

## 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

### 研究課題別追跡評価報告書

#### 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 (2010年4月～2015年3月)

#### 2. 研究代表者 ※所属はプロジェクト終了時

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. 相手側研究代表者：Amadou Hama MAIGA (国際水環境学院(2iE) 副学長)

#### 3. プロジェクトの概要

本プロジェクトは人間の排泄物と生活排水を「集めない」、「混ぜない」ことを基本コンセプトに、サヘル地域に適合した水・衛生システムの開発および実証を行った。さらに、西アフリカ地域の水・衛生設備計画に寄与し得る人材の育成ならびに各地域性に適合したモデルの提案により、持続可能なサニテーションモデルの構築を目指した。

具体的な研究項目は、以下の3つである。

- (1) サヘル地域の農村地域に適合した水・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合した水・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

#### 4. 評価結果

サニテーションは国・自治体の政策、財政、法律・制度設計、技術レベル、人材養育力といった社会の総合力を必要とするが、ブルキナファソにおいては、例えば、従来のサニテーションの実施主体として期待される地方自治体の財政的・人的資源が圧倒的に不足しており、また、サニテーションの仕組みを導入するための金融システムが整備されておらず、プロジェクトで開発したトイレを製造することができる事業者も見つからないなど、本プロジェクトの研究成果をいかに社会実装につなげるかが、プロジェクト開始当初からの課題であった。さらに、プロジェクトの実施途中から現在も続く同国の政情不安に伴う社会経済情勢の悪化という負の要因が重なり、プロジェクトの活動を通して、サニテーションが与える価値と、政府・コミュニティ・個人それぞれのレベルにおける価値観のミスマッチを埋めることができなかった。プロジェクト終了時、サニテーションに対する政策的優先度が実施前に比べて高くなったとは言えなかったが、現在もその評価は変わらない。また、国際的な支援や企業による投資・事業化といった具体的な方策も、現段階で十分に得られていない状況である。

日本側の研究代表者らは、プロジェクト終了後もブルキナファソを主要なフィールドにして、多様な経済レベルに対応する糞便のコンポスト化技術や尿利用技術、雑排水再生技術、回収資源の農業利用技術の開発を意欲的に進め、さらに社会実装活動を継続するための連携・支援を実施

している。同様に相手側実施機関の2iEも、世界銀行の支援を受け、西アフリカ地域の水と衛生、農業、環境分野の人材育成を行うなど、上位目標の達成へ向けた取り組みを続けている。政府レベルでの設備計画への寄与は実現していないものの、プロジェクトで育成されたブルキナファソ側の若手研究者が、現地で水・衛生のコンサルタントやNGOのテクニカルアドバイザーとして活躍するなど、民間・地域レベルでサニテーションの価値を広めるための活動を地道に継続していることは、同国あるいは周辺国・地域での今後の展開に期待をつなぐものである。

本プロジェクトは、学術的には極めて優れた研究成果を上げながらも、上位目標達成の見込みが得られておらず、研究成果の社会実装を重視するSATREPSプログラムとしては、社会・技術基盤が脆弱な後開発途上国でプロジェクトを実施することの困難さを改めて浮き彫りにする結果となった。しかしながら、アフリカの農村地域でサニテーションに対する意識啓発を図り、長い年月をかけて技術を根付かせるための布石となる人材を複数輩出したことは評価に値すると言える。

#### 4-1. 研究の継続・発展

本プロジェクトの終了後、研究代表者らは、日本学術振興会（JSPS）研究拠点形成事業（アジア・アフリカ学術基盤形成型：2014～2016年度）を通じて、2iEを拠点に研究交流と若手研究者の育成を行い、さらに、総合地球環境学研究所（地球研）のプロジェクト（プレリサーチ：2016年度、フルリサーチ：2017～2021年度）において、ブルキナファソの農村域で活動するNGOと共同研究に係る協定を締結し、社会実装に向けて研究を発展的に継続している。

これらの後継プロジェクトでは、「サニテーション価値連鎖」という基本コンセプトを追加し、ブルキナファソの他、ザンビアやインドネシアといった社会・経済条件が比較的良く、農業用水があまり制限されない国々にも研究フィールドを広げ、人間生活起源の有機物資源を肥料源に利用し、収益が大きくマーケティングバリューのある作物を対象にした研究を展開するなど、農村地帯に適合したサニテーションシステムとその要素技術の開発を進めている。また、開発途上国の都市部と農村部、および高齢化・人口減少が進む日本の農村部を対象に、個人の生きがい（Happiness）や健康、地域のし尿に対する規範・文化・伝統・気候・農業・経済とサニテーションの関係について学際的な研究を進めると同時に、住民のリテラシー向上のための活動や、普及の仕組みづくりの検討を行うなど基盤構築にも取り組んでいる。

