

国際科学技術共同研究推進事業  
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）  
研究領域「環境・エネルギー分野「地球規模の環境課題の解決に  
資する研究」」

研究課題名「エネルギー最小消費型の下水処理技術の開発」

採択年度：平成22年度/研究期間：5年/相手国名：インド

## 終 了 報 告 書

### 国際共同研究期間\*1

平成23年5月15日から平成28年5月14日まで

### JST 側研究期間\*2

平成22年6月1日から平成28年3月31日まで  
(正式契約移行日 平成23年4月1日)

\*1 R/D に記載の協力期間（JICA ナレッジサイト等参照）

\*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=R/D に記載の協力期間終了日又は当該年度末

研究代表者： 原田秀樹

東北大学未来科学技術共同研究センター・教授

## I. 国際共同研究の内容（公開）

### 1. 当初の研究計画に対する進捗状況

#### (1)研究の主なスケジュール(実績)

| 項目                                                                                                                                                                                                                                                        | H22年度<br>(10ヶ月) | H23年度 | H24年度 | H25年度 | H26年度    | H27年度 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|----------|-------|
| 1. インド・アグラ市の78MLD下水処理場での実規模試験の準備と実施（東北大学・木更津高専・長岡技科大・NRCD（国家河川保全局）・IIT Roorkee（インド工科大学ルーキー校）・AMU（アリガームスリム大学）・ウッター・プラデシュ州上下水道公社・CPCB（中央公害対策委員会）・CPHEEO（中央公衆衛生環境局））<br>・DHSリアクター用担体の選定、発注、納品<br>・UASB-DHSシステムの設計と建造<br>・連続モニタリングと下水処理への適用性評価<br>・提案技術の省エネ効果 |                 | ←→    | ←→    |       | *1<br>←→ |       |
| 2. 処理メカニズムの解明と重要微生物の検出・定量・モニタリング技術の開発、DHS技術の新展開（東北大学・木更津高専・長岡技科大・新潟薬科大）<br>・生物学的メカニズム解明<br>・物理化学的メカニズム解明<br>・重要微生物検出・定量・モニタリング技術の開発<br>・DHS技術の高度処理への適用<br>・新規DHS技術（ポストG6）の開発                                                                              | ←→              | ←→    | ←→    | ←→    | ←→       | ←→    |
| 3. 設計指針・維持管理マニュアルの作成（東北大学・木更津高専・長岡技科大・NRCD（国家河川保全局）・ウッター・プラデシュ州上下水道公社・IIT Roorkee（インド工科大学ルーキー校）・AMU（アリガームスリム大学）・CPHEEO（中央公衆衛生環境局））<br>・UASB-DHSシステムの技術的特性の整理と体系化<br>・設計指針の作成<br>・維持管理マニュアルの作成                                                             |                 | ←→    | ←→    | ←→    | ←→       | ←→    |

\*1 国内法人企業と東北大との業務委託契約に伴う期間と DHS 建設に係る工期の遅れ、更に建設後の引き渡し期間に時間を費やすため、予定完了期間を約1年半延期した。

\*2 \*1に伴いモニタリングの開始が遅れることとなった。

\*3 アグラ、カルナール他、インド特有のデータを収集しながらガイドライン作成と並行して行う。

\*4 作成に必要な参考資料の収集が困難であり、その時間を費やしたため開始が遅れた。

※5 作成に必要な参考資料の収集が困難であり、その時間を費やしたため開始が遅れた。

## (2)中間評価での指摘事項への対応

### インド側の研究体制の構築の遅れおよび共同研究の実績を挙げることにについて

研究体制の構築については、アグラに建設した DHS リアクターの連続処理実験についてインド工科大学ルーキー校の Professor Dr. Kazmi と TOR を結び、Professor Dr. Gurjar の博士課程学生の Ms. Jayasal が、アグラに長期滞在し、連続処理実験に参画した。また、アリガームスリム大学の Assistant Professor Dr. Nadeem の研究グループとも TOR を締結し、既存処理施設のエネルギー効率・汚泥発生量・経済性に関する評価を共同で行った。加えて、設計指針ガイドライン・維持管理ガイドラインの作成においては、2014 年度 JCC にてインドの官からの人員を含む日印のガイドラインワーキンググループが発足し、継続的にやりとりを行うなど、共同研究の実績を上げるための研究体制の構築は中間評価以降速やかに行われた。

共著論文については、アグラの DHS 実験プラントの竣工が大幅に遅れたため（ほぼ1年遅れ）、データの取得も遅れたため作成が遅れたが、幾つかの論文は共著で執筆中であり、今後発表していく（現在1編がリバイス中である）。

### インド側のキャパシティビルディングについて

上記、共同研究体制の構築に加えて、ガイドラインワーキングが作成する資料を用いてワークショップおよびトレーナーズトレーニング (trainer's training) を行い、キャパシティビルディングにも十分考慮したプロジェクト計画とした。

### DHS 技術の経済性評価について

長岡技術科学大学が主導で行っている現地の既存施設の評価に、現地のコンサルタントの協力を得ることで、経済性評価まで行った。

### 実用化に向けた設計や維持管理における問題点や改善点の洗い出しについて

現地滞在の研究者から問題点について逐次情報を共有するほか、ガイドラインワーキンググループメンバーが頻繁に渡印し、改善点や問題点の洗い出しを行った。

### UASB-DHS システムの将来における事業およびそれをサポートする研究体制構想について

JST 国際科学技術共同研究推進事業（戦略的国際共同研究プログラム）「国際共同研究拠点」に TERI 大学の Assistant Professor Dr. Tyagi（本事業で雇用されていた元東北大学研究員）と共同で申請したが、不採択であった。引き続きこのようなプログラムに申請し、研究体制を構築・維持していきたいと考えている。

### 日本人研究者の育成状況について

各機関の准教授・助教クラスの教員が多く参画したほか、有期職員や博士後期課程および修士課程、学部生まで多くの人材が本研究に関わった。それぞれが実験から運転操作管理を行い、また一部の研究者はプロジェクトマネジメントを経験するなど、本プロジェクトに関わった人材を研究者、エンジニアとして育成できたと考えている。

## (3)プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

特になし。

## 2. プロジェクト成果目標の達成状況とインパクト（公開）

### (1) プロジェクト全体

インドは、1996 年から着手した国家プロジェクト「ヤムナ川浄化行動計画」YAP-1 (Yamuna Action Plan Phase-1) で、ヤムナ川沿いに計 27 箇所の都市下水処理場を建設したが、うち 16 箇所で UASB 法という嫌気性処理技術を採用した。総処理水量の 8 割以上が UASB 法という曝気を必要としない低コストの処理技術で処理されている。この時点以降、インドは UASB 法という嫌気性処理技術を下水処理の中核技術として採用していくことを下水道施策上の基本方針とした。以来、現在までにインド国中では 100 基をこえる UASB プラントが都市下水処理を処理している。しかしながら、UASB 法（HRT8～10 時間程度）単独では、5～6 割程度の有機物除去しか期待できず、UASB プロセスの後段になんらかの（好気性の）ポスト・トリートメントを付加する必要がある。現行のほとんどの UASB プラントの後段には FPU (Final Polishing Unit) という名前の安定化池 (Stabilization Pond) を付加している。FPU は、水深 1.5m、HRT (水理学的滞留時間) 24 時間で設計されており、広大な面積を要するが、ほとんどポスト・トリートメントとしては機能していないのが現実である。UASB プロセスの後段に低コストで、エネルギー消費が小さく、コンパクト（所用面積は FPU の 15～20 分の 1 に縮小できる）で、維持管理が容易なポスト・トリートメント技術を渴望しており、原田らが開発した UASB-DHS システムに大きな期待をもっている。もし、本プロジェクトから UASB-DHS 技術が実用化されれば、インドの 100 基ちかくの UASB プラントの後段にある FPU がいっきに DHS 技術で置き換えられる可能性が高い。UASB プロセスを下水処理に適用しようとする動向は、インドのみならず、ブラジル、メキシコ、コロンビア、エジプトなど温暖な気候の途上国地域での世界的な潮流である。なかでも、インドは既に 100 基以上の下水処理 UASB プラントが稼働している世界第一の UASB 大国である。もし、本プロジェクトで開発する UASB-DHS 技術がインドで下水処理の中核技術になれば、途上国世界全体への波及効果が期待でき、文字通り“日本発”の世界標準技術の創成につながる可能性は高い。

以下に研究運営体制を示す。うち日本人若手研究者（学生、日本人ポスドク）および外国人研究者（留学生、外国人ポスドク）らは、実験から運転操作管理までのマネジメントをこなして研究者としてもエンジニアとしても大きく成長しプロジェクト活動に貢献した。

### I. 「東北大学」グループ

（題目名：1. インド・アグラ市の 78MLD 下水処理場での実規模試験と実施、2. 処理メカニズムの解明と重要微生物の検出・定量・モニタリング技術の開発、DHS 技術の新展開、3. 設計指針・維持管理マニュアルの作成）

#### ① 研究参加者

・日本人研究者（教職、職員）

原田秀樹、大村達夫、多川正、久保田健吾、高橋優信、山口剛士、阿部憲一 (H27.3 終了)、谷口涼子 (H27.3 終了)、松永健吾 (H26.3 終了)、李玉友 (H25.3 終了)、遠藤厚己 (H24.5 終了)、高橋亜紗美 (H24.12 終了)

・日本人若手研究者（学生、日本人ポスドク）：「様式 03」のうち海外での学会発表及びインドに渡航し現地で研究活動を行った者

谷口涼子、松永健吾、竹村泰幸、袖野太士、羽鳥伸吾、瀬戸雄太、長町晃宏、庄司和希、松林未理、阿部憲一 (H27.3 終了)、池田直生 (H27.3 終了)、名取哲平 (H26.3 終了)、佐藤紀子 (H26.3 終了)、安斉英悟 (H25.9 終了)、渋谷幸子 (H25.3 終了)、五十嵐慧 (H24.3 終了)、高橋慎太郎 (H24.3 終了)

・外国人研究者（留学生、外国人ポスドク）：「様式 03」のうち国内機関に所属した者  
Muntjeer Ali、Vinay Kumar Tyagi(H27.1 終了)

②研究項目

- ・詳細設計
- ・提案技術の省エネ効果（既存施設の調査・実態把握）
- ・重要微生物検出定量モニタリング技術の開発
- ・UASB-DHS システムの技術的特性の整理と体系化

II. 「木更津工業高等専門学校」グループ

（題目名：1. インド・アグラ市の 78MLD 下水処理場での実規模試験と実施、2. 処理メカニズムの解明と重要微生物の検出・定量・モニタリング技術の開発、DHS 技術の新展開、3. 設計指針・維持管理マニュアルの作成）

①研究参加者

・日本人研究者（教職、職員）  
上村繁樹、大久保努

・日本人若手研究者（学生、日本人ポスドク）：「様式 03」のうち海外での学会発表及びインドに渡航し現地で研究活動を行った者  
内田翔太、田中周弥

・外国人研究者（留学生、外国人ポスドク）：「様式 03」のうち国内機関に所属した者  
Wei Yung

②研究項目

- ・提案技術の省エネ効果（既存施設を含む）
- ・生物学的処理メカニズム解明
- ・物理学的処理メカニズム解明
- ・新規 DHS 技術(ポスト G6)の開発
- ・UASB-DHS システムの技術的特性の整理と体系化

III. 「長岡技術科学大学」グループ

（題目名：1. インド・アグラ市の 78MLD 下水処理場での実規模試験と実施、2. 処理メカニズムの解明と重要微生物の検出・定量・モニタリング技術の開発、DHS 技術の新展開、3. 設計指針・維持管理マニュアルの作成）

①研究参加者

・日本人研究者（教職、職員）  
山口隆司、幡本将史、野本直樹

・日本人若手研究者（学生、日本人ポスドク）：「様式 03」のうち海外での学会発表及びインドに渡航し現地で研究活動を行った者  
野本直樹、段下剛志、坂本健一(H26.3 終了)、蝶勢智明(H26.3 終了)、中村明靖(H24.6 終了)

・外国人研究者（留学生、外国人ポスドク）：「様式 03」のうち国内機関に所属した者  
Namita Maharjan、Choolaka Hewawasam、Narin Pattananuwat(H26.3 終了)、Tashi Tshering(H24.8 終了)

## ②研究項目

- ・提案技術の省エネ効果（各種の既存下水処理プロセスを含む）
- ・DHS 技術の高度処理への適用の検討・最適化
- ・UASB-DHS システムの技術的特性の整理と体系化

## IV. 「新潟薬科大学」グループ

（題目名：1. 処理メカニズムの解明と重要微生物の検出・定量・モニタリング技術の開発、DHS 技術の新展開）

### ①研究参加者

- ・日本人研究者（教職、職員）  
井口晃徳

- ・日本人若手研究者（学生、日本人ポスドク）：「様式 03」のうち海外での学会発表及びインドに渡航し現地で研究活動を行った者  
千葉有紀

- ・外国人研究者（留学生、外国人ポスドク）：「様式 03」のうち国内機関に所属した者  
なし

### ②研究項目

- ・生物学的処理メカニズム解明

## (2) 研究題目 1：インド・アグラ市の 78MLD 下水処理場での実規模試験の準備と実施（東北大学、木更津高専、長岡技大、NRCD、UP 水道公社、AMU、CPCB、CPHEEO）

### ①研究題目 1 の研究のねらい

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

### ②研究題目 1 の研究実施方法

- 項目 1. DHS リアクター用担体の選定、発注、納品
- 項目 2. UASB-DHS システムの設計と建造
- 項目 3. 連続処理モニタリングと下水処理への適用評価
- 項目 4. 既存の下水処理施設の調査を行い、省エネ効果の評価のための情報収集を行う
- 項目 5. 建造する DHS リアクターに電力メーターを設置し、消費電力から省エネ効果を評価する

### ③研究題目 1 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

#### 項目 1. DHS リアクター用担体の選定、発注、納品

DHS スポンジ担体は、これまで G1 から G6 まで開発されている。各世代の DHS 担体のスポンジ形状は異なり、スケールアップ性能やメンテナンス性の向上を見据えて改良が続けられてきた（図 1）。これまでの研究の結果、G3 および G6 型のランダムパッキング式の担体が、その構造の簡易性から実規模へのスケールアップ性が最も優れた担体と判断し、カルナールでの現地実証試験に適用した。カルナール DHS リアクターによる G3 および G6 担体の性能比較実験より、優れた処理性能を示した G3 型担体をアグラで使用することに決定した。ただし、アグラで適用する DHS 担体はカルナールで使用した G3 タイプを改良した G3.4 とした。即ち、G3.4 担体はカルナールで使用した G3 担体に比べてサイズを大きくし、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た（写真 1）。そうすることで

充填率を 54% (G3) から 47% (G3.4) まで下げることができ、時折 UASB リアクターから流出する過度の SS 流入による担体間の閉塞を回避することができる。さらに G3.4 担体はコスト低減と酸素移動効率の向上を見据えて開発を行った担体である。なお本 DHS リアクターは、「汚水浄化エレメント及び汚水浄化装置（特許第 3967896 号）」の内容を満たすものである。

担体のインド国内での製造の可能性について、2015 年 7 月に現地工場の調査を行い、DHS リアクターの担体を現地調達した場合の品質やコストについて検討した。調査対象は、ウレタンフォーム発泡メーカー 2 社 (Sheela foam と Jumax foam) とインジェクション成型メーカー 2 社 (Evershine Moulders と Rancee Polymer)、ウレタンフォーム加工メーカー 1 社 (Industrial Product) とした。

その結果、ウレタンフォーム調達については、訪問 2 社の内、Sheela foam は能力や管理体制をみても十分に希望するスペックで対応可能と思われる。場合によっては、指導の必要性もある。インジェクション成型品については、訪問 2 社共に日系企業との取引があり、そのため品質管理体制も充実しており調達は可能である。但し課題として、成型品の生産能力がネックとなるため、受注から納品迄の工程管理を念密に行う必要があり、場合によっては成型機及び金型も複数必要になり、2 社からの購買も視野に置く必要がある。ウレタンフォーム加工については、ウレタン加工に必要な裁断機を大小合わせて 7 台保有しており、生産能力についても対応可能と思われる。DHS 担体の形成（ウレタンをネットリングに充填）は人海戦術での対応が必要である。

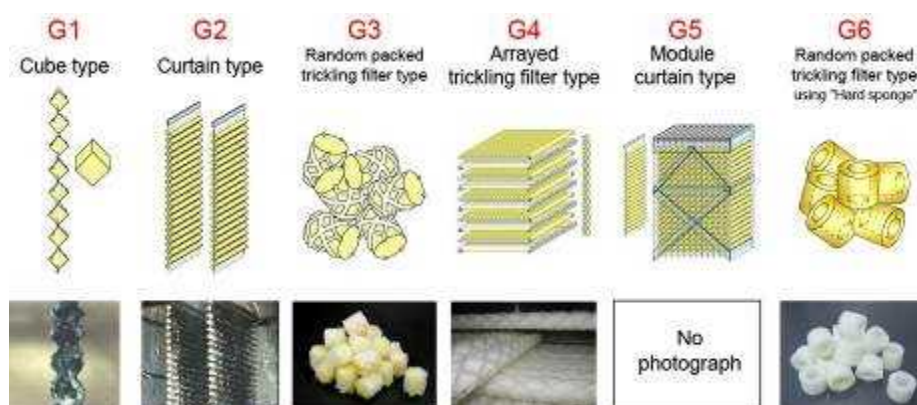


図 1 これまでに開発された DHS スポンジ担体 G1-G6 の外観



写真 1 アグラ DHS リアクターに投入した担体 (G3.4) の外観

## 項目 2. UASB-DHS システムの設計と建造

DHS 基本設計に必要な情報収集のために、所要箇所（既存 UASB リアクター、DHS 建設予定地、放流先周辺）の測量を行い、この測量結果を元に基本設計（図 2）を行った。H24 年度は、詳細設計およびインドの建設業者の入札を終えた（写真 2）。H26 年度初旬には建設工事が完了し、7 月には機器の試運転作業を終えた。写真 1 は DHS リアクターの全景を示す。写真 4、写真 5 は試運転・水質分析作業の様子を示す。

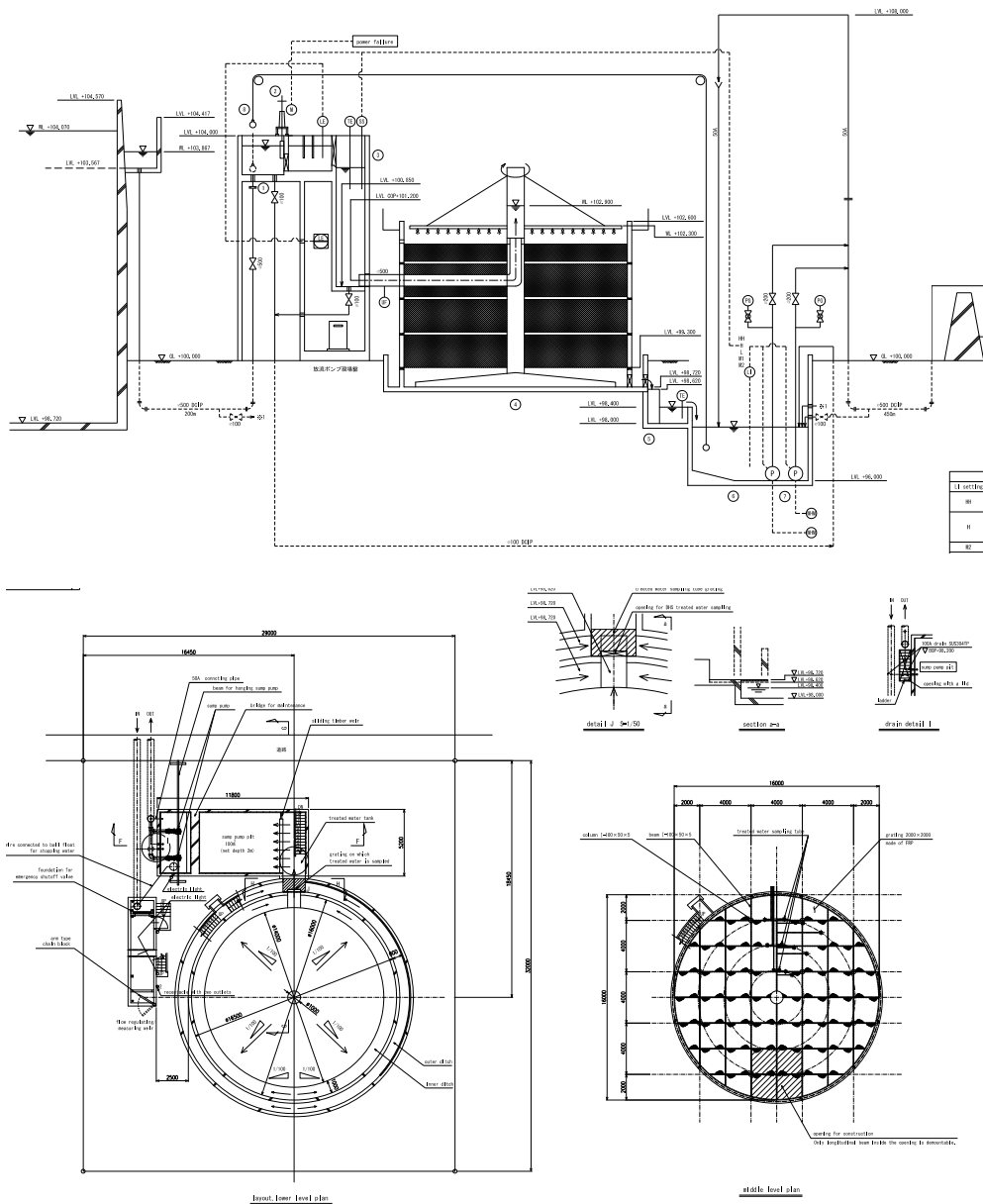


図2 アグラ DHS リアクターの基本設計図面の一例



写真2 アグラ DHS リアクターの詳細設計・入札図書等





写真3 アグラ市の下水処理場に建設した DHS リアクターの全景



写真4 自走式散水装置の回転速度調整の様子



写真5 24時間コンポジット採水・分析の様子

### 項目 3. 連続処理モニタリングと下水処理への適用評価

図 3 は UASB-DHS システムの概要図を示す。計画処理流量は  $5,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 、計画 HRT（水理的滞留時間）は、UASB 8 時間 + DHS 0.9 時間、全体で約 9 時間とした。運転開始 413 日目（H27.8）には、DHS の HRT を 1.5 時間とし、全体で 9.5 時間の連続運転を行っている。採水位置は、生下水、UASB 処理水、DHS 処理水、FPU 処理水（インド既存技術の最終処理水）とし、SS、VSS、 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、BOD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、全窒素、 $\text{SO}_4\text{-S}$ 、糞便性大腸菌群数について水質分析を行った。

