



中間研究成果報告
2021年7月

S-18-3

自然災害分野を対象とした 影響予測手法の高度化と適応策の評価

(JPMEERF20S11830)

茨城大学 横木裕宗

2020年～2024年度

京都大学, 東北大学, 農業・食品産業技術総合研究機構

摂南大学, 愛媛大学, 国土技術政策総合研究所, 福島大学,

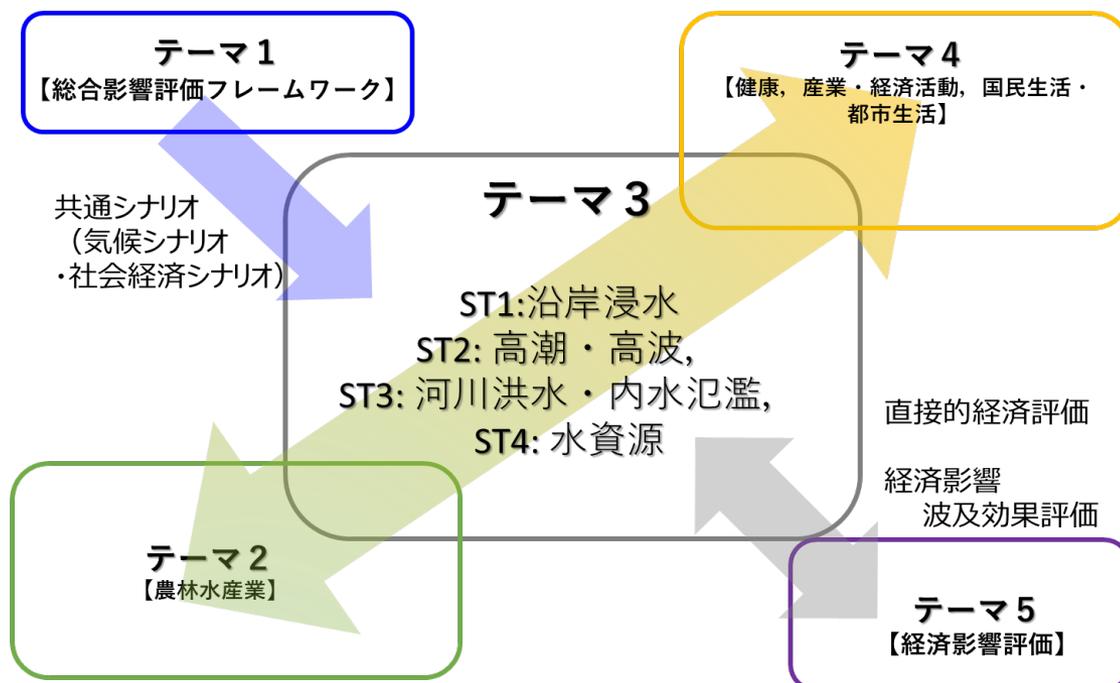
富山県立大学, 岡山大学

1. はじめに(研究背景等)

- 気候変動の影響により、豪雨、洪水氾濫、高潮などの自然災害が頻発しており、**地域ごとの詳細かつ現実的な影響予測と適応策の実施**が求められている。
- 日本における気候変動適応を推進するためには、**都道府県、市町村などへ最新の気候変動影響評価や適応評価を提供**することが必要である。

2. 研究開発目的

- 流域および沿岸域における気候変動による水災害の影響予測と将来の社会動態の変化を含めた総合的な予測手法の開発や高度化、適応評価
 - 影響予測(テーマ1からシナリオ)
 - 浸水影響:海面上昇、高潮、河川・内水氾濫＋経済評価
 - 渇水予測:農業・工業・飲料水の確保＋経済評価
 - 適応評価:適応費用・効果評価(テーマ5と連携)

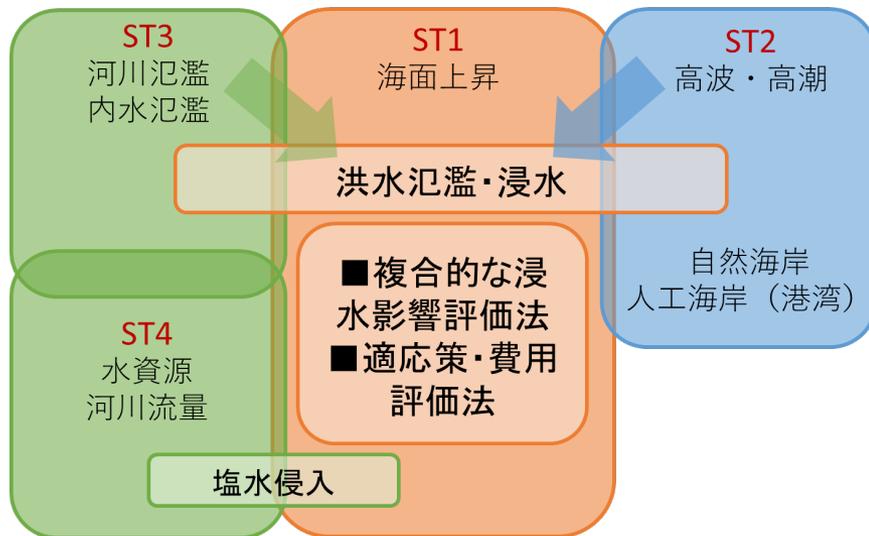


3. 研究目標及び研究計画

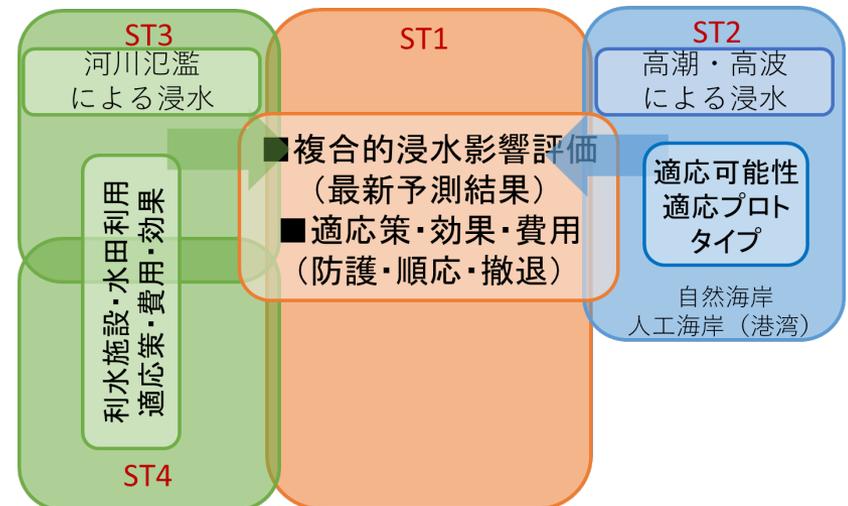
- 自然災害・水資源分野を対象とした気候変動による**影響予測手法の開発・高度化**と将来の社会動態の変化を含めた**物理的影響と直接被害の予測**(可能な限り1kmメッシュ単位)
- 自然災害・水資源分野における気候変動**影響の地域性の把握**と**項目毎の脆弱な地域の抽出**
- 自然災害・水資源分野における**ハードおよびソフト**を含めた**総合的な適応策の効果の定量化**
- **被害額や適応策の費用**などに基づく**経済評価**



影響評価の高度化



適応策・効果・費用の評価



テーマ3の研究構成

4. 研究開発内容

5. 結果及び考察

- 以下のスライドで、4., 5.をサブテーマごとにまとめて説明します。
- スライドで示された数値などは速報値です。今後修正する場合があります。

環境研究総合推進費戦略的研究開発領域
S-18テーマ3(1)

