

インド
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
終了時評価調査報告書

平成 27 年 12 月
(2015 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

環 境
J R
15-181

インド
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
終了時評価調査報告書

平成 27 年 12 月
(2015 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

目 次

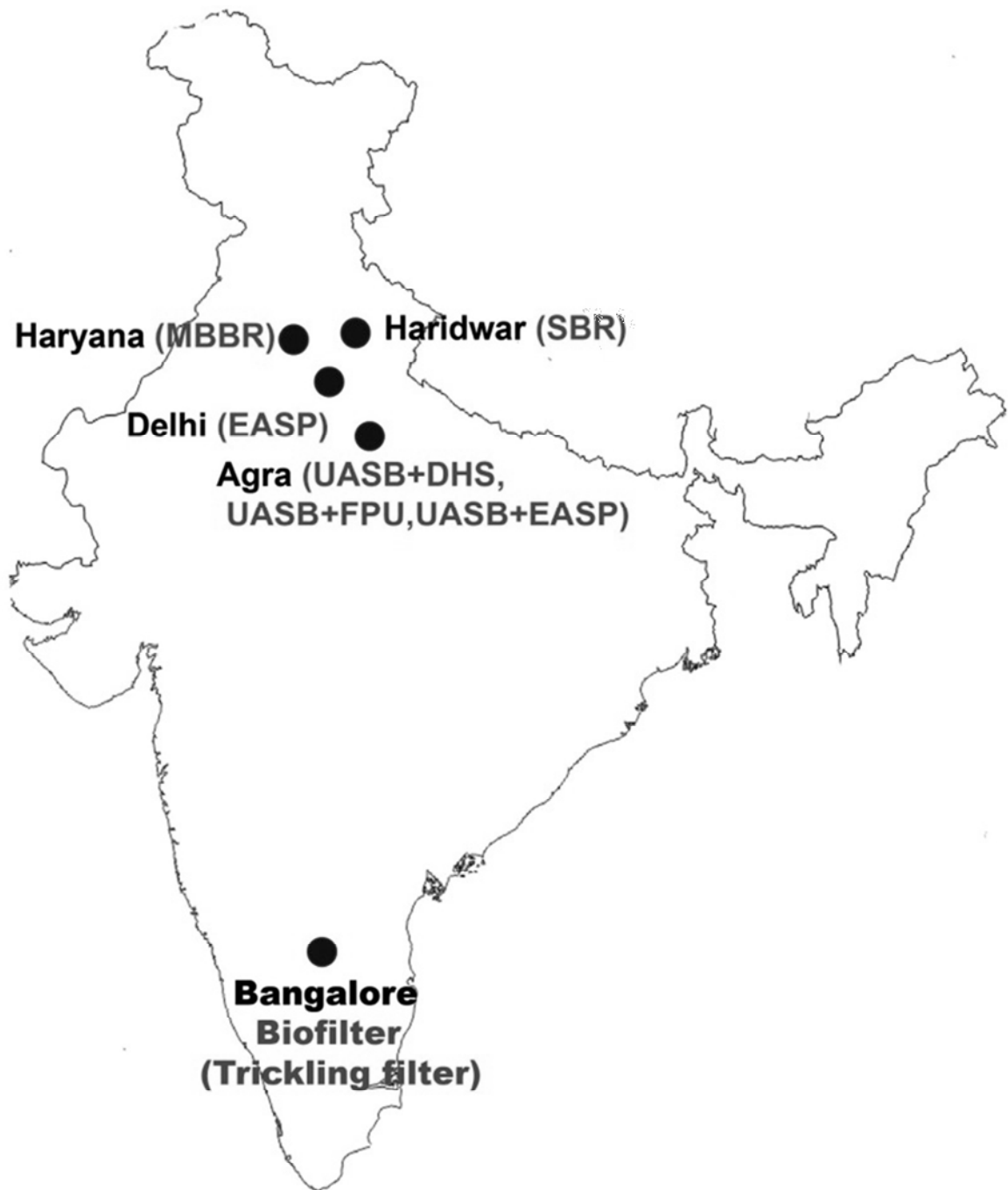
図
写 真
略語表

終了時評価要約表（和文・英文）

第1章 評価調査の概要	1
1-1 調査団派遣の目的	1
1-2 調査団員の構成と調査期間	2
1-3 調査日程	2
第2章 評価調査手法	4
2-1 調査方法	4
2-2 調査項目	5
2-3 合同評価	6
第3章 調査結果	7
3-1 実績の確認	7
3-1-1 日本側の投入実績	7
3-1-2 インド側の投入実績	11
3-1-3 活動の実績	12
3-1-4 成果（アウトプット）の達成状況	13
3-1-5 プロジェクト目標の達成状況	18
3-2 実施プロセス	19
3-2-1 実施体制	19
3-2-2 コミュニケーション	20
3-2-3 中間レビュー時の提言に対する対応	21
3-2-4 実施や効果発現にかかわる阻害要因・促進要因	21
3-2-5 JST 意見	22
第4章 評価5項目による分析	23
4-1 妥当性	23
4-2 有効性	24
4-3 効率性	25
4-4 インパクト	25
4-5 持続性	26
第5章 提 言	28
第6章 教 訓	31

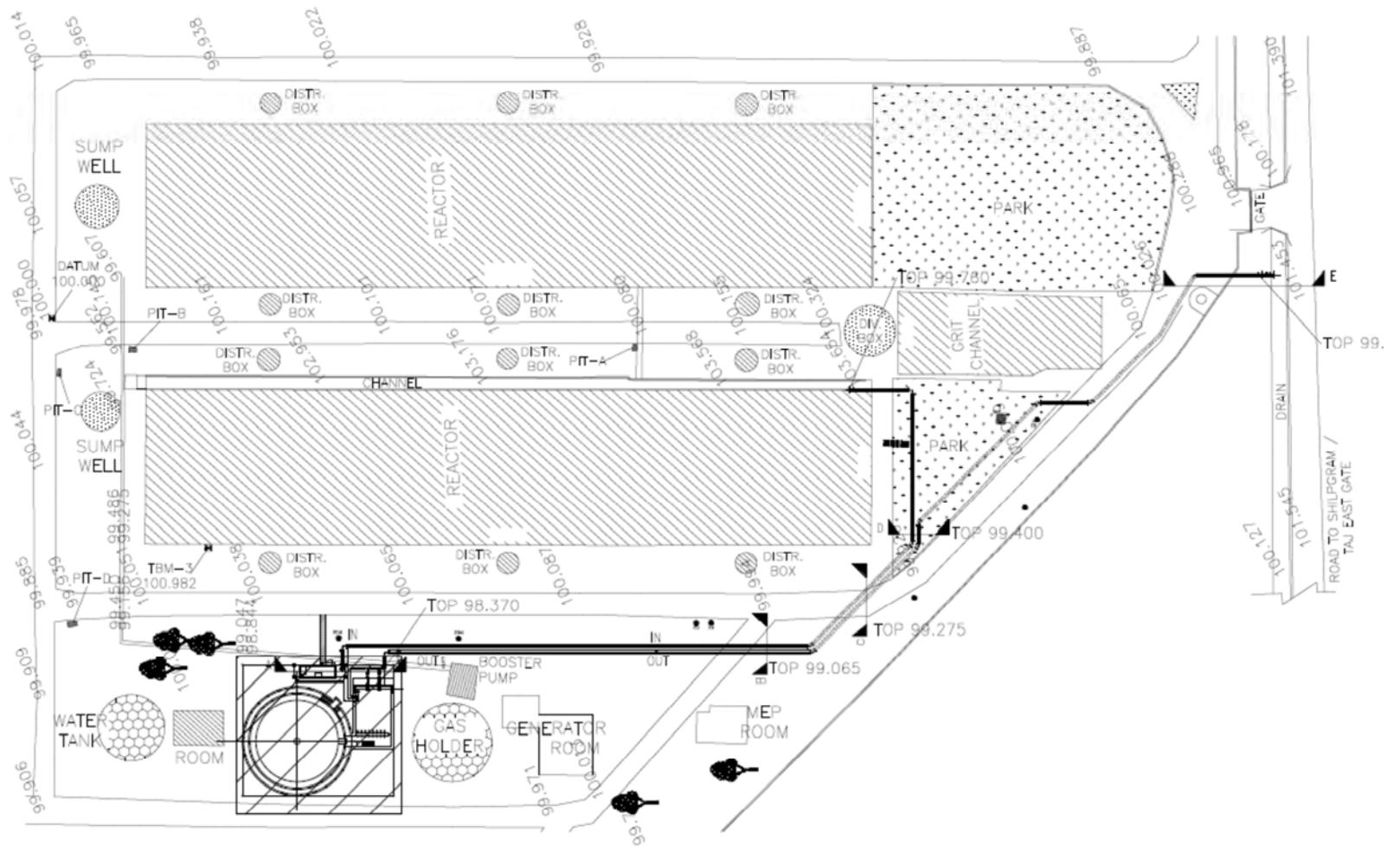
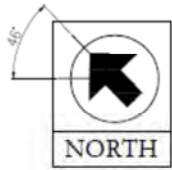
付属資料

1. PDM	35
2. 評価グリッド	36
3. 専門家派遣実績	42
4. C/P リスト	46
5. 供与機材リスト	48
6. 研修員リスト	50
7. 主要面談者リスト	51
8. 日本人専門家学会発表実績	52
9. 日本人専門家受賞実績	59
10. 日本人専門家論文・出版目録	60
11. 協議議事録 (Minutes of Meetings)	64
12. 合同評価報告書 (Joint Evaluation Report)	68



出所：第5回合同調整委員会 研究者発表資料

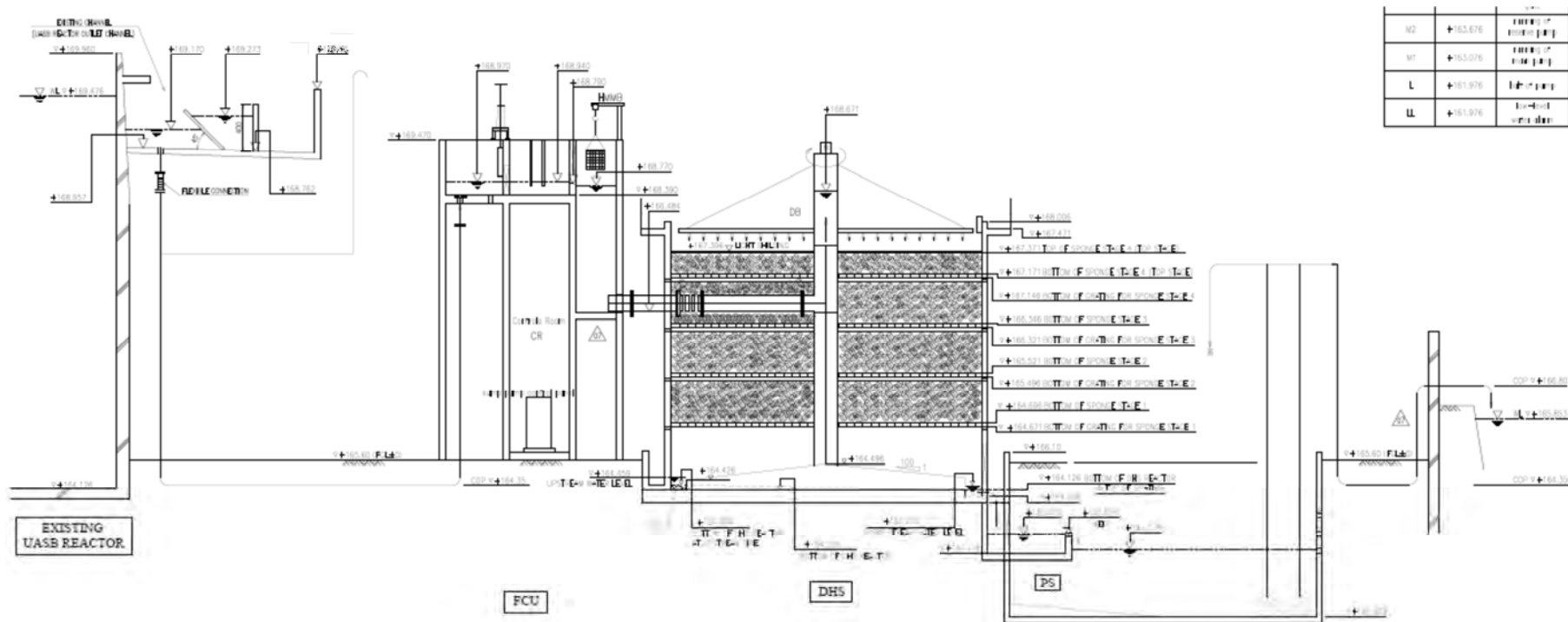
図-1 インドにおける調査研究対象の下水処理場の位置図



KEY PLAN

出所：DHS プラント完工図書

図-2 アグラ Dhandupura 下水処理場の UASB リアクターと DHS プラント位置図 (左下の-斜線部：DHS プラント)



出所：DHS プラント完工図書

図-3 アグラ Dhandupura 下水処理場の DHS プラント側面構造図

写

真



アグラ 78MLD の下水処理場
上昇流嫌気性汚泥床-下降流懸垂型ス
ポンジ (UASB-DHS) システムの UASB
(2015 年 10 月 27 日)



アグラ 78MLD の下水処理場
UASB-DHS システム
UASB の汚泥除去作業
(2015 年 10 月 27 日)



アグラ 78MLD の汚水処理場
上昇流嫌気性汚泥床-通性嫌気性ラゲ
ーン (UASB-FPU) システム
広大な面積を要する FPU
(2015 年 10 月 27 日)



アグラ 78MLD の汚水処理場
UASB-FPU システムの汚泥乾燥地
(2015 年 10 月 27 日)



アグラ 78MLD の下水処理場
UASB-DHS システムの入口
(2015 年 10 月 27 日)



アグラ 78MLD の下水処理場
UASB-DHS システムの DHS プラント
(2015 年 10 月 27 日)



アグラ 78MLD 下水処理場
専門家執務室
(2015年10月28日)



アグラ 78MLD 下水処理場
実験室
(2015年10月28日)



インド合同評価者との協議
アグラ 78MLD 下水処理場の実験棟会議室
(2015年11月3日)



合同調整委員会における
終了時評価合同評価結果の報告
デリー国家河川保全局 (NRCD) 会議室
(2015年11月6日)



合同調整会議における協議
デリー-NRCD 会議室
(2015年11月6日)

略 語 表

略 語	英 語 名	日 本 語 名
AMU	Aligarh Muslim University	アリガームスリム大学
APO	Annual Plan of Operations	年間活動計画
ASP	Activated Sludge Process	活性汚泥法
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
C/P	Counterpart Personnel	カウンターパート
CPCB	Central Pollution Control Board	中央公害対策委員会
CPHEEO	Central Public Health and Environmental Engineering Organization	中央公衆衛生環境局
DHS	Down-flow Hanging Sponge	下降流懸垂型スポンジ
EASP	Extended Aeration Sludge Process	長時間エアレーション活性汚泥法
FPU	Final Polishing Unit	通性嫌気性ラグーン
GAP	Ganga Action Plan	ガンジス川浄化計画
HRT	Hydraulic Retention Time	水理学的滞留時間
IIT Roorkee	Indian Institute of Technology Roorkee	インド工科大学ルーキー校
INR	Indian Rupee	インド・ルピー
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JNNURM	Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission	国家都市部再生ミッション
JST	Japan Science and Technology Agency	科学技術振興機構
MBBR	Moving Bed Biofilm Reactor	流動床方式バイオリクター
MLD	Million Liters per Day	百万リットル/日 (= 1,000m ³ /日)
M/M	Minutes of Meetings	協議議事録
MOA	Memorandum of Agreement	合意文書
MoEFCC	Ministry of Environment, Forests and Climate Change	環境森林気候変動省
MOU	Memorandum of Understanding	合意文書
NEERI	National Environmental Engineering Research Institute	国立環境工学研究所
NRCD	National River Conservation Directorate	国家河川保全局
NRCP	National River Conservation Plan	国家河川保全計画
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
PCM	Project Cycle Management	プロジェクト・サイクル・マネジメント

略 語	英 語 名	日 本 語 名
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PLC	Programmable Logical Controller	コンピュータ制御装置
PO	Plan of Operations	活動計画
R/D	Record of Discussions	討議議事録
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力
SBR	Sequencing Batch Reactor	回分式反応装置
SS	Suspended Solid	浮遊物質
STP	Sewage Treatment Plant	下水処理プラント
TERI	The Energy and Resources Institute	インド・エネルギー資源研究所
TOT	Training of Trainers	訓練者のための訓練
TOR	Terms of Reference	
UASB	Up-flow Anaerobic Sludge Blanket	上昇流嫌気性汚泥床
UASB-DHS	Up-flow Anaerobic Sludge Blanket-Down-flow Hanging Sponge	上昇流嫌気性汚泥床ー下降流懸垂型スポンジ
UASB-FPU	Up-flow Anaerobic Sludge Blanket-Final Polishing Unit	上昇流嫌気性汚泥床ー通性嫌気性ラグーン
UPJN	Uttar Pradesh Jal Nigam	ウッタール・プラデシュ州上下水道公社
WG	Working Group	ワーキンググループ
WSP	Waste Stabilization Ponds	酸化安定池法
YAP	Yamuna Action Plan	ヤムナ川浄化計画
YPCU	Yamuna Pollution Control Unit	ヤムナ汚染管理ユニット

終了時評価要約表

1. 案件概要	
国名：インド	案件名：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
分野：計画・行政-行政-環境問題 「環境・エネルギー」	援助形態：技術協力プロジェクト-SATREPS* *地球規模課題対応国際科学技術協力
所轄部署：地球環境部	協力金額：3億9,500万円（ODA分）
協力期間： 2011年5月24日～ 2016年5月23日	先方代表機関：環境森林気候変動省（MoEFCC）国家河川保全局（NRCD）、ウッタール・プラデシュ州上下水道公社（UPJN）、都市開発省中央公衆衛生環境局（CPHEEO） 先方研究機関：中央公害対策委員会（CPCB）、アリガムスリム大学（AMU）、インド工科大学ルーキー校（IIT Roorkee）
R/D署名日： 2011年3月4日	日本側協力機関：国立大学法人東北大学、国立大学法人長岡技術科学大学、国立高等専木更津工業高等専門学校、香川高等専門学校、新潟薬科大学
<p>1-1 協力の背景と概要</p> <p>インドでは、急速な工業化と経済社会の変化による都市の拡大が深刻な河川の汚染をもたらしている。インド政府は、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。</p> <p>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る。インド政府は国家河川保全計画（National River Conservation Plan：NRCP）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をめざしており、環境森林気候変動省（Ministry of Environment, Forestry and Climate Change：MoEFCC）は州政府に対し支援を行っている。国家河川保全計画の下でこれまで39の河川・20の州・190の都市において下水処理施設・ポンプ場・下水道の整備等の河川浄化に向けた取り組みが行われており、そのなかにはわが国ODAが支援するヤムナ川アクションプラン（Yamuna Action Plan）も含まれる。当該政策を通じ建設された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な技術として上昇流嫌気性汚泥床（Up-flow Anaerobic Sludge Blanket：UASB）法（嫌気性処理技術）が適用されている。同技術では後段処理のために広大な安定化池-通性嫌気性ラグーン（Final Polishing Unit：FPU）を設置する必要があるが、用地の確保が難しいこと、後段処理を施しても排水基準を満たせない等の課題があり、低コストでより処理能力の高い後段処理技術の開発が必要となっている。</p> <p>下降流懸垂型スポンジ（Down-flow Hanging Sponge：DHS）法はわが国大学が開発した下水処理技術であり、これまでハリヤナ州カルナールに設置された百万リットル/日（=1,000m³/日）（Million Liters per Day：MLD）の実証プラントを用いた5年以上にわたる継続モニタリング実験の結果から、処理性能、汚泥発生量、維持管理（Operation and Maintenance：O&M）コスト、建設用地面積などの面で他の下水処理技術に対する比較優位性が示唆されている。</p>	

このような背景から、インド政府はわが国に対して、UASBの後段処理としてのDHSシステムの実証を目的とする地球規模課題対応国際科学技術協力（Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development：SATREPS）に係る要請書を提出した。

上記の要請を受けて2010年9月7～16日に詳細計画策定調査が実施され、2011年5月から5年間の予定で国家河川保全局（National River Conservation Directorate：NRCD）及びウットル・プラデシュ州上下水道公社（Uttar Pradesh Jal Nigam：UPJN）を主なカウンターパート（Counterpart Personnel：C/P）機関、東北大学を日本側の研究代表機関とする「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」（以下、「本プロジェクト」と記す）が開始した。2013年12月1～19日には中間レビューが実施された。本プロジェクトは2016年5月に終了予定であることから、今般、終了時評価調査を実施した。

1-2 協力内容

(1) プロジェクト目標

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

(2) 成果

1. インド・アグラ市の下水処理場に新規建造するDHSリアクターの連続処理実験を行い、上昇流嫌気性汚泥床ー下降流懸垂型スポンジ（Up-flow Anaerobic Sludge Blanket-Down-flow Hanging Sponge：UASB-DHS）システムの下水処理への適用性を実証する。
2. UASB-DHSシステムの設計指針及び運営維持管理ガイドラインが作成され、それらの普及計画が準備される。

(3) 投入

<日本側>

- 1) 短期専門家（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）18名：66.92MM、長期専門家（業務調整）1名：46.67MM
合計112.59MM（2015年9月末時点）
- 2) 実証プラントの設計・建設等 約1億8,560万円
- 3) その他機材：水質分析機材、等
- 4) 本邦研修：12名
研修テーマ：第1回「調整会議」、第2回「下水処理技術と運営にかかわるC/P研修」、第3回研修「調整会議」
- 5) 現地業務費：約5,240万円（2015年9月末時点）
主な支出は専門家活動費、実験機材購入費、実験機材等の維持管理費、ワークショップ

ブ費、UASB-DHS プラントの設置対象の下水処理場における実験室修復費、現地スタッフや DHS プラント建設にかかわるコンサルタント費等の現地備人費

<インド側>

1) カウンターパート (C/P) 配置

- ① NRCD (2名：プロジェクト・ダイレクター、副プロジェクト・ダイレクター)
- ② UPJN (2名：プロジェクト・マネジャー、副プロジェクト・マネジャー)
- ③ AMU (5名：研究者1名、博士院生と修士院生4名)
- ④ IIT Roorkee (2名：研究者)

2) 施設等

実証プラント建設用地、実験室用スペース、専門家執務用事務所の提供 (照明器具、電気設備、机、椅子等を含む)

3) 現地業務費：合計 130 万 INR [1INR=1,855 円 (2015 年 11 月 JICA 統制レート)]

2. 評価調査団の概要

総括	柴田 和直	JICA 地球環境部環境管理グループ環境管理第二チーム 課長	
下水処理技術	鎌田 寛子	JICA 国際協力専門員 (環境管理)	
協力企画	大西 静	JICA 地球環境部環境管理グループ環境管理第二チーム 主任調査役	
評価分析	青木 憲代	アースアンドヒューマンコーポレーション (株) コンサルタント	
SATREPS 研究主幹	井上 孝太郎	国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) 上席フェロー	
SATREPS 計画・評価	阿部 弘行	JST 国際科学技術部 SATREPS グループ 主任調査員	
調査期間	2015 年 10 月 25 日～2015 年 11 月 7 日	調査種類	終了時評価

3. 評価結果の概要

3-1 実績の確認

3-1-1 成果の達成度

指標 1-1 「放流水質が 1 年以上連続して排水基準の生物化学的酸素要求量 (Biochemical Oxygen Demand : BOD) 30mg/リットルを維持する」

2014 年 7 月から実証プラントの連続稼働モニタリングを開始したが、UASB 処理水の流量や水質がプラント設計上の設定 [5MLD、水理的滞留時間 (Hydraulic Retention Time : HRT) 1.44 時間、BOD 60mg/リットル以下] と異なる状況が続き、特にモニタリング開始当初は流入水の BOD 値が 60mg/リットルを大幅に上回り、排水基準 30mg/リットルを達成することはほとんどなかった。開始後 416 日目から DHS への流入量を 3MLD (HRT 2.4 時間) に変更した結果、DHS 処理水は 30mg/リットル以下を達成するようになった。

他方で近々インド政府は下水処理場からの放流水の水質基準を改訂・公布し、今後 5 年

間で全土の州・郡の下水処理場での同基準の順守をめざすとしていることから、新たな BOD 基準値（10mg/リットル以下）及びそれ以外の水質項目の基準値への対応が必要となっている。

指標 1-2 「他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」

長岡技術科学大学とアリガムスリム大学（Aligarh Muslim University : AMU）がローカルコンサルタント委託調査により実施した経済性評価の暫定結果（※DHS システムの処理水量を 5MLD として分析）によれば、他の代表的な下水処理システムと比較した際の UASB-DHS システムの省エネルギー効果が示された。

指標 2-1・2-2 「UASB-DHS システムの設計ガイドラインと運営維持管理ガイドラインが NRCO、UPJN 等の関係政府機関に提出される」

2014 年末にドラフトが作成され、2015 年 7 月までにインド側のワーキンググループ（Working Group : WG）メンバーからのコメント取り付けがなされ、2015 年 11 月の第 5 回合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）時に最新版が提出された。終了時評価時点で継続改訂中である。

3-1-2 プロジェクト目標の達成度

プロジェクト目標「エネルギー消費・運営維持管理・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」

上記の経済性比較調査の暫定結果（※DHS システムの処理水量を 5MLD として分析）によれば、エネルギー消費は他の下水処理システムと比較して総じて低く、敷地面積と運営維持管理費は最も低く抑えられている。他方、DHS システムの初期建設費用は他のシステムと比べて割高であることが判明した。その要因としては実証プラントであり計器等の研究用付属機器を含むことや担体が比較的高額であることが挙げられる。処理容量の拡大や DHS の普及に伴い DHS の商業生産が可能となった場合の費用を推計し比較に用いること、及びライフサイクル・コスト・アセスメントにおいて DHS システムの総合的な優位性を示す必要がある。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性：高い

本プロジェクトは、インド政府による河川浄化と下水処理にかかわる政策と日本側の対インド援助政策に整合しており、UASB の後段処理方法として省スペースの処理法の開発という点でインド側のニーズに合致している。各関連機関は、UASB-DHS システムへの関心が高い。関係する諸機関はそれぞれ監督的立場の機関、実施にかかわる機関、研究機関と適切に分かれ、適切な機関が選定されている。日本側研究機関は、途上国で適用可能な下水処理技術の開発のために DHS 技術の研究を長く実施しており、技術的優位性があるといえる。プロジェクトの実施方法は援助方法として適切である。したがって妥当性は高いとした。

(2) 有効性：比較的高い

DHS プラントの完成が遅れたことから、本終了時評価の時点では 1 年間分の連続処理デ

ータは採取できていない。処理水質 30mg/リットル以下達成という指標については、流入水の水質に応じて日処理水量を 3MLD に下げることで達成が見込まれる。また、他の下水処理技術と比較して単位 MLD 当たりの省エネルギー効果が示唆された。設計ガイドラインと運営維持管理ガイドラインのドラフトは、2015 年 11 月の第 5 回 JCC に提出されたが、アグラでの実証試験の結果判明したインド現地の下水事情や、新放流水質基準への対応の反映が必要である。今後は、残る期間で実験と解析の継続により上記の課題に対応し、DHS の処理能力を実証することが必要となる。

(3) 効率性：中程度

DHS プラントの建設と共同研究体制の確立が遅れたことが、プロジェクトの効率性に影響した。中間レビュー後、東北大学は、インド側との共同研究を行うためにインド工科大学ルーキー校 (Indian Institute of Technology Roorkee : IIT Roorkee) と覚書を締結し、IIT Roorkee はアグラの DHS プラントで実験を続ける研究員を配置した。長岡技科大学は、AMU と研究にかかわる TOR (Terms of Reference) を結び、DHS のエネルギー効率、汚泥量、経済評価にかかわる共同研究を開始した。日本人短期専門家は、DHS プラントの正式完工に先駆けて 2014 年 7 月から連続モニタリングを開始したが、DHS への流入量や流入水の水質の管理、下水処理場で発生する硫化水素の影響による腐食しやすい環境下における水質分析機材の維持管理等に困難を来している。また日本人短期専門家の派遣期間は、実験条件の調整に必要な先方関係機関との協議や共同研究体制の構築などの基本的な事業マネジメントを適切に行うには不十分であった。

(4) インパクト：比較的高い (見込み)

UASB-DHS システムの比較優位を証明する有益なデータは蓄積されつつあり、プロジェクトが開催したワークショップ等をきっかけに、行政官や学術研究者が DHS 開発の潜在的な有用性に関心をもつようになり、DHS の性能のさらなる向上とインドでの調達等によるコスト削減を強く期待するようになった。よって潜在的なインパクトは比較的高い。ただし、実際に DHS の優位性を証明するための説得力のある科学的データの提示や共同研究成果の発表が、協力期間中に行われるかは現時点では不透明である。

(5) 持続性：比較的高い

インド政府は下水関連政策として河川保全のための下水処理場の拡大、及び省面積型の UASB の後段処理技術の開発に注力しており、政策としての持続性は高い。また体制面では行政部門である NRCD や UPJN が今後の UASB-DHS システムの支援を表明していることから、政策面の持続性は比較的高い。

技術的観点からは、DHS 研究開発の継続のために、IIT Roorkee と AMU がインドの科学技術省の支援を得て行う研究に関心を示しているが、どのような枠組みで研究を継続するかは明らかとなっていない。また DHS システムの運営維持管理においては引き続き日本人研究者の指導が必要である。これらの点から技術的な持続性は中程度とされた。

財政面では、プロジェクトの終了後も UPJN が UASB-DHS システムの運営維持管理費用を負担するとしているが、連続モニタリングとインドでの普及に向けた継続的な研究開発

のためにはさらなる資金投入が必要であるものの、資金確保の見通しは現時点では不確実である。

3-3 効果発現に貢献した要因

特になし。

3-4 問題点及び問題を惹起した要因

(1) 計画内容に関すること

1) DHS プラント設計のための事前情報収集

DHS プラント建設の詳細設計と入札図書が作成された際、DHS プラントへの流入水質については実際の建設予定地であるアグラの下水処理場の UASB の処理水質ではなく、カルナールの経験を基に作成が行われた。その結果、実際の DHS プラントへの流入水の量や質が設計基準と大幅に異なる実態の把握と対処が遅れ、またインド側関係機関に対するプラント設計及び実証試験に必要な条件の整備（例：DHS プラントの設計上の流入水基準は BOD 60mg/リットル以下であり、実験上も同水準を下回る流入水の状態を維持する必要があったこと）の明示的な説明が不足していたため、必要な実験条件を整えるのが困難となり遅れを来した。

2) 事業管理に必要なインド側とのコミュニケーション及び情報共有

日本側研究者の現地活動期間が極めて短期間であった等の理由により、事業の具体的な活動計画や進捗状況、DHS プラントの設計詳細、実験条件などの重要な情報について、インド側関係機関に十分に伝達し、協議し、明確な共通認識を形成することができていなかった点が指摘される。

(2) 実施プロセスに関すること

1) 共同研究体制の構築の遅れ

共同研究機関の確保を含め、全体に共同研究体制の確立が遅れた。影響を与えた要因のひとつとして、首都ニューデリーやプロジェクトサイトのアグラと、候補となった共同研究機関との地理的距離が大幅に離れており、パートナー大学への表敬や協議のための訪問が困難であったため、双方大学の上位の責任者を巻き込んだ組織的連携に係る対話の欠如につながった可能性が挙げられる。

2) 日本人専門家の派遣期間の短さ

日本人短期専門家の派遣期間が短く、研究者の平均的な現地活動日数は本邦・インド間、ニューデリー・アグラ間の移動日も含めて5日から7日であった。このように短い期間でインド側 C/P と複雑な課題や対策を話し合い、共同研究や技術移転を行うことは困難であった。

3) 実験条件の維持

建設工事の遅れや、UASB の維持管理や汚泥処理が適切になされていないことで生じ

た DHS への流入水質の問題、停電等による処理水容量の不足等が、モニタリング活動とその分析に影響を与えた。UASB の維持管理問題については 2014 年半ばころより UPJN に対し汚泥処理の必要性を申し入れたものの、作業に必要なコンプレッサーを入手できない等の理由により、十分な汚泥除去には至らなかった。

3-5 提言

(1) 連続処理モニタリングと分析による UASB-DHS システムの性能と優位性の明確化

DHS への流量 (MLD) 及び流入水質と処理水質 (BOD 等) との関係性について、モニタリング・分析の継続と分析結果を明示するとともに、インドの新放流水質基準 (例: BOD については 10mg/リットル以下) を満たすための UASB-DHS の設計と運用条件を分析し、明らかにする必要がある。さらにインド側評価団員からは、新放流水質基準に照らし、BOD のみならず化学的酸素要求量 (Chemical Oxygen Demand : COD)、浮遊物質 (Suspended Solid : SS)、窒素、リン、大腸菌等のパラメーターについても研究結果を提示すべきとの見解が示されたため、提言に含めた。

(2) UASB-DHS の設計ガイドラインと O&M ガイドラインとパンフレットの修正

DHS 処理効率はその前段の UASB の処理水質と処理水量に大きく左右されるが、インドに導入されている UASB の維持管理状況は必ずしも適切ではなく、結果的に DHS への流入水質が BOD 60mg/リットルを大きく超えることが想定される。本事業では、アグラの下水処理場の UASB 運転実態を十分把握して設計をすべきところ、カルナールの実績を基に DHS プラントの設計を行った結果、設計上の処理効率が上がらず、流入水量を 5MLD から 3MLD 以下に下げざるを得ない結果となった。DHS システムのインドでの普及に際しては、必ずしも適切に処理されていない UASB 処理水でも新基準を達成するために、ある程度の幅をもたせた設計基準を定めることが必要であり、それにより負荷変動に強い施設となる。

現在作成中の UASB-DHS の設計及び O&M ガイドラインについては、上記 (1) の追加分析結果を反映し、なおかつインド側が自ら DHS システムの設計、建設、運転を行えるような内容とすることが求められる。具体的には以下の改善点として挙げられる。

- ・ インドにおける UASB 処理水 (DHS への流入水) の実情を踏まえ、BOD 値や COD 値の高い流入水、BOD/COD 比の小さい (すなわち微生物学的分解性の低い) 流入水などのさまざまな条件に対応するための方策を含めること
- ・ 新放流水質基準に対応するための方策を含めること
- ・ DHS への流入水の質・量と処理水質と HRT との相関関係を提示し、ユーザーが設計とは異なる流入水等の多様な条件下でも DHS システムを運用できるようにすること
- ・ プラント初期建設概算については実証用プラントでなく普及用プラントを想定して計算を見直すこと

さらに、他の下水処理技術との比較評価により DHS システムの費用対効果及びエネルギー効率等の優位性を明確に立証し、下水処理技術の意思決定者へのアピールを意識した(プ

ロジェクト紹介パンフレットではなく) UASB-DHS システムそのものの普及広報用パンフレットを作成することを提言した。

(3) インドにおける社会実装を目的とした科学的実証の結果報告、及び DHS ガイドラインを活用した政策決定者と関係者への普及のための道筋づくり

インドの新放流水質基準が今後数カ月以内に公布される予定であり、NRCD 及び中央公害対策委員会 (Central Pollution Control Board : CPCB) はインド全土の州・郡の自治体に対して以後 5 年間の適応期間を設けて周知・啓発活動を行い、新基準の順守を徹底していく方針としている。UASB を多く有する自治体では、新基準を満たす二次処理システムの更新や導入が必要となることから、DHS システムの普及をめざす場合には上記の新基準の適用プロセスに合わせて進めていくことが重要である。そのため 2016 年 2 月に実施予定の下水行政政策決定者向けのガイドライン発表ワークショップまでに、処理性能とコストの両面での DHS の優位性を信頼性・説得力のあるデータをもって実証し、それらを反映したガイドラインと広報普及用パンフレットを完成させることを提言した。また、インド側では NRCD が本プロジェクトの科学的成果と完成版ガイドラインを州政府及びその他の下水技術関連の意思決定者に広く周知していくことを提言に含めた。特に州政府は下水処理技術の選定主体であり、DHS システムの優位性を着実に認識してもらうことが重要である。そのため今後協力期間内にインドにおける DHS システムの普及推進のためのロードマップの準備、及び意思決定者に対する情報発信を行うことを求めた。

(4) インドに適用可能な DHS システムの研究開発の継続

インドに DHS システムを適応させるためにはさらなる研究開発が必要となるが、現在の研究活動がプロジェクト終了後にどのように継続されるのかは不透明である。AMU では 2014 年夏ごろより大学内の廃水処理のための DHS プラント建設やカタールの研究基金への応募を検討するなど、DHS 研究開発への意欲を示しているものの、こうした先方のイニシアティブを後押しする形で研究資金の獲得や事業化には至っていない。もう片方のパートナー大学である IIT では AMU ほど研究構想が進んでおらず、また元東北大学所属のインド人研究者の就職先であるインドエネルギー資源研究所 (The Energy and Resources Institute : TERI) との組織的対話も、本調査の時点では行われていない。さらに、インド側研究者が主体的な研究を進めるために必要な技術移転やキャパシティビルディングや共同研究活動を通じた DHS 研究開発に係る知識体系の共有の進み具合について、本調査では十分に確認できなかった。研究開発の持続性を担保するには、協力期間内に、インド側研究者が自身で実験計画の作成、データの採取、解析ができるようにするための技術移転や指導を行う必要がある。

提言として、インド側に対してはプロジェクト終了までと終了後に DHS システムの継続的な研究開発のための計画策定を、日本人研究者に対しては残りの協力期間にインド側研究者への研究開発の技術移転の強化を、それぞれ進めることを記した。インド側からは、DHS プラント建設が約 15 カ月遅延したことを踏まえ、協力期間終了後も日本人研究者による学術・技術的支援の継続についての要望が表明された。

(5) UASB-DHS システムの継続的な運営維持管理と、日本側からの必要な技術的サポートの提供

DHS プラントは、運営維持管理ガイドラインに沿って定期的に運転や維持管理がなされなければ、スポンジ担体の劣化等を招くリスクがある。今後 2015 年度末から協力期間終了予定の 2016 年 5 月にかけて、現在アグラに赴任している両国の研究者、業務調整専門家、別途備上しているインド人エンジニア（本邦施工監理コンサルタントのインドにおける現地企業から派遣中）などが次々に現場を去ることとなるため、上記のリスクは大きい。本調査では、UPJN が UASB-DHS システムを適切に運営管理するための必要な人員・予算を手当することを再度提言に含めると同時に、協力期間終了後も DHS プラントのトラブルシューティングのために日本側研究機関が UPJN に対し必要な技術的サポートを提供するよう求めた。

また、本プロジェクトでは水質分析機材を中心とする 48 点余の機材供与を実施し、そのほとんどをアグラ下水処理場に設置しているが、下水処理場で発生する硫化水素の影響により分析機材が腐食し頻繁に故障を起こしているため、UPJN の所有する別の場所に移設するか、現在の場所で硫化水素及び湿度の対策（ラボの密閉性改善、エアコンのメンテナンス、フレアリング、湿度除去）を行うよう、NRCD が UPJN に申し入れた。

また、本調査の時点で協力期間終了後の DHS プラントを活用した研究事業の見通しが立っていないことから、DHS プラントの性能維持のため最低限でも NRCD の監督の下で CPCB に DHS 処理水の水質サンプル分析を定期的に行ってもらうことをインド側に確認し、これを提言に含めた。

(6) 両国研究者による共同研究論文の執筆計画と国際会議における発表

本調査の時点で共同研究論文の発表実績がなく、研究チームによればデータ蓄積量・期間の観点から協力期間中の共同論文発表は困難とのことであったが、共同国際研究スキームの一環として協力期間中に共同論文の執筆計画の策定や国際会議での発表を行うことを提言に含めた。

3-6 教訓

(1) 準備調査等による実証サイトの事前確認（施設設計と実験条件の整備に必要十分な事前準備期間の確保）

本プロジェクトでは、基礎的な実験条件である UASB 処理水（DHS 流入水）の質と量についてのプラント設計前の実証サイトの状況確認が不十分であったため、DHS プラントのモニタリングを開始したあとに流入水の質や量が想定された施設設計や実験条件と異なることが発覚し、対応に奔走する結果となり、BOD 60mg/リットル以下の流入水を用いることを想定していた研究の実施は非常に困難となった。新施設設計に際しては、想定される実験条件に照らした現場の実際の状況について十分な準備調査を行い、事前あるいは早期に必要な軌道修正や対策を講じることが必要であった。

(2) 研究者の派遣期間

プロトタイプとして初めて建設する DHS プラントの建設過程、及び完成後において、プ

ラントや実験研究の条件を管理するために C/P 機関との必要な調整を行う日本人研究者が常駐しておらず、事業実施に困難を来した。技術の確立・普及段階に至っていない実証プラントの建設と運営・維持管理に際しては、研究者の長期派遣や常駐を行い、相手国関係機関との密なコミュニケーションやトラブル対応に対応できる体制の確保が必要である。

(3) コミュニケーションと組織的な共同研究パートナーシップの必要性

本事業のように活動サイトが共同研究機関がなく、地理的に離れている場合には、双方研究機関の学部長級など相応のレベルを巻き込んで組織的な共同研究パートナーシップを構築するための面談・表敬、共同イベント開催、ニュースレター発信等の一層の努力と工夫が必要であった。

Summary of Evaluation Results

1. Outline of the Project	
Country: India	Project Title: UASB-DHS Integrated System - A Sustainable Sewerage Treatment Technology
Sector: Planning/Government-Government-Environment Issue	Cooperation Scheme: Technical Cooperation Project-SATRPS* * Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development
Division in Charge: Global Environment Department	Total Cost: Approx. 395 million yen (Japanese ODA)
Period of Cooperation: March 24, 2011 - March 23, 2016 (five years) (R/D): March 4 2012	Implementation Organizations: National River Conservation Directorate (NRCD), Uttar Pradesh Jal Nigam(UPJN), Central Public Health and Environmental Engineering Organization (CPHEEO) Research Organizations: Central Pollution Control Board (CPCB), Aligarh Muslim University (AMU), Indian Institute of Technology Roorkee (IIT Roorkee)
	Supporting Organization in Japan: Tohoku University, Nagaoka University of Technology, Kisarazu Institute of National College of Technology, Kagawa Institute of National College of Technology, Niigata University of Pharmacy and Applied Life Sciences
1-1 Background of the Project	
<p>In India, rapid industrialization and socio-economic changes have accelerated urban growth, which has subsequently polluted rivers. The Ministry of Environment, Forests, and Climate Change (MoEFCC) has been providing assistance to the various State Governments for the abatement of the increasing pollution of rivers of identified stretches of rivers under the National River Conservation Plan (NRCP).</p> <p>During the initial phase of the NRCP, a large number of sewage treatment plants (STPs) were constructed based on activated sludge process (ASP) technology. However, the ASP technology required higher operation and maintenance (O&M) costs and had higher energy requirements. Considering these constraints, technologies more appropriate for Indian conditions that use less energy and have lower O&M costs, such as the Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) process and waste stabilization ponds, were adopted. A UASB plant requires a post-treatment step in order to comply with the effluent discharge standards. Thus, most of the UASB plants are provided with a polishing pond, specifically a final polishing unit (FPU), with a one or two day detention period. However, the FPU requires a considerably large area of land. Furthermore, an issue developed in which a UASB-FPU system was unable to meet the effluent standards.</p> <p>The Down-flow Hanging Sponge (DHS) system is a technology developed at the Nagaoka University of Technology, Japan, especially for post-treatment of effluent from UASB reactors. A key of the DHS system is the use of a polyurethane sponge as a support material to retain sludge. The UASB effluent is supplied to the top of each sponge module and it trickles down to the bottom of the module.</p> <p>The performance of a 1MLD pilot DHS plant at Karnal has been continuously monitored for more than five years. It has been reported that the effluent quality was fairly good and that the plant has also reduced the amount of sludge production. The DHS system requires simple O&M and less land. Based on the experience of the pilot DHS plant at Karnal, the National River Conservation Directorate (NRCD) submitted a request for Japanese Technical Cooperation under the Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS) Scheme, with the intention to up-scale the DHS system through collaborative research and a practical scale experiment of the UASB-DHS integrated system.</p>	

Upon approval of the proposal by the Japanese Government and Detailed Planning Study by JICA in September 2010, the Project activities began in May 2011, with a time frame of five years. The Project for UASB-DHS Integrated System-A Sustainable Sewerage Treatment Technology (hereinafter referred to as the Project) has been undertaking a range of activities mostly at Agra along with Uttar Pradesh Jal Nigam (UPJN) to achieve Project Purpose. The Mid-term review was conducted in December 2013. Since the Project will be completed in May 2016, the terminal evaluation is conducted.

