近年の豪雨災害とその備え
～地方の減災と適応～

東北大学
風間　聡

令和2年2月21日

本日の話の内容

１．R1台風19号の東北地方の被害（20分程度）

２．気候変動による将来の水害（40分程度）

３．中小河川管理のあり方（10分程度）

70分話　10分質疑

本日の話の内容

1．R1台風19号の東北地方の被害（25分程度）

・概要 ＋ H27関東・東北豪雨との違い

・国管理区間破堤の状況

吉田川（鳴瀬川支川）

・県管理破堤の状況

阿武隈川

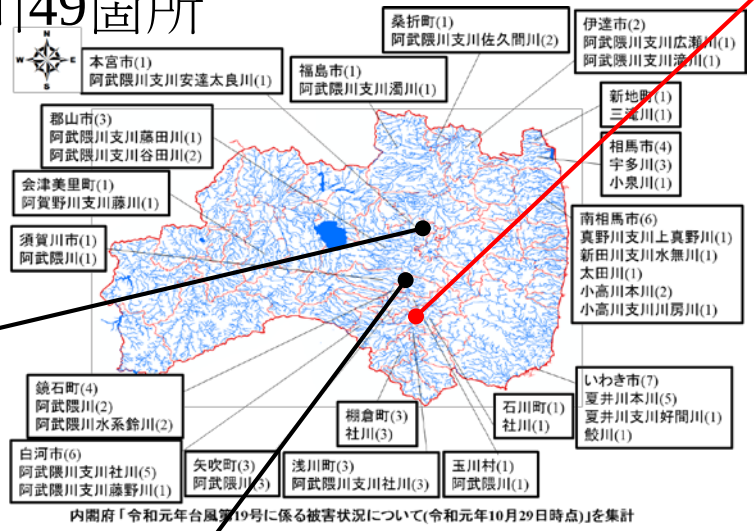
丸森地区　県管理　　内水による破堤

北部中小河川

福島県　令和元年台風第19号　被害状況

- 死者:30人，行方不明者:2名
- 住宅被害:全壊120棟，床上浸水11,327棟
- 堤防決壊： 23河川49箇所

本宮市 阿武隈川・安達太良川合流部付近の堤防決壊： 市街地付近の堤防決壊に伴い多くの死傷者.



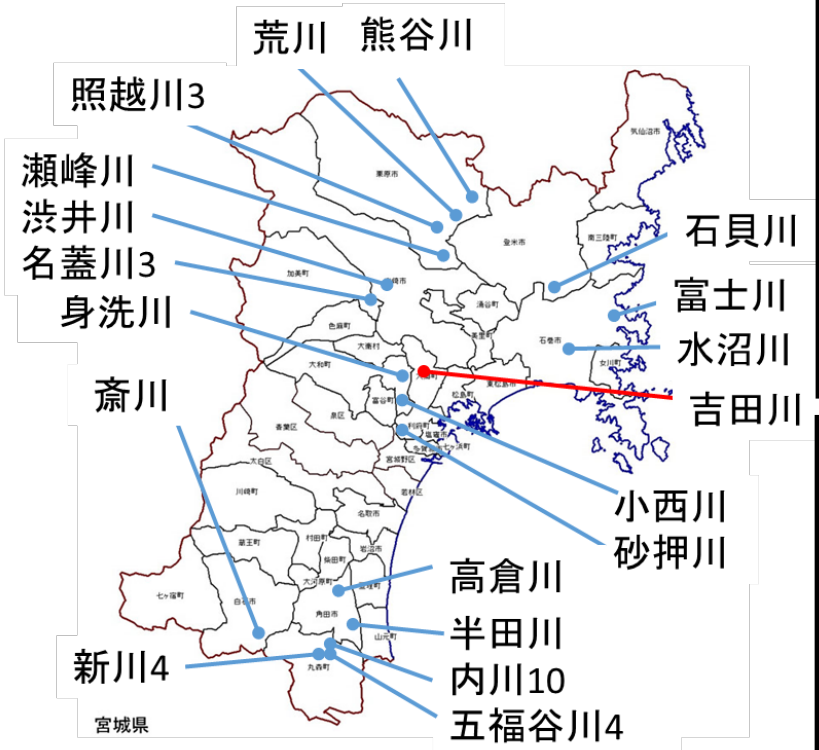
須賀川市　阿武隈川の遊水地堤防決壊：
浜尾遊水地の下流側堤防が決壊した.

矢吹町・玉川村・鏡石町　阿武隈川の堤防決壊群発： 阿武隈川狭窄部上流側の平坦面蛇行河川形状領域で堤防決壊が群発した.

概ねの河川で深夜時(AM1:00～3:00)に水位のピークが記録され，越流，外水氾濫が生じた. 県内各地で多数の高齢者死傷者が認められた.

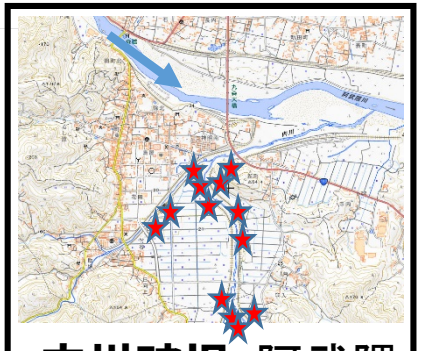
宮城県　令和元年台風第19号　被害状況

- 死者：19人，行方不明者：2名
- 住宅被害：全壊170棟，床上浸水3,031棟
- 堤防決壊：　県18河川36箇所　国1河川1箇所



令和元年台風第19号等に係る被害状況等について（内閣府、11月1日）

渋井川破堤：H27左岸。R1右岸



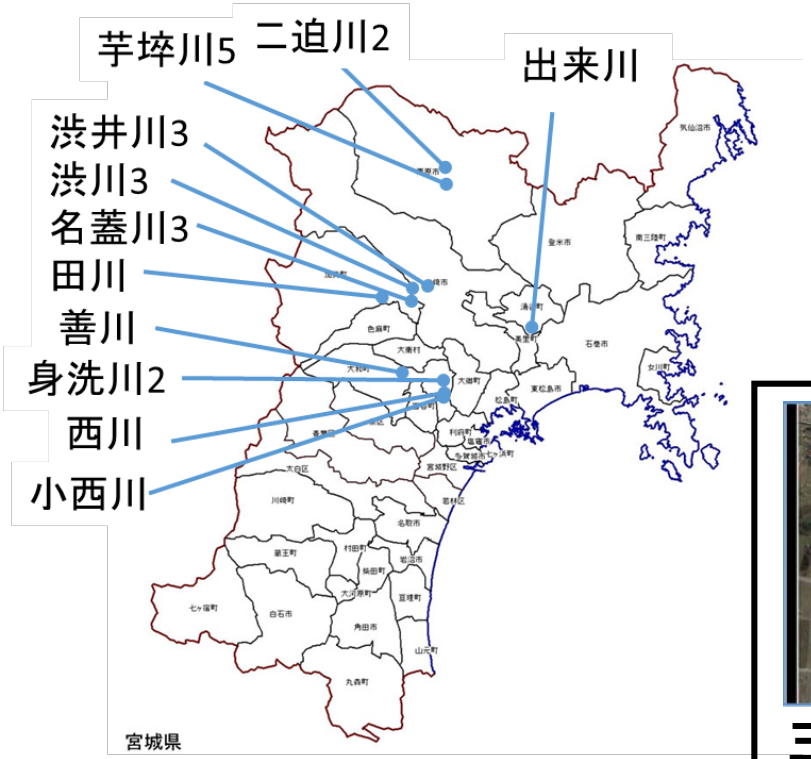
内川破堤：阿武隈の内水外水。計18箇所

吉田川破堤：　土地の関係で特殊堤。堤防高さが低い。河道もやや狭窄

多くの河川で深夜時(23:00～3:00)に水位のピークが記録され，越流，外水氾濫が生じた．県内各地で多数の高齢者死傷者が認められた．

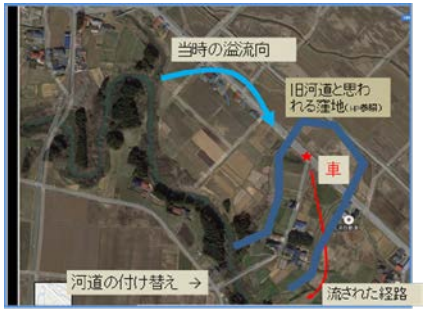
宮城県　平成27年台風第18号　被害状況

- 死者：2人，行方不明者：0名
- 住宅被害：全壊2棟，床上浸水138棟
- 堤防決壊：　県11河川23箇所



平成27年台風第18号等に係る被害状況等について（内閣府、2月19日）

渋井川破堤：左岸。



三迫川：旧河道への溢水。車が流され1名亡くなる

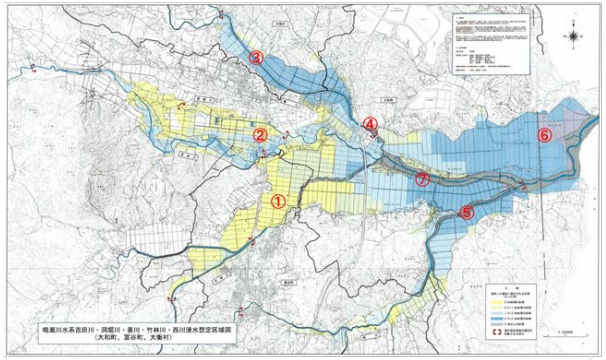


図４－６　（上図）吉田川の浸水状況（国土交通省資料[1]）．図中の黄数字は図-1と同じ．
（下図）吉田川・洞堀川・善川・竹林川・西川浸水想定区域図（宮城県河川課資料[2]）．

