

課題名	S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究
課題代表者名	三村 信男 (国立大学法人茨城大学 学長)
研究実施期間	平成22～26年度
累計予算額	1,268,153千円(うち25年度229,694千円) 予算額は、間接経費を含む。
本研究のキーワード	地球温暖化、総合影響評価、適応政策、ダウンスケーラ、自治体、アジア

## 研究体制

### 【平成22～26年度】

- 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)国立環境研究所)
- 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、(独)海洋研究開発機構、北海道大学)
- 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  
(東京大学、東北大学、東京大学大学院、国立保健医療科学院、東洋大学)
- 1(4)沿岸・防災リスクの推定と全国リスクマップ開発  
(東北大学、福島大学、国土技術政策総合研究所、静岡大学、東京大学)
- 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  
(独)森林総合研究所)
- 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)農業環境技術研究所、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、  
埼玉県環境科学国際センター)
- 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、大阪府立大学、(独)国立環境研究所、長崎大学)
- 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  
(独)国立環境研究所、国立感染症研究所、)
- 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  
(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)
- 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  
(法政大学、埼玉県環境科学国際センター、東京都環境科学研究所、長野県環境保全研究所)
- 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  
(九州大学大学院)
- 3アジア太平洋地域における脆弱性及び適応効果指標に関する研究  
(茨城大学、(独)国立環境研究所、(公財)地球環境戦略研究機構、国際連合大学)

## 研究概要

### 1. はじめに(研究背景等)

広く世界に温暖化の影響が顕在化しつつある。日本でも、気象の極端化によって、毎年多くの都市や山間の集落、離島などがこれまで経験のない集中豪雨や土砂災害に見舞われるようになってきている。また、水資源、生態系、農業、沿岸域、

健康といった分野にもさまざまな影響が現れている。我々は、気候変動の影響を毎年実感する時代に足を踏み入れつつあり、今後さらに影響が顕著になることが懸念される。温暖化のもたらすリスクが社会によって制御できない程巨大になるのを防ぐためには、21世紀を通じて温室効果ガス排出量を大幅に削減することが必要である。しかし、国際交渉の中でその見通しは立っておらず、さらに、最大限の努力によって18世紀の産業化以降の世界の気温上昇を2°C程度に安定させたととしても、今以上の被害が生じることは避けられない。こうした悪影響に備える対策が適応策であり、その計画と実施を本格化する必要がある。さらに、日本では、少子高齢化や産業のグローバル化、自然災害などによる大きな社会的影響が予想されるが、気候変動はこうした他の変化と重なり、相乗的に影響を及ぼすと予想される。したがって、気候変動の影響にどう対処するかは、これからの社会や企業活動、個人・家庭の生活の設計にとって重要な要素になると考えられる。

## 2. 研究開発目的

本研究プロジェクトは、温暖化対策の新しい課題に対応する研究(適応策の研究)の推進を目的としている。第一に、我が国を対象にして、より詳細な分野毎の物理的・経済的影響の把握と適応策実施の効果推定を目的にした高度な影響・適応策評価モデル(ボトムアップ型モデル)を開発する。同時に、全国的なトップダウン型影響予測モデルを開発し、ボトムアップ型モデルと併用することで、全国影響評価の精緻化を図る。これらによって、適応策の実施が将来の影響リスクをどの程度低減するかを予測する。第二に、都道府県や市町村レベルでのモニタリング手法を開発し、都道府県レベルでの温暖化影響を把握する。さらに、地域レベルで使いやすい影響予測手法と予測結果の可視化手法を開発することによって、地域における適応策策定の支援を可能にする。第三に、国内の研究成果を基に、アジア太平洋地域における適応策実施の優先順位や費用対効果の分析を行うため、途上国に適応可能な脆弱性・影響・適応効果評価指標の開発・標準化を行い、影響のより厳しい影響が予想される途上国における適応策の計画・実施に貢献する。本プロジェクトにより、我が国における適応策策定を支援し、安全・安心な気候変動適応型社会の実現可能性を評価することが可能となる。また、定量的影響評価を可能とする簡易手法の開発により、自治体レベルでより具体的な適応策を社会実装するための総合政策化方策の提示が可能となる。さらに、途上国における脆弱性・影響・適応可能性の評価は、国際貢献の観点からも非常に重要である。このためには、本プロジェクトでは、国内の関連分野の研究者を広く結集して、有機的に統合して取り組む計画である。

## 3. 研究開発の方法

### (1)ー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

テーマ1(3)~(9)で開発される影響・適応策評価モデルを用いて作成される影響関数を実装するための統合評価モデル“AIM/Impact [Policy]”のモジュールや機能を開発・改良すると共に、サブテーマ1(2)から提供される影響関数の入力情報となる気候シナリオを実装した。サブテーマ1(2)では、プロジェクト全体の研究を牽引するために、プロジェクト前半(2010~2012年度)、後半(2013~2014年度)にそれぞれ共通シナリオ第一版と第二版を開発した。また、科学的な影響評価や適応策の検討結果を統一的に実装し、行政の担当者が科学的知見を容易に使えることを目的として、簡易推計ツール“AIM/Adaptation[Policy]”を開発し、サブテーマ1(1)②で開発される共通シナリオ第一版を用いた影響評価結果を実装した。さらに、S-8プロジェクトの最終目的である、IPCC第5次評価報告書で用いられた気候シナリオを用い、適応策の有無による影響の違いを定量的に評価するために、日本全国を対象として、共通シナリオ第二版を用いて、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定量的な効果を評価した。これは、全国を対象とし、テーマ1(1)および(3)~(9)が連帯した総合的な影響評価・適応策の検討である。

### (1)ー2 温暖化ダウンスケーラの開発とその実用化

1) GUIベースのユーザ支援システムを構築し、その中にガイドラインとデータを導入し、ダウンスケーラを開発する。開発においては、影響評価研究者の要望の一部を反映させる。

2) ダウンスケーラのコアモデルとなる領域気候モデルWRFを用いて、北海道および国内外の地域を対象としたダウンスケーラの実験運用を行い、ダウンスケーラの有用性や不確実性を評価する。

### (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

1) S-8共通シナリオによる気候パラメータを用いた分布型シミュレーションによるアンサンブル解析により、日本域内の流況の変化が河川水中の浮遊砂、Wash load量に及ぼす影響評価を行った。また、全国の主要なダム湖内の水温分布を鉛直次元解析モデルを用いて推定し、表層水温と表層水温勾配から植物プランクトンの増殖を評価した。

