

タイ国下水処理場運営改善プロジェクト

フォローアップ調査報告書

2009年2月

田中修司
西 修

目次

1	フォローアップ調査の概要	1-1
1.1	フォローアップ調査経緯.....	1-1
1.2	フォローアップ調査員の構成と調査期間.....	1-1
1.3	主な調査日程.....	1-1
1.4	ISTプロジェクトの背景と概要.....	1-1
1.5	プロジェクト目標及び活動成果.....	1-3
1.6	プロジェクトのモデル下水処理場.....	1-4
2	調査の方法	2-1
3	プロジェクトの実績とその後の進展	3-1
3.1	プロジェクトでの投入実績.....	3-1
3.1.1	日本側からの投入.....	3-1
3.1.2	タイ側からの投入.....	3-1
3.2	成果実績とその後の進展.....	3-2
3.2.1	成果 1: モデル下水処理場の機能が回復する。.....	3-2
3.2.2	成果 2: 下水処理場のO&Mに有効なリファレンス・マテリアルができる。	3-7
3.2.3	成果 3: 技能のある職員がモデル下水処理場のO&Mに従事する....	3-7
3.2.4	成果 4: リファレンス・マテリアルの普及及びO&Mデータ収集のためのイン フォメーションシステムが構築される.....	3-8
3.3	プロジェクト目標.....	3-9
3.4	上位目標.....	3-9
4	フォローアップの結論	4-1
5	その他	5-1

略 語

AL	曝気ラグーン法 (Aerated Lagoon)
BMA	バンコク首都圏庁 (Bangkok Metropolitan Administration)
C/P	カウンターパート (Counterpart)
DEQP	天然資源環境省環境質促進局 (Department of Environmental Quality Promotion, Ministry of Natural Resources and Environment)
DOLA	内務省地方行政局 (Department of Local Administration, Ministry of Interior)
JICA	独立行政法人 国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency)
MOF	財務省 (Ministry of Finance)
MONRE	天然資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment)
OD	オキシデーション・ディッチ法 (Oxidation Ditch System)
OEPP	科学技術環境省環境政策計画局 (Office of Environmental Policy and Planning, Ministry of Natural Resources and Environment)
O&M	運転・保守管理 (Operation and Maintenance)
PCD	天然資源環境省公害防止局 (Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment)
PDM	プロジェクト・デザイン・マトリックス (Project Design Matrix)
PWD	内務省 公共事業局 (Public Works Department)
R/D	討議議事録 (Record of Discussions)
SP	安定化池法 (Stabilization Pond System)
STP	下水処理場 (Sewage Treatment Plant)
TICA	外務省国際開発協力機構 (Thailand International Development Cooperation Agency)
TCSW	下水道研修センタープロジェクト (Training Center for Sewage Works (Project))
WMA	下水道公社 (Wastewater Management Authority)
IST	タイ国下水処理場運営改善プロジェクト (Improvement of Sewage Treatment Plant Management in Thailand)

1 フォローアップ調査の概要

1.1 フォローアップ調査経緯

本フォローアップ調査は、「下水道処理場運営改善プロジェクト（以下「IST プロジェクト」）」終了後約一年を経て、プロジェクトの効果を判断するとともに、そのプロジェクト終了後の必要なアドバイス等を行うために独立行政法人国際協力機構（JICA）が実施する調査である。調査実施期間は、2009年2月8日から同年2月21日までで、調査はISTプロジェクトの専門家として携わった田中修司と西修が行った。

1.2 フォローアップ調査員の構成と調査期間

本調査は下記の団員で構成され、実施された。

表 1-1: 調査団員表

氏名	担当分野	所属/役職
田中 修司	下水道運営管理	社団法人日本下水道管路管理業協会 専務理事
西 修	下水道計画管理	地方共同法人日本下水道事業団 課長代理

1.3 主な調査日程

主な調査日程は次の通りである。

表 1-2: 主な調査日程

No.	期間	日程
1.	09年2月9日 ~ 12日	第1段階：資料収集及び分析
2.	09年2月12日	第2段階：現地調査（パトムタニ処理場）
3.	09年2月11日 ~ 17日	第3段階：インタビュー調査準備及び実施 評価報告書（案）作成
4.	09年2月18日 ~ 21日	第4段階：補足調査、インタビュー実施 最終評価報告書取りまとめ

1.4 ISTプロジェクトの背景と概要

タイ国では急激な経済発展と都市化の進展により様々な環境問題が生じている。内務省公共事業局及び当時の科学技術環境省（2002年に天然資源環境省（MONRE）と科学技術省に分離）は水質汚濁問題に対処するため、1990年代より全国を対象に下水道施設整備を推進してきた。

一方、急激に整備される下水道施設を適切に運転・保守管理（O&M）する技術者が不足していたため、その養成が急務となり、1995年8月から2000年7月までの5年間にわたり、全国の下水道関係者に対する研修を中心としたJICA「下水道研修セ

ンタープロジェクト」(TCSW)を実施した。しかし同プロジェクトを通じて約1,000人に及ぶ技術者を対象に訓練を実施したものの、下水処理場の設計、O&M体制が不十分なため、その多くが正常に機能していない状況にあった。

このような状況のもと、2004年5月より2007年11月までの3年半の期間で、下水処理場の効率を改善することを目的とした「タイ国下水処理場運営改善プロジェクト」(以下「ISTプロジェクト」)が実施された。ISTプロジェクトにおいては、機能を十分に発揮していないモデル処理場を2箇所(パトムタニ、カンペンペット)選定し、処理場設備を修復・改善した上で、そのO&Mの方法の改善に関する技術指導を行った。さらにその過程で得られた知見を活かし、タイ国内の他の下水処理場での運営改善に資する9種類の技術資料を作成するとともに、下水道業務に携わる者に対する技術研修を実施した。

