

環境省 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 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

# 本報告書の目的

- 平成26年3月25～29日に横浜市で開催されるIPCC 第2作業部会会合およびIPCC第38回総会では、世界規模の影響、適応策、脆弱性に関する科学評価の結果が公表される予定
- これに合わせて、新しいRCPシナリオを用いて実施した、日本への影響予測、リスク低減に対する適応策の効果に関する研究成果を公表

# 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用いた。ただし、人口などの社会経済条件は現状と変わらないとしている。
- 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予測を行った。
- 適応策を検討した。
  - ・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・実施に実践的に取り組んだ
  - ・アジアでの適応策を検討

# 社会経済シナリオ



# 気候シナリオ



【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



水資源



生態系



農業



沿岸  
防災



健康

気候シナリオダウンスケーリング

経済評価

統合評価モデル

簡易評価手法

広域予測手法

自治体の実態フィードバック

途上国の実態フィードバック

【テーマ2】

自治体レベルでの影響評価と総合的適応政策に関する研究



自治体コンソーシアム

【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



アジア太平洋地域における様々な影響・適応研究

国内外の政策決定の場へ科学的知見の提供

# 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) 亜熱帯化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

# サブ課題代表者(本日出席者)一覧

1. **プロジェクトリーダー:三村信男(茨城大学)**
2. **S-8-1(1):脇岡靖明(国立環境研究所)**
3. **S-8-1(2):日下博幸(筑波大学), 代理 原政之(海洋研究開発機構)**
4. **S-8-1(3):滝沢智(東京大学), 代理 荒巻俊也(東洋大学)**
5. **S-8-1(4):風間総(東北大学)**
6. **S-8-1(5):田中信行(森林総合研究所)**
7. **S-8-1(6):石郷岡康史(農業環境技術研究所)**
8. **S-8-1(7):本田靖(筑波大学)**
9. **S-8-1(8):倉根一郎(国立感染症研究所),  
代理 高崎智彦(国立感染症研究所)**
10. **S-8-1(9):大野栄治(名城大学)**
11. **S-8-2(1):田中充(法政大学), 代理 白井信雄(法政大学)**
12. **S-8-2(2):小松利光(九州大学)**
13. **S-8-3 :安原一哉(茨城大学)**

# 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

# 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

研究代表：滝沢智（東京大学）

## ● 研究目的

- 水資源に関連する影響要因のうち、温暖化による水資源の水量と水質の変化を予測し、それが上水道や工業用水道などに及ぼす影響を評価
- 温暖化がもたらす水害の変化が、水の安定供給におよぼす影響評価、人口や高齢化率など、社会変動と関連付けた将来的な影響評価

## ● 研究成果

- 浮遊砂・河川流量（総合影響評価）・水道水源への将来影響
- 水道事業の温暖化適応力指標の開発
- 全国の高齢単身世帯人口の増減比率を平成22年度の国勢調査をもとに日本地図上に示し、水道事業の温暖化適応力と比較

図1(3)-4  
全国の上水道事業体の豪雨による濁度上昇適応力（総合指標：100点満点）

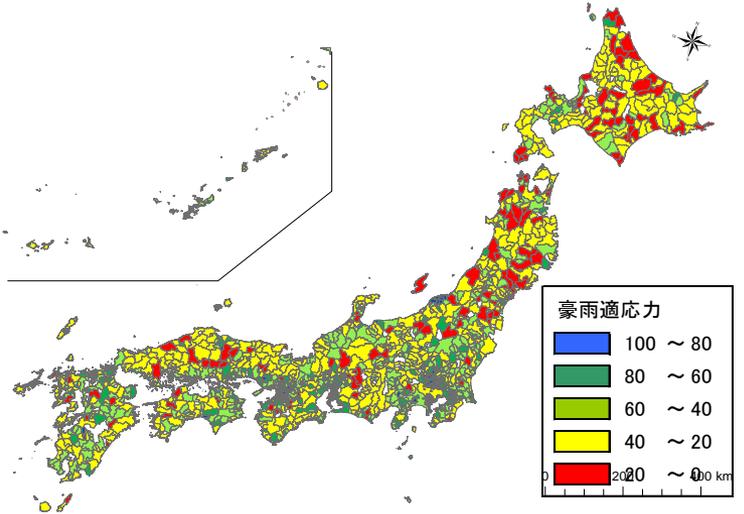
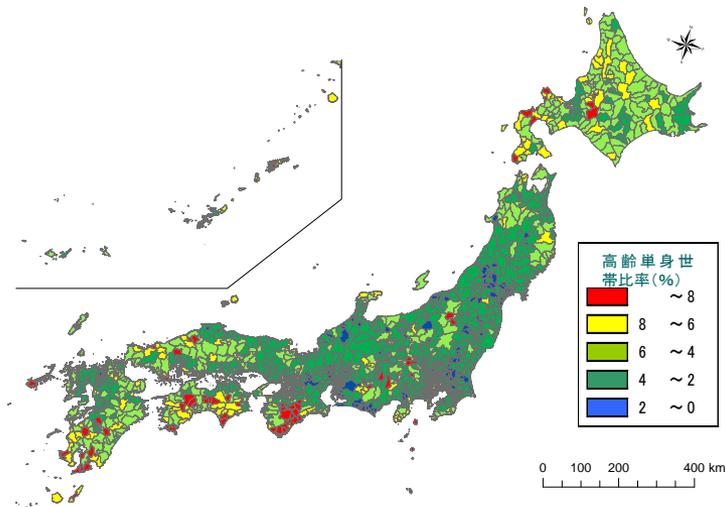


