

**平成24年度非エネルギー起源温暖化対策海外貢献
事業(途上国における適応対策への我が国企業の
貢献可視化事業)
報告書**

平成 25 年 3 月

株式会社 野村総合研究所

報告書

目次

第1章 事業目的.....	1
第2章 途上国における適応対策事業への我が国企業の貢献可能性の調査	2
1-1. 公募結果.....	2
1) 第一次公募結果.....	2
2) 第二次公募結果.....	2
1-2. 採択事業の概要.....	3
1-3. 各採択事業の詳細.....	4
1) 「ケニア共和国での地球温暖化起因の水資源枯渇問題解決に向けたソーラーを主電源とする電気分解方式の浄水装置の市場導入調査事業」(シャープ)	5
2) 「気候変動の影響による砂漠・荒廃地の農地化・緑化推進に向けた実現可能性調査事業」(東レ)	51
3) 「コートジボワール・ガーナにおける安全な水の供給を通じた生活/健康改善を伴う小型浄水装置の事業化検証」(ヤマハ発動機)	99
4) 「タンザニア共和国における農産物高温障害等に対するアミノ酸含有肥料による適応対策実現可能性調査」(味の素)	127
5) 「ベトナム社会主義共和国における暴風雨および集中豪雨による斜面災害の防災減災事業」(川崎地質)	181
6) 「東アフリカ一帯における旱魃がもたらす社会的課題解決に貢献するソーラーランタンの普及可能性調査」(三洋電機)	198
7) 「バングラデシュ国塩害地域での緑豆生産の事業化可能性調査」(雪国まいたけ)	214
第3章 政策課題の抽出・検討等.....	241
2-1. グリーン経済.....	241
1) グリーン経済の定義と必要性.....	241
2) グリーン経済の概念整理.....	242
3) グリーン経済の目標.....	243
4) グリーン経済のモニタリング方法.....	245
5) グリーン経済と適応の関係.....	245
2-2. ケニアオフグリッドライティング.....	247
1) ケニアにおけるオフグリッド・ライティング市場を拡大するための仕組みの方向性	247
(1) アフリカにおけるオフグリッド・ライティングの現状.....	247
(2) ケニアにおけるオフグリッド・ライティングの現状と今後の展望	248
(3) オフグリッド・ライティング市場の拡大に関する他国での先進事例	249
(4) ケニアにおける市場を拡大するための仕組みのあり方	251
2) 民間企業による市場参入の手法.....	252
(1) 欧米企業による市場参入手法.....	252
(2) 日本企業による市場参入のあり方.....	254
3) 日本企業の国際競争力向上に向けた政策の在り方	255

(1) ケニアにおけるイニシアティブ推進における今後の課題	255
(2) オフグリッド・ライティングにおけるその他の政策サポートの全体像	256
第4章 我が国の取り組みの国際発信、途上国での適応事業のビジネス機会や成功事例の啓発	257
3-1. 気候変動枠組条約技術執行委員会	257
3-2. 第3回環境イノベーターシンポジウム「復興と変革へのイノベーション」	258
1) 背景と目的	258
2) プログラム概要	258
3) 開催結果概要	259
3-3. UNDP・経済産業省シンポジウム「アフリカにおけるインクルーシブビジネスと気候変動適応の可能性」	259
1) 背景と目的	259
2) プログラム概要	259
3) 開催結果概要	261

第1章 事業目的

近年の気候変動問題に係る国際交渉の動向を踏まえると、従来の緩和の分野に加え、気候変動影響に対する適応の分野への国際的な取組に強く焦点が当たってきている。2010年のCOP16のカンクン合意において、「カンクン適応フレームワーク」の設立が決定し、適応委員会の設立や国別適応計画の策定など適応分野での議論が進展し2011年のCOP17のダーバン合意では、カンクン合意の各項目の具体的な進め方や手続等について合意がなされたところであり、今後、適応委員会やその他の場において、適応対策の範囲や効果の測定方法の策定等に係る詳細な議論が進展することが予想される。また、このような国際交渉の動向と軌を一にするように、各国の開発金融機関においても、途上国の適応対策への支援を強化していこうとする動きも見られるところである。

このような中で、我が国として、適応分野でイニシアティブを取っていくことは、今後の国連交渉にとって重要であるばかりでなく、適応対策が広範な分野にわたっていることを考えると、我が国企業の途上国市場への参入を促進する上でも重要であると言える。このような背景を踏まえ、本事業においては、我が国企業の技術や製品の活用による途上国における適応対策事業への我が国企業の貢献可能性（※）の調査を実施するとともに、当該調査を切り口として、今後の適応分野において我が国がとり得るべき政策のあり方に関する調査等を実施し、もって今後の国連交渉や我が国企業の途上国の適応関係市場への参入の促進の一助とする。

（※）本調査における「貢献」とは、気候変動に起因する社会課題が生じている途上国に対して、無償の援助を供与するという意ではなく、このような社会課題の解決をビジネス機会と捉え、事業を継続することを通して、途上国の社会課題への適応行動の促進に貢献していくことと定義する。

第2章 途上国における適応対策事業への我が国企業の貢献可能性の調査

1-1. 公募結果

本事業では、気候変動の脆弱性が特に高い国を対象に、我が国企業による優れた技術等をもとにした気候変動の影響に対応する適応分野での貢献の実現可能性やその効果の測定の方法論の策定に関する調査（以下、「FS」と言う。）を実施した。このFSの公募は2回に分けて実施した。

1) 第一次公募結果

第1回目の公募は、2012年6月4日から25日の期間において実施し、全国の団体・コンソーシアムから応募を得た。外部有識者による審査委員会において厳正な審査を実施し、3件を採択候補として選定した。

図表 第一次公募結果

事業者名（代表企業）	プロジェクト名
シャープ株式会社	ケニア共和国での地球温暖化起因の水資源枯渇問題解決に向けたソーラーを主電源とする電気分解方式の浄水装置の市場導入調査事業
東レ株式会社	気候変動の影響による砂漠・荒廃地の農地化・緑化推進
ヤマハ発動機株式会社	コートジボワール・ガーナにおける安全な水の供給を通じた生活/健康改善を伴う小型浄水装置の事業化検証

2) 第二次公募結果

第2回目の公募は、2012年7月17日から8月13日の期間において実施し、第1回と同様に全国の団体・コンソーシアムから応募を得た。こちらについても外部有識者による審査委員会において厳正な審査を実施し、4件を採択候補として選定した。

図表 第二次公募結果

事業者名（代表企業）	プロジェクト名
味の素株式会社	タンザニア共和国における農産物高温障害等に対するアミノ酸含有肥料による適応対策実現可能性調査
川崎地質株式会社	ベトナム社会主義共和国における暴風雨および集中豪雨による斜面災害の防災減災事業
三洋電機株式会社	ソマリアにおける旱魃がもたらす社会的課題解決に貢献するソーラーランタンの普及可能性調査
株式会社雪国まいたけ	バングラデシュ国塩害地域での適応対策事業

1-2. 採択事業の概要

計7件の採択事業の概要は次の表の通りである。採択事業の対象国はアフリカが最も多く、ケニア、南アフリカ、コートジボワール、ガーナ、タンザニア、ソマリアといった国々が対象となっている。加えて、ベトナムとバングラデシュについてもFSの対象国となっている。

図表 採択事業の概要

事業者名 (代表企業)	対象国	概要
シャープ株式会社	ケニア	太陽光発電と電気分解による浄水装置を組み合わせ提供していく事業の対象国における実現可能性を調査する。本調査を通じて、気候変動により減少し始めている安全な水へのアクセスに対する持続可能な改善を目指す。
東レ株式会社	南アフリカ	防砂網・植生基盤・点滴灌漑を組み合わせ提供していく事業の対象国における実現可能性を調査する。本調査を通じて、気候変動により増加している砂漠化進行の抑制・農業適地面積の増加・農業生産性の向上を目指す。
ヤマハ発動機株式会社	コートジボワール・ ガーナ	緩速ろ過技術を活用した小規模浄水給水システムを提供していく事業の対象国における実現可能性を調査する。本調査を通じて、気候変動により減少し始めている安全な水へのアクセスに対する持続可能な改善を目指す。
味の素株式会社	タンザニア	アミノ酸含有肥料を農業従事者に提供していく事業の対象国における実現可能性を調査する。本調査を通じて、気候変動により生じる植物の高温などによる障害への耐性の向上と生産量の増加の両立を目指す。
川崎地質株式会社	ベトナム	斜面災害に関する斜面危険度評価・計測機器の設置及び観測・早期避難警戒システムの構築・対策工を提供していく事業の対象国における実現可能性を調査する。本調査を通じて、気候変動により増加している斜面災害の防災減災を目指す。
三洋電機株式会社	ケニア・ソマリア	太陽光発電技術を活用したソーラーランタンを提供していく事業の対象国における実現可能性を調査する。本調査を通じて、気候変動により増加する早魃で生じる避難民の治安の向上と基礎的な社会教育の実施を目指す。
株式会社 雪国まいたけ	バングラデシュ	緑豆の生産事業の対象国における実現可能性を調査する。本調査を通じて、気候変動により増加している塩害地域における緑豆の生産可能性の向上や生産量の増大を目指す。

1-3. 各採択事業の詳細

各採択事業の詳細に関して、採択事業者による最終報告書を次ページ以降に掲載する。具体的には、各採択事業者の最終報告書には、

- 1) 本事業の目的
- 2) 課題
- 3) 課題解決の方向性
- 4) 調査結果
- 5) 指標（方法論）とベースラインデータ
- 6) 適応対策において今後見込める成果

の6項目が含まれる。

なお、次ページより、以下の順番にて最終報告書を掲載する。

- 1) 「ケニア共和国での地球温暖化起因の水資源枯渇問題解決に向けたソーラーを主電源とする電気分解方式の浄水装置の市場導入調査事業」（シャープ）
- 2) 「気候変動の影響による砂漠・荒廃地の農地化・緑化推進に向けた実現可能性調査事業」（東レ）
- 3) 「コートジボワール・ガーナにおける安全な水の供給を通じた生活/健康改善を伴う小型浄水装置の事業化検証」（ヤマハ発動機）
- 4) 「タンザニア共和国における農産物高温障害等に対するアミノ酸含有肥料による適応対策実現可能性調査」（味の素）
- 5) 「ベトナム社会主義共和国における暴風雨および集中豪雨による斜面災害の防災減災事業」（川崎地質）
- 6) 「東アフリカ帯における旱魃がもたらす社会的課題解決に貢献するソーラーランタンの普及可能性調査」（三洋電機）
- 7) 「バングラデシュ国塩害地域での緑豆生産の事業化可能性調査」（雪国まいたけ）

- 1) 「ケニア共和国での地球温暖化起因の水資源枯渇問題解決に向けたソーラーを主電源とする電気分解方式の浄水装置の市場導入調査事業」(シャープ)

平成 24 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた
実現可能性調査事業」最終報告書

コンソーシアム名または企業・団体名	ケニアにおける浄水装置普及プロジェクト
事業名	ケニア共和国での地球温暖化起因の水資源枯渇問題解決に向けたソーラーを主電源とする電気分解方式の浄水装置の市場導入調査事業

1. 事業の目的

1.-1 事業の目的

ケニア共和国(以下、「ケニア」)において、太陽光発電+電気分解による浄水装置(以下、「本浄水装置」)の販売によって、地球温暖化によって引き起こされた水不足に苦しむ地域において、再生可能エネルギーを利用した「安全な水へのアクセス」を増大させることが本事業の目的である。本浄水装置は、中東等で広く用いられている巨大な海水の淡水化プラントと異なり、コンパクト(海上コンテナのサイズ)かつ、化石燃料を使わずに利用できることから、現在のところ以下の需要を想定している。

- ①失敗井戸の再生
- ②工場・事業所
- ③サファリロッジ・ホテル
- ④学校・病院
- ⑤農業・畜産

本浄水装置の基本性能は、塩水の淡水化を含む「中水」レベル(ケニアの上水道の基準に則したレベル。飲用を前提にはしていない。)への浄化だが、フィルターを増設する等のコストアップを許容できる需要者であれば、「上水」レベル(WHO 飲料水水質ガイドライン)の提供も可能となる。

1.-2 事業モデル

機器売り切りモデルを当初検討していたが、機器を納入する現地サイドで購入資金が不足するケースが多いと思われる為、売り切りに加え機器リースによる資金回収も検討する。本浄水装置を中心に、現地コミュニティの中でソーラーと水による新たなビジネスが創造されるようなビジネスモデルを確立することで、ケニアのような途上国においても持続可能な事業を実施することができると思う。

●コミュニティ向け浄水装置の提案システムイメージ

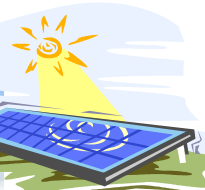
現地で管理しやすいように海上コンテナ（12FT、20FT、40FT の3種類を検討中）に基幹コンポーネントが収まるようにデザインする。下記は、ナイロビ市郊外の UNIDO（国連工業開発機関）のプロジェクトを参考にした 40FT コンテナ仕様の設置イメージ図。



水の供給ポイントはコミュニティの生活の支点となる



コンテナ上部にソーラーパネルを設置



地下水源・井戸等の水源

写真1 設置イメージ図

上記イメージ図のようにコンテナサイズを大きなものにすれば、中に小部屋を設け、水を汲みに来た人々のコミュニティエリアとして活用も可能と考える。例えば蓄電池等で余剰電力を蓄えておくことが出来れば、テレビ観賞、床屋、携帯電話の充電といったサービスを提供することもできる。



写真2 テレビ観賞室



写真3 床屋



写真4 携帯電話の充電

●本浄水装置の基幹コンポーネント

電気分解を行うパーツは、処理を行う原水の水質によって異なる。

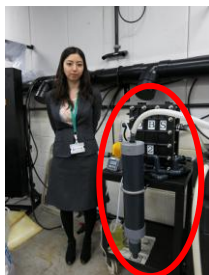


写真5 電気透析法の装置



写真6 電気透析法を行わない装置

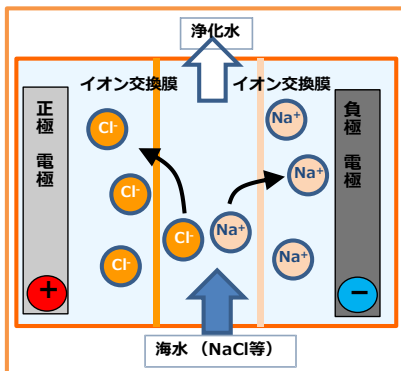
●電気分解による浄水技術について

電気分解では、大きく分けて以下の3つの機能により浄水を行うことが出来る。

- ① イオン濃縮：電気透析法ともいう。水中の不純物に電荷を持たせ、正極には陰イオンを、負極には陽イオンを引き寄せて、イオン交換膜を通すことによって浄化した水を取り出す方法。フッ素など、非常に小さい粒子も除去可能だが、構造が複雑となり、電極の使用本数も多くなる為、その分コスト高となる。
- ② 有機物の分解：水に電気分解を行うとヒドロキシラジカルという強酸性の物質が生成され、それが有機物を分解し、酸化させるという効果が得られる（ヒドロキシラジカルは電気透析法でも生成される）。ヒドロキシラジカルは酸化力が強いが、寿命が非常に短い為、分解処理後はすぐに無害化する。
- ③ 除菌水の生成：電気分解を行うことによって、ヒドロキシラジカルと共に、食品添加物としても使用される次亜塩素酸ソーダ（典型的な消毒剤の一種）が生成される為、それを活用し、除菌・殺菌作用を持つ機能水も生成が可能。

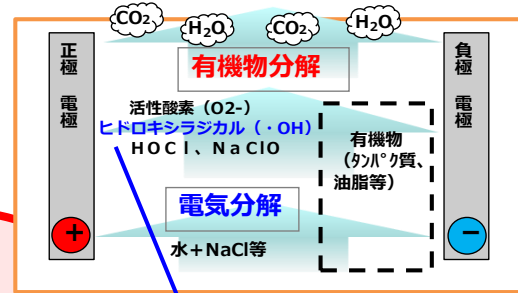
①イオン濃縮

イオン交換膜を活用



②有機物の分解

電解技術システム内で分解処理



電解技術

③除菌水の生成

電解技術で生成した除菌水を活用



物質	記号	酸化還元電位 (V)	加O ₂ -cal	倍数	酸化力
フッ素	F	3.35	1.28305 × 10 ¹⁹	2.25	
ヒドロキシラジカル	·OH	3.05	1.16815 × 10 ¹⁹	2.05	
活性酸素素子	O ₂ ⁻	2.65	1.01495 × 10 ¹⁹	1.78	
オゾン	O ₃	2.28	1.01495 × 10 ¹⁹	1.52	
過酸化水素	H ₂ O ₂	1.95	7.4685 × 10 ¹⁸	1.31	
過マンガン酸カリウム	KMnO ₄	1.85	7.0855 × 10 ¹⁸	1.24	
次亜塩素酸	HClO	1.49	5.7067 × 10 ¹⁸		

※赤字は電気分解によって生成される酸化性物質を示しています。

- ① ヒドロキシラジカルはフッ素に次いで酸化力が強い
- ② ヒドロキシラジカルはライフタイムが数百マイクロ秒と短く、分解処理後は無害化

図 1 電気分解技術の紹介

2. 課題

2.-1 ケニアにおける気候変動と社会問題について

ケニアは、サバンナ気候帯に属し、概して暖かく、乾燥している。大雨季（3月～5月）と小雨季（10月～12月）で、年に2回の雨季がある。気候変動による地球温暖化の影響により、雨季と乾季の差がより顕著になるとともに、降雨のパターンが不規則に変化している。また、自然災害については、高頻度化と激甚化が指摘されている。

UNDP（国連開発計画）のアフリカ適応対策プログラムでは、ケニアにおける気候変動の影響について、以下の点が指摘されているⁱ。

- 気候変動については、1960年代と比較して、平均気温は約1度上昇しており、日中はおろか夜間においても気温が下がらず、高温を記録する日数が増加している。
- 洪水の発生頻度が増加しており、健康や農業、観光業への影響が起こっている。
- 近年においては、干ばつも深刻化しており、1993年以降、6回にわたり同国全土に影響を与える大干ばつが発生している。
- こうした状況が続くと、2030年までに、年間GDPの3%に相当する10～20億ドル（800億～1,600億円）の損失につながる可能性があるⁱⁱと試算されている。

また、ケニア政府は、気候変動によって以下の影響が予見されるとUNFCCC（国際連合枠組条約）に報告しているⁱⁱ。

- 水
：沿岸地域の地下水確保、乾燥地域・準乾燥地域の表流水の確保は、より厳しくなる。
- 健康
：飲料水等について、入手・水質管理・衛生管理が困難になることが予想され、他の健康被害をもたらすことが考えられる。
- 農業
：北部、北東部の乾燥地域・準乾燥地域においては、干ばつと洪水の発生頻度と激しさが増加する。
：こういった地域では、牧畜や農業は雨水に大きく依存しており、食料の確保が脅かされる。
- 生態系
：陸上の植生の変化、飼料の質や収穫量の変化、
：牧畜業の生産性の変化、水質と水資源の確保量の変化、病気の蔓延等をもたらすと予測される。

2.-2 当調査で判明した、新たな問題

ケニアの環境・鉱物資源省（Ministry of Environment and Mineral Resources）の適

応策担当者へのヒアリングにより、ケニアにおける適応政策を示すものとして、以下の2点の資料を入手した。その中で、新たに指摘されている、「気候変動に対する脆弱性」は以下のとおりとなる。

① 気候変動に対する国家戦略 (National Climate Change Response Strategy) ⁱⁱⁱ

当資料は、適応策を含む、ケニアにおける気候変動に対する具体的な戦略の指針を示したものである。適応策に関して、具体的なアクションプランの策定に関しては、各省庁にて検討されている。2012年11月を目処に各省庁からのアクションプランが提出され、それを元に、具体的なアクションプランが示される予定であった。しかしながら、2013年2月時点で、アクションプランの取りまとめは終了していない。

以下では、「気候変動に対する国家戦略」に記載のある、主に当事業に関係の深い、水および健康に関する点についての指針を以下にまとめる。記述順は、原文通りであるが、特に、当事業によって解決できる、あるいは解決に貢献できると考えられる項に下線を付す。これらは、ケニア政府として取り組むべき「適応策」を示すものである。この項目に合致するソリューションを提供することで、ケニアにおける気候変動に対する適応策に貢献することができる。後述する、適応評価の指標である「インプット・アウトプット・アカウトカム」フレームの中で、以下はケニアにおける上位目標の貢献（アウトカム）と密接に関係するものとなる。

● 水に関する適応策の指針

- 水不足地域に余剰の水源がある地域から水を移す井戸 (inter-basin) とトンネル (inner-basin) の建設。
- 排水を減らすため、家庭用と産業用の水の再利用設備を各地方自治体で設置するための投資。
- 効率的な水源管理に必要な法律、規制の施行、制定。
- 乾季に使用できる水量を確保するため、配管建設、戦略的井戸 (borehole) やその他水源確保工事を通して、雨水の捕獲保持量を増加させる。
- 適切な拠点数の水のインフラ (ダム、貯水地、供給配管) 開発と維持。
- 流域を保護し水質を監視する人員訓練と水質監視施設の建設。
- 洪水や干ばつの発生で水質が最も脅かされる事態において、地域内の井戸や浅いボアホールを菌感染させないため必要な、浄水薬品購入の財源を計画的に維持する。
- 水量確保、貯水、水質改善のための河川、ダムの沈泥除去。
- 水源地域、川岸等の水質悪化や汚染からの保護と保持。
例) 水源地帯の保存に投資する財源を確保するために水課税を課す。
- 水資源の持続的利用の重要性を強調する促進運動を強化する。例えば、家庭レベルの屋上集水等、集水技術の向上等。

- 帯水層を守るために、人工的な地下水再貯蔵を発展させる。
- 堤を築き、川底をすくう等して、洪水堆積物に対処する。
- 河川流量を監視する適切な液体比重測定網や、洪水警報のための遠隔測定システムを導入する。

●健康に関する指針

- 病院の建設、薬や訓練された人材の確保等、公共保健体制を強化する。
- コレラ、腸チフス、下痢等の水系伝染病の流行を抑える、上水と衛生施設へのアクセスの向上、及び、公衆衛生についての啓蒙活動を促進する。
- 伝染病を抑制するため、連続的かつ迅速な対応をとると共に、新しい流行状況の調査の実施を強化する。ここに、伝染病や流行のリスクの高い地域を特定するため、気象予測の的確な利用と、環境要因の事前対策も盛り込むべきである。
- マラリアの大流行のように、予測可能な事例増加に対する「マラリア撃退プログラム (Roll Back Malaria)」等の、取り組みの規模を拡大する。
- 気候変動と変異によって、更に発生が加速される伝染病に対する、ワクチンと予防接種プログラムを実施する。
- 都市部の「緑地 (green space)」を増加させる。例えば、木を植えることにより、都市部の気候を穏やかにし、健康的な生活のための新鮮な空気を確保する。
- 低二酸化炭素排出の未来につながるような、健康的な選択（例えば、公共交通機関の安全な利用や、個人の交通手段である自転車やウォーキングの利用）は、二酸化炭素放出量を抑え、公衆衛生を向上させる。これらは、交通渋滞を緩和するだけでなく、呼吸器疾患や心臓血管疾患の原因となる大気汚染をも減少させる。

② ケニアの農業、水、エネルギー分野における気候変動リスクアセスメント ドラフト (Climate Risk Assessment of Kenya's Agricultural, Water and Energy Sectors DRAFT REPORT (Version 3.0))

気候変動によるリスクを評価するために、環境・鉱物資源省は「アフリカ適応計画 (AAP, Africa Adaptation Plan)」を整備している。これは、日本政府（国際協力機構、JICA）と UNDP による資金協力を受けている、2 年間のプロジェクトとなる。非公開のドラフト案には、以下の点が、水に関する気候変動の脆弱性として指摘されている。

●水に関する脆弱性

- ケニアは水不足の国であり、一人当たりの国内における再生可能な淡水量は、勧告基準 1,000 立方メートルに対し 647 立方メートルである。
- 十分かつ許容し得る水質は、たとえ気候変動の問題が無かったとしても、この国の課題である。

- 2010年では、家庭への配水、公共の給水塔、掘削孔、保護された井戸や原水、雨水貯水池等の、品質が改善された水の供給を、全人口のわずか59%しか受けられていなかった。
- 気候変動に影響を受けやすい水資源に頼っていること、地元の地下水の利用制限、既に存在する水道設備の誤った管理、不十分な法施行、保有水の不足等が、この分野をより脆弱なものにしている。

また、一般的な気候変動については、以下のようにまとめられている。北部や西部においては、気候変動による恩恵も予測されているが、全体としては降雨量の減少とそれに伴う連続した干ばつ、洪水の激甚化といった負の影響が発生することが考えられる。

●気候変動による影響

➤ 気温：

年間の平均気温上昇は、1°C~4°Cであり、主として2020年代までは1°C、2100年までは4°Cの上昇が見込まれている。気温の変化は、ケニアの農作物の適合地域を変化させる。例えば、茶の生産適地は、降水量等の他の気候特性により、更に標高が高くなり得る。

➤ 降水量：

気候は、両雨季においてより多湿になる傾向にあるが、特に小雨季（10月~12月）においてその傾向が強い。全球気候モデル（GCMs）では、ケニアの北部で今世紀末までに40%の増加が見込まれる。他のモデルは、国の西部での雨量増加を示唆している。しかしながら、近年（10~15年）の変動として、降水量の大幅な減少と、連続的な干ばつによる水不足が観測されている。もし、適切かつ先進的な計画と実行が成功すれば、他の変動を一定に保ちながら、降水量の増加により、農業と貯水の限界を広げる可能性を生み出せる。ケニア北部（ツルクウェル溪谷）と西部（ソンドウ・ミリウ）の水力発電所は、このような降水量変動による恩恵を受けると考えられる。

➤ 季節性：

小雨季と大雨季は、殆ど変化しない。一方、雨季の降雨事象は、2100年までに更に激しくなると予想される。その結果として、洪水の事象は、より頻繁かつ激しくなると考えられる。住人は、激しい事象においては、洪水地域帯から移動せざるを得ず、また同時に、他の事態のための管理オプション（例えば、堤防の建設）が必要となるだろう。

➤ 洪水頻度：

洪水の頻度は、現在とさほど変わらないが、激しさは増すと考えられる。これは、気温の上昇に関連している。いくつかのケースでは、より洪水に耐性のある農作物や生

物エネルギー源等の対策がすぐにでも求められる状態にある。

③ 新たな課題抽出 電力セクター

ケニアにおいて、電源の42%を占める水力発電の発電効率の低下が問題視されている。水力発電の発電効率低下については、気候変動による雨量パターンの変化が原因との指摘もあり、水処理に係る電力使用の削減は、気候変動の適応策として評価することができる可能性もある。例えば、事業者へのヒアリングから電力料金が値上がり傾向にあることがわかった。人口増加による需要の高まりにも一因があるが、気候変動の影響による水力発電効率の低下を化石燃料で補おうとしているためと考えることができる。

前出の「ケニアの農業、水、エネルギー分野における気候変動リスクアセスメント ドラフト」において、1999年から2000年の干ばつによって、水力発電の発電量が明らかに低下していること、2000年以降、コストが高い石油による発電量が増加していることが示されている。 Figure 10: Total Electricity Generation by Source(IEA, 2011)

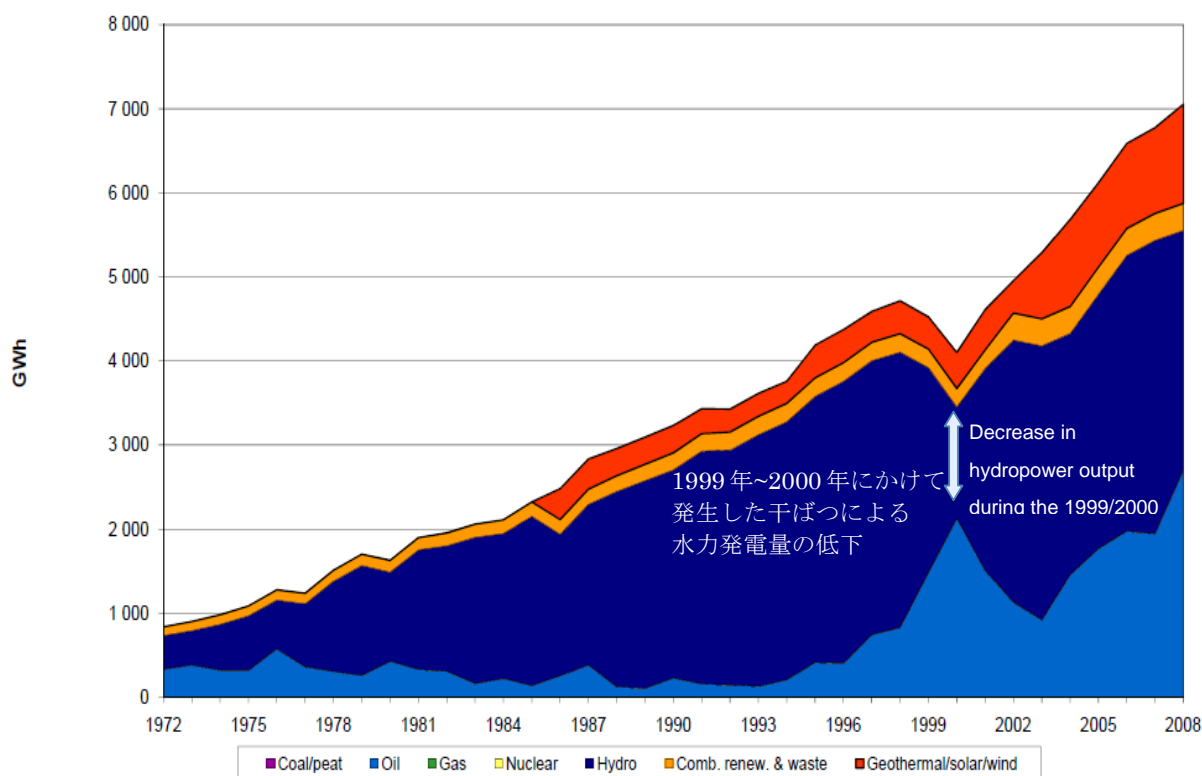


図 2 ケニアにおける発電量の推移

『②ケニアの農業、水、エネルギー分野における気候変動リスクアセスメント ドラフト』より

また前述の、「気候変動に対する国家戦略 (National Climate Change Response Strategy)」において、エネルギー部門の適応課題として、次のような記述がある。

ケニアは主に薪、石炭、農業廃棄物を使ったバイオマスエネルギーを利用している。バ

イオマスエネルギーのほとんどは家庭や小規模企業で使用されている。水力も利用しているが、採水地が壊滅し過去 20 年間の間にその可能性は激減した。気候変動による度重なる継続的干ばつによりダム貯水量は下がり、水力利用の可能性に影響を与えており、状況はさらに悪化する見通しだ。

以上のことから、水力発電への依存度が高いケニアにおいては、提案する本浄水装置の導入による水処理に係る電力コストの削減が、適応対策として評価されると考え、そのインパクトについても調査する。

3. 課題解決の方向性

3.-1 ①失敗井戸の再生

これまでの調査の結果、ケニアでは水質の地域差が大きいことが判明した。本浄水装置がその処理能力を発揮すると想定している、フッ素を含む井戸水は、リフトバレー地方（大地溝帯）に顕著な現象であることがわかった。その他の地域においては、高濃度ナトリウムが問題となる例もあるものの、フッ素はあまり問題とはなっていないことも判明した。

また、地域を問わず、乾季の水不足の深刻さが増すにつれ、やむを得ず不衛生な水を飲料水などに使用する例が多く、それが下痢などの疾病につながっていることがわかった。

本浄水装置は、フッ素を処理する際に電気透析の原理を用いることができるが、電気透析法の場合は装置の構造がやや複雑となり、コストがかかる。そこで、当社は電気透析法を用いず、電極の使用本数を制限しながら、凝集沈殿法を組み合わせ高濃度のフッ素も除去できるシステムを新たに開発した。

また、フッ素濃度がWHOの飲料水基準に納まる水については、電極の数を減らし、更に単純な構造を用いたシステムの導入が可能である。このシステムによって、食品添加物としても使用される典型的な消毒剤である「次亜塩素酸ソーダ」を装置内で生成し、水の除菌を可能とすることが可能である（透析の構造でも「次亜塩素酸ソーダ」は生成される）。高濃度ナトリウム除去であれば、電気透析法を使用しなくても既存の膜処理を使用した安価なシステムで対応可能である。

ケニアでは地域によって井戸の水質に差があることから、前処理、種類の違う電気分解装置や膜処理等を水質に応じて組み合わせることで、最適な性能・価格のソリューションを提供していくことが必要となる。

ケニアにおいて、外国政府等のドナーから井戸開発を請け負う事業者は、成功井戸の引き渡し本数で契約している。開発した井戸はドナーから最終的にケニア政府に譲渡されるが、失敗井戸は埋め戻されたり、鋼鉄製の蓋で封鎖される等の処置がとられる。失敗井戸のデータは、ドナーあるいは井戸の開発会社に留まることとなり、必ずしも公開されないため、統計的なデータを把握することは困難であることがわかった。

一方で、事業者へのコンタクトにより、失敗要因がフッ素・ナトリウムの含有等水質に起因し、かつ井戸の場所を特定できるものがあった場合、その再生を行うことが可能である。

さらに、失敗井戸だけでなく、既存の井戸に対しても、気候変動の適応策となり得ることがわかった。例えば、リフトバレー地方に位置するケニア中部のナクル市のように、主

要な水源である井戸水や湖水に高濃度のフッ素が含有されているため、やむを得ず河川水で希釈して上水道として利用している例がある等、失敗井戸だけでなく、既存の井戸や浄水場への展開も可能と思われる。

また、首都ナイロビ市における公営の上下水道管理会社であるナイロビ水公社 (Nairobi Water Company) へのヒアリングから、ナイロビ近郊でもフッ素を多く含む井戸水が浄水処理を行わないまま上水道として利用され、健康被害を引き起こしている例があり、ナイロビ水公社が「公害」と認識していることが判明した。

地方の井戸を対象とした今回の調査では、いずれも商用電源にアクセスできる例はまれであり、ソーラーを主電源とする本浄水装置の有用性が確認できた。

【解決手法】

今後、ケニアでは人口増加への対応、及び給水率向上のため、更なる井戸開発が必要となるだけに、失敗とされた井戸とその要因を特定し、それに適合したソリューションを提供することで、給水量の増大に寄与することが可能と考えられる。

また、リフトバレー地方に属する地域では、多くの水源に高濃度のフッ素が含有されていることから、河川水で希釈する以外に有効な手だてがない状態である。フッ素を取り除ければ、河川水を別の用途に利用することが可能となるため、温暖化適応策として評価することができる。リフトバレー地域以外では、ナトリウムの濃度が問題となるケースがあり、飲用せず洗濯など別の用途で使用している。この井戸水を本浄水器で飲用可能なレベルにまで浄水することができれば給水量の増大につながる。

3.-2 ②工場・事業所

ケニアでは、ナイロビ近郊に工場が集中している。これら工場では水道水も利用しているが、市内の人口増加と経済発展による需要増に対応しきれず、頻繁な断水に悩まされている。2 か月間にわたる断水が発生した事例もあり、地下水が主要な水源となっている。

また、ヒアリングより、RO 膜を使った浄水装置で大量の水処理を行っている工場では、電力消費と膜交換のコスト負担が大きく、苦慮していることが判明した。RO 膜を導入していない工場では、RO 膜を使うと最低でも水の 30% を捨てなければならないことを問題視しており、RO 膜を採用しない理由として挙げている。

【解決手法】

本浄水装置の導入により、これまで活用していなかった、排水や雨水を浄化し、中水として利用することができるようになる。その結果、上水道や井戸からの汲み上げ水の使用量が削減され、都市部の水需要を緩和することができる。

また、排水や雨水を浄化して中水として利用することで、これまで中水を得るために使用していた電力使用量を低減させることができる。

さらに、既存の排水処理システムを代替することで、電力使用量を削減することができる可能性がある。

RO 膜に関しては、大量の電力を消費している他、処理の過程で 30%の水を失ってしまう。本浄水装置の導入により、水の浄化プロセスでの失われる水の損失を最小化し、利用可能な水の量を増加させることができる可能性がある。今後の課題として、ケニアにおける RO 膜による水浄化システムにおける、本浄水装置の代替可能性を検討するには、複数事業者へのヒアリングを実施し、水処理に必要な電力使用量、水のロス率、求められる供給水質、水源の水質を調査する必要がある。

3.-3 ③無電化地域のサファリロッジ・ホテル等

ケニアの観光業は、農業に次ぐ産業規模を誇り、GDP の 10%強を占めている。特に、野生動物の生態などを観察するサファリ観光の人气が高いが、こうした観光の拠点となるサファリロッジやホテルは、都市から離れた場所にあり、多くの施設はナショナルグリッドが到達していない無電化地域に位置している。例えば、マサイマラ国立保護区には約 300 のサファリロッジがあるが、いずれも電力、水道インフラが整備されていない。こうした施設では、電力をディーゼル発電機の運転によって賄い、水については、河川水や井戸水をポンプでくみ上げた後、一旦貯水し、砂ろ過処理や塩素を投入することによって中水を得ている例が多い。調理はこの水を煮沸処理して使用し、飲料水はペットボトルをナイロビから輸送して利用している。尚、こうした国立保護区や国立公園において、野生動物の見学などを楽しむサファリ観光のピークは乾季である。需要期である乾季は水を最も入手しにくい時期でもあり、各施設の悩みの種となっている。

【解決手法】

雨水を貯水し、本浄水装置によって乾季に中水として利用すれば、サファリロッジ群による河川水の取水量を減らすことができる。また、排水については施設内で処理され、自然浸透により処分されている。本浄水装置を導入し、処理後の排水を中水として利用することができる。こうした、雨水や排水を再利用することで、河川からの汲み上げ量を削減させることができる。

3.-4 ④学校・病院

調査した学校では、井戸開発に多額の費用がかかることから、河川水や湖水を利用している例が多い。砂ろ過による水浄化装置を導入しているケースも見られたが、浄化後の水について、濁りと不純物が問題となっていた。

また、学校を含めた周辺のコミュニティーに、飲料水については煮沸するよう指示しても、煮沸に必要な燃料代を賄えない住民が多く、結果として河川水や湖水を飲用せざるを得ず、健康被害をもたらしている。

さらに、煮沸の燃料となる焚き木を得るために、周辺の木を伐採することも一般的であり、長年にわたる樹木の伐採を続けた結果として土地の保水力が喪失され、水資源の減少に拍車がかかっているという指摘もあった。

また、浄水装置を導入したとしても、特に乾季においては停電が頻発するため作動できない期間がある。その際は浄水処理をせず飲用とするため、下痢などの健康被害につながっている例があることが判明した。

調査した病院は、いずれも上水道を殆ど利用できないことから、井戸水や雨水を主要な水源としている。それでも水が不足している場合は、町まで出向き飲料水を購入している。村落の診療所（Dispensary）などにおいては、消毒などの衛生施策が十分に行われていない。これらの診療所では、不衛生な水の使用による健康被害が報告されている。

【解決手法】

地域間で差はあるものの、学校や病院においては、すでに浄水装置あるいは、化学薬品による殺菌等の処理方法が導入されている。つまり、学校や病院については、特に上水の問題を抱える地方においては、ある程度の導入コストやランニングコストをかけて水を処理しているといえる。本浄水装置の導入により、学校や病院における上水の問題は解決可能であり、それは地域の公衆衛生の向上や、水起因の病気を低減させることにつながる。

また、学校や病院を本浄水装置の「設置重点拠点」とすることができる。本浄水装置の優位性等を示すモデルケースとなるだけでなく、ペットボトルの水と井戸水・池や河川の水の中間に位置する、「最高級ではないが、安全な水」の供給基地となる可能性がある。

3.-5 ⑤農業・畜産

乾季中に行ったこれまでの調査では、河川は干上がっており、手掘りの浅井戸も殆ど水が取れないケースが散見された。そのため、耕作がおこなわれておらず、井戸の底から土砂をさらう等の補修作業が行われていた。一方、100メートルを超える深井戸を所有する農場では、マンゴー等の果樹が栽培されていた。

【解決手法】

上記分野、特に①～③における本浄水装置の導入によって、失敗井戸や雨水等の水が飲用に回るようになれば、河川や湖沼からの取水が減り、結果的に灌漑に利用できる水量を増加させる効果が期待できる。①～③による、本浄水装置の導入によって新たに利用できる水の量が、そのまま、農業・畜産に使用することができると考えられる。

4. 調査結果

4.-1 導入可能性評価

ターゲットとすべき地域、施設等の選定：

ナイロビの他、「キツイ県」「キスム市」「カロレニ市」「ナクル市」「オロショー・オイボア村」「クワレ地区」の6か所で水の利用実態や水質調査を実施した。

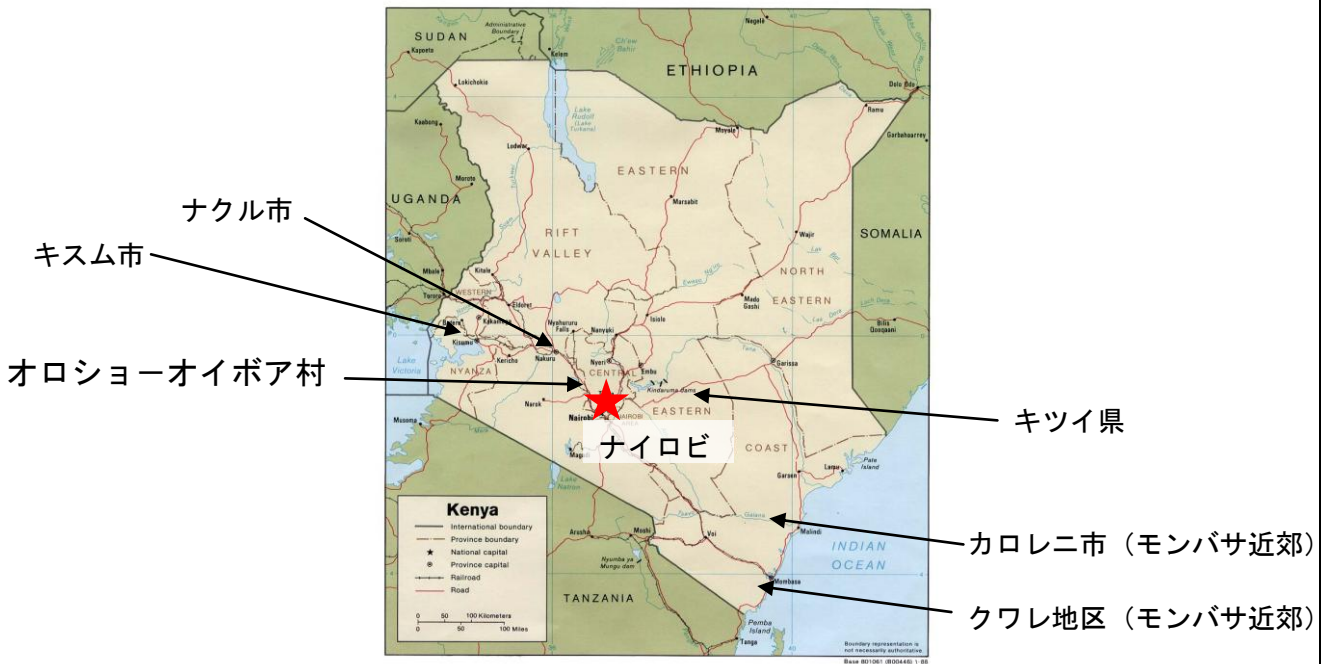


図3 調査実施地域

① 失敗井戸の再生

上記7地点のうち、今回の調査で高濃度のフッ素が検出されたのがナイロビ市とナクル市である。

ナイロビに所在するパワーテクニクス社が中水として利用している井戸から、基準値を上回る3mg／リットルのフッ素が検出されている。

また、ケニア政府の水灌漑省より紹介を受けたナクルの「Rift Valley Water Service Board（リフトバレー地方の水源や水質を管理する政府系の非営利組織）」によれば、リフトバレー地方では、概して井戸や湖水に高濃度のフッ素が含まれている。そのため、ナクルでは河川水で井戸水を希釈し、上水道として提供している。河川水の流量が減少する乾季においては、井戸への依存が一層高まり、上水道に含まれるフッ素濃度が高くなる。Rift Valley Water Service Boardが行った調査によれば、殆どの地点で8mg／リットルものフッ素含有が認められたとのこと。WHOの基準では、フッ素の飲料に含まれる量は1.5 mg／リットルまでとされており、基準値の5倍以上のフッ素が含まれて水が供給されている

ことになる。さらに、今回の調査では、最高で約18mg／リットルものフッ素を含む井戸も見受けられた。

表 1 ナクル市サンプル水水質検査結果

取水場所(ナクル市)	pH	電気伝導度	硬度	塩化物	濁度	マグネシウム	カルシウム	フッ素	硫酸塩	総溶解性蒸発残留物
		μ s/cm	mgCaCO ₃ /l	mg/l Chl	ppm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l SO ₄	mg/l
Ol-Banita 地下水源 サンプル水①	8.57	784	16	24	3	3.36	2	10	28	392
Ol-Banita 地下水源 サンプル水②	1.89	658	38	10	5	9.68	1.2	5.6	10	329
Ol-Banita 地下水原 サンプル水③	8.61	790	50	11	30	Nil	21.6	8.45	8	490
Special Hill High School	8.26	2,350	20	172	0.59	Nil	11.2	17.8	59	1,457

フッ素について、RO 膜でも除去可能という情報もあったが、①フッ化化合物は除去できても粒子が小さいフッ素イオンは除去できない、②除去するには何段にも膜をかまえる必要があり、コスト高となる、かつ消費エネルギーが増える、③膜を何段にもかまえる為、水の回収率が非常に低い（水のロス率が増加する）、と課題が多く、省エネルギーで水の回収率が高い本浄水装置に優位性があることがわかった。

一方、塩分や濁りがあるものの、フッ素を含有せず、飲用可能な水を得られる井戸が多数見つかっている。また、井戸すらなく、雨水や河川水、溜池等を利用している例も多く、水の消毒に課題を抱えている。

また、今回の調査では、キツイ県に拠点を置く NGO、グリーン・アフリカ・ファンデーション (GAF) との緊密な関係を構築することができた。GAF が所有するキツイのプランテーションには、キバキ・ケニア大統領や、モナコ公国の大公一族も訪問しており、日本大使館や JICA、日本貿易振興機構 (JETRO) とも接点がある。このサイトに隣接して、塩分濃度が高く飲用に適さない井戸が見つかっている。知名度と情報発信力という点で、パイロットプラントを設置する際の有力な候補の一つと現時点で思われる。

失敗井戸については、日本工営ナイロビ事務所からマチャコス県等に関する情報提供を受けた。これらの井戸は塩分濃度が問題となったとのことだが、概要データは JICA の報告書にて入手可能であるものの、詳細については公開されていないことがわかった。

ナイロビ市内に当社のコミュニティー向けの提案システムと類似するコンセプトで既にパイロット設置を図っているピュアフロー社という事業者が存在する。ピュアフロー社では、求められる水質に合わせて様々な浄水機器を組み合わせてアセンブリを行っており、主に保健省の協力の下、Maji-Safi (スワヒリ語で「きれいな水」) キオスクという、プレハブの浄水・飲料水供給設備を設置するといった人道支援活動を行っている。現在、河川や溜池の処理は対応できているが、地下水に含まれる高いフッ素は除去できておらず、解決策を求めている所であった。乾季になれば河川や溜池といった水源は干上がってしまう為、地下水の処理を行うことができるようになれば設置可能な場所が増えるということもあり、同様のプロジェクトで地下水処理の需要があることを確認した。

モンバサ近郊のクワレ地区の UNIDO のプロジェクトサイトでは、導入・使用予定の装置に使用する井戸水の水質に高濃度ナトリウムやミネラル等が含まれるという問題があった。この井戸水をサイトで使用する機械を洗浄する計画であることから、長期的には機材に錆等の害をもたらす懸念があるという相談を受けた。このように飲用としてではなく、機材の塩害防止の為に浄化を必要とするケースも見られた。

【適応評価手法】

適応策としての評価を実施するためには、「本浄水装置の導入によって、利用可能となる水の量」を定量的に把握することが必要となる。これは、本浄水装置の設計や、普及計画を参照して、求めることが可能である。

上記の、「本浄水装置の導入によって、利用可能となる水の量」を、ケニアにおいて、1人が必要な飲料水の量で割ることで、本浄水装置の普及によって安全な水にアクセスできる人数を定量的に求めることができる。日本では、比較的安静にしている男性が1日に必要な水の量を、2.5リットルとしている。うち、1リットルを食事から、1.2リットルを飲み水から摂取することを推奨している。^{iv} ケニアの地方部では、農業などに従事しているケースが多いために、仮に1日に必要な飲料の量は2リットル程度と仮定することができる。

一方、WHO（世界保健機構）は、1日に必要な安全な水の量は、一人当たり50リットル、最低でも20リットルとしている。^v これは、本浄水装置の対象となるエリアにおけるヒアリングから得た一人当たりの水使用量（飲料以外も含む）は約20リットル/日程度という結果と合致するものである。

以上から、次の式によって、「本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数」を求めることができる。

$$\begin{aligned} & \cdot \text{「本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数」} \\ & = \text{本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量} / \text{日} \div 2 \sim 20 \text{ リットル} / \text{日} \end{aligned}$$

本浄水装置の導入による、人々の健康状態の向上（水起因の病気発生数の削減）については、④学校・病院、とりわけ病院において評価したい。その理由は、病気の発生の定義を、現状では「病院にて病気と診断された」とすることで、定量的な患者数を把握することができるためである。コミュニティにおける、潜在的な病気、例えば軽度のフッ素中毒や下痢について評価に含めようとする、現地で継続的に健康調査を実施する必要がある。

さらに、「家庭等で使用する水のうち、どれくらいの割合の水が本浄水装置の対象となるのか」、「システム利用者は何人となるか」について、本浄水装置の設計や、普及計画を鑑みながら、パラメータを設定する必要がある。



写真 7 フッ素濃度簡易テスト結果（青色＝高濃度）



写真 8 カロレニの溜池



写真 9 キツイ県の浅井戸

② 工場・事業所

ナイロビ市内・近郊の5社を訪問し、それぞれについて、水の使用状況、浄水装置の有無等についてヒアリングを実施した結果を、以下の表にまとめる。

表 2 ナイロビにおける工場へのヒアリング結果

工場・事業所	事業内容	施設における全使用水量 (必要な浄水量の割合) 【m3/月】	既存浄水装置による浄水量(上水用/中水用) 【m3/月】	既存浄水装置による浄水にかかるエネルギー	既存浄水装置による浄水にかかるコスト(電力以外含む) 【KSH/月】	備考/考察
(1)Power Technics Ltd.	産業用制御機器組立 /電気設備施工	1,500	220 (中水)	764kWh/月	45,258	排水処理を対象としたデータ

(2)Brookside Dairy Ltd.	乳製品メーカー	30,000	浄水処理なし	288,000kWh/月 10,000L/月 (ディーゼル)	浄水処理なし	井戸の汲み上げを対象としたデータ。浄水装置はなく、中水として利用
(3)Kenafriic Bakery Ltd.	製パン業	1,000	1,000	30	無視できるレベル	信ぴょう性に疑問あり

※無回答の企業、一部のみの回答の企業は除く

【適応評価手法】

本浄水装置を事業所に導入した際の適応効果については、1. 本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量、2. 本浄水装置の導入により削減できる中水利用コストの2点から算出することができる。

1. については、上位目標（アウトカム）にある「排水の削減」に寄与できる可能性もある。しかし、現状では本浄水装置においては排水の中から汚染物質を選択的に抽出することで、中水を得ており、排水に含まれる「環境汚染物質（ケニアの法律で指定されている物質）」の発生量を抑制することにはつながらない。本浄水装置によって抽出された汚染物質を、再利用するなど、既存の方法以外で処理することができれば、排水の削減に寄与したとみなすことができる。

1. 本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量

「本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量」については、本浄水装置の設計や、普及計画を鑑みながら、パラメータを設定する必要がある。後述するが、2015年度までの販売計画では、約1,800立方メートル/日の排水を処理することで、約1,400立方メートル/日の中水を代替的に供給できると想定される。

本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量 = 約1400立方メートル

2. 本浄水装置の導入により削減できる中水利用に必要な電力消費量

「本浄水装置の導入により削減できる中水利用コスト」については、1. で求めた中水を処理するために必要な電力消費量を計算し、井戸の汲み上げによる中水利用に必要な電力消費量と比較することで、削減できる電力消費量を求めることができる。

○プロジェクト実施前

本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量 (= 代替される中水の量) ×
既存の中水利用に必要な消費電力係数 (a)

(a) 既存の中水利用に必要な消費電力係数 (@kWh/立方メートル)
= 中水利用に必要な電力量 (kWh) / 必要な中水量 (立方メートル)

○プロジェクト実施後

本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量 (= 代替される中水の量) ×
本浄水装置の使用に必要な消費電力係数 (b)

(a) 既存の中水利用に必要な消費電力係数 (@kWh/立方メートル)
= 本浄水装置による排水処理に必要な電力量 (kWh) / 得られる中水量 (立方メートル)

○適応策としての評価値

= プロジェクト実施前 (ベースライン) - プロジェクト実施後 (プロジェクト効果)

③ ホテル、無電化地域のサファリロッジ等

ケニア国内に高級ホテルやリゾートを展開している、セレナホテルグループの水技術者にヒアリングを実施した。また、マサイマラ国立保護区にて、「ムパタサファリクラブ」を運営するムパタインベストメントにも、ナイロビ市内でヒアリングを実施した。

セレナホテルは、ホスピタリティの観点から水質には特にこだわっており、施設で使用するすべての水を、RO 膜による大規模な浄水装置で飲用可能な上水レベルまで浄化している。そのため、多大なランニングコストという課題を抱えている。また、同グループが所有するモンバサ (インド洋沿岸のリゾート地) のリゾートホテルでは、井戸水の塩分濃度が高く、同様に RO 膜による大規模な浄水装置を使用しているが、装置を稼働させるためにディーゼル発電機を 24 時間稼働させ、1 日に 250 立方メートルの水を浄化する必要があり、大変なコスト負担を強いられている。

ムパタサファリクラブは、河川水を中水レベルまで浄化して使用するが、上水はペットボトルを 100 キロメートル程度離れたナイロビから輸送することで対応している。ムパタサファリクラブによれば、マサイマラ国立保護区におよそ 300 程度のサファリロッジがあり、概ね同じような水利用実態にある。

【適応評価手法】

無電化地域のサファリロッジ・ホテルについては、雨水利用と組み合わせることで、河川からの水の汲み上げ量を削減することが可能となる。現状において、雨水の再利用については実施されている施設は確認されていない。

また、施設からの排水に関しては、環境・鉱物資源省が定める排水基準に則り、施設内で処理され、自然浸透させたり、河川へ放流している。処理後の排水について、本浄水装

置にて処理することで、中水として再利用することができる。ホテル・サファリロッジという性格上、宿泊客に供する食事などに使用することは控えるにしても、プールなど比較的大量に水を利用する設備に活用することができる。

雨水および、処理後の排水を混合させてプールし、必要に応じて本浄水装置による処理を行うのが提案ソリューションとなる。

ただし、サファリロッジ・ホテルに導入する本装置のシステムについては、②工場・事業所と同様のものを想定している。したがって、適応評価手法は②と同様となる。



写真9 ナイロビ市内のホテル 雨水の貯水槽



写真10 同ホテル ディーゼル発電機

④ 学校・病院

キスム、カロレニ、ナクルで数か所の学校・病院を訪問。井戸がないケースでは、水売りから高価な水を購入するか、雨水を貯めて使う等、不衛生な水をやむなく使用している例が多い。上水道は殆ど普及しておらず、あっても長期にわたって断水されていることがある。

十分な消毒を行わないことによる健康被害は深刻であり、カロレニの診療所（Gotani Dispensary）では、マラリア、気管支系の病気に次いで、下痢を訴える患者の数が多いとの定量的な情報を入手した。カロレニ全体の人口は253,000人であり、このような診療所が6か所ある。よって、人口カバー率はおよそ43,333人であり、下痢による罹患率を求めることができる。ただし、この罹患率は、病院へ行かねばならないほど悪化した下痢であることは留意しておく必要がある。

GOTANI DISPENSARY		UBAO WA AFYA ZAHANATINI												Idadi ya Watu 13412		Idadi ya Nyumba 46										
Idadi ya akina mama umri (15 - 49)		Idadi ya watoto chini ya miaka mitano												Idadi ya wahudumu wa afya (CHW)		Wakunga										
YEAR		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
CHANJO YA WATOTO CHINI YA MWAKA MMOJA Shabaha ya Mwezi	CHANJO	BGG	70	63	56	46	54	42	11																	
		PVT 1	60	55	44	36	52	47																		
		PVT 3	65	52	32	34	44	53	10																	
		Vitamin A	205	139	135	42	42	43	44																	
LISHE BORA: Watoto chini ya miaka mitano	UZANI	Chini	50	2	22	21	43	24	17																	
		Jumla	710	194	653	424	638	410																		
HUDUMA ZA AKINA MAMA WAJA WAZITO Shabaha ya Mwezi	KINGA YA CHANJO (TT)	Kwanza	23	14	20	23	19	19	24																	
		Pili	3	4	12	16	4	13	4																	
		Tatu (+)	23	18	32	39	23	32	4																	
		Jumla	49	36	64	68	46	51	31																	
UZAZI KWA MPANGO Shabaha ya Mwezi	Sindano	Wapya	2	2	4	0	5	5																		
		Waliorudi	0	0	0	0	0	1	2																	
HUDUMA ZA TIBA kwa watoto chini ya miaka mitano zahanatini	WAZALIWA	Malaria	329	219	147	37	123	121	81																	
		Kifua	52	28	29	39	38	26																		
		Kuharisha	10	8	62	24	63	61	64																	
		Jumla ya watoto waliotumwa hospitali	0	0	0	0	0	0																		
VIFU	KINGA YA SAFURA	Idadi ya Neti	0	0	0	0	0	0																		
		Idadi ya Neti	0	0	0	0	0	0																		
HABARI ZA PESA	JUMLA	Huduma za kinga	0	0	0	0	0	0																		
		Huduma za matibabu	0	0	0	0	0	0																		
HABARI ZA PESA	WAZALIWA	Mapato	0	0	0	0	0	0																		
		Matumizi	0	0	0	0	0	0																		
		Zilizobaki / Pungua	0	0	0	0	0	0																		
		Zilizopelekwa Banki	0	0	0	0	0	0																		
HABARI ZA PESA	WAZALIWA	Zilizomkononi	0	0	0	0	0																			
		Zilizobenki	0	0	0	0	0	0																		

写真 11 カロレニの Gotani Dispensary における患者数

【適応評価手法】

本浄水装置による、適応対策の評価は、①で求めた「本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数」の効果として、飲料水に起因する病気の発生を防ぐこととなる。

失敗井戸の再生により、安全な水へのアクセスが向上したことによる効果が定量的に表れるのは、患者数を記録している病院と考えられる。

①では、最大で 84,000 人の人に安全な水を供給することができるとしており、本浄水装置の導入により、84,000 人の飲料水に起因する病気を防ぐことができる。効果の定量評価を行うためには、84,000 人の人々について、「もし本浄水装置の導入がなかった場合の、疾患罹患率」を設定する必要がある。その場合の、定量効果の測定式は、以下のとおりとなる。

○プロジェクト実施前

本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数 ×
飲料水に起因する疾病の罹患率 (a)

(a) 飲料水に起因する疾病の罹患率

= 疾病患者数(人) / 疾病を認定する医療する施設がカバーする人口(人) × 100%

もしくは

= 全国の疾病患者数(人) / ケニアの人口(人) × 100%

○プロジェクト実施後

本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数 ×
飲料水に起因する疾病の罹患率 (= 0)

○適応策としての評価値

= プロジェクト実施前(ベースライン) - プロジェクト実施後(プロジェクト効果)

プロジェクト実施前の、パラメータ(a)「飲料水に起因する疾病の罹患率」について、二通りの求め方がある。一つは、マクロのアプローチ、すなわちケニア全体のデータを使用するものである。例えば、WHO や UNICEF によるデータを使用することができる。こうした飲料水のバクテリアや菌などに起因する下痢などの疾患については、ケニアにおいて地域性に左右されにくい疾患とみなして、マクロアプローチを採用することは有効といえる。

一方、ミクロのアプローチとしては、施設を導入する具体的なエリアにおける水起因の病気データを取得する方法となる。例えば、下痢については、カロレニ県において診療所のデータを取得している。診療所がカバーする人口を想定すれば、罹患率を求めることができる。

本浄水装置の導入によって効果が期待される、フッ素による疾患については、被害が大きい地域におけるマクロデータを取得することで定量評価を行うことができる。しかしながら、現地でのヒアリングによると、マクロデータは存在していない。また、存在していても、フッ素疾患が全国的なものではないために、飲料水に含まれるフッ素濃度が高いエリアに限定した、ミクロアプローチによるデータから疾患率を調査する必要がある。加えて、フッ素に起因する疾病については、飲料水に含まれるフッ素の濃度が高い地域においてもデータが存在していない。これは、軽微なフッ素による被害は病気と認定されていないことにも原因がある。今後の課題として、フッ素濃度が高いエリアに本浄水装置を導入し、導入前の実態と、導入による効果を測定する必要がある。

⑤ 農業・畜産

乾季に訪問したキツイでは、河川の殆どは枯れていた。一部にドリップ式の灌漑を用いた例があったものの、それも含め灌漑用の井戸の水は枯れかけており、作物は殆ど植えつけられていなかった。周辺住民にヒアリングしたところ、乾季は飲料水の確保にすら困ることから耕作を行わず、浅井戸の底から土砂をさらって雨季に備えるとのことだった。

その一方、グリーン・アフリカ・ファンデーション（GAF）の農場では、マンゴー等の果樹やトマトが栽培されていた。GAFの敷地内には、100メートル以上の深井戸があり、これを灌漑に利用している。

農業における水問題とは、水質ではなく、水の量に起因していることが判明した。したがって、本浄水装置を直接農業に活用することは現実的ではないことがわかった。

【適応評価に関する課題】

灌漑システムや、家畜の水やりにも、本浄水装置を活用することは、水の処理量が膨大なために現実的ではない。間接的ではあるが、①～③で新たに利用可能となる水が、農業や畜産に利用できることと考えることで、農業部門への貢献度としての評価を行いたい。

4.-2 現地協力パートナーの選定と評価

① パワーテクニクス社

ナイロビで変圧器や照明装置、太陽光発電関連機器の製造・販売や、変電所開発を請け負うパワーテクニクス社は、当社の在ドバイ販売会社シャープ・ミドルイースト・フリーゾーン・エスタブリッシュメント（以下、「SMEF」）と取引実績がある関係で、訪問地・社とのアポイントメント調整や同行等で協力が得られた。

パワーテクニクス社は本事業に関心を示しており、スペックや生産、中長期的な戦略についても意見交換している。当社販売会社と取引実績を持つこと、変圧器や照明装置等の販売実績による、工場・事業所を持つ顧客の幅広いネットワークを持つこと、太陽光発電システムに関する技術力を持つこと、そして将来的に本浄水装置の現地生産を検討する場合、十分な生産能力を有することが現地協力パートナーの有力候補として評価できる点である。

今後パワーテクニクス社との事業組み手戦略を検討の上、代理店契約あるいはサービス契約等を結ぶ予定。

② ピュアフロー社

顧客の要求に応じて、あらゆる種類の浄水機器の中からアセンブリ・パッケージ化を行い、販売を行う水ビジネス関連事業者。該社の活動は大きく分けて以下の3つ：

- （1）家庭用および産業用の浄水機器アセンブリ事業（主にRO膜、UV消毒）
- （2）飲料水販売（家庭用20Lタンク）
- （3）Maji-Safi (Safe-Water) Kioskによる人道支援活動

特にMaji-Safi Kioskの活動については、当社が井戸浄水向けに検討しているものとビジネスモデルが似ており、該社では既に2年前から10か所程にパイロット設備を設けている。主に保健省からの援助を受けて、ドイツのSiemens Foundationと協力して実施。

浄水設備の処理後の水は飲料水として販売し、売上はコミュニティーおよび施設の維持管理費に充当しており、該社の収益としていない。水の販売価格はコミュニティーの住民たちとの綿密なヒアリングのもと、相談しながら決めており、地域によって相場が違う。一例では5ケニアシリング／10リットルで販売している。

コミュニティー向け設備の設置導入後のビジネスモデルの構築について経験と知見があること、産業用浄水機器アセンブリ事業ではケンタッキー・フライド・チキンやユニリーバと言った大手企業にも販売実績があることが現地協力パートナー候補として評価できる点となる。

現在、地下水向けのシステムを必要としており、今後協業の検討が出来る可能性がある。

③ Davis & Shirtliff 社

東アフリカ地域の水関連機器（ポンプ、浄水機器、プール等々）やパーツの最大手サプライヤーであり、主にRO膜等のフィルター式の浄水に強く、井戸の掘削も手掛けている。

ケニアだけでなく、東アフリカ地域をカバーする広域なサービスネットワークを有すること、同地域の地下水掘削の第一人者であること、あらゆる水関連機器の調達を行う商社機能の充実していること、と現地協力パートナー候補として評価できる点が多いが、既にRO膜方式を使った浄水システム納入で豊富な実績を有することを鑑み、本浄水装置についてはまずパイロットプラントを設け、効果と機能について具体的な評価を行ってからでない限り該社との協業を検討することは困難と考える。

ただし、該社の広域なネットワークを活用して、本浄水装置に関しても特にO&Mサービスに関して、協業する可能性がある。

4.-3 現地訪問による調査と評価

(1) 第1回調査出張（8月27日～9月9日）

①在外公館、日系企業等

日本大使館、JICA、JETRO、日本工営、利根エンジニアリング

②ケニア政府、自治体、関係機関

水灌漑省、環境・鉱物資源省、地方電化庁、キスム市、カロレニ地域事務所、

③ケニア民間企業

Kenya Association of Manufacturers（ケニア製造業協会、以下、「KAM」）、Kenya Water Industry Association（ケニア水産業協会、以下、「KWIA」）、ナイロビ水道会社、Kenya Private Sector Alliance（民間企業の代表団体）、パワーテクニクス社

④病院、学校

Mission For Africa（教会・孤児院）、Maseno School・・・以上キスム
Gotani Dispensary 病院、St. Luke's Mission 病院、Giriama Mission 病院、
St. Michael's Girls Secondary School・・・以上カロレニ

⑤井戸、農地

キツイ、キスム、カロレニでそれぞれ数か所を調査

(2) 第2回調査出張(10月20日~10月28日)

①ケニア政府、関係機関

水灌漑省、環境・鉱物資源省、Kenya Water Institute(水灌漑省傘下の水関連研修・人材育成機関、以下、「KEWI」)、Rift Valley Water Services Board(リフトバレー地域を中心に水源と水質を管理する非営利組織)

②ケニア民間企業

パワーテクニクス社、コカコーラ、ブルックサイドデアリー、ケナフリックベーカリー、フィンレーズ、ユニリーバ

③学校

ナクルの小学校と特別養護学校

④井戸

オルショー・オイボア村

(3) 第3回調査出張(1月26日~2月3日)

①1月29日開催のワークショップ出席者

- 在外公館、日系企業等：経済産業省、外務省、環境省、在ケニア日本大使館、JICAケニア事務所、豊田通商株式会社、パナソニック株式会社、シーベル・インターナショナル株式会社、富士電機、三菱総合研究所、NTTデータ経営研究所 等
- ケニア政府、関係機関：環境・鉱物資源省、エネルギー省 等
- ケニア民間企業：パワーテクニクス社、Davis & Shirtliff社 等

②ケニア政府、関係機関

KEWI

③ケニア民間企業

KAM、KWIA、パワーテクニクス社、ピュアフロー社

④その他

アフリカ開発銀行(AfDB)、UNIDO(国連工業開発機関)

⑤井戸

ナイロビ市内(パワーテクニクス社、市内給水事情調査)、モンバサ近郊クワレ地区

4.-4 効果検証および他分野における応用可能性の分析

(1) 地球温暖化への適応面での導入効果の検証

本項「1. 導入可能性評価」における【適応評価に関する課題】、および、「5. 指標(方法論)とベースラインデータ」、「6. 適応策において今後見込める成果」を参照。

(2) 他分野への応用可能性の分析

本浄水装置の導入先として、ケニアでは一般的ではないが、養魚場への応用が可能と考える。養魚池においては、撒き餌や多くの魚を飼育することによって生じる排泄物によっ

て水質が悪化するため、定期的に水を入れ替えることが必要となる。しかし、雨量が少ないケニアにおいては貴重な水を魚の養殖に使用することは考えにくい。例えば、写真12の養殖池に関しては、マイクロ水力発電により得られた電力で河川の水をポンプアップし、雨水と混ぜることで水質の悪化を防ぎ、魚の養殖を実施している。

本浄水装置の応用例として、養魚池に導入することで、水質の改善を図り、少ない水の量で魚の養殖を行うことができる。コミュニティにおいて、本浄水装置で雨水を処理し、住民に安全な水を供給しつつ、魚を養殖する、あるいは本浄水装置を養殖地に導入するようなモデルを展開することで、蛋白源である魚を自家消費できるほか、余剰分については販売益を得ることができる。住民の衛生状況の改善のみならず、現金収入によって本浄水装置の普及にかかるコストを低減させることができる。

このような、安全な水を使用して、現金収入を得るような仕組みを考案することができれば、本浄水装置の導入に関するコスト負担も低減される。



写真12 南メルー県 TUNGU KABIRI の養魚池

(3) 他国への応用可能性の分析

本浄水装置については、水に起因する国々に広く適用することが可能である。適応対策への貢献という観点からは、気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）に、国家適応行動計画（NAPA）を提出済の国を対象とすることができる。NAPAの提出は、提出国において適応問題が深刻ととらえられている証左であり、本浄水装置の導入に当たって理解と支援を得やすいと考えられる。一方、NAPA自体が非常に抽象的な目標のみを掲げているケースもあり、ケニアのようにNAPAを提出していないが、国家レベルではアクションプランの策定を進めている国家もあることには留意する必要がある。表3に、UNFCCCにNAPAを提出した国名と提出時期を示す。色を付した国はアフリカに位置している。

表 3 UNFCCC に NAPA を提出した国と提出時期^{vi}

	国名	NAPA 提出時期
1	アフガニスタン	2009 年 9 月
2	アンゴラ	2011 年 12 月
3	バングラディシュ	2005 年 11 月
4	ベナン	2008 年 1 月
5	ブータン	2006 年 5 月
6	ブルキナファソ	2007 年 12 月
7	ブルンジ	2007 年 2 月
8	カンボジア	2007 年 3 月
9	カーボベルデ	2007 年 12 月
10	中央アフリカ	2008 年 6 月
11	チャド	2010 年 2 月
12	コモロ	2006 年 11 月
13	コンゴ民主共和国	2006 年 9 月
14	ジブチ	2006 年 10 月
15	エリトリア	2007 年 5 月
16	エチオピア	2008 年 6 月
17	ガンビア	2008 年 1 月
18	ギニア	2007 年 7 月
19	赤道ギニア	2008 年 2 月
20	ハイチ	2006 年 12 月
21	キリバス	2007 年 1 月
22	ラオス	2009 年 5 月
23	レソト	2007 年 6 月
24	リベリア	2007 年 7 月
25	マダガスカル	2006 年 12 月
26	マラウイ	2006 年 3 月
27	モルディブ	2008 年 3 月
28	マリ	2007 年 12 月
29	モーリタニア	2004 年 11 月
30	モザンビーク	2008 年 7 月
31	ネパール	2010 年 11 月
32	ニジェール	2006 年 7 月
33	ルワンダ	2007 年 5 月
34	サモア	2005 年 12 月
35	サントメプリンチペ	2007 年 11 月

36	セネガル	2006年11月
37	シエラレオネ	2008年6月
38	ソロモン諸島	2008年12月
39	スーダン	2007年6月
40	タンザニア	2007年9月
41	東ティモール	2011年9月
42	トーゴ	2009年9月
43	ツバル	2007年5月
44	ウガンダ	2007年12月
45	バヌアツ	2007年12月
46	イエメン	2009年4月
47	ザンビア	2007年10月

また、失敗井戸の再生という観点からは、大地溝帯（リフトバレー地域）に属している国においては、フッ素の含有率が高いという問題が発生している可能性が高い。フッ素については、従来の方法で除去するのは困難であり、本浄水装置によってフッ素に起因する症状や病気を緩和することができると考えられる。具体的には、ウガンダ、エチオピア、コンゴ民主共和国、ジブチ、タンザニア、ブルンジ、マラウィ、モザンビーク、ルワンダにおいては、本浄水装置の需要が特に高いと想定される。

ケニアと同様に、東アフリカ共同体に属している国々（タンザニア、ウガンダ、ルワンダ、ブルンジ）においては、関税の段階的撤廃を目指していることなどから、本浄水装置の開発を拠点とし、事業展開を進めることが可能である。また、いずれの国も NAPA を UNFCCC に提出していることから、気候変動による適応対策が深刻化している可能性も高い。

（４）緩和策としての応用可能性の分析

環境・鉱物資源省へのヒアリングにより、井戸における本浄水装置の導入が、気候変動の緩和策となる可能性を有していることが判明した。

参考例として、ケニアにおいて浄水システムによってボランティアクレジットを創出しているプロジェクト「Lifestraw」では、西ケニアにおいて 90 万個程度の水フィルターを導入した。この結果、水由来の疾病の発生数を 50%減らすことに成功したとしている。

住民は、バクテリアなどに汚染されていた水を、焚き木を用いて煮沸して飲料にしていたが、このフィルターの配布によって、焚き木の使用量を削減することができる。自生している樹木を伐採し、焚き木とすることを防ぐことで、樹木を保護し、結果として約 200 万トンの CO₂ の吸収源を確保するというものである。

このプロジェクトの実施には、2,500～3,000 万ドル（23 億円～27 億円）が必要となるが、それは、200 万トンの CO₂ クレジットを販売することで得るというモデルを採用して

いる。CO²クレジットについては、CDM（クリーン開発メカニズム）ではなく、ゴールドスタンダード（Gold Standard）というボランティアな制度を利用している。ゴールドスタンダードは、温室効果ガスの削減と、コミュニティの生活水準向上を両立させるようなプロジェクトに対してクレジットを認定している。2012年3月9日の記事では、CDMが4.4ユーロ／トンで取引されているところ、ゴールドスタンダードではボランティアな制度にも関わらず、8.75-9.50ユーロ／トンで取引されている。^{vii}



