事業事前評価表（地球規模課題対応国際科学技術協力）

作成日：平成 22 年 11 月 8 日
担当部・課：地球環境部・
環境管理第一課

１．案件名
インド国（科学技術）エネルギー消費最小型下水処理技術の開発プロジェクト

２．協力概要
（１） 事業の目的
本プロジェクトは下水処理設備の処理水質の改善を通じ、流域都市の衛生環境の改善に貢献するため、持続可能な新規下水処理技術として UASB-DHS （上向流嫌気性スラッジブランケット－下向流スポンジ担体：Up-flow Anaerobic Sludge Blanket – Down-flow Hanging Sponge）システム[1]の開発を目的としている。このシステムの連続運転試験結果に基づき、都市下水の適正処理効果、処理システム全体としての省エネルギー効果、維持管理の容易性等について評価し、設計指針及び維持管理マニュアルを作成することにより、UASB の新規後処理として DHS を設置する UASB-DHS システムの普及を目指す。

（２） 協力期間
（予定）平成 23 年 2 月～平成 27 年 1 月（約 5 年間）

（３） 協力総額（JICA 側）
約 3.95 億円

（４） 協力相手先機関
責任機関：環境森林省国家河川保全局
実施機関：ウッター・プラデシュ州上下水道公社、アリガームスリム大学、都市開発省中央公衆衛生環境局、環境森林省中央公害対策委員会
協力機関：財務省経済局、国立環境工学研究所、ハリヤナ州公衆衛生局、デリー上下水道公社

（５） 国内協力機関
実施機関：国立大学法人東北大学、国立大学法人長岡技術科学大学、国立高等専門学校機構木更津工業高等専門学校

（６） 裨益対象者及び規模、等
本プロジェクトの直接的裨益対象者は、プロジェクト活動に参加するインド側研究関係者約 25 名である。
間接的裨益者は下記のとおりであるが、現時点では裨益人口の規模は特定できない（プロジェクト開始後、中間レビューまでに規模の特定ができる見込み）。
ア．プロジェクトで導入される下水処理システムの対象地域を管轄する地方自治体の関係職員。
イ．プロジェクトで導入される下水処理システムの対象地域の住民

３．協力の必要性・位置付け
（１） 現状及び問題点
インド国の河川は沐浴をはじめ飲料用水、生活用水、灌漑用水、工業用水、レクリエーション等の多様な機能を果たしている。しかし、近年の急激な人口増加や経済発展に伴う上水需要の増加に対して、施設整備が追いつかず供給不足が深刻化している。また都市部への急激な人

[1] UASB プロセスは、嫌気性の前処理プロセスであり有機物を粗取りする役割を持つ。その後処理として、DHS プロセスを適用するシステムが UASB-DHS システムである。DHS プロセスは、DHS 反応槽（リアクター）内に微生物保持能（担体）を持つスポンジを充填し、高濃度の微生物をスポンジ内に保持することで残存有機物を取り除く機構を有する。DHS プロセスは、UASB 処理水を散水する過程で空気中の酸素を取り込むため、人為的に空気を送り込む必要がなく、新規の好気性省エネルギー型後処理法として提案されている。

口流入や工業化により、下水処理能力を超過した汚水が排出されており、地域住民の衛生、生活環境が脅かされている。

インド国では、都市部からの未処理排水の河川・湖沼への流入を防ぐべく、国家政策を通じ下水処理施設の建設が進められている。その結果、下水処理場数は全国で 250 箇所を超えており、今後も更なる増加が見込まれている。これらの下水処理施設の多くでは、維持管理が比較的容易で低コスト技術として UASB 法（嫌気性処理技術）が適用されている。しかし、同技術では後処理のために広大な仕上げ池[2]を設置する必要があるが、用地の確保が難しいこと、後処理を施しても排水基準を満たせない等の課題がある。

すなわち、衛生環境リスクを低減し、持続可能な下水処理システムの構築に貢献する、ローコストでより処理能力が高く、維持管理が容易な省エネルギー型後処理技術の開発・研究の実施が求められている。

