

温暖化による影響とその適応策

—IPCCの最新の知見から九州への影響を考える—

肱岡靖明

(独) 国立環境研究所

社会環境システム研究センター 環境都市システム研究室

九州エコフェア2014

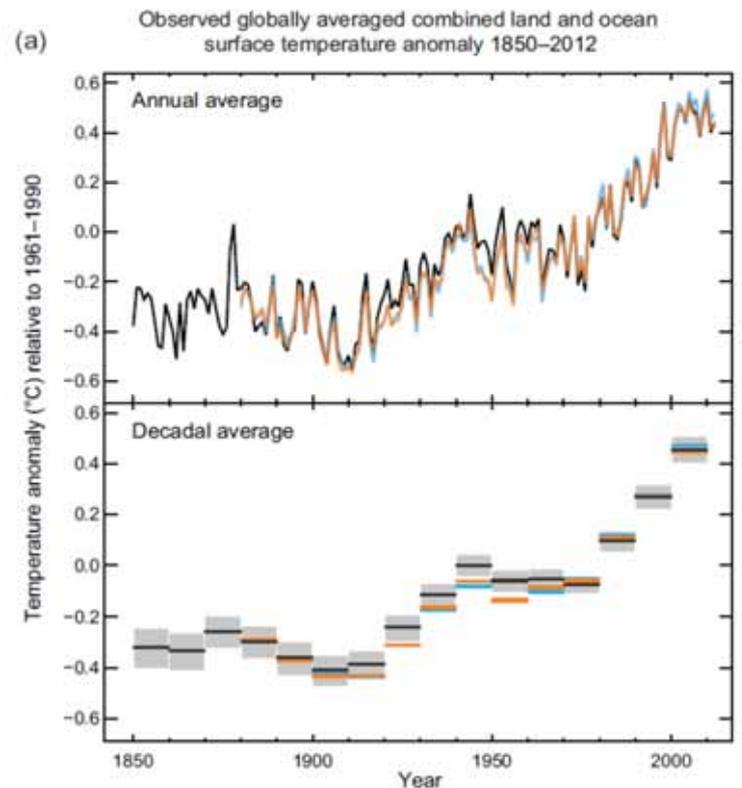
平成26年6月19日@福岡国際センター 2階特設ステージ

講演内容

1. **迫り来る温暖化**
2. IPCC WGII AR5
3. 日本・九州における**影響**
4. **適応策**に向けて
5. まとめ

迫りくる温暖化(IPCC WGI AR5)

- 1880～2012年の気温上昇は**0.85℃**
 - 人間による影響が20世紀半ば以降に観測された温暖化の最も有力な要因であった**可能性が極めて高い**
 - 地球の表面では、**最近30年の各10年間**は、いずれも各々に先立つ1850年以降のすべての10年間を上回って**高温**であった
- 地球上の様々な場所で**温暖化影響が既に現れており、今後、さらなる温暖化の進行が懸念**されている

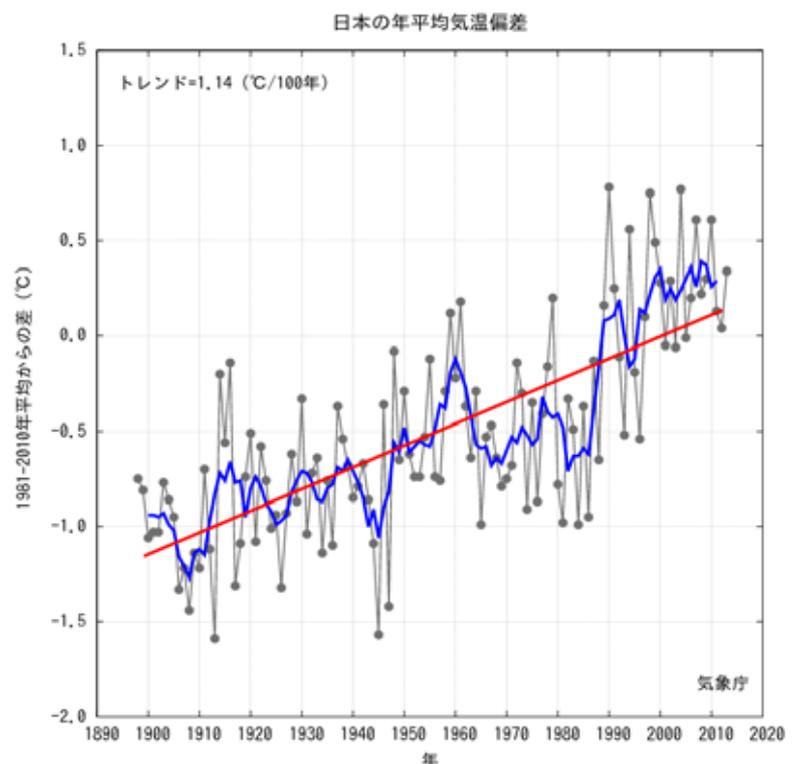


出典: IPCC「Climate Change 2013: The Physical Science Basis」, 2013

3

迫りくる温暖化(日本では?)

- 年平均気温は1989～2013年のデータによると**100年あたり約1.14℃**の割合で上昇
- 特に1990年以降、**高温**となる年が頻出
- 2010の夏(6月～8月)の平均気温は、1898年以降の**113年間で第1位**を記録



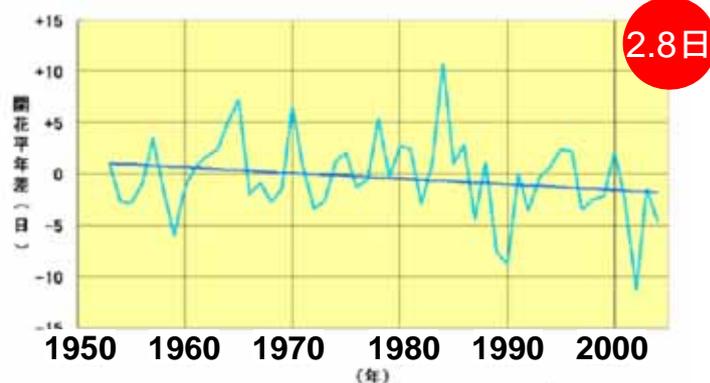
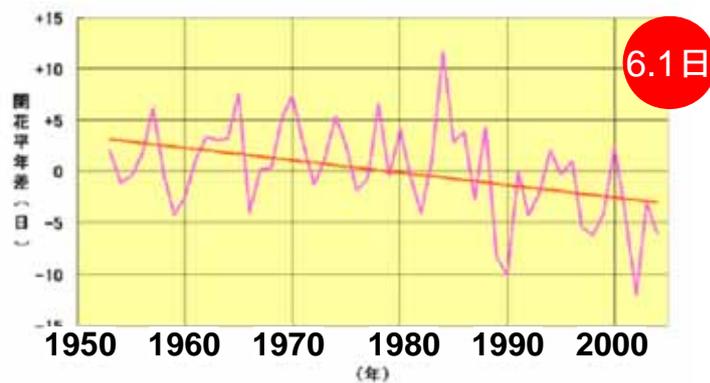
出典: 気象庁HP: 日本の年平均気温, http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/an_jpn.html

4

迫りくる温暖化(日本では?)