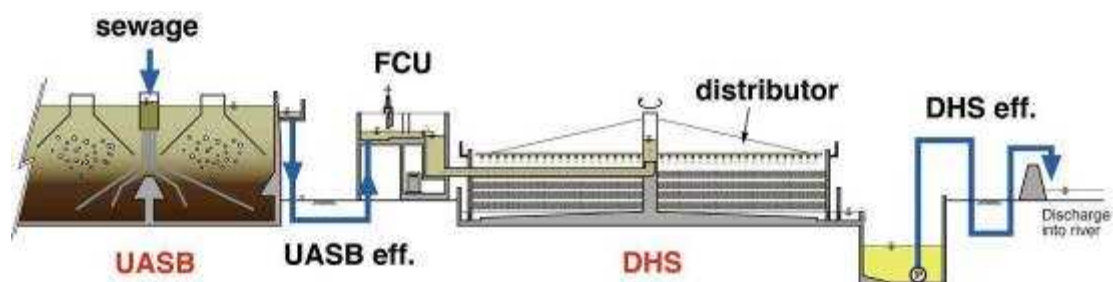


図 3 UASB-DHS システムの概要図

表 1 に DHS リアクターの流入排水量（UASB 処理水）を示す。各 Phase において、実流入量は計画流入量に対し 70～80%であった。計画流入量に対し実流入量が低い原因として、下水処理場流入口のゴミ排除やグリットチャンバーの清掃が一日 2～3 時間程度行われるため、その時間、流入は停止する。実際に処理場への流入下水流量も、設計流量（ $78,000 \text{ m}^3/\text{日}$ ）に対し 75%前後であった。また断続的な電力不安定やポンプ場のポンプ故障も原因として挙げられる。さらに、特に雨季には下水流量が処理場の許容量を超えるため、ポンプ場から直接ヤムナ川へ放流するため下水処理場へ下水が流入しないという現地特有の事象が確認された。これについては、カウンターパートの UPJN に雨季であっても適当量を下水処理場へポンプ送水するよう申し出を行ったことで改善が図られた。

表 1 各運転期間における DHS リアクターへの流入量

| 運転名称    | 運転期間<br>(日) | 計画流入量<br>( $\text{m}^3/\text{日}$ ) | 設計 HRT (時間) | 実流入量<br>( $\text{m}^3/\text{日}$ ) | 計画流入量に対する実流入量 (%) |
|---------|-------------|------------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------------|
| Phase 1 | 0～415       | 5,000                              | 1.44        | 3,450                             | 69                |
| Phase 2 | 416～491     | 3,000                              | 2.40        | 2,340                             | 78                |
| Phase 3 | 492～505     | 2,000                              | 3.60        | 1,570                             | 78                |
| Phase 4 | 506～516     | 5,000                              | 1.44        | 3,560                             | 71                |
| Phase 5 | 517～560     | 3,000                              | 3.40        | 2,150                             | 72                |

※設計 HRT は DHS スポンジ容積  $300 \text{ m}^3$  を基準に算出

表 2 に下水および処理水質の一覧を示す。下水組成は、BOD/COD 比が 0.3 程度と低く、また SS が高い特徴を有している。UASB 通過後の有機物濃度は高く、T-BOD で  $98 \pm 32 \text{ mg/L}$  であり、DHS の許容 BOD 濃度  $60 \text{ mg/L}$  を遥かに上回った排水が連続的に DHS に流入した。UASB での除去率は、SS が 68%と高いのに対し、有機物（ $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、BOD）は 40%未満であった。見かけ上の SS 除去率は高いが実際には UASB 内に SS がトラップ・蓄積したのみで、分解は進行していないと推察される。DHS においては、5MLD（HRT 1.44 時間）において BOD が  $34 \pm 13 \text{ mg/L}$  となり、プロジェクト目標の達成には至らなかった。これは、前にも述べたが流入下水の水質が悪く、また UASB 余剰汚泥の適切な排出操作が行われていないことや、UASB 底部への流入管が適切に接続されていないなど、現地処理場の管理体制が悪いため、UASB の低い処

理性能の影響を受けたことを原因とする。一方、3MLD（HRT 2.4 時間）では、処理水質は向上し T-BOD で  $22 \pm 10$  mg/L と目標を達成した。COD<sub>Cr</sub> 成分の処理も向上し、有機物の除去率は UASB+DHS システムで T-COD<sub>Cr</sub> 80%、T-BOD 87%を示した。2MLD においても、3MLD とほぼ同程度の処理性能を示した。

表 2 下水および処理水質の一覧

| 水質項目                            |        | 下水        | UASB 処理水 | DHS 処理水  |          |          |
|---------------------------------|--------|-----------|----------|----------|----------|----------|
|                                 |        |           |          | 5 MLD    | 3 MLD    | 2 MLD    |
| Temp.                           | (°C)   | 27 (5)    | 26 (5)   | 26 (5)   | 25 (4)   | 24 (1)   |
| T-COD <sub>Cr</sub>             | (mg/L) | 511 (162) | 316 (72) | 138 (50) | 108 (39) | 116 (13) |
| T-BODt                          | (mg/L) | 165 (59)  | 98 (32)  | 34 (13)  | 22 (10)  | 23 (3)   |
| SS                              | (mg/L) | 338 (205) | 97 (40)  | 47 (22)  | 46 (21)  | 40 (9)   |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N | (mg/L) | 35 (7)    | 38 (6)   | 28 (8)   | 19 (10)  | 26 (3)   |

| 除去率                             |     | UASB    | UASB + DHS |         |         |
|---------------------------------|-----|---------|------------|---------|---------|
|                                 |     |         | 5 MLD      | 3 MLD   | 2 MLD   |
| COD <sub>Cr</sub>               | (%) | 37 (12) | 66 (15)    | 80 (7)  | 80 (5)  |
| BODt                            | (%) | 39 (15) | 77 (13)    | 87 (7)  | 86 (4)  |
| SS                              | (%) | 68 (14) | 84 (7)     | 86 (7)  | 88 (5)  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N | (%) |         | 27 (15)    | 43 (28) | 19 (16) |

( ) : 標準偏差

また図 5、図 6 にそれぞれ T-BODt、SS の経日変化を示す。気温が低下した時期（150～250 日目（2014 年 12 月～2015 年 2 月頃）において、下水の T-BOD および SS は平常時の 2 倍程度上昇する傾向が確認された。その期間は乾季の時期であることから、雨水の混入が無く、濃度の濃い下水が流入したことでこのような傾向が示されたものと考えられる。この流入濃度の上昇と連動するように UASB 処理水は悪化し、UASB の流出 T-BOD で 100mg/L を遙かに上回った排水が DHS に流入した。同様の傾向は翌年の同時期にも確認された。

図 7 に各流量での DHS 流入 BOD と処理水 BOD の関係を示す。DHS の処理能力として、UASB 流出 T-BOD が概ね 100 mg/L 以下であれば平均 30 mg/L 以下の処理水を確保できることは図 7 で示されるが、継続的に高濃度の UASB 処理水が DHS に流入すると、たとえ一時的に T-BOD 100 mg/L 以下の処理水を DHS で受け入れても、その処理性能は満足とまらない場合がある（処理性能がばらつく原因究明は後述する）。また、図 7 に示した式より、5MLD 時は 3MLD 時と比べて流入 BOD が高く、それに引っ張られるように水質も悪化したことが分かる。但し、5MLD と 3MLD の近似式の傾きがほぼ同じことから、DHS のみでの処理効率は同程度といえる。3MLD 以下の低流量であれば、DHS 流入 BOD が 150 mg/L 程度であっても処理水質はおおよそ 30 mg/L を満たしていることがわかり、DHS の設計には、有機物濃度（水質）と有機物負荷の両面を考慮する必要がある。

またアグラ DHS に流入する BOD 成分の殆どは SS 由来であり、SS/BOD 比は 2.05（カルナールは 0.95）である。この値は、UASB で汚泥成分が適正に捕捉されていないことを表しており、往々にして UASB 汚泥のメンテナンスが適切でないことが示唆される。実際に現地管理業者は図 8 のような汚泥引き抜き方法を実施しており、汚泥が DHS に流入する原因は次のようであった。現状、UASB 汚泥の排出は、横 40m×幅 24m のリアクター1 基に対し、汚泥排出口がリアクター側面に二箇所しか設置されておらず、リアクター内部から均一に汚泥を排除することは不可能な仕様であった。排出しようにも図 8-⑤に示すように、排出口付近の汚泥と液分が排除されるだけで、内部の汚泥排除はできない。実際に汚泥排出作業を見かけたが、濃度の薄い液分のみ排除されており、高濃度の汚泥は堆積し続け、リアクター上部まで汚泥が堆積することになる（図 8-⑦、写真 6）。この現象が発生すると、UASB 処理水中への汚泥ウォッシュアウトが連続的に発生し、DHS へ流入することで処理性能悪化を



招くこととなる。また UASB 前段のグリットチャンバー（沈砂池）についても適切に砂の排出がなされておらず(写真7)、砂が UASB に流入することでその性能悪化を後押ししていた。

それら問題解決のために現地の関係機関とも協議し処置を講じている。それでもまだ満足な管理が出来ているとは言い切れないが、その後の計画流量 5,000 m<sup>3</sup>/日で実験を行った H27 年度における水質は、UASB 処理水で T-BOD 81 mg/L、SS 275 mg/L、DHS 処理水で BOD 27 mg/L、SS 33 mg/L（既存技術の FPU 処理水は、T-BOD 61 mg/L、SS 41 mg/L）が得られており、概ね目標値 30 mg/L を達成している。そのように UASB の汚泥管理は DHS にとって非常に重要であり、十分に適切な管理がなされれば更に良質な水質を確保できる。また設計マニュアル内では、これらの結果を参考に、DHS 流入 (UASB 流出) の制限として T-BOD 100 mg/L 以下、運転条件は安全をみて DHS HRT1.5 時間以上としている。

そこで H27 年 8 月（416 日目）より、設計マニュアルにあわせた運転条件である HRT 1.5 時間に変更させて連続処理を行った。設定流量は 5,000 m<sup>3</sup>/日から 3,000 m<sup>3</sup>/日へ絞り、DHS の散水もこれまでの散水アーム 2 本から 4 本にすることで、より均一に散水できるようにした。連続運転の結果、DHS 処理水は、BODt 20 mg/L、SS 32 mg/L となり、特に BODt についてはこれまでの平均値 33 mg/L と比較し大幅な水質改善が確認され、除去率においても UASB-DHS システム全体で 80%を達成した。HRT を長くすることで処理性能は良好側に働くことは言うまでもないが、COD 有機物負荷の観点から議論すると、流量 5,000 m<sup>3</sup>/日、UASB 処理水の COD が 325 mg/L の場合、COD 容積負荷は 8.7 kgCOD/m<sup>3</sup>/d となる。現在は、流量 3000 m<sup>3</sup>/日であるため、容積負荷は 5.2 kgCOD/m<sup>3</sup>/d 程度である。もし、UASB の管理改善が図られ、UASB 処理水の COD が現在の 6 割程度（BOD 設計値が 60 mg/L であるが実際は 100mg/L であることを根拠に 6 割程度とした）の 200 mg/l 前後の水質となれば、流量 5,000 m<sup>3</sup>/日の場合でも現在とほぼ同等の負荷（5.3 kgCOD/m<sup>3</sup>/d）となることから、流量 5,000 m<sup>3</sup>/日でも十分に処理性能を発揮できると考えられる。提案システムで安定的に目標水質を達成するにはその前提として UASB の維持管理が重要となる。

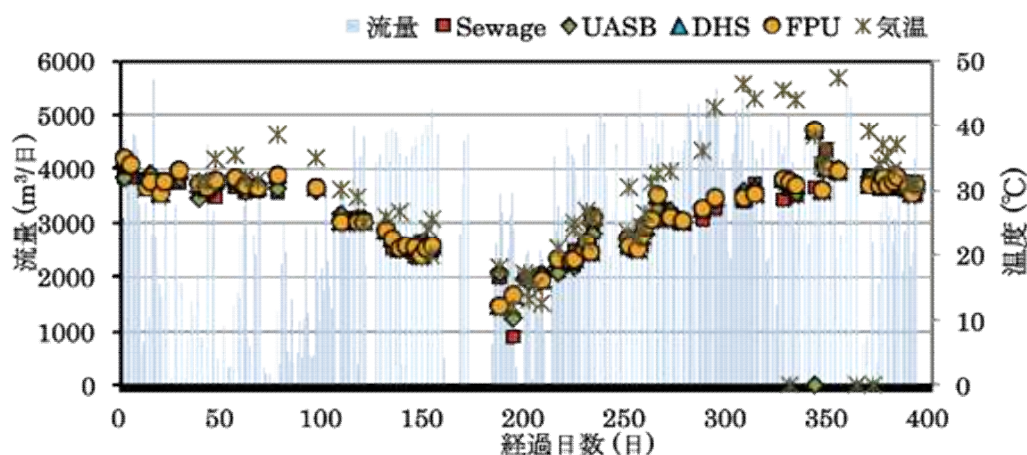


図4 UASB-DHS システムへ流入する下水量および気温、各行程の水温の推移

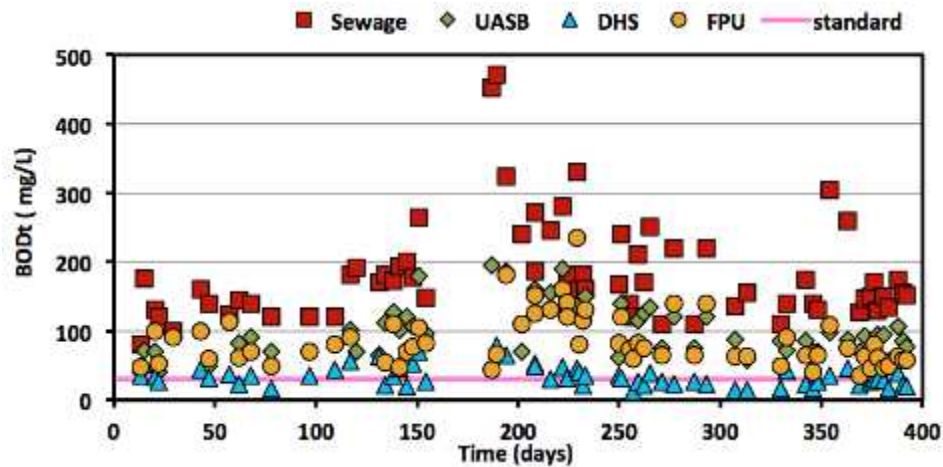


図5 UASB-DHS システムの BODt の経日変化

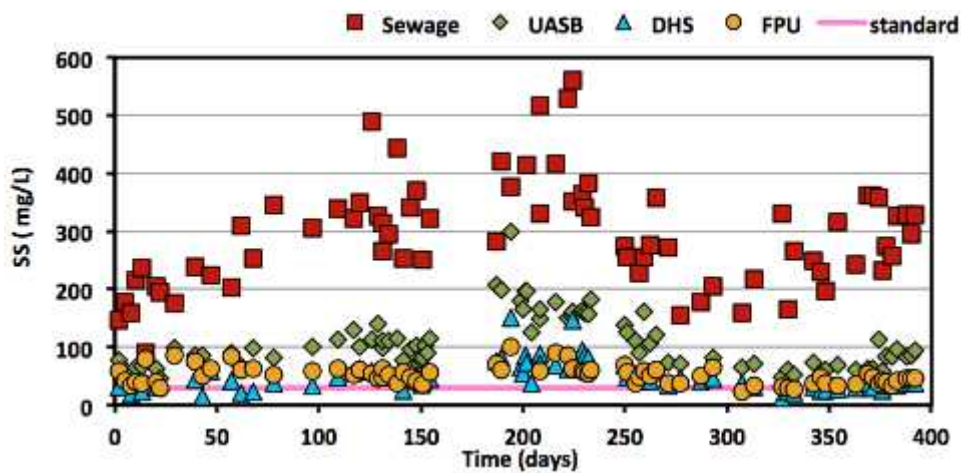


図6 UASB-DHS システムの SS の経日変化

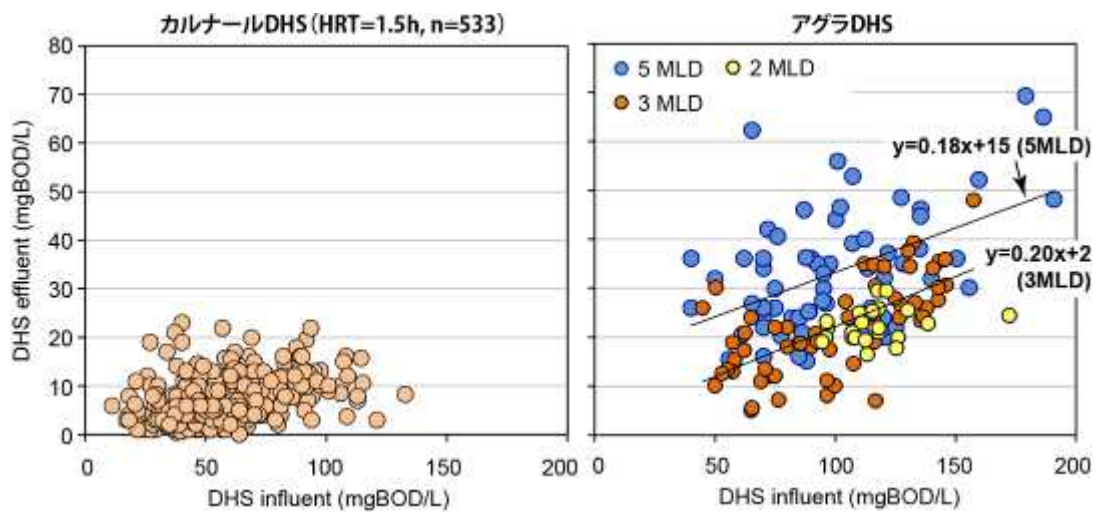


図7 DHS 流入水 BOD と処理水 BOD の関係 (A : カルナール DHS、B : アグラ DHS)

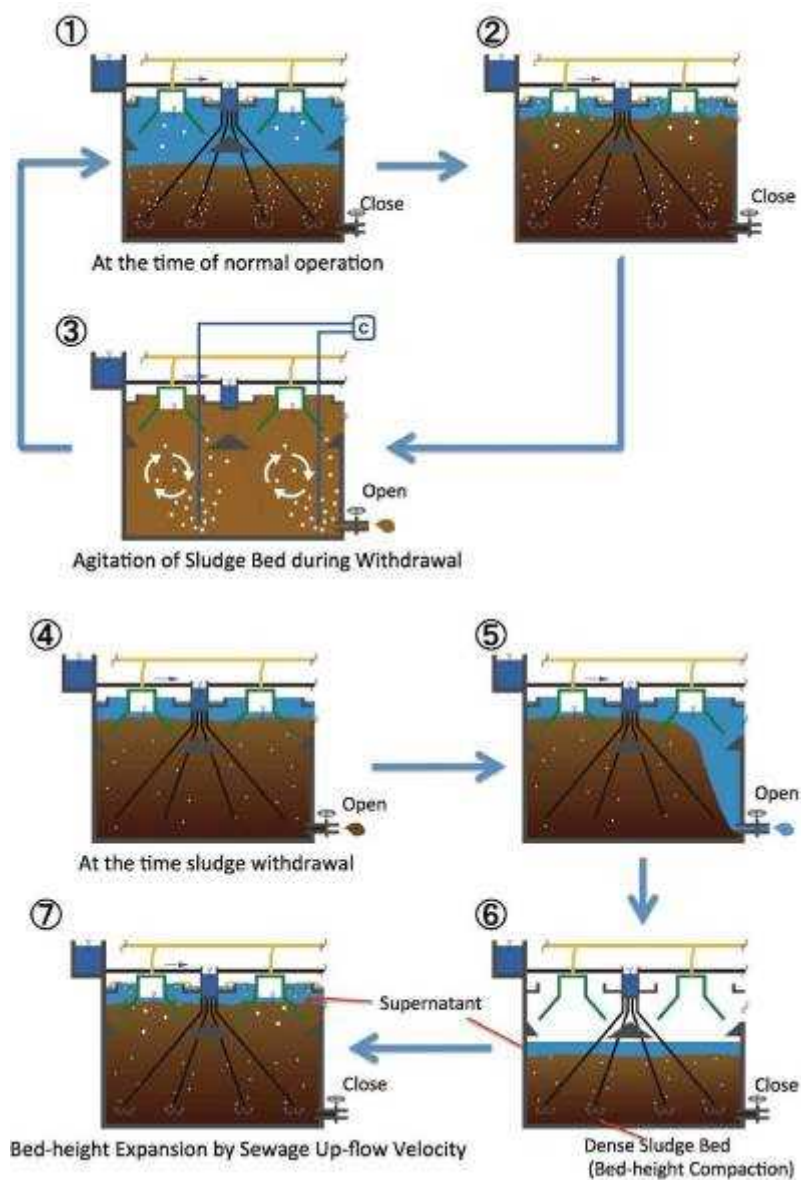


図 8 汚泥流出を来す UASB の汚泥管理の一例



写真 6 UASB 上部まで汚泥が堆積した様子



写真 7 グリットチャンバー（沈砂池）に砂が堆積した様子



処理水の BOD が 30mg/L 程度で推移している DHS であるが、その原因を探るため、以下について検証した。すなわち、アグラの下水による①直接的阻害（アグラ 78MLD-STP の下水が、微生物に対して直接阻害する物質を含有）と②間接的阻害（アグラ 78MLD-STP の下水に含まれる物質の析出・結晶化もしくは持ち込みの無機物の蓄積等により DHS の水の流れを閉塞）の 2 点である。