（２） 相手国政府国家政策上の位置付け

インド国政府は、第 11 次 5 ヵ年計画（2007 年 4 月～2012 年 3 月）において、2012 年までに都市部全人口への上水供給及び下水・衛生施設の提供を政策目標として掲げ、各州自治体に対し包括的な都市開発計画を策定し、国家都市再生ミッション（Jawaharla Nehru National Urban Renewal Mission）等による支援を活用し、目標の達成を図るよう求めている。河川等の水質汚濁については自然浄化を超える量の未処理排水の流入が原因であり、国家河川保全計画（National River Conservation Plan）等を策定し、主要河川の水質を指定利用水質まで改善することとしている。

本プロジェクトは、下水・衛生施設の提供の促進に寄与するものであり、且つ処理水の放流先となる河川等の水質汚染の軽減に貢献するものと位置づけられる。

（３） 他の援助機関の対応

下水分野において、USAID は「都市社会資本における経営改善」等、ソフト分野に特に注力しており、JICA（旧 JBIC）との連携による「バンガロール市におけるスラム改善プロジェクト」の実施がある。世銀は、ミレニアム開発目標の達成を目的として、主に水と基本的な衛生設備の提供を展開しており、ADB とともに上下水道事業を対象の一つとした「ジャワハルラル・ネルー国家都市再生計画」に対して資金援助している。

（４） 我が国援助政策との関連、JICA 国別事業実施計画上の位置付け（プログラムにおける位置付け）

我が国の「対インド国別援助計画」において、保健・衛生問題、地方開発、上下水道支援、植林支援等を通じた貧困・環境問題の改善は重点目標の一つとして挙げられている。JICA を通じた円借款支援は、環境問題への対処に重点を置かれており、ヤムナ河浄化計画（YAP）、ガンジス河浄化計画（GAP）に基づく支援が中心である。現在は YAP-II に基づく「ヤムナ川流域諸都市下水道整備事業」が実施されている。技術協力支援は、近年、円借款との連携を想定した開発調査や、円借款事業との連携による専門家派遣等の技術協力への要請が高まりつつあり、「下水道施設の維持管理に関するキャパシティ・ビルディングプロジェクト」（技プロ）、「下水道施設設計・維持管理マニュアル策定計画調査」（開発調査）が実施されている。

４．協力の枠組み

〔主な項目〕

（１） 協力の目標

エネルギー消費・維持管理・敷地面積・総コスト面から適正な新規下水処理技術が開発される。

[2] 仕上げ池とは、後処理施設の一種である、仕上げ池では、藻類の光合成により酸素濃度が高くなるため、前処理した処理水を仕上げ池にゆっくりと時間をかけて流すことにより、好気性処理が行われ、水質が改善される仕組みとなっている。

