

生態系を活用した 防災・減災に関する考え方

環境省自然環境局自然環境計画課
生物多様性地球戦略企画室

荒牧 まりさ

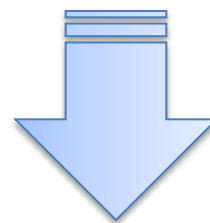


国連生物多様性の10年

地球のいのち、つないでいこう

生物多様性地球戦略企画室の所管

- 生物の多様性の確保に関する基本的な事項の企画、立案、調整
 - 生物多様性条約等国際対応
 - 生物多様性国家戦略策定 等



なぜ、「防災・減災」なのか。



生物多様性とは？ -3つの多様性-

●生態系の多様性

干潟 サンゴ礁
森林 草原
湿原 河川 など



●種(種間)の多様性

地球上の推定生物種数
500万～3000万種
(IUCN 2008 レッドリスト
公表時資料による)



●種内(遺伝)の多様性

(例) サクラソウ
遺伝的に複数の
地域集団が存在



(例) アサリの貝殻
貝殻の色や模様
は千差万別



地域に固有の自然があり、それぞれに特有のいきものがあること
そして、それぞれがつながっていること

生物多様性による恵み(生態系サービス)

■生態系が提供してくれる「4つのサービス」 ~生態系サービス~

供給サービス

食糧、水、木材、
繊維、燃料 など



調整サービス

気候調整、水質
保全、病虫害抑制、
防災・減災 など



文化的サービス

精神的充足、美的
楽しみ、レクリエーション、
教育的効果 など



基盤サービス

光合成(酸素と有
機物の生成)、土壌
形成 など



■生態系サービスから受ける人間の福利

- 豊かな生活を支える物質(食糧、住居、衣料など)
- 健康(清浄な大気や水、健全な自然環境など)
- 安全(防災、資源供給など) 他



人類生存の基盤

わが国の社会課題

●人口減少・高齢化、生産年齢人口割合の減少

2050年には、現在の居住地域の2割が無居住化、6割が半減

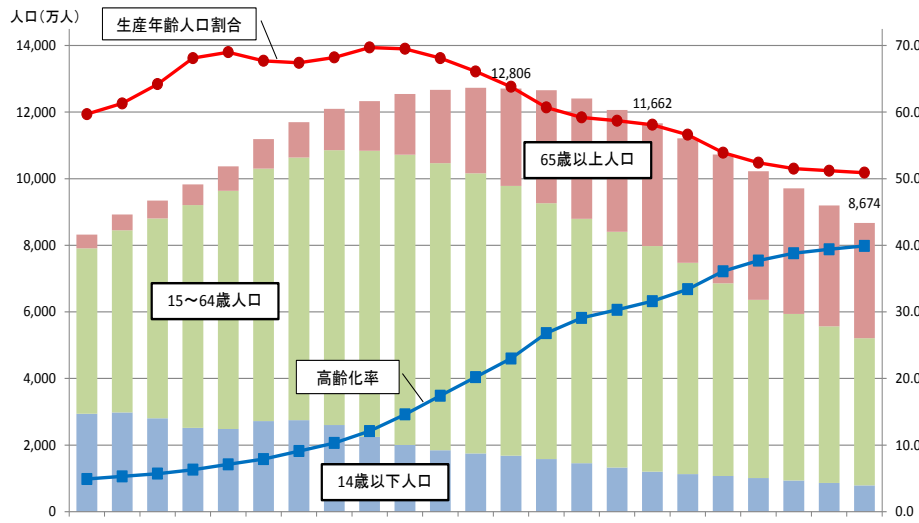
●エネルギー・食料の制約

食料の自給率は、カロリーベースで39%

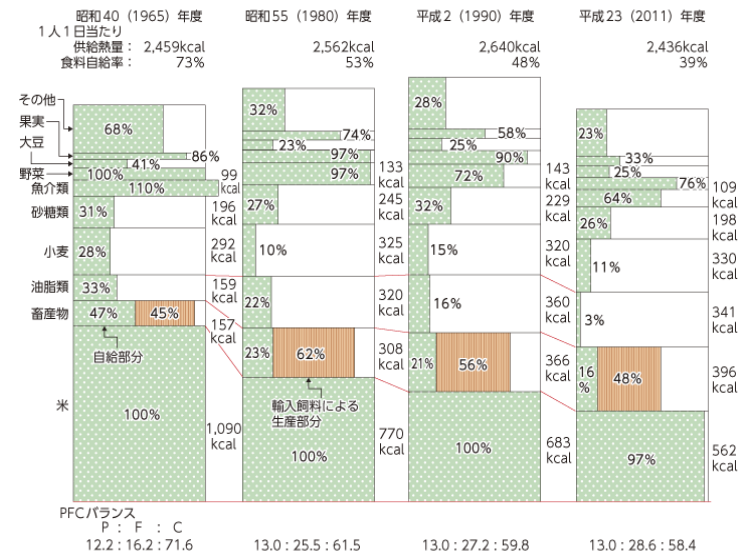
エネルギーの9割以上を化石燃料に依存

●パリ協定への対応

2030年までに26%削減(2013年比)



(資料) [総務省, 2010] [国立社会保障・人口問題研究所, 2012] (各年10月1日現在人口)



出典:農林水産省(2013) 平成24年度食料・農業・農村白書

わが国の社会課題

● 気候変動の影響による気象災害の激甚化、海面上昇

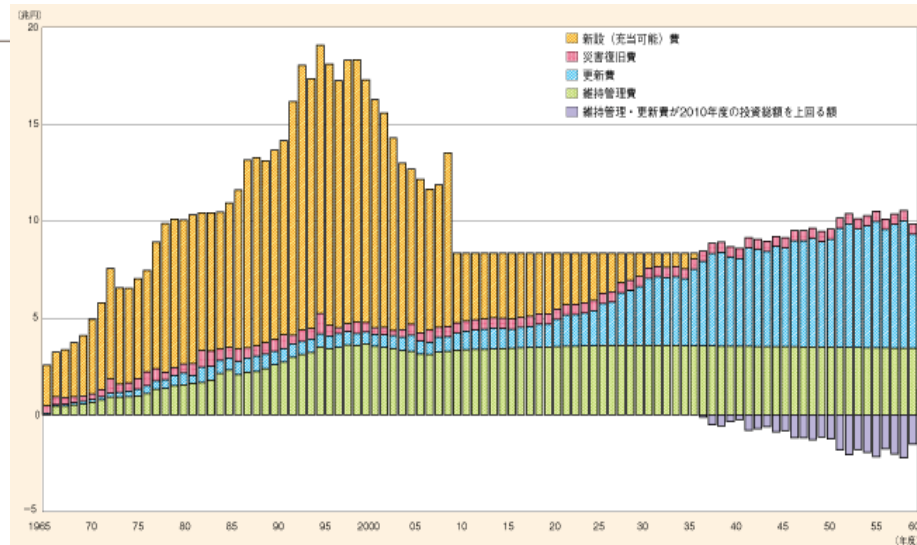
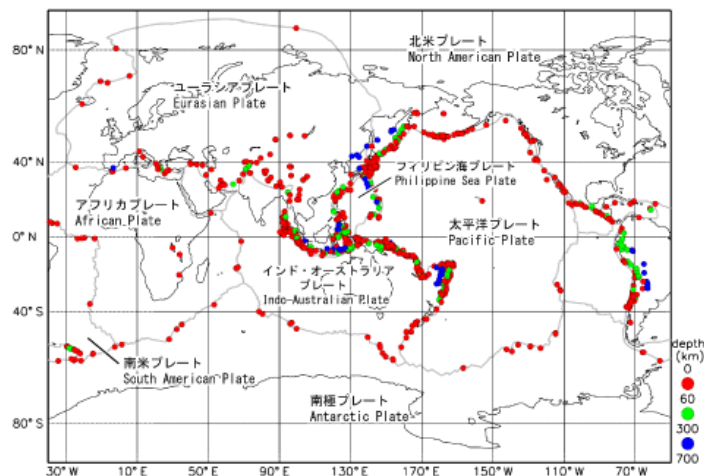
● 巨大地震の切迫

