

地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー研究分野「地球規模の環境課題の解決に資する研究」領域)

アフリカサヘル地域の持続可能な水・衛生システム開発

(ブルキナファソ)

平成21年度実施報告書

代表者: 船水 尚行

北海道大学・大学院工学研究科・教授

<平成 21 年度採択>

1. プロジェクト全体の実施概要

地球規模気候変動の影響を受け、貧困指数が最も高いサブサハラ・アフリカ地域のブルキナファソにおいて、「集めない」「混ぜない」を基本コンセプトとした水と衛生の新システム開発と実証を 2iE と共同して実施する。共同研究を通じた人材の育成と西アフリカ地域における共同研究拠点の形成を目的とし、最終的には、ミレニアム開発目標達成に貢献する。具体的には、農村モデルと都市モデルを提案し、技術のイノベーションサイクルを意識して、(1)要素技術開発(資源回収型低コストトイレ、太陽熱加温・ろ過用水供給装置、雑排水処理／再生システム)、(2)農村、都市モデルのシステム化と実証実験、(3)システムを支える社会システムの必要機能と地域適合方策と要素技術へのフィードバックを研究する。

プロジェクトの進捗状況と成果：

21 年度は暫定契約の範囲内で、(1)R/D 締結のための準備作業と現地調査、(2)農村モデルの要素技術に関する国内での研究を実施した。また、2010 年 3 月 1 日より正式に事業がスタートしたのをうけ、2iE(ワガドグ、ブルキナファソ)においてワークショップを開催した。

(1) R/D 締結ならびに共同研究推進のための準備作業と現地調査

国内研究チーム会合を 4 回、ブルキナファソにおける 2iE との研究打ち合わせならびに実証研究実施場所選定のための現地調査を 2 回実施した。

国内研究チーム会合では、2 回の講演会((1)この分野における海外研究動向、(2)JICA が西アフリカで実施した用水供給事業の評価)を実施して、研究討論を行った。

また、ブルキナファソを 2 回訪問し、2iE 研究者と詳細な共同研究計画について、議論を行い、計画案を策定した。また、サヘル地域における水と衛生に関連する各種援助団体を調査し、その一部の機関を訪問し、現状の援助策とその現状について調査を実施した。

(2) 農村モデル 要素技術に関する研究

暫定契約を結んだ北海道大学工学研究科のメンバーによって、農村モデルの要素技術のうち、トイレ技術についての検討が行われた。すなわち、糞便の処理技術、すなわち、低コストトイレの設計法の確立のために、次の2項目についての実験室規模の実験ならびに解析を実施した：①気候条件と水分蒸発速度の関係の定式化、②低コストトイレに必要な攪拌装置に関する研究。この結果、トイレの必要面積の計算法を定めることができた。次に木製ならびに鉄製の攪拌装置の構造と必要攪拌トルク、糞便処理性の関係を特注した 5 種類の攪拌装置について検討し木製の攪拌装置について、可能性の高い構造を定めることができたが、ギアボックスの使用等、攪拌に必要なトルクを低下させる必要性が明らかとなった。また、鉄製の攪拌装置については、既往の構造の有用性が確認されたが、長期の耐久性について検討が必要なことが明らかとなった。

(3) ワークショップ開催

2010 年 3 月 10 日に 1st Workshop “AMELI-EAUR”project を Ouagadougou, Burkina Faso で開催した。本ワークショップは JST-JICA Research Project “Improving Sustainable Water and Sanitation systems in Sahel Region Africa: Case of Burkina Faso”のキックオフ会議と位置づけられ、杉原在ブルキナファソ大使、ブルキナファソ政府農業省水資源局長、2iE 学長の臨席のもと、53名が参加した。

オープニングセレモニーでは、2iE 学長の歓迎挨拶に続き、杉原大使の挨拶、農業省代表の挨拶が行われた。続いて、2iE 正面玄関に日本国国旗を掲揚するセレモニーが行われた。

Session1 では、途上国の水と衛生状況の報告(Dr.Sou)と今回のプロジェクトのキーコンセプトである“集めない”、“混ぜない”に関する基調報告(Prof.Funamizu)が行われた。

Session2 では、関連する機関の水・衛生分野における研究開発状況の報告が行われ、活発な質問、討論がなされた。発表機関は順に、ブルキナファソの CNRST(国立科学技術研究センター)、ワガドグ大学、北海道大学、2iE であった。最後に本プロジェクトの目的、内容について 2iE の Dr.Wethe が講演した。

なお、本 workshop の前日、3 月 9 日午前には第一回 Scientific Committee Meeting、午後に Steering committee Meeting のプレ会合を開催した。