2007年11月に行われた終了時評価では、以下の理由により「プロジェクトの総合的な評価は、全体として良好であると言える」との評価がなされている。

- a) 2箇所のモデル下水処理場の機能が回復した。さらに、運転・保守管理に関する多くの有用な助言がモデル下水処理場の効率性を最大限に引き上げた。
- b) 9種類のリファレンス・マテリアルが作成された。これらのマテリアルは教科書的な内容でなく、実用的なノウハウが主要な内容となっている。また、これら実用的な知識と技術内容は、下水処理場のリハビリ工事及びカウンターパートへの技術支援を通じて得られたものである。
- c) カウンターパートと一緒に行ったWMA管轄のその他の下水処理場への技術支援によって、カウンターパート自身の能力も向上してきた。このことより、プロジェクトの成果はタイ全土の広い範囲に拡大していくと予想される。

また、終了時評価時において、「プロジェクト終了後における提言」として以下の項目が挙げられている。

- a) リファレンス・マテリアルの更新
効率的で質の高い下水処理場の運営を継続するためには、WMAの技術コンサル活動から蓄積された新しいアイデアと実用的なトラブルシューティングが大変重要になってくる。そのため、MONRE、PCD、DOLA、WMA及びその他外部有識者から構成されるリファレンス・マテリアル委員会でマテリアルの定期的な更新が行われていくことを強く提案する。
- b) WMAによる持続性のある技術知識の普及
プロジェクトでは、OD法とSP法に関する技術セミナーを開催した。自立発展性の視点から、将来的にWMAが幅広い内容の技術セミナーを開催し、カリキュラムとテキストブックを引き続き創り出していく事が望ましい。更にWMAのニューズレターを通じての実用的な技術知識の普及も有効であると考ええる。これらの取り組みはWMAの持続性のある発展に寄与するものと考ええる。
- c) 人的資源
広く効果的に地方自治体を支援していくには、WMAは事業管理の向上と同時に支援する下水処理場の数に見合った技術者の確保に努めるべきである。このため、人材育成に関して、バンコク首都圏庁(BMA)、天然資源環境省水質保全局(PCD)、同省天然資源環境省天然資源環境政策計画局(ONEP)、同省環境質促進局(DEQP)及びDOLAなど、他の政府機関と継続的な取り組みを共同で行っていく必要がある。
- d) 国家政策

WMAがより効率的で効果的な活動を行うために、下水道法令の制定及び下水料金徴収システムの導入が国家政策として早急に確立されるべきである。

e) 地方自治体に対する財務支援

地方分権政策のため、地方自治体の業務活動範囲が拡大してきているが、中央政府からの財務支援が十分ではないのが実情である。よって、近い将来、自治体の活動を支援する環境基金やその他の財源の活用に関して、詳細条件の検討を行う必要がある。

1.5 プロジェクト目標及び活動成果

「ISTプロジェクト」のプロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) によると、プロジェクトの最終目標、上位目標、プロジェクト目標、成果、及び活動は下記の通りである。

最終目標:

公共用水域の水質が改善される。

上位目標:

タイ国における下水処理場で効率的、効果的にO&Mが実施される。

プロジェクト目標:

下水処理場の効率的、効果的なO&M方法が確立される。

成果:

- 1) モデル下水処理場の機能が回復する。
- 2) 下水処理場のO&Mに有効なリファレンス・マテリアルができる。
- 3) モデル下水処理場が技能ある人員によりO&Mが実施される。
- 4) リファレンス・マテリアルを普及し、下水処理場のO&Mに係る情報を収集するための情報システムが確立される。

活動:

1. モデル下水処理場の機能が回復する。
 - 1-1. モデル下水処理場のリハビリプランのレビュー
 - 1-2. モデル下水処理場のリハビリ実施支援
 - 1-3. リハビリ活動の調査
 - 1-4. リハビリが行われた下水処理場のO&M
2. 下水処理場のO&Mに有効なリファレンス・マテリアルができる。
 - 2-1. リファレンス・マテリアルのリスト作成
 - 2-2. リファレンス・マテリアル作成方法の検討
 - 2-3. リファレンス・マテリアル作成のための調査指導
 - 2-4. リファレンス・マテリアルの作成
3. モデル下水処理場が技能ある人員によりO&Mがなされる。
 - 3-1. 担当職員が必要な知識と技能分野の選定
 - 3-2. トレーニング資料の準備
 - 3-3. トレーニングの実施
4. リファレンス・マテリアルを普及し、下水処理場のO&Mに係る情報を収集するため

の情報システムが確立される。

- 4-1. リファレンス・マテリアルの普及のための準備
- 4-2. O&Mデータの収集（日毎、週毎、月毎、年毎の報告）
- 4-3. 完成したドキュメントの収集（設計図、計画、仕様書、完成図）
- 4-4. 既存のインフォメーション・システムの調査.
- 4-5. 既存のものを変更してインフォメーション・システムの開発

1.6 プロジェクトのモデル下水処理場

以下の通り、プロジェクト実施時において WMA 管轄であった 12 箇所の下水処理場のうち 2 箇所が「IST プロジェクト」のモデル下水処理場である。

No.	WMA管轄の 下水処理場の 所在地	モデル 下水処理場 (✓)	方法
1	バンバエ		OD法
2	バナムグン		湿地法
3	チュムセン		SP法
4	ホククワン		SP法
5	カンペンベット	✓	SP法
6	パクパナン		AL法+湿地法
7	パトムタニ	✓	OD法
8	パヤオ		SP法
9	サコンナコン		SP法 + 湿地法
10	ソングハー		AL法
11	シーラチャ		OD法
12	タレー		湿地法

