

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)
研究課題別終了時評価報告書

1. 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 (2011年4月～2016年3月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：原田 秀樹 (東北大学 未来科学技術共同研究センター 教授)
2. 2. 相手側研究代表者：Dr. Brijesh Sikka (環境森林省国家河川保全局 (NRCD), Adviser)

3. 研究概要

本プロジェクトの目的は、途上国の人々の健康に重大な脅威を与えている水汚染を修復・改善し、安全で快適な環境とすることである。

そのために、本プロジェクトは、途上国で広く普及が可能な、安価、かつ、メンテナンスが容易でエネルギー消費が少ない下水処理システムを開発し、普及の道筋をつけることを目標としている。

具体的には、DHS (Down-flow Hanging Sponge) リアクターと呼ばれるシステムを開発し、すでにインドで普及しつつある UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) の後段に設置するものである。

プロジェクトの集大成とも云えるアグラ市での本システム実規模実証装置は、建設完了引渡しが予定より約1年半遅延し、2014年7月からモニタリングを開始している。

一方、日本国内において、小型 DHS リアクターを製作し、 K_La (総括酸素移動係数)・スポンジ担体の汚泥保持能等の物理化学的特性の把握や迅速・簡便な RNA (リボ核酸) 定量法の開発および新規微生物検出法の開発を行っている。

4. 評価結果

総合評価 (B : 所期の計画以下の取組みであるが、一部で当初計画と同等又はそれ以上の取組みもみられる。)

実規模実証装置の建設が遅れ、稼働時間が十分とれていないことおよび UASB から DHS に流入する下水の水質 (有機物濃度) が当初の想定より極めて悪かったことなどのため、目標とした処理水質を得られていない。一方、日本側が国内で単独で行った DHS の作用機構の解析などの研究は良い成果を挙げている。

今後、この DHS 装置をインドさらには他の国々で普及するためには、プロジェクト後の研究体制の維持強化、実規模実証装置でのデータの蓄積・解析とともに、担体の現地製作

によるコスト低減等のビジネスモデルの構築などが必要であろう。

以下に、評価項目における特筆すべき内容を列挙する。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

要素技術の開発が進み、またアグラでの実験結果から UASB に DHS を組み合わせた下水処理システムは、大型のシステムとして他の方式に対し、所要面積、所要電力、コスト、性能などの点で優位であることは示されたが、プロジェクトの集大成と言える、アグラでの実証試験で説得力のある性能を示す十分なデータがまだ得られていない。

【国際社会における認知、活用の見通し】

UASB+DHS の優位性については、国際会議等での発表や論文発表を通じて認知されているものと評価するが、その有効性をアグラで実証し、国際的な認知度を上げる良い機会である本 SATREPS プロジェクトが必ずしも十分な成果を挙げることなく終了するのは、残念であり、今後もその努力を継続して欲しい。

【他国、他地域への波及】

基礎的なデータは得られているものの、本プロジェクトで得る予定であった実証的なデータについては、未だ不十分で、十分なデータを得ること、インドでまず普及させていくことが先決と思われ、他国、他地域への波及は今後の活動にかかっている。

【国内外の類似研究と比較したレベルや重要度】

DHS システム自体の優位性はあり、本プロジェクトはそれについての研究という点でリードしていることは明白である。この技術が受け入れられるのに必要な諸条件をしっかりと洗い出してそれを解決する努力が望まれる。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】

課題の重要性と研究開発の方向の妥当性は明確と思われる。一方、インドでは下水の処理水質基準をさらに厳しく設定（例えば、BOD30mg/L 以下から BOD10mg/L 以下）してきていることから、下水処理におけるその理想の状態と現実とのギャップがさらに広がることが予想される。本プロジェクトではこの DHS+後処理を組み合わせることで、新基準もクリアー出来ることを示そうとしているがまだ達成できたとは云えない。