2) 水道施設図や災害ハザドマップを統合して、水道ハザドマップを作成した。島しょ部に適した、浄水処理技術について検討した。さらに、工場用水の減断水による被害額の算定、藻類障害に対する大都市水道システムの適応性評価、ならびに生物障害事例とその対策実態を調査した。

3) 複合業務評価指標(CPI)により、水道事業体の温暖化適応力を比較評価するとともに、温暖化による利水障害の影響人口をGISにより全国レベルで推定した。

### (1)－4 沿岸・防災リスクの推定と全国リスクマップ開発

再現期間に対する全国の一級河川における再現期間の極値降雨分布と最大確率流量、集水面積データを用いて、極値降雨と最大確率流量の関係を求め、この関係を基に全国の任意地点における極値降雨に対する最大確率流量の割合である地点流出係数を算出し、この係数によって最大確率流量を生じさせる確率洪水寄与降雨の分布を作成し、氾濫計算から被害額を求めた。2)斜面災害の被害額推計のために、気候モデル、RCPシナリオを用いて2050年期、2100年期の都道府県、および全国の土砂災害の一般資産被害額を斜面崩壊確率モデルによって求めた。3)高潮被害を得るために、人口変化を想定し、年生起確率1/100の高潮による最高潮位未満の海岸防護施設の天端を2050年までにその高さに引き上げる適応を加味したばあいの高潮浸水による被害指標を全国について推計し、高潮浸水による浸水被害指標(浸水面積、浸水人口および浸水被害額)の全国の空間分布と2100年までの50年間隔の変化の傾向を把握した。4)沿岸区分(海岸保全基本計画が作成される海岸の区分で、地形・海象面の類似性及び沿岸漂砂の連続性に着目して分けられたもの)別に、全国の砂浜の底質粒径を0.2mm、0.3mm、ならびに0.6mmとした場合について、Bruun則を用いて将来の砂浜消失量を予測した。5)ソフトによる水災害適応策を考察するため、気象警報を例とし、既存の情報に対する利用者の理解の実態を把握した上で「特別警報」のような「言葉により危険度を表現した情報」と、「レベル化した情報」がどのように受け止められるかという観点から調査した。

### (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

目的を達成するため、次の8つのテーマについて研究を行った。①CMIP3気候シナリオの比較、②温暖化影響予測における不確実性の評価とモニタリング法の開発、③亜高山帯樹種への不確実性を考慮した影響予測、④適応策を考慮したブナへの影響予測、⑤RCPシナリオ温暖化影響予測に基づく優占種への影響予測と適応策、⑥亜高山帯樹種の過去の分布変化予測、⑦韓半島における常緑広葉樹の分布予測、⑧日本-台湾における優占樹種10種への温暖化影響予測

### (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

イネ生育収量モデルを導入し、収量と品質低下リスクを影響評価指標として、温暖化条件でのシミュレーションを実施した。その際、適応策としての作期移動の効果を見るため、移植日を現行から±70日間の範囲で移動させ、現行移植日による結果を「適応なし」、品質低下リスクが低い収量が最多となる移植日の結果を「適応あり」とし、両者を比較することで適応策実施による効果を評価した。果樹については、タンカンの寒害発生温度を明らかにするため果実の凍結実験を行い、この結果や「果樹農業振興基本方針」の記述から、各樹種の適温域を決定した。これに平均気温・最低気温の日別値の3次

メッシュデータを適用して、現在と将来の適地を判定した。野菜への温暖化影響評価では、それぞれの野菜について影響評価のための重回帰モデルを開発し、将来の影響を評価した。この際、モデルの不確実性を考慮した。台風被害面積推計モデルの構築では、被害確率を外力の関数で示したフラジリティ曲線を基礎に被害面積を推計するモデルを構築した。水稲白未熟粒発生率推計モデルを構築し、気温上昇とともに発生率がどのように変化するか推計した。また適応策として、移植日の移動と高温耐性品種の導入を考え、不確実性も考慮しつつ、影響低減効果を定量的に評価した。

#### (1)－7 温暖化の健康影響 - 評価法の精緻化と対応策の構築 -

1) S-4で発見した、熱関連死亡の始まる日最高気温を推定する理論が、韓国、中国のみならずヨーロッパ、北米でもなりたつことを確認した。ある日の熱の影響が翌日以降にも持ち越される効果を組み込んだ非線形リスク関数を推定し、この関数を用いて将来予測を行った。

2) 脆弱集団である高齢者の居住環境および暑熱対処行動に関する調査、市町村がこれまでにおこなった熱波対策に関する調査を実施して問題点を抽出し、それをもとに簡便で有効と考えられる熱波警報システムを構築した。そのシステムを、長崎県五島市と埼玉県三郷市において稼働させ、その有効性の経済評価を行うことのできる介入研究を実施した。

#### (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

1) 全都道府県におけるブタの日本脳炎ウイルス抗体獲得状況(抗体陽性率)と、年間平均気温、年間平均最高気温、年間平均最低気温、夏季(6-8月)平均気温、夏季平均最高気温、夏季平均最低気温、年間降水量、夏季降水量を係数として解析した。

2) ヒトスジシマカの分布境界地域を中心に実地調査を岩手県及び長野県で行った。生息地域、また生息が見られなかった地域の環境条件(主に気温)を比較することにより、媒介蚊の分布が拡大するために必要な条件を明らかにすることを試みた。また、得られた結果を基に東北地方および北海道における将来の分布域拡大の予測を試みた。

3) 熱帯熱マラリアよりも国内再流行の潜在的リスクが高い三日熱マラリアについて、中国の亜熱帯～温帯のマラリア流行地のデータをもとにして、流行の数理モデルを構築した。海産魚類によって媒介される寄生虫症では、アニサキス症を調査対象として、暖海性のマサバやタチウオを対象に、日本国内や台湾でアニサキス幼虫寄生種の検出と分子同定を行った。

4) 台湾における Dengue 熱流行、Dengue ウイルス媒介蚊の活動状況と気候との関係性を解析し、Dengue 熱流行に対する地球温暖化の影響を解析した。台湾における月別の平均気温、最高気温、最低気温、降水量、日照時間の平均値を取得し、Dengue 熱患者数と各種気象データの相関性を解析した。

5) 海水中に存在し、なおかつヒトへの感染の可能性のある細菌であるビブリオ属を対象に、属する菌の検出法、型別法などの開発を行った。さらに開発した方法を用いて、コレラ属菌、腸炎ビブリオ、ビブリオ・バルニフィカス菌の分布状況、環境要因との関連性について解析した。