吉田川三川合流部浸水：

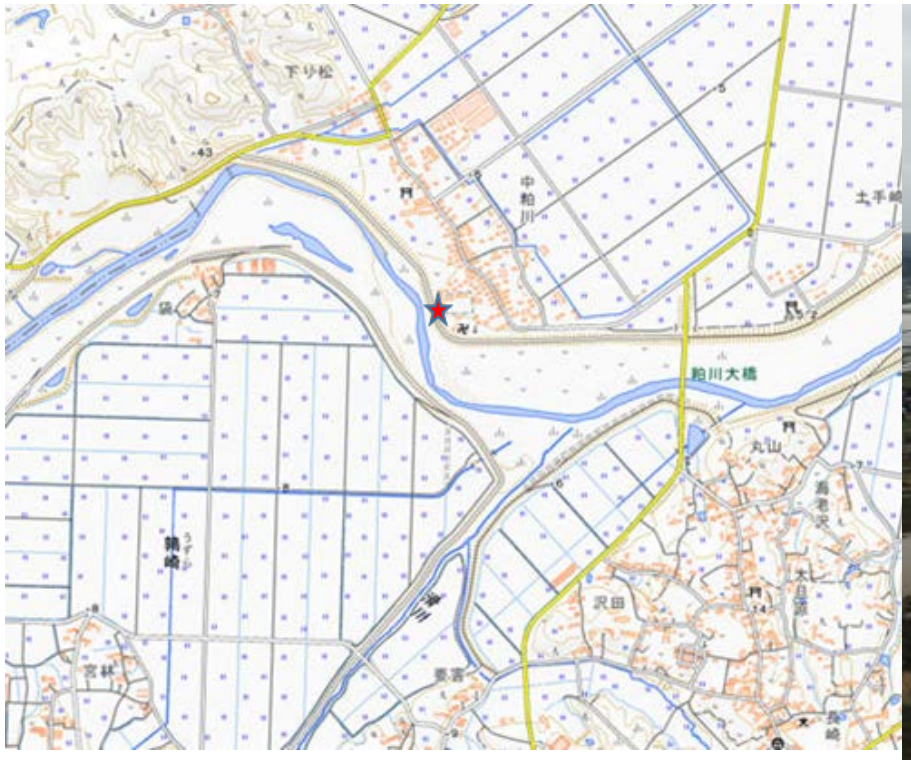
都市中心部が浸水．役所，警察署などが浸る

この後，この地域に遊水地計画が持ち上がる

多くの河川で深夜時(1:00～6:00)に水位のピークが記録され，越流，外水氾濫が生じた．県内各地で2名が車移動中に亡くなった．

吉田川の破堤

- 特殊堤
- (やや)狭窄部



狭窄　植生
強靭化対策で掘削予定だった

吉田川の破堤

- 特殊堤
- （やや）狭窄部

阿武隈川 丸森町

- 内水外水（内川18破堤）
- 内水からの破堤
- 阿武隈は関与せず
  背水はなし　自己流のみ

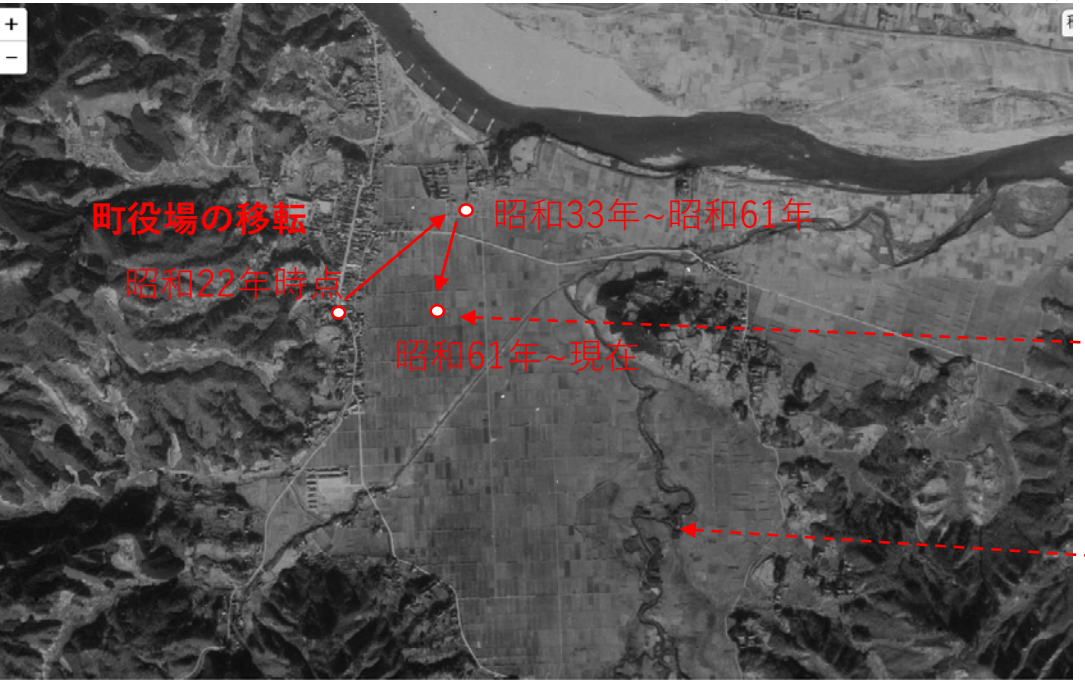
1. R1台風19号の東北地方の被害

丸森町調査　東北大学土木工学専攻・田中

2019/10/13
現地調査

丸森町中心市街地形成の歴史(東北大学土木工学専攻・田中)

1947/11/13(昭22、国土地理院)



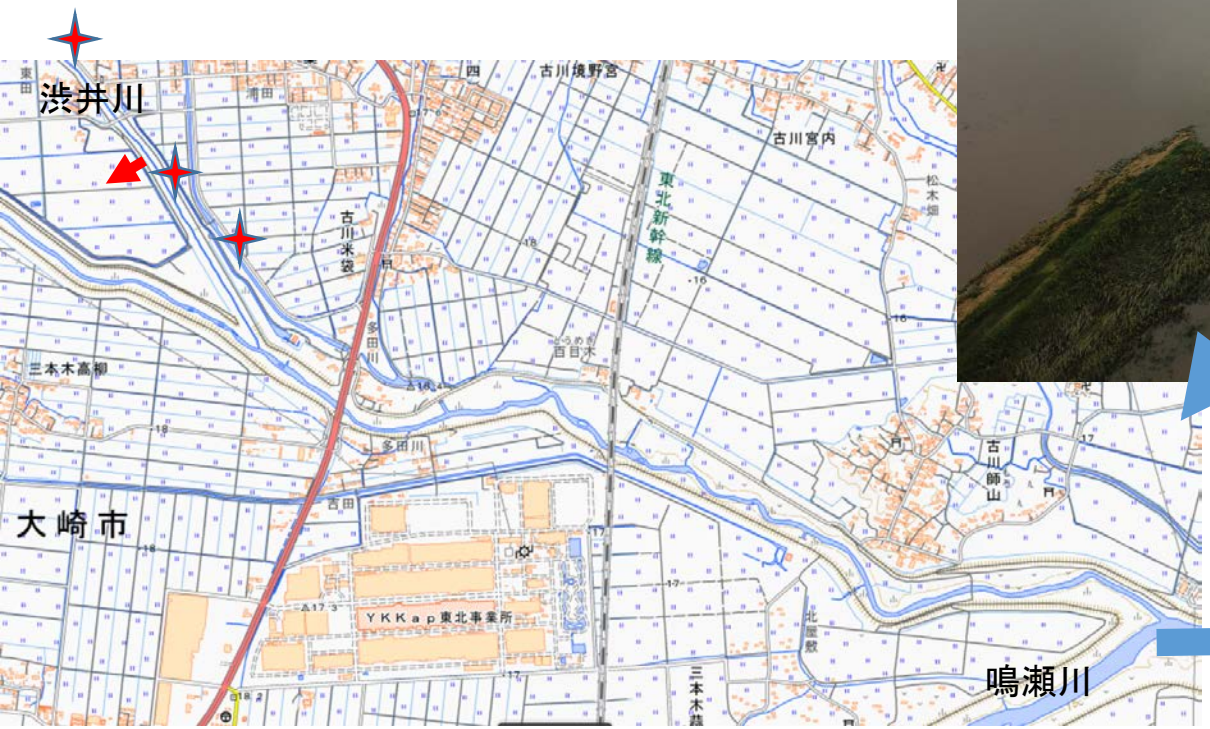
2019/2/13（令元、Google Earth）

- 山際の微高地に町の発達。
- 内川の蛇行河川を直線化。
- 堤防整備の後に、低平地への市街地(町役場，病院etc.)の拡大。
- 町役場周辺の水没と堤防決壊に関連は無し。

宮城県　県管理区間の破堤状況

- 18河川36か所
- 中小河川の破堤状況
- 多くは水位周知河川ではない
- 福島県（県管理）のまとめ
  - 越流破堤10地点（阿武隈本流4地点含む）
  - 内水破堤（戻し流れ）4地点（阿武隈本流2地点）
  - 浸透破壊2地点
  - 構造物1地点（樋門＋鉄道橋脚）