まず、直接的阻害要因として重金属濃度、界面活性剤濃度および下水の生分解性について検討した。表 3 に、H27 年 1 月から 2 月にかけて計測した下水と UASB 処理水の重金属濃度を、文献によって得られた活性汚泥法と散水ろ床法に対して重金属量が阻害を及ぼす閾値とともに示す。この結果、閾値を超える値を示したのは Cu で数回のみであったことから、重金属が恒常的に直接 DHS 付着汚泥に阻害を及ぼしたとは考えにくい。

表 3 重金属の含有量

| 元素名 | 活性汚泥法 | 散水ろ床法 | 下水 (2015/1/7)  | UASB eff (2015/1/7)  | 下水 (2015/1/9) | UASB eff (2015/1/9) | 下水 (2015/1/12) | UASB eff (2015/1/12) | 下水 (2015/1/24) | UASB eff (2015/1/24) |
|-----|-------|-------|----------------|----------------------|---------------|---------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|
| Fe  | 100   | >35   | 4.33           | 1.97                 | 2.26          | 9.88                | 5.49           | 2.01                 | 5.66           | 1.96                 |
| Cu  | 1     | 1     | 0.65           | 0.49                 | 0.46          | 1.35                | 0.90           | 0.55                 | 0.83           | 0.38                 |
| Ni  | 6     | -     | 0.15           | 0.08                 | 0.24          | 0.44                | 0.17           | 0.24                 | 0.17           | 0.10                 |
| Zn  | 13    | -     | 1.21           | 0.73                 | 0.73          | 2.71                | 1.49           | 0.89                 | 1.35           | 0.67                 |
| Pb  | -     | 5     | 0.00           | 0.00                 | 0.00          | 0.11                | 0.01           | 0.00                 | 0.00           | 0.00                 |
| Cr  | 2~5   | -     | 0.03           | 0.01                 | 0.02          | 0.12                | 0.05           | 0.02                 | 0.07           | 0.04                 |
| Cd  | 1~5   | -     | -              | -                    | -             | -                   | -              | -                    | -              | -                    |
| Mn  | -     | -     | 0.1            | 0.04                 | 0.1           | 5.62                | 0.21           | 0.09                 | 0.25           | 0.14                 |
| 元素名 | 活性汚泥法 | 散水ろ床法 | 下水 (2015/1/31) | UASB eff (2015/1/31) | 下水 (2015/2/5) | UASB eff (2015/2/5) | 下水 (2015/2/8)  | UASB eff (2015/2/8)  | 下水 (2015/2/23) | UASB eff (2015/2/23) |
| Fe  | 100   | >35   | 3.84           | 2.05                 | 8.00          | 2.21                | 6.01           | 0.98                 | 3.34           | 1.46                 |
| Cu  | 1     | 1     | 1.18           | 0.36                 | 1.48          | 0.53                | 1.11           | 0.04                 | 0.57           | 0.31                 |
| Ni  | 6     | -     | 0.72           | 0.11                 | 0.40          | 0.31                | 0.39           | 0.01                 | 0.45           | 0.19                 |
| Zn  | 13    | -     | 1.59           | 0.64                 | 2.84          | 0.86                | 1.58           | 0.86                 | 1.09           | 0.62                 |
| Pb  | -     | 5     | 0.00           | 0.00                 | 0.09          | 0.00                | 0.00           | 0.00                 | 0.06           | 0.04                 |
| Cr  | 2~5   | -     | 0.05           | 0.02                 | 0.07          | 0.04                | 0.06           | 0.02                 | 0.07           | 0.04                 |
| Cd  | 1~5   | -     | -              | -                    | -             | -                   | -              | -                    | 0.03           | 0.02                 |
| Mn  | -     | -     | 0.34           | 0.2                  | 0.39          | 0.24                | 0.38           | 0.18                 | 0.52           | 0.35                 |

次に界面活性剤濃度であるが、一般的に、陰イオン界面活性剤として洗剤が生物処理に阻害を及ぼす濃度は、活性汚泥で 9-100mg/L、散水ろ床法で 5mg/L 程度である。陰イオン界面活性剤をスポット的に計測した結果であるが、下水=7.8 mg/L、UASB 処理水=5.7 mg/L、DHS 処理水=1.2 mg/L であった。UASB 処理水で散水ろ床法の限界値を超える値が得られたが、現在、DHS に対して界面活性剤が阻害を始める閾値は不明であり、今後の実験的検討が必要である。ちなみに、日本の袖ヶ浦下水処理場では、初沈下水=1.61 mg/L、処理水=0.51 mg/L であり、圧倒的にインドの下水のほうが洗剤を多く含むことが分かった。

下水および UASB 処理水の生分解性試験の結果を図 9 に示す。生分解性試験は下水試験方法 2012 年版に準じて実施し、全ての BOD、COD は溶解性成分で評価している。下水、UASB 処理水とも COD の分解率が低く、また BOD/COD 比が全体的に 0.1-0.2 程度であり、生物分解性の低い下水であることが分かった。ただし、BOD 成分に関しては 1 桁代まで除去されており、処理性能実験において DHS が本来の能力を発揮すれば、十分な BOD 除去が達成される見込みを得た。

以上の結果を鑑みると、下水中の阻害物質による直接的な要因の影響は少ないと考えられる。なお、今までは、下水の COD、BOD 等をおもに計測して処理性能を予測していたが、途上国を相手にする場合は、重金属含有量や界面活性剤、生物分解性なども事前に把握しておくことが必要であるという教訓を得た。

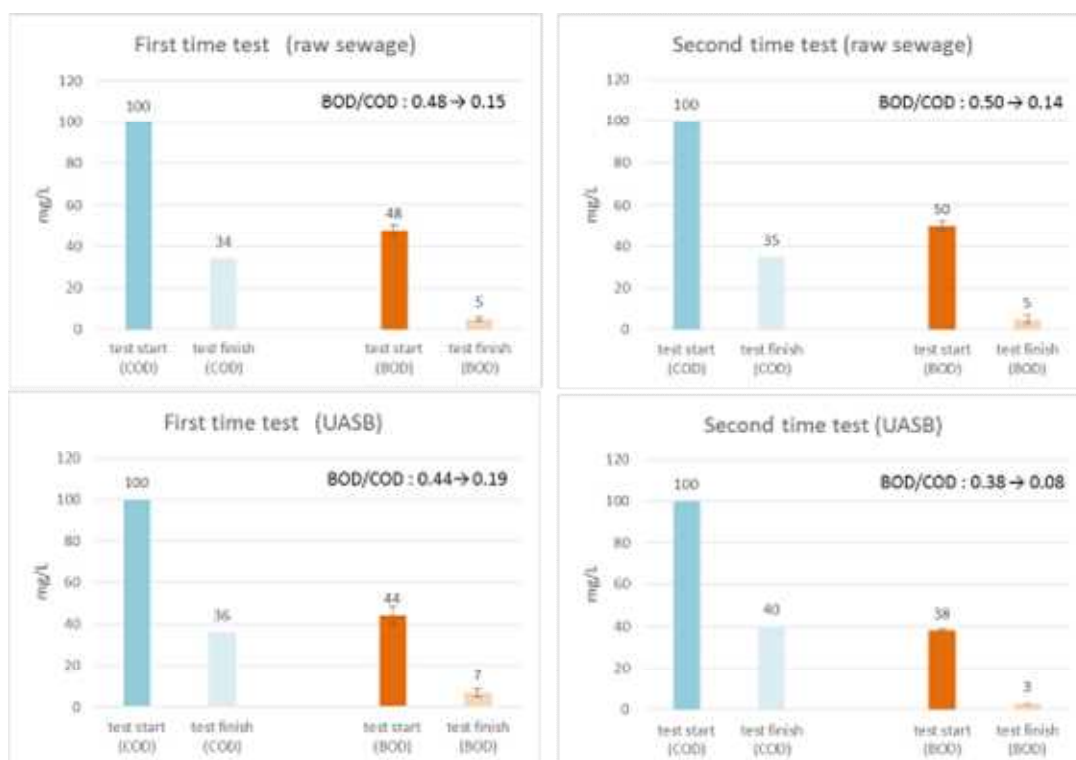


図9 生分解性試験の結果

次に、アグラ DHS 担体の付着汚泥の様子を写真 8 に示す。全体的に真っ黒で表面に白いスライムが見えたが、これは UASB から供給される硫黄を酸化する硫黄酸化細菌が集合するいわゆる硫黄マットと思われる。担体全体が黒いのは、硫黄と鉄が結合して硫化鉄を形成しているからであろう。この汚泥の汚泥濃度を計測してみると、MLSS で 95.4g/L-sponge、MLVSS で 40.0g/L-sponge もの値が得られた (VS 比=0.42)。これは通常下水を処理する DHS 汚泥濃度の約 2-3 倍も高い値であった。そこで、この過剰な汚泥形成による間接的な阻害を検討した。すなわち、アグラ 78MLD-STP の下水に含まれる物質の析出・結晶化もしくは持ち込みの無機物の蓄積等により DHS の水の流れを閉塞したものと仮定した。そこで、グリッドチャンバー汚泥および DHS 汚泥の無機物の構造を決定すべく X 線解析を行った。その結果、両方の汚泥中に堆積している無機物は  $\text{SiO}_2$  をはじめとするカオリン類 (粘土の一種) であることが分かった。また下水および UASB 処理水の SS をろ過して EDX で解析したところ、Si などカオリン類に関連する無機元素が確認された。インドの下水処理場では、グリッドチャンバーにより下水中の SS が除去されるが、そのメンテナンスが非常に悪いために、たびたびグリッドチャンバー内に汚泥が堆積している様子を我々は何度も目撃している。その都度、適切なメンテナンスをするよう要求するのであるが、グリッドチャンバーを擦り抜けたカオリン類が UASB および DHS 汚泥に堆積し、過剰な汚泥形成を促したものと考えられる。この過剰に形成された汚泥が水の浸透を阻害し、DHS が本来有している処理能力の発揮を阻害しているものと考えられた。





写真8 アグラ DHS リアクターにおいて過剰に肥大化した汚泥の様子

次いで、新品の DHS 担体と過剰に汚泥が付着した担体で水の浸透性がどの程度異なるのかを検討するため、トレーサー試験を行った。トレーサー実験は、懸垂型と充填型の2種類の実験装置を用いた(図 10)。懸垂型は、スポンジを単純に数珠状に連ねるために、担体同士の接触や、圧密による水の流れへの影響はないと考えられる。一方、充填型は、お互いに接触し、下部になるほど圧密がかかるため、水の流れに大きな影響を及ぼすと考えられる。このような違いが HRT にどのように影響するかを実験的に検討した。

懸垂型の実験は未使用のスポンジ担体、アグラ DHS プラント内のスポンジ担体の2種類を用いて行った。担体を7個連結させたものを1セットとし、HRT=2 時間に流量を設定し、それぞれ3回ずつ測定を行った。充填型実験装置は、担体110個を簡易 DHS リアクター内に入れ、HRT=1.56 時間になるよう流量を設定した。実験はそれぞれ3回ずつ行った。

HRT の測定方法にはトレーサー試験を用いた。イオン交換水を装置上部から流し、DHS 下部に小規模沈殿槽を設け、導電率計を設置した。飽和食塩水を装置上部より設定量滴下した(懸垂型:0.5mL、充填型:1.0mL)。滴下した瞬間の時間を0とし、そこから1分ごとに導電率を記録した。初期値から始め値のピークを過ぎ、再び初期値に戻るまで測定した。充填型と懸垂型のトレーサー試験より、DHS の HRT を実測し、実測 HRT と理論 HRT の比によって DHS における短絡流発生の指標とした。



図 10 トレーサー実験装置 左：懸垂型 右：充填型

トレーサー試験の結果を図 11 に示す。懸垂型実験装置では、若干、アグラ担体の方が、未使用担体よりも実測 HRT/理論 HRT は高かった。一方、充填型の実験装置では、アグラ担体は、未使用担体の約 1/2 となった。これは、担体同士が接触し、かつ下部の担体になるほど圧密され、水が浸透しなかったため、水の流れに影響を受けたと考える。一般に DHS 担体では、汚泥の付着が進行すると実測 HRT が理論 HRT に近づくことが知られているにも関わらず、十分に汚泥の付着したアグラ担体では、未使用担体よりも実測 HRT/理論 HRT が低かった。これが、現在アグラ DHS プラントの低除去性能の原因であると考えられる。

懸垂型と充填型のトレーサー実験から、アグラスポンジ担体汚泥は、過剰に肥大化したため、水の短絡を起こしやすく、処理性能を悪化させていたと考えられた。このアグラスポンジ担体汚泥に含まれる無機成分は、X 線回折によりカオリン類であったが、今のところ、カオリン類と DHS 担体汚

泥の肥大化の関係性が不明であるため、肥大化メカニズムを解明することが必要である。

このような現象を防ぐためには、単純にグリッドチャンバーと UASB の汚泥管理を普通に行えば済むことであるが、インドではそのような常識は通用しないことを今更ながら痛感した。今後、このようなケースは起こり得るものとして対策を講じる必要があるだろう。ただし、汚泥の異常な肥大化による短絡流の発生にもかかわらず、アグラ DHS の処理水が 30mg-BOD/L 程度の水質を維持していたのは特筆すべきである。

担体汚泥の肥大化による処理性能の悪化に対しての対策として、一定期間、大量の処理水を循環することにより、スポンジから担体汚泥を剥離させることなどが考えられる。ただし、剥離後も適切な SS の管理が成されなければ、当然再発する危険性は常に伴う。

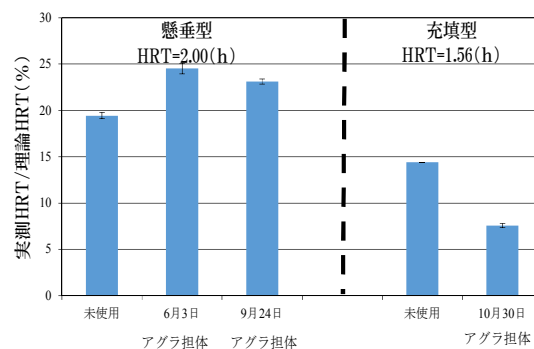


図 11 トレーサー試験結果 左：懸垂型 右：充填型

#### 項目 4. 既存の下水処理施設の調査を行い、省エネ効果の評価のための情報収集を行う

H24 年度はインド国内 6 箇所の既存下水処理場 (Chandigarh 138MLD STP, Karnal 8MLD STP, Panipat 35MLD STP, Delhi Coronation Piarlar10-II 45MLD STP, Dr.Sen Nursing Home 10MLD STP, Rithala 181MLD STP) を視察し、各処理場の管理責任者よりヒアリングを行った。また、採水した流入下水と処理水の水質分析を行った。H25 年度は H24 年度までにヤムナ川流域で調査を行った下水処理プロセスとは異なる処理方式の下水処理プロセスについて現地調査を実施した。調査を実施した処理場は Vrishabhavathi Valley、Cubbon Park、Akurdi、Pimple Nilakh、Ghaziabad の 5 カ所である(表 4)。調査結果をまとめ、UASB+DHS システムとの比較検討を行った。H26 年度はこの調査結果の取りまとめを行い、H25 年度に調査対象とした処理場では、薬品を使用した凝集沈殿を行っているところもあり、比較的処理水質は良好なものであることが分かった(表 5)。

表 4 インド国内の各下水処理場の流入下水・処理水の分析結果一覧

| Location                  | Treatment Technology | Capacity MLD | Sampling Point     | SS (mg/l) | BOD (mg/l) | COD (mg/l) | Ammonia (mg-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l) | Total phosphate (mg-P/l) | FC MPN/100ml (log units) |
|---------------------------|----------------------|--------------|--------------------|-----------|------------|------------|----------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                           |                      |              |                    |           | Total      | Total      |                                              |                          |                          |
| Changdigarh               | MBBR                 | 136          | Raw Sewage         | 304       | 206        | 473        | 8                                            | 16                       | 6.5                      |
|                           |                      |              | Final Effluent     | 27        | 49         | 110        | 7                                            | 7                        | 5.1                      |
|                           |                      |              | % Removal          | 91        | 76         | 77         | 14                                           | 51                       | 95.2                     |
| Karnal                    | WSP                  | 8            | Raw Sewage         | 326       | 194        | 538        | 8                                            | 16                       | 6.4                      |
|                           |                      |              | Maturation pond    | 438       | 109        | 734        | 24                                           | 38                       | 5.3                      |
|                           |                      |              | % Removal          | -34       | 44         | -37        | -174                                         | -136                     | 89.1                     |
| Panipat                   | UASB-FPU             | 35           | Raw Sewage         | 75        | 119        | 524        | 3                                            | 12                       | 6.6                      |
|                           |                      |              | FPU effluent       | 32        | 105        | 250        | 3                                            | 10                       | 5.2                      |
|                           |                      |              | % Removal          | 57        | 11         | 52         | -14                                          | 14                       | 96.0                     |
| Delhi Rithala             | ASP                  | 182          | Raw Sewage         | 204       | 172        | 626        | 8                                            | 26                       | 6.9                      |
|                           |                      |              | Final Effluent     | 11        | 32         | 51         | 6                                            | 20                       | 5.3                      |
|                           |                      |              | % Removal          | 95        | 81         | 92         | 24                                           | 21                       | 91.3                     |
| Delhi Coronation pillar I | HR Biofilter         | 182          | Raw Sewage         | 204       | 172        | 626        | 8                                            | 26                       | 6.9                      |
|                           |                      |              | Biofilter effluent | 13        | 31         | 92         | 6                                            | 8                        | 4.9                      |
|                           |                      |              | % Removal          | 96        | 85         | 85         | 21                                           | 69                       | 91.9                     |
| Delhi Gate SNH            | ASP                  | 45           | Raw Sewage         | 117       | 129        | 428        | 3                                            | 13                       | 7.2                      |
|                           |                      |              | Final Effluent     | 20        | 52         | 119        | 8                                            | 9                        | 6.7                      |
|                           |                      |              | % Removal          | 83        | 60         | 72         | -119                                         | 29                       | 46.8                     |
| Delhi Gate SNH            | HR Biofilter         | 10           | Raw Sewage         | 202       | 145        | 559        | 7                                            | 19                       | 7.6                      |
|                           |                      |              | Biofilter effluent | 3         | 16         | 92         | 5                                            | 6                        | 5.8                      |
|                           |                      |              | % Removal          | 98        | 88         | 83         | 28                                           | 69                       | 95.4                     |