1-2 Project Overview

(1) Project Purpose

A novel sewage treatment technology, which is appropriate from viewpoint of energy consumption, O&M, land requirement and total cost, is developed.

(2) Outputs

1. The applicability of Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) - Down-flow Hanging Sponge (DHS) system for sewage treatment in India is verified through a continuous operation of the newly-established UASB-DHS system in Agra, Uttar Pradesh State.

Indicator 1-1. Effluent water quality continuously meets effluent discharge standard value of BOD 30mg/L for more than a year.

Indicator 1-2. UASB-DHS system is demonstrated to be more effective in terms of energy conservation.

2. Design and O&M Guidelines for UASB-DHS system are drawn up, and dissemination plan for the Guidelines and Manual (Draft)* is prepared. * A manual needs an approval by the Government of India. Therefore, a manual is changed into guidelines as the result of discussions between Japanese side and Indian side.

Indicator 2-1. Design Guidelines for UASB-DHS system is presented to NRCD, UPJN and CPHEEO.

Indicator 2-2. O&M Guidelines for UASB-DHS system is presented to NRCD, UPJN and CPHEEO.

(4) Inputs

Japanese side:

(a) Experts: 18 short-term experts 66.92 MM, one long-term expert as a coordinator 46.67MM 112.59 MM in total as of the end of 2015.

Areas: plant management, wastewater treatment, sewage treatment, environmental microbiology, environmental management, environmental bioengineering, risk management, sludge management, leader, sub-leader, project coordinator.

(b) Design and Construction of 5MLD DHS Pilot Plant approx. 185.6 Million Yen

(c) Equipment: equipment for water analysis, measuring microorganism and so on.

(d) Trainings in Japan: 12 persons.

Theme of training courses: 1st: Coordinating Meeting, 2nd: C/P training on Sewage Treatment Technology and Management, 3rd: Coordinating Meeting

(e) Local operation cost borne by the Japanese side: 52.4 million yen (As of September 2015)

Major expenses : expenses for expert activities, procurement of materials and equipment for laboratory experiments, maintenance of laboratory equipment, workshop expenses, renovation cost of laboratory at Agra, employment of local staff and consultants for construction of DHS plant etc.

Indian side:

1. C/P personnel arrangement:

- 1) NRCD (two persons: one Project Director, one Deputy Director of NRCD, MoEFCC)
- 2) UPJN (two persons: one General Manager, one Deputy Project Manager)
- 3) AMU (five persons: one associate professor, four PhD and master students)
- 4) IIT-Roorkee (two professors)

2. Provision of Facilities

Land for pilot plant construction, space for laboratory and space for a long-term expert office including lights, electric facility, desk and chairs, etc.

3. Local expenses 1.3 million INR (India Rupee) in total

The local expenses borne by the Indian side totaled 1.3 million INR.

2. Evaluation Team

JICA Member	Mr. Kazunao Shibata	Leader	Director for Environmental Management Team 2, Environment Management Group, Global Environment Department, JICA
	Ms. Hiroko Kamata	Sewage Treatment Technology	Senior Advisor (Environmental Management, Water Supply and Sanitation), JICA
	Ms. Shizuka Onishi	Cooperation Planning	Deputy Director Environmental Management Team 2 Environment Management Group/ Forestry and Nature Conservation Group/ Office for Climate Change Global Environment Department JICA
	Ms. Noriyo Aoki	Evaluation Analysis	Consultant, Earth and Human Corporation
JST Member	Mr. Kotaro Inoue	SATREPS Research Supervisor	Principal Fellow Japan Science and Technology Agency (JST)
	Mr. Hiroyuki Abe	SATREPS Planning & Evaluation	Senior Associate Research Supervisor Development of International Affairs SATREPS Group, JST
Period of Evaluation	October 25 –November 7, 2015	Evaluation Type	Terminal Evaluation Study

3. Results of Evaluation

3-1 Confirmation of Results

3-1-1 Achievement of Outputs

Indicator 1.1 “Effluent water quality continuously meets effluent discharge standard value of less than BOD 30mg/L for more than a year”

Continuous operation and monitoring of DHS plant started in July 2014. During a flow-rate of 5 MLD in hydraulic retention time (HRT) of 1.44 hours, DHS effluent exceeded the discharge standard of 30 mg/L due to the fact that most DHS influent was significantly exceeding the design criteria of 60 mg/L BOD-Influent. During a flow-rate of 3 MLD in HRT of 2.4 hours, the DHS system was able to satisfy the 30mg/L discharge standard.

On the other hand, according to the Indian authorities, a new set of discharge standard will soon be enforced, therefore it is necessary to take them into consideration, including BOD (<10mg/L) and other parameters.

Indicator 1.2 “UASB-DHS system is demonstrated to be more effective in terms of energy conservation”

Based on the results of the economic assessment of Nagaoka University of Technology and AMU, Indian local consultants have undertaken the comparative economic assessment. The preliminary results prove the energy saving effect of the UASB-DHS system compared to the other STPs.

Indicators 1.2, 2.2 “Design Guidelines and O&M Guidelines for the UASB-DHS system are presented to NRCD, UPJN, and CPHEEO.”

The draft guidelines have been developed in 2014 and comments have been collected from Indian Working Group member institutions. The latest versions have been submitted on the occasion of the 5th JCC. Revision of the guidelines is ongoing at the time of the terminal evaluation study.

3-1-2 Achievement of Project Purpose

Project Purpose “A novel sewage treatment technology, which is appropriate from viewpoint of energy consumption, O&M, land requirement and total cost, is developed.”

According to the preliminary results of a comparative study conducted by local consultants, in comparison to other sewage treatment systems, UASB-DHS system has relatively lower energy consumption. Its land requirement and O&M cost are the lowest among the studied systems. However, the appropriateness in terms of capital cost remains to be achieved. The construction cost of pilot DHS plant in Agra is high partly because it includes testing equipment as a part of the experimental plant.

3-2 Summary of Evaluation Results

(1) Relevance: high

The Project is well aligned with Indian policies on river purification and sewage water treatment as well as with Japan’s ODA policy towards India. It is also responsive to the development needs for the post-treatment system of UASB, which could reduce land and energy requirements and produce less sludge. The approach is to utilize Japan’s comparative advantage in the area of sewage technology in the developing countries as the expert team has continuously studied the DHS technology. Therefore, Relevance of the Project is high.

(2) Effectiveness: relatively high

Despite several inhibiting factors, Project Purpose and Outputs have mostly been achieved, or are expected to be achieved by the end of the Project. The continuous monitoring data is obtained for less than one year. At a flow-rate of 3 MLD in HRT of 2.4 hours, the DHS system is able to satisfy the discharge standard of less than 30mg/L. The DHS system also has the potential to satisfy the new discharge standard of 10 mg/L, which will be adopted in a few months; however this needs to be examined. The energy-saving effect of the UASB-DHS system has been proved compared to other STPs. The draft UASB-DHS design and O&M guidelines were presented on the occasion of the 5th JCC meeting in November 2015. Continuous experimentation and analysis is still required in the remaining period to clarify the performance of UASB-DHS system.

(3) Efficiency: fair

Inputs from both Indian and Japanese sides are provided. However, in the first half of the Project period, the delay in construction of the DHS plant and establishment of co-research partnership has affected the efficiency of the Project. In the latter half of the project, management of required conditions for experimental research became a considerable challenge. Inputs of the short-term Japanese experts were intermittent and short to implement the activities smoothly. After the Mid-term Review, the Project has been able to execute joint research activities in collaboration with Indian side.

(4) Impact: relatively high

Some influences and the ripple effects brought by the Project are observed in the latter half of the Project as described below. Various stakeholders including large-scale Indian private companies show interest in further potentials of the DHS through the Project. After the completion of drafting the Guidelines, the workshop and TOT which will be held in February 2016, the Project is expected to produce more ripple effects. On the conditions that the following sustainability issues will be addressed and the recommendations will be implemented, it is expected that the Project will be able to produce high impacts after the completion of the Project. Based on these conditions, presently the impact can be judged as relatively high.

(5) Sustainability: relatively high

The sustainability in terms of policy is high, because the Indian policy directions are favorable to energy and land saving STP which produces less sludge. From the institutional point of view, the related organizations such as NRCDC, UPJN have addressed the future support for the UASB-DHS system. Therefore, the institutional sustainability is considered relatively high. The technical sustainability is regarded as fair because it is required to clarify how the O&M of the DHS plant and the research using the plant will be continued after the Project completion. the O&M of the DHS still needs the expert guidance and directions. For the financial sustainability, although Indian side has expressed its will to ensure the O&M cost of the UASB-DHS system, the continuous development of the DHS and its

localization needs the finances to support the activities. The financial sustainability is fair. Therefore, it is concluded that the sustainability as a whole is considered relatively high.

3-3 Factors contributing to the determination of effects

None in particular.

3-4 Factors that impeded realization of outcomes

(1) Factors related to planning

1) Preliminary Study for DHS site selection

The detailed design and tender documents of the DHS plant construction were prepared by Tohoku University and a Japanese consulting firm based on the conditions of Karnal (UASB effluent quality: <60mg/L). Actual conditions of UASB effluent were not known until the monitoring of DHS performance started, due to lack of preliminary verification studies. Due to time and communication constraints, it was difficult to facilitate communication between Indian and Japanese sides and verify the actual data.

2) Information exchange for experimental study

While some have reported that collaborative research work has improved following the Mid-term Review, there has been feedback that certain organizations have not been able to receive frequent communication and clear information regarding the progress of the Project, the design of the DHS plant and conditions of the experiment.

(2) Factors related to the implementation process

1) Delay of co-research partnership establishment

The establishment of a co-research study framework has been delayed. One of the factors that may have made it difficult to establish an institutional partnership is the geographical distance from the DHS site to the research institutes.

2) Limited dispatch duration of the short-term experts

The Project leader, sub-leader and main researchers specializing in the UASB-DHS system have been dispatched for five to seven days at a time including traveling time from Japan. It is fair to conclude that it is difficult for these people to manage the Project, discuss measures to be taken with Indian counterparts and transfer technology by joint research work in such a short period. The management of conditions necessary for experimental research and O&M of the DHS plant has not been sufficient.

3) Difficulties in maintaining required conditions for the experiment

During the initial stage, the delay of construction, insufficiency of influent water volumes to the UASB due to power outages and other factors, and high value of the BOD in the DHS influent was not properly managed through O&M and removal of sludge. These factors have been influencing monitoring and analysis.

3-5 Recommendations

(1) Clarification of performance and advantage of the UASB-DHS system with continuous monitoring and analysis

The relationship between influent quality (BOD) and quantity (MLD) for achievement of the discharge standard (30mg/L) needs to be further monitored, analyzed, and clearly presented. In addition, the UASB-DHS design and operation conditions for achievement of a new Indian discharge standard (10mg/L) needs to be analyzed and proposed. The comparative assessment of all relevant parameters in addition to BOD is recommended.

(2) Revision of the UASB-DHS Design Guidelines, O&M Guidelines and the brochure

The UASB-DHS Design Guidelines and O&M Guidelines need to be improved by reflecting the results of further analysis to achieve effluent standards as mentioned in the above (1). so as to include more comprehensive information to the extent that enables the Indian side to independently design, construct and operate new DHS plants under the Indian context, as follows.

- Measures against various UASB influent qualities, such as high BOD, COD, low BOD/COD
- Measures to meet the prospective new discharge standard of BOD <10mg/L
- Demonstration of the relation between influent BOD, effluent BOD and HRT, which will enable users

to adjust the operation of the DHS system to various UASB and DHS influent qualities

- Re-examine the appropriateness of the total cost of the UASB-DHS system using the cost estimation of construction of actual plants instead of a proto-type experimental plant.

Furthermore, it is recommended to improve the existing UASB-DHS system brochure so as to make a stronger case on its cost- and energy-efficiency compared with other STPs, and to target the concerned decision-makers.

(3) Roadmap for dissemination of scientific achievements and the DHS Guidelines for policy-makers and stakeholders to promote practical application in India

In order to promote the application of the DHS system in India, NRCD shall take the necessary action to disseminate the scientific achievements and benefits of the Project. These Guidelines need to be circulated to the State Governments and all the concerned decision-makers. The State Governments, as key stakeholders in charge of decision-making of STP technologies, need to recognize the advantage of the DHS system. A roadmap for promoting practical application of the DHS system in India needs to be developed, and necessary information dissemination for decision-makers shall be completed during the Project.

(4) Continuous research and development and adaptation of DHS to the Indian context

While it is stated that further research and development is needed to adapt the DHS system to the Indian context, it is not clear how the present research activities will be continued following Project completion. It is recommended that the Indian research team continue planning for ongoing research and development of the DHS system before and after the completion of the Project. Japanese researchers should increase technical transfer of research and development to Indian researchers during the remaining period. It is also important to mutually share the results of the research, including those related to the sponge media, prior to Project completion.

(5) Continuous O&M of the UASB-DHS system and provision of necessary technical support

The DHS plant needs to be regularly operated based on O&M Guidelines in order to maintain its function and avoid damage to the plant, including the sponge media. It is requested that the UPJN ensures allocation of sufficient personnel and financial resources for effective management of the UASB-DHS system and related analytical equipment. It is recommended that UPJN prepares a new location to move the analytical equipment to avoid further damages due to corrosive atmosphere, or take necessary measures (reduction of H₂S concentration by AC maintenance, de-humidifier, repair of gas pipe, continuous flaring) promptly to avoid further damages of analytical equipment.

It is also necessary to monitor the performance of the DHS plant after the completion of the Project. CPCB may regularly conduct sample analysis of the effluent water from the DHS under the supervision of NRCD. Since technical difficulties may occur during the continuous O&M of the prototype plant, Tohoku University should maintain contact with UPJN and provide technical support where required.

(6) Planning of joint research paper(s) and presentation at international conference by both countries' researchers

As SATREPS is a joint international research scheme, a plan for publication of joint research article(s) by the end of the Project should be proposed to communicate the scientific outcome of the Project, and it is recommended that these findings be presented at an international conference.

3-6 Lessons Learned

(1) Prior confirmation of the experiment site through preparatory studies

Due to insufficient verification of basic conditions of the experiment site, such as UASB effluent quality and quantity, the Project encountered unexpected challenges when operation and monitoring of the DHS plant started. It is necessary to conduct a thorough preparatory study of site conditions prior to designing new facilities and conducting experiments, and take necessary measures against potential risks well in advance.

(2) Dispatch of long-term expert specializing in the DHS

Short-term experts have periodically been dispatched to monitor the results of DHS treatment during the Project. However, during and after the completion of the DHS plant, the Project lacked the permanent presence of a Japanese researcher who could coordinate with the Indian counterparts on a daily basis to

control basic conditions for the experiment. For a project, which involves construction and O&M of a prototype plant, further time and human resources need to be allocated for smooth operation, communication and troubleshooting.

(3) Strengthening communication and institutional co-research partnerships

In situations where research is not conducted within the partner research organizations, greater efforts are needed to build institutional co-research partnerships among corresponding levels of different research institutions from much earlier stages. Further efforts are needed to maintain communication with various stakeholder organizations in order to overcome the challenges of complexity and distance, such as by increasing the frequency of face-to-face meetings, joint organization of events, or publication of newsletters.

第 1 章 評価調査の概要

1-1 調査団派遣の目的

インドでは、急速な工業化と経済社会の変化による都市の拡大が深刻な河川の汚染をもたらしている。インド政府は、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る。インド政府は国家河川保全計画（NRCP）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をめざしており、環境森林気候変動省（Ministry of Environment, Forests and Climate Change : MoEFCC）は州政府に対し支援を行っている。国家河川保全計画（NRCP）の下でこれまで 39 の河川・20 の州・190 の都市において下水処理施設・ポンプ場・下水道の整備等の河川浄化に向けた取り組みが行われており、そのなかにはわが国 ODA が支援するヤムナ川アクションプラン（Yamuna Action Plan : YAP）も含まれる。当該政策を通じ建設された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な技術として UASB 法（嫌気性処理技術）が採用されている。同技術では後段処理のために広大な安定化池（Final Polishing Unit : FPU）を設置する必要があるが、用地の確保が難しいこと、後段処理を施しても排水基準を満たせない等の課題があり、低コストでより処理能力の高い後段処理技術の開発が必要となっている。

下降流懸垂型スポンジ（Down-flow Hanging Sponge : DHS）法はわが国大学が開発した下水処理技術であり、これまでハリヤナ州カルナールに設置された百万リットル/日（Million Liters per Day : MLD）の試験規模プラントを用いた 5 年以上にわたる継続モニタリング実験の結果から、処理性能、汚泥発生量、維持管理（Operation and Maintenance : O&M）のコスト、建設用地面積などの面で他の下水処理技術に対する比較優位性が示唆されている。

このような背景から、インド政府はわが国に対して、UASB の後段処理としての DHS システムの実証規模プラントを用いた実証を目的とする地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）に係る要請書を提出した。

上記の要請を受けて 2010 年 9 月 7～16 日に詳細計画策定調査が実施され、2011 年 5 月から 5 年間の予定で国家河川保全局（National River Conservation Directorate : NRCD）及びウッタル・プラデシュ州上下水道公社（Uttar Pradesh Jal Nigam : UPJN）を主なカウンターパート（Counterpart Personnel : C/P）機関、東北大学を日本側の研究代表機関とする「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」（以下、「本プロジェクト」と記す）が開始された。2013 年 12 月 1～19 日には中間レビューが実施された。本プロジェクトは 2016 年 5 月に終了予定であることから、今般、終了時評価調査を実施した。

1-2 調査団員の構成と調査期間

(1) 日本側

担当業務	氏名	所属	派遣期間
総括	柴田 和直	JICA 地球環境部環境管理グループ環境管理第二チーム 課長	2015年10月31日～11月7日
下水処理技術	鎌田 寛子	JICA 国際協力専門員（環境管理）	同上
協力企画	大西 静	JICA 地球環境部環境管理グループ環境管理第二チーム 主任調査役	同上
評価分析	青木 憲代	アースアンドヒューマンコーポレーション（株） コンサルタント	10月25日～11月7日
SATREPS 研究主幹	井上 孝太郎	国立研究開発法人科学技術振興機構（JST） 上席フェロー	10月31日～11月5日
SATREPS 計画・評価	阿部 弘行	JST 国際科学技術部 SATREPS グループ 主任調査員	10月31日～11月7日

(2) インド側

担当業務	氏名	所属
評価	Mr.Sanjay Kumar Singh	Deputy Director, National River Conservation Directorate (NRCD) Ministry of Environment, Forest & Climate Change
評価	Mr.R.M.Bhardwaj	Scientist 'E', Central Pollution Control Board (CPCB)

1-3 調査日程

月日	宿泊	時間	日程
10月25日	日	20:20	コンサルタント団員ニューデリー到着
10月26日	月	アグラ	10:30 JICA インド事務所表敬
			14:30 インド側評価者への説明
			15:15 NRCD、CPCB、中央公衆衛生環境局（CPHEEO）、国立環境工学研究所（NEERI）担当者への面談
			17:00 アグラへ移動（車両）
10月27日	火	アグラ	サイト訪問、日本人専門家への面談
10月28日	水	ニューデリー	合同評価報告書案作成 デリーへの移動（車両）
10月29日	木	ニューデリー	8:30 ラックナウへの移動（航空機）
			12:00 UPJN への面談
			19:00 ニューデリーへの移動（航空機）
10月30日	金	ニューデリー	合同評価報告書ドラフト作成
10月31日	土	ニューデリー	官団員ニューデリー到着
11月1日	日	ニューデリー	団内会議
11月2日	月	アグラ	9:30 JICA インド事務所への表敬
			10:30 アグラへの移動
			15:30 UPJN アグラ支所への訪問・面談、サイト訪問、日本人専門家への面談

月 日		宿泊	時間	日 程
11月3日	火	アグラ	午前 14:30	日本人専門家への面談 合同評価者との合同評価報告書案についての協議
11月4日	水	ニューデリー	午前 14:30	デリーへ移動 NRCD との合同評価報告書案についての討議
11月5日	木	ニューデリー	12:30	NRCD とのミニッツ協議
11月6日	金	機内	午前 午後	合同評価結果の報告、合同調整会議 JICA 事務所への報告、日本へ帰国
11月7日	土			日本帰着

第2章 評価調査手法

2-1 調査方法

本調査は、新 JICA 事業評価ガイドライン第 1 版と第 2 版に沿って、プロジェクト・サイクル・マネジメント（Project Cycle Management：PCM）手法で用いられるプロジェクト・デザイン・マトリックス（Project Design Matrix：PDM）による評価方法を活用し、以下の調査方法に基づき行われた。

(1) 評価デザインの作成

PDM ver.1¹に記載された内容と評価に使える資料を活用して、評価デザインの検討を行い、評価グリッドを作成した（付属資料 2. を参照）。

(2) 関連資料のレビュー

本プロジェクトに関する科学技術振興機構（Japan Science and Technology Agency：JST）へ提出された中間報告書と終了時報告書や、討議議事録（Record of Discussions：R/D）、合同調整委員会（Joint Coordinating Committee：JCC）議事録、詳細計画策定調査報告書、中間レビュー報告書等により、プロジェクトの実績や実施プロセス、プロジェクトをとりまく外部環境等を確認した。

(3) プロジェクト関係者へ実績にかかわる情報提供の依頼

現地調査前に、プロジェクト関係者に対し PDM ver.1 に記載されたプロジェクト目標、成果や活動の達成状況、上位目標の達成見込み、投入量にかかわる実績の情報について回答を依頼した。

(4) プロジェクト関係者への質問票配付

プロジェクト関係者に対しプロジェクトの運営や進捗状況、成果とプロジェクト目標の達成状況、投入の量や質とタイミング、持続性にかかわる事柄等に関する質問票を作成し、日本人専門家 12 名とインド側カウンターパート（Counterpart Personnel：C/P）等の主要メンバーに電子メールで配付した。日本人専門家 6 名が質問票に記入回答し、インド側からの質問票の回答は、質問票の項目に合わせてインタビューし、評価分析団員が聞き取る形で記録を残した。

(5) プロジェクト関係者へ個別のインタビュー

日本人専門家から提出された実績の報告と質問票の回答を基に、活動状況や実施プロセス、プロジェクトによって引き起こされた変化等に関する情報を確認し、さらに補足情報を収集するため、現地調査ではプロジェクト関係者に対する個別インタビューを質問票の項目等に従って行った。

¹ 2013 年 7 月作成

表 2-1 調査方法と対象者

調査方法	情報源
文献・資料調査	政策文書、プロジェクト提供資料、JSTへ提出された日本側研究チーム作成の中間報告書と終了時報告書、討議議事録 (Record of Discussions : R/D)、JCC 議事録、詳細計画策定調査報告書、中間レビュー報告書等
質問票調査	日本人専門家
個別インタビュー	NRCD、CPCB、CPHEEO、UPJN

2-2 調査項目

調査項目は、プロジェクトの実績の確認、実施プロセスの把握、評価5項目の観点による評価に分けられる。詳細は、付属資料2. 評価グリッドを参照のこと。

(1) プロジェクトの実績の確認

作成した評価グリッドを基に、プロジェクトの投入実績、成果とプロジェクト目標の達成度、上位目標の達成見込みについて確認した。

(2) 実施プロセスの把握

プロジェクトの実施プロセスを把握した。主な調査項目は、プロジェクト運営と活動の進捗状況、各機関の連携状況、関係者間のコミュニケーションについてである。

(3) 評価5項目に基づく評価

評価5項目、すなわち妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性の観点からプロジェクトを、評価グリッドに沿って評価した。各評価項目の観点を以下に示す。

表 2-2 調査手法と対象者

5項目	内容
妥当性	プロジェクト目標、上位目標が相手国のニーズ、相手国側の政策、日本の援助政策との整合性があるのか等、援助プロジェクトの正当性、必要性を問う。
有効性	プロジェクトの実施により、成果やプロジェクト目標が達成され、受益者や対象社会に便益がもたらされているか等を問う。
効率性	プロジェクトの資源の有効活用という観点から効率的であったかどうかを検証する。投入が効果発現に寄与したかどうかを問う。
インパクト	プロジェクトの実施によりもたらされる、より長期的、または間接的な影響や波及効果をみる。
持続性	援助の終了後プロジェクトで発現した効果と上位目標でめざす効果が発現するかを問う。

出所：新 JICA 事業評価ガイドライン第1版と第2版より作成

2-3 合同評価

合同評価調査団は、日本側団員 6 名（JICA 4 名・JST 2 名）、インド側は NRCD と CPCB の 2 名の計 8 名により構成され、PDM に基づく実績の確認、実施プロセスの把握、要因分析、評価 5 項目に基づく評価を行った。現地関連機関へのインタビューのあと、評価結果に関して合同評価調査団内で協議し、プロジェクトの効果を持続するために必要な提言と、類似プロジェクトの実施に役立てることを目的とした教訓を合同評価報告書（付属資料 12.）に取りまとめた。

第3章 調査結果

3-1 実績の確認

プロジェクト開始から2016年5月の終了時までのプロジェクト目標の達成状況と達成見込みについて検証した。投入の項目によっては、2015年9月末または終了時評価時までの情報により、達成状況と達成見込みを確認した。実績確認の結果を以下に述べる。

3-1-1 日本側の投入実績

(1) 専門家の派遣

プロジェクト開始時より終了時評価時までに、総計18名の専門家が派遣された。このうち短期専門家の投入は66.92MM、派遣回数は述べ121回であった。ただ指導的立場の上位9名の合計MMは17.42MMであり、26%を占めるに過ぎない。長期専門家1名がプロジェクト調整業務員として46.67MM派遣されており、専門家の全体派遣期間は総計113.59MMである(2015年9月末日時点)。専門家の投入に関する詳細は、付属資料3.日本人専門家派遣実績を参照のこと。

表3-1 専門家の投入実績と専門分野(2015年9月末日までの投入)

	専門家名	所属	役職(※)	専門分野	日数	MM
1	原田 秀樹	東北大学	教授	総括	99	3.3
2	上村 繁樹	木更津工業高等専門学校	教授	副総括	33	1.10
3	久保田 健吾	東北大学	准教授	環境微生物	44	1.46
4	大久保 努	木更津工業高等専門学校	助教	廃水処理	75	2.50
5	山口 隆司	長岡技術科学大学	教授	環境管理	21	0.70
6	井口 晃徳	新潟薬科大学	助教	リスク管理	59	1.97
7	多川 正	香川高等専門学校	准教授	汚泥管理	91	3.03
8	幡本 将史	長岡技術科学大学	助教	環境微生物	31	1.03
9	高橋 優信	東北大学	助教	廃水処理設備	70	2.33
10	中村 明靖	長岡技術科学大学	ポスドク	環境バイオエンジニアリング	13	0.43
11	Dr. Narin Pattanauwat	長岡技術科学大学	ポスドク	施設管理	106	3.53
12	Dr. Vinay Kumar Tyagi	東北大学	ポスドク	廃水処理	379	12.63
13	阿部 憲一	東北大学	ポスドク	廃水処理	89	2.53
14	Dr. Muntjeer Ali	東北大学	ポスドク	廃水処理	29	0.96
15	松永 健吾	東北大学	博士課程学生	廃水処理	247	8.23
16	谷口 涼子	東北大学	博士課程学生	廃水処理設備	443	14.76
17	野本 直樹	長岡技術科学大学	博士課程学生	施設管理	108	3.60
18	Ms. Namita Maharjan	長岡技術科学大学	博士課程学生	廃水処理	85	2.83
小計					2,022	66.92
1	岩佐 了介			業務調整		46.67
合計						113.59

出所：プロジェクトからの情報を基に作成(※)役職は調査時に入手した情報に基づく。

(2) 研修員の受け入れ

インド関係者の日本への招へい研修が3回実施され、表3-2に示すように12名の関係者が参加した。詳細については、付属資料6. 研修員リスト参照のこと。

表3-2 研修コースの概要

	日 時	研修の内容	参加者
第1回	2013年9月22日～10月1日	調整会議	4名
第2回	2014年11月2日～12日	「下水処理技術と運営会議にかかわるC/P研修」	3名
第3回	2015年9月26日～10月4日	調整会議	5名

出所：プロジェクトからの情報を基に作成

(3) インドにおけるワークショップの開催

プロジェクトは、インドにてDHS技術に関するワークショップを計2回主催した。2回目の国際ワークショップには82名が出席し、うち、民間企業の関係者は15名であった。今後2016年2月には政策決定者向けワークショップの開催を企画している。

表3-3 ワークショップの概要

	開催日 (期間)	内 容	開催場所 参加者人数
キックオフ・ ワークショ ップ	2012年 1月18日 (1日間)	1. エネルギー最小型下水処理技術の開発 プロジェクトの概要 (UPJN チーフエ ンジニア) 2. DHS 技術 ・ 下水処理に適したUASB-DHSシ ステム (短期専門家、東北大学) ・ 工業廃水への DHS 技術の適用 (短期専門家、長岡技術科学大 学) ・ DHS 技術に対する分子的アプロ ーチ (短期専門家、東北大学) ・ 下水処理UASB技術 [インド・アリ ガムスリム大学 (AMU) 研究者]	ホテルマリーナ (アグラ市) 50名

国際ワークショップ	2014年10月 16日～17日 (2日間)	<1日目：ワークショップ> 1. 日本の下水道の現状（流域管理官、国土交通省） 2. プロジェクト紹介と研究展望（短期専門家、東北大学） 3. インドにおける UASB を用いた廃水処理〔インド工科大学ルーキー校（IIT Roorkee）教授〕 4. 下水の嫌気性処理（UASB）の可能性と限界-30年の経験から-〔オランダ・デルフト工科大学（TU Delft）教授〕 5. 下水処理 UASB 処理水の後段処理（AMU 助教） 6. DHS 技術の産業廃水への適用（短期専門家、長岡技術科学大学） 7. DHS 技術の下水処理への適用と微生物学的解析（短期専門家、東北大学准教授）	プラザホテル （ニューデリー市） 82名 （うちインド側中央・地方政府関係者約45名、民間事業者約20名、研究者約8名、オランダ人講師1名）
		<2日目：テクニカルツアー> アグラに建設された5MLD DHSプラントの見学	下水処理場 （アグラ市） 6名

出所：プロジェクトからの情報を基に作成

(4) インドにおける研修の開催

プロジェクトでは DHS システムの実証試験を行うためにウッタール・プラデシュ州アグラ市の Dhandupura 下水処理場に設計上の日処理水量 5MLD（Million Liters per Day、百万リットル/日=1,000m³/日）の DHS プラントを建設した。その一環として、同建設工事のコミッションング（建設設備の確認・検証）に引き続き、UPJN のエンジニアに対するプラント維持管理のためのトレーニングを 2014 年 11 月より実施した。

2016 年 2 月には、上級エンジニアを対象とした 3 日間の訓練者のための訓練（Training of Trainers：TOT）を予定している。

表 3-4 インドにおける研修の概要

	開催日（期間）	内 容	開催場所 参加者人数
O&M 訓練	2014 年 11 月 3 日～2015 年 1 月 16 日 (約 2 カ月間)	<ul style="list-style-type: none"> UPJN のエンジニアを対象とした 5MLD DHS プラントの運転と維持管理について約 2 カ月間の訓練を実施 DHS 技術と UASB-DHS システムについての講義と実技を実施 	78MLD 下水処理場（アグラ市） 5名

出所：プロジェクトからの情報を基に作成

(5) 機材の供与

ウッタル・プラデシュ州アグラ市の Dhandupura に位置する 78MLD 下水処理場に設計規模 5MLD の DHS 実証プラントを新規建設した。2012 年 6 月に調達方針を決定、2012 年 12 月に工事を開始し、当初計画では 2013 年 8 月に完工予定であったが、実際には現地工事請負業者による資材調達の遅れ等により、2014 年 7 月にコミショニングを開始し、11 月に正式完工し、2015 年 3 月末日に UPJN に対しプラントの引渡しを行った。DHS システム及びスポンジ担体に係る日本国内での特許やライセンスの保有状況にかんがみ、建設工事を JICA 現地調達、その他を東北大学による調達とした。

表 3-5 DHS 実証プラント建設費用概算額

内 容	金 額
建設工事（現地業者契約）	5,070 万インド・ルピー（INR ² ）
DHS スポンジ担体調達	5,540 万円
詳細設計・入札補助	1,450 万円
設計・施工監理	2,440 万円（※2014 年度末までの契約額）
合 計	約 18,560 万円

また、同下水処理場の管理棟 2 階の分析室に水質分析及び微生物測定機材等を供与機材として導入した。DHS プラント建設関係費を除く東北大学による 2014 年度末時点の資機材購送費支出実績は約 1,500 万円である。JICA 調達分を含む詳細は付属資料 5. 機材供与リストを参照のこと。

(6) 現地活動経費

2015 年 9 月末までに 5,241 万円が現地活動経費として支出された。主な支出は、専門家活動に必要な経費、研究実験に必要な資機材調達費、DHS 修理を含む実験機材維持管理費、ワークショップ開催費、アグラ実験室改装、発電機レンタル（実験室用）、発電機燃料及びその維持管理費、DHS プラントのオペレーターやプロジェクトアシスタントの備人費等である。

² 1 INR=1.855 円（2015 年 11 月 JICA 統制レート）

表 3-6 日本側による現地活動費

内 容	金額 (INR)
専門家活動経費	6,070,000
研究実験機材調達費	9,316,000
実験機材の維持管理費	1,589,000
ワークショップ開催経費	936,000
アグラ実験室改装費	785,000
その他 ^{注)}	9,634,000
合 計	28,330,000

