

「自然生態系」分野における 第3次影響評価報告書の科学的ポイント 及び関連研究について

山野博哉
(東大・理・地球惑星科学)

2016年夏 沖縄県宮古島、八重干瀬 (日本全国みんなで作るサンゴマップ提供)

自然生態系分野 委員

表 B-4 気候変動の影響に関するWG 自然生態系分野 委員名簿
(敬称略、順不同、○は座長)

専門分野

氏名	職名
小埜 恒夫	水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター海洋環境部 主幹研究員
中尾 勝洋	森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所 主任研究員
中村 太士	北海道大学 名誉教授
西廣 淳	国立環境研究所 気候変動適応センター 副センター長
野尻 幸宏	国立環境研究所 客員研究員
○山野 博哉	国立環境研究所 生物多様性領域 領域長室 上級主席研究員
和田 直也	富山大学 学術研究部理学系・研究推進機構 サステイナビリティ国際研究センター 教授・同センター長
渡辺 誠	東京農工大学 大学院農学研究院 教授

沿岸

陸域—森林

淡水—河川

淡水—湿地

陸域—里山

海洋

沿岸

陸域—高山

陸域—森林

WG会合の印象

毎度、課題が多く、非常に活発な議論が行われた

座長の私自身、とりまとめは意識しつつも同様に議論に加わった

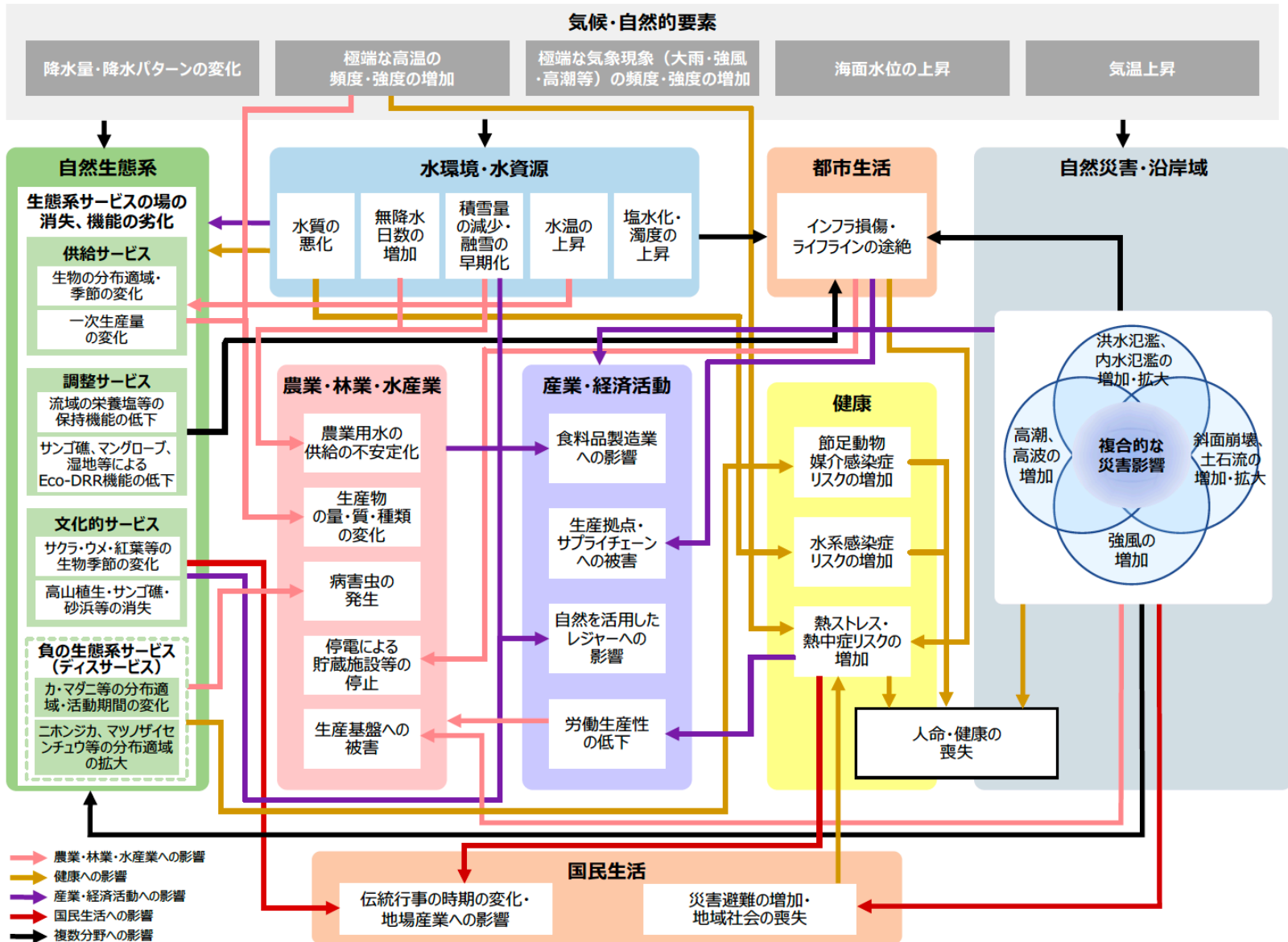
※事務局のとりまとめは大変だったと思います。大変感謝しております。

生物圏は、人間社会を支える基礎

SDGsウェディングケーキ



連鎖的・複合的影響の例



自然生態系分野

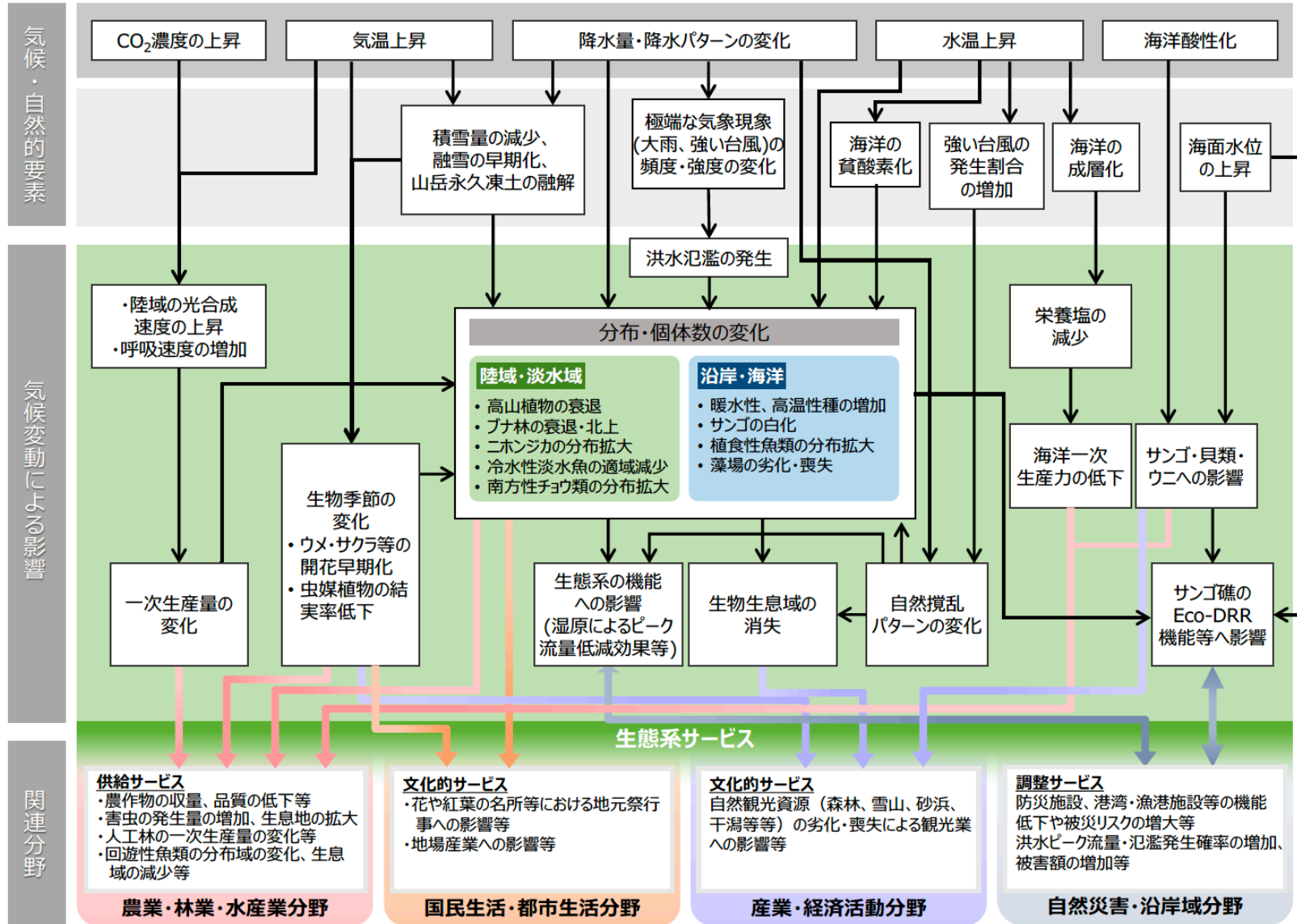


図 4-11 気候変動により想定される影響の概略図 (自然生態系分野) ⁵

自然生態系分野の難しさ

- 対象が多様
 - 小項目で網羅するよう努力
- 地域性が大きい
 - 種／生息地／景観の変化を検討、地域的に大きな影響も考慮して評価
- 生物分布変化から生態系サービス変化まで一連で扱った論文が少ない
 - 生物分布変化から生態系サービス変化をつなげて評価
- 適応策の特定と効果検証が難しい
 - 適応策の効果の評価ができなかった
 - 適応策のPDCAサイクルを回す際のロジックモデルを立てにくい
- 適応策が無い場合もある
 - 適応策のPDCAや進捗評価がそもそも不可能

自然生態系分野 評価項目

	大項目	小項目
自然生態系	陸域生態系	高山・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
	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	海洋生態系
	物質収支	物質収支
	生態系サービス	生態系サービス
	その他	生物季節
		分布・個体群の変動

(1) 生態系サービス

現在の状況			