世界の大規模地震の約2割が発生

● 既存インフラの老朽化

2035年には、維持管理・更新費が現在の2倍(9兆円→18兆円)

図表 1-0-1 世界のマグニチュード6以上の震源分布とプレート境界



(注) 2003年～2012年

出典：アメリカ地質調査所の震源データをもとに気象庁において作成

出典：平成25年版防災白書

(資料) [国土交通省, 2012]

Eco-DRR (Ecosystem-based Disaster Risk Reduction)

生態系と生態系サービスを維持することで、危険な自然現象に対する緩衝材として用いるとともに、食糧や水の供給などの機能により、人間や地域社会の自然災害への対応を支える考え方

- 平成26年度及び27年度に、専門家による検討会を立ち上げ、「生態系を活用した防災・減災に関する考え方」を取りまとめ
- 平成28年3月に公表



<目次>

1. 自然災害と生態系
2. なぜこれからの日本に生態系を活用した防災・減災が必要か
3. 防災・減災に生態系はどのように役立つか
4. 防災・減災に生態系を活用する際の基本的視点
5. 防災・減災に生態系を活用する
6. 今後の取組の方向性

氏名	所属・役職
一ノ瀬 友博	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
太田 猛彦	東京大学 名誉教授
萱場 祐一	国立研究開発法人土木研究所 河川生態チーム 上席研究員 国立研究開発法人土木研究所 自然共生研究センター
栗山 浩一	京都大学大学院 農学研究科 生物資源経済学専攻 教授
清野 聡子	九州大学大学院工学研究院 環境社会部門 生態工学研究室 准教授
中静 透	東北大学大学院 生命科学研究科 教授
中村 太士	北海道大学大学院 農学研究院 森林生態系管理学研究室 教授
西廣 淳	東邦大学 理学部 生命圏環境科学科 准教授
古川 恵太	笹川平和財団 海洋政策研究所 主任研究員 海洋研究調査部 部長
古田 尚也	IUCN日本リエゾンオフィス コーディネーター 大正大学地域構想研究所 教授
涌井 史郎 【座長】	国連生物多様性の10年日本委員会 委員長代理 東京都市大学 環境情報学部 教授

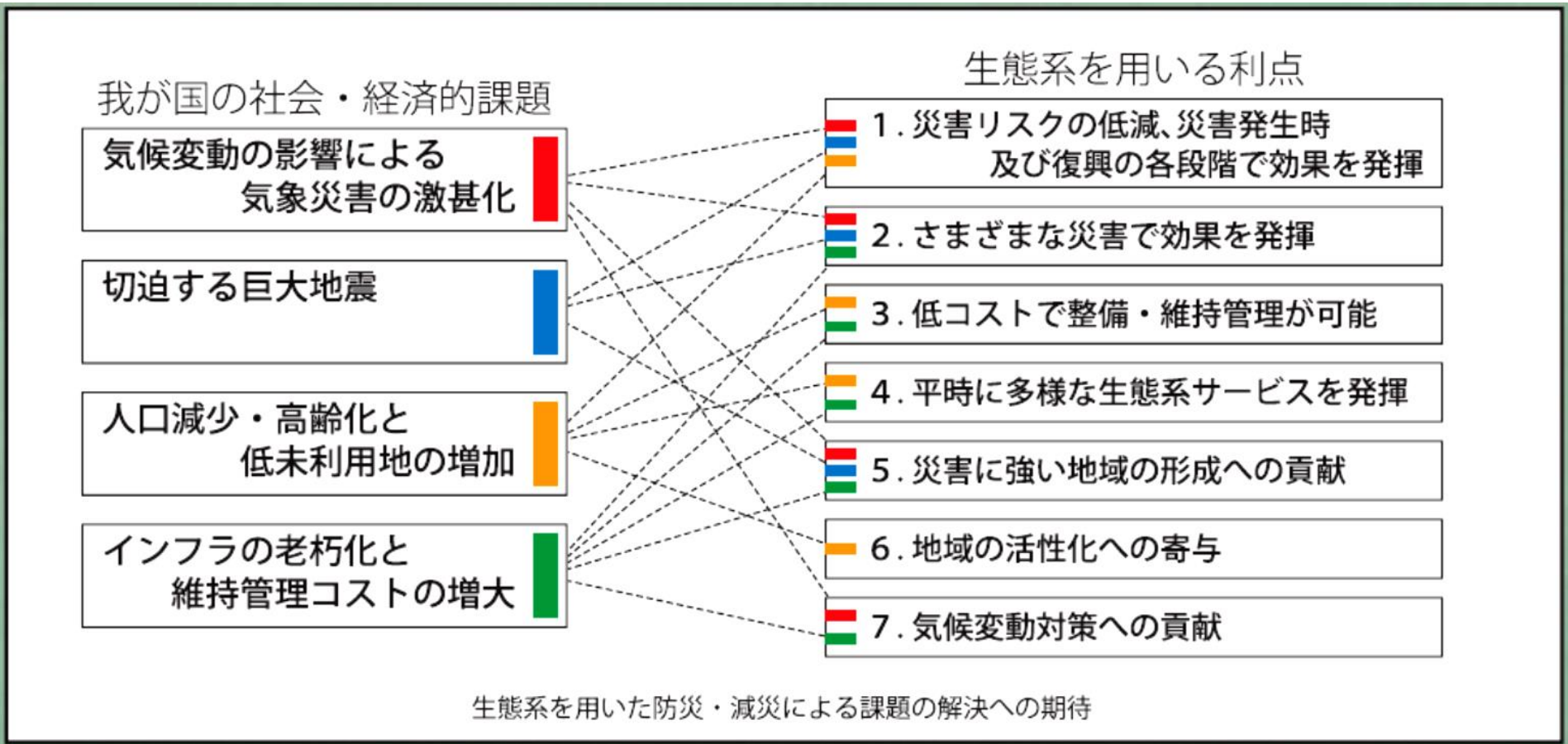
生態系を活用した防災・減災に関する考え方

生態系の働き

- ◆ 生態系による危険な自然現象の緩和
 - ✓ 森林が土砂崩れを防ぐ
 - ✓ 海岸の森林が津波被害を軽減する
 - ✓ サンゴ礁が高潮被害を軽減する
 - ✓ 砂浜が波の影響を軽減する
 - ✓ 湿原が一時的に洪水を受け止める



