

環境研究総合推進費 S-8

温暖化影響評価・適応政策に 関する総合的研究

課題代表者：三村信男
茨城大学学長

代理発表：脇岡靖明(国立環境研究所)

平成26年度終了課題研究成果報告会，平成27年3月6日
@砂防会館 別館3階「穂高・六甲・霧島」



サブ課題の構成

【テーマ1】我が国全体への温暖化影響の信頼性の高い定量的評価に関する研究

- S-8-1(1) 統合評価モデルによる温暖化影響評価・適応政策に関する研究(独立行政法人国立環境研究所)
- S-8-1(2) 温暖化ダウンスケーラの開発とその実用化(国立大学法人筑波大学)
- S-8-1(3) 気候変動による水資源への影響評価と適応策に関する研究(国立大学法人東京大学)
- S-8-1(4) 沿岸・防災リスクの推定と全国リスクマップ開発(国立大学法人東北大学)
- S-8-1(5) 地球温暖化が日本を含む東アジアの自然植生に及ぼす影響の定量的評価に関する研究(独立行政法人森林総合研究所)
- S-8-1(6) 農業・食料生産における温暖化影響と適応策の広域評価(独立行政法人農業環境技術研究所)
- S-8-1(7) 温暖化の健康影響-評価法の精緻化と対応策の構築(国立大学法人筑波大学)
- S-8-1(8) 媒介生物を介した感染症に及ぼす温暖化影響評価と適応政策に関する研究(国立感染症研究所)
- S-8-1(9) 温暖化適応政策による地域別・部門別の受益と負担の構造に関する研究(学校法人名城大学)

【テーマ2】自治体(都道府県,市町村)レベルでの影響評価と総合的適応政策に関する研究

- S-8-2(1) 地域社会における温暖化影響の総合的評価と適応政策に関する研究(学校法人法政大学)
- S-8-2(2) 亜熱帯先進地九州における水・土砂災害適応策の研究(国立大学法人九州大学)

【テーマ3】アジア太平洋地域における脆弱性及び適応効果評価指標に関する研究

- S-8-3 アジア太平洋地域における脆弱性及び適応効果評価指標に関する研究(国立大学法人茨城大学)

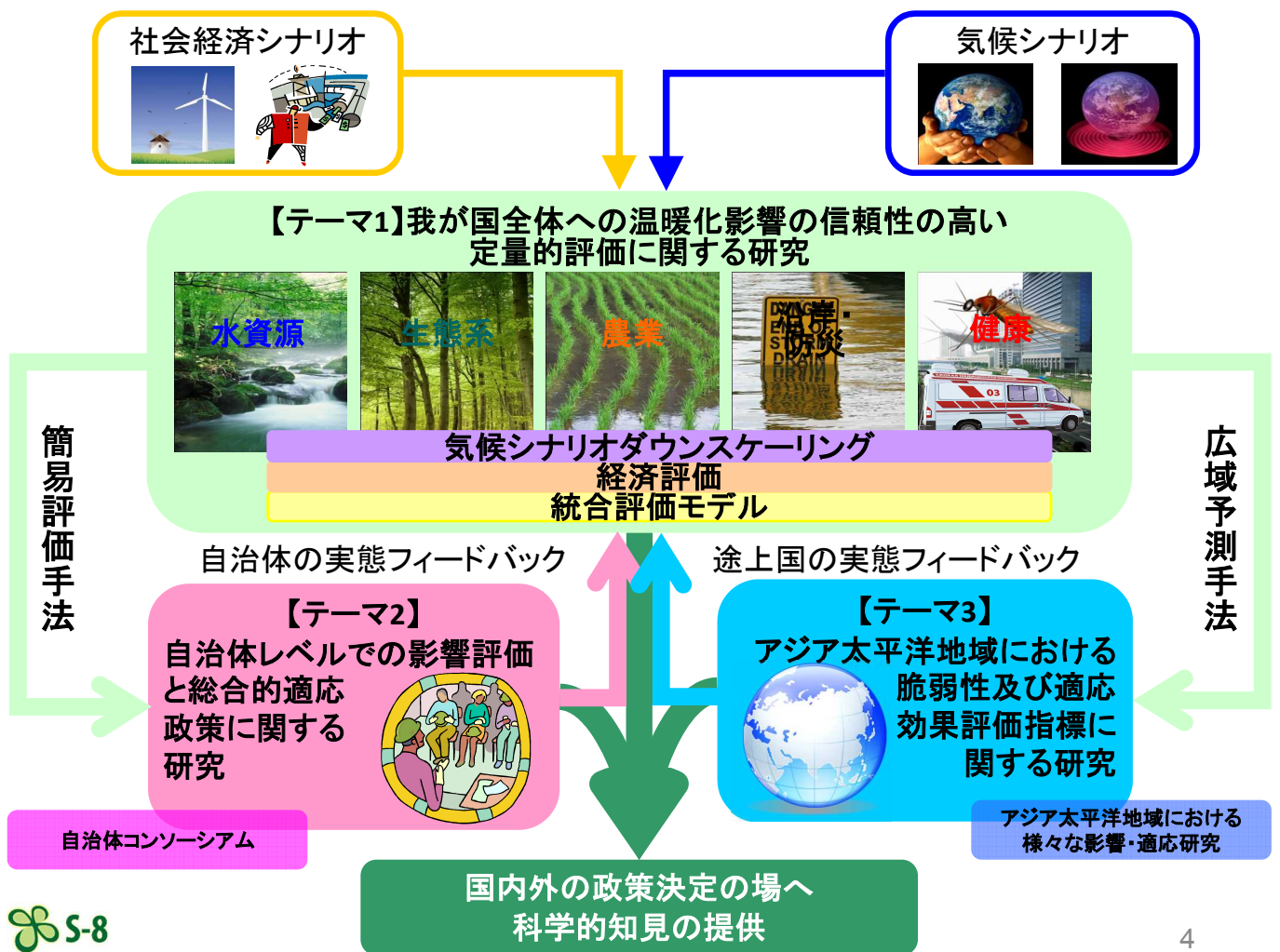
【テーマ4】プロジェクト全体の管理

- S-8-4 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究プロジェクト管理(国立大学法人茨城大学)

