

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)
研究課題別終了時評価報告書

1. 研究課題名

アフリカ半乾燥地域における気候・生態系変動の予測・影響評価と統合的レジリエンス強化戦略の構築 (2012年4月～2017年3月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：武内 和彦

(東京大学サステナビリティ学連携研究機構・機構長・教授)

2. 2. 相手国側研究代表者：Edwin A. Gyasiy

(ガーナ共和国、ガーナ大学 地理・資源開発学科 教授)

3. 研究概要

生態系、水資源などの管理基盤が脆弱であるアフリカ途上国においては、地球規模の気候・生態系変動への有効かつ実施可能な対策のニーズが高い。本国際共同研究は、中でもとくに脆弱なガーナ北部半乾燥地域に属するガーナ北部のボルタ河流域を対象に、(1) 気候・生態系変動が農業生態系にもたらす影響の予測評価、(2) 異常気象のリスク評価と水資源管理手法の開発・適用、さらにはそれらを踏まえた(3) 地域住民および技術者の能力開発を推進するプログラムの形成・実施、の3点を核とする実践研究を行う。この研究プログラムを通して、統合的レジリエンス強化戦略の構築をはかり、「ガーナモデル」としてアフリカ半乾燥地域全般への応用をめざす。

本国際共同研究は下記の3つ研究題目から構成される。

(1) 気候・生態系変動の農業生態系への影響予測評価手法の開発・実施

(2) 衛星技術・現地観測網を用いた異常気象予測・リスク評価と水資源管理技術プロトタイプへの提示

(3) 地域住民および技術者の能力開発プログラムの開発・実証

4. 評価結果

総合評価 (A+：所期の計画をやや上回る取り組みが行われ、大きな成果が期待できる。)

本プロジェクトは研究代表者の強力なリーダーシップと両国研究者間で構築された良好な関係のもとで実施され、3つの研究題目について十分な研究成果が得られ、所期の計画を上回る取り組みが行われたと評価できる。2015年よりWRI (Water Research Institute) および世界銀行との連携が始まり、洪水予測のプロトタイプモデルの検証が進められていることはプロジェクトの今後の展開として高く評価できる。また、TICAD等の国際会議にお

いて成果を発信し、研究論文を国際誌において多数公表するなど出口戦略を意識した活動が実施された。修士課程・博士課程修了者を複数輩出し、本研究分野での研究者が必ずしも十分とは言えないガーナにおいて後継者の育成にも取り組んだ。さらに地域住民と連携し能力開発推進プログラムを実施したことも評価できる。本プロジェクトの結果を受けて UDS（開発学大学）に KTCSR（Kazuhiko Takeuchi Center for Sustainability and Resilience）という新しい研究センターが設立されたことは、SATREPS 終了後の持続性を担保するものとして高く評価できる。

「ガーナモデル」のコンセプトが明示された一方で、各研究成果の統合化や、他地域・他国への水平展開については具体的道筋が必ずしも明確になっておらず、今後の課題として残されている。たとえば、UDS、UG（ガーナ大学）や GMet（気象庁）の役割分担や連携が明確となっていない。今後のさらなる社会実装に向けた具体的で継続的な取り組みを期待したい。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

アフリカの半乾燥地域は生活基盤を農業に依存している地域が多く、気候変動は農業に大きく影響するため、その変動を的確に予測しその影響評価を行って実施可能な対策を明らかにすることへのニーズは高い。その意味で本プロジェクトがガーナにおける気象観測とそれに基づく気候変動予測の基盤を作り、今後の気候変動による主に農業に対する影響評価と対策を住民の中に入った実務家をベースにして行う道筋を具体的に示した点は高く評価できる。また、干ばつと洪水を想定した農業・災害リスクの評価が可能となり、少なくともローカルには住民に理解できる形でレジリエンスを考えるスキームを作ることに成功し、さらに、AWS（Automatic Weather Station、自動気象観測装置）などの基盤システムを実装し、研究センターの開設につなげたことも評価できる。