#### 4-2. 地球規模課題の解決に向けた科学技術の進展への貢献

プロジェクトのメンバーを中心に、2017年に学術雑誌“Sanitation Value Chain”を創刊し、その編集・出版を行っている。さらに、2019年にSpringerより“Resource-Oriented Agro-sanitation Systems: Concept, Business Model, and Technology”（Editor: Naoyuki Funamizu）を出版した。同書籍では、資源回収型サニテーションの基本コンセプトである価値連鎖を提示するとともに、本プロジェクトの直接の成果であるビジネスモデルや、回収資源（尿、コンポスト、雑排水再生水）の農業利用について、ブルキナファソでのケーススタディを紹介している。同研究グループは現在、地域性に適合したモデルとして、農村モデル（ブルキナファソモデル、日本モデル）と都市モデル（ブルキナファソモデル、インドネシアモデル、ザンビアモデル）を提案しており、プロジェクト終了後に、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）事業で実施した「地域自律型の次世代型・水インフラマネージメントシステムへの転換」（2016～2019）において、人口減少・高齢化が進むわが国の農村部における水システムに関する日本モデルを提

案し、実証を行った。将来的に、開発途上国と先進国の共創による「サニテーション価値連鎖」の構築が実現することを期待したい。

#### 4-3. 地球規模課題の解決、及び社会実装に向けての発展

本プロジェクトで導入を試みた分散型サニテーションの原型は、ブルキナファソの農村では実装されなかった。この要因分析を踏まえた現在の活動として、同国では、当初構想した100ドルトイレよりも低価格で実施できる素掘りのトイレでコンポスト化することを中心に検討中である。また、ワガドグのような都市部においては、トイレの普及よりも喫緊の課題である汲み取り事業について、し尿の農業利用も含めた展開の方策を検討中である。これに関連し、日本のし尿処理技術を保有する企業4社と、ワガドグを対象に「し尿処理技術」を用いたサニテーション価値連鎖形成について検討するための勉強会を実施するなどして実現可能性を探っているところである。

第三国への展開も積極的に行っており、ザンビア大学、インドネシア科学院 (LIPI) とは、それぞれ MOU を締結し共同研究を推進している。ザンビアにおいては、ルサカ市のスラム地区で51名の若者と200名の子供からなるクラブ (The Dziko Langa club) を組織化し、サニテーションに関するワークショップや地域住民への発表会などを、政府関係者も参加するかたちで開催し、これに関係した日本側の若手研究者が、研究成果を利用した新会社を作るべく準備をしている。また、インドネシアにおいては、サニテーションを通じた価値連鎖の構想を実現すべく、それぞれの当事者へのインタビューに基づく検討を実施している。

#### 4-4. 日本と相手国の人材育成や開発途上国の自立的な研究開発能力の向上

相手国の自立的な研究開発能力については、よりすそ野が広い人材の育成と、研究開発投資も含めた研究環境の改善が望まれる。そのような中であって、2iE は2014年に世界銀行の CENTRE D' EXCELLENCE POUR L' IMPACT (CEA-IMPACT) に認定され、SATREPS で育った研究リーダーを中心に、プロジェクトで供与した機材を活用して、水と衛生、農業、環境の分野で科学技術トレーニングを強化・実践しており、その学生数、トレーニングと研究の質の向上について国際的評価を受けるなど、西アフリカの水・衛生技術者育成に貢献している。

また、プロジェクト期間中に北海道大学で学位を取得した2iEからの留学生2名のうち、1名はセネガルで水と衛生に関する国際コンサルタント会社を起業し、もう1名は国際 NGO (Save the Children) の技術専門家として活動している。ブルキナファソ側の研究者が、問題解決のために国際援助機関や行政機関からの資金に頼るだけでなく、自らビジネスを作り上げることで資金を得る考え方を、本プロジェクトを通して身につけた点は特に評価される。その他、プロジェクト期間中に2iEで修士課程を修了し北海道大学工学研究院の博士課程に進学した留学生のうち3名が、プロジェクト終了後に学位を取得した。上述の地球研のプロジェクトでは2名のポスドクを雇用し、継続して人材育成を行っている。

