

2023年2月22日(水)
財務省財務総合政策研究所
外部有識者による研究所内講演会

気候変動への適応と政策対応

内田真輔

名古屋市立大学大学院経済学研究科
東北大学Research Center for Policy Design



本日紹介する研究内容の一部は、JSPS科研費(JP19K01632)、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20S11821)、および(公財)市原国際奨学財団からの研究助成を受けています。





内田 真輔（うちだしんすけ）

名古屋市立大学大学院経済学研究科 准教授

履歴書 (英語版, 2022年10月)

[Google Scholar profile](#)

[Researchmap](#)

【学位】

学士（BA） 経済学，慶應義塾大学

修士（MSc） 環境資源経済学，ユニバーシティ・カレッジ・ロンドン

博士（PhD） 農業資源経済学，メリーランド大学

【職歴】

メリーランド大学農業資源経済学部リサーチアシスタント，世界銀行開発経済調査局コンサルタント，アメリカ農水省経済研究所エコノミスト，信州大学経済学部講師を経て2015年4月より **現職**。東北大学経済学研究科 **Research Center for Policy Design** 客員准教授。

【研究テーマ】

気候変動影響と適応，自然災害の経済影響，農業と環境，天然資源と経済成長

【担当講義】

（学部）環境経済学（大学院）環境資源経済論

【英語著作】

[ENGLISHページへ](#)

【日本語著作：学術論文】

- 2022年3月
環境経済・政策研究 第15巻1号「気候変動適応策の現状と課題：適応格差の是正に向けた政策視点」【招待論文，査読有】



S-18の目標

全体目標 我が国の気候変動適応を支援する影響予測・適応評価に関する最新の科学的情報の創出

個別目標

- ①全国レベルの統一的で高解像度の影響予測と適応策の効果の評価
- ②分野ごとに脆弱な地域の抽出、地域毎の影響特性の把握
- ③IPCC、パリ協定などへの国際的貢献
- ④他のプロジェクトや民間企業、NGO、マスコミなどの研究交流・情報交換
- ⑤気候変動に対してレジリエント（強靱）な社会の在り方に向けた提言

研究体制

サブテーマ番号	テーマ/サブテーマ名	テーマ/サブテーマリーダー
テーマ1	総合的な気候変動影響予測・適応評価フレームワークの開発	三村信男 [茨城大学]
1(1)	統一的な気候変動影響予測のためのフレームワーク構築と基盤情報の整備	三村信男 [茨城大学]
1(2)	適応計画策定支援のための統合データベース構築と分析ツールの開発	真砂佳史 [国立環境研究所]
1(3)1	統計的な手法によるデータ・ドリブンな気候変動影響予測手法の開発と適応効果の解析1	石塚浩樹 [農研機構]
1(3)2	統計的な手法によるデータ・ドリブンな気候変動影響予測手法の開発と適応効果の解析2	西浦博 [京都大学]
1(4)	適応策のシナジー・トレードオフを考慮した気候変動適応計画の評価に関する研究	横沢正幸 [早稲田大学]
テーマ2	農林水産業分野を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価	白戸康人 [農研機構]
2(1)	水稲、畑作物、野菜、果樹を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価	白戸康人 [農研機構]
2(2)	畜産を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価	樋口浩二 [農研機構]
2(3)	林業を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価	平田孝雄 [森林研究・整備機構]
2(4)	水産業を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価	水原英昭 [水産研究・教育機構]
テーマ3	自然災害・水資源分野を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価	横木裕崇 [茨城大学]
3(1)	気候変動による洪水・浸水災害の統合影響予測と適応策の経済評価	横木裕崇 [茨城大学]
3(2)	高潮・高波等を対象とした沿岸域への気候変動影響予測と適応策の評価	森田 聡 [京都大学]
3(3)	河川洪水・内水氾濫による気候変動影響予測と適応策の評価	風間 聡 [東北大学]
3(4)	流域における水資源への気候変動影響予測と適応策の評価	古田武郎 [農研機構]
テーマ4	国民の生活の質(QoL)とその基盤となるインフラ・地域産業への気候変動影響予測と適応策の検討と評価	栗橋 聖 [東京大学]
4(1)	生活の質(QoL)から見た地域の気候変動脆弱性の評価と適応策の検討と評価	栗橋 聖 [東京大学]
4(2)	都市構造を対象とした気候変動影響予測と適応策の検討と評価	谷川寛樹 [名古屋大学]
4(3)	地域の土地利用・市街地環境への気候変動影響予測と持続的再生方針の検討と評価	村山 誠人 [東京大学]
4(4)	交通・輸送システムへの気候変動影響予測と適応策の検討と評価	加藤 雄司 [名古屋大学]
テーマ5	気候変動影響及び適応に関する経済評価手法の開発	日引 聡 [東北大学]
5(1)	気候変動による農業部門と健康への影響及び適応に関する経済評価手法の開発	日引 聡 [東北大学]
5(2)	気候変動による自然災害がもたらす影響及び適応に関する経済評価手法の開発	野原克仁 [北里大学]

※農研機構は、農林・食品産業技術総合研究機構の略称です。

お問合せ先

本プロジェクトに関するお問い合わせは下記まで

S-18 プロジェクト事務局
 E-mail info@s-18ccap.jp
 URL <https://s-18ccap.jp>



環境研究総合推進費 戦略的研究開発 S-18

気候変動影響予測・ 適応評価の総合的研究



世界各国において気候変動の影響が顕在化し、我が国でも気象災害や健康、農業への被害が顕著になっています。それを背景にして2018年に気候変動適応法が施行されました。気候変動適応法では、2020年から概ね5年ごとに最新の科学的成果を踏まえた気候変動の影響評価と適応計画見直しを行うこととしています。国際的にもパリ協定によって緩和策・適応策の進捗評価が行われますが、こうした取り組みには科学的な裏付けが不可欠です。

S-18研究プロジェクトは、こうした国内外の課題に応えることを目的に、2020年4月にスタートしました。日本の27の研究機関と200名を超える研究者が取り組むこのプロジェクトによって、気候変動の影響に対して強靱な社会を支える情報の創成をめざして参りますので、皆様のご協力をお願いいたします。

プロジェクトリーダー 三村信男
 (茨城大学地球・地域環境共創機構 (GLEC) 特命教授)



気候変動にレジリエント（強靱）な社会に向けた展望

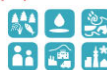
S-18 研究構成：5 テーマの連携で気候変動への適応に貢献する

共通シナリオの提供
(気候、社会経済・適応シナリオ)

テーマ
1

総合的な気候変動影響予測・ 適応評価フレームワークの開発

我が国に対する気候変動の影響リスクを体系的に予測し、リスクの抑制・最小化を目指した適応策の効果に関する研究を推進します。



研究対象

- 全体総括、共通シナリオ (気候シナリオ、社会経済・適応シナリオ) の整備
- 各テーマが構築する科学的知見の整理・データベース化と発信
- 統計的手法による各分野への影響の関係性を明確化 (感染症流行リスクなども含む)
- 適応策のシナジー・トレードオフを考慮した適応計画の評価



影響予測結果・適応策の効果
統合データベース作成

テーマ
2

農林水産業分野を対象とした 気候変動影響予測と適応策の評価

農林水産業を対象に、気候変動の将来影響を予測するためのデータを収集し、影響予測手法の開発・高度化によって、高解像度の将来影響予測と適応オプションの定量化を行います。



研究対象

- 農作物 (水稲、小麦、大豆、野菜、果樹) 及び害虫の発生
- 畜産 (泌乳牛、育成牛、肥育前期豚、肥育後期豚、ブロイラー、採卵鶏)
- 林業 (人工林、山地災害)
- 水産業 (沖合底引き網漁業、主要魚種、ワカメ養殖、藻場・増養殖)



テーマ
3

自然災害・水資源分野を対象とした 気候変動影響予測と適応策の評価

自然災害・水資源分野を対象に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及び直接被害の予測、ハード・ソフトを含めた適応策等の評価を行います。



研究対象

- 全国の流域、沿岸域における浸水
- 高潮、高波による人工及び自然海岸への影響
- 河川洪水、内水氾濫
- 流域における水資源と水利用 (都市・農業・工業用水)



テーマ
4

国民の生活の質 (QoL) とその基盤となる インフラ・地域産業への気候変動影響予測 と適応策の検討と評価

日本における基盤インフラ (上下水道)、建築物、土地利用、交通・輸送システム、健康、地域産業を対象とした気候変動による将来影響予測手法を開発するとともに、実現性の高い適応策シナリオを構築します。



研究対象

- 国民の生活の質とインフラ、地域産業への影響
- 建築物、社会基盤施設の物質ストック・フロー
- 土地利用、市街地環境への影響と都市計画の適応シナリオ
- 交通・輸送システム



テーマ
5

気候変動影響及び適応策に関する経済評価手法の開発

気候変動やそれに起因する自然災害による農業、製造業における被害、健康被害及びマクロ経済への影響と適応策に関する経済評価手法を開発します。

研究対象

- 計量経済学的手法による農業影響の予測
- 市町村別の熱中症等による健康被害
- 災害時の農家所得、製造業への影響



※テーマ1 (画像)、テーマ5 (データ) は国立環境研究所 CCCA より提供

期待される
成果

次世代影響予測モデルの開発
包括的影響・適応策評価レポート
2025 年影響評価への貢献
自治体・企業等の適応策への貢献

気候変動適応法の実施

国立環境研究所
cCCA
Climate Change Adaptation

気候変動
適応センター

A-PLAT
気候変動適応情報プラットフォーム

地方公共団体
事業者
国民

報告アウトライン

気候変動影響に対する適応行動の現状と課題に関して
「日本の水害被害」を例に「経済学的視点」から紹介

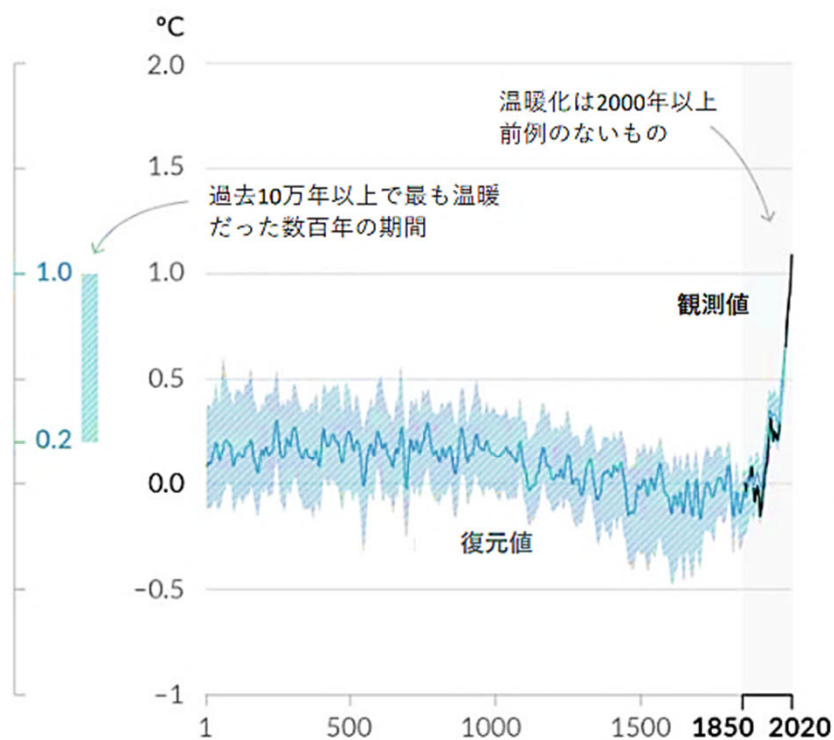
- 気候変動問題と緩和策・適応策
- 気候変動影響への適応と阻害要因
- 適応の阻害要因①所得格差（予算・技術制約）
- 適応の阻害要因②リスク認知（意識・経験・情報不足）
- 適応の阻害要因③外部性（市場メカニズムの不備）
- まとめと政策提言