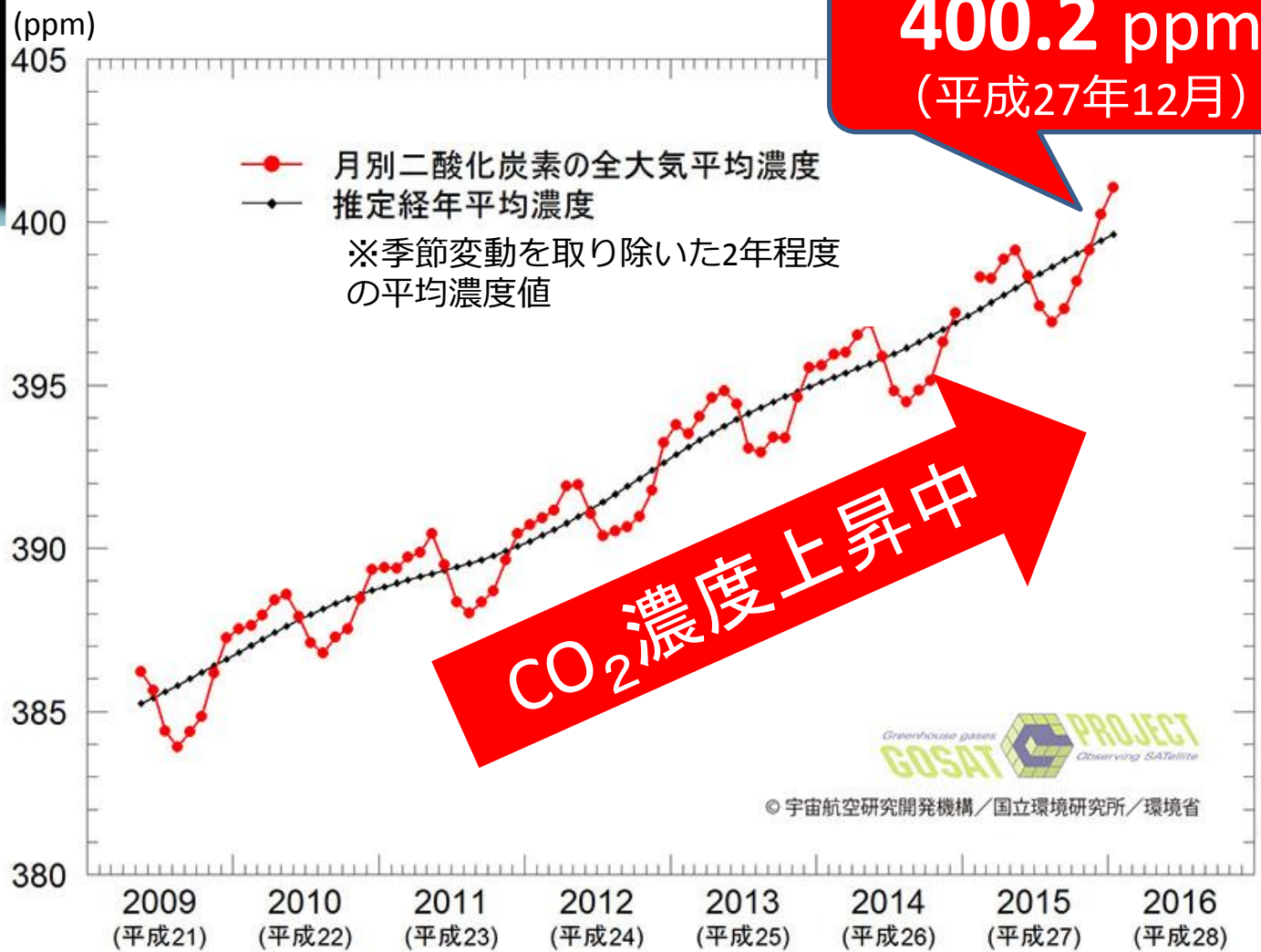
なぜ、今、生態系を活用した防災・減災か？



いぶき (GOSAT) で観測した全球大気平均CO₂濃度



GOSAT観測イメージ図
©JAXA

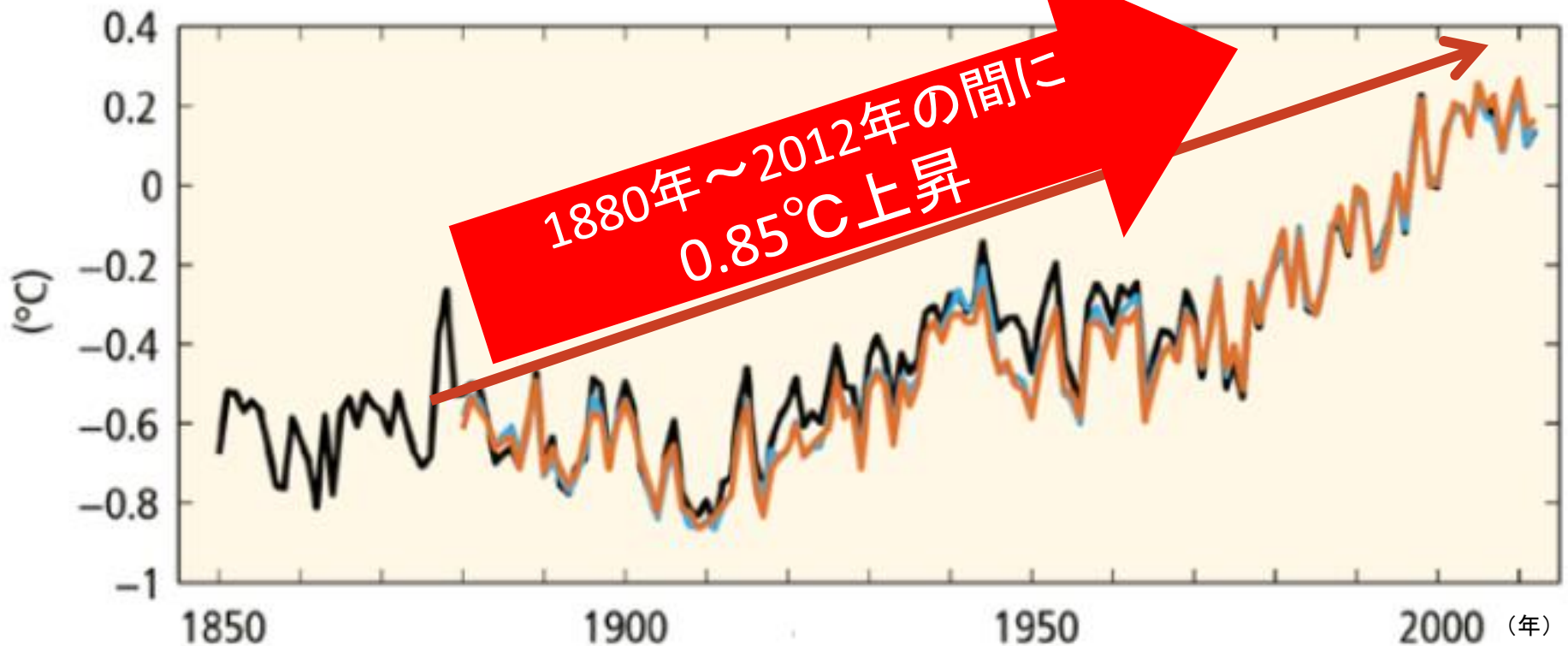


過去に観測された気温上昇

- 気候システムの温暖化には疑う余地がない。また1950年代以降に観測された変化の多くは、過去数十年から数千年間にわたり前例のないものである

(IPCC AR5 SYR SPM, p.SPM-3, 21-22行目)

