

地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー分野「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 25 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 機構長・教授

<平成 23 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】

2012年度までの研究成果を踏まえ、ガーナ側と日本側の主な研究者がほとんど共著者となり、集落レベルのレジリエンス評価方法を提案した論文”Developing a Community-Based Resilience Assessment Model in Northern Ghana”を執筆し、2013年5月に学術誌に投稿した(現在査読中)。また、2013年4月から7月にかけて、開発学大学のニャンパラ・キャンパス(ノーザン州)内でのプロジェクトオフィスの整備、プロジェクトメンバー間の情報共有のためのニュースレター発行、テーマ別のフォーカルパーソン決定、電話会議による研究打合せを定期的に行った。

これらの準備に基づき、2013年8月には第2回合同調整委員会(JCC)をアクラにて開催した。また、このJCC前には、GISトレーニングを行い、ガーナ側の若手研究者を対象とした能力形成プログラムを実施した。JCC会議後には、個別の研究進捗の確認と学術誌特集号の編集、さらに研究手法・データのプロジェクト内での共有のための研究ワークショップを2日間にわたって実施した。さらに、8月から11月にかけて、各テーマでの研究計画に沿って、現地調査、データ解析を精力的に実施した。

同年11月には、京都大学グループがガーナから研修員2名を受け入れて気象モデリングに関する研修を実施するとともに、京都において日本とガーナの研究リーダー及びフォーカルパーソンを集めたプロジェクト会合を2日間にわたって開催した。この京都会議では、英文学術誌(Journal of Disaster Research)の特集号に投稿予定の論文15本の論文の進捗状況と個々の研究内容に関する検討が加えられたほか、2014年の研究計画について活発な議論が行われた。

2014年1月には、東京大学と国連大学の合同グループがガーナから2名の研修員を受け入れ、地理情報システム(GIS)を活用した技術能力開発プログラムの共同開発を進めた。2月から3月にかけては、北部ガーナにおける現地調査を実施すると同時に、2014年度の研究計画の詳細についてガーナ側カウンターパートと共同で討議した。この過程を通して、特に積極的に日本人およびガーナ人の若手研究者の育成が図られた。

【今後の見通し】

ガーナ北部ノーザン州での6集落およびアッパーウェスト州の4集落の計10集落において、ガーナと日本の研究者が共同でデータの収集および分析が進み、その成果は2014年8月に発行予定の英文学術誌(Journal of Disaster Research)の特集号にて発表される。さらに、2014年8月には、ガーナのタマレにおいて本プロジェクトが主催の国際会議が開催される(https://supportoffice.jp/c_africa_conf2014/)。この国際会議では、これまでの研究成果の発表だけでなく、関連する研究を実施しているガーナ内外の研究者の参加を促し、現場での

課題解決と社会実装に向けたベストプラクティスを共有する予定である。こうした研究成果と現地ステークホルダーとの討議を踏まえて、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・生態的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、ガーナモデルとして提示していく予定である。

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、前年度に実施した北アフリカ気候場の整理に基づき、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。また、観測に欠損の多い1980年代から1990年代の全球再解析データを境界条件として北アフリカ地域における気象モデル実験を行い、ガーナ周辺域の降水の詳細な分布を明らかにした。

農業生産・経営への影響については、前年度に引き続き、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次データの収集を行った。これらに基づき、前年度に行ったMalmquist Indexアプローチによる農業総要素生産性(農業TFP: Agricultural Total Factor Productivity)の推計を地域レベルで行った。さらに、実際の農家経済の状況と気候変動等への対応等を把握するために、調査対象地であるTolon District、Wa District双方にて詳細な家計調査を実施した。これに加えコミュニティ(集落)レベルでの脆弱性(Vulnerability)の評価指標に関するフレームワークを提示し、Wa District内のコミュニティに本フレームワークを適用した。

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

前年度までに、気候変動の基礎調査として、ガーナにおける降水と北大西洋東部に見られるアゾレス高気圧との関係を明らかにし、ガーナにおける多雨年と少雨年の力学的ダウンスケーリングを実施した。本年は、それに引き続き、観測データに欠損が多い1980年代から1990年代までの約20年間にわたる長期間の力学的ダウンスケーリングを、地域気象モデルとしてWRFモデル(米国UCAR)を用いて実施した。

これまでガーナ地域では気象観測の空間分布が非常にまばらであり(図I-1a)、降水の詳細な地域分布が把握されていなかったことに加え、おもに衛星観測に基づいた既存の降水プロダクトでも、十分な精度と解像度のデータを得られていなかった(図I-1b)。このため、本研究の力学的ダウンスケーリングにより

ガーナにおける気象データの地域詳細化が実現し、ガーナにおける降水の実態が明らかになった(図I-1c)。とくに、ガーナ中心のボルタ湖周辺のローカルな大気循環と、アフリカモンスーンとの相互作用による、局地的な降水の可能性を示唆することができた。

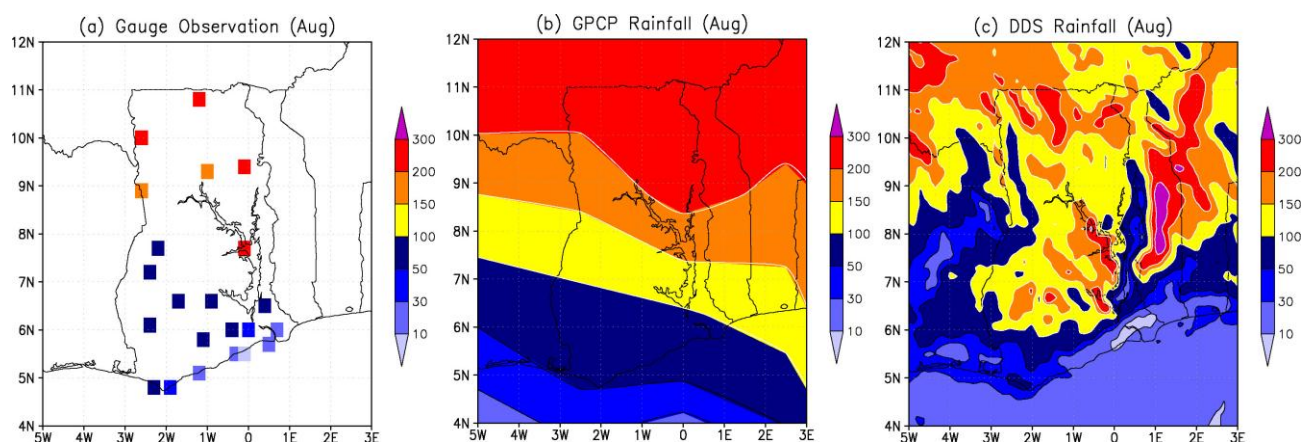


図 I-1: ガーナにおける8月の降水の年平均値

(a) 降水量観測データ、(b) おもに衛星観測のプロダクトであるGPCPのデータ、および(c) 再解析データを境界条件とした力学的ダウンスケーリングの結果。

次に、表I-1は、Malmquist Indexアプローチにより求めた、ガーナにおける地域ごとの農業TFPを示したものである(2000-2009年間の平均)。Malmquist Indexアプローチは、農業TFPの変化を効率性変化(EC: Efficiency Change)と技術変化(TC: Technical Change)とに要因分解できる点に特徴がある。また表I-1には、農業TFPに基づいた順位を示している。表I-1から明らかなこととして、全ての地域において、効率性変化が1を上回り、農業TFPを上昇させる方向に作用している一方で、技術変化が1を下回り、農業TFPの上昇に貢献していないことが指摘できる。両者を合わせて結果、Northern地域以外の地域は全て農業TFPが上昇していないことがわかる。次に表I-2により、地域ごとの農業TFPの変化を年次別にみている。表I-2aは農業TFPの変化を年次ごとにみたものである。表I-2bは、推計期間を二つに分け農業TFP、技術変化、効率性変化をそれぞれカテゴリー別に分類したものである。表I-2bからわかるように、2000年代後半に至り、技術変化、効率性変化ともに低下に転じたことがわかる。特に、農業TFPは技術変化によるところが大きい。しかしながらガーナの場合、全ての地域においてこれが1を下回っており、農業TFPの向上に貢献していない。特に2000年代後半以降、この傾向が続いており、将来にわたって農業TFPの向上が見込めない可能性がある。

