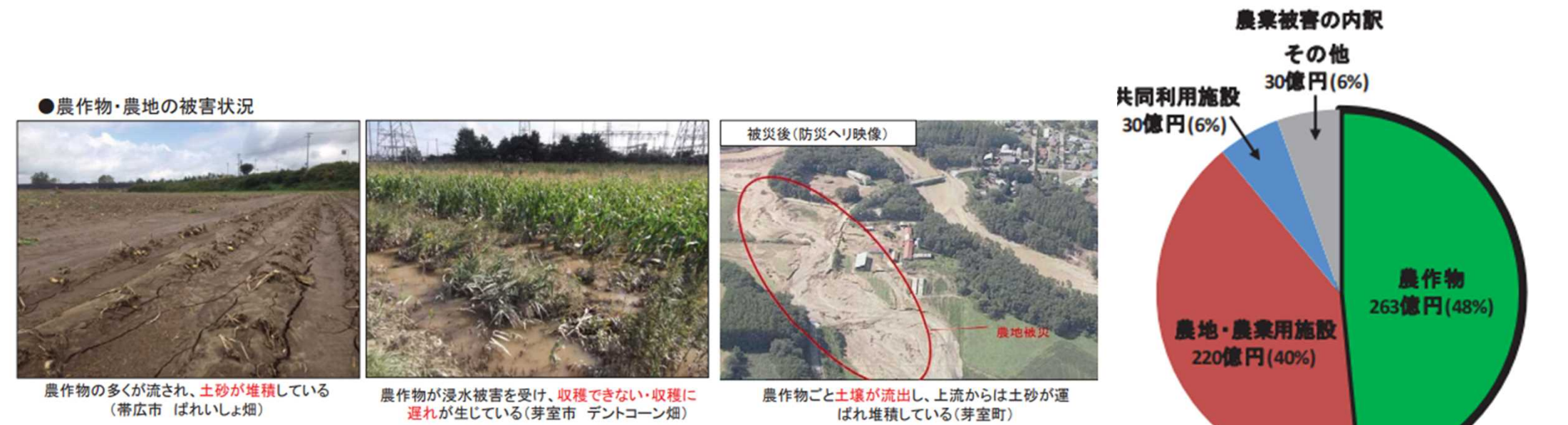
- 水害リスク情報を活用する主体毎に必要なとするリスク情報は異なると考えられる。
- 本検討では、主体として住民(個人)、事業者、自治体、河川管理者を設定し、各主体で必要となるリスク情報を整理する。
- また、本検討会では、様々なリスク情報のうち、検討の第一歩として、既往研究等において知見が充実している家屋の被害額及び対策費用とその効果等の情報について整理する。

➤ 本検討で整理する水害リスク情報

評価対象 (暴露)	本検討で対象とする被害	主体	リスク情報の活用イメージ	必要なリスク情報 太字:本検討で整理する情報	備考
住宅 (家屋・資産)	住宅・資産の 浸水	住民(個人)	・転居先の検討 ・新築及び改築時の水害対策の実施の有無、実施内容の検討 ⋮	・今後●年間に浸水被害を受ける確率 ・想定される被害額 ・被害を受けたときに復旧するのにかかる費用 ・被害額と被害軽減対策にかかる費用の関係 ⋮	
		事業者	(損保・不動産) ・保険料率の設定 ・土地、建物価格の設定 ⋮	・今後●年間に浸水被害を受ける確率 ・想定される被害額 ・被害を受けたときに復旧するのにかかる費用 ・被害額と被害軽減対策にかかる費用の関係 ⋮	
		自治体	・規制区域の設定 ・流域治水対策の検討 ⋮	・今後●年間に浸水被害を受ける確率 ・想定される被害額 ・被害を受けたときに復旧するのにかかる費用 ・被害額と被害軽減対策にかかる費用の関係 + ・対策が必要な戸数と空間分布 ⋮	
		河川管理者	・河川整備対策の検討 ・流域治水対策の検討 ⋮	・想定される被害額(年平均値)と空間分布 ⋮	既往検討会で一部整理済

本検討における水害リスク評価で対象とするリスクについて(農業)

- 農業については、平成28年8月北海道豪雨における被害を踏まえ、被害額の大きな農作物の被害及び施設の中でも作物を育てるうえで重要となる農地に着目し、農作物の浸水等による被害リスク、農地の土壌流出のリスクについて検討する。



出典: 平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会(第1回)、参考資料-1平成28年8月北海道大雨激甚災害についてより

水害リスク情報として必要な情報(農業)

- 水害リスク情報を活用する主体毎に必要なとするリスク情報は異なると考えられる。
- 本検討では、主体として住民、事業者(農業)、自治体、河川管理者を設定し、必要となるリスク情報を整理する。
- また、本検討会では、様々あるリスク情報のうち、検討の第一歩として、既往のマニュアル等において知見のある農作物の被害額や平成28年8月北海道豪雨災害でも発生した土壌流亡に関する情報について整理する。

