

マレーシア国  
エネルギー・環境技術・水省 (KeTTHA)

マレーシア国  
大都市圏上下水道 PPP 事業  
準備調査 (PPPインフラ事業)

報 告 書

平成 24 年 6 月  
(2012 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

住友商事株式会社  
東京水道サービス株式会社  
東京都下水道サービス株式会社  
株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツ

民連

JR (先)

12-023



出典：観光省発行の Map of Malaysia を使って調査団作成

### 調査対象地域位置図

# 目 次

調査対象地域位置図

目次

表目次

図目次

要約

## 第 I 部 総論

1	「マ」国の社会経済状況 .....	I-1
2	上下水道事業の沿革、関係機関及び状況と課題.....	I-4
2.1	上下水道事業法（WSIA2006）施行以前の上下水道事業.....	I-4
2.2	上下水道事業法（WSIA2006）施行以降の上下水道事業.....	I-5
2.3	上下水道事業にかかわる機関.....	I-7
2.4	上下水道セクターの状況と課題.....	I-11
3	上下水道セクターに関する「マ」国政府の基本方針と政策事項.....	I-20
3.1	マレーシア五箇年計画における上下水道整備計画の位置づけと展望 .....	I-20
3.2	中期整備目標（浄水・下水処理達成目標、地域目標等） .....	I-23
3.3	上下水道整備に関する基本方針画.....	I-24
3.4	他国からの借款援助及び PPP 手法によって推進する上下水道整備方針、 それぞれについての政府方針.....	I-26
3.5	上下水道オペレーターの OPEX に対する基本方針 .....	I-26
3.6	KeTTHA が策定している具体的計画、施策等 .....	I-27
4	「マ」国の PPP 関連法制度の状況 .....	I-29

## 第 部 水道

1	パハン州水道事業 .....	II-1
1.1	沿 革 .....	II-1
1.2	組 織 .....	II-1
1.3	財務状況 .....	II-5
1.4	給水サービス状況.....	II-13
1.5	コールセンター .....	II-21
1.6	管理面での改善提案.....	II-22
2	タメロー郡水道事業 .....	II-27

2.1	自然条件 .....	II-27
2.2	社会経済条件 .....	II-30
2.3	上水道施設 .....	II-32
2.4	水質管理の現況.....	II-46
2.5	無収水 .....	II-49
2.6	技術面での改善提案.....	II-55
<b>3</b>	<b>無収水削減計画 .....</b>	<b>II-65</b>
3.1	基本計画 .....	II-65
3.2	基本設計 .....	II-67
3.3	実施計画 .....	II-70
3.4	事業の実行可能性.....	II-75
3.5	環境社会配慮 .....	II-82

### 第 III 部 下水道

<b>1</b>	<b>調査対象地域の概要 .....</b>	<b>III-1</b>
1.1	自然的条件 .....	III-1
1.2	社会的条件 .....	III-2
<b>2</b>	<b>調査対象区域における下水道整備及び維持管理の状況.....</b>	<b>III-4</b>
2.1	調査対象区域における下水道整備の状況.....	III-4
2.2	既存下水道施設の維持管理の状況.....	III-5
2.2.1	下水道システム.....	III-5
2.2.2	管路施設.....	III-6
2.2.3	下水処理施設.....	III-7
2.2.4	汚泥処理施設.....	III-8
2.2.5	維持管理体制.....	III-9
2.2.6	既存下水処理場の状況.....	III-10
2.3	下水道施設維持管理会社 IWK の概要.....	III-14
2.3.1	IWK の組織.....	III-14
2.3.2	IWK の財務状況.....	III-15
2.3.3	下水道料金及び料金請求と徴収.....	III-17
2.3.4	Selangor 州における IWK の実績.....	III-19
<b>3</b>	<b>既往の関連調査レポート .....</b>	<b>III-24</b>
3.1	ランガット川上流域下水道整備計画.....	III-24
3.2	Kajang 2 統合下水処理場建設計画.....	III-25
<b>4</b>	<b>水質環境の状況 .....</b>	<b>III-27</b>

4.1	ランガット川における水利用の状況.....	III-27
4.2	ランガット川の流下方向における水質変化.....	III-28
4.3	ランガット川の 1L15 地点における水質変化.....	III-30
<b>5</b>	<b>下水道計画</b> .....	<b>III-32</b>
5.1	下水道計画対象区域.....	III-32
5.2	計画人口.....	III-32
5.3	計画 PE.....	III-35
5.4	計画下水量.....	III-37
5.5	下水道計画設計基準.....	III-38
5.6	管渠計画.....	III-41
5.7	下水処理場計画.....	III-47
<b>6</b>	<b>建設費と維持管理(O&amp;M)費</b> .....	<b>III-70</b>
6.1	事業概要.....	III-70
6.2	建設計画.....	III-70
6.2.1	下水処理場.....	III-70
6.2.2	幹線施設.....	III-70
6.2.3	枝線施設徴収.....	III-71
6.2.4	個別腐敗槽 (IST) 接続.....	III-71
6.3	建設費.....	III-71
6.3.1	土木工事.....	III-71
6.3.2	幹線管渠及び枝線管渠.....	III-72
6.3.3	機械設備及び電気設備工事.....	III-72
6.3.4	建築工事.....	III-72
6.4	建設工程.....	III-73
6.5	維持管理 (O&M) 費.....	III-75
<b>7</b>	<b>「全国下水処理事業フェーズ」との関係性</b> .....	<b>III-76</b>
<b>8</b>	<b>案件ストラクチャー</b> .....	<b>III-77</b>
8.1	PPP フレームワークの提案.....	III-77
8.1.1	水事業の改革-2006 年 WSIA 施行後.....	III-77
8.2	投資ストラクチャー.....	III-78
8.3	ファイナンスストラクチャー.....	III-79
8.4	契約ストラクチャー.....	III-79
<b>9</b>	<b>ファイナンスプラン</b> .....	<b>III-81</b>
9.1	ファイナンスプランの提案.....	III-81
9.1.1	MOF とのリース契約により保全される SPC がイスラム債を発行する スキーム.....	III-81
9.1.2	設備投資に対する年間リース料.....	III-81
9.1.3	年間のオペレーション費用.....	III-82

9.2	海外からのファイナンスプログラム	III-82
<b>10</b>	<b>金融・経済分析</b>	<b>III-84</b>
10.1	概要	III-84
10.2	財務及び経済分析における主要想定条件	III-84
10.2.1	ストラクチャー	III-84
10.2.2	設備投資	III-84
10.2.3	オペレーションコスト	III-85
10.2.4	ファイナンス	III-85
10.2.5	収入	III-86
10.2.6	経済便益	III-86
10.3	財務・経済分析による評価	III-87
10.4	事業採算性分析（非公開）	III-88
<b>11</b>	<b>運用・効果指標</b>	<b>III-89</b>
11.1	運用指標	III-89
11.2	効果指標	III-89

## 第 IV 部 環境社会配慮

<b>1</b>	<b>環境と社会配慮に係る一般条件</b>	<b>IV-1</b>
1.1	環境社会配慮に係る法的枠組み及びその組織	IV-1
1.1.1	環境社会配慮に係る法制度	IV-1
1.1.2	環境社会配慮に係る関係省庁と組織	IV-2
1.1.3	環境社会配慮に係る IEE/EIA の法律手続き	IV-3
1.1.4	環境管理計画（EMP）報告書	IV-8
1.1.5	環境監査報告書	IV-8
1.2	スコーピング	IV-11
1.3	環境社会配慮分野に係る TOR	IV-13
1.4	プロジェクト地域の現況	IV-14
1.4.1	プロジェクトサイトの現況	IV-14
1.4.2	地方自治組織	IV-15
1.5	代替案（ゼロオプション）	IV-16
1.6	労働環境（労働安全法）	IV-18
1.7	ステークホルダー協議	IV-19
<b>2</b>	<b>土地収用と住民移転</b>	<b>IV-20</b>
2.1	マレーシアにおける土地所有制度	IV-20
2.2	土地収用と住民移転に係る法的枠組みと実施機関	IV-20
2.3	土地収用の進展状況	IV-21
2.4	土地収用と住民移転の必要性	IV-21

2.5	苦情処理システム.....	IV-24
2.6	住民移転費用と財務手当.....	IV-25
<b>3</b>	<b>EIA チェックリストに関する調査項目 .....</b>	<b>IV-26</b>
3.1	許可と説明 .....	IV-26
3.2	汚染コントロール.....	IV-27
3.3	自然環境 .....	IV-30
3.4	社会環境 .....	IV-31
	3.4.1 少数民族と先住民.....	IV-31
	3.4.2 歴史的文化遺産.....	IV-31
3.5	施設建設時及び施設建設後の負の影響と緩和対策.....	IV-33
	3.5.1 施設建設時及び施設建設後の負の影響と緩和対策.....	IV-33
	3.5.2 施設建設後の負の影響と緩和対策.....	IV-35
3.6	モニタリング計画.....	IV-39
	3.6.1 実施組織によるモニタリングシステム.....	IV-39
	3.6.2 モニタリング計画.....	IV-41
<b>4</b>	<b>その他 .....</b>	<b>IV-43</b>
4.1	消化ガス発電計画.....	IV-43
4.2	施設建設時及び稼働時の環境影響に対する緩和手段に要する費用（概算） .....	IV-43
4.3	モニタリングフォーム.....	IV-45
4.4	環境チェックリスト.....	IV-49

# 表目次

## 第 I 部 総論

表 -1.1	選抜された国における 2011 年の HDI 指標及び HDI ランク .....	I-2
表 -1.2	マレーシアの HDI の傾向 (1980 年 ~ 2011 年) .....	I-3
表 -2.1	上下水道事業のための水のバリュー・チェーン .....	I-6
表 -2.2	PAAB の資産取得状況 .....	I-9
表 -2.3	カテゴリ別下水道接続数.....	I-16
表 -2.4	タイプ別衛生施設利用戸数.....	I-16
表 -2.5	衛生施設タイプ別利用人口 (1 戸当たり家族人口 5 人による) .....	I-17
表 -2.6	衛生施設タイプ別利用人口 (実際の 1 戸当たり家族人口による) .....	I-18
表 -2.7	下水道整備人口の推定.....	I-19
表 -3.1	第 9 次マレーシア計画 (2006-2010) での水道プロジェクト配分額.....	I-21
表 -3.2	第 9 次マレーシア計画における水道セクター成果.....	I-21
表 -3.3	第 10 次マレーシア計画 (2011-2015) での水道プロジェクト配分額.....	I-22
表 -3.4	マレーシア五箇年計画における下水道セクターへの配分額と 支出額(1996-2010).....	I-22
表 -3.5	第 9 次マレーシア計画における年度別支出実績.....	I-23
表 -3.6	第 9 次マレーシア計画における 2010 年の整備実績.....	I-23
表 -3.7	運営及び経営効率改善に向けての上下水道事業再編の歩み.....	I-24
表 -3.8	上下水道事業における収入に対する支出の比率 (2010 年) .....	I-27
表 -3.9	2007-2040 における地域下水処理場の目標 PE 普及率.....	I-28
表 -4.1	従来手法、PPP、民営化の相違点.....	I-30

## 第 II 部 水道

表 -1.1	PAIP 本部組織の機能・職責・職員数 .....	II-3
表 -1.2	PAIP タメロー各部署の主要な機能および職責と職員数.....	II-5
表 -1.3	損益計算書.....	II-5
表 -1.4	貸借対照表.....	II-6
表 -1.5	パハン州の水道料金体系.....	II-7
表 -1.6	住宅用と工業用の水道料金比較.....	II-7
表 -1.7	住宅用と非住宅用のパハン州顧客数.....	II-9
表 -1.8	住宅用と非住宅用のパハン州郡顧客数.....	II-9

表	-1.9	水道料金のパハン州郡請求額と徴収額.....	II-10
表	-1.10	JBA パハンの全収入・運営費と「運営費 / 全収入」率.....	II-11
表	-1.11	水道事業の業務指標.....	II-14
表	-1.12	パハン州都市部 / 村落部の給水普及率.....	II-16
表	-1.13	旧 JBA 郡の浄水量.....	II-17
表	-1.14	設置後年数別の旧 JBA 郡水道メータ数.....	II-18
表	-1.15	JBA パハン / タメロー苦情受付件数 (2011 年).....	II-22
表	-2.1	人口 (統計・推計) と年増加率.....	II-31
表	-2.2	旧 JBA タメローの浄水場情報.....	II-33
表	-2.3	旧 JBA タメロー浄水場毎の浄水量.....	II-34
表	-2.4	浄水場の運転状況.....	II-35
表	-2.5	配水管の材質と管長.....	II-37
表	-2.6	JBA タメローの GIS 配水管データベース集計.....	II-40
表	-2.7	配水池の容量と機能.....	II-41
表	-2.8	浄水場に付帯する配水系統別の小規模給水区域数.....	II-43
表	-2.9	配水系統別の請求管区.....	II-43
表	-2.10	タメロー請求管区別の請求と徴収の件数.....	II-44
表	-2.11	旧 JBA タメローの水道メータ経年数.....	II-45
表	-2.12	旧 JBA タメローの E-Water データ.....	II-45
表	-2.13	検針規約の項目・目標値と達成値.....	II-46
表	-2.14	浄水場での水質分析項目と分析頻度.....	II-47
表	-2.15	IWA 定義による水収支.....	II-49
表	-2.16	旧 JBA タメローの浄水場系統で分類した月間無収水率.....	II-51
表	-2.17	配水管長 1 km 当たりの無収水日量.....	II-52
表	-2.18	調査団による漏水探知.....	II-53
表	-2.19	タメロー無収水削減事業 (配水管更新) の実績と計画.....	II-54
表	-2.20	タメロー無収水削減事業 (配水管修理) の実績.....	II-54
表	-2.21	タメロー無収水削減事業 (メータ交換) の計画値と実績値.....	II-55
表	-2.22	メータ個数.....	II-61
表	-2.23	情報管理システム.....	II-62
表	-3.1	無収水対策 (総合的無収水量管理) の種類と必要対策期間.....	II-65
表	-3.2	口径及び管種別漏水修理件数 (2011 年 11 月).....	II-69
表	-3.3	管種及び原因別漏水修理件数 (2011 年 11 月).....	II-69
表	-3.4	事業指標 (PIs) による事業進捗管理.....	II-74
表	-3.5	事業費積算の内訳.....	II-75
表	-3.6	事業費 (5 年間).....	II-76
表	-3.7	事業効果.....	II-77
表	-3.8	無収水削減効果 (利益) 計算表.....	II-79
表	-3.9	事業実施による収支 (5 年間).....	II-79

表	-3.10	事業内容に対する想定される環境社会影響の相対比較	II-82
表	-3.11	想定される環境社会面への影響	II-83
表	-3.12	暫定的モニタリング計画(案)	II-84

### 第 III 部 下水道

表	-2.1	Upper Langat における下水道整備の現況	III-4
表	-2.2	処理方式別下水処理水平均水質	III-12
表	-2.3	水質項目別に排水基準に適合する STPs 数	III-13
表	-2.4	既存 STPs からの排出負荷量	III-13
表	-2.5	損益計算書(Income Statements)	III-16
表	-2.6	貸借対照表(Balance Sheets)	III-16
表	-2.7	キャッシュ・フロー計算書(Cash Flow Statements)	III-16
表	-2.8	家庭用下水道料金	III-17
表	-2.9	工業用下水道料金	III-18
表	-2.10	商業用下水道料金	III-18
表	-2.11	政府用下水道料金	III-19
表	-2.12	Selangor 州における損益勘定(2009年)	III-20
表	-2.13	支払遅延勘定の残高(2009年12月現在)	III-20
表	-2.14	2010年の収入と総維持管理費の高度な計算結果	III-21
表	-2.15	IWK 下水処理場の PE 当たり年間コスト	III-23
表	-3.1	Upper Langat における下水道計画	III-24
表	-3.2	Upper Langat における長期的汚泥管理計画	III-25
表	-3.3	Kajang 2 CSTP の追加区域	III-26
表	-4.1	ランガット川流域における水道取水地点	III-28
表	-5.1	Antara Report による将来予測人口	III-32
表	-5.2	Antara Report 予測人口と Census 2010 の関係	III-34
表	-5.3	Antara Report の人口予測の補正	III-35
表	-5.4	Antara Report における計画 PE 予測	III-35
表	-5.5	Antara Report の計画 PE の補正	III-36
表	-5.6	最終計画 PE	III-37
表	-5.7	CSTP 計画下水量	III-37
表	-5.8	推奨される下水管の管種と仕様	III-38
表	-5.9	推奨される下水管の管種と要求事項	III-38
表	-5.10	Manning 粗度係数	III-39
表	-5.11	Hazen-Williams 係数	III-39
表	-5.12	マンホール寸法	III-40
表	-5.13	ポンプ場設計基準抜粋	III-40

表	-5.14	CSTP 候補地の状況	III-42
表	-5.15	三つの下水道計画代替案の比較	III-44
表	-5.16	計画下水量 - Ultimate (2035)	III-47
表	-5.17	流入水水質	III-47
表	-5.18	基準 A の計画目標水質	III-48
表	-5.19	代表的な生物学的脱窒プロセス	III-49
表	-5.20	下水処理場主要施設・設備の一覧	III-56
表	-5.21	下水処理水再生水使用例 (2009 年)	III-60
表	-5.22	Cheras 及び Kajang 地区の予想人口	III-61
表	-5.23	機械設備に関する設計諸元	III-62
表	-5.24	主要電気設備	III-65
表	-5.25	計装設備	III-66
表	-5.26	2010 年における Selangor 州の District 別 1 世帯平均人口予測値	III-67
表	-5.27	計画流量と実測流量との比較	III-68
表	-5.28	各オプションの比較	III-69
表	-6.1	事業概要	III-70
表	-6.2	建設費	III-72
表	-6.3	下水処理場年間維持管理費内訳	III-75
表	-6.4	ポンプ場年間維持管理費内訳	III-75
表	-6.5	下水管渠年間維持管理費	III-75
表	-7.1	「全国下水処理事業フェーズ」優先プロジェクト	III-76
表	-10.1	LMP ファイナンスの想定	III-85
表	-10.2	JPP Project ファイナンスの想定	III-86
表	-11.1	下水道運用指標	III-90
表	-11.2	下水道評価指標	III-90

#### 第 IV 部 環境社会配慮

表	-1.1	環境社会配慮に係る法と規則	IV-1
表	-1.2	自然資源・環境省の組織	IV-2
表	-1.3	予備的 EIA 手続きにおける住民参加方法	IV-4
表	-1.4	環境庁による予備的 EIA のレビュー活動と時間的枠組み	IV-5
表	-1.5	環境庁による詳細 EIA のレビュー活動と時間的枠組み	IV-6
表	-1.6	スコーピングリスト	IV-11
表	-1.7	環境社会配慮調査に係る TOR	IV-13
表	-1.8	計画下水処理場の対象地域内、 既存公共下水処理施設数/下水処理人口/処理下水量	IV-17

表 -1.9	調査対象地域内既存公共下水処理場の規模別処理場数.....	IV-17
表 -1.10	下水処理場の排出基準値への適合状況.....	IV-18
表 -2.1	下水処理場建設予定地の土地収用状況.....	IV-23
表 -3.1	計画及び新規開発土地利用による最大許容騒音レベル.....	IV-28
表 -3.2	建設作業中の最大許容騒音レベル.....	IV-30
表 -3.3	施設建設時の環境に対する負の影響と緩和対策.....	IV-33
表 -3.4	施設建設後の負の影響と緩和対策.....	IV-35
表 -3.5	IWK 利用、汚泥処分用一般廃棄物処分場の概要.....	IV-37
表 -3.6	下水処理場の種類と必要な緩衝帯の大きさ.....	IV-38
表 -3.7	全ての下水処理場に必要その他の緩衝帯.....	IV-38
表 -3.8	工事中及び建設後の施設稼働時の環境対策のモニタリング計画(案).....	IV-41
表 -4.1	施設建設時及び稼働時の環境影響に対する緩和手段に要する費用.....	IV-44

# 目次

## 第 I 部 総論

図	-1.1	マレーシアの経済成長率.....	I-1
図	-2.1	上下水道事業の新しい運営モデル.....	I-6
図	-2.2	州水道局の発展形態.....	I-10
図	-2.3	1990 年～2010 年のマレーシアの NRW.....	I-13
図	-2.4	マレーシア各州の NRW (2000 年～2010 年).....	I-14
図	-3.1	マレーシア五箇年計画における水道セクターへの予算と実際の配分額.....	I-20

## 第 II 部 水道

図	-1.1	パハン州 11 郡の位置.....	II-1
図	-1.2	旧 JBA パハンと新 PAIP の全体組織構成.....	II-2
図	-1.3	旧 JBA タメローと PAIP タメローの郡事務所組織構成.....	II-4
図	-1.4	SMRS の機能.....	II-10
図	-1.5	料金システム見直し過程.....	II-12
図	-1.6	JBA パハンの住宅用契約件数と年間伸び率.....	II-16
図	-1.7	JBA パハンの年間平均浄水量.....	II-17
図	-1.8	旧 JBA 郡の 7 年未満の水道メータ設置率.....	II-18
図	-1.9	一人一日平均の使用水量.....	II-19
図	-1.10	旧 JBA 郡の平均使用水量.....	II-20
図	-1.11	過去 10 年間の州別無収水率.....	II-20
図	-1.12	旧 JBA 郡の無収水率.....	II-21
図	-2.1	タメロー郡 10 地区と都市部の位置関係.....	II-27
図	-2.2	月間平均の降水量と降雨日数.....	II-28
図	-2.3	タメロー郡の地形と都市部の位置.....	II-28
図	-2.4	タメロー郡の地質図.....	II-29
図	-2.5	パハン州 11 郡の人口.....	II-30
図	-2.6	タメロー郡内の 10 地区人口.....	II-31
図	-2.7	月間平均の旧 JBA タメロー浄水量.....	II-34
図	-2.8	浄水施設.....	II-35
図	-2.9	浄水場別月間平均浄水量.....	II-36
図	-2.10	旧 JBA タメローにおける管種別管長の比率.....	II-37
図	-2.11	浄水場系統別管種別管長.....	II-38

図	-2.12	管径別管種別管長.....	II-39
図	-2.13	JBA タメロー浄水場系統別の配水管網.....	II-42
図	-2.14	タメロー郡の請求管区位置.....	II-43
図	-2.15	水道メータの経年変化と比率.....	II-45
図	-2.16	セベラッグ・タメロー浄水場内の水質分析室.....	II-47
図	-2.17	旧 JBA タメロー配水系統別の無収水率.....	II-51
図	-2.18	旧 JBA と調査団による漏水調査サイトの位置.....	II-53
図	-2.19	TS 漏水チェッカー：時間積分式漏水探知機.....	II-54
図	-2.20	配水システムの形態.....	II-57
図	-2.21	水圧調整の例.....	II-59
図	-3.1	無収水対策の概念図.....	II-71
図	-3.2	パイロット DMAs における NRW 削減方法.....	II-72
図	-3.3	一般区域における NRW 削減方法.....	II-72
図	-3.4	SPC 組織概念図（案）.....	II-81

### 第 III 部 下水道

図	-1.1	Kajang における気温の平均値及び極大値・極小値の月間変動.....	III-1
図	-1.2	月間平均降雨量と降雨日数.....	III-1
図	-1.3	Kajang の高速道路と主要道.....	III-3
図	-2.1	下水処理場規模別の数と総処理能力.....	III-11
図	-2.2	処理方式別の下水処理場数と総処理能力.....	III-11
図	-2.3	既存処理場におけるサンプリング頻度.....	III-12
図	-2.4	汚濁が深刻な河川流域に位置する下水処理場の改造・改良のための 予算配分.....	III-14
図	-2.5	IWK の組織図.....	III-15
図	-2.6	2009 年のコスト構成内訳.....	III-21
図	-2.7	PE 規模別 PE 当たり年間維持管理費.....	III-22
図	-4.1	ランガット川流域における水道取水地点.....	III-27
図	-4.2	ランガット川流域における DOE 水質観測地点.....	III-28
図	-4.3	ランガット川流下方向における水質変化.....	III-29
図	-4.4	ランガット川 1L05 水質観測地点における水質変化.....	III-30
図	-5.1	Census Districts と Sewerage Catchment/subcatchment 区分の関係.....	III-33
図	-5.2	CSTP 候補地の位置.....	III-41
図	-5.3	三つの下水道計画代替案.....	III-43
図	-5.4	推奨される Cheras-Kajang 地区下水道計画.....	III-46
図	-5.5	下水及び汚泥処理フロー.....	III-50

図	-5.6	ステップ流入二段式生物学的脱窒法.....	III-52
図	-5.7	Kajang 3 統合下水処理場一般平面図.....	III-54
図	-5.8	Kajang 3 統合下水処理場の物質収支.....	III-55
図	-5.9	東京都森ヶ崎下水処理場下水汚泥ガス発電システム.....	III-58
図	-5.10	東京都葛西下水処理場の太陽光発電.....	III-59
図	-5.11	太陽光発電の概念図.....	III-59
図	-5.12	下水処理水再生水使用例.....	III-60
図	-5.13	生物反応槽設備の概略システムフロー.....	III-63
図	-6.1	建設工程.....	III-74
図	-8.1	マレーシア上下水道事業の新しい事業モデル.....	III-77
図	-8.2	マレーシアの下水道事業を合理化するための PPP スキーム案.....	III-79
図	-9.1	MOF が SPC 1 へ支払う予想年間リース料.....	III-82
図	-10.1	LMP と JPP プロジェクト間の現在価値基礎での比較.....	III-88

#### 第 IV 部 環境社会配慮

図	-1.1	環境庁組織.....	IV-3
図	-1.2	EIA 承認プロセスのフロー.....	IV-10
図	-1.3	Kajang 3 下水処理場建設予定地の概要.....	IV-15
図	-1.4	Kajang 市の行政区域.....	IV-15
図	-1.5	Kajang 市の行政機構.....	IV-16
図	-2.1	土地収用手続きのフロー.....	IV-22
図	-2.2	下水処理場計画予定地の地番.....	IV-23
図	-2.3	IWK 組織.....	IV-24
図	-3.1	計画下水処理場での騒音発生機器及び周辺住宅の概略位置関係.....	IV-27
図	-3.2	KMC 都市開発計画.....	IV-32
図	-3.3	IWK 利用の汚泥処分場位置図.....	IV-36
図	-3.4	緩衝帯の計画概要.....	IV-39
図	-3.5	工事建設サイトの環境管理体制.....	IV-41

## 略 語

ABS	Styrene-acrylonitrile-butadiene Copolymers	ABS 合成樹脂管
AC	Asbestos Cement Pipe	石綿セメント管
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome	後天性免疫不全症候群
AMN	Ammonia Nitrogen	アンモニア性窒素
Antara Report	"Sewerage Catchment Planning and Sludge Management Strategy Study for Upper Langat Basin", (November 2009)	「ランガット川上流域下水道計画・汚泥管理計画」(2009年11月)
ATM	Automatic Teller Machine	自動支払機
BOD <sub>5</sub>	Biological Oxygen Demand	生物学的酸素要求量
CBA	Cost-Benefit Analysis	費用効果分析
CI	Cast Iron Pipe	普通铸铁管
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CST	Communal Septic Tank	共同腐敗槽
CSTP	Centralised Sewage Treatment Plant	統合下水処理場
dB	Decibel	デシベル
DCIP	Ductile Cast Iron Pipe	ダクタイル铸铁管
DID	Department of Irrigation and Drainage	灌漑排水局
DMA	District Meter Areas	配水管理区域
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素量
DOE	Department of Environment	環境局
DOSH	Department of Occupational Safety and Health	労働安全健康局
EC	Electric Conductivity	電気伝導度
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
EPC	Engineering, Procurement and Construction	エンジニアリング調達建設
EPU	Economic Planning Unit	経済企画庁
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
HDI	Human Development Index	人間開発指標
HDPE	High Density Polyethylene Pipe	高密度ポリエチレン管
HHs	Households	世帯
HIV	Human Immunodeficiency Virus	免疫不全ウイルス
HLT	Upper Langat (Hulu Langat)	ランガット上流域
IEE	Initial Environmental Evaluation	初期環境評価
IST	Individual Septic Tank	個別腐敗槽
IWA	International Waterworks Association	国際水道協会
IWK	Indah Water Konsortium Sdn. Bhd.	Indah 水共同企業体
JBA	Water Supply Department (Jabatan Bekalan Air)	水道局
JBA Pahang	Department of Water Supply Pahang	パハン州水道事業部
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JKR	Public Works Department/Ministry	公共事業省
JPP	Sewerage Services Department (Jabatan Perkhidmatan Pembetulan)	下水道局
JPY	Japanese Yen	日本円

KeTTHA	Ministry of Energy, Green Technology and Water (Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air)	エネルギー・環境技術・水省
KVA	Kilowatt Voltage Ampere	ケーヴェーエー
kW	Kilowatt	キロワット
LMP	Langat Model Project	ランガット・モデル・プロジェクト
Lpcd	Litter per capita day	一人1日当たり使用水量
masl	Mean above Sea Level	海拔
mH <sub>2</sub> O	Meter equivalent to water head	m換算水頭圧
MOF	Ministry of Finance	財務省
MS	Mild Steel Pipe	軟鋼管（低炭素鋼管）
MWA	Malaysian Water Association	マレーシア上下水道協会
MWIG	Malaysia Water Industry Guide	マレーシア上下水道事業ガイド
NGO	Non-governmental Organization	民間公益団体
NJS	NJS Consultants Co., Ltd.	株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツ
NRW	Non-Revenue Water	無収水
O&G	Oil and Grease	油脂類
OPEX	Operation Expenditure	運営費
PAAB	National Water Asset Management Company (Pengurusan Aset Air Berhad)	上下水道資産管理会社
PE	Population Equivalent	換算人口
PEMANDU	Performance Management & Delivery Unit	
PIs	Performance Indicators	業務指標
PPP	Public-Private Partnership	官民連携
RM	Malaysian Ringgit	マレーシア・リングgit
SC	Sumitomo Corporation	住友商事株式会社
SPAN	National Water Service Commission (Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara)	国家上下水道事業コミッション
STP	Sewage Treatment Plant	下水処理場
SPC	Special Purpose Company	特定目的会社
SS	Suspended Solids	浮遊性物質
SUS	Stainless Steel Pipe	ステンレス鋼管
TOR	Terms of Reference	業務委託事項
TPS	Total Suspended Particulates	全浮遊性粒状物質
TSS	Tokyo Suido Services Co., Ltd.	東京水道サービス株式会社
TSS	Total Suspension Solid	全浮遊性物質
uPVC	Un-plasticize Polyvinyl Chloride Pipe	硬質塩化ビニル管
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発機構
USD	United American Dollar	米ドル
WHO	World Health Organization	世界保健機構
WIP	Water Intake Point	浄水場取水地点
WSIA	Water Services Industry Act	上下水道事業法

Note: The wording in parentheses shows the name in Malay

# 要 約

## 1 上下水道事業の沿革、関係機関及び状況と課題

### 1.1 上下水道事業法（WSIA2006）施行以降の上下水道事業

連邦政府は 2004 年に（上下水道セクターを含む）上下水道事業の改革を始めた。新しい運営モデルが上下水道事業改革のために導入され、以下の 5 つの主要な機関が役割を分担している。

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| ● 連邦政府             | 政策の立案             |
| ● 州政府              | 水資源の管理            |
| ● 上下水道監督官（SPAN）    | 上下水道オペレーターの監督     |
| ● 上下水道資産管理会社（PAAB） | 上下水道資産の管理、建設資金の調達 |
| ● 上下水道オペレーター       | 上下水道施設の運営、サービスの提供 |

上下水道セクターの新しい運営モデルを可能にする再構築の手段は、国家上下水道事業コミッション法（National Water Services Commission Act）2006 と上下水道事業法 2006（Water Services Industry Act 2006: WSIA2006）の制定にある。

マレーシア 5 カ年計画における改革の歩みを表 E-1 に示す。

**表 E-1 運営及び経営効率改善に向けての上下水道事業再編の歩み**

第 8 次マレーシア計画 (2001-05)	第 9 次マレーシア計画 (2006-10)	第 10 次マレーシア計画 (2011-15)
安定化	統合化	運営及び経営の効率化に向けての動き
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 州政府水道当局の民営化・公社化</li> <li>● 上下水道事業再編計画の策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● SPAN の業務開始</li> <li>● 上下水道事業法（WSIA2006）の施行</li> <li>● PAAB による協議価格に基づく州既存水道資産の引継ぎと上下水道インフラ整備実施の責務</li> <li>● 州水道オペレーターは資産を持たずにサービスの提供に専念</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2013 年まで段階的に完全にフル・コスト・リカバリを達成する料金改定メカニズム</li> <li>● 上下水道事業の統合</li> <li>● 上下水道一括料金導入に向けての初期努力</li> </ul>

Source: Tenth Malaysia Plan (2011-15)

### 1.2 上下水道セクターの状況と課題

#### (1) 水道セクター

マレーシアの水道普及率は非常に高く、2010 年の給水人口普及率は前年の 93.0% から 94.2% になっている。都市部は農村部よりも普及率は高く、2010 年は農村部の 88.4% に対し都市部は 96.8% となっている。

水道事業は歴史的に、政府補助金なしには財務的に安定した持続性が妨げられるという永続的な課題に直面してきた。長年にわたって、以下の三つのタイプの問題を抱えてきた。

- 運営の効率性
- 制度的枠組み／ガバナンスの有効性
- 資金的制約

この実態を踏まえて、マレーシア政府も、水道事業を自立した持続的な産業とするためには、迅速で断固たる改革が必要であると認識している。ここで言う改革とは、「水道事業を整理し、利用者の利便性を考慮した効率的で競争力のある事業」へと移行させるもので

ある。

日本では無収水（大部分が漏水）の削減は、貴重な水資源を有効に利用する、すなわち、一滴の水も無駄にしない、という観点から漏水防止に力を入れてきたため、多くの水道事業体では無収水率（ほぼ漏水率に等しい）が現在では 10%未満の水準にまで下がっている。一方、欧米では無収水（漏水が主であるが、計量誤差等、他の要素も無視できない割合を含んでいる）の削減は、主として費用対効果を考慮して、無収水の削減に一定以上の費用をかける必要がない、という観点から取り組んできたため、多くの国で無収水率が 10～20%の水準にある。近年、途上国においては、植民地時代に敷設した管路の老朽化に伴う漏水に加えて、盗水や計量誤差（メータ誤差、検針誤差等）の存在が無視できないほど多いため、無収水率が 30～60%にも及び、水道事業の経営改善と水資源の有効利用の観点から、その削減に取り組むようになってきた。既に途上国とは言えないマレーシアにおいても、無収水率は全国平均で 37%（2009 年度）と、途上国の域を出ていない。そこでマレーシア政府は 2015 年度までに 34%まで下げるという目標を掲げて無収水削減に努力している。

マレーシアの NRW は 90 年代半ば以降ほとんど改善されておらず、2005 年以降ほとんど減少していない（2005 年の 37.7%から 2010 年の 36.63%）。第 9 次マレーシア計画における NRW 目標値は 2010 年に達成されていない。

## (2) 下水道セクター

### 1) 下水道人口普及率

マレーシアには下水道人口普及率という概念はない。したがって、下水道人口普及率が政策目標で示されることはないと言ってよい。

下水道及び共同腐敗槽の接続人口と州別の 1 世帯当たり人口を用いて下水道整備人口を予測し、推定下水道人口普及率を求めると、半島部で 49.8%、Selangor 州で 77.8%となる。最も普及率の高いのは Kuala Lumpur の 84.8%、Pulau Pinang 州の 84.3%で、逆に普及率が低いのは Terengganu 州の 6.7%、Kelantan 州の 9.6%と推定される。

### 2) 下水道セクターの重要な課題

IWK は利用者、環境局、官庁との間で無数の問題に直面している。直面している課題の中で運営上の問題を引き起こしているものには以下のものを含む。

- 小規模下水処理場の激増—小規模下水処理場の激増は維持管理費を増大させ、その運転管理を行う IWK の効率を低下させている。西マレーシアの公共下水処理場の約 71%は平均 400 戸の下水を処理する人口当量 (Population Equivalent: PE) が 2,000 PE 以下のものである。
- 料金に対する抵抗—下水道事業はかつてそのようなサービスに金を払ったことのない利用者にとって別のサービスとして区別されている。
- 多数の民間下水処理場 (2,240 ヶ所)、共同腐敗槽 (CST、4,382 ヶ所) は規制が弱く、維持管理が劣っている。CST は 2007 年まで IWK が管理していたが、上下水道事業法 (WSIA) 2006 の施行に伴って利用者の管理に戻されている。CST は 2009 年の下水処理水排水基準では基準適用対象外になっている。

## 1.3 KeTTHA (MEGW) が策定している具体的計画、施策等

### (1) 水道セクター

2011 年に始まった第 10 次マレーシアプランでは、パイプ及び古いメーターの交換を伴う無収水 (NRW) 対策への配分を RM11.0 億へと拡大し、このうち、約 RM3.69 億を最初の 2 ヶ年に配分する、としている。

**(2) 下水道セクター**

KeTTHA は以下のような長期的全国下水道計画を持っている。

- 都市部における下水道に接続する換算人口（PE）普及率を 2008 年の 60%から 2040 年に 87%まで高める。
- 地域下水道に接続する人口普及率を 2008 年の 19%から 2040 年に 79%まで高める。
- 都市部に位置するすべての既存小規模下水処理場を 2020 年までに合理化し地域下水道に接続する。
- 20,000PE 以上の処理場の下水処理水排水基準達成率を 80%から 2020 年までに 100%まで高める。
- すべての共同腐敗槽及びインホフタンクを 2024 年までに合理化する。
- 基準を満たせない腐敗槽を基準を満たす腐敗槽に変える。
- エネルギー効率の良い機械電気設備及び発生するバイオガスを用いた下水処理水及び下水汚泥の再利用に的を絞って、下水道事業におけるグリーンテクノロジーの適用を推進する。

## 2 水道セクター

### 2.1 調査対象地域の状況

調査対象地域であるパハン州タメロー郡は、クアラルンプールとクアantanを結ぶ国道2号線及び高速道路沿いにあり、クアラルンプールから133 km、クアantanから126 kmの位置にあるパハン州で第二の都市である。

調査対象地域の水道事業は、パハン州水道部を母体として発展し、2012年2月1日に民営化されたPAIPによって運営されている。

パハン州の水道事業は全国的にみてもNRW率が高く、サバ州の57.35%に次いで高い55.29%で、全国平均の36.37%を大きく上回っている。

タメロー郡は郡毎に管理されているPAIPの11管理区域の中でもMaranに次いで高い66.73%で、州平均の55.29%を大きく上回っている。

PAIPの水道料金は1883年の値上げ以降据え置かれており、水道料金収入では運営費を賅えずに州政府からの補助金で補填される状況が続いており、非効率的な運営を余儀なくされている。

### 2.2 提案プロジェクトの概要

#### (1) 事業内容

当面の作業計画期間を5年間とし、以下の作業を実施する。

##### <第Ⅰ段階：1年次>

- 全体作業計画の作成
- 作業拠点（事務所、倉庫等）の確保
- 組織体制の確立（SPC: Special Purpose Company と PMU: Project Management Unit by PAIP）
- 対象地域の図面整備
- 拡大DMAの整備（5地域）
- 本格調査の対象地域のパイロットDMA設置（4ヶ所）
- 無収水削減作業の開始
- 職員研修の実施

##### <第Ⅱ段階：2年次～5年次>

- 拡大対象地域の図面整備
- 簡易テレメータシステムの設置
- 無収水削減作業の継続
- 研修の継続

無収水削減作業の内容については、以下の内容で構成するものとする。

- 漏水探知・修理
- 盗水発見・是正
- 漏水多量路線の管路（給・配水管）更新
- メータ取替
- 水圧調整
- 検針誤差の是正
- 検針誤差の削減とデータ処理誤差削減のための教育と制度改革

## (2) 想定される事業形態

無収水削減作業は、住友商事と MMC を中心として SPC を設立し、成果主義方式の請負契約形態 (performance-based contract type) で実施することを前提とするが、具体的な実施体制は、ビジネスの規模を見極めながら決定する。ただし、成果の対象は、無収水低減率のみとし、他の指標 (例えば漏水探知修理件数等) を含めるべきではない。また、PAIP においても、それらの作業を受け入れるための PMU 組織体制を整えるものとする。

なお、SPC については、当面はタメロー地区の無収水削減対策に限定した会社とし、軌道に乗った後はタメロー以外の地域も視野に入れて事業を拡大することとする。その後は、上下水道事業の運営維持管理を包含した会社を目指すこととする。いずれにしてもタメローだけを対象とした SPC では、事業規模が小さ過ぎるため、事業採算の観点から将来的には請負対象地域を全 JBA パハン、「マ」国全土へと順次拡大する必要がある。

## (3) 事業の設計基盤

目標とする無収水率は、当面 5 年間 (実質作業期間を 4 年間強) として、30% に設定する。仮に事業開始時の無収水率を 62% として、無収水率の構成要素別で表せば、次の削減率を目標とする。

● 漏水削減 (管路更新含む) :	20 %	(40%)
● 計量誤差の削減/最小化 :	8 %	(16%)
● 盗水の削減/是正 :	2 %	(3%)
● 料金非請求水量 :	0 %	(3%)
合計削減率 :	30 %	

(注：括弧内は現在の配水量に対する推定構成割合)

長期的な無収水率の削減は、対策開始から 10 年後には無収水率 20 % 程度と設定する。それ以降については、事業を取り巻く環境の変化が大きく変わることが予想されるため、その時の社会環境と財政の改善状況に応じて無収水削減作業内容の見直しと目標無収水率の設定を行うこととする。

## (4) 事業指標 (PIs) による事業進捗管理

提案した事業行動計画に関し、事業進捗のモニタリングを目的に以下に示す PIs 値を定期的に算定する。事業開始時の基準値は前年度統計を原則とするが、第 1 年次に詳細調査にて確定する。仮に 2013 年度開始と仮定すれば表 E-2 のとおりである。

表 E-2 事業指標 (PIs) による事業進捗管理

事業モニタリング指標	2012	2017
経年 7 年未満の水道メータ設置比率	60 %	100 %
2002 年以降に敷設された配水管長比率	(7) %	20 %
無収水率	(60) %	30 %

注) 無収水率以外の PIs 値は、PAIP の施策 (資機材投資額、経営努力) に大きく影響され、本事業と直接関係しない指標であるが、参考までに掲げた。

## (5) 事業費

本事業の実施には、表 E-3 に示したとおり、概算事業費 33,800,000 RM (管路更新等を除外した場合) 及び 112,100,000 RM (管路更新等全てを含んだ場合) と見積もられる。

表 E-3 事業費 (5 年間)

Category	Item		Currency		
	Item	Sub-item	RM	JPY	USD
(1) SPC 運営費	労務費	人件費	10,146,000		
		職員管理費	1,015,000		
		本社経費	3,043,000		
		渡航費	1,027,000		
		日当宿泊費	3,819,000		
	資機材調達費	現地調達資機材費	538,000		
		携行機材費	767,000		
	事務所経費	賃貸料	420,000		
		事務用品調達費	93,000		
		事務所維持管理費	89,000		
	機材運搬輸送費		42,000		
	技術管理費		3,040,000		
	諸経費		6,219,000		
	(I) 計	<b>30,258,000</b>	<b>786,700,000</b>	<b>9,834,000</b>	
(II) 外注費	DMA 設置費 (A)		1,080,000		
	簡易テレメータ設置費(B)		2,438,000		
	漏水修理費 (15,200 ヶ所)		5,970,000		
	管路更新費 (200 km、給水管含む)		52,715,000		
	メータ交換費 (39,000 個)		7,119,000		
	(II) 計		<b>69,322,000</b>	<b>1,802,400,000</b>	<b>22,529,000</b>
(III) 予備費	増嵩予備費		2,080,000		
	物価・通貨変動予備費		10,398,000		
	(III) 計		<b>12,478,000</b>	<b>324,400,000</b>	<b>4,055,000</b>
	合計 (I)+(A)+(B)		<b>33,776,000</b>	<b>878,200,000</b>	<b>10,977,000</b>
	合計 (I)+(II)+(III)		<b>112,058,000</b>	<b>2,913,500,000</b>	<b>36,419,000</b>

## (6) 事業効果

本事業を実施した場合のタメロー水道が受ける効果（利益）を表 E-4 に示す。この表から、事業実施による利益は、5 ヶ年で合計 89,600,000 RM と推計できるため、結局、事業費用と事業実施による利益との差引収支は、管路更新費用等を除外した場合、5 年間で 55,089,000 RM の収益となる。また、全費用を含めた場合は(-)22,193,000 RM の欠損となる。

表 E-4 事業実施による収支 (5 年間)

事業費と事業効果による差額	金額			備考
	RM	JY(1,000)	USD	
(A) 事業効果による利益				
I 管路更新	19,800,000			給配水管 200 km
II 盗水及びメータ計量誤差の是正	34,000,000			メータ 39,000 個
III 漏水修理	19,300,000			15,200 ヶ所
IV 新規浄水場建設抑制	16,500,000			能力: 6,600 m <sup>3</sup> /day
小計: I + II + III + IV	89,600,000	2,330,000	29,120,500	
(B) 事業費 1: 管路更新費用等を除外する	33,511,000	871,300	10,891,000	表 II -3.1 参照
(C) 事業費 2: 全ての経費を含める	111,793,000	2,906,600	36,333,000	
差引収支: (A) - (B)	55,089,000	1,458,700	18,229,500	
差引収支: (A) - (C)	-22,193,000	-576,600	-7,212,500	

## 2.3 当該事業の他国企業等の状況、動向

現在、Pahang 州の Kuantan で連邦政府の予算を使った NRW 削減プロジェクトの現地入札が 2012 年 1 月 12 日公示されているが、これは Kuantan & Pekan 地区を対象としたもので、Temerloh のプロジェクトについては第三国の動きはない。

この入札の内容は、今後無収水削減事業を提案する上での参考になるので、入札概要を以下の通り記載する。

1) 入札資格条件

- マレーシアでの NRW 削減プロジェクト実績。契約合計金額 RM 10 百万超。
- GIS、水圧モデル等の経験、NRW に対する知見。
- NRW、GIS、水圧モデル、ソフトウェア、SCADA 等、全ての関連分野における有資格者。

2) クアantanの水道の概要

- 配管全長(概算)： 2,200 km
- 接続数： 117,000 世帯 (110 DMAs & 45 Pressure Management Area (PMA))
- 水供給量： 140.86 百万 m<sup>3</sup>/年
- 請求消費量： 71.60 百万 m<sup>3</sup>/年
- 現在の NRW： 54.12% (ベースラインは別途協議)

3) 契約者の業務範囲

- メインパイプの交換は除き、NRW 率を合意したベースラインから 15%マイナスするか NRW 率を 25%まで下げる。どちらか高い方まで。期間は 3 年 (ベースラインが 50%であれば、15%下げて、35%が目標。ベースラインが 35%であれば、25%まで。)
- GIS、水圧モデル、DMA/PMA の設定、メーター交換、漏水チェック、漏水修理、遠隔計測・SCADA・NRW IT マネジメントシステム

4) 保証及びボーナス

- ターゲット達成できない場合、Performance Bond 5%没収。
- 20%超削減できた場合、ボーナスあり。

## 2.4 事業のニーズ

### (1) 評価基本方針

PPP 事業提案の観点より評価の基本方針を以下のように定める。

- 国の方針に合致している
- 全国的にニーズがある
- 水道オペレーターの財務状況改善に資する
- 技術的に実施可能である

### (2) ニーズ評価

マレーシアの水道事業は、Pulau Pinang のように NRW 削減に成功している州もあれば、Pahang のように悪化の一途を辿っている州もある。全国平均で見ると 2000 年の 40.03%から 2010 年の 36.37%へと 10 年間でわずか 3.66%、言い換えると年間 0.37%の改善に止まり、NRW 削減に大きな進展が見られない。

一方で、KL と Selangor を給水区域にする SYABAS は 2005 年～2009 年の 4 年間で NRW を 42.78%から 32.39%へと 10.39%削減したことを報告しており、真剣に取り組めば改善可

能であることを示している。2020 年に先進国入りをめざすマレーシアとしては水道セクターにおいても先進国のレベルに到達することはもはや喫緊の課題となっている。

### (3) 経済的評価

NRW 削減は、一般に以下のような経済的便益をもたらす。

- NRW 削減によって既存施設の実質的な給水能力の増強を図ることができるため、新規施設の建設を抑制することができる。
- NRW の生産に要した無駄な O&M Cost を削減できる。
- 水資源の無駄遣いを廃し、効率的利用を図ることができる。
- 古いパイプ、メーターを放置すれば NRW 率は悪化するばかりであるが、これらを新しい材質・性能のものに交換することにより、精度は向上し耐用年数も長くなるため、長期にわたって安定的に使用できる。
- メーターは年数を経るにつれて使用水量を実際よりも過小計量する傾向があり、これが使用者が 7 年を経過しても交換したがない大きな理由になっているが、これら交換することにより、料金収入の増加が期待できる。

### (4) 優先度評価

NRW 削減は前述したように新規の投資を抑制し、無駄な O&M Cost を削減し、料金収入の増加が期待できるため、水道オペレーターの財務状況の改善に資するところが大きいいため、持続可能な水道事業の経営に向けて直ちに取り組むべき事業と言える。

### (5) 成熟度評価

施設の余裕率 (Treatment Plant Resource Margin、=浄水場の処理能力/ 実際の浄水量) は 2000 年～2010 年のこの 10 年間 15%～25%の間で安定的に推移しており、問題は少なく、NRW 削減に取り組む好機と言ってよい。

### (6) 技術的評価

パイプ及びメーターの交換、及び漏水探知と補修を確実に継続的に実施すれば、NRW は確実に削減できる。このためには継続的な施設更新への投資と、漏水探知と補修技術に対する職員の養成とその継続的実践が不可欠である。資金の手当てについては別途配慮が必要であるが、技術そのものはマレーシアの一部水道オペレーターがすでに取り組んでいるように意欲さえあれば現地職員でも適切な研修と指導及び機材によって習熟可能であり、難しいものではない。

## 2.5 事業目的

NRW 削減を通じて水道事業の持続可能な経営の安定化を図り、より適正な料金水準によるフル・コスト・リカバリを達成する。

## 2.6 事業の需要予測

マレーシアでは 2010 年時点で NRW 率が 30%以下に収まっているのは、Johor, Labuan, Melaka, Pulau Pinang, Perak と 5 州を数えるのに対し、40%を超えているのは、Kelantan, Pahang, Perlis, Sabah, Kedah, Negeri Sembilan と 14 州中 (連邦直轄領 Labuan を含む、KL と Putrajaya は Selangor 州に含まれる) 6 州を数え、二極化の様相を呈しているが、NRW 削減に対する需要は依然として大きいと言える。