参考：

OD（オキシデーション・ディッチ）法：

機械式エアレーション装置を有する水深の浅い無終端水路を反応タンクとして、低負荷条件下で活性汚泥処理を行い、最終沈殿池で固液分離を行う一連の処理方法。

湿地法：

自然あるいは人工的に造成した湿地に汚水を流入させ、植物や土壌による吸着や浄化の作用を利用して汚水処理を行う方式。

SP（安定化池）法：

自然の地形や掘削して造った池に長時間汚水を滞留されることにより、汚水処理を行う方法。

AL（曝気ラグーン）法：

自然の地形や掘削して造った池に汚水を長時間滞留させ、人為的に酸素を送り込む事で溶存酸素濃度を一定に保ち、汚水処理を行う方法。

2 調査の方法

今回のフォローアップ調査では次に掲げる方法を用いた。

- 1) 関連情報収集/分析,
- 2) 聴き取り調査

限られた調査期間において、調査を効率的に実施する必要がある。そのため、終了時評価におけるプロジェクト成果の確認事項を基本に、IST プロジェクトに関連するデータ及び情報の収集を行った。それら収集されたデータから、IST プロジェクト終了以降におけるWMAの活動実績を確認した。また、データを分析した結果についてWMAのスタッフに確認を行うとともに、データでは表現されないプロジェクト成果の活用状況等について、WMA および MONRE 等の関係者に対する聴き取り調査を行った。聴き取り調査は、WMA の総裁、副総裁（IST プロジェクト時点でのカウンターパートのプロジェクトマネージャ）を含む対象に対して実施した。

また、本調査では調査団がパトムタニ市のモデル下水処理場を訪問し、必要な現地状況調査も実施した。

3 プロジェクトの実績とその後の進展

3.1 プロジェクトでの投入実績

3.1.1 日本側からの投入

プロジェクト開始以降、現在までの日本側による投入状況は次の通りである。

- 1) 長期専門家 6名
- 2) 短期専門家 7名
- 3) 本邦研修 5名
- 4) 資機材調達 24品目
- 5) プロジェクト実施予算 261,351千円

3.1.2 タイ側からの投入

プロジェクトのために、下記の投入がタイ側から行われた。

- 1) カウンターパート 27名
- 2) 執務スペース及び必要機材の提供
- 3) 関連予算 627,870 バーツ

3.2 成果実績とその後の進展

以下に、I S Tプロジェクトにおける4つの成果について、プロジェクト終了後の状況を確認する。

3.2.1 成果 1: モデル下水処理場の機能が回復する。

指標 1-1: モデル下水処理場における処理単価コスト (Baht/m³) が20%削減される。

- I S Tプロジェクトでは、パトムタニとカンペンペットの二つの下水処理場をモデル下水処理場として、成果1に向けた取り組みを実施した。終了時評価時点での処理単価コストの削減計算および今回調査結果は下記ようになった。

パトムタニ	基準値 (2005年5月時点)	実績値 (2007年5月- 2007年5月の平均値)	コスト 削減率	指標
全体のコスト	10.4 パーツ/m ³	6.9 パーツ/m ³	34 %	20 %
(電気使用コスト)	(3.2 パーツ/m ³)	(1.2 パーツ/m ³)	(62 %)	
フォローアップ調査		実績値 (2007年12月- 2008年4月の平均値)	コスト 削減率	
全体のコスト		9.8パーツ/m ³	6%	
(電気使用コスト)		(2.1パーツ/m ³)	35%	

出展: WMAのO&M データ

考察

- 電気使用量に関しては、継続的に削減が図られている。
- 経常的運転管理費用とは別に、2008年2月と9月に処理場内管渠補修工事を実施するなどの費用が生じており、全体コストは削減率が縮小されている。
- I S Tで導入した自動タイマー盤は、継続的に活用されている。

カンペンペット	基準値 (2006年3月-4月 の平均値*)	実績値 (2007年3月-4月 の平均値)	コスト 削減率	指標
全体のコスト	2.4 パーツ/m ³	2.2 パーツ/m ³	10 %	20 %
(電気使用コスト)	(0.54 パーツ/m ³)	(0.34 パーツ/m ³)	(37 %)	
フォローアップ調査		実績値 (2007年12月-2008 年4月)	コスト 削減率	
全体のコスト		5.0パーツ/m ³)	-108%	
(電気使用コスト)		(0.52パーツ/m ³)	4%	

出展: WMAのO&Mデータ

考察

- 安定化池法におけるO&Mでのコスト削減範囲は限られている。今回調査では、終了時評価時点と比較して後退した結果が出た。2007年12月から2008年4月の時期にポンプ場の故障があったために水量が減ったことと、故障のための修理費用が高んだために処理単価としてみた場合に値が後退した結果が生じた。その後2008年9月にポンプ場のスクリーンの故障を修理し、未処理汚水の越流をなくして流入水量が戻った。また処理区域も20%ほど拡大している。
- 今後の推移を見守ってゆくことが必要である。