気候変動による氾濫・浸水災害の 統合影響予測と適応策の経済評価

Integrated Projection of Climate Change Impacts and
Economic Evaluation of Adaptation to Flooding and Inundation

横木裕宗*・田村誠*・増永英治*・外岡秀行*・柴田傑*・今村航平*

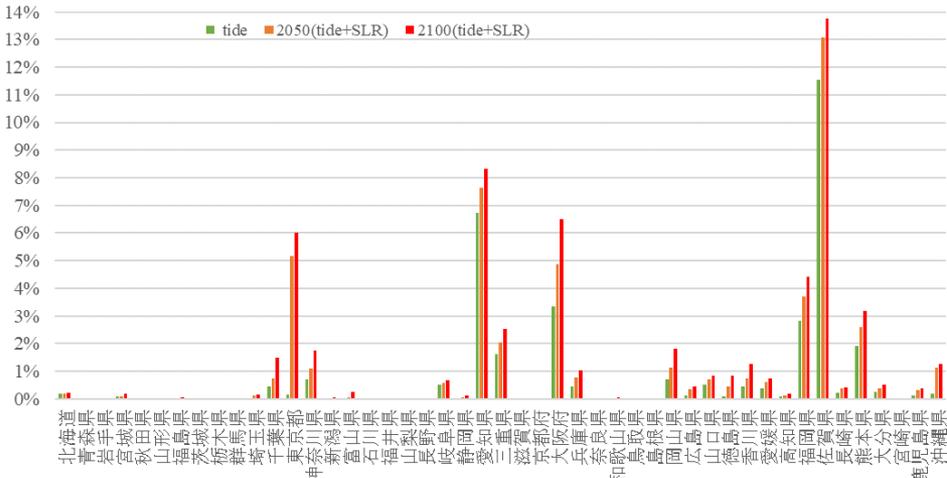
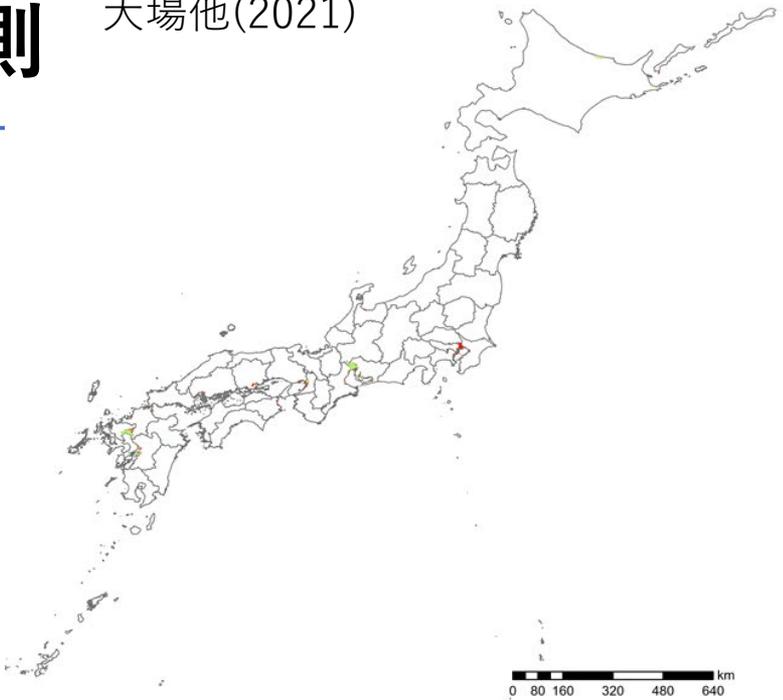
佐藤大作**・熊野直子***

(*茨城大学, **摂南大学, ***愛媛大学)

海面上昇による浸水影響予測

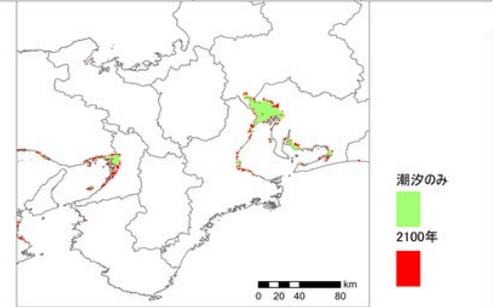
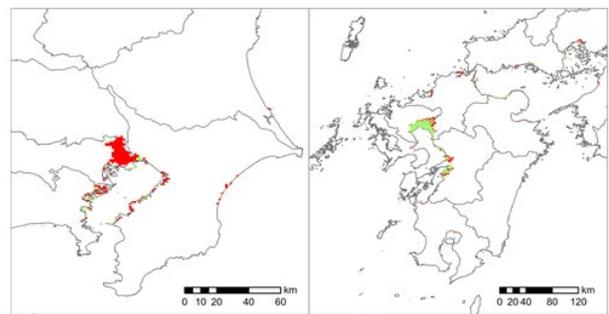
大場他(2021)

- 最新の気候シナリオ、潮汐データ、社会経済シナリオを活用して、日本沿岸域の海面上昇と浸水影響を3次メッシュ(1km)の解像度で全国一律に評価
- NIES SSP 3次メッシュ人口、土地利用シナリオの活用
- ①EM-DAT(大場他, 2022)、②治水経済調査マニュアル(案)(児玉他, 2022)に基づく被害額推計



都道府県別の浸水面積比

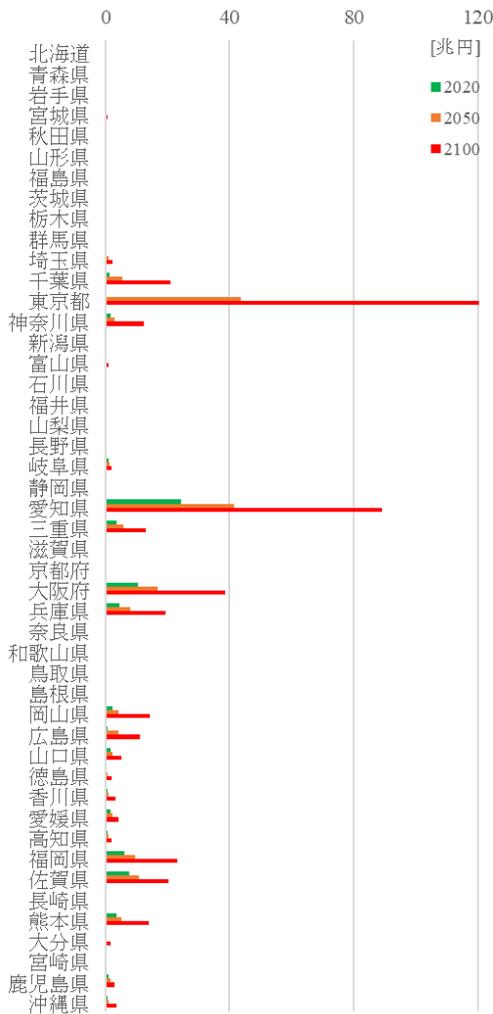
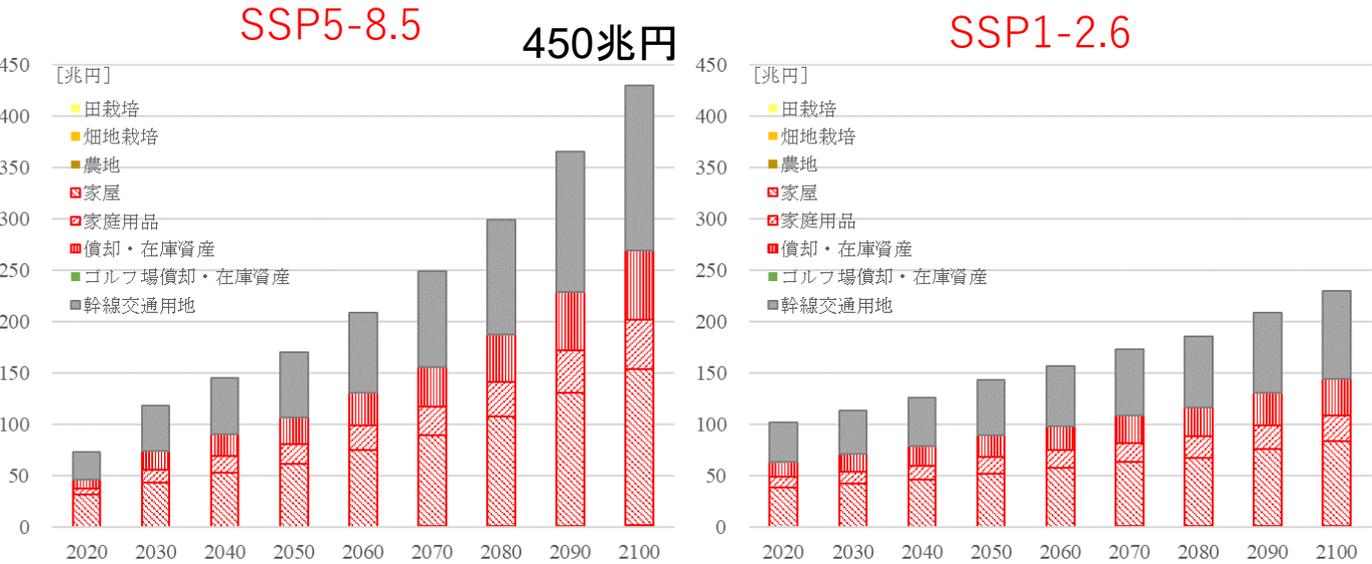
全国の約0.7%