## 2.7 事業リスク

パハン州においては水道接続時に使用者がメーターを購入し、以降の交換は水道オペレーターの負担となるが、水道オペレーターも使用者からクレームのない限り交換しないのが普通である。前述したようにメーターは年数を経るにつれて使用水量を実際よりも過小計量する傾向があるため使用者からのクレームも少なく、結局メーターの交換が進まず古いメーターが使用され続けている。古いメーターの交換は NRW 削減の大きな対策の一つであるが、使用者が支払い料金の増加につながるメーター交換に素直に応じるかが鍵となる。

## 2.8 環境社会配慮

事業の主要な実施内容は、以下のとおりである。

- DMA の設置とメータの取替
- 給・配水管の更新
- 計画的漏水防止作業

事業内容を検討するため、(i) 用地取得と (ii) 自然保護地域の存在について比較し、想定される (iii) その他の主要な環境社会影響についても定性的に検討した。主要な事業内容について、想定される環境社会への影響を表 E-5 でまとめた。

表 E-5 事業内容に対する想定される環境社会影響の相対比較

比較項目	DMA 設置／メータ取替	給・配水管更新	漏水防止
土地取得	住民移転は生じない	住民移転は生じない	住民移転は生じない
	影響はない	影響はない	影響はない
自然保護地域	保護地域はない	保護地域はない	保護地域はない
	影響はない	影響はない	影響はない
環境社会影響	建設環境は、 限定された場所と期間の 範囲で影響を受ける	建設環境は、 既存の配水管沿いの限ら れた期間の範囲で影響を 受ける	該当しない
	影響がある	影響がある	影響はない

Source: Prepared by the Study Team

通常の EIA プロセスは、天然資源環境省環境部により規制される。水道分野においては、周辺環境への影響を勘案して、新規水源開発や新規浄水場計画に係る EIA 報告を義務付けている。本事業は、既存施設の取替えおよび更新であるため、EIA 実施について要求されない。

環境社会影響の要素は、給水装置の取替え工事と配水管路の更新工事で、以下の工事環境配慮が必要となる。

- 空気汚染： 排気ガス、粉塵（土木）等
- 廃棄物： 管端材、余剰油等
- 騒音と振動： 建設機械の運転による
- 交通渋滞： 管路敷設の周辺道路

事業の建設期間中は、典型的な上述した影響が一時的に発生する。実施機関の PMU と契約業者の SPC は、事業の適正な管理項目として、これらの影響を最小化すべく対策を講じることが求められる。

### 3 下水道セクター

#### 3.1 調査対象地域の状況

調査対象地域はセランゴール州東部のランガット川上流域に位置し、首都クアラルンプールに隣接することから高速道路網が整備され首都のベッドタウンとして急速な発展を遂げており、調査対象地域を包含する Cheras 及び Kajang の人口は 2008 年の 68,779 人から、1991 年 164,141 人、2000 年 393,205 人、2010 年 559,700 人と急増している。

このような状況から、住宅団地の開発が至るところで展開され、Cheras で 94 ヶ所、Kajang で 83 ヶ所の合計 177 ヶ所の小規模下水処理場が乱立する結果となっている。これらは現在 IWK の維持管理の下にある。

Cheras 及び Kajang における下水道計画はこれらの区域を Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Kajang 1, Kajang 2, Kajang 3 の 6 つの subcatchmen に分けて、個々に統合下水処理場を造ろうというもので、このうち Kajang 2 については既に下水処理場の建設が始まっている。Kajang 1 は下水処理場用地の確保が難しいことから Kajang 3 に統合され、今後 Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Kajang 1&3 の 3 つの下水処理場を建設することが計画されている。

#### 3.2 提案プロジェクトの概要

##### (1) 事業内容

提案されている PPP 事業は上記の Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Kajang 1&3 の 3 つの処理区を統合して 1 つの統合下水処理場を建設しようというもので、これらの 3 つの処理区の下水を集めて統合下水処理場まで運ぶために新たな下水幹線網の建設を伴っている。

PPP 事業の計画諸元は以下の通りである。

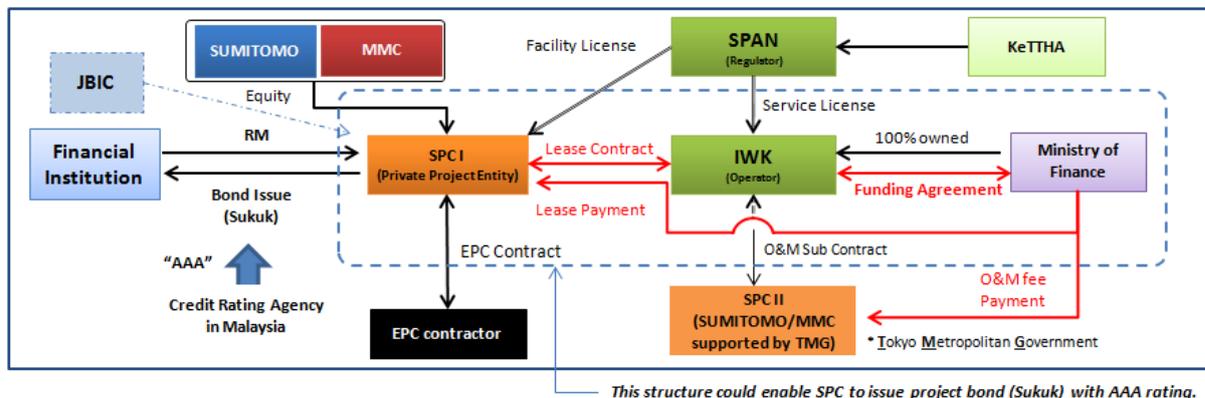
計画対象区域	Cheras Batu 11, Cheras Jaya, Kajang 1&3	
計画人口	539,900 人 (2035 年)	
計画 PE	920,000 PE (2035 年)	
下水幹線	300~2,000 mm	16.5 km (ポンプ場 2 ヶ所含む)
下水枝線	100~1,050 mm	89.7 km (ポンプ場 24 ヶ所含む)
下水処理場		
計画下水量	104,000 m <sup>3</sup> /day (今回計画)、207,000 m <sup>3</sup> /day (2035 年)	
目標水質	BOD <sub>5</sub> 10 mg/L SS 20 mg/L COD 60 mg/L AMN 5 mg/L NO <sub>3</sub> -N 10 mg/L O&G 2 mg/L	
下水処理方式	ステップ流入二段式生物学的脱窒法	
汚泥処理方式	濃縮－消化－機械式脱水	
建設費	RM 1,135.919 百万 (298.93 億円)	
年間維持管理費	下水処理場	RM 20,969,742
	ポンプ場	RM 6,400,000
	下水管	RM 192,000

注)

- 1) 約 12,000 戸の個別腐敗槽下水道接続をオプションとして用意。
- 2) 下水処理場の上部を利用した太陽光発電、汚泥消化タンクから発生する消化ガスを使った消化ガス発電、下水汚泥の肥料としての再利用、下水処理水の

再利用をオプションとして用意。

## (2) 提案される PPP 事業の枠組み



### 1) 投資ストラクチャー

株主からの拠出金がモデルプロジェクトの資本金となる。MMCと住友商事は二つの特別目的会社（以下、“SPC”）を設立予定：

- SPC Iは、開発・設計・エンジニアリング・調達・建設・資金調達を実施。SPC Iは、IWKとMOFとの間でリース契約を締結。SPANからファシリティライセンスを取得後、SPC Iはプロジェクトの資産所有会社となり、MOFからリース料の支払いを受ける。
- SPC IIはプロジェクトの運営・管理を実施。SPC IIは、IWKとMOFとの間でO&M下請契約を締結し、オペレーションの対価はMOFより支払われる。SPC IIは、IWKからサービスライセンスを下請けする。

### 2) ファイナンス

ファイナンスプランにおいては、MOFとのリース契約により保全されるSPC（民間セクターが株主となる）が、イスラム債（スクーク）を発行し資金調達を行う。

### 3) 設備投資に対する年間リース料

総額約1,339百万リングとなるプロジェクトコスト想定額は、借入金及び資本金の比率80:20の割合で資金調達される。（借入金：約1,073百万リング、資本金：約266百万リング）。年間リース料は、操業開始となる2016年から開始され、20年間に亘ってMOFより支払われる。当該前提で、年間リース料は約167百万リングと試算。

### 4) 年間のオペレーション費用

モデルプロジェクトで建設する下水処理場のオペレーションに関与すべく、MMC及び住友商事はO&M下請け会社を設立予定。当社は2016年の操業開始から20年間に亘り、オペレーションサービスを行う予定。

オペレーション費用の予想年間平均コストは約31百万リングで、当該コストには、汚泥の廃棄にかかるコストも含む。

## 3.3 当該事業の他国企業等の状況、動向

Selangor州Kajang市のCheras & Kajang処理区のプロジェクトに対する第三国の動きはないが、現在、Kajang 1&3、Cheras Batu 11、Cheras Jayaの各地域統合下水処理場建設に係るコンサルティング・サービスが、KeTTHAの下水道局（JPP）により現地入札に掛けられて既にコンサルタント選定を完了している。これらは、Kajang 2に続いて、各処理区に統合下

水処理場を建設するという JPP の個別処理案に基づくもので、本調査で提案する PPP 事業は上記 3 処理区を統合して一つの統合下水処理場で処理するという統合処理案と競合するものである。提案プロジェクトの成否は、そのような形成を逆転できるかどうかによって異なる。

### 3.4 事業のニーズ

#### (1) 評価基本方針

PPP 事業提案の観点より評価の基本方針を以下のように定める。

- 国の方針に合致している
- 全国的にニーズがある
- 下水道オペレーターの財務状況改善に資する
- 技術的に実施可能である

#### (2) ニーズ評価

マレーシアの下水道事業は 1993 年に下水処理場の維持管理が国の管轄下に移されてからコンセッション契約に基づいて IWK の維持管理の下に置かれることになったが、移管された下水処理場の数 7000 ヶ所という膨大な数になり、しかもそれらの大半は 2000PE 以下の小規模処理場で、しかも処理方式はまちまちで下水処理水は排水基準を達成できないものも少なくなかった。このため表 6.11 にも示されるように Selangor 州では 2,000 PE 以下の下水処理場は数にして全体の 70.5% も占めながら、PE 当たり維持管理費は 52.79 RM/PE で 50,000 PE 超の下水処理場 11.26 RM/PE の 4 倍以上と維持管理上非常に効率の悪いものになっている。このため、小規模下水処理場の統合と廃止は喫緊の課題となっている。

#### (3) 経済的評価

- IWK が維持管理する 50,000 PE 以下の下水処理場は 5,398 ヶ所、処理能力合計は 12,924,580 PE である、これらが 50,000 PE 超の下水処理場の維持管理費 11.26 RM/PE と同レベルで運転されると仮定すると総維持管理費は現在の RM389.997 million から RM145.531 million へと減少し、維持管理費は 62.7% も節減され、経済的なメリットは大きい。
- 廃止される小規模下水処理場跡地は一部を統合下水処理場に向かう下水幹線に下水を揚水するためのポンプ場として使われることもあるが、残りの敷地は他の用途への転用が可能であり、臭気や蚊やハエの発生といった問題もなくなり生活環境の改善に寄与する。
- 小規模下水処理場を統合して下水処理水排水基準を達成できる下水処理方式を採用することにより公共用水域の水質汚濁の最大の発生源とされている下水処理場からの汚濁負荷量の削減に資することができる。
- 現在、巡回方式で小規模下水処理場の維持管理が行われているが、経済発展と人口の都市への集中によって首都圏での住宅団地開発は現在も進行しており、IWK が維持管理する下水処理場の数は年間平均で 200 ヶ所増えている。このため維持管理体制が数の増加に追いつかず、十分な維持管理が行われているとは言い難い状況にある。統合下水処理場及び下水幹線を新たに建設することによりこれらの問題を解決し、かつ、今後開発される新しい住宅団地建設に際してこの新しい下水道システムへの接続を指導することにより、小規模下水処理場の乱立を抑制することができる。

#### (4) 優先度評価

KeTTHA は「都市部に位置するすべての既存下水処理場を 2020 年までに合理化し、地域下水処理場に接続する」という方針 (3.6 参照) を掲げており、クアラルンプールに隣接し首都圏の一部となっているプロジェクトの対象地域である Cheras & Kajang 地区においても Cheras Batu 11、Cheras Jaya、Kajang 2、Kajang 3 の 4 ヶ所に統合下水処理場を建設するた

めの入札手続きを進めており、Kajang 2 は既にコントラクターの選定を終えて工事着手の段階にあり (3.3 参照)、他の 3 統合下水処理場はコンサルタント選定の段階にあり、優先度は極めて高いと言える。

### (5) 成熟度

上述の(4)の状況に加えて、プロジェクトの対象地域では統合下水処理場の用地は既に確保されており、工事にいつでもかけられる状態になっている。

### (6) 技術的評価

提案プロジェクトには下水道セクターにおける先端技術が取り入れられ、グリーンテクノロジーについても消化ガス発電、処理場の上部利用による太陽光発電、下水汚泥の有効利用等いくつかのオプションが用意されている。これらの適用技術については下水処理場の維持管理に豊富な経験とノウハウを有する東京都が長期にわたって技術指導を行い十分な技術移転を図ることも提案されており、高度な技術を導入したけれども使いこなせないと言うことが起こらないように配慮されている。

## 3.5 事業目的

維持管理の十分に行き届かない既存の小規模下水処理場を廃止して、下水処理水排水基準を遵守することのできる新しい統合下水処理場を建設することにより、公共用水域の水質汚濁改善を図り、既存の小規模下水処理場の不備に伴うさまざまな問題を一掃することにより周辺住民の生活環境を改善する。

## 3.6 事業の需要予測

「マ」国では多くの地域・都市を対象に下水道計画が立てられ、下水処理場用地の確保が図られているが、実際の下水道整備は投資が十分でないために遅れており、経済発展及び都市化の進行に追いつかないため、公共用水域の水質汚濁は一向に改善されていない。本プロジェクトは PPP 事業のモデルプロジェクトとして下水道整備に民間資金の導入を図るもので、うまくゆけばその手法を他の下水道プロジェクトにも適用することにより、「マ」国における下水道整備を飛躍的に延ばす可能性を秘めている。地方の中核都市は下水道整備が手つかずのところも多く、首都圏のみならずこれらの中核都市にも潜在的需要がある。

## 3.7 事業リスク

提案プロジェクトが成立するにはいくつかのクリアすべき条件が設定されている。

- IWK の管轄区域で PPP 事業者が下水処理場を建設し所有することに対し、コンセッション契約の当事者である「マ」国政府並びに IWK が承認すること
- PPP 事業者が建設した下水処理場は IWK にリースされるが、そのリース料は IWK ではなく財務省が支払うこと
- 財務省のリース料支払いを担保にして、PPP 事業者が設立する特定目的会社 (Special Purpose Company: SPC) は債券を発行するが、この債券がトリプル A の格付を得て、金利負担の小さい資金調達を実現すること
- 施設オペレーターとしての権利が 3 年毎の免許更新をクリアしてリース期間中継続することへの保証、またはクリアできなかったときの契約解除の条件を明確にすること

これらの条件は一つ一つが、PPP 事業が成立するために次のステップに進むためのリスクでもある。

## 3.8 環境社会配慮

## (1) スコーピング

スコーピング結果は表 E-6 に基づいてカテゴリ B と判断される。

表 E-6 スコーピングリスト

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染 対策	1	大気汚染	B-	D	工事中：建設機材の稼働等に伴い、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 供用時：ポンプ・ブロワー・モーターは、常時供給される電力により稼働するため、特に大気汚染は考慮されない。
	2	水質汚濁	B-	B+	工事中：工事現場、重機、車両及び工事宿舎からの排水等による水質汚濁の可能性がある。工事現場及び排水管の敷設工事、排水口設置工事により、濁水が既存人工排水路に排水される可能性がある。 供用時：下水処理排水質は、マレーシア下水工業ガイドラインの基準 A（水道原水取水の上流での排水用）を適用することで計画している。従来、河川に処理場や浄化槽から処理水を直接流していたのを基準以下の水質に下水処理して排水するため、水質汚濁は改善されると考えられる。
	3	廃棄物	B-	B-	工事中：建設残土や廃材の発生が想定される。 供用時：運転管理者等により通常の固形廃棄物の発生が想定される。下水汚泥は、肥料会社が全量引き取ることが計画されている。それが、不可能な場合、廃棄処分となる。
	4	土壌汚染	B-	D	工事中：建設用機材のオイルの流出等による土壌汚染の影響が考えられる。 供用時：特に影響は考慮されない。
	5	騒音・振動	B-	B-	工事中：建設工事、建設用重機、車両の稼働等により騒音・振動が想定される。 供用時：ポンプ・ブロワーの稼働による騒音等が想定される。
社会 環境	19	既存の社会インフラ や社会サービス	B-	B+	工事中：事業対象地付近の道路で交通渋滞が予想される。 供用時：スラッジ、塩素、凝集剤の輸送トラックが時折通行するのみであり、交通の影響はほとんどない。 下水処理により、河川へ水質浄化した処理水が排水されるため、河川環境は改善、かつ、衛生的になり住民生活は改善されるので、社会サービスの向上となる。
	28	労働環境（労働安全を含む）	B-	D	工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時：運転機器の取り扱いに配慮する必要がある。
その他	29	事故	B-	B-	工事中：工事用重機、車両の取り扱い、事故に対する配慮が必要である。高所からの作業員の転落防止に対する配慮が必要である。 供用時：塩素ガス漏れ、運転機器の取り扱い事故に配慮する必要がある。下水幹線の維持管理においては、硫化水素や酸欠の発生に留意する必要がある。高所からの転落防止に対する配慮が必要である。
	30	越境の影響、及び気候変動	D	B+	本事業は、下水処理場の建設であり、越境への影響はほとんどないと考えている。地球温暖化に対処するため、消化ガス発電を行い、下水処理場の消費電力の一部を賄う計画である。

Source: Prepared by the Study Team

- 注) STP: 下水処理場 (Sewage Treatment Plant)
- A+/: 重要な正/負のインパクトが期待される。
  - B+/: ある程度の正/負のインパクトが期待される。
  - C+/: 正/負のインパクトの影響範囲は不明である。(更なる検討が必要であり、そのインパクトの影響は、調査の過程で明らかにされる。)
  - D: インパクトが無いと想定される。

## (2) ステークホルダー協議

本プロジェクトは、まだ初期の段階にあり、プロジェクトの実施担当官庁もまだ、決定されていない。プロジェクトデザインもまた作成中である。このような状況下で、計画下水処理場周辺の関係住民とステークホルダー協議を持つことは、それが予期せぬ事態を生じることも想定されるために、まだ、時期尚早であると判断される。そのため、ステークホルダー協議は、実施担当官庁、プロジェクト実施計画が固まった後、実施担当官庁を通じて実施するのが適切であると考えられる。

## (3) 用地取得と住民移転の必要性

用地取得地の地番 347 に 5 軒の住居があるほかは、不法占拠者等は存在しない。IWK によれば、「この 5 軒の住宅は、元来、土地所有者が商業ビジネスとして、家を建てて他人に貸しているもので、所有者がどのようなビジネスをしようが彼らの自由である。土地収用法により土地所有者との売買が成立すれば、土地所有者との協議により、テナントは他の土地に移転する。ただし、この場合、通常、少なくとも 1~2 カ月前の通告が必要である」とのことであった。

下水処理場予定地の獲得は、土地収用法に基づいて行っており、しかも、計画対象地域には、いわゆる不法占拠者といったものは存在しないとのことであり、したがって、合法住民及び不法占拠者による住民移転の問題はない。

## (4) 施設建設時及び施設建設後の負の影響と緩和対策

以下の項目について、緩和対策を講じた。

### 1) 施設建設時の環境に対する負の影響と緩和対策

- 自然水路の一時的土砂堆積、堤切削や埋戻しによる土壌浸食
- 表流水に関わる負の影響
- 油、グリース、燃料による地面や表流水の汚染
- 人間や動物に危険となるカや他の媒介微生物等を増殖させるような土取り場や採石場、残土処分場でのたまり水の造成
- パイプ敷設に伴う残土処理
- パイプ敷設時及び浄水場建設時の騒音と振動
- 工事に伴う埃やダスト
- 道路でのパイプ敷設工事に係る交通事故防止
- 工事に伴う工事車両の出入りに伴う危険性
- 資材輸送や残土処理運搬車両による道路への落下物による交通事故防止や汚れたタイヤによる道路汚染
- 工事に伴う排水
- 工事現場・宿舎周辺でのごみや汚物処理
- 工事作業員の安全管理
- 機械類の設置に伴う安全管理

### 2) 施設建設後の負の影響と緩和対策

- 下水処理場から下水処理に伴って発生する汚泥の廃棄(目標年とする 2035 年で、水分含有量 80% で、130m<sup>3</sup>/day (25,971kg/日)の汚泥が発生する。)
- 下水処理場に設置される送風機(6 台)、ポンプ(6 台)、及び停電時用の発電機(2 台)による騒音の発生
- 下水処理場からの悪臭

また、環境庁の要求にしたがって、下水処理場周辺に緩衝帯を設置した。

#### (5) モニタリング計画

工事中及び施設稼働中に発生する負の影響とこれを緩和する対策及び水道施設復旧後の施設稼働中の環境対策に関わるモニタリング計画（案）を策定した。

# 第 I 部 総 論

## 1 「マ」国の社会経済状況

### (1) 人口

マレーシアはマレー半島の西マレーシア（または The Peninsula と呼ばれる）11 州とボルネオ島にある東マレーシアのサバ、サラワクの 2 州の計 13 州及び連邦直轄区としての Kuala Lumpur, Putrajaya, Labuan からなる国土面積 330,803 km<sup>2</sup> の連邦国家である。

マレーシアの総人口は 2010 年で約 2,757 万人で、年間平均人口伸び率は 1980～1991 年の 2.64% から、1991～2000 年 2.60%、2000～2010 年 2.17% と低下傾向にある。地域的人口比率で見ると、Selangor 州が 1980 年の 10.86% から 2010 年の 19.63% へとほぼ倍増し、Sabah 州が 1980 年の 7.07% から 2010 年の 11.32% へと伸びたのを除くと、他の州はすべて比率を落としている。Kuala Lumpur, Putrajaya 及び Selangor 州を合わせると 25.78% と首都圏で全体の 1/4 を占めるまでに人口集中が進んでいる。

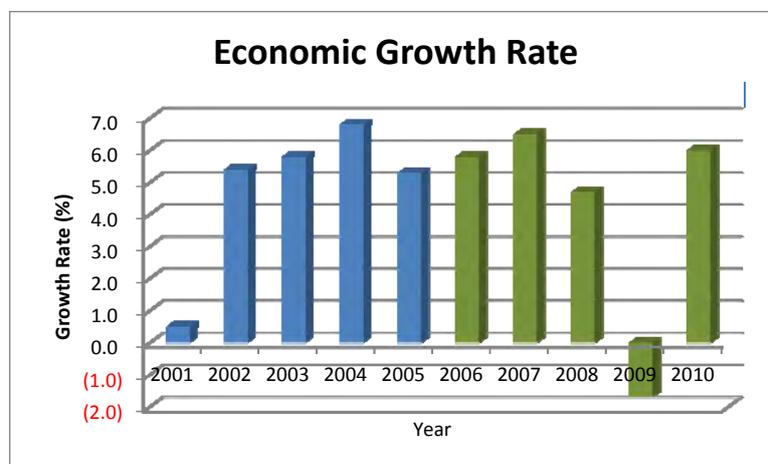
### (2) 経済的状況

第 10 次マレーシア計画（2011-2015）は第 8 次（2001-2005）及び第 9 次（2006-2010）におけるマレーシアの経済成長について以下のように述べている。

マレーシアはこの二、三十年にわたって高度経済成長を経験し、農業及び一次産品を主体とする経済国から浮上して、経済的に成長する中所得国になった。マレーシアの実質国内総生産（GDP）は 1991 年～2010 年に年間平均 5.8% の成長を見、教育・健康・インフラストラクチャー住宅及び公共アメニティにおける広範な進歩を支えてきた。

2006 年～2010 年の第 9 次マレーシア計画期間中に、国は 2020 年までにマレーシアを先進国入りさせるという国家的ミッション達成に向けて前進した。成長のモメンタムは世界的な経済・財政危機のために最近鈍っているが、景気刺激策とそれに伴う金融政策の二つを通じての公共消費が国家の回復を助けている。先を見ると、マレーシアはいまや 2020 年までに高所得経済国になるという進路を描くための経済発展の重大な岐路にさしかかっている。このため、政府はこの国をこれまでの成果によって創り上げた強力なプラットフォームの上に築き上げる必要がある。

しかし、世界的な経済環境は高い経済成長率を産むためにさらなる取り組みをする方向も変わってきている。いまや世界の経済成長は鈍化しており、一方、投資・貿易・人材への主導権争いは激しくなっている。このような状況において、マレーシアは第 10 次マレーシア計画の下で、目標達成のために必要な発展を産み出すことに努力を傾ける必要がある。



Source: Tenth Malaysia Plan

図 I -1.1 マレーシアの経済成長率

2010年の実際の GDP は7.2%で、2011年の第3四半期までの成長はそれぞれ、5.2%、4.3%、5.8%とゆるんでいるが、第10次五カ年計画の予想よりも高い。

GDP への寄与に関して言えば、Kuala Lumpur、Klang、Petaling Jaya、Subang Jaya、Ampang Jaya、Shah Alam、Cheras & Kajang を含むクアラルンプール都市圏は第二都市圏の約8倍になっている。この都市圏では2010年にGDPはSelangor州とW.P. Kuala Lumpur でそれぞれ、10.8%、9.2%増大した。その他の州の成長率は、Johor の9.3%、Pulau Pinang の10.0%を別にすると、2.4%～6.0%であった。

### (3) 社会的状況

国連開発機構 (UNDP) が作成した2011年の人間開発レポートは、人間開発指標 (Human Development Index: HDI) を含んでいる。この指標は「人間開発」のレベルによって国をランク付けするのに用いられ、「人間開発が非常に高い」、「人間開発が高い」、「人間開発は普通」、「人間開発が低い」に区分している。このHDIは平均余命 (Life Expectancy)、「文盲率 (Literacy)」、「教育」、「生活水準 (Standard of Living)」で、世界各国の比較基準に使っている。

マレーシアのHDI値は2011年に0.761で、およそ1995年以降そうであるように、人間開発が高いカテゴリに属する。マレーシア全体では2011年は187の国と領域の中で、61番目にランクされ、2011年の平均HDIが0.671であった東アジア及び大洋州、0.682であった世界平均よりもいい方に分類される。しかし、マレーシアが人間開発で非常に高い指標に比肩し得るHDIを保持するには、重要な進歩がなお求められる。

表 I -1.1 は選抜された国における2011年のHDI指標並びにHDIランクを示す。

表 I -1.1 選抜された国における2011年のHDI指標及びHDIランク

Country/Group	HDI 指標	HDI ランク	誕生時の 平均余命	予想就学 年数	平均就学 年数	1人GNP (2005 PPP\$)
Malaysia	0.761	61	74.2	12.6	9.5	13,685
Thailand	0.682	103	74.1	12.3	6.6	7,694
Vietnam	0.593	128	75.2	10.4	5.5	2,805
East Asia and Pacific	0.671	-	72.4	11.7	7.2	6,466
High HDI	0.741	-	73.1	13.6	8.5	11,579

#### Notes

1. Total number of years of schooling a child of school-entrance age can expect to receive if prevailing patterns of age-specific enrolment rates stay the same throughout the child's life.

2. Average number of years of education received in a life-time by people aged 25 years and over.

Source: UNDP Development Report 2011

1980年～2011年の間に、マレーシアのHDIは0.559から0.761へと上昇し、この間の上昇率は36%、平均年率で1.0%であった。表 I -1.2 は1980年～2011年の間のHDI指標並びにHDIにおけるマレーシアの進捗状況を示したものである。

表 I -1.2 マレーシアの HDI の傾向 (1980 年～2011 年)

年	誕生時の 平均余命	予想就学 年数	平均就学 年数	1 人 GNP (2005 PPP\$)	HDI 値
1980	67.4	9.1	4.4	4,722	0.559
1985	68.8	10.0	5.6	5,125	0.600
1990	70.1	9.8	6.5	6,375	0.631
1995	71.1	10.5	7.6	8,765	0.674
2000	72.1	11.8	8.2	9,461	0.705
2005	72.9	12.7	8.9	11,220	0.738
2010	74.0	12.6	9.5	13,192	0.758
2011	74.2	12.6	9.5	13,685	0.761

Source: UNDP Development Report 2011

1980 年～2011 年の間に 1 人 GNI は約 190% 増大し、誕生時の平均余命は 6.8 年、予想就学年数は 5.5 年、平均就学年数は 5.1 年延びた。

慢性的貧困層は 2004 年の 1.2% から 2009 年に 0.7% となった。総体的な貧困層発生率は 2004 年の 5.7% から 2009 年に 3.8% まで低下した。しかし、全国で貧困層にはばらつきがあり、半島部は 2.0% で、全国的には Melaka 州の 0.5% から Sabah 州の 19.7% まで幅がある。

2009 年の総体的な貧困層は、Pulau Pinang 州と W.P. Labuan を除いてすべての州で 2004 年より下がっている。2004 年～2009 年における総体的な貧困層の最大の低下は Terengganu 州で起こっている (15.4% から 4.0% へ)。

## 2 上下水道事業の沿革、関係機関及び状況と課題

### 2.1 上下水道事業法（WSIA2006）施行以前の上下水道事業

#### (1) 水道事業

上下水道事業法（WSIA）制定以前においては、水道に関する事項及び事業は、各州の水道法によって管理され、連邦政府は水道及び事業に対する管轄権を持たなかった。水道のインフラ整備及びサービスに関する事項は、州政府の管轄及び管理下にあった。セランゴール州、ジョホール州といった州では、水道サービスの運営は民営化され、現在に至るも民間のコンセッション会社が使用者に対する浄水及び給水を所管している。

水道事業の展望が、運営上の効率性問題と財務的制約から苦しい状況にあるのを見て、連邦政府は介入を決断した。政府自ら 2005 年の連邦憲法改正によって、先ず上下水道事業を改革するイニシアティブを取った。今日では州と連邦政府の間で分担され、水道サービスは連邦政府によって、河川、流域及び地下水といった水源は、依然として州政府の独占的管轄下にある。

#### (2) 下水道事業

下水道事業法 1993 施行以前は、マレーシアの 144 の地方自治体がその行政区域での下水道事業を所管していた。しかし、資金及び技術力が限られていたためサービスも限られており、下水道システムは以下のように悲惨な状況にあった。

- 約 120 万個の腐敗槽の僅か 1% しか汚泥引き抜きを行っておらず、そうであっても、汚泥引き抜きは主に依頼に基づいていた。加えて利用できる適切な汚泥処理施設がなかった。
- 地方自治体が運転している 3,600 箇所の公共下水処理場のうち 80% は、下水処理水は要求レベルに達していないか、完全に故障していた。
- 下水道施設の設計基準もなく下水道施設の建設を技術的に管理できなかったため、程度の悪い下水道システムが民間開発業者によって建設された。
- 民間の処理場はまともに維持管理されているものは少なかったが、環境局（Department of Environment: DOE）のモニタリング体制も行き届かなかったためほとんどまったく無視されてきた。
- 地方自治体は下水道施設に長期にわたって投資をしてこなかった。
- （連邦政府からの技術援助と資金の下で）ほとんどの州都及び主要都市について、地方自治体により下水道マスタープランが策定されたが、資金不足のためこれらのマスタープランのほんのわずかしが実施されなかった。

当時のマレーシアにおける行政的・法律的構造は、財政的制約に直面していたため下水道事業を進めるのが難しかった。連邦政府は下水道事業法 1993 を導入することによって、ようやくセクターを再構築し、法の規定により連邦政府が下水道事業を民営化できるようになった。

1993 年の下水道事業法施行により下水道システム及び下水道事業の実施機関は連邦政府となり、地方自治体及び民間開発業者の抱える既存の下水道施設の連邦政府への移管が開始された。

1993 年 12 月 9 日に連邦政府とコンセッション契約の受け皿会社として同年 8 月に設立された民間会社 IWK の間で、IWK が地方自治体の行政区域内で下水道システムを計画・建設・管理する代わりに利用者から料金を徴収するというコンセッション契約が締結された。下水道に関する地方自治体の規制的・行政的機能はすべて下水道事業法 1993 の施行によって、

下水道局 (Sewerage Services Department: SSD) に移管された。コンセッション契約は、期間を 28 年間としていたが、政府の追加要求に応じてさらに延長されて 40 年間となった。

コンセッション契約は IWK が以下の業務範囲を請け負うことを予定していると規定していた。

- 既存公共下水道システムの運営及び維持管理を政府から引き継ぐこと
- 既存公共下水道システムの改善・改造を行うこと
- 新しい公共下水道システムを計画、設計、建設、運転すること
- すべての構造物、設備、そのような公共下水道システムの部品または一部を形成する付属設備を含めて、公共下水道システムを点検、補修、交換、設置すること
- 民間の接続管から何らかの公共下水道に流入する下水及び下水汚泥の受け入れ、収集、輸送、蓄積、貯蔵、処理、処分すること
- 腐敗槽、または、堅穴便所及びバケット式便所を含みかつこれに限らず、いかなるその他の形の下水道システムからの下水及び下水汚泥の排除、清潔にすること、空にすること、引き抜き、輸送、処理、処分すること
- コンセッションが下水道事業を提供する顧客に対し下水道料金を請求、徴収、保留すること

長年にわたって、住民は下水道サービスを金銭評価できるようなものとは考えなかったため、コンセッション契約に基づいて以前要求もされなかった下水道料金を突然課せられたとき、住民の大きな抵抗に遭うこととなり、この料金支払に対する抵抗のため、IWK は大きな負債を背負うことになった。

その結果、2000 年 6 月に IWK は国有化され、いまや財務省 (Ministry of Finance: MOF) が完全所有の会社となり、連邦政府の意向に従うこととなった。

## 2.2 上下水道事業法 (WSIA2006) 施行以降の上下水道事業

連邦政府は 2004 年に (上下水道セクターを含む) 上下水道事業の改革を始めた。新しい運営モデルが上下水道事業改革のために導入された。全体のバリュー・チェーンを動かしている連邦政府・州政府・上下水道監督官 (SPAN)、上下水道資産管理会社 (PAAB)、及び上下水道オペレーターの五つの主要な利害関係者が存在する。新しい運営モデルを図 I -2.1 に示す。

上下水道セクターの新しい運営モデルを可能にする再構築の手段は、国家上下水道事業コミッション法 (National Water Services Commission Act) 2006 と上下水道事業法 2006 (Water Services Industry Act 2006: WSIA2006) の制定にある。

### 1) 国家上下水道事業コミッション法 2006

国家上下水道サービス・コミッション法 2006 は 2007 年 3 月に施行された。これによりマレーシアの上下水道事業コミッション、すなわち上下水道事業監督官庁となる SPAN (Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara) が設立された。

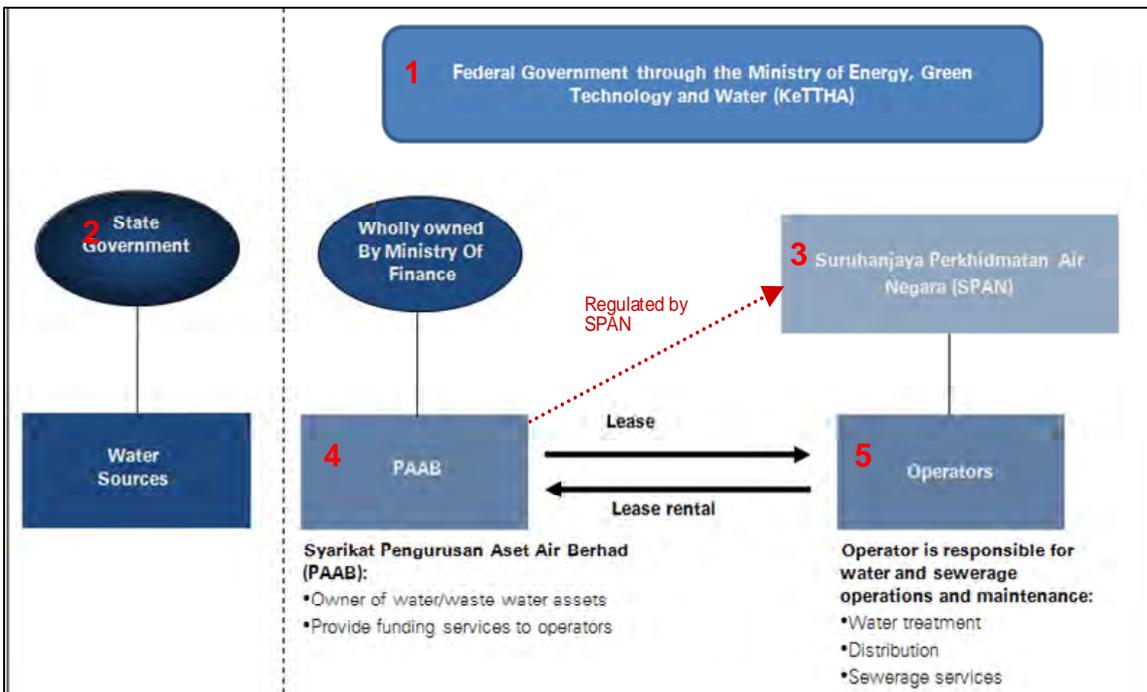
### 2) 上下水道事業法 2006

上下水道事業法 2006 (Water Services Industry Act 2006: WSIA2006) は 2008 年 1 月 1 日に施行され、マレーシア半島、クアラルンプール、プトラジャヤ及びラブアンの連邦直轄領に適用されている。上下水道事業法 (WSIA) 2006 は下水道事業法 (Sewerage Services Act: SSA) 1993 と州水道条例という既存の法律に取って代わるものである。SSA1993 のマレーシア半島及び連邦直轄領 (クアラルンプール、プトラジャヤ及びラブアン) に対する適用は破棄され、一方、州水道条例はマレーシア半島の州への適用に関しては破棄

される。

上下水道事業法（WSIA）2006 は連邦政府が法律、政策の画一性を確保し、これまで州当局が所管していた水道事業を免許制度の下で規制できるように策定されたものである。

さらに重要なことは、上下水道事業法（WSIA）2006 は制度的改革と財務的改革への道を拓いた。



Source: The Water Tablet: Malaysian Water Reforms, 2008

図 I -2.1 上下水道事業の新しい運営モデル

これらの上下水道事業のための水のバリュー・チェーンは表 I -2.1 のように表される。

表 I -2.1 上下水道事業のための水のバリュー・チェーン

	水源流域	貯水	浄水プロセス	配水システム	下水道サービス	請求システム	内部的組織	広報
州政府	<ul style="list-style-type: none"> <li>流域の告示</li> <li>流域の維持・保全・機能回復</li> <li>原水取水の免許</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関わらない</li> </ul>
SPAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>オペレーターからの原水水質に対する意見</li> <li>州政府・NRWC・DOE 等との連絡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>計画についてオペレーターとの連絡、貯水能力のモニタリング</li> <li>貯水池の基準明確化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>浄水場の基準明確化</li> <li>浄水についてオペレーターとの連絡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NRW をモニターするためオペレーターとの連絡</li> <li>浄水水質をモニターするためオペ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水道サービスの標準設定</li> <li>オペレーターの成績のモニター</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>収入安定の標準設定</li> <li>徴収率の標準設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイプ敷設工事業者、給排水工事業者に免許交付</li> <li>内部配管・浄水器の標準設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水フォーラム</li> <li>顧客の要求・範囲のモニター</li> </ul>

				ーターとの 連絡				
PAAB <sup>1)</sup>	•関わらない	•貯水池建設の資金調達 •貯水池機能向上の資金調達	•浄水場建設の資金調達 •浄水場機能向上の資金調達	•配水管敷設の資金調達 •配水管機能向上の資金調達	•下水処理場建設の資金調達 •下水処理場機能向上の資金提供	•関わらない	•関わらない	•関わらない
上下水道オペレーター <sup>2)3)</sup>	•原水水質のモニター	•損失水量のモニター •貯水池の維持	•浄水処理 •浄水場の維持 •十分な生産量の確保 •良質の資材・設備の配置 •24×7 サービス •継続的改善プロセス	•配水管網の維持 •配管の補修 •十分な水圧の維持 •湛水の直し •損失水量の最小化 •水質の届け出 •良質の資材の配置 •24×7 サービス	•下水処理 •下水処理場の維持管理 •良質の資材・設備の配置 •24×7 サービス •継続的改善プロセス	•請求システムの設置と維持 •検針 •収入安定プログラムの制限 •徴収率の達成 •メータ交換プログラム •継続的改善プロセス	•関わらない	•24×7 サービス •迅速な対応 •丁寧且つ有益なサービス •カウンター、オンライン手段、郵便局、銀行、徴収代理店を通じて支払を容易にする •対話チャネル •情報の利用可能性

注 1) PAAB はこれまでのところ下水道サービスに一切関わっていない。

注 2) 上下水道オペレーターは現在、水道オペレーターと下水道オペレーターに明確に区分され、双方をカバーするオペレーターはまだ存在しない。

注 3) 水道オペレーターには州の公共事業局または水道局の流れをくむものの外に、純粹の民間資本によるものも存在する。

Source: *The Water Tablet: Malaysian Water Reforms, 2008*

Note: NRW: Non-Revenue Water (無収水)

## 2.3 上下水道事業に関わる機関

### (1) エネルギー・グリーンテクノロジー・水省 (KeTTHA)

上下水道事業の新しい運営モデルに基づいて、多様な問題と状況の管理は、連邦政府のエネルギー・グリーンエネルギー・水省 (Ministry of Energy, Green Technology and Water: KeTTHA) に委ねられている。上下水道セクターにおける KeTTHA の職務は先進国入りをめざすというマレーシアの大志に従って、上下水道事業を推進するための重要な計画及び開発、経済及び社会的側面に係る政策決定に関わっている。

#### 1) 水道局 (JBA または WSD)

- 水道プログラムの計画・設計・実施・管理に当たって本省及びその他の機関に技術的な助言を行う。
- 国民及び国家の必要性を満たす目標に合致する全国的水道整備プログラム／プロジェクトを計画・実施・調整・監視する。
- 水資源開発を計画・監視・実施する。
- マレーシアの取水場における原水及び Sabah 州、Sarawak 州における処理水の水質を監視する。

- リスクの高い水道ダム及び傾斜地にあるタンクの安全性監視を実施する。
- 水道プロジェクトのための承認資材リスト作成に際して、(SIRIM 及び SPAN)委員会メンバーに奉仕する。
- PAAB が実施するランガット川浄水場の審査機関として行動する。
- NRW 削減プログラムを計画・実施・監視する。
- Labuan 島における生活上及び工業上の要求に応える水道インフラを計画・用意・維持する。

## 2) 下水道局 (JPP または SSD)

- 全国に規定された標準に従って適切で近代的下水道システムの円滑な実施を推進する。
- 下水道産業を推進・発展させ、それをコスト・技術・労働力に関して効率的に管理する。
- 妥当なコストで最善のサービスを確保することにより利用者の権利を保護する。
- 民営化プロジェクトの実施がうまく満足がいくようにする
- 水資源及び水環境を保護することにより近代的な下水道セクターの発展を通じて「マ」国の経済成長を支援する。

## (2) 国家上下水道事業コミッション (SPAN)

新しい運営モデルでは、上下水道事業の監督官は SPAN である。SPAN の役割は KeTTHA が定める政策の実施、監督、規制、基準の設定、全国の上下水道事業の均一性のモニタリング及び確保にある。

上下水道事業法に規定されている機能に加え、SPAN は下記の重要な機能を担っている。

- 上下水道事業法の国家目標に係る諸問題につき、大臣に提言を行い、国家目標達成に資する。
- 上下水道事業法を施行し、本法の見直しについても検討・提言を行う。
- 上下水道サービス関連事業の生産性の確保、規定されたサービス水準に合致するオペレーターの管理、契約義務・関連法規及び指針の遵守を行う。
- 関連事業の運転効率向上に向け、関係機関の調整を図る。特に、短期・中期・長期プログラムによる無収水削減に向けた活動の調整をする。
- 消費者・免許交付者双方に公正な料金体系の決め方について、公正かつ効率的な手法を大臣に提言する。更に適正な手法及び手段を通して策定された料金表を実施する。
- 上下水道サービスの整備率を含む国家開発計画の目標を設定する。
- 継続的な投資を計画することで、上下水道サービスの品質の長期的かつ継続的な向上を目指す。
- 下水道サービスに求められる課題解決に向けた開発計画を策定・実施する。関連機関と協議し、下水処理区域の線引きを行い、新規下水道施設整備及び既存下水道施設改善計画を立案する。
- その他の成文化された法規により授与された権限を行使する。
- 大臣に上下水道サービスに係る諸問題につき提言を行う。

## (3) 上下水道資産管理会社 (PAAB または WAMCO)

新しい運営モデルでは、上下水道資産管理会社 (Pengurusan Aset Air Berhad: PAAB) が財務省の下に設立された。新しい運営モデルでは、上下水道オペレーターのために上下水道事業におけるインフラ資産の資金調達を PAAB を通じて緩和される。上下水道オペレーターは O&M に専念する資産を持たない組織として運営される。PAAB の第一の役割は既存施設を獲得するための資金調達と、上下水道事業において新しいインフラ資産に投資することにある。PAAB はまた、以下の目的を有する。

- 上下水道インフラ及び上下水道システムに係るその他すべての資産を建設、修復、改善、機能向上、維持、修理すること
- 国の上下水道資産を整備するために優位性のある資金を獲得し、そのような資産を SPAN から O&M の免許を受けた上下水道オペレーターにリースで貸し出すこと
- 上下水道サービスの効率化と質を確保するという政府のビジョン達成に向けて、国の上下水道事業を再構築するために SPAN を援助すること

さらに重要なことは、PAAB は事業がフル・コスト・リカバリを達成できない間の資本的経費の資金調達手段として設立されたことである。

2009 年 10 月、PAAB は RM200 億の債券発行プログラムに着手した。これはイスラム条項及び商業債券を伴い、上下水道資産取得及びさまざまな資産に係る水道インフラ整備のための資金調達を助ける ‘Sukuk Programmes’ として知られている。

資産の少ないモデルの目標達成のために州の水道資産引継に関する PAAB の展開に關して言えば、PAAB は今日までに表 I -2.2 に示すようにマラッカ州、ネグリ・センビラン州、ジョホール州、ペルリス州及びペナン州から水道資産を取得している。

表 I -2.2 PAAB の資産取得状況

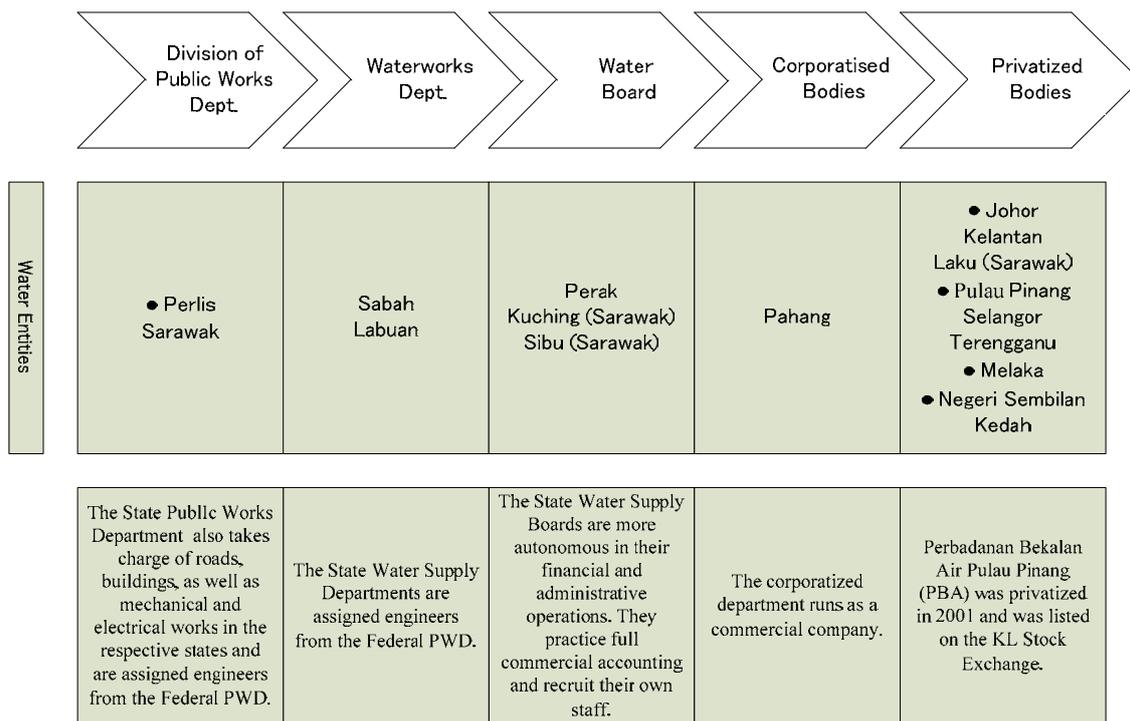
State	Operator	Acquisition Date	Value
Melaka	Syarikat Air Melaka Berhad	Dec. 2008	RM0.89 billion
Negeri Sembilan	Syarikat Air Negeri Sembilan (SAINS)	Jan. 2009	RM1.21 billion
Johor	SAJ Holdings Sdn Bhd	Mar. 2009	RM4.03 billion
Perlis	Public Work Department of Perlis	Aug. 2010	RM0.20 billion
Pulau Pinang	Perbadanan Bekalan Air Pulau Pinang	Jun. 2011	RM0.66 billion

Source: PAAB

(4) 上下水道オペレーター

1) 水道オペレーター

水道オペレーターにはもともと州政府の公共事業局または水道局からスタートしたものが多く、民営化まで至ったものも含めて図 I -2.2 に示すように様々な形態がある。



- Asset-light water utilities

Source: Prepared by the Study Team based on the data from MWIG 2004 & 2011

### 図 I -2.2 州水道局の発展形態

これらの水道オペレーターの中には一部の水道施設（浄水場及びまたは配水システム）の維持管理について純粋の民間会社とコンセッション契約を結んでいるものもある。

#### 2) 下水道オペレーター（IWK）

今日までに半島及び Labuan において、Kelantan 州、Johor Bahru and Pasir Gudang Municipal Area、Ketengah Area、Kejora Local Authority Area を除く 87 の地方自治体の下水道施設の運営を IWK に移管しており、IWK は現在、家庭・商業・官庁・工業セクターを含めて 256 万個の接続を有している。インフラに関しては、IWK は 5,605 ヶ所の下水処理場、778 ヶ所のポンプ場、14,342 km の下水管網から成る公共下水道を維持管理している。