一方で、モデルに必要なデータの取得などが一部に限定されており、サイエンスベースの施策推進という点では、今後かなりの努力を要する。

【国際社会における認知、活用の見通し】

相手国はもとより、世界に向けて情報発信が精力的に行われている。2016年8月にケニアで開催された第6回アフリカ開発会議（TICAD VI）、同年12月にメキシコで開催された生物多様性条約（CBD）の第13回締約国会議（COP13）などにおいて本プロジェクトの成果が国際社会に向けて発信されており、ガーナモデルの認知度も高まっている。また、KTCSRを研究交流の場として、ガーナモデルを他地域へ適用するための研究開発が継続され、今後アフリカの多くの国に波及していくことが期待される。ただし、その展開の道筋はまだ明確ではなく、国際的なインパクトとしては未知数である。

【他国、他地域への波及】

ガーナ国内の他地域や他国への展開の基盤となる枠組みが構築され、同様の問題を抱えるサハラ地域の他国の研究者も注目している。他地域・他国での有効性を評価できるだけの実績はまだ得られていないが、同様の手法で地域のレジリエンスを高めることができると期待される。ただし、農業のような一次産業は地域依存性が強いので、その特徴に合わせたカスタマイズが必要であり、他地域・他国への波及という点では不確定な部分も多い。

3つの研究題目それぞれにおいてガーナモデル構築に向けて取られた方法論は、アフリカ半乾燥地域に特有のものと言えるが、ガーナモデルのデザイン・運用のための7つの原則は、気候変動影響に対する地域レベルのレジリエンスを向上させるという観点からは、世界共通のものと言える。

【国内外の類似研究と比較したレベル】

ガーナ北部地域のみを対象としているが、社会実装まで含めた総合的な取り組みという点で優れている。気候変動予測やリスク評価、農業技術の改善等について新規性に優れているとは言えないが、観測データの乏しい地域において、地域の社会・経済・文化の実情を捉え、それを踏まえて地域レベルの総合的なレジリエンスの構築に取り組んでおり、気候変動適応策に関する地域研究としては他の範となるユニークなものと高く評価される。また、研究内容および成果が非常に豊富で、生態学、工学、社会経済学などの広い分野に渡っており、英文誌に特集号を組むなど評価できる成果を残している。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクト成果が相手国ニーズの充足に与えているインパクト】

気候変動影響への適応策も、他の災害への対応と同様に、公助、共助、そして自助による対応が必要であるが、本課題は、自助・共助レベルの対応に重点を置き、経済力に極めて乏しいアフリカ途上国においては最も適切なアプローチと考えられる。こうした観点から、本課題では、気候変動に対する地域のレジリエンス強化に焦点を当てた地域研究の枠組みを示し、調査研究の対象とした各地域において具体的な適応策が提示できている。気候変動影響への地域レベルの適応策に関する研究開発の世界的な範になるものとして高く評価される。

アフリカなどの発展途上国に対する SATREPS の大きな貢献の1つは人材育成である。その意味で本課題では、気象観測やそれに基づく予報業務者などの専門家の養成と同時に、各地域での気候変動への農業の対応などの実務者の育成など幅広い人材育成を行うことで相手国のニーズに的確に応えたと判断される。

ただし、当初予定していた2地域で洪水と干ばつのリスクを分けて比較する予定であったが、両地域の降水レジームにあまり差がなかったことで、レジリエンス強化の方法に対して十分な反映はできなかった。当初の目標としていた生態系への影響予測について、現時点でのデータが限定的であることも今後の課題である。

【課題解決、社会実装の見通し】

地域住民に対する数多くのワークショップや伝統的な演劇による住民の意識共有など特徴ある取り組みを行い、社会実装への道筋を付けたことは高く評価できる。この取り組みは、同様の問題を抱えるサハラ地域の国からも注目されており、今後の展開の道筋を明確にしていく必要がある。

本課題では、各地域における気候変動影響へのレジリエンス強化のための具体的な適応策が示されているが、それらが地域に根付いて普及・発展していくには、研究活動の継続発展とともに、行政や企業のバックアップが必要と考えられる。プロジェクト終了後も社会実装へ向けて研究開発活動が継続され、学官民の連携体制が構築されることを期待する。