<ul style="list-style-type: none"> ● 主に供給サービスや文化的サービスへの影響について報告されている。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 2016年に石西礁湖で発生したサンゴ礁の白化は、同地域のサンゴ礁がもたらす生態系サービス（漁業生産・水族館への魚の供給、レクリエーション・ダイビング、海藻の防除）の経済価値を減少させた。 ➢ <u>冷蔵、輸送、レクリエーション、文化的伝統にとって重要な湖の氷の持続期間が1世紀あたり2週間以上短くなっている。</u> ● 平均気温の上昇、極端な気象現象の増加、海水面の上昇が、種の分布・生物季節・個体群動態・群集構造・生態系の機能等、生態系や生物多様性の多くの側面への影響が既に発生している。 			
将来予測される影響			
<ul style="list-style-type: none"> ● 国内のサンゴ礁がもたらす生態系サービスについて、観光・レクリエーション価値として年間2399億円、漁業価値として年間107億円、海岸防護機能として年間75.2～839億円とする試算があるが、これらの生態系サービスは減少あるいは消失する可能性が考えられる。 ● 文化的サービスへの影響も予測されている。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ <u>高山景観の経済的価値について、ササによる高山植生の侵入や気温の上昇による雪パッチの消滅は、景観の価値を著しく低下させると予測されている。</u> ➢ カエデ類の紅葉やサクラの開花の時期・期間の変化に対し、休日やイベントの日程を調整しないと、観光収益などの生態系サービスの低下を招く可能性が予測されていることが指摘されている。 ➢ 海面水位の上昇による経済価値の変化の予測では、現在はレクリエーション価値が高い南日本の砂浜が価値を失う傾向にある一方、北日本の砂浜は一定の価値を保つ傾向が示された。 ● <u>北部南シナ海において海面温度の上昇や酸素濃度の低下、酸性化、一次生産量の変化が海洋生態系に影響を与えると予測されている。</u> ● 海水温の上昇と海洋酸性化の進行によるサンゴの分布適域の減少やコンブの分布適域の北上に伴う生態系サービスの低下が予測されており、サンゴや日本沿岸域の主要コンブ11種が消失するとされている。 ● <u>海洋酸性化による日本近海の海面漁業・養殖業に及ぼす経済損失の今世紀末までの積算値は、海面漁業で3,000億～1兆2,000億円程度、養殖業で2,000億～8,000億円程度と見積もられている。</u> 			
重大性とその確信度の評価			緊急性と
現状（約1℃上昇）	約1.5～2℃上昇時	約3～4℃上昇時	その確信度の評価
重大性：レベル2 確信度：レベル3	重大性：レベル2 確信度：レベル3	重大性：レベル3 確信度：レベル3	緊急性：レベル3 確信度：レベル3

（詳細については、報告書（詳細）p.196を参照。）



気候変動影響評価報告書のポイント（詳細）

2.より詳細な重大性の評価

- 多くの分野・小項目において影響が既に発生していることや、緩和に関する最新の国際目標・見通しを踏まえて、
<現状>
<1.5~2℃上昇時>
<3~4℃上昇時>
の3つの場合について重大性の評価を実施した。
- 2段階だった評価を3段階に細分化することで、どの影響が特に重大なのかより分かりやすく整理した。

