

地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー研究分野「地球規模の環境課題の解決に資する研究」領域)

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

(ガーナ共和国)

平成 23 年度実施報告書

代表者： 武内 和彦

東京大学サステイナビリティ学連携研究機構・副機構長・教授

<平成 23 年度採択>

1. プロジェクト全体の実施の概要

【ねらいと概要】

地球規模の気候・生態系変動への対応の一環として、資源管理基盤が脆弱であるアフリカ途上国における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。

【進捗状況とこれまでの成果】

2011年6月から国内研究機関とガーナ側カウンターパートとの間で継続的な遠隔電話会議を重ね、7月上旬にはガーナのアクラにおいて関係主体による準備会合を開催し、研究の対象地域、体制、内容、計画等について詳細な検討を行った。さらに、8月中旬から下旬の2週間にわたり、アクラの関係機関だけでなく、ガーナ北部の対象地域を訪問し、プロジェクトに関して現地の関係主体と幅広く意見交換して現地ニーズを詳細に把握した。その成果を踏まえて、カウンターパート機関との間で研究体制、内容、計画について2011年12月までに合意文書を取り交わすとともに、2012年2月にはガーナ大学との間でMOUの正式締結に至った。

【今後の見通し】

対象とする北部3州の広域的な気象、土地利用、植生、農業生産、人口、所得、洪水・干ばつ被害実態等の基礎データを収集すると同時に、具体的なプロジェクト・サイト(4サイト程度)の選定をカウンターパート機関だけでなく、現地の関係主体との協議に基づいて行う。サイト選定後、さらに詳細な現地調査を行い、それに基づいて、①地域性を踏まえた科学技術的知見に基づく気候変動の農業生態系への影響予測評価手法の開発、②異常気象予測・リスク評価に基づく現地での汎用性が高い水資源管理技術プロトタイプの提示、③地域での農業生産・生態系および工学的なレジリエンスを強化する能力開発を推進するプログラムの構築を進める予定である。

2. 研究グループ別の実施内容

【東京大学】

I. アフリカ半乾燥地域の地域性を踏まえた科学技術的知見に基づく気候変動の農業生態系への影響予測評価手法の開発

①研究のねらい

地域レベルの気候変動予測モデリング手法を開発、土地利用・気象・降水量の変化などをモデル化し、アフリカ半乾燥地域およびガーナ北部ボルタ河流域・北部3州での生態系および農業活動への影響予測・評価を実施する。

②研究実施方法

気候変動影響の予測評価手法の開発に関しては、まず、文献等により当該地域(西アフリカ、特にガーナ)の気候の特徴を調査し、現地の気候に影響を与える気候パターンの把握に努めた。さらに、解析に使用する高分解能の大気海洋結合モデルによる予測の予備解析を行った。

農業活動への影響については、気候変動影響の農業生産に与える影響に関する関連文献の調査を行うとともに、必要となる1次データおよび2次データについて検討した。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

予備調査として、今後の解析に利用を予定している大気海洋結合モデル MIROC5 (Model for Interdisciplinary Research on Climate) および MIROC4 による気候変動シミュレーション結果を用いて、本研究での気候変動数値モデル予測の今後の利用についての可能性を検討した。気候変動予測の不確実性を考慮し、今後の解析には複数モデルの結果を検討しているが、ここでは予備調査であることから、MIROC5 の RCP4.5 シナリオを適用した 2099 年までの計算結果と、MIROC4 による高解像度の 2030 年までのアンサンブルを利用した。

それぞれの再現計算部分の比較には ECMWF(ヨーロッパ中期気象予報センター)による再解析データを利用した。今回用いた MIROC5 の計算は計算開始の初期場を除き、大気や海洋の観測値で補正することなく外部の強制力のみを入力で計算していることから、実際に起きた短期の時間スケールの現象が再現されているものではないが、今後、気候パターンの再現等の詳細な調査が必要ではあるものの、ガーナを含む西アフリカ地域の温度上昇の傾向や地域的な気候傾向に関しては、概ね良好な結果が見られた。

