

終了時評価調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：タイ	案件名：熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発プロジェクト
分野：環境管理－水質汚濁	援助形態：技術協力プロジェクト(SATREPS)
所轄部署：地球環境部 環境管理グループ 環境管理第一課	援助金額（評価時点）：総投入額 約 3.9 億円
協力期間	2009年5月～2013年9月
	先方関係機関：環境研究研修センター(ERTC)、 チュラロンコン大学(CU)、カセサート大学(KU)
	日本側協力機関：東京大学、早稲田大学、立命館大学、東北大学、山形大学、金沢大学
	他の関連協力：マヒドン大学、アジア工科大学
<p>1-1 協力の背景と概要</p> <p>タイ国では工業化や都市化、モータリゼーションの進行を背景に水資源の脆弱性や衛生的で安全な水の確保、水質保全の課題を抱えている。タイ国政府は水のビジョンにおいて、「2025年には市民参加の下、効果的で持続可能かつ公平な水利用を達成する水管理により、タイ国全土にわたり十分な水の供給を実現する」としており、天然資源環境省(MONRE)を中心にその抜本的解決を図ることを目指しているものの、都市用水や工業用水においては水資源の脆弱性の課題は解決しておらず、水利用の合理化や再利用を進める施策の実現が必要とされている。</p> <p>タイ国内で未処理の廃水を浄化して水汚染を解消すれば、身近に利用できる水資源の量も増え、健全な水経営の第一歩を踏み出すことができることから、熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発が地球規模課題対応国際科学技術協力(SATREPS)案件としてタイ国政府から要請が出され、2009年3月31日にR/Dの署名・交換、同年5月に本プロジェクトが開始された。</p> <p>なお、本プロジェクト実施中の2011年10月に発生した洪水被害の影響を受け、2012年6月に変更R/Dを締結し、本プロジェクト期間を6ヵ月間延長（2013年9月末日まで）した。</p> <p>1-2 協力の内容</p> <p>(1) 上位目標 なし。(科学技術協力案件では、本案件に限らず上位目標とプロジェクト目標を区別して設定せず、プロジェクト目標のみを設定しているものもある。)</p> <p>(2) プロジェクト目標 広範囲に適用できる適切な水再利用技術が新たに開発され、ERTCによる効果的な管理のための制度的枠組みが確立される。</p> <p>(3) アウトプット アウトプット 1. 水再利用技術の研究・開発・普及促進に係わる制度的枠組みができる。 アウトプット 2. 社会に実装されるための新たな省エネルギー型（エネルギー自立型）個別水再生・再利用システムが開発される。 アウトプット 3. 社会に実装されるための新たな資源生産型（地球温暖化ガス発生抑制型）水再利用技術が開発される。</p>	

アウトプット 4. 地域水再利用のための効果的な管理・モニタリング手法が開発される。

(4) 投入 (2013 年 6 月末時点)

日本側：

専門家派遣 14 名 (長期 2 名、短期 12 名) 機材供与 約 123 百万円

ローカルコスト負担 約 118 百万円 研修員受け入 54 名

タイ国側：

カウンターパート配置 27 名

機材 約 4.4 百万バーツ (ERTC および KU。CU は不明)

ローカルコスト負担 約 10.4 百万バーツ (ERTC : 8.0 百万バーツ、KU : 2.4 百万バーツ。

CU 大学は不明)

他にオフィススペース、光熱費等負担

2. 評価調査団の概要

調 査 者	総括団長 野田英夫	JICA 地球環境部 環境管理第一課長
	協力企画 根崎 俊	JICA 地球環境部 環境管理第一課
	SATREPS 評価 井上孝太郎	(独)科学技術振興機構 (JST) 上席フェロー
	SATREPS 評価 阿部弘行	JST 地球規模課題国際協力室 主任調査員
	評価分析 西村邦雄	株式会社アイコンズ 顧問