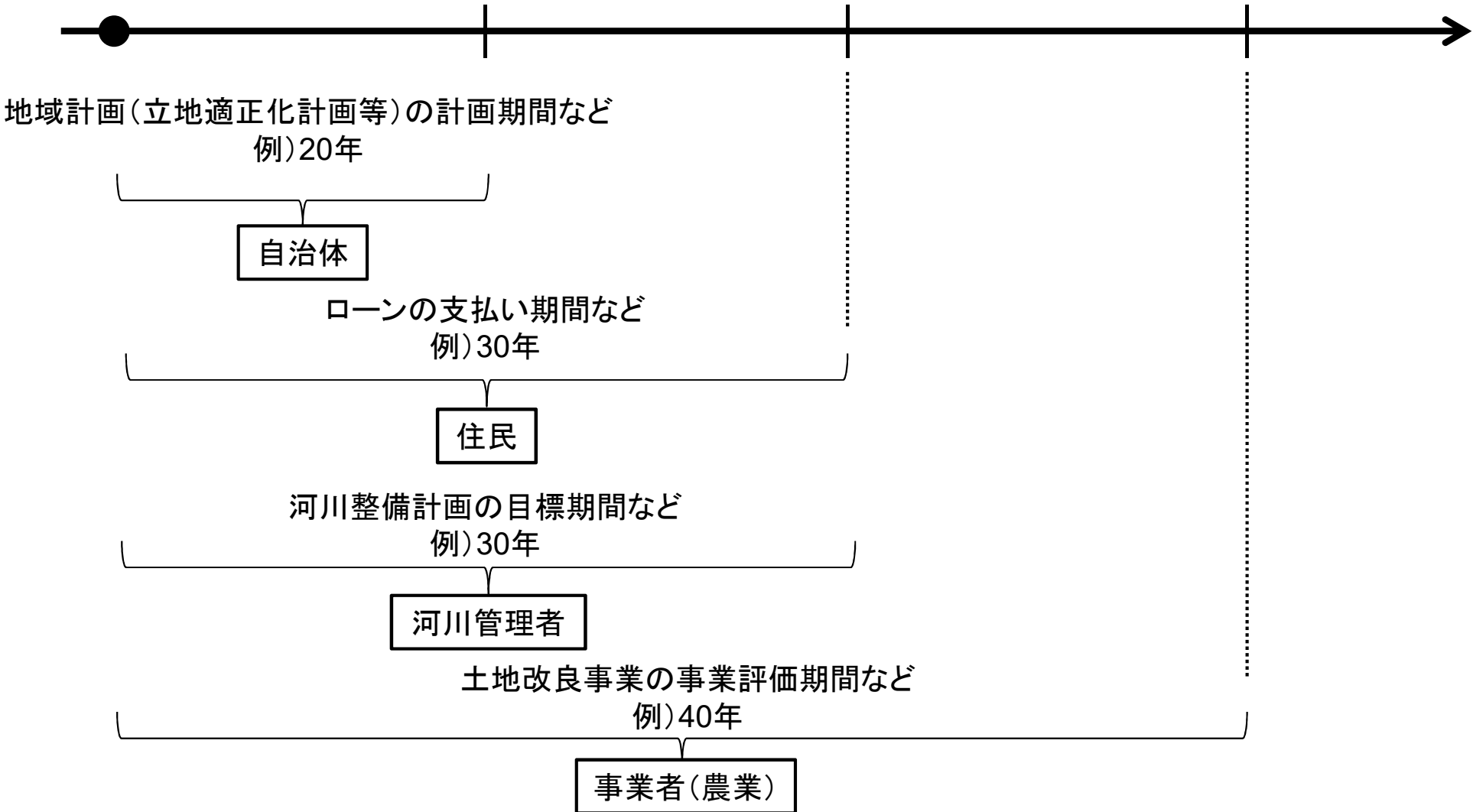
➤ 本検討で整理する水害リスク情報

評価対象 (暴露)		本検討で対象とする被害	主体	リスク情報の活用イメージ	必要なリスク情報 太字:本検討で整理する情報	備考
農業	農作物	農作物の浸水	事業者 (農業)	・農業共済への加入の検討 ・作付けする農作物の検討 ⋮	・今後●年間に浸水被害を受ける確率 ・想定される農作物別の被害額 ・被害額●円の水害が発生する頻度 ⋮	
			自治体	・規制区域の設定 ・流域治水対策の検討 ⋮	・今後●年間に浸水被害を受ける確率 ・想定される農作物別の被害額 + ・対策が農地面積と空間分布 ⋮	
			河川管理者	・河川整備対策の検討 ・流域治水対策の検討 ⋮	・想定される被害額(年平均値)と空間分布 ⋮	既往検討会で一部整理済
	農地	農地の土壌流亡	事業者 (農業)	・農業共済への加入の検討 ・作付けする農作物の検討 ⋮	・今後●年間に浸水被害を受ける確率 ・想定される農地の被害額 ⋮	

水害リスクを評価する時間スケール

- リスク情報を活用する主体によって、評価の対象とする時間スケールは異なる。
- 住民にとっては住宅ローンの支払い期間、自治体にとっては地域計画の目標年次など、それぞれの主体に合わせた時間スケールでのリスクを整理する。

➤ リスクの活用主体に合わせた時間スケールの設定の例



水害リスクを評価する空間スケール

- リスク情報を活用する主体によって、必要とするリスク情報の空間スケールは異なる。
- 住民にとっては家屋一戸単位、自治体にとっては地域全体、地区単位など、それぞれの主体に合わせた空間スケールでのリスクを整理する。

➤ リスクの活用主体に合わせた空間スケール設定の例

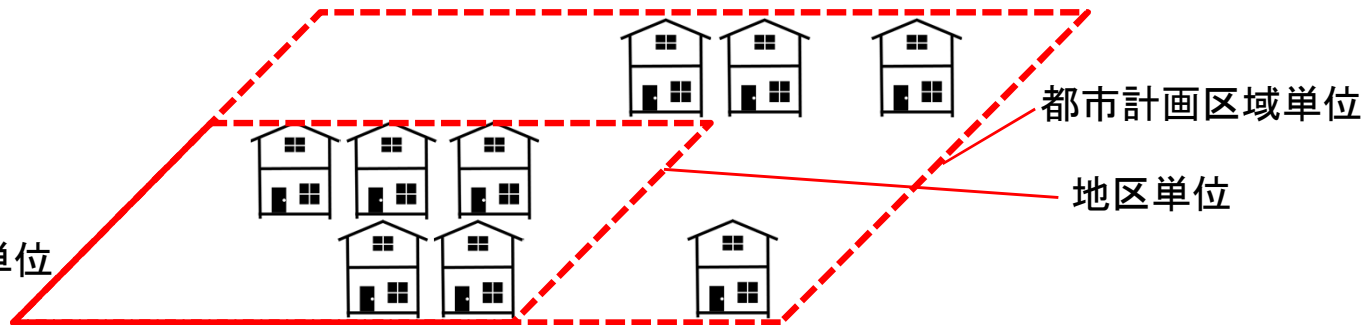
住民

家屋一戸単位



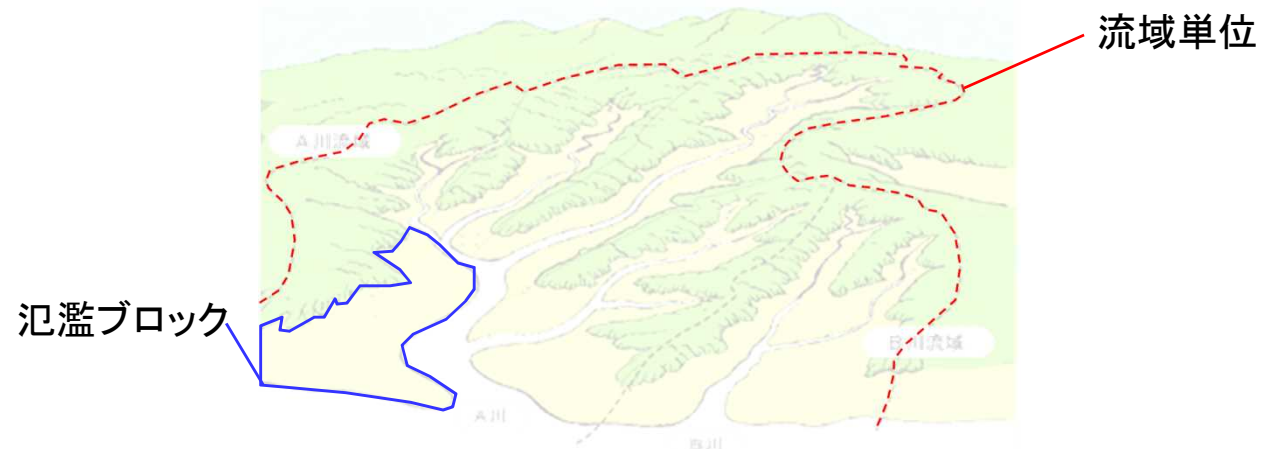
自治体

地区単位
都市計画区域単位



河川管理者

氾濫ブロック単位
流域単位



4. 中 締 め

<リスクの定義>

- 本検討会では、「ハザード」、「暴露」、「脆弱性」の3要素で評価される被害の可能性をリスクとして定義する。
- ただし、各主体によって関心の高いリスクは様々である。（主体を明確にしたうえでリスクの提示が必要）

<対象とするリスク>

- 本検討では、まず第一歩として、水害による被害額の中でも大きな割合を占めかつ既往研究が充実していること等を踏まえ、以下を対象にリスクを評価する。
 - ✓ 流域治水の取組においても関わりの深いまちづくりの中で主となる「家屋」
 - ✓ 北海道の強みである「農業」

<展開>

- 本検討における、家屋及び農作物・農地の考え方を応用することで、他の施設等のリスク評価が可能。
- リスクの評価においては、各主体が我がこととして考えるためには実態に即したリスク提示が必要であることから、関連研究や技術開発を通じて、評価手法の確立が必要。
- 踏まえ、流域治水の考え方を整理。

5. 水害リスクを我がこととして捉え、 流域治水対策を実践するために参考となる 「水害に強いまちづくりマップ(仮)」の考え方

水害リスク情報を我がことと捉えるための提示方法

- これまでも国土交通省では、浸水想定図等により浸水深や浸水範囲等の水害リスク情報を提示してきたところである。
- 本検討会では、流域治水を確実に推進(実行)するため、各主体の目線に対応する(水害リスクを我がこととして捉える)ために、適切な情報をわかりやすく提示することが重要となる。
- 本検討会では、流域治水の取組において関わりの深いまちづくりに着目し、その中で主となる「家屋」や北海道の強みである「農業」を対象に検討する。
- その第一歩として、「家屋」の水害リスクに対して対策費用とその効果等に着目し、有効な適応策を「水害に強いまちづくりマップ(仮)」として提示する。マップを活用し、各主体(住民、自治体、事業者等)がそれぞれの目線で活用していくことを想定。

対象	主体	「水害に強いまちづくりマップ(仮)」の活用場面
家屋 <本検討会では 住宅を例に検討>	住民	・家屋の水害対策の検討 ・転居先の検討 等
	自治体	・規制区域の設定 ・流域治水対策の検討 等
	事業者	・水害に関するBCPの策定 等
農地	事業者	・農地や農業機械等の水害対策の検討 等
	農協、改良区	・保険 ・区画事業 等
公共施設	施設管理者	・施設の水害対策の検討 ・転居先の検討 等
	自治体	・規制区域の設定 ・流域治水対策の検討 等
...	...	...

