

## 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

### 研究課題別中間評価報告書

#### 1. 研究課題名

アフリカサヘル地域の持続可能な水・衛生システム開発 (2009年6月–2015年3月)

#### 2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：船水尚行 (北海道大学大学院工学研究院 教授)
2. 2. 相手国側研究代表者：Dr. Amadou Hama MAIGA (2iE 国際水環境学院 副学長)

#### 3. 研究概要

本プロジェクトの上位目標は、日本発の水の安全保障を確保するシステムの開発と人材育成により西アフリカ地域の水・衛生設備計画に寄与し日本発の持続可能なサニテーションモデルを構築することである。

本プロジェクトでは、「集めない」「混ぜない」を基本コンセプトとしたサヘル地域に適した水・衛生システムを開発することを目的としている。具体的には、

- (1) サヘル地域の農村地域に適した水・衛生システム (農村モデル) の開発
- (2) サヘル地域の都市地域に適した水・衛生システム (都市モデル) のうち、雑排水関連モデルの開発
- (3) 新たな水・衛生システムを導入するための研究・協力プログラムを含めた社会システムの提案

の3項目である。

特に、上記の目標達成に向け、水・衛生システム＋農業＋流通＋金融財政＋環境面からの政策・技術シナリオ作成と評価による新ビジネスモデル開発が鍵となる。

#### 4. 評価結果

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

「集めない」「混ぜない」を基本コンセプトとしたサヘル地域に適した水・衛生システムにおける農村モデルと都市モデルの開発に係る研究は、計画通り順調に進められ、農村における実証実験も行われて、十分な基礎的成果が得られている。

加えて、農村モデルを社会実装するためのビジネスモデル〈水・衛生システム＋農業＋流通＋金融財政＋環境影響〉の構築に向けた研究が進み、また、住民を対象としてユニークな啓発・広報活動、種々の関連国際イベントでの活発な発信活動など、社会実装へ向けとも精力的な研究活動と啓発活動を行っている点が高く評価される。

本課題は、農村地域でのトイレ普及による衛生状態の改善を目的に、し尿利用による農作物の生産向上という自立的な手法でトイレ普及を図る、野心的な試みとして高く評価できる。特に女性の経済的な自立性を高める意図は重要である。農村でのビジネスモデルに比べて、都市モデルではし尿処理における現地での可能技術の範囲に留まっているが、本課題では農村モデルがきちんと進展する方が5年間の成果としては大きいと思われる。

本研究では、コミュニティ研究としてより大きな成果を期待したい。特に、農村モデルのほうは、かなりビジネスモデルとして現実性のあるシステムになりつつあり、所期の成果を十分あげられると期待される。

#### 4-1. 国際共同研究の進捗状況について

本課題の中心である農村モデルに関しては、順調に進展していると評価できる。農村において、パイロットファミリー6世帯で実証試験が始まっており、尿は農地へ施用され、とうもろこし・オクラ・ナスの栽培実験が行われている。他方、衛生状態などの改善に関する評価では、現在の実験規模では統計的な評価などが難しいと思われ、実験規模の拡大など、今後の方針を検討する必要がある。

一方、都市モデルに関しては、2011年4月から7月にかけて治安情勢の悪化によりブルキナファソから日本人が退去したことや、現地コンサルタント及びコントラクターとの契約に予想以上の時間を要したことで、実証プラントの建設が遅れた。しかしながら、既に急ピッチで後れが挽回され、実験も開始されている。

新たな展開として、研究開始後に当初の研究の枠組に「水・衛生システムを社会システムとして導入するためのビジネスモデルの開発」を加えたことにより、この技術開発の社会実装へ向けての研究方向が明らかになった。SATREPSの趣旨である「単なる技術開発ではなく、社会実装を重視する」ことに、より叶うような研究内容に改善されたことは、高く評価される。

また、世界水フォーラム（2012年3月）やグローバル・イノベーション・サミット（同年7月）における研究成果の発表も、今後の研究展開を行う上で大きな効果を生んだものと高く評価される。このような国際会議への参加を通して、ビジネスモデルにおける潜在的ステークホルダーとなる、世界の投資家・資金提供者・起業家等とのネットワークングに取り組んでいる。

約10年前までは、エコロジカル・サニテーションはスウェーデンなど北欧がリードす

る技術であったが、少なくともそれらと対等あるいはそれ以上のレベルに達している。スウェーデンの NGO が導入している「エコサントイレ」との違いは、し尿の処理に「雑排水の処理」を加えて農地に施用し、乾季でも農業生産を可能にした点である。この技術の具現化に向けて、「し尿と雑排水」を資源と捉えて農作物の生育に生かし、その販売で現金収入を得るといふ、新しい BOP (Base of the Pyramid) ビジネスモデルの開発に挑戦している。

今後は、このビジネスモデルの市場性、トイレ等施設の供給方法、及び Facilitating Organization (事業運営体) の具体的な検討とともに、トイレの使用、し尿の農業利用、及び乾季の農作業に対する社会的受容性の検討が、重要な研究課題となる。今後は、こうした社会経済調査を担う社会科学者の貢献・実績がより明確化されることを期待する。

