

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22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院・教授

<平成21年度採択>

1. プロジェクト全体の実施の概要

プロジェクトの概要:

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:

2010 年 3 月 1 日より正式に事業がスタートしたのをうけ、22 年度(2010 年 3 月より 2011 年 3 月)には、(1)ブルキナファソにおいて workshop を 3 回開催:1st Ameli-Eaur workshop, 2010 年 3 月 9 日, 2nd Ameli-Eaur workshop, 2010 年 9 月 15 日—17 日, 3rd Ameli-Eaur workshop, 2011 年 3 月 29 日, (2)パリにおいて国際シンポジウム開催(1st Ameli-Eaur International symposium on sustainable water and sanitation system, 2010 年 9 月 21—23 日), (3) Indonesia-Burkina Faso-Japan, Joint Seminar on Sustainable Sanitation(2011 年 2 月 23 日)の開催 (4)ブルキナファソにおける共同研究活動, (5)国内における要素技術に関する研究活動を実施した。

(1) ワークショップ開催

(1-1) 1st Ameli-Eaur workshop, 2010 年 3 月 9 日

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。

(1-2) 2nd Ameli-Eaur workshop, 2010 年 9 月 15 日—17 日

オープニングでは、ブルキナファソの水と衛生状況の報告(Dr.Sou と Dr.Wethe)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”に関する農村モデル、都市モデルの報告(Prof.Funamizu, Prof.Takahashi)が行われた。その後、7つのグループに分かれ、2iE における活動計画、必要機材、予算計画について検討を行った。最後に、検討結果を整理し、サブグループとリーダー、プロジェクト体制、2iE からの予算請求の方法について MOU の形で整理し、18 日に両研究リーダー(Joseph と Funamizu)がサインを行った。

(1-3) 3rd Ameli-Eaur workshop, 2011 年 3 月 29 日

6つのトピックについて、研究成果ならびに次年度の研究計画について、プレゼンテーションを行い、詳細な討議を実施した。トピックは1)コンポストトイレ、2)農村モデル用雑排水再生処理、3)都市モデル用雑排水再生処理、4)コンポスト、尿、雑排水処理水農業利用、5)分散型用水供給、6)社会システム。

(2) 国際シンポジウム開催

2010 年 9 月 21—23 日に 1st Ameli-Eaur International symposium on sustainable water and sanitation system & 7th International symposium on sustainable water and sanitation system をパリの Espaces Vocation Haussmann Saint-Lazare で開催した。本シンポジウムは 2iE の Dr.Girard の Welcome Address から始まり、ブルキナファソ政府農業省水資源局長 Ms.Sondo、JICA フランス事務所長神谷氏、JST パリ事務所荒川氏の Opening Address の後、2 日間にわたり 8 セッション 23 件の研究発表が行われた。参加者はブルキナファソ、日本の他フィンランド、フランス、インドネシア、中国の研究者合計 36 名からなり、それぞれの研究者の専門は違いながらもサニテーションに関して活発な意見交換が行われた。

(3) ジョイントセミナーの開催

2011 年 2 月 23 日に Indonesia-Burkina Faso-Japan, Joint Seminar on Sustainable Sanitation を札幌で開催した。インドネシア側から 2 件、ブルキナファソ 2iE 側から 1 件、北海道大学側から 4 件の合計 7 件の発表が行われた。

(4) ブルキナファソにおける共同研究活動

共同研究の実施組織として、6つのグループを組織した((G1: Composting toilet, G2: Gray water treatment in rural area, G3: Gray water treatment in urban area, G4: Valorization / reuse of compost and

wastewater, G5: Ceramic filter and Solar disinfection, G6: Social aspects).

実証研究実施場所選定のための現地調査を3回実施した。

また、運営のための会議として第1回JCC(2010年9月17日), Scientific Committee Meetingを2回(2010年3月9日, 2010年9月16日)開催した。

(5) 国内における要素技術に関する研究活動

今年度は国内研究チーム会合を3回(第5回会合5月7日, 第6回会議7月22日, 第7回1月14日)実施した。国内研究チーム会合では, 研究成果の発表を実施し, 研究討論を行った。