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

本研究では、空間的応用一般均衡モデルを評価のプラットフォームとして位置づけ、次の方法で研究開発を進めた。

1) 温暖化被害評価について、まだ既存研究の成果では十分に対応できない温暖化影響分野が残されているため、旅行費用法TCMや仮想市場評価法CVMなどに基づく調査・分析で補完して、温暖化被害評価を精緻化した。

2) TCMにおけるレクリエーション需要関数の推定式を応用一般均衡モデルに接合することを目的として、積分可能性問題を解くことにより、レクリエーション需要関数の推定式から合成財、レクリエーション・サイトへの訪問回数、自然環境の質などを独立変数とする効用関数を誘導した。

3) 世帯・企業・行政の行動を定式化し、静学的なSCGEモデルを構築するとともに、DSCGEモデルへの展開(準動学型SCGEモデルの構築)を図った。そして、日本における気候変動による水害被害を計測するために、本研究で構築した準動学型SCGEモデルを用いて経済評価を行った。

4) 温暖化適応政策については、技術的対策と制度的対策の両面から種々の代替案を検討した。そして、温暖化影響として砂浜侵食・熱中症死亡・ブナ林衰退を取り上げ、これらに対する適応政策による地域別の受益を計測するとともに、適応政策の費用便益分析を試みた。

## (2)ー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

1) 全国の地方自治体を対象にしたアンケート調査及びヒアリング、「地域適応フォーラム」の開催と意見交換、温暖化影響の把握等を図る指標の構築、市民とのコミュニケーション手法の試行を踏まえて、長野県等における温暖化影響評価と適応策のモデルスタディと「適応策ガイドライン」を作成した。

2) 埼玉県、東京都、長野県等において、影響のモニタリングや影響構造の分析、地域の適応方針作成の支援等を実践的に行った。

## (2)ー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

1) 福岡都市圏内の気象観測で得られたデータから、局地降雨の実態の把握を試みた。また、高層気象データを用いて、上空の大気の状態についても解析した。局地降雨日と晴天日に分けて両者を比較することにより、局地降雨の発生条件の検討を行った。

2) 気象庁気象研究所が開発した超高解像度全球大気モデル(MRI-AGCM3.2S)の気候予測実験結果(現在、近未来、将来)を入手し、将来気候データを利用して有明海の災害危険度を評価した。

3) 沖縄県宜野座村で赤土等流出問題について現地実験にて適応策効果を明らかにした。また、2010年10月奄美豪雨災害の資料収集・整理、現地調査を行い被害概況等明らかにした。

4) 新しい概念(カスケード方式)に基づき配置された流水型ダム群(以後、越流型)において、洪水制御能力がどのように従来の方式と異なるのかを数値シミュレーションと室内実験により比較し、上流部に設置された流水型ダム群の大きな可能性・有用性を検討した。

5) 水の流れにより自動車模型に働く抗力を種々の水深、流速、流入角度の組み合わせに対して分力計を用いて計測し、抗力係数を測定・評価した。この抗力係数を用いて、実車の場合の危険度を算出して考察を行った。

## (3) アジア太平洋における脆弱性及び適応効果指標に関する研究

メコンデルタとガンジス流域をケーススタディの対象地として社会的要因と自然的要因を考慮した指標を用いて、地域の特性を反映した適応策を提案・実践した。

## 4. 結果及び考察

### (1)ー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

1) テーマS-8-1(3)~(9)と連携して実施した総合影響評価の結果、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。具体的には、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生態系分野などに影響が広がる、ことが明らかとなった。

2) 本研究で開発された共通シナリオ第一版・第二版はS-8プロジェクト全体で利用され、日本で初めて、全国を対象として複数分野を対象とした適応策有無まで考慮した影響評価の実施を成功に導いた。

## (1)ー2 温暖化ダウンスケーラの開発とその実用化

1) 開発したダウンスケーラの主な特徴は以下の通りである。

- ・Windows-PCおよびLinux-PC上のInternet Explorer および Google Chrome 上で動くウェブアプリケーション。
- ・中緯度から低緯度の任意の地域を対象に、30km、20km、10km、4km、もしくは2kmメッシュでの現在気候と将来気候の予測計算が可能。予測計算結果の可視可とデータの出力も可能。これらは全てGUI上の操作でできる。
- ・ダウンスケールには、力学的ダウンスケール手法の一つである擬似温暖化実験手法を採用。
- ・力学的ダウンスケールで用いる領域気候モデルは、世界で最も広く利用されているWRFモデル。
- ・IPCCのSRESおよびRCPシナリオに基づくダウンスケール実験が可能。
- ・CMIP3, CMIP5のGCMからのダウンスケール実験が可能。
- ・土地利用政策や、緑化政策、省エネ政策の効果が予測実験結果に反映できる。
- ・予測結果の不確実性などを知らせるためのガイドラインが表示される。

2) ダウンスケーラを利用するための初心者講習会をS-8の参画者向けに開催した。また、途上国支援を目的に、インドネシア気象気候地球物理庁でも初心者講習会を開催した。その後、ダウンスケーラの利用を希望するS-8の参画機関に、ダウンスケーラの最新版を配布した。これと並行して、S-8に参画していない自治体(兵庫県)からの要望に応える形で、兵庫県農政環境部温暖化対策課および環境省地球環境局総務課研究調査室に配布した。

3) ダウンスケーラのコアモデルであるWRFを用いた擬似温暖化実験手法に基づく力学的ダウンスケーリングにより、北海道の将来気候予測を行った。将来の冬季気温上昇は、積雪被覆の変化に対応して、山岳域に比べて平野で顕著であることが分かった。また、力学的ダウンスケール実験に対して、下部境界条件に起因する不確実性は地域を限定するほど相対的な振幅が大きくなる傾向があり、地域気候予測においては無視できない効果を生じることが分かった。

## (1)ー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

2040年代におけるWash load成分のアンサンブル解析では、1990年代に比べて太平洋側及び日本海側で約20%~60%増加することが示された。さらに、2090年代では、全国的にWash loadが増加することが示された。西日本では夏と秋、高緯度地域で春の変動幅が相対的に大きくなることが示唆された。

水温解析に基づくダム湖内の将来のクロロフィルa濃度の予測結果から、富栄養化したダムの数は、2100年期には現在と比較して全国で2倍以上に増加すると予測された。一方、適応策としての曝気循環は、藻類抑制策として効果が見込まれると予測された。

GPIを用いて水道事業者の温暖化適応力を評価したところ、大規模上水道事業に比べて小規模水道は技術的・財政的に課題が多く、温暖化への適応力も低いことを明らかにした。また、地方においては、人口減少や高齢化が断水による影響を深刻にすることを示した。