潜在的浸水域(2100年、RCP8.5)

被害額推計②：治水経済調査マニュアル(案)

- EM-DAT推計法(大場他, 2021) vs 治水経済調査マニュアル(案)推計法(児玉他, 2022)
 - データ制約から全球向け評価として前者を使っていたが国内向けでは後者が主流(特に洪水など)
 - ただし、治水経済調査マニュアルは原則、洪水などの一時的浸水評価を対象。SLRのような常時浸水被害額の実績値はほぼ存在せず
- 国交省(2020)「治水経済調査マニュアル(案)」を利用
- NIES 3次メッシュ土地利用シナリオを利用
 - 土地利用現状固定よりもSSP5は荒れ地が増える、建物用地が減る =>SSP5土地利用は被害額が1割弱小さくなる(Tamura and Yokoki, 2021)
- EM-DAT推計法(大場他, 2021)の約24倍(RCP8.5)
 - 箭内他(2019)と同様の傾向
- 三大湾の被害がより顕著
 - 影響人口、建物用地等の影響が強く出る

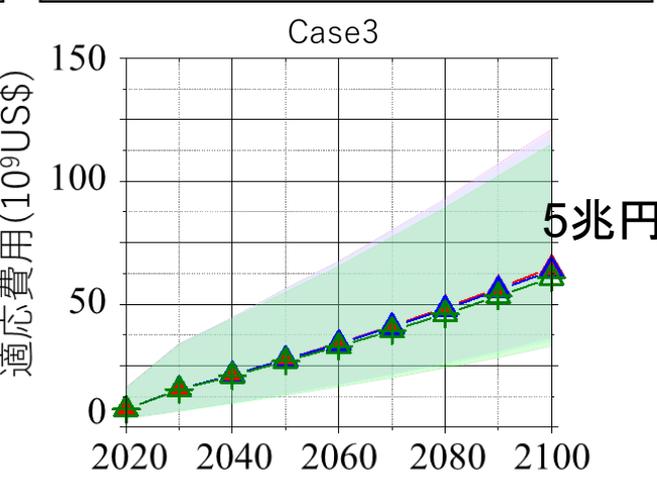
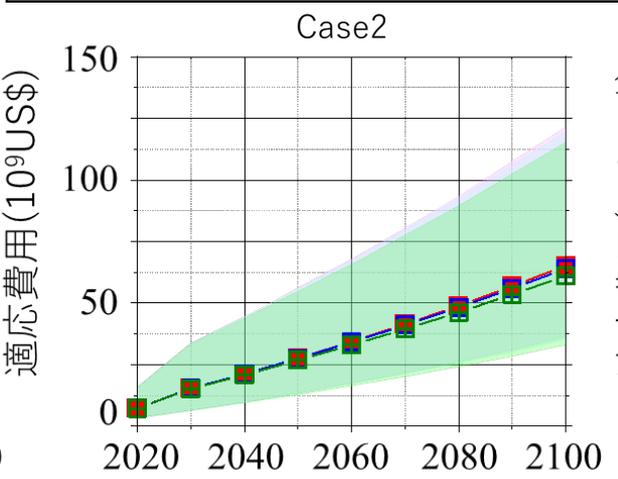
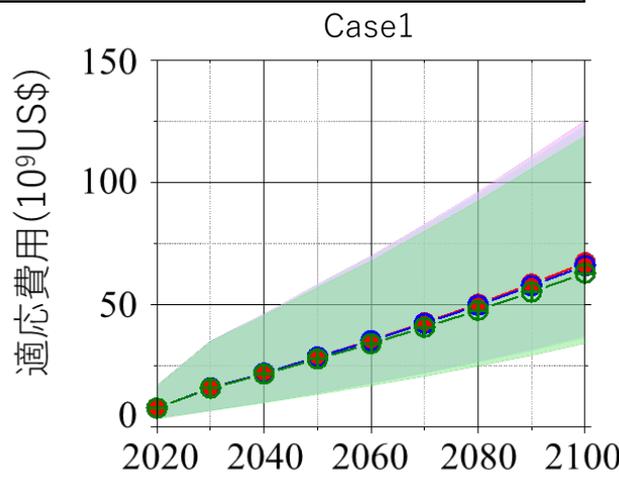
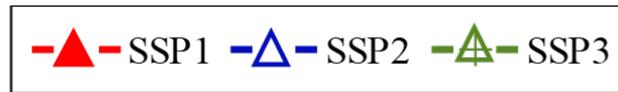
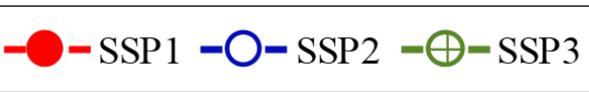
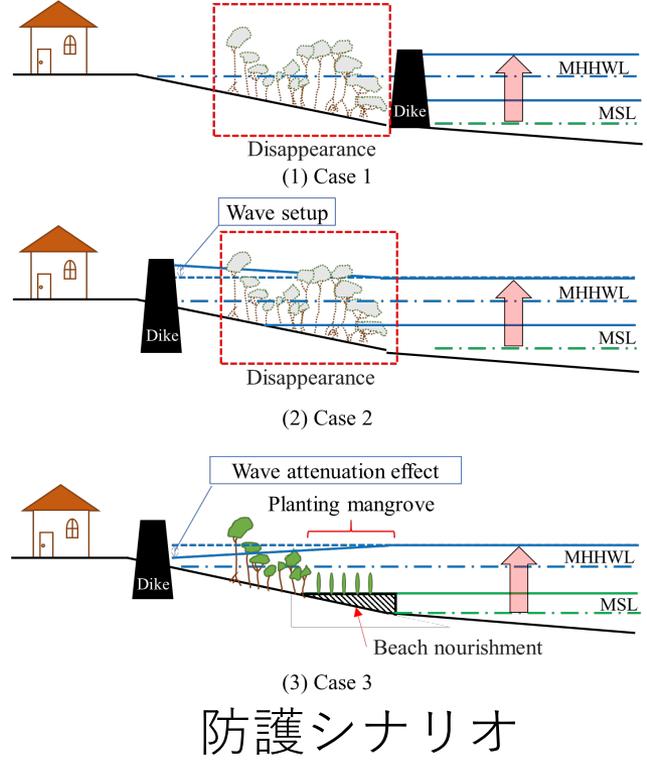