調査期間 2013 年 6 月 16 日～2013 年 6 月 28 日 評価種類：終了時評価

3. 評価結果の概要

3-1 実績の確認

(1) 活動実績

活動は、2011 年 10 月の洪水被害の影響を受け、一時中断することを余儀なくされたが、協力期間を 6 ヶ月延長することにより、概ね計画どおり実施されている。

(2) アウトプットの達成状況

アウトプット 1：ほぼ達成されている。

▶熱帯地域における適切な水再利用に関する技術的な研究開発 (Research and Development: R&D) を推進するための組織として水再利用センター (Water Reuse Center: WRC) が 2013 年 6 月に ERTC 内に設立された。

▶水再利用の潜在的なユーザー及びそれらユーザーのニーズに対し、適正な技術に関する包括的なデータベースがウェブ上に構築された。

▶水再利用技術情報、リスク評価の方法、MBR や人工湿地による水質改善技術等の内容を含む水利用ガイドブックが本プロジェクト終了までに作成される予定である。

▶水再利用技術の潜在的なユーザーを対象とした 3 回の技術セミナーと 4 回のワークショップが実施された。また、2013 年 7 月に MBR 技術セミナーが計画されている。

アウトプット 2：ほぼ達成されている。

▶CU キャンパス内の高層ビル廃水リサイクル処理のための傾斜管付膜分離オキシデーションディッチ (IT-OD-MBR) システム、並びに二段傾斜管付膜分離活性汚泥法 (TSIT-MBR) システムに係る研究がベンチスケール実験及びパイロットスケール実験で実施された。

▶CU キャンパス内食堂からの食品残渣及び汚水処理のためのシングル式並びにツーステップ

式嫌気性消化システムに係る研究が展開された。その結果、エネルギー節約／回収効率が計算された。

- ▶ 学術出版物が 21 件出された（傾斜管付膜分離活性汚泥法（itMBR）関連 10 件、リン回収関連 11 件）。
- ▶ 2 件の特許申請に向け準備中である（2013 年 9 月末までに申請予定）。
- ▶ 本アウトプット 2 で開発された技術はマスメディアから注目を集め、CU の C/P はテレビ局及びラジオ局からそれぞれ 2 回ずつ、新聞社から 7 回の取材を受けた。

アウトプット 3：達成された。

- ▶ 食品工場廃水の再利用のためにコントロールした条件の下で、最大の有機物分解効率と生産量を達成するための最適運転条件を明らかにする短期／長期の実験データが光バイオリアクター（光照射生物反応槽）のベンチスケール実験によって明らかにされた。
- ▶ 一般廃棄物処分場の浸出水処理に関し、有機物と有害化合物除去、最小の膜目詰まりを達成するための最適運転条件を明らかにする短期／長期の実験データが逆浸透膜を用いた傾斜管付膜分離活性汚泥法（itMBR-RO）のベンチスケール実験によって明らかにされた。さらに、レムチャバン廃棄物処分場にてパイロットスケールのコンテナ収納式 itMBR-RO システムを設置しメタン生成抑制にかかる有効なデータ分析結果が得られた。
- ▶ 学術出版物が 21 件出された。

アウトプット 4：ほぼ達成されている。

- ▶ チャオプラヤ川流域の水質情報プラットフォーム（WQIP）では、水質に関する専門的な知識を有さない人々でも理解できるように、各水質パラメーターに良し悪しを示す点数を付けてウェブサイト上で公開している。
- ▶ WQIP はワークショップを通じて関連公共機関に共有された。
- ▶ 人工湿地での植生浄化に関し、高活量ペルオキシターゼと高活量過酸化水素を持つ熱帯水生植物が特定された。それら植物による PPCPs（Pharmaceutical and Personal Care Products；医薬品及びその関連製品）の除去効果が研究された。
- ▶ 生活排水の現況や身近な水環境に対する認識等に関する質問票調査が実施され、水質に関する人々の理解が不十分であることが確認された。
- ▶ 再利用水健康リスク評価に基づき、Bang Pa-In 工業団地周辺地域住民や農業活動に対する適正な水再利用が提案された。
- ▶ 学術出版物が 108 件出された（水質情報プラットフォーム（WQIP）ワーキンググループ（WG）22 件、湿地帯建設 WG48 件、生活排水再利用 WG14 件、病原体 WG10 件、人間生態 WG 件、経済 WG9 件）。