2010 年現在、マレーシア全体で 5,781 ヶ所の公共下水処理場、2,240 ヶ所の民間下水処理場 828 ヶ所のポンプ場、15,744km 下水管がある。

IWK は現在、以下のような業務を提供している。

- 公共下水道システムの維持管理  
供用区域内にある下水管総延長 14,342km、ポンプ場 778 ヶ所、公共下水処理場 5,605 ヶ所の定期的及び計画的維持管理を行う。
- 腐敗槽汚泥引き抜きサービス  
官公庁の共同腐敗槽の計画的汚泥引き抜き、及び共同腐敗槽及び個別腐敗槽の依頼に基づく汚泥引き抜き
- 下水処理水水質及び下水汚泥処分活動のモニタリング  
下水処理水水質及び下水汚泥処分活動のサンプリング、分析、モニタリング。  
下水処理水遵守状況データの DOE 及び SPAN への提出
- 下水道に係る投資的工事及び修復管理

- 下水道プロジェクトの管理、投資的工事の遵守状況のモニタリング、及び全国及び広域下水道プロジェクトの修復
- 下水道セクターにおける研究開発  
組織内の研究開発作業・継続的改善プロジェクト、外部供給メーカー主導の研究開発、  
公的機関・大学の研究開発の組織化、学園生徒による調査のイニシアティブ
  - 下水道技術及び運転スキルの訓練  
下水道計画、エンジニアリング、環境モニタリングと分析、運転、予防的維持、  
下水道システムにおける健康と安全に係る専門的技術、及び非技術的訓練
  - 下水道技術・環境サービス／コンサルティングサービス
    - ✓ 下水道マネジメント・政策・住民意識に係る国際的コンサルタント業務
    - ✓ 下水道システム・会社の監査の実施（国際プロジェクト、インドネシア、中東等）
    - ✓ 上下水道事業の HAZOP 調査
  - 下水道計画・下水道資産データのモニタリング及び認定サービス
    - ✓ 計画サービス：全国的下水道戦略、汚泥管理戦略、下水道プロジェクト計画、下水道資産データベース、GIS システム、マッピング等
    - ✓ 認定サービス：コミッション (SPAN) に代わって下水道施設申請書の評価・認定・承認

重要なことは、IWK と連邦政府は全国で下水道事業を展開するという 1993 年のコンセッション契約にいまなお縛られていることである。上下水道事業法 (WSIA) 2006 の第 191 条は同法の別表 (Schedule) に記載された契約の有効期間を規定している。

- 第 191 条では、権限を有する者は契約書及び上下水道事業法 (WSIA) 2006 の別表に記載された補完契約書に記された事業及び活動を行ってよい。
- 1993 年 12 月 13 日に IWK と政府の間で交わされたコンセッション契約書は上下水道事業法 (WSIA) 2006 の別表の下で有効であるとして挙げられたそのような契約書の一つであり、従って今日でも効力を有する。

コンセッション契約継続期間は、授与されたいかなる延長も別表の改正を必要とするので、裁定された当初の 28 年であると解されている。このことは、コンセッション契約が 2021 年に失効すると考えるのが妥当であることを意味する。1993 年のコンセッション契約は有効であるので、下水道事業を展開する IWK の機能は今でもなお、契約書の下で課せられた権利と義務に縛られる。つまり、IWK は 2021 年のコンセッション期間の終わりまで全国的下水道事業の展開に関して独占的権利を保有している。

## 2.4 上下水道セクターの状況と課題

### (1) 水道セクター

マレーシアの水道普及率は非常に高く、2010 年の給水人口普及率は前年の 93.0% から 94.2% になっている。都市部は農村部よりも普及率は高く、2010 年は農村部の 88.4% に対し都市部は 96.8% となっている。

この 10 年間の各年において都市部人口普及率は似たようなもので、2007 年の 96.5% と 2006 年の 97.8% の範囲にあり、2001 年は 97.0% であった (2010 年よりも数値が高い)。しかし、Kelantan 州の都市部給水人口普及率は 2007 年 56.3% で、2006 年の 79.0% よりかなり低い。2007 年に Kelantan 州はメータ付き給水人口普及率に基づいて給水人口を決めるようになり、これがこの州で都市部給水人口普及率が年々低下した要因と思われる。

農村部給水人口普及率は 2005 年と 2006 年は約 91.0% であったが、2001 年の 86.0% から 2010 年の 89.7% へと増大している。これらの年の高い普及率は、Kelantan 州、Sabah 州、

Sarawak 州の 2007 年の普及率が 2006 年よりもかなり低く報じられているので、データの利用可能性・編集方法・精度によるものかも知れない。Kelantan 州に係る上記コメントはまた農村部給水人口普及率にも当てはまる。

水道事業は歴史的に、政府補助金なしには財務的に安定した持続性が妨げられるという永続的な課題に直面してきた。長年にわたって、以下の三つのタイプの問題を抱えてきた。

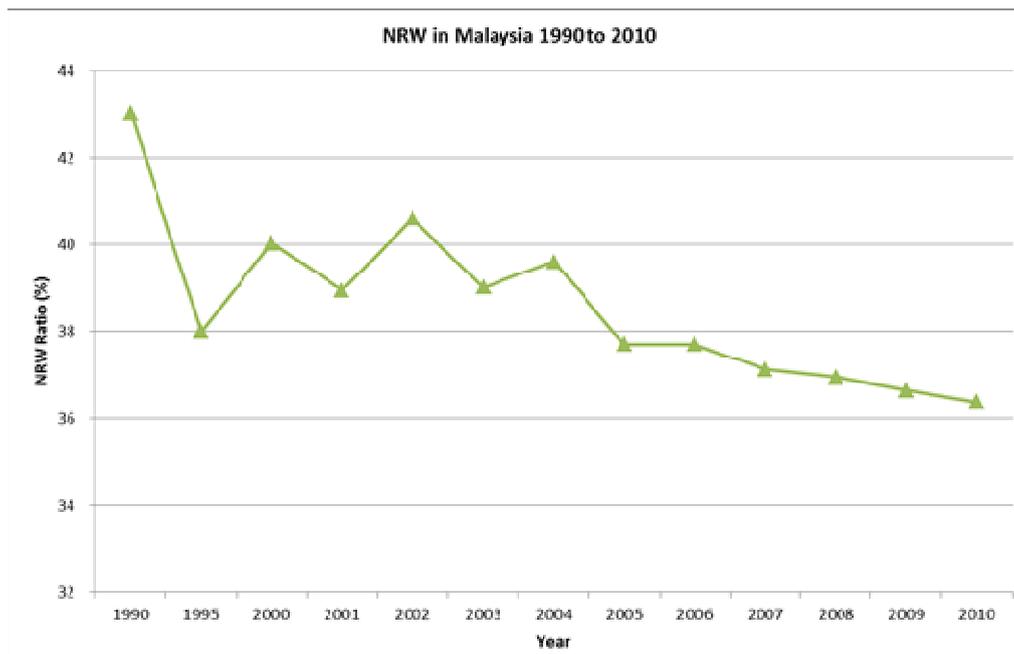
- 運営の効率性
- 制度的枠組み／ガバナンスの有効性
- 資金的制約

この実態を踏まえて、マレーシア政府も、水道事業を自立した持続的な産業とするためには、迅速で断固たる改革が必要であると認識している。ここで言う改革とは、「水道事業を整理し、利用者の利便性を考慮した効率的で競争力のある事業」へと移行させるものである。

#### 1) 運営の効率性

日本では無収水（大部分が漏水）の削減は、貴重な水資源を有効に利用する、すなわち、一滴の水も無駄にしない、という観点から漏水防止に力を入れてきたため、多くの水道事業体では無収水率（ほぼ漏水率に等しい）が現在では 10%未満の水準にまで下がっている。一方、欧米では無収水（漏水が主であるが、計量誤差等、他の要素も無視できない割合を含んでいる）の削減は、主として費用対効果を考慮して、無収水の削減に一定以上の費用をかける必要がない、という観点から取り組んできたため、多くの国で無収水率が 10～20%の水準にある。近年、途上国においては、植民地時代に敷設した管路の老朽化に伴う漏水に加えて、盗水や計量誤差（メータ誤差、検針誤差等）の存在が無視できないほど多いため、無収水率が 30～60%にも及び、水道事業の経営改善と水資源の有効利用の観点から、その削減に取り組むようになってきた。既に途上国とは言えないマレーシアにおいても、無収水率は全国平均で 37%（2009 年度）と、途上国の域を出ていない。そこでマレーシア政府は 2015 年度までに 34%まで下げるという目標を掲げて無収水削減に努力している。

水道事業の運営における重要な課題は、高レベルの無収水（NRW）にある。**図 I-2.3**によれば、マレーシアの NRW は 90 年代半ば以降ほとんど改善されておらず、2005 年以降ほとんど減少していない（2005 年の 37.7%から 2010 年の 36.63%）。**3.1**で後述するように、第 9 次マレーシア計画における NRW 目標値は 2010 年に達成されていない。



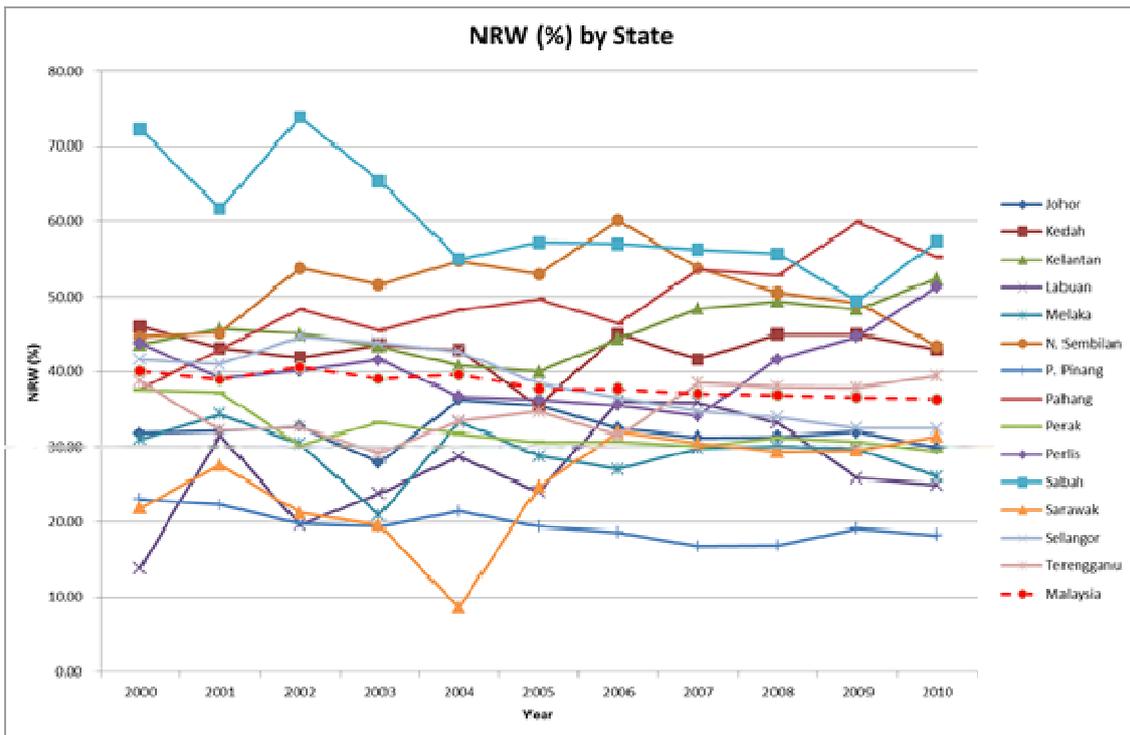
Source: MWIG 1990-2011

**図 I -2.3 1990 年～2010 年のマレーシアの NRW**

各州及びマレーシアにおける 2000 年～2010 年の NRW を図 I -2.4 に示す。2000 年と 2010 年を比べて NRW の最大の削減は、Selangor 州、Perak 州、Pulau Pinang 州、Sabah 州に見られ、すべてのケースで NRW は 20%以上削減されている。2000 年の Pulau Pinang 州の NRW は既に約 23%と低く、Labuan 市、Sarawak 州では僅かしか改善していない。NRW を現行レベル及び最近のレベル（2007 年及び 2008 年の 17%以下を含めてすべての年で 20%以下）に削減することそれ自体、意義のある成績と言える。

2000 年と 2010 年を再び比べると、NRW の最大の上昇率は Labuan 市（80%）、Pahang 州（47%）、Sarawak 州（44%）に見られる。しかし、Labuan 市の場合、2010 年を 2001 年と比較すると、率に関して言えば率は改善されていると言えるので、一部の年のデータは信頼できないかも知れない（2000 年 13.85%、2001 年 31.56%、2002 年 19.60%）。

一部のその他の州では NRW の傾向は一貫性がないということで、一部データの信頼性によるものかも知れない。



Source: MWIG 2003-2011

図 I -2.4 マレーシア各州の NRW (2000 年～2010 年)

## 2) 制度的枠組みの有効性

歴史的に上下水道事業法 (WSIA) 以前はマレーシア連邦憲法の下で、水道事業は各州政府の管轄下にあった。そのような状況下で、浄水と配水を州の機関または公営企業または民間企業のいずれかが行ってきた。これらには図 I -2.2 に示すような形態がある。

さまざまな形態の運営組織の中で、州の水道オペレーターのサービス成績レベルにかなりの差が見られる。これらの水道事業は細分化されガバナンスに統一性もない。

結果的に使用者は異なる給水及びサービスの質に直面し、州毎に水道料金も異なっている。州政府が水源を管理し、一つ以上の民間コンセッションアが浄水場の運転を担当し、別の会社が配水を運営するというのでは、事業構造は有効性に欠ける。

事業構造における有効性の欠如が、取水から配水までの非効率性を次第に増大させ、水道オペレーターのためのコスト構造の不備及び使用者に対するまずい料金決定を招いている。この結果、経済及び国民のための主要セクターにおいて、水道オペレーターが実施可能であること及び持続可能な運営を行うことが主要課題となっている。

## 3) 資金的制約

水道事業は、新たな水道インフラを整備することで赤字が増大することに悩まされており、多くの州では既存施設の維持管理及び新しい水道サービス整備の資金とするために連邦政府から借金する結果になっている。

料金がフル・コスト・リカバリでないことを考え合わせると、水道オペレーターは自身の水道インフラ資産を更新・整備するだけのキャッシュ・フローを生んでいない。

上記の外に水道セクターにおいて運営上の問題を引き起こす重要な課題は、以下の通り

(以下の本文中の数値は2010年のもので「マレーシア上下水道事業ガイド2011年」による。)

1) 水資源の長期的持続可能性

水量に関して主要水源になっている河川の汚濁は深刻な問題である。最近(2005年～2009年)、「環境統計概要(Compendium of Environment Statistics)」に報じられているように、一般的傾向として不十分な下水処理場、農産物加工産業、動物農場及び降雨量の減少と言った主に汚濁源の数の増加に起因する原水水質の悪化が見られる。原水水質の悪化は、(1)運営コストの増大、(2)設計基準の制限値を超える原水を処理する難しさ、を含めて、処理水水質が基準の要求を満たさないこととともに運営コストの増大を引き起こしていると考えられる。

2) 水道資産の老朽化

パイプの交換または修復を必要とする老朽化した水道管の延長はかなりある。多くの浄水場は50年以上を経過し、改善は実施されているが、恐らくさらなる改善または交換が要求されているか、または有益である。水道メータの23%以上は7年を超え、25.6%が7年を超えた2007年以降ささやかな改善が行われている。

3) 非効率な小規模で分散した浄水場

処理能力の小さい浄水場がかなりの数あり、大規模浄水場と同様にそれらの一部の運転は原水処理量当たりの運転コスト/m<sup>3</sup>、浄水場における水量損失に関して非効率的である。一部地域では浄水場の数及び関連する送配水システムに関して非効率的で、合理化により維持管理費及びサービスレベルの改善が可能である。

4) 不十分な汚泥処理施設

浄水場の相当量の汚泥が、十分な処理もなく河川に排出されている。

5) 低い料金水準

水道料金は一人当たり GNI に関して似たような経済レベルにあるその他の国の料金と比べて非常に安い。いくつかの州では、料金が前回改定以降、これらの州の経済レベルはかなり上がっていたとしても、水道料金は多年にわたって変えらずに来ている。

(2) 下水道セクター

1) 下水道人口普及率

マレーシアには下水道人口普及率という概念はない。したがって、下水道人口普及率が政策目標で示されることはないと言ってよい。

下水道人口普及率は以下の方法で試算はできるが、いくつかの問題を抱えている。

下水道人口普及率の試算に関連して以下の二つの統計データが利用可能である。**表 I -2.3** のカテゴリ別下水道接続数で人口に関わるのは Domestic と Government Quarters であり、**表 I -2.4** のタイプ別衛生施設利用戸数では共同腐敗槽 (Communal Septic Tank: CST)、個別腐敗槽 (Individual Septic Tank: IST)、注水式水洗便所 (Pour Flush: PF) である。

表 I -2.3 カテゴリ別下水道接続数

State	Domestic	Commercial	Gov. Quarters	Gov. Premises	Industry	Total
Johor	231,367	18,405	1,509	203	533	252,071
Kedah	95,021	7,414	2,726	167	36	105,364
Kelantan	4,932	742	499	-	-	6,173
Melaka	94,150	8,780	1,041	98	38	104,107
N. Sembilan	147,360	11,566	3,533	183	51	162,693
Pulau Pinang	314,025	30,068	8,044	693	837	353,667
Pahang	53,699	4,600	1,386	145	5	59,835
Perak	214,109	16,353	3,011	131	22	233,626
Perils	4,209	260	724	14	*	5,207
Selangor	1,045,819	89,299	8,996	590	1,128	1,145,832
Terengganu	10,220	579	910	131	*	11,840
FT K. Lumpur	306,522	34,642	61,939	1,533	31	404,667
FT Labuan	3,336	801	948	12	3	5,100
FT Putrajaya	3,465	286	10,054	89	**	13,894
Total	2,528,234	223,795	105,320	3,989	2,684	2,864,022

Source: MWIG 2011

表 I -2.4 タイプ別衛生施設利用戸数

State	Public STP	Private STP	CST	IST	PF	Total
Johor	2,283,257	539,769	46,290	1,296,975	667,390	4,833,681
Kedah	706,684	122,682	43,590	772,730	882,855	2,528,541
Kelantan	47,500	70,600	117,728	283,225	342,353	861,406
Melaka	690,457	193,241	32,626	275,420	80,640	1,272,384
N. Sembilan	1,209,167	124,623	38,350	371,445	141,080	1,884,665
Pulau Pinang	2,120,407	40,813	15,680	61,645	286,460	2,525,005
Pahang	368,519	447,183	13,800	667,325	681,940	2,178,767
Perak	1,435,585	104,987	120,603	1,031,850	416,265	3,109,290
Perils	30,629	19,925	2,665	95,300	111,695	260,214
Selangor	7,047,144	348,182	84,965	829,685	106,220	8,416,196
Terengganu	119,109	154,932	15,963	413,470	718,805	1,422,279
FT K. Lumpur	3,402,296	71,430	13,110	266,455	25,000	3,778,291
FT Labuan	43,066	42,408	790	22,715	13,590	122,569
FT Putrajaya	28,706	342,464	N/A	N/A	N/A	371,170
Total	19,532,526	2,623,239	546,160	6,388,240	4,474,293	33,564,458

Source: MWIG 2011

表 I -2.3 の生活系の下水道接続数は 1 connection = 5 PE で人口換算される。これは 1 世帯 = 平均 5 人家族からきている。表 I -2.4 の CST、IST、PF は基本的に 1 connection = 5 PE または 1 household = 5 PE ですすでに換算人口で表されている。CST はかつては下水道施設として IWK の管理対象となっていたが、上下水道事業法 (WSIA) 2006 の施行により、IWK の管理対象からからは外れ、利用者に管理責任が移った。CST も下水道でつながっているため、下水道整備済みとして扱うとすると下水道整備人口は次式で与えられる。

下水道整備人口 = (Domestic 接続数 + Government Quarters 接続数) x 5 + CST 人口  
これに、IST 及び PF 利用人口を加えると実際の人口に等しくなるはずであるが、表

I -2.5 に示すように、多くの州で衛生施設利用総人口は実際の人口（人口は Census 2010 に基づく）を上回っている。

表 I -2.5 衛生施設タイプ別利用人口（1戸当たり家族人口5人による）

State	Domestic (PE)	Gov. Quarters (PE)	CST (PE)	IST (PE)	PF (PE)	Total (PE.)	Census 2010 (pers.)	Difference (pers.)
Johor	1,156,835	7,545	46,290	1,296,975	667,390	3,175,035	3,233,434	-58,399
Kedah	475,105	13,630	43,590	772,730	882,855	2,187,910	1,890,098	297,812
Kelantan	24,660	2,495	117,728	283,225	342,353	770,461	1,459,994	-689,533
Melaka	470,750	5,205	32,626	275,420	80,640	864,641	785,806	78,835
N. Sembilan	736,800	17,665	38,350	371,445	141,080	1,305,340	997,071	308,269
P. Pinang	1,570,125	40,220	15,680	61,645	286,460	1,974,130	1,520,143	453,987
Pahang	268,495	6,930	13,800	667,325	681,940	1,638,490	1,443,365	195,125
Perak	1,070,545	15,055	120,603	1,031,850	416,265	2,654,318	2,258,428	395,890
Perlis	21,045	3,620	2,665	95,300	111,695	234,325	227,025	7,300
Selangor	5,229,095	44,980	84,965	829,685	106,220	6,294,945	5,411,324	883,621
Terengganu	51,100	4,550	15,963	413,470	718,805	1,203,888	1,015,776	188,112
W.P. K. Lumpur	1,532,610	309,695	13,110	266,455	25,000	2,146,870	1,627,172	519,698
W.P. Labuan	16,680	4,740	790	22,715	13,590	58,515	85,272	-26,757
W.P. Putrajaya	17,325	50,270	0	0	0	67,595	67,964	-369
Total	12,641,170	526,600	546,160	6,388,240	4,474,293	24,576,463	22,024,882	2,551,581

Source: Prepared by the Study Team

この原因として考えられるのは、

- 1) もはや1世帯＝平均5人家族の時代ではないことが挙げられる。すなわち、統計局の人口と住宅に関する Census 2010 の結果（付属資料 2.1 参照）によれば1世帯の平均人口は全国平均で1980年の5.22人から2010年の4.31人へと低下し、Selangor 州では5.33人から3.93人へと全国平均よりも下がり方が sharp になっている。
- 2) マレーシアではまだ不動産バブルが続いているように見受けられる。資産家は投資の対象として値上がりを期待して住む意志のないコンドミニアムを購入しているとも言われる。コンドミニアムが完成し下水道に接続されると、IWK は全戸数を Connected PE として計上することになり、その中には非居住の戸数も含まれることになる。

すなわち、統計局のセンサスは実際に居住している部屋を対象に調査を実施していると考えられるので、1 connection or 1 Household = 5 PE と実態との乖離、及び非居住の住宅を接続口数にカウントすることによって、下水道整備人口が過大評価されている可能性がある。

ちなみに、人口と住宅に関する Census 2010 の結果に基づいて、下水道統計が不明の Sabah と Sarawak を除く半島部の州別1世帯当たり平均人口を用いて計算すると表 I -2.6 のようになる。実人口との乖離は1世帯当たり平均人口5人の+255万人から430万人減って、-175万人となった。WHO/UNICEF の”Estimate for the use of Improved Sanitation Facilities” (March 2010)によれば、2008年にUrbanでは4%がSharedに、Ruralでは4%がSharedに1%が屋外排泄に依存し、また、PF以外の非改良型衛生便所 (Unimproved sanitation facilities) の使用も報告されていることから、実人口より小さく出るのが普通でありこちらの方がより実態に近いと考えられる。もっとも、この方法でも N. Sembilan、Pulau Pinang、Pahang、Terengganu の4州では衛生施設利用人口が実

人口を上回っているという問題があるが、これは前述の可能性の 1)のみを考慮したもので、2)の可能性は実態が掴めないために考慮していないことに留意すべきである。

表 I -2.6 衛生施設タイプ別利用人口（実際の 1 戸当たり家族人口による）

State	PE./HH	STP		CST	IST	PF	Total	Census 2010	Difference
		Domestic	Gov. Quarters						
		(PE)	(PE)	(PE)	(PE)	(PE)	(PE.)	(pers.)	(pers.)
Johor	4.17	964,800	6,293	38,606	1,081,677	556,603	2,647,979	3,233,434	-585,455
Kedah	4.29	407,640	11,695	37,400	663,002	757,490	1,877,227	1,890,098	-12,871
Kelantan	4.86	23,970	2,425	114,432	275,295	332,767	748,889	1,459,994	-711,105
Melaka	4.05	381,308	4,216	26,427	223,090	65,318	700,359	785,806	-85,447
N. Sembilan	4.20	618,912	14,839	32,214	312,014	118,507	1,096,486	997,071	99,415
P. Pinang	3.94	1,237,259	31,693	12,356	48,576	225,730	1,555,614	1,520,143	35,471
Pahang	4.59	246,478	6,362	12,668	612,604	626,021	1,504,133	1,443,365	60,768
Perak	4.04	865,000	12,164	97,447	833,735	336,342	2,144,688	2,258,428	-113,740
Perlis	4.26	17,930	3,084	2,271	81,196	95,164	199,645	227,025	-27,380
Selangor	3.93	4,110,069	35,354	66,782	652,132	83,489	4,947,826	5,411,324	-463,498
Terengganu	4.78	48,852	4,350	15,261	395,277	687,178	1,150,918	1,015,776	135,142
W.P. K. Lumpur	3.72	1,140,262	230,413	9,754	198,243	18,600	1,597,272	1,627,172	-29,900
W.P. Labuan	4.72	15,746	4,475	746	21,443	12,829	55,239	85,272	-30,033
W.P. Putrajaya	3.45	11,954	34,686	0	0	0	46,640	67,964	-21,324
Total		10,090,180	402,049	466,364	5,398,284	3,916,038	20,272,915	22,022,872	-1,749,957

Source: Prepared by the Study Team

この方法による推定下水道人口普及率は、表 I -2.7 に示すように半島部で 49.8%、Selangor 州で 77.8%となる。最も普及率の高いのは Kuala Lumpur の 84.8%、Pulau Pinang 州の 84.3%で、逆に普及率が低いのは Terengganu 州の 6.7%、Kelantan 州の 9.6%と推定される。

表 I -2.7 下水道整備人口の推定

State	STP		CST	Total	Census 2010	Pop.Coverage by Sewerage
	Domestic	Gov. Quarters				
	(PE)	(PE)				
Johor	964,800	6,293	38,606	1,009,699	3,233,434	31.2
Kedah	407,640	11,695	37,400	456,735	1,890,098	24.2
Kelantan	23,970	2,425	114,432	140,827	1,459,994	9.6
Melaka	381,308	4,216	26,427	411,951	785,806	52.4
N. Sembilan	618,912	14,839	32,214	665,965	997,071	66.8
P. Pinang	1,237,259	31,693	12,356	1,281,308	1,520,143	84.3
Pahang	246,478	6,362	12,668	265,508	1,443,365	18.4
Perak	865,000	12,164	97,447	974,611	2,258,428	43.2
Perlis	17,930	3,084	2,271	23,285	227,025	10.3
Selangor	4,110,069	35,354	66,782	4,212,205	5,411,324	77.8
Terengganu	48,852	4,350	15,261	68,463	1,015,776	6.7
W.P. K. Lumpur	1,140,262	230,413	9,754	1,380,429	1,627,172	84.8
W.P. Labuan	15,746	4,475	746	20,967	85,272	24.6
W.P. Putrajaya	11,954	34,686	0	46,640	67,964	68.6
Total	10,090,180	402,049	466,364	10,958,593	22,022,872	49.8

Source: Prepared by the Study Team

## 2) 下水道セクターの重要な課題

IWK は利用者、環境局、官庁との間で無数の問題に直面している。直面している課題の中で運営上の問題を引き起こしているものには以下のものを含む（断りがなければ、以下の本文中の数値は 2010 年のもので「マレーシア上下水道事業ガイド 2011 年」による。）。

- 小規模下水処理場の激増－小規模下水処理場の激増は維持管理費を増大させ、その運転管理を行う IWK の効率を低下させている。西マレーシアの公共下水処理場の約 71% は平均 400 戸の下水を処理する人口当量 (Population Equivalent: PE) が 2,000 PE 以下のものである。
- 料金に対する抵抗－下水道事業はかつてそのようなサービスに金を払ったことのない使用者にとって別のサービスとして区別されている。
- 多数の民間下水処理場 (2,240 ヶ所)、共同腐敗槽 (CST、4,382 ヶ所) は規制が弱く、維持管理が劣っている。CST は 2007 年まで IWK が管理していたが、上下水道事業法 (WSIA) 2006 の施行に伴って利用者の管理に戻されている。しかし、IWK は政府建物、オフィスで共同腐敗槽の計画的汚泥引き抜きを実施し、民間の所有者／テナントについて要求に応じて汚泥引き抜きサービスを行っている。環境をきれいに保ち腐敗槽の過負荷による汚染リスクに対するイニシアティブの一環として、IWK はモスク、教会、寺院、等の宗教施設で無料の汚泥引き抜きを行っており、2010 年には全国 795 ヶ所で慈善汚泥引き抜きサービスを行っている。CST は 2009 年の下水処理水排水基準では基準適用対象外になっている。
- 多数の個別腐敗槽 (IST、約 125 万個) では計画的な汚泥引き抜きが行われていない。IST の汚泥引き抜き責任は所有者／テナントにある。
- 多くの地所では雑排水は公共下水道及びオンサイトの処理施設に適切に接続されずに、排水溝に排出している。民間下水道及びオンサイトの処理施設については、ほとんどの施設が適切な雑排水接続を行わずに近くの排水溝に排出している；
- 下水管網の欠陥がマレーシアの至るところで見られる。

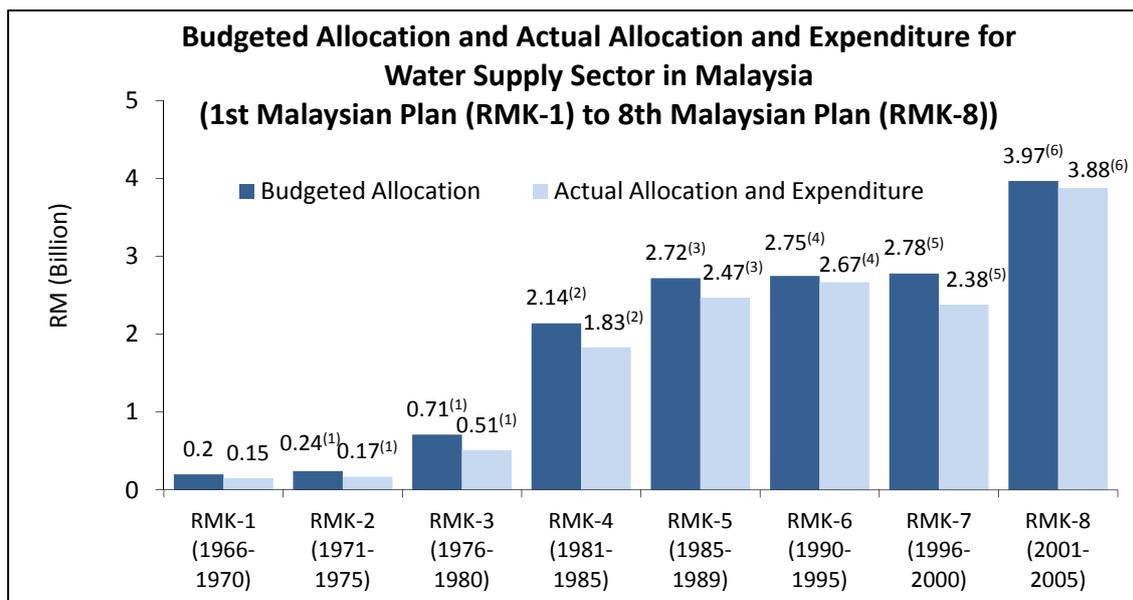
### 3 上下水道セクターに関する「マ」国政府の基本方針と政策事項

#### 3.1 マレーシア五カ年計画における上下水道整備計画の位置づけと展望

##### (1) 水道

##### 1) 第9次マレーシア計画まで

マレーシア国政府が先進国に仲間入りする一環として水道事業を改善する必要性を認識して、マレーシア計画の下で 80 年代の初めから相当金額の予算配分が水道事業に始まった。



Sources: RMK-1, RMK-4, RMK-5, RMK-6, RMK-7 and RMK-8

Note: <sup>(1)</sup>This amount was adjusted as per RMK-4.

<sup>(2)</sup>This amount was adjusted as per RMK-5.

<sup>(3)</sup>This amount was adjusted as per RMK-6.

<sup>(4)</sup>This amount was adjusted as per RMK-7.

<sup>(5)</sup>This amount was adjusted as per RMK-8.

<sup>(6)</sup>This amount was adjusted as per RMK-9.

図 I -3.1 マレーシア五カ年計画における水道セクターへの予算と実際の配分額

図 I -3.1 によれば、水道事業に対する実際の資金配分は、RMK-1 から RMK-8 まで連邦政府からの予算配分よりも少なく、RMK-7 は RMK-5、RMK-6 より少ないことを示している。このため新しい水道インフラ（ダム、浄水場、配水システムを含む）整備及び既存インフラの交換・更新が遅れ、さらに、とくに最近の NRW 削減実績が小さいことに示されるように水道事業の運営上の非効率性につながっている。

第9次マレーシア計画では取り組む必要があるのは以下の三つである。

取り組み 1：利用可能な施設または高度なサービスを届けるまたは造ること

取り組み 2：使用者の盛り上がる切望を満足する効率的かつ効果的の移送システムを確実にすること

取り組み 3：天然資源使用の最適化並びに生活の質を改善するための環境保護

第9次マレーシア計画では 219 プロジェクト、総額 81.01 億リンギットの実施が承認された。州別水道プロジェクトの配分額は表 I -3.1 に示す通りで、水道の修繕・近代化、水

源開発、水処理、配水及び州間原水移送を含む。

表 I -3.1 第 9 次マレーシア計画（2006-2010）での水道プロジェクト予算配分額

No	State	Budget Allocations (RM million)
1	Kedah	492.949
2	Perlis	155.000
3	Pulau Pinang	200.000
4	Perak	503.600
5	Selangor	383.000
6	Negeri Sembilan	864.500
7	Melaka	144.000
8	Kelantan	351.000
9	Terengganu	210.500
10	Pahang	687.303
11	Johor	65.000
12	Labuan	224.902
13	Sabah	1,313.347
14	Sarawak	590.460
15	Water Supply Modernisation Program	13.500
16	Interstate Wafer Transfer	1,900,000
17	Water Tariff Study	2.500
	Total	8,101.562

Source: MWIG 2007

第 9 次マレーシア計画で提案された事項には、盗水に対する厳しい法律施行、メータ交換、地理情報システム（GIS）、配水管網マッピングシステム、配水管システムの修復を含むさまざまな手段を駆使する NRW 削減プログラムを含んでいた。第 9 次マレーシア計画は、「2010 年には全国の NRW 率を 30% に下げる予定である。」と述べている。この計画の予定は前述したように、また、第 9 次マレーシア計画の成果のまとめである表 I -3.2 に示されるように、明らかに達成されなかった。

表 I -3.2 第 9 次マレーシア計画における水道セクター成果

Commitment	Output									
<ul style="list-style-type: none"> <li>Increase efficiency of water services management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increased production capacity, quantity and quality of water supply <table border="1"> <thead> <tr> <th>Malaysia</th> <th>2006</th> <th>2009</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Production capacity (mld)</td> <td>15,449</td> <td>16,077</td> </tr> <tr> <td>Quantity of water supply (mld)</td> <td>12,296</td> <td>14,743</td> </tr> </tbody> </table> </li> <li>Note: Million liters per day (mld)</li> <li>Completion of Kinta Dam in Perak and two barrages in Terengganu</li> <li>Completion of 12 new water treatment plants</li> <li>Installing and laying 14,988 km of new pipes</li> <li>95% compliance to National Standard for Drinking Water Quality set by Ministry of Health</li> </ul>	Malaysia	2006	2009	Production capacity (mld)	15,449	16,077	Quantity of water supply (mld)	12,296	14,743
Malaysia	2006	2009								
Production capacity (mld)	15,449	16,077								
Quantity of water supply (mld)	12,296	14,743								
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduce Non-Revenue Water (NRW) Percentages</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Replacement of old meters and 2,577 km of pipes</li> <li>Reduction rate of NRW from 37.7% to 37.2%</li> </ul>									

Source: Tenth Malaysia Plan

Note: Output as at December 31st, 2009, unless stated otherwise

## 2) 第 10 次マレーシア計画

第 10 次マレーシア計画の下では 2011 年末現在、63 の水道プロジェクトが首相府経済企画庁 (Economic Planning Unit: EPU) により承認されている。それらはプログラム・カテゴリに従って表 I -3.3 に示すように区分される。

そのうち、全部で 60 プロジェクトがコンサルタント選定、設計、入札/調達、建設工事といった実施段階にあり、残りの 3 プロジェクトは破棄されている。当初の承認プロジェクトに基づくと、水道整備プロジェクトの上限額と予備費は表 I -3.3 に示すように、それぞれ 15.94 億円と 7.02 億円である。

表 I -3.3 第 10 次マレーシア計画 (2011-2015) での水道プロジェクト配分額

No.	Program	No. of Projects	Ceiling (RM million)	Provision (RM million)
1.	Construction / upgrading / repair of water treatment plant and distribution system, existing and new	34	905.970	383.398
2.	Water rate control program does not work (NRW)	17	333.319	106.466
3.	Development and preservation of water resources	10	339.950	204.940
4.	Increased efficiency and water services industry awareness	2	15.500	7.225
	<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>1594.739</b>	<b>702.029</b>

Source: <http://www.jba.gov.my>

Note : The total of ceiling and provision includes three projects canceled.

2012 年予算は、給水の 20 万戸拡張に RM 21 億、選ばれた連邦土地開発庁 (Federal Land Development Authority: FELDA) 区域の水道インフラ改良に RM 4 億、配水管システムに浄水を送れない団地との接続に RM 0.5 億を含む。

## (2) 下水道

## 1) マレーシア五カ年計画における下水道セクターへの投資

下水道事業への第 7 次から第 9 次までのマレーシア五カ年計画における予算配分額と支出額を表 I -3.4 に示す。この期間における水道事業への予算配分の 39% となっている。しかし、水道事業への配分額への比率として見れば、予算配分額は計画の度に増えている。

表 I -3.4 マレーシア五カ年計画における下水道セクターへの予算配分額と支出額 (1996-2010)

No.	Program	Budget Allocation (RM million)	Expenditure (RM million)
1.	Seventh Malaysia Plan (1996 – 2000)	668.5 <sup>(1)</sup>	665.3 <sup>(1)</sup>
2.	Eighth Malaysia Plan (2001 – 2005)	1,583.6 <sup>(1)</sup>	1,347.9 <sup>(2)</sup>
3.	Ninth Malaysia Plan (2006 – 2010)	3,473.7 <sup>(3)</sup>	3,206.9 <sup>(3)</sup>

Source: (1) Eighth Malaysia Plan

(2) Ninth Malaysia Plan

(3) JPP Annual Report 2010

## 2) 第 9 次マレーシア計画

2010 年 12 月 31 日までの第 9 次マレーシア計画各年における予算配分額と支出額を表

I-3.5 に示す。「JPP 年報 2010 年」によれば予算配分額に比べて支出額は目標の 95% を超えている。

表 I-3.5 第 9 次マレーシア計画における年度別支出実績

Year	Allocation (RM)	Expenditure (RM)	Expenditure/Allocation (%)
2006	990,877,010	1,002,062,238.45	101.13
2007	796,030,000	702,965,647.26	88.31
2008	816,755,000	789,288,915.07	96.64
2009	550,357,710	408,679,848.51	74.26
2010	319,682,805	310,899,831.00	97.25
Total for 9th MP	3,473,702,525	3,206,911,596	92.32

Source: JPP Annual Report 2010

210 年の第 9 次マレーシア計画におけるプロジェクト実施実績は表 I-3.6 のようにまとめられる。

表 I-3.6 第 9 次マレーシア計画における 2010 年の整備実績

No.	9th MP	Output
1*	Regional sewage treatment plant	2.531 million PE (12 plants)
2*	Sludge treatment plant	1.0 million PE (3 plants)
3**	Length of sewer pipe installed	34 km
4*	Refurbished critical plant	436 plants
5*	Length of sewer pipe refurbished	16 km
6*	Number of connected premises	49 premises

Source: \* JPP Annual Report 2010 (as of December 31, 2010)

\*\* Tenth Malaysia Plan (as of December 31, 2009)

「JPP 年報 2010 年」によれば、第 9 次マレーシア計画に挙げられた 63 プロジェクトのうち、44 プロジェクトは完成、11 プロジェクトは予定通り、7 プロジェクトは予定より早い、1 プロジェクトのみ予定より遅れていると報告されている。

### 3.2 中期整備目標（浄水・下水処理達成目標、地域目標等）

第 10 次マレーシア計画で上下水道普及率目標及び水道事業インフラを改善するための NRW プログラムでの投資案を以下に示す。下水道事業に関しては、2009 年の腐敗槽利用人口及び 2015 年の目標値は記述されていないことに留意されたい。さらに、第 9 次マレーシア計画では目標値を述べていたが、2015 年の NRW 目標は与えられていない(3.1 (1)参照)。

- 水道人口普及率を 2009 年の 93% から 2015 年に 97% まで引き上げる。
- （腐敗槽を含む）下水道接続換算人口を同期間中に 28.8 百万人から 37.7 百万人まで引き上げる。<sup>1</sup>
- パイプ及び古いメーターの交換を伴う無収水（NRW）対策は、水質改善及び給水損失水量削減のために配分を RM11.0 億へと拡大し、このうち、約 RM3.69 億を最初の 2 ヶ年に配分する。

第 10 次マレーシア計画におけるその他の目標は、上下水道事業再編への努力を継続する

<sup>1</sup> マレーシアの 2010 年の総人口は約 2,760 万人であるが、下水道に取り込まれる生活排水以外の排水も人口換算して下水道の能力を表しているため、換算人口が実際の人口を上回ることが起こる。

一環として、以下のように述べている。

- 州の水道オペレーターの移管を完了—残っている州の移管は本計画期間中に完了する。移管が終わると水道オペレーターは以下の事項を遵守しなければならない。
- フル・コスト・リカバリに向けての動き（詳細及び議論については 3.6 参照）
- 運営における効率の追求と資本の拡充—水道オペレーターは詳細な 30 年間のビジネスプランと 3 年の運営計画書を作成することが求められる。これらの計画書がフル・コスト・リカバリに向けてのロードマップの基本となり、PAAB は長期資本的経費資金調達計画を立てることができる。SPAN は、料金値上げを運営及び資本経費における効率性の向上に結びつけて、計画書に基づく水道オペレーターの業績を規制・監視する。
- 上下水道事業の統合—下水道事業の再編は、統合下水処理場の運営をそれぞれの州の水道運営会社に分けることにより実施される。完了すると、上下水道事業は上下水道料金の一括請求実施に向けて踏み出す。これは、使用水量と下水発生量の間には分かちがたいつながりがあると考えて、下水道料金を使用水量と結び付けて、サービス提供コストを十分に賄えない一律料金体系から離脱するものである。

上下水道事業再編のロードマップを示す表 I -3.7 に、第 8 次及び第 9 次マレーシア計画期間中における状況とともに上記の展望をまとめる。

**表 I -3.7 運営及び経営効率改善に向けての上下水道事業再編の歩み**

第 8 次マレーシア計画 (2001-05)	第 9 次マレーシア計画 (2006-10)	第 10 次マレーシア計画 (2011-15)
安定化	統合化	運営及び経営の効率化に向けての動き
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 州政府水道当局の民営化・公社化</li> <li>• 上下水道事業再編計画の策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SPAN の業務開始</li> <li>• 上下水道事業法（WSIA2006）の施行</li> <li>• PAAB による協議価格に基づく州既存水道資産の引継ぎと上下水道インフラ整備実施の責務</li> <li>• 州水道オペレーターは資産を持たずにサービスの提供に専念</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2013 年まで段階的に完全にフル・コスト・リカバリを達成する料金改定メカニズム</li> <li>• 上下水道事業の統合</li> <li>• 上下水道一括料金導入に向けての初期努力</li> </ul>

Source: Tenth Malaysia Plan (2011-15)

### 3.3 上下水道整備に関する基本方針

#### (1) 水道

上下水道事業法（WSIA）の施行と所々でその結果具現化している制度上の変化は、マレーシアの水道セクターを改善しながら国を前進させてきた。

重要な制度上の変化は、連邦政府、州政府、水道オペレーターの役割と責任の再構築にある。再構築の最も重要な側面は、州の水道資産の PAAB への移管と水道資産のリース貸しである。

重要な改善戦略は以下の通り。

- 包括的水資源計画を策定し、マネジメントの経済性及び技術的インプットを実現するために水道を下水道と統合する。
- 水資源及び関連流域の所有権は州政府の所有権のまま残すのを除き、水道の権限を連邦政府に移管する。

- オペレーターが支払可能な標準的原水料金に基づく使用料を通じて、州政府に原水使用に対する補償を行う。
- 州がその水道資産及びインフラを PAAB に移管するときにはそれらに対する補償を行う。
- 両セクターの中核となる能力にてこ入れして水道インフラを強化するために官民の間の連携契約を始める。民間オペレーターは PAAB が調達した資金へアクセスできるが、収益率は妥当かつオペレーターの有効性次第としなければならない。PPP モデルは、細分化されサプライ・チェーンの一構成要素のみを扱うある州の既存の民営化モデルを引き継ぐ。
- 水のフル・コスト・リカバリを可能にする料金設定メカニズムは段階的に行う。

## (2) 下水道

上下水道事業法 (WSIA) と SPAN の制定と資産保有会社の PAAB の設立に伴い、下水道セクターのアップグレードに関する一連の改革が進行している。その主なものを以下に示す。

- 包括的水資源計画を策定し、マネジメントの経済性及び技術的インプットを実現するために下水道を水道と統合する。
- 下水道インフラ整備を促進するため、公共セクター、民間セクター双方の協力関係を構築する。
- 都市開発計画とインフラ整備をもっとうまく統合するために戦略的開発プロセスを構築し、district レベルの下水道計画を 5 年毎にアップデートする。
- 開発業者が下水処理施設を建設しシステムを交換する現行のプロセスは段階的に廃止し、その責務を下水道オペレーターが引継ぎ、開発業者は下水道資本拠出金に寄付するようにする。
- 小規模下水処理施設と個別 ST の統廃合を含め、広域下水処理場の最大限活用する。
- 雑排水の雨水排水路への流出を根絶する。
- IST からの汚泥引抜きを 2 年に 1 回実施する。
- 現地の下水特性を考慮し下水汚泥及び下水処理水再生水の再利用を含めて、現地に適した下水処理に係る設計基準を調査研究する。
- 標準化を進めマレーシアのメーカーがより大きな役割を担うのを奨励するために設備の承認プロセスのリストを狭める。
- 計画・設計・建設・運転サイクルにおいて関連するすべてのサービスに対する品質保証及び品質管理手続きを改善する。
- 改善された下水道セクターの便益について住民に知らせる広報キャンペーンを強化する。
- 下水道料金を値上げして「汚染者支払い原則」に基づく水量基礎の料金体系に変え、第 10 次マレーシア計画にしたがって上下水道料金の一括請求の方向に進み、最終的にはフル・コスト・リカバリを達成するために定期的に値上げする

現在、国の下水道局 (Sewerage Service Department) と IWK は以下のような、下水道の改善に向けた方針を持っている。

- 排水基準を順守するため、老朽化した公共処理場の改修や増強を行う。こうした老朽化した処理場は 6,074 ヶ所あるが、その内、4,323 ヶ所のの処理場については 2009 年末までに終了した。
- 半島マレーシアにおける全ての下水道区において、広域下水処理場と汚泥処理場用地を確保する。
- 現在 IWK は、全国にトレンチ方式を用いた 25 ヶ所の汚泥処分場と汚泥埋立処分

場及びその他の承認された処分場を保有している。また、18ヶ所の機械式脱水施設と6ヶ所の汚泥処理専用施設を持っている。トレンチ方式、乾燥床、機械脱水施設は汚泥を脱水処分するのに対費用効果がよいことが分かっており、これらの方法は引き続いて使用され、小規模タウン及び半都市部のほとんどのサービス区域に展開することが予想される。

- 地方における都市部や特別地域（水源流域やリゾート地区など）にある、小規模処理場や衛生施設を合理化する。
- 問題を抱える下水管渠についてはテレビカメラ調査を実施し、修理を行う。
- 下水道区別に戦略的計画を立案し、既存の計画に対してはアップデートする。

### 3.4 他国からの借款援助及びPPP手法によって推進する上下水道整備方針、それぞれについての政府方針

現在下水道セクターにおいて外国資本による借款及びPPP手法適用の動きはないが、以下に記すように中国系の会社がクアラルンプールの下水処理場建設をEPC基礎で受注している。

2011年11月3日、北控水務集團有限公司(Beijing Enterprises Water Group Limited)とKeTTHAはクアラルンプールのPantai 第二下水処理場建設に係る契約書に署名した。このプロジェクトはマレーシアで最初の地下式下水処理場のEPC(engineering, procurement and construction)基礎によるDesign and Build契約である。Pantai 下水処理場の第一期工事(第一下水処理場)はJBICによる円借款の下で建設されており、これはその第二期工事にあたるもので高速道路を挟んで第一下水処理場の向側に位置する。処理能力は320,175 m<sup>3</sup>/day、処理方式は無酸素-嫌気-好気(Anoxic-Aerobic-Aerobic)のA2O法、総事業費はRM 983,246,360で、工期は建設に4年間、維持管理に2年を見込んで、2017年7月27日までに竣工することとされている。このEPC契約は公開入札手続きを経ずに直接交渉で契約にこぎ着けている。

このようなEPC契約は、以下に述べるPulau Pinang州George TownのJelutong下水処理場に次いで二例目となる。

Jelutong下水処理場は地元資本のWWE Holdings Bhd.がKeTTHAとの直接交渉で受託した。最終処理能力は1,200,000 PE (270,000 m<sup>3</sup>/day)で今回はその2/3の900,000 PE (180,000 m<sup>3</sup>/day)を対象として、処理方式は回分式活性汚泥法(Sequential Batch Reactor Process: SBR)で、工事は2004年12月1日～2007年11月30日の3年間で完成させている。

### 3.5 上下水道オペレーターの OPEX に関する基本方針

第10次マレーシア計画では「フル・コスト・リカバリに向けて」と題して以下のように述べている。

「2009年の水道料金は運営経費の78%しか賄っていない。この問題に対処するため、政府は浄水場及び配水システムの高度化・更新のための持続的投資を奨励するためにフル・コスト・リカバリができる料金設定メカニズムを段階的に実施している。この段階的料金値上げでは、社会的弱者を確実に保護するように使用水量レベルに基づく料金帯から分離している。」

現在、水道オペレーター及び下水オペレーターの財務状況は表 I -3.8 のようなレベルにあり、Johor、Kedah、Kelantan、Melaka、Pulau Pinang、Perak、Perlis、Sarawak では料金収入が OPEX、資本的経費、減価償却及び支払利息を含む総経費を上回っており、Selangor では OPEX を上回っているものの総経費までは賄えておらず、Labuan、Negeri Sembilan、Pahang、

Sabah, Terengganu では OPEX すら賄えていない。

Johor, Kedah, Pulau Pinang は 2010 年 11 月 1 日に、Melaka は 2011 年 4 月 1 日に水道料金値上げを実施しているが、2010 年に関して言えば、これらの州はいずれも料金収入が OPEX 及び総経費を上回っているのが注目される。

下水道セクターでは、2010 年は OPEX の RM4.678 億に対して料金収入は RM7.864 億であり、フル・コスト・リカバリーにほど遠い。Indah Water Operations の運営が IWK に移管された最初の年の 1999 年に比べて、OPEX は 306.2% 増大したが、料金収入は 187.6% しか増えていない

表 I -3.8 上下水道事業における収入に対する支出の比率（2010 年）

(収入を 100 として)

	Total Expenditure	Total OPEX	Total Revenue	Total Expenditure	Total OPEX
<b>Water Supply</b>					
Johor			100	79.3	76.3
Kedah			100	89.2	87.3
Kelantan			100	97.3	79.2
Labuan	153.4	153.4	100		
Melaka			100	93.4	86.4
N. Sembilan	106.2	105.4	100		
Pulau Pinang			100	84.6	66.9
Pahang	163.7	116.4	100		
Perak			100	69.3	49.5
Perlis			100	89.0	89.0
Sabah	177.3	177.3	100		
Sarawak			100	94.3	73.2
Selangor	106.6		100		51.6
Terengganu	110.6	100.2	100		
<b>Sewerage</b>					
IWK		168.1	100		

Note:

- (1) “Operating Revenue” includes tariff and non-tariff revenue.
- (2) “Operating Expenditure” comprises (where applicable) (a) water treatment and distribution cost, (b) purchase of treated water, (c) purchase of raw water, and (d) lease rental to PAAB (excluding N. Sembilan), and excludes finance cost, depreciation and amortization.
- (3) “Total Expenditure” comprises (where applicable) (a) operating expenditure (b) depreciation, (c) amortization, (d) fixed monthly payment (e) lease rental, (f) finance costs and (g) capital expenditure
- (4) IWK revenue excluded a subsidy (RM 150 million in 2010) and expenditure includes depreciation and interest payable.

