

地球規模課題対応国際科学技術協力

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」領域

「エネルギー最小消費型の下水処理技術の開発」

(インド)

平成 25 年度実施報告書

代表者:原田秀樹

東北大学大学院工学研究科・教授

<平成 22 度採択>

1. プロジェクト全体の実施概要

本プロジェクトの狙いは、途上国の人々の健康に重大な脅威を与えている劣悪な水環境汚染を修復・改善し、水起因衛生リスクを低減して、安全で快適な水環境を取り戻すことである。その為に、途上国が適用可能な下水処理システムを創成して、広く普及を図ることが我々の役目である。

原田らは低コスト、超省エネ型(エアレーションが不要)で維持管理が容易な新規の下水処理プロセスの開発に多年にわたって携わってきた。H23・24 年度は、インド・アグラ市での DHS (Down-flow Hanging Sponge)リアクターの実規模試験の準備として、DHS リアクター用担体の選定と調達方法を決定し、また DHS 建設予定地の整地および測量、DHSリアクターの基本設計および詳細設計を終えた。インド側との協力体制のもと、アグラ DHS リアクターの建設工事に着手するとともに、機材の供与を進め実験室の整備を行っている。H24・25 年度のインドの既存下水処理場の調査では、11 箇所の下水処理場を視察し、その現状について実態把握を行った。またカルナール下水処理場では、パイロットスケールリアクターの過負荷実験のための改造工事を行い、停電復帰を想定したショックロード試験を実施した。国内研究においては、小型 DHS リアクターを製作し、KLa による物理科学的メカニズムの解明、迅速・簡便な RNA 定量法の開発および新規微生物検出法の開発、新潟県長岡市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進めながら DHS 技術の新展開に向けて高効率な高度処理技術の確立を目指している。

2. 研究グループ別の実施内容

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 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

(1) DHS リアクター用担体の開発

DHS スポンジ担体は、従来研究グループにおいて、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

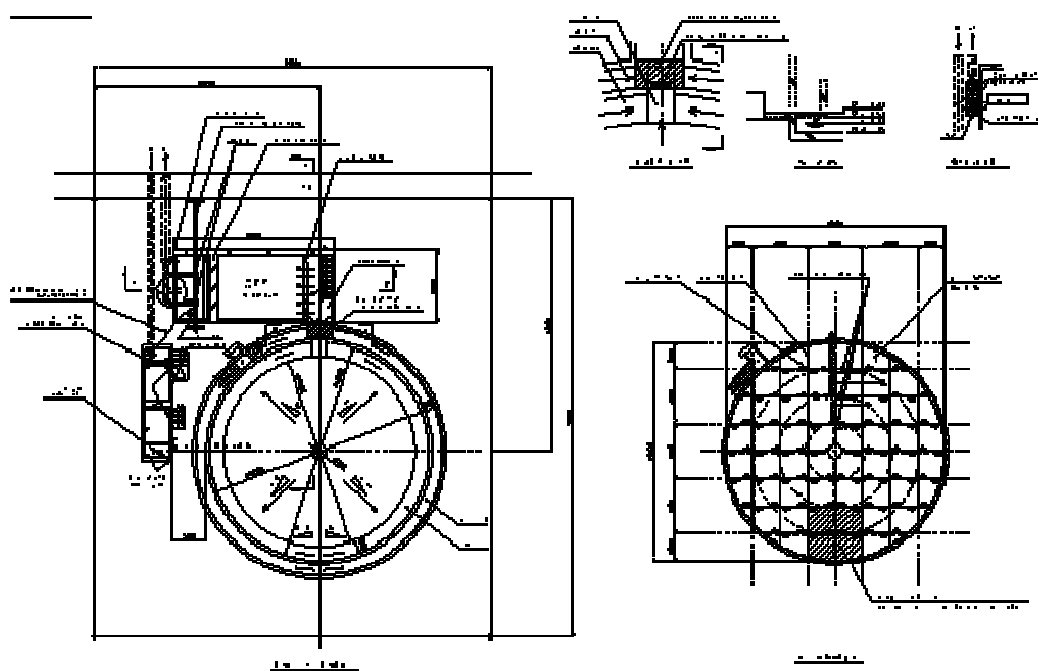


図2 アグラ DHS リアクターの基本設計図面の一例



図3 アグラ DHS リアクターの詳細設計・入札図書等

(3) アグラ実験室の改修工事

アグラ 78MLD 下水処理場内の事務所を実規模試験実施の為に改修工事を行った。H24 年度は事務作業を行う部屋および実験室について全面的な改修を行い、電気配線、上下水道管、床などの修繕工事が完了した。インドで調達した供与機材はほぼ全て設置が完了しており、各機器の動作確認の結果、不具合のある機器についてはメーカーに対応をさせ修正済みである。これによりアグラでもある程度の実験ができる体制が整った(図4)。H25 年度は本邦調達した供与機材を輸送・設置させ、実規模 DHS プラントが竣工した際にはすぐに水質分析が行えるよう体制を整えた。