「水害に強いまちづくりマップ(仮)」と既存の水害リスク情報との違い

- 浸水深、浸水頻度などを提供してきたこれまでの水害リスク情報から発展させ、水害リスクを我がことと捉え、対策を実践するために必要な情報を「水害に強いまちづくりマップ(仮)」として提供する。
- 各主体がリスクを我がこととして捉えられるよう、住民目線で提示する情報は「家屋一戸あたり」、農家目線であれば「単位面積あたりの農地」等として整理する。
- なお、検討においては、これまでの水害リスク情報のノウハウを活用しつつ、実際の降雨が有する時空間分布の不確実性を考慮するため、外力条件として大量アンサンブル気候予測データに基づく降雨を活用する。

	水害リスク情報	目的	提供される情報	リスクの評価単位	氾濫シナリオ	降雨シナリオ	外力条件
これまで公開されてきた情報	浸水想定区域図	・洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保、浸水の防止 ・氾濫時の危険箇所の把握	・浸水深 ・浸水継続時間	解析メッシュ単位	直轄河川からの氾濫	計画降雨波形	計画規模降雨(L1) L2
↓ 流域治水の推進に向けて新たに提供する情報	多段階リスクマップ	・治水対策の検討、立地適正化計画における防災指針の検討・作成	・浸水深 ・浸水頻度(床上、2階以上)	解析メッシュ単位	直轄河川＋中小河川からの氾濫＋内水氾濫	計画降雨波形	確率規模別の降雨(1/200又は1/150, 1/100, 1/50, 1/30, 1/10)
	「水害に強いまちづくりマップ(仮)」	・各主体が実感に基づく情報として水害リスクをわかりやすく提示	・被害額(軽減額) ・対策に必要な費用 ・典型的な適応策	(例) ・家屋あたり ・単位面積あたりの農地(主体に応じた単位を設定)	直轄河川からの氾濫(今後、補助河川、内水氾濫も拡張)	大量アンサンブル気候変動予測実験に基づく降雨データ	

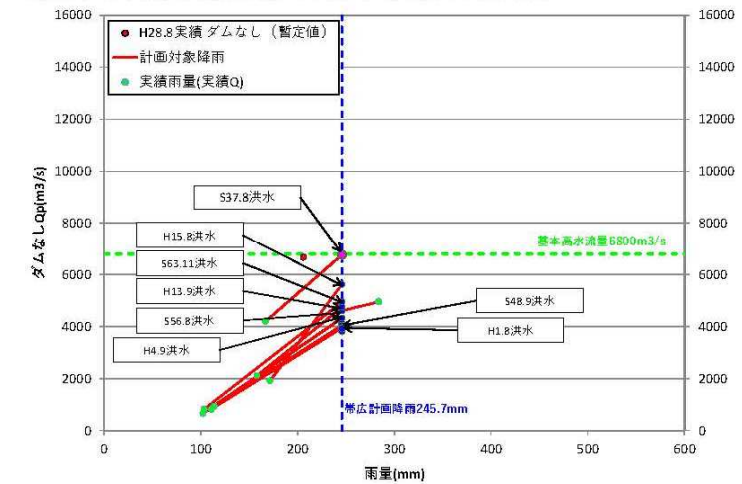
【参考】気候予測アンサンブルデータd4PDF、及び北海道領域におけるダウンスケーリングデータ

名称	地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース d4PDF		
実験	過去実験	4℃上昇実験(d4PDF)	2℃上昇実験(d2PDF)
気候変動シナリオ		RCP8.5における2090年時点 (1850年比4℃上昇相当)	RCP8.5における2040年時点 (1850年比2℃上昇相当)
ダウンスケーリング手法	力学的		
全球モデル	AGCM		
領域モデル	NHRCM		
解像度	20km		
実験年	1951年～2010年(60年)	2051年～2110年(60年)	2031年～2090年(60年)
海面水温パターン (SST)	観測値(COBE-SST2)	6パターン(CCSM4、GFDL-CM3、HadGEM2-AO、MIROC5、MPI-ESM-MR、MRI-CGCM3)	6パターン(CCSM4、GFDL-CM3、HadGEM2-AO、MIROC5、MPI-ESM-MR、MRI-CGCM3)
積雲対流スキーム	1パターン (Yoshimura Scheme (YS))		
メンバ数等	摂動50メンバ×60年 ⇒3000年分	SST(海面水温)6メンバ×摂動15メンバ×60年 ⇒5400年分	SST(海面水温)6メンバ×摂動9メンバ×60年 ⇒3240年分
実施機関	文科省：気候変動リスク情報創生プログラムおよび統合的気候モデル高度化研究プログラム、気候変動適応技術社会実装プログラム 海洋研究開発機構：地球シミュレータ特別推進課題		
名称	北海道領域におけるダウンスケーリングデータ d4PDF (5km, Yamada)		
実験	過去実験	4℃上昇実験(d4PDF)	2℃上昇実験(d2PDF)
領域モデル、解像度	NHRCMを用い、20kmから5kmにダウンスケーリング		
計算領域	北海道を含む約800×800km領域		
15日間ダウンスケーリング	全アンサンブルメンバにおける、石狩川、十勝川、常呂川水系の各年最大降雨を含む15日間		
	3水系×15日間×3000年分※	3水系×15日間×5400年分※	3水系×15日間×3240年分※
通年ダウンスケーリング	全アンサンブルメンバから、十勝川水系において年最大降雨が大きい年を抽出（計算領域は北海道を含む約800×800km領域）		
	782年分	1605年分	627年分

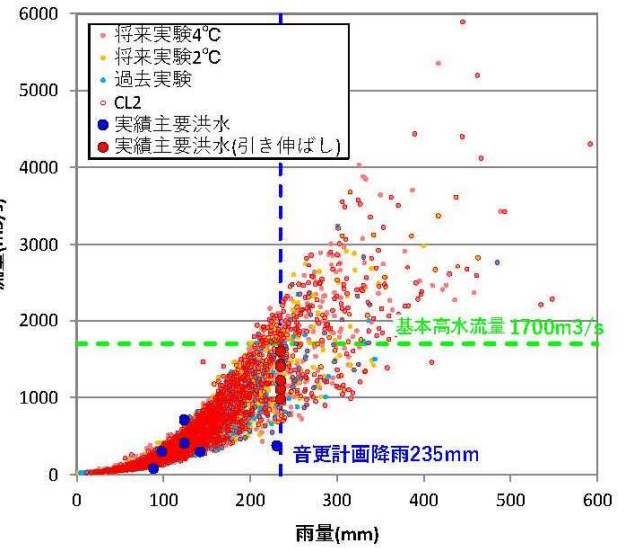
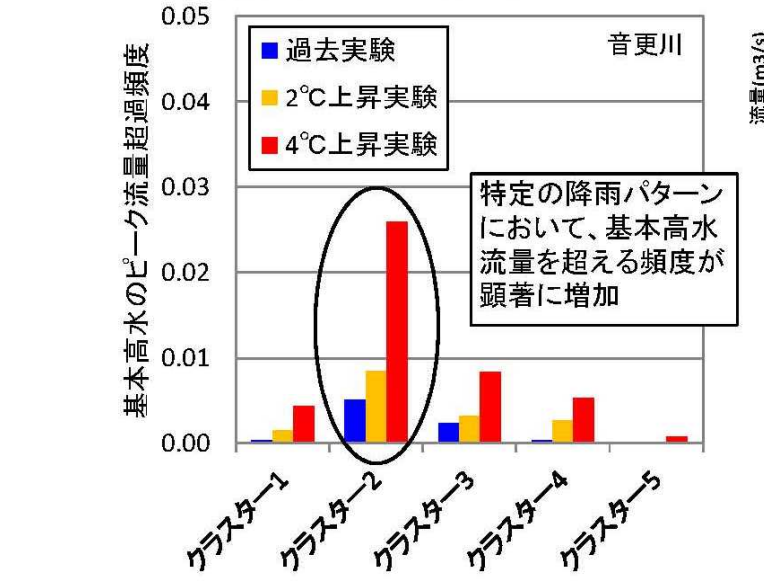
【参考】大量アンサンブル気候予測データの活用①