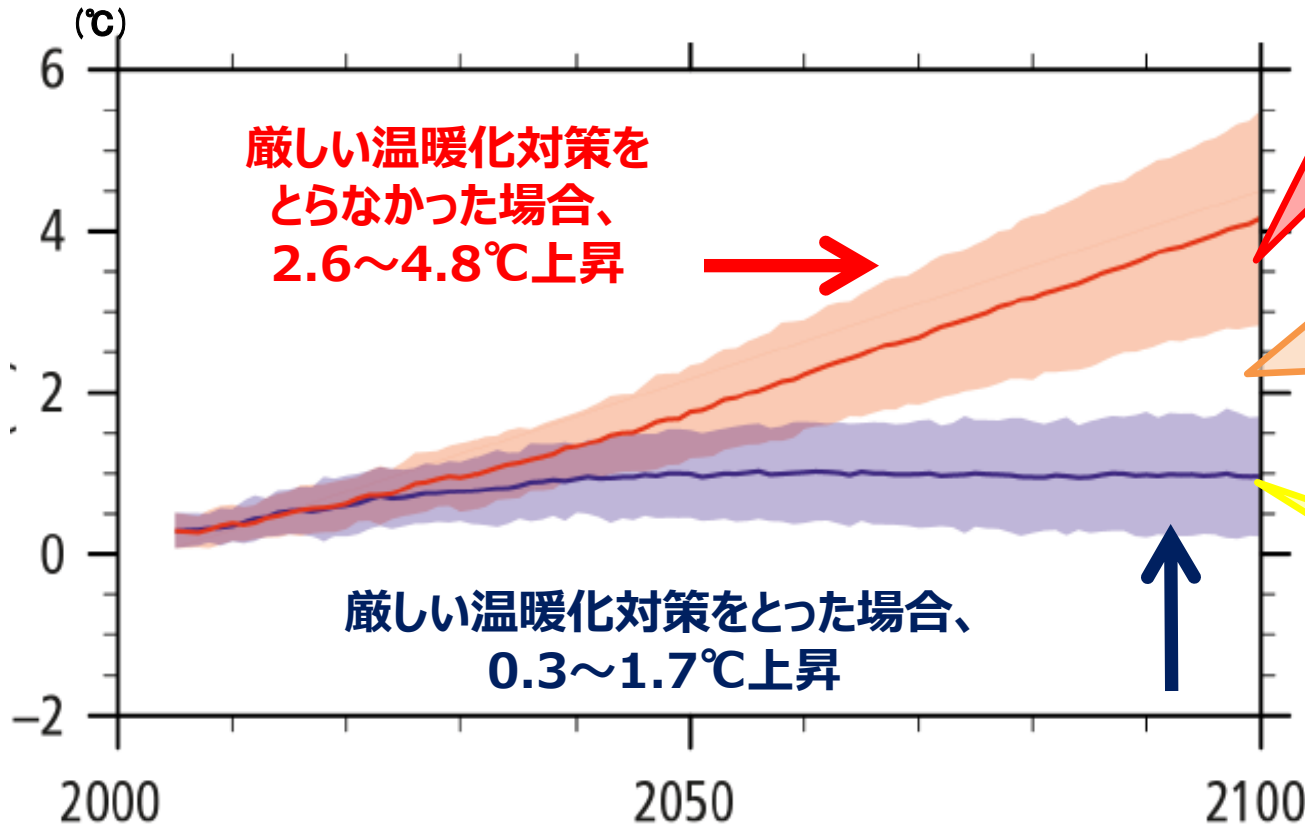
陸域と海上を合わせた世界平均地上気温偏差 ※基準は1986-2005年の平均



将来の気候変動

1986年～2005年平均気温からの気温上昇

(産業革命前と比較する際は 0.61°C を加える。)



3°C 上昇: 大規模かつ不可逆的な氷床の消失による海面上昇等のリスクが高くなる。

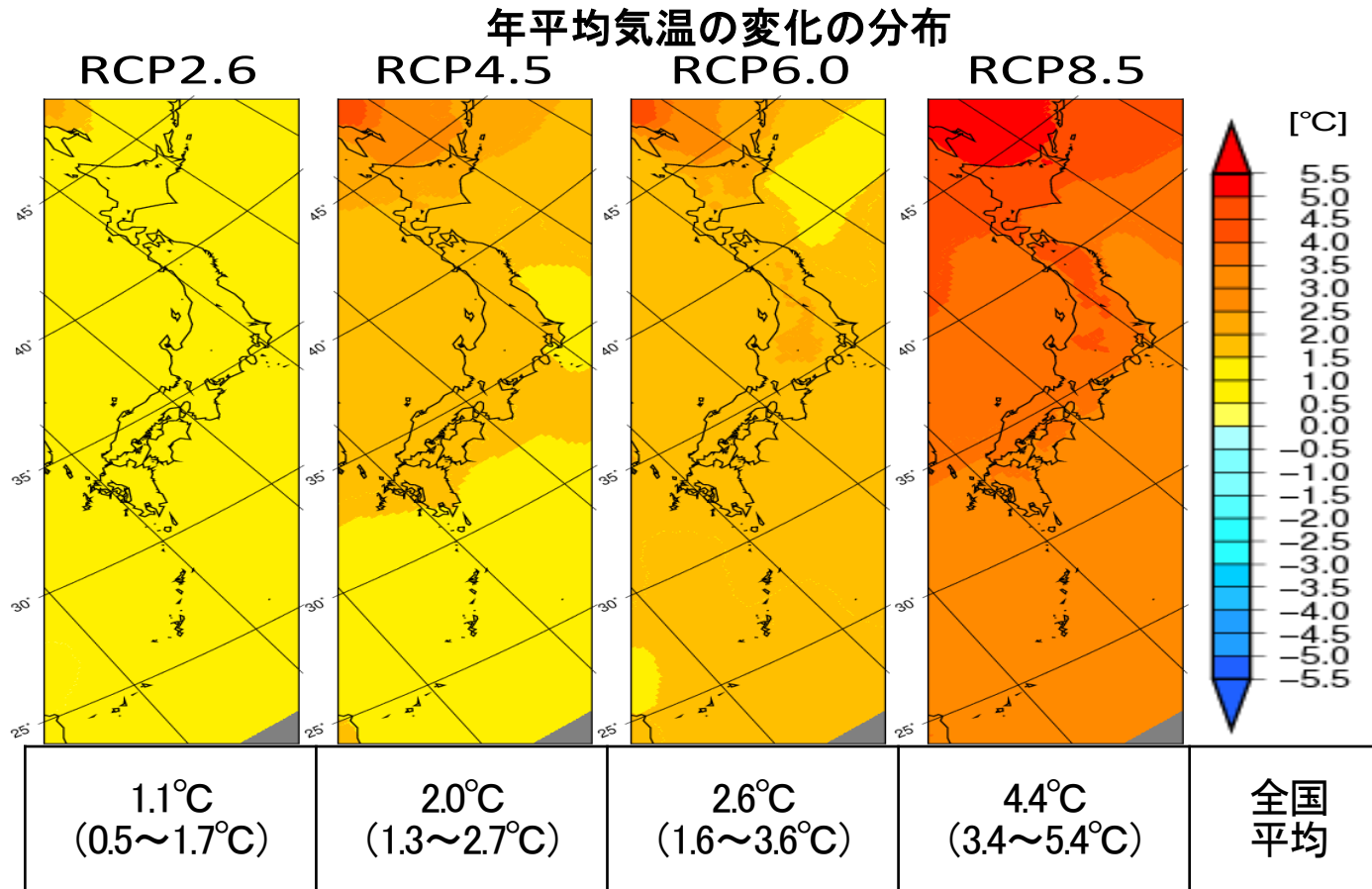
2°C 上昇: 北極海氷やサンゴ礁が非常に高いリスクにさらされる。

1°C 上昇: 極端現象(熱波、極端な降水、沿岸域の氾濫等)によるリスクが高くなる。

我が国における気候変動の将来予測(年平均気温)

20世紀末と比較した、21世紀末の将来予測

- 気温上昇の程度をかなり低くするために必要となる温暖化対策を取った場合1.1°C (0.5~1.7°C) 上昇。
- 温室効果ガスの排出量が非常に多い場合には、4.4°C (3.4~5.4°C) 上昇。