渋井川　H27年破堤

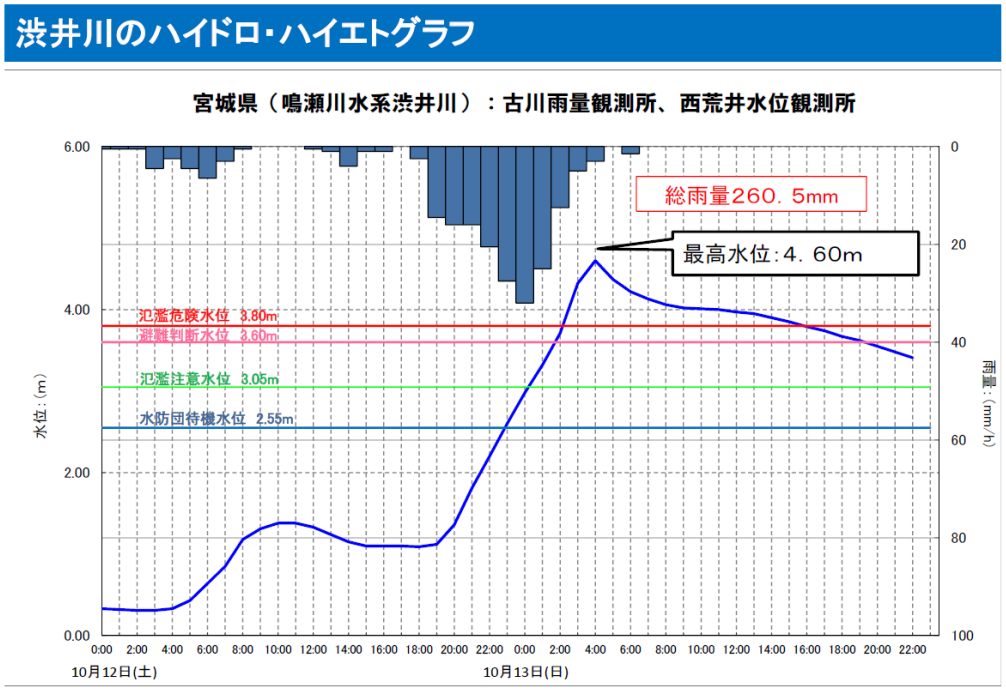


- 直線部
- 浸透破壊？

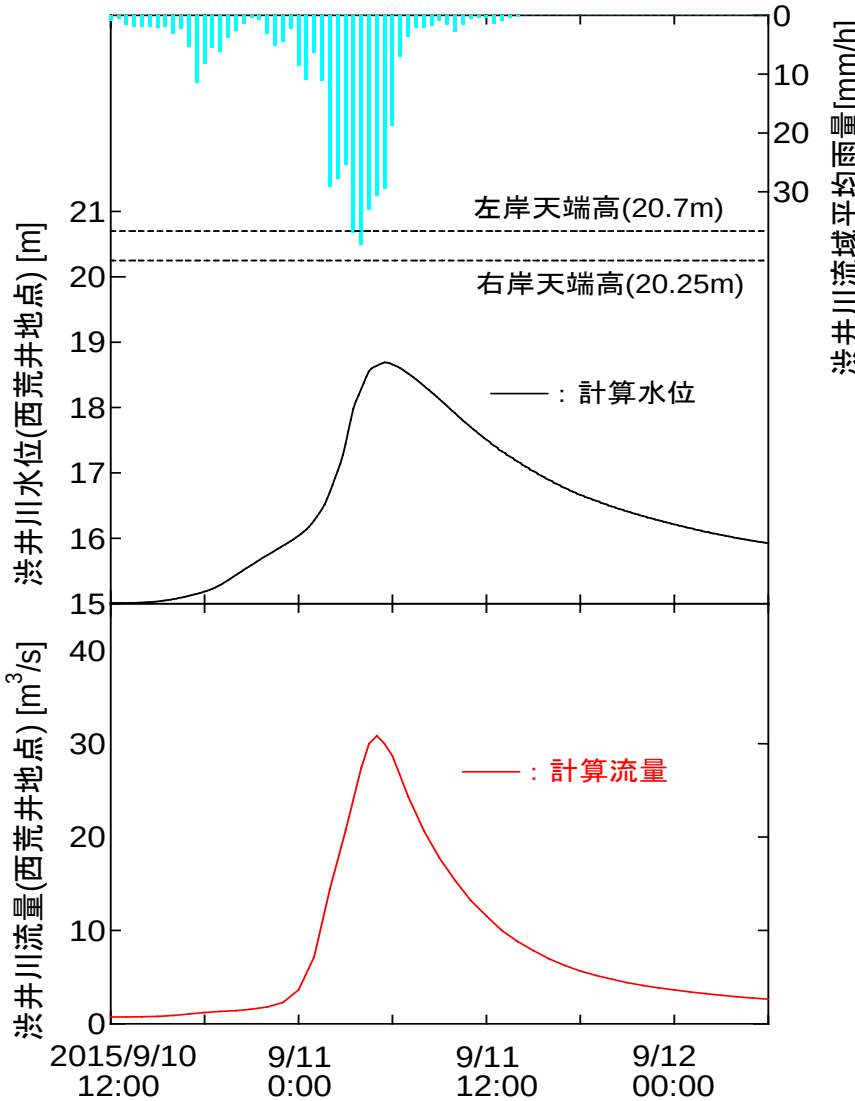
- 3.5m/8hrの上昇
- 2件の被害

H27年破堤地点

渋井川



R1流量雨量



H27流量雨量、呉ら

R1　4.6m上昇0.44m/hr　総雨量260mm

H27 3.8m上昇1.0m/hr　総雨量215mm

渋井川

- 堤体植生被覆
- 柔らかい
- 空隙、水みち？が見られる

越流の可能性もあり
H27は浸透破壊とされた

1. R1台風19号の東北地方の被害

熊谷川

- 橋による狭窄部あり
- 蛇行による遠心力越流

- 1.5m/8hrの上昇
- 住宅地への被害なし

1. R1台風19号の東北地方の被害

熊谷川

- 破堤外部での洗堀
- 土砂はそれほど出ていない

- 上流側　水田に一部溢流
- 住宅地への被害なし

1. R1台風19号の東北地方の被害

瀬峰川

- 破堤というよりも側岸浸食
- 堰がせきあげ

1. R1台風19号の東北地方の被害

瀬峰川

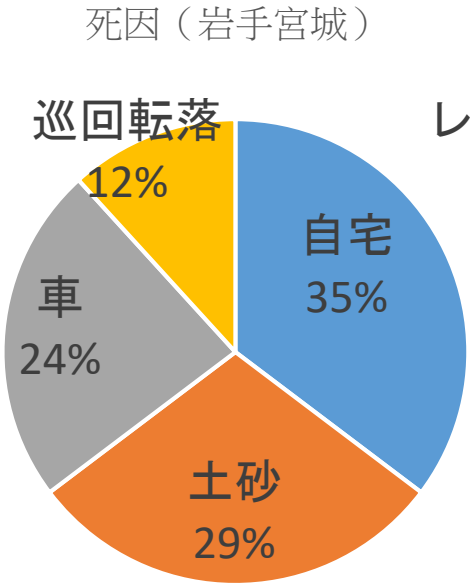
- 破堤というよりも側岸浸食
- 堰がせきあげ

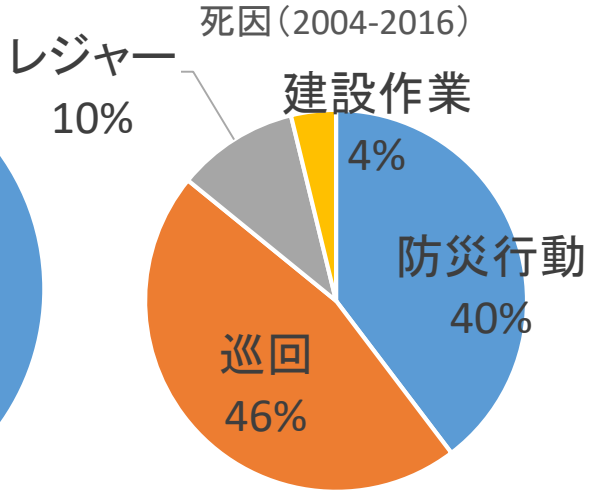
宮城県管理河川（阿武隈の主な支川除く）の破堤まとめ

熊谷川	曲線	水田
荒川	樋門	水田
照越川	曲線　3か所	水田 内水破堤有
瀬峰川	取水堰 植生繁茂	水田
石貝川	曲線	水田
渋井川	直線 浸透破壊	水田、住宅 H27決壊
名蓋川	曲線　直線 浸透破壊1 3か所	水田、住宅 H27決壊
富士川	直線 浸透崩壊？	水田
水沼川	曲線	水田
小西川	曲線	車流出死亡 水田 H27決壊
砂押川	曲線 橋脚狭窄	水田
高倉川	曲線 植生繁茂	水田、住宅
半田川	直線 植生繁茂	水田
斎川	曲線	
身洗川	直線 越流破堤 植生繁茂	水田
太字	水位周知河川 浸水想定図有	

宮城県管理河川（阿武隈の主な支川除く）の破堤まとめ

- H27 年11河川23か所→R1年18河川36か所
- 3河川がH27と同じ（地点は違う）
- 家の被害は少ない：水位周知河川ではない
  - 平地河川と山地河川との違い
- 仙台周辺には破堤がない
- 曲線部に発生
- 植生繁茂が見られる
- 構造物が関与
- 内水破堤が見られた





牛山、2017　一部改

中小河川管理の議論

生命の守り方、管理の在り方、住民の在り方など

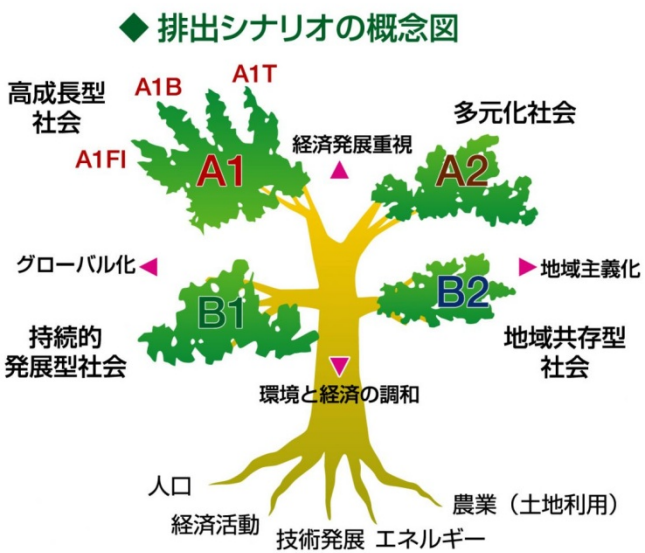
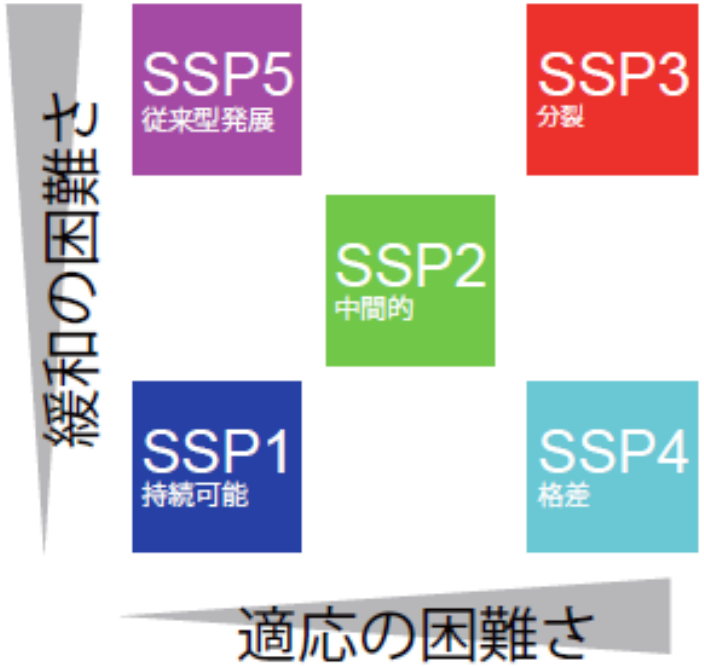
本日の話の内容

2. 気候変動による将来の水害（25分程度）

- 将来の豪雨
- GCMとRCPとSSP
- 将来の洪水被害と適応策

GCMに必要なシナリオ

シナリオって？？

	いままでのシナリオ	新しいシナリオ
社会経済	SRES	SSP
排出		RCP
気候	CMIP3	CMIP5
社会経済シナリオのコンセプト		

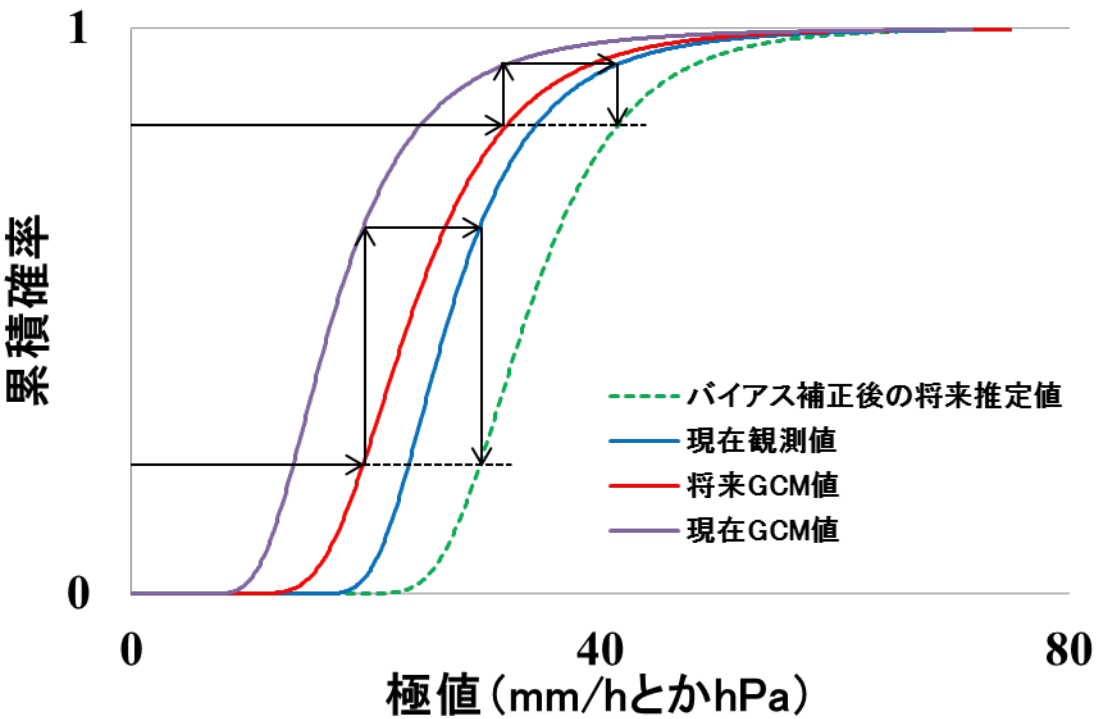
国環研，花崎ら資料

極値の将来推定

バイアス補正 | GCMの気象要素の含まれている統計的な誤差（バイアス）を補正

GCMの現在値，現在観測値

GCMの将来値 → バイアス補正後のGCMの将来値



バイアス補正の概略図

GEV分布関数

$$F(x) = \begin{cases} exp\left\{-\left(1-k\dfrac{x-c}{a}\right)^{1/k}\right\} & (k \neq 0) \\ exp\left\{-exp\left(-\dfrac{x-c}{a}\right)\right\} & (k = 0) \end{cases}$$

$F(x)$: 確率変数xの分布関数

c, a, k: 母数パラメーター

年極値の将来値を現在値で補正 → 将来の被害額

水災害被害額の将来推定　洪水

入力：　GCM+気候シナリオ
対象：　現在，近未来，将来未来
解像度：　1km
モデル：　２次元不等流モデル
　　土地利用による流れの摩擦を表現
被害額推定：　治水経済マニュアル（国交省）
解析手法：　　確率洪水流量と確率降雨の関係式
　　浸水深と期間を計算
　　土地利用に応じた被害係数
　　治水レベル1/50とした場合の被害額
　　一般資産被害額のみ
　　過去30年の平均を現在被害額に補正

水災害被害額の推定　洪水

入力：　GCM+気候シナリオの組み合わせ

GCM：４種類　機関によって異なる
MIROC（東大，国立環境研究所，JAMSTEC）
MRI (気象研)
HadGEM（イギリスハドレーセンター）
GFD（アメリカ、地球物理流体力学研究所(GFDL)）

シナリオRepresentative Concentration Pathways
放射強制力の変化をシナリオ化
：RCP2.6，RCP4.5，RCP8.5
RCP2.6: 2100年までにピークを迎えその後減少する低位安定化シナリオ
RCP8.5: 2100年以降も放射強制力の上昇が続く高位参照シナリオ
RCP4.5: 中位安定化シナリオ