■ 外力条件として大量アンサンブル気候予測データに基づく降雨データを活用することで、大量の降雨の時空間分布から、流域雨量と河川流量の分布の中で極端な降雨や流出を把握できる。

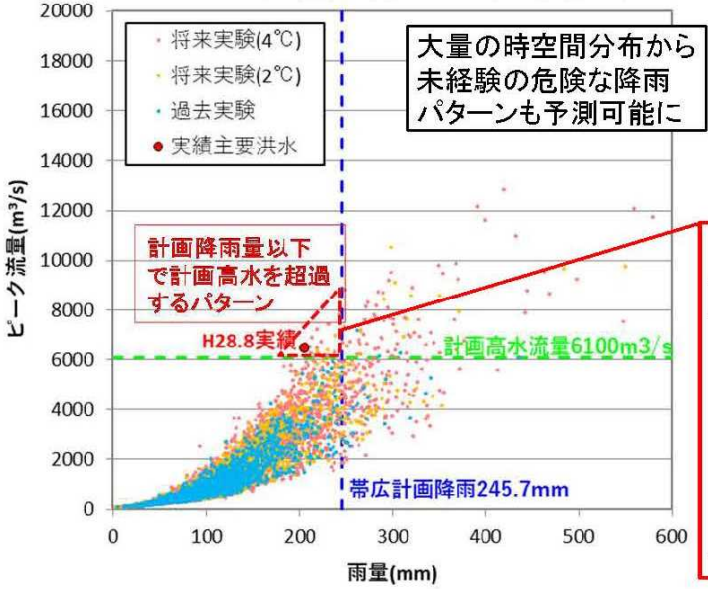
・従来の方法(実績降雨の引き伸ばし)



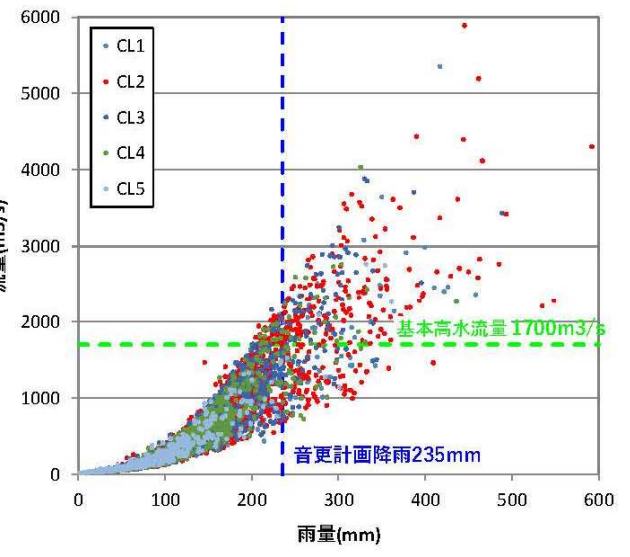
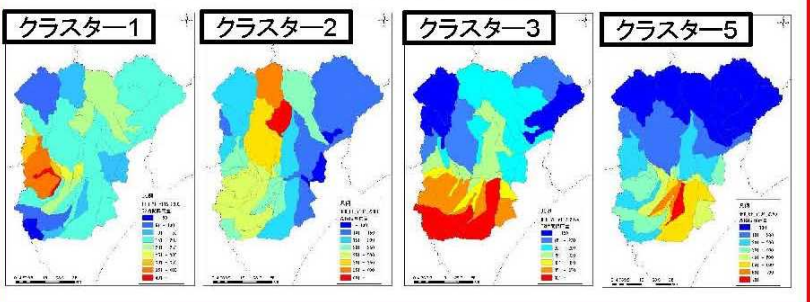
- ・従来の実績主要洪水の引き伸ばしでは評価できなかった、様々な降雨・流出パターンが把握できる。
- ・支川流域において、将来の降雨量が増大する降雨パターンを特定することが可能に。



・d4PDFに基づく大量の降雨の時空間分布



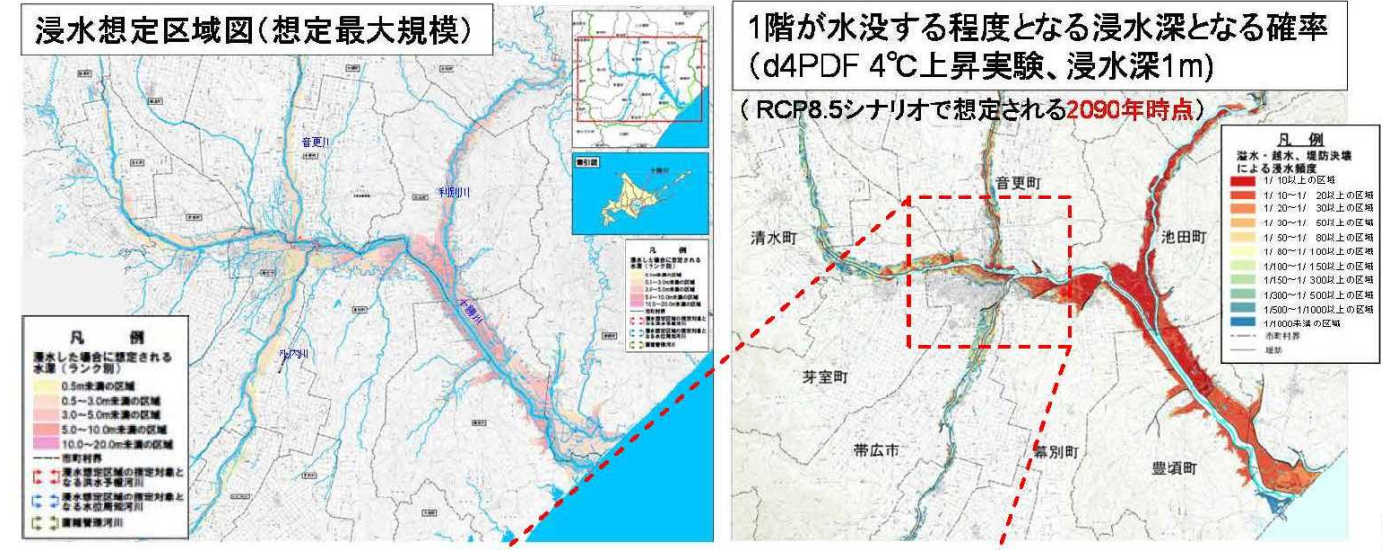
計画降雨量以下で計画高水を超える降雨分布の例



【参考】大量アンサンブル気候予測データの活用②

- 外力条件として大量アンサンブル気候予測データに基づく降雨データを活用することで、大量アンサンブル気候予測データが持つ降雨の時空間分布により、流域内の氾濫リスクの分布が詳細に分析可能となる、
- また、豊富なアンサンブル数を持つことから確率的な評価が可能となり、氾濫リスクを期待値として定量的に把握できる。

浸水想定区域図(想定最大規模)では1つの降雨・流量パターンに対する想定であるのに対し、d4PDFを用いることで豊富な降雨の時空間分布を基に、浸水確率の分布を示すことができる。

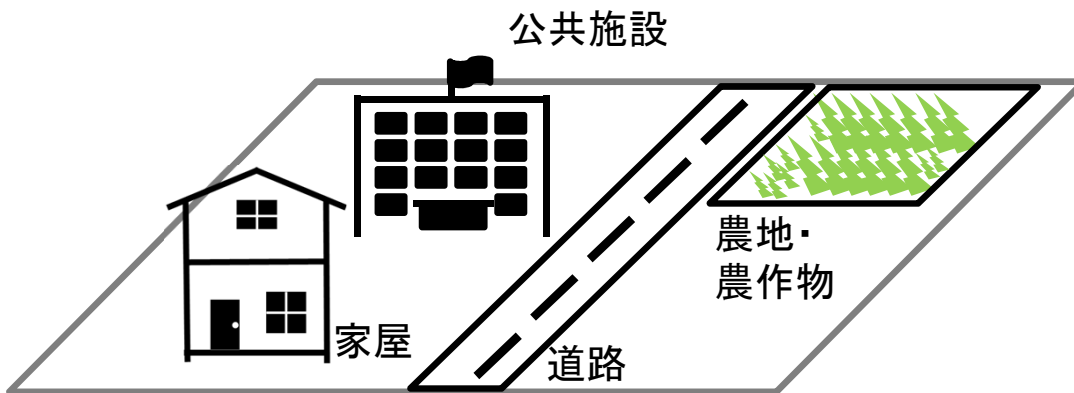


【参考】従来のリスク評価との違い

- 本検討では、メッシュに居住する地域住民が水害リスク情報を我がこととして認識できる情報の提供を目指している。
- そこで、はん濫リスク情報は各メッシュの現況の資産の情報に依らず、家屋や農地があった場合を想定し、家屋一戸あたりや単位の農地面積あたりの被害を提示する。