(3) プロジェクト目標の達成度：ほぼ達成されている。

- ▶ 水再利用技術が 7 件開発された。
- ▶ 4 件の水再利用デモンストレーションプラントが運営管理されている。
- ▶ WRC が ERTC 内に正式に設立された。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性：高い

- ▶ タイ国政府が発表した『第 11 次国家経済・社会開発 5 ヶ年計画（2012 - 16）』の中で地方行

政組織と地域コミュニティ間の親密な協力関係を通じて効率的な水管理を促進すると述べており、本プロジェクトが行っている水の再利用とタイ国の政策とは一致するものである。

- ▶近年はタイ北部地域の農業地帯で乾期の水不足が発生しており、本プロジェクトで開発されるブリラム県の浄水場における新技術は有益である。
- ▶日本政府の『対タイ王国 国別援助方針』（2012年12月）では環境管理に重点を置いており、また長期戦略指針『イノベーション25』（2007年6月）では科学技術外交を進めることとしており日本国政府のODA政策と本プロジェクトとは整合するものである。

(2) 有効性：高い

- ▶プロジェクト目標の3つの指標のうち、水再利用技術については7件（ターゲット目標：6件）、水再利用デモンストレーションについては4件（同目標：3件）及びWRCは正式に設立された（同目標：WRCの設立）。したがって、全ての指標は達成されている。
- ▶アウトプット1はWRCの設立を通して、継続的に水再利用に係る研究開発（R&D）を実施する体制の整備に貢献するものである。WRCは熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発、開発した技術の適用に資する各種研修、及び技術・情報共有のための国内外ネットワークを推進するものと期待される。また、アウトプット2、アウトプット3はそれぞれCU、KUにおけるMBR新技術の研究開発に充分貢献するものであり、広範囲に適用可能な技術である。アウトプット4は6つのWGで構成されており、各WGが研究テーマに応じて自主的に活動を行い、学術的な知識や技術スキル、研究開発の運営管理能力が強化するように設定されており、新たな水再利用技術が開発されている。このように4つのアウトプットはプロジェクト目標の達成に十分貢献するものである。

(3) 効率性：高い

- ▶プロジェクト活動は、2011年の洪水の影響で一時中断することを余儀なくされた上、保管していた生体試料の一部が使えなくなる事態が生じたが、活動計画を的確に見直した結果、協力期間を6ヵ月延長することにより、ほぼ計画通りに実施されている。
- ▶日本側及びタイ側による投入の質、量、タイミングはほぼ妥当であり、効率よく使用されている。機材調達に要する時間に関してプロジェクト関係者の理解が異なっていたこともあり、プロジェクトが想定していたよりも遅れて初年度に機材が納品されたが、プロジェクトの進捗に大きな問題は与えていない。

(4) インパクト

ポジティブインパクトは以下のとおり。ネガティブインパクトは見られない。

- ▶2013年、ERTCのC/Pは天然資源環境省（MONRE）公害規制局（PCD）が開いた水再利用サブコミッティーで本プロジェクトのアウトカムを発表した際、参加メンバーは関心を示した。そして、DEQP代表は今後のサブコミッティーの会議に継続的に出席するよう、求められた。
- ▶タイ工業団地公社（IEAT）が進めているラヨン県内の工業団地における水再利用に関するマスタープランについて、CUのC/Pは技術的な助言をおこなった。
- ▶CUのC/Pは、本プロジェクトで開発したMBR技術や混合消化プロセスをグリーン・シティ・バンコク・プログラムを実現するための1つの解決策としてバンコク首都圏庁に提案した。