図1(3)-5  
全国の高齢単身世帯の比率(%) (2010)



# 沿岸・防災リスクの推定と全国リスクマップ開発

研究代表：風間聡（東北大学）

## ● 研究目的

- 異なる自然災害事象を定量的に評価し，経済被害を求めることで，異なるスケール，地域特性，災害事象を同時に比較
- 対象とする事象は洪水，斜面崩壊，高潮，砂浜侵食．全てを統合して地域に応じた災害対策を論じることが可能．対象とした4災害を統合し，日本全体から市町村レベルまで取り扱うことのできる本研究は，社会的意義と実用性が大きい

## ● 研究成果

- 洪水氾濫，斜面崩壊，高潮災害，砂浜・干潟消失リスクの推計，
  - ・ 全ての指標が総合影響評価へ貢献

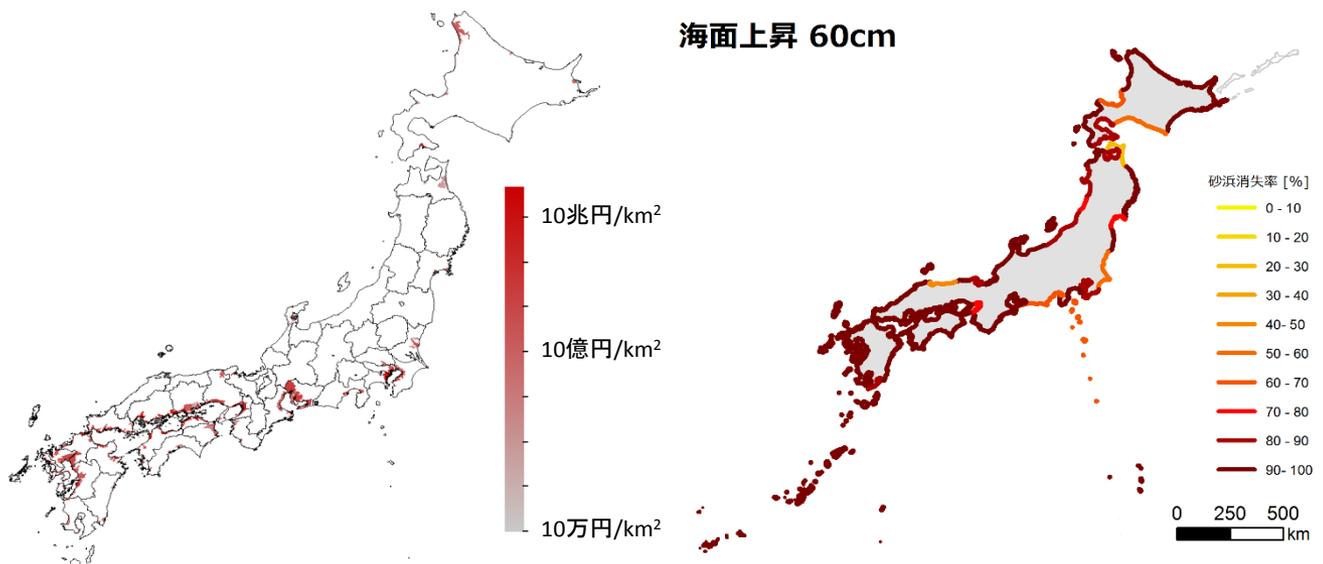


図1(4)-2  
 (左)海面上昇60cmのときの高潮被害額  
 (右)2100年頃の砂浜消失率

# 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

研究代表：田中信行（森林総合研究所）

## ● 研究目的

- 将来の気候温暖化が自然林にあたる影響の量的予測と不確実性評価，および適応策の提言