上記のマクロあるいはセミマクロの観点からの分析に加え、実際の農家経済の状況と気候変動等への対応等を把握するために、調査対象地であるTolon District、Wa District双方にて詳細な家計調査を実施した。具体的には、Tolon Districtの6コミュニティ(Yogu (64)、Zagua (16)、Cheshegu (9)、Daboshie (11)、Kpalgu (37)、Fihini (13); ()内は対象となった家計数)、Wa Districtの4コミュニティ(Bampkama (24)、Baleaufili (20)、Chiatanga (16)、Zoweyali (21); ()内は対象となった家計数)で家計調査を実施した。本調査の成果については、現在とりまとめ中である。

図I-2は、本研究で提示したコミュニティの脆弱性(Vulnerability)に関する評価フレームワークである。本研究の対象地域では、洪水および干ばつの影響が深刻であり、それに対する脆弱性が物理・工学的(Physical/Engineering)、自然・生態的(Natural/Ecological)、社会・経済的(Social/Economic)、政治・統制的(Political/Governance)観点から評価できると考えられる。そのため本研究ではこれら4指標について評価を行った。具体的にはそれぞれの指標について5つの評価基準を設定し、Focus Group Discussionや現地調査を踏まえて、脆弱性を低(1)・中(2)・高(3)で評価(()内はスコア)し、7頁の式により算出した。

表 I-1 ガーナにおける地域ごとの農業 TFP(2000-2009 年間の平均)

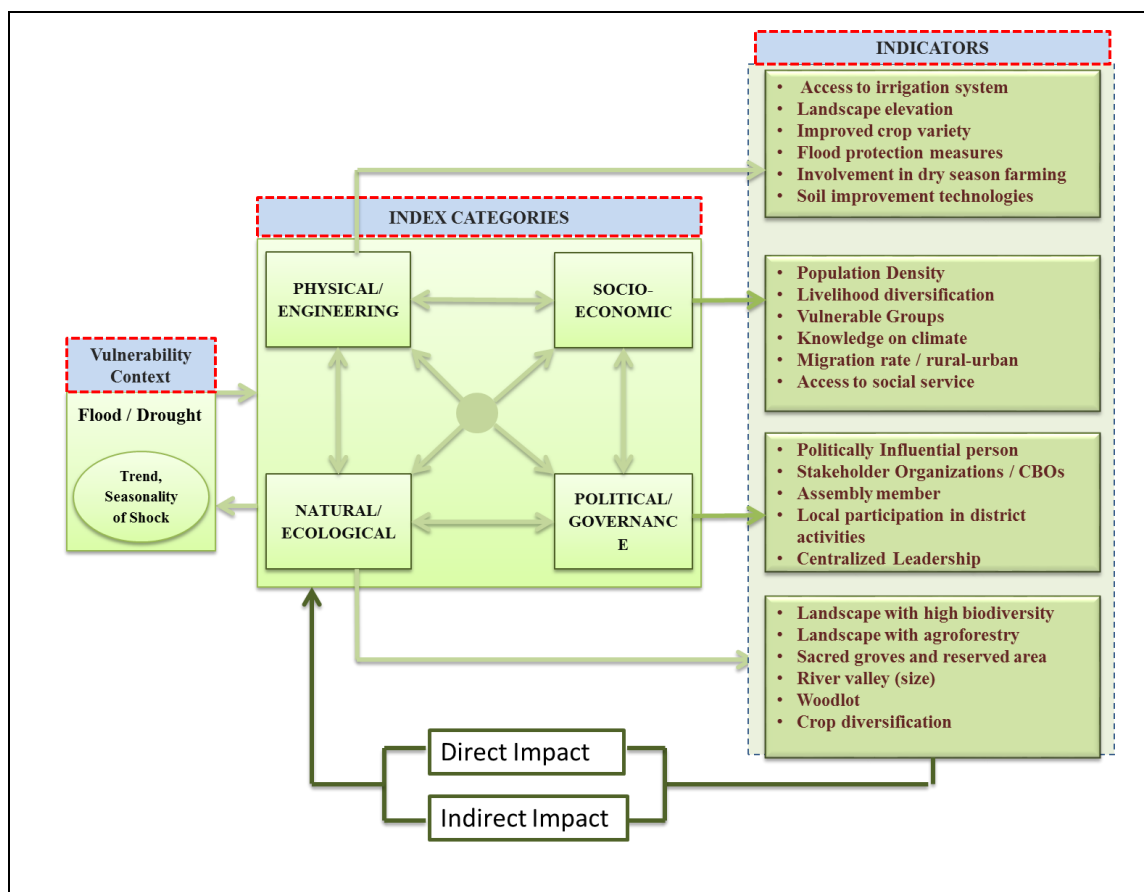
Region	Efficiency Change (EC)	Technical Change (TC)	Total Factor Productivity (TFP)	Rank based on TFP
Ashanti	0.996	0.942	0.938	9
Brong Ahafo	1.000	0.955	0.955	4
Central	1.007	0.933	0.939	8
Eastern	1.011	0.959	0.970	2
Greater Accra	1.018	0.933	0.950	6
Northern	1.024	0.992	1.015	1
Upper East	1.000	0.950	0.950	5
Upper West	1.026	0.940	0.964	3
Volta	1.004	0.933	0.936	10
Western	1.007	0.933	0.939	7

表 I-2a ガーナにおける地域ごとの農業 TFP の変化

Year	Ashanti	Brong Ahafo	Central	Eastern	Greater Accra	Northern	Upper Eastern	Upper Western	Volta	Western	Ghana
2001	0.66	0.71	0.66	0.68	0.71	0.71	0.77	0.87	0.73	0.66	0.68
2002	0.94	1.45	1.30	1.09	0.51	1.40	1.14	1.38	1.27	1.16	1.20
2003	0.59	0.61	0.58	0.60	0.60	0.60	0.52	0.69	0.64	0.57	0.59
2004	1.06	0.82	0.76	0.76	0.84	1.00	0.63	0.98	0.84	1.01	1.04
2005	1.19	1.68	1.49	1.38	1.61	1.95	1.68	1.23	1.67	1.55	1.60
2006	0.52	0.53	0.51	0.54	0.44	0.51	0.43	0.61	0.56	0.49	0.51
2007	0.84	1.09	0.99	0.97	1.16	0.84	0.35	0.77	0.96	0.88	0.78
2008	1.34	1.26	1.14	1.22	1.37	1.65	1.39	1.55	1.45	1.34	1.38
2009	0.74	0.94	0.87	0.86	0.98	1.18	0.94	1.10	1.10	0.76	0.90

表 I-2b ガーナにおける地域ごとの農業 TFP の変化の分類

Particular	2000-2004	2004-2009	2000-2009
Total Factor Productivity			
Negative	UEAS,	ASH, BRO, CEN, EAS, GACC, NOR, UEAS, UWES, VOL, WES,	
Marginal (0-1%)			NOR,
Small (1-2%)	GACC,		ASH, EAS, WES
Medium (2-5%)	EAS, NOR,		BRO, CEN, GACC, UEAS, UWES, VOL,
Large (>5%)	ASH, BRO, CEN, UWES, VOL, WES		
Technical Change			
Declining	CEN, EAS, UWES	ASH, BRO, CEN, EAS, GACC, NOR, UEAS, VOL, WES	CEN
No Change			EAS
Increasing	ASH, BRO, GACC, NOR, UEAS, VOL, WES	UWES	ASH, BRO, GACC, NOR, UEAS, UWES, VOL, WES
Efficiency Change			
Declining	GACC, NOR, UEAS, UWES, WES	BRO, CEN, GACC, UEAS, UWES, VOL, WES	BRO, UEAS, UWES, VOL, WES
No Change			NOR
Increasing	ASH, BRO, CEN, EAS, VOL	ASH, EAS, NOR,	ASH, CEN, EAS, GACC,



