

課題名 S-8-3 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

課題代表者名 安原 一哉(茨城大学名誉教授/地球変動適応科学研究機関 産学官連携研究員)

研究実施期間 平成22～26年度

累計予算額 167,229千円(うち26年度31,441千円)  
予算額は、間接経費を含む。

本研究のキーワード 脆弱性指標、適応効果指標、適応ネットワーク、適応政策、適応資金、メコンデルタ、ガンジス流域、適応オプション

#### 研究体制

- (1)脆弱性・影響・適応策評価の開発・実施のための国際ネットワーク形成に関する研究(国立大学法人茨城大学)
- (2)影響予測・適応政策の国際比較(国立研究開発法人国立環境研究所)
- (3)脆弱性・影響・適応効果指標の開発とメコンデルタでのケーススタディ(国立大学法人茨城大学)
- (4)適応効果指標及びウインウイン適応オプションの同定のための政策決定枠組みの構築(公益財団法人地球環境戦略研究機関)
- (5)気候・生態系変動適応研究大学ネットワーク(国際連合大学)

#### 研究協力機関

国立研究開発法人国立環境研究所、公益財団法人地球環境戦略研究機関、国立大学法人茨城大学、国際連合大学

#### 研究概要

##### 1. はじめに(研究背景等)

- ① アジア太平洋地域における気候変動の影響とみられる事象は増加しており、その影響は、年々大きくなっている傾向にある。
- ② この様な状況にもかかわらず、この地域における適応策の実施に向けた総合的な影響評価やそのための情報が不足している。
- ③ 加えて、アジア太平洋地域における適応能力の形成が不十分である。

##### 2. 研究開発目的

- ① 社会的要因と自然的要因とを考慮した、災害と農業における脆弱性評価指標と適応策評価指標とそれらを具体的に提案するための手法を提案する。
- ② 提案した災害と農業における脆弱性評価指標と適応策評価指標を具体的に検証するために、メコンデルタとガンジス流域におけるケーススタディを実施する。
- ③ 適応政策の国際比較を行って、科学的知見を踏まえ、公平かつ効率的な政策の実践のために必要な課題を抽出する。
- ④ 上記の成果を含めたアジア太平洋地域における適応策に関する研究事例および適応政策・技術に関するデータベースを作成し、国際的に発信する。
- ⑤ アジア太平洋地域における適応ネットワークと適応教育ネットワークの形成に寄与する。

##### 3. 研究開発の方法

(1)ST(1)脆弱性・影響・適応策評価の開発・実施のための国際ネットワーク形成に関する研究

①構築された脆弱性指標と適応効果指標を用いたフィージビリティスタディと気候変動の認知と適応策の現状に関する解析を実施する。②メコンデルタ及びガンジス流域における現地調査を実施し、気候変動適応策の提案に反映する。③メコンデルタを中心に適応策に関するデータベースを構築し、適応ネットワーク形成に資する。④「メコンデルタとガンジス流域における自然災害・農業適応策の国際ワークショップ」を実施する。⑤S-8-2地域班らと連携して確立された適応の哲学や理念の実践方法を検討する。

(2)ST(2)影響予測・適応政策の国際比較

①気候変動に関する国際交渉会議に出席し、適応に関する動向を把握し、2015年合意に組み込まれる適応支援策の姿を示す。②国別適応計画への資金支援につき検討すべき課題を抽出したうえで、特に、途上国による資金へのアクセスの手続き及び要件の改善すべき点を抽出する。③アジア太平洋地域の非附属書Ⅰ国のうち、適応策を法令に位置づけている国の適応策の内容を把握し、比較分析を行う。

(3)ST(3)脆弱性・影響・適応効果指標の開発とメコンデルタでのケーススタディ

①地盤沈下と海面上昇とが沿岸域浸水に及ぼす複合影響評価を実施する。②気候変動に関する脆弱性評価手法を開発し脆弱な地域の特定を試みる。③海面上昇・高潮等の適応策効果評価を実施する。④地域特性に応じた適応技術を提案し、数値解析によってその妥当性を検証する。

(4)ST(4)適応効果指標及びウインウイン適応オプションの同定のための政策決定枠組みの構築

①優先順位付けされた指標を正規化し、それらを組み合わせることによって地域適応指標(Local Adaptation Index: LaIn)を開発する。②階層分析法(Analytic Hierarchy Process: AHP)等の多基準分析法を用いて定性的な適応策の優先順位付けを行う。③適応の政策主流化に関するレベル評価を実施しステークホルダーの意見を反映した適応効果に関するガイドラインを作成する。

(5)ST(5)気候・生態系変動適応研究大学ネットワーク

独自に構築している大学ネットワークを通じた適応科学研究の推進と成果の普及を實踐する。併せて、適応策ネットワークに関するウェブポータル運営、データベースの拡充も行う。

#### 4. 結果及び考察

(1)ST(1)脆弱性・影響・適応策評価の開発・実施のための国際ネットワーク形成に関する研究

①アジア太平洋地域における災害と農業に関する脆弱性及び適応効果指標を構築するために、ST(3)、ST(4)と連携し、メコンデルタ及びガンジス流域における事例研究を実施し、成果を発信するための「脆弱性及び適応効果指標に関する国際ワークショップ」を国内外で複数回開催した。これらを総合して、メコンデルタにおける適応策研究をトランスバウンダリかつトランスディシプリナリな課題として位置付けられることを確認した。②メコンデルタを含めたベトナムにおける気候変動適応策に関するデータベースを構築した。集積した情報は英文によって公表されたものが中心であるが、データベースの基礎が構築されたと考えられる。③S-8-2 地域班と連携して「適応戦略」を検討し、論文発表、書籍『気候変動に適應する社会』、『気候変動適応策のデザイン』等への寄稿を行った。

(2)ST(2)影響予測・適応政策の国際比較

①途上国によるGEFの資金へのアクセスの障壁となる事項となり得る問題につき、これをさらに明らかにする必要があることを示した。②適応策を法令化あるいは法定計画としているアジア太平洋地域の非附属書Ⅰ国、バングラデシュ、中国、インド、ネパール、パキスタン、フィリピン、韓国、ベトナムの8カ国の内容を分析し、特徴を抽出した。バングラデシュ、フィリピン、韓国、ベトナムは、災害リスク管理の中に適応策を位置付けている。セクター網羅的に適応策を策定している国は少なく、たとえば、ベトナムの適応計画は、農業分野と災害リスク管理に特化しているなどの特徴が見られた。

(3)ST(3)脆弱性・影響・適応効果指標の開発とメコンデルタでのケーススタディ

①メコンデルタの都市域において地盤沈下が進行する地域において浸水域と浸水リスクの面積をそれぞれ数値化し、地盤沈下が浸水域拡大に及ぼす影響の把握を行った結果、いずれの地域も21世紀末において海面上昇による影響が地盤沈下のそれよりも大きいことが指摘された。②ベトナムのメコンデルタにおける災害脆弱地域を特定した。さらに、2012年に3省(アンザン省、カマウ省、ソクチャン省)、2014年にソクチャン省で住民アンケート調査(訪問調査法)を実施し、総じて自然災害のなかで大規模洪水、嵐、侵食の順に頻度が増えていると認知されていること、現状では家屋の修復や補強、高床化が共通した適応策であること、などを明らかにした。③海面上昇・高潮の適応策効果評価においては、適応策の検討にあたって、21世紀末までの人口変化など、各種シナリオでの当該地域の状況を考慮することが重要であることを指摘した。④メコンデルタで入手しやすいと考えられる天然材料のヤシ繊維とセメントを混合し、侵食抵抗の大きい堤防のためのハイブリッドな強化技術を開発した。さらに、数値解析を行い、提案の妥当性を検証した。

(4)ST(4)適応効果指標及びウインウイン適応オプションの同定のための政策決定枠組みの構築

提案した指標 LaInを用いて定量的アプローチと階層分析法(AHP)を使用した定性的アプローチを行い、バングラデシュ、インド、ネパールにおいて農業脆弱性を改善するための具体的な適応策を提案した。

(5)ST(5)気候・生態系変動適応研究大学ネットワーク

①気候変動適応策を含む地球規模から局地的な問題に対してトランスディシプリナリアプローチを用いた研究プログラムの開発、また水産分野の大学院コースの開発、実施を決定した。②UN-CECARを通じて、S-8の成果も含めた「気候変動のためのレジリエンス構築」および「サステナビリティのためのリーダーシップ」講座も開講し、アジア・太平洋地域における高等教育分野での適応策の推進を實踐した。

## 5. 本研究により得られた主な成果

### (1) 科学的意義

- 1) ST(1)脆弱性・影響・適応策評価の開発・実施のための国際ネットワーク形成に関する研究
  - ①メコンデルタの脆弱性評価によって災害に脆弱な地域を特定できた。これに基づき、適応策の優先順位付け、適切な適応策を提案できた。また、ガンジス流域における農業適応策の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った。②メコンデルタ住民へのアンケート調査結果から、気候変動予測に関する科学的知見に対するニーズが強いことなどが明らかとなった。したがって、S-8-3 が当該地域の災害や農業適応策の策定に貢献する意義は大きいと判断される。③メコンデルタを含めたベトナムにおける気候変動適応策に関するデータベースは State-of-the-Art 作成に寄与できる。
- 2) ST(2)影響予測・適応政策の国際比較
 

2020 年以降の国際枠組みにおける途上国への適応策支援に対する注目がますます高まる中、これまでの実績を踏まえて、適応計画に関する資金支援に関して、制度設計上で留意すべき課題を抽出したこと、また、気候変動枠組条約 COP20 において、国連環境計画・気候変動に対する脆弱性、影響、適応に関する研究プログラム(PROVIA)に参画する研究者と共に、日本パビリオンでのサイドイベントを主催し、適応計画に関する各国の動向や、社会科学コミュニティが適応計画の策定にどのように貢献してきたかを紹介し、今後の貢献のあり方について議論したことは、社会科学的観点から意義深い。
- 3) ST(3)脆弱性・影響・適応効果指標の開発とメコンデルタでのケーススタディ
  - ①メコンデルタにおける海面上昇と地盤沈下が複合的に発生した場合の浸水域予測からメコンデルタにおける中心都市であるカントーで浸水域増加が予想されることを明らかにした。②メコンデルタにおいて物理影響と社会経済影響を加味して脆弱な地域を特定し、現地調査でこれらを裏付けた。③海面上昇・高潮に関する適応効果評価モデルを開発し、所得や人口密度に基づく防護(堤防設置)シナリオを考慮し、将来にわたる浸水影響の数値実験を行った。その結果、適応策を講じる時期を 5 年早める(早期適応)ことによって影響人口を減少させる可能性を示した。④多重防護の理念に基づき、堤体材料へのヤシ繊維の混合など現地で適用可能な堤防強化策を提案した。さらに、2 種類の数値モデルに基づいた数値解析によって、提案の妥当性を検証した。
- 4) ST(4)適応効果指標及びウインウイン適応オプションの同定のための政策決定枠組みの構築
  - ①ガンジス流域の適応効果を評価するものとしては初の試みとなる地域適応指標(LaIn)を開発した。意思決定における多基準意思決定手法の導入は増加傾向にあるが、本研究は、ガンジス流域の適応意思決定の分野で AHP を採用した初めての事例を提供した。②AHP 法の導入は、適応意思決定に複数の評価基準を考慮する手助けとなり、意思決定に必要な頑健性を提供し、不確実性の問題に対処する上で効果的である。③研究結果の一部は、IPCC の AR5(2014)に引用された。
- 5) ST(5)気候・生態系変動適応研究大学ネットワーク
 

S-8 全体の研究成果を含めて UN-CEGAR 国際ワークショップの議論から決定したトランスディシプリナリイ型教育の開発により、さらなる適応教育の発展が期待できる。

### (2) 環境政策への貢献

- 1) 国際ワークショップなどを通じてベトナムでの地方行政機関の担当者、現地での住民等の現地で求められる情報やニーズの把握を行うことができた。また、アジア・太平洋地域での開発と適応の課題と対応について、『気候変動に適応する社会』、『気候変動適応策のデザイン』等で整理し、社会に発信した。
- 2) 構築したメコンデルタを含めたベトナムにおける気候変動適応策に関する情報のデータベースは、State-of-the-Art 報告作成などによって、今後、この地域での適応政策の立案や適応策の実践に役立つ。
- 3) 新たに提案されたガンジス流域における農業適応策の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った。得られた成果は当該地域の環境政策に反映させることができる。
- 4) 気候変動枠組条約 COP20 において、適応計画に関する各国の動向や、社会科学コミュニティが適応計画の策定にどう貢献してきたかを紹介し、今後の貢献のあり方について議論した。同イベントの中で、本 S-8 プロジェクトの成果が日本の国レベル及びサブナショナルレベルで適応計画策定に貢献しており、今後さらにアジア太平洋地域諸国でも適応計画の策定支援に貢献できることをアピールした。
- 5) 「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」を通じて提案されたトランスディシプリナリイ型教育の開発により、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プロジェクトが行われることが見込まれる。

### <行政が既に活用した成果>

- 1) ST(1)脆弱性・影響・適応策評価の開発・実施のための国際ネットワーク形成に関する研究

特に記載すべき事項はない。

2) ST(2)影響予測・適応政策の国際比較

特に記載すべき事項はない。

3) ST(3)脆弱性・影響・適応効果指標の開発とメコンデルタでのケーススタディ

特に記載すべき事項はない。

4) ST(4)適応効果指標及びウインウイン適応オプションの同定のための政策決定枠組みの構築

本研究で開発された方法論は、UNFCCC の適応基金理事会 (AFB) の資金提供を受け、インドの全国農業・農村開発銀行 (NABARD) のプロジェクトにおいて、脆弱性・能力評価指標 (Vulnerability and Capacity Assessment Index: VCAI) の開発のために使用されている。

5) ST(5)気候・生態系変動適応研究大学ネットワーク

特に記載すべき事項はない。

**<行政が活用することが見込まれる成果>**

1) ST(1)脆弱性・影響・適応策評価の開発・実施のための国際ネットワーク形成に関する研究

2014年度にベトナム政府機関 MARD (ハノイ)において、S-8-3の研究結果を報告し、メコンデルタにおける今後の農業や災害に対する適応政策の実践に反映していくことを確認した。

2) ST(2)影響予測・適応政策の国際比較

特に記載すべき事項はない。

3) ST(3)脆弱性・影響・適応効果指標の開発とメコンデルタでのケーススタディ

メコンデルタにおける海面上昇・高潮、地盤沈下などの物理的影響と社会経済的影響を考慮した脆弱性評価、適応効果評価により、浸水・洪水対策などの適応計画立案に貢献できる成果を示した。

4) ST(4)適応効果指標及びウインウイン適応オプションの同定のための政策決定枠組みの構築

本研究により開発した適応効果ガイドラインを通じ、研究成果を運用可能にすることで、気候変動適応分野に携わる利害関係者の実務を支援することに役立つ。さらに、気候変動適応の政策主流化の評価に基づく研究結果は、国際、地域、国レベルでの計画策定や政策機関に対し、適切な方策の提案に寄与できる。

5) ST(5)気候・生態系変動適応研究大学ネットワーク

UN-CEGAR が開発した大学院プログラムには毎回多くの政府関係者が参加している。2013年に実施した「気候変動に対するレジリエンス構築」プログラムでは、ほぼ半数がアジア各国の政府機関が参加するなど、各国行政に直接フィードバックされることが期待できる。グローバルな知識を局地化させるという課題の中で、トランスディシプリナリ教育のモデルの設計、体系化がなされた。これらは、日本国内、また海外での汎用性も見込まれるため、大学研究機関だけではなく、行政も一丸となって適応策を局地化、応用することが見込まれる。

**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) K. YASUHARA, 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”

2) 安原一哉: ジオシンセティック技術情報, 30(2), 2-14, (2014.7).

