

国名 タイ	(科学技術) 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
----------	----------------------------------

I 案件概要

事業の背景	タイは、乾季における水不足、雨季における洪水等の気候変動に伴う、水資源管理における構造的な脆弱性を抱えている。また、バンコクを含む、主要都市への産業集中や都市化は、過剰な地下水のくみ上げなどにより、水不足、水質汚染、地盤沈下といった水に関連する問題を引き起こしていた。安全な水の量・質の確保、水資源の脆弱性緩和は、同国の社会経済発展の上で重要な課題となっていた。そうした状況下、利用可能な水資源の拡大及び健全な水資源管理に向け、排水再利用技術の研究開発の必要性が高まっていた。		
事業の目的	本事業は、研究のための制度的枠組みの構築、水再利用技術、省エネルギー型個別水再生・再利用システム、新たな資源生産型水再利用技術及び地域水再利用のための効果的な管理・モニタリングシステムの開発・促進により、適切な水再利用技術の開発及び水再利用技術の促進のための制度的枠組みの構築を図り、もって、効果的な水資源管理に向けた適切な水再利用技術の広範な適用を目指した。 1. 上位目標：なし 2. プロジェクト目標：タイにおいて、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るとともに、効果的な管理のための制度的枠組みが構築される。		
実施内容	1. 事業サイト：バンコク 2. 主な活動：1) 水再利用センターの作業計画、人員配置、予算の策定、2) 排水再利用のための、逆浸透膜を用いた傾斜管付分離活性汚泥法 (IT-OD-MBR) 及び二段傾斜管付膜分離活性汚泥法 (TSIT-MBR)、食品残渣及び汚水処理のための一段及び二段嫌気性消化システムの研究、3) パイロット版 MF 膜ろ過をフォトバイオリアクター（光照射性物反応槽）、浸出液処理のための傾斜管付逆浸透膜分離活性汚泥 (itMBR-RO)、排水処理における地球温暖化対策システムの建設・運転、4) 水再利用技術の水質の健康、環境及び経済的影響に係るリスク評価の実施、水再利用システムの整備・運転 3. 投入実績 日本側 (1) 専門家派遣 14人 (2) 研修員受入 54人 (3) 機材供与 分析機器、各種リアクター、流量計、オートクレーブ、測定器、等 相手国側 (1) カウンターパート配置 27人 (2) 土地・施設 執務スペース (3) 現地業務費 消耗品、通信費、旅費、等		
協力期間	2009年5月～2013年9月 (延長期間：2013年4月～9月)	協力金額	(事前評価時) 390百万円、(実績) 386百万円
相手国実施機関	環境研究研修センター (ERTC)、チュラロンコン大学、カセサート大学		
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		

II 評価結果

<留意点>

【上位目標の指標】

本事業では、上位目標は設定されていなかった。プロジェクト目標は、「タイにおいて広範に適用される適正な水再利用技術の開発」であることから、「新たに開発された水再利用技術の広範な適用」は、想定された社会実装に向けた取組み、あるいは「想定された上位目標」とみなされる。本事後評価では、本事業で開発された技術の適用状況について、本事業の期待された正のインパクトの一部でもある「想定される上位目標」として評価した。

【事業効果の継続状況】

プロジェクト目標の指標3は、「環境研究・研修センターにおける水再利用技術促進に向けた制度的・組織的メカニズム」であり、「水再利用センター」が設立された。水再利用センターの設立は、本事業実施のための体制面での整備であり、水再利用技術の促進に向けた研究開発活動のためのものであったことから、同指標の事後評価時点での状況については、事業効果の継続としてではなく、持続性の体制面として分析を行った。

1 妥当性

【事前評価時・事業完了時のタイ政府の開発政策との整合性】

本事業は、2025年までにすべての利用者に対し十分な質及び量の水を確保することを目的とした「タイ水ビジョン」(2000年)、地方行政組織及びコミュニティ間の緊密な協働による効率的な水管理の促進に重点を置いた「第11次国家社会経済開発計画」(2012年～2016年)という、タイの開発政策に整合していた。