(5) 持続性：中程度

- (政策面) タイ政府は廃棄物処理及び汚水処理を重要な課題として認識しており、3R (Reduce, Reuse, Recycle) の推進を通じて総合的な都市環境管理を進めている。そのため、水環境管理政策の下で水再利用を含む 3R 活動が続くものと期待される。
- (制度面) WRC が ERTC 内に設立された。タイ国内や近隣地域/国の R&D センターとして活動することが期待される。なお、ERTC はカンボジア、ミャンマー、ラオスを対象に水関連のセミナーやワークショップを開催するという重要な役割を果たしている。
- (財政面) 本プロジェクト期間中に ERTC の年間予算は徐々に増加しており、この増加傾向は継続するものと期待される。WRC は既に 2013 年 10 月から 2015 年 9 月までの研究開発費として 10 百万バーツを確保している。
- (研究開発 (R&D) 面)) ERTC、CU、KU、他の研究開発機関及びタイ政府は、水再利用のみならず地球温暖化を解決するための技術開発及びその普及の重要性を認識しており、水再利用関連の研究開発は継続すると期待される。
- (社会面) タイ国民による水再利用に関する理解は、出版物やセミナー、マスメディア等によって促進されることが期待される。

3-3 効果発現に貢献した要因

(1) 計画内容に関すること

本プロジェクトは専門家チームと C/P の合意に基づき柔軟に進められている。すなわち、C/P と専門家チームとは研究活動を進めていく過程で生じる新たな課題、仮説、提案を重視し、それらとの対応を進めながら研究活動を発展させていった。本プロジェクトでは活動が多岐に亘るにも関わらず、専門家チームと C/P は相互に知見を惜しみなく出し合い、目標達成に向け協働作業を行っている。このような積極的な姿勢が本プロジェクト目標の達成に向けて貢献している。

(2) 実施プロセスに関すること

本プロジェクト前半は副リーダーが長期滞在し、後半はプロジェクトリーダーが頻繁に訪タイして本プロジェクト活動を進めた。

3-4 問題点及び問題を惹起した要因

(1) 計画内容に関すること

リサーチアシスタント (RA) 数が不十分であった上、その一部は短期間で離職した。そのため、新規雇用した RA を再び最初から指導せねばならず、RA の人材育成にかかるコストが生じた。

(2) 実施プロセスに関すること

2011 年 10 月、大洪水が生じたために本プロジェクト期間を延長せざるを得なかったが、その洪水により停電が発生し ERTC の冷蔵庫内の収集した生体試料が使用できなくなった。

3-5 結論

- 本プロジェクトにおいては、関係者の協働により熱帯地域に適した新しい水再利用技術が成功裏に開発された。
- 水再利用技術の研究開発を継続するための組織として 2013 年 6 月に水再利用センターが設立された。WRC が水再利用に関する研究開発を実施し、水再利用に関する情報を広めていくことで、本プロジェクトによって生まれたアウトカムが WRC に継承されると期待

される。

- ▶ 2011年の大洪水のためにプロジェクト期間は6ヵ月間延長されたが、洪水で受けたダメージは双方の努力により克服された。これに伴い、アウトプット3は達成され、残りの3つのアウトプットも、またプロジェクト目標もほぼ達成されている。
- ▶ 評価5項目の視点から妥当性、有効性及び効率性は高く、インパクトも或る程度大きいものと期待できる。持続性についてはWRCの活動を促進するため、DEQPが牽引してタイ側による継続的な取り組みがなされることが期待される。