(6) 主要な成果

- ① サニテーション要素技術開発: 要素技術に関する研究: 低コストトイレ設計法確立のための, 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(日本での資材費: 約10,000 円)の試作と運転に成功, 3)おが屑にかわるマトリックスとして, 稲藁, もみ殻, もみ殻くん炭が利用できることを確認。これらは現地のソルガムに対応する。また, 2iE キャンパス設置用トイレ(実験用糞便回収目的)の制作と設置
- ② 農村モデル用雑排水要素技術: Ziniaré commune の Kologondiessé 村の1世帯について詳細調査を実施し, 水使用量と入手および排水経路, 水利用形態, 水系に混ざる可能性のある物質(洗剤, 医薬品等)の把握を行った。
- ③ 都市モデル用雑排水要素技術: 高速沈降性藻類池(HRSAP) ベンチスケール実験装置を運転し, 沈降性藻類に選択圧をかけ, 浮遊性藻類をウオッシュアウトさせることにより, 処理水質の向上と固形物回収率の効率化の目途がついた。
- ④ 用水要素技術: 東京大学において太陽光消毒無電力セラミック膜処理のウィルス消毒効果を確認するために, コリファージ Q β を用いた加熱・滅菌実験を行い, 膜処理と加熱による消毒性能を評価し, それらの有効性を確認した。
- ⑤ 農業要素技術開発: 雑排水の植物毒性が発芽試験により評価された。現地で使用されている洗剤の界面活性剤, リン含有量を評価した。また, ブルキナファソにおける降雨量変動と主要作物の一つであるソルガム収穫量変動の現状が整理された。
- ⑥ 農村モデル実証実験: パイロット実験サイト選定基準の検討, アンケート内容の設定が行われ, 2010年9月に予備的なアンケート調査を実施。
- ⑦ キャパシティデベロップメント: ワークショップ(3回), 国際会議(1回), ジョイントセミナー(1回), 日本での研修(2名), 国費留学生受け入れ(2名)

アウトリーチ活動:

- ① 市民向けセミナー講演(1回),
- ② 研究プロジェクトのHPにブルキナファソ通信欄を設置(長期滞在研究者からの情報, 業務調整員からの月例報告(vol.1~Vol.7)。
- ③ 「現場で作れる災害時用簡易「うんち」専用コンポスト型トイレの作り方」を研究室HPにアップ。これは, アフリカ向けトイレ開発の知見を被災地用トイレに応用したもの。

2. 研究グループ別の実施内容

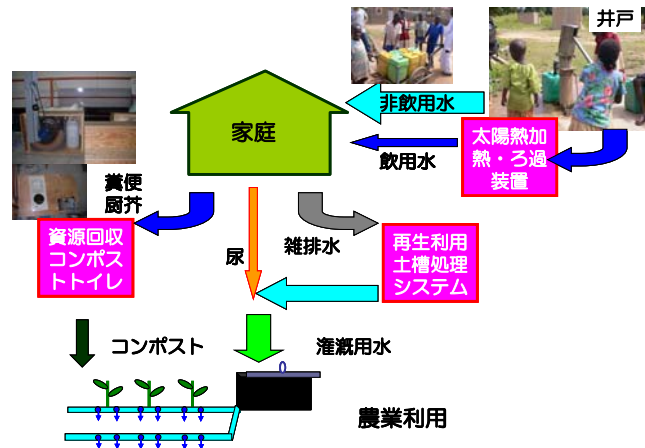
(1)全体の研究計画, 内容

(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目指す。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

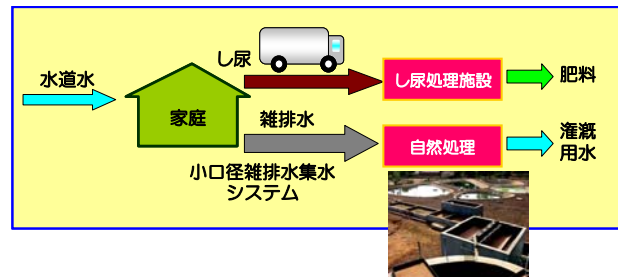
農村モデル:図—2. 1のような、分散型の用水供給(井戸)+衛生システムを提案する。本システムを支える要素技術は(1-1)し尿を分離処理/資源回収する低コストコンポスト型トイレ、(1-2)雑排水を分離処理/処理水再利用する自然を用いた処理システム、(1-3)井戸水を水源とし、飲用用途のみの水量を処理する低コスト太陽光消毒・膜ろ過ユニット)並びに、このように改良されたトイレ、地下水帯水層によるろ過、及び飲料水処理システムの組み合わせによる Multiple Barrier での感染微生物の低減効果を評価するための(1-4)リスク評価手法である。ここで、雑排水処理水は分離回収された尿を希釈して畑に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経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—2. 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。