パトムタニの水量処理費用を一覧表にして示す。

Pathumtani

	流量 m ³ /月	総費用 Baht	電気代 Baht	単位処理費用 Baht/m ³	単位電気代 Baht/m ³	乾季平均処理費用 Baht/m ³	乾季平均電気代 Baht/m ³
Jan-06	23,997	400,401	48,415	16.69	2.02		
Feb-06	15,363	378,397	61,658	24.63	4.01		
Mar-06	17,628	395,475	75,187	22.43	4.27		
Apr-06	31,728	376,866	61,427	11.88	1.94	18.91	3.06
May-06	58,319	383,697	68,519	6.58	1.17		
Jun-06	54,363	315,461	30,245	5.80	0.56		
Jul-06	89,276	327,418	41,316	3.67	0.46		
Aug-06	43,770	357,902	66,215	8.18	1.51		
Sep-06	76,686	326,604	27,881	4.26	0.36		
Oct-06	64,342	322,132	16,103	5.01	0.25		
Nov-06	58,900	354,080	50,549	6.01	0.86		
Dec-06							
Jan-07	20,484	136,000		6.64			
Feb-07	30,005	404,000	132,000	13.46	4.40		
Mar-07	25,150	345,386	63,827	13.73	2.54		
Apr-07	49,696	319,645	34,511	6.43	0.69	10.07	2.54
May-07	120,995	333,482	56,087	2.76	0.46		
Jun-07	26,359	317,761	37,944	12.06	1.44		
Jul-07	30,914	343,683	65,448	11.12	2.12		
Aug-07	25,691	322,812	42,138	12.57	1.64		
Sep-07	29,635	331,338	51,982	11.18	1.75		
Oct-07	23,462	212,449	65,448	9.06	2.79		
Nov-07	27,537	236,822	66,686	8.60	2.42		
Dec-07	30,820	236,822	66,686	7.68	2.16		
Jan-08	22,409	142,021	39,612	6.34	1.77		
Feb-08	16,632	226,462	35,637	13.62	2.14		
Mar-08	13,224	167,545	35,824	12.67	2.71		

Apr-08	20,248	171,052	33,047	8.45	1.63	9.75	2.08
May-08	18,988	221,594	34,027	11.67	1.79		
Jun-08	25,748	183,383	37,944	7.12	1.47		
Jul-08	28,930	168,000	42,326	5.81	1.46		
Aug-08	21,433	168,000	37,285	7.84	1.74		
Sep-08	28,218	252,000	38,933	8.93	1.38		
Oct-08							
Nov-08							

乾季

乾季だけを経年的に変化を見ても処理単価も電気代も確実に減少してきていることがわかる。ただ水量が全体として非常に少なくこの水量をどのようにして増大させるかが大きな課題である。

カンペンペットも同様に一覧表で示す。

Kampengpet

	流量 m ³ /月	総費用 Baht	電気代 Baht	単位処 理費用 Baht/m ³	単位電 気代 Baht/m ³	乾季平 均処理 費用 Baht/m ³	乾季平 均電気 代 Baht/m ³
Jan-06	95,459	219,108	68,458	2.30	0.72	2.50	0.67
Feb-06	76,231	221,608	68,458	2.91	0.90		
Mar-06	73,378	201,384	46,231	2.74	0.63		
Apr-06	95,559	197,428	42,278	2.07	0.44		
May-06	267,549	205,388	50,238	0.77	0.19		
Jun-06	303,278	254,329	99,179	0.84	0.33		
Jul-06	259,366	266,952	111,802	1.03	0.43		
Aug-06	242,789	236,137	80,987	0.97	0.33		
Sep-06	432,239	254,358	99,708	0.59	0.23		
Oct-06	301,366	266,446	111,296	0.88	0.37		
Nov-06	88,855	200,666	45,516	2.26	0.51		
Dec-06	84,708	45,312	45,312	0.53	0.53		
Jan-07	43,243	111,921	34,346	2.59	0.79	1.80	0.49
Feb-07	60,019	181,901	26,751	3.03	0.45		
Mar-07	71,383	181,420	26,270	2.54	0.37		
Apr-07	103,897	31,439	31,439	0.30	0.30		
May-07	411,953	61,591	61,591	0.15	0.15		
Jun-07	275,206	155,150		0.56	0.00		
Jul-07	284,017	205,150	50,000	0.72	0.18		
Aug-07	162,193	214,150	59,000	1.32	0.36		
Sep-07	281,684	223,150	68,000	0.79	0.24		
Oct-07	273,541	184,274	67,953	0.67	0.25		
Nov-07	50,877	194,439	67,953	3.82	1.34		
Dec-07	33,579	108,594	19,078	3.23	0.57		
Jan-08	23,579	221,417	16,619	9.39	0.70		
Feb-08	32,402	155,044	16,944	4.79	0.52		
Mar-08	37,019	151,624	15,639	4.10	0.42		

Apr-08	44,970	159,891	17,323	3.56	0.39	5.01	0.52
May-08	111,784	165,634	36,459	1.48	0.33		
Jun-08	101,448	159,999	30,029	1.58	0.30		
Jul-08	76,282	154,699	38,161	2.03	0.50		
Aug-08	103,279	159,999	49,268	1.55	0.48		
Sep-08	146,305	236,999	49,387	1.62	0.34		
Oct-08	355,585	206,969	75,052	0.58	0.21		
Nov-08	204,773	160,467	57,816	0.78	0.28		
Dec-08	214,459	104,429	26,779	0.49	0.12	0.49	0.12

2007年12月から2008年4月期の乾季に水量が前の乾季と比較して大きく落ちこんでいるためにこの時期の処理単価が大きく上がってしまった。ポンプ場の故障によりものであるが原因がのぞかれ2009年1月（コストが入手できないため表に記載していない）には76,377m³となり2007年1-3月と同程度まで回復してきている。ただカンペンペットはいまだゴミ問題に悩まされているようでこれが故障の原因となっている。

指標 1-2: モデル下水処理場における処理汚水量が30%増加する。				
<ul style="list-style-type: none"> ISTプロジェクトでは、処理汚水量増加に向けた取り組みとして、下水収集システム全般に関する技術的提案がなされた。 <ul style="list-style-type: none"> a) 事業排水の受け入れ（事業排水：病院、製紙工場、ガソリンスタンドからの排水） b) 下水管渠の拡大（パトムタニ市役所） c) 隣接区域から下水受入の可能性の検討（カンペンペット市役所） 更に、指標に関しては、「2005年12月、2006年1月、2月の処理汚水量の算術平均が基準値として適当であるが、どの月のデータを取るかについては乾季がどれだけ続くかをみながら、最終評価段階で再検討する余地がある」との点を考慮して、計算された。終了時評価時点および今回調査結果は下記ようになった。 				
パトムタニ	基準値 (2005年12月-2006年3月の 平均値)	実績値 (2007年2月-3月の 平均値)	処理汚水量の 増加率	指標
処理汚水量	22,001 m ³ /月	27,578 m ³ /月	25 %	30 %
フォローアップ調査		実績値 (2007年12月-2008年3月の 平均値)		乾季での 比較
処理汚水量		20,711 m ³ /月	-5.8%	
出展: WMAのO&M データ				
カンペンペット	基準値 (2005年12月-2006年3月 の平均値*)	実績値 (2006年12月、 2007年2月、 3月の平均値**)	処理汚水量の 増加率	指標
処理汚水量	90,473 m ³ /月	72,037 m ³ /月	-20 %	30 %