～日本への様々な影響～

- 生態系への影響
 - 桜の開花の**早まり**(右図)
 - イロハカエデの**紅葉の遅れ**
 - 高山生態系の**消失**
- 農作物の**品質低下**・
栽培適地の**移動**
- 感染症媒介蚊の**分布域**
の**北上**



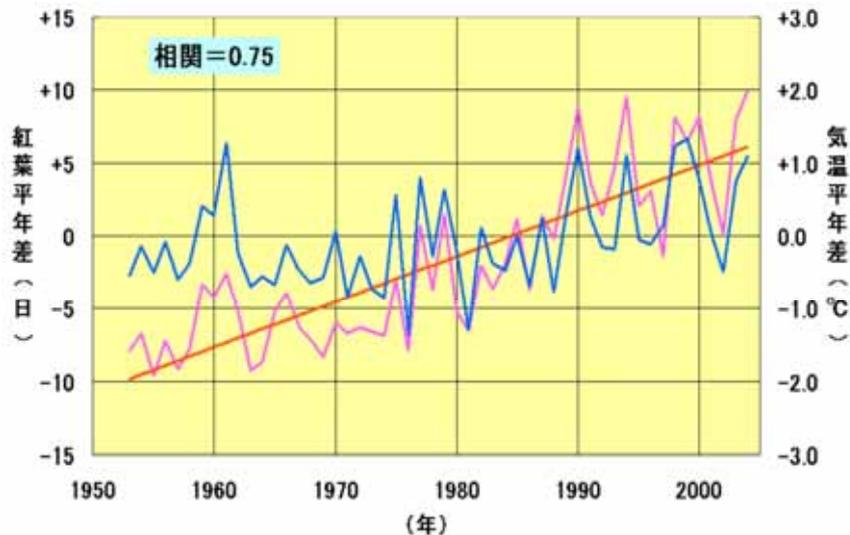
出典: 気象庁「異常気象レポート2005」, 2005

5

迫りくる温暖化(日本では?)

～イロハカエデの紅葉に遅れ～

- 東北地方南部から九州地方の山地にみられる樹木
- 50年間で紅葉日が**15日以上**遅くなっている



全国44地点のイロハカエデの紅葉日の平年差を平均

迫りくる温暖化(日本では?)

～高山植物への影響～

- 北海道大雪山五色ヶ原におけるお花畑の**消失**
- **雪どけ時期の早まり**と**土壌乾燥化**が原因と考えられる

お花畑の消失：北海道大雪山系五色ヶ原にて



1990年7月

ハクサンイチゲの大群落



2007年7月

スゲ類の草原へ変化し、お花畑は見られない。

(写真提供：北海道大学工藤岳准教授)

迫りくる温暖化(日本では?)

～水稲と果樹への影響～

水稲

○ 白未熟粒の発生形態

整粒 糠白粒 心白粒 背白粒



登熟期の高温障害によって、粒の充実が不十分になり、乳白色化して等級を下げる。

・水稲の登熟期(出穂・開花から収穫までの期間)の日平均気温が27°Cを上回ると玄米の全部又は一部が乳白化したり、粒が細くなる「白未熟粒」が多発。

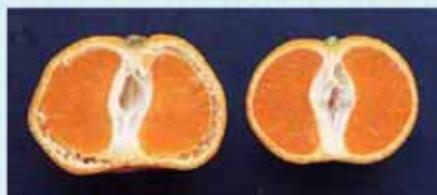
・特に、登熟期の平均気温が上昇傾向にある九州地方等で深刻化。

果樹



みかんの「日焼け果」

〔高温による水分欠乏と強い日射により果皮組織のバランスが崩れることにより発生〕



みかんの「浮皮症」

〔成熟が進んでからの高温・多雨により、果皮と果肉が分離(品質・貯蔵性の低下)〕

着色不良



ぶどうの着色障害

〔高温によるアントシアニンの合成抑制〕

正常



迫りくる温暖化(日本では?)

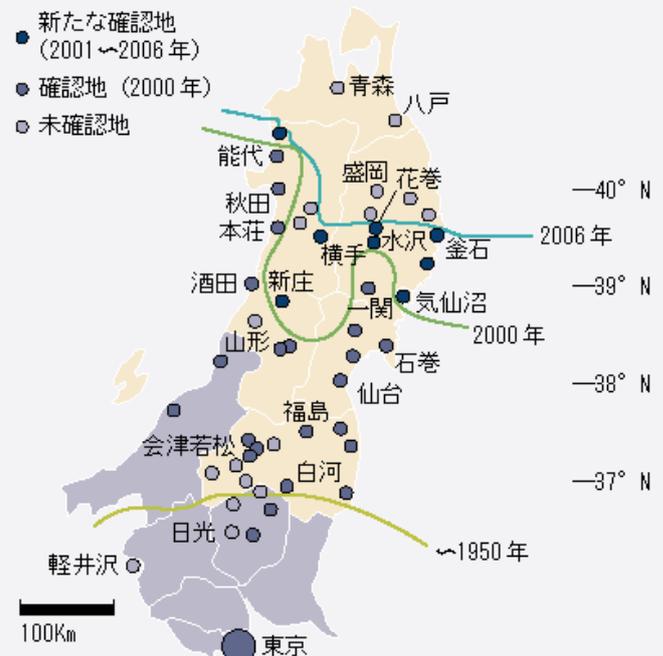
～ヒトスジシマカ分布北限～

- ヒトスジシマカ:デング熱等を媒介する蚊
- ヒトスジシマカが生息する条件として年平均気温がおよそ**11℃**程度
- **1950年代**には**栃木県**が分布の北限
- **2000年代**には**東北北部**にまで分布拡大が確認

出典:平成22年版
「図で見る環境・循環型社会・生物多様性白書」, 2012



東北地方におけるヒトスジシマカ分布の北限の変化



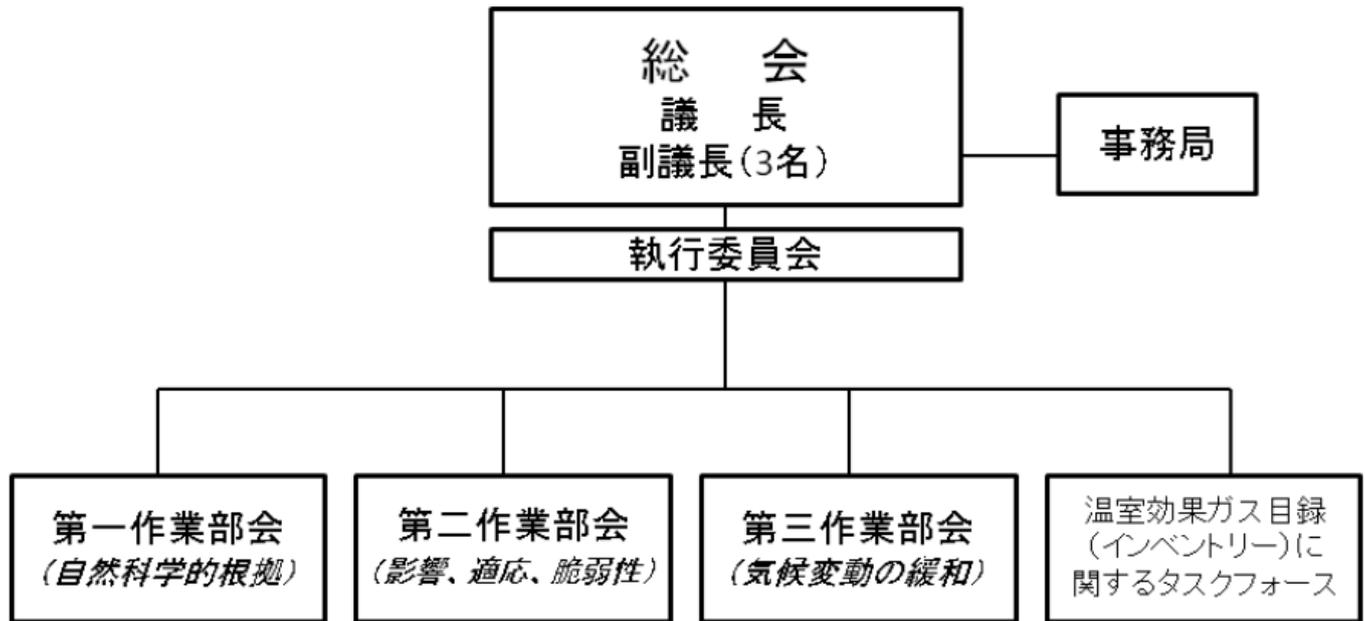
出典: Kobayashi, M., Komagata O., Nihei N., 2008: Global warming and vector-borne infectious diseases, J. Disast. Res, 3(2), 105-112. Fig.2