重大性 観点	以下の切り口をもとに、「1. 社会」・「2. 経済」・「3. 環境」の観点で重大性を判断する ● 影響の範囲（エリア、人口等） ● 影響の対象（重要・希少な対象、社会的弱者、特定の地域等） など		
	レベル3：特に重大な影響が認められる	レベル2：重大な影響が認められる	レベル1：影響が認められる
1. 社会	以下の項目に1つ以上当てはまる ● 多くの人命の損失や重症・重傷者の発生 など	以下の項目に1つ以上当てはまる ● 人命の損失や重傷・重症者、多くの軽傷・軽症者の発生 など	レベル3・2に当てはまらない
2. 経済	以下の項目に1つ以上当てはまる ● 特に深刻な経済損失 など	以下の項目に1つ以上当てはまる ● 深刻な経済損失 など	レベル3・2に当てはまらない
3. 環境	以下の項目に1つ以上当てはまる ● 生物種・生息地への特に深刻な影響 など	以下の項目に1つ以上当てはまる ● 生物種・生息地への深刻な影響 など	レベル3・2に当てはまらない
第2次評価時	特に重大な影響が認められる		影響が認められる

自然生態系分野 評価結果

大項目	小項目	第3次評価			
		重大性			緊急性
		現状(約1°C上昇)	1.5~2°C上昇時	3~4°C上昇時	
自然生態系 ⇒ p. 67					
陸域生態系	高山・亜高山帯 ⇒ p. 69	レベル3 (***)	レベル3 (**)	レベル3 (**)	レベル3 (***)
	自然林・二次林 ⇒ p. 71	レベル1 (***)	レベル1 (***)	レベル3 (***)	レベル2 (***)
	里地・里山生態系 ⇒ p. 72	レベル1 (**)	レベル1 (**)	レベル2 (**)	レベル2 (**)
	人工林 ⇒ p. 73	レベル1 (*)	レベル1 (**)	レベル2 (**)	レベル2 (**)
	野生鳥獣による影響 ⇒ p. 73	レベル2 (***)	レベル3 (**)	レベル3 (**)	レベル3 (***)
淡水生態系	湖沼 ⇒ p. 74	レベル3 (**)	レベル3 (*)	レベル3 (*)	レベル3 (**)
	河川 ⇒ p. 75	レベル3 (**)	レベル3 (**)	レベル3 (**)	レベル3 (**)
	湿原 ⇒ p. 76	レベル3 (*)	レベル3 (*)	レベル3 (*)	レベル3 (*)
沿岸生態系	亜熱帯 ⇒ p. 77	レベル3 (***)	レベル3 (***)	レベル3 (***)	レベル3 (***)
	温帯・亜寒帯 ⇒ p. 79	レベル3 (***)	レベル3 (***)	レベル3 (***)	レベル3 (***)
海洋生態系	海洋生態系 ⇒ p. 80	レベル2 (**)	レベル3 (**)	レベル3 (**)	レベル3 (**)
物質収支	物質収支 ⇒ p. 81	レベル2 (**)	レベル2 (*)	レベル2 (*)	レベル3 (**)
生態系サービス	生態系サービス ⇒ p. 82	レベル2 (***)	レベル2 (***)	レベル3 (***)	レベル3 (***)
その他	生物季節 ⇒ p. 83	レベル1 (***)	レベル2 (**)	レベル2 (**)	レベル2 (**)
	分布・個体群の移動 ⇒ p. 84	レベル3 (***)	レベル3 (***)	レベル3 (***)	レベル3 (***)

第2次評価			緊急性	確信度
重大性		2°C上昇		
特に重大な影響				高
影響あり	特に重大な影響		高	***
影響あり			高	*
特に重大な影響			高	**
特に重大な影響			高	*
特に重大な影響			高	*
特に重大な影響			中	*
特に重大な影響			中	*
特に重大な影響	特に重大な影響		高	***
特に重大な影響			高	**
特に重大な影響			中	*
特に重大な影響			中	**
特に重大な影響			中~高	*~***
影響あり			高	***
特に重大な影響			高	**

自然生態系分野

重大性・緊急性・確信度が高い気候変動影響の例

大項目—小項目		気候変動影響の例
自然生態系	沿岸生態系— 亜熱帯	<ul style="list-style-type: none"> ● 海水温の上昇による亜熱帯性サンゴの白化現象の頻度の増加、分布の北上 ● 海面水位の上昇によるマングローブの分布域の縮小・内陸側への移動
	沿岸生態系— 温帯・亜寒帯	<ul style="list-style-type: none"> ● 海水温の上昇・植食性魚類の分布の北上による藻場生態系の縮小・熱帯性サンゴ群集への置き換わり ● 海洋酸性化の進行による多くの生物種への影響 ● 海面水位の上昇による塩性湿地への影響
	その他— 分布・個体群の変動	<ul style="list-style-type: none"> ● 各種生態系における、気温の上昇による生物の極域方向や高標高への移動、極端な高温による局所的な絶滅・大量死の増加 ● 気候変動による外来種の侵入リスクの増加、分布拡大

分布変化への影響が大きい



第3次気候変動影響評価報告書のポイント（概要）

第3次気候変動影響評価においては、以下を踏まえて実施。

- ① **最新かつ広範な科学的知見を反映**
- ② **影響の重大性の評価を2段階から3段階に細分化**
- ③ **特に強い影響を受ける地域や対象の整理**
- ④ **適応策及びその効果に関する知見の整理**

現状から将来予測にわたって重大性・緊急性・確信度が高いなど**特に優先的に対応が必要な項目※が明らかになった。**

※重大性（現状、1.5～2℃上昇時、3～4℃上昇時）・緊急性・確信度の評価が全てレベル3の項目及び分野別WGで、重大性及び緊急性がレベル3かつ、新たに追加された項目又は社会的関心の高さ等を勘案して取り上げるべきとされた項目

特に優先的に対応が必要な項目の影響の概要

【農業・林業・水産業】

- 水稲：コメの収量・品質低下
- 果樹：ミカン・リンゴ等果樹の栽培適地の変化
- 農業生産基盤：大雨による農地・農業設備への被害
- 沿岸域・内水面漁場環境等：海水温の上昇によるワカメ等の不漁

【水環境・水資源】

水供給(地表水)：渇水の増加・農業用水等の不足

【自然生態系】

- 亜熱帯：珊瑚の白化現象の頻度増加
- 温帯・亜寒帯：海藻等の分布域の縮小・北上
- 分布・個体群の変動：生物の分布域の変化



白化した珊瑚
「サンゴ礁生態系保全行動計画2022-2030」
(環境省)