断水による工業生産額の低下は、関東、東海、関西の沿岸部の工業地帯や、北関東と中部地方の都市において大きい。また、全国で多数の浄水場が生物障害に悩まされており、将来の温暖化による藻類増殖が、水道の浄水処理に対して深刻な影響を招く可能性が示された。

気候変動に伴う水源河川やダム湖などでの水質変化の予測から、水道事業者への影響を定量的に予測するとともに、適応策の評価を行うことができた。

## (1)ー4 沿岸・防災リスクの推定と全国リスクマップ開発

1)再現期間100年の洪水が発生した際に適応策を講じたケースと適応策を講じないケースについて現在と将来の被害額を比較すると、近未来では全国平均で現在の約1.5倍、遠未来では現在の約2.0倍となる。また将来20年分の適応をすることにより、現在の適応しない場合の被害額よりも被害が約5兆円小さくなることが分かった。2)2100年期の日本列島の土砂

災害の一般資産被害額推計は、127億から143億円となる。2050年期の一般資産被害額は約15億から25億増となるが、2100年期はRCP8.5シナリオのみ2050年期比で約5億円増と緩やかに被害額増加する結果が明らかにされた。3)高潮被害指標の増加量は2000年から2100年の前半50年と後半50年で大きくは変化しない。2050年と2100年の浸水人口と浸水被害額が全計算条件の平均で現状のまま将来まで続いたケースの0.75～0.78倍に低下する。4)水没のみを考慮した場合であっても、全国の砂浜消失率は下限値0.26mで19%、上限値0.82mで58%に達すると予測された。砂浜消失率の予測方法や底質粒径の不確実性による予測幅は大きく、IPCCの海面上昇量予測の不確実性と同程度以上であった。5)ソフト適応策として、被害が出始めると感じる「レベル」や、避難などの行動を起こし始める「レベル」は「3」以上と考える回答者が9割以上だったことから、警報的な情報は従来のように「言葉」のみで伝える方法に比べ、「レベル」によって伝える方法が効果的な可能性があることが理解された。

#### (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

不確実性を考慮した温暖化の自然植生への影響予測を日本と東アジアで行った。日本の代表的自然林の優占種ブナでは、次のような結果を得た。ブナは、遷移後期の樹種で、伐採によって他樹種による置き換わりが進む。ブナ林を保護するためには、温暖化後も持続的に生育可能な地域(潜在生育域)を保護区内に入れることが適応策のひとつで、この方法は温暖化後も潜在生育域が保護区外に多く残る本州日本海側から東北、北海道南部で有効と考えられる。一方、潜在生育域がほとんど消失する西日本や本州太平洋側では、ブナを植栽するなど積極的な管理が保護のために必要である。

#### (1)－6 農業・食糧生産における温暖化影響と適応策の広域評価

コメについては、「適応なし」の場合には国全体の生産量では北日本の冷害減少やCO<sub>2</sub>施肥効果により増加傾向となったが、生産物中の品質低下リスクは年代が進むに従い継続的に高くなった。これに対し、「適応あり」の場合には、国全体の生産量は期間を通して大きくは減少せず、また品質低下リスクの高い生産物の割合も低く抑えられが、一部地域では作期移動の効果が限定的であり、他の適応オプション導入による高温影響回避を図る必要性が示唆された。果樹は、どの樹種も適地は年代を追うごとに北上傾向となったが、今世紀半ばではRCP間の適地分布の差は比較的小さく、予測に従うことでより効率的な適応策が推進できると考えられた。世紀末には大きく適地移動が移動するため、長期的には、より暖地で栽培されている樹種への改植やとくに、現在の生産量がわずかである、亜熱帯果樹の大幅導入が必要と考えられた。野菜については、温暖化により殆どの品目において出荷量は減少するため、ごく限られた野菜に対し品種改良や産地移動といった適応策を実施するだけでは不十分であり、野菜生産に対する総合的な適応策の必要性が示唆された。台風被害面積推計モデルの構築では、開発したモデルが特に被害面積が大きい台風に対しては精度よく被害面積を推計できることがわかり、予測の不確実性を低減することにつながると考えられた。白未熟粒の発生に関しては、今世紀末には白未熟粒発生率が約半分にも達する一方、移植日の移動と高温耐性品種の導入は、影響軽減に向けて大きな効果があることが示された。

#### (1)-7 温暖化の健康影響 - 評価法の精緻化と対応策の構築 -

1) 温暖化によって2030年に約65,000人、2050年に約192,000人の熱関連超過死亡発生が予測された。影響は、南アジア、東南アジアで非常に大きいことが明らかとなった。また、健康影響の中では珍しく先進国でも大きな影響がおこることも明らかとなった。

2) 高齢者のいる世帯のエアコン設置率は、就寝中の部屋では7割前後であった。高齢者の熱中症発生は夜間にもかなりの割合で発生していることを考えると問題である。介入研究の結果、五島市では介入によってより高い割合の住民で行動変容が起こった。しかしながら、熱中症予防介入の費用と効果を分析すると、増分費用効果比は、費用対効果判断のための閾値(500万円/年)を大きく上回り、介入の普及は費用対効果に優れないことが示唆された。さらに、1死亡回避費用の

検討でも、熱中症死亡リスクの回避への支払意思額に基づく統計的生命価値(2億2,742万円)及び国土交通省の公共事業評価で用いられる値(2億2,607万円)と比較すると、大きく上回った。

#### (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

1) 日本脳炎ウイルスの活動を最も直接的に反映すると考えられるブタの日本脳炎抗体陽性率は、年間及び夏季の平均気温、平均日最高気温、平均日最低気温と正の相関を示した。また、日照時間と正の相関を示し、降雨量との関係では地域により正の相関、負の相関がみられた。一方、多変量変数を用いた解析では、夏季平均日最高気温が31.9℃以上の気温上昇は感染率をむしろ低下させた。本研究の結果は、地球温暖化により日本脳炎のリスクを有する地域が北上することを示唆している。

2) 岩手県の調査からヒトスジシマカの分布に関わる生息条件として、年平均気温10.8℃を閾値とした有効積算温度1,350日度以上のパラメータが分布と関連が最も強いことが明らかとなった。長野県における調査からこの地域では将来標高800m以上の地域にもヒトスジシマカが侵入する可能性が示唆された。また、今世紀末には北海道の一部の地域に分布域が広がることが示された。