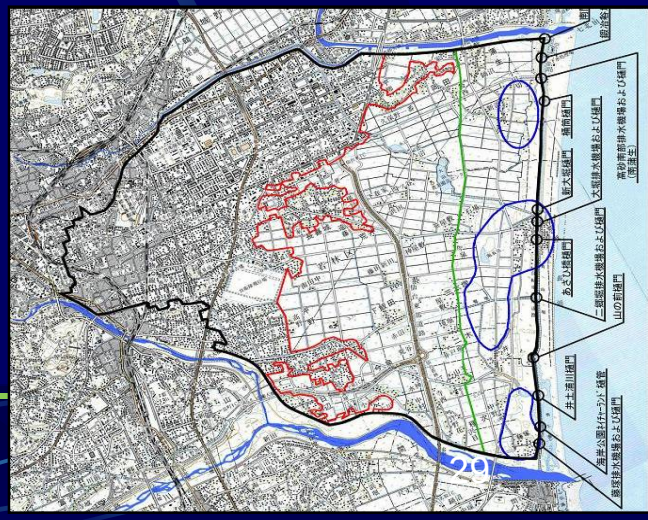
洪水のシミュレーション

- 氾濫シミュレーション

土地利用区分	粗度係数
田・畑地・森林	0.060
幹線交通用地	0.047
その他の用地	0.050
建物用地	0.050
河川地・湖沼 海浜・海水域	0.020

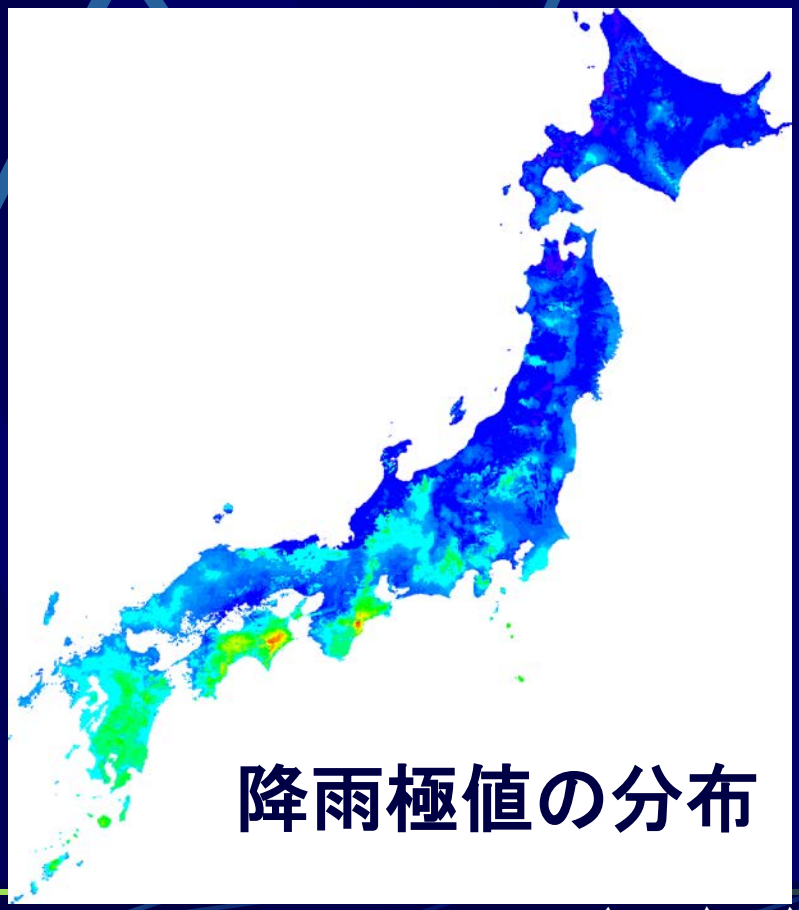
水深

WD 0.0m, 0.5m, 1.0m
WD 1.5m, 2.0m, 2.5m



洪水の適応策

日本全域解析結果（再現期間100年）



0m　1m

0　700　(mm/day)