【自然災害・沿岸域】

- 洪水：洪水の発生地点数の増加
- 内水：内水氾濫の可能性の増加・浸水時間の長期化
- 土石流・地すべり・土砂流出等：時間降水量の増加による土砂災害発生件数の増加



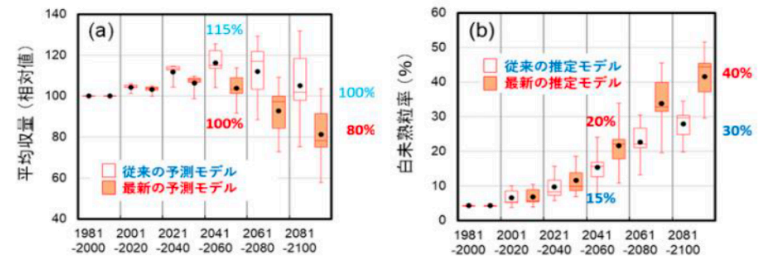
福岡県久留米市の巨瀬川氾濫（令和5年）
「災害・防災情報：6月29日から大雨」
(国土交通省)

【健康】

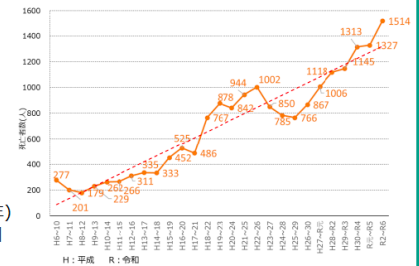
暑熱：気温上昇に伴う、熱中症による救急搬送者数・死亡者数の増加や循環器系疾患等での死亡率・入院・救急搬送者数の増加

【産業・経済活動】【国民生活・都市生活】

インフラ・ライフライン等：大雨・台風等による電気・ガス・水道などのライフラインの寸断

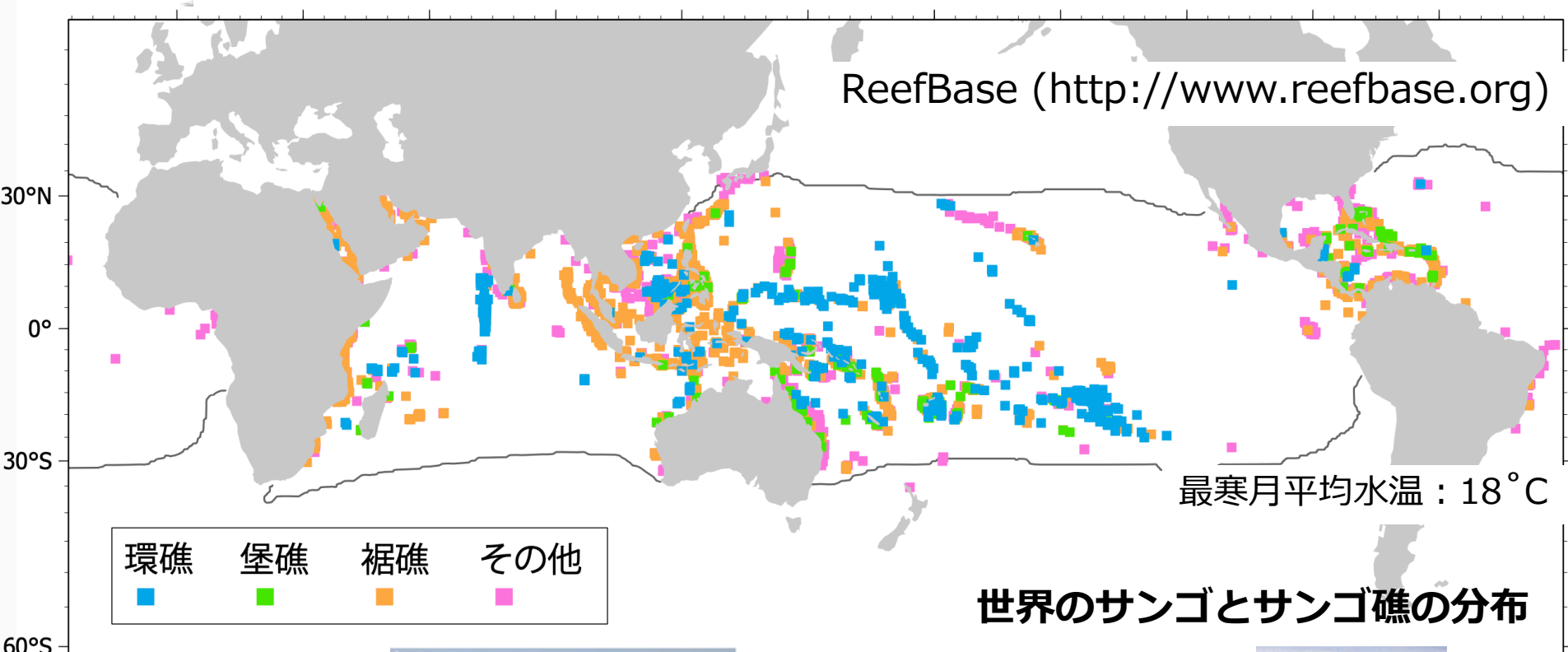


水稲の収量(a)および白未熟粒率(b)の20年毎の推移(全国平均)(RCP8.5)
(Ishigooka et al., 2021)



熱中症による死亡者(5年移動平均)の推移
(人口動態統計から環境省作成)