気候変動問題と緩和策・適応策

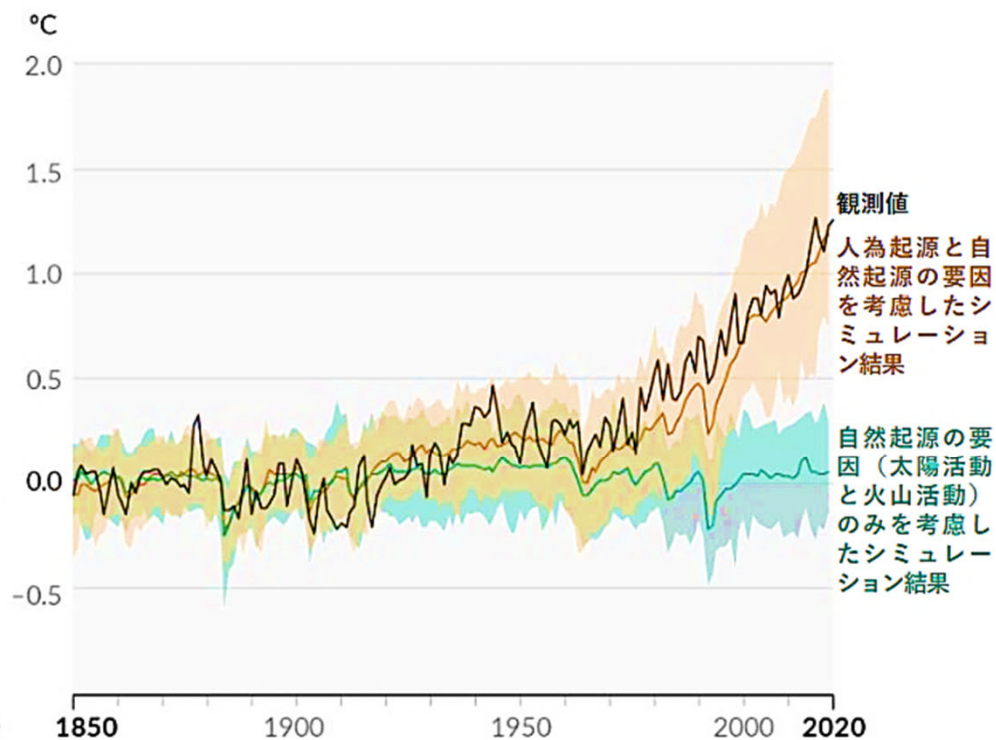
世界の気温変化と近年の温暖化の原因

1850～1900年を基準とした世界平均気温の変化

(a) 世界平均気温（10年平均）の変化
復元値（1～2000年）及び観測値（1850～2020年）



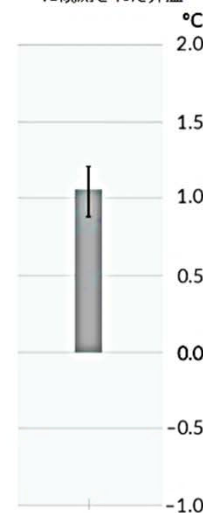
(b) 観測あるいは人為起源と自然起源の要因又は自然起源の要因のみを考慮して
シミュレーションされた世界平均気温（年平均）の変化（いずれも1850～2020年）



温暖化の主要因は人間活動からの温室効果ガス

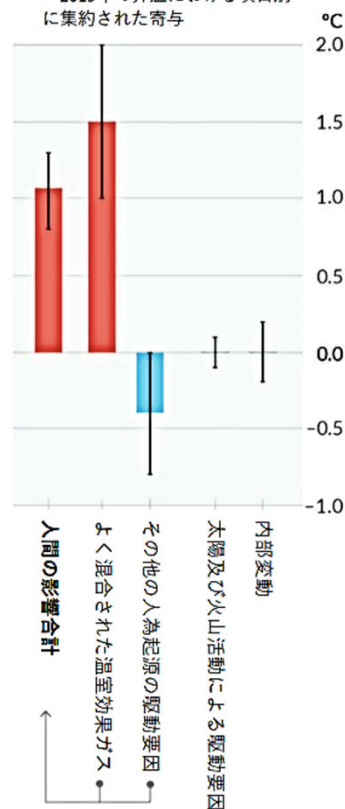
観測された昇温

(a) 1850～1900年を基準とした2010～2019年に観測された昇温

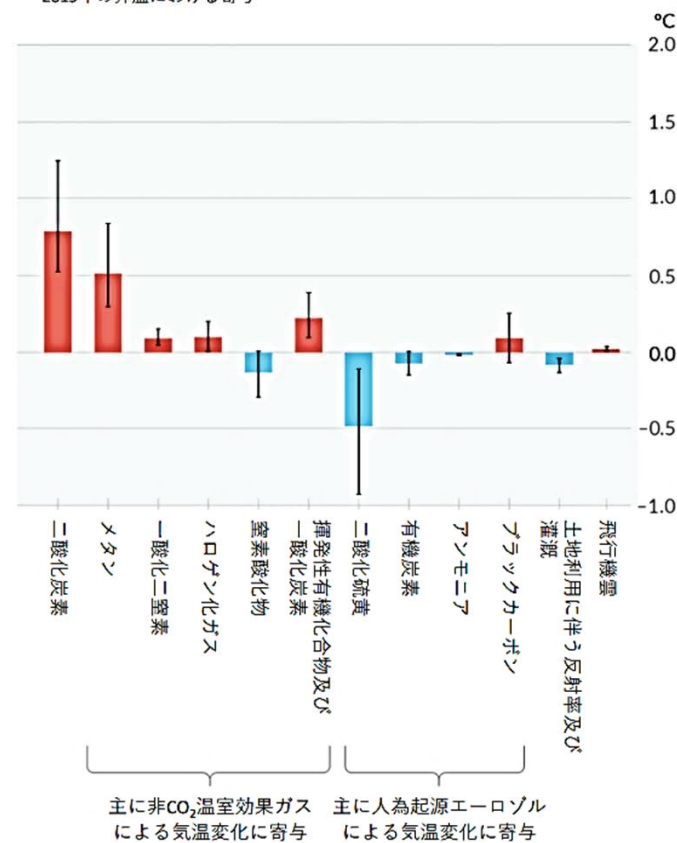


2つの補完的なアプローチに基づく昇温への寄与

(b) 要因特定の研究から評価された、1850～1900年を基準とした2010～2019年の昇温における項目別に集約された寄与



(c) 放射強制力の研究から評価された、1850～1900年を基準とした2010～2019年の昇温における寄与



日本も温暖化

100年あたり 1.26°C
の割合で上昇

統計開始(1898年)以降
最も暑かった年TOP5は

1位: 2020年 ($+0.65^{\circ}\text{C}$)

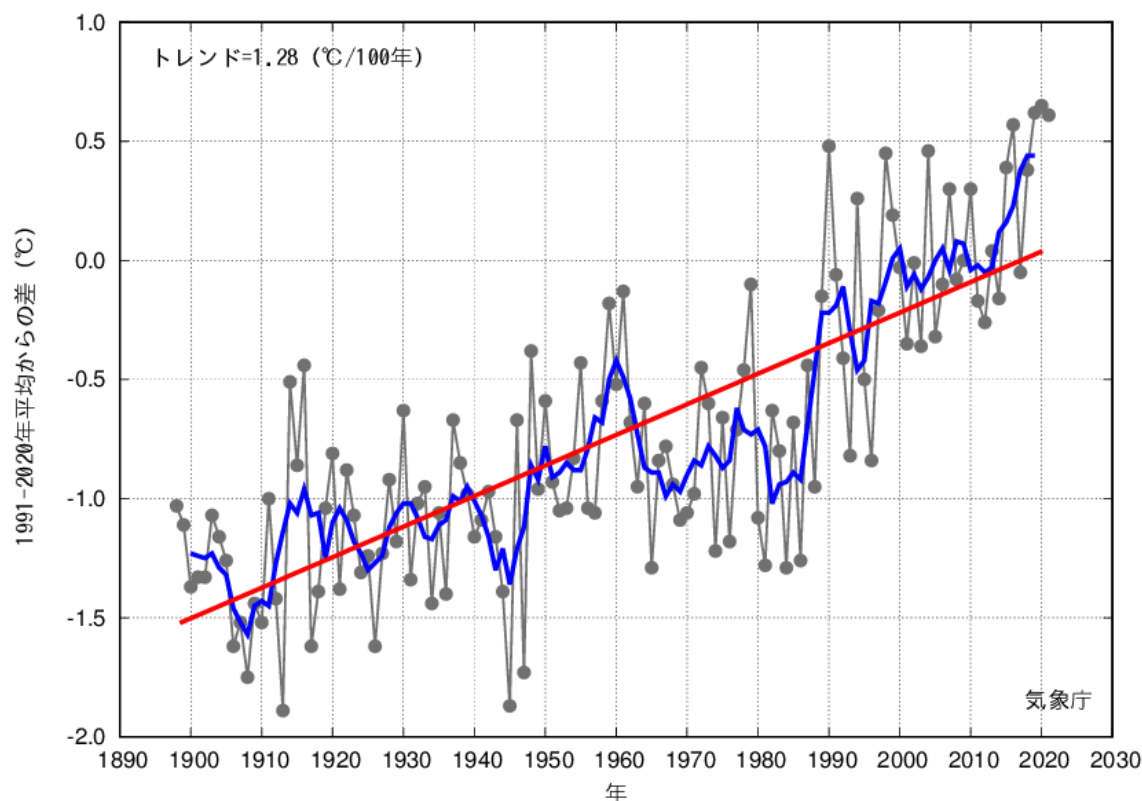
2位: 2019年 ($+0.62^{\circ}\text{C}$)

3位: 2021年 ($+0.61^{\circ}\text{C}$)

4位: 2016年 ($+0.58^{\circ}\text{C}$)

5位: 1990年 ($+0.48^{\circ}\text{C}$)

日本の年平均気温偏差の経年変化(1898~2021年)



細線(黒): 各年の平均気温の基準値からの偏差、太線(青): 偏差の5年移動平均値、直線(赤): 長期変化傾向。
基準値は1991~2020年の30年平均値。

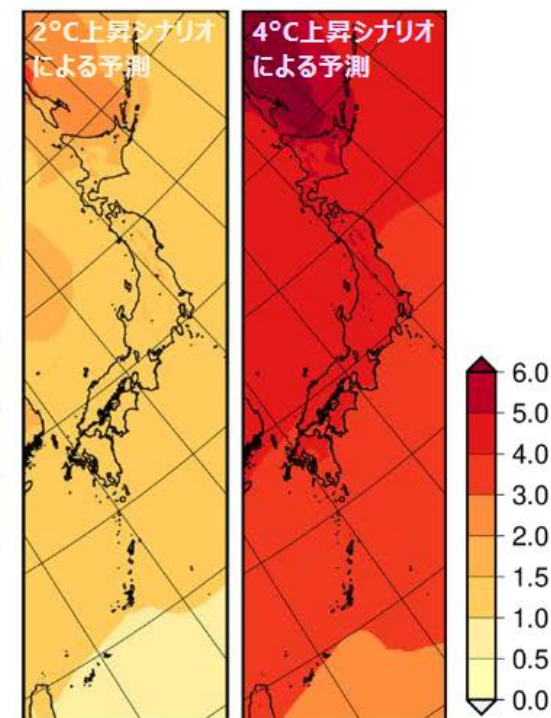
2°C/4°C上昇シナリオにより予測される21世紀末の日本

将来予測

	2°C上昇シナリオによる予測 パリ協定の2°C目標が達成された世界	4°C上昇シナリオによる予測 現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界
年平均気温	約1.4°C上昇	約4.5°C上昇
【参考】世界の年平均気温	(約1.0°C上昇)	(約3.7°C上昇)
猛暑日の年間日数	約2.8日増加	約19.1日増加
熱帯夜の年間日数	約9.0日増加	約40.6日増加
冬日の年間日数	約16.7日減少	約46.8日減少

- いずれのシナリオにおいても21世紀末の日本の平均気温は上昇し、多くの地域で猛暑日や熱帯夜の日数が増加、冬日の日数が減少すると予測される。
- 昇温の度合いは、2°C上昇シナリオより4°C上昇シナリオの方が大きい。
- 同じシナリオでは、緯度が高いほど、また、夏よりも冬の方が、昇温の度合いは大きい。

※ この資料において「将来予測」は、特段の説明がない限り、日本全国について、21世紀末時点の予測を20世紀末又は現在と比較したもの。



21世紀末の日本の年平均気温

21世紀末（2076～2095年平均）における年平均気温の20世紀末（1980～1999年平均）からの偏差

将来予測のまとめ：気候変動の影響は広範

21世紀末の日本は、20世紀末と比べ...