（2） 成果（アウトプット）と活動

① アウトプット 1、そのための活動、指標・目標値

アウトプット 1：

インド・アグラ市の下水処理場に新規建造する DHS リアクターで連続処理実験を行い、UASB-DHS システムの下水処理への適用性を実証できる。

指標：

1-1 放流水質が 1 年以上連続して排水基準の BOD 30 mg/L 以下を維持される。

1-2 既存の下水処理技術との比較により、省エネルギー効果が示される。

活動：

1-1 DHS リアクター用担体の選定、発注、納品

1-2 UASB-DHS システムの設計と建造

1-3 連続処理モニタリングと下水処理への適用評価

② アウトプット 2、そのための活動、指標・目標値

アウトプット 2

UASB-DHS システムの設計指針及び維持管理マニュアルが作成され、それらの普及準備が整う。

指標：

2-1 UASB-DHS システムの設計指針が都市開発省中央公衆衛生環境局を中心に構成される関係政府機関[3]により認定される。

2-2 UASB-DHS システムの維持管理マニュアルが都市開発省中央公衆衛生環境局を中心に構成される関係政府機関により認定される。

活動：

2-1 UASB-DHS システムの設計指針の作成

2-2 UASB-DHS システムの維持管理マニュアルの作成

2-3 作成された UASB-DHS システムの設計指針及び維持管理マニュアルを用いたトレーニング

（3） 投入（インプット）

① 日本側（総額 3.95 億円）

(a) 専門家（環境微生物学、リスク管理、施設管理、汚泥処理、排水処理、環境管理及び施設技術の研究者）

(b) パイロットプラントの設計・建設

(c) パイロットプラントの設計・維持管理のための分析機材

(d) 適用性評価のための分析機材

(e) 本邦研修

② インド国側（総額 600 万円）

(a) カウンターパート（環境森林省国家河川保全局、ウッター・プラデシュ州上下水道公社、アリガームスリム大学、都市開発省中央公衆衛生環境局、環境森林省中央公害対策委員会の研究者）

(b) 実験プラント建設用地、既存の実験室の使用、管理棟スペースの提供（照明器具、電気設備、机、椅子等を含む）

（4） 外部要因（満たされるべき外部条件）

ア．前提条件

・プロジェクト活動に必要な電力が供給されること

・治安が急激に悪化しないこと

イ．成果達成のための外部条件

・ウッター・プラデシュ州上下水道公社の既存下水処理場から流入する水質が大きく変化しないこと

・機材の調達が想定以上に遅れないこと

[3] ここで構成される関係政府機関は、新規の組織が作られるのではなく、維持管理マニュアルや指針の協議や助言の機能を持ったアドバイザリー委員会を想定している。

・カウンターパートが継続して業務に従事すること
・政策に極端な変更がおこらないこと

５．評価５項目による評価結果
（１） 妥当性
本案件は、以下の理由から妥当性が高いと判断される。

ア．対象国の政策・ニーズとの整合性
インド国の第 11 次 5 ヵ年計画（2007 年 4 月～2012 年 3 月）において、2012 年までに都市部全人口への上水供給及び下水・衛生施設の提供を政策目標として掲げ、各州自治体に対し包括的な都市開発計画を策定し、国家都市再生ミッション（Jawaharla Nehru National Urban Renewal Mission）等による支援を活用し、目標の達成を図るよう求めている。本プロジェクトは下水処理設備の処理水質の改善を通じ、流域都市の衛生環境の改善に貢献するため、持続可能な新規下水処理技術として UASB-DHS システムを開発することであり、対象国の政策・ニーズに合致している。

イ．我が国の援助政策との整合性
我が国の「対インド国別援助計画」において、保健・衛生問題、地方開発、上下水道支援、植林支援等を通じた貧困・環境問題の改善は重点目標の一つとして挙げられており、本プロジェクトの内容はこれに貢献するものである。また、我が国の科学技術を活用した地球規模課題に関する国際協力の期待が高まるとともに、日本国内でも科学技術に関する外交の強化や科学技術協力における ODA 活用の必要性・重要性がうたわれてきており、2008 年度より「地球規模課題に対応する科学技術協力」事業が新設された。本プロジェクトはこの事業の一環であり、地球規模課題の解決に資するものと位置付けられる。

ウ．プロジェクト活動の適切性
既存の下水処理施設の多くでは、UASB 法が適用されているものの、主たる課題として後処理が大きな課題となっており、本プロジェクトは後処理の確立に貢献するものである。

エ．実施機関の妥当性
環境森林省国家河川保全局及び都市開発省中央公衆衛生環境局はそれぞれ「下水道施設の維持管理に関するキャパシティ・ビルディングプロジェクト」（技プロ）及び「下水道施設設計・維持管理マニュアル策定計画調査」（開発調査）のカウンターパートであり、下水事業の所轄官庁である。ウッター・プラデシュ州上下水道公社は下水事業の実施機関であり、UASB-DHS システムへの関心が高く、カウンターパートの配置、パイロットプラントの敷地、実験・執務スペース、電気・水道等の提供を了承する等、本プロジェクトに非常に意欲的である。
アリガームスリム大学は東北大学が既に実施しているインド国カルナールの DHS 実証プラントへの現地視察を実施する等、本プロジェクトに非常に意欲的であり、これまでにデリーの下水処理場やインド各地の USAB プラントを民間企業と共同研究・実施した経験がある。