フォローアップ調査		実績値 (2007年12月 -2008年3月の 平均値と 2009年1月)		乾季での 比較
処理汚水量		31,548m ³ /月 76,377m ³ /月	-65% -15%	

出展: WMAのO&M データ

考察

- 上記の実績値からは、パトムタニもカンペンベットも処理汚水量が低減しており、複数の要因が考えられる。
 - パトムタニでは、ポンプ場へのゴミ流入が非常に多く、ポンプの損壊を防ぐため、また、運転費用を削減するため、ポンプの運転時間を短縮していた。
 - カンペンベットにおいては、管渠内の清掃が実施されておらず、収集システムに問題が生じていた（2007年12月から2008年3月期）が、その後管渠内清掃や、スクリーンの修理が行われ、ポンプ場からの汚水の未処理での越流がなくなり、処理施設への流量が増えた。また処理区域を20%程度拡大している。

パトムタニもカンペンベットも合流式下水道であるために水量のパフォーマンスを評価するに当たっては乾季と雨季をわけて乾季のデータを見ることが必要である。カンペンベットでは、12月はおおむね乾期であるが、2008年12月は雨が多かった。このため比較対象からは外した。

指標 1-3: モデル下水処理場からの排水が基準を満たす。

- タイ国内では流出処理水の基準は設定されていないが、WMAでは建物の排出基準「Building Effluent Standards A」と工業排水基準「Industrial Effluent Standards (COD)」から以下の5項目を準用するように定めている。その内容は下記の通りである。

BOD 20	最大 20mg/l	少なくとも1週間当り2回
COD	最大 120mg/l	毎日
SS	最大 30 mg/l	毎日
pH	5-9	毎日
Temperature	最大 40	毎日

備考: 30日のうち25日以上満足すれば良い

- 本調査で確認したところによれば、2つのモデル処理場からの排水は継続して基準値を満たしている。

パトムタニ現地調査

本調査において、パトムタニ下水処理場での現地調査を実施した。パトムタニ下水処理場は、2008年10月よりWMAの管轄を離れ、自治体が独自に民間運営会社に運営管理を委託している。パトムタニにおいては、モデル処理場としてISTプロジェクトが積極的にかかわってきたが、自治体が、直接民間会社に委託するようになった。ISTプロジェクトが設置したタイマーボードについては、エアレーター運転コントロールを継続して行っており、上記にあるように電力量の削減は継続している。しかしな

がら、乾季の流入水量がかなり低減する時期においては、運転時間を調整する等の工夫の余地はまだ残されており、今後ともWMAによる技術的支援の必要性を感じた。とくにポンプ場の運転に問題があるように感じられる。

また、現地調査を通じて、タイ国に適した独自の技術基準、標準設計等の必要性を感じた。タイ国においては、流入BODが低いこと、流入水量変動が大きいこと、処理場に流入するゴミの量が多いこと等の特徴的な現象があり、これらに適応した処理場設計が必要である。パトムタニにおいても、流れ着いたゴミと雨季の流入増が重なったことによるスクリーン施設の倒壊が見られた。

今後、90年代に建設された下水処理場の設備が耐用年数を越え更新時期を迎える。その際には、タイ国に適した技術基準により施設の改良更新がなされることが望ましい。耐用年数の残る既設のコンクリート構造物を活かしながら、タイ国に適した下水道施設へ改良していくためには、多くの下水道施設での改築更新を経験している日本の技術と経験の移転が役に立つと考えられる。

また、安定した流入水量の確保のためには、管渠について、既設の管渠や水路を活かしながら改良していく必要がある。タイ国の管渠は短いスパンでコンクリートを接合して暗渠としているものが多く、繋ぎ目からの浸入水や漏水が大きな問題である。また、熱帯であるため管渠内で汚水の分解が進み発生するガス等による腐食対策も重要である。

3.2.2 成果 2: 下水処理場のO&Mに有効なリファレンス・マテリアルができる。

指標 2-1: 必要な全てのリファレンス・マテリアルが作成される。

- I S Tプロジェクトにより9種類のリファレンス・マテリアルが作成済みである。
- プロジェクト終了時に作成したタイ語版のリファレンス・マテリアル150部は、地方自治体等からの要請を受けて、すべて配布済みである。主な配布先は以下のとおりであるが、タンボン等からの要請に応じた配布もなされている。
 - 関連機関 (PCD、DOLA、DEQP、ONEP、BMA等)
 - 地方自治体 (タイ国内全地方自治体)
- WMAの全技術職員には、リファレンス・マテリアルが配布されており、日常業務おける資料として使用されている。
- リファレンス・マテリアルの更新について、現時点で明確なスケジュールはないが、今後、2、3年間の実務経験を蓄積する中で、適正な更新を行っていく予定とのことである。