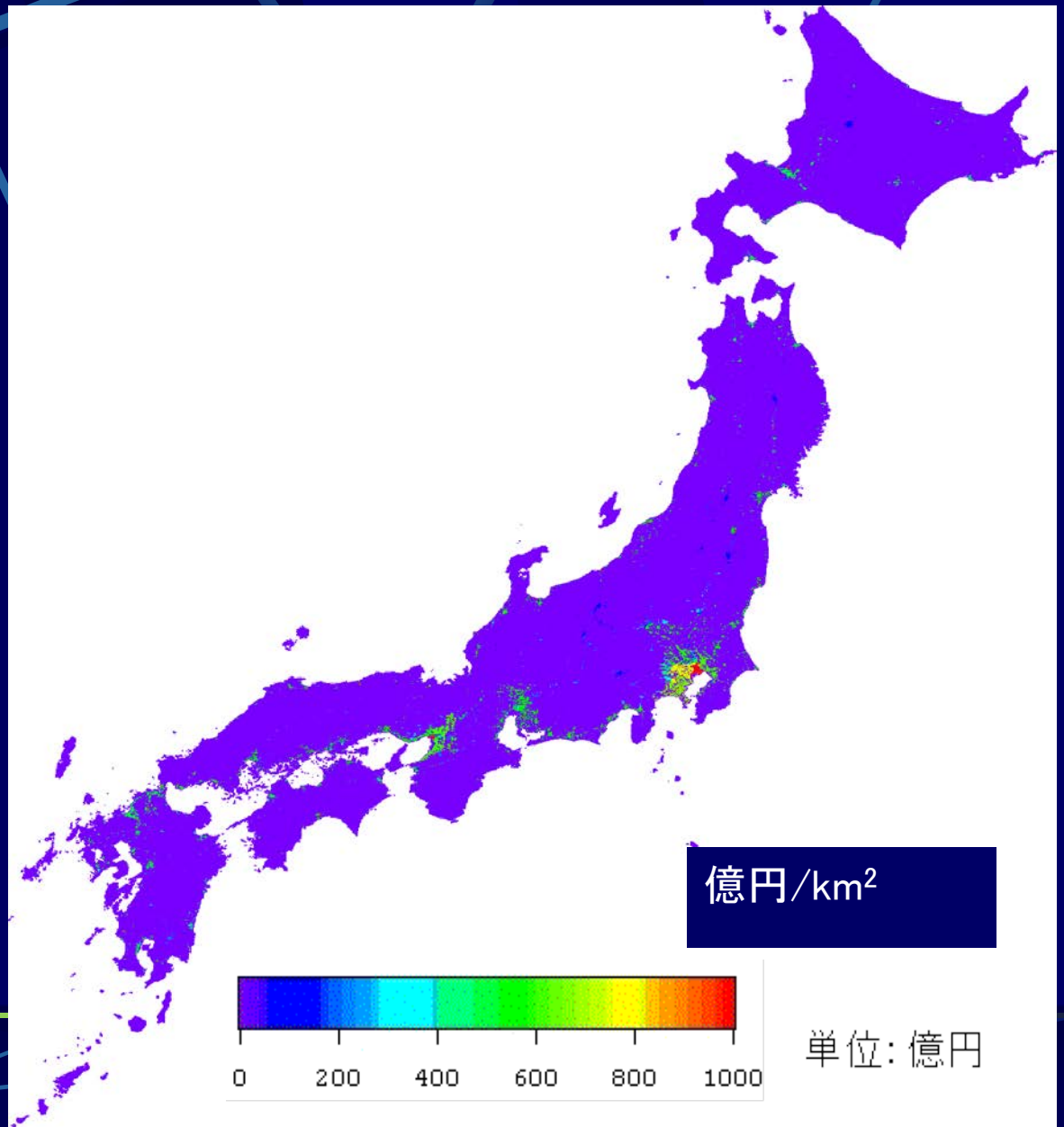
年平均被害額(期待値)の分布

３大都市圏，都市域と地方との差が大きい．

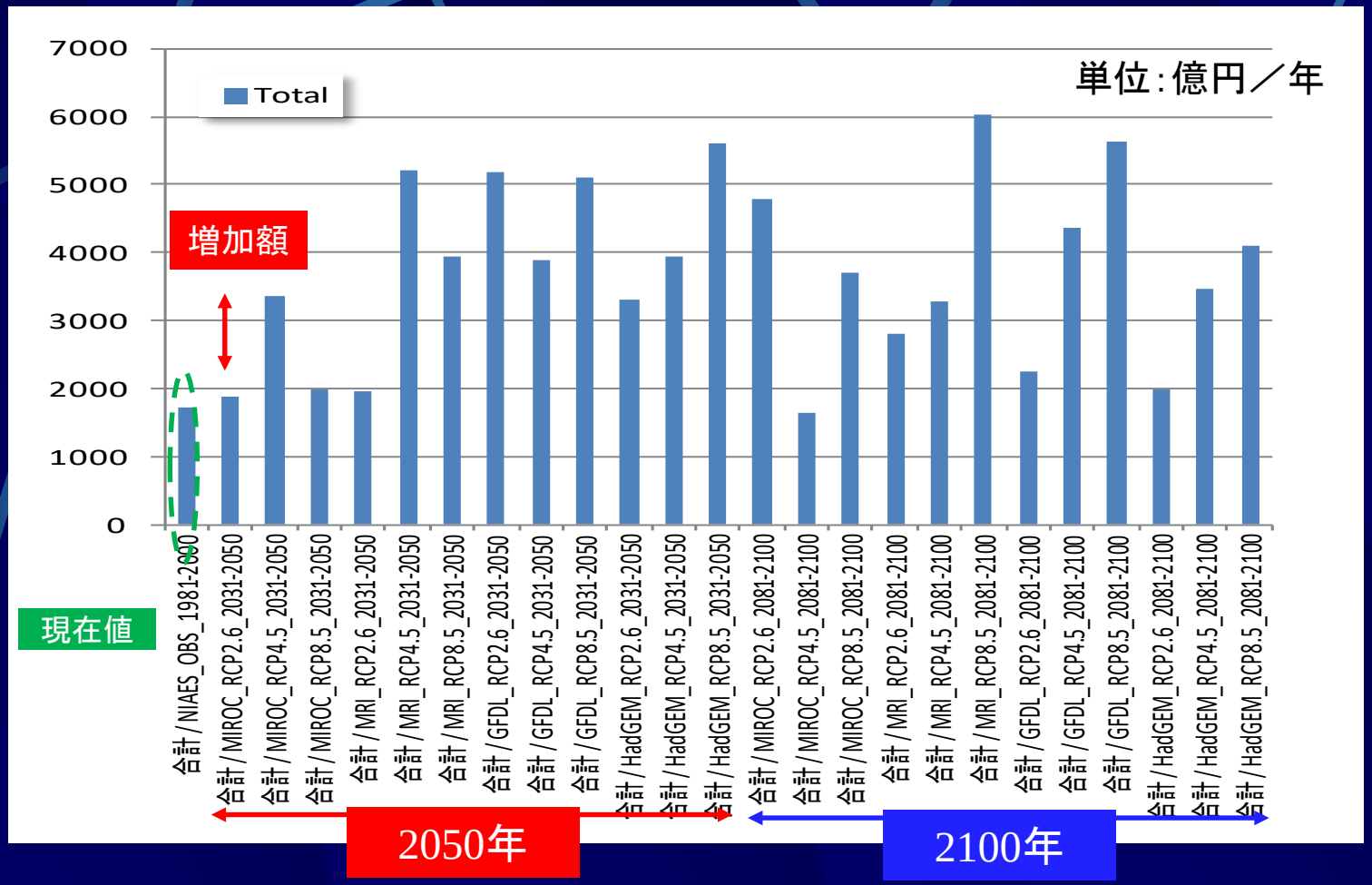
低平地に大きな被害

→　都市が多い

→　僻地　被害小



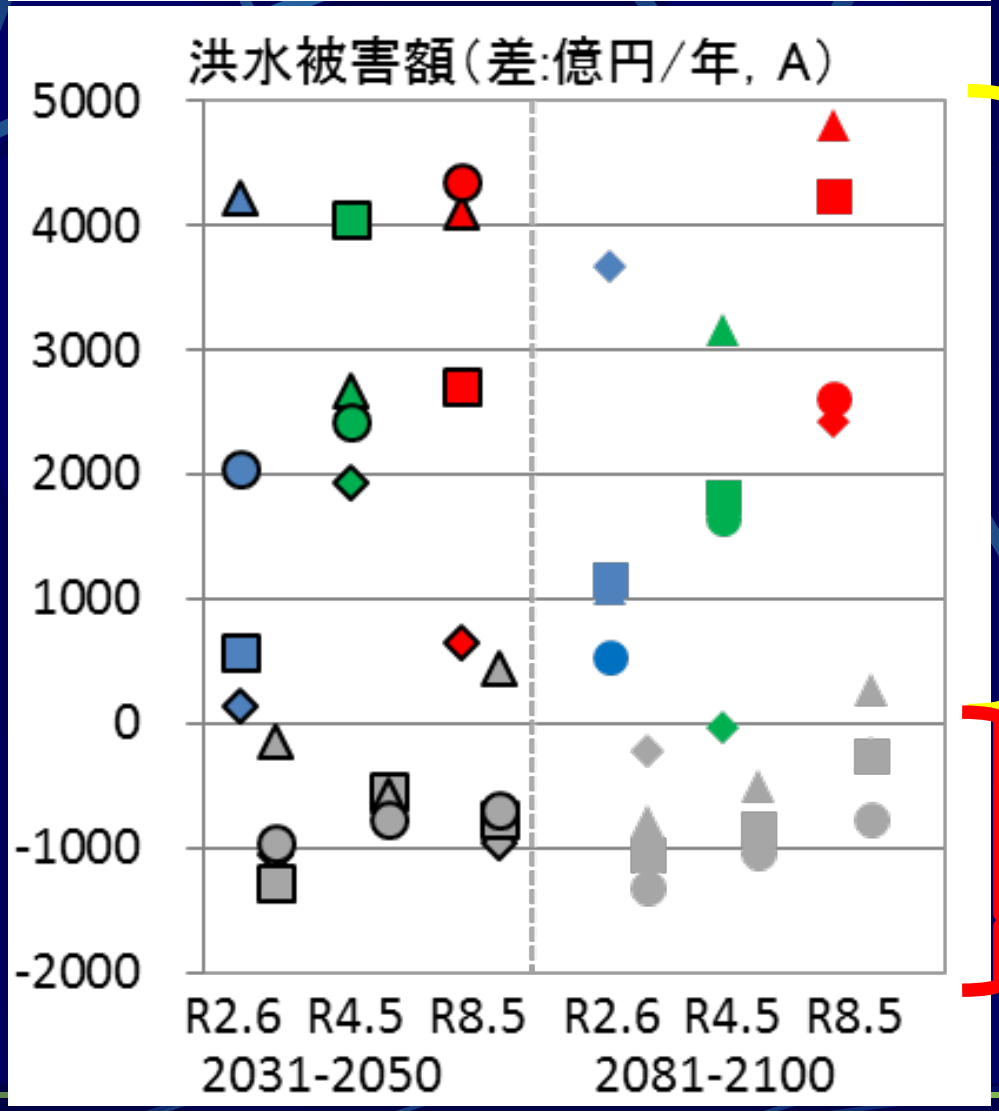
水災害被害額の推定　洪水



影響関数を用いたマルチGCM推定

水災害被害額の推定　洪水

MIROC MRI HadGEM GFD

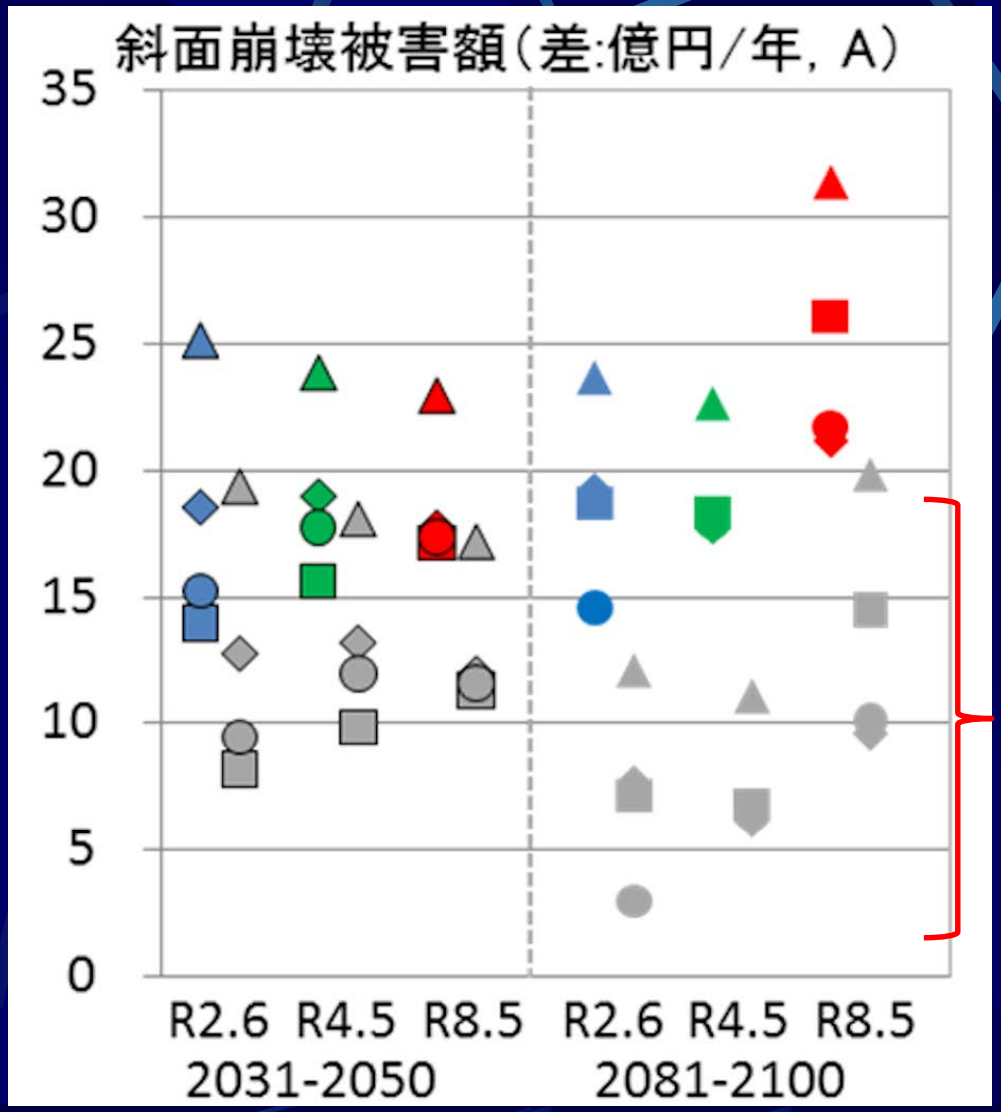


治水レベル
50年洪水
（現状）

MIROC ◆
MRI ■
HadGEM ●
GFD ▲

治水レベル
70年洪水
（適応後）

適応費用の推定　斜面災害

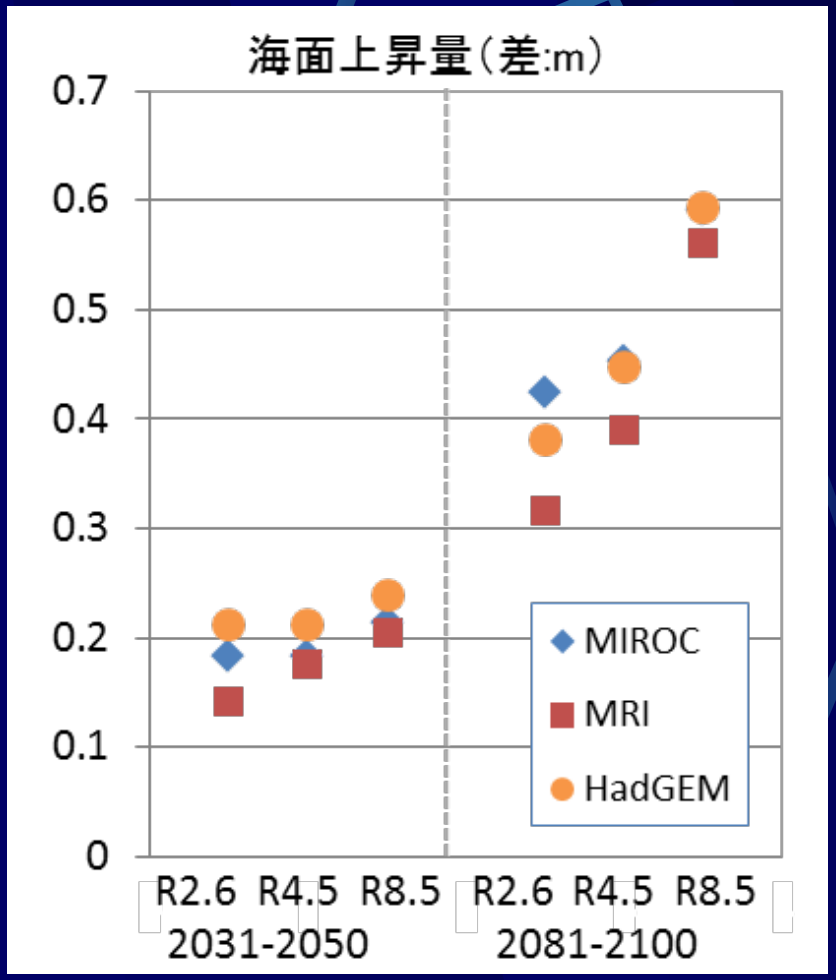