注：その他は、プロジェクト事務所で雇用するプロジェクトアシスタントや建設アドバイザー等の傭人費等である。

出所：プロジェクトからの情報を基に作成

3-1-2 インド側の投入実績

(1) カウンターパート (C/P) の配置

NRCD のアドバイザーが本プロジェクトのプロジェクトダイレクター、NRCD の副局長が本プロジェクトの副プロジェクトダイレクターに任命された。また UPJN のヤムナ汚染管理ユニット (Yamuna Pollution Control Unit : YPCU) のジェネラルマネジャーが本プロジェクトのプロジェクトマネジャー、UPJN の副ジェネラルマネジャーが本プロジェクトの副プロジェクトマネジャーに配置された。共同研究者としては、2014年7月付で東北大学とインド工科大学ルーキー校 (IIT Roorkee)、同年10月に長岡技術科学大学と AMU がそれぞれ共同研究に係る合意文書を締結し、2015年1月の JCC にて C/P として IIT Roorkee の教授2名、AMU の助教授1名と4名の博士・修士院生が承認された。C/P の詳細については付属資料4. C/P リストを参照のこと。

(2) 現地活動経費

インド側が負担する現地活動経費は、DHS 実証プラントと実験室の光熱費、DHS プラントのオペレーター、警備員と実験室の助手の傭人費、UASB の運営維持管理費等に支出された。インドから支出された現地活動費は 131 万 INR である。

表 3-7 インド側による現地活動費

内 容	金額 (INR)
DHS 実証プラント実験室の光熱費	876,000
DHS オペレーター、警備員、実験室の助手の傭人費	405,072
その他	30,000
合 計	1,311,072

(3) 施設提供

インド側は、合意された討議議事録 (R/D) のとおり、5MLD DHS 実証プラントの建設用地、短期専門家の執務用事務所、実験室用スペース、長期専門家の執務用事務所 (照明器具、電気設備、机、椅子等を含む) 等を提供した。

3-1-3 活動の実績

(1) 成果1の活動

1) DHS用担体の選定、発注、納品

本プロジェクト開始以前に実施されたハリヤナ州カルナールにおける 1MLD 規模の DHS プラントを用いた実験結果を基に、アグラの DHS プラント用の担体 G3.4³が 2012 年 7 月までに開発され、東北大学の発注により日本の担体製造業者⁴が調達・納品した。2015 年 7 月に同担体製造業者の関係者がニューデリーを訪問し、担体の現地生産の可能性を調査した結果、日本側関係機関による品質管理を条件として、技術的にはインドで現地生産が可能であるとの見解が示された⁵。

2) UASB-DHS システムの設計と建造

DHS システムの基本設計に必要となる情報収集のため、既存の UASB プラント、DHS プラントの建設予定地、放流先周辺の測量を行い、これらの測量結果を基に基本設計が行われた。2012 年 8 月より、東北大学が契約した本邦コンサルタントによって詳細設計及び入札補助（入札図書作成等）が実施された。これらを基に JICA インド事務所にて建設工事の入札が行われ、2012 年 12 月にインドの建設業者との契約締結に至った。当初計画では 2013 年 8 月に完工予定であったが、現地工事業者による資材調達の遅延等により実際には約 15 カ月遅れの 2014 年 11 月に正式完工した。

3) DHS プラントの連続処理モニタリングと、インドでの下水処理への適用可能性の評価

2014 年 7 月から DHS プラントの連続運転及びモニタリングを開始したが、DHS プラント工事の完工が約 15 カ月遅れたことや、後述のように実験過程で供給される下水の質・量を適切に管理できなかったことにより、DHS の連続稼働とモニタリングに支障を来した。

(2) 成果2の活動

1) UASB-DHS システムの設計ガイドラインの作成

2013 年 4 月に日本国内で DHS 設計技術者によるガイドライン準備委員会が形成され、4 回の会議が開催された。日本語版ガイドライン案が作成され、英訳版が 2014 年末にインド側関係機関と情報共有された。2015 年 1 月の第 4 回 JCC において、設計・維持管理ガイドラインの内容精査のためインド側関係機関を含むワーキンググループ（Working Group : WG）の設置が決定された。2015 年 7 月、WG メンバーである CPCB、

³ DHS の担体（スポンジ）の開発は、これまで G1 から G6 まで開発されている。アグラでの DHS プラント新設にあたっては、カルナールで使用された G3 タイプを改良した G3.4 を使用することが決定された。G3.4 タイプは、G3 タイプよりサイズを大きくし、かつ大気との接触を損なわないようスポンジの中央に空洞を設け、充填率を 54%（G3）から 47%（G3.4）まで下げ、時折 UASB から流出する過度の浮遊物質（SS）流入による担体間の閉塞を回避できるようにした。このように G3.4 タイプはコスト低減と酸素移動効率の向上を見据えて開発されたものであるが、新たなタイプであるため担体容積やそれに基づく水理的滞留時間（HRT）の算出の考え方が研究チーム内で統一されておらず、課題となっている。

⁴ 担体製造にかかわるライセンスを取得している製造業者

⁵ デリー周辺のウレタンフォーム発泡製造業者 2 社とインジェクション成型製造業者 2 社等を訪問した結果、技術的な生産可能性が確認された。

中央公衆衛生環境局（Central Public Health and Environmental Engineering Organization : CPHEEO）、国立環境工学研究所（National Environmental Engineering Research Institute : NEERI）、IIT Roorkee からガイドライン案についてのコメントが提出され、同年 9 月にインド側行政・研究関係者を招へいして本邦で開催した調整会議にて、これらのドラフトについて討議がなされた。その後もガイドライン案の修正が継続されている。

2) UASB-DHS システムの維持管理ガイドラインの作成

上記 1) と同様の進捗状況である。

そのほか、成果 2 の記載内容として「ガイドラインの普及計画が準備される」があり、作成されたガイドラインを活用して 2016 年 2 月に DHS システムに係る政策決定者向けのワークショップ（1 日間）と上級技術者向け TOT（3 日間）が計画されている。

3-1-4 成果（アウトプット）の達成状況

二つの成果（アウトプット）の達成状況は、以下のとおりである。

成果 1 : インド・アグラ市の下水処理場に新規建造する DHS が連続稼働し、UASB-DHS システムの下水処理への適用性を実証できる。[The applicability of Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) – Down-flow Hanging Sponge (DHS) system for sewage treatment in India is verified through a continuous operation of the newly-established UASB-DHS system in Agra, Uttar Pradesh State.]

<指標 1-1>

指 標
放流水質が 1 年以上連続して排水基準の BOD (Biochemical Oxygen Demand) 30mg/リットルに適合する。
Effluent water quality continuously meets effluent discharge standard value of BOD 30mg/ℓ for more than a year.

注：流入水の量・質の条件は、指標設定には含まれていない

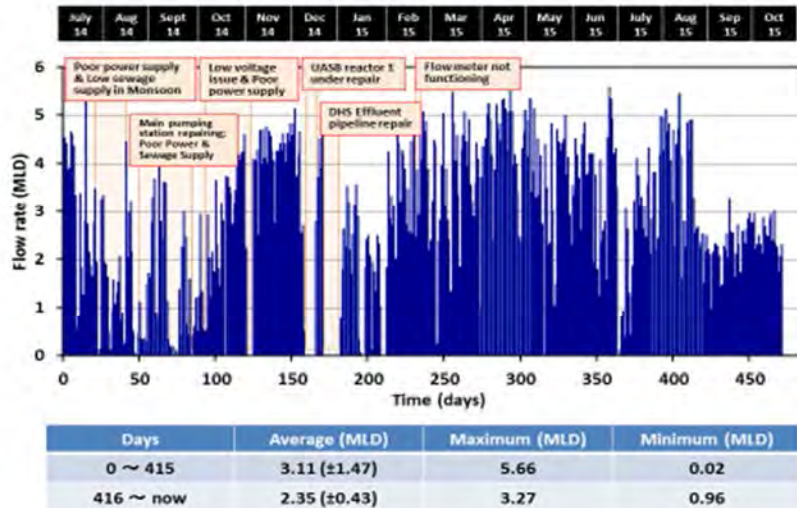


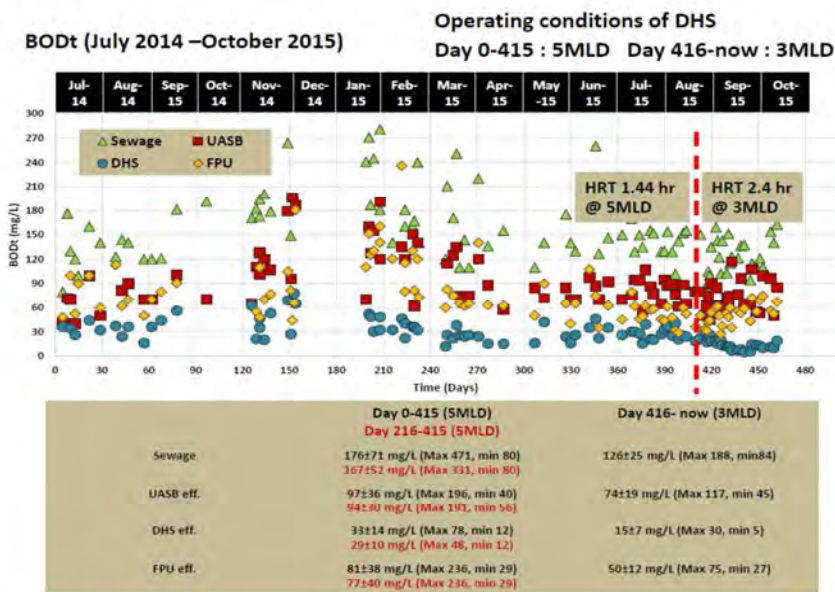
図 3 - 1 DHS への流入水量 (2014 年 7 月～2015 年 10 月)

DHS の処理性能について、2014 年 7 月より終了時評価時に至るまで連続稼働による水質モニタリングが実施されている。同 DHS プラントの設計上の 1 日当たり処理水量が 5 MLD であるのに対して、モニタリング開始当初には UASB プラントからの処理水の流入量が不足していた。その理由は、低い電圧等の原因による不安定な電気供給、流入計の故障等であった。また雨期⁶には下水の量が処理場の許容量を超えるため、下水が Dhandupura 下水処理場に到達する前にポンプ場から直接ヤムナ川へ放流され、下水処理場自体への汚水の流入量が不足したことが確認された。雨期の汚水の流入量不足については、UPJN に対し雨期の期間中もポンプで送水するように働きかけた結果、2015 年には状況が改善された。

アグラの DHS プラント設計上の UASB からの流入水質は、カルナールの下水処理場の状況に基づき BOD 60mg/リットル以下と設定された。しかしアグラの UASB 処理水は、グリッドチャンバーの汚泥の維持管理不足等の状況により、実際には 60mg/リットルを大幅に上回っていたものの、この実態は事業初期には十分に把握されておらず、プラント完工・運転開始前に問題が判明した。

実際、モニタリング開始から 360 日目までのデータによれば、流入水データの 57% で BOD が 100mg/リットルを上回っていた。さらに乾期には、雨水を含まないため下水が希釈されず BOD 値や浮遊物質 (Suspended Solid : SS) の値が高くなる傾向が観察され、値が倍増することもあった。プロジェクトが UPJN に対し UASB のメンテナンスについて申し入れを行った結果、UASB の清掃等により、DHS への流入水質の BOD は徐々に改善され、100mg/リットル以下で安定するようになった。ただし DHS の処理水が 30mg/リットルを達成することはほとんどなかった。

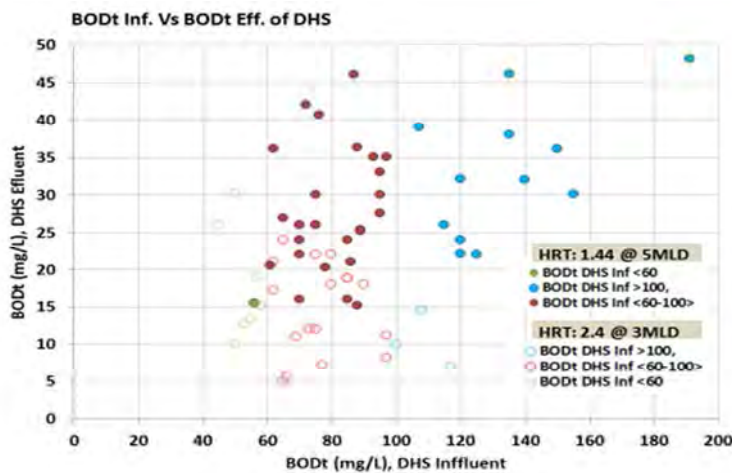
⁶ 7 月ごろから 9 月ごろ



出所：SATREPS 研究チーム作成資料

図 3-2 BOD 値⁷ (2014 年 7 月～2015 年 10 月)
(生下水、UASB 処理水、DHS 処理水、FPU 処理水)

目標とする DHS の処理水質の値を達成するために、開始後 416 日目からは DHS への流入量を 3MLD に変更した。その後は、DHS 処理水は 30mg/リットル以下を達成するようになった。



出所：SATREPS 研究チーム作成資料

図 3-3 DHS への流入水と DHS 処理水の BOD 値と流入量との関係(2014 年 7 月～2015 年 10 月)

DHS への流入水と DHS 処理水の BOD 値と流入量との関係については、これまでの継続モニタリングの結果により、次の点が導き出されている。

- ・ 流入量 5MLD で水理的滞留時間 (Hydraulic Retention Time : HRT) が 1.44 時間の条件下において、DHS への流入水質が設計基準である BOD60 mg/リットルを上回った結果、DHS 処理水が 30mg/リットルを下回る例はまれであった。

⁷ BOTt (BOT total) を値として使用

- ・ 流入量を 3 MLD (HRT を 2.4 時間) とした条件下においては、30mg/リットル以下を満たすようになった。

ところで本調査と前後して得られた情報として、近々インド政府 (NRCD 及び CPCB) は下水処理場からの放流水の水質基準を表 3-8 のとおり改訂・公布し、今後 5 年間でインド全土の州・郡の下水処理場での同基準の順守をめざすとしている。

上記を踏まえ、インドの現行基準、新基準、日本の基準 (例)、本実証試験における現在の DHS 処理水質についてまとめた表を以下に示す。

表 3-8 下水処理場放流水への新適用基準 (案) *

	水質項目	単位	インド		日本の上乗せ基準 (例:滋賀県)	DHS 処理水*
			現行基準	新基準		
1.	pH		5.5-9.0	6.5-9.0	5.8-8.6	
2.	BOD	mg/リットル	30	10	15	37
3.	COD	mg/リットル	250	50	-	72
4.	TSS	mg/リットル	100	10	40	39
5.	NH ₄ -N	mg/リットル	50	5	-	6.8
6.	T-N	mg/リットル	100	10	20	16.7
7.	Fecal Coliform	MPN/100ミリ リットル		<100	300,000 (3,000/ミ リットル)	5.79E+06
8.	PO ₄ -P			2	T-P 3	T-P 6.51

出所: JICA 調査団作成

参考文書: 2015 年 4 月 21 日付 CPCB 文書 No. A-19014/43/06-MON [http://cpcb.nic.in/Mghlya_swg_18\(1\)\(b\)_2015.pdf](http://cpcb.nic.in/Mghlya_swg_18(1)(b)_2015.pdf)

*長岡技術科学大学・AMU とローカルコンサルタントによる経済性評価調査のインテリムレポートを基に作成

表 3-8 から読み取れるとおり、インドにて今後導入予定の新基準は、日本の基準と比べても厳格な水準となっている。経済性評価調査の一環で雨期の 7 月に取得した DHS 処理水データをインドの現行基準と比較すると、BOD 等の一部の値を除き、おおむね基準を達成している。しかし新基準と比較すると、いずれの基準も達成困難となっている。アンモニア窒素、全窒素、ふん便性大腸菌群数、リン酸態リンの基準については、三次処理の追加や塩素滅菌など何らかの追加策が必要となる。また、新基準の導入に伴い、インド側関係機関は本指標に含まれる BOD 値以外の水質項目についても関心を増している。

<指標 1-2>

指 標
既存の下水処理技術との比較により、UASB-DHS システムの省エネルギー効果が示される
UASB-DHS system is demonstrated to be more effective in terms of energy conservation.

注: JST の成果目標シートでは既存下水処理技術に比べ消費エネルギー1/2 以下を目標に掲げている。

プロジェクト開始当初、長岡技術科学大学と AMU の研究者チームが DHS の経済性評価のためインド各地における各種処理技術を用いた下水処理場の基礎的データを収集した。それらの結果を基に、2015 年度に他の下水処理技術との経済性比較評価に係るローカルコンサルタント委託調査を JICA 現地調達で開始した。同委託調査は継続中であり、表 3-9 は年 2 回実施予定の現地調査のうち既に実施された雨期の調査結果をまとめた暫定結果である⁸。その暫定結果によれば、日処理量 (MLD) 当たりの UASB-DHS システムの相対的な省エネルギー効果が示唆された。なお同暫定結果では DHS システムの日処理量は 5MLD として計算・比較されている。

表 3-9 処理技術システムとエネルギー消費の比較

場所	容量 (MLD)	処理技術システム	電気消費量 ⁹ (INR/MLD/月)	BOD (mg/リットル)
アグラ	78	UASB-FPU	1,000	61
	5	UASB-DHS	5,000	29
	24	UASB-ASP	27,000	42
デリー	10	ASP	61,000	9.5
ハリヤナ	10	MBBR ¹⁰	88,000	4
ハリドワール	27	SBR ¹¹	25,000	15

注：長岡技術科学大学とローカルコンサルタントによる経済性評価調査のインテリムレポートを基に作成。この比較では、下水処理プラント (Sewage Treatment Plant : STP) 種別ごとの調査対象数が 1 か所ずつに限定されているため、データの代表性・一般性担保の観点から、終了時評価では各種の STP について対象数の追加が提言に含められた。UASB-DHS は、5MLD 運転時の電気消費量であり、BOD 値は雨期の処理水の値である。

成果 2 : UASB-DHS システムの設計ガイドライン及び維持管理ガイドライン¹²が作成され、それらの普及計画が準備される。〔Design and O&M Guidelines for UASB-DHS system are drawn up, and dissemination plan for the Guidelines and Manual (Draft) is prepared.〕

< 指標 2-1 >

指 標
UASB-DHS システムの設計ガイドラインが NRCD を中心に構成される関係政府機関へ提出される。
Design Guidelines for UASB-DHS system is presented to NRCD, UPJN and CPHEEO .

⁸ 2015 年 5 月～2016 年 2 月に実施。

⁹ 電気消費は、現地にて電気消費量測定と各下水処理場の支払領収金額を基に算出された。

¹⁰ 流動床方式バイオフィリアクター (Moving Bed Biofilm Reactor : MBBR)

¹¹ 回分式反応装置 (Sequencing Batch Reactor : SBR)

¹² マニュアルはインド政府による承認の手続きが必要なため、インド側との協議によりのちにガイドラインと変更

<指標 2-2>

指 標
UASB-DHS システムの維持管理ガイドラインが NRCDD を中心に構成される関係政府機関へ提出される。
O&M Manual (Draft) for UASB-DHS system is presented to NRCDD, UPJN and CPHEEO.

成果 2 の指標 1 と指標 2 に関しては、本終了時評価に合わせて開催された第 5 回合同調整委員会 (JCC) において最新のドラフトが提出された。同ガイドラインは 2014 年末にドラフトが作成され、2015 年 7 月までにインド側の WG メンバーである CPCB、CPHEEO、NEERI、IIT Roorkee からのコメント取り付けがなされ、終了時評価時点で継続改訂中である。

これらガイドラインの内容に関して確認した結果、2014 年 7 月以降実施中の DHS プラント連続運転・水質モニタリングの結果と教訓、経済性比較評価調査の結果、新放流基準への対応についての整理と反映が不十分であることが指摘された。特にアグラでの活動によって明らかになったインドにおける UASB 処理水の実情を踏まえ、必ずしも適切に処理されていない UASB 処理水でも放流基準を達成できるよう、ある程度の幅をもたせた負荷変動に強い DHS システム設計基準とする必要があることが指摘された。

3-1-5 プロジェクト目標の達成状況

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

注：JST の成果目標シートでは既存下水処理技術に比べ消費エネルギー 1/2 以下、余剰汚泥発生量 1/2 以下を目標に掲げている

ローカルコンサルタント委託により実施した経済性比較評価調査の暫定結果によれば、DHS システムの単位 MLD 当たりのエネルギー消費は他の下水処理システムと比較して総じて低く、特に敷地面積と運営維持管理費は最も低く抑えられている。なお同暫定結果では DHS システムの日処理量は 5MLD として計算されている。

他方、DHS システムの初期建設費用は他のシステムと比べて割高であることが判明した。その要因としては実証プラントであり計器等の研究用付属機器を含むことや担体が比較的高額であることが挙げられる。処理容量の拡大や DHS の普及に伴い DHS の商業生産が可能となった場合の費用を推計し比較に用いること、及びライフサイクル・コスト・アセスメントにおいて DHS システムの総合的な優位性を示す必要がある。

表 3-10 各下水処理法の土地所要面積、O&M コスト、汚泥発生量の比較

場 所	容量 (MLD)	処理法	土地所要面積 (m ² /MLD)	O&M コスト (INR/MLD/ 月)	汚泥発生量 (トン/年 /MLD)
アグラ	78	UASB-FPU	1178.95	0.08	8.16
	5	UASB-DHS	430.00	0.20	8.16
	24	UASB-ASP	821.25	0.42	21.39
デリー	10	ASP	856.00	0.91	11.6
ハリヤナ	10	MBBR	710.00	1.17	22.64
ハリドワール	27	SBR	702.22	0.49	29.29

注：長岡技術科学大学とローカルコンサルタントによる経済性評価調査のインテリムレポートを基に作成。

表 3-11 各下水処理法の事業費とライフサイクルコスト比較

処理法	所在地	MLD/日	事業費 〔INR (in lacs) /MLD〕	Life Cycle Cost 〔INR (in lacs) /MLD〕
TF+Densadeg flopac	Bangalore	60	116.73	339.73
UASB+DHS	Agra	3	269.5	304.15
UASB+DHS	Agra	5	161.70	182.49
SBR	Haridwar	27	99.27	149.79
MBBR	Bhiwani	10	75.25	195.78
EASP	Delhi	10	71.11	164.77
Trickling Filter (TF)	Bangalore	120	67.76	94.68
UASB+EAS	Agra	24	66.24	108.39
UASB+FPU	Agra	78	62.05	69.99

注：長岡技術科学大学とローカルコンサルタントによる経済性評価調査のインテリムレポートを基に調査団作成

3-2 実施プロセス

3-2-1 実施体制

2010年9月に行われた詳細計画策定調査では、インド側は NRCD、UPJN、CPHEEO が代表実施機関、CPCB と AMU が共同研究機関と位置づけられていた。このうち NRCD と UPJN は、実施機関として継続的に本事業の実施管理に携わっている。ただし、UPJN については度重なる人員交替が実証試験に必要な下水処理場の諸条件の管理など、プロジェクト・マネジメントに影響を及ぼした可能性が日本側関係者内で指摘された。

下水処理技術の選定・決定と設計指針や維持管理マニュアルの認定機関である都市開発省下の CPHEEO、排水規制・管理・評価を行う CPCB については、2015年よりガイドライン WG のメンバー機関として参画している。ただし詳細計画策定調査時点に想定したよりも限定的な巻き込みにとどまっている。なお CPCB については、詳細計画策定調査にて除外された IIT Roorkee に代わるインド側研究機関との想定であった。このほかインド国立環境工学研究所 (National Environmental Engineering Research Institute : NEERI) が 2015年より上記 WG メンバー機関として本プロジェクトの活動にかかわっている。

インド側研究機関との共同研究体制は当初確立されておらず、IIT Roorkee 及び AMU との共同研究に係る合意文書の締結はプロジェクト後半の 2014 年 7～10 月、C/P の承認は翌 2015 年 1 月の第 4 回 JCC まで大幅に遅延した。その結果、国際共同研究の成果発表実績、インド研究機関側のオーナーシップ醸成やキャパシティビルディング、本事業終了後の自立発展性などに影響を与えている可能性がある。

プロトタイプとしての DHS 実証プラントの建設及び運営維持管理には、施工監理を常駐で行う体制としなかったこともあり、トラブルシューティングを要する事態が頻発した際にその対応について技術面及び契約管理面で相当の困難を伴った。

3-2-2 コミュニケーション

(1) 合同調整委員会 (Joint Coordinating Committee : JCC)

本プロジェクトでは JCC を年 1 回開催することが第 1 回 JCC 会議で承認されている。JCC は本プロジェクトの活動全体の進捗を管理し、年間計画を承認し、実施状況や進捗管理に対して助言を行う役割を担う。JCC 開催実績は以下のとおり。

表 3-12 JCC 開催実績

	日 時	内 容	参加者
第 1 回	2012 年 1 月 20 日	本プロジェクトの概要、実施計画について協議	24 名
第 2 回	2012 年 12 月 12 日	2012 年度の実施内容、次年度実施計画について協議	23 名
第 3 回	2013 年 12 月 17 日	アグラ DHS 建設工事の遅延、ガイドライン案の作成作業の進捗等について協議	24 名
第 4 回	2015 年 1 月 6 日	経済性評価調査の予定、共同研究機関の活動計画、UASB 汚泥除去にかかわる課題、ガイドライン案のインド側作成メンバー選出、終了時評価の時期について協議	24 名
第 5 回	2015 年 11 月 6 日	終了時評価の合同評価レポートの発表と協議	約 20 名

出所：日本人研究者作成の終了時報告書の情報を基に作成

(2) 月例運営委員会

プロジェクト業務調整専門家が中心となり UPJN や NRCD と進捗や課題等についての協議を行った。開始当初は毎月実施され、その後は協議すべき事項が生じたときに随時開催されるようになった。

(3) プロジェクト運営指導調査

本終了時評価までに日本から計 6 回の運営指導調査団が派遣された (JCC3 回、中間レビュー、DHS プラント工事コミッションング、国際ワークショップ開催時)。

3-2-3 中間レビュー時の提言に対する対応

(1) DHS プラントの建設の遅延に対する対応

DHS プラントの建設遅延が UASB-DHS システムの連続処理モニタリングの期間に影響を及ぼした。2014年7月にプラントがほぼ完工したことから、同月より連続モニタリングが開始された。

(2) 共同研究活動の促進

東北大学は2014年7月に IIT Roorkee の教授とアグラ DHS プラントを用いた連続処理実験に係る合意文書を締結し、IIT Roorkee の研究者がアグラに長期滞在し連続処理実験に加わるようになった。また長岡技術科学大学は、2014年10月に AMU の助教授の研究グループと TOR を締結し、下水処理技術のエネルギー効率・汚泥発生量・経済性に関する評価調査を共同で管理することとなった。AMU は評価調査の各種データ採集方法やドラフトレポートについての助言・コメントを行うとともに、インド国内の対象下水処理場のデータ採集に同行した。

(3) 設計ガイドライン案と O&M ガイドライン案作成へのインド側関係機関の参加

設計ガイドライン・維持管理ガイドラインの作成に関しては、2015年1月の第5回 JCC の決定事項に基づき WG が発足し、インド側からのコメント取り付けが行われた。アグラの DHS 実証プラントでの共同研究・分析の成果をガイドラインに反映させる必要がある。

(4) エネルギー消費に係る経済性調査の促進

経済性比較評価に必要なインド現地の下水処理場のデータ収集・分析が日本側研究者のみでは困難であったため、ローカルコンサルタント調査を活用することとし、長岡技術科学大学と AMU が共同で同調査の実施管理を行うこととした。同調査は JICA 現地調達により、2015年5月から翌2016年2月にかけて実施中である。

3-2-4 実施や効果発現にかかわる阻害要因・促進要因

(1) 計画内容に関すること

1) DHS プラント設計のための事前情報収集

DHS プラント建設の詳細設計と入札図書が作成された際、DHS プラントへの流入水質については実際の建設予定地であるアグラの下水処理場の UASB の処理水質ではなく、カルナールの経験を基に作成が行われた。その結果、実際の DHS プラントへの流入水の量や質が設計基準と大幅に異なる実態の把握と対応が遅れ、またインド側関係機関に対するプラント設計及び実証試験に必要な条件の整備（例：DHS プラントの設計上の流入水基準は BOD 60mg/リットル以下であり、実験上も同水準を下回る流入水の状態を維持する必要があったこと）の明示的な説明が不足していたため、必要な実験条件を整えるのが困難となり遅れを来した。

2) 事業管理に必要なインド側とのコミュニケーション及び情報共有

日本側研究者の現地活動期間が極めて短期間であった等の理由により、事業の具体的

な活動計画や進捗状況、DHS プラントの設計詳細、実験条件などの重要な情報について、インド側関係機関に十分に伝達し、協議し、明確な共通認識を形成できていなかった点が指摘される。

(2) 実施プロセスに関すること

1) 共同研究体制の構築の遅れ

共同研究機関の確保を含め、全体に共同研究体制の確立が遅れた。影響を与えた要因のひとつとして、首都ニューデリーやプロジェクトサイトのアグラと、候補となった共同研究機関との地理的距離が大幅に離れており、パートナー大学への表敬や協議のための訪問が困難であったため、双方大学の上位の責任者を巻き込んだ組織的連携に係る対話の欠如につながった可能性が挙げられる。

2) 日本人専門家の派遣期間の短さ

日本人短期専門家の派遣期間が短く、研究者の平均的な現地活動日数は本邦・インド間、ニューデリー・アグラ間の移動日も含めて5日から7日であった。このように短い期間でインド側 C/P と複雑な課題や対策を話し合い、共同研究や技術移転を行うことは困難であった。

3) 実験条件の維持

建設工事の遅れや、UASB の維持管理や汚泥処理が適切になされていないことで生じた DHS への流入水質の問題、停電等による処理水容量の不足等が、モニタリング活動とその分析に影響を与えた。UASB の維持管理問題については 2014 年半ばごろより UPJN に対し汚泥処理の必要性を申し入れたものの、作業に必要なコンプレッサーを入手できない等の理由により、十分な汚泥除去には至らなかった。

3-2-5 JST 意見

SATREPS のウェブサイト (http://www.jst.go.jp/global/kadai/h2206_india.html) に掲載予定であり、同サイトを参照のこと。

第4章 評価5項目による分析

4-1 妥当性

「高い¹³」

本プロジェクトは、インド政府による河川浄化と下水処理にかかわる政策と日本側の対インド援助政策に整合しており、UASBの後段処理方法として省スペースの処理法の開発という点でインド側のニーズに合致している。各関連機関は、UASB-DHSシステムへの関心が高い。関係する諸機関はそれぞれ監督的立場の機関、実施にかかわる機関、研究機関と適切に分かれ、適切な機関が選定されている。日本側研究機関は、途上国で適用可能な下水処理技術の開発のためにDHS技術の研究を長く実施しており、技術的優位性があるといえる。プロジェクトの実施方法は援助方法として適切である。したがって妥当性は高いとした。

(1) 政策との整合性

インドは第11次5カ年開発計画（2007年4月～2012年3月）において2012年までに都市部人口への上水道供給及び下水・衛生施設の増設を政策目標として掲げており、各州自治体に対し包括的な都市開発計画を策定し、続く第12次5カ年開発計画（2012年4月～2017年3月）においても、同様に下水・衛生施設の整備を優先政策目標として掲げている。都市開発省は2005年12月から7カ年計画で始まった主要65都市を対象とする国家都市再生ミッション（Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission : JNNURM）等による支援を通して積極的な下水道整備を進めてきた。MoEFCCは、河川の水質改善を図るため、国家河川保全計画（National River Conservation Plan : NRCP）等を策定し、ヤムナ川浄化計画（Yamuna Action Plan : YAP）やガンジス川浄化計画（Ganga Action Plan : GAP）などの河川別浄化計画を作成し、下水処理場の整備を進めている。

(2) 日本の援助政策との整合性

「対インド国別援助計画」（2006年5月）において、上下水道支援等を通じた貧困・環境問題の改善を重点目標のひとつとして挙げており、河川浄化との関係において下水処理の支援を進めるとしている。

さらに「対インド事業展開計画（2011年6月）」では、援助重点分野「環境問題及び気候変動に対する取り組み」のなかの開発課題「都市環境の改善」において、「水質及び水資源管理（上下水道網の整備及び河川・湖沼保全）プログラム」を掲げており、本プロジェクトは、同プログラムに位置づけられている。

(3) ニーズへの対応

インドでは10種類以上の下水処理法が採用されているが、ウツタル・プラデシュ州を中心に60以上の処理場に採用されているのがUASB-FPUシステムである。この処理法は嫌気

¹³ 達成状況のレーティングは、「高」「比較的高い」「中」「比較的低い」「低」の5段階とした。プロジェクト終了時評価時と終了時に見込める達成度を判断し、「高」は十分達していること、「比較的高い」はおおむね達成していること、「中程度」は達成が中程度であること、「比較的低い」は達成が中程度に達していないこと、「低」は達成がほとんどなされていないこと、をそれぞれ示す。達成度は、目標値である数値達成度のみならず、達成された内容も判断材料とする。

菌を利用した処理法であるため、攪拌機や曝気機などの機器が不要で停電の影響を受けにくい非常に省エネルギーな処理法であるが、UASBのみでは放流基準を満たせないため、後段にFPUを設置している。しかし、仕上げ池の実際のBOD除去率が低いことや広大な用地面積が必要なことから、インドでも省スペース、エネルギー多消費型の処理法にシフトし始めている。後段処理として既存の仕上げ池の代わりにDHSを実用化することで、用地面積も狭くて済み、エネルギー消費を抑えた、維持管理も簡易な下水処理方法の確立が可能となる。今後インドにおける処理水の放流基準が厳格化されることから、上記の技術開発の必要性はさらに増しつつある。

なお、2015年に入り、インドの放流水質基準が厳格化される見通しとなったことから、当初はDHS処理水のBOD値を30mg/リットル以下にすることで基準を達成できる見込みであったものの、さらに厳しいレベルのBOD水準、及びその他の水質項目の水準をも満たすニーズが新たに生じている。

(4) 関係機関の妥当性

NRCDと中央公衆衛生環境局(CPHEEO)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」(技術協力プロジェクト)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C/Pであり、下水事業の所轄官庁である。実施にかかわる機関として、ウツタル・プラデシュ州がUASBを多く採用しているため、UPJNはUASB-DHSシステムへの関心が高いとされた。

共同研究機関に関し、当初はIIT Roorkeeが相手方機関として想定されていたが、2010年9月に実施された詳細計画策定調査において、同機関の担当する予定であった河川調査活動を削除したことから、これを理由に同機関も除外された。一方、AMUはデリーの下水処理場やインド各地のUASBプラントを民間企業と共同研究・実施した経験があるなどの理由により選定された。しかし事業開始当初AMU関係者との調整が円滑に進まなかったことから、再検討の結果、IIT Roorkeeも共同研究機関に加え直すこととした。

ただしこれら共同研究機関の確定及び共同研究体制の確立はプロジェクト後半まで遅延した。

(5) 日本の技術の優位性

日本側実施機関は、途上国で適用可能な下水処理技術の開発としてDHS技術の研究を長年実施し、日本及びカルナールでの実験研究の経験を有し、技術的優位性があるといえる。

4-2 有効性

「比較的高い」

DHSプラントの完成が遅れたことから、本終了時評価の時点では1年間分の連続処理データは採取できていない。処理水質30mg/リットル以下達成という指標については、流入水の水質に応じて日処理水量を3MLDに下げることで達成が見込まれる。また、他の下水処理技術と比較して単位MLD当たりの省エネルギー効果が示唆された。設計ガイドラインと運営維持管理ガイドラインのドラフトは、2015年11月の第5回JCCに提出されたが、アグラでの実証試験の結果判明したインド現地の下水事情や、新放流水質基準への対応の反映が必要である。今後は、残る期間

で実験と解析の継続により上記の課題に対応し、DHS の処理能力を実証することが必要となる。

4-3 効率性

「中程度」

DHS プラントの建設と共同研究体制の確立が遅れたことが、プロジェクトの効率性に影響した。中間レビュー後、東北大学は、インド側との共同研究を行うために IIT Roorkee と覚書（Memorandum of Understanding : MOU）を締結し、IIT Roorkee はアグラの DHS プラントで実験を続ける研究員を配置した。長岡技術科学大学は、AMU と研究にかかわる TOR を結び、DHS のエネルギー効率、汚泥量、経済評価にかかわる共同研究を開始した。日本人短期専門家は、DHS プラントの正式完工に先駆けて 2014 年 7 月から連続モニタリングを開始したが、DHS への流入量や流入水の水質の管理、下水処理場で発生する硫化水素の影響による腐食しやすい環境下における水質分析機材の維持管理等に困難を来している。また日本人短期専門家の派遣期間は、実験条件の調整に必要な先方関係機関との協議や共同研究体制の構築などの基本的な事業マネジメントを適切に行うには不十分であった。

4-4 インパクト

「比較的高い（見込み）」

UASB-DHS システムの比較優位を証明する有益なデータは蓄積されつつあり、プロジェクトが開催したワークショップ等をきっかけに、行政官や学術研究者が DHS 開発の潜在的な有用性に関心をもつようになり、DHS の性能のさらなる向上とインドでの調達等によるコスト削減を強く期待するようになった。よって潜在的なインパクトは比較的高い。ただし、実際に DHS の優位性を証明するための説得力のある科学的データの提示や共同研究成果の発表が、協力期間中に行われるかは現時点では不透明である。

(1) 研究データの蓄積

本プロジェクト関連の研究結果の日本側による原著論文の総数は 42（国内誌 14、国際誌 28）であり、著作物は国内で 5 冊出版されている。国際会議発表及び主要な国内学会発表では、招待講演 4 回、口頭発表 71 回、ポスター発表 28 回、受賞が 8 件、新聞やテレビ等への掲載は 11 件に及ぶ。しかしながら国際共同研究としての成果発表実績はまだない。

(2) インドにおける DHS の応用

プロジェクトが開催するワークショップ等を通じ、インドの行政官や研究者は、DHS システム開発の潜在的な可能性について関心を高めている一方で、DHS システムの優位性を証明する明確な分析結果の提示、さらなる性能向上とインドでの適用のためのコスト低減を望んでいる。

(3) UASB-DHS システムに係る若手研究者の関与と育成

中間レビュー以降、AMU や IIT Roorkee の研究者等が活動に関与するようになり、大学院生を含む若手研究者 UASB-DHS 関連研究への参加が進みつつある。AMU の研究者は経済性評価調査への参画と下水処理場調査への同行、IIT Roorkee の研究者は主としてアグラでの水

質データのモニタリングに参加している。

(4) UASB システムの維持管理の改善

副次的にもたらされた影響として、アグラの下水処理場において DHS プラントへの流入水質を良好に保つために UASB の汚泥の維持管理についての働きかけがなされた結果、UASB システムのメンテナンスの重要性についてのプロジェクト関係者の意識啓発が進み、汚泥除去などの UASB の維持管理方法についての知見が移転された。

