

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)
研究課題別終了時評価報告書

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

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. 研究概要

本プロジェクトの上位目標は、西アフリカ地域の水・衛生環境の向上に寄与する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、人間の排泄物及び生活排水を「集めない」「混ぜない」ということを基本コンセプトとしたサヘル地域に適合した水・衛生システムの開発と相手国が持続的に活動できるキャパシティ・ビルディングを目的としている。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

上記の目標達成には、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およびそれに基づく新しいビジネスモデルの開発も重要である。

4. 評価結果

総合評価 (A-：所期の計画と同等の取組みが行われ、一定の成果が期待できる)

土壌の肥沃度が低く、水も不足しているアフリカサヘル地域において人間の糞尿および生活排水を肥料や水として農業生産に循環利用するシステムは、この地域の食料の安全保障、健康管理、貧困削減等の課題解決に重要な意味を持つ。本プロジェクトは国際的にも広く認識されている。本プロジェクトでは、基本となる技術、システム(農村モデル(6農家)、都市モデル(1箇所))が開発され、現地での実証が進められているが、現段階では、相手国の衛生意識、経済力、産業基盤などが十分でない環境であることもあって、普及の道筋が明確になったとはいえない。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

開発途上国の貧困にあえぐ農村地域の衛生状態の改善や農業の振興は重要な課題である。本プロジェクトは、産業基盤が脆弱で経済力が乏しく、衛生意識も低いという最も条件が良くないと思われる環境にある地域を対象としており、プロジェクトとしては衛生システムを開発し普及するための技術的要因、社会的阻害要因、課題などを洗い出す効果があった。これらの成果は、国際的に貴重な成果であると言える。ただし、研究者は最大限努力したが、この地域で本システムを開発・生産し、普及できるとの見通しが立つところまでは至っていない。

【国際社会における認知、活用の見通し】

重要な知見、技術は得られており、これらは世界水フォーラム、アフリカ水会議などの国際会議等での招待講演や発表及び国際誌への論文発表を通じて情報発信され、国際社会で認知を得ているが、実用レベルの衛生システムの開発にはまだ遠く、現段階では現地での実用化、普及の見通しが立っているとは言えない。

研究者は他国での展開を進めようとしているようであるが、どの地域でどのような形で活用されていくかはまだ不透明である。

【他国、他地域への波及】

本プロジェクトで開発されたトイレ及びコンポスト化装置は、相手国の農村地帯では、利用するインセンティブが十分に働いていないように思われるが、分散型サニテーションシステムとして優れたものであり、対象となる地域を適切に選べば、普及できる可能性があるだろう。

【国内外の類似研究と比較したレベル】

本プロジェクトでは、現地での経済的・社会的な条件に適した飲料水の供給、尿尿処理とその再利用などを農村型と都市型に分けて取り扱っている。これに類似したシステムはこれまでも多く提案されているが、貧困地域における糞尿の衛生的な処理と肥料としての活用を、技術開発からビジネスモデルまで総合的にここまで深く研究された例はない。また、システム構成に必要な要素技術の研究は対象地域がサブサハラの半乾燥熱帯地域であることもあり、他にあまり類を見ない内容となっている。したがって、本プロジェクトの研究内容は世界的に見て重要であり、そのレベルは高いと言える。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクト成果が相手国ニーズの充足に与えているインパクト】

相手国にとって重要な課題だと思われるが、中央政府、地方政府ともに経済力がなく、そのなかであえて衛生環境を改善するという意識が高くないようである。また、産業の基盤も未成熟であり、実際にビジネスとして実施されるには相当の期間と努力、アイデアを要するであろう。

一方、本研究課題は、アフリカサヘルにおける再利用を前提とした糞尿処理を農村型と都市型に分けて提案したもので、発展途上国における経済性と環境保全等を総合的に考えた社会基盤のひとつのモデルとして提案した点は高く評価できる。また、都市型に関しては雑排水の処理を酸化池法で行い、処理水を農業に活用するモデルを実践し、作物栽培までもっていったことは評価できる。農村モデルに関しては現地での社会インフラが想定したモデルの導入に対してもまだそのレベルに達していないことが研究の過程で明らかになるなど、社会実装の見通しが明確にできなかったのは残念である。

【課題解決、社会実装の見通し】

人間生活起源の有機物や水資源の循環利用システムの構築には、コンポストトイレ等の自国生産と国民への普及が必須であるが、相手国の技術水準と社会資本レベルではその実現はまだ難しいと推察される。また、これまでプロジェクトが提唱するようなトイレの利用の習慣がなかった、特に国民の大部分を占める農村の住民に対して、衛生状態の改善の重要性や人間生活起源の有機物や水資源が農業生産の重要な生産資材としての価値、実際に循環利用することのメリットなどを理解させるための教育が先立って実施されていれば、もう少し社会実装の見通しが出てきたのではないかとも思われる。