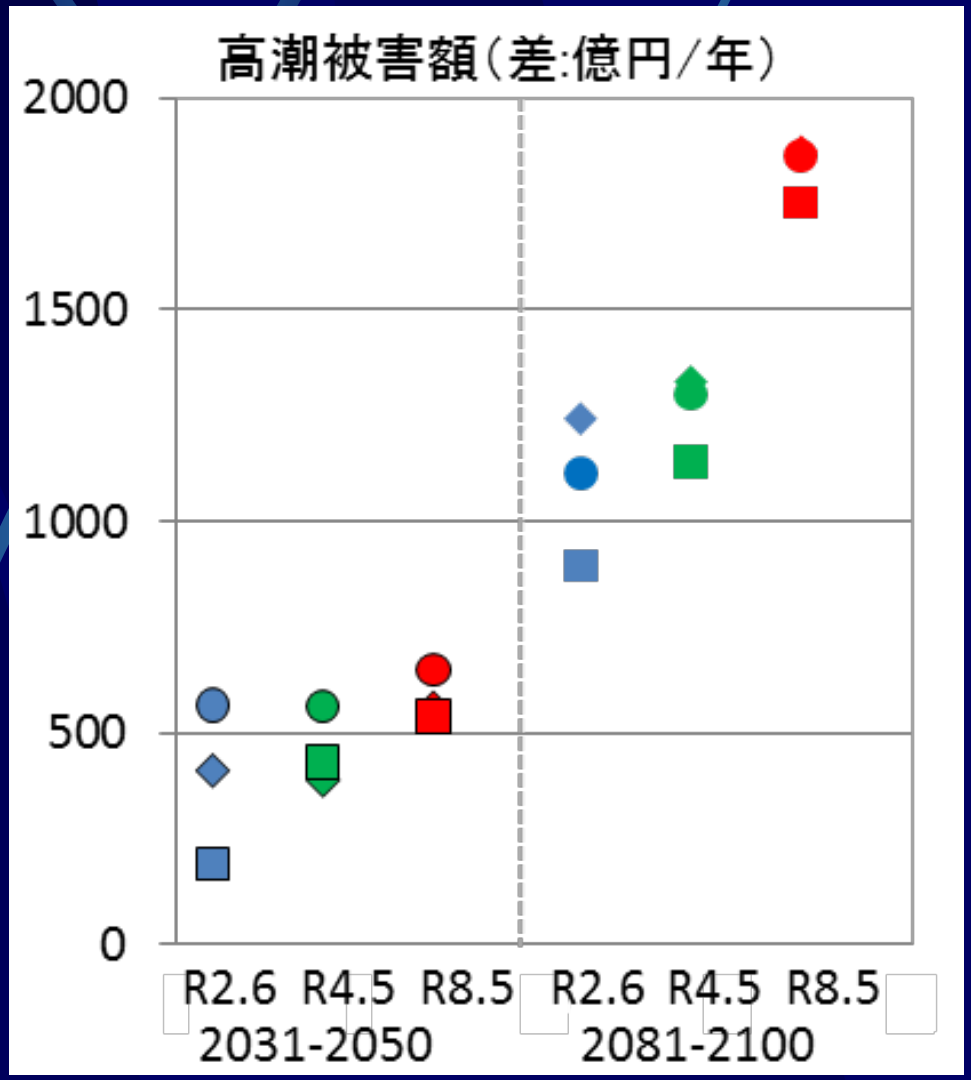
MIROC ◆
MRI ■
HadGEM ●
GFD ▲

適応した場合

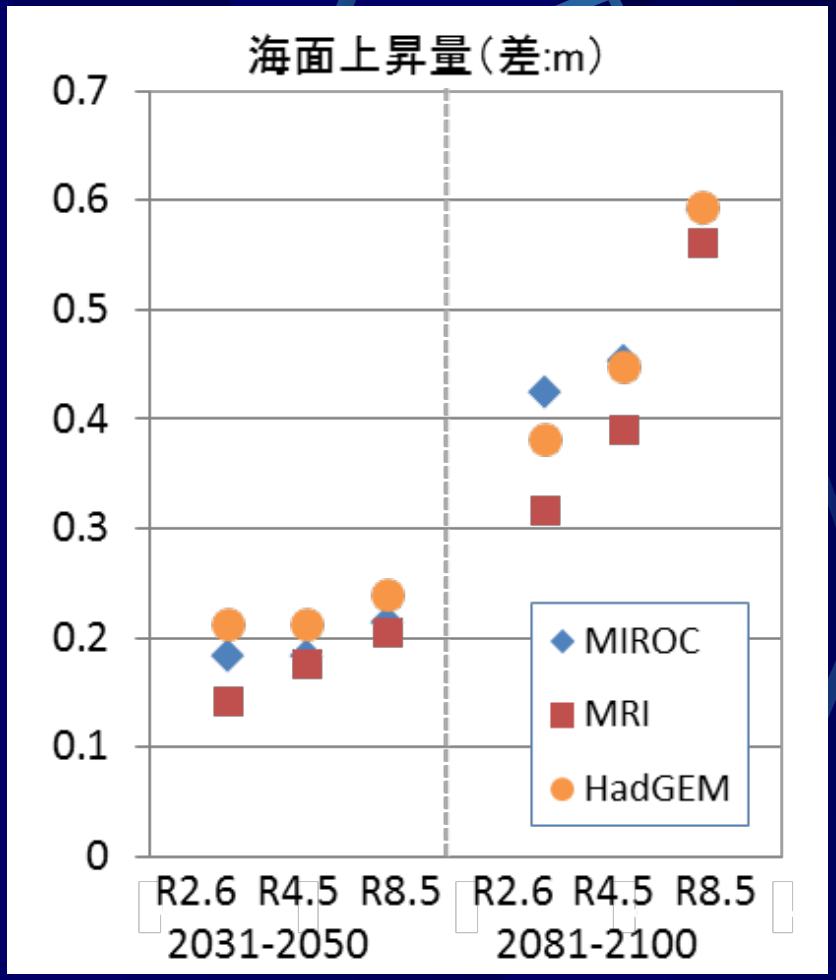
土砂災害危険箇所を2050, 2100年に25%, 50%対策

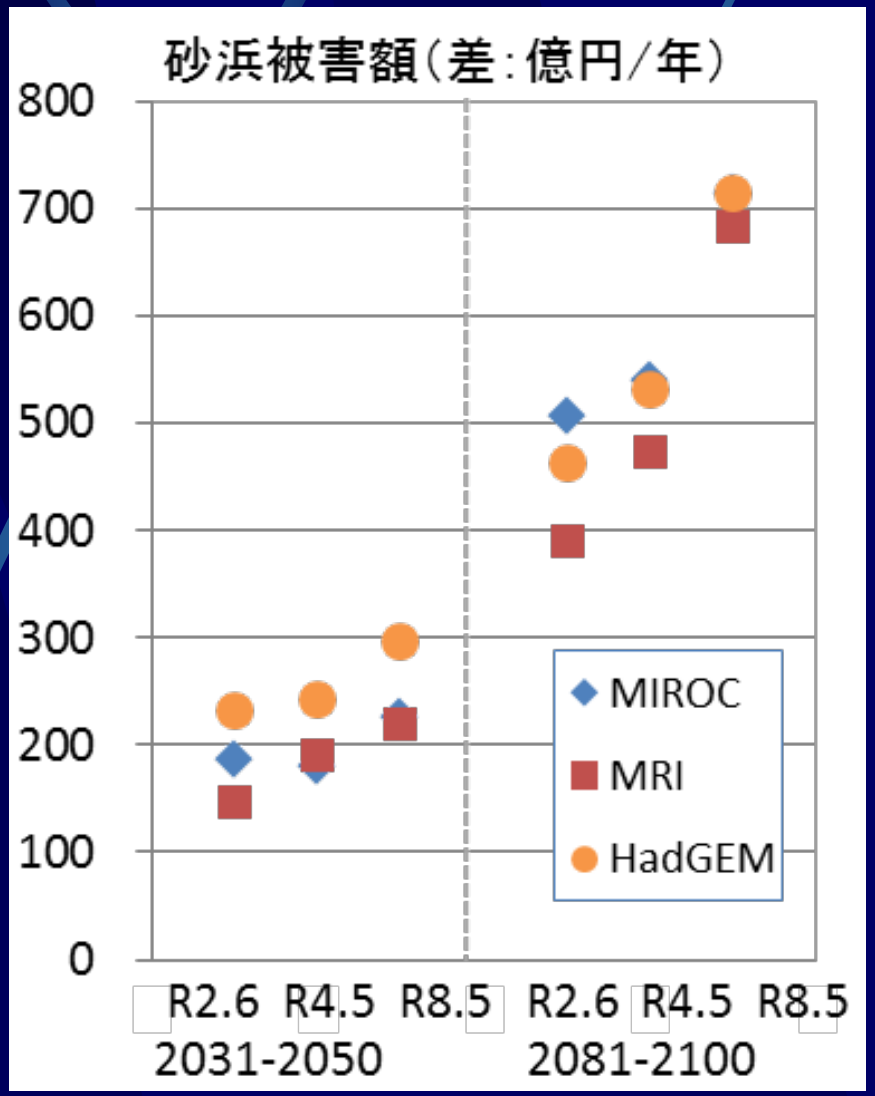
水災害被害額の推定　高潮





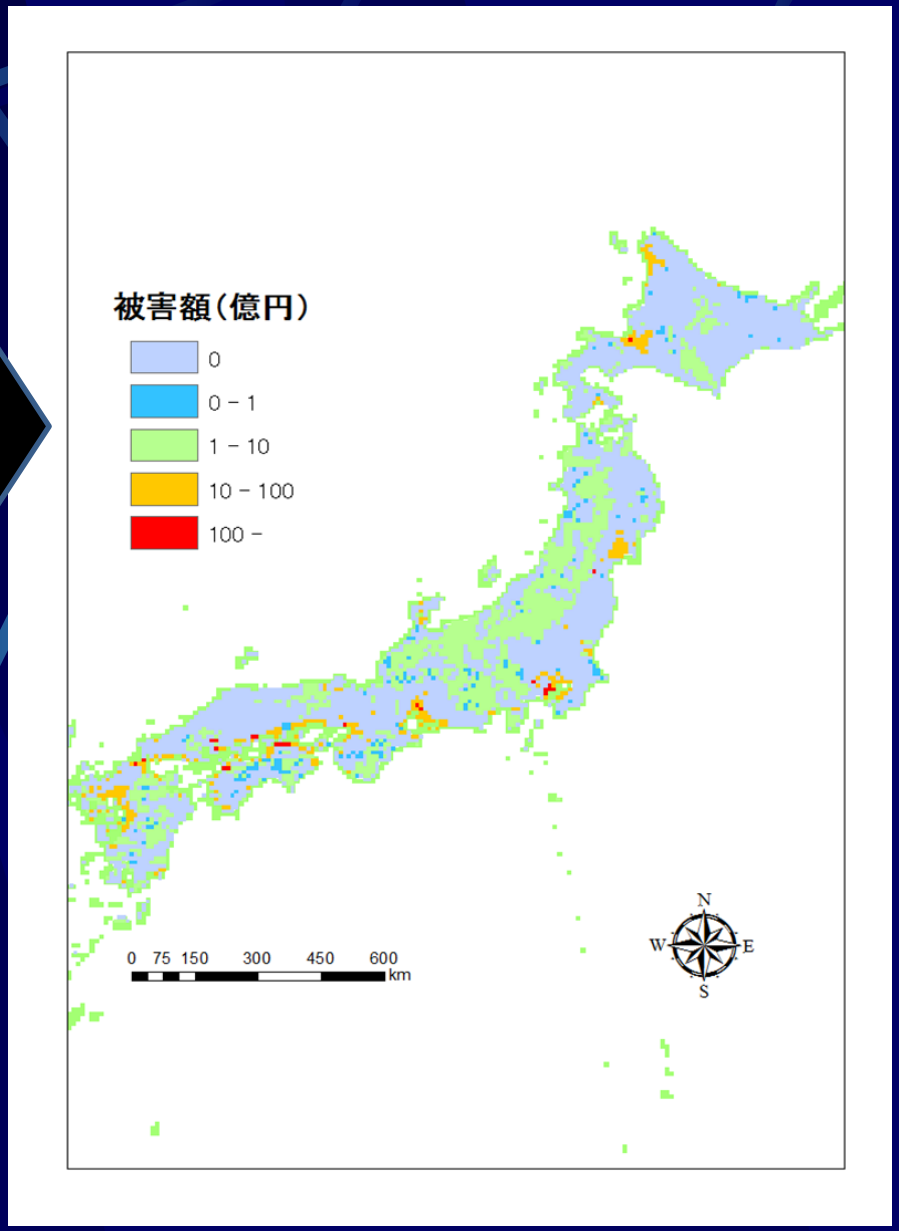
水災害被害額の推定　砂浜侵食





複合災害の考察

洪水被害
土砂被害
高潮被害
侵食被害



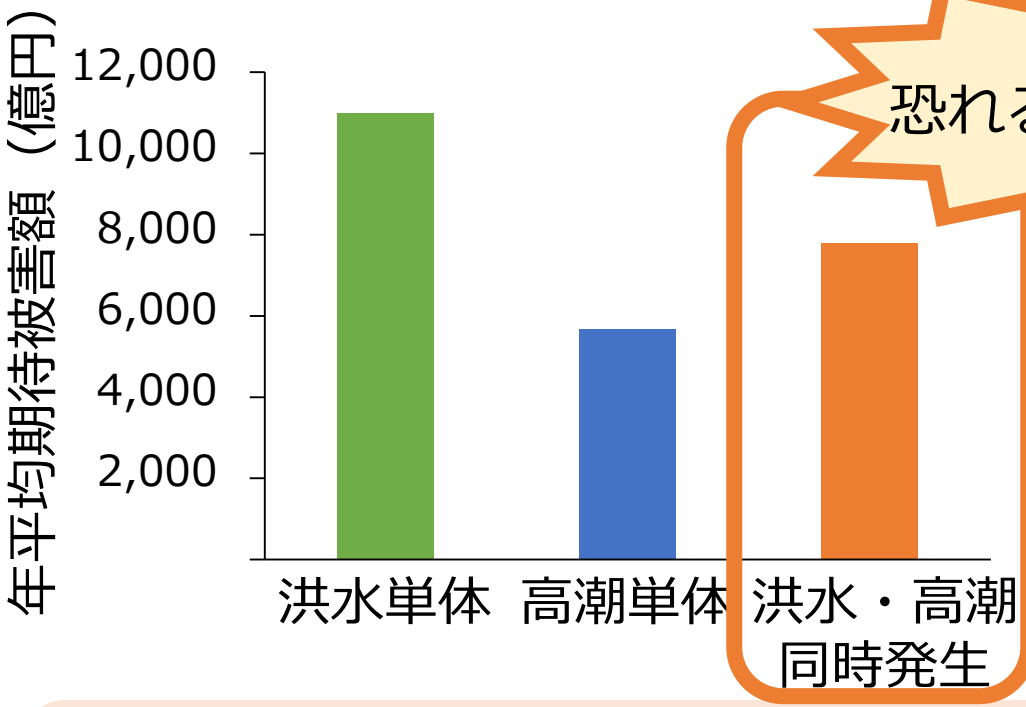
50年に一回の“酷い”豪雨の
被害額＋海面上昇

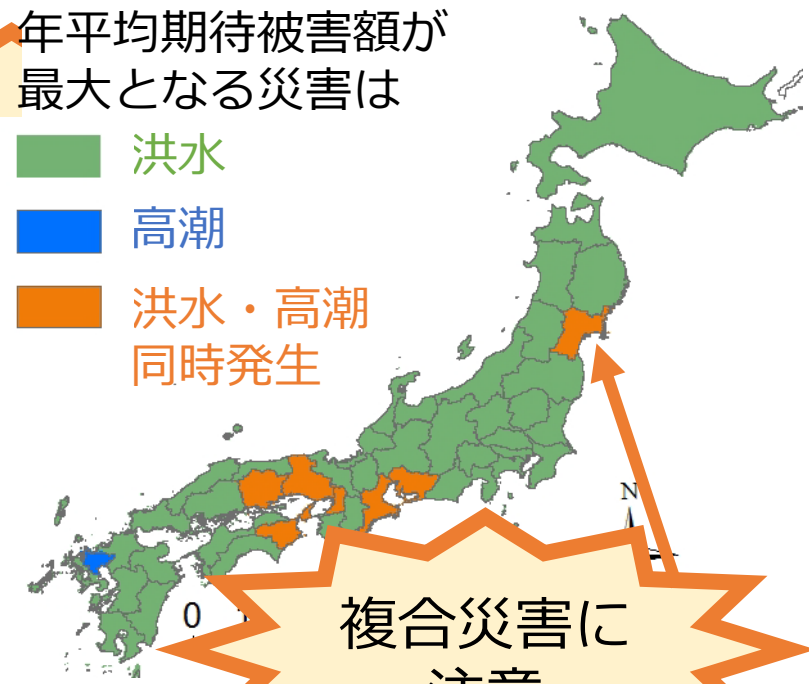
