

タイ王国  
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  
終了時評価調査報告書

平成25年10月  
(2013年)

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部

環境
J R
14-158



タイ王国  
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  
終了時評価調査報告書

平成25年10月  
(2013年)

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部



# 目 次

略語表

終了時評価調査結果要約表

第1章 終了時評価調査の概要	1
1-1 終了時評価調査の目的	1
1-2 合同終了時評価調査団の構成	1
1-3 終了時評価調査の日程	2
第2章 終了時評価の方法	4
2-1 評価手法	4
2-2 評価の枠組み	4
2-3 情報・データ収集と分析方法	5
2-3-1 関連資料のレビュー	5
2-3-2 プロジェクト関係者への質問票配布	5
2-3-3 プロジェクト関係者に対するインタビューと合同ミーティング	5
2-4 評価調査の制約・限界	5
2-5 結論の導出及び報告	5
第3章 プロジェクトの実績	6
3-1 投入の実績	6
3-1-1 日本側の投入実績	6
3-1-2 タイ国側の投入実績	6
3-2 活動の進捗	6
3-3 アウトプットの実績	6
3-4 プロジェクト目標の達成状況	9
3-5 プロジェクト実施プロセスにおける特記事項	10
第4章 評価結果	11
4-1 妥当性	11
4-2 有効性	11
4-3 効率性	12
4-4 インパクト	12
4-5 持続性	13
4-5-1 政策面	13
4-5-2 制度面	13
4-5-3 財政面	13
4-5-4 R&D面	13
4-5-5 社会面	14

4-6	効果発現に貢献した要因	14
4-6-1	計画内容に関する事	14
4-6-2	実施プロセスに関する事	14
4-7	問題点及び問題を惹起した要因	14
4-7-1	計画内容に関する事	14
4-7-2	実施プロセスに関する事	14
4-8	結 論	14
第5章	国際共同研究の視点	16
5-1	終了時評価について	16
5-2	研究の概要	16
5-3	調査結果の概要	16
5-4	具体的な施設の状況	17
5-5	今後の課題	18
第6章	提言と教訓	19
6-1	提 言	19
6-2	教 訓	20
付属資料		
1.	主要面談者リスト	23
2.	協議議事録	25
3.	評価グリッド	46

## 略 語 表

C/P	Counterpart	カウンターパート
CU	Chulalongkorn University	チュラロンコン大学
DEQP	Department of Environmental Quality Promotion	環境質促進局
ERTC	Environmental Research and Training Center	環境研究研修センター
IT-OD-MBR	Inclined Tube-Oxidation Ditch-Membrane Bioreactor	傾斜管付膜分離オキシデーションディッチ
It-MBR	Inclined Tube-Membrane Bioreactor	傾斜管付分離活性汚泥法
It-MBR-RO	Inclined Tube-Membrane Bioreactor-Reverse Osmosis	逆浸透膜を用いた傾斜管付分離活性汚泥法
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JST	Japan Science and Technology	独立行政法人科学技術振興機構
KU	Kasetsart University	カセサート大学
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省
PCD	Pollution Control Department	公害規制局
QMRA	Quantitative Microbial Risk Assessment	定量的微生物学的リスク管理
R&D	Research and Development	研究開発
RA	Research Assistant	リサーチアシスタント
R/D	Record of Discussions	討議議事録
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力
TICA	Thailand International Development Cooperation Agency	タイ国際協力機構
TSIT-MBR	Two-Stage Inclined Tube Membrane Bioreactor	二段傾斜管付膜分離活性汚泥法
WateR-InTro	The Project for Research and Development for Water Reuse Technology in Tropical Regions	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
WG	Working Group	ワーキンググループ
WQIP	Water Quality Information Platform	水質情報プラットフォーム
WRC	Water Reuse Center	水再利用センター





## 終了時評価調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：タイ王国	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>タイ王国（以下、「タイ国」と記す）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めざしているものの、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 日に討議議事録（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 カ月間延長（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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>アウトプット 1. 水再利用技術の研究・開発・普及促進にかかわる制度的枠組みができる。</p> <p>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。</p>	

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。  
 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                                      研修員受入れ 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及び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) アイコンズ 顧問

調査期間	2013年6月16日～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カ月延長することにより、おおむ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（R&D）を推進するための組織として水再利用センター（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、Membrane Bioreactor（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 のカウンターパート (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で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も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。
- 再利用水の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 (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ヵ年計画(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、すべ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十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うえ、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カ月延長することにより、ほぼ計画通りに実施されている。
- ・日本側及びタイ国側による投入の質、量、タイミングはほぼ妥当であり、効率良く使用されている。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、環境質促進局（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は技術的な助言を行った。
- ・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に提案した。

#### （5）持続性：中程度

- ・（政策面）タイ国政府は廃棄物処理及び污水处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。
- ・（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わたるにもかかわらず、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タイ国を訪れ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うえ、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WRC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カ月間延長されたが、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、インパクトもあ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が牽引してタイ国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) 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、1) 研究開発(R&D)の継続、2) 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、3) 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。

##### 1) 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うえで、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。

##### 2) 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ラ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、関係者ととも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発活動を進めることができる。

### 3) ネットワーク

#### ①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（MONRE 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。まずはじめに、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であることから、ERTC が水再利用の議論をリードすることを提案する。

#### ②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良い機会である。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うえで有益であった。

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。





## 終了時評価調査結果要約表

<b>I. Outline of the Project</b>	
Country: Kingdom of Thailand	Project Title: Research and Development for water reuse technology in tropical regions
Issue/Sector: Environmental Management –Water Pollution	Cooperation Scheme: Technical cooperation project
Division in charge: Global Environment Department	Total cost(estimated at completion of the Project) JPY 390,000,000
Period of Cooperation: May 2009 – September 2013	
Partner Country’s Implementation Organization: Environmental Research and Training Center (ERTC), Chulalongkorn University (CU), Kasetsart University (KU)	
Supporting Organization in Japan: University of Tokyo, Waseda University, Ritsumeikan University, Tohoku University, Yamagata University, Kanazawa university	
Related cooperation: Mahidol University, Asian Institute of technology (AIT)	
<b>1. Background of the Project</b>	
<p>With advancing industrialization, urbanization, and motorization, Thailand is facing many challenges such as conserving vulnerable water resources; ensuring safe, clean water; and protecting water quality. The Thai government, at the initiative of the Ministry of Natural Resource and Environment (MNRE), is aiming to fundamentally solve these problems, stating in its Water Vision that it will "ensure sufficient water supply throughout the country by 2025 through water management with citizen participation, with the aim of achieving effective, sustainable and fair water use." Still, urban and industrial water resources remain vulnerable. Policies to promote efficient use and reuse of water are needed.</p> <p>Purifying untreated wastewater in Thailand will solve its water pollution issues and increase the number of easily accessible water resources—the first steps in the country's sound water management efforts. It is with this in mind that the Thai government requested the Project for “Research and Development for Water Reuse Technology in Tropical Regions” (hereinafter referred to as “the Project”) as part of Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS). The Record of Discussions (R/D) was signed and exchanged on March 31st, 2009 prior to the start of the Project in May 2009.</p> <p>In the wake of the October 2011 flood, which occurred while the Project was underway, the revised R/D was signed in June 2012, extending the Project period by six months (to be completed by September 30th, 2013).</p>	
<b>2. Project Overview</b>	
(1) Project Purpose	
Appropriate water reuse technology is newly developed for wide application with an establishment of institutional framework for effective management in Thailand.	
(2) Outputs	
Output 1: Institutional Framework for research, development and promotion of water reuse technology is developed.	

Output 2: New energy-saving (or net energy-balanced) decentralized water reclamation and reuse system is developed to practically install for in-site operation.

Output 3: New water reuse technology with resource production (or GHG emission reduction) is developed to practically install for on-site operation.

Output 4: Effective management and monitoring system for community-based water reuse is developed.

(3) Inputs

【Japanese side】

Long term experts	2 persons	Short term experts	12 persons
Trainees received	54 participants	Local costs	Approx. JPY118 million
Equipment supply	Approx. JPY123 million		

【Thai side】

Counterpart (C/P)	27 persons
Equipment	Approx. THB 4.4 million (ERTC and KU. CU unknown)
Local costs	Approx. THB 10.4 million (ERTC: THB 8.0 million, KU: THB 2.4 million. CU unknown.) Cost of office space, fuel and lighting

**II. Evaluation Team**

Members of Evaluation Team	Mr. Hideo Noda, Leader; Director of Environmental management Div. 1, Global Environment Department, JICA (Japan International Cooperation Agency) Mr. Shun Nesaki, Cooperation Planning; Assistant Director of Environmental management Div. 1, Global Environment Department, JICA Dr. Kotaro Inoue, SATREPS Evaluation; Principal Fellow, JST(Japan Science and Technology Agency) Mr. Hiroyuki Abe, SATREPS Evaluation; Senior Staff, Research Partnership for Sustainable Development Div., JST Mr. Kunio Nishimura, Evaluation and Analysis; Advisor, ICONS Inc.	
Period of Evaluation	16/June/2013 – 28/June/2013	Type of Evaluation: Terminal evaluation

**III. Overview of evaluation results**

**1. Review of accomplishments**

(1) Activities

Although project activities were interrupted by the flood in October 2011, most of the activities planned in R/D were implemented by extending the Project period for six months.

(2) Outputs achieved

a) Output 1: Almost achieved

- WRC(Water Reuse Center) which has mandate for conducting research and development of technology on wastewater treatment and water reclamation appropriate for reuse in tropical region was established.

- A comprehensive database of potential end users and technologies in the field of water reuse has been established on website.
- One guideline of water reuse on selection of water reuse technology, risk assessment methodology, water quality improvement by disinfection and water quality will be proposed by the end of September 2013.
- Three (3) technical seminars for end users and four (4) workshops were organized. One seminar will be organized in July 2013, and will be completed by the end of September 2013.

b) Output 2: Almost achieved

- Research on IT-OD-MBR (Inclined Tube-Oxidation Ditch-Membrane Bioreactor) process and TSIT-MBR (Two-Stage Inclined Tube Membrane Bioreactor) process for the treatment of the high-rise building wastewater recycling at CU was demonstrated on pilot-scale and bench-scale experiment.
- Research on the Single and Two-stage AD (Anaerobic Digestion) system for the food waste and the sewage sludge at CU was developed. The energy saving/recovery efficiency has been determined.
- Number of academic publications is twenty-one (21): ten (10) on itMBR (Inclined Tube-Membrane Bioreactor) and eleven (11) on Phosphorous recovery.
- The applications of two (2) patents are under preparation (to be filed by the end of September 2013).
- The technology developed under Output 2 drew media attention. The counterpart at CU was covered twice by both TV and radio stations and seven times by newspapers.

c) Output 3: Achieved

- The short/long term experimental data demonstrating optimum operating condition to achieve the highest organic removal efficiencies and the resource yield under the controlled condition for the reclamation of the industrial wastewater was revealed on bench-scale experiments by the photo-bioreactor.
- The short/long term experimental data demonstrating optimum operating condition to achieve the highest organic and the toxic compounds removals and the minimum membrane fouling under controlled condition for the leachate treatment has been clarified on the bench-scale experiments by itMBR-RO. In addition, it has been developed on pilot-scale in the Leamchabang landfill.
- Twenty-one academic papers were submitted.

d) Output 4: Almost achieved

- Water Quality Information Platform (WQIP) in Chao Phraya River Basin has been provided with score for each parameter on the website so that people without expertise can understand water quality.
- Idea of WQIP spread to the related public organizations through the workshop.
- Aquatic plant species in the tropics which have the capability of high peroxidase and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> activity were selected. The removal performance of PPCPs (Pharmaceutical and Personal Care Products) by the selected tropical plants was studied.
- The current situation and perceptions of the greywater reuse and water quality from various sources of greywater were revealed by questionnaire survey and water quality monitoring. The greywater treatment units were set up and data of the reclaimed water quality was obtained.

- Appropriate water reuse scenario for agricultural activities and residents around the Bang Pa-In Industrial Estate was proposed based on a health risk assessment.
- Number of the academic publications is one hundred and eight (108): twenty-two (22) in WQIP Working Group (WG), forty eight (48) in the Constructed Wetland WG, fourteen (14) in the Greywater reuse WG, ten (10) in the Pathogens WG, five (5) in the Human Ecology WG and nine (9) in the Economic WG.

(3) Project Purpose: Almost achieved

- Seven (7) new technologies have been developed by the experimental study.
- Four (4) on-site water reuse systems have been operated for the demonstration.
- WRC has been established at ERTC.

## 2. Summary of evaluation results

(1) Relevance: high.

- As the Thai government states in the national plan such as The Eleventh National Economic and Social Development Plan (2012 - 2016), it is promoting efficient water management through close collaboration between local administrative organizations and communities, and the water reuse activities in the Project conform to Thai policies.
- Agricultural districts in Northern Thailand have experienced water shortages during dry seasons in recent years. The project has been developing useful new technology at the water purification plant in Briram Province.
- The Project has also been consistent with Japan's Country Assistance Policy for Thailand (2012) which prioritizes environmental management, and with related Japanese government policy such as Innovation 25 (Science and Technology) which promotes science and technology in diplomacy. Therefore, the Project is highly relevant to the policies of both the government of Japan and Thailand.

(2) Effectiveness: high.

- Regarding the three indicators for Project Purpose, there were seven initiatives (target: six) associated with water reuse technology, four initiatives (target: three) associated with water reuse demonstration, and WRC (target: establish WRC) was officially set up. Therefore, all indicators were accomplished.
- Output 1 is designed to contribute to the formulation of the framework for R&D management in water reuse and the establishment of WRC for R&D of technology as well as the water quality information platform for Thailand. WRC is expected to conduct R&D of technology on wastewater treatment and water reclamation for reuse in tropical regions and to distribute useful information related to the quality/quantity of water in the selected sites. Both Output 2 and Output 3 contributed sufficiently to R&D of new technologies in CU and KU, respectively. Output 4 which consists of six (6) working groups in the 6 sub-sectors, has contributed to Thai C/P of ERTC to strengthen their academic knowledge, technical skills and management of R/D through their activities in the respective sub-sectors. Therefore, it is confirmed that the four Outputs, including the implementation of capacity building and promoting network among ERTC and Thai universities and the establishment of WRC in ERTC, are all necessary and sufficient

conditions to achieve the Project Purpose.

(3) Efficiency: high

- The flood in 2011 suspended project activities and spoiled some of the stored biosamples. However, an extension of the Project period for six months after a proper review of the action plan enabled most of the plan to be implemented.
- Input from both Japan and Thailand was qualitatively and quantitatively relevant, and has been efficiently utilized. The equipment was delivered later than anticipated in the first project year due partly to a misunderstanding among project personnel regarding the timeframe for equipment procurement. This, however, did not crucially affect the progress of the Project.

(4) Impact

Positive impacts are described below. No negative impact was found.

- ERTC C/P made a presentation of the Project outcome to the subcommittee on water reuse organized by the Pollution Control Department in 2013 and they showed interests for the Project and DEQP (Department of Environmental Quality Promotion, MNRE) representatives were asked to continuously participate in the future subcommittee meetings.
- CU C/P was invited to the Industrial Estates Authority of Thailand to provide technical advice on a Master Plan for wastewater reuse for industrial estates in Rayong Province.
- Water reuse in Thailand is getting more recognized with definition as “direct and indirect water reuse” through the Project. For example, CU C/P was invited by BMA to explain the developed MBR technology and co-digestion process as one of the key solutions for realizing Green City Bangkok project.

(5) Sustainability: moderate

- Policies: The government of Thailand recognizes solid waste disposal and wastewater as critical issues in Thai society. Thai government puts stresses on the management of integrated urban environment by using innovative technology for wastewater and solid waste management with the 3R principles (reduce, reuse and recycle). Therefore, the government of Thailand is expected to continue 3R activities of wastewater under the water control policy.
- Institutions: Organizations: RTC plays an important role in conducting seminars/workshops on water issues for the third countries such as Lao PDR, Cambodia, Myanmar, etc. WRC established by the Project in ERTC is expected as a R&D of water reuse technology for Thailand as well as for other counties in tropical regions.
- Financing: As the annual budget of ERTC has been gradually increased during the Project, this tendency is expected to continue. For WRC, a budget of 10 million Baht from 2013 to 2015 is secured.
- R&D: The researchers of ERTC, CU and KU as well as other R&D institutions and Thai government recognize R&D and dissemination of technology as the important keys to the solution of not only water reuse/reclamation but also the global issues. Therefore, R&D for water reuse technology in Thailand will be continued after the termination of the Project.
- Society: It is expected that publications, seminars, and the media will enhance the Thai people's understanding of water reuse.

### **3. Factors driving positive effects**

#### **(1) Planning factors**

The Project has a relative flexibility in nature, and both Thai C/P and JICA experts could conduct works at their own interests and develop their own capacities. Despite the fact that both sides have to carry not only the Project activities but also their routine and other responsible works with busy schedule, such flexibility in the Project planning allowed the researchers to study applicable knowledge and perform collaborative works.

#### **(2) Implementation process factors**

In the first half period of the Project, JICA experts stayed long and in the second half period of the Project, the Project leader frequently visited Thai C/P in order to smoothly implement all activities of the Project.

### **4. Problems and problem factors**

#### **(1) Planning factors**

The number of Research Assistants (RA) is insufficient to carry out activities of the Project. Furthermore, some RA could not work long time for the Project. When one RA quitted the job, the Project had to look for a new RA.

#### **(2) Factors associated with implementation process**

After the severe floods hit in October till December 2011, the period of the Project was extended for six (6) months. The floods caused electricity shortage and thus damaged some samples in the refrigerator.

### **5. Conclusion**

- In the Project, collaboration of stakeholders resulted in successful development of new water reuse technology suitable for tropical regions.
- WRC was established in June 2013 as an organization aimed at continual R&D of water reuse technology. It is expected that WRC will implement R&D on water reuse and publicize relevant information in order for the outcomes of this Project to be inherited by WRC.
- The Project was extended for six (6) months due to the suspension of project activities affected by the damage from the floods in 2011, however, both C/Ps and JICA experts put all efforts to overcome the damage, therefore, the extension of the Project was at minimum. According to the Supplementary Indicators, Output 1, 2 and 4 have been almost achieved, while Output 3 has been fully achieved, and as a whole the Project Purpose has been almost achieved since some of the Supplementary Indicators are yet to be attained.
- Judging from the view point of the five criteria, relevance, effectiveness and efficiency are considered high and impacts of the Project is expected to be large to a certain extent while sustainability of the Project will be secured though continuous efforts by the Thai side with the initiative of DEQP to promote WRC.