【課題解決、社会実装の見通し】

インド側のシステム研究に対するキャパシティービルディングがなされたとは言えず、今

後インドにおいて研究開発と実用化が進められるためには、相当の努力が必要であろう。

また、UASB+DHS システムがインドの水処理技術として近未来において広く社会実装される見通しは立っていない。

【継続的发展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

研究当初から DHS 担体の開発や処理システムの機能・メカニズムの研究は日本側単独で行う計画であったことなど、相手国側研究機関との共同研究を行うという意識が弱かったこともあり、検証途中のこの共同研究をさらに継続・発展してゆく枠組みはまだ出来ていない。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】

本システムのメカニズムの理解など、研究開発を進展させるだけの本質的なキャパシティービルディングは十分になされていない。実規模実証試験で十分なデータを得ること、継続的に日本の研究者が支援していくことなどが必要である。相手国側に社会実装のためにはどのような課題をクリアすべきかを具体的に示し、理解を促す努力を最大限すべきである。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

日本企業が協力しているが、事業化を進めるか否かは現段階では不明である。

【科学技術の発展】

主に日本側の微生物担体などについての研究は進展したが、実規模実証試験の遅れがあり、大いに進展したとは言い難い。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

日本人研究者の相手国への滞在はほとんどが短期間であり、十分に人材育成できたとは云えない。ただし、ガイドラインの作成などにおいては、若手・中堅研究者が中心的役割を果たしたようであり、彼らがプロジェクト終了後の研究継続・発展に貢献することを期待する。

【知財の獲得や国際標準化への取組み、生物資源へのアクセスやデータベース入手手法】

日本側のみでの特許の取得はなされている。

【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

UASB+DHS システムの設計ガイドラインおよび維持・管理ガイドラインの作成が進められている。ただし、実証試験が未完のため、完全なものはまだ完成できない段階である。今

後のデータも取入れて充実したガイドラインとして残すようにして欲しい。また、論文発表はあるが、共著のものはまだない。

【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含めて）】

実規模実証装置の建設や運転に関しては連携されたが、担体などの基本的な部分は日本単独でなされるなど、研究のネットワーク形成は不十分である。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

相手国の主たる研究機関が発足後まもなく変更されたことなども影響し、本格的な共同研究の着手が遅れた。相手国の研究体制は弱体のままである。プロジェクト全体としての一体感が希薄であった。

【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

お互いに相手任せのところがああり、一体感が不足している。また、インドにおける UASB 方式の処理レベルの実情については、アグラでの実証実験前に把握しておくべきであった。

【成果の活用に向けた活動】

ワークショップやシンポジウムなどこの DHS の性能等を紹介する試みは、東南アジアを中心に数多く行われており、その努力は評価する。しかしながら、実規模実証試験の継続を含め、今後のインドでの活動の継続には不確かさがある。

【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

現時点では、論文発表は日本側のみでなされており、共著のものがない。実規模実証実験でのデータ取得が大幅に遅れたため、本格的な論文作成はこれから始めるという段階である。

【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

プロジェクト終了後も実規模実証装置や計測機器類が有効に活用され、必要なデータを取り切れるか危惧される。インドにおける研究開発の継続性も不明である。投入された資・機材が有効に活用されるよう、今後も日本側研究チームは、最大限の努力を行うことを期待する。

5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

今後の研究の採択、推進に対する注意点として、①日本が有する技術の維持と共同研究

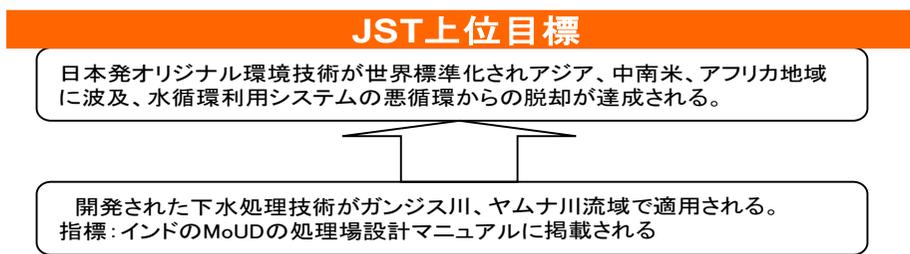
の推進のバランスを考えて技術の提供範囲を明確にし、合意しておくこと、②相手国の研究体制を見極めておくこと、③本プロジェクトのような大規模工事を行うような課題では、時間の余裕を持って計画を進めること、④開発した技術、システムを適用しようとする現地の状況をよく把握しておくこと（本プロジェクトではUASBの排出水の水質の事前把握が不十分であった）などが上げられる。