【継続的発展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

コンポストトイレを当該地域に適用するには、更なるコスト削減、資材調達のルート、出資者、政府の支援などを検討する必要があるだろう。

共同研究の相手機関である国際水環境学院(2iE)がこのプロジェクトを契機として、プロジェクトで供与した機材等を設置して水質や環境衛生関連の微生物分析や化学分析ができる実験室を新設したことから、課題の重要性と研究の必要性は理解されているものと推察される。2iEの若手研究者2名が北海道大学で学位を取得し、現在3名が在籍していることなどから、相手国の人材育成も順調に進んだと言える。そのため、要素技術研究の継続的発展の見通しは高いと言える。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展してゆく見込み（政策等への反映、成果物の活用など）】

相手国研究機関(2iE)は、研究開発を継続する意欲があり、ある程度の体制もできており、要素技術の研究は持続的に発展していく見込みが高いが、社会実装については見込みは高いとは言えない。相手国の要人を日本へ招聘し、また相手国政府に政策提言を行ったが、

相手国側政府・行政機関の積極的な支援や普及に対する取り組み姿勢が見られない。主に要素技術の利用に関わる 10 種類のマニュアルを作成したことは、成果を基にした今後の発展に向けて評価できる。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

相手国の意識を高め、この分野の研究開発の端緒を開いたという国際貢献は評価できる。ただし、現時点で日本企業が事業に参画する段階には至っていないと思われる。

一方、日本国内で大学内に限らず小学校、高校あるいは市民に対してブルキナファソ社会の現状とプロジェクトの狙い（コンセプト）を講義したこと、TICAD-V のサイドイベントでブース展示をしたことなどから、対象地域の水や衛生問題、食料問題に係わる現状と本課題の重要性を日本で周知させたことは評価される。国内での活用については、大規模被災地などが考えられなくもないが、既存の被災地用簡易トイレなどに対する優位性ははっきりしていない。

【科学技術の発展】

産業基盤が脆弱で経済力が乏しく、衛生意識も低いという最も困難な環境にある地域を対象としており、衛生システムを普及するための技術的要因、社会的阻害要因、課題などを洗い出す効果があった。その意味では先駆的な研究であったと評価できる。

今後の科学技術の発展に貢献することが期待される例としては、マラリア予防薬を摂取した際に尿に排出される化学成分の消長や人糞中の寄生虫やサルモネラ菌の衛生・安全面からの処理法の検討、さらには地下水や池の水等の大腸菌数や硝酸態窒素含有量の測定などが挙げられよう。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

日本から見れば貧しい僻地とも言える地域で共同研究を推進した経験、滞在、交流の経験は大変貴重なものと思う。プロジェクトに参加した若手日本人研究者は、ブルキナファソでの経験を積んで JICA 専門家、大学教員および公立研究所研究員などの職に就き、今後のグローバル課題への取組みが期待される。また、2 名が博士学位を取得し、修士学位は 10 名に及んでおり、日本人人材の育成はよくなされていると評価できる。

【知財の確保や、国際標準化への取組、生物資源へのアクセスや、データ入手方法】

科学技術的な発展は見られたものの、普及や標準化までには至らなかった。都市モデルの雑排水処理装置に関しては、一定の進展が見られたといえよう。

【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

学術論文は 38 編（うち国際誌 35 編）、学会発表 151 件（うち国際学会 137 件）、共著論文 16 編と積極的に発信された。相手国政府に対しても水資源管理に関する提案書が提出された。また、農民や職人に関するワークショップが 10 回以上行われており、現地に設置したトイレや尿・雑排水の利用に関するマニュアルも作成されている。

【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

衛生管理という社会基盤をブルキナファソで広げていく上で、相手国の研究機関(2iE)、行政との密接なつながりを構築できた点は評価される。このような連携を今後とも様々なルートで維持することが望まれる。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

他のプロジェクトなどとの連携は見られなかった。日本とブルキナファソの研究者間、特に 2iE との推進体制はうまく進み、成果につながっているが、社会実装の面からは、相手国の政府機関や国立大学研究機関などとの連携を構築し、当事者意識をもたせることができれば、社会実装に向けての見通しがより明確になった可能性がある。