「気候変動に対して脆弱なベトナム沿岸域強靱化のためのジオシンセティックの適用性」

3) 横木裕宗、根本麻衣、桑原祐史、佐藤大作、岡島秀樹、河宮未知生: 土木学会論文集, 68 (2), I\_1256-1260, (2012)

「最新気候シナリオデータを用いた海面上昇量と海面上昇リスクの全球分布」

4) 森田香菜子: 環境情報科学論文集, 25, 359-364, (2011)

「ベトナムにおける気候変動への適応策支援メカニズムの研究」

5) 久保田泉: 季刊環境研究, 171, 96-102, (2013)

「気候変動影響への適応支援のための資金供与制度の現状と課題」

6) 佐藤恭兵、小峯秀雄、村上哲、安原一哉、菅野将人: ジオシンセティック論文集, 27, 101-108, (2012)

「ベトナム北部紅河流域を想定した種々の土質材料の浸透破壊抵抗性および自然由来の繊維材の混合による補強効果の実験的評価」

7) D.T. TOAN, H. KOMINE, S. MURAKAMI and D.M. DUC: Vietnam, Computers and Geotechnics,

61, 178-189, (2014)

“Riverbank stability assessment under flooding conditions in the Red River of Hanoi”

- 8) 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: 気候変動適応策の戦略として」
- 9) F.H. LING, M. TAMURA, K. YASUHARA, K. AJIMA and V.C. TRINH: Climatic Change, (in press) (2015)  
“Reducing flood risks in rural households: Survey of perception and adaptation in the Mekong Delta”
- 10) S.V.R.K. PRABHAKAR, T. KOBASHI and A. SRINIVASAN: Asian Journal of Environment and Disaster Management, 2 (4), 435-441, (2010)  
“Monitoring the progress of adaptation to climate change: Use of adaptation metrics”

## (2) 主な口頭発表(学会等)

紙幅の都合により省略。

## 7. 研究者略歴

所属等は平成27年3月31日現在の情報とする。

課題代表者: 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

研究分担者

- 1) 横木裕宗  
東京大学大学院工学系研究科修了、博士(工学)、現在、茨城大学工学部都市システム工学科教授
- 2) 久保田泉  
学習院大学大学院法学研究科修了、博士(法学)、ジョージタウン大学ローセンター客員研究員等、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経済・政策研究室主任研究員
- 3) 村上哲  
九州大学大学院工学研究科水工土木工学専攻修了、博士(工学)、現在、茨城大学工学部都市システム工学科准教授
- 4) 信岡尚道  
九州大学大学院工学研究科修士課程修了、博士(工学)、現在、茨城大学工学部都市システム工学科准教授
- 5) 田村誠  
東京大学大学院総合文化研究科修了、博士(学術)、現在、茨城大学地球変動適応科学研究機関准教授
- 6) プラバカル・シヴァプラム  
インド農業研究所 博士(農業科学)、現在、地球環境戦略研究機関自然資源・生態系サービス領域 適応タスク(上級政策研究員)
- 7) 遠藤功  
上智大学経済学部卒業、イェール大学大学院修了(環境管理修士)、現在、地球環境戦略研究機関自然資源・生態系サービス領域 適応タスク タスクマネージャー・主任研究員
- 8) スリカンタ・ヘーラト  
ペラデニア大学(スリランカ)工学部卒業、現在、国際連合大学サステナビリティ高等研究所学術部長、学術審議官(シニア・アカデミック・プログラム・オフィサー)
- 9) 齋藤修  
東京農工大学大学院農学研究科博士(農学)学位取得、現在、国際連合大学サステナビリティ高等研究所学術研究官
- 10) 毛利英之  
モナッシュ大学(オーストラリア)大学院修士(国際開発と環境分析)、現在、国際連合大学サステナビリティ高等研究所 プログラムアソシエイト

### S-8-3 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

#### (1) 脆弱性・影響・適応策評価の開発・実施のための国際ネットワーク形成に関する研究

国立大学法人茨城大学	地球変動適応科学研究機関	安原一哉
国立大学法人茨城大学	工学部 都市システム工学科	横木裕宗
国立大学法人茨城大学	人文学部	三輪徳子
国立大学法人茨城大学長		三村信男
国立大学法人茨城大学	地球変動適応科学研究機関	Frank Hiroshi Ling(平成25年度まで)
国立大学法人茨城大学	地球変動適応科学研究機関	田林 雄(平成24年度まで)

平成22～26年度累計予算額：54,484千円

(うち、平成26年度予算額：10,561千円)

予算額は、間接経費を含む。

#### [要旨]

アジア太平洋地域における災害と農業に関する脆弱性及び適応効果指標を構築するために、メコンデルタ及びガンジス流域における事例研究を実施した。これらの事例研究によって得られた成果を発信するための「脆弱性及び適応効果指標に関する国際ワークショップ」を当該地域において複数回開催した。その結果、2つの事例研究を軸とする適応研究ネットワークの形成とともに、既存の適応研究ネットワークとの連携が強化された。また、メコンデルタのプロジェクトに関わっている国内の三つの研究グループ（国立環境研究所、石川県立大学、山形大学）の情報交換を行い、工学・農学・生態学・経済学によるトランスディシプリナリィな取り組みの可能性と国内における適応ネットワーク形成の可能性が明らかにされた。

2014年にはメコンデルタ流域全体にわたる気候変動適応策を議論する”Mekong Climate Change Forum”において、メコン河下流域の課題は上流域との連携が必須であることを強調して賛同が得られた。また、最終年度には、メコンデルタとガンジス流域における適応策の実践のための課題について、研究者、行政担当者およびNGOのそれぞれの立場からの意見を提示して議論を行って、適応ネットワーク形成手法の新たな手法を提示した。

さらに、メコンデルタを含めたベトナムにおける気候変動適応策に関するデータベースを構築した。集積した情報は英文論文・報文が中心であるが、データベースの基礎が構築されたと判断される。これらの研究成果は、IPCC 第5次報告書(AR5)等に反映されるように本業務の研究成果全体を発信し、3件が引用された。また、アジア・太平洋地域における、独自の気候変動・生物多様性教育ネットワーク(UN-CECAR)にも成果が反映された。

以上の活動によって構築した各種指標、ネットワーク形成手法及び適応科学・技術データベースは、環境省やAPAN等の関連機関への情報提供や連携につながる成果であると確信する。

#### [キーワード]

メコンデルタ、ガンジス、適応資金、国際ネットワーク、適応データベース

#### 1. はじめに

(1) アジア太平洋における気候変動の影響とみられる事象は増加しており、その影響は、年々大

きくなっている傾向にある。

- (2) この様な状況にもかかわらず、この地域における適応策の実施に向けた総合的な影響評価やそのための情報が不足している。
- (3) 加えて、アジア太平洋地域における適応能力や適応ネットワークの形成が不十分である。

## 2. 研究開発目的

- (1) ST(3)、ST(4)と連携し、災害と農業における脆弱性評価指標と適応策評価指標を提案し、それらを検証するために、メコンデルタとガンジス流域におけるケーススタディを実施する。
- (2) ST(3)、ST(4)と連携し、社会的要因と自然的要因とを考慮した、災害と農業における脆弱性評価指標と適応策評価指標とそれらを具体的に提案するための手法を提案する。
- (3) 上記の成果を含めたアジア太平洋地域における適応策に関する研究事例および適応政策・技術に関するデータベースを作成し、国際的に発信する。
- (4) 得られた成果を事例研究に関わるステークホルダーを含めた国際ワークショップ等を開催し、成果を発信し、ネットワーク形成の強化に貢献する。

## 3. 研究開発方法

- (1) 構築された脆弱性指標と適応効果指標を用いた事例研究と気候変動の認知と適応策の現状に関する解析を実施し、国際ワークショップ等での現地関係者との知見集約を図る。
- (2) メコン流域及びガンジス流域における現地調査を実施し、望ましい適応策を提案する。
- (3) メコンデルタを中心に適応策のデータベースを構築し、適応ネットワーク形成に貢献する。
- (4) S-8-2 地域班らと連携して確立された適応の哲学や理念の実践方法を検討する。
- (5) 以上の成果を、IPCC 第5次報告書等に反映されるように S-8-3 の研究成果全体を発信する。  
なお、(4) は当初の研究目的には無かったが、中間審査等の指摘を踏まえて、S-8 で横断的に組織されたチームによる取り組みである。

## 4. 結果及び考察

- (1) アジア太平洋地域における災害と農業に関する脆弱性及び適応効果指標を構築するために、メコンデルタ及びガンジス流域における事例研究を実施し、成果を発信するための「脆弱性及び適応効果指標に関する国際ワークショップ」を国内外で複数回開催した。2011年1月、2011年12月に茨城大学で国際ワークショップを開催した。一方、ベトナムではカウンターパートのベトナム水資源大学ホーチミン校の Trinh Cong Van 准教授らと連携して、2013年8月、2014年11月に国際ワークショップを開催した。オランダ、ドイツ、オーストラリア等から、日本からは JICA や企業の参加もあり、メコンデルタ適応策のネットワークが広がった。また、メコンデルタのプロジェクトに関わっている国内の三つの研究グループ（国立環境研究所、石川県立大学、山形大学）の情報交換を行い、工学・農学・生態学・経済学によるトランスディシプリナリィな取り組みの可能性が明らかにされた。さらに、メコンデルタ流域全体にわたる適応策を議論する”Mekong Climate Change Forum”において、メコン河下流域の課題は上流域との連携が必須であることを強調して賛同が得られた。2015年3月には、メコンデルタとガンジス流域における適応策の実践のための課題について、研究者、行政担当者および NGO のそれぞれの立

場からの意見を提示した。総合すると、メコンデルタにおける適応策研究をトランスバウンダリイかつトランスディシプリナリイな課題として位置付けられることを確認した。

- (2) Ca Mau 省、Soc Trang 省、An Giang 省においてベトナム水資源大学と協働で 1,350 名(3 省 27 地区)へアンケート調査(訪問調査法)を実施し、住民レベルでの気候変動の認知と適応策を解析した。現地住民は、①季節性の洪水と壊滅的な被害を及ぼす洪水を区別している、②住民レベルでは家屋の修理や補強、高床化が 3 省で共通し、地域によってその他様々な適応策を講じ、「洪水とともに生きる」ことを実践している、③一方で 10 年単位の降雨や災害事象の変化を実感し将来的な気候外力の増大を懸念する、ことなどが明らかとなった。2014 年にはソクチャン省で同様の調査を追加実施し、より詳細な自然条件と適応策の関係を明らかにした。
- (3) メコンデルタを含めたベトナムにおける気候変動適応策に関するデータベースを構築した。集積した情報は英文によって公表されたものが中心であるが、データベースの基礎が構築された。
- (4) S-8-2 地域班と連携して「適応戦略」を検討し、論文発表、書籍等への寄稿を行った。この中では適応策を 3 つのタイプと 3 つのレベルに分けた適応戦略の整理と提案を行った。
- (5) 以上の成果は国内外の研究集会、論文、書籍、S8 和文パンフレット(2014 年 3 月)、S8 英文パンフレット(2014 年 11 月発行)、S-8-3 英文レポートなどにまとめ、その発信を行った。

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

- 1) メコンデルタで実施した脆弱性評価結果によって災害に脆弱な地域を特定できる。このことを基礎にして適切な適応策を提案できることが分かった。また、ガンジス流域における農業適応策の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った。
- 2) ベトナムの水資源大学と協働で実施したメコンデルタ住民へのアンケート調査(訪問調査法)結果から、気候変動予測に関する科学的知見に対するニーズが強いこと、しかし現状ではデータが体系的に整備されていないこと、乱立するマスタープランの評価が困難なこと、などが明らかとなった。S-8-3 が当該地域の災害や農業適応策の策定に貢献する意義は大きい。
- 3) メコンデルタを含めたベトナムにおける気候変動適応策に関する情報のデータベースを構築した。集積した情報は英文によって公表されたものが中心であるが、ベトナムにおける適応策に関する State-of-the-Art 作成のためのデータベースの基礎が構築されたと考える。

### (2) 環境政策への貢献

#### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

#### <行政が活用することが見込まれる成果>

- 1) 適応策の立案には地域の実情に応じたきめ細やかな対応が求められる。複数の国際ワークショップ等を通じてベトナムでの地方行政機関の担当者、現地での住民等の現地で求められる情報やニーズの把握ができた。また、アジア・太平洋地域での開発と適応の課題を整理し、『気候変動に適応する社会』、『気候変動適応策のデザイン』等で社会に発信した。
- 2) 新たに提案されたガンジス流域における農業適応策の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った。



- 3) 構築したメコンデルタを含めたベトナムにおける気候変動適応策に関するデータベースは英文によって公表された論文や報文が中心であるが、データベースの基礎が出来たと考えられる。この成果に基づいた State-of-the-Art 報告などによって、今後、この地域での適応政策の立案や適応策の実践に役立つと判断される。
- 4) 2015年3月26日に政府機関 MARD (ハノイ) において、S-8-3 の研究成果を報告し、メコンデルタでの今後の農業や災害に対する適応政策の実践に反映することを確認した。

## 6. 国際共同研究等の状況

ST(3)と協力して、ベトナム・水資源大学ホーチミン校の Trinh Cong Van 准教授と連携して、2013年8月22日に International Workshop on Adaptation in Mekong Delta、2014年11月6日～7日に、International Joint Workshop on Sustainability in the Mekong Delta を開催した。オランダ、ドイツ、フィンランド、オーストラリアから、日本からは JICA や民間企業の参加もあり、メコンデルタ災害・農業適応策のネットワークが広がった。これらを踏まえて、水資源大学では適応策に関する現地でのパイロットスタディを計画・実施中である。なお、2015年3月にこれらの成果をベトナム政府機関MARD(ハノイ)で報告したところ、共同研究の継続を要請された。

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

#### < 論文 (査読あり) >

- 1) Mimura, N., Yasuhara, K., Kawagoe, S., Yokoki, H., and Kazama, S.: Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 16(7), 803-818 (2011) “Damage from the Great East Japan Earthquake and Tsunami: A quick report”
- 2) Yasuhara, K., Komine, H., Yokoki, H., Suzuki, T., Mimura, N., Tamura, M. and Chen, G.: Sustainability Science, 6 (2), 219-232 (2011) “Effects of climate change on coastal disasters: New methodologies and recent results”
- 3) Yasuhara, K., Tamura, M., Ling, F.H., Prabhakar, S.V.R.K. and Herath, S.: 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”
- 4) 安原一哉、金山義幸、中山伸一、伴夏男、小野澤宏之: ジオシンセティックス論文集, 26, 189-195 (2011) 「異常降雨による高速自動車道における切土斜面の崩壊と対策」
- 5) Yasuhara, K., Komine, H., Murakami, S., Chen, G., Mitani, Y. and Duc, D.M.: Geotextiles and Geomembranes, 30, 24-34 (2012) “Effects of climate change on geo-disasters in coastal zones and their adaptation”
- 6) 安原一哉、薄井隆義: ジオシンセティックス学会論文集, 27, 69-76 (2012) 「東日本大震災時に地盤沈下を受けた沿岸域復旧のためのジオシンセティックス適用の可能性」
- 7) 安原一哉、山崎真司、榊原務: 土木学会論文集 (地圏工学), 68(1), 15-30 (2012) 「ハイブリッドサンドイッチ補強土工法」
- 8)

- 9) 横木裕宗、根本麻衣、桑原祐史、佐藤大作、岡島秀樹、河宮未知生：土木学会論文集, 68 (2), I\_1256-1260 (2012)「最新気候シナリオデータを用いた海面上昇量と海面上昇リスクの全球分布」
- 10) 安原一哉：ジオシンセティックス技術情報, 30(2), 2-14 (2014.7)「気候変動に対して脆弱なベトナム沿岸域強靱化のためのジオシンセティックスの適用性」

#### <その他誌上発表（査読なし）>

紙幅の都合により一部省略する。合計12件

- 1) Takewaka,S., Komatsu,T., Shirai,N., Tanaka,M., Harasawa,H., Tamura,M. and Yasuhara,K.: Proc. 10th JGS. Symposium on Environmental Geotechnics, 76-82 (2013) “Adaptation philosophy and strategy against climate change-induced geo-disasters”
- 2) Yasuhara,K., Komine,H., Sato,K., and Duc,D.M.: Proceedings of Geotechnics for Sustainable Development - Geotech Hanoi 2013, 7, 27-29 November, 2013 “Geotechnical response to climate change-induced disasters at Vietnamese coasts and rivers: A perspective”
- 3) Duc,D.M., Yasuhara,K., Nhuan,M.T., Truc,N.N.: Engineering Geology for Society and Territory - 1, Springer Verlag Co. Ltd., 149-152 (2014.8) “Adaptation to Climate Change-Induced Geodisasters in Coastal Zones of the Asia-Pacific Region”

#### (2) 口頭発表（学会等）

紙幅の都合により省略。口頭発表19件あり。

#### (3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

#### (4) 「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) International Symposium Promoting Synergies among Adaptation Networks in the Asia-Pacific Region、2011年1月17日、茨城大学、約60名。
- 2) International Workshop on Vietnamese Deltas and Their Sustainability、2011年12月19日、茨城大学、30名。
- 3) 「適応政策・適応技術フォーラム2012」、2012年5月11日、茨城大学水戸キャンパス、参加者85名。
- 4) International Workshop on Adaptation in Mekong Delta, 2013年8月22日、ベトナム、ホーチミン、水資源大学、45名。
- 5) International Joint Workshop on Sustainability in the Mekong Delta, 2014年11月7日、ベトナム、ホーチミン、水資源大学、40名。

#### (5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) Rising tide, Japan Times On Sunday, 13 July, 2014.
- 2) NHK スペシャル「巨大災害 MEGA DISASTER 地球大変動の衝撃」第1集「異常気象“暴走”する大気と海の大循環」, 2014年8月30日。

#### (6) その他

特に記載すべき事項はない。

### 8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

### S-8-3 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

#### (2) 影響予測・適応政策の国際比較

独立行政法人国立環境研究所 社会環境システム研究センター 久保田 泉  
 独立行政法人国立環境研究所 社会環境システム研究センター 亀山康子  
 独立行政法人国立環境研究所 社会環境システム研究センター 森田香菜子(平成24年度まで)

平成22～26年度累計予算額：：12,851千円

(うち、平成26年度予算額：3,024千円)

予算額は、間接経費を含む。

#### [要旨]

本研究は、気候変動対処のための国際制度において、各国の適応策策定・実施の促進機能をいかに組み込むかにつき、交渉過程及び文献レビューを基に、課題を抽出した。

現在、適応に関する国際制度は、各国／地域がそれぞれの影響や事情に合わせて適応策を立案・実施することを促す機能を取り込む過程にある。気候変動への適応に関する国際制度は、「多国間中心」の世界を志向しており、それによるメリットが大きいことを明らかにした。