### **6. Recommendations**

Development of a work plan for the Water Reuse Center (WRC)

As a result of Output 1, WRC was officially established in June 2013. WRC is an internal division under ERTC headed by Director of ERTC. There are mainly three (3) expected functions for WRC namely, (i) Continuous effort for Research & Development of Water Reuse Technology and Management, (ii) Technology Transfer including distribution of knowledge/skill/technology to public, municipalities, commercial sectors, industries, and neighboring countries, and (iii) Water reuse promotion and network. Considering those expected functions, ERTC is recommended to develop a Master Plan of WRC by the end of the Project with supports from CU and KU, which addresses following issues.

(1) Research and development

Through the Project, C/Ps of CU, KU and ERTC strengthened joint research structure and provided fruitful research outcomes under Output 2, 3, and 4 and also deepened understanding towards importance of R&D. Therefore, mechanism or plan for continuous joint research work, which includes financial arrangements needs to be developed. Furthermore, ERTC needs to strengthen research partnership with other academia or research institute, both domestic and international, to deepen or extend water reuse technologies. WRC may find candidates for joint researches through networking mentioning below (iii). Evaluation of developed technologies should also be a part of R&D.

(2) Support program

- Through the Project, high-rise buildings, commercial sectors, factories, showed interest towards developed technologies by the Project for their potential application to their needs. However, WRC needs to present detail costs of developed technologies to attract more attention and proceeds further steps towards practical application to municipalities, commercial side and industry.
- ERTC has already conducted a training on On-Site Wastewater Treatment in May 2013, to which 25 Thai factories participated, utilizing demonstration of constructed wetland and decentralized wastewater treatment plant at ERTC. As expectation seen from private factories, it is recommended for WRC to play an important role to provide information, knowledge, skill, technique to Thai local factories.
- Likewise, utilization of demonstration plants can be useful tool to have interaction with stakeholders. The developed demonstration plants are (a) IT-OD-MBR system, (b) TSIT-MBR system under Output 2, (c) integrated membrane (itMBR-RO) system for water reclamation at MSW landfill site under Output 3, (d) Artificial Wetland, (e) Greywater reuse and (f) Sand filtration system under Output 4.
- A result of Output 4, it is found that people have limited knowledge on or pay little attention to quality of water considering health risk. By promoting Water Reuse Guideline and WQIP complemented by QMRA (Quantitative Microbial Risk Assessment) and other related research work, awareness activities can be progressed.

(3) Network

a) Domestic Network

Through the Project, network among CU, KU, ERTC was developed, however, in order to address water reuse related issues, strengthening of network among various Thai stakeholders is

essential. Therefore, it is recommended for WRC to organize roundtable discussions or coordination mechanism to encourage more communication among other departments under MNRE than DEQP especially Pollution Control Department (PCD) and Department of Water Resources, Ministry of Industry, Ministry of Interior, Ministry of Agriculture, Ministry of Health, Ministry of Education, Bangkok Metropolitan Administration, local government, Industry Side (Thai Federation of Industry), Commercial Sectors (especially Restaurants, Hotels, Shopping Centers), and so on, before the end of the Project. For start off, it is recommended for WRC to organize a round table discussion among stakeholders before the end of the Project. Since ERTC is a member of Sub Committee for Water Reuse, it is recommended for ERTC to lead the subcommittee's discussion by addressing water reuse related issues to appropriate members in official manner.

b) International Network

ERTC has a plan of establishing network among neighborhood countries such as Laos, Myanmar, Cambodia, by sharing developed technologies, result of analysis by conducting a seminar in August 2013, which is a great opportunity both as a kick off to start regional networking and for C/P to be lecturers to strengthen their capacity. By using that opportunity, ERTC is recommended to hear needs from neighbor countries and seek possibility of research collaboration to consider WRC to be a regional focal point for research & development of water reuse.

## **7. Lessons Learned**

The Project had successfully set up detailed indicators titled "Supplement to the indicators on R/D" dated on 17th August 2011 after the Mid-term review study. Supplementary Indicators contributed to smooth monitoring of the Project as a communication tool among C/Ps. Supplementary Indicators also helped the Team to review achievement of outputs and project purpose.

Therefore, in future, SATREPS project can refer to this supplement and it is encouraged to set it up. Timing of setting up detailed indicators can be before or after the mid-term review, since by that time, as projects have certain progresses, projects can identify clearer and more specific targets to be achieved.



## 第1章 終了時評価調査の概要

### 1-1 終了時評価調査の目的

今回実施の終了時評価調査では、本プロジェクトの目標達成度や成果等を分析するとともに、プロジェクトの残り期間の課題及び今後の方向性について確認し、同結果を終了時報告書として取りまとめたうえで、合同調整委員会においてカウンターパート（Counterpart：C/P）機関〔環境研究研修センター（Environmental Research and Training Center：ERTC）、チュラロンコン大学（Chulalongkorn University：CU）、カセサート大学（Kasetsart University：KU）〕と同内容を合意することを目的とした。

### 1-2 合同終了時評価調査団の構成

#### （1）日本側

氏名	分野	所属	期間
野田 英夫	総括	JICA 地球環境部 環境管理第一課長	2013年6月25日～28日
根崎 俊	協力企画	JICA 地球環境部 環境管理第一課	6月20日～28日
井上 孝太郎	SATREPS 評価	独立行政法人科学技術振興機構（JST） 上席フェロー	6月24日～28日
阿部 弘行	SATREPS 評価	JST 地球規模課題国際協力室 主任調査員	6月20日～28日
西村 邦雄 （オブザーバー）	評価分析	株式会社アイコンズ 顧問	6月16日～28日

#### （2）タイ国側

氏名	職位	所属
Mr. Jatuporn Buruspat	Director General	Department of Environmental Quality and Promotion, Ministry of Natural Resources and Environment
Dr. Chongrak Polprasert	Professor	Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University
Dr. Monthip Sriratnana Tabucanon	Senior Advisor	Commission on Environment and Natural Resources, Office of the Parliament
Ms. Attaya Memanvit	Development Cooperation Officer	Planning and Monitoring Branch, Thailand International Development Cooperation Agency, Ministry of Foreign Affairs

1-3 終了時評価調査の日程

No.	Date	Contents
1	June 16 Sun.	[Mr. Nishimura] Arrival in Bangkok
2	June 17 Mon.	09:00 JICA Thailand Office (Confirmation of Schedule) 11:20 Interview with Mr. Masahiro Okada, JICA Expert 13:10 Interview with Mr. Mesak Milintawisamai (Project Manager), ERTC 14:10 Interview with Mr. Panja Yaithavorn, ERTC 15:10 Interview with Ms. Suwanna Tiansuwan (Project Director), Director, ERTC 16:10 Interview with Dr. Variga Sawaittayotin, ERTC
3	June 18 Tues.	09:10 Interview with Dr. Daisy Morknoy, ERTC 10:10 Interview with Mr. Suitap Srilachai, ERTC 11:00 Interview with Mr. Jittima Jarudacha, ERTC 13:40 Interview with Dr. Chart Chiemchaisri and Dr. Wilai Chiemchaisri, Dept. of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University 16:00 Interview with Dr. Chavalit Ratanatamskul, Dept. of Environmental Engineering, Chulalongkorn University
4	June 19 Wed.	08:30 Interview with Mr. Jatuporn Buruspat DG, DEQP, Mr. Sakol Thinagul Deputy DG, DEQP 13:00-14:30 Visit ERTC
5	June 20 Thurs.	AM Preparation of Draft Joint Evaluation Report 15:20 Interview with Dr. Kazuo Yamamoto (Project Leader), JICA Expert [Mr. Abe, Mr. Nesaki] Arrival in Bangkok
6	June 21 Fri.	[Mr. Abe, Mr. Sutiab and Mr. Okada] Visit Buri Ram Project Site [Mr. Nesaki and Mr. Nishimura] 10:00-14:30 Collective Meeting with ERTC/CU/KU C/Ps on Achievement of the Project 14:30-15:30 Discussion with Dr. Mornthip and ERTC/CU/KU C/Ps on possible measurement for sustainability of the Water-In-Tro Project
7	June 22 Sat	[Mr. Abe, Mr. Sutiab and Mr. Okada] Visit Buri Ram Project Site [Mr. Nesaki and Mr. Nishimura] Preparation of Draft Joint Evaluation Report and M/M
8	June 23 Sun	[Dr. Inoue] Arrival in Bangkok
9	June 24 Mon	08:15 Interview with Dr. Hana Furusawa, JICA Expert 09:00 Visit Research Site : CU (itMBR Plant) PM Visit KU Project Site at Leam Chabang (itMBR-RO Plant)
10	June 25 Tues	[Mr. Noda] Arrival in Bangkok 09:00 Internal meeting in Japanese Team 13:00-16:00 Collective Meeting with ERTC/CU/KU C/Ps on Joint Evaluation Report 17:30 Interview to Dr. Sakakibara, JICA Expert
11	June 26 Wed	09:00 Discussion between Thai and Japanese members of the Terminal Evaluation Term on Joint Evaluation Report [Mr. Sakol Thinagul, Dr. Chongrak Polprasert, Dr. Monthip Sriratnana Tabucanon,

		Ms. Attaya Memanvit] 13:00-17:00 Finalization of Joint Evaluation Report with ERTC/CU/KU C/Ps 17:00 Report to JICA Thailand Office
12	June 27 Thurs	09:00 Joint Coordinating Committee, Signing of Joint Evaluation Report. Departure from Bangkok

## 第2章 終了時評価の方法

### 2-1 評価手法

本終了時評価は、「新 JICA 事業ガイドライン（第1版）」に沿って、本プロジェクトの計画、実績及び実施プロセスを確認するため、最初に評価グリッド（和、英）を作成してプロジェクト関係者用質問票（和、英）を作成・送付したうえで、評価5項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性）の観点から評価を実施した。本プロジェクト終了時評価では2009年3月31日署名の討議議事録（Record of Discussions：R/D）に添付されているマスタープラン、2011年5月4日署名の合意文書（Memorandum of Understanding：MOU）（前記 R&D 添付のマスタープランの一部変更）、及び2011年8月12日承認の補足指標（“Supplement to the Indicators on R/D”）を使用した<sup>1</sup>。

### 2-2 評価の枠組み

マスタープラン及び補足指標の検証とともに評価デザインの検討を行い、評価グリッドを作成した。

- (1) 評価グリッドに沿って、投入・活動・アウトプット・プロジェクト目標の進捗状況、達成状況を確認する。
- (2) 評価5項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性）を用いて本プロジェクトの達成状況を評価する。
  - 1) 妥当性  
プロジェクト目標や上位目標が当該国の開発政策、受益者のニーズ、日本の援助方針等との整合性があるかを検証する。
  - 2) 有効性  
アウトプットがプロジェクト目標達成に貢献しているかどうか、またプロジェクト目標の達成状況を判断する。
  - 3) 効率性  
投入の質、量、タイミングを分析し、投入や活動がプロジェクトアウトプットの産出に効率的に貢献したかどうかを検証する。
  - 4) インパクト  
プロジェクト実施によってもたらされる、より長期的・間接的効果や波及効果、また予期していなかった正・負のインパクトをみる。
  - 5) 持続性  
プロジェクト終了後、プロジェクトで発現した効果が持続する見込みがあるか、政策、組織、財政及び技術等の観点から検証する。

---

<sup>1</sup> 本プロジェクトでは上位目標とプロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）も作成されていない。

(3) 貢献要因・阻害要因を抽出する。

(4) 本プロジェクトの提言・教訓を導き出す。

## 2-3 情報・データ収集と分析方法

### 2-3-1 関連資料のレビュー

本プロジェクトに関する詳細計画策定調査報告書や R/D、中間レビュー調査報告書、平成 24 年度実施報告書、第 6 年次研究計画書、業務調整員業務月報、ホームページをレビューし、プロジェクトの実績や実施プロセス、プロジェクトを取り巻く外部環境を確認した。

### 2-3-2 プロジェクト関係者への質問票配布

現地調査前に、研究開発の進捗状況、プロジェクト目標及びアウトプットの達成状況、投入の質・量・タイミング、実施プロセス等に関する質問票を作成し、日本人専門家とタイ国側 C/P 機関である ERTC、環境質促進局 (Department of Environmental Quality Promotion : DEQP)、CU 及び KU に配布した。現地調査開始前と現地調査時に日本人専門家 10 名とタイ国側 C/P11 名からの質問票を回収し分析した。

### 2-3-3 プロジェクト関係者に対するインタビューと合同ミーティング

日本人専門家並びにタイ国 C/P に対して、質問票回答を基に投入と活動の確認、研究開発活動の進捗状況や実施プロセス等について個別にインタビュー調査を行った。

また、プロジェクト目標及びアウトプットの補足指標の達成度について合同ミーティングを開催して確認した。

## 2-4 評価調査の制約・限界

本終了時評価調査を実施するにあたり、以下の評価上の制約があった。

- ・日本人専門家に対するインタビューは派遣中の 4 名に対して行うことができたが、残りの専門家からは質問票のみの回答となった。
- ・C/P が作成するアウトプット 2、アウトプット 3、及びアウトプット 4 [6 つのワーキンググループ (Working Group : WG)] に係る各報告書 (ドラフトも含む) に関し、「廃棄水リン回収 (Phosphorus Recovery from Wastewater)」と「水質情報インフォメーションプラットフォーム開発 (Development of Water Quality Information Platform)」以外は現地インタビュー時、もしくはインタビュー終了後に提出され、各アウトプットの進捗状況の事前把握に制約があった。

## 2-5 結論の導出及び報告

本プロジェクトの 4 つのアウトプット及びプロジェクト目標の補足指標の達成状況の確認、並びに評価 5 項目の観点から本プロジェクトの終了時評価としての結論を導き出し報告書を作成した。

## 第3章 プロジェクトの実績

### 3-1 投入の実績

当初の計画及び変更計画（2011年5月）に基づき、日本側並びにタイ国側は以下の投入を行い、活動を実施した。

#### 3-1-1 日本側の投入実績

##### (1) 日本人専門家派遣

日本人長期派遣専門家として2名、短期派遣専門家として12名が、2010年10月から2013年6月までの期間に延べ176回派遣された。

##### (2) C/Pの本邦研修

タイ国側C/Pは日本での研修（サイト視察、研修）のため延べ54名が派遣された。

##### (3) 供与機材

本プロジェクトでは分析装置、各種リアクター、流量計、オートクレーブ、測定器等、計約123百万円の機器が購入・供与された。

##### (4) 現地業務費

本プロジェクトでは現地業務費として約118百万円が使用された。

#### 3-1-2 タイ国側の投入実績

##### (1) タイ国側C/P配置

タイ国C/Pは計27名配置された。

##### (2) プロジェクトに対するタイ国側負担費等

1) 機材：約4.4百万バーツ（ERTC及びKU。CUは不明）

2) 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：不明）

3) その他：オフィススペース（光熱費、水道等）

### 3-2 活動の進捗

本プロジェクトの活動は、2011年10月から11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カ月延長することにより、おおむね計画どおり実施されている。

### 3-3 アウトプットの実績

本プロジェクトのアウトプットの達成状況は以下のとおり。

#### (1) アウトプット1

アウトプット1は、終了時評価時点でほぼ達成されている。達成状況は以下のとおり。

1) 水再利用センターの設立

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。現時点の WRC 組織は、①水再利用・管理の研究開発、②水再利用促進とネットワーク、③技術移転、及び④管理の 4 部で各 2 名ずつ、計 8 名から構成され、ERTC 所長が WRC 長を兼務する（下図参照）。

2) 包括的データベースの構築

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て適正な技術を提供する包括的なデータベースがウェブ上に構築された。

3) セミナー及びワークショップの開催

水再利用技術の潜在的なユーザーを対象とした技術セミナーが 3 回、ワークショップが 4 回開催された。さらに、2013 年 7 月に Membrane Bioreactor（MBR）技術セミナーが計画されている。

4) 水再利用ガイドラインの作成

水再利用技術情報、リスク評価の方法、除菌による水質改善、及び水質ガイドラインの 4 部で構成される「水再利用ガイドライン」がプロジェクト終了までに提案される予定である。

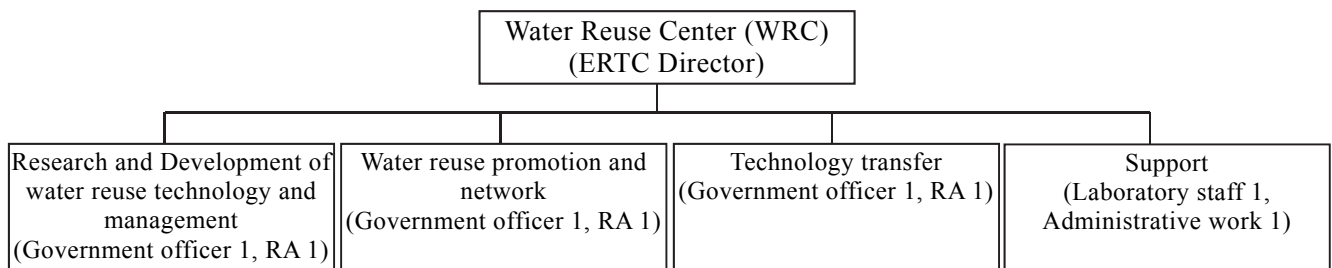


図 WRC

(2) アウトプット 2

アウトプット 2 は、終了時評価時点でほぼ達成されている。達成状況は以下のとおり。

1) 傾斜管付膜分離オキシデーションディッチ（Inclined Tube-Oxidation Ditch-Membrane Bioreactor: IT-OD-MBR）システム、並びに二段傾斜管付膜分離活性汚泥法（Two-Stage Inclined Tube Membrane Bioreactor : TSIT-MBR）システムに係る研究