3.2.3 成果 3: 技能のある職員がモデル下水処理場のO&Mに従事する

指標 3-1: モデル下水処理場に従事する職員がプロジェクトのトレーニングを受ける。

- I S Tプロジェクト終了以降に2種類のトレーニングがWMAにより実施されている。各トレーニングの内容及び参加者は以下のとおりである。
 - Confined Space Training (閉鎖空間研修)
 下水道施設には、閉鎖された空間が多くあり、有害なガスや酸素欠乏等による死傷事故が発生する恐れがあり、安全管理のための研修を実施した。
 法律や規則、状況確認と換気手法、安全装備等の講義を行うとともに、ガス検知器の使用、安全装備の使用、応急手当等について実務研修を行った。

Municipality	Date	Number of person
Prachuabkirikhan	Mar.2008	20
Trang	May.2008	20

Krabi	May.2008	20
Chacherngsao	Jun.2008	20
Sriracha	May.2008	17
Lampang	Jul.2008	20
Yasothon	May.2008	61

・O&M Training

下水処理場の運転管理について、下水処理の基礎やO&Mの実践、安全管理、下水収集システム等に関する座学研修を2008年9月にバンコクにおいて開催し、30名が参加している。

- O&M研修における講師は、すべてWMAの職員が勤めている。
- 上記2種類の研修については、今後とも継続的に開催していく計画であり、O&Mトレーニングについては、2009年6月開催が決定している。

指標 3-2: 全てのモデル下水処理場が技能を有する職員によって運営される。

- WMAが受託している下水処理場の運転管理は、WMAスタッフによって直営で実施されている。 WMAスタッフは、プロジェクトで実施したトレーニング等により、技能を有した職員である。かつては、WMA受託施設は民間へ再委託して運転管理していたが、現時点では全てWMAの職員が運転管理を行っている。
- パトムタニについては、WMAへの委託が終了したが、ISTやWMAを通じて得られた知識や経験により技能を有する職員下水道業務を担当している。

3.2.4 成果 4: リファレンス・マテリアルの普及及びO&Mデータ収集のためのインフォメーションシステムが構築される

指標 4-1: 下水処理場を運営するWMAのインフォメーション・システムを通じてリファレンス・マテリアルが活用される。

- ISTプロジェクト終了後、WMAのウェブサイト (http://www.wma.or.th/jica_index.htm)上で9種類すべてのリファレンス・マテリアルの英語版およびタイ語版が公開されている。
- インターネットによって公開されており、外部からのアクセスが可能である。また、ダウンロードも可能となっている。

指標 4-2: インフォメーションシステムを使ってモデル下水処理場のO&Mデータが収集される。

- WMA管轄の下水処理場から、O&MデータがデジタルフォーマットでWMAに提出されている。 収集されている水質項目は、BOD、COD、SS、pH、温度、TKN、油分である。これらのデータは、毎日計測されている。
- オンラインシステムの導入がなされている。 WMA管轄の9つの処理場において、オンラインシステムが導入され、30分ごとに自動計測されたBOD及びCODのデータをリアルタイムで確認することができる。なお、蓄積されたデータの確認、グラフ化等の可能になっている。また、運転費用等の月報についても、オンラインシステムを通じて収集管理がなされている。

- 将来的には、インフォメーションシステムとの総合データ管理を行い、より精度の高い情報収集に向けて取り組んでいく予定である。
- システムは、平常時のデータを収集することで、異常事態の発見等に役立てられている。

3.3 プロジェクト目標

指標 1-1: WMA管轄の下水処理場が運転のためにリファレンス・マテリアルを採用する。

- WMA管轄の下水処理場の運転管理は、WMAスタッフによって実施されており、リファレンス・マテリアルに基づいた運転管理が実施されている。

指標 1-2: WMA管轄の下水処理場の排水がタイの水質基準を満たす。

- WMA管轄の全ての処理場の排水がWMAの設定する水質基準を満たしている。

プロジェクト終了時評価において、ISTは、期待された成果が十分に発現しており、プロジェクト目標達成に貢献していることが確認されている。本調査においても、すべての技術職員に対して、リファレンス・マテリアルが配布され、実務に活用されていることなどから、プロジェクト成果に基づく下水処理場の運転管理の実施がなされていることが確認できた。WMA管轄下の処理場は、昨年度18箇所から今年度24箇所に増加しており、プロジェクト終了以降も発展的にプロジェクト目標達成がなされている。

3.4 上位目標

指標 1-1: 下水処理場のO&Mが適切に行われる。

- WMAが所管する処理場数は、プロジェクト実施時点で12箇所の処理場が、昨年度18箇所、さらには今年度24箇所に増加している。今後、より広範な下水処理場においてプロジェクト成果を反映した適切なO&Mが行なわれる環境にあるといえる。タイ全土における運転管理状況については、本調査において詳細に判断は出来ない。
- 今後とも、WMA管轄下の下水処理場数は計画的に増加していくこととなっており、プロジェクトの成果が継続的に波及していくことが考えられる。また、リファレンス・マテリアルの普及状況、WMAが実施する研修への参加状況等から、WMA管轄以外の下水処理場においても、プロジェクト成果を活用したO&Mが実施される可能性は高いと考えられる。

指標 1-2: 下水処理場からの排出される水質がタイの排出基準を満たす。

WMA管轄下の下水処理場については、WMAスタッフによる運転管理が行われており、水質確保は継続的になされている。今後、WMA管轄の下水処理場が増加するとともに、研修等を通じて、リファレンス・マテリアルの技術内容が広く普及することでタイ全土における下水処理場の水質改善が可能であると考えられる。

終了時評価時点において上位目標の指標が既に発現していることが確認されていた。今回調査では、プロジェクト終了時と比べてさらに広範に効果が発現していることが確認できた。しかしながら、タイ全土における目標達成に向けては、下水道法制の制定、構造基準等の基準類の整備、地方財政システムや料金収集システムの構築、使用者の支払意思向上等の啓蒙活動等の課題を早急に解決する必要がある。