講演内容

1. 迫り来る温暖化
2. IPCC WGII AR5
3. 日本・九州における影響
4. 適応策に向けて
5. まとめ



IPCC基礎知識



IPCC WGII AR5の特徴

- ① **参加人数・知見の増加**: 308名の執筆者, 70カ国, 50492のレビューコメント
- ② **影響評価分野の拡大**: 人間安全保障, 海洋など
- ③ **リスク管理の視点の拡充**: SREXで導入された考え方を基に整理・拡張
- ④ **適応策の体系的評価**: 必要性・オプション, 計画・実施, 機会・制約・限界, 経済的側面
- ⑤ **緩和策と適応策の効果を評価**: 2 & 4 °C, 適応有無
- ⑥ **UNFCCC第二条に対する科学的知見の提供**

- 影響の顕在化, 将来のリスクは国際的に共通の認識

IPCC WGII AR5 SPM 概要

① 観測された影響・脆弱性・暴露およびすでに実施されている適応

- ▶ 観測された影響・脆弱性・暴露，適応の経験，意思決定状況

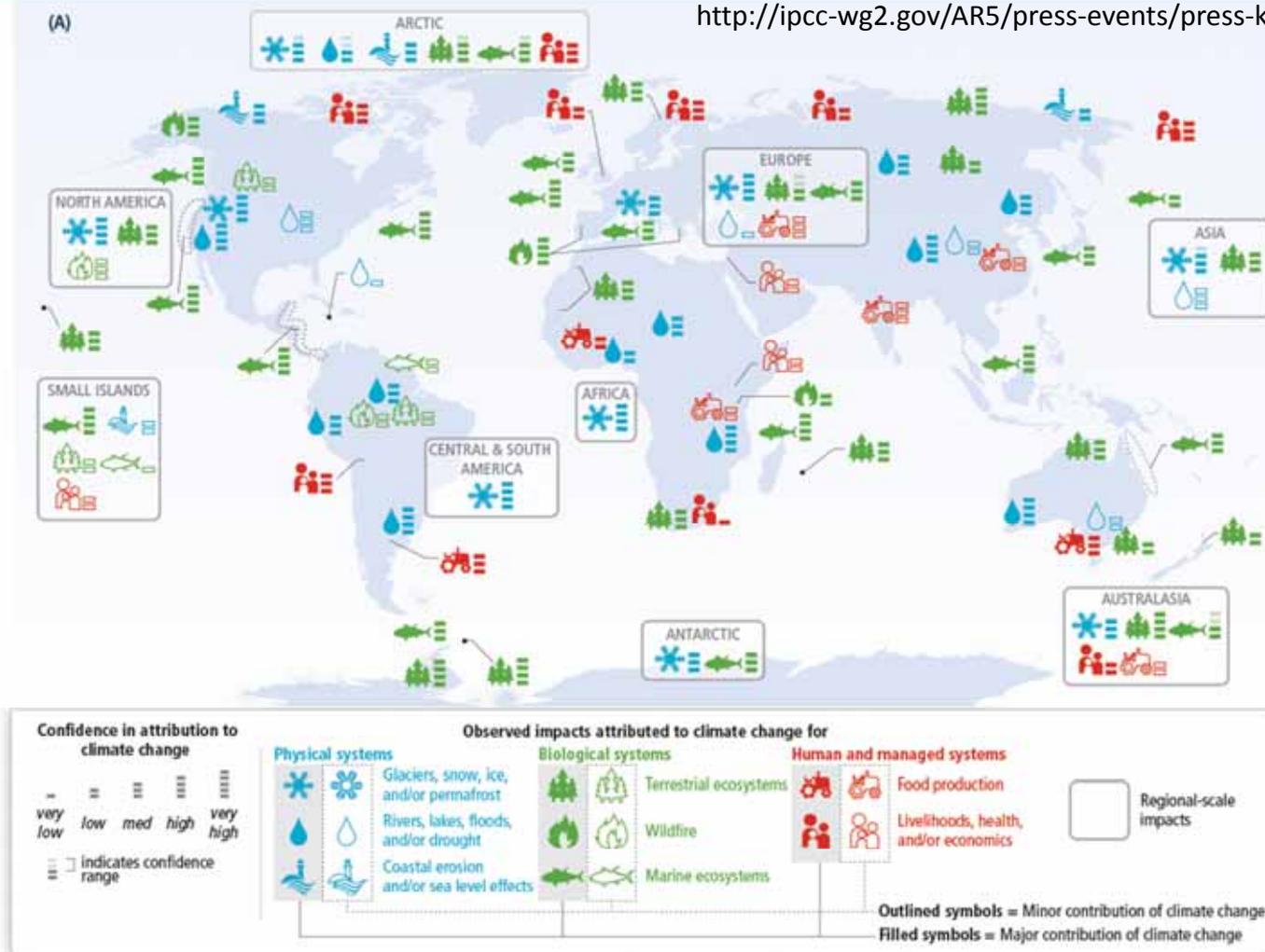
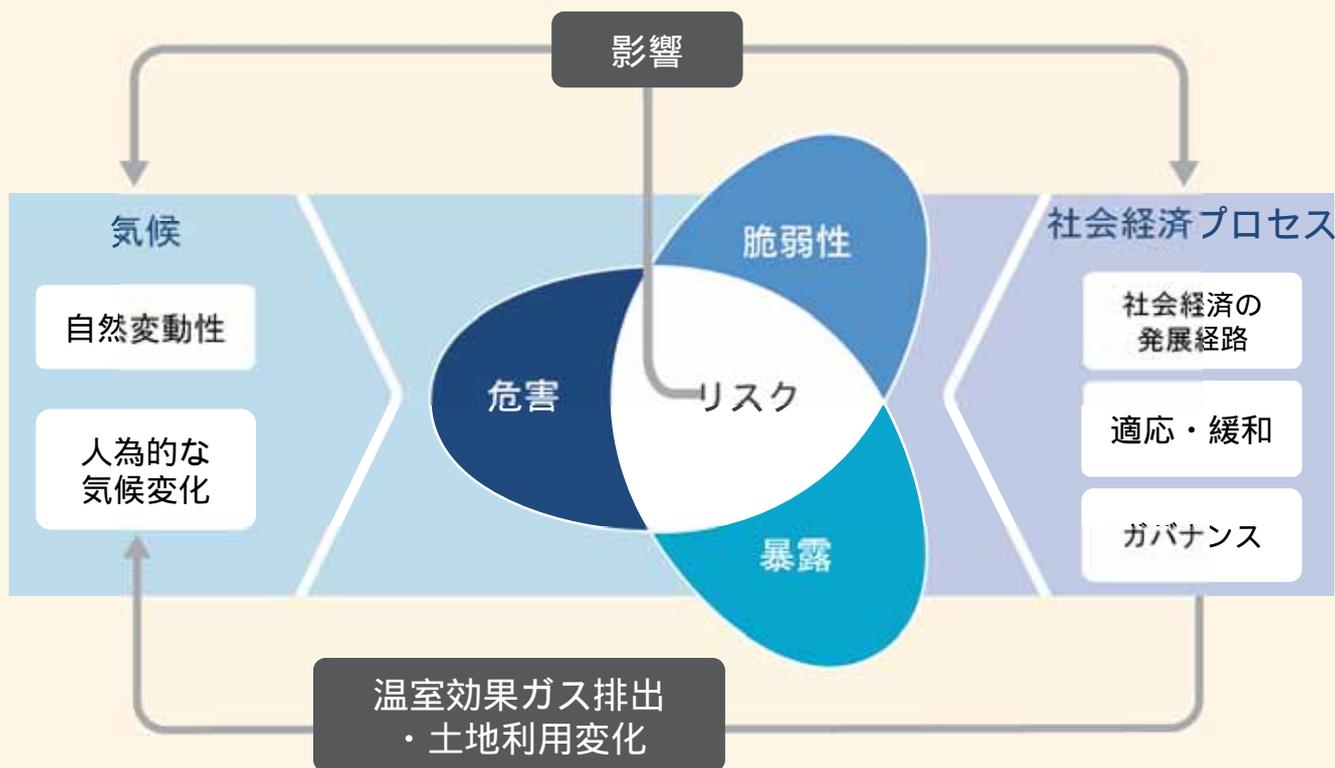
② 将来リスクと適応の機会