これらのデータと農業生産に関する2次データを用い、気候変動の農業生産に与える影響に関するパイロット的な評価モデルを構築しているところである。

今後、本年度行った関連文献の調査を継続するとともに、それらに基づく気候変動影響の農業生産に与える影響評価モデルあるいはそのフレームワークを確立するとともに、現地調査による1次データおよび、土地利用に関するデータ(衛星画像による解析など)を利用し、より詳細な分析を行う予定である。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

本課題のカウンターパートの1人として参画が予定されている Mr. Emmanuel Tachie-Obeng と Joint SATREPS Workshop(後述)にて、本研究の目的、研究手法、研究計画について共通認識を確立するとともに、今後の研究の進め方について議論を行った。次年度以降、必要データの収集およびそれを用いた分析について共同で行う予定である。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

国連大学の欄にて後述。

【京都大学】

II. 衛星技術を用いた異常気象予測・リスク評価に基づく現地での汎用性が高い水資源管理技術プロトタイプへの提示

①研究のねらい

半乾燥地帯に分類されるガーナ北部3州は、洪水に対しても旱ばつに対しても脆弱性を持つ。近年では、人

工衛星からの観測データを用いて、1時間程度の時間分解能、10km 程度の空間分解能で全球で算出されるようになった。このデータを有効に利用し、異常気象予測・洪水や早ばつのリスク評価を行う。この成果を踏まえ、水資源管理技術を提案する。

②研究実施方法

今年度は、現地のインフラ調査、ガーナ気象局との打合せを行った。国内においては、宇宙航空研究開発機構(JAXA)が作成公開している全球降水マップ(GSMAP)を一部ダウンロードして、ガーナを含むサブサハルの過去数年の降水を調査した。モデルに関しては、サブサヘル地域を対象に気象モデルの試算を行った。また、洪水氾濫モデル作成の基礎になる詳細地形データを調べた。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

・ 気象インフラ調査

ガーナ気象局が観測を実施している観測点の分布や、データの収集状況を調べた。ガーナ国内には、地上気象観測点 22 カ所(うち北部3州 5 カ所)、雨量観測点 156 カ所(うち北部3州 50 カ所)、農業気象観測点 54 カ所(うち北部3州 12 カ所)がある。地上気象観測点データの WMO へのレポート率は、90% 前後である。雨量観測点データは、担当者が定期的に巡回してデータを回収する方法で収集されていて、予報などの現業にはあまり活かされていない。

・ GSMAP の調査

過去の GSMAP データをダウンロードし、降水分布や積算雨量図などを作成した(図 1-3)。次年度は降水量の現地観測データを用いて、ガーナ気象局と協力して衛星データの精度検証を行いたい。