また workshop 翌日の 3 月 11 日午前には研究者会合を開催し、下記のプレゼンテーションを行った。研究者会合の講演者と講演タイトルは以下のようである。

3 月 11 日 2iE、日本研究者会合 9:00-13:00

Takahashi Masahiro: Collection and reuse of graywater in urban area

Harouna KARAMBIRI Climate change impacts on water resources in the Nakambe River basin (Burkina Faso)

Ryusei Itoh: Design of the composting toilet

Yao AZOUMAH: Solar Energy & Energy Savings Laboratory (SEESL)

Ayako Miyamoto: Research activity in Wastewater and Sludge Management Division, Water Quality Control Department, National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

Mariam SOU: Reuse of Urban wastewater for Irrigation

Takako Nabeshima: Point of view to analyze African politics and society: for social development

Fumiko Hakoyama: Community Participation, Gender and Sustainability in the Améri-Eaur project

2. 研究グループ別の実施内容

(1)全体の研究計画、内容

(1-1)基本コンセプト:分散型用水技術+「集めない」、「混ぜない」排水処理+農村モデル, 都市モデル

新しい技術開発のコンセプトはパイプネットワークへの依存を少なくし、質に応じた水の分別である。用水側では、井戸のような分散型の水源の利用と現地浄水処理、飲用用途と非飲用用途の質的分別を行い、低コスト化と健康リスク管理を両立させることを目指す。一方、排水処理側では、分散型による現地での処理と排水の分別により、栄養塩の資源回収、水再利用、病原微生物による健康リスク管理を可能とすることを旨とする。また、農村域と都市域では、人口密度に大きな差があることに加え、インフラ整備のレベルにも差があることから、農村向けと都市向けのモデルを別々に用意する。

(1-2)農村モデルと都市モデル

農村モデル: 図-1のような、分散型の用水供給(井戸)+衛生システムを提案する。本システムを支える要素技術は(1-1)し尿を分離処理/資源回収する低コストコンポスト型トイレ、(1-2)雑排水を分離処理/処理水再利用する自然を用いた処理システム、(1-3)井戸水を水源とし、飲用用途のみの水量を処理する低コスト太陽光消毒・膜ろ過ユニット並びに、このように改良されたトイレ、地下水帯水層によるろ過、及び飲料水処理システムの組み合わせによるMultiple Barrierでの感染微生物の低減効果を評価するための(1-4)リスク評価手法である。ここで、雑排水処理水は分離回収された尿を希釈して畑に施用するために用いる。また、トイレと井戸との間の地下水を經由した汚染に対するリスクを小さくするために、井戸とトイレの配置法も重要な課題である。本農村モデルの研究開発課題はこれら4つの技術的課題とこのシステムを支える社会システムの提案である。実証実験によりシステムとしての実証と、要素技術へのフィードバックを行う。

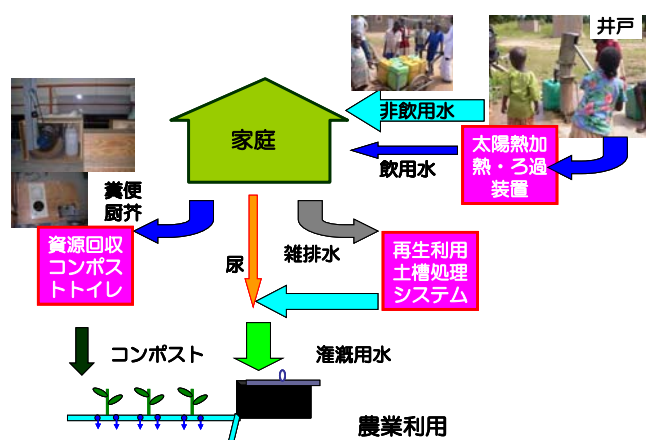
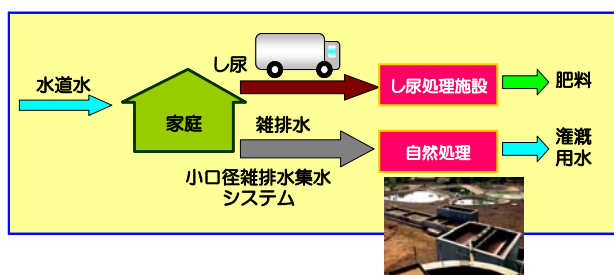


図-1 農村モデル

都市モデル:ブルキナファソの都市を想定し、(1)し尿は収集車で収集後、し尿処理場で資源回収する(肥料生産、汚泥のコンポスト化)、(2)雑排水はコミュニティスケールで集水し、自然処理後、農業用灌漑に用いる、