これまでの検討

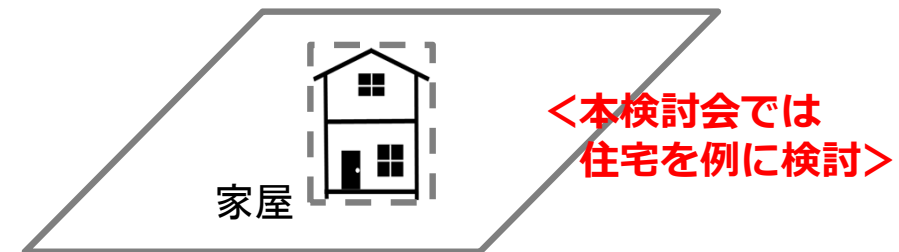
- ・対象地域のメッシュに現存する資産を暴露として設定
- ・メッシュ内の資産の被害額の総計を評価



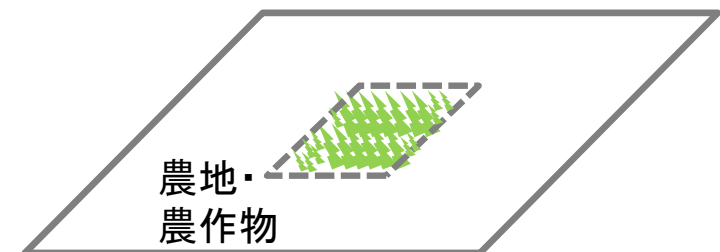
被害額の計上の対象
...メッシュに含まれるすべての資産

本検討

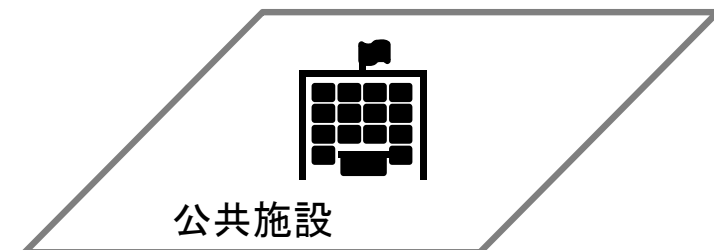
- ・対象地域のメッシュに、資産があった場合を想定
- ・家屋1戸、単位農地面積あたりの被害として整理



被害額の計上の対象...家屋1戸あたり



被害額の計上の対象...単位農地面積あたり

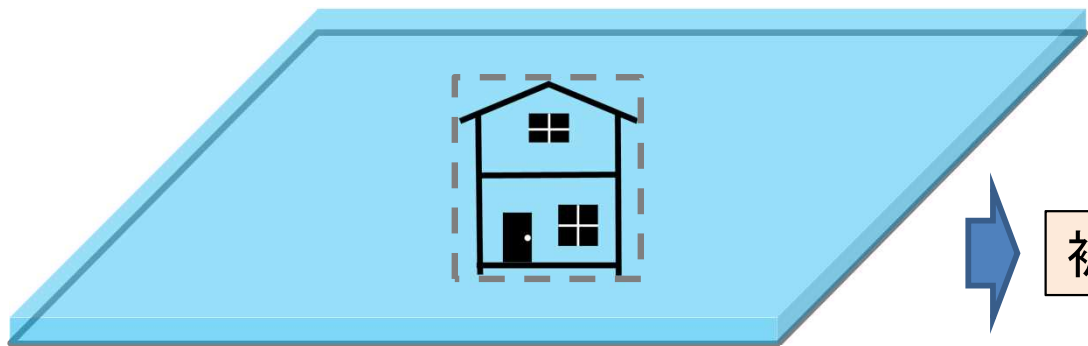


・
・
・

【参考】最適な適応策の選定手順

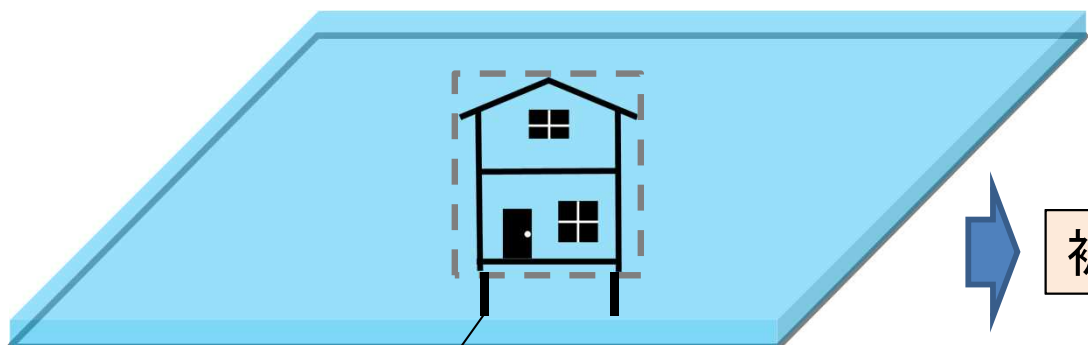
- 本検討では、メッシュに居住する地域住民が水害リスクへの備えを自ら検討できるような情報の提供を目指している。
- そこで、メッシュ内の資産（例えば家屋）があることを想定し、現況と適応策を実施した場合の被害額を提示するとともに、適応策の実施による被害軽減額と適応策の実施にかかる費用との関係から最適な適応策を選定する。