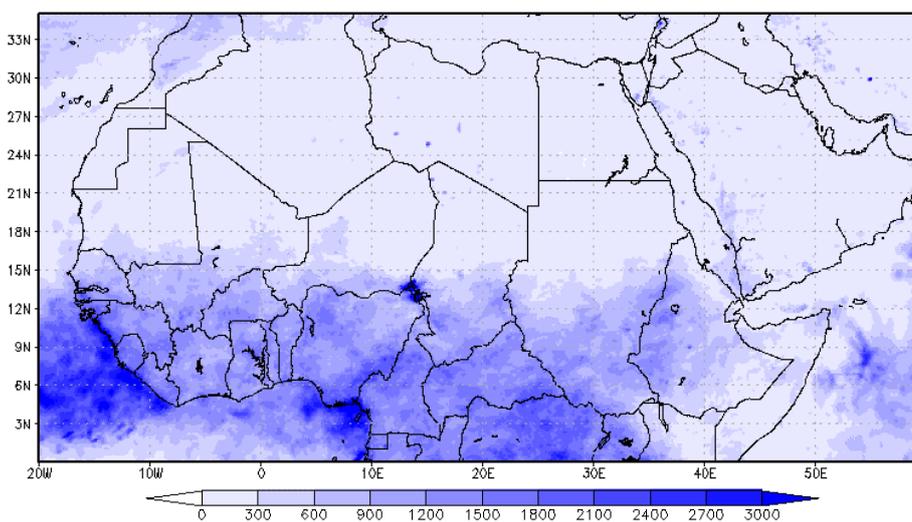


図 1 GSMAP から作成した 2010 年の年積算雨量分布

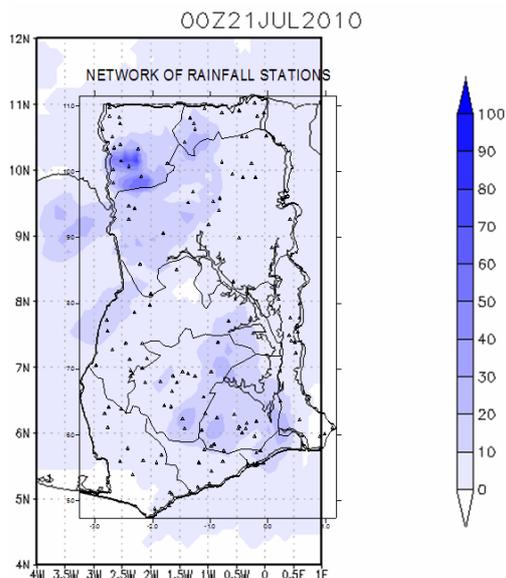


図2 2010年7月21日の日雨量分布。ドットは、地上観測点

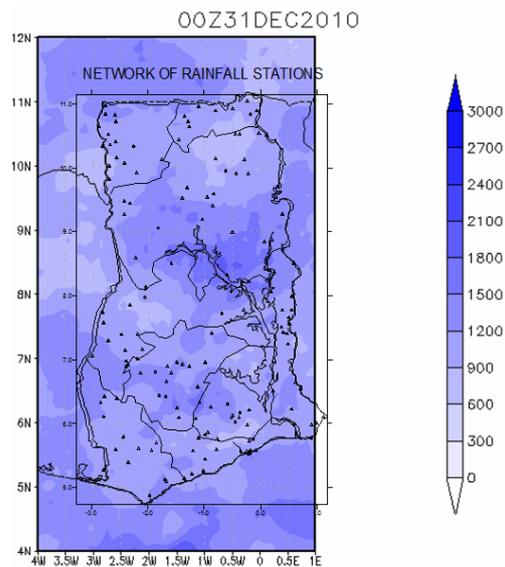


図3 2010年の積算雨量分布

・ 気象モデルの試行と洪水氾濫計算用の地形データの整備

米国環境予報センター(NCEP)のデータを領域気象モデルWRFに入力して、サブサヘル地域の気象シミュレーションを試行した(図4)。精度検証などはまだ行っていない。洪水氾濫計算で用いる地形データに関しては、これもJAXAの整備したASTER-GDEMの30m解像度データをガーナ周辺についてダウンロード/整備した。図5に示したのは調査候補地の一つについて標高を図化したものである。

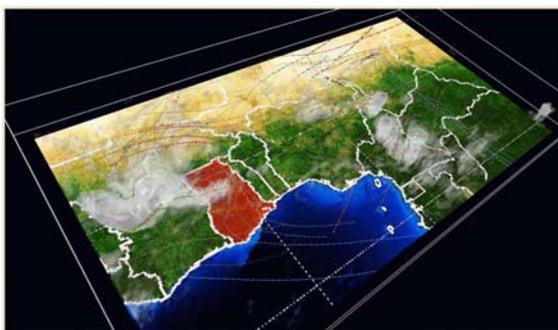


図4 WRFを用いた計算の可視化画像

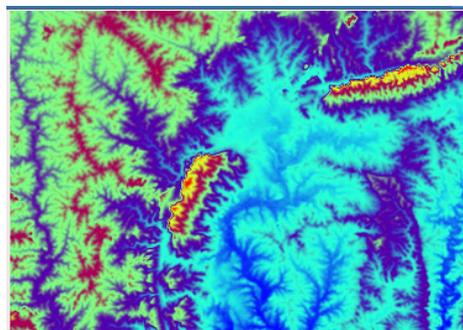


図5 ASTER-GDEMによる標高描画

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

本年度は、ガーナ気象局アクティング・ディレクターのMr. Minia、科学部部長のMr. Nkanshaと、ガーナ気象局の現状や、今後の進め方について情報交換を行った。ガーナ開発学大学のProf. Gordanaと協議し、気象水文関連研究(本研究課題)への同大学の参加について要請した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