適応基金及び世界銀行・気候投資基金の「気候変動影響への対応力強化のためのパイロット・プログラム」(PPCR)の運用状況をレビューした結果、両者の支援対象国はほとんど重複していなかった。これら2つの基金の対象国／対象プロジェクト選定方法は相互補完的であり、いずれの資金配分方法も、今後は緑の気候基金等の適応関連資金供与メカニズムに組み込まれる必要があることを明らかにした。

ベトナムに対する適応支援のための資金供与制度の効果・パフォーマンスを分析した結果、二国間政府開発援助が国家・省レベルのアクターに資金供与する制度が他の制度に比べてより効果的でパフォーマンスが高いことが明らかになった。

主要先進国及びアジア太平洋地域の最後発発展途上国の適応計画をレビューした結果、策定プロセスでは適応能力や気候変動以外の要素を限定的にしか考慮していないこと、プロジェクト費用の算定方法や優先プロジェクトの抽出方法に共通性が見られないこと、等の課題を抽出した。

#### [キーワード]

国際制度、資金メカニズム、適応計画、効果・パフォーマンス分析

#### 1. はじめに

気候変動の影響への適応とは、気候変動の影響に対し自然・人間システムを調整することにより、被害を防止・軽減し、あるいはその便益の機会を活用することである。気候変動の影響は、世界全体の温室効果ガス排出量の大部分を占めている先進国よりも、途上国で深刻化することが予想されている。

気候変動の国際交渉において、適応策は、影響をより強く受ける国／地域の救済と、途上国の緩和策への参加のインセンティブとの両面を持つものとして位置づけられており、そのため、現在進行中の2020年以降の気候変動対処のための国際枠組みに関する交渉でも、主要項目のひとつ

として位置づけられている。

## 2. 研究開発目的

本研究は、国際制度における各国の適応策策定・実施の促進機能をいかに組み込むか、また、主要先進国及びアジア太平洋地域内の主要国における適応策策定・実施状況のレビューとその課題を抽出することを目的とする。

上記目的達成のため、以下の項目に関する研究を実施した（図3(2)-1）。

- (1) 国際枠組みにおける適応支援策に関する情報収集及び分析
- (2) 適応策策定・実施のための資金移転を促進する方策に関する研究
- (3) ベトナムにおける適応関連資金供与制度の効果・パフォーマンス分析
- (4) 主要先進国及びアジア太平洋地域内発展途上国の適応計画に関する比較分析

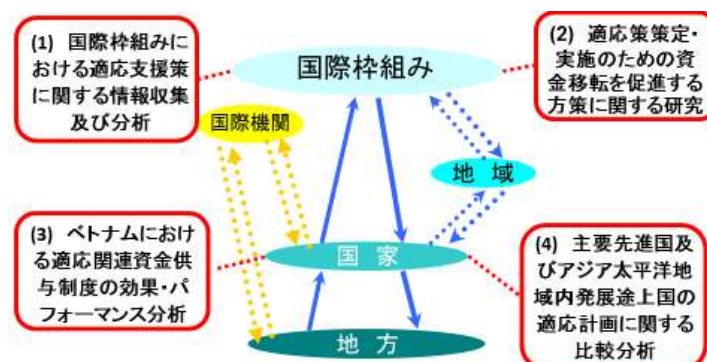


図 3(2)-1 本研究の構成

## 3. 研究開発方法

### (1) 国際枠組みにおける適応支援策に関する情報収集及び分析

現在進行している、国際レベルの適応支援関連事項の交渉及び実施内容につき、各種文献・資料調査及びインタビュー調査等をもとに、経緯及び各国ポジションを整理・分析した。そして、気候変動枠組条約締約国会議(COP)等の気候変動に関する国際交渉会議に出席し、適応（とりわけ、適応計画、影響・適応に関する知見の活用、適応関連資金メカニズム）に関する動向を把握し、気候変動COP21（2015年）における合意に向けての課題の抽出を行った。

### (2) 適応策策定・実施のための資金移転を促進する方策に関する研究

適応策の中でも諸国の最も関心の高い、適応関連基金の配分の優先順位づけをいかに行うか、今後必要な検討事項を同定するため、京都議定書下の適応基金及び世界銀行・気候投資基金の「気候変動影響への対応力強化のためのパイロット・プログラム」（PPCR）における資金配分に関する経験を比較検討した。まず、既存研究及び国際機関文書等を基に、適応基金とPPCRの制度設計及びその運用状況を整理し、適応基金とPPCRとを比較し、どのような長所・短所があるか、そして、適応関連資金メカニズムの制度設計に活かすべき教訓について考察した。

### (3) ベトナムにおける適応関連資金供与制度の効果・パフォーマンス分析

気候変動に対して脆弱なベトナムの事例を基に既存の適応策支援のための資金供与制度を分析し、途上国への効果的・効率的な適応策支援のあり方を探ることを目的として、ベトナムの適応策を支援している地球環境ファシリティ(GEF)と二国間開発援助(ODA)とを資金源とする資金供与

制度を、さらに異なる資金供与対象で分類し、これらの効果・パフォーマンスを比較・分析した。この分析を実施するにあたり、適応策支援のためのドナーとレシピエントの効果的な組みあわせを包括的に評価する分析枠組みは存在しないため、新しい分析枠組みを構築した。

#### (4) 主要先進国及びアジア太平洋地域内発展途上国の適応計画に関する比較分析

国別適応計画への資金支援につき検討すべき課題を抽出したうえで、GEF等の資料を検討し、国別適応計画の支援に関するGEFのアプローチを把握し、国際機関文書等を基に、過去の適応関連資金供与実績につき、特に、途上国による資金へのアクセスの手続き及び要件に注目して、改善すべき点を抽出した。また、主要先進国、アジア太平洋地域の非附属書I国のうち、最後発発展途上国(LDC)及び適応策を法令に位置づけている国の適応策の内容を把握し、比較分析した。

### 4. 結果及び考察

#### (1) 国際枠組みにおける適応支援策に関する情報収集及び分析

気候変動枠組条約及び京都議定書では、緩和策に重きが置かれているが、適応に関する規定も含んでいる。これら規定の問題点としては、何をもって気候変動の影響への適応とするかが曖昧なまま、「適応」という語が条約及び議定書の複数の箇所に断片的に登場しており、締約国がとるべき措置の具体性に欠ける点や、また、条約も議定書も締約国に対し、気候変動による悪影響に適応するため、とりうるあらゆる措置をとることを義務づけていないことが挙げられる。

気候変動枠組条約採択後の適応関連議題の交渉経緯についてまとめた。図3(2)-2に見られるように、COP及び各補助機関に適応策に関連する議題が設定され、個別に議論が進められている。2015年合意については、適応というひとつの議題の下で議論が進められているが、これまでの合意の実施については、過去の議論の枠組みに従うほかに、適応関連議題間（たとえば、適応関連資金供与と適応計画等）との連携が困難になっている。

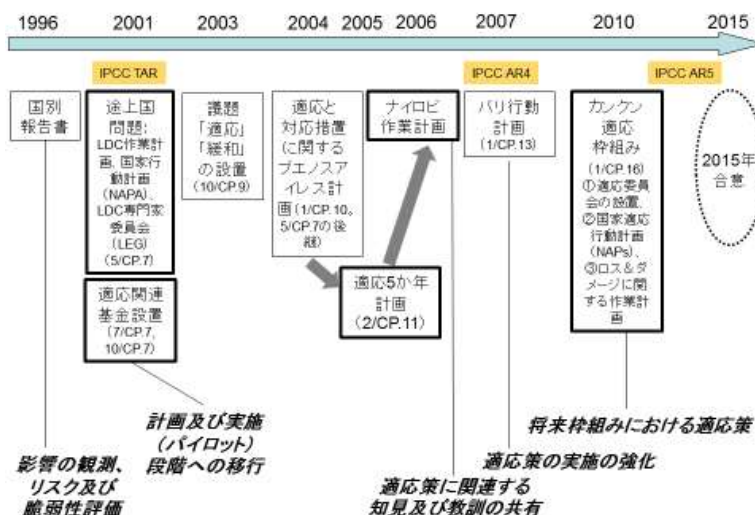


図 3(2)-2 気候変動枠組条約下での適応策関連の合意の進展

現在、多国間・二国間様々な援助機関が途上国の適応策支援に携わっている。カンクン合意も公的・民間、二国間・多国間等幅広い資金源から適応策を含む気候変動対策のための資金を集めることを求めている。そのため、途上国の適応策推進には今後も多様なドナー機関が関わってくると考えられる。これまでの適応策の資金メカニズムに関する議論では、途上国の適応策のニー

ズを満たすための資金をどのように集めるかについて焦点が置かれていた。しかし、途上国の適応策ニーズに比べ、資金は依然として限られている。効果的・効率的な資金供与方法についても十分議論する必要がある。より効果的・効率的に資金を配分するには、途上国の適応ニーズを十分に把握し、それに合った支援をすること、援助の重複を避けるためにドナー間、レシピエント間の協調を促進することが重要である。途上国のニーズの把握については、気候変動の脆弱性評価、LDCの国家適応行動計画（NAPA）のような適応ニーズの評価や優先順位付け、必要な適応策の費用の算出、適応計画作成等を更に充実する必要がある。ドナー間、レシピエント間の協調を促進する方策の一つに、適応関連のイニシアチブやネットワーク形成が挙げられる。

現在の気候変動枠組条約及び京都議定書の適応関連規定は、情報提供や一般的な協力義務を定めるにとどまっているが、今後、適応に関する国際制度は、各国／地域がそれぞれの影響や事情に合わせて適応策を立案・実施することを促す機能を取り込んでいこうとしている。

気候変動への適応に関する国際制度は、「多国間中心」の世界を志向しているといえる。その理由は、多国間の枠組みの方が、国際レベルでの各国への適応策支援の効果・効率の向上に資すると各国が考えているとみられるためである。とりわけ、資金支援については、資金源が限られている中で、国際社会全体で優先順位をつけてより効果的・効率的に資金を配分するには、途上国の適応ニーズを十分に把握し、それに合った支援をすることが求められ、「自主的取り組み中心」の世界では、その実現は困難である。また、気候変動交渉において、各国は条約・議定書下の枠組みに適応支援策が必須であると考えており、カンクン合意により、「カンクン適応枠組み」が設置され、多国間の制度の中での適応策の全般的な強化が図られた。さらに、様々な適応関連のイニシアチブ／ネットワークが設立されてきていることから、適応策に資する活動に関する情報を共有して、政策決定者が参照しやすくし、能力構築をはかる仕組みが必要とされており、これも「多国間中心」の制度の方が実現しやすいと言える。

適応に関する国の約束の拘束性については、交渉の中でたびたび指摘されていた通り、適応策は制度化が困難であるため、緩和策と単純に比較することはできないが、現状よりは拘束的なものを志向していると考えられる。資金支援について、カンクン合意では、短期・長期共に先進国の拠出目標額が示されている。資金メカニズムの運用の詳細については交渉中だが、運営主体を条約下に設置し、短期資金については、先進国に対し拠出額に関する情報の提出を毎年求めるなど、これまでの自主的拠出中心の制度と比較すると拘束的な方向に向かっていると言える。適応計画についても同様の傾向にある。

## （２）適応策策定・実施のための資金移転を促進する方策に関する研究

適応基金及びPPCRの運用状況を様々な観点からレビューした結果、両者の支援対象国はほとんど重複していなかった(表3(2)-1)。

表 3(2)-1 PPCR と適応基金の支援対象国（赤字は重複している国）

アジア太平洋地域	バングラデシュ、 <b>カンボジア</b> 、ネパール、タジキスタン、イエメン、 <b>南太平洋諸国</b> <sup>(4 か国)</sup>	<b>クック諸島</b> 、スリランカ、 <b>パプアニューギニア</b> 、 <b>サモア</b> 、パキスタン、 <b>カンボジア</b> 、モンゴル、レバノン、モルジブ、 <b>ソロモン諸島</b>
アフリカ地域	モザンビーク、ニジェール、ザンビア	エジプト、モーリタニア、ジブチ、マダガスカル、モーリシャス、セネガル、エリトリア、タンザニア
東ヨーロッパ地域	なし	グルジア、トルクメニスタン
ラ米・カリブ海グループ	ボリビア、 <b>カリブ諸国</b> <sup>(1 か国)</sup>	アルゼンチン、 <b>ジャマイカ</b> 、ウルグアイ、コロンビア、エクアドル、ホンジュラス、ニカラグア

適応基金は、脆弱な国への支援を目的のひとつとしているものの、プロジェクトのホスト国の脆弱性というよりは、資金配分の効率性を重視しているといえる。すなわち、プロジェクトとして構築された、目の前にある適応オプションを実施に移す際の支援として機能するという強みがある。他方で、資金規模が小さく、プロジェクト構築能力を持たない、気候変動影響に脆弱な国が支援を得るのは難しいという短所がある。

一方、PPCRは、脆弱性を軸に対象国を選定しているという点で、資金配分の公平性確保のひとつの方策を実現したと考えられる。しかしながら、対象国を選定した後に、対象国内で適応プロジェクトを構築するという方法は、適応基金のような、すぐに実現可能な適応オプションの実施を妨げ、世界全体で見ると、適応策実施の効率性を下げおそれがある。このように、これら2つの基金の対象国／対象プロジェクト選定方法は、長所と短所とがある。両者はお互いを補い合うものであり、いずれも将来の適応関連資金供与メカニズムの中に組み込まれる必要がある。

より効果的・効率的に資金を配分するには、途上国の適応ニーズを十分に把握し、それに合った支援をすること、援助の重複を避けるために支援国間、被支援国間の協調を促進することが重要である。途上国のニーズの把握については、気候変動の脆弱性評価、最後発途上国の国家適応行動計画のような適応ニーズの評価や優先順位付け、必要な適応策の費用の算出、適応計画作成等を更に充実させる必要があることを明らかにした。

### (3) ベトナムにおける適応関連資金供与制度の効果・パフォーマンス分析

途上国への効果的・効率的な適応策支援のあり方を探るため、気候変動に対して脆弱なベトナムの事例を基に、適応支援のための資金供与制度（GEFと二国間政府開発援助による支援）の効果・パフォーマンスを分析した。ベトナムにおいては、二国間政府開発援助が国家・省レベルのアクターに資金供与する制度が他の制度に比べてより効果的でパフォーマンスが高いことが明らかになった（表3(2)-2）。ベトナムの適応策のニーズ、高い資金調達能力・適応実施能力、中央集権体制でトップダウン型のガバナンス・システム、二国間援助機関との強い連携が結果に影響を与えている可能性が示された。

表3(2)-2 ベトナムにおける適応のための資金供与制度の効果・パフォーマンス分析の結果

	効果	柔軟性	十分性	費用効果	アカウント ビリティ	持続 可能性
①GEF国家・省レベル資金供与制度	✓			✓	✓	✓
②GEF小規模グラント資金供与制度	✓	✓		✓		
③国間ODA国家・省レベル資金供与制度	✓	✓	✓	✓	✓	✓
④国間ODA小規模グラント資金供与制度	✓	✓				

### (4) 主要先進国及びアジア太平洋地域内発展途上国の適応計画に関する比較分析

国別適応計画の資金支援スキームを検討するにあたり、GEF、適応基金理事会、緑の気候基金理事会等、適応関連の資金支援を行ってきた諸機関間や、LDCの国家適応戦略の策定をバックアップしてきたLDC専門家グループ等との調整が必要であることが明らかになった。また、今後のさらなる検討事項として、途上国によるGEFの資金へのアクセスの障壁となる事項となり得る問題を抽出した。

主要先進国の適応計画を比較検討した結果、策定プロセスにおいて、適応能力や、気候変動以外の要素を極めて限定的にしか考慮していないことが共通の課題として抽出された。このことか

ら、既存の適応計画ガイドラインをより活用する必要があること、そして、広義のガバナンス（どのレベルで適応が行われるのか）について検討する必要があることが明らかになった。

アジアのLDCのNAPAを比較分析した結果、アジアのLDCの優先プロジェクトのみの費用を合計してもLDC基金の規模を大幅に上回ること、プロジェクト費用の算定方法や優先プロジェクトの抽出方法に共通性が見られないこと等が課題として浮かび上がった。

適応策を法令化あるいは法定計画としているアジア太平洋地域の非附属書I国は、バングラデシュ、中国、インド、ネパール、パキスタン、フィリピン、韓国、ベトナムの8カ国であり、これらの内容を分析し、特徴を抽出した。LDCであるバングラデシュとネパールは、国際レベルの支援を受けたものを国内適応計画として活用している。バングラデシュ、フィリピン、韓国、ベトナムは、災害リスク管理の中に適応策を位置付けている。セクター網羅的に適応策を策定している国は少なく、たとえば、ベトナムの適応計画は、農業分野と災害リスク管理に特化しているなどの特徴が見られた。