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 IT-OD-MBR システム、並びに 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。

2) 一段及び二段嫌気性消化システムに係る研究

CU キャンパス内の食堂から出る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に係る研究が実施された。その結果として、エネルギー節約／回収効率が算出された。

3) リン吸収性媒体の選定

ナノ技術を使用してリン吸収性媒体が選ばれた。

#### 4) 学術出版物の作成

学術出版物が 21 編出された（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）。

#### 5) 特許出願

2 件の特許申請に向け準備中であり、2013 年 9 月末までに出願予定である。

#### 6) マスメディアの取材

本アウトプット 2 で開発されている技術はマスメディアから注目を集めており、これまでに 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 回の取材を受けた経験をもつ。

### (3) アウトプット 3

アウトプット 3 は、終了時評価時点で既に達成されている。達成状況は以下のとおり。

#### 1) 光バイリアクター（光照射生物反応槽）の実験

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。

#### 2) 逆浸透膜を用いた傾斜管付膜分離活性汚泥法（itMBR-RO）の実験

一般廃棄物処分場の浸出水処理について、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、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で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。

#### 3) 特許の出願

2 件の特許出願がなされ、現在審査中である。

#### 4) 学術出版物の作成

学術出版物が 21 編出された。

### (4) アウトプット 4

アウトプット 4 は、終了時評価時点でほぼ達成されている。達成状況は以下のとおり。

#### 1) 学術出版物の作成

学術出版として、水質情報プラットフォーム（Water Quality Information Platform : WQIP）の WG では 22 編、湿地帯建設 WG では 48 編、生活排水再利用 WG は 14 編、病原微生物 WG では 10 編、人間生態 WG では 5 編及び経済 WG では 9 編の計 108 編が出された。

#### 2) WQIP の作成

WQIP の WG は、チャオプラヤ川流域の WQIP として、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で公開している。また、WQIP の意図はワークショップを通じて関連公共機関に共有されている。

#### 3) 高活量ペルオキシターゼ及び高活量過酸化水素への適応性を持つ熱帯水生植物が特定

人工湿地での植生浄化に関し、高活量ペルオキシターゼ及び高活量過酸化水素への適応



性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。

4) 生活排水の現況と認識等に関する質問票調査の実施

生活排水の現況と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。

5) 適正な水再利用が提案

再利用水の健康リスク評価に基づき、バンパイン工業団地周辺のクロンジク地区住民や農業活動に対する適正な水再利用が提案された。

6) 再生利用水質のデータの入手

生活排水処理ユニットがアパートに設置され、再生利用水質のデータが得られた。

### 3-4 プロジェクト目標の達成状況

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。

以下のとおりプロジェクト目標の3つの指標を達成しているが、一部アウトプットの指標が達成されていないため、プロジェクト目標はほぼ達成されていると判断した。

(1) 指標 1 : 新たな水再利用技術が 6 件開発される。

本プロジェクトの実施によって、新しい水再利用技術が計 7 件開発された。詳細は以下のとおりである。

①ERTC 3 件	WQIP、人工湿地、ブリラム浄水場の雑排水再利用装置
②CU 2 件	IT-OD-MBR、TIST-MBR
③KU 2 件	嫌気性光バイオリクター、itMBR-RO

(2) 指標 2 : 水再利用デモンストレーションプラントが 3 件稼働する。

本プロジェクトの実施によって、4 カ所の現場で水再利用デモンストレーションプラントが稼働している。

①ERTC 2 カ所	人口湿地、ブリラム浄水場の雑排水再利用装置
②CU 1 カ所	CU キャンパスに設置している IT-OD-MBR
③KU 1 カ所	コンテナ収納式 itMBR-RO

(3) 指標 3 : WRC が設立される。

WRC が 2013 年 6 月、ERTC 内に正式に設立された。

### 3-5 プロジェクト実施プロセスにおける特記事項

#### (1) 詳細な補足指標の作成

本プロジェクト開始前に作成されたマスタープランにおけるプロジェクト目標及びアウトプットの指標は具体的ではなかったが、中間レビュー調査後（中間レビュー調査は2011年4月～5月に実施）にプロジェクトの進捗状況にかんがみ、詳細な補足指標（“Supplement to the Indicators on R/D”）を作成し、2011年8月12日に合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）で承認された。この詳細指標は本プロジェクトのアウトプットの進捗状況を測るうえで有益なものである。

#### (2) 大洪水の影響によるプロジェクト期間の延長

2011年10月から11月の大洪水の影響で、ERTC職員（C/Pを含む）は他業務で多忙となり、C/Pの大学（CU、KU）ではアシスタントをしている学生が来れなくなるなど、プロジェクト活動ができない期間が生じた。さらに、この大洪水により発生した停電により冷蔵庫に保管していた生体試料や水試料が使えなくなるなど、深刻な影響を受けた。そのため、プロジェクト目標とアウトプットを達成するために6カ月間、延長することとした。

## 第4章 評価結果

### 4-1 妥当性

以下のように、本プロジェクトはタイ国の国家政策との整合性、開発ニーズとの整合性、我が国の開発政策との整合性が確保されていることから、本プロジェクトの妥当性は高いと判断する。

#### (1) タイ国の国家政策との整合性

タイ国政府が発表した『第11次国家経済・社会開発5ヵ年計画(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いる。また、地方行政組織、コミュニティ及び学界が病因のない飲料水や生態系保全などが基準に合うよう水質モニタリングをすべきであるとしており、本プロジェクトが行っている水の再利用と水の情報化はタイ国の政策と一致するものである。

#### (2) 開発ニーズとの整合性

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いるため、本プロジェクトが開発しているブリラム県の浄水場における新技術は地域住民や他県の同様な地域の人々にとって非常に有益である。また、タイの工業化による水質の悪化や都会の人口増加に伴う水需要の増大により水の再生/再利用が期待されており、タイ国民のニーズに一致するものである。

#### (3) 我が国の開発政策との整合性

日本政府の『対タイ王国 国別援助方針』(2012年12月)では重点分野の一つ「持続的な経済の発展と成熟する社会への対応」の中で社会の成熟化に伴い取り組むべき課題として環境・気候変動問題を取り上げて日本の知見・経験を活用した支援に取り組むとしている。また、長期戦略指針『イノベーション25』(2007年6月)では、「環境・エネルギー等日本の科学技術力による成長と国際貢献」として開発途上国との科学技術協力の強化を図ることとしており、タイ国への科学技術分野における支援はタイ国のみならず近隣地域/国への波及効果が期待できるため、日本国政府のODA政策並びに科学技術外交政策と本プロジェクトとは整合するものである。

### 4-2 有効性

以下のように、本プロジェクトは、プロジェクト目標の3つの指標が達成され、全アウトプットがプロジェクト目標の達成に貢献していることから、その有効性は高いと判断する。

#### (1) プロジェクト目標の達成度

プロジェクト目標の3つの補足指標に関し、補足指標1については7件(ターゲット目標:6件)の新技術が開発されたこと、補足指標2については4件(同目標:3件)の水再利用デモンストレーションが行われたこと、補足指標3についてはERTC内にWRCが正式に設立されたこと(同目標:WRCの設立)によってすべての3つの補足指標が達成されている。

## (2) アウトプットのプロジェクト目標達成への貢献度

日本人専門家並びにタイ国 C/P へのインタビュー、WG 作成報告書、WRC の組織図（計画）等から、ERTC 内に WRC を設立することによって水再利用に係る R&D を継続して実施する体制が整備され、WRC が熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発や技術・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、CU 並びに KU における MBR 新技術の研究開発は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、各 WG が研究テーマに応じて専門家と C/P が協働して活動を行うことによって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いる。このように全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。

## 4-3 効率性

以下のように、本プロジェクトでは、日本側、タイ国側のインプットが適切に投入された。2011 年の洪水の影響で、その活動が一時中断することになったものの、適切な計画の見直しによって、ほぼ計画通りに活動を実施することができたことから、その効率性は高いと判断する。

### (1) インプットの適切性

日本側及びタイ国側による投入の質、量、タイミングはほぼ妥当であり、効率良く使用されていた。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。

タイ国側についても 27 名の C/P を配置したほか、プロジェクト活動に必要な機器の購入や経費負担、日本人専門家への執務スペースの提供等、適切な投入を行った。

### (2) プロジェクトの実施プロセスの効率性に影響を与えた要因

プロジェクト活動は、2011 年の洪水の影響で一時的に中断することを余儀なくされたが活動計画を的確に見直した結果、協力期間を 6 カ月延長することにより、ほぼ計画通りに実施されている。

また、本邦研修での新技術の習得や現場視察は C/P の研究開発に対するモチベーションを上げ、日本人専門家との意見交換を行うことによって C/P の能力向上に寄与した。

## 4-4 インパクト

本プロジェクトでは、タイ国側の C/P による技術的な貢献が多く、ポジティブインパクトは以下のとおりみられる。ネガティブインパクトはみられない。

### (1) プロジェクトの波及効果

- ・ 2013 年、ERTC の C/P は MONRE 公害規制局（Pollution Control Department : 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は技術的な助言を行った。

- ・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一つの解決策としてバンコク首都圏庁に提案した。
- ・研究者の一部は、予想以上に多くの研究者がプロジェクトに参加しているため、他専門専門分野の研究者とのディスカッションを通して自分の思考と人的ネットワークを広げることができたようである。

#### 4-5 持続性

タイ国政府による3R (Reduce, Reuse, Recycle) 活動を通じて水管理が継続されると期待されていること、WRCがタイ国や近隣地域の水再利用に寄与することが見込まれていること、ERTC、WRCとも短期的な財政的な裏付けがあること、正規政府職員雇用（研究職員も含む）の制限があることなどから、本プロジェクトの持続性は中程度と判断する。

##### 4-5-1 政策面

タイ国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の推進を通じて廃水や固形廃棄物のための革新的な技術を使って総合的な都市環境管理を進めている。そのような水に係る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。

##### 4-5-2 制度面

これまで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きた。2013年6月にWRCがERTC内に設立されたことにより、タイ国内や近隣地域／国の水再利用に関する研究開発センターとなり近隣国並びに熱帯地域の水再利用技術の普及・発展に寄与することが期待される。また、WRC長はERTCセンター長が兼務することとなっており、WRCは水再利用・管理の開発研究、水再利用促進とネットワーク、技術移転（いずれも研究職員とリサーチアシスタント（Research Assistant : RA）を1名ずつ配置）及び管理（ラボ・スタッフと事務系を1名ずつ配置）の4部から構成される。

##### 4-5-3 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。本プロジェクトで供与した高額分析機器はERTC/WRCが研究開発をするために必要な機器であるため、それらの維持管理予算の確保が期待される。

##### 4-5-4 R&D面

ERTC、CU、KU、他の研究開発機関及びタイ国政府は、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。

#### 4-5-5 社会面

タイ国民による水再利用へのポジティブな理解は出版物や広報、マスメディアの報道等によって促進されることが期待される。

### 4-6 効果発現に貢献した要因

#### 4-6-1 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 の合意に基づき研究開発活動が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水再利用に係る研究開発活動を進めていく過程で生じる新たな課題や提案を重視し、それらとの対応を進めながら研究活動を発展させている。本プロジェクトでは活動が多岐にわたるにもかかわらず、専門家チームと C/P は相互に知識や経験を惜しみなく出し合い、目標達成に向けて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。

#### 4-6-2 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タイ国を訪れ本プロジェクト活動を促進し、本プロジェクトの目標を達成するよう貢献した。

### 4-7 問題点及び問題を惹起した要因

#### 4-7-1 計画内容に関すること

RA 数が不十分であったうえ、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。

#### 4-7-2 実施プロセスに関すること

2011 年 10 月以降、大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。この生体試料の一部はマヒドル大学に保管されていたのでそれを使うこととなった。

### 4-8 結論

本プロジェクトでは、日本人専門家とタイ国 C/P との協働により、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ている。

ERTC に水再利用技術の研究開発を行う組織として、2013 年 6 月、WRC が設立された。この WRC が水再利用の研究開発を実施し、水再利用に関する情報や技術をタイ国内のみならず、近隣国（ラオス、カンボジア、ミャンマー）や熱帯地域の位置する国々に広めていくことで、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。終了時評価時点であるが WRC の組織、研究職員とアシスタント数（WRC 長は ERTC 長が兼務）が決定しており、ERTC/DEQP/MONRE の強い期待の表れといえよう。

本プロジェクトは 2009 年 5 月に開始し、2011 年 10 月に生じた大洪水のために中断を余儀なくされ、その後、プロジェクト期間は 6 カ月間延長されて洪水で受けたダメージは双方の努力により克服されている。このような日本人専門家とタイ国 C/P との努力によりアウトプット 3 は既に達成され、残りの 3 つのアウトプットもほぼ達成されている。さらに、プロジェクト目標もほぼ

達成されている。これらの結果を出す活動過程で ERTC の研究開発能力及び管理能力の向上が図られたものと判断でき、また CU と KU の研究者によって開発された新技術はタイ国で問題になっている工場やレストラン等の廃棄水、各家庭から出される家庭雑排水、廃棄物処分場の浸出水等の浄化に有益なものと考えられる。

終了時評価団として評価 5 項目の視点からの本プロジェクトの妥当性、有効性及び効率性は高いと判断でき、またインパクトもある程度大きい。本プロジェクト終了後の持続性については、WRC が国内外で活躍するためにも DEQP が牽引し、タイ国政府による継続的な取り組みがなされることが期待される。

## 第5章 国際共同研究の視点

### 5-1 終了時評価について

独立行政法人科学技術振興機構（Japan Science and Technology : JST）は地球規模課題解決に資する科学技術の向上、政府や社会への貢献などの観点から日本国内及び相手国を含めた国際共同研究全体について評価し、結果を公表するとともに、地球規模課題対応国際科学技術協力（Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development : SATREPS）事業、更には広く JST 全体の研究開発支援事業の改善にも活用する。

相手国についての現地調査では、日本側研究者並びにタイ国側関係者のインタビュー、視察を行って、研究推進状況及び成果を確認、評価する。

### 5-2 研究の概要

本プロジェクトの上位目標は、「熱帯地域の水資源不足の解消と安全な水の確保」である。

そのために、本プロジェクトでは、タイ国の研究機関と共同して熱帯地域に適した水再利用技術を開発・実証するとともに、開発成果のタイ国内及び隣接した開発途上国向けの研究開発の継続と普及、及び人材養成の拠点となるセンターを設立することを目標とした。

具体的な研究項目は以下の4つである。

- (1) 熱帯地域における水再利用技術の開発・普及促進にかかわる枠組み構築
- (2) 省エネルギーあるいはエネルギー自立分散型水再生利用のための新技術開発
- (3) 資源生産あるいは地球温暖化ガス発生抑制型水再生利用のための新技術開発
- (4) 水再利用のための効果的な管理・モニタリング手法の開発

### 5-3 調査結果の概要

#### (1) プロジェクトの進捗状況と主な成果

プロジェクトは、2011年秋のチャオプラヤ川の洪水の影響で6カ月延長されたが、変更後の計画に沿って順調に進捗しており、目標である熱帯地域の排水の処理、再利用に関する主要な技術とシステムの開発と実証について研究期間終了時までにはすべて完了すると思われる。

プロジェクトにより得られた主要な成果は、①タイに水再利用の概念の定着、②主要な水再利用処理技術の開発と、4つのパイロットプラントによる実証、③水再利用の研究開発を継続し、タイ国及び近隣諸国に対し技術移転を行うための ERTC 内における WRC の設置、④本研究活動で得られた成果の技術論文としての投稿、掲載、特許出願などである。

なお、WRC の構成、機能、取り扱う技術・システムなどはほとんどすべて本プロジェクトの提案に基づくものである。また、水再利用技術に関する情報（健康リスク情報も含めた）発信の一つとして、水質情報プラットフォームを構築し、技術情報データベースをウェブで公開している。パイロットプラントからのデータなどは、本プロジェクト終了後も引き続き公開していくとのことである。

#### (2) 開発技術、システムの普及の見通し

開発された技術、システムの評価、多様な地域のニーズに適合させるための改善は今後も



継続して行う必要があるが、そのために WRC が設立され、またパイロットプラントでの実証状況及び KU により経済性評価が行われている。このように、政府の期待は大きく、技術及び組織としてその基盤は整ったといえるが、実際に本プロジェクトで開発された技術、システムがタイ国内及び近隣諸国に普及されるかは、今後の WRC の強化及び研究機関との連携状況をみないとはっきりしたことはいえない。

### (3) プロジェクトの運営

2011 年秋の洪水による停電のため、冷蔵庫に保管していた廃水中の各種菌の分析用サンプルが使用できなくなり、研究計画の再構築が検討され、6 カ月間の延長を決めた。6 カ月間だけの延長ではかなり厳しいと思われたが、リーダーのマネジメントと研究者の努力により、当初の目標を達成できる状態にある。

また、当初、主要な C/P である ERTC の能力が危惧されたが、大学のサポートもあり、熱帯地域の水資源不足問題に適した処理技術の選択及びその研究活動の実施において主導権を発揮した。

## 5-4 具体的な施設の状況

### (1) パイロットプラントの状況

今回の調査では以下の 4 つのパイロットプラントを視察した。

#### 1) 砂ろ過（急速式及び緩速式）設備

2011 年 11 月にブルラム市の廃水処理場（爆気式のラグーン）に併設される形で完成した。処理対象水は、直列 3 段式ラグーンの 3 番目ラグーン水である。視察した日は雨季であることもあり運転が停止していたが、今後は電力料金の低廉な夜間に運転し、朝農家に処理水を供給するとのことである。ちなみに、設備完成から視察日までに処理した水量と使用した電気代から処理コストを算出すると、3.5 バーツ（邦貨換算約 13 円）/処理水  $\text{m}^3$  であるとのこと。

#### 2) 人工湿地設備

ERTC の職員寮に併設されている。処理対象は、浄化槽を通した後の水である。人工湿地にはタイ国自生の植物が植えられている。タイ国の植物が過酸化水素 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) を発生し有害物質（例えば PPCP など）を浄化する速度は、日本と比較して約 1 桁速く、タイ国をはじめ近隣諸国において社会実装される可能性は十分にあるとのことであった。