※ 黄色は2°C上昇シナリオ（RCP2.6）、
紫色は4°C上昇シナリオ（RCP8.5）による予測

年平均気温が約1.4°C/約4.5°C上昇

海面水温が約1.14°C/約3.58°C上昇



猛暑日や熱帯夜はますます増加し、
冬日は減少する。



温まりやすい陸地に近いことや暖流の影響で、
予測される上昇量は世界平均よりも大きい。

降雪・積雪は減少

雪ではなく雨が降る。
ただし大雪のリスクが
低下するとは限らない。



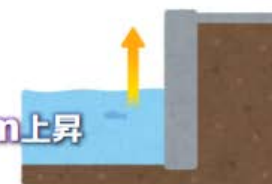
激しい雨が増える

日降水量の年最大値は
約12%（約15 mm）/約27%（約33 mm）増加
50 mm/h以上の雨の頻度は約1.6倍/約2.3倍に増加



強い台風の割合が増加
台風に伴う雨と風は強まる

沿岸の海面水位が
約0.39 m/約0.71 m上昇



3月のオホーツク海海水面積は
約28%/約70%減少



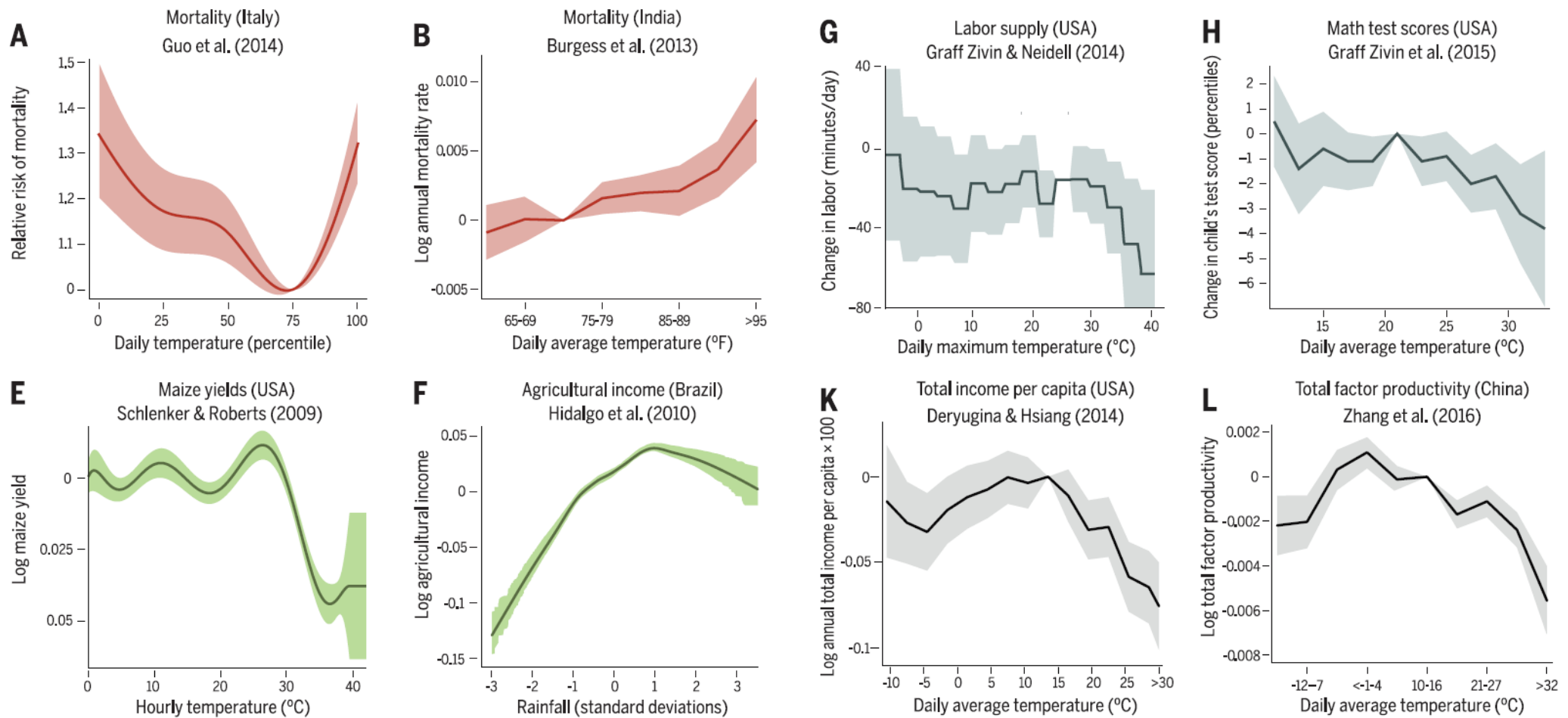
【参考】4°C上昇シナリオ（RCP8.5）では、
21世紀半ばには夏季に北極海の海水が
ほとんど融解すると予測されている。

日本南方や沖縄周辺においても
世界平均と同程度の速度で
海洋酸性化が進行

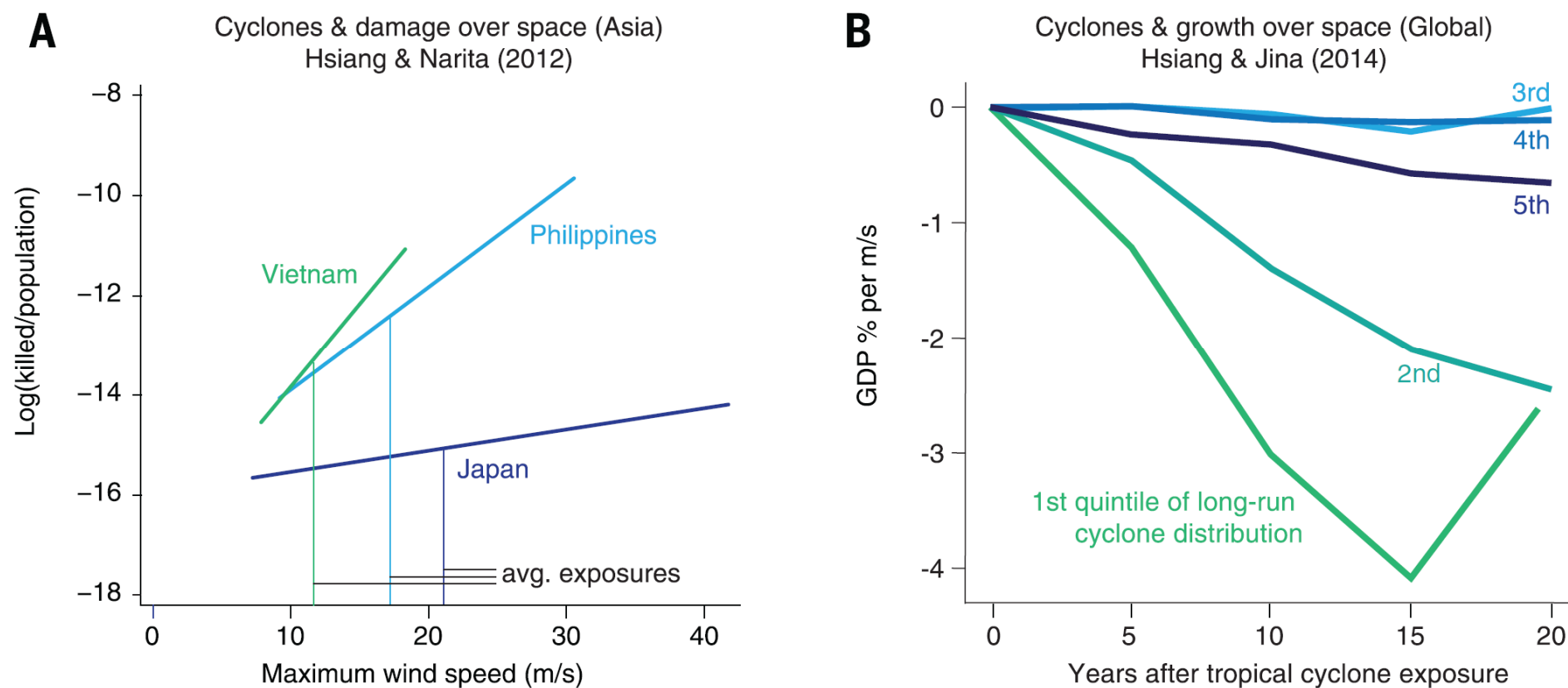


※ この資料において「将来予測」は、特段の説明がない限り、日本全国について、21世紀末時点の予測を20世紀末又は現在と比較したもの。

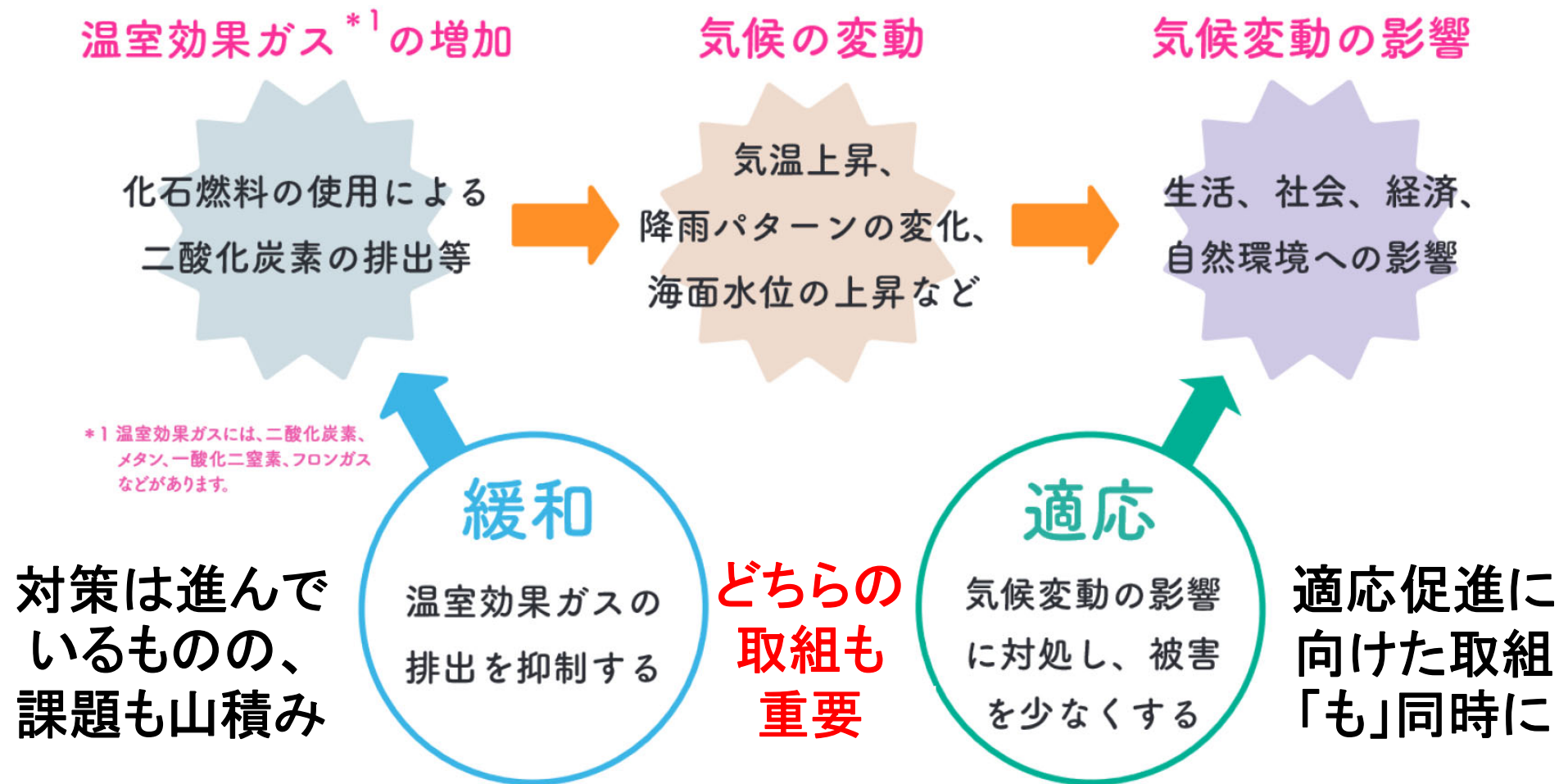
気象条件が社会におよぼす様々な影響の定量化



気象条件が社会におよぼす様々な影響の定量化(続き)