表 5 インド国内の下水処理場の流入下水・処理水の分析結果および排出基準との比較

| Name of STP              | Treatment Technology                         | Capacity MLD | Sampling points            | Organics   |            |                  |                  | Nutrients      |                                              |                                                       |                                               | Microbiological FC |
|--------------------------|----------------------------------------------|--------------|----------------------------|------------|------------|------------------|------------------|----------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|
|                          |                                              |              |                            | TSS( mg/l) | VSS( mg/l) | Total BOD( mg/l) | Total COD( mg/l) | Total Nitrogen | Ammonia (mg-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l) | Total Phosphorus (mgPO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l) | Sulfate (mg-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l) |                    |
| Vrshabhavathi Valley STP | Trickling filter followed by Densadeg Flopac | 60           | Indian discharge standards | 100        | -          | 30               | 250              | -              | 50                                           | 5                                                     | 1000                                          | 1000.00            |
|                          |                                              |              | Inlet                      | 176        | 119        | 175              | 445              | 26             | 17.4                                         | 6.0                                                   | 8                                             | 1.10E+07           |
|                          |                                              |              | Final eff.                 | 25         | 15         | 3                | 18               | 16.1           | 8.4                                          | 0.4                                                   | 10                                            | 2.56E+04           |
|                          |                                              |              | Removal %                  | 86         | 88         | 98               | 96               | 38             | 52                                           | 93                                                    | -                                             | 100                |
| Cubbon Park              | Membrane BioReactor(MBR)                     | 1.5          | Inlet                      | 2350       | 1030       | 292              | 1322             | 46             | 26.7                                         | 40.1                                                  | 6                                             | 2.05E+05           |
|                          |                                              |              | Final eff.                 | 2          | 1          | 1                | 3                | 19.4           | 0                                            | 1.5                                                   | 10                                            | 1.00E+00           |
|                          |                                              |              | Removal %                  | 100        | 100        | 100              | 100              | 58             | 100                                          | 96                                                    | -                                             | 100                |
| Akurdi STP               | Combi- treat Improved SBR                    | 30           | Inlet                      | 225        | 121        | 115              | 324              | 12             | 8.0                                          | 4.8                                                   | 3                                             | 1.60E+06           |
|                          |                                              |              | Final eff.                 | 18         | 9          | 6                | 24               | 6.9            | 8.0                                          | 0.9                                                   | 4                                             | 1.60E+06           |
|                          |                                              |              | Removal %                  | 92         | 92         | 95               | 93               | 43             | 0                                            | 81                                                    | -                                             | 0                  |
| Pimple Nilakh            | Bio-tower                                    | 20           | Inlet                      | 123        | 89         | 73               | 321              | 90             | 19.3                                         | 9.6                                                   | 13                                            | 1.60E+06           |
|                          |                                              |              | Final eff.                 | 17         | 5          | 2                | 10               | 20.2           | 10.3                                         | 2.3                                                   | 11                                            | 1.60E+06           |
|                          |                                              |              | Removal %                  | 86         | 94         | 97               | 97               | 78             | 47                                           | 76                                                    | 15                                            | 0                  |
| Ghaziabad STP            | SBR                                          | 74           | Inlet                      | 349        | 206        | 113              | 658              | 53             | 31.4                                         | 11.3                                                  | 36                                            | 2.46E+07           |
|                          |                                              |              | Final eff.                 | 20         | 12         | 14               | 25               | 10.9           | 1.1                                          | 0.9                                                   | 49                                            | 9.66E+05           |
|                          |                                              |              | Removal %                  | 94         | 94         | 88               | 96               | 79             | 97                                           | 92                                                    | -                                             | 96                 |

In compliance  Non-compliance

また、H26 年度からは経済性評価のための調査計画の策定を行い調査対象の下水処理場を決定した（表 6）。経済性評価では各処理プロセスの処理性能比較のみならず、電力消費量、汚泥発生量、薬品消費や維持管理コストなどについて評価を行った（写真 9、表 7）。また、調査は暑期と乾期で2回行った。

調査の結果（写真 10）、UASB-DHS システムは既存の処理プロセスと比較して、設置面積や電力消費量、汚泥発生量などのコストが低いことが明らかとなった（表 7）。各調査項目について処理プロセス選定にあたっての重要度をインドの下水道に関わる行政機関にヒアリングを行い、階層分析法を用いた分析を行った。その結果、処理プロセス選定においては、処理性能はもちろんのこと、複雑な設計や運転管理が不要なことや運転管理費用が低いことが、重要な項目として抽出された。また、調査結果を元にライフサイクルコスト（表 7）を試算した結果、UASB-DHS システムは廃水処理基準を満たしている他の処理プロセスと比較し、最も低い結果となった。以上をまとめると、現状では UASB-DHS システムはインドの下水処理プロセスとして最も適している処理プロセスであると結論づけられた。ただし、今後インドの下水処理基準が引き上げられること、処理プロセスの選定では処理性能が第一であること、などを勘案すると、UASB-DHS システムの今後の普及のためには、新基準に対応したシステムとする必要がある。

表 6 インド国内の下水処理場の経済性評価対象処理場

| Technology                              | O & M Agency/Name                                       | Location                 | Capacity |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|----------|
| 1. UASB-DHS                             | UPJN, 78MLD Dhandupura STP                              | Agra, UP                 | 5 MLD    |
| 2. UASB-FPU                             | UPJN, 78MLD Dhandupura STP                              | Agra, UP                 | 78 MLD   |
| 3. Aeration Pond                        | UPJN, 24MLD STP                                         | Agra, UP                 | 24 MLD   |
| 4. ASP + AST<br>*ASP: Extended Aeration | DJB, Vasant Kunj STP                                    | Delhi                    | 24 MLD   |
| 5. Tricking Filter                      | BWSSB, Bangalore Vrishabhavathi STP                     | Bangalore                | 180 MLD  |
| 6. SBR (Proposed)                       | Uttarakhand Peyjal Sansadhan Vikas<br>Evam Nirman Nigam | Haridwar,<br>Uttarakhand | 27 MLD   |
| 7. MBBR (Proposed)                      | Haryana Urban Development Authority                     | Bhiwani, Haryana         | 15 MLD   |



写真 9 下水処理場調査の様子

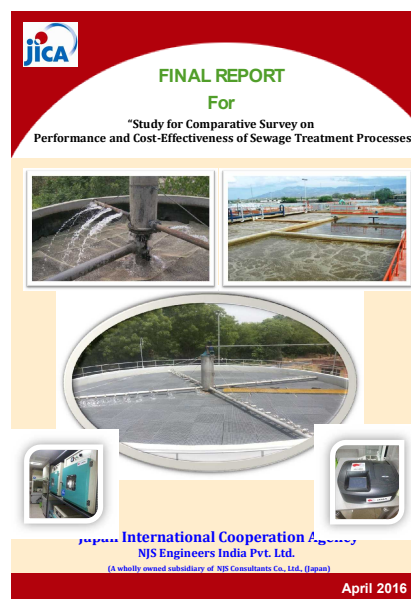


写真 10 経済性調査報告書

表 7 経済性評価結果の例



| Treatment units                       | Capital Cost (INR Millions/ MLD) |                | Present Footprint (m <sup>2</sup> /MLD) | Sludge Production (ton/year/MLD) |                                        | Stability           |                         | O & M costs INR (Million/MLD/month) |           |          |       |
|---------------------------------------|----------------------------------|----------------|-----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------------|-----------|----------|-------|
|                                       | Construction cost                | Lifecycle Cost |                                         | Dry Quantity                     | Chemical Dose Quantity (Type/ name)    | No. of Mech. Equip. | No. of Skilled Manpower | Power Consumption                   | Man power | Chemical | Other |
| UASB+FPU, Agra                        | 6.20                             | 7.62           | 1,354                                   | 8.16                             | Nil                                    | 0.12                | 0.10                    | 0.001                               | 0.006     | 0.00     | 0.001 |
| UASB+DHS, Agra                        | 12.50                            | 15.06          | 523                                     | 8.16                             | Nil                                    | 1.40                | 0.20                    | 0.005                               | 0.014     | 0.00     | 0.001 |
| UASB+EAS, Agra                        | 6.62                             | 13.06          | 799                                     | 21.39                            | Chlorine - 14 Ton                      | 0.75                | 0.33                    | 0.03                                | 0.013     | 0.001    | 0.001 |
| EASP, Delhi                           | 7.11                             | 19.75          | 887                                     | 11.66                            | Nil                                    | 1.90                | 0.60                    | 0.065                               | 0.025     | 0.00     | 0.005 |
| MBBR, Bhiwani                         | 7.52                             | 18.24          | 850                                     | 26.64                            | Nil                                    | 0.90                | 0.60                    | 0.051                               | 0.020     | 0.00     | 0.009 |
| SBR, Haridwar                         | 9.93                             | 18.33          | 803                                     | 29.29                            | Chlorine - 19.7 Ton, Polymer - 4.8 Ton | 1.22                | 0.37                    | 0.044                               | 0.017     | 0.006    | 0.002 |
| Biofilter(Trickling Filter) Bangalore | 6.78                             | 12.20          | 879                                     | 32.07                            | Nil                                    | 0.26                | 0.09                    | 0.036                               | 0.003     | 0.00     | 0.001 |

• Life cycle cost analysis (LCCA):

| Item                                       | UASB+FPU* | UASB+DHS, Agra | UASB+EAS | EASP  | MBBR  | SBR   | Trickling Filter, Bangalore* |
|--------------------------------------------|-----------|----------------|----------|-------|-------|-------|------------------------------|
| Lifecycle Cost (INR in Million/Annum/ MLD) | 7.08      | 15.03          | 17.88    | 20.77 | 23.68 | 20.75 | 12.80                        |

*\*Though LCC is less, Technology cannot achieve existing treated effluent discharge standards*

項目 5. 建造する DHS リアクターに電力メーターを設置し、消費電力から省エネ効果进行评估する

DHS が定常的に稼働している段階で電力消費量(電力メータ)と DHS 流量を計測した(図 12)。その結果、Agra に建造した DHS リアクターの基礎的電力消費量(下水の流量に関係なく消費される電力量)が約 27 kW/h であり、その値を除いた流量 1MLD あたりの電力消費量は約 17 KW/h であることがわかった。つまり 5MLD では 112 kWh/day となる。

経済性評価結果による調査結果では、5MLD で運転する UASB+DHS の消費電力は 1 日当たり 119 kWh/day となり、両調査でほぼ同等の結果が得られた。したがって UASB+DHS システムは種々の流量条件においても長期間安定して電力消費量が小さいことがわかった。



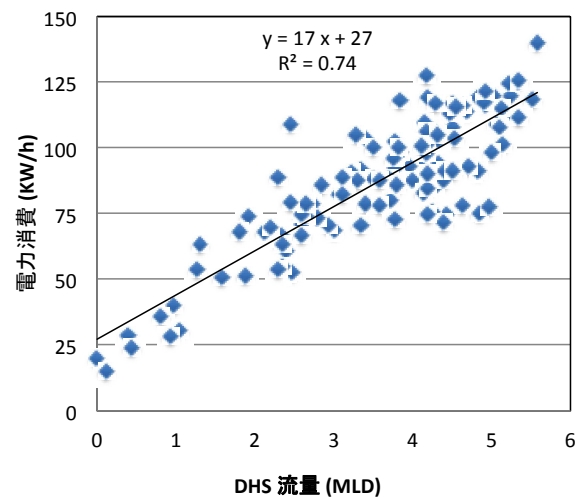


図 12 アグラ DHS リアクターの流量と電力消費の関係

#### ④研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

H26 年度 11 月～12 月にかけて、カウンターパートであるウッター・プラデシュ州上下水道公社（UPJN）の土木エンジニアおよび機械エンジニアを対象に維持管理のためのトレーニングを実施し、新規下水処理システムの基本的な運転操作方法、保守点検、サンプリング方法等について指導している。システムの水質モニタリングは IIT Roorkee（インド工科大学ルールキー校）研究者及び UPJN の水質分析者と共同で行い、データ取得、分析、評価を行っている。また、省エネ効果の情報収集については、H27 年度 7 月に AMU（アリガームスリム大学）と共同で実施し、11 月にも同様の調査を行う予定でいる。本プロジェクトで設置した DHS リアクターについても H26 年度 3 月に譲渡を完了している

#### ⑤研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし

### (3) 研究題目 2：処理メカニズムの解明と重要微生物の検出・定量・モニタリング技術の開発、DHS 技術の新展開（東北大学，木更津高専，長岡技大）

#### ①研究題目 2 の研究のねらい

DHS は、これまで国内実験サイトおよびインド・カルナールにおける連続運転処理から、安定かつ優れた有機物除去能力とアンモニア除去能力が示されている。また無曝気にも関わらず UASB 処理水で 0 mg/L だった溶存酸素が 5-6 mg/L になるなど、優れた酸素供給能力も有している。しかしながらそのメカニズム解明についてはこれまで殆ど行われていない。今後、他の技術と DHS を比較し、実機としての導入を促していくためには、そのメカニズムを明らかにする必要がある。ランダムパッキング型 DHS リアクターに属する G3 および G6 型担体は、その施工の容易さから今後実機への適用の可能性があるため、これらの担体を国内に設置された実験室規模の DHS リアクターに充填し実験を行う。物理化学的反応の解明には酸素移動効率や汚泥捕捉能・保持能などの項目を中心に除去メカニズムの解明を実施していく。また、生物学的反応の解明には分子生物学的手法を用いて、微生物群集構造を解明し、そこから処理メカニズムの解明を試みる。システムにおける重要微生物の検出・定量・モニタリング技術を開発し、DHS リアクターにおける重要微生物群の挙動の把握を試みる。これらの情報は DHS リアクターの次なる展開へも有用である。途上国の産業化が進み、産業排水も下水に加え重要な課題である。これらの情報を基に、本研究題目で、DHS リアクターの下水以外への展開も試みると共に、ポスト G6 型 DHS リアクターの開発を行う。

#### ②研究題目 2 の研究実施方法

- 項目 1. DHS リアクターの酸素取り込み能力の把握
- 項目 2. DHS リアクターの汚泥補足能力の把握
- 項目 3. 実規模 DHS リアクターの微生物群集構造解析
- 項目 4. 重要微生物の検出・定量技術の開発
- 項目 5. DHS 技術の高度処理への適用
- 項目 6. 新規 DHS 技術の開発

#### ③研究題目 2 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

##### 項目 1. DHS リアクターの酸素取り込み能力の把握

表 8 に示すセルサイズの異なるスポンジ担体を用いて酸素の取り込み能力に及ぼすセルサイズやスポンジ間のギャップの影響を検討した。実験は、数珠つなぎにしたスポンジに上部から脱酸素水を流す、いわゆる G1 タイプで行った。CFH-13、30、50 の 15 mm 角スポンジを 40 個連結（10mm 間隔）し、供給水流量を 5、10、20 mL/min とした。また、CFH-30 については、スポンジ間隔 0mm の実験も行い、スポンジ間隔の有無が酸素供給能力に与える影響を検討した。トレーサー試験より実際の HRT を求め、DO センサーを用いて流下水の DO の測定をし、その結果から、酸素供給能力を評価する指標となる  $K_{La}$  を算出した。

表 9 にセルサイズによる影響の結果を示す。セルサイズが大きいほど、また供給水の流量が大きいほど、 $K_{La}$  は向上するが、セルサイズが小さくとも既報の活性汚泥法等の  $K_{La}$  と遜色のない十分な酸素供給能力があることを確認した。またスポンジ間隔の有無による  $K_{La}$  の比較を行った実験では、スポンジ間隔は  $K_{La}$  にあまり影響しないことがわかった（表 10）。

以上の成果および後述の汚泥保持能力の実験の成果より、孔径 500  $\mu\text{m}$  のポリウレタンスポンジの有効性が確認できたので、同スポンジを使用した G3.3、G3.4 およびポリエチレン製スポンジにエポキシ樹脂で硬質化を施した硬質スポンジ担体である G6 を対象に酸素取込能力の実験を行った。実験に使用したスポンジ担体の概略を図 13 に示す。G3.4 はポスト G6 型として新規に開発した担

体であり、①素材は G3.3 と同様ポリウレタンを使用しているため空隙率が大きく、②コスト削減のために全体的にサイズアップしたが、G6 と同様リング状にしたため、G3.3 と同じ程度の比表面積 (G3.3:2.05 cm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>、G3.4:2.17 cm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>)を確保しているなど、G6 と G3.3 の両者の良い点をミックスした担体である。

スポンジ担体のプラスチックフレームをつり糸で 40 個連結させ、実験室の天井に設置した棒から吊るして数珠状に懸垂させた装置を作製した(図 14)。担体の上部から、イオン交換水を所定の流量(5、10、20、44、66、88 mL/min)で供給し、水が十分スポンジに浸透するまで 48 時間程度運転を続け、トレーサー試験を行い、実測 HRT を測定した(図 15)。次いで、脱酸素水を実験装置の上部から供給し、スポンジ間を流れる水の溶存酸素を、DO 微小電極(OXY メータ、UNISENSE 社製)で測定し  $K_La$  を求めた。

トレーサー実験の結果、実測 HRT/理論 HRT は、G3.3 で 67%、G3.4 で 56%、G6 で 25%であった(図 16)。まず G6 は、ポリエチレン製スポンジにエポキシ樹脂で硬質化を施した特殊な担体であり、空隙率も実測 HRT/理論 HRT が本実験で用いた担体の中で最も低かった。これは充填した樹脂の影響であると唆された。G3.3 は、スポンジ材質が G3.3 と同じで、G6 と同様にリング状となっている。今回、初めてアグラのプラントで実験に用いている。G3.4 の実測 HRT/理論 HRT は G3.3 よりも低い、G6 よりもはるかに高いことから、実測 HRT/理論 HRT の観点からは十分実用に値すると思われる。

$K_La$  の値は、水がスポンジに浸透し難い順に低下する傾向がみられた(図 17)。現状、最も信頼性のおける処理性能を示している G3.3 と新規に開発した G3.4 比較してみると、スポンジ懸垂型のトレーサー実験の実測 HRT/理論 HRT は、G3.3 で 67%、G3.4 で 56%、 $K_La$  では G3.3 で 0.56-1.67 (1/min)、G3.4 で 0.78-2.02 (1/min)と両者に大きな差がなかった(表 11)。G3.4 は、コスト面では、G3.3 よりも優れており、今後、G3.3 に代わる新たな担体として期待される。

表 8 実験に使用したスポンジの特性

| スポンジ種類       | CFH-13 | CFH-20 | CFH-30 | CFH-40 | CFH-50 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| セル数 (個/25mm) | 13±3   | 20±4   | 30±4   | 40±4   | 45<    |
| セルサイズ (mm)   | 1.92   | 1.25   | 0.83   | 0.63   | 0.56   |

表 9 セルサイズと  $K_La$  の関係

|          |        | 流量 (mL/min) |      |      |
|----------|--------|-------------|------|------|
|          |        | 5           | 10   | 20   |
| gap 10mm | CFH-13 | 26.6        | 40.5 | 62.7 |
|          | CFH-30 | 7.1         | 20.0 | 28.1 |
|          | CFH-50 | 7.5         | 11.4 | 18.1 |

表 10 スポンジ間隔と  $K_La$  の関係

|          |        | 流量 (mL/min) |      |      |
|----------|--------|-------------|------|------|
|          |        | 5           | 10   | 20   |
| gap 10mm | CFH-30 | 7.1         | 20.0 | 28.1 |
| gap 0mm  | CFH-30 | 7.9         | 13.7 | 26.2 |

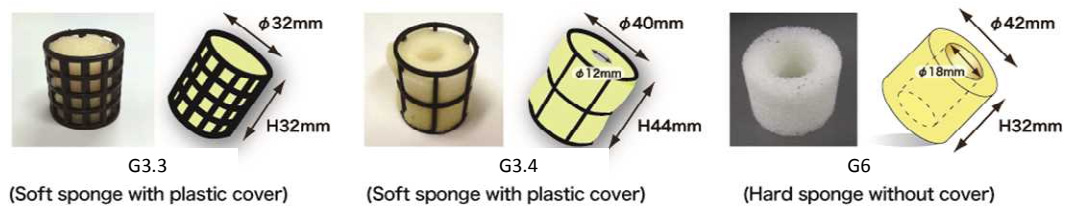


図 13 実験に使用したスポンジ担体

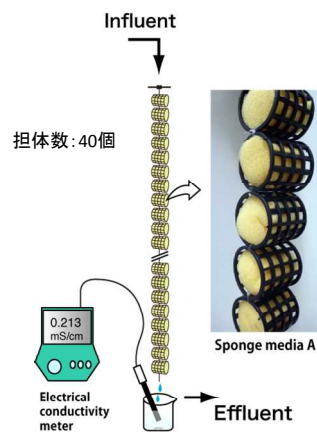


図 14 実験装置

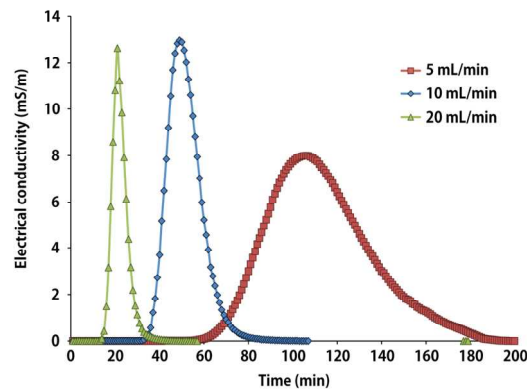


図 15 トレーサー実験の結果の一例

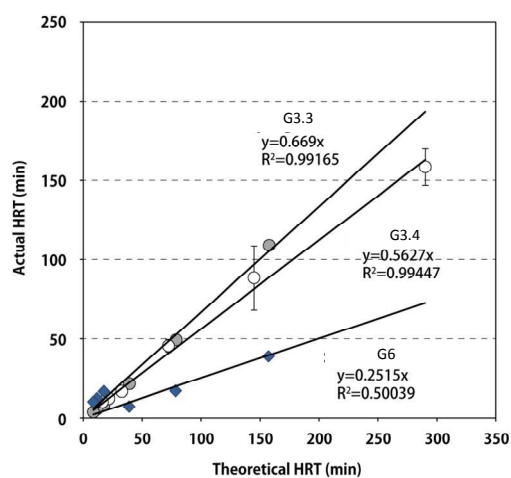


図 16 実測 HRT/理論 HRT

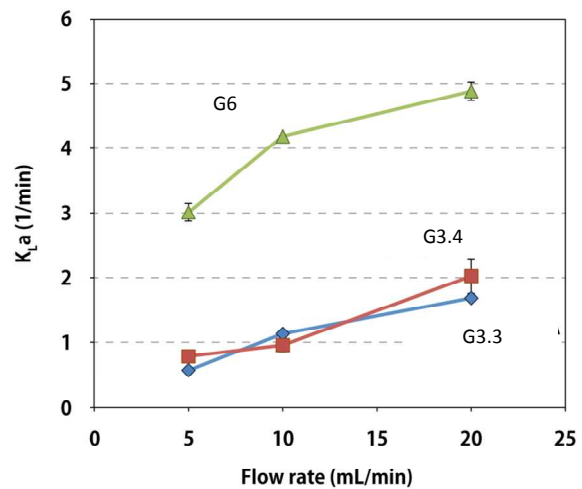


図 17  $k_L a$  の結果

表 11 DHS スポンジ担体と他の曝気装置との  $k_La$  の比較

| Reactor type                  |      | $K_La$ (1/min) |
|-------------------------------|------|----------------|
| Activated sludge process      |      | 0.043 - 0.577  |
| Aerated reactor               |      | 0.6 - 3.6      |
| Mixed vessel                  |      | 0.15           |
| Rotating biological contactor |      | 0.011 - 0.035  |
| DHS sponge media              | G3.3 | 0.56 - 1.67    |
|                               | G3.4 | 0.78 - 2.02    |
|                               | G6   | 1.68 - 4.88    |