#### 3) MBR（Membrane Bioactor）式設備

CU のキャンパス内の食堂に併設され、連続運転されている。処理対象水は、食堂からの厨芥廃水である。設備には 2 段階バイオフィルム MBR と酸化槽付き MBR の 2 種類がある。いずれの設備からもメタンガスが生成し、食堂でのガスコンロ燃料として利用されていた。また、処理された水は構内の庭園の灌水として再利用されていた。タイ国のテレビ局がこれらの設備を紹介したとのこと。

#### 4) コンテナ型処理設備

ラムチャバン市の廃棄物処理場（埋立て式）に併設され運転されている。処理対象水は、廃棄物回収車からの厨芥液で、褐色で悪臭もある。これを本設備（MBR+RO）で処理することにより無色な水となる。処理された水はトイレの洗浄水、トラックの洗浄水、植物

への灌水として再利用されている。KUのChart准教授によれば、「本設備による処理コストは90～95パーツ（邦貨換算約330円）/m<sup>3</sup>と高価であるが、埋立て場からの浸出液であれば更に低廉（約50パーツ）/m<sup>3</sup>で処理が可能である。ラムチャバンでは上水をタンクローリーで購入〔100パーツ（邦貨換算365円）/m<sup>3</sup>〕しているので、このように水が入り困難な場所では実用化の可能性は十分にある」とのことであった。

#### 5) WRC

新たにERTCに創設されたWRCの機能としては、以下の3つがあげられている。

- ①水再利用技術及び運営管理に関する研究・開発を継続的に行う。
- ②水再利用に関する知識／技能／技術の移転を公衆、自治体、商業セクター、産業界並びに近隣諸国に行う。
- ③水を再利用することの促進及びネットワークを拡大する。

しかしながら、組織体制をみると、R&D研究開発担当、水再利用促進及びネットワーク担当、技術移転担当のそれぞれに政府役人クラス1名と補助者1名が割り当てられている状態であった。他方、水再利用を普及するためには、技術、システムがそれぞれの地域において最良のものである必要があり、技術の評価、開発・改善、普及活動を継続的にかつ有効に行っていくことが不可欠である。そこで、タイ国政府のみならず関係する研究機関（東京大学を含む）がWRCを継続的に支援するよう申し入れ、JCCに参加した関係者の合意を得た。

#### 5-5 今後の課題

- (1) 本プロジェクト終了時（2013年9月末）までに、C/PであるCU及びKUの協力を得て、WRCの活動のマスタープランを作成する必要がある。
- (2) 水再（生）利用の技術、システムを発展、普及するためには、それぞれの地域で最善のものとするための評価と開発・改良、設計・施工・運転・管理技術とそれらを支える人材、兵站（特に消耗品や補修資材の確保）などが必要である。そのためにはプロジェクト終了後も、WRCに対し政府と研究機関（東大も含め）が連携・支援を継続することが必須である。

## 第6章 提言と教訓

### 6-1 提言

#### (1) 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1) R&Dの継続、2) 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、3) 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。

##### 1) 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うえで、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。

##### 2) 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はタイ国の工場関係者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がタイ国の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、関係者ととも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(Quantitative Microbial Risk Assessment: 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発活動を進めることができる。

##### 3) ネットワーク

###### ①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(MONRE内の他部局〔公害規制局(PCD)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。まずはじめに、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。

## ②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。

## 6-2 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うえで有益であった。

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み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。

## 付 属 資 料

1. 主要面談者リスト
2. 協議議事録
3. 評価グリッド



## 1. 主要面談者リスト

### (1) 日本人専門家

山本 和夫	プロジェクトリーダー	東京大学環境安全センター	教授
榊原 豊	専門家 (分散型水循環システム)	早稲田大学理工学術院	教授
木村 達夫	専門家 (健康リスク評価)	東北大学大学院工学研究科	教授
古澤 華	専門家 (健康リスク評価)	東京大学国際保健学専攻	助教
渡辺 徹	専門家 (健康リスク評価)	山形大学農学部食料生命環境学科	准教授
飛野 智宏	専門家 (水再利用技術)	東京大学環境安全センター	特任研究員
岡田 晶浩	専門家 (業務調整)		

### (2) タイ国側 C/P

Mr. Jatuporn Buruspat		Director General, DEQP, MNRE
Mr. Sakol Thinagul		Deputy Director General, DEQP, MNRE
Ms. Suwanna Tiansuwan	Project Director	Director, ERTC, DEQP, MNRE
Mr. Mesak Milintawisamai	Project Manager	Environmentalist, ERTC, DEQP, MNRE
Dr. Daisy Morknoy		Environmentalist, Air, Noise and Vibration Section, ERTC, DEQP, MNRE
Mr. Suitap Srilachai		Environmentalist, Waste and Water Section, ERTC, DEQP, MNRE
Ms. Jittima Jarudacha		Environmentalist, Water and Waste Section, ERTC, DEQP, MNRE
Mr. Panja Yaithavorn		Chief, Water and Waste Section, ERTC, DEQP, MNRE
Dr. Variga Sawaittayotin		Environmentalist, Water and Waste Section, ERTC, DEQP, MNRE
Dr. Chart Chiemchaisri		Assistant Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University (KU)
Dr. Wilai Chiemchaisri		Assistant Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University (KU)
Dr. Chavaliti		Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Chulalongkorn University (CU)
Ms. Jantarawan Tancharoem	RA	Department of Environmental Engineering, CU
Ms. Soontaree Setiyaront	RA	Department of Environmental Engineering, CU
Ms. Panlekha Manpetch	RA	Department of Environmental Engineering, CU
Ms. Manisthawadee Jayasvasti	RA	Department of Environmental Engineering, CU

(3) JICA タイ事務所

竹中 正典 所員

Jamaree Yamklinfung Senior Program Officer

JICA タイ事務所

JICA タイ事務所



2. 協議議事録

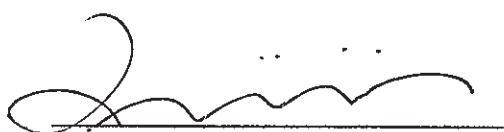
**MINUTES OF MEETINGS  
BETWEEN  
THE JAPANESE TERMINAL EVALUATION TEAM  
AND  
THE AUTHORITIES CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF THE KINGDOM OF  
THAILAND ON JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
FOR THE PROJECT FOR  
RESEARCH AND DEVELOPMENT FOR WATER REUSE TECHNOLOGY IN TROPICAL  
REGION**

The Japanese Terminal Evaluation Team (hereinafter referred to as “the Japanese Team”), organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), headed by Mr. Hideo Noda, visited the Kingdom of Thailand (hereinafter referred to as “Thailand”) from June 16 to June 27, 2013, for the purpose of conducting the Joint Terminal Evaluation on the technical cooperation for the project for Research and Development for Water Reuse Technology in Tropical Region (hereinafter referred to as “the Project”).

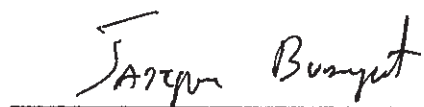
During its stay in Thailand, the Team had a series of discussions and exchanged views and opinions with authorities concerned of Thailand on the Project.

After intensive study and analysis of the activities and achievements of the Project, both sides agreed upon the matters referred to in the attached hereto.

Bangkok, 27 June, 2013



Mr. Hideo Noda  
Leader  
Japanese Terminal Evaluation Team  
Japan International Cooperation  
Agency (JICA)



Mr. Jatuporn Buruspat  
Leader  
Thai Terminal Evaluation Team  
Department of Environmental  
Quality Promotion  
Ministry of Natural Resources  
and Environment

Attachment      Joint Terminal Evaluation Report

**THE JOINT TERMINAL EVALUATION REPORT**  
**ON**  
**THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION FOR**  
**THE PROJECT FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT FOR**  
**WATER REUSE TECHNOLOGY**  
**IN**  
**TROPICAL REGIONS**

**June 27, 2013**

**Joint Terminal Evaluation Team**

*Lu*

*Swanna*

## Table of Contents

1. INTRODUCTION	
1-1 Objectives of the Terminal Evaluation .....	4
1-2 Members of the Terminal Evaluation Team .....	4
1-3 Schedule of the Terminal Evaluation Team .....	4
2. OUTLINES OF THE PROJECT	
2-1 Background of the Project .....	5
2-2 Summary of the Project .....	6
2-2-1 Project Purpose .....	6
2-2-2 Outputs .....	6
2-2-3 Duration of the Project Period .....	6
3. METHODOLOGY OF EVALUATION	
3-1 Method of Evaluation .....	6
3-2 Method of Data Collection and Analysis .....	6
3-2-1 Method of Data Collection .....	6
3-2-2 Method of Analysis .....	6
4. ACCOMPLISHMENT OF THE PROJECT	
4-1 Inputs .....	7
4-1-1 Japanese Side .....	7
4-1-2 Thai Side .....	8
4-2 Progress of Activities .....	8
4-3 Achievement of the Project .....	10
4-3-1 Outputs .....	10
4-3-2 Project Purpose .....	12
5. PROJECT IMPLEMENTATION PROCESS .....	12
6. EVALUATION RESULTS BY FIVE CRITERIA	
6-1 Relevance .....	14
6-2 Effectiveness .....	14
6-3 Efficiency .....	15
6-4 Impact .....	15
6-5 Sustainability .....	15
6-6 Factors enabling the realization of positive effects .....	16
6-7 Factors obstructing the realization of positive effects .....	16
7. CONCLUSIONS .....	16
8. RECOMMENDATIONS AND LESSONS LEARNED	
8-1 Recommendations .....	17
8-2 Lessons Learned .....	18

## ANNEXes

1. Master Plan
2. Evaluation Grid
3. Plan of Operation (ver. 1, ver. 2, ver. 3)
4. Inputs from the Japanese Side (Dispatch of Japanese Experts, Equipment, Training in Japan, Local Operational Cost)
5. Inputs from the Thai Side (Allocation of Counterpart Personnel, Local Operational Cost Expenditure)
6. Noteworthy Accomplishment of the Project
7. List of Scholarly paper
8. List of Training Programs developed by the Project
9. List of Manuals Developed by the Project
10. List of Review articles and books
11. List of Patent Application through the Project
12. List of Presented International Conference and Academic Societies
13. List of Winning Prize
14. List of Workshops, Seminars Conducted by the Project

*Ami*

*Suwanna*

## Abbreviation and Acronyms

### 1. General Terms

C/P	Counterpart Personnel
CU	Chulalongkorn University
DEQP	Department of Environmental Quality Promotion, MNRE
ERTC	Environmental Research and Training Center, DEQP, MNRE
JICA	Japan International Cooperation Agency
JST	Japan Science and Technology Agency
KU	Kasetsart University
MNRE	Ministry of Natural Resources and Environment
PCD	Pollution Control Department
R&D	Research and Development
R/D	Record of Discussions
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development
TICA	Thailand International Development Cooperation Agency
Water-InTro	The Project for Research and Development for Water Reuse Technology in Tropical Regions
WRC	Water Reuse Center

### 2. Technical Terms

AD System	Anaerobic Digestion System
It-MBR	Inclined Tube-Membrane Bioreactor
It-OD-MBR-RO	Inclined Tube-Oxidation Ditch-Membrane Bioreactor Reverse Osmosis
It-OD-MBR	Inclined Tube-Oxidation Ditch-Membrane Bioreactor
MF	Microfiltration
QMRA	Quantitative Microbial Risk Assessment
TSIT-MBR	Two-Stage Inclined Tube Membrane Bioreactor
WQIP	Water Quality Information Platform



## 1. INTRODUCTION

### 1-1 Objectives of the Terminal Evaluation

The Japanese Technical Cooperation for the Project for “Research and Development for Water Reuse Technology in Tropical Regions” (hereinafter referred to as “Water-InTro” or “the Project”) started in May 2009 along with the Master Plan in the R/D which was signed in March 31<sup>st</sup>, 2009. However, due to damage caused by heavy flood damage in October and November 2011, the date of termination of the Project has been extended from the end of March 2013 to the end of September 2013(ANNEX1). As written in the R/D, Joint Terminal Evaluation of the Project was conducted before the termination of the Project with specific objectives as follows:

- 1) To review the progress of the Project and to evaluate the achievement in accordance with five evaluation criteria namely, relevance, effectiveness, efficiency, impact and sustainability.
- 2) To provide recommendations on the Project regarding measures to be taken for the remaining period and the post-project period, especially for ensuring the sustainability of the Project.
- 3) To extract lessons learned from the Project implementation for other similar projects.

### 1-2 Members of the Terminal Evaluation Team

The Joint Terminal Evaluation Team (hereinafter referred to as “the Team”) consists of the following members:

#### <Thai side>

	Name	Job Title	Organization
1	Mr. Jatuporn Buruspat	Director General	Department of Environmental Quality and Promotion, Ministry of Natural Resources and Environment
2	Dr. Chongrak Polprasert	Professor	Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University
3	Dr. Monthip Sriratnana Tabucanon	Senior Advisor	Commission on Environment and Natural Resources, Office of the Parliament
4	Ms. Attaya Memanvit	Development Cooperation Officer	Planning and Monitoring Branch, Thailand International Development Cooperation Agency, Ministry of Foreign Affairs

#### <Japanese side>

	Name	Time for Evaluation	Job title/Organization
1	Mr. Hideo Noda	Team Leader	Director, Environmental Management Division 1, Environmental Management Group Global Environment Department, JICA
2	Mr. Shun Nesaki	Cooperation Planning	Assistant Director, Environmental Management Division 1, Environmental Management Group Global Environment Department, JICA
3	Dr. Kotaro Inoue	SATREPS Evaluation	Principal Fellow, JST
4	Mr. Hiroyuki Abe	SATREPS Evaluation	Senior Staff, Research Partnership for Sustainable Development Division, JST
5	Mr. Kunio NISHIMURA	Evaluation and Analysis	Advisor, ICONS Inc.

### 1-3 Schedule of the Terminal Evaluation Team

The schedule of the Team is as follows:

No.	Date	Contents
1	June 16	[Mr. Nishimura] Arrival in Bangkok

	Sun.	
2	June 17 Mon.	09:00 JICA Thailand Office (Confirmation of Schedule) 11:20 Interview with Mr. Masahiro Okada, JICA Expert 13:10 Interview with Mr. Mesak Milintawisamai (Project Manager), ERTC 14:10 Interview with Mr. Panja Yaithavorn, ERTC 15:10 Interview with Ms. Suwanna Tiansuwan (Project Director), Director, ERTC 16:10 Interview with Dr. Variga Sawaittayotin, ERTC
3	June 18 Tues.	09:10 Interview with Dr. Daisy Morknoy, ERTC 10:10 Interview with Mr. Suitap Srilachai, ERTC 11:00 Interview with Mr. Jittima Jarudacha, ERTC 13:40 Interview with Dr. Chart Chiemchaisri and Dr. Wilai Chiemchaisri, Dept. of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University 16:00 Interview with Dr. Chavalit Ratanatamskul, Dept. of Environmental Engineering, Chulalongkorn University
4	June 19 Wed.	08:30 Interview with Mr. Jatuporn Buruspat DG, DEQP, Mr. Sakol Thinagul Deputy DG, DEQP 13:00-14:30 Visit ERTC
5	June 20 Thurs.	AM Preparation of Draft Joint Evaluation Report 15:20 Interview with Dr. Kazuo Yamamoto (Project Leader), JICA Expert [Mr. Abe, Mr. Nesaki] Arrival in Bangkok
6	June 21 Fri.	[Mr. Abe, Mr. Sutiab and Mr. Okada] Visit Buri Ram Project Site [Mr. Nesaki and Mr. Nishimura] 10:00-14:30 Collective Meeting with ERTC/CU/KU C/Ps on Achievement of the Project 14:30-1530 Discussion with Dr. Mornthip and ERTC/CU/KU C/Ps on possible measurement for sustainability of the WateR-InTro Project
7	June 22 Sat	[Mr. Abe, Mr. Sutiab and Mr. Okada] Visit Buri Ram Project Site [Mr. Nesaki and Mr. Nishimura] Preparation of Draft Joint Evaluation Report and M/M
8	June 23 Sun	[Dr. Inoue] Arrival in Bangkok
9	June 24 Mon	08:15 Interview with Dr. Hana Furusawa, JICA Expert 09:00 Visit Research Site : CU (itMBR Plant) PM Visit KU Project Site at Leam Chabang (itMBR-RO Plant)
10	June 25 Tues	[Mr. Noda] Arrival in Bangkok 09:00 Internal meeting in Japanese Team 13:00-16:00 Collective Meeting with ERTC/CU/KU C/Ps on Joint Evaluation Report 17:30 Interview to Dr. Sakakibara, JICA Expert
11	June 26 Wed	09:00 Discussion between Thai and Japanese members of the Terminal Evaluation Term on Joint Evaluation Report [Mr. Sakol Thinagul, Dr. Chongrak Polprasert, Dr. Monthip Sriratnana Tabucanon, Ms. Attaya Memanvit] 13:00-17:00 Finalization of Joint Evaluation Report with ERTC/CU/KU C/Ps 17:00 Report to JICA Thailand Office
12	June 27 Thurs	09:00 Joint Coordinating Committee, Signing of Joint Evaluation Report. Departure from Bangkok

## 2. OUTLINES OF THE PROJECT

### 2-1 Background of the Project

Southeast Asian countries located in tropical regions often suffer from droughts in the dry season and floods in the wet season. Furthermore, rapid economic growth and industrialization in the countries have negatively caused various environment problems, including water pollution, water shortages and limited access to safe water. The promotion of 3R (Reduce, Reuse and Recycle) of water resources in each of urban, industrial and rural sectors is necessary for conservation of the vulnerable water resources, improvement of access to safe water and preservation of water quality. WateR-InTro aims at conducting, in collaboration with Thai and Japanese research institutes, R&D of water reuse technologies which contribute to the 3R of water resources in Thailand and other tropical countries.

WateR-InTro also aims at achieving and disseminating the of project outcomes to Thai by establishing a "Research and Development Center for Water Reuse Technology in Tropical Regions" and capacity development of Thai researchers for R&D through this collaborative project.