海面上昇による浸水被害額：児玉他(2022)

SSP5-8.5

多重防護費用の推計

- Kumano et al.(2021)の全球評価の日本データ抽出
 - 2.5'(約5km)グリッド
- 堤防とマングローブ等による多重防護シナリオに基づく防護費用推計
- 国交省によれば海岸線長は約34,000km、既設の堤防・護岸長さは14,524km
 - 浸水する海岸線のうち、マングローブ林に守られている海岸線は4%
- 防護費用
 - Case1(堤防のみ)が最も高額
 - Case1→Case2 約3.0%の減少
 - Case1→Case3 約3.4%の減少

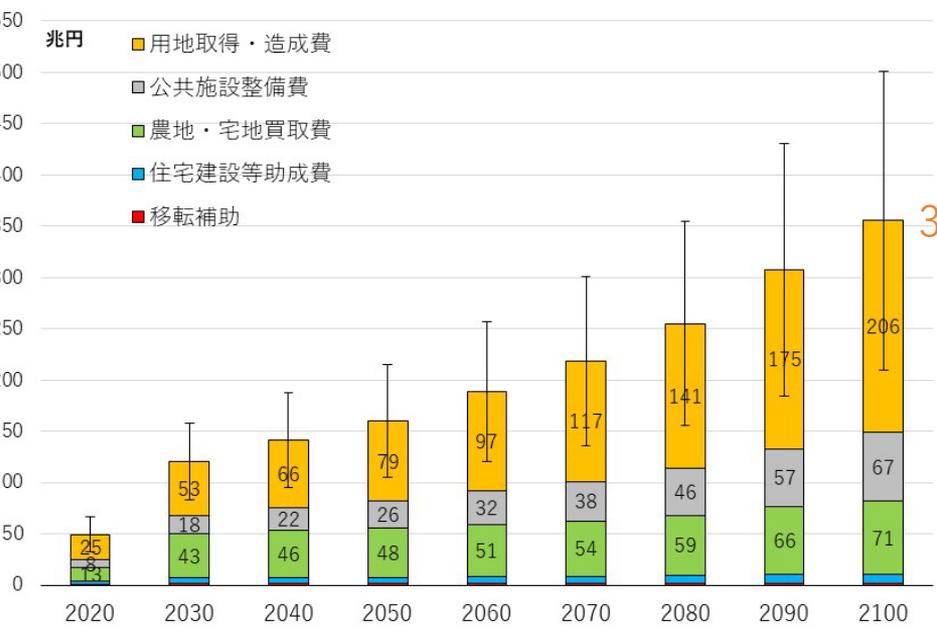
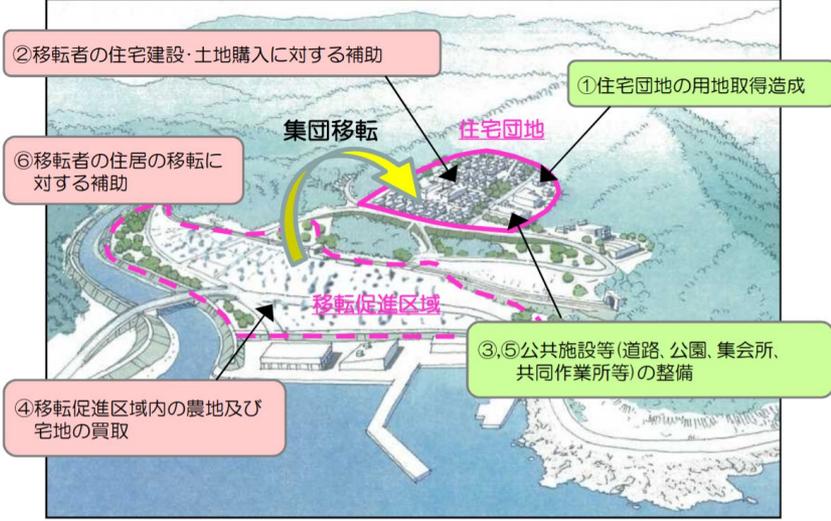


日本の多重防護費用(RCP8.5): Kumano et al.(2021)より作成

住宅移転費用の推計

● 既存の枠組み(防災集団移転促進事業)に基づいて移転を行う場合の費用推計手法を確立

■ 主に地方での住宅移転を想定した枠組みを全国適用



移転費用(SSP5-8.5, 今村他, 2022)

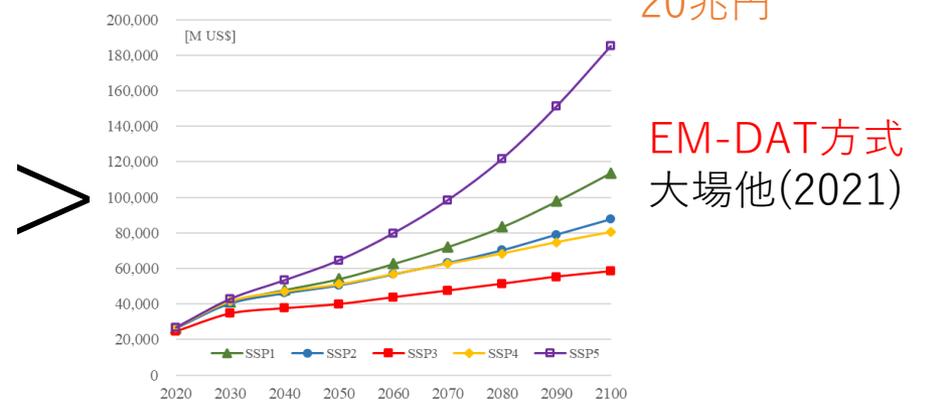


図 浸水被害額 (再掲)