気候変動影響対策の現在：緩和だけでなく適応も



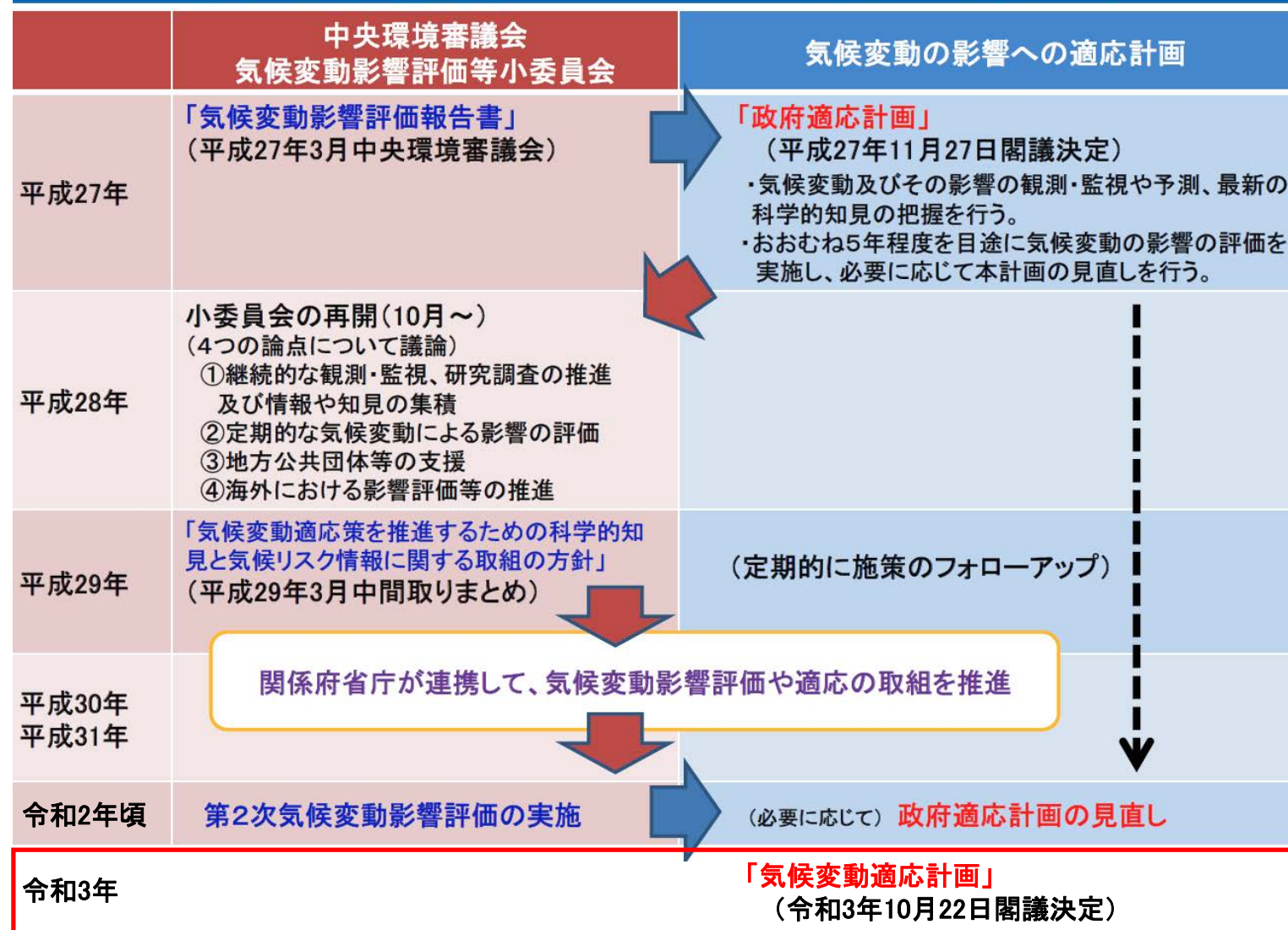
補足：気候変動影響に対する緩和策と適応策

1998年
地球温暖化対策推進法

2018年
気候変動適応法



気候変動影響評価と適応計画に関する今後の動き



適応促進に向けた動きは
始まったばかり

適応策の充実に向けて：適応メカニズム把握の重要性

適応行動メカニズムの把握：社会がどのように適応している(きた)か

- 今後の適応策立案に向けた重要な知見となる

- 気候影響の正確な測定に必須：

適応メカニズムを無視すると、影響の測定 & 将来予測にバイアス生じる

⇒ 最適な緩和策と適応策の策定を妨げてしまう

$$\begin{aligned} \text{温室効果ガスの} &= \sum_{t=0}^{\infty} \delta^t \frac{\partial \text{社会影響}_t}{\partial \text{気温}_t} \times \frac{\partial \text{気温}_t}{\partial \text{CO}_2 \text{濃度}_t} \times \underbrace{\frac{\partial \text{CO}_2 \text{濃度}_t}{\partial \text{CO}_2 \text{排出量}_t}}_{\text{緩和策}} \\ \text{限界社会費用} & \quad \parallel \\ & \text{(A)} \frac{\partial \text{社会影響}_t}{\partial \text{気温}_t} + \text{(B)} \frac{\partial \text{社会影響}_t}{\partial \text{適応}_t} \times \frac{\partial \text{適応}_t}{\partial \text{気温}_t} \end{aligned}$$

気候変動影響への適応に向けた知見の蓄積が必須

- 温暖化による影響を正確に数値化

(A) 温暖化はどのような影響をどれくらい社会におよぼすか？

(B) 温暖化の影響に対してどのように適応している(きた)か？

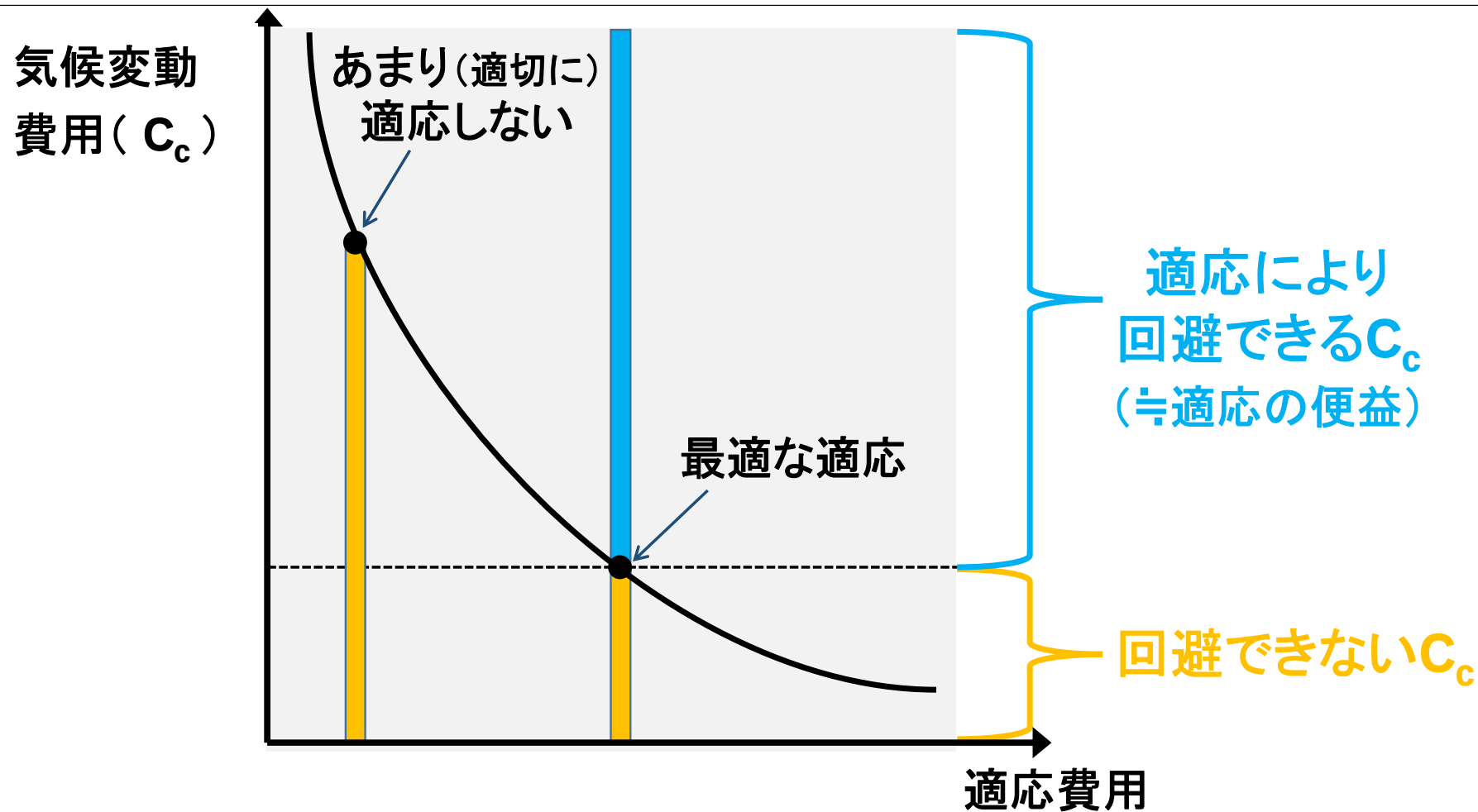
×

温暖化影響は適応によってどの程度軽減されている(きた)か？

- 適応策の確立とその普及策の構築

温暖化の影響に対してどのように適応すべきか？

適応の「費用」と「便益(≡気候変動費用の回避)」



気候変動への適応とその阻害要因

—日本の水害被害を例に—

【重大性】●：特に大きい ◆：「特に大きい」とは言えない —：現状では評価できない
【緊急性】●：高い ▲：中程度 ■：低い —：現状では評価できない
【確信度】●：高い ▲：中程度 ■：低い —：現状では評価できない

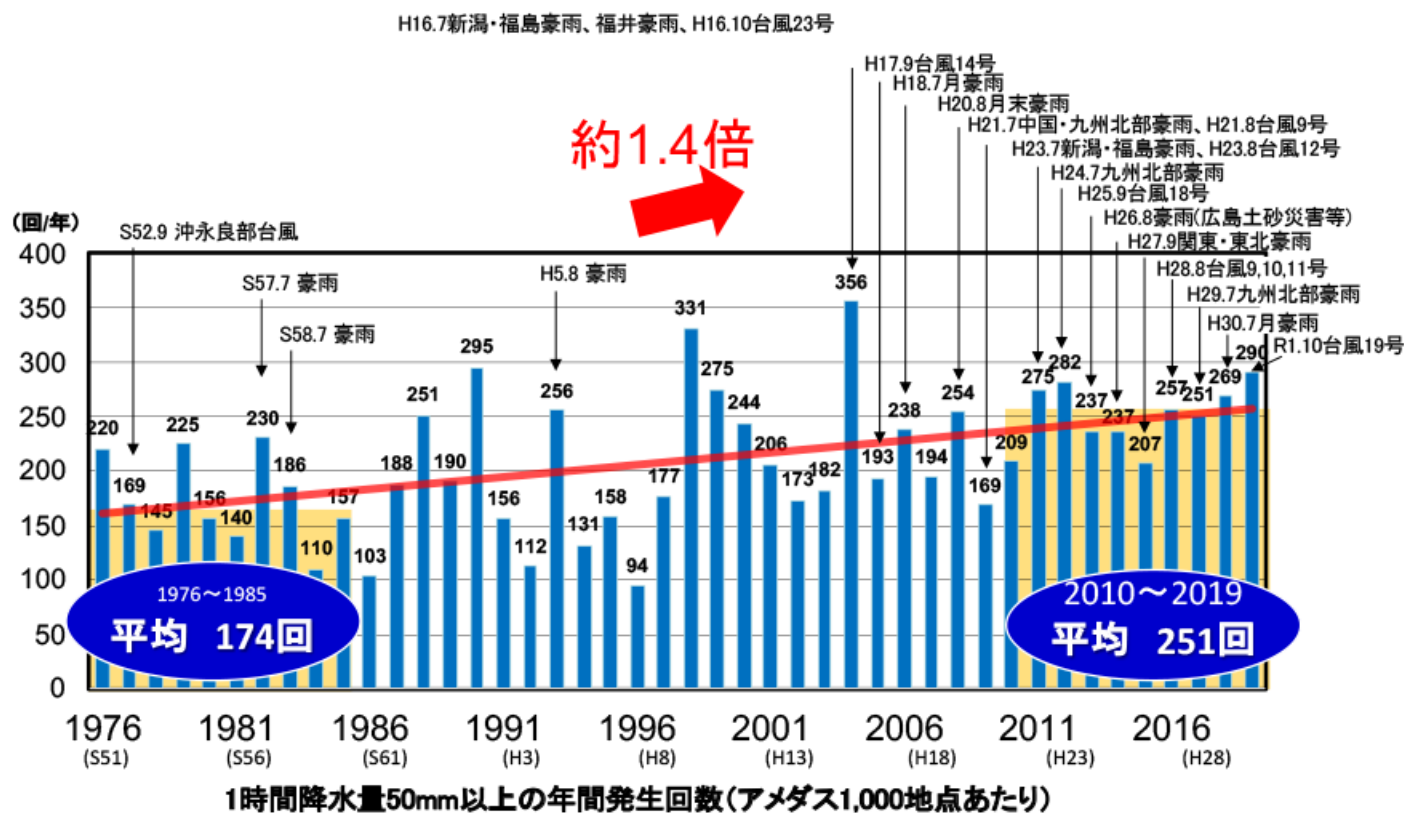
分野	大項目	小項目	重大性	緊急性	確信度
農業・林業・水産業	農業	水稲	●	●	●
		野菜	—	▲	▲
		果樹	●	●	●
		麦、大豆、飼料作物等	●	▲	▲
		畜産	●	▲	▲
		病害虫・雑草	●	●	●
		農業生産基盤	●	●	▲
	林業	木材生産（人工林等）	●	●	■
		特用林産物（きのこ類等）	●	●	■
	水産業	回遊性魚介類（魚類等の生態）	●	●	▲
		増養殖等	●	●	■
水環境・水資源	水環境	湖沼・ダム湖	●	▲	▲
		河川	◆	■	■
		沿岸域及び閉鎖性海域	◆	▲	■
	水資源	水供給（地表水）	●	●	▲
		水供給（地下水）	◆	▲	■
		水需要	◆	▲	▲
自然生態系 ＊「生態系」に対する評価のみ記載	陸域生態系	高山帯・亜高山帯	●	●	▲
		自然林・二次林	●	▲	●
		里地・里山生態系	◆	▲	■
		人工林	●	▲	▲
		野生鳥獣による影響	●	●	—
		物質収支	●	▲	▲
		物質収支	●	▲	▲
	淡水生態系	湖沼	●	▲	■
		河川	●	▲	■
		湿原	●	▲	■
	沿岸生態系	亜熱帯	●	●	▲
		温帯・亜寒帯	●	●	▲
	海洋生態系		●	▲	■