## 項目 2. DHS リアクターの汚泥補足能力の把握

スポンジの SS 捕捉能力に対するセルサイズの影響を評価するため、上記と同様のスポンジを用いて汚泥捕捉能力について実験した。セルサイズを 3 種類、キューブサイズを 15、30、35mm 画として、SS 懸濁液 (S 浄化センターの  $A_2O$  法返送汚泥を遠心分離後約 45 g/L に調整) にスポンジを浸漬し、気泡が出なくなるまで手でスポンジを絞ってから引き上げた後に、質量の増分を測定することで、スポンジ体積あたりの SS 保持量を求めた。その結果、30mm 角では、セルサイズ 1.25mm で最も捕捉汚泥量が大きいことが分かった (図 18)。また、スポンジ体積が比較的小さい場合には、セルサイズの違いによる SS 補足力に差は見られなかったが、セルサイズの小さいスポンジは、懸濁液が低濃度の時に SS 補足力が高く、逆にセルサイズの大きいスポンジは、懸濁液が高濃度の時に SS 補足力が高いことなどがわかった (図 19)。

現実では、流入水中の SS 濃度は 100mg/L 程度と薄いことから、汚泥の補足は 500 $\mu$ m のスポンジが最適であることがわかった。さらに、項目 1 における酸素取込速度の研究において、経済性も含めた考察の結果、G3.4 の有用性が確認できた。DHS のスポンジ付着汚泥量が安定するまでの期間を、ここで仮にスタートアップ期間と定義すると、その増殖量を定期的に把握した実験は今のところ存在しない。そこで、仕様担体を G3.4 とし、図 20 に示す装置を用いて、定期的に汚泥の増殖量を把握する汚泥の増殖実験をスタートした。スポンジ担体 G3.4 を 5 個連結させたものを 1 セットとして、14 セット吊るし、それぞれに同量の初沈下水を供給した。初沈下水は、袖ヶ浦終末処理場より採水し、75 $\mu$ m のふるいによりろ過したものを使用した。この初沈下水を担体 1 セット当たり 79.2mL/h の流量で供給した。これは、HRT を 2.3 時間として、スポンジの体積から、スポンジ担体 1 セット当たりの流量として求めたものである。袖ヶ浦終末処理場より採取した活性汚泥を 75 $\mu$ m のふるいを用いて濾した (MLSS 1220mg-MLSS/L)。その活性汚泥にスポンジ担体を植種し実験を開始した。上部から 1、3、5 番目のスポンジにつき、MLSS、MLVSS、原生生物数、糸状性細菌長を定期的に行った。適宜、流入下水および流出水の水質測定も行った。

図 21 に、スポンジ1(最上部)、2(上から3番目)、3(最下部)の汚泥量の変化を示す。約300日間で汚泥量の増加は平衡を迎え、もっとも汚泥保持量の多かったスポンジ1で 39g-MLSS/L-sponge と、従来報告されている DHS 保持汚泥量と同等の水準となった。一見、順調に汚泥量の増加が確認されたが、その生物相については大きな変化があった。図 22 に単位担体容積当たりの原生生物量と糸状性細菌量の変化を示す(スポンジ1)。糸状性細菌の増殖後、原生生物数の増加が起こり、糸状性細菌の減少の後に原生生物量も低下する傾向が見えた。これは糸状性細菌を原生生物が捕食し、その後、エサである糸状性細菌が減少したため、原生生物量も低下したのであろう。

以上、DHS 担体上における汚泥の増殖パターンを、原生生物、糸状性細菌数の変化とともに把握することができた。



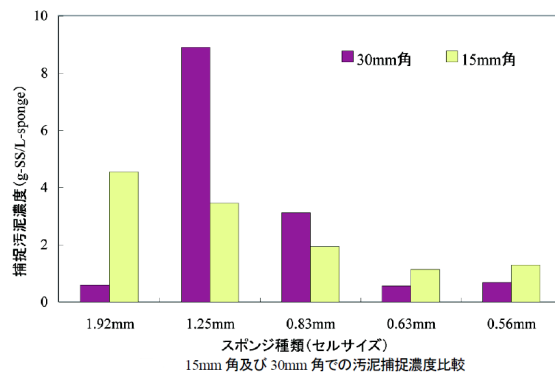


図 18 汚泥保持量とセルサイズの関係図

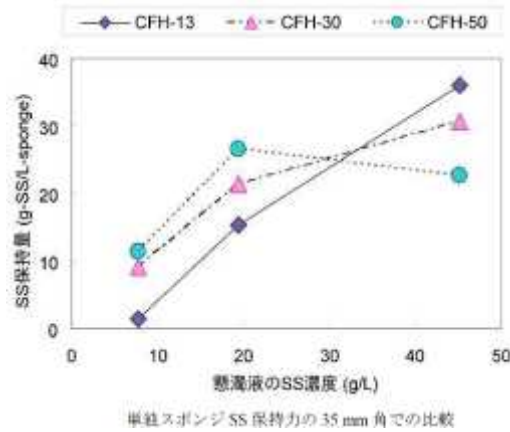


図 19 SS 濃度と汚泥保持量およびセルサイズの関係

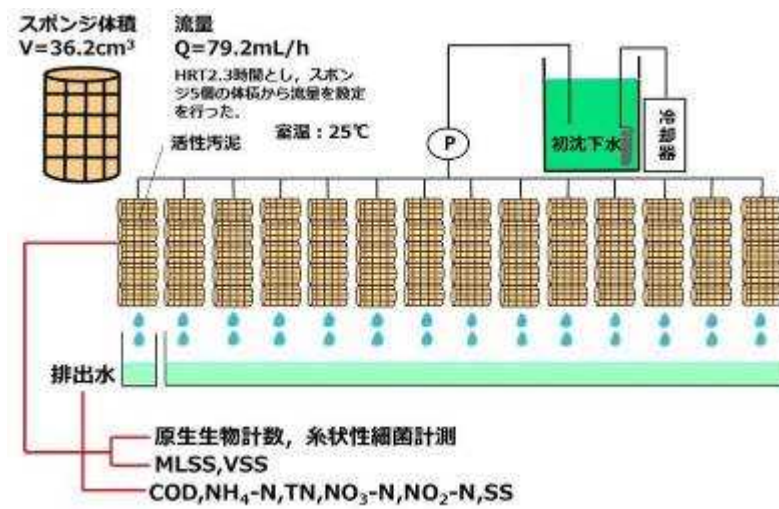


図 20 実験装置の概略

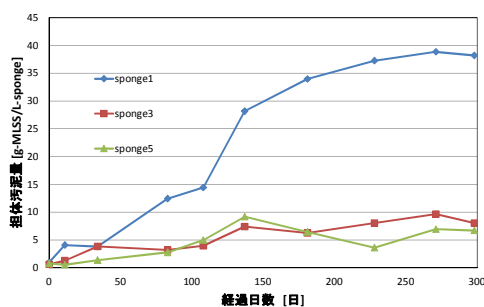


図 21 汚泥量の変化

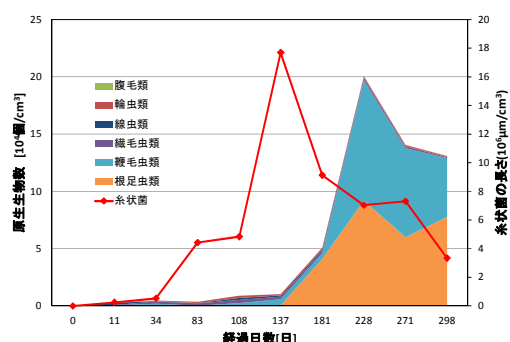


図 22 原生生物量と糸状性細菌量の変化

### 項目 3. 実規模 DHS リアクターの微生物群集構造解析

長岡中央浄化センターおよびカルナール下水処理場において稼働させていた下水処理 UASB-DHS システムの DHS リアクターの群集構造解析ならびに定量リアルタイム PCR により硝化細菌群や脱窒細菌群の定量を行った。

またアグラに設置された DHS リアクターの微生物群集構造を解明するために、リアクターからスポンジを採取し、MiSeq を用いた 16S rRNA 遺伝子のアンプリコンシーケンスを行った。本群集構造解析は、当初、クローン解析により行う予定であったが、より多くのサンプルをより多くのリード数で解析できるアンプリコンシーケンスとした。アンプリコンシーケンスの結果、各サンプル 18,000 リード以上、多いものでは約 80,000 リードが得られた。その門レベル (*Proteobacteria* については綱レベル) での構造を図 23 に示す。サンプルは各層の中心付近、外側付近とその中間付近から採取した (サンプル名は 1-I は 1 槽目の中心付近、1-O が外側付近、1-M がその中間付近)。

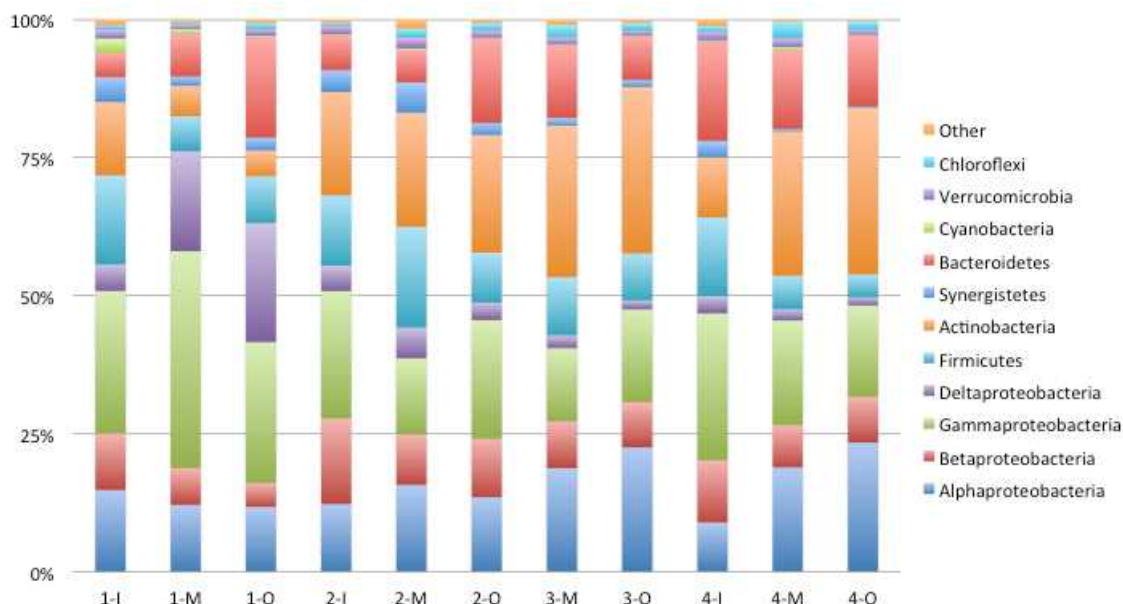


図 23 門/綱レベルでの DHS リアクターの群集構造

いずれのサンプルも *Proteobacteria* 門が全体の 50% 近くを占めたが、その次に優占していたのは、*Actinobacteria* で特に二層目以下に多く存在していることが明らかになった。現在、より詳細な解析

および他のサンプルについても実験を行っており、引き続き行うことで、その群集構造を明らかにしていく。なおこれらの成果の一部は論文としてまとめられ、Bioresource Technology 誌 (2014) および土木学会論文集 G(環境) (2013) に掲載された。また、H24～25 年度には、様々な下水処理活性汚泥および DHS 汚泥中の真核生物を、分子生物学的手法を用いて解析し、Microbes and Environments 誌 (2015) に受理された。

#### 項目 4. 重要微生物の検出・定量技術の開発

① 分子量分画膜を用いて RNA を特異的に検出する技術、② 金ナノ粒子標識オリゴヌクレオチドと NanoSIMS を併用した in situ における微生物機能解析技術の開発および実試料への適用を行なった。今年度は前年度に行なった③ファージディスプレイペプチドを利用した特異的微生物検出技術のハイスループット化について結果をまとめて発表を行なった。また前年度から行なっている④ 遺伝子定量法における感染能を有する健康関連微生物のみを特異的に検出技術、Propidium monoazide を併用したリアルタイム PCR 法 (PMA-PCR) の開発において、感染能とウイルス遺伝子定量を一致させるための条件検討を行なってきた。結果、PCR の標的とする遺伝子領域、増幅断片長、増幅内部配列の GC 含量によって PMA-PCR の結果が異なる結果を得た。このことから、適切な核酸配列に対して PMA-PCR を適用することで、感染能と標的ウイルス遺伝子量を一致させる可能性が示された。またアグラ DHS リアクターの健康関連微生物低減効果を把握することを目的とした、Microfluidic dynamic array PCR による病原性ウイルスおよびバクテリアの網羅的検出・定量技術の構築を行った。

#### 項目 5. DHS 技術の高度処理への適用

DHS 技術の特徴は、保水性 (スポンジ) 担体を用いて汚泥・生物の保持能を浮遊増殖型式の技術と比較して 1 オーダー高くすることが出来ることである。その為、増殖速度の遅い硝化細菌やリン蓄積細菌の保持も可能で、窒素除去、リン除去回収プロセスのような高度処理への適用も有効であり、途上国と先進国、双方の適用を視野に入れている。将来、窒素・リンの排出規制のレベルが上がった場合の対応も考慮し、UASB-DHS システムを世界的に普及するために、高度処理技術の確立が必要である。そこで本研究プロジェクトでは、DHS 技術の新展開として、UASB-DHS システムに最適な高度処理 (窒素、リン除去) システムを開発し、連続処理実験を行った。実験は長岡市浄化センターにおいてパイロットスケールの UASB-DHS システムによる実下水連続通水実験を行い、その後段に窒素除去およびリン回収システムを設置し、継続して経年の定期的に水質モニタリングを行い、本システムの処理特性の把握を行った。また保持汚泥の微生物群集構造および運転管理に関する情報も収集を行った。

UASB-DHS システムに最適な高度処理 (窒素、リン除去) システムとして、脱窒性リン蓄積細菌を集積するため嫌気-無酸素回分式リアクター (Anaerobic/Anoxic Sequencing Batch Reactor :A<sub>2</sub>SBR) を UASB-DHS システムの後段に設置し、連続処理実験を行った。実験に用いた A<sub>2</sub>SBR の概要図を図 24 に、その運転条件を表 12 に示す。

活性汚泥を植種源として用いて適切な運転管理を行う事で、窒素とリンの同時除去を達成する事ができた (図 25)。本研究の結果、DHS の硝化能力を活かした脱窒とリン回収が可能なプロセス構築の目処が立った。また、リン除去汚泥からのリン資源回収システムの開発を行った。リン回収では物理化学的リン回収法である HAP (Hydroxyapatite) 法を用いた HAP 生成リアクターを設置してリン回収を行い、システム全体でのリン除去・回収性能を調査した。実験の結果、HAP 生成リアクターに送水したリンのうち、HAP として 98 % のリンを回収することができた (図 26)。これらの結果から UASB-DHS システムを用いて下水からのリン資源回収が可能である事が実証できた。

そこで、処理に携わる微生物群集を明らかにするため、これまで窒素・リンの同時除去システムとして開発してきた A<sub>2</sub>SBR の保持汚泥について、次世代シーケンサを用いて 16S rRNA 遺伝子配列

に基づいた部生物群集解析を行った。その結果、リン蓄積細菌が属する Betaproteobacteria の割合 30%程度存在することが確認できた（図 27）。したがって、微生物解析の結果からも本リアクターが窒素とリンの同時除去を担っていると確認できた。

次に、 $A_2$ SBR のプロファイル結果から、 $A_2$ SBR の処理時間の削減が可能であることが示唆された。そこで H26 年度では、 $A_2$ SBR の処理時間短縮を行い、処理時間が処理性能に及ぼす影響を評価した。

処理時間を従来の 6 時間から 3 時間に短縮した。実験の結果、処理時間短縮後の硝酸除去率は  $65 \pm 15\%$  であり、脱窒性能に大きな変化はなかったが、全リン除去率は  $40 \pm 15\%$  であり、処理時間短縮によりリン除去性能が低下することが示唆された。リン除去性能低下の原因として無酸素条件終了後の硝酸の残存、また水質プロファイルから沈降時間の不足が考えられた（図 28）。また、処理性能が安定しなかった要因として、 $A_2$ SBR 流入水にあたる DHS 処理水の水質が安定せず、流入硝酸濃度の変動することが考えられた。

そこで、そこで水温の低下した冬季に DHS の流入流量を減少させ、硝化反応をより進行させることを試みた。流入量はこれまでの実験条件（ $3390 \pm 430 \text{ m}^3/\text{day}$ 、DHS の HRT は  $3.3 \pm 0.5 \text{ h}$ 、BOD 容積負荷  $0.98 \pm 0.36 \text{ kg-BOD}/\text{m}^3\text{-sponge}/\text{day}$ ）から、DHS への流入流量を  $1830 \pm 320 \text{ m}^3/\text{day}$  に減少させ、HRT は  $6.1 \pm 1.1 \text{ hr}$ 、BOD 容積負荷は  $0.48 \pm 0.02 \text{ kg-BOD}/\text{m}^3\text{-sponge}/\text{day}$  とした。実験の結果、流入流量減少後の下水、沈殿槽処理水、DHS 処理水の SS 濃度はそれぞれ  $76 \pm 12 \text{ mg/L}$ 、 $52 \pm 4 \text{ mg/L}$ 、 $11 \pm 1 \text{ mg/L}$  であった。全 BOD 濃度はそれぞれ  $169 \pm 36 \text{ mg/L}$ 、 $110 \pm 16 \text{ mg/L}$ 、 $5 \pm 3 \text{ mg/L}$  であった。DHS 処理水のアンモニア態窒素濃度、硝酸態窒素濃度はそれぞれ  $10 \pm 1 \text{ mg-N/L}$ 、 $11 \pm 3 \text{ mg-N/L}$  であった。SS、全 BOD については夏季以上の水質を得られた。流入負荷を低減前の冬季と比較し、DHS 処理水の硝酸濃度が約 66%増加し、硝化量は  $4.0 \text{ g-N}/\text{day}$  増加した。流入負荷を低減することで硝化性能の向上を図ることができた。

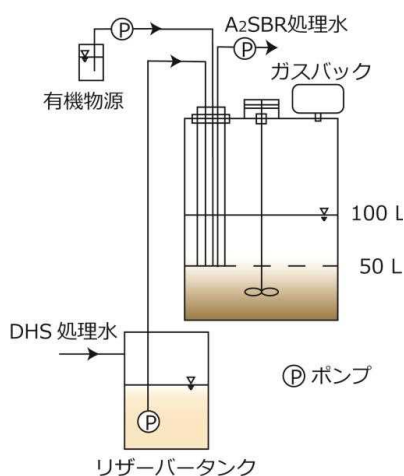


図 24  $A_2$ SBR の概要図

表 12  $A_2$ SBR の運転条件

|          | 運転条件          |           |
|----------|---------------|-----------|
|          | 嫌気条件下         | 無酸素条件下    |
| リアクター容積  | 200 L         |           |
| pH       | $7.4 \pm 0.3$ |           |
| 炭素源      | 酢酸ナトリウム       |           |
| 流入COD/P比 | 25 g-COD/g-P  |           |
| 温度       | 無加温           |           |
| 反応容積     | 50 L          | 100 L     |
| MLSS     | 2000 mg/L     | 1000 mg/L |