日本：南北に長く、さまざまな南方系の種の分布北限



沖縄県・黒島



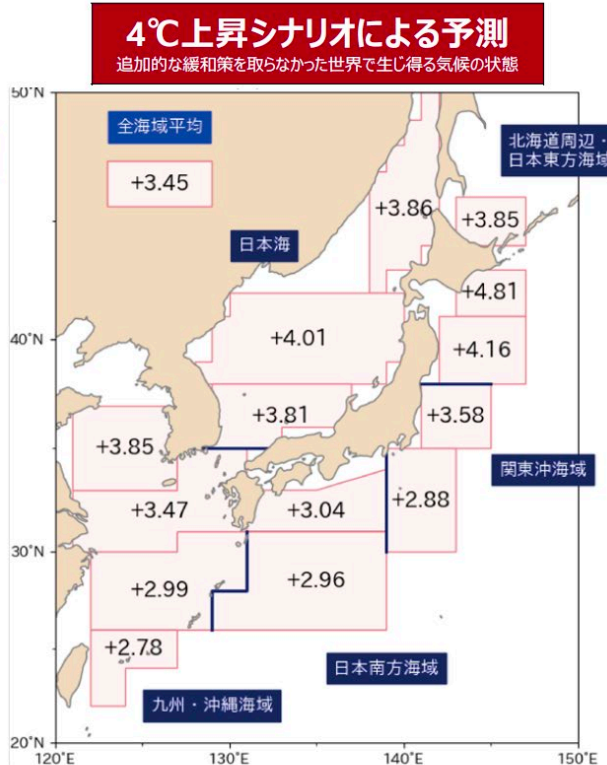
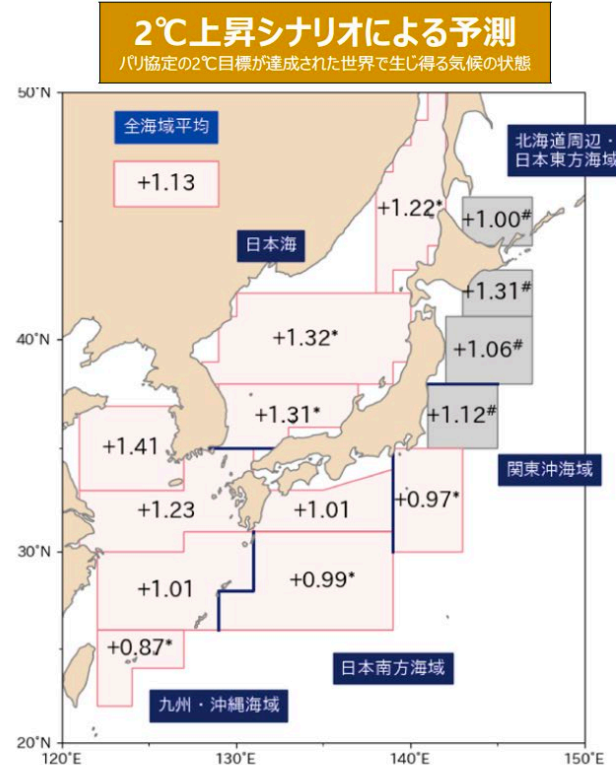
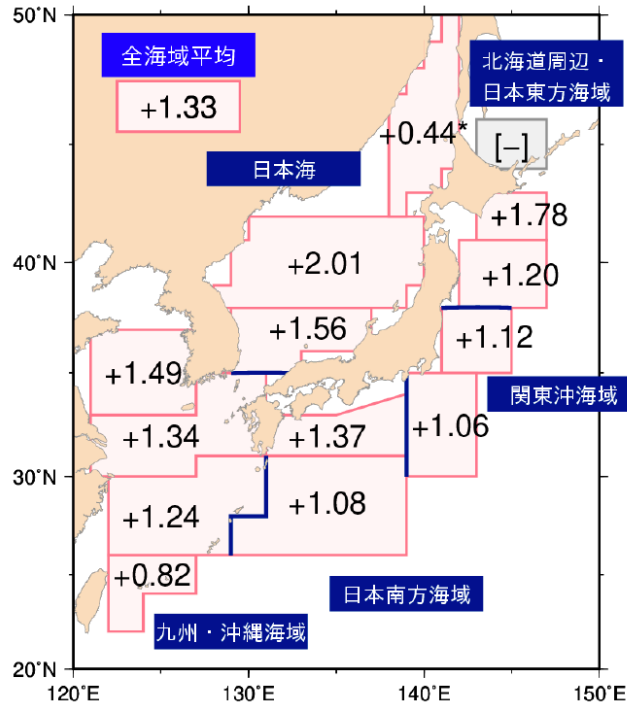
150° ツバル・フナフチ環礁 W



サンゴ礁：熱帯・
亜熱帯の沿岸を構
成する

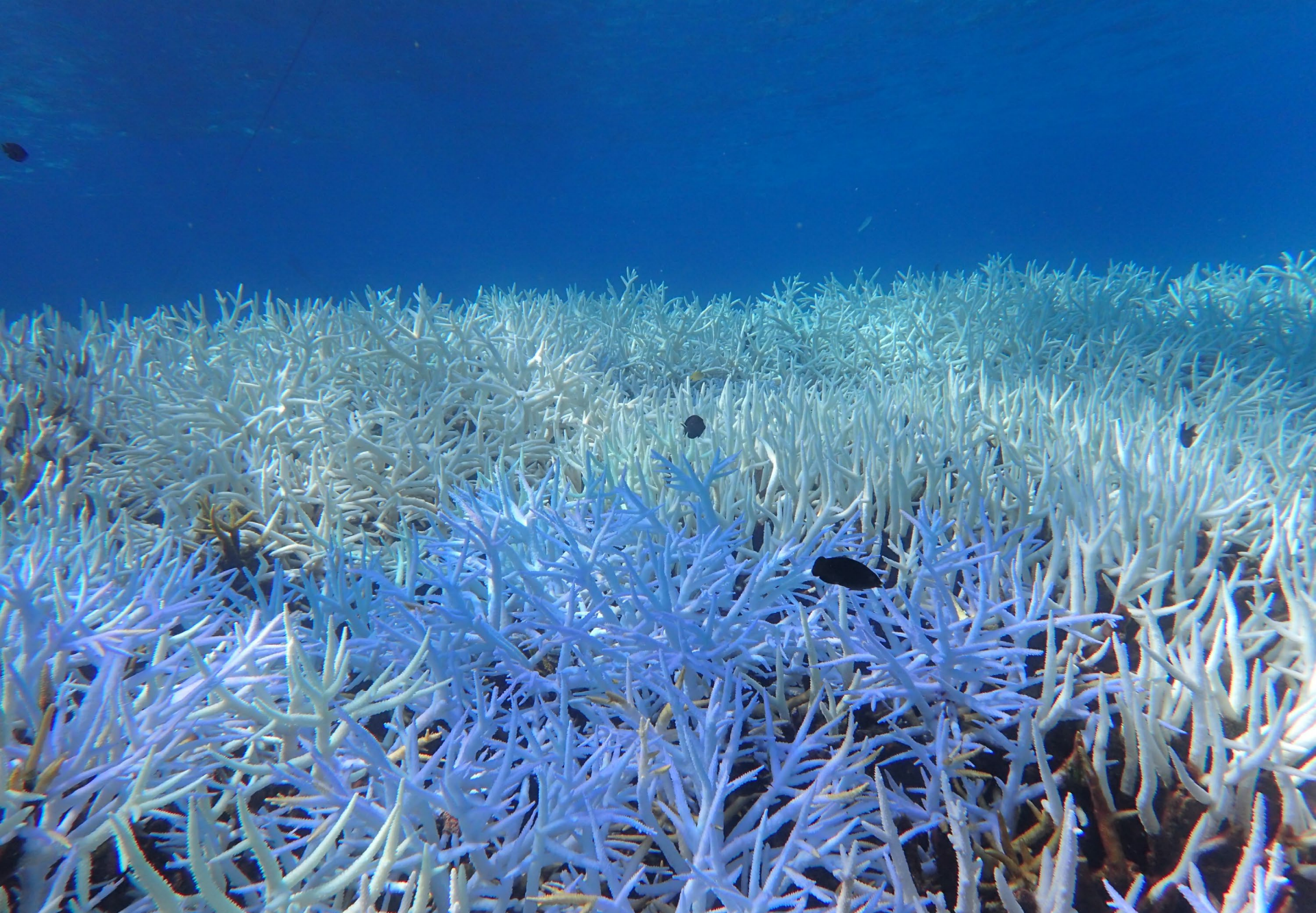
海水温は上昇を続けている

日本近海の最近100年間の海水温変化



21世紀末の日本近海の海域平均海面水温の20世紀末からの上昇幅 (°C)