分野	大項目	小項目	重大性	緊急性	確信度
自然生態系	生物季節		◆	●	●
	分布・個体群の変動	＊「在来」の「生態系」に対する評価のみ記載	●	●	●
自然災害・沿岸域	河川	洪水	●	●	●
		内水	●	●	▲
	沿岸	海面上昇	●	▲	●
		高潮・高波	●	●	●
		海岸侵食	●	▲	▲
健康	山地	土石流・地滑り等	●	●	▲
	その他	強風等	●	▲	▲
	冬季の温暖化	冬季死亡率	◆	■	■
		暑熱	●	●	●
	感染症	熱中症	●	●	●
		水系・食品媒介性感染症	—	—	■
		節足動物媒介感染症	●	▲	▲
		その他の感染症	—	—	—
	その他	＊「複合影響」に対する評価のみ記載	—	▲	▲
	産業・経済活動		◆	■	■
産業・経済活動	製造業		◆	■	■
	エネルギー	エネルギー需給	◆	■	▲
	商業		—	—	■
	金融・保険		●	▲	▲
	観光業	レジャー	●	▲	●
	建設業		—	—	—
	医療		—	—	—
	その他	その他（海外影響等）	—	—	■
	国民生活・都市生活	都市インフラ、ライフライン	●	●	■
		文化・歴史を感じる暮らし	◆	●	●
		伝統行事・地場産業等	—	●	■
	その他	暑熱による生活への影響等	●	●	●

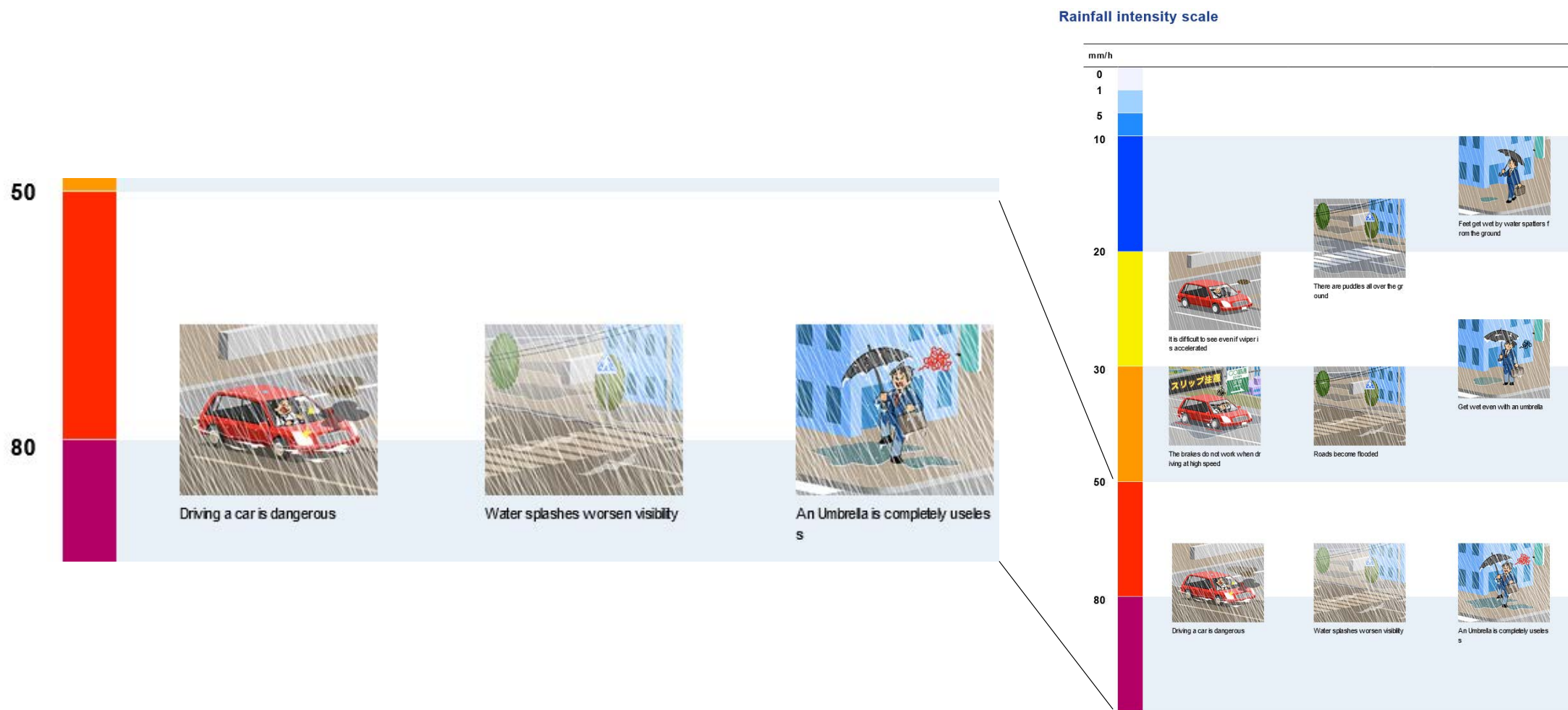
資料：中央環境審議会「日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について（意見具申）」より環境省作成

水害被害が増加する背景のひとつ: 降雨の激甚化

時間あたり降水量50mm以上の発生回数が増加している

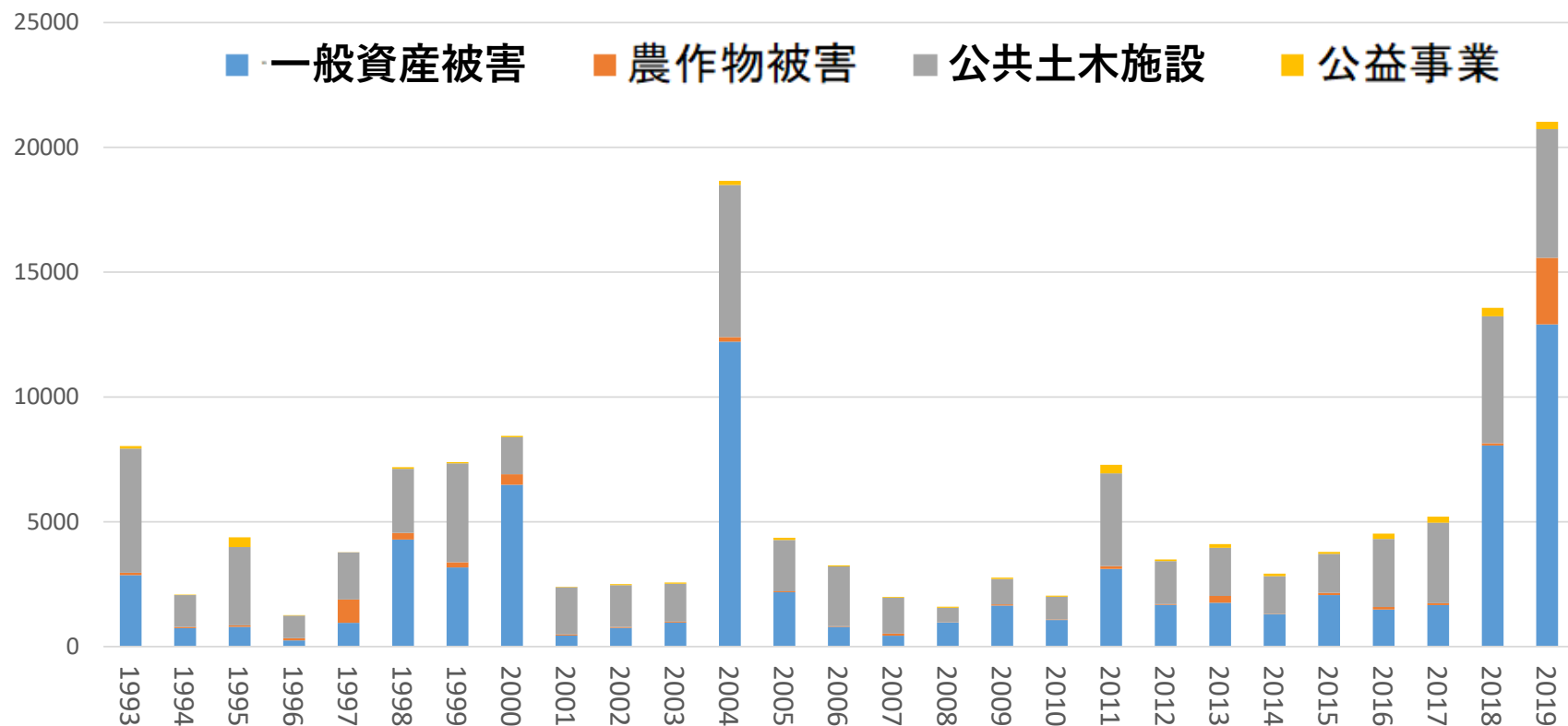


参考：時間あたり降水量50mm以上の影響



日本における水害被害も近年ふたたび上昇トレンド

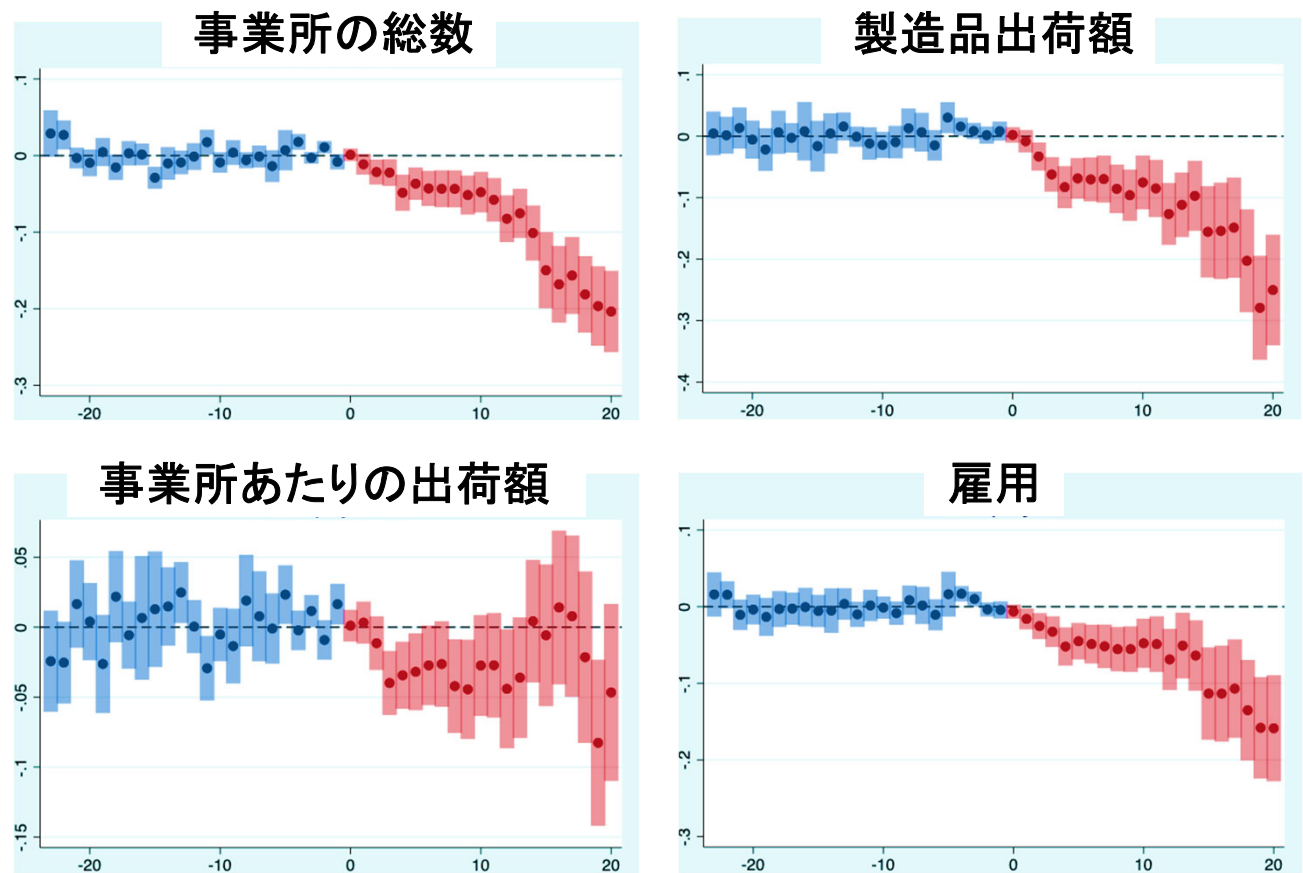
Billion yen (2011 price)