図I-2 コミュニティにおける脆弱性(Vulnerability)の評価フレームワーク

$$Vulnerability_i = \sum_{k=0} (idx)^k a^{n-k}$$

$$Total\ Vulnerability\ Index = \sum (Vulnerability_i)$$

idx: Vulnerability評価指標

n: サンプルサイズ

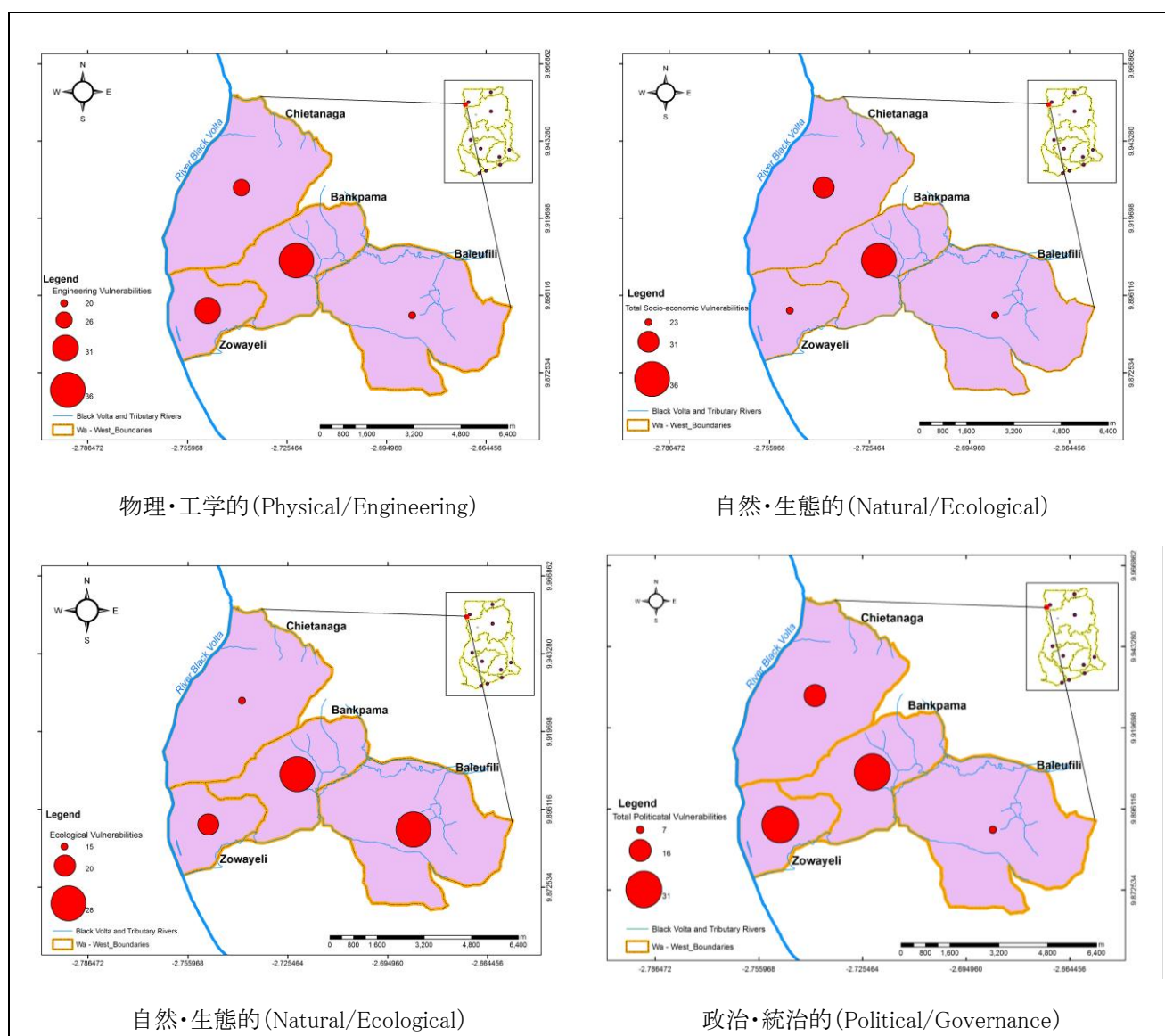
a: Impact Factor (直接的インパクト = 1、間接的インパクト = 0.5)

k = 2((1 + 2 + 3)/3)

以上の評価方法を、Wa Districtにて実施した。表I-3は同地域内で対象としたコミュニティとサンプルサイズを示す。図I-3は物理・工学的(Physical/Engineering)、自然・生態的(Natural/Ecological)、社会・経済的(Social/Economic)、政治・統制的(Political/Governance)観点から、それぞれ評価した結果を示す。それぞれのコミュニティについて評価軸が異なると、脆弱性評価が異なることが明らかであり、総合的評価の重要性がうかがえる。4つの観点を総合すると、Baleufiliコミュニティが最も脆弱性が低いことが指摘できる。

表I-3 コミュニティ脆弱性評価のための調査対象コミュニティ

Name of Community	Number of households per community	Number of sampled households based on PPS
Chietanga	46	19
Baleufili	105	42
Bankpama	79	32
Zowayeli	28	11
Total	258	104



図I-3 コミュニティ脆弱性評価

今年度は、Wa Districtのみでの本評価方法の適用となったが、次年度はもう一方の調査対象地域である Tolon Districtで本評価方法の適用を試みる。

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)

2014年1月17日から1月28日まで実施された国連大学グループとの共同研修コースにおいて、カウンターパートであるガーナ大学および国連大学アフリカ天然資源研究所(UNU-INRA)から各1名ずつ研究者が訪日し、本研究で必要となるGISの利用研修等の集中プログラムを実施した。この研修を経て、ガーナ大学および北部のガーナ開発学大学においてGISセンターを開始し、GIS利用の能力形成プログラムが今後も継続して行われる予定である。

【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
の提示

① 研究のねらい

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降水量を算出できるようになった。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

2013年度の研究計画に関しては、年次計画書で以下を挙げた。

a. 計算サーバーの整備

ガーナ気象局が気象予測計算を行うことを目的とした計算サーバーを購入整備する。気象局研究員を招へいして、この計算サーバーを用いて気象予測計算実行のトレーニングを行う。終了後は、計算サーバーをガーナ国へ輸送し気象局に設置、試験運用に供する。

b. 衛星観測データの利用

衛星観測により得られた降水量を現地観測データと比較して、両者の対応関係を明らかにする。この対応関係に基づき、準リアルタイムで得られる衛星観測データを地上降水量に換算し表示する機能を気象データサーバーに追加する。これらをwebコンテンツとして公開する。

c. 地上観測の充実

JICA予算で整備される地上観測点の自動化により得られる観測データの利用プログラムを開発する。

d. 水理モデルの開発

水理モデルに利用する観測データの収集を引き続き行う。また、入手できたデータを用いた水理モデルチューニングを開始する。

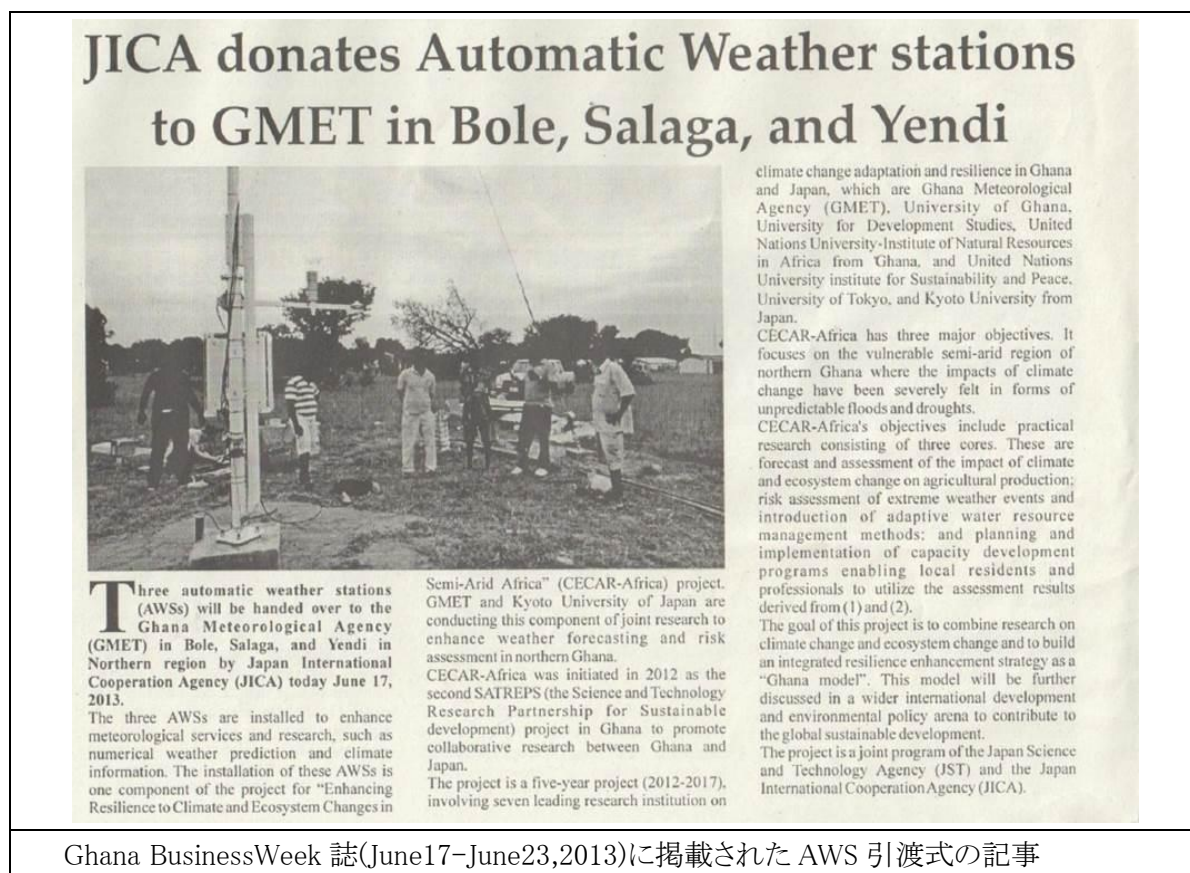
e. 水資源管理手法

選定されたコミュニティの調査を実施し、洪水や渇水に対するvulnerabilityの評価、現状の水資源管理手法、新たな水管理手法の必要性、可能な水資源管理手法等に関する調査を開始する。