文部科学省及び気象庁「日本の気候変動2025」



2016年夏 沖縄県宮古島、八重干瀬（日本全国みんなで作るサンゴマップ提供）



気候変動への適応 変化にどう対応していくか

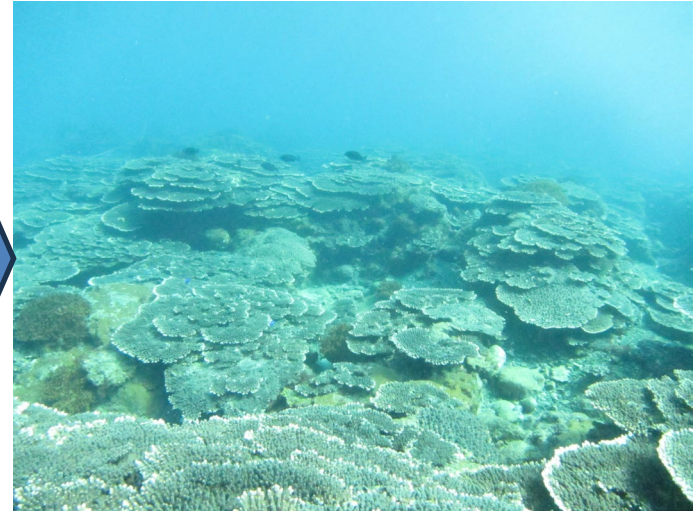
気候変動による沿岸生態系の変化例



藻場



藻場+サンゴ



サンゴ群集

Kumagai et al. (2018) *PNAS*

気候変動によるリスクとチャンス（温帯域沿岸の例）

- ✓ 在来生態系（藻場）の衰退 → リスク、保全必要
- ✓ 新奇生態系（サンゴ）の成立 → チャンスになりえる？

自然生態系分野における気候変動適応の基本的考え方

(平成27(2015)年7月31日環境省報道発表)

※気候変動適応法施行(2018年)、気候変動適応計画閣議決定(2021年)に先立ち検討

- 気候変動に対応し生態系は全体として変化するため、これを人為的な対策により広範に抑制することは不可能である。
- 従って、自然生態系分野における適応策の基本は、モニタリングを行って生態系と種の変化を把握することと、気候変動以外の要因によるストレスの低減や生態系ネットワークの構築により、気候変動に対する順応性の高い健全な生態系の保全と回復を図ることである。

生物多様性・生態系保全
→**リスクを低減する**

生物多様性分野における気候変動への
適応についての基本的考え方
平成27年7月環境省自然環境局

メリハリをつけた保全が必要

- ✓ 気候変動の影響が少ない地域の特定と優先的な保全
- ✓ 気候変動以外のストレス低減
- ✓ 移動・分散経路の確保、生態系ネットワークの形成

国立公園等の保護区における 気候変動への適応策検討の手引き



- ✓ 気候変動の影響が少ない地域の特定と優先的な保全
- ✓ 気候変動以外のストレス低減
- ✓ 移動・分散経路の確保、生態系ネットワークの形成

発行日：2019年3月

発行：環境省自然環境局

〒100-8975 東京都千代田区霞が関1丁目2番2号

E-mail：NBSAP@env.go.jp

編集・協力：国立研究開発法人 国立環境研究所



陸域負荷の低減

これまでの活動を気候変動適応策として位置づけ

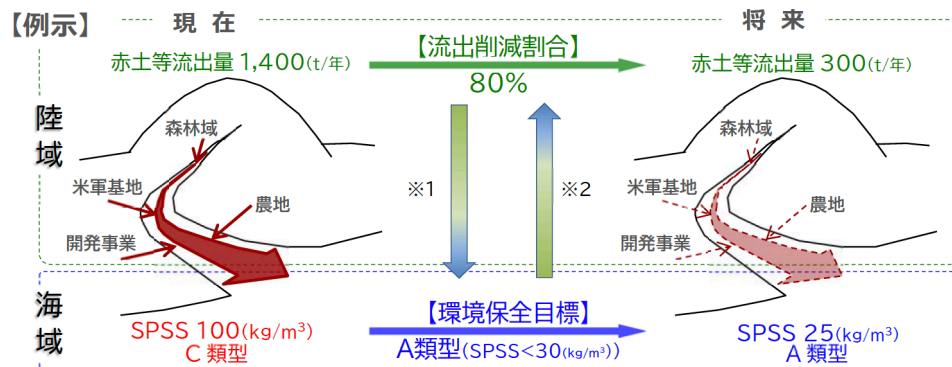
- ✓ 気候変動の影響が少ない地域の特
定と優先的な保全
- ✓ **気候変動以外のストレス低減**
- ✓ 移動・分散経路の確保、生態系
ネットワークの形成
- ✓ 生態系を活用した適応策の推進



第2次 沖縄県赤土等流出防止対策基本計画 (概要版)



保全目標：赤土等堆積とサンゴ群集
の関係によって決定（自然科学）
対策の実装：対策可能性、費用対効
果の検討（社会科学）



自然生態系分野における気候変動適応の基本的考え方

(平成27(2015)年7月31日環境省報道発表)

※気候変動適応法施行(2018年)、気候変動適応計画閣議決定(2021年)に先立ち検討

- 気候変動に対応し生態系は全体として変化するため、これを人為的な対策により広範に抑制することは不可能である。

社会的な適応 →チャンスを活かす

- 従って、自然生態系分野における適応策の基本は、モニタリングを行って生態系と種の変化を把握することと、気候変動以外の要因によるストレスの低減や生態系ネットワークの構築により、気候変動に対する順応性の高い健全な生態系の保全と回復を図ることである。