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

本研究課題の成果の科学的貢献は、以下の4点にまとめることができる。

- 1) 気候変動影響への適応に関する科学的知見及びこれまでの政策実践を踏まえた、適応策支援に関する政策研究の遂行：気候変動政策に関する研究は、緩和策についてのものがほとんどであり、適応策に関する政策研究事例、さらには、政策実践を踏まえた研究は極めて限られている。
- 2) 適応に関する資金支援の効果・パフォーマンスの分析枠組みの構築：効果的・効率的な制度構築のため、環境条約に基づく制度の効果・パフォーマンス評価の必要性が高まっている。本研究課題では、国際政治学及び開発金融学の既存研究、経済協力開発機構（OECD）の開発援助委員会（DAC）の評価基準、並びに適応策の特徴を基に、適応に関する資金支援の効果・パフォーマンスの分析枠組みを構築した。
- 3) 政策的相互連関に関する研究の深化の必要性を実証的に提示：気候変動対策、中でも、適応策は、様々なセクターに関連する施策を横断的にとりこんでいく必要性が高い。今後、政策的相互連関を評価しながら適応策立案を行う必要性が高まっていくと考えられ、本研究課題において、他の課題とも連携して、調整策を実践的に模索していくことは、実務のみならず、社会科学の一分野としての政策科学への発展にもつながる。
- 4) 適応支援に関する制度上の課題抽出とアウトリーチ：2020年以降の国際枠組みにおける途上国への適応策支援に対する注目がますます高まる中、これまでの実績を踏まえて、適応計画に関する資金支援に関して、制度設計上で留意すべき課題を抽出したこと、また、気候変動枠組条約COP20において、国連環境計画・気候変動に対する脆弱性、影響、適応に関する研究プログラム（PROVIA）に参画する研究者と共に、日本パビリオンでのサイドイベントを主催し、適応計画に関する各国の動向や、環境社会科学コミュニティが適応計画の策定にどのように貢献してきたかを紹介し、今後の貢献のあり方について議論したことは意義深い。

### (2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>



特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

特に記載すべき事項はない。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 1) 森田香菜子：環境情報科学論文集, 25, 359-364 (2011)「ベトナムにおける気候変動への適応策支援メカニズムの研究」
- 2) Morita, K.: Environmental Science, 25 (5), 347-366 (2012) “Financing systems for adaptation: Comparison of South Pacific Island States”
- 3) 久保田泉：環境情報科学学術研究論文集 27, 243-246 (2013)「適応関連資金供与における異なるスキームの定性的比較分析」

<その他誌上発表(査読なし)>

- 1) 亀山康子、高村ゆかり編著：気候変動と国際協調：京都議定書と多国間協調の行方，慈学社，163-181 (2011)「適応策に関する議論の概要と今後の国際的取り組みの方向性（執筆担当：久保田泉、森田香菜子）」
- 2) 久保田泉：Law & Technology, 51, 32-39 (2011)「カンクン会合の成果と気候変動対策の今後」
- 3) 久保田泉：環境科学会，西宮，同予稿集，60 (2011)「適応関連基金の配分の優先順位づけのあり方に関する比較分析」
- 4) 久保田泉：環境科学会，西宮，同予稿集，144-145 (2011)「アジア地域における国際河川の非航行利用に関する制度設計の展望と課題」
- 5) 久保田泉：第16回環境法政策学会，2012年度学術大会論文報告要旨集，83-88，福岡，2012年6月16日。「適応関連資金供与における対象国：プロジェクトの優先順位づけに関する比較分析」
- 6) 久保田泉・福田幸司・森田香菜子・清水規子：社団法人環境科学会2012年会，同予稿集，64，横浜，2012年9月14日。「気候変動関連基金の法人格のあり方に関する考察」
- 7) 久保田泉・高橋潔・江守正多：日本リスク研究学会第24回年次大会，同講演論文集，24，191-196，彦根，2012年11月10日。「地球温暖化問題におけるリスクアプローチの概念整理とその適用に向けた課題抽出」
- 8) 久保田泉：L&T, 59, 2-3 (2013)「気候変動ドーハ会合の成果」
- 9) 久保田泉：季刊環境研究，171, 96-102 (2013)「気候変動影響への適応支援のための資金供与制度の現状と課題」
- 10) 久保田泉：Law & Technology, (63), 144-145 (2014)「気候変動ワルシャワ会合の成果」

- 11) 久保田泉：一般社団法人金融財政事情研究会, 26-33 (2014) 「適応策に関する国際交渉の動向. 損害保険ジャパン, 損保ジャパン環境財団, 損保ジャパン日本興亜リスクマネジメント, 気候変動リスクとどう向き合うか—企業・行政・市民の賢い適応」
- 12) 久保田泉：かながわ政策研究・大学連携ジャーナル, (6), 163-168 (2014) 「サブナショナルレベルにおける気候変動適応の取組みと日本の地方公共団体が学べること」
- 13) 久保田泉：生活と環境 6月号, 14-18 (2014) 「海外における適応策の取組状況」
- 14) 久保田泉：「環境・持続社会」研究センター編著『気候変動国際交渉と制度～京都議定書第一約束期間終了を踏まえて＜最新動向と課題・展望＞』, オルタナ, 2015 予定. 「気候変動影響への適応及び気候変動による損失と被害に関する国際交渉・制度の動向」

## (2) 口頭発表 (学会等)

紙幅の都合により省略。口頭発表18件あり。

## (3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

## (4) 「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) 国立環境研究所・科学技術週間に伴う一般公開「春の環境講座」における講演「世界が低炭素社会に向かうために：望ましい国際制度の姿と主要国の巻き込みのための仕掛け」, 2013 年 4 月, 国立環境研究所地球温暖化研究棟交流会議室, 観客約 40 名.

## (5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) 福井新聞 (2011 年 3 月 9 日付)
- 2) NHK NEWS WEB, COP20 の見通しについてのコメント (電話出演), 2014 年 12 月 4 日.

## (6) その他

特に記載すべき事項はない。

## 8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

### S-8-3 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

#### (3) 脆弱性・影響・適応効果指標の開発とメコンデルタでのケーススタディ

国立大学法人茨城大学 工学部 都市システム工学科	村上 哲
国立大学法人茨城大学 工学部 都市システム工学科	信岡尚道
国立大学法人茨城大学 地球変動適応科学研究機関	田村 誠
国立大学法人茨城大学 農学部 地域環境科学科	木下嗣基
国立大学法人茨城大学 工学部 都市システム工学科	小峯秀雄(平成25年度まで)

平成22～26年度累計予算額：26,309千円

(うち、平成26年度予算額：5,119千円)

予算額は、間接経費を含む。

#### [要旨]

アジア太平洋地域は21世紀の成長拠点であると同時に、洪水や渇水、台風強度の増大などが顕在化しており、世界のなかでも気候変動に最も脆弱な地域の一つに挙げられる。これに急激な経済成長や都市部の人口増加が重なり、気候変動の悪影響を受けるリスクの増加が見込まれる。そこで、気候変動の影響を受けるベトナム・メコンデルタにおける災害脆弱性の評価と適応策の検討を行った。その結果、(1)地盤沈下と海面上昇、高潮に関する将来の浸水予測を行った。(2)前述の物理影響に加えて社会経済影響を加味し災害に脆弱な沿岸域を特定した。(3)浸水に対する防護（堤防設置）シナリオを考慮した浸水影響の数値実験を行い、適応策を講じる時期を5年早めることによって影響人口を減少させる可能性があることを示した。(4)現地の実情を考慮した、堤防材料にヤシ繊維とセメントを混合する堤防強化技術や多重防護を提案した。

#### [キーワード]

海面上昇、高潮、地盤沈下、侵食、適応策、多重防護、脆弱性、適応効果

#### 1. はじめに

アジア太平洋地域において気候変動の影響とみられる事象は増加しており、その影響は年々大きくなっている傾向にある。しかしながら、この地域における適応策の実施に向けた総合的な影響評価やそのための情報が不足している。また、加えて、アジア太平洋地域における適応能力の形成が不十分である。

そこで本研究ではメコンデルタを事例に脆弱性・影響・適応効果指標を開発し、当該評価モデルの検証、一般化を通じてアジア太平洋地域で持続可能な適応策を検討する。

#### 2. 研究開発目的

本研究ではメコンデルタを事例に脆弱性・影響・適応効果指標を開発し、アジア太平洋地域における適応策の推進を目指す。

- (1) 気候変動に伴う海面上昇、地盤沈下、高潮等の沿岸域における影響を評価する。
- (2) 脆弱性評価手法を確立し、物理影響と社会経済影響を加味した脆弱な地域の特定を行う。

- (3) 沿岸域における気候変動影響や脆弱性を把握し、適応策を実践した場合の効果を評価する。
- (4) 自然条件、社会経済条件などの地域特性に応じた持続可能な適応技術の提案を行う。
- (5) 以上の成果を S-8-3 英文レポートなどにまとめ、その発信を行う。

### 3. 研究開発方法

#### (1) 地盤沈下の将来予測および海面上昇との複合影響評価

メコンデルタの地盤沈下地域であるカントー、ミトー、ホーチミンの3地区を対象に近年観測されたSARデータを用いた干渉SARにより、地盤沈下の現状を把握する。ここで、干渉できなかった地点の地盤沈下量には、空間補間法を適用し、対象領域全域の地盤沈下分布図を作成する。空間補間法には、Murakamiら(2006)により提案されているクリギングにダミーデータを組み込むことにより地盤沈下の影響範囲を考慮した広域地盤沈下量マップの作成手法を採用した。

はじめに、2008年、2009年の2期間において地盤沈下マップを作成し、現状を把握した。次に、Murakamiら(2002)が提案している観測的地盤沈下予測手法を適用し、2050年における対象地域の地盤沈下分布に関する将来予測を行った。この結果を利用して、海面上昇、地盤沈下による対象地域の浸水域の予測を行い、複合的な要因による浸水域拡大の影響を評価する。本研究では、海面上昇または地盤沈下、あるいは両者により標高が0 mとなった地域を浸水域とした。浸水域の算出において、標高は川瀬ら(2013)により欠損値が修正されたSRTM3、海面上昇はSRES A1F1シナリオの33 cmとし、地盤沈下量は本研究で作成した広域地盤沈下予測マップの値を使用した。ところで、SRTM3の標高値は1.0 m間隔であるため、本来の標高が0.5mの地区を1.0 mの標高と過大に表現する可能性がある。そこで、標高が0.5 m以下となる地域も浸水する可能性があるため、浸水リスク面積として浸水域を算出した。

#### (2) 気候変動に関する脆弱性評価手法開発

メコンデルタにおいて、海面上昇や高潮などの物理影響と人口密度、貧困などの社会経済影響を加味して脆弱な地域の特定を試みた。ここでは、メコンデルタの災害歴、海面上昇などの物理条件と社会経済条件に注目した市町村単位(メタスケール)での脆弱性評価を行った。海面上昇、人口などの独自推計を評価に加えていること、メコンデルタの沿岸域において市町村単位の詳細な評価を実施する点などは本研究の特色である。

#### (3) 海面上昇・高潮等の適応策効果評価

メコンデルタにおける温暖化時の確率的高潮の影響評価と適応策についてシナリオ予測の結果をまとめ、さらに地盤沈下と高潮の複合的影響も考慮した影響評価システムの構築を行った。

前者は、あらかじめ過去の台風から海岸線における確率的高潮を定め、人口1人当たりのGDPから確率的高潮に対応する土堤高を地盤条件にして、確率的高潮に海面上昇を加えた高さを与えて浸水域を計算した。また、適応策の導入時期を早めた早期適応策の効果も算定した。

後者の地盤沈下は、土堤高の設定と同時に基準となる標高値から沈下量を加味するプロセスを追加したものである。さらに、2014年12月に1997年の台風による高潮の浸水状況について、現地インタビューを実施して、上記のモデルの妥当性を検証し、被害の実態を明らかにした。

#### (4) 地域特性に応じた適応技術の提案

メコンデルタにおいて技術的背景、経済性、入手しやすい材料の活用などを考慮した適応技術、特に堤防強化技術を検証、提案した。さらに、2種類の数値モデルに基づいた数値解析を行い、提

案の妥当性を検証した。

#### 4. 結果及び考察

##### (1) 地盤沈下の将来予測および海面上昇との複合影響評価

図 3(3)-1 に対象地域における、2008 年と 2009 年の地盤沈下量を足し合わせた 2 年間の広域地盤沈下量マップを示す。図 3(3)-1 より、ホーチミン市では、サイゴン川沿いにおいて 3 cm 以上の地盤沈下が集中している。サイゴン川沿いの地域において、近年地盤沈下が深刻であると考えられる。ミトー市では、西部と東部に分かれて地盤沈下が局地的に生じている。つまり、西部と東部の地域で、近年地盤沈下が深刻であると考えられる。カントー市では、メコン河沿いにかけて地盤沈下が生じている。このような地域では、人口の増加に伴う地下水の揚水量の増加等により今後も地盤沈下が進行し、いっそう深刻化する可能性がある。

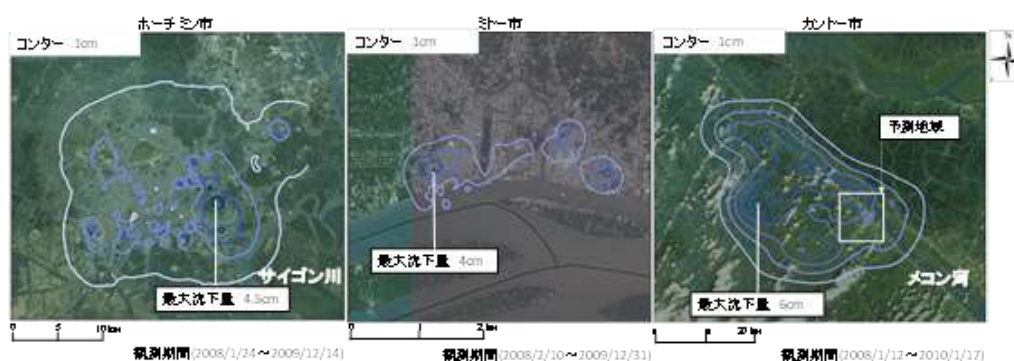


図 3(3)-1 広域地盤沈下量マップ(おおよそ 2008 年から 2009 年)

これまでの地盤沈下の程度から、2050 年の地盤沈下予測マップを図 3(3)-2 に示す。カントー市においては、図 3(3)-1 に示した観測点が密集し、かつ誤差分散が比較的少ない地域を対象に予測を行った。図 3(3)-2 より、現在地盤沈下が深刻と考えられる地域では今後も地盤沈下も進行するという結果が得られた。このように地盤沈下が進行する地域においては、海面上昇と地盤沈下が複合的に生じた場合に浸水域が拡大する恐れがある。

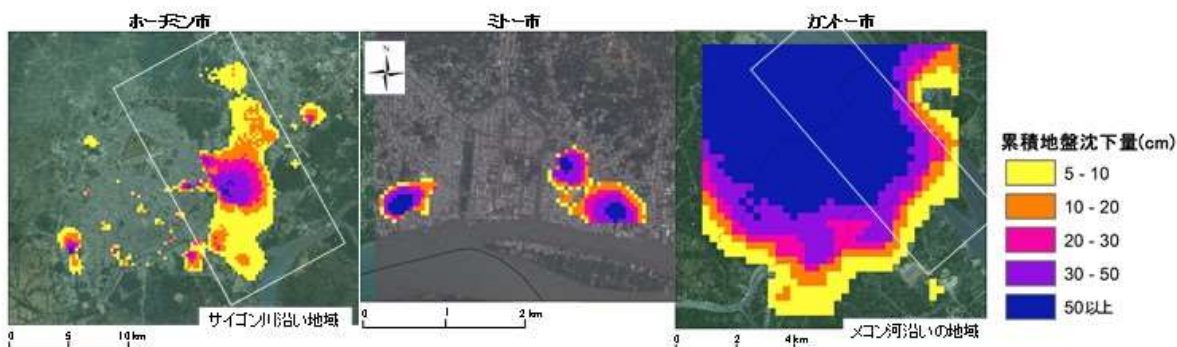


図 3(3)-2 広域地盤沈下予測マップ

浸水域と浸水リスクの面積をそれぞれ数値化し、地盤沈下が浸水域拡大に及ぼす影響の把握を行った。表 3(3)-1 は各市の総面積と標高の 0 m の面積に加えて、地盤沈下または海面上昇による浸水域の増分、両者による浸水域の増分、さらに地盤沈下または海面上昇による浸水リスクの増分、両者による浸水リスクの増分を示す。ここで、本研究での浸水リスク面積は SRTM3 が 1.0 m 間隔であ

るため、標高が0.5 mの部分でも標高が1.0 mと過大に表現されていることが考えられる。標高0.5 m以下の地域となった地域も浸水する恐れがあるとみなし、標高が0.5 m以下になった地域も浸水域としてその算出を行った。なお、海面上昇量はSRES A1F1の値を用いた。

ホーチミン市、ミトー市、カントー市のいずれの地域も2100年において海面上昇による影響が地盤沈下のそれよりも大きい結果となった。ただし、カントー市では海面上昇と地盤沈下がそれぞれで起こす浸水域の面積増分に対し、複合的に生じた場合は単純な加算面積以上の影響面積となっている。このことから複合影響を考慮すべき地域がメコンデルタには存在することが分かった。また、2050年までのカントー市において、海面上昇よりもむしろ地盤沈下が浸水に与える影響の方が大きい。これは、地盤沈下は初期の段階で大きな沈下を生じ、時間経過とともに収束傾向となるのに対し、海面上昇は徐々に増加していくモデルを想定しているためである。この解析では、2050年頃までは地盤沈下が浸水域に及ぼす影響が大きく、2050年頃以降は海面上昇による影響が顕著となる。当該地域において地盤沈下が収束傾向でなく、地下水利用の需要が増加すれば、この予測値よりも大きな沈下域を形成すると予想される。地盤沈下の監視や抑制が複合被害を抑えるために必要であることが解析結果からも指摘できる。