*Jm*

*Suwanna*

## **2-2 Summary of the Project**

Water-InTro has been carried out along with the Master Plan (ANNEX1). Overall Goal, which stipulates expected situation in three to five years after the completion of the Project, was not set following JST-JICA Guidelines of SATREPS.

The Project Purpose and Outputs are as follows:

### **2-2-1 Project Purpose**

Appropriate water reuse technology is newly developed for wide application with an establishment of institutional framework for effective management in Thailand.

### **2-2-2 Outputs**

Output 1: Institutional framework for research, development and promotion of water reuse technology is developed.

Output 2: New energy-saving (or net energy-balanced) decentralized water reclamation and reuse system is developed to practically install for on-site operation.

Output 3: New water reuse technology with resource production (or GHG emission reduction) is developed to practically install for on-site operation.

Output 4: Effective management and monitoring system for community-based water reuse is developed.

### **2-2-3 Duration of the Project**

The duration of the Project is four years and five months from 11<sup>th</sup> May, 2009 to 30<sup>th</sup> September, 2013 with 6 months extension as agreed upon revised R/D signed on 26<sup>th</sup> June 2012.

## **3. METHODOLOGY OF EVALUATION**

### **3-1 Method of Evaluation**

The Team conducted questionnaire and interviewed the counterpart personnel (C/P) and the JICA experts as well as Thai officials concerned with the Project. The Team analyzed and evaluated the Project from a viewpoint of five evaluation criteria according to the method of Project Cycle Management (PCM).

### **3-2 Method of Data Collection and Analysis**

#### **3-2-1 Method of Data Collection**

The Team collected necessary data/information in the following manners:

- (1) Collection of relevant documents from the Water-InTro Project
- (2) Questionnaire survey to C/P and JICA experts
- (3) Key informant interviews with C/P and JICA experts
- (4) Field visits to selected sites

#### **3-2-2 Method of Analysis**

The Team assessed the Project from the viewpoint of the following five evaluation criteria with organizing the collected data Evaluation Grid (ANNEX2).

##### **1) Relevance:**

The extent to which the Project Purpose is consistent with the Thai government development policy as well as the Japanese Government policy on development assistant to Thailand, and needs of the beneficiaries of the Project.



2) Effectiveness:

The extent to which the Project has been achieved its Purpose by clarifying the relationship between the Project Purpose and Outputs.

3) Efficiency:

The extent to how economically resources/Inputs (funds, expertise, time, etc.) are converted to results/Outputs with particular focus on the relationship between Inputs and Outputs in terms of timing, quantity and quality.

4) Impact:

The Project effects on the surrounding environment in terms of technical, socio-economic, cultural, institutional and environmental factors. The Project impacts are assessed from cross-cutting aspects according to positive or negative effects caused by the Project.

5) Sustainability

Sustainability of the Project is assessed in terms of political, organizational, financial and technical aspects by examining the extent to what the achievements of the Project would be sustained or expanded after the termination of the Project.

#### **4. ACCOMPLISHMENT OF THE PROJECT**

The Team reviewed the progress of the Project in accordance with (1) the Master Plan (Version 1), (2) the Supplement to the Indicators agreed at the 3<sup>rd</sup> JCC in August 2011 (hereinafter referred to as "Supplementary Indicator"), and (3) Revised Plan of Operation (Version 3) as Appendix 1 of the revised R/D signed on 29<sup>th</sup> June, 2012. The progress of activities carried out after the Mid-term Review up to the Terminal Evaluation is summarized as follows.

##### **4-1 Inputs**

The Inputs of the Project along with the Master Plan (Version 1) are as follows.

##### **4-1-1 Japanese Side**

###### **(1) Dispatch of Experts**

2 long-term experts as Project Coordinator, and 12 short-term experts including Leader, Sub Leader, Research Coordinator and experts in the field of Appropriate Water Reuse Technology and Effective Management and Monitoring System for Community-based Water Reuse have been dispatched to the Project for 176 times, and the period of total dispatch is around 89 Man/Month (ANNEX 4).

###### **(2) Training in Japan**

A total number of 27 C/P have been dispatched for trainings in Japan including a long-term training of Ph. D course for one (1) C/P in the University of Tokyo (ANNEX 4).

###### **(3) Provision of Equipment**

Equipment equivalent to approximately 45.90 million THB (123.24 million Japanese Yen) was provided (ANNEX 4).

###### **(4) Operational Cost in Thailand**



A total amount of approximately 43.68 million THB (118.25 million Japanese Yen) as of June 2013 was shouldered (ANNEX 4).

**4-1-2 Thai Side**

**(1) C/P and Other Staff**

A total of 27 C/P have been assigned to the Project (ANNEX 5), while 14 Research Assistants (RA) at ERTC, CU and KU have been allocated with JICA's budget. In addition, Ph. D and Master's degree students in CU (8) and KU (9), 17 in total, have assisted the Project. Moreover, the Project has collaborated with Mahidol University and Asian Institute of Technology (AIT) for Output 4.

**(2) Provision of Facilities**

The necessary office space and facilities for the Project have also been provided (ANNEX 5).

**(3) Equipment**

Equipment equivalent to approximately 3.54 million THB (9.67million Japanese Yen) has been provided (ANNEX 5).

**(4) Operational Cost**

The cost for operation has been shouldered by ERTC, CU and KU in the form of consumable goods, communication expense, travel expense and etc. (ANNEX 5).

**4-2 Progress of Activities**

A number of activities were carried out through the joint efforts of Thai Counterpart Personnel (C/P) and JICA experts. Those achievements are as follows:

Activities as PO (Version 3)	Major Achievements to date
<b>Activities under Output 1</b>	
1-1 Development of R&D Center for Water Reuse Technology at ERTC	<p>R&amp;D Center at ERTC has been set up by the name of Water Reuse Center (WRC), including the institutional rules/plans, the structure, the human allocations, the office room, etc. DG of DEQP endorsed the structure of WRC. ERTC Director plays as the Director of WRC. DG of DEQP endorsed the structure of WRC. Work Plan will be ready by the end of Sep 2013 including followings.</p> <p>1) Purpose of WRC establishment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conduct R&amp;D (including technology evaluation)</li> <li>- Promote water reuse</li> <li>- Technology Transfer (including trainings)</li> </ul> <p>2) Staff Allocation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permanent staff; 3 persons (plan)</li> <li>- Assistant; 3 persons</li> <li>- Administration. Staff; 2 persons</li> </ul> <p>3) Budget</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 million Baht for 3 years (Oct. 2013 to Sep. 2016) from financial bureau (approved )</li> <li>- 1 Research proposal of 10 million Baht was approved for 3years.</li> <li>- Other individual research proposal needs to be approved by National Research Council for R&amp;D (every year)</li> </ul>

1-2 Establishment of technical information database of water reuse technology	<p>The technical information database for potential end users on the water reuse was established on the website.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 categories: Supermarket, Hotel, Restaurant, Municipality landfill, Factory, Building</li> <li>- URL: <a href="http://softwaterthai.co.th/waterreusecenter">softwaterthai.co.th/waterreusecenter</a></li> </ul>
1-3 Development of a best practice of water reuse system	<p>The guideline on selection of the water reuse technology, the risk assessment technology, the water quality improvement by disinfection and the water quality will be proposed by the end of September 2013.</p> <p>By using the guideline, end users (commercial, agriculture, local government, people, etc.) will be able to select necessary and appropriate technology including best practices.</p> <p>CU/KU/ERTC evaluated 7 technologies developed by the Project and evaluation activities must be done continuously.</p> <p>Dissemination of guideline not only to researchers but also to people for water reuse by the end of September 2013.</p>
1-4 Promotion of information on water reuse technology and the Project	<p>Three (3) technical seminars for the end users and suppliers and four (4) workshops on the water reuse technology and the Project were held.</p>
<b>Activities under Output 2</b>	
2-1 Planning and Preparation	<p>The new energy-saving (or net energy-balanced) decentralized water reclamation and the reuse system was prepared to select some sites of the experiments.</p>
2-2 Implementation of bench-scale and pilot-scale experiments	<p>The research on IT-OD-MBR process and TSIT-MBR process for the treatment of the wastewater recycling at the CU buildings was implemented. The bench-scale experiment was carried out at the basement of Faculty Engineering building and the pilot-scale experiment was carried out at the high-rise building at CU.</p>
2-3 Implementation of prototype system for wastewater reuse of commercial building	<p>The research on the Single and Two-stage AD systems for the food waste and the sewage sludge at the CU buildings was implemented. Due to TICA rule not to use private commercial building, the CU buildings were chosen for the research of the Project.</p>
2-4 Implementation of experimental work on phosphorus recovery system	<p>The phosphorous absorbent media using the nano technology was developed and the report was compiled.</p>
2-5 Optimization of procedures for long-term operation and development of maintenance management	<p>The optimization of the procedures for the long-term operation was obtained. The maintenance management was developed by the IT-OD-MBR, TSIT-MBR and Single/Two-stage AD systems.</p>
<b>Activities under Output 3</b>	
3-1 Development of integrated anaerobic photo-bioreactor with MF membrane	




3-1-1 Laboratory and bench-scale experiments to determine optimum operating conditions for photosynthetic bacteria growth, effects of membrane separation, biomass yield	The short term experimental data demonstrating optimum operating condition to achieve the highest organic removal efficiencies under controlled condition for reclamation of the industrial wastewater was revealed on the laboratory and the bench-scale experiments by the photo-bioreactor in Kasetsart University (KU).
3-1-2 Construction and operation of pilot-scale photo-bioreactor with MF unit at selected food factory	The construction was canceled due to the constraint of TICA rules.
3-1-3 Optimization and evaluation of process performance	The process performance was optimized and evaluated by the above experiments. The report was compiled.
<b>3-2 Development of itMBR-RO for leachate treatment</b>	
3-2-1 Bench-scale experiments to determine optimum operating condition for organic waste flushing, membrane bioreactor operation and RO performance	The short/long term experimental data demonstrating optimum operating condition to achieve the highest organic and toxic compounds removals and the minimum membrane fouling under controlled condition for the leachate treatment has been clarified on the bench-scale experiments by itMBR-RO.
3-2-2 Construction and operation of pilot-scale itMBR-RO unit at a selected solid waste disposal site	The research for itMBR as pilot-scale was conducted in Nonthaburi solid waste disposal site. As the waste water of leachate retention pond disappeared, the research was carried out Leam Chabang. The itMBR unit was constructed in the Leam Chabang solid waste disposal site and the R&D for itMBR-RO has been carried out in its site. Regarding to nonthaburi, as the pond reserved water, the research restarted and collected data.
3-2-3 Optimization and evaluation of process performance	The process performance was optimized and evaluated by the above experiments. This result was reported in "Research Activity Report".
<b>3-3 Development of global warming mitigation system in waste water treatment</b>	
3-3-1 Implementation of experimental work	Laboratory-scale photobioreactor study was carried out. The report was compiled.
<b>Activities under Output 4</b>	
Activities under Output4 consist of the following six (6) Working Groups (WG):	
(a) Water Quality Information Platform (WQIP) WG (b) Constructed wetland WG (c) Greywater reuse WG (d) Pathogens WG (e) Human ecology WG (f) Economic WG	
4-1 Review and analysis of existing data and information in pilot area	Questionnaire and interview surveys were conducted in the selected areas, and the results were analyzed. Note; Correspond to WG (a), (c), (d), (e) and (f)
4-2 Installation of necessary facilities for monitoring and monitoring activities	Done. Note; Correspond to WG (a), (b), (c), (d), (e) and (f)
4-3 Development of water quality information platform	The website for the water quality information in the basin of Chao Phraya River has been developed. Note; Correspond to WG (a)

*Lu*

*Suwanna*

4-4 Study on the risk assessment of water quality on health and ecology	Done. Note; Correspond to WG (d), (e) and (f)
4-5 Examination of economic impact of introduction of water reuse technology	Done. Note; Correspond to WG (f)
4-6 Design and optimum water reuse system in pilot area	Done. Note; Correspond to WG (b), (c), and (f)
4-7 Installation and operation of water reuse system	Water reuse system was installed and operated as follows. 1) Wetland was constructed at ERTC. Water purification by 30 aquatic plants was examined and their capability of high peroxidase and H2O2 production was found out. 2) Greywater treatment was installed at Infantry Division 11. 3) WWTP was constructed in Buriram. Note; Correspond to WG (b), (c) and (f)
4-8 Development of health risk assessment model of reused water ( <i>in Japan</i> )	Health risk assessment model of reused water will be completed using result of 4-4. 2 scenarios have been developed by 4-4. 1 scenario for retention pond was already completed. Another scenario will be completed by the end of September 2013. Note; Correspond to WG (d)

#### 4-3 Achievement of the Project

The Project has both indicators for the Project Purpose and Outputs as indicated in the Master Plan (Version 1) and the Supplementary Indicators agreed on the 3<sup>rd</sup> JCC in August 2011. The Supplementary Indicators are more specific because they reflect the actual activities of the Project.

The Team observed the following achievements of the Project (ANNEX 2).

##### 4-3-1 Output

The achievements of the Outputs of the Project are as follows:

Output 1: Institutional framework for research, development and promotion of water reuse technology is developed.

Water Reuse Center (hereinafter referred to as "WRC") for Research and Development of Technology was established under ERTC on 12<sup>th</sup> June, 2013. The Output 1 of the Project has been almost achieved in the following reasons.

- 1) WRC which has mandate for conducting research and development of technology on wastewater treatment and water reclamation appropriate for reuse in tropical region was established.
- 2) A comprehensive database of potential end users and technologies in the field of water reuse has been established on website.
- 3) One guideline of water reuse on selection of water reuse technology, risk assessment methodology, water quality improvement by disinfection and water quality will be proposed by the end of September 2013.
- 4) Three (3) technical seminars for end users and four (4) workshops were organized. One seminar will be






organized in July 2013, and will be completed by the end of September 2013.

**Output 2: New energy-saving (or net energy-balanced) decentralized water reclamation and reuse system is developed to practically install for on-site operation.**

Research on IT-OD-MBR process and TSIT-MBR process for treatment was demonstrated at CU. The new energy-saving decentralized water reclamation/reuse system for food waste and sewage sludge at CU has been implemented. The Output 2 of the Project has been almost achieved in the following reasons.

- 1) Number of researchers and students participated in the Project is eight (8).
- 2) Number of academic publications is twenty-one (21): ten (10) on itMBR and eleven (11) on Phosphorous recovery.
- 3) The applications of two (2) patents are under preparation.
- 4) Research on IT-OD-MBR process and TSIT-MBR process for the treatment of the high-rise building wastewater recycling at CU was demonstrated on pilot-scale and bench-scale experiment.
- 5) Research on the Single and Two-stage AD system for the food waste and the sewage sludge at CU was developed. The energy saving/recovery efficiency has been determined.
- 6) Phosphorous absorbent media using the nano technology has been selected.
- 7) CU C/P received two (2) interviews by television, two (2) interviews by radio programs, seven (7) by newspaper.

**Output 3: New water reuse technology with resource production (or GHG emission reduction) is developed to practically install for on-site operation.**

The bench-scale experiments by the photo-bioreactor for the industrial wastewater and by itMBR-RO for leachate water were finished. The Output 3 of the Project has been fully achieved in the following reasons.

- 1) Number of researchers and students participated in the Project is twelve (12).
- 2) The short/long term experimental data demonstrating optimum operating condition to achieve the highest organic removal efficiencies and the resource yield under the controlled condition for the reclamation of the industrial wastewater was revealed on bench-scale experiments by the photo-bioreactor.
- 3) The short/long term experimental data demonstrating optimum operating condition to achieve the highest organic and the toxic compounds removals and the minimum membrane fouling under controlled condition for the leachate treatment has been clarified on the bench-scale experiments by itMBR-RO. In addition, it has been developed on pilot-scale in the Leamchabang landfill.

**Output 4: Effective management and monitoring system for community-based water reuse is developed.**

The water quality information of Chao Phraya River Basin was provided with score for each parameter in Thailand. The questionnaire on the usage of greywater for the residents was conducted and its results were analyzed. The Output 4 of the Project has been almost achieved in the following reasons.

- 1) Number of the academic publications is one hundred and eight (108): twenty-two (22) in the Water Quality Information Platform (WQIP) Working Group (WG), forty eight (48) in the Constructed Wetland WG, fourteen (14) in the Greywater reuse WG, ten (10) in the Pathogens WG, five (5) in the Human Ecology WG and nine (9) in the Economic WG.
- 2) Water Quality Information Platform (WQIP) in Chao Phraya River Basin has been provided with score for each parameter on the website so that people without expertise can understand water quality.

- 3) Idea of WQIP spread to the related public organizations through the workshop.
- 4) Aquatic plant species in the tropics which have the capability of high peroxidase and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> activity were selected. The removal performance of PPCPs by the selected tropical plants was studied.
- 5) The current situation and perceptions of the greywater reuse and water quality from various sources of greywater were revealed by questionnaire survey and water quality monitoring. The greywater treatment units were set up and data of the reclaimed water quality was obtained.
- 6) Appropriate water reuse scenario for industrial estates and agriculture were proposed based on health risk assessment.
- 7) Water resources and uses in the selected households in Klong Jik municipality were revealed.

#### 4-3-2 Project Purpose

**Project Purpose:** Appropriate water reuse technology is newly developed for wide application with an establishment of institutional framework for effective management in Thailand.

New appropriate water reuse technology has been developed. WRC was established at ERTC for the purpose of (a) Implementation of R&D (including technology evaluation), (b) Promotion of water reuse, (c) Technology Transfer (including trainings). The Project Purpose has been almost achieved from following reasons.

- 1) Seven (7) new technologies have been developed by the experimental study.
- 2) Four (4) on-site water reuse systems have been operated for the demonstration.
- 3) WRC has been established at ERTC.

### 5. PROJECT IMPLEMENTATION PROCESS

The followings are major findings on implementation process by the Team.