## ● 研究成果

- ハイマツ，シラビソ，ブナ，アカガシの潜在生育域（将来における種の分布可能な環境をもつ地域）の将来推計
  - ・ 全ての指標が総合影響評価へ貢献

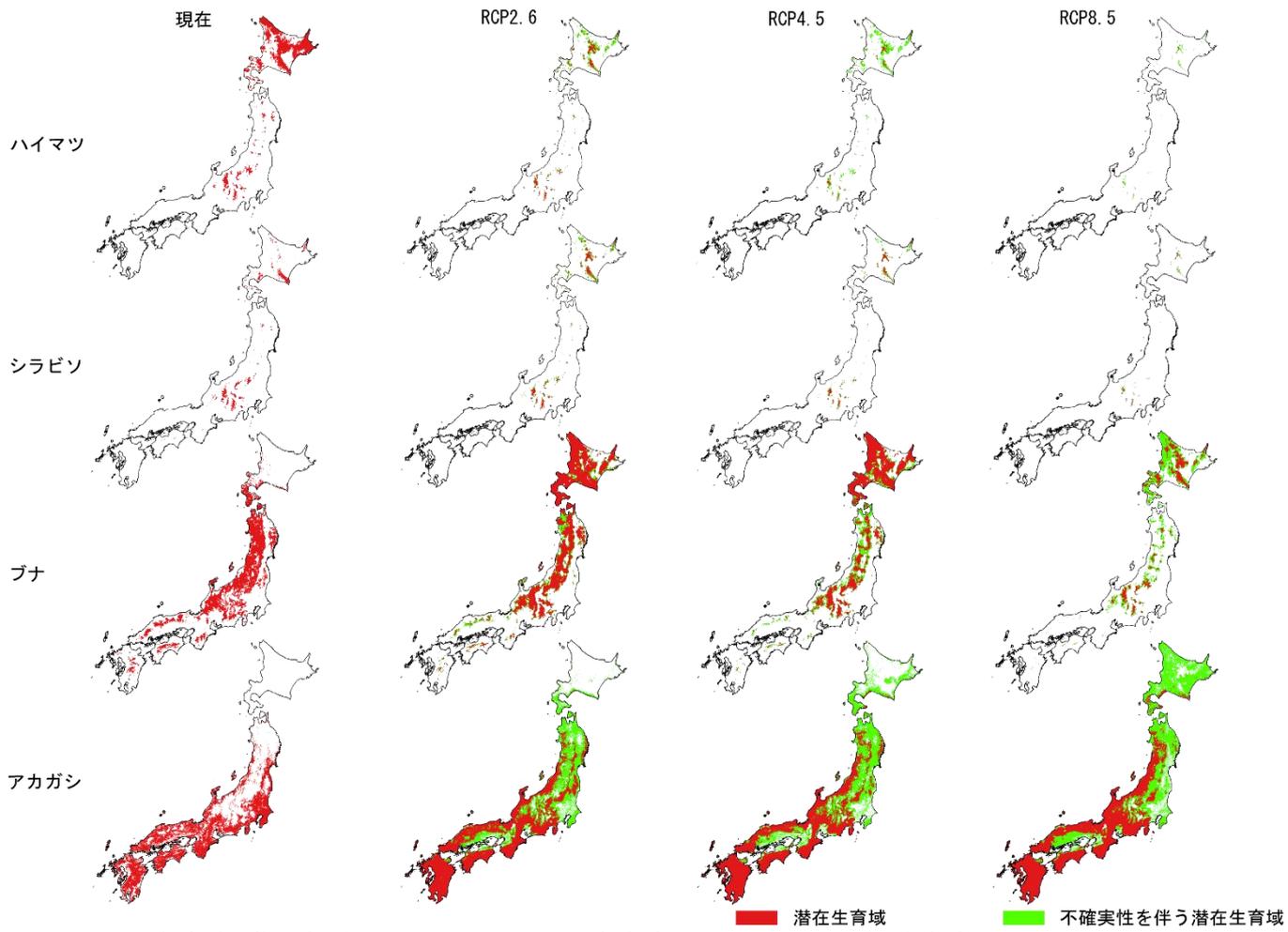


図1(5)-1. 各気候帯の優占種4種における現在気候と3つのRCPの将来気候シナリオで予測された潜在生育域。潜在生育域は、2081～2100年の各RCPにおける4つのGCM (MIROC5, MRI-CGCM3, GFDL-CM3, HADGEM2-ES) にもとづく分布確率の中央値によって特定した。不確実性を伴う潜在生育域は、4つのGCMのいずれかで潜在生育域になると予測された地域を示す。（未発表）

# 農業・食糧生産における温暖化影響と適応策の広域評価

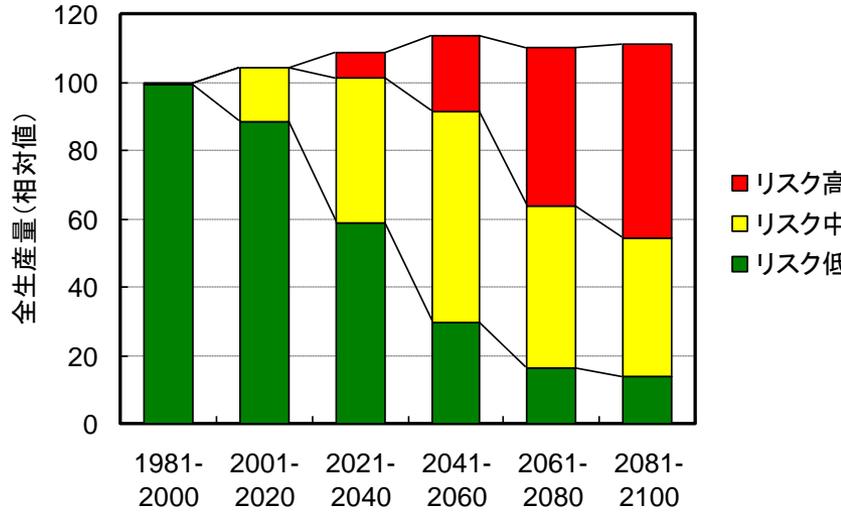
研究代表：石郷岡康史（農業環境技術研究所）

## ● 研究目的

- 予測される気候変化による我が国の**主要作物の生産性への影響**を，予測の不確実性を考慮に入れ評価し，影響を軽減するための有効な**適応技術オプション**を提示