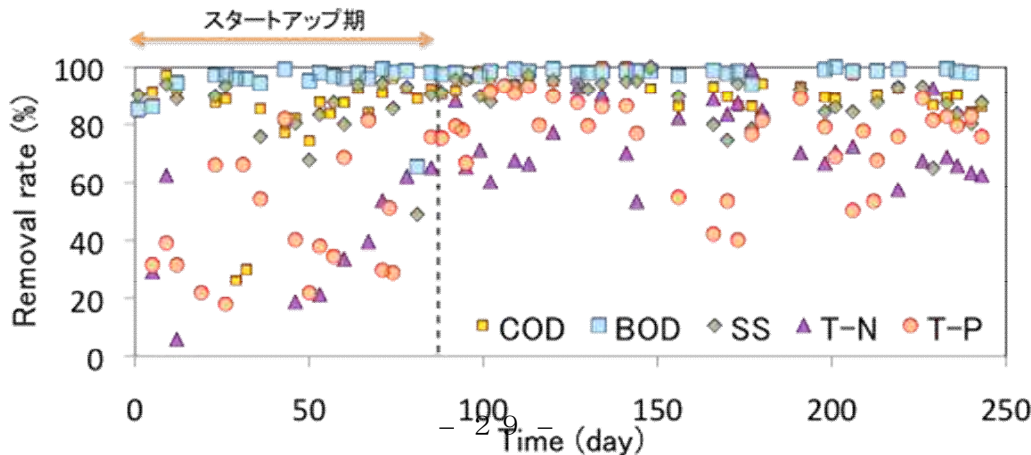


図 25 UASB-DHS+A2SBR (嫌気-無酸素回分式リアクター) による下水処理性能

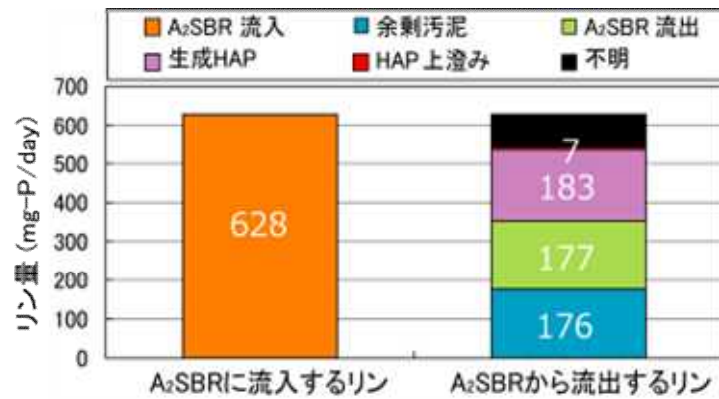


図 26 リン回収実験におけるリンのマスバランス

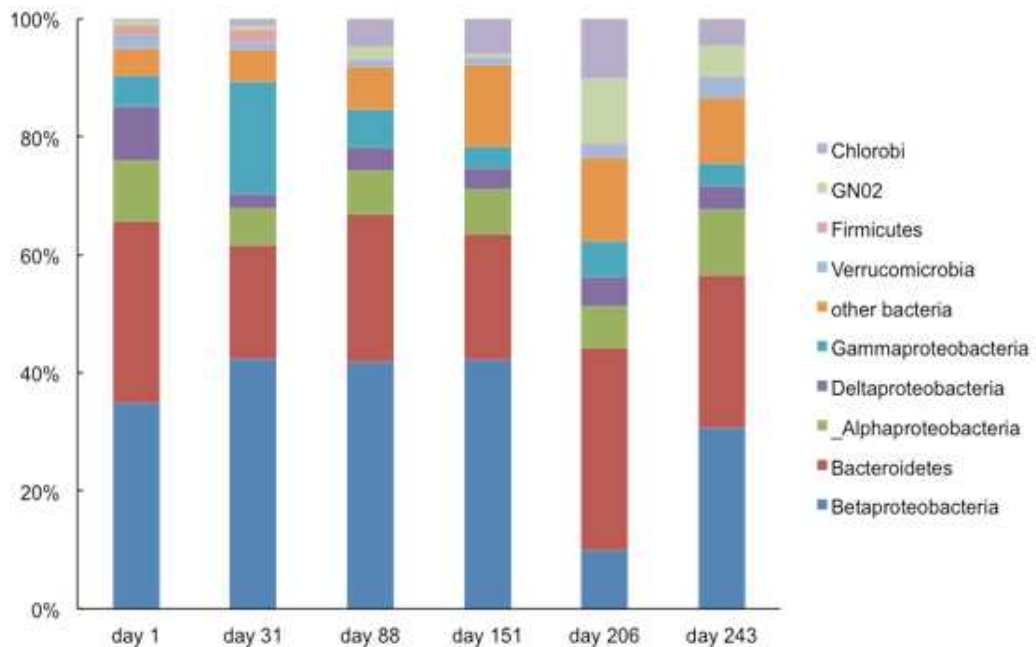


図 27 A<sub>2</sub>SBR の微生物群集解析結果

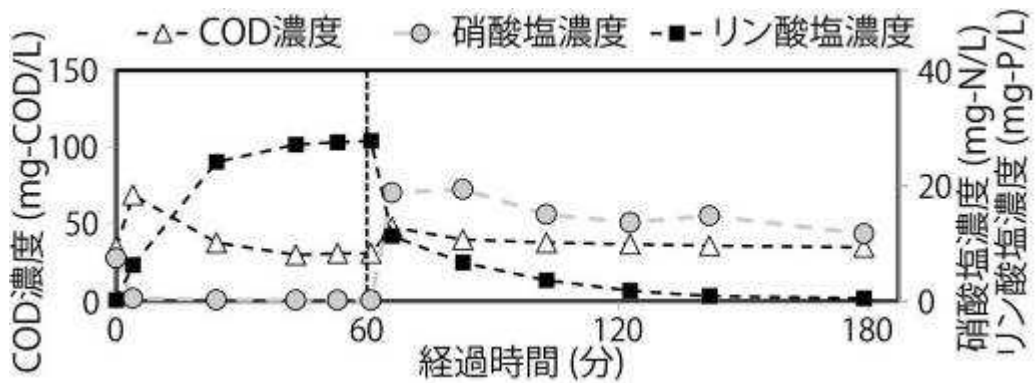


図 28 A<sub>2</sub>SBR のプロファイル結果



## 項目 6. 新規 DHS 担体の開発

新規 DHS 担体として、円柱状の外側ネットリングに六角柱状のポリウレタン（中央に円柱状のくり抜きがある）を詰め込んだ形状の担体を試作し、アグラ DHS に充填した。DHS の処理性能評価については研究題目 1 と同様である。

以上、研究題目 2 は本プロジェクトで開発する DHS をベースに、物理化学的、生物学的な処理メカニズムの解明、そこに生息する各種微生物群の検出・定量技術の開発、新たな DHS の展開を目指して研究を進めてきた。結果、これまで未解明であった DHS の処理メカニズムを明らかにし、重要微生物をモニタリングするための新規技術の開発や、有機物だけではなく、栄養塩除去も可能な DHS 技術を開発することができた。当初掲げていた成果目標にたいして概ね達成できていると考えており、今後 DHS 技術を、インドをはじめアジアの諸外国に展開する上での重要な学術的知見を得るに至ったと考えている。

### ④研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

本題目は当初よりすべて国内研究機関のみで実施することを想定しており、技術移転は計画にない。本題目で得られた成果に対してインド側研究機関が興味を示す場合には、技術移転の検討をおこなう。

### ⑤研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

当初の計画では、DHS の健康関連微生物（病原性微生物群）の低減効果については調査をする予定がなかったが、開発した重要微生物のモニタリング技術ひとつについて、本プロセスに対して適用可能であると判断し、いくつかの病原微生物およびウイルスに対してその低減効果の把握を行った。現在継続中である。

## (4) 研究題目 3: 設計指針・維持管理マニュアルの作成 (東北大学, 木更津高専, 長岡技科大, NRCD, UP 水道公社, AMU, CPHEEO)

### ①研究題目 3 の研究のねらい

現行の DHS 技術は経験的な要素が多く、必ずしも科学的な根拠によって裏打ちされているとは言い難い。本研究題目では、UASB のポスト・トリートメント技術としての DHS プロセスの技術的特性を整理して、UASB-DHS システムの体系化を図る。これらの情報と研究題目 1 および 2 の知見を活用し、UASB-DHS システムの実機化・普及のために不可欠な設計指針と維持管理マニュアルを社会実装する。

### ②研究題目 3 の研究実施方法

項目 1. UASB-DHS システムの技術的特性の整理と体系化

項目 2. 設計指針の作成とインド関係政府機関への認定

項目 3. 維持管理マニュアルの作成とインド関係政府機関への認定

### ③研究題目 3 の当初の計画（全体計画）に対する成果目標の達成状況とインパクト

#### 項目 1. UASB-DHS システムの技術的特性の整理と体系化

設計指針・維持管理マニュアルの作成に向けて、H26 年度に初稿ドラフト版をカウンターパート側に提出し、H27 年度はインド側マニュアル作成メンバーである NRCD (国家河川保全局)、AMU

(アリガームスリム大学)、IIT Roorkee(インド工科大学ルーキー校)、CPCB(中央公害対策委員会)、CPHEEO(中央公衆衛生環境局)、NEERI(国家環境技術研究所)と共同でドラフト版のブラッシュアップを行っている。また、現在アグラで稼働中の DHS 実証プラントより明らかになった技術的および維持・管理面の問題点を踏まえ、今後順次それら技術的情報をマニュアルへ反映させる作業を実施している。

## 項目 2. 設計指針の作成とインド関係政府機関への認定

UASB-DHS の設計マニュアルの作成については、インドで既に普及している UASB にガイドラインが存在するものと目論んでおり、その内容を転用しながら DHS を含めた全体のガイドラインを作成する方針であった。しかしながら H24 年度の参考文献調査では、設計についての資料はプロジェクトレポート(設計例)の形式が主であり有用な資料が収集できる見通しがなかった。そこで平成 25 年度は、国内の研究者および DHS 技術のエキスパートである三機工業を加えたメンバーによりマニュアル作成委員会を設置し、月例で打ち合わせを重ねた。H25 年度以降は、研究者がアグラ入りし現場の仕様、運転方法・管理方法を取りまとめながら作成作業を実施し、1<sup>st</sup> draft design guideline(設計指針初稿)の作成に至り、H26 年度 1 月 JCC においてカウンターパートに提出した。H27 年度においても 11 月 JCC でそれまでの進捗を提出し、更に修正を重ねた設計指針を 2 月 TOT (Trainer's of training)において講義資料として活用し、TOT に参加したインド人技術者からのコメントを反映しながら、カウンターパートと共に Design guideline final ver. (設計指針最終稿)を作成した。なお Design guideline final ver.は、1. 諸言、2. 嫌気・好気下水処理の原理、3. UASB-DHS システムのプロセス理論、4. 概説、5. 主要機器の役割、6. 適用条件、7. 基本設計、8. 設計例、9. 新基準対応のための設計例、10. 法規関係の 10 章立てで構成した(写真 11)。

## 項目 3. 維持管理マニュアルの作成とインド関係政府機関への認定

UASB-DHS の維持管理マニュアルの作成について、H24 年度の参考文献調査では、特に UASB について参考資料としてそのまま引用できる水準のものが収集できた。平成 25 年度以降は、上記、設計指針マニュアルの作成と同様に作成作業を繰り返し、1<sup>st</sup> draft O&M guideline(維持管理指針初稿)を H26 年度 1 月 JCC においてカウンターパートに提出した。H27 年度においても 11 月 JCC でそれまでの進捗を提出し、設計指針と同様、更に修正を重ねた維持管理指針を TOT (Trainer's of training)において講義資料として活用し、TOT に参加したインド人技術者からのコメントを反映しながら、カウンターパートと共に O&M guideline final ver. (維持管理指針最終稿)を作成した。なお O&M guideline final ver.は、1. 諸言、2. 運転準備、3. 汚泥植種、4. 負荷設定、5. 運転管理、6. 保守点検、7. 現場測定項目、8. トラブル事例と対処方法の 8 章立てで構成した(写真 11)。



写真 11 設計指針・維持管理マニュアルの最終稿

#### ④研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

H27年9月末に本邦C/P研修でインド側マニユアル班メンバー(Mr. Sanjay(NRCD)、Prof. Kazmi(IIT Roorkee)、Prof. Nadeem(AMU))らと1st draft guideline についての細部の確認作業を行った。H28年2月にインド国内の下水処理場技術者を対象に3日間のTOTを開催し、提案技術に関する基礎的知識の講義、実証実験プラントを用いての運転操作、水質分析の実習等を通して技術の継承を行った(写真12)。またTOTでは、作成した本ガイドラインを使用し、そのポリッシュアップのため参加者からのコメントを収集した。



写真 12 TOT の様子

#### ⑤研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

- ・関係政府機関への認定（マニュアル化）はプロジェクト終了後となり、プロジェクト内においては、ガイドライン化を目指すよう JCC で決められた。
- ・将来的に排水基準が見直され、例えば BOD で処理水レベルが 50mg/L 以下（プロジェクト目標は 30 mg/L 以下）から 10mg/L 以下となるなど、さらに厳しくなる方針が出た。

## Ⅱ．国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

### (1)プロジェクト全体

インド工科大学ルーキー校およびアリガムスリム大学との DHS リアクターの長期連続運転実験および既存下水処理施設の調査において共同研究体制が構築されると共に、インド側の官の組織を含めたガイドラインワーキンググループが発足するなど、プロジェクト目標を達成すべく、日本側研究者および JICA インド事務所、インド側参画者、研究者がプロジェクトの成功に向け尽力することが出来てきていると考えている。インドでは排水基準の厳格化が検討されるなど、水環境問題に対する意識の高まりおよび政策的規制が強くなってきているが、社会インフラ（例えば慢性的な停電を伴う電力不足など）の脆弱性が水処理にも支障をきたしていることは否めない。今後は、水処理プロセスとしてもよりエネルギーを必要とせず、また厳しい排水基準を満たすことの出来るプロセスの開発が必要である。

インドにおいては河川などの水環境の改善は早急の課題であり、本プロジェクトはインドの多くの下水処理場に既に設置されている UASB リアクターのポストトリートメントとして DHS リアクターを設置し、清澄な処理水を生み出す UASB-DHS システムを社会実装する事を最終目的とし行われてきた。プロジェクトの妥当性は、インドの社会事情からプロジェクト開始時から高かったと思われるが、有効性・効率性・インパクトを高めるために、「百聞は一見にしかず」の発想の下、アグラ 78MLD 下水処理場に実機 DHS リアクターを建設し、ワークショップなどでサイトビジットを行い、産官学の多くの方に見ていただいた。また、第 1 回アジア水環境制御国際フォーラムでもサイトビジットを行い、東南アジア・南アジアの多くの研究者に DHS を知ってもらう機会を作った。持続性においては、インド側研究者の他に、日本側研究メンバーの一員としてインド人を雇用し、日本側の立場からもインド人若手研究者の育成を行った。本プロジェクトで雇用したインド人若手研究者は、インド NERI 大学に助教として着任し、その後、国際共同研究拠点プログラムに応募するなど、持続的発展に貢献しうる人材も育成した。

水処理の分野においては、インド国は未だ発展途上という感は否めないが、優秀な人材が水処理分野にも多くいるため、研究・開発の他にアウトリーチなどを行い、人々（子供から大人まで）を教育していく必要があると考えられる。水処理に対して高い意識を持ってもらうことで、その意義が伝えられ、例えば今後の更なる経済発展に伴い、下水処理料金などについてもより国民の協力が得られると思われる。

アグラに建設した実機 DHS リアクターはその施工が当初予定よりも約一年も遅れた。これは建設を担当したインド業者が当初予定通りに作業を進めることが出来なかったためである。そのためできる限り業者をプッシュし、工事を進めさせた。

### (2)研究題目 1：インド・アグラ市の 78MLD 下水処理場での実規模試験の準備と実施

アグラに建設した新規下水処理システムの水質モニタリングは、IITRoorkee（インド工科大学ルーキー校）研究者と共同で行い、データ取得、分析、評価を実施した。また、省エネ効果の情報収集については、AMU（アリガムスリム大学）と共同で実施した。設計指針・維持管理マニュアルの完成に向けては、インド側マニュアル作成メンバー（NRCD（国家河川保全局）、AMU（アリガムスリム大学）、IITRoorkee（インド工科大学ルーキー校）、CPCB（中央公害対策委員会）、CPHEEO（中央公衆衛生環境局）、NEERI（国家環境技術研究所））と共同で実施した。インド側参画機関は、研究開発という面で能力が不足しているため、取得した成果をスムーズに発展させるためには、C/P 機関との連絡を密に取り合い、お互いの進捗状況や問



題点については、リアルタイムで両者が把握し、その問題解決のためのディスカッションの場をより多く設ける必要がある。

DHSリアクター用担体の調達について、今後、インド国内での DHS 普及を目指すため、本プロジェクト期間中にインド国内で担体を調達できる体制を整えるようにと C/P 機関より要望が出されたためその体制を整える必要がある。H27 年度は、インド国内の幾つかのウレタンフォーム製造工場を訪問し、製造工程や品質管理状況を調査した。現地調達する場合の課題や、製造コストをとりまとめる予定である。

### (3) 研究題目 2：処理メカニズムの解明と重要微生物の検出・定量・モニタリング技術の開発、DHS 技術の新展開

特になし。

### (4) 研究題目 3：設計指針・維持管理マニュアルの作成

マニュアル作成には、当初インドのアカデミアとして AMU (ARIGAR MUSLIM UNIVERSITY) がメンバーとして入っていたが、著作権の問題で揉めたため一旦外した経緯がある。しかしながら、本プロジェクトで提案される「ガイドライン」がインド国関連機関でスムーズに承認されるためには、ガイドライン作成時点からインド側関係者と密接な交流・交渉を行うことが肝要となる。

## Ⅲ. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

### (1) 成果展開事例

- ・ JST「社会システム改革と研究開発の一体的推進」事業に採択され、現在実施中。課題名「乾燥地域における灌漑再利用のための革新的下水処理技術開発の国際研究拠点形成」(H23-28)
- ・ ワークショップなどで、研究者に対し本研究で開発した DHS 法についての紹介を行っている。

### (2) 社会実装に向けた取り組み

- ・ 相手国に対し、得られた成果である Design guideline および O&M guideline のドラフト版を、相手国政府との JCC (合同調整委員会) で提出した。
- ・ 得られた成果について、東北大学イノベーションフェアという展示会（産学官連携イベント）に出展し、当該分野の関係者に対し、説明、照会対応等を行った（来場者約 650 名）。

## Ⅳ. 日本のプレゼンスの向上（公開）

H26 年 10 月 16-17 日に開催した国際ワークショップにおいて、以下、相手国のメディアに数多く取り上げられ、ウェブサイトに掲載された。

[ Business Standard ]

[http://www.business-standard.com/article/news-ians/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage-114101600994\\_1.html](http://www.business-standard.com/article/news-ians/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage-114101600994_1.html)

[ IANS Live ]

[http://www.ianslive.in/index.php?param=news/Indo\\_Japan\\_DHS\\_technology\\_effective\\_in\\_treating\\_sewage-449229/BUSINESS/5](http://www.ianslive.in/index.php?param=news/Indo_Japan_DHS_technology_effective_in_treating_sewage-449229/BUSINESS/5)

[ YAHOO! NEWS INDIA ]

<https://in.news.yahoo.com/indo-japan-dhs-technology-effective-treating-sewage-130009036.html>

[ Zee News ]

[http://zeenews.india.com/news/sci-tech/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage\\_1485779.html](http://zeenews.india.com/news/sci-tech/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage_1485779.html)

[ Webindia123 ]

<http://news.webindia123.com/news/articles/India/20141016/2478136.html>

[ NewKerala.com ]

<http://www.newkerala.com/news/2014/fullnews-115180.html>

[ The Indian Journal ]

<http://www.theindianjournal.com/news/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage-37613>

[ The NEWS YOU LIKE ]

<http://www.thenews.co.in/post/view/67862/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage#.VEC0jPmUdZQ>

[ KOLKATA News.Net ]

<http://www.kolkatanews.net/index.php/sid/226726851#sthash.jZCycaqD.dpuf>

[ Delhi News.Net ]

<http://www.delhinews.net/index.php/sid/226726851>

[ Chennaionline ]

<http://news.chennaionline.com/newsitem.aspx?NEWSID=ecc72f7e-d11c-4bd1-9af9-d88ba5135c61&CATEGORYNAME=NATL>

H27 年 2 月 3-5 日に開催した TOT（トレーナーズオブトレーニング）において、以下、相手国の新聞記事に取り上げられた。

[ Hindustan ]

Agra 04 Feb 2016

[ Hindustan ]

Agra 05 Feb 2016

V. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）  
別紙参照。

VI. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VII. その他（非公開）

以上

# VI. 成果発表等

## (1)論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

### ①原著論文(相手国側研究チームとの共著)

| 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 | DOIコード | 国内誌/<br>国際誌の別 | 発表済<br>/in press<br>/acceptedの別 | 特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。) |
|----|------------------------------------|--------|---------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
|    |                                    |        |               |                                 |                                              |
|    |                                    |        |               |                                 |                                              |
|    |                                    |        |               |                                 |                                              |
|    |                                    |        |               |                                 |                                              |
|    |                                    |        |               |                                 |                                              |

論文数 0 件  
うち国内誌 0 件  
うち国際誌 0 件  
公開すべきでない論文 0 件

### ②原著論文(上記①以外)

| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | DOIコード | 国内誌/<br>国際誌の別 | 発表済<br>/in press<br>/acceptedの別 | 特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。) |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
| 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定量法の開発, 土木学会論文集G(環境), 2011, 67(7), III_85-III_92                                                                                                                                                                                                                                                  |        | 国内誌           | 発表済                             |                                              |
| 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. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 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., Tamiguchi, R., Harada, H., Syutsubo, 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. Bioresource Technology, 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 | 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                             |                                              |
| 2014 | Matsunaga, K., K. Kubota, and H. Harada, Molecular diversity of eukaryotes in municipal wastewater treatment processes as revealed by 18S rRNA gene analysis, Microbes and Environments, 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. Systematic and Applied Microbiology, 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, 下水道協会誌論文集, 2014, Vol.51, No. 623, pp.121-128                                                                                                                                                                                                                             |        | 国内誌           | 発表済                             |                                              |
| 2014 | 黒田恭平, 幡本将史, 中村明靖, 阿部憲一, 山田真義, 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, 土木学会論文集G(環境), 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, 用水と廃水, 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. Journal of Bioscience and Bioengineering, 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. Water Science ant Technology, 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, 実験力学, 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. Microbial Ecology, 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. Microbes and Environment. 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. Bioresource Technology, 2015, 194, 156-164.                                                   |  | 国際誌 | 発表済 |  |
| 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 51(3) 262-266 2016                                                                                                                                           |  | 国際誌 | 発表済 |  |
| 2015 | Onodera, T., Okubo, T., Uemura, S., Yamaguchi, T., Ohashi, A., Harada, H., Long-term performance evaluation of down-flow hanging sponge reactor regarding nitrification in a full-scale experiment in India Bioresource Technology 204 177-184 2016                                                                                                                     |  | 国際誌 | 発表済 |  |
| 2015 | Hatamoto M., K. Ohtsuki, N. Maharajan, S. Ono, K. deham, K. Sakamoto, M. Takahashi, and T. Yamaguchi*. Performance evaluation of the sulfur-redox-reaction-activated up-flow anaerobic sludge blanket and down-flow hanging sponge anaerobic/anoxic sequencing batch reactor system for municipal sewage treatment. Bioresource Technology. Vol.204, pp. 171-176, 2016. |  | 国際誌 | 発表済 |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |     |     |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |     |     |  |