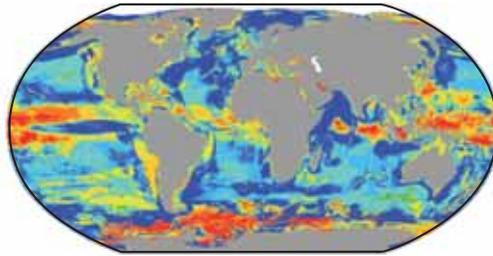
- ▶ 広範囲な分野や地域における主要なリスク，分野別・地域別のリスクと適応の可能性

③ リスクマネジメントと強靱な社会の構築

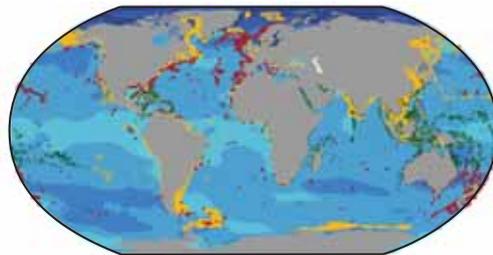
CLIMATE CHANGE 2014: IMPACTS, ADAPTATION, AND VULNERABILITY







pHの変化 (1986-2005から2081-2100の変化, RCP 8.5)

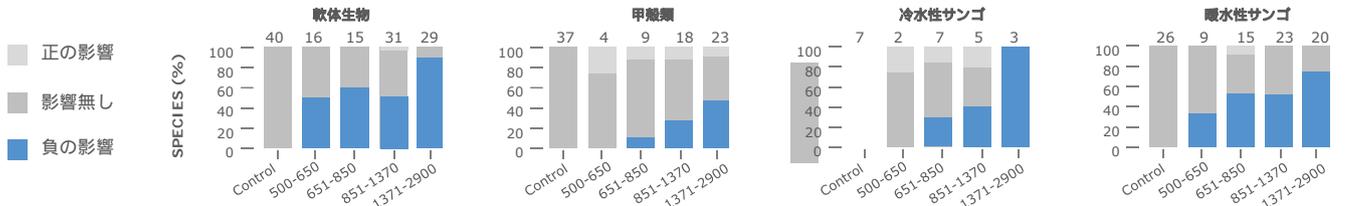


■ 軟体動物・甲殻類漁業
現在の年漁獲量
≥0.005 t/km²

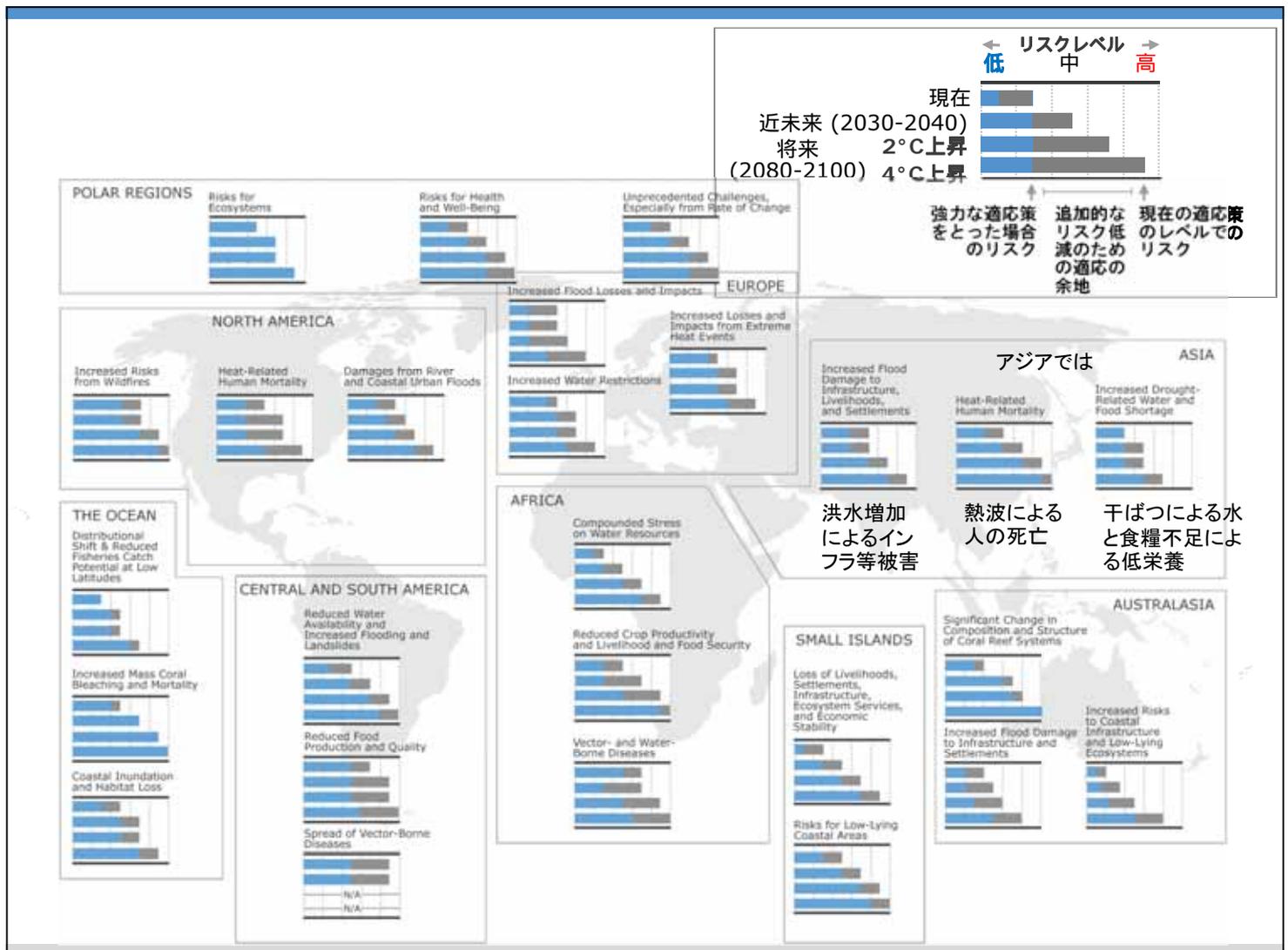
■ 冷水性サンゴ

■ 暖水性サンゴ

海洋酸性化に対する各生物の感度



出典：IPCC第5次評価報告書第2作業部会政策決定者向け要約に基づき作成



講演内容

1. 迫り来る温暖化
2. IPCC WGII AR5
3. 日本・九州における**影響**
4. 適応策に向けて
5. まとめ

温暖化による日本への将来影響



S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究
2014年報告書

地球温暖化「日本への影響」
—新たなシナリオに基づく総合的影響予測と適応策—

平成26年 3月 17日

茨城大学, 国立環境研究所, 筑波大学, 独立行政法人海洋研究開発機構,
北海道大学, 東京大学, 東北大学, 国立保健医療科学院, 東洋大学, 福島大学,
国土技術政策総合研究所, 静岡大学, 森林総合研究所, 農業環境技術研究所,
農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所, 埼玉県環境科学国際センター,
大阪府立大学看護学部, 長崎大学, 国立感染症研究所, 名城大学, 東北文化学園大学,