※ ()内はサブ課題の代表研究機関

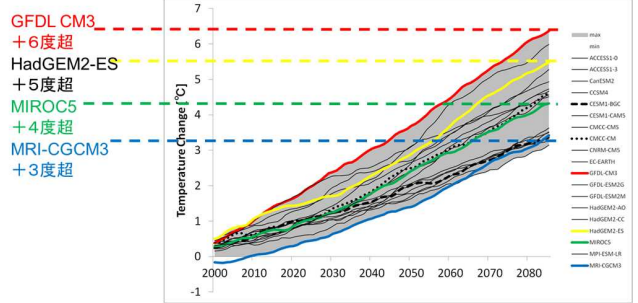
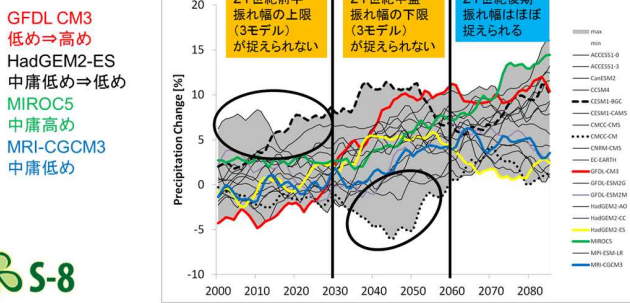
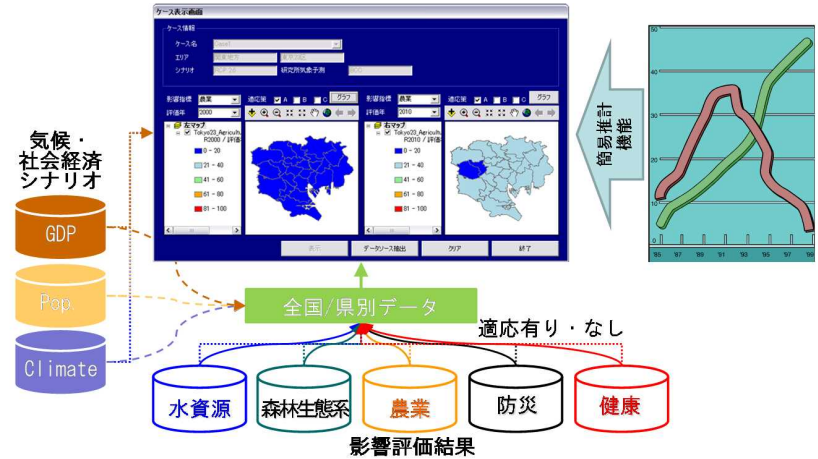
研究開発目的

1. 我が国を対象に**全国影響評価の精緻化**
将来の影響リスク低減に対する**適応策の効果の予測**
2. **地域レベルの影響予測手法の開発による地域における適応策策定の支援**
3. **アジア太平洋地域の途上国に対する脆弱性・影響・適応効果評価指標の開発による適応策の計画・実施への貢献**
4. **【研究展開に伴う目的の拡大】**
 - ・ 気候変動影響と適応策の環境的・社会的意味の提示
 - ・ 安全・安心社会に向けた適応策の位置づけの明確化



S-8-1(1) 統合評価モデルによる温暖化影響評価・適応政策に関する研究

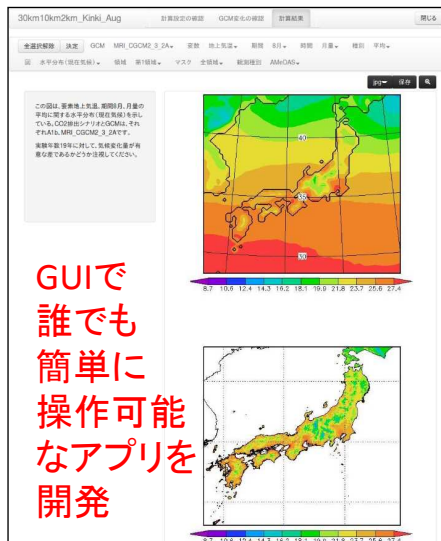
簡易推計ツールの開発



S-8-1(2) 温暖化ダウンスケーラの開発とその実用化



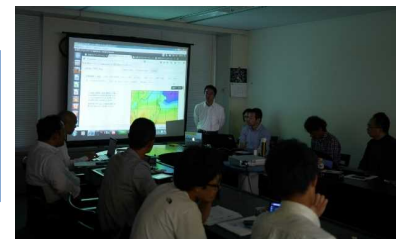
水資源予測への応用
(北海道土木研究所へ)