Source: MWIG 2011

IWK Sustainability Report 2010

### 3.6 KeTTHA (MEGW) が策定している具体的計画、施策等

#### (1) 水道

2011 年に始まる第 10 次マレーシアプランでは、パイプ及び古いメーターの交換を伴う無収水 (NRW) 対策への配分を RM11.0 億へと拡大し、このうち、約 RM3.69 億を最初の 2 年に配分する、としている。

## (2) 下水道

KeTTHA は以下のような長期的全国下水道計画を持っている。

- 都市部における下水道に接続する換算人口 (PE) 普及率を 2008 年の 60% から 2040 年に 87% まで高める。
- 地域下水道に接続する人口普及率を 2008 年の 19% から 2040 年に 79% まで高める。
- 都市部に位置するすべての既存小規模下水処理場を 2020 年までに合理化し地域下水道に接続する。
- 20,000PE 以上の処理場の下水処理水排水基準達成率を 80% から 2020 年までに 100% まで高める。
- すべての共同腐敗槽及びインホフタンクを 2024 年までに合理化する。
- 基準を満たせない腐敗槽を基準を満たす腐敗槽に変える。
- エネルギー効率の良い機械電気設備及び発生するバイオガスを用いた下水処理水及び下水汚泥の再利用に的を絞って、下水道事業におけるグリーンテクノロジーの適用を推進する。

この計画の実施により、2020 年及び 2040 年における下水処理場及び個別腐敗槽 (IST) による総換算人口は表 I -3.9 のようになる。この目標値は第 10 次マレーシア計画の目標値とほぼまったく合わない。

表 I -3.9 2007-2040 における地域下水処理場の目標 PE 普及率

	2007	2020	2040
Individual septic tank (PE)	5 million	7 million	5 million
Sewage treatment plant (PE)	15 million	1 million	3 million
Regional sewage treatment plant (PE)	5 million (72 STP)	10 million	28.97 million (223 STP)

Source: MWIG

## 4 「マ」国の PPP 関連法制度の状況

2006年3月、マレーシア第9次計画において、プライベート・ファイナンス・イニチアチブ（PFI）プログラムが発表され、インフラ施設や公的サービスを改善すべく民間部門をより取り込んでいくことが公表された。これは公的部門のインフラ計画をどのように調達し実行していくかについての重要な原理原則を設定したものであり、やがて、より一層の民間部門の活用を図るべく、パブリック・プライベート・パートナーシップという形態に受け継がれていくこととなる。

2009年4月には民営化・PFI担当部門が首相府内に設置された。これは、現在ではパブリック・プライベート・パートナーシップ・ユニット（3PU もしくは UKAS）として知られているものである。この担当部門により、2009年11月にはパブリック・プライベート・パートナーシップ・ガイドラインが制定され、マレーシアにおける PPP 関連法制度で準拠すべき法源となっている。

このガイドラインによれば、PPP とは民間部門に資金手当てや一連の投資等を任せ、建物やインフラ、設備等の公的資産の建設、維持管理、修繕等のサービスを請け負わせ、事業として成立させることとなっている。これらの PPP 案件では、長期間に亘って公的インフラに基づくサービスを民間部門が提供することを示す契約書が存在し、民間部門はそれら資産の全体または一部の資金を拠出し、合意したパフォーマンスに基づくサービスを提供、公的部門はそれらサービスに対して対価を払う仕組みとなっている。一部の PPP 案件においては、ユーザーから直接支払いを受けるケースもある。

PPP 案件において資産の所有は重要な役割をもつものではないが、多くのケースにおいて、資産が公的部門へ移転(返還)されることが見受けられる。一方で、資産がサービス期間中に劣化すること等により、移転を伴わないケースも見られる。

ガイドラインでは、以下の観点により便益を勘案の上、政府にとっての需要がある場合にのみ検討されるものとされている。

- 社会経済的なインパクト
- 金額的な価値、政府にとってのコスト削減効果
- 案件の早期実現性及びサービスの向上
- 説明責任、効率、効果のレベル増加

PPP とは、ファイナンスや建設、操業などをパッケージすることに加え、効率的なリスク配分、長期的視点による手法、民間部門のイノベーションと管理手法を通じて、金額的な価値(Box1 参照)を最大化する公的な調達方法の一つと見なされている。

### Box 1: 金額的価値

PPP プログラムの肝となるのは金額的価値(Value for money)であり、“ユーザーの要求を満足させるためのクオリティとライフコストとの絶妙なコンビネーション”として定義される。一般的に、金額的価値とは以下を通じて達成されるものである。

- 公的部門と民間部門の間で、理想的にリスクを配分すること
- (ライフコストを具体化させる) 長期契約
- 応札者をイノベートさせるアウトプットの仕様設定
- 案件の公正価値を提供する競争
- パフォーマンスベースの支払いメカニズム
- 民間部門の管理手法

一般的に PPP アプローチを通じて、強調されるのは、提供されるサービス(アウトプット)と事業期間を通じて資産のメンテナンスをする上での民間部門のイノベーションとスキルである。また、PPP が他の方法と一線を画す点については以下 (表 I -4.1) に記す。

表 I -4.1 従来手法、PPP、民営化の相違点

従来手法	PPP	民営化
公的予算による資金調達	公的部門による明示的な保証がない前提での民間リソースによる資金調達	公的部門による明示的・暗示的な保証がない前提での民間リソースによる資金調達
公財政への直接的な影響	事業期間を通じて影響が平準化される	公財政への影響なし
公的部門によるリスク負担	効率的なリスク配分・マネジメント	民間部門によるリスク負担
事業期間を通じた公的部門の関与	事前に合意した指標に基づき、民間部門が関与	政府が規制・監督
民間部門との関係は短期	長期的な関係	長期的な関係
社会経済的なリターンが高い案件については適用可。戦略的に正当化されうるもの。	商務的に成り立つものに適用可。	高いレベルで商務的に成り立つものに適用可。

上記のとおり、マレーシアにおいてガイドラインにて定義されている PPP は他国と比べそう大差はないものと思われる。ガイドラインによれば、PPP 案件を開発するためには、あらゆる PPP 案件提案書は、関係監督官庁へ直接提出することと規定されている。従い、PPP 案件を具体化したい民間会社にとっては、提案する PPP 案件が、それらの関係監督官庁が定める法規制に準拠していること、あるいは、少なくとも、そうした法規制に沿ったものであることがより重要となってくる。

上下水事業というのは、州政府の限られた財政に加え、プラント、ダム、配管等を建設するために巨額の資本を必要とする資本集約型の事業であることから、1980～90 年代において、州政府の財政負担の軽減と効率性向上のために、コンセッション形式に基づく民営化が一つの方法であると信じられてきた。

1993年の下水サービス法(“SSA”)の施行により、政府は、コンセッションスキームの下で、下水サービスを民営化する道筋ができた。このスキームでは、巨額の資本拠出を必要とする政府の案件について資金を集めるべく、長期の契約が事業者に与えられ、事業者から長期の合意した期間中、水道と下水のサービスを政府が購入することで担保されていた。更に、事業者の専門性と効率性は政府が案件開発するにあたって、財政的見地からも、非常に有益なものと思われていた。

一方、時が経るにつれ、コスト、金利の増加、インフレにより州政府は多額の財政赤字に陥る事態となった。この問題はサービス料金値上げの忌避によってさらに悪化する事態となった。結果として、多くの州政府で負債が返済不能となり、連邦政府による貸付など返済方法の再構築をしなければならない事態となった。事業者も料金値上げをできず、財務体質が悪化し、水質の悪化や、漏水、低水圧、不定期の断水等、操業上でも問題を発生する事態となる。

2005年の法改正により、第9次計画は修正され、上水の供給とサービスの事業は連邦政府案件へ編入されることとなる。但し、この際に、原水の維持管理だけは含まれず、州政府の管轄で今も残ることとなっている。

2005年の法改正は、前述のWSIA法へと受け継がれる。WSIA法は2008年1月に施行され、既存の水質等の法規制に影響を与えることなく、長期に亘る目標設定のもと、規制監督官庁の一元化を通じて、国の水供給を再構築することを図ったものである。

WSIA法により、州政府は水源の管理権を保持し、これまで州政府の管理化にあった、浄水と配水、下水は連邦政府が担うこととなった。このことにより、州政府に加え、連邦政府が“Water Service”に関する立法権を保有することになった。WSIA法の制定により、SSA法など既存の規制関係は撤廃され、州政府の水関連法規も修正もしくは変更されることが推奨された。但し、原水の維持管理については、州政府が引き続き立法権を保持している。仮に、州法と連邦政府法(WSIA)で不整合があった場合、WSIAが優先するものとし、不整合の度合いに応じて、州法は無効と見なされることとなっている。

また、重要なのは、WSIAによって上述の理由により、コンセッションスキームからライセンススキームに効果的にシフトされたことである。既存のコンセッション権保有者が新しい規制下のスキームへ移行するよう、規制の転換が実行されることとなった。

以上のとおり、マレーシアにおける上下水道事業の展開にあたっては、PPPガイドラインに遵守することに加えて、改革が進められてきたWSIAに則った事業スキームを構築することが何よりも重要となっている。

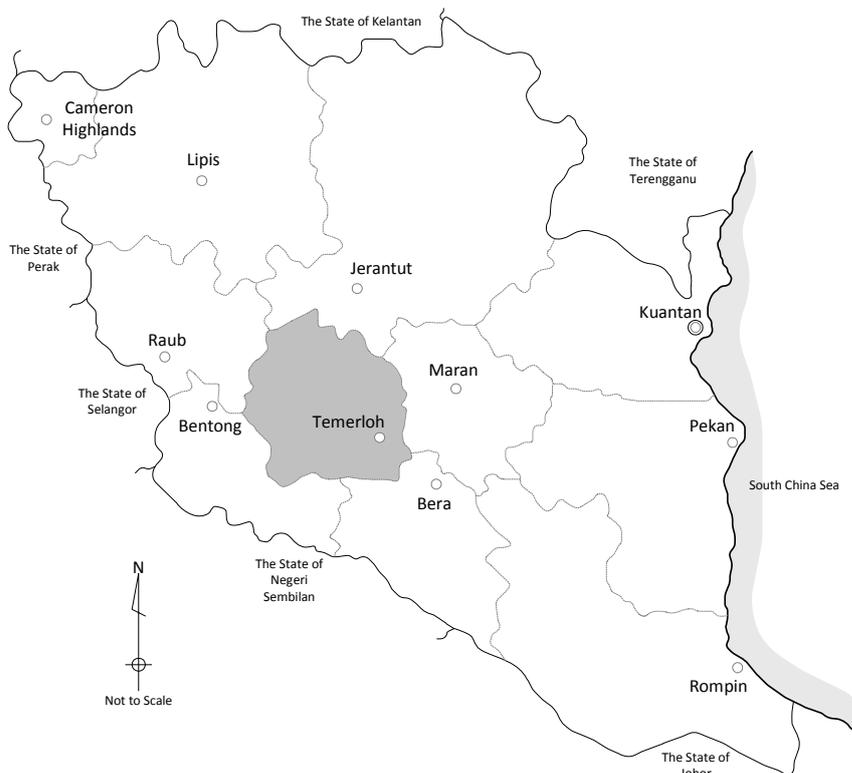
PPPプログラムの肝となるのは金額的価値(Value for money)であり、“ユーザーの要求を満足させるためのクオリティとライフコストとの絶妙なコンビネーション”として定義される。一般的に、金額的価値とは以下を通じて達成されるものである。

- 公的部門と民間部門の間で、理想的にリスクを配分すること
- (ライフコストを具体化させる) 長期契約
- 応札者をイノベートさせるアウトプットの仕様設定
- 案件の公正価値を提供する競争
- パフォーマンスベースの支払いメカニズム
- 民間部門の管理手法

## 第Ⅱ部 水 道

## 1 パハン州水道事業

パハン州は、「マ」国の 13 州および 3 連邦管轄領の 1 州で、**図 II-1.1** で示すように①ベントン、②ベラ、③カメロン高地、④ジェラントウットウ、⑤クアantan州都、⑥リピス、⑦マラン、⑧ペカン、⑨ラウブ、⑩ロンピンそして⑪タメローの 11 行政郡から構成する。パハン州の総面積は 36,140 km<sup>2</sup>、マレーシア半島の北東部に位置し南シナ海に面する。



Source: Prepared by the Study Team

**図 II-1.1 パハン州 11 郡の位置**

### 1.1 沿革

パハン州行政による最初の水道事業運営は、パハン州水道事業部が 1970 年代初期から管轄してきた。州政府の組織改革に伴い、パハン州水道部（以降「旧 JBA パハン」と称す）が 1983 年 1 月 1 日に設立され、水道施設の運営管理と全州域での給水サービスを担った。

旧 JBA パハンは、本調査実施中の 2012 年 2 月 1 日に民営化され、旧 JBA パハン組織がほぼそのままの形態で新パハン水供給会社（以降「PAIP」と称す）へ移行された。パハン州および調査対象のタメロー郡の水道事業は、旧 JBA パハンからの情報を用いて記述する。

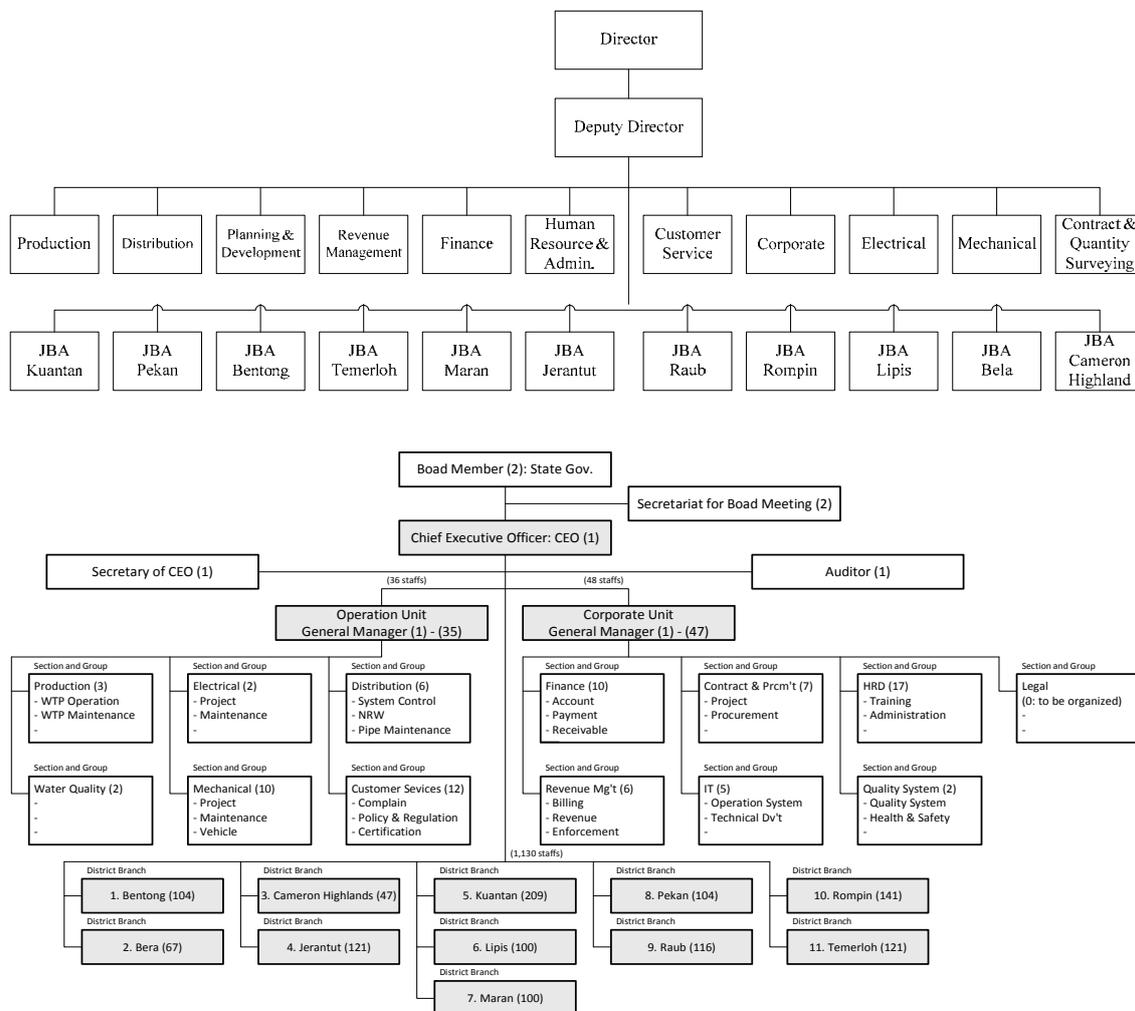
- ・新会社の株式は、100%州政府が保有する。
- ・施設及び土地は全て州政府が所有し、会社は、施設の運転・維持管理及び料金業務等を行う純粋に「オペレーター」である。土地及び施設の賃借料は、無料。

### 1.2 組織

PAIP 本部は、パハン州の州都であるインデラ・クアンタン市（クアンタン郡）にある。PAIP 郡事務所は、パハン州内の各 11 行政郡に置かれ PAIP 本部の傘下となる。

### (1) 州水道部組織

旧 JBA パハン（上位）と新 PAIP（下位）の各組織を図 II-1.2 に示す。



Source: Ex-JBA Pahang and PAIP

図 II-1.2 旧 JBA パハンと新 PAIP の全体組織構成

旧 JBA パハンと新 PAIP の組織構造は、見掛け上同様であるが、①外部理事と監査員を加え、②全 13 本部署を 2 事業部（施設運営と企業経営）傘下に分け、③郡事務所を代表取締役員直下へ移行したことが特徴である。代表取締役員が運営する PAIP 全体組織は、パハン州政府首相を含む外部理事 2 名と事業部長 2 名による補佐を得ている。

設立時点の PAIP 職員数は、旧 JBA パハン職員数 1,560 名の 78% に相当する 1,221 名で構成され、職員配置は本部 91 名（7%）および郡事務所 1,130 名（93%）となっている。主な削減職員は、連邦政府／州政府への出向解除が多いとの説明だが詳細は不明である。

## (2) 本部機能と職責／職員数

PAIP 本部組織の機能は、事業方針・計画の策定と予算編成、事業全体の運営管理、施設維持管理に必要な資機材調達や契約、顧客管理、給水サービスの監視、そしてパハン州政府と連邦政府への報告である。PAIP 本部の主な機能と職責および職員数を表 II-1.1 に示す。

表 II-1.1 PAIP 本部組織の機能・職責・職員数

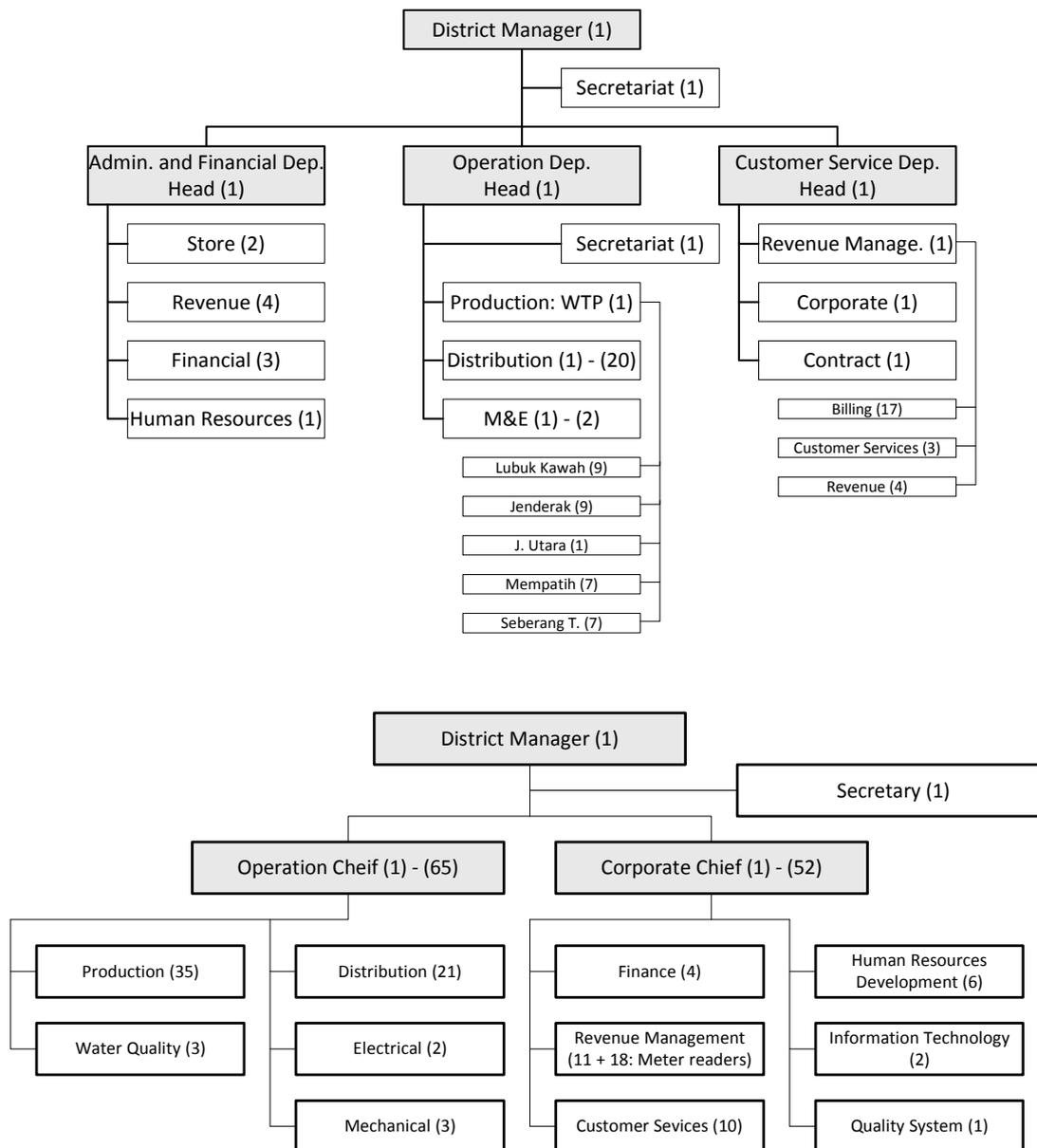
部署と職員数		主要な機能と職責
代表取締役と外部理事／監査		7 全事業経営（理事会の秘書課および取締役の秘書室を含む）
施設運営事業部	事業部長	1 水道事業／施設に係る改善／改修／追加計画等の策定・実施・監視。新規水源の開発調査と調査記録の追加・保管、水利権に係る他州政府機関との調整。国家浄水法の品質保証プログラムに準拠した、有効な施設管理システムの開発。
	浄水部：浄水場運営と維持管理	3 浄水工程の機能検査および浄水監視、浄水能力の改善策開発および浄水水質の管理。浄水場の能力向上事業に関する実施と監視。本部契約による試薬・水道メータ・配水管等の倉庫保管業務。
	水質部	2
	電気設備部：事業監理・施設維持管理	2 浄水場への電力供給。浄水場およびポンプ場・配水池の運営に活用する SCADA／テレメータ・システムからの情報分析。外部委託する設計書の検査と監視。
	機械設備部：事業監理・施設維持管理および車輛管理	10 「国家資産管理令」に準じた機械設備に係る資産管理計画の策定と実施。機械設備の設計に関わる技術情報の提供と既存施設の改良。機械設備に関する運営管理職員に対する技術向上訓練への協力。
	配水部：管網管理・無収水対策・施設維持管理	6 貯水施設から水道メータまでの配水施設に関する計画・実施・監視。水道契約者への安定給水（最低給水圧 10 mH <sub>2</sub> O と最短給水 8 時間／日）に関する保証業務（タンク車での臨時給水含む）。無収水対策所管。
	顧客サービス部：苦情対応・契約規制／認可	12 契約顧客からの苦情受付・記録（E-Complaints）、苦情への対処方法に関する郡事務所への通達（当日中）、苦情件数の統計処理。
企業経営事業部	事業部長	1 関連法令を遵守した、公共サービス向上に応じた水道事業の計画・実施・監視の指針作成および関連活動。「品質保証事業令」と「国家飲用水条令」に準じた品質管理システムの開発。収集情報に関する記録作業／分析能力の強化、戦略計画を策定するための情報提供。料金改定を含む住宅・商工業用等の顧客契約申請に関する見直し、経営改善の策定。
	財務部：会計・支出・収入	10 単年度予算編成。事業計画の策定と事業仕分けに必要な政府定形による財務諸表の作成。一般企業の会計方式に沿った財務諸表の作成。
	料金徴収部：請求・徴収・執行	6 料金請求書の管理、水道料金および保証金の徴収・記録・会計処理、延滞料金の請求・徴収および管理。
	契約・調達部：事業契約・調達	7 事業実施部署への技術的および管理的な支援。PAIP の事業目標に従った、費用削減策および事業実施への支援。委託事業に関して、入札業務から事業完了までの全体について、行政指針に沿い公平かつ透明性を確保して総合的に監理する。
	情報技術部：運営システム・技術開発	5 IT を活用した施設改善の計画策定／実施／改善、活用部署への技術的な支援（GIS、E-Water、E-Complain、テレメータ）。
	人材育成部：職能訓練・管理	17 人事計画の策定。人事異動と職員雇用。職員の訓練計画とその実施。広報誌の編集および作成。
	品質管理部	2 職責等は作成中で、人材も配置調整中。
	法務部	0

Source: PAIP

## (3) 郡部機能と職責／職員数

旧 JBA パハンのタメロー郡事務所（以降は「旧 JBA タメロー」と称す）と新 PAIP のタメロー郡事務所（以降は「PAIP タメロー」と称す）の各組織を図 II-1.3 に示す。

群事務所長の管理下で、PAIP 本部と同様の「施設運営」と「事業経営」の2事業部制へ移行した。同組織の中で、旧 JBA タメローの料金徴収課は、検針員数 18 名（管理者 1 名を含む）と 2010 年 12 月から未変更である。



Source: Ex-JBA Temerloh and PAIPTemerloh

図 II -1.3 旧 JBA タメローと PAIP タメローの郡事務所組織構成

各 PAIP 郡事務所は、水道施設に関する日々の運転管理、顧客からの苦情に対する対処、検針および料金請求書の配布等を担当している。民営化時点（2012 年 2 月 1 日現在）の PAIP タメロー各部署職責と職員数を表 II -1.2 に示す。

設立時点の PAIP タメロー職員数は 121 名で、PAIP 全職員数の 9.9%を占める。PAIP タメ

ロー郡事務所長によれば、管補修作業の充実を目的として、外注会社からの技師転職者を対象に追加 10 名を 2012 年中に新規雇用する計画との旨。

表 II-1.2 PAIP タメロー郡組織の機能・職責・職員数

部署と職員数		主要な機能と職責
事務所長	2	全体業務の管理・監督（秘書室含む）
施設運営部	部長	1
	浄水課	36
	水質課	3
	機械・電気設備課	5
	配水施設課	21
事業経営部	部長	1
	顧客サービス課	10
	財務課	4
	料金徴収課	29
	情報技術課	2
	人事課	6
	品質課	1

Source: PAIP Temerloh

### 1.3 財務状況

#### (1) 財務状況

JBA パハンの会計方式は、水道事業が州政府の 1 組織として運営されていたことから、修正現金主義を採用していた。一方、SPAN への報告及び民間会社化への準備を目的とした発生主義（即ち企業会計方式）による決算書も、修正現金主義方式の決算書と合わせて、作成していた。企業会計方式による決算書の諸表では、建設中の施設の事業費が建設仮勘定として計上されており、固定資産の登載においては、一般管理費等も配賦されている。しかし、これまでは決算書に対する監査等は一切ない。

以下、2010 年度決算の概要を簡潔に述べる。

#### 1) 損益計算書

表 II-1.3 損益計算書

項目	金額 (RM '000))	備考
営業収益	135,665	営業収益は、水道料金収入及び、約 200 万 RM のその他収入を含む。
売上原価	110,096	売上原価は、電力料（約 60%）、薬品費（約 14%）、NRW 対策費、メータ費等からなり、全額州政府が直接支出している。
営業利益	25,569	
一般管理費	51,330	一般管理費は、その大半が給与手当であるが、料金収納手数料（郵便局等に支払う）も含む。
減価償却費	65,224	
その他収益	2,095	

当期損失	88,890	
前期繰越損失	779,702	
その他利益	4	
当期繰越損失	868,558	参考資料であるが、累積損失が、年間料金収入の 6 倍を超えるという厳しい経営状況が確認できる。

Source: Ex-JBA Pahang

## 2) 貸借対照表

表 II-1.4 貸借対照表

項目	金額 (RM '000))	備考
固定資産	798,581	
建設仮勘定	645,884	
流動資産	110,668	
流動負債	69,257	流動負債の大半は、預託金であり、これは年間を通じて、受入れ及び返却を行っている。
純資産	1,485,876	純資産は、実質的に政府等からの累積借入金であり、極少額の大規模農園向け水道施設の負担金を含むこのことは、最近 PAAB に資産を譲渡した事例で、譲渡資産の評価額と政府からの累積借入金額とがほとんど同額であったことから推測できる。

Source: Ex-JBA Pahang

## 3) 現金収支報告書

資本的収支において、収入を政府からの借りに頼るという前提であり、これを、貸借対照表に計上していないことから、パハン州では、作成されていない。

## 4) 減価償却費

マレーシア国水事業概要 (MWIG) において、「OPEX」に、減価償却費を含まない。このことは、連邦政府が進めている基本スキーム (資産を PAAB が保有する) を前提にすると、合理的である。今回、PIPE のスタートにあたり、資産を全て州政府が保有し、かつリース料が無料ということは、新会社にとって、好都合であるが、PAAB へ移管された場合、リース料が発生することになるので、将来の検討課題である。

## 5) その他

現時点で、新会社が赤字の場合、付加価値税 (消費税) 法人税等の負担は生じない。

そして、2012 年 2 月 1 日に、正式に民間会社化したので、以下の調査結果の分析・検討は、企業会計方式を前提とする。

## (2) 上水道料金体系

### 1) 上水道料金

旧 JBA パハンと PAIP の州内同一料金体系は、表 II-1.5 で示す 11 用途別の基本料金と従量料金から成る。本料金体系は、旧 JBA パハン設立以降、今日に至る 29 年間未改訂で

ある。

#### コマーシャル・ロス

コード D (宗教用施設) 及び E (イスラム教会用) は更に政府所管等 (コード D1、E1) とそれ以外 (コード D0、E0) に区分され、コード D I 及び E I については、メータ計量水量 (実使用水量) から、一定水量を減量して、料金を計算 (請求) している。その基準及び、年間の減量水量及び減額料金等の詳細は、今回の調査で確認できなかったが、これは「NRW (コマーシャル・ロス)」の一部であることが確認できた。

また、長期未納や、高額未納で実質的に「NRW (コマーシャル・ロス)」になる事例については、「未納料金がある建物」をリスト化して管理し、建物を次に使用する者に対して、給水の条件として未納料金を支払わせる制度になっているので、考慮しなくてよい。

表 II-1.5 パハン州の水道料金体系

用途分類	基本料 (RM)	従量料金 (RM/ m <sup>3</sup> )		
		0 - 18 m <sup>3</sup>	18 - 45 m <sup>3</sup>	>45 m <sup>3</sup>
A. 住宅用 (一般世帯)	3.00	0.37	0.79	0.99
C. 商業用	20.00	1.45		
D 宗教施設用	3.00	0.44		
E. モスク (イスラム教会) 用	3.00	0.44		
F. 水泳プール用	15.00	1.32		
G1 旅客ボート/商客船用	30.00	4.00		
G2. 漁船用	30.00	3.00		
H 導水用 (未浄水: 水利権費)	30.00	0.52		
I 港湾施設用	0.00	1.45		
J 工業用	30.00	0 - 227 m <sup>3</sup>	>227 m <sup>3</sup>	
		0.92	0.84	
K 軍用施設、社会奉仕施設、ホテル、集合住宅、事務所ビル等用	0.00	0.55		

Source: Ex-JBA Pahang (As of December 2011)

PAIP の料金内訳は、住宅用および工業用の用途に限り逡増制、その他用途は、均一料金制を採用している。逡増料金の住宅用と工業用に関し、2011年5月時点の平均的な2つの使用水量における全国と PAIP の水道料金を表 II-1.6 で比較する。

表 II-1.6 住宅用と工業用の水道料金比較

用途	使用水量	全国平均	パハン州平均	比率 (州/全国)
住宅用	20 m <sup>3</sup> /month	0.54 RM/m <sup>3</sup>	0.41 RM/m <sup>3</sup>	76 %
	35 m <sup>3</sup> /month	0.66 RM/m <sup>3</sup>	0.57 RM/m <sup>3</sup>	86 %
工業用	80 m <sup>3</sup> /month	1.33 RM/m <sup>3</sup>	1.45 RM/m <sup>3</sup>	109 %
	500 m <sup>3</sup> /month	1.36 RM/m <sup>3</sup>	1.45 RM/m <sup>3</sup>	107 %

Source: Prepared by the Study Team based on the Ddata from ex-JBA Pahang and MWIG 2011

住宅用の水道料金比率(州/全国)は、使用水量が増加すると高くなる傾向(少量76%→多量86%)が見られた。一方、工業用の水道料金比率(州/全国)は、住宅用とは反対に少水量で高く(多量107%→少量109%)になっていた。旧JBAパハンの工業用水道料金は、全国平均の水道料金より高い。

## 2) 預託金 (TANGGUNGUN)

- 所管は、各郡事務所。収入した資金は本社に集まる。
- 住宅・工場・コンドミニアム等、建物の種類により、大区分1から7まで、27種類に区分され、単価が決められている。最低は住宅用で、60RM、最高は建設工事用で、2000RMである。大規模な開発の場合、総合計額は大きな金額になるが、事業主は個々の建物の完成に合わせて、建物に応じた金額を納入すれば、給水を受けられる。

## 3) 給水申し込み(給水装置新設) 手続等

水道サービスの新規引き込み或いは既契約解除の希望者(登録家屋の居住者)は、PAIP郡事務所への申請が必要となる。当該申請を受け付けたPAIP郡事務所は、当事者間(供給者と顧客)で接続/閉鎖業務の手配と日程を調整する。PAIP郡事務所は、上述した申請の中で新規契約を希望した場合、以下の通常手続を行う。実際には、このような顧客との費用/作業分担が、老朽化した水道メータの交換を困難にしている。

- PAIP郡事務所は申請者へ預託金を請求し、申請者はPAIP郡事務所へ預託金を支払う、
- PAIP郡事務所は、登録された接続材料販売店と工事業者を申請者へ紹介する、
- 申請者は、給水装置材料の購入と工事業者との設置工事契約を進める、
- JBA郡事務所は、接続材料と工事業者への支払を確認して顧客契約を認証する。
- PAIP検査員は、水道メータ稼働状況の目視確認と初期検針記録を行う、
- PAIP郡事務所は、購入会社と工事業者への支払を確認する。
- 指定工事店制度

新規給水申し込み者は、SPANの許可を受けた「指定工事店」に工事及び材料の調達を依頼する。工事店は、半島マレーシア内で4つのブロック単位に指定されているが、パハン州は「東海岸」ブロックに含まれる。水道事務所は、指定工事店からの工事申請に対して、SPANの許可を受けているか、工事内容が適正か、等を審査して工事を許可する。

## (2) 用途別の顧客数

旧JBAパハンは、水需要と料金収入に関する事業計画を策定する目的で、水道水の用途を住宅用とその他に分類して業務処理している。過去3年間(2008年~2010年)の旧JBAパハン顧客数と年間伸び率(年末時点での統計数量比較)を表II-1.7に示す。非住宅用の顧客数は、着実な増加傾向を示している。

表 II-1.7 住宅用と非住宅用のパハン州顧客数

年度	住宅用			住宅用以外			合計	
	契約者数	占有率	増加年率	契約者数	占有率	増加年率	契約者数	増加年率
2008	292,384	89.8 %	-	33,153	10.2 %	-	325,537	-
2009	298,885	88.4 %	2.2 %	39,261	11.6 %	18.4 %	338,146	3.9 %
2010	308,570	88.0 %	3.3 %	42,187	12.0 %	07.5 %	350,757	3.7 %

Source: MWIG 2010

一方、住宅用と非住宅用の顧客数について、パハン州行政郡別に比較した結果を表 II-1.8 に示す。各郡内の全顧客数について州全体に占める比率「{A+B}/全州」は、クアンタン郡 32.3 % およびタメロー郡 12.8 % となっており、その他の郡は 10 % 以下であった。また、州行政郡内の住宅用に係る顧客数比率「A/{A+B}」は、カメロン高地郡の最小値 82.1 % とマラン郡の最高値 91.8 % であった。

表 II-1.8 住宅用と非住宅用のパハン州郡顧客数 (2010 年)

旧 JBA 郡	顧客数 (2010 年 12 月)		統計情報	
	住宅用 : A	非住宅用 : B	{A+B}/全州	A/{A+B}
ベントン	24,106	2,623	7.6%	90.2%
ベラ	18,825	2,500	6.1%	88.3%
カメロン高地	7,215	1,573	2.5%	82.1%
ジェラントウットウ	20,651	2,716	6.7%	88.4%
クアンタン	97,907	15,437	32.3%	86.4%
リピス	14,246	1,844	4.6%	88.5%
マラン	23,154	2,069	7.2%	91.8%
ペカン	20,583	2,132	6.5%	90.6%
ラウブ	22,570	2,691	7.2%	89.3%
ロンピン	20,429	2,738	6.6%	88.2%
タメロー	38,884	5,864	12.8%	86.9%
パハン州	308,570	42,187	100.0%	88.0%

Source: PAIP

### (3) 水道料金の請求と徴収

水道料金による収入管理は、E-Water システム（会計管理業務に関する申請・登録・未納・閉鎖・再接続等から構成）を活用し PAIP 本部が所轄している。

同システムは、本部と郡事務所をネットワーク接続し、顧客管理を目的として旧 JBA パハンが 2006 年後期に導入した。導入目的は以下のとおり。

- 旧 JBA パハンの本部と郡事務所の間で、顧客契約および設置・解除、負債調停および再接続・閉鎖等の管理情報を共有する、
- 正確な顧客情報を短時間で提供することで、適切な顧客対応を可能にする、
- 顧客に対して素早くかつ有効なサービスを提供する。

検針と請求業務は、郡事務所により実施している。本業務では、E-Water システムをより有効活用するため、2009 年より SMRS (Spot Meter Reading System : 図 II -1.4 参照) を導入して実施している。

PAIP タメローは、請求書の発行・配布後 7 日間以内に水道料金を支払うよう顧客と契約している。支払方法は、PAIP タメロー窓口の他、金融機関への入金として銀行 (ATM での振込み可 : ラクヤット銀行)、テレコム・マレーシアおよび郵便局があり、金種は現金・小切手・振込みが可能である。現在、オンラインによる請求及び支払のシステム導入について、PAIP 本部の IT 課が検討している。

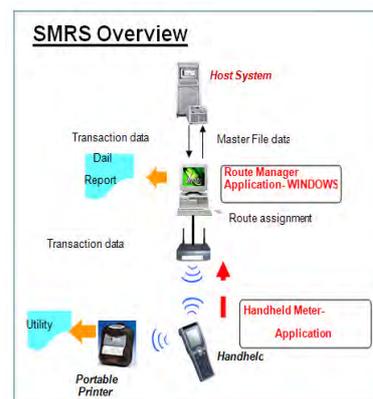


図 II -1.4 SMRS の機能

旧 JBA 郡事務所毎の請求額と徴収額を表 II -1.9 にまとめた。州行政郡別の料金徴収率は、最高 99 % および最低 75 % で、殆どの郡別徴収率が 80 % 台であった。

表 II -1.9 水道料金のパハン州郡請求額と徴収額 (2010 年)

州行政郡	請求額 (RM/年) : A	徴収額 (RM/年) : B	徴収率 : B/A
ベントン	9,925,142	8,470,701	85 %
ベラ	5,425,796	4,845,772	89 %
カメロン高地	2,938,589	2,570,247	87 %
ジェラントウットウ	7,693,172	6,729,756	87 %
クアンタン	59,575,884	49,531,973	83 %
リピス	4,597,547	4,555,276	99 %
マラン	8,406,398	6,358,211	76 %
ペカン	7,797,356	6,340,484	81 %
ラウブ	7,399,714	6,535,516	88 %
ロンピン	10,151,627	7,636,395	75 %
タメロー	11,754,247	10,431,831	89 %
パハン州	135,665,473	114,006,161	84 %

Source: PAIP

また、未納に対する停水措置は、タメロー事務所の実績で、毎月数件 (最大で 10 件程度) である。

#### (4) 事業収支

JBA パハンの 2007 年度～2010 年度における全収入と運営費 (以降は「OPEX」と称す) を表 II -1.10 に示す。同表には、全国平均値と比較することを目的として、同期間の「運営費/全収入」率を含めた。

表 II-1.10 JBA パハンの全収入・運営費と「運営費／全収入」率

年度	全収入：A	運営費：B	収支：A-B	運営費／全収入：B/A	
	(RM '000)	(RM '000)	(RM '000)	JBA パハン	全国平均
2007	114,558	146,262	-31,704	128 %	66 %
2008	131,053	157,224	-26,171	120 %	66 %
2009	124,452	166,077	-41,625	133 %	74 %
2010	137,761	160,287	-22,526	116 %	75 %

Source: MWIG 2010

旧 JBA パハンの運営費は、2007 年度～2009 年度に前年度より増加し、2010 年度に減少した。2010 年度における運営費の減少は、同年度の収入 11 % 増加を伴って、「運営費／全収入」率を 116 % まで押し下げ、過去 4 年間での最善値（最低率）となった。それにも拘わらず、JBA パハンの「運営費／全収入」率は、全国平均値と比較すると高止まりに推移している。全体の財務改善方向としては、過去 4 年間の短期間統計ではあるものの、2009 年度を除き「運営費／全収入」率が改善されている。

人件費を除く月間 OPEX は、浄水場毎に振り分けて管理しているとの旧 JBA パハン説明であったが、民営化への移行時期を勘案してか、これら①エネルギー費、②薬品費および③維持管理費資料の提供はなかった。この状況から、郡毎の OPEX 数値は、全州 OPEX 数値を基に、郡事務所毎の浄水量・配水管長・職員数によって単純分配した。

なお、2010 年度の詳細は、表 II-1.3 に示すとおりである。

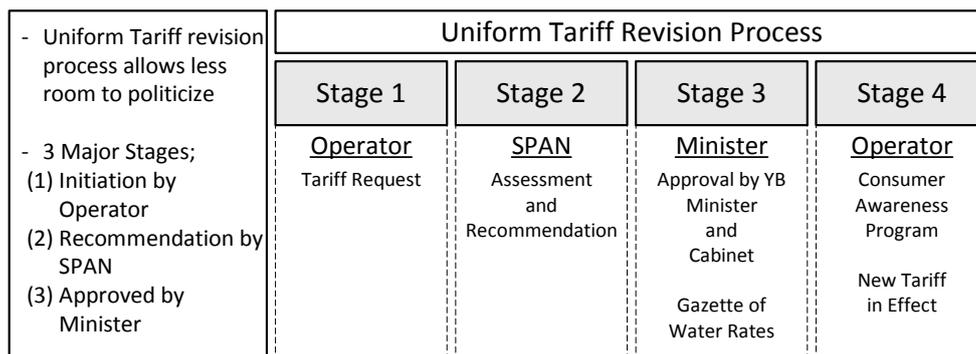
#### (5) 水道料金改定の申請／承認プロセス

旧 JBA パハンの設立から 1995 年度末までの 13 年間は、パハン州政府が水道料金改定の権限を有していた。それ以降、州政府からの申請に従い連邦政府が承認するシステムへ変更された。

州の水道料金を変更する過程は、3 年毎に実施する見直し手続き（図 II-1.5 を参照）を適用している。この中で、第 1 段階から第 3 段階までは、凡そ 7～9 ヶ月間を要している。

第 1 段階：水道事業者は、水道料金改定を SPAN へ要求できる。ただし SPAN は、適切な料金改定の見直し過程や時期に係り、水道事業者への勧告を可能とする。

SPAN 申請に対する州政府受付けは、3 ヶ年事業計画の策定または州調査委員会の要求事項を満たすことを条件とする。当該事業計画には、基本的な業務指標の目標値と無収水削減率および改定水道料金（案）を含むものとする。



Source: SPAN

### 図 II-1.5 料金システム見直し過程

なお、新規に提案する料金制度の州政府受付けに際し、国家水資源調査 (NWRS) を基とした業務指標の目標設定値を確認するが、その指標の評価は第 2 段階にて行うこととする。

第 2 段階： 料金改定（案）に関する SPAN 評価は、以下の内容を含む包括的な要素を勘案する。

- SPAN が定めた水道事業者による効率化達成レベル
- 事業者によるサービス品質を含む効果的運営とサービス改善の提案内容に係る考慮
- 水道事業者による継続した無収水率削減と料金徴収率向上の改善活動に係る進捗状況
- 水道事業者による初期投資の多寡(施設改善や自然環境へ配慮した排水処理設備等)
- 水道施設管理会社 (PAAB) による施設リース料
- 施設運営費 (電気料金および薬品調達費)
- 消費者物価指数

上記の評価項目に加え SPAN は、水道事業者による信頼度や的確性等 (以下参照) を確認し、提出された水道料金改定 (案) への評価結果を上位機関へ勧告する。関係者協議のプロセスには、水道運営者・PAIP・マレーシア水道協会・産業界・NGO・マレーシア水討論会を含むこととする。なお、後者の組織は、WSIA-2006 条項 69 および条項 70 に従い 2008 年 7 月に登記された公開討論会である。

- 上下水道サービスの受益者に関連し、州委員会からの質問に対する回答や新規提案の提供
- 上下水道サービスの受益者権利に関する代表者としての活動
- 上下水道サービスの基準や水道料金に対する顧客権利の促進
- 上下水道サービスの受益者権利を害する事項等の特定と改善を通じたキ

## キャンペーン活動等の実施

- 受益者権利を保護するための水公開討論会に対する多方面での活動
- 州委員会の決定に従った責務の実行

第3段階： 主要活動は、水道料金改定に対する関連法規に照らした連邦政府による承認手続きである。

第4段階： 水道事業者は、新規改定する水道料金の理由・内容・時期等について、公開活動を促進する役割の着実な実行が求められる。

上述したプロセス発令の2008年以降、料金改定を実施した水道事業者はジョホール州及びマラッカ州である。

#### 1.4 給水サービス状況

新規顧客を獲得するため旧 JBA パハンは、「顧客憲章」に従った以下に示す行動を実施している。

- 新規水道引き込み申請から給水装置設置までの業務を、預託金等の支払業務を含めて7日間以内に完了する。
- 窓口請求・支払いは当日中、振込み書等は2週間以内に処理する。
- 負債支払の確認後、閉鎖／撤去された給水装置の再開／再接続を3日間以内に完了する。
- 契約解除通達の受信および確認後、前契約者へ預託金を3ヶ月間以内に還付する。
- 計画断水の公告（顧客へのお知らせ）は、主要な伝達媒体（新聞・チラシ・張り出し等）により少なくとも3日間以上の期間を確保する。
- 配水管の破裂または漏水の連絡受信後、管径100A以下の場合は1日以内、管径100Aを超える場合は最小期間内に対処する。
- 新規引き込み申請の受付け後、雑居ビル等の内部管網に係る配管設計書を3週間以内に申請者へ返答する。
- 適正かつ満足な給水サービスを全顧客へ提供する。

PAIPによる給水サービスは、以下に示す連邦政府保健省が定めた飲用水水質基準と、旧 JBA パハンが定めた給水サービス条件により管理している。

- 水質： 飲用水水質基準（WHO水質基準より許容幅が広い）
- 水量： 最低給水水圧1 bar（約10 mH<sub>2</sub>O）と最短給水8時間／日

水道事業に係る2010年版の業務指標（以降は「PIs」：Performance Indicatorsと称す）を表 II-1.11 に示す。当該PIsと数値の列記に続いて、各PIs数値に対する調査団のコメントまたはPIs値の比較傾向等について記述する。