#### 1) Planning of Research Activities under Output 4 with High Initiative by Thai side.

At the beginning of the Project, the main objective under Output 4 was set to be “development of decentralized wastewater treatment technology”. After a series of discussions, several detailed and need-oriented research proposals were developed, then selection of those proposals was done by the Project. ERTC C/P actively involved in those processes and were also highly committed for the implementation of selected research activities by challenging and considering the development of practically applicable technologies for problem solving for those who are and will be suffering from water shortages. This process could be done since ERTC C/P have rich experiences of research planning and implementation supplemented by JICA experts’, especially the Project Leader’s, devotion to the Project. As a result, localized but advanced treatment technologies were developed.

#### 2) Communications among Members and Management of the Project

JICA experts and C/P made mutual visits to discuss and share the research and development activities of the Project. Due to the distance between each C/P organizations in Thailand, as well as between Thailand and Japan, JICA experts and C/P usually communicate by e-mails, telephones and etc. As a typical practice, few JICA experts arrived early morning in Thailand, carried out their activities with C/P only for a few days, and returned to Japan. A part of C/P suggested longer visits and more face-to-face discussions to enhance communication.

JICA side and Thai side held JCC meetings several times and periodical /irregular meetings for sharing conducted/future activities and solving problems whenever occurred during the implementation of the Project. Remarkably, after the severe flood in October 2011, the Project held meetings to discuss how to

overcome the damage with minimum extension of the project period. Accordingly, the Project amended the plan of operation and revised R/D.

- 1<sup>st</sup> JCC meeting 22<sup>nd</sup> March, 2010 (Agenda) Progress of the Project
- 2<sup>nd</sup> JCC meeting 4<sup>th</sup> May, 2011 (Agenda) Mid-term review, Modification of R/D
- 3<sup>rd</sup> JCC meeting 17<sup>th</sup> August, 2011 (Agenda) Supplement to the indicators on R/D
- 4<sup>th</sup> JCC meeting 28<sup>th</sup> March, 2012 (Agenda) Progress of the Project, Modification of PO
- 5<sup>th</sup> JCC meeting 17<sup>th</sup> December, 2012 (Agenda) Progress of the Project
- 6<sup>th</sup> JCC meeting 27<sup>th</sup> June, 2013 (Agenda) Terminal Evaluation of the Project

The periodical/irregular meetings concerning management and technical matters were held upon necessity. The agenda of these meetings were mainly concerning preparation of symposium/workshop, preparation of field survey, presentation and discussion on the results of research activities, preparation of next plans, report of the progress of the Project, and etc.

### 3) Human Resource Development

Through the works mentioned below, C/P have found incentives to commit to the Project and had opportunities to share what have been developed in the Project.

#### (a) Organizing Seminars and Workshops, Presentations at Academic International/Domestic Conferences

The Project has actively distributed information related to the Project to the public by organizing seminars and workshops, publicizing information in mass media such as radio, TV and newspapers, and having JICA experts and C/P making presentations at academic conferences.

The Project held six (6) seminars and workshops. Both Thai and Japanese researchers presented 5 times at the international conferences and over 65 times in Japan (ANNEX 12, 14).

#### (b) Publication of Academic Papers

JICA experts, C/P and Ph. D/Master's degree students willingly presented the academic papers based on their own R&D and experimental results on academic journals, magazines, or international conferences. A total of 24 papers in English and 6 papers in Japanese were presented (ANNEX 7).

## 6. EVALUATION RESULTS BY FIVE CRITERIA

### 6-1 Relevance

Relevance of the Project is evaluated to be "**High**".

The Project has been consistent with Thailand's needs for water reuse. The government of Thailand has executed the national plan such as "The Eleventh National Economic and Social Development Plan (2012 - 2016)" which states "Promoting efficient water management through the close collaboration between local administration organizations and communities". Furthermore, Thai government has put more emphasis on water quality management after the recent severe floods and droughts. The Project has been developing useful technologies for those who suffer from water shortages, such as agricultural farmers in northeastern part of Thailand.

The Project has also been consistent with Japan's Country Assistance Policy for Thailand (2012) which prioritizes environmental management, and with related Japanese government policy such as Innovation 25 (Science and Technology) which promotes science and technology in diplomacy. Therefore, the Project is highly relevant to the policies of both the government of Japan and Thailand.

### 6-2 Effectiveness



Effectiveness of the Project is also evaluated to be “High”.

Output 1 is designed to contribute to the formulation of the framework for R&D management in water reuse and the establishment of WRC for R&D of technology as well as the water quality information platform for Thailand. WRC is expected to conduct R&D of technology on wastewater treatment and water reclamation for reuse in tropical regions and to distribute useful information related to the quality/quantity of water in the selected sites. Both Output 2 and Output 3 contributed sufficiently to R&D of new technologies in Chulalongkorn University (CU) and Kasetsart University (KU), respectively. Output 4 which consists of six (6) working groups in the 6 sub-sectors, has contributed to Thai C/P of ERTC to strengthen their academic knowledge, technical skills and management of R/D through their activities in the respective sub-sectors. Therefore, it is confirmed that the four Outputs, including the implementation of capacity building and promoting network among ERTC and Thai universities and the establishment of WRC in ERTC, are all necessary and sufficient conditions to achieve the Project Purpose.

### 6-3 Efficiency

Efficiency of the Project is also evaluated to be “High”.

The Inputs from both Japanese and Thai sides which are summarized in the above chapter, “4. ACCOMPLISHMENT OF THE PROJECT” are recognized by both JICA experts and Thai C/P as necessary for smooth implementation and effective management of the Project. Although the delivery of some equipment was delayed and the catastrophic flood occurred during the Project, all equipment provided through the Project has been used efficiently for the Project activities such as various monitoring and data collection.

At the time the flood in 2011, the Project was reexamined properly and was extended for six months to recover damages by the flood such as loss of samples kept in the refrigerator.

### 6-4 Impact

Some positive impacts have been generated through the Project, while no particular negative impact was observed.

ERTC C/P made a presentation of the Project outcome to the subcommittee on water reuse organized by the Pollution Control Department in 2013 and they showed interests for the Project and DEQP representatives were asked to continuously participate in the future subcommittee meetings.

CU C/P was invited to the Industrial Estates Authority of Thailand to provide technical advice on a Master Plan for wastewater reuse for industrial estates in Rayong Province.

Water reuse in Thailand is getting more recognized with definition as “direct and indirect water reuse” through the Project. For example, CU C/P was invited by BMA to explain the developed MBR technology and co-digestion process as one of the key solutions for realizing Green City Bangkok project.

### 6-5 Sustainability

The sustainability of the Project is evaluated to be “Moderate”. The sustainability of the Project is considered by the Team in multiple aspects as follows.

#### 1) Policy aspect

The government of Thailand recognizes solid waste disposal and wastewater as critical issues in Thai society. Thai government puts stresses on the management of integrated urban environment by using innovative technology for wastewater and solid waste management with the 3R principles (reduce, reuse and recycle). Therefore, the government of Thailand is expected to continue 3R activities of wastewater under the water control policy.



## 2) Institutional aspect

ERTC plays an important role in conducting seminars/workshops on water issues for the third countries such as Lao PDR, Cambodia, Myanmar, etc. WRC established by the Project in ERTC is expected as a R&D of water reuse technology for Thailand as well as for other countries in tropical regions.

## 3) Financial aspect

As the annual budget of ERTC has been gradually increased during the Project, this tendency is expected to continue. For WRC, a budget of 10 million Baht from 2013 to 2015 is secured.

## 4) R&D aspect

The researchers of ERTC, CU and KU as well as other R&D institutions and Thai government recognize R&D and dissemination of technology as the important keys to the solution of not only water reuse/reclamation but also the global issues. Therefore, R&D for water reuse technology in Thailand will be continued after the termination of the Project.

## 5) Social aspect

Through the Project, lack of knowledge on water quality by general public was identified. However, the Project could, to a certain extent, draw attention from the people by communicating with scientific data from the water quality analysis. Therefore, by continuous efforts to address the issues by organizing workshops, seminars and awareness raising activities, it is expected that people's positive attitude/mind toward water reuse would be gradually promoted through publications and official information in Thailand.

## 6-6 Factors enabling the realization of positive effects

### (1) Factors related to planning

The Project has a relative flexibility in nature, and both Thai C/P and JICA experts could conduct works at their own interests and develop their own capacities. Despite the fact that both sides have to carry not only the Project activities but also their routine and other responsible works with busy schedule, such flexibility in the Project planning allowed the researchers to study applicable knowledge and perform collaborative works.

### (2) Factors related to implementation process

In the first half period of the Project, JICA experts stayed long and in the second half period of the Project, the Project leader frequently visited Thai C/P in order to smoothly implement all activities of the Project.

## 6-7. Factors obstructing the realization of positive effects

### (1) Issues/factors related to planning

The number of Research Assistants (RA) is insufficient to carry out activities of the Project. Furthermore, some RA could not work long time for the Project. When one RA quitted the job, the Project had to look for a new RA.

### (2) Issues/factors related to implementation process

After the severe floods hit in October till December 2011, the period of the Project was extended for six (6) months. The floods caused electricity shortage and thus damaged some samples in the



refrigerator.

## 7. CONCLUSIONS

From the findings of the joint evaluation study as shown in the previous chapters, the Team concludes that the Project had successfully developed appropriate new water reuse technologies in collaboration among ERTC, CU, KU and JICA Experts and remarkably established a new institutional framework of WRC for effective water reuse management in Thailand.

The Project was extended for six (6) months due to the suspension of project activities affected by the damage from the floods in 2011, however, both C/Ps and JICA experts put all efforts to overcome the damage, therefore, the extension of the project was at minimum. According to the Supplementary Indicators, Output 1, 2 and 4 have been almost achieved, while Output 3 has been fully achieved, and as a whole the Project Purpose has been almost achieved since some of the Supplementary Indicators are yet to be attained. The remaining indicators, such as development of water reuse guideline, database of water reuse technology, water reuse scenario with health risk assessment, organizing a regional workshop in August 2013, and etc. are expected to be completed by the end of the Project.

Judging from the view point of the five criteria, relevance, effectiveness and efficiency are considered high and impacts of the Project is expected to be large to a certain extent while sustainability of the Project will be secured though continuous efforts by the Thai side with the initiative of DEQP to promote WRC. The Team concluded that the Project will achieve its project purpose by the end of the project period, therefore, the Project will be successfully finished in September 2013.

It is expected that WRC under ERTC will conduct R&D on water reuse and disseminate the information related to "water reuse" and that the outcome generated by Water-InTro should be succeeded to WRC.

## 8. RECOMMENDATIONS AND LESSONS LEARNED

### 8-1 Recommendations

#### Development of Work Plan for Water Reuse Center

As a result of Output 1, WRC was officially established in June 2013. WRC is an internal division under ERTC headed by Director of ERTC. There are mainly three (3) expected functions for WRC namely, (i) Continuous effort for Research & Development of Water Reuse Technology and Management, (ii) Technology Transfer including distribution of knowledge/skill/technology to public, municipalities, commercial sectors, industries, and neighboring countries, and (iii) Water reuse promotion and network. Considering those expected functions, ERTC is recommended to develop a Master Plan of WRC by the end of the Project with supports from CU and KU, which addresses following issues.

(i) Research & Development of Water Reuse Technology and Management

Through Water-InTro, C/Ps of CU, KU and ERTC strengthened joint research structure and provided fruitful research outcomes under Output 2, 3, and 4 and also deepened understanding towards importance of R&D. Therefore, mechanism or plan for continuous joint research work, which includes financial arrangements needs to be developed. Furthermore, ERTC needs to strengthen research partnership with other academia or research institute, both domestic and international, to deepen or extend water reuse technologies. WRC may find candidates for joint researches through networking mentioning below (iii). Evaluation of developed technologies should also be a part of R&D.

(ii) Technology Transfer

Through Water-InTro, high-rise buildings, commercial sectors, factories, showed interest

towards developed technologies by the Project for their potential application to their needs. However, WRC needs to present detail costs of developed technologies to attract more attention and proceeds further steps towards practical application to municipalities, commercial side and industry.

ERTC has already conducted a training on On-Site Wastewater Treatment in May 2013, to which 25 Thai factories participated, utilizing demonstration of constructed wetland and decentralized wastewater treatment plant at ERTC. As expectation seen from private factories, it is recommended for WRC to play an important role to provide information, knowledge, skill, technique to Thai local factories.

Likewise, utilization of demonstration plants can be useful tool to have interaction with stakeholders. The developed demonstration plants are (a) IT-OD-MBR system, (b) TSIT-MBR system under Output 2, (c) integrated membrane (itMBR-RO) system for water reclamation at MSW landfill site under Output 3, (d) Artificial Wetland, (e) Greywater reuse and (f) Sand filtration system under Output 4.

A result of Output 4, it is found that people have limited knowledge on or pay little attention to quality of water considering health risk. By promoting Water Reuse Guideline and WQIP complemented by QMRA and other related research work, awareness activities can be progressed.

It is recommended that WRC's role of Outreach activities to be clearly reflected in to DEQP's Work Plan.

(iii) Water reuse promotion and network

(a) Domestic Network

Through WateR-InTro, network among CU, KU, ERTC was developed, however, in order to address water reuse related issues, strengthening of network among various Thai stakeholders is essential. Therefore, it is recommended for WRC to organize roundtable discussions or coordination mechanism to encourage more communication among other departments under MNRE than DEQP especially Pollution Control Department (PCD) and Department of Water Resources, Ministry of Industry, Ministry of Interior, Ministry of Agriculture, Ministry of Health, Ministry of Education, Bangkok Metropolitan Administration, local government, Industry Side (Thai Federation of Industry), Commercial Sectors (especially Restaurants, Hotels, Shopping Centers), and so on, before the end of the Project. For start off, it is recommended for WRC to organize a round table discussion among stakeholders before the end of the Project.

Since ERTC is a member of Sub Committee for Water Reuse, it is recommended for ERTC to lead the subcommittee's discussion by addressing water reuse related issues to appropriate members in official manner.

(b) International Network

ERTC has a plan of establishing network among neighborhood countries such as Laos, Myanmar, Cambodia, by sharing developed technologies, result of analysis by conducting a seminar in August 2013, which is a great opportunity both as a kick off to start regional networking and for C/P to be lecturers to strengthen their capacity. By using that opportunity, ERTC is recommended to hear needs from neighbor countries and seek possibility of research collaboration to consider WRC to be a regional focal point for research & development of water reuse.

## **8-2 Lessons Learned**

### **Setting Specific Indicators**

WateR-InTro had successfully set up detailed indicators titled "Supplement to the indicators on R/D" dated on 17<sup>th</sup> August 2011 after the Mid-term review study. Supplementary Indicators contributed to smooth monitoring of the Project as a communication tool among C/Ps. Supplementary Indicators also helped the Team to review achievement of outputs and project purpose. Therefore, in future, SATREPS

project can refer to this supplement and it is encouraged to set it up. Timing of setting up detailed indicators can be before or after the mid-term review, since by that time, as projects have certain progresses, projects can identify clearer and more specific targets to be achieved.

(End)



### 3. 評価گریッド

#### 3-1 プロジェクトの達成

本文の「2-1 評価手法」に記載しているとおり、本プロジェクトではマスタープラン（オリジナル）の中のプロジェクト目標とアウトプットの暫定指標と、2011年8月に開催した合同調整委員会（JCC）で承認された「補足指標（Supplement to the indicators on R/D）」がある。この「補足指標」は本プロジェクトの実際の活動をより具体的に表すターゲット数値あるいは活動である。そのため、終了時評価調査団はこの「補足指標」を利用して本プロジェクトの達成を確認した。

#### 3-1-1 プロジェクトのアウトプット

##### 1) アウトプット1

[マスタープラン（オリジナル）の暫定指標]

指標 1-1 ERTC に整備された水再利用研究開発センター（WRC）の組織構造と人員

指標 1-2 ERTC により収集された水再利用技術に係わる情報の数とその内容

指標 1-3 水再利用技術に係わるガイドラインの作成

指標 1-4 ERTC により実施された研修、セミナー及び普及活動

#### [補足指標]

##### a. ERTC に設置された水再利用技術のための研究開発センターの組織構造と人員配置

番号	分類	サブ指標	ターゲット/達成
1-1	概要	最終ターゲット	[ターゲット] 熱帯地域における水再利用のための廃水処理及び水再利用に係る技術の研究開発を実施する研究開発センターが設立される。 [達成] 2013年6月12日、水再利用技術開発のための水再利用センター（WRC）が公式に設立された。
1-2		水再利用のデモンストレーション	[ターゲット] 水再利用の事例が実演される。 [達成] 7事例（CUで2件、KUで2件、ERTCで3件）の水再利用に関連する設備（生活排水、人工湿地及びブリラム県におけるWWTR（廃水処理及び水再利用施設）が設置された。
1-3	職員と施設の準備	分析施設	[ターゲット] 2施設 [達成] 3施設（ERTC内に1施設、CU内に1施設、KU内に1施設） 備考：ERTCは、P1ラボ（一般分子分析、重金属分析）とP2ラボ（病原微生物やウイルス分析）を持つ。

1-4		職員	[ターゲット] 研究開発センター（WRC）を運営する能力をもつ常勤職員が配置される。 [達成] 研究開発センター（WRC）を運営する能力を持つ常勤職員が5名配置された。
-----	--	----	---

b. 水再利用技術に係るデータベースの構築

番号	分類	サブ指標	ターゲット/達成
1-5	技術データベースの構築	水再利用ユーザーデータベース	[ターゲット] 潜在的なエンドユーザーのための包括的なデータベースが構築される。 [達成度] データベースは構築され ERTC 内で共有されている。
1-6		水再利用技術のデータベース	[ターゲット] 技術に関する包括的なデータベースが構築される。 [達成] 現在、準備中であり、ERTC と KU との共同で 2013 年 9 月までには完成予定である。

c. 水再利用ガイドラインの提案

番号	サブ指標	ターゲット/達成
1-7	最終ターゲット	[ターゲット] 水再利用ガイドラインが提案される。 [達成] 以下の 4 ガイドラインが提案される予定であり、これらは『水再利用ガイドライン（Water Reuse Guideline）』として包括的にまとめられる予定である。 次項 1-8 水再利用技術選択のためのガイドライン 次項 1-9 リスク評価法のためのガイドライン 次項 1-10 除菌による水質改善のためのガイドライン 次項 1-11 水質ガイドライン
1-8	水再利用技術選択のためのガイドライン	[ターゲット] 1つのガイドラインが提案される。 [達成] 1つのガイドラインが2013年9月末までに完成される予定である。
1-9	リスク評価法のためのガイドライン	[ターゲット] 1つのガイドラインが提案される。 [達成] ガイドライン提案のための基本データは収集済み。プロジェクト終了後、WRC によって完成される予定である。
1-10	除菌による水質改善のためのガイド	[ターゲット] 1つのガイドラインが提案される。