また、本プロジェクトに対する要望事項は、以下の通りである。

1. アグラでの実証試験を完遂し、UASB+DHS 下水処理システムの機能と優位性を明確にすること。
2. 本プロジェクトで得られた技術成果、実規模実証装置および分析機器類、共同研究によるキャパシティービルディング（今後の更なる向上も期待）などを有効に生かし、研究開発と実用化を推進すること。
3. 日本側研究者が継続的に支援できるよう検討すること。

以上

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 (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(H22/6-H28/3)
相手国名	インド
主要相手国研究機関	国家河川保全局、中央公衆衛生環境局、ウッター・プラデシュ州上下水道公社、アリガームスリム大学、インド工科大学



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"> 日本生まれの環境技術が初めて世界標準となる 開発されたUASB-DHS技術の世界での産業化に貢献する 設計施工等日本企業への受注機会創出
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 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 新規DHS担体へのフィードバック
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"> 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 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
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 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) 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)
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) メディア掲載(13回) 水処理・ライフサイエンス分野へ論文投稿(21報)

()内は、実績値。

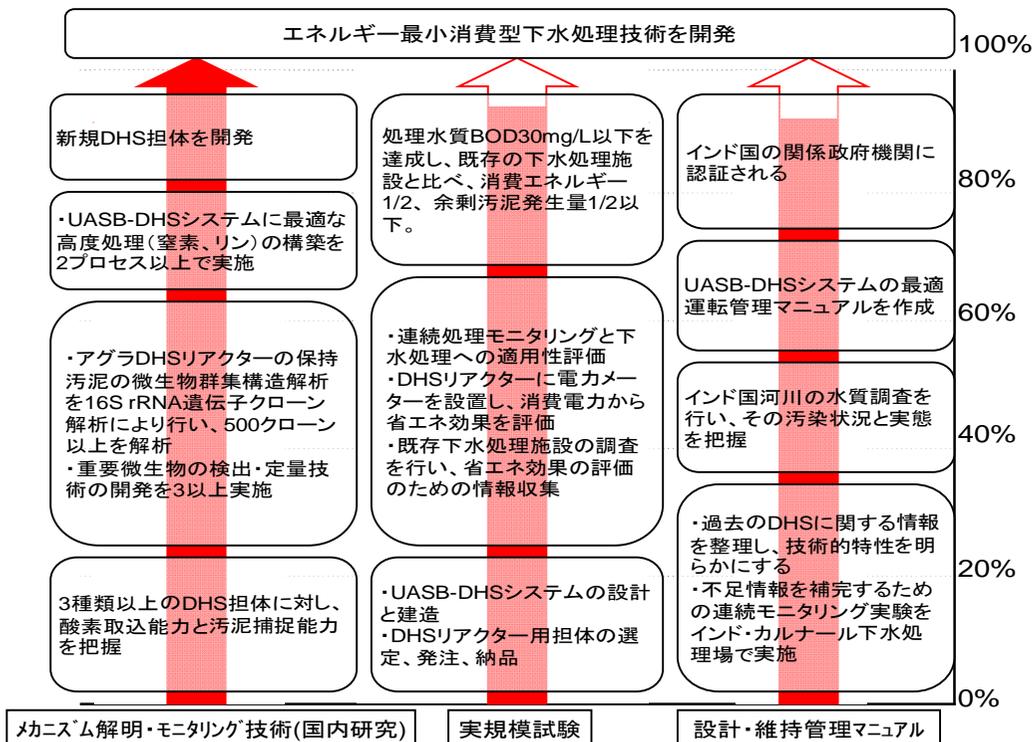


図1 成果目標シートと達成状況(2016年1月末時点)