※変化分布図は、計算結果の一部(SST1.YSケース)を図示したもの

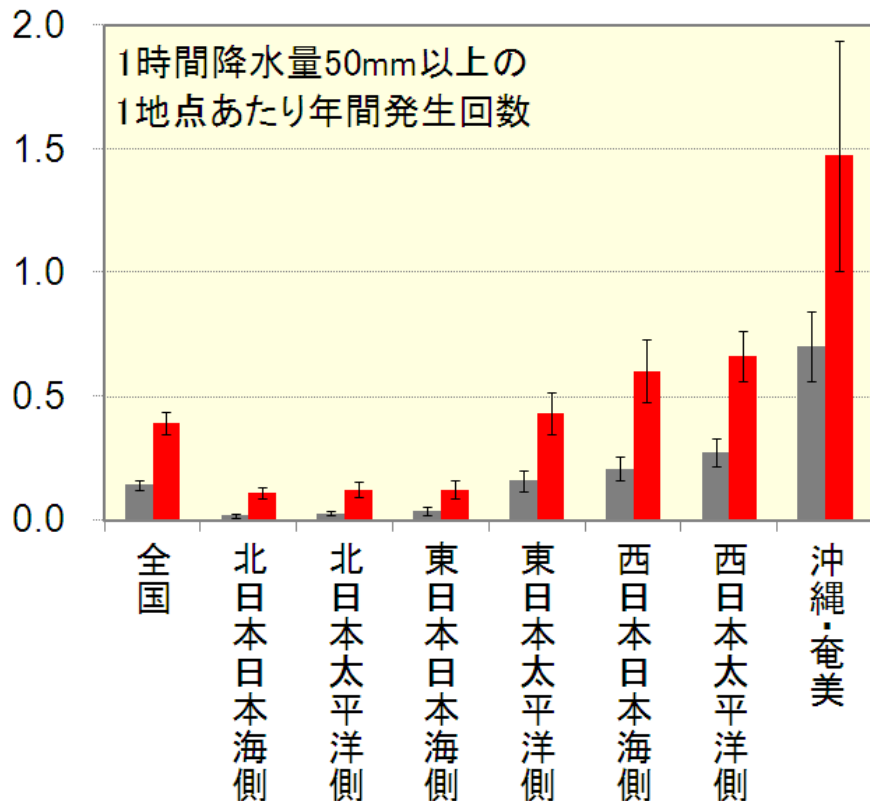
出典: 平成26年12月12日報道発表「日本国内における気候変動予測の不確実性を考慮した結果について(お知らせ)」(気象庁、環境省)

我が国における気候変動の将来予測(降水量)

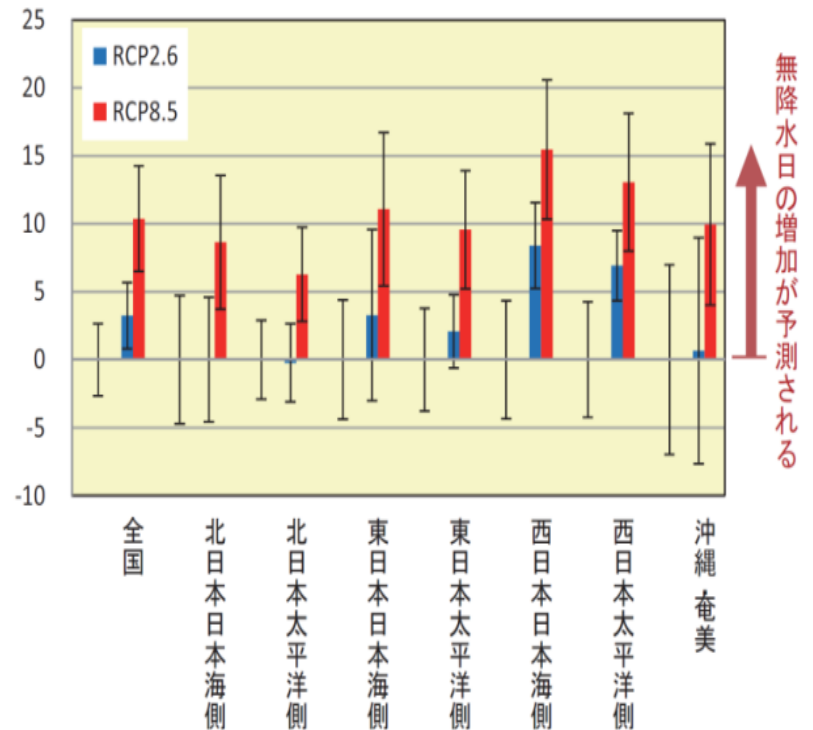
20世紀末と比較した、21世紀末の将来予測

- 大雨や短時間強雨の発生頻度の増加や大雨の降水量の増加、無降水日数の増加。

地域別の1時間降水量50mm以上の年間発生回数の変化
(1980~1999年平均(灰)と2076~2095年平均(赤)の比較)



無降水日の年間日数の変化
(1984~2004年平均と2080~2100年平均の差を表示)



※棒グラフ: 現在気候との差、エラーバー: 年々変動の標準偏差

自然災害分野の影響



平成27年9月関東・東北豪雨(鬼怒川の決壊)

(出典関東地方整備局ホームページ(<http://www.ktr.mlit.go.jp/bousai/bousai00000095.html>))



平成16年高潮により浸水した高松市街

(出典:「高潮浸水想定区域図作成の手引きver1.00」(農林水産省 国土交通省)(
http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/saidai_takashio/pdf/takashio_tebiki_151102.pdf))

気候変動の影響の緩和と適応

- 緩和とは: 気候変動の原因となる温室効果ガスの排出を抑制
- 適応とは: 既に起こりつつある、あるいは起こりうる気候変動の影響に対して、自然や社会のあり方を調整

温室効果ガスの増加

化石燃料使用による
二酸化炭素の排出など

気候要素の変化

気温上昇、
降雨パターンの変化、
海面水位上昇など

温暖化による影響

自然環境への影響
人間社会への影響

緩和

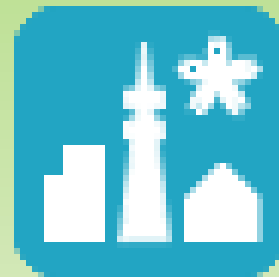
温室効果ガスの
排出を抑制する

適応

現在及び将来の
気候変動の影響へ
対応する

気候変動の影響への適応計画

- 我が国政府として初めて閣議決定
- 広範な分野を対象に関係府省庁の適応策を記載



- 気候変動影響の監視、予測
- 適応情報プラットフォームの設置
- 地方自治体への支援
- 国際協力の推進

気候変動の影響への適応計画

- 気候変動による様々な影響に対し、政府全体として整合のとれた取組を総合的かつ計画的に推進するため策定。

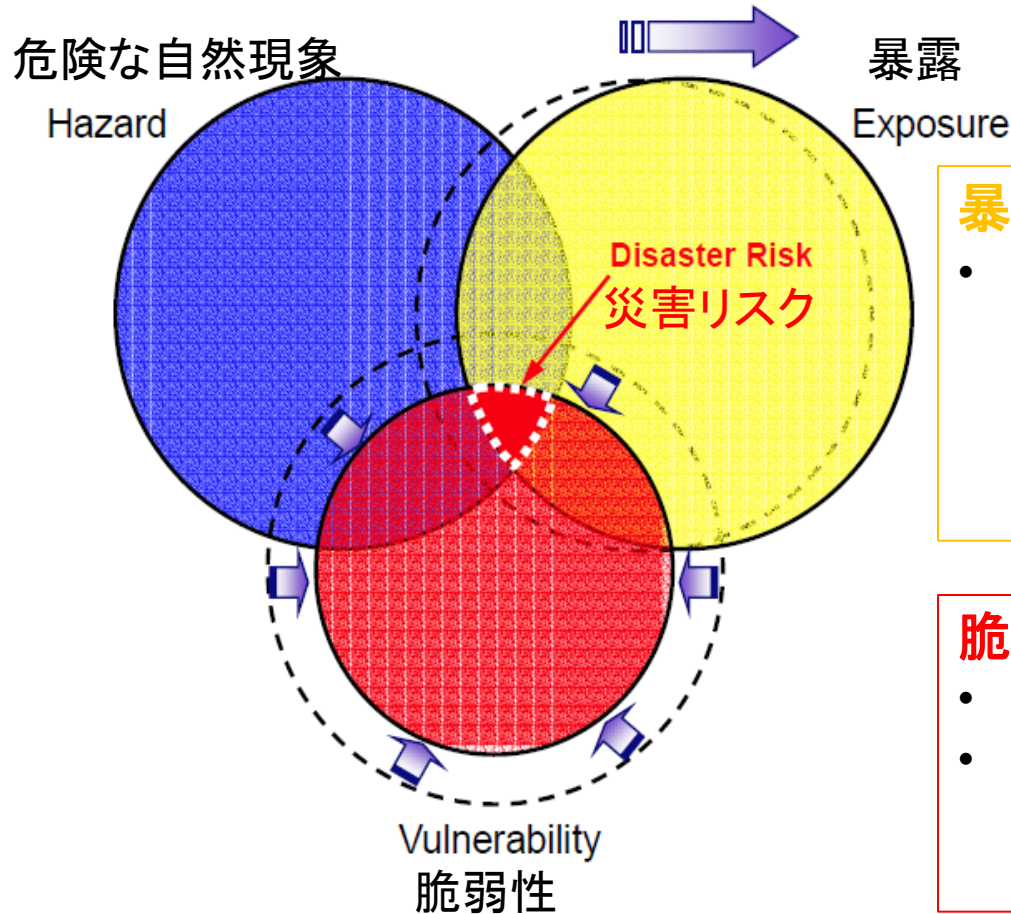
(目指すべき社会の姿)