(3)パイプネットワークで配水される水道水については、飲用用途のみを給水栓で処理する、都市モデルを提案する。本システムの技術開発課題は、雑排水を集水する小口径低コスト集水システムである。従来の下水道施設建設においては、初期費用の約70%が管路施設の費用である。集水システムの低コスト化が達成されなければ、都市域の雑排水収集は難しい。なお、低コストの集水システム構築の検討に加え、し尿収集車で定期的に雑排水を収集する方式を暫定的な方法として導入する可能性の検討も実施する。し尿収集、処理に関しては日本の技術が存在するが、これらの西アフリカ諸国への適用の可能性の検討が必要である。

ブルキナファソに代表されるサヘル地域では、イスラム教に代表される宗教的な理由により、し尿を含んだ排水の再利用は社会的に受容されにくい特徴を有している。そのため、本都市モデルにおいては、雑排水の農業灌漑利用を進めるため、し尿と雑排水を分離し、雑排水を処理・再利用するシステムを提案する。



図一2 都市モデル

プロジェクトの目標として「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・衛生システムの開発と実証ならびにその導入準備を促進することを目的とする。この目標の達成度は

- ① 開発されたシステムの、従来の給排水システムに対する性能比較表及び適用のための手引き(特長、環境条件、維持管理方法、必要コスト等の情報をまとめたもの)
- ② ブルキナファソ政府に対して提出される開発されたシステムの導入の為の提案書
- ③ 2iE 研究スタッフのインパクトファクター付雑誌への論文発表状況
- ④ 農村モデルでのパイロットプラント運転実施管理状況を指標として評価する。

そして、これらの目標のもと、次の4つのアウトプットを達成する。すなわち、成果と指標・目標値を下記のように設定する。

- (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)が開発される
 指標:(1-1)設計書(マニュアルを含む)付きの100ドルのトイレが完成する。
 (1-2)農村モデルの実証実験場所に設計書及び維持管理マニュアル付実証プラントができる。
 (1-3)国際学会において、開発された水・衛生システムが発表され、必要に応じ、議論結果が農村モデルに反映される。
- (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、雑排水関連モデルが開発される
 指標:(2-1)2iEのキャンパス内に設計書及び維持管理マニュアル付実証プラントができる
 (2-2)国際学会において、雑排水関連の都市モデルが発表され、必要に応じ、議論結果が都市モデルに反映される
- (3) 水・衛生システムの研究開発及び維持管理に携わる関係者の能力・技術が向上する
 指標:(3-1)開発された農村モデル及び都市モデルを維持管理に関連するカウンターパートスタッフが自ら運転できる
 (3-2)農村モデルについて、各家庭に設置した設備の巡回管理と利用のアドバイスをできる人材が育成される
 (3-3)維持管理マニュアルのフランス語版が完成する
- (4) 新たな水・衛生システムを導入するために研究・協力プログラムを含めた社会システムが提案される。
 指標:(4-1)住民ワークショップを年2回開催する
 (4-2)サヘル地域において新システムがメディア(新聞、ラジオ、テレビ等)で紹介される

以上の目的を達成するため、本プロジェクトでは、9つの研究グループを組織している。以下に各研究グループの実施内容を以下に示す。

(1)サニテーション要素技術開発チーム

①研究のねらい

本研究チームは農村モデルに用いる(1)低コストコンポスト型トイレの設計法の確立, 現地調達資材利用可能性の検討を実施する. また, 日本国内において分離回収した尿を対象に(2)尿の処理, 栄養塩の回収法の検討も行う.

②研究実施方法

(1) 低コストコンポスト型トイレの設計法の確立, 現地調達資材利用可能性の検討

従来型コンポストトイレ(し尿とおが屑を混合し, 水分を蒸発させ, し尿を安定化して肥料(コンポスト)を作成するトイレ)を開発途上国で使用するには次のような欠点が存在している:(1)電気エネルギーを必要とし, 運転経費が高いこと, (2)トイレそのものの価格が高価であること. これらの欠点を克服する方法として, 糞便と尿とわけて処理することが有用であることがこれまでのCREST研究で明らかとなっている. また, 低コスト化のためには人力による攪拌が必要となることから, 累積糞便処理量と必要攪拌力の関係の実測を室内実験により行い, 使用期間, 糞便負荷と必要攪拌力の関係を定め, トイレ容量の設計方針を定める. また, 現地取得可能な材料の選定が低コスト化に必須なことから, 攪拌装置, 反応装置材料の必要強度を攪拌力との関係で定める.