4-5 持続性

「比較的高い」

インド政府は下水関連政策として河川水質保全のための下水処理場の拡大、及び省面積型の UASB の後段処理技術の開発に注力しており、政策としての持続性は高い。また体制面では行政部門である NRCDC や UPJN が今後の UASB-DHS システムの支援を表明していることから、政策面の持続性は比較的高い。

技術的観点からは、DHS 研究開発の継続のために、IIT Roorkee と AMU がインドの科学技術省の支援を得て行う研究に関心を示しているが、どのような枠組みで研究を継続するかは明らかとなっていない。また DHS システムの運営維持管理においては引き続き日本人研究者の指導が必要である。これらの点から技術的な持続性は中程度とされた。

財政面では、プロジェクトの終了後も UPJN が UASB-DHS システムの運営維持管理費用を負担するとしているが、連続モニタリングとインドでの普及に向けた継続的な研究開発のためにはさらなる資金投入が必要であるものの、資金確保の見通しは現時点では不確実である。

(1) 政策の持続性：高い

インド政府は下水処理関連政策として、河川保全のための下水処理場の拡大、及び UASB の省面積型の後段処理技術の開発に力を入れており、また、ライフサイクルコストの観点からも新しい下水処理技術を重要視している。特に、新処理水基準である 10mg/リットルに適合する技術の採用を州や市が導入することが見込まれ、今後も DHS 開発はインドにおける下水処理技術のニーズと合致することから政策的な持続性は高い。

(2) 組織体制面の持続性：比較的高い

行政機関である NRCDC や UPJN が今後の UASB-DHS システムの普及展開に向けて努力する意向を表明し、体制強化が期待されることから、持続性は比較的高いとした。

(3) 技術面での持続性：中程度

IIT Roorkee と AMU は、今後の DHS 研究への関心を表明しており、インドの科学技術省から助成金の確保などを通じた研究継続に意欲的である。AMU は他国の助成基金の申請を進めているところであるが、インド側の研究事業としても、日本とインドとの共同研究事業としても、本プロジェクト終了後の研究継続の具体的な枠組みはまだ明確になっておらず、インド側が独力で研究を行うために必要なキャパシティの醸成状況も確認できていない。継続的なモニタリングや UASB-DHS システムの開発については、日本人研究者による指導と

技術移転が引き続き必要である。

DHS のプラントの維持管理の観点からは、維持管理に従事する者は訓練を受けており、プロジェクト終了後の維持管理要員の配置も確保するとしているものの、人員交替により DHS プラントが稼働しなくなるリスクがある。

(4) 財務面での持続性：中程度

プロジェクト終了後も UPJN が UASB-DHS システムの運営維持管理費用を負担することを表明しているが、上述のとおり研究活動の継続に必要な活動資金が確保される見通しはついていない。

第5章 提 言

終了時評価の結果を踏まえ、プロジェクト終了まで、及び終了後に向けた対応事項を以下のとおり提言とした。また、第5回 JCC にてこれら提言・教訓の要旨を関係機関に対し説明し、インド側関係機関と合意した。よって同内容を記した協議議事録（Minutes of Meeting：M/M）を署名することとした。

(1) 連続処理モニタリングと分析による UASB-DHS システムの性能と優位性の明確化

DHS への流量（MLD）及び流入水質と処理水質（BOD 等）との関係性について、モニタリング・分析の継続と分析結果を解析し、インドの新放流水質基準（例：BOD については 10mg/リットル以下）を満たすための UASB-DHS の設計/適用条件を明らかにすることが研究チームに対し要求された。さらにインド側評価団員からは、新放流水質基準に照らし、BOD のみならず COD、SS、窒素、リン、大腸菌等のパラメーターについても研究結果を提示すべきとの見解が示されたため、提言に含めた。

(2) UASB-DHS の設計ガイドラインと O&M ガイドラインとパンフレットの修正

DHS 処理効率はその前段の UASB の処理水質と処理水量に大きく左右されるが、インドに導入されている UASB の維持管理状況は必ずしも適切ではなく、結果的に DHS への流入水質が BOD 60mg/リットルを大きく超えることが想定される。本事業では、アグラの下水処理場の UASB 運転実態を十分把握して設計をすべきところ、カルナールの実績を基に DHS プラントの設計を行った結果、設計上の処理効率が上がり、流入水量を 5MLD から 3MLD 以下に下げざるを得ない結果となった。DHS システムのインドでの普及に際しては、必ずしも適切に処理されていない UASB 処理水でも新基準を達成するために、ある程度の幅をもたせた設計基準を定めることにより、負荷変動に強い施設とする必要がある。

現在作成中の UASB-DHS の設計及び O&M ガイドラインについては、上記(1)の追加分析結果を反映し、なおかつインド側が自ら DHS システムの設計、建設、運転を行えるような内容とすることが求められる。具体的には以下の点が改善すべき点として挙げられる。

- ・ インドにおける UASB 処理水（DHS への流入水）質の実情を踏まえ、BOD 値や COD 値の高い流入水、BOD/COD 比の小さい（すなわち微生物学的分解性の低い）流入水など、さまざまな条件に対応するための方策を含めること
- ・ 新放流水質基準に対応するための方策を含めること
- ・ DHS への流入水の質・量と処理水質と HRT との相関関係を提示し、ユーザーがこのプラントで採用された設計とは流入水質や水量が異なるなどの多様な条件下でも DHS システムを運用できるようにすること
- ・ プラント初期建設概算事業費については種々のセンターが含まれている実証用プラントでなく普及用プラントを想定して計算を見直すこと

さらに、他の下水処理技術との比較評価により DHS システムの費用対効果及びエネルギー効率等の優位性を明確に立証し、下水処理技術の意思決定者へのアピールを意識した（プロジェクト紹介パンフレットではなく）UASB-DHS システムそのものの普及広報用パンフレッ

トを作成することを提言した。

(3) インドにおける社会実装を目的とした科学的実証の結果報告、及び DHS ガイドラインを活用した政策決定者と関係者への普及のための道筋づくり

インドの新放流水質基準が今後数カ月以内に公布される予定であるが、新設の処理場には新基準が、また、既存処理場も 5 年以内に新基準を達成することが求められている。これを受けて、NRCD 及び CPCB はインド全土の州・郡の自治体に対して以後 5 年間の猶予期間中に周知・啓発活動を行い、既設処理場の新基準への順守を徹底していく方針としている。UASB を多く有する自治体では、新基準を満たす二次処理システムの更新や導入が必要となることから、DHS システムの普及をめざす場合には上記の新基準の適用スケジュールに合わせて進めていくことが重要である。そのため、まず、2016 年 2 月に実施予定の下水行政政策決定者向けのガイドライン発表ワークショップまでに、処理性能とコストの両面での DHS の優位性を信頼性・説得力のあるデータをもって実証し、それらを反映したガイドラインと広報普及用パンフレットを完成させることを提言した。また、インド側では NRCD が本プロジェクトの科学的成果と完成版ガイドラインを州政府及びその他の下水技術関連の意思決定者に広く周知していくことも提言に含めた。特に州政府は下水処理方法の選定主体であり、DHS システムの優位性を着実に認識してもらうことが重要である。そのために今後協力期間内にインドにおける DHS システムの普及推進のためのロードマップの準備、及び意思決定者に対する情報発信を行うことを求めた。

(4) インドに適用可能な DHS システムの研究開発の継続

インドに DHS システムを適応させるためにはさらなる研究開発が必要となるが、現在の研究活動がプロジェクト終了後にどのように継続されるのかは不透明である。AMU では 2014 年夏ごろより大学内の廃水処理のための DHS プラント建設やカタールの研究基金への応募を検討するなど、DHS 研究開発への意欲を示しているものの、こうした先方のイニシアティブを後押しする形で研究資金の獲得や事業化には至っていない。もう片方のパートナー大学である IIT Roorkee では AMU ほど研究構想が進んでおらず、また元東北大学所属のインド人研究者の就職先であるインドエネルギー資源研究所 (The Energy and Resources Institute : TERI) との組織的対話も、本調査の時点では行われていない。さらに、インド側研究者が主体的な研究を進めるために必要な技術移転やキャパシティビルディングや共同研究活動を通じた DHS 研究開発に係る知識体系の共有の進み具合について、本調査では十分に確認できなかった。研究開発の持続性を担保するには、協力期間内に、インド側研究者が自身で実験計画の作成、データの採取、解析ができるようにするための技術移転や指導を行う必要がある。

提言として、インド側に対してはプロジェクト終了までと終了後に DHS システムの継続的な研究開発のための計画策定を、日本人研究者に対しては残りの協力期間にインド側研究者への研究開発の技術移転の強化を、それぞれ進めることを記した。インド側からは、DHS プラント建設が約 15 カ月遅延したことを踏まえ、協力期間終了後も日本人研究者による学術・技術的支援の継続についての要望が表明された。

(5) UASB-DHS システムの継続的な運営維持管理と、日本側からの必要な技術的サポートの提供

DHS プラントは、運営維持管理ガイドラインに沿って定期的に運転や維持管理がなされなければ、スポンジ担体の劣化等を招くリスクがある。今後 2015 年度末から協力期間終了予定の 2016 年 5 月にかけて、現在アグラに赴任している両国の研究者、業務調整専門家、別途備上しているインド人エンジニア（本邦施工監理コンサルタントのインドにおける現地企業から派遣中）などが次々に現場を去ることとなるため、上記のリスクは大きい。本調査では、UPJN が UASB-DHS システムを適切に運営管理するための必要な人員・予算を手当することを再度提言に含めると同時に、協力期間終了後も DHS プラントのトラブルシューティングのために日本側研究機関が UPJN に対し必要な技術的サポートを提供するよう求めた。

また、付属資料 5. に示すとおり、本プロジェクトでは水質分析機材を中心とする 48 点余の機材供与を実施し、そのほとんどをアグラ下水処理場に設置しているが、下水処理場で発生する硫化水素の影響により分析機材が腐食し頻繁に故障を起こしているため、合同評価報告書で下水ポンプ場施設など UPJN の所有する別の場所に移設することを提言した。しかしこの点については第 5 回 JCC で協議した結果、移設に伴う追加コスト、盗難リスク、利便性の低下などにかんがみ、移設は行わず現在の場所で硫化水素及び湿度の対策（ラボの密閉性改善、エアコンのメンテナンス、フレアリング、湿度除去）を行うよう、NRCD が UPJN に申し入れた。

これら供与機材には、一般的な下水処理場に設置される汎用性の高い水質分析機器とは異なり、UPJN で通常の維持管理では活用のできない高度な研究機材も含まれる。本機材供与が国際共同研究スキームの一環として、日本側研究機関の提案の下、インド側研究機関により継続的に活用されることを条件に行われたものであることを踏まえ、日本側研究チームはインド側研究機関に対する研究活動の技術移転と引き継ぎを着実にを行う必要がある。

なお本調査の時点で協力期間終了後の DHS プラントを活用した研究事業の見通しが立っていないことから、DHS プラントの性能維持のため最低限でも NRCD の監督の下で CPCB に DHS 処理水の水質サンプル分析を定期的に行ってもらうことをインド側に確認し、これを提言に含めた。

(6) 両国研究者による共同研究論文の執筆計画と国際会議における発表

本調査の時点で共同研究論文の発表実績がなく、研究チームによればデータ蓄積量・期間の観点から協力期間中の共同論文発表は困難とのことであったが、共同国際研究スキームの一環として協力期間中に共同論文の執筆計画の策定や国際会議での発表を行うことを提言に含めた。

第6章 教訓

(1) 準備調査等による実証サイトの事前確認（施設設計と実験条件の整備に必要な事前準備期間の確保）

本プロジェクトでは、基礎的な実験条件である UASB 処理水（DHS 流入水）の質と量についてのプラント設計前の実証サイトの状況確認が不十分であったため、DHS プラントのモニタリングを開始したあとに流入水の質や量が想定された施設設計や実験条件と異なることが発覚し、対応に奔走する結果となり、BOD 60mg/リットル以下の流入水を用いることを想定していた研究の実施は非常に困難となった。新施設設計に際しては、想定される実験条件に照らした現場の実際の状況について十分な準備調査を行い、事前あるいは早期に必要な軌道修正や対策を講じる必要があるであった。

(2) 研究者の派遣期間

プロトタイプとして初めて建設する DHS プラントの建設過程、及び完成後において、プラントや実験研究の条件を管理するために C/P 機関との必要な調整を行う日本人研究者が常駐しておらず、事業実施に困難を来した。技術の確立・普及段階に至っていない実証プラントの建設と運営・維持管理に際しては、研究者の長期派遣や常駐を行い、相手国関係機関との密なコミュニケーションやトラブルに対応できる体制の確保が必要である。

(3) コミュニケーションと組織的な共同研究パートナーシップの必要性

本事業のように活動サイトが共同研究機関がなく、地理的に離れている場合には、双方研究機関の学部長級など相応のレベルを巻き込んだ組織的な共同研究パートナーシップを構築するための面談・表敬、共同イベント開催、ニュースレター発信等の一層の努力と工夫が必要であった。

付 属 資 料

1. PDM
2. 評価グリッド
3. 専門家派遣実績
4. C/Pリスト
5. 供与機材リスト
6. 研修員リスト
7. 主要面談者リスト
8. 日本人専門家学会発表実績
9. 日本人専門家受賞実績
10. 日本人専門家論文・出版目録
11. 協議議事録 (Minutes of Meetings)
12. 合同評価報告書 (Joint Evaluation Report)

付属資料① PDM ver.1

Project Name: UASB-DHS Integrated System – A Sustainable Sewage Treatment Technology

Representative Agency: National River Conservation Directorate, Ministry of Environment and Forests (NRCD), Utter Pradesh (U. P.) Jal Nigam, and Central Public Health and Environment Engineering Organization, Ministry of Urban Development (CPHEEO)

Research Institute: Aligarh Muslim University (AMU), Central Pollution Control Board, Ministry of Environment and Forests (CPCB)

Project Period: May 2011 to May 2016 (5 years)

Model Site: Agra, Utter Pradesh State

Ver.1.0

Date: June 7, 2013

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumptions
Overall Goal			
Project Purpose A novel sewage treatment technology, which is appropriate from viewpoint of energy consumption, O&M, land requirement and total cost, is developed.			
Output 1 The applicability of Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) – Down-flow Hanging Sponge (DHS) system for sewage treatment in India is verified through a continuous operation of the newly-established UASB-DHS system in Agra, Uttar Pradesh State.	1. Effluent water quality continuously meets effluent discharge standard value of BOD 30mg/L for more than a year. 2. UASB-DHS system is demonstrated to be more effective in terms of energy conservation.		
Output 2 Design and O&M Guidelines for UASB-DHS system are drawn up, and dissemination plan for the Guidelines and Manual (Draft) is prepared.	1. Design Guidelines for UASB-DHS system is presented to NRCD, UPJN and CPHEEO . 2. O&M Manual (Draft) for UASB-DHS system is presented to NRCD, UPJN and CPHEEO.		
Activities for Output1 1. Procurement of media for DHS reactor. 2. Design and construction of UASB-DHS system 3. Continuous operation of UASB-DHS system and evaluation of the applicability for sewage treatment in India.	Input <Input from JICA > 1. Japanese Experts (1) Long-term expert: Project Coordinator (2) Short-term experts (researchers) - Leader - Sludge Management - Environmental Microbiology - Risk Management - Plant Management - Sewage Treatment - Sub-leader - Wastewater Treatment - Environmental Management - Plant Technology 2. Machinery and equipment - Pilot plant for sewage treatment - Equipment for water quality analyses 3. Training of Indian Personnel in Japan	Input <Input from Indian side > 1. Assigning C/P personnel 2. Buildings and Facilities 3. Office space for JICA experts and meetings 4. Facilities and services such as electricity, gas, water, telephone 5. Operational expense for the project activities 6. Land, building, utilities (such as electricity, water and gas/oil) and personnel to operate the “UASB-DHS Integrated System” at sewage treatment plant in Agra	- UASB effluent water quality (influent of DHS) does not fluctuate significantly. - Construction work of DHS system will not delay considerably.
Activities for Output2 1. Preparation for Design Guidelines for UASB-DHS system. 2. Preparation for O&M Manual (Draft) for UASB-DHS system. 3. Training courses with prepared Design and O&M Guidelines for UASB-DHS system.			Pre-conditions

2. 評価グリッド

Evaluation Grid¹ of Terminal Evaluation Study²
Project on UASB-DHS Integrated System - A Sustainable Sewerage Treatment Technology

1. Achievement

Evaluation Item	Evaluation Question		Information and Data	Information Source	Survey Method
	Main item	Sub item			
Project Purpose Achievement	A novel sewage treatment technology, which is appropriate from viewpoint of energy consumption, O&M, land requirement and total cost, is developed.		Information and opinion of C/P and Experts, Views of various stakeholders	Experts・C/P, Stakeholders, Study Reports	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
Outputs Achievement	【Output 1】 The applicability of Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)– Down-flow Hanging Sponge (DHS) system for sewage treatment in India is verified through a continuous operation of the newly-established UASB-DHS system in Agra, Uttar Pradesh State.	【Indicator 1.1】 Effluent water quality continuously meets effluent discharge standard value of BOD 30mg/L ³ or less than 30mg/L more than a year.	Information and opinion of C/P and Experts, Views of various stakeholders Data on energy saving and efficiency data	Study Reports, Experts・C/P Report on energy saving and efficiency	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing Reviewing materials
		【Indicator 1.2】 UASB-DHS system is demonstrated to be more effective in terms of energy conservation.			
	【Output 2】 Design and O&M Guidelines for UASB-DHS system are drawn up, and dissemination plan for the Guidelines and <u>Manual (Draft)</u> ⁴ is prepared.	【Indicator 2.1】 Design Guidelines for UASB-DHS system is presented to NRCD, UPJN and CPHEEO.	submission		Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
		【Indicator 2.2】 O&M Guideline (Draft) for UASB-DHS system is presented to NRCD, UPJN and CPHEEO.	submission, prospect of submission		Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
Inputs Achievement	Have Japanese side inputs been provided as planned?	Confirmation of inputs below ・ Experts Long-term experts (coordinator) Short-term experts (researchers) ・ Machinery and equipment Pilot plant for sewage treatment and related equipment ・ Equipment for water quality analyses ・ Trainings in Japan	The numbers of inputs, expert specialty, term, and duration	Various reports, Record of actual achievement, Experts・C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
	Have Indian side inputs been provided as planned?	Confirmation of inputs below ・ Assigning C/P personnel ・ Buildings and facilities ・ Office space for experts ・ Facilities and services such as electricity, gas, water, telephone ・ Land, building, utilities (such as electricity,	Personnel arrangement, Facility inputs	Various reports, Record of actual achievement, Experts・C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing

¹ An evaluation is conducted based on the PDM ver.1.0 (June 2013) .

² The terminal evaluation study evaluates from the beginning of the Project to the prospect at the end of the Project.

³ Although the PDM describe 30mg/L, it is judged by 30 mg/L or less than 30mg/L,

⁴ A manual needs an approval by the Government of India. Therefore, a manual is changed into a guideline as the result of discussions between Japanese side and Indian side.

Evaluation Item	Evaluation Question		Information and Data	Information Source	Survey Method
	Main item	Sub item			
		water and gas/oil) and personnel to operate the “UASB-DHS Integrated System” at sewage treatment plant in Agra <ul style="list-style-type: none"> Operational expense for the Project activities such required budget, Project facility and equipment 			
External Conditions	External Conditions for Outputs Achievement	<ul style="list-style-type: none"> UASB effluent water quality (influent of DHS) does not fluctuate significantly. Construction work of DHS system will not delay considerably 	<ul style="list-style-type: none"> Information of Experts, C/P and stakeholders 	<ul style="list-style-type: none"> Experts, C/P and stakeholders 	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing

2. Implementation Process and Implementation Framework

Evaluation Item	Evaluation Question		Information and Data	Information Source	Survey Method
	Main item	Sub item			
Progress of Activities	Activity for Output1	1.1 Procurement of media for DHS reactor.	Record of Selection, Order, Delivery	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire,
		1.2 Design and construction of UASB-DHS system	Record of construction	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire,
		1.3 Continuous operation of UASB-DHS system and evaluation of the applicability for sewage treatment in India.	Information of operation, Monitoring data, Evaluation data on applicability	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire,
	Activity for Output2	2.1 Preparation for Design Guidelines for UASB-DHS system.	Design Guideline	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Interviewing
		2.2 Preparation for O&M Guideline (Draft) for UASB-DHS system.	O&M Guideline(Draft)	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Interviewing
		2.3 Training courses with prepared Design and O&M Guidelines for UASB-DHS system.	Training courses by using Design and O&M Guidelines	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Interviewing
Implementing Structure	Is implementation framework clear and functional?	Is there any issue in implementation framework?	If any, issues due to institutional difficulty	Various reports, JCC Minutes, Experts • C/P	Reviewing materials, Interviewing
Decision-making	Has decision-making smoothly been conducted?	How was the process of decision-making (personnel arrangement, budget allocation)? Was there any incident that it took time for decision-making?	Information on decision-making process	Various reports, JCC Minutes, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
Information Sharing	Have experts and C/P have good communication and sharing information?	<ul style="list-style-type: none"> How often have the periodical meeting been held among the stakeholders ? What kind of measures have been taken for sharing information ? Has the relationship been favorable owing to communication and sharing information? 	Record of meetings, opinion on stakeholders	Various reports, JCC Minutes, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
	Have the related institutions enjoyed sufficient communication and sharing information among them?	<ul style="list-style-type: none"> In what ways the related institutions have taken measures for sharing information ? Has the institutions' relationship been favorable owing to communication and sharing information? 	Record of information sharing, opinion of stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
	Have experts	<ul style="list-style-type: none"> How was the means of 	Project periodical	Various	Reviewing

Evaluation Item	Evaluation Question		Information and Data	Information Source	Survey Method
	Main item	Sub item			
	(including project employees) had sufficient communication?	communication? How frequently the meetings were held?	meeting materials, opinion of stakeholders	reports, JCC Minutes, Experts • C/P	materials, Questionnaire, Interviewing
Management of Progress	Has framework of management of progress been functional?	<ul style="list-style-type: none"> • Has the framework for management of progress been built up? • Has the framework for management of progress been functional ? 	Checking system of the progress of activities	Various reports, JCC Minutes, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
Ownership	Was the commitment and ownership of C/P high?	<ul style="list-style-type: none"> • How was the ownership of the implementing organization? Has the Project taken the ways for nurturing ownership? How was the extent of the involvement in the meetings or the other activities? 	Attendance records of meetings, C/P activity record, opinion of related stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
Responding Measures to Mid-term Review Recommendation	Checking the progress of the construction of DHS plant	<ul style="list-style-type: none"> • Has checking the progress of the construction of DHS plant relevantly been done? • Has an adjustment of the delay of SMLD DHS plant construction been done ? • How was concrete influence on the Project by the delay(research and cost), if any? 	<ul style="list-style-type: none"> • Delayed period, completion period • Influence on the Project by the delay(research and cost) • Checking the progress of the construction 	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
	Promotion of Co-research	<ul style="list-style-type: none"> • Has a co-research study plan been made? • Has both sides signed a MoU to formulate a co-research study plan, clarified the roles and contributions of Indian side ? 	Agreed documents Co-research study plan	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
	Involvement by Indian experts in Design Guidelines and draft O&M Guideline	Have Indian experts been fully involved in examination of DHS Design Guidelines and draft O&M Guideline?	Involvement by Indian experts	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
	Comparison Study on DHS Technical Effectiveness	Has the information on amount of sludge production and energy consumption, and maintenance cost been fully collected?	Comparison Study on DHS Technical Effectiveness Progress of DHS	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
	Local production system of DHS sponge for expansion	In what ways both sides have tackled to promote local production system of DHS sponge for the purpose of expansion of DHS?	Action to be taken or local production of DHS sponge	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
	Strengthening Management	After the Mid-term review, what sorts of measures have been taken for strengthening management?	Content of measures for strengthening management?	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing

3. Five Evaluation Criteria 【Relevancy】

Evaluation Item	Evaluation Question		Information and Data	Information Source	Survey Method
	Main item	Sub item			
Consistency with Policy	Consistency with Indian Government Policy	<ul style="list-style-type: none"> • Are Indian development plans and sector policies consistent with the Project Purpose? 	Consistency with Development plan and Sector policy	Development plan and Sector policy, Expert • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
	Conformity with Japanese assistance policy	<ul style="list-style-type: none"> • Does the Project have conformity with Japanese assistance policy towards India ? 	Japanese assistance on sewage sector policy, assistance policy towards India	Country-wise Assistance Plan, JICA Indian Office, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
Responding to Needs	Consistency with needs of the target organization	Have the contents of the Project been consistent with needs of the target organization?	Results of preliminary study, opinion of Experts	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Interviewing

Evaluation Item	Evaluation Question		Information and Data	Information Source	Survey Method
	Main item	Sub item			
Significance of Assistance Strategy	Utilization of Japanese cooperation	• Have the Japanese experiences and cooperation experiences been utilized?	Cooperation experiences by Japan	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Interviewing
Appropriateness of Measures	Was the approach appropriate?	• Has implementation method been relevant?	Examination of contents of the Project, Opinion of Experts • C/P	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Interviewing
	Was the target area relevant?	• What was the rationale of selecting of the target area? Was it a relevant selection?	Rational of selection	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Interviewing
	Was the target organization appropriately selected?	• Were C/P an appropriate target organization?	Technical level of related staff to transfer	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Interviewing

[Efficiency]

Evaluation Item	Evaluation Question		Information and Data	Information Source	Survey Method
	Main item	Sub item			
Effect of Inputs	Were inputs sufficient enough to produce the Outputs?	• Were inputs provided sufficiently to achieve the Outputs?	Opinion by stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
		• Have the trainings in Japan and India if any, contributed to the capacity development of the related staff?	Records of trainings, Opinion by stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
		• Was the equipment set for its use? • Was the equipment utilized in fact?	Confirmation of equipment, Opinion of stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
Appropriateness of Inputs	Were the quality, the amount and the timings of inputs relevant?	Were the number of experts, the expert area, and the dispatch timing relevant?	Record of expert dispatch, Opinion of stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
		Were the kind of the equipment, the amount of the equipment and the period of the arrival appropriate?	Record of equipment, Opinion of stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
		• Were the timing, the contents, and length of training in Japan relevant?	Training Record, Opinion of stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
		• Were the timing, the contents, and length of training in India relevant?	Training Record, Opinion of stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
		• Was local operation cost supported by both sides relevant?	Disbursement for activities, Opinion of stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
Promoting Factor	Was there any factor promoting the effect of inputs?	Was there any fact that enhanced the effect of inputs?	Opinion of stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
Prohibiting Factor	Was there any factor inhibiting the effect of inputs?	Was there any fact that inhibited the effect of inputs?	Opinion of stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
Cost	Was the cost compared with other similar project relevant?	• Was inputs cost relevant compared with other similar project? • Were there any alternative means?	Opinion of stakeholders, Comparison with other similar project	JICA staff, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing

Evaluation Item	Evaluation Question		Information and Data	Information Source	Survey Method
	Main item	Sub item			
		• Have the Project appropriately utilized local resources?	Opinion of stakeholders	Various reports, Experts • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing

[Effectiveness]

Evaluation Item	Evaluation Question		Information and Data	Information Source	Survey Method
	Main item	Sub item			
Project Purpose and Outputs	Prospect of Achievement of the Project Purpose	• Does the Project have a prospect to achieve the Project Purpose?	Opinion of stakeholders	Various report, Expert • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
	Prospect of Achievement of Outputs	• Does the Project have a prospect to achieve the Outputs?	Opinion of stakeholders	Various report, Expert • C/P	Reviewing materials, Interviewing
Prohibiting Factor	Is there any prohibiting factor to achieve the Project Goal and Outputs?	• Is there any prohibiting factor to achieve the Project Goal ?	Information of stakeholders	Various report, Expert • C/P	Reviewing materials, Interviewing
		• Is there any prohibiting factor to achieve and Outputs?	Information of stakeholders	Various report, Expert • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
Promoting Factor	Is there any promoting factor to achieve the Project Goal and Outputs?	• What is a promoting factor to achieve the Project Goal and Outputs?	Information of stakeholders	Various report, Expert • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing

[Impact]⁵

Evaluation Item	Evaluation Question		Information and Data	Information Source	Survey Method
	Main item	Sub item			
Influences and Impact	Are there any positive or negative impacts on project implementation?	• Is there any influence on views and thoughts of stakeholders in relation to the sewage treatment method etc. by the Project ?	Opinion of stakeholders, Information of stakeholders	Various report, Expert • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
		• Is there any influence on other sewage treatment in India?	Opinion of stakeholders, Information of stakeholders	Various report, Expert • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
		• From other aspects, is there any influence and ripple effect by the Project?	Opinion of stakeholders, Information of stakeholders	Various report, Expert • C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing

[Sustainability]

Evaluation Item	Evaluation Question		Information and Data	Information Source	Survey Method
	Main item	Sub item			
Policy Aspect	Will the policy which was consistent with the Project at the time of inception of the Project, continue or not?	• Will the policy to develop and expand UASB-DHS continue after the Project ?	Opinion of stakeholders, Information of stakeholders	Expert, C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
		• Are the related laws and regulations consistent with UASB-DHS?	Information on related regulation, laws, and standards	Expert, C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
Institutional Aspect	In order to continue	• In order to continue UASB-DHS	Opinion of	Expert, C/P	Reviewing

⁵ The Project did not set the Overall Goal. Therefore, the Impact will be evaluated by influences and ripple effects brought by the Project.

Evaluation Item	Evaluation Question		Information and Data	Information Source	Survey Method
	Main item	Sub item			
	UASB-DHS development, is there any institutional framework?	development and expansion, is there any institutional framework that established ?	experts • C/P in relation to the institutional and organization framework		materials, Questionnaire, Interviewing
Technical Aspect	Is there technical sustainability of C/P?	• Will the know-how be shared among the organizations like C/P and related organizations?	Opinion of Experts • C/P	Expert, C/P	Questionnaire, Interviewing
		• Will the equipment introduced by the Project be well maintained? Have the necessary activities been done?	Opinion of Experts • C/P	Expert, C/P	Questionnaire, Interviewing
Financial Aspect	Is it possible to secure the budget for continuous support development and O&M?	• Is it possible to secure the budget for continuous development or research?	Financial information, Opinion of Experts • C/P	Expert, C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing
		• Will the cost for maintenance of equipment provided by the Project be ensured after completion of the Project?	Financial information on O&M, Opinion of Experts • C/P	Expert, C/P	Questionnaire, Interviewing
Other Aspect	Is there any prohibiting factor for sustainability?	• Are there any considerations for continuing the activities hereafter? What is it?	Opinion of Experts • C/P	Expert, C/P	Reviewing materials, Questionnaire, Interviewing

3. 専門家派遣実績

1. 短期専門家（研究者）

氏名		研究分野	所属	派遣期間	日数	
1	原田秀樹	総括	東北大学大学院工学研究科	2011年5月24日	～ 2011年5月28日	5
				2011年9月20日	～ 2011年9月24日	5
				2012年1月17日	～ 2012年1月21日	5
				2012年4月10日	～ 2012年4月14日	5
				2012年6月13日	～ 2012年6月16日	4
				2012年7月8日	～ 2012年7月12日	5
				2012年10月9日	～ 2012年10月12日	4
				2012年12月9日	～ 2012年12月13日	5
				2013年4月3日	～ 2013年4月7日	5
				2013年6月23日	～ 2013年6月26日	4
				2013年10月20日	～ 2013年10月23日	4
				2013年11月20日	～ 2013年11月22日	3
				2013年12月14日	～ 2013年12月20日	7
				2014年3月31日	～ 2014年4月2日	3
				2014年6月30日	～ 2014年7月4日	5
				2014年10月13日	～ 2014年10月19日	7
				2014年12月24日	～ 2014年12月25日	3
2015年1月13日	～ 2015年1月16日	4				
2015年5月21日	～ 2015年5月27日	7				
2015年6月18日	～ 2015年6月22日	5				
2015年8月19日	～ 2015年8月22日	4				
2	上村繁樹	副総括	木更津工業高等専門学校環境都市工学科	2011年5月24日	～ 2011年5月28日	5
				2013年8月22日	～ 2013年8月26日	5
				2013年12月15日	～ 2013年12月19日	5
				2014年10月15日	～ 2014年10月17日	3
				2015年6月5日	～ 2015年6月8日	4
				2015年7月22日	～ 2015年7月29日	8
3	久保田健吾	環境微生物	東北大学大学院工学研究科	2012年1月15日	～ 2012年1月20日	6
				2013年1月25日	～ 2013年1月28日	4
				2013年6月23日	～ 2013年6月26日	4
				2013年12月11日	～ 2013年12月20日	10
				2014年7月29日	～ 2014年8月4日	7
				2014年10月12日	～ 2014年10月19日	8
				2015年8月29日	～ 2015年9月2日	5

4	大久保 努	廃水処理	木更津工業高等専門学校環境都市工学科	2011年5月24日	～	2011年5月28日	5
				2011年9月20日	～	2011年9月24日	5
				2012年1月17日	～	2012年1月21日	5
				2012年2月29日	～	2012年3月4日	5
				2012年12月11日	～	2012年12月13日	3
				2013年8月22日	～	2013年8月26日	5
				2013年12月1日	～	2013年12月15日	15
				2014年5月30日	～	2014年6月9日	11
				2014年8月27日	～	2014年8月31日	5
				2015年1月13日	～	2015年1月16日	4
				2015年6月5日	～	2015年6月8日	4
				2015年7月22日	～	2015年7月29日	8
5	山口 隆司	環境管理	長岡技術科学大学環境・建設系	2012年1月17日	～	2012年1月21日	5
				2012年3月6日	～	2012年3月8日	3
				2013年11月29日	～	2013年12月1日	3
				2014年6月30日	～	2014年7月3日	4
				2014年10月15日	～	2014年10月17日	3
				2015年7月23日	～	2015年7月25日	3
				2015年11月4日	～	2015年11月6日	3
6	松永 健吾	廃水処理	東北大学大学院工学研究科	2011年5月24日	～	2011年6月25日	33
				2011年7月4日	～	2011年7月30日	27
				2012年1月13日	～	2012年1月20日	8
				2012年2月1日	～	2012年2月25日	25
				2012年5月24日	～	2012年8月31日	100
				2013年2月15日	～	2013年8月8日	22
				2013年8月17日	～	2013年8月26日	10
				2014年2月8日	～	2014年3月1日	22
7	谷口 涼子	廃水処理設備	東北大学大学院工学研究科	2011年5月24日	～	2011年6月10日	18
				2011年8月9日	～	2011年9月30日	53
				2011年10月9日	～	2011年12月9日	62
				2011年12月21日	～	2012年3月9日	49
				2012年3月31日	～	2012年5月17日	48
				2012年8月27日	～	2012年11月30日	96
				2012年12月20日	～	2012年2月22日	65
				2013年3月10日	～	2013年5月1日	52
8	中村 明靖	環境バイオエンジニアリング	長岡技術科学大学環境・建設系	2012年6月7日	～	2012年6月29日	13

9	井口 晃徳	リスク管理	新潟薬科大学応用生命科学部	2012年12月13日	～	2012年12月16日	4
				2013年1月25日	～	2013年1月28日	4
				2013年8月22日	～	2013年8月26日	5
				2013年12月15日	～	2013年12月20日	6
				2014年10月15日	～	2014年10月19日	5
				2015年2月8日	～	2015年2月10日	3
				2015年6月18日	～	2015年6月20日	3
				2015年8月26日	～	2015年8月30日	5
10	多川 正	汚泥管理	香川高等専門学校建設環境工学科	2012年12月8日	～	2012年12月12日	5
				2013年3月21日	～	2013年3月25日	5
				2013年8月22日	～	2013年8月26日	5
				2014年5月12日	～	2014年5月23日	12
				2014年6月8日	～	2014年6月17日	10
				2014年7月14日	～	2014年7月22日	9
				2014年10月14日	～	2014年10月18日	5
				2014年12月10日	～	2014年12月19日	10
				2015年3月21日	～	2015年3月31日	11
				2015年5月21日	～	2015年5月27日	7
2015年7月16日	～	2015年7月21日	6				
2015年8月12日	～	2015年8月17日	6				
11	幡本 将史	環境微生物	長岡技術科学大学環境・建設系	2012年12月11日	～	2012年12月13日	3
				2013年3月14日	～	2013年3月20日	7
				2013年12月1日	～	2013年12月6日	6
				2014年10月15日	～	2014年10月18日	4
				2015年1月14日	～	2015年1月16日	3
				2015年7月11日	～	2015年7月18日	8
12	高橋 優信	廃水処理設備	東北大学大学院工学研究科	2012年12月8日	～	2012年12月12日	5
				2013年1月20日	～	2013年1月28日	9
				2013年12月11日	～	2013年12月25日	15
				2014年5月21日	～	2014年5月31日	11
				2014年6月24日	～	2014年7月2日	9
				2014年10月15日	～	2014年10月18日	4
				2015年1月13日	～	2015年1月16日	4
				2015年7月16日	～	2015年7月21日	7
2015年8月12日	～	2015年8月17日	6				
13	Narin Pattanuwa t	廃水処理設備	長岡技術科学大学	2013年11月9日	～	2014年2月22日	106

14	Vinay Kumar Tyagi	廃水処理	東北大学	2013年12月14日	～	2014年2月25日	74
				2014年3月5日	～	2014年7月15日	133
				2014年7月20日	～	2014年11月24日	128
				2014年12月1日	～	2015年1月8日	39
				2015年1月10日	～	2015年1月14日	5
15	阿部憲一	廃水処理	東北大学大学院工学研究科	2014年5月4日	～	2014年7月18日	76
				2014年11月21日	～	2014年12月3日	13
16	Muntjeer Ali	廃水処理	東北大学	2015年9月2日			
17	野本 直樹	廃水処理設備	長岡技術科学大学 環境・建設系	2015年1月16日	～	2015年2月6日	22
				2015年3月21日	～	2015年4月10日	21
				2015年5月20日	～	2015年6月9日	21
				2015年7月5日	～	2015年7月28日	24
				2015年9月6日	～	2015年9月25日	20
18	Namila Maharjan	廃水処理	長岡技術科学大学	2015年2月3日	～	2015年3月8日	34
				2015年6月6日	～	2015年7月8日	33
				2015年7月11日	～	2015年7月28日	18

2. 長期専門家

氏名	担当業務	所属	派遣期間	日数
岩佐 了介	業務調整		2011年10月11日 ～	

4. C/P リスト

1. Project Director

	Name	Title	Organization	Tenure	
				From	To
1	Mr. Brijesh Sikka	Director	NRCD, MoEF&CC	May 2011	Sep. 2012.
2	Mr. K.C. Rathore	Director	NRCD, MoEF&CC	Sep. 2012	Mar. 2014
3	Mr. Ravi Sinha	Director	NRCD, MoEF&CC	Mar. 2014	Nov. 2014
4	Mr. Lalit Kapur	Director	NRCD, MoEF&CC	Nov. 2014	Feb. 2015
5	Mr. Ravi Sinha	Director	NRCD, MoEF&CC	Feb. 2015	