国連大学の欄にて後述。

【国連大学】

III. 地域住民および技術者に対して、地域での農業生産・生態的および工学的なレジリエンスを統合的に強化する能力開発を推進するプログラムの構築

①研究のねらい

ガーナの中で北部3州は、食料供給基地的な役割を担っており、主要産業としての農業を中心にすえた地域の統合的なレジリエンスを向上させるため、気候変動が農業に及ぼす影響を評価、現地関係機関と連携を深めながら、この評価および資源管理技術を農業現場に適用する方法を提案する。

②研究実施方法

今年度は、国連大学アフリカ自然資源研究所およびガーナ開発学大学との共同研究体制を確立し、関係省庁との連携を深め、プロジェクトサイト選定に向けた予備調査を行った。国連大学からは土壌の専門家による詳細計画策定調査が行われ、16日間の出張の間、北部3州において州政府農業担当者からの意見収集、目視による栽培体系の概略把握並びに現地で測定可能な土壌の化学性調査を行った。また、相手国研究機関との役割分担・招聘スケジュール・必要機材などについて協議を行った。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

収集した情報によると、2000年以前には、トウモロコシの栽培面積が他の作物を上回っていたが、その後激減し、その代わりラッカセイ、ヤム、キャッサバ、イネ、ダイズの栽培面積が増えた。しかし、近年政府の施策によりトウモロコシの栽培面積が増える傾向にある。北部3州は年間降雨量が1000mm程度あり、トウモロコシ栽培には適していると考えられるが、気候変動により旱魃や洪水がより頻繁化することが予想されるので、収量安定化のための方策を講じる必要があると考えられる。

図1にあるように北部3州を踏破し、特に赤丸で記した地点で土壌調査を行った。コートジボアールとの国境を流れる黒ボルタ川に近い地点では、川まで約1.7kmで20mの標高差があるなだらかな斜面に沿って16の土壌サンプルを採取し、水抽出液のpHとECを測定した。斜面上部では7を超えるpHが観測されたが、斜面中ほどに広がる湿地では5から6の酸性を示し、川に近付くにつれて中西近辺に戻る傾向を示した。湿地においてはECが高い地点も認められた(図2)。もうひとつの赤丸で示した地点は主要河川である黒ボルタ川からは離れているが、時折洪水に見舞われるという村落が点在していて、訪問時点ではトウモロコシやカウピーが栽培されていた。これら作物の根元の土壌を採取したが、3つのうち2つはアルカリ性を示し、その内の一つのECは今回の採取資料の中では最も高い値を示した。

本年度採取した土壌のpHとECの分布をそれぞれ棒グラフで示すと(図3)、pHに関しては、傾斜の上方地点並びに乾期作(dry season farming)が行われている地点で高い傾向、ECに関しては、作物の根元や乾期作圃場で高い傾向が認められた。

今後は、プロジェクトサイト選定後にサイト内に広がる流域について、より詳細な土壌調査並びに現在実践されている土壌・作物管理技術についての聞き取り調査を行う予定である。