低コスト化のもう一つの要因に, 使用するマトリックスがあげられる. 従来はおが屑を用いてきたが, 現地入手が容易なマトリックス(稲藁, とうもろこしの茎, 小麦の茎, ココナツの殻, 綿花の茎等)の利用可能性を, コンポスト化反応装置による反応速度の測定により検討する. また, 実証実験結果をもとに, 水分管理, 病原微生物管理の観点から, 装置容量設計法の見直しを行う.

また, 使用者がトイレから受ける病原リスクを許容範囲内に留めておくための管理手法の確立を目指す. そのための基礎的知見として, トイレ内での病原微生物の不活化メカニズムに関する知見を集積し, かつ病原微生物の不活化を促進するための手法を確立することが必要となる. 具体的には, 既に大腸菌で実証済みの石灰投入法を検討し, 石灰投入による不活化促進のメカニズムを解明する.

(2)尿の処理, 栄養塩の回収法の検討

尿の処理に関する検討では, (1)体積の減少(濃縮), (2)窒素・リンの回収, (3)医薬品等の処理の3項目が必要である. これら3項目について, 日本国内において実験室規模の実験を行う. 体積の減少法については, 布等の媒体を用いた水分蒸発法と電気透析法について検討する. 窒素・リンの回収法では尿から直接回収の方法を検討する. 医薬品等の処理では電解法を検討する.

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本契約締結まで時間を要したため, 21 年度は暫定契約の範囲内で研究を実施した. そのため, 低コストトイレについて日本国内での実施した.

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

3月に実施した, workshopにおいてこれまで日本側で実施してきた, コンポストトイレの機能(有機物分解特性, 水分移動特性, 窒素挙動, 病原微生物不活化機構, 医薬品分解機構)に関する研究成果を共有した.

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合, その内容と展開状況(あれば)

特になし.

(2)雑排水要素技術開発チーム

①研究のねらい

本研究チームは農村モデルに用いる

- (1) し尿以外の雑排水を処理, 再生利用するための, 自然処理システムの合理的設計法の開発を実施する.

- (2) また、都市モデルに用いる
 - (3) 地域素材を用いたコミュニティスケールのオキシデーションディッチ、安定化池、仕上げ池雑排水処理／再生利用(灌漑利用)ユニットの開発、
 - (4) 小口径雑排水集水システム設計手法の確立
- を実施する。

②研究実施方法

開発途上国における雑排水の発生量や汚濁負荷についてはほとんど知見がない。有機物、栄養塩類などのデータも必要であるが、特に病原体がどの程度含まれているかは、雑排水の処理システムや再利用方法に大きな影響を与える。例えば、乳幼児や家畜の排せつ物の取り扱い如何によっては、雑排水中にも多量の病原体が存在する可能性があり、雑排水処理水を農地に散水すると地下水の汚染を引き起こす恐れがある。開発途上国の農村部において、ある程度給水が確保されている場合、どのような水量、水質の雑排水が発生しているかを確認するとともに、生活習慣や水使用量の違いによる特性を抽出する。また、雑排水中の感染性微生物の存在について調査を行う。

雑排水は処理後農業用灌漑用水として利用するため、従来の処理において処理対象であったBOD、窒素、リン成分よりは、農作物に影響を及ぼすことが知られている界面活性物質除去、灌漑施設の閉塞防止、病原リスク低減が処理の目的となるのが、従来の処理法開発とは異なる点である。このため、農村モデルでは礫等を用いた維持管理の労力の少ない簡単な処理システム(雑排水マイクロ処理・再利用システム)を開発する。特に農村モデルでは水使用量が一人一日約30～50Lと極めて少ないことから、戸別の従来型と比較して極めて小型のシステムとなる。利用可能な資材、コスト、ならびに社会経済条件を考慮し、実験により得られる反応速度式をもとに合理的な設計法を提案する。

雑排水処理に関する検討は、日本国内における実験室規模実験、パイロットスケール実験、ならびに 2iE におけるパイロットスケール実験により実施する。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本契約締結まで時間を要したため、21 年度は暫定契約の範囲内で研究を実施した。そのため、日本国内で実験を実施した。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

3月に実施した workshop においてこれまで日本側で実施してきた、安定化池に関する研究成果を共有した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