2. Deputy Project Director

	Name	Title	Organization	Tenure	
				From	To
1	Mr. Sanjay K. Singh	Deputy Director	NRCD, MoEF&CC	May 2011	

3. Project Manager

	Name	Title	Organization	Tenure	
				From	To
1	Mr. V.P. Singh	General Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	May 2011	Dec. 2011.
2	Mr. N.K. Tygi	General Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Mar. 2012	Jun. 2012
3	Mr. A.K. Saxena	General Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Aug. 2012	Jun. 2014
4	Mr. P. K. Agrawal	General Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Aug. 2014	

4. Deputy Project Manager

	Name	Title	Organization	Tenure	
				From	To
1	Mr. N.K. Tygi	Project Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	May 2011	Mar. 2012
2	Mr. A.K. Saxena	Project Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	May. 2012	July. 2012
3	Mr. S.K. Bansal	Project Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Aug. 2012	Sep. 2013.
4	Mr. R.K. Singh	Project Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Nov.2012	Aug. 2014
5	Mr. Khalid Ahmad	Project Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Aug. 2014	Apr. 2015
6	Mr. M.K. Bansal	Project Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Apr. 2015	

5. Researcher

	Name	Title	Organization	Tenure	
				From	To
1	Dr. Nadeem Khalil	Assistant Professor	Aligarh Muslim University (AMU)	May 2011	
2	Dr. B.R. Gurjar	Professor, Department of Civil Engineering	Indian Institute of Technology Roorkee (IIT Roorkee)	Jan. 2015	
3	Dr. A.A. Kazmi	Professor, Department of Civil Engineering	Indian Institute of Technology Roorkee (IIT Roorkee)	Jan. 2015	
4	Ms. Komal Jaiswal	Research Scholar, Dept. of Civil Engineering	Indian Institute of Technology Roorkee (IIT Roorkee)	Jan. 2015	

5. 供与機材リスト

1. 施設

- ・ 5MLD DHS パイロットプラント
- ・ 78MLD 下水処理場管理棟2階の実験室と専門家執務室への改修
- ・ 5MLD DHS パイロットプラント用防犯フェンス

2. 機材

A. インド事務所による現地調達機材

設置年月日	機材名	メーカー/モデル	数量	設置場所
1 2012年 8月3日	超音波処理装置(ホモジナイザー)	IKA / T25 Digital Ultra-Turrax Package	1	78MLD STP Agra
2 2012年 9月4日	純水製造装置	ELGA / PURELAB OPTION-R7	1	78MLD STP Agra
3 2012年 11月24日	定電圧装置	Glove Electricals / 100 KVA Voltage 3Ph Stabilizer	1	78MLD STP Agra
4 2012年 12月7日	ドラフトチャンバー	Acmas Technocracy / ACMA42105L (WEIBER)	2	78MLD STP Agra
5 2012年 12月7日	クリーンベンチ	Acmas Technocracy / ACMA42101L (WEIBER)	1	78MLD STP Agra
6 2012年 11月17日	製氷機	Acmas Technocracy / ACM-78095S (WEIBER)	1	78MLD STP Agra
7 2012年 12月14日	ディープフリーザー	SKADI EUROPE / U445-86	1	78MLD STP Agra
8 2013年 1月21日	乾熱滅菌器	TOKYO RIKAKIKAI / NDS410	1	78MLD STP Agra
9 2013年 3月1日	高速冷却遠心機	KUBOTA / 6500 AG-508CA	1	78MLD STP Agra

B. 東北大学による本邦調達機材(JICA 支援)

設置年月日	機材名	メーカー/モデル	数量	設置場所
10 2013年 7月18日	ダイジェスター(分解器)	HACH / HACH Digesdahi	5	78MLD STP Agra
11 2013年 7月18日	吸光光度計	HACH / DR5000	2	78MLD STP Agra
12 2013年 7月18日	BOD 測定器用卓上インキュベーター	WTW / Oxi Top Model 6	1	78MLD STP Agra
13 2013年 7月18日	ハンディ DO メーター	TOKYO KAGAKU / TOX-999i	1	78MLD STP Agra
14 2013年 7月18日	生物用酸素モニター	YSI / Model 5300A	1	78MLD STP Agra
15 2013年 7月18日	微量サンプル分光光度計	GE Health Care / NanoVue Plus with SD Card	1	78MLD STP Agra
16 2013年 7月18日	オートサンプラー	ISCO / 6712A - Avalanche	3	78MLD STP Agra
17 2013年 7月18日	デシケーター	AS One / 1-961-02-IW	1	78MLD STP Agra
18 2013年 7月18日	循環アスピレーター	SANSYO / SPC100	1	78MLD STP Agra
19 2013年 7月18日	エアープンプ	IWAKI / APN-085	2	78MLD STP Agra
20 2013年 7月18日	COD 測定用加熱分解器	HACH / DRB 200	1	78MLD STP Agra
21 2013年 7月18日	携帯水質分析計	HACH / DR-890	1	78MLD STP Agra
22 2013年 7月18日	真空デシケーター	AS One / VDR-20	1	78MLD STP Agra
23 2013年 7月18日	アップ/ダウントランス(変圧器)	KASHIMURA / Up-Down Trans <T1-37>	5	78MLD STP Agra
24 2013年 7月18日	ドライサーモユニット(アルミブロック恒温槽)	TAITEC / DTU-1B	1	78MLD STP Agra

25	2013年 7月18日	マイクロチューブ用 ディープブロック	TAITEC / AL-1136	1	78MLD Agra	STP
26	2013年 3月1日	ガスクロマトグラフ イヤー	SHIMAZU / GC-8A	1	78MLD Agra	STP
27	2013年 3月1日	クロマトパック	SHIMAZU / C-R8A	1	78MLD Agra	STP
28	2013年 3月1日	ガスクロ用カラム	SHIMAZU GLC / ZT-13	2	78MLD Agra	STP
29	2013年 7月18日	細胞破碎装置	Ieda-Boeki / 3310BX	1	78MLD Agra	STP

C. プロジェクトによる現地調達機材

設置年月日	機材名	メーカー/モデル	数量	設置場所	
30	2012年 2月15日	細菌培養用インキュ ベーター	Swastika / INB-118 (Memmert German Type)	2	78MLD STP Agra
31	2012年 2月15日	BOD 用インキュベ ーター	Swastika / INC121	1	78MLD STP Agra
32	2012年 2月15日	オートクレーブ	Swastika / AUV-113	1	78MLD STP Agra
33	2012年 2月15日	ユニバーサルオープン	Swastika / OVU-197	1	78MLD STP Agra
34	2012年 2月15日	工業用マッフル炉	Swastika / MFI-192	1	78MLD STP Agra
35	2012年 2月23日	ウォーターバスイン キュベーターシェー カー	Swastika / Metabolic Shaking Incubator	1	78MLD STP Agra
36	2012年 2月23日	ウォーターバス	Swastika / WBT-266	1	78MLD STP Agra
37	2012年 2月17日	ミニ遠心機	Heathrow Scientific / Baio Media-24-009	1	78MLD STP Agra
38	2012年 2月20日	高圧洗浄機	ANNOVI / AR-565	1	78MLD STP Agra
39	2012年 2月28日	多目的冷却遠心機	Weiber / ACM-67894-C	1	78MLD STP Agra
40	2012年 2月29日	電子天秤	Citizen / CX220	2	78MLD STP Agra
41	2012年 2月29日	ボルテックスシェー カー	Acmas / ACM-42310-U (Weiber)	2	78MLD STP Agra
42	2012年 2月29日	マルチポジション・ マグネチックスター ラー	IKA	1	78MLD STP Agra
43	2012年 2月29日	セラミックホットス ターラー	IKA	1	78MLD STP Agra
44	2012年 3月1日	ポータブル pH、酸化 還元電位計	Eutech / Riviera-ECPH1102K	2	78MLD STP Agra
45	2012年 3月1日	超音波洗浄機	Rivotech / Riviera-19000020	1	78MLD STP Agra
46	2012年 12月15日	ガスクロ用高圧ガス シリンダー	47L Argon & Nitrogen Gas Cylinders with Regulator	1 Set	78MLD STP Agra
47	2014年 3月24日	卓上ウォーターバス (ユニット恒温槽サ ーモミンスター)	TAITECH / SM-05R	1	78MLD STP Agra
48	2014年 3月24日	卓上ウォーターバス 用振とう恒温槽	TAITECH / Personal-11	1	78MLD STP Agra

6. 研修員リスト

1. 調整会議(2013年9月22日-10月1日)

	Name	Title	Organization
1	Mr. Brijesh Sikka	Advisor	NRCD, MoEFCC
2	Mr. Sanjay Kumar Singh	Deputy Director	NRCD, MoEFCC
3	Mr. A.K Saxena	General Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN
4	Mr. Shreeprakash Singh	Special Secretary	Department of Urban Development, government of U.P., Lucknow

2. 下水処理技術とマネジメントに関わる C/P 研修(2014年11月2日-12日)

	Name	Title	Organization
1	Mr. Ravi Sinha	Director	NRCD, MoEFCC
2	Dr. Vinod K. Singh	Deputy Director	NRCD, MoEFCC
3	Mr. P.K. Assudani	Managing Director	UPJN

3. 調整会議 (2015年9月26日-10月4日)

	Name	Title	Organization
1	Mr. Sanjay Kumar Singh	Deputy Director	NRCD, MoEFCC
2	Dr. R.M. Bhardwaj	Scientist 'E', Additional Director	CPCB, MoEFCC
3	Mr. P.K. Agrawal	General Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN
4	Dr. A.A. Kazmi	Professor, Department of Civil Engineering	Indian Institute of Technology Roorkee (IIT Roorkee)
5	Dr. Nadeem Khalil	Assistant Professor	Aligarh Muslim University (AMU)

7. 主要面談者リスト

国家河川保全局 (National River Conservation Directorate : NRCD)

Mr. Brijesh Sikka, Adviser

Mr. Sanjay Kumar Singh, Deputy Director

中央公害対策委員会 (Central Pollution Control Board, Delhi : CPCB)

Mr. R.M. Bhardwaj, Scientist 'E'

国立環境工学研究所 (National Environmental Engineering Research Institute : NEERI)

Dr. Anjali Srivastava, Delhi Zonal Laboratory

ウッタル・グラデシュ州上下水道公社 (Uttar Pradesh Jal Nigam : UPJN)

Mr. Prem Kumar Assundani, Managing Director

Mr. Pramod Kumar Agrawal, General Manager, YPCU

インド工科大学ルーキー校 (India Institute of Technology, Roorkee : IIT Roorkee)

Prof. Kazmi Absar Ahmed, Professor, Department of Civil Engineering

アリガームスリム大学 (Aligar Muslim University : AMU)

Prof. Nadeem Khalil, Assistant Professor, Department of Civil Engineering

NJS Engineers India Pvt.Ltd.

Mr. Sanjay Kumar Gulueria, Director-Technical

Mr. Tarun Garg, Executive Engineer

JICA 専門家

原田 秀樹 (総括) 東北大学

上村 繁樹 (副総括) 木更津工業高等専門学校

高橋 優信 (廃水処理設備) 東北大学

多川 正 (汚泥管理) 香川高等専門学校

幡本 将史 (環境微生物) 長岡技術大学

井口 晃徳 (リスク管理) 新潟薬科大学

大久保 努 (廃水処理) 木更津工業高等専門学校

山口 隆司 (環境管理) 長岡技術科学大学

Muntjeer Ali (廃水処理) 東北大学

岩佐 了介 (業務調整)

プロジェクトスタッフ

Mr. Pankaj Gupta, Assistant Coordinator, UDIS/ JICA Project

JICA インド事務所

井口 知英 次長

上原 翔子 企画調査員

M. P. Singh, Additional Chief Development Specialist

8. 日本人専門家学会発表実績

年度	国内/ 国際	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演/ 口頭/ ポスター
2011	国際 学会	Ono, S(長岡技術科学大学), Ohya, A(長岡技術科学大学), Kawakami, S(長岡技術科学大学), Hatamoto, M(長岡技術科学大学), Takahashi, M(長岡技術科学大学), Syutsubo, K(国立環境研究所), Araki, N.(長岡高専) and Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Performance of a pilot-scale sewage treatment: An up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) by sulfate-reducing reaction, 8th IWA Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies (LET2011), Amsterdam, Netherlands, (2011.6.7)	ポスター 発表
2011	国内 学会	大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 低炭素社会に向けた超省エネルギー生物学的排水処理装置, 第9回全国高専テクノフォーラム, 東京, (2011.8.4)	ポスター 発表
2011	国内 学会	竹村泰幸(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 関口勇地(産総研), 原田秀樹(東北大学), 分子量分画膜を用いた迅速・簡便な配列特異的核酸定量法の開発, 土木学会第66回年次学術講演, VII-100, 愛媛, (2011.9.7)	口頭 発表
2011	国内 学会	大久保努(木更津高専), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 実規模 DHSリアクターにおける無機態窒素の処理性能と KLa, 第66回土木学会年次学術講演会, VII-068, 愛媛, (2011.9.9)	口頭 発表
2011	国内 学会	池田直生(木更津高専), 千田朋洋(木更津高専), 菅生亜美(木更津高専), 名取哲平(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), DHSを用いたアンモニア性窒素とフェノールの同時除去, 第66回土木学会年次学術講演会, VII-053, 愛媛, (2011.9.9)	口頭 発表
2011	国内 学会	小野心也(長岡技術科学大学), 米田洗一(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 高橋優信(長岡技術科学大学), 山口剛土(長岡技術科学大学), 川上周司(長岡技術科学大学), 荒木信夫(長岡高専), 山崎慎一(高知高専), 山口隆司(長岡技術科学大学), 嫌気/無酸素回分式リアクターを用いた実下水 UASB/DHS システム処理水からの窒素・リン除去性能評価, 第66回土木学会年次学術講演会, VII-050, 愛媛, (2011.9.9)	口頭 発表
2011	国内 学会	大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 低炭素社会に向けた超省エネルギー生物学的排水処理装置の開発, 千葉エリア産学官連携オープンフォーラム 2011, 千葉, (2011.9.16)	ポスター 発表
2011	国際 学会	Kubota, K.(東北大学), Watanabe, Y.(東北大学), Ohura, K.(東北大学), Okubo, T.(木更津高専), Iguchi, A.(新潟薬科大学), Li, Y.-Y.(東北大学) and Harada, H.(東北大学), A novel nitrogen removal system for landfill leachate by combination of DHS and USB reactors. The 4th IWA-ASPIRE Conference & Exhibition (IWA-ASPIRE 2011), Tokyo, Japan, (2011.10.3)	ポスター 発表
2011	国際 学会	Uemura, S.(木更津高専) and Harada, H.(東北大学), UASB-DHS integrated system, -A sustainable sewage treatment technology-, Leader's summit -Innovation from national R&D programs of Japan- at the 4th IWA-ASPIRE Conference & Exhibition, Tokyo, Japan, (2011.10.03)	招待講演
2011	国際 学会	Takemura, Y.(東北大学), Kubota, K.(東北大学), Sekiguchi, Y.(産総研) and Harada, H.(東北大学), A novel method for multiplex quantitative detection of sequence-specific rRNA using molecular weight cut-off membrane, The 4th IWA-ASPIRE Conference & Exhibition (IWA-ASPIRE 2011), Tokyo, Japan, (2011.10.4)	ポスター 発表
2011	国際 学会	Natori, T.(木更津高専), Takemura, Y.(東北大学), Abe, K.(広島大学), Ohashi, A.(広島大学), Harada, H.(東北大学) Kimura, M.(長岡技術科学大学), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学) and Uemura, S.(木更津高専): The effect of salinity on nitrification in a DHS reactor and microflora succession of nitrifiers, The 4th IWA-ASPIRE Conference & Exhibition, Tokyo, Japan, (2011.10.04)	口頭 発表
2011	国際 学会	Ono, S(長岡技術科学大学), Tshering, T.(長岡技術科学大学), Takahashi, M(長岡技術科学大学), Hatamoto, M(長岡技術科学大学), Nakamura, A.(長岡技術科学大学), Kawakami, S(長岡技術科学大学), Yamazaki, S.(高知高専), Araki, N.(長岡高専), Harada, H.(東北大学), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Performance of a pilot-scale sewage treatment by UASB and DHS reactor combined system enhancing sulfate-reducing reaction, The 4th IWA-ASPIRE Conference & Exhibition, Tokyo, Japan, (2011.10.05)	口頭 発表
2011	国内 学会	山濱和弥(長岡技術科学大学), 小野心也(長岡技術科学大学), 米田洗一(長岡技術科学大学), 高橋優信(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 低濃度リン含有廃水を対象とした嫌気/無酸素回分式リアクターによる高度処理技術の開発, 第29回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会, VII-315, 長岡, (2011.11.22)	口頭 発表
2011	国内 学会	竹村泰幸(東北大学), 関口勇地(産総研), 原田秀樹(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 分子量分画膜を用いた迅速・簡便な配列特異的 rRNA 定量法の開発, 土木学会論文集 G(環境), III_85-III_92, 名古屋, (2011.11.25)	口頭 発表
2011	国内 学会	小野心也(長岡技術科学大学), Tashi Tserin(長岡技術科学大学), 高橋優信(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 中村明靖(長岡技術科学大学), 川上周司(長岡技術科学大学), 山崎慎一(高知高専), 荒木信夫(長岡高専), 原田秀樹(東北大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 嫌気的環境下における硫黄還元及び酸化現象の発見, 第48回環境工学研究フォーラム講演集, pp. 112-113, 名古屋, (2011.11.26)	口頭 発表
2011	国内 学会	Tshering, T(長岡技術科学大学), Yoneda, K(長岡技術科学大学), Ono, S.(長岡技術科学大学), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Hatamoto, M.(長岡技術科学大学), Takahashi, M.(長岡技術科学大学), Kawakami, S(長岡技術科学大学) and Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Performance evaluation of simultaneous nitrogen and phosphorus removal in an anaerobic/anoxic cycle reactor treating effluent of UASB+DHS, 第48回環境工学研究フォーラム講演集, pp. 114-115,	口頭 発表

年度	国内/ 国際	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭 ポスター
		名古屋, (2011.11.26)	
2011	国内 学会	木村晶典(長岡技術科学大学), 名取哲平, 竹村泰幸, 山口隆司(長岡技術科学大学), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), DHSを用いた長期連続実験による有機物除去とアンモニア性窒素の酸化におよぼす塩分の影響, 長岡技術科学大学メタン高度利用技術研究センター主催, 第3回メタン高度利用技術シンポジウム, 新潟, (2011.12.5)	ポスター 発表
2011	国際 学会	Takahashi, M. (長岡技術科学大学), Ono, S. (長岡技術科学大学), Tshering, T. (長岡技術科学大学), Hatamoto, M. (長岡技術科学大学), Kawakami, S. (長岡技術科学大学), Yamazaki, S. (高知高専), Araki, N. (長岡高専), Yamaguchi, T. (長岡技術科学大学), Performance of a pilot-scale sewage treatment system enhancing sulfur-redox reaction, The 1st International GIGAKU Conference in Nagaoka (IGCN), Nagaoka, Japan, (2012.2.4)	ポスター 発表
2011	国内 学会	西郡祐輝(木更津高専), 松林未理(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 木村晶典(長岡技術科学大学), 竹村泰幸(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 阿部憲一(広島大学), 大橋晶良(広島大学), DHSリアクターにおける塩分制御による硝化細菌叢変化を利用した亜硝酸化の促進, 土木学会第39回関東支部技術研究発表会, VII-8, 神奈川, (2012.03.13)	口頭発表
2011	国内 学会	関野翔梧(木更津高専), 池田直生(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 青木仁孝(長岡技術科学大学), 木村晶典(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 原田秀樹(東北大学), 処理水循環を伴った DHS リアクターにおける脱窒関連細菌の特定と窒素除去に対するフェノールの影響, 土木学会第39回関東支部技術研究発表会, VII-7, 神奈川, (2012.03.13)	口頭発表
2011	国内 学会	名取哲平(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 木村晶典(長岡技術科学大学), 竹村泰幸(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 阿部憲一(広島大学), 大橋晶良(広島大学), DHSリアクターを用いた塩分制御による亜硝酸化プロセスの開発, 第46回日本水環境学会年会, p. 44, 東京, (2012.03.14)	口頭発表
2011	国内 学会	山濱和弥(長岡技術科学大学), 小野心也(長岡技術科学大学), 高橋優信(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 嫌気・無酸素回分式リアクターを用いた生物学的栄養塩処理プロセスの開発, 第46回日本水環境学会年会, p. 46, 東京, (2012.03.14)	口頭発表
2011	国内 学会	小野心也(長岡技術科学大学), Tashi Tshering(長岡技術科学大学), 高橋優信(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 中村明靖(長岡技術科学大学), 川上周司(長岡技術科学大学), 山崎慎一(高知高専), 荒木信夫(長岡高専), 原田秀樹(東北大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 下水処理 UASB における硫黄還元及び酸化に関する研究, 第46回日本水環境学会年会, p. 476 東京, (2012.03.16)	口頭発表
2011	国内 学会	松永健吾(東北大学), 谷口涼子(東北大学), 永井寛之(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 井口晃徳(新潟薬科大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), インドにおける下水処理 UASB 後段の実規模 DHS リアクターによる担体性能比較評価, 第46回日本水環境学会年会, p. 361, 東京, (2012.3.16)	口頭発表
2011	国内 学会	竹村泰幸(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 関口勇地(産総研), 原田秀樹(東北大学), 分子量分角膜を用いた新規核酸定量法による環境微生物群の定量, 第46回日本水環境学会年会, p. 400, 東京, (2012.3.16)	口頭発表
2011	国内 学会	久保田健吾(東北大学), 諸野祐樹(海洋研究開発機構), 原田秀樹(東北大学), 稲垣史生(海洋研究開発機構), nanoSIMSを用いた微生物機能解明のための GISH 法の開発, 第46回日本水環境学会年会, p. 474, 東京, (2012.3.16)	口頭発表
2011	国内 学会	井口晃徳(新潟薬科大学), 立花真(東北大学), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 山口隆司(長岡技術科学大学), 松永健吾(東北大学), 谷口涼子(東北大学), 永井寛之(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 実証規模 DHS 反応槽の微生物相解析と硝化細菌群の定量, 第46回日本水環境学会年会, p. 484, 東京, (2012.3.16)	口頭発表
2012	国際 学会	Takemura, Y. (東北大学), Y. Sekiguchi (産総研), H. Harada (東北大学) and K. Kubota (東北大学). A novel direct rRNA quantitative detection method using molecular weight cut-off membrane, 14th International Symposium on Microbial Ecology (ISME-14), 457B. The eco-labelled Bella Center, Copenhagen, Denmark, (2012.8.21)	ポスター 発表
2012	国際 学会	Kubota, K. (東北大学), Morono, Y. (海洋研究開発機構), Ito, M. (海洋研究開発機構), Terada, T. (マリンワークジャパン), Itezo, S. (東北大学), Harada, H. (東北大学) and Inagaki, F. (海洋研究開発機構), Gold-ISH for linking microbial phylogeny and metabolic activities by using nanoSIMS, 14th International Symposium on Microbial Ecology (ISME-14), 505A. The eco-labelled Bella Center, Copenhagen, Denmark, (2012.8.23)	ポスター 発表
2012	国内 学会	池田直生(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 海外インターンシップによる環境教育の実践-インド下水処理場の運転状況の調査-, 第18回日本高専学会年会プログラム, 三重, (2012.08.25)	ポスター 発表
2012	国内 学会	松林未理(木更津高専), 名取哲平(木更津高専), 西郡祐輝(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 竹村泰幸(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 阿部憲一(広島大学), 大橋晶良(広島大学), DHSリアクターを利用した亜硝酸生成プロセスにおける塩分とHRTの影響, 第67回土木学会年次学術講演会, VII-120, 愛知, (2012.09.07)	口頭発表

年度	国内/ 国際	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招徠講演 /口頭 ポスター
2012	国内 学会	池田直生(木更津高専), 松林未理(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 青木仁孝(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 名取哲平(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 処理水循環を伴った DHSリアクターにおけるアンモニア性窒素とフェノールの同時除去, 第 67 回土木学会年次学術講演会, VII-119, 愛知, (2012.09.07)	口頭発表
2012	国内 学会	出濱和弥(長岡技術科学大学), 小野心也(長岡技術科学大学), Tshering Tashi(長岡技術科学大学), Namita Maharjan(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 高橋優信(東北大学), A2SBRを用いた UASB+DHS 処理水からの高度下水処理システム開発. 土木学会第 67 回年次学術講演会, VII-126, 愛知, (2012.09.07)	口頭発表
2012	国際 学会	Ikeda, N.(木更津高専), Natori, T.(木更津高専), Okubo, T.(木更津高専), Sugo, A.(木更津高専), Aoki, M.(長岡技術科学大学), Kimura, M.(長岡技術科学大学), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Harada, H.(東北大学), Ohashi, A.(広島大学) and Uemura, S.(木更津高専), Enhancement of denitrification in a DHS reactor by effluent recirculation, World Water Congress & Exhibition, Busan, Korea, (2012.09.16)	口頭発表
2012	国内 学会	Iguchi, A.(新潟薬科大学), Okubo, T.(木更津高専), Takahashi, M.(東北大学), Kubota, K.(東北大学), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Sekiguchi, Y.(産総研), Shigematsu, T.(新潟薬科大学), Araki, N.(長岡高専) and Harada, H.(東北大学), Microbial community and functions of low-strength methane fermentation process with no temperature control. 28th Annual Meeting of the Japanese Society of Microbial Ecology (JSME2012), pp. 96-97, Aichi, Japan, (2012.9.20)	口頭発表
2012	国内 学会	井口晃徳(新潟薬科大学), 千葉有紀(新潟薬科大学), 林真由美(新潟薬科大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 原田秀樹(東北大学), 重松亨(新潟薬科大学), 都市下水処理メタン発酵プロセスにおいて高頻度に検出される未培養微生物の視覚化と定量, 日本農芸化学会関東支部 2012 年度大会, p. 65, 新潟, (2012.10.28)	ポスター 発表
2012	国内 学会	坂本健一(長岡技術科学大学), 出濱和弥(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 井口晃徳(新潟薬科大学), 荒木信夫(長岡高専), 山崎慎一(高知高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 高橋優信(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学), UASB+DHS システムおよび嫌気・無酸素回分式リアクターを用いた都市下水からのリン回収, 第 30 回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会, pp.468-469 (7103), 新潟, (2012.10.30)	口頭発表
2012	国際 学会	Kubota, K.(東北大学), Hayashi, M.(東北大学), Matsunaga, K.(東北大学), Ohashi, A.(広島大学), Li, Y.-Y.(東北大学), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学) and Harada, H.(東北大学), Microbial community composition of a G3-type DHS reactor in UASB-DHS system treating municipal sewage, The 10th International Symposium on Southeast Asian Water Environment (SEAWE-10), C1-3, Hilton Hanoi Opera Hotel, Hanoi, Viet Nam, (2012.11.9)	口頭発表
2012	国際 学会	Takahashi, M.(東北大学), Tanaka, H.(三機工業), Kato, K.(三機工業), Nagano, A.(三機工業), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Iguchi, A.(新潟薬科大学) and Harada, H.(東北大学), Development of a sewage treatment system combining an UASB and a random packing type down-flow hanging sponge reactor for minimum energy requirement, The 10th International Symposium on Southeast Asian Water Environment (SEAWE-10), pp.41-46, Hanoi, Viet Nam, (2012.11.9)	ポスター 発表
2012	国際 学会	Okubo, T.(木更津高専), Onodera, T.(国立環境研究所), Uemura, S.(木更津高専), Kubota, K.(東北大学), Takahashi, M.(東北大学), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Ohashi, A.(広島大学) and Harada, H.(東北大学), A long-term evaluation of a novel non-aerated aerobic process for post-treatment of UASB-treated sewage by on-site practical-scale in India, The 10th International Symposium on Southeast Asian Water Environment (SEAWE-10), C1-2, Hilton Hanoi Opera Hotel, Hanoi, Viet Nam, (2012.11.9)	口頭発表
2012	国際 学会	Matsubayashi, M.(木更津高専), Natori, T.(木更津高専), Harada, H.(東北大学), Okubo, T.(木更津高専) and Uemura, S.(木更津高専), The effect of salinity and HRT on nitrite production in a down-flow hanging sponge (DHS) reactor, The 2nd International Symposium on Technology for Sustainability, Bangkok, Thailand, (2012.11.22)	口頭発表
2012	国内 学会	松永健吾(東北大学), 久保田健吾(東北大学), Erica Vonasek(東北大学), 竹村泰幸(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 18S rRNA 遺伝子情報を用いた排水処理汚泥の真核生物群集構造解析, 土木学会論文集 G (環境), III_13-III_20, 京都, (2012.11.28)	口頭発表
2012	国際 学会	Matsunaga, K.(東北大学), Kubota, K.(東北大学), Takemura, Y.(東北大学) and Harada, H.(東北大学), Comparison of eukaryotic communities in wastewater treatment processes as revealed by 18S rRNA gene clone library, The 4th Asia-Pacific Young Water Professionals Conference 2012 (APYWP-4), pp. 284-287, Miraikan, Tokyo, Japan, (2012.12.9)	口頭発表
2012	国際 学会	Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), UASB-DHS-A2SBR system without external aeration for removal of organic matter, nitrogen and phosphorus in domestic wastewater International Conference "Environmental and Hazardous Substance Management towards a Green Economy", Bangkok, Thailand, (2012.12.26)	招徠講演
2012	国内 学会	安斎英悟(東北大学), 谷口涼子(東北大学), 高橋優信(東北大学), 原田秀樹(東北大学), インドの都市下水を処理する DHSリアクターの, 処理性能と処理メカニズムの解明, 土木学会東北支部平成 24 年度技術研究発表会, VII-53, 宮城, (2013.3.9)	口頭発表

年度	国内/ 国際	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭 ポスター
2012	国内 学会	蝶勢智明(長岡技術科学大学), 出濱和弥(長岡技術科学大学), 坂本健一(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 高橋優信(東北大学). 生活污水由来の有機源を用いた嫌気/無酸素回分式リアクターの運転特性, 第47回日本水環境学会年会, p.38, 大阪. (2013.3.11)	口頭発表
2012	国内 学会	坂本健一(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 荒木信夫(長岡高専), 山崎慎一(高知高専), 高橋優信(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学), UASB+DHS および嫌気・無酸素回分式リアクターを用いた都市下水からの窒素除去およびリン回収, 第47回日本水環境学会年会, p.39, 大阪. (2013.3.11)	口頭発表
2012	国内 学会	塚越大祐(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 諸野祐樹(海洋研究開発機構), 伊藤元雄(海洋研究開発機構), 稲垣史生(海洋研究開発機構), 原田秀樹(東北大学), NanoSIMSによる系統学的微生物検出のための CARD-GoldISH 法の開発, 第47回日本水環境学会年会, p.439, 大阪. (2013.3.13)	口頭発表
2012	国内 学会	松永健吾(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学). 18S rRNA 遺伝子情報を用いた下水処理汚泥の真核生物群集構造解析, 第47回日本水環境学会年会, pp.498, 大阪. (2013.3.13)	口頭発表
2012	国内 学会	Namita, M(長岡技術科学大学), Takahashi, M.(東北大学), Hatamoto, M(長岡技術科学大学), Okubo, T.(木更津高専), Harada, H.(東北大学) and Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Performance assessment of waste water treatment plants along Yamuna river basin, India, 第47回日本水環境学会年会, p.389, 大阪. (2013.3.13)	口頭発表
2012	国内 学会	出濱和弥(長岡技術科学大学), 幡本 将史(長岡技術科学大学), 山口 隆司(長岡技術科学大学), 多川正(香川高専), 高橋優信(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 嫌気・無酸素回分式リアクターでの窒素・リン同時除去に関する微生物群集解析. 第47回日本水環境学会年会, p.494, 大阪. (2013.3.13)	口頭発表
2012	国内 学会	井口晃徳(新潟薬科大学), 千葉有紀(新潟薬科大学), 林真由美(新潟薬科大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 原田秀樹(東北大学), 重松亨(新潟薬科大学), 下水処理メタン発酵プロセスにおいて高頻度に検出される未培養微生物の集積化と機能推定. 第47回日本水環境学会年会, p.400, 大阪. (2013.3.13)	口頭発表
2012	国内 学会	山田尊貴(木更津高専), 池田直生(木更津高専), 奈良本朱音(木更津高専), 稲葉貴信(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 原田秀樹(東北大学), DHSリアクターのスポンジ担体における水理学的および酸素移動特性, 土木学会第40回関東支部技術研究発表会, VII-50, 栃木, (2013.03.15)	口頭発表
2012	国内 学会	上野克典(木更津高専), 奈良本朱音(木更津高専), 池田直生(木更津高専), 山田尊貴(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), DHSリアクターのスポンジ担体における汚泥の増殖特性, 土木学会第40回関東支部技術研究発表会, VII-51, 栃木, (2013.03.15)	口頭発表
2013	国際 学会	Maharajan, N(長岡技術科学大学), Dehama, K.(長岡技術科学大学), Ohtsuki, K.(長岡技術科学大学), Saito, Y.(長岡技術科学大学), Miyaoka, Y.(長岡技術科学大学), Tashi, T.(長岡技術科学大学), Nakamura, A.(長岡技術科学大学), Hatamoto, M(長岡技術科学大学), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), An Integrated System of Sedimentation-DHS-A2SBR for Effective Removal of Organic Matter and Nutrients from Municipal Wastewater. Water and Environment Technology Conference 2013 (WET2013), p.6, 15-1A-11, Tokyo, Japan (2013.6.15-16)	ポスター 発表
2013	国際 学会	Matsunaga, K.(東北大学), Kubota, K.(東北大学), Harada, H.(東北大学), Molecular analysis of eukaryotic communities in wastewater treatment processes, The 5th International conference Microbial Ecology and Water Engineering, Ann Arbor, Michigan USA (2013.7.7-10)	ポスター 発表
2013	国際 学会	Hatamoto, M.(長岡技術科学大学), Dehama, K.(長岡技術科学大学), Takahashi, M(東北大学), Nakamura, A.(長岡技術科学大学), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Microbial community structure of advanced anaerobic sewage treatment of UASB-DHS system by simultaneous nitrogen and phosphorus removal. 5th Quadrennial IWA Specialty Conference on Microbial Ecology and Water Engineering, Ann Arbor, Michigan USA (2013.7.7-10)	ポスター 発表
2013	国内 学会	坂本健一(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 高橋優信(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 荒木信夫(長岡高専), 山崎慎一(高知高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), UASB+DHSを用いた都市下水処理システムにおける嫌気無酸素回分式リアクターを用いた窒素除去及びリン除去・回収, 第68回土木学会年次学術講演会, VII-69, 千葉. (2013.9.5)	口頭発表
2013	国内 学会	蝶勢智明(長岡技術科学大学), 出濱和弥(長岡技術科学大学), 坂本健一(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 高橋優信(東北大学), 上村繁樹(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 多川正(香川高専), 嫌気/無酸素回分式リアクターを用いた UASB+DHS 処理水からの生物学的窒素・リン除去に対する有機物の影響, 第68回土木学会年次学術講演会, VII-70, 千葉. (2013.9.5)	口頭発表
2013	国内 学会	大槻洸太(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 上村繁樹(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 高橋優信(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 多川正(香川高専), 山内正仁(鹿児島高専), 山田真義(鹿児島高専), 山崎慎一(高知高専), UASB-DHS-A2SBR システムによる無曝気・無加温型の都市下水高度処理技術の開発, 第68回土木学会年次学術講演会, VII-71, 千葉. (2013.9.5)	口頭発表
2013	国内 学会	山口隆司(長岡技術科学大学), 国内外の水環境の現状と水環境保全のための水処理・再利用技術の紹介, 日本急性血液浄化学会, 札幌, (2013.09.14)	招待講演

年度	国内/ 国際	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭/ ポスター
2013	国内 学会	小林智裕(長岡技術科学大学), 坂本健一(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 中村明靖(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 下水からの窒素・リン除去を目的とした嫌気・無酸素回分式リアクターの処理の高効率化, 第31回土木学会関東支部新潟会調査発表会, pp. 488-489, 長岡. (2013.11.19)	口頭発表
2013	国内 学会	井口晃徳(新潟薬科大学), 千葉有紀(新潟薬科大学), 林真由美(新潟薬科大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 原田秀樹(東北大学), 重松亨(新潟薬科大学), 下水処理UASBプロセスのグラニュー汚泥内に存在する主要未培養微生物の空間分布と機能推定, 第29回日本微生物生態学会大会, pp. 111, 鹿児島. (2013. 11.22)	ポスター 発表
2013	国際 学会	N. Maharjan(長岡技術科学大学), K. Dehama(長岡技術科学大学), K. Ohtsuki(長岡技術科学大学), T. Chosei(長岡技術科学大学), K. Sakamoto(長岡技術科学大学), Y. Saito(長岡技術科学大学), Y. Miyaoka(長岡技術科学大学), T. Tshering(長岡技術科学大学), A. Nakamura(長岡技術科学大学), M. Hatamoto(長岡技術科学大学) and T. Yamaguchi(長岡技術科学大学). Assessment of combined system of UASB-DHS-A2SBR for municipal sewage treatment. 3rd International Symposium on Technology for Sustainability, pp.286-287, Hong Kong, China, (2013.11.20-23)	口頭発表
2013	国際 学会	K. Kuroda(長岡技術科学大学), M. Hatamoto(長岡技術科学大学), A. Nakamura(長岡技術科学大学) and T. Yamaguchi(長岡技術科学大学). Phylogenetic diversity analysis of microorganisms relevant to anaerobic/anoxic wastewater treatment. 3rd International Symposium on Technology for Sustainability, pp.265-266, Hong Kong, China, (2013.11.20-23)	口頭発表
2013	国際 学会	Takahashi, M.(東北大学), Tanaka, H.(三機工業), Kato, K.(三機工業), Tanaka, N.(三機工業), Mimura, K.(三機工業), Nagano, A.(三機工業), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Harada, H.(東北大学), Development of energy-saving sewage treatment technology by combining of UASB and DHS reactor. The 1 st International Forum on Asian Water Environmet Technology (1 st IFAWET), Delhi, INDIA, (2013.12.17-18)	ポスター 発表
2013	国際 学会	Akinori IGUCHI, Tsutomu OKUBO, Masanobu TAKAHASHI, Masashi HATAMOTO, Takashi YAMAGUCHI, Shigeki UEMURA, Kengo KUBOTA and Hideki HARADA. Microbial community structure of practical-scale Down-flow Hanging Sponge reactor treating municipal wastewater in India, The 1 st International Forum on Asian Water Environmet Technology (1 st IFAWET), Delhi, INDIA, (2013.12.17-18)	ポスター 発表
2013	国際 学会	M. Hatamoto(長岡技術科学大学), N. Maharjan(長岡技術科学大学), K. Ohtsuki(長岡技術科学大学), K. Sakamoto(長岡技術科学大学), A. Nakamura(長岡技術科学大学) and T. Yamaguchi(長岡技術科学大学). UASB-DHS-A2SBR system for removal of organic matter, nitrogen and phosphorus in domestic wastewater without external aeration. 1st International Conference on Energy, Environment and Human Engineering (ICEEHE2013), p.132 (ET-2-3), Yangon, Myanmar, (2013.12.22)	口頭発表
2013	国際 学会	Yamaguchi, T(長岡技術科学大学), Pattananuwat, N.(長岡技術科学大学), Aoki, M.(長岡技術科学大学), Hatamoto, M.(長岡技術科学大学), Nakamura, A.(長岡技術科学大学), Araki, N.(長岡高専), Pervormance and microbial community analysis of a full-scale anaerobic, aerobic, and membrane system for treating molasses-based bioethanol-processing wastewater. 1st International Conference on Energy, Environment and Human Engineering (ICEEHE2013), p.251 (ET-P-12), Yangon, Myanmar. (2013.12.23)	ポスター 発表
2013	国内 学会	内田翔太(木更津高専), 吉富文香(木更津高専), 渡邊敬介(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 荒木信夫(長岡高専), 各国の農業事情を反映した水系感染リスクの算定, 第41回土木学会関東支部技術研究発表会, VII-2, 長岡, (2014.3.13)	口頭発表
2013	国内 学会	松林未理(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 名取哲平(東北大学), 竹村泰幸(東北大学), 原田秀樹(東北大学), DHSリアクタを用いた亜硝酸生成プロセスに対する塩分ショックロードの影響, 第41回土木学会関東支部技術研究発表会, VII-28, 長岡, (2014.3.13)	口頭発表
2013	国内 学会	Maharjan, N(長岡技術科学大学), Dehama, K(長岡技術科学大学), Ohtsuki, K.(長岡技術科学大学), Chosei, T.(長岡技術科学大学), Sakamoto, K.(長岡技術科学大学), Tshering, T(長岡技術科学大学), Hatamoto, M.(長岡技術科学大学), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Performance evaluation of UASB-DHS-A2SBR for municipal sewage treatment, 土木学会関東支部第41回技術研究発表会, VII-60, 長岡. (2014.3.14)	口頭発表
2013	国内 学会	小林智裕(長岡技術科学大学), 坂本健一(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 阿部憲一(長岡技術科学大学), 中村明靖(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 多川正(香川高専), 下水からの窒素・リン除去を目的とした嫌気・無酸素回分式リアクターの処理時間短縮の検討, 土木学会関東支部第41回技術研究発表会, VII-61, 長岡. (2014.3.14)	口頭発表
2013	国内 学会	坂本健一(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 高橋優信(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 荒木信夫(長岡高専), 山崎慎一(高知高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), UASB+DHS+A2SBRシステムによる都市下水処理における物理化学的手法を用いたリン回収技術の開発, 土木学会関東支部第41回技術研究発表会, VII-62, 長岡. (2014.3.14)	口頭発表
2013	国内 学会	アイダ アズリナ アズミ(長岡技術科学大学), 山本 将光(長岡技術科学大学), 中村 明靖(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口 隆司(長岡技術科学大学), 高橋 優信(東北大学), Analysis of Microbial Communities Involved in Anaerobic Sulfur-Oxidation in UASB Reactor Treating Municipal Sewage, 土木学会関東支部第41回技術研究発表会, VII-54, 長岡. (2014.3.14)	口頭発表