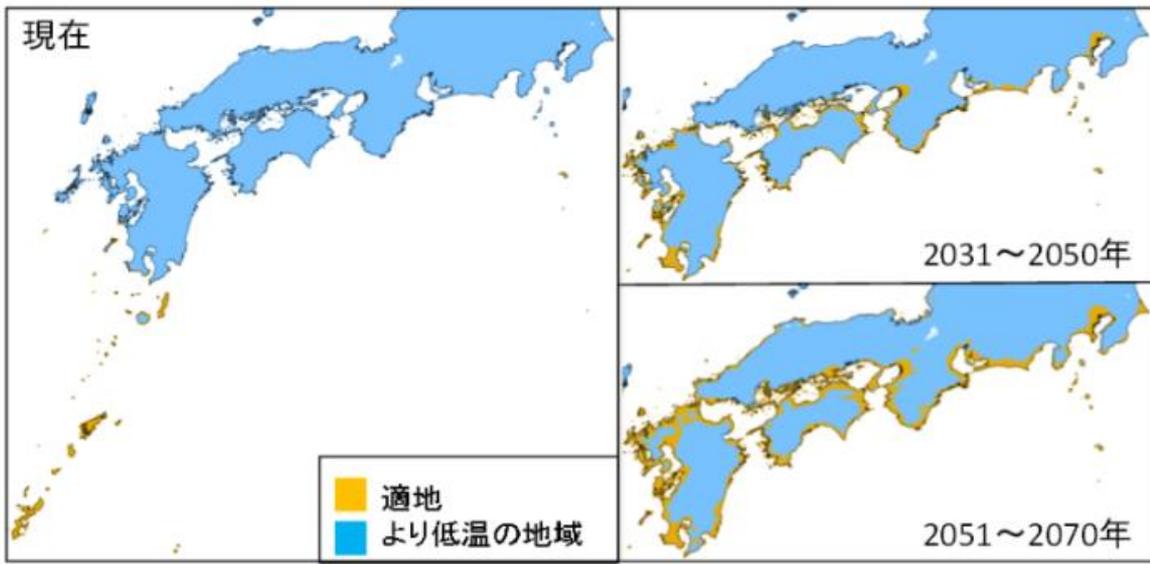
## ● 研究成果

- コメ等穀物生産への影響と適応策（総合影響評価）
- 果樹栽培適地移動の幅と適応技術（総合影響評価）
- 不確実性を考慮した農業影響および適応策



(右上)  
 図1(6)-1 全生産量の20年毎の推移 (MIR0C3. 2-hires Alb; 適応なし) 各メッシュの算定収量に水田面積を乗じて全国集計したもので，1981-2000の現行移植日による値を100とした場合の相対値で表した。高温に因る品質低下のリスク：低(HDD<20)，中(20<HDD<40)，高(40<HDD)

(右下)  
 図1(6)-3 亜熱帯果樹（タンカン）の栽培適地の变化1(6)-4. 年平均気温17.5℃以上でかつ年最低気温が-2℃以下になる年の頻度が5年に1回を下回る地域を適地とした



# 温暖化の健康影響 — 評価法の精緻化と対応策の構築 — 評価

研究代表：本田靖（筑波大学）

## ● 研究目的

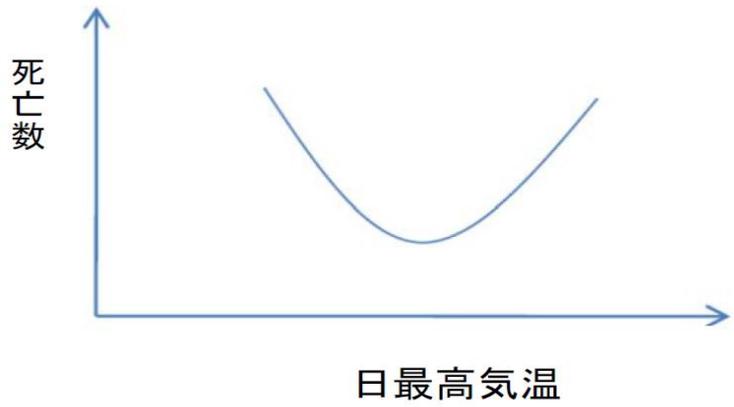
- 熱ストレス（気温上昇による身体負荷）による死亡リスクの将来予測を行い，影響を小さくするための方策を探ること。

## ● 研究成果

- ある地域の日最高気温の84パーセンタイル値が，ほぼその地域の至適気温になっていることを確認。すなわち，日最高気温の値から，その地域の日最高気温84パーセンタイル値を引けば，すべての地域において至適気温が0となる。
- 現状では熱ストレスによる超過死亡は年間約3,000人と推定（総合影響評価）

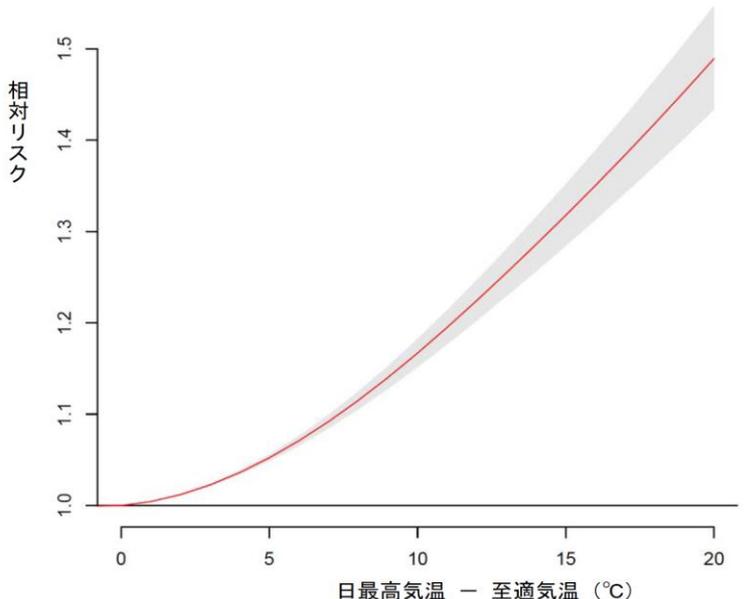
（右上）

図1(7)-1 日最高気温と死亡数との関連（模式図）



（右下）

図1(7)-2 気温と死亡の相対リスクとの関連（65歳以上，日本）。赤い線がそれぞれの気温における相対リスクの推定値，灰色の領域は95%信頼区間を示す。すなわち，100回データを収集してこのような信頼区間を作った場合には，その信頼区間に真の値が入ることが95回ある，という意味