表 II -1.11 水道事業の業務指標 (2010 年)

主要な PIs と単位		2010 年平均値		
		全国	パハン州	タメロー郡
契約 1,000 件当たりの職員数	人/1,000 件	2.80	4.4	3.0
給水面積当たりの管長	km/km <sup>2</sup>	1.65	0.30	0.40
配水管長当たりの給水人口	人/km	214	141	144
配水管長当たりの住宅用接続密度	件/km	43	29	40
老朽水道メータの含有率	%	23.2	53.4	NA
検針員当たりの検針件数	件/人	3,252	2,295	2,647
浄水量当たりの運営費*1	RM/m <sup>3</sup>	0.63	0.45	NA
無収水率	%	36.37	55.29	64.88

Source: Prepared by the Study Team based on the data from ex-JBA Pahang and MWIG 2010

注\*1: タメロー郡の OPEX は、パハン州全 OPEX から調査団が試算した。

#### < 契約 1,000 件当たりの職員数 (人/1,000 件) >

旧 JBA パハンの PI 数値 4.4 は、MWIG 引用。旧 JBA タメローの PI 数値 3.0 は、旧 JBA タメロー職員数のみを適用すると、旧 JBA パハン本部の職員数 (全パハン州事業管理者) が含まれず過少数値となる。従って、旧 JBA パハン本部の職員数を旧 JBA 郡事務所毎の契約件数で割り振り：本部職員数× (旧 JBA タメロー契約件数÷全旧 JBA 契約件数)、旧 JBA タメロー職員数へ加算して試算した。

#### < 給水面積当たりの管長 (km/km<sup>2</sup>) >

旧 JBA パハンの 2010 年度 PIs 値 0.30 km/km<sup>2</sup> は、前 2009 年度には 0.25 km/km<sup>2</sup> であった。この増加値は、2009 年度の配水管延長 8,853 km から 2010 年度の配水管延長 10,638 km へ増加したことに起因する。

#### < 配水管長当たりの給水人口 (人/km) >

旧 JBA パハンの 2010 年度 PIs 値 141 人/km は、前 2009 年度には 167 人/km であった。この減少値は、人口密度が低い集落への給水区域拡張と考えられ、「配水管密度」や「村落部/都市部の給水人口比率」と同様の傾向を示していることから、これら PIs 値との整合性が取れている。

#### < 配水管長当たりの住宅用接続密度 (件/km) >

旧 JBA パハンの 2010 年度 PIs 値 29 件/km は、前 2009 年度には 34 件/km であった。この減少値は、上述したように「配水管長当たりの給水人口」との整合性が取れている。

#### < 老朽水道メータの含有率 (%) >

旧 JBA パハンは、設置後 7 年を越える老朽化した水道メータを 2008 年度以降から継続して交換した。その結果として、2007 年度の PIs 値 67.9 % から大きく改善した。旧 JBA パハンにおける 2010 年度の PIs 値 53.4 % は、全国平均値 23.2 % と比較して未だ高止まり状態である。

### ＜検針員当たりの検針件数（件/人）＞

旧 JBA パハン／タメローの 2010 年度における両 PIs 値 2,259 件/人および 2,647 件/人は、全国平均の PIs 値 3,252 件/人とは大きくかけ離れている。旧 JBA パハンでは、2009 年からの SMRS 導入および活用により、2007 年度の PIs 値 111 件/人を 20 倍以上に強化した。

### ＜浄水量当たりの運営費（RM/m<sup>3</sup>）＞

旧 JBA パハンの PIs 値 0.45 RM/m<sup>3</sup> は、全国平均の PIs 値 0.63 RM/m<sup>3</sup> と比較して低い。経年的には、2007 年度 PIs 値 0.45 RM/m<sup>3</sup> から 2009 年度 PIs 値 0.49 RM/m<sup>3</sup> へ一旦高騰し、2010 年度に降下している。旧 JBA タメローの見掛け PIs 値 0.41 RM/m<sup>3</sup> は、パハン州の PIs 値より低い。

### ＜無収水率（%）＞

旧 JBA パハンの PIs 値 55.29 % は、全国平均 PIs 値 36.37 % と比較して相当に高い。加えて、旧 JBA タメローの PIs 値 64.88 % は、州平均値と比較して更に高い。

水道サービス改善と効率的運営を目途に旧 JBA パハンは、IT システムを活用した①GIS (Geographic Information System：地理情報システム)、②E-Water (顧客管理システム)、③E-Complain (苦情情報処理システム)そして④テレメータ監視システムを導入した。この中で GIS は、2008 年度に「Arc-GIS ver. 9.5」を本部へ設置した。主要な入力値は施設情報に限られ、施設運営や顧客情報は含まれない。

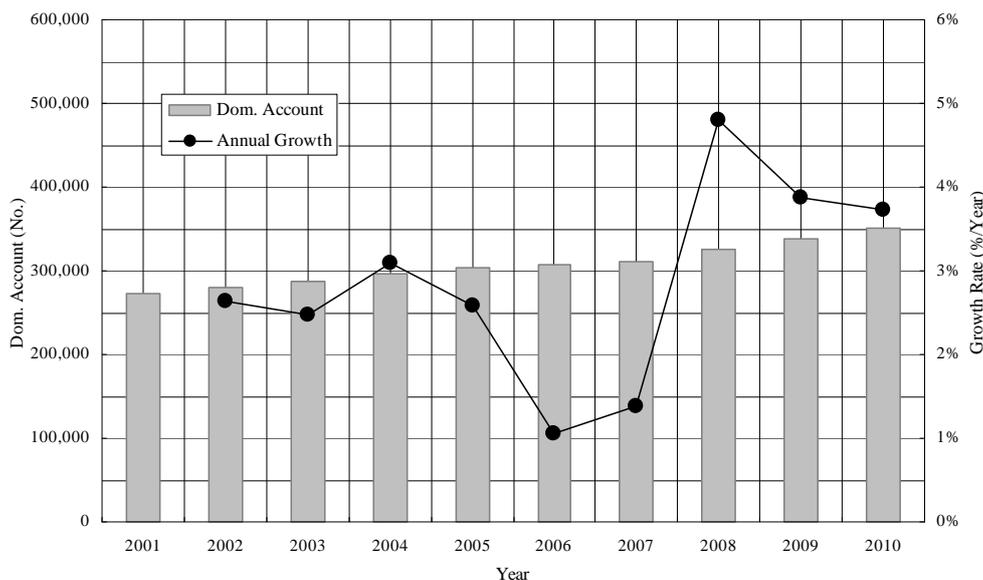
将来的な希望として旧 JBA パハンは、技術情報と顧客情報の統合による GIS 活用の強化策を実施したい意向がある。現時点では、GIS 端末が PAIP 郡事務所に未設置である。現在の閲覧可能な GIS 主要データを以下にまとめる。

- 一般情報： 二次元位置情報、施設建設年（2002 年以降）、施設設計能力
- 取水施設： 河川名
- 浄水場： 浄水方法
- 配水池： 土木構造、用途
- 配水管： 材質、口径、用途（主管／枝管）
- その他： 増圧ポンプ場、着水井、道路／河川

## (1) 給水人口

旧 JBA パハンにおける 2001 年度～2010 年度の住宅用契約数および年間伸び率（資料 MWIG）を図 II-1.6 で示す。

給水人口は、2010 年国勢調査による行政人口・家屋数に加え、旧 JBA パハンに登録された住宅用の契約件数から試算した。世帯人数は、全国とパハン州で同じ平均値 4.28 人／世帯、タメロー郡では 3.57 人／世帯である。



Source: Ex-JBA Pahang

図 II-1.6 旧JBAパハンの住宅用契約件数と年間伸び率

行政区分（州－郡－地区）の他に、「村落部：Rural」と「都市部：Urban」の地区に分類し、公共事業計画等の策定に活用している。タメロー郡の都市部は、以下に示す4ヶ所が指定され、それらの都市部地域は7地区に跨って分布している。都市部の位置は、第2章の図II-2.1を参照する。

- タメロー市： 4地区（バング、メンタカブ、ペラック、ソングサング）
- セメントン市： 1地区（セメントン）
- ケルダウ市： 1地区（ケルダウ）
- ジェンデラック市： 1地区（ジェンデラック）

表II-1.12で示すように、旧JBAパハンの給水普及率は、2009年度に大きく改善された。

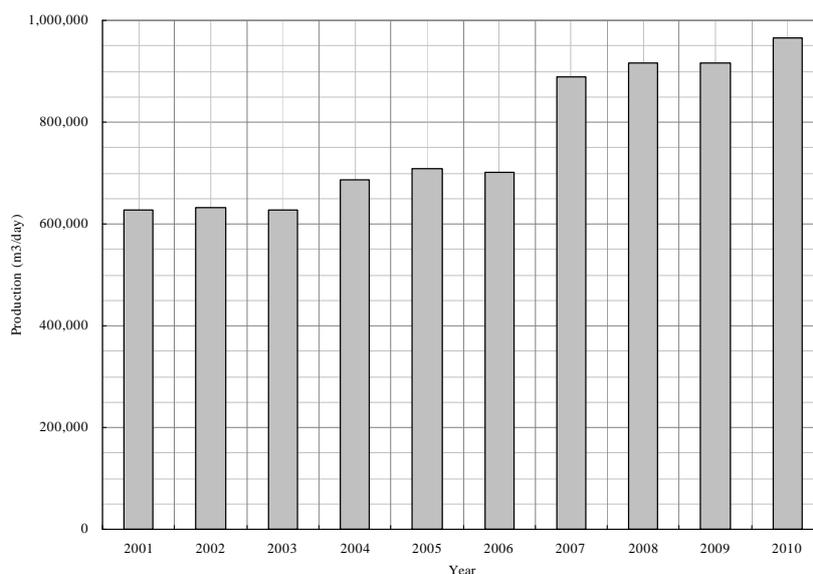
表 II-1.12 パハン州都市部／村落部の給水普及率

年 度	給水普及率 (%)		
	都市部	村落部	パハン州
2007	98.0	89.0	93.0
2008	98.0	89.0	93.0
2009	100.0	96.0	97.8
2010	100.0	96.0	98.0

Source: MWIG 2010

## (2) 浄水量

旧JBAパハンにおける年間平均の日浄水量を図II-1.7に示す。2006年度と2007年度の日浄水量は、増加率27%を示している。旧JBAタメロー浄水場別年間平均浄水量の推移を表II-2.3に示す。



Source: MWIG

図 II-1.7 旧 JBA パハンの年間平均浄水量

旧 JBA パハンは、浄水場別の浄水量を含む月例資料を郡事務所から収集している。各郡事務所の管轄地域における浄水場数と浄水量を表 II-1.13 に示す。旧 JBA パハンは、2010 年度の平均値として浄水日量 0.98 MCM を供給した。同年の最大浄水量は、セマンブ浄水場（クアンタン郡）の 293,413 m<sup>3</sup>/日、その次がルブック・カワ浄水場（タメロー郡）の 100,314 m<sup>3</sup>/日であった。

表 II-1.13 旧 JBA 郡の浄水量

旧 JBA パハン		浄水量 (2010 年)	
旧 JBA 郡	稼動浄水場	総浄水量 (m <sup>3</sup> /年)	平均浄水量 (m <sup>3</sup> /日)
ベントン	10	21,124,493	57,875
ベラ	3	15,170,600	41,563
カメロン高地	2	5,463,016	14,967
ジェラントウットウ	10	21,853,439	59,872
クアンタン	9	142,661,726	390,854
リピス	9	16,637,325	45,582
マラン	9	29,530,598	80,906
ペカン	6	18,537,876	50,789
ラウブ	8	19,948,972	54,655
ロンピン	4	22,388,956	61,340
タメロー	4	43,177,999	118,296
パハン全州	74	356,495,000	976,699

Source: PAIP

### (3) 使用水量

使用水量に係るパハン州の統計値には、水道メータの誤計量や誤差が含まれると考えられる。無収水対策の一課題項目である過少計量や平均計量／推定計量等について、使用年数の多い水道メータを数多く設置されたまま継続使用しているのが理由である。

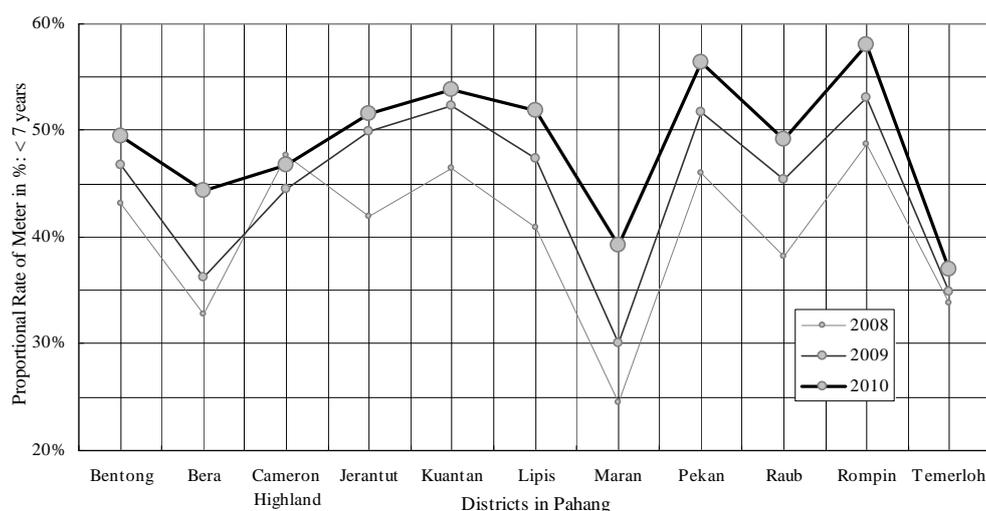
水道メータの設置後年数は、旧 JBA パハンが計量精度の経年老朽化を勘案し、7 年を境界として「7 年未満」と「7 年以上」に分けて管理している。これらの水道メータ数に加え、「7 年未満」の水道メータ設置率を表 II-1.14 に示す。

表 II-1.14 設置後年数別の旧 JBA 郡水道メータ数

旧 JBA 郡	2008			2009			2010		
	7 年未満	7 年以上	7 年未満率	7 年未満	7 年以上	7 年未満率	7 年未満	7 年以上	7 年未満率
ベントン	8,539	11,231	43%	10,408	11,842	47%	12,173	12,468	49%
ベラ	4,989	10,235	33%	6,109	10,749	36%	8,931	11,180	44%
カメロン高地	3,544	3,900	48%	3,485	4,334	45%	3,956	4,507	47%
ジェラントウツトウ	6,685	9,259	42%	9,687	9,696	50%	11,180	10,508	52%
クアantan	37,236	42,885	46%	50,189	45,664	52%	57,595	49,268	54%
リピス	4,393	6,361	41%	6,055	6,712	47%	7,684	7,112	52%
マラン	4,383	13,464	25%	5,978	13,912	30%	9,250	14,277	39%
ペカン	6,742	7,914	46%	9,155	8,548	52%	11,717	9,060	56%
ラウブ	6,895	11,139	38%	9,594	11,537	45%	11,524	11,902	49%
ロンピン	7,611	7,992	49%	9,499	8,390	53%	12,152	8,807	58%
タメロー	12,614	24,667	34%	13,943	26,072	35%	15,855	27,010	37%
パハン全州	103,631	149,047	41%	134,102	157,456	46%	162,017	166,099	49%
	252,678			291,558			328,116		

Source: PAIP

パハン州の「7 年未満の水道メータ設置率」は、過去 5 年間（2006 年～2010 年）にわたり旧 JBA パハンが水道メータを支給し、旧 JBA 郡により故障と判定した水道メータを交換したことで毎年改善（41 %→49 %）された。旧 JBA 郡毎の「7 年未満の水道メータ設置率」を図 II-1.8 に示す。

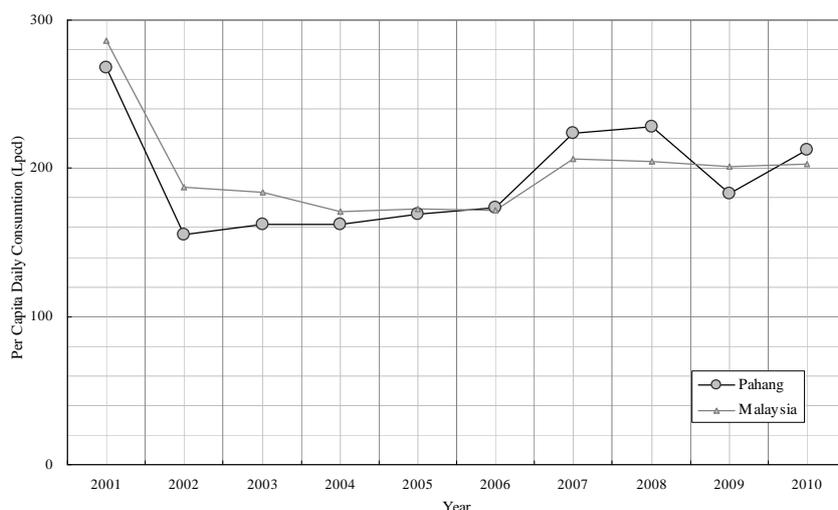


Source: Ex-JBA Pahang

図 II-1.8 旧 JBA 郡の 7 年未満の水道メータ設置率

水道メータ更新の進捗は、旧 JBA 郡により異なっている。7 年未満の水道メータ設置率が低い旧 JBA 郡では、ベラ郡：33 %→44 %の 11 ポイント上昇、マラン郡：25 %→39 %の 14 ポイント上昇と大きく改善された。一方で旧 JBA タメローでは、34 %→37 %の 3 ポイント上昇に留まった。

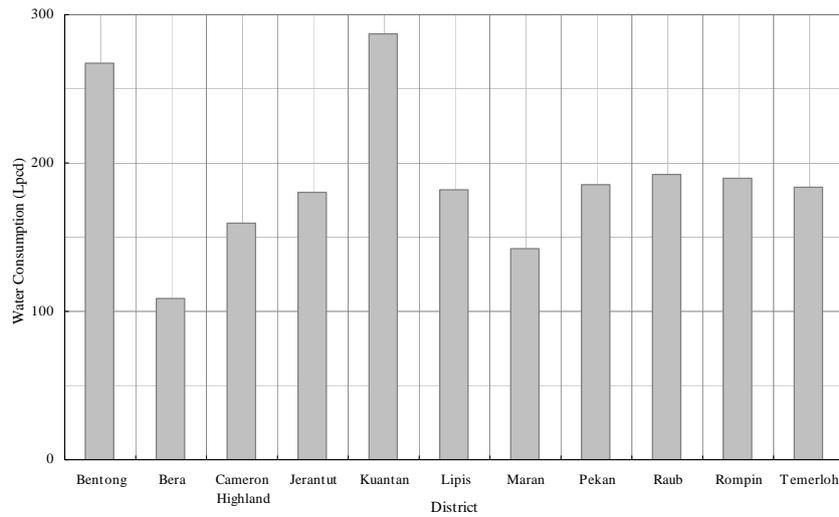
上述した水道メータ設置状況の下で、旧 JBA パハンの一日一人当りの使用水量（Lpcd：リッター／人日）は、MWIG によれば 212 Lpcd と報告されている。パハン州と全国の平均使用水量を図 II-1.9 に示す。なお、理由は不明であるが、2001 年度のみ旧 JBA パハン、全国ともに平均使用水量が多くなっている。



Source: MWIG

図 II-1.9 一人一日平均の使用水量

一方で調査団は、住宅用顧客数と住宅用請求水量および世帯平均人数を用いて、旧 JBA 郡毎の平均使用水量を試算（図 II-1.10 参照）し、旧 JBA タメロー郡で 181 Lpcd となった。なお、本試算値においても、水道メータの誤計量や誤差が含まれると考えられる。

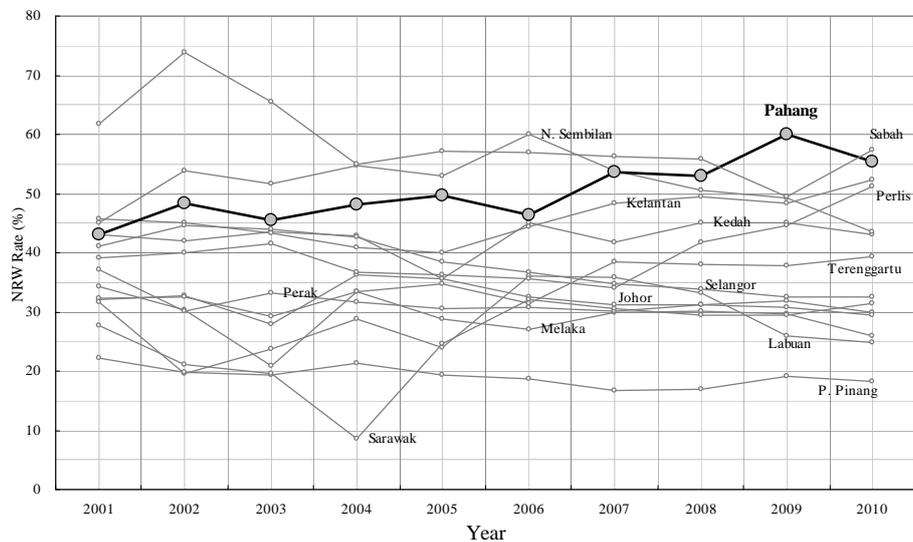


Source: PAIP Pahang

図 II -1.10 旧 JBA 郡の住宅用平均使用水量

#### (4) 無収水

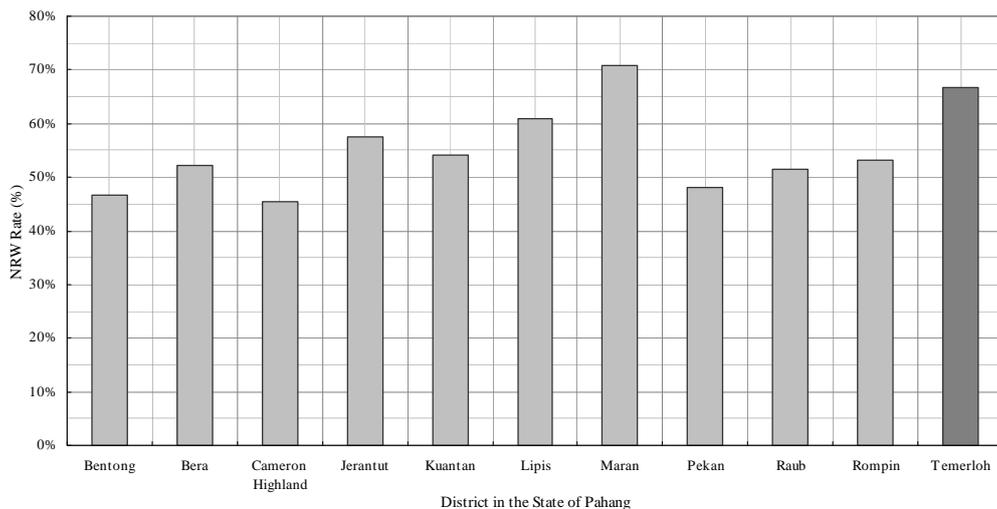
過去 10 年間の中期的な経年変化として、「マ」国全州と対比した旧 JBA パハンの無収水率を図 II -1.11 で示した。旧 JBA パハンは、無収水率を削減すべき必要性が明確である。



Source: MWIG

図 II -1.11 過去 10 年間の州別無収水率

一方、旧 JBA 郡毎の無収水率を図 II -1.12 で比較した。旧 JBA タメローの 2010 年無収水率 66.73 %は、同年全パハン州の高い無収水率 55.39 %と比較して更に高くなっている。



Source: Ex-JBA Pahang

図 II-1.12 旧 JBA 郡の無収水率 (2010 年)

新規 PAIP は、旧 JBA パハンが進めていた連邦政府からの拠出予算による無収水削減を目的とした事業を引き継いで進めている。当該事業は、2012 年 2 月時点で入札業務（入札図書の配布中）の段階で、事業契約は本年度中頃との見通しである。本事業への参加資格を有する応札者候補は、主要業者と現地業者の共同企業体であろうとの PAIP 説明である。本事業の概要は以下のとおり。

- 対象サイト： クアantan郡およびリピス郡
- 履行期間： 契約後 3 ヶ年
- 業務範囲： 給水装置取替えと配水管更新
- 達成目標値： PAIP 同意を伴うベースライン調査と無収水削減率 15 %
- 支払条件： 単価と業務数量による定期的な支払

## 1.5 コールセンター

- コールセンターの構成は、本社は電話 4 回線を使つての 4 名×2 班体制、勤務時間は 07:00~23:00 で土日祭日は休みにしている。郡事務所の電話 1 回線を使つての 1 名×1 班体制は、2010 年 12 月に廃止した。廃止に伴う、本社センターにおけるサービス向上（24 時間体制、人員、回線増等）は、特に実施していない。
- オンライン・システムにより受け付けた情報は、各郡事務所と共有し、現場対応は郡事務所が行う。
- 苦情の処理状況は、WEB により顧客も確認できる。
- 受付件数は JBA パハンで平均 100 件/日であるが、年に 4~5 回ある大規模破裂断水等のときには苦情は 1,000 件/日に達することがある。

表 II-1.15 旧 JBA パハン／タメロー苦情受付件数 (2011 年)

		Total	Billing	Burst, leak, etc.
JBA Pahang	Received	30,656	10,036	20,620
	Solved	30,388	10,036	20,352
JBA Temerloh	Received	3,354		
	Solved	3,266		

Source: Ex-JBA Pahang/Temerloh

- 水道の「使用開始・中止」については、全て郡事務所窓口で扱っている。
- 漏水修理担当の電話 1 回線も対応
- 受付件数は JBA タメローで平均 20 件/日であるが、年に数回ある大規模破裂断水等のときには苦情は 50 件/日に達することがある。
- 夜間休日等、勤務時間外における市民・顧客等からの苦情及び破裂・漏水等の連絡を受ける体制として、郡事務所入り口に次のような案内を掲示している。

「責任者：(mie：顧客サービス課長の名前(略称))

：昼間 AM7:00 ~ PM7:00 電話：014-2673200

：夜間：PM7:00~AM7:00 電話：019- 900-8015」

以上の如く、漏水等の連絡を常時受け付ける体制を確保することは、迅速な対応が可能になり、NRW 削減に有効である。

## 1.6 管理面での改善提案

### (1) 経営形態と資産管理

旧 JBA パハンの経営組織は、2012 年 2 月 1 日から「PAIP 会社(民営化)」へ移行した。

総務部門と管理運営部門では、合理的に業務に必要な人員を確保し、会計部門(特に検針・請求・徴収の担当部署)では、制度的なより一層の効率化が不可欠である。候補となる制度改善項目として以下の内容を提案する。

- 民営化に合わせて、大幅な職員の減員(全体で 357 名、約 23%)が実施されているが、部門ごとの詳細が不明であり、かつ減員後の業務状況も経過の確認が必要である。
- 業務進捗に即した手当制度： 職員の意欲強化
- 検針地域・職員の交代制度： 検針誤差対策の一環  
これについては、大規模コンドミニアム等において、一部実施しており、現場も問題として認識し、改善策を始めている。
- 外部委託の活用拡大制度： 経費節約(発注費の削減)

水道資産は、「マ」国の基本方針に沿って早急に移管を実施すべきであるが、先に述べたとおり、新会社の経営を考えて、料金改定及び補助金等を含めた総合的な判断が必要となる。

## (2) 財務改善

### 1) 基本的考え方

最終的には、全ての資産を保有し、独立採算制の民間会社として、資金的支出を含む資金調達を行い、持続的に事業を運営し、上下水道事業を一体的に運営することを目指す。そのために、連邦政府の方針に従い、ステークホルダーの意識啓発に努め、顧客の理解を得ながら、段階的な料金改定を実施し、フルコストリカバリーの考えに基づく料金水準を実現する。

### 2) 料金改定の各段階（料金で回収するコストの内訳に順次追加していく要素）

#### ● 損益勘定の支出額：従来のA「売上原価」+B「営業費用」

A：電力料、薬品費、プラント及び管路等の維持管理費、車両・運搬具、ディーゼル燃料、等

B：人件費、委託・外注費、料金収納手数料、等

- Aの「維持管理費」を適正に維持管理した場合に増加する費用
- メータを全て7年未満の、正確に計量できるものに交換する費用
- 減価償却費、支払利息
- 老朽化した配水管を敷設替える費用
- 健全な経営を持続できる企業として、将来の施設整備等に備え確保すべき適正な利潤

### 3) 料金水準検討の前提とするいくつかのケース

ケース1：資産を保有しない場合（配水原価+施設のリース料の30%を算入）

ケース2：資産を保有しない場合（配水原価+施設のリース料全額を算入）

ケース3：資産を保有する場合（配水原価+減価償却額を算入）

ケース4：資産を保有する場合（配水原価+減価償却額+支払利息+資本維持費を算入）

上記4ケースと合わせて、NRWを改善することにより、配水原価の削減を算入した場合も、いくつかのケースが考えられる。

NRW30%（2017年目標）の場合

NRW20%（2022年目標）の場合

### 4) その他の検討事項

#### (a) メータ関係費の扱い

メータは、マ国の他の州（マラッカ、ペナン等）では、最初から水道会社の負担で設置し、有効期限内に適切に交換している。この費用の会計処理方法は、

新規設置分：購入・設置費の支出&資産の増加：減価償却費をコストに計上

既存の交換：取り換え法により、購入・設置費をコストに計上

となる。（ただし、この他にも会計処理方法はある。）

パハン州の場合、最初（新設）のメータについて、購入・設置費を水道設置者（顧客）の負担にしているため、会計処理について、2段階を設定する。

- 第1段階：既設の水道使用者所有分を水道会社の負担で交換する：資本的支出  
 第2段階：会社所有後の満期交換：全額コスト算入

(b) 配水管敷設工事費の扱い

- 新規敷設分：資本費
- 既設の敷設替え：同口径：コスト算入  
 増口径：一部資本費にすることも可能

5) 現行の水道料金制度は、用途別に11分類（住宅用・商業用・工業用等）されている。財務強化を目的とした水道料金の確実な改定計画のため、以下の段階的な制度改善を提案する。

- 第I段階：水道料金の用途分類数を削減する
- 第II段階：水道料金の分類制度を現行の用途別から接続管径別への移行を検討する

6) 参考までに上記③の、ケース3及びケース4について試算した結果を示す。

(a) 前提条件

- 2010年度の「発生主義決算書」及び「MWIG」を基本的データとする。
- 検討の前提条件は、2012年2月1日、民営会社発足時点とする。

(b) パハン州のデータ

- 生産量（2010）： $966,000 \text{ m}^3/\text{日} = 352,587,000 \text{ m}^3/\text{年}$
- 有収水量（2010）： $432,000 \text{ m}^3/\text{日} = 157,625,000 \text{ m}^3/\text{年}$
- 接続数：（住宅用）308,570 +（その他）42,187 =（計）350,757
- 配水原価： $0.45 \text{ RM}/\text{m}^3$
- 平均販売単価： $0.86 \text{ RM}/\text{m}^3$
- 住宅用平均使用水量： $31 \text{ m}^3/\text{月}$ 、 $16.93 \text{ RM}/31 \text{ m}^3 = 0.546 \text{ RM}/\text{m}^3$
- その他平均使用水量： $81 \text{ m}^3/\text{月}$ 、 $144.15 \text{ RM}/\text{m}^3/81 \text{ m}^3 = 1.780 \text{ RM}/\text{m}^3$
- 収入（水道料金）： $135,666,000 \text{ RM}/\text{年}$
- OPEX（現在の配水原価）：  
 （製造費）110,096,000 RM +（人件費）32,620,000 RM +  
 （その他管理費）7,828,000 RM =（計）150,544,000 RM
- CAPEX（減価償却費）： $65,224,000 \text{ RM}$
- 借入金（固定資産の年度末価格+建設仮勘定の期末価格）：  
 $1,614,462,000 \text{ RM} + 645,884,000 \text{ RM} = 2,260,346,000 \text{ RM}$
- 支払利息（利率：2%の場合）：  
 $45,207,000 \text{ RM}/\text{年}$
- 資本維持費（企業として、健全な経営を持続し将来の施設整備等に備えて確保すべき適正な利潤）：

正味簿価の3%の場合： $798,581,000 \text{ RM} \times 0.03 = 23,957,000 \text{ RM}/\text{年}$

（料金改定期間を3年毎、物価上昇率1%/年）

## [料金改定試算]

## ケース 3

$$\begin{aligned} \text{年間コスト} &= \text{現在の配水原価} + \text{減価償却費} \\ &= 150,544,000 \text{ RM} + 65,224,000 \text{ RM} \\ &= 215,768,000 \text{ RM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{単価} &= \text{年間コスト} / \text{有収水量} = 215,768,000 \text{ RM} / 157,625,000 \text{ m}^3 = 1.37 \text{ RM/m}^3 \\ &(\text{現在の単価 } 0.86 \text{ の約 } 1.59 \text{ 倍}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{例：住宅用：} & 0 \sim 18 \text{ m}^3 && 0.37 \text{ RM/m}^3 \rightarrow 0.59 \text{ RM/m}^3 \\ & 18.1 \sim 45 \text{ m}^3 && 0.79 \text{ RM/m}^3 \rightarrow 1.26 \text{ RM/m}^3 \\ & 45.1 \text{ m}^3 \sim && 0.99 \text{ RM/m}^3 \rightarrow 1.57 \text{ RM/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{平均使用水量 (31 m}^3/\text{戸} \cdot \text{月) の料金： } 16.93 \text{ RM/m}^3 \rightarrow 27.0 \text{ RM/m}^3$$

$$\text{商業用：} \quad \quad \quad : 1.45 \rightarrow 2.31 \text{ RM/m}^3$$

## ケース 4

$$\begin{aligned} \text{年間フルコスト} &= (\text{現在の配水原価} + \text{減価償却費}) + \text{支払利息} + \text{資本維持費} \\ &= 215,768,000 \text{ RM} + 45,207,000 \text{ RM} + 23,957,000 \text{ RM} \\ &= 284,932,000 \text{ RM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{単価} &= \text{年間フルコスト} / \text{有収水量} = 284,932,000 \text{ RM} / 157,625,000 \text{ m}^3 = 1.81 \\ &\text{RM/m}^3 \end{aligned}$$

$$(\text{現在の単価 } 0.86 \text{ RM/m}^3 \text{ の約 } 2.10 \text{ 倍})$$

## (3) 営業業務（顧客管理）

漏水量の多寡と水道メータ計量精度は、水道料金収入を損失する主要原因である。配水管から水道メータまでの給水管から漏水した場合、JBA パハンの損失となる。従って、給水装置の接続制度の改善と設置した給水装置の図面及び書類管理は、営業業務の改善事項として不可欠である。給水装置の設置制度・規制については、第一に、新設時からメータを水道会社の負担とし、管理範囲に含めるべきである。

- 管理部門： 民営会社として州政府から独立し、会計制度が発生主義に変更されたことに対応して、州政府から引き継ぐ業務の適切な処理体制の確立。
- 検針・請求部門： 検針・請求業務の人員を連邦平均以下に削減する。また、検針業務に関わる基礎的情報（各戸のメーター位置、検針順路、等）を会社の共有情報としてデータベース化する。
- 料金徴収部門： 預託金制度の廃止（この現金は、収益ではなく将来返還する預かり金であることから、請求・収納・返還の事務作業が無駄なコストとなっている。）及び、建物の継承者から前所有者の未納料金を徴収する制度について、現在の「滞納料金に関する協議による猶予」の実態の改善と合わせて総合的に見直す。

#### (4) 人材開発

水道事業は、電気・ガス・電話と共に「公益事業」であり、装置産業とサービス産業としての性格を合わせ持ち、社会の基礎インフラとして不可欠である。その社会的責務を果たすため、大規模な装置を運転し、1年365日、24時間サービスを提供し続けるものである。以下の管理面において、専門的な知識・技術・経験を有する人材の育成確保が要求される。

- 管理職員： 経理、人事、顧客サービス等
- 技術職員： 建築・土木、電気・計装、機械・物理、水質・化学等

ステークホルダーの要求は、日々変化かつ多様化し続けている。彼らの要求へ適切に対応しつつ、水道事業を健全に運営できる人材を、計画的かつ体系的に育成しなければならない。

#### (5) 意識啓発

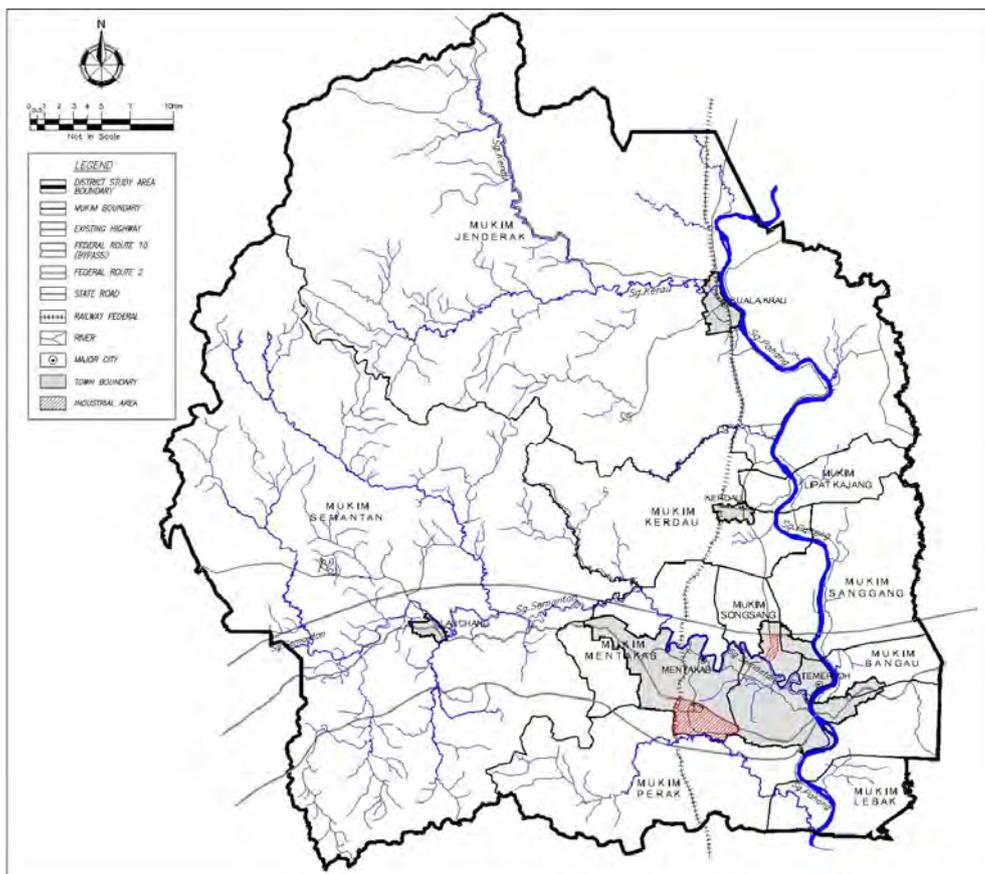
自律的な経営の実現に不可欠な「適正な料金」の実現には、様々な関係者に対する意識啓発が重要である。関係者は、居住者や利用者等の①受益者だけに止まらず、②不利益者、③首長・議会等、④財務的な投資者、⑤地元住民・企業等に分けることができる。

具体的な取り組み例を以下に示す。

- 浄水場、配水タンク、水質試験所、等の施設見学会（見学者を上記区分毎に別々にする。水道を身近に感じてもらい、理解を広める。）
- 水道教室の開催（水道が、電気と同様に費用をかけて作り、配られていること、そしてその費用は、水道料金で賄われていること、を分かりやすく伝える。）
- 定期的なイベントの開催（水道週間、水道創設記念日、水道に関するポスター、作文、写真、等のコンクール）
- インターネット、定期刊行物（水道ニュース 等）その他による情報発信。

## 2 タメロー郡水道事業

タメロー郡の行政区域は、**図 II-2.1** に示す 10 地区から構成され、郡南東部に位置するタメロー市が郡中心地である。タメロー郡の総面積は 2,471 km<sup>2</sup> で、タメロー市を包含するタメロー都市部は、4 地区（バンガウ地区・メンタカブ地区・ペレック地区・ソングサン地区）に跨がる。その他の 3 都市部および多くの村落部は、タメロー郡内に点在している。



Source: Prepared by the Study Team

**図 II-2.1 タメロー郡 10 地区と都市部の位置関係**

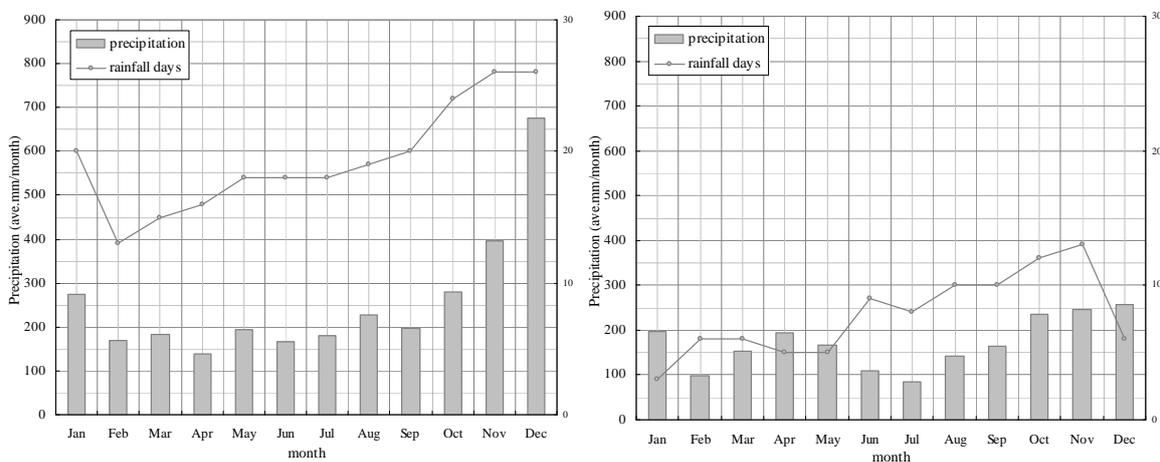
### 2.1 自然条件

タメロー郡は、パハン州の内陸に位置し、首都クアラ・ルンプールとの分水嶺に近い。タメロー郡の中心地は、首都クアラ・ルンプールとパハン州の州都クアンタン市のほぼ中間に位置する。

#### (1) 気象

パハン州の気候は、熱帯性モンスーンに分類される。平均年間降水量（2006 年～2010 年）は、州都クアンタン市で 3,077 mm/年、タメロー市で 2,051 mm/年である。同上 5 年間の月間平均気温は、クアンタン市およびタメロー市共に 23 °C～33 °C と記録されている。気温の季節変動は明確に現れないが、月間平均気温から 5 月～8 月に暑く、11 月～2 月に涼しい。

州都クアンタン市とタメロー市の月間降水量と月間降雨日数（ $\geq 1$  mm/日）を図 II-2.2 に示す。沿岸のクアンタン市と内陸のタメロー市では、異なる気候形態が見られ、特に11月～12月の雨期に顕著である。当該期間における両市での降水量差は、そのまま年間降水量の差に現れている。

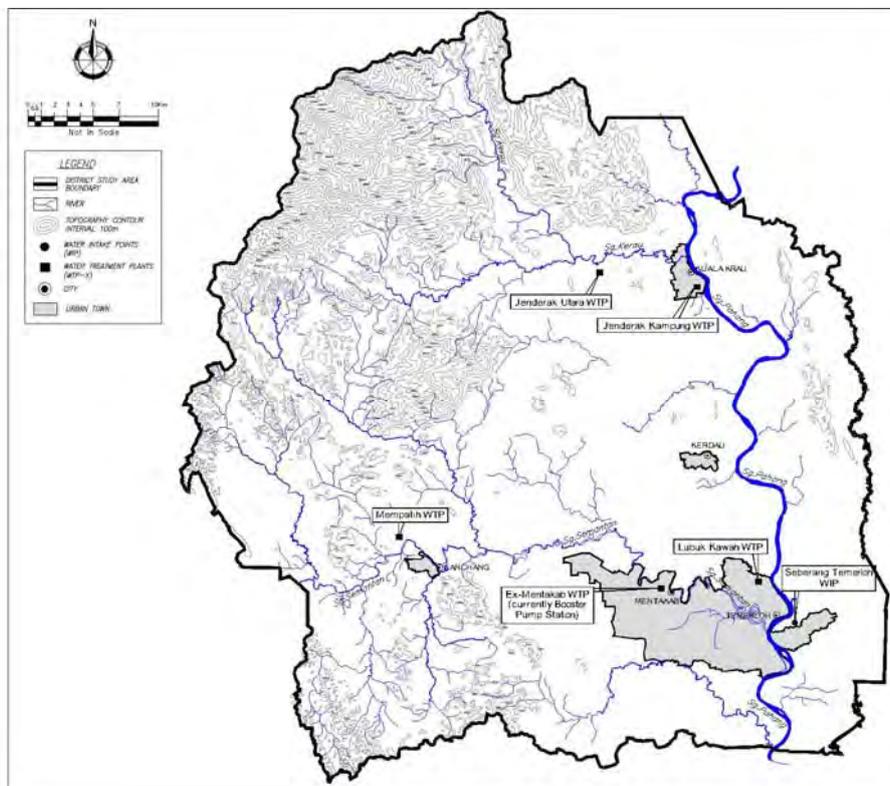


Source: <http://www.myweather2.com/City-Town/Malaysia/>

図 II-2.2 月間平均の降水量と降雨日数：クアンタン市（左）とタメロー市（右）

## (2) 地形と地質

タメロー郡の地形に都市部の位置を加えて図 II-2.3 に示す。

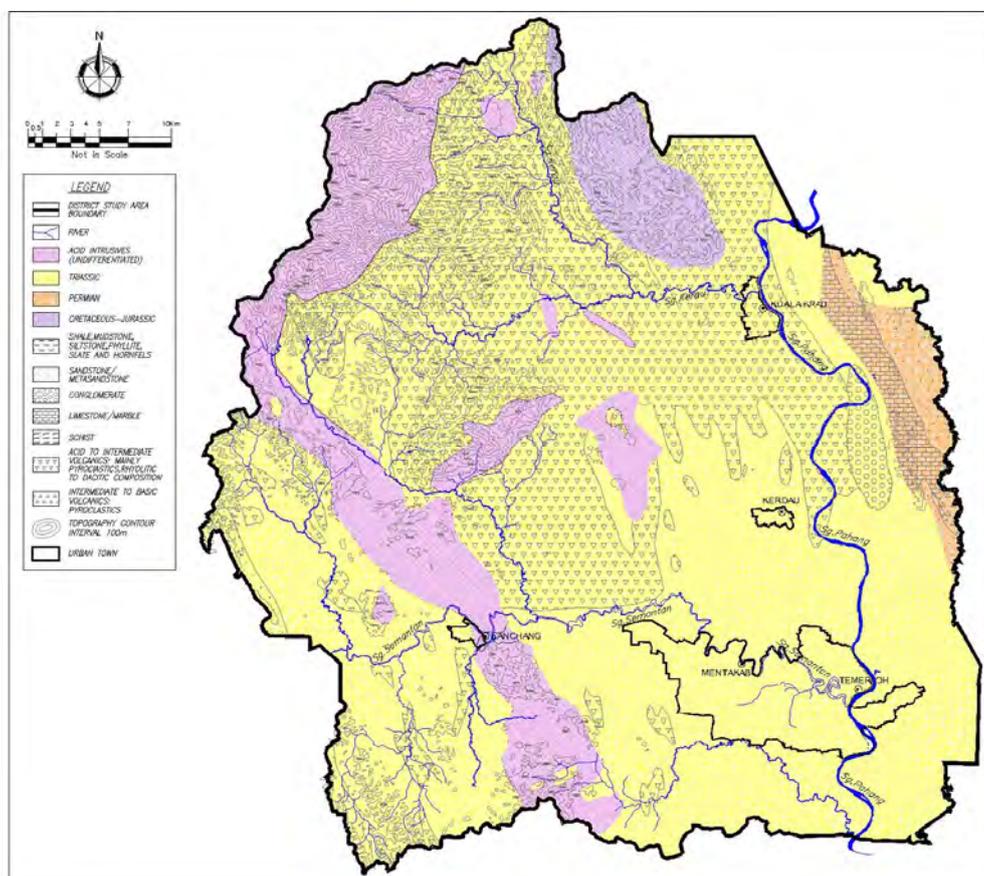


Source: Prepared by the Study Team

図 II-2.3 タメロー郡の地形と都市部の位置

タメロー郡の地形は、緩やかな起伏がある丘陵地で、北西部の標高が高く南東部で低い。パハン河およびその支流に沿って、比較的狭い谷底平野が分布しており、平野部（PAIP タメロー給水区域に相当）の標高は約 60～110 m である。

タメロー郡の地質は、地形の特徴へ大きく影響している。単純化すれば、石灰岩質の分布は第三紀より古い地層を覆い、カルスト台地を形成している。比較的若い年代の石灰岩質の分布は、その岩質硬度から急勾配地域と、砕屑性および空隙の多い緩斜勾配地域に分類できる。これら若年石灰岩質の分布は、南東部に位置している。一方で北西部の準山岳地域は、多種の火山岩が路頭しており、砕屑岩や礫岩が見られる。タメロー郡の地質図を 図 II -2.4 に示す。



Source: Prepared by the Study Team

図 II -2.4 タメロー郡の地質図

表土の腐食性に関する文献は、これまで未判明である。一般的な傾向として、石灰岩質の分布地域（給水区域）でアルカリ性、火山岩類の分布地域で弱酸性と考えられる。

この一般的な土質性状の見地から、配水施設等に使用する管材は DCIP（ダクタイル鋳鉄）や HDPE（高密度ポリエチレン）が適切と思われる。一方、MS（低炭素鋼）管材の使用は、腐食性を示すと考えられるセメントン都市部で避けることが必要と思われる。