写真 13 Lifestraw^{viii}

本浄水装置については、第一義的にはケニアの適応対策への貢献を目指しているが、緩和策としての可能性も有している。ケニアにおける本浄水装置の導入後、住民の焚き木利用削減効果を測定し、温室効果ガスの削減に寄与することを証明できれば、クレジット販売による利益を得ることも可能となる。

5. 指標(方法論)とベースラインデータ

5.-1 効果測定の方法

本浄水装置の導入による効果測定については、インプット・アウトプット・アウトカムのアプローチを検討している。インプットは、「装置の導入」、アウトプットは「装置の導入による効果」、アウトカムは「ケニアの適応対策に対する貢献」となる。5. にて述べた内容をベースに、①失敗井戸の再生、②工場・事業所、③無電化地域のサファリロッジ・ホテル等、④学校・病院、⑤農業・畜産の分野についての、方法論案を以下に示す。現状では、適応策としての評価となり得ない可能性のある項目についても含んでいる。

表 4 本浄水装置の導入による効果 インプット・アウトプット・アウトカムアプローチ

インプット	アウトプット	アウトカム	評価方法
①失敗井戸の再生 / 既存井戸の改良	利用可能となる水の量が増える	水供給率の向上	1-A
		上水と衛生施設へのアクセスの向上	1-Aおよび導入数
		適切な拠点数の水のインフラ開発	1-Aおよび導入数
		水起因の疾病の減少	④で評価
②工場・事業所	排水から得られる中水の量が増える (=上水道、井戸からの利用量削減)	水供給率の向上	2-A
	施設における排水処理量が増える	水質悪化や汚染からの保護	
		廃水の削減	
電力処理量の削減	電力需要の抑制	2-B	
③ ロッジ・ホテル	排水から得られる中水の量が増える (=河川、井戸からの利用量削減)	水供給率の向上	2-A
	電力処理量の削減 (グリッド接続エリア限定)	電力需要の抑制	2-B
④学校・病院	水起因の病気の減少 (学校・病院への導入効果)	水起因の疾病の減少	4-A
		上水と衛生施設へのアクセスの向上	1-Aおよび導入数
	水起因の病気の減少 (①の導入効果)	水起因の疾病の減少	4-A
⑤農業・畜産	①～③により、利用可能な水の量が増加	農業・畜産部門への水供給量増加	①～③の合算

5.-2 方法論

以下で述べる、適応対策の評価方法については、基本的に、「プロジェクト実施前（ベースライン＝現状）、プロジェクト実施後（プロジェクト効果）の差分」として求める。統一したフォームとして、以下を使用する。

【評価方法フォーム】

○プロジェクト実施前(ベースライン)

・ベースライン:

「本浄水装置の導入前の状態／本浄水装置が導入されなかった場合の状態」

○プロジェクト実施後(プロジェクト効果)

・プロジェクト効果:

「本浄水装置の導入による効果」

○適応策としての評価値

=ベースライン - プロジェクト効果

①失敗井戸の再生

【評価方法 1-A I】「本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量」

○プロジェクト実施前

・ベースライン: 0リットル

失敗井戸は、原則として井戸として利用されないために、ベースラインは0となる。

○プロジェクト実施後

・プロジェクト効果:

「本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量[a]」

[a] 本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量 = 本浄水装置の導入目標

○適応策としての評価値

=ベースライン - プロジェクト効果

※ベースラインが0のために、プロジェクト効果がそのまま評価値となる。

【評価方法 1-A II】「本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人」

○プロジェクト実施前

・ベースライン: 0人

失敗井戸は、原則として井戸として利用されないために、ベースラインは0となる。

○プロジェクト実施後

・プロジェクト効果:

・「本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数」

=本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量[a]/日 ÷ 1日に必要な水の量(リットル/人日)

[a]本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量＝本浄水装置の導入目標

※1-A Iの[a]と同じ

○適応策としての評価値

＝ベースライン － プロジェクト効果

※ベースラインが0のために、プロジェクト効果がそのまま評価値となる。

②工場・事業所

【評価方法 2-A】

○プロジェクト実施前

・ベースライン：0リットル

本浄水装置によって利用可能となる水の量を測定するために、ベースラインは0となる。

○プロジェクト実施後

・プロジェクト効果：

本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量 ＝本浄水装置の導入目標

○適応策としての評価値

＝ベースライン － プロジェクト効果

※ベースラインが0のために、プロジェクト効果がそのまま評価値となる。

【評価方法 2-B】

○プロジェクト実施前

本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量(＝代替される中水の量) ×
既存の中水利用に必要な消費電力係数(a)

(a) 既存の中水利用に必要な消費電力係数 (@kWh/立方メートル)

＝中水利用に必要な電力量(kWh) / 必要な中水量(立方メートル)

○プロジェクト実施後

本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量(＝代替される中水の量) ×
本浄水装置の使用に必要な消費電力係数(b)

(b) 既存の中水利用に必要な消費電力係数 (@kWh/立方メートル)

＝本浄水装置による排水処理に必要な電力量(kWh) / 得られる中水量(立方メートル)

○適応策としての評価値

=プロジェクト実施前(ベースライン) - プロジェクト実施後(プロジェクト効果)

③無電化地域のサファリロッジ・ホテル等

サファリロッジ・ホテルへの導入効果については、②工場・事業所と同様のシステムを導入することを想定しているために、【評価方法 2-A】と同様となる。また、サファリロッジ・ホテルへの導入数は、②工場・事業所に含めるものとする。

④学校・病院

学校・病院への本浄水装置の導入については、システムは①失敗井戸の再生と同様である。また、学校・病院において既存の井戸は、必ずしも失敗井戸ではないが、導入数は①に含めるものとする。よって、方法論も①失敗井戸の再生における、「本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量」、「本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人」と同様となる。

将来的に、学校や病院の井戸、またや雨水貯水を対象とした普及活動を行う場合は、①失敗井戸の再生との場合分けが必要となる。その場合であっても、方法論は①失敗井戸の再生における、「本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量」、「本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人」と同様となる。

本浄水装置の導入により、改善される疾病罹患については、以下の方法論を用いる。①失敗井戸の再生によってもたらされる効果のうち、飲料水に起因する疾病の改善についても、以下の方法論を用いる。その理由は、疾病の認定が病院でなされるためである。

【評価方法 4-A】

○プロジェクト実施前

本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数×

飲料水に起因する疾病の罹患率(a)

(a) 飲料水に起因する疾病の罹患率

= 疾病患者数(人) / 疾病を認定する医療する施設がカバーする人口(人) × 100%

もしくは

= 全国の疾病患者数(人) / ケニアの人口(人) × 100%

○プロジェクト実施後

本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数×

飲料水に起因する疾病の罹患率(=0%とする)

○適応策としての評価値

=プロジェクト実施前(ベースライン) - プロジェクト実施後(プロジェクト効果)

⑤農業・畜産

農業・畜産への貢献については、井戸への本浄水装置の導入によって利用となる水の量、および、工場・事業所への本浄水装置の導入により、利用可能となる排水由来の中水の和とする。その理由は、本浄水装置の導入によって、新たに生じた利用可能な水は、既存の井戸や河川からの水使用量を削減することができ、結果として農業や畜産に使用できる水の量が増加するからである。

「本浄水装置の導入による使用量の増加」
=①～③における、水の使用量の増加の和

5.-2 ベースラインデータ (文献調査)

以下のデータを、文献調査によって取得している。そのままベースデータラインとして利用はできないまでも、脆弱性の証明に寄与するものもある。取得したデータについて、以下の表にて整理を行った。調査全体、①失敗井戸の再生、②工場・事業所、③無電化地域のサファリロッジ・ホテル等、④学校・病院、⑤農業・畜産の5分野において、脆弱性の証明に使用できるものを◎、参考になるものを○、何らかの関連があるものを△として整理を行った。

当データについて、使用できるものは7。成果において算出する本浄水装置の適応対策の評価にて示す。

表 5 文献調査による、ベースラインデータ取得に関連するデータ

	気候変動／脆弱性の証明					
	全体	①失敗井戸の再生	②工場・事業所	③無電化地域のサファリ・ロッジ・ホテル等	④学校・病院	⑤農業・畜産
ケニア人口(2004-2011、ケニア統計)	○					
ケニアGDP成長率(2004-2011、ケニア統計)	○					
学校の数(2006-2011、ケニア統計)					△	
学校入学者数(2004-2011、ケニア統計)					△	
製造業生産高、GDP(2004-2011、ケニア統計)			○			
ホテル、レストランGDP(2004-2011、ケニア統計)				△		
気象データ(世界銀行)	◎					
月別平均降雨量、平均気温(世界銀行)	◎					
月別予想平均降雨量、予想平均気温(2020-2100、世界銀行)	◎					
災害データベース(1965-2011、The OFDA/CRED International Disaster Database)	◎					
5歳以下死亡原因(2008、WHO)		○			◎	
新生児、5歳以下死亡率(1975-2005、WHO)		△			○	
新生児死亡原因(2008、WHO)		○			○	
全年齢障害調整生命年(2004、WHO)		△			◎	
3歳以下障害調整生命年(2004、WHO)		△			○	
死亡原因、死亡率(2008、WHO)		○			◎	
年齢別死亡原因、年齢別死亡率(2008、WHO)		○			◎	
コレラ死亡数(1949-2011、WHO)		△			△	
コレラ死亡率(1949-2011、WHO)		△			△	
コレラ発生数(1949-2011、WHO)		△			△	
マラリア発生数(WHO)		△			△	
マラリア死亡数(WHO)		△			△	
1歳以下死亡率(1993,2003、WHO)		△			○	
住宅地1歳以下死亡率(1993,2003、WHO)		△			△	
都市部の経済力別の1歳以下死亡率(1993,2003、WHO)		△			△	
住宅地5歳以下死亡率(2003、WHO)		△			△	
都市部の経済力別の5歳以下死亡率(2003、WHO)		△			△	
5歳以下原因別死亡率(2010、WHO)		○			○	
水に起因する子供の死亡(2004、WHO)		△			△	
水に起因する死亡(2004、WHO)		△			△	
水を使用できる人口(1990-2010、WHO)	○	○			○	
都市部の経済力別の水アクセス可能人口率(1993,2003、WHO)		△				
農村部水アクセス人口率(1993,2003、WHO)		○				△
医療機関の人口あたりの数(2010、WHO)					△	
現在の水使用量と需要予測(業種別 農村or都市)(1990-2010、NWMP[National Water Master Plan])	○	△				
地表と地下の水源ポテンシャル(1992、NWMP)	○					
地下水穴の用途別数量(NWMP)	○	△				
農村部の水源(1992、NWMP)				△		○

◎＝直接証明できる、○＝参考になる、△＝関連がある

5.-3 ベースラインデータ（現地取得）

本浄水装置の導入検討を行うにあたり必要と考えられるデータ、および適応策への貢献度を測定するためのパラメータとして、以下を設定し、データの取得についてのヒアリング調査を実施した。その結果、データのソースは推測できたが、実際にデータを取得することが困難であることも判明した。困難な理由の一つは、データソースがヒアリングに基

づくものであるために、実際にデータがあるか否かについては見極めができていない点にある。もう一つの理由は、これらのデータへのアクセスが限定されており、調査カウンターパートからの推薦状を入手した上で、各施設などにデータの影響を依頼する必要がある。これには、費用と時間のコストが必要となる。

一方、ケニアにおける適応策の評価ならびに、適応策の問題抽出を実施するには、これらのデータ取得や整備についてのキャパシティービルディングを行うことが必要である。

表 6 本浄水装置の導入検討、適応策としての評価に必要なデータ

効果	評価項目 (案)	単位	データソース	結果
①井戸からの利用可能水量増加	水を使用できる人口(アクセス人口) (都市、地方)	%	WHO、水灌漑省	本浄水装置による利用可能水量とする
②井戸水の利用水質改善	井戸水の水質	-	水灌漑省 (ヒアリング)	水灌漑省より水質基準データ取得
③罹患率の減少	水に起因する病気の数(マラリア、下痢)	人	病院 (ヒアリング、モニタリング) 健康省、統計局	個別の施設ヒアリングが必要。 マクロデータとして、コレラ発生数を取得
④死亡率の減少	死亡率 (全体、5歳以下)	%	WHO、UNICEF	WHOより取得
	水に起因する死亡率 (全体、5歳以下)	%	WHO、UNICEF	WHOより取得
⑤工場・事業所における中水利用可能量の増加	浄水装置の処理水量×導入工場・事業所数	m ³	処理水量: 工場 (ヒアリング、モニタリング) 国内全工場・事業所数: 統計局 (ヒアリング) 水供給規制委員会「インパクトレポート」	施設へのヒアリングを実施。 水供給規制委員会「インパクトレポート」に関連情報が記載されている可能性あり
⑥工場・事業所における浄水エネルギー、コストの削減	従来の浄水装置にかかったエネルギー/コスト、本浄水装置にかかったエネルギー/コスト	kWh / ksh	工場 (ヒアリング、モニタリング)	施設へのヒアリングを実施。

⑦ロッジ・ホテルにおける中水利用可能量の増加	浄水装置の処理水量×導入ロッジ・ホテル数	m ³	ロッジ・ホテル（ヒアリング、モニタリング） 観光省、ホテル協会	本浄水装置による利用可能水量とする。 また、ホテル協会より、ホテル数データを取得。
⑧ロッジ・ホテルにおける浄水エネルギー、コストの削減	従来の浄水装置にかかったエネルギー／コスト、本浄水装置にかかったエネルギー／コスト	kWh ／ ksh	ロッジ・ホテル（ヒアリング、モニタリング） ホテル協会	個別施設へのヒアリング（追加ヒアリングが必要）
⑨病院における利用可能水量増加	浄水装置の処理水量×導入病院数	m ³	処理水量：病院（ヒアリング、モニタリング） 国内全病院数：統計局（ヒアリング） 健康省、医療サービス賞	本浄水装置による利用可能水量とする
⑩病院における衛生状態の改善	入院患者のうち水に起因して悪化した病人の人数	人	病院（ヒアリング、モニタリング） 健康省、公衆衛生省、医療サービス賞	追加ヒアリングが必要
⑪学校における利用可能水量増加	浄水装置の処理水量×導入学校数	m ³	処理水量：学校（ヒアリング、モニタリング） 国内全学校数：統計局（ヒアリング） 教育省、UNICEF	本浄水装置による利用可能水量とする
⑫学校における衛生状態の改善	通学者のうち水に起因する病気の人数（マラリア、下痢）	人	病院（ヒアリング、モニタリング） 公衆衛生省、UNICEF	追加ヒアリングが必要
⑬農業・畜産における中水利用可能量の増加	他セクターにおける浄水量（＝農業、畜産にて利用可能となった水量）	m ³	①、⑤、⑦、⑨、⑪ 農業省、国家灌漑委員会	①、⑤、⑦、⑨、⑪の合算とする

5.-4 使用するベースラインデータ

5.-3、および 5.-4 にて収集したベースラインデータより、以下のデータを本浄水装置の導入効果の定量評価に用いる。

表 6 は、ナイロビの工場へのヒアリングから算出した、排水処理に必要な電力用と、中水利用に必要な電力量である。

表 7 ナイロビにおける工場へのヒアリング結果から算出した、排水処理、中水利用に必要な電力量

工場・事業所	事業内容	施設における全使用水量 (必要な浄水量の割合) 【m3/月】	既存浄水装置による浄水量(上水用/中水用) 【m3/月】	既存浄水装置による浄水にかかるエネルギー	既存浄水装置による浄水にかかるコスト(電力以外含む) 【KSH/月】	使用するデータ
(1)Power Technics Ltd.	産業用制御機器組立/電気設備施工	1,500	220 (中水)	764kWh/月	45,258	排水処理に必要な電力量 <u>3.5kWh/月</u>
(2)Brookside Dairy Ltd.	乳製品メーカー	30,000	浄水処理なし	288,000kWh/月 10,000L/月 (ディーゼル)	浄水処理なし	中水利用に必要な電力量 <u>9.6kWh</u>

飲料水に起因する疾患率については、マクロデータおよび聞き取り調査を基にして算定を行った。本浄水装置の導入による貢献効果を、定量的に示すために用いることができるパラメータは、以下の3つである。マクロデータの活用によって、「下痢に起因する死亡率」、「5歳未満の下痢に起因する死亡率」を算定することができた。カロレニの Gotani Dispensary におけるマクロデータからは、「下痢の罹患率」を求めることができた。

ただし、マクロデータには比較的安全な水へのアクセスが良好な都市部のデータが含まれており、本浄水装置の導入地域における被害はこの数字よりも深刻である可能性がある。また、マイクロデータについては、カロレニの特定の診療所のデータである点には注意が必要である。また、「5歳未満の下痢に起因する死亡率」については、複数の年度が異なるデータを基に算定したために、「下痢に起因する死亡率」と整合性が取れていない。「下痢に起因する死亡率」をより信頼性が高いものとし、「5歳未満の下痢に起因する死亡率」については参考値として評価を行う。

表 8 マクロデータから算出した、下痢による死亡率

下痢に起因する死亡率(%)	0.1%	
人口(人)	38,765,310	WHO "Age-standardized death rates per 100,000 by cause, sex and Member State" 2008
全死亡者(人)	1,421,890	
下痢に起因する死亡者(人)	56,982	
5歳未満の下痢に起因する死亡率(%)	1.7%	
5歳未満の死亡率(%)	8.2%	WHO "Empirical data for neonatal mortality estimates", 2005
5歳未満の死亡者のうち下痢に起因する率(%)	20.5%	WHO "Estimated deaths by cause among children aged <5 years", 2008

「5歳未満の下痢に起因する死亡率」については、複数年度の異なるデータを使用しているために、参考値として使用する。

表 9 カロレニの Gotani Dispensary のデータから算出した下痢の罹患率

下痢の罹患率	4.2%	
カバー人口(人)	43,333	カロレニ Gotani Dispensary の統計
下痢の患者数(人/年)	1,836	カロレニ Gotani Dispensary の統計

上記、5.-2 ならびに 5.-3 で得られたデータ、本浄水装置の導入目標より、パラメータを設定し、5.-1 の方法論に投入することで、本浄水装置の導入による適応策としての効果を算定する。算定については、6.-2 で実施する。

6. 適応策において今後見込める成果適応対策において今後見込める成果

6.-1 事業展開について

これまでの調査で、フッ素含有など地下水の水質に地域差がかなりあること、特に乾季において消毒のニーズが高いことが判明している。そのため、水質に応じてユニットを組み替え最適なソリューションを提供する必要がある。

本浄水装置の事業展開については、在ケニア日本大使館、ケニア政府から高い関心を寄せられており、アドバイスなどもいただくことができた。在ケニア日本大使館からは「草の根無償協力」によるプロトタイプ of 早期導入の働きかけをいただいております、次年度での実現に向けて浄水器の作りこみを進める。設置場所については、ケニア側の意向を汲み取り、今後検討を行う。

また、現地企業であるパワーテクニクス社と協力関係を構築することで合意できた。当面はメンテナンスやマーケティング面での協力が中心となるが、近い将来の生産委託を検討していく。

本浄水装置の普及については、二通りのシステムによる事業展開が考えられる。一つは、井戸と学校・病院を対象とした「無電化地域における井戸へのソリューション提供」（提案ソリューション①）、もう一つは、事業所・工場およびホテル・サファリロッジを対象とした「事業所へのソリューション提供」（提案ソリューション②）である。表 10 において、それぞれのソリューションによる処理量、金額の見通しを示す。以下、7.-2 では、この二つのソリューションの導入によって見込まれる、適応対策への貢献度を定量的に評価する。

表 10 事業見通し（処理量、金額）

			13年度	14年度	15年度	16年度
提案システム①	塩分除去	処理量(m ³ /日)	25	150	375	750
		売上金額(百万円)	10	90	225	450
	フッ素除去	処理量(m ³ /日)	25	150	375	750
		売上金額(百万円)	27	180	450	900
提案システム②		処理量(m ³ /日)		565	1,282	1,913
		売上金額(百万円)		2,262	5,129	7,650
合計		処理量(m ³ /日)	50	865	2,032	3,413
		売上金額(百万円)	37	2,532	5,804	9,000

6.-2 温暖化適応策としての評価

7.-1 で整理を行った、2016 年度までの事業展開方針に則り、その適応策としての評価、インパクトを明らかにしたい。事業展開を行うのは、表 9 にある通り、提案システム①井戸を対象としたシステム導入（失敗井戸、学校・病院が対象）、提案システム②事業所を

対象としたシステム導入(事業所、およびサファリロッジ/ホテルが対象)となり、それぞれについて、「4. 調査結果 【適応評価に関する課題】」や「5. 指標(方法論)とベースラインデータ」にて議論した方法論や評価方法に、事業計画にある数値を投入することで、適応対策としてのインパクトを定量評価する。

表 11 にて、適応対策としてのインパクトを一覧表にまとめた。以下では、個別の評価手法について述べる。5. でも指摘したが、マクロデータについては、複数の年度が異なるデータを用いたために、整合性が取れないものもある。統計データの入手手法については今後の課題となる。

表 11 本浄水装置の導入による適応策としての貢献項目

提案システム①井戸を対象としたシステム導入 (失敗井戸、学校・病院が対象)	
利用可能となる水の量	1,200立方メートル/日 438,000立方メートル/年
安全な水にアクセスできるようになる人口	60,000人~600,000人
下痢に起因する死亡者の減少	60人~600人
5歳未満の下痢に起因する死亡者の減少	180人~1,800人 ※複数年度のデータから算出した参考値
下痢罹患者の減少	2,520人~25,200人

提案システム②事業所を対象としたシステム導入 (事業所、およびサファリロッジ/ホテルが対象)	
排水由来の中水利用量の増加	45,900立方メートル/月 550,800立方メートル/年
排水処理および中水利用にかかる電力使用量の削減	491,130kWh/月 5,893,560kWh/年

提案システム①井戸を対象としたシステム導入(失敗井戸、学校・病院が対象)

【評価方法 1-A I】「本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量」

■シナリオ

井戸に本浄水装置を導入することで、安全な水の供給量が増加する。

○プロジェクト実施前

・ベースライン：0リットル/日

安全ではない井戸水に本浄水装置を導入するために、ベースラインは0リットルとなる。

○プロジェクト実施後

・プロジェクト効果：1,200,000リットル/日 438,000,000リットル/年

【式】本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量[a]

[a] 本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量＝本浄水装置の導入目標

-表 9 の塩分除去、フッ素除去を目的とした目標処理量の合算：1,500,000 リットル／日
・・・1)

-本浄水装置による水のロス率：20%・・・2)

合計 1) × (100% - 2)) = 1,200,000 リットル／日・・・[a]

○適応策としての評価値

・ 本浄水装置による安全な水の供給能力：1,200,000 リットル／日 438,000,000 リットル／年

=ベースライン - プロジェクト効果

※ベースラインが0のために、プロジェクト効果がそのまま評価値となる。

【評価方法 1-A II】「本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人」

■シナリオ

井戸に本浄水装置を導入することで、安全な水にアクセスできる人の数が増加する。

○プロジェクト実施前

・ ベースライン：0人

安全ではない井戸水に本浄水装置を導入するために、ベースラインは0人となる。

○プロジェクト実施後

・ プロジェクト効果：60,000人～600,000人

【式】本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量[a]／日

÷ 1日に必要な水の量（リットル／人日）[b]

[a]本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量＝本浄水装置の導入目標

※評価方法 1-A II より=1,200,000 リットル／日

[b] 1日に必要な水の量（リットル／人日）

2～20 リットル／人日・・・日本国環境省、UNDP 資料より^{ix}

[a] ÷ [b] = 60,000人～600,000人

○適応策としての評価値

- ・ 本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人
: 60,000人~600,000人

=ベースライン - プロジェクト効果

※ベースラインが0のために、プロジェクト効果がそのまま評価値となる。

【評価方法 4-A】

提案システム①で解決できるのは、塩分の除去と、フッ素の除去である。しかしながら、塩分、フッ素による健康被害については、利用できるマクロデータ、ミクロデータが存在していない。塩分被害、フッ素被害のある地域においては、不衛生な飲料水による被害も発生していると考えられるために、安全ではない飲料水による被害として、下痢を対象として、適応策としての評価を行う。

本浄水装置の導入効果については、既出の国際機関やケニア共和国の統計を利用したマクロデータを利用した。前述のように、「5歳未満の下痢に起因する死亡率」については複数の、年度が異なるデータを利用していることもあり、算出値は一つの目安として考える必要がある。

■シナリオ 1

本浄水装置の導入により、下痢に起因する死亡者が減少する

(本浄水装置による安全な水を飲用すると、下痢の発生率が0%になると仮定)

○プロジェクト実施前

- ・ ベースライン : 60人~600人

【式】 本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数[a] ×
下痢に起因する死亡率[b]

[a] 60,000人~600,000人 【評価方法 1-A II】より

[b] 下痢に起因する死亡率 : 0.1%

【表 7 マクロデータから算出した、下痢による死亡率】より

] 下痢に起因する死亡率 : 0.1%

○プロジェクト実施後

- ・ プロジェクト効果 : 0人

【式】 本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数 ×
下痢に起因する死亡率 (=0%とする)

○適応策としての評価値

- ・ 本浄水装置の導入によって減少する下痢に起因する死亡者 : 60人~600人
=プロジェクト実施前(ベースライン) - プロジェクト実施後(プロジェクト効果)

■シナリオ 2

本浄水装置の導入により、5歳未満の下痢に起因する死亡者が減少する
(本浄水装置による安全な水を飲用すると、下痢の発生率が0%になると仮定)

○プロジェクト実施前

- ・ベースライン：180人～1,800人

【式】本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数[a] ×
全死亡者数における、5歳未満の下痢に起因する死亡率[b]

[a] 60,000人～600,000人 【評価方法 1-A II】より

[b] 全死亡者数における、5歳未満の下痢に起因する死亡率：0.3%

○プロジェクト実施後

- ・プロジェクト効果：0人

【式】本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数 ×
全死亡者数における、5歳未満の下痢に起因する死亡率(=0%とする)

○適応策としての評価値

- ・本浄水装置の導入によって減少する5歳未満の下痢に起因する死亡者
：180人～1,800人
＝プロジェクト実施前(ベースライン) － プロジェクト実施後(プロジェクト効果)

■シナリオ 3

本浄水装置の導入により、下痢の罹患者が減少する
(本浄水装置による安全な水を飲用すると、下痢の発生率が0%になると仮定)

○プロジェクト実施前

- ・ベースライン：2,520人～25,200人

【式】本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数[a] ×
下痢の罹患率[b]

[a] 60,000人～600,000人 【評価方法 1-A II】より

[b] 下痢の罹患率：4.2%

○プロジェクト実施後

- ・プロジェクト効果：0人

【式】本浄水装置の導入によって、安全な水にアクセスできるようになる人の数×
下痢の罹患率(=0%とする)

○適応策としての評価値

- ・本浄水装置の導入によって減少する下痢の罹患者：2,520人～25,200人
=プロジェクト実施前(ベースライン) - プロジェクト実施後(プロジェクト効果)

提案システム② 事業所を対象としたシステム導入(事業所、およびサファリロッジ/ホテルが対象)

【評価方法 2-A】

■シナリオ

当浄水装置の導入により、排水由来の中水利用量が増加する

○プロジェクト実施前

- ・ベースライン：0立方メートル

当浄水装置によって利用可能となる水の量を測定するために、ベースラインは0となる。

○プロジェクト実施後

- ・プロジェクト効果：45,900立方メートル/月、550,800立方メートル/年

【式】本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量=本浄水装置の導入目標[a]

[a] 本浄水装置の導入によって利用可能となる水の量=本浄水装置の導入目標

-本浄水装置による排水処理による中水の処理能力：1,913立方メートル/日

-本浄水装置の水ロス率：20%

合計 $1) \times (100\% - 2) \times 30 \text{ 日} = 45,900 \text{ 立方メートル} \dots [a]$

○適応策としての評価値

- ・本浄水装置の導入により、増加する排水由来の中水利用量
：45,900立方メートル/月、550,800立方メートル/年

=ベースライン - プロジェクト効果

※ベースラインが0のために、プロジェクト効果がそのまま評価値となる。

【評価方法 2-B】

■シナリオ

本浄水装置の導入により、排水処理にかかる電力使用量、中水利用にかかる電力使用量が減少する。

○プロジェクト実施前

・ ベースライン：601,290kWh／月

【式】 本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量(=代替される中水の量) [a] ×
(既存の排水処理に必要な消費電力係数[b] + 既存の中水利用に必要な消費電力係数[c])

[a] 本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量：45,900 立方メートル／月

[b] 既存の排水処理に必要な消費電力係数：3.5kWh／立方メートル

[c] 既存の中水利用に必要な消費電力係数：9.6kWh／立方メートル

○プロジェクト実施後

・ プロジェクト効果：110,160kWh／月

【式】 本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量(=代替される中水の量) [a] ×
本浄水装置による排水処理に必要な消費電力係数[b]

[a] 本浄水装置の導入により、排水から得られる中水の量：45,900 立方メートル／月

[b] 本浄水装置による排水処理に必要な消費電力係数：2.4kWh／立方メートル

○適応策としての評価値

・ 本浄水装置の導入により、削減される排水処理および中水利用にかかる電力使用量
：491,130kWh／月、5,893,560kWh／年

= ベースライン 601,290kWh／月 - プロジェクト効果 110,160kWh／月

2) 「気候変動の影響による砂漠・荒廃地の農地化・緑化推進に向けた実現可能性調査事業」(東レ)

平成 24 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた実現可能性調査事業」最終報告書

コンソーシアム名または企業・団体名	東レ・ミツカワ・ネタフィム 南アフリカ砂漠緑化推進
事業名	気候変動の影響による砂漠・荒廃地の農地化・緑化推進に向けた実現可能性調査事業

1. 本事業の目的

1. 事業の目的

南アフリカ共和国(以下、南アフリカ)は、アフリカ最大の経済大国でありBRICSの一員として経済成長国と見なされているが、人口の 10%に満たない白人が経済の実権を握る格差の大きい国であり、経済成長の陰で他のアフリカ諸国同様の食料不足、貧困、公害の問題を抱えている。

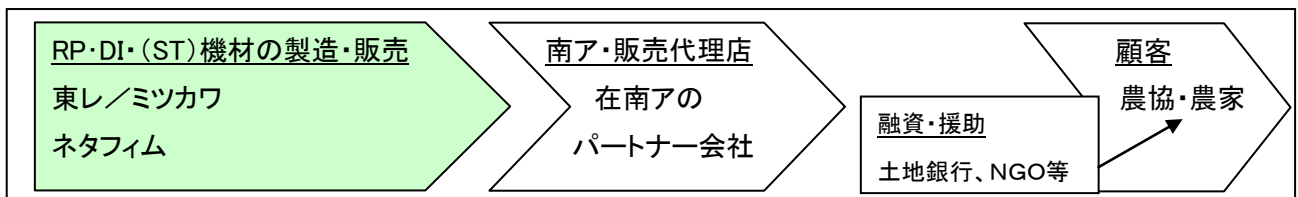
その問題解決の手段として提案する技術が、サンドチューブ(以下、ST)、ロールプランター(以下、RP)、点滴灌漑(Drip Irrigation 以下、DI)による、砂漠・荒廃地の農地化・緑化である。

本事業の目的は、これらの技術の農地化・緑化効果の実証、農地化・緑化による上記問題解決、及び、上記技術導入の事業性について、FSを実施することである。

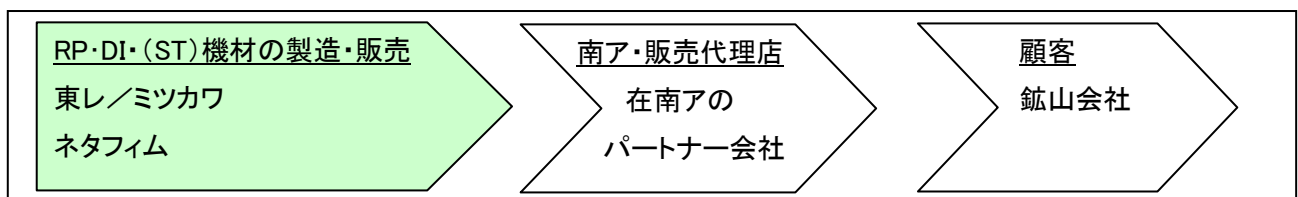
2. 事業モデル

南アフリカに販売代理店をおき、RP、DI機材を販売するモデルを想定する。STは強風地域での農地化、緑化向けオプション販売と位置付ける。

(1) 砂漠・荒廃地の食料用農地化



(2) 砂漠・荒廃地の産業用農地化及び、緑地化



3. 導入する技術内容

(1) RP (PLA ロールプランター) : 東レ/ミツカワの技術

生分解性繊維のポリ乳酸(PLA)繊維の筒状編地を用いた植生基盤。砂地・荒地などの農業不適地域でも、筒状編地に土+堆肥等を充填して並列に設置し、畝(凹部)に種/苗を植えることで植物を生育させることができ、農地化や緑化適地の拡大が可能となる。写真1は、2011年の南アフリカに於ける小規模植生試験で、コンクリート上でメイズ(トウモロコシ)を収穫し RP の効果を確認した。

また、原料のポリ乳酸はバイオマス由来材料であり、従来の石油由来繊維(PET、PP等)と比較して、石油資源の節約やCO2排出量削減などの環境負荷低減効果がある。また、土中の微生物によって設置後5~10年程度で生分解される特徴がある。

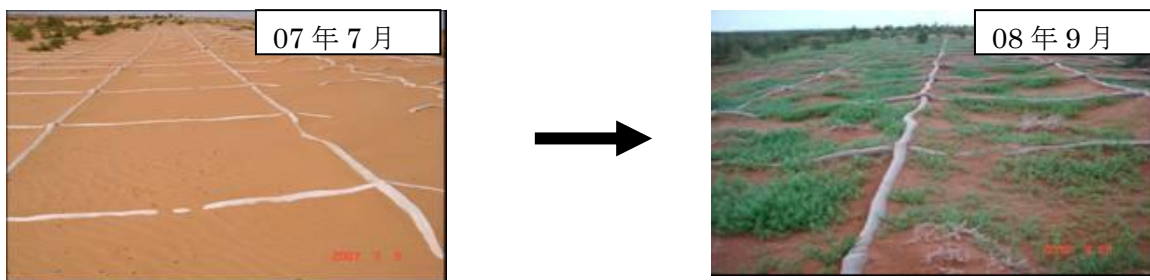
<写真1:2011年 RP による小規模植生試験(南アフリカ)>



(2) ST (PLA サンドチューブ) : 東レ/ミツカワの技術

生分解性繊維のポリ乳酸(PLA)繊維の筒状編地を用いた砂移動防止基盤。風による砂移動を押さえることで砂漠化進行を抑制することができ、農地への砂移動を防止することができる。STによる砂移動防止効果は中国の内モンゴル自治区などで2007年から実証実験を実施しており、砂移動防止効果が高いことを確認している。写真2は、中国内モンゴル自治区実験地で、STにより砂漠固定後緑化した例。

<写真2:STによる砂漠固定実験(中国 内モンゴル自治区)>

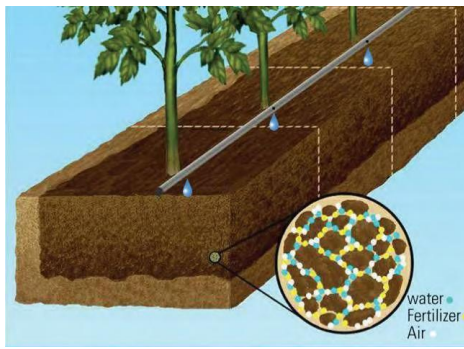


(3) DI (点滴灌漑) : ネタフィムの技術

ネタフィム社が開発した灌水システム。ポリエチレンチューブに一定の間隔で点滴口があいており、そこからゆっくりと一定の流量で水が出る。畑の畝に沿って敷設して使用される。点滴口の内側には、吐出量を均一にするため射出成型によって精密に作られたドリッパーが埋め込まれており、畑の長い畝に均一な灌水をすることが可能となる。

同システムは必要な時に、必要な水と肥料を点滴によってゆっくりと与えることができ、①水と肥料の利用効果が高まる ②植物の生育がよくなる ③肥料で環境を汚染しない などの特徴がある。また、同システムを用いて、セネガルにて農産物収穫量を拡大させた実績を持つ。

<点滴灌水システムのイメージ図>



水・酸素・肥料の
バランスが良い



活性の高い根が
多く発生



(4) 組み合わせシステム(図表1参照)

RP・ST・DIを組み合わせることで、以下の相乗効果が得られる。

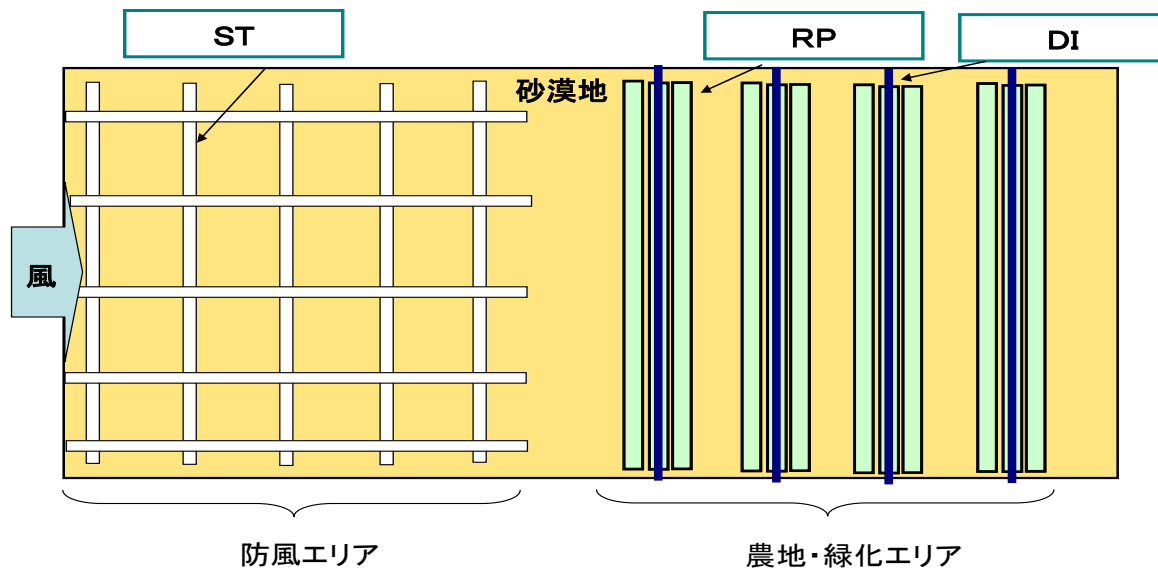
①RP+DIの組み合わせ

RPにて砂漠・荒廃地を農地化し、DIを用いて水+肥料を効率よく与えることで、用水量を大幅に削減した生産性の高い農法を実現することができる。

②RP・DI+STの組み合わせ

強風地域を農地化する場合、STで風による農地への砂移動(砂漠化)を抑制し、RP・DIにて砂漠・荒廃地を農地化することができる。

<図表1: ST、RP、DI 組み合わせシステム>



2. 課題

アフリカ・南アフリカに共通する課題は、食料不足、貧困及び公害である。以下にその状況と原因究明を記述する。

1. 食料不足と貧困の状況及び、その原因

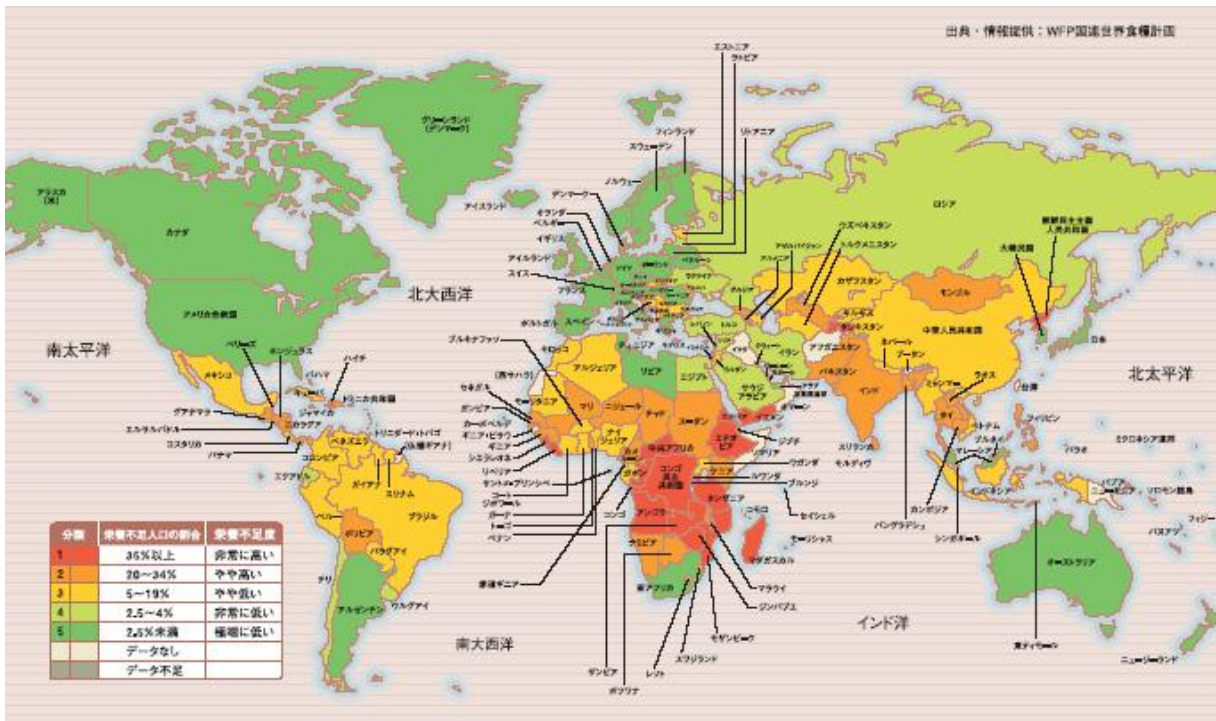
(1)食料不足

食料の安全保障は今や世界的な課題である。世界の人口は増え続け、2011年10月には70億人を超えた。中国やインドといった人口大国の経済成長により、一人あたりの需要も増加している。常に十分な食料を得ることができない人々の数は、世界に8億人存在すると言われる。

アフリカの人口は、2009年に10億人を超え、その後も伸び続けている。今後は年率2.3%で増加することが予想されており、これは年率1%というアジアの人口増加率の2倍以上となる。FAOによると、世界の栄養不良の人々のうち25%はアフリカに住んでおり、アフリカの15カ国においては、栄養不良の状態にある人の割合が35%を超えている(図表2)。アフリカにおける飢餓人口は増えており、1990年始めには1億6,900万人であったものが、2001~2003年平均では2億600万人に上っている。

<図表2:アフリカにおける食料不足(FAO Hanger map、2010年)>

注:赤は栄養不良の状態にある人の割合が35%を超える国



アフリカでは、人口の6~7割が農村に居住し(FAO)、その大半が農業に従事している。このように農民が人口の大多数を占めるにも関わらず、アフリカの多くの国で食料の輸入超過が続いている。アフリカの農産物は、西アフリカのカカオ豆、綿花、ゴム、パームオイル、東アフリカの花弁、紅茶、コーヒー、南部

アフリカの砂糖、タバコといった大規模農業による輸出換金作物と、メイズ(トウモロコシ)、米、小麦、ソルガム、ミレット、キャッサバといった、人々が日常生活で食し国内で消費される主要穀物とに分類することができるが、後者の主要穀物の生産量は国内の需要量を満たしておらず、不足し、輸入に依存している。アフリカにおける穀物輸入依存率は30%前後と高い数値で推移している(FAOSTAT)。主要穀物の生産を担っているのは小農と呼ばれる、保有耕作面積が小さく、自給自足を賄う程度の生産性しか持ち合わせていない農民であるため、国内需要を賄うだけの生産ができないからである。アフリカにおける一人あたりの穀物生産量は、世界平均が年間350キログラムであるのに対し、年間約150キログラム程度で推移している(FAOSTAT)。加えて、生産物を備蓄し、マーケットまで運び、商品として販売するバリューチェーンが不備であるために、たとえ生産されたとしても利用されず廃棄となる農産物も多いと言われる。

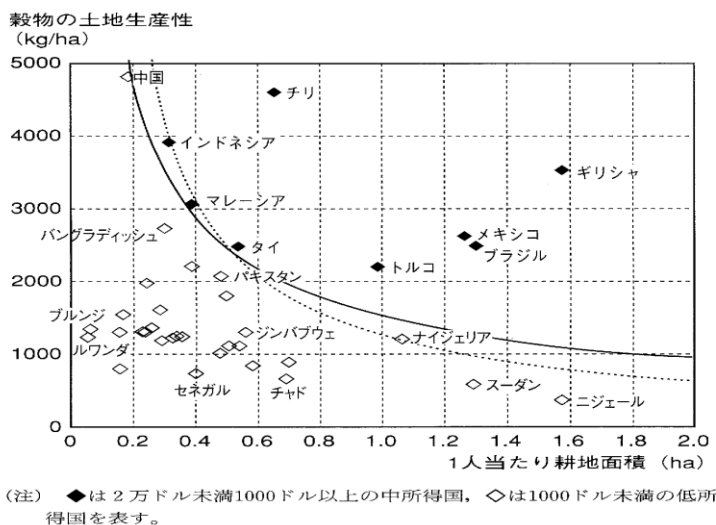
このようにアフリカでは食料生産量の低さを輸入により賄ってきたが、世界的な食料不足を背景に輸入依存にも限界がある。更に、アフリカの人口は今後も増え続け、2030年には中国とインドを抜き15億人に達すると予測されており(世銀)、食料不足問題は深刻化する傾向にある。

(2) 農村における貧困

アフリカの農民の大半が保有耕作面積の小さい小農であり農業生産性が低いことは、農村における貧困をもたらしている。アフリカには、農民一人あたりの耕作面積が1ヘクタールにも満たない国が多くあり、耕地の土地生産性も低い(図表3)。小農は、低投入・粗放農業を行っており、肥料や高品種種子へのアクセスも無く、灌漑設備も不十分である等の理由から、自家の消費分を賄う程度の生産しかできず、生産品によって現金収入を得るのが難しい。収穫量が、気候の変動や水利用可能量の変動により大きく左右されるため、生計は不安定であり、リスクへの許容度が低い。また、種蒔や収穫時のみ季節労働を行う土地なし労働者については、賃金獲得の金額、頻度が雇い主である農家の生計状況に依存するため、収入水準はより低く、生計はより安定度が低い。

農業の低生産性は、需要過多と輸入依存により食料価格の高騰を招き、それは賃金の高さ、ひいては労働集約型産業である工業の発展を阻害している。つまり、農業の未発達は、アフリカにおける工業化の遅れをもたらす、貧困解決と経済成長の達成への重大な阻害要因となっている。

〈図表3: 農民一人あたり耕地面積と穀物の土地生産性(アジア経済研究所、2008)〉

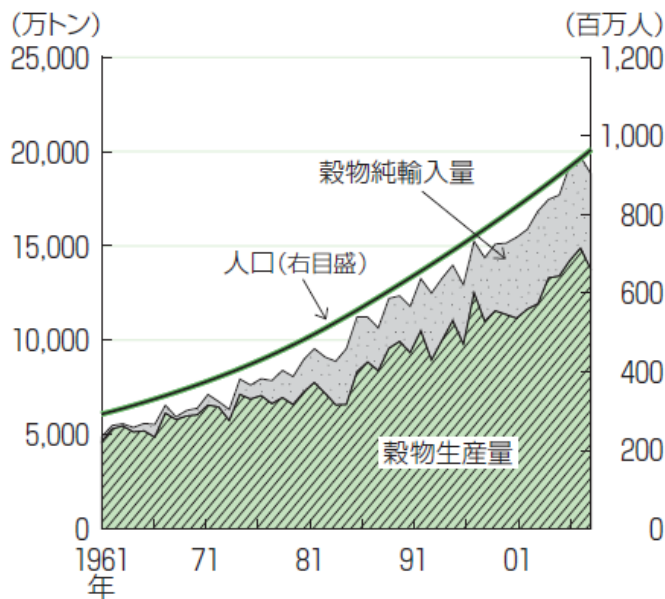


(3) 食料不足と農村の貧困をもたらしている原因

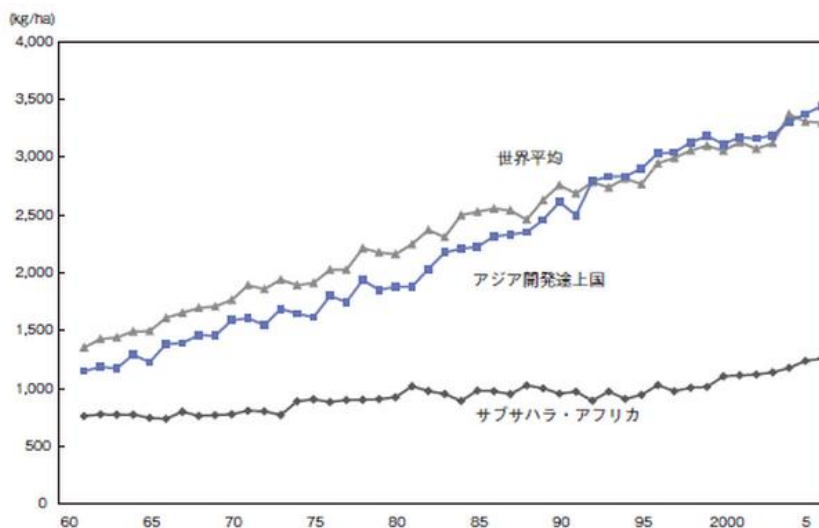
① 農業生産性の低さ

先に述べたように、アフリカの人口増加率はアジアと比べても高い。このような中、穀物の生産量は増加しているものの、穀物生産量の増加率は人口増加率を超えるほどの高さには達していない(図表4)。耕地の土地生産性は、長年向上が見られないまま推移しており、世界平均値やアジア開発途上国の値に比して大幅に低い状況にある(図表5)。

<図表4: アフリカにおける人口と穀物供給量(農林金融、2011)>



<図表5: 耕地の土地生産性(アジア経済研究所、2008)>



アフリカの農業の生産性の低さは、バリューチェーンのあらゆる段階で生じている。生産においては、肥料・農薬の投入率は低く、灌漑施設を用いない降雨に依存した農業を行う農家が大半である。耕地面積に占める灌漑施設整備面積の割合は、世界平均が 19%であるのに対し、アフリカは 6%強と低い

(FAOSTAT)。また、たとえ十分な生産量を達成し余剰生産物が生じたとしても、生産物を備蓄する倉庫や輸送する流通経路といったインフラが整っておらず、市場へのアクセス手段に欠けているため、生産物を換金することができない。

②砂漠化・土壌の劣化による農地の不足

砂漠化・土壌の劣化は、食糧不足及び貧困問題をもたらす原因の一つである。農地に適した土地が砂漠化・土壌劣化すると、その場所で従来生産されていた生産物が確保できなくなるのみならず、生産を行っていた農家は、生計と生命を維持する手段を失う。人口の6~7割が農村に住み、自然資源に依存した生活を行っているアフリカにおいては、貧困促進へのインパクトが大きい。

世界の耕作可能な乾燥地における砂漠化の割合を見ると、その約3割がアフリカである(UNEP, 1991)。1970年代と1980年代に大規模な干ばつに見舞われた結果、現時点においてアフリカ大陸のほぼ3分の2が砂漠または乾燥地であるとされる。更に砂漠化は、世界において年々進行しており、UNEPによると年間6万平方キロメートルの速さで拡大しているという。

砂漠とは、土壌が乾燥し植生がほぼ無い状態にある土地を指す。砂漠化とは、砂漠化対処条約(UNCCD:深刻な干ばつまたは砂漠化に直面する国(特にアフリカの国)において砂漠化に対処するための国際連合条約)において「乾燥地域、半乾燥地域、乾燥半湿潤地域における気候上の変動や人間活動を含む様々な要素に起因する土地の劣化」と定義されているように、人々が住んでいたり植物が生えていたりした土地が、気候変動や人間活動により劣化し、植生が無い状態に変化することを指す。

砂漠化の原因の一つには、干ばつなどの気候的要因がある。アフリカにおいては、1970年代と1980年代に発生した大規模な干ばつが砂漠化を一挙に促進した。気候変動に関する政府間パネル(IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)は、第四次報告書(2007)において、アフリカ大陸は気候変動に対して最も敏感でかつ脆弱であると指摘している。報告書は「2020年までに、7,500万人~2億5,000万人の人々が、気候変動に伴い増加する水ストレスにさらされる」と予測、更に「農産物生産可能量が、半乾燥地域及び乾燥地域の縁に沿って減少することが予測される。このことは、この大陸において、食料安全保障に一層の悪影響を与え、栄養失調を悪化させる。いくつかの国において、降雨依存型農業からの収穫量は、2020年までに50%程度減少しうる」というシナリオを発表しており、気候変動による水利用可能量の減少による土壌劣化は、アフリカに大きな影響を与えることを明示している。一方で、人為的な要因も砂漠化を招いていると指摘されている。アフリカにおける土壌劣化の主要因を、土壌劣化面積別の割合で見ると、もっとも広いのが過放牧、次いで農業活動、薪・炭材の過剰摂取、森林減少・自然資源の現象と続く(UNEP, 1997)。つまり、家畜飼育、農業、伐採といった、自然資源とともに生きる人々が生活に必要な活動を行う上で行う摂取が、土壌に対して過剰負担となってしまうことが土壌劣化をもたらしていると捉えられる。過剰摂取には、そうせざるを得ない状況をもたらしている貧困や、人口増加、生活条件の悪化といった社会的・経済的要因が背景にある。

小農による耕作は、狭い限られた土地資源において、天候次第である降雨に頼った耕作という脆弱な環境下で行われている。脆弱な環境下では気候変動の影響は大きく、ひとたび干ばつ・水不足が起こると、収穫が全滅することもあり、翌年の作付けはもとより明日からの生計にも困難をきたす。狭い土地において、機械化や肥料といった手段を特に持たない小農が生産を維持・増加させるには、休耕期

間の短縮等による過剰耕作しか方法が無いが、それは更に土地を劣化させ、砂漠化を進行させる。そして砂漠化の進行は農産物の生産性を落とし、さらなる貧困をもたらすという悪循環に陥っている。また、アフリカにおいては、放牧により生計を立てている人が一定数存在している。例えば東アフリカのマサイ族は、20～30万人規模であると推定されている。彼らは放牧地を回って家畜を飼育し、家畜や家畜の生産物(生乳、皮等)により現金収入を得ている。人口の増加により家畜の数が増え、家畜が食す牧草の量が増えると、家畜の増加に牧草の再生に追いつかなくなり、土地の劣化が始まる。家畜が土壌表面の草や木を食べつくし裸地化すると、風雨が直接土壌に当たることになり、風食や水食が発生する。降雨や地表を流れる水により土壌が侵食されたり、風により表土が運び去られたりすることで、栄養分のある土が流出し、砂漠化が進行する。

人為的要因の一つとして、不適切な水管理もまた、砂漠化の要因として報告されている。河川や井戸からの取水が過剰になると、下流での水流不足や資源の枯渇を生む。また、過剰な灌漑そのものも、湛水を招き、過湿害による土壌の劣化をもたらす。乾燥がはげしく日照の強い土地において過剰な灌漑や不十分な排水が行われると、土の中に染み込んでいた水が蒸発し、水分中の塩分が土壌表面に集積する塩類集積と呼ばれる現象も起こっている。塩分が集積した土地では植生は発生せず、砂漠化する。

③南アフリカに特有の原因

南アフリカの農業がGDPに占める割合は3%程度と低いものの、付加価値額は高い。他のアフリカ各国と違い、穀物や野菜、果物といった多様な生産物が生産できることから、農産物はほぼ自給である。しかしながら、南アフリカの農業は、白人による商業農業と黒人による自給自足農業に大きく分断されており、後者においては他のアフリカ各国と同様、農業生産性の低さと農地の不足が食料不足と貧困をもたらしているという構図が当てはまる。

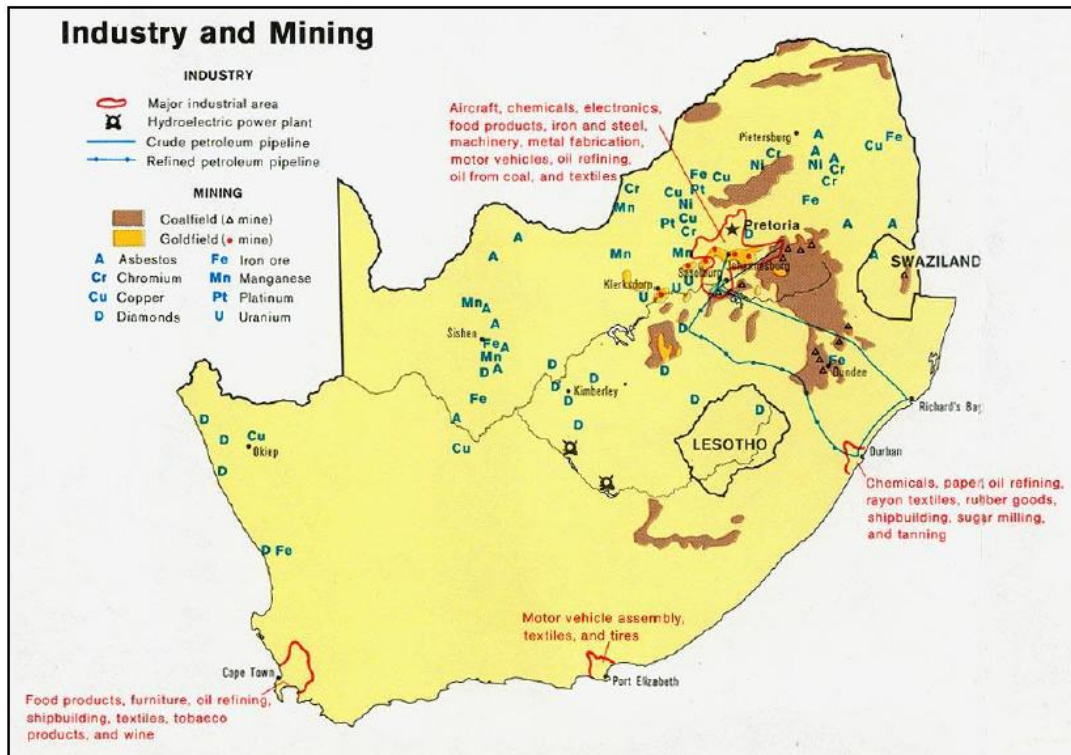
アパルトヘイトは、耕作可能な土地の87%を白人農場主が保有し、ホームランドと呼ばれる残り13%の土地を黒人農民が使用するという状況を作り出した。白人農場主の土地においては、灌漑設備の導入や優遇金利での融資、流通規制等を通じた農業保護政策により商業的農業が発展したのに対し、ホームランドにおいては人口過密な土地で自給自足のための生産性が低い農業が行われ、過剰耕作により土壌は劣化した。アパルトヘイトが終焉した後も土壌劣化の問題は残り、北部と西部では砂漠化が進行している。更に、ホームランドと指定されていた土地には、アパルトヘイト後も人口の35%近い人が住んでおり(環境観光省、2004/2005)、黒人農民における食料供給の不足と貧困は引き続き生み出されている。

2. 有害砂飛散問題とその原因

公害の中で、アフリカ、特に南アフリカで問題視されている鉱山の有害砂に起因する公害に着目する。南アフリカは、金、白金、クロム、マンガンなどを産する世界屈指の鉱業国である。世界シェアは高く、金7.7%(世界第4位)、白金75.6%(同第1位)、クロム39.5%(同第1位)、マンガン18.2%(同第2位)(いずれも2010年)となっており、鉱業部門の雇用人口は約52万人に上る。鉱業の歴史は古く、この地で鉱山が発見されて以来、多くの開山と閉山が繰り返されてきた。例えば金鉱山の場合、1945年から70年の間に、新たに開山した鉱山数は17鉱山である一方、26鉱山が金資源の枯渇やコスト上昇により

閉山した。鉱山会社には、環境管理として、「土地利用による環境影響に対し、できる限り回復措置を施す」ことが義務付けられているものの、有害化学物質に汚染されている閉山した鉱山は、農地として再生するなどの産業転換が困難な状態にある。

<図表6: 南アフリカにおける主要鉱山・探鉱プロジェクト(石油天然ガス・金属鉱物資源機構、2011)>



鉱山の周囲には、マインダンプと呼ばれる採掘作業の際に生じた残土の集積地、いわゆるぼた山が広がっている。ヨハネスブルグが属するハウテン州(人口1,200万人)には、380のマインダンプが点在しており、これらは居住地から近い場所にある。マインダンプの土砂は、鉱石分離作業に使用された有毒な化学物質に汚染されており、特に金鉱山のマインダンプの場合は、微量の放射線を発するウランが含まれる。これが風により近隣の居住地に飛散することで、呼吸器疾患といった健康被害や、農作物への汚染を引き起こしている。

マインダンプの砂が飛散する原因は、マインダンプの砂漠化にある。更に、砂漠化の原因は、気候変動による降雨量の減少にある。砂漠化し、飛散しやすくなった砂塵は、近郊のコミュニティに対し、一層大きな健康被害をもたらしている。

3. 課題解決の方向性

1. 課題と解決方法

(1) 食料不足と貧困の課題

アフリカ・南アフリカの農業に関して、食料不足と貧困をもたらしている原因は、農業の生産性の低さと農地不足である。人口の増加により食料需要が増している中、食料供給を満たしていくためには、肥料等の投入要素や水利用が管理された生産性の高い農業を行う必要があり、それが自給自足を超えて現金収入を得ることにつながれば、貧困の解消にも資することとなる。また、過剰耕作や気候変動等により劣化した土壌の砂漠化を防止し、農地として使われていない場所や、土壌劣化により農地利用が不可能となった場所を農地化することができれば、食料の供給量は増え農家の貧困解消に資することができる。

【課題解決手法】

RPとDIIによる生産システムは、水資源さえあればどのような場所でも農業を行うことを可能にするため、農地化を促進する方法となりうる。また、同システムは、土壌と水利用を管理した農業を実行するため、小農がこれを利用することにより、降雨頼りの農業から脱し生産性を上げることで、自給自足農業から商業農業へ進化し、貧困を脱することが可能となる。

(2) 土壌汚染地からの有害砂飛散の課題

閉鎖された鉱山やマインダンプから飛散する有害砂による周辺コミュニティの健康被害に着目する。マインダンプからの砂飛散を食い止める責任は、採掘会社にあり、各社は、ネットや灌漑設備を設置し飛散防止策を実施しているが効果が上がっていない。効果のある砂飛散防止技術が導入されれば、周辺コミュニティの健康被害解消と採掘会社のCSRに貢献することとなる。

【課題解決手法】

RPとDIシステムは、マインダンプの植生化・緑化を進めるための方法となりうる。マインダンプは、有害化学物質が含まれた土地であるため、食料用農産物の生産は差し控えるものの、ジャトロファ等のバイオ燃料の生産地として有効利用が可能だと考える。閉鎖鉱山やマインダンプを緑化・農地化することは、鉱山会社による環境規制対応にとるべき手段を提供するとともに、近郊住民が現在被っている砂塵による健康被害を削減することに資する。

2. RP、DIシステムの適応対象

砂漠・荒廃地を、土壌汚染の無い食料用の農産物栽培に適した地域（農業セクター）と、土壌汚染があり食料用農地に適さない地域（産業セクター）に区分し、適応するシステムの組み合わせと栽培する植物を以下の通り設定する。

セクター	条件	適応システム	植物	効果
農業	土壌汚染が無く、水源がある	RP・DIシステム	食料用農作物	食料不足・貧困の緩和
産業	土壌汚染があり、水源がある	RP・DIシステム	産業用農作物	有害砂塵公害の緩和、 廃鉱地の有効活用
	土壌汚染があり、水源が無い	RPシステム	緑化用植物	有害砂塵公害の緩和

4. 調査項目

1. FS事前準備

(1)南アフリカ共和国大使館への事業内容説明

①在日南アフリカ共和国大使館を訪問し、Peco 大使へ当事業の概要を説明し、理解を求める。

(2)部品製作

①RP、ST をミツカワ(株)にて製造。

(3)福井県農業試験場での事前試験による導入システムの効果の確認

①南アフリカでの実証実験の前に、日本の福井県農業試験場にて、初めての組み合わせとなる RP・DI システムの植物生長に対する効果を確認し、RP と DI 機材設置デザインを決定する。

2. FS実施(現地での実証実験の実施・評価、市場調査)

(1)第1回南アフリカ訪問(11月)

①産業セクターの対象市場として、鉱山会社のマインダンプを訪問し、状況を調査する。

②C&S社をリーダーとする南アフリカ実証実験推進体制を構築する。

(2)第2回南アフリカ訪問(12月)

①実証実験地を決定する。

②RP・DIシステムの実証実験水準を決定する。

③RP・DIシステムを設置し播種。実証実験開始。

(3)第3回南アフリカ訪問(2013年1月)

①RP・DIシステムによる植物生長度を調査する。

②南アフリカでの実証実験結果を検証し、砂漠・荒廃地の農地化の目的に対し適合するかを評価する。

③農業セクターの対象市場として、小規模農家の実態を調査する。

④産業セクターの対象市場として、鉱山会社の環境保全の実態を調査する。

(4)砂漠移動防止工法の確立

①鳥取砂丘にて砂漠移動防止資材 ST 設置工法の効率化実証実験を実施する。

(5)ベース調査

①アフリカビジネスパートナーズ、南アフリカ共和国大使館、UNDP 等へのヒアリング及び文献による調査を実施する。

4. 調査実施内容

1. FS 事前準備

(1) 南アフリカ大使館への事業内容説明

当 FS 事業の実施対象国を南アフリカ共和国とした背景は、先端技術の展示会で東レの中国に於ける砂漠緑化技術を目にした南アフリカ共和国大使館科学技術担当公司(当時)セシル・マソカ氏の要請で、南アフリカのマインダンプにて RP を用いた 10 m²程度の小規模規模デモ実験を実施し、緑化植物の育成・定着効果を確認した経緯による。8 月 28 日に南アフリカ共和国 Phoko 大使に謁見し、上記の背景と当 FS 事業の内容及び南アフリカでの実証実験計画の概要を説明し意見交換を行った結果、大使からは農業へ貢献する技術の FS である点を評価していただき、進捗状況を定期報告するよう要請された。

(2) 部品製作

ミツカワ(株)にて実証実験用 RP 及び、ST の製造を実施した。 <写真3:RP、ST 製造機械>

① RP

7 月 13 日～8 月 27 日で 1,085kg を製造。8 月 30 日に南アフリカ共和国向けに輸出し農地化実証実験に使用。

② ST

8 月 28 日～8 月 29 日で 48kg を製造。10 月 11 日に鳥取大学乾燥地研究センターへ輸送し、ST 設置工法効率化実験に使用。



(3)福井県農業試験場での事前試験による導入システムの効果の確認

RP と DI の組み合わせについて、南アフリカでの実験前に、植生・緑化の効果が上がる組み合わせ条件を見出すことを目的として、福井県農業試験場にて試験を実施した。(期間:7月～12月)

今回の事前試験では砂漠での農業生産の可能性を探索するため、試験はハウス内の砂地に RP を設置して実施。水や肥料については DI から与えるのみとした。

栽培品目については、アフリカで主食とされているトウモロコシ、アフリカの食料事情改善を目的に開発されたネリカ(New Rice for Africa)、現地生産実績のあるハウレンソウとキャベツの4種類とした。

<事前試験条件>

場所	実験農業用ハウス内(ハウス:幅 2.7mx 高さ 2.2mx 奥行 7.0m)
培地	砂
RP 充填物	砂 ※ネリカのみ保水効果を高めるため、吸水ポリマー試験追加
水+肥料(液肥)	点滴灌水システム(DI)から与える
栽培品目	ネリカ、トウモロコシ、ハウレンソウ、キャベツ

①ネリカの栽培(種子はブルキナファソ産)

試験区	植付	調査内容
① RP なし	種	・RP 有無での生育比較 ・RP 内吸水ポリマーの保水効果による育成比較
② RP のみ	種	
③ RP+吸水ポリマー1.0%	種	
④ RP+吸水ポリマー0.1%	種	

※吸水ポリマーは、充填物の重量比

(a)経緯

・播種～7日

栽培適期ではなかったが7月27日に播種、7日後に発芽(水稻と比較し早い)。ポリマー充填水準は水分吸収による膨張で太く見える(写真4,5参照)。

<写真4:ネリカ種子を播種>



<写真5:播種から7日後>



・播種～44日

播種から44日後、試験区②の一番生育が良く、次いで試験区④>試験区③>試験区①となる。

試験区①は、全体的に葉の緑色が薄く、下の葉が脱色、枯れている。RPが無いことで、根域の温度の影響を受けやすく、根が弱り、水、肥料を吸えない状況にある。

試験区③のRP表面は50℃以上になっていたが、RP下は、40℃以下(室温同等)と思われるため、試験区①よりは熱の影響を受けにくかったと考えられる。

<写真6:播種～44日>



・播種～113日

秋に入り気温が上昇しなくなったことで、登熟も停滞。収穫に踏み切った。

<写真7:播種～113日>



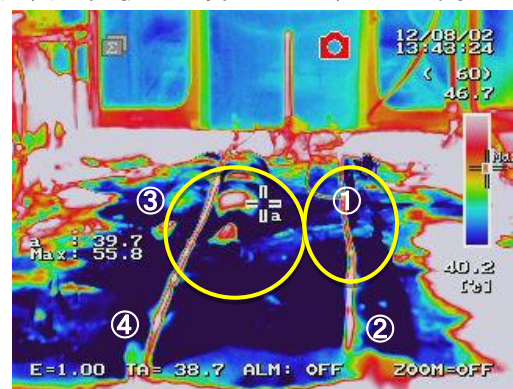
(b)結果

試験区	植付	成績	稈長	粒数	考察
① RPなし	種	D	約66cm	約110	・RP使用は、生育が非常に良い ・吸水ポリマーは使用しない方が良い
② RPのみ	種	A	約110cm	約310	
③ RP+吸水ポリマー1.0%	種	C	約95cm	約177	
④ RP+吸水ポリマー0.1%	種	B	約102cm	約180	

(c)生長差異要因分析

- ・生長差異の原因について、図表7のサーモグラフにある根域の温度と生長成績が相関することから、根域温度上昇が生育に影響したと考えられる。
- ・試験区③の温度上昇の要因は、水を含んだポリマーが熱を保持した、あるいは、水が蒸発しにくく、気化熱を奪えなかったなどの要因が考えられる。
- ・次いで、試験区①の温度が高い。
- ・試験区②、④の温度は室温同等、RPが根域の温度上昇を抑えている。

<図表7:試験区温度のサーモグラフによる調査>



②トウモロコシの栽培(品種:キャンベラ 90)

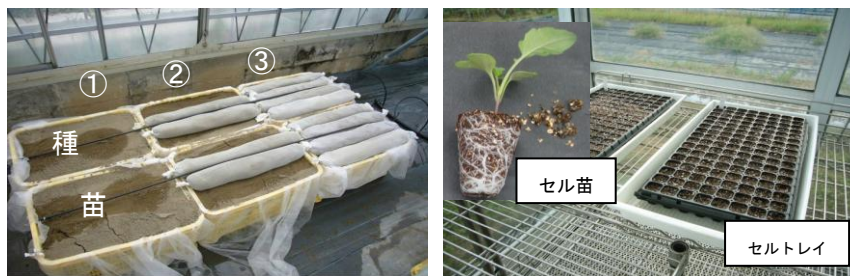
試験区	植付	調査内容
① RP なし	種・セル苗	・RP 有無の生育比較
② RP2 列	種・セル苗	・RP2 列と RP4 列の生育比較
③ RP4 列	種・セル苗	・種とセル苗と生育比較

(a)経緯

・播種・苗

8月14日に実験地種区、セルトレイに播種。

<写真8:実験水準、セルトレイ>



・播種～26日

種試験区、苗試験区ともに同じような生育。

トウモロコシの種子は、大きく乾燥条件での発芽力も強い。

RP有無では、RPの方が生育は良いが、RP4列は、やや生育が劣る。水、液肥が偏るためか、バラツキが見えた。

<写真9:播種～26日>



・播種～94日

播種後94日で収穫。

<写真10:播種～94日>



(b)結果

試験区	植付	成績	考察
① RP なし	種・セル苗	B	・DI と RP の距離が適切であれば、RP を使用した方が生育も良い
② RP2 列	種・セル苗	A	・4 列には生育にバラツキが出る
③ RP4 列	種・セル苗	C	・種・セル苗ともに生育の差は無くどちらも良い

③キャベツの栽培(品種:彩音)

試験区	植付	調査内容
① RP なし	種・セル苗	・RP 有無の生育比較
② RP2 列	種・セル苗	・RP2 列と RP4 列の生育比較
③ RP4 列	種・セル苗	・種とセル苗と生育比較

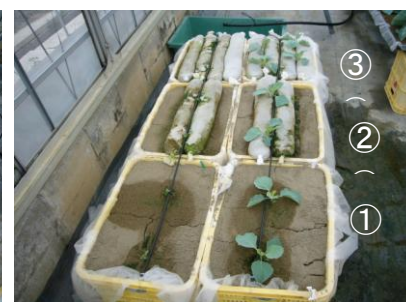
(a)経緯

セル苗の試験区は、すぐに根付いて生長したが、種の試験区は初期生育が遅かった。
種試験区、苗試験区ともに大きく生長したが、種試験区は結球不良となった。

<写真11:8月14日播種>



<写真12:播種～26日>



<写真13:播種～94日>



<写真14:苗試験区のキャベツ>



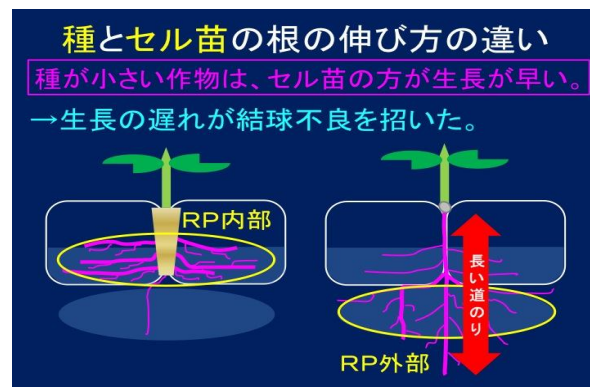
(b)結果

試験区	植付	成績	考察
① RP なし	種/セル苗	B/A	(1) RP 有無の差は特に見られなかった (2) 2 列、4 列の差は特に見られなかった (3) セル苗の初期生育が非常に良い RP 使用の場合、初期生育時の保水による根の乾燥を抑えることから効果的な施肥と節水を期待できる
② RP2 列	種/セル苗	B/A	
③ RP4 列	種/セル苗	B/A	