# 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

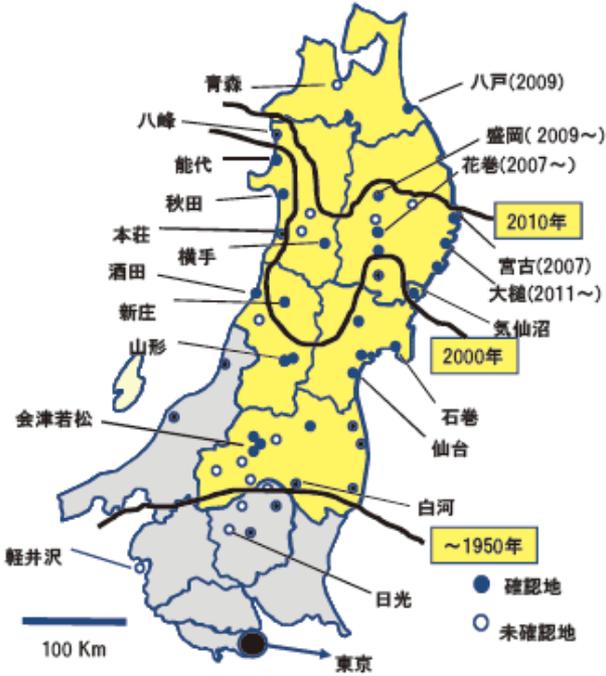
研究代表：倉根一郎（国立感染症研究所）

## ● 研究目的

- ▶ 我が国における蚊媒介性感染症，水媒介性感染症への温暖化影響評価手法を確立し，**感染症への温暖化影響**を全国規模で明らかにする。
- ▶ 地方自治体レベルにおける脆弱性や影響評価の実施

## ● 研究成果

- ▶ 蚊媒介性感染症媒介蚊であるヒトスジシマカの分布域変動の現状把握と将来予測（**総合影響評価**）
- ▶ 日本脳炎ウイルスの活動と気候因子の関係を定量化
- ▶ 水媒介性感染症のモデルとして，ビブリオ属菌の海水中における増殖に影響する海水温と塩分濃度を定量化



ヒトスジシマカは年平均気温が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

図1(8)-1 ヒトスジシマカ分布域の拡大(1998—2012)