水害が企業活動に及ぼす影響（日本の研究事例）

- 事業所の総数、雇用ともに減少傾向
- 長期間に渡って継続、回復見えず
- 事業所あたりの企業活動に大きな変化なし

⇒地域経済が縮小



水害(横軸のゼロ)前後における各指標の変化率

気候変動の影響に対する

政府の分野別適応策例

数々の適応策が技術的に可能

気候変動の影響と適応の基本的な施策(例)			
分野	予測される気候変動の影響	適応の基本的な施策	適応以外の他の政策目的を有し、かつ適応にも資する施策を含む。
農業、森林・林業、水産業	農業	一等米比率の低下	高温耐性品種の開発・普及、肥培管理・水管理等の徹底
		りんご等の着色不良、栽培適地の北上	優良着色系品種への転換、高温条件に適応する育種素材の開発、栽培管理技術等の開発・普及
		病害虫の発生増加や分布域の拡大	病害虫の発生状況等の調査、適時適切な病害虫防除、輸入検疫・国内検疫の実施
	森林・林業	山地災害の発生頻度の増加、激甚化	山地災害が発生する危険性の高い地区の的確な把握、土石流や流木の発生を想定した治山施設や森林の整備
水環境・水資源	水産業	マイワシ等の分布回遊範囲の変化(北方への移動等)	漁場予測の高精度化、リアルタイムモニタリング情報の提供
	水環境	水質の悪化	工場・事業場排水対策、生活排水対策
自然生態系	水資源	無降水日数の増加や積雪量の減少による渇水の増加	既存施設の徹底活用、雨水・再生水の利用、渇水被害軽減のための渇水対応タイムライン(時系列の行動計画)の作成の促進等の関係者連携の体制整備
	各種生態系	ニホンジカの生息域の拡大、造礁サンゴの生育適域の減少	気候変動に伴い新たに分布した植物の刈り払い等による国立公園等の管理 気候変動に生物が順応して移動分散するための生態系ネットワークの形成
自然災害・沿岸域	水害	大雨や短時間強雨の発生頻度の増加と大雨による降水量の増大に伴う水害の頻発化・激甚化	○比較的発生頻度の高い外力に対する防災対策 ・施設の着実な整備 ・災害リスク評価を踏まえた施設整備 ・できるだけ手戻りない施設の設計等 ○施設の能力を上回る外力に対する減災対策 ①施設の運用、構造、整備手順等の工夫(・既存施設の機能を最大限活用する運用等) ②まちづくり・地域づくりとの連携(・まちづくり・地域づくりと連携した浸水軽減対策・災害リスク情報のきめ細かい提示・共有等) ③避難、応急活動、事業継続等のための備え(・タイムライン策定等による壊滅的被害の回避等)
	高潮・高波	海面上昇や強い台風の増加等による浸水被害の拡大、海岸侵食の増加	海象のモニタリング及び同結果の評価、港湾・海岸における粘り強い構造物の整備の推進、ハザードマップ作成支援、順応的な対応を可能とする技術の開発、海岸侵食への対応の強化
	土砂災害	土砂災害の発生頻度の増加や計画規模を超える土砂移動現象の増加	人命を守る効果の高い箇所における施設整備、土砂災害警戒区域等の基礎調査及び指定の促進、大規模土砂災害発生時の緊急調査の実施
健康	暑熱	夏季の熱波が増加、熱中症搬送者数の倍増	気象情報の提供や注意喚起、予防・対処法の普及啓発、発生状況等の情報提供
	感染症	感染症を媒介する節足動物の分布域の拡大	感染症の媒介蚊の幼虫の発生源の対策及び成虫の駆除、注意喚起
産業・経済活動	金融・保険	保険損害の増加	損害保険協会等における取組等を注視
国民生活・都市生活	インフラ、ライフライン	短時間強雨や渇水頻度の増加等によるインフラ・ライフラインへの影響	地下駅等の浸水対策、港湾の事業継続計画(港湾BCP)の策定、水道施設・廃棄物処理施設の強靱化
	ヒートアイランド	都市域でのより大幅な気温の上昇	緑化や水の活用による地表被覆の改善、人工排熱の低減、都市形態の改善

適応策を考える際のポイント1. 適正な適応策の見極め

気候変動の社会影響は地域や産業によってさまざま
適応策も地域や産業の特徴に見合ったものに

“Adaptation solutions take many shapes and forms,
depending on the unique context of a community,
business, organization, country or region.

There is no ‘one-size-fits-all-solution’.”

UNFCCC

※日本においても、気候変動適応法の下、地域レベルでの適応の強化が最重要課題の一つとなっている。

(United Nations Framework Convention on Climate Change)

適応策を考える際のポイント2. 適応格差の存在

適応格差＝「適応する能力の格差」が気候変動影響を左右する？

経済格差が温暖化で一層拡大していると言われている...

“The **gap** between the economic output of
world's **poorest and richest** countries is
about **25% larger today than**
it would have been **without global warming.**”

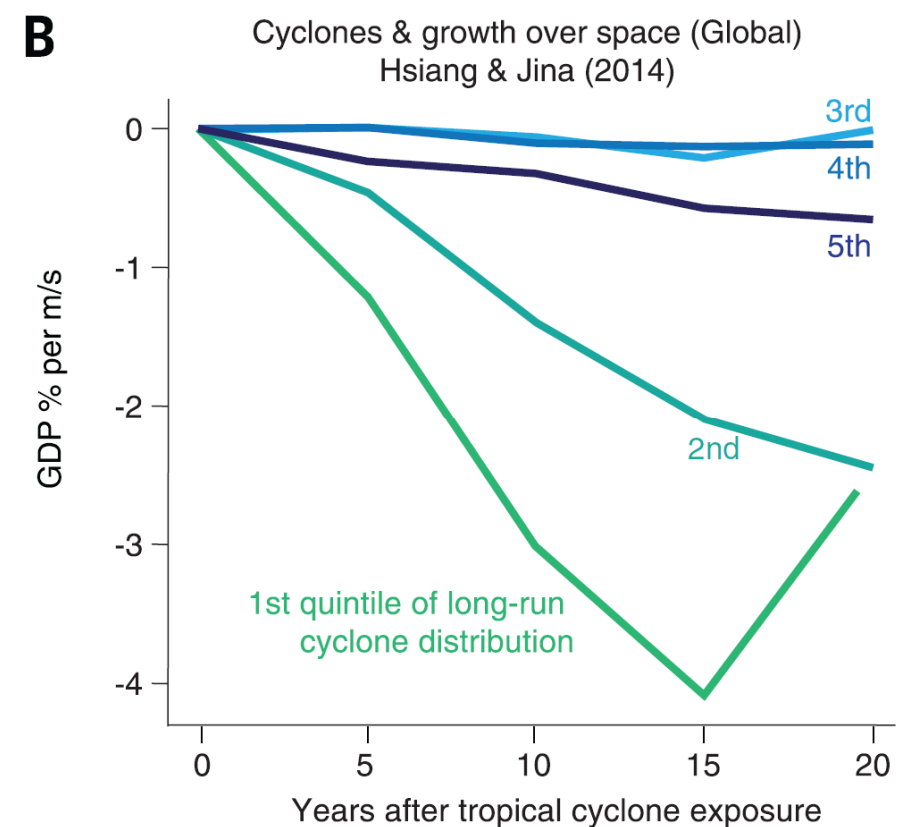
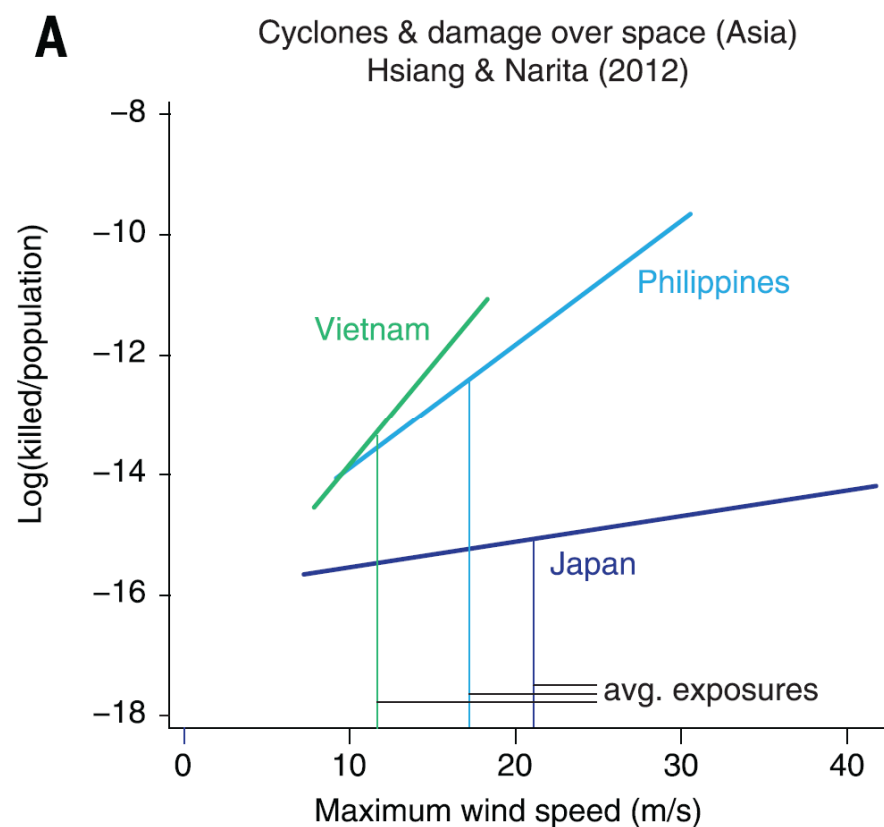
Diffenbaugh and Burke (2019) *PNAS*

この原因の一端は低い適応能力(高い脆弱性)