図4 アグラ実験室・事務所の改修工事

- ④ カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)
H23・24・25 年度は特になし。
- ⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況
特になし。

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, 新潟薬科大学)

① 研究のねらい

現行の DHS 技術を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。本研究題目では、物理化学的反応の解明、生物学的反応の解明を行う。例えば、スポンジ担体の酸素移動効率や混合状態を評価することで、充填する担体の仕様が異なっても、その成果を一般化することが出来るため、物理化学定期反応の解明は重要な要素となる。更にスポンジ担体内の汚泥濃度変化や微生物解析を行うことで、DHS 技術の浄化メカニズムを解明することが出来る。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。

(1) 生物学的処理メカニズムの解明

DHS をはじめとする生物学的廃水処理プロセスは、そのプロセス内の(微)生物の働きによって廃水の浄化が行われる。すなわち、各生物学的廃水処理プロセス内の微生物を調査し、どのような微生物種が存在し、個々の微生物種がどのような機能を発揮しているかを解明していく

ことは、そのプロセスにおける廃水処理の実態そのものを明らかにすることと同義であると考えられる。通常生物プロセスの中に存在する微生物種を明らかにする方法として、寒天平板を用いた培養法によって個々の微生物を分離培養し、各種微生物の機能を明らかにしていくという方法が取られるが、培養を伴う微生物解析方法は、非常に多くの時間と労力を費やすと同時に、寒天平板法では培養できない微生物が非常に多くいる(地球上の原核生物の 99%以上は古典的な培養方法では培養することが極めて困難である)ことが既往の研究から明らかにされている。本プロジェクトでは、このような現況を鑑み、微生物の持つゲノム DNA (RNA) に着目し、培養を伴わない遺伝子工学的手法を駆使することで、DHS リアクター内に存在する微生物種を、既知生物種・未知生物種を問わず網羅的に明らかにし、DHS リアクターの処理メカニズムを明らかにするための極めて重要な情報の収集を行い、得られた情報から DHS リアクターの有する生物学的ポテンシャルを明らかにし、実リアクターの運転方法にフィードバックする。具体的には、原核生物の持つ 16S rRNA(遺伝子)を基に、遺伝子工学的手法・分子遺伝学的手法を駆使することで DHS リアクターの微生物群集構造を明らかにする。

(2) 重要微生物モニタリング技術の開発

一般的に自然環境中には、それぞれ生理学的性質の異なる多様な種類の微生物が混在して存在しており、その環境中において個々の役割分担が明確に分かれて、微生物群集全体としてひとつの機能を発揮している。これは生物学的処理プロセスでも同様で、一言で廃水処理をする、と言っても固形性有機物分解(SS 除去)に関与する微生物種や、溶解性有機物分解(BODs 除去)に関与する微生物種、硝化脱窒に関与する微生物など、多様な生物の共同作業によって処理が完了する。通常、生物プロセスの性能を評価する場合、個々のパラメーター(廃水処理であれば SS 除去、溶解性有機物除去、硝化、脱窒など)で処理性能を個別に比較・評価し、最終的に総合的なキャパビリティを決定していく。個別のパラメーターを比較・評価するにあたり、それぞれの機能を担う微生物種のみを検出・モニタリングする技術は必要不可欠である。従来の方法では、特定の微生物のみが資化できる基質をスパイクし、培養を行いながら、基質の消費をモニタリングしたり(たとえば酸素利用速度試験など)、基質が反応して生成される生産物の量をモニタリングする方法(たとえばメタン生成活性試験など)が行われてきた。しかしこれらの方法は実際のリアクター内と同じ条件で試験を行うことはまず不可能であり、すなわち実際の現場状況を反映した試験結果であるとは言い難い。また培養を伴う微生物の機能評価は非常に多くの時間と労力を費やし、日々刻々と変化していく生物プロセスの状態を連続的にモニタリングする上では非常に都合が悪い。我々はこのような状況を鑑み、従来の培養法とは全く異なる方法によって、リアクター内の機能上重要な微生物種を、迅速かつ直接的に評価可能な技術開発を行う。

② 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 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