年度	国内/ 国際	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭 ポスター
2013	国内 学会	小林智裕(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 中村明靖(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 多川正(香川高専), 久保田健吾(東北大学), 高橋優信(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 嫌気・無酸素回分式リアクターによる下水からの窒素・リン除去システムの処理時間短縮の検討, 第48回日本水環境学会年会, p.56, 仙台. (2014.3.17)	口頭発表
2013	国内 学会	坂本健一(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 荒木信夫(長岡高専), 山崎慎一(高知高専), 高橋優信(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学), UASB+DHS および嫌気無酸素回分式リアクターを用いた都市下水からの栄養塩除去および物理化学的リン回収法を用いたリン回収, 第48回日本水環境学会年会, p.161, 仙台. (2014.3.17)	口頭発表
2013	国内 学会	松林未理(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 名取哲平(東北大学), 竹村泰幸(東北大学), 原田秀樹(東北大学), DHS リアクターを用いた塩分ショックロードにおける亜硝酸生成能の回復, 第48回日本水環境学会年会, L-36, 仙台. (2014.3.17)	ポスター 発表
2013	国際 学会	Uchida, S.(木更津高専), Uemura, S.(木更津高専), Okubo, T.(木更津高専), Risk evaluation of waterborne infectious diseases taking account of agricultural situations, Japan-Taiwan Joint Seminar on Civil and Environmental Engineering, Kaohsiung, Taiwan, (2014.3.24)	ポスター 発表
2014	国際 学会	Tsutomu Okubo(木更津高専), Kengo Kubota(東北大学), Takashi Yamaguchi(長岡技術科学大学), Shigeki Uemura(木更津高専) and Hideki Harada(東北大学), Treatment performance of practical-scale DHS reactor employing third-generation sponge media, 2nd IWA Specialized International Conference -Ecotechnology for Wastewater Treatment - ecoSTP2014, Verona, Italy, (2014.6.25)	口頭発表
2014	国内 学会	大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 井口晃徳(新潟薬科大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 高橋優信(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学), インドで稼働中の実規模下水処理 DHS リアクターの処理性能と硝化細菌群の定量, 第51回下水道研究発表会, 大阪, (2014.7.23)	ポスター 発表
2014	国際 学会	Takemura, Y.(東北大学), Y. Sekiguchi(産総研), H. Harada(東北大学) and K. Kubota(東北大学), Multiplex quantification of methanogens in anaerobic bioreactors by a novel direct rRNA quantification method. 15th International Symposium on Microbial Ecology (ISME-15), 304A, Coex Convention Center, Seoul, Korea, (2014.8.25)	ポスター 発表
2014	国内 学会	久保田健吾(東北大学), 諸野祐樹(海洋研究開発機構), 伊藤元雄(海洋研究開発機構), NanoSIMS を用いた微生物解析のための新規同定法, 第17回日本水環境学会シンポジウム, pp. 237. 滋賀. (2014.9.9)	口頭発表
2014	国内 学会	小林智裕(長岡技術科学大学), 阿部憲一(東北大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 多川正(香川高専), 下水からの栄養塩除去を目的とした嫌気・無酸素回分式リアクターの処理時間が処理性能に及ぼす影響評価. 土木学会第69回年次学術講演会, VII-012, 豊中, (2014.9.10)	口頭発表
2014	国内 学会	井口晃徳(新潟薬科大学), 佐々木波輝(新潟薬科大学), 原田秀樹(東北大学), 重松亨(新潟薬科大学), フェージディスプレイ法を利用した特定微生物検出・回収技術のハイスループット化の検討. 土木学会第69回年次学術講演会, VII-012, 豊中, (2014.9.10)	口頭発表
2014	国内 学会	大久保努(木更津高専), 内田翔太(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 下水処理方式別の大腸菌低減効果と汚水灌漑の安全性評価, 千葉エリア産学官連携オープンフォーラム2014, 千葉, (2014.9.16)	ポスター 発表
2014	国際 学会	Takashi YAMAGUCHI(長岡技術科学大学), Application of DHS technology for Industrial Wastewaters, International Workshop on "UASB-DHS integrated system - a sustainable sewage treatment technology", New Delhi and Agra, India, (2014.10)	口頭発表
2014	国際 学会	Takahashi, M.(東北大学), Tanaka, H.(三機工業), Kato, K.(三機工業), Tanaka, N.(三機工業), Mimura, K.(三機工業), Nagano, A.(三機工業), Yamaguchi, T.(長岡技術科学大学), Harada, H.(東北大学), Development of energy-saving sewage treatment technology by combining of UASB and DHS reactor, "Evaluation of a novel sewage treatment system by combining a primary settled + DHS reactor", International Workshop on "UASB-DHS integrated system - a sustainable sewage treatment technology", New Delhi and Agra, India, (2014.10)	ポスター 発表
2014	国際 学会	Namita MAHARJAN(長岡技術科学大学), Kazuya DEHAMA(長岡技術科学大学), Kota OHTSUKI(長岡技術科学大学), Yayoi SAITO(長岡技術科学大学), Yume MIYAOKA(長岡技術科学大学), Tashi TSERING(長岡技術科学大学), Akinobu NAKAMURA(長岡技術科学大学), Masashi HATAMOTO(長岡技術科学大学), Takashi YAMAGUCHI(長岡技術科学大学), An integrated system of UASB - DHS- A2SBR for effective removal of organic matter and nutrients from municipal wastewater International Workshop on "UASB-DHS integrated system - a sustainable sewage treatment technology", New Delhi and Agra, India, (2014.10)	ポスター 発表
2014	国際 学会	Yuki CHIBA, Akinori ICUCHI, Toru SHIGEMATSU, Masashi HATAMOTO, Takashi YAMAGUCHI, Masanobu TAKAHASHI, Kengo KUBOTA, Hideki HARADA. In situ ecophysiological analysis of uncultured <i>Caldiserica</i> phylotype reside in UASB sludge granules treating sewage, International Workshop on "UASB-DHS integrated system - a sustainable sewage treatment technology", New Delhi and Agra, India, (2014.10)	ポスター 発表
2014	国際 学会	Shigeki Uemura(木更津高専), Tsutomu Okubo(木更津高専), Naoki Ikeda(東北大学), Hideki Harada(東北大学), Denitrification in a DHS reactor with effluent recirculation, International Workshop on "UASB-DHS integrated system - a sustainable sewage treatment technology",	ポスター 発表

年度	国内/ 国際	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等 New Delhi and Agra, India, (2014.10)	招徠講演 /口頭 ポスター
2014	国際 学会	N. Maharjan(長岡技術科学大学), K. Kuroda(長岡技術科学大学), K. Dehama(長岡技術科学大学), K. Sakamoto(長岡技術科学大学), M. Hatamoto(長岡技術科学大学) and T. Yamaguchi(長岡技術科学大学). Development of slow sponge sand filter (SpSF) as a post-treatment of UASB and DHS for municipal wastewater treatment. IWA Specialist Conference Global Challenges: Sustainable Wastewater Treatment, No.0213D, Kathmandu, Nepal, (2014.10.26-30)	口頭発表
2014	国内 学会	高橋省悟(長岡技術科学大学), 黒田恭平(長岡技術科学大学), Maharjan Namita(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 培養法及びPCR法を用いた下水処理 DHS(Down-flow Hanging Sponge)リアクターの病原性細菌の測定. 第32回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会, 長岡, pp. 500-501, (2014.11.5)	口頭発表
2014	国内 学会	千葉有紀(新潟薬科大学), 林真由美(新潟薬科大学), 佐藤江美(新潟薬科大学), 井口晃徳(新潟薬科大学), 重松 亨(新潟薬科大学), 下水処理嫌気性汚泥から高頻度に検出される未培養微生物の基質利用推定第32回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会, 長岡, pp. 470-471, (2014.11.5)	口頭発表
2014	国際 学会	T. Yamaguchi(長岡技術科学大学), M. Namita(長岡技術科学大学), K. Ohtsuki(長岡技術科学大学), K. Sakamoto(長岡技術科学大学), A. Nakamura(長岡技術科学大学), M. Hatamoto(長岡技術科学大学). Removal of Organic Matter, Nitrogen, and Phosphorus in Domestic Sewage without External Aeration by UASB-DHS-A2SBR System. HUST-NUT joint symposium 2014, p.4, Hanoi, Vietnam, (2014.11.27)	口頭発表
2014	国内 学会	内田翔太(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 荒木信夫(長岡高専), 多川正(香川高専), 井口晃徳(新潟薬科大学), 高橋優信(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 定量的微生物リスク評価に基づいた下水の灌漑利用時における複合感染リスクの評価, 第51回環境工学研究フォーラム, 山梨, (2014.12.21)	ポスター 発表
2014	国際 学会	T. Yamaguchi(長岡技術科学大学), M. Namita(長岡技術科学大学), K. Ohtsuki(長岡技術科学大学), K. Sakamoto(長岡技術科学大学), A. Nakamura(長岡技術科学大学) and M. Hatamoto(長岡技術科学大学). UASB-DHS-A2SBR System for Removing Organic Matter, Nitrogen and Phosphorus in Domestic Sewage without External Aeration. The 3rd Joint Symposium CU-NUT, O-07, Bangkok, Thailand, (2015.1.5)	口頭発表
2014	国内 学会	野宮菜津貴(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 生物保持担体を用いた汚泥補足によるHRTへの影響, 土木学会第42回関東支部技術研究発表会, 神奈川, (2015.03.06)	口頭発表
2014	国内 学会	下河辺友貴(東北大学), 高橋優信(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 人工下水処理 DHS リアクターの低温時における処理特性評価, 土木学会東北支部平成26年度技術研究発表会, 2015, VII-29, 仙台, (2015.3.7)	口頭発表
2014	国内 学会	羽島伸吾(東北大学), 袖野太士(東北大学), 高橋優信(東北大学), 原田秀樹(東北大学), インド 国アグラ市の下水を処理する実規模 DHS リアクターの実証・評価, 土木学会東北支部平成26年度技術研究発表会, 2015, VII-32, 仙台, (2015.3.7)	口頭発表
2014	国内 学会	内田翔太(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 荒木信夫(長岡高専), 多川正(香川高専), 井口晃徳(新潟薬科大学), 高橋優信(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 原田秀樹(東北大学), 下水の灌漑利用における病原性微生物を対象とした定量的微生物リスク評価, 第49回日本水環境学会年会, 金沢, (2015.03.16)	ポスター 発表
2014	国内 学会	小林智裕(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 多川正(香川高専), 沈殿槽-DHSによる都市下水処理性能評価, 第49回日本水環境学会年会, p. 436, 金沢, (2015.3.18)	口頭発表
2014	国内 学会	十河圭輔(長岡技術科学大学), 小林智裕(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 原田秀樹(東北大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 多川正(香川高専), 高橋優信(東北大学), 下水処理 DHS 後段の沈殿槽の最適条件検討, 第49回日本水環境学会年会, p. 335 金沢, (2015.3.18)	口頭発表
2014	国内 学会	高橋省悟(長岡技術科学大学), 黒田恭平(長岡技術科学大学), Namita Maharjan(長岡技術科学大学), 幡本将史(長岡技術科学大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 下水処理 DHS リアクターによる病原性細菌除去能力の解析, 第49回日本水環境学会年会, p.509 金沢, (2015.3.18)	口頭発表
2014	国内 学会	千葉有紀(新潟薬科大学), 佐藤江美(新潟薬科大学), 井口晃徳(新潟薬科大学), 林真由美(新潟薬科大学), 山口隆司(長岡技術科学大学), 原田秀樹(東北大学), 重松亨(新潟薬科大学), 下水処理 UASB 汚泥から高頻度に検出される未培養, 微生物の基質利用推定, 第49回日本水環境学会年会, p.59 金沢, (2015.3.18)	口頭発表
2015	国内 学会	久保田健吾(東北大学), 瀬戸雄太(香川高専), 長町晃宏(香川高専), 多川正(香川高専), 井口晃徳(新潟薬科大学), 原田秀樹(東北大学), 途上国が適用可能な水処理技術の開発と展望, 2015年度生物工学会北日本支部仙台シンポジウム, 仙台, (2015.9.4)	招徠講演

9. 日本人専門家受賞実績

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2012	2012年11月10日	Best Poster Award	Development of a Sewage Treatment System Combining an UASB and a Random Packing Type Down-flow Hanging Sponge Reactor for Minimum Energy Requirement	高橋優信(東北大学)	東京大学水環境制御研究センター	1.当課題研究の成果	The 10th International Symposium on Southeast Asian Water Environment (SEAWE-10)
2012	2012年11月28日	論文賞	分子量分画膜を用いた迅速・簡便な配列特異的rRNA定量法の開発	竹村泰幸(東北大学) 関口勇地(産総研) 原田秀樹(東北大学) 久保田健吾(東北大学)	土木学会	3.一部当課題研究の成果が含まれる	第48回環境工学研究フォーラム
2013	2013年4月16日	文部科学大臣表彰科学技術賞	微生物高度利用による水再生・水環境保全技術の開発	山口隆司(長岡技術科学大学)	文部科学省	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2013	2013年7月10日	Best Poster Award	Molecular analysis of eukaryotic communities in wastewater treatment processes	松永健吾(東北大学) 久保田健吾(東北大学) 原田秀樹(東北大学)	International Water Association	3.一部当課題研究の成果が含まれる	The 5th International conference Microbial Ecology and Water Engineering
2015	2015年4月15日	文部科学大臣表彰若手科学者賞	廃水処理微生物群集解明のための視覚的検出技術に関する研究	久保田健吾(東北大学)	文部科学省	3.一部当課題研究の成果が含まれる	

10. 日本人専門家論文・出版目録

論文目録

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ	国内/国際誌	発表済 /in press /accepted
2011	竹村泰幸, 関口勇地, 原田秀樹, 久保田健吾, 分子量分画膜を用いた迅速・簡便な配列特異的 rRNA 定基法の開発, 土木学会論文集 G (環境), 2011, 67(7), III_85-III_92	国内誌	発表済
2011	Takahashi, M., Ohya, A., Kawakami, S., Yoneyama, Y., Onodera, T., Syutsubo, K., Yamazaki, S., Araki, N., Harada, H., Yamaguchi, T., Evaluation of Treatment Characteristics and Sludge Properties in a UASB Reactor Treating Municipal Sewage at Ambient Temperature, International Journal of Environmental Research, 2011, 5(4), pp.821-826	国際誌	発表済
2011	Hatamoto, M., Koshiyama, Y., Kindaichi, T., Ozaki, N., Ohashi, A., Enrichment and identification of methane-oxidizing bacteria by using down-flow hanging sponge bioreactors under low methane concentration. Annals of Microbiology, 2011, Vol.61, No.3, pp.683-687	国際誌	発表済
2011	Takahashi, M., Yamaguchi, T., Kuramoto, Y., Nagano, A., Shimozaki, S., Sumino, H., Kawakami, S., Araki, N., Yamazaki, S., Harada, H., Performance of a pilot-scale sewage treatment: An up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) and a down-flow hanging sponge (DHS) reactors combined system by sulfur-redox reaction process under low-temperature conditions, Bioresource Technology, 2011, Vol.102, No.2, pp.753-757	国際誌	発表済
2011	Hatamoto, M., Miyauchi, T., Kindaichi, T., Ozaki, N., Ohashi, A., Dissolved methane oxidation and competition for oxygen in down-flow hanging sponge reactor for post-treatment of anaerobic wastewater treatment. Bioresource Technology, 2011, Vol.102, pp. 10299-10304	国際誌	発表済
2011	角野晴彦, 和田桂児, 珠坪一晃, 山口隆司, 原田秀樹, 大橋品良, AnDHS および UASB リアクターによるメタノール含有排水処理. 土木学会論文集 G (環境), 2011, Vol. 67(3), pp.114-122	国内誌	発表済
2011	山田真義, 久保田健吾, 高橋優信, 田中秀治, 山口隆司, 長野晃弘, 原田秀樹, 山内正仁, UASB-DHS システムによる高濃度フェノール廃水の連続処理特性と UASB 内微生物叢解析, 土木学会論文集 G (環境), 2011, Vol.67, No.7, pp.III_75-III_84	国内誌	発表済
2011	山口剛士, 川上周司, 幡本将史, 高橋優信, 久保田健吾, 井町寛之, 荒木信夫, 山口隆司. Hybridization Chain Reaction (HCR) 法を用いた新規高感度 FISH 法の開発. 土木学会論文集 G (環境), 2011, Vol.67, No.7, pp.III_93-III_98	国内誌	発表済
2011	木村晶典, 幡本将史, 高橋優信, 川上周司, 荒木信夫, 山口隆司. 嫌気的メタン酸化脱窒微生物の培養とその微生物群集に与える電子受容体の影響. 土木学会論文集 G (環境), 2011, Vol.67, No.7, pp.III_277-III_283	国内誌	発表済
2011	Uemura, S., Suzuki, S., Abe, K., Ohashi, A., Harada, H., Ito, M., Imachi, H. and Tokutomi, T. (2011) Partial nitrification in an airlift activated sludge reactor with experimental and modeling investigations of pH gradient inside sponge support medium. International Journal of Environmental Research, 2011, 5(1), Winter 2011, 33-40.	国際誌	発表済
2012	Sumino, H., Murota, R., Miyashita, A., Imachi, H., Ohashi, A., Harada, H., Syutsubo, K., Treatment of low-strength wastewater in an anaerobic down-flow hanging sponge (AnDHS) reactor at low temperature., Journal of Environmental Science and Health, Part A, 2012, 47., pp.1803-1808	国際誌	発表済
2012	Kawakami, S., Hasegawa, T., Imachi, H., Yamaguchi, T., Harada, H., Ohashi, A., Kubota, K., Detection of single-copy functional genes in prokaryotic cells by two-pass TSA-FISH with polynucleotide probes. Journal of Microbiological Methods, 2012, 88 218-223	国際誌	発表済
2012	Kobayashi, T., Li, Yu-You., Kubota, K., Harada, H., Maeda, T., Characterization of sulfide-oxidizing microbial mats developed inside a full-scale anaerobic digester employing biological desulfurization, Applied Microbiology and Biotechnology, 2012, Vol.93, No.2, pp.847	国際誌	発表済
2012	Tanaka, H., Takahashi, M., Yoneyama, Y., Syutsubo, K., Kato, K., Nagano, A., Yamaguchi, T., Harada, H., Energy saving system with high effluent quality for municipal sewage treatment by UASB-DHS, Water Science & Technology, 2012, Vol.66, No.6, pp.1186-1194	国際誌	発表済

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ	国内/国際誌	発表済 /in press /accepted
2012	Uemura, S., Suzuki, S., Maruyama, Y., Ohashi, A., Yamaguchi, T. and Harada, H., Direct treatment of settled sewage by DHS reactors with different size sponge support media. <i>International Journal of Environmental Research</i> , 2012, 6(1), Winter, pp.25-32	国際誌	発表済
2012	Uemura, S., Kimura, M., Yamaguchi, T., Ohashi, A., Takemura, Y. and Harada, H., Long term evaluation of the effect of salinity on organic removal and ammonium oxidation in a down-flow hanging sponge reactor. <i>International Journal of Environmental Research</i> , 2012, 6(2), Spring, pp.361-366	国際誌	発表済
2012	Uemura, S., Ikeda, N., Natori, T., Okubo, T., Yamaguchi, T., Kimura, M. Iguchi, A. and Harada, H., Enrichment of anammox bacteria from mudflat sediments collected in Tokyo Bay. <i>African Journal of Microbiology Research</i> , 2012, 6(16), 3778-3782	国際誌	発表済
2012	Natori, T., Takemura, Y., Harada, H., Abe, K., Ohashi, A., Kimura, M., Yamaguchi, T., Okubo, T. and Uemura, S.: The effect of salinity on nitrite accumulation in a DHS reactor. <i>Journal of Chemical Technology and Biotechnology</i> , 2012, 87(10), pp.1466-1472	国際誌	発表済
2012	松永健吾, 久保田健吾, Erica Vonasek, 竹村泰幸, 原田秀樹, 18S rRNA 遺伝子情報を用いた排水処理汚泥の真核生物群集構造解析, 土木学会論文集 G (環境), 2012, 68(7), III_13-III_19	国内誌	発表済
2013	Onodera, T., matsunaga, K., Kubota, K., Taniguchi, R., Harada, H., Syutsuho, K., Okubo, T., Uemura, S., Araki, N., Yamada, M., Yamauchi, M., Yamaguchi, T., Characterization of the retained sludge in a down-flow hanging sponge (DHS) reactor with emphasis on its low excess sludge production. <i>Bioresource Technology</i> , 2013, Vol.36, pp.169-175	国際誌	発表済
2013	池田直生, 山口隆司, 大橋晶良, 原田秀樹, 大久保努, 上村繁樹, 処理水循環DHSリアクターにおけるフェノールとアンモニア性窒素の同時除去, 下水道協会誌論文集, 2013, 第 50 巻, 第 603 号, pp.111-117	国内誌	発表済
2013	Ikeda, N., Natori, N., Okubo, T., Sugo, A, Aoki, M., Kimura, M., Yamaguchi, T., Harada, H., Ohashi, A., Uemura, S., Enhancement of denitrification in a down-flow hanging sponge reactor by effluent recirculation. <i>Water Science & Technology</i> , 2013, Vol. 68(3), pp591-598	国際誌	発表済
2013	Pattananuwat, N., Aoki, M., Hatamoto, M., Nakamura, A., Yamazaki, S., Syutsuho, S., Araki, N., Takahashi, M., Harada, H., Yamaguchi, T., Performance and microbial community analysis of a full-scale hybrid anaerobic-aerobic membrane system for treating molasses-based bioethanol wastewater. <i>International Journal of Environmental Research</i> , 2013, Vol. 7, pp. 979-988	国際誌	発表済
2013	Kodera, H., Hatamoto, M., Abe, K., Kindaichi, T., Ozaki, N., Ohashi, A., Phosphate recovery as concentrated solution from treated wastewater by a PAO-enriched biofilm reactor. <i>Water Research</i> , 2013, Vol.47, Issue 6, pp. 2025-2032	国際誌	発表済
2013	坂本健一, 幡本将史, 高橋優信, 久保田健吾, 荒木信夫, 山崎慎一, 大久保努, 上村繁樹, 原田秀樹, 山口隆司, 嫌気無酸素回分式リアクターを用いた都市下水からの栄養塩除去とリン回収, 土木学会論文集 G (環境), 2013, Vol.69, No.7, pp.III_121-III_127	国内誌	発表済
2013	井口晃徳, 大久保努, 立花真, 永井寛之, 上村繁樹, 山口隆司, 久保田健吾, 原田秀樹, 実証規模 UASB-DHS システムにおける後段 DHS リアクターの微生物群集構造解析と脱窒細菌群の定量, 2013, 土木学会論文集 G (環境). Vol.69, No.7, pp.III_539-III_546	国内誌	発表済
2013	宮岡佑馬, 幡本将史, 珠坪一晃, 小野寺崇, 多川正, 上村繁樹, 荒木信夫, 山口 隆司. 下水処理 UASB 後段の DHS リアクターにおける排水処理特性と真核生物群集構造の季節変動, 土木学会論文集 G (環境), 2013Vol.69, No.7, pp.III_257-III_264	国内誌	発表済
2013	Pattananuwat, N., Kawai, T., Hatamoto, M., Syutsuho, S., Takahashi, M., Harada, H., Yamaguchi, T., Development of Combined Anaerobic-Aerobic System for Treating Industrial Molasses Wastewater. <i>Journal of Water and Environmental Technology</i> , 2013, Vol.7, No. (4), pp.979-988	国際誌	発表済

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ	国内/国際誌	発表済 /in press /accepted
2014	Matsunaga, K., K. Kubota, and H. Harada, Molecular diversity of eukaryotes in municipal wastewater treatment processes as revealed by 18S rRNA gene analysis, <i>Microbes and Environments</i> , 2014, 29(4), pp.401-407.	国際誌	発表済
2014	Kubota, K., Y. Morono, M. Ito, T. Terada, S. Itezono, H. Harada, and F. Inagaki, Gold-ISH: A nano-size gold particle-based phylogenetic identification compatible with NanoSIMS. <i>Systematic and Applied Microbiology</i> , 2014, 37(4), pp.261-266.	国際誌	発表済
2014	大久保努, 井口晃徳, 久保田健吾, 山口隆司, 上村繁樹, 原田秀樹, 実証規模 DHSリアクターの処理性能と硝化細菌群に及ぼすスポンジ担体の影響, <i>下水道協会誌論文集</i> , 2014, Vol.51, No. 623, pp.121-128	国内誌	発表済
2014	Maharjan N., K. Dehama, K. Ohtsuki, Y. Saito, Y. Miyaoka, T. Tshering, A. Nakamura, M. Hatamoto, T. Yamaguchi. An Integrated System of UASB-DHS-A2SBR for Effective Removal of Organic Matter and Nutrients from Municipal Wastewater. <i>Journal of Water and Environmental Technology</i> , 2014, Vol. 12 No.5, pp.421-429	国際誌	発表済
2014	黒田恭平, 幡本将史, 中村明靖, 阿部憲一, 山田貞義, 山内正仁, 山口隆司, 各種廃水処理槽内汚泥に存在する門レベル未培養系統分類群の処理方式に応じた出現パターン, <i>土木学会論文集 G (環境)</i> , 2014, Vol.70, No.3, pp.42-52	国内誌	発表済
2014	上村繁樹, 大久保努, 多川正, 荒木信夫, 原田秀樹, エジプトにおける下水処理水の灌漑利用の実態とその改善に向けての今後の展望, <i>用水と廃水</i> , 2015, 第57巻, 第3号, pp.219-229	国内誌	発表済
2014	Aida AA, Hatamoto M, Yamamoto M, Ono S, Nakamura A, Takahashi M, Yamaguchi T Molecular characterization of anaerobic sulfur-oxidizing microbial communities in up-flow anaerobic sludge blanket reactor treating municipal sewage. <i>Journal of Bioscience and Bioengineering</i> , 2014, Vol. 118, No.5, pp.540-545	国際誌	発表済
2014	Hatamoto M., Y. Saito, K. Dehama, N. Nakahara, K. Kuroda, M. Takahashi, T. Yamaguchi. Microbial community structure of a simultaneous nitrogen and phosphorus removal reactor following treatment in a UASB-DHS system. <i>Water Science and Technology</i> , 2015, Vol.71, No.3, pp.454-461	国際誌	発表済
2014	大久保努, 高橋優信, 久保田健吾, 原田秀樹, 時田政輝, 上村繁樹, 前野一夫, 途上国のための新規下水処理装置“DHS”におけるスポンジ担体の水の流れと酸素の取込特性の評価, <i>実験力学</i> , 2015, pp.30-37	国内誌	発表済
2015	Kuroda K, Hatamoto M, Nakahara N, Abe K, Takahashi M, Araki N, Yamaguchi T. Community composition of known and uncultured archaeal lineages in anaerobic or anoxic wastewater treatment sludge. <i>Microbial Ecology</i> , 2015, Vol.69, Issue 3, pp.586-596	国際誌	発表済
2015	Aida AA, K. Kuroda, M. Yamamoto, A. Nakamura, M. Hatamoto, T. Yamaguchi. Diversity Profile of Microbes Associated with Anaerobic Sulfur Oxidation in an Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor Treating Municipal Sewage. <i>Microbes and Environment</i> . 2015, Vol.30, No.2, pp.157-163	国際誌	発表済
2015	Okubo, T., Onodera, ., Uemura, S., Yamaguchi, T., Ohashi, A. and Harada, H., On-site evaluation of the performance of a full-scale down-flow hanging sponge reactor as a post-treatment process of up-flow anaerobic sludge blanket reactor for treating sewage in India. <i>Bioresource Technology</i> , 2015, 194, 156-164.	国際誌	発表済
2015	Uemura, S., Okubo, T., Maeno, K., Takahashi, M., Kubota, K. and Harada, H, Evaluation of water distribution and oxygen mass transfer in sponge support media for a down-flow hanging sponge reactor. <i>International Journal of Environmental Research</i> , 2015, (in submission)	国際誌	(in submission)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ	国内/国際誌	発表済 /in press /accepted
2015	Matsubayashi, M., Harada, H., Okubo, T. and Uemura, S., Recovery of partial nitrification in a down-flow hanging sponge reactor by salt shock loading. Journal of Environmental Science and Health, Part A, 2015, (in submission)	国際誌	(in submission)

出版目録

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ	出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別
2011	大久保努, 上村繁樹, 小野寺崇, 山口隆司, 大橋晶良, 原田秀樹, 途上国におけるUASB下水処理システムの後段処理オプションに関する考察, 用水と廃水, 2011, 第53巻, 第11号, pp.865-875	総説	発表済
2011	山口隆司, 高橋優信, 幡本将史, 川上周司, 久保田健吾, 原田秀樹, 山田真義, 山内正仁, 荒木信夫, 山崎慎一, 水浄化技術の最新動向, 次世代水資源循環技術-都市下水を対象とした嫌気性下水処理-(第2章第4節), シーエムシー出版, 2011, pp.121-131	書籍	発表済
2012	大久保努, 山田真義, 角野晴彦, 多川正, 山内正仁, 山崎慎一, 上村繁樹, 荒木信夫, 高専間と産官学の連携による新規排水処理技術'DHS'の開発, 環境技術, 2012, 第41巻, 第11号, pp.39-42	総説	発表済
2012	多川正, 原田秀樹, バイオ活用による汚染・廃水の新処理法, 嫌気的バイオ新廃水等処理法の開発と実用化例(第2編第11章), シーエムシー出版, 2012, pp.93-98	書籍	発表済
2013	山口隆司, 幡本将史, 中村明靖, 多川正, 山崎慎一, 総説-嫌気性生物処理を中心に-(第2編第一章), 排水・汚水処理技術集成, (株)エヌ・ティー・エス出版, 2013, Vol.2, pp.81-86	書籍	発表済

11. 協議議事録 (Minutes of Meetings)

**MINUTES OF MEETINGS
BETWEEN
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY AND THE
AUTHORITIES CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF INDIA
ON THE TERMINAL EVALUATION OF
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION FOR
THE PROJECT ON “UASB-DHS INTEGRATED SYSTEM
- A SUSTAINABLE SEWAGE TREATMENT TECHNOLOGY”**

The Japanese Terminal Evaluation Team (hereinafter referred to as “the Team”), organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) and Japan Science and Technology Agency (hereinafter referred to as “JST”) visited India from 25th October to 7th November 2015 for the purpose of conducting the joint terminal evaluation on the Project for “UASB-DHS Integrated System – A Sustainable Sewage Treatment Technology” (hereinafter referred to as “the Project”).

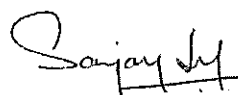
During its stay in India, the Team monitored and evaluated the Project together with the Indian Evaluation Team and had a series of discussions and exchanged views with the Indian authorities concerned.

As a result of discussions, both Japanese and Indian sides mutually agreed on the contents of the Joint Terminal Evaluation Report and the recommendations for the Project as attached.

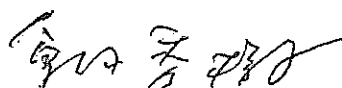
Delhi, 6 November, 2015



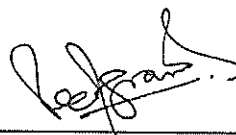
Mr. Kazunao Shibata
Director
Environmental Management Group
Global Environment Department
Japan International Cooperation Agency
Japan



Mr. Sanjay K. Singh
Deputy Director
National River Conservation Directorate,
Ministry of Environment, Forest and
Climate Change
India



Prof. Hideki Harada
New Industrial Technology Creation
Hatchery Center
Tohoku University
Japan



Mr. P.K. Agrawal
General Manager
Yamuna Pollution Control Unit
Uttar Pradesh Jal Nigam
India

THE ATTACHED DOCUMENT

I. The Joint Terminal Evaluation Report

The Joint Terminal Evaluation Team presented the results of the Joint Terminal Evaluation Report (attached as Annex I) to the 5th Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") held on November 6, 2015. The JCC considered and approved its contents.

II. Recommendations for the Project

Based on the results of the terminal evaluation, both sides acknowledged the following recommendations for the Project proposed by the Joint Team, and agreed to take necessary measures during the remaining period and after the completion of the Project.

1. Clarification of performance and advantage of the UASB-DHS system with continuous data monitoring and analysis

The relationship between influent quality (BOD), quantity (MLD) for achievement of effluent quality standard (<30mg/L) needs to be further monitored, analyzed, and clearly presented. The results of such analysis need to be reflected in the UASB-DHS Design Guidelines.

In addition, the UASB-DHS design and operation conditions for achievement of the prospective new Indian effluent quality standard (<10mg/L) need to be analyzed and proposed. The comparative assessment of all parameters in addition to BOD is recommended.

2. Revision of the UASB-DHS Design Guidelines, O&M Guidelines and the brochure

The UASB-DHS Design Guidelines and O&M Guidelines need to be improved by reflecting the results of further analysis to achieve effluent standards as mentioned in para (1) above, so as to include more comprehensive information to the extent that it enables the Indian side to independently design, construct and operate new DHS plants under the Indian context, as follows.

- Measures against various UASB influent qualities, such as high BOD, COD, low BOD/COD
- Measures to meet the prospective new discharge standard of BOD <10mg/L
- Demonstration of the relation between influent BOD, effluent BOD and HRT, which will enable users to adjust the operation of the DHS system to various UASB and

DHS influent qualities.

- Re-examine the appropriateness of the total cost of the UASB-DHS system using the cost estimation of construction of actual plants instead of a proto-type experimental plant.

Furthermore, it is recommended to improve the existing UASB-DHS system brochure so as to make a case on its cost and energy-efficiency compared with other STPs, and to target the concerned decision-makers.

3. Roadmap for dissemination of scientific achievements and the DHS Guidelines to policy-makers and stakeholders to promote practical application in India

In order to promote the application of the DHS system in India, NRCD shall take necessary action to disseminate the scientific achievements as well as the benefits of the Project. These Guidelines need to be circulated to the State Governments and all the concerned decision-makers.

The State Governments, as the key stakeholders in charge of decision-makings of STP technologies need to recognize the advantages of the DHS system. A roadmap for promotion of practical application of the DHS system in India needs to be developed, and necessary information dissemination for decision-makers shall be conducted within the Project period.

4. Continuous research and development and adaptation of the DHS to Indian context

While it is said that further research and development is needed to adapt the DHS system to the Indian context, it is not clear how the present research activities will be continued after the Project completion. It is recommended that the Indian side shall take forward the planning for continuous research and development of the DHS system before and after the completion of the Project. Japanese researchers should strengthen technical transfer of research and development to Indian researchers during the remaining period. After the completion of the Project, Japanese side also needs to consider necessary technical and academic support for the continuity of such research activities as there was a 15 month delay in completion of the 5MLD DHS pilot plant.

It is also important to mutually share the results of the research, including those related to sponge media, as planned by the end of the Project period.

5. Continuous O&M of the UASB-DHS system and provision of necessary technical support

The DHS plant needs to be regularly operated based on O&M guidelines so as to maintain its function and avoid damage to the plant including sponge media. It is requested that the UPJN ensures allocation of personnel and financial resources for

adequate management of the UASB-DHS system and related analytical equipment. It is recommended that UPJN prepare a new location for the laboratory or take necessary measures (reduction of H₂S concentration by AC maintenance, de-humidifier, repair of gas pipe and continuous flaring) promptly to avoid further damage to the analytical equipment due to corrosive atmosphere.

It is also necessary to monitor the performance of the DHS plant after the completion of the Project. CPCB may regularly conduct sample analysis of the effluent water from the DHS under the supervision of NRCD.

Since technical difficulties may occur during the continuous O&M of the proto-type plant, Tohoku University is requested to maintain contact with UPJN and facilitate provision of technical support in case of necessity.

6. Planning of joint research paper and presentation in international conference by both countries' researchers

As SATREPS is a joint international research scheme, a plan for publication of joint research article(s) at the end of the Project should be proposed as the scientific outcome of the Project, and it is desired to be presented in an international conference.