現況



被害額

適応策実施



高床化

被害額

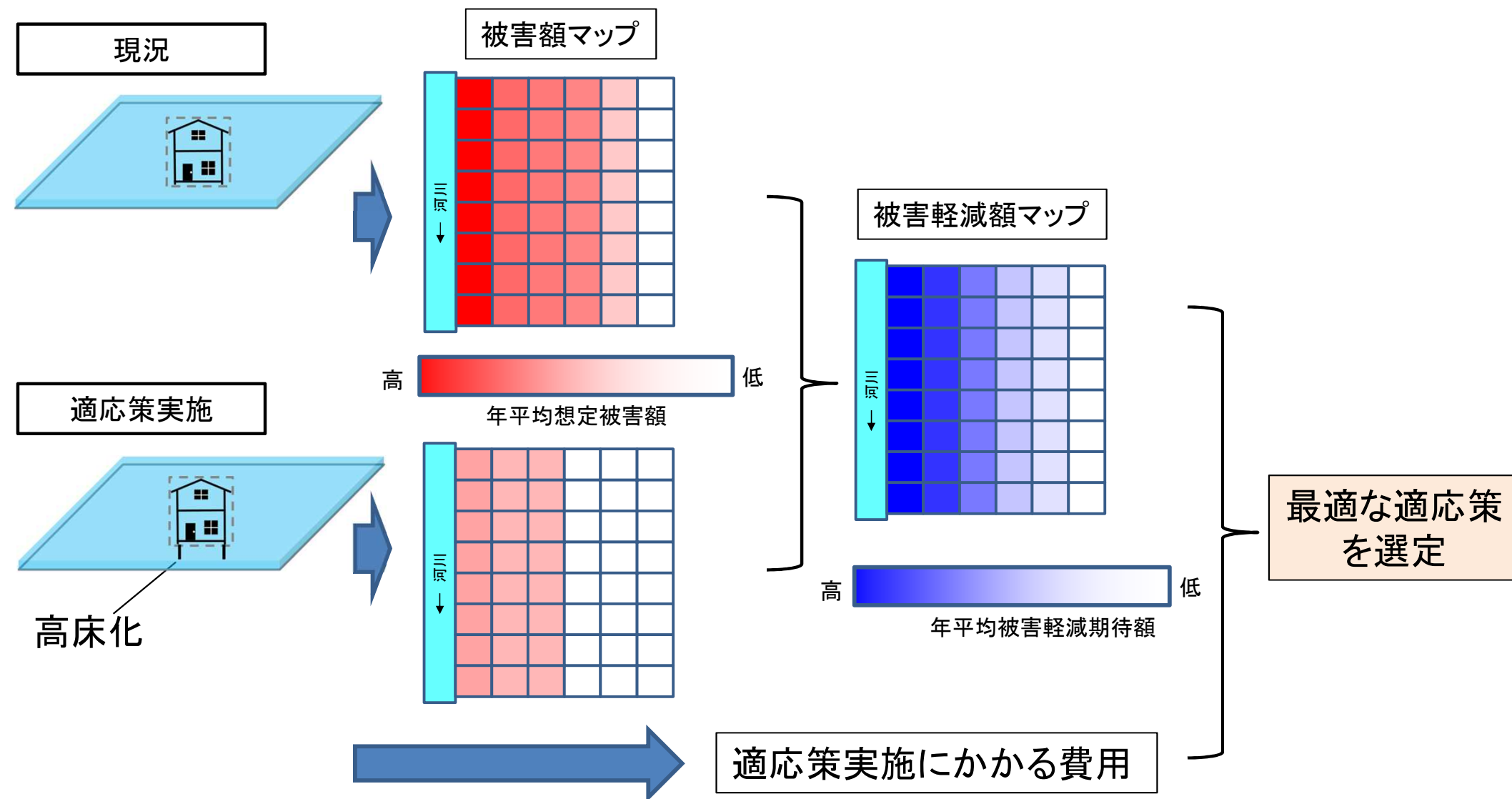
適応策実施にかかる費用

被害軽減額

最適な適応策
を選定

【参考】最適な適応策の提供方法

- 本検討では、北海道におけるこれまでの大量アンサンブルデータによるハザードの空間分布や確率的な分析結果を活用し、リスク情報を空間的に表現する。
- それぞれのマップを統合し、『水害に強いまちづくりマップ(仮)』として提供する。



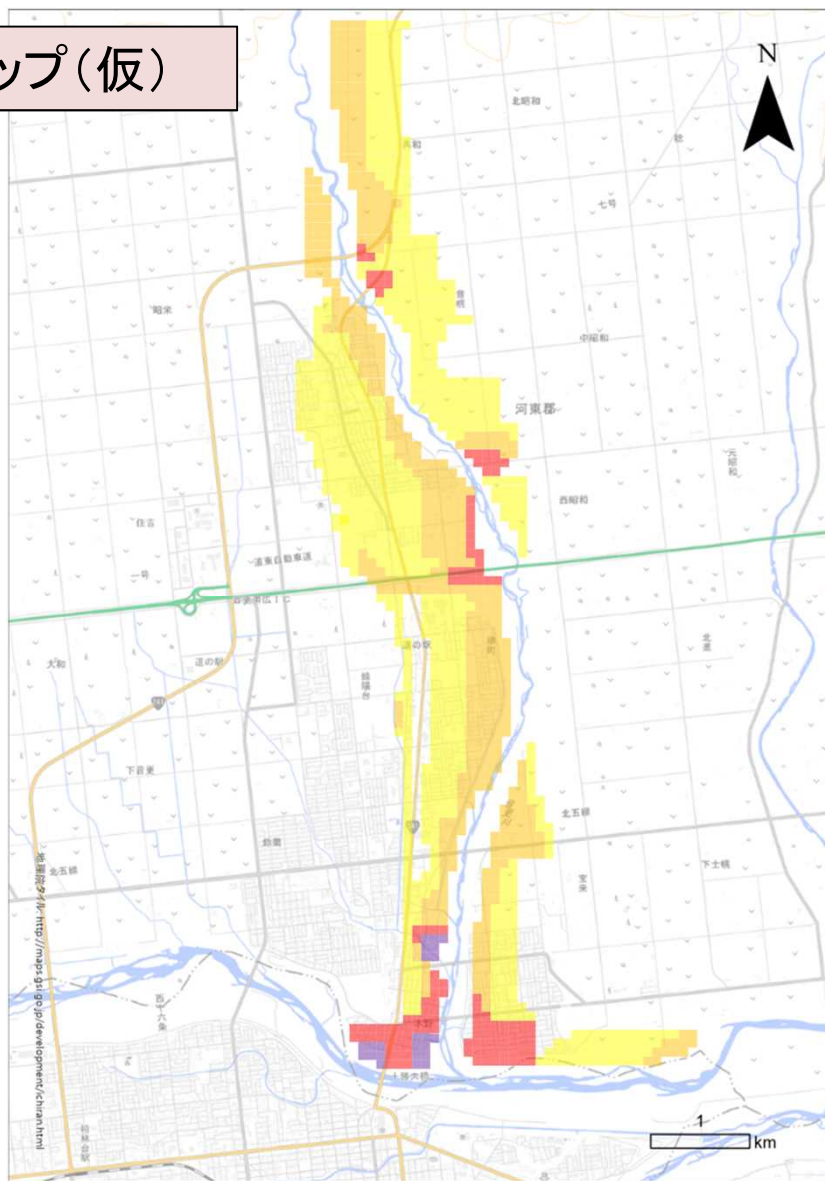
“水害に強いまちづくりマップ(仮)”のイメージ【例 対象:家屋、主体:住民】

- “水害に強いまちづくりマップ(仮)”には、各主体にとって実感に基づく情報となるよう家屋の適応策に焦点を当て、水害リスクに応じた典型的な適応策の情報を提示する。
- 適応策の実施による被害軽減額、適応策の実施にかかる費用との関係から最適な適応策を選定する。また、想定する年数は、30年に仮定するなどして検討を進める。

水害に強いまちづくりマップ(仮)

典型的な家屋の適応策

- :基礎嵩上げ(2.0m以上)
- :基礎嵩上げ(1.5m)
- :建物防水化
- :修復の容易化



整理方法案

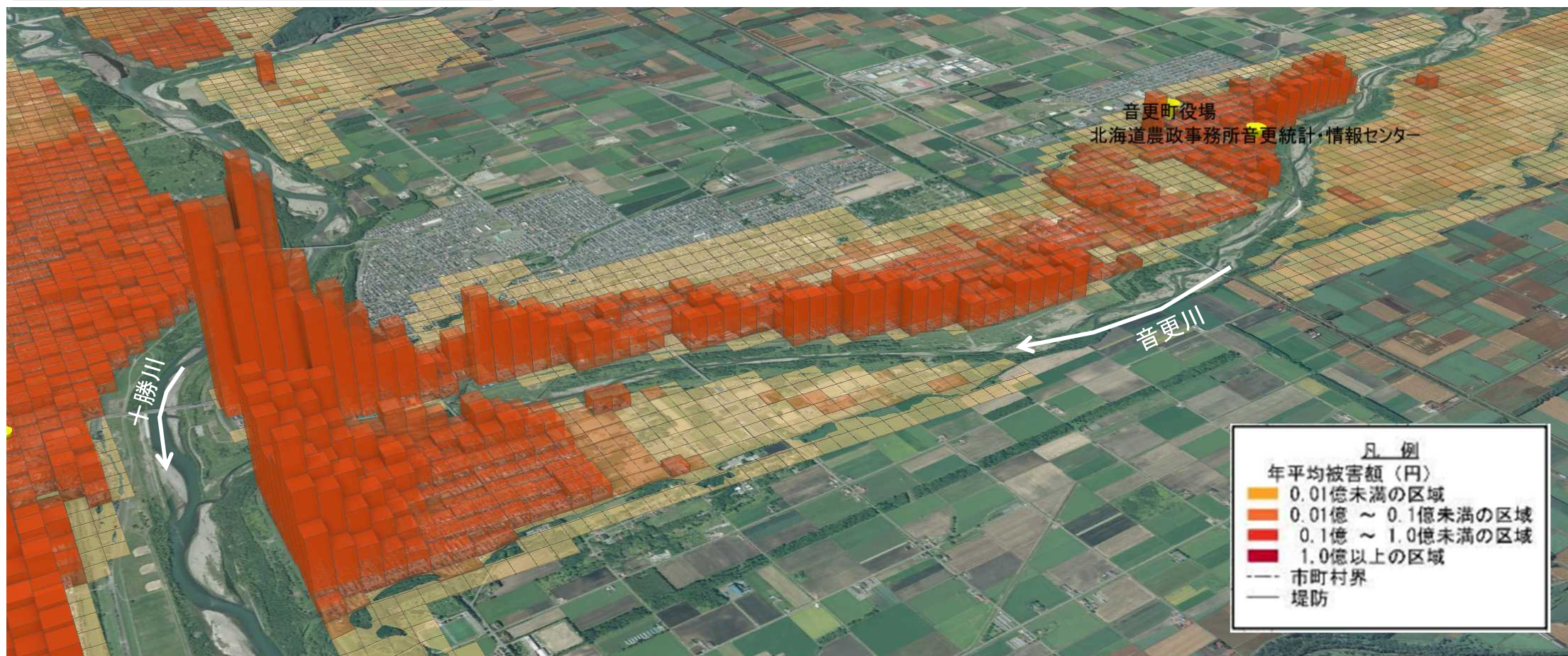
- ・住宅に住む年数は一般的なローンの支払い期間である30年と仮定。
- ・各メッシュの年平均被害額から、想定被害額を算出
- ・嵩上げや耐水化、復旧容易化などのいくつかの適応策を対象に、その対策費用を整理。
- ・想定被害額と対策費用の関係から、最も効率的な適応策をマップに示す。