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

a. 気象水文観測機器の設置

前年度発注分の自動気象観測装置3台が Yendi, Bole, Salaga に設置された(5月)。京都大学防災研究所の石川専門家のガーナ訪問時(6月17日)に、JICA ガーナ事務所の稲村所長臨席のもとに JICA からガーナ気象局への引渡式が Yendi で挙行された。この様子は、ガーナの主要紙に掲載された。



本年度は、新たに自動気象観測装置(AWS)3台と自動雨量計 20 台の配備を予定していた。自動気象観測装置に関しては、製造元の機種変更にともない仕様の再検討が必要となり、この調整に時間を要した。年度末に仕様を確定し、2014 年度導入予定の 2 台と合わせて 5 台導入すべく準備を進めた。導入予定の 5 地点は、Northern 州 (Damongo, Nalerig, Nasia), Upper-East 州 (Van Dam), Upper West 州 (Kojopere) であり、調整員(渡辺)が現地確認をしている。

b. 衛星観測データの利用

衛星観測により得られた降水量を現地観測データと比較して、両者の対応関係を明らかにした。この対応関係に基づき、準リアルタイムで得られる衛星観測データを地上降水量に換算し表示する機能を気象データサーバーに追加した。これらの情報を web コンテンツ化は出来ていない。

c. 計算サーバーの整備と気象予報計算

ガーナ気象局が気象予測計算を行うことを目的とした計算サーバーを購入整備した(10月)。ガーナ気象局の研究者2名を京都大学防災研究所へ6週間招へいして、計算サーバーへの気象予測計算プログラム(WRF)の導入と、これを用いた気象予測計算実行のトレーニングを行った。終了後は計算サーバーをガーナ国へ輸送し、2014年3月気象局に設置した。ガーナ気象局における試験運用は、次年度無停電電源装置の整備後開始する予定である。

d. 水理モデルの開発

ボルタ河流域の詳細な河川網を作成するため、GIS 情報から河川網を創生する汎用的なツールを開発し、これを用いた河川ネットワークを作成した。また、前年度実施した比較的粗い河川ネットワークを用いた計算結果をとりまとめた。

e. 水資源管理手法

選定されたコミュニティに関してフィールド調査を実施し、洪水や渇水に対する vulnerability の評価、現状の水資源管理手法、新たな水管理手法の必要性、可能な水資源管理手法等に関する調査を実施し、以下の結果を得た。

- Drinking water risk is the most significant and observable problem in the area.
- Communities own initiatives for climate change adaptation is negligible, because livelihood risks are predominant among all communities. Absolute poverty and lack of economic opportunities have increased communities disaster risks.
- As their livelihood is affected by drought in upland areas , subsequently the local community becomes more exposed to flood and other natural calamities to maintain their livelihoods.
- Improved irrigation facilities by rainwater harvesting and watershed management and seasonal weather forecast are found most preferred adaption strategies.
- Though high intention of adopting non-structural preventive measures is observed, yet local community reported that lack of knowledge and financial resources are major impediments of implementation

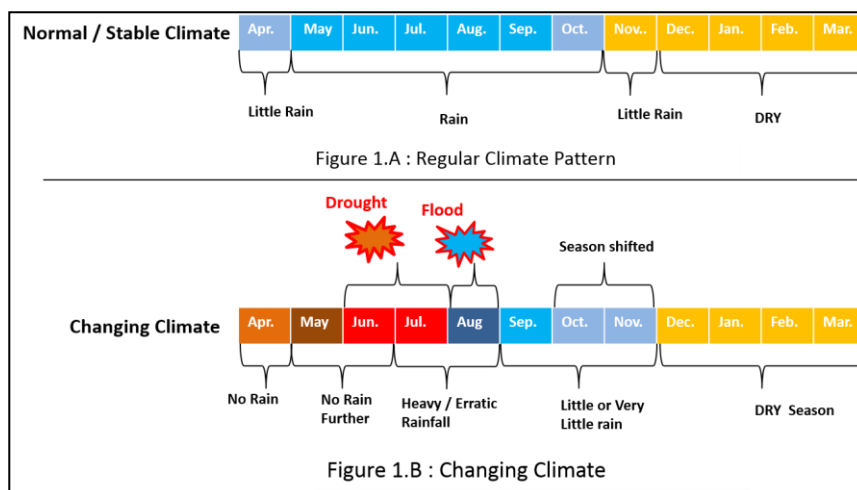
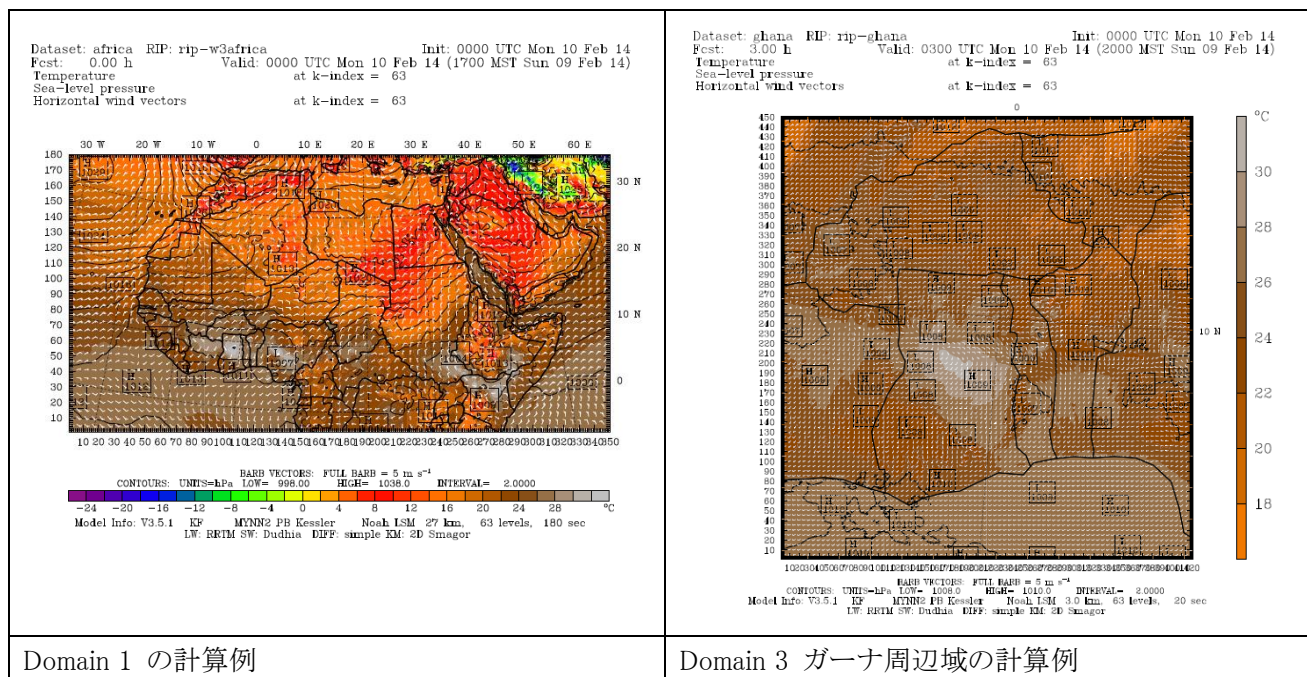


Figure II-1: Climate Change Pattern Reported by Local Communities, Wa West District