(c)生長差異分析

- ・セル苗は、RP の中に根が張る。活着が早い。
- ・種の場合、内部にも根は張るが、下に根が伸び RP 下に多く根が張る傾向がある。
- ・種の大きいトウモロコシは種と苗で生長差は無かったが、種の小さいキャベツは苗の方が生長が良い。従って、種の大きさ(品種の違い)で種・苗を使い分ける必要がある。(図表8参照)

<図表8:根の張り方>



④ホウレンソウの栽培 ※継続中(品種:楽天)

試験区	植付	調査内容
① RP なし	種	・RP 有無の生育比較 ・RP2 列と RP4 列の生育比較
② RP2 列	種	
③ RP4 列	種	

(a)経緯

ホウレンソウは過湿に弱いため、RP 無しは発芽後一部の芽が腐る減少が見られた。(○印)

<写真15:播種～28日>



<写真16:播種～63日>



(b)結果

試験区	植付	成績	考察
① RP なし	種	C	・RP なしは過湿になったが、RP 使用は、安定して生育した。 ・過湿に対する強みが確認された。 ・4 列に試験区の傾きから生育ムラができた。
② RP2 列	種	A	
③ RP4 列	種	B	

⑤結果まとめ

福井県農業試験場での事前試験結果は以下の通り。

(a)RP の効果について

RP を設置することで、・根域の温度上昇を押さえる(温度調整能力) ・RP 内に水が広がり、適度な湿度(水分)を保つ(湿度調整能力)などの効果により、根にとって良い環境となった。そのため、根を良く発達させ、地上部の生育の違いとして現れた。

特にネリカの場合、栽培適期では無かったが、DIを単独で用いた条件よりもRPとDIを組み合わせた方が植物の生育が明らかに良いことから、収量増に直結すると考えられる。

(b)RP と DI の割合について

RP と DI の割合は、種と水の距離に影響する。トウモロコシでは RP2 列+点滴灌漑 1 本と RP4 列+点滴灌漑 1 本で初期生育に差は見られたが収穫時には差が無いレベルとなり、キャベツやホウレンソウでは生育差は小さかった。、南アフリカでは、厳しい条件下での植物の育成を確実にするために、RP3 列+点滴灌漑 1 本で試験を実施することとした。

(c)種と苗での生育について

RP に苗を使うと初期生育が早く、生長の早期化につながる事が考えられる。

農業において、初期の生育は重要なポイントになり、また生産現場での鳥の被害や発芽時の水管理の失敗が減ることを考えると、育成確率の高い手法として、苗からの育成も検討する必要がある。

2. FS 実施(現地での実証実験の実施・評価、市場調査)

(1) 第1回訪問(11月19日～24日)

鉱山会社保有マインダンプを視察し実証実験地とする予定であったが鉱山運営会社より土地使用の許可が下りず、第1回南アフリカ訪問ではマインダンプの調査のみ実施した。

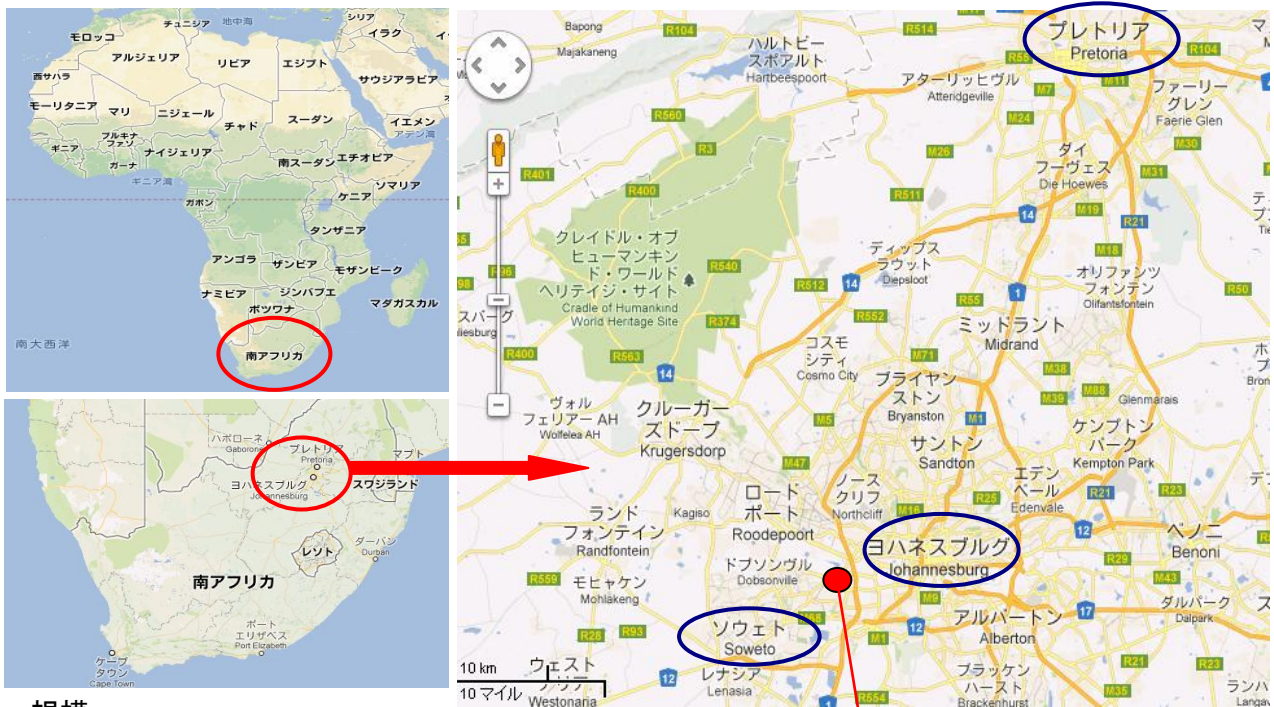
①産業セクター調査

(a)DRD gold 社保有のマインダンプを視察し実態を調査した。DRD gold 社は1895年設立の南アフリカ共和国に本社を置く産金企業。

・場所(図表9参照)

南アフリカ共和国の主要都市であるヨハネスブルグ市街地から南西約10kmに位置し、130万人の黒人が住むソウェトに隣接する。北東からの強風により、マインダンプから飛散する砂塵はソウェトの居住地区に飛来し、住民が被害を受けている。現地調査でマインダンプと居住地区の距離の近さを目の当たりにし、被害の深刻さを実感した。

<図表9:DRD gold 保有マインダンプ地図>



・規模

マインダンプ1個は高さ約100mの四角錐形状で上部は平坦で約1km²の面積がある(写真17参照)。

<写真17:DRD gold 保有マインダンプ写真>



・土壌

マインダンプの砂の粒径は、中国内モンゴル自治区の流動性砂漠の粒径と同等で、日本の砂浜の粒径と比較すると非常に細かく、飛散しやすい。また、土壌からは微量の放射線が検出されるので、食用農産物の栽培には適さない。(DRD gold 社環境保全担当 Engelbrecht 氏談)

・競合品

今回のマインダンプ視察により、マインダンプからの砂飛散防止を目的とした灌漑による緑化システムが存在することを確認した。同システムは DRD 社と契約している環境保全会社が運営しており、簡易な灌漑ホースをポリエチレン(PE)製ネットの間に敷設し、播種し緑化する工法(写真18参照)。PE製ネットは耐久性が無いため1年後に張り替え又は撤去するとのことだが、ネット撤去後の植物の定着性に課題があると推測する。

<写真18:競合品>



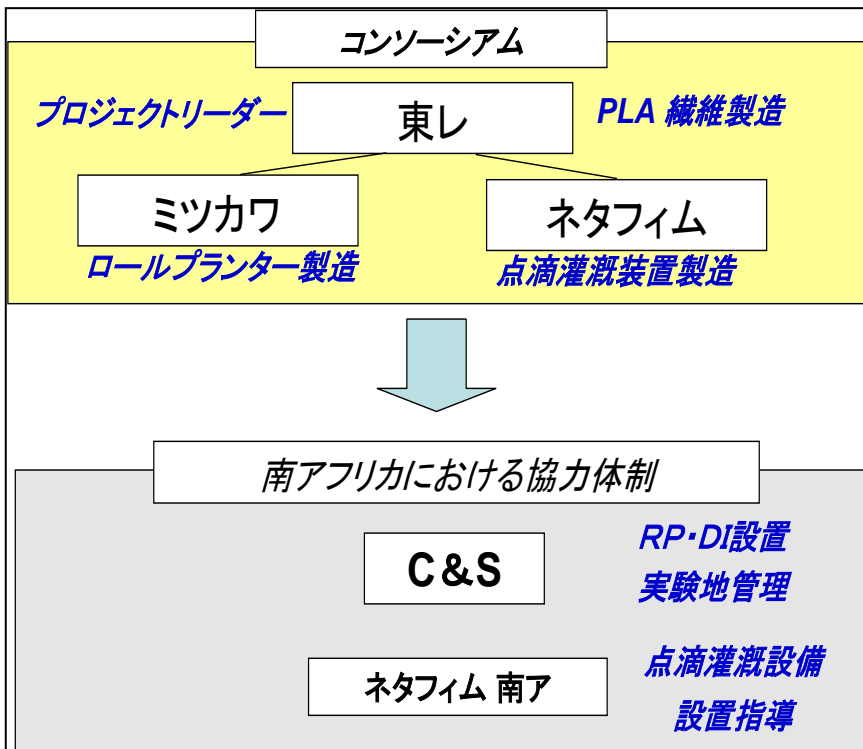
コストは、14,000 \$ / ha (ネット 5,900 \$、灌漑システム

8,100 \$)と割安だが、有価植物の栽培可否等 RP・DI システムの優位点は成果の項で述べる。

②C&S 社をリーダーとする実証実験推進体制構築

図表10の通り、コンソーシアムからの指示を受け、南アフリカでは C&S 社がサイト探索、RP・DI システム設置、播種後の植物管理等全ての実務を実施する体制を構築した。

<図表10:実証実験推進体制>



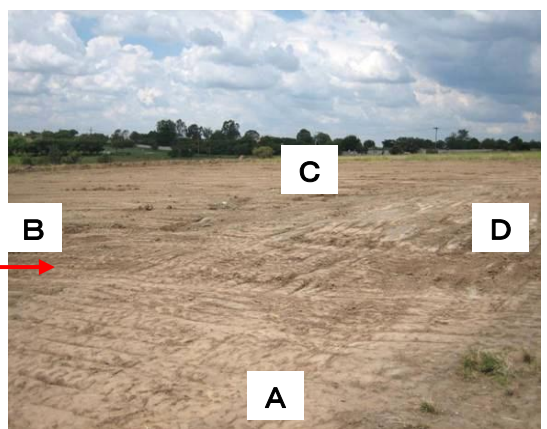
(2) 第2回訪問(12月18日～29日)

当初計画したDRD gold社保有マインダンプでの実験断念後新規実験地を探索した結果、ヨハネスブルグとプレトリアの間に位置するCenturionに決定した。ネタフィムジャパン田川氏が南アフリカを訪問し、RP・DI 実験資材設置を指導し、C&S 主導で現場作業を実施した。

①実証実験実施場所の決定及び条件(図表11参照)

実験場所は、ヨハネスブルグとプレトリアの間に位置するCenturionの荒廃地(Waste land)。表土は地表5～10cm程度と浅く、その下は礫と石で、シャベルや鉄棒が刺さらないくらい硬いため、農地には適さない。また、地下80mに伏流水を汲み上げるための井戸があり、タンクを設置しポンプで井戸水を汲み上げることにより点滴灌漑可能な場所である。

<図表11: 実験場所地図>



②実証実験水準の決定

農地化及びマインダンプ緑化を想定し、図表12の実験水準を設定した。農地用植物は実験期間1ヶ月内に生長が確認でき、且つ真夏に育成可能な種類を選定した。尚、Bio-fuel 原料となるジャトロファ等産業用農作物は播種時期が適合しなかったため、今実験では見送ることとした。

以降、農地は FL (Farm Land)、緑地は GL (Grass Land)と表記。

<図表12:実験水準>

水準	目的	植物	RP	DI	充填土	面積
①	GL	1 品種	○	—	現地の土+培養土散布	450 m ²
②	GL	1 品種	○	—	現地の土	450 m ²
③	GL	1 品種	—	—	—	450 m ²
④	FL	3 品種	○	○	培養土	187.5 m ²
⑤	FL	3 品種	○	—	培養土	187.5 m ²
⑥	FL	3 品種	—	—	—	62.5 m ²

* 培養土は、緩効性肥料を含むものを使用

* 植物の種類

GL : 1 品種 ・4-Evergreen

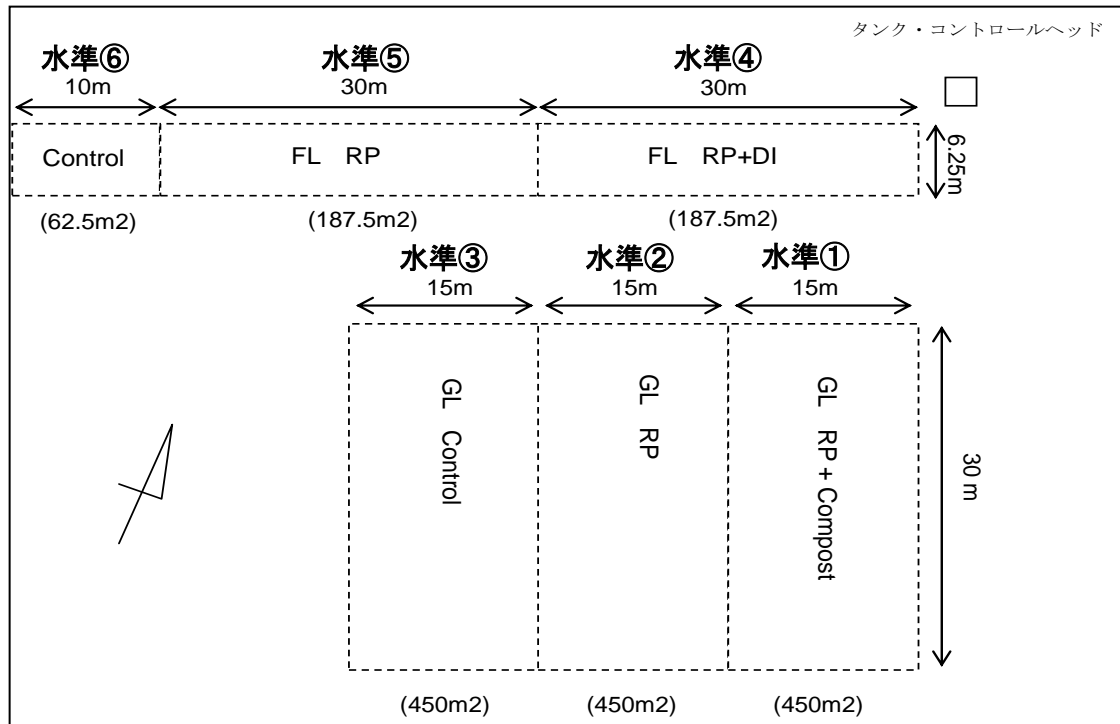
FL : 3 品種 ・Hybrid Sweet Corn、・Swiss Chard、・Baby Spinach

* 水準⑤は水準④の DI との比較のため、2 回/日手作業での水遣りを実施

③実証実験資材の設置、播種

上記実験水準を図表13の通り設置した。実験地決定の遅れから施行工期を約1週間としたため、FL 区については計画より小規模となったが、実験水準は確保した。FL 区、GL 区の詳細は、以下の通り。

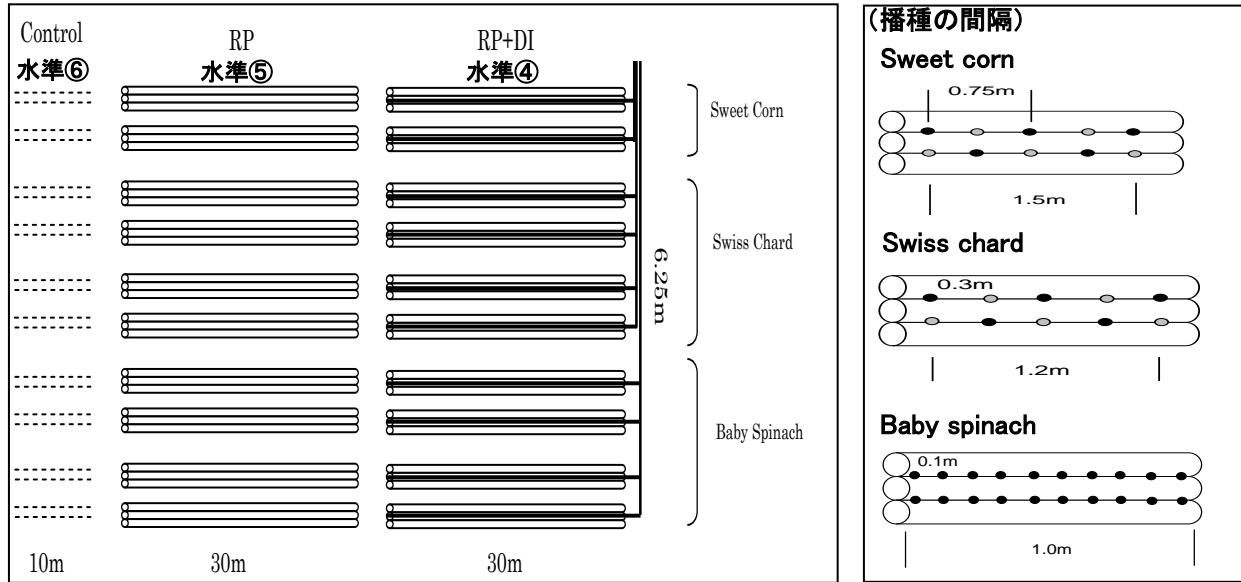
<図表13:実証実験全体設計図>



(a)FL 区設置内容詳細

DI と RP の設置比率は、福井県農業試験場にて RP4 本に DI1 本の割合で植物が生長することを確認していたが、南アフリカでは生長の確率の高い RP3 本に DI1 本の比率で設置した。RP の充填土は緩効性肥料を含む培養土を使用。播種方法は、種類により間隔を決めて RP の間へ挟み込むように行う。DI 有無、RP 有無を比較し、効果を検証する。(図表14参照)

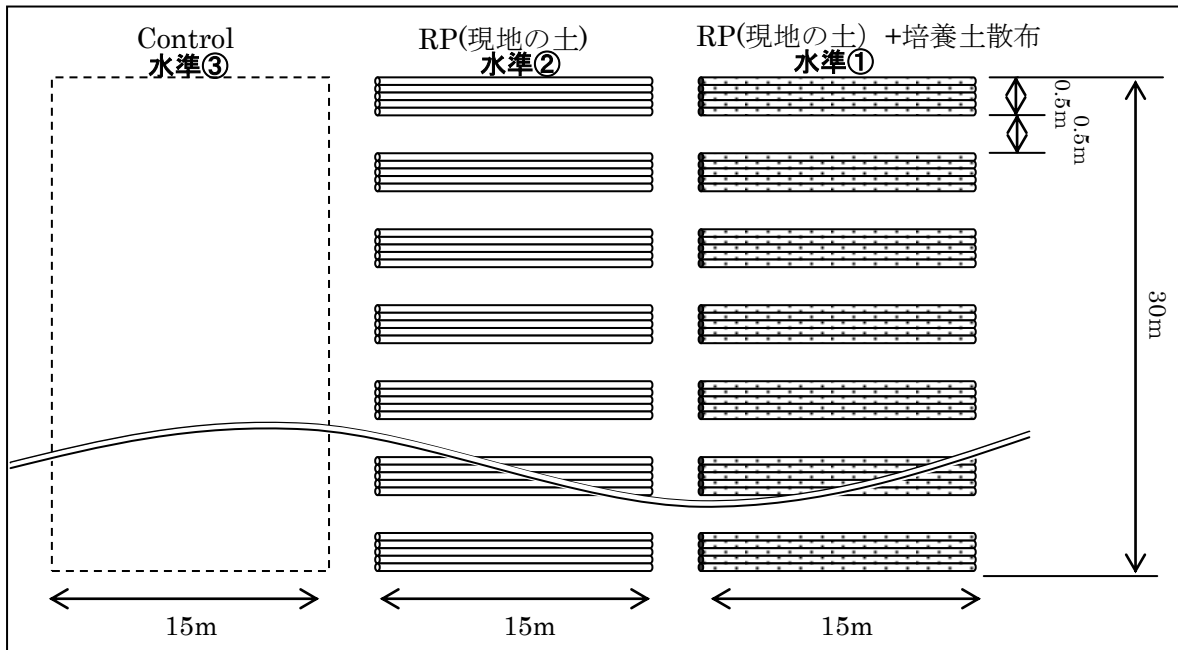
<図表14:FL 区詳細>



(b)GL 区設置内容詳細

GL 区の RP には、現地の土をほぼそのまま使用(大きめの植物残渣や石は除去)し、水は天水を基本とするが、渇水の場合水遣り実施。肥料については、RP の上から肥料入り培養土を散布する方法をとり、散布しない区、RP 無しと比較し RP の効果を検証する。播種方法は種子散布。(図表15参照)

<図表15:GL 区詳細>



(c)設置作業手順と現場写真

<FL区>

・RP

RPへ培養土充填



RPの設置・播種



・DI

給水タンク設置



水源確保



コントロールヘッド設置



ドリフトチューブの設置



・RP・DIシステム

完成形



<GL区>

RPへ砂充填



RP設置・播種



培養土散布・完成形



④作業工数

(a)GL区 1ha 設置に必要な工数は、RP 設置に 3,200 人・h。

(b)FL区 1ha 設置に必要な工数は、RP 設置で 2,560 人・h。

これらに工数は、日本で経験している作業工数と比較すると、非常に効率が悪い。現地手配の砂充填機材の完成度の低さと現場作業員の不慣れが原因である。

(3) 第3回訪問(1月23日～30日)








実証実験地訪問による植物生長の測定、及び UNDP、農業支援団体、鉾山会社への調査を実施した。

①南アフリカ実証実験サイトにおける植物生長度の調査、及び RP・DI システムの効果の測定

(a)FL 区(図表16参照)

Sweet corn、Swiss chard、Baby spinach の3種の植物を、RP・DI、RP・手作業の水遣り、裸地・天水の3水準で4週間育成した結果、植物の生長を高さと育成率(生育株数/播種数)で比較すると、RP・DI は RP 比高さで 136%、育成率で 607%、裸地は生長が無く比較できない結果となった。また、用水量は、RP・DI 区は 125L/1 区・日、RP 区の手作業での水遣りは 196L/1 区・日となり、36%の節水となった。




<図表16:南ア実験サイト FL 区の植物生長調査結果>

	Sweet corn	Swiss chard	Baby spinach
RP・DI Ave. 高さ 9.7cm 育成率 79%	高さ 23.6cm 育成率 83%(130/160) 	高さ 2.4cm 育成率 85%(979/1,152) 	高さ 3.2cm 育成率 76%(1,642/2,160) 
RP Ave. 高さ 7.1cm 育成率 13%	高さ 19.5cm 育成率 70%(112/160) 	高さ 1.7cm 育成率 22%(257/1,152) 	高さ 0.2cm 育成率 4%(90/2,160) 
裸地	高さ 0 育成率 0 	高さ 0 育成率 0	高さ 0 育成率 0

(b)GL 区(図表17参照)

非可食植物の 4-Evergreen を、RP・培養土、RP、裸地の 3 区分に播種し、RP・培養土区は手作業での水遣りを実施、RP、裸地は天水のみで 4 週間育成した結果、植物の生長を高さ、密度で比較した結果、RP・培養土は RP 比高さで 19 倍、密度で 20 倍、裸地は発芽せず比較できない結果となった。RP・培養土区で水遣りを実施した理由は、今夏の渇水要因を省くためであり、水分量は 196L/1 区・日(ハウテン州の 1 月の降水量を想定)。RP 区も十分な水分量があれば発芽の密度が高くなったと考えられる。根の様子は写真19の通りで、RP に根が定着していることを確認できる。

<図表17:南ア実験サイト GL 区の植物成長調査結果>

	4-Evergreen
RP・培養土	高さ 3.8cm 密度 隙間無く緑化 
RP	高さ 0.2cm 密度 5% 
裸地	高さ 0 密度 0 

<写真19:GL の根>



(c)実験サイトの結果のまとめ

上記実験サイトの調査結果をまとめると、図表18のとおりとなる。

<図表18:実験サイトの結果のまとめ>

	FL				GL		
	評価	生長性	育成率	用水量	評価	生長性	育成率
RP・DI	○	9.7cm	79%	125L	—	—	—
RP+水遣り	△	7.1cm	13%	196L	○	3.8cm	隙間無く
裸地	×	0cm	0%	天水	×	0cm	0%

FLでは、前述のとおり、RP・DI 区の植物の生長性、育成率は他区より高く、また用水量は少ない。この結果により、荒廃地にて、RP・DI を設置することにより生産性の高い農業を実施できることを実証した。GLでも、前述のとおり、RP 区の植物の生長性、育成率は他区より高く、また RP への根の張りこみによる定着が確認でき、RP による荒廃地の緑化効果を実証した。今夏の少雨による発芽期の水不足を補うべく手作業での水遣りを行ったが、RP 内に根が張れば RP の保水効果で、天水での生長の持続が期待できる。

②農業セクターの現地調査

農業セクターの RP・DI システムの導入先として考えている「小規模農家を商業農家へと成長させるプログラム」を実践している、農業特化商業銀行の Land Bank と農業支援 NGO「HUMANA」と面談し、南アフリカの小規模農業の実態、課題、及び支援状況と、RP・DI システム導入の可能性を調査した。また、UNDP とはアフリカ支援プロジェクトへの RP・DI システム活用法について協議した。

(a)Land Bank

面談日:1月27日(日)、面談者:Mahendra Kara 氏、場所:Centurion のサイト

・Land Bank とは

商業農業を対象とする企業向け部門と小規模農業を対象とする個人向け部門をもち、小規模農家部門の顧客数は約3万世帯ある。小規模農家部門のうち、面談者の Kara 氏が担当する Retail Emerging Markets は、「食料の安全保障と貧困削減」を上位目標とし、「黒人小農の商業化」を目指した融資、技術支援、農業資材の斡旋、インフラ支援等の多様なサービスを提供している。具体的には、Crebus というサービスプロバイダーと提携し、Land Bank がファイナンスを提供し、Crebus が現場で農家にサービスを提供するという役割分担で展開している。

・小規模農家の実態

南アフリカの農業は、黒人による小規模自給自足が農業 GDP の 20%、白人による商業農業が同 80% で、農業従事者は黒人小規模農業が 70 万人、白人商業農業は 3.5~4 万人と言われている。小規模農家の月収は 1,400 ランド(約 1.4 万円)程度で、保有耕作地の面積は、サンフラワーで 100ha、穀物で 5~10ha、野菜で 1~5ha、耕作物はメイズ(トウモロコシ)、豆、サンフラワー、野菜等である。商業農業を目指す小規模農家の課題は、過剰耕作による農業生産性の低下、耕作面積の狭さであり、農業の生産性を上げる技術や農地面積の拡大を必要としている。

・RP・DI の評価

Centurion のサイトを視察し、農業生産性向上、農地面積拡大の課題解決に適合する技術であると評価され、興味を持たれた。5年融資で商業ベースに乗せるのが基本モデルだが、1年目から収穫増による商業生産が見込めるのであれば、既存技術ではできない新しいモデルとなる可能性がある。今後、ビジネスモデルを策定するプロバイダーと共に同サイトを訪問し評価を進めたいとの前向きな評価であった。

・南アフリカ農業に関する情報

換金作物の農家出荷価格を高い順に10品種聞いたところ、季節や販売ルートにより異なるので判断できないが、メイズ、砂糖、ホウレンソウ、キャベツの出し値が高く、メイズで1tあたり2,000~2,500ランド(約2~2.5万円)程度とのことであった。

農業支援団体は、金融機関はLand Bankのみで、NGOとしてHUMANA他少数あるとの情報であった。

<写真20:中央がKARA氏>



(b)HUMANA

面談日:1月26日(土)、面談者:Roland Naoh氏、場所:ソウエト

・HUMANAとは

貧困撲滅を主要概念とし、農業開発、健康促進、HIV撲滅、教師の教育、技術者育成、環境保全について、32カ国・20万人のボランティアが様々なプロジェクトに取り組んでいるNGO団体。

・南アフリカにおける活動

貧困対策として、子供の救済及び農業コミュニティの援助、具体的には、農地の貸付(写真21参照)、種子・苗の援助、農業技術の指導等を行っている。南アフリカでは、5州で展開しており、ソウエトはハウテン州の支部。

RP・DIシステムについて、小麦に適用可能であれば、展開を考えたいとのことで、Centurionのサイトを視察し効果を確認すること。同団体は、農業技術支援も行っているため、農家に対し、小規模で生産性を高める工法としてRP・DIシステムを推奨してもらえれば、普及に役立つ可能性はある。但し、価格については意見交換していないため、今後の展開で課題となる。

<写真21:HUMANA訪問風景>



(c)UNDP

面談日:1月25日(金)

面談者:Agrostinho Zacarias 南アフリカ UNDP 代表、Letsholo Mojanaga 氏

場所:UNDP 南アフリカ本部(プレトリア)

南アフリカ UNDP の目的は、貧困コミュニティを対象とした生活向上、失業低減、産業活性であり、それらを目的とした支援プログラムを実行している。RP・DI システムを活用する支援プログラムとして、貧困コミュニティの荒廃地を活用した農業支援と、鉱山会社 Anglo America の出した 14,000 人に及ぶ大量解雇者救済を目的とした雇用創出のための農業支援が考えられるということであった。

<写真22:南ア UNDP 代表と>



<写真23:コミュニティ候補地>



③産業セクターの現地調査

鉱山会社 Shanduka Coal、African Rainbow Minerals、Gold Field と面談し、マインダンプのリハビリの状況及び、RP システム導入の可能性を調査した。また、Gold one のマインダンプでは、2010 年に設置した RP による植物生長の状況を視察した。

(a)Shanduka Coal

面談日:1月24日(木)、面談者:Sunil Mungaroo 氏、場所:Shanduka 本社(プマランガ州)

Shanduka 社の採掘する鉱山があるムプマランガ州は、ヨハネスブルグのあるハウテン州の東に位置しており、インド洋からの気候の影響を受け雨が多い。同社保有鉱山のリハビリテーション手法は表層の土に肥料を混ぜ播種するだけの安価でシンプルな手法で、天水のみで草が生長する。写真24は11月播種の地域であり、3ヶ月で緑化が完了している。因みに、天水のみの工法の価格は、25,000 ランド/ha(約 2,800 \$)で、RP の約 9 分の 1 である。

更に、金鉱山ではリハビリテーション費用が採掘開始時にデポジットされているのに対し、石炭鉱山ではその制度が無く、且つ石炭が安価であることから、リハビリテーション費用をできるだけ低く抑える傾向にある。

このように、水に恵まれた地域にある石炭鉱山のマインダンプは、高度なリハビリ技術が不要であり RP・DI システムのターゲットとはならないことが分かった。

<写真24:石炭マインダンプのリハビリ>



(b)African Rainbow Minerals (ARM)

面談日:1月28日(月)、面談者:Tsietsi B Letanta 氏、場所:ARM 本社(サントン)

石炭、プラチナ、鉄鉱石、金を採掘する会社であり、会長が黒人で、ボードメンバーの半数が黒人。金はハーモニーゴールド社へのマイナー出資(15%)の位置づけだが、他は100%の権益を持つ。石炭鉱山はムプマランガ州にあるため、Shanduka 社と同様の理由で RP の市場に適さないが、プラチナ鉱山の位置するリンポポ州は乾燥気候であり砂塵飛散を引き起こすマインダンプの管理が課題となっているとのこと。

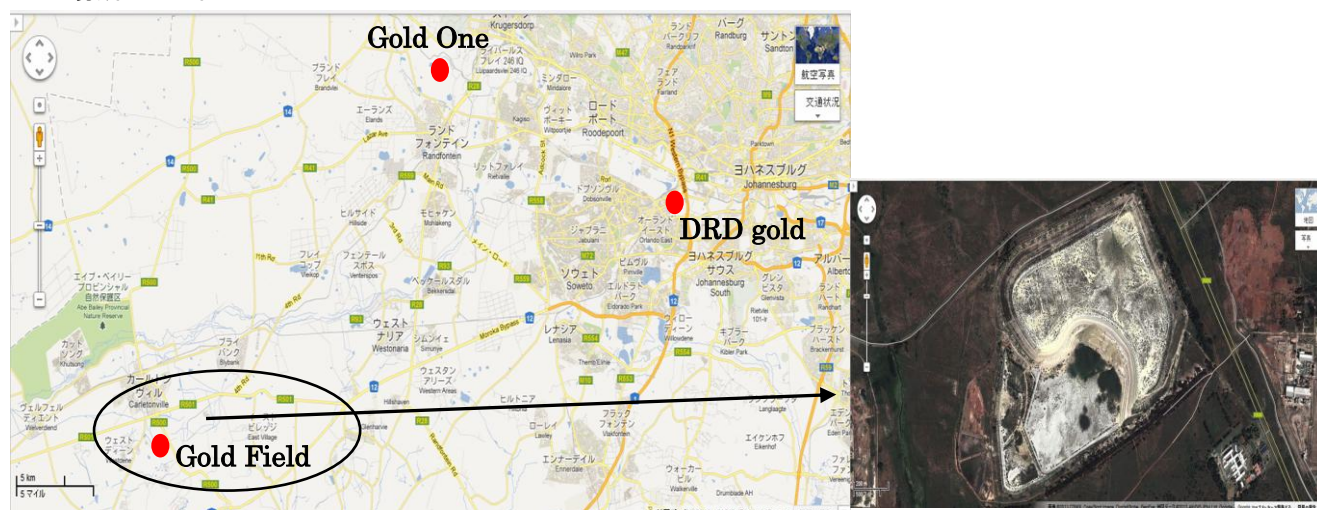
同社から入手した決算報告書によると、2011 年度でマインダンプの緑化、排水浄化等の環境費用引当金として4億ランド(46百万\$)計上している。

Letanta 氏はプラチナ鉱山の環境管理マネジャーであり、同氏から上位者へ RP・DIシステムを紹介してもらい、実証試験実施を進めたい。DRD 社の前例を考えると、今後既存の環境管理業者との競合、人種差別的妨害等課題はあると推測されるが、黒人管理者が多い会社との特徴から同社との商売が実現することを期待したい。

(c)Gold Field

面談日:1月28日(月)、面談者:Johan 氏(マインダンプマネジャー)、Mohammed 氏(プロジェクトマネジャー)

場所:下地図



・マインダンプの状況

金を採掘する会社であり、廃鉱のマインダンプを3箇所、稼働中のマインダンプを2箇所抱えている。特に、我々が訪問したマインダンプは、500m程の場所に病院があり、8月~11月に吹く北西の強風による砂塵飛散により、病院を含むコミュニティから毎年クレームを受けているとのこと。マインダンプ底部は上部からの水が溜まる構造になっており緑化しているが、斜面と頂上部の砂が止められていない。頂上部では、灌漑業者が灌漑設備設置を試みた後があつたが、パイプの盗難等の問題があり途中放棄されていた。現状では打つ手が無い状況である。

・RP・DIシステム実証実験実施について

マインダンプのマネジャーである Johan 氏は現状に困っているため、RP・DIシステム導入に非常に積極的であり、上位者を説得するので今回訪問したマインダンプでは是非トライしたいとの意向で、今出張

で一番の好感触であった。頂上部のみで6haあり、許可が出れば先ず1,600㎡のRPの実証実験を開始する。実験は盗難問題を考慮しRP設定を実施し、緑化効果が実証された後、鉱山会社にてセキュリティを整備しRP・DIシステム設置を有償で開始する。

3月中に実験可否の連絡が入る予定であり、許可された場合には、C&S社により作業を開始する。

<写真25: マインドンプ斜面、マインドンプ頂上、Johan氏(右端)>



(d)Gold One マインドンプ視察

訪問日:1月26日(土)、場所:下地図



・RPの状況

2010年にRPによる小規模実験を行ったGold one社のマインドンプを視察し、設置から2年経過後の緑化状況を確認した。写真26の通り、周囲から飛んできた砂で25cm埋まっているものの、しっかり根付いており、植物(KIKUYU)の生長は持続している。

<写真26: 播種後2年のKIKUYU草と25cm砂に埋もれたRP>

マインドンプの頂上は砂漠化しているが、PLAには保水効果があるため、少量の雨でも枯れる心配は少ない。



・リハビリの現状

Gold one のマインダンプのリハビリ(砂塵飛散防止対策)は、石積み、土嚢積み、ネット等多様な技術で実施されているが、全て失敗している(写真27, 28参照)。しかし、上記の通り RP 小規模実験の成果が上がっているにもかかわらず、RP 採用の意思が無いのは、既存リハビリ工法請負業者が白人で既得権益を主張し、C&S(黒人)の持ち込む新技術を拒絶している可能性がある。

<写真27:剥がれたフェンス>



<写真28:石と土嚢>



(e)マインダンプのリハビリが進まない原因

第1回、第3回の南アフリカ訪問で、DRD gold、Shanduka coal、Gold Field、Goid one の4箇所のマインダンプを視察した結果、Shanduka coal を除く3箇所で緑化が進まない原因は、以下が考えられる。

- ・山頂部は風が強く、植物の種が固定されない。
- ・降雨量が少なく、砂の保水性が低い。

更に、堆積した砂の飛散という問題に対し、現状のリハビリ手段は短期的な適応策(ネット、石等)であり、持続的な緩和策になっていない。鉱業法によりリハビリ費用は鉱山会社の会計上積み立てられているが有効な使い道となっていないのが現状である。

現地調査により明らかになった事実として、リハビリに新規技術が導入されない理由として、環境施行会社と鉱山採掘会社の癒着がある。既存の会社が既得権として(成否に関わらず)既存のリハビリ手法を実行しており、またリハビリを進める際の鉱山採掘会社との複雑な手続きが新規参入を阻んでいる。

(4) STによる砂漠移動防止工法の確立

PLA サンドチューブ(ST)による砂漠移動防止効果は、中国内モンゴル自治区に於ける実証実験で確認しており、今FS事業では、STの機械設置工法を以下の内容で評価・検証した。(10月11~12日)

①実験目的・実験場所

(a)実験目的: 機械化によるST設置効率を手作業と比較検証し、また使用車輛の能力を検証する。

(b)実験場所: 鳥取大学 乾燥地研究センター(写真29参照)

<鳥取砂丘実験地>



(c)実験現場: ST(草方格)設置実験面積約 500 m² (10m × 50m) で評価・検証(写真29参照)

<写真29: 鳥取砂丘実験地概観>



PLA 設置前の試験場

PLA 設置後の試験場

②使用車輛の仕様・価格

(a)仕様概要

- ・車輛名: YAMAHA RHINO (ヤマハ ライノ)
- ・カテゴリ: SIDE x SIDE Vehicle
- ・開発コンセプト: 全地形走行車輛の二人乗り四輪駆動のオフロード・ビークルとしての開発車輛

(b)仕様詳細

- ・車輛本体: 2,885x1,385 x 1,853mm(荷台 883x1,112 x 312mm)
- ・乾燥重量 544kg、荷台許容 182kg、牽引力 550kg
- ・エンジン: 686cc、水冷、4ストローク SOHC、4バルブ
- ・駆動方式: 2WD, 4WD シャフトドライブ
- ・サスペンション: 独立式ダブルウィッシュボーン
- ・燃料タンク: 32リットル

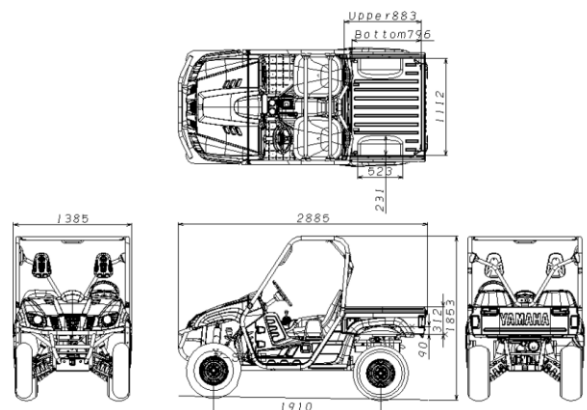
(c)参考価格(南ア購入の場合、'12年11月試算)

・小売価格: 130,000 ランド(含 VAT14%)

US\$換算: 約 14.8 千\$)



YAMAHA RHINO 700 4 x 4



③実証実験

(a)実験 1: 工法準備(砂充填)作業の効率検証

- ・目的: 砂充填作業の効率を評価・検証する。
- ・実施: ホッパーを用いた砂充填作業(右写真)
- ・結果: 約 180m/人・時間(2人でST長さ約 12mのホッパー砂充填に約 120秒を要した。)



ホッパーに PLA サンドチューブ装着



ホッパーを利用した砂の充填作業

(b)実験 2: 工法準備(車両積載)作業の効率検証

- ・目的: 車両積載作業の効率を評価・検証する。
- ・実施: 砂充填 ST の車両積載作業(右写真)
- ・結果: 約 1,211m/人・時間(※3人で長さ約 115mの車両積載に約 114秒を要した。)



(c)実験 3: 設置工法(車両設置)の作業効率検証

- ・目的: 車両設置作業の効率を評価・検証する。
- ・実施: 砂充填 ST の車両設置作業(右写真)
- ・結果: 約 1,617m/人・時間(※運転手 1人、設置者 3人で車両設置に約 64秒を要した。)



(d)実験 4: 比較工法(手作業)の作業効率検証

- ・目的: 手作業での設置効率を評価・検証する。
- ・実施: 手作業による充填・設置作業(右写真)
- ・結果: 約 29.33m/人・時間(1人で長さ 231mの手作業設置に 4.5時間を要した。)



筒から直接、手作業で砂充填



充填作業と設置が同時進行

(e)実験 5: ST 設置後の車両走行影響検証

- ・目的: 施工後の車両走行影響を評価・検証する。
- ・実施: ST 積載状態で施工面を走行(右写真)
- ・結果: 約 810kg の砂充填 ST を積載した約 1.3t の合計重量で施工面を走行した結果、破損等のダメージは見られなかった。



PLA サンドチューブを走行



チューブにダメージは認められない

(f)実験 6: 積載時の車両走行状態検証

- ・目的: 運搬時の車両走行状態を評価・検証する。
- ・実施: ST 積載状態で斜面等、走行(右写真)
- ・結果: 重量約 1.3t での平地走行は問題無かった。傾斜地走行は荷姿、傾斜角度、車両重心等を考慮した走行が必要。



傾斜地での重荷による走行試験



人の移動手段としての活用

④結果まとめ: ST 機械設置工法の評価・検証結果は以下の通り(図表19参照)

(a)ST 機械設置工法の評価・検証結果:

- ・従来工法(手作業設置)対比で 6 倍の効率改善を確認した。(図表 19 の実験水準 1 と 4 の比較)
- ・バギー車による設置速度は 1,211m/人・h で、ST への砂充填速度 180m/人・h より圧倒的に速い。今工法では、砂充填速度の向上が課題である。

(b)使用車輛の評価・検証結果:

・設置後の走行影響や運搬時の走行状態は問題無い。

<図表19:実験結果のまとめ>

水準	実験・目的 [評価・検証対象]	実施	結果
1	新工法準備(砂充填)の作業効率	ホッパーを用いた砂充填作業	約 180m/人・時間
2	新工法準備(ST 積載)の作業効率	車輛への砂充填 ST 積載作業	約 1,211m/人・時間
3	新工法施工(車輛施工)の作業効率	車輛による ST 施工作業	約 1,617m/人・時間
4	旧工法施工(手作業)での作業効率	手作業による充填・設置作業	約 29.3m/人・時間
5	車輛走行影響(施工面上)	施工面上を車輛走行	問題無
6	車輛走行状態(運搬時[施工物・人])	平地・傾斜地等を車輛走行	問題無。傾斜地課題有

(5)文献及び現地調査によるベース情報

①農業セクター

南アフリカの農業の構造、歴史、背景などについて、文献による調査を実施した。

(a)南アフリカ農業の構造

南アフリカの農業は、白人による商業農業(農業GDPの80%)と、黒人による自給自足農業の二重構造となっている。このような構造を解消できない背景は、以下の通り。

1910年に南アフリカ連邦が形成され、新政府は鉱山及び白人農場への労働力確保のため、1913年「原住民土地法」を成立し、アフリカ人とヨーロッパ人の土地を分離し、アフリカ人居住地域を作るとともに賃金労働による大農場経営企業だけを認めた(小作制度の廃止)。アフリカ人農民は公的な活動への参加を認められず、各種の支援を受けられなくなった結果、収入や財産を失い生活状況が急速に悪化。白人農民層に対しては、1912年に融資を行う「土地銀行」を設立し、独占的流通機構の設立、研究普及やインフラ供給などの支援を強化した。

1948年にオランダ系移民が支持する国民党が政権に就くことにより、人種隔離政策(アパルトヘイト)が更に強まり、1951年「アフリカ人管轄法」と1959年「バンツール自治政府促進法」により、Pede, Sotho, Tswana, Swazi等、部族ごとの「自治国」が人工的に造られ、1960-80年に350万人のアフリカ人が強制移住させられた。この強制移住が複雑な力関係を生み、地域における権威をめぐる争いが起こるとともに、既存の社会ネットワークの瓦解によりコミュニティが分裂した。

(b)農業政策

上記を背景として、政府は、アパルトヘイト崩壊後、格差と歪みの是正のため以下の取り組みを推進。

- ・農業生産性及び生産量の増大による南アフリカ全体の経済成長への貢献
- ・貧困層の収入向上(小農・中農が自給及び販売用生産を改善できる機会の創出)
- ・農業セクターでの新規雇用機会の創出
- ・生産拡大と資源の公正な分配による食料安全保障の向上

具体的施策は、以下の通り。

- ・補助金と技術支援を伴った市場型土地分配プログラムの導入
- ・土地保有改革、土地返還
- ・全ての流通公社・統制価格・各種補助金の廃止、土地銀行の役割転換、大農への融資支援の廃

止、干魃の影響を受けた商農の債務帳消しの改善等。

政府は特に、黒人層の貧困削減、格差是正のため、生産性の高い小規模及び中規模農民の育成を目指している。更に、1997年の農村開発フレームワーク(RDF: Rural Development Framework:)は貧困に強い焦点をあてており、主な目標は以下の通りである。

- ・地方・農村住民の地方政府での決定段階からの参加
- ・雇用創出と経済開発
- ・人口密度が高く、孤立した地域での基礎インフラの提供と公共サービスの向上
- ・地区行政組織(local government)の能力向上・持続性の確保

(c)農業支援策

公的農業技術普及サービスは白人農家と旧ホームランド地域で格差があり、前者に技術を持つ普及員(大卒以上)が集中、普及には予算・スキルが不十分である等の問題がある。農協、投入財会社、取引所などを含む民間セクターでも公的普及サービスとほぼ同じ規模の普及サービスがある。州及び国の農業省は共同で普及支援計画を行っており、特に、研究と普及の連携(FSR-E : Farming Systems Research and Extension:)の導入による農民と研究者の対話促進、普及員の再研修(2,400人の再研修を予定)、農協による普及員の雇用や民間セクターとのパートナーシップ等に取り組んでいる。

研究開発機関のARC(Agricultural Research Council)は、1990年に農業技術開発及び技術移転の研究のため設立され、農業省と文部科学技術省が所管、650人の科学者、その他2,500人のスタッフが在籍している。持続可能な農業・畜産に関する研究開発を進めており、約200のフィールド・プロジェクトがある。農業研究予算の60%がARCへ拠出されており、ARC資金の内訳は、国会予算が65%で国際ドナーからの資金は予算の5%以下である。主なドナーはNORAD, CIDA, DfID, GTZ, France, EU, USAIDである。

(d)農業金融

現在、小農・貧農が利用できる金融サービスはほとんど無い。農業貸付委員会による比較的貧しい白人商農に対する貸付は1997年に廃止、旧ホームランド地域での各州開発金融公社によるアフリカ人小農に対する支援は利用者が少数であった。農村金融サービスに関する政府方針は、農協、取引所、土地銀行等が農業金融実施機関となるよう提言している「農村金融サービスに関するストラウス委員会」の提言に基づいている。土地銀行は貧農に対応すべく貸付プログラムを作成。貧農への貸付での問題は返済能力だが、担保を土地から移動可能な財産に移行し、また、貸付機関の貸付を促す保障スキームとして、土地銀行が「リスク保障基金」で損失を一部補填する。更に、貸付仲介業者が不足しているため、取引コストの削減などの導入支援によって組織支援を図っている。

金融サービス協同組合としての村銀行の発展が注目されている。村銀行はすでに多様な金融サービスを進めており、「小規模サトウキビ生産者金融支援基金」などは45,000人の農民に施設を提供している。政府は、今後は技術的支援及び法整備のみに徹する方針で、農業省は必要な場合のみ規制やガイドラインを作成、農村金融システムのモニタリング及び評価を行う。

(e)農民の協同組合

農民組織には、農民協会、協同組合等があり、マーケティング、土地管理、土地・情報やサービスへのアクセスに取り組んでいる。その上に地域あるいは州レベルの組織があり、各種のサービスを提供、更に国家レベルでは連合体として政策提言を行っている。既存の大規模農協により小農へのサービスは拡大されるが、更に小農の組織化支援が望まれており、NGOや教会組織にファシリテーターとしての役

割が期待されている。政府は農民組織に対し、融資面での優遇や補助金を行うことは無く、なるべく介入せず、研修、家畜検疫、インフラ整備、金融サービス整備に限った役割を担う方針である。

(f)土地制度

1997年に土地問題省(Department of Land Affairs)が議会に提出した「土地改革白書」は、土地なし層に対して土地へのアクセス付与の枠組みを提示し、土地改革プログラムとして下記3つに取り組んでいる。

・土地返還(Land Restitution)

1913年の人種差別的な法律により土地の権利を剥奪された人への土地返還を目的とする。土地申立裁判所及び土地返還委員会が設立され、申立から返還実行まで約18年間かかる予定で、原則は剥奪された土地の返還であるが、不可能な場合は代替地提供や補償金支払いとなる。土地返還対象者は、最大15,000 ランドの補助金を受けることができる。

・土地再分配(Land Redistribution)

社会的弱者への居住及び生産用地へのアクセス提供を目的とし、アパルトヘイトで不利益を被った人々全てを対象とする。市場での自発的な土地売買を基本とするが、土地購入者は一世帯当たり最大15,000ランドの補助金を受けられ、集団での土地購入も奨励されている。

・土地保有改革(Land Tenure Reform)

「土地改革(労働小作人)法」(1996年)は、土地保有権を全南アフリカ人に法的に保証することを目的とし、旧ホームランドの共有地の住民や白人農場の農場労働者など、土地の法的な権利を持たない人々に対し、立ち退き防止と、居住・耕作してきた土地の取得を認可している。但し、黒人農民層の土地保有は進んでいないのが実態。

(g)灌漑政策

現在、南アフリカではすでに50%以上の水が灌漑目的で使われており、更に都市及び産業地域からの水の需要が急速に伸びているため、灌漑地の拡大は最大でも20万haとなる。灌漑政策においては、既存の灌漑スキームのリハビリ、20万haの灌漑地開発、政策実施のための効果的な組織制度の構築、水利用の効率性の改善の4つの課題が挙げられている。

「水政策白書」及び1998年の「水関連法」において、水供給は全国民の利益のために、持続的に平等な形で、保護、利用、管理されるべきとしている。この水関連法制定後は許可制によって全国民の水へのアクセスが規制され、水需要が高ければ水利用者の利用料金が上がることとなる。農業も、より合理的、かつ持続可能な水利用パターンへの変更が必要となる。

(参考文献:(a)~(g) JICA 南部アフリカ研究会報告書・第2巻別冊 南アフリカ現状分析資料編)

②産業セクター

南アフリカの鉱業の構造と環境規制について、文献による調査を実施した。

(a)南アフリカ鉱業の構造

南アフリカでは鉱業は主要産業であり、関連業界を含め GDP の 18%に貢献しており、輸出の 18%を占める。生産される鉱産物は、鉄、貴金属(金、白金)、ベースメタル、石炭で、白金、クロム、バナジウムは世界一の生産量を誇り、日本の輸入ランクでも上位を占める。

その構造は、アパルトヘイトと、地下資源所有権が地上権者に属す(地下資源は国家に属するのが世界の趨勢)という南アフリカ特有の制度により、白人が黒人労働者を支配する構造であったが、マンデ

ラ政権発足後、個人に属していた鉱業権を国に返還するという鉱業法の改正により制定された「鉱物・石油資源開発法」(2004年5月)と、黒人の経済活動への参加を促すための「鉱業憲章」(2002年10月)が実施され、構造が変わりつつある。しかし、各法・制度の実効性に問題があり、相変わらずの白人支配の継続と、一部黒人エリートへの富の偏重に対する不満を原因とするストライキが頻発する状況にある。

(b) 鉱業の環境に関する規制・法律

鉱業に対する環境保護規制を調査した結果、関連する以下の法規制を報告する。採掘権獲得に際し、採掘による環境への影響をアセスメントすることを求められ、採掘後の原状回復が原則であると規定されている。また採掘による廃棄物も厳しく規制されている。採掘権を所管するのは鉱物資源省であり、同省の指導力が、鉱業が引き起こす環境問題解決のポイントとなる。

■ 鉱業憲章

上記新鉱業法にて個人から国へ移った鉱業権を新規に獲得するために、鉱業憲章の目標を達成する必要があるとした。鉱業憲章では、9つの基準を定めたスコアカードが公表され、2014年までの達成目標が示されている。重要目標は、黒人の経営参加即ち所有権を2009年までに15%、2014年までに26%に引き上げるものだが、同国鉱業大臣から2009年実績は企業平均で8.9%しか達成できていないとの指摘があり、2010年9月に目標値をクリアしない場合のペナルティが制定され、徹底されることとなった。同憲章の根幹は、BEE(Black Economic Empowerment)政策であるが、もう一つの柱が「持続可能な開発と成長」という環境アセスメントの項目である。課題の項目で指摘したように、鉱山は鉱石自身に含まれる有害物質や鉱石分離に使用する有害物質が地下水や粉塵に紛れて周辺コミュニティに拡散するという公害問題を抱えており、環境対策は、鉱業会社個別の課題であったが、鉱業憲章で規定されたことにより、鉱業権獲得のための重い義務となった。

■ 鉱物・石油資源開発法(MPRD法 2004年施行)

MPRD法は鉱物資源省が所轄する南アフリカの鉱業活動を統括する基本法である。上述のように同法により、従来個人が所有していた鉱物・石油資源は国家の保護管理化に置かれることとなり、鉱物の試掘、採掘権利は国家に帰属することとなった。この鉱業権を申請するプロセスで、環境影響評価(EIA:Environment Impact Assessment)を実施し環境管理プログラム(EMPR:Environment Management Program)を策定・推進することが義務付けられた。尚、EIAは、環境・観光省の所管する環境管理法(NEM:National Management Act)で規定されている。

MPRD法上の環境管理規定(抜粋)は、以下の通り。

<第38項>

・試掘及び採掘事業による環境影響は、NEM法第24項(7)で規定された環境影響評価(EIA)の手続きを踏んで評価する必要がある。

環境影響についての義務

・承認された環境管理プログラム(EMPR)や環境管理プラン(EMP:Environmental Management Plan)との一致

◎自然の状態、または予定されていた状態、あるいは持続可能な開発というコンセプトに基づき、土地利用による環境影響に対し、できる限り回復措置を施す。

環境汚染に対する厳格な責任義務

- ・全ての種類の鉱業権の保有者は、その事業の結果として引き起こされた、いかなる環境ダメージ・汚染や生態系汚染について、それが認可された区画の内外にかかわらず、責任を負う。

＜第37項＞

予察調査許可、試掘権、採掘権、採掘許可、保留許可の保有者は、

- ・NEM第27節(7)で意図した環境に対する試掘と採掘が及ぼす影響について、検討、調査、評価、そして通達の義務を負う。
- ・環境影響全てを管理する義務がある。それは、EMPや認可されたEMPRIに一致させる。担当大臣の指導が無くても、予察調査、試掘あるいは採掘事業を統合管理する。
- ・自然の状態、または予定されていた状態、あるいは持続可能な開発というコンセプトに基づき、試掘や採掘事業運営によって影響を受けた環境に対して、できる限り理にかなった実行可能な回復措置を施す。
- ・予察調査、試掘、採掘事業が引き起こした、いかなる環境ダメージ・汚染や生態系汚染について、それが認可された区画の内外にかかわらず、責任を負う。

■環境管理法(NEM法 1998施行)

NEM法は、環境・観光省が所管する法律である。鉱山の環境汚染規制に関する項目は以下の通り。

＜第28項＞

環境汚染の原因を発生させ、または誘発したりする者は、その発生、継続、再発する環境汚染を防止するため、相応な処置を講じる義務がある。一定レベルの汚染を認めた許可、同意、認可を受けている場合や、正当な理由で回避、または防止ができない場合に、その者は汚染を最小限に調整する義務を負う。これは、廃棄物産出者自身が廃棄物を適切に管理することを要請するもので、環境汚染を阻止するものではない。ライフサイクルの責任を負うという原則は、廃棄物が「揺りかごから墓場まで」管理されることで、相応な汚染防止策を講じていない場合に、廃棄物産出者は、自身の廃棄物が原因となっている環境汚染に対して、義務責任を持つべきである。

■環境影響評価(EIA)

EIAの報告には下記の項目を含む必要がある。(抜粋)

- ・申請した事業による環境影響、蓄積する影響を含む事業が引き起こす可能性のある環境、社会、文化的影響の種類、範囲、期間、確率と重要性の評価
- ・申請した事業による重大な影響を緩和する適切な対策の決定
- ・環境影響の監視や管理の手配についての記述

■環境管理プログラム(EMPR)

EMPR は下記の内容を含む。

- ・申請した事業に由来する環境影響を明確にする管理法
- ・環境への応急対策や救済処置に関する手続き
- ・EMPR 実施に関わる財政的準備

■環境管理プラン(EMP)

試掘あるいは採掘の許可を法的に認可された申請者は、申請者が居住する地域の地方管理官まで通知を受けた日から 60 日以内に EMP を提出する必要がある。内容は以下の通り。(抜粋)

- ・申請する試掘、採掘事業により予想される環境への影響の記述

- ・申請する試掘、採掘事業によって引き起こされる可能性のある環境、社会経済状態、文化遺産に及ぼす影響の評価、及び、有害な影響と不利益を最小限に抑えるための緩和策を記述
- ・EMP 実施に関わる財政的準備
- ・EMP 遂行の確約

(c) マインダンプの分布、個数

南アフリカ大使館の情報では、南アフリカのマインダンプは、全体で約 6,000 個あると言われているが、現地調査でも正確な個数及び分布は掴めなかった。また、ヨハネスブルグ等大都市が集中するハウテン州では、380 個のマインダンプがあるとの新聞記事があった。

第 3 回南アフリカ訪問で、ハウテン州、ムプマランガ州を訪問したが、鉱山近くに来ると高速道路から見える範囲でも至る所にマインダンプが点在しており、周囲の森や草原の中で茶色い山が聳え立つ姿は異様である。

<写真30:ハウテン州金鉱山マインダンプ>



(d) マインダンプのリハビリテーション予算

鉱業による環境への悪影響に対する回復処置または管理に必要な資金について、MPRD 法にて、EMPR や EMP を実施するのに必要な資金を採掘実施前に準備するよう規定されている。具体的には

- ・鉱山の廃止、及び操業の最終的閉鎖
- ・残留物や潜在する環境影響の閉鎖後の管理

の費用を計上するよう求められている。また、環境への悪影響が明確になった場合、担当大臣の権限で準備資金の増額や取り崩しを指導できるとしている。

準備資金の金額は、鉱山の状況により異なるため明確な資料は無いが、2010 年の回復処置費用(リハビリ費用)は 20 億ランド(約 200 億円)に達したと言われている。(南アフリカ大使館情報)

(参考文献:(a)(b)(d)JETRO 南アフリカ共和国の環境政策と環境・エネルギー産業の現状、2003、
石油天然ガス・金属鉱物資源機構 南アフリカ共和国の投資環境調査、2006)

5. 指標(方法論)とベースラインデータ

1. 方法論: Input、Output、Outcome アプローチ

Input は RP、DI、ST のシステム導入、Output はシステム導入による直接の成果、Outcome は南アフリカが抱える農業や社会の課題解決への貢献となる。

Input		Output	評価方法	Outcome
農業セクター	砂漠・荒廃地へ RP・DI システムを設置し、食料用農作物の種を蒔く (南アフリカで実証実験実施)	①砂漠・荒廃地に於ける植物の生長 ②農業生産性の向上 ③農業用水の節約 ④農地化作業工数の検証 ⑤事業性の検証	A BC D E F	①農地面積の拡大 ②農作物の収穫増と食糧不足の緩和 ③農業への就業人口増加と雇用拡大
	砂漠・荒廃地へ RP・DI システムを設置し、産業用農作物の種を蒔く (実証実験は見送り)	①マインダンプに於ける植物の生長 ②鉱山会社が遵守義務を負う環境マネジメント規制へのソリューション提供 ③事業性の検証	A G H	①近郊のコミュニティへの砂塵被害を縮小 ②脱石油燃料(バイオ燃料)の拡大に貢献
	砂漠・荒廃地へ RP システムを設置し、植物の種を蒔く (南アフリカで実証実験実施)	①マインダンプに於ける植物の生長 ②鉱山会社が遵守義務を負う環境マネジメント規制へのソリューション提供 ③事業性の検証	A G H	①近郊のコミュニティへの砂塵被害を緩和
ST 設置工法の機械化 (鳥取大学で実証実験実施)		①ST 設置作業効率の向上	I	①強風地域での砂漠農地化推進時に短時間で設置し農地への砂被りを防止

<評価方法>

* ベースライン: システム設置無しの状態(現状)

A: 実証実験により植物の生長有無を確認

B: 植物の生長(高さ)を比較 RP・DI システム/ベースライン

C: 単位面積当たりの農作物の育成率(育成株数/播種数)を比較 RP・DI システム/ベースライン

D: 単位面積当たりの水の使用量を比較 RP・DI システム/ベースライン

- E: 単位面積当たりの作業工数について RP・DI システム設置工法と既存農法による農地化工数を比較
 F: RP・DI 設置費用と農作物収入による収支を検証
 G: 鉱物・石油資源開発法等南ア鉱業における環境規制の調査
 H: 価格、緑化の持続性について、RP システムの競合品比優位性を検証
 I : ST 設置効率(工数・時間)を比較 ST システム/ベースライン

2. ベースラインデータ

		出所	資料名 等	調査項目
農業	①	JETRO	経済統計資料 南アフリカ市場と市場開拓	南アの人口、GDP、失業率、市場
	②	ネタフィム	TuTiempo.net	南ア気候変動(降雨量推移)
	③	南アフリカ大使館	Economic Review of the South African Agriculture Maize Market Value Chain Profile 大使館員へのヒアリング	南アの農産物の種類と生産高、 農地面積、品種別価格、単位収穫 量
	④	JICA	南アフリカ・現状分析資料	南アの農業構造、農業就業人口、 貧困問題、人種差別問題
	⑤	FAO	FAO:Hunger statics	南ア食糧不足の現状
	⑥	家の光協会	「アフリカ農業と地球環境」 齋藤晴美監修	アフリカの砂漠化事情 水源の分布
	⑦	アフリカビジネスパートナーズ	ヒアリング	南アの農業構造
	⑧	福井県農業試験場	ヒアリング	RP・DI適正施行、生産性
	⑨	Land Bank	現地ヒアリング	南アの農業融資の実態
	⑩	HUMANA	現地ヒアリング	南アの小農支援の実態
	⑪	UNDP	現地ヒアリング	南アの支援プログラム
産業	⑫	石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC)	南アフリカ共和国の投資環境調査 世界の鉱業の趨勢(2011) 南アフリカの鉱業事情	南ア鉱業の歴史、構造、現状、 主要鉱山の分布、環境対応状況
	⑬	日本政策金融公庫国際協力銀行	鉱業の発展と鉱山国有化をめぐる 議論	
	⑭	JETRO	南アフリカ共和国の環境政策と環 境・エネルギー産業の現状	南アの鉱業と環境問題
	⑮	iol news	Toxic mne dumps threaten Joburg Removal of mine dump halte	マインダンプ公害問題
	⑯	EcoPartners	South African mine dumps	マインダンプの個数、リハビリ

⑰	DRD gold Shanduka coal ARM Gold Field	鉱山会社現地ヒアリング	マインダンプの現状、リハビリの実態
⑱	日本国際地域開発学界	アフリカにおけるジャトロファの適正利用	アフリカのバイオ原料生産状況

6 適応対策において今後見込める成果

1. 農業セクター

(1) RP・DI システムによる南アフリカでの実証実験による成果 (Output)

①植物の生長

7 項(3)で記述したとおり、南アフリカでの実証実験により、荒廃地へ RP・DI システムを設置し食料用農作物が育成することを確認した。システムを置かない裸地は、不毛であった。

②農業生産性の向上

7 項(3)で記述したとおり、実証実験では、わずか 4 週間という短期間での実績であるが、RP・DI は RP のみと比較し、生長性(高さ)136%、育成率 607%という結果となり、RP・DI システムによる効果が非常に高いことを実証した。

③農業用水の節約

7 項(3)で記述したとおり、実証実験では、RP・DI は RP のみと比較し、64%の用水量で植物は生長した。これは、植物生長の条件において、36%節水した事となる。

以上より、RP・DI システムは、水源さえ確保できれば、場所を選ばず、コンクリート上でさえも農作物を栽培でき、且つ通常の農法より植物の生長性、育成率が高いことから、農地拡大及び農作物生産性向上に対し、高い効果を期待できる。

④農地化作業工数の検証

実証実験により FL 区 1ha 設置に要する工数は、RP 設置で 2,560 人・h であったが、土充填機を改良した日本での実証試験をベースに換算すると、850 人・h まで改善する。一方、荒廃地を農地化する場合、従来農法では表層の土と肥料を混ぜて鍬と鋤で耕す必要があるが、日本での農作業時間を参考に計算すると 400 人・h となる(福井県農業試験場ヒアリング)。以上により、RP 工法は、従来工法と比較し、鍬・鋤で農地化できる場所では劣位だが、砂地や岩場、斜面等従来工法では農地化困難な荒廃地では優位となる。

⑤現地調査に基づく農業セクターに於ける RP・DI システムの事業性検証

(a)ターゲット

現地ヒアリング調査及び文献による調査の結果、食料の安全保障、貧困の撲滅というアフリカの抱える課題解決を最終目的として、主要ターゲットは「商業農業を目指す小規模農家」とする。

(b)RP・DI システムの価格モデル

小規模農家向け低コストシステムでの販売単位 100 m²の価格と、商業農家を対象とする 10,000 m² (1ha)の価格モデルを図表 19 に示す。

・価格に含まれる内容: RP・DI 材料費、設置指導料

・ユーザー負担費用: RP・DI 設置作業費、貯水タンク代、ポンプ代、種子、肥料、水道代、電気代

・前提: 為替 85 円/\$、ヨハネスブルグ着荷ベース、RP は日本製造、DI はイスラエル・南ア製造

<図表 19: 農業セクター向け RP・DI システム価格モデル>

	小規模農家	商業農家
価格	640 \$ / 100 m ²	30, 700 \$ / ha
システム内容	<ul style="list-style-type: none"> ・水の点滴灌漑のみ ・点滴量管理は手動 ・肥料は 1 作目分は RP 中に入れ、2 作目以降、上から散布 	<ul style="list-style-type: none"> ・水＋液肥の点滴灌漑 ・点滴量管理は手動

(c) 事業性検証

1ha の農地を新設する場合を想定する。Land Bank は融資期間 5 年を想定しており、例えば 1% の低金利で融資した場合、RP・DI システム費用 30, 700 \$ の返済のためには、年間 6,500 \$ 程度の収入が必要(種、肥料、水のコスト抜き)であり、農家出し値 300 \$ / t のメイズで試算すると、22t / 年の収穫量が必要である。2010 年度の南アフリカにおけるメイズの単収実績は平均 4.1t / 年だが、灌漑を整備した場合 10t まで上がった実績があり(Land Bank)、RP・DI システムも 10t の収穫量を前提とすると、目指す収穫量は 2 倍である。事業化のためには、無償援助を入れたスキームの構築や、RP の現地生産等踏み込んだコストダウンを実行することにより、費用の半分をカバーする必要がある。

(2) 期待される成果 (Outcome)

事業性の課題を解決した後に期待される成果を以下に述べる。

① 農地面積の拡大

Land Bank へのヒアリングによると、南アフリカに於ける小規模農家は約 70 万人で、彼らの周辺にある農業放棄地及び、過剰耕作により生産性の低下した土地が市場となる。小規模農家 70 万人のうち、10% が商業農家を目指し 1ha の農地を拡大すると仮定した場合、RP・DI システムの市場は 7 万 ha となる。

② 食料不足の緩和

7 万 ha の農地拡大は、メイズ(トウモロコシ)の単収で試算すると 28.7 万 t の食料増となる。これは、166 万人分の年間穀物消費量に相当し、南アフリカにおける食料不足人口 250 万人(FAO)の 73% を救済することとなる。

③ 農業収入の拡大

7 万 ha の農地拡大は、8,610 万 \$ の農業収入増を産み出す。これは、農業 GDP を 0.5% 押し上げ、ベ-スビジネスである農業の拡大に貢献する。

2. 産業セクター

(1) RP・DI システム及び RP システムによる荒廃地緑化の想定される成果 (Output)

産業セクターでは、実証実験は、マインダンプで実施できず、更に季節が合わず産業用農産物の育成もできなかったが、農業セクター向け実験結果及び RP システムによる緑化実験の結果から想定される成果を述べる。

①マインダンプに於ける植物の成長

7 項(3)で記述したとおり、南アフリカでの RP システムの実証実験に於いて、植物の育つ環境に無い土壌でも、RP に根が定着することにより、植物が生長することを確認した。想定するマインダンプでの厳しい環境に於いても、植物の根付きが確認されれば十分に生長可能であると予測される。

②鉱山会社に対する環境マネジメント規制に対するソリューションの提供

7 項(5)で記述したとおり、鉱山採掘会社は、鉱物・石油資源法(MPRD 法)により、採掘後の鉱山を元の状態に復旧(リハビリテーション)する義務を負っているが、現状では効果的なりハビリ工法が確立されていないため、マインダンプからの有害砂塵飛散問題が収束しない。RP・DI システム及び RP システムはマインダンプにおける植物育成及び定着を期待できることから、環境規制課題に対する有効な解決策となり得る。

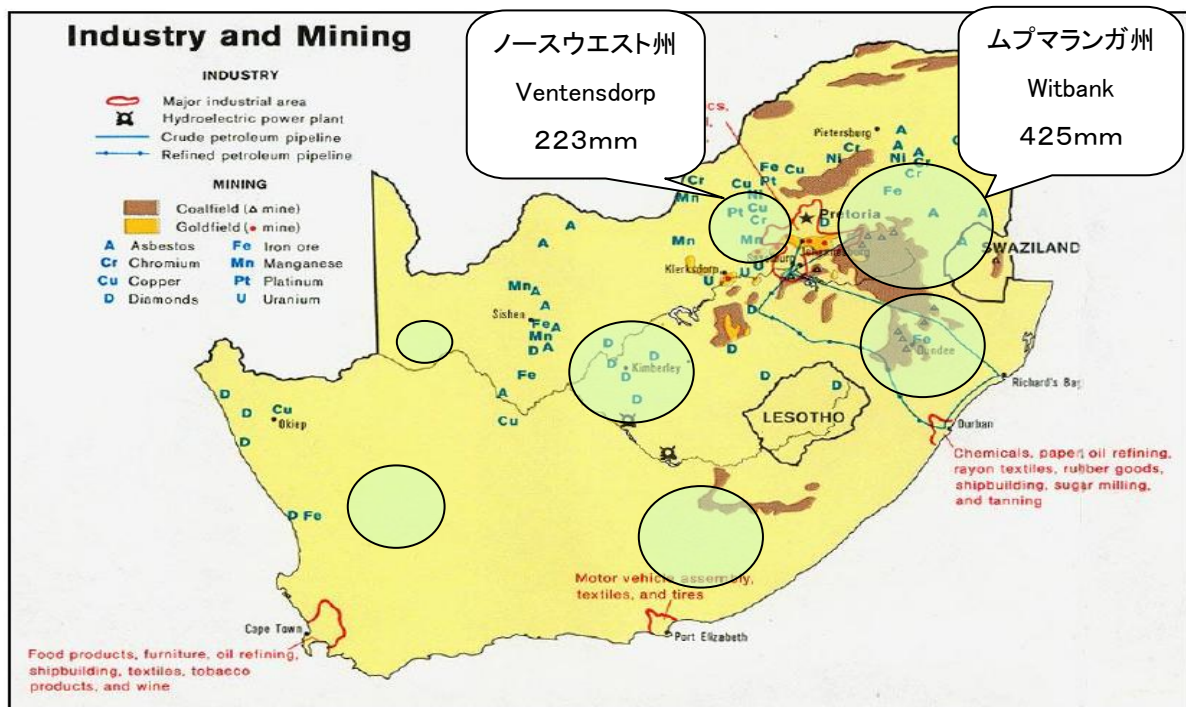
③事業性検証

(a)ターゲット

現地ヒアリング及び文献による調査の結果、コミュニティに近く、年間降雨量の少ない地域で、深刻な環境汚染をもたらす「マインダンプ」を抱える鉱山採掘会社をターゲットとする。

図表20は、主要鉱山・炭鉱プロジェクトに、2012 年度地域別年間降雨量をプロットしたものである。円の大きさは降雨量の相対比較を表現している。降雨量の多いインド洋性気候はムプマランガ州、クワズル・ナタール州西側の 1,500m の高地にぶつかり、その西に位置するハウテン州、ノースウエスト州は乾燥気候となる。ムプマランガ州、クワズル・ナタール州に位置する石炭鉱山のマインダンプは、降雨量が多く自然緑化し易い条件下にあるが、ハウテン州、ノースウエスト州の金鉱山マインダンプは乾燥地のためリハビリ困難な地域となる。従って、上記ターゲットに適合するのは、乾燥地でコミュニティが近郊にあるハウテン州に位置する金鉱山のマインダンプとなる。

<図表20: 主要鉱山及び降雨量(石油天然ガス・金属鉱物資源機構・2011 資料に加筆)>



(b) 価格モデル

緑化のみを目的とした RP システムと産業用農作物栽培を目的とした RP・DI システムの価格モデルを図表20に示す。DI は、コンピューター管理による自動システムとした。