図ー2.2 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 の研究スタッフがインパクトファクター付雑誌への論文発表状況
- ④ 農村レベ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行え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

3. JST の目標

JSTと協議した本プロジェクトの目標、達成目標を図ー2.3に示す。国際共同プロジェクトの目標に記したように、本プロジェクトの JST 達成目標は「サヘル地域に適合した水・衛生システムを開発する」ことにある。また、上位の目標として、「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。」ことを設定している。

図では100%の到達度として、(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、(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、(3) 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を提案する、の3項目をあげている。これは上記の4つのアウトプットに対応し、上記アウトプット(3)と(4)が 100%達成度の社会システムの提案に対応したものである。

それぞれの項目について、100%達成のための道筋として、上記の各アウトプットに対応した指標が図ー1に

は構造的に示されている。

以上の目的を達成するため、本プロジェクトでは、10 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。

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(5年間) H21年6月1日～H27年3月31日	
相手国名	ブルキナファソ	
機関	JST従たる評価項目	
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システム構築に貢献	・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

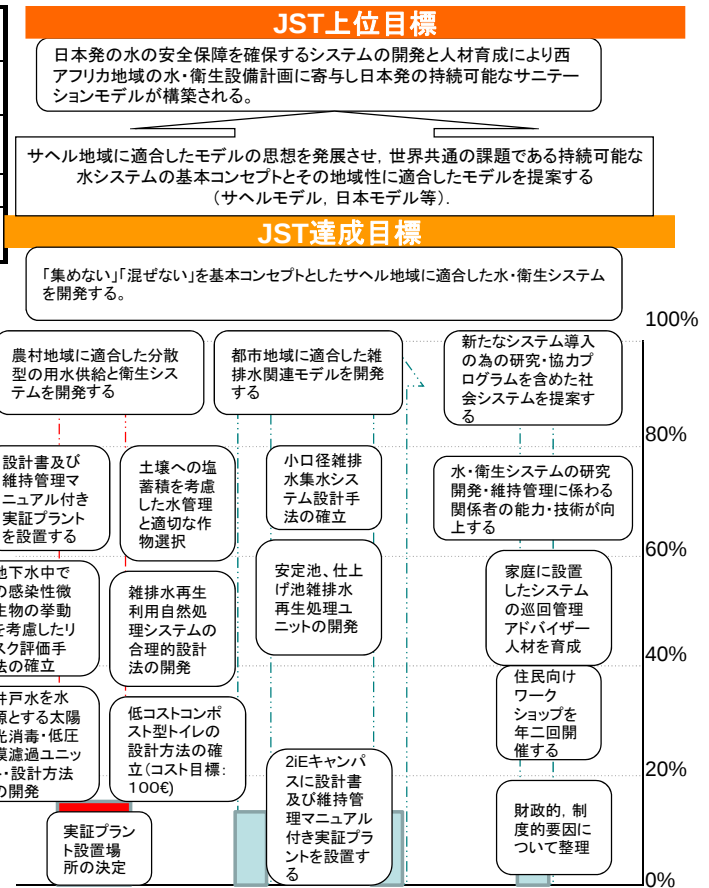


図-2.3 プロジェクトの目標、達成度

(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

低コストトイレの開発ならびに農業系廃棄物(稲藁, もみ殻)のマトリックスとしての利用可能性についてについて日本国内での実施した. 攪拌に要する力を大幅に押さえる方法として, 反応槽自身を回転させるガラボン型(仮称)の反応槽を試作し, 攪拌トルクの測定および豚糞を用いたコンポスト化実験による性能試験を行い, 十分な糞便分解性能を確認した. また, 製作費も日本円で 10,000 円程度であった. 次年度はブルキナファソにおいて運転を行う. また, 2iE キャンパス内に実験用糞便回収目的のトイレを設置した.

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)

これまでの 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. また, コンポスト化反応速度測定装置, コンポストトイレ攪拌力測定装置を日本より移送した.