ダウンスケーラ



- ・ユーザが欲しいGCM,シナリオ,年代でダウンスケール実験を可能に
- ・土地利用変化を予測結果に反映

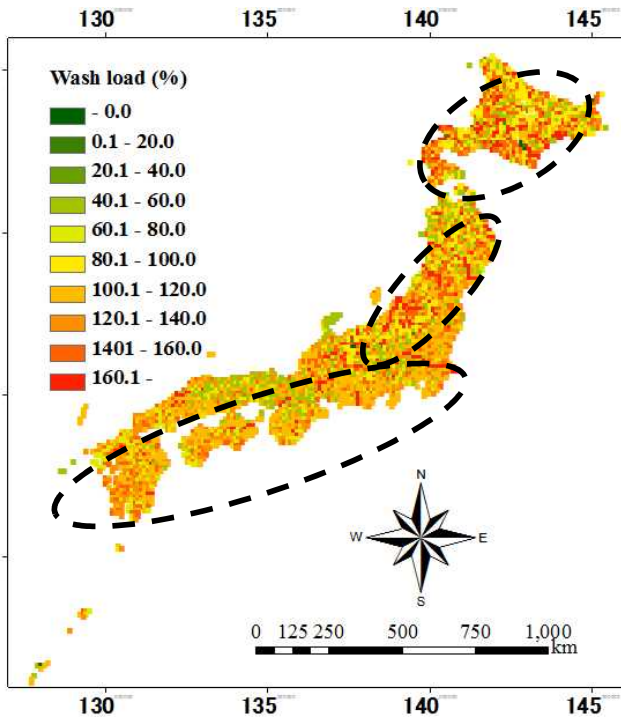


スパコンのない国へ
(インドネシアの気象庁, 公共事業省)

自治体の政策担当者(兵庫県庁農政環境部へ)
国の環境政策担当者(環境省地球環境局へ)
影響評価・適応策研究者(S-8研究者へ)



S-8-1(3) 気候変動による水資源への影響と適応策

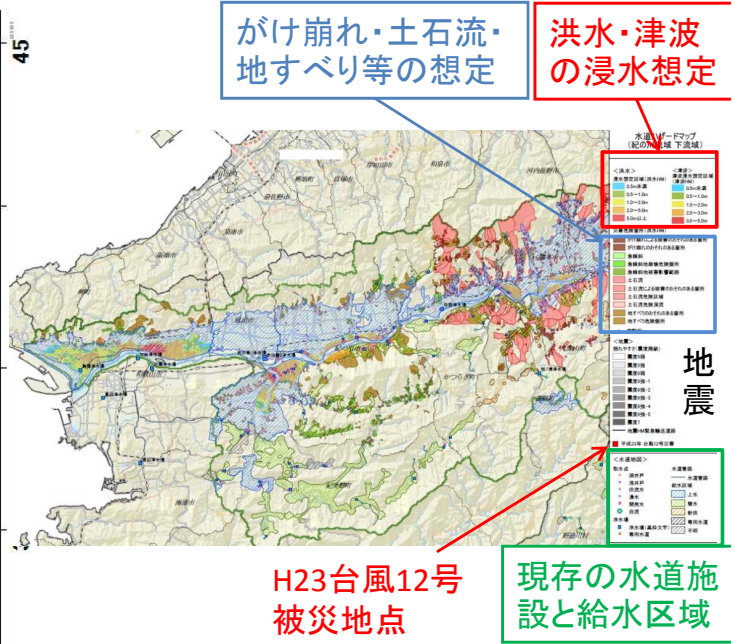


全国のWash load土砂流出量(濁度成分)

2000年>2090年代の増加率

MIROC、MRI、GFDL、Hadgem RCP8.5アンサンブル平均

2090年代に、広範囲で80%以上増加



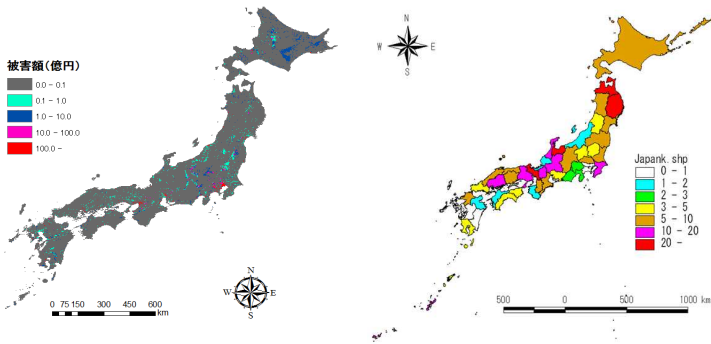
水道ハザードマップ(紀の川流域)