※ここでの各地点における典型的な家屋の適応策はイメージで実態とは異なります。

“水害に強いまちづくりマップ(仮)”の提供方法の検討

- 整理したリスク情報は、平面的な情報として情報として整理することに加え、視覚的な理解促進のため3次元的な表現、リスクの活用主体が活用したい情報を必要とするスケールに応じて入手できるような提供方法を検討していく。
- 3D浸水ハザードマップ(寒地土木研究所開発)や国土交通省が進めるPLATEAUプロジェクト(3D都市モデル)の活用などが考えられる。

リスク情報の3次元的な表示イメージ

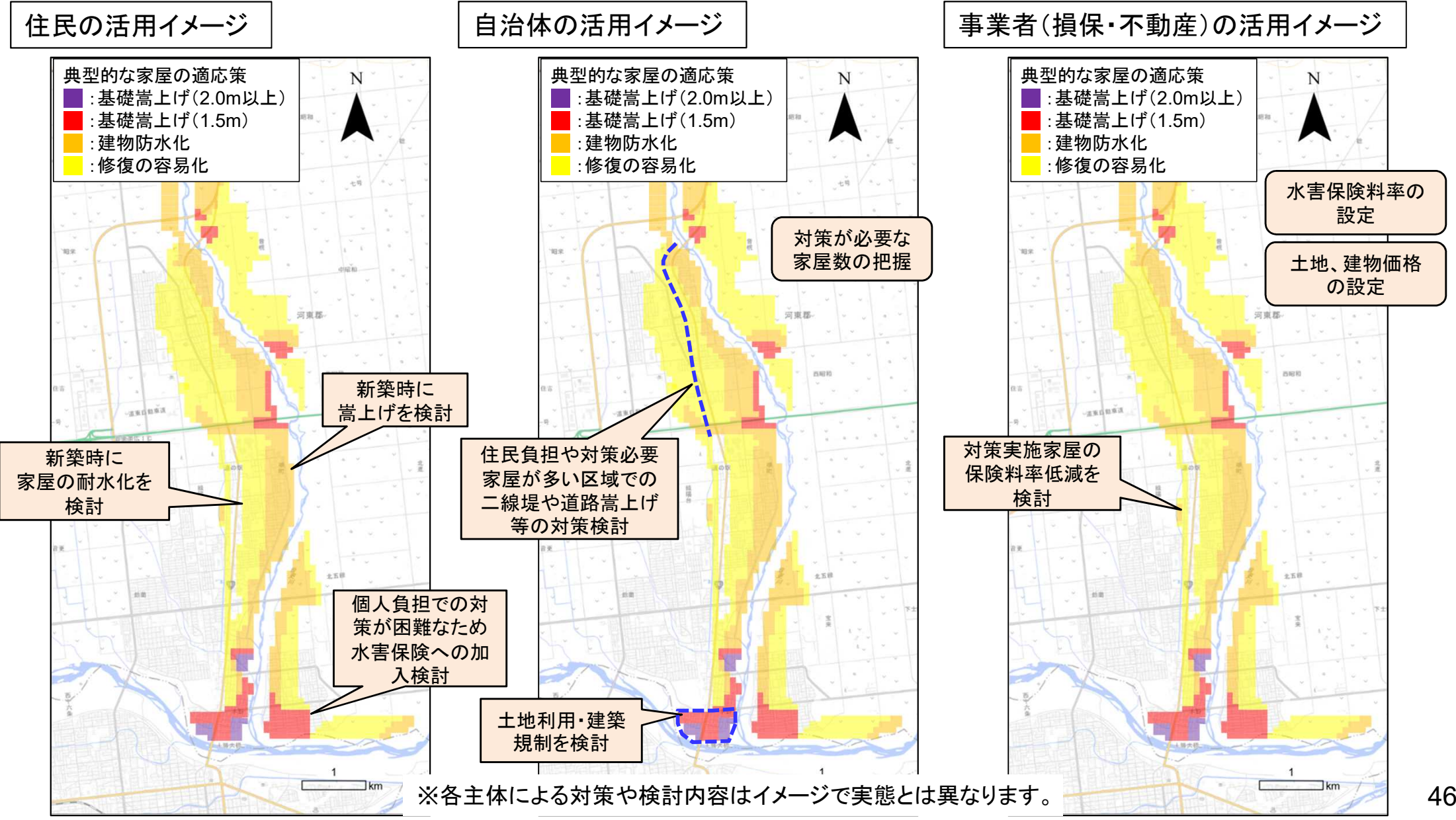


＜音更川周辺における年平均想定被害額の3次元表示＞

・既往検討におけるリスク情報のうち、過去実験における各メッシュにおける現況資産を対象とした年平均想定被害額データを基に作成

“水害に強いまちづくりマップ(仮)”の活用イメージ【例 対象:家屋、各主体】

- 家屋の典型的な適応策をマップに提示することで、住民、自治体、事業者などの各主体による実施すべき具体的な対策の検討が可能となる。
- 例えば、自治体での活用イメージでは、地域や地区ごとに、二線堤などの対策や土地利用規制等の有効性の検討が可能。



“水害に強いまちづくりマップ”の活用場面【例 対象：家屋、各主体】

- 水害に強いまちづくりマップ(仮)に示した適応策は、住民が対策を実施するか水害保険に加入するかの検討材料となる。
- また、自治体が土地利用や建築の規制の実施、二線堤や道路の嵩上げなどの関係機関と連携した流域治水対策の検討に用いることが考えられる。
- 加えて、損害保険会社による水害保険料率、不動産会社の土地・建物価格の設定に用いることが考えられる。