- ・価格に含まれる内容: RP・DI 材料費、設置指導料
- ・ユーザー負担費用; RP・DI 設置作業費、貯水タンク代、ポンプ代、種子、肥料、水道代、電気代
- ・前提; 為替 85 円/\$、ヨハネスブルグ着荷ベース、RP は日本製造、DI はイスラエル・南ア製造

<図表20: 産業セクター向け価格モデル>

	RP システム	RP・DI システム
目的	緑化	産業用農作物栽培
価格	27, 000 \$ / ha	54, 200 \$ / ha
システム内容	・RP のみを設置	・水+液肥の点滴灌漑 ・水、液肥量はコンピューター管理。最も省力化した高機能灌漑システム

(c) 競合品との比較

現地調査の結果、既存のマインダンプのリハビリテーション手法は下記の通りである。

- ・ネット及び土嚢、石による砂飛散防止
- ・灌漑
- ・ネットと灌漑の組み合わせ

環境コンサルタント会社がリハビリテーション手段を提供し各社、各マインダンプの手法で砂飛散防止に取り組んでいるが、決定的手法は確立されていない。最も洗練された手法に見えた DRD gold 社のマインダンプリハビリ手法は、ネットと灌漑設備の組み合わせ手法で、コストは 1ha 当たり 14, 000 \$ とされているが、ネットの耐用期間は 1 年で毎年張り替える必要(ネット費用は 5,900 \$)があるとのこ

と。緑化のみを目的とする場合、RP システムとの比較となり、初期費用は RP の方が 13, 000 \$ 高いが、4 年間の総費用で逆転する。

また、緑化効果は、土壌の影響を受けない RP の方が高い。

(d) 産業セクターでの事業性検証

南アフリカでは、鉱山で採掘する場合、鉱物・石油資源開発法 (MPRD 法) により、採掘による環境負荷の低減を義務つけられており、違反すると採掘権の更新が認められない。マインダンプのリハビリも義務化されているが、乾燥地では現状有効なリハビリ手段が無いため、近隣コミュニティへの汚染された砂塵の拡散が問題視されている。

マインダンプリハビリに掛ける費用は、2010 年度の総額で 20 億ランド (約 200 億円) と言われており、現状有効なリハビリ手段が無い状況下では、大きなビジネスチャンスである。

鉱山会社への効果的なマーケティング即ち、既存手法と比較しリハビリ効果が高いという優位差を提案することにより、事業化できる可能性は高いと判断する。

(2) 期待される成果 (Outcome)

① コミュニティへの砂塵被害の緩和

鉱山近郊のコミュニティとは、採掘労働者の居住区であり即ち黒人の居住区である。採掘労働者は鉱山の閉山と共に職を失い、且つマインダンプからの有害な砂塵被害を受けるという 2 重苦の中にある。RP によるマインダンプのリハビリ事業は、コミュニティへの砂塵飛散被害を緩和すると同時に、RP 設置作業という新しい「仕事」が生まれ、コミュニティの失業率低下へ貢献する。

② 環境負荷低減への貢献 (Bio-fuel の原料)

南アフリカのエネルギー源は、石炭が 70% を占め、バイオマスを含む再生可能エネルギーが 10% である (出所: IEA/ Energy Balance of Non-OECD countries 2010)。再生可能エネルギーの比率は、日本等先進国の 5~9% のレベルと比較して同等以上であるが、その背景には、電力が普及していない黒人家庭が熱源として未だに薪、糞等を利用しているという事情がある。COP17 が南アフリカのダーバンで開催されたことにより GHG 削減に対する意識は高まっており、今後、不足電力の補填及び自動車向けに、石炭・石油の代替としてバイオマス燃料等再生可能エネルギーの拡大が見込まれる。

このような環境に対し、早期にジャトロファ等産業植物がマインダンプで育つことを実証し、環境負荷低減課題を解決していきたい。

3. ST 設置工法の機械化による効率化

(1) 実験による ST 設置工法効率化の実証 (Output)

ホッパーを用いた ST への砂充填装置とバギー車による ST 設置工法は、従来の手作業による設置工法と比較して、6 倍の作業効率があることを、鳥取砂丘での実験を通じて実証した。

(2) 強風地域農地化の際の ST 設置スピード (Outcome)

オプションである ST 設置はできるだけ小工数で迅速に行うことが要求される。ST は格子状に設置するため RP より設置資材が少なく、機械化による 1ha 当たりの設置工数は 112 人・h となり、RP・DI システム設置工数比 13% で主作業の工程を妨げない。また、今作業で起用したバギー車は、農地区の RP 設置作業にも活用可能であり、農地区の作業効率向上にも貢献する可能性がある。

但し、ST の価格は、12,000 \$ / ha であり、バギー車の運搬費、リース料を加味すると農業セクターへの導入は困難であり、ターゲットは産業セクターの、強風にさらされる可能性のあるマインダンプとする。

3) 「コートジボワール・ガーナにおける安全な水の供給を通じた生活/健康改善を伴う小型浄水装置の事業化検証」(ヤマハ発動機)

平成 24 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた実現可能性調査事業」最終報告書

コンソーシアム名または企業・団体名	ヤマハ発動機株式会社
事業名	コートジボワール・ガーナにおける安全な水の供給を通じた生活/健康改善を伴う小型浄水装置の事業化検証

1. 本事業の目的

国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) 第 16 回締約国会議 (COP16) では「カンクン合意」が決定された。適応分野の支援・協力にあたっては「カンクン合意」に明示されているとおり、アフリカ(サブサハラ)における脆弱性の提言及び適応能力、抵抗力の維持、増加が求められている。

一方、当社は、「世界の人々に新たな感動と豊かな生活を提供する」ことを企業理念の一つとして掲げ、長年にわたり発展途上国において、二輪車や船外機等の販売に携わり、地域住民の生活水準の向上に貢献してきた。導入を想定している小型浄水装置(クリーンウォーター装置)は、1996 年からインドネシアで開発を進め 2003 年以降、東南アジア諸国を中心に 8 カ国において実証試験や販売をしてきた。クリーンウォーター事業をビジネスとして該当国で成立させることを通じて、気候変動の影響による安全な水へのアクセス率の低下や、病気の発生拡大を軽減することが可能である。

かかる状況を踏まえ、当社は、気候変動適応案件の水資源分野において脆弱性への適応対策の計画、実施を行うべく、事業計画を立案し、途上国における社会課題の解決をビジネスチャンスと捉え実行しようとするものである。

(1) 将来の事業の目的

気候変動の影響による地球温暖化によって引き起こされる安全な水の供給の格差に苦しむ地域において、小型浄水装置を販売し、現地住民による小型浄水装置の運営を通じて「安全な水へのアクセス」を増大させることが本事業の目的である。

(2) 事業対象地域

コートジボワール国、ガーナ国全土(河川等の表流水を取水源とすることが可能な地域)。

(3) 事業国選定理由

1) 気候変動の影響

コートジボワール及びガーナは、熱帯モンスーン気候(雨季の雨量は熱帯雨林気候と変わらないが、モンスーンの影響による乾季があり多少乾燥する)である海岸部の一部を除き、サバンナ気候(夏は多雨、冬は乾燥するため一年の間で雨季と乾季がはっきりと分かれている)に属している。

ヤマハ発動機が現地事務所を通じて情報を収集したところ、両国における気候変動の影響と思われる以下のような報告を得た。

- 従来から乾季に干ばつの影響を受けている地域では、その影響が深刻化している。
- 雨季に極端な降雨の頻度と強度が増しており、洪水の影響が深刻化している。
- 以上のような現象が、河川のみならず井戸においても、水量を不安定にし、水質を汚濁させている。

このことは生態系、人間の健康、水システムの信頼性及び運営費用への影響を伴うものであり、従来の解決手法である上水道の整備と井戸の掘削だけでは解決が難しいと考えられ、小型浄水装置の導入に対する需要が見込まれる。

2) 経済状況

コートジボワールにおける貧困層の割合は 2002 年の 38.4%から 2008 年 48.9% (農村部 62.5%) に悪化している。脆弱性の特に弱い農村部の住民に対する自立支援が、必須な社会課題となっている。

ガーナの経済は農業・鉱業等に依存する典型的な一次産品依存型であり、主要輸出品も金、カカオ豆、木材が上位 3 位を占めており、国際市況及び気候変動の影響を受けやすい。主要産業の農業は国内総生産(GDP)の約 30%、雇用の約 60%を占めている。

両国とも貧困層の多い農村部住民は、気候変動の影響もあり安全な水の確保に困窮しており、本件事業のニーズは高いものと思われる。

3) 水供給状況

農村地域での安全な水へのアクセス向上は、コートジボワールで現在実施中の衛生大綱の中心課題の一つである。コートジボワール政府は「衛生大綱」達成の手段として 2008 年に「国家水供給プログラム」を策定し、給水政策を進めているが、既存の給水システムを適用できず、安全な水へのアクセスを確立できない村落への対応が課題となっている。対象国に対して行った IMF のカントリーレポートによると、安全な水にアクセスできる割合は、都市部で 75%、町等では 60%、村落部では 50%

であった。(ガーナも同等レベル)

4) 保健衛生状況

コートジボワール、ガーナの医療・衛生事情を見た場合、妊産婦死亡率、乳幼児死亡率等、様々な保健指標は劣悪であり、コートジボワール政府における MDGs の保健指標目標においても、2008 年の 5 歳未満児の死亡率は出生 1 千人あたり 123 人、乳幼児死亡率は 86 人と、依然として高い値を示している。WHO は途上国での乳幼児死亡の 90%は飲料水と劣悪な衛生状況に起因すると指摘している。よって、安全な水にアクセスできない集落（特に地方）に、この「小型浄水装置」を導入することにより、抵抗力の弱い乳幼児の、安全でない水を媒介とする感染症からの解放につながり、保健指標の改善にも寄与する。

5) ヤマハ発動機の優位性

ヤマハ発動機は、コートジボワールとガーナには特約店を設置しており、既に二輪車、船外機等のビジネスを展開していて、特約店から各種サポートが得られる状況にある。それに加え、コートジボワール・アビジャンに別途駐在員事務所を設けており、担当者を活用して、各種調査が可能である。また、事業化後の展開と効率性を考え、コートジボワールとガーナの 2 カ国をあわせて調査する。

(4) 今回の検証対象となるビジネスモデル

1) ビジネスモデル概要

第一段階として、需要者は、安全な水にアクセスできない地方村落の住民・診療所・学校等を想定している。これらの対象は貧困エリアが多いため、公的機関や各種ドナー機関の資金による購入を考えている。

第二段階としては、公的機関や各種ドナー機関に全額資金を拠出してもらうのではなく、需要者による浄水販売によって設備資金の回収が見込まれる範囲内において、購入資金の一部を需要者の自己資金や、マイクロファイナンス等の活用による借り入れにより調達する方法を考えている。

第三段階としては、需要者による浄水販売によって設備資金全額の回収が確実に見込まれることを前提に、需要者の自己資金とマイクロファイナンス等の活用により、必要資金の全額を需要者により調達することを目標としている。

西アフリカの水売り業者による浄水販売価格(20L)は、平均 5 円程度である。小型浄水装置を購入して、各種諸費用・経費を払いながら、浄水販売事業を行った場合に、その収入で装置費用ならびに経費を回収するためには約 10 年を要すると想定される。しかしながら、世界的な浄水販売価格の上昇が西アフリカにも及びつつあるところ、この傾向が今後も続くこととなれば、経費の回収期間の短縮が想定さ

れる。合わせて、装置のコストダウンによる販売価格の低下を考慮すると、回収に要する年月は大幅に短縮される可能性が高い。仮に回収までに要する期間が約5年を切る状況になったとすると、民間の浄水販売業者の需要が高まる可能性がある。

浄水装置の維持管理のために、人件費・電気代等を捻出する必要もあり、できあがった浄水は適正価格で販売することを考えている。浄水を販売することにより、維持管理費用の捻出だけでなく一定の収益が期待できるので、NGO との協業による村落開発・弱者救済活動等の費用に当てることも可能で、収益向上による貧困脱出の効果も期待できる。

2) 売上計画

現段階においては、以下の売り上げ計画を想定している。

		2014年	2015年	2016年	2017年
台数(台)	コートジボワール	1	2	5	10
	ガーナ	1	2	5	10
売上(百万円)		20	40	100	200

3) パートナー候補

本調査により、特約店候補選定。

4) 本年度の実施計画と来年度以降における事業推進上のスケジュール

2012年7月～2013年2月：実現可能性調査

2013年3月：最終設置場所決定

2013年9月：小型浄水装置設置

2014年4月：特約店設置、販売開始

2016年：FRPタンク等大物部材のアフリカ調達開始

2017年：アジア・アフリカ地域での販売100台以上を目指す。

5) 装置概要

- ・砂・砂利と自然界にいるバクテリアによる緩速ろ過をベースにした浄水装置。
- ・フィルターや凝集剤を使わず、ランニングコストが安価。
- ・専門家による維持管理が不要で、地域住民や病院学校等の管理人による自主運営が可能。
- ・浄水能力は、1日8,000リットル(800～1200人を対象)。
- ・設置面積は7×10m程度。

2. 課題

(1) 気候変動に対する適応行動の実現可能性

① 現地における気候変動の脆弱性の実態

コートジボワール及びガーナ両国全体の気候変動の脆弱性の実態を把握するとともに、小型浄水装置が設置された特定の村落に対して衛生的な水の供給を可能とするものであることから、設置可能なエリアを特定した上で、当該エリアにおける気候変動の脆弱性を把握する。

② 気候変動によって増大する社会課題としての腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率の実態

気候変動の脆弱性の実態調査と同様に、国全体における社会課題としての腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率の実態とともに、小型浄水装置設置可能場所における社会課題としての腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率の実態を把握する。

③ 小型浄水装置の活用による社会課題に対する影響

小型浄水装置の設置後、当該村落の住民が衛生的な水の利用によって、社会課題である腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率の実態がどの程度改善されたかについて把握する。

(2) 事業の実現可能性

ヤマハ発動機の提供する小型浄水装置は、河川や湖沼、池などの表流水を浄化し衛生的な水を供給することが可能な装置であり、水道が未設な地域や、井戸水が飲用に適さない地域での利用が期待されている。

既に、インドネシアやベトナムをはじめとする東南アジア諸国では、小型浄水装置の販売をしている。アフリカにおいては、セネガルで実証実験として小型浄水装置の設置・運用がなされており、地域住民の生活向上に貢献していることが確認できている。

以下において、コートジボワール及びガーナにおけるヤマハ発動機の小型浄水装置の事業化に係る課題を記載する。

① 現地関係機関との連携可能性

コートジボワールとガーナにはヤマハ発動機の特約店が存在するが、浄水装置の取扱い経験がないため、需要の把握や供給体制の整備等、情報は十分でない。小型浄水装置の設置・運営は現地の社会課題を解決することに資するものでもあり、その実現のためには現地政府、地方行政機関、NGO 等との連携が欠かせない。

本件調査事業を通じて、現地政府をはじめとする関係機関との連携可能性を調査する。

② 小型浄水装置の1基目を設置する仕組みと体制

事業の実現可能性調査にあたっては、1基目設置を前提とした調査を実施する。

まず、1基目設置にあたってのカウンターパートを特定し、カウンターパートに対しては、早い段階で1基目の設置を前提としたコミュニケーションに努め、その設置がスムーズに行えるよう努める。そのためには、設置候補地の選定とその候補地における社会課題の実態把握及びモニタリング体制の構築等を行う必要がある。

また、小型浄水装置の設置後の運用体制等についても、カウンターパートと協力してその構築に努めることとする。

③ 事業化実施にあたり必要な各種許認可・規制、輸出入手続、物流網の現状

ヤマハ発動機がコートジボワールとガーナビジネスを展開するにあたり、必要な各種制度等については二輪車や船外機等の輸出を通じて一定程度の知見はあるものの、小型浄水装置については知見が十分でなく、本件調査事業を通じて、事業化実施にあたり必要な各種許認可・規制、輸出入手続、物流網の現状を調査する。

④ 想定需要者（村落・病院・学校等）における安全な水に対する需要

いかなるマーケットにおいても需要を的確に把握することはビジネスの基本である。小型浄水装置についても村落・病院・学校等の想定需要者における安全な水に対する需要を調査することは欠かせない。

⑤ 事業推進時の価格調査

設置にあたっては、ろ材である砂利や砂を現地で調達する必要がある。また基礎工事や配管工事等の付帯工事に係る費用が設置場所によって異なるため、本件調査事業を通じて、事業推進時に必要な資材等の価格を調査する。

⑥ 小型浄水装置設置可能場所の選定

小型浄水装置は、上水道の敷設が困難な地域や井戸による安全な水の取水が困難な地域において、河川や湖沼の表流水の利用が可能な地域での利用を想定している。設置可能なエリアが広ければビジネスチャンスが拡大することとなるため、本件調査事業を通じて、小型浄水装置の設置可能エリアの確認と1基目設置候補地の選定を行う。

⑦ 上記項目を踏まえた事業化案仮説

①から⑥までの調査を通じて、コートジボワール及びガーナのそれぞれにおいて、事業を推進していく上で必要な現地関係機関を確保するとともに、需要の規模を把握し、それぞれの国に相応しいビジネスモデルの立案を目指す。

(3) 調査によって新たに判明した課題、具体的な選定地域とその地域における課題

① コートジボワールにおける政治危機の影響

コートジボワールでは、1999年12月のクーデター以降、政治的な危機が続いていたが、2011年5月にウワタラ大統領就任後、平和への復興と国家再建が図られている。しかしながら、一部残った反政府勢力が散発的に事件を起こしている事実があり、安全に留意は必要である。

② コートジボワールにおける統計データの焼失

コートジボワールでは、政治危機の影響によって過去10年以上にわたって全国規模の統計調査が行われていないことが判明した。また、既存の統計資料についても、地方政府を含めて、少なからず焼失或いは散逸してしまっていることが判明した。

③ ガーナにおける政府関係機関との協力関係

2012年12月に大統領選挙が実施され、ジョン・ドラマニ・マハマ大統領が選出されて新しい体制になった。しかしながら、現在、大統領選の不正が発覚して裁判になっているため、関係省庁との具体的な交渉は今後も難航することが予想される。また、既に現地で活動している企業や政府の下でプロジェクトを実施しているNGOによると、関係省庁からの各種許認可取得に際しては、かなりの時間と労力を掛ける必要があることが判明した。

3. 課題解決の方向性

(1) 気候変動に対する適応行動の実現可能性

① 現地における気候変動の脆弱性の実態

- コートジボワール

国全体の気候変動の脆弱性の実態を把握するため、水資源の管理・開発を統括する水・森林省より必要なデータを入手するとともに、ヒアリング調査を実施する。

小型浄水装置の設置可能なエリアにおける気候変動の脆弱性を把握するために必要なデータを入手するとともに、ヒアリング調査を実施する。合わせて、候補地で活動している NGO や住民に対するヒアリング調査を実施する。

- ガーナ

国全体の気候変動の脆弱性の実態を把握するため、気候変動と生態系の変動に関する研究及びその対応策の構築を行っている CECAR-Africa (Climate and Ecosystem Change Adaption and Resilience Research)、地方給水の管理・開発を行っている村落給水衛生公社より必要なデータを入手するとともに、ヒアリング調査を実施する。

小型浄水装置の設置可能なエリアにおける気候変動の脆弱性を把握するために必要なデータを入手するとともに、ヒアリング調査を実施する。合わせて、候補地で活動している NGO や住民に対するヒアリング調査を実施する。

② 気候変動によって増大する社会課題としての腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率の実態

- コートジボワール

国全体における社会課題としての腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率の実態を把握するため、世界保健機関等の国際機関の統計データをベースに、現地において関係機関からのデータ収集とヒアリング調査を実施する。

小型浄水装置設置可能場所における社会課題としての腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率の実態を把握するため、候補地の診療所より必要なデータを入手するとともに、ヒアリング調査を実施する。

- ガーナ

国全体における社会課題としての腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率の実態を把握するため、世界保健機関等の国際機関の統計データをベースに、現地において関係機関からのデータ収集とヒアリング調査を実施する。

小型浄水装置設置可能場所における社会課題としての腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率の実態を把握するため、候補地の診療所より必要なデータを入手するとともに、ヒアリング調査を実施する。

③ 小型浄水装置の活用による社会課題に対する影響

小型浄水装置の設置後、当該村落の住民が衛生的な水の利用によって、社会課題である腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率の実態がどの程度改善されたかについて把握するため、小型浄水装置の設置1年前から設置1年後まで、当該村落の診療所より必要なデータを入手するとともに、ヒアリング調査を実施する。

(2) 事業の実現可能性

① 現地関係機関との連携可能性

- コートジボワール

現地政府との連携可能性を調査するため、水資源の管理・開発を統括する水・森林省に対して、小型浄水装置の事業化について理解と協力を求める。また、関係機関との連携可能性を調査するため、国際 NGO (SOLIDARITES International) 及び現地 NGO (Fondation Manlan Kassi Leopold 及び Association N' CHRIST) に対して、小型浄水装置の事業化について理解と協力を求める。

- ガーナ

現地政府との連携可能性を調査するため、地方給水を管轄する村落給水衛生公社に対して、小型浄水装置の事業化について理解と協力を求める。また、関係機関との連携可能性を調査するため、国際 NGO (World Vision 及び Water Aid) 及び現地 NGO (LINKS) に対して、小型浄水装置の事業化について理解と協力を求める。

② 小型浄水装置の1基目を設置する仕組みと体制

- コートジボワール

小型浄水装置の第1号基の設置を前提とした事業の実現可能性調査を実施するため、水・森林省より候補地の推薦を受ける。

カウンターパート候補である国際 NGO (SOLIDARITES International) 及び現地 NGO (Fondation Manlan Kassi Leopold 及び Association N' CHRIST) と、その候補地における社会課題の実態把握及びモニタリング体制の構築等を行う。また、小型浄水装置の設置後の運用体制等についても、水・森林省や地方行政機関の協力を得ながら、カウンターパート候補である NGO とその構築に努める。

- ガーナ

小型浄水装置の第1号基の設置を前提とした事業の実現可能性調査を実施するため、カウンターパート候補である国際 NGO (World Vision 及び Water Aid) 及び現地 NGO (LINKS) より候補地の推薦を受ける。

カウンターパート候補である国際 NGO (Water Aid) 及び現地 NGO (LINKS) と、設置候補地の選定とその候補地における社会課題の実態把握及びモニタリング体

制の構築等を行う。また、小型浄水装置の設置後の運用体制等についても、村落給水衛生公社や地方行政機関の協力を得ながら、カウンターパートである NGO とその構築に努める。

③ 事業化実施にあたり必要な各種許認可・規制、輸出入手続、物流網の現状

- コートジボワール

事業化実施にあたり必要な各種許認可・規制、輸出入手続、物流網の現状を調査するため、水・森林省及び候補地の現地政府を通じて必要な情報を入手する。併せて、ヤマハ発動機の現地事務所及びカウンターパートである NGO を通じて必要な情報を入手する。

- ガーナ

事業化実施にあたり必要な各種許認可・規制、輸出入手続、物流網の現状を調査するため、村落給水衛生公社及び候補地の現地政府を通じて必要な情報を入手する。併せて、ヤマハ発動機の現地特約店及びカウンターパートである NGO を通じて必要な情報を入手する。

④ 想定需要者（村落・診療所・学校等）における安全な水に対する需要

村落・診療所・学校等の想定需要者における安全な水に対する需要を調査するため、候補地の住民、病院関係者、学校関係者等に対するヒアリング調査を実施する。

⑤ 事業推進時の価格調査

事業推進時に必要な資材等の価格を調査するため、カウンターパートである NGO を通じて、候補地におけるろ材である砂利や砂の現地で調達価格、及び基礎工事や配管工事等の付帯工事に係る費用を調査する。

⑥ 小型浄水装置設置可能場所の選定

- コートジボワール

小型浄水装置の設置可能エリアの確認を行うため、水・森林省、国際 NGO (SOLIDARITES International) 及び現地 NGO (Fondation Manlan Kassi Leopold 及び Association N' CHRIST) より上水道の敷設や井戸による飲料水の取水が困難で河川や湖沼の表流水の利用が可能な地域及び具体的な候補地の推薦を受ける。

推薦された地域に対しては、データやヒアリングの分析を通じて設置が可能かどうかを調査する。また、推薦された候補地については、現地調査を通じて設置が可能かどうかを調査する。

- ガーナ

小型浄水装置の設置可能エリアの確認を行うため、村落給水衛生公社、国際 NGO (World Vision 及び Water Aid) 及び現地 NGO (LINKS) より上水道の敷設や井戸による飲料水の取水が困難で河川や湖沼の表流水の利用が可能な地域及び具体的な候補地の推薦を受ける。

推薦された地域に対しては、データやヒアリングの分析を通じて設置が可能かどうかを調査する。また、推薦された候補地については、現地調査を通じて設置が可能かどうかを調査する。

⑦ 上記項目を踏まえた事業化案仮説

中央政府、地方政府、国際 NGO、現地 NGO、販売代理店等の事業化に必要なパートナーを確保するため、小型浄水装置の有用性と優位性に関するプレゼンテーションと意見交換を地道に重ねていく。また、意見交換やデータの収集・分析を通じて小型浄水装置の需要規模を把握し、ビジネスモデルを立案し、事業効果の最大化を図る。

(3) 調査によって新たに判明した課題及び具体的な選定地域とその地域における課題への対応

① コートジボワールにおける政治危機の影響

事業関係者の安全を確保しつつ小型浄水装置の事業を展開していくため、必要な情報の収集・分析を行う。

② コートジボワールにおける統計データの欠如

収集が不可能な統計データに代わる情報として、「気候変動によって増大する社会課題の状況調査」及び「安全な水に対する需要実態調査」の実施にあたっては、現地におけるヒアリング調査を実施する。

③ ガーナにおける政府関係機関との協力関係

既に、政府機関と強い繋がりを持つ衛生的な水の供給に携わっている NGO やコンサルタントとの協力関係構築に注力し、それらの組織を通じて各種許認可を取得する等事業の円滑化に務める。

4. 調査結果

※通貨レートについては、OANDAにより、2012年9月1日から2013年1月31日までの平均レートを算出し現地通貨をUSDに換算した。

1USD=502CFA、1.88GHS、82.1円

1EUR=656CFA、2.45GHS、106.9円

① 気候変動における脆弱性の実態調査

a. 水道普及率

- コートジボワール

都市部や地方主要都市における生活インフラの整備によって、コートジボワールの水道普及率はアフリカ諸国の中では比較的高いが、村落においては生活インフラ全般の整備が遅れており、水道普及率ゼロの村落が依然として多いのが実態である。2010年時点では、都市部の上水道普及率が64%に達しているのに比べ地方は16%にとどまっている。

水道の普及状況

	都市		地方		合計	
	1990年	2010年	1990年	2010年	1990年	2010年
上水道	50%	64%	5%	16%	23%	40%
上水道以外	50%	36%	95%	84%	77%	60%

(出典) Estimates for the use of Improved Drinking-Water Sources/WHO・UNICEF

- ガーナ

都市部や地方主要都市における生活インフラの整備によって、ガーナの水道普及率はアフリカ諸国の中では比較的高いが、村落においては生活インフラ全般の整備が遅れており、水道普及率ゼロの村落が依然として多いのが実態である。2010年時点では、都市部への人口の急激な流入により上水道普及率が1990年よりも低くなっている。また、地方においてもわずか3%の普及率にとどまっている。

水道の普及状況

	都市		地方		合計	
	1990年	2010年	1990年	2010年	1990年	2010年
上水道	41%	33%	2%	3%	16%	18%
上水道以外	59%	67%	98%	97%	84%	82%

(出典) Estimates for the use of Improved Drinking-Water Sources/WHO・UNICEF

b. 水質基準

- コートジボワール

コートジボワールにおいては、WHOにおける水質基準がコートジボワールにおいても適応されているため、WHOの基準を参考にするものとする。

- ガーナ

ガーナにおいても、WHO の水質基準が適応されているため、WHO の基準を参考にするものとする。

c. 浄水の販売価格

- コートジボワール

小型浄水装置の第 1 号機を設置することとなったチャサレ県ンジナウアン村では、1 万人以上の人口を抱えながら水道が敷設されておらず、住民の多くが、手押し車 1 台分 (25 リットルタンク×8 個=200 リットル) の河川の表流水を、配達距離に応じて 0.5~1 ドルで購入している。浄水については、500cc が 0.1 ドル前後で販売されているがほとんどの住民にとって購入は不可能であり、表流水を購入し煮沸も投薬もせずに飲用している。

- ガーナ

小型浄水装置の第 1 号機を設置することとなった南クワフ郡アスポニ村では、浄水 500cc が 0.06 ドル前後で販売されているが、ほとんどの住民が Volta 湖の表流水を煮沸も投薬もせずに飲用している。

② 気候変動によって増大する社会課題の状況調査

a. 気候変動の脆弱性

- コートジボワール

コートジボワールにおける気候変動の脆弱性について、関係 4 省より以下の説明があった。

- ・ 雨季と乾季の変わり目が曖昧になっている。
- ・ 年間を通しての降雨量は減少傾向にあり、川の水量や井戸の水位が減少傾向にある。
- ・ 一方で、局地的な豪雨の回数は増えており、洪水の回数が以前より増えているため、井戸への汚水の流入が問題となっている。
- ・ 1973 年に開始された人への水供給の国家プログラムによれば、村落給水に関しては、2008 年時点で 6 千カ所近くの給水地が放棄されているが、その中には洪水や乾燥等によって放棄された井戸も相当数が含まれている。

国際 NGO の SOLIDARITES International からは以下の説明があった。

- ・ これまで明確であった雨季と乾季の境目が不安定になっている。
- ・ 北部の厳しい乾燥状態が南下している。

現地 NGO の Fondation Manlan Kassi Leopold からは以下の説明があった。

- ・ アビジャン周辺地域では、気候変動の影響で降雨量が増え、洪水の影響により井戸水の水質が悪化している。

現地 NGO の Association N' CHRIST からは以下の説明があった。

- ・ チャサレ県においては、洪水の影響によって井戸水の水質が悪化している。

2010 年に水・森林省が作成した気候変動に関するレポートによれば、1960 年から 1975 年の平均気温は 26.5°C であったが、2000 年代前半には 27.4°C まで上昇している。また、1960 年から 1975 年の平均降雨量は 1,475mm であったが、1966 年には 1,191mm に減じ、2005 年には 1,030mm に減じている。

小型浄水装置の設置候補地 2 か所の現地調査を実施したところ、地方行政機関や診療所のスタッフ及び住民より、以下の説明があった。

- ・ チャサレ県ンジナウアン村では、局地的な豪雨により井戸水への汚水の流入が著しく飲料には適さなくなったため、住民の多くが河川の表流水を飲用している。
- ・ アジャケ県エプレムレム村では浅井戸が飲用に適さなくなってしまうとともに、深井戸の汚染も深刻で薬剤を投与していたにもかかわらず雨季にコレラ患者が発生した。

- ガーナ

ガーナにおける気候変動の脆弱性について、CEGAR-Africa より、1960 年代からの変化として、以下の説明があった。

- ・ 雨季と乾季の変わり目が曖昧になっている。
- ・ 南部の丘陵地帯を除き、北部及び沿岸部の乾燥が進んでおり、沿岸部の井戸では塩害が発生している。
- ・ 一方で、局地的な豪雨の回数は増えており、洪水の回数が以前より増えているため、井戸への汚水の流入が問題となっている。
- ・ 特に北部の中心都市であるタマレ周辺では、地盤が岩盤層で表土が少ないこともあり、降った雨が地中に染み込まずに地表を濁流となって流れるため、洪水の被害が深刻化している。
- ・ 村落給水衛生公社によると、破損、目詰まり、水質悪化等により使われていない井戸の数は全体の 20~30% とのことであるが、それらの相当程度は、洪水の被害によってもたらされていると推測できる。

ガーナ気象庁からは以下の説明があった。

- ・ 1961 年から 2000 年までの 40 年間に平均気温が 1 度上昇している。
- ・ アッパーボルタ（ブルキナファソ及びガーナ北部）における鉱山開発や木材資源開発によって森林破壊が進み、気温の上昇もともなってサバンナが南下している。
- ・ その結果、アッパーボルタにおける水の許容限度が下がっており、洪水が増えるとともにその被害が拡大している。

小型浄水装置の設置候補地 2 か所の現地調査を実施したところ、地方行政機関や診療所のスタッフ及び住民より、以下の説明があった。

- ・ アクラマング郡ゴモア村では、井戸水の塩分濃度が高くなり飲用に適さなくなったため、河床の水や雨水を飲料水に使っている。
- ・ 南クワフ郡アスポニ村では、雨季と乾季の時期が変わってきている。

b. 腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率に対する気候変動の影響

- コートジボワール

関係4省からは、気候変動の脆弱性による飲料水への影響が、下痢や腹痛、水系感染症の多発という社会課題を増大しており、コートジボワール政府においても深刻に捉えられているとの説明があった。

具体的には、衛生的な飲料水を常用できない村落では、病人の数が多くその大半が下痢や腹痛、水系感染症によるものであること、特に、雨季にはコレラが発生する村落もあることについての説明があった。

小型浄水装置の第1号機を設置することとなったチャサレ県ンジナウアン村(推定人口12千人)では、毎月400~700人が診療所で診察を受けている。患者の半数が、下痢、食中毒、水系感染症を患っており、その多くが非衛生的な飲料水に由来すると診断されている。また、患者の半数が15才未満の年少者で、特に5才未満の乳幼児の患者は全患者数の4割前後となっている。彼らの多くが、下痢を伴うマラリアや気管支炎を併発しており、診療所の医師からは、貧困により非衛生的な水しか飲用できないことによる下痢等によって体力が落ちたが故にマラリアや気管支炎を患っているとの説明があった。

- ガーナ

CECAR-Africaからは、北部及び沿岸部の乾燥が進んだ地域や沿岸部の塩害が進んだ地域では井戸による衛生的な飲料水の確保が難しくなりつつあり、その結果として下痢、食中毒、水系感染症等の健康被害が顕在化しているとの説明があった。

村落給水衛生公社からは、水道の敷設が進んでいない都市近郊、特に都市周辺の高台については、井戸の水位の低下が著しく、地方から流入してきた貧困層にとっては河川や湖沼の非衛生的な水を飲用せざるを得ない状況であるため、下痢、食中毒、水系感染症等の健康被害が顕在化しているとの説明があった。

小型浄水装置の第1号機を設置することとなった南クワフ郡アスポニ村(人口約16百人)では、季節によって異なるものの、毎月60人~100人が診療所で診察を受けているが、患者の4割程度が、下痢、食中毒、水系感染症等の非衛生的な飲料水に由来する病気を患っている。

c. 腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率に対する小型浄水装置導入後の効果

- コートジボワール

ンジナウアン村の診療所との間において、過去の診療記録とともに設置作

業中及び設置後の診療記録が提供されることで合意を得ており、腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率に対する小型浄水装置導入後の効果について経年変化を把握することが可能となっている。

- ガーナ

アスポニ村の診療所との間において、過去の診療記録とともに設置作業中及び設置後の診療記録が提供されることで合意を得ており、腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率に対する小型浄水装置導入後の効果について経年変化を把握することが可能となっている。

③ ビジネス環境調査

a. 浄水・河川・公共事業・村落開発等を扱っている関係各省庁との協業可否

- コートジボワール

渡航前の事前調査において、衛生的な飲料水の供給に関わる業務を所管している官庁として、企画・開発省、経済インフラ省、環境・持続的開発省、水・森林省をリストアップし、現地において各省に対してアプローチしたところ、水・森林省が水資源を包括的に所管している官庁であることを確認した。

水・森林省が、ヤマハ発動機の小型浄水装置を高く評価し、ヤマハ発動機のコートジボワールにおける小型浄水装置に係る事業を、政府としても積極的に協力すべきプロジェクトと位置付けたことにより、ヤマハ発動機は、水・森林省を議長とする、保健・エイズ撲滅省及び教育省、経済インフラ省の合議体（以下「関係4省」という。）によって、小型浄水装置に係る事業への協力を得られることとなった。

また、地方行政機関に対しては、関係4省の地方出先機関はもとより、県や市町村に対しても関係4省を通じて協力を要請することが可能となった。

- ガーナ

渡航前の事前調査において、水資源・公共事業・住宅省が衛生的な飲料水の供給に関わる業務を所管していることが明らかになったので、現地において同省水資源局にアプローチしたところ、衛生的な飲料水の供給については、都市においては水道事業を所管するガーナ水道公社が、地方においては飲料水供給事業を所管する村落給水衛生公社がそれぞれ実際の業務を所管していることが判明した。村落給水衛生公社より、ヤマハ発動機の小型浄水装置に対する評価を得ることができ、小型浄水装置に係る事業への協力を得られることとなった。

b. 当該国における気候変動による脆弱性の改善への寄与

- コートジボワール

関係4省との協議を経て、小型浄水装置に係る事業に対しては、コートジボ

ワールにおける気候変動による脆弱性の改善への寄与が期待できるとして、中央政府及び地方政府の各レベルにおいて協力を得られることとなっている。

また、国際 NGO (SOLIDARITES International) 及び現地 NGO (Fondation Manlan Kassi Leopold 及び Association N' CHRIST) からは、小型浄水装置に係る事業に対して、コートジボワールにおける気候変動による脆弱性の改善への寄与が期待できるとして、事業への高い関心が表明されている。

- ガーナ

村落給水衛生公社との協議を経て、小型浄水装置に係る事業に対しては、ガーナにおける気候変動による脆弱性の改善への寄与が期待できるとして、中央政府及び地方政府の各レベルにおいて協力を得られることとなっている。

また、国際 NGO (World Vision 及び Water Aid) 及び現地 NGO (LINKS) からは、小型浄水装置に係る事業に対して、ガーナにおける気候変動による脆弱性の改善への寄与が期待できるとして、事業への高い関心が表明されている。

c. 民間企業の事業としての成立の可否

気候変動の影響により、コートジボワールとガーナにおいては、国土全体が乾燥しつつあるなかで、不規則で局地的な豪雨が発生することにより、水道が未設の地域においては飲料用として唯一の水源であった井戸について、水位の低下や塩害、汚染が顕在化しつつある。これによって、都市化開発から取り残された地方の村落や都市周辺に流入した貧困層の生活は、衛生的な飲料水の入手が困難となり、大きな社会問題となっている。

ヤマハ発動機の提供する小型浄水装置は、河川や湖沼、池などの表流水を浄化し衛生的な水を供給することが可能な装置であり、また、初期の導入には費用が生じるものの、運用とメンテナンスにはほとんど費用を要しないことから、地方の村落や都市周辺の貧困層向けの衛生的な水の供給装置としては適当な装置である。

近年、途上国に進出した先進国の企業等が進出先途上国における CSR 活動を活発化しドナーとしての地位を確立しつつあることから、公的ドナーや最終需要者に加えて途上国に進出した先進国の企業等を新たなターゲットとすることによって、民間事業としての成立の可能性が高くなった。

d. 装置の競合状況

- コートジボワール

コートジボワールには、競合となるような小型浄水装置を販売している事業者を確認することはできなかったが、村落地域における浄水の供給手段として、Vestergaard Frandsen 社の LifeStraw が配布されていることを確認した。持ち運び可能な LifeStraw は、約 15 ドル、家庭用の LifeStraw は約 36 ドルであり、双方ともに 3 年間使用可能である。

- ガーナ

米国資本の民間企業である WaterHealth Ghana が濾過膜式浄水装置を販売していることを確認した。

WaterHealth Ghana の浄水装置が人口規模で 3 千人以上をターゲットとしているのに比べ、ヤマハ発動機の小型浄水装置は人口規模で 1 千人程度をターゲットとしているため、両社のマーケットが重なることはない。また、WaterHealth Ghana の浄水装置はフィルターの交換が必要である。維持管理にあたっては専門家の常駐が必要となるため、運転費用は毎月約 500 ドルかかる。

ヤマハ発動機と WaterHealth Ghana の浄水装置概要

	ヤマハ発動機製	WaterHealth Ghana 製
濾過方式	緩速濾過	濾過膜式
濾過量	8,000 リットル/日	65,000 リットル/日
需要者数	1 千人程度	3 千人以上
価格	65,000 ドル	80,000 ドル

(出典) 調査団調べ

e. 事業化実施にあたり必要な各種許認可・規制、輸出入手続、物流実態調査等

- コートジボワール

小型浄水装置の設置に係る許認可について、以下の通り確認した。

小型浄水装置の設置に必要な許認可と所管官庁

許認可項目	所管官庁
河川水の利用	水・森林省
取水施設の設置及び取水管の敷設	水・森林省
小型浄水装置の設置に係る土地利用	地方政府、保健・エイズ撲滅省（診療所設置の場合）、教育省（学校設置の場合）

(出典) 調査団調べ

また、小型浄水装置をインドネシアから輸入した場合、輸入関税は、20~50%程度となることを確認した。

物流については、数社の物流業者の確認したところ、アビジャンから 1 基目設置のチャサレ県ンジナウアン村への輸送費は 600~1,800 ドル程度となる。

- ガーナ

本件プロジェクトは、ガーナにとっても政府レベルで協力すべきプロジェクトとして位置付けられており、各種許認可等については、村落給水衛生公社による地方レベルも含めた協力が得られることを確認している。

小型浄水装置の設置に必要な許認可と所管官庁

許認可項目	所管官庁
Volta 湖・Volta 川の利用	ボルタ川管理公社
取水施設の設置及び取水管の敷設	村落給水衛生公社

(出典) 調査団調べ

また、小型浄水装置をインドネシアから輸入した場合、輸入関税は約 20% となることを確認した。

物流については、テマから 1 基目設置の南クワフ郡アスポニ村への輸送費は 1,200 ドル程度となる。

④ 安全な水に対する需要実態調査

- コートジボワール

安全な水に対する需要について、関係 4 省から、上水道の未整備の村落、井戸の水質に問題があるような村落においては、住人の多くが貧困層に属しており、雨水や表流水を何ら処理することなく飲用せざるを得ない状況にあるとの説明があった。

小型浄水装置第1号機の設置場所に決まったチャサレ県ンジナウアン村の住民に対して行ったヒアリング調査によると、ンジナウアン村の一般的な世帯(10人家族で4人が働いている)の場合、一世帯あたりの収入は、960~4,370ドルと推測され、貧しい世帯では1人あたり1日0.26ドル、比較的豊かな世帯でも1人あたり1日1.2ドル程度で生活していることが推定され、ンジナウアン村の住民の多くが、国連ミレニアム開発目標の目標1「極度の貧困と飢餓の撲滅」で示された国際貧困ラインである1日1.25ドル未満で暮らす人に分類されることが推察される。

ンジナウアン村では、N' ZI 川の表流水を煮沸や投薬をすることなく飲用しているため、診療所を訪れる病人の過半数が、飲料水に由来する下痢、食中毒、水系感染症の患者となっている。住民自身も表流水の飲用が自分たちの健康を害していることを自覚しており、衛生的な飲料水が適当な価格で販売されれば、相当程度の需要が見込まれる。

ンジナウアン村住民の家計収支

	項目	金額（ドル）	備考
収入（年間）	農業	245～1,000	小作
	バナナ工場	730～1,090	
	プランテーション	730～1,090	
支出（年間）	米	240～480	
	水	270～900	N' ZI 川の表流水
	肉	48～150	
	魚	7～70	
	木炭	50～70	

（注意）収入は1人あたりの金額、支出は1世帯あたりの金額

（出典）調査団ヒアリング調査

- ガーナ

安全な水に対する需要について、村落給水衛生公社から、上水道が未整備で井戸の水質に問題あるような村落、特に都市近郊の貧困層が多く住む地域においては、住人の多くが貧困層に属するため、雨水や表流水を何ら処理することなく飲用し健康を害しているとの説明があった。

小型浄水装置第1号機の設置が決まった南クワフ郡アスポニ村の住民に対して行ったヒアリング調査によると、アスポニ村の一般的な世帯（20人家族で10人が働いている）では、一世帯あたりの収入は、4,470～15,960ドルと推測され、貧しい世帯では1人あたり1日0.62ドル、豊かな世帯では1人あたり1日2.18ドルで生活していることが推定され、アスポニ村の住民の相当数が、国連ミレニアム開発目標の目標1「極度の貧困と飢餓の撲滅」で示された国際貧困ラインである1日1.25ドル未満で暮らしていると推測される。

アスポニ村では、ほぼ100%の住民が習慣的にボルタ湖の水を煮沸や投薬をすることなく飲用しているため、診療所を訪れる病人の約半数が、飲料水に由来すると思われる下痢、食中毒、水系感染症の患者となっている。

アスポニ村住民の家計収支

項目		金額 (ドル)	備考
収入 (年間)	農業	2,560~12,760	
	漁業	1,910~3,190	
支出 (年間)	米	3,000~4,000	
	芋	0	自家栽培
	トウモロコシ	0	自家栽培
	水	0	Volta 湖の生水
	肉	160~540	
	魚	0	漁の残り
	木炭	210~420	

(注意) 収入・支出ともに1世帯あたりの金額

(出典) 調査団ヒアリング調査

⑤ 小型浄水装置の設置可能性調査

a. 想定設置場所である河川湖沼の実態

- コートジボワール

コートジボワールには、Cavally、Sassandra、Bandama、Comoe の 4 つの一級河川が国土を南北に縦断するとともに、沿岸部には 8 つの二級河川が流れている。

コートジボワールの一級河川

名 称	主な支流	長さ (km)	流域面積 (km ²)
Cavally 川	—	700	28,800
Sassandra 川	Boa 川 Tienba 川	650	75,000
Bandama 川	Bou 川 Marahoue 川	1,050	97,000
Comoe 川	Ba 川 Iringou 川 Leraba 川	1,160	78,000

(出典) Master Plan for Integrated Management of Water Resources

一方、自然の湖沼が存在しないため、治水のために古来より池が作られ、現在その数はコートジボワール全土で 570 カ所以上となっている。

河川の流量については、地域ごと、季節ごとに増減が異なっているが、北部の乾燥地帯を流れる支流を除いて、河川の水が涸れることはなく、表流水は通年での利用が可能である。このことから、コートジボワールには小型浄水装置に利用可能と思われる表流水がほぼ全土に存在しているということがいえる。

地域別河川水位

地域	増水期	渇水期
北部	8月～10月	11月～5月
南部(沿岸部)	6月、7月、10月、11月	12月～3月、8月、9月(ピークは2月)
中央部	5月～11月(ピークは9月、10月)	渇水期はない
西部山岳地帯	4月～10月(ピークは9月)	1月、2月

(出典) Second National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change

- ガーナ

ガーナには、三つの大きな水系がある。特に、Volta 水系はガーナの北部と東部流れ、流域は国土の 67%をカバーしており、その多くがブルキナファソを水源としている。Volta 川の下流には Akosombo ダムによって堰き止められた川の水によって作られた世界最大の人工湖である Volta 湖がある。また、Southwestern 水系はカカオをはじめとするガーナの主要農産物の産地を形成している。

ガーナの河川水系

水系	主な河川	国土に占める流域面積
Volta	Red Volta Black Volta White Volta Oti	70%
Southwestern	Bia Ankobra Pra	22%
Coastal	Todzei/Aka Densu Ayensu Ochi-Nakwa Ochi-Amisshah	8%

(出典) National Water Policy of Ghana

河川の流量については、地域ごと、季節ごとに増減が異なっているが、支流を除いて河川の水が涸れることはなく、表流水は通年での利用が可能である。このことから、ガーナには小型浄水装置に利用可能と思われる表流水が全土に存在しているということがいえる。

Aframso における Afram 川の水位の変化 (2000 年から 2010 年の平均水位)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
水位	81cm	72cm	74cm	90cm	111cm	136cm	140cm	117cm	152cm	189cm	155cm	108cm

(出典) 水資源・公共工事・住宅省

(注意) Afrmso は、小型浄水装置第 1 号基の設置場所であるアスポニ村に最も近い観測地点。

b. 基礎工事を含む施工体制、浄水装置に使うろ材の現地調達可否

小型浄水装置の設置にあたっては、新たに設定する特約店が小型浄水装置を設置することとする。小型浄水装置を設置するためにコンクリートに基礎工事が必要となるが、今回の調査を通じて現地の建築業者をコートジボワールとガーナで数社見つけることができた。現地建築業者の能力については、1基目設置後に評価することとする

ろ材については、コートジボワールで建設用の砂利を供給している業者や川砂を扱っている個人の業者を見つけることができた。さらに、飲料水メーカーの工場用に砂や砂利を供給している業者の調査も引き続き実施し、ろ材の品質と価格を評価することで、現地調達が可能になる見通しである。

c. 事業化に向けて一号機を設置する具体的な場所の選定

- コートジボワール

関係4省の推薦を受けた複数の候補地について現地調査を重ねた結果、小型浄水装置の第1号機の設置場所をチャサレ県ンジナウアン村に決定した。高速道路沿いのN'ZI川から取水し、500mほど離れたンジナウアン村の診療所の敷地内に小型浄水装置を設置することとし、河川の表流水や土地の使用権限についてチャサレ県政府から内諾を得た。



- ガーナ

国際 NGO の Water Aid と現地 NGO の LINK、村落給水衛生公社から推薦を受け、Volta 湖畔の南クワフ郡アスポニ村を小型浄水装置の第 1 号機の設置場所に決定した。湖から 350m ほど離れた小学校の近くに小型浄水装置を設置することとし、設置にあつたての許認可取得の準備を進めている。



⑥ 事業化案仮説作成

ヤマハ発動機の提供する小型浄水装置は、河川や湖沼、池などの表流水を浄化し衛生的な水を供給することが可能な装置であり、また、初期導入には費用負担が生じるものの、運用とメンテナンスにはほとんど費用を要しないことから、地方の村落や都市周辺の貧困層向けの衛生的な水の供給装置としては最も適当な装置である。

現地での調査等を経て、以下の二つのステップを事業化案として、その実現に取り組むこととする。

- ・ 第一段階：当初、公的機関やドナー機関の資金を活用することを有力な事業化手法として検討を進めていたが、調査の結果、当該国において事業を展開している企業も CSR 活動の一翼を担うという形でドナーとなりうることが分かったため、当該企業からの資金も活用できるものとする。また、現在路上等で販売されている小袋やボトルの水の販売業者や、大量の浄化された飲料水を必要とする食品加工業者等の民間企業や個人事業主への販売も想定できる。
- ・ 第二段階については、ドナーたる NGO や企業から提供された資金の不足分を需要者自らが自己資金やマイクロファイナンス等の活用によって調達するという事業形態とともに、需要者自らが自己資金やマイクロファイナンス等の活用によって調達した資金に不足する資金をドナーたる NGO や企業の資金提供で賄うという事業形態の実現を図ることとする。

5. 指標(方法論)とベースラインデータ

(1) 評価方法

① インプット

- 小型浄水装置の導入による衛生的な水の安定的な供給。

② アウトプット

- 安全な水へのアクセスにより、小型浄水装置の設置地域における住民の疾患率が減少する。
- 管理・運営委員会によって小型浄水装置の維持・運営と売水が行われる。

③ アウトカム

- 安全な水にアクセスできない人口の割合が減少。
- 地域住民の健康改善(水由来の疾病の減少)に繋がる。
- 地域住民の生活改善(所得の増加)に繋がる

④ 評価指標

- 評価対象は、小型浄水装置の設置場所を中心に、人口1千人程度を包含する円弧の範囲内とする。
- 評価は、当該1千人を対象に、「衛生的な水の利用者数」「下痢患者数」「食中毒患者数」「浄水の売水による売上」のそれぞれについて、小型浄水装置の設置前と設置後の実数を比較することとする。
- なお、「水系感染症患者数」と「乳児死亡率」については、間接的には小型浄水装置の設置に関係すると思われるが、直接的な因果関係が明確でないため、指標の項目からは除くこととする。

インプット	アウトプット	アウトカム	評価指標
衛生的な水の安定的な供給	住民の疾患率の減少	衛生的な水の利用者数	人口1千人あたりの裨益者数
		下痢患者数	導入後／導入前の患者数
		食中毒患者数	導入後／導入前の患者数
	装置の維持運営・売水が行われる	浄水販売による売上	売水による売上金額

(2) ベースラインデータ

調査時点における、コートジボワールのンジナウアン村及びガーナのアスポニ村に関する評価指標項目のアウトカムは、以下のとおりである。

	ンジナウアン村（推定値）	アスポニ村
人口	12,000 人	1,636 人
衛生的な水の継続的利用者数	600 人	10 人
下痢患者数（年間）	4,000 人	180 人
食中毒患者数（年間）	2,500 人	120 人

（注意）データは、両村ともに、診療所において医師や看護師に対して行った聞き取り調査の結果であるが、ンジナウアン村については、全ての数値が実数ではなく推定値である。

コートジボワール及びガーナの両国において以下の3項目の実態把握等を行うため、下表に示したデータの取得を、国全体及び小型浄水装置の設置可能なエリアにおいて調査する。

- ① 現地における気候変動の脆弱性の実態把握
- ② 気候変動によって増大する社会課題としての腹痛・下痢・皮膚病等の疾病率・死亡率の実態把握
- ③ 小型浄水装置の活用による社会課題に対する影響把握

ベースラインデータ一覧

	①	②・③
気温	○	
降水量	○	
下痢患者数		○
食中毒患者数		○
水系感染症患者数		○

※ 衛生的な水とは、衛生的に管理された上水道、井戸水、雨水をいう。

6. 適応対策において今後見込める成果

適応対策に関する具体的な効果測定の方法について、目標とする評価指標の具体的な数値は以下のとおり。

インプット	アウトプット	アウトカム	評価指標	期待される成果
衛生的な水の安定的な供給	住民の疾患率の減少	衛生的な水の利用者数	人口1千人あたりの裨益者数	90%以上
		下痢患者数	導入後／導入前の患者数	10%以下
		食中毒患者数	導入後／導入前の患者数	10%以下
	装置の維持運営・売水が行われる	浄水の売水による売上	浄水販売による売上金額 (稼働率80%とする)	1日あたり Nドル(20L) X 320

評価対象は、小型浄水装置の設置場所を中心に、人口1千人程度を包含する円弧の範囲内とする。

評価は、当該1千人を対象に、「衛生的な水の利用者数」「下痢患者数」「食中毒患者数」「浄水販売による売上」のそれぞれについて、小型浄水装置の設置前と設置後の実数を比較することとする。

これらの条件をコートジボワールのンジナウアン村とガーナのアスポニ村の2カ所に反映させると、下表のような成果が期待される。

		実数	人口比	人口1千人あたり	
				設置前	設置後
ンジナウアン村	人口	12,000人	—	1,000人	1,000人
	衛生的な水の利用者数	600人	5.0%	50人	900人
	下痢患者数	4,000人	33.3%	333人	33人
	食中毒患者数	2,500人	20.8%	208人	20人
アスポニ村	人口	1,636人	—	1,000人	1,000人
	衛生的な水の利用者数	10人	0.6%	6人	900人
	下痢患者数	180人	11.0%	110人	11人
	食中毒患者数	120人	7.3%	73人	7人

今後の小型浄水装置の設置に伴って期待される成果は下表のとおりである。

なお、数値は、コートジボワールについてはンジナウアン村と同じ環境に設置した場合を、ガーナについてはアスポニ村と同じ環境に設置した場合を、それぞれ前提として算出した推計値である。

また、衛生的な水の利用者数は純増数を、下痢患者数と食中毒患者数は設置しなかった場合からの純減数を、それぞれ推計してある。

	アウトカム	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
コートジ ボワール	衛生的な水の利用者数	900 人	1,800 人	4,500 人	9,000 人
	下痢患者数	▲850 人	▲1,700 人	▲4,250 人	▲8,500 人
	食中毒患者数	▲300 人	▲600 人	▲1,500 人	▲3,000 人
ガーナ	衛生的な水の利用者数	900 人	1,800 人	4,500 人	9,000 人
	下痢患者数	▲99 人	▲198 人	▲495 人	▲990 人
	食中毒患者数	▲66 人	▲132 人	▲330 人	▲660 人

(注意) 数値は「人口1千人あたりの裨益者数×設置台数」である。

- 4) 「タンザニア共和国における農産物高温障害等に対するアミノ酸含有肥料による適応対策実現可能性調査」(味の素)

平成 24 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた
実現可能性調査事業」最終報告書

コンソーシアム名または企業・ 団体名	アミノ酸活用地球温暖化対策研究会
事業名	タンザニア連合共和国における農産物高温障害等に対するアミノ酸含有肥料による適応対策実現可能性調査

1. 本事業の目的

地球温暖化を起因とした気温上昇により農産物等植物において発生する可能性が高い、高温障害等への耐性を高めるアミノ酸含有葉面散布材「AJIFOL®」を活用し、地球温暖化問題への適用対策として最も重要である農業・食料に関連する課題の解決を図ることを目的とする。

「AJIFOL®」は、南米や東南アジアなどにおいて既に事業化を実施しているが、アフリカ大陸においては事業化がなされていない。アフリカ大陸における市場性を考えた場合、Food and Agriculture Organization の提供する FAOSTAT によると 2008 年時点の人口、2004～2006 年の農業生産額平均から考えるとナイジェリア(人口:約 1 億 5,000 万人、農業総生産額:659 億 US\$)、エジプト(人口:約 7,800 万人、農業総生産額:100 億 US\$)、南アフリカ(人口:約 4,900 万人、農業総生産額:76 億 US\$)、エチオピア(人口:7,900 万人、44 億 US\$)、タンザニア(人口:4,100 万人、農業生産額不明)、ケニア(人口:3,800 万人、農業総生産額:47 億 US\$)の 6 カ国が主要な国であると考えられる。

これらの国の中でも、タンザニアは、National Adaptation Programme of Action (NAPAs) において、地球温暖化による影響が顕在化されており、農業分野における適応策を重点分野としている。また、国際協力機構の支援により設立された Kilimanjaro Agricultural Training Centre が新たな農業技術を広げる中心的な存在となっており、タンザニア国内での拡大、他国への広がりという観点から、波及効果が大きいものと考えられる。そこで、本年度はタンザニア共和国を対象として「AJIFOL®」を活用した実証試験を実施する。

また、事業化実現のために必要となる各種検討についても本事業で実施し、将来、より実行性の高い取組を実施することの手掛かりを得ることを目的としている。

2. 課題

タンザニア連合共和国では、地球温暖化等の環境変化に伴い発現しつつある、農産物の高温障害、生産量増加および病害虫問題による食料生産への影響が挙げられる。この点については、タンザニア政府系農業研究機関である KATC でのヒアリングにおいても確認されている。

これらの課題に対して「AJIFOL®」を展開し課題解決するためには、それを利用する農業者に対して、その商品としての明確な効果と市場性を明らかにすることが大きな課題である。

その効果を明確にするためには、現地研究機関において適正な実験がなされることが重要であるが、技術面、実験資材面で十分な状況ではなかった。

現地調査では、「AJIFOL®」と同じ散布形態をとる肥料である葉面散布材を使用している実態が明らかとなり、また、既存の葉面散布材は価格が安いものの効果が低いため効果の高い製品を購入したいというニーズがあることが明らかとなった。政府としてもバウチャー制度で農業資材の購入補助を実施しており農業者が購入し易い環境整備も進んでいる。一方で、ケニアや南アフリカの農業に比べ、タンザニア農業を粗放的であり、農業資材へのニーズは比較するとまだまだ小さいのが現状である。また、自由経済圏である East Africa Community (EAC)に参加していることもあり、ケニアに比べ農産物や資材の競争力という点でも弱い状況となっている。

農家の収入や農業資材への資本投下の実態について、農家や政府機関、外資企業等へのヒアリングを実施したが、ダルエスサラームにおいて取り扱われている野菜などの付加価値が高い農産物はアルーシャやモシから供給されている例も多いことから、実証事業を実施する場所としては本事業の選定に間違いはなかったものと認識している。また、著しい経済成長に伴い地方部において、農業者の農外所得の向上の実態も把握しており、この所得向上が農業の労働力不足につながり、その結果として労働集約型農業からの脱却のため農業資材購入という日本の経験と同様の状況になるか注視することが必要である。

現地政府は外国資本の導入に積極的であり、特に肥料など貢献度の高い製品に関連する外国資本の投入に関して関税の減免など優遇策を実施しておりそのニーズの高さを理解することが出来る(調査結果において詳述)。既に進出している Yara 等欧州企業(肥料メーカー:タンザニアでは輸入販売)のコメントでも手続き面含め対政府面での課題は少ないとのことであった。また、Southern Agricultural Growth Corridor of Tanzania (SAGCOT)という政府主導のパートナーシップを展開しており、タンザニア南部において集中的な資本投下を図る計画となっており、この中には欧米企業が既に参加する形で関与しており、政府としては日本企業の参加を促したいニーズがあった。

3. 課題解決の方向性

「AJIFOL®」を展開するための課題解決策としては、その商品としての明確な効果と市場性を明らかにすることである。

- ✓ 明確な効果を明らかとするため農家の現状における農法について調査を実施した。
- ✓ 調査に基づき、伝統的農業に対して効果がどの程度あるのか示すため、施肥方法のケース分けが必要であると考え、以下のようなケースに従った実証試験を試みた。
- ✓ また、ハクサイについては水不足による試験結果への影響を考慮し、点滴灌漑を実施した。

表 1.1-1 実証試験区と栽培種の設定

試験区名	施肥方法	栽培種		
		ハクサイ	NERICA1	SARO
T0	無肥料	○		
T1	尿素	○	○	○
T2	尿素+0.2% AJIFOL®	○	○	○
T3	尿素+0.2% AJIFOL®+10mM バリン	○	○	○





ケース分けされた実証試験圃場(白菜)

- ✓ 現地研究機関における効果的な実証試験を実現するため、実証試験実施方法など細かく設計、綿密な打合せ、進行チェックを実施。実証試験に必要な資材も提供した。



図 1.1-1 本実証試験で提供した資材の例(防鳥ネット)

- ✓ 本実証試験により、資材の効果の有効性を明確化することにより農家での使用が増えていくものと期待している。

4. 調査結果

1. 現地市場調査・評価

1.1 基礎情報収集

1.1.1 社会・経済一般

(1) 人口

タンザニア連合共和国の人口は 3444 万人(2002 年現在)である。今後人口の大幅な増加が予想されており、2025 年には 6500 万人近くになると見込まれている。人口構成は 2025 年においても若年層の比率が高くなると見込まれている。州別人口をみると、ダルエスサラームに人口が集中しており、地域別では、特に都市部における人口増加が顕著になると見込まれている。

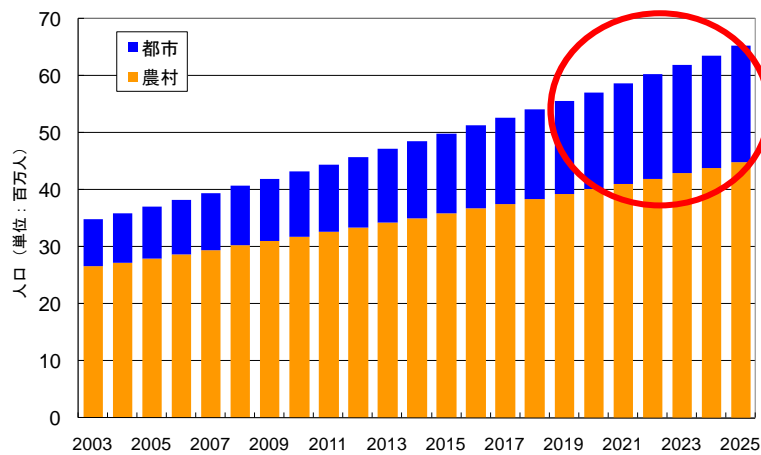


図 1.1-1 人口将来推計

(出典) NATIONAL PROJECTIONS VOLUME XII

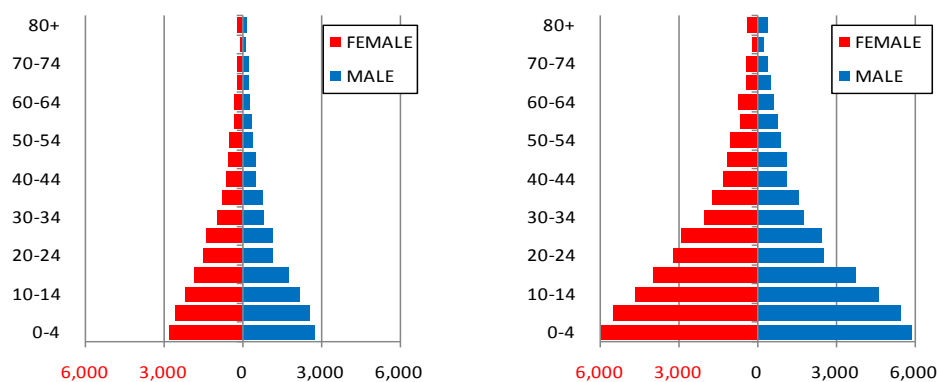


図 1.1-2 年齢構成別人口の内訳(単位:千人、左:2000年、右:2025年)

(出典) NATIONAL PROJECTIONS VOLUME XII

(2) 経済

タンザニア連合共和国の一人あたり実質 GDP は 496USD(2008 年現在)であり、2005 年の

326USD から大幅に拡大している。MKUKUTA と呼ばれるタンザニア連合共和国の貧困削減戦略ペーパーでは高い経済成長(年率 6~8%)を目指しているが、ここ数年は目標に近いペースで進展しているといえる。ただし、政府機関へのヒアリングによると、この成長は鉱業開発(金など)によるところが大きく、大部分の国民が従事している農業の成長率は相対的に低く推移している。

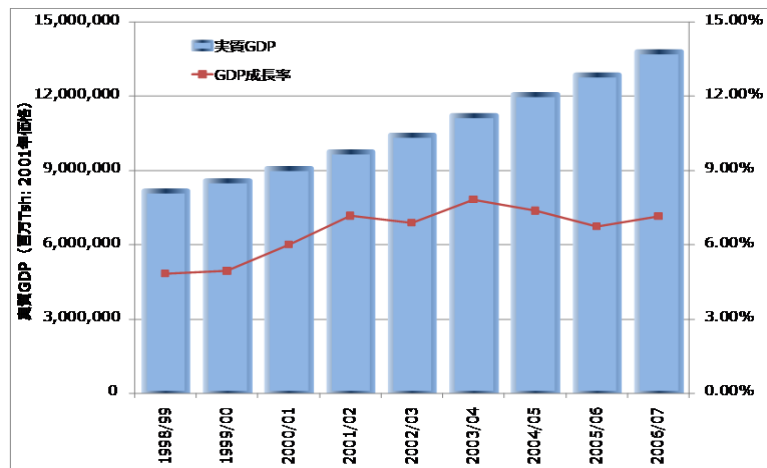


図 1.1-3 実質 GDP 推移

(出典)Ministry of Planning, Economy and Empowerment, (2007), "The status of growth and the reduction of income poverty in Tanzania", http://www.povertymonitoring.go.tz/documents/PHDR_Brief_1.pdf

タンザニア連合共和国の経済の中で最もシェアを有しているのは農業を中心とした第一次産業である。農業部門は GDP のおよそ 45%を占めており、このうち、大部分は作物生産となっている。

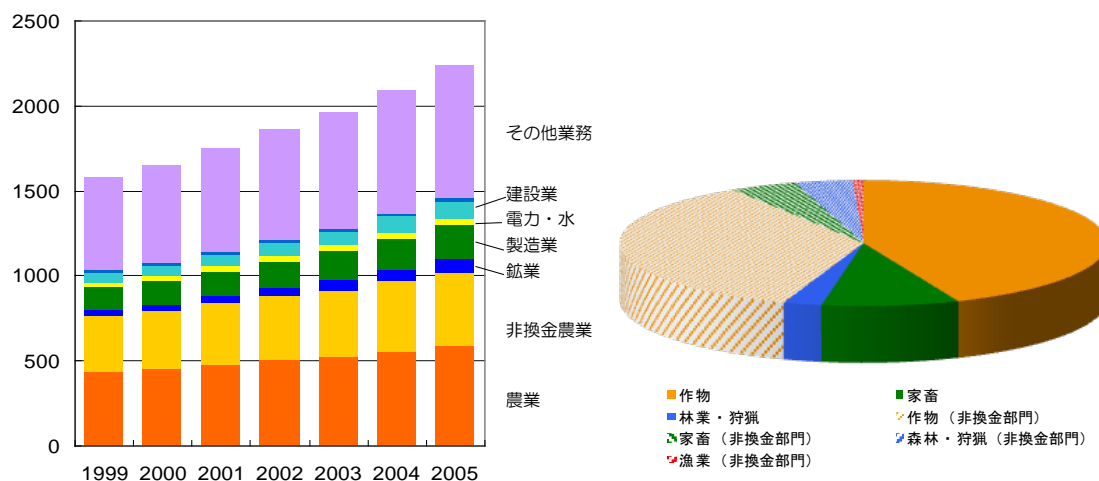


図 1.1-4 タンザニア連合共和国の付加価値生産額の産業別内訳推移(左)と農林水産分野の内訳(右)

(出典)Agriculture Basic Data 1998/99-2004/05 より作成。
<http://www.kilimo.go.tz/agricultural%20statistics/Basic%20Data%202003-05/chapter1.pdf>

(3) 政治

第二次世界大戦後、タンザニア連合共和国の前身であるタンガニーカは国連の信託統治領として英国の管理下におかれた。1954 年には初めての政党 TANU(Tanganyika African National Union)が組織され、1962 年より共和国となり、大統領制となっている。ザンジバルは 1890 年に英国の保護領となり、1963 年に独立したが、1964 年にタンガニーカとの共和国建設に合意し、タンザニア連合共和国が形成され、現在に至っている。

1977 年、初代ニエレレ大統領の強いリーダーシップのもと、TANU はザンジバルの単一政党であるアフロ・シラジ党を統合した。新たに CCM(Chama cha Mapinduzi)となった政党は、社会主義政策を推し進めたが、十分な経済成長を得られなかったため、失敗例として挙げられることが多い。その後、現在に至るまで CCM は政権を維持しているが、その間に社会主義体制から経済自由主義体制に移行し、現在は複数政党による大統領選・国政選挙も実施されている。2005 年以降にはキクウェテ大統領が就任し、現在に至っている。

外交面では、2001 年には南部アフリカ開発共同体(Southern African Development Community: SADC)および東アフリカ共同体(East African Community: EAC)に加盟しており、外交面では周辺国とも協力関係を構築している。

(4) 社会情勢

タンザニア連合共和国では都市部における人口集中の一方で、都市と農村部の所得格差が拡大してきている。都市部では治安の悪化や都市廃棄物の問題など新たな問題に直面している一方で、農村部では、貧困に苦しむ国民がいまだに多く存在している。国連世界食糧計画(WFP)が実施している食料安全に関する評価によると、タンザニア連合共和国の食糧難人口は多く、地域別に見ると食糧難人口比率は Tabora、Singida、Dodoma など中央部の地域が比較的高くなっている。

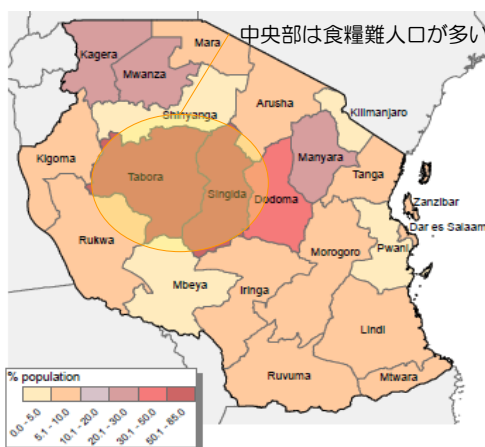


図 1.1-5 食糧難人口比率

(出典)World Food Programme (2006), “Comprehensive Food Security and Vulnerability Analysis (CFSVA)”
<http://docustore.wfp.org/stellent/groups/public/documents/vam/wfp118341.pdf>

1.1.2 国土・地形・気象条件

(1) 国土

タンザニア連合共和国は東アフリカ最大の国で、タンザニア連合共和国の本土とザンジバル自治区で構成されている。国土面積は 945,000km²(日本の約 2.5 倍に相当。本土 881,289km²、ザンジバル 2,460km²)で、ケニア、ウガンダ、ルワンダ、ブルンジ、コンゴ民主共和国、ザンビア、マラウィ、モザンビークなどと国境を接している。

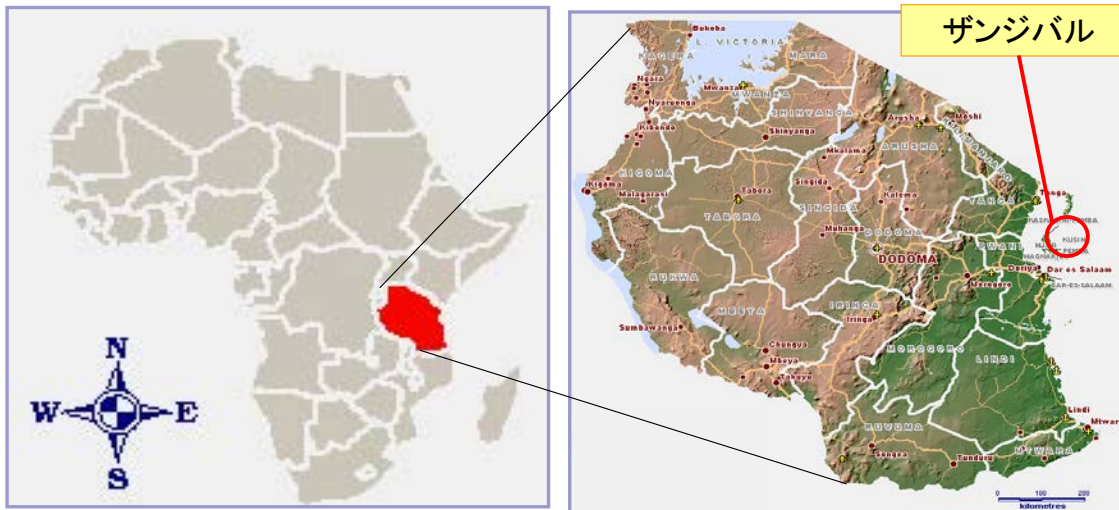


図 1.1-6 タンザニア連合共和国の地図

(2) 地形

タンザニア連合共和国の地形は極めて多様である。北には 5,895m とアフリカで最も高いキリマンジャロ山を有し、ビクトリア湖や国立公園などの自然環境に恵まれている。北東部のメル、キリマンジャロはどちらも活火山である。

北部の山岳地域にはセレンゲティ国立公園があり、様々な野生動物が生息している。さらに西にいくと、ケニア・ウガンダとの国境付近にアフリカ最大のビクトリア湖がある。コンゴ民主共和国との国境にはアフリカで 2 番目に古いとされるタンガニーカ湖が広がる。