サブテーマ3-2

高潮・波浪等による沿岸部の影響手法の高度化と適応策の検討

京都大学 防災研究所

森 信人・志村智也・宮下卓也・Ho Tungcheng

国土技術政策総合研究所

加藤史訓・本多和彦

金沢大学

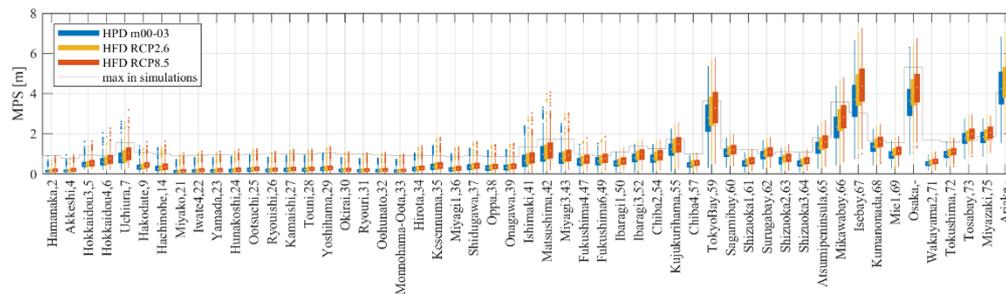
二宮順一



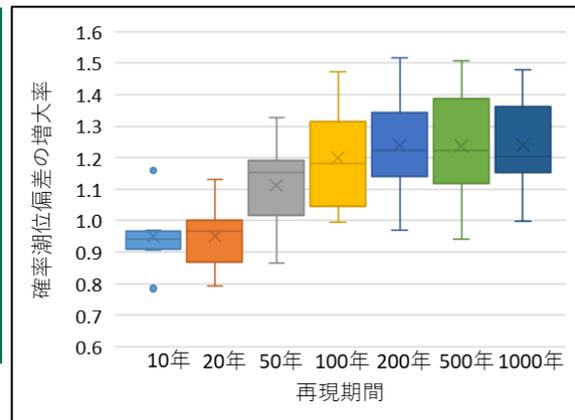
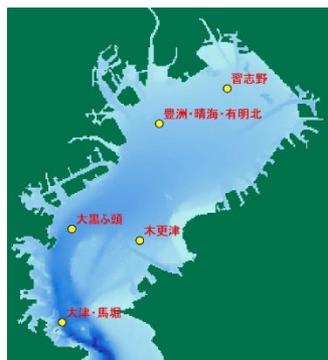
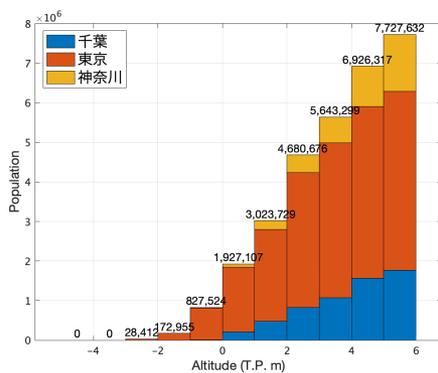
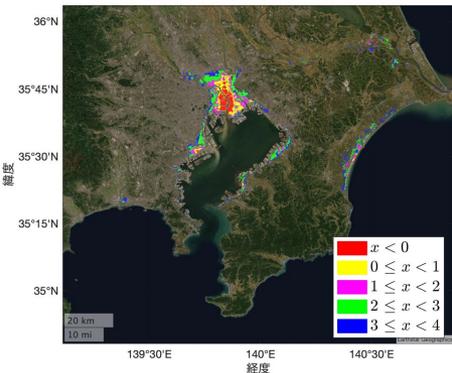
海面上昇 + 高潮影響評価

• 解析手法

- 暴露データ (全国)
 - 地形データ
 - 国土数値情報 5次メッシュ (10m)
 - 人口データ
 - ZENRIN 人口メッシュデータ 2019 (100m)
- ハザードデータ
 - 海面上昇量 (全国)
 - IPCC AR6 データ
 - 日本領域モデルアンサンブル
 - 高潮偏差の将来変化
 - d4PDF+力学モデル (3大湾)
 - 可能最大高潮モデル (太平洋側)



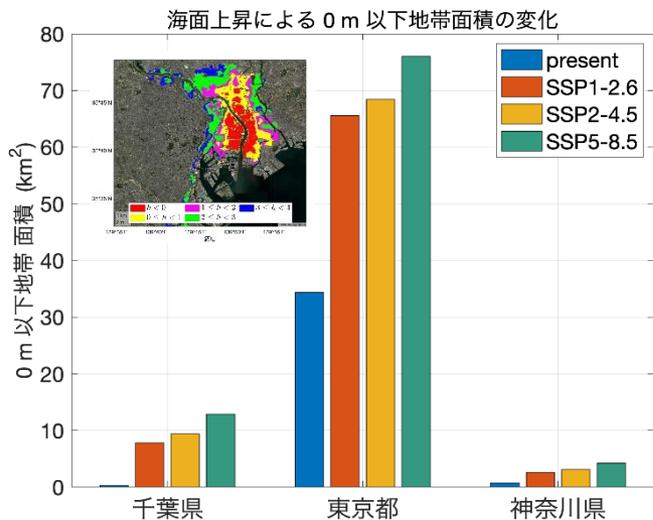
可能最大高潮モデル(MPS model) (統合P予測)



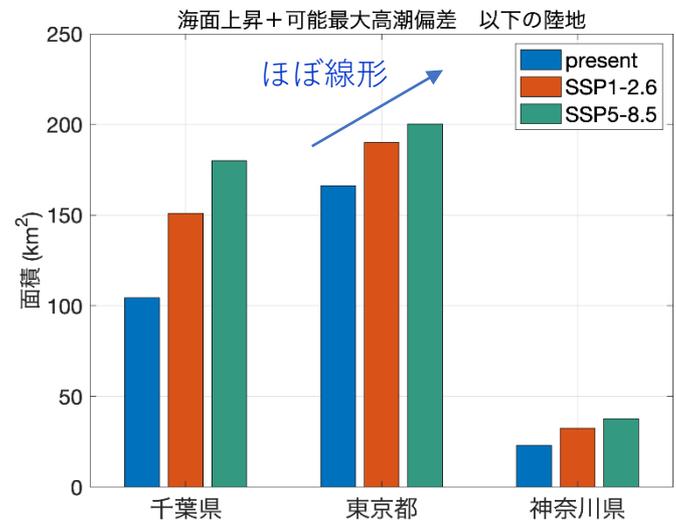
d4PDFを用いた高潮潮位偏差の将来変化 (三大湾の主要港湾エリア)