【事前評価時・事業完了時のインドにおける開発ニーズとの整合性】

本事業は、質・量ともに十分な水を確保するための、効果的な水再利用システムに対する、タイの開発ニーズに整合していた。

【事前評価時における日本の援助方針との整合性】

本事業は、中進国としてのタイに対し、環境管理及び都市問題等の、社会の成熟に伴い発生する課題への対応への協力に重点をおいた、「対タイ経済協力計画」(2006年)に整合していた。

【評価判断】

¹ SATREPS とは、「地球規模課題対応 国際科学技術協力」(Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development) を指す。

以上より、本事業の妥当性は高い。

2 有効性・インパクト

【プロジェクト目標の事業完了時における達成状況】

事業完了時点までに、プロジェクト目標は達成された。本事業により、水再利用に関連した7つの技術が開発された（指標1）。事業実施中において、4つのサイトにおける水再利用システムのデモンストレーションプラントが稼働した（指標2）。水再利用センターが、水再利用技術の促進に向けて、環境研究・研修センターに設立された（指標3）。

【プロジェクト目標の事後評価時における継続状況】

本事業の効果は、事後評価時点において継続している。本事業で開発したすべての技術は、継続して活用されている（指標1）。そのうち、4つの技術は実際のサイトにおいて稼働しており、処理水は利用可能なものである（指標2）。また、2014年4月8日、9日にドイツ連邦環境庁、SAICM(国際的な化学物質管理のための戦略的アプローチ)事務局及び国連環境計画に開催された、SAICMにおいて新たに注目される課題となっている、「環境における医薬品」に関する会合において、水質情報プラットフォームのアウトプットが発表された。チュラロンコン大学は、また、水再利用システムの適用を促進するため、排水再利用システムの繊維産業への適用に係る研究を行っている。水再利用センターは、2014年から2016年にかけて、「医薬品及び生活関連物質」(Pharmaceuticals and Personal Care products: PPCPs)によるバンパコン川の汚染に関する研究プロジェクトの実施において、水質情報プラットフォームを活用した。同事業は、2016年の化学物質管理戦略策定国家委員会の旗艦プロジェクトでもあった。水質情報プラットフォームは、2018年に薬剤耐性に係るタイ国家戦略計画合同委員会への情報提供も行っている。

環境研究・研修センター・水再利用センター、チュラロンコン大学、カセサート大学の研究者は、本事業で開発した水再利用技術や研究成果に関連する研究を継続している。さらに、第10地域環境局及びマハサラカーン市、また、チュラポン研究所、など他の研究所・研究機関も、本事業の研究成果に基づく新たな研究事業を立ち上げている。

【想定された上位目標の事後評価時における達成状況】

想定された上位目標は、事後評価時点で達成された。本事業で開発された水再利用技術は、タイの公的機関及び民間機関により、広範に適用されている。また、水再利用センターは、2014年度において、JICAのフォローアップ協力のもと、カンボジア、ラオス及びミャンマーにおいて、本事業で開発された水再利用技術を紹介した。さらに、本事業で策定された水再利用ガイドラインは、タイの水再利用ガイドラインの策定に向けて、公害対策局及び天然資源・環境政策計画局により活用されている。バンコク首都圏庁も、同ガイドラインを、中央排水処理施設による処理水の再利用に係るマスタープランの策定に活用しており、セヴェルナ市は家庭排水処理・再利用に向けた参考資料として活用している。

【事後評価時に確認されたその他のインパクト】

事後評価時点においていくつかの正のインパクトが確認された。環境研究・研修センターの研究チームは、活性汚泥法設備及び人口湿地の運営維持管理、分子テクノロジーの分析方法に関する専門性を確立した。チュラロンコン大学の研究チームは、チュニジアで開催された、「2016年持続可能な開発に向けた包括的環境管理国際会議」の欧州・地中海会合において、水再利用に係る研究により、「最高論文賞第1位」を獲得した。また、チュラロンコン大学の研究チームのリーダーは、2017年及び2018年会合の科学委員会のメンバーに指名された。カセサート大学の研究チームは、タイにおける水再利用技術の促進に向け、本事業で獲得した知識を適用している。現在、バンコク首都圏庁及び同排水・下水局のいくつかの委員会による水再利用事業に参加している。