タンザニア連合共和国の中央部は台地となっているが、ここに首都のドマが位置している。

海岸沿いの東部にはタンザニア連合共和国最大の都市ダルエスサラームがあり、海を渡った北部にはザンジバル自治区が位置している。

(3) 気象条件

タンザニア連合共和国は海岸部の高温多湿な気候から、気温が低い高地など様々な気候が混在している。また、雨期が 1 度の地域 (Unimodal) と 2 度の地域 (Bimodal) の 2 つに大別される。雨期が一度の地域は、南西部、中央部、西部地域であり、11 月から 12 月ごろから 4 月ごろまでが雨期である。雨期が二度の地域は北部海岸地域、北東部の高地、ビクトリア湖水域、Unguja 島・Pemba 島などの地域であり、Masika とよばれる 3 月から 5 月頃までの比較的長期の雨期と、Vuli と呼ばれる 10 月から 12 月ごろまでの雨期がある。

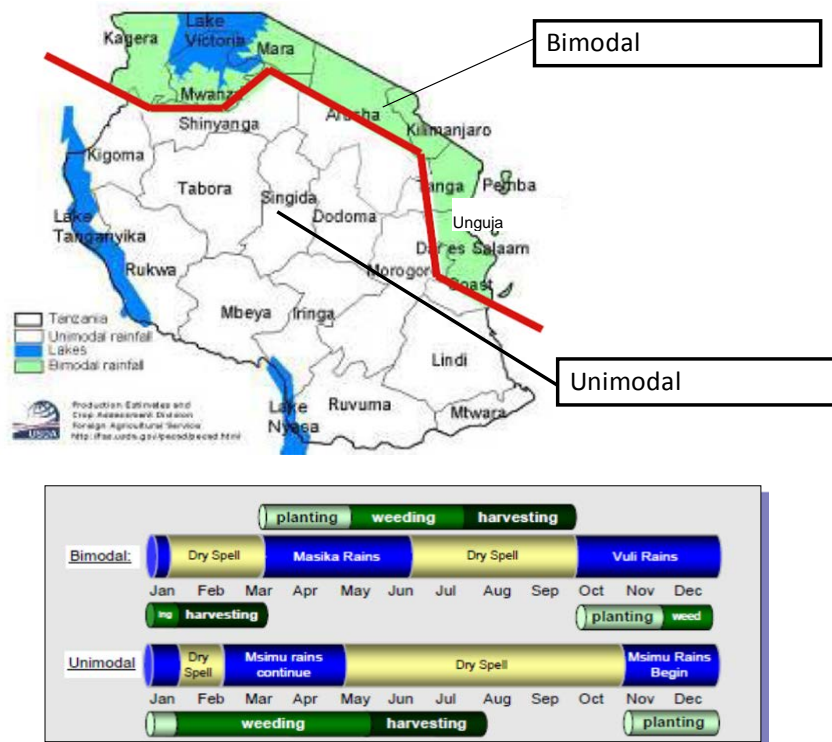


図 1.1-7 タンザニア連合共和国における Unimodal 地域と Bimodal 地域およびその耕作期間

(出典)World Food Programme (2006), “Comprehensive Food Security and Vulnerability Analysis (CFSVA)”
<http://docustore.wfp.org/stellent/groups/public/documents/vam/wfp118341.pdf>

降水量は中央部付近で極端に少ない。一方で年間降雨量が 1,800mm を超える地域もある(参考:東京の平均降水量は 1,622mm 程度)。気温はどの地域も比較的高く、年間の最高気温は 30 度近い。

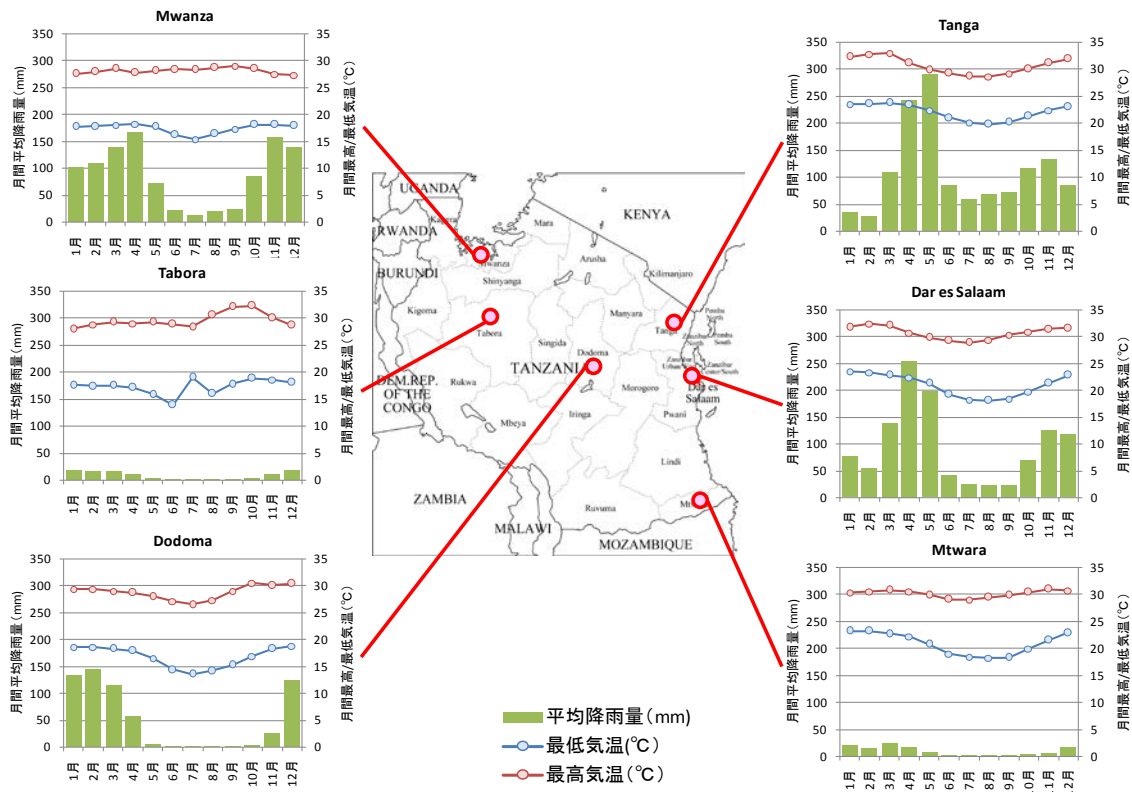


図 1.1-8 各都市における月間平均降水量と最高/最低気温

(出典) World Meteorological Organization, World Weather Information Services

(1) 土壌

Mlingano 農業研究所が中心となり、土壌データに関する GIS マップを公表している。土壌としてはカンピソルが最も多く 35.6%、続いてアクリソル、レプトソル、ルビソル、フェラルソル、パーティソルとなっている。以下にタンザニア連合共和国の土壌分布と各土壌の特性を示す。

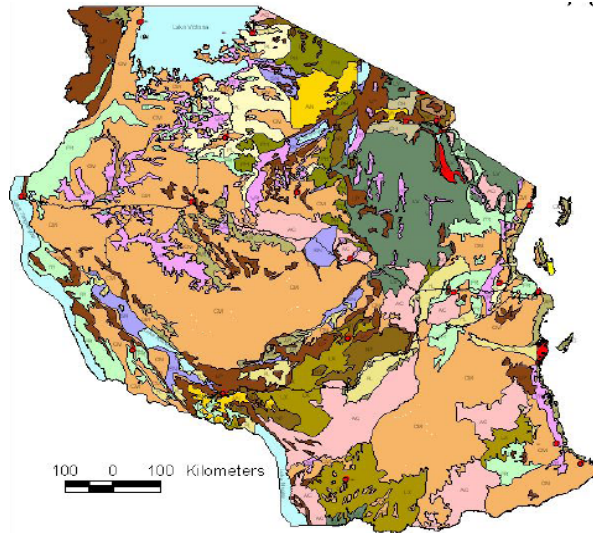


図 1.1-9 土壌分布図

(出典) FAO

表 1.1-1 代表的な土壌

土壌	面積(km2)	概要
カンビソル ■	337,354 (35.6 %)	農業用地として適しており、養分もアクリソルやフェラルソルなどと比較して高い。単年作物、永年作物ともに耕作地として広く利用される。
アクリソル ■	81,643 (8.6 %)	重要な有機物を含む表土を保全することがアクリソル土壌での農業の前提条件。この地域での作物生産は難しく高度な管理と肥料投入が必要。酸性への耐性が強い、パイナップル、カシュー、ゴム等の成功事例がいくつか存在する。
レプトソル ■	76,738 (8.1 %)	土壌生成がはじまったばかりの若い土壌であり、岩石上の浅い土壌。土地利用としては、放牧や採石に利用されている。森林や自然保護地としても適している。
ルビソル ■	68,706 (7.3 %)	石灰岩の上に生成された赤色で肥沃な土壌、物理的性質もよく、耕作も容易な土壌であり、幅広い適用が可能。傾斜がきつい斜面においては、土壌の侵食対策が必要。
フェラルソル ■	59,853 (6.3 %)	土壌中の栄養分は少ないが、タンザニア連合共和国のフェラルソルは侵食されにくく、耕作しやすい。排水性も高いが、保水性が小さいため、乾季には早魃の影響を受けやすい。
バーティソル ■	47,498 (5.0 %)	乾季には硬く雨期には粘性が強い。雨期/乾季の変わり目を除いて耕作が難しい。塩分や塩質を含む場合もあるが比較的肥沃でうまく管理すれば生産性は高い。米、メイズ、綿花、さとうきび、野菜などの単年作物を栽培するが多い

1.1.3 農業

(1) 生産・開発状況

タンザニア連合共和国の主たる農業生産物を考えるにあたっては、生産重量ベースで見るか、耕地面積ベースでみるかによって、大きく変わってくる。

食料作物の重量ベースの生産量シェアではキャッサバが最も多く全体の 27%となっている。そのほかサツマイモ、メイズ、バナナなどの割合が大きい。換金作物では砂糖の生産量が最も多く、次いで、綿、茶となっている。2007/2008 年度における食料作物の総生産量は 1,936 万 t、換金作物の総生産量は 86 万 t となっている。

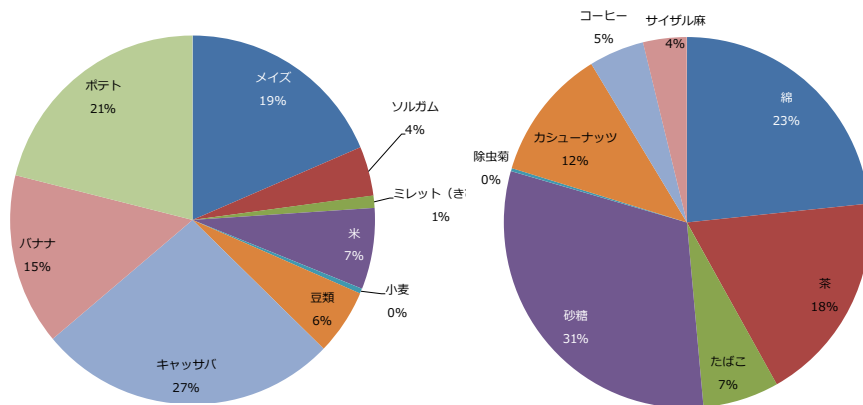


図 1.1-10 食料作物(左)および換金作物(右)の生産割合(2007年:重量ベース)

(出典)World Food Programme (2006), “Comprehensive Food Security and Vulnerability Analysis (CFSVA)”
<http://docustore.wfp.org/stellent/groups/public/documents/vam/wfp118341.pdf>

他方で、これを食用作物の耕地面積シェアで見るとメイズが最も多く 37%となる(総面積は 781 万 ha)。そのほか豆類、ソルガム、キャッサバなどの割合が大きい。なお、地域ごとに主生産物はことなる。降水量が少ない中央部はソルガム、米、ミレットなど様々な作物を生産している。

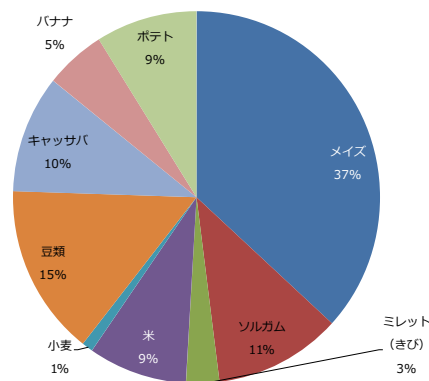


図 1.1-11 主要作物の耕地面積割合

(出典)World Food Programme (2006), “Comprehensive Food Security and Vulnerability Analysis (CFSVA)”
<http://docustore.wfp.org/stellent/groups/public/documents/vam/wfp118341.pdf>

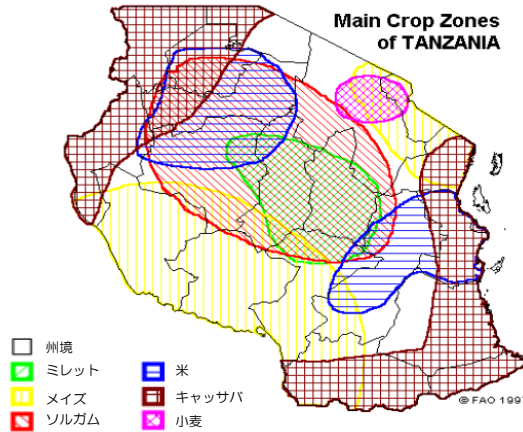


図 1.1-12 主要作物の生産地

このように地域別に主要作物が異なっているのは、タンザニア連合共和国における農業生産の気象条件や土壌条件がきわめて多様なためである。このような背景から、Mlingano 農業研究所では土壌評価をもとに、天水型農業を想定しての作物別の適地評価が行われている。pH、土壌、高度、降水量、耕作期間などの地域データと各作物の特色を照らし合わせて評価を行っている。

①肥料・機械

タンザニア連合共和国における肥料の消費量推移を以下に示す。窒素肥料に関しては、2005年に非常に消費量が多かったものの、年間おおよそ 30,000～40,000トン/年程度となっている。リン(P₂O₅)およびカリウム(K₂O)の消費量は、それぞれ 10,000～20,000 トン、10,000 トン弱程度となっており大きな経年変化は見られない。

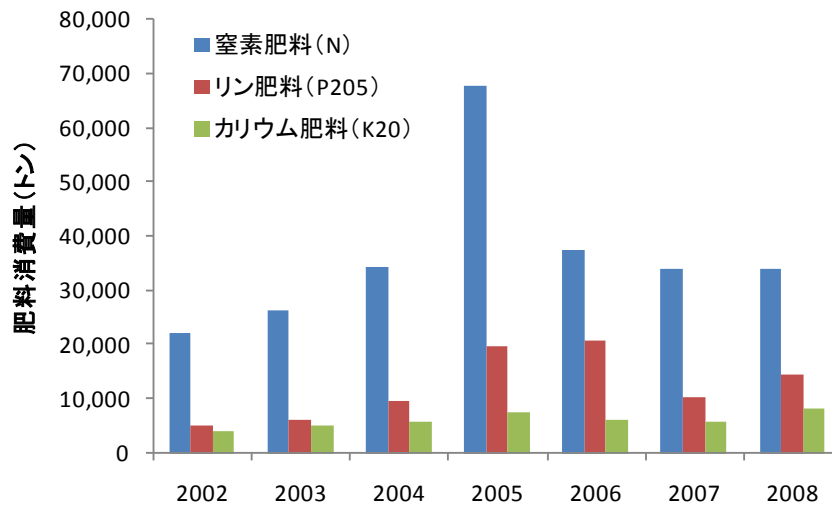


図 1.1-13 肥料消費量の推移

(出典)FAOSTAT

タンザニア連合共和国のトラクター台数は 1995 年ごろから急増しており、機械化が急速に進展していることがうかがえる。他方で、近年急速にトラクターの値段が上昇してきており、機械化促進に向けた大きな課題となっている。

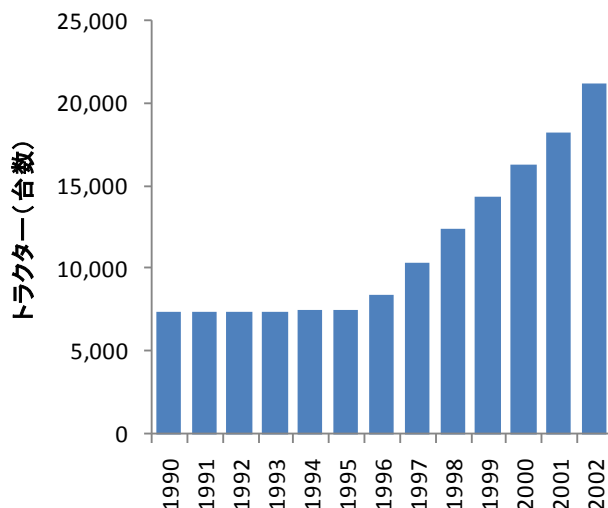


図 1.1-14 トラクター台数の推移

(出典)FAOSTAT
*2003 年以降のデータは欠損

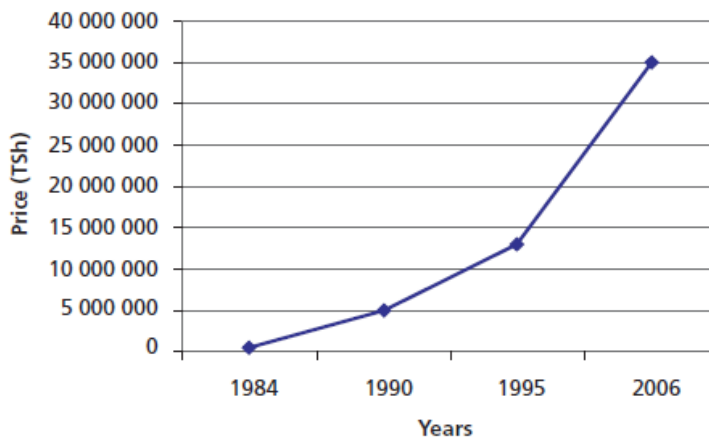


図 1.1-15 トラクターの価格の推移

(出典)FAO (2006) "Addressing the challenges facing agricultural mechanization input supply and farm product processing"
*2003 年以降のデータは欠損

②畜産

タンザニア連合共和国の家畜頭数は牛、ヤギ、羊をあわせると 3,000~3,500 万頭となっており、増加傾向にある。その内訳としては牛が半数以上を占めている。また、食肉用としても肉用牛が多くを占めている。

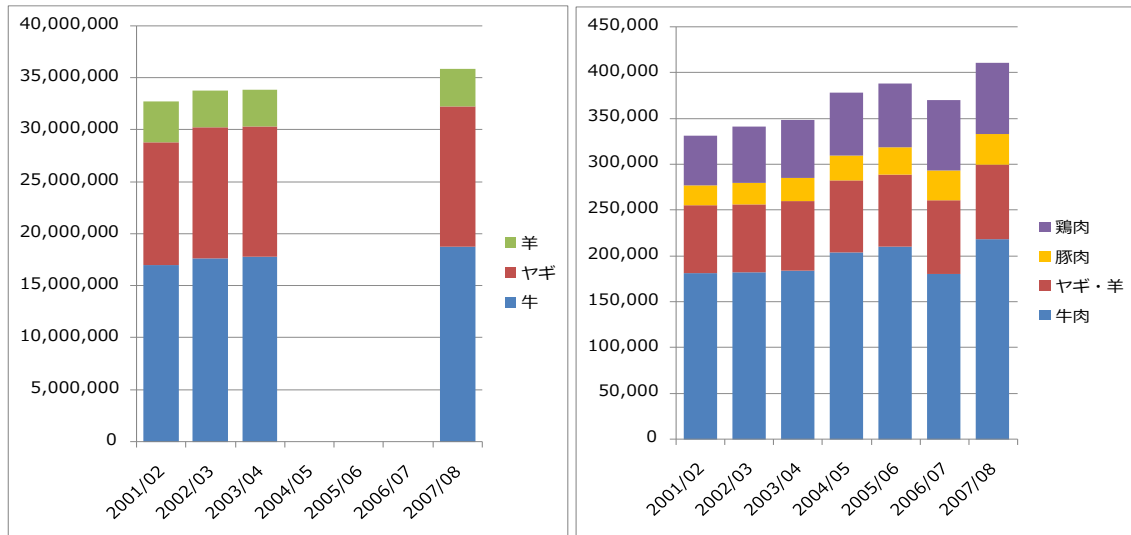


図 1.1-16 家畜頭数(左)および食肉生産量(トン)(右)の推移

*2004/2005年～2006/2007年の家畜数データは欠損。

(2) 政策

タンザニア連合共和国は農業開発戦略(ASDS)を2001年に制定し、これを踏まえて多くのステークホルダーの意見を聞きつつ、農業開発プログラム(ASDP)を2003年に定めた。このASDPが現在でもタンザニア連合共和国における農業開発の基本的な方針となっている。なお、ASDPでは、県農業開発計画の実施に力をいれている。このため、県・現場レベルの事業に農業公共投資の75%を投入し、国や分野横断的投資はそれぞれ20%、5%を配分するという資金配分を採用している。

ASDS戦略の5本柱	ASDPの特徴
<ol style="list-style-type: none"> 1. 制度的枠組みの強化 2. 農業の商業化促進のための環境整備 3. 民間・公共の役割の明確化と促進 4. 農業資材・生産物のマーケティングおよび市場の改善 5. 農業開発の計画づくりを他分野においても主流化 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 農業開発のためのセクターワイドアプローチであり、制度的・資金的枠組みを提示している 2. 農業の生産性、収益性、持続可能性、地方の収入増加、食料安全、貧困削減などに重点がおかれている 3. 伝統的に行われてきた単独ドナーのプロジェクト支援から、共同しつ管理するセクターワイドアプローチを採用している 4. 中央政府の役割を、事業の実行から、政策や制度の再構築や参加型の品質保証などにシフトしている 5. 地方政府再構築プログラム(LGRP)を支援し、地方政府やコミュニティの統治機能の開発に努めている 6. サービスや投資の提供および管理に関する官民パートナーシップ推進のための多様な手法を検討している。

図 1.1-17 農業開発戦略・農業開発プログラム概要

(出典)ASDP Tanzania より作成

ASDPは、国レベルの開発は5つの農業関係の省庁(ASLMs)が中心となって先導している。また、75%の資金が供給される地方レベルでは、地方自治体が地方の開発計画(DDP)に基づき、

県農業開発計画(DADPs)を策定して実行するという体制ができている。ASDP には、各国援助機関の資金がバスケットファンドとして運用されている。バスケットファンドを支援している国際機関は、デンマーク(DANIDA)、日本(JICA)、EU、アイルランド(IA)、IFAD、IDA などである。

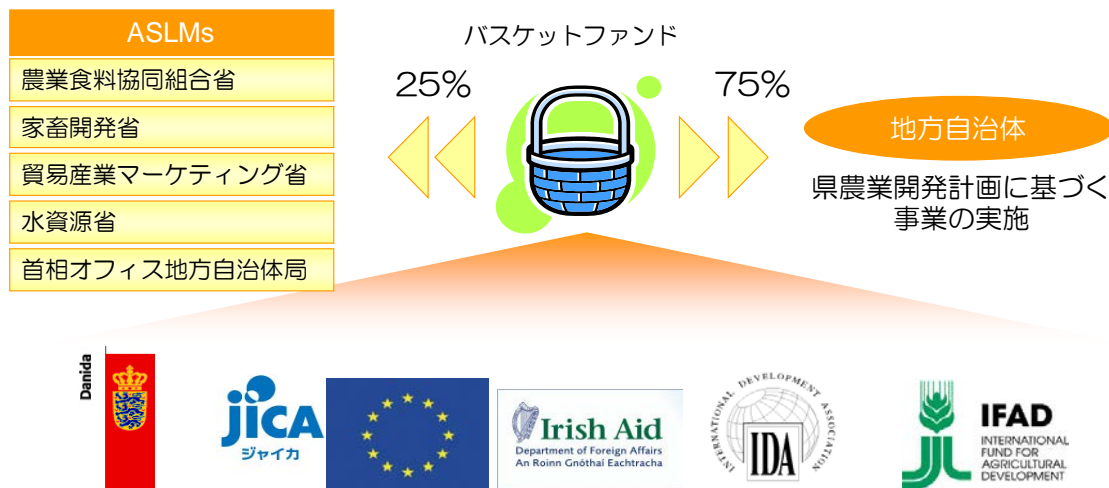


図 1.1-18 バスケットファンドイメージ図

(出典)ASDP Tanzania より作成

1.1.1 エネルギー・関連インフラ

タンザニア連合共和国において、事業を実施するためには電力の現状について把握する必要がある。以下にエネルギー統計から得られる情報を整理する。

(1) 生産・開発状況

① エネルギー全般

2007 年におけるタンザニア連合共和国の一次エネルギー消費量は 18.3Mtoe(石油換算百万トン)であり、その大部分は薪などのバイオマスエネルギーが中心である。また、量としては限定的であるが、石油製品や天然ガスなどの化石燃料の消費量も近年拡大傾向にあり、今後拡大していくと見込まれる。

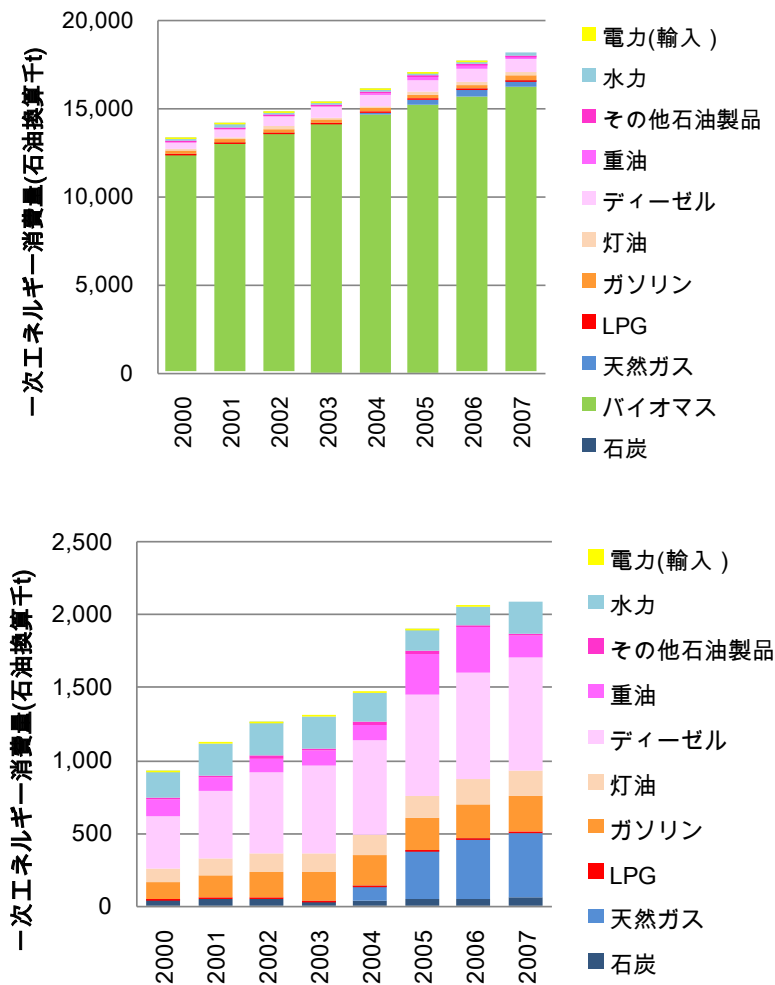


図 1.1-19 タンザニア連合共和国における一次エネルギー消費(上:バイオマス含む、下:バイオマス除く)

(出典)IEA (2010) Energy Balance of non-OECD Countries 2010 Edition

2007年における最終エネルギー消費量は15.8Mtoe(石油換算百万トン)であり、一次エネルギー供給量との差が小さくとどまっている。これは、発電用などにエネルギーを転換せず直接利用しているためであると考えられる。他方で、木炭の消費量が増加してきており、薪から木炭の製造過程で一定のエネルギーロスが生じていることが窺える。薪・木炭などのバイオマス資源を除くと、ディーゼルの消費量が急速に拡大してきていることも大きな特徴の一つである。

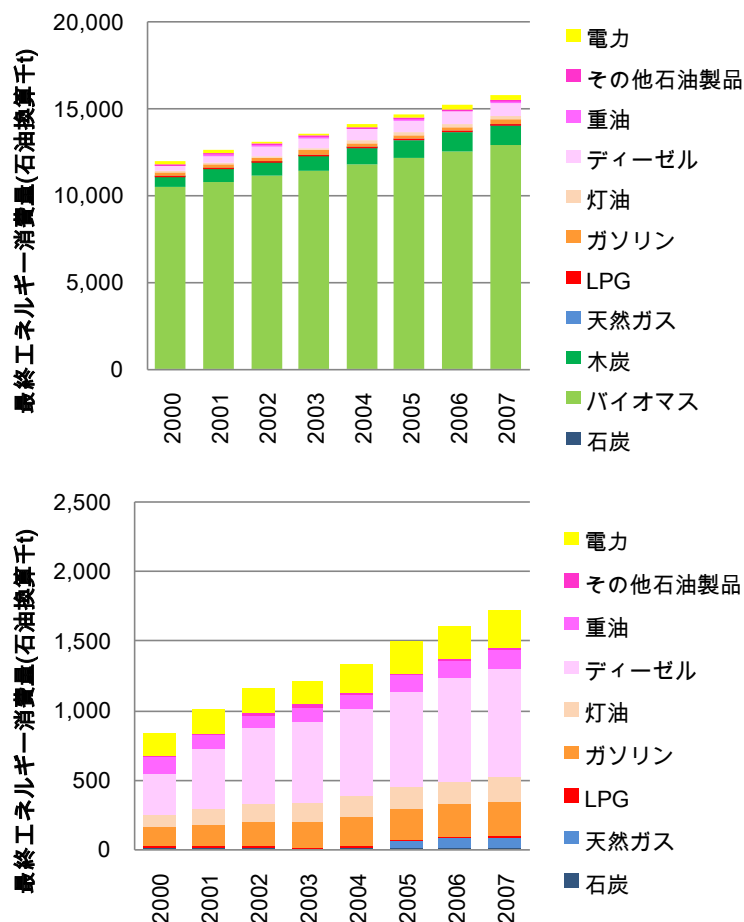


図 1.1-20 タンザニア連合共和国における最終エネルギー消費(上:バイオマス含む、下:バイオマス除く)

(出典)IEA (2010) Energy Balance of non-OECD Countries 2010 Edition

②電力

タンザニア連合共和国における送配電網はそれぞれ 220kV:2,248km、132kV:1,400kmとなっており、送配電網は限定的である。また、このほか小水力発電による独立電源網地域が 55 地域ほど存在しているが、全て合わせても 23MW と極めて小さい値にしかになっていない。特にタンザニア連合共和国中央部や南部にはほとんど系統網が行っておらず、電力が供給されているのは一部の地域に限られているのが現状である。



図 1.1-21 系統電力網

(出典)http://www.geni.org/globalenergy/library/national_energy_grid/tanzania/tanzaniannationalelectricitygrid.shtml

③化石燃料

米国の CIA のデータによると、タンザニア連合共和国のパイプラインは石油:888km、天然ガス:254km、石油製品:8km と報告されている。石油パイプラインはダルエスサラムから Mbeya を通過し、ザンビアへと抜けている。近年、タンザニア近海に比較的大きなガス田(7Tcf)が発見されたため、今後のエネルギー需給に与える影響など、動向が注目されている。

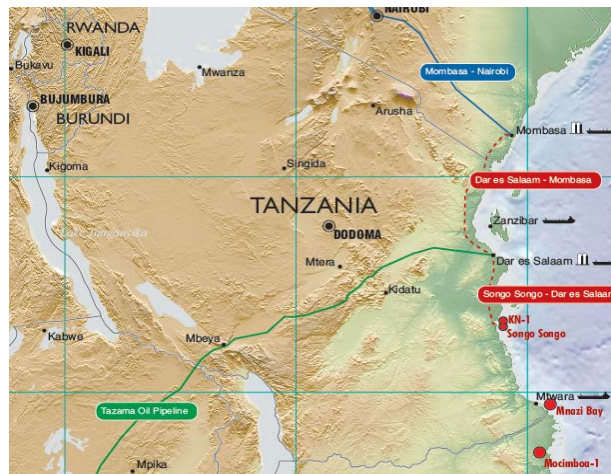


図 1.1-22 タンザニア連合共和国におけるパイプライン敷設状況

(出典)World Energy Atlas 2009, Dominion Petroleum Ltd.,
http://www.dominionpetroleum.com/_uploads/user/The%20Growth%20Summit%20for%20Junior%20oil%20and%20Gas%201st-2nd%20July%202010.pdf

④道路

タンザニア連合共和国の道路延長はおよそ9万kmとなっている。その敷設状況を表1.1-2、および図1.1-23に示す。基幹道路であっても舗装率は40%にとどまっており、州道路やそれより小さい道路ではほとんど舗装はされていない。

表 1.1-2 道路敷設状況(単位:km)

分類	舗装道	非舗装道	合計	舗装率(%)
基幹道路	5,131	7,656	12,786	40.1
州道路	702	19,524	20,226	3.5
地域・都市における小道等	746	57,291	58,037	1.3
合計	6,578	84,471	91,049	7.2

(出典)TANROADS & PMORALG, 2010



図 1.1-23 道路敷設状況

(出典)Roads Fund Board, <http://www.roadfundtz.org/web/roadnetworks.asp>

タンザニア連合共和国の鉄道網の整備もいまだ開発途上であるといえる。鉄道輸送サービスはTRC(Tanzania Railways Corporation)とTAZARA(Tanzania-Zambia Railway Authority)の2つの会社によって提供されているが、それぞれの車輪幅が異なるなどにより、相互乗り入れができない状態となっている。

タンザニア連合共和国の鉄道延長は2004年時点で4,582kmであり、このうちTRCが2,722km、TAZARAは1,860kmとなっている。



図 1.1-24 鉄道敷設図

(出典)MINISTER FOR INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT、(2008)、World Bank 2004: United Republic of Tanzania Transport Sector Snapshot

航空輸送については、タンザニア連合共和国には全部で 124 の空港が整備されており、主要都市を結ぶ重要な輸送機関の一つとなっている。ただし、これらの空港の中で、滑走路が整備されているのは 9 つのみであり、国際空港は Julius Nyerere 空港、Kilimanjaro 空港、Zanzibar 空港の 3 つである。



図 1.1-25 空港整備状況

(出典)UNHCR、<http://www.unhcr.org/publ/PUBL/3dee2cd90.pdf>

1.1.2 その他

(1) その他の政策

① 貧困削減戦略

タンザニア連合共和国の第二次貧困削減戦略(PRSP)では比較的農業に関する記述が多い。具体的には、農業部門および家畜部門の経済成長率を2002/2003年から2010年までの間に5%→10%(農業部門)、2.7%→9%(家畜部門)にまで高めることを目標に掲げている。さらに、安定かつ安価なエネルギーの供給も「成長と貧困の削減」の項目の中で挙げられており、きわめて重要な要素として位置づけられている。バイオマスの利活用は、農業部門の成長率向上と、食物生産性の向上、ひいてはエネルギー問題への寄与など多面的な効果が期待できるため、適切な導入が進めばタンザニア連合共和国の開発戦略との相性も極めて高いといえるであろう。

表 1.1-3 タンザニア連合共和国の PRSP 概要

ゴール	具体的目標
持続可能かつ幅広い成長の推進	<p>農業部門の経済成長率を2002/03の5%から2010年には10%に高める</p> <p>家畜部門の経済成長率を2002/03の2.7%から2010年には9%に高める</p> <p>環境および人々の家計に関わる負の影響を削減する</p> <p>土地の劣化、生物多様性の喪失を食い止める</p>
食料の確保とアクセシビリティの改善	<p>食糧作物生産を2003/2004の900万トンから2010年には1200万トンに高める</p> <p>穀物貯蔵を国内の食料需要の少なくとも4ヶ月分維持する</p>
地方における貧困の削減(男女とも)	<p>地方における食糧不足人口を2000/01の27%から14%まで削減する</p> <p>農業分野およびその他の分野の生産性および利益率を高める</p> <p>農業以外での持続的な収入拡大のための取り組みを強化する</p> <p>農業生産物の販路の確保および推進</p>
都市における貧困の削減(男女とも)	<p>都市における食糧不足人口を2000/01の13.2%から6.6%まで削減する</p>
清潔で安価・安全な水、衛生施設、住居、安全で持続可能な環境へのアクセスの確保、環境リスクへの脆弱性の緩和	<p>地方における清潔で安全な水に30分以内でアクセスできる人口を2003年の17%から2009/10年には65%にまで増加させる。</p> <p>水に関する汚染レベルを2003年の20%から2010年には10%にまで減少させる</p> <p>産業および農業からの有害な廃水を減少させる</p> <p>環境災害に対する脆弱性を緩和させる</p> <p>人々の生産・再生産活動に関わる土壌、森林、水の生態系を保全する</p> <p>土地の劣化を防ぎ、生物多様性の喪失を食い止める</p>

② マプト宣言

2003年、AUのマプト宣言では、2008年までにアフリカ各国での予算の10%を農業に振り向けることを目標としている。一方でタンザニア連合共和国の公共支出に占める農業部門への投入額のシェアは2%~3%程度でそれほど大きな変化は見られない。

他方で、タンザニア連合共和国政府は最近、新たな農業政策として“Kilimo Kwanza”政策(ス

ワヒリ語で「農業第一」という意味)を導入しており、農業部門への予算配分が増加する可能性もある。

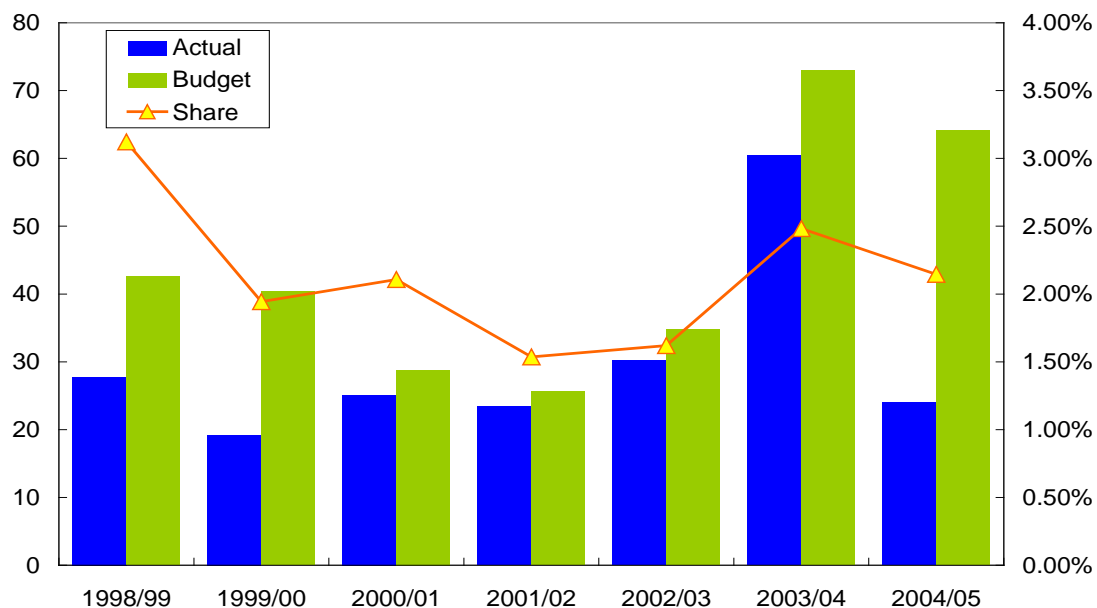


図 1.1-26 マフト宣言の達成状況

(出典)World Bank (2006), United Republic of Tanzania, Public Expenditure and financial Accountability Review-FY05

1.2 市場調査・評価

1.2.1 肥料等の使用実態

タンザニアは肥料を全量輸入に頼っており、アジア諸国と比較し高価な陸上輸送費が農村部において肥料価格をさらに押し上げ、単位面積当たりの肥料使用量がアジア諸国の10分の1以下に留まる大きな理由となっている。また、農民向けの小規模融資制度は制度としてあるものの、金利、返済期間などの条件が多く農民にとって使いやすいものではなく、肥料をはじめとする農業生産資材の利用が進まず、農業生産性向上の阻害要因となっている。

貧困削減策として、世界銀行より拠出された資金により補助金付肥料販売制度(バウチャーシステム)が導入されており、

(1) 肥料使用量

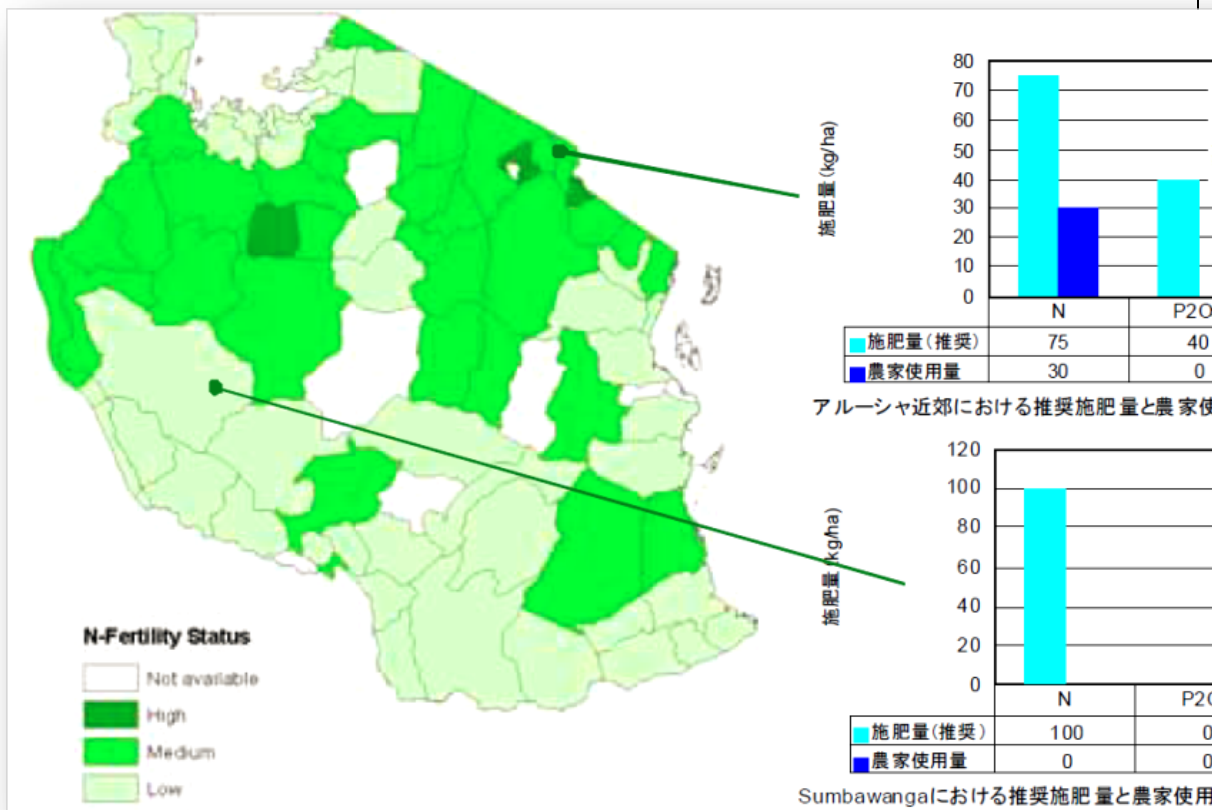


図 1.2-1 タンザニアにおける土壤中の養分と推奨施肥量、農家の使用量の現状

(出典)FAO, Integrated Plant Nutrition Information System よりみずほ情報総研が作成

表 1.2-1 Annual Fertilizer Nutrient Consumption (ton/yr)

Products/Years	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nitrogen N	35,444	31,832	67,750	37,421		54,872	66,942
Phosphate P2O5	5,003	13,836	19,825	20,916	10,283	17,336	14,951
Potash K2O	3,224	7,748	7,805	6,341	5,987	10,341	4,640
NPK	43,671	53,416	95,380	64,678	16,270	82,549	86,533

(出典) FAO

(2) 肥料価格

タンザニアにおける肥料価格と消費量の1990～2003年までの推移を以下に示す。

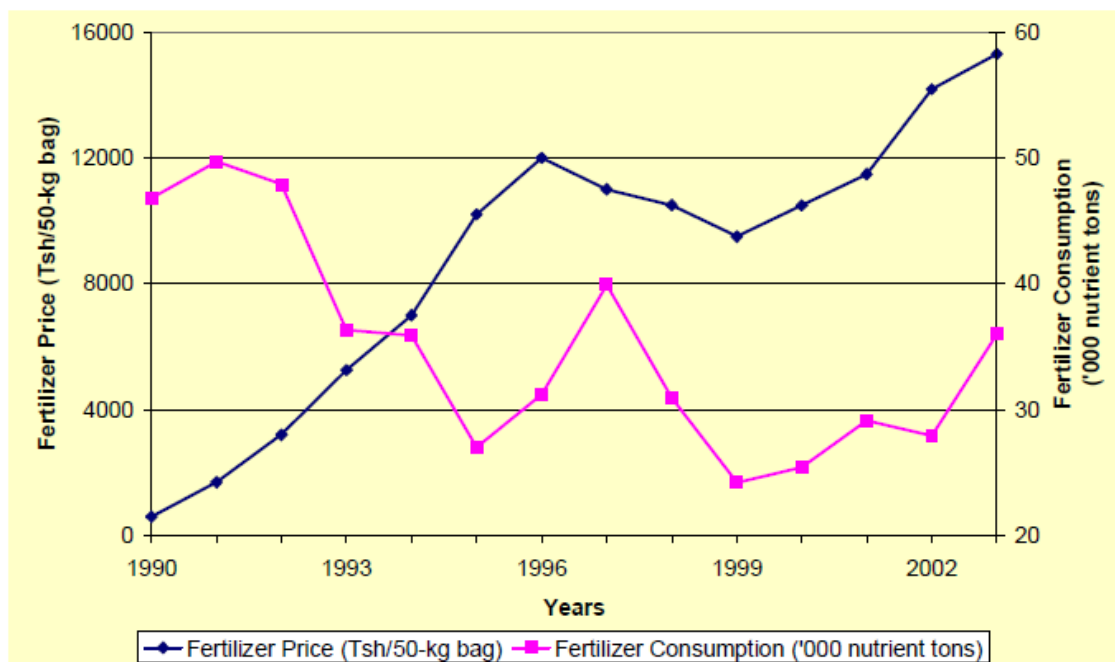


図 1.2-2 タンザニアにおける肥料投入量の変化と肥料価格

(出典)International Centre for Soil Fertility & Agricultural Development (IFDC), Improving Fertilizer Supply in Sub-Saharan Africa, 2004

表 1.2-2 Monthly National Prices For Fertilizers (USD/ton)

	2011								2012
	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug
CAN 26 0 0	884	815	772	885	885	746	833	850	879
DAP 18 46 0	1,105	1,124	1,096	1,146	1,146	1,192	1,167	1,116	1,206
NPK 17 17 17	979	958	891	907	907	962	993		1,071
NPK 20 10 10	995	926	939	1,019	1,019	1,036	972		1,093
PHOSPHATE ROCK			382				801	642	804
UREA 46 0 0	954	958	891	998	998	906	1,063	928	1,010

(出典)AMITSA & MIR+ Projects, IFDC

(3) 葉面散布材の使用実態

モシ市内にある比較的規模の大きな農業資材店であるタンガニカ・ファーマーズ・アソシエーション(Tanganyika Farmers' Association Limited)を訪問し、販売されている肥料や肥料散布機材、それら資機材の入手先などについて情報収集を行なった。まず、流通している肥料についてであるが、1番売れているものとしては UREA があげられ、また、DAP(Diammonium Phosphate)、CAN (Calcium Ammonium Nitrate)なども多く売れている。

これらの肥料はイタリアやイスラエルなどから輸入されており、輸入肥料を取り扱う代表的な企業としてヤラ・インターナショナル(Yara International)やタンザニア・ファティライザー・カンパニー(Tanzania Fertilizer Company)、エクスポート・トレーディング・グループ(Export Trading Group、ETG)があげられた。

噴霧器の取り扱いがあり、買い手としてはプランテーション経営者など大規模農園のみでなく、個別の農民も噴霧器を購入している。噴霧器の値段であるが製造会社と生産国によって差があり、Solo(カナダ製)で 160,000 タンザニアシリング(8,000 円、0.05 円/タンザニアシリングで換算、以下同様)、Vita(ドイツ製)で 150,000 タンザニアシリング(7,500 円)、SP-15 (インドネシア製)で 85,000 タンザニアシリング(4,250 円)であった。

また、葉面散布剤の取り扱いもあり、売れ筋の商品として Flexil シリーズがある。窒素・リン酸・カリの含有量がそれぞれ違い、Flexil P は 10・50・10、Flexil は 20・20・20、Flexil Quality はカリウムの値が高い。1kg 入りは値段はそれぞれ 7,000 シリング(350 円)で、50g につき 20L の水に溶かし使用する。



図 1.2-3 現地で販売されていた葉面散布材

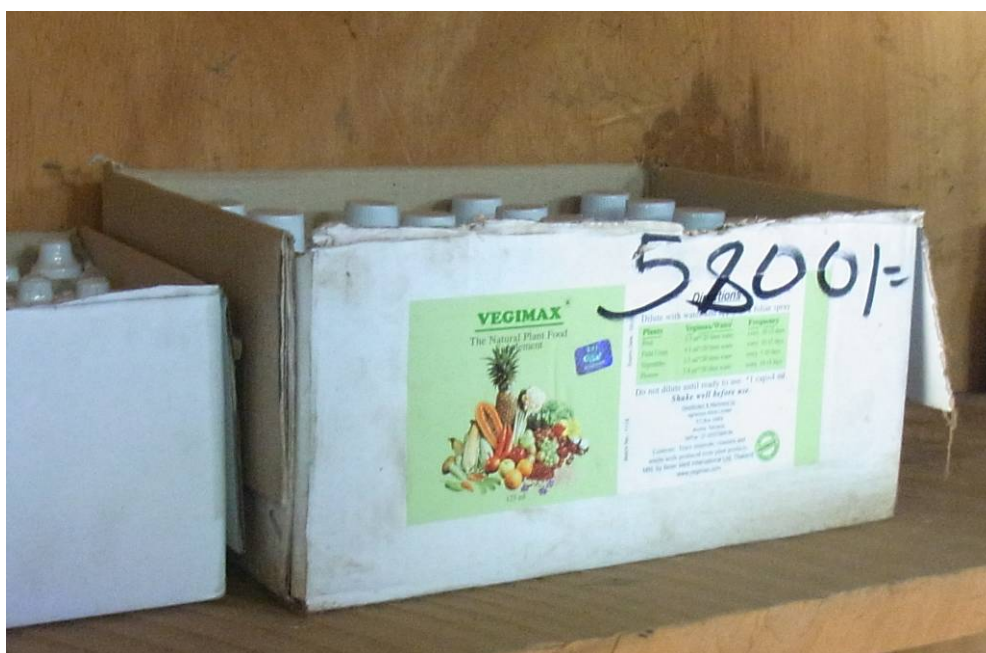


図 1.2-4 葉面散布材 VEGIMAX の価格(5,800 タンザニアシリング)

1.2.2 農産物小売価格

農業者の購買力を推計するための参考情報として、農産物を取り扱う小売店において価格調査を実施した。



図 1.2-5 スーパーマーケット内の農産物

表 1.2-3 農産物別小売価格(2013年1月下旬)

アイテム	単位	モシ/ダル	スーパー/ローカル	場所	モシ/ダル	スーパー/ローカル	場所	モシ/ダル	スーパー/ローカル	場所	モシ/ダル	スーパー/ローカル	場所	モシ/ダル	スーパー/ローカル	場所	モシ/ダル	スーパー/ローカル
		ダル	スーパー	Shoprite	ダル	スーパー	Uchumi	ダル	ローカル	Kinondoni	ダル	ローカル	Kinondoni近	モシ	スーパー	Nakumatt	モシ	ローカル
米	5 k g / 1 k g		14000		14400			2500 (1 k g)										2200 (1 k
メイズ粉	2 k g / 1 k g				2280													1500 (1 k
じゃがいも	1 k g		2000		1500			1500						2000				
玉ねぎ	1 k g		4000		2200			2000						3800				
人参	1 k g		2200					1500						1800				1000
キャベツ	1個		2600					2000						1800				1000
ピーマン	1 k g							2500						5000				
トマト	1 k g		2200		2400			2000						2000				1500
ライム	1 k g / 個		7000		4130			200 (1個)						4600				100 (1個)
アボカド	1個		700		1700 (1 k g)			800						700				
ナス	1 k g / 個							1500						500 (1個)				200 (1個)
リンゴ	1 k g / 個		600 (1個)		5250									8500				
オレンジ	1 k g / 個		5000											200 (1個)				700
ココナッツ	1個													800				200
バナナ	1本													200				
きゅうり	1 k g							1500										2600
ズッキーニ	1 k g							2000										2200

1.2.1 所得分析

タンザニア国内の所得について以下に示す。

農業生産を実施している地域は下表では Rural が該当する。2007年時点の Rural における月収は 28,418 タンザニアシリング(日本円で 1,421 円、0.05 円/タンザニアシリングで換算)となっている。

表 1.2-4 地域別一人当たり月収平均(タンザニアシリング, 2007)

Source	Dar es Salaam	Other Urban	Rural	Mainland Tanzania
2007 HBS				
Employment in cash	28,898	12,727	2,812	6,787
Employment paid in kind	84	309	53	104
Non-farm self-employment	38,826	34,654	10,241	17,166
Agricultural income	1,036	5,673	11,324	9,426
Producers co-operatives	39	135	73	82
Imputed rent	56	60	10	23
Interest & dividends	71	49	9	22
Rent received	724	1,023	118	338
Transfers & other receipts	10,410	9,599	3,777	5,413
Total, 2007 HBS	80,144	64,231	28,418	39,362
Total, 2000/01 HBS with price inflation	78,680	58,722	27,279	34,601
Ratio of totals	1.02	1.09	1.04	1.14

(出典)National Bureau of Statistics(2009), Household Budget Survey 2007

Rural2000/01とRural2007のAgricultural Income(農業収入)を比較すると60.4%から49.6%と10.8%の減少となっている。

表 1.2-5 地域別世帯所得内訳(%)

	Dar es Salaam		Other Urban		Rural		Mainland Tanzania	
	2000 /01	2007	2000 /01	2007	2000 /01	2007	2000 /01	2007
Employment in cash	41.1	35.9	24.1	22.1	7.8	8.1	12.0	13.0
Employment paid in kind	0.6	0.1	0.4	0.4	0.5	0.2	0.5	0.2
Non-farm self-employment	29.1	37.6	32.8	37.1	17.8	27.3	20.6	30.0
Agricultural income	1.9	2.4	19.6	17.7	60.4	49.6	51.4	39.7
Producers co-operatives	0.6	0.3	0.4	0.3	0.3	0.5	0.4	0.4
Interest & dividends	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
Rents	1.8	1.4	1.2	1.1	0.2	0.3	0.5	0.5
Transfers & other receipts	24.7	22.1	21.2	21.3	12.8	14.1	14.7	16.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(出典)National Bureau of Statistics(2009), Household Budget Survey 2007

Rural における消費は 2000/01 に 14,185 タンザニアシリングであり、2007 には 16,418 タンザニアシリングと 116%の増加となっている。このうち肥料が含まれる費目が「Other non-durables」が該当すると考えられる。その値が、4,368 タンザニアシリングであり日本円で 218 円と考えられる。以上のことから、農家が肥料に支払える予算は、この内数と考えられる。

表 1.2-6 地域別世帯支出(タンザニアシリング)

Category	2000/01				2007			
	Dar es Salaam	Other Urban	Rural	Mainland Tanzania	Dar es Salaam	Other Urban	Rural	Mainland Tanzania
Food - purchased	10,301	7,114	3,118	4,085	18,731	12,650	5,944	8,079
Food - not purchased	368	876	2,375	2,051	418	1,717	4,612	3,789
Total food	10,668	7,989	5,492	6,137	19,149	14,367	10,556	11,868
Durables	1,892	1,099	484	650	2,738	2,090	767	1,147
Medical Expenditure	569	338	190	232	816	490	286	362
Education Expenditure	974	431	138	227	2,387	1,059	248	550
Other non-durables	7,006	4,253	2,146	2,718	14,003	8,217	4,368	5,764
Telecommunications	304	74	6	33	2,980	877	194	522
Total consumption expenditure	21,415	14,185	8,456	9,997	42,074	27,100	16,418	20,212

(出典)National Bureau of Statistics(2009), Household Budget Survey 2007

2. 現地アライアンス先探索・ヒアリング

2.1 全体日程

表 2.1-1 第1次調査

訪問日時	訪問先
11/14	在タンザニア日本大使館 JICA タンザニア事務所
11/15	CAMARTEC
11/16	KATC CAMARTEC

表 2.1-2 第2次調査

訪問日時	訪問先
12/12	KATC(JICA 専門家) ローアーモシの灌漑施設・水田訪問 モシ市内農業資材店訪問
12/13	KATC 農民稲作組合 CHAWAMPU Rural Co-operative Society
12/14	投資庁(Tanzania Investment Centre)

表 2.1-3 第2次調査

訪問日時	訪問先
1/28	Yara International Tanzania FAO
1/29	農業省 統計局 ノルウェー大使館
1/30	JICA 在タンザニア日本国大使館 アイルランド大使館
1/31	KATC Kibo Trading & Services Tanzania Coffee Board マチャレエステート

2.2 政府機関

(1) Kilimanjaro Agricultural Training Center (KATC)

①訪問月日

第1次:2012年11月16日

第2次:2012年12月12日

第3次:2013年1月31日

②対応者

Mr. Adam G. Pyuza, Principal

Mr. Ellysa Zablou, Head of Rice Cultivation Section

Mr. Fitta S.Sillo Assistant, Head of Rice Cultivation Section

③聞き取り内容

第1次:実証試験の実施についての内諾、実施方法について検討を実施

- ◆圃場実験への協力を正式要請と承諾
- ◆圃場実験の実施の検討
- ◆補助実験についての契約について協議
- ◆圃場実験についての仮契約書文面で概ね合意
- ◆仮契約で実証試験着手することで合意

第2次:実証試験の進捗について確認、課題対応についての検討を実施

- ◆契約書について正式に締結
- ◆実証試験進捗確認

第3次:実証試験の進捗および結果について確認

- ◆実証試験結果の報告方法について協議
- ◆実証試験進捗確認

④概要

実証試験について実施を依頼。実際の実証試験に至った。また、農業の実態、各種企業の紹介などに協力頂いた。



図 2.2-1 KATC でのミーティング(第 1 次)



図 2.2-2 圃場における実証内容の検討



図 2.2-3 実証圃場および対象品種の検討

(2) Tanzania Investment Centre(TIC)

①訪問日時

2012年12月14日

②対応者

Mr. Innocent Kahwa

Mr. Brendan Raro

③聞き取り内容

カファ氏は投資庁の投資促進担当官であり、第2次現地調査において投資庁を訪問するにあたり、調整段階よりコンタクトパーソンとなっており、訪問に対して協力的であった。まず、投資に関する一般的な情報について聞き取りを行なった。タンザニアでは投資に関する優先分野が決められており、製造、農業、交通機関、人間開発、建設、不動産などである。そして、海外からの投資を促進するために輸入税や消費税について優遇措置をとっている。特に東アフリカ地域や南アフリカ開発地域(South African Development Community)内の輸出入では、これらの優遇措置が特徴的にみられる。また他の国からの輸出品についても、本来なら完成品の輸入については25%の輸入税と18%の消費税を支払う必要があるが、例えば肥料のような一部の優先分野に該当する物品については免税処置がとられる。

優遇措置を受けるためには、いくつかの手順を踏み登録を行なう必要がある。下記に手順を列

挙する。

- ・法人登録を行なう(約 2 日間で登録が完了する)
- ・会社の物件、もしくは用地を選定する
- ・納税者登録を行ない、PIN ナンバーを取得する
- ・投資庁に登録する

投資庁に登録することで、いくつか有利な点があることがカファ氏より強調された。例えば、登録を行なうことで 25%の輸入税が 2.5%、また 18%の消費税が 10%に減税される。他にも登録した 1 社につき 5 名までの就労許可証が取得できること、そして利益を企業の本国へ規制されることなく送金できることなどがあげられた。

SAGCOT は政府の「Kilimo Kwanza(Agriculture First)」政策の実践を促進するために立ち上げられたイニシアチブであり、パイロット地域において民間投資を促進し、官民連携強化を通して持続的な農業経済の発展を目指している。SAGCOT は農業 3 分野(穀物、砂糖など)、インフラストラクチャー 2 分野(電気、交通)の計 5 つの優先分野を定めており、本事業の肥料の生産・流通に関しても優先事項に該当する部分にあたる。多くの大手企業が SAGCOT に参入しているが、日本企業は訪問時の段階では参画していない。SAGCOT への参入を考慮する場合、投資庁が窓口となり情報や助言を提供している。

(3) FAO

①訪問日時

2013 年 1 月 28 日

②対応者

Mr. Michael Winklmaier (Chief Technical Advisor)

③聞き取り内容

農作物の価格や農家の収入などについてのまとまった信頼できる情報等はない。政府より発行されているような報告等での情報はあったとしても、現実を反映した内容になっていないため、タンザニアでの事業を考慮するならば、人伝に信頼できるデータを探してゆくしかない。

有益と思える情報源としては、下記のようなものがある。

- －Bill and Melinda Gates Foundation が報告している米に関する調査
- －マイケル氏自身が最近書き上げた米、メイズ、食用油、赤肉、白肉に関する報告書(マイケル氏は 10 年以上タンザニアに関わっているとのことである)
- －JICA の関わってる DADP(県農業開発計画)よりの情報
- －USAID の NARFAKA に関する報告書

- 世銀の報告書:Tanzania Economic Update
- Ministry of Trade のメイズと米に関する調査

マイケル氏自身の調査及び世銀の報告書について、訪問後にメールにてデータを送付頂いている。

タンザニアの 95%の農家は自足のための農業を行なっている。そのため、農家であっても一部の農家を除いて農産物が大きな収入源となることは難しい。農産物の品質についても質が悪く問題である。

わずかに農産物を販売して農家を得られる収入についても、多くの仲買人が販売までのチェーンの中に入っているため実質的な農家の売り上げは微々たるものである。また、降雨量の変化による価格変動も大きい。

タンザニアの経済成長が大きく取り上げられるが、これは一部の産業(テレコミュニケーション・ビール・鉱物・オイルなど)から得られる成長であり、大きな農業部門での発展や農民の生活水準の向上には直結していない。

SAGCOT については、主に 4 大企業が大きく関わってイニシアチブをとっており、中小企業の力は小さい。また内部の政治的なやり取りのため、実質的な動きは遅々として進まないものになっている。

(4) 農業省

① 訪問日時

2013 年 1 月 29 日

② 対応者

Mr. Gungu M. Mibavu(Head of Crop Policy Unit)

Mr. Oswald M. Ruboha (Monitoring, evaluation and Statistics)

③ 聞き取り内容

農業所得についてのヒアリングを実施。農業省データよりも統計局データの方が適切なデータがある旨の紹介を受けた。

(5) ノルウェー大使館

① 訪問日時

2013 年 1 月 29 日

② 対応者

Ms. Anne Kristin Hermansen(The Minister Counsellor)

Denise Habimana(Trainee)

③聞き取り内容

ノルウェー大使館は SAGCOT に参入しているが、直接大きく関与しているというよりは、間接的なサポート役として関わっている。例えば、SAGCOT の会議等に出席し、企業の自然環境への配慮や投資を呼びかけている。

SAGCOT へ参加し、実際に大きな役割を担っているのは大規模な企業が多い。比較的中小規模の企業進出の可能性についてはあまり大きくない。ノルウェー政府としても積極的に小規模企業の進出を推進しているわけではない。

日本企業とノルウェー企業との連携については可能ではあるが、重要なのは日本やノルウェーなどの海外企業が結び付くことよりも、タンザニアの現地企業とどのように関係を構築し、パートナーとして事業展開をしてゆけるかである。

(6) アイルランド大使館訪問

①訪問日時

2013年1月30日

②対応者

Mr. Nicholas Michael(Second Secretary)

③聞き取り内容

アイルランド大使館が行なっている事業としては、主に援助関係の活動であり、民間企業のタンザニア進出や官民連携促進を通じた農業ビジネスの発展などの分野に関しては、現状では行なっていない。

例えば実施している事業としては Africa Agri-Food Development Fund (AADF)がある。AADF はタンザニアやケニアを対象国としており農業食料分野において申請に基づいて支出される基金である。規模は小さく、全体で約 200 万 USドルの基金である。民間企業への基金支出も行うが、主に NGO への援助である。

アイルランド企業はタンザニアへ市場を冷静に判断しており、訪問時での参入は難しいという見方をしている企業がほとんどである。民間企業がアフリカへの事業拡大を検討する際には、より分かりやすく参入が比較的簡単であると判断される南アフリカやケニアへの進出が多い。僅かに参入しているのは ESBI など電力会社や一部のエンジニアリング分野においてのみで、農業分野についての進出は無い。今後の可能性としては、欧州連合での合意により制限されている牛乳の生産量が近々解禁になるため、アイルランドが持っている畜産に係る技術と制限の解禁により、今後乳製品を輸出できる市場が必要になり、タンザニア市場も検討の価値がある。

タンザニアでのアグリビジネスについては、SAGCOT 事務所やナイロビにある国際農業研究協議グループ(CGIAR)の研究所より情報を入手することも有効と考えられる。また、酒造メーカーのディアジオ(DIAGOE)のタンザニアでの事業展開なども参考になるとと思われる。

2.3 農業者

(1) 農民稲作組合 CHAWAMPU Rural Co-operative Society

①訪問日時

2012年12月13日

②対応者

CHAWAMPU 副議長(男性)、CHAWAMPU 役員(女性)

③聞き取り内容

Chama cha Wakulima wa Mpunga (CHAWAMPU、以下チャワンプ)はタンザニアモシに基盤を置く農民稲作組織であり、隣接する4村の稲作農民が任意で加入できる農民稲作組合である。

チャワンプは日本の協力により実施された農業事業の中で組織化された住民グループであり、KATC 周辺の隣接する4村を対象にし、約2,000軒の農家のうち1,165軒の農家が会員となっている。その事業内容は、主に農業用肥料等の購入及び販売であり、モシ市にある農業資材を取り扱う企業キボ・トレーディング(Kibo Trading)から肥料を買い付け、住民に対して販売を行なっている。また、周辺地域の水田を借り、稲を育てたり、そこで収穫した種モミを販売したりもしている。なお、チャワンプに加入していない農民でも肥料や種の購入はできる。

肥料流通の方法としては、まずチャワンプがキボ・トレーディングに赴き肥料を購入する。そして公共交通機関や車両などの交通手段をチャワンプが準備し、販売所である同組合の事務所まで運搬する。そして、購入を希望する農民は同事務所まで赴き購入する必要がある。そのため、在庫の状況に応じて定期的にキボ・トレーディングより肥料が配送されるというよりは、肥料を必要とする住民側が企業に働きかけを行なうことで品物が流通していると言え、チャワンプの肥料流通に関する同地域での役割は重要であると推察される。肥料散布時期など購入の際に現金が準備できない農民に対しては、チャワンプが肥料を手数料2%で買い付け、収穫が得られたときに農民より購入費と手数料を回収している。その他、政府からの農業投入購入支援のためのバウチャーを利用して購入することも可能である。しかしながら、バウチャーは年間を通じて定期的に配布されているわけではなく、手に入らない時期も多い。

同地域で最も多く使用されている肥料は UREA であり、チャワンプでは1耕作時期につき50kgのUREAを約600袋販売する。また、SAの使用もあり、1耕作時期につき約400袋が売れる。葉面散布剤についても取り扱いがあり、チャワンプ対象区の農民も購入している。駆虫剤も同地域では使用され、種類としては dasband、fionex、duduall、selectrom などがある。

稲作農民の平均的な収入について質問すると、わからないという回答であったが、同副議長の家庭では3/4エーカーの土地で約20袋の籾殻つきのコメが収穫できるそうである。籾殻つきコメ袋約120kgが、調査時では約8,000タンザニアシリングほどで買い取られていた。脱穀を終えるとコメの重量は120kgから75kgに減り、コメ50kgの袋は約135,000タンザニアシリングで販売される。同地域の水不足の問題から多くの農家が稲作を行なえておらず、それらの農家はメイズの耕作を行なっている。メイズは100kg袋が約70,000から100,000シリングで販売される。

剤も使用しているが、有機農法の区画が増すにつれ、資料量は減少してきている。

使用する肥料や農薬は主にダルエスサラームで購入し、購入先にモシまでの運搬を依頼するかたちをとっている。

また、園内で独自に堆肥を作り、主に有機農法区画に使用している。堆肥づくりにはコーヒーチェリー、草や芝生、牛糞などを材料にし、微生物を投入して発酵を促進する。

園内で唯一使用する害虫駆除剤はニームより作られた Nimbecidine のみである。4 年前から使用を始めたが、タンザニアでは作られておらず手に入りにくいいためケニアより輸入している。以前使用していた駆除剤では長年使用することに害虫に耐性ができて効果が出にくくなり、使用量も増えて経営を圧迫するようになっていた。有機の害虫駆除剤である Nimbecidine を使用し始めてから、少量の散布で害虫を制御できている。

有機農法を行なってゆくうえで大変重要となるのは、コーヒーの木の状態を常に細かに把握し、病気や害虫の広がりを早期に発見し、早い段階で食い止めることである。以前の方法では、1ヶ所に病気を見つけると、園全体に駆除剤を撒くという対策をとっていた。これはコーヒーの木の健康にとっても望ましくなく、また経営的にも無駄な出費となる。そのため、訪問時には園内を細かなエリアに分割し担当者を決め、それぞれが恒常的に園内をまわってコーヒーの状態を把握する害虫スカウト(Pest Scouting)という方法をとっている。病気や害虫が繁殖している状態を発見したらすぐにベンテ氏に報告し、対策を検討する。

園内で多くみられるコーヒーの育成に関する問題としてミネラル不足がある。実際に訪問時に園内を見学した際に見られたミネラル不足としては、鉄不足、ホウ素不足、マグネシウム不足があった。これらの症状に対して、マチャレ農園では、ミネラルの混合材肥料ではなく、各成分を症状に合わせて個別に散布する。ミネラル不足に加えて潜葉性昆虫などの害虫も視察の際に見られた。



図 2.3-2 マチャレエステート(コーヒー農園)



図 2.3-3 マチャレエステート(コーヒーチェリー)

2.4 肥料等農産物資材関連企業

(1) Tanganyika Farmers' Association Limited、モシ市内小規模農業資材店

① 訪問日時

2012年12月12日

② 聞き取り内容

モシ市内にある比較的規模の大きな農業資材店であるタンガニカ・ファーマーズ・アソシエーション(Tanganyika Farmers' Association Limited)を訪問し、販売されている肥料や肥料散布機材、それら資機材の入手先などについて情報収集を行なった。まず、流通している肥料についてであるが、1番売れているものとしては UREA があげられ、また、DAP(Diammonium Phosphate)、CAN(Calcium Ammonium Nitrate)なども多く売れている。これらの肥料はイタリアやイスラエルなどから輸入されており、輸入肥料を取り扱う代表的な企業としてヤラ・インターナショナル(Yara International)やタンザニア・ファティライザー・カンパニー(Tanzania Fertilizer Company)、エクスポート・トレーディング・グループ(Export Trading Group、ETG)があげられた。ヤラ・インターナショナルについてはモシには支社がなく、別の流通業者であるキボ・トレーディング(Kibo Trading)を通じて、輸入した肥料をモシにて販売している。タンザニア・ファティライザー・カンパニーやエクスポート・トレーディング・グループについては、それぞれの支社がアルーシャ市とモシ市にある。しかしながら、訪

問時には UREA や DAP などの肥料は品切れの状態であり、店員によると肥料の在庫を大量に抱えると、買手がいつでも買えると思いき少量ずつしか買わなくなるため、在庫は多く置かないようにしているとのことであった。

タンガニカ・ファーマーズ・アソシエーションでも噴霧器の取り扱いがあり、買い手としてはプランテーション経営者など大規模農園のみでなく、個別の農民も噴霧器を購入している。噴霧器の値段であるが製造会社と生産国によって差があり、Solo(カナダ製)で 160,000 タンザニアシリング、Vita(ドイツ製)で 150,000 タンザニアシリング、SP-15(インドネシア製)で 85,000 タンザニアシリングであった。

また、葉面散布材の取り扱いもあり、売れ筋の商品として Flexil シリーズがある。窒素・リン酸・カリの含有量がそれぞれ違い、Flexil P は 10・50・10、Flexil は 20・20・20、Flexil Quality はカリウムの値が高い。1kg 入りは値段はそれぞれ 7,000 シリングで、50g につき 20L の水に溶かし使用する。

タンガニカ・ファーマーズ・アソシエーションに比べると比較的小規模な農業資材店を訪問したところ、同様に肥料の扱いがあり、住民の間に流通している様子がうかがえた。やはり UREA が一番売れている肥料であり、一袋 50kg が 60,000 シリングで販売されていた。

(2) Yara International Tanzania

①訪問日時

2013 年 1 月 28 日

②対応者

Mr. Julien Camaleonte(Commercial Manager)

Mr. Hillary Patto(in charge of marketing)

③聞き取り内容

Yara International は約 50 の国で事務所を構えており、また 160 の国にて自社の商品を販売している。東アフリカにおいては 15 年以上の経験がある。

会社全体の売上高は約 800 億ノルウェークローネ(2011 年)、肥料売上高約 190 億ノルウェークローネ、EBITDA 約 150 億ノルウェークローネ。

肥料はタンザニア内で生産しているわけではなく、すべて輸入である。タンザニア進出の主な理由としては、東及び中央アフリカへの進出し商品を輸入するため港が必要であったこと、もともとノルウェー政府とタンザニアにつながりがあり、タンザニアの農業発展を促進する動きがあつて Yara としても農業発展への貢献を目指していることがある。

港に関してはケニアやモザンビーク、南アフリカ等の港も押さえ、ブルンジ、ルワンダ、ウガンダなどへの輸出への入り口としている。

タンザニアの農民の肥料等農業投入の購買力については低い。考え方として、タンザニアの地域別で購買力の差を見るというよりは、換金作物が作られている場所をターゲットとすると肥料流

通の需要はあると考える。

根底にある大きな問題は農民が貧しいということである。農業の発展も遅れており、現状としてすぐに利益が出る大きな市場がタンザニアにあるわけではない。

Yara の流通ネットワークに関して、例えば種を扱う Kibo Trading のような既にネットワークを持っている企業を見つけ、それらの企業と提携することで、タンザニア各地への流通経路を広げ、確保している。形態としては Kibo が Yara から肥料を購入し、Kibo のネットワークで販売している。