兵庫県立大学, 日本総合研究所, 法政大学, 東京都環境科学研究所,
長野県環境保全研究所, 九州大学, 山梨大学医学工学総合研究部,
地球環境戦略研究機関, 国際連合大学サステイナビリティと平和研究所,
高知大学, 京都大学霊長類研究所, 神戸大学, 慶応義塾大学

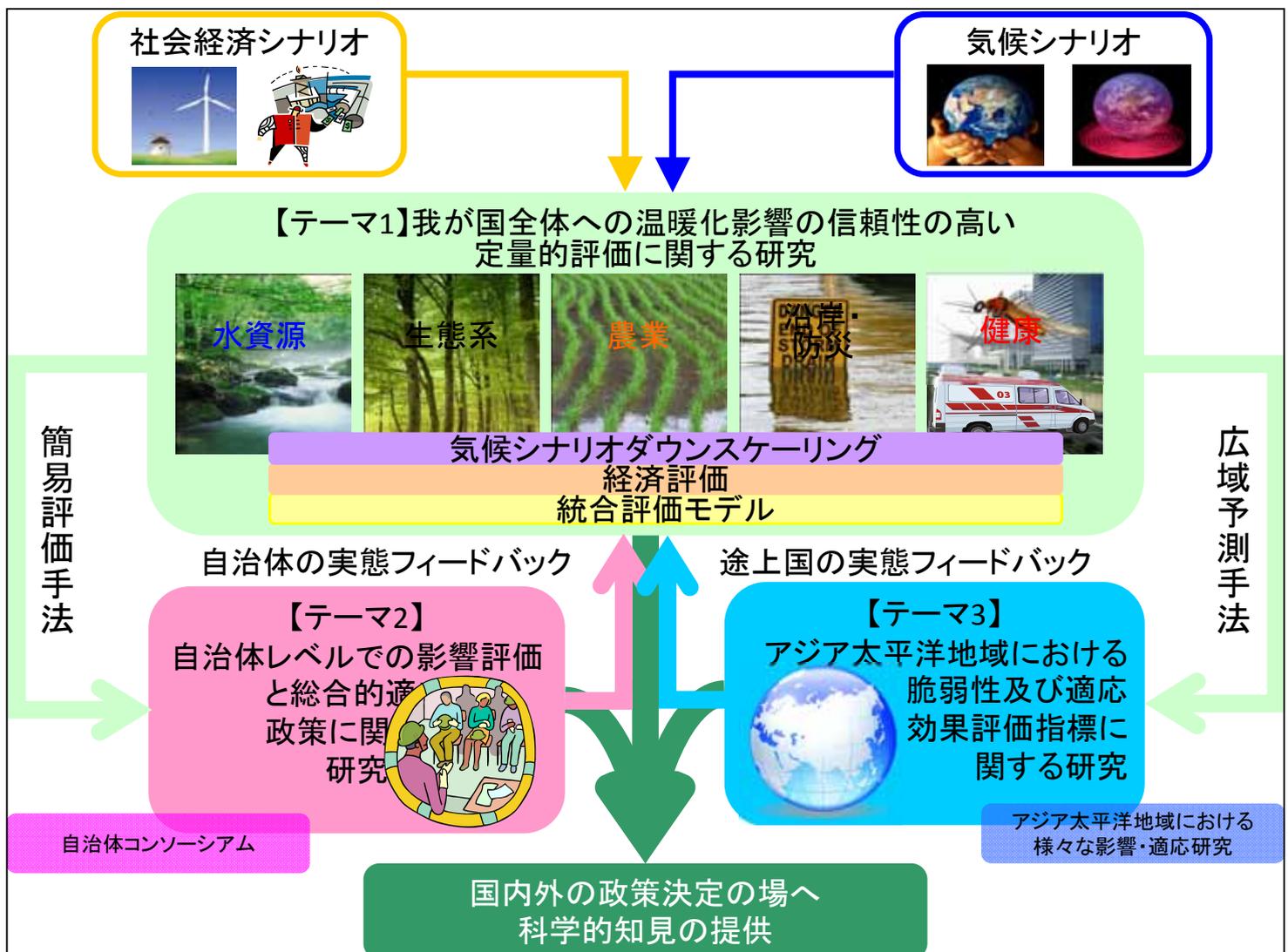
21

S - 8 の研究体制・目的

- **温暖化影響総合予測プロジェクト(環境省推進費S-8, H22-25)の四年間の成果**
- **研究体制**
 - プロジェクトリーダー: 茨城大学 三村信男
 - 研究期間: H22年度～H26年度
 - サブ課題数: 12課題, 研究参画機関数: 28機関, 研究参画者数: 93名 (研究協力機関・参加者を含めると34機関, 約140名)
- **研究プロジェクトの目的**
 - 地域毎の影響を予測し適応策を支援すること
 - ① 日本全国及び地域レベルの気候予測に基づく影響予測と適応策の効果の検討
 - ① 自治体において適応策を推進するための科学的支援
 - ② アジア太平洋における適応策の計画・実施への貢献

S - 8 2014報告書の特徴

- IPCCの新しいRCPシナリオと複数の気候モデルによる気候予測を利用. ただし, 人口などの社会経済条件は現状と変わらないと仮定
- 影響予測モデルの高度化と評価対象の拡大によって, より総合的で詳細な影響評価を実施
- 適応策を検討
 - 適応あり / なしの影響予測を行い適応の効果を検討
 - 自治体レベルの適応策の計画・実施への実践的取り組み
 - アジアでの適応策を検討



報告書の構成

1. はじめに
2. メンバー
3. 分野別影響と適応策:1(3)～(8)
4. 被害の経済的評価:1(9)
5. 温暖化ダウンスケーラ:1(2)
6. 自治体における適応策の実践に向けて:2(1)
7. 九州における温暖化影響と適応策:2(2)
8. アジアから見た適応策の在り方:3
9. **総合影響評価と適応策の効果:1(1), 1(3)～(9)**
10. まとめ
11. 参考文献