特になし。

(3)用水要素技術開発チーム

①研究のねらい

本研究チームは農村モデルに用いる

- (1) 井戸水を水源とする太陽光消毒・低圧膜ろ過ユニットの開発と合理的設計法の確立
- (2) 地下水中で感染性微生物の挙動を考慮したリスク評価手法の確立

を実施する。

②研究実施方法

(1) 井戸水を水源とする太陽光消毒・低圧膜ろ過ユニットの開発と合理的設計法の確立

無電力で飲料用途のみの水を処理する太陽光消毒・小型膜ろ過装置を開発する。そのために、事前調査、装置開発を実施する。

事前調査では、地下水を主要な水源として想定していることから、地下水の現状について文献調査を含め、汚染状況や利用可能水量、必要となる処理の程度などを考えるために地下水調査を行う。深井戸については、

花崗岩の分布をもとにフッ素濃度の調査を行い、深井戸水飲用による健康リスク評価を行う。

装置開発では、現地の予備調査に基づき、飲料水は深井戸または浅井戸の井戸水とし、ブルキナファソ政府の飲料水供給計画に従い、半径300m以内に住む300人に飲料水を供給するためのシステムを考える。飲料以外の水は各戸にある井戸水などを用いることとし、飲料水は各戸に持ち帰ることとするため、給水施設は建設しない。太陽光消毒システム(SODIS)は1980年ごろから提唱され、PETボトルに詰めた水を屋根に乗せる方法が採用されているが、必ずしも住民に広く受け入れられていない。これは、消毒に2～6時間かかるために、飲みたい時に消毒された水が得られないことも理由とされている。そこで、本研究はSODISを大型化し、給水拠点となる井戸付近には常に飲料水が得られるようにする。さらに、セラミックろ過と組み合わせることで、感染性微生物の低減を図る。ここでは太陽光により加温された60℃～70℃に加温された水をろかするため、低い圧力での操作が可能であり、ハンドポンプなど人力によって供給される圧力により、膜ろ過および逆洗工程を一日の限られた時間のみ行う装置を考えている。このような装置では、膜ろ過を連続使用する場合において発生する深刻な膜ファウリングは発生しないことが予想され、適正な膜透過フラックスの設定法が主要な検討課題となる。本方式では、太陽光による消毒と膜によるろ過を組み合わせることで、より高い微生物の除去率を達成することを目指す。膜ろ過は装置の小型化が容易であり、井戸ごとの分散型処理が可能になることも大きな利点となる。本研究では、物理的な強度が非常に高いセラミック膜を用いて上記のような運転が可能となる小型膜ろ過装置を作成する。無電力型小型セラミック膜ろ過装置を作成し、事前調査結果をもとに試料水を作成(バクテリオファージの添加も含める)し、間欠ろ過実験に基づく基礎的検討を行う。上記のハンドポンプ使用低圧膜分離ユニットでは薬品の使用や電力供給を前提としていない。そのため、従来の薬剤等を用いた消毒とは病原微生物の不活化機構や水運搬・貯留時の挙動が異なることとなり、どのような形で安全性が担保できるかについての評価手法を新たに確立する必要がある。

(2) 地下水中での感染性微生物の挙動を考慮したリスク評価手法の確立

西アフリカ地域では、トイレの使用後水で体を洗う習慣がある。このことは、トイレが水供給点をかねる場合があり、トイレが井戸の近くに設置される傾向がある。このため、地下水を媒介する井戸汚染を防ぐための方策、たとえば飲料水の給水拠点を選んで、飲料水はそこで処理して、各戸に持ち帰る方法を提案する。この場合も、各戸の畑に散布した雑用水から、地下水の汚染が起こらないよう、地下水の流動を考慮したリスクの評価手法について検討する。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本契約締結まで時間を要したため、21年度は暫定契約の範囲内で研究を実施した。そのため、日本国内で実験を実施した。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

特になし。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

特になし。

(4)農業要素技術開発チーム

①研究のねらい

本研究チームは農村モデルで必要となる

(1) 土壌への塩蓄積を考慮した水管理と適切な作物選択を実施する。また、

(2) 尿・コンポストの流通系形成に必要な要因整理

も実施する。

②研究実施方法

本農村モデルでは、雑排水の処理水を尿の希釈用に用いて、農地への灌漑を行う。サヘル地域では降水量に比べて蒸発散量が多いため、尿の利用に伴う塩類の蓄積が懸念される。水管理による土壌中の塩類の洗浄

法や塩分吸収能力を有する作物、耐塩性の高い作物について、その市場性を検討することにより、適切な水管理と作物選択を行う。

変動する降雨を効率的に自己流域内の土地(土壌)に収集するマイクロキャッチメント手法の適用性についてモデル試験地を選び、エコサンから供給されてくるコンポスト有機肥料の導入を考慮した食糧生産基盤の安定化とリスクについて検討する。