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)農村モデル用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

現地の実態に即した要素技術選定およびその設計検討のために必要となる現地の実態について情報を得るため、Ziniaré commune の Kologondissé 村の 1 世帯について詳細調査を実施し、水使用量と入手および排水経路、水利用形態、水系に混ざる可能性のある物質(洗剤、医薬品等)の把握を行った。また、2iE の研究グループは 2011 年 1 月に雑排水(洗濯排水、台所排水、シャワー排水)のサンプリングを実施し、現在分析中である。

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)

workshop においてこれまで日本側で実施してきた、土壌処理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)都市モデル用雑排水要素技術開発チーム

①研究のねらい

本研究チームは都市モデルに用いる

(1) 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

(2) 小口径雑排水集水システム設計手法の確立

を実施する.

特に, サブサハラの都市部における水と衛生の改善のためには, し尿の適正な処理・再利用とともに, 今後の水道の普及とともに増大する雑排水対策が必要である. 高速酸化池はサブサハラの気候に適した簡易な処理法であるが, 処理水中に高濃度の藻類が含まれるため, 都市内で処理水を再利用する場合さまざまな障害を起こす可能性が高い. 処理水中の藻類を除去することによって, 再生水の用途が広がるとともに, 除去した藻類からメタンガス, 栄養塩類といった資源を回収することが可能となる.

本研究では, 高速酸化池処理水から簡易な方法で藻類を高効率に回収する技術を開発するとともに, 除去した藻類から有価資源を回収する技術を開発する.

②研究実施方法

通常, 酸化池処理水からの藻類除去には凝集剤を添加した微細気泡浮上分離法が用いられるが, コストや適正技術の面からサブサハラにおいての適用性は低い. 本研究では活性汚泥法のように, 沈殿池にて沈殿した藻類を酸化池に返送する方法で凝集性の高い藻類を選択的に酸化池内で増殖させる「活性藻類法」を開発する. ベンチスケール実験装置を製作し, 運転を行うとともに, Ouagadougou の 2iE 内にてパイロットプラントを建設するための設計条件の検討を行っている.

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

HRSAP ベンチスケール実験装置を運転し, 沈降性藻類に選択圧をかけ, 浮遊性藻類をウォッシュアウトさせることにより, 処理水質の向上と固形物回収率の効率化の目途がついた. 当初の計画に沿った進捗状況である.

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. また, 9 月には, 実験状況の報告を行うとともに, 2iE におけるパイロットプラント建設のため, 設計上必要な数値の報告を受けた. HRSAP ベンチスケール実験装置の運転, 解析にあたっては 2iE の学生を北海道大学工学院の博士課程に在学してもらい, 共同で実施している.

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) 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

を実施する。

② 研究実施方法

東京大学において、プロセス開発の基礎的な実験を行い、現地での実験を 2iE が行う。

- (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

今年度は、現地における水源水質の基礎的な調査と、2iE での研究状況の確認を行なった。また、東京大学において加熱・滅菌実験を行い、それらの有効性と、現地への適用方法について検討した。これらは、当初の計画通りに進捗している。一方、地下水のモデル化については、現地でのデータ不足から、今後、データを入力する方法について検討が必要である。

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)

日本側からは、日本のセラミック膜の技術について説明を行った。また、2iE 側からは、現地のセラミックポットを用いた実験の状況、太陽熱を用いた殺菌実験の結果について説明があった。

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)

現地における地下水の状況は極めて限られており、地下水の流動モデルを適用することが困難であると考え

られる. これについては, また, 現地で新たに井戸を掘削するなどの調査が可能かどうかについて, 費用・現地の技術などの面から検討を行ってゆく.

(5)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較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に、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ーの住民が自立的・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

現状の評価を目的にブルキナファソの過去(1960-2000 年)の月別雨量資料の統計的な変動傾向の解析を行い、降水量変動と作物収穫高の相関について解析した。

土壌への塩蓄積を考慮した水管理については、本年度は現地圃場の準備が整わず未実施である。来年度より2iE敷地内の圃場を利用し、人工尿を用いた栽培を試験的にを行い、土壌塩分や電気伝導度のモニタリングを開始する計画である。