また対応策の一つの可能性として、Multi-Purpose Safety Base (MPSB) の概念を創出し、その実現可能性に関する調査を進めた。

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）

2013年度は、ガーナ気象庁の研究者2名 (Peter Nunekpeku, Samuel Anshar-Owusu) を京都大学防災研究所へ6週間招へいし、メソ気象モデルWRFを用いたガーナ周辺地域での気象予測計算のトレーニングを実施した。さらに2014年3月4－11日に専門家(石川)がガーナ気象局を訪問し、サーバーのセットアップを行い、現地でのWRF実行を確認した。下図II-2に示したのは、Peter NunekpekuとSamuel Anshar-Owusuが、研修終了しガーナに帰国後、独力でgraphicsを導入し、研修中に実施した計算結果を表示したものである。このようなadvancedな処理を独力で行えるようになるレベルまで6週間の研修で到達できたのは、大きな成果である。



図II-2 研修中に実施したガーナ周辺地域での気象予測計算結果

- ⑤ 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)

2013年度には、人口衛星情報(MODISのデータ)から洪水や氾濫を監視する手法について新たに検討を開始した。これは、当初予定していた水文データの入手が思うように進まないため、その代替策として試みたものである。タイのチャオプラヤ川氾濫やインダス川の氾濫で実績のある手法で、2007年のボルタ川の増水を定性的に表現することが示された。

【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

洪水および干ばつに対する脆弱性を克服し、主要産業としての農業を中心にし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および農外生計の現状を評価、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現場に適用する方法を提案する。

- ② 研究実施方法

昨年度は、ノーザン州トロン郡の6集落およびアッパーウェスト州ワ・ウェスト郡の4集落にプロジェクトサイトが選定されたのを受けて、土壌および社会経済の専門家による予備調査が行われた。これに基づき、今年度は、UNU-INRA およびガーナ開発学大学との本調査における役割分担・招聘スケジュール・必要機材などについての協議が重ねられ、本調査が進行した。本調査の方法としては、農家毎の個別調査を調査票に基づくインタビュー、郡政府やプロジェクトサイトである集落の長老・男性・女性と

のフォーカスグループ議論、そして現地農民を案内人とした圃場訪問とにより行った。農家の個別調査においては、各集落の世帯数の4割をサンプリングし、社会経済活動の実態と気候変動による影響を効率よく把握するために、ガーナ開発学大学および UNU-INRA の共同研究者による調査員(学生)の家計調査に関するトレーニングも併せて行われた。

②-1 土壌・農地利用調査

昨年度後半に開始したトロン郡 6 集落の農業活動調査について残り 5 集落の調査を行い、得られた調査データの解析を行った。圃場においては表層土の採取を行い化学分析に供し、現地で行われている土壌作物管理法について気候変動や社会経済的活動との関連の中で捉えるための情報収集を行った。

②-2 社会経済活動調査(ワ・ウェスト郡およびトロン郡)

ガーナ開発学大学および UNU-INRA の共同研究者は、2013 年 3 月に社会経済活動に係る調査手法についての議論と、インタビュー項目のプリ・テストを行った。社会経済活動の実態と気候変動による影響を効率よく把握するために、調査員(ワ・ウェストにおける諸現地語に堪能な学生)の家計調査に関するトレーニングも併せて行われた。農家の個別調査においては、各集落の世帯数の4割(各世帯から男女それぞれ一名ずつ)をサンプリングし、同年 5 月にワ・ウェスト郡で、6 月にトロン郡で、それぞれインタビューを実施した。インタビューに回答したのは、ワ・ウェスト郡 4 集落で 184 名(男性 92 名、女性 92 名)、トロン郡 6 集落で 366 名(男性 183 名、女性 183 名)、計 550 名である。さらに、③-3 で詳述するワ・ウェスト郡におけるガバナンス制度分析(2013 年 8 月)の機会を利用し、郡レベルおよびコミュニティ・レベルのステークホルダーから、社会経済活動に関する追加データも収集した(トロン郡でも同様の調査を今年度を実施予定)。

②-3 ガバナンス制度分析(ワ・ウェスト郡)

2013 年 8 月に、ワ・ウェスト郡の郡都ウェチャウ(Wechiau)において行政担当官、関係省庁(食糧農業省: MoFA、国家災害管理機関: NADMO、環境保全機関: EPA、教育省、保健省等)、および現地ですでに資源・環境管理分野において活動している非政府組織(NGO)等との会合や、選定されたサイトの集落における長老・男性・女性を対象に、干ばつ・洪水およびその他気候変動による影響に対する適応の現状についてフォーカスグループ(FG)議論を実施し、現地の気候変動に係るガバナンス制度について分析を行った。

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

③-1 土壌・農地利用調査

多くの農家が穀物、根菜、野菜等広範囲の作物を栽培しているが、その中でもトウモロコシ、ヤム、ラッカセイ、イネが主要な作物と考えられた。これら主要4作物の 6 集落平均導入率はトウモロコシが一番高く、全集落平均で 96%に達し、Cheshegu, Dabogshe, Zergua では 100%であった(図 III-1)。これに続くのは、ヤムとラッカセイで、78 と 75%となっていた。イネの導入率は平均 64%で、Fihini と Yoggu では 30%と低かった。これら 4 作物の複合化は、Cheshegu, Dabogshe, Kpalgium で進んでおり、90%以上の農家が主要 4 作物のうち 3 作物を栽培している。これに反して Fihini, Zergua, Yoggu ではこの比率が 60%程度と低かった。

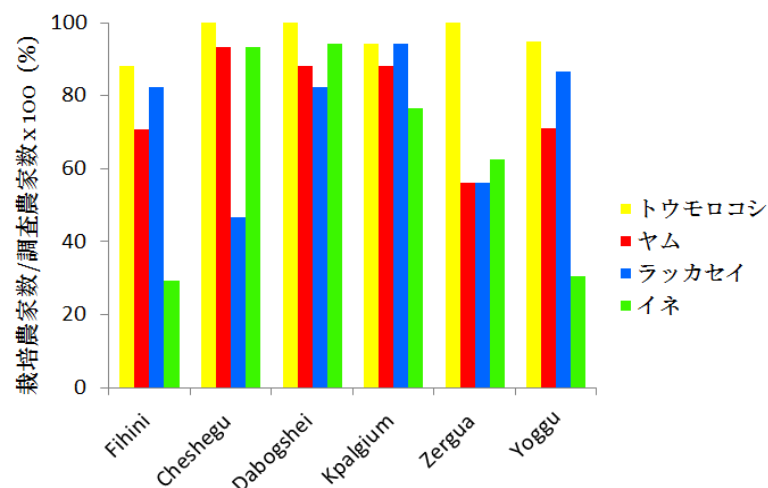


図 III-1 トロン郡 6 集落における主要 4 作物の栽培割合

対象 6 集落のうち Cheshegu だけが異なる流水域に位置しているが、後の 5 集落は同一の流水域に位置しており、イネは内陸小低地 (inland valley) の谷部分で栽培されている (図 III-2)。地図上のイネ圃場をたどることにより、Fihini, Dabogshei, Kpalgium がひとつの支流域に、Zergua, Yoggu がもうひとつの支流域に耕作地を展開していることがわかる。Yoggu では、イネ圃場が 3 箇所分散している。図 III-2 では、図の下部から上部に向けて標高が下がっており、標高から見ると Fihini が最も高いところに位置し、Yoggu、Cheshegu、Dabogshei が続き、Kpalgium、Zergua が最も低いところに位置している。同じ集落の中では、イネ圃場が低いところに位置しており、トウモロコシ、ヤム、ラッカセイはほぼ同じ標高に位置している。ヒュベニの公式を用いて実測した緯度経度から住居と圃場並びに各圃場間の距離を求めると、住居から 4 作物圃場までの距離は平均で 1km 程度あり、最も近いトウモロコシ (903m) と遠いラッカセイ (1097m) の間には優位差が認められた。圃場間距離では、トウモロコシーヤム、トウモロコシーラッカセイ、ヤムーラッカセイ間の距離が、345m, 478m, 555m で、イネと他の 3 作物圃場間との距離 (それぞれ約 1km) より有意に短かった。