3-6 提言（本プロジェクトに関する具体的な措置、提案、助言）

(1) 水再利用センター（WRC）の業務計画の作成

アウトプット1の結果として、WRCがERTC内に2013年6月に公式に設立された。WRCの機能として(a)研究開発（R&D）の継続、(b)国民、市町村、商業セクター、工業界及び近隣諸国への知識／技能／技術の普及、(c)水再利用の人的ネットワーク作りが期待されている。このような期待の下、終了時評価団はERTCがCU及びKUの支援を受けて本プロジェクト終了までに以下の課題を網羅したWRCのマスタープランを作成することを提案した。

(i) 研究開発（R&D）

本プロジェクトを通じて、CU、KU及びERTCのC/Pは協同研究体制を強化し、R&Dの重要性を理解した上で、アウトプット2、3及び4で多くの研究成果を得ることができた。今後もこのような共同研究のメカニズムが必要である。さらに、ERTCは国内外の大学や研究機関との共同研究パートナーシップを強化する必要がある。

(ii) 支援活動プログラム

- ▶ 本プロジェクトを通じて民間セクターや工場の経営関係者などが関心を示した。WRCは開発した新技術が具体的に適用、活用されるよう、開発技術の詳細なコスト計算を示す必要がある。
- ▶ 2013年5月、ERTCはタイの工場関係者25社に対して、ERTCにある実際の人工湿地や分散型水再利用処理プラントを使った水再利用研修を実施している。民間企業の要請に応えるためにも、WRCがタイ地方の工場に知識や技術などの情報を発信する重要な役割が期待されている。
- ▶ 本プロジェクトで開発されたIT-OD-MRBシステム、TSIT-MBRシステム、itMBR-ROシステム、人工湿地、生活排水の再利用及び砂ろ過システムに関してデモンストレーションプラントを実際に活用しながら紹介することは、関係者と共に開発した技術の適用に関する具体的な議論をするツールとして、また、広く一般に水再利用に関する環境教育のためのツールとして有用である。
- ▶ 一般の人々は健康リスクの観点から水質に関する知識が少ないか、あるいは注意していないことが明らかになった。そのため、定量的微生物学的リスク評価（QMRA）や関連研究を踏まえて水再利用ガイドブックや水質情報プラットフォームの利用を促進することにより人々の水への認識を高める啓蒙活動を進めることができる。

(iii) ネットワーク

(a) 国内ネットワーク

本プロジェクトでCU、KU及びERTC間の共同研究のためのネットワークが構築されたが、

他の関連機関とのネットワークの強化も重要である。WRC が関係機関（天然資源環境省内の他部局（公害規制局等）、工業省、保健省、教育省、地方自治体、産業界等）との情報交換を進めるために、円卓会議等の調整メカニズムを構築することが期待される。先ず始めに、本プロジェクト終了前までに WRC が関係者を招聘した円卓会議を開催することを提案する。また、ERTC は水再利用サブコミッティーの委員なので ERTC が水再利用の議論をリードすることを提案する。

(b) 国際ネットワーク

2013 年 8 月に開催予定のセミナーにはラオス、ミャンマー、カンボジア等の近隣諸国が参加し、開発した技術等の研究成果が共有される予定である。このセミナー開催は、地域ネットワークを構築し講師を務める C/P の能力向上を図るにはよい機会である。これを機会に ERTC が近隣国のニーズを確認し、WRC が水再利用の研究開発を促進する地域拠点となるように、共同研究の可能性を探ることを提案する。

3-7 教訓

中間レビュー後、本プロジェクトで既に定められた指標を補足する『Supplement to Indicators』（2011 年 8 月 17 日）が作成された。この補足指標は本プロジェクトの進捗管理のツールとして有効であったのみならず、終了時評価調査団にとってもプロジェクト活動の進捗を把握する上で有益であった。

今後、SATREPS 案件では、プロジェクトの進捗状況をより明らかにし、達成されるべきターゲットを具体的に詳細に確認するためにも、一定程度具体的な進捗がわかっていると見られる中間レビュー調査実施時期の前後に、このような詳細な指標の作成が有効である。