一方、日本側の若手人材のうち、本プロジェクトで、し尿処理技術 (要素技術) を担当した北海道大学の若手研究者らが2017年に発表した電解法による水の消毒に関する研究論文が、国際

学会で Best Paper Award を受賞した。また、プロジェクトで雇用された特任助教（当時）は、プロジェクト終了後に実施された SIP のプロジェクトで研究責任者を務め、プロジェクトで提唱したコンセプトを日本の人口減少・高齢化が進む地域における水インフラのマネージメントに適用し、地方自治体から地域コミュニティへ、地域自律型の水インフラ維持へと転換する事業デザイン（日本モデル）について検討を行った。

#### 4-5. 国際科学技術協力の強化、科学技術外交への貢献等

ブルキナファソ国で実施中の技術協力プロジェクト「村落給水施設管理・衛生改善プロジェクトフェーズ2 (PROGEA2)」を含む JICA のトレーニングコースで、サニテーションに関する講義を行っている。また、JSPS 事業の成果として「Sanitation Education Program (Free lecture series)」を公開し、サニテーション技術、社会科学的側面、健康、ビジネスモデルなど 11 講義を英語で配信するなど、アウトリーチ活動にも精力的に取り組んでいる。

本プロジェクト終了後の 2019 年に、第 7 回アフリカ開発会議 (TICAD7) の公式サイドイベントとして、Symposium on “Suggestion for Future Sanitation in Africa: Co-Creating African People and Scientists” を実施した。

以上

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
研究代表者名 (所属機関)	船水尚行(北海道大学大学院教授)
研究期間	H21年度採択課題(2010.4-2015/3)
相手国名	ブルキナファソ
主要相手国研究機関	国際水環境学院(2iE)

### 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	・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 ・日本発の知見・技術によるミレニアム開発目標への寄与 ・西アフリカでの日本の研究拠点設立への布石
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	・事業化:低コストコンポジットトイレ製造 ・日・西アフリカ水関連企業との人脈拡大への橋頭堡
レビュー付雑誌への掲載	6チーム×年1件以上	
人材育成(日本人研究者)	・途上国のサン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。

### 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ン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。

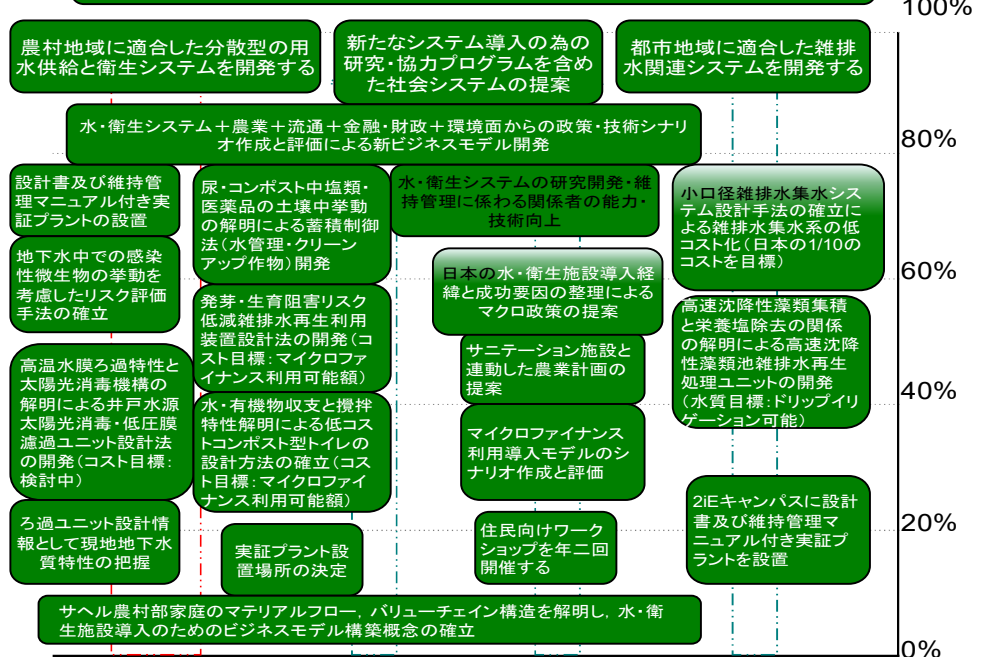


図1 成果目標シートと達成状況(2015年3月時点)