#### 4-2. 国際共同研究の実施体制について

技術的な研究開発と同時に、開発した水・衛生システムを実際の社会に導入するところまでやり遂げたいという研究代表者の強い意志によって研究プロジェクトがリードされている。都市モデル開発における実験プラント建設の遅れも早急に取り戻すことができたのは、リーダーシップの高さとチームの連携の強さによるものであり、高く評価される。

特に、相手側カウンターパートとのコミュニケーションが円滑に推移している。共同研究開始一年目に 2iE の研究代表者の退職に遭遇した際には、日本側研究代表者と 2iE 学長との緊密な連携対応により早期に後任者が選定され、ブルキナファソ側の研究体制が再構築された。

更に、両国研究代表者の優れたリーダーシップが運営体制への信頼感につながっており、研究者相互のコミュニケーションが円滑に行われている。また、キャパシティ・ディベロップメントの面でも、ブルキナファソ側研究者の本邦研修などが順調に実施されている。

このように強固な国際共同研究体制が強みとなり、ブルキナファソの行政機関も開発される水・衛生システムの導入を検討し始めるなど、両国研究者から行政関係者への積極的な働きかけが奏功している。

成果発表としては、論文数（国内 1 件、国際 18 件）、学会発表等（国内 5 件、国際 14 件）、口頭発表（国内 4 件、国際 71 件）、ポスター発表（国内 9 件、国際 3 件）と高いレベルにある。その内、共著論文及び発表は、原著論文 1 件、口頭発表 11 件、ポスター発表 2 件と、ブルキナファソ側の努力の成果が出ている。

尚、国際共同研究はコンプライアンスに基づいて実施されている。

#### 4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

アフリカサヘル地域の半乾燥地帯に適用できる、「集めない」「混ぜない」水・衛生システムのプロトタイプ of 科学技術的開発は、達成されるものと期待できる。本研究は、科学技術の発展というよりは、現場でのニーズに即した科学技術の在り方を追求する、という点で有効な方法論を提供するものと期待される。

この水・衛生システムを実社会に導入するためには、本プロジェクトで考究されているようなビジネスモデルが不可欠である。それ故、現場でのビジネスモデルの確立を目指すことが重要であり、農村モデルの展開が期待される。今後、プロジェクトの成果を引き継いでモデルが広く導入されるようプロジェクト終了後の枠組みや課題を明らかにしてもらいたい。

研究の方向性として、想定通りにバリューチェーンが確立されるかどうかポイントであり、乾季の間でも野菜栽培が可能となり、現金収入ができることを実証する必要がある。それには、本モデルのバリューチェーンにおけるマネーフローを分析し、相手国側研究者や現地住民の意見を十分考慮してコスト削減を進めることが期待される。

また、本モデル導入に伴う衛生面の改善を具体的に評価するには、健康リスクの軽減についての定量的な証拠も必要である。農地に施肥されるし尿や雑排水について、衛生面での病原リスクに関するこれまで収集したデータが、この実証に活用されることが期待される。農村モデルについては、衛生改善の効果確認が十分に行えるとは思えず、マンパワーが限られていることは理解するが導入サンプル数をコミュニティレベルでの評価が行えるように増やすことも検討してもらいたい。

都市モデルについては、モデル導入の目的を絞り、具体的な効果の評価ができるよう進めてもらいたい。既に実証プラントの運用が開始されているため、今後プラントのコスト削減と共に農地への処理水施用実験を通じた、研究成果の創出が期待される。

ブルキナファソ政府は、ミレニアム開発目標（MDGs）に従い、「安全な飲料水及び基本的な衛生施設を継続的に利用できない人々の割合を 2005 年時点との比で 2015 年までに半減させる」ことを目標としている。それを踏まえて、2006 年には「飲料水・衛生供給国家計画（Program National de d' Approvisionnement en Eau Potable et d' Assainissement, PN-AEPA）」を策定している。本プロジェクトは、新たな水・衛生システムを開発しブルキ

ナファソ政府に提案することによって、このような国家開発政策及び MDGs の達成に貢献することも期待される。

若手人材の育成面においては、衛生状態が悪く、マラリアなどの病気のリスクがある過酷な環境の中で、現地に大学から長期間研究員を派遣して人的交流に努めている点は高く評価される。また、若手研究者や院生がフィールドワークに励んでおり、逞しい若手が育っている。今後この努力が相手国側の研究者の育成にも大きく寄与することが期待される。

#### 4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

本研究活動は、現場に即したモデルの展開であり（特に農村モデル）、持続可能性が高いと評価される。特に、本モデル（特にトイレ）を根付かせるための現地の行政の仕組み作りに注力してもらいたい。既に、住民を対象とした劇団による衛生状況とプロジェクトの説明、プロ作家に作成を依頼したイラストを用いたアニメーターによる衛生状況の説明、コンポストトイレの実演実施など、現地に根ざしたアウトリーチを展開している点は評価される。

ブルキナファソの農業水利大臣もこのプロジェクトに対する高い関心を示し、プロジェクト合同調整委員会（JCC）に農業水利省の主要メンバーが参加するなど、このプロジェクトの成果を基とした研究・利用活動が継続的に発展する見込みは高い。2iE 側からも、プロジェクト終了後も 2iE が雑排水処理場を活用していく意向が表明されている。