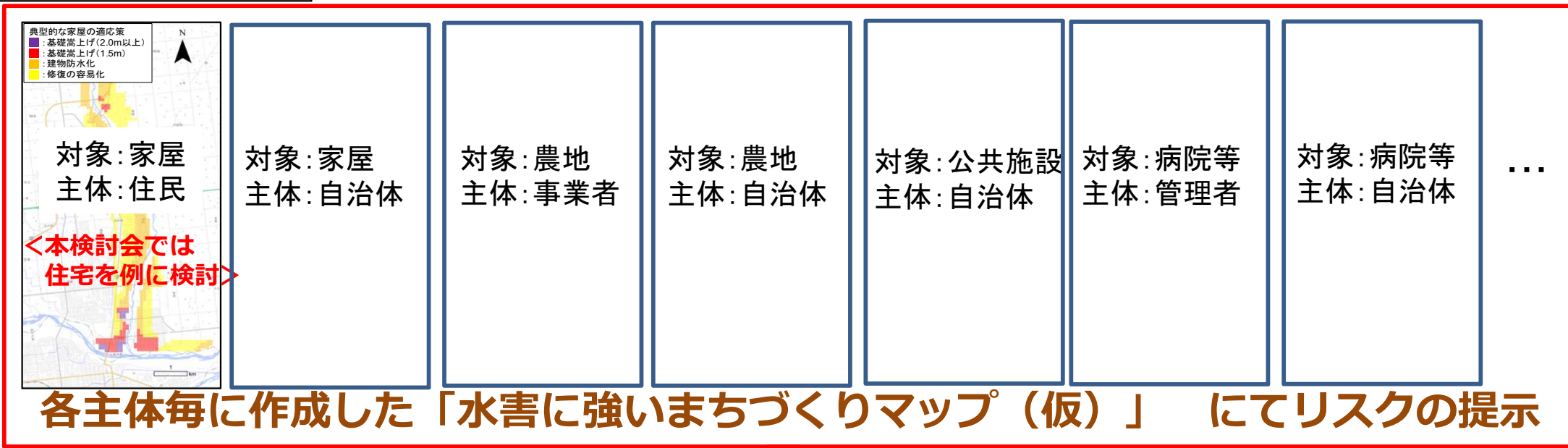
➤ “水害に強いまちづくりマップ(仮)”の想定される活用場面

主体	具体的な活用場面
地域住民	・住宅の嵩上げの検討 ・水害保険加入の検討 ・転居先の検討 等
自治体 (行政)	・現況の土地利用に基づく対策必要箇所や対策が必要な家屋数の把握 ・土地利用、建築規制区域の検討 ・流域治水対策(河川・道路事業と連携した二線堤、道路嵩上げ等の対策)の検討 ・地域住民の対策実施への補助の検討 等
事業者	(損害保険会社) ・水害保険料率の設定 (不動産会社) ・土地、建物価格の設定

“水害に強いまちづくりマップ(仮)”による地域の合意形成イメージ

- 流域特性の応じた各主体毎に作成した「水害に強いまちづくりマップ(仮)」を地域での協議ツールとして、流域治水への展開、治水計画の考え方の転換、合意形成、そして地域への実装を目指すものである。
- 本検討では「家屋」を例に試行的に検討を進めたが、今後は他の対象や主体に展開できるよう、「水害に強いまちづくりマップ(仮)」の作成を通じて確立した評価手法をマニュアルとしてとりまとめる。マニュアルはリスク情報を扱う各主体向けのものとし、大量アンサンブルデータに基づく浸水確率などのハザード情報が提供されれば、各主体が簡易的にリスクを評価できるような資料として取りまとめることを目指す。

社会実装までのイメージ



地域での協議

流域治水の展開、治水計画の考え方の転換、合意形成

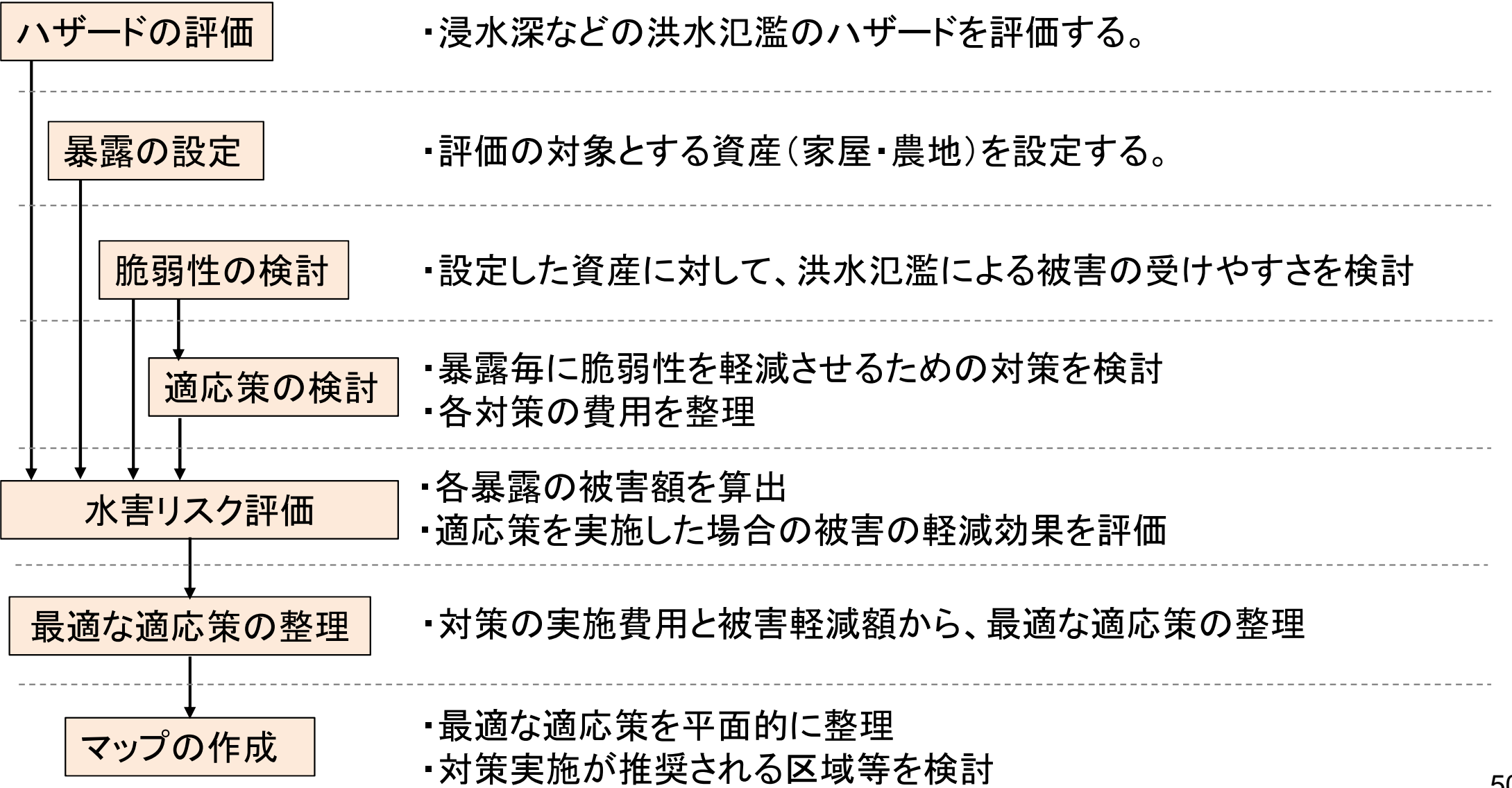
地域への実装

6. 「水害に強いまちづくりマップ(仮)」 の作成方法

水害に強いまちづくりマップ(仮)の作成方法

- 水害に強いまちづくりマップ(仮)の作成にあたり、浸水深などのハザードの評価、評価対象とする暴露の設定、その脆弱性の評価を行う。脆弱性を軽減させる適応策を検討し、適応策の実施費用と被害軽減額の関係から最適な適応策を整理する。
- 整理結果を平面的に整理し、最適な適応策等を示したマップを作成する。

➤ 水害に強いまちづくりマップマップ(仮)作成方法



水害に強いまちづくりマップ(仮)の作成方法のまとめ

➤ 水害に強いまちづくりマップ(仮)作成方法

検討項目	前提条件、検討方針など	留意事項
ハザードの評価	・直轄河川からの氾濫による浸水を対象 ・ハザードとして浸水深を評価	・氾濫解析は既存のアンサンブル氾濫解析の結果を活用
暴露の設定	・住民向けの情報として、住宅(家屋・動産)、農業事業者向けの情報として、農作物、農業機械、農地を対象	
脆弱性の検討	・家屋: 浸水深に応じた被害額 ・農作物: 浸水深に応じた被害率(作物別) ・農業機械: 浸水深に応じた被害額(機械種類別) ・農地流亡: 流速、掃流力などに応じた被害	・北海道の住宅や農業の特徴を反映したモデルとする ・農地流亡の発生条件の推定が必要
適応策の検討	・家屋: 耐水化、嵩上げ、復旧容易化など ※農業関係については適応策は検討しない予定	・個人が実施可能な対策を想定する
水害リスク評価	・適応策毎のハザード発生確率—被害額曲線の作成 ・メッシュ毎に評価	・メッシュの家屋、農地のみの被害を算出
最適な適応策の整理	・各メッシュにおける最適な適応策の整理	・想定する年数の設定が重要
マップの作成	・最適な適応策を平面図化 ・対策実施が推奨される区域等を検討	・見せ方の工夫が必要 ・主体に応じたマップが必要