オ．日本の技術の優位性
日本側実施機関は DHS 技術の研究を 15 年以上実施しており、国内及びインド国カルナール市での実験経験が豊富にある。インド国環境森林省もこの技術を高く評価しており、技術的優位性があるといえる。また、これまでに我が国オリジナルの環境保全技術が海外で普及した前例はないため、途上国で適用可能な下水処理技術の「世界標準」の創成という我が国の科学技術が世界に誇るべき知的資産が形成されるといえる。

（２） 有効性
本案件は、以下の理由から有効性が見込める。

ア．プロジェクト目標と成果の間の因果関係

プロジェクト目標「エネルギー消費・維持管理・敷地面積・総コスト面から最適正な新規下水処理技術が開発される」である。インド国において下水処理施設の多くで UASB 法が適用されているものの、後処理のために広大な仕上げ池を設置する必要があり、用地の確保が難しいこと、後処理を施しても排水基準を満たせない等の課題がある。これらの課題に対して、ローコストでより処理能力が高く、且つ広い敷地面積を要しない、容易な維持管理の省エネルギー型後処理技術の開発が求められている。さらに、開発される技術は、実際の現場に試行的に適用し、実施可能性の検証や改善の検討を行い、現実的な設計指針及び維持管理マニュアルが作成される必要がある。すなわち、技術（ハード）面とソフト面の両面からの開発・研究が求められているといえる。本プロジェクトを構成する成果は、成果 1「インド・アグラ市の下水処理場に新規建造する DHS リアクターで連続処理実験を行い、UASB-DHS システムの下水処理への適用性を実証できる。」及び成果 2「UASB-DHS システムの設計指針及び維持管理マニュアルが作成され、それらの普及準備が整う。」である。成果 1 はハード面での開発・研究であり、成果 2 は成果 1 に基づいたソフト面での開発・研究となっており、技術的成果を活かしながら、インド国の下水処理への適用性及び省エネルギー効果の評価、さらに設計指針・維持管理マニュアルを策定することにより制度的・組織的な強化が見込まれ、プロジェクト目標が達成実現につながることが予想される。以上より、いずれの成果もプロジェクト目標の達成に必要な要素である。

（3） 効率性

本案件は現時点において、効率性の高い計画内容となっていると判断される。

ア．活動・投入計画の適切性

カウンターパート機関は当該分野の管轄機関、実施機関、及び研究機関であるため、基礎的研究・開発に係るハード・ソフトのリソースを有しており、日本からの投入は新たな応用研究・開発項目にかかわる人材、機材等であり、期待される効果に対する投入は最小限に限定できる。さらに過去の JICA 支援プロジェクトによる日本からの供与機材・施設や本邦研修で育成された人材が蓄積されており、これらを有効に活用することにより、高い効率性が期待される。

ただし、本案件のような研究・技術開発を主体としたプロジェクトでは、研究活動の進展に伴ってその後の活動の展開が変わっていく可能性が高く、活動計画及びそれに連動する投入計画の柔軟な修正が必要となる。したがって今後のモニタリング・評価においては、ある特定の時点における活動計画、投入計画の適切性のみによって効率性を判断するのではなく、状況に応じて迅速に且つ柔軟に活動計画及び投入計画の軌道修正ができたかという観点からも効率性を評価する必要がある。