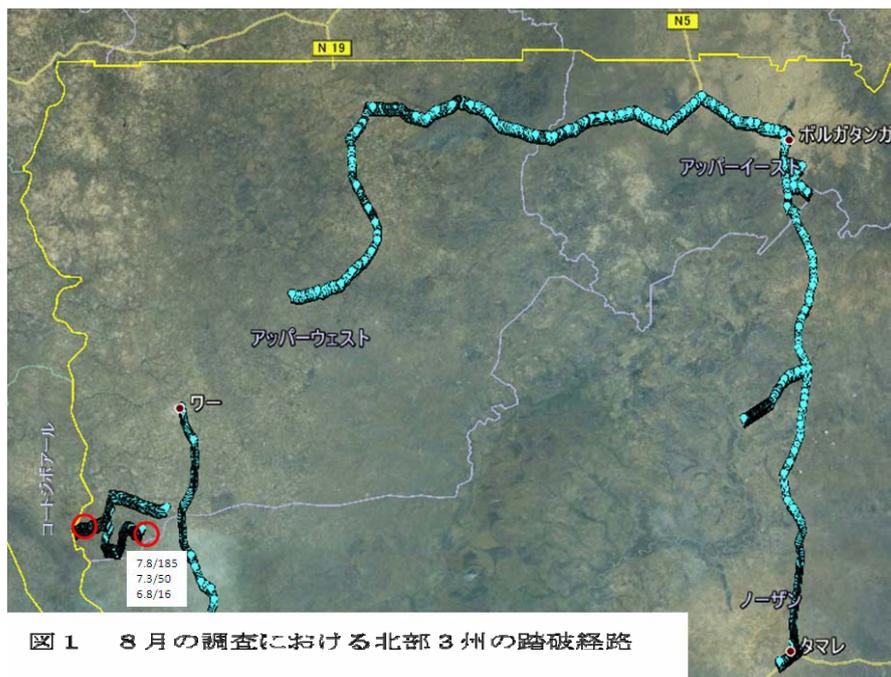


図1 8月の調査における北部3州の踏破経路



図2 Upper West州南部の黒ボルタ川（左下隅）
に向かう斜面での土壌のpHとEh

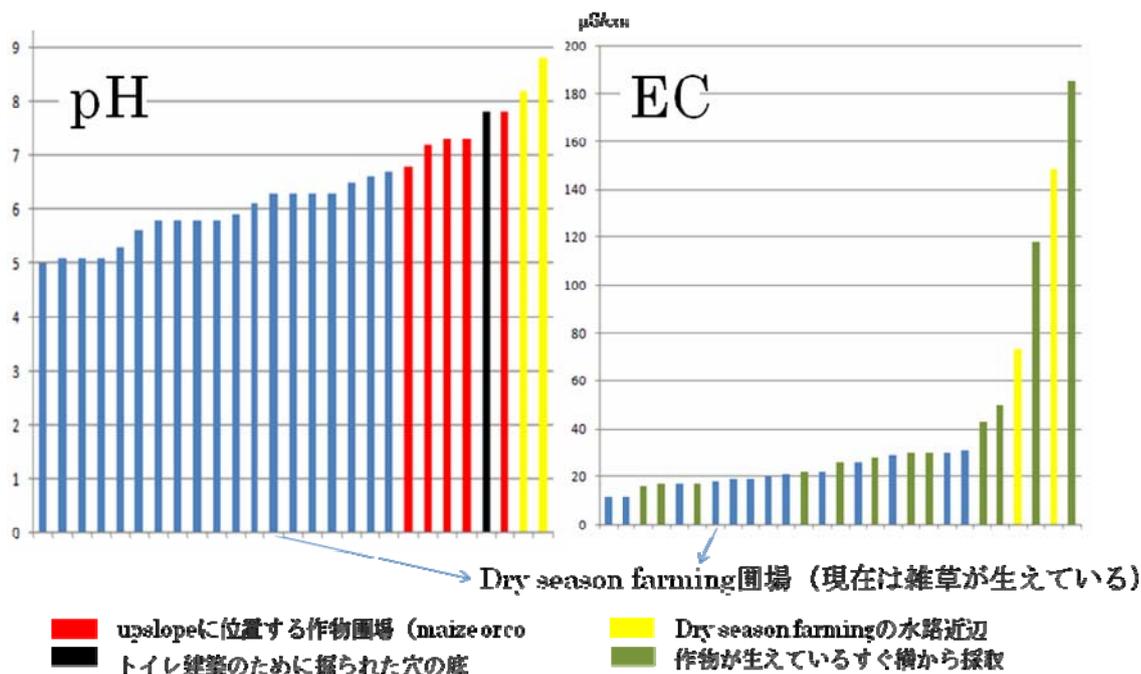


図3 調査土壌のpHとECの分布

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

本課題のカウンターパートとして参画を予定しているガーナ開発学大学の Mr. Vincent Kodio Avomyo との協議を開始した。土壌化学性を現地で測定するために購入を予定している Micro Emission 社製のプラズマ発光による簡易型ハンディ元素分析器 MH-5000 に関する情報をカウンターパートと共有し、ガーナ開発学大学内で分析を行うことが可能なラボを選定した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