このため、最初に、本研究プロジェクトに係わる地域や住民の社会意識および作物栽培とコンポスト有機肥料の需要と供給の関係を調査する。モデル試験地における対象作物の病原菌に対する問題と土壌の塩類集積による問題が主要な環境リスクになるため、対象作物の種類や作付け組み合わせを現地で予備的に検討した後、複数年に亘る現地実証モデル実験とモニタリングを行い、問題と課題を分析し、大学や政府との連携のもとにコミュニティの住民が自立的・持続的に対応可能な社会システムの具体的なモデルを提案する。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本契約締結まで時間を要したため、21年度は暫定契約の範囲内で研究を実施した。そのため、日本国内で実験を実施した。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

特になし。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

特になし。

(5)社会化要素技術開発チーム

①研究のねらい

本研究チームは農村モデルと都市モデルについて

- (1) 従来援助方策の評価
- (2) 財政的、制度的要因の整理
- (3) 維持管理システムの要因整理

を行う。また、

- (4) コミュニティリーダー養成のためのworkshop開催
- (5) 実証実験実施協力機関の組織化
- (6) 社会化:メディア、学校、女性団体

を実施し、最終的に水と衛生のシステムについて財政、制度案作成 を提案することを目的とする。

②研究実施方法

農村モデルについて:アフリカ地域を対象に、これまでの水・衛生システムに関する従来の技術援助の概要とその効果に関する社会科学的な調査研究を行い、導入、維持管理体制の構築に必要な要因を明らかにする。また、農村共同体の意志決定機構の歴史的経緯、ならびにブルキナの主要農業である木綿産業組織の、水資源を巡る国家政策との折衝と反発、合意などの経緯を調査研究し、政治学的な側面から新システム導入/維持管理体制に必要な要因を整理する。また、ブルキナファソ地域を対象に、水を管理する社会組織(村落共同体や農業団体)と、農業・環境省などの国家政策との連関を調査・研究する。加えて、国や地方政府の財政的、制度的仕組みの提案を行う。

都市モデルについて:雑排水処理水の農業利用可能性を高める方策の検討の一つとして、処理水再生利用を進める上での障害の整理と促進方策に取り上げるべき要因を整理する。また、処理水中の肥効成分をより有効に活用できる利用方法の検討、処理水の農業利用に関する住民参加の可能性を検討する。また、処理水の農業利用に関する住民参加、住民教育の可能性に加え、村落共同体や農業団体と、国の機関の各レベルにおける財政的、制度的要因について検討する。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本契約締結まで時間を要したため、21年度は暫定契約の範囲内で研究を実施した。そのため、現地調査を2009年11月、2010年3月の2回実施した。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

3月に実施した、workshopにおいてこれまで日本側で実施してきた、社会科学的なアフリカ研究成果を共有した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

特になし。

(6)農村モデル実証実験チーム

①研究のねらい

本研究チームは実証実験により農村モデルを次の観点から評価することを目的とする。

- (1) 物理的な処理性能
- (2) 社会的受容性
- (3) コンポスト・尿・雑排水の農業側性能
- (4) 経済性

また、図-3のようにこれらの成果を要素研究にフィードバックするための情報整理を行う。

本申請での新しい水・サニテーションシステムの開発では(1)要素技術開発→(2)システム化と実証実験→(3)システム評価→(1)要素技術開発という技術のイノベーションのサイクルが重要と考えている。このサイクルの中で、(a)要素技術開発、(b)実用化へのシステム化を行う実証実験、(c)水・衛生システムを支える社会システムに関する現地社会科学的な調査研究を行う。

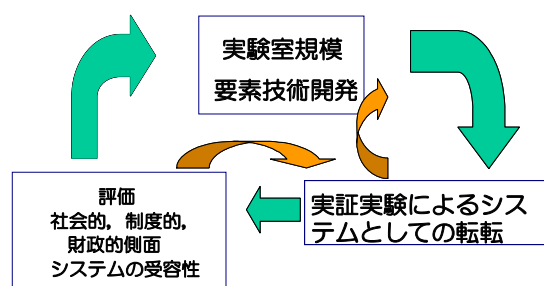


図-3 技術のイノベーションサイクル

②研究実施方法

実証実験施設の試作後、ブルキナファソ国内に設置し、システムとしての衛生工学的評価ならびにアンケートによる受容性の評価を行い、技術改善点の洗い出しを行う。特に、乾燥地帯では節水が最も基本的な問題解決策であるため、水を使わない尿尿分離型のバイオトイレの実証プラントを設置し、半乾燥気候下での処理性能と維持管理を含めた適用性を持続性の評価を加えて検討する。平均気温が高く湿度の低い半乾燥気候下では、コンポスト型トイレの適用ポテンシャルは高いことが予想されるため、現地実験にて効率と効果と妥当性を実証する。