表 3(3)-1 地盤沈下および海面上昇が浸水域に与える影響

		ホーチミン市	ミトー市	カントー市
解析対象面積 (km <sup>2</sup> )		826.6	1.4	80.9
潜在的浸水面積(標高0m) (km <sup>2</sup> )		116.0	0.02	16.6
2025年 浸水域面積増分 (km <sup>2</sup> ) 標高≤0m	地盤沈下	0.0	0.0	0.0
	海面上昇	0.0	0.0	0.0
	海面上昇 及び 地盤沈下	0.0	0.0	0.0
2025年 浸水域リスク面積増分(km <sup>2</sup> ) 標高≤0.5m	地盤沈下	0.0	0.0	0
	海面上昇	0.0	0.0	0.0
	海面上昇 及び 地盤沈下	0.0	0.0	0.8
2050年 浸水域面積増分 (km <sup>2</sup> ) 標高≤0m	地盤沈下	0.0	0.0	0.0
	海面上昇	0.0	0.0	0.0
	海面上昇 及び 地盤沈下	0.0	0.0	1.6
2050年 浸水域リスク面積増分(km <sup>2</sup> ) 標高≤0.5m	地盤沈下	0.0	0.0	4.3
	海面上昇	0.0	0.0	0.0
	海面上昇 及び 地盤沈下	2.6	0.003	6.9
2075年 浸水域面積増分 (km <sup>2</sup> ) 標高≤0m	地盤沈下	0.0	0.0	1.4
	海面上昇	0.0	0.0	0.0
	海面上昇 及び 地盤沈下	1.1	0.0	6.1
2075年 浸水域リスク面積増分(km <sup>2</sup> ) 標高≤0.5m	地盤沈下	0.2	0.0	5.6
	海面上昇	117.1	0.03	12.6
	海面上昇 及び 地盤沈下	117.1	0.03	15.3
2100年 浸水域面積増分 (km <sup>2</sup> ) 標高≤0m	地盤沈下	0.0	0.0	3.1
	海面上昇	117.1	0.03	12.6
	海面上昇 及び 地盤沈下	117.1	0.03	18.9
2100年 浸水域リスク面積増分(km <sup>2</sup> ) 標高≤0.5m	地盤沈下	0.3	0.0	6.6
	海面上昇	117.1	0.03	12.6
	海面上昇 及び 地盤沈下	117.4	0.03	23.8

## (2) 気候変動に関する脆弱性評価手法開発

ベトナムのメコンデルタにおいて海面上昇や高潮などの物理影響と人口密度シナリオ、貧困率などの社会経済影響を加味して脆弱な地域の特定を試みた(図3(3)-3)。メコンデルタは広大な低平

地が広がり、これまで世界的にもっとも脆弱な地域の一つとされてきた。その中でも、バクリユウ省、ソクチャン省、ベンチュ省の東部沿岸部、カマウ省の南端部等において脆弱性の高い地域が同定される。これは、災害歴や浸水域と人口密度の高さが重なって脆弱性の増大に影響している。このように、海面上昇等の物理影響と社会経済影響の両面で脆弱な地域を確認できた。これは、適応策を重点的に実施すべき場所の選定に結びつく成果である。

さらに、脆弱性評価によって脆弱と同定されたソクチャン省において2014年6月に侵食等に関する現地調査、さらにベトナムの水資源大学と協働でソクチャン省3県19市鎮・社1,036世帯へアンケート調査(訪問調査法)を実施した。現地では大規模洪水、嵐、侵食の順に頻度が増えていると認知されていること、現状では家屋の修復や補強、高床化が共通した適応策であり、それ以外にも地区毎の特性に応じた適応策が実践されていること、などが明らかになった(図3(3)-4)。



図 3(3)-3 メコンデルタにおける脆弱な地域の推定



図 3(3)-4 ソクチャン省の住民レベルでの適応策(複数回答)

### (3) 海面上昇・高潮の適応策効果評価

適応策の検討にあたって、メコンデルタにおける 21 世紀末までの人口変化など、各種シナリオでの当該地域の状況を考慮することが重要である。

図 3(3)-5 は、海面上昇と高潮のシナリオ別の浸水域の推計を示している。図 3(3)-6 は、海面上昇と高潮のシナリオ別の浸水影響人口と適応効果を示している。21 世紀のベトナムの人口成長は不確実性がある。SRES シナリオでみると、全般にわたって増加を続けるシナリオと 21 世紀後半

に減少するシナリオがある。純人口が減少するシナリオであってもメコンデルタ沿岸での高潮浸水による潜在的影響人口は、海面上昇の効果によって増加する。最悪のシナリオにおいては 1000 万人を超える潜在的影響人口となる。経済成長が順調に進展するシナリオによると、土堤高が嵩上げされ、つまり低頻度の高潮にも対処できる適応策を導入される結果、海面上昇の影響を考慮しても影響人口を減らせる。100 年に一度の規模の高潮に対して、ある一つのシナリオにおいては 2050 年に 200 万人以上の潜在的影響人口を土堤で減少させられる結果となった。他方、経済成長が進まないシナリオでは適応策の導入が進まず、影響人口は潜在的影響人口とあまり変わらない結果となった。地盤沈下が進めばこれらの影響人口の変化はさらに顕著になる。

メコンデルタ沿岸における高潮浸水の記録はほとんど残っていなかった。2014 年 12 月に 1997 年の台風リングダに伴う浸水状況を現地住民にヒアリングした。道路を土盛で嵩上げしていた地区は高潮浸水を阻止できたが、それが十分でなかった地区は海岸から内陸に水平距離で 1km を超えて浸水した証言もあった。これらの事実は、本影響評価の信頼性を支持するものとなった。

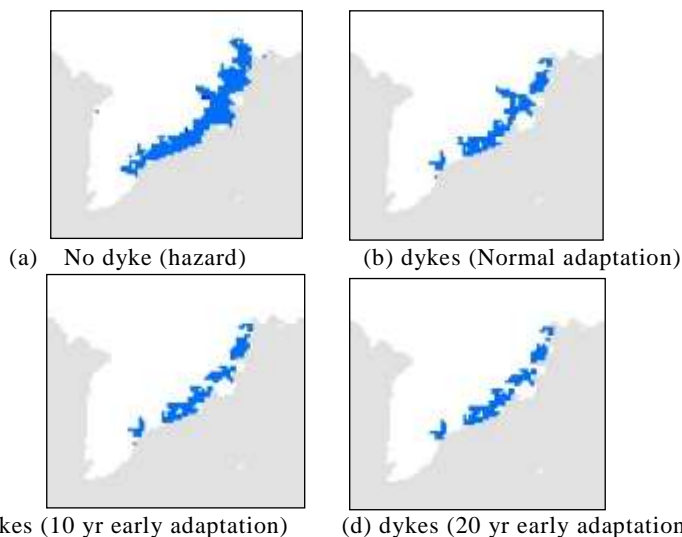


図 3(3)-5 海面上昇と高潮発生時の BaU と適応シナリオ（堤防設置）における浸水面積の比較  
 2050 年に海面上昇 30cm、高潮 100 年再帰確率、SRES A1B シナリオ

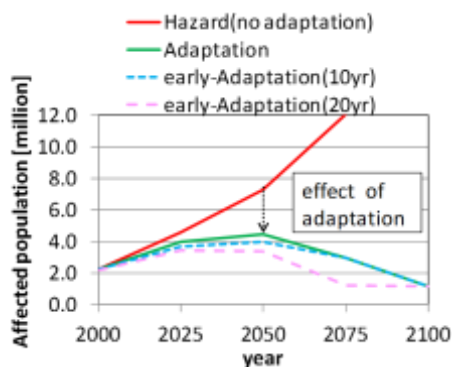


図 3(3)-6 メコンデルタにおけるシナリオ別の海面上昇と高潮の浸水影響人口と適応効果

海面上昇と高潮は100年再帰確率、SRES AIBシナリオ



(4) 地域特性に応じた適応技術の提案

沿岸域災害に対しては、地域特性に応じた多重防護による適応策が有効である(表3(3)-2)。本研究は、メコンデルタで入手しやすいと考えられる天然材料のヤシ繊維とセメントを混合し、侵食抵抗の大きい堤防強化技術を開発した(図3(3)-7)。これは、地盤改良と地盤補強を融合した新しいハイブリッド地盤技術である。人工的な短繊維を土に混合する補強工法は幾つか提案されているが、今回提案した技術の特徴はベトナム南部で手に入りやすい自然繊維として、ヤシ繊維を利用しようとする点にある。このような自然由来の繊維を利用して成功した事例には、バングラデシュにおける黄麻(Jute)を利用して補強堤防を構築した技術がある。

これらの技術は、単独では気候変動に伴って大規模化する堤体破壊や激甚な水害に的確に対応するのは難しい。それらを克服するための方策として技術を複合化した多重防御の考え方に基づいた技術の展開が期待される。このような技術的背景、経済性、入手しやすい材料など、地域特性に応じた適応技術は、同種の問題を抱えるその他の地域でも応用が期待される。そのためには、室内試験や現地試験などによる検証が不可欠である。さらに、2種類の数値モデルに基づいた数値解析を行い、提案の妥当性を検証した(図3(3)-8)。

表 3(3)-2 堤防の改良・補強技術の例

改良/補強	技術例	備考
機械的な改良あるいは補強	<ul style="list-style-type: none"> <li>・粒度調整</li> <li>・締め固め</li> <li>・繊維材料の混合</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安価</li> <li>・地域で入手しやすい伝統的な天然材料の利用</li> <li>・耐久性の確認</li> </ul>
化学的な改良	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セメント、石灰、その他固結材料の混合</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・汚染物質への配慮</li> </ul>
機械的な改良/補強と化学的改良との融合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・繊維材料と固結材料の混合</li> <li>・消石灰と不織布の併用</li> <li>・セメント固化処理と水平補強材の併用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハイブリッド構造</li> <li>・費用便益分析が必要</li> </ul>

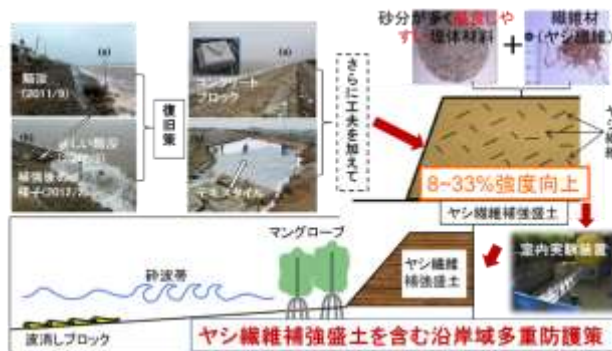


図 3(3)-7 沿岸域における多重防護策

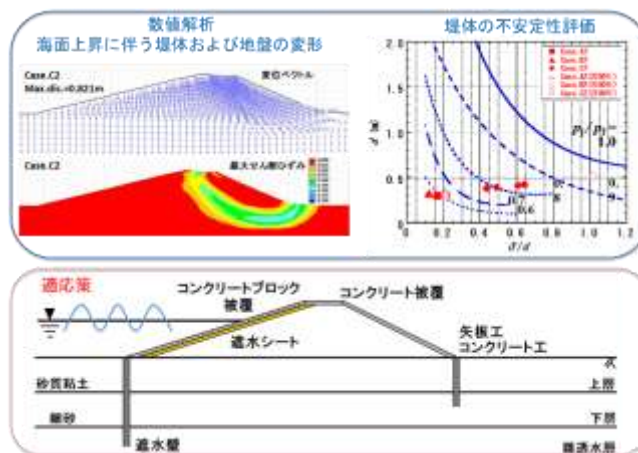


図 3(3)-8 海面上昇に伴う波浪による海岸堤防の不安定性評価

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

- 1) 干渉 SAR 解析手法を用いたメコンデルタ全域における地盤沈下マップを作成し、ミトーやカントーなどで年間 2cm 以上の地盤沈下が発生する地域の抽出を行った。そして、地盤沈下の代表地点を対象に観測的地盤沈下予測手法を用いて将来予測を行うとともに、現地踏査により該当エリアの地盤沈下を確認した。さらに、ホーチミン、ミトー、カントーにおいて海面上昇と地盤沈下が複合的に発生した場合の浸水域の予測を行い、特にカントーで複合影響による浸水域増加が予想されることを明らかにした。
- 2) メコンデルタにおいて海面上昇や高潮などの物理影響と人口密度シナリオ、貧困などの社会経済影響を加味して脆弱な地域を特定し、ソクチャン省、ティエンザン省等での現地調査でこれらを検証した。メコンデルタは広大な低平地が広がるため世界で最も脆弱な地域の一つとされており、適応策を重点的に実施すべき場所の選定に結びつく成果である。
- 3) 海面上昇・高潮に関する適応効果評価モデルを開発し、所得や人口密度に基づく防護（堤防設置）シナリオを考慮し、将来にわたる浸水影響の数値実験を行った。その結果、適応策を講じる時期を 5 年早める（早期適応）ことによって影響人口を減少させる可能性を示した。2014 年 12 月にはカマウ省への現地調査により、1997 年台風リンダの高潮浸水の実態把握を行い、シナリオ分析の妥当性を確認した。
- 4) 多重防護の理念に基づき、堤体材料へのヤシ繊維の混合など現地で適用可能な堤防強化策を現地で提案した。さらに 2 種類の数値モデルの数値解析から、提案の妥当性を検証した。
- 5) 以上の成果を S8 和文パンフレット(2014 年 3 月)、S8 英文パンフレット(2014 年 11 月発行)、S-8-3 英文レポートなどにまとめ、その発信を行った。

### (2) 環境政策への貢献

#### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

#### <行政が活用することが見込まれる成果>

メコンデルタの地盤沈下地域の現状と 2050 年までの地盤沈下量及び浸水域を把握したことにより、浸水対策、洪水対策の計画立案に貢献できる成果を示した。適応策の 1 つとして沿岸の土堤を

築く方策を取った場合、海面上昇が伴っても高潮浸水影響人口は減らせること、社会シナリオの違いによるその不確実性も評価した。このように、海面上昇、高潮、地盤沈下、土壌の侵食性に関する物理指標と人口、所得などの社会経済指標とを統合することにより、メコンデルタにおける高精度な脆弱性評価ができた。さらに多重防護の理念に基づき、現地資源を活用した適応技術を提案し、当該地域において技術、社会双方の側面から地域の実情に即した適応策を提示できた。アジア太平洋地域での適応策の実践は日本の適応策にも示唆は多い。

成果は、アジア太平洋地域への適応研究の国際的展開として、S8和文パンフレット(2014年3月)、S8英文パンフレット(2014年11月)、『気候変動適応策のデザイン』(2015年4月1)などで発信した。

## 6. 国際共同研究等の状況

ST(1)と協力して、2011年1月、2011年12月に茨城大学で国際ワークショップを開催した。一方、ベトナムでは水資源大学ホーチミン校のTrinh Cong Van 准教授と連携して、2013年8月、2014年11月に国際ワークショップを開催した。ドイツ、フィンランド、オーストラリアから、日本からはJICA や民間企業の参加もあり、メコンデルタ災害・農業適応策のネットワークが広がった。

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

#### <論文(査読あり)>

- 1) Komine,H. and Do Minh Duc: VNU Journal of Science, Earth Sciences, 27(1S), 104-113 (2011) “Geotechnical and geoenvironmental engineering measures to adapt and mitigate global warming impacts”
- 2) Tamura, M.: International Perspectives in Victimology, 6 (2), 93-104 (2012) “Vulnerability to disasters and climate change: A case study of Ibaraki Prefecture following the 2011 East Japan Great Earthquake”
- 3) 佐藤恭兵・小峯秀雄・村上哲・安原一哉・菅野将人：ジオシンセティックス論文集, 27, 101-108 (2012) 「ベトナム北部紅河流域を想定した種々の土質材料の浸透破壊抵抗性および自然由来の繊維材の混合による補強効果の実験的評価」
- 4) Thi Toan Duong., Komine, H., Murakami, S. and Duc, D.M.: Vietnam, Computers and Geotechnics, 61, 178-189 (2014) “Riverbank stability assessment under flooding conditions in the Red River of Hanoi”
- 5) 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：気候変動適応策の戦略として」
- 6) Ling,F.H., M.Tamura, K.Yasuhara, K.Ajima, V.C.Trinh: Climatic Change, (in press) (2015) “Reducing flood risks in rural households: Survey of perception and adaptation in the Mekong Delta”

#### <その他誌上発表(査読なし)>

紙幅の都合により一部省略。誌上発表29件あり。

- 1) Nobuoka,H. and Mimura,N.: Proceeding of Coastal Structure 2011, 120-129, Yokohama, 6 September, 2011. “Assessments of early adaptations due to sea-Level rises and storm surges in Asian and oceanic coastal zones”