事後評価時点において、環境面での負のインパクトは確認されなかった。

【評価判断】

以上より、本事業の有効性・インパクトは高い。

プロジェクト目標の達成度

目標	指標	実績
(プロジェクト目標) タイにおいて、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るとともに、効果的な管理のための制度的枠組みが構築される。	(指標1) 新たに開発された技術の数及び内容	達成状況：達成（継続） (事業完了時) 本事業のもと、以下の新たな技術が実験によって開発された。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ チャオプラヤ川流域に関する水質情報プラットフォーム ➢ 30 水処理施設による浄水に向けた環境研究・研修センターにおける人工湿地 ➢ バンコク第11師団における排水再利用システム ➢ ブリラム浄水場における処理済水 ➢ IT-OD-MBR ➢ TIST-MBR ➢ 嫌気性光バイオリアクター ➢ itMBR-RO (事後評価時) 本事業で開発された技術が、以下の通り活用されている。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 水質情報プラットフォーム：保健省保健局及び環境研究・研修センター・水再利用センターなど、複数機関により環境管理に利用 ➢ 水処理施設による浄水のための人工湿地：マハサラカーン、アマナットチャラン、及びワリンチャムラ等の4つの市における建設。サケオ州チャオプラヤ Abhaihubehr 病院における、医薬品・生活関連物質処理向け湿地の利用。ブリラム浄水施設における処理水 ➢ IT-OD-MBR 及び TIST-MBR：チュラロンコン大学によるビルにおける水再利用の適用に向けたプロトタイプ・システムの活用 ➢ 嫌気性光バイオリアクター：クリタ水・環境基金の支援によるチョンブリ県養豚場における実験に利用される予定 ➢ itMBR-RO システム：バンチャック石油産業における操業。カセサート大学における食堂排水の処理でのデモンストレーション ➢ MRB 技術：環境研究・研修センターによる家庭排水処理、サラブリ市によ

		る浸出水処理、シーナカリンウィロート大学による排水処理・再利用
	(指標2) 開発された技術の現場における試験操業の結果	<p>達成状況：達成（継続） （事業完了時）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 以下の4つのサイトで、デモンストレーション用の水再利用システムの操業が行われた。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 環境研究・研修センター3 サイト：環境研究・研修センター内に設置された人工湿地による水質浄化システム、バンコク第11師団における排水再利用システム、プリラム浄水場における処理済み水 ➢ チュラロンコン大学1 サイト：IT-OD-MBR ➢ カセサート大学1 サイト：itMBR-RO <p>（事後評価時）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 指標1で述べたとおり、4つの技術すべてが、継続して活用されており、処理水は、利用されている。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 人工湿地：環境研究・研修センターの寮からの家庭排水処理 ➢ プリラム浄水場における排水再利用システム：市の排水処理 ➢ IT-OD-MBR：「緑の大学の実践」の促進と達成に向けた取組みの一部として、チュラロンコン大学の排水処理 ➢ itMBR-RO：バンチャック石油産業の工場排水処理
	(指標3) 環境研究・研修センターにおける水再利用技術の促進に向けた制度的・体制的メカニズム	<p>達成状況：達成（継続） （事業完了時）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 水再利用センターが、環境研究・研修センターに設立された。 <p>（事後評価時） 持続性の体制面を参照</p>
(想定された上位目標) タイにおいて、新たに開発された適正な水再利用技術が広範に適用される	なし	<p>達成状況：達成 （事業完了時）</p> <p>以下のサイトでそれぞれの技術が適用されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 人工湿地 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 環境研究・研修センターの寮の家庭排水処理 ➢ チャオプラヤ Abhaiphubejhrb 病院における処理水の医薬品・生活関連物質処理及び植栽、水洗トイレへの利用 ➢ マハサラカーン市及びシンプリ市における水処理プラントを利用した家庭排水処理 ● MBR <ul style="list-style-type: none"> ➢ 環境研究・研修センター：家庭排水処理、再利用、排水処理技術に関する研修への利用、サイト訪問（2016年～現在） ➢ サラブリ市：浸出水処理（2016年～2017年） ➢ シーナカリンウィロート大学：排水処理・再利用（2018年～現在） ● IT-OD-MBR: チュラロンコン大学における研究チームは、タイにおける様々な会議・ワークショップにおいて技術に関する発表を行うとともに、タイの他の研究機関から関心を寄せられた。チュラロンコン大学は、繊維産業の排水再利用に関する研究を継続するための支援を受けている。 ● itMBR-RO: ノンタブリ県行政組織（廃棄物処理場の浸出水処理用パイロット設備）、ランシット市（固形廃棄物移転施設からの浸出水処理のための可動式設備）、バンチャック石油産業（精製中の排水処理のための可動式設備）など、公的機関・民間機関が技術を活用・適用している。