実証実験では、コンポスト化反応の制御に重要な有機物の安定化、水分収支、病原微生物不活化というコンポストトイレの基本性能の確認を行う。雑排水処理に関して、負荷変動への適用性を把握する。利用者へのアンケートによるトイレ、コンポスト、再生水の受容性を把握し、要素技術の問題点を明らかにする。

また、コンポスト、尿、雑排水の農業利用ではその肥効性の実証ならびに塩分対策の有用性を検討することも重要な項目である。

なお、実証実験場所の選定が極めて重要であるとの判断から、実証実験場所、実証実験施設の現地生産可能性の検討等の実証実験準備と新システムの事前評価に十分な時間を用意する。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

特に進捗はない。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

3月に実施した、workshopにおいてこれまで日本側で実施してきた、し尿と雑排水に関する研究成果を共有した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

特になし。

(7)都市モデル実証実験チーム

①研究のねらい

本研究チームは実証実験により都市モデルを次の観点から評価することを目的とする。

- (1) 物理的な処理性能
- (2) 社会的受容性
- (3) 雑排水処理水の農業側性能
- (4) 経済性

②研究実施方法

2iE 新たに建設するサステイナブルキャンパスに本雑排水処理・資源回収システムを実証実験装置として建設・運転し、システムとしての衛生工学的評価ならびにアンケートによる受容性の評価を行い、技術改善点の洗い出しを行う。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

特に進捗はない。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

3月に実施した workshop においてこれまで日本側で実施してきた、安定化池に関する研究成果を共有した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

特になし。

(8)キャパシティ開発チーム

①研究のねらい

本研究チームは

- 共同研究を通じた研究者養成
- 若手研究者の日本研修, 相互交流
- 水と衛生に関する教育センター組織化
- 水と衛生に関する各種グループ研修システム提案
- 技術者研修コース提案
- 博士課程プログラム提案
- 国際シンポジウム開催
- セミナー, ワークショップ開催

を目的とする。

②研究実施方法

教育プログラムの提案では、北海道大学で実施中のサステナビリティ学教育プログラムとの連携、インターネットを利用した遠隔講義の利用を検討し、総合的な博士課程教育プログラムの構築を検討する。また、2iEにおける学位授与のための副査等を日本側研究者が担当するなどの方策を検討する。

ワークショップは年間2回、国際シンポジウムを年1回開催する。特に、国際シンポジウムでは、西アフリカ、ヨーロッパ、日本からの研究者が容易に集うことができるフランスでの開催を重視する。また、2012年にマルセイユで開催される世界水フォーラムにおいて会議を開催し、本プロジェクトの成果、基本的考え方の普及の機会とする計画である。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本契約締結まで時間を要したため、2010年3月にブルキナファソにおいてworkshopを開催した。日本国内における本プロジェクトの周知ならびに基本的コンセプトの普及をめざし、北海道大学サステナビリティウィーク開会シンポジウムにおいて、「水の国際開発援助に対する日本の役割」を開催した。また、北海道大学—JICA 共同シンポジウム「安全な水を世界の人々に届けるための国際協力のあり方～日本の水技術を活用する方策～」を開催した。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

特になし。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

特になし。

(9)マニュアル作成チーム

①研究のねらい

本研究チームは

- (1) 農村モデル導入・設計・維持管理マニュアル
- (2) 都市モデル導入・設計・維持管理マニュアル
- (3) 実装にむけてのロードマップ
- (4) 地域実情に即した最適システム選定

を実施する。

②研究実施方法

要素技術開発、実証実験結果を基礎とし、技術のイノベーションサイクルをまわすごとにマニュアルを改良していく。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

現在はマニュアル作成の段階にない。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

3月に実施したworkshopにおいてこれまで日本側で実施してきた、水と衛生技術に関する研究成果を共有した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

特になし。

3. 成果発表等

(1) 原著論文:国内0件、国際 7 件

Pahore Masoom, R.Itoh, N.Funamizu: Rational design of an onsite volume reduction system for source-separated urine, Environmental Technology, (in press)

Guizani M., Dhahbi M. and N.Funamizu: Survey on LPS Endotoxin in rejected water from sludge treatment facility, J. Environ. Monit. . 2009,11, 1935 - 1941, DOI: 10.1039/b911165d

A. Huelgas, N. Funamizu: Flat-plate submerged membrane bioreactor for the treatment of higher-load graywater, Desalination, Volume 250, 162-166 (2010)