	ライン	[達成]	1つのガイドラインが2013年9月末までに完成される予定である。
1-11	水質ガイドライン	[ターゲット] [達成]	1つのガイドラインが提案される。 1つのガイドラインが2013年9月末までに完成される予定である。

d. ERTC が実施する研修、セミナー及び促進活動

番号	分類	サブ指標	ターゲット/達成
1-12	水再利用技術情報の伝達	潜在的再利用ユーザーに対する技術的セミナー	[ターゲット] [達成] エンデュージャーのための技術セミナーが3回開催される。 以下の3技術セミナーが開催された。 (1) MBR に関する技術セミナー：2012年3月27日 (2) WQIP に関する技術セミナー：2012年6月12日 (3) 生活排水に関する技術セミナー：2013年6月12日 更に、DIW (Department of Industrial Works, Ministry of Industry) と協賛して MBR に関する技術セミナーを2013年7月29日、30日に開催する予定である。
1-13		国際的規模のワークショップ	[ターゲット] [達成] ワークショップが4回計画される。 本プロジェクトではワークショップ1回計画し、シンポジウム2回参加した。また、地域ワークショップを開催予定である。 1) 第8回東南アジア水環境国際シンポジウム (2010年10月)：参加 2) 第9回東南アジア水環境国際シンポジウム (2011年12月)：参加 3) 第2回アジア太平洋水サミットにおける技術ワークショップ (2013年5月)：計画した。 4) 地域ワークショップ (2013年8月、バンコク)：計画中
1-14		研究開発センターのウェブサイト	[ターゲット] [達成] 研究開発センターを紹介するウェブサイトが開設される。 開設済み。 そのウェブサイト(URL) <a href="http://www.softwarethai.co.th/waterreusementcenter/en/">http://www.softwarethai.co.th/waterreusementcenter/en/</a> である。

- 2) アウトプット 2  
[マスタープラン (オリジナル) の暫定指標]  
指標 2-1 プロジェクトに参加した研究者と学生の人数



- 指標 2-2 パイロットスケールの実験結果  
 指標 2-3 プロトタイプシステムのプロセッサパフォーマンスの結果  
 指標 2-4 開発されたシステムのパフォーマンス  
 指標 2-5 開発された分析モデルのパフォーマンス

[補足指標]

a. プロジェクトに参加する研究者と学生の人数

番号	指標	ターゲット/達成
2-1	上記 a. プロジェクトに参加する研究者と学生の人数	[ターゲット] 6 名 [達成] 8 名 (研究アシスタント (RA) : 2 名、学生 : 6 名)

b. 学術出版数

番号	分類	ターゲット/達成
2-2	合計 1	[ターゲット] 10 編 [達成] 21 編
2-2-1	itMBR について	[ターゲット] 7 編 [達成] 10 編
2-2-2	リン回収について	[ターゲット] 3 編 (チャレンジターゲットとしては 4 編) [達成] 11 編

c. 特許出願数

番号	指標	ターゲット/達成
2-3	上記 c. 特許出願数	[ターゲット] 少なくとも 1 件 [達成] 終了時評価現時点では 0 件。2013 年 9 月末までには 2 件の申請書が提出される予定である。

d. 新しい水再生利用技術の開発とデモンストラレーション

番号	分類	サブ指標	ターゲット/達成
2-4	高層ビル廃水リサイクルのための IT-OD-MBR システムの研究開発	最終ターゲット	[ターゲット] 高層ビル廃水処理のための IT-OD-MBR システムが実演される。 [達成] CU キャンパスにおいて IT-OD-MBR システムが実演されている。 注: IT-OD-MBR: Inclined-Tubes Oxidation Ditch Membrane Bioreactor (傾斜管付オキシデーションディッチ膜バイオリアクター) の略
2-5		有機物及び栄養物の回収に関する	[ターゲット] 有機物と栄養物の除去パフパフォーマンスが従来型 MBR システムと比較される。 [達成] 有機物と栄養物の除去パフパフォーマンスのデータは収集された。それらは 2013 年 9 月ま

			るシステムのパ フォーマンス エネルギー使用 効率	でに比較される予定である。 [ターゲット] エネルギー消費効率が従来型 MBR システムと比較される。 [達成] 既にエネルギー消費効率と従来型 MBR システムとは比較されており、実験結果ではバイオガス回収の有無で 37.5%の省エネになることが分かった。
2-6			水再利用の可能 性	[ターゲット] 処理水の品質がガーデニングや娯楽目的の水再生利用として使用できることが承認される。 [達成] 既に処理水の品質がガーデニングや娯楽目的の水再生利用として使用できることの実現可能性は確認されている。(実際に CU キャンパス内の植物に配水されている。)
2-7			最終ターゲット	[ターゲット] 高層ビルの廃水処理用として TSIT-MBR システムが実演される。 [達成] CU キャンパスで既に TSIT-MBR システムは実演されている。 注：TSIT-MBR：Two-stage Inclined Tube Membrane Bioreactor（二段傾斜管付膜バイオリアクター）の略
2-8	高層ビル廃水リサイ クルのための TSIT-MBR (Two-stage Inclined Tube Membrane Bioreactor) システ ムの研究開発		有機物及び栄養 物の除去に関す るシステムパ フォーマンス	[ターゲット] 有機物と栄養物の除去パフォーマンスが従来型 MBR システムと比較される。 [達成] 有機物と栄養物の除去パフォーマンスは収集されている。それらは 2013 年 9 月までに比較される予定である。
2-9			エネルギー使用 効率	[ターゲット] エネルギー消費効率が従来型 MBR システムと比較される。 [達成] 必要なデータは収集されている。それらは 2013 年 9 月までに比較される予定である。
2-10			水再利用の可能 性	[ターゲット] 処理水の品質がガーデニングや娯楽目的の水再生利用として使用できることが承認さ れる。 [達成] 処理水の品質は再生利用に合致することが確認されている。
2-11			最終ターゲット	[ターゲット] 食品残渣と下水汚泥のための一段及び二段 AD システムが実演される。 [達成] 一段及び二段 AD システムが CU キャンパスで実演されている。 注：一段及び二段 AD システム：Single and Two-stage AD(Anaerobic Digestion) system for co-digestion (一 段及び二段の嫌気性同時消化システム)
2-12	食品残渣と汚水処 理のための嫌気性 同時消化システ ムの研究開発		エネルギー回収 と使用	[ターゲット] エネルギー回収効率がデモプラントの結果から得られる。 [達成] 完了。エネルギー削減は 37.5%である。
2-13				

2-14		液肥使用の可能性	[ターゲット] [達成]	過剰汚泥水は液肥として使用可能であることが承認される。 過剰汚泥水は液肥として使用可能であることが承認された。
2-15	有機廃棄物リサイクル及びエネルギー回収のための嫌気性同時消化システムに一体化した MBR システムの研究開発	最終ターゲット システムのパフォーマン	[ターゲット] [達成]	混合システムのパフォーマンが評価される。 混合システムのパフォーマンが既に評価された。 有機物と栄養物に関する除去パフォーマンが得られる。 有機物と栄養物の除去パフォーマンが得られている。バイオガス内のメタン成分は最大 70% である。固形物並びに揮発性固形物の削減範囲は大体 65 - 70% である。また、化学的酸素要求量 (COD) の除去は 72 - 74% である。
2-16		省エネルギー／回収と使用	[ターゲット] [達成]	省エネ／エネルギー回収効率はデモプラントの結果から決定される。 省エネ／エネルギー回収効率は決定されており、エネルギー削減率は 37.5% である。
<u>リン吸収媒体の開発</u>				
2-17	ナノ技術を使用してリン吸収媒体の開発	最終ターゲット	[ターゲット] [達成]	リン吸収のための適度なリン吸収媒体が選ばれた。 適度なリン吸収媒体として被修飾軽石質凝灰岩 (PT) ブラウンとホワイトが選ばれた。 注：被修飾軽石質凝灰岩 (PT) ブラウン／ホワイト； Modified Pumiceous Tuff (PT) brown/modified PT white
2-18		テスト済み媒体数	[ターゲット] [達成]	3 種 7 種
2-19	ラボスケールの実験データ	実験のための水理的滞留時間 (HRT) 数	[ターゲット] [達成]	リアクターは 4 種の HRT で 作動される。 リアクターは 5 種の HRT で 作動された。
2-20		リン回収システムのパラメーター数	[ターゲット] [達成]	リン回収システムのパラメーターを評価するために 4 つのパラメーターが分析される。 4 つのパラメーターとして、pH、アンモニウム態窒素 (NH <sub>3</sub> -N)、可溶性リン (Soluble P) 及びマグネシウム (Mg) が選ばれた。

- 3) アウトプット  
 [マスタープラン (オリジナル) の暫定指標]  
 指標 3-1 プロジェクトに参加した研究者と学生の人数  
 指標 3-2 ベンチスケール実験結果  
 指標 3-3 パイロットスケール実験結果

指標 3-4 開発されたシステムのプロセスパフォーマンス

[補足指標]

a. プロジェクトに参加する研究者と学生の人数

番号	指標	ターゲット/達成
3-1	上記 a. プロジェクトに参加する研究者と学生の人数	[ターゲット] 12 名 [達成] 12 名

b. 学術出版数

番号	指標	ターゲット/達成
3-2	[ターゲット] 12 編 (チャレンジターゲットとしては 15 編) [達成] 18 編 (2013 年 6 月 21 日現在)	

c. 特許出願数

番号	指標	ターゲット/達成
3-3	上記 c. 特許出願数	[ターゲット] 1 件 (挑戦的ターゲットとしては 2 件) [達成] 2 件

d. 新しい水再生利用技術の開発とデモンストラレーション

番号	分類	サブ指標	ターゲット/達成
工業廃水の再生利用のためのフオートバイオリアクターの開発			
3-4	ラボスケール実験	開発したシステムのパフォーマンス	[ターゲット] コントロールされた条件下における最大の有機物除去率並びに資源生産量を達成するため の最適動作条件を示す短期/長期の実験データが明らかになる。 [達成] シークエンスバッチリアクター (sequencing batch reactor (SBR)) とメンブレンバイオリアク ター (Membrane bioreactor (MBR)) のパフォーマンスが比較され、完了した。
3-5	ベンチスケール実験	開発したシステムのパフォーマンス	[ターゲット] 自然動作条件下において安定した有機物除去並びにバイオマス生産を示す長期継続作動デー タが得られる。 [達成] 光源として太陽光、タンクステン電球及び LED を使用してデータが得られ、完了した。

3-6	パイロットスケール実験	開発したシステムのパフォーマンス	[ターゲット] 工業団地と水再利用実践システムの可能性を示す長期継続作動データが得られる。 [達成] 当パイロットスケール実験はタイ国際開発協力機構 (TICA) の規則によって実施できなかったが、KUの実験室で実施されデータが得られた。
<b>浸出水処理のための it-MBR-RO の開発</b>			
3-7	ベンチスケール実験	開発したシステムのパフォーマンス	[ターゲット] コントロールされた条件下における最大の有機物と毒性化合物の除去、及び最小のメンブレン付着物を達成するための最適動作条件を示す短期/長期の実験データが明らかになる。 [達成] ベンチスケールの実験で itMBR と itMBR-RO が使用されてデータが明らかになり、完了した。
3-8	パイロットスケール実験	開発したシステムのパフォーマンス	[ターゲット] 固形廃棄物から有機物除去並びに将来的に温室効果ガス排出削減に関する安定したパフォーマンスを示す長期計測的な実験データを得るために、設置された処理場においてシステムの適用性と水再利用の可能性が明らかになる。 [達成] ノントグリ廃棄物処分場では itMBR ユニット、レムチャパン廃棄物処分場では itMBR-RO ユニットの設置され、必要なデータが得られた。 注：itMBR (傾斜管付膜バイオフィリアクター)、itMBR-RO (逆浸透膜付 itMBR)
3-9	浸出水の毒性	浸出水の生物学的毒性	[ターゲット] 浸出水の生物学的毒性がコメットアッセイ法で明らかになる。 [達成] 2013年3月、完了した。
3-10		浸出水中の抗生物質耐性菌	[ターゲット] 抗生物質耐性大腸菌が発生するパターンが明白になる。また、汚水処理場と河川水において抗生物質耐性大腸菌の分布も参考例として明らかになる。 [達成] 2013年3月に完了した。
<b>処理済み家庭排水から二酸化炭素の固定並びに栄養物除去を伴う水再利用プロセスの開発</b>			
3-11	ラボスケール実験	開発したシステムのパフォーマンス	[ターゲット] 微細藻類養殖のために新しく開発されたメンブレン光バイオフィリアクターによって二次処理下水から二酸化炭素と栄養素の回収を明らかにする短期/長期実験データが得られる。 [達成] 2013年3月に完了した。

- 4) アウトプット 4  
 [マスタープラン（オリジナル）の暫定指標]  
 指標 4-1 選定されたパイロットサイトで開発された水質情報プラットフォーム(WQIP)  
 指標 4-2 分散型水再利用システムの開発  
 指標 4-3 コミュニティにおける水再利用手法の提案  
 指標 4-4 健康リスク評価モデルの開発（日本）

[補足指標]

a. 学術出版数

No.	分類	ターゲット／達成
4-1	合計	[ターゲット] 30 編 [達成] 108 編
4-1-1	水質情報プラットフォーム(WQIP)ワーキンググループ (WG)	[ターゲット] 10 編 (チャレンジターゲットは 15 編) [達成] 22 編
4-1-2	人工湿地建設 WG	[ターゲット] 8 編 [達成] 48 編
4-1-3	生活排水再利用 WG	[ターゲット] 3 編 [達成] 14 編
4-1-4	病原微生物 WG	[ターゲット] 3 編 [達成] 10 編
4-1-5	人間生態 WG	[ターゲット] 4 編 [達成] 5 編
4-1-6	経済 WG (プリラム県)	[ターゲット] 2 編 [達成] 9 編

b. 水質情報プラットフォーム(WQIP)の開発と促進

番号	分類	サブ指標	ターゲット／達成
<b>WQIP の開発</b>			
4-2	チャオプラーヤ川の水質データを使った参考水質指標の開発	最終ターゲット	[ターゲット] タイにおける水質情報が、専門知識がない人々でも水質を理解できるように各パラメーターを点数付して提供される。

			[達成] 2012年12月に完成した。
4-3	サンプル採取地 点数		[ターゲット] 50 地点 [達成] 89 地点
4-4	パラメーター数		[ターゲット] 6 パラメーターグループ [達成] 6 パラメーターグループ
4-5	出版物		[ターゲット] 成果はウェブサイトで公表される。 [達成] 公表済み。
4-6	水質のラベル付けと リンク付け	最終ターゲット	[ターゲット] タイにおける水質情報が、専門知識のない人々でも水の用途に応じて適切な水源を選べるように使 目的に応じて点数付して提供される。 [達成] 2012年12月に完了した。
4-7	水源数		[ターゲット] 4 タイプ [達成] 5 タイプ (表流水、地下水、処理水、雨水、流出水)
4-8	基準数		[ターゲット] 5 基準 [達成] 5 基準
4-9	出版物		[ターゲット] 結果がウェブサイト上に公表される。 [達成] 2012年12月に完成した。
4-10	GIS に基づく水質イ ンデックス、ラベル 付、リンク付	ウェブサイト上 で GIS を利用し た地図作成	[ターゲット] WQIP、ラベル付及びリンク付けの結果は、ウェブサイトの GIS 情報を載せた地図上で公表される。 [達成] 2012年12月に完成した。
4-11	既存の水再利用シス テムに係る事例研究	最終ターゲット	[ターゲット] 再生利用水の水質が、本プロジェクトで開発した WQIP を使って評価される。 [達成] 完了した。
4-12		ターゲット地域 数	[ターゲット] 1 地域 [達成] 1 地域 (バンパイン工業団地で 流入廃水と活性汚泥処理した流出水が採取され分析 された)。
<b>WQIP の促進</b>			
4-13	ワークショップの構 造	最終ターゲット	[ターゲット] WQIP の理念がワークショップを通して関連公共機関に広まる。