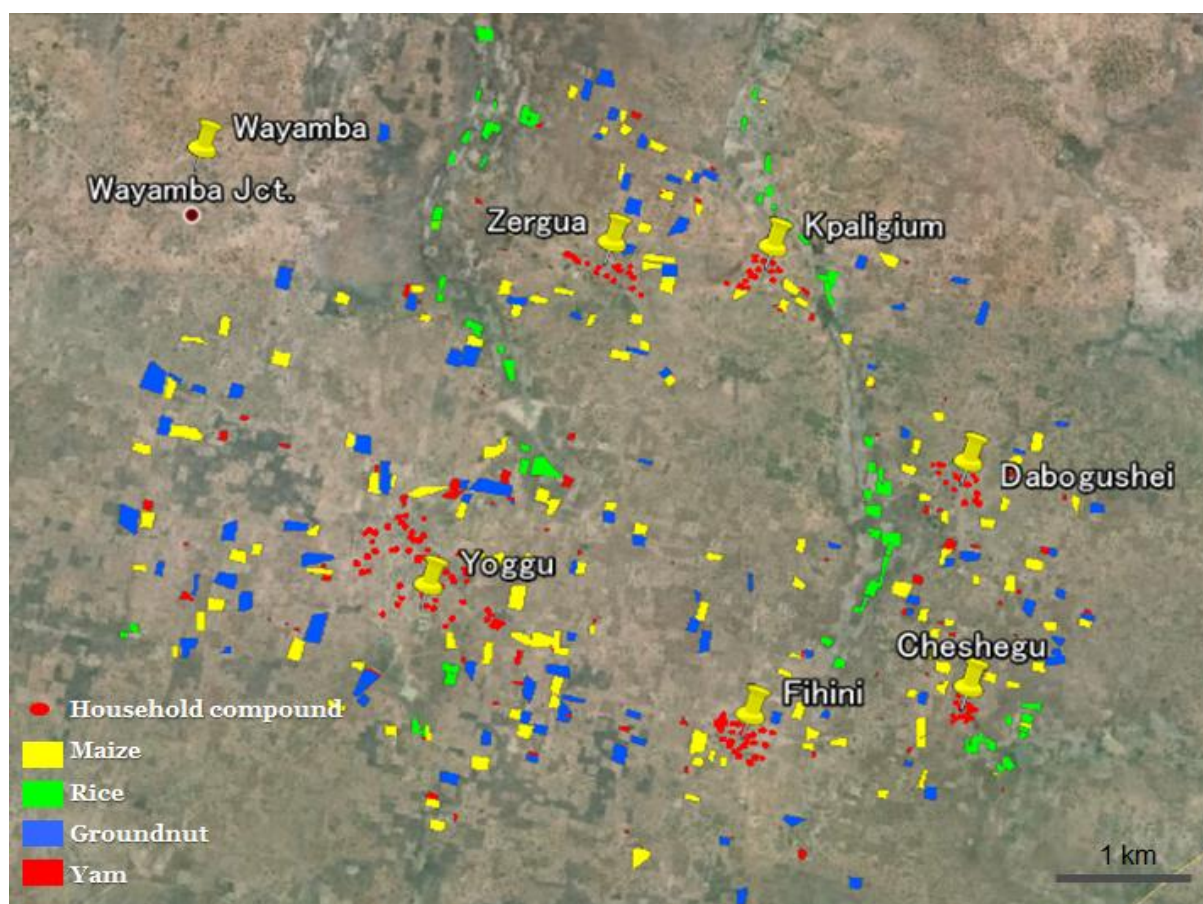


図 III-2 トロン郡 6 集落における調査農家の住居と主要 4 作物圃場の分布

聞き取り調査で得られたイネの収量(1bag を 80kg として換算)には、大きなばらつきが見られるが、高収量を示した Kpaligium(1.06t/ha)と Cheshegu(0.93t/ha)と、最も低かった Dabogushei(0.37t/ha)とには統計的に有意な差が見られた。イネ収量は、6 集落の平均で 0.74t/ha となり、粗放的な栽培により低位に留まっていると推測される。

ヤムを除く 3 作物の販売に関する情報を表 III-1 にまとめた。コメ(イネ)とラッカセイに関しては 90%以上の農家が販売を目的とした栽培を行っており、収穫物の 7 割程度を販売している。トウモロコシに関しても 20%程度の農家が販売を行っており、収穫物の 3 割程度を販売している。販売による現金収入はラッカセイで最も高く、続いてコメ、トウモロコシとなっている。

表 III-1 主要 3 作物の販売状況

		Fihini	Cheshegu	Dabogshei	Kpalgium	Zergua	Yoggu	平均
販売農家割合	トウモロコシ	8	0	6	44	27	32	19
	コメ	100	100	100	100	100	89	98
	ラッカセイ	69	100	87	94	100	96	91
収穫に対する販売割合	トウモロコシ	33	0	40	32	38	28	29
	コメ	76	58	70	68	61	77	68
	ラッカセイ	62	66	77	71	73	69	70
現金収入 (GHC/農家)	トウモロコシ	130	0	360	221	260	192	194
	コメ	275	209	149	357	174	351	253
	ラッカセイ	387	492	368	490	486	461	447

イネ圃場と住居並びに他の 3 作物圃場との距離を、イネ導入率の高かった Cheshegu, Dabogshei & Kpalgium と、イネ導入率が低かった Fihini, Zergua & Yoggu との間で比較すると、後者では住居とイネ圃場間並びにトウモロコシとイネ圃場間の距離が前者よりも有意に長かった。集落レベルで見た場合に、稲作が行われる内陸小低地の谷部から現地農民にとって最も重要な住居並びにトウモロコシ畑までの距離が、イネの導入の決定要因の一つになっている可能性が示された。

次に、同一集落内でイネ導入に関与する要因を探るために、調査農家数が多く、しかもイネの導入がまだ進んでいない Yoggu について、イネ圃場(イネ非栽培農家の場合には近隣小低地谷部)と他の 3 作物の圃場間距離分布をイネ栽培農家と非栽培農家で比較してみた。両者の間には差が全く認められないことから、Yoggu においては、イネの導入に関しては圃場間距離という因子の関与はきわめて低いものと考えられた。

表 III-2 Yoggu 集落の作物収量とウシ頭数のイネ栽培農家と非栽培農家間での比較

項目	単位	イネ栽培農家	イネ非栽培農家
イネ	bag/acre	4.1	-
トウモロコシ	bag/acre	7.9	5.6
ラッカセイ	bag/acre	7.1	4.5
ウシ	農家当たり	12	20

また、作物収量と家畜保有頭数を Yoggu のイネ栽培農家と非栽培農家とで比較したところ、統計的に有意とはならなかったが、イネ栽培農家でトウモロコシ並びにラッカセイの収量が高い傾向が見られたが、ウシの頭数は、非栽培農家で高く、ヒツジやヤギでは差が認められなかった(表 III-2)。

イネは過湿から乾燥までの幅広い水分条件に適応しており、異常気象や気候変動下での栽培に適した将来的に見て有望な作物と考えられる。今回調査した 6 集落の中でも、内陸小低地の谷部に近く位置する Cheshegu, Dabogshei & Kpalgium では、既に 90%以上の農家がイネを導入しているが、Dabogshei では収量が 6 集落中最低となっていることから推測されたとおり、作物導入は進められたが技術導入がまだ追いついていないように思われる。イネの導入率が低い Yoggu で、イネの導入を決定する要因を探ったが、内陸小低地の谷部までの距離は導入の決定には関与しておらず、たとえ距離が遠くともイネ栽培を

行い、逆に近くても行わない農家が存在している。トウモロコシとラッカセイの収量が導入に関与している傾向は見られたが、統計的に有意となるまでの差は得られなかった。大型家畜であるウシの頭数が非栽培農家で高い傾向が見られたことと合わせると、イネ導入は、他の主要作物の栽培において高い収量を得て、しかも大型家畜の飼育の拡大方向に向かわないといった条件、すなわち作物生産によって経営の向上・安定を求める農家の選択肢となっていることが推察される。表 III-2 の元データ(n=56)使って主成分分析を行い、PC1 と PC2 の関係をイネ栽培農家と非栽培農家に分けてプロットしたものを図 III-3 に示す。負荷量から、PC1 は作物収量と正の相関を持つ軸、PC2 はウシの頭数と正の相関を持つ軸と考えられる。これによりイネ栽培農家と非栽培農家とが多少の重なりはあるが分別することができ、上記の推論を裏付けることができる。今後更に要因解析を進め、またイネ収量向上のための技術提案等を行い、地域のレジリエンス強化につなげていく必要がある。

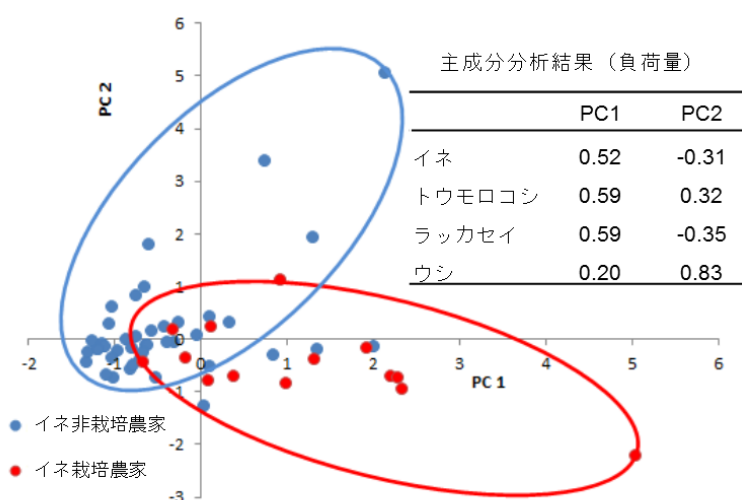


図 III-3 作物収量とウシ頭数を使った主成分分析結果(PC1 と PC2 の相関)