タンザニア政府も農業発展に関しては協力的であるため、法律面等でのやり取りやサポートの面での問題などはあまりない。

2.5 物流関連企業

(1) Kibo Trading & Services

①訪問日時

2013年1月31日

②対応者

Mr. Mossi W. L.(Proprietor)

③聞き取り内容

キボトレーディング&サービスは、タンザニア国内各地に拠点とネットワークを持った農業資材を取り扱う企業である。主な取扱商品は、肥料や除草剤等の農薬、メイズなど農作物の種、スコップや鋤などの農機具である。

Monsanto や Yara International など提携しており、各企業がタンザニア国外から輸入した資機材を安い価格で買い取り、それらをタンザニア内の各地で流通させ販売している。取扱商品について、種は Monsanto、肥料は Yara International、農機具は南アフリカ企業のように住み分けがされている。

農業資材流通のシステムとしては、Monsanto などの企業がタンザニア国内に持ち込んだ商品をキボにまず卸す。キボは地域の統括事務所以外に小規模な店舗を村に構えているため、その各支店に商品を卸す。消費者はその小規模店舗に赴き商品を購入する。例えばモシ地域においては、本調査で訪問したモシの中心地にある統括事務所に商品が運ばれる。キリマンジェロ地区には統括事務所から 30 キロ～40 キロ離れた場所に 4 つの支店があり、それら支店にはキボの社員が出向している。1～2 週間の間隔で総括事務所より在庫状況確認のために社員が出向き、在庫が少ない商品については総括事務所より商品を運搬する。

キボはアグロディーラーとして政府に登録されているため、政府が発行する農業資材購入のためのバウチャーの取り扱いができる。

バウチャー配布の前には事前に対象者選定のための調査が行なわれ、支援を必要としている小規模な零細農家が選ばれる。しかしながら、バウチャーが支給されるのは資材の約半額程度であるため、残りの金額の支払意志と能力があるということを、対象となる農家は政府に対して説明しなければならない。

パウチャーには、例えば「UREA」のように対象となる資材が名前まで記載されているが、パウチャーを使用する農民が資材と支援額の差額を払えるならば、記載された特定の資材以外の商品でも購入できる。パウチャー上に肥料の成分などについての細かな記載は無い。取り扱われる商品は必ず Tropical Pesticide Research Institute (TPRI) に登録されていなければならない。

葉面散布剤はモシ地域では広く使用されており、販売数についても向上しているということであった。

3. 実証試験・普及啓発

3.1 目的・概要

本実証試験は、地球温暖化に起因する気温上昇により、アフリカ農産物において発生する可能性が高い高温障害等に対する、アミノ酸含有葉面散布剤 AJIFOL®の施用効果を実証することにより、地球温暖化問題への適応対策として重要と考えられる、アフリカの農業・食料に関連する課題の解決を図ることを目的としている。本年度は作物高温障害の問題が顕在化しているタンザニア共和国の、代表的な作物試験機関の一つである Kilimanjaro Agricultural Training Centre (KATC) を選定し、地球温暖化に起因する高温障害等が問題となっている作物を対象として、AJIFOL®施用効果の実証試験を行った。

3.2 対象品目

ハクサイ、イネ(NERICA1、SARO)

3.3 実証機関名及び実施場所

Kilimanjaro Agricultural Training Centre (KATC), P.O. Box 1241, Moshi, Tanzania
KATC 敷地内実験圃場にて栽培試験

3.4 試験方法

3.4.1 試験の構成

	ハクサイ	イネ
品種	現地栽培種	NERICA1、SARO
栽植密度	160 個体/66m ²	約 500 個体/95m ²
仕様資材	基肥:尿素	基肥:尿素
栽培面積	66m ² /処理区	95m ² /処理区

その他	点滴灌漑	水田
-----	------	----

3.4.2 各試験区の詳細

➤ 各試験区の詳細(ハクサイ)

T1	無肥料、無処理
T2	基肥尿素施用、無処理
T3	基肥尿素施用、0.2% AJIFOL®葉面散布処理
T4	基肥尿素施用、0.2% AJIFOL®+10mM バリン葉面散布処理

➤ 各試験区の詳細(イネ)

T1	基肥尿素施用、無処理
T2	基肥尿素施用、0.2% AJIFOL®葉面散布処理
T3	基肥尿素施用、0.2% AJIFOL®+10mM バリン葉面散布処理

3.4.3 耕種の概要

	ハクサイ	イネ	イネ
品種	現地栽培種	NERICA1	SARO
播種日	2012/12/11	2012/10/8	2012/10/16
定植日	直播	2012/11/30	2012/11/30
畝幅	約 1m	約 1m	約 1m
株数	約 160 個体/処理区	約 500 個体/処理区	約 500 個体/処理区
施肥方法	粉末尿素土壌施肥	粉末尿素水田施肥	粉末尿素水田施肥
肥料成分	尿素	尿素	尿素
施肥量	現地慣行に準ずる	現地慣行に準ずる	現地慣行に準ずる
成分ベース施肥量	現地慣行に準ずる	現地慣行に準ずる	現地慣行に準ずる
資材施用日	2012/12/28 より週 1 回、2013/2/1 まで	2012/12/4 より 2 週間に 1 回	2012/12/4 より 2 週間に 1 回
農薬散布	無し	無し	無し
収穫日	2013/2/8	2013/3 予定	2013/4 予定

3.4.4 試験期間中の気象概要

測定期間	昼間平均気温	夜間平均気温	最高気温	平均相対湿度
2012/12/17 ～ 2013/2/11	31.8℃	23.6℃	41.8℃	58.8%

3.5 実証試験の結果

3.5.1 生育状況

実験区比較・・・SPAD 値(葉の葉緑素量を表す)

数値上位 3 個体のデータを示す。赤字は全データ中の最高値を示す。

SPAD 値(ハクサイ)	No.1	No.2	No.3	平均値
T0:無肥料	35.3	32.5	32.4	33.4
T1:尿素	39.1	38.7	38.4	38.7
T2:尿素+0.2% AJIFOL®	39.5	37.7	37.0	38.1
T3:尿素+0.2% AJIFOL®+10mM バリン	45.5	37.8	37.5	40.3

SPAD 値(イネ NERICA1)	No.1	No.2	No.3	平均値
T1:尿素	56.0	54.7	53.8	54.8
T2:尿素+0.2% AJIFOL®	57.0	55.6	53.6	55.4
T3:尿素+0.2% AJIFOL®+10mM バリン	57.4	54.2	53.7	55.1

SPAD 値(イネ SARO)	No.1	No.2	No.3	平均値
T1:尿素	44.8	42.1	40.9	42.6
T2:尿素+0.2% AJIFOL®	46.3	42.9	42.2	43.8
T3:尿素+0.2% AJIFOL®+10mM バリン	49.0	46.2	45.1	46.8

3.5.2 収穫物調査結果

実験区比較・・・新鮮重量

数値上位 3 個体のデータを示す。赤字は全データ中の最高値を示す。

ハクサイ新鮮重量(kg/plant)	No.1	No.2	No.3	平均値
T0:無肥料	2.35	1.27	1.22	1.61
T1:尿素	2.54	2.15	2.84	2.18
T2:尿素+0.2% AJIFOL®	2.55	2.50	2.00	2.35
T3:尿素+0.2% AJIFOL®+10mM バリン	1.90	1.85	1.83	1.86

3.5.3 実証試験結果の考察

(1) 既存農法(尿素施肥)と比較した効果

ハクサイ SPAD 値については、平均値に注目すると T1 に比べ T2 では違いが認められず、AJIFOL®の栄養効果が認められなかった一方で、T3 では全ハクサイデータ中の最高値が取得されるとともに、T1 に比べて SPAD 平均値の増加が認められた。イネ SPAD 値については、NERICA1 では T2 および T3 でも、T1 に対する平均値の違いは認められなかった一方で、SARO では、平均値に注目すると T1 に比べ T2 ではわずかな増加、さらに T3 では T1 に比べて SPAD 平均値の増加が認められた。さらに両品種において T3 では全イネデータ中の最高値が取得された。これらのことから、T3 すなわち AJIFOL®とアミノ酸バリンの混合葉面散布によって、植物種を問わず、SPAD 値が増加する傾向が認められた。

またハクサイ新鮮重量については、T1 に比べ T2 では違いが認められなかった一方で、T2 では全データ中の最高値が取得されるとともに、T1 に比べて新鮮重量の増加が認められたことから、SPAD 値のデータとは異なる結果となった。SPAD 値は葉の葉緑素量と相関する値を表しており、ハクサイが仮に地球温暖化による高温障害を被った場合に、葉やけを生じ、数値が低下することが考えられる。このことから推測し、まず T3 において T1 よりも SPAD 値が増加した理由として、SPAD 値計測日時点で生じていた葉の高温障害が、AJIFOL®とアミノ酸バリンの混合葉面散布により若干軽減された可能性が考えられる。一方で、収穫後の新鮮重量は T3 よりも T2 のほうが大きくなっており、SPAD 値の高温障害による変動では説明がつかない。当コンソーシアムではこれまでに、植物への過剰バリン葉面散布が葉害を引き起こし、生育の遅延につながることを見出している。従って本結果は、週 1 回の AJIFOL®とバリン混合葉面散布が、現地栽培種のハクサイにとって過剰となり、最終的な新鮮重量としての低下につながった可能性が考えられる。また、当コンソーシアムではこれまでに、AJIFOL®が植物の病害抵抗性を誘導し、病害の感染を抑制する効果を見出している。植物病害は低温よりも高温の条件で発生しやすいことが知られており、タンザニアでは作物高温障害が顕在化していることから病害の発生も顕著である可能性が考えられる。これらのことから、T1 に比べ T2 で新鮮重量が増加した理由としては、AJIFOL®がハクサイの病害による新鮮重量低下を抑制した可能性が考えられる。

(2) 今後期待される効果

本結果より、AJIFOL®およびそのバリニ混合葉面散布剤が、タンザニアにおいてハクサイをはじめとした葉物野菜の高温障害や病害を抑制し、品質や収量の改善に効果がある可能性が見出された。今回の結果ではバリニの過剰施用の可能性が考えられたことから、今後はタンザニアの栽培種の性質や、気温、病害の発生状況に合わせた、的確な AJIFOL®アプリケーション開発が必要となる。



図 3.5-1 実証試験の実施結果

5. 指標(方法論)とベースラインデータ

■インプット、アウトプット、アウトカム アプローチ

本事業におけるインプットは「AJIFOL®の導入」、アウトプットは資材投入による効果、アウトカムは「タンザニア連邦共和国の課題・ニーズ解決」となる。

本事業では、ハクサイおよびコメについての実証研究を実施したがハクサイについては計画していた研究結果が出ているが、コメについては2013年3月初旬時点において栽培中のSPAD値のみの結果に留まっている。そのため、コメについての評価方法については参考とするに留める。

表 3.5-1 AJIFOL®の導入によるインプット、アウトプット、アウトカム アプローチ

インプット	アウトプット	アウトカム	評価
野菜・果実等付加価値農産物へのAJIFOL®の導入	【効果確認】 高温障害への耐性 単収の増加 病気抵抗性	食料増産 農業者所得の向上	○
コメ・メイズ等穀物類栽培へのAJIFOL®の導入	【効果確認】 高温障害への耐性 【未確認】 病気抵抗性 単収の増加	食料増産	参考

■評価方法

本実証試験では、栽培期間の短い野菜(白菜)については「高温障害への耐性」、「病気抵抗性」、「収量の増加」について一定程度の効果を確認することが出来た。しかし、半年に満たない実証期間であったことから作物や地域特性に対応した的確なAJIFOL®アプリケーション開発を実施するまでに至っておらず、AJIFOL®の有する最大の効果を示すことは出来なかった。そのため、本実証試験で得られた効果についての原単位は最小限の効果と捉え、導入による効果の評価方法について検討を行った。

AJIFOL®の効果を評価するには、慣行に比べた「収穫量の増加」による差で評価することが最も一般に理解しやすくアウトカムでの評価も容易である。しかし、「高温障害への耐性」、「病気抵抗性」は、農産物栽培において非常に重要な要素ではあるが、その問題が発生するか否か、発生した場合においてもその度合いなど気象条件の変化により全く異なる。また、本事業の主目的である地球温暖化への適応という観点からは、重大な気象変化によるインパクトを受けた際にいかにその影響を抑えるかが重要となると考えられる。

本実証期間中には重大な気象変化は発生しなかったが、従来型の農産物栽培(慣行農法)をベースラインと設定し、AJIFOL®の導入によるプロジェクト効果について評価を行った。

【ベースライン】

- 高温障害が発生した場合の生産量
- 病気が発生した場合の生産量
- 高温障害、病気が発生した場合の単収

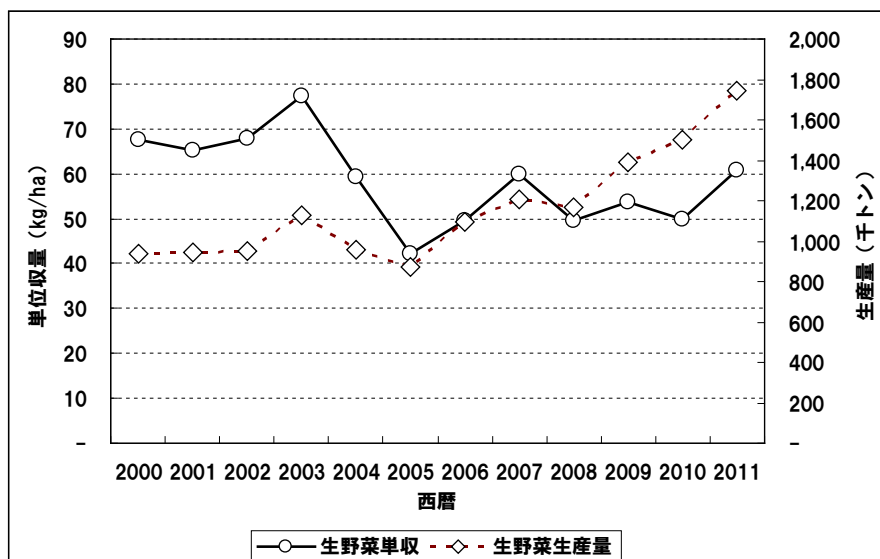


図 3.5-2 生野菜の単収、生産量の推移

(出典)FAOSTAT を基に作成

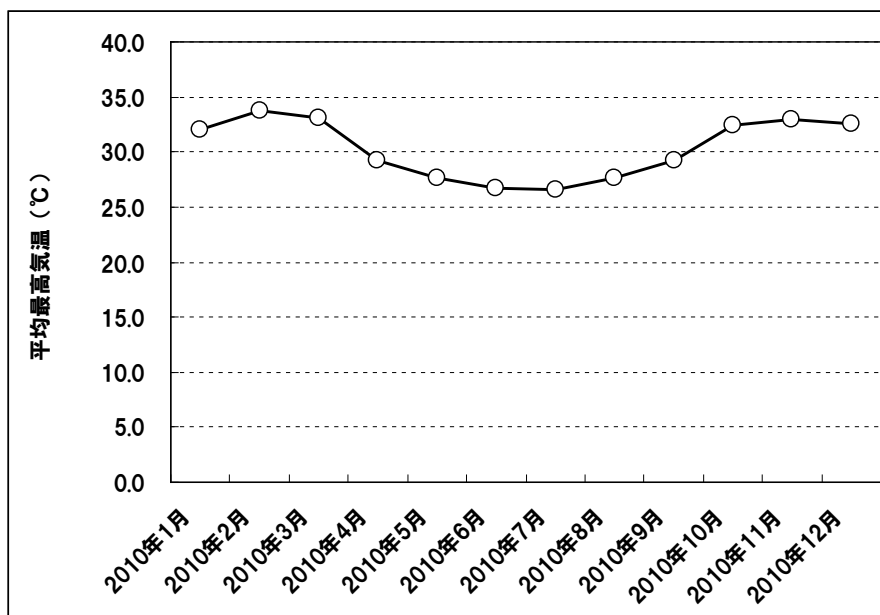


図 3.5-3 Kilimanjaro 地方における月別平均最高気温

(出典)National Bureau of Statistics, Tanzania in Figures 2010

タンザニア国内における農産物生産物データおよび気象データについては、収集可能なデータに限界がある。本調査では 2010 年 1 年間の平均最高気温についてのデータを収集することが出来た。また、本実証期間内においても気象データの蓄積を実施した。そのデータを以下に示す。2013 年 1 月 19 日～23 日の期間では、最高気温が 40 度を越している。月別平均最高気温でも 2013 年 1 月は 38.5 度となっている。

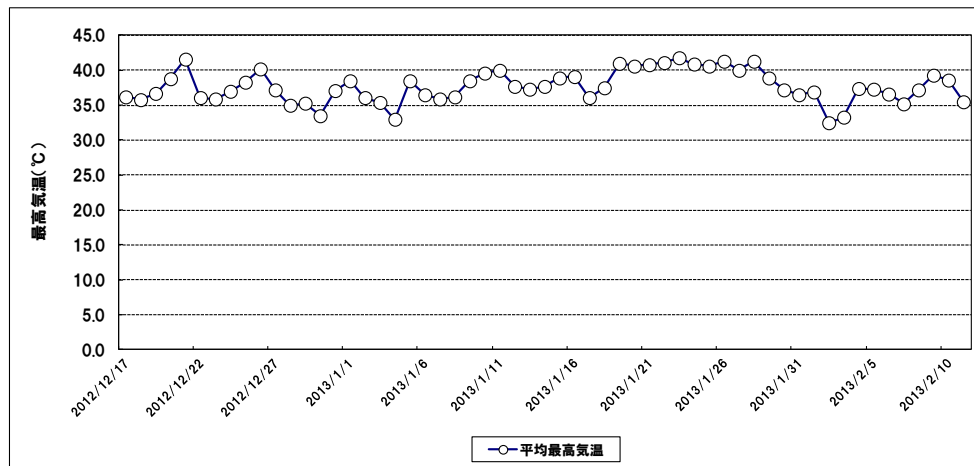


図 3.5-4 本実証期間における最高気温の推移

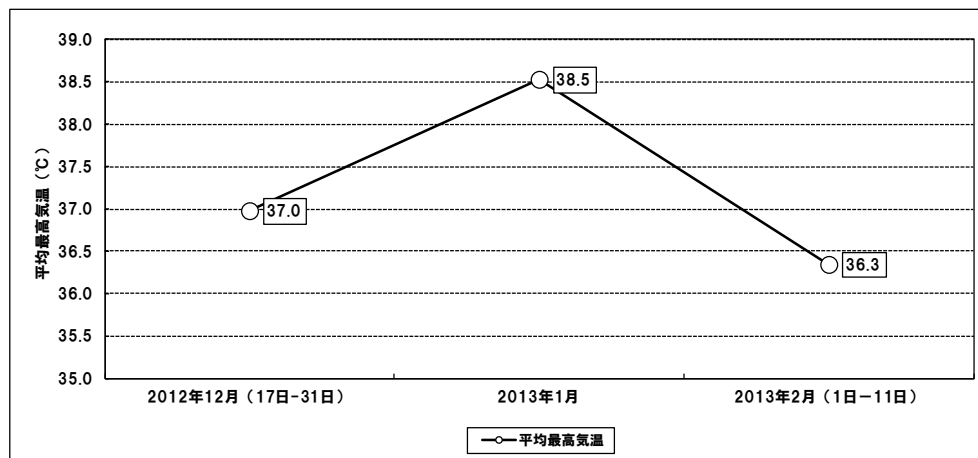


図 3.5-5 本実証期間における月別平均最高気温の推移

気温と生産量に関するデータの相関について検討出来ることが望ましいがデータに制約があるため参考数値として記載するに留めざるを得ない。本来であれば、気温が高く生産量が低い「高温障害が発現した場合の単収」、「病気が発現した場合の単収」、「高温障害、病気が発生した場合の単収」のデータをベースラインとして設定することが望ましいが、気象データが比較的存在する 2010 年をベースラインとして設定する。

下表では新鮮重量の計測が可能となったハクサイについてのデータについて示している。

表 3.5-2 ハクサイ実証試験結果

ハクサイ新鮮重量(kg/plant)	No.1	No.2	No.3	平均値
T0:無肥料	2.35	1.27	1.22	1.61
T1:尿素	2.54	2.15	2.84	2.18
T2:尿素+0.2% AJIFOL®	2.55	2.50	2.00	2.35
T3:尿素+0.2% AJIFOL®+10mM バリン	1.90	1.85	1.83	1.86

農村におけるヒアリングによると、タンザニアにおいて施肥はほとんどなされていないのが実態であり、実施したとしても尿素を利用するに留まる傾向にある。「T0:無肥料」、「T1:尿素」は、慣行農法の位置づけであり、これらから得られる農産物生産量をベースラインとする。

比較の結果、AJIFOL®を用いたハクサイの収量は T0 比で 146%、T1 比で 108%の上昇効果であった。

表 3.5-3 農家規模別平均作付面積

	農家数 (推計値)	単年/永年作物作付面積	平均作付面積
小規模農家	4,901,837 戸	8,862,113 ha	1.8 ha/戸
大規模農家	1,212 戸	191,506 ha	158 ha/戸

(出典)Tanzania Agriculture Sample Census より作成

日本で販売されている AJIFOL®施用による小規模農家の追加コストについて下表のように試算した。その結果、一戸当たりの追加コストは **1,296 円/作期**となった。農家が 1 月あたりに支払っている肥料コストは 218 円と見込まれることから、ハクサイ栽培に約 2 か月かかると考えた場合に 1 月あたり 648 円となる。これは肥料コストの約 3 倍程度であり、既存の葉面散布材の約 10 倍の価格である。従来型の農業を実施している小規模農業者の月の農業収入が 1,421 円であることを考えると、小規模農家に対して日本製品と同等の価格での販売では販売は厳しいと考えられるが、所得の高い大規模農家において利用できる可能性は否定できない。

いずれにせよ、現在、ここで示した数値は日本で販売されている製品の価格であるため、地域に応じたコスト構造および価格の検討が必要である。

表 3.5-4 AJIFOL®施用による小規模農家の追加コスト

【AJIFOL®】	計算式	数値	単位
濃縮 kL 単価	①	40,000	USD/濃縮 kL
希釈倍率	②	500	倍
希釈 kL 単価	③=①/②	80	USD/希釈 kL
希釈 L 単価	④=③ /1000	0.08	USD/希釈 L
為替レート	⑤	90	¥/USD
希釈 L 単価(円)	⑥=④×⑤	7.2	円/希釈 L
1ha 当たり散布量	⑦	0.1	希釈 kL/ha
単位換算(kL⇒L)	⑧=⑦× 1000	100	希釈 L/ha
小規模農家平均作付面積	⑨	1.8	ha/戸
農家 AJIFOL® 散布期待量	⑩=⑧×⑨	180	希釈 L/戸
1 戸当たり必要経費	⑪=⑥×⑩	1,296	円/戸

以下では、タンザニア国内で用いられている既存の葉面散布材との価格競争を前提に、既存製品の価格の 120%に抑えた場合に求められる金額を示す。その結果、AJIFOL®の価格は、濃縮液として 5,833USD/kL と試算された。これは 1 戸当たり 189 円(3,780 タンザニアシリング)に該当する。この価格はあくまで努力目標としての数値である。

表 3.5-5 既存製品の価格の 1.2 倍の価格に抑えた場合の AJIFOL®に求められるコスト

【AJIFOL®】	計算式	数値	単位
濃縮 kL 単価	①	5,833	USD/濃縮 kL
希釈倍率	②	500	倍
希釈 kL 単価	③=①/②	11.666	USD/希釈 kL
希釈 L 単価	④=③ /1000	0.011666	USD/希釈 L
為替レート	⑤	90	¥/USD
希釈 L 単価(円)	⑥=④×⑤	1.04994	円/希釈 L
1ha 当たり散布量	⑦	0.1	希釈 kL/ha
単位換算(kL⇒L)	⑧=⑦× 1000	100	希釈 L/ha
小規模農家平均作付面積	⑨	1.8	ha/戸
農家 AJIFOL® 散布期待量	⑩=⑧×⑨	180	希釈 L/戸
1 戸当たり必要経費	⑪=⑥×⑩	189	円/戸

【プロジェクト効果】

前述のベースラインデータや試験結果数値を利用し、プロジェクト効果の計算式を以下のよう
に設定した。

○農産物生産減少の抑制・増収効果 $= (T0 \text{ or } T1 \text{ 収穫量} / T2 \text{ 収穫量}) \times 2010 \text{ 年農産物}$
生産量

○農業所得の向上

$= ((\text{農業所得} \times \text{農産物生産減少の抑制・増収効果}) - \text{投入資材コストによる追加コ}$
スト)) / 農業所得

■評価結果

評価結果は以下のとおりとなった。農産物増収効果では増加が見込まれる。また、農業所
得の向上についてはハクサイなどの野菜の場合では、T0 との比較で考えるとプラス効果
が見込まれ、AJIFOL[®]導入によりタンザニア連合共和国にアウトカムとして十分な効果を提供
できるものと考えられる。しかし、T1 に比べた場合には農業所得は低下する可能性がある。
農産物収量の安定性を考えた場合、この追加コストとリスクバランスを考えた製品選択が農
家サイドに必要なと考えられる。

また、品質面での効果についてはここでは定量的に示されていない。AJIFOL[®]の施用によ
り品質向上がなされた場合には、その点も考慮した評価が必要になるものと考えられる。

○農産物増収効果(T0ケース:146%) $= 1.46 \times 1,500 \text{ 千トン} = \underline{2,190 \text{ 千トン}}$

○農産物増収効果(T1ケース:108%) $= 1.08 \times 1,500 \text{ 千トン} = \underline{1,620 \text{ 千トン}}$

○農業所得の向上(T0ケース:146%) $= ((28,418\text{Tsh} \times 146\%) - 3,780\text{Tsh})$
/28,418Tsh $= \underline{133\%}$

○農業所得の向上(T1ケース:108%) $= ((28,418\text{Tsh} \times 108\%) - 3,780\text{Tsh})$
/28,418Tsh $= \underline{95\%}$

6. 適応対策において今後見込める成果

AJIFOL®を現地において展開する場合、初期段階では輸出することになると考えられる。輸出の場合の価格については、既存の日本製品と同等になると考えられるが、この価格では現地価格の10倍程度となるため競争力は弱い。

しかし、将来的に現地において肥料を供給する生産基盤、流通基盤を構築した場合には、低コスト化を図り、実証試験によりその効果の明確化を図ることが可能となれば、その品質についても既存製品に比べた場合、優位性は非常に高いものとなる可能性が高い。

このことによる波及効果として、大規模・高収益の農業者だけでなく、小規模・低収益の農業者も現地生産により商品にアクセスすることが可能となり、気候変動の影響を受けにくい安定した生産が可能となる。加えて、生産の安定化は食料問題や所得向上、社会の安定化にもつながるため、アフリカ地域における一次産業の大幅前進に貢献し、社会発展の基盤となる可能性が十分にあると考えている。

また、評価指標は、事業を実際に実施し、状況が詳細に把握されることによって、より精度を高めていく。本事業評価手法の確立により、1次産業に近い分野における評価手法の確立が可能であり、食料問題に関連した対象までの汎用的手法になるものと考えられる。

5) 「ベトナム社会主義共和国における暴風雨および集中豪雨による斜面災害の防災減災事業」(川崎地質)

平成24年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた実現可能性調査事業」最終報告書

コンソーシアム名または企業・団体名	川崎地質株式会社
事業名	ベトナム国社会主義共和国における暴風雨及び集中豪雨による斜面災害の防災・減災事業

1. 本事業の目的

1.事業目的

ベトナム国の幹線交通網沿い及び集落における斜面変動(地すべり・崩壊)による被害の軽減とその対策についての事業化の可能性調査。

2.事業の全体像

下記のステップにしたがって、事業展開する。

Step-1 ベトナム国における斜面防災・減災事業の実現可能性調査を実施する。

Step-2 特定のエリアまたは路線をターゲットとして事業を開始する。

Step-3 国家防災戦略によって指定された地域をターゲットとして事業を継続する

Step-4 高速道路や高速鉄道などのプロジェクトをターゲットとして事業を発展する。

3.事業成果

地すべりや崩壊などの斜面変動に伴う災害の事前予測と被害軽減及びその対策。

4.事業内容

地質調査技術を基幹技術として、斜面変動に対して、下記の項目について実施する。

①マッピングと斜面危険度評価

航空写真及び地形図などを利用して危険斜面を抽出しマップを作成する。抽出された斜面は斜面危険度評価手法によってその危険度をランク付けする。このランクに応じて、その後の現地調査～対策までの実施優先度を決定する。

②現地調査

現地踏査及び現地調査(ボーリング調査、物理探査による調査)によって、斜面変状の規模や発生危険度を評価する。

③現地計測機器設置及び観測

現地調査を実施した箇所の斜面危険度評価結果にしたがって、現地計測器を設置する。計測結果は関係者(地域住民、道路管理者など)が常時確認することができるシステムとする。

④早期避難警戒システムの構築

①～③によって斜面変動の滑動度が高く被害発生の可能性がある箇所については、③の計測結果と連動する避難警戒システムを構築して、周囲へ危険を周知する。

⑤対策工の設計と施工管理

斜面変動の滑動スピードが速く、また、被害発生の可能性が高く緊急に対策が必要と判断される箇所は、対策工の設計～施工管理を実施する。

5.選定理由

気候変動の影響と見られる暴風雨や集中豪雨による被害が増加する東南アジアにおいて、ベトナム国は先進的に経済発展を遂げようとしているものの、自然災害への対策はほとんど講じられていない。また、ベトナム国の国土は南北に細長いため、沿岸の低地部から内陸の山間部まで、地すべり崩壊などの多様な自然災害に見舞われやすい状況にある。しかし、行政機関及び大学などの研究機関等からのヒアリング調査において、これら自然災害に対する調査・計測・対策の技術及びノウハウが不足しているため、十分に対策が講じられていない状況にある。

一方で、斜面災害対策の必要性から「国家防災戦略」が発表されており、また、「南北高速道路事業」の開始や「南北高速鉄道計画」など、斜面对策が不可欠なプロジェクトが計画されており、ベトナム国において斜面防災・減災分野に係る技術の需要は大きく、その市場規模も非常に大きい。また、近い将来、東南アジア地域で周辺国（カンボジア・ラオス・ミャンマーなど）を主導していく可能性が高く、その経済発展状況から、ベトナム国における事業展開が東南アジア地域における事業展開へ発展する可能性が高いと評価される。

以上から、ベトナム国において斜面防災・減災事業の展開を図るものである。

2. 課題

1.ベトナム国における防災・減災事業の発注形態の把握

- ・ ベトナム国側と日本国側の関係団体等の関係図式の整理
- ・ 担当省庁、自治体、地方組織、地域団体、協力団体、個人（ボランティア）、日本企業などとの関係のありかた

2.ベトナム国における防災・減災事業に係る市場規模の把握

- ・ 国家防災戦略における斜面防災・減災分野の実行性の把握
- ・ 巨大プロジェクトに伴う、斜面防災・減災分野の貢献度と、日本企業の技術適用による効果の検証
- ・ その他の公的事業の市場規模、民的事業の市場規模の把握
- ・ 資金不足を前提として、事業実施に際するベトナム国側資金調達の方法
- ・ 防災・減災分野周辺の課題に対する需要と市場規模の把握

3.ベトナム国における日本企業が保有する技術の適用性

- ・ ベトナム国における実務レベルの確認
- ・ 日本企業が持つ技術のベトナム国への適用性の評価
- ・ ベトナム国での品質管理、安全管理手法の確立

4.ベトナム国における防災・減災分野に係る法制度の把握

- ・ 事業展開に係る、測量、調査、設計、対策に係る法整備の状況
- ・ 自然災害全般に係る法制度、実行プラン、国の政策などの把握

5.ベトナム国における事業開始に伴う日本企業組織運営のための条件

- ・ 日本企業が事業を実施するために必要な許可申請制度の把握
- ・ ベトナム国における協会、団体等の存在の有無
- ・ ベトナム国における事業実施に伴う収益性の検討

6.その他の課題(現地政府・自治体からの具体的ニーズ)

- ・ パイロット事業実施に伴うラオカイ省からの現地調査結果報告の要請への対応
- ・ 協力団体（VJEC）を通じて、パイロット事業の結果に対する、ラオカイ省及び交通運輸省（MOT）との現地調査結果報告会の開催

3. 課題解決の方向性

1. ベトナム国における防災・減災事業の発注形態の把握

ベトナム国における防災・減災事業としてはベトナム国政府機関、ベトナム国省政府（自治体）及び日本政府や諸外国による援助、支援業務がある。今回の当該業務では、主としてベトナム国政府機関、ベトナム国省政府（自治体）発注による事業をターゲットとして考えて情報収集にあたった。

当該業務では、ベトナム国でも地すべり、大規模崩壊及び土石流災害が多発しているベトナム国北部ラオカイ省を中心に情報収集を図っている。特にラオカイ省政府、ラオカイ省人民委員会等に対してベトナム国現地法人、ベトナム国科学アカデミー(IGS)等を通じてコンタクトを図り、現地での地すべり、崩壊や土石流などの災害発生状況やその対応についてヒアリングを行うとともに現地状況の確認を行った。その結果については最終報告でとりまとめるものとするが、後述する項目6においても少し触れることにする。

これらのラオカイ省政府における防災・減災事業等については、ラオカイ省防災委員会が対応しており、防災・減災事業に関わる方向性や発注などに関与している。これらのベトナム国側クライアントによる発注形態について、情報収集を図った。

2. ベトナム国における防災・減災事業に係る市場規模の把握

ベトナム国における防災・減災事業に関する市場規模については、パイロット的にベトナム国北部のラオカイ省においてマーケットリサーチ、マーケットの想定、マーケットの規模について調査を行った。

今回のFS調査における具体的な市場規模の調査方法としては、衛星画像を用いた斜面災害発生箇所抽出、ベトナム国側カウンターパート（※ベトナム国科学アカデミー、VJECなど）を通じて、ラオカイ省政府防災担当部局（※ラオカイ省防災委員会）に接触し、防災・減災事業に関する要求事項などの聞き取り調査、資料調査（防災・減災対策の範囲、費用、事業規模）及びラオカイ省管内における道路等斜面等災害状況の現地調査（※ラオカイ省防災委員会同行）を行った。さらに、その代表的地すべり災害が発生している国道4D沿いのラオカイ省サパ地区モンセン地すべりにおいて地すべり調査、測量、対策工の検討としてのパイロット事業を行い、その事業実行可能性について詳細調査を実施した。これらの調査結果に基づいて、地すべりなどの斜面災害の発生頻度が高いラオカイ省全体における市場規模について推計した。また、これらに加えて、同様の地すべりなどの斜面災害が発生しているベトナム国における他の省や、民間資本におけるリゾート開発が進められているベトナム国中南部においても市場規模の調査を進めた。

今回の業務においては、ラオカイ省サパ地区モンセン橋における地すべりに対して「パイロット事業」を行い、想定される防災・減災分野でのビジネスモデルを抽出し、仮想事業を想定して様々な観点からビジネスに際しての問題や課題の抽出の他、コスト、採算性、資機材調達、現地協力会社の確保、用いる技術、業務遂行能力など様々な面から評価を行った。我々の有する防災・減災技術は、これらの災害の予測技術、調査・測量技術、対策工法の設計技術及び各種観測機器を用いたこれらの災害に関する早期警戒システムなどを組み合わ

せたコンサルタント技術である。今回実施しているラオカイ省サパ地区モンセン橋地すべりでの「パイロット事業」はまさしく、想定される事業の実証調査であり、これらのことを念頭に「パイロット事業」の評価を行った。

また、ラオカイ省だけではなく、ベトナム国内における建設関連日本国内企業、NEXCO、JRなどの特にインフラ整備における現時点でのビジネス展開の現状、将来的なビジネス展開の状況について調査し、ベトナム国におけるマーケットの種類や規模についても調査整理が必要と考えており、国内においても情報収集を行った。これらの分野では、必ずしも防災・減災に直接関連しないものもあるが、インフラ整備には斜面や法面対策、地すべり対策、盛土地盤改良対策など様々なニーズが想定される分野である。これらのニーズを洗い出し、防災・減災分野でのニーズに特化したものも整理した。

さらに、今回の「FS調査」の過程で情報収集した内容について付け加える。ベトナム国においては、その自然環境を活かしたリゾート開発がゴルフ場建設、リゾートホテル建設など多様にわたり、様々な海外資本による運営がされている。その中でもベトナム国中部～南部における海岸に面した地域ではオーシャンビューの施設建設やアクセス道路の整備に際して、地すべりや斜面崩壊など防災上の問題が散見され、維持管理も含めた防災・減災対策に関して開発クライアントからの需要がある。このように海外資本ベースの開発に関わる防災・減災対策のニーズに関しても、今後高速鉄道網などインフラ整備の進行とともに増加していくと予測され、今後このようなリゾート開発などの民需に関する情報収集も重要な課題と考えており、公共事業における需要とともに我国の防災・減災技術を売り出す市場の一つであると考ええる。

3.ベトナム国における日本国企業が保有する技術の適用性

防災・減災分野における前述した項目について現時点においてベトナム国に進出している、もしくは進出を予定している国内企業の現状や将来展望も踏まえ、当社など斜面防災・減災に関する調査、測量、設計技術のベトナム国における適用性について、今回のFS調査で実施するパイロット事業を通じて評価を行った。今回のFS調査において、当社を含めた日本国内企業がベトナム国において斜面防災・減災分野でビジネス展開する上での問題や課題について抽出した。特に阻害要因については具体的に抽出を図り、排除もしくは緩和しうる解決策、代替策を含めて提示した。もしくは何が我国企業にとって有利になり、何が不利になるかについて考察し、有用な技術の抽出や改良策、代替策などについてまとめた。欧米、中国、韓国などの企業とも競合する可能性が高いがその現状や将来予測を的確に行い、ビジネスとして可能性について整理し考察した。

4.ベトナム国における防災・減災分野に係る法制度

現段階では、ベトナム国におけるカウンターパート（※ベトナム国現地日本法人の弁護士事務所、日本現地法人VJECなど）の協力も含めて、ベトナム国におけるこれらの分野の法制度、法規制を含めて情報収集を行っているところである。ベトナム国における防災・減災対策を推進する法的なバックボーンとしては2007年11月19日に発令された「202

0年までの防災・減災に関する国家戦略」があり、この国家戦略に基づいて法整備がされてきている。この法律に基づく

情報収集を進めており、工期までの間に可能な限り情報収集を行った。

5.ベトナム国における事業開始に伴う日本企業組織運営のための条件

ベトナム国における防災・減災事業を受注し展開していくためには、現地法人の開設、現地協力企業者などの開拓・教育の必要性など当社にとってまだまだ大きな課題が残っており、今回のFS調査期間中での解決は困難な面も多い。

ここでは項目2で記述した課題に沿って課題解決の方向性を記述する。

(1)ベトナム国における防災・減災事業の発注形態の把握

ベトナム国における防災・減災事業の展開は、主としてベトナム国政府、ベトナム国地方政府によるものであり、ベトナム国法人、日越合弁法人などに発注される。またそのほかに世界遺産登録地周辺やベトナム国中南部海岸地域を中心に海外資本によるリゾート開発事業が盛んに行われており、こうしたリゾート開発における斜面災害が問題となるケースも多く、民間ベースでの需要も多い。これらの民間ベースでの事業においてはベトナム国北部、南部における地域性も考慮した現地カウンターパートとの連携が重要である。

(2)ベトナム国における防災・減災事業に係る市場規模の把握

2020年までのベトナム国家防災戦略がバックボーンにあるが、ベトナム国経済の停滞から防災・減災分野での事業実行性に黄色信号が点滅しているとされる。今後さらに現地カウンターパートとの連携を図り、地すべり多発地帯であるベトナム国北部ラオカイ省において事業動向を調査し、事業開始のための課題解決に向けての情報収集を継続する必要がある。

また、民間事業の市場規模についてもベトナム国中南部リゾート開発における防災・減災分野での需要については前述したように現地カウンターパートと連携し、市場規模の把握を進めていく必要があり、現段階では具体的な市場規模、採算性についての調査を実施した。

(3)ベトナム国における日本企業が保有する技術の適用性

当社を含めて、防災・減災に関する日本の技術の適用性については、今回実施したラオカイ省におけるパイロット事業によって、ベトナム国における実務レベル、日本企業が持つ技術のベトナム国への適用性評価、ベトナム国での品質管理、安全管理手法についての評価を行った。評価結果については後述する成果の項目に記述する。

(4)ベトナム国における防災・減災分野に係る法制度の把握

事業展開に係る、測量、調査、設計、対策に係る法整備、自然災害全般に関わる法整備の状況については、現地にて情報収集を行っており、各種ベトナム国の法律や法規制等について、調査を実施した。

(5) ベトナム国における事業開始に伴う日本企業組織運営のための条件

日本企業が事業展開のための許可申請制度については、現地法人化や現地ベトナム国法人との連携が条件になるが、詳細な条件については最終成果において整理する。また、ベトナム国における協会、団体等について整理する。

(6) その他の課題(現地政府・自治体からの具体的ニーズ)

パイロット事業実施に伴うラオカイ省からの現地調査結果報告の要請については、本業務の結果を含めて現地カウンターパートと連携し対応する予定である。具体的には現地協力団体(VJEC)を通じて、パイロット事業の結果に対する、ラオカイ省防災委員会等及び交通運輸省(MOT)等とのベトナム国側発注者に対してと国道4D沿いのラオカイ省サパ地区モンセン地すべりの現地調査結果報告会の開催する予定である。

当社が保有する斜面等災害の予測技術、調査・測量技術、各種解析技術、対策工法の設計技術及び各種観測機器を用いた早期警戒システムなどを組み合わせたコンサルタント技術を発揮し事業展開していくためには、現在国内において技術提携している協力企業とのコラボレーションが重要と考えている。特に当社と正式に技術提携の調印をしている「中日本航空(株)」の持っているヘリレーザー測量、衛星画像処理技術、その他地形解析技術やこれらを総合的に管理するGIS技術とを組み合わせた、防災・減災技術をパッケージ化し、さらにベトナム国においてもベトナム国の人々によって維持運営出来るようなシステム構築を行うことで、他国競合企業に対して有利な事業展開が図れると考えており、市場規模、市場性と収益性について整理した。

6. その他の課題(現地政府・自治体からの具体的ニーズ)

これまで我社は、現地カウンターパートであるベトナム国現地法人(VJEC)、ベトナム国科学アカデミー(IGS)等とともにラオカイ省政府や人民委員会と接触を図り、現地政府クライアントの防災・減災のニーズに対する聞き取りを行ってきた。

その結果、特に台風災害に伴い、毎年のようにラオカイ省人民の生命、財産に対する大規模な被害を被っている現状が聞き取り調査や現地調査結果からも明らかである。当該省政府にとってはこれらの防災・減災対策は人民の生命、財産に対しての安全、安心を確保し、今後経済発展を果たしていくための急務の課題となっている。具体的には農業の保全(農地及び農業に携わる人民)とサパなどの観光資源の保全であり、農地や集落の保全、国道4Dを中心とする観光地サパへのアクセス道路などのライフラインに対して、多発する地すべりなどの自然災害に対する防災・減災対策に対するニーズである。これらのニーズに対して、災害国である日本企業ノウハウや技術はベトナム国において、極めて有用なものであり、高価過ぎる日本の技術に対しては、ベトナム国の現状にあった技術にダウングレードし改良していくことで、十分ビジネスとして成立していくものとする。これらの市場性と採算性について整理した。

4. 調査結果

1.基礎資料の入手可能性調査(添付資料①)

- ・ 地形図：2万5千分の1地形図（省単位で購入可能）、印刷物、電子データ。
- ・ 空中写真：国の機関で複数年代の航空写真を保有。しかし、日本企業はもとより、ベトナム国企業が購入することも困難であることが判明した。
※空中写真の代用として、パイロット事業で実体視可能な衛星画像を購入。
- ・ 地質図：20万分の1地質図（省単位で購入可能）、印刷物。

上記収集データおよび現地測量によって、ベトナム国全土において斜面災害に対する防災・減災事業に必要な基礎データを作成できることを確認した。

2.現地企業による現地調査の実施可能性調査

- ・ ベトナム国における防災・減災事業に係る技術を提供する企業。
- ・ パイロット事業の実施によるベトナム国企業の現地調査に係る技術レベル、費用、文化風習を検証。
- ・ ベトナム国における企業情報の収集調査とパイロット事業の実施結果による費用。

3.斜面変動計測機器の流通状況の調査(添付資料②)

- ・ 斜面防災分野で使用する計器メーカー複数社に問い合わせたところ、ひずみ測定の特約サプライヤーであるベトナム国のハノイに事務所を持つ日本企業より、ベトナム国ハノイに本社がある INOTECH という代理店があることを確認した。
- ・ INOTECH 社では、貫入試験器や地中レーダシステムの販売も行っている。
- ・ ベトナム国では携帯電話網が発達しており、データ通信も含めて、日本国内とほぼ変わらない計測を提供することが可能である。

4.ベトナム国における斜面对策に関わる技術指針・基準等の調査

4.1 斜面防災に関する技術指針・基準(添付資料③)

- ・ 日本国内における、河川・砂防、治山、土地改良、鉄道、道路等の各分野における斜面对策に係る基準書を収集し、共通項、共通点に着目して、総括的なとりまとめを実施した。
- ・ ベトナム国で適用可能な基準書の作成に際しては、アメリカ国の TheTransportationResearchBoard 発行の「LANDSLIDES: INVESTIGATIONANDMITIGATION.」との照合を実施した。

4.2 地すべり防止対策工設計基準案の起案

- ・ ベトナム国に適用する技術基準は、地すべり災害を防止するために、調査、計画、緊急時の調査・危機管理、設計、工事実施後の地すべり斜面に対する点検・観測、地すべり防止施設の機能維持を実施していく上の標準的な手法と留意点を示すものである。

- ・ なお、基準における地すべりとは、土地の一部が地下水等に起因してすべる現象又は、これに伴って移動する現象をいう。
- ・ 基準の適用範囲は地すべりは地中深いところの脆弱面をすべり面として発生する自然現象であり、その発生機構及び危険度を予測することは困難であるため、調査・計画・対策工事の実施にあたっては、地すべり現象の特性に応じて調査対応することが大切である。このため、本規準を適用すれば不合理となる場合においては、別途の規準などを適用する必要がある。
- ・ 対策工設計規準については、地すべりの現象について災害の危険範囲、危険度及び発生機構を調査し、地すべり災害を未然に防止するために構造物による対策施設を設計・施工して災害防止を図るものである。
- ・ 本規準では、調査、計画、地すべり防止施設の設計について、各段階での標準的な手法と留意点を示す。地すべり対策実施にあたっての限られた調査では地すべり運動とその特性を十分に把握出来ていない可能性もあるという意識を常に持ちつつ、調査から防止施設設計までの地すべり対策事業の全体像を意識し、実務にあたる必要がある。
- ・ 本規準の構成は、以下の通りであるが、地すべり対策のための調査は限られたものであるため、地すべりの運動と特性を全て把握した上で対策を行うことは難しいのが現状である。そのため、施工中或いは施工後の観測・監視により、必要に応じて地すべり運動の確認を行いながら、必要に応じて前の章に立ち戻ることも必要である。

5.ベトナム国における斜面对策工の実績調査(添付資料⑤)

- ・ これまでの実態調査により、ベトナム国では日本で使用されている鋼管（杭工）やP C鋼線（グラウンドアンカー工）はほとんど存在しないことを確認している。
- ・ 本F Sにおいて実施した調査においても同様の結果であった。

6.国道4D線沿いの大規模地すべり地を対象としたパイロット事業の実施

6.1 ボーリング調査(添付資料⑥)

(1) 調査結果

- ・ 現場作業、「ボーリングコアによる地すべりのすべり面及び不動地盤の確認」、「標準貫入試験による地盤強度の確認」、インクリノメータ（地中内変動観測機器）を設置した。
- ・ ボーリングデータの整理や地質成果の取りまとめを現地の調査員が行った。

(2) 課題

- ・ 本ボーリング調査会社の技量では、日本での防災調査で得られるボーリングコアの品質は得られなかった。標準貫入試験は問題なく実施可能で、基礎地盤の支持力調査なら実施可能である。
- ・ 安全に対する現状での意識は低く、滑り止めや安全柵を設けず、櫓の高所作業でも安全帯を用いない。

(3) 解決策

- ・ 調査班の作業の迅速性や真摯な労働態度などから、適切なボーリングツールを使用し、日本で少し経験を積めば、所要の品質が確保できる。
- ・ 安全に対するいくつかの指摘（ヘルメットの着用、機械の固定）に対し、素直に対応できることから適切な指示を行う。

(4) 成果

- ・ ボーリング技術を向上させるための具体策の取りまとめ、それにかかる時間と費用を算出した。

(5) 今後の事業の見通し

- ・ ベトナム国におけるベトナム国人によるボーリング調査は、資材の改善、教育・訓練により、比較的短期間に所要の品質を確保できる見込みがある。

6. 2高密度電気探査(添付資料⑦)

(1) 調査結果

- ・ 現地計測が終了し、現地測定班及び日本の技術者によるデータ解析を実施した。

(2) 課題

- ・ 現地の専門技術者はオートメーション化された器材と解析ソフトに頼っている状況であり、データの品質に対する問題意識が欠如している（欠測や異常データに対する対応が不十分）。
- ・ パイロット事業対象地のような接地抵抗が大きい斜面地における接地改良を行うためのノウハウがないなど経験が不足している。

(3) 解決策

- ・ 測定資機材は現況のものが使用可能である。
- ・ 専門技術者の育成が必要であり、日本で経験を積み、計測器と解析ソフトに頼らず、データ品質に対する問題意識を持たせることで、所要の品質が確保できる。

6. 3ハザードマップ作成(危険度判定)及び事業規模の算定(添付資料⑧)

(1) 作業の進捗

- ・ 衛星画像による実体視判読を行い地すべり地形判読図を作成、現地踏査を実施した。
- ・ 斜面の危険度判定及び事業規模の算定を実施した。

(2) 課題

- ・ 詳細な地形図が入手できないため、高い精度で地盤の評価を行うことは難しい。
- ・ 日本では対策工が当然設置されているような箇所であっても無手当のことが多く、低予算の中、限られた工法で効果的な対策工を検討する必要がある。

(3) 解決策

- ・ 詳細な地形図は、今後航空レーザ測量などを実施し直接観測することが可能である。
- ・ グラウンドアンカー工などの構造物ではなく、現地では確認できなかった地下水排除工や水路工等の抑制工を主体とする地すべり対策工が適用可能。

6. 4地すべり流下解析・土石流シミュレーション(添付資料⑧-1、⑧-2)

地すべり移動地塊による下流域の流下・氾濫域について数値解析を行いその危険範囲および危険度のレベルを検討することは極めて有用である。これら数値解析の実施において、国際的観点においてカナダ国を除いて多くの国では大学の研究機関が実施されているものが多い。

一方、我が国では狭小な国土において台風や梅雨あるいは地震を起因とする地すべり災害の多発より、警戒避難のソフト対策の対応も重点的に実施され、多くの民間レベルでの解析も実施され、汎用化がなされており、国際的に先端的な実施体制にある。この警戒避難体制の構築において重要な検討情報を提供する地すべり移動地塊の解析手法は以下の特徴を有している。

- 1) 地すべりの現象として固体から破砕による流動地塊による一連の地すべり現象の解析手法であり、多種多様な地すべり現象に対応可能な解析手法である。
- 2) 地すべりの移動及び斜面途中において、地すべり地塊の停留・再活動の検討が可能であり、再度災害の防止及び警戒避難体制の樹立検討が可能な解析手法である。
- 3) 地すべり移動地塊の流下解析手法は典型的な移流方程式であり、極めて数値安定性が悪い。この数値安定性を高めることが多種多様な地すべり地塊の移動解析の適用において重要であり、これら対応のため種々の安定化項を付加した解析手法であり、極めて経済的な手法である。

6. 5警戒避難システムの構築(添付資料⑧-3)

警戒避難システムは、地すべり運動に伴う地すべり地内及び下流域の土砂の氾濫・流下に伴う災害発生の未然防止にある。この警戒避難システムにおいて最も重要な地すべり移動量から滑落時間を予測する手法は、我が国において開発された手法であり、非常に簡単であるにも関わらず精度高く多くの地すべり現場で多くの成功例が報告されている。

- 1) 地すべり移動量の伸縮量より、その滑落時間を予測する手法は我が国で開発された手法である。極めて単純であるが、地すべりの種類及び地質帯で適用可能であり、汎用性の高い経済的な手法である。
- 2) これら警戒避難システムは、地下水位などの各種の地すべり誘因及び地すべり変動の計測が可能で、地すべり機構の解明は勿論のこと、地すべり対策工施工時の安全管理にも適用可能など、幅広い環境条件に適用出来る経済的システムである。
- 3) 警戒避難規準の警報情報を携帯電話などで広域及び迅速に伝達できるシステムより構築されており、迅速対応が可能である特徴を有する。

7. 事業化への可能性調査

7.1 気候変動に伴う降水量と災害発生件数の増加(添付資料⑨、⑩)

- ・ 気候変動により、ベトナム国でも年降水量の増加が認められ、災害件数も増加している。
- ・ そのため、防災・減災に対するニーズが高まっており、市場の拡大が予想できる。
- ・ 海外コンサルティング業務等受注実績調査（一般社団法人国際建設技術協会）によると、日本国の海外コンサルティング業務（コンサルティング・測量・地質調査業務）の受注状況は、過去5年（平成19～23年度）約680～890億円／年となっている。
- ・ このうちベトナム国における受注額は、総額の10%前後となる67～102億円に達している。
- ・ この受注額は、国別受注額順位ではほぼ1位（平成22年度のみ2位：同年1位はインドネシア）を占める。
- ・ このような背景を受け、同業他社でもベトナム国ならびに近隣国への出店が見られる（応用地質：マレーシア駐在員事務所2011年開設・ベトナム国市場情報収集、基礎地盤コンサルタント：ハノイ連絡事務所1997年開設、復建調査設計：ベトナム国合弁会社FMC2007年開設、日本工営：ベトナム国関連会社VECCONSULTANTJSC）。

7.2 気候変動と斜面土砂災害(添付資料⑪)

- 1) 気候変動によりほとんどの地域において大雨の発生頻度が増加している可能性が高く、時間80mmの集中豪雨の発生頻度は20年前の約1.7倍に増大し、降水量の変化は100年後では現在の最大1.5倍に達する。
- 2) 土砂災害発生件数は、過去30年と比較して1.29倍に増加している。
- 3) 大規模の斜面災害をもたらす深層崩壊は48時間雨量で600mmを超える豪雨で発生する。

7.3 リゾート開発に伴う防災施設の設計、維持管理業務(添付資料⑫)

リゾート開発には、大規模な土木工事を伴う。斜面を掘削し、谷を埋め立てる際は、地盤の長期耐久性能を評価し、対策施設の建設工事費と将来にわたるメンテナンス費用を考慮した防災施設の計画、メンテナンス業務が発生する。

ベトナム国では、中部においてリゾート開発が盛んであり、主としてインターネットによりリゾート開発計画について調査した。

5. 指標(方法論)とベースラインデータ

(1) 指標(方法論)

適応対策の指標は、途上国の開発計画への貢献を踏まえ、本事業の実施によって成果の連鎖がわかるようなインプット、アウトプット、アウトカムのフレームワークの中で策定されるべきであるとある（※適応分野における指標の考え方：NRIによる）。

すなわち、防災・減災の適用分野である本事業の指標策定のフレームワークを表6-1の通りに整理した、インプットは「斜面防災・減災分における調査、測量、設計及びその監理技術であり、アウトプットは「斜面防災・減災技術の導入による成果及び効果」、アウトカムはその貢献度のグレードによって記載したが最終的には「ベトナム国における目標や課題への貢献、日本の斜面防災・減災技術のベトナム国への導入による日本国経済への貢献」となる。

表6-1. 本事業の指標策定のフレームワーク

適応事業・適応技術(インプット)	適応事業・適用技術による実施結果(アウトプット)	より上位の貢献		
		目標や課題への貢献(アウトカム)		
①衛星画像・航空写真・地形図を用いた斜面災害地形の抽出、整備	★危険斜面の抽出、危険度ランク区分、対策工の優先順位 ★ハザードマップ、アボイドマップの提供	●災害発生予測及び災害規模の予測が可能となり、被害軽減、被害回避促進。 ●防災・減災計画による地域住民の安全・安心の確保。人的、経済的損出の軽減 ●災害危険箇所からの移転促進	■日本企業保有技術のベトナムへの展開促進、日本製品の展開促進(ソフト・ハード技術のパッケージ化)	◆日本企業における高速交通網の整備事業、原子力発電事業等への参入。
②レーザー(LiDAR)を用いた航空測量、地上測量による斜面災害地形の抽出、整備				◆ベトナム国家防災戦略目標達成の促進、支援。
③斜面危険度評価技術の適用と斜面危険度評価管理基準の整備				
④高度かつ精細な斜面調査技術(コアサンプリング技術、物理探査技術)による災害地:地すべり調査、解析技術の導入、適用	★効率的、合理的な調査、測量、設計技術及び監理技術の導入	●観光資源の保全、観光収入の増加 ●高速交通網の計画・整備における効率的・合理的、安全かつ経済的な路線選定	■災害による自然災害被災軽減による経済損出縮小、経済発展の促進	◆斜面災害軽減による観光産業振興、農業振興、農産物の増産による農業経済発展。
⑤斜面変動計測技術(地すべり動態観測)、情報化技術の適用及び整備	★災害発生時緊急警戒避難システム構築、地域住民への情報提供			
⑥防災・減災対策工の計画、設計技術、設計監理、施工管理技術の導入	★ベトナムにおける斜面災害に対する設計、施工、維持管理技術の向上	●観光資源の保全、観光収入の増加 ●高速交通網の計画・整備における効率的・合理的、安全かつ経済的な路線選定	■災害による自然災害被災軽減による経済損出縮小、経済発展の促進	◆斜面災害軽減による観光産業振興、農業振興、農産物の増産による農業経済発展。
⑦斜面対策に関する技術指針、技術基準提案:設計、施工及び維持の管理基準の移転と適用				

(2) 評価方法及びベースラインデータ

事業における効果評価については、ベースライン（基準計画、基準値）に基づき評価する手法が一般的である。すなわち、ベースラインとは事業の時間的経過を伴う変化を評価、判定するときの基準の値のことであり、事業実施前（現状）と事業実施後における一定期間の推移データや統計的代表的値を用いて評価することを念頭に検討した。

定量的なベースラインの設定には、ベトナム国における斜面災害発生件数、被害状況（人的被災、被害家屋、被災ライフラインの規模）、これらの斜面防災・減災の復旧や予防に対する予算及びその執行状況の情報が必要である。しかし、これらのベトナム国全土もしくは各省政府における情報収集においては、開示されているものが極端に少なく、さらに関係機関からの情報収集や情報提供については開示条件が厳格であったり、閲覧費用が発生するケースも多い。これらの情報の多くは現地カウンタパートを通じての情報収集に頼らざるを得なく、さらにベトナム国語を翻訳しなければならないため、かなりの時間を要しているのが現状である。今回のFS調査において行った文献調査、現地調査から得られたベースラインに関する資料は別途「参考資料」として添付するものとするが、主なものの一覧を表6-2に示した。また、事業の効果と評価項目の一覧を表6-3に示した。

表6-2. ベースラインデータ

使用データ	全体・法令	自然災害 防災減災	科学技術 研究論文	観光開発 高速交通網
洪水・台風に対する防災・減災法令(1993/3/8、国会常務委員会、国会主席)	○			
同上の改正および追加 (2000/8/24、国会常務委員会、国会主席)	○			
2012年の自然災害に対する防災対策と被害者救助捜査活動についての指示(2012/2/23、首相府(副首相))	○			
ベトナム国内における災害情報(2010-2012ネアジア防災センター)		○		
ベトナム国内の災害に係るデイリーニュース(2010-2012、Viet Num News)		○		
ベトナム国内の災害に係るデイリーニュース(2010-2012、VietnumPlus)		○		
降水量データ(2003-2011、ベトナム統計局)		○		
気象変動及びベトナムにおけるその被害リスク報告(2012/8/17、資源環境省、国連開発計画ONDP)		○	○	
気象変動とその対応体制(被害軽減対策)について(2009/12/17、ホーチミン市資源環境局)		○	○	
地すべり関連セミナー(2012/4/27、サイゴン建設検査(株)、アジア工科大学)		○	○	

使用データ	全体・法令	自然災害 防災減災	科学技術 研究論文	観光開発 高速交通網
交通運輸省の2012年の自然災害に対する防災対策と被害者救助 捜査活動についての指示(2012/3/12、交通運輸大臣)	○	○		○
自然災害に対する防災活動のための道路網の確保と指導につい ての規定(2012/11/5、ベトナム情報通信省、情報通信大臣)	○	○		○
自然災害マネジメントをベトナム経済・社会発展計画に連帯させる 研究報告(2007/12、オランダ-ルクセンブルク-農業・農村開発省)	○			○
メコンデルタにおける道路・橋梁計画 (2005/05/16、運輸交通省)				○
HoChi Minh-Long Than-Dau Giay 高速道路建設工事(2013完成) (2011/09/26、Vietnam Expressway Corp.)				○
Tan Son Nhat空港-Tan An高速道路計画(2010/03/02、Lon An交 通運輸局)				○
HoChi Minh東南部高速道路計画(2011/10/06、Tedi South)				○
HoChi Minh-CanTho 高速鉄道建設の事前調査報告 (2012/06/13、Tedi South・・・Transport Engineering Design Inconported)				○
北南横断高速鉄道(Hanoi-Vinh300km、Ho Chi Minh-Nha Trang370km) 建設計画(2012、ベトナム鉄道公社-JICA)				○
減災と気候変動の適応についての国家のフォーラム		○	○	
ベトナム中部における気候変動のインパクトとローカルのための 行動計画のワークショップ議事録		○		
ベトナムにおけるスロープ、岸辺、洪水のgeohazards、原因、予 測と防災減災対策	○	○		
ハノイの問題、気候変動適応と対策の科学技術会議			○	
KJCK OFF WORKSHOP THE PROJECT FOR BUJLDJNG DJSASTER SOCJETJES IN CENTRAL REGION IN VIETNA恥f			○	
コミュニティに頼る自然災害リスク管理	○			
2001年から2005年の5年間の洪水防止と捜索救助の作業の報告、 2006年から2010年の5年間の方向性とミッションの会議	○		○	
2007年の洪水防止と捜索救助の作業の報告、2007年のオリエン テーション				
ベトナムにおける気候変動と海面上昇の概況			○	
ベトナムにおける気候変動に応じる国際サポート			○	
雨量と気温(サパ局、ラオカイ省)			○	
1990年・2012年の期間のベトナム全体における自然災害の財産と 人的被害		○		

表6-3. 事業の効果評価項目

効果	評価項目	単位	情報源
●『災害発生及び災害規模の予測』が可能となり、人的被害軽減、被災回避促進	斜面災害による人的被害者数(死亡・行方不明)	人	ラオカイ省農業農村開発局(DARD)
	斜面災害による人的被害者数(負傷者数)	人	
●『地域の防災・減災計画』による地域住民の安全・安心の確保。人的、経済的損失の軽減	防災計画(ハザードマップ)に基づく移転促進・・・コスト	VDN	ラオカイ省人民委員会
	斜面災害緊急対策費用の削減・・・コスト	VDN	
	斜面災害等による移転家屋数	戸	
	斜面災害による被災家屋等の被害額(の減少)・・・便益	VDN	
●『地域の防災・減災計画』による農地の保全、安定した農業環境、収益の確保	被害農地の面積	m2	ラオカイ省人民委員会農業農村開発局 各郡・コミュニティの人民委員会
	農作物への被害金額	VDN	
	農業従事者収入	VDN	
	総被害額に対するGDPの割合	(%)	
●『安定したライフラインの確保』および『観光資源の保全』による観光収入の増加	ライフライン(国道、省道その他)の防災工事・・・コスト	VDN	ラオカイ省交通運輸局
	ライフライン(国道、省道その他)、施設別被災額・・・便益	〃	
	主な観光地の観光人口の増減(※本事業ではサパ地区)	人	ベトナム統計総局 ラオカイ省 国家観光管理局(確認中)
	主な観光地の観光収入の増減(※本事業ではサパ地区)	VDN	
	リゾート施設の開発(対象地域のホテルの客室数)	室	
●『高速交通網の計画・整備』における効率的・合理的、安全かつ経済的な路線選定			ベトナム交通運輸省(確認中)

6. 適応対策において今後見込める成果

今後見込める成果については、当社がターゲットとしてきたラオカイ省における被害状況などのベースラインデータに基づき、防災、減災の効果を定量的に示すことで効果を測定する。

○防災計画（ハザードマップに基づく移転促進）による効果

= (土砂災害被害想定範囲の予想被害額+災害発生時の緊急対策費（救護、救援、復旧費用）
／移転費用

○早期警戒システムの導入による効果（道路）

= (道路通行における) 土砂災害による人的被害額／システム導入、運用費

○防災工事による効果

= (土砂災害による人的被害額、農作物への被害額、通行止めによる経済損失（観光収益減、
物流)) / 対策工事費

○リゾート開発における防災事業における効果

= 事業計画時における防災対策費+維持管理段階における防災対策費

6) 「東アフリカ一帯における旱魃がもたらす社会的課題解決に貢献するソーラーランタンの普及可能性調査」 (三洋電機)

平成 24 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた
実現可能性調査事業」最終報告書

コンソーシアム名または企業・団体名	三洋電機株式会社
事業名	東アフリカ一帯における旱魃がもたらす社会的課題解決に貢献するソーラーランタンの普及可能性調査

1. 本事業の目的

①将来の事業の目的

ソーラーランタンの市場および販売チャネルを確立することにより、旱魃により増加する難民の生活環境の改善に寄与する。なお、この取り組みは、ソーラーランタンの普及を契機として、ソーラーランタンだけでなく充電関連機器(携帯重電など)や、ラジオなどの家電製品など、住民が近代的な生活を送る上での基盤となる製品等の普及の拡大にも資するものであり、レジリエンスの向上に貢献するものである。

②事業対象地域

東アフリカ地域(ソマリア難民に焦点をあてながらも、東アフリカ地域全体への適応可能性を模索する)

③事業対象地域の選定理由

前述の通り、東アフリカ地域は 2011 年に大規模な旱魃被害を被った。中でも災害耐性が脆弱なソマリア南部の住民が、生活環境の悪化により難民化し、ソマリア国内外へと移動している。

ソマリアは 1991 年以来、20 年間内戦が続き暫定政府の統治は首都モガディシの一部のみ。武装した住民が海賊となって各国の船舶を襲撃。南部ではイスラム武装勢力アルシャバーブが住民を抑圧し、国際テロ組織も潜伏。西欧文化を目の敵にして国連機関の活動を妨害している。

こうした無政府状態の中で、2011 年に過去 60 年間で最悪と言われる大規模旱魃が発生したことにより、ソマリアだけで 400 万人以上(人口の半分)が被災し、内戦の影響も相まって 150 万人の国内避難民が発生した。現在でも 250 万人(人口の 30%以上)の人々が飢饉による食糧支援を必要としている状況であり、これら難民が多く存在するために、移民先のコミュニティとの衝突、移民先での森林伐採等の自然資源の減少も指摘されており、気候変動に起因する被害が多様化している。

こうした旱魃の影響は、東アフリカ全体において、重要な課題として認識されているため、内戦の影響があり難民問題が最も深刻であるソマリアを中心としながらも、東アフリカ地域全体への適応可能性を模索したい。なお、東アフリカ地域全体への適用可能性においては、国際機関の拠点が集積するケニアにおいて主に調査を実施する。

2. 課題

(1) 国際機関と連携する上での課題

1. ソマリアにおいては、ソーラーランタンという灯り(ソリューション)が存在しないか、存在しても中国やインドの粗悪品が大部分であったため、ソーラーランタンそのものがソマリア避難民に受け入れられるかどうか。
2. ソマリアで避難民を支援する活動を行っている国際機関が認識する社会的課題に対し、ソーラーランタンを導入することによって、具体的な改善効果があるかどうか。

(2) 販売上の課題

持続可能なビジネスモデルを構築する上で、主な課題は下記のとおり。複数の課題が相互に影響しあっている状況である。

1. 東アフリカの避難民を含む貧しい人々へ直接リーチできる販売網が存在しない。(スーパーマーケットなど既存の家電販売ルートは機能しない。)
2. 当該地域に暮らす住民の所得水準は極めて低く、数十ドルレベルの商品を現金の一括払いで購入できる層は極めて限られている。そこで融資及びその他の借入／分割払いが、ソーラーランタンの普及には必要になるが、今のところ、そういった仕組みのソーラーランタンへの適用可能性は限定されている。
また、そうした消費者が商品を購入する零細な商店においても、同様に商品を仕入れるための資金繰りの問題があり、それに対する融資及びその他借入／分割払いの仕組みが必要になる。
3. 今のところ、ソーラーランタンが販売されているのは、比較的大きな都市にある中高級スーパーマーケットに限られているため、無電化地域の消費者はソーラーランタンという商品そのものを知らない。
また、スーパーで販売されているソーラーランタンは中国製・インド製が大部分であるが、直ぐに壊れてしまう粗悪品が殆どである。ただ紙に書いたスペックを見ただけでは、当社製品と遜色ないため、製品としての差別化が困難である。
4. 上記のように、今の市場には粗悪品が大部分であるため、ソーラーランタンという製品に対する消費者の信用そのものが失われている。

(3) 商品企画上の課題(弊社)

1. 中国製・インド製に対する製品としてのパフォーマンスはキープする必要がある。一方で、現地消費者に受け入れられる価格設定は、事業化の絶対条件であり、パフォーマンスと価格のバランスをどのように実現するか。
2. 中国製・インド製といえども、性能的にはこれからキャッチアップしてくると思われ、比較優位を保っている間に商品化を急ぐ必要がある。

3. 課題解決の方向性

(1) 国際機関と連携する上での課題解決

IOM(国際移民機関)の協力を得て、当社製ソーラーランタン 1,480 台をソマリア避難民で試用してもらいながら、社会課題の具体的改善効果を測定する。

(2) 販売上の課題解決(ケニア)

前述の課題に対する解決策として以下を検討する。

1. 東アフリカの無電化地域の隅々にまで存在するネットワークとして教育(学校)が存在する。教育とソーラーランタンの親和性は高く、これを販売網として活用する。
2. 分割払いを可能にすることにより購買意欲が向上する事を検証する。また、製品需要が確認された場合、各販売拠点において運転資本補強のための銀行融資が可能かどうか確認する。(特に私立校のネットワークを販売網として活用する場合、通常の学校経営においてすでに銀行との取引があり、ランタン販売のための追加運転資本の調達が公立校よりはスムーズではないかと予測される。)
3. マーケティング活動及び消費者教育に関し、下記を実施する。
 - －製品デモンストレーション(日中、夜間、及び日中の遮光した部屋で)
 - －夜間学校での使用(但し、夜間まで子供を学校に置かせたくない親が多く、あまり効果がない。)
 - －安価でのレンタル及び無料トライアル
 - －ランタンの効果についての教育(例:灯油ランプからの切り替えによる節約効果を算数教育に織り込む)
4. 製品スペック及び東アフリカの貧困層に適応した価格設定の困難さに関しては、パイロット事業の実施を通じ、販売実績及びアンケートにより適正価格範囲を調査する。

(3) 商品企画上の課題

上記マーケティング活動からのフィードバックを通じ、価格・仕様上のターゲットを定め、その実現可能性を追求する。

4. 調査結果

(1) 現地ユーザーニーズの把握

1. パイロット企画及びパートナー選定

10月に政府、学校団体及びその他の団体とのミーティングを行う。パートナーとしてUWEZO(学生の習得度測定を行うNGO)及びKISA(私立校団体)を選定。これら2団体とともにパイロットの拠点となる学校を3校選定。(都市部、都市周辺部及び農村部)

2. デモ用ランタンの配布(パイロット開始)

11月に3拠点すべてを訪問しパイロットの可能性を吟味の上、デモ用のランタンを配布。

3. 需要に基づくランタンの配布(パイロットの拡大)

2013年1月31に日現在で12個のランタンが販売され、2件の注残が入っている。
尚、販売に関する費用は弊社が負担したものである。

4. 主要指標及びユーザーコメントの収集(以下6参照)

5. 必要に応じたパイロット企画の調整

以下の2点の調整が行われた。

- パイロット拠点の再選定(当初選定された3拠点のうち2拠点での実施見通しが困難となったため、新たに2拠点を選定。都市部、都市周辺部及び農村部という3つの異なる類の拠点をカバーする方針は変わらない。)このため、最終的なパイロット拠点は下記のとおりとなる。
 - Bensesa(KISAネットワーク内の私立校、ナイロビ市ダゴラティ(都市部))
 - Hope Community Center(Uwezoネットワークの団体、キアンブ郡ジュジャ(都市周辺部))
 - Tahidi Youth Development and Empowerment Organization(Uwezoネットワークの団体、キチュイ郡ムウインギ(農村部))
- -パイロット期間の見直し(ランタン現物のナイロビ到着が予定より遅れたため、開始及び終了時期を先に延ばした。)

6. 主要指標及びユーザーコメントの再収集

調査項目・目的1-適正価格の把握

調査結果:多くの消費者にとって約Ksh3,000が上限と見られる。

根拠:下記消費者サーベイ結果に基づく

なお、実際の販売・注文における販売価格も参考としたが(上限Ksh3,050)、サンプル数が少なく、また一括支払い・割賦支払いが混合していること、また割賦支払いにおいては起業家がパイロットにおいては十分な価格交渉を行わなかったことから、サーベイ結果を主たる根拠情報としている。

消費者が考える適正価格(サーベイにより聴取)

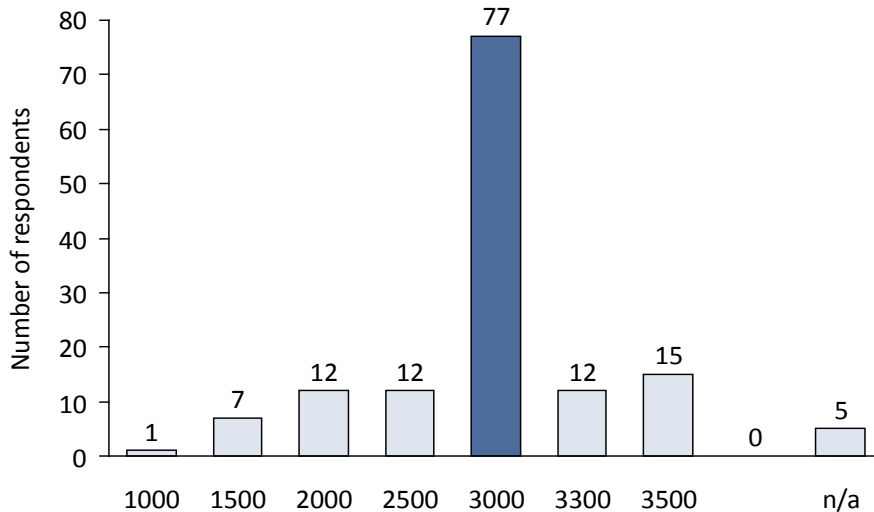
- 約半数がKsh 3,000と回答
- 30%がKsh3,000未満の回答

- 残りが Ksh3,000-3,500 内の回答をしている。

分布は下記表のとおり

“What price would you buy the lantern for when paying upfront?”