**生物多様性・生態系保全
→リスクを低減する**

メリハリをつけた保全が必要

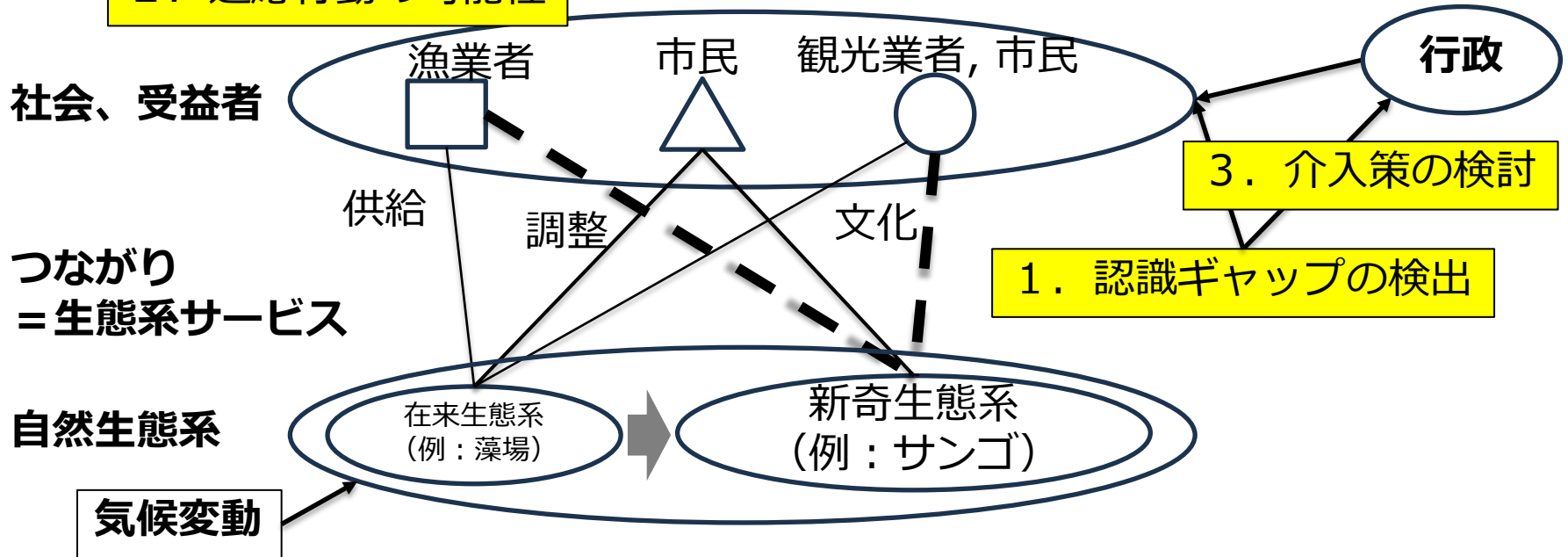
- ✓ 気候変動の影響が少ない地域の特定と優先的な保全
- ✓ 気候変動以外のストレス低減
- ✓ 移動・分散経路の確保、生態系ネットワークの形成

生物多様性分野における気候変動への
適応についての基本的考え方
平成27年7月環境省自然環境局

生物変化への適応のために

生態系と受益者との関係で生まれる生態系サービスが、気候変動がもたらす生物分布変化によって変容している

2. 適応行動の可能性



将来にわたり生態系サービスを楽しむために、

1. 認識のギャップを検出する

生態系と受益者のつながりの有無や強弱を明らかにする

2. 適応意識行動の有無や強弱を明らかにする

3. 介入策を検討する

在来生態系の保全を行い、つながりを強くする（線を太くする）

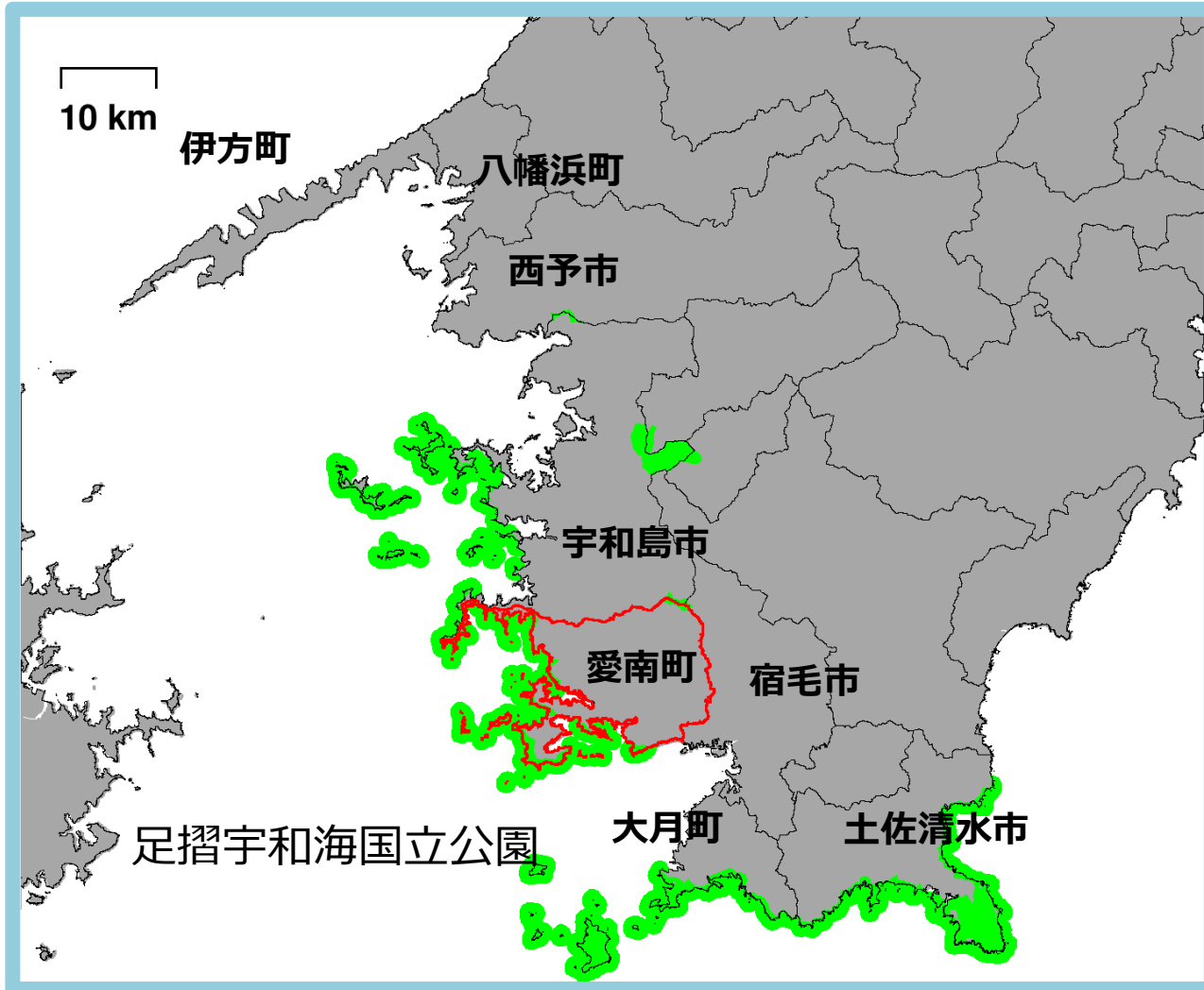
新奇生態系の認識を高め、つながりを構築する（点線を実線にする）

保全と利活用に関する空間計画を行う

→これらを、地域や行政とともに検討する

認識ギャップの検出 (サンゴ、海藻)