3) マラリアが再興感染症となるリスクを、最近の温暖化に伴いマラリア患者数が増えている中国、安徽省淮北市をモデルとして検討した。シナハダラカの活動できる11度以上の気温の時期が長くなっていることが、同地域におけるマラリア患者増の主因と考えられた。海産魚類のアニサキス感染をタチウオについて検討した。沖縄産、台湾産いずれも*A. typica*が優占的に寄生しており、日本の他の地域で主となる*A. pegreffii*や*A. simplex*は殆どみられなかった。

4) 日本と媒介蚊等の条件に近い台湾の解析からは、年平均気温とデング熱流行が正の相関を示すことが確認された。降水量、降水日に関しては相関を認めなかった。主たる媒介蚊であるネッタイシマカの活動に気象要因が影響を及ぼすことによって、患者数にも影響が及ぶことが示唆された。

5) ビブリオ属菌の分布可能領域について水温および塩分濃度からなる相関モデルが示された。腸炎ビブリオが検出される海水の範囲は塩分濃度で0.7-2.9%、水温で22度以上となった。ビブリオバルニフィカスの分布領域は狭く塩分濃度で0.3-2.4%、水温で26℃以上となった。コレラ属菌は他の2菌種とは異なる分布様式を示し、塩分濃度で0.8%以下、水温で26℃以上であった。

#### (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

1) 環境経済評価における利用価値と非利用価値の計測について、これまで計測された利用価値と非利用価値の整合性は保証されなかったが、それらを整合的に計測することが可能になった。

2) 統計的生命価値VSLの計測について、これまでは特定の死亡リスクの下でのVSLが推計されるだけであったが、VSLを死亡リスクの関数で推計することが可能になった。

3) 4つの気候モデル(CSRIO、GFDL、MIROC、MRI)で計算された水害シナリオによる水害の経済評価に関するシミュレーション分析を行った結果、気候変動による被害の増大に伴い、2081-2100年における水害による被害総額は1,348億円/年～9,886億円/年となることが推計された。

4) 砂浜侵食に対する適応政策について、2081～2100年において仮想的な養浜事業の費用便益比が1を超える都道府県は、RCP2.6とRCP4.5では神奈川県、大阪府、広島県、佐賀県、熊本県が該当し、RCP8.5ではさらに富山県、和歌山県、岡山県が加わることが示された。

5) 熱中症死亡に対する適応政策について、救急搬送時間を33分(2008年時点の全国平均値)から23分に10分短縮させる政策を想定し、都道府県別・RCPシナリオ別に年便益を算定した結果、年便益は都道府県別に数千万円～数億円程度であることが示された。

6) ブナ林衰退に対する適応政策について、ブナ林の植生保護区を拡大する政策を想定し、都道府県別・RCPシナリオ



別にブナ林の非利用価値の年便益を算定した結果、全国合計の年便益はRCP8.5シナリオで1,433億円、RCP2.6シナリオで4,017億円と推計された。

### (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

1) 地域での温暖化影響の顕在化が適応策検討の促進要因となる一方で、地域での予算や人材といった資源不足が阻害要因となっていること、また適応の長期性や根拠となる将来予測情報の不十分さが阻害要因となっている等、地域における適応策及び適応研究の普及構造を明らかにした。

2) 「地域適応フォーラム」を毎年開催した。その質疑応答やパネルディスカッションの中で提示された課題は、i. 温暖化の影響予測・評価における不確実性に係るものの他、ii. 適応策の具体化・評価の方法、iii. 温暖化影響に関するコミュニケーションや適応策を実施する主体形成、iv. 適応策実施上の条件整備に関するものに分類された。

3) 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、地方自治体向けの「地域適応ガイドライン」を作成した。同ガイドラインは、i. S-8-1全国班の成果である「簡易推計ツール」の活用、ii. 「追加的適応策」の視点、iii. 「地域づくり型適応策」の視点といった3点を重視して作成した。また、地域において温暖化影響・適応策を検討する際に活用できるツールとしての体系的指標、専門家と市民の間での温暖化影響リスクコミュニケーション手法等を含めたものとした。

4) 埼玉、東京、長野といった地理的・社会的条件が異なる地域を対象に、農業、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し、より具体的に地域の温暖化対策立案に資する研究を行った。また、地域適応策のあり方を探求するとともに、モデルスタディを長野県等で実施し、適応策ガイドラインに反映した。

### (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

地上気温と上空湿度の相関図から、地上気温と上空湿度がともにある一定値以上になると、局地降雨の発生の可能性が高まることがわかった。

平成24年9月に来襲した台風16号では有明海湾奥の水際線で高潮偏差が増大し、湾奥部で高潮リスクが増大することを具体的に示した。MRI-AGCM3.2S(将来気候)のうち有明海湾奥部で最大の高潮偏差となる台風を抽出し、高潮浸水計算を実施した結果、河川堤防の一部からの越水により浸水することが確認された。関係機関別の高潮災害への適応策案を提案し、この提案事項をもとに対象自治体である佐賀県と協議し、適応策の実施に向けた情報提供および情報共有の協力体制を確立した。

農家のために営農上不利益を講じない赤土流出適応策を組み込む必要があることがわかった。奄美豪雨災害時の14地点の雨量観測所のデータから、2種類の降雨パターンがあることがわかった。

総合治水における流域貯留の概念に添うものとして、河道内遊水池とも言うべき流水型小規模ダム群を用い、新たな越流型洪水制御方式を取り入れることで、環境と調和した新たな洪水制御が可能となった。

水深と流速の組み合わせに対し車が流されるか流されないかを判断できる一覧表を作成し、運転者が現場でリアルタイムに危険度を判断できる方策を提示した。

### (3) アジア太平洋地域における脆弱性及び適応効果指標に関する研究

メコンデルタとガンジス流域における事例研究を通じて災害と農業に対する脆弱性及び適応効果指標を開発し、地域特性に対応したコミュニティベースの適応策を提案した。また、これらを適切に展開していくための国際的枠組みにおける適応政策や適応資金配分のあり方についても提言した。併せて、適応策を成功させるためには、トランスディシプリナリーな高等教育プログラムが不可欠であることも強調した。