いかなる気候変動の影響が生じようとも、気候変動の影響への適応策の推進を通じて社会システムや自然システムを調整することにより、当該影響による国民の生命、財産及び生活、経済、自然環境等への被害を最小化あるいは回避し、迅速に回復できる、安全・安心で持続可能な社会を構築することを目指す。

- 基本戦略①「強靱性の構築、不確実性の考慮、相乗効果の発揮及び技術の開発・普及を通じて政府の関係施策に適応を組み込み、現在及び将来の気候変動の影響に対処する。」の「気候リスクに関わる施策への適応の組み込み」に以下を盛り込み。
 - 自然環境の保全・再生・創出への配慮
 - 自然環境が有する多様な機能の活用
 - 生態学的手法を含めた総合的な適応
 - 生態系を活用した適応

生態系の活用による災害リスクの低減

災害リスク = f(危険な自然現象、暴露、脆弱性)



暴露の回避

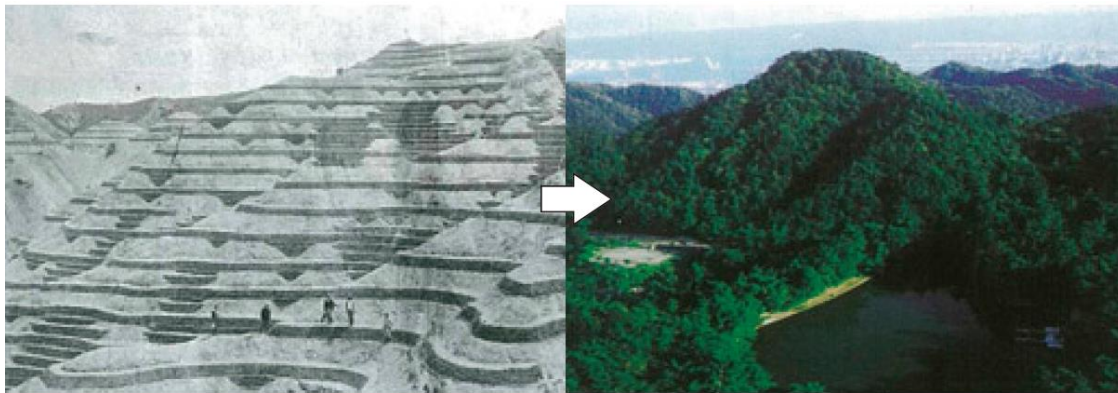
- 人口減少に伴う土地利用の変化を捉え、市街地のコンパクト化を進め、災害のリスクが高い場所の開発を避け、そこに自然を保全・再生して人命と財産を守る緩衝帯として活用

脆弱性の低減

- 生態系が物理的に災害時の影響を低減
- 食糧や建設資材などを供給、水の浄化などの便益を提供し、社会経済的な脆弱性を低減

生態系の活用による災害リスクの低減

- 災害の教訓を活かし、地域の生態系を保全しながら活用することで災害を防いできた事例や、災害を前提とした土地利用や暮らし方によって被害を少なくしてきた事例は全国に各地に。
- 地域に過去から受け継がれてきた災害との向き合い方と、それを基本としながら暮らしの豊かさを向上させてきた知恵に学ぶ



森林保全による斜面崩壊・洪水緩和防止(写真提供：神戸市)

水に関する文字

川・池・浜・津・洲・沢・湧

海岸線や川の近く、低地、湿地帯など

浅・深・崎・戸・門・田・谷

過去に大規模な土砂災害が発生したと考えられる地域

蛇・竜・龍



出雲平野の築地松(ついでまつ)(島根県)(写真提供：島根県)

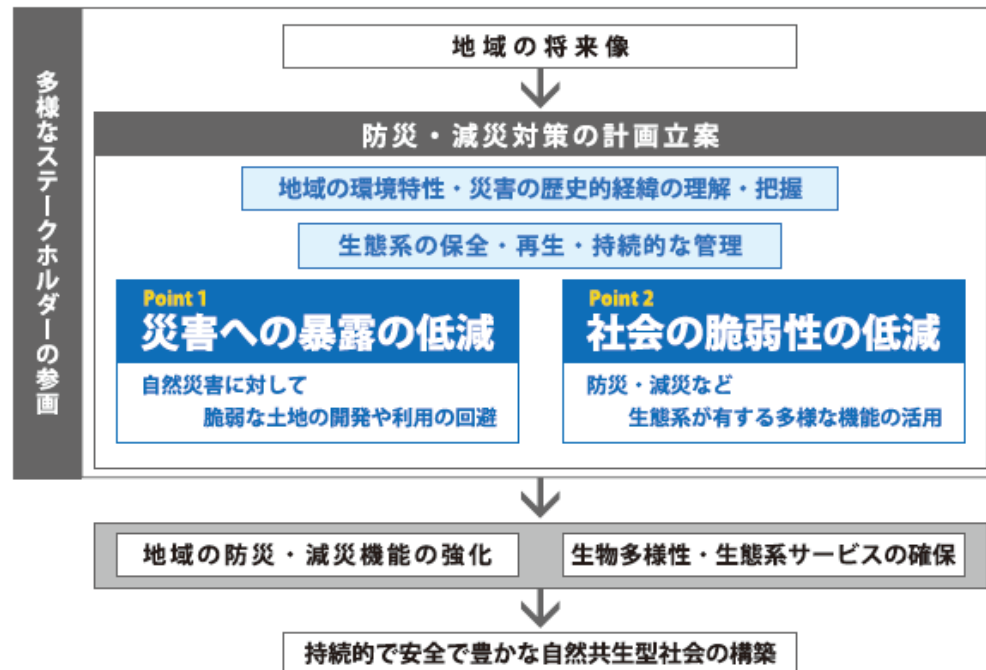


水害防備林(林野庁福岡森林管理署管内)(写真提供：林野庁)

生態系を活用した防災・減災の概念

防災・減災対策を実施・検討する際に、地域の特性を踏まえつつ、地域住民をはじめとした多様なステークホルダーの参画により、生態系の持続的な管理、保全と再生を行うことを通じて、自然災害に対して脆弱な土地の開発や利用を避け災害への暴露を回避するとともに、防災・減災など生態系が有する多様な機能を活かして社会の脆弱性を低減する。