【継続的发展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

本プロジェクトを通してガーナ人2名と日本人1名が博士、5名が修士を取得しており、また研究者、企業、NGO、行政関係者等に向けて短期集中トレーニングプログラムやワークショップを開催するなど、相手国の人材育成は順調に進んでいる。また、レジリエンス研究とそのための人材育成を行うKTCSRが設立され、大学がセンターの活動の支援を約束するとともに、大きな期待をかけていることから、農業に関する実務者育成に関しては今後も継続的な進捗が期待できる。さらに、KTCSRを拠点として、ガーナと日本との研究協力ならびにジンバブエ、カメルーン、ケニア、ブルキナファソなどのアフリカ途上国への研究成果の波及が図られると期待する。

ただし、気象予測に関する人材育成は進んだが、フィールドでの観測機器の維持・増強と継続的なデータ収集については、現状ではかなり困難なように思われ、このギャップを埋めるための協力・支援が必要である。また、プロジェクトの意義を十分に理解し、組織全体を見通すことのできる知識を持った人材を育成することが必要であろう。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展してゆく見込み（政策等への反映、成果物の活用など）】

本プロジェクトの研究成果が、ガーナが現在作成中の長期開発計画に取り込まれる可能性が高いことから、国家レベルでの政策への貢献が期待できると同時に、コミュニティーレベルでの気候変動適応策の社会実装が実践され、複層レベルでの成果の発展が期待できる点は高く評価される。今後リーダーシップを取っていくガーナ側の組織や、継続のための仕組みや予算確保などについて、不透明な点も多いが、最大限の努力がなされていることは評価される。プロジェクト終了後も、社会実装へ向けて研究開発活動が継続され、学官民の連携体制が構築されることを強く期待する。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

日本の社会・産業への貢献はそれほど大きくないが、TICAD、CBD、IPBES等の場において本課題の研究成果が積極的に紹介されており、気候変動リスクの評価にむけた研究の取り組みや、人材育成を含む日本の研究協力の評価を高めたと考える。本プロジェクトは気候変動影響適応策の研究において日本のプレゼンスを向上させたことから、日本の科学技術外交への貢献度も高いと評価される。

さらに、ガーナモデルの7つの原則は、日本における気候変動の影響に対する地域レベルでの適応策の検討において参考になると考えられる。

【科学技術の発展】

アフリカの半乾燥地帯での水循環を中心とする気候変動の予測は極めて重要なタスクであり、本課題において全球モデルのダウンスケーリングや統計的手法によりシミュレーションモデルを作り上げたことは評価できる。また、地域の社会・経済・文化の実情を捉え、それを踏まえて地域レベルの総合的なレジリエンスを構築しようという気候変動影響適応策に関する地域研究として、また自然科学と人文・社会科学との複合研究として評価される。

一方、現地の観測データが不足していることもあり、このシミュレーションの適合性に関する検証があまり十分ではないように思われる。また、気候変動予測も含めて、シミュレーション結果そのものにも大きな不確かさが残っており、これに基づいた作物の栽培実験も同様であることから、今後の現地データの持続的な蓄積とそれを使ったより精度の高いモデル開発が現地で実施されることを期待する。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

日本の大学院学生5名をアフリカ現地調査に参加させるなど、アフリカとの研究交流を担う日本の若手研究者の育成に意識的に取り組んでいる。しかし、ガーナ人の育成に比べると、日本人若手研究者の育成はやや弱いと思われる。

【知財の獲得や、国際標準化への取組、生物資源へのアクセスや、データ入手方法】

知財に関わる成果はないが、ガーナモデルのデザイン・運用の7原則は、地域的な気候変動影響適応策の検討において国際的に共通な原則になりうると考えられる。今後、国際的な学会等への情報発信の強化が期待される。

【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

原著論文28件の中でガーナ人研究者が主著である論文も多く、総説・書籍が17件、マニュアル・コースが3件など、評価できる成果を上げている。さらに、本研究プロジェクトのまとめとして英語書籍の出版が準備されていることも高く評価される。

【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

ガーナと日本の科学技術協力の基礎が構築され、プロジェクト終了後も KTCSR を中心として科学技術的な人材ネットワークが継続的に機能していくと思われる。地域住民においても、ワークショップや演劇パフォーマンスなどを通じて地域的なネットワークが強化され、信頼感が醸成されている。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