	成		[達成] 2012年3月12日に完了した。
4-14	ターゲットグループ数	[ターゲット] 6 地区の地方環境事務所職員 (REO)	[ターゲット] 6 地区の地方環境事務所職員及び県浄水施設事務所職員
4-15	ワークショップ開催数	[ターゲット] 少なくとも1回 [達成] 2012年3月12日にワークショップが開催された。また、他のワークショップが2013年8月に開催される予定である。	[ターゲット] 少なくとも1回 [達成] 2012年3月12日にワークショップが開催された。また、他のワークショップが2013年8月に開催される予定である。
4-16	アウトリーチ出版数	[ターゲット] 1件 [達成] 1件 注：アウトリーチ (Outreach)：(地域社会などに手を差し伸べる) 奉仕・支援活動	[ターゲット] 1件 [達成] 1件 注：アウトリーチ (Outreach)：(地域社会などに手を差し伸べる) 奉仕・支援活動

c. 熱帯地域の水生植物による PPCP 除去の提案

番号	分類	サブ指標	ターゲット/達成
4-17	高活量ペルオキシターゼ及び高活量過酸化水素への適応性を持つ水生植物の調査	最終ターゲット	[ターゲット] 高活量ペルオキシターゼ及び高活量過酸化水素への適応性を持つ熱帯水生植物種が選ばれる。 [達成] 完了した。タイで30種の水生植物種が選ばれ、それらの植物の活量が分析された。
4-18		検査した植物種数	[ターゲット] 30種 [達成] 37種
4-19	選定された植物の PPCP 除去	選んだ植物の PPCP 除去	[ターゲット] 選定された熱帯植物による PPCP の除去パフォーマンスが標準 PPCP 溶液を使って研究される。 [達成] 完了した。 注：PPCP：Pharmaceutical and Personal Care Products (医薬品及びその関連製品)
4-20	PPCP 除去を研究するためにパイロットスケールの人工湿地の設置	パイロットスケールとして建設した人工湿地のパフォーマンス	[ターゲット] 選定された熱帯植物による PPCP の除去パフォーマン스가生活排水を使って研究される。 [達成] 完了した。

d. 生活排水再利用システムの提案



番号	分類	サブ指標	ターゲット/達成
4-21	生活排水再利用の現況と認識に係るフィールド調査	最終ターゲット	[ターゲット] 生活排水再利用の現況と認識が質問票調査によって明らかになる。 [達成度] 完了した。
4-22		回答者数	[ターゲット] 300 回答者 [達成] 300 回答者
4-23		調査項目数	[ターゲット] 4 項目 [達成] 4 項目 (1.一般情報、2.家庭内の水利用、3.住居の衛生環境、4.日々の活動)
4-24	生活排水処理ユニット	最終ターゲット	[ターゲット] 様々な生活排水から一定の標準に達する再生利用水が得られる。 [達成] 完了した。.
4-25		ユニット数	[ターゲット] 1 ユニット [達成] 1 ユニット
4-26		パラメーター数	[ターゲット] 3 パラメーターグループ [達成] 3 パラメーターグループ (化学成分、界面活性剤、バクテリア)
4-27	地方行政組織と関連組織に対するセミナー開催	セミナー開催数	[ターゲット] 1 回 [達成] 1 回

e. シナリオに基づく健康リスク評価

番号	分類	サブ指標	ターゲット/達成
病原微生物による健康リスク評価に基づく適切な水再利用システムの提案			
4-28	工業団地のための水再利用システムの提案	最終ターゲット Final target	[ターゲット] 工業団地のための適切な水再利用システムが健康リスク評価に基づき提案される。 [達成] 完了した。
4-29	工業団地のための水再利用システムの提案	ターゲット団地数	[ターゲット] 1 団地 [達成] 1 団地 (バンパイン工業団地)
4-30		パラメーター数	[ターゲット] 3 パラメーターグループ [達成] 3 パラメーター (化学成分、ウイルス、バクテリア)
4-31		健康リスク評価に基づく再利用シナリオ数	[ターゲット] 2 シナリオ [達成] 1 再利用シナリオは完了し、他 1 再利用シナリオは 2013 年 9 月までに完了予定である。
4-32	農業のための水再利用システム	最終ターゲット	[ターゲット] 農業のための適切な水再利用システムが、再利用水を使用した農業活動 (農産物) の健康リスク

	テーマの提案		評価に基づき提案される。 [達成] 完了した。
4-33	ターゲット地域数		[ターゲット] 1 地域 [達成] 1 地域 (ブリラム県)
4-34	パラメーター数		[ターゲット] 3 パラメーターグループ [達成] 3 パラメーターグループ
4-35	健康リスク評価に基づく再利用シナリオ		[ターゲット] 2 シナリオ [達成] 2 つの再利用シナリオは 2013 年 9 月末までに完了予定である。
<u>コミュニティをベースにした健康調査</u>			
4-36	質問票調査	最終ターゲット	[ターゲット] 対象世帯が利用している水源やコミュニティ住民の様々な水の利用が明らかになる。 [達成] 完了した。
4-37	回答者数		[ターゲット] 約 300 名 [達成] クロンジク市の 331 名
4-38	質問のカテゴリ数		[ターゲット] 5 カテゴリ [達成] 5 カテゴリ
4-39	飲料水の適格性	最終ターゲット	[ターゲット] 各世帯が消費している飲料水の水質が明らかになる。 [達成] クロンジク市で調査、完了した。
4-40	世帯数		[ターゲット] 80 世帯 [達成] クロンジク市の 80 世帯
4-41	パラメーター数		[ターゲット] 15 パラメーター [達成] 20 パラメーター
4-42	生物標本分析	最終ターゲット	[ターゲット] 健康面の定量的な指標が個人々の尿や血液を測定することにより提供される。 [達成] 完了した。
4-43	被験者数		[ターゲット] 100 名 [達成] クロンジク市の 100 名
4-44	パラメーターグループ数		[ターゲット] 10 パラメーター [達成] 10 パラメーター

f. 水不足地域における農業のための市廃水再利用の可能性

番号	分類	サブ指標	ターゲット/達成
----	----	------	----------

4-45	概要	最終ターゲット	[ターゲット] 乾期に高付加価値農産物を育成することによって水再利用の経済的可能性を明らかにする。 [達成] 水再利用の経済的可能性は2013年9月末までに明らかにする予定である。
4-46	フィールド調査、市廃水処理施設の所有者と操業者へのインタビュー調査	廃水処理施設 (WWTP)数	[ターゲット] 8 廃水処理施設 [達成] 9 都市 (ナコンラチャシマ、ブリラム、スリン、ウボン、ラチャタニ、チャイヤボン、コンカン、カラシン、サコナカン)
4-47	灌漑のための第三処理施設の設計と設置	サイト数	[ターゲット] 1 サイト [達成] 1 ブリラム廃水処理施設 (Buriram WWTP)
4-48	農作物調査	農作物タイプ数	2 種 2 種 (長インゲン豆、キュウリ)
4-49	生産品成分の分析	パラメーターグループ数	3 パラメーター 3 パラメーター (化学成分、ウイルス、バクテリア)
4-50	セミナー	セミナー開催数	1 回 2012年12月18日、ブリラム県でセミナーを開催した。

### 3-1-2 プロジェクト目標

[マスタープラン (オリジナル) の暫定指標]

指標 a. 新開発技術数と内容

指標 b. 開発技術の現場実証試験のパフォーマンス

指標 c. ERTC における水再利用技術普及の促進のための制度的、組織的メカニズム

[補足指標]

a. 試された新しい水再利用技術数

b. 開発技術の現場実証操作によるデモストレーション

c. ERTC における水再利用技術促進のための制度的、組織的メカニズム

番号	指標	ターゲット/達成
P-1	上記 a. 試された新しい水再利用技術数	[ターゲット] 6つの新技術が実験研究により開発が進められる。 [達成] 7つの新技術 (CUで2件、KUで2件、ERTCで3件) が実験研究により進められた。

P-2	上記 b. 開発技術の現場実証操作によるデモストレーション	<p>[ターゲット] [達成]</p> <p>3カ所の現場で水再利用システムが稼働する。 4カ所の現場（CUで1カ所、KUで1カ所、ERTCで2カ所）で水再利用システムが稼働した。</p>
P-3	上記 c. ERTC における水再利用技術促進のための制度的、組織的メカニズム	<p>[ターゲット] [達成]</p> <p>ERTC 内に水再利用センターが設立される。 2013年6月12日、水再利用センターが ERTC に公式に設立された。</p>

### 3-2 プロジェクトの実施管理

項目 Item	実績
1) 活動の進捗	<p>1) PO の変更 当初の PO は、R/D (オリジナル) のマスタープランの変更と 2011 年 10 月/11 月の大水害の影響によるプロジェクト活動の遅延で 2 回修正された。</p> <p>2) 現在の PO の進捗状況 現行の PO はほぼスケジュール通りに進められている。</p> <p>3) 活動を実施する際の貢献要因と阻害要因 [貢献要因] ① JICA は過去 20 年にわたって ERTC でプロジェクトを実施した経験があるため、日本人専門家とタイ C/P 間には信頼関係が続いていること。 ② 日本人専門家とタイ C/P の双方が水再利用の研究開発に対し強いモチベーションを持っていること。 ③ 日本人専門家とタイ C/P は多忙であるにも関わらず、専門家がタイに週末にいる期間には双方が共同研究や議論をしたこと。 [阻害要因] ① タイ国の国際開発協力機構 (TICA) の規則によってプロジェクト活動の現地プラントとして民間食品工場の使用許可が下りなかった。 → 解決策として、KU キャンパスを使用することに變更して実施した。 ② ERTC に保管していた 2011 年の洪水による収集済み生体試料へのダメージが生じた。 → 解決策として、マヒドル大学に保管していたダメージを受けていない試料を分析した。</p>
2) プロジェクト管理	<p>1) 日本側とタイ側両国の参加型意思決定プロセスについて 双方は定期的／非定期的なミーティングを開いて活動結果や課題等の議論を行った。これまでプロジェクトの進捗状況や今後の活動計画を報告／議論するために合同調整委員会 (JCC) を 5 回開催している。さらにタイ C/P と日本人専門家は研究者として自分自身の活動を効率的に管理している。</p> <p>2) モニタリング 日本人専門家とタイ C/P 双方はプロジェクトの進捗状況をモニタリングして活動を進めている。また、JCC ではプロジェクトの進捗状況について確認を行った。</p> <p>3) PO と指標の修正 ① PO は 2 回変更された。 ② R/D (オリジナル) の指標は具体的ではなかったため、2011 年 8 月の JCC にて詳細な指標として「補足指標 (“Supplement to the indicators on R/D”)」が承認された。</p>
3) プロジェクト内のコミ	<p>1) タイ側実施機関内のコミュニケーション</p>

<p>コミュニケーション</p>	<p>ERTC、CU 及び KU の C/P は電子メールなどを使ってコミュニケーションを維持している。</p> <p>2) 日本人専門家とタイ C/P 間のコミュニケーション 日本人専門家・タイ C/P 双方とも必要に応じ、発生した問題の解決策や次の活動等について議論したけれども、一部専門家のタイ滞在が短い時は議論をする機会が短かった。通常は電子メールや電話等でコミュニケーションを維持している。</p>
<p>4) 他ドナー等との協力関係</p>	<p>特にない。</p>

### 3-3 5 項目評価

#### 3-3-1 妥当性：プロジェクト実施の正当性や必要性の確認

項目		実績
大項目	小項目	
1. 必要性	(1) プロジェクト目標とタイ側との整合性	プロジェクト目標はERTCと2大学(CU,KU)の研究者のニーズに整合している。すなわち、ERTCは環境に関する研究開発と研修を実施しているセンターである。また、2大学の研究者は社会に適応可能な基礎的な研究開発を行っている。このように、ERTCと2大学の双方は最新の開発技術や知識を必要とし、また水再利用の研究開発をするために新しい機関/制度を必要としており、プロジェクト目標に整合する。
	(2) プロジェクト目標とタイ国国家開発計画との整合性	タイ国政府の「第11次国家経済・社会開発計画(2012-2016)」では前・第10次国家計画と同様、効率的な水管理を促進し安全で十分な水量の供給に対するタイ国民の要求に応えることの重要性を強調している。また、タイの工業地域において深刻な水質汚染が起こっており、また乾期には水不足に直面している。そのため、タイ政府によって安全で十分な水が確保され、さらに水再利用が進められることは重要である。このように、プロジェクト目標はタイ政府の国家経済・社会開発計画や国民のニーズに整合するものである。
3. 手段としての妥当性	(2) プロジェクトと日本政府 ODA 政策間の整合性	我が国の「対タイ王国 国別援助方針」(2012年12月)は環境・気候変動等、タイだけでは解決が困難な課題について日本の知見・経験を活用した支援、ASEAN域内共通課題への対応、ASEAN域外諸国への第三国支援などの取組を強調している。さらに、日本政府の長期戦略指針「イノベーション25」(2007年6月)では我が国と開発途上国との科学技術外交による関係強化を進めている。
	(1) プロジェクト・アプローチの妥当性	このような背景の下、JICAとJSTが実施しているSATREPS型プロジェクトは日本政府の政策に整合する。本プロジェクトの多くの様々な活動がプロジェクト目標を達成するために実施されており、プロジェクトのアプローチは適切である。これら活動を実施する過程でC/Pは研究開発をするための専門性を深め、さらに研究開発管理能力も向上している。
4. 他の課題	(2) 選定された対象グループの妥当性	ERTCの研究職員、並びにCUとKUの研究者は水の再利用に関する基礎的あるいは適応可能な知識や経験を持っており、本プロジェクト活動を遂行するために、選定されたターゲットグループは妥当である。
	(4) 他ドナーとの関係	日本は水質の浄化セクターで長い経験を有している。特に、1950年代/60年代の日本の高度成長期以降、日本政府や大学、民間企業は水課題を解決してきた。現在の日本では、安全な水が水道で供給され、農業用水にも使われ、また再生水は高層ビルやデパートなどで利用されている。特にない。
	(1) プロジェクトを取巻く環境変化	特にない。

3-3-2 有効性：プロジェクト効果の確認

項目		実績
大項目	小項目	
1. プロジェクト目標達成の見込み		プロジェクト目標は2013年6月までにほとんど達成された。残った活動も2013年9月までには達成される予定である。
2. アウトプロットとプロジェクト目標との関係	(1) プロジェクト目標達成に対するアウトプロットの貢献要因	<p>1) アウトプロット1は、主に研究開発管理をふくむ制度的なフレームワーク作りと研究開発技術を実施するためのWRCの設置が中心である。</p> <p>2) アウトプロット2とアウトプロット3は、CUにおける新・省エネ分散型水再生利用／再利用システムに関する研究開発、並びにKUにおける新・水再利用技術に関する研究開発である。</p> <p>3) アウトプロット4は、ERTCの研究開発を中心とした6つのワーキンググループ(WG)が目標を設定して、各WGは水の再利用に係る研究開発を行い、その活動の実施過程での運営管理能力の向上を図っている。</p> <p>以上の4つのアウトプロットは、プロジェクト目標である新技術の開発、水再利用のための研究開発センター設立とそのためERTC研究職員の能力向上(研究開発面、運営管理面)に十分貢献している。</p>
	(2) プロジェクト目標達成に対する阻害要因	特にない。 注：2011年10月/11月、大洪水が起きてプロジェクト活動が影響を受けたため、プロジェクト目標を達成するためにプロジェクト期間を6ヵ月延長した。



3-3-3 効率性：プロジェクトの効率性の確認

評価項目		実績
大項目	小項目	
1. アウトプロットの達成	(1) スケジュール通りの達成や阻害要因	<p>アウトプロット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。</p> <p>アウトプロット1はほとんど達成された。</p> <p>水再利用センター（WRC）は2013年6月に設立された。水再利用ガイドラインは、①水再利用技術情報、②リスク評価の方法、③除菌による水質改善、及び④水質ガイドラインの4部から構成され、全ての必要なデータは収集されている。なお、②リスク評価法はプロジェクト終了後提案される予定。</p> <p>アウトプロット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。</p> <p>アウトプロット2はほとんど達成した。</p> <p>残っている活動は2013年9月末までに完了予定である。</p> <p>アウトプロット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> <p>アウトプロット3は既に達成した。</p> <p>アウトプロット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。</p> <p>アウトプロット4の6つのワーキンググループの活動はほとんど達成された。残っている活動も2013年9月末までには完了予定である。</p> <p>中間レビュー調査後、新しい指標は2011年8月開催のJCCにおいて「補足指標（Supplement to the indicators on R/D）」として承認されており、これらの指標は各アウトプロットに対してレベルや内容共に適切である。</p> <p>各アウトプロットを達成するための全ての活動は充分である。</p> <p>6つのテーマから構成されるアウトプロット4の活動は多岐にわたるが、各WGのタイC/Pと日本人専門家はそれら活動の内容を十分理解して順調に実施している。</p> <p>1) 日本側投入 日本側による投入の質、タイミング、支出は適切である。専門家派遣日程はプロジェクトの進捗状況に応じて変</p>
2. 活動とアウトプロットの因果関係	(1) アウトプロットを達成するための各活動の充足度	
3. 投入の遂行	(1) 達成されたアウトプロットの視点	

評価項目		実績
大項目	小項目	
	からの投入の適切性	更されたりしたが、特に問題は起きていない。一部機材調達の遅れが生じたが、プロジェクトで供与した機材は効率よく使用された。また、本邦研修での浄化施設（WWTP）の視察やその後の議論も有益であった。 2) タイ側投入 タイ側からの全投入は充分使用され適切である。
4. 効率性に影響した要因	(1)外部要因の影響	特にない。
	(2)他プロジェクトとの協力関係	特にない。

### 3-3-4 インパクト：長期的視点でのプロジェクト効果の確認

項目		実績
大項目	小項目	
1. 効果	(1)プロジェクト目標以外のポジティブ／ネガティブな影響	以下のポジティブインパクトが見られる。 1) 2013年、ERIC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イ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イーの会議に継続的に出席するよう、求められた。 2) タイ工業団地公社（IEAT）が進めているラヨー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。 3) 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に提案した。 4) 研究者の一部は、予想以上に多くの研究者がプロジェクトに参加しているため、ディスカッションを通して自分の思考とネットワークを広げることができた。  なお、ネガティブインパクトは見られない。

3-3-5 持続性（予想）：プロジェクト終了後の持続性の確認

項目		実績
大項目	小項目	
1. 効果の持続性	(1) プロジェクト実施結果に対する貢献要因／阻害要因	<p>1) 政策面 前記したようにタイ政府は第11次国家経済・社会開発計画を進めており、その中で廃棄物処理及び汚水処理を重要な課題とし、水の3R（Reduce, Reuse, Recycle）推進を通じて総合的な都市環境管理を進めている。</p> <p>2) 制度面 これまでERTCは、近隣地域／国（カンボジア、ミャンマー、ラオス）を対象に水を課題としたセミナーやワークショップを開催しているという重要な役割を果たしている。本プロジェクトによって設立されたWRCはタイのみならず他の熱帯地域／国のR&amp;D技術センターとして活動することが期待されている。</p> <p>3) 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。</p> <p>4) 研究開発（R&amp;D）及び技術面 ERTC、CU、KU、他の研究開発機関及びタイ政府は、水に係る課題を水再利用／水再生利用のみならず地球規模課題を解決するために研究開発や技術の普及の重要性を認識しており、タイC/Pによって開発された新水再利用技術は大学研究者やERTC職員によって改良されると期待できる。</p> <p>5) 社会／文化／環境面 タイ国民による水再利用に対する姿勢や認知度は、タイ国内の出版物や公報等によって次第に促進されることと期待される。</p>