本プロジェクトにおいては、土壌中の無機元素の定量のために、平成24年度予算で小型元素分析計（マイクロエミッション製MH-5000）を購入した。この分析計について、国内で試料の前処理法の確立、計測法の検定等を行いそれらが完了したので、2013年10月23日から25日の3日間をかけて、ガーナ開発学大学のNyankpalaキャンパスで分析手法の習得のためのワークショップを開催した。ガーナ開発学大学のテクニシャン6人に対して分析の基礎に関する講義と実際の試料を使つての技術研修を行い、得られた測定値が妥当な測定誤差や精度内に収まっていることを確認した。

③-2 社会経済活動調査(ワ・ウェスト郡およびトロン郡)

昨年度は、農業活動と関連して、包括的に農家世帯および現地行政担当者や技術者の能力形成を推進する道筋を探求するために、社会経済活動に関する調査活動を実施した。

【ワ・ウェスト郡】

この地域の農民は、主に生計活動への影響を通して気候変動を認識していることが明らかになった。特に、不規則な降雨パターン(90.7%)、降雨量の減少(85.5%)、干ばつの増加(頻度の上昇84.8%、被害の

増加83.7%)については、回答者の多くが認識している変化であった。ただし、同じ集落の中でも、ジェンダー、年齢、生計活動の種類等により、認識の差異がみられた。コミュニティ・レベルおよび郡レベルのステークホルダーの間にも、様々な認識の違い(例えば「最も頻発する災害」は、全コミュニティで干ばつであると見なされていたのに対し、郡関係者は野火であると認識)が見られた。また、気候変動の原因については、科学的見地と一致するケースもあったものの、伝統的信仰(例えば、古くから言い伝えられているタブーを破ったことに対し神が罰を下した結果であるという認識)と直結していると信じられている回答も散見された。干ばつおよび洪水によって最も被害を被っている生計活動はいずれも農業(干ばつ83.7%、洪水87.0%)で、農業生産性の低下が懸念されている。これらの主観的認識に相反して、有効な適応策を理解・実施している農民は限られており、より効果的な普及戦略が急務となっている。

先に調査を実施したワ・ウェスト郡については、データ入力・分析が済み、農民の気候変動に係る主観的認識(Farmer-Perceived Effects of Climate Change on Livelihoods in Wa West District, Upper West Region of Ghana)および適応策に関する考察(Households' Coping Strategies in Drought and Flood Prone Communities in Northern Ghana)に関する計2本の論文をJournal of Disaster Researchの特集号へ投稿した。

【トロン郡】

また、昨年度に行ったトロン郡のFihini集落で行われた全戸調査の結果が明らかにされた。以下の家計単位での生存戦略の各点についてさらなる考察がなされ、国際学会での発表や論文執筆が進められた。

- a. 土地所有の細分化、特に世帯主以外によるコミュニティの外での、より肥沃な土地の獲得。
- b. 都市への流出
- c. 家畜経営(家畜は保険のように考えられている)
- d. 農外就労、特に、伝統的に条件の悪い農業活動を強いられる女性の、シアバター加工が顕著なものである。
- e. 外部NGOや援助機関への積極的な働きかけ

集落の長老へのコミュニティの歴史に関する聞き取りおよび、フォーカスグループの議論の際に、この地域のコミュニティは、干ばつや病気などの災害が起こると、コミュニティごと移動したり、統合されたりする歴史があるということがわかり、現在のコミュニティ外での土地の獲得や都市への流出も、もともとのモビリティの高さの表れであるということが出来る。昨年度は文献調査も併せて、農外家計活動の動向について分析を進めていき、気候変動の文脈において(「気候変動難民」といわれるように)問題視されがちなモビリティが、重要な生存および適応戦略になっていることに注目できることがわかった。各集落において、約半数の世帯数でa、bにあげられるような、労働力の季節移動が非常に活発であり、新たな開墾地も広がっている。ただし、季節移動である以上、農繁期には各集落に戻る労働力であり、もともとの集落の持続的な農業の重要性が弱まるということではない。そこで、今年度は、いくつかの異なる作付形態の世帯を恣意的にサンプリングして、農業活動・世帯構成・家計・モビリティのパターンの関連を分析する予定である。また、地域全体のレジリエンスとしてみれば、新たな開墾地の広がり、森林伐採やさらなる土地所有の細分化・土壌の荒廃化を進めることが考えられ、集落と集落外の農業活動の関連を重点的に調べる必要があり、今年度以降の現地調査のテーマの一つと考えられる。

一方、上のcの家畜経営が男性、とくに世帯主により行われ、世帯ごとのレジリエンスを図る一つの指標となるのに対し、dが、農外家計活動、女性によるレジリエンスへの貢献を示している。このように、家計活動の充実化・多角的な世帯のレジリエンスを向上させ、全体的なコミュニティのレジリエンスを評価するために、本年度はジェンダーの視点を取り入れる必要がある。そこで、ガーナ開発学大学の社会経済調査担当のカウンターパートと国連大学の博士課程のガーナ人学生(ガーナ開発学大学より研修員として受け入れている)により、女性によるもっとも重要な経済活動であるシアバターのバリューチェーンがどのように機能・発展しているのかの調査が昨年度の終わりから行われている。また、上記の圃場調査との関連において、女性の作物であるグラウンドナッツやオクラなどの作付の状況と女性の家計に資する影響について調査を進めている。これらの、主にモビリティとジェンダーの二点を、今年度はさらに重点的に注目する点としてガーナ開発学大学およびUNU-INRAの研究者と協議、ワ・ウェスト郡およびトロン郡での詳細なフィールドワークを行う予定である。その結果を踏まえて、ガバナンス制度FGフォローアップを随時計画する。特に、2014年8月のタマレでの国際会議において、これらの点において協議を行いながら調査・分析をさらに今年度後半にかけて行っていくことを計画している。

③-3 ガバナンス制度分析

昨年度は2013年8月に、ワ・ウェスト郡の郡都ウェチャウ(Wechiau)において行政担当官、関係省庁、および現地で活動中の非政府組織(NGO)等との会合や、選定されたサイトの集落における長老・男性・女性を対象にフォーカスグループ(FG)議論を実施し、現地の気候変動に係るガバナンス制度について分析を行った。この結果、地域の歴史的背景、政治経済状況、気候変動による生計への影響、レジリエンス強化へのアプローチおよび主要なステークホルダーについて考察がなされた。

同様に、2014年3月には、トロン郡の対象集落においても、長老・男性・女性を対象にFG議論を実施し、現地の気候変動に係るガバナンス制度について分析を行った。

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)

昨年度、本課題のカウンターパートとして参画を予定していたガーナ開発学大学のMr. Vincent Kodio Avomyoとの協議を開始し、土壌化学性を現地で測定するために購入を予定していた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に関する情報を共有する合意を得た。その際、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。

今年度は、Vincent氏の率いる土壌・農地利用調査チームと協力する形で、ガーナ開発学大学において社会経済調査チームを形成、Dr. Francis Obeng、Mr. Victor Lolig を中心に、すでにワ・ウェスト郡において活動しているUNU-INRAおよびガーナ開発学大学のワ・ウェストキャンパスの研究者と共同調査体制をつくり、質問表作成や現地でのワークショップ実施のための準備を行っている。

⑤ 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)

プロジェクト全体のプロモーションビデオを作成し、2014年2月から公開した。

日本語版:<http://www.youtube.com/watch?v=ATtK675ufF4>

英語版:<http://www.youtube.com/watch?v=qXrvyKljP2Q>



また、本プロジェクトのこれまでの研究成果を英文学術誌(Journal of Disaster Research)の特集号として発行することになり、2014年1月末に原稿締め切り、2014年8月発行の予定で、現在査読にはいっている。合計で15本の論文が特集には収められる見込みである。

さらに、2014年8月には、タマレの開発学大学にて本プロジェクト主催の国際会議を開催予定である。すでに国際会議のwebsiteを開発し、現在研究アブストラクトの募集と参加申し込みを行っている。

International Conference on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-arid Africa