研究題目1~3に対して、東京大学、京都大学、国連大学がそれぞれガーナのカウンターパートと組み、最終年度の初めまで相互の連携があまり明確でない状態で研究が進められてきたように思われ、総合的課題である研究題目3の「地域のレジリエンス強化戦略」へ他の2研究題目がどのように集約されるのか懸念された。最終的には、3研究題目の相互関連性と成果の統合に向けて研究が進められたが、研究課題1と2でレジリエンス強化に繋がる成果が遅れたこともあり、必ずしも研究題目1と2の成果が研究題目3に十分に統合されたとは言い難い。今後の研究の継続の中で、この点を改善することが望まれる。

一方、当初から WRI および世銀などとの協力関係をうまく築いて成果を上げたことは評価される。

【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

研究代表者のリーダーシップは非常に強かった。研究題目1と2におけるレジリエンス強化に係る研究成果の研究題目3への反映や、選定した2地域の気象条件の差異が予想より小さかったことへの対応など、いくつかの課題は残るものの、住民の信頼を得て社会実装に向けて尽力され、最終的にこの挑戦的なテーマをまとめ上げたのは研究代表者のリーダーシップによるものと高く評価される。

今後、気象観測網を整備し維持することは国民に対する国家としての責務であることをガーナ側にしっかり伝えていくことに強く期待する。

【成果の活用に向けた活動】

地元社会や政府関係者との連携、TICAD などの国際会議の有効活用など、あらゆる関連ネットワークを通じた成果活用に向けた取り組みが行われている。今後、KTCSR を拠点として、ガーナと日本との研究協力と成果の社会実装ならびにジンバブエ、カメルーン、ケニア、ブルキナファソなどの状況が類似しているアフリカ途上国への研究成果の波及が図られると期待する。

【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

国際会議の活用や成果をまとめた英語書籍の出版準備のほか、相手国の研究者との共著も非常に多く、人材教育とともに相手国での情報発信を効果的に行っていると評価される。

【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

本課題は人材育成では大きな成果を挙げており、予算の活用も問題ないと思われるが、供与された観測機器の一部が機能していない状態にあると報告されている。発展途上国ではよくあることとは言え、継続的なデータ収集が将来予測モデルのより精緻化に必須であることから、早期の解決に向けて取り組んでほしい。気象観測用測器は災害等に関する情報も提供できることをアピールして、ガーナ側で自律的に観測が持続できるような体制構築に向けて努力をお願いしたい。

5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

1. 本プロジェクトが提唱しているレジリエンス強化のためのガーナモデルは、極めて広範囲で概念的な事項が多く含まれているが、それらが本プロジェクトのどのような具体的な研究成果に基づいているのか明確にしておく必要がある。さらに、今後ガーナにおいて、モデルを基に実際に何をどのような体制で実施していくのか、さらに財政面も含めた持続性が確保されているのかどうか整理しておくべきである。特に、各集落の農家が持続的に活用するためには、解像度のより高い降水量などの気象観測データに基づいた予測結果が必要であるが、観測機器の維持もできないような財政状況では持続性の担保は難しいと感じる。本課題で達成された研究・調査基盤をしっかりと維持するためには、行政や企業、国際組織からの援助も含む財政的な裏付けが必須であり、そのためには粘り強い働きかけによる連携の深化が必要である。データの集積、検証など残された課題も多く、SATREPS 終了後にも社会実装へ向けて研究開発活動が継続され、学官民の連携体制が構築されることを期待する。
2. ガーナモデルをどの組織が主体となって実施していくのか明確化し、その実施主体を中心とした取り組みとして、コミュニティ・レベルから国家レベルまでをつなぐ道筋を示してほしい。
3. ガーナ国内の他地域や、ジンバブエ、カメルーン、ケニア、ブルキナファソなど他国への研究成果の波及の可能性が期待されるが、それらへの展開を支援するために、プロジェクトで構築した一連のプロセス・活動の共有化と一般化を進めていただきたい。そうすることで、今回の対象地域での自立的・継続的な活動を支援することにもつながると考えられる。

以上

研究課題名	アフリカ半乾燥地域における気候・生態系変動の予測・影響評価と統合的レジリエンス強化戦略の構築
研究代表者名 (所属機関)	武内和彦 東京大学サステナビリティ学連携研究機構
研究期間	2012年4月～2017年3月
相手国名	ガーナ共和国
主要相手国研究機関	ガーナ大学、ガーナ気象庁、国際連合大学アフリカ自然資源研究所、ガーナ開発学大学