(Ksh)



なお、製品そのものだけではなく、消費者側の事情(定職の有無、給与水準等)も消費者が回答する価格に影響を与えていることがサーベイ結果から判明している。

また、これらはソーラーランタンによる灯油ランプの燃料代節約効果の教育を実施する以前、且つ一括払いにかかる回答であり、消費者教育や分割払いの可能性等により消費者が考える適正価格は大きく変化する点認識されるべきである。

たとえば、以下の方策により購買・支払い意欲が高まることが分かった:

- 分割払い
 - ✓ 分割払いの場合、3ヶ月に亘ってなら Ksh4,000 まで払っても良いという顧客が 68%いる。
- 以下を含む消費者教育:
 - ✓ ソーラーランタンによる灯油代及び携帯電話充電費の節約効果(約 7ヶ月で Ksh3,500、約 8ヶ月で Ksh4,000 の節約)について明確に伝えること
 - ✓ レンタル及び無料トライアルによる製品使用
- 付属品
 - ✓ 複数の電話を充電するための USB ケーブルを同時販売すること

調査項目・目的2-金融(Access to Finance)の重要度の確認および金融を伴った場合の適正価格の把握

調査結果:ソーラーランタン販売にあたっては金融(分割払い)を提供することが非常に重要であり、また、金融を

提供することにより消費者が適正と考える製品価格が大きく増加することが確認された。

根拠: 下記消費者サーベイ結果および実際の販売結果に基づく

- サーベイ対象者の 99%(サンプル 100)が分割払いを希望
- 確定した販売の 100%(12 件)が分割払い
- サーベイ対象者の 77%が一括払いの場合は価格上限を Ksh3,000 以下としている一方で、68%が 3 ヶ月に亘る分割払いであれば Ksh4,000 支払う意欲を見せた
- 一括払いの場合は適正価格平均が低い農村部の消費者も、分割払いであれば都市部消費者と同様の額を支払う意欲を見せた
- 2月までの販売実績16台のうち15台が割賦支払いにより販売

調査項目・目的3-消費者の製品知識レベルの把握および差別化に関する確認

調査結果: 製品デモだけでは販売には至らない。マーケティング及び消費者教育が重要であることが確認された。

根拠: 以下の消費者ヒアリング(ブランド認知度等)および節約効果にかかる消費者教育の販売意欲増加効果実験に基づく

- 節約効果に関する消費者教育を行い、その前後で適正価格の調査を行ったところ、大幅な増加が確認された。(節約効果測定方法については以下参照)
- ブランド認識が比較的まだ低いため、低コスト・低品質の製品との差別化が困難である。

なお、レンタルおよび無料トライアルも実施したが、本パイロットにおいては販売意欲増加への効果を測定する段階にまだ至っていない。前回パイロットにおいてはレンタルモデルがマーケティング効果を発揮することが確認されている。

(参考)購入者の照明費節約額(購入者数がまだ少ないため、灯油ランプ使用に基づく実験データ及び携帯電話充電費に係るサーベイ結果で代用)

一日あたり節約額:約 Ksh18

[内訳]

- 灯油ランプ点灯のための灯油代 Ksh13(4 時間点灯と仮定、灯油消費量を測定し、灯油の市場価格を基に費用を算定)
- 携帯電話充電費:Ksh5(サーベイ平均値)

その他の調査項目・目的-社会効果:

①購入家庭における児童学習時間

販売台数がまだ少なく、また販売後間もないため、聴取できていない。

但し、2011 年に JICA 支援によりナイロビ大・東京大と共同で実施した調査結果では、子供が家で 4 時間以上勉強する過程の割合が、一ヶ月で 12%から 33%に増加した。

②その他の効果

事業本格導入時、長期的には Uwezo を通して測定することが可能と考えられる。

例：

- ランタン使用による健康への害の削減(家計における医療費の削減等)
- 児童学業習得度の向上

(2) 現地国際機関のニーズ把握

1. 東アフリカ地域における気候変動による旱魃に対する脆弱性の実態

後述の6. -1を参照。

2. 気候変動によって増大する社会課題としての避難民問題の実態

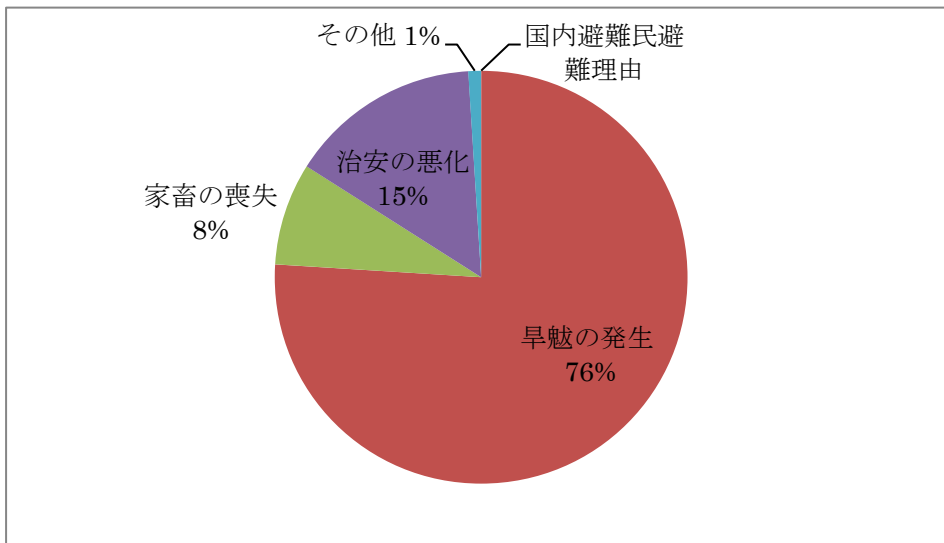
2011年7月、東アフリカの一地域である「アフリカの角」と呼ばれる、ソマリア、ジブチ、エリトリア、エチオピア、ケニアが60年に一度といわれる大干ばつに見舞われ、国連により飢饉の発生が宣言された。

この地域は元々乾燥した土地が多く、人々は地の利を生かし、時折来る旱魃にも耐え、日々の生活を営んでいた。しかし、1980年代には7年に一度の頻度で発生していた旱魃が近年では2、3年に一度起こるようになり、2011年の干ばつは近年まれに見る災害となった。干ばつにより飢饉が宣言されたピーク時には1250万人以上が栄養失調により命の危険にさらされ、最終的には5万から10万人もの人が亡くなったと報告が出ている。やぎや羊、らくだなどの牧畜の売買により生計をたてていた遊牧民が多く住む地域ではあったが、干ばつの影響でまず彼らが所有する牧畜の多くが死に、慣れ親しんだ生活を捨て、支援を求めて隣国の難民キャンプや都市部に大勢の避難民が流れた。飢饉発生一年以上が経過した現在もお食糧・住居・医療といった基本的な支援を必要とする人々が、ケニアに220万人、ソマリアに251万人、ジブチに18万人、エチオピアに320万人いると推定されている。

1991年以降20年以上国際的に正式に認められた政府が存在せず破綻状態が続いていたソマリアは特に多くの人々が支援を必要とする状況に陥った。飢饉の発生が宣言されて以降2011年には29万人以上の人々がケニア、エチオピア、イエメン、ジブチといった周辺国、そしてさらに国境を越え、エジプト、エリトリア、ウガンダ、タンザニア、南アフリカと言った国々に流出した。2012年にも77,000ものソマリア人が難民登録を行っており、現在100万人以上ものソマリア難民が周辺国暮らしている。

また、ソマリア国内の都市部にも130万人以上の国内避難民が集まった。彼らはUNHCRが建設したキャンプではなく、自主的に都市周辺に居住区を形成し、劣悪な環境で暮らしている。特に首都であるモガディシュ市には旱魃の影響により多くの人々が流入した。

2011年モガディシュ市国内避難民避難理由
(UNHCRが把握した85,000人の回答による)



出所:UNHCR (2011). /ASC

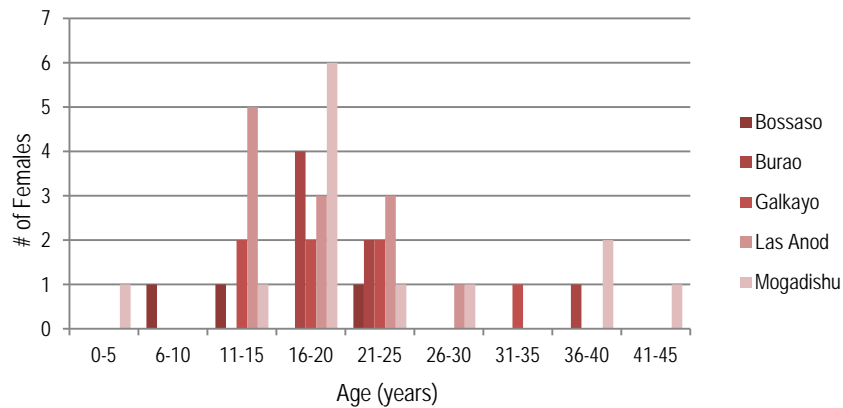
Population Movement Tracking Data

UNHCRが避難民の移動地域の特定のため毎月発表しているソマリアの人口動態調査結果によると2012年初めに飢饉の終焉が宣言されたにもかかわらず、2012年末時点で未だ110万人以上がこのような国内避難民居住区に留まっているとの結果が出ている。特にモガディシュ市への流入は顕著で2012年1月に18万5千人だった国内避難民の数は12月には倍の37万人まで増加している。

3. 避難民の生活環境の劣悪さを示す指標(暴力件数など)

ソマリアにおいて、暴力の実態を正確に示すデータは未だ収集されていない。しかし、2009年—2010年に国連開発計画(UNDP)、国連ソマリア政務事務所(UNPOS)、国連女性機関(UN WOMEN)により国内五箇所(ボサソ、ブラオ、ガルカイヨ、ラスアノッド、モガディシュ)で実施された調査より以下の報告がなされている。(調査はサーベイ収集、フォーカスグループディスカッション(FGD)、キー・インフォーマント・インタビュー(KII)を通して実施)

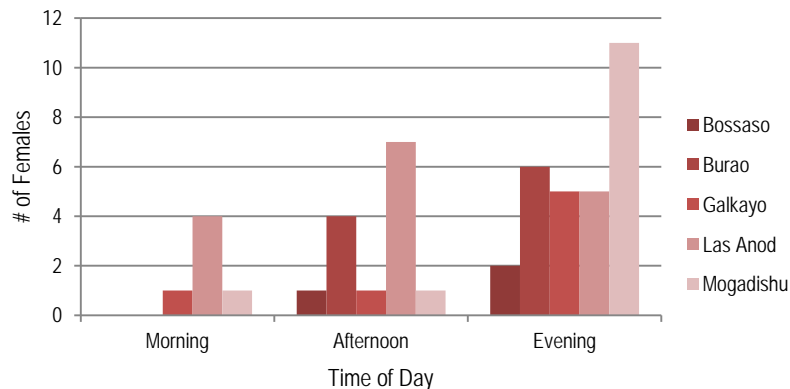
性暴力被害者の年齢層（地域別）



出所: UNDP, UNPOS, UN Women (2012). *Violence in the Lives of Girls and Women in the Somali Republic*

- 2008年–2009年の一年間で128件の女性、女子に対する暴力が報告
- プントランドで367人の女性に対し実施された調査では27.5%が身体的虐待を受けていると報告
- 暴力の種類としては、殴る、蹴る、はたく、押す、焼く、石を投げる、銃で撃つなど
- 性的暴力は幅広く起こっており、日常茶飯事となっている
- 2011年7月から2012年7月までの一年間でガルカイヨの国内避難民居住地域にて84件(月平均7件)のレイプが報告されている
- 収入がなく、貧しい家庭の女性ほど性的暴力に脆弱である
- 性的暴力の約59%が夜間に起こっており、FGDでも「レイプはほとんど夜間に起こっている」との報告が上げられている。
- 暗い道、広場、藪など人が少なく隔離された場所で最も襲われる頻度が高い

性暴力被害にあった時間帯（地域ごと）



出所: UNDP, UNPOS, UN Women (2012). *Violence in the Lives of Girls and Women in the Somali Republic*

4. 避難民の増加により引き起こされる森林伐採等の自然資源の減少や原住民との紛争などの社会問題の実態

ソマリアは 637,700 km²といわれる広大な国土を持つ国である。しかし、森林があるのはこのうちわずか 2.4%のみで、60%は低木がまばらに広がるサバンナ、そしてその他は樹木が全く育たない砂漠が広がっている(UNEP (2005). *The State of the Environment in Somalia*)。人々は元来、限られた資源を共有し生活してきたが、気候変動により近年徐々に悪化の一途をたどっている。干ばつの影響によりそのバランスが崩れてきている。

2011 年に発生した 60 年に一度と言われる大干ばつは更にその資源を減少させ、飢饉が発生、多くの難民および国内避難民を生み出す結果となった。ソマリア人の多くは薪や炭を料理や灯りために使用し、薪拾いは日常活動の一部となっている。収入源が限られていることもあり、移動先の難民キャンプおよび国内避難民居住地域でも資源が限られており、薪を手に入れるために一日の大半を費やそうとも、同様の活動を続けている。しかし、元々その土地に住んでいた地元住民もあり、限られた資源を巡って彼らと対立している地域が多数存在している。薪拾い中に地元住民に襲われたという事例は多く報告されており、中には殺害まで至ったケースも報告されている。

現在、世界最大と言われているケニアのソマリア国境に接するダダーブ難民キャンプは最も顕著に地元住民との対立が顕在化している地域の一つである。本来は 9 万人を対象にした難民キャンプが国連により建設されていた。2011 年 7 月時点でこの難民キャンプには 30 万人もの難民が暮らしており、既に超過状態であった。ここに、大干ばつの影響により数ヶ月のうちに 16 万人もの難民が押し寄せ、現在は 45 万人の難民が暮らしている。そして、この 45 万人の難民に対し、各国際機関、多数の NGO が結集し、支援を行っている。ソマリアから逃げてきたと伝えるだけで、水、食糧配給、医療、教育、など様々なサービスを無料で受けることができ、NGO などで働くことができるうえに地元の資源を壊滅的に奪っていく難民に対しヤギや羊、ラクダの放牧を生活の糧とする地元住民は快く思っておらず、頻繁に難民が襲われている。

難民を職員として雇用して運営されていたある NGO の工場では、地元の若者グループが彼らの雇用を訴えナイフや斧を持って武装し工場に押し入るといった事件が起こっている。職員の難民の数人が怪我を負い、最終的に工場は閉鎖、雇用していた難民も解雇せざるを得ない状況に陥った。難民の数が増えるにつれ、同様な事件が頻発するようになっている。

5. 指標(方法論)とベースラインデータ

東アフリカの避難民に対する可能性調査

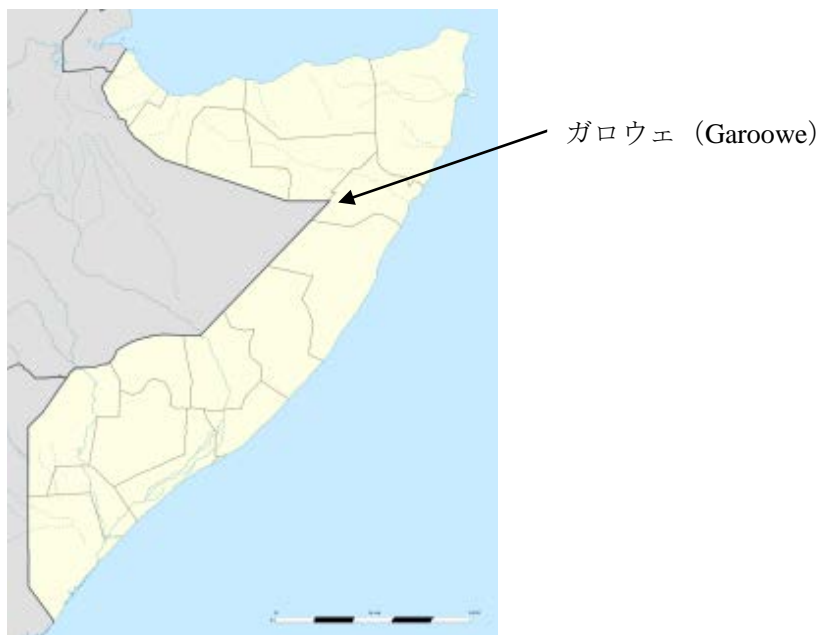
1. ベースライン調査

～ 気候変動問題の全体把握/大規模旱魃による避難民問題の把握 ～

アフリカ東部、ソマリア、ジブチ、エリトリア、エチオピア、ケニアを含む「アフリカの角」と呼ばれる地域は元来の過酷な自然環境に加え、ソマリアの内戦、エチオピアとエリトリア間の対立、エチオピア・ソマリア間の紛争などの政情不安により長年苦しめられてきた。このような地域に2011年、気候変動の影響により60年に一度と言われる大干ばつが発生、国連により飢饉が宣言された。飢饉により5万～10万人もの人々が命を落とし、一時は1300万人を越える人々が緊急支援を必要とする状態になった。

ソマリアはこの干ばつの被害の影響から未だに苦しんでいる国である。大干ばつ発生後一年半、2012年11月現在も、ソマリア国内では110万人から136万人もの国内避難民が存在し、周辺諸国へ逃れた難民も100万人以上もの人々と合わせると230万人以上の人々が国内避難民居住地域や、難民キャンプといった劣悪な環境で暮らしている。また、昨年に引き続き降雨量が低く推移しており、食料価格は高騰、370万人もの人々が人道支援が必要な状態である。

ガロウエ基礎調査結果



ガロウエは人口57万人を擁するソマリア、プントランドの行政上の首都である。人口5万7千人を擁するプントランド第三の都市である。ガロウエ周辺には複数の国内避難民居住地域が点在しており、その中のジョウレおよびシャベレ国内避難民居住地域にて調査を実施した。ジョウレ地域には約1250世帯約6,800人、シャベレ地域には約400世帯約3,100人が在住している。

調査は国際移住機関職員により国内避難民居住地域の女性コミュニティリーダー(5名)へのインタビューおよび国内避難民居住地域の女性グループでのフォーカスグループディスカッション(14名が参加)を通して行われた。

質問項目

コミュニティリーダーへの質問

1. 国内避難民居住地域人口を教えてください。可能であれば男女それぞれの人口も教えてください。
2. 国内避難民居住地域で現在暮らしている人々はどのぐらいの頻度で移動していますか？
3. 各世帯の一日ごとの収入を教えてください。どのように収入を得ていますか？収入は支出をカバーできていますか？本業以外に収入源はありますか？
4. 過去一年で何件性暴力事件が起こっていますか？それはどのような状況で起こっていますか？具体的に教えてください。
5. 国内避難民居住地域に自治組織はありますか？もしある場合、どのような組織が作られていますか？組織には何名のメンバーがいますか(男女それぞれの人数も)？自治組織はコミュニティの中でどのような役割を担っていますか？
6. 国内避難民居住地域内で医療サービスを受けられますか(移動式クリニックや、訪問診療なども含め)？もし受けられる場合、どのようなサービスを受けられますか(一次診療、栄養指導、など)？もし受けることができていない場合、住民は医療サービスを受けるためにどこまで行っていますか？
7. 性暴力被害者に対し、心理社会的なサポートを提供しているところはありますか？もしサービスがある場合、どのようなサービスを受けることができていますか？
8. 性暴力被害を減少させるためにどのような介入が必要だと思いますか？灯りの提供は効果があると思いますか？
9. ソーラーランタンの性暴力被害減少効果を調査に来る調査チームにどのような協力をしていただけますか？調査に対して住民はどのように受け取ると考えられますか？調査チームを危険にさらさないためにどのようなセキュリティを設置する必要があると考えられますか？

フォーカスグループディスカッション

1. 性暴力被害にあった際に心理社会的なサポートを受けたことがある、または受けたことがあるという人を知っていますか？サポートはどのようなものでしたか？
2. あなた方が住むコミュニティにコミュニティ開発委員会がありますか？もしある場合は委員会はどのような役割を担っていますか？メンバーは何名いますか(男女それぞれの人数も聞く)？もし委員会が行った活動で成功した例があれば教えてください。
3. どうすれば性暴力被害が減ると思いますか？灯りの存在は性暴力被害減少に効果があると思いますか？もし効果があると思う場合、どのような種類の灯りが効果がと思いますか(懐中電灯、街灯、ソーラーランタン、ケロシンランプ、etc)？

結果

① 収入

就労者の一日の平均収入は約 4 米ドル。女性の多くはカロウエ市内の家庭にて掃除や洗濯、ゴミ収集を行い収入を得ている。また、キャンプ内で小規模の売店を運営し収入を得ている女性もいる。また男性は建設現場での労働および運搬作業に従事している。しかし、家族を養うには十分な収入とは言えない。

② 公共サービス

水道、保健医療施設、学校、栄養指導といった公共サービスは存在しない。NGO による単発的に子供や妊産婦に向けた栄養指導やワクチン接種の実施されているが定期的なサービスは行われていない。

③ 灯りの利用

夜間は売店等からの灯りが唯一の光源である。各家庭では灯りを持っておらず、ろうそくも日常的には使用していない。

④ 自治システム

地域の長老たちにより組織された委員会によりコミュニティの統治が行われており、男性、女性両方を含めた若手の委員会により居住地域内での様々な啓発活動を行っている。外部との渉外は若手が担っている。

2. 指標(方法論)

～ ソーラーランタンに対する社会課題問題の効果測定 ～

① 調査目的

ソーラーランタンの国内避難民居住地域における性暴力予防効果およびソーラーランタンの適応可能性を測定する

② 調査方法

以下三つの方法を用い調査目的を実施

- 二つの国内避難民居住地域にて 1200 世帯を対象に質問表を用いインタビューを実施。ベースライン調査を実地直後、600 世帯にソーラーランタンを配布し 6 ヶ月後に追跡調査を実施予定。
- コミュニティリーダー、男性、女性、男子、女子、五つのフォーカスグループディスカッションを行い、性暴力の被害状況、およびソーラーランタンに対する意見を収集。
- キー・インフォーマント・インタビューを実施し地域の治安に関する情報を収集。

③ 調査時期

- 1) ベースライン調査:2012 年 12 月 10 日-12 月 26 日
- 2) ポストインターベンション調査:2013 年 1 月

3) フォローアップ調査:2013年6月

④ 調査項目

	インプット	アウトプット	アウトカム
A	対象者のデモグラフィック	対象者の性別、教育レベルといった基本情報の把握	
B	所得改善効果の測定	エネルギー支出の減少(可処分所得の増大)	ソーラーランタン導入により経済的自立
C	調理の際の太陽光エネルギーの導入	薪など森林伐採の減少	クリーンエネルギー導入による自然環境改善
D	灯りとしてのソーラーランタンの活用	子供の学習時間の増加、夜なべ仕事による収入増	ソーラーランタン導入により経済的自立
E	居住地域のセキュリティとしての活用	避難民居住地域における治安の改善、性暴力の減少	ソーラーランタン導入による経済的自立(特に女性)
F	健康改善の効果測定	灯油ランプの煙による健康被害の減少、火事による被害者の減少	ソーラーランタン導入による経済的自立

⑤ 評価方法

ベースライン調査(事業実施前)とポストインターベンション調査(事業実施後)、およびフォローアップ調査を通してコホート調査(追跡調査)を行い各対象者の変化を評価。特に項目DおよびEの結果を比較することによって、ソーラーランタンの効果を測定。

6. 適応対策において今後見込める成果

6. -2-④の調査項目に対する目標は以下の通り。

A) 対象者のデモグラフィック

性別、結婚の有無、子供の数、教育レベルといった対象者の背景情報に加え、家庭の収入源、家屋の状況、国内避難民居住地域での在住期間も確認することで国内避難民が置かれている状況をデータとして確保する。

B) 世帯収入および歳出

各家庭の月々の収入と具体的な歳出項目を確認することで、ソーラーランタンの購買可能性を評価。そして、購買希望価格も確認することで商品の価格設定の際に参考となる。

C) 料理に利用するエネルギー源について

実際利用しているエネルギー源を確認することで、薪伐採による環境破壊の可能性を評価。

D) 灯りに利用するエネルギー源について

現在利用している灯りの種類や利用状況(灯かりの種類、灯かり利用に対する歳出等)を確認することで、競合製品との比較優位性を確認。

E) 居住地域のセキュリティについて

現在の治安状況を確認し、ソーラーランタン配布後半年後に収集したデータと比較し性暴力等の予防効果を確認。

F) 健康関連情報

国内避難民がどのような健康状態にあり、どのような医療サービスを受けているかを情報を収集し、支援の現状とニーズのギャップを探る。

本調査では A-D の調査項目によりソーラーランタンの適応可能性および、販売モデル確立への基本情報を収集し、E-F の調査項目にて暴力等の被害の状況を調査の前後で比較することにより、ソーラーランタンによる予防の効果を確認し、関連する支援の改善も目指す。

2013 年 1 月末時点での判明事項は以下（中間調査）

調査方法：ソーラーランタンの配布一ヵ月後、配布した家庭に対し質的調査(何らかの一定の社会的な体験を有している(あるいは有した)少数の限られた人びと(標本あるいは被調査者)を対象にいわゆるアンケート調査など量的調査のような定まった形式をもたずに洞察的な解釈によって意味連関的に分析する社会調査)を実施。明かりの利用、ソーラーランタンの利用、およびセキュリティに関する 7 項目を質問。1 番-3 番はベースライン調査の質問項目 D との比較、4 番-6 番は質問項目 E との比較、そして 7 番は質問項目 F との比較を目的としている(ベースライン調査の質問項目 A、B、C は調査対象者の背景の確認を目的としており、比較項目となっていない)。

1) ソーラーランタン受け取り前の明かりの利用 (D)

- 懐中電灯、ケロシンランプ、そして薪を利用
- 懐中電灯、ケロシンランプを利用していた家庭は夜間外出する際や寝る前の準備のときなど

必要最低限のみ明かりを利用

2) ソーラーランタンとの比較 (D)

- ソーラーランタンは一晩中明かりを点することができる
- 夜間に家族が顔を合わすことができるので家庭内のコミュニケーションが向上した
- 電池(月 20ドル)やケロシン(月 15ドル)を買う必要がないので家計に助かる
- 薪拾いに行く必要がなくなったため、襲われる心配がなくなった

3) ソーラーランタンの効果 (D)

- 夜間子供たちが勉強することができる
- 夜間に宗教指導者の方と地域の人を呼び、お祈りすることができるようになった
- 夜間にお祈りすることができるようになった
- 日中忙しい夫が子供たちとコミュニケーションを取れる時間が増えた
- 夜間、ランタンのおかげで安全な出産をすることができた
- 以前は学校から帰宅後、母の手伝いをしている間に日が暮れてしまって勉強することができなかったが、ランタンのおかげで母の手伝いと勉強の両方ができるようになった。

4) コミュニティにおける治安状況 (D)

- 夜間のギャングによる強盗
- 夜間の窃盗
- 夜間の女性に対する身体的暴力、性的暴力

5) 被害にあった際の対応 (E)

- 警察に報告。しかし、警察は通常何もしてくれない
- コミュニティリーダーに報告

6) 被害を防ぐための方法 (E)

- 明かりさえあれば被害から防ぐことができる
- 地域の連携を強化
- 地域と警察で情報を共有し協力して対応

7) 被害にあった際のコミュニティのサポート状況 (F)

- 被害にあっても周りには伝えない
- 治療が必要な場合、コミュニティ内で寄付を募り病院へいくため募金を集める
- NGO がカウンセリングを実施

7) 「 Bangladesh 国塩害地域での緑豆生産の事業化可能性調査」 (雪国まいたけ)

平成 24 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた
実現可能性調査事業」最終報告書

コンソーシアム名または企業・団体名	株式会社 雪国まいたけ
事業名	Bangladesh 国塩害地域での緑豆生産の事業化可能性調査

1. 本事業の目的

(1) 背景

弊社は、従来より Bangladesh において JETRO、JICA の支援を得てモヤシの原材料となる緑豆栽培事業を展開してまいりました。

JETRO とは、2010 年度「開発輸入企画実証事業」に案件採択され、Bangladesh でのモヤシ種子栽培の可能性を実証しました。JICA とは、2011 年度「BOP ビジネス連携促進」に案件採択され、緑豆生産の体制構築事業準備調査を現在推進しています。

本事業の目的は、多くの栽培ノウハウを活用することにより、単位あたりの収穫量を増加させ農民の収入を増やすことです。

これまで 2 年にわたる実証栽培を経て、本年度は大量栽培にトライアルしました。

結果は、従来の平均収穫量(1 ヘクタール当り 0.8ton ~ 1ton) を大きく上回り、平均で 150% の収穫(1 ヘクタール当り 1.3ton ~ 1.5ton) を実現しました。(2012 年 6 月終了時点)

全収穫量も 1,000 トンを越え十分な雇用と収入を実現しました。これらを実現するため、播種方法や農薬・肥料の使用法を指導しました。

この成果は、Bangladesh 政府からも大きな評価を得ました。具体的には、一年半に亘る交渉の末に Bangladesh 政府内の商務省から日本向けに緑豆輸出許可(7/30 日付) が下りましたが、その際に、農業省から当国農業発展のため南地区塩害地域での栽培にも協力して欲しいとの依頼を受けています。

(2) 本事業の目的

第一フェーズとして、組織的に大量栽培することを目標にビジネスを展開してきましたが、今回の成果を受けて、前述のとおり現地農業省より南部の沿岸地帯で緑豆栽培の可能性を調査して欲しいとの依頼を受けました。

土地の少ないバングラデシュでは、南部の沿岸地方で収穫可能な農作物を収穫できるようにすることは喫緊の課題であります。当地は海に近いため、従来から塩害の影響を受け続けてきました。気候変動による海水面の上昇が進行する中、このリスクは益々深刻化しています。

この地において農作物栽培の可能性が実証できれば、同国における耕地面積の広がりは一躍的に増加することになります。これまでの実証栽培の実績を踏まえ、バングラデシュ政府からは弊社並びに日本の農業技術に対する期待が大なるものになっています。

これまで共同作業を進めてきたダッカ国立農業大学 (BSMRAU) からも、引き続き本事業に取り組みたいとの意向を受けています。過去の経験や現地のネットワークを活かし、有意義な調査事業ができるものと考えています。

また、塩害地域での栽培可能性が実証できれば、海面上昇による同様の悩みを持つ他国での応用も可能と考えられますし、適応ビジネスとしてバングラデシュのみならず市場は限りなく拡大します。

以上が事業の目的です。

ちなみに、これまで他省庁等の補助事業等により採択された案件との役割分担は次の通りとなります。

- ・JETRO:バングラデシュ国でのモヤシ種子(緑豆)栽培の可能性を実証
- ・JICA:バングラデシュ国の貧困農村部(主に北部と西部)での緑豆生産の体制構築事業準備調査
- ・今回提案プロジェクト:バングラデシュ国塩害地域(南部)での緑豆生産の事業化可能性調査

2. 課題

(1) 塩害地域の課題

本事業の最大の課題は、「現地農民の栽培目標クリア」となります。そのためには、以下の項目①と②それぞれを克服すべき課題の両輪として位置づけ、対応していくことが必要となります。

① 拡大傾向にある塩害耕地での農作物の作付率および収穫率向上

塩害地域での土壌塩分濃度のなかで、弱度レベルの耕地では適切な土壌管理や灌漑をすることで作物強度が増す可能性があることを踏まえ、農作物の作付率および収穫率をいかにして上げていくかが課題となります。

(2009年の塩害耕地面積における弱度レベルは32.8万ヘクタールで、全体の約31%)
同国農業省の見解にも沿うものでありますが、本調査において上記レベルの圃場にて栽培の可能性を調査してまいりたいと思います。

② 塩害地域内農民レベルでの最新農業技術の習得と実践

地元農民は、これまでの伝統的な栽培手法に頼っており、気候変動の影響に対応しきれていないのが現状です。そのため、作物収量・作付率など生産レベルが他地域と比べてかなり低い状態となっています。適切な栽培管理に基づく最新の農業技術を現場レベルで導入する必要があります。

(2) 塩害問題点

① 浸透圧が上昇する事による根傷め

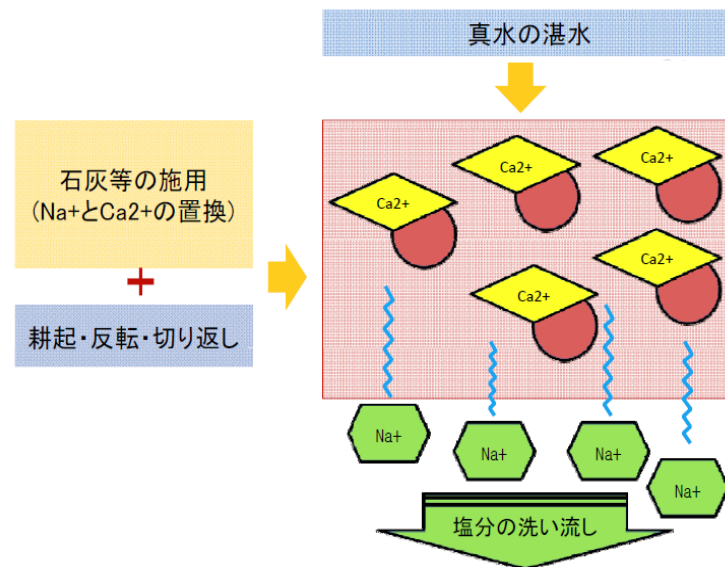
土壌に海水が流れ込むことにより、土壌水分中の塩類(水溶性物質)濃度が上昇します。水分は塩類濃度の低いところから高いところへ移動し、平衡状態(同じ塩類濃度)になろうとする性質があります。このために塩類濃度の高い土壌では、根の水分吸収が阻害されます。その結果、根傷めが発生し植物体全体が萎縮します。



②濃度障害

海水が流入する事により、負の電荷を持つ土壌粒子に陽イオンであるナトリウム、マグネシウムなどが結合し、これらの濃度障害、塩基バランスの悪化が起きます。ナトリウム、マグネシウム、カリウム、カルシウムの塩基類はナトリウムを除いて植物の必須元素ですが、絶対量よりもバランスが大事になるため、どれかの元素が突出して多い状態は植物にとって良くないことです。

陰イオンでは主に塩素などが濃度障害を起こします。植物の根圏への浸透圧の影響が大きくなり、生育障害が懸念されます。また、海水由来の元素ではホウ素も濃度障害を起こしやすくなります。



3. 課題解決の方向性

(1) 塩害の影響を受けた耕地での農作物の作付率および収穫率を向上させるためには、塩害問題点(浸透圧が上昇することによる根傷め/濃度障害)を以下の方法によって解決することが必要となります。

①真水による灌水除塩

真水による灌水除塩(掛け流し)が対策となります。灌水し、代掻き(土をかき混ぜる)表層水を流すと同時に地下浸透を図ります。これを繰り返し電気伝導度による簡易診断を行う事で効果を測定します。

上記を行うためには真水の確保が重要となることから河川水及び地下水の塩分調査が不可欠となります。そして圃場での灌漑設備も併せて必要となります。

しかし今回は、調査時期が乾期にあたり雨水の影響が反映されない状況のため、適切な塩分濃度計測ができていません。引き続き調査してまいります。

また、現地農民よりヒアリングしたところ、主に農業用水には主に河川水を使用していることが判明しましたので、河川水の栽培期の濃度調査も行います。

塩害濃度別必要水量

塩害区分		基準水量
塩害なし		-
塩害あり	弱度	2,500 m ³ /ha
	中度	3,000 m ³ /ha
	強度	4,500 m ³ /ha
	高強度	

②カルシウムによる置換え

陽イオンである塩基類は負の電荷を持つ土壌粒子に吸着され、水の掛け流しだけでは十分に取り除くことができません。このため石灰類を施用する事によりカルシウムでそれらの陽イオン(主にナトリウム)を置換え(カルシウムイオンを土壌粒子に吸着させる事で他の陽イオンを引き剥がす)して土壌水分と一緒に流せる状態にします。

その際土壌 Phを測定し適正值(緑豆の場合 6.5)より低い場合は炭酸カルシウムを施用し高い場合は硫酸カルシウムを施用する。施用量は 100kg/ha とします。

③耕起

耕起は除塩能率を高めるうえで必要な作業です。土壌と石灰質資材の混和や除塩用水が土壌に浸透しやすくするためにを行います。

④ 適量施肥

土壤成分分析結果を踏まえ適量の施肥を行います。塩害地域では塩害によるリン酸の吸収低下を補うためにリン酸を増肥必要の可能性があります。またその後の生育過程を観察しながら窒素を中心にした追肥を行うことで生育の調整を行います。

また、慣習による肥料施肥が見受けられ、結果、養分の偏りが見られるため適正量の指導を行うことも併せて必要になります。

(2) 塩害地域内農民レベルでの最新技術の習得と実践に関しては、今回の調査項目として挙げている以下の項目を進める上で、マネジメント体制確立時に運用方法を組み込んでまいります。具体的には下記項目を行います。

① 農民向けガイドラインの作成

ガイドラインを作成し、粒径の大きな緑豆を栽培する為の必要なラインソーイング、畝造り、肥料の施肥、農薬指導を指導します。

特に輸出するにあたり、農薬指導は日本の基準に合致する必要があるため重要となります。



② 農業技術に関するビデオの活用

農民の識字率が約 50%であります。よってガイドラインでの指導を補足する為、ガイドラインビデオを作成し農民集会で上映し理解の浸透を図ります。

ガイドライン・ビデオ(例)



③ ICT システムの活用

農民の情報を取り纏める為に ICT システムを活用します。

ここでは農民の登録情報、栽培履歴、収穫情報を取り纏めていく予定です。

ICT システム(例)

Grameen Yukiguni Maitaki Ltd. (GYM)

ID	Name	Address	Age
ID: E01	Name: Lily Begom	Address: Pump House, North Rangpur, Matlab, Chandpur	Age: 43
ID: E02	Name: Taz Uddin	Address: South Ekiaspur, matlab, Chandpur	Age: 30
ID: E03	Name: Rocia Begom	Address: Sarder Bari, Rangpur, Matlab, Chand	Age: 55
ID: E04	Name: Md. Harun-Ar-Rashid	Address: Ekiaspur, Matlab, Chandpur	
ID: E05	Name: Monjur Dhali	Address: Ekiaspur, Matlab, Chandpur	
ID: E06	Name: Yasul Heta	Address: Ekiaspur, Matlab, Chandpur	
ID: E07	Name: Kufum Begom	Address: North Rangpur, Matlab, Chandpur	
ID: E08	Name: Md. Kamuzzaman	Address: Middle ekiaspur, Matlab, Chandpur	
ID: E09	Name: Md. Masuh Mazi	Address: Mazi Bari, Ekiaspur, Chandpur	
ID: E10	Name: Nazmul Sarkar	Address: Rangpur, Matlab Uttar	Age: 34
ID: E11	Name: Md. Al Mamun	Address: Rangpur, Matlab Uttar, Chandpur	Age: 42
ID: E12	Name: Jebel Motik	Address: Jahirabad, Uttar matlab, chandpur	Age: 16

ICT System Architecture:

- GYM (Dhaka) PC & Browser
- GYM (Tokyo) PC & Browser
- ICT System Server
- Field Office (Rangpur / Ishwardi) PC & Browser
- Farmer (Field / Farm) Mobile Phone

④ フィールド・スーパーバイザーの農民指導

上記指導及び確認そして各農家が理解しているかを農民に直接コンタクトして活動します。また栽培履歴等の情報管理を行います。

【対象となる取り組み項目と調査内容】

- (5) 指導方法・組織の確立：フィールド・スーパーバイザーの選出および組織網確立調査
- (6) 栽培管理方法の確立：栽培ガイドラインに基づく栽培レコード運用準備調査

4. 調査結果(調査項目ごとに)

(1) 情報収集分析

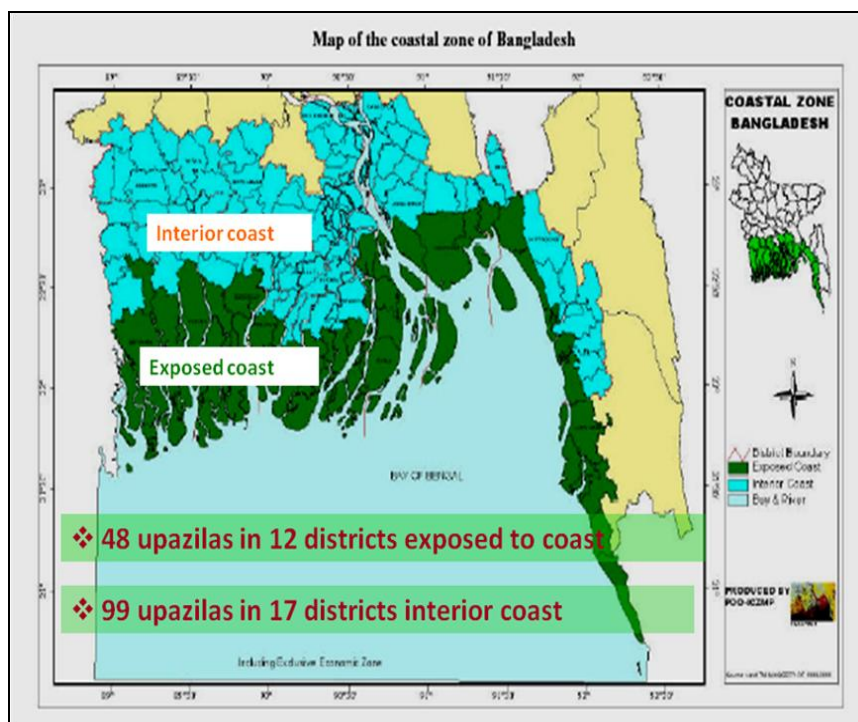
① 塩害地域背景

塩害地域は、ベンガル湾に面した沿岸エリアに位置します。沿岸エリアの面積は 47,201 km²で全国土の 32%、人口は 3,510 万人で全人口の 28%を占めています。また、耕作地の 30%以上がこのエリアに存在し、稲作を中心に作付されています。(この沿岸エリアは、“Exposed Coast”と“Interior Coast”に区分され、“Exposed Coast”が塩害地域となります。)

バングラデシュでは GDP の 20%強を農業が占め、労働人口の約 55%が農業に従事しているなど、農業が同国経済の主要産業となっています。塩害地域を含む沿岸エリアが国内面積・人口の約30%前後を占めていることを考えますと、気候変動による農業分野への影響が、今後長期的にバングラデシュ国全体に大きなダメージとなることが危惧されます。

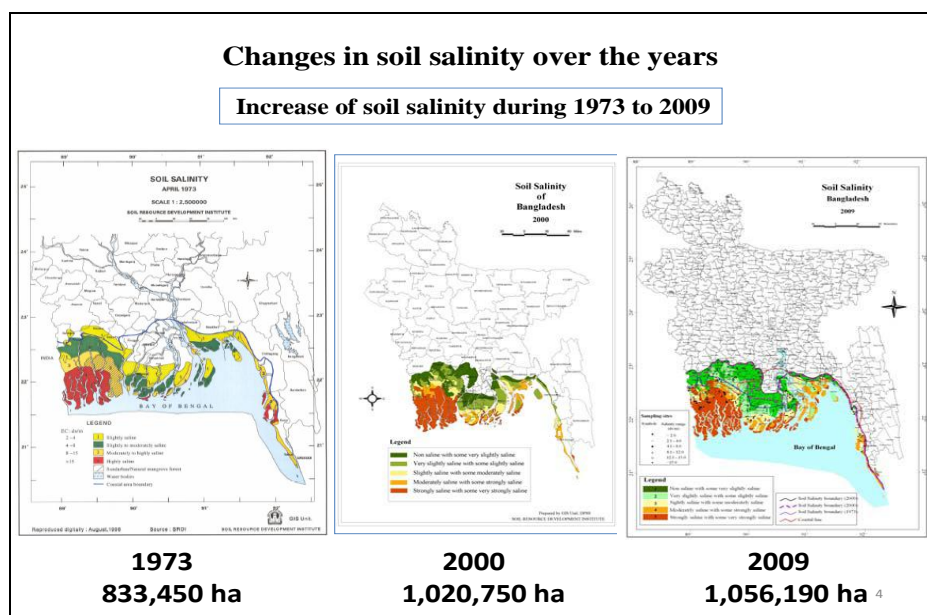
実際に地球温暖化による気候変動により、沿岸エリアでは洪水頻度の増加、降雨パターンの変化、頻繁な干ばつや塩害といった自然災害の現象がみられます。これらにより、農作物の収穫高減少や食糧価格の高騰といった影響も出ています。

その結果として食糧確保に懸念が生じ、飢餓と栄養不良の危険性が増加すると予測されています。国連世界食糧計画(WFP)の報告では、2050 年までに気候変動の影響により飢餓人口が 10~20%増加するとされています。



塩害の影響がある耕地面積ですが、土地資源開発研究所(SRDI)の調査によると年々拡大傾向にあります。1973 年は 83.3 万ヘクタールでしたが、2009 年には 105.6 万ヘクタ

ールと約 27%増加しています。



また、土壤塩分濃度レベル別の塩害の影響がある耕地面積の推移は以下のとおりです。

[塩害耕地面積(ha)]

	弱度	中度	強度	高強度	合計
1973年	28.7万	42.6万	8.0万	4.0万	83.3万
2000年	29.0万	30.7万	33.6万	8.7万	102.0万
2009年	32.8万	27.4万	35.2万	10.2万	105.6万

ちなみに、土壤塩分濃度レベルの区分けには、電気伝導度が指標として用いられます。

塩害区分	塩害なし	塩害あり			
		弱度	中度	強度	高強度
電気伝導度(ds/m)	<2	2~4	5~7	8~16	>16

※1 電気伝導度 / Salinity (dS/m)

一般に塩類濃度の指標として用いられます。溶存イオンの総濃度(活動度)を反映する事、作物の吸水に影響する浸透圧とほぼ比例することから、作物への影響程度の指標として用いられます。

さらに、上表の弱度レベル耕地において、適切な土壤管理や灌漑を実践することによって作物強度が増す可能性もあるとの考察もされています。しかし、バングラデシュでは現状有効な対策がとられていないとの見方もされています。

加えて、塩害地域の土壌・土地特性は、土壌塩分濃度の他にも厳しい制約として以下項目が挙げられます。

- ・水はけが悪い土質
- ・土地が痩せている(肥沃ではない)
- ・河岸浸食、粘土質の河川流域
- ・良質の灌漑用水不足
- ・遠隔地であるデメリット 等

現在、当地域の農民の大多数は、低収量で伝統的な稲品種を雨期に栽培しています。乾期(11月～3月)は、上記の要因で作付されず休閑状態となっている農耕地が多くみられます。塩害地域の作物収量・作付率・生産レベル・人々の生計の質は、高収量品種や改良された肥料・水管理・農薬管理に基づく最新の農業技術で成果をもたらした他地域と比べてかなり低いのが実態です。

現地政府機関の塩害に対する取り組み状況ですが、農業省傘下の農業普及局(DAE)では、土壌塩分濃度を下げるための学術調査の経験は無いに等しいと聞いています。また、土壌資源開発研究所(SRDI)でも複数の学術調査はあるが、塩害耕地の拡がりに比べて有効な対策がとられていないようです。

②南部塩害地域での塩害土壌調査および気象データ収集分析

塩害地域に関して5ヶ所(ボティアガタ・デバタ・コラロア・ダコペ・モレルゴンジ)情報収集分析を行いました。

(a)ボティアガタ

Information of Upazila

Name of Upazila : Botiaghata, Khulna

Date : 30 Sept., 2012

1. Upazila total area	23522 ha
2. Agricultural area	19127 ha
3. Population	159780
4. No of household	33620
5. Land category	Medium Low 3397 ha/ Medium High 13780 ha/ High 1950 ha
6. Salinity area	8000 ha
7. Salinity level	2-5 ds/m

9. Other activities which are being promoted in the upazila

Activity 1:	National Agricultural Technology Project (NATP)
Activity 2:	Cereal System Initiative for South Asia (CSISA)
Activity 3:	Production, storage and distribution of high quality rice, wheat and jute seeds at farmers level

8. Crop area/calendar

	Area (ha)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Mung bean	1025 ha												
Oil seed	8000 ha												
Boro rice	3600 ha												
Aman rice	17800 ha												
Vegetables	400 ha												

(b)デハタ

Information of Upazila

Name of Upazila : Debhata, Satkhira

Date : 30 Sept., 2012

1. Upazila total area	17305 ha
2. Agricultural area	12910 ha
3. Population	129375
4. No of household	27123
5. Land category	Medium Low 2544 ha/ Medium High 11407 ha/ High 3354 ha
6. Salinity area	6110 ha
7. Salinity level	4-12ds/m

9. Other activities which are being promoted in the upazila

Activity 1	Second Crop Diversification Project (SCDP)
Activity 2	Integrated Pest Management Project (IPM)
Activity 3	Rice, wheat and jute seed production, storage and distribution in farmers levels

8. Crop area/calendar

	Area (ha)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Mung bean	0 ha												
Aus rice	610 ha												
Boro rice	7450 ha												
Aman rice	6500 ha												
Potato	290 ha												
Jute	120 ha												
Oil seed	1112 ha												

(c)コラロア

Information of Upazila

Name of Upazila : Kolaroa, Satkhira

Date : 30 Sept., 2012

1. Upazila total area	23153 ha
2. Agricultural area	17594 ha
3. Population	241570
4. No of household	54312
5. Land category	Low 54 ha/ Medium Low 2279 ha/ Medium High 8336 ha/ High 6925 ha
6. Salinity area	6550 ha
7. Salinity level	2-5 ds/m

9. Other activities which are being promoted in the upazila

Activity 1:	National Agricultural Technology Project (NATP)
Activity 2:	Increase agriculture production through farm mechanization
Activity 3:	Rice, wheat and jute seed production, storage and distribution in farmers levels

8. Crop area/calendar

	Area (ha)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Mung bean	40 ha												
Aus rice	3300 ha												
Boro rice	12435 ha												
Aman rice	12565 ha												
	ha												

(d)ダコペ

Information of Upazila

Name of Upazila : Dacope

Date : 30 Sept.2012

1. Upazila total area	28567 ha
2. Aguricultural area	19530 ha
3. Popuration	154432 persons
4. No of farmers	30576 persons
5. Land category	Medium High land
6. Salinity area	19530 ha
7. Salinity level	4-30 ds/m

9. Other activities which are being promoted in the upazila

Activity 1:	Mushroom culture is being promoted towards farmers through UAO as a alternative income source
Activity 2:	Compost preparation technique is being generated among the farmers through UAO
Activity 3:	Organized Training session by UAO to train the management of soil salinity

8. Crop area/calendar

	Area (ha)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Aman	17660 ha												
Water Melon	2125 ha												
Aus	156 ha												
Boro	50 ha												
Mung	30 ha												

(e)モレルゴンジ

Information of each Upazila

Name of Upazila : Morelgong

Date : 30 Sept.2012

1. Upazila total area	44580 ha
2. Aguricultural area	29688 ha
3. Popuration	349550 persons
4. No of farmers	51198 persons
5. Land category	land 14728, Medium low
6. Salinity area	50% of cultivable land
7. Salinity level	4-12 ds/m

9. Other activities which are being promoted in the upazila

Activity 1:	Emergency 2007 Cyclone SIDR Recovery and Restoration Project (ECRRP)
Activity 2:	Cereal System Initiative For South Asia (CSISA)
Activity 3:	Agricultural Extension Component (AEC)

8. Crop area/calendar

	Area (ha)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Aman	23900 ha												
Kheshari	1000 ha												
Aus	3000 ha												
Boro	2500 ha												
Mung	50 ha												

灌漑設備



現地 DAE スタッフとの打ち合わせ(タラ地区)



現地農民より聞き取り調査

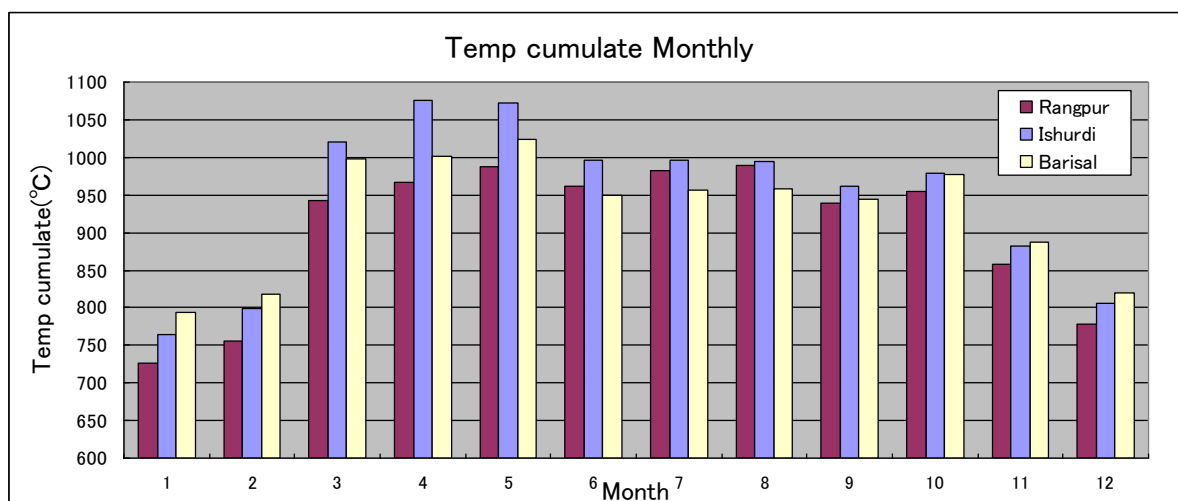
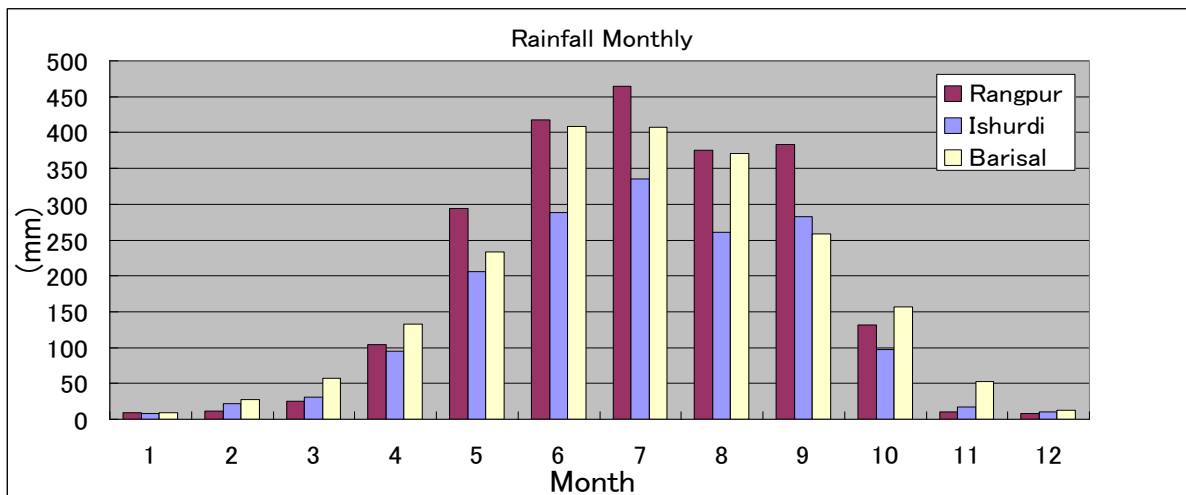


気象データは、他地域との比較で情報収集分析を行いました。

Rangpur 北部

Ishurdi 西部

Barisal 南部(塩害地域)



上記データより

南部塩害地域、播種時期は他地域の発芽条件を勘案すると2月下旬から3月中旬となります。

2月は乾期中にあたります。圃場での塩分濃縮が予想される為、より一層の除塩作業が必要と思われます。

(雨季中は雨水により洗い流し効果により塩分濃度が低くなる模様です。)

③南部塩害地域での圃場・水質調査および除塩作業

(a)圃場・水質調査

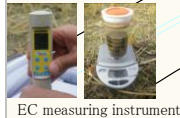
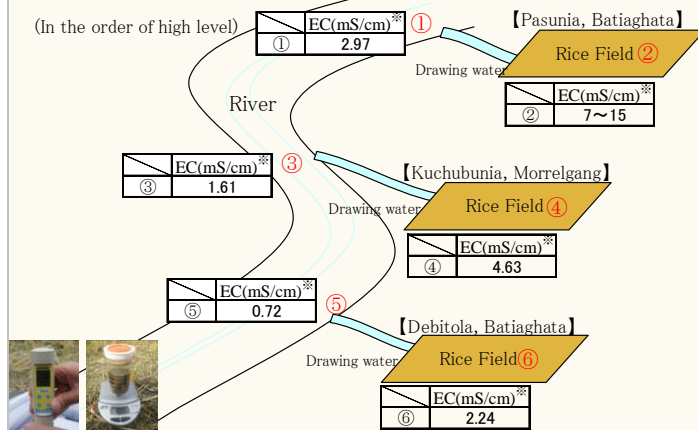
実施日:2012年12月24日、25日

実施場所:ポティアガタ、モレルゴンジ

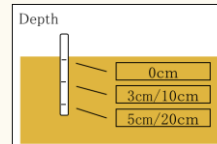
Field & Water Research in Coastal Area (Khulna)

Concerning EC level, there is a correlation between river and field.

(In the order of high level)



EC measuring instrument



Measuring each point from the surface

By scraping only 3cm away at a surface in a rice field, EC level can decrease under 2.

[Poelhat]		[Kuchubunia]	
Depth	EC(mS/cm)**	Depth	EC(mS/cm)**
0cm	4.56	0cm	4.63
3cm	1.37	10cm	0.65
5cm	0.86	20cm	0.61

In the vegetable field, EC level is low.

[Kuchubunia]	
Depth	EC(mS/cm)**
0cm	0.29
10cm	0.26
20cm	0.27

※EC (Electro Conductivity) = an index of salinity < 2: no salt damage, 2~4: salinity level (Low), 5~7: salinity level (Moderate)

[Note] If EC indicates 0.9 over in case of no salt damage (<2), there is an interference with crop growth.



Date : Dec 24 & 25, 2012 Location : Morrelgang & Batiaghata



【調査結果】

- ・調査エリア内の複数圃場と最寄りの河川の塩分濃度を測定。
- ・圃場内の土壌と灌漑用水として利用している河川の水質の間には、塩分濃度レベル (EC 値:電気伝導度)の相関関係があります。
- ・圃場内の地表からの深さ3ポイントを設定し、長さも変動させて測定。
- ・地表面(0cm)で弱度の塩害があるポイントを掘って地下を測定すると、EC 値は塩害なしレベルまで低減しました。
- ・深さの程度による差は殆どありません。(3cm 掘るだけで、塩害なしレベルまで低減。)
- ・野菜栽培圃場での EC 値は低レベルです。

[注記]

EC 値の 2 以下は塩害なしレベルですが、0.9 以上の場合には作物の生育障害が起こる可能性があります。

(b)除塩作業

実施日:2012年12月23日、26日

実施場所:ボティアガタ、デビトラ村

実施内容:耕起、石灰質資材散布、河川水による灌漑

Salt Removal Work in Coastal Area (Khulna)

Plowing to replace surface soil with subsoil



Drying surface soil, and reduce moisture in soil to the surface.

【Cost:3TK/Kg】

	EC(mS/cm)**
Before Plowing	2.24
After Plowing	1.42

Fertilizing Calcium Sulfate



Calcium Sulfate can separate sodium ion from soil particles. (Improvement of soil)

【Cost:2TK/Kg】

[After Plowing]

	EC(mS/cm)**
w/o Fertilizing	1.42
w/- Fertilizing	0.84

Irrigation salt removal by river water



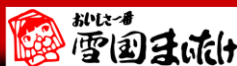
Vertical impregnation method

[Measuring three days later]

	EC(mS/cm)**
w/o Fertilizing	1.22
w/- Fertilizing	0.77

※EC (Electro Conductivity) = an index of salinity < 2: no salt damage, 2~4: salinity level (Low), 5~7: salinity level (Moderate)

[Note] If EC indicates 0.9 over in case of no salt damage (<2), there is an interference with crop growth.



Date : Dec 23 & 26, 2012 Location : Debitola, Batiaghata



【調査結果】

- ・耕起の作業だけでも、土壌の空隙確保や塩分を土塊の表面に析出させることができ、EC値が低減しました。
- ・石灰質資材(硫酸カルシウム)を散布することによって、土壌の物理性改善が行われ、EC値が低減しました。
- ・河川水を用いた湛水および排水作業を行いました。河川水の塩分濃度が高かったためEC値に大きな差はみられませんでした。



- ・塩害耕地で農作物の作付率および収穫率を向上させるためには、耕起ならびに石灰質資材(硫酸カルシウム)散布でのカルシウムによる置換えが有効なことが判りました。実際の栽培工程においても同作業を導入します。
- ・河川水による灌漑は、当調査時期よりも播種時期の塩分濃度が上昇すると想定されるため、栽培工程に組み込まないこととします。

④塩害土壌・水を使った緑豆発芽試験の実施

ダッカ国立農業大学(BSMRAU)協力のもと、塩害の影響がある土壌と水を使った緑豆発芽試験を実施しました。

実施日:2012年12月26日~2013年1月6日

採取サンプル:ボティアガタとモレルゴンジ内の土壌(圃場)および水(運河・溜池)

※比較対象として、BSMRAU内研究農場土壌と井戸水を採取

実施方法:培養皿1枚につき緑豆15粒を入れ、採取した土壌と水で栽培

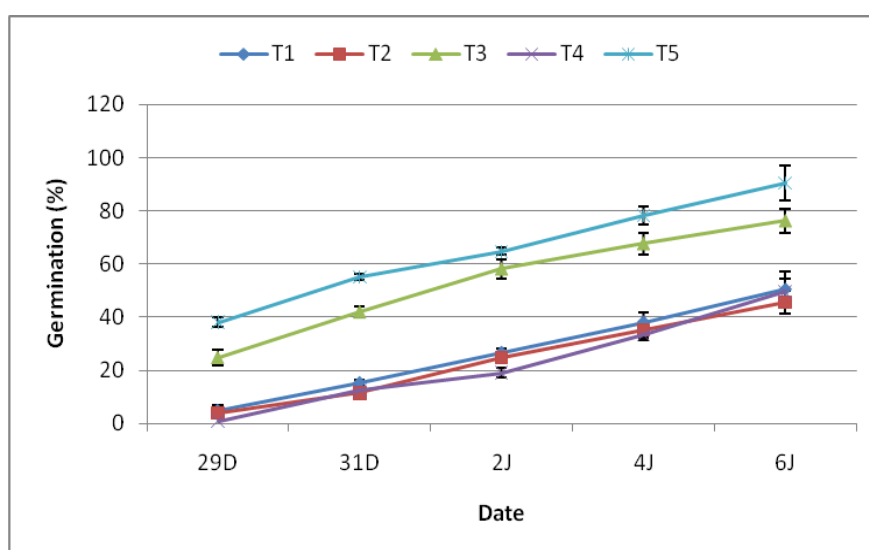
T1~T5それぞれ7皿サンプルを準備、2日間隔で数値測定(平均値を記録)

Treatment	Location	GPS data	Source of soil	Source of water	EC (dS/m)	
					Soil	Water
T1	Bhoyervanga Poshimpara, Batiaghata	N22°42'31.2" E89°28'58.8"	Rice field	Canal	5.55	14.23
T2	Bhoyervanga Modhopara, Batiaghata	N22°42'30.6" E89°29'40.5"	Rice field	Canal	6.16	13.25
T3	Bhoyervanga Purbapara. Batiaghata	N22°41'53.0" E89°30'39.6"	Rice field	Pond	3.21	7.10
T4	Boloibunina, Morelgonj	N22°29'46.1" E89°52'17.1"	Rice field	Canal	6.21	9.66
T5	BSMRAU, Gazipur	N24°02'09.6" E90°23'48.5"	Research field	Deep tube well	0.38	3.02

【調査結果】

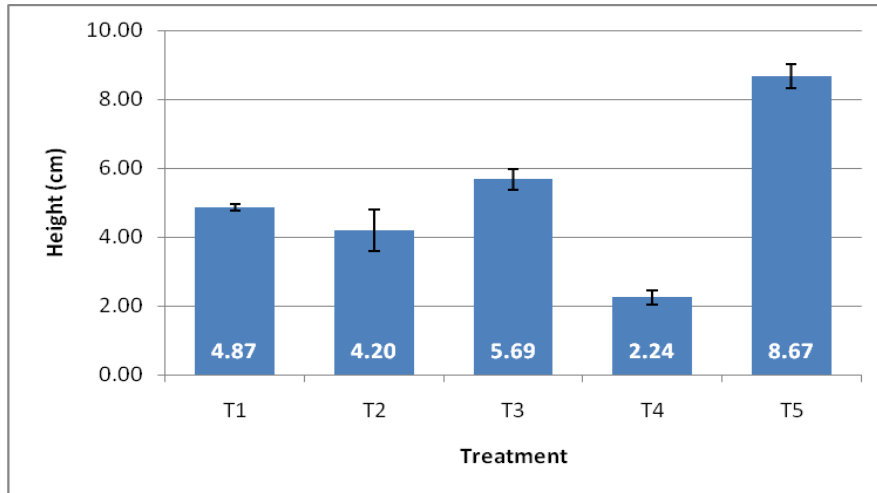
・発芽

発芽率は塩分濃度レベルが増加するにつれて減少。塩害なしレベルの土壌(T5)では約90%が発芽。塩害弱度レベル(3.21dS/m)での発芽率は80%を下回る。塩害中度レベル(5.55dS/m以上)では悪影響が顕著となり、発芽率は50%以下。



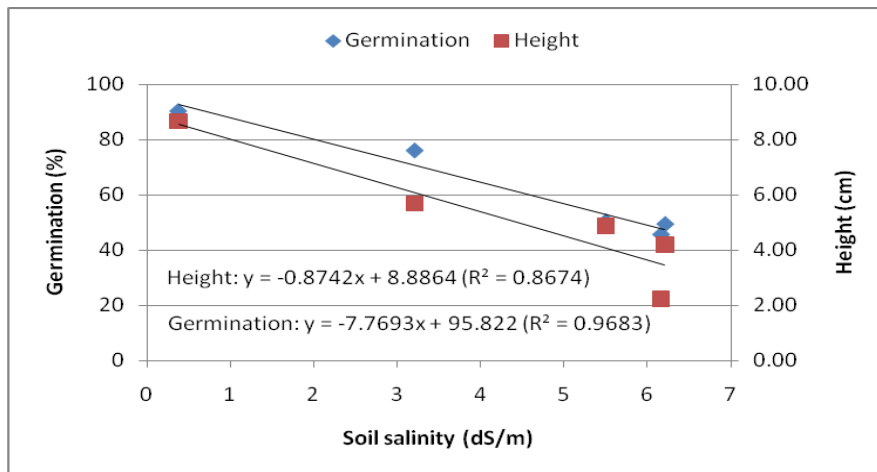
・苗木生長

緑豆苗木が生長する高さは塩分濃度の影響を受けている。最も高い苗木(8.67cm)は、塩害なしレベルの土壌(T5)で記録。塩分濃度が増加するにつれて、苗木生長の度合いは減少。

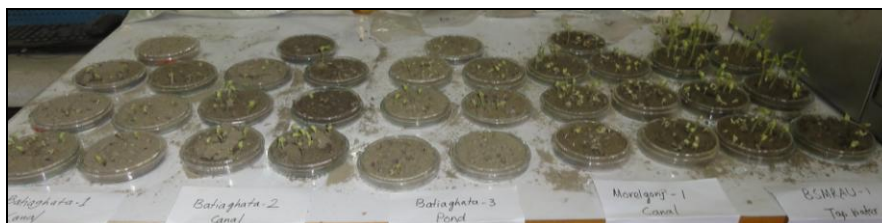


・土壌塩分と発芽/苗木生長の関連性

土壌の塩分濃度レベルと緑豆発芽率ならびに苗木が生長する高さとの間には、負の相関関係がある。回帰直線から、発芽率(%)と苗木の高さ(cm)の決定係数(R²)は、極めて高いことが見てとれる。(土壌塩分が緑豆発芽に対して与える影響度合いは96%以上で、苗木の高さについては86%以上という結果。)



[緑豆発芽試験]



・発芽率低下が見込まれるため、実際に圃場で播種を行う際には、現状が畝に等間隔で1粒蒔きのところを2粒蒔きとします。

(2) 農地選定: 上記1を踏まえた緑豆栽培候補農地の選定

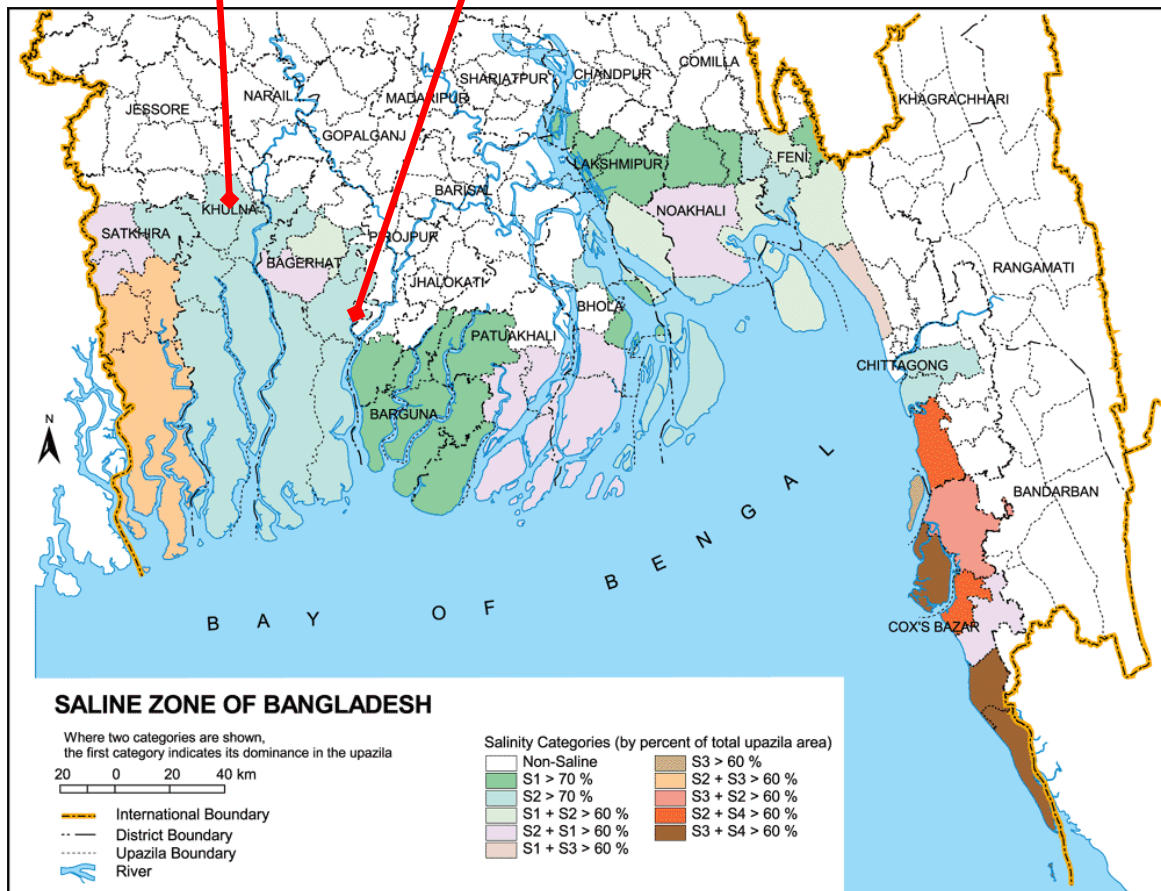
土地資源開発研究所 (SRDI) の考察にもありましたが、塩分濃度弱レベル地域において適切な土壌管理や灌漑をすることで作物強度が増す可能性があることを踏まえ、ダッカ国立農業大学 (BSMRAU) のアピアル教授および農業省 (MOA) とも協議の上、気象・土壌条件等を加味しクルナ管区のボティアガタ及びモレルゴンジを当事業の候補地として考えております。

Name of Upazila : Batiaghata, Khulna

Upazila total area	23522 ha
Aguricultural area	19127 ha
Popuration	159780
No of household	33620
Land category	Medium Low 3397 ha/ Midium High 13780 ha/ High 1950 ha
Salinity area	8000 ha
Salinity level	2-5 ds/m

Name of Upazila : Morrelgang

Upazila total area	44580 ha
Aguricultural area	29688 ha
Popuration	349550
No of farmers	51198
Land category	Low 700 ha/ Medium low 11372 ha/ Medium high 14728 ha/ High 2888 ha
Salinity area	14800 ha
Salinity level	4-12 ds/m



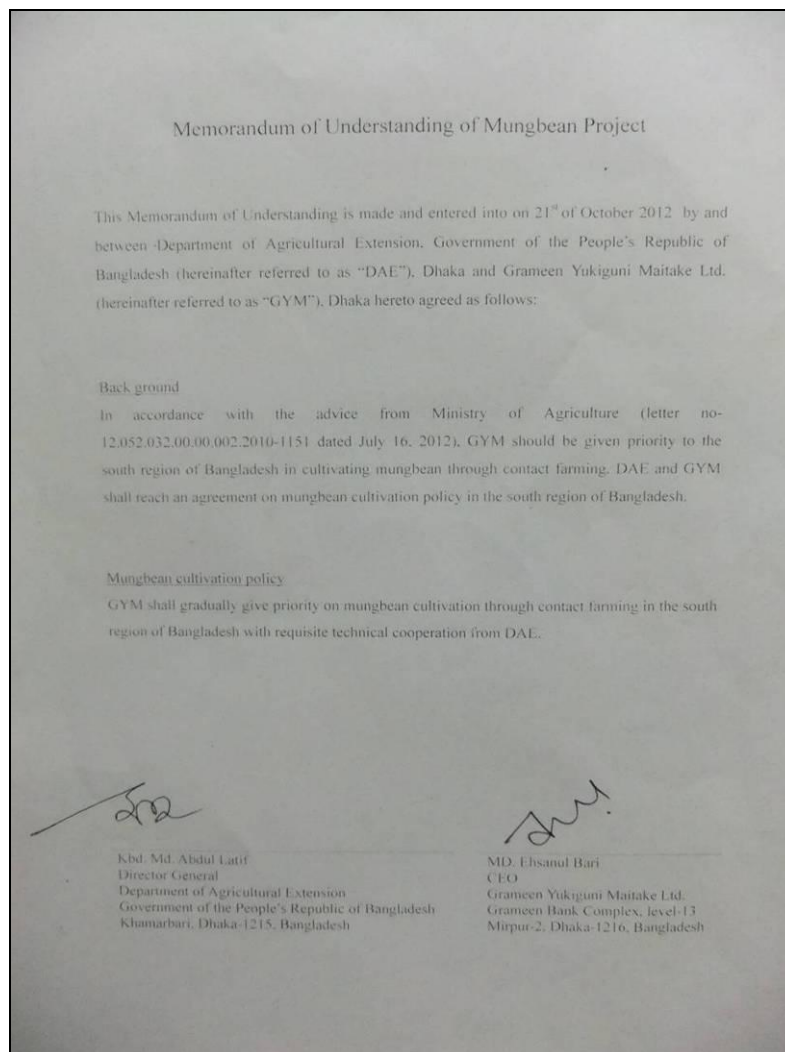
Source: Bangladesh Agriculture Research Council