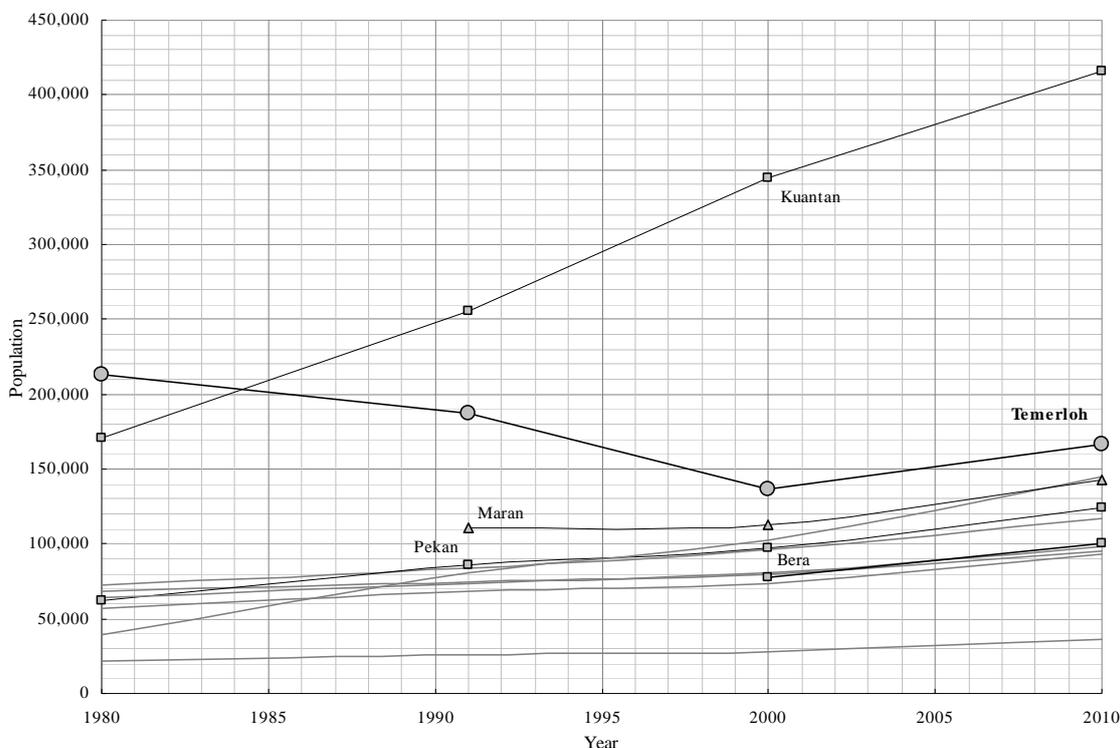
### (3) 河川

内陸のタメロー郡を流下する河川は、全てパハン河およびその支流である。当該パハン河の形態は、その支流を含め樹枝状河系で、タメロー郡を南下する。支流の中で、セメントン川の流量が最も多く、国道 2 号線に沿って西から流下しタメロー市近郊でパハン河へ合流する。河川網図は、**図 II-2.3** に示した地形図を参照する。

## 2.2 社会経済条件

### (1) 人口

「マ」国の国勢調査は、国家統計庁が過去に 4 回実施（1980 年・1991 年・2000 年・2010 年）している。パハン州 11 郡の人口推移を**図 II-2.5** に示す。



Source: Census

**図 II-2.5 パハン州 11 郡の人口（国勢調査結果）**

現タメロー郡は、以下に示す過去 2 回の行政郡再編を経ている。

- 郡再編（1980 年）：元タメロー郡と旧ペカン郡の一部を統合し新規マラン郡を設立
- 郡分割（1991 年）：前タメロー郡を分割し現タメロー郡と新規ベラ郡を設立

再編前後の関連する郡総人口を比較すると、いずれも人口増加を示している。従ってタメロー郡の統計人口減少は、行政郡再編によるものと考えられる。

表Ⅱ-2.1 は、統計人口（2010年）と人口増加率（2009年 - 2010年）について、「マ」国・パハン州・タメロー郡をまとめた。どの行政単位でも人口増加が見られる。人口の増加年率に係る短期的な傾向ではあるが、全「マ」国とパハン州で鈍化、タメロー郡は増加と見える。タメロー郡とタメロー市の人口は、共に州都のクアンタン郡およびクアンタン市に次いで州内2番目である。

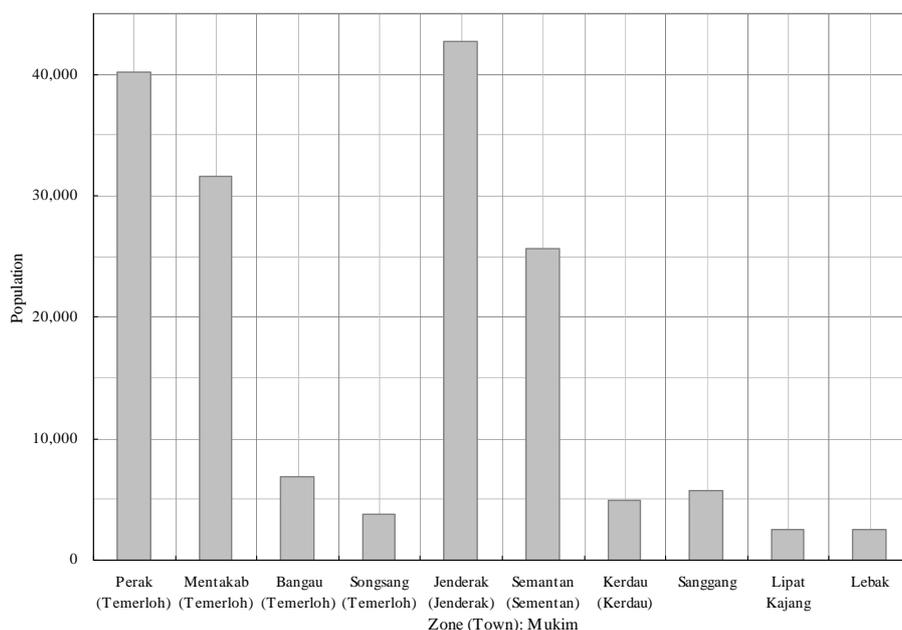
表Ⅱ-2.1 人口（統計・推計）と年増加率

行政区分		推計による増加年率* <sup>1</sup>			国勢調査 2010 年 単位：千人／世帯
		A: 2007 - 08	A: 2008 - 09	B: 2009 - 10	
人口	「マ」国	2.04%	2.08%	1.27%	28,250.4
	パハン州	1.99%	2.00%	1.19%	1,534.8
	タメロー郡	0.85%	0.84%	0.97%	166.5
世帯	タメロー郡	-	2.71%	2.64%	46.6

注\*<sup>1</sup>：“A”は国勢調査 1991 年と 2000 年による推計人口からの試算、“B”は 2000 年と 2010 年を使用。

Source: Census

地区人口の公式公表はない。各 10 ヶ所の地区役場から収集した資料から、タメロー郡内の地区人口を図Ⅱ-2.6 に示した。なお、括弧内は郡内 4 ヶ所の都市部名に呼応している。



Source: Census

図Ⅱ-2.6 タメロー郡内の 10 地区人口（2010 年）

国勢調査統計には、郡単位の世帯数（以降は「HH」とも称す）も含まれる。タメロー郡の 2010 年世帯数は 46,600、2008 年度より 2% / 年以上の伸び率を示す。

統計処理情報として、タメロー郡の 2010 年平均世帯人口は 3.57 人 / 世帯で減少傾向と考えられる。因みに、世帯人口の少なさは、ベントン郡に次いでパハン州内 2 番目、全国 133 郡でも 4 番目である。

## (2) 商工業

タメロー都市部は、首都クアラ・ Lumpur ～州都クアンタン、隣国シンガポール～バンコックの各中継地点に位置している。この運輸関係からタメロー都市部は、物流産業に関連した企業が増加している。

近年、小規模の工業地帯／団地が開発されている。それら開発地域は、タメロー都市部とその近郊、国道 10 号線およびバイパス沿いに分布しているが、商工業の産業形態情報は限られている。

## (3) 運輸

タメロー郡は、国道 2 号線と国道 10 号線の交差点に位置している。国道 2 号線と平行に、高速道路が 2006 年に開通した。一方、国道 10 号線と平行に、「マ」国の国有鉄道が通過しており、1923 年から運用されている。

多くの車輛が国道 2 号線および高速道を通じており、首都クアラ・ Lumpur と州都のクアンタン港湾施設を往復している。国道 2 号線と平行に、タメロー郡都市部を迂回するバイパス道が建設され、2008 年に開通した。タメロー都市部の交通渋滞は、朝夕でもひどくない状態である。

## (4) 通信

JBA タメローの給水区域では、一部山間部を除き携帯電話による通信が可能である。したがって、携帯電話無線を利用した簡易テレメータによる流量、水圧などの監視が可能である。

## 2.3 上水道施設

### (1) 事業拡張と現在の課題点

タメロー郡内の近代水道は、1978 年に農場開墾地域に給水することを目的として郡北部に完成したジェンデラック・ウタラ浄水場が始まりである。その後、順次 5 ヶ所の浄水場が追加建設されて現在に至っている。

現在、全 6 ヶ所の内稼働中は 4 ヶ所で、残りの 1 ヶ所が 2011 年 8 月に建設され 1 年間の試験運転中である。なお、残りの未稼働 1 ヶ所はメンタカブ浄水場で、1982 年に運転開始したルブック・カワ浄水場から十分な配水量が確保され、セメントン都市部への配水を目的とした増圧ポンプ場として改造された。近年になって旧 JBA パハンは、将来の水需要を鑑みメンタカブ浄水場の運用再開事業を模索中との説明であった。

現在運転中である 5 ヶ所（1 ヶ所の試験運転含む）の浄水場に関する技術情報を表 II-2.2 にまとめた。

表Ⅱ-2.2 旧 JBA タメローの浄水場情報 (2010 年平均)

建設年	取水河川	浄水量 (m <sup>3</sup> /日)			配水施設数				給水区域		
		名 前	設 計	実 績	GR	ET	BT	BP	T	V	I
1978	クライ	ジェンデラック・ウタラ	22,700	4,481	1	0	2	0	3	5	2
1982	パハン	ルブック・カワ	80,800	100,314	7	3	0	2	36	51	21
1991	パハン	ジェンデラック・カンボン	8,200	8,024	1	0	3	0	4	21	5
1991	セメンタン	メンパティ	9,100	5,477	2	0	0	0	2	10	3
2011	パハン	セベラッグ・タメロー	22,700	-	2	0	1	1	16	19	3
合計：2010 年度平均値			143,500	118,296	13	3	6	3	61	106	34

Source: Ex-JBA Temerloh

凡例：“GR”地上配水池、“ET”高架水槽、“BP”増圧ポンプ場、“BT”調整池。“T”小規模都市区域、“V”村落区域、“I”大規模給水者（工業団地や住宅開発等）。貯水施設数は、浄水場系統で分類しているが、2010 年時点のセベラッグ・タメロー浄水場の系列は、ルブック・カワ浄水場系列で統計処理している。

旧 JBA タメローの水道事業が抱える現在の課題は、以下のように認識されている。

- 極端に高い無収水率の低減 64.88 % (2010 年度)
- 高台や末端地域における水圧不足の改善 数値化による評価は未実施
- 浄水処理（飲用水水質）の改善 同上
- 水道工事後の復旧と漏水修理の迅速化 同上
- 新規水道使用開始手続きの迅速化 同上

旧 JBA タメローの水道施設訪問、担当職員との協議を通じた情報から、調査団が抽出した問題点を列記する。

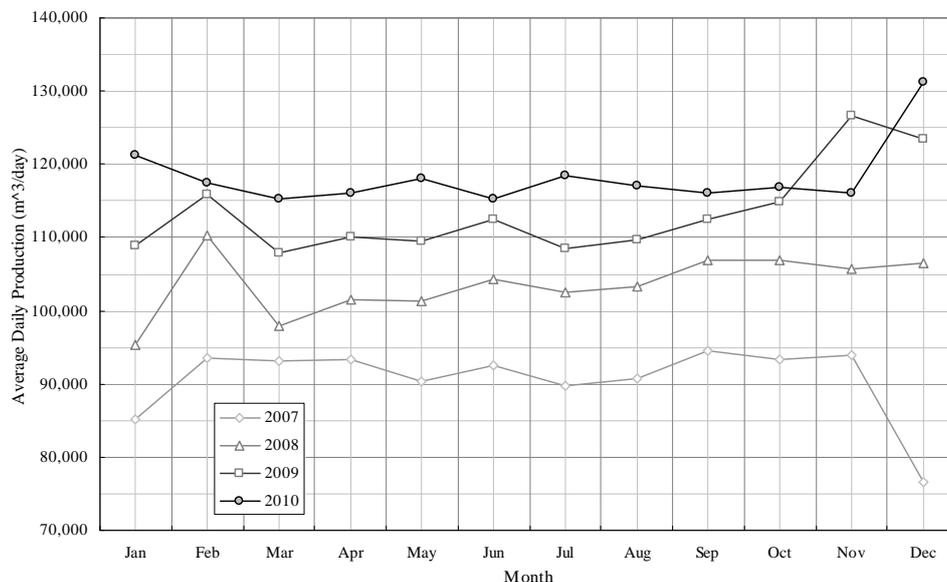
- 数ヶ所の浄水場では、浄水水質（濁度と大腸菌群他）が水質基準を満足していない
  - ✓ マレーシアでは、水質よりも水量が優先されている；
  - ✓ 運転管理要員に浄水処理の知識がない；
- ジェンデラック・ウタラ浄水場の浄水損失水量が、取水量と浄水量の差として約 10 % 程度と記録されている。ただし、パッケージ浄水施設の配管に流量計が見当たらない
- ジェンデラック・ウタラ浄水場を運転している委託先の職員能力が低い
- 新規委託先が、6 ヶ月間の契約で浄水場内配管の維持管理を実施中であるが、竣工図が作成されていない
- 施設建設に係る品質管理が未徹底で、道路下の配管敷設構造が標準設計仕様に従って施工されていない
- 供給 5 会社から納入された HDPE 管の品質は、発注仕様を満足していない
- JBA タメロー組織は、品質管理課がない

## (2) 取水施設／浄水施設

旧 JBA タメローの月間平均による総浄水日量を図Ⅱ-2.7 に示す。年間の総浄水量は、年々増加していることが判る。

一方、旧 JBA タメロー浄水場毎の浄水日量を表Ⅱ-2.3 に示す。浄水場からの浄水は、隣接する配水系統への再配分ができない。その理由は、各浄水場が配水管網を経由して間接

的に繋がっていることに起因する。従って、浄水場の負荷率は、配水管系統が弁閉鎖により独立した場合、系統別の水需要により 100% を超えるものがあると考えられる。



Source: Ex-JBA Temerloh

図 II -2.7 月間平均の旧 JBA タメロー浄水量

表 II -2.3 旧 JBA タメロー浄水場毎の浄水量 (2010 年平均)

Year	Average Daily Production (m <sup>3</sup> /day)					Annual Growth
	Jenderak Utara	Lubuk Kawah	Jenderak Kampung	Mempatih	Total	
2007	2,604	77,207	7,374	3,301	90,486	-
2008	4,011	85,894	8,001	5,881	103,788	14.7 %
2009	5,321	94,667	7,745	5,622	113,355	9.2 %
2010	4,481	100,314	8,024	5,477	118,296	4.4 %

Source: PAIP Temerloh

水道水源は、全て郡内を流下するパハン河（支流：クレイ川、セマンタン川）からの表流水取水で賄われる。河川流量データは未整備であるが、旧 JBA パハンによると、2025 年度までの予測需給以上に河川流量能力があるとの判断である。原水水質に関しては、工鉱業活動に由来する汚染物質や農業活動に由来する農薬汚染の報告はない。従って、現在の無収水率（約 64%）を含めて単位使用水量（約 260 Lpcd）を削減すれば、水源と浄水場施設容量の不足は当分生じないものと考えられる。

浄水処理は、全て凝集沈殿による急速ろ過方式である。原水は着水井、空気曝気、水平迂流ブロック形成、沈澱（横流、傾斜管、これらの組み合わせ等）、急速ろ過の順で処理されている。表 II -2.4 には、2010 年 12 月時点の運転状況をまとめ、図 II -2.8 に浄水施設を掲載した。

凝集剤は、ポリ塩化アルミニウム（略名「PAC」）と硫酸アルミニウム（PAS）を使用し、

消毒はろ過水への塩素ガス直接注入による後塩素処理であるが、一定濃度となるよう送水量の増減に合わせて注入量を変えているため、水質変化（塩素要求量等）による残留塩素の増減には対応していない。その他、ケイフッ化ナトリウムによるフッ素の添加や、消石灰による pH 値調整も行われているが、注入機器の故障により消石灰注入を実施していない浄水場もある。

ろ過池の逆洗は 72 時間周期の設計であるが、ろ抗計を使用せず（ほとんどは壊れている、あっても使わない）実際はどの浄水場も、ろ過池水位の目視により 24 時間周期で洗浄している。沈でん汚泥は全て人力による排泥であった。最新の浄水場には排泥装置が整備されていたが、操作法が解らず使われていなかった。

表 II-2.4 浄水場の運転状況（2011 年 12 月）

（単位：m<sup>3</sup>/日）

建設年	浄水場 名 前	第1 コンベンション		第2 コンベンション		コンパクト	
		設 計	実 績	設 計	実 績	設 計	実 績
1978	ジェンデラック・ウタラ	9,100	9,100	-	-	13,600	0
1982	ルブック・カワ	35,400	44,400	45,400	55,600	-	-
1991	ジェンデラック・カンボン	4,100	4,100	4,100	4,100	-	-
1991	メンパティ	3,200	3,200	-	-	5,900	5,900
2011	セベラッグ・タメロー	11,350	4,550	11,350	4,550	-	-

Source: Ex-JBA Temerloh

注：ジェンデラック・ウタラ浄水場のコンパクト浄水施設は、1991 年に建設されたが水質問題で未供用。

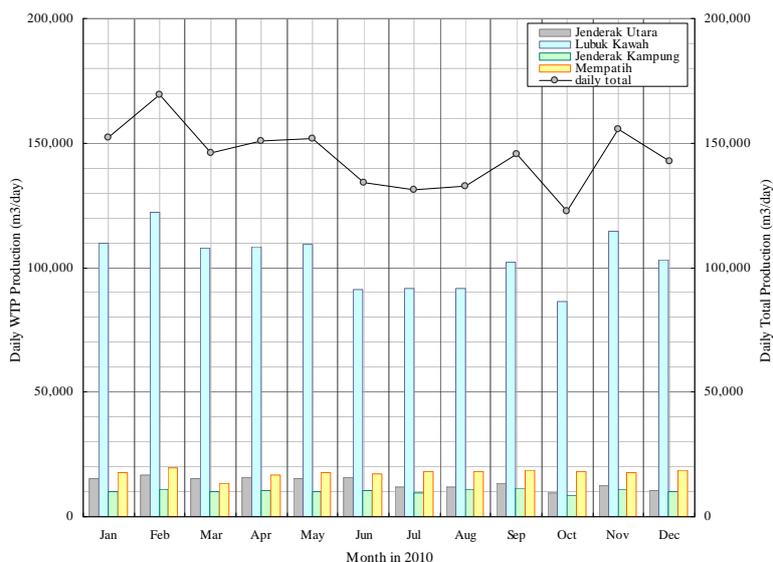


図 II-2.8 浄水施設：コンベンション（左）、コンパクト（右）

洗浄排水と沈でん汚泥処理については、最新施設（セベラッグ・タメロー浄水場）ではラグーンで天日乾燥処理をしているが、その他の浄水場ではそのまま河川へ放流している。

各浄水場への導水管および浄水施設からの送水配管には、電磁式流量計が設置されている。これら流量計は、2 回/日の頻度で目視読み取りされて記録している。浄水処理損失量（＝取水量 - 浄水量）は、これまで未分析である。

全 5 ヶ所および個別浄水場の 2010 年月間平均浄水日量を図 II-2.9 に示す。



Source: Ex-JBA Temerloh

図 II -2.9 浄水場別月間平均浄水量（2010 年）

2010 年の全浄水場における平均日浄水量は  $144,334 \text{ m}^3/\text{日}$  で、最高月間は 2 月の  $169,281 \text{ m}^3/\text{日}$ 、最低月間は 10 月の  $122,664 \text{ m}^3/\text{日}$  であった。同時期の総浄水量は、ジェンデラック・ウタラ浄水場のコンパクト浄水施設が停止中であった状況下で、浄水場の設計能力である  $143,500 \text{ m}^3/\text{日}$  を僅かに超えている。

浄水能力の余裕率 (%)  $[(1 - \text{浄水実績量} / \text{設計能力}) \times 100]$  は、2010 年実績から負値となる。旧 JBA パハン全体では、2010 年浄水余裕率は 18.8 % であることから、旧 JBA タメローの同 PIs 値が全州の同 PIs 値を下げる要素となっている。

旧 JBA タメロー事務所の施設運転部は、ジェンデラック・ウタラ浄水場とジェンデラック・カンボン浄水場を除き、技師と一般職員を配置している。ジェンデラック・ウタラ浄水場では、日々の施設運転に加えて軽微な維持管理をも外部委託している。浄水場へ配置されている一般職員数は、浄水能力とは比例していない。

### (3) 配水池および配水施設

配水管網は、現 5 ヶ所の浄水場による配水系統に分類されている。各配水施設は、隣接した配水管網と接合されて、仕切弁（通常は開放）で区切られている。詳細な配水管網の記録・図面は、未整備だが、担当職員は図式的な配水管網を熟知している。

各浄水場は、各配水系統の上流側に位置している関係で、基本的には自然流下により配水しており、エネルギー有効利用の観点からは極めて合理的である。末端地区や一部の高台地域への給水は、自然流下では賄いきれない低配水圧の給水地域が存在する。管路に増圧ポンプを設置しているが、給水圧力の定点監視結果から低圧力給水地域が未だ存在している。

旧 JBA パハンと旧 JBA タメローの管種毎管長を表 II-2.5 にまとめた。旧 JBA タメローの配水管データは、GIS と本部報告からの引用である。これらの資料には、経緯が不明確であるが、軽微な誤差や齟齬が含まれている。

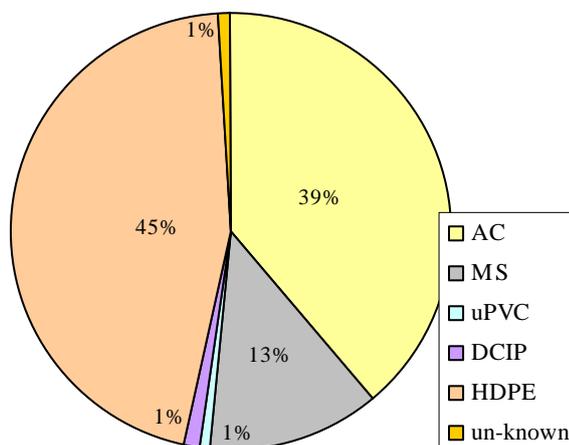
表 II-2.5 配水管の材質と管長 (2010 年)

配水管の材質 (以降は左側の略英語も表記する)	旧 JBA タメロー				旧 JBA パハン	
	GIS		報告記録		MWIG	
	管長	比率	管長	比率	管長	比率
	km	%	km	%	km	%
AC : 石綿セメント管	384.60	39.0	402.60	43.1	4,184	39.3
MS : 軟鋼管 (低炭素鋼管)	124.06	12.6	105.85	11.3	1,984	18.7
uPVC : 硬質塩化ビニル管	6.23	0.6	6.23	0.7	678	6.4
DCIP : ダクタイル鋳鉄管	11.55	1.2	11.50	1.2	217	2.0
CI : 普通鋳鉄管	-	-	-	-	88	0.8
HDPE : 高密度ポリエチレン管	452.46	45.8	388.26	41.6	2,775	26.1
ABS : 合成樹脂管	-	-	1.50	0.2	-	-
その他管種	-	-	-	-	712	6.7
材質不明管	8.58	0.9	-	-	-	-
合計	987.48	100.0	933.94	100.0	10,638	100.0

Source: Ex-JBA Pahang/Temerloh

注：GIS データベースは、2011 年 12 月時点のものであるが、最終入力時期は不明。

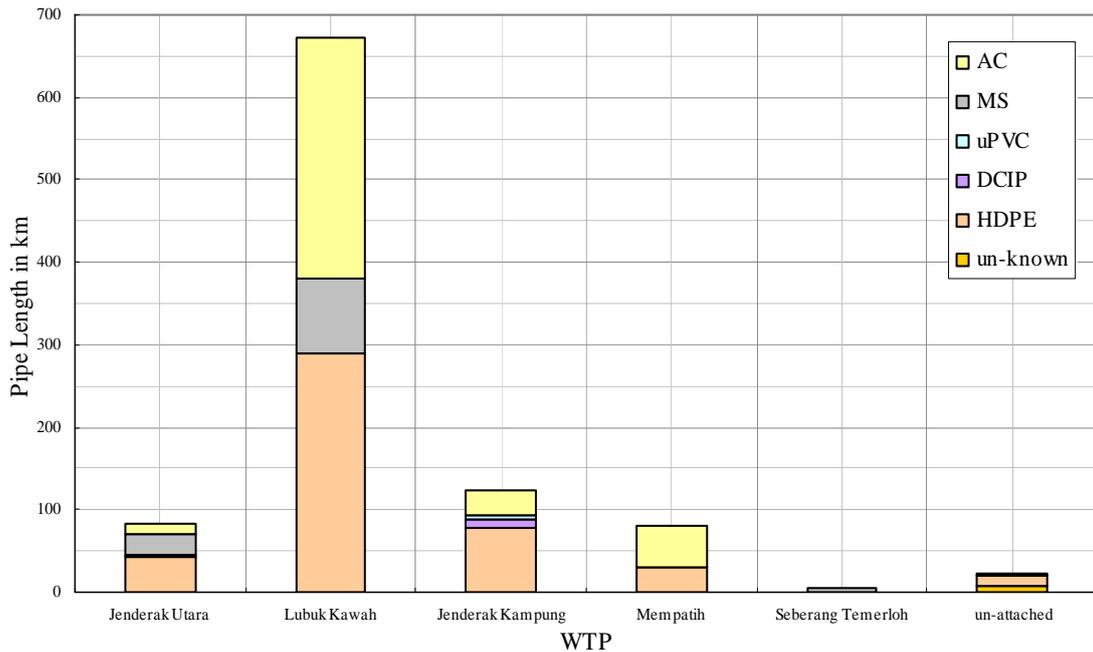
JBA パハン本部の GIS データベースを基に、配水管種毎の管長比率を図 II-2.10 に示す。管種の内、AC 管、HDPE 管および MS 管で全体管長の 97.7% を占めている。



Source: Ex-JBA Temerloh

図 II-2.10 旧 JBA タメロー管種別管長の比率 (2010 年)

配水管は浄水場系統で分類されており、系統毎の管種別管長を図 II-2.11 に示す。

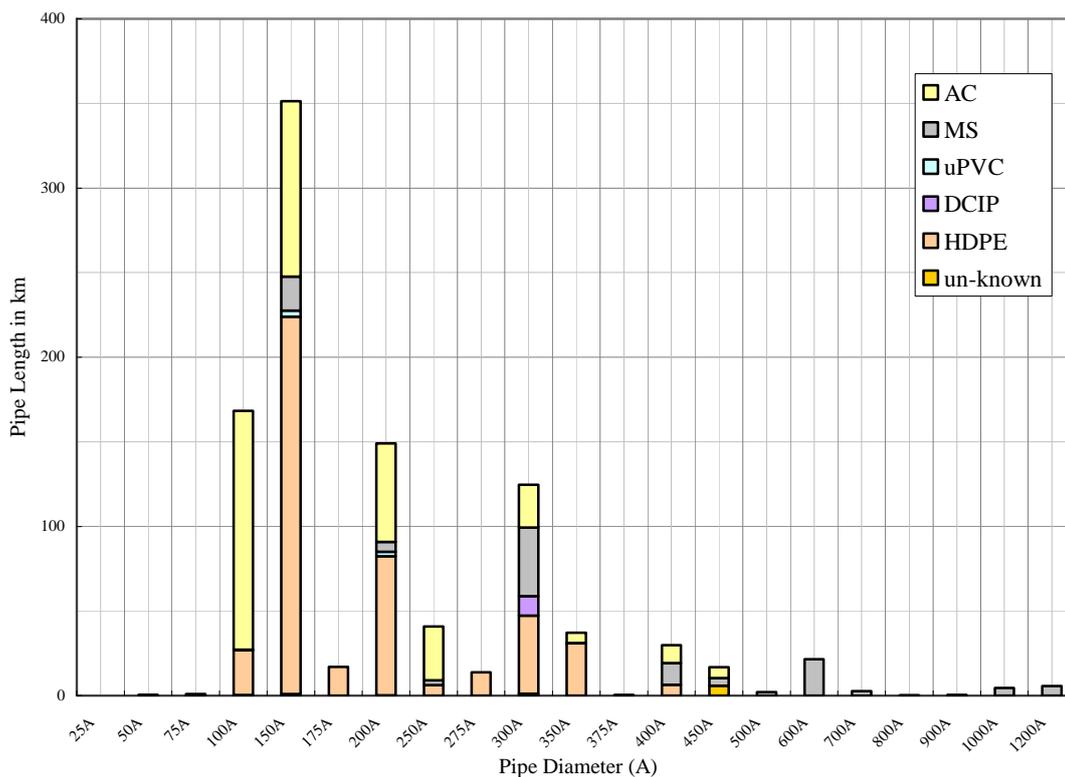


Source: Ex-JBA Temerloh

図 II -2.11 浄水場系統別管種別管長 (2010 年)

AC 管長比率は、メンパティ浄水場系統で 63 %、ルブック・カワ浄水場系統で 43 %となっていて、JBA タメロー全管路での AC 管長比率 39.0 %を大きく上回る。「マ」国では、AC 管の使用を 1990 年代中頃から禁止している。

一方、旧 JBA タメロー配水管について、管径毎に分類した管種と管長を図 II -2.12 に示す。AC 管を多く含む管径は、中口径の 100A~250A で、全 AC 管長の約 84 %を占めている。



Source: Ex-JBA Temerloh

図 II-2.12 管径別管種別管長 (2010 年)

GIS データベースを基に、管種と管径および浄水場系統で分類した管長を表 II-2.6 (次頁) に示す。

GIS システムは、GIS 課 (PAIP 本部の企業経営事業部) で管理され、専属職員 1 名が配属されている。旧 JBA タメローの配水管データは、入力完了しているとの説明であるが、以下の情報が未だ欠落している。

- 位置情報の内、道路と配水管敷設位置の関係図 (オフセット : off-set)
- 配水管接合部 (接点ノード : Node) の標高
- 管種不明管 (約 8.6 km)
- 敷設年 (2002 年以前は不明)
- 配水管系統 (拡大 DMA に限定)
- 給水装置の接続情報 (契約用途、契約期日、件数、給水装置設置日/閉鎖日等)
- 維持管理情報 (漏水修理、破裂事故等)

配水管の情報は、以下のとおりまとめられる。

- AC 管種比率は、旧 JBA パハン (39.3 %) と旧 JBA タメロー (39.0 %) でほぼ同率
- HDPE 管種比率は、旧 JBA パハン (26.1 %) より旧 JBA タメロー (45.8 %) が高い

表Ⅱ-2.6 JBA タメローのGIS配水管データベース集計 (管長単位: m)

配水管分類		1978 22,700 m <sup>3</sup> /day	1982 80,800 m <sup>3</sup> /day	1991 8,200 m <sup>3</sup> /day	1991 9,100 m <sup>3</sup> /day	2011 22,700 m <sup>3</sup> /day	系統 未分類	全管網
管種	管径	ジェンデラック ウラタ	ルブック カワ	ジェンデラック カンボン	メンパティ	セベラッグ タメロー		
1. AC	75A	-	-	-	982	-	-	982
	100A	209	105,934	15,810	18,984	-	-	140,937
	150A	-	85,064	1,764	16,887	-	-	103,716
	200A	12,245	40,854	5,084	-	-	-	58,183
	250A	166	17,605	16	14,115	-	-	31,902
	300A	-	18,726	6,708	-	-	-	25,434
	350A	-	6,142	-	-	-	-	6,142
	400A	123	10,610	-	-	-	-	10,733
	450A	-	6,574	-	-	-	-	6,574
	小計	<b>12,743</b>	<b>291,510</b>	<b>29,381</b>	<b>50,968</b>	-	-	<b>384,602</b>
2. MS	50A	-	163	-	-	-	-	163
	100A	-	432	-	-	-	22	454
	150A	2,749	16,151	467	-	278	306	19,950
	200A	5,146	525	-	-	92	78	5,841
	250A	2,529	-	-	-	188	37	2,753
	300A	15,657	23,944	158	-	-	754	40,513
	350A	-	-	-	-	104	-	104
	375A	-	-	-	-	-	337	337
	400A	-	12,042	-	-	747	-	12,790
	450A	-	4,375	-	-	-	-	4,375
	500A	-	2,020	-	-	-	-	2,020
	600A	-	20,625	-	-	333	561	21,518
	700A	-	-	-	-	2,586	-	2,586
	800A	-	137	-	-	-	-	137
900A	-	308	-	-	-	-	308	
1000A	-	4,498	-	-	-	-	4,498	
1200A	-	5,705	-	-	-	-	5,705	
	小計	<b>26,081</b>	<b>90,926</b>	<b>625</b>	<b>0</b>	<b>4,328</b>	<b>2,096</b>	<b>124,056</b>
3. uPVC	150A	-	-	3,620	-	-	-	3,620
	200A	2,611	-	-	-	-	-	2,611
	小計	<b>2,611</b>	<b>0</b>	<b>3,620</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6,231</b>
4. DCIP	300A	-	-	11,548	-	-	-	11,548
	小計	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11,548</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11,548</b>
5. HDPE	25A	-	-	-	-	-	29	29
	50A	-	-	-	-	-	146	146
	100A	3,056	17,984	2,108	3,011	-	319	26,477
	150A	30,236	157,048	26,995	6,813	-	1,987	223,079
	175A	1,700	7,645	7,733	-	-	-	17,078
	200A	6,457	21,693	37,562	13,115	-	3,294	82,122
	250A	1,144	-	-	5,075	-	-	6,220
	275A	-	5,218	3,026	-	-	5,588	13,832
	300A	-	42,977	-	2,378	-	721	46,076
	350A	-	30,384	-	-	-	651	31,035
400A	-	6,373	-	-	-	-	6,373	
	小計	<b>42,593</b>	<b>289,322</b>	<b>77,423</b>	<b>30,393</b>	<b>0</b>	<b>12,733</b>	<b>452,464</b>
6. 不明管	100A	0	-	-	-	-	323	323
	150A	-	530	-	-	-	366	896
	200A	-	-	-	-	-	282	282
	300A	-	-	-	-	-	1,120	1,120
	400A	-	-	-	-	-	31	31
	450A	-	-	-	-	-	5,925	5,925
	小計	<b>0</b>	<b>530</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8,047</b>	<b>8,578</b>
合計		84,029	672,289	122,596	81,361	4,328	22,876	987,479

Source: Ex-JBA Temerloh

注：GISは2008年に導入されデータは更新を経ているが、上表データは2011年12月8日に入手した。

テレメータ（広周波数帯）による施設監視システムが、旧JBAタメローに2008年導入された。設置位置と監視項目は、配水池9ヶ所の貯水水位である。同システムは、2011年10月から機能（原因は旧JBA未調査）していない。

旧JBAタメローは、以下の3用途別に配水池を管理している。

- 配水池： 16ヶ所 地上式または高架式（自然流下給水用）
- 調整池： 06ヶ所 地上式または高架式（水需要の時間変動に対する緩衝用）
- 増圧場： 03ヶ所 地上着水井（低給水水圧区域用）

配水池は、2ヶ所の浄水場から接続されているものもある。旧JBAタメローは、全25ヶ所の配水施設を5つの浄水場系統に分類している。配水池の全容量は、39,719 m<sup>3</sup>で適正な給水水圧の保持を目的に配置されている。浄水量に対する全容量は、表II-2.7で示すように2011年12月時点で7時間相当と試算できる。

表II-2.7 配水施設の容量と機能（2011年12月）

浄水場系統	浄水量	貯水施設（配水池含む）		
	m <sup>3</sup> /day	箇所数	容量（m <sup>3</sup> ）	配水相当量 時間/日
ジェンデラック・ウタラ	9,100	3	2,241	5
ルブック・カワ	100,000	12	27,407	6
ジェンデラック・カンボン	8,200	4	3,960	11
メンパティ	9,100	2	3,311	8
セベラッグ・タメロー	9,100	4	2,800	7
全施設	135,500	25	39,719	7

Source: Ex-JBA Temerloh

注：配水量が不足する給水区域は、複雑な配水管網と多数の小規模給水区域のため判定できない。

給水装置を設置した際のオフセット図は、PAIPタメローで未管理である。給水装置の設置基準（申請者家屋までの配水管からの最長距離および高度差等）も未管理状態である。

配水管からの給水管の分岐用具は、多種の管種と管径があるが、主にサドル付き分水栓タイプが使用されている。分岐部からの給水管は、高密度ポリエチレン管と硬質塩化ビニル管が主流で、近年ではステンレス鋼管（SUS-304）も利用されている。給水管の埋設深度は、オフセット図面がないため不明であるが、漏水修理現場を視察した限り概して設置基準深度より浅いと思われ、破損し易い状況と考えられる。

戸建ての住宅では、道路下の部分から立ち上がり、露出配管で止水栓を伴いメータが設置されている。一方、商店街の共同店舗等の配管は、ステンレス鋼管で立ち上がり、メータが縦に数個設置されている連合栓方式を取り入れた支分栓となっている。小口径メータは、主にローターリー・ピストン型の容積式（俗称：ケント式）と接線流の羽根車式メー

タ（日本の水道と同様）も見られた。

水道メータの交換基準は、7年以内と定めているが、法的な接続契約の義務が設定されていなく未交換のメータが多い。給水装置の所有権や管理権の規制に加え、設置基準に関する基準（深度や水平性）も未整備であるため、計量誤差が大きな課題である。

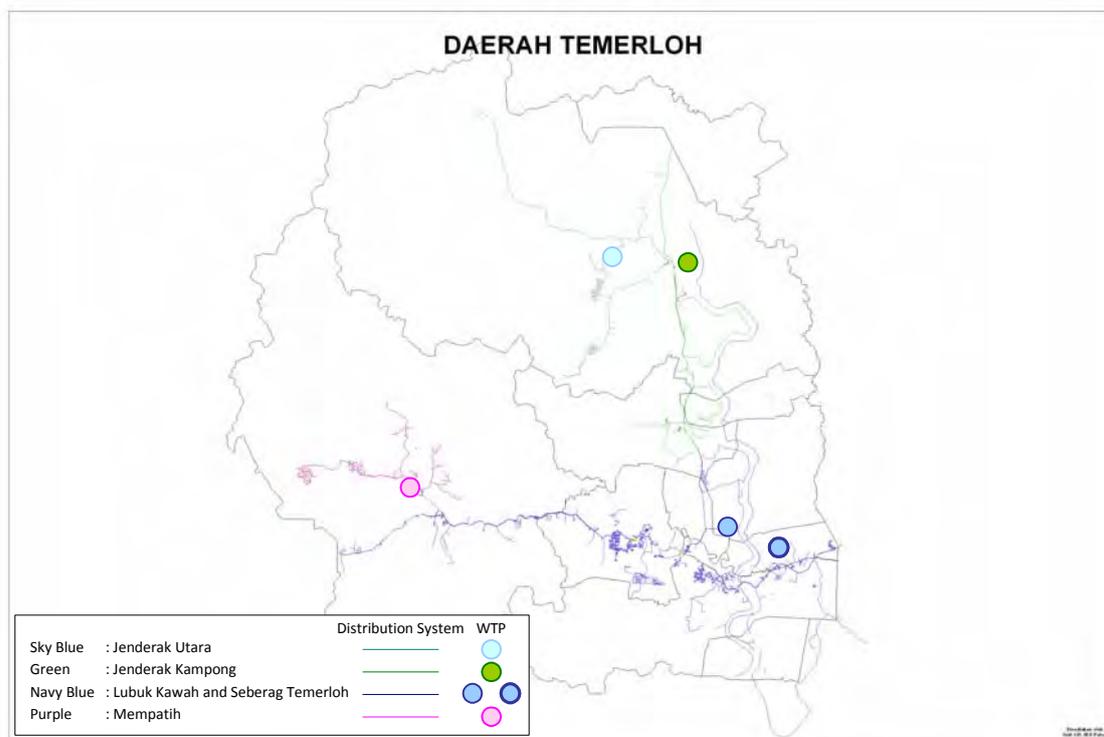
#### (4) 給水区域と給水装置

他の民間給水事業者は、タメロー郡内および旧 JBA 給水区域内に存在しない。唯一の公共水道事業者である旧 JBA タメローによれば、2010 年 12 月の契約件数は約 45,000 であった。この契約数は、住宅用に加え、その他用途（商業用、工業用等）も含まれる。

調査団は、タメロー郡における給水普及率について、2010 年における国勢調査の世帯数と旧 JBA タメローの住宅用契約数から、単純化して 85.7% と試算した。

給水区域が統合された 1991 年より、パッチワーク的な給水区域の拡張により複雑かつ系統が混合した配水管網となっている。給水区域は、都市部、村落部およびバルク（工業団地や住宅開発）に分類されている。

これら小規模に区分けされた給水区域は、国道 2 号線および国道 10 号線に沿って分布している。以下に示す浄水場／配水管網系統を **図 II-2.13** に示した。



Source: Ex-JBA Temerloh

**図 II-2.13 JBA タメロー浄水場系統別の配水管網** (2011 年 12 月)

浄水場毎の配水系統に付帯する、小規模な給水区域数を表 II-2.8 に示す。

表 II-2.8 浄水場に付帯する配水系統別の小規模給水区域数 (2011 年 12 月)

建設年	取水河川	浄水場			小規模給水区域		
		名 前	設 計 (m <sup>3</sup> /日)	実 績 (m <sup>3</sup> /日)	都市部	村落部	バルク
1978	クライ	ジェンデラック・ウタラ	9,100	9,100	3	5	2
1982	パハン	ルブック・カワ	81,800	100,000	36	51	21
1991	パハン	ジェンデラック・カンボン	8,200	8,200	4	21	5
1991	セメントン	メンパティ	9,100	9,100	2	10	3
2011	パハン	セベラッグ・タメロー	22,700	9,100	16	19	3
合計			130,900	135,500	61	106	34

Source: Ex-JBA Temerloh

注：浄水場の設計能力には、未運転の浄水施設を除外している。セベラッグ・タメロー浄水場は、試運転中であるため実績が少ない。

旧 JBA タメローは、E-Water の導入と同時期に、給水区域内に請求管区を設けた。旧 JBA タメローの請求管区数は、表 II-2.9 および図 II-2.14 で示す 20 になる。検針業務は、請求管区を全 17 検針員協働により月間 20 日間で一巡する。

表 II-2.9 配水系統別の請求管区

浄水場に付帯する配水系統	請求管区
ルブック・カワ+セバラグ・タメロー	16： 管区 01 番～15 番／管区 17 番
メンパティ	1： 管区 16 番
ジェンデラック・カンボン	2： 管区 18 番／19 番
ジェンデラック・ウタラ	1： 管区 20 番

Source: Ex-JBA Temerloh

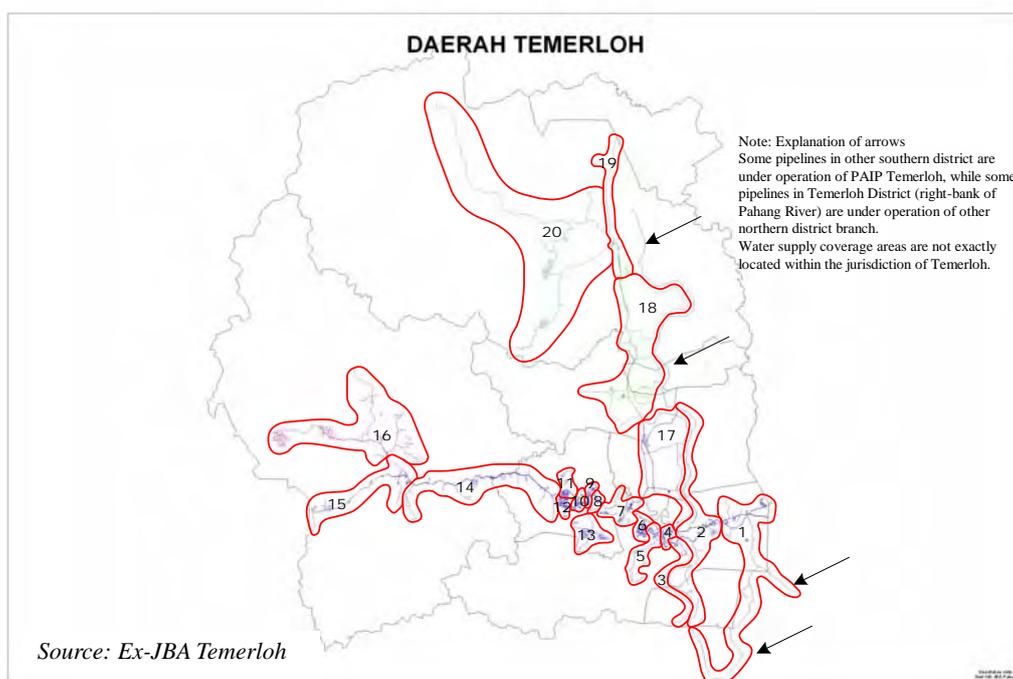


図 II-2.14 タメロー郡の請求管区位置 (2011 年 12 月)

旧 JBA タメローの水道料金について、2009 年と 2010 年の各 12 月時点における請求と徴収の件数を請求管区別で表 II-2.10 に示す。因みに、住宅用と非住宅用を含めた 2010 年 12 月の全契約数は 44,748 件、その内請求数は 44,742 件、そして徴収数は 42,197 件である。

表 II-2.10 タメロー請求管区別の請求と徴収の件数

請求管区	2009 年 12 月						2010 年 12 月					
	住宅用件数			非住宅用件数			住宅用件数			非住宅用件数		
	請求	徴収	率	請求	徴収	率	請求	徴収	率	請求	徴収	率
1	2,571	2,416	94 %	171	162	95 %	2,822	2,642	94 %	189	175	93 %
2	2,149	2,042	95 %	219	208	95 %	2,452	2,304	94 %	232	218	94 %
3	1,629	1,548	95 %	427	401	94 %	1,655	1,555	94 %	438	407	93 %
4	1,285	1,208	94 %	859	798	93 %	1,285	1,277	99 %	949	892	94 %
5	2,624	2,441	93 %	458	435	95 %	2,765	2,571	93 %	482	457	95 %
6	3,681	3,423	93 %	144	136	94 %	3,716	3,455	93 %	145	137	94 %
7	1,724	1,620	94 %	301	285	95 %	1,709	1,606	94 %	362	340	94 %
8	2,762	2,596	94 %	186	174	94 %	2,827	2,685	95 %	188	178	95 %
9	1,465	1,391	95 %	937	890	95 %	1,467	1,393	95 %	936	889	95 %
10	2,323	2,206	95 %	90	85	94 %	2,317	2,201	95 %	89	84	94 %
11	1,950	1,791	92 %	252	236	94 %	1,960	1,842	94 %	249	234	94 %
12	2,938	2,732	93 %	70	67	96 %	2,932	2,765	94 %	84	78	93 %
13	993	943	95 %	444	412	93 %	993	943	95 %	490	455	93 %
14	1,634	1,535	94 %	200	188	94 %	1,634	1,535	94 %	202	191	95 %
15	1,390	1,306	94 %	184	172	93 %	1,459	1,386	95 %	190	178	94 %
16	1,019	968	95 %	60	57	95 %	1,013	962	95 %	70	66	94 %
17	1,644	1,562	95 %	155	145	94 %	1,675	1,574	94 %	157	147	94 %
18	1,526	1,434	94 %	160	152	95 %	1,585	1,505	95 %	168	159	95 %
19	1,049	996	95 %	204	193	95 %	1,068	1,014	95 %	210	199	95 %
20	1,465	1,391	95 %	88	84	95 %	1,483	1,408	95 %	95	90	95 %
計	37,821	35,549	94 %	5,609	5,280	94 %	38,817	36,623	94 %	5,925	5,574	94 %

Source: PAIP Temerloh

料金徴収率は、2010 年の徴収額から 89 % (表 II-1.9 照)、2010 年の徴収件数から 94 % (表 II-2.10 参照) で、水道料金未納の多量消費顧客が存在する可能性を示唆している。

旧 JBA パハンによるメータ設置後の使用年数統計は、経過 7 年までの基準を適用して「7 年未満」と「7 年以上」で分類している。それぞれの比率は、「7 年未満 : 46.6 %」と「7 年以上 : 53.4 %」である。従って通常検針では、過少計量値を示している可能性も考えられる。

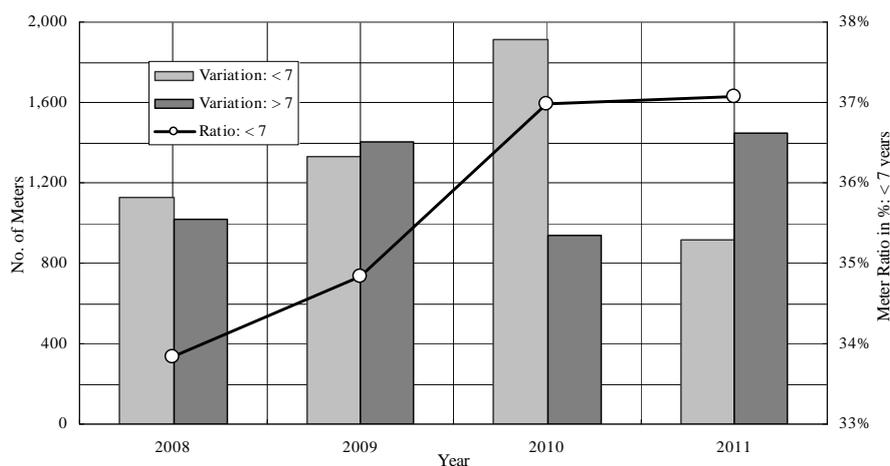
旧 JBA タメローにおける水道メータについて、設置後の経年数で分類したメータ数量を表 II-2.11 に示す。水道メータは、7 年未満および 7 年以上の数量が共に増加しており、7 年未満の比率が僅かに改善している。

表 II-2.11 で示した水道メータの副次的情報を図 II-2.15 で図化する。古い水道メータ (経過 7 年以上) を計画的かつ早急に交換することが必要である。

表 II-2.11 旧 JBA タメローの水道メータ経年数

分類	項目	2007	2008	2009	2010	2011
基本情報：	7年未満	11,486	12,614	13,943	15,855	16,769
	(1) メータ統計数	7年以上	23,650	24,667	26,072	27,010
(2) メータ比率：7年未満（12月時点）	全メータ数量	35,136	37,281	40,015	42,865	45,224
	7年未満メータ比率	33%	34%	35%	37%	37%
副次的情報：	7年未満	-	1,128	1,329	1,912	914
	(1) メータ統計数の経年変化	7年以上	-	1,017	1,405	938
前年と当該年の差	全メータ数量	-	2,145	2,734	2,850	2,359