加えて、2iE には本プロジェクト開始を契機に水・衛生分野の博士課程が新設され、北海道大学と連携しながら運営されている。このような仕組みがプロジェクト終了後も継続的に活用されることによって人的交流は続くものと期待される。また、このような取り組みが今後、アフリカサヘル周辺国に広がっていくことも期待される。

### 5. 今後の課題

- (1) 研究成果の社会的インパクトの大きさをはっきりさせてもらいたい。
- (2) 都市モデルの研究成果をより明確化し、実効性のある成果を出せるようにしてもらいたい。
- (3) トイレの普及による病気リスクの低減効果についても、現地の行政機関とタイアップして進めてもらいたい。
- (4) 長期間栽培を続けたときの土壌への塩蓄積について更に検討をしてもらいたい。
- (5) ゴマなど換金作物の栽培や、渇水期での付加価値の高い野菜の収穫など、より住民の

導入意欲が高まるビジネスモデルが提案されることを期待したい。

- (6) ビジネスモデルを自発的に担う組織となる Facilitating Organization (事業運営体) を見出してもらいたい。
- (7) ビジネスモデルについて「一つ以上の地域でシミュレーションが行われる」ことを成果目標として検討してもらいたい。
- (8) 飲料用井戸水のろ過・太陽光消毒技術の開発・実証研究を加速してもらいたい。
- (9) 2iE 及び農業水利省側に、社会実装へのコミットメントを引き続き求めていてもらいたい。
- (10) 科学技術の向上への寄与も明確にしていきたい。
- (11) その他、日本政府・社会などに対する具体的貢献があれば明示していきたい。

本プロジェクト終了まで、残された課題も念頭に置き、引き続き国際共同研究が進められることを期待する。

以上

## 上位目標

日本発の水の安全保障を確保するシステムの開発と人材育成により西  
アフリカ地域の水・衛生設備計画に寄与し日本発の持続可能なサニテー  
ションモデルが構築される。

サヘル地域に適合したモデルの思想を発展させ、世界共通の課題である持続可能な  
水システムの基本コンセプトとその地域性に適合したモデルを提案する  
(サヘルモデル、日本モデル等)。

## プロジェクト目標

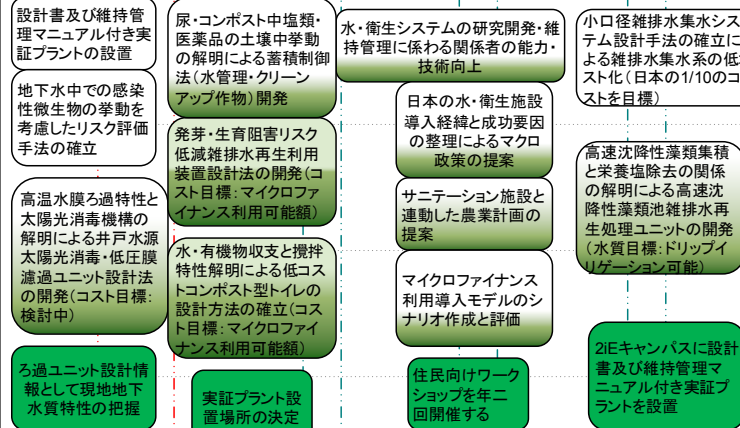
「集めない」「混ぜない」を基本コンセプトとしたサヘル地域に適合した水・衛生システム  
を開発する。

農村地域に適合した分散型の用  
水供給と衛生システムを開発する

新たなシステム導入の為の  
研究・協力プログラムを含め  
た社会システムの提案

都市地域に適合した雑排  
水関連システムを開発する

水・衛生システム+農業+流通+金融・財政+環境面からの政策・技術シナリ  
オ作成と評価による新ビジネスモデル開発



## 付随的成果

日本の科学 技術への貢 献	西アフリカ全域の 水・衛生システムに 関する施設整備計 画への日本の科学 技術の寄与  ・日本の将来の社 会・経済状況の変化 と世界的課題である 循環型社会の形成 に寄与する水関連 モデル構築に貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・用水側支援(深井戸掘削)から廃水側、衛生側支援への質的転換寄与</li> <li>・日本発の知見・技術によるミレニアム開発目標への寄与</li> <li>・西アフリカでの日本の研究拠点設立への布石</li> </ul>
特許出願/ 民間企業への 成果移転	現地生産された水・ 衛生設備の西アフリ カ地域への普及	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業化: 低コストコンポ ストトイレ製造</li> <li>・日・西アフリカ水関連 企業との人脈拡大への 橋頭堡</li> </ul>
レビュー付雑 誌への掲載	6チームX年1件以上	
人材育成 (日本人研 究者)	・途上国のサニテーショ ン研究に精通した国際 的研究者の輩出	
科学技術の 対話/情報 発信	アウトリーチ活動 国内1回/年 国外1回/年	メディア掲載

( )内は、実績値。

図 1 成果目標シートと達成状況 (2013年3月時点)