## 5. 本研究により得られた主な成果

### (1) 科学的意義

- 自治体レベルの適応策を科学的に貢献可能な詳細かつ国内最先端の温暖化影響評価モデル(河川水中の浮遊砂及びWash load成分、ダム湖の水質、水災害リスク、森林生態系、コメ:収量・品質、果樹:リンゴ・ニホンナシ・ウンシュウミカン・タンカン、熱ストレス死亡リスク、日本脳炎、ヒトスジシマカ分布域)の開発に成功したことは、世界でもトップクラスの成果である。また、最新の気候モデルを用いた総合影響評価を実施し、全国における複数分野の気候変動の影響と適応策の効果を検討できたことは、日本初の科学的知見である。
- 複数の分野において、全国規模で俯瞰的な影響評価および適応策の目標設定を具現化できる手法を開発できたことは画期的な成果である。
- 従来の気候シナリオでは、使用できるデータ期間やシナリオが限られていた。本研究で開発したダウンスケーラでは、影響評価研究者が自由度の高い気候予測情報を得ることが可能になるため、地域スケールの多様な影響予測・影響評価研究に大きく資すると期待される。
- マクロ的かつトップダウン的なアプローチの下で緩和政策と適応政策を総合的に比較する枠組みの評価手法の構築に成功した。
- 温暖化の影響を地域社会の多様なエンドポイントに至る構造として分析し、温暖化(気候外力)影響を顕在化させる社会経済的要因として感受性、適応能力の側面に着目し、その改善としての「追加的適応策」のあり方や、適応策の検討手順、検討のための指標体系の構築に成功した。
- 災害外力が増大するという遷移過程における防災技術のあり方を災害免疫力の概念に基づいて検討し、社会や自然環境と調和しながら防災力を上げていくためには、「順応的適応策」が不可欠であることを明らかにした。また、順応的適応策となり得る防災技術の特性を明らかにし、その条件を満たす防災技術を流域の山地部、河川部、都市域、沿岸域を対象として開発し、社会実装の検討を行った。
- メコンデルタとガンジス流域における事例研究を通じて開発された災害と農業に対する脆弱性及び適応効果指標は、特に脆弱な地域を同定し、適切な適応政策・適応資金配分の判断材料とすることができる。さらに、地域特性に対応したコミュニティベースの適応策の提案・実践に繋がる。

### (2) 環境政策への貢献

#### <行政が既に活用した成果>

- 中央環境審議会(地球環境部会・気候変動影響評価等小委員会)で作成された「日本における気候変動による影響に関する評価報告書(案)」の中で、研究成果が多数引用された。
- 「適応計画」策定に向けたわが国における気候変動影響評価情報を整備することを目的とした環境省の「平成26年度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」における気候変動による将来影響の予測計算に貢献した。
- 農林水産省及び国土交通省の第2回沿岸部(海岸)における気候変動の影響及び適応の方向性検討委員会において、本研究成果である砂浜消失率の将来予測結果を提示した。海岸侵食についても農林水産省及び国土交通省の第2回沿岸部(海岸)における気候変動の影響及び適応の方向性検討委員会において、本研究成果である砂浜消失率の将来予測結果を提示した。適応策の検討については、防災気象情報に対する住民や自治体の認識に関する調査結果は、内閣府「竜巻等突風対策局長級会議」、気象庁「竜巻等突風予測情報改善検討会」、気象庁「防災気象情報の改善に関する検討会」において報告し、同検討会の答申に貢献した。特別警報に関する調査結果の一部は、2014年「気象業務はいま(気象白書)」に掲載された。
- 長野県、長崎県、三重県、東京都などへ温暖化影響予測結果(マツ枯れ、ブナ林、シラビソ、アカガシなど)の提供を通

して、地方自治体の温暖化適応施策へ貢献した。

- ・ 白神山地世界遺産地域科学委員会(環境省・林野庁主催)へ委員としての参加し、温暖化の影響検出モニタリングに協力した。
- ・ 筑波山(国定公園)のブナ林は1980年代から衰退が指摘されてきたが、茨城県生活環境部環境政策課主催「筑波山ブナ林保護対策検討委員会(2008~2011年)」において委員として保全策の立案に協力した。その成果として、2012年3月に「筑波山ブナ林保全指針」が策定され、保全策実施の根拠となっている。
- ・ 本研究の成果を活かして、長野県及び埼玉県が地域適応方針を作成した。さらに、「地域適応フォーラム」や全国各地での関連講演等を通じて情報発信を行うことにより、「地域適応ガイドライン」に示した適応策の基本的考え方や検討手順が、全国各地の各県での適応策の検討に参考にされた。
- ・ 沖縄県の平成22年度地域協力型環境保全営農支援モデル事業(平成22年12月17日公募)の目的の中に、研究の成果に基づいたゲリラ豪雨対策の必要性が明記された。
- ・ 国土交通省の矢部川河川整備計画に本研究の順応的適応策の概念の一部が採用され記載された。
- ・ 大分県竹田市の橋梁部における流水災害対策に本研究の成果が反映され、実施された。
- ・ 大分県竹田市の玉来ダムの検証委員会では、最終的に流水型ダムを用いた治水策を支持するとの答申が出され、現在、建設が始まっている。玉来ダムでは、最新の研究成果を集積した最高の流水型ダムの築造を目指すことになっており、研究成果が最大限に発揮されることになっている。
- ・ ガンジス流域の農業に関して開発された適応効果評価指標を用いて、現地の状況に応じた適切な適応策の提案が可能となり、成果が当該地域の環境政策に反映された。

#### <行政が活用することが見込まれる成果>

- ・ 三重県、埼玉県、福岡県、石川県、兵庫県、京都市、長崎県、福島県などの地方自治体から、県別の総合影響評価の結果提供の依頼があり対応した。2015年の夏、我が国の適応計画が公表されることも受け、今後、研究成果が、各自治体の適応計画を強力に支援することが期待される。
- ・ ダウンスケーラの完成によって、スーパーコンピュータを保有していない自治体の政策担当者や研究者が主体となって必要な予測データを作成することが可能となったことで、土地利用政策や緑化政策、省エネ政策の結果を地域気候予測結果に反映でき、自治体や途上国が行う環境政策の結果が反映されることが期待される(例、インドネシア公共事業省、インドネシア気象気候地球物理庁、兵庫県農政環境部温暖化対策課、環境省地球環境局総務課研究調査室)。
- ・ 東アジア地域(韓国、中国・台湾、極東ロシア)の研究機関と連携して、温暖化影響の予測研究を推進した研究成果は、東アジアの各地域における温暖化適応策を組み込んだ自然環境保全策に貢献することが期待される。
- ・ EU、OECD、国内の地方自治体においても簡易に将来の熱ストレス死亡リスクを推計できるシステムがS-8によって構築されたことから、今後、適応計画策定に広く利用されることが期待される。介入研究に関しては、それ自体が地方自治体の環境政策の一つと考えられる。
- ・ 五島市、三郷市での調査実施後、研究成果の報告に伺い、市の保健担当職員の方々との意見交換を行った。これにより、両市の今後の対策に役立てていただくことが期待される。
- ・ 河川の上流山地部に小規模流水型ダム群を設置し、かつカスケード方式で運用することは、将来の水・土砂災害の様相が変化しても全て対応でき、流域貯留という総合治水の概念にも合致するため、将来の治水対策として国や自治体での活用が大いに見込まれる。
- ・ 「気候変動のためのレジリエンス構築」と「サステナビリティのためのリーダーシップ」を通じてトランスディシプリナリー型高等教育プログラムを開発したことにより、政策決定者を含む多様なステークホルダーが参加し、より局地化した適応策を実践できると期待される。