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。

# 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

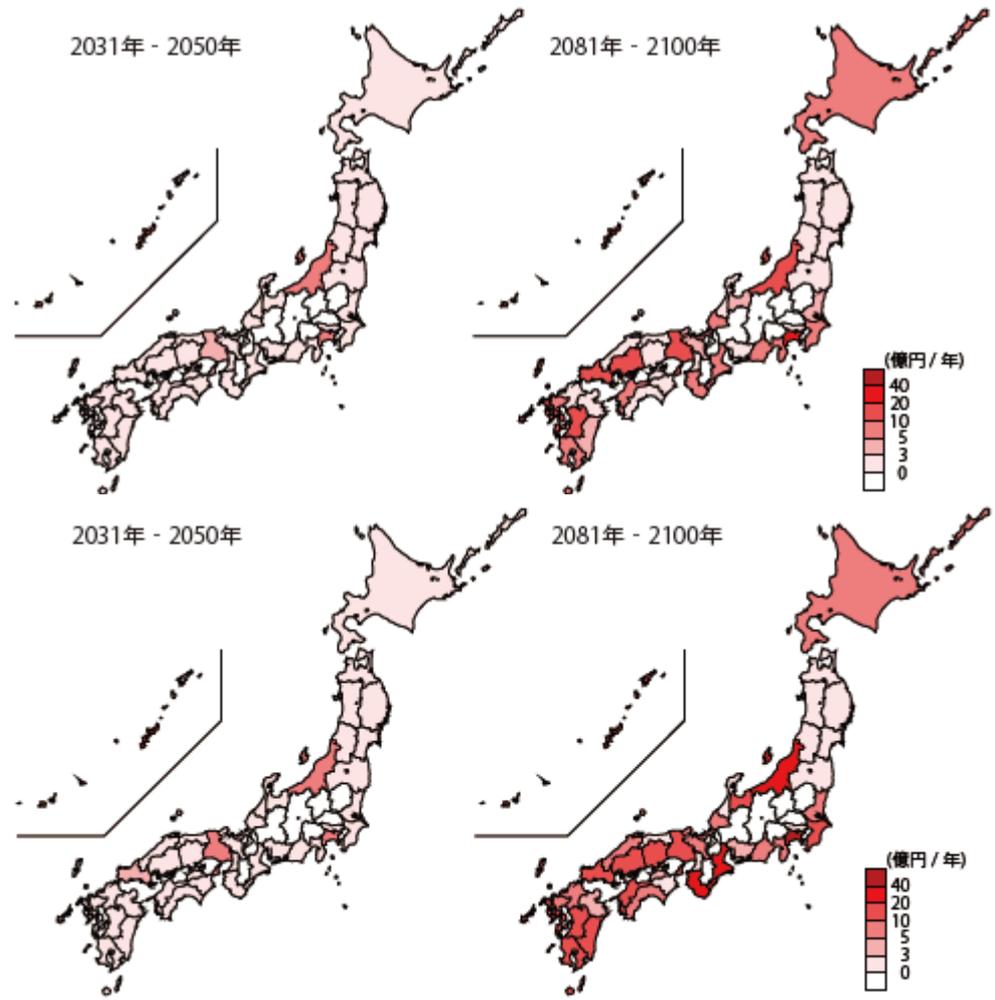
研究代表：大野栄治（名城大学）

## ● 研究目的

- 温暖化適応政策による年次別・地域別・部門別の受益と負担の構造を明らかにし、適応政策の効率性・公平性を比較・検討すること

## ● 研究成果

- 水害：47都道府県（8地域分割）20産業部門ベースのDSCGEによる、水害被害の動学波及効果における数値解析
- 砂浜侵食：レクリエーション価値から被害額を推計（総合影響評価）
- 熱中症：統計的生命価値（VSL：Value of Statistical Life）を推計（総合影響評価）
- ブナ林：利用価値と非利用価値を計測



(上) 図1(9)-4 砂浜侵食による被害額 (RCP2.6)  
 (下) 図1(9)-5 砂浜侵食による被害額 (RCP8.5)

## 温暖化ダウンスケーラの開発とその実用化

研究代表：日下博幸（筑波大学）

### ● 研究目的

- パソコンを使って、誰でも簡単に力学的ダウンスケールによる地域気候予測の計算と分析ができるシステム（温暖化ダウンスケーラ）の開発
- 気候モデルの専門家ではない影響評価研究者や自治体の担当者が、地域の気候予測の情報を得るまでの負担を可能な限り軽減すること

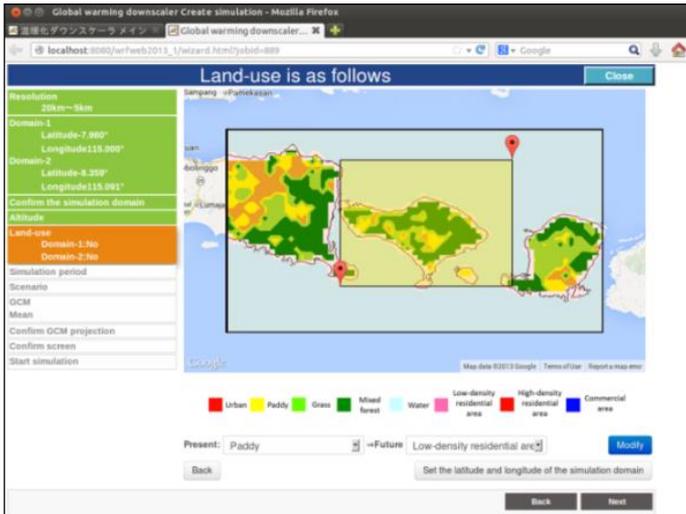
### ● 研究成果

- 温暖化ダウンスケーラの第1版の開発。ユーザと意見交換をしながら改良
- 北海道やインドネシア，メコンデルタ地域を対象とした実験運用



(右上) 図1(2)-1 温暖化ダウンスケーラの応用先一覧

(右下) 図1(2)-3 温暖化ダウンスケーラ土地利用変更機能の画面表示例。マウスで対象地域を選択し，プルダウンメニューから土地利用区分を選ぶだけで，その地域内の土地利用を別の土地利用に変更できる。



# 地域社会における温暖化影響の総合評価と適応政策に関する研究

研究代表：田中充（法政大学）

## ● 研究目的

- ▶ 地方自治体における温暖化影響・適応に係る研究の進展と適応政策の推進に寄与するため、地域の温暖化影響評価手法及び適応策構築手法等を開発し、地方自治体のための「適応策ガイドライン」の作成
- ▶ 自治体コンソーシアム「地域適応フォーラム」の構築
- ▶ 関東・中部の地理的・社会的条件が異なる地域を対象に、農業，短時間強雨（ゲリラ豪雨），山岳生態系等の各地域の特性に応じた分野で温暖化影響評価を実施。