4 フォローアップの結論

フォローアップ調査の結果をまとめると以下ようになる。

- a) 2 箇所のモデル下水処理場について、プロジェクトにより機能が回復して以降、継続して運転管理がなされている。効率性に関しては、一部外的要因によりプロジェクト終了時から低下したところも見受けられる。

- b) 9 種類のリファレンス・マテリアルについて、その技術的内容が下水処理場の運転管理において実務として活かされている。WMA のウェブ・サイトを通じて自由にダウンロードできるようになっている。印刷したものはすべて自治体等に配布されている。また、WMA がプロジェクトにおける知識と経験を活かして研修を開催し、地方自治体の技術力向上に大きく寄与している。

- c) データ収集システムについては、プロジェクト終了時点と比較して大幅な進化をしており、WMA が管轄する 9 つの処理場の水質データがオンラインで 30 分の自動更新になっており、かつウェブ上で誰でもアクセスできるようになっていた。

- c) WMA の管轄する下水処理場数もプロジェクト終了時に比較して増加してきており、職員数も増加するなど、地方自治体の支援機関として機能が充実してきている。この結果、プロジェクト成果はタイ全土の広い範囲に拡大していくと予想される。

しかしながら、今後ともプロジェクト目標を持続していくためには、WMA の組織力向上や業務効率化等の機能強化が強く要求される。また、一部には WMA との業務経験を活かして自立した運転管理に取り組む自治体もでてきており、これら自治体に対するサポートについても検討する必要がある。

また、将来に向けてプロジェクトの上位目標を達成するためには、タイ国政府としての取り組みが重要である。下水道法制の制定は、下水道整備の目標及び根拠を明らかにするものであり、責任所在等を明確にすることで大きな推進力となりえる。また、実際の施設整備・運転管理に際しては、費用面をいかに確保するかが重要であり、地方財政への支援措置や下水道使用料金の収集等の制度設計が必要である。なお、水環境問題への啓蒙活動を含んだ下水道に関する住民意識の向上をあわせて行っていくことが重要である

5 その他

a. リファレンス・マテリアルの更新

終了時評価時点において、レファレンスマテリアルの定期的な更新が提案されていた。フォローアップ調査時点では、この更新は行われておらず、更新のための会議等も開催されていなかった。これは、プロジェクト終了時点から日が浅くまだ十分にレファレンスマテリアルの問題点が出てきていないためと思われる。

今後、プロジェクト成果がタイにおいて持続的かつ発展的に役に立つて行くためには、レファレンスマテリアルの更新が何らかの形で取り組まれることが必要である。タイ独自の風土に合った下水道技術というものが形づくられる必要がある。たとえば汚水量一つを取り上げても、十分な情報がなく、WMAの活動を通じてこのようなデータを意識的にあつめ分析して、既存の技術資料に盛り込んでゆくことが必要である。WMAは、プロジェクト終了後、既存施設の改築更新だけでなく、新規建設も手掛けるようになってきており、さらには維持管理も直営で行うようになってきた。また中央省庁からも頼りにされる状況となっており、WMAを取り巻く状況は大きく変化してきている。このようなことも考えてゆくと、リファレンス・マテリアル委員会等を通じた更新活動を継続して行うことの必要性が一層高まっており、今後の取り組みを見守ってゆきたい。

b. WMAによる持続性のある技術知識の普及

プロジェクト終了後も、WMAにより2つの技術研修が実施されている。両研修とも多くの参加者から高評価を得ており、タイ国全土に広く下水道技術を普及していくため、今後とも継続的に研修を開催していくことが望まれる。新たなカリキュラムの構築や、テキストブックの作成等さらなる研修事業の推進に向けた取り組みが継続されることが必要である。研修活動は講師が受講者に知識を伝授する活動のように見えるが、講師側が自分の知識や理解を見直すことにもなる。研修を実施する側にとっては知識の総合的な咀嚼が改めて必要になり、また不足する知識についても講師側が認識を新たにすることになる。すなわち研修活動は研修を受ける側だけでなく研修をする側にとってもより高い理解に達する機会であり、不足する情報を補う機会でもあり。このようなことから研修活動は総合的な効果が双方に期待でき、今後WMA自身がさらに活発に研修活動を行うことが有用であると思われる。

c. 下水道をめぐる施策

既存の下水処理場においては、タイ国の実情にそぐわない施設が多く見受けられる。設計の問題から始まり、施工管理に至るまでの部分でも改善すべき点は多数ある。ISTプロジェクトでもこの問題を取り上げてレファレンスマテリアル等で取り上げたが、十分ではない。この問題についてはきっかけをISTプロジェクトで作ったものの、結局はタイ側が自分で問題点を発見して自分で解決を図って行かなければ持続的な解決にはならない。今後、多くの設備が更新時期を迎えるが、その際にタイ国に適した施設改良がなされるよう、タイ国における技術的基準の整備と適用が望まれる。

PCDではISTプロジェクトをモデルとして、独自に5地域を対象にした下水道運営改善プロジェクトが実施されていた。このような取り組みが生じたという点から考えると、ISTプロジェクトが一定のインパクトを与えたと評価できる。

また、下水道にかかる責務を明確化し、下水道施設の適切な運営が行われるよう、

下水道に関する法制度の制定が必要である。あわせて下水道事業推進に必要な不可欠である費用確保に向けた下水料金徴収システムの導入が国家政策として早急に確立されるべきである。

d. 地方自治体に対する財務支援

地方分権政策のため、地方自治体の業務活動範囲が拡大してきているが、下水道施設の建設と維持管理について中央政府からの財務支援が十分ではないのが実情である。よって、近い将来、自治体に対して必要な財源を確保できる仕組みを検討し実際に機能させることが不可欠である。

e. WMA の活用

中央政府の中で下水道施設の建設や維持管理について自治体に対して技術的なバックグラウンドを持ち適切に実行できる機関は WMA しか存在していない。

ITS プロジェクトのカウンターパートを勤めた WMA は現在政府部内で下水道に関わる政府の実施機関として重視されると同時に、WMA 自身が IST プロジェクト以後自信をつけて積極的な業務展開を行いつつある。具体的には以下のような状況が生じている。