(1)DHS リアクターの酸素取り込み能力の把握

DHS スポンジ担体を数珠つなぎにした DHS リアクターを作成し、 K_La の測定を継続し、その再現性の検討を重ねている。スポンジセルサイズの異なった複数のスポンジ担体を用いて K_La の測定を行い、セルサイズやスポンジ間のギャップ、供給水量による K_La への影響の検討、再現性向上のための測定方法の確立などを重ねて検討した。

(2)DHS リアクターの汚泥補足能力の把握

スポンジ担体の SS 捕捉能力に対するセルサイズの影響を検討するため、汚泥濃度を調整した SS 懸濁液 (S 浄化センターの返送汚泥を遠心分離後約 45 g/L に調整) にセルサイズとキューブサイズの異なるスポンジ (セルサイズを 3 種類、キューブサイズを 15、30、35mm 角) を浸漬させ、質量の増分を測定することで評価した。

(3)DHS リアクターの微生物群集構造解析

現在までに国内およびインドにおける実下水処理 DHS リアクターならびに種々の下水処理プロセスの SSU rRNA 遺伝子を標的とした原核生物および真核生物の微生物群集構造解析を行なった。プロセス別、季節別、DHS 担体別における微生物群集構造を明らかにしており、処理メカニズムを解明する上で重要となる基礎的な知見の収集が行えている。

(4)重要微生物の検出・定量技術の開発

分子量分画膜を用いた迅速・簡便な RNA 定量法の開発、金ナノ粒子を用いた微生物検出法の開発、ファージディスプレイペプチドを利用した特定微生物検出法の開発、プロピジウムモノアザイド (PMA) を利用した活性を有する健康関連微生物の特異的検出法の構築と適用可能性評価を行っている。RNA 定量法は、標的核酸と交雑した蛍光標識プローブと交雑しなかった余剰プローブを分子量分画膜により分画し、交雑したプローブ由来の蛍光強度から定量を行う手法を開発した。使用する分子量分画膜、プローブ/RNA 比、交雑時間、交雑温度などについて検討・最適化を行った。定量性については既知量と高い相関を示した。温度制御装置と蛍光分光光度計のみを用いる極めて簡便な rRNA 定量法を開発することが出来た。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については本手法のハイスループットシステムの構築を行った。96 ウェルマイクロプレートによるファージクローンの増殖とマイクロアレイスキャナーを利用した特異性検証を組み合わせることで標的微生物特異的ペプチドのスクリーニングの高効率化を検証した。PMA を利用した活性を有する健康関連微生物の特異的検出法の構築では、M13 ファージをエンベロープ系ウィルスのモデルとして適用性の評価を行ない、本技術の適用可能性について検証した。

(5) DHS 技術の高度処理への適用

・パイロットスケールリアクターの実下水連続通水実験

H23 年度より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ってきた。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ている。さらに H24, 25 年度では季節ごとに UASB-DHS リアクターの保持汚泥量と高さ方向の水質プロファイルなど処理に関する情報を収集し温度変化に対する処理特性の把握を行った。

・ UASB-DHS システムに最適な高度処理（窒素、リン等）の構築

本システムによる生物学的硝化脱窒システムの研究を進め、硝化が進んだ DHS 処理水対象に、嫌気環境と好気環境および無酸素環境を人為的に構築することで脱窒とリンの同時除去が可能なプロセスを開発した。H24 年度から本開発システムを UASB+DHS システムの後段に設置し、連続運転を行い、本システムの処理特性の把握と運転管理に関する情報の収集を行った。本システム内で脱窒のリン除去を担う微生物の解析を行った。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。H25 年度では、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。

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 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

インド国が発行している河川等の水質データベースや学術論文等からの最新情報を入手し、インド国における水環境の現状について、情報収集を行っている。また、インドで稼働中の既存下水処理場の現状について実態調査を続けている。

UASB-DHS の設計指針・維持管理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が、H24 年度の参考資料の調査では、設計指針についての資料はプロジェクトレポートの形式が主であり有用な資料が収集できる見通しがたたなかった。そこで H25 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(株)のメンバーによる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ている。現時点での成果としては、これまでの日本国内およびインド・カルナールで行われた DHS 研究成果をもとに暫定的な日本語版設計指針を作成できており、ブラッシュアップ段階である。日本語版ベースで残す作業は、内容を説明する図表の挿入およびアグラの現場状況を反映

することである。維持管理マニュアルについては、DHS 建設後(H26 年度初旬)より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を進める予定である。