## ● 研究成果

- ▶ 適応策ガイドラインの作成とモデルスタディ
- ▶ 東京都，埼玉県，長野県を対象とした地域特性に応じた適応策の研究

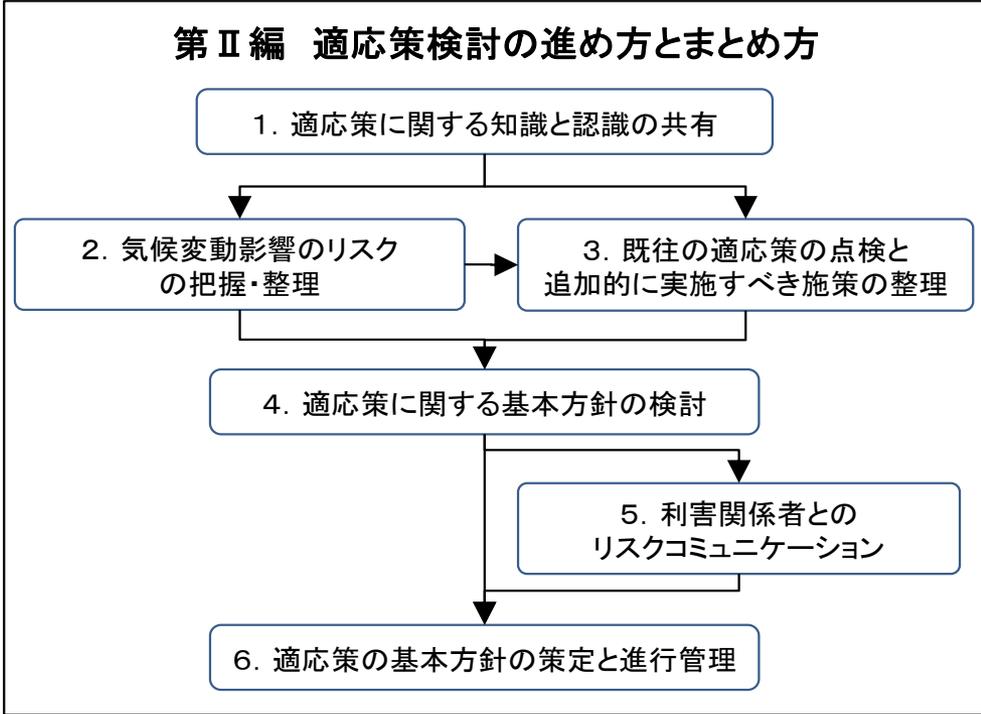
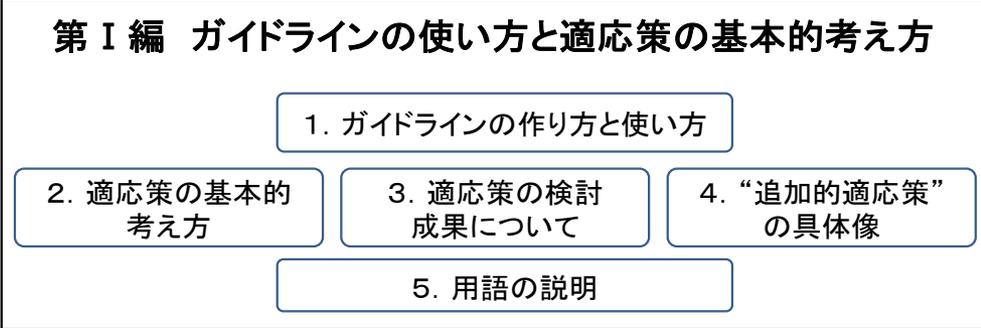


図2(1)-1 適応策ガイドラインの構成

# 亜熱帯化先進地九州における水・土砂災害適応策の研究

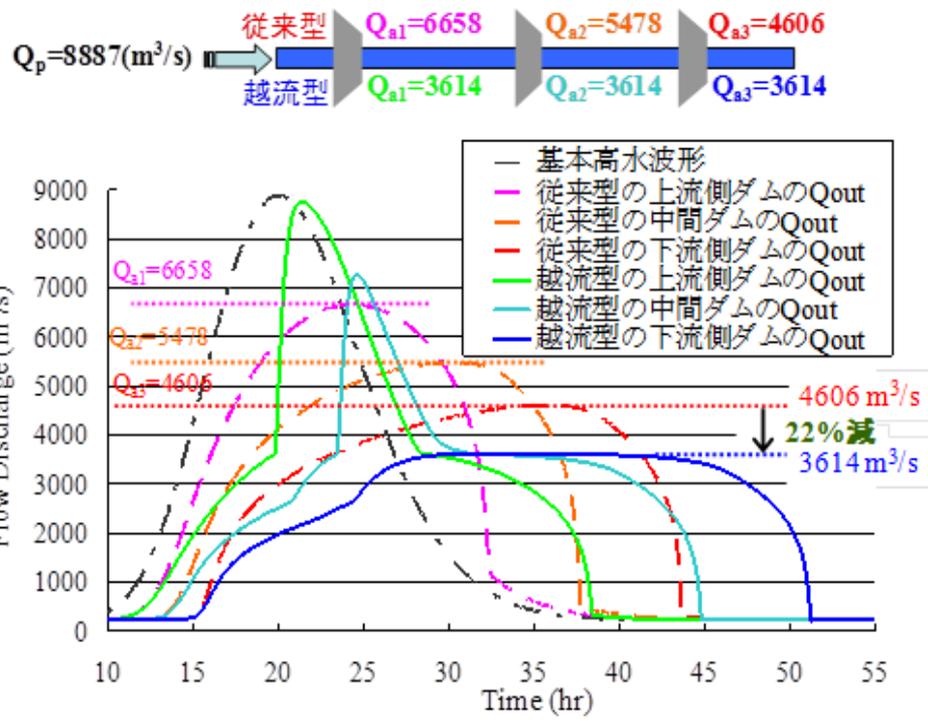
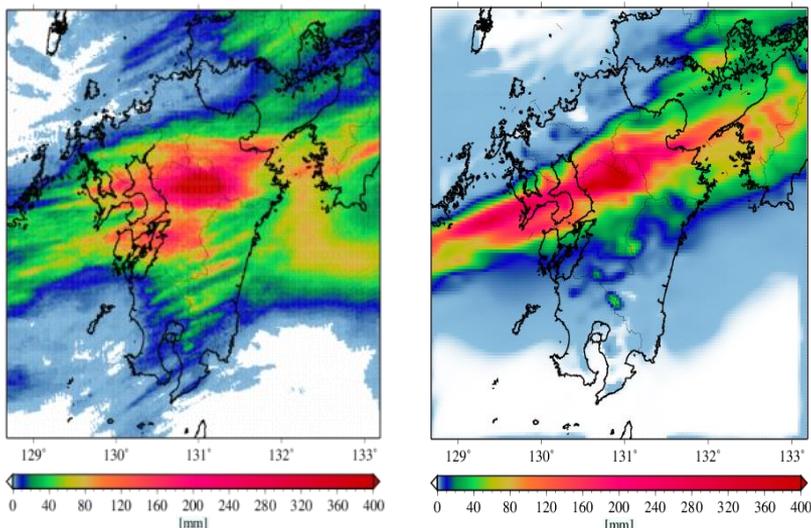
研究代表：小松利光（九州大学）