(出所) 終了時評価報告書、環境研究・研修センター・水再利用センター、チュラロンコン大学及びカセサート大学から提供された情報

3 効率性

事業費は計画内に収まった（計画比：それぞれ99%）が、事業期間は計画を超過した（計画比：113%）。2011年7月から6カ月にわたり発生したチャオプラヤ川流域で過去最も深刻な洪水により、実験や水再利用のためのパイロット施設の整備等の事業活動が中断され、研究機材や消耗品に損害が発生した。そのため、研究計画のスケジュールに見直しに基づき、事業期間が6カ月延長された。なお、アウトプットは計画どおりに産出された。したがって、本事業の効率性は高い。

4 持続性

【政策制度面】

天然資源・環境省の「持続可能な消費・生産政策」のもと、環境研究・研修センター及び環境品質促進局は、排水処理及び再利用を向上させている。しかしながら、本事業により開発された水再利用の適用を促進するための政策は、組織レベルでの適用にとどまるものであり、国レベルでの推進を図る具体的な政策はない。

【体制面】

環境研究・研修センター・水再利用センターは、本事業で開発した水再利用技術の推進に向けた役割及び所管を維持している。水再利用技術を含む本事業の研究成果を活用する組織・機関は、環境研究・研修センター、チュラロンコン大学及びカセサート大学のみならず、タイの公的・民間組織・機関、日本企業も含む国際的な組織に及んでいる。したがって、本事業で開発された水再利用技術に関連する研究活動や適用は、今後も維持される見込みが高い。

【技術面】

本事業の研究成果を活用する研究組織・機関（実施機関）の技術水準は、継続的かつ大幅に向上している。本事業に参加した研究者は、本事業に関連する研究活動を継続して行っている。また、環境研究・研修センターの研究者は、水再利用技術に関する助言・コンサルテーションを行うとともに、講演・講義も行っている。

【財務面】

研究組織・機関及びタイ政府当局は、関連する研究活動の継続や社会実装に向けた取組みへの財源を確保してきている。また、研究組織・機関は、時々に応じて、研究資金を得ている。加えて、タイ政府は、環境研究・研修センターを通じて、

水再利用技術の適用に関連する活動に対し、予算を継続的に供与している。さらに、環境研究・研修センター・水再利用センター、チュラロンコン大学、カセサート大学は、それぞれ、本事業で整備した研究施設・機材の維持管理予算を継続的に確保している。

【評価判断】

以上より、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

5 総合評価

本事業は、実用的な水再利用技術の開発・適用を通じて、プロジェクト目標及び想定された上位目標を達成した。持続性については、本事業で開発された水再利用技術に関する研究活動とその適用は維持されているものの、それを支える政策は依然として限定的である。

以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は非常に高い。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

- タイにおける水再利用事業の旗艦事業を構築するため、水利用技術の利用を行う民間セクターを奨励すべきである。
- 具体的な実施段階では、民間セクターの役割がより大きくなることから、民間セクターのパートナーとの共同研究を継続すべきである。

JICA への教訓：

- 将来の事業において、水再利用技術の促進を図るために途上国において水再利用技術の活用を試みる場合には、水利用技術の利用可能性について分析するため、水再利用技術を導入すべき水処理の適切な段階を特定する必要がある。水再利用技術の活用の促進にあたっては、当該途上国において広範な上水供給網の整備が必要であり、水再利用技術の導入を検討するにあたっては、上水供給網の整備状況を検証する必要がある。また、提案した水再利用技術を組み入れる可能性のある下水収集・処理設備の整備状況についても分析することが不可欠である。



水生植物による浄水のための人工湿地



シーナカリンウィロート大学による排水処理・再利用