また、本年度は農村域(Ziniare)でトマト、タマネギ、ナス、ウリ、シシトウが換金用作物として栽培されていることを確認した。これらのうち、トマトは隣国ガーナへの輸出体系がすでに整っていること、さらに、乾燥・塩害に強いことから、現地での栽培作物の候補の一つとして挙げられる。しかし、トマトは連作が利かないため、トマトとの輪作が可能な数種の作物も選択する必要がある。そこで、来年度はカウンターパートとともに首都ワガドゥグでの市場価格調査を行い、換金性と耐塩性を併せ持つ作物の選択をさらに行う予定である。

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)

国際協力機構(JICA)地域特設集団研修コース:POLICYMAKING OF WATER AND ENVIRONMENT MANAGEMENT IN MIDDLE EAST AND AFRICAN COUNTRIES にブルキナファソ国枠を2009年から設定し、毎年2名の研修生を2iEと農業水資源省から受け入れている。

2iEの研究員を2名日本国に招き、水質分析(界面活性剤測定法、全リン測定)、土壌分析(土壌pH・EC測定法、保水性試験、微量物質抽出法)、植物栽培法(ポット栽培、発芽処理方法)、病原菌検出法(PCR法)の技術移転を行った。

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

これまでの調査により、ブルキナファソ農村域において水使用量は一日一人あたり30-50Lと少量であることが分かっており、再利用可能な雑排水はそれより少ないと考えられる。そのため、雑排水処理装置の簡易化が求められているが、処理水の浄化基準は定まっていない。そこで、雑排水の農業再利用時の浄化基準を定めることを目標とし、各種雑排水の植物毒性を事前に日本国内で評価した。結果は3.2 現時点での成果の項を参照願いたい。

(6)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

現地調査を2009年11月, 2010年3月, 2010年9月の3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)

2010年3月, 9月, 2011年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。

(7)農村モデル実証実験チーム

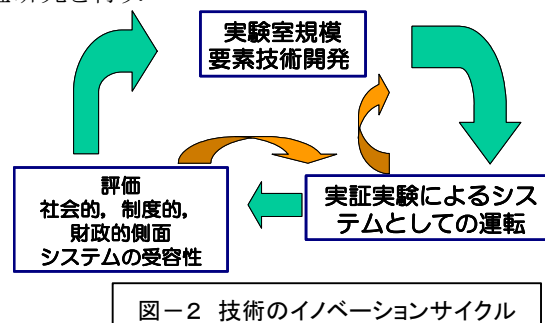
①研究のねらい

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、下図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。



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

パイロットプロジェクトサイトの選定基準が検討された。特に、パイロットサイト、および農家を選ぶためのQuestionnaires が検討された。(団体用、農家用の2種類)。

2010年9月にこのQuestionnairesに基づいて、現地調査を実施した。

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)

2010年3月、9月、2011年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。

(8)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)

2010 年 3 月, 9 月, 2011 年 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.

(9)キャパシティデベロップメントチーム**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イ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

(1)workshop 開催: 3回開催した(2010 年 3 月, 2010 年 9 月, 2011年3月)

(2)国際会議開催: 2010 年 9 月パリで開催した.

(3)その他会議の開催:

- 北海道大学サステイ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.
- 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.
- Indonesia- Burkina Faso- Japan, Joint Seminar on Sustainable Sanitation を開催.

(4)教育: 文部科学省国費留学生として 2 名の選考を実施.

(5)研修: 2iE の研究員を2名日本国に招き, 水質分析(界面活性剤測定法, 全リン測定), 土壌分析(土壌 pH・EC 測定法, 保水性試験, 微量物質抽出法), 植物栽培法(ポット栽培, 発芽処理方法), 病原菌検出法(PCR 法)の技術移転を行った.

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.

(10)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、9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) 原著論文発表

① 本年度発表総数(国内 1件, 国際 6 件):

※国際については in press 2 件含む.

② 本プロジェクト期間累積件数(国内 1 件, 国際 11 件)

③ 論文詳細情報(著者名, 発表論文タイトル, 掲載誌(誌名, 巻, 号, 発表年)などを発行日順に記載して下さい.). なお, 同一の論文は一報として記載して下さい(グループ毎の重複記載は不要).