- 2) Nobuoka,H. and Cong,M.V.: Proceeding of Asian and Pacific Coasts 2011, 392-404, Hong Kong, 14-16 December, 2011.“Vulnerability change in coastal zones of Vietnam and Japan”
- 3) 海老沢加奈、村上哲、小峯秀雄：第 46 回地盤工学研究発表会発表論文集, 46, 1094 (2011)「関東平野北部における地盤沈下把握のための干渉 SAR の適用」
- 4) 谷口雄太、小峯秀雄、村上哲：第 46 回地盤工学研究発表会発表論文集, 46, 523 (2011)「河川堤防堤体材料中の細粒分の侵食特性に影響を及ぼす支配的物性値の調査」
- 5) 藤田圭介、小峯秀雄、村上哲、安原一哉：第 19 回地球環境シンポジウム講演集, 21-27 (2011)「河川流域模擬土質材料の侵食特性データと地盤情報データベースの併用による日本国内の河川流域の侵食特性評価」
- 6) 佐藤恭兵、小峯秀雄、村上哲、安原一哉、菅野将人：土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集, 587-588 (2012)「ベトナム北部紅河流域における土質材料の粒度組成に着目した浸透破壊抵抗性と自然由来の繊維材の補強効果に関する実験的評価」
- 7) 田村誠：茨城大学人文学部紀要 (社会科学論集), 53, 25-36 (2012)「アジア太平洋地域における気候変動への脆弱性評価：課題と展望」
- 8) 藤田圭介、小峯秀雄、村上哲、安原一哉：第 47 回地盤工学研究発表会講演概要集, 2025-2026 (2012)「ベトナム北部沿岸域の水質および堤体材料の基本物性調査と模擬土質材料の作製方法の提案」
- 9) Sato,K., Komine,H., Murakami,S. and Yasuhara,K.: Proceedings of Geotechnics for Sustainable Development, Geotec Hanoi 2013, 8, 27-29 November, 2013.“An experimental Evaluation on Effects on Seepage Failure Using a Natural Fiber Mixed with Soils for River Dykes”
- 10) 田村誠、安原一哉：田中充・白井信雄編/地域適応研究会著『気候変動に適応する社会』技報堂出版, 61-65, 201「アジア太平洋地域における適応策：開発と適応」
- 11) Tamura,M., Yasuhara,K., Shirai,N. and Tanaka,M.: In: Prutsch, A., McCallum, S., Grothmann, T., Swart, R. and Chauser, I.(eds.), Climate Change Adaptation Manual: Lessons learned from European and other industrialized countries, Routledge, 314-319 (2014) “Wise adaptation to climate change: Japan’s case”
- 12) 川瀬将之、村上哲、小峯秀雄：第 49 回地盤工学研究発表会, 143-144 (2014)「干渉 SAR を用いた広域地盤沈下予測手法の確立とメコンデルタへの適応」
- 13) 杉本裕樹、村上哲：第 11 回地盤工学関東支部発表会, 326-329 (2014)「ホーチミン市における干渉 SAR 解析を用いた地盤沈下進行の把握」
- 14) 田村誠、安原一哉他：三村信男監修/太田俊二、武若聡、亀井雅敏編『気候変動適応策のデザイン』, クロスメディア・マーケティング, 101-109 (2015)「アジア太平洋地域への展開」

## (2) 口頭発表 (学会等)

紙幅の都合により省略。口頭発表 20 件あり。

## (3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

## (4) 「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) International Symposium Promoting Synergies among Adaptation Networks in the Asia-Pacific Region. 2011 年 1 月 17 日、茨城大学、約 60 名。

- 2) International Workshop on Vietnamese Deltas and Their Sustainability, 2011 年 12 月 19 日、茨城大学、30 名.
- 3) 「適応政策・適応技術フォーラム 2012」、2012 年 5 月 11 日、茨城大学水戸キャンパス、参加者 85 名.

**(5) マスコミ等への公表・報道等**

- 1) NHK スペシャル「巨大災害 MEGA DISASTER 地球大変動の衝撃」第 1 集「異常気象“暴走”する大気と海の大循環」, 2014 年 8 月 30 日.

**(6) その他**

特に記載すべき事項はない。

**8. 引用文献**

特に記載すべき事項はない。

### S-8-3 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

#### (4) 適応効果指標及びウインウイン適応オプションの同定のための政策決定枠組みの構築

公益財団法人地球環境戦略研究機関	プラバカール・シヴァプラム
公益財団法人地球環境戦略研究機関	遠藤 功
公益財団法人地球環境戦略研究機関	松本郁子
公益財団法人地球環境戦略研究機関	佐野大輔

平成22～26年度累計予算額：50,611千円

(うち、平成26年度予算額：9,312千円)

予算額は、間接経費を含む。

#### [要旨]

アジア太平洋地域は気候変動に最も脆弱な地域の一つであることから、適応策が重要な課題である。特に、インダス川、ガンジス川、ブラマプトラ川流域は、最も気候変動に脆弱なメガデルタ地域であり、ヒマラヤ山脈の氷河融解により作物生産量や水の利用性が減少するなど、気候変動の深刻な影響に直面すると考えられる。そこで、気候変動の影響を受けるガンジス流域において適応効果指標の特定、気候変動適応の政策主流化の評価、および政策決定における適応効果指標の活用に向けた「適応効果ガイドライン」の策定等を行った。その結果、(1)地域適応指標(LaIn)といった定量的アプローチや階層分析法(AHP)等の定性的アプローチを通じ適応策の優先順位づけを可能にする適応効果指標や、気候変動適応の政策主流化について現時点のレベルや主流化を制限する障壁、主流化を強化する能力ニーズ等が特定された。(2)援助機関等の二国間・多国間機関は、研究・教育機関や政府機関に比べ、気候変動適応の政策主流化が高いレベルにあることが示された。(3)適応効果に関するワークショップでは、適応効果の向上に向けた適応への体系的アプローチの必要性が示された。

#### [キーワード]

適応効果指標、地域適応指標、政策主流化、気候変動、脆弱性

#### 1. はじめに

アジア太平洋地域は気候変動に最も脆弱な地域の一つであることから、適応策が重要な課題である。特に、インダス川、ガンジス川、ブラマプトラ川流域は、最も気候変動に脆弱なメガデルタ地域であり、ヒマラヤ山脈の氷河融解により作物生産量や利用可能な水量(水の利用性)が減少するなど、気候変動の深刻な影響に直面すると考えられる。COP13で合意されたバリ行動計画(BAP)は、適応策の優先順位付けが効果的な適応に不可欠なプロセスの一つであると認識した。適応策の優先順位付けや分野別計画への適応策の主流化における定期的なモニタリングは、今後、適応策に投資される巨額な資金の効率的な利用に寄与する。社会、環境、経済分野での測定指標を特定し、適応策の優先順位付けや適応主流化の進捗評価が可能となる。

## 2. 研究開発目的

本研究は、ガンジス流域を対象に、適応効果指標を開発するとともに、適応の政策主流化に関する要件を特定することを目的とする。

- (1) 天然資源に依存するコミュニティが、ガンジス流域の気候変動影響（干ばつや洪水）に適応する上で役立つ適応効果指標の特定
- (2) 適応策を優先順位付けするための適切な指標応用法の開発
- (3) 気候変動適応の政策主流化に関する評価
- (4) 意思決定者及び政策実務者に向けた「適応効果ガイドライン」の策定

## 3. 研究開発方法

### (1) 適応効果指標の特定

適応効果指標を、以下の多段階プロセスを経て特定した（図3(4)-1）。

- 1) 既存の指標を特定するための文献レビュー
- 2) 適応分野の専門家及び政策立案者との地域専門家協議の実施
- 3) バングラデシュ、インド、ネパールの3カ国で国レベル指標を検討するワークショップの実施
- 4) 初期段階で優先順位付けした適応効果指標を盛り込んだアンケート調査票に基づくコミュニティ協議の実施



図 3(4)-1 本研究で採用したアプローチの組み合わせと順序

### (2) 適応策を優先順位付けする適応効果指標の使用

本研究では、上記のプロセスで特定した適応効果指標を意思決定用に使用するため、定量的及び定性的アプローチを考案した。

#### 1) 定量的アプローチ

地域適応指標（Local Adaptation Index: LaIn）は、優先順位付けされた指標を正規化し、それら

を組み合わせることによって開発した。正規化の際に用いた各指標の最小・最高閾値は、既刊文献等の二次情報や、専門家の知見、ガンジス流域の研究関係者間の合意目標等から取得した。LaInは、グローバル適応指標（Global Adaptation Index: GaIn）に基づき、次式で表される。

$$LaIn = \left[ \left( \sum_i^{Read.} \frac{Indicator_i - Mean_{all}(Indicator_i)}{Stdev_{all}(Indicator_i)} * Weight_{index} \right) / Max(Score)_{all} \right]_{Read.} * 60 - \left[ \left( \sum_i^{Vuln.} \frac{Indicator_i - Mean_{all}(Indicator_i)}{Stdev_{all}(Indicator_i)} * Weight_{index} \right) / Max(Score)_{all} \right]_{Vuln.} * 40$$

GaInとLaInの違いは、LaInがコミュニティレベルで特定されるのに対し（前述のプロセス参照）、GaInは性質上マクロレベルで特定される点である。したがって、これらの指標間で、立地条件により指標の感度や特異性が異なる状況が起こり得る。これは、初期の協議で、適応分野の意思決定者から示された、最も考慮すべき要件の一つである。LaInは、即応性や脆弱性といった要素から構成される。これらの要素は、水、食料、農業、インフラ等の分野を表わす複数の指標と、セクター毎に、暴露度、感度、能力を評価する指標から構成される。上述の即応性と脆弱性は、Global Adaptation Instituteにて開発された基準に従って、それぞれ100単位中60単位と40単位に重み付けを行った。

## 2) 定性的アプローチ

適応策の評価に係る定性的アプローチの一連のステップは、図3(4)-1の右側のフローの通りである。本研究チームは、現地のNGOや適応分野の意思決定に従事する他の利害関係者とのLaIn開発を通じ、利害関係者全員がLaInの定量的アプローチに精通しているわけではないことを考慮した。プロジェクトの多くは、低予算と限られた人材能力で実施されており、LaInに統合される全ての指標を評価できるわけではないため、上述の定量的アプローチと互換性のある定性的アプローチの開発が必要であった。そこで、適応策の優先順位付けを、階層分析法（Analytic Hierarchy Process: AHP）等の多基準分析法を用いて定行的に行った。適応に関する意思決定は、通常、様々な利害関係者により複数の基準によって下されることから、階層的かつ多基準の意思決定を可能にするAHPが本研究目的に最適な手法と言える。

### （3）気候変動適応の政策主流化に関する評価

国・地方レベルで実施される適応策の多くは、政府機関やNGO、二国間・多国間援助実施機関等の政策策定や、プロジェクト及びプログラムの実施や適応分野に従事する利害関係者の能力構築を行う機関により推進されている。したがって、コミュニティに便益をもたらす現場で適応を促進するには、これらの機関が業務の中に気候変動適応を主流化することが不可欠である。

UNFCCC（気候変動枠組条約）下の国際プロセスが気候変動適応の政策主流化の必要性について言及したものの、主流化の評価や主流化を妨げる障壁の検証は、これまでほとんど行われていなかった。このような状況を受け、本研究チームは、6つの分野（政策、戦略、計画、プロジェクト・サイクル・マネジメント、対外関係、組織能力）から成る自己評価フレームワークを開発し、気候変動適応の政策主流化のレベル評価を行った。各分野において、最も低い主流化レベルをI、最も高い主流化レベルをIVとし、4段階で評価を実施した。当該フレームワークは、インターネット上のアンケートを通じて、ガンジス流域の様々なメーリングリストや連絡先に送付された。回収された回答は、気候適応変動の政策主流化レベルや主流化において関係機関が直面している障壁等を理解するための分析に用いられた。

### （4）適応効果ガイドライン



適応効果に関するガイドラインは、研究者、NGO、政府（国・地方）等を代表し、現場での適応プロジェクトやプログラム等の概念化、計画、実行に関し豊富な知見を有する45名の利害関係者の参加による地域ワークショップを通じ開発された。参加者は、ワークショップ初日に適応プロジェクトやプログラムの実施に関する経験について協議した。二日目には、研究者、NGO、政府等、利害関係者毎のグループに分かれ、自身の経験と初日の話し合いをもとに、適応効果ガイドラインの草案を作成した。

#### 4. 結果及び考察

##### (1) 適応効果指標

バングラデシュでは、チャパイ・ナワブガンジ地区で調査を実施した。同地区では干ばつが繰り返し発生し、作物生産量の減少、害虫被害の増加、水危機の頻発という形で影響が現れている。この地域で取られている主な対策の一つは、雨不足を補って農業用水と家庭用水を確保するために深い掘り抜き井戸を作ることであるが、これだけでは問題の解決手段としては不十分である。現地調査からは、乾燥耐性を持つ早生品種を採用し、リレー栽培を行うといった対策を直ちに実施する必要があることが示唆されている。また、この地域では、農家への補助金と農民野外学校の実施が重要な気候変動適応政策とみなされている。そこで、これらの対策の有効性を評価するために必要な複数の指標を同定した。これらの指標は、参加型評価プロセスの回答者の人口学的背景（性別、学歴、所得等）との間に、限定的ではあるが統計的に有意な相関が認められている。5つの指標のうち4つは実践グループとの有意な相関を示した。これは、特定の施策を実践している、あるいは特定の施策が重要であると考えている回答者には、特定の指標を他の指標よりも重視する傾向があることを示唆している。

インドでは、ウッタル・プラデーシュ州カーンプル・デーハート県の干ばつ常襲地域で調査を行った。この地域で多く実施されている適応策は、砂防ダムや輪状堤防などの集水構造物の建設である。同調査では、灌漑システム改善、土壌管理改善、干ばつ予測改善を行った上で、それらと集水対策を連携させる必要があることが明らかになった。回答者は水の利用可能性、水不足の期間、食料へのアクセス・入手可能性、所得に占める医療費の割合、食料自給率などの指標が、特定された適応策の有効性をよく反映していると考えていた。また、統計分析では、上位の指標と回答者・実践グループの社会経済的特徴との間に有意な相関はほとんど確認されなかった。

ネパールでは、バラ郡とパルサ郡の干ばつ常襲地域で調査を実施した。同地域では干ばつが頻繁に起きて作物生産量が減少し、害虫被害が増え、淡水の利用可能性が低下した。同調査地域では、小規模灌漑システム、水路の灌漑スケジューリング、灌漑用水の配給、地域ベースの灌漑水路管理が重要な適応オプションとされている。指標の大半は、実践グループと有意な相関を示していたが、性別や経済的地位の影響を受けている指標はほとんどなかった。これも先の例と同様に、特定の適応策を実施している農家や特定の適応策を重視している人は、特定の指標を他の指標よりも上位に位置づける傾向にあることを示唆している。

##### (2) 適応策を優先順位付けする適応効果指標の使用

###### 1) 定量的アプローチ

本結果については、適応策を実施しない場合と特定の適応策を導入した場合との比較から導き出されたLaIn値の変化で示される。図3(4)-2、図3(4)-3に示す通り、LaIn値は、GaIn値を表わす曲線上

に表示されるが、ガンジス流域で特定された地域レベル指標の導入により、LaInがGaInに比べ著しく変化しているのがわかる。3つの適応策が、3つの調査地域において農家が適応策を実施しない場合と比較された。ネパールでは堆肥、バングラデシュでは揚水、インドでは砂防ダムを、それぞれ評価対象とした。全ての調査地域において、適応策を実施しない場合（農家が行う伝統的手法）と比べ、LaIn値が上昇した。揚水の場合が最も変化が小さく、砂防の場合が最も変化が大きかった。本結果から、LaInは立地条件の違いにより適応策の区別ができる点、また、LaInは地下水の過剰揚水を被っているバングラデシュ西部でのさらなる揚水事例のような適応の失敗（maladaptation）に敏感である点が示された。

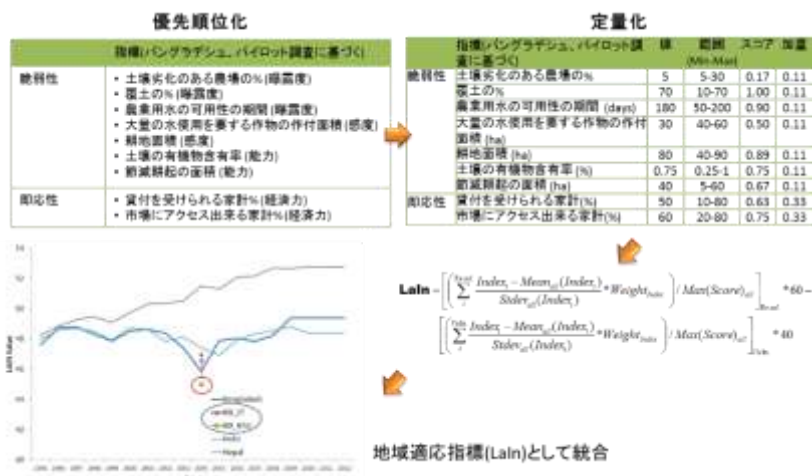


図 3(4)-2 LaIn の導出方法 (Prabhakar et al., 2013)