⇒ 気候変動の影響大きく ⇒ さらなる経済格差を助長

台風 × 経済水準 × 死亡率、台風 × 経験 × 経済成長

「経済水準」や「経験の差」が適応能力格差を生み出す？

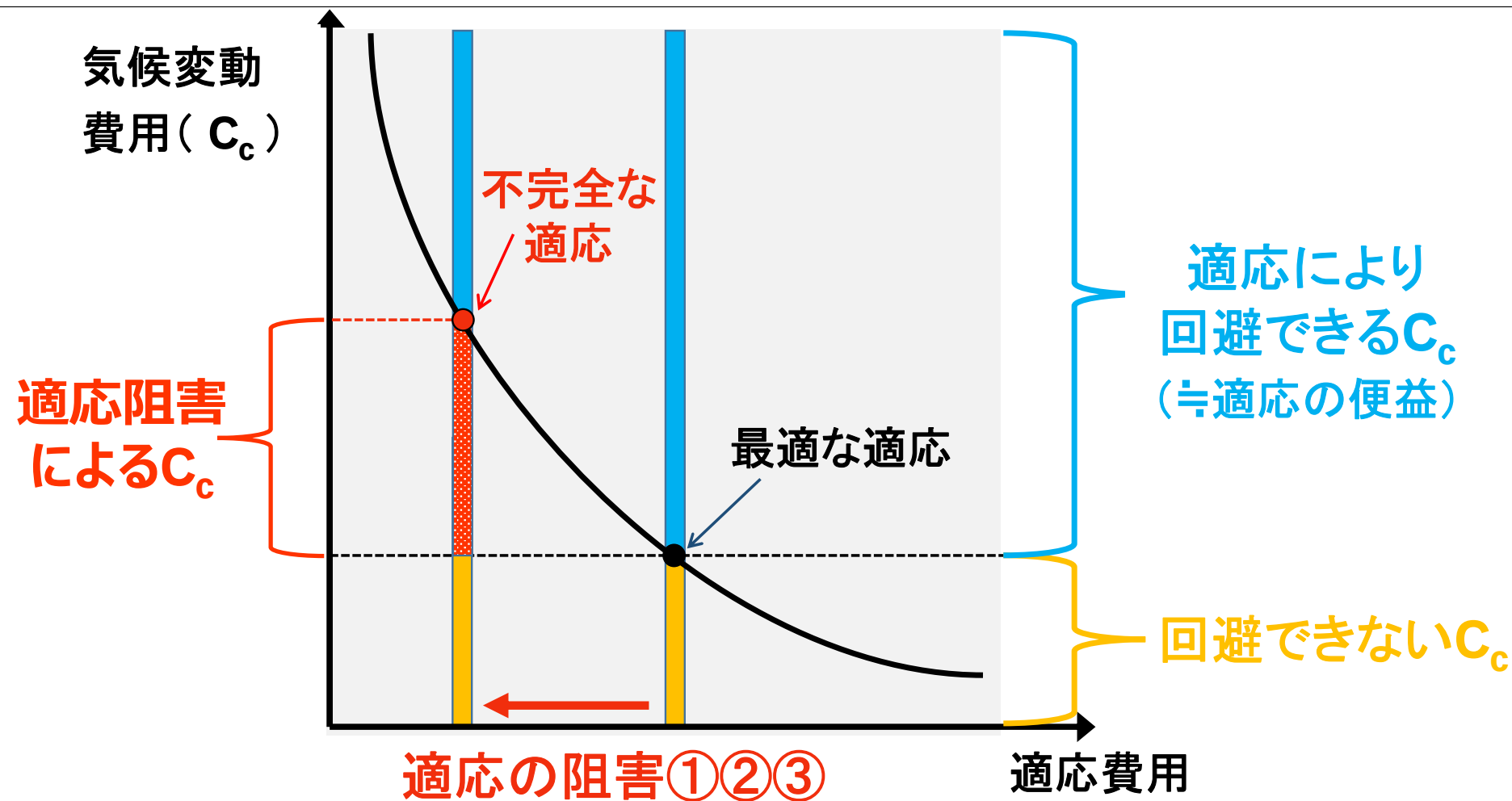


適応策を考える際のポイント3. 適応格差の発生要因

適応行動を阻害する要因の存在

- 個人・企業・国は、適応の費用と便益を天秤にかけて「適応する/しない」を決定
- 適応を阻む要因
 - ①「予算や技術の制約」から適応したくてもできない
 - ②「気候変動リスク」(適応の便益)を正確に認識できていない
≡ 適応行動を取る必要があると思わない、必要性自体を知らない
 - ③「外部性:市場メカニズムの不備」が適応インセンティブを歪める

適応行動の阻害による適応便益の縮小

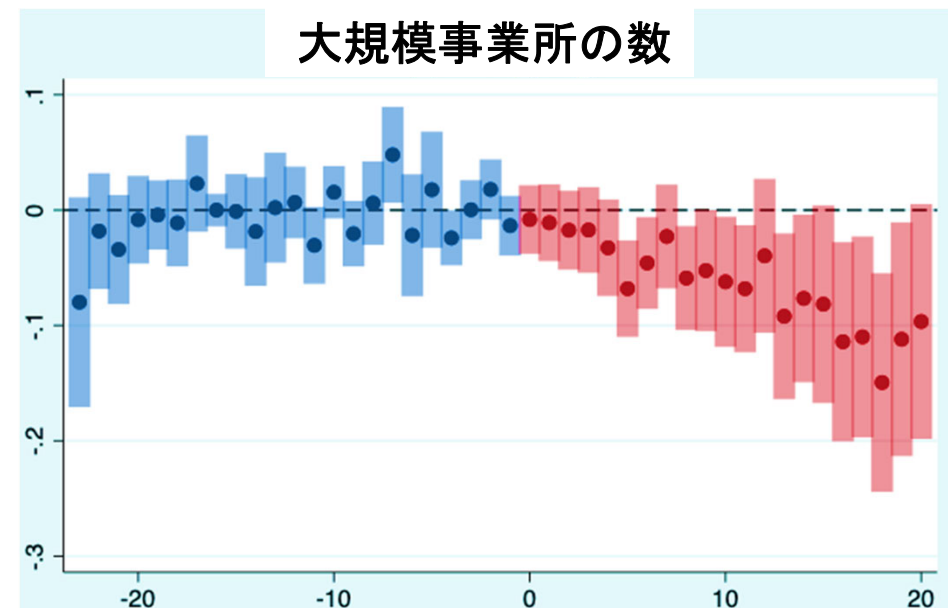
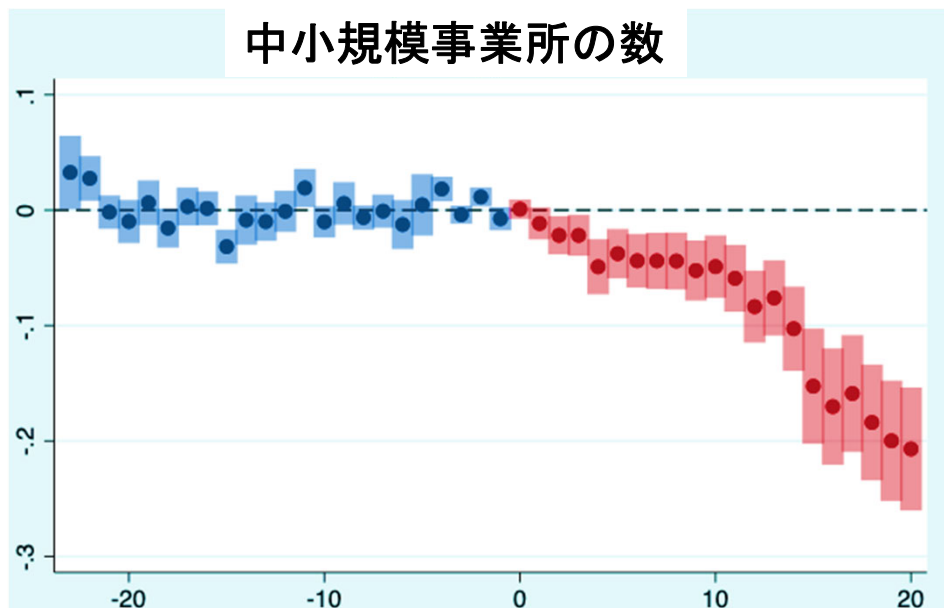


適応の阻害要因①

— 所得格差：予算・技術制約 —

水害が企業活動に及ぼす影響：企業規模別

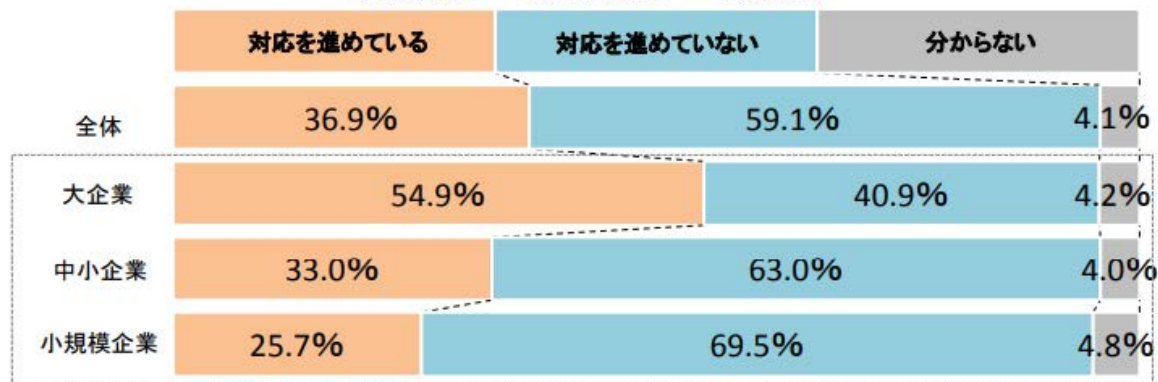
- 中小規模事業所は被災直後より減少、最終的に2割以上減少
 - 大規模事業所は被災直後の影響なし、中長期的に1割程度減少
- ⇒中小規模事業所が脆弱なのは、水害対策が不十分だから？



企業規模別の自然災害への対応状況

2020年の九州地方や中部地方の豪雨災害を受けて帝国データバンクが10月に実施アンケートを実施

自然災害への対応状況 ～ 規模別 ～



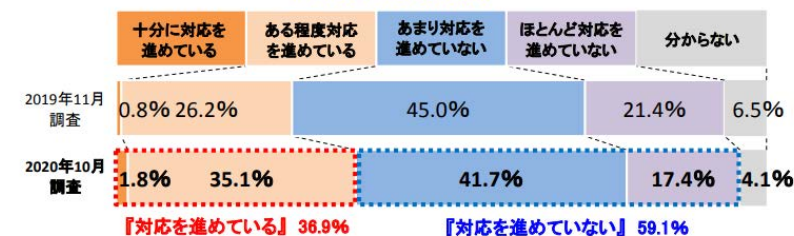
注1:母数は有効回答企業1万1,448社

注2: 小数点第2位以下を四捨五入しているため、合計は必ずしも100とはならない

- 自然災害への備えは**大企業**ほど進んでいる（ただし、進んでいるといっても、半数程度）
- 中小企業では、災害対策まで資金・労力が回らない？

【その他参考資料】

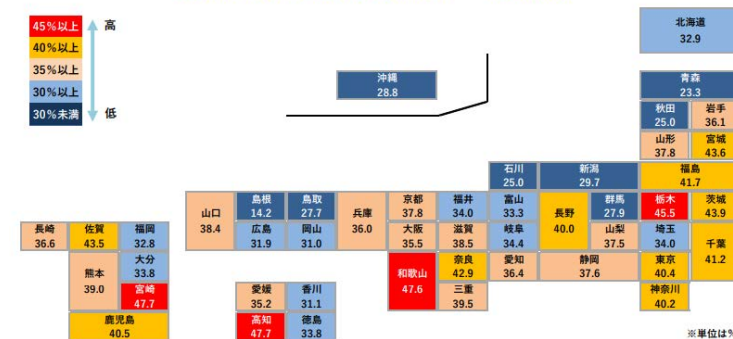
自然災害への対応状況



注1:母数は有効回答企業1万1,448社、2019年11月は1万46社

注2: 小数点第2位以下を四捨五入しているため、合計は必ずしも100とはならない

自然災害への対応を進めている割合 ～ 都道府県別 ～



適応の阻害要因②

ーリスク認知：意識・経験・情報不足ー

水害が企業活動に及ぼす影響：過去の豪雨経験有無別

ATT		
	経験あり	経験なし
① 事業所総数	-.0660*** (.0143)	-.0952*** (.0145)
② 小規模事業所数	-.0673*** (.0145)	-.0965*** (.0146)
大規模事業所数	-.0564** (.0208)	-.0574** (.0213)
③ 事業所あたりの出荷額	-.0100 (.0173)	-.0375** (.0176)
サンプルサイズ	103,584	127,972