Date: AUGUST 6- 8, 2014

Venue: UNIVERSITY FOR DEVELOPMENT STUDIES, TAMALE, GHANA

https://supportoffice.jp/c_africa_conf2014/

3. 成果発表等

(1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数(国内 5 件、国際 22 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 7 件、海外 23 件)
- ③ 論文詳細情報
 - 1) Kobayashi, K. and Takara, K.: Development of a Distributed Rainfall-Runoff/Flood Inundation Simulation and Economic Risk Assessment Model, Journal of Flood Risk Management, DOI:10.1111/j.1753-318X.2012.01157, 2012.
 - 2) 小林健一郎・大塚成徳・寶 馨・折口征二・斉藤和雄: 中小河川流域における豪雨・洪水のアンサンブル予測, 水工学論文集第 57 巻, 2012.
 - 3) 小林健一郎・寶 馨・佐野 肇・津守博通・関井勝善: 損害保険に応用可能な国土基盤情報準拠型の分布型降雨流出・洪水氾濫モデルの開発, 土木学会水工学論文集, 第 56 巻, I-1069-I-1074, 2012.
 - 4) Ramu, K., Watanabe, T., Uchino, H., Sahrawat, K. L. Wani, S. P., Ito, O.: Fertilizer induced nitrous oxide emissions from Vertisols and Alfisols during sweet sorghum cultivation in the Indian semi-arid

- tropics. Science of the Total Environment, 438. pp. 9-14, 2012.
- 5) Fujihara, Y., Yamada, R., Oda, M., Fujii, H., Ito, O., Kashiwagi, J.: Effects of puddling on percolation and rice yields in rainfed lowland paddy cultivation: Case study in Khammouane province, central Laos, Agricultural Sciences, Vol. 4, No. 8, pp.360-368, 2013.
 - 6) Mohan, G. and Matsuda, H., Regional level total factor productivity growth in Ghana agriculture, Journal of Economics and Sustainable Development, Vol. 4, No.5, pp. 195-206, 2013.
 - 7) Sawai, N., Takara, K., and Kobayashi, K.:Evaluation of water retention capacity and flood control function of the forest catchment, Journal on Food, Agriculture and Society, Vol. 1, No. 1 , pp. 13-22, 2013.
 - 8) 齊藤和雄・折口征二・Le Duc・小林健一郎:メソアンサンプルによる予測, 気象庁技術報告第134号, pp. 170-184, 2013.
 - 9) 椿良太・小林健一郎・内藤正彦・谷口丞:洪水予測技術の現状と課題について, 河川技術論文集第19巻, pp.1-6, 2013.
 - 10) Uchino, H., Watanabe, T., Ramu, K. Sahrawat, K. L. Marimuthu, S., Wani, S. P., Ito, O.: Calibrating Chlorophyll Meter (Spad-502) Reading by Specific Leaf Area for Estimating Leaf Nitrogen Concentration in Sweet Sorghum. Journal of Plant Nutrition, Vol. 6, No. 10, pp. 1640-1646, 2013.
 - 11) Uchino, H., Watanabe, T., Ramu, K., Sahrawat, K. L., Marimuthu, S., Wani, S. P., Ito, O.: Effects of Nitrogen Application on Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in the Semi-Arid Tropical Zone of India. JARQ - Japan Agricultural Research Quarterly, Vol. 47, No. 1, pp. 65-73, 2013.
 - 12) 小林健一郎・奥勇一郎・中北英一・中野満寿男・寶 馨:伊勢湾台風擬似温暖化実験による淀川流域における洪水規模の変化予測, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.70, No.4, pp. L391-L396, 2014.
 - 13) Kobayashi, K., and Takara, K.:Development of a Distributed Rainfall-Runoff/Flood Inundation Simulation and Economic Risk Assessment Model, Journal of Flood Risk Management, Vol. 6, Issue 2, pp. 85-98, 2013.
 - 14) Antwi, E.K., Boakye-Danquah, J., Boahen, A.S., Yiran, G., Seyram, K.L., Awere, G.K., Abagale, F., Asubonteng, K., Attua, M.E., and Owusu, B.: Landscape Structure and Land Use Change in the Agro-ecological zones of Ghana. Journal of Disaster Research, Special Issue on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (*submitted*).
 - 15) Avorny, V.K., Ito, O., Kranjac-Berisavljevic, G., Saito, O., and Takeuchi, K.: Cropping Systems in Some Drought Prone Communities of the Northern Region of Ghana that Reduce Vulnerability to Climate Diaster—The Role of Rice in a Predominant Upland-Based Cropping System. Journal of Disaster Research, Special Issue on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (*submitted*).
 - 16) Bofo, Y.A., Saito, O., and Takeuchi, K.: Ecosystem Services Provision in Drought and Flood Prone Semi-Arid Regions: Evidence from Tolon and Wa West Districts, Northern Ghana. Journal of Disaster Research, Special Issue on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (*submitted*).

- 17) Boakye-Danquah, J., Antwi, E.K., Saito, O., and Takeuchi, K.: Impact of farm management practices and agriculture land use on soil organic carbon storage potential in the savannah ecological zone of Northern Ghana. *Journal of Disaster Research, Special Issue on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (submitted)*.
- 18) Inatsu, M., Nakayama, T., Maeda, Y., and Matsuda, H.: Dynamical Downscaling for Assessment of the Climate in Ghana. *Journal of Disaster Research, Special Issue on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (submitted)*.
- 19) Kranjac-Berisavljevic, G., Abdul-Ghanyu, S., Gandaa, B.Z., and Abagale, F.K.: Dry spells occurrence in Tamale, Northern Ghana- review of available information. *Journal of Disaster Research, Special Issue on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (submitted)*.
- 20) Kusakari, Y., Asubonteng, K.O., Jasaw, G., Dayour, F., Dzivenu, T., Lolig, V., Donkoh, S., Obeng, F., Gandaa, B., and Kranjac-Berisavljevic, G.: Farmer-Perceived Effects of Climate Change on Livelihoods in Wa West District, Upper West Region of Ghana. *Journal of Disaster Research, Special Issue on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (submitted)*.
- 21) Lolig, V., Donkoh, S., Obeng, F., Kodwo, A.I.G., Jasaw, G., Kusakari, Y., Asubonteng, K.O., Gandaa, B., Dayour, F., Dzivenu, T., and Kranjac-Berisavljevic, G.: Households' Coping Strategies in Drought and Flood Prone Communities in Northern Ghana. *Journal of Disaster Research, Special Issue on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (submitted)*.
- 22) Mohan, G., Matsuda, H., Donkoh, S., Lolig, V., and Abbeam, G.D.: Effects of R&D expenditure and climate change on agricultural productivity growth in Ghana. *Journal of Disaster Research, Special Issue on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (submitted)*.
- 23) Otsuki, K.: Framing Community Resilience through Mobility and Gender. *Journal of Disaster Research, Special Issue on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (submitted)*.
- 24) Samaddar, S., Yokomatsu, M., Dzivenu, T., Oteng-Abadio, M., Adams, M.R., Dayour, F., and Ishikawa, H.: Community's Concern Assessment for Improved Adaptation to Climate Change in Northern Ghana. *Journal of Disaster Research, Special Issue on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (submitted)*.
- 25) Sawai, N., Kobayahsi, K., Apip, Takara, K., Ishikawa, H., Yokomatsu, M., Samaddar, S., Juati, A.-N., and Kranjac-Berisavljevic, G.: Impact of Climate Change on River Flows in the Black Volta Basin. *Journal of Disaster Research, Special Issue on Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (submitted)*.
- 26) Tachie-Obeng, E., Hewitson, B., Gyasi, E., Abekoe, M., and Owusu, G.: Downscaled Climate Change Projections for Wa District in the Savanna Zone of Ghana. *Journal of Disaster Research, Special Issue on*

Enhancing Resilience to Climate and Ecosystem Changes in Semi-Arid Africa: an Integrated Approach (CECAR-AFRICA) (*submitted*).

27) Antwi, E.K., Otsuki, K., Saito, O., Obeng, F.K., Gyekye, K.A., Boakye-Danquah, J., Bofo, Y.A., Kusakari, Y., Yiran, G.A.B., Owusu, A.B., Asubonteng, K., Dzivenu, T., Avorny, V.K., Abagale, F.K., Jasaw, G.S., Lolig, V., Ganiyu, S., Donkoh, S.A., Yeboah, R., Kranjac-Berisavljevic, G., Gyasi, E.A., Minia, Z., Ayuk, E., Matsuda, H., Ishikawa, H., Ito, O., and Takeuchi, K.: Developing a Community-Based Resilience Assessment Model in Northern Ghana. *Journal of Integrated Disaster Risk Management* (*under review*).

(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. プロジェクトの実施体制

(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への提示)

- 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 Satellite 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