水道ハザードマップの作成方法を確立し
水害等に対する脆弱性を可視化

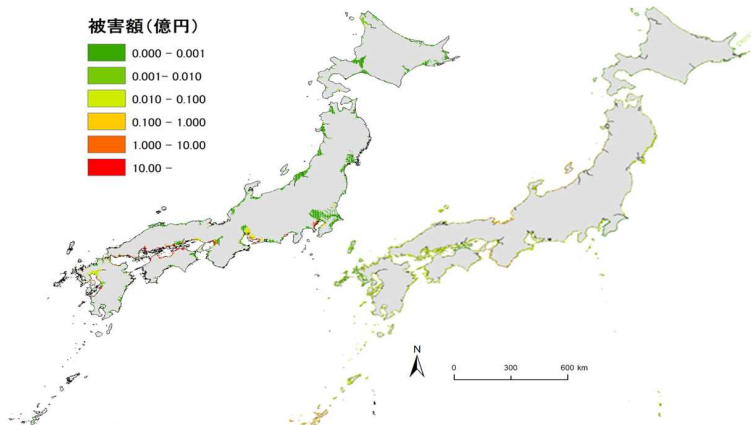
自治体水道の適応策立案に貢献

S-8-1(4) 沿岸・防災リスクの推定と全国リスクマップ開発

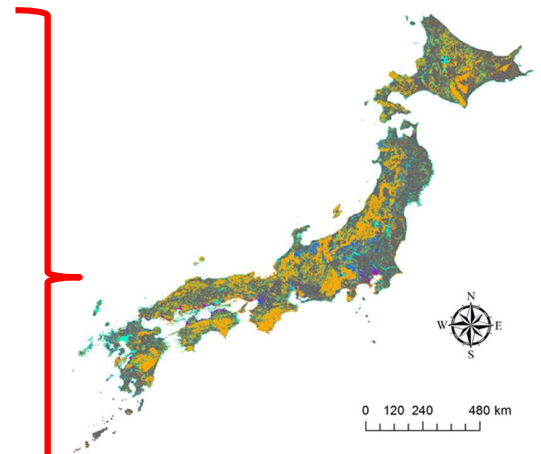
沿岸・防災リスクの推定と全国リスクマップ開発



2090年頃の洪水年期待被害額 2050年頃の斜面災害年期待被害額



2050年頃の高潮年期待被害額 2050年頃の砂浜損失年期待被害額



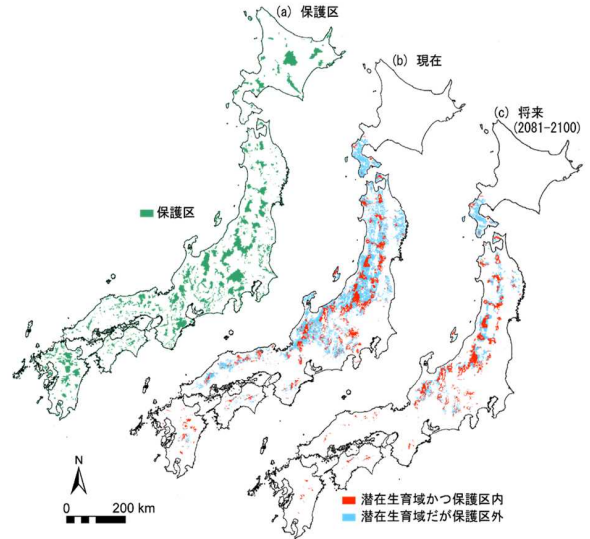
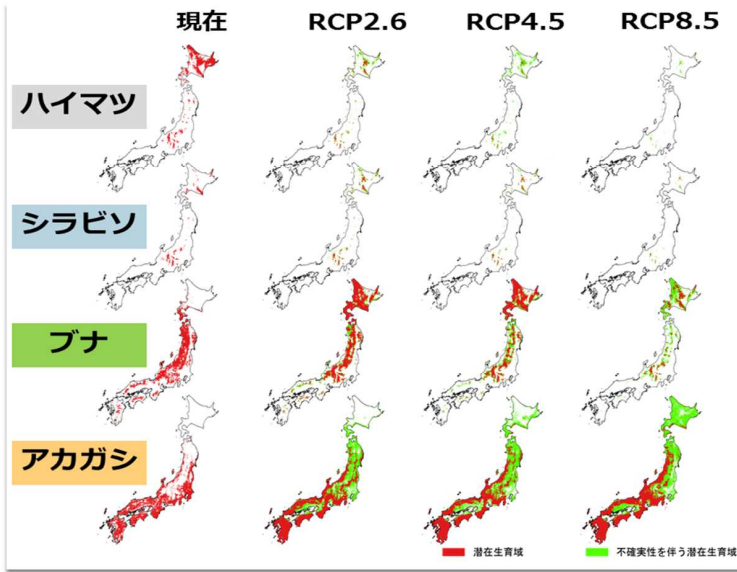
2050年頃の洪水, 斜面災害, 高潮, 海岸侵食の年期待被害額分布

複合災害被害額推定手法の開発
複合災害を考慮した適応策
水災害の静寂な地域を把握
優先される災害対策を特定

S-8-1(5) 地球温暖化が日本を含む東アジアの自然植生に及ぼす影響の定量的評価に関する研究

各植生帯における潜在生育域の将来予測

保護区の配置見直しによるブナの適応策



不確実性の影響予測における定量的評価

韓国・台湾との共同研究による影響予測

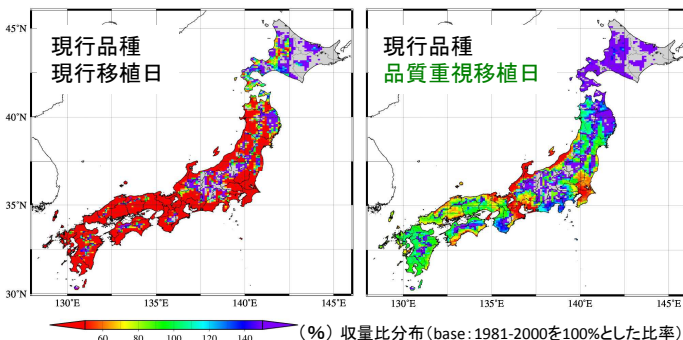
過去の気候変化の森林分布への影響予測

土地利用や分布移動を組み込んだ将来予測



①わが国における温暖化のコメ等穀物生産への影響と適応策

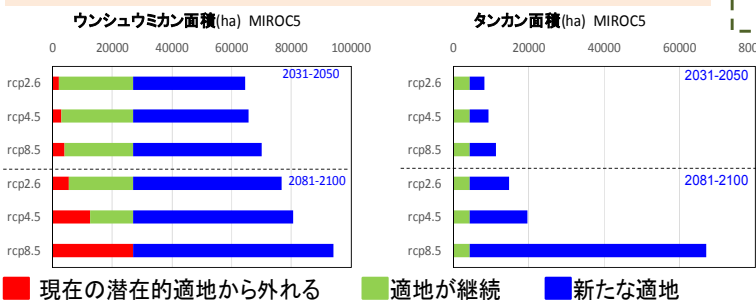
モデルによる水稲予測収量比率分布図(4GCM平均、RCP8.5、2081-2100)
★高温に因る品質低下リスクが小さい収量のみを集計