（4） インパクト

本案件では、以下のようなインパクトが予測される。

ア．考えられる正・負の影響・波及効果

現時点で想定される正（プラス）の影響・波及効果として、プロジェクトによる研究はすべて DHS リアクターの設計指針・維持管理マニュアルや適用性評価に反映されるため、全国における下水処理設備の改善の推進といった技術的インパクトとともに、処理水質の改善を通じた河川の汚染負荷軽減及び流域都市の衛生環境の改善への貢献といった環境・社会的インパクトが見込まれる。さらに、本プロジェクトで形成されたウッター・プラデシュ州の組織横断的協働体制が一つのモデルとなり、セミナーや学会等での発表や論文投稿等を含め、あらゆる機会を利用したプロジェクト成果の普及活動が実施されることにより、全国の下水処理改善の推進に寄与すると期待される。

また、DHS 技術は既存の UASB 技術の後処理技術であり、特殊条件を必要としないため、インド国内のみならず、UASB 技術を用いているその他の温暖な途上国で本プロジェクトの成果が活用されること期待される。中・長期的視点からは、実施機関の研究開発能力や事業実施能力の向上という技術的インパクトが一定程度、確実に期待できる。

他方、現時点では負（マイナス）の影響は想定されないが、プロジェクトの実施において、UASB-DHS システムからの物質収支及びメタンガスの収支を推算することにより地球温暖化に対

するプラスとマイナスのインパクトを明らかにすること、及び将来の大規模な施設計画に対するスケールメリットの有無を検討することが期待される。

（5） 自立発展性

本案件による効果は、以下の理由によりプロジェクト終了後も継続・発展するものと見込まれる。

ア．政策・制度面

下水道事業に関わる環境関連の法規制は環境保護法（1986）及び同規則（2003 改正）、水質汚染（防止及び管理）法（1974）及び同規則（1974）、大気汚染防止法（1981）などが整備されている。さらに JICA 支援により下水道施設設計・維持管理マニュアルが整備される予定であり、それらの普及に伴い、本プロジェクトの波及効果が高まると予想される。

イ．組織・財政面及び技術面

環境森林省国家河川保全局及び都市開発省中央公衆衛生環境局は JICA プロジェクトのカウンターパート機関であり、十分な組織・財務・技術的基盤を有し、過去 5 年間の動向及びこれらの組織へのヒアリングにより今後もこれらの基盤に大幅な変更はないと見込まれる。また、下水事業の所轄官庁であることから、これら 2 つの機関が開発された持続可能な新規下水処理技術の普及のメカニズムを維持できる可能性は高い。アリガームスリム大学は独自の研究・開発をこれまでにも進めてきていることから、本プロジェクトの共同研究・開発成果を継続的に活用し、投入機材を適切に管理できることが想定される。ウッター・プラデシュ州上下水道公社は下水事業の実施機関であり、投入資機材は本来業務で活用されるものであり、維持管理能力を有している。人員の異動も限定的であるため、維持管理マニュアルの作成及びそれを用いたトレーニングにより技術力も組織内に保持されることが見込まれる。ただし、いずれの機関も経常経費を含む予算を確保していくことが期待される。

６．貧困・ジェンダー・環境等への配慮

1) 貧困・ジェンダー

本プロジェクトにおいては関連が少ない。

2) 環境社会配慮

①カテゴリ分類：C

②影響と回避・軽減策

本プロジェクトは既存の下水処理施設にパイロット処理施設を増設するものであり、処理による影響は最小限にあると考えられる。その他の主な活動は、設計指針や維持管理マニュアルの作成や実験室における水質実験であり、環境社会面で負の影響を及ぼす恐れはない。

７．過去の類似案件からの教訓の活用

本プロジェクトにおいても合同調整委員会は設置する予定であるが、下水分野を管轄する省庁や研究機関が複数あり、合同調整委員会のみでは関係機関間のコミュニケーションが不足し、円滑なプロジェクト実施の阻害要因となることが懸念される。本プロジェクトでは、「下水道施設設計・維持管理マニュアル策定計画調査」（開発調査）のインド国の専門家会議（Expert Committee）を参考に、JCC で専門家委員会を立ち上げ、研究の実施方針や手法の検討等を行うこととする。

８．今後の評価計画

・中間レビュー　　平成 25 年 4 月頃

・終了時評価　　平成 27 年 10 月頃