これによって、地域の防災・減災機能の強化、生物多様性と生態系サービスの確保を図り、持続的で安全で豊かな自然共生型社会の構築に寄与する。



生態系を活用した防災・減災の目指すところ

災害をもたらす**自然現象が発生することを前提**に、脆弱な地域から人命と財産を遠ざけ、生態系を自然現象と人命・財産との緩衝帯として用いる。生態系は攪乱を受けるが本来の**変動性の回復**であり、**生物多様性の維持と生態系サービスの確保**に寄与

- 人口減少がもたらす土地利用の変化を捉え、気候変動の影響や災害リスクを踏まえたまちづくり・地域づくりを推進していく過程で徐々に取り組む
- 例えば、河川の氾濫原の再生や川幅の拡幅が進んで、河川本来の変動性が回復すれば、砂浜や川・海の恵みが回復。海岸侵食の抑制や、地域の食文化・一次産業・風景の回復につながり、観光等も通じて地方創生にも寄与。
- 森里川海のつながりを回復することを通じて、「生物多様性国家戦略2012-2020」の100年計画の実現に貢献し、地域社会の人間の福利につながる取組

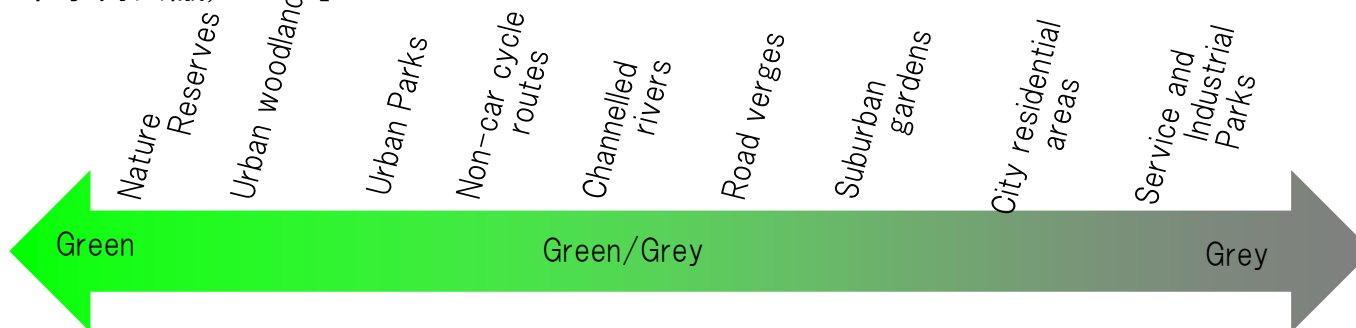
生態系を活用した防災・減災の特徴

機能	人工物 インフラ	生態系 インフラ
単一機能の確実な発揮 (目的とする機能とその水準の確実性)	◎	△
多機能性 (多くの生態系サービスの同時発揮)	△	◎
不確実性への順応的な対処 (計画時に予測できない事態への対処の容易さ)	×	○
環境負荷の回避 (材料供給地や周囲の生態系への負荷の少なさ)	×	◎
短期的雇用創出・地域への経済効果	◎	△
長期的な雇用創出・地域への経済効果	△	○

(注) 代表的な例として防潮堤築造と沿岸生態系の緩衝空間としての保全・再生を想定して対比

◎大きな利点、○利点、△どちらかといえば欠点、×欠点

(資料) [日本学術会議, 2014]



Green Infrastructure: A guide to the definition, uses, and benefits of green infrastructure, Interactive Qualifying Project Report completed in partial fulfillment of the Bachelor of Science degree at Worcester

- 地域の特性に応じて土地利用の見直しや人工構造物と組み合わせて用いる
- L2に対して備えるなど、多重防護に活用する

プロセスと基本的視点

総合的な地域づくりの検討

- 暮らし、環境、景観、産業、まちづくりなど多面的観点から**地域の将来像**を検討
- 地域全体の災害に対する強靱性の確保
- 広域の**空間的視点**を持つとともに、過去の土地利用から将来の土地利用のあり方まで長期間の**時間的視点**

空間計画の検討

- 防災機能を含む生態系サービスの地図化
- 緩衝材として役割が期待できる生態系や災害に脆弱な土地の特定
- 生態系ネットワーク

個々の現場での事業の検討

- ①現存の生態系の保全・管理
- ②劣化した生態系の再生
- ③新たな生態系の造成
- ④人工構造物と生態系との融合

- 地域で合意形成を図る→定量的・経済的評価を活用
- 地域本来の生態系と、災害履歴や伝統的知識を活用する
- 維持管理の仕組みを構築する

流域委員会による包括的な河川整備計画の検討(兵庫県)

- 兵庫県円山川の河川整備計画の策定プロセスでは、基本方針原案の段階から関係住民や学識経験者の意見を集めるという主旨のもと、国土交通省近畿地方整備局により2003年3月に学識経験者を集めた「円山川流域委員会」が設立された。
- 円山川が「国民にとって、安全で安心、安らぎをおぼえ、親しみが感じられる、人にとっても他の生物にとっても優れた環境の河川」となるための、川づくりのあり方が検討された。
- 円山川の治水、利用、景観や自然環境の保全・再生・創出などさまざまな観点から検討が進められた結果、治水のあり方や、円山川の自然との共存の方針、計画策定時の住民意見反映のあり方などについてまとめられた。



図1) 来日岳から望む円山川



図2) 流域の概要図



図3) 工事関係者を対象とした勉強会

個々の現場で適切に生態系を活用する



保全・管理

図1) スイス・アンデルマットの保護林の雪崩防災効果
森林が雪崩防護機能を有している
(出典)Sudmeier-Rieux, 2013



図2) 砂防造林がはじまった1902年の再度山



再生

図3)現在の再度山

(出典)“六甲山整備戦略”. 神戸市ホームページ.
<http://www.city.kobe.lg.jp/life/town/flower/rokkou/sakutei.html/>

○津波エネルギーの減衰、漂流物の捕捉効果



造成

図4)海岸防災林の津波被害軽減効果

(出典)林野庁.“東日本大震災と原発事故への対応について”. 2013.
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/rinsei/singikai/pdf/1303084.pdf>

図5) 中津干潟の舞手川河口部(大分県事業)



融合

ルーム・フォー・ザ・リバープログラム (オランダ)

- 新たな災害リスク低減の方法として、氾濫原の再生と自然の河川の流れを再生させるプログラム「ルーム・フォー・ザ・リバー」が実施された。国内の39か所で、干拓地の再生、過去の氾濫原の復元、堤防の移動などの生態系の再生が行われた。
- 生態系の再生が費用に見合わない箇所では、堤防の補強などのハード事業を行った。
- 河川空間をより多く確保することで、2015年までにライン川から毎秒16,000m³の放水が可能になった。