- 収量と品質の両方を考慮した、地域ごとの水稲生産への温暖化影響と作期移動による適応の効果と限界が示された。
- 現行の移植日を継続した場合、北日本を除く殆どの地域で収量は大きく減少する。
- 品質を重視した移植日を選択した場合でも、一部地域で収量は減少する。他品種導入等、他の適応策が必要となる。

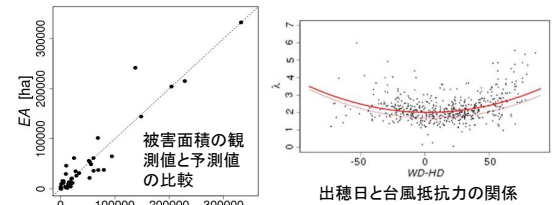
②温暖化によるわが国の果樹生産適地移動の幅と適応技術の評価

現在の潜在的適地の面積変化と将来の潜在的適地面積 (MIROC5)



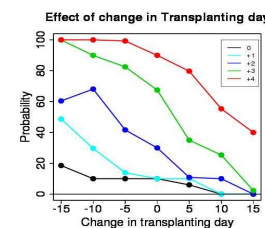
③不確実性を考慮した農業影響および適応策の評価

台風被害面積を高精度に予測するモデルを開発



- 統計資料をもとにこの関係を導いたのは世界で初めて。
- 出穂期付近が最も台風に対して脆弱である。出穂期と台風シーズンをずらすことにより、影響を軽減できる(適応)

不確実性を考慮した白未熟粒の発生予測モデルを開発



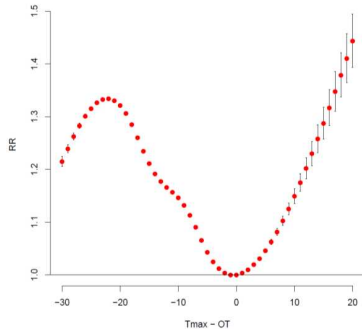
- 移植日を後ろにずらすことにより、白未熟粒発生確率を低くすることができる。
- 大きく移植日を後ろにずらすと、登熟期間が短くなり、収量が大きく減少する可能性がある。

- 果樹の栽培適地が、初めてRCPシナリオによる不確実性を考慮して判定された。
- ウンシュウミカン、2081-2100年になると、現在の適地の全部が、より高温の地域になると推定される。したがって、現在の産地における長期的な温暖化対策が必要と推察される。
- 現在、南西諸島に限定される亜熱帯果樹(タンカン)の適地は、本州等で大きく増加する(特にRCP8.5 2081-2100年)。したがって、現在わずかにしか栽培されていない亜熱帯果樹の積極的導入が果樹生産維持のキーとなる。

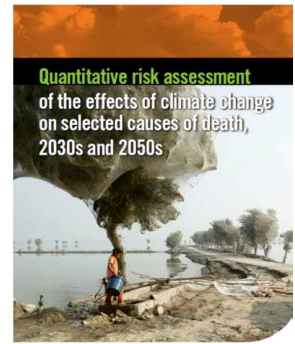
S-8-1(7) 温暖化の健康影響

— 評価法の精緻化と対応策の構築 —

- 温暖化死亡影響モデルの精緻化・簡易化



- ・非線形のリスク関数
- ・「持ち越し効果」取り込み
- ・全球, 地方自治体ともに将来予測可能
(Honda et al. EHPM, 2014)

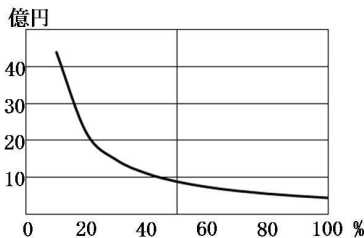


World Health Organization

Gasparri A et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multi-country study. The Lancet Accepted.

WHO報告書など

- 熱波警報対策システムの構築及びその有効性と経済性の評価



熱中症予防介入試験 (長崎県五島市, 埼玉県三郷市)

→ cost-effectiveness評価

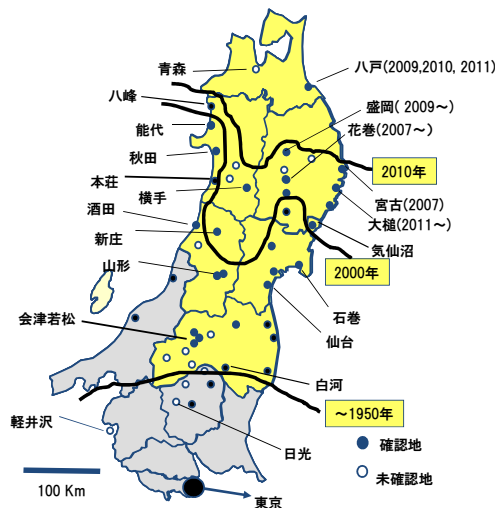
今後の自治体での取り組みのひな形完成

五島市の例. 1死亡回避あたり費用

S-8-1(8) 媒介生物を介した感染症に及ぼす温暖化影響評価と適応策に関する研究

図1

ヒトスジシマカの分布域の拡大(1998-2014)