単純加算　（でいいのか？）

各県の重点災害が理解
適応策費用分配の基礎資料

高潮洪水複合被害額推定

再現期間50年：治水整備により対策済みと仮定，年平均期待被害額を算出





複合災害に
注意

8割の都道府県で 高潮リスク＜複合災害リスク＜洪水リスク

治水整備方法の検討に当たりリスクが最大となる災害の把握が重要

本日の話の内容

3. 中小河川管理のあり方（20分程度）

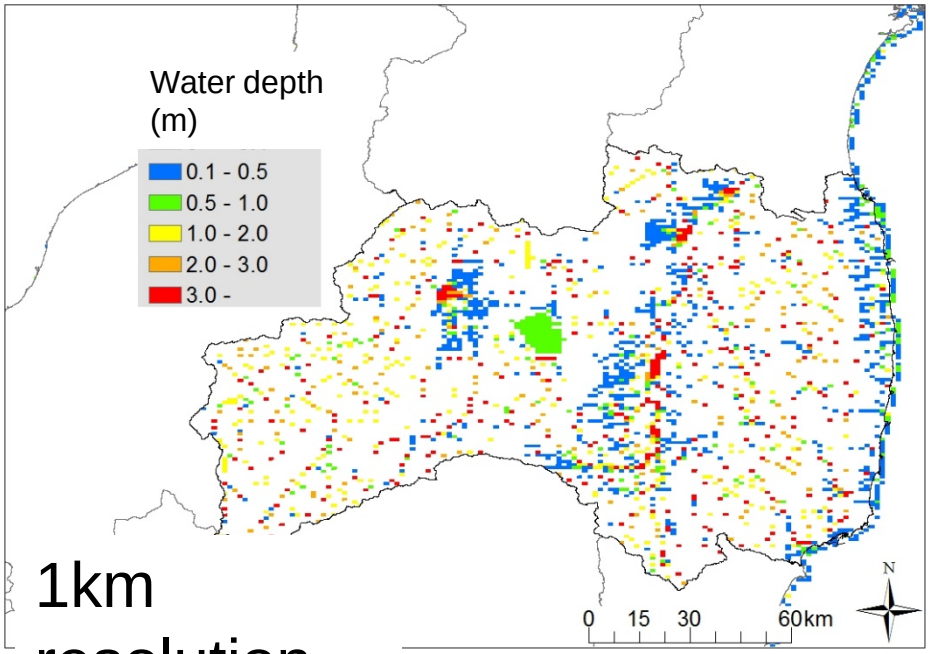
- H27 年11河川23か所→R1年18河川36か所
  - 必ず破堤が生じる
- 3河川がH27と同じ（地点は違う）
- 家の被害は少ない：水位周知河川ではない
  - 平地河川と山地河川との違い
- 植生繁茂が見られる、構造物が関与
  - 河川管理が十分でない
- 内水破堤が見られた
  - 砂防地域との接続部が問題