- (3) 農家募集方法・組織の確立:農家説明会実施方法および農家リスト作成準備調査
バングラデシュ農業省(MOA)と栽培地域に関して協議実施し上記(2)の候補地となります。
詳細な打ち合わせ及び協議は、農業省傘下である農業普及局(DAE)と実施します。

2012年10月21日に農業普及局(DAE)とMOUを締結し上記エリアにて緑豆栽培を推進していくこととなりました。現在、コンソーシアム先であるグラミン雪国まいたけ(Grameen Yukiguni Maitake Ltd.)が当社スタッフと連携し各種調査を実施しています。

現在、現地 DAE 事務所と連携し地域・集落ごとに農民説明会を実施し、農民募集及び農家リスト作成を行っています。

DAE と締結した MOU



(4) 圃場および農家の確保: 農家募集活動の準備調査

ボティアガタとモレルゴンジの2地区で農民説明会を実施し、以下の進捗状況となっています。目標(農家数:400名、栽培面積:70ha)にむけて2月下旬まで農家募集活動を継続します。

【農家募集進捗状況】

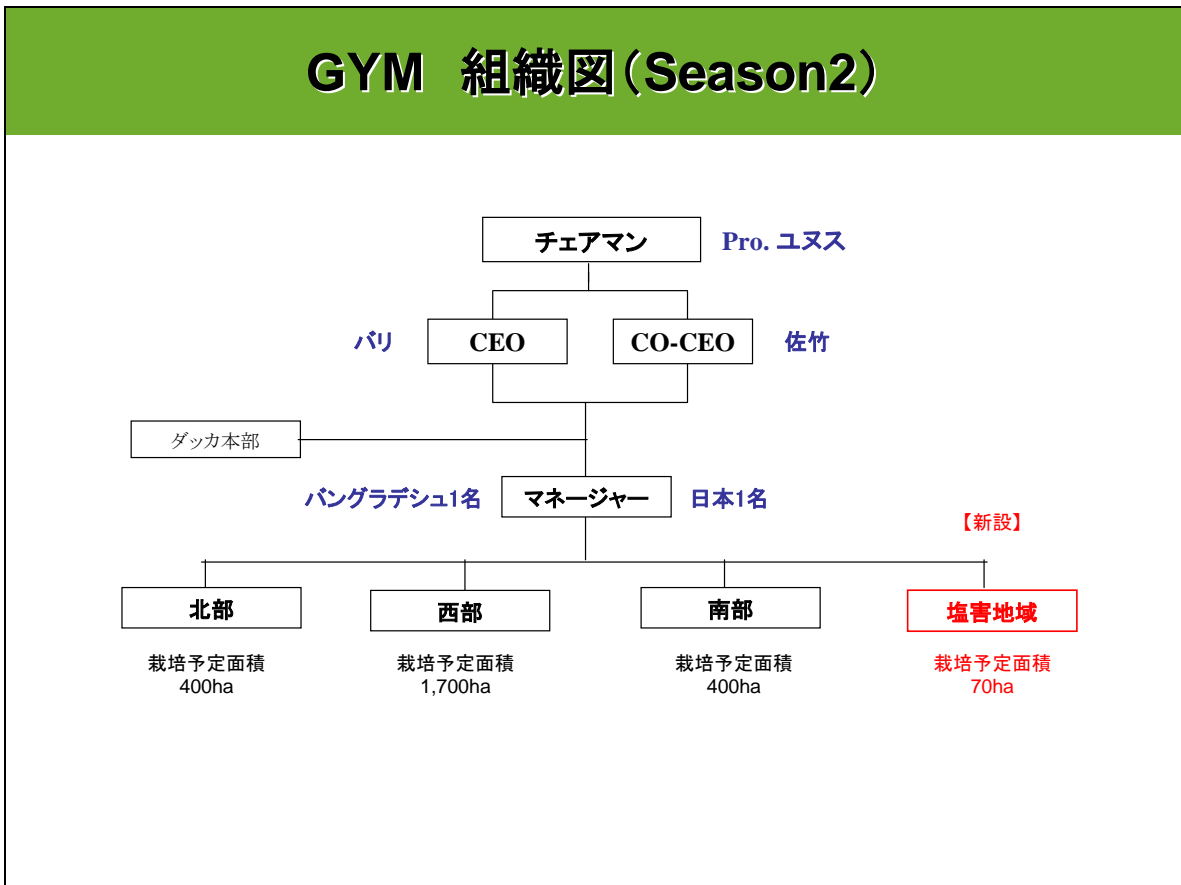
地区	農家数	栽培面積 (ha)
ボティアガタ	185	24.01
モレルゴンジ	94	14.78
合計	279	38.79

(2013年2月11日時点)

ボティアガタ地区ボエルバンガ村での農民説明会



- (5) 指導方法・組織の確立:フィールド・スーパーバイザーの選出および組織網確立調査
 昨年初めて取り組んだ大規模栽培(北部・西部・南部の3地区)のノウハウを活用し、塩害地域についてもフィールド・スーパーバイザーが農民指導する体制を構築中です。さらに、フィールド・スーパーバイザーが対象となる農民からリーダーレベルの人材育成を行うこともサポートします。



- (6) 栽培管理方法の確立:栽培ガイドライン作成および栽培ガイドラインに基づく栽培レコード運用準備調査
 緑豆の播種は2月下旬から3月下旬にかけて行います。上記項目3.「課題解決の方向性」でご説明しました①農民向け栽培ガイドライン、②栽培技術に関するビデオ、③ICTシステムを活用して栽培管理方法の確立を図ってまいります。

- (7) 緑豆選別・保管方法の確立:選別工場および冷蔵貯蔵施設確保にむけた調査
 緑豆選別に関しては、以下の工程を現地工場での対応とします。

- ①粗選別機:ゴミ・割れ豆除去
- ②粒径選別機:豆のサイズ分け
- ③比重風力選別機:虫食い・割れ豆除去

冷蔵貯蔵施設に関しては、ジャガイモ用冷蔵施設を使用します。

5. 指標(方法論)とベースラインデータ

(1) 指標(方法論)

①インプット・アウトプット・アウトカムのフレームワーク活用

インプットは本事業の第一フェーズ目標として掲げる「本事業に取り組める体制構築」を目的とした内容とします。また、アウトプットは「体制構築による効果」、アウトカムは「バングラデシュ国の食糧事情改善を含む社会的課題解決への貢献」とします。

インプット	アウトプット	アウトカム	評価方法
(a)塩害問題点の解決手法導入 <ul style="list-style-type: none"> ・水による灌水除塩 ・カルシウムによる除塩 ・耕起 ・適量施肥 	・塩害耕地での農作物の作付率向上	・塩害地域での農作物の収穫高が増える	I, II
(b)最新農業技術の導入 <ul style="list-style-type: none"> ・ガイドライン作成 ・FSによる農民指導 ・ICT活用 ・自社研究室において該当使用農薬検出システムの確立 	・塩害耕地での農作物の収穫率向上	・塩害地域での農作物の生産レベルが上がる	III, IV
(c)緑豆栽培に向けたマネジメント体制確立 <ul style="list-style-type: none"> ・農家募集 ・FS採用 	・塩害に苦しむ農家の緑豆栽培への参加	・塩害地域での雇用創出	V
(d)栽培管理方法の確立 <ul style="list-style-type: none"> ・ICT活用 ・FS教育 	・農民レベルでの最新農業技術の習得	・塩害地域農民の生活レベルが上がる	VI

②評価方法

上記インプット(a)～(d)の4項目に対する、アウトプット評価、アウトカム評価をベースラインデータと定量的に比較することで行います。

(a) 塩害問題点の解決手法導入

【評価方法: I】

「**土壌塩分濃度の低減**」＝解決手法導入前の土壌の電気伝導度(ds/m)と導入後の電気伝導度(ds/m)との比較

【評価方法: II】

「**作付率の向上**」＝解決手法導入後の作付面積(ha) / 導入前の作付面積(ha)

(b) 最新農業技術の導入

【評価手法：Ⅲ】

「収穫率の向上」= 最新技術導入前の収穫率(t/ha)と導入後の収穫率(t/ha)との比較

【評価手法：Ⅳ】

「生産レベルの向上」= 農民一人当たりの農作物販売収入(BDT) / 投資コスト(BDT)

(c) 緑豆栽培に向けたマネジメント体制確立

【評価手法：Ⅴ】

「契約農民数」= 契約農民(人) / @フィールド・スーパーバイザー

(d) 栽培管理方法の確立

【評価手法：Ⅵ】

「最新農業技術取得農民」= 最新農業技術の実施農民数(人) / 契約農民数(人)

(2) ベースラインデータ

本事業は緑豆栽培の可能性調査ですので、規模的に同国政府や国際機関が公表する統計データとの比較が難しい状況です。

従い、ベースラインデータは基本的に現地取得とします。

効果	評価項目	単位	有無※	データソース
土壌塩分濃度の低減	土壌の電気伝導度	dS/m	△	農耕地(モニタリング)
作付率向上	作付面積の増加	%	△	契約農民(ヒアリング、モニタリング)
収穫率向上	ヘクタールあたり収穫量の増加	ton/hector	×	契約農民(ヒアリング、モニタリング)
最新農業技術の習得	生産レベルの向上(農作物販売収入/コスト)	%	×	契約農民(ヒアリング、モニタリング)
マネジメント体制確立	フィールド・スーパーバイザーあたりの契約農民数	人	×	栽培記録
栽培管理方法の確立	最新農業技術の実施農民数/契約農民数	%	×	契約農民(ヒアリング、モニタリング)

※有無=公的データの有無

(公的データが無いものは、現地ヒアリング・ベースにてデータ取りを行います)

6. 適応対策において今後見込める成果

本事業の想定する成果と目標値は以下の内容とします。

	成果	目標値
1	塩害耕地での農作物の作付率向上	作付率 50%→70%
2	塩害耕地での農作物の収穫率向上	収穫量 0.8t/ha
3	塩害に苦しむ農家の緑豆栽培への参加	契約農家 400 人
4	農民レベルでの最新農業技術の習得	農民リーダーレベル育成 10 人

(1) 塩害耕地での農作物の作付率向上

農民のヒアリング・ベースでは、乾期に作付されず休閑状態となっているのは約 50%でした。該当期間に緑豆栽培を行うことで 70%まで引き上げることを目標とします。

(2) 塩害耕地での農作物の収穫率向上

バングラデシュの農耕地での平均収穫量は、1 ヘクタール当たり 0.8トン～1.0トンです。また、上述の調査結果「塩害土壌・水を使った緑豆発芽試験」では、塩害弱度レベルの発芽率は 80%を下回るデータとなっていました。従い、平均収穫量が減少する塩害耕地という環境のなかではありますが、上述の除塩作業(耕起・カルシウム施肥)および 2 粒播種によって発芽率を適正に導き、収穫量 1 ヘクタール当たり 0.8トンを目標とします。

(3) 塩害に苦しむ農家の緑豆栽培への参加

クルナ管区のボティアガタとモレルゴンジの 2 地区で農家募集活動を行うことによって、合計 400 名の契約農家確保を目標とします。

(4) 農民レベルでの最新農業技術の習得

フィールド・スーパーバイザーが契約農民に対して栽培指導を行います。対象農民の中から周りの農民や次世代にむけた指導が出来得るリーダーレベルの人材を 10 名育成することを目標とします。

第3章 政策課題の抽出・検討等

2-1. グリーン経済

1) グリーン経済の定義と必要性

グリーン経済の定義は機関により異なるが、概念的には、経済成長と環境への配慮を両立させる経済を指す。二酸化炭素の排出削減や、自然資産の利用効率の向上がその概念の鍵となる。

図表 グリーン経済の定義

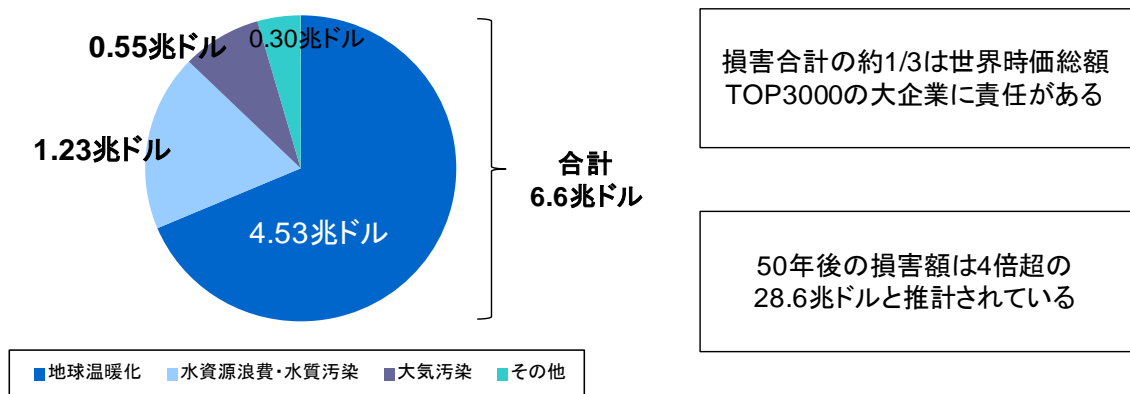
機関名	グリーン経済の定義
国連環境計画 (以下、UNEP)	グリーン経済とは、二酸化炭素の排出を減らし、エネルギーと自然資源の利用効率を高め、生態系サービスや生物多様性を損なわないような形で、人々の収入や雇用を目指す経済をいう。(Green Economy Initiative)
経済開発協力機構 (以下、OECD)	グリーン成長は、環境の悪化、生物多様性の喪失、自然資源の収奪的利用を防止しつつ、経済の成長と発展を追求する手段であり、よりグリーンな経済への移行に伴う構造変化の管理と新たなグリーン産業・雇用・技術を発展させる機会の創出を促すものである。(Green Growth Strategy)

20 世紀における経済は、企業は利益を追求し、国の発展に寄与することが最も重要であるとするコンセプトとする。しかし、このような経済の実態は、環境（自然資産）から享受できる環境というメリットを度外視するものであった。そのため、自然資産、つまりグリーンを消費する経済であったことからブラウン経済と言われている。ブラウン経済は、結果として、地球温暖化や自然災害の増大を引き起こし、環境難民や生物多様性の棄損など外部不経済を引き起こしていると指摘されている。

OECD が 2011 年に公表した「グリーン成長に向けて 政策意思決定者向け概要」によれば、このまま外部不経済が続けば、2030 年には BRICs において重度の水ストレス下で生活している人口数が、20 億人を超えると予想している。同様に、2030 年に中国において PM10 大気汚染による早死者数が 8 億人を超えると予想しており、外部不経済の解消は喫緊の課題と言える。

外部不経済の定量的なレポートは、UNEP が「Green Economy Report Final」において指摘しており、合計で 6.6 兆ドルにも達する。また、この 6.6 兆ドルの三分の一は、世界時価総額 TOP3000 の会社に責任があると結論付けている。

図表 人間活動が原因の環境破壊による損失



出所) UNEP 「Green Economy Report Final」 を基に NRI 作成

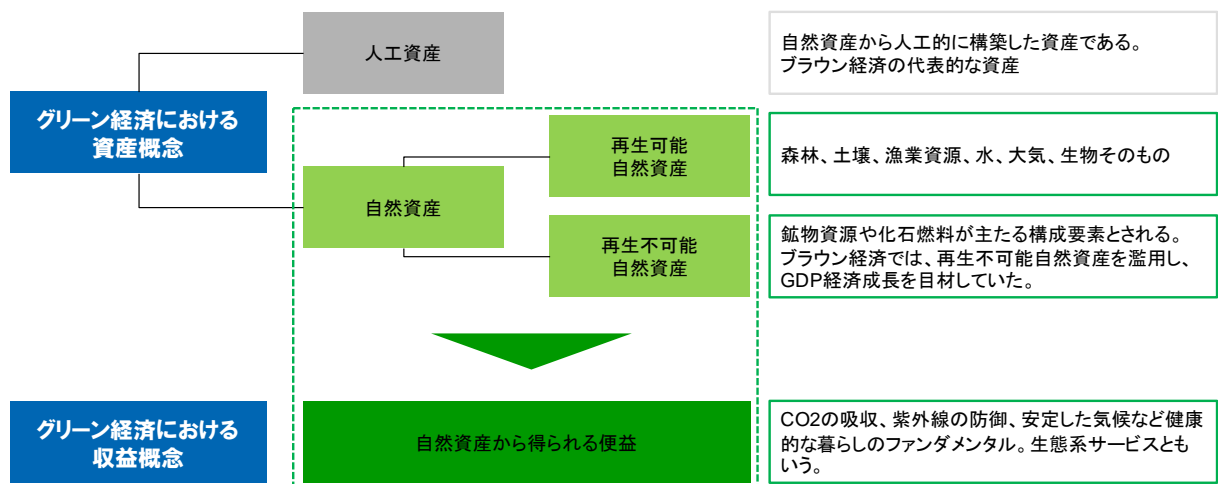
以上のように、ブラウン経済は外部不経済をもたらすとの指摘がなされており、経済成長と環境への配慮を両立させる経済、すなわちグリーン経済の必要性が指摘されている。

2) グリーン経済の概念整理

グリーン経済に関する論文や著書において、自然資産や或いはそれらから得られるベネフィットというような表現がなされるが、下図のように整理すると概念的には捉えやすい。すなわち、資産は自然資産を取り崩すことにより人類が構築した資産である人工資産、地球より与えられた森林や大気といった自然資産から資産概念が構成され、収益（便益）は、自然資産より人類にもたらされる安定的な大気や水利用である。

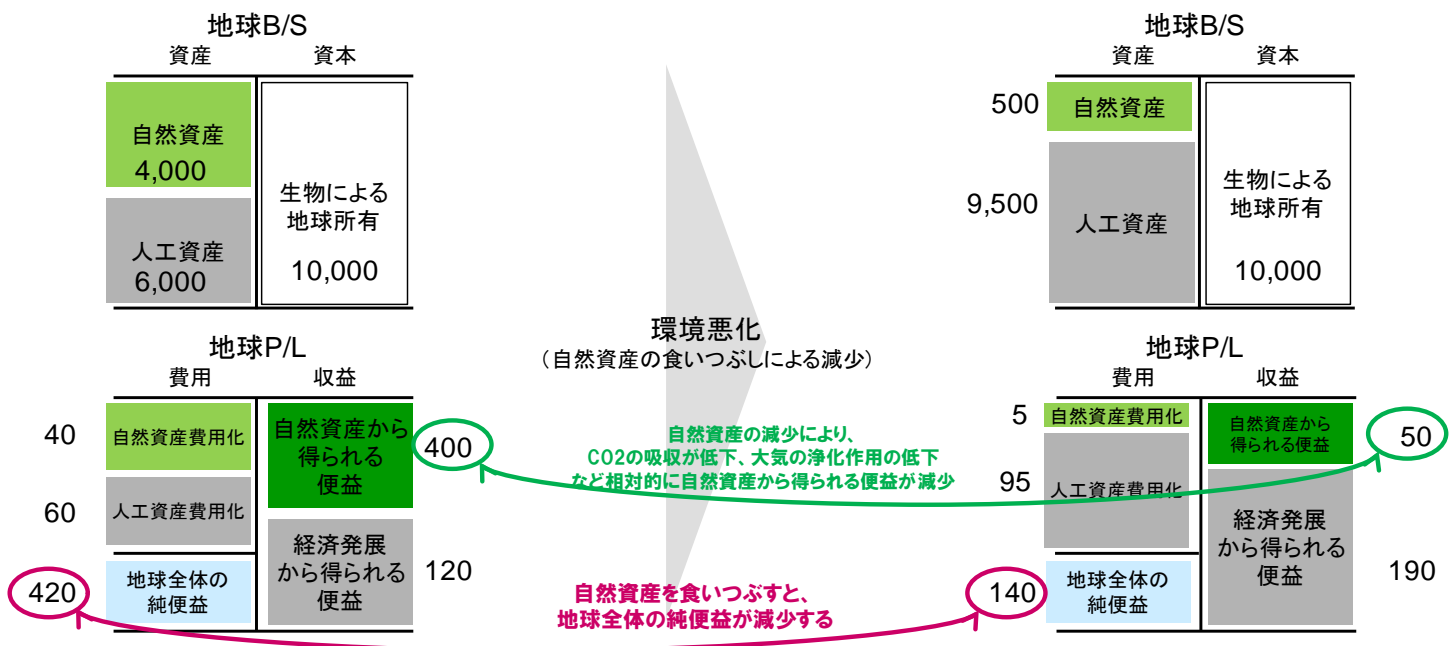
グリーン経済においては、自然資産を純減させることなく経済成長を目指すことこそが、持続可能な開発といえる。自然資産が減ることがなければ、自然資産からもたらされる収益も一定である。

図表 グリーン経済における資産収益概念



更にグリーン経済の資産収益概念を考察する上では、実施に適切な数値を含めた設例を活用することが有用である。従来地球上にある資産は地球外から資産を持ってこない限り一定かつ有限であるという前提をおけば、今までのブラウン経済は自然資産を人工資産に替え、便利な生活を得る経済といえる。このような自然資産の人工資産化が進むと、自然資産からもたされていた収益が減少する。すなわち、下記の設例で言えば、自然から得られる便益が環境悪化前には 400 だったものが、環境悪化後には 50 にまで減少している（自然資産の 10%が自然資産から得られる便益であると仮定）。

図表 グリーン経済における価値移転の設例



グリーン経済は、人工資産を否定するものではない。自然資産と人工資産のバランスに注意するとともに、自然資産の維持または拡大を意識するとともに自然資産からもたらされる便益にも注意を払うべきことを喚起している経済である。従来は当たり前とされていた水や大気安定を自然資産から与えられている便益であると十分に認識することが必要である。

3) グリーン経済の目標

UNEP の報告書「Toward a Green Economy」は、グリーン経済を実践するためには、世界の GDP の約 2% に相当する年間 1.3 兆ドルの投資が必要であると指摘している。これらの指摘は、各セクター別になされており、次のとおりである。

グリーン経済の実現にあたっては、農業、エネルギー、交通、水など幅広いセクターに関する目標の達成が必要である。UNEP 「Toward a Green Economy」において、セクターごとにグリーン経済の実現に向けた目標を提示し、その実現に向けて必要な投資額を明らかにしている。

図表 セクター別のグリーン経済の実現に向けた目標

セクター	必要投資額 (10億\$)	目標
農業	108	2030年までに2800から3000キロカロリー/人に栄養のレベルを高め、維持する。
建築	134	エネルギー効率を高める
エネルギー供給	362	発電および1次エネルギーにおける再生可能エネルギーの普及率を増加させる
漁業	108	船舶、漁業管理の廃止、就業者の再配置などにより世界全体の漁獲高を50%カットすることで、持続可能な最大漁獲高を実現する
林業	15	2030年までに森林伐採を50%減少させるとともに、林業の生産を維持するために植林を増加させる。
製造業	76	エネルギー効率を高める
観光	134	エコツーリズムを目指す
交通	194	公共交通機関の利用を拡大させる
廃棄物処理	108	埋立てる廃棄物の量を少なくとも70%減らす
水	108	水や衛生へのアクセスが困難な人々を2015年までに半分にし、ミレニアム開発目標を達成する。
合計	1,347	

(出所) UNEP 「Toward a Green Economy」を基にNRI作成

また、国家レベルでグリーン経済に取り組む事例もあり、中長期的にグリーン経済に優先的な資金配分を定めている国家もある。

図表 各国のグリーン経済の実現に向けた取組

国名	戦略・計画等	概要
韓国	グリーン成長国家戦略及び5ヶ年計画(2009～2013年)	①エコフレンドリーな新成長エンジンの促進、②国民生活の質の向上、③国際的な気候変動対策への貢献、を目指したもの。左記の戦略の実現性を高めることを目的とし、「グリーン成長に関する大統領委員会(2009年設置)」、「低炭素グリーン成長基本法(2010年制定)」も導入。
アイスランド	国会開発計画(2007～2013年)	経済競争力を強化しつつ、生活の質を向上させることを目的とした場合に、優先的に投資すべき分野に関する資金配分を指示したものである。具体的には、輸送、廃棄物管理、気候変動、環境リサーチ、持続可能なエネルギーなどが取り上げられている。2007年の環境の持続可能性の促進に直接的な影響を及ぼす投資プログラムは13億ユーロを上回った。
中国	第12次5ヶ年計画(2011～2015年)	国家戦略のロードマップを示すもので、中国の今後の社会経済開発における優先順位を定めるとともに、各セクター/行政単位レベルの政策決定に関する指針と目標を示す。気候変動、資源節減・管理、循環型経済、環境保護、生態系保護・回復、水保全・自然災害防止の6つを戦略テーマと掲げ、これらのテーマには、第11次5ヶ年計画から引き継いだ目標に加え、GDP1単位あたり炭素排出量を2015年までに17%削減する等新たな目標が含まれている。
ルワンダ	経済開発・貧困削減戦略(2008～2012年)	ルワンダが長期目標として打ち出しているビジョン2020の達成に向けた第二次の中期戦略であり、資金配分を示すものとなっている。環境/土地/森林セクターには、2008～12年に総額で公的支出全体の1.8%にあたる620億ルワンダ・フランが配分されている。また、水/衛生セクターにも総額で公的支出全体の4.2%にあたる1,460億ルワンダ・フランが配分されている。(参考1ルワンダ・フラン≒0.12～0.13円)

出所) OECD 「グリーン成長に向けて 政策意思決定者向け概要」を基にNRI作成

4) グリーン経済のモニタリング方法

グリーン経済の実現に関する目標が、どの程度達成しているかを客観的に測るためには、指標を活用することが求められる。OECDは4つの観点で整理されたモニタリング指標を提案している。

図表 OECDが提案するモニタリング指標

指標グループ	指標
経済の環境／資源生産性	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 自然資産を如何に効率的に利用するかを測定する指標 • 資源生産性：材料、栄養物、水 • 多要素生産性
自然資産基盤	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 自然資産そのものの絶対量を測定する指標 • 再生可能な資源ストック：水／森林／水産資源 • 生物多様性と生態系
生活の質の環境側面	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 自然資産から得られる便益を測定する指標 • 環境衛生／リスク • 環境サービス／アメニティ
経済的機会と政策対応	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 上記3つが最適化されるような政策、可能にするための技術やイノベーションを測定する指標 • 技術とイノベーション • 環境製品／サービス • 技能と訓練

出所) OECD「グリーン成長に向けて 政策意思決定者向け概要」を基にNRI作成

資源生産性/資源生産性とは、「2) グリーン経済の概念整理」で述べた自然資産をいかに効率的に利用するかを測定するモニタリング指標である。自然資産から人工資産に加工する上での効率性、自然資産から収益を得るにあたっての効率性などが含まれる。

次に、自然資産基盤とは、自然資産そのものを測定する指標である。水や森林、水産資源などの量を可視化するための指標である。例えば、我が国の森林自然資産が他国と比べてどの程度多い(或いは少ない)かを把握するための指標である。

最後に、自然資産から得られる収益を測定する指標が必要である。具体的には森林が温暖化の一因と言われている温室効果ガスをどの程度吸収するのかを可視化するような指標である。

また、これらを最適化するような政策や可能にする技術やイノベーションを測定する指標もOECDにより必要性が指摘されている。

いずれの指標も概念的には理解できるものの、具体的には各国各機関が熟慮して、模索しているところである。

5) グリーン経済と適応の関係

グリーン経済は、経済成長と環境への配慮を両立させる経済を指す。温室効果ガスの排出量削減は、自然資産の維持・効率的利用に繋がるため、二酸化炭素の排出削減を目指す気候変動の緩和策はグリーン経済の発展に寄与すると言える。

また、気候変動適応策においても、自然資産の維持や効率的利用に寄与する取り組みについては、グリーン経済の実現にも貢献すると考えられる。なお、マラリアの蔓延を防止するために蚊帳を販売するといった適応策は、自然資産の維持・効率的利用に関連しないため、グリーン経済の発展には寄与しない。

さらに、OECD が提案するモニタリング指標の指標グループを確認すると、指標グループの「経済の環境／資源生産性」については、自然資産を効率的に利用するという観点において、緩和策の取り組みが対応すると考えられる。「経済的機会と政策対応」についても、革新的な技術により自然資源の効率的利用を高めるという点において、緩和策の取り組みが対応しうるといえる。同様に、指標グループの「自然資産基盤」や「生活の質の環境側面」は、自然資源の保全や自然資源から得られる便益の確保という点で、適応策の取り組みが対応する。

図表 グリーン経済としても位置づく緩和策・適応策の例

グリーン経済指標グループ	分類	緩和策・適応策の例
経済の環境／資源生産性 経済的機会と政策対応	緩和策	<ul style="list-style-type: none"> 化石燃料から再生可能エネルギーへのシフト コージェネレーション 公共交通システムへのモーダルシフト 効率的な電気器具・冷暖房設備の活用
自然資産基盤 生活の質の環境側面 経済的機会と政策対応	適応策	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動により減少した水資源を効率的に活用した農業を実施 気候変動による水不足解決に向けた浄水器導入 気候変動による疲弊した農地の回復 気候変動による水不足に起因し、脱水力発電を実施 気候変動により低下した収穫率をIT活用により向上させる

以上のように、我が国において気候変動適応策を推進することは、自然資産の維持・効率的利用に関連するものの場合、グリーン経済の発展にも寄与する。グリーン経済の発展を目指すべき立場である我が国において、適応策のうちグリーン経済の発展に寄与するソリューションについては、優先的に推進するべきである。

2-2. ケニアオフグリッドライティング

1) ケニアにおけるオフグリッド・ライティング市場を拡大するための仕組みの方向性

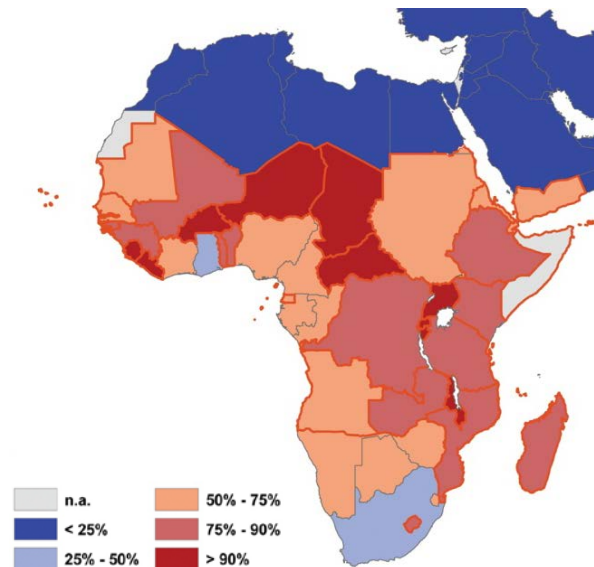
(1) アフリカにおけるオフグリッド・ライティングの現状

公共インフラとしての電力を得ることができない地域を無電化地域、またはその地域に暮らす人々を無電化層と呼ぶ。先進国では電化率は限りなく 100%に近いレベルまで整備が進んでいるもの、新興国や途上国の中には、電力需要は増加の一途を辿っているにも関わらず、いまだ電化率が低いまま整備が進んでいない国が少なくない。

無電化地域が残されてしまう背景には、インフラ整備の問題と、電力コストの問題がある。新興国や途上国では財政状態が健全でない国も多々あり、これらの国々は最低限のインフラ整備も行うことが出来ていない。従って、十分な電力インフラが整備されず、無電化地域が残される。また、一般的に所得水準の低い新興国・途上国の市民に対し、支払が極めて困難な電気料金を課しているケースがある、これが電化率の向上を妨げている電力コストの問題である。

これらの問題の結果として、国際エネルギー機関（IEA）の調べによれば世界の無電化層は総数で 13.2 億人（2009 年時点）であるが、うち 96%がアジア（5.9 億人）とアフリカ（6.8 億人）の途上国に居住している。

図表 アフリカ各国の電化率（2009 年）



無電化地域においては、照明用途として主にケロシン等の燃料を用いたランプが使用されている。しかし、これらのランプは有毒ガスを発するため、屋内で長期間使用することで呼吸器障害等の健康被害を引き起こす。また、大気汚染の原因にもなっている。加えて、この燃料の購入費用は無電化層の家計にとって大きな圧迫要因となっている。このような状況下、無電化地域における安価かつ高品質なソーラーランタン の普及が強く望まれている。

(2)ケニアにおけるオフグリッド・ライティングの現状と今後の展望

ケニアは東アフリカの中でも特に経済成長が著しく、またオフグリッド市場が急拡大していることでも知られている。

まず、ケニアは再生可能エネルギーの導入を促進している。ケニアの年間電力消費量は2006年の42.4億kWhから2011年の48.6億kWhへと5年間で約15%増加しており、今後も需要の伸びが予測される中、ケニア電力公社（Kengen）は発電キャパシティの増強を進めている。しかし、現在の発電方法の内訳では水力発電がKengenの発電キャパシティの約70%、ケニア全体の発電キャパシティの40%を占めているため、気候変動や渇水等の影響により稼働率が低下し、電力供給が不安定化している。この状況を解消するため、再生可能エネルギーの導入が進められている。

再生可能エネルギーの普及に向けて複数国政府や国際機関、産業団体、研究機関らによって組織されたネットワーク機関REN21の調査によれば、2007時点でアフリカにおいて導入済の太陽光発電システムは50万ユニットだが、その半分以上は南アフリカとケニアの2カ国に設置されていた。また、独GTZのレポートによれば、ケニアの太陽光発電市場は90年代中ごろから年率15%程度の成長を続けており、アフリカでも最も活発な市場であると結論付けられている。さらに、UNEPもケニアを再生可能エネルギー分野でアフリカにおける最も有望な国の一つとして認識している。

このようなケニアの再生可能エネルギー市場の拡大は、ケニア政府や国際機関が取り組む様々な支援プログラムが後押しとなっている。ケニア政府の取り組みとしては、まずソーラーランタン向け優遇税制が挙げられる。ケニアの税制は、通常は法人税30%、輸入税最大25%、付加価値税16%であるが、ソーラーランタンの輸入税、付加価値税は共に0%とされている。次に、地方電化庁（REA）が推進する地方電化政策が挙げられる。2009年に制定された地方電化マスタープラン（Rural Electrification Master Plan: REM）により、同国は2018年までに651,000世帯に電力を提供する目標を立てている。その一環として、太陽光をはじめとする再生可能エネルギーの導入も進めている。そして、オフグリッド市場の発展に最も影響を与えているのが「ケロシンフリープログラム」である。これは同国エネルギー省・環境省・首相府が主導するプログラムであり、ソーラーランタン、ソーラーパネル、環境にやさしい炭と改善した料理用ストーブを普及させ、同国におけるケロシン燃料の消費を削減するべく活動している。このプログラムの活動原資はノルウェー政府を中心に複数国の政府や国際機関が組成したファンド「Energy+」から提供された補助金（2.5億ノルウェークローネ）によって賄われており、2012年から5年間で一定の効果を上げることを目指している。また、このプログラムの実行はUnited Nations Industrial Development Organization（UNIDO）が支援している。

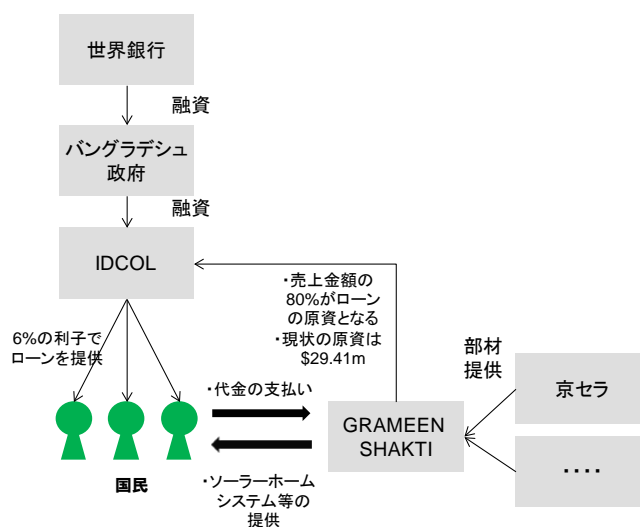
一方、国際機関による取り組みも行われている。UNIDOが推進するイニシアティブ「Lighting Up Kenya」では、無電化地域にて再生可能エネルギーを利用した発電施設を設置し、エネルギー供給と地場産業育成を目指す「Community Power Centre」というプログラムを実施している。そして前述の国際金融公社（IFC）と世界銀行が推進する共同イニシアティブ「Lighting Africa」では、無電化地域へのオフグリッド・ソリューションの普及を加速化させるべく、前述の品質保証以外にも市場情報整備、消費者教育、起業支援、公的機関の巻き込み、そしてファイナンス支援などを行っている。

(3) オフグリッド・ライティング市場の拡大に関する他国での先進事例

オフグリッド・ライティングにおいては、アジアにおいても多くの国で市場拡大の取組が官民連携で実施されている。その中でも、特にバングラデシュにおけるオフグリッド・ライティングの浸透は著しい。IFCの“Lighting Asia”によれば、ソーラーホームシステム（以下、SHS）の販売量において、インドにおける100~120万台の販売量に対して、バングラデシュにおいては68万台の販売量を誇っている。人口差を考慮に入ると、インド以上にバングラデシュではSHSの流通範囲が広いと考えられる。このようにバングラデシュでSHSが広く流通している背景として、バングラデシュが国際機関等や自国企業と連携して大胆にSHSの流通を促進させていることがあげられる。

世界銀行は、The Infrastructure Development Company Limited（バングラデシュ インフラ開発公社：IDCOL）を実施機関として2003年より「Rural Electrification and Renewable Energy Development Project」を展開している。世界銀行がバングラデシュ政府に融資を行い、IDCOLがその資金を活用し、民間事業者や国民に対してSHSの流通が促進するように支援を行っている。このプロジェクトは、世界的に注目されるほど大きな成果を上げたプロジェクトである。このプロジェクトでは、2003年のプロジェクト開始時に、2008年までに5万台のSHSを設置することを目標としていたが、2005年に3年前倒し、かつ予算見積もりを約200万ドル下回るコストで目標を達成することができた。さらに、その後次の目標として、2012年末までに追加で100万個の設置を掲げ、2011年上期に達成するという成果を上げた。

図表 バングラデシュにおけるSHS普及プロジェクトの例



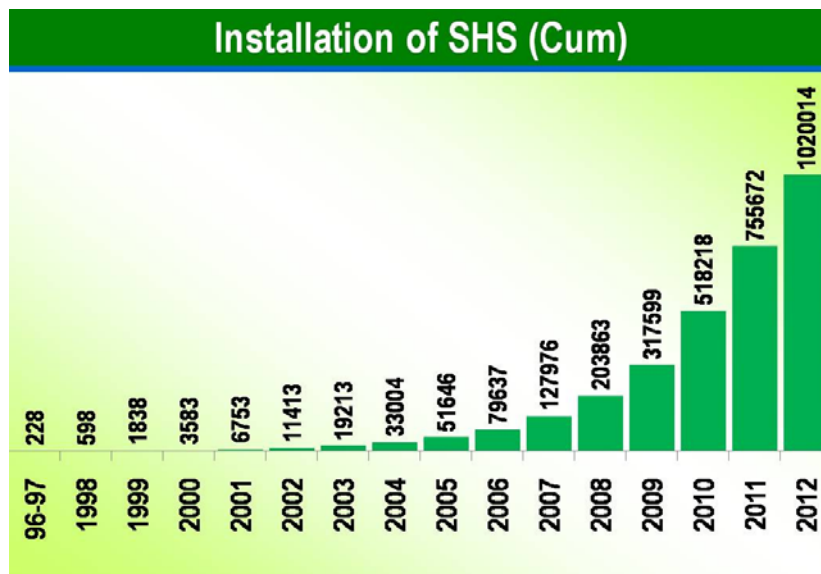
出所) グラミンシャクティ提供資料を元にNRI作成

このプロジェクトがうまく進んだ理由として、①グラミンシャクティ(GRAMEEN SHAKTI)等の有力な再生可能エネルギー事業者の活躍と、②Output-Based-Aid (OBA) という資金提供手法の活用、の2つがあげられる。

グラミンシャクティはマイクロファイナンスで有名なグラミン銀行のグループ企業であり、SHSやバイオマス発電等の再生可能エネルギーを、農村部を中心に提供している再生可能エネルギー事業者である。グラミンシャクティは、日本企業である京セラから太陽光パネルを購入する等により部材を調達し、他の部材と組み合わせ、SHSのパッケージを作った上で、各家庭への設置を行うとともに、現地の技術者を育成することを通じてSHSのメンテナンスを行っている。世

世界銀行による Rural Electrification and Renewable Energy Development Project における SHS を実際に設置する事業者としての積極的な事業展開により、グラミンシャクティによる SHS の導入数は 2003 年以降急速に増加している。グラミンシャクティは、グラミン銀行のグループ会社であるためにマイクロファイナンスの仕組みやマイクロファイナンスのネットワークの活用を効率的に行うことができるため、通常はアクセスの難しいバングラデシュの農村部での円滑な事業展開が可能である。また、既に巨大企業となっているグラミン銀行が支援する事業者であるため、安定的な資本力を有しており、世界銀行による規模の大きいプロジェクトにも迅速に対応することができた。

図表 グラミンシャクティの SHS 導入数の推移 (台)



出所) グラミンシャクティホームページより (<http://www.gshakti.org/>)

こうした事業者の存在は、SHS を広範囲で流通させていくために必要不可欠であったが、政策的には、バングラデシュにおいて推進された Output-Based-Aid (OBA) という資金提供手法が事業者の事業展開を大きく促進したことに注目すべきだと考えられる。OBA は、具体的なアウトプットに応じて資金提供をする仕組みであり、事前の見積もりや実際のインプットの購買に応じて資金を提供するといった従来の開発プロジェクトの進め方と大きく異なる仕組みである。例えば、SHS の場合には、SHS を販売・設置するグラミンシャクティ等の事業者が「農村部の家庭に SHS が設置され、電気が灯る」というアウトプットを行い、それが確認された段階で、資金が提供される。言い換えれば、出来高払いの資金提供手法である。

グラミンシャクティ等の事業者は、マイクロファイナンスを組み合わせることで SHS を販売した後、アウトプットを提示すれば、資金回収が完了しなくても、次の顧客に提供する SHS の仕入れ資金を IDCOL から借り入れることができる。バングラデシュのような途上国で、農村部の家庭を対象に事業展開をする場合、マイクロファイナンスを活用して各家庭に対して購入資金を提供して、少額ずつ返済してもらうことが多い。そのため、資金回収に時間がかかり、事業の規模拡大がうまく進まないと言った課題が出てくる。OBA は、こうした課題を解決するために活用されるものである。

すなわち、バングラデシュでは、再生可能エネルギーに注力する事業者の存在と、その事業者

の事業拡大を支える資金提供手法が存在したために、急速な再生可能エネルギーの普及が実現したと考えられる。

(4)ケニアにおける市場を拡大するための仕組みのあり方

バングラデシュによる成功要因を踏まえたうえで、ケニアにおけるオフグリッド・ライティング市場を拡大するための仕組みの在り方を検討した。

バングラデシュの Rural Electrification and Renewable Energy Development Project と、先述したケニアの Kerosene Free Kenya Project 及び関連活動を比較すると、まさにバングラデシュにおけるグラミンシャクティのような事業者の不在、そうした事業者やエンドユーザーに対する資金提供者の不在、の2点が解決すべき課題だとあげられる。これを解決するためには、日本政府による「設置事業者となるディストリビューターに対する技術支援」、「設置事業者となるディストリビューターに対する資金支援」、「エンドユーザーに対する資金支援」という3つの政策支援が有効だと考えられる。以下に、それぞれの内容を紹介するとともに、「3)日本企業の国際競争力向上に向けた政策の在り方(1)ケニアにおけるイニシアティブ推進における今後の課題」において実現に向けた今後の政策上の課題を後述する。

①設置事業者となるディストリビューターに対する技術支援

ソーラーランタンやSHSの設置事業者となるディストリビューターに対して、顧客に対して商品特性を説明できるように商品知識を身に付けさせるとともに、ディストリビューターが各家庭での商品の設置やメンテナンスを行えるように技術教育を行うことが有効である。これを推進するために、既にケニアにおいて Lighting Africa を推進中の IFC と連携し、ディストリビューターに対して技術教育を行えるテクニシャン(ローカルの電気工事事業者)を育成するとともに、技術教育を修了したディストリビューターを認証する認証制度を推進することが有効だと考えられる。この認証制度を受けたディストリビューターは市中銀行やマイクロファイナンス機関から、製品の仕入れ資金に関して低利ローン等の資金支援を受けられるようにすることで、技術教育を受けるためのインセンティブが生み出されることとなる。

②設置事業者となるディストリビューターに対する資金支援

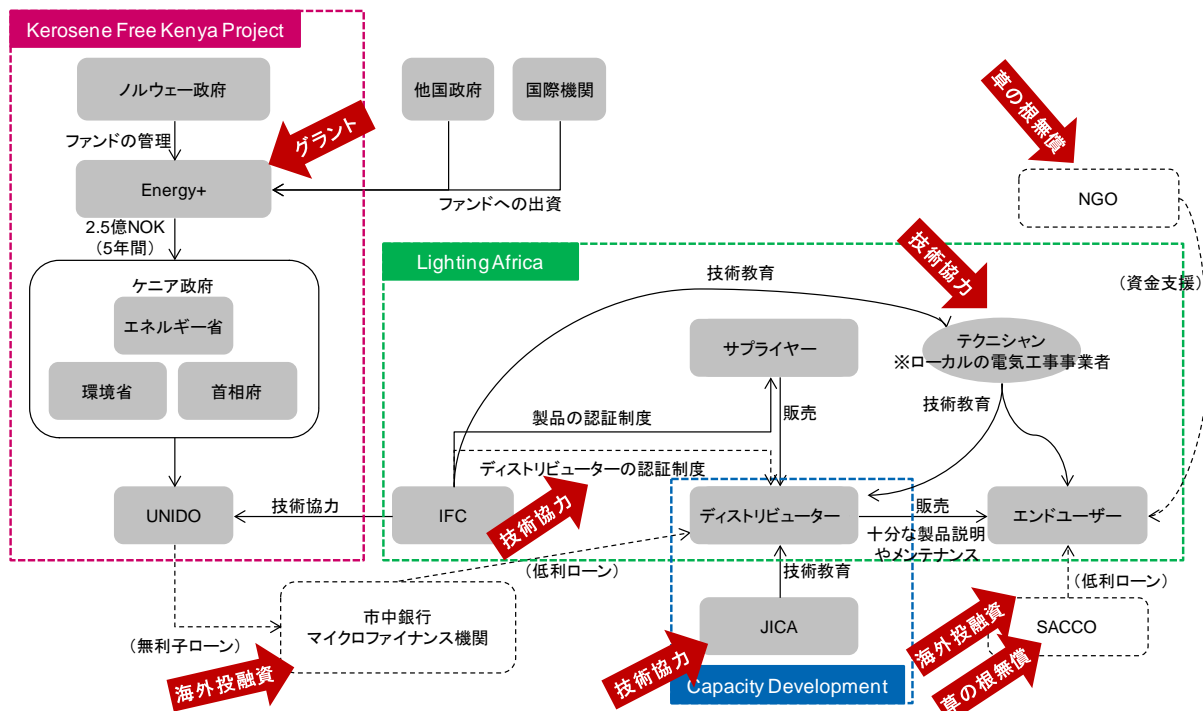
認証制度を受けたディストリビューターが市中銀行やマイクロファイナンス機関から融資を受けられるようにするためには、市中銀行やマイクロファイナンス機関に対して、融資の原資を提供するための資金支援が必要となる。既にノルウェー政府が Energy+ を通じて、マイクロファイナンス機関に対する資金提供を検討し始めている。そのため、日本政府においても、ノルウェー政府との連携、もしくは独自で海外投融資を活用した資金提供を行うことが有効だと考えられる。

③エンドユーザーに対する資金支援

最後に、エンドユーザーが単価の高い製品を購入できるようにするための資金支援が必要である。具体的には、エンドユーザーに販売金融を提供している SACCO に対して、草の根・人間の安全保障無償資金協力や、海外投融資を活用した資金支援が有効だと考えられる。

また、エンドユーザーに対する融資を確実に返済されるためには、エンドユーザーが再生可能エネルギーを購入した後に、なんらかの所得向上を成し遂げる必要がある。こうした取り組みを支援する NGO に対する草の根・人間の安全保障無償資金協力の提供も有効だと考えられる。

図表 Kerosene Free Kenya Project 及び関連活動の強化案と日本からの政府支援の選択肢



2)民間企業による市場参入の手法

(1)欧米企業による市場参入手法

欧米企業は、ソーラーランタンやSHSの浸透を狙って、携帯電話を活用した送金手法等のイノベティブな手法による販売促進を推進している。

たとえば、ケニアのオフグリッド・ソリューション企業であるM-KOPA（エムコパ：KOPAとはスワヒリ語で「借りる」の意味）は、ケニアで普及している携帯電話網による送金システムを活用してSHSを展開している。ケニアでは、英国の大手通信企業ボーダフォンの現地法人サファリコムによる送金システム「M-PESA（エムペサ）」が普及し、1500万人超の利用者がある。M-KOPAは、M-PESAの担当者がスピアウトして立ち上げたベンチャー企業で、米国のオフグリッド・ソリューション企業d.light design（ディ・ライト・デザイン）のSHSを、M-PESAによる月賦払いで販売・普及させることを主な事業としている。具体的には、4Wのソーラーパネルと壁に設置する制御装置、LED照明3灯、および携帯電話端末用充電器を、頭金として2500ケニアシリング、毎日40ケニアシリングの合計1万6900ケニアシリングで販売しており、完済すれば電力は無料で使用できるようになる。この毎日の支払いはM-PESAを通じて行われ、支払いが滞ると、上述の制御装置が照明器具を作動させないようにする。このSHSをきっかけにM-KOPAは、太陽光発電を利用した灌漑システムや店舗用の冷蔵庫、工業用マシンなどへの展開も視野に入れている。このようにM-KOPAの事業は、携帯電話網による送金という新しい生活インフラが、将来、さまざまな決済の基盤となることを見据えたビジネスであると考えられる。太陽光発電を利用した灌漑システムや店舗用の冷蔵庫、工業用マシンなどへの展開も視野に入れている。

図表 M-KOPA によるサービスイメージ



出所) M-KOPA ホームページより (<http://www.m-kopa.com/products/>)

また、欧州企業においては、無電化地域にすむ人々に対する効果的なエネルギー提供の手法を模索するために、社内に投資ファンドを設立している会社がある。

シュナイダーエレクトリックは、自社の CSR 資金、従業員の年金、外部投資家による投資資金等を集め、Schneider Electric Energy Access Fund というファンドを設立している。そして、M-KOPA に類するような農村に普及する携帯電話の仕組みに注目をし、そのファンドを通じて積極的に投資を行っている。また、プロボノの仕組みを活用し、従業員を投資先に送り込むことで、彼らが展開するイノベティブな事業の事業性を見極めるとともに、その知見を内部化している。こうした取り組みは、ヨーロッパの企業の中で急増しており、シュナイダーエレクトリックの他に、GDF スエズ、フィリップスが同様の取り組みを推進している。

さらに、欧米企業はオフグリッド・ソリューションとして、将来のマーケット獲得のための流通網構築戦略と位置づけ、現地の流通・メンテナンス網を持つ様々な組織と連携をしている。例えば、シュナイダーエレクトリックは、流通網構築と製品普及を重点目的と設置することで、アジア・アフリカにおいて SHS をイニシアティブ開始から 2 年間で 20 万個設置することに成功している。また、その際、市場へのエントリー製品としての位置づけを明確にし、コストのみをカバーし、利益を生み出さない価格設定にしているとともに、広大な流通網を持つ事業者との連携を積極的に行っている。例えば、シュナイダーエレクトリックは、アフリカにおいては広大なガソリンスタンド網を持つトタルとの連携可能性を模索している。

このように、欧米企業は、商品の技術にこだわるのではなく、商品の流通手法に工夫をすることにより、自社製品の流通量の増大を図っている傾向がある。

(2)日本企業による市場参入のあり方

日本企業がオフグリッド・ライティング市場への参入を目指す際には、ビジネスモデルの構築に当たって認識しておくべき4つのポイントがある。1点目は「製品単体では他国製品とあまり差がつかない」という点である。近年では、ソーラーランタンやパネルは、中国製などの廉価品でも十分な耐久性を謳っており、故障時のメンテナンス等も行われている。ただし、廉価品の普及は始まったばかりであることから、耐久性を備えていると謳う製品の本当の耐用年数については今後徐々に明らかになってくると思われる。また、ソーラーパネルに関しては発電効率の重要度が低いため、高い発電効率が差別化要因になりづらい。アフリカ諸国には広大な土地があるため、発電効率が悪くとも安価なパネルを多く敷設することで、十分に発電することが可能である。

2点目は「日本製品は価格が高すぎる」という点である。ランタン、パネル共に日本製品は中国製品などに比べて高額（数倍の価格）であり、ほとんど店頭で販売すらされていない。目に与える優しさ、耐久性などで日本製品が優れているが、価格差を埋めるほどの価値を提供できておらず、また模倣困難な差別化が出来ていない。続いて3点目は、「販売チャネルとして、ソーラーランタンは現地パートナーとの協力、PVはディーゼル発電機の代替需要の獲得が重要」という点である。アフリカ諸国におけるBtoCビジネスは、流通市場が未成熟であるため困難を伴う。従って、ランタンの一般消費者への販売は、家電の輸入代理店やNGOなど、現地で消費者に広いネットワークを有する主体と協力することが有効である。またPVに関しては、ホテル、商業施設、工場、公的機関、病院などの施設（とくに無電化地域にあるもの）は、ディーゼル発電機を備えているケースが多く、その代替としてPVの購入を勧めることができる。最後に4点目「まずは早期に1つの成功モデルを作る」という点である。消費者に対して製品の性能や価格をPRするよりも、具体的な成功モデルを見せることが最も訴求力が高い。一つの成功モデルができれば、それを模倣する者が現れ、口コミで認知が広がって行く。

以上の点を踏まえた上で、オフグリッド・ソリューション市場に参入する際の製品・事業の設計については、以下の4点が重要である。

図表 オフグリッド・ソリューション市場参入時のポイント

製品ではなくシステムで売る

- パネル単体ではなく、インバータやバッテリーを組み合わせ、顧客への最適パッケージを提供するシステム売りのアプローチが必要である。
- その際、個別部材は日本製にこだわるべきではない。

地場企業との協力

- 地場の施工業者の技術力も向上してきているため、それらとの協業によりコストを下げるべき。また地場の雇用創出に貢献することも重要。
- 欧州系の会社は、ケニアにアSEMBリー工場を建てており、雇用の創出とコスト削減（人件費、輸送費の観点から）を実施している。

効果的なターゲットの選定

- PVは、まずは設備投資予算が大きく、環境配慮の観点も持つ外国人向け宿泊施設が有望ターゲットになるのではないかと。

電力用途との組み合わせ

- 差別化の一つの方向として、照明に加えて、動力源として太陽光パネルを活用するという方策が考えられる。
- 水の汲上には動力が不足しており、太陽光や風力の活用が期待されている。離村の場合、ディーゼルしか動力として使えないのが現状。
- ただし、販売価格は高くなる。

また、製品・事業の設計に加え、一般的に所得水準の低いオフグリッド・ソリューション市場の消費者への販売を促進するためには、支払方法に関する工夫が必要となる。例えばマイクロファイナンス機関と連携して低利ローンを提供することや、M-PESA が実施している積立方式のような仕組みを用意することが重要である。また、製品を販売ではなく貸出によって提供するという方法も有効である。

3)日本企業の国際競争力向上に向けた政策の在り方

(1)ケニアにおけるイニシアティブ推進における今後の課題

日本企業の国際競争力向上に向けたパイロットプロジェクトとしては、先述した「ケニアにおけるオフグリッド・ライティング市場を拡大するための仕組み」を実現する必要がある。ただし、「設置事業者となるディストリビューターに対する技術支援」、「設置事業者となるディストリビューターに対する資金支援」、「エンドユーザーに対する資金支援」という3つの政策支援それぞれにおいて、政策上の課題が存在する。実現に向けては、既存の制度を強化していくことで、こうした課題を解決する必要がある。以下に、それぞれの政策支援における課題と解決の方向性を記載する。

①設置事業者となるディストリビューターに対する技術支援

ケニアにおいても、JICAによるディストリビューターに対する技術支援が実施されている。しかし、座学が中心であり、現状では専門的な技術訓練には至っていない。他方、IFCは、座学よりも専門的な技術訓練を重視しており、実施での製品の設置やメンテナンスを行いながら訓練を実施している。そのため、日本政府による技術支援においても、実地での訓練を重視したプログラムを創設する必要がある。また、技術教育を修了したディストリビューターを認証する認証制度に関しては、認証に必要な提出書類が少なく、認証が速やかに行われる認証フローを作り上げることが必要である。現地のディストリビューターには小規模な事業者が多く、提出書類を揃えるのに時間をかけるくらいなら融資を受けず小規模に事業を展開していくことを望む事業者が多い。そのため、できる限り認証のための申請自体を支援する体制や短期間で認証がとれるような仕組みを作る必要がある。

②設置事業者となるディストリビューターに対する資金支援

設置事業者となるディストリビューターに対する資金支援に関しては、バングラデシュでの成功事例を踏まえて、Output-Based-Aid (OBA) という資金提供手法による支援を行うことが有効だと考えられる。そのために、こうした新たな資金提供手法の活用方法に関しても、ディストリビューターに対して技術支援をする際に、事業拡大のための手法として共有しておく必要がある。また、ディストリビューターに直接資金を提供する市中銀行やマイクロファイナンス機関においても、OBAに基づいて速やかにディストリビューターに対する資金提供が実施されるようにキャパシティビルディングを行う必要がある。特に、アフリカにおいては、現地金融機関からの資金提供が遅延することにより、事業者がビジネスチャンスを逃すといった事態が散見されるため、支援する際にはJICAを通じて金融の専門家を現地金融機関に派遣することも併せて検討することが必要だと考えられる。

③エンドユーザーに対する資金支援

エンドユーザーに対する資金提供に関しては、これまでの海外投融资では対応してこなかったような小規模な資金を提供できる体制を構築していくことが必要だと考えられる。特に、アフリカのような途上国においては、1百万ドル～10百万ドルの間の資金提供をする金融機関が少ない。そのため、SACCOもエンドユーザーに対する融資をするための原資を調達することは容易ではないと考えられる。小規模な融資を実施するためには、日本政府側にも大規模な運用体制を構築する必要が出てくる。そのため、当初は現地で1百万ドル～10百万ドルの間の資金提供をする金融機関やファンドに資金支援をし、そうした機関を通じてSACCOを支援していくことが現実的だと考えられる。

(2)オフグリッド・ライティングにおけるその他の政策サポートの全体像

オフグリッド・ライティング市場における日本企業の競争力を向上させるための3つの方策を述べたが、それに加えて、日本政府による政策サポートにより、ケニアのオフグリッド・ライティング市場そのものを整備・育成させていくことも重要である。とくに有効であると考えられる政策サポートに関し、そのメリットと懸念点も含め、以下の通り記載する。

図表 オフグリッド・ソリューション市場の整備・育成に向けた政策サポート案

目的	施策案	詳細	メリット	懸念点
普及支援	グラント供与	● PV関連製品の購入時に補助金を交付する	● 購入者の負担を減額する	● 国際機関等からケニア政府への資金供給が必要
	政府買い上げ	● 政府による買い上げおよびユーザーへの無償配布	● 購入者の負担がなくなる ● 即効性が高い	● 国際機関等からケニア政府への資金供給が必要 ● 現地政府のバイニングパワーが強くなりすぎる
	FIT拡充	● FITの価格引き上げ ● 発電機を系統につなぐための電線整備(現在はユーザー負担)	● 政府負担が最低限で済む(本当に発電している分のみ)	● 売電量の計測インフラが必要 ● 電力購入費用の捻出
	融資保証	● 市中銀行の貸出金利の低減を図るため、太陽光関連製品向けローンを政府が保証する	● 購入者の負担を減額する	● リスクの見積もりが困難
市場の拡大	啓蒙活動	● ランタン、PVの認知を広げるためのプロモーション活動(説明会など)の実施	● 需要の喚起	● 手間と時間がかかる
市場の整備	製品認証制度	● 国内で販売可能なランタン、PVの仕様・品質等を定める	● 粗悪品を排除する	● 自由競争を阻害する可能性がある

第4章 我が国の取り組みの国際発信、途上国での適応事業のビジネス機会や成功事例の啓発

3-1. 気候変動枠組条約技術執行委員会

2012年9月6日から8日にかけてバンコクにおいて開催された第4回気候変動枠組条約技術執行委員会（Fourth Meeting of the Technology Executive Committee: TEC）において、経済産業省及びオブザーバー資格を持つ経団連の代表として本事業の取り組み内容について報告を行った。

図表 第4回気候変動枠組条約技術執行委員会アジェンダ

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Opening of the meeting2. Organizational matters<ol style="list-style-type: none">a) Adoption of the agenda and minutes of the last meeting;b) Organization of the work of the meeting;c) Brief update by TEC members and the secretariat on their participation in relevant meetings and events.d) Responses to the call for inputs from relevant stakeholders;3. Thematic dialogue on enabling environments and barriers to technology development and transfer<ol style="list-style-type: none">a) Continued dialogue with relevant stakeholders;b) Key messages by the TEC to the COP.4. Consideration of progress on the implementation of the rolling work plan of the TEC for 2012-2013<ol style="list-style-type: none">a) Inventory of relevant work of institutions in the technology area;b) Technology roadmaps: Brief report from the TEC task team;c) Technology information platform;d) Overview of on-going work and support for activities relating to technology needs assessments;e) Modalities on linkages with other relevant institutional arrangements;f) Possible topics for technical paper(s).5. Deliverables and other key messages by the TEC for COP 186. Other matters<ol style="list-style-type: none">a) Report on activities and performance of the TEC for 2012;b) Dates and venue of the next meeting;c) Issues for further consideration at the next meeting.7. Closure of the meeting |
|---|

「Sustainable contribution by the Japanese private sector to developing countries’ adaptation needs and METI’ s business promotion initiative」と題した報告では、本事業の背景と取り組み内容について説明するとともに、7つのFS事業について紹介をした。

この報告により、技術執行委員会小島しよ国委員、途上国委員、また世銀系ファンド関係者から本事業の取り組みを評価するコメントが寄せられた。

図表 技術執行委員会での当事業に対するコメント内容

発言者	コメント内容
技術執行委員会 小島しよ国委員	適応関係の技術は非常に幅が広く、どのような技術が、適切な適応行動の推進に資するかを判断するのが難しいとされていたが、このような中で METI の調査は具体的な技術を用いて実施するものであり、その結果は有用なものとなるだろう。
技術執行委員会 途上国委員	民間企業が適応のフィールドに参加し、具体的な技術移転を図っている活動が促進されるべき。その意味で、民間企業の適応分野への進出を促すとの METI の狙いは大変良い。TEC としてもこのような動きが促進されるような取組を講じるべき。
世銀系ファンド関係者	途上国向けに多用なファンドを用意しているが、途上国のキャパシティ不足、典型的にはプロジェクトの熟度不足により活用が進んでいないという悩みを抱えている。FS により熟度が高い適応 PJ が組成されれば、資金も活用しやすくなる。どのような連携ができるか今後も情報交換したい。

3-2. 第3回環境イノベーターシンポジウム「復興と変革へのイノベーション」

1)背景と目的

本調査の研究成果を国際的な場に発信していくための一つ的手段として、慶応義塾大学の招聘により、経済産業省産業技術環境局環境政策課地球環境対策室中山陽輔係長と株式会社野村総合研究所公共経営コンサルティング部平本督太郎の2名がプレゼンター、パネリストとして出席をした。

2)プログラム概要

当シンポジウムは、慶応義塾大学日吉キャンパスにて2012年12月21日・22日の2日間をかけて、文部科学省科学技術戦略推進費「戦略的環境リーダー育成拠点形成」事業の一環として、慶応義塾大学が主催し、公益財団法人地球環境戦略研究機関（IGES）、アジア太平洋地域適応ネットワーク/Asia Pacific Adaptation Network(APAN)、が共催して実施したシンポジウムであり、以下の4つのテーマが議題として取り上げられた。

- ① 北東アジアにおける適応策
- ② アジアの中の開発と環境リスク
- ③ 建築と都市計画における復興と再構築
- ④ スマートソサエティーと地域に根ざしたエネルギー革新

当シンポジウムは、2011年3月に発生した大震災をきっかけに注目を浴びたレジリエンスという概念と気候変動適応策の両方におけるイノベーションの実践に焦点を当てて、短期・長期の変革を目指す計画とその実現方法、小規模、大規模な変化へのレスポンス、そこにある技術と政策の役割などを、様々な分野から発表者を招聘し、各発表者の研究や実際の経験を共有したものである。

本研究の発表は、当シンポジウムにおける8つのセッションのうち、Session “B” Bridging the Gap Between Policy and Action for Resilience and Transformation”にて行われた。株式会社野村総合研究所公共経営コンサルティング部平本督太郎から、“Adaptation Programs in International

Organizations for Developing Countries”と題して、平成23年度の委託調査である「諸外国の途上国協力動向及び適応分野における途上国との協力事業の課題等抽出調査事業」の概要版の抜粋として、先進諸国政府における適応対策の現状と官民連携策の重要性を説明したのちに、経済産業省産業技術環境局環境政策課地球環境対策室中山陽輔係長から、“Industrial Assistance Programs in Japan for Developing Countries”と題して、経済産業省による気候変動の取り組み、平成 24 年度「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた 実現可能性調査事業」の概要を紹介した。

3)開催結果概要

当シンポジウムにおいては、2012年12月21日・22日の2日間をかけて、150名を超える来客があり、日本におけるレジリエンスと気候変動適応という新たな概念の浸透に大きく貢献した。また、本研究の成果を対外発表した SessionB においては、経済産業省の取り組みに多くの学識者・企業関係者・NGO に属する方々が興味関心を持つに至り、本研究の価値を様々な人々から認めていただくという成果が得られ、本研究の分野の今後の学術的研究の促進や企業への参入促進に大きく貢献したと考えられる。

3-3. UNDP・経済産業省シンポジウム「アフリカにおけるインクルーシブビジネスと気候変動適応の可能性」

1)背景と目的

適応ビジネスを広くインクルーシブビジネスの一部と捉え、アフリカにおける課題とビジネスの可能性を議論し、国際的観点から社会の適応ビジネスへの認知を広める目的で、国連開発計画（UNDP）と経済産業省の共催でシンポジウム「アフリカにおけるインクルーシブビジネスと気候変動適応の可能性」を実施した。

2)プログラム概要

2013年3月6日から7日にかけて、国連大学本部ビル「ウ・タント国際会議場」及びこどもの城において、シンポジウムとワークショップを開催した。

初日のシンポジウムでは、アフリカにおけるインクルーシブビジネスの現状と成果、気候変動への適応に寄与するビジネス事例を紹介した。2日目のワークショップでは、アフリカから UNDP の専門家を招き、各国・地域における開発課題の現状とインクルーシブビジネスの最新事例について議論をした。

シンポジウムの主催は UNDP 及び経済産業省、後援は外務省、国際協力機構（JICA）、日本貿易振興機構（JETRO）として開催された。

初日のシンポジウムにおけるパネルディスカッション「アフリカにおける日本企業のインクルーシブビジネス促進にむけて」では、シャープ、パナソニックの本事業 FS 実施担当者がパネリストとして登壇し、経済産業省産業技術環境局環境政策課地球環境対策室中山陽輔係長や UNDP ケニア事務所プログラムオフィサーのリネット・ルバイ氏と共にインクルーシブビジネスと適応ビジネスの共通性や、アフリカからの日本企業への期待などについて議論された。

またワークショップは3部に分けて開催され、それぞれ「I.ケニアにおけるインクルーシブビジネス」、「II.南アフリカにおけるインクルーシブビジネス」、「III.西アフリカ諸国における BOP ビ

ジネス」として実施された。このうち、東レを代表企業とする本事業の FS が「南アフリカにおける砂漠・荒廃地の農地化・緑化ビジネス」として、そしてヤマハ発動機による本事業の FS が「西アフリカ諸国における売水・売電ビジネス」としてそれぞれの FS 実施担当者によって発表された。具体的なプログラム内容は次の図表の通りである。

図表 UNDP－経済産業省シンポジウム

「アフリカにおけるインクルーシブビジネスと気候変動適応の可能性」プログラム内容(敬称略)

シンポジウム	
1. 開会ご挨拶	UNDP 駐日代表・総裁特別顧問 弓削昭子 外務省 国際協力局 地球規模課題総括課長 飯田慎一 経済産業省 産業技術環境局環境政策課 地球環境連携・技術室長 八山幸司
2. 基調講演 “Growing Inclusive Markets”	UNDP 対外関係・アドボカシー局 GIM (Growing Inclusive Markets) イニシアティブ マネージャー サバ・ソバーニ
3. プレゼンテーション 「適応ビジネスによるフロンティア市場進出の可能性について」	株式会社野村総合研究所 新興国・BOP 市場グループ グループマネージャー 小池純司
4. パネルディスカッション 「アフリカにおける日本企業のインクルーシブビジネス促進にむけて」	UNDP ケニア事務所 プログラムオフィサー リネット・ルバイ シャープ株式会社 渉外部 政策・エネルギーソリューション担当 副参事 武田真明 パナソニック株式会社 渉外本部 国際渉外グループ 企画調査チーム 参事 堀田隆之 経済産業省 産業技術環境局 環境政策課 地球環境対策室 国際係長 中山陽輔 株式会社野村総合研究所 新興国・BOP 市場グループ グループマネージャー 小池純司
ワークショップ	
I. ケニアにおけるインクルーシブビジネス	「ケニアのビジネス環境とインクルーシブビジネスの現状」 UNDP ケニア事務所 プログラムオフィサー リネット・ルバイ UNDP 南アフリカ事務所 エコノミスト レシヨロ・モジャナガ 「ケニアにおける浄水と農業ビジネス」 株式会社ウェルシィ 海外事業部長 等々力博明 UNDP 駐日代表事務所 コンサルタント 小原愛
II. 南アフリカにおけるインクルーシブビジネス	「南アフリカにおける砂漠・荒廃地の農地化・緑化ビジネス」 東レ株式会社 繊維グリーンイノベーション室長 佐々木康次 ミツカワ株式会社 専務取締役 松本茂登 ネタフィムジャパン株式会社 アグロノミスト 田川不二夫 株式会社野村総合研究所 新興国・BOP 市場グループ グループマネージャー 小池純司
III. 西アフリカ諸国における BOP ビジネス	「西アフリカ諸国における BOP ビジネスの現状」 JICA 民間連携室 連携推進課 主任調査役 川谷暢宏 「西アフリカ諸国における売水・売電ビジネス」 ヤマハ発動機株式会社 海外市場開拓事業部 第3 開拓部 クリーンウォーターグループ 戸塚美穂子 株式会社野村総合研究所 公共経営コンサルティング部 主任コンサルタント 平本督太郎

3)開催結果概要

シンポジウム及びワークショップで延べ323名の参加者を得た(シンポジウム107名、ワークショップⅠ74名、ワークショップⅡ75名、ワークショップⅢ67名)。

出席者は主に民間企業、大使館関係者、大学、マスメディアであった。大使館関係者のうち、ザンビアとアンゴラからは大使が出席した。

ワークショップには特にアフリカにおけるインクルーシブビジネス・適応ビジネスに関心のある民間企業が多く出席し、質疑でもFS実施者へのFS内容についての質問が多く寄せられ、適応ビジネス及び本事業のより一層の理解・浸透の場となった。

第4章 適応ビジネス研究会

4-1. 委員

本事業で実施するFSの成果を高めていくため、外部有識者による「適応ビジネス研究会」を設置し、FS実施者の状況を踏まえ、専門的見地からFS実施者にアドバイスを行うとともに、政策的に対応すべき課題の抽出を行った。研究会の委員は学識者、開発機関、金融機関等の有識者により構成した。

本研究会を通じて、各委員からは、所属機関や、諸外国のカウンターパート機関の適応を巡る取組の経緯や動向を踏まえ、求められる政策の方向性について議論・示唆を得るとともに、各委員の経験や知見を踏まえ、各FS実施事業者の事業化の実現やより意義深い調査の実施に向けてアドバイスや示唆を受け、また経済産業省の取組と各機関の支援策との連携可能性についても示唆を得た。

4-2. 開催概要

委員会は全4回にわたり実施された。第1回では主に協議会の目的や位置付けの説明やFS事業採択プロジェクトの紹介を行い、第2回、第3回ではFSを実施した7社による中間報告を2回にわたり実施した。第4回では最終報告を行った。各回のアジェンダは次の図表の通りである。

図表 適応ビジネス研究会のアジェンダ

	アジェンダ
第1回研究会 (11月2日)	<ul style="list-style-type: none">協議会の目的及び位置付けの説明過年度報告書の紹介「途上国における適応対策への我が国企業の貢献可視化に向けた実現可能性調査事業」の採択プロジェクトの紹介
第2回研究会 (12月14日)	<ul style="list-style-type: none">FS実施者による中間報告<ul style="list-style-type: none">➢ シャープ➢ 東レ➢ ヤマハ発動機委員による適応策に関するプレゼンテーション
第3回研究会 (1月18日)	<ul style="list-style-type: none">FS実施者による中間報告<ul style="list-style-type: none">➢ 味の素➢ 川崎地質➢ 三洋電機➢ 雪国まいたけ
第4回研究会 (3月15日)	<ul style="list-style-type: none">FS実施者による最終報告<ul style="list-style-type: none">➢ シャープ➢ 東レ➢ ヤマハ発動機➢ 味の素➢ 川崎地質➢ 三洋電機➢ 雪国まいたけ