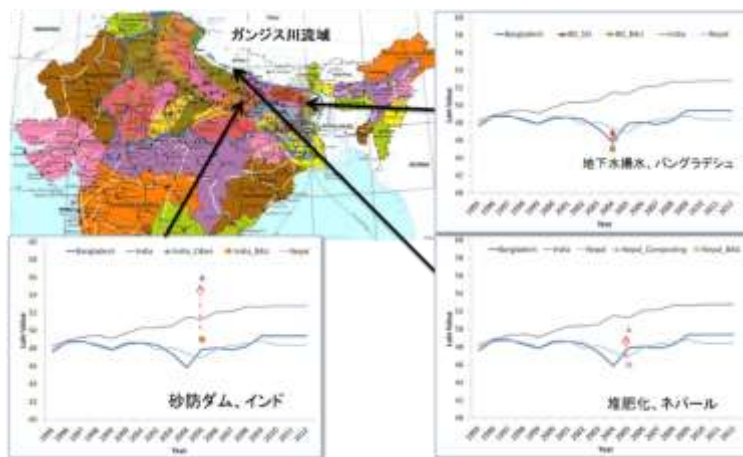


図 3(4)-3 ガンジス流域における異なる調査地域の LaIn 値の変化(Prabhakar et al., 2013)

2) 階層分析法 (AHP) を使用した定性的アプローチ

AHPは参加型アプローチであり、バングラデシュ、インド、ネパールの3つの調査地域において適応効果判断基準及び指標、適応策に優先順位付けするために使用された(図3(4)-4)。インドの調査地域である干ばつ常襲地域では、男性グループによって、2つの判断基準（「理解しやすい」と「観察しやすい」）、3つの指標（水の利用性、土壌侵食の減少、作物生産量の増加）、3つの適応策（掘り抜き井戸、道路整備、整地）が上位に優先順位付けされた。上述の2つの判断基準の優先順位値は、双方とも重要度が同等と判定されたため、それぞれ0.5と0.5とした。本結果から、以下の2点が明らかになった。第一に、土壌侵食の減少は、指標の中で最も望ましい指標として順位付

けされ、それに次ぐ指標が水の利用性である点である。また、整地は、総じて、最も望ましい適応オプションであることが示された。第二に、女性フォーカスグループは、若干異なる指標や適応策を選択していた。洪水常襲地域では、干ばつ常襲地域と比較し、女性フォーカスグループにより選択された適応策の数が比較的多いことが示されたが、この理由は、洪水常襲地域の女性フォーカスグループの方がより高い教育水準、所得水準、また、洪水リスク削減意識を持つためであると考えられる。



図 3(4)-4 ネパールの干ばつ常襲地域の農村での意思決定の決定ツリー(Prabhakar et al., 2014)

ネパールでは、男性フォーカスグループから、地下水の揚水設備の設置が最も効果的な適応オプションであることが示された。地表水の貯水は、地下水の揚水設備の設置と比較し98%の効果があることからほぼ同等と考えられる（図3(4)-5）。しかしながら、地表水の利用性は一定ではないため、地下水のように地表水に依存できないことが分かった。ただし、地表水の取水は、地下水の揚水設備より少ない投資で行える利点がある。図3(4)-5は、AHPによる結果が、適応オプションの効果の比較において、どのように有用であるかを示している。Y軸は、最も効果のある適応オプションに基づき正規化された優先順位値（1は最上位の順位付け）を指す。

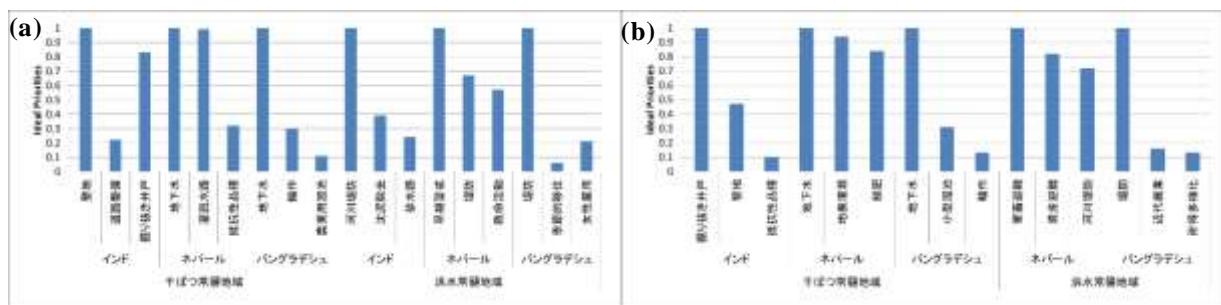


図 3(4)-5 ガンジス流域の(a)干ばつ常襲地域、(b)洪水常襲地域、において AHP プロセスから特定された効果的適応策

### (3) 気候変動適応の政策主流化に関する評価

気候変動適応の政策主流化に関するアンケート調査票を送付した90機関のうち、計50機関から回答を得た(表3(4)-1)。

表 3(4)-1 気候変動適応の政策主流化に関するアンケートに回答した機関の分布

Institution	% of questionnaires	Nature of agency	Staff strength (range)	Budget (USD)
Development agencies	40	A quasi-government and a non-governmental agencies	100 - 10000	>1000,000
Governmental agencies	30	City governments, prefectural governments and government agencies	1000-10000	>1000,000
Educational	30	Universities and other research institutions	1000-10000	>1000,000

アンケート調査により、開発援助実施機関は、ほとんどの評価分野において気候変動適応の政策

主流化レベルが高い一方、専門機関（大学や研究機関等）は、対外関係、組織能力、政策、プロジェクト・サイクル・マネジメントの分野において主流化レベルが高く、また、政府機関は、全ての分野において主流化レベルが最も低いことが示された(図3(4)-6)。

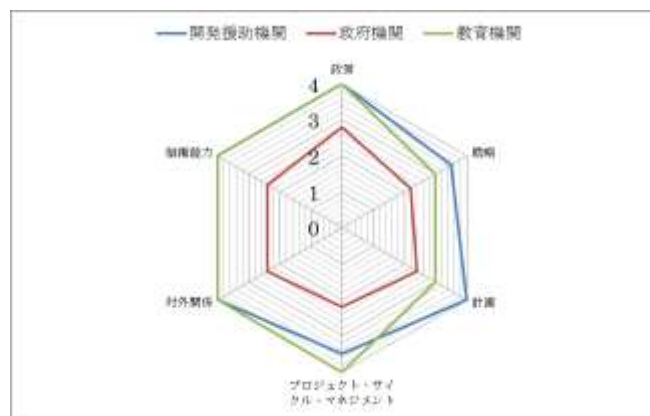


図 3(4)-6 気候変動適応の政策主流化レベルの傾向

政策主流化を制限する要因としては、気候変動の側面を計画に盛り込むことに関する職員の知識の欠如が挙げられる。環境部門は、気候変動について十分認識しているものの、他の部門では、気候変動に対処するための必要な知識やスキルを必ずしも持ち合わせているわけではない。また、市や地方自治体間の連携・協力の欠如についても大きな障壁として報告された。農業や水分野に関連する機関等は、気候変動適応ニーズについてよく認識しており、職員の能力構築に係るプログラムを導入する傾向がある。大学や研究機関の場合には、関連大学院のほとんどが気候変動に関する既存研究があるにもかかわらず、予算不足や大学院でのカリキュラムの欠如等により、気候変動適応に関する研究は遅れている。また、これらの大学は、気候変動を専門に扱う部門を持っていないのが現状である。

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

- 1) ガンジス流域における適応効果や、適応策の優先順位付けに用いられた判断基準や指標に係る利害関係者の視点等の課題に関する理解を深めることを可能にする、同流域における関連研究としては初めてのものとなった。
- 2) ガンジス流域の適応効果を評価するものとしては初の試みとなる地域適応指標（LaIn）を開発した。意思決定における多基準意思決定手法の導入は増加傾向にあるが、本研究は、ガンジス流域の適応意思決定の分野で AHP を採用した初めての事例を提供している。
- 3) 適応効果の概念を理解・適用する上で問題点も明らかになった。例えば、現在利用可能なツールでは適応オプションの長期的効果を評価するのは難しく、これは気候変動の長期的影響予測の不確実性にも関係している。しかし、AHP 法の導入は、適応意思決定に複数の評価基準を考慮する手助けとなり、意思決定に必要な頑健性を提供し、不確実性の問題に対処する上で効果的である。今後も体系的な研究により、この仮説を検証する必要性がある。

- 4) 研究結果のいくつかは、実施調査の科学的重要性に言及する IPCC の AR5 に採用され、また、2014 年の第 8 回「地域に根ざした適応に関するカファレンス (Conference on Community Based Adaptation)」にて 2 位を獲得した。

## (2) 環境政策への貢献

### <行政が既に活用した成果>

本研究で開発された方法論は、UNFCCCの適応基金理事会 (AFB) の資金提供を受け、インドの全国農業・農村開発銀行 (NABARD) の実施プロジェクトにおいて、適応プロジェクトの優先順位付け及び優先順位の高い地域でのプロジェクト実施を目的に、脆弱性・能力評価指標

(Vulnerability and Capacity Assessment Index: VCAI) の開発のために使用されている。研究成果は、様々な利害関係者に引き上げられるよう、査読付き学術誌や、研究報告、地域ワークショップや国際会議を通じ広くて共有された。

### <行政が活用することが見込まれる成果>

適応計画に携わる政府機関等の様々な利害関係者は、適応オプションの優先順位付けを行うとともに、現場での適応効果を高めるため、研究結果を活用することができる。また、本研究により開発した適応効果ガイドラインを通じ、研究成果を運用可能にすることで、気候変動適応分野に携わる利害関係者の実務を支援することに役立つ。さらに、気候変動適応の政策主流化の評価に基づく本研究結果は、国際、地域、国レベルでの計画策定や政策機関に対し、政策主流化の強化に向けた適切な提案を提供することに寄与する。

## 6. 国際共同研究等の状況

インドの全国農業・農村開発銀行 (NABARD) が適応プロジェクトの中で活用できるよう、気候変動における脆弱性・能力評価指標 (VCAI) の開発に寄与している。NABARDは、UNFCCCの適応基金理事会 (AFB) の資金提供プロジェクトを実施する国家実施機関として認定され、適応策や脆弱性評価の後、適応プロジェクトを実施することが期待される。VCAIは、NABARD、Adapt Asia Pacific及びUSAIDの連携のもと、2014年から2015年にインドで開発されている。

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

#### <論文 (査読あり) >

- 1) Nambi,A.A. and S.V.R.K.Prabhakar: Asian Journal of Environment and Disaster Management, 2(4) 443-451 (2010) “Mainstreaming adaptation to climate change in agriculture and water sectors in India: Current status, issues and barriers”
- 2) Prabhakar,S.V.R.K., T.Kobashi, and A.Srinivasan: Asian Journal of Environment and Disaster Management, 2(4), 435-441 (2011) “Monitoring the progress of adaptation to climate change, Use of adaptation metrics”
- 3) Prabhakar,S.V.R.K. and K.Matsumoto: Asian Journal of Environment and Disaster Management, 2 (4), 363-369 (2011) “Mainstreaming climate change adaptation in agriculture and water sectors in the Asia-Pacific region: Current status, issues and way forward”

### <その他誌上発表（査読なし）>

紙幅の都合により一部省略。誌上発表12件あり。

- 1) Prabhakar,S.V.R.K.: A framing paper for the session 11 on Frameworks for measuring adaptation, 5th International Conference on Community Based Adaptation to Climate Change: Scaling up, Beyond Pilots. 24-31 March, 2011: IIED and BCAS, Dhaka, Bangladesh, 79-81 (2011) “Frameworks for measuring adaptation”
- 2) Prabhakar,S.V.R.K.: International conference on GMS 2020: Balancing Economic Growth and Environmental Sustainability, 209-224 (2012) “Climate risks to agriculture: Food security in the GMS Countries and early warning systems in the context of the Food-Water-Energy Nexus”
- 3) Prabhakar,S.V.R.K. et al.: In: Ayers, J., Huq, S. and Schipper, L.(eds.), Scaling up Community Based Adaptation, Earthscan Pub., London, UK, 2012.“Monitoring and evaluation of progress in adaptation to climate change: Advances, challenges, and ways forward”
- 4) Tsurita, I., S.V.R.K. Prabhakar, and D. Sano: In: H. Ha and T. N. Dhakal (eds), Governance Approaches to Mitigation of and Adaptation to Climate Change in Asia, Hampshire, England: Palgrave Macmillan, 87-102 (2013) “Approaches for Climate Change Adaptation: A Case Study of Agriculture Initiatives in Japan”
- 5) Prabhakar, S.V.R.K., M. Aoki and R. Mashimo: In: H. Ha and T. N. Dhakal (eds), Governance Approaches to Mitigation of and Adaptation to Climate Change in Asia, Hampshire, England: Palgrave Macmillan. Hampshire, England: Palgrave Macmillan, 103-118 (2013) “How adaptive policies are in Japan and can adaptive policies mean effective policies? Some implications for governing climate change adaptation”
- 6) Prabhakar, S.V.R.K., G.S.Rao, K. Fukuda and S. Hayashi: In: P. Schmidt-Thome and J. Klein, Climate Change Adaptation in Practice: From Strategy Development to Implementation, West Sussex, UK: John Wiley and Sons, 303-323 (2013) “Promoting risk insurance in the Asia-pacific region: Lessons from the ground for the future climate regime under UNFCCC”

### (2) 口頭発表（学会等）

紙幅の都合により省略。口頭発表33件あり。

### (3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

### (4) 「国民との科学・技術対話」の実施

特に記載すべき事項はない。

### (5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

### (6) その他

特に記載すべき事項はない。

## 8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

## S-8-3 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

### (5) 気候・生態系変動適応研究大学ネットワーク

国際連合大学	サステナビリティ高等研究所	スリカーンタ・ヘーラト
国際連合大学	サステナビリティ高等研究所	毛利英之
国際連合大学	サステナビリティ高等研究所	斉藤 修

平成22～26年度累計予算額：18,455千円

(うち、平成26年度予算額：3,425千円)

予算額は、間接経費を含む。

#### [要旨]

本サブテーマは気候・生態系変動適応研究大学ネットワーク (UN-CECAR) を通して本研究で集積した適応策研究や成果の情報発信、アジア太平洋地域諸国や大学、又は自治体等のニーズに応じて局地化適用を推進することを目的とした。UN-CECARで開発した4つの高等教育プログラムとトレーニングプログラム、共同研究、またウェブポータルを通じた適応策研究と知識の普及と推進、また年次国際会議・ワークショップでの新たなカリキュラム開発などの議論などを行った。またグローバルな知識や適応策研究の局地化を進めていく中で、トランスディシプリナリイ型の教育システムの開発がもっとも効果的であると分かり、これを推進していくこととなった。

#### [キーワード]

ネットワーク、適応策、高等教育、共同研究開発、ウェブポータル

### 1. はじめに

本サブテーマでは国際的な大学ネットワークの構築と高等教育分野での適応策の推進、また本研究成果の普及を行ってきた。気候変動適応策は極めて局地的活動である。それらの対策にはグローバルな知見や経験に支えられながらも、その地域で発展されていくことが求められる。適応策が局地的に発展されていく中で、地域の能力開発が必要不可欠になり、途上国においては利用可能な現地の資源に合わせたグローバルな知見などのカスタマイズが必要となる。これらに伴って、適応策には、より学際的なマルチディシプリナリアプローチが重要となる。

### 2. 研究開発目的

国連大が事務局をつとめる気候・生態系変動適応研究大学ネットワーク (UN-CECAR) は、2009年に国連大学本部で開催された国際会議「The Role of Higher Education in Adapting to Climate Change」での議論の結果を基に同年に立ち上げられた。UN-CECARでは、アジア太平洋地域の気候・生態系変動の影響に対する脆弱性の軽減と、高等教育プログラムによる適応教育および研究を通じた意識性の向上とローカルな適応能力の強化を目標としている。アジア太平洋各地のトップ大学で構成され、現在までに20以上の大学・研究機関が国際調整委員会 (ICC) として共同研究や教育プログラムの開発を行ってきた。本研究ではこの大学ネットワークを通して高等教育分野での適応策研究・教育を推進した。またウェブポータルを開発し、より効率的かつ効果的に適応

策の知識と情報を発信した。

### 3. 研究開発方法

#### (1) UN-CECAR国際会議・ワークショップ

年次国際会議では、S-8の研究成果を海外の専門家や政策決定者などに紹介し、気候変動適応策に関連して異なるテーマを中心に議論した。各年次会議テーマは表3(5)-1の通り。また、各国際ワークショップでは新しい大学院プログラムや共同研究などの開発を積極的に行った。

表 3(5)-1 UN-CECAR 年次国際会議の開催場所とテーマ

	2010	2011	2012	2013	2014
開催場所	スリランカ	東京・茨城	タイ	中国	マレーシア
テーマ	伝統知識	防災と持続可能性	再生可能エネルギー	リーダーシップ	大学先導型開発
参加人数	100	110	100	40	100

#### (2) 情報プラットフォームおよびデータベースの構築

本研究では適応科学の普及に向けて、ウェブポータルの開発、メンバー間のコミュニケーションの促進、またデータベースを構築し共同研究で利用できるようにした。実際に運用しているデータベースは表3(5)-2の通り多岐にわたる。