海面上昇 + 高潮の将来変化の影響：東京湾

影響面積

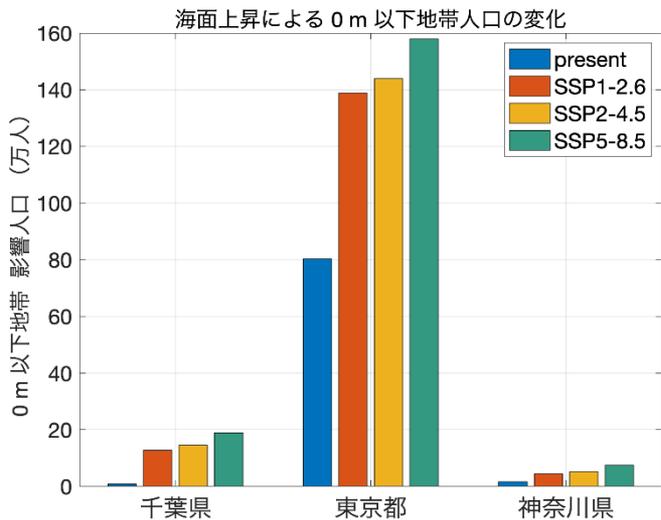


3-10倍

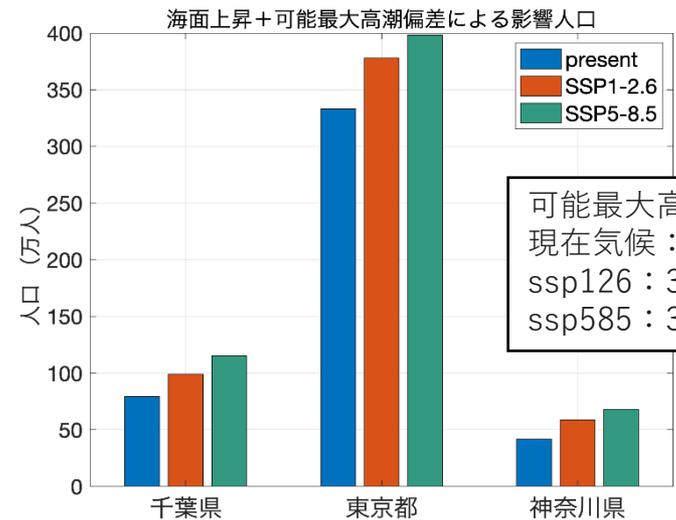


m

影響人口



3-10倍



可能最大高潮
 現在気候：2.80 m
 ssp126：3.18 m
 ssp585：3.25 m

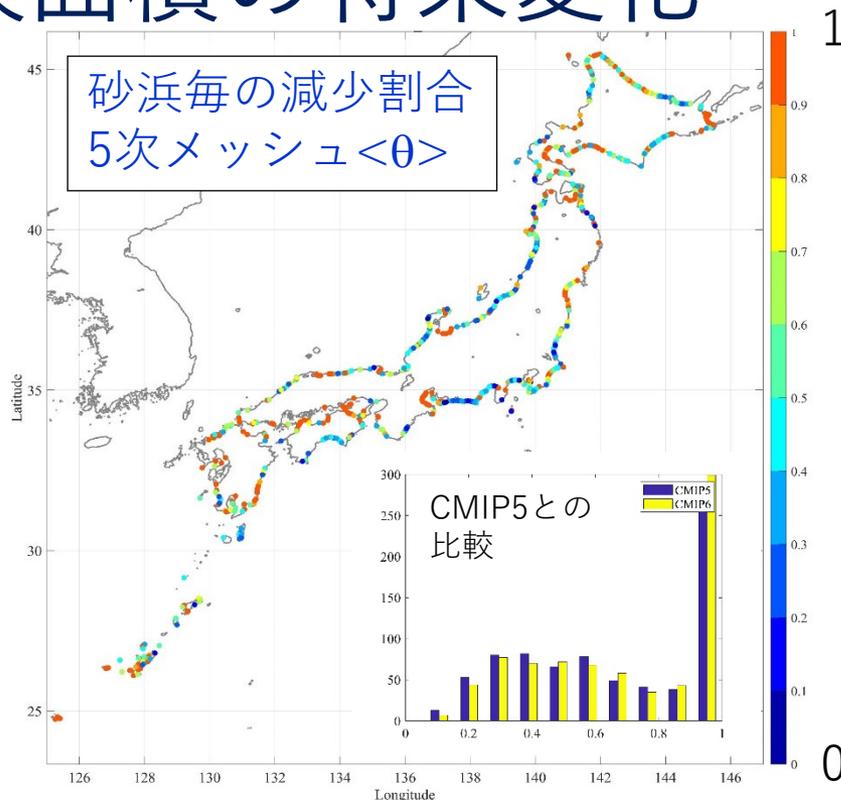
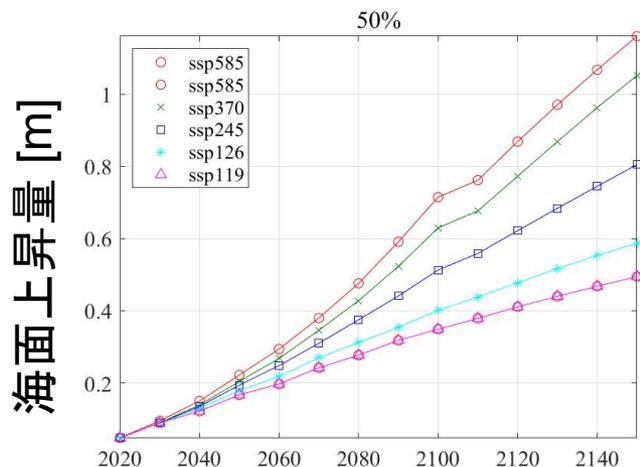
海面上昇のみ

海面上昇 + 高潮

海面上昇による砂浜面積の将来変化

解析手法

- 全国砂浜DB (京大・国総研)
 - 国土数値情報 5次メッシュ (10 m) + Google Earthデータ
 - 1km以上の砂浜: 全国 806箇所
- 海面上昇量
 - IPCC AR6 データ
 - 日本領域モデルアンサンブル



砂浜面積の将来変化: 全国平均

(上段: 平均勾配 θ_{mean} , 下段: 5次メッシュ勾配< θ >)

	2100	2150
ssp126	-27%	-35%
	-51%	-69%
ssp585	-39%	-87%
	-66%	-96%



S-18テーマ3(3)

外水と内水氾濫の将来被害展望と 対策の評価

東北大学 風間 聡

茨城大学 桑原祐史, 福島大学 川越清樹, 富山県大 呉修一

外水氾濫適応評価(2021年度成果まとめ)



● 個別の適応策
20世紀末以上
に被害増加

		適応策なし	土地利用規制	ピロティ建築	治水水準向上	田んぼダム
20世紀末		0.0%	-19.8%	-65.5%	-17.6%	-3.9%
近未来	RCP2.6	41.7%	15.5%	-29.9%	24.3%	35.6%
	RCP8.5	41.8%	15.6%	-30.4%	24.5%	35.6%
21世紀末	RCP2.6	27.7%	2.7%	-41.8%	10.4%	22.4%
	RCP8.5	56.6%	28.7%	-17.2%	39.5%	50.2%

● 適応策の組み
合わせ
20世紀末以下
に抑えられる

		土地利用規制& ピロティ建築	土地利用規制& 治水水準向上	土地利用規制& 田んぼダム	ピロティ建築& 治水水準向上	ピロティ建築& 田んぼダム
20世紀末		-73.0%	-34.4%	-23.5%	-73.4%	-68.0%
近未来	RCP2.6	-44.6%	0.7%	9.7%	-41.7%	-34.6%
	RCP8.5	-45.0%	0.9%	9.7%	-42.5%	-35.2%
21世紀末	RCP2.6	-55.2%	-12.0%	-2.4%	-52.5%	-45.8%
	RCP8.5	-33.9%	13.8%	22.6%	-30.1%	-22.4%

被害額 増加	50.1% ~
被害額 増加	30.1% ~ 50.0%
被害額 増加	1.1% ~ 30.0%
20世紀末基準	-0.9% ~ 1.0%
被害額 減小	-29.9% ~ -1.0%
被害額 減小	-49.9% ~ -30.0%
被害額 減小	~-50.0%

● RCP8.5においては適応策の組み合わせ
だけでは抑えきれない→**適応策と緩和策の両立が必要**

内水氾濫適応評価(2021年度成果まとめ)

現在気候の適応策なしの期待被害額に対する各シナリオの期待被害額の変化率[%]
(赤色:増加したシナリオ、青色:減少したシナリオ)

シナリオ名	期間	RCP シナリオ	適応策なし	内水排除施設の 整備水準の向上 (Plan-1)	建物のピロティ化 (Plan-2)	Plan-1+Plan-2
排水 シナリオ	現在気候	-	0	-61	-33	-74
	近未来	RCP2.6	110	19	57	-13
		RCP8.5	113	20	60	-11
	21世紀末	RCP2.6	87	-1	37	-29
		RCP8.5	162	59	101	20
排水不良 シナリオ	現在気候	-	0	-54	-42	-71
	近未来	RCP2.6	106	39	44	-3
		RCP8.5	108	39	45	-3
	21世紀末	RCP2.6	84	17	24	-20
		RCP8.5	153	82	83	31

□ 21世紀末のRCP8.5を除き、2つの適応策を同時に講じることで
将来気候の内水被害額を**現在気候より3~29%減少**
→ 複数の適応策を同時に講じることの重要性を示唆

□ 21世紀末のRCP8.5において、2つの適応策を同時に講じたとしても、
内水被害額は**現在気候より20~31%増加**
→ 緩和策と適応策を同時に講じることの重要性を示唆

環境研究総合推進費 戦略的研究開発領域
S-18テーマ3(4)