「ルーム・フォー・ザ・リバー」の一部事例



図1) 氾濫原を下げる
氾濫原の一部を低くしたり掘り下げたりすることで水位上昇時の水の場所を確保する



図2) 堤防の移動
堤防を内陸に移動させることで氾濫原が拡がり、川のための場所も増える



図3) 川床を掘り下げる

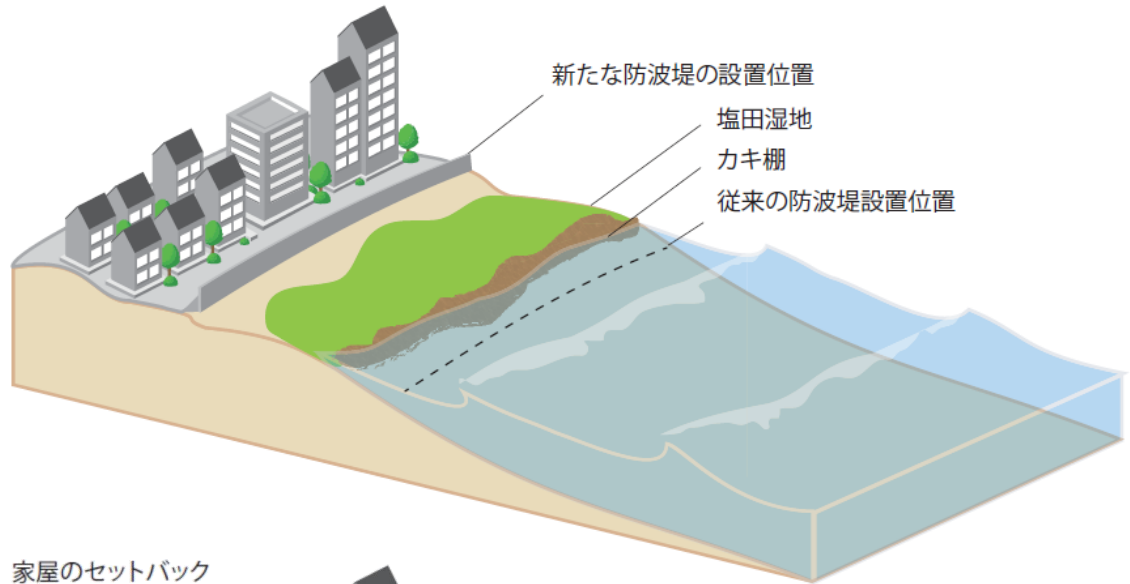


図4) 障害物の撤去
可能であれば障害物を撤去もしくは改めて流量を増やす

土地利用の見直しと人工構造物との融合

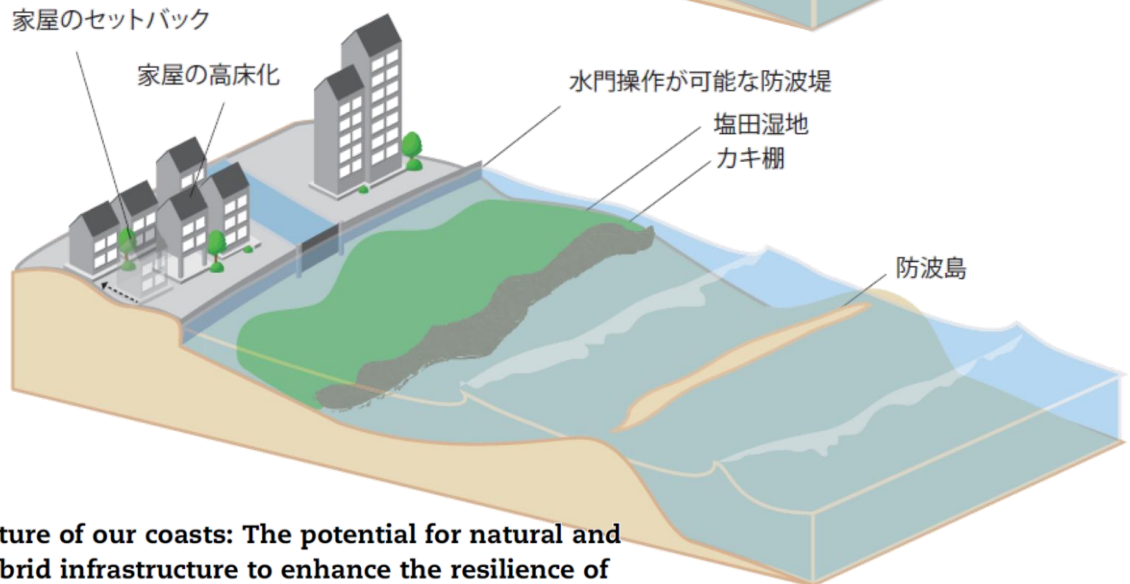
管理された再配置

- ・生態系を人工構造物を保護するために利用
- ・防潮堤を内側にセットバックし、結果として生態系が海の端と護岸の間に形成



人工構造物との融合

- ・可動式防潮堤や洪水ゲートなどの人工構造物が、塩性湿地やカキ棚などの復元あるいは造られた生態系と一緒に設置
- ・住居を水辺から離れた場所に移動、住居を高床式に
- ・生態系は、小規模から中規模の暴風雨に対して重要な保護便益を供給



Future of our coasts: The potential for natural and hybrid infrastructure to enhance the resilience of our coastal communities, economies and ecosystems

「生態系の活用」は各種行政計画に位置づけられている！

- 生物多様性国家戦略2012-2020
- 国土強靱化基本法及び国土強靱化基本計画
- 仙台防災枠組2015-2030(第3回国連防災世界会議)
- 国土形成計画・国土利用計画
- 社会資本整備重点計画
- 気候変動の影響への適応計画

政策研究が展開！

- 人口減少、気候変動下におけるグリーンインフラ-生物多様性・防災・社会的価値評価
研究代表者 中村太士(北海道大学)
- ハビタットロスの過程に着目した生態系減災機能評価と包括的便益評価手法の開発
研究代表者 一ノ瀬 友博(慶應義塾大学)

国土強靱化基本法（大規模災害等から国民の財産等を守るための法律）

第九条 国土強靱化に関する施策は、次に掲げる方針に従って策定され、及び実施されるものとする。

三 地域の特性に応じて、自然との共生及び環境との調和に配慮すること
付帯決議

- 事前防災および減災その他迅速な復旧・復興においては、地域の特性に応じて、自然との共生および環境との調和並びに観光地としての魅力ある景観の維持に配慮すること。
- 想定される自然災害の特性を踏まえ、地方公共団体との連携の下、地域住民の合意形成に努めつつ、地域ごとの生態系のもつ防災・減災機能を活用した土地利用を推進すること。

第4次社会資本整備重点計画

第1章 第2節 (2)③ ii) 生活インフラによる持続可能な地域社会の形成
(選択と集中の方針)

自然環境が有する多様な機能を積極的に活用する「グリーンインフラ」の取組や生態系ネットワークの形成など、美しい景観や良好な環境形成等の取組、温室効果ガス排出量の削減や気候変動への適応による地球温暖化対策の推進など、環境・エネルギー等の面から、生活の質の向上に寄与する取組を強化する。

グリーン・インフラストラクチャー (グリーンインフラ)

- Eco-DRR(防災・減災)も含め、自然環境が有する多様な機能を積極的に活用して、地域の魅力・居住環境の向上等を得ようとする概念。
- 欧州委員会では2013年、EU生物多様性戦略の下位計画として「EUグリーン・インフラストラクチャー戦略」を策定。
- 国土形成計画や社会資本整備重点計画等で取組の推進が明記された。

生物多様性と地方創生

○暮らしの彩(いろどり)

- ✗豊かな自然環境
→美しい風景
- ✗里の幸、海の幸、山の幸
- ✗自然の恵みを引きだすワザ
- ✓地域に対する愛・誇り
→地域の個性・強み



○経済循環

- ✓地域内への収入の増加
→観光、地場産品
- ✓地域外への支出の減少
→食料・エネルギーの自給

○生きる基盤(安全・安心)

- ✓防災・減災
- ✓コミュニティ

地方創生に求められるのは個性と経済循環
ベースは生物多様性

1. 理解の促進と事例の共有

- ✓ 多様な生態系サービスの価値と人間の福利への効果の定量的・経済的評価
- ✓ 優良事例の共有

2. 地域計画への反映

- ✓ 生物多様性地域戦略・土地利用に関する地域の計画・国土強靱化地域計画・地域の気候変動の影響への適応計画のほか、各地域で作成される法に基づかない総合計画などの地域計画

3. 多様な機関の連携と多様なステークホルダーの参加

4. 調査研究の促進

- ✓ 機能評価や経済評価
- ✓ 生物多様性と防災・減災機能の両立策等の検討
- ✓ 地域での合意形成のあり方の検討

5. 工法・維持管理手法の開発