表 3(5)-2 UN-CECAR データベースと概要

メタデータ	他のメンバー大学などを含む気候変動適応策に関連した教育プログラムを格納	<a href="http://cecar.unu.edu/metadb/">http://cecar.unu.edu/metadb/</a>
文献データベース	適応策に関連した文献などを格納	<a href="http://gcs.isp.unu.edu/db/">http://gcs.isp.unu.edu/db/</a> <a href="http://cecar.unu.edu/climate/resources">http://cecar.unu.edu/climate/resources</a>
Moodle	コースマテリアルなど教育プログラムの運営に関するデータや情報を格納	<a href="http://cecar.unu.edu/moodle/">http://cecar.unu.edu/moodle/</a>
アプリケーション	教育プログラムなどのアプリケーションやそれらの分析をウェブ上で行うことが可能	<a href="http://cecar.unu.edu/apply/">http://cecar.unu.edu/apply/</a>
レクチャービデオデータベース	大学院プログラム、特にBRCCコースの授業用ビデオを格納	<a href="http://videos.cecar.org">http://videos.cecar.org</a> サンプルビデオレクチャー: <a href="http://cecar.unu.edu/climate/course_preview/building-resilience-climate-change/brcc1">http://cecar.unu.edu/climate/course_preview/building-resilience-climate-change/brcc1</a>

#### (3) 適応策に関連した高等教育カリキュラム開発

本研究では様々な形で適応策を推進してきたが、特に高等教育分野において大学院プログラムを通じた適応策の普及と推進を積極的に試みてきた。UN-CECARで開発した適応策に関連した高等教育プログラムを実施した(表3(5)-3)。

表 3(5)-3 これまでに UN-CECAR が開発した教育プログラムの実施年月

	2010	2011	2012	2013	2014
大学院プログラム	BRCC (10月)	BRCC (3月)	BRCC (10月)	BRCC (8月)	BRCC(10月)
				再生可能エネルギー(3月)	再生可能エネルギー(3月)
トレーニングプログラム				リーダーシップ(8月)	リーダーシップ(10月)
		CCDAA(10月)	CCDAA(3月)		CCDAA (15年3月-4月)

1) 大学院プログラム「気候変動に対するレジリエンス (BRCC)」、2) 大学院プログラム「再生可能エネルギー」、3) 大学院コース「持続可能性とリーダーシップ」、4) トレーニングコース「気候変動におけるダウンスケーリング手法と応用講座(CCDAA)」。

#### (4) 共同研究プロジェクト開発

アジア各国のトップ大学が集まる当ネットワークでは様々な共同研究の開発をこれまで行ってきた。洪水、サイクロン、地滑りなどの急激なオンセット変化と土地利用変化、生物多様性の損



失などの緩やかなオンセット変化の二つのテーマを基に特に気候変動の影響と脆弱性の類似性に  
 応じて、グループ全体だけでなく、サブセットによって開発されてきた。例として、「アジア農  
 村地域におけるレジリエンス強化戦略の構築」プロジェクト（環境省助成H23-26）ではUN-CECAR  
 メンバーであるガジャマダ大学（インドネシア）、ペラデニア大学（スリランカ）、ベトナム国  
 家大学（ベトナム）と共同研究を行った。三井物産環境基金助成の「気候変動に対する適応と開  
 発戦略(CSDS-IACC)」プロジェクトでは、スリランカ、ベトナム、タイ、フィリピンにおける各  
 UN-CECAR連研究機関と共同で開発、研究を実施した。さらに、ST(4)が開発した適応効果指標な  
 どの本研究成果の他地域での検証を効率的かつ効果的に行うためのウェブプラットフォームを構  
 築した。このシステムに関しては、Rio+20の際に行ったアジア各国の環境政策関連の事例研究収集  
 で当システムのプロトタイプを活用し、効果的に情報を収集し、Rio+20で発表を行った。

#### 4. 結果及び考察

##### (1) UN-CECAR国際会議・ワークショップ

これまでに年次国際会議やワークショップでの議論を基に様々なカリキュラムや共同研究が開  
 発、実施されてきた。UN-CECAR最初の大学院コースである「気候変動に対するレジリエンス構  
 築」コースはこれまで5回にわたり国連大にて開講された。毎回10カ国以上から研究者、政府関係  
 者など約30名が参加している。S-8の研究成果がカリキュラムの一部に組み込まれた。

2010年:気候変動適応における伝統知識の役割をテーマとして2010年にスリランカで行った  
 UN-CECAR国際会議では共同研究プロジェクトの開発を軸に議論し、それを基に開発した研究は、  
 CECAR-ASIAプロジェクトとして環境省より助成され、2011年より2013年度までスリランカ、イ  
 ンドネシア、ベトナムの3カ国で各UN-CECARのメンバーと共同研究を行った(E-1101)。

2011年: 第5回国際会議においては「災害危機管理と持続可能性」をUN-CECARと本研究の共通  
 テーマとして東京と茨城にて会議およびワークショップが行われ、さらなるネットワーク間の科  
 学的情報共有の枠組みが形成された。

2012年:前年度に行った会議での議論の結果、気候分野において切り離せない問題として再生可  
 能エネルギーをテーマにタイで国際会議・ワークショップを実施した。この会議で開発された大  
 学院プログラム「再生可能エネルギー」はアジア太平洋地域において将来予想される様々な問題  
 に対処するために設計され、これまでに国連大にて2回開催された。それぞれ約30名の学生、企業、  
 政府関係者など多様なセクターから参加した。

2013年:中国北京で開催した年次会議では「サステナビリティのためのリーダーシップ」をテ  
 マに開催した。その結果、サステナビリティの概念と「サステナビリティリーダーシップ」  
 という新しい形の概念を深く理解し、情動的知性とリーダーシップを調和させる戦略を兼ねそ  
 えたリーダーの育成を目標とした大学院プログラムの開発を行うに至った。同大学院プログラム  
 は2013年と2014年10月に国連大にて開催した。

2014年: 5月末からUN-CECAR国際会議をマレーシア国立大学にて”University-Led Development”  
 をテーマに開催した。議論の結果、気候変動適応策を含む地球規模から局地的な問題に対してト  
 ランスディシプリナリアプローチを用いた革新的研究プログラムの開発、またFishery分野の今  
 後の大学院コースの開発・実施が決定した。

##### (2) 情報プラットフォームおよびデータベースの構築

これまでにUN-CECARのメンバーによって10以上の共同研究プロジェクトの提案書が作成されてきた。そのうち、前記の通りCECAR-ASIA、CSDS-IACCプロジェクト、アジア太平洋ネットワーク助成による気候変動が与える棚田への影響などの研究プロジェクトが立ち上げられ実施されてきた。これらの共同研究開発にはウェブプラットフォームが最大限に活かされてきた。ウェブポータル上での情報交換や、提案書や進捗状況、コース教材などの共有が活発に行われた。

### (3) 適応策に関連した高等教育カリキュラム開発

2014年10月に短期講座「気候変動のためのレジリエンス構築」を3週間にわたって国連大にて開講した。当コースは2014年度で5回目を迎えたが、初めてUN-CECAR連携大学であるマレーシア国家大学（マレーシア）、ガジャマダ大学（インドネシア）、インド工科大学Bhubaneswar校（インド）、国連大の4カ国をビデオ会議システムで繋げ、各大学にリソースパーソンが常に学生をサポートしながら同時進行で授業を行うという形をとった。参加者には授業が始まる前に各授業のビデオ教材を視聴してもらい、基礎知識を学んだ上で授業に参加するという形をとった。授業には学生だけでなく各大学の研究者や各国政府関係者等も議論に参加し、よりインタラクティブな授業が行われ、さらに以前まで30名前後であった参加学生が両コース合計約100名と増え、より効率的かつ効果的にコースが実施された。このビデオ会議システムとビデオ教材を活用した講座モードは2015年にも行われる予定であり、UN-CECAR連携大学の7-8校が参加し、今後さらなる適応教育が推進されることが期待される。

### (4) 適応策局地化への試みとトランスディシプリナリイ教育

大学セクターは特に開発途上国で有益な知見の迅速な普及と、適応策の局地化を行うための中心的な役割を担う。高等教育の大学ネットワークを通じたS-8研究成果を含む気候変動に関する知識の普及には、とりわけアジア太平洋地域では大きな需要と可能性がある。高等教育セクターは狭いプロジェクトベースのアプローチの枠を越え、様々なステークホルダーを取り込んだ、トランスディシプリナリイ型教育プログラムのための枠組みを構築し、さらに局地化を行うことが重要であるという結論に至った。これに伴ってInternational Network for Advancing Transdisciplinary Education (INATE)が仙台で行われた国連世界防災会議にて正式に設立された。スリランカの水管理が最初のINATEプロジェクトに決定し、すでに現地関係各機関と覚書を結んでいる。

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

2014年10月に4カ国4大学と同時に開講した「気候変動のためのレジリエンス構築」では、より効率的かつ効果的に適応教育の普及が可能となった。今後他のコースへの応用や本研究結果（S-8全体）の普及も同時に見込まれる。UN-CECAR国際ワークショップの議論から決定したトランスディシプリナリイ型教育の体系化、モデル開発により、さらなる適応教育の発展が期待できる。

### (2) 環境政策への貢献

#### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

#### <行政が活用することが見込まれる成果>

- 1) 持続可能な政策を実施するためには、科学者、政府関係者、また実務者などが共同で計画を行っていく事が重要である。10月に国連大で行った「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」の2つの短期講座には学生だけでなく多くの政府職員も含まれ、様々な立場や専門性をもった参加者が対話を行う機会となり、それぞれの国へのフィードバックが期待される。また今後行われるトランスディシプリナリイ型教育の開発により、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プロジェクトが行われることが見込まれる。

- 2) UN-CECAR が開発した大学院プログラムには毎回多くの政府関係者が参加している。2013年の「気候変動に対するレジリエンス構築」プログラムでは、ほぼ半数がアジア各国の政府機関が参加するなど、各国行政に直接フィードバックされることが期待できる。
- 3) グローバルな知識を局地化させるという課題の中で、トランスディシプリナリイ教育のモデルの設計、体系化がなされた。これらは、日本国内および海外での汎用性を有し、大学研究機関だけではなく、行政も一丸となって適応策を局地化、応用することが見込まれる。

## 6. 国際共同研究等の状況

International Network for Advancing Transdisciplinary Education (INATE)が仙台で行われた国連世界防災会議にて正式に設立された（2015年3月15日）。

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

#### <論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない。

#### <その他誌上発表（査読なし）>

- 1) Herath, S., Lim, A. and Takahashi, S. (eds.) Proceedings of the 3rd UN-CECAR Conference and Workshop, CECAR Series 5, UNU-ISP, 2010. “Higher education for climate and ecosystems change adaptation Asia, Working with local communities”
- 2) Herath, S., Wang, Y. and Liang, L. (eds.) CECAR Series 4, UNU-ISP, 2010. “Meeting climate change challenges in transboundary basins: Role of sciences”
- 3) UNU-ISP.: CECAR Series 6, UNU-ISP, 2011. “Handbook for postgraduate courses on building resilience to climate change; course i: Science, impacts and vulnerability, course ii: Approaches to adaptation”
- 4) Herath,S., Takahashi,S., Lim,A. and Yi, W.: Proceedings of UN-CECAR International Conference, CECAR series No. 9,UNU-ISP, 2012.“Traditional Knowledge”
- 5) Herath,S., Teh,S.H, Mohri, H. and Mahalingam A.: Proceedings of UN-CECAR International Conference, CECAR series No. 10, UNU-ISP, 2012.“Disaster Risk Management and Sustainability”
- 6) Herath, S., Mohri, H., Teh, S. H., Diwa, J. P. and Takeuchi, K.: Environmental Research Quarterly, 173, 36-44 (2014) “University Network for Climate and Ecosystems Change Adaptation Research”
- 7) Herath, S., Mohri, H., and Diwa, J. P.: Proceedings of UN-CECAR International Conference, CECAR series No. 15, UNU-IAS, 2015. “University-Led Development”

### (2) 口頭発表（学会等）

紙幅の都合により省略。口頭発表16件あり。

### (3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

### (4) 「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) 国連大にて「気候変動に対するレジリエンス構築」大学院短期コースを学生、政策決定者などを対象に開催。2010年9月13日-10月1日、東京、参加者37名。
- 2) 第4回 UN-CECAR 国際会議, 2010年11月12-16日, スリランカ, 参加者約100名。
- 3) 国連大にて「気候変動に対するレジリエンス構築」大学院短期コースを学生、政策決定者などを対象に開催。2011年2月28日-3月16日、東京、参加者33名。
- 4) 短期トレーニングプログラム『気候変動におけるダウンスケーリング手法と応用講座』を開催。2011年11月9日-14日、東京、参加者35名。
- 5) 第5回 UN-CECAR 国際会議, 2011年11月15-16日, 東京・茨城, 参加者約110名。
- 6) 国連大にて「気候変動に対するレジリエンス構築」大学院短期コースを学生、政策決定者などを対象に開催。2012年2月20日-3月15日、東京、参加者26名。
- 7) 第6回 UN-CECAR 国際会議。2012年5月22-24日, バンコク・タイ, 参加者約100名。
- 8) 短期トレーニングプログラム『気候変動におけるダウンスケーリング手法と応用講座』をバンコクにて開催。2012年11月10日-20日、バンコク、参加者46名。
- 9) 国連大にて「再生可能エネルギー」大学院短期コースを学生、政策決定者などを対象に開催。2014年2月26日-3月22日、東京、参加者30名。
- 10) 第7回 UN-CECAR 国際会議, 2013年6月16-19日, 北京(中国) 参加者約40名。
- 11) 国連大にて「気候変動に対するレジリエンス構築」大学院短期コースを学生、政策決定者などを対象に開催。2013年10月15日-31日、東京、参加者37名。
- 12) 国連大にて「再生可能エネルギー」大学院短期コースを学生、政策決定者などを対象に開催。2014年4月2-24日、東京、参加者15名。
- 13) 研究者を対象に国連大にて **Workshop on Geography Information Systems for Higher Education** を開催。2014年11月13日、参加者20名
- 14) 国連大にて「サステナビリティのためのリーダーシップ」大学院短期コースを学生、政策決定者などを対象に開催。2013年10月15-21日、東京・国連大、参加者24名。
- 15) 国連大にて「気候変動に対するレジリエンス構築」大学院短期コースを学生、政策決定者などを対象に開催。2014年10月14日-31日、東京、参加者約100名。
- 16) 第8回 UN-CECAR 国際会議, 2014年5月31-6月1日, マレーシア・クアラルンプール, 参加者約100名。

### (5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

### (6) その他

特に記載すべき事項はない。

## 8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

## **Vulnerability and Adaptability Indices in the Asia–Pacific Region**

Principal Investigator: Kazuya YASUHARA

Institution: Ibaraki University  
2-1-1 Bunkyo, Mito-City, Ibaraki 310-8512, JAPAN  
Tel.: +81-29-228-8824 / Fax: +81-29-228-8787  
E-mail: yasuhara@mx.ibaraki.ac.jp

Cooperated by National Institute for Environment Studies (NIES), Institute for Global Environment Strategy (IGES), United Nations University (UNU)

[Abstract]

Key Words: Climate Change, Vulnerability, Adaptability, Asia–Pacific Region

The Asia–Pacific region is vulnerable to climate change. At the same time, the region is experiencing rapid economic growth in the early 21st century. Especially for this region, pursuing coexistence of environmental conservation with development is crucially important. Based on this background, the S-8-3 sub-research group aims to (1) clarify the present state of adaptation policies for climate change at the international level, (2) propose vulnerability and adaptability indices for climate change impact assessments, (3) conduct two case studies (Mekong Delta and Ganges Basin) of climate change-induced vulnerability and adaptability, and (4) build a research-oriented international network and an education-oriented international network to collect information related to vulnerability and adaptability and to disseminate new findings that are reported. These topics specifically examine developing countries in the Asia–Pacific region.

In light of the case history at the Ganges Basin, a new vulnerability index was proposed for adaptation to agriculture for objective countries along the Ganges Basin. The results were examined for adaptation policies in the individual way for the objective three countries, Nepal, Bangladesh, and India. On the other hand, concrete adaptive measures for such natural disasters as erosion in the downstream reaches of the Mekong Delta were proposed through field investigations conducted at the riverine and coast, perception surveys of local residents and numerical analysis of inundation. Particularly, emphasis was placed on the necessity of multiple protective measures adopting locally available materials against such climate change-induced disasters. It is characterized that the adaptive measures proposed herein belong to community-based adaptation, which includes suitable adaptation policies and adaptation funds. Along the same lines, to realize these attempts, the current study emphasizes the indispensability of development of the higher educational programs through the Asia–Pacific network which considers the trans-disciplinary aspect. The achievements including good practices obtained herein were introduced at the COP20 as those which contribute to construction of adaptation scheme in the national and international levels and which will contribute to adaptation planning

in Asia–Pacific countries.

Experiences with good practices that contribute to agricultural improvement and disaster reduction are also regarded as necessary cases for reflection and learning related to disaster prevention and reduction in Japan, including those for extreme events caused by rainfall and earthquakes.