【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

研究代表者の強いリーダーシップが見られ、最大限努力したことを評価したい。また、ビジネスモデルまで踏み込んで研究を推進したことは研究代表者の使命感によるものと敬意を表したい。さらに、日本人研究者も厳しい環境下でよく努力したと思う。ただし、今後の社会実装などのことを考えると、相手国の研究機関、行政機関の参画がもう少し進められても良かったのではないかと思われる。

【成果の活用に向けた活動】

ワークショップやマニュアル作成など、現地での活用に向けた活動は積極的であった。また、マスコミでも特に日本国内では何度か取上げられアウトリーチにも積極的に取り組んでいる。さらにまた、ビジネスモデルまで踏み込んで研究されたことは評価できる。このように成果の社会実装のために最大限努力したことは評価できるが、現地の状況があまりにも厳しく、実用化の見通しが立ったとは言えないことが残念である。

【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

数多くの学術論文や学会発表の他に、現地研究機関との 16 編の共著論文を出すなど情報発信は積極的になされ、特に一般の人々にまでリテラシーを行ったことは評価できる。

【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

相手側研究機関が微生物分析や化学分析用実験室を3室設けて、供与機材を設置して使用できるようにしたことは、持続性のうえから評価できる。また、コンポストトイレは、試行錯誤の連続ではあったが、第5世代まで改良がなされ最大限努力したことは認められる。

4-5. 要望事項

- ① 相手国での研究と社会実装活動の継続、発展のために何らかの形で連携、支援を続けていただきたい。
- ② ブルキナファソ以外のもう少し社会経済的条件の良い地域、あるいは農業用水の制限があまりない国、例えばザンビアなどで人間生活起源の有機物資源を肥料源として利用し、収益が大きくマーケティングバリューのある作物（野菜など）を対象に研究の展開を図ることを勧めたい。その場合でも現地農家の実態調査を行い、住民のニーズと社会のポテンシャルを解明し、それに合致するような受容性の高い技術開発を目標にして進める必要があろう。
- ③ 本プロジェクトにおいて社会実装の見通しが立つにいたらなかった理由について分析し明らかにしていただきたい。

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:低コストコンポストトイレ製造 ・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X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

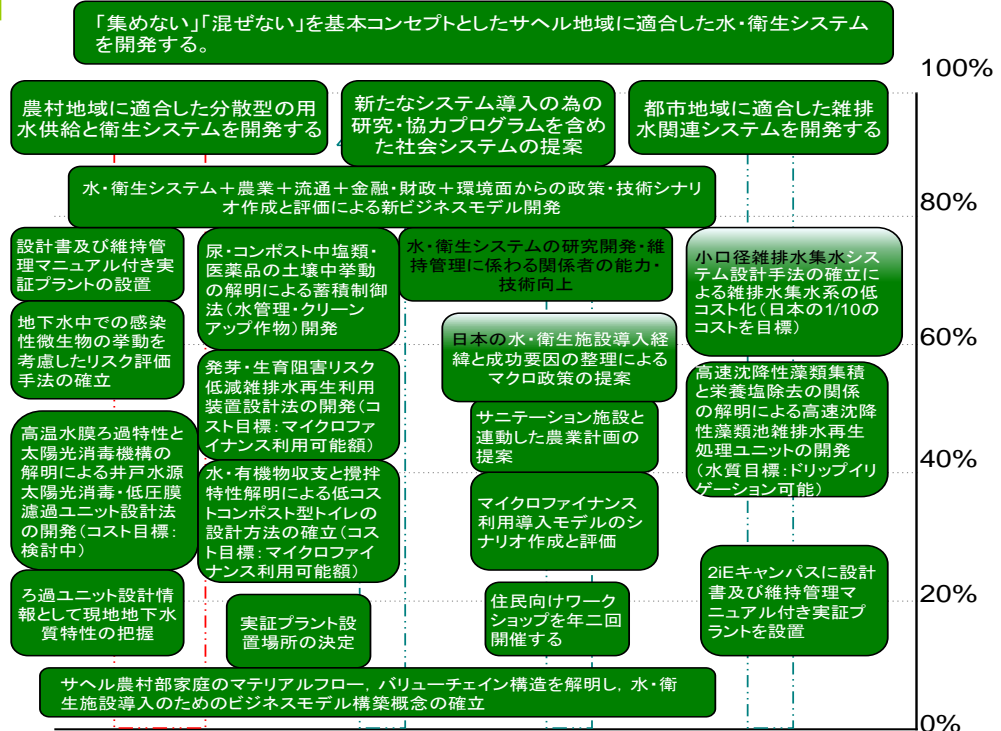


図1 成果目標シートと達成状況(2015年3月時点)