Annex I Joint Terminal Evaluation Report

JOINT EVALUATION REPORT
ON
TERMINAL EVALUATION OF
“UASB-DHS INTEGRATED SYSTEM
-A SUSTAINABLE SEWAGE TREATMENT TECHNOLOGY” PROJECT

November 6, 2015

Delhi

The Republic of India

Table of Contents

Annexes	i
Abbreviations.....	iv
1. Introduction.....	1
1.1 Overview of the Project	1
1.2 Objectives of the Terminal Evaluation.....	2
1.3 Members of the Terminal Evaluation Team	2
1.4 Terminal Evaluation Schedule	3
2. Evaluation Process.....	3
2.1 Evaluation Methodology.....	3
2.2 Five Criteria of Evaluation.....	3
2.3 Data Collection Method.....	4
3. Project Achievement and Implementation Process.....	5
3.1 Inputs	5
3.1.1 Japanese Side	5
3.1.2 Indian Side	7
3.2 Activities Implemented	8
3.3 Achievements of Outputs.....	10
3.4 Achievement of Project Purpose.....	14
3.5 Implementation Process	15
3.6 Responding to Measures Recommended by the Mid-Term Review	15
4. Evaluation by the Five Criteria	16
4.1 Relevance.....	16
4.2 Effectiveness.....	17
4.3 Efficiency.....	18
4.4 Impact:	19
4.5 Sustainability	20
4.6 Conclusion	21
5. Recommendations and Lessons Learned	21
5.1 Recommendations.....	21
5.2 Lessons Learned	23

Annexes

- Annex 1 PDM version 1
- Annex 2 PO
- Annex 3 List of Inputs by Japanese Experts
- Annex 4 List of Counterpart Personnel
- Annex 5 Counterpart Trainings in Japan
- Annex 6 List of Equipment Provided by the Government of Japan

Abbreviations

AMU	Aligarh Muslim University
APO	Annual Plan of Operations
ASP	Activated Sludge Process
BOD	Biochemical Oxygen Demand
COD	Chemical Oxygen Demand
C/P	Counterpart
CPCB	Central Pollution Control Board
CPHEEO	Central Public Health and Environmental Engineering Organization
CWs	Constructed Wetland system
DHS	Down-flow Hanging Sponge
FPU	Final Polishing Unit
HRT	Hydraulic Retention Time
IIT Delhi	Indian Institute of Technology Delhi
IIT Roorkee	Indian Institute of Technology Roorkee
JCC	Joint Coordinating Committee
JICA	Japan International Cooperation Agency
JST	Japan Science and Technology Agency
MBBR	Moving Bed Biofilm Reactor
MLD	Million Liters per Day
MOA	Memorandum of Agreement
MoEFCC	Ministry of Environment, Forests and Climate Change
MOU	Memorandum of Understanding
MoUD	Ministry of Urban Development
NRCD	National River Conservation Directorate
NEERI	National Environmental Engineering Research Institute
NUT	Nagaoka University of Technology
O&M	Operation and Maintenance
PDM	Project Design Matrix
PO	Plan of Operations
PLC	Programmable Logical Controller
R/D	Record of Discussions
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development
SS	Suspended Solid
STP	Sewage Treatment Plant
UASB	Up-flow Anaerobic Sludge Blanket
UASB-DHS	Up-flow Anaerobic Sludge Blanket-Down-flow Hanging Sponge
UASB-FPU	Up-flow Anaerobic Sludge Blanket-Final Polishing Unit
UPJN	Uttar Pradesh Jal Nigam
WSP	Waste Stabilization Ponds
YAP	Yamuna Action Plan
YPCU	Yamuna Pollution Control Unit

1. Introduction

1.1 Overview of the Project

In India, rapid industrialization and socio-economic changes have accelerated urban growth, which has subsequently polluted rivers. The Ministry of Environment, Forests, and Climate Change (MoEFCC) has been providing assistance to the various State Governments for the abatement of the increasing pollution of rivers of identified stretches of rivers under the National River Conservation Plan (NRCP).

During the initial phase of the NRCP, a large number of sewage treatment plants (STPs) were constructed based on activated sludge process (ASP) technology. However, the ASP technology required higher operation and maintenance (O&M) costs and had higher energy requirements. Considering these constraints, technologies more appropriate for Indian conditions that use less energy and have lower O&M costs, such as the Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) process and waste stabilization ponds, were adopted. A UASB plant requires a post-treatment step in order to comply with the effluent discharge standards. Thus, most of the UASB plants are provided with a polishing pond, specifically a final polishing unit (FPU), with one or two days detention period. However, the FPU requires a considerably large area of land. Furthermore, an issue developed in which a UASB-FPU system was unable to meet the effluent standards.

The Down-flow Hanging Sponge (DHS) system is a technology developed at the Nagaoka University of Technology, Japan, especially for post-treatment of effluent from UASB reactors. A key of the DHS system is the use of a polyurethane sponge as a support material to retain sludge. The UASB effluent is supplied to the top of each sponge module and it trickles down to the bottom of the module.

The performance of a 1MLD pilot DHS plant at Karnal has been continuously monitored for more than five years. It has been reported that the effluent quality was fairly good and that the plant has also reduced the amount of sludge production. The DHS system requires simple O&M and less land. Based on the experience of the pilot DHS plant at Karnal, the National River Conservation Directorate (NRCD) submitted a request for Japanese Technical Cooperation under the Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS) programme, with the intention to up-scale the DHS system through collaborative research and a practical scale experiment of the UASB-DHS integrated system.

On approval of the proposal by the Japanese Government and Detailed Planning Study by JICA in September 2010, the Project activities began in May 2011, with a time frame of five years. The Project for UASB-DHS Integrated System—A Sustainable Sewerage Treatment Technology (hereinafter referred to as the Project) has been undertaking a range of activities mostly at Agra along with Uttar Pradesh Jal Nigam (UPJN) to achieve the Project Purpose. The Mid-term review was conducted in December 2013. Since the Project will be completed in May 2016, the terminal evaluation is conducted from October 25 to November 7, 2015.

1.2 Objectives of the Terminal Evaluation

The objectives of the terminal evaluation are as follows:

- (1) To review the Project (achievements and implementation process) and assess achievements in accordance with the five evaluation criteria (relevance, effectiveness, efficiency, impact, and sustainability);
- (2) To identify the factors that have promoted or inhibited Project achievements;
- (3) To propose recommendations for the remaining period of the Project and for continuing activities after termination of the Project, as well as lessons learned for future projects.

1.3 Members of the Terminal Evaluation Team

The evaluation of the Project was jointly conducted with Indian evaluators and Japanese evaluators. The Japanese side prepared a draft report that includes inputs from the Indian side. The Japanese evaluation team members are described in Table 1-1 and Indian members are described in Table 1-2.

Table 1-1 Japanese Terminal Evaluation Team

Name	Title/Specialty	Organization and Position
JICA Members		
Mr. Kazunao Shibata	Team Leader	Director for Environmental Management Team 2, Global Environment Department, Japan International Cooperation Agency(JICA)
Ms. Hiroko Kamata	STP Technology	Senior Advisor (Environmental Management, Water Supply and Sanitation) JICA
Ms. Shizuka Onishi	Cooperation Planning	Deputy Director Environmental Management Group/Forestry and Nature Conservation Group/Office for Climate Change Environment Management Group Global Environment Department JICA
Ms. Noriyo Aoki	Evaluation Analysis	Consultant, Earth and Human Corporation
JST Members		
Mr. Kotaro Inoue		Principal Fellow Japan Science and Technology (JST)
Mr. Hiroyuki Abe		Senior Associate Research Supervisor, Department of International Affairs, JST

Table 1-2 Indian Terminal Evaluation Team

Name	Title	Organization and Position
Mr. Sanjay Kumar Singh	Deputy Director	National River Conservation Directorate Ministry of Environment, Forest and Climate Change (MoEFCC)
Mr. R.M. Bhardwaj	Scientist "E," Additional Director	Central Pollution Control Board MoEFCC

1.4 Terminal Evaluation Schedule

The evaluation is conducted from October 25 to November 7, 2015. The schedule is as follows:

Date	Day	Schedule
10/25	(Sun)	Consultant Arrival in New Delhi
10/26	(Mon)	10:30 Meeting with JICA India Office 14:30-15:15 Meeting/interview with NRCD, National Environmental Engineering Research Institute (NEERI) 15:15-17:00 Briefing of JICA evaluation to Indian evaluators 17:00 Move to Agra (by car)
10/27	(Tue)	09:00-15:00 Site visit to UASB-DHS, interview Japanese experts
10/28	(Wed)	09:00-14:00 Drafting Joint Evaluation Report 14:00 Move to Delhi (by car)
10/29	(Thu)	08:30 Move to Lucknow (by plane) 12:00 Interview with UPJN 19:00 Back to Delhi (by plane)
10/30	(Fri)	Drafting Evaluation Report
10/31	(Sat)	JICA and JST Member Arrival in New Delhi
11/1	(Sun)	Japanese Evaluation Team Meeting
11/2	(Mon)	09:30 Meeting with JICA India Office 10:30-13:30 Move to Agra 15:00 Visit to UPJN Agra, site visit, discussion with Indian Evaluation Members, UPJN, JICA Expert Team
11/3	(Tue)	AM : Discussion with JICA Expert Team 14:30-16:15 Discussion with Indian Evaluation Members Revising Draft Evaluation Report
11/4	(Wed)	AM : Move to Delhi 14:30 Discussion with NRCD on Draft Evaluation Report
11/5	(Thu)	12:30 Finalization Draft Evaluation Report and Minutes of Meeting (M/M) with NRCD
11/6	(Fri)	11:00 JCC Meeting PM: Report to JICA Office, leave New Delhi (Japanese Team)
11/7	(Sat)	Arrival in Japan

2. Evaluation Process

2.1 Evaluation Methodology

The Project Design Matrix (PDM) version 1¹ was adopted as the framework of the evaluation. The Project achievements were assessed with the PDM indicators. PDM version 1 is attached as Annex 1. Analysis was performed on the underlying causes that promoted or inhibited Project achievements. An examination of the Project was conducted based on the five evaluation criteria, which are described in section 2.2.

2.2 Five Criteria of Evaluation

The JICA adopted the Five Evaluation Criteria for project evaluation. The five criteria are as

¹ PDM version 0 was revised in June 2013 as version 1.

follows:

- (1) **Relevance:** A criterion for considering the validity and necessity of the project regarding whether the expected effects of the project (or Project Purpose and Overall Goal) meet the needs of target beneficiaries; whether the project intervention is appropriate as a solution for problems; whether the contents of the project are consistent with policies; whether project strategies and approaches are relevant.
- (2) **Effectiveness:** A criterion for examining the extent to which the Project Purpose and Outputs have been achieved and analyzing performance of indicators and the factors that contributed to or impeded achievements.
- (3) **Efficiency:** A criterion for considering how economic resources/inputs are converted to results. The main focus is on the relationship between project costs and effects.
- (4) **Impact:** A criterion for considering the influences brought by the project, including direct or indirect, positive or negative, intended or unintended.
- (5) **Sustainability:** A criterion for considering whether produced effects continue after the termination of the assistance provided by the Project.

2.3 Data Collection Method

The evaluation collected quantitative and qualitative data relevant to the Project from a range of information sources through various methods. This approach enabled the team to undertake triangulation of methods and information sources, thereby evaluating achievements of outputs and Project purpose. The focus of the evaluation is applied to the collection and analysis of qualitative data, as well as quantitative data, since the main purpose of the study is to make an in-depth analysis of hindering and contributing factors in the implementation of the Project and to understand the causes for such factors. Thus, the methods adopted for the study centered on quantitative and qualitative data collection methods including interviews with semi-structured questions, questionnaires, verifiable data, and observations.

A literature review was undertaken in Japan before the team visited India. The main purpose of the literature review was to confirm the level of the Project performance and examine the implementation process. At the same time, the questionnaires were prepared for Japanese experts and C/P. At the time of the coordination meeting held in Japan on October 2, 2015, five counterparts were interviewed based on the questionnaire. The five short-term experts answered the questionnaire. Based on these results, the interview responses were prepared for further investigation. After the team arrived in India, in-depth interviews were conducted with key informants such as Indian Government officials and related organizations' personnel. The data generated by these study methods were then analyzed based on the five evaluation criteria.

3. Project Achievement and Implementation Process

3.1 Inputs

3.1.1 Japanese Side

(1) Japanese Experts

The Project has been implemented by a total of 18 short-term experts in 10 different fields and one long-term expert who is a project coordinator. As of the end of September 2015, a total of 113.59 man-months (MMs), 66.92 for short-term experts and 46.67 MMs for a long-term expert, has been input by Japanese experts. The short-term experts were dispatched 121 times and engaged in Project activities. For more details, see Annex 4: List of Inputs of Japanese Experts.

Table 3-1 List of Inputs of Japanese Experts

	Name	Specialty	Institution	Total Input Days	Total MMs
Short-term Experts					
1	Prof. Hideki Harada	Chief Advisor, Leader	Tohoku University	99	3.3
2	Prof. Shigeki Uemura	Sub-leader	Kisarazu Institute of the National College of Technology	33	1.10
3	Asst. Prof. Kengo Kubota	Environmental Microbiology	Tohoku University	44	1.46
4	Asst. Prof. Tsutomu Okubo	Wastewater Treatment	Kisarazu Institute of the National College of Technology	75	2.50
5	Prof. Takashi Yamaguchi	Environmental Management	Nagaoka University of Technology	21	0.70
6	Mr. Kengo Matsunaga	Sewage Treatment	Tohoku University	247	8.23
7	Ms. Ryoko Taniguchi	Plant Management	Tohoku University	443	14.76
8	Dr. Akinobu Nakamura	Environmental Bioengineering	Nagaoka University of Technology	13	0.43
9	Asst. Prof. Akinori Iguchi	Risk Management	Niigata University of Pharmacy and Applied Life Sciences	59	1.97
10	Prof. Tadashi Tagawa	Sludge Management	Kagawa Institute of the National College of Technology	91	3.03
11	Asst. Prof. Masashi Hatamoto	Environmental Microbiology	Nagaoka University of Technology	31	1.03
12	Asst. Prof. Masanobu Takahashi	Plant Management	Tohoku University	70	2.33
13	Dr. Narin Pattanauwat	Plant Management	Nagaoka University of Technology	106	3.53
14	Dr. Vinay Kumar Tyagi	Wastewater Treatment	Tohoku University	379	12.63
15	Mr. Naoki Nomoto	Plant Management	Nagaoka University of Technology	108	3.60
16	Ms. Namita Maharjan	Sewage Treatment	Nagaoka University of Technology	85	2.83
17	Dr. Kenichi Abe	Sewage Treatment	Tohoku University	89	2.53
18	Dr. Muntjeer Ali	Wastewater Treatment	Tohoku University	29	0.96
Subtotal				2022	66.92

Long-term Expert			
1	Mr. Ryosuke Iwasa	Project Coordinator	46.67
Total			113.59

(2) Local Operational Costs Borne by Japanese Side

By the end of September 2015, a total of 28,330,000 Indian Rupees (INR), which is equivalent to 52,410,500 Japanese Yen,² was disbursed as the local operational costs for the Project activities. The local operational costs mainly consisted of general expenses for expert activities, costs for procurement of materials and equipment for laboratory experiments, maintenance costs of laboratory equipment, and so on. The details of operational costs borne by Japanese side are shown in Table 3-2.

Table 3-2 Details of Local Operational Costs Borne by Japanese Side

Items	Amount (INR)
Expert activities' expenses	6,070,000
Procurement of materials and equipment for lab experiments	9,316,000
Maintenance of lab equipment	1,589,000
Workshop expenses	936,000
Renovation cost of laboratory at Agra	785,000
Others*	9,634,000
Total	28,330,000

* The "others" category includes employment of project staff, construction advisor for DHS construction in Agra, and so on.

(3) Equipment provided by the Japanese side

Equipment including an ultrasonic processor, a distilled water equipment stack, an absorption meter and so on, plant construction which is worth 171.51 million yen in total, has been provided. For more detail, see Annex 6: List of Equipment Provided by the Government of Japan.

(4) Trainings in Japan (Coordination Meetings in Japan)

Three trainings were conducted. Twelve stakeholders participated in the trainings, as described in Table 3-3. For more details, see Annex 5: Counterpart Trainings in Japan.

Table 3-3 Training in Japan

Name of Training Course	Date	Number of Participants
Coordination Meeting	September 22-October 1, 2013	4

² Indian Rupee = 1.85 Yen as of the end of September 2015.

Name of Training Course	Date	Number of Participants
C/P Training on Sewage Treatment Technology and Management	November 2-12, 2014	3
Coordination Meeting	September 26-October 4, 2015	5

3.1.2 Indian Side

(1) Counterparts

Following personnel were assigned as counterparts by the Indian side at the time of the terminal evaluation:

Project Director: Adviser NRCD, MoEFCC

Deputy Project Director: Deputy Director, NRCD, MoEFCC

Project Manager: General Manager of Yamuna Pollution Control Unit (YPCU) of UPJN

Deputy Project Manager: Project Manager of YPCU

Co-researchers:

Indian Institute of Technology (IIT Roorkee): two professors

Aligarh Muslim University (AMU): one associate professor, four PhD and master students

For more details, see Annex 4: List of Counterpart Personnel.

In addition, a Working Group for finalization of the DHS design and O&M Guidelines was formed by the Indian side, which included NRCD, AMU, IIT Roorkee, CPCB and CPHEEO following the minutes of the meeting of the 4th JCC held on 16 January 2014.

(2) Local Cost Sharing by the Indian Side

Land for the DHS plant and laboratory space on the second floor of the Administration Building of the 78MLD STP were provided by UPJN. The electricity and water necessary for running the DHS plant and experiments were supplied by UPJN. The local expenses borne by the Indian side totaled 1,311,072 INR, which is equivalent to 2,425,483 Japanese Yen. The details of local operational costs borne by the Indian side are shown in Table 3-4.

Table 3-4 Details of Local Operational Costs Borne by the Indian Side

Items	Amount (INR)
Land and facilities including project coordinator's office and laboratory at 78MLD STP	provided
Water & electricity for DHS plant laboratory	876,000
Employment of DHS operators, lab assistant, and security guards	405,072
Miscellaneous expenses	30,000
Total	1,311,072

3.2 Activities Implemented

In general, all of the activities were implemented according to the plan.

(1) Activities for Output 1

1) Procurement of media for the DHS reactor

Based on preceding experiment in Karnal, the sponge media generation 3.4 for the DHS pilot plant of UPJN at Agra was developed and procured in July 2012 by Tohoku University from a Japanese manufacturer. The development of generation 3.4 reduced the quantity and cost of sponge media by approximately 1/2.

In July 2015, the above-mentioned Japanese manufacturer which possesses the manufacturing license has conducted a one-week study on the feasibility of the local production of sponge media. Based on visits to 2 sponge foam manufacturers and 2 molding manufacturers around Delhi, the study concluded that the local production of sponge media is technically feasible.

2) Design and construction of the UASB-DHS system

To acquire the information on the basic design of the DHS system, firstly, the measurement of the UASB reactor, site confirmation for DHS construction, and the implementation of the DHS effluent channel had been done at the site. Based on measurements, a 5MLD DHS reactor was designed. The detailed design by Japanese consulting firms started in August 2012, followed by a bidding process in India, and a contract for construction with an Indian company was concluded in December 2012. Construction of the 5MLD DHS pilot plant at Agra started in December 2012 and was scheduled to be completed in August 2013; however, the actual completion was in November 2014, 15 months behind the initial plan.

To enable O&M of the plant, five engineers of UPJN were trained using the operation manual prepared by Tohoku University and the contractor for Agra DHS plant from November 3, 2014 to January 16, 2015.

3) Continuous operation of the UASB-DHS system and evaluation of the applicability for sewage treatment in India

The starting date for continuous monitoring was affected by delays in construction and subsequent completion of the 5MLD DHS pilot plant. When monitoring did begin, the sewage water influent was not properly supplied from the UASB³. The operation of the UASB-DHS system was affected by the instability of the power supply, repair of DHS effluent pipeline, malfunctioning pump at the pump station and so on. The Chart 3-1 in the next page shows the situation of continuous operation of the UASB-DHS system.

(2) Activities for Output 2

1) Preparation of Design Guidelines for the UASB-DHS system

In April 2013, a preparation committee was formed for Design Guidelines development, which

³ In relation to the reason, see 3.3 part of DHS inflow amount in page 13.

consisted of Japanese experts and engineers. Collected documents and data were reviewed by the committee. Committee meetings were held four times since April 2013. The first draft of the Design Guidelines, written in Japanese, was prepared, translated into English, and shared with the relevant Indian agencies in the end of 2014. The 4th JCC in January 2015 requested that the Indian side set up of a working group (WG) to elaborate on the Design Guidelines. CPCB, CPHEEO, NEERI, IIT Roorkee and AMU, as members of the WG, commented on the draft Design Guidelines in July 2015. The draft Design Guidelines have been examined in collaboration with all stakeholders.

2) Preparation of O&M Guidelines for the UASB-DHS system

In April 2013, a preparation committee was formed to create O&M Guidelines. The first draft of O&M Guidelines, written in Japanese, was prepared. The first draft of O&M Guidelines was presented in 4th JCC in January 2015. The draft of both Guidelines had been commented on by September 14 in 2015. Both the draft Guidelines have further been discussed in detail by the Indian members with the Japanese experts during the coordination meeting and visit to Japan from September 26 to October 4, 2015. The revision of the O&M Guidelines has continued in collaboration with all stakeholders involved.

3) Training courses with prepared Design and O&M Guidelines of the UASB-DHS system

In February 2016, a workshop for decision-makers and training of trainers (TOT*) on Design Guidelines and O&M Guidelines will be jointly conducted in New Delhi and Agra by the Indian and Japanese sides.

(*TOT indicates training targeting sewage engineers who are in charge of supervision of contractors/operators of STPs)

3.3 Achievements of Outputs

Output 1: The applicability of Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) – Down-flow Hanging Sponge (DHS) system for sewage treatment in India is verified through a continuous operation of the newly-established UASB-DHS system in Agra, Uttar Pradesh State.

Objectively Verifiable Indicators
I-1: Effluent water quality continuously meets effluent discharge standard value of less than BOD 30mg/L for more than a year.

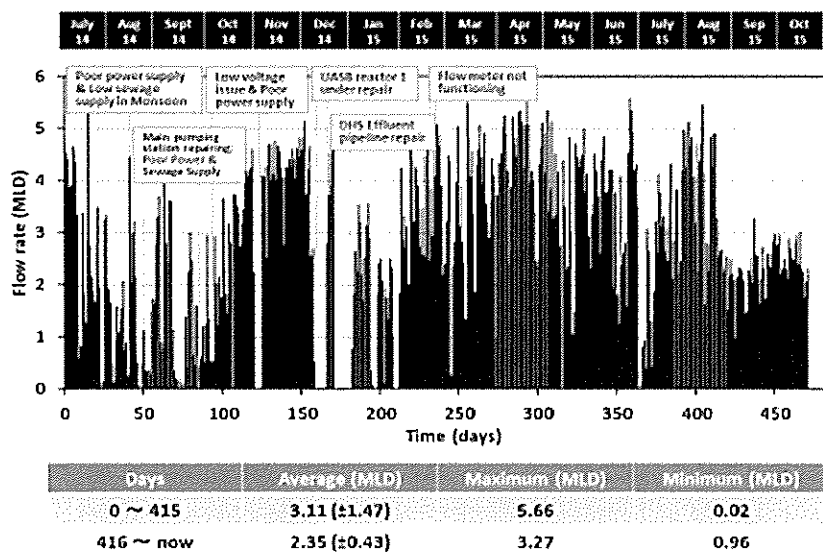
The performance of sewage treatment by the DHS reactor was continuously monitored from July 2014 up until at the time of terminal evaluation.

However, the planned influent amount of 5,000 m³/day (5MLD) was not sufficiently reached at initial stage. This lack of influent was due to various reasons:

- The power supply, such as low voltage, instability of power supply
- Malfunctioning of the flow meter
- The supplying raw sewage water from the pumping station was insufficient at the initial stage in 2014 because some of the raw sewage water was directly discharged to the Yamuna River in rainy season (July to September). The situation was improved during the rainy season in 2015.

Given the actual quality of UASB effluent (around 100mg/L BOD) which differed from the designed standard effluent (under 60mg/L BOD), after one year, the research team decided to operate the DHS system at 3MLD from 416th day in order to study the condition which satisfies the targeted DHS effluent quality.

Chart 3-1 Inflow to DHS (July 2014- October 2015)

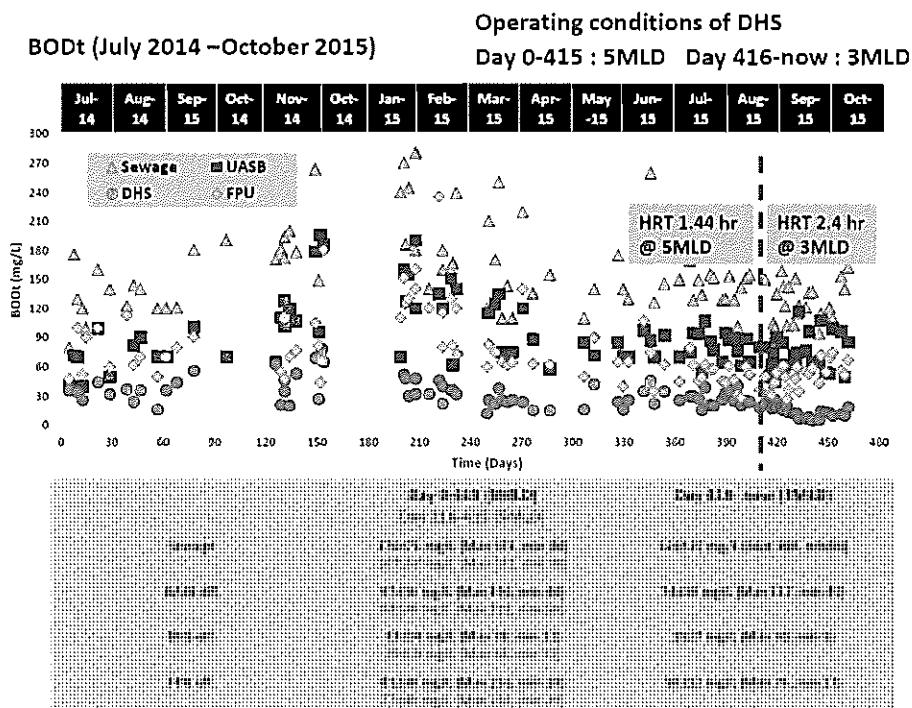


(Source) Monitoring results of the UASB-DHS system at Agra

According to the results of monitoring data from the beginning to 360th day, 57% of influent water to the DHS had Biochemical Oxygen Demand (BOD) levels over 100 mg/L. This most likely was due to infrequent removal of the sludge in the UASB and grit chamber. In addition, during the period of low temperature (the dry season), BOD and SS values of the sewage water doubled since sewage water from the dry season did not include rainwater and, thus, it was concentrated. Along with the progress of the Project, the UASB has been cleaned by UPJN. The quality of influent water to the DHS became relatively stable, and mostly less than 100 mg/L BOD.

Following these changes in the quantity and quality of the influent, the effluent water quality is also reaching more favorable value than before.

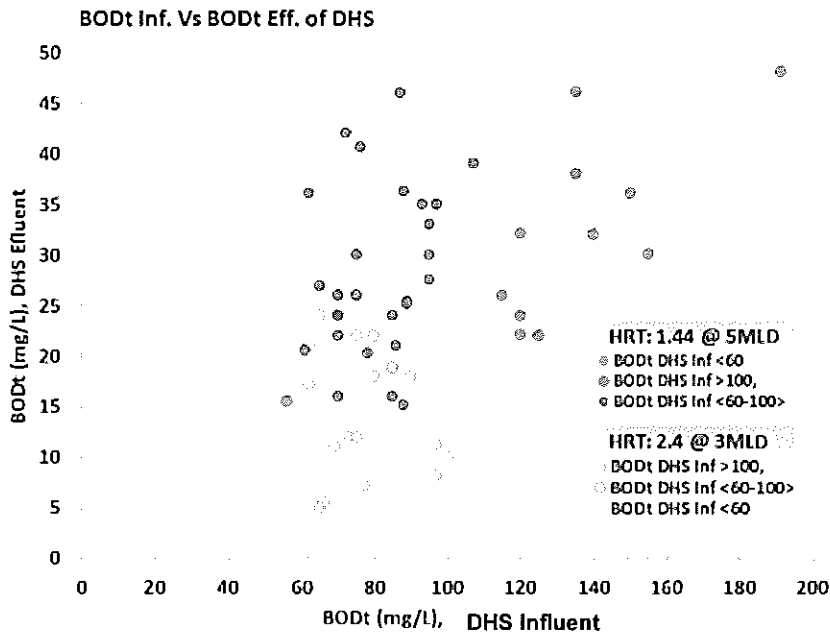
Chart 3-2 BOD⁴ (July 2014- October 2015)



(Source) Monitoring results of the UASB-DHS system at Agra

⁴ BOTt (BOT total) is used for the value.

Chart 3-3 BODt Influent vs BODt Effluent of DHS



(Source) Monitoring results of the UASB-DHS system at Agra

Rearrangement of the DHS performance by plotting BOD-influent versus BOD-effluent as a function of fed flow-rate 5MLD and 3MLD gives a more rational interpretation as follows:

During a flow-rate of 5MLD (HRT of 1.44 h), DHS effluent exceeded the discharge standard of 30 mg/L due to the fact that most of influent was by far exceeding the design criteria of BOD-Influent 60 mg/L (the design criteria was satisfied only one time).

However, existing monitoring data suggests that during a flow-rate of 3 MLD (HRT of 2.4 h), the DHS system is able to satisfy the effluent quality of 30mg/L.

Data also suggests that the DHS system has a potential to satisfy the prospective new regulation for discharge standard of 10 mg/L; however, there needs to be further experiment and analysis of results in order for the Project to present under what conditions the DHS is able to satisfy 10mg/L.

In light of the above, although the continuous monitoring data is less than one year, indicator 1-1 is expected to be achieved by the end of the Project.

Objectively Verifiable Indicators
1-2: UASB-DHS system is demonstrated to be more effective in terms of energy conservation.

Table 3-5 Comparison of Energy Consumption (July 2014- June 2015)

Location	Capacity (MLD)	Technology	Power consumption ⁵ (INR/MLD/month)	BOD (mg/L)
Agra	78	UASB+FPU	1,000	61
	5	UASB+DHS	5,000	29
	24	UASB+ASP	27,000	42
Delhi	10	ASP	61,000	9.5
Haryana	10	MBBR	88,000	4
Haridwar	27	SBR	25,000	15

Note) This comparison was conducted for small capacity based on preliminary results of the economic assessment report by NJS Pvt.Ltd. and Nagaoka University of Technology. The figures are tentative and subject to further confirmation. BOD data was taken in rainy season.

Following the Mid-term Review, the study team, consisting of Nagaoka University of Technology and AMU, has implemented an economic performance assessment. NJS Engineers India Pvt.Ltd has undertaken a comparative study of the performance and cost-effectiveness of the sewage treatment processes, which includes electricity consumption of the DHS reactor compared to the other STPs since May 2015. While the study will be completed in February 2016, Table 3-5 shows the preliminary results of the status of energy consumption. The assessment suggests that the UASB and DHS system conserves energy compared to the other STPs. Therefore the Indicator 1-2 has been achieved.

Output 2: Design and O&M Guidelines for UASB-DHS system are drawn up, and dissemination plan for the Guidelines and Manual (Draft)⁶ is prepared.

According to the indicators for Output 2, it is reasonable to say that Output 2 is highly likely to be achieved based on information gathered from interviews and a review of the Project activities.

The first draft Guidelines have been shared by Japanese research team with the Indian relevant organizations in 2014. Comments from Guidelines Working Group members (NRCD, IIT Roorkee, AMU, CPCB, CPHEEO, NEERI) were collected by July 2015 and were reflected in the latest version.

Objectively Verifiable Indicators
2-1: Design Guidelines for the UASB-DHS system is presented to NRCD, UPJN, and CPHEEO.

⁵ The power consumption is measured by an amount of payment of a receipt of each plant and measurement of electricity on site.

⁶ A manual needs an approval by the Government of India. Therefore, a manual is changed into guidelines as the result of discussions between Japanese side and Indian side.

The latest draft Design Guidelines is scheduled to be submitted on November 6, 2015, on the occasion of the 5th JCC.

Objectively Verifiable Indicators
2-2: O&M Guidelines for UASB-DHS system is presented to NRCD, UPJN, and CPHEEO.

The latest draft O&M Guidelines is scheduled to be submitted on November 6, 2015, on the occasion of the 5th JCC.

In terms of the process, both draft Design and O&M Guidelines have been submitted, and dissemination through workshop for decision-makers, relevant researchers and TOT trainings for sewage engineers is planned in February 2016. However, the contents of these Guidelines need to be further improved based on the results of further analysis of the experiment as described in the Output Indicator 1-1.

In conclusion, indicators 2-1 and 2-2 are expected to be achieved within the Project period under the condition that the results of analysis related to the indicator 1-2 are reflected in the Guidelines.

3.4 Achievement of Project Purpose

Project Purpose: A novel sewage treatment technology, which is appropriate from viewpoint of energy consumption, O&M, land requirement and total cost, is developed.⁷

In relation to the energy consumption, indicator of 1-2 for Output 1 explained the effectiveness of energy consumption of the UASB-DHS System. As for O&M cost which consists of the power consumption, personnel cost, chemical cost, other consumable, and repair cost, the O&M cost of the UASB-DHS system is the lowest compared to the other STPs. In terms of land requirement, the UASB and DHS system need the least area as well. Table 3-6 shows those comparisons.

Table 3-6 Comparison of Land Area, O&M Cost, and Sludge Production (July 2014- June 2015)

Location	Capacity (MLD)	Technology	Land Requirement (m ² /MLD)	O&M Cost (INR/MLD /Month)	Sludge Production (ton/year/MLD)
Agra	78	UASB+FPU	1178.95	0.08	8.16
	5	UASB+DHS	430.00	0.20	8.16
	24	UASB+ASP	821.25	0.42	21.39
Delhi	10	ASP	856.00	0.91	11.6
Haryana	10	MBBR	710.00	1.17	22.64
Haridwar	27	SBR	702.22	0.49	29.29

Note) This comparison was conducted for small capacity based on preliminary results of the economic assessment report by NJS Pvt.Ltd. and Nagaoka University of Technology. The figures are tentative and subject to further confirmation.

Therefore, the Project Purpose has been almost achieved, except that the appropriateness in terms of

⁷ Objectively Verifiable Indicator for the Project Purpose was not set in the Project.

the capital cost remains to be achieved. In the current comparison, the capital cost of UASB-DHS system is still higher than the other STPs. It should be noted that the construction cost of pilot DHS plant in Agra is high partly because it includes testing equipment as a part of the experimental plant. Up-scaling and dissemination of DHS plant is expected to contribute to reducing the cost of DHS plant. Those factors should be reflected in the comparison.

3.5 Implementation Process

(1) Communication

Joint Coordinating Committee (JCC) has been attended by personnel of NRCD, UPJN, CPHEEO, CPCB, NEERI, JICA, and Indian researchers /Japanese experts and it has been held every year. The progress of the Project was monitored and assignment of short-term experts, plan of operation and annual plan of operation were discussed and approved on the occasion of the following JCC: 1st JCC in January 2012, 2nd JCC in December 2012, 3rd JCC in December 2013, and 4th JCC in January 2015.

Monthly Management Meeting which consists of project administration member, C/P and project coordinator was established in order to provide solutions to pending issues as well as to monitor the progress of the project.

In addition to the above, ad-hoc meetings with Chief Advisor, Project Director and/or Project Manager have been held when the needs arose. However, both project-related administrators expressed the expectation of more detailed report from the Japanese side. Researchers of both countries have communicated with each other by e-mail or Skype and held meetings at the 78 MLD STP site at time of visit.

(2) Project Monitoring and Consultation Missions

Monitoring missions have been dispatched six times from Japan as follows; 1st mission: January 2012 (1st JCC), 2nd mission: December 2012 (2nd JCC), 3rd mission: June 2013, 4th mission: December 2014 (Mid-Term Review) and 5th mission: July 2014 (commissioning of DHS plant construction) and 6th mission: October 2014 (international workshop)

(3) Workshops

Workshops have been held for a total of three times. The first kick-off workshop was held on January 8, 2012 in Agra. Another visit to the DHS construction site in Agra was organized during December 18-21, 2013 in conjunction with the international symposium held by Tokyo University in New Delhi. A two-day international workshop was organized in October 2014 on the occasion of the operationalization of the DHS plant. In total 60 participants were present apart from Japanese Project members, including NRCD, sewage administrators from Indian States, researchers and private sector.

3.6 Responding to Measures Recommended by the Mid-Term Review

(1) Measures against the delay of the DHS plant construction

The construction of the plant was completed by November 2014 and it was delayed by 15 months from the initially planned schedule. The continuous operation and monitoring of the UASB-DHS system started from July 2014 to recover the delay while the installation of the PLC system and

minor works were being progressed.

(2) Facilitation of co-research activity

Following the Mid-term Review, the co-research system was established to make a research plan.

Tohoku University entered into Memorandum of Understanding (MOU) with IIT Roorkee on 24 July 2014 regarding the continuous operation and monitoring of the UASB-DHS system. A doctoral student from IIT Roorkee has been stationed at Agra to conduct the continuous monitoring of the DHS system since January 2015.

Nagaoka University of Technology (NUT) signed the research Terms of Reference with AMU in October 2014. The study team of NUT and students of an associate professor at AMU are conducting research on the energy efficiency, amount of waste sludge, and economic feasibility of the DHS.

(3) Participation of Indian experts in drafting the Design Guidelines and O&M Guidelines

Drafting the Design Guidelines and O&M Guidelines in collaboration with Indian experts has been promoted by both sides. A working group (WG) was established in accordance with a request at the time of the 4th JCC meeting in January 2015. The WG has continuously worked on the preparation of both Guidelines.

(4) Implementation of the energy consumption study and assessment of the economic performance

The Mid-term Review reported that during the past monitoring sessions, operation data such as sludge production, energy consumption, and maintenance costs were not properly recorded and kept at the plant. Nagaoka University of Technology and AMU began an economic assessment study. An Indian consulting firm has been recruited by JICA India Office in order to assist the comparative survey of performance and cost-effectiveness of the sewage treatment processes since May 2015.

4. Evaluation by the Five Criteria

4.1 Relevance: high⁸

The Project is well aligned with Indian policies on river purification and sewage water treatment as well as with Japan's ODA policy towards India. It is also responsive to the development needs for the post-treatment system of UASB, which could reduce land requirements. The approach is to utilize Japan's comparative advantages in the area of sewage technology, as the expert team has continuously studied the DHS technology. Therefore, the relevance of the Project is high.

(1) Conformity with the Indian Policy

The Indian Government clearly mandated that the Eleventh Five Year Plan (April 2007-March 2012) set a target by which all urban areas would be provided with a water supply and a sewage and sanitation system by March 2012. The Government has allowed each State to formulate a comprehensive urban development plan. The Twelfth Five Year Plan (April 2012-March 2017) also prioritizes policies improving sewage and sanitation facilities. Ministry of Urban Development (MoUD) promoted setting up of sewage treatment plants through the support of

⁸ The rating is set for either high, relevantly high, fair, relevantly low, or low.

Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission (JNNURM), which ran from December 2005 to 2012. It covered 65 major cities. MoEFCC formulated the National River Conservation Plan (NRCP) to improve the water quality of rivers. It established the Yamuna Action Plan (YAP) and the Ganga Action Plan (GAP) for setting up sewage treatment plants. The Project conforms to the Indian policy.

(2) Relevancy to Japan's ODA Policy Towards India

The Japanese Government has addressed one of the priority goals of eliminating poverty and solving environmental issues through upgrading the water supply and sewage treatment in "Country Specific Assistance Plan for India" (May 2006). It addressed support for sewage treatment for river purification. The Project is positioned in the priority area of "Assistance for Tackling Environment Issues and Climate Change" under the development issue of "Conservation and Improvement of Urban Environment," in "Rolling Plan for India" (June 2011). Thus, the Project is relevant to the Japanese ODA policy.

(3) Responding to the Requirements of Sewage Treatment

Almost all UASB technology has adopted FPU in the post-treatment of effluents. However, the BOD removal rate of a FPU is not adequate and requires spacious land for the construction of the FPU. A new system treating UASB reactor effluents to save energy and land is needed.

(4) Advantage of Japanese Research Experience

The approach of the Project is to utilize comparative advantage in the area of sewage technology, as the expert team has continuously studied the DHS technology for more than ten years.

4.2 Effectiveness: relatively high

Although progress of the Project has been affected by several factors, Project Purpose and Outputs have mostly been achieved, or are expected to be achieved within the Project period. Therefore Effectiveness is evaluated relatively high

(1) Achievement of Project Purpose and Outputs

Output 1 is expected to be achieved in terms of the Indicator 1-1: the DHS effluent quality and Indicator 1-2: energy efficiency. Output 2 is expected to be achieved within the Project period if necessary improvements are added on the Guidelines. The Project Purpose, development of appropriate novel sewage treatment technology in terms of energy consumption, O&M, land requirement and total cost, is almost achieved; however, appropriateness in terms of total cost needs to be examined further.

(2) Inhibiting Factor to Effectiveness

The delay of construction work and the fluctuation of water quality of influent to the DHS are mentioned as the important assumptions to achieve the Outputs in the PDM. Those factors have actually influenced the achieving the effectiveness. At initial stage, the accumulated sludge of grit chamber and UASB affected the values of BOD of the DHS effluent. The sludge has

gradually been removed periodically by UPJN. Other external factors such as the volatility of electricity, seasonal insufficient supply of sewage water at the beginning of the Project have affected the monitoring results.

4.3 Efficiency: fair

Inputs from both Indian and Japanese sides are provided. However, in the first half of the Project period, the delay in construction of the DHS plant and establishment of co-research partnership have affected the efficiency of the Project. In the latter half of the project, management of required conditions for experimental research became a considerable challenge. Inputs of the short-term Japanese experts were intermittent and short to implement the activities smoothly. After the Mid-term Review, the Project has been able to execute joint research activities in collaboration with Indian side.

(1) Inputs

From the Government of India, the administrative staff for the Project, including Project Director and Deputy Project Director from NRCD and Project Manager from UPJN, were assigned. The Indian research organizations were involved in the Project after the Mid-term Review.

Although the expertise of Japanese academics dispatched as short-term experts were adequate to achieve the Project Purpose and Outputs, the timing and duration of dispatch were intermittent and were not sufficient to conduct the Project activities, in particular with regard to management of a proto-type DHS plant that requires constant attendance of a researcher with sufficient knowledge on engineering and managerial skills for ensuring the experiment conditions.

Equipment such as water quality analysis was provided by both sides. Some of them have frequently been in want of repair because they have easily been damaged and breakage by hydrogen sulfide which the 78MLD STP at Agra generates. Although the Project has made considerable efforts to repair the damaged equipment, it sometime affects UASB-DHS operation.

(2) Trainings and Coordination Meetings in Japan

The trainings in Japan were curtailed to make the upper level personnel of C/P and related organizations understand development of the DHS system. After the trainings in Japan, participants' interests in the development of the DHS system, its localization and expansion increased. The training was appropriate in terms of contents, program, timing and duration, which contributed to progress of the Project.

(3) Inhibiting Factor to Efficiency

1) Establishment of co-research partnership:

The establishment of co-research study framework has been delayed. One of the factors which may have made it difficult to establish institutional partnership may be the geographical distance from the DHS site to those research institutes.

2) Short dispatch period of Japanese experts

Most of the dispatch period of the short-term experts is short, for example the leader and sub-leader have been dispatched five to seven days in each time including traveling time from Japan (see Annex 3: List of Inputs of Japanese Experts). In the second half, dispatch of researchers for the purpose of managing conditions necessary for experimental research and O&M of the DHS plant has not been sufficient. It is fair to judge that it is difficult for them to manage the Project, discuss measures to be taken with Indian counterparts and transfer technology by joint research work in such a short period. As for the other major researchers of the UASB-DHS system, the duration of dispatch has been the same situation.

3) Preliminary study, time and communication for designing of DHS plant and research experiment

The detail design and tender document of the DHS plant construction was prepared by Tohoku University and a joint Japanese consulting firm within one month (late August to late September 2012) based on the conditions of Karnal (UASB effluent quality: <60mg/L). Actual conditions of UASB effluent was not known until the monitoring of DHS performance started due to lack of preliminary verification study. Because of time and communication constraints, it was difficult to hold exchanges between Indian and Japanese sides and verify the actual data.

While some have noticed that collaborative research work has been improved after the Mid-Term Review, there have been remarks that some relevant organizations have not been able to receive frequent communication and clear information on the progress of the Project, design of the DHS plant and conditions for the experiment.

4) Difficulties in maintaining required conditions for the experiment

Because the Agra STP was operated under various physical, financial and operational constraints, it has been difficult to control and maintain required conditions for the experiment, namely DHS influent water quantity and quality.

4.4 Impact: relatively high

Some influences and the ripple effects brought by the Project are observed in the latter half of the Project as described below. Various stakeholders including large-scale Indian private companies show interest in further potentials of the DHS through the Project. After the completion of drafting the Guidelines, the workshop and TOT which will be held in February 2016, the Project is expected to produce more ripple effects. On the conditions that the following sustainability issues will be addressed and the recommendations will be implemented, it is expected that the Project will be able to produce high impacts after the completion of the Project. Based on these conditions, presently the impact can be judged as relatively high.

(1) Scientific outcomes

Data potentially useful for proving the comparative advantage of UASB-DHS system is being accumulated, although publication of the scientific outcomes of the joint research is ongoing.

(2) Application of DHS system in India

Through the workshops organized by the Project, administrators and academics in India have

become interested in the potential effectiveness of the DHS system development. They strongly expect further enhancement of its performance and cost reduction by proper localization. Furthermore, presentation of convincing scientific data which proves the advantage of the DHS system is awaited.

(3) Involvement and fostering of young researchers of both sides for the research of UASB-DHS system research

After the Mid-term Review, researchers of AMU and IIT-Roorkee and other researchers who study under the Japanese short-term experts have been participated in the continuous monitoring.

(4) Maintenance of the UASB system

As a result of the existence of the Project and the Japanese researchers, issues related to the maintenance of the 78 STP UASB system in Agra have been found, the awareness of stakeholders have been raised, and actions to solve the problems of UASB system have been undertaken by the Indian counterparts, with technical advice from the Japanese researchers as well as the Indian researchers. The 78 STP related personnel have learned how to maintain and operate UASB system for better treatment of sewage water.

4.5 Sustainability: relatively high

The sustainability in terms of policy is high, because the Indian policy directions are favorable to energy and land saving STP which produces less sludge. From the institutional point of view, the related organizations such as NRC, UPJN have addressed the future support for the UASB-DHS system. Therefore, the institutional sustainability is considered relatively high. The technical sustainability is regarded as fair because it is required to clarify how the O&M of the DHS plant and the research using the plant will be continued after the Project completion. the O&M of the DHS still needs the expert guidance and directions. For the financial sustainability, although Indian side has expressed its will to ensure the O&M cost of the UASB-DHS system, the continuous development of the DHS and its localization needs the finances to support the activities. The financial sustainability is fair. Therefore, it is concluded that the sustainability as a whole is considered relatively high.

(1) Policy sustainability: high

The recent trend on policy concerning sewage water treatment is favorable to energy saving STP development. As already stated in Relevancy, the Government is trying to strengthen expansion of STP for river conservation. NRC continues to put higher priority on the development of new sewage treatment technology from a view point of life cycle cost.

In addition, a new regulation for discharge standard (<10mg/L) is expected to be introduced within several months, followed by two years of preparatory phase and five years of compliance phase, during which municipalities and State Governments will be prompted to upgrade their STPs in order to meet the new standards. The UASB-DHS system can be proposed as an advantageous sewage treatment technology.

Therefore, the sustainability from the aspect of policy is expected to be maintained at a high level.

(2) Institutional sustainability: relatively high

The related organizations such as NRCD, UPJN have addressed the future support for the UASB-DHS system. A workshop on dissemination of the UASB-DHS system for decision-makers is planned in February 2016.

(3) Technical sustainability: fair

As for the research and development, IIT Roorkee and AMU counterparts have expressed their interests in continuing the DHS research with support from the Ministry of Science and Technology, and AMU is proceeding to application for grant funds. However, it is not yet clear what kind of framework for further research will be established, either by the Indian side, or as a joint research.

As for the O&M of the DHS plant, the engineers and a water analyst of 78MLD STP at Agra have already been assigned by UPJN and trained for the operation and maintenance of the DHS plant. It was confirmed by UPJN that they will continue to work for the UASB-DHS system. The TOT for sewage engineers on UASB-DHS system will be held in February 2016. However, the continuous monitoring and research, and further development of UASB-DHS system still need guidance and directions by Japanese academics.

(4) Financial sustainability: fair

UPJN expressed its will to ensure the cost for O&M for the UASB-DHS system after the completion of the Project. Same as the technical sustainability, the DHS continuous development and its localization needs the finances to support the activities.

4.6 Conclusion

It is expected that most outputs will be achieved during the Project period with efforts of Indian side and Japanese side. Since the contents of the project cooperation meet the policies and the needs, it is fair to say that the relevancy is high. The project purpose is expected to be mostly achieved and most of the project activities will be completed. Inputs from both Indian and Japanese sides are provided, although the delay in construction of the DHS, establishment of joint research partnership and constraints in the researchers' dispatch and communication have affected the Project. Because of the experimental feature of the Project, the initial cost of the DHS plant was high. Some equipment are difficult to maintain and needs frequent repair. Therefore efficiency is judged fair. Sustainability in terms of policy is high; however, concrete framework for continuation of research and development of the UASB-DHS system in India remains to be established.

5. Recommendations and Lessons Learned

5.1 Recommendations

(1) Clarification of performance and advantage of the UASB-DHS system with continuous data monitoring and analysis

The relationship between influent quality (BOD), quantity (MLD) for achievement of effluent quality standard (<30mg/L) needs to be further monitored, analyzed, and clearly presented. The results of such analysis need to be reflected in the UASB-DHS Design Guidelines.

In addition, the UASB-DHS design and operation conditions for achievement of the prospective new Indian effluent quality standard (<10mg/L) need to be analyzed and proposed. The comparative assessment of all parameters in addition to BOD is recommended.

(2) Revision of the UASB-DHS Design Guidelines, O&M Guidelines and the brochure

The UASB-DHS Design Guidelines and O&M Guidelines need to be improved by reflecting the results of further analysis to achieve effluent standards as mentioned in the above (1). so as to include more comprehensive information to the extent that enables the Indian side to independently design, construct and operate new DHS plants under the Indian context, as follows.

- Measures against various UASB influent qualities, such as high BOD, COD, low BOD/COD
- Measures to meet the prospective new discharge standard of BOD <10mg/L
- Demonstration of the relation between influent BOD, effluent BOD and HRT, which will enable users to adjust the operation of the DHS system to various UASB and DHS influent qualities
- Re-examine the appropriateness of the total cost of the UASB-DHS system using the cost estimation of construction of actual plants instead of a proto-type experimental plant.

Furthermore, it is recommended to improve the existing UASB-DHS system brochure so as to make a stronger case on its cost- and energy-efficiency compared with other STPs, and to target the concerned decision-makers.

(3) Roadmap for dissemination of scientific achievements and the DHS Guidelines to policy-makers and stakeholders to promote practical application in India

In order to promote the application of the DHS system in India, NRCD shall take necessary action to disseminate the scientific achievements as well as the benefits of the Project. These Guidelines need to be circulated to the State Governments and all the concerned decision-makers.

The State Governments, as the key stakeholders in charge of decision-makings of STP technologies need to recognize the advantage of the DHS system. A roadmap for promotion of practical application of the DHS system in India needs to be developed, and necessary information dissemination for decision-makers shall be conducted within the Project period.

(4) Continuous research and development and adaptation of the DHS to Indian context

While it is said that further research and development is needed to adapt the DHS system to the Indian context, it is not clear how the present research activities will be continued after the Project completion. It is recommended that the Indian side shall take forward the planning for continuous research and development of the DHS system before and after the completion of the Project. Japanese researchers should strengthen technical transfer of research and development to Indian

researchers during the remaining period. After the completion of the Project, Japanese side also needs to consider necessary technical and academic support for the continuity of such research activities as there was a 15 month delay in completion of the 5 MLD DHS pilot plant.

It is also important to mutually share the results of the researches including those related to sponge media, as planned by the end of the Project period.

(5) Continuous O&M of the UASB-DHS system and provision of necessary technical support

The DHS plant needs to be regularly operated based on O&M Guidelines so as to maintain its function and avoid damage to the plant including sponge media. It is requested that the UPJN ensures allocation of personnel and financial resource for adequate management of the UASB-DHS system and related analytical equipment. It is recommended that UPJN prepares a new location to move the analytical equipment to avoid further damages due to corrosive atmosphere.

It is also necessary to monitor the performance of the DHS plant after the completion of the Project. CPCB may regularly conduct sample analysis of the effluent water from the DHS under the supervision of NRCD.

Since technical difficulties may occur during the continuous O&M of the proto-type plant, Tohoku University is requested to maintain contact with UPJN and facilitate provision of technical support in case of necessity.

(6) Planning of joint research paper and presentation in international conference by both countries' researchers

As SATREPS is a joint international research scheme, a plan for publication of joint research article(s) by the end of the Project should be proposed as the scientific outcome of the Project, and it is desired to be presented in an international conference.

5.2 Lessons Learned

(1) Prior confirmation of the experiment site through preparatory studies

Due to insufficient verification of basic conditions of the experiment site such as UASB effluent quality and quantity, the Project encountered unexpected challenges when operation and monitoring of the DHS plant started. It is necessary to conduct a thorough preparatory study of site conditions prior to designing new facilities and conducting experiments, and take necessary measures against potential risks well in advance.

(2) Dispatch of Long-term Expert specialized in the DHS

The short-term experts have been periodically dispatched to monitor the results of treatment through the DHS during the Project. However, during and after the completion of the DHS plant, the Project lacked the permanent presence of a Japanese researcher who could coordinate with the Indian counterparts on a daily basis to control basic conditions for the experiment. For Projects which involves construction and O&M of a proto-type plant, further time and human resource needs to be

allocated continuously for smooth operation, communication and trouble shootings.

(3) Communication and institutional co-research partnership

In the case where the research is not conducted within the partner research organizations, greater efforts need to be paid in order to build institutional co-research partnerships among adequate levels of both universities from much earlier stage, and to maintain communication with various relevant organizations in order to overcome the challenges of complexity and distance, such as by increasing the frequency of face-to-face meetings, joint organization of events, or publication of newsletters.

Annex 1 PDM version 1

Project Name: UASB-DHS Integrated System – A Sustainable Sewage Treatment Technology

Representative Agency: National River Conservation Directorate, Ministry of Environment and Forests (NRCD), Utter Pradesh (U. P.) Jal Nigam, and Central Public Health and Environment Engineering Organization, Ministry of Urban Development (CPHEEO)

Research Institute: Aligarh Muslim University (AMU), Central Pollution Control Board, Ministry of Environment and Forests (CPCB)

Project Period: May 2011 to May 2016 (5 years)

Model Site: Agra, Utter Pradesh State

Ver.1.0

Date: June 7, 2013

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumptions
Overall Goal			
Project Purpose A novel sewage treatment technology, which is appropriate from viewpoint of energy consumption, O&M, land requirement and total cost, is developed.			
Output 1 The applicability of Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) – Down-flow Hanging Sponge (DHS) system for sewage treatment in India is verified through a continuous operation of the newly-established UASB-DHS system in Agra, Uttar Pradesh State.	1. Effluent water quality continuously meets effluent discharge standard value of BOD 30mg/L for more than a year. 2. UASB-DHS system is demonstrated to be more effective in terms of energy conservation.		
Output 2 Design and O&M Guidelines for UASB-DHS system are drawn up, and dissemination plan for the Guidelines and Manual (Draft) is prepared.	1. Design Guidelines for UASB-DHS system is presented to NRCD, UPJN and CPHEEO . 2. O&M Manual (Draft) for UASB-DHS system is presented to NRCD, UPJN and CPHEEO.		
Activities for Output1 1. Procurement of media for DHS reactor. 2. Design and construction of UASB-DHS system 3. Continuous operation of UASB-DHS system and evaluation of the applicability for sewage treatment in India.	Input <Input from JICA> 1. Japanese Experts (1) Long-term expert: Project Coordinator (2) Short-term experts (researchers) - Leader - Sludge Management - Environmental Microbiology - Risk Management - Plant Management - Sewage Treatment - Sub-leader - Wastewater Treatment - Environmental Management - Plant Technology 2. Machinery and equipment - Pilot plant for sewage treatment - Equipment for water quality analyses 3. Training of Indian Personnel in Japan	Input <Input from Indian side> 1. Assigning C/P personnel 2. Buildings and Facilities 3. Office space for JICA experts and meetings 4. Facilities and services such as electricity, gas, water, telephone 5. Operational expense for the project activities 6. Land, building, utilities (such as electricity, water and gas/oil) and personnel to operate the “UASB-DHS Integrated System” at sewage treatment plant in Agra	- UASB effluent water quality (influent of DHS) does not fluctuate significantly. - Construction work of DHS system will not delay considerably.
Activities for Output2 1. Preparation for Design Guidelines for UASB-DHS system. 2. Preparation for O&M Manual (Draft) for UASB-DHS system. 3. Training courses with prepared Design and O&M Guidelines for UASB-DHS system.			Pre-conditions

Year (Japanese Fiscal Year, JFY)		JFY2011			JFY2012			JFY2013			JFY2014			JFY2015			JFY2016																				
Month		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
Project Period		→																																			
Joint Coordinating Committee(JCC)		▲																																			
Evaluation Activities		▶																																			
Inputs from Japan (Experts)		▶																																			
Output		▶																																			
1 Short-term 1 (Prof. Harada)		●																																			
2 Short-term 2 (Prof. Uemura)		●																																			
3 Short-term 3 (Prof. Yamaguchi)		●																																			
4 Short-term 4 (Associate Prof. Kubota)		●																																			
5 Short-term 5 (Assistant Prof. Okubo)		●																																			
6 Short-term 6 (Researcher Matsunaga)		●																																			
7 Short-term 7 (Researcher Taniguchi)		●																																			
8 Short-term 8 (Associate Prof. Tagawa)		●																																			
9 Short-term 9 (Assistant Prof. Iguchi)		●																																			
10 Short-term 10 (Researcher Nakamura)		●																																			
11 Short-term 11 (Assistant Prof. Hatamoto)		●																																			
12 Short-term 12 (Assistant Prof. Takahashi)		●																																			
13 Short-term 13 (Researcher Dr. Narin)		●																																			
14 Short-term 14 (Researcher Dr. Tyagi)		●																																			
15 Short-term 15 (Researcher Dr. Abe)		●																																			
16 Short-term 16 (Researcher Dr. Ali)		●																																			
17 Short-term 17 (Researcher Mr. Nomoto)		●																																			
18 Short-term 18 (Researcher Ms. Maharjan)		●																																			
19 Short-term 19 (Construction Management)		○																																			
20 Long-term (Coordinator)		○																																			
Activity		▶																																			
Output 1 The applicability of Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) – Down-flow Hanging Sponge (DHS) system for sewage treatment in India is verified through the continuous operation of the newly-established UASB-DHS system in Agra, Uttar Pradesh State.		▶																																			
1-1. Procurement of media for DHS reactor		▶																																			
1-2. Design and construction of UASB-DHS system		▶																																			
1-3. Continuous operation of UASB-DHS system and evaluation of the applicability for sewage treatment in India		▶																																			
Output 2 Design and O&M Guidelines for UASB-DHS system are drawn up, and dissemination plan for the Design Guidelines and O&M Manual (Draft) is prepared.		▶																																			
2-1. Preparation for Design Guidelines for UASB-DHS system		▶																																			
2-2. Preparation for O&M Manual (Draft) for UASB-DHS system		▶																																			
2-3. Training courses with prepared Design O&M Guidelines for UASB-DHS system		▶																																			

N.B ◀—▶ shows the original schedule, ◌ shows revised and ◌ shows achieved.

Annex 3: List of Inputs of Japanese Experts (As of the end of September 2015)

1. Short-term Expert

	Name	Research Subject	Institution	Tenure		
				From	To	Days
1	Prof. Hideki Harada	Chief Adviser, Leader	Tohoku University	May 24, 2011	May 28, 2011	5
				September 20, 2011	September 24, 2011	5
				January 17, 2012	January 21, 2012	5
				April 10, 2012	April 14, 2012	5
				June 13, 2012	June 16, 2012	4
				July 8, 2012	July 12, 2012	5
				October 9, 2012	October 12, 2012	4
				December 9, 2012	December 13, 2012	5
				April 3, 2013	April 7, 2013	5
				June 23, 2013	June 26, 2013	4
				October 20, 2013	October 23, 2013	4
				November 20, 2013	November 22, 2013	3
				December 14, 2013	December 20, 2013	7
				March 31, 2014	April 2, 2014	3
				June 30, 2014	July 4, 2014	5
				October 13, 2014	October 19, 2014	7
				December 24, 2014	December 25, 2014	3
January 13, 2015	January 16, 2015	4				
May 21, 2015	May 27, 2015	7				
June 18, 2015	June 22, 2015	5				
August 19, 2015	August 22, 2015	4				
2	Prof. Shigeki Uemura	Sub-leader	Kisarazu Institute of National College of Technology	May 24, 2011	May 28, 2011	5
				August 22, 2013	August 26, 2013	5
				December 15, 2013	December 19, 2013	5
				October 15, 2014	October 17, 2014	3
				June 5, 2015	June 8, 2015	4
				July 22, 2015	July 29, 2015	8
3	Assist. Prof. Kengo Kubota	Environmental Microbiology	Tohoku University	January 15, 2012	January 20, 2012	6
				January 25, 2013	January 28, 2013	4
				June 23, 2013	June 26, 2013	4
				December 11, 2013	December 20, 2013	10
				July 29, 2014	August 4, 2014	7
				October 12, 2014	October 19, 2014	8
				August 29, 2015	September 2, 2015	5
4	Assist. Prof. Tsutomu Okubo	Wastewater Treatment	Kisarazu Institute of National College of Technology	May 24, 2011	May 28, 2011	5
				September 20, 2011	September 24, 2011	5
				January 17, 2012	January 21, 2012	5
				February 29, 2012	March 4, 2012	5
				December 11, 2012	December 13, 2012	3
				August 22, 2013	August 26, 2013	5
				December 1, 2013	December 15, 2013	15

				May 30, 2014	June 9, 2014	11
				August 27, 2014	August 31, 2014	5
				January 13, 2015	January 16, 2015	4
				June 5, 2015	June 8, 2015	4
				July 22, 2015	July 29, 2015	8
5	Prof. Takashi Yamaguchi	Environmental Management	Nagaoka University of Technology	January 17, 2012	January 21, 2012	5
				March 6, 2012	March 8, 2012	3
				November 29, 2013	December 1, 2013	3
				June 30, 2014	July 3, 2014	4
				October 15, 2014	October 17, 2014	3
				July 23, 2015	July 25, 2015	3
6	Mr. Kengo Matsunaga	Sewage Treatment	Tohoku University	May 24, 2011	June 25, 2011	33
				July 4, 2011	July 30, 2011	27
				January 13, 2012	January 20, 2012	8
				February 1, 2012	February 25, 2012	25
				May 24, 2012	August 31, 2012	100
				February 15, 2013	August 8, 2013	22
				August 17, 2013	August 26, 2013	10
				February 8, 2014	March 1, 2014	22
7	Ms. Ryoko Taniguchi	Plant Management	Tohoku University	May 24, 2011	June 10, 2011	18
				August 9, 2011	September 30, 2011	53
				October 9, 2011	December 9, 2011	62
				December 21, 2011	March 9, 2012	49
				March 31, 2012	May 17, 2012	48
				August 27, 2012	November 30, 2012	96
				December 20, 2012	February 22, 2012	65
				March 10, 2013	May 1, 2013	52
8	Dr. Akinobu Nakamura	Environmental Bioengineering	Nagaoka University of Technology	June 7, 2012	June 29, 2012	13
9	Assist. Prof. Akinori Iguchi	Risk Management	Niigata University of Pharmacy and Applied Life Sciences	December 13, 2012	December 16, 2012	4
				January 25, 2013	January 28, 2013	4
				August 22, 2013	August 26, 2013	5
				December 15, 2013	December 20, 2013	6
				October 15, 2014	October 19, 2014	5
				February 8, 2015	February 10, 2015	3
				June 18, 2015	June 20, 2015	3
10	Prof. Tadashi Tagawa	Sludge Management	Kagawa Institute of National College of Technology	December 8, 2012	December 12, 2012	5
				March 21, 2013	March 25, 2013	5
				August 22, 2013	August 26, 2013	5
				May 12, 2014	May 23, 2014	12
				June 8, 2014	June 17, 2014	10
				July 14, 2014	July 22, 2014	9
				October 14, 2014	October 18, 2014	5
				December 10, 2014	December 19, 2014	10
				March 21, 2015	March 31, 2015	11
				May 21, 2015	May 27, 2015	7

				July 16, 2015	July 21, 2015	6
				August 12, 2015	August 17, 2015	6
11	Assist. Prof. Masashi Hatamoto	Environmental Microbiology	Nagaoka University of Technology	December 11, 2012	December 13, 2012	3
				March 14, 2013	March 20, 2013	7
				December 1, 2013	December 6, 2013	6
				October 15, 2014	October 18, 2014	4
				January 14, 2015	January 16, 2015	3
				July 11, 2015	July 18, 2015	8
12	Assist. Prof. Masanobu Takahashi	Plant Management	Tohoku University	December 8, 2012	December 12, 2012	5
				January 20, 2013	January 28, 2013	9
				December 11, 2013	December 25, 2013	15
				May 21, 2014	May 31, 2014	11
				June 24, 2014	July 2, 2014	9
				October 15, 2014	October 18, 2014	4
				January 13, 2015	January 16, 2015	4
				July 16, 2015	July 21, 2015	7
				August 12, 2015	August 17, 2015	6
13	Dr. Narin Pattananuwat	Plant Management	Nagaoka University of Technology	November 9, 2013	February 22, 2014	106
14	Dr. Vinay Kumar Tyagi	Wastewater Treatment	Tohoku University	December 14, 2013	February 25, 2014	74
				March 5, 2014	July 15, 2014	133
				July 20, 2014	November 24, 2014	128
				December 1, 2014	January 8, 2015	39
				January 10, 2015	January 14, 2015	5
15	Dr. Kenichi Abe	Sewage Treatment	Tohoku University	May 4, 2014	July 18, 2014	76
				November 21, 2014	December 3, 2014	13
16	Dr. Muntjeer Ali	Wastewater Treatment	Tohoku University	September 2, 2015	September 30, 2015	29
17	Mr. Naoki Nomoto	Plant Management	Nagaoka University of Technology	January 16, 2015	February 6, 2015	22
				March 21, 2015	April 10, 2015	21
				May 20, 2015	June 9, 2015	21
				July 5, 2015	July 28, 2015	24
				September 6, 2015	September 25, 2015	20
18	Ms. Namita Maharjan	Sewage Treatment	Nagaoka University of Technology	February 3, 2015	March 8, 2015	34
				June 6, 2015	July 8, 2015	33
				July 11, 2015	July 28, 2015	18

2. Long-term Expert

	Name	Research Subject	Institution	Tenure		
				From	To	Days
1	Mr. Ryosuke Iwasa	Project Coordinator		October 11, 2011	September 30, 2015	1,400

Annex 4: List of Counterpart Personnel

1. Project Director

	Name	Title	Organization	Tenure	
				From	To
1	Mr. Brijesh Sikka	Director	NRCD, MOECC	May 2011	Sep. 2012.
2	Mr. K.C. Rathore	Director	NRCD, MOECC	Sep. 2012	Mar. 2014
3	Mr. Ravi Sinha	Director	NRCD, MOECC	Mar. 2014	Nov. 2014
4	Mr. Lalit Kapur	Director	NRCD, MOECC	Nov. 2014	Feb. 2015
5	Mr. Ravi Sinha	Director	NRCD, MOECC	Feb. 2015	

2. Deputy Project Director

	Name	Title	Organization	Tenure	
				From	To
1	Mr. Sanjay K. Singh	Deputy Director	NRCD, MOECC	May 2011	

3. Project Manager

	Name	Title	Organization	Tenure	
				From	To
1	Mr. V.P. Singh	General Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	May 2011	Dec. 2011.
2	Mr. N.K. Tygi	General Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Mar. 2012	Jun. 2012
3	Mr. A.K. Saxena	General Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Aug. 2012	Jun. 2014
4	Mr. P. K. Agrawal	General Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Aug. 2014	

4. Deputy Project Manager

	Name	Title	Organization	Tenure	
				From	To
1	Mr. N.K. Tygi	Project Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	May 2011	Mar. 2012
2	Mr. A.K. Saxena	Project Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	May 2012	July 2012
3	Mr. S.K. Bansal	Project Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Aug. 2012	Sep. 2013.
4	Mr. R.K. Singh	Project Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Nov. 2012	Aug. 2014
5	Mr. Khalid Ahmad	Project Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Aug. 2014	Apr. 2015
6	Mr. M.K. Bansal	Project Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN	Apr. 2015	

5. Researcher

	Name	Title	Organization	Tenure	
				From	To
1	Dr. Nadeem Khalil	Assistant Professor	Aligarh Muslim University	May 2011	
2	Dr. B.R. Gurjar	Professor, Department of Civil Engineering	Indian Institute of Technology Roorkee	Jan. 2015	
3	Dr. A.A. Kazmi	Professor, Department of Civil Engineering	Indian Institute of Technology Roorkee	Jan. 2015	
4	Ms. Komal Jaiswal	Research Scholar, Dept. of Civil Engineering	Indian Institute of Technology Roorkee	Jan. 2015	

Annex 5: Counterpart Trainings in Japan

1. Coordination Meeting from September 22 to October 1, 2013.

	Name	Title	Organization
1	Mr. Brijesh Sikka	Advisor	NRCD, MOEFCC
2	Mr. Sanjay Kumar Singh	Deputy Director	NRCD, MOEFCC
3	Mr. A.K Saxena	General Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN
4	Mr. Shreepakash Singh	Special Secretary	Department of Urban Development, government of U.P., Lucknow

2. C/P Training in Sewage Treatment Technology and Management from November 2 to 12, 2014.

	Name	Title	Organization
1	Mr. Ravi Sinha	Director	NRCD, MOEFCC
2	Dr. Vinod K. Singh	Deputy Director	NRCD, MOEFCC
3	Mr. P.K. Assudani	Managing Director	UPJN

3. Coordination Meeting from September 26 to October 4, 2015.

	Name	Title	Organization
1	Mr. Sanjay Kumar Singh	Deputy Director	NRCD, MOEFCC
2	Dr. R.M. Bhardwaj	Scientist 'E', Additional Director	CPCB, MOEFCC
3	Mr. P.K. Agrawal	General Manager	Yamuna Pollution Control Unit, UPJN
4	Dr. A.A. Kazmi	Professor, Department of Civil Engineering	Indian Institute of Technology Roorkee (IIT Roorkee)
5	Dr. Nadeem Khalil	Assistant Professor	Aligarh Muslim University (AMU)

Annex 6 List of the Equipment Provided by the Government of Japan

1. Facilities

- 5MLD DHS Pilot Plant at 78MLD STP in Agra
- Rehabilitation of Laboratory and Office at 78MLD STP in Agra
- Security Fence for 5MLD DHS Pilot Plant at 78MLD STP in Agra

2. Equipment

A. Procured in India by JICA India Office

Installation Date	Name of Equipment	Maker / Model	Quantity	Location
1 03 Aug. 2012	Ultrasonic Processor (Homogenizer)	IKA / T25 Digital Ultra-Turrax Package	1	78MLD STP, Agra
2 04 Sep. 2012	Distilled Water Equipment	ELGA / PURELAB OPTION-R7	1	78MLD STP, Agra
3 24 Nov. 2012	Power Stabilization System	Glove Electricals / 100 KVA Voltage 3Ph Stabilizer	1	78MLD STP, Agra
4 07 Dec. 2012	Fume Hood	Acmas Technocracy / ACMA42105L (WEIBER)	2	78MLD STP, Agra
5 07 Dec. 2012	Clean Bench	Acmas Technocracy / ACMA42101L (WEIBER)	1	78MLD STP, Agra
6 17 Nov. 2012	Ice Flake Machine	Acmas Technocracy / ACM-78095S (WEIBER)	1	78MLD STP, Agra
7 14 Dec. 2012	Deep Freezer	SKADI EUROPE / U445-86	1	78MLD STP, Agra
8 21 Jan. 2013	Incubator for Sterilization	TOKYO RIKAKIKAI / NDS410	1	78MLD STP, Agra
9 01 Mar. 2013	Refrigerated Centrifuge	KUBOTA / 6500 AG-508CA	1	78MLD STP, Agra

B. Procured in Japan by Tohoku University (with financial support of JICA)

Installation Date	Name of Equipment	Maker / Model	Quantity	Location
10 18 Jul. 2013	Digesdahl Digestion Apparatus	HACH / HACH Digesdahi	5	78MLD STP, Agra
11 18 Jul. 2013	Absorptiometer	HACH / DR5000	2	78MLD STP, Agra
12 18 Jul. 2013	Automatic BOD Sensor System	WTW / Oxi Top Model 6	1	78MLD STP, Agra
13 18 Jul. 2013	Digital DO Meter (Table Model)	TOKO KAGAKU / TOX-999i	1	78MLD STP, Agra
14 18 Jul. 2013	Oxygen Indicator	YSI / Model 5300A	1	78MLD STP, Agra
15 18 Jul. 2013	Spectrophotometer	GE Health Care / NanoVue Plus with SD Card	1	78MLD STP, Agra
16 18 Jul. 2013	Auto Sampler	ISCO / 6712A - Avalanche	3	78MLD STP, Agra
17 18 Jul. 2013	Desiccator	AS One / 1-961-02-IW	1	78MLD STP, Agra
18 18 Jul. 2013	Aspirator	SANSYO / SPC100	1	78MLD STP, Agra
19 18 Jul. 2013	Vacuum and Air Pump	IWAKI / APN-085	2	78MLD STP, Agra
20 18 Jul. 2013	COD Digester	HACH / DRB 200	1	78MLD STP, Agra

Installation Date	Name of Equipment	Maker / Model	Quantity	Location	
21	18 Jul. 2013	Portable Colorimeter	HACH / DR-890	1	78MLD STP, Agra
22	18 Jul. 2013	Desiccator Vacuum	AS One / VDR-20	1	78MLD STP, Agra
23	18 Jul. 2013	Power stabilization/Transformer	KASHIMURA / Up-Down Trans <T1-37>	5	78MLD STP, Agra
24	18 Jul. 2013	Dry Thermo Unit	TAITEC / DTU-1B	1	78MLD STP, Agra
25	18 Jul. 2013	Deep Block for Micro-tube	TAITEC / AL-1136	1	78MLD STP, Agra
26	01 Mar. 2013	Gas Chromatography	SHIMAZU / GC-8A	1	78MLD STP, Agra
27	01 Mar. 2013	Data Processing and Analysis System	SHIMAZU / C-R8A	1	78MLD STP, Agra
28	01 Mar. 2013	Stainless Steel Column	SHIMAZ GLC / ZT-13	2	78MLD STP, Agra
29	18 Jul. 2013	Bead-beater	Ieda-Boeki / 3310BX	1	78MLD STP, Agra

C. Procured by the Project

Installation Date	Name of Equipment	Maker / Model	Quantity	Location	
30	15 Feb. 2012	Bacteriological Incubator	Swastika / INB-118 (Mettler German Type)	2	78MLD STP, Agra
31	15 Feb. 2012	B.O.D. Incubator	Swastika / INC121	1	78MLD STP, Agra
32	15 Feb. 2012	Autoclave (Vertical)	Swastika / AUV-113	1	78MLD STP, Agra
33	15 Feb. 2012	Oven Universal	Swastika / OVU-197	1	78MLD STP, Agra
34	15 Feb. 2012	Muffle Furnace for Industrial Use	Swastika / MFI-192	1	78MLD STP, Agra
35	23 Feb. 2012	Water Bath Incubator Shaker	Swastika / Metabolic Shaking Incubator	1	78MLD STP, Agra
36	23 Feb. 2012	Water Bath Thermostatic Rectangular	Swastika / WBT-266	1	78MLD STP, Agra
37	17 Feb. 2012	Sprout Mini Centrifuge	Heathrow Scientific / Baio Media-24-009	1	78MLD STP, Agra
38	20 Feb. 2012	High Pressure Jet Cleaning Machine	ANNOVI / AR-565	1	78MLD STP, Agra
39	28 Feb. 2012	Refrigerated Centrifuge	Weiber / ACM-67894-C	1	78MLD STP, Agra
40	29 Feb. 2012	Electric Balance	Citizen / CX220	2	78MLD STP, Agra
41	29 Feb. 2012	Vortex Shaker	Acmas / ACM-42310-U (Weiber)	2	78MLD STP, Agra
42	29 Feb. 2012	Multi Position Magnetic Stirrer	IKA	1	78MLD STP, Agra
43	29 Feb. 2012	Ceramic Hot Stirrer	IKA	1	78MLD STP, Agra
44	01 Mar. 2012	Cyberscan Portable pH/ORP Meter	Eutech / Riviera-ECPH1102K	2	78MLD STP, Agra
45	01 Mar. 2012	Ultrasonic Cleaner	Rivotech / Riviera-19000020	1	78MLD STP, Agra
46	15 Dec. 2012	High Pressure Seamless Gas Cylinder	47L Argon & Nitrogen Gas Cylinders with Regulator	1 Set	78MLD STP, Agra
47	24 Mar. 2014	Desktop Shaking Water Bath (Part 1)	TAITECH / SM-05R	1	78MLD STP, Agra
48	24 Mar. 2014	Desktop Shaking Water Bath (Part 2)	TAITECH / Personal-11	1	78MLD STP, Agra