論文数 21 件  
うち国内誌 9 件  
うち国際誌 12 件  
公開すべきでない論文 件



③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

| 年度 | 著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年 |  | 出版物の種類 | 発表済<br>/in press<br>/acceptedの別 | 特記事項 |
|----|-------------------------|--|--------|---------------------------------|------|
|    |                         |  |        |                                 |      |
|    |                         |  |        |                                 |      |
|    |                         |  |        |                                 |      |
|    |                         |  |        |                                 |      |
|    |                         |  |        |                                 |      |
|    |                         |  |        |                                 |      |
|    |                         |  |        |                                 |      |

著作物数 0 件  
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

| 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<br>/in press<br>/acceptedの別 | 特記事項 |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------|---------------------------------|------|
| 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・ディー・エス出版, 2013, Vol.2, pp.81-86                                  |  | 書籍     | 発表済                             |      |
|      |                                                                                                                                            |  |        |                                 |      |
|      |                                                                                                                                            |  |        |                                 |      |

著作物数 5 件  
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

| 年度 | 研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数 | 開発したテキスト・マニュアル類 | 特記事項 |
|----|------------------------------------|-----------------|------|
|    |                                    |                 |      |
|    |                                    |                 |      |
|    |                                    |                 |      |
|    |                                    |                 |      |

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

①学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

| 年度 | 国内/<br>国際の別 | 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等 | 招待講演<br>/口頭発表<br>/ポスター発表の別 |
|----|-------------|-------------------------|----------------------------|
|    |             |                         |                            |
|    |             |                         |                            |
|    |             |                         |                            |
|    |             |                         |                            |
|    |             |                         | 招待講演                       |
|    |             |                         | 0 件                        |
|    |             |                         | 口頭発表                       |
|    |             |                         | 0 件                        |
|    |             |                         | ポスター発表                     |
|    |             |                         | 0 件                        |

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

| 年度   | 国内/<br>国際の別 | 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 招待講演<br>/口頭発表<br>/ポスター発表の別 |
|------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 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), 米田洸一(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), 山口剛士(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. (新潟県立大学), 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        | 出濱和弥(長岡技術科学大学), 小野心也(長岡技術科学大学), 米田洸一(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, 名古屋, (2011.11.26) | 口頭発表   |
| 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 | 出濱和弥(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.(マリンワークスジャパン), Itezono, 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   |
| 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見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 (SEAW-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 (SEAW-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 (SEAW-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)                                                                                                                                                                  | 招待講演   |
| 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   |
| 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・リン同時除去に関与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   |
| 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ル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 <sup>st</sup> International Forum on Asian Water Environmet Technology (1 <sup>st</sup> 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 <sup>st</sup> International Forum on Asian Water Environmet Technology (1 <sup>st</sup> 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   |
| 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), ファ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 IGUCHI, Toru SHIGEMATSU, Masashi HATAMOTO, Takashi YAMAGUCHI, Masanobu TAKAHASHI, Kengo KUBOTA, Hideki HARADA. In situ ecophysiological analysis of uncultured <i>Caldiseirica</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”, New Delhi and Agra, India, (2014.10)                                                                                                                                                                                                                  | ポスター発表 |
| 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 | 羽鳥伸吾(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), イント国アク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)                                                                                                                               | 招待講演   |
| 2015 | 国内学会 | 内田翔太(木更津高専), 井口晃徳(新潟薬科大学), 多川正(香川高専), 上村繁樹(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 汚水灌漑を想定したCropwat による灌漑水量推定と健康影響評価, 日本水環境学会 水中の健康関連微生物研究委員会シンポジウム, 東京 (2015.12.15)                                                                                                                      | ポスター発表 |
| 2015 | 国内学会 | 野本 直樹(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), Muntjeer Ali(東北大学), 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), 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), 井口晃徳(新潟薬科大学), Komal Jayaswal(インド工科大学), インドアグラ市に建設された実規模スケール下水処理DHS リアクターの微生物群集構造, 土木学会東北支部技術研究発表会, 岩手(2016.3.5) | 口頭発表   |
| 2015 | 国内学会 | 倉部美彩子(木更津高専), 大久保 努(木更津高専), 上村 繁樹(木更津高専), DHS 法による酸性鉱山廃水の連続処理実験, 土木学会関東支部技術研究発表会, 東京 (2016.3.14-15)                                                                                                                                                                    | 口頭発表   |
| 2015 | 国内学会 | 魚返沙紀(木更津高専), 中村亮太(木更津高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 松林未理(東北大学), 島田祐輔(東北大学), 久保田健吾(東北大学), 下水処理 DHS リアクターのストップ時における菌叢 リアクターのストップ時における菌叢 リアクターのストップ時における菌叢 変化の 解析, 土木学会関東支部技術研究発表会, 東京 (2016.3.14-15)                                                                     | 口頭発表   |
| 2015 | 国内学会 | 田中周弥(木更津高専), 福島巧己(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 大久保努(木更津高専), DHS リアクターの長期連続運転におけるHRT の経日変化, 土木学会関東支部技術研究発表会, 東京 (2016.3.14-15)                                                                                                                                                  | 口頭発表   |
| 2015 | 国内学会 | 内田翔太(木更津高専), 田中周弥(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 大久保努(木更津高専) Cropwat を用いた乾燥地における下水灌漑時の感染リスク及びDALY 評価, 土木学会関東支部技術研究発表会, 東京 (2016.3.14-15)                                                                                                                                         | 口頭発表   |
| 2015 | 国内学会 | 内田翔太(木更津高専), 田中周弥(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), 押木守(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), 気候条件を考慮した下水の灌漑利用に対する健康影響評価, 第50回日本水環境学会年会, 徳島 (2016.03.16-18)                                                                 | 口頭発表   |
| 2015 | 国内学会 | 長町晃宏(香川高専), 景政悠蘭(香川高専), 野村妃奈(香川高専), 多川正(香川高専), 井口晃徳(新潟薬科大学), 押木守(長岡高専), 荒木信夫(長岡高専), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), 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), 一次沈殿槽とDHSリアクターを組み合わせた無曝気方式の新規下水処理技術の処理性能評価, 第50回日本水環境学会年会, 徳島 (2016.03.16-18)                                       | 口頭発表   |
| 2015 | 国際学会 | Miri Matsubayashi(東北大学), Kengo Kubota(東北大学), Yu-You Li(東北大学) and Hideki Harada(東北大学), Molecular Diversity Of Anaerobic Eukaryotes in Anaerobic Sludge Digesters, 14th World Congress on Anaerobic Digestion, Chile Vina del Mar, (2015.11.16)                          | 口頭発表   |
| 2015 | 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リアクター中の病原性細菌の定量, 土木学会第70回年次学術講演会, VII-010, 岡山, (2015.9.16)                                                                                                           | 口頭発表   |
| 2015 | 国内学会 | 十河圭輔(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), 低温下水を対象とした初沈+DHS+終沈システムの処理性能評価, 土木学会第70回年次学術講演会, VII-008, 岡山, (2015.9.16)                                                                                                                                   | 口頭発表   |
| 2015 | 国内学会 | 安田允樹(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), 大久保努(木更津高専), 上村繁樹(木更津高専), DHS-沈殿槽処理水からのリン除去プロセスの検討, 第33回 土木学会関東支部新潟会研究調査発表会, 7-316, 新潟 (2015.11.13)                                                                                                         | 口頭発表   |

|      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |
|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2015 | 国内学会 | 瀬戸雄太(長岡技術科学大学), 安田允樹(長岡技術科学大学), 十河圭輔(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), 都市下水処理DHSリアクターの低温条件における有機物除去と硝化の両立, 第50回日本水環境学会年会, 1-F-09-2, 徳島(2016.03.16-18)                                                                                                                        | 口頭発表 |
| 2015 | 国内学会 | 野本 直樹(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), Muntjeer Ali(東北大学), 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), 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), 井口晃徳(新潟薬科大学), Komal Jayaswal(インド工科大学). インドアグラ市で稼働中の実規模下水処理DHSリアクターの保持汚泥中の微生物群集構造解析, 第50回日本水環境学会年会, 2-H-11-2, 徳島(2016.03.16-18) | 口頭発表 |
| 2015 | 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), 都市下水処理DHSリアクターにおける病原性細菌の定量と除去メカニズム解明の試み, 第50回日本水環境学会年会, 2-B-11-4, 徳島(2016.03.16-18)                                                                                                        | 口頭発表 |
| 2015 | 国内学会 | 安田允樹(長岡技術科学大学), 瀬戸雄太(長岡技術科学大学), 十河圭輔(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リアクターの処理時間変更による後段嫌気無酸素回分式リアクターのリン除去の安定化, 第50回日本水環境学会年会, 1-E-16-2, 徳島(2016.03.16-18)                                                                                                            | 口頭発表 |
|      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |
|      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |

|        |      |
|--------|------|
| 招待講演   | 4 件  |
| 口頭発表   | 86 件 |
| ポスター発表 | 29 件 |

VI. 成果発表等

(3)特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

|      | 出願番号 | 出願日 | 発明の名称 | 出願人 | 知的財産権の種類、出願国等 | 相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無 | その他<br>(出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい) | 関連する論文のDOI | 発明者 | 発明者<br>所属機関 | 関連する外国出願<br>※ |
|------|------|-----|-------|-----|---------------|-------------------------|-----------------------------------|------------|-----|-------------|---------------|
| No.1 |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |               |
| No.2 |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |               |
| No.3 |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |               |

国内特許出願数 0 件  
公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

|      | 出願番号 | 出願日 | 発明の名称 | 出願人 | 知的財産権の種類、出願国等 | 相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無 | その他<br>(出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい) | 関連する論文のDOI | 発明者 | 発明者<br>所属機関 | 関連する国内出願<br>※ |
|------|------|-----|-------|-----|---------------|-------------------------|-----------------------------------|------------|-----|-------------|---------------|
| No.1 |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |               |
| No.2 |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |               |
| No.3 |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |               |

外国特許出願数 0 件  
公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

| 年度   | 受賞日         | 賞の名称                   | 業績名等<br>(「○○の開発」など)                                                                                                                                  | 受賞者                                                                  | 主催団体                            | プロジェクトとの関係<br>(選択) | 特記事項                                                                            |
|------|-------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 2011 | 2011年11月10日 | 優秀講演者表彰                | 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                                                                                                   | 小野心也<br>(長岡技術科学大学)                                                   | 土木学会                            | 1.当課題研究の成果である      | 平成23年度土木学会<br>年次学術講演会                                                           |
| 2011 | 2011年11月10日 | 優秀講演者表彰                | 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                                                                                                                        | 竹村泰幸<br>(東北大学)                                                       | 土木学会                            | 3.一部当課題研究の成果が含まれる  | 平成23年度土木学会<br>年次学術講演会                                                           |
| 2012 | 2012年3月1日   | 論文奨励賞最優秀賞              | 下降流スポンジ懸垂型(DHS)リアクターを用いた亜硝酸化プロセスの開発                                                                                                                  | 名取哲平<br>(木更津高専)                                                      | 日本高専学会                          | 3.一部当課題研究の成果が含まれる  | 日本高専学会第7回<br>年会                                                                 |
| 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<br>(東北大学)                                                       | 東京大学水環境制御研究センター                 | 1.当課題研究の成果である      | The 10th International Symposium on Southeast Asian Water Environment (SEAW-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<br>(東北大学)<br>関口勇地<br>(産総研)<br>原田秀樹<br>(東北大学)<br>久保田健吾<br>(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<br>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<br>(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<br>(東北大学)<br>久保田健吾<br>(東北大学)<br>原田秀樹<br>(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<br>(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  |                                                                                 |
| 2015 | 2015年10月30日 | 第68回新潟日報文化賞 産業技術部門     | 「微生物機能活性化による次世代水環境修復・保全システムの構築」                                                                                                                      | 山口隆司<br>(長岡技術科学大学)                                                   | 新潟日报社                           | 3.一部当課題研究の成果が含まれる  |                                                                                 |
| 2015 | 2015年11月18日 | Best Oral Presentation | Molecular diversity of anaerobic eukaryotes in anaerobic sludge digesters                                                                            | 松林未理<br>(東北大学)                                                       | International Water Association | 3.一部当課題研究の成果が含まれる  | World Congress on Anaerobic Digestion 14                                        |
|      |             |                        |                                                                                                                                                      |                                                                      |                                 |                    |                                                                                 |

10 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

| 年度   | 掲載日         | 掲載媒体名                         | タイトル/見出し等                                                 | 掲載面                                                                                                                                                                                                                                                                       | プロジェクトとの関係<br>(選択) | 特記事項                                                                                                                 |
|------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2014 | 2014年10月16日 | Webメディア<br>Business Standard  | Indo-Japan DHS technology<br>effective in treating sewage | <a href="http://www.business-standard.com/article/news-ians/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage-114101600994_1.html">http://www.business-standard.com/article/news-ians/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage-114101600994_1.html</a> | 1.当課題研究の成果である      | 開催した国際ワークショップ「International Workshop on “UASB-DHS integrated system – a sustainable sewage treatment technology”」の様子 |
| 2014 | 2014年10月16日 | Webメディア<br>IANS Live          | Indo-Japan DHS technology<br>effective in treating sewage | <a href="http://www.ianslive.in/index.php?param=news/Indo_Japan_DHS_technology_effective_in_treating_sewage-449229/BUSINESS/5">http://www.ianslive.in/index.php?param=news/Indo_Japan_DHS_technology_effective_in_treating_sewage-449229/BUSINESS/5</a>                   | 1.当課題研究の成果である      | 開催した国際ワークショップ「International Workshop on “UASB-DHS integrated system – a sustainable sewage treatment technology”」の様子 |
| 2014 | 2014年10月16日 | Webメディア<br>YAHOO! NEWS INDIA  | Indo-Japan DHS technology<br>effective in treating sewage | <a href="https://in.news.yahoo.com/indo-japan-dhs-technology-effective-treating-sewage-130009036.html">https://in.news.yahoo.com/indo-japan-dhs-technology-effective-treating-sewage-130009036.html</a>                                                                   | 1.当課題研究の成果である      | 開催した国際ワークショップ「International Workshop on “UASB-DHS integrated system – a sustainable sewage treatment technology”」の様子 |
| 2014 | 2014年10月16日 | Webメディア<br>Zee News           | Indo-Japan DHS technology<br>effective in treating sewage | <a href="http://zeenews.india.com/news/sci-tech/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage_1485779.html">http://zeenews.india.com/news/sci-tech/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage_1485779.html</a>                                       | 1.当課題研究の成果である      | 開催した国際ワークショップ「International Workshop on “UASB-DHS integrated system – a sustainable sewage treatment technology”」の様子 |
| 2014 | 2014年10月16日 | Webメディア<br>Webindia123        | Indo-Japan DHS technology<br>effective in treating sewage | <a href="http://news.webindia123.com/news/articles/India/20141016/2478136.html">http://news.webindia123.com/news/articles/India/20141016/2478136.html</a>                                                                                                                 | 1.当課題研究の成果である      | 開催した国際ワークショップ「International Workshop on “UASB-DHS integrated system – a sustainable sewage treatment technology”」の様子 |
| 2014 | 2014年10月16日 | Webメディア<br>NewKerala.com      | Indo-Japan DHS technology<br>effective in treating sewage | <a href="http://www.newkerala.com/news/2014/fullnews-115180.html">http://www.newkerala.com/news/2014/fullnews-115180.html</a>                                                                                                                                             | 1.当課題研究の成果である      | 開催した国際ワークショップ「International Workshop on “UASB-DHS integrated system – a sustainable sewage treatment technology”」の様子 |
| 2014 | 2014年10月16日 | Webメディア<br>The Indian Journal | Indo-Japan DHS technology<br>effective in treating sewage | <a href="http://www.theindianjournal.com/news/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage-37613">http://www.theindianjournal.com/news/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage-37613</a>                                                         | 1.当課題研究の成果である      | 開催した国際ワークショップ「International Workshop on “UASB-DHS integrated system – a sustainable sewage treatment technology”」の様子 |
| 2014 | 2014年10月16日 | Webメディア<br>The NEWS YOU LIKE  | Indo-Japan DHS technology<br>effective in treating sewage | <a href="http://www.thenews.co.in/post/view/67862/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage#.VECOjPmUdZQ">http://www.thenews.co.in/post/view/67862/indo-japan-dhs-technology-effective-in-treating-sewage#.VECOjPmUdZQ</a>                                   | 1.当課題研究の成果である      | 開催した国際ワークショップ「International Workshop on “UASB-DHS integrated system – a sustainable sewage treatment technology”」の様子 |
| 2014 | 2014年10月16日 | Webメディア<br>KOLKATA News.Net   | Indo-Japan DHS technology<br>effective in treating sewage | <a href="http://www.kolkatanews.net/index.php/sid/226726851#sthash.jZCycaqD.dpuf">http://www.kolkatanews.net/index.php/sid/226726851#sthash.jZCycaqD.dpuf</a>                                                                                                             | 1.当課題研究の成果である      | 開催した国際ワークショップ「International Workshop on “UASB-DHS integrated system – a sustainable sewage treatment technology”」の様子 |
| 2014 | 2014年10月16日 | Webメディア<br>Delhi News.Net     | Indo-Japan DHS technology<br>effective in treating sewage | <a href="http://www.delhinews.net/index.php/sid/226726851">http://www.delhinews.net/index.php/sid/226726851</a>                                                                                                                                                           | 1.当課題研究の成果である      | 開催した国際ワークショップ「International Workshop on “UASB-DHS integrated system – a sustainable sewage treatment technology”」の様子 |



|      |             |                          |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                           |               |                                                                                                                      |
|------|-------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2014 | 2014年10月16日 | Webメディア<br>Chennaionline | Indo-Japan DHS technology<br>effective in treating sewage | <a href="http://news.chennaionline.com/newsitem.aspx?NEWSID=ecc72f7e-d11c-4bd1-9af9-d88ba5135c61&amp;CATEGORYNAME=NATL">http://news.chennaionline.com/newsitem.aspx?NEWSID=ecc72f7e-d11c-4bd1-9af9-d88ba5135c61&amp;CATEGORYNAME=NATL</a> | 1.当課題研究の成果である | 開催した国際ワークショップ「International Workshop on “UASB-DHS integrated system – a sustainable sewage treatment technology”」の様子 |
| 2015 | 2016年2月4日   | 新聞メディア<br>Hindustan      | STP can be constructed in a<br>very small place           |                                                                                                                                                                                                                                           | 1.当課題研究の成果である | 開催した技術者研修<br>(Trainer's of training,<br>TOT)の様子                                                                      |
| 2015 | 2016年2月4日   | 新聞メディア<br>Hindustan      | Japanese Team visited<br>Dhandupura STP                   |                                                                                                                                                                                                                                           | 1.当課題研究の成果である | 開催した技術者研修<br>(Trainer's of training,<br>TOT)の様子                                                                      |
|      |             |                          |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                           |               |                                                                                                                      |
|      |             |                          |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                           |               |                                                                                                                      |
|      |             |                          |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                           |               |                                                                                                                      |