Guizani M., Dhahbi M. and N.Funamizu: Assessment of endotoxin activity in wastewater treatment plants, J. Environ. Monit., vol.11, 1421-1427, 2009. DOI:10.1039/b901879d

S. Hotta and N.Funamizu: Simulation of accumulated matter from human feces in the sawdust matrix of the composting toilet, Bio-resource technology, Vol.100, Issue 3, pp.1310-1314 (2009)

Huelgas A., Nagata H., Funamizu N.: Effect of organic loading rate for onsite treatment of kitchen sink wastewater using sub-MBR, Environmental Engineering Science, vol.26, Issue 1, pp.15-23 (2009)

Huelgas, A. , Nakajima, M. , Nagata, H. and Funamizu, N. : Comparison between treatment of kitchen-sink wastewater and a mixture of kitchen-sink and washing-machine wastewaters, Environmental Technology, vol. 30: Issue 1, 111-117 (2009)

(2) 特許出願:0 件

4. プロジェクト実施体制

(1) サニテーション要素技術開発チーム

① 研究グループリーダー:船水 尚行(北海道大学・教授)

② 研究項目

- ・ 低コストコンポストトイレの開発
- ・ 尿の処理と栄養塩の回収(国内のみ)

(2) 雑排水要素技術開発チーム

① 研究グループリーダー:高橋 正宏(北海道大学・教授)

② 研究項目

- ・ 雑排水処理技術(土壌処理)
- ・ 地域素材を用いたコミュニティスケールのオキシデーションディッチ, 安定化池, 仕上げ池雑排水処理/再生利用(灌漑利用)ユニットの開発
- ・ 小口径雑排水集水システム設計手法の確立

(3) 用水要素技術開発チーム

- ① 研究グループリーダー: 滝沢 智 (東京大学・教授)
- ② 研究項目
 - ・ 太陽熱利用消毒+膜ろ過用水技術
 - ・ 地下水流動を加味した健康リスク評価法

(4) 農業要素技術開発チーム

- ① 研究グループリーダー: 村上 雅博 (高知工科大学・教授)
- ② 研究項目
 - ・ 土壌への塩蓄積を考慮した水管理と適切な作物の選択
 - ・ 尿・コンポストの流通系形成に必要な要因整理

(5) 社会化要素技術開発チーム

- ① 研究グループリーダー: 鍋島 孝子 (北海道大学・准教授)
- ② 研究項目
 - ・ 農村モデル: 従来援助策評価
 - ・ 農村モデル: 財政的, 制度的要因の整理
 - ・ 農村モデル維持管理システムの要因整理
 - ・ 都市モデル従来援助策評価
 - ・ 都市モデル財政的, 制度的要因の整理
 - ・ 都市モデル維持管理システムの要因整理
 - ・ コミュニティリーダー養成のための workshop
 - ・ 実証実験実施協力機関の組織化
 - ・ 社会化: メディア, 学校, 女性団体
 - ・ 財政, 制度案作成
 - ・ 維持管理グループ組織化案作成

(6) 農村モデル実証実験チーム

- ① 研究グループリーダー: 伊藤 竜生 (北海道大学・助教)
- ② 研究項目
 - ・ 実証実験準備
 - ・ 新システム事前評価
 - ・ 性能評価
 - ・ 社会的受容性評価
 - ・ コンポスト, 尿, 雑排水農業側評価
 - ・ 経済的評価

(7) 都市モデル実証実験チーム

- ① 研究グループリーダー: 伊藤 竜生 (北海道大学・助教)
- ② 研究項目
 - ・ 2iE 構内安定化池システム設計, 建設
 - ・ 雑排水処理システム性能評価
 - ・ 雑排水処理水農業評価

(8) キャパシティデベロップメントチーム

- ① 研究グループリーダー: 船水 尚行 (北海道大学・教授)

② 研究項目

- ・ 共同研究を通じた研究者養成
- ・ 若手研究者の日本研修, 相互交流
- ・ 水と衛生に関する教育センター組織化
- ・ 水と衛生に関する各種グループ研修システム提案
- ・ 技術者研修コース提案
- ・ 博士課程プログラム提案
- ・ 国際シンポジウム開催
- ・ セミナー, ワークショップ開催

(9) マニュアル作成チーム

① 研究グループリーダー: 船水 尚行(北海道大学・教授)

② 研究項目

- ・ 農村モデル導入・設計・維持管理マニュアル
- ・ 都市モデル導入・設計・維持管理マニュアル
- ・ 実装にむけてのロードマップ
- ・ 地域実情に即した最適システム選定

以上