1～3は、テーマ番号を表す

総合影響評価の目的

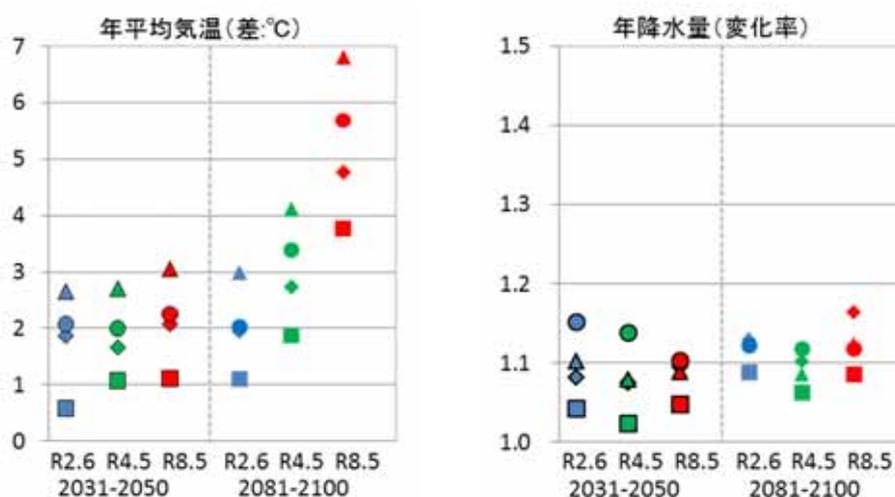
- 日本全国を対象として、IPCC AR5で用いられた最新の気候シナリオを用いて、複数の異なる気候安定化レベルや適応政策に応じた影響量および適応策の効果を評価
 - 放射強制力シナリオ：**RCP2.6, 4.5, 8.5**
 - 気候モデル(4つ)
 - **MIROC5** (日本, 東京大学/NIES/JAMSTEC)
 - **MRI-CGCM3.0** (日本, 気象庁気象研究所)
 - **GFDL CM3** (米国, NOAA地球物理流体力学研究所)
 - **HadGEM2-ES** (英国, 気象庁ハドレーセンター)
 - 基準期間：**1981-2000**年, 将来期間：21世紀半ば(**2031-2050**), 21世紀末(**2081-2100**)

総合影響評価の影響指標

● 影響指標(青文字は適応策の検討あり)

- 水資源 (水量：河川流量, 水質：クロロフィルa)
- 沿岸・防災 (洪水氾濫：**洪水被害額**, 土砂災害：斜面崩壊発生確率, **斜面崩壊被害額**, 高潮災害：高潮被害額, 沿岸侵食：砂浜消失率, 砂浜被害額, 干潟消失率, 干潟被害額)
- 生態系 (自然植生：ハイマツ潜在生育域, シラビソ潜在生育域, **ブナ潜在生育域**, **ブナ被害額**, アカガシ潜在生育域)
- 農業・食料生産 (コメ：**収量**, 果樹：ウンシュウミカン作付適地継続率, タンカン作付適地)
- 健康 (暑熱：**熱ストレス超過死亡者数**, **熱中症死亡被害額**, 熱中症搬送者数, 感染症：ヒトスジシマカ分布域)

気候シナリオ例(全国平均)



● RCPシナリオ

- R2.6:RCP2.6(青色), R4.5:RCP4.5(緑色), R8.5:RCP8.5(赤色)

● 気候シナリオ

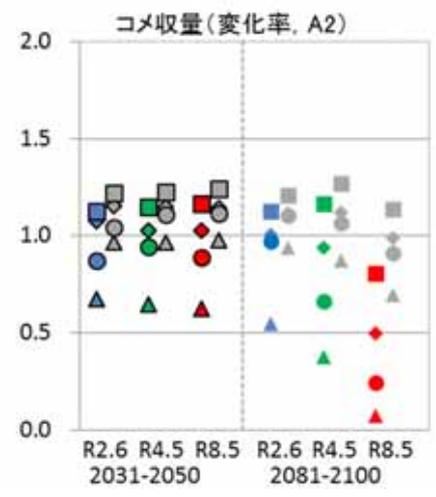
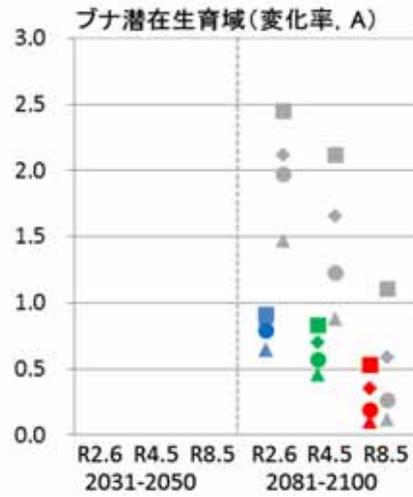
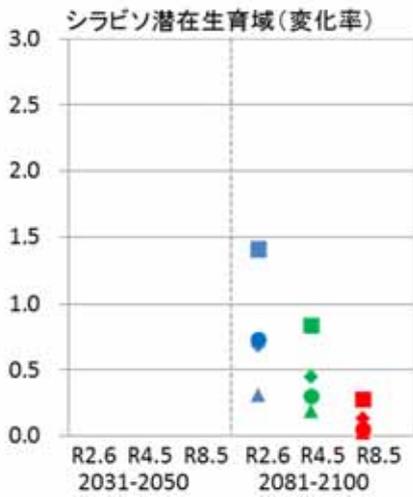
- MIROC5:◆, MRI-CGCM3.0:■, GFDL CM3:▲, HadGEM2-ES:●

● 値の意味

- 差:基準年(1981-2000)と将来(2031-2050, 2081-2100)の差分

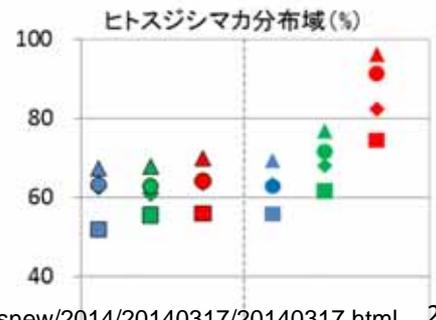
- 比:基準年(1981-2000)を1とした場合の将来(2031-2050, 2081-2100)の比率

指標別影響評価例 (RCP別・年代別, 全国平均)

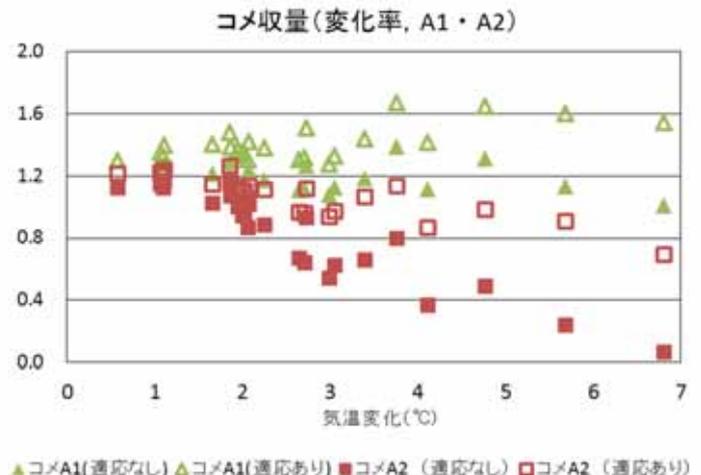
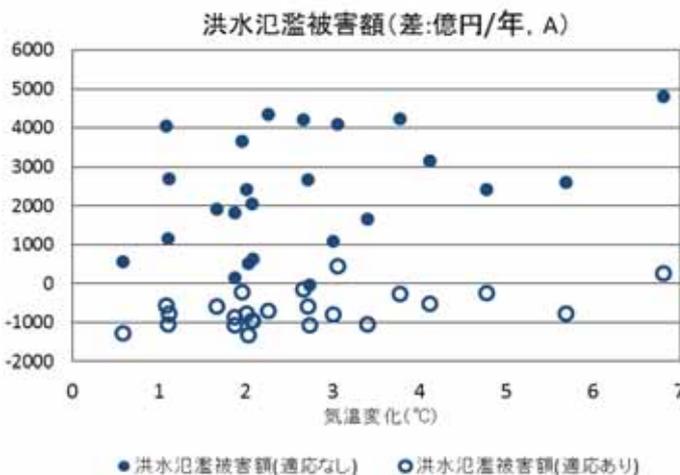