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

設計指針・維持管理マニュアルの作成に向けて、24 年度はヤムナ川流域 6 箇所の既存下水処理場を視察し、各処理場の管理責任者よりヒアリング及び、採水した流入下水と処理水の水質分析を行っている。H25 年度においては H24 年度までに調査を行った下水処理場とは異なる処理方式の下水処理場について調査計画を作成し、現地調査を実施している。

⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況特になし。

3.成果発表等

(1) 原著論文発表

①本年度発表総数(国内 4 件、国際 7 件): 内、to be published 1 件

② 本プロジェクト期間累積件数(国内 10 件、国際 17 件)

③ 論文詳細情報

1. Takahashi, M., Ohya, A., Kawakami, S., Yoneyama, Y., Onodera, T., Syutsubo, K., Yamazaki, S., Araki, N., Harada, H., Yamaguchi, T., Evaluation of Treatment Characteristics and Sludge Properties in a UASB Reactor Treating Municipal Sewage at Ambient Temperature, *International Journal of Environmental Research*, 5(4), pp.821-826, 2011
2. 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)*, 67(7): III_85-III_92, 2011
3. Takahashi, M., Yamaguchi, T., Kuramoto, Y., Nagano, A., Shimozaki, S., Sumino, H., Kawakami, S., Araki, N., Yamazaki, S., Harada, H., Performance of a pilot-scale sewage treatment: An up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) and a down-flow hanging sponge (DHS) reactors combined system by sulfur-redox reaction process under low-temperature conditions, *Bioresource Technology*, Vol.102, No.2, pp.753-757, 2011
4. Hatamoto, M., Miyauchi, T., Kindaichi, T., Ozaki, N., Ohashi, A., Dissolved methane oxidation and competition for oxygen in down-flow hanging sponge reactor for post-treatment of anaerobic wastewater treatment. *Bioresource Technology* Vol.102, pp. 10299-10304, 2011
5. 角野晴彦, 和田桂児, 珠坪一晃, 山口隆司, 原田秀樹, 大橋晶良, AnDHS および UASB リアクターによるメタノール含有排水処理. *土木学会論文集 G (環境)*, Vol. 67(3), pp.114-122, 2011
6. 山田真義, 久保田健吾, 高橋優信, 田中秀治, 山口隆司, 長野晃弘, 原田秀樹, 山内正仁, UASB-DHS システムによる高濃度フェノール廃水の連続処理特性と UASB 内微生物叢解析, *土木学会論文集 G (環境)*, Vol.67, No.7, pp.III_75-III_84, 2011
7. 山口剛士, 川上周司, 幡本将史, 高橋優信, 久保田健吾, 井町寛之, 荒木信夫, 山口隆司. Hybridization Chain Reaction (HCR) 法を用いた新規高感度 FISH 法の開発. *土木学会論文集 G (環境)*. Vol.67, No.7, pp.III_93-III_98, 2011

8. 木村晶典, 幡本将史, 高橋優信, 川上周司, 荒木信夫, 山口隆司. 嫌気的メタン酸化脱窒微生物の培養とその微生物群集に与える電子受容体の影響. 土木学会論文集 G (環境). Vol.67, No.7, pp.III_277-III_283, 2011
9. Sumino, H., Murota, R., Miyashita, A., Imachi, H., Ohashi, A., Harada, H., Syutsubo, K., Treatment of low-strength wastewater in an anaerobic down-flow hanging sponge (AnDHS) reactor at low temperature., *Journal of Environmental Science and Health., Part A*, 47., pp.1803-1808., 2012
10. Kawakami, S., Hasegawa, T., Imachi, H., Yamaguchi, T., Harada, H., Ohashi., A, Kubota, K., Detection of single-copy functional genes in prokaryotic cells by two-pass TSA-FISH with polynucleotide probes. *Journal of Microbiological Methods* 88 218-223, 2012
11. Kobayashi, T., Li, Yu-You., Kubota, K., Harada, H., Maeda, T., Characterization of sulfide-oxidizing microbial mats developed inside a full-scale anaerobic digester employing biological desulfurization, *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol.93, No.2, pp.847, 2012
12. Tanaka, H., Takahashi, M., Yoneyama, Y., Syutsubo, K., Kato, K., Nagano, A., Yamaguchi, T., Harada, H., Energy saving system with high effluent quality for municipal sewage treatment by UASB-DHS, *Water Science & Technology*, Vol.66, No.6, pp.1186-1194, 2012
13. Uemura, S., Suzuki, S., Maruyama, Y., Ohashi, A., Yamaguchi, T. and Harada, H., Direct treatment of settled sewage by DHS reactors with different size sponge support media. *International Journal of Environmental Research*, 6(1), Winter, pp.25-32, 2012
14. Uemura, S., Kimura, M., Yamaguchi, T., Ohashi, A., Takemura, Y. and Harada, H., Long term evaluation of the effect of salinity on organic removal and ammonium oxidation in a down-flow hanging sponge reactor. *International Journal of Environmental Research*, 6(2), Spring, pp.361-366, 2012
15. 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*, 87(10), pp.1466-1472, 2012
16. 松永健吾, 久保田健吾, Erica Vonasek, 竹村泰幸, 原田秀樹, 18S rRNA 遺伝子情報を用いた排水処理汚泥の真核生物群集構造解析, 土木学会論文集 G (環境) , 68(7), III_13-III_19, 2012
17. 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, 第 50 巻, 第 603 号, pp.111-117, 2013
18. N. Ikeda, N. Natori, T. Okubo, A. Sugo, M. Aoki, M. Kimura, T. Yamaguchi, H. Harada, A. Ohashi and S. Uemura: Enhancement of denitrification in a down-flow hanging sponge reactor by effluent recirculation. *Water Science & Technology*, Vol. 68(3), pp591-598, 2013.
19. Onodera, T., matsunaga, K., Kubota, K., Taniguchi, 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*, Vol.36, pp.169-175, 2013.
20. Pattananuwat, N., Aoki, M., Hatamoto, M., Nakamura, A., Yamazaki, S., Syutsubo, S., Araki, N., Takahashi, M., Harada, H., Yamaguchi. T., Performance and microbial community analysis of a full-scale hybrid