流域における水資源への 気候変動予測と適応策の評価

吉田武郎・皆川裕樹・土原健雄・吉本周平・

高田亜沙里・丸山篤志（農研機構）

角 哲也・堀 智晴（京都大学防災研究所）

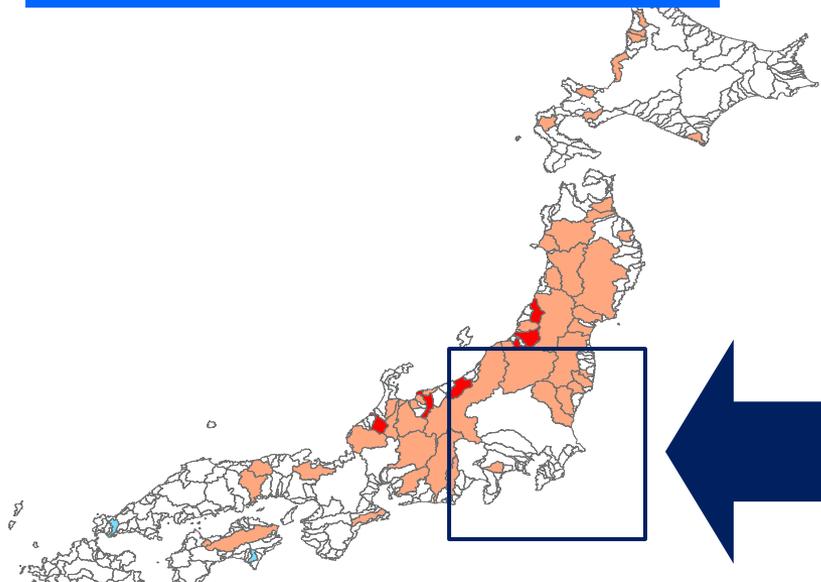
佐藤 嘉展（愛媛大学）・工藤 亮治（岡山大学）

目的・対象

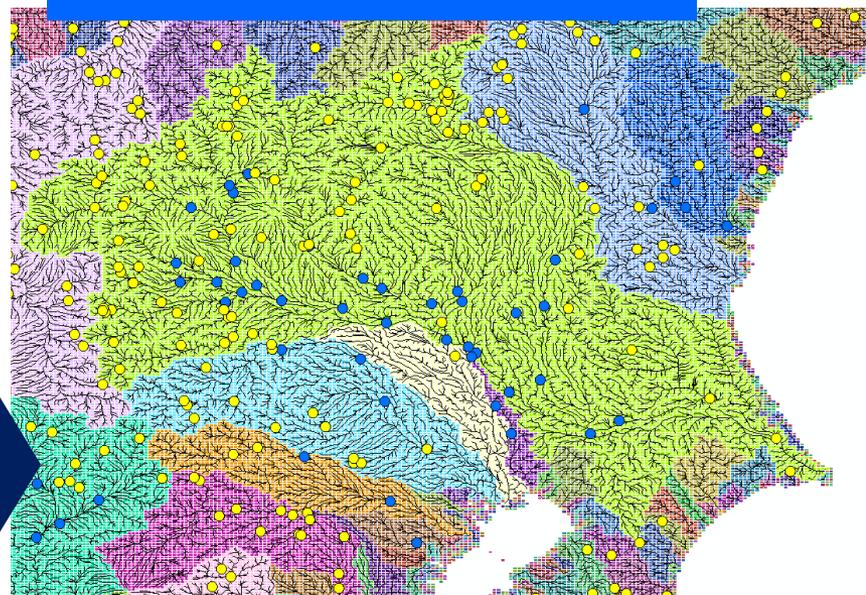
目的

気候変動による**水利用**への影響を**高解像度**で評価
地域的な適応策の策定のためのデータベース構築

全国：水資源の評価



流域：水利用の評価



- **自然条件**（降水量・気温等）の変化を反映
- 地域性（マップ化）が可能

- **人間的条件**（需要量・水利用時期等）の変化も反映
- モデルのバイアス誤差の影響：大
- 流域の事例研究を増やす

日本域：水資源の影響予測

手法

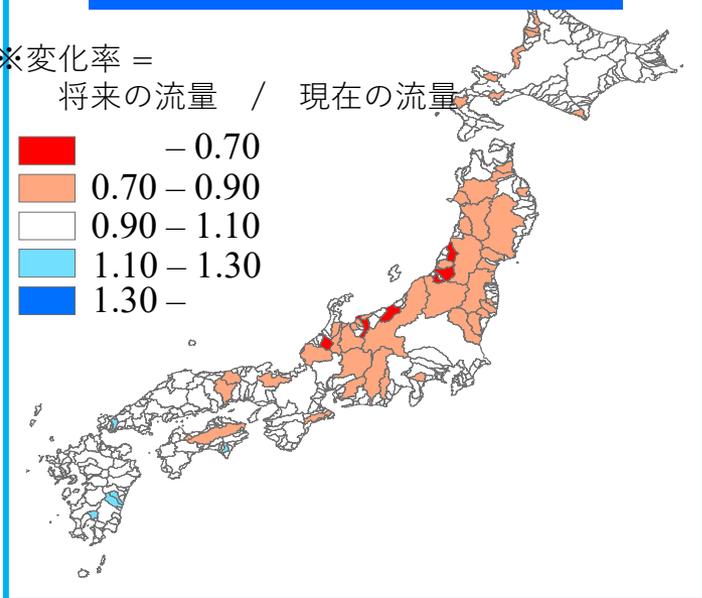
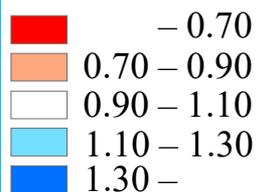
- 5月（代かき期）、8月（出穂期）の**渇水流量の変化率**
- 全国の河川を **5km** のグリッドセルにより表現
- **CMIP5** の5モデル・11アンサンブルによる結果