JST従たる評価項目			
日本の科学技術への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動枠組み条約、生物多様性条約、砂漠化対処条約での日本のプレゼンス向上。 プロジェクト全体の成果をまとめた書籍(英文)の編纂・出版 当該分野の科学技術協力政策立案支援 		
レビュー付き論文への掲載	「アフリカにおける気候・農業生態系変動」「異常気象災害リスク評価」「土壌・水資源管理」「災害ガバナンス」「能力開発」「統合的レジリエンス強化の方法論」などについて掲載(2件/年)		
科学技術の対話/情報発信	4回/年(学会等での発表)		
人材育成	<table border="1"> <tr> <td>地域住民、現地技術者、行政担当者、NGO関係者からの情報発信</td> <td>参画学生・特任研究員名でレビュー付雑誌への論文掲載</td> </tr> </table>	地域住民、現地技術者、行政担当者、NGO関係者からの情報発信	参画学生・特任研究員名でレビュー付雑誌への論文掲載
地域住民、現地技術者、行政担当者、NGO関係者からの情報発信	参画学生・特任研究員名でレビュー付雑誌への論文掲載		
構築されたモデルの展開	<ul style="list-style-type: none"> 半乾燥地域を有する近隣諸国へのガーナモデルの展開 対象地域でのBOPビジネスモデルの展開 		

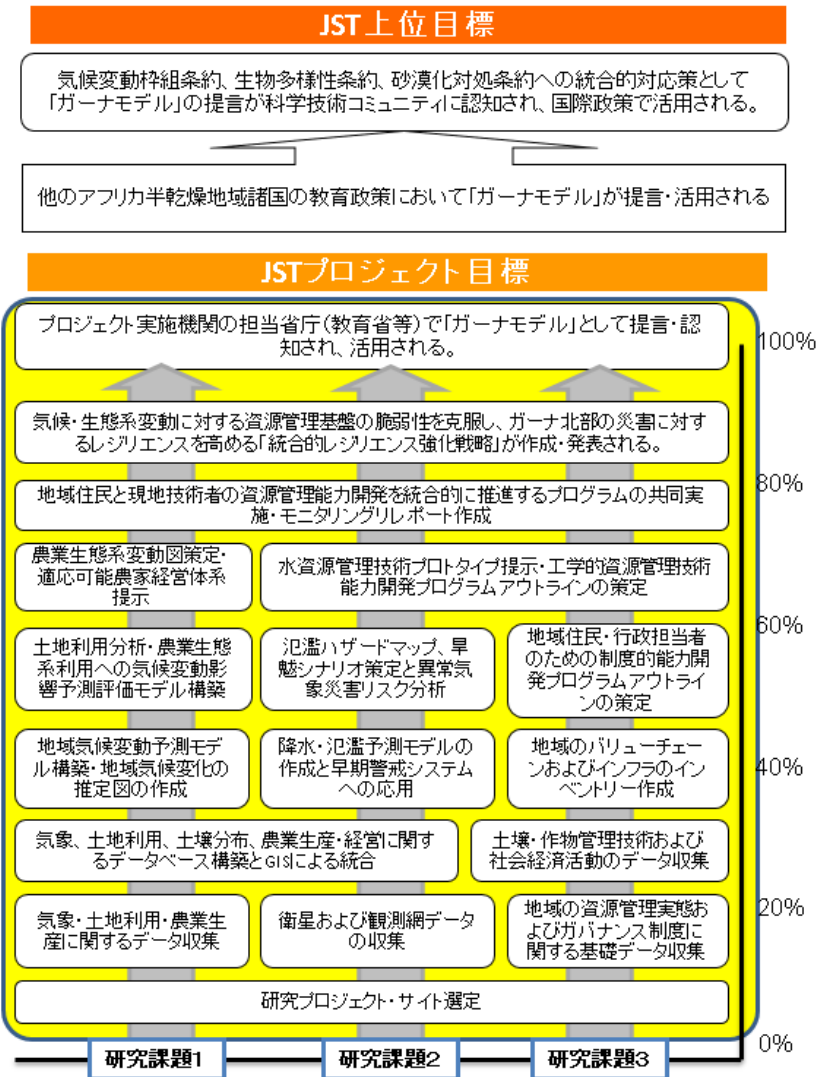


図1 成果目標シートと達成状況(2017年2月時点)