## ● 研究目的

- ▶ 我が国で最初に亜熱帯化すると思われる九州において、降雨から山地部，河川，都市部，沿岸域に亘って水・土砂災害への具体的な適応策について検討。

## ● 研究成果

- ▶ 防災力向上のための素因の抽出
- ▶ ゲリラ豪雨の予測手法の開発
- ▶ 台風並びに高潮の高精度推定モデルの開発
- ▶ 斜面安定化ならびにその評価法の開発
- ▶ 河川災害適応策のための防災技術の開発
- ▶ 車社会のための温暖化適応策の開発



(左) 図2(2)-5b 平成24年7月九州北部豪雨の12時間積算雨量分布 (左：レーダーアメダス解析雨量，右：シミュレーション結果)

(上) 図2(2)-8 カスケード方式による洪水制御能力

# 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

研究代表：安原一哉（茨城大学）

## ● 研究目的

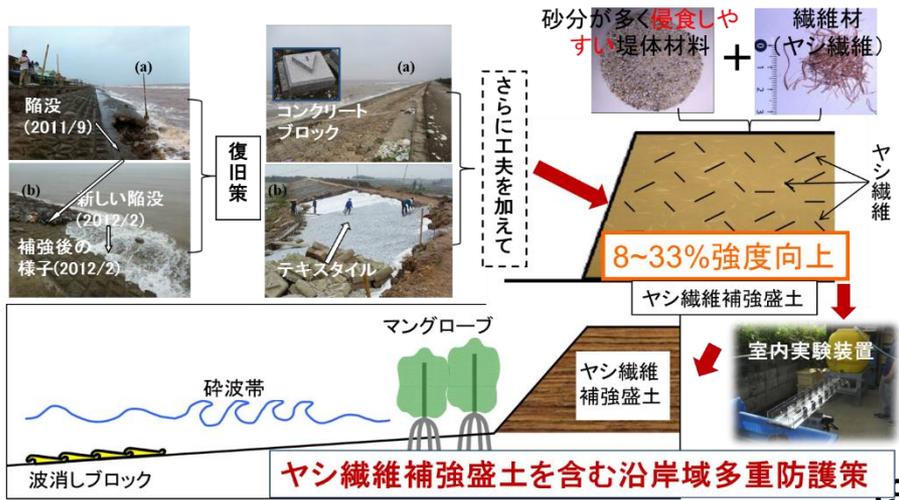
- メコンデルタとガンジスデルタ等の事例研究を通して，気候変動の脆弱性評価と適応効果評価
- 地域特性に応じた適応技術の提案や適切な適応資金メカニズムのあり方の検討

## ● 研究成果

- 脆弱性と適応効果の評価手法開発適応効果のシナリオ分析：
- メコンデルタにおける適応効果のシナリオ分析
- メコンデルタにおける気候変動の認知と適応策の現状評価
- 地域特性に応じた適応技術の提案
- ベトナムにおける適応関連資金メカニズムの効果・パフォーマンス分析



図3-1 メコンデルタにおける脆弱な地域の推定<sup>3-1</sup>



(右上) 図3-1 メコンデルタにおける脆弱な地域の推定

(右下) 図 3-4 沿岸域における多重防護策

# 総合影響評価と適応策の効果：S-8-1

## ● 研究目的

- 日本全国を対象として，IPCC第五次評価報告書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：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)

## ● 研究成果(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：ウンシュウミカン栽培適地継続率，タンカン栽培適地）
- 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）

# まとめ(1)

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)生態系や分野などに影響が広がる。**
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。**

# まとめ(2)

4. **地方自治体における温暖化影響・適応に係る実践的研究を進め、適応策推進のために「適応策ガイドライン」を作成した。**
5. **自治体や途上国における影響評価・適応策の検討に用いる支援ツールを開発した。**
6. **メコンデルタとガンジスデルタ等の事例研究を通して、気候変動の脆弱性評価と適応効果評価する手法を開発した。この成果に基づいて、地域特性に応じた適応策の提案や適切な適応資金メカニズムのあり方を提案した。**

## 7. 今後の課題

- スーパー台風，集中豪雨・渇水など極端現象による最悪な場合の影響の推定
- 海外で発生した被害が貿易等を通じて我が国に波及する影響の予測
- 少子高齢化など他の社会的・環境的变化と合わせた総合的なリスク評価
- 生態系の変化や文化への影響など長い時間かけて徐々に生じる影響の評価
- ハード，ソフト両面における分野ごとの適応策の体系化とその効果の評価
- 研究成果の国際的活用と貢献