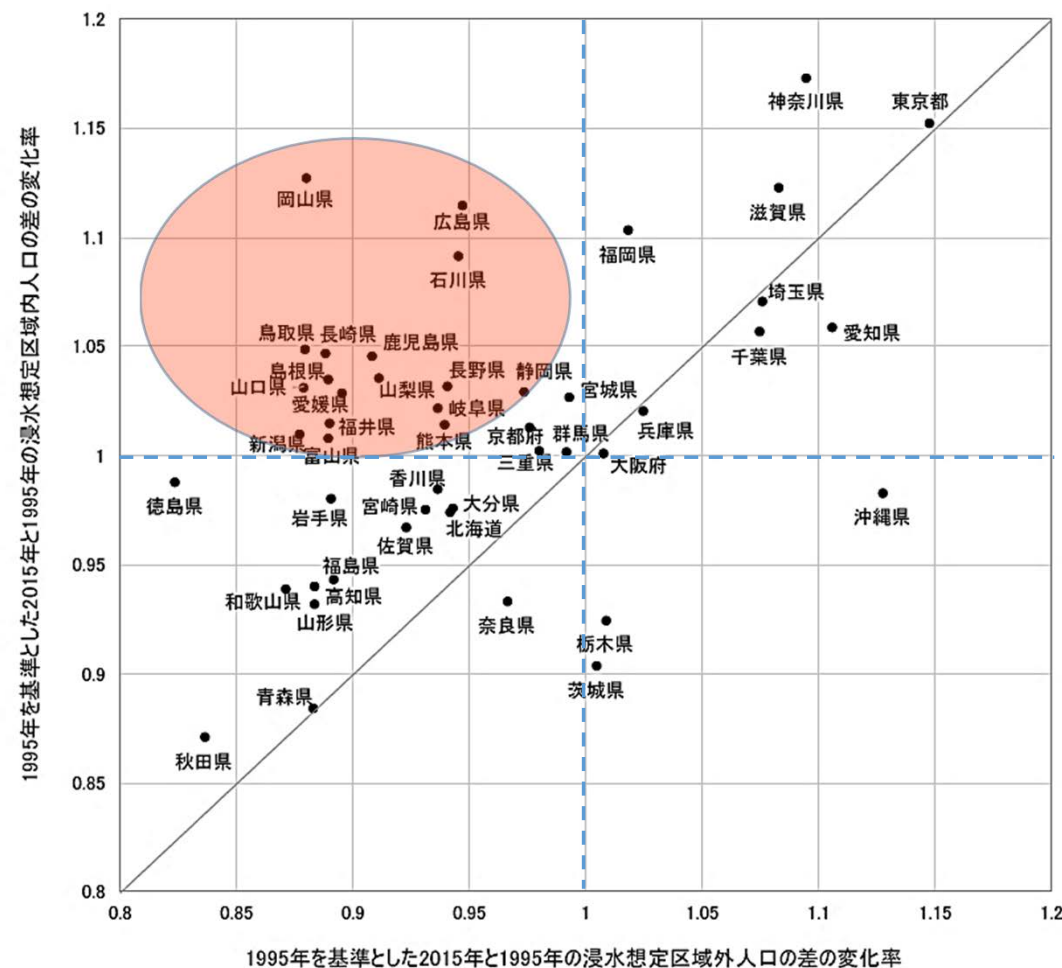
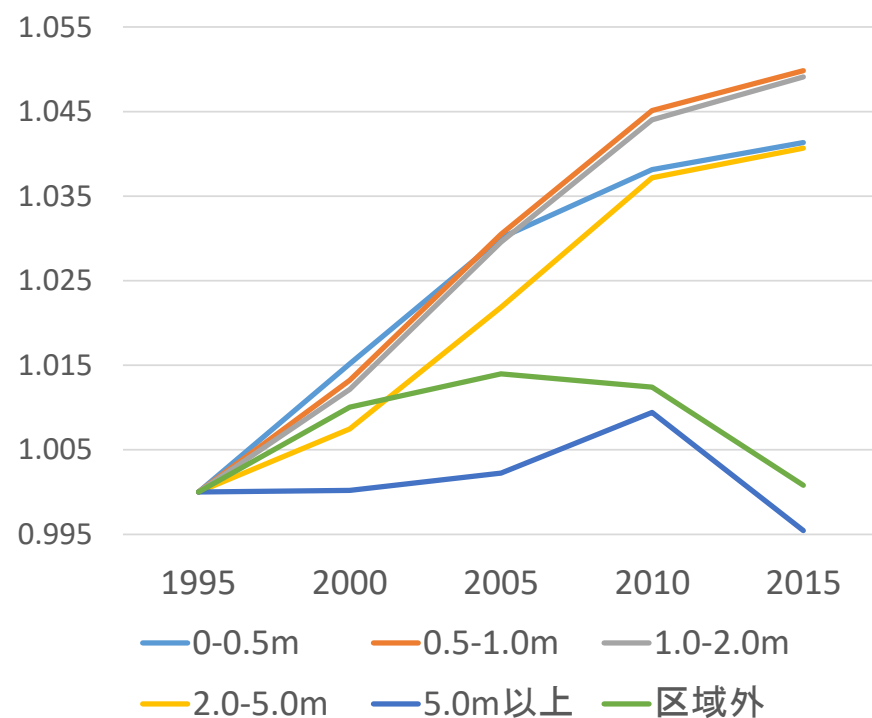
(注) 括弧内は市町村別のクラスターロバスト標準誤差。***は1%有意水準、**は5%有意水準。

- ① 過去に豪雨経験のない地域の方が事業所数の減少幅大きい
- ② 大規模事業所数は、大雨の経験による被害の違いはほぼない
 - 大企業は他の地域の災害事例から得たノウハウを共有している可能性
- ③ 過去に豪雨経験のない地域では、事業所あたりの出荷額も減少幅大きい
 - 経験したことのない水害により、サプライチェーンの見直しなどがあったか

浸水想定区域内外における人口の推移(日本全国)

治水技術の発達に伴い危機意識(水害リスク)に薄れ?それとも他の要因?

浸水想定区域内外の人口変化(浸水深別, 1995年基準)



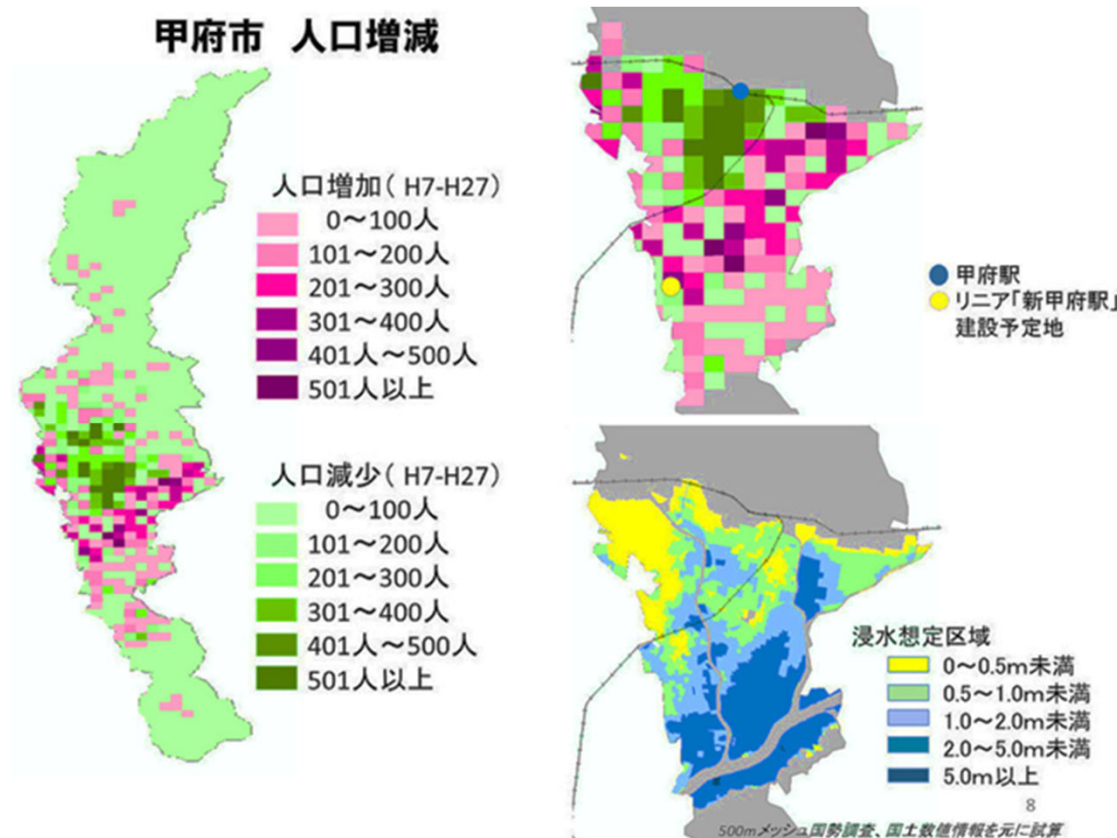
適応の阻害要因③

— 外部性：市場メカニズムの不備 —

山梨県甲府市の人口増減と浸水想定区域を例に

甲府駅を中心とする現在の市街地から、リニア駅の建設予定地を中心とした再開発地域へ人口シフトしている可能性

- 昔に比べて治水技術が発達し、洪水被害が起きにくくなった
- 中心市街地は土地の流動性が低い
- かつて人々が居住を避けた地域の開発は、
 - 土地を利用してもらえる「地主」
 - 大規模開発できる「ディベロッパー」
 - 安く住宅を購入できる「買い手」の三方にとって都合良し



水害リスクの高い区域への移住が進んだ根本的な要因

- **負の外部性**: 水害リスクが地価や取引費用に反映されていない
 - 開発業者に水害リスクを低減させる開発を行う義務がない
 - 現在の火災保険料(参考純率)は域内一律
- 自治体の**モラル・ハザードの助長**
大規模災害が起これば、政府による事後的な災害復旧支援あり
⇒自治体の洪水予防対策インセンティブの低下

かつて人々が居住を避けた(需要のない安価な)地域の
過剰な土地取引と開発振興は、
「地主」「ディベロッパー」「買い手」「自治体」
の四方にとって都合良し

まとめと政策提言

適応策を考える際のポイントまとめ

- 温暖化が社会経済におよぼす影響は均一でない
 - 地域や産業の違いを考慮に入れる
 - 適応能力の違いが影響に違いを生み出している可能性
- 適応メカニズムの把握: どの誰が、どのように
 - 人々は適応の費用と便益を天秤にかけて適応する/しないを決める
 - 予算制約や技術制約のために適応できない人々もいる
 - 気候変動リスクの認知不足により適応しないのかもしれない
 - 市場メカニズムの不備が適応を阻んでいるかもしれない
- これら知見を蓄積し、適応策に反映することで、
「温暖化の影響格差⇒さらなる格差の助長」という負のループを断つ

水害発生頻度増への適応促進に向けた政策提言

<技術的アプローチ:知識の普及、技術の向上>

- リスク・コミュニケーション:浸水想定地域の啓発、災害警報
 - 治水インフラの充実、老朽化したインフラのアップデート
-

<経済学的アプローチ:適応インセンティブの向上>

インセンティブを阻害する要因の除去

- 中小企業の事前対策促進... 補助金? 企業間リスク共有の促進補助?
- 土地売買における負の外部性の内部化
 - ー 供給側:再開発計画の精査、条件付き開発(水害予防投資の義務付けなど)
 - ー 需要側:損保会社が水害リスクレベルに応じた保険金の改訂
- 地方自治体に対し、事後的復旧を条件付き支援化(事前の自助努力条項など)

参考文献リスト

- 内田真輔(2022)「気候変動適応策の現状と課題:適応格差の是正に向けた政策視点」『環境経済・政策研究』第15巻1号, 21-28頁.
- 環境省(2018)「気候変動の影響への適応の最近の動向と今後の課題」地球環境部会(第137回)議事次第・配付資料2, 2018年1月10日.
- 環境省『温暖化から日本を守る適応への挑戦2012』
- 環境省『令和元年版 環境・循環型社会・生物多様性白書』
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/r01/html/hj19010201.html> (最終閲覧日: 2023年2月15日)
- 気象庁「IPCC AR6 WG1報告書 政策決定者向け要約(SPM)暫定訳(2022年12月22日版)」
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/IPCC_AR6_WGI_SPM_JP.pdf (最終閲覧日: 2023年2月15日)
- 国土交通省「水害統計調査」
- 内閣府(2018)「平成29年度企業の事業継続及び防災の取組に関する実態調査」
http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyuu/topics/pdf/h29_jittaichousa.pdf (最終閲覧日: 2022年7月23日)
- 秦康範・前田真孝(2020)「全国ならびに都道府県別の洪水浸水想定区域の人口の推移」『災害情報』No.18-1.

参考文献リスト

- Carleton, T. A. and S. M. Hsiang. (2016) “Social and Economic Impacts of Climate.” *Science* 353, aad9837.
- Chambwera, M., G. Heal, C. Dubeux, S. Hallegatte, L. Leclerc, A. Markandya, B.A. McCarl, R. Mechler, and J.E. Neumann, 2014: Economics of adaptation. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 945-977.
- Diffenbaugh, N. S. and M. Burke (2019) “Global warming has increased global economic inequality.” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(20): 9808-9813.
- Hsiang S. M., R. Kopp, A. Jina, J. Rising, M. Delgado, S. Mohan, D. J. Rasmussen, R. Muir-Wood, P. Wilson, M. Oppenheimer, K. Larsen and T. Houser. (2017) “Estimating Economic Damage from Climate Change in US.” *Science*, 356(6345): 1362-1369.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/what-do-adaptation-to-climate-change-and-climate-resilience-mean> (July 29, 2022)
- Yoshida, J., S. Uchida, A. Hibiki, K. Nohara. (2022) “Natural Disasters and Firm Selection: Heterogeneous Effects of Flooding Events on Manufacturing Sectors in Japan.” Unpublished manuscript.