- (1) Guizani M., Dhahbi M. and N.Funamizu: Characterization of endotoxic indicative organic matter (2-keto-3deoxyoctulosonic acid) in raw and biologically treated domestic wastewater, *Water Research* (in press)
- (2) Shuji Fukahori, Taku Fujiwara, Ryusei Ito and Naoyuki Funamizu :pH-Dependent adsorption of sulfa drugs on high silica zeolite: modeling and kinetic study, *Desalination* (in press)
- (3) Muhammad Masoom Pahore, K. Ushijima, R. Ito, N. Funamizu: Fate of nitrogen during volume reduction of human urine using an onsite volume reduction system, , *Environmental Technology*, DOI:10.1080/09593330.2011.560192
- (4) Muhammad Masoom Pahore, R. Ito, N. Funamizu: Performance evaluation of onsite volume reduction system with synthetic urine using water transport model, *Environmental Technology*, in press, DOI: 10.1080/09593330.2010.521954
- (5) 生島健, 吉川宙希, A.P.Huelgas, 伊藤竜生, 船水尚行: 生活雑排水のオンサイト処理を想定した間欠流入下における MBR の処理特性, *環境工学論文集*, Vol.47, pp. 2010
- (6) Pahore Masoom, R.Itoh, N.Funamizu: Rational design of an onsite volume reduction system for source-separated urine, *Environmental Technology*, vol.31, No.4, 399-408(2010)
- (7) Huelgas, A., Nagata, H., Funamizu N.: Flat-plate submerged membrane bioreactor for the treatment of higher-load graywater, *Desalination* 250, 162-166(2010)
- (8) 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
- (9) 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
- (10) Hotta S. and Funamizu N.: 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)
- (11) Huelgas, A., Nagata, H., Funamizu, N.: Effect of organic loading rate for onsite treatment of kitchen sink wastewater using subMBR. *ENVIRONMENTAL ENGINEERING SCIENCE*, Vol. 26, Issue: 1, pp.15-23(2009)
- (12) Huelgas, A., Nakajima, M., Nagata, H., Funamizu, N. Comparison between treatment of kitchen sink wastewater and mixture of kitchen sink and washing machine wastewaters. *Environmental Technology*. *ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY*, Vol.30, Issue:1, pp. 111-117(2009)

(2) 特許出願

① 本年度特許出願内訳(国内 0件, 海外 0件, 特許出願した発明数 0件)

② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0件, 海外 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 研究者グループリーダー名

日本側:伊藤 竜生(北海道大学大学院工学研究院・助教)

相手国側:Joseph Wethe (2iE・Professor)

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) 農村モデル用雑排水要素技術開発チーム

① 研究者グループリーダー名

日本側:牛島 健(北海道大学大学院工学研究院・特任助教)

相手国側:Ynoussa Maiga (2iE・Researcher)

② 研究項目

- 雑排水処理技術(土壌処理)

(3) 都市モデル用雑排水要素技術開発チーム

① 研究者グループリーダー名

日本側:高橋 正宏(北海道大学大学院工学研究院・教授)

相手国側:Franck Lalanne (2iE・Researcher)

② 研究項目

- 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

(4) 用水要素技術開発チーム

① 研究者グループリーダー名

日本側:滝沢 智(東京大学大学院工学系研究科・教授)

相手国側:Yacouba Konate (2iE・Researcher)

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

(5) 農業要素技術開発チーム

① 研究者グループリーダー名

日本側:土方 野分(北海道大学大学院工学研究院・博士研究員)

相手国側:Mariam Sou (2iE・Researcher)

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

(6) 社会化要素技術開発チーム

① 研究者グループリーダー名

日本側:鍋島 孝子(北海道大学メディアコミュニケーション研究院・准教授)

相手国側:Aude Nanquette (2iE・Researcher)

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

(7) 農村モデル実証実験チーム

① 研究者グループリーダー名

日本側:伊藤 竜生(北海道大学大学院工学研究院・助教)

相手国側:Joseph Wethe (2iE・Professor)

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

(8) 都市モデル実証実験チーム

① 研究者グループリーダー名

日本側:高橋 正宏(北海道大学大学院工学研究院・教授)

相手国側:Joseph Wethe (2iE・Professor)

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

(9) キャパシティデベロップメントチーム

① 研究者グループリーダー名

日本側:船水 尚行(北海道大学大学院工学研究院・教授)

相手国側:Joseph Wethe (2iE・Professor)

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

(10) マニュアル作成チーム

① 研究者グループリーダー名

日本側: 船水 尚行 (北海道大学大学院工学研究院・教授)

相手国側: Joseph Wethe (2iE・Professor)

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