年平均気温が11℃以上の地域に定着し、分布域は温暖化によって北上する

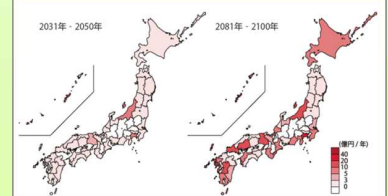
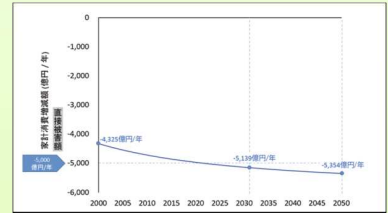
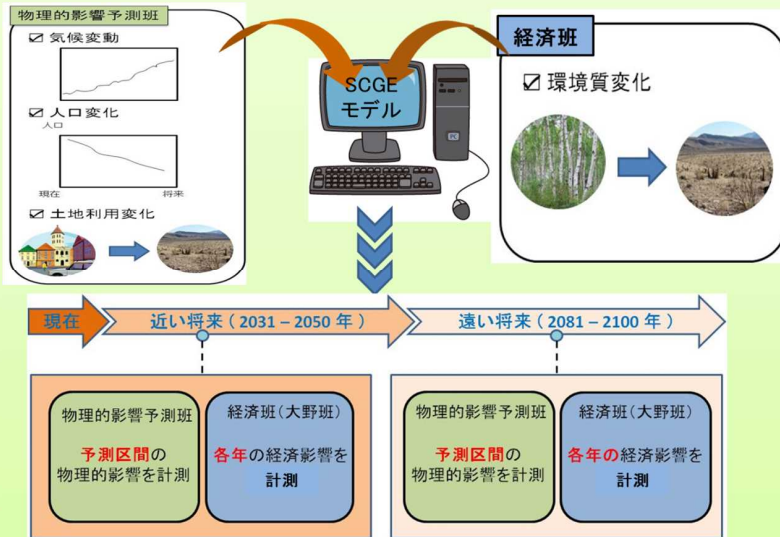
ヒトスジシマカはデングウイルス等蚊媒介性ウイルスベクターとして最も重要である。ヒトスジシマカの分布域の調査と気温との関係に関する研究から、現在日本における分布域の北限が東北地方北部であり、この北限が年々北上していることが明らかとなった。ヒトスジシマカの分布域を定める気候パラメーターは年平均気温11度の気温であり、温暖化が進行すれば、いずれ東北地方全域、また北海道も年平均気温11度以上になると予想されることから、ヒトスジシマカはいずれ東北地方全域、さらには北海道に侵入すると推察される。したがって、温暖化によって、東北地方北部、北海道でも将来デング熱やチクングニア熱の流行が起こるリスクが生ずることになる。

S-8-1(9) 温暖化適応政策による地域別・部門別の受益と負担の構造に関する研究

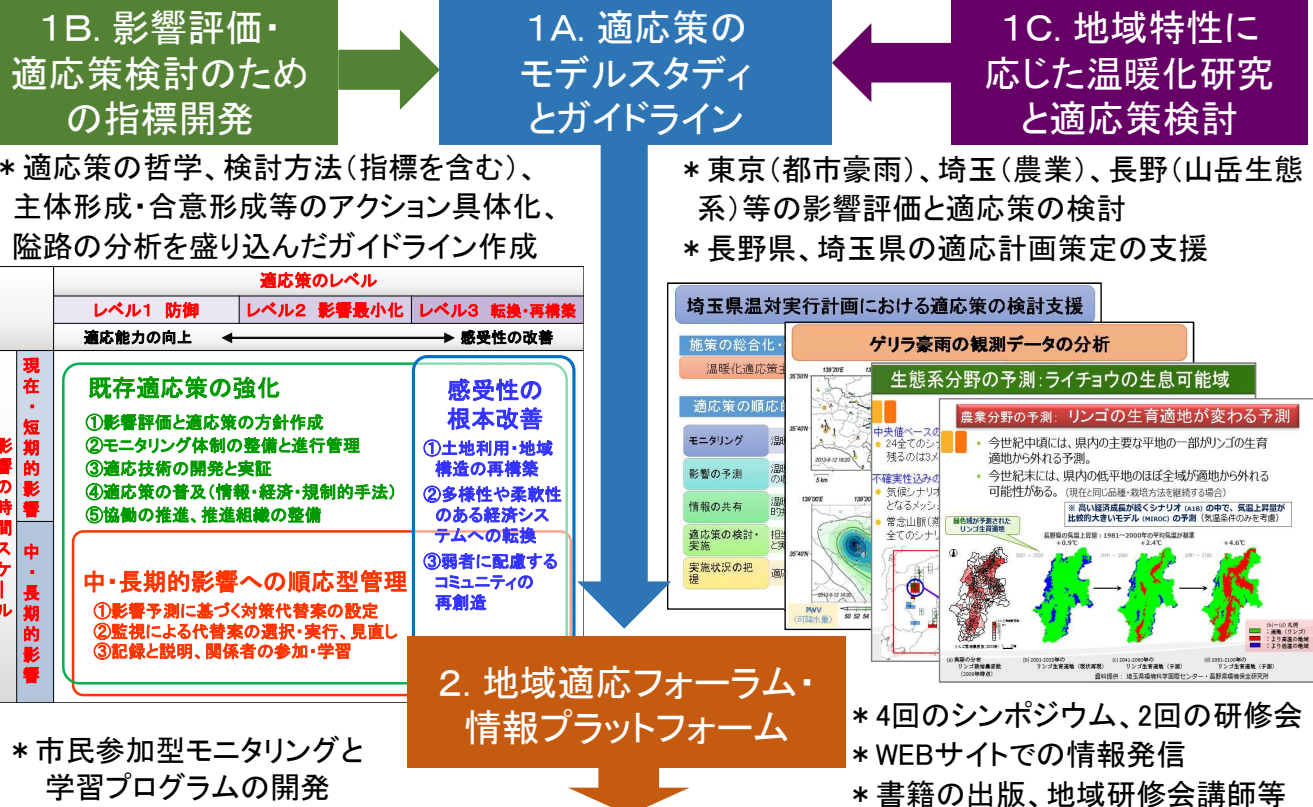
□ 本研究により得られた主な成果

温暖化による主な被害項目について、

- ① 被害関数を同定し、被害を発生ベースで評価した。
- ② 被害関数と空間応用一般均衡(SCGE)モデルを統合し、被害を帰着ベースで評価した。
- ③ 適応政策の効果分析を実施し、地域別・部門別の受益と負担の構造を示した。