13 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

| 年度   | 開催日             | 名称                                                                                                                                     | 場所                           | 参加人数                | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2011 | 2011年7月31日      | (アウトリーチ活動)<br>長岡技術科学大学オープンキャンパス                                                                                                        | 長岡技術科学大学、長岡市(日本)             | 約100名               | 研究室紹介を行うイベントの中で、プロジェクトの概要について説明した。                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2011 | 2011年10月3日      | (アウトリーチ活動)<br>IWA(International Water Association)<br>アジア国際会議・Leaders Summit                                                           | 東京国際フォーラム、東京(日本)             | 100名以上              | 木更津高専 上村繁樹教授が、国内大型プロジェクトを実施している大学の集まりによる Leaders Summit と銘打ったシンポジウムに参加し、SATREPS案件についても紹介講演した。                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2011 | 2011年11月28日     | (アウトリーチ活動)<br>紹介講演                                                                                                                     | 豊田高専、豊田市(日本)                 | 約30名                | 東北大学 久保田健吾助教が環境都市工学科の学生を対象にSATREPS案件の紹介講演を行った。                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2011 | 2011年12月3日      | (アウトリーチ活動)<br>東北大学・特定非営利活動法人APEX<br>合同ワークショップ                                                                                          | JICA研究所国際会議場、東京(日本)          | 約30名                | 東北大学 原田秀樹教授が、「アジア地域に適合的な生活排水処理技術の新しい展開」にて、「エネルギー最小消費型の下水処理技術の実用化と普及」について講演を行なった。                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2011 | 2012年1月18日      | (ワークショップ)<br>Kick-off Workshop for JST-JICA<br>Project on UASB-DHS Integrated<br>System -A Sustainable Sewage<br>Treatment Technology- | Hotel Marina, アグラ(インド)       | 50名(内相手国からの招聘者数29名) | NRCD/UP Jal Nigam/ AMU/JICA/JST/研究者による本プロジェクトおよびDHS技術について紹介するKick off workshopをインドのアグラで開催した。                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2012 | 2012年7月30日-31日  | (アウトリーチ活動)<br>オープンキャンパス展示・説明                                                                                                           | 東北大学、仙台市(日本)                 | 2,000名以上            | 東北大学工学研究科において、「復興へ、ともに学ぼう」をテーマとしたオープンキャンパス(対象:小学生から一般)で模擬授業・研究室紹介を行うイベントのなかで、プロジェクトポスターおよび映像を展示・説明した。                                                                                                                                                                                                                               |
| 2012 | 2012年9月25日      | (アウトリーチ活動)<br>紹介講演                                                                                                                     | アディスアベバ(エチオピア)               | 約30名                | 東北大学 原田秀樹教授が、アジスアベバ市役所のAAWSA(Water & Sanitation Development & Rehabilitation Project Office)やアフリカ開発銀行関係者らに対して、「DHSリアクター技術によるエネルギー最小消費型の下水処理技術」に関して講演を実施してプロモーション活動をした。                                                                                                                                                              |
| 2012 | 2012年10月25日     | (アウトリーチ活動)<br>2012年度台湾水利産業研究会(2012<br>Taiwan Water Industry Conference                                                                 | 台北(台湾)                       | 約150名               | 東北大学 原田秀樹教授が、国立台湾科技大学国際会議場で「Innovation of Self Sustainable Sewage Treatment Technology with Minimal Energy requirement」と題してキーノート講演を行った。                                                                                                                                                                                             |
| 2012 | 2012年11月8日-10日  | (アウトリーチ活動)<br>SEAW-10(The 10th International<br>Symposium on Southeast Asian Water<br>Environment)                                     | ハノイ(ベトナム)                    | 150名以上              | 東北大学 久保田健吾助教、高橋優信助教が、それぞれ「Microbial community composition of a G3-type DHS reactor in UASB-DHS system treating municipal sewage」および「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」に関する講演と同時にプロモーション活動をした。東京大学が主催する国際会議でD-STARも共催している。 |
| 2012 | 2012年12月3日      | (アウトリーチ活動)<br>第2回 バイオマス & エネルギー expo<br>in 新潟                                                                                          | 新潟コンベンションセンター“朱鷺メッセ”、新潟市(日本) | 100名以上              | 新潟薬科大学 井口晃徳助教が、途上国に適用可能な下水処理プロセスに生息する微生物群について、ポスター展示および概要説明をした。<br><a href="http://www.nupals.ac.jp/liaison/news/2012/12/expo.html">http://www.nupals.ac.jp/liaison/news/2012/12/expo.html</a>                                                                                                                                      |
| 2012 | 2013年1月17日      | (アウトリーチ活動)<br>東北大学イノベーションフェア                                                                                                           | 仙台国際センター、仙台市(日本)             | 300名以上              | 東北大学 高橋優信助教が、東北大学イノベーションフェアにおいて、「エネルギー最小消費型の革新的下水処理技術の開発と世界標準化」について、パネル展示・概要説明を行った。                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2012 | 2013年1月30日-2月1日 | (アウトリーチ活動)<br>Inter Aqua 2013                                                                                                          | 東京ビッグサイト、東京(日本)              | 40,000名以上           | JST岩城拓氏が、「エネルギー最小消費型の下水処理技術の開発」に関して、ポスター展示・概要説明をした。                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|      |                 |                                                                                              |                                                                                    |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2012 | 2013年3月7日       | (アウトリーチ活動)<br>DHS技術に関するセミナー                                                                  | インドネシア・BPPT (Agency for Assessment and Application of Technology) 応用科学技術庁 (インドネシア) | 約30名     | 東北大学 原田秀樹教授が、DHS技術に関するセミナー(聴衆:BPPTおよび公共事業省(MoPW)の下水道関係のテクノクラート)を行った。                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2012 | 2013年3月15日      | (アウトリーチ活動)<br>研究室見学およびDHS説明                                                                  | 木更津高専、木更津市(日本)                                                                     | 11名      | 木更津高専 上村繁樹教授が、ナイジェリア教育副大臣一行(Barr. Ezenwo Nyesom Wikeナイジェリア連邦教育副大臣他ナイジェリア教育局)の木更津高専来校の際に、研究室見学と同時に本プロジェクトの中核技術であるDHSの説明を行った。                                                                                                                                                                                              |
| 2012 | 2013年3月15日      | (アウトリーチ活動)<br>プロジェクト概要説明                                                                     | 盛岡市中川原終末処理場、盛岡市(日本)                                                                | 8名       | 東北大学 原田秀樹教授、久保田健吾助教、高橋優信助教、松永健吾が、散水ろ床の試料採取を兼ねて処理場を管理している自治体の方々にプロジェクトの概要説明を行い、プロモーション活動をした。                                                                                                                                                                                                                              |
| 2013 | 2013年6月24日      | (アウトリーチ活動)<br>出前授業                                                                           | 呉高専、呉市(日本)                                                                         | 40名      | 国内外の水環境の状況と新しい適用可能な水浄化技術について講義を行った。                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2013 | 2013年7月30日-31日  | (アウトリーチ活動)<br>オープンキャンパス展示・説明                                                                 | 東北大学、仙台市(日本)                                                                       | 2,000名以上 | 東北大学工学研究科において、「復興の先の未来の創造」をテーマとしたオープンキャンパス(対象:小学生から一般)で模擬授業・研究室紹介を行うイベントのなかで、プロジェクトポスターおよび映像を展示・説明した。                                                                                                                                                                                                                    |
| 2013 | 2013年8月4日       | (アウトリーチ活動)<br>長岡技術科学大学オープンキャンパス                                                              | 長岡技術科学大学、長岡市(日本)                                                                   | 約100名    | 研究室紹介を行うイベントの中で、プロジェクトの概要について説明した。                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2013 | 2013年9月11日      | (アウトリーチ活動)<br>公開講座                                                                           | 長岡市役所、長岡市(日本)                                                                      | 25名      | 国内外の水環境の紹介を、公開講座「ながおか環境学」で実施した。                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2013 | 2013年9月24日      | (アウトリーチ活動)<br>環境コースアドバイザー<br>国際青年交流会議、内閣府                                                    | 東急エクセルホテル成田、成田市(日本)                                                                | 35名      | リトアニア、ドミニカ共和国、ペルー、カンボジア、ヨルダン、ラオス、および日本人の青年を対象に、国内外の水環境の紹介を行い、環境コースの対象者に水についてアクションプランを作成させる研修を実施した。                                                                                                                                                                                                                       |
| 2013 | 2013年12月17日-18日 | (アウトリーチ活動)<br>1st IFAWET (The 1st International Forum on Asian Water Environment Technology) | デリー、アグラ(インド)                                                                       | 100名     | テクニカルツアーにおいてアグラ78MLD下水処理場に建設中のDHSの視察を催した。また東北大学 久保田健吾助教、学生(竹村泰幸)が、それぞれ「Eukaryotic biodiversity in wastewater treatment processes as revealed by 18S rRNA gene clone libraries」および「A direct rRNA quantification method using molecular weight cut-off membrane」に関する講演、及び東北大学 高橋優信助教、新潟薬科大学 井口晃徳助教がポスター発表を行い、プロモーション活動をした。 |
| 2013 | 2013年12月23日     | (アウトリーチ活動)<br>高専女子フォーラムin関東甲信越<br>国立高等専門学校機構                                                 | 国立情報学研究所 学術総合センター、東京(日本)                                                           | 50名      | 企業関係者を対象とした高専女子学生によるプレゼンテーションの場において、木更津高専学生(松林未理)がDHSの研究概要をポスター発表した。                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2013 | 2014年2月19日      | (アウトリーチ活動)<br>袖ヶ浦市役所講演会                                                                      | 袖ヶ浦市役所、袖ヶ浦市(日本)                                                                    | 45名      | 木更津高専 大久保努講師が、袖ヶ浦市役所の職員(主として技術職)を対象に、途上国における水環境汚染の現状および本プロジェクトの紹介を行った。                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2014 | 2014年7月26日      | (アウトリーチ活動)<br>東北大学・APEX合同ワークショップ                                                             | エル・パーク仙台、仙台市(日本)                                                                   | 30名      | 東北大学 原田教授が、一般を対象に、途上国に適用可能なエネルギー最小消費型の革新的な下廃水処理技術開発についてセミナーを行った。                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2014 | 2014年7月26日      | (アウトリーチ活動)<br>平成26年度長岡技術科学大学公開講座3                                                            | 長岡市中央公民館、長岡(日本)                                                                    | 50名      | 一般市民を対象とした大学の公開講座「アジアの水環境見て歩き～写真で綴る水環境の現状と日本の貢献～」の一部でプロジェクトの活動を紹介した。                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2014 | 2014年7月30日-31日  | (アウトリーチ活動)<br>東北大学オープンキャンパス                                                                  | 東北大学、仙台市(日本)                                                                       | 6,900名以上 | 研究室紹介を行うイベントの中で、プロジェクトポスターおよび映像を展示・説明した。                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|      |                 |                                                                                                                                       |                                                                |       |                                                                                                                                                                          |
|------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2014 | 2014年8月9日       | (アウトリーチ活動)<br>長岡技術科学大学オープンキャンパス                                                                                                       | 長岡技術科学大学、長岡市(日本)                                               | 約100名 | 研究室紹介を行うイベントの中で、プロジェクトの概要について説明した。                                                                                                                                       |
| 2014 | 2014年10月16日-17日 | (ワークショップ)<br>International Workshop on "UASB-DHS integrated system - a sustainable sewage treatment technology"                       | Royal Plaza Hotel, デリー(インド)<br>78MLD Dhandhupura STP, アグラ(インド) | 80名   | 途上国に適用可能な下水処理技術に関する講演会および完成した5MLD DHS Pilot Plantの視察を行った。                                                                                                                |
| 2014 | 2014年11月8日      | (アウトリーチ活動)<br>身近な水の実験、第28回平川公民館まつり                                                                                                    | 平川公民館、袖ヶ浦市(日本)                                                 | 30名   | 小学生を対象に「身近な水の実験」と題した講習会を実施し、水の浄化や微生物の働きについて実験を行った。                                                                                                                       |
| 2014 | 2014年11月22日     | (アウトリーチ活動)<br>八王子学園都市大学いちょう塾 公開講座                                                                                                     | 八王子市学園都市センター、八王子(日本)                                           | 50名   | 一般市民を対象とした大学の公開講座「水のおいしさ評価および世界各国の水事情～おいしい水の話・世界各国の水事情、水と食料、など～」の一部でプロジェクトの活動を紹介した。                                                                                      |
| 2014 | 2014年12月3日      | (アウトリーチ活動)<br>東北大学イノベーションフェア                                                                                                          | 仙台国際センター、仙台市(日本)                                               | 約650名 | 東北大学 高橋助教が、一般を対象に、本プロジェクト内容と進捗について口頭発表・ポスター説明を行った。                                                                                                                       |
| 2014 | 2015年8月8日       | (アウトリーチ活動)<br>長岡技術科学大学オープンキャンパス                                                                                                       | 長岡技術科学大学、長岡市(日本)                                               | 約100名 | 研究室紹介を行うイベントの中で、プロジェクトの概要について説明した。                                                                                                                                       |
| 2015 | 2015年7月26日      | (アウトリーチ活動)<br>平成27年度新潟薬科大学高大連携「生命科学」講座                                                                                                | 新潟薬科大学、新潟市(日本)                                                 | 13名   | 新潟薬科大学 井口晃徳助教が、本プロジェクトの概要を説明した。                                                                                                                                          |
| 2015 | 2015年8月15日      | (アウトリーチ活動)<br>プロジェクト概要説明                                                                                                              | 78MLD Dhandhupura STP, アグラ(インド)                                | 11名   | JICA 上原翔子氏、岩佐了介氏、現場担当 Dr. Muntjeer、香川高専 多川正准教授、東北大学 高橋優信助教、IITRoorkee Komal氏が、法政大学法学部後藤ゼミナールの視察に対して、プロジェクト概要説明及び現場の下水処理システムの説明を行った。                                      |
| 2015 | 2015年8月27日-28日  | (アウトリーチ活動)<br>特定非営利活動法人APEX主催国際ワークショップ                                                                                                | Santika Hotel, Yogyakarta(インドネシア)                              | 120名  | 東北大学 原田秀樹教授が、「Intrnational Workshop on Optimal Technology for Domestic Wastewater Treatment」にて、「UASB-DHS Integrated System」について講演を行なった。聴講対象はおもに中央政府、地方政府、大学・研究機関の下水道技術者。 |
| 2015 | 2015年11月7日      | (アウトリーチ活動)<br>水の大切さを学ぶ、第29回平川公民館まつり                                                                                                   | 平川公民館、袖ヶ浦市(日本)                                                 | 20名   | 木更津高専 大久保准教授が小学生を対象に「身近な水の実験」と題した講習会を実施し、水の浄化や微生物の働きについて実験を行った。                                                                                                          |
| 2015 | 2015年11月20日     | (アウトリーチ活動)<br>「水ビジネスと下水道」ワークショップ                                                                                                      | 木更津高専、木更津市(日本)                                                 | 53名   | 木更津高専 上村繁樹教授、大久保努准教授が下水道を未来につなげる会の下水道広報活動と連携し、木更津市下水処理場の協力の下、高専生を対象に行なったワークショップ。一部、プロジェクトの活動を紹介した。                                                                       |
| 2015 | 2016年1月14日      | (アウトリーチ活動)<br>2nd International Symposium for the Promotion of Science and Technology Innovation Cooperation Between Africa and Japan | ナイロビ(ケニア)                                                      | 200名  | 東北大学 原田秀樹教授が、本プロジェクトを紹介した。                                                                                                                                               |
|      |                 |                                                                                                                                       |                                                                |       |                                                                                                                                                                          |

②合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、出席者、議題、協議概要等)

| 年度   | 開催日         | 出席者                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 議題                  | 概要                                                                                       |
|------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2011 | 2012年1月20日  | Hideki Harada, Kengo Kubota, Kengo Matsunaga, Ryoko Taniguchi (Tohoku University), Tadashi Tagawa (Kagawa National College of Technology), Tstomu Okubo (Kisarazu National College of Technology), Takashi Yamaguchi (Nagaoka University of Technology), Shigeo Okaya, Akio Takahashi (JST), T. Watanabe, Ichiro Adachi, M. P. Singh, C. Fukuda, Ayuko Takahashi, R. Iwasa (JICA), G. Inada (Embassy of Japan), Rajiv Gauba, Brijesh Sikka (NRCD), V. P. Yadav (CPCB), J. K. Bassin, N. N. Rao (NEERI), Ramakant (CPHEEO), A. K. Mittal, Sushil Kumar (UP Jal Nigam)                                                                                                                                                        | (第一回JCC)<br>研究計画の確認 | NRCDにて、本プロジェクトの概要、2011-2012年度の実施内容、次年度の実施計画について協議した。                                     |
| 2012 | 2012年12月12日 | Hideki Harada, Masanobu Takahashi (Tohoku University), Tadashi Tagawa (Kagawa National College of Technology), Tstomu Okubo (Kisarazu National College of Technology), Masashi Hatamoto (Nagaoka University of Technology), Akinori Iguchi (Niigata University of Pharmacy and Applied Life Sciences), Nalini Bhat, Brijesh Sikka, K.C. Rathore, Sanjay Kumar Singh (NRCD), J. K. Bassin (NEERI), A. K. Saha (CPHEEO), Nadeem Khalil (Aligarh Muslim University), Shinichi Higuchi (Embassy of Japan), Mimpei Ito, T. Watanabe, Ayuko Takahashi, R. Iwasa (JICA), A. K. Saxena, S. K. Bansal (UP Jal Nigam), Randhir Singh, S. K. Garg (Public Health Engineering Department, Haryana)                                      | (第二回JCC)<br>研究計画の確認 | NRCDにて、2012年度の実施内容、次年度の実施計画について協議した。                                                     |
| 2013 | 2013年12月17日 | Hideki Harada, Masanobu Takahashi, Kengo Kubota, Vinay Kumar (Tohoku University), Shigeki Uemura (Kisarazu National College of Technology), Akinori Iguchi (Niigata University of Pharmacy and Applied Life Sciences), Brijesh Sikka, K.C. Rathore, Sanjay Kumar Singh (NRCD), R. M. Bhardwaj (CPCB), J. K. Bassin (NEERI), A. K. Saha (CPHEEO), Nadeem Khalil (Aligarh Muslim University), Shinichi Higuchi (Embassy of Japan), N. Ikuro, Mimpei Ito, T. Watanabe, M. P. Singh, Ayuko Takahashi, R. Iwasa (JICA), Terumi Mizuno (Techno Chubu), Hiroyuki Abe (JST), V. S. Thind, Anil Chaudhary (Delhi Jal Board), A. K. Saxena (UP Jal Nigam), M. K. Bansal, Ramesh Kumar (Public Health Engineering Department, Haryana) | (第三回JCC)<br>研究計画の確認 | NRCDにて、アグラDHS建設工事の遅れ、中間レビューの実施、ガイドラインの進捗等について協議した。                                       |
| 2014 | 2015年1月16日  | Hideki Harada, Kengo Kubota, Masanobu Takahashi (Tohoku University), Masashi Hatamoto (Nagaoka University of Technology), Brijesh Sikka, Lalit Kapur, Sanjay Kumar Singh (NRCD), R. Bhardwaj (CPCB), Anjali Srivastava, J. Bassin (NEERI), A. Saha (CPHEEO), Nadeem Khalil (Aligarh Muslim University), A. A. Kazmi (IIT Roorkee), M. Singh, Shoko Uehara, R. Iwasa, Pankaj Gupta (JICA), R. M. Kant, P. K. Agrawal (UP Jal Nigam), Anil Kumar Mathur (UP Pollution Control Board), V. Babbar, P. Manchanda (Delhi Jal Board), S. Dahiya, (Public Health Engineering Department), Vinay Kumar Tyagi (TERI University)                                                                                                       | (第四回JCC)<br>研究計画の確認 | NRCDにて、経済性評価調査の予定、共同研究機関の活動計画、UASB汚泥排出問題に対する指摘、ドラフトガイドライン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した。 |

|      |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |                                   |
|------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 2015 | 2015年11月6日 | Hideki Harada, Kengo Kubota (Tohoku University), Shigeki Uemura (National Institute of Technology, Kisarazu College), Brijesh Sikka, Sanjay Kumar Singh (NRCD), R. Bhardwaj (CPCB), Nadeem Khalil (Aligarh Muslim University), P. K. Agrawal, M.K.Bansal, Khalid Ahmad (UP Jal Nigam), Anil Chaoudhary (Delhi Jal Board), IswarJain(Public Health Engineer Circle), Kazuhisa Yoshida, Kazunao Shibata, Shizuka Onishi, Hiroko Kamata, Noriyo Aoki, M.P. Singh, Shoko Uehara, Ryosuke Iwasa, Pankaj Gupta (JICA), Hiroyuki Abe (JST), Tarun Garg, Sanjay Kr Guleria (NJS) | (第五回JCC)<br>研究計画の確認 | NRCDにて、進捗報告、共同研究機関の活動計画等について協議した。 |
|      |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |                                   |
|      |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |                                   |
|      |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |                                   |
|      |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |                                   |

5 件



|                  |                                                                |
|------------------|----------------------------------------------------------------|
| 研究課題名            | エネルギー最小消費型下水処理技術の開発                                            |
| 研究代表者名<br>(所属機関) | 原田秀樹東北大学大学院教授                                                  |
| 研究期間             | H22年度採択課題(H23/4-H28/3)                                         |
| 相手国名             | インド                                                            |
| 主要相手国研究<br>機関    | 国家河川保全局、中央公衆衛生環境局、ウッ<br>ター・プラデシュ州上下水道公社、アリガームス<br>リム大学、インド工科大学 |

## JST上位目標

日本発オリジナル環境技術が世界標準化されアジア、中南米、アフリカ地域に波及、水循環利用システムの悪循環からの脱却が達成される。

開発された下水処理技術がガンジス川、ヤムナ川流域で適用される。  
指標: インドのMoUDの処理場設計マニュアルに掲載される

## JST達成目標

### 付随的成果

|                               |                                                                                                                                             |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日本政府、社会、産業への貢献                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本生まれの環境技術が初めて世界標準となる</li> <li>・開発されたUASB-DHS技術の世界での産業化に貢献する</li> <li>・設計施工等日本企業への受注機会創出</li> </ul> |
| 科学技術の発展                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・生物学的廃水処理プロセスにおける廃水処理の最適化・効率化</li> <li>・新規DHS担体へのフィードバック</li> </ul>                                  |
| 知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・UP(ウッター・プラデシュ)州計画中の下水処理場建設への応用</li> <li>・インド国全体ならびに近隣諸国さらには全世界への波及</li> </ul>                       |
| 世界で活躍できる日本人人材の育成              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・下水処理技術・研究における国際的研究者の育成(受賞10回)</li> <li>・国際学会等における若手研究者による研究発表機会の増大(37回)</li> </ul>                  |
| 技術及び人的ネットワークの構築               | シンポジウム等の開催による諸外国(エジプト等)の主要研究者とのネットワーク形成                                                                                                     |
| 成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど) | アウトリーチ活動(36回)<br>メディア掲載(13回)<br>水処理・ライフサイエンス分野へ論文投稿(21報)                                                                                    |