利害関係者へのヒアリング



サンゴ・海藻に対する現地関係者の認識

	地域	サンゴの認識・ 利用状況	海藻の認識・ 利用状況
	伊方町～ 八幡浜市	サンゴの存在はほとんど認識されていない。 観光利用も一切されていない	漁業資源として大型海藻を積極的に利用しており、磯根資源の漁獲量も多い
	西予市～ 宇和島市	規模は小さいものの一部でダイビング利用されているが、観光資源としての認識は非常に乏しい	大型海藻類の採取はしているものの、離島部を除いて規模は小さい
	愛南町	ダイビングや海水浴、海底透視船の見どころとして積極的に観光利用 されているが、オニヒトデによる食害の影響が深刻である	漁業資源や保全の対象としては認識していない
	宿毛市～ 土佐清水市	ダイビングや海水浴、海底透視船の見どころとして積極的に観光利用されているが、オニヒトデによる食害の影響が深刻である	磯焼けが顕著であり、藻場の再生が課題であると感じている

認識ギャップの検出（サンゴ、海藻）

行政文書の情報収集と分析

国立公園・都道府県におけるサンゴと大型海藻・海草の規制・利用・保全計画をテキストマイニング
→分布状況（将来予測含む）のギャップの可視化

今後、国立公園ごとに進めるべき対策を提案

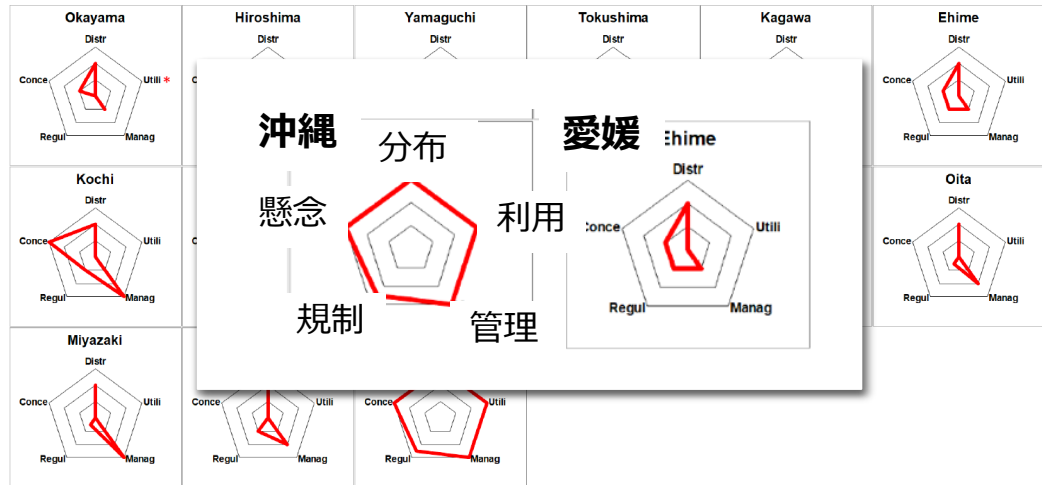
阿部・三ツ井・山野（2022）
保全生態学研究

分類群	公園名	a	観光	c	d	e	f	
		分布	利用	規制	保全	モニタリング	深刻な劣化	
		公園	分布	利用	規制	保全	2050年代RCP8.5	2090年代RCP8.5
造礁サンゴ	三陸復興	×	×	×	×	×		
	小笠原	●	●	●	●	●	-	+
	富士箱根伊豆	●	×	●	×	×	-	+
	吉野熊野	●	●	●	●	●	-	+
	山陰海岸	×	×	×	×	×		
	瀬戸内海	●	●	●	●	×	-	+
	大山隠岐	●	×	●	×	×	-	+
	足摺宇和海	●	●	●	●	●	-	+
	西海	●	●	●	●	●	-	+
	雲仙天草	●	●	●	●	●	-	+
	霧島錦江湾	●	●	●	●	●	-	+
	屋久島	●	×	●	×	●	-	+
	奄美群島	●	●	●	●	●	-	+
	慶良間諸島	●	●	●	●	●	-	+
西表石垣	●	●	●	●	●	+	+	

サンゴ

各都道府県におけるサンゴの規制・管理・利用・保全計画（地域気候変動適応計画含む）と分布状況の可視化

Abe, Kitano, Fujita, and Yamano (2022) *Marine Policy*



沿岸生態系の変化への社会的適応に向けて

過去～現在の生物分布

現在の生物分布

1. ギャップ検出

①供給サービス変化：漁獲統計データの解析



→サンゴ礁や藻場依存の魚介類の変化

②調整サービス変化：ブルーカーボン

→藻場変化による炭素吸収・蓄積量変化

③文化的サービス変化：人流データに基づくレクリエーション価値の算出

携帯電話位置情報データによる
砂浜のレクリエーション価値算出例



→生態系変化にともなう海域利用者数の変化

④生物分布と活用に関するギャップの検出： 行政文書・SNSテキスト分析、ヒアリング



現在～将来に享受
可能な生態系サー
ビスのオプション

将来の
生物分布

2. 適応行動 3. 介入策

⑤変化する生態系に対する 社会的な適応の検討： 認識ギャップを埋め、未利 用資源を活用するためのコ ミュニケーション、ガイド ライン発行

→在来生態系、
新奇生態系の
保全・利活用
に関する空間
計画

CREST海洋カーボン：
CO₂増加に伴う沿岸生態系遷移リスク検知と予測の高度化

まとめ

- 自然生態系分野のポイント
 - 多様かつ広範な影響の難しさ
 - 網羅性、地域性の考慮
 - 分布変化への影響が大きい
- 評価における課題
 - 分布変化から生態系サービス変化への接続
 - 適応策の特定とその効果の検証
- 適応に向けての研究推進
 - 生態系サービス = 生物分布と人間社会の接点を理解
 - 認識ギャップの特定
 - 適応行動可能性の検討
 - 在来生態系の保全と新奇生態系の利活用に向けた介入策や空間計画



ご清聴ありがとうございました