S-8-2(1) 地域社会における温暖化影響の総合的評価と適応政策に関する研究



S-8-2(2) 亜熱帯化先進地九州における水・土砂災害 適応策の研究

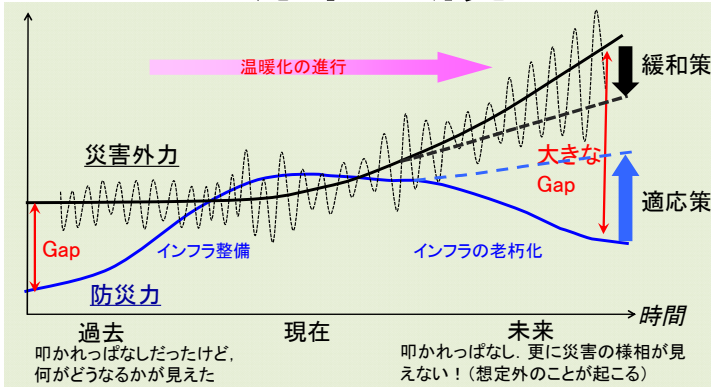


図-1 温暖化による災害外力の上昇がいち早く生じる九州における水・土砂災害適応策を検討し、実装を図る

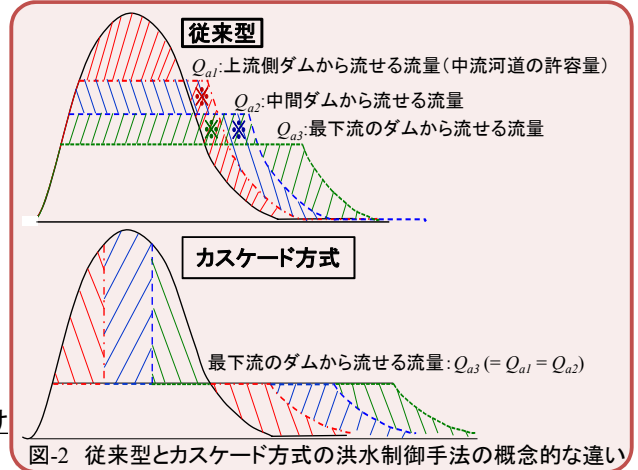


図-2 従来型とカスケード方式の洪水制御手法の概念的な違い

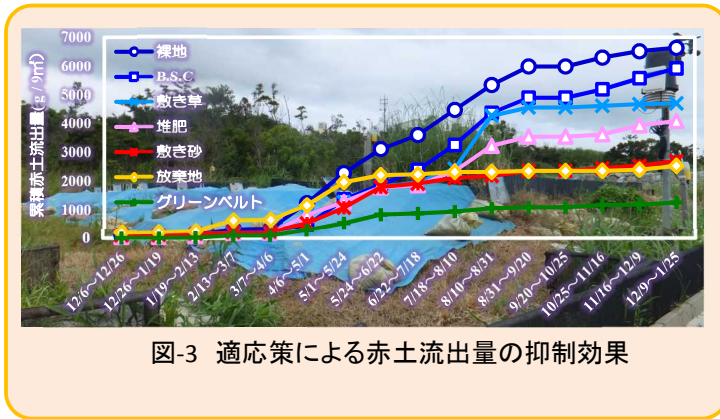


図-3 適応策による赤土流出量の抑制効果

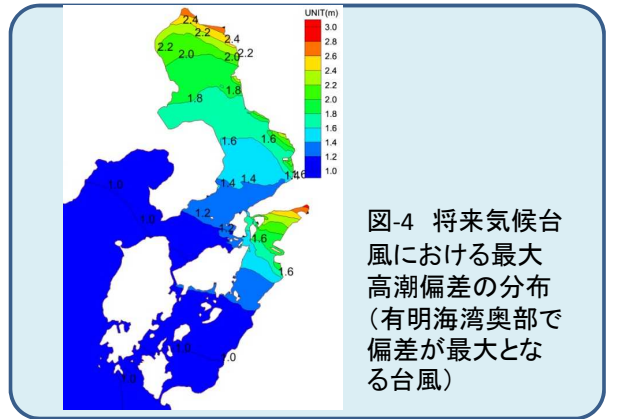


図-4 将来気候台風における最大高潮偏差の分布 (有明湾奥部で偏差が最大となる台風)

S-8-3 アジア太平洋地域における脆弱性及び 適応効果評価指標に関する研究

- <得られた成果>
- 農業及び災害に対する脆弱性・適応効果評価の方法論の確立
 - 現地の状況や住民の要望に即した適応策の提案
 - 適応政策と適正な資金配分の分析と研究・教育ネットワークの構築



◆ST(2) 適応政策の国際比較/
適応資金支援

◆ST(1)&ST(5) 国際ネットワーク/
人材育成/成果還元

◆ST(4)ガンジス
農業

◆ST(3)メコン
下流沿岸域災害

SLR/高潮

地盤沈下

脆弱性

プロジェクト全体の成果例

- 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)
- 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)



研究業績

- 査読付き論文：約337編
- 誌上発表(査読なし)：約209編
- 口頭発表・ポスター発表：約819回
- テレビ・マスコミ：約710回
- 受賞等：約10回

科学的成果

- **共通シナリオによる分野横断的な影響評価・適応策の評価**
 - 不確実性を考慮するために複数の気候および人口・土地利用シナリオを用意して、プロジェクトで共通に使用するシナリオ(S-8共通シナリオ第1版:CMIP3ベース, 第二版:CMIP5ベース)を開発し、全国を対象とした1kmメッシュスケールの総合的(複数分野)温暖化影響評価を実施し、日本への影響像を提示
 - ◆ 適応策の効果を定量的に評価
 - ◆ IPCCの最新の気候シナリオ(RCP, CMIP5)を用いた我が国で初めての系統的な影響評価
 - ◆ 県別の影響分布や気候シナリオの不確実性を含めて影響の特徴・特性を評価