## 6. 研究成果の主な発表状況

### (1) 主な誌上発表

#### <査読付き論文>

- 1) 脇岡靖明、岡和孝、高野真之、吉川実、市橋新: 土木学会論文集G(環境), 67(6), II\_183-II\_192(2011). 「温暖化適応策推進に資する既存施策の検討ー東京都を例としてー」
- 2) 日下博幸、飯島奈津美、井原智彦、原政之、高根雄也、飯塚悟: 日本建築学会環境系論文集, 78(693), 873-881 (2013). 「2070年代8月を対象とした東京・名古屋・大阪における熱中症および睡眠困難の将来予測」
- 3) G. MOURI, V. GOLOSOV, S. CHALOV, S. TAKIZAWA, K. OGUMA, K. YOSHIMURA, M. SHIIBA, T. HORI and T. OKI: *Global and Planetary Change*, 102C, 1-9 (2013) DOI: 10.1016/j.gloplacha.2013.01.002 "Assessment of potential suspended sediment yield in Japan in the 21st century with reference to the general circulation model climate change scenarios"
- 4) 手塚翔也、小野桂介、風間聡: 土木学会論文集B1(水工学), 69(4), I\_1603-I\_1608(2013). 「極値降雨と極値流出の関係に基づいた洪水被害分布推定」
- 5) I. TSUYAMA, K. NAKAO, M. HIGA, T. MATSUI, K. SHICHI and N. TANAKA: *Journal of Forest Research*, 19, 154-165 (2014) "What controls the distribution of the Japanese endemic hemlock, *Tsuga diversifolia*? Footprint of climate in the glacial period on current habitat occupancy"
- 6) Y. ISHIGOOKA, T. KUWAGATA, M. NISHIMORI, T. Hasegawa and H. OHNO: *Journal of Agricultural Meteorology*, 67(4), 209-224 (2011) "Spatial characterization of recent hot summers in Japan with agro-climatic indices related to rice production"
- 7) A. GASPARRINI, M. HASHIZUME, E. LAVIGNE, A. ZANOBETTI, J. SCHWARTZ, A. TOBIAS, S. TONG, J. ROCKLÓV, B. FORSBERG, M. LEONE, M. DE SARIO, M. BELL, Y. GUO, C. WU, H. KAN, S. YI, M. COELHO, PH. SALDIVA, Y. HONDA, H. KIM and B. ARMSTRONG: *The Lancet* (2015) "Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: A multi-country study"
- 8) I. KURANE, K. SHIBASAKI, A. KOTAKI, Y. HIJIOKA and T. TAKASAKI: *Internal Journal of Environmental Research and Public*, 10(5), 1831-1844 (2013) "The effect of precipitation on the transmission of Japanese encephalitis (JE) virus in nature: A complex effect on antibody-positive rate to JE virus in sentinel pigs."
- 9) 佐尾博志、森杉雅史、大野栄治、坂本直樹、中嶋一憲、森杉壽芳: 土木学会論文集G(環境), 69(5), I\_249-I\_257, (2013). 「気候変動による砂浜侵食の地域別被害計測並びに適応政策の検討」
- 10) 白井信雄、田中充、田村誠、安原一哉、原澤英夫、小松利光: *環境科学会誌*, 27(5), 313-323 (2014). 「気候変動適応の理論的枠組みの設定と具体化の試行ー気候変動適応策の戦略としてー」
- 11) 橋本彰博、田井明、小松利光、池畑義人: *河川技術論文集*, 19, 105-110, (2013). 「平成24年7月九州北部豪雨災害に洪水時の河川横断構造物と流木の危険性ー玉来川下流域を対象としてー」
- 12) K. YASHUHARA, M. TAMURA, F.H. LING, S.V.R.K. PRABHAKAR and S. HERATH: *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research)*, 67 (6), II\_203-212, 2011. "Overcoming barriers to climate adaptation: Role and comparison of international networks"

#### <査読付論文に準ずる成果発表>

- 1) 脇岡靖明、櫛田和秀、岡和孝: *環境科学会誌*, 27(5), 289-301(2014). 「適応政策支援のためのWebGISを用いた温暖化影響評価配信方法に関する検討」
- 2) 池田亮作、日下博幸: *電力土木*, 374(11), 101-105(2014). 「気象の力学モデル」
- 3) 倉根一郎: *公衆衛生*, 75(7), 538-541(2011). 「地球温暖化が感染症に及ぼす影響: 変化する感染症の早期探知」

### にむけてのモニタリング

- 4) E. OHNO, R. MORI, M. MORISUGI and H. SAO: Proceedings of the 53rd European Congress of the Regional Science Association International, Ordinary Session, 53 (USB Memory), 1-12 (2013) "Measurement of Use and Non-use Values of Shirakami Mountain Range by using CVM consistent with TCM"
- 5) 田中充、山本多恵、白井信雄、木村浩巳: 第39回環境システム研究論文発表会講演集, 309-314(2011). 「地方自治体における温暖化適応策の動向と課題」