- マーカーがない図: 評価未実施
- 灰色マーカー: 適応策を講じた場合
- 注意点

- 結果の表し方が複数あり: 差, 変化率, 絶対値, 全国に対する割合, などが指標によって異なる. 表1-2を参照
- マーカーの違い: 気候シナリオが異なる. 異なるマーカーの値を混同しないこと



指標別影響評価例 (気温変化と温暖化影響, 全国平均)



- 目的: 気温の全国平均値を用いて気温上昇と影響量の関係を把握. 温暖化の進行度合いと影響の変化を図化.
- 注意点

- 気温だけで影響評価を実施しているわけではない: 指標によって影響評価に用いている気候パラメータ(気温や降水量)は様々. 表1-2を参照

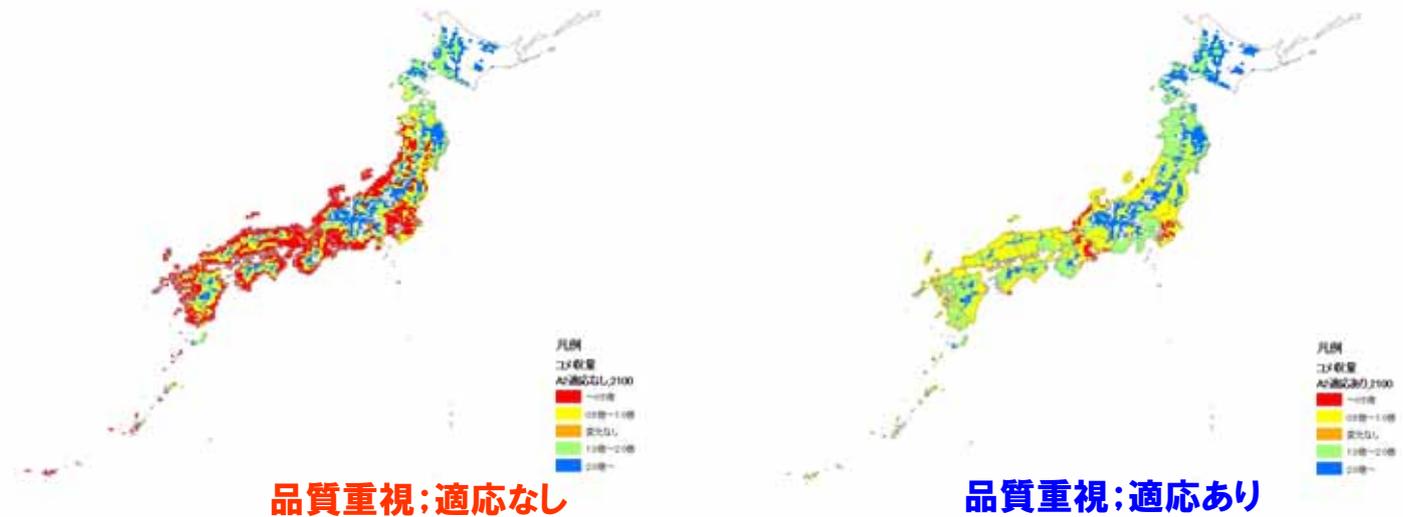


指標別影響評価例：コメ収量

(RCP8.5, MIROC5, 2081-2100)

<http://www.nies.go.jp/whatsnew/2014/20140317/20140317.html>

- **全生産量(収量)**:地域によって推定される減収リスクは**適応策を実施することで軽減可能**。しかし、21世紀末のRCP8.5においては効果が限定的。品質を考慮した場合、特に北日本を除いた地域における品質低下リスクは適応策により軽減が可能だが、気温上昇が大きい場合、移植日の移動のみでは効果が限定的。品種の転換等他の適応オプションの選択も検討が必要

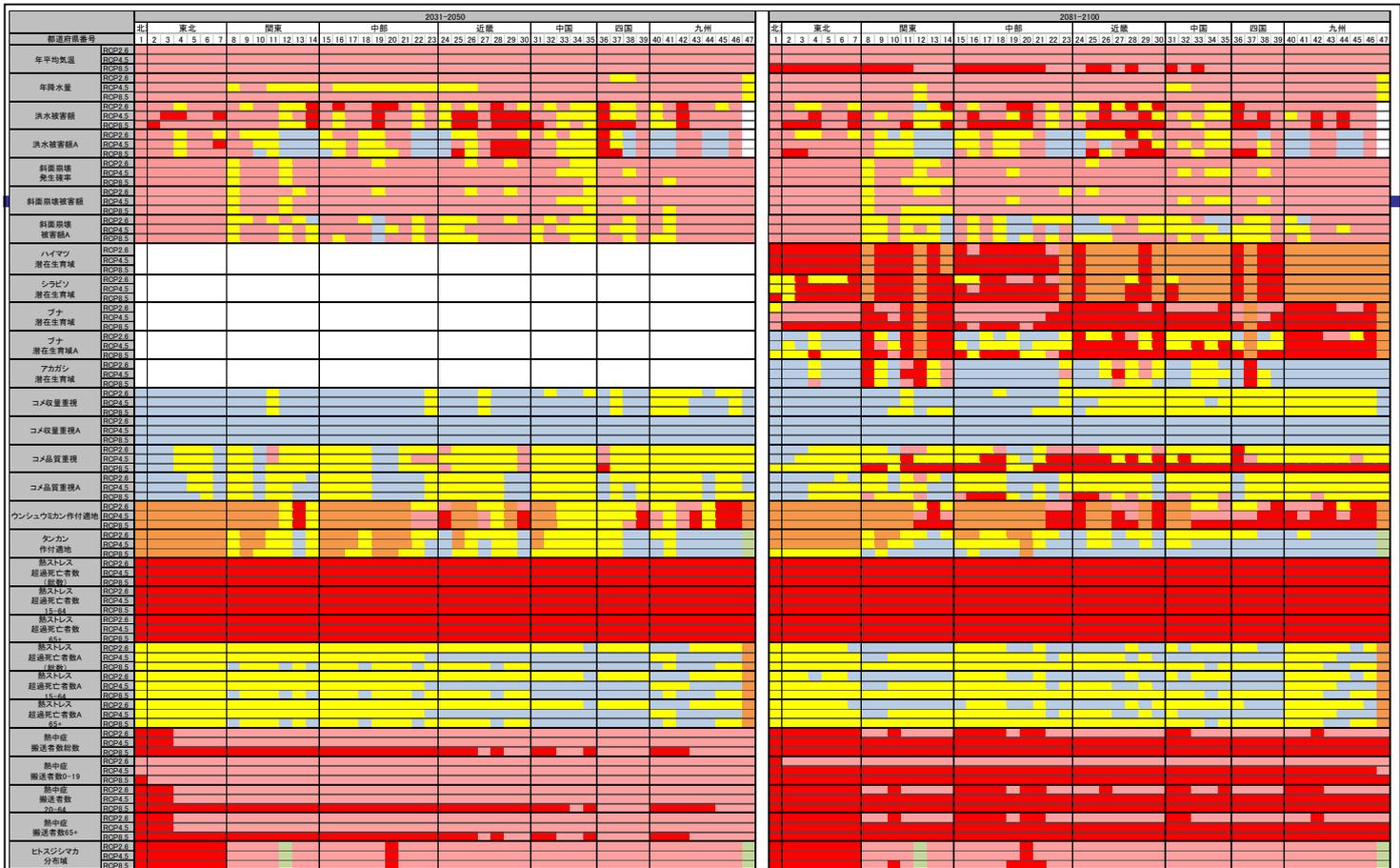


31

指標別影響評価：全国影響まとめ

(RCP8.5, 2081-2100)