小さい河川では詳細な計算が求められる

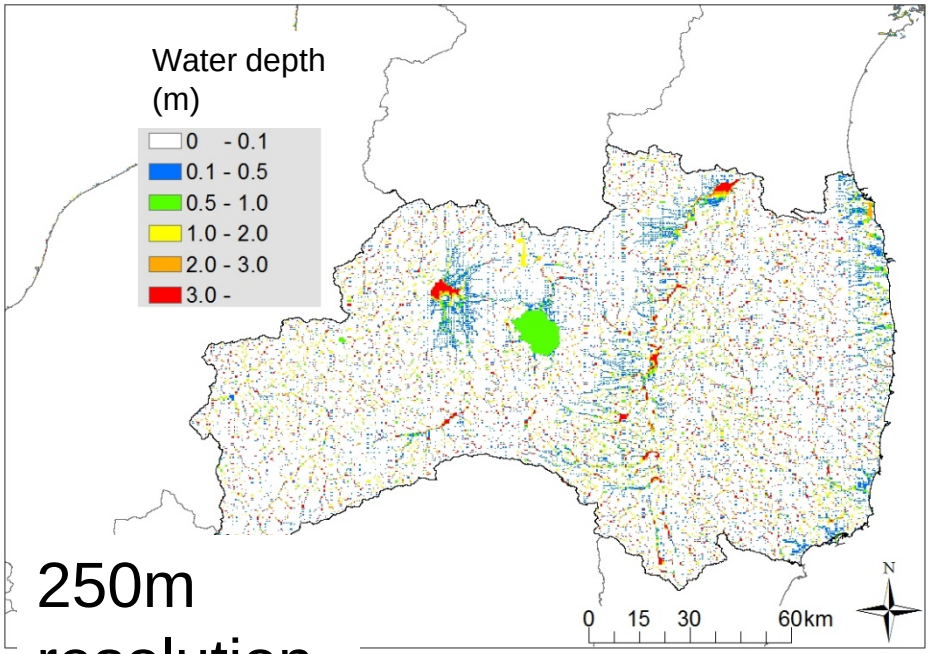
解像度の違い　水深

最大水深　福島県

100年リターンピリオド　現在気候



1km resolution



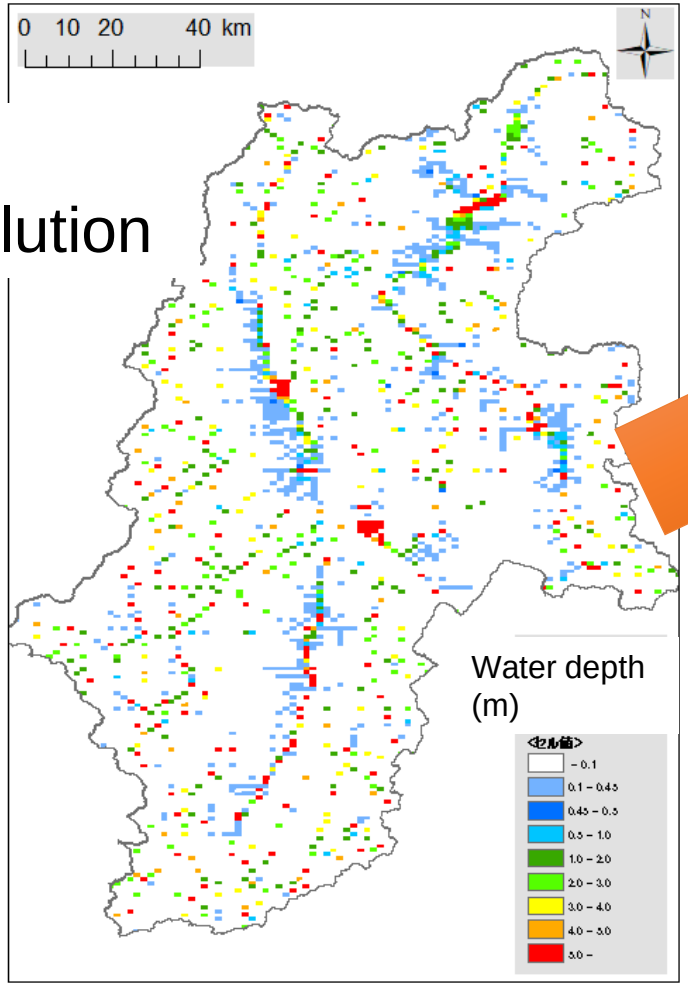
250m resolution

特に違う場所：
中間山地、海岸平地

解像度の違い　被害額

被害額　長野県

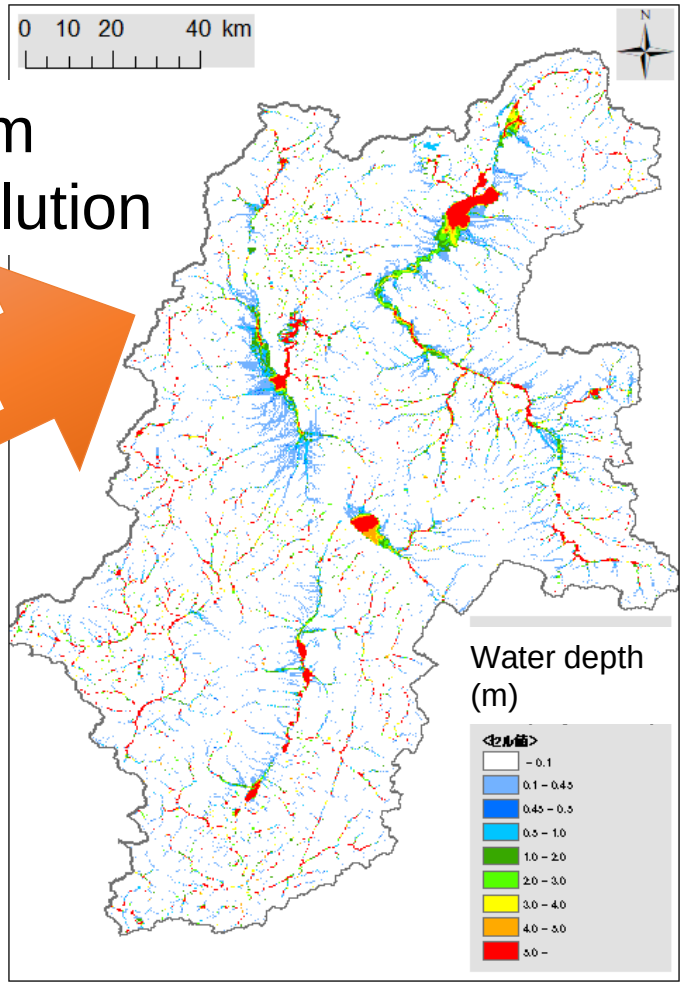
1km
resolution



105 million USD（億円）

6 倍

250m
resolution

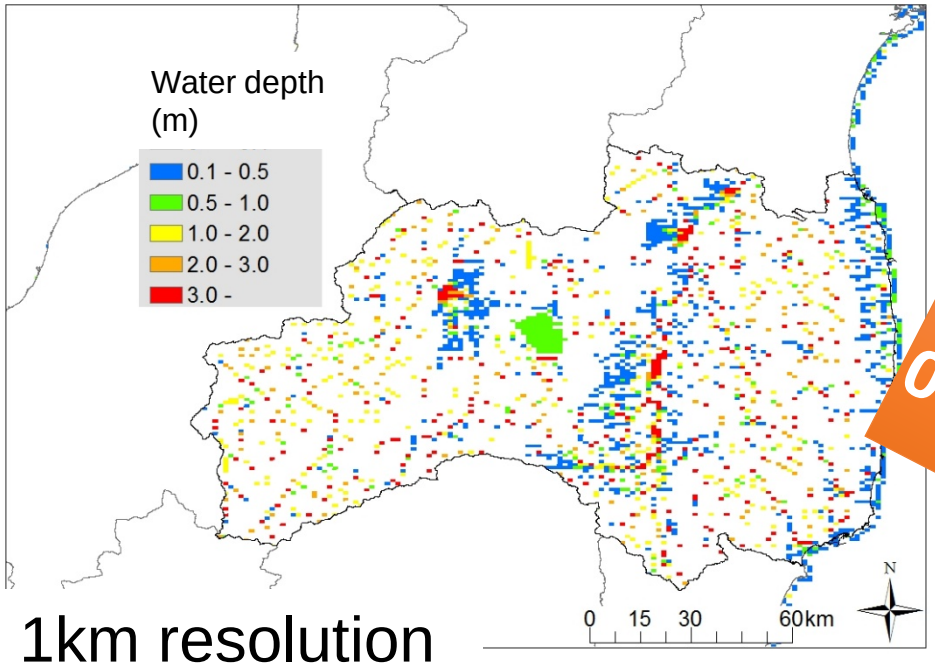


602 million USD

解像度の違い　被害額

被害額　福島県

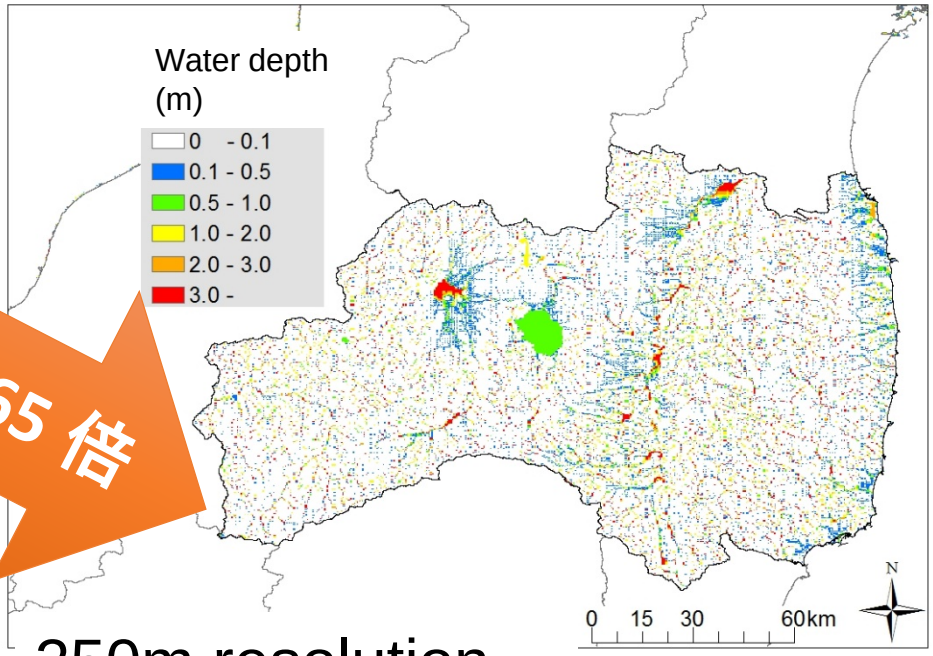
100年　リターンピリオド　現在気候



1km resolution

409 million USD

0.65 倍



250m resolution

263 million USD

The results depends on the area.

河川管理の問題　H27関東・東北豪雨の例

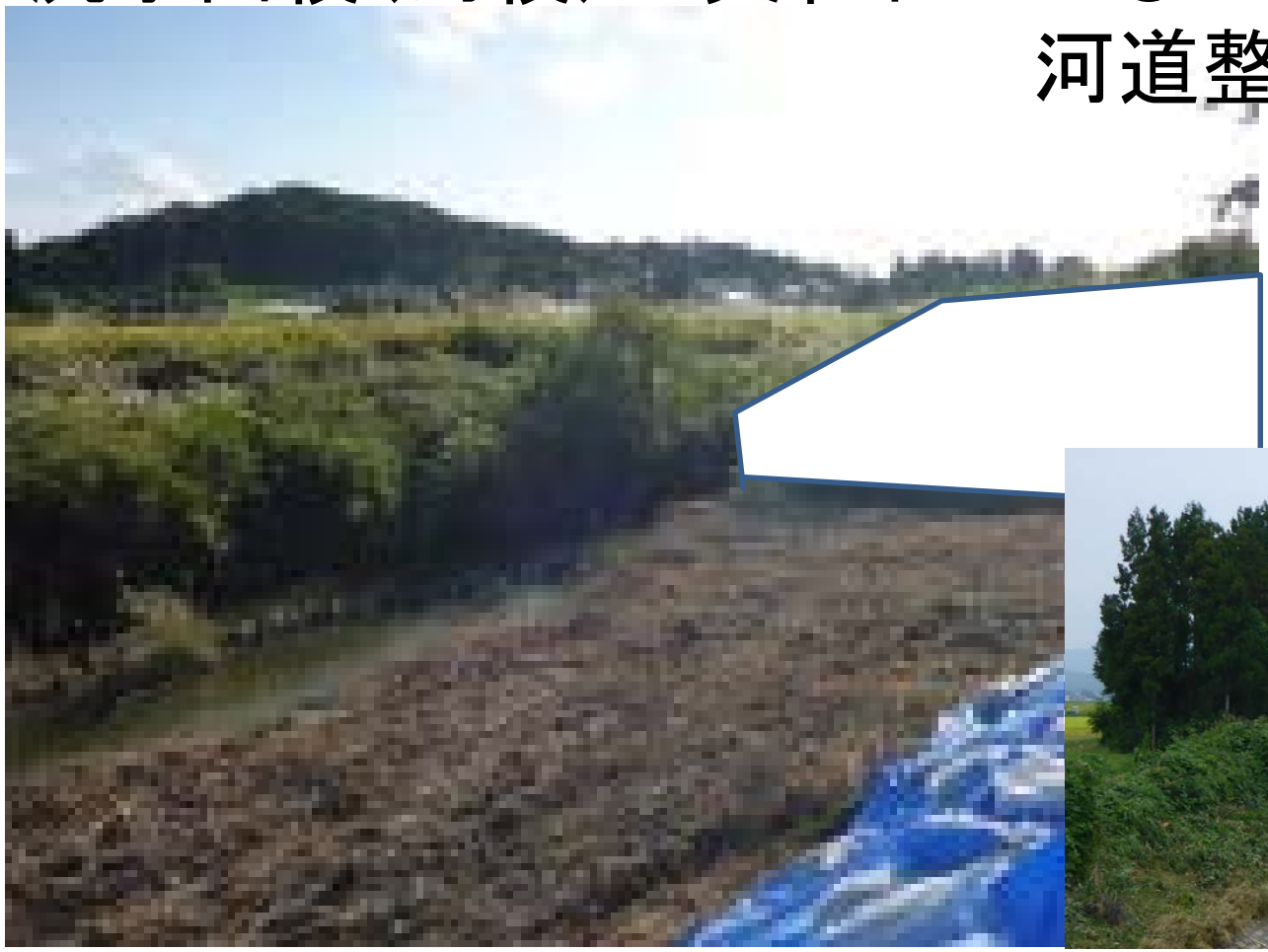
芋埣川破堤

芋埣川破堤

直線水路
侵食や浸透崩壊ではなく
越流崩壊

芋埣川破堤

河道内に植生が繁茂
流水面積（河積）が失われている
河道整備の必要性



熊川

3. 中小河川管理のあり方

- 人口減、高齢化、予算縮小
  - 被害が出ない
  - 草刈り、樋門操作員なし、改修期間の延長
  - 河床の増加、蛇行、護岸崩落、道路の崩壊
- 河川の関心の低下
  - 堤防損傷に気づかない。ごみの投棄
  - 不適切な漁撈。外来種
- 他にも…。
  - 河川管理を積極的にやめる方法は？？？

中小河川関連の問題

- 樋門管理
  - 開閉が理想的でなかった。操作員が避難。
- 避難所運営
  - 容量オーバー
  - 住民以外の受け入れ拒否
- ため池崩壊浸水（防災重点ため池）
  - 全国12か所のうち宮城6福島5
- 緊急放流の通達（福島県ダム）

3. 中小河川管理のあり方

- 管理を継続する
  - 部局を超えた管理
  - 住民が参加できる管理
  - PPP　農業法人やスポーツ企業
  - その他
- 管理を放棄する
  - 土地計画、コンパクトシティなど
  - 氾濫原の設定（遊水地ではなく）
  - 河川区域の拡大

中小河川管理のあり方

- 管理を放棄する
  - 河川区域の拡大

Google Map

3. 中小河川管理のあり方

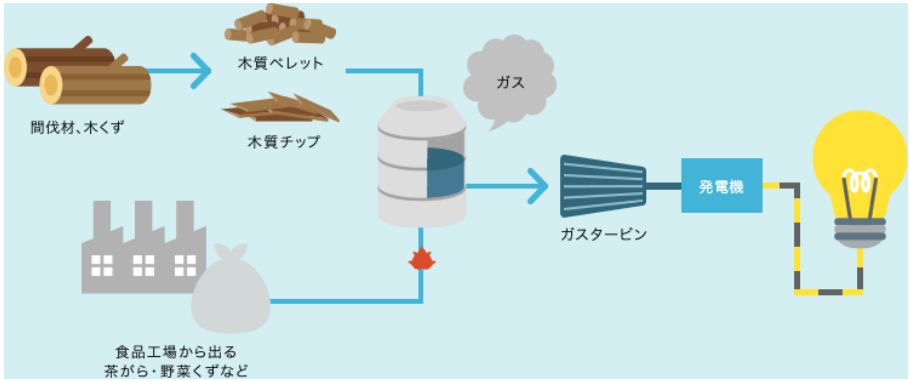
河川管理の対応

- 管理を継続する
  - PPP　農業法人やスポーツ企業

日経新聞2018/11/15

『最上川官民連携プラットフォーム』

長野県
安曇野建設事務所



温暖化の緩和策＆適応策

適応策

水害を考える　＝　将来の地方を考える

たくさんの税金を投入しますか？
人口減で街をどうしますか？
道路や橋はどうしますか？
森林や山はどうしましょうか？

提言「22 世紀の国づくり」

令和元年 5 月 1 日

公益社団法人 土木学会
「22 世紀の国づくり」プロジェクト委員会

デザインコンペ 部門 A 最優秀賞：風景デザイン研究会「“想像の共同体”から“実感の共同体”へ」(2/2)

土木学会　提言「22世紀の国づくり」

ハードの話はない
多様な社会像が提案
インフラと環境が中心
文化と社会に注目　　幸せとは何か？