## (2) 主な口頭発表(学会等)

- 1) 申龍熙、高橋潔、花崎直太、肱岡靖明: 地球環境シンポジウム第20回(2012). 「日本域付近の気候予測 —CMIP3 気候シナリオとCMIP5気候シナリオの比較—」
- 2) M. HARA, S. A. ADACHI, H. KUSAKA and F. KIMURA: American Geophysical Union 2014 Fall Meeting, San Francisco, United States, 2014. "Future change of wintertime urban heat island intensity over Japan"
- 3) 渡辺直子、矢部博康、小池亮、森本達男、荒巻俊也、滝沢 智: 第19回地球環境シンポジウム講演(2011). 「業務指標を用いた気候変動に対する小規模水道事業者の脆弱性評価」
- 4) S. KAZAMA and A. SATO: International Climate Change Adaptation Conference, Tucson, 2012. "Detection of high priority areas for flood adaptation on climate change, 2nd International Climate Change"
- 5) N. TANAKA, K. NAKAO, I. TSUYAMA, M. HIGA, E. NAKAZONO, M. YASUDA and T. MATSUI: International Symposium of the 10th Anniversary of Korea National Herbarium, Role of the Arboretum and Botanical Garden against Climate Change of the East Asia, 05-08 Nov. 2013, Korean National Arboretum, p. 29 (2013) "Prediction and detection of climate change impact on plant species distributions in Japan"
- 6) 石郷岡康史、福井眞、桑形恒男、西森基貴、長谷川利拡: 日本農業気象学会2014年全国大会(2014). 「気候変動がわが国のコメ生産に与える影響と作期移動による適応」
- 7) Y. HONDA, M. HASHIZUME, H. KIM, H. KAN, Y. GUO, K. UEDA and M. BELL: Twenty-sixth Conference of the International Society for Environmental Epidemiology, Seattle, USA, 2014. "Relation of external causes with temperature and climate."
- 8) 小林睦生、二瓶直子、西井和弘、佐藤卓、小川浩平、澤辺京子: 第67回日本衛生動物学会大会(2015). 「東北地方におけるヒトスジシマカの分布と20年間の年平均気温11℃以上の確率」
- 9) 陳玲、大野栄治、森杉雅史、佐尾博志: 第39回環境システム研究論文発表会(2011). 「CVMによる実践VSLと理論VSLの計測」
- 10) 瀬戸芳一、横山仁、安藤晴夫、廣井慧、青木正敏、楠研一、中山雅哉、高橋日出男: 日本気象学会2012年度春季大会(2012). 「2011年8月26日に東京都区部で発生した短時間強雨事例の解析—降水量分布と地上風系との関係—」
- 11) A. HASHIMOTO, A. TAI and T. KOMATSU: 19th IAHR-APD Congress, 2014 "Flood Risk due to Driftwoods Accumulation and Blockage at River Bridges"
- 12) K. YASUHARA: International Joint Workshop on Sustainability in the Mekong Delta, Ho Chi Minh City, 7 November, 2014. "Coastal erosion and its adaptation in Vietnam"

## 7. 研究者略歴

課題代表者: 三村 信男

東京大学大学院工学系研究科修了、工学博士、現在、国立大学法人茨城大学学長

## 研究分担者

## 1 (1) 脇岡 靖明

東京大学大学院工学系研究科博士課程修了、博士(工学)、現在、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室長

## 1 (2) 日下 博幸

筑波大学大学院環境科学専攻修了、博士(理学)、現在、筑波大学計算科学研究センター准教授

## 1 (3) 滝沢 智

東京大学大学院博士課程修了、博士(工学)、現在、東京大学大学院工学系研究科教授

## 1 (4) 風間 聡

東北大学工学部卒業、博士(工学)、現在、東北大学大学院工学研究科教授

## 1 (5) 田中 信行

東京大学農学研究科修士課程修了、博士(農学)、現在、森林総合研究所北海道支所地域研究監

## 1 (6) 石郷岡 康史

北海道大学農学部卒業、博士(農学)、現在、(独)農業環境技術研究所・主任研究員

## 1 (7) 本田 靖

東京大学医学部卒業、博士(医学)、現在、筑波大学体育系教授

## 1 (8) 倉根 一郎

東北大学医学部卒業、医学博士、現在、国立感染症研究所副所長

## 1 (9) 大野 栄治

岐阜大学大学院工学研究科修士課程修了、博士(工学)、現在、名城大学都市情報学部教授

## 2 (1) 田中 充

東京大学理学部卒業、修士(理学)、現在、法政大学社会学部教授、学部長

## 2 (2) 小松 利光

九州大学工学部卒業、博士(工学)、現在、九州大学大学院工学研究院特命教授

## 3 安原 一哉

九州大学工学部卒業、工学博士、茨城大学名誉教授等、現在、茨城大学地球変動適応科学研究機関 産学官連携研究員

## **Comprehensive Study on Impact Assessment and Adaptation for Climate Change**

Principal Investigator: Nobuo MIMURA

Institution : Ibaraki University

2-1-1, Bunkyo, Mito, Ibaraki 310-8600, JAPAN

Tel: +81-29-228-8002 / Fax: +81-29-228-8586

E-mail: mimura@mx.ibaraki.ac.jp

Cooperated by: National Institute for Environmental Studies, University of Tsukuba, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Hokkaido University, the University of Tokyo, National Institute of Public Health, Tohoku University, Toyo University, Fukushima University, National Institute for Land and Infrastructure Management, Shizuoka University, Forestry and Forest Products Research Institute, National Institute for Agro-Environmental Sciences, National Institute of Fruit Tree Science, Center for Environmental Science in Saitama, National Institute of Infectious Diseases, Meijo University, Tohoku Bunka Gakuen University, University of Hyogo, Japan Research Institute, Hosei University, The Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection, Nagano Environmental Conservation Research Institution, Kyushu University, Institute for Global Environment Strategy, United Nations University

### [Abstract]

**Key Words:** Climate change, Comprehensive impact assessment, Integrated assessment model, Adaptation, Dynamical downscaling

The objective of the S-8 Project is to promote research in response to the new tasks described above concerning measures to cope with climate change. Firstly, this will involve the development of an advanced impact/adaptation assessment model (bottom-up model) to obtain a more detailed understanding of the physical and economic impacts by field as well as estimations of the effects of implementing adaptation measures, targeted at Japan. Concurrently, a nationwide top-down impact projection model will be developed, and used together with the bottom-up model to further refine nationwide impact assessments. Through these efforts, projections will be made regarding the extent to which future impact risks will be reduced by the implementation of adaptation measures. Secondly, monitoring methods at the prefectural and municipal levels will be developed in order to grasp climate change impacts at the prefectural level. Furthermore, by developing an impact projection method that can readily be used at the regional level, and a method for visualizing the results of projections, support for the formulation of adaptation measures in individual regions will become possible. Thirdly, based on the results of the research in Japan, in order to analyze the order of priority and cost-effectiveness of implementing adaptation measures elsewhere in the Asia-Pacific region, indexes for the assessment of vulnerability, impacts, and adaptation effects that are applicable to developing countries will be

developed and standardized. This will contribute to the planning and implementation of adaptation measures in those countries, where severer impacts are expected.

The S-8 Project has served as a foundation for the formulation of adaptation measures in Japan and assessment of the feasibility of realizing a safe and secure climate change-adaptive society. Moreover, the development of a simplified method for making quantitative impact assessments has facilitated the presentation of comprehensive policy development plans for social implementation of more concrete adaptation measures at the local government level. The assessment of vulnerability, impacts, and adaptive capacity in the developing countries has also contributed to international society.