結果

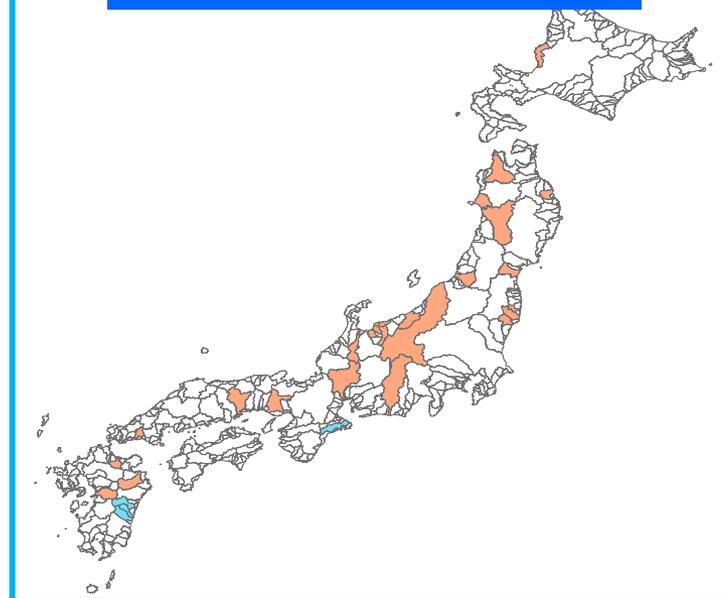
RCP8.5/2081-2100

代かき期（5月）

※変化率 =
将来の流量 / 現在の流量



出穂期（8月）

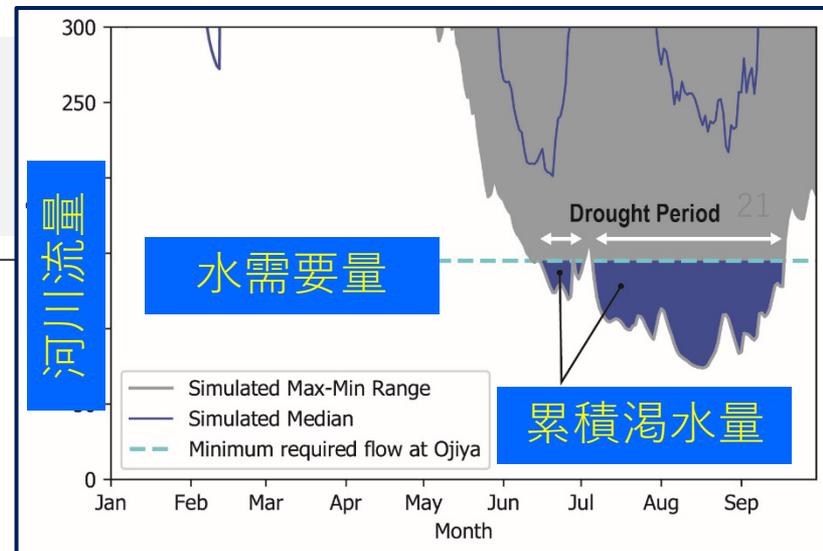
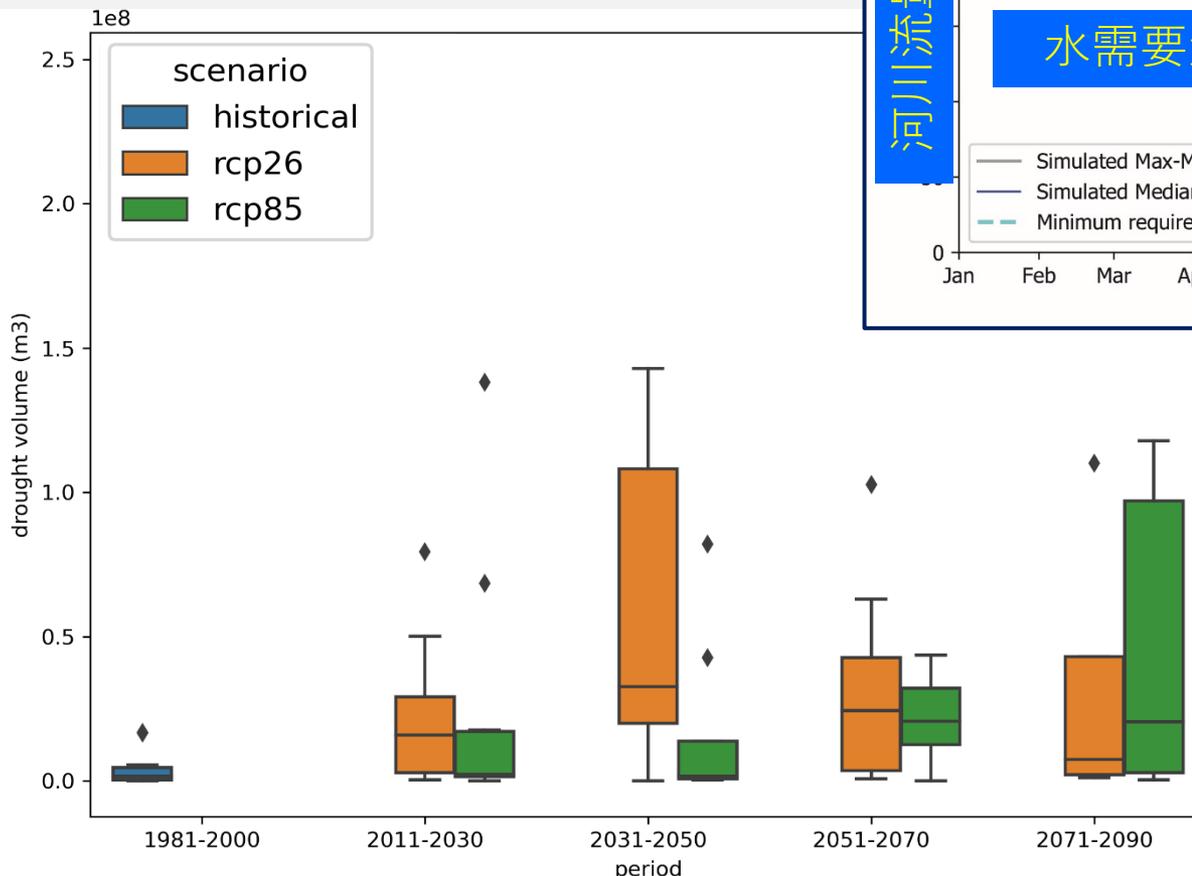


- ✓ 5月の水資源量：融雪の早期化により東北・北陸で減少
- ✓ 夏季の水資源量：やや減少。明確な傾向は得られず

累積渇水量の変化

- 5～9月（灌漑期間）の**累積渇水量**
- CMIP5**の3モデルの平均

累積渇水量 (10⁸m³)



- 現在期間に比べて**渇水強度が高まる**
- シナリオ、期間の関係は不明瞭（精査中）

6. 研究の進捗状況と環境政策等への貢献

• (1) 進捗状況

3(1)	計画通り進展している (防護のみならず、撤退(移住)の適応費用を試算)
3(2)	計画通り進展している (沿岸ハザード影響予測、自然海岸等への影響評価)
3(3)	計画通り進展している (250m分解能での内水・外水の被害額予測。緩和策の寄与率)
3(4)	計画通り進展している (農業生産と水資源における適応策評価の枠組み)
T3全体	計画通り進展している <ul style="list-style-type: none">• 気候変動による流域・沿岸域での自然災害・水資源の将来予測が順調に進展している<ul style="list-style-type: none">✓ 全国的な浸水・氾濫影響、影響人口・経済評価✓ 適応策の効果(被害の減少効果)✓ 適応費用→効果的かつ経済的な適応✓ 今後は、テーマ横断の複合的な影響評価

6. 研究の進捗状況と環境政策等への貢献

- (2) 環境政策等への貢献
 - A-PLAT、DIASへのデータ提供(3(3))
 - 農水省「農業用排水対策の基本的考え方」への計算結果の提示(3(4))
 - IPCC WGII AR6への引用(3(1)、3(2))
 - SPM: RCP8.5-SSP5はRCP2.6-SSP1よりも甚大な影響=>緩和策の重要性
 - 地域気候変動適応センター(茨城県等)への情報提供も期待

7. 研究成果の発表状況

	T3計	ST1	ST2	ST3	ST4	備考
査読付論文	26	7	5	10	4	
うち英語論文	6	2		2	2	
その他誌上発表	27	2		24	1	
口頭発表(学会等)	20	7			14	
国民との科学・技術対話	18	2	1	14	1	
マスコミ等への公表・報道等	3		2		1	朝日新聞、読売新聞、日本農業新聞
受賞	8	2		5	1	土木学会、土木学会地球環境委員会、水文・水資源学会、農業農村工学会等

<国際連携>

- IPCC第6次評価報告書第2作業部会(AR6WG II)報告書への貢献(Expert reviewer)、論文引用(3(1), 3(2))
- 世界気候研究プログラム(WCRP) Sea Level Rise Projections in Local Decision Makingに協力(3(1))
- 日越大学: ベトナム沿岸域における気候変動影響と適応研究(3(1))
- 東・東南アジア6カ国の気候変動適応事例をまとめ、Springerより書籍”Interlocal Adaptations to Climate Change in East and Southeast Asia”を発行(3(1))