19

環境政策（国）への貢献

- **国の適応計画作成や気候変動影響評価プロジェクトに委員として、もしくは、評価の実施支援として多大に貢献**
 - 政府の「適応計画」に向けた各種委員会等(環境省「気候変動影響評価等小委員会」、環境省「気候変動への理解のための気候変動による将来影響の予測等実施委託業務」等に成果を反映
- **適応に関する科学技術ガイダンスブックをはじめ、政府、自治体、企業などにおける適応策への取り組みの科学的基礎の普及に貢献**

20

自治体等への具体的な支援（1）

- プロジェクトの研究成果を自治体（九州，長崎県，埼玉県，長野県，石川県，兵庫県，など）に提供
- 長野県環境保全研究所，茨城大学，北海道土木研究所寒地土木研究所：ダウンスケーラを導入，運用サポート実施
- 九州大学：現在実験運用に向けた準備中
- インドネシア気象・気候・地球物理庁：ダウンスケーラを導入済み（公共事業省へ配布予定）
- 埼玉県環境科学国際センター：ダウンスケーラを導入，試験運用中
- 環境省環境省地球環境局：研究調査室へのダウンスケーラ概要説明とインドネシア導入に向けたサポート（配布予定）
- 兵庫県農政環境部：ダウンスケーラを配布予定

21

自治体等への具体的な支援（2）

- 仙台市環境アセスメント委員として気候変動の影響を助言。
- 東京都中央区の環境月間のパネル展示（H26年6月）：東京港の温暖化後の高潮浸水予測結果図を提供
- 福島県（商工労働部経営金融課）：BCP（事業継続計画）策定支援のアドバイザーとして，気候変動に応じた災害と被害レベル，補償の推進計画に加わり，s-8の被害額見積もり成果を講義
- 福島県（災害対策課）：福島県防災会議専門委員会委員として福島県地域防災計画策定に加わり，気候変動に対する評価資料を提示して，震災以外に着目すべき防災体制を講義。
- 福島県（環境センター）：環境アドバイザーとして，福島市，金山町に地球環境の見積もり方（温暖化影響）を講義。
- 南相馬市役所：地域防災計画検討会の委員として南相馬地域防災計画策定に加わり，気候変動に対する評価資料を提示して，震災以外に着目すべき防災体制を講義

22

自治体等への具体的な支援（3）

- 「白神山地世界遺産地域科学委員会」を通して協力、温暖化影響検出の植生モニタリングを設定
- 筑波山のブナの保全に関して委員会等を通して協力、茨城県より筑波山ブナ林の保全指針を公表
- 長野県の影響予測マップ(ブナ林, マツ枯れ, チシマザサ, ハイマツ), 東京都の影響予測マップ(シラビソ, ブナ, シラカシ, スダジイ)の提供
- 長野県, 埼玉県地球温暖化実行計画のうち適応関連計画の策定支援
- 神奈川県, 川崎市, 三重県, 長崎県等の適応検討会への参加, 相談対応
- 東京都に熱関連死亡モデル供給
- 長野県におけるヒトスジシマカの分布域将来予測図作成を支援
- 岩手県におけるヒトスジシマカの分布域調査を支援
- 宮城県における津波被害地での蚊の生息状況調査を支援

23

自治体等への具体的な支援（4）

- 長野県, 埼玉県地球温暖化実行計画のうち適応関連計画の策定支援
- 神奈川県, 川崎市, 三重県, 長崎県等の適応検討会への参加, 相談対応
- 福岡県: 河川整備計画の策定において災害に強い河川作りについて助言
- 大分県竹田市: 流木災害の防止に関する助言
- 佐賀県および国土交通省武雄河川国道事務所と共に将来気候における高潮災害への適応策について議論し, 今後も官学連携して佐賀平野における高潮災害に対する適応策の検討を推進
- ベトナム・メコンデルタにおけるソクチャン省・アンジャン省への適応策の提案

24

国内外シンポジウム

- 気候変動対応フォーラム「ーグリーン・イノベーションに向けた気候変動研究の新しい展開」
2010.7.23
- 気候変動に関する対話シンポジウム「ー将来の安全・安心な社会をめざしてー」 2011.10.12
- 国際シンポジウム「変化する気候への適応と未来の姿」 2014.11.25 (292名)
- AOGS 2012, Disaster Adaptation Session, Singapore. (40名)
- 2012年韓国で開催された国際植生学会55回シンポジウムにおいて気候温暖化影響に関する特別セッションを主催(約100名)
- 地域適応フォーラムのシンポジウム開催
 - 2011年:160名, 2012年:158名, 2013年:148名, 2014年:150名
- 地域適応フォーラム・先進地域研修会(2012年:22名, 2013年:35名)
- エコプロダクツ展併設セミナー
- 長野県環境保全研究所公開セミナー長野
- 信州・気候変動モニタリングネットワークキックオフシンポジウム、
- 気候変動を踏まえた須高地区の農業の未来を考える関係者会議
- 気候変動への緩和・適応と地域づくりシンポジウム@飯田, 等
- 地球温暖化時代の水・土砂災害適応策シンポジウム(3回, 延べ311名)
- 適応策実装研究会(4回, 延べ150名)
- 気候変動に伴う赤土等流出リスクの増大に備える適応策勉強会(3回, 延べ70名)
- S-8-3主催・共催の国内外シンポジウムおよびワークショップ開催数:21(参加者数1690名) 25

ご清聴ありがとうございました