- ・ 2008年度現在で、200百万パーツの業務を実施。2009年度、1300百万パーツの業務を予算要求している。現在112人の職員数であるが、次年度は167人の職員数で対応を予定している。
- ・ MONRE (天然資源環境省) 及び地方自治体から WMA に対する仕事の要請が多くなってきている。
- ・ クロンダン処理場に関する運転についてのマネージメントの要請も MONRE から来ている。
- ・ 2007年度18自治体からの要請に対応していたが、2008年度は24に増えた。スタッフは2008年度は10人増やした。
- ・ 委託を受けている処理施設の状況を監視するため、処理水の水質を自動的に収集し、ネット上で公開できるようにシステムを運営した。現在9処理場についてこのシステムを運営している。また、水質について確実に期するため、センサーで得られたデータと、手分析のデータを照合する作業を行っており、これが進めばより一層信頼度が高い数値を公表できる。なおウェブ上で公開されているデータは基本的には30分一回の更新を行っている。<http://ct01.wma.or.th/main.php>
- ・ 水質データについてはモニタリングの自動化を一層進めるため、濁度と SS, BOD, COD などの相関を分析調査を行っているところである。
- ・



水質モニターWeb公開画面その1（地図の赤丸が対象施設）



水質モニターWeb公開画面その2

（参考）

2009年度（2009年10月から2010年9月まで）の予算要求の詳細

- ・ 24自治体からのO&Mの受託 592百万バーツ
- ・ 省エネルギープロジェクト 62.9百万バーツ
- ・ オンサイトシステムの建設（数地区） 45百万バーツ
- ・ 水質試験室 3百万バーツ
- ・ パクレット地区 FS及び第一次分の詳細設計 85百万バーツ
- ・ サムトプラカン地区 FS 9百万バーツ
- ・ オムノイ地区 詳細設計と建設 261百万バーツ

- ・ ランシット（パトンタニ）地区 詳細設計と建設 55百万バーツ
- ・ パトラプリ地区 詳細設計と建設 55百万バーツ
- ・ 地域事務所設置（3箇所） 13百万バーツ
- ・ 下水道料金設定と徴収のための調査 5.8百万バーツ
- ・ WMAにおけるインフォメーション・システムのためのマスタープラン作成 0.45百万バーツ
- ・ オンライン・モニタリング・コントロールシステム
- ・ 知識集約データベース（4地域） 5百万バーツ
- ・ 運転状況表示システム 4.5百万バーツ
- ・ PLC及びSCADAシステムの改善（ランプー地区） 2.5百万バーツ
- ・ クロンダンの人員トレーニング（Capacity Building） 5.3百万バーツ

他

合計 13000百万バーツ

MONREの事務次官Dr. Saksitが次官になってから（1年ほど前）WMA重視の方向を打ち出してきている。なおMONREのWMAの窓口は、PCDとOEPP（Office of Environment Policy Planning）でPCDの割合のほうが大きい。PCDの局長は、WMAの理事であり、理事会を通じてもWMAの業務に関与している。現在PCDはWMAを様々な場面で活用しており今後もこの方向性は続くものと思う。たとえばPCDに対して自治体から相談があれば、直ちにWMAに連絡が行き、WMAがその相談に対応するようなやり方になっている。その結果、WMAに対する業務要請が、PCDからだけでなく自治体からも多数寄せられるような状況になっている。

f. 下水道料金の徴収問題

現時点では下水道料金の徴収は次の7つの地区で行われている。

サンスック
シーラチャ
パトン（プーケット）
ハジャイ
パタヤ
ソクラー
タレー

ただしサンスックでは一般住民からも下水道料金を徴収しているが、その他の地区は商業、工場、ホテル、コンドミニアム等からの徴収に限定されているのが現状である。バンコクですら下水道料金が徴収できない現状にあるにもかかわらず、WMAが関わった自治体では、限定された対象とはいえ、下水道使用料が徴収できている意味は大きい。なお上記の地区では水道料金と下水道料金は別個に聴取されている。下水道料金の価格は、水道料金の半分程度である。現在、下水道料金の徴収が本格的に出来ない要因は

- ・ 住民の意識が啓発されていないこと
- ・ 国レベルでの法律ない

をあげることが出来る。

下水道のシステムが持続的に機能を発揮して行くためには維持管理財源が財政的に安定した状況になることが必要であり、このためには下水道料金を適切に設定し、使用者から徴収を行うことが必要である。このためには、まずは法制度をしっかりと準備することが必要である。

g. 下水道法の整備

上記にあげた提言が実行されるためには、下水道をめぐる法律を一本化し、分かりやすい法体系にする必要がある。その上で、初めて自治体に対する財政支援も下水道料金問題も、タイ独自の技術的な基準の整備もスムーズに進めることが出来る。

注) JICAへの支援要請

・ 2007年12月26日、WMAからJICAへ、12月25日付けで、MONRE事務次官から日本大使宛、JICAのISTプロジェクトのお礼と、引き続きの協力をお願い文章が出された旨のレターが出されている。

・ JICAへ要請している内容は、タイトルがEnhancement of Municipal Wastewater Management in Thailandで、2008年4月から2012年1月までの期間で、本下水道事業団をモデルにしてWMAの組織を強化するもの、下水道の技術以外の運営改善（計画手法、プロジェクトマネジメント手法、法律、財政運営方法、下水道料金徴収方法、下水道料金設定手法、広報等）の2つの分野の特化してWMAの組織の足腰をソフト面で充実し、タイ全体の水質環境保全に役立てようというものである。

レター等のコピーは付属資料に添付