Source: PAIP Pahang



Source: PAIP Temerloh

図 II-2.15 水道メータの経年変化と比率

旧 JBA タメローにおける、E-Water システムの検針データ（2010 年および 2011 年：1 月～9 月）を表 II-2.12 にまとめる。

表 II-2.12 旧 JBA タメローの E-Water データ

検針分類	算出式 (記号)	単位	年度			
			2010		2011 (1月～9月)	
			数量 (件) と比率 (%)			
検針総水量	-	m <sup>3</sup>	10,972,483	100.0	11,143,446	100.0
水道料金収入	-	RM	10,727,259		10,823,633	
契約総件数	I+II	件 %	44,233	100.0	45,173	100.0
未検針件数	I	件 %	669	1.5	0	0.0
検針件数 (以下に細分)	II=N+E+A	件 %	43,564	98.5	45,173	100.0
通常検針件数 (Normal)	N	件 %	40,349	92.6	35,493	78.6
推測検針件数 (Estimated)	E	件 %	473	1.1	982	2.2
平均検針件数 (Average)	A	件 %	2,073	4.8	8,698	19.2

Source: Ex-JBA Temerloh

2011 年 12 月時点で、約 8,500 の水道メータ（全体の約 20 %）が正常に機能していない。メータ検針ができない場合は、推測検針（E 分類）若しくは平均検針（A 分類）による請求となる。平均検針は、直近 3 ヶ月間の通常検針（N 分類）記録から計算される。

通常検針件数が 2011 年に激減し、その分推測検針と平均検針の数量が 2010 年より大幅に増加している。

旧 JBA パハンにおける検針規約項目および目標値と、2011 年 11 月までの旧 JBA パハンおよび旧 JBA タメローの実績値を表 II-2.13 に示す。旧 JBA タメローでは、検針比率を除く全項目（N 分類、E 分類、A 分類）の目標値が未達成である。

表 II-2.13 検針規約の項目・目標値と達成値

規約項目	目標値	旧 JBA パハン	旧 JBA タメロー
検針比率	99% ± 1 %	99.66 %	100.0 %
N 分類	95% ± 5 %	85.16 %	78.6 %
E 分類	< 2 %	4.51 %	2.2 %
A 分類	< 4 %	10.36 %	19.2 %

Source: Ex-JBA Pahang/Temerloh

旧 JBA タメローにおける通常検針の低比率（E 分類と A 分類の増加）は、E-Water システムによる統計処理と分析結果から、その 90 % 以上の共通理由がメータ故障である。その他の理由としては、メータ設置場所までの通路妨害等で、住宅内への門扉施錠若しくは障害物（5 %）、メータ指示計の汚れ（2 %）となっている。雨期等の気象条件によっても検針作業は妨害される。2011 年においては、1 月～3 月の期間で 5 %～6 % の水道メータが未検針として記録されている。

## 2.4 水質管理の現況

### (1) 飲用水水質基準

現在、以下に示す「マ」国の国家飲用水水質基準（以降は「NSDWQ」と称す）が、4 分類された 47 項目の水質許容限度を定めると共に、「品質保証プログラム 2011: (以降は「QAP」と称す)」において 5 項目の発生頻度限界を規定している。

#### <NSDWQ>

- 第 I 分類： T-Coli, E-Coli, Turbidity, Color, pH and Residual-Cl
- 第 II 分類： TDS, CCE, Cl, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, Fe, F, TH, Al, Mn and MBAS
- 第 III 分類： Hg, Cd, As, CN, Pb, Cr, Cu, Na, Mg, Zn, SO<sub>4</sub>, Se, Ag, Mineral Oil, CHCl<sub>3</sub> and Phenol
- 第 IV 分類： Aldrin, DDT, H&HE, Methoxychlor, Lindane, Chlordane, Hexa-chlori-benzena, 2,4-D, Biocides: Total, Alpha Radiation and Beta Radiation

水質基準を超過しても送水の停止は行われず、毒物（魚類斃死等）や油の流出、異常な臭気等が検出（人間の五感に頼っている）された場合のみ停止される。

#### <QAP>

- E-coli + Residual-Cl (< 0.2 %), E-coli (< 0.4 %), NTU (< 2.0 %), Residual-Cl (< 2.3 %) and Al (< 10.0 %)

## (2) 水質監視／管理体制

水質分析の計装機器は、新設したセベラッグ・タメロー浄水場を除き、未設置若しくは故障している。また、新設のセベラッグ・タメロー浄水場においても操作法が解らず使用されていない。運転管理の職員が、簡易式の検査機器で測定しているが、報告用のデータとしているだけで水質変動（主として濁度）に対応したリアルタイム対策は行っておらず、水質監視/管理体制は出来ていない。

## (3) 水質分析項目

全5ヶ所の浄水場内に水質分析室を設け、**表 II -2.14** に示す旧 JBA パハン基準に即した水質分析を実施している。

**表 II -2.14 浄水場での水質分析項目と分析頻度**

水質分析項目		頻 度	備 考
物 性	濁度、pH 値	2～6	試薬有効期限が超過。 分析資格者が不在。
化学物質	アルミニウム、鉄、フッ素、残留塩素	回／日	

Source: Ex-JBA Temerloh

注： 他の物性項目は、JBA クアantanの水質分析室で採水／分析。細菌類は、クアantan市の州政府保健部の水質分析室へ分析を外部委託。

重要な水質分析として物性項目の濁度があり、浄水場内の分析室で測定している。新設したセベラッグ・タメロー浄水場でも、5 連式のジャー・テスターが設置され（**図 II -2.16** 参照）ている。他浄水場でも、現場分析がされ、JBA パハンから凝集剤の標準配合率一覧表が各浄水場へ配布されているが、ジャー・テスターも凝集剤の標準配合率一覧表も実際には活用されていない。つまり、現場分析の結果記録は統計用で、浄水水質管理へ未反映である。JBA タメローには、資格を有する分析者が不在である。



**図 II -2.16 セベラッグ・タメロー浄水場内の水質分析室**（2011年8月から試験運転中）

他の物性項目と化学物質（濁度、色度、pH 値、残留塩素、大腸菌群、大腸菌の 6 項目）JBA クアantanの水質分析室で採水／分析を 0.5～3 回／月の頻度で実施している。

一方、蒸発残留物、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、鉄、マンガン、アルミニウム、フッ素、水銀、カドミウム、ヒ素、鉛、クロム、亜鉛、アルドリノ／ディルドリン、DDT、ヘプタクロル&ヘプタクロル・エポキシド、メトキシクロル、リンデン、クロルデン、エンドスルホンの 20 項目）は、州政府保健部の水質分析室（クアantan市）へ外部委託し、3～4 回／月の頻度で分析している。

重金属類の水銀、カドミウム、ヒ素は、2007 年の 3～4 回／年のみの検査であった。また、鉛、クロム、亜鉛は、2007～2010 年まで 3～4 回／年、農薬のアルドリノ／ディルドリン～エンドスルホンの 7 項目は、2007～2010 年まで 3～4 回／年であった。

#### (4) 水 質

##### <原 水>

- 原水の高濁度と低電気伝導率が浄水場で計測され、雨期（12 月）によるものと考えられる。また、このような水質ではアルカリ度が低いため、凝集剤を注入しても所定の凝集効果が得られない可能性がある。

##### <浄 水>

- 大腸菌群：全浄水場で 2007-10 年に検出（数回／年）
- 大腸菌：浄水場（ルブ・カワ+メンパティ）で 2007-08 年に検出（1～2 回／年）
- 大腸菌 QAP：適合基準を超過（0.7 %）
- 濁度：全浄水場で基準超過（1～10 数回／年）、濁度 QAP も基準超過（10 %）
- アルミニウム：全浄水場で 2008 年を除き基準超過（1～5 回／年）、QAP 基準超過（20 %）
- 残留塩素：全浄水場で QAP 基準を超過（7 %）
- 重金属類および農薬類：全浄水場で不検出

##### <蛇 口>

浄水から大腸菌群や大腸菌が検出され、水道由来の水系伝染病発生の可能性がある。大腸菌群や大腸菌検出の大きな要因としては、浄水処理における濁質の漏洩が原因と推定され、浄水処理の改善が必要である。他方農薬検査は、残留性の高い有機塩素系農薬に限定され、その他の農薬（有機リン系等）は未検査である。

水質基準の超過が頻繁に生じている要因として、浄水場の処理水において水質的問題（主に濁度）が発生しても送水を停止しないという、質よりも量が優先（マレーシア全体で）していることが原因と考えられる。また、水質基準の他に QAP による不適格の発生頻度基準があるため、基準超過が QAP 基準の範囲内であれば良いとの安心感が生まれ、厳密な浄水処理を回避している可能性が考えられる。これらを解決するには長期間を要するであろうが、水質改善への確たる目標を維持するとともに、QAP 基準を削除して水質基準に限定

するべきであるが、当面の対処策として QAP 基準の低数値化を目指すべきと考えられる。

## 2.5 無収水

旧 JBA パハンの無収水率は、2007 年度から現在まで 50 %を超えている。旧 JBA パハンは、以下に示す主な要因が高い無収水率の原因と分析している。

- 管路の多くを占める老朽化した石綿管（その大部分は 40 年以上経過していると言われる）からの多量な漏水
- 計量誤差（顧客メータ誤差と検針誤差）

前者については、予算不足から十分に管路更新ができない。一方で後者については、経年メータの取替目安が 7 年と決められているにも拘わらず、罰則が伴う取替規約が不明確であることや予算不足も手伝って、経年による過少計量メータの取替が進んでいない。

### (1) 定義と適用資料

無収水率の定義は、国際水道協会（以降は「IWA : International Water Association」と称す）により定められ、表 II-2.15 に示すように無収水量の配水量に対する比率で算出される。

表 II-2.15 IWA 定義による水収支

原水 取水 水量	浄水 配水 水量	認定 使用 水量	有収認定 使用水量	有収計量 使用水量	有 収 水 量	水道請求水量（未納含む） 分水量（他水道事業への分水）
				有収非計量 使用水量		他の会計から維持管理費 などで収入になる水量
		損失 水量	無収認定 使用水量	無収計量 使用水量	無 収 水 量	調定水量 （消火栓、貧困世帯への給水など）
				無収非計量 使用水量		水道事業体内事業（管洗浄など） で使用した水量
		実 損失 水量	見掛け 損失水量	非認定 使用水量		その他料金収入が 全くない水量（盗水など）
				計量 誤差		計量器差 （メータ不感水量）
			送水管・配水管 からの漏水量	送水管・配水管 からの漏水量		送水管・配水管 からの漏水量
		配水池からの 漏水・越流水量		配水池からの 漏水・越流水量		
		需要家のメータまでの 給水装置からの漏水量		メータ上流給水管 からの漏水量		
		浄水処理損失水量、 蒸発水量等				

Source: IWA website

JBA パハンは、無収水率を算定する目的で以下の項目の計量を実施している。

- 配水量 各浄水場の浄水出口管で流量積算計を用い、2 回／日の読取值記録と月間統計を実施
- 使用量 各請求管区で、計量値を E-Water システムへ送信

基本的に、「マ」国のメータに関する法的制度が不十分である。メータの検定制度および

有効期限等が強制的でないことから、メータ精度を担保することができない。

旧 JBA パハンでは、新設の給水装置（メータ含む）が給水申し込み者負担で、以下に列記する現制度により、メータの計量精度が当初から JBA 権限外となってしまう。従って、検針でメータ故障が発見された場合でも、直ぐに交換できない状況に陥る。

- 給水装置（サドル式分水栓からメータまで）設置に関して、契約者の裁量により資器材の種類が選定され、かつ設置工事が実施されている
- 給水装置は、契約者の所有設備と認識されており、契約者からの申請／承認がない限り有効期限切れメータを旧 JBA により交換することができない
- メータ計量精度を是正する必要があると旧 JBA が判断した場合は、メータ交換費用が旧 JBA 負担となる（顧客からのメータ交換要求は、過大計量に限定される）

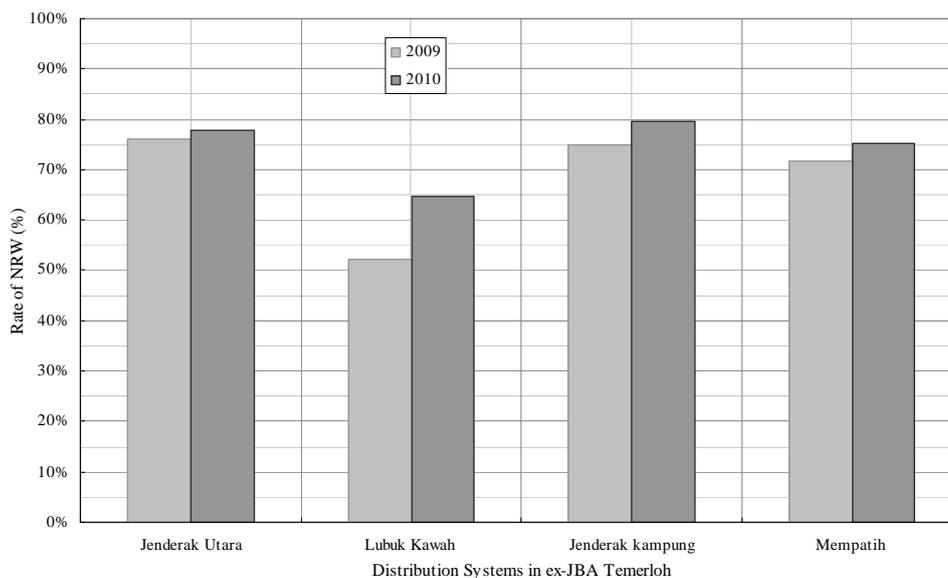
旧 JBA パハンは、検針業務の現況を反映する目的で、以下に示す 3 項目の仮対策（指針）を講じている。2011 年には、A 分類および E 分類として認定された計量不能の割合が約 20 % も占め、これらは「計量誤差」となる。

- A 分類 検針不能：直近 3 ヶ月間の平均計量値
- E 分類 計量不能：基準（用途や世帯人数等）による推定計量値
- N 分類 検針可能：計量値

加えて、検針の際に作動が確認される限り正常（N 分類）と判定され、使用者からの申し出がない限り老朽化したメータを交換できない。実地調査においては、20 年以上使用し続けているメータも珍しくなかった。長期間交換されないメータの感度が低下し、実際の使用水量との差が生じる計量誤差も多いと思われる。旧 JBA パハンは、これら見掛け漏水の中に分類される計量誤差の問題を認識しているが、具体的な解決策を持っていない。

## (2) 無収水率と実施対策

旧 JBA タメローは、2011 年 7 月まで 4 浄水場を運転し、翌 8 月から新規セベラッグ・タメロー浄水場の 1 年間試運転を開始した。2009 年および 2010 年の配水系統別に、無収水率の比較を図 II-2.17 に示す。2010 年の無収水率は、全 4 配水系統で増加している。



Source: Ex-JBA Temerloh

図 II-2.17 旧 JBA タメロー配水系統別の無収水率

浄水場の配水系統に分類した月間無収水率を表 II-2.16 に示す。旧 JBA タメローの 2011 年無収水率 64.1 %は、旧 JBA パハンの 2007 年～2010 年の無収水率 52.8 %～59.9 %と比較して高止まりである。なお、セベラッグ・タメロー浄水場は試運転により 2011 年 8 月から配水を開始しているが、この表ではルブック・カワ配水系統に含めている。

表 II-2.16 旧 JBA タメローの配水系統で分類した月間無収水率 (2011 年 1 月～9 月)

2011 年	無収水率 (%) : 浄水場による配水系統					無収水率 (%) 全体
	ジェンデラック・ウタラ	ルブック・カワ	ジェンデラック・カンボン	メンパティ	セベラッグ・タメロー	
1 月	75.1	59.5	75.3	75.0	建設中	61.9
2 月	76.5	67.1	55.7	75.0		67.4
3 月	76.9	64.5	77.6	76.6		66.6
4 月	78.9	60.7	78.5	57.9		62.8
5 月	81.9	61.6	76.3	78.3		64.7
6 月	78.2	62.5	77.7	79.4		65.3
7 月	80.2	60.5	77.3	79.3		63.9
8 月	87.4	61.9	77.7	81.6		ルブック・カワ 配水系統へ合算
9 月	80.0	53.4	74.0	73.7	57.9	
平均	80.2	61.4	75.3	76.4	64.1	

Source: Ex-JBA Temerloh

各浄水場系統に分類した無収水率は、以下の不整合が散見される。

- 1) ジェンデラック・カンボン配水系統は、2011 年 2 月の月間無収水率 55.7 %を記録しているが、前後の月間値 74.0 %と 78.5 %と比較すると低い。  
内訳として、2 月の月間浄水量は 161,900 m<sup>3</sup>で、前後の月間浄水量は約 240,000 m<sup>3</sup>と 260,000 m<sup>3</sup>である。一方、2 月の月間計量は 71,700 m<sup>3</sup>で、同様に前後の月間計量はそ

それぞれ約 60,000 m<sup>3</sup>である。

これらの不整合に関連する考えられる理由は；

- 浄水量の流量計誤差若しくは一時的な故障、
- 多量の使用水量（2010 年も同様の傾向が見られる）
- 使用量の検針・計量誤差（過少計量か E-Water システム不具合）

- 2) メンパティ配水系統は、2011 年 4 月の月間無収水率 57.9 % を記録しているが、その他の月間値 73.7 % ~ 81.6 % と比較すると低い。

内訳として、4 月の月間浄水量は 109,090 m<sup>3</sup> で、その他の月間浄水量は約 180,000 m<sup>3</sup> ~ 260,000 m<sup>3</sup> である。一方、4 月の月間計量は 46,000 m<sup>3</sup> で、1 月~3 月および 5 月~8 月の月間計量は 41,000 m<sup>3</sup> ~ 50,000 m<sup>3</sup> となっている。

また、計量値の急激な増加が見られ、2011 年 9 月の月間計量約 68,000 m<sup>3</sup> であり、同月の計量値は、第 2 番目の最高計量値と比較しても約 36 % の増加率である。

上述した資料のばらつきは、ジェンデラック・カンポン配水系統でも散見される。

- 3) メンパティ配水系統の月間浄水量は、2011 年 8 月と同年 9 月で同値を示している。

配水管長 1 km 当たりの無収水日量（表 II-2.17 参照）は、(1) 無収水率 2011 年 1 月~9 月、(2) 配水管長 1 km 1 日当たり 2011 年 12 月：GIS および (3) 配水管長 1 km 1 日当たり 2011 年：JBA タメロー報告書から算出した。旧 JBA タメローの両 PI 値は、旧 JBA パハン 2010 年の PI 値（50 m<sup>3</sup>/day/km）より明らかに高いことが判る。

表 II-2.17 配水管長 1 km 当たりの無収水量

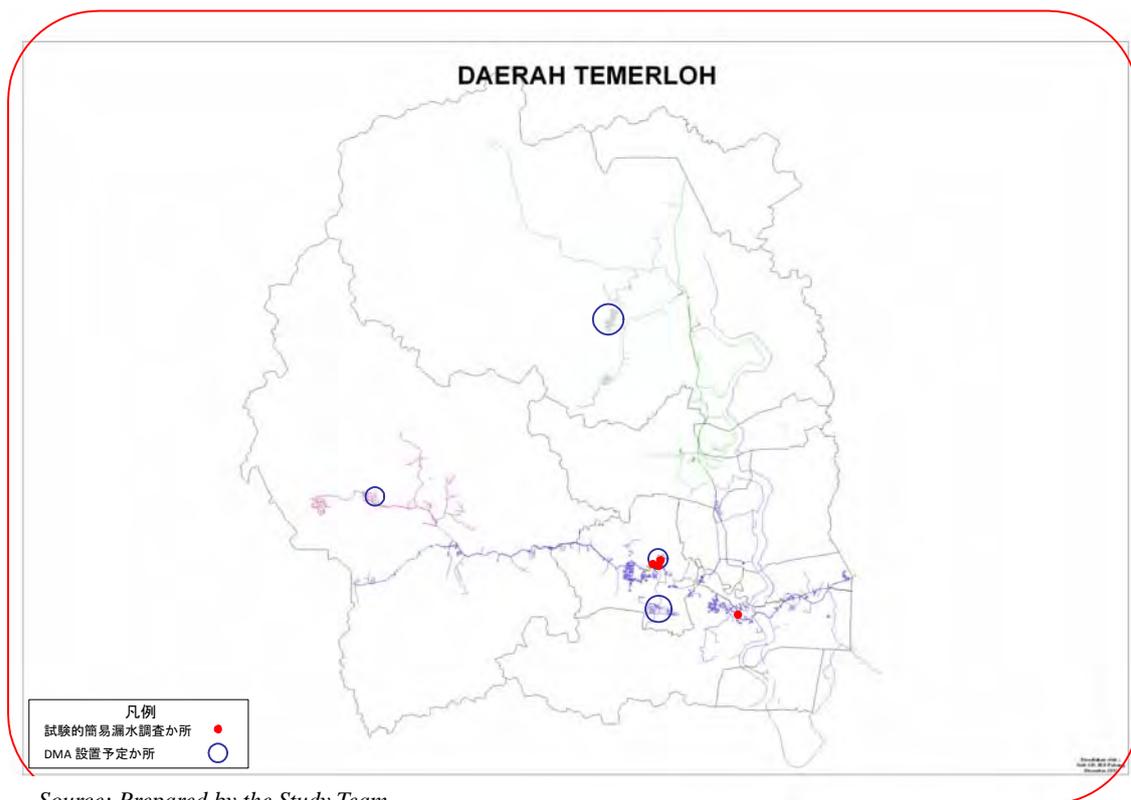
旧 JBA	2010 年：GIS	2011：報告書	2011 年：GIS
パハン州	50.0 m <sup>3</sup> /日/km	未算定	未算定
タメロー郡	81.1 m <sup>3</sup> /日/km	78.7 m <sup>3</sup> /日/km	83.2 m <sup>3</sup> /日/km

Source: Prepared by the Study Team based on the data from ex-JBA Pahang/Temerloh

### (3) 調査団による漏水探知

調査団は、顧客メータに音聴棒と時間積分式漏水探知器を接触させて、試験的な簡易漏水調査を実施した。第 1 回現地調査ではタメロー市（住宅街）とメンタカブ市（商店街）で各 1 カ所ずつ、第 2 回現地調査ではメンタカブ市（住宅街、商店街）で 2 カ所実施した（図 II-2.18、図 II-2.19 参照）。

調査地の選択基準は、人口密度とメータ接続密度が共に比較的高いと考えられた小規模給水区域である。合計 4 ケ所のサイト（配水管延長約 4 km）におい 3 人で約 2.5 時間を要し、実施した調査件数は約 300 ケ所（メータ設置個所）であった。表 II-2.18 に調査結果を示す。



Source: Prepared by the Study Team

図 II-2.18 旧 JBA と調査団による漏水調査サイトの位置

表 II-2.18 調査団による漏水探知

探知方法	探知件数	漏水場所	実漏水サイト数
漏水音	136 件	地下	10 件 (経験値による推定数)
地上漏水	4 件	地上	4 件
盗水	2 件	不法接続	2 件 メータ上流側からの分岐配管

Source: Prepared by the Study Team

本調査は試験的な簡易漏水調査であるが、合計で 14 件の漏水と 2 件の盗水を発見したことになる（漏水個所を探知したわけではない）。この結果は、狭い調査範囲を考慮すると、通常の漏水調査による割合と比較して極めて多い。計画的に漏水調査作業を実施すれば、調査費用／時間に対する探知効果は、非常に大きい成果を得る可能性がうかがえた。

（注）今回の調査では、特に商店街において使用水と思われる疑似漏水音を多数検知したが、大部分のメータ（殆どがケント型）は計量していなかった（メータの数値が動いていなかった）。このことから、メータ不良による計量誤差がかなりあることが伺えた。



Source: TSS

図 II-2.19 TS 漏水チェッカー：時間積分式漏水探知器

#### (4) 無収水の削減計画／実績

近年になって旧 JBA タメローは、高い無収水率を下げる目的で、AC 管の更新を僅かではあるが推進してきた。これまでの事業実績と 2012 年以降の計画概要を表 II-2.19 に示す。旧 JBA タメローの事務所長によれば、提案している将来計画「RMK 10」は、過去の予算不足により実施できなかった内容を再度旧 JBA パハン本部へ要請した旨である。

表 II-2.19 タメロー無収水削減事業（配水管更新）の実績と計画

事業名	期 間	更新管長	全管長に対する更新管長の比率
RMK 09	2006-2010	21.4 km	0.45 %/年
RMK 10	2011-2015	25.4 km	0.55 %/年

Source: Ex-JBA Temerloh

配水管維持管理の活動として、維持管理報告書（旧 JBA パハン本部）に記載された年度毎の配水管修理件数を表 II-2.20 にまとめる。

表 II-2.20 タメロー無収水削減事業（配水管修理）の実績

修理箇所	2007	2008	2009	2010	2011 (Jan-Nov)
配水管	639	686	737	485	471
給水管	1,936	3,073	3,619	2,282	1,862
合 計	2,575	3,759	4,356	2,767	2,333

Source: Ex-JBA Temerloh

一方、故障メータの更新事業であるが 2011 年の計画数及び実績を表 II-2.21 に示す。旧 JBA タメローでの事業実績率は低く、事務所長の説明では「旧 JBA パハンの事業予算が不足したことに加え、旧 JBA タメローよりメータ故障率が更に高い旧 JBA の他の郡事務所を優先した結果」との説明であった。いわく、旧 JBA 郡への調達機材配分は、旧 JBA パハン本部が全権を握っている。

表 II-2.21 タメロー無収水削減事業（メータ交換）の計画値と実績値

対処地区	2011 年要請数	更新済みメータ数	実績／計画比率
パハン	30,000	12,600	42 %
タメロー	7,668	844	11 %

Source: PAIP Pahang/Temerloh

既存メータの検査は、使用者からの計量に対する苦情があった場合、使用者の許可を得た上で実施される。また、交換後のメータによる計量が増加した場合には、更なる使用者からの苦情が多く発生する場合は報告されている。

かつて旧 JBA タメローでは、試験的に DMA を 2 区画だけ設置（図 II-2.18 参照）して、夜間最小流量を実測したことがあった。しかし、その後の計画的漏水防止作業は、予算や人員不足から実施されないままである。

## 2.6 技術面での改善提案

### (1) 計画策定

水道施設における PAIP タメローが改善すべき点は次のとおりである；

- 水質 浄水水質を改善すること
- 無収水 老朽化した管路を更新するとともに計画的漏水防止作業を実施して極端に高い無収水率を低減化すること
- 給水水圧 水運用の最適化を図り配水圧を均てん化することにより、出水不良（水圧不足）を解消すること
- 有収水 老朽化した水道メータを 7 年と定められている取替基準に基づいて交換するとともに、7 年を超えない故障メータを積極的に発見し、取り換えることにより有収水量を増加すること
- 効率化 情報システムを整備して事業運営の効率化を図ること

### (2) 浄水場

浄水プロセスの内、濁質の完全除去に焦点を当てる。浄水水質検査では、大腸菌が検出されているが、濁質を除去することにより濁質内細菌の影響が無くなり、結果として大腸菌の検出もなくなる。濁質の漏洩を無くすことを目的とした必要改善項目は：

- 計器類 現在故障している計器類の点検・修理・補修または交換、定期的な試薬の調達
- 濁度の測定 原水、沈でん水、ろ過水部分に濁度計を設置し連続的に測定する
- 分析項目 原水中のアルカリ度が不足がちと思われ、現在浄水場で行っている水質試験項目にアルカリ度の測定を加える
- PH コントロール 苛性ソーダ又は消石灰の注入設備を整備する

上述した対策の実施後、運転手順や運転基準等を改善して、水質の変化へ対応したリアルタイムで処理状況が把握できるように改善することで、濁質等無機物質の十分な除去が

期待できる。浄水プロセスの運転に関しては、以下の内容を提案する。

- 分析頻度 水質分析の間隔をより短くする
- 適正注入 水質分析結果を反映した凝集剤と塩素の注入を行う
- ろ抗管理 適正なる過池洗浄間隔の保持、ろ過池洗浄時のスローダウン・スロースタートの実施
- 研修 現在の運転管理要員へ各浄水場の現状に即した浄水処理の教育訓練を実施

将来的に水質改善の目標としては、以下の近代的浄水プロセスを理解した上で、採用是非の検討を提案する。

- 自動化 水質データに基づくフィードフォワード、フィードバックによる自動注入
- 浄水処理法 オゾンと生物活性炭（BAC）による高度浄水処理

施設整備及び維持管理には、機械設備、電気設備、水質等の技術と知識を有する職員が必要であるため、人材育成の計画及びその着実な実施を提案する。

### (3) 配水管網

以下の視点項目は、PAIP タメロー水道施設を視察した結果として概念的に抽出したものである。

- 地の利を活かす
- 配水方式の転換
- 送水施設と配水施設の分離
- 特別給水区域の設定

#### <地の利を活かす>

タメロー郡の給水対象区域は、郡の西側方向から南東にある市の中心街に向かってなだらかな丘陵地帯である。この地の利を活かし、エネルギー消費量の抑制を勘案した配水システムを設定すると共に、送・配水システムを再構築することが重要である。例えば、減圧弁や圧力自動調整弁を効果的に配置し、給水水圧の適正管理を図る等の方策を積極的に取り入れるべきである。

#### <配水方式の転換>

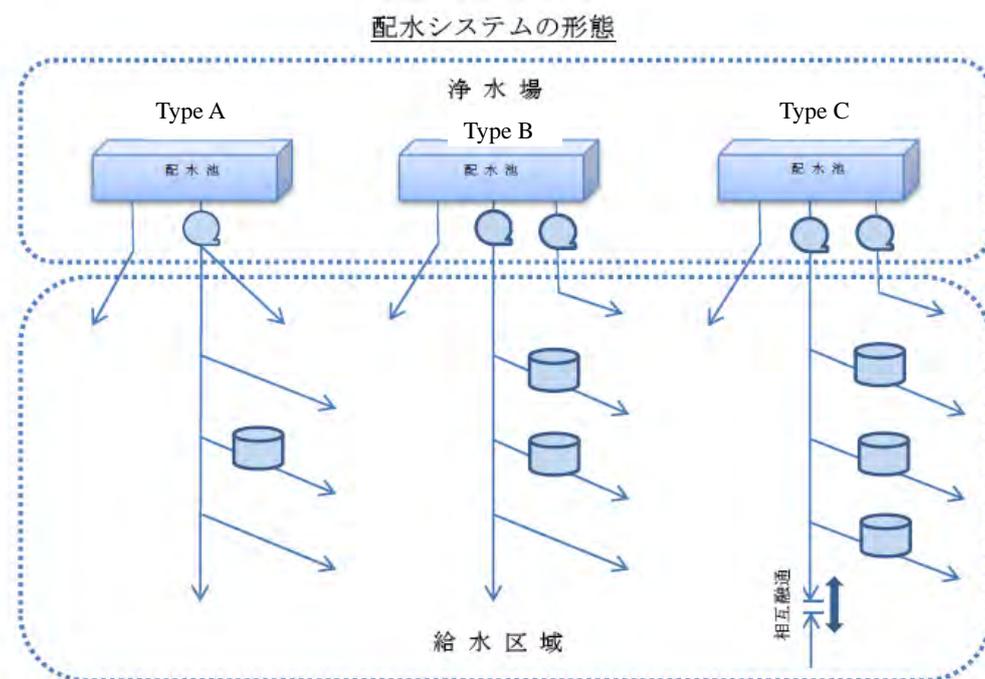
配水は、主に浄水場から街中に設けた高架水槽を経て行われている。この方式は、人口の少ない村落地区への給水方式としてエネルギー効率的に有効と思われる。市街地などの人口密集地域では、給水の安定性が地区により著しく不均衡になることが懸念される。即ち、自然流下方式では、給水圧力や水量の適正管理が難しく、朝夕のピーク時における需要量変化に対応できない事態が生じる恐れがある。

配水圧力の均てん化を図り給水サービスを向上させるためには、人口密集地区において配水池と配水ポンプを将来的に設け、水需要量の時間変動に応じたポンプ運転へ転換することが必要になると思われる。

### ＜送水施設と配水施設の分離＞

送水施設は、浄水場から計画給水区域へ安定的かつ均等に浄水を配分する施設であり、一方で配水施設は、給水区域で安定的に給水を行う施設である。使用目的の異なる送水施設と配水施設が混在している場合、平常時はもとより事故時にも迅速な対応が実施できない。水運用を円滑に実施するには、送水施設と配水施設を明確に分離することが重要である。

図 II-2.20 に「配水システムの形態」を示した。JBA タメローでは、Type-A 及び-TypeB が主流となっているが、新設・増改築時には、可能な限り-TypeC に近づけるよう留意が必要である。また、需要量が増加する人口密集地域では、ポンプ運転方式への転換を視野に入れるべきである。



Source: Prepared by the Study Team

図 II-2.20 配水システムの形態

一部の浄水場を除き、送水管と配水管が分けられてなく、単一の送・配水管路もある。施設の新設・増改築では、送水施設と配水施設を分離することが重要である。

現時点で、送水管と配水管が分離されている一部の浄水場では、送水管と配水管が幹線道路に沿いほぼ並行して布設されている。送水管は、浄水場と配水池（高架水槽）を結び、一方で配水管は、配水池（高架水槽）と給水区域を結ぶ専用の配管として各機能を果たしている。しかし、いくつかの給水地域は、送水管から直接給水を受けている。これらの地域では、水圧が高すぎたり反対に低すぎたりする状況が発生して安定給水が妨げられている。加えて、事故時等における水運用の変更の必要が生じた場合、給水区

域への影響を考慮しなければならず、弾力的な運用変更が行えなくなる。このため、送水管と配水管は、役割分担を明確にした上で分離することが重要である。

#### <特別給水区域の設定>

PAIP タメローでは、低配水圧の一部給水区域が存在する。当該区域は、一般的な配水区域とは切り離し、特別給水区域に指定して給水を行うことが得策である。一般的な配水区域と同一の場合は、常に低配水圧区域の改善を目標にして水道管など施設の新設や改造を行わなくてはならず、少なからず不経済である。低配水圧の解消には、往々にして長い時間が必要となることから、苦情処理などの日常業務にその間中追われ、本来業務が疎かになるなどの問題が発生している。健全な事業経営にとって低配水圧区域の早期改善は、必要不可欠であり、特別給水区域として設定することにより、集中的に解決策を見いだせることには大きな意義がある。

低配水圧の給水区域は、丘陵地帯などの高台や配水区域の末端地区に分布していると思われる。高台への配水については、増圧ポンプを設置して給水する方法が一般的であり、給水区域の規模にもよるが、管路に挿入する小型ポンプで対応可能な場合が少なくないため、費用面でも施工面でも比較的負担が少なくて済むことから有効な方法である。

図 II -2.21 に「水圧調整の例」を示した。自然流下方式はエネルギー効率的には効果的であるが、きめ細かな水圧調整にはポンプ設備の設置が必要不可欠である。

一方、配水区域の末端地区における低配水圧の原因については、配水管網の不備によるもの、配水池（配水ポンプ）など配水元の不備によるもの、その両方が複合したものなど様々なケースが考えられる。PAIP タメローにおいては、主に高架水槽などからの自然流下方式となっており、複合的な原因と推測されることから、短期的に原因を取り除くことは不可能と思われる。このため、配水方式（ポンプ運転）の変更や配水管の整備計画など抜本的解決策が実施されるまでは、高台と同じように小型の増圧ポンプで対応するのが得策である。

## 水圧調整の例

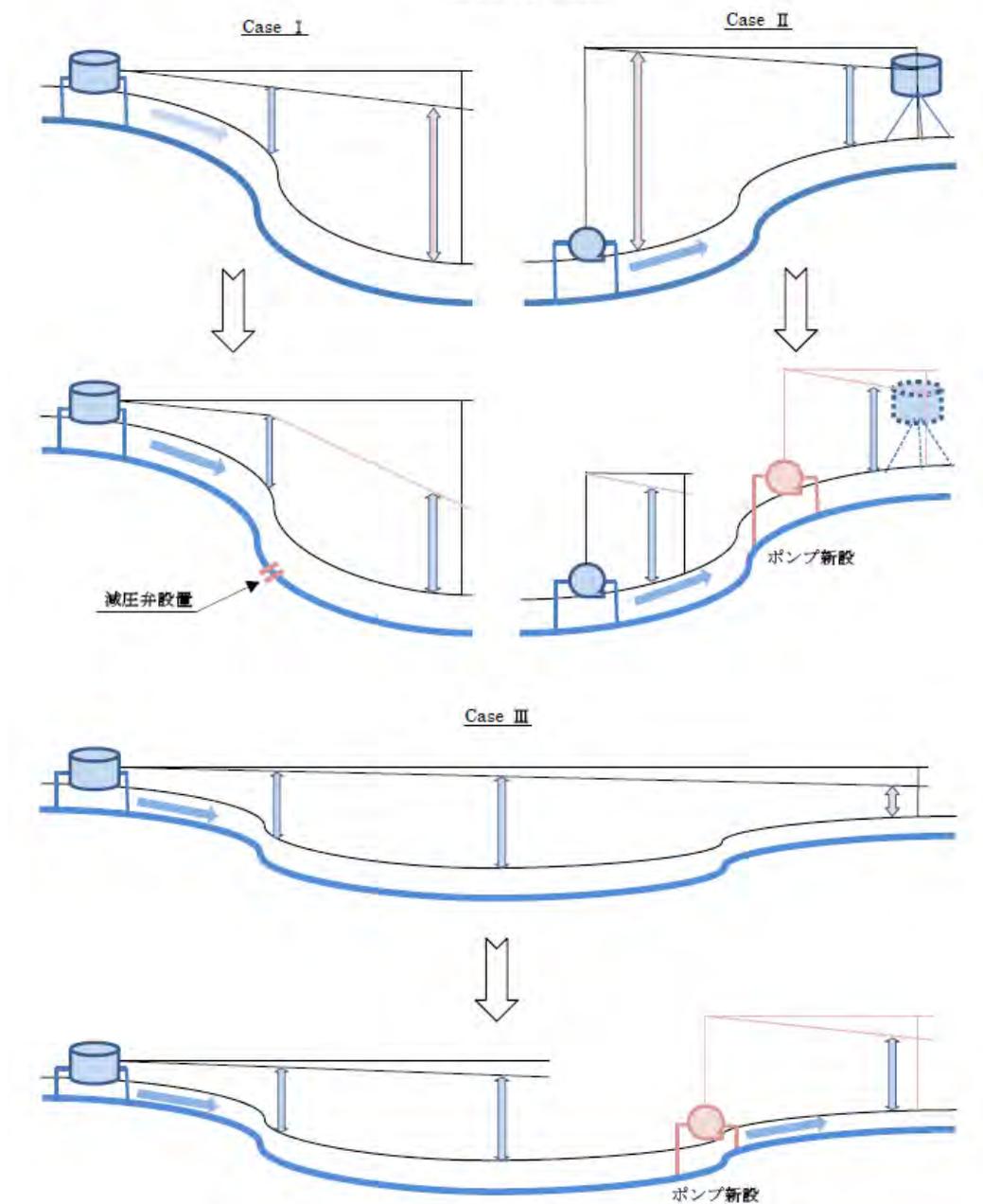


図 II-2.21 水圧調整の例

## (4) 給水装置

PAIP タメローの無収水を削減する観点から、給水装置の改善策を勘案する。以下に改善点を列記し、続いて改善内容を示す。

- 分岐部
- 道路下部の給水管種
- 水道メータ前後の配管等
- 水道メータ
- 長距離給水管の対策

- 受水槽式の給水設備
- 給水装置用器具・材料の指定

#### <分岐部>

現在、分岐部には「サドル付き分水栓タイプ」が使用されており、分岐方法が不断水穿孔でなく、配水管に直接ドリル等で穴を開け、その位置にサドル付き分水栓を取り付ける方法である。したがって、配水管からの分岐方法に改善点が考えられる。

結論的には日本国内で使用している「サドル付分水栓(副弁付き:JWWA 規格等)」の導入を薦めたい。

(理由)

- ①熟練することにより操作手順も容易であり、穿孔のミス等も少ない。
- ②不断水穿孔でないと施工不良により掘削山に流出が発生し、分岐工事に時間を要する他、掘削規模が増大する。
- ③維持管理上、副弁が存在することにより、分岐部から(メータ上流側)メータまでの間の漏水対応が狭小化できる。

#### <道路下部の給水管種>

給水管は、長期的な漏水の抑制を考えると、SUS 管の材質適用がベストである。一方、住民の生活状況や水道事業体の財務状況を考慮すれば、従来どおりの HDPE 管（ただし二層管）でも止むを得ないと考えられる。HDPE 管は、耐性（たわみ性／耐衝撃強さ）に富み、施工性（軽量／長尺／継手量／陸継ぎ）に優れている。しかし、地下埋設物が輻輳化しているところでは、他の管種に比べて柔らかく傷が付きやすいため、管の保管や加工および掘削に際しては取扱いに注意を要する。

既存の設置済み分岐部および給水管の改善は、配水管更新との同時交換が経済的である。

#### <水道メータ前後の配管等>

地中部からの立ち上がり管の継手数を最少化できる波状管 SUS 鋼管を採用し、伸縮可とう式のメカニカルタイプ継手付きの SUS 製止水栓(伸縮付き)にメータを接続し、メータ引き換えが容易に行えるようにすれば、継手漏水の削減や作業性の向上が図れる。

#### <水道メータ>

メータ誤差による無収水の削減を図るには、一定期間によるメータの取り替えが必須である。現在の交換基準である 7 年間で法的に義務付けるか、罰則規定のある基準として改定する必要がある。当面は、7 年を超えていない水道メータでも、故障しているもの（誤差の大きいものや検針できないものを含む）や、傾斜して設置してあるものを積極的に発見し、取り換え是正する必要がある。

この地域では、今後、羽根車式の水道メータに変えていく方向である。

羽根車式の水道メータは、設置傾斜が生じると全歯車の荷重がピボット（尖端）受けから横軸受けに変化し、軸受抵抗が増して正確な計量に支障がでる。メータの取り付けは、施工基準等で水平にすることを義務付ける必要がある。

#### メータの交換

メータの交換は基本的に次の考え方に基づいてモデルプロジェクトの中で実施するよう提案する。

- タメロー郡全域を対象とする。
- 2012年1月現在の状況を想定して、検討する。
- モデルプロジェクトは、5年間単位で、2期通算10年間とする。
- メータは、最初の5年間で、全て正常かつ7年未満にする。
- 交換作業は、業務の平準化を考慮して、毎月均等に実施する。
- 最初の5年間は、2011年度と同じペースで、新たに故障メータが発生するとする。

表 II-2.22 メータ個数 (2012年1月現在)

		パハン州	タメロー郡
A	総 数	364,000	45,000
B	故障メータ	39,360	9,240
C	正常メータ (A-B)	324,640	35760
D	7年超 (C÷2)	162,320	17,880
E	7年未満 (C÷2)	162,320	17,880
F	交換実績 (／月)	1,080	60
G	新規発生故障 (／月)	1,560	150

Source: PAIP Pahang/Temerloh

上記の考えに基づくと、5年間のメータ交換数は約 39,000 個程度となる。

#### <長距離給水管の対策>

長距離給水管を解消して漏水の減少や漏水修理の作業効率の向上を図るために、連合給水管の採用や給水管から分岐して民有地に入った箇所第一止水栓を設ける等の対策が必要である。

#### <受水槽式の給水設備>

主に、ホテルや中・高層集合住宅における給水方式では、配水管から分岐した給水管で受水槽に受水した後、これをポンプで高置水槽へ揚水し自然流下で給水するか、あるいは圧力タンクや給水ポンプを使用して建物内に直送している。

この方式で特に注意することは、受水槽からのオーバーフローである。この水量は水道メータで計量しているため、PAIP 負担ではないが、水の無駄使いを解消すべきであり、受水槽の点検の義務化やフロートバルブの規格品の使用義務化、標準施工方法の制定、施工技術者の資格化等を図ることが必要である。

#### <給水装置用器具・材料の指定>

現在は、多くの種類の給水装置を個人が勝手に採用しているため、今後、水質上（金属等からの溶出による浸出）や耐圧性等の問題が生じる恐れが多分にある。したがって、国による認定基準を定めて指定することによって、統一された材料を適切に使用する必要がある。法令的な規制により、建物内の給水装置のメンテナンスについても複雑さが解消される。

#### (5) 情報管理システム

JBA パハンでは、表 II-2.23 に示す 4 種類の情報管理システムが個別に導入・運用されている。

表 II-2.23 情報管理システム

	システム名	導入目的
GIS	Geographic Information System	施設管理、資産管理
水運用	Telemetric Monitoring System	施設運転、給水サービス
水道料金	E-Water	検針・計量・請求・徴収等
顧客苦情	E-Complaint	顧客サービス

Source: Prepared by the Study Team

#### <GIS>

PAIP タメローの浄水から送・配水および給水に関する現技術的データは、紙ベースでも大雑把なものしか存在せず、まして蓄積されたデータはほとんどない。その結果、人材不足もさることながら、施設の維持管理を合理的かつ迅速に行うことが困難となり、持続的な安定給水の確保が図れなくなる恐れがある。

PAIP タメローの配管情報としては、現 GIS から大雑把な配管図面（棒線で表示してあるのみ）は出力される。しかし、配管情報と道路情報とが一体となった配管図面は完成しておらず、どの道路上に管が埋設されているのかさえ分からない状況にある。水道施設の中でも資産として 7 割以上を占めているといわれる管路は、水道事業の生命線であり、その維持管理は最も重要である。その維持管理には、配管と道路とを併記した配管図面が必要不可欠であり、他の情報の入力より優先して、配管図面の作成を急ぐべきである。

情報の入力においては、地上で確認が可能な配水池や高架水槽、バルブや消火栓などについては比較的容易であるものの、(1) 配水管自体の土被り、(2) 口径、(3) 管種、(4) オフセット等の情報については完成図面がほとんど存在しておらず入力は不可能である。

このため、配水管の新設・取り替え、漏水修理、給水管取り出しなど各種工事等において現場で得られた情報をその都度入力していくことになる。

上述した作業と同時平行的に、PAIP タメローには 30 数年の長い運営経歴があり、現場情報に明るい生き字引的な人物／職員が必ず存在するはずである。この人達は、紙ベースでの情報保有とは限らず、追加情報の収集に困難を伴うが、現時点では彼らの暗黙知情報を積極的に形式知化することが、GIS 情報を最新化する最も効果的な方法である。

正確な GIS が完成するまでには、永い年月を必要とする。例えば配水管の情報については、経年管の取り替え工事が一巡するまでは正確なデータ入力はできない。それ故、それまでの間においては、前述した地道な努力を継続していくこととなる。成功の鍵は、いかにして職員はもとより請負業者に周知徹底を図り一丸となって取り組めるかである。例えば、請負業者に完成図の作成を義務づけるなどの、ルール化を率先して実施すべきである。

#### <水運用システム>

現在 PAIP タメローには、水圧計が 50 ヶ所以上に設置されているが、流量計はほとんど設置されていない。また、各配水タンクの水位値（最高と最低のみ）を伝送するテレメータ装置が、全 25 ヶ所の配水池中 9 ヶ所に設置されているが、2011 年 10 月から未機能（原因は不明）とのことである。

PAIP タメローの全体水運用の効率化を図ると共に、安定した給水を確保するためには、水運用システムを構築することが最も有効な手段であり、省エネルギー、圧力調整による漏水の削減にも効果が発揮できる。水運用システムは、コンピュータや通信装置等で構成される、いわゆる SCADA システムであり、24 時間通して水源から配水管まで、様々なデータを収集・加工し、常時、監視を行うことができる。

集積したデータを基に、水の使われ方に応じて、各施設の配水ポンプ運転などのきめ細かな指示・調整を行うことも可能である。しかし、このようなシステムは一朝一夕で構築できるものではなく、また、システムの構築維持費用も莫大になるため、PAIP タメロー水道においてこのような理想的な水運用システムを構築する必要性は当分の間ないと考える。

このことから、当面最低限必要なシステムとしては、データを受送信するための簡易テレメータ装置を設置して、配水系統毎の次項目の監視が考えられる。データの監視は、各浄水場と PAIP タメロー事務所で行うこととする。

- |                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| • 浄水場の流出流量計                         | 既設置+送信装置（無線 LAN）      |
| • 配水タンク平均 5 ヶ所の水位計と積算流出流量計（計 25 ヶ所） | 新規流量計+送信装置（電話用公衆無線）   |
| • 末端地区を重点に配水系統毎に 3 ヶ所（計 15 ヶ所）の水圧計  | 新規圧力計+送信装置（電話用公衆無線）   |
| • 浄水場の親局（計 5 ヶ所）                    | 新規設置（インターネットに繋がるパソコン） |
| • タメロー事務所の親局（1 ヶ所）                  | 新規設置（同上）              |

### 3 無収水削減計画

旧 JBA タメローでは、近年の 60%にも達する高い無収水率にも拘らず、財源と人材の制約から、僅かな無収水対策しか実施していない。本調査の課題を以下に示す。

- 現在の低い水道料金設定による事業財政を見直して財政の健全化を図る
- 効率よく無収水対策を実施する手法を模索する

#### 3.1 基本計画

無収水率が高い事業体における無収水対策の基本は、表 II-3.1 の無収水項目を削減することである。

表 II-3.1 無収水対策（総合的無収水量管理）の種類と必要対策期間

無収水対策の種類と対象			内 容	対策期間		
分類 1	分類 2			短中	長	
実 損 失 水 対 策	漏水	管路	マッピング	配管図作成	○	
			区画設定	DMA・漏水管理区画の設計、施工	○	
			夜間最小流量測定	漏水量の把握、漏水分布の把握	○	
			漏水探知	各種探知器の使用	○	
			漏水修理	最適修理工法	○	
			配管整備	配水の系統化、ブロック化、管路更新		○
		施設	漏水調査	配水池等の漏水調査	○	
			漏水修理	最適修理工法	○	
			施設整備	ポンプ所・配水池の適正配置・運用管理		○
見 掛 け 損 失 水 対 策	盗水	盗水発見		不法接続の探知	○	
		通知、説得		盗水者との交渉	○	
		盗水是正		不法接続の切離し、メータ設置	○	
		違約金、処罰		違約金の徴収、罰則の適用	○	
	メ ー タ	顧客 メータ	調査	不良メータ抽出	○	
			取替	取付場所・位置修正	○	
		基幹 メータ	調査	不良メータ抽出	○	
			取付・取替	必要箇所新設・不良メータ取替、取付場所・位置修正	○	
	検 針 誤 差	メータ取替		読取容易なメータの採用、取付場所改善	○	
		遠隔検針システム導入		導入の計画、実施		○
データ処理誤差		処理手順の見直し、プログラムミスの是正	○			
非 請 求 認 定 給 水 対 策	公共施設使用水量削減		無料公共施設使用水の見直し	○		
	事業用水量削減		排水作業の改善	○		