本研究課題と同じくガーナで展開する、地球規模課題対応国際科学技術協力平成 21 年度採択プロジェクト「ガーナ由来薬用植物による抗ウイルス及び抗寄生虫活性候補物質の研究(代表者:山岡昇司、東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科 教授)」との交流が生まれ、二つの SATREPS プロジェクトが共同して、アフリカでの熱帯病分布と気候変動の関係を議論・情報発信するためのワークショップを開催することが合意された。

その結果、平成 23 年 12 月 2 日・3 日の二日間、ガーナ大学において「西アフリカにおける気候・生態系変動、地球規模での健康・人間の福利(Climate-Ecosystem Changes, Global Health and Human Wellbeing in West Africa)」ワークショップが実現し、3つの基調講演、日本側・相手国機関それぞれのプロジェクト担当者による12の研究発表、プロジェクトの共同発展を目指した議論、さらにはガーナ・日本両方の若手研究者による20のペーパー発表が行われた。連日 200 人を超える参加者が活発に議論に参加し、これからのさらなる展開に期待がもてる内容となった。

また、ワークショップに先立つ 12 月 1 日にはガーナ、マンボンにある生薬科学研究センターおよびアコソンの治水・水力発電ダムを巡るスタディーツアーがもたれ、20 名の参加者が実際の熱帯病研究・水資源管理の現場を視察し知見・交流を深めた。

3. 成果発表等

(1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数(国内 0 件、国際 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 0 件)

(2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳(国内 0件、海外 0件、特許出願した発明数 0件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0件、海外 0件)

4. プロジェクト実施体制

(1) 「東京大学」グループ（研究題目：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）

- ①研究者グループリーダー名： 武内 和彦（東京大学サステナビリティ学連携研究機構・教授）
- ②研究項目（Plan of Operation（PO）から抜粋）

1. Climate and ecosystem change forecasting methods are developed and the impacts on agroecosystem use are assessed (Theme1)

- 1-1 Institutional design of collaboration Theme 1 to 3
- 1-2 Building meteorological data base
- 1-3 Building land utilization and soil distribution data base
- 1-4 Building agricultural production and management data base
- 1-5 Integrating above three data bases by GIS
- 1-6 Building regional climate change prediction model and prediction by the model
- 1-7 Assessment of climate change impact to agroecosystem utilization
- 1-8 Assessment of land utilization, soil distribution and climate change by GIS
- 1-9 Making agroecosystem valuation map based on 1-8
- 1-10 Making options of adaptive agricultural production management to climate change

(2) 「京都大学」グループ（研究題目：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の提示）

- ①研究者グループリーダー名： 石川裕彦（京都大学・防災研究所気象水象災害研究部門・教授）
- ②研究項目（Plan of Operation（PO）から抜粋）

2. Using satellite remote sensing and ground-based observation network, prediction and risk analysis of extreme weather events are conducted. Prototype of water resource management is applied (Theme2)

- 2-1 Sattelite and Ground-based observation network is surveyed and database is built

- 2-2 Using 2-1, an early warning system, hazard map of flood and scenario of drought are made
- 2-3 Risks of disasters due to extreme weather is quantitatively analyzed for Volta River basin
- 2-4 Using outcomes from 2-3, a prototype scheme of on-site water resource management is proposed

(3)「国連大学」グループ（研究題目：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）

①研究者グループリーダー名： 齊藤修（国連大学・サステイナビリティと平和研究所・学術研究官）

②研究項目（Plan of Operation (PO) から抜粋）

3. Institutional and engineering capacity development programs for local residents and engineers are outlined and socially implemented (Theme3)

- 3-1 Selection of the project sites in collaboration with Theme 1 and 2
- 3-2 Interviewing key actors and observation of authority at different levels of governance institutions in the region
- 3-3 Farm household survey to understand socioeconomic activities
- 3-4 Outlining specific crop value chains and potential business models
- 3-5 Based on the findings above, institutional capacity development program is developed
- 3-6 Based on findings of 2-4 and 3-3, engineering natural resource management capacity development program is developed
- 3-7 Combining 3-5 and 3-6, an integrated approach to enhancing resilience is established

以上