- anaerobic-aerobic membrane system for treating molasses-based bioethanol wastewater. International Journal of Environmental Research. Vol. 7, pp. 979-988, 2013
21. Kodera, H., Hatamoto, M., Abe, K., Kindaichi, T., Ozaki, N., Ohashi, A., Phosphate recovery as concentrated solution from treated wastewater by a PAO-enriched biofilm reactor. Water Research Vol.47, Issue 6, pp. 2025-2032, 2013
 22. Pattananuwat, N., Kawai, T., Hatamoto, M., Syutsubo, S., Takahashi, M., Harada, H., Yamaguchi, T., Development of Combined Anaerobic-Aerobic System for Treating Industrial Molasses Wastewater. Journal of Water and Environmental Technology, Vol.11, No.6, pp.519-528, 2013
 23. 宮岡佑馬, 幡本将史, 珠坪一晃, 小野寺崇, 多川正, 上村繁樹, 荒木信夫, 山口隆司. 水処理 UASB 後段の DHS リアクターにおける排水処理特性と真核生物群集構造の季節変動. 土木学会論文集 G (環境). Vol.69, No.7, pp.III_257-III_264, 2013
 24. 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). Vol.69, No.7, pp.III_121-III_127, 2013
 25. 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. 土木学会論文集 G (環境). Vol.69, No.7, pp.III_539-III_546, 2013
 26. Kubota, K., Hayashi, M., Matsunaga, K., Iguchi, A., Ohashi, A., Li, Y.-Y., Yamaguchi, T., Harada, H., Microbial community composition of a down-flow hanging sponge (DHS) reactor combined with an up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor for the treatment of municipal sewage. Bioresource Technology. 151(January), pp.144-150, 2014
 27. Kubota, K., Morono, Y., Ito, M., Terada, T., Itezono, S., Harada, H., Inagaki, F. Gold-ISH: A nano-size gold particle-based phylogenetic identification compatible with NanoSIMS. Systematic and Applied Microbiology. published online.

(2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳(国内 0 件、国際 0 件、特許出願した発明数 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、国際 0 件)

4. プロジェクト実施体制

(1) 「東北大学」グループ

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
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「国内のみ」
3. 設計指針・維持管理マニュアルの作成

①研究者グループリーダー名： ○原田秀樹（東北大学・教授）

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

(2) 「木更津工業高等専門学校」グループ

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
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「国内のみ」
3. 設計指針・維持管理マニュアルの作成

①研究者グループリーダー名： ○上村繁樹（木更津工業高等専門学校・教授）

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

(3) 「長岡技術科学大学」グループ

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
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「国内のみ」
3. 設計指針・維持管理マニュアルの作成

①研究者グループリーダー名： ○山口隆司（長岡技術科学大学・教授）

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

(4) 「新潟薬科大学」グループ

研究題目：

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「国内のみ」

①研究者グループリーダー名： ○井口晃徳（新潟薬科大学・助教）

②研究項目

- ・生物学的処理メカニズム解明

以上。