気候	気温	3.8～6.8℃上昇
	降水量	9～16%増
水資源	河川流量	1.1～1.2倍増加
災害	洪水	2416～4809億円/年の被害増加
農業	コメ	品質の低下, 生産地の移動
	ミカン	作付適地継続率がゼロ
	タンカン	国土の1%から13～34%に増加
健康	熱ストレス・熱中症	熱中症死亡被害増加(適応なし) 1479～5218億円/年
	ヒトスジシマカ	国土の47%から75～96%に拡大



- **目的:**指標別・地域別の影響の違いを整理。
- **注意点:**指標によって色区分が異なる場合があり、気候シナリオの解像度やモデルのパラメータ設定など県別の違いを比較するには今後精査が必要。



日本における影響

1. 本研究は、新しい濃度シナリオであるRCPシナリオに基づく体系的な日本への影響予測である。温室効果ガスの濃度パスと気候シナリオに関する共通シナリオを設定して21世紀半ば(2031-2050)と21世紀末(2081-2100)における我が国への影響を予測した。
2. 温暖化は21世紀を通じて我が国の広い分野に影響を与えることが改めて予測された。気象災害、熱ストレスなどの健康影響、水資源、農業への影響、生態系の変化などを通じて、1)国民の健康や安全・安心、2)国民の生活質と経済活動、3)生態系や様々な分野に影響が広がる。
3. 気候変動の影響は、気温上昇をはじめ温暖化の程度によって左右される。そのため、世界規模で緩和策が進めば、日本における悪影響も大幅に抑制できる。その場合でも、適応策を講じないとほとんどの分野において現状を上回る悪影響が生じると考えられる。そのため、今後の気候変動リスクに対処するためには、緩和策と適応策の両方が不可欠である。

講演内容

1. 迫り来る温暖化
2. IPCC WGII AR5
3. 日本・九州における影響
4. **適応策に向けて**
5. まとめ

温暖化影響への適応の重要性 ～適応と緩和の双方が不可欠～



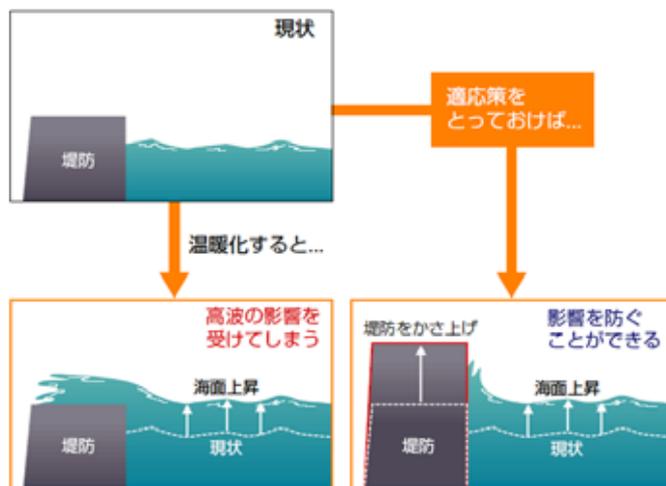
▲ 2つの温暖化対策：緩和と適応

適応策とは？

- 最善の緩和の努力を行ったとしても、世界の温室効果ガスの濃度が下がるには時間がかかるため、**今後数十年間は、ある程度の温暖化の影響は避けることができない**
- **既に温暖化の影響ではないかと考えられる事象が現れつつある**
 - ▶ 悪影響に備える適応策：気候の変動やそれに伴う気温・海水面の上昇などに対して人や社会、経済のシステムを調節することで影響を軽減、**対処療法的な取り組み**
- **適応策に関しては、科学的な研究や国・自治体における検討は始まったばかり**

適応策の事例

- **地球温暖化による海面上昇**
 - ▶ 海岸侵食, 高波等による沿岸被害拡大
 - ◆ 防波堤の建造・嵩上げによる防護といった適応策



■ 海面上昇に対応する適応策の事例

適応の種類と事例 (文献23に基づき作成)

①水資源

- ▶ 水利用の効率化
- ▶ 貯水池等の建設による水供給量の増加
- ▶ ダム、堤防等の設計基準の見直し

②食料

- ▶ 植付け・収穫等の時期を変更
- ▶ 土壌の栄養素や水分の保持(能力)を改善

③沿岸地帯

- ▶ 沿岸防護のための堤防や防波堤
- ▶ 砂防林の育成による沿岸の保護

④人間の健康

- ▶ 公共の健康関連インフラ(上下水道等)を改善
- ▶ 伝染病の予想や早期警告の能力(システム)を開発

⑤金融サービス

- ▶ 民間及び公共の保険及び再保険によるリスク分散

政府の取り組み

- **第4次環境基本計画(平成24年4月)**
 - 適応の検討・推進の必要性を記載
- **革新的エネルギー・環境計画(平成24年9月)**
 - “ 避けられない地球温暖化影響への対処(適応)の観点から政府全体の取組を「適応計画」として策定する ”
- **統合レポート(平成25年3月)**
 - 「温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート」公表
- **政府全体の適応計画策定**
 - 25年7月：中環審「気候変動影響評価等小委員会」設置
 - 26年3月：気候変動予測及び影響・リスク評価の知見整理
 - 26年夏頃：影響・リスク評価のとりまとめ
 - 27年度夏目処：政府全体の総合的・計画的な取り組みとして、適応計画を策定(5年程度を目処に定期的な見直し)

39

講演内容

1. 迫り来る温暖化
2. IPCC WGII AR5
3. 日本・沖縄における影響
4. 適応策に向けて
5. まとめ

まとめ(1)

- **温暖化の影響は既に現れており, 将来の悪影響が懸念される**
- **温暖化対策は緩和策と適応策の双方が不可欠**
 - 温暖化対策(緩和策, 適応策)は, 目指すべき将来像を考えるきっかけになり得る
 - 長期的視点・分野横断的視点の必要性
 - 様々な将来像・発展経路の検討

まとめ(2)

- **ポイント: 適応策は全く新しい施策ではない**
 - ◆ **既存施策の有効活用 + 将来気候を考慮した見直し**
 - ✓ 適応策の下地は既にあるということ認識すれば, その取り組みは容易になり得る.
 - 気候が変化しないという従来の仮定から, 気候変化を想定した施策の立案
 - ✓ 対策の更新時に将来影響を考慮してコストを抑える
 - ◆ **温暖化・影響の進行状況の把握: モニタリング**
 - ✓ 進行状況に応じた対策の実施
 - ◆ **社会経済の変化を考慮した総合的な環境対策**
 - ✓ 強靱な社会(国, まち)の構築

ご清聴ありがとうございました