基礎的 対策	データ 管理	データ収集、記録	必要データの抽出、収集、記録	○	
		データ分析	管網解析、対策改善、NRW率予測	○	
		統合システム構築	GIS、顧客情報、SCADA、経営管理情報		○
	計画	管路整備計画	管路更新路線抽出、更新計画策定	○	
		水運用計画	適正水圧・水量管理		○
		体制整備	組織計画（組織、配置、人数、作業方法）、機材整備	○	
		適正無収水率設定	NRW対策費用対効果算出	○	
		法制度整備	盗水・故意の誤検針罰則強化、優良職員表彰制度、養成・資格認定制度	○	
	教育 研修	職員(請負業者)研修	技術的研修、モラル向上研修	○	
		住民啓発活動	広報、公聴、教育等による住民意識の向上	○	
	調査・研究開発	無収水削減に関する調査、技術開発			○

Source: Prepared by the Study Team

略語説明

DMA： District Metered Area（配水管理区画）

GIS： Geographic Information System（地図情報システム：マッピングシステム）

SCADA： Supervisory Control and Data Acquisition（遠方監視制御）

しかし、上記の対策を本事業の中で全て実施することは、費用、労力、期間の面で不可能である。そこで、本事業では主として次の項目に焦点を当てて実施することとする。

- **DMA 設置：** 拡大 DMA および通常規模のパイロット DMA を設置して水量管理を行うことにより漏水／盗水を効率よく探知・修理する、計量誤差（メータ誤差、検針誤差、データ処理誤差）を削減することにより、その結果を一般地域における無収水削減作業に反映させる。
- **老朽管更新：** 計画的かつ適正（施設設計規格に準じて）に老朽化した給・配水管を更新する。
- **メータ交換** 計画的かつ適正に故障、経年化したメータを交換して見かけ損失を削減する。

TSS が有する時間積分式漏水探知器は、DMA における夜間最小流量測定をせずに漏水多量地域を選別できるという優れた特徴を有しているため、これを最大限活用することとする。

### (1) 事業達成目標

本事業計画では、TSS が有する無収水削減に関する豊富な経験と知識を駆使して、現在 60% 強もある高い無収水率を当面は半減させることに主眼を置き、それを達成するにはどの程度の費用（コスト）が必要であるか、また、その結果、どの程度の効果（利益）が受けられるのかを中心に検討した。一般的に、水道料金が著しく低く抑えられ、その結果、老朽化した施設を多く抱えているマレーシアの水道事業環境下で費用対効果を算出するにあたっては、一定の条件を設定して費用を試算し、その場合の効果を算定して、その乖離が

どの程度のものであるかを明らかにした。

- 無収水率： 最善努力目標値 30 %

## (2) 事業対象年

計画実施の開始から 5 年間で一定目処とする。

## (3) 業務範囲

提案する業務範囲は、以下の内容とする。

- 各浄水場系統の給水区域で拡大 DMA を設置する： 5 サイト
- 試験的調査を目的としたパイロット DMA を設置する： 4 サイト
- 一般地域において無収水調査を実施する： 全域
- 水運用のための簡易テレメータシステムを導入する： 1 式（親 6 局＋子 45 局）
- 水道メータを交換する： 不良・経年メータを全量交換
- 老朽化した給・配水管を更新する： 管路の耐用年数に応じた更新
- 漏水等を修理する： 地上漏水、探知地下漏水全数
- 研修を実施する PAIP 職員を研修する

（注：メータ交換、管路更新、漏水修理については、実施段階において業務範囲から除外することも考えられるが、費用効果分析を行うために本提案では含めて検討している。）

## 3.2 基本設計

### (1) DMA の設置

浄水場毎の配水区域を拡大 DMA として 5 区画設置する予定である。その内、村落部に位置する 3 浄水場（ジェンデラック・ウタラ、ジェンデラック・カンポン、メンパティ）の区画は、現在の配水系統と同様に設定する。現在試運転中のセベラッグ・タメロー浄水場の区画については、ルブック・カワ浄水場の配水区域を縮小（系統変更）して設定する。すなわち、セベラッグ・タメロー浄水場の配水区域は、パハン川を横断する水管橋を境にし、パハン川の左岸区域が対象となる。

更に、市街地内に試験区画として、4 ヶ所程度の通常規模 DMA を設置して、ここで漏水の傾向を徹底的に調査し、それらのデータを分析することにより、他の地域における効率的な無収水対策の本格的な実施計画の策定へ活用することとする。候補となるサイトは、

- 人口密度： 高い（目視判定）
- 配水管経年： 比較的古い（選定基準は今後の調査により設定予定とする）
- 給水接続数： 約 3,000 件～5,000 件程度（給水人口で 10,000～15,000 程度）。

JBA タメローでは、自身によって過去に DMA を 2 区画設置し、試験的な漏水調査を実施した経験がある。このうちの 1 区画は優先的に通常規模 DMA に繰り入れる。また、調査団が試験的に漏水調査を実施したところ、通常の漏水調査に比べかなり高い割合で漏水が発見できた区域があり、この区域にも DMA を 1 区画設置する。さらに、工業団地及び JBA

タメローで最も歴史の古いジェンデラック・ウタラ浄水場の配水区域内にそれぞれ DMA を 1 区画ずつ設置する。

以上 4 ヶ所の DMA 設置場所は、下記のとおりである。

- ① Felda Bukit Damar area
- ② Kaw Perind Mentakab area
- ③ Mentakab Kampung area(Chinese New Village)
- ④ Jenderak Utara area

①は、過去に JBA タメロー自身によって設置した DMA である。②、③、④は、新たに選定し設置する DMA である。

実施初期段階においては、「マ」国内の市場や建設業者を調査した上で、施設設計および材質選定に係る規格化を行う予定である。

## (2) 給・配水管路の更新

現配水管路（総延長約 990 km）の特徴は；

- 管種（管長率）： HDPE 管（46 %）、AC 管（39 %）、MS 管（13 %）、その他（DI 管・uPVC 管・材質不明管 1 %）
- 最大管径： HDPE 管 400A、AC 管 450A、MS 管 1,200A、DI 管 300A、uPVC 管 200A、口径不明管 450A
- 管径範囲の管長比率： 50A～250A（75 %）、300A～1,200A（25 %）

経過年数は、管路敷設年の判明した資料等が乏しく、判断が非常に困難である。しかし、旧 JBA タメローにおける浄水場の建設の歴史から、ある程度の推定は可能である。浄水場は、1978 年に最初のもものが建設され、2011 年に建設された現在試験運転中の 1 ヶ所を除き、1991 年までに建設を終えている。このうち、1978 年 1982 年に建設された 2 つの浄水場は建設から 30 年以上を経過したことになる。また、この 2 つの浄水場で JBA タメローにおける浄水能力の 70% を占め、配水量としても同等以上の実績となっている。

配水管路は、需要の動向等に応じて新設・更新を継続して実施するのが通常であるが、聴き取り調査の結果から、JBA タメローでは、管路の更新が積極的に実施されてきたとは言いがたい。このため、管路の新設状況が判明しないため一概には云えないが、配水管路の経過年数は、浄水場の経過年数にほぼ近いものと推定される。即ち、建設から 20 年以上経過した管はもとより、30 年以上経過した管の敷設延長は、配水管総延長に対し相当高い割合で存在するもめと思われる。経過年数の古い路線を優先して更新することを考慮しなければならない。

更新管の管種選択については、材料価格の多寡、施工性や設置費および耐用年数等を勘案し総合的に判断すべきである。耐用年数および維持管理費を考慮すれば、DCIP 管を推奨する。財政的に困難な場合は、uPVC 管や HDPE 管でもやむを得ない。ただし、その場合、

老朽化した管を、年間少なくとも総延長の4%（約40 km）更新する必要がある。なぜならば、uPVC管やHDPE管の寿命が約25年であるからである。DCIP管であるならば、平均寿命が100年であることから、管の更新は毎年総延長の1%（10 km）でよいこととなる。

いずれにしても、現配水管路は、HDPE管とAC管で総延長の約85%を占めており、20年以上経過した経年管総延長及び管の寿命を考慮した場合、JBAタメローは、最低年間40 km以上の更新が必要である。

AC管は、耐久性から優先的に更新すべきである。加えて、漏水多発地域の更新は最優先とする。配水本管の漏水修理件数は、2007年から2010年の4年間の平均で635件である。参考として2011年11月中における管種・原因別の漏水件数を下記に示した。管種別ではAC管が80%と多く、原因別では破裂が70%以上を占めている。総延長に占める管種（管長率）は、HDPE管が46%、AC管が39%であるが、事故比率はAC管が圧倒的に多い。このことからAC管を最優先に更新しなければならないことは明白である。

装置産業である水道事業にとって、特に水道管の更新・維持管理は永遠に避けて通れない課題であり、常に将来計画を見据えた各種データを管路維持作業の中で記録するように指導することも必要不可欠である。

表 II-3.2 口径及び管種別漏水修理件数（2011年11月）

Dia.(mm)	Type			
	AC	HDPE	MS	Total
355	0	1	0	1
250	1	0	0	1
225	0	1	0	1
200	8	0	1	9
160	0	1	0	1
150	8	0	0	8
110	0	5	0	5
100	17	0	0	17
計	<b>34(79%)</b>	<b>8(19%)</b>	<b>1(2%)</b>	<b>43</b>

Source: Ex-JBA Temerloh

表 II-3.3 管種及び原因別漏水修理件数（2011年11月）

Type	Causes					
	Burst	Corrosion of bolts and nuts	Vertical crack	縦割れ	Others	Total
AC	29	0	4	0	1	34
HDPE	2	5	0	0	1	8
MS	0	0	0	1	0	1
計	<b>31(72%)</b>	<b>5(12%)</b>	<b>4(9%)</b>	<b>1(2%)</b>	<b>2(5%)</b>	<b>43</b>

Source: Ex-JBA Temerloh

なお、配水管の更新に伴い、付随する給水管も同時に更新することを原則とする。

#### <参考>

AC 管全長は、約 385 km であり、口径別の内訳は 75A～250A が約 336 km、300A～450A が約 49 km となっている。更新延長を年間 10 km としても、全 AC 管の更新完了まで 40 年近い期間が必要となる。

AC 管を更新する場合には、AC 管の撤去・運搬・処分の一連の作業を適切に行う必要がある。なぜならば、石綿粉塵を吸収することにより肺がんなどの健康障害が発生する恐れがあるからである（AC 管を通った水道水を飲むことによる健康影響は認められていない：WHO 飲料水水質ガイドライン 2004 年公表版）。

### (3) 人材育成

本事業計画は、無収水を削減することが主目的である。しかし、無収水を削減するためにはどのような対策が必要であり、そのためにはどのような施策が必要であるかについて、技術以外にも水道事業経営を含んだ幅広い職員の人材開発も必要である。事業実施期間中に PAIP パハン職員を対象に年間 2 回程度、無収水に関連するあらゆる分野について現地にて研修を実施する。

## 3.3 実施計画

### (1) 事業の期分けと作業内容

当面の作業計画期間を 5 年間とし、以下の作業を実施する。

#### <第 I 段階：1 年次>

- 全体作業計画の作成
- 作業拠点（事務所、倉庫等）の確保
- 組織体制の確立（SPC：Special Purpose Company と PMU：Project Management Unit by PAIP）
- 対象地域の図面整備
- 拡大 DMA の整備（5 地域）
- 本格調査の対象地域のためのパイロット DMA 設置（4 ヶ所）
- 無収水削減作業の開始
- 職員研修の実施

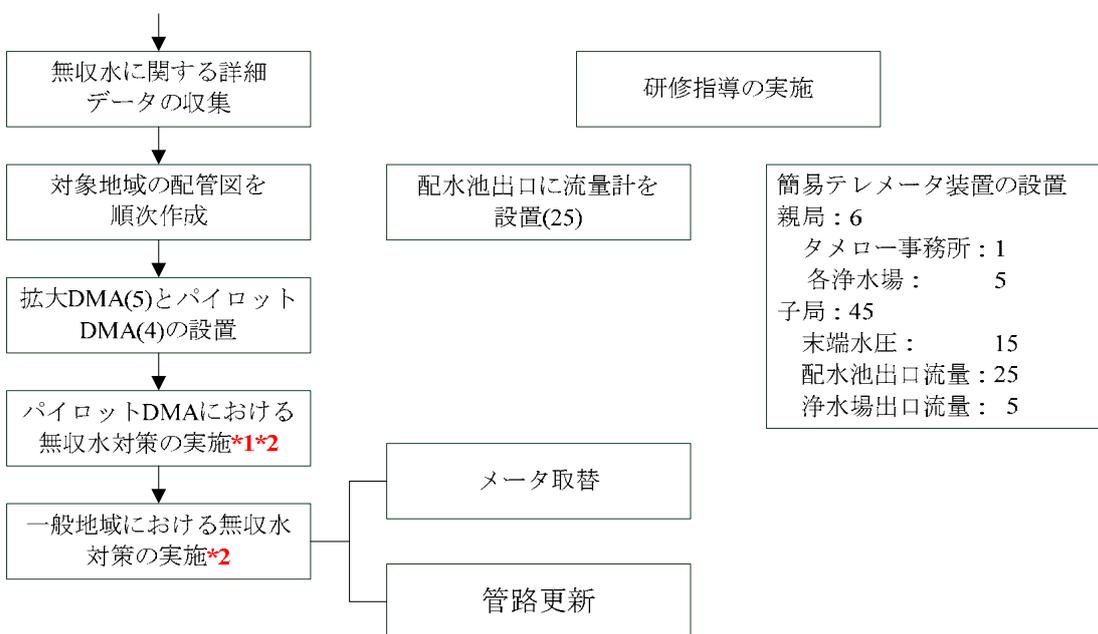
#### <第 II 段階：2 年次～5 年次>

- 拡大対象地域の図面整備
- 簡易テレメータシステムの設置
- 無収水削減作業の継続
- 研修の継続

無収水削減作業の内容については、以下の内容で構成するものとする。

- 漏水探知・修理
- 盗水発見・是正
- 漏水多量路線の管路（給・配水管）更新
- メータ取替
- 水圧調整
- 検針誤差の是正
- 検針誤差の削減とデータ処理誤差削減のための教育と制度改革

なお、全体作業とパイロット DMA 及び一般地域における無収水削減対策の概念図を **図 II-3.1～図 II-3.3** に示す。

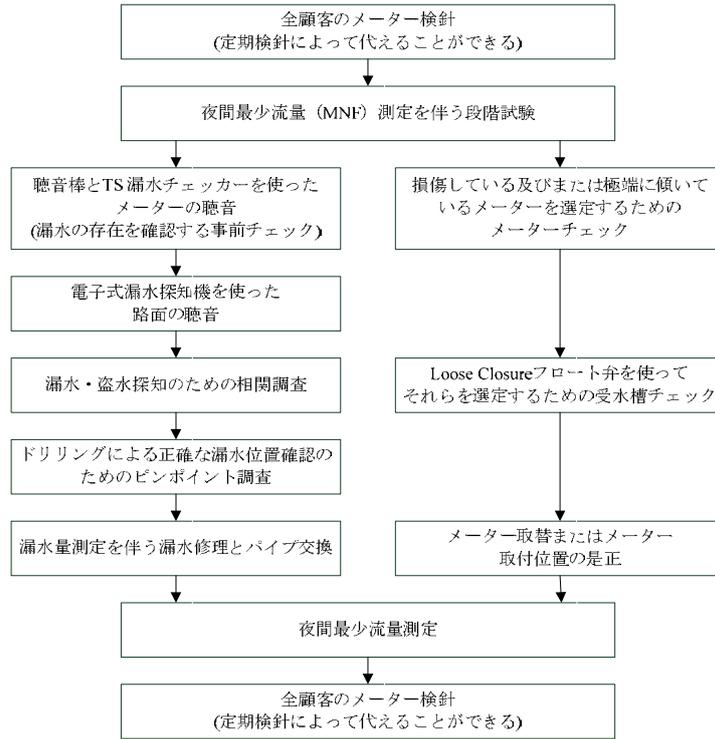


\*1: 一定程度の管路更新及びメータ取替を実施する。

\*2: 漏水修理含む

Source: Prepared by the Study Team

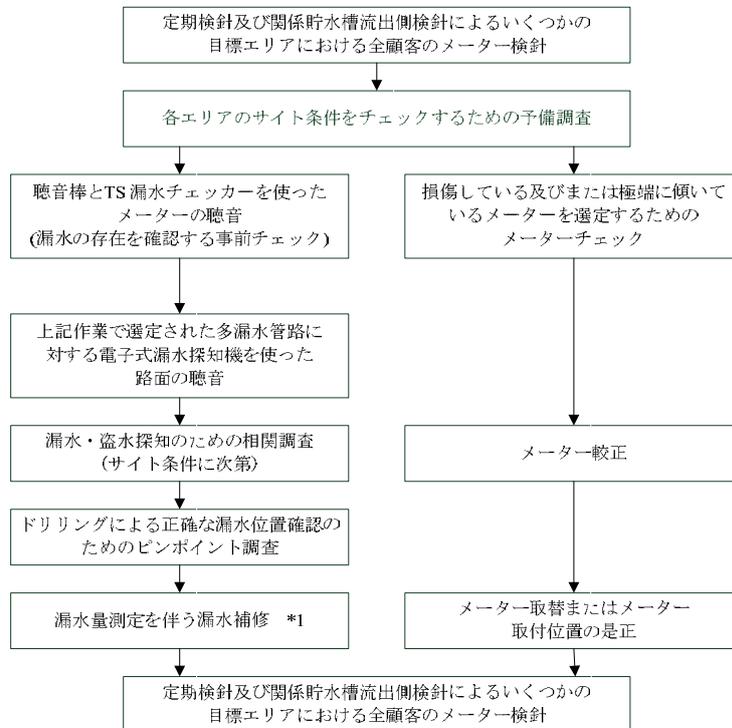
図 II-3.1 無収水対策の概念図



Note: \*2回実施

Source: Prepared by the Study Team

図 II-3.2 パイロット DMAs における NRW 削減方法



\*1 この工事とは別にバبيب交換工事を行う。

Source: Prepared by the Study Team

図 II-3.3 一般区域における NRW 削減方法

## (2) 事業契約および実施組織の形態

無収水削減作業は、住友商事と MMC を中心として SPC を設立し、成果主義方式の請負契約形態 (performance-based contract type) で実施することを前提とするが、具体的な実施体制は、ビジネスの規模を見極めながら決定する。ただし、成果の対象は、無収水低減率のみとし、他の指標 (例えば漏水探知修理件数等) を含めるべきではない。また、PAIP においても、それらの作業を受け入れるための PMU 組織体制を整えるものとする。

なお、SPC については、当面はタメロー地区の無収水削減対策に限定した会社とし、軌道に乗った後はタメロー以外の地域も視野に入れて事業を拡大することとする。その後は、上下水道事業の運営維持管理を包含した会社を目指すこととする。いずれにしてもタメローだけを対象とした SPC では、事業規模が小さ過ぎるため、事業採算の観点から将来的には請負対象地域を全 JBA パハン、「マ」国全土へと順次拡大する必要がある。

## (3) 事業の設計基盤

目標とする無収水率は、当面 5 年間 (実質作業期間を 4 年間強) として、30% に設定する。仮に事業開始時の無収水率を 62% として、無収水率の構成要素別で表せば、次の削減率を目標とする。

● 漏水削減 (管路更新含む) :	20 %	(40%)
● 計量誤差の削減/最小化 :	8 %	(16%)
● 盗水の削減/是正 :	2 %	(3%)
● 料金非請求水量 :	0 %	(3%)
合計削減率 :	30 %	

(注：括弧内は現在の配水量に対する推定構成割合)

長期的な無収水率の削減は、対策開始から 10 年後には無収水率 20 % 程度と設定する。それ以降については、事業を取り巻く環境の変化が大きく変わることが予想されるため、その時の社会環境と財政の改善状況に応じて無収水削減作業内容の見直しと目標無収水率の設定を行うこととする。

なお、事業の設計基盤は、PAIP と SPC による共有理解と事業監理のため、予定する事業達成目標を基に設計・承認を得るものとする。

## (4) 事業指標 (PIs) による事業進捗管理

提案した事業行動計画に関し、事業進捗のモニタリングを目的に以下に示す PIs 値を定期的に算定する。事業開始時の基準値は前年度統計を原則とするが、第 1 年次に詳細調査にて確定する。仮に 2013 年度開始と仮定すれば表 II-3.4 のとおりである。

表 II-3.4 事業指標 (PIs) による事業進捗管理

事業モニタリング指標	2012	2017
経年7年未満の水道メータ設置比率	60%	100%
2002年以降に敷設された配水管長比率	(7)%	20%
無収水率	(60)%	30%

Source: Prepared by the Study Team

注) 無収水率以外の PIs 値は、PAIP の施策 (資機材投資額、経営努力) に大きく影響され、本事業と直接関係しない指標であるが、参考までに掲げた。

#### (5) 事業規模の拡大と事業への関与の深化

- 先進国並みの水インフラとそれに合致するサービスを目指す KeTTHA は、世界的に一流のノウハウを有する東京都と深い関係を築き、特にトレーニング (OJT 及び Off JT の両方) を通しての人材開発・人材育成を継続的に実施して行くことも考えている。
- タメロー地区における NRW 削減事業において、PAIP 側にもプロジェクト組織を作ることで、具体的事業案件の一環として人材開発・人材育成を行うことが、より現実的かつより効果的である。更に、事業を通しての技術移転も可能となる。日本勢の関与する事業内容が、NRW 削減事業に留まらず、運転維持管理全般、もしくは水道事業全体となれば、技術移転や人材開発はより実施し易くなる。
- 特に、日本勢が水道事業全体へ関与することになれば、純技術的な点のみならず、様々なノウハウ移転も現実味を増すことになる。東京都では、様々なメディアを通しての水道事業に関する最新情報の公開、施設見学や展示会、利用者との意見交換、利用者への啓蒙活動、カスタマーサービスセンターの充実、水質管理による顧客満足度向上等々、幅広い活動を通して利用者の理解を得て、過去何度か実施された料金改定時にも利用者からの合意を取得し、適正な水道料金を確保し、健全な水道事業経営を行って来た。マレーシア水セクターにおける最も深刻な問題である財源不足は、低過ぎる水道料金に因るものだが、この点の改善には、日本勢が水道事業全体へ関与し、マレーシア側との共同事業の形式を取り、東京都が実現してきたことを日々の運営を通して移転して行くことが必要であろうゆえ、マレーシア水道事業全体の向上には、より深い日本勢の関与が一番の近道になろう。

#### 参考

現在、Pahang 州の Kuantan で連邦政府の予算を使った NRW 削減プロジェクトの現地入札が 2012 年 1 月 12 日公示されているが、これは Kuantan & Pekan 地区を対象としたもので、この入札の内容は、今後無収水削減事業を提案する上での参考になるので、入札概要を以下の通り記載する。

##### 1) 入札資格条件

- マレーシアでの NRW 削減プロジェクト実績。契約合計金額 RM 10 百万超。
- GIS、水圧モデル等の経験、NRW に対する知見。
- NRW、GIS、水圧モデル、ソフトウェア、SCADA 等、全ての関連分野における有資格者。

## 2) クアタンの水道の概要

- 配管全長(概算)： 2,200 km
- 接続数： 117,000 世帯 (110 DMAs & 45 Pressure Management Area (PMA))
- 水供給量： 140.86 百万 m<sup>3</sup>/年
- 請求消費量： 71.60 百万 m<sup>3</sup>/年
- 現在の NRW： 54.12% (ベースラインは別途協議)

## 3) 契約者の業務範囲

- メインパイプの交換は除き、NRW 率を合意したベースラインから 15%マイナスするか NRW 率を 25%まで下げる。どちらか高い方まで。期間は 3 年 (ベースラインが 50%であれば、15%下げて、35%が目標。ベースラインが 35%であれば、25%まで。)
- GIS、水圧モデル、DMA/PMA の設定、メーター交換、漏水チェック、漏水修理、遠隔計測・SCADA・NRW IT マネジメントシステム

## 4) 保証及びボーナス

- ターゲット達成できない場合、Performance Bond 5%没収。
- 20%超削減できた場合、ボーナスあり。

## 3.4 事業の実施可能性

## (1) 事業費積算

事業の活動内容は、(1) 拡大及びパイロット DMA の設置と配水池出口流量計の設置、(2) パイロット DMA における無収水調査に基づく基礎データの把握、(3) 一般地域における漏水、盗水、計量誤差の調査、(4) 漏水修理、(5)メータ交換、(6) 給・配水管の更新、(7) 簡易テレメータ装置の設置、および(8) 人材育成、に分類する。事業費積算は、活動内容別に表 II-3.5 の項目と細目毎に内訳を積上げる。

表 II-3.5 事業費積算の内訳

項目	細目
SPC 運営費	労務費 (人件費、海外渡航費、日当宿泊費等)、資機材調達費 (漏水調査機器、車両等)、事務所経費 (SPC 事務所、資機材倉庫の借上げ、維持管理費等)、技術管理費 (無収水調査技術、研修等の技術料)、その他の経費 (機材運搬費、諸経費等)
外注費	DMA 設置費 (拡大・パイロット DMA 及び配水池出口流量計の設置)、漏水修理費 (配水管、給水管からの漏水修理)、管路更新費 (老朽化した給・配水管の更新)、水道メータ交換費 (故障、経年メータの交換)、簡易テレメータシステム設置 (親局、子局、水圧計の設置)
予備費	想定外の漏水修理、追加工事等が発生した場合及び物価、通貨が変動した場合の予備的経費

Source: Prepared by the Study Team

経費の中で考慮すべきことは、管路更新費用、顧客メータ取替費用及び漏水修理費の扱

いである。これらの経費は無収水対策事業を実施する、しないにかかわらず、将来的には必ず必要となる経費であり、PAIP パハンが健全な水道事業運営をするための必要経費であると考えられる。したがって、本報告書の中では、便宜的にこれらに要する費用を費用対効果計算の「費用」から除外したものと、これら全てを含んだものの両方を比較検討した。

本事業の実施には、表Ⅱ-3.6 に示したとおり、概算事業費 **33,800,000 RM**（管路更新等を除外した場合、予備費除く）及び **112,100,000 RM**（管路更新等全てを含んだ場合、予備費含む）と見積もられる。

**表Ⅱ-3.6 事業費（5年間）**

Category	Item		Currency		
	Item	Sub-item	RM	JPY	USD
(1) SPC 運営費	労務費	人件費	10,146,000		
		職員管理費	1,015,000		
		本社経費	3,043,000		
		渡航費	1,027,000		
		日当宿泊費	3,819,000		
	資機材調達費	現地調達資機材費	538,000		
		携行機材費	767,000		
	事務所経費	賃貸料	420,000		
		事務用品調達費	93,000		
		事務所維持管理費	89,000		
		機材運搬輸送費	42,000		
		技術管理費	3,040,000		
	諸経費	6,219,000			
	(I) 計	<b>30,258,000</b>	<b>786,700,000</b>	<b>9,834,000</b>	
(II) 外注費	DMA 設置費 (A)		1,080,000		
	簡易テレメータ設置費(B)		2,438,000		
	漏水修理費 (15,200ヶ所)		5,970,000		
	管路更新費 (200 km、給水管含む)		52,715,000		
	メータ交換費 (39,000 個)		7,119,000		
	(II) 計		<b>69,322,000</b>	<b>1,802,400,000</b>	<b>22,529,000</b>
(III) 予備費	増嵩予備費		2,080,000		
	物価・通貨変動予備費		10,398,000		
	(III) 計		<b>12,478,000</b>	<b>324,400,000</b>	<b>4,055,000</b>
合計 (I)+(A)+(B)			<b>33,776,000</b>	<b>878,200,000</b>	<b>10,977,000</b>
合計 (I)+(II)+(III)			<b>112,058,000</b>	<b>2,913,500,000</b>	<b>36,419,000</b>

Source: Prepared by the Study Team

ここで考慮すべきことは、管路更新費用と顧客メータの取替費用の扱いである。管路の耐用年数（HDPE 配水管の場合約 25 年、故に管路総延長の 4 %の年間更新が必要）や、メータの取替基準（「マ」国の場合 7 年、故にメータ総数の 14 %の年間取替が必要）に基づく更新は、PAIP が健全な事業運営をするための必要経費であり、本来は、無収水対策費用として計上されるべき費用ではなく、除外されるべき経費であると考えられる。しかし、今回は計算を単純化するために取り敢えずこれらも費用として計上することとする。

## (2) 事業効果

無収水対策の事業効果は、表Ⅱ-3.7 に列記した事業利益にて試算できる。

表 II -3.7 事業効果

事業効果	防止効果
有収水量増加利益	盗水防止効果、計量誤差改善効果* <sup>1</sup>
経常経費削減利益	漏水防止効果* <sup>1</sup>
新規水源開発抑制利益	漏水防止効果
新規浄配水施設建設抑制利益	漏水防止効果
二次的被害防止利益	漏水防止効果

Source: Prepared by the Study Team

注\*<sup>1</sup>: (削除: 計量誤差改善効果と) 漏水修理による漏水防止効果の計算においては、通常は、漏水を防止しただけの料金収入が増加するわけではないため、漏水防止量に相当する経常経費削減利益「配水原価×漏水防止量」を見込む。一方、盗水や計量誤差改善による防止効果は、有収水量増加利益「販売単価×無収水削減量」と見なすことができる。なお、配水原価＝経常経費／配水量、販売単価＝料金収入／料金水量とする。

なお、上述した事業効果の中の新規水源開発抑制利益と二次的被害防止利益は、以下の理由から本調査での事業効果として考慮しない。

「新規水源開発抑制利益」は、仮に水需要が増加した場合に無収水量を削減しない限り、現在の施設では対応できない場合に計上することになる。JBA タメローの場合、水源は当分の間は現状のままでも差支えないと思われるので除外する。また、漏水に伴う「二次的被害防止効果」は、仮定条件が多く複雑で、その経済効果を推定することが非常に困難であるため計算から除外する。

また、無収水削減効果の継続期間をどこまで考慮するかも問題となる。本計画では、以下に列記するように考える。

#### < I : 給・配水管更新による「無収水削減効果継続期間と利益」 >

非金属管の場合、給・配水管の実質耐用年数が平均 25 年と見込まれるので、その継続効果を内輪に見て 20 年間とする。

- 配水原価 (RM/m<sup>3</sup>) × 配水管延長 1 km 当たりの漏水防水量 (m<sup>3</sup>/km) × 管路更新延長 (km/年) × 漏水防止効果継続期間 (20 年) = 19,800,000 RM (5 年間)

#### < II : 盗水および計量誤差改善による「無収水削減効果継続期間と利益」 >

便宜的に放置されていれば次に発見、是正されるまでに 5 年間程度かかると仮定して効果を計算する。なお、計量誤差については、タメローではメータ故障や検針誤差が放置されていることを考慮した。

$$\text{販売単価 (RM/m}^3\text{)} \times 1 \text{ヶ所当りの盗水または計量誤差改善による防止量 (m}^3\text{/ヶ所)} \\ \times \text{対処ヶ所数 (ヶ所/年)} \times \text{防止期間 (5 年)} = 34,000,000 \text{ RM (5 年間)}$$

#### < III : 漏水修理による「無収水削減効果継続期間と利益」 >

地下漏水が放置されていけば探知されずに地上漏水になるまでの期間を想定して計算する。便宜的に漏水防止の計画作業における一般的循環年数も考慮し、3年間と見込む。一方、地上漏水については、年間を通してランダムに発生し、その都度修理されるため、その防止効果は半年とする。

- {配水原価 (RM/m<sup>3</sup>) × 1 件当りの地下漏水防止量 (m<sup>3</sup>/HH) × 漏水修理件数 (HH/年) × 防止期間 (3 年)} + {配水原価 (RM/m<sup>3</sup>) × 1 件当りの地上漏水防止量 (m<sup>3</sup>/HH) × 漏水修理件数 (HH/年) × 防止期間 (0.5 年)} = 19,300,000 RM (5 年間) 19,300,000 RM (5 年間)

<IV：新規浄配水施設建設抑制効果継続期間と利益>

無収水削減により新規の浄水場等を建設維持管理する必要がなくなることを想定して計算する。浄水場等の耐用年数を 50 年とすれば、その継続期間を内輪に見込んで 30 年と仮定する。

- {配水原価 (RM/m<sup>3</sup>) × 新規浄水場の不足分年間配水量 (m<sup>3</sup>/年) × 運転期間 (30 年) + 浄水場等建設費用} = 16,500,000 RM (5 年間)

注：

- 配水原価 = 年間経常経費 / 年間配水量、販売単価 = 年間料金収入 / 年間料金水量とし、2010 年度 PAIP パハンの統計値から、配水原価 = 0.455 RM/m<sup>3</sup>、販売単価 = 0.86 RM/m<sup>3</sup>を採用した。
- 上記計算式中の単位改善効果は実際の現場における実績から算出されるものであるが、現時点では実績値がないため、TSS の長年にわたる経験から得た年間各種防止量の予測値を用いて算出することとする。
- 新規浄水場等の建設維持管理費については、現在休止中のメンタカブ浄水場の再稼働で対応するものとし、この浄水場の改装、維持管理費用を計上する。現在の無収水率が改善されずにそのまま維持されると仮定すると、数年後には需給がひっ迫し、10 年後には日量約 6,600 m<sup>3</sup> が不足すると見込まれる。利益計算に際しては、便宜的に配水量については最初の 5 年間は平均日量 3,300 m<sup>3</sup> 配水するとし、建設費については最初の 5 年間に配賦する。

以上の予測値を用いた各種無収水防止効果を参考までに表 II-3.8 に示す。

表 II -3.8 無収水削減効果(利益)計算表

年度	年間配水量 (x1000m3)	年間料金水量 (x1000m3)	無収水率(%)	年間無収水量 (x1000m3)	年間漏水量 (x1000)	年間管網更新防止 量(x1000m3)	同防止効果量 (x1000m3)	年間地下漏水 量(x1000)	年間地下漏水防止量 (x1000m3)	同防止効果量 (x1000m3)	配水管地下漏 水修理件数	給水管地下漏 水修理件数	年間地上漏水防止量 (x1000m3)	同防止効果量 (x1000m3)
2011	44,160	15,867	64	28,293	18,391	Negligible		16,551	Negligible					
2012	44,515	16,026	64	28,490	18,518	Negligible		16,667	Negligible					
2013	42,594	16,186	62	26,408	17,246	690		15,521	1,479		214	818	1,725	
2014	38,018	16,348	57	21,670	14,584	583		13,126	2,706		331	1,266	1,458	
2015	31,752	16,511	48	15,241	10,646	426		9,582	3,806		186	711	1,065	
2016	26,057	16,676	36	9,380	6,691	268		6,022	3,751		82	313	669	
2017	24,061	16,843	30	7,218	5,165	207		4,649	1,494		25	98	517	
5年間小計						2,173	43,466		13,236	39,708	837	3,206	5,433	2,717
2018	23,303	17,011	27	6,292	4,341	174		3,907	3,907		30	115	434	
2019	22,909	17,182	25	5,727	3,838	154		3,454	3,454		30	116	384	
2020	22,537	17,353	23	5,183	3,354	134		3,019	3,019		40	151	335	
2021	22,327	17,527	21.5	4,800	3,013	121		2,712	2,712		27	104	301	
2022	22,128	17,702	20	4,426	2,680	107		2,412	2,412		32	123	268	
5年間小計						689	13,781		15,503	46,510	159	609	1,723	861
10年間計											996	3,815		

年度	配水管地上漏水修 理件数	給水管地上漏水修 理件数	年間漏水防止 量(x1000m3)	同防止効果量 (x1000m3)	年間計量誤差防止 量(x1000m3)	同防止効果量 (x1000m3)	経常経費削減利 益(RM)	料金収入増加利 益(RM)	5年間利益計 (RM)	新規浄水処理開 削量	新規浄水場建設抑制 利益(RM)	新規浄水場建設抑制 利益(RM)	5年間利益計 (RM)	5年間利益合計 (RM)	
2011							(0.455RM/m3)	(0.874RM/m3)				(0.455RM/m3)			
2012							(配水原価)	(販売単価)				(配水原価)			
2013	641	2,455	175		624		(クバン州2010年度値採用)								
2014	542	2,076	237		1,840										
2015	396	1,516	598		1,893										
2016	249	953	335		1,570										
2017	192	735	22		614										
5年間小計	2,019	7,734	1,366	6,832	6,542	32,710	39,080,258	34,560,236	73,640,494	12,045,000	5,480,475	11,000,000	16,480,475	90,120,969	
2018	161	618	9		93										
2019	143	546	6		56										
2020	125	477	5		54										
2021	112	429	4		38										
2022	100	381	4		37										
5年間小計	640	2,452	28	140	279	1,396	27,824,391	1,342,538	29,166,929	24,090,000	10,960,950	0	10,960,950	40,127,879	
10年間計	2,660	10,187						10年間利益合計	102,807,423				10年間利益計	27,441,425	130,248,848

Source: Prepared by the Study Team

上述した検討の結果、本事業を実施した場合のタメロー水道が受ける効果(利益)を表 II -3.9 に示す。この表から、事業実施による利益は、5 カ年で合計 89,600,000 RM と推計できるため、結局、事業費用と事業実施による利益との差引収支は、管路更新費用等を除外した場合、5 年間で 56,089,000 RM の収益となる。また、全費用を含めた場合は(-)22,193,000 RM の欠損となる。

表 II -3.9 事業実施による収支 (5 年間)

事業費と事業効果による差額	金額			備考
	RM	JY('1,000)	USD	
(A) 事業効果による利益				
I 管路更新	19,800,000			給配水管 200 km
II 盗水及びメータ計量誤差の是正	34,000,000			メータ 39,000 個
III 漏水修理	19,300,000			15,200 ヶ所
IV 新規浄水場建設抑制	16,500,000			能力: 6,600 m <sup>3</sup> /day
小計: I + II + III + IV	89,600,000	2,330,000	29,120,500	
(B) 事業費 1: 管路更新費用等を除外する	33,511,000	871,300	10,891,000	表 II -3.1 参照
(C) 事業費 2: 全ての経費を含める	111,793,000	2,906,600	36,333,000	
差引収支: (A) - (B)	55,089,000	1,458,700	18,229,500	
差引収支: (A) - (C)	-22,193,000	-576,600	-7,212,500	

Source: Prepared by the Study Team

(3) 費用対効果計算結果の考察

タメロー水道の現在の無収水率 60%強を 5 年後に 30%にすることは、TSS の技術をもってすれば十分達成可能である。

しかも、5年間の費用対効果計算において管路更新等を除外した場合は効果が費用を約 56,089,000 RM も上回ることが判明した。しかし、全費用を含めた場合は、当初から予想されていたとおり、残念ながら 22,193,000 RM の欠損となることも判明した。

この最大の原因は、異常に低く抑えられている水道料金にある（約 0.86 RM/m<sup>3</sup>:東京は 210 ¥/m<sup>3</sup> = 8.1 RM/m<sup>3</sup>）。勿論、水道事業を健全に運営するのに最低限必要な政府補助金等が充当されるのであれば、それは一つの政策であるので否定することはできない。しかし、現実には補助金の額が少ないために必要な施設投資が不十分であることは、管路の高い老朽化率や経年水道メータの定期的取替を怠っていることを見ても明らかである。高い無収水率は何よりの証明である。無収水率は放置すればますます増加するばかりでなく、収入減と経費支出増による水道経営の不健全化を招き、ひいては、顧客サービスの低下をもたらす。

結論として、提案の無収水削減事業は、管路更新費用等を除外しているとはいえ、利益が費用を大きく上回っていることから、早急に提案の無収水削減事業を実施し、収入増と支出減を図るとともに、合わせて顧客サービスの改善を図りつつ、水道料金を段階的に値上げすることが、中・長期的に見て得策である。例えば、独立採算の原則に基づいて現在の水道料金を 2.1 倍にしても世界の一般水準からはまだ低いが、無収水削減事業を実施することで、全費用を含めた場合であっても、容易に費用回収が可能である。なお、これに必要な当面の資金としては、低金利の JICA 有償資金、或いは他の公的機関からの融資等を含め、最も合理的な方法で調達することが得策である。

提案の無収水削減事業の早期着手と水道料金の段階的値上げによって、マレーシア政府が 2020 年までに先進国に仲間入りするという計画が、水道分野においては達成できるものと確信する。

#### (4) SPC の設立

なお、SPC が設立されるときには以下のような形態が考えられる。

当面の目標としてタメロー水道の無収水対策事業に絞った特別目的会社（SPC）を日本企業とマレーシア地元企業が出資して設立し、事業を実施することを前提とする。なお、現時点では無収水対策という事業の特殊性から、日本企業、地元企業とも得意分野を集めた複数会社の参加が想定される。

SPC の資本金は想定する初年度請負金額の 30%程度を見込んで、5,000,000 RM 程度（ただし、管路更新すべての費用を含んだ場合）を目安とするが、詳細は出資割合等を含めて今後の検討課題とする。

図 II-3.4 に SPC 組織の概念図を示す。なお、この組織図に基づいて上記「(1) 事業費」が算出されている。

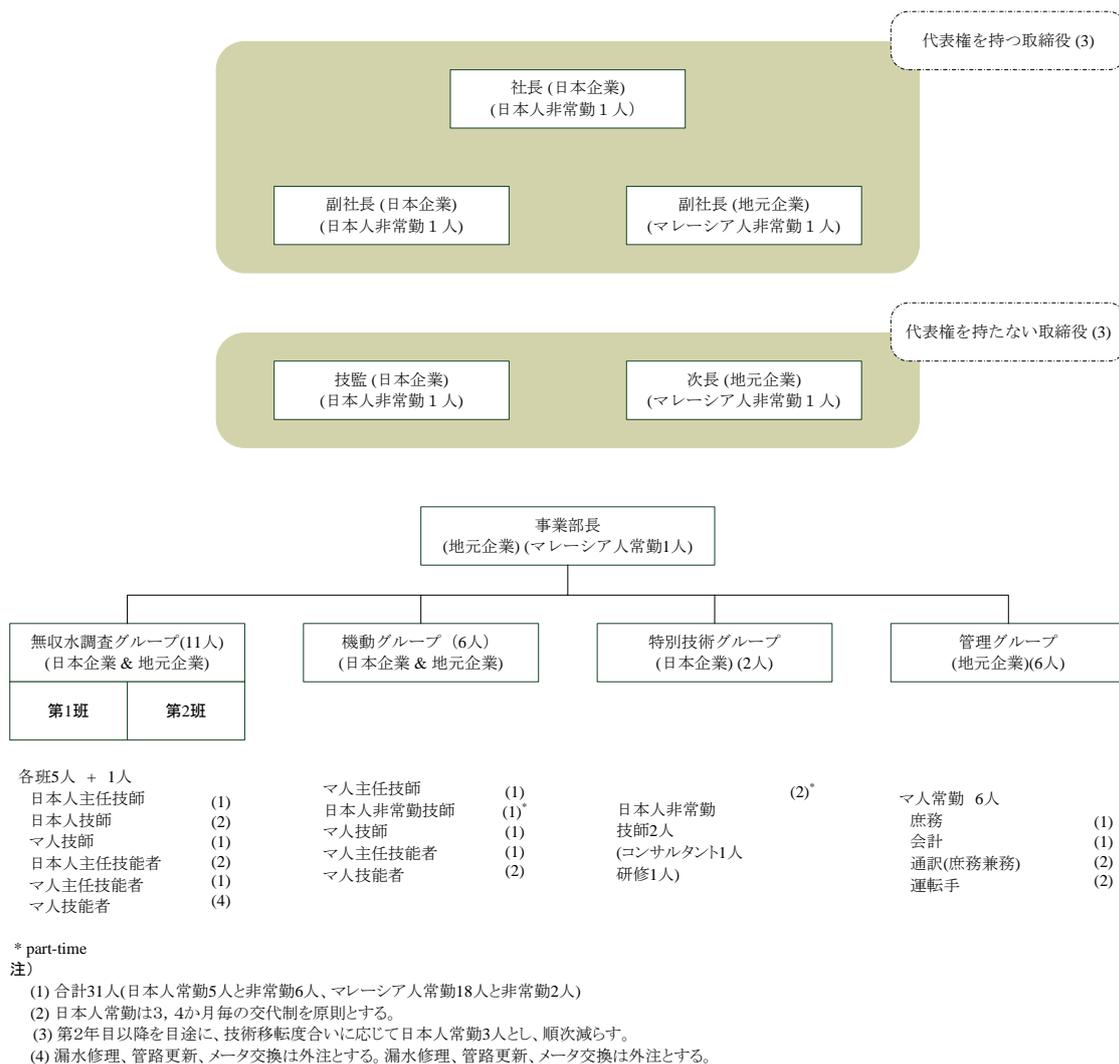


図 II-3.4 SPC 組織概念図 (案)

(5) 事業計画

本事業の全体計画は 10 年を想定しているが、当面の 5 年間の事業計画を別表 II-3.4 に示す。

(6) 提案プロジェクトの特徴

徹底した無収水調査を実施する場合、通常は全地域あるいはかなりの地域に DMA を設置することが多い。しかし、この方法は、DMA 設置費用が膨大になるばかりでなく、DMA 内で実施する夜間最小流量測定 (MNF) 作業に多くの労力を要し、効率が悪い。これを避けるため、DMA の設置は 4 カ所だけにとどめ、そこで徹底した無収水実態調査を実施することにより、各種基礎データを収集し、そこで得られたデータをもとに、TSS が開発した時間積分式漏水探知器を活用して漏水多量路線を選別することにより、漏水調査の費用削減と効率化を図る。

また、TSS は、第二次世界大戦後の混乱時に 80%であった東京の無収水率を 4%にまで下

げてきた技術と経験を有しているばかりか、海外においては東南アジアの非常に作業環境の悪いある大都市において試験区画(配水管延長約 10 km)の提供を受け、4人で約3週間の調査を実施して28%あった無収水率を4%にまで下げたという実績を有している。恐らくこのような低率の無収水率を短期間に達成することができ、しかも、知識と経験に基づいて前述したような緻密な費用対効果計算ができる能力を持った無収水削減事業請負業者は、世界のどこにも存在しないと自負している。

### 3.5 環境社会配慮

事業の主要な実施内容は、以下のとおりである。

- ①DMA の設置とメータの取替
- ②給・配水管の更新
- ③計画的漏水防止作業

事業内容を検討するため、(i) 用地取得と (ii) 自然保護地域の存在について比較し、想定される (iii) その他の主要な環境社会影響についても定性的に検討した。主要な事業内容について、想定される環境社会への影響を表 II -3.10 でまとめた。

表 II -3.10 事業内容に対する想定される環境社会影響の相対比較

比較項目	DMA 設置／メータ取替	給・配水管更新	漏水防止
土地取得	住民移転は生じない	住民移転は生じない	住民移転は生じない
	影響はない	影響はない	影響はない
自然保護地域	保護地域はない	保護地域はない	保護地域はない
	影響はない	影響はない	影響はない
環境社会影響	建設環境は、 限定された場所と期間の 範囲で影響を受ける	建設環境は、 既存の配水管沿いの限ら れた期間の範囲で影響を 受ける	該当しない
	影響がある	影響がある	影響はない

Source: Prepared by the Study Team

提案する行動計画の実施により想定される、環境社会面への影響を予備的に特定した。JICA 環境社会配慮ガイドライン（2004年）に基づき、社会環境・自然環境・汚染に係る影響を、A～Dの各段階に分類した。

- A：重大な影響が想定される
- B：一定程度の影響が想定される
- C：影響の程度は不明である（将来、環境社会影響調査が必要）
- D：影響は想定されない（初期環境検討調査／環境社会影響調査は不要）

提案する「DMA 設置」と「管更新」の実施により想定される環境社会影響について、関連法規や規制および収集した情報と現況を参考として予備的に検討した。本提案事業に係

るスコーピング案を表Ⅱ-3.11にまとめた。

事業実施による影響は、建設期間に限定され、通常に対処される工事対策を考慮する。従って、本事業は、「カテゴリーA：対策が不可欠な環境社会への影響（JICA環境社会配慮ガイドライン）」の該当項目がなく、「カテゴリーB：限定された環境社会への影響」に分類される。

表Ⅱ-3.11 想定される環境社会面への影響

項目		評定および根拠・理由	
社会環境	1	非自発的住民移転	D 公共用地に敷設された配水・給水管の更新に限定される。
	2	雇用や生計手段等の地域経済	D 経済条件を伴う生活や居住者生計への影響はない。
	3	土地利用や地域資源利用	D 土地利用、水資源の活用および現地経済への影響はない。
	4	地域分断などの社会制度	D 少数民族や先住民は、事業内地域に存在しない。
	5	既存の社会インフラや社会サービス	D 小さい工事用地と少ない交通量から、新たな交通渋滞は発生しない。
	6	貧困層・先住民・少数民族	D 事業地域には、少数民族および先住民が不在で、貧困層に限定した地域もない。
	7	被害と便宜の偏在	D 被害と便宜の偏在はないと考えられる。
	8	文化遺産	D 事業地域内には、文化遺産が存在しない。
	9	地域内の利害対立	D 新規の土地利用はない。
	10	水利用・水利権・入会権	D 事業内容は、水源保全に繋がる。
	11	公衆衛生	D 事業内容は、公衆衛生の向上に繋がる。
	12	災害、HIV/AIDS等の感染症	D 建設工事による感染症の伝染は、発生しない。
	13	事故	B 工事現場および建設機械や管理車輛等の事故により、必要な対策を講じる必要がある。
自然環境	14	地形・地質	D 地形や地質への影響はない。
	15	土壌浸食	D 土壌浸食は関連しない。
	16	地下水	D 地下水開発は含まれない。
	17	湖沼・河川状況	D 表流水開発は含まれない。
	18	海岸・海域	D 事業地域は、内陸である。
	19	動植物、生物多様性	D 建設場所は、既存の管路に限定される。
	20	気象	D 小規模建設は、気象への影響が限定される。
	21	景観	D 景観に関する構造物は含まれない。
	22	地球温暖化	B 建設期間中の排気ガスは、大気中へ排出される。
汚染	23	大気汚染	B 大気汚染は、建設機械や管理車輛等の運転により仮設的に発生する。
	24	水質汚濁	B 水質汚濁は、建設現場で建設機械や車両等から排出される。
	25	土壌汚染	B 土壌汚染は、建設機械から排出されるオイル等に限定される。
	26	廃棄物	B 建設廃棄物は、建設に伴う廃材等が発生する。
	27	騒音・振動	B 騒音・振動は、建設機械や管理車輛の運転により発生する。
	28	地盤沈下	D 建設工事は、地盤沈下を誘発する内容を含まない。
	29	悪臭	D 建設工事は、悪臭を放つ内容を含まない。
	30	底質	D 建設工事は、底質を削減する影響を持つ。

Source: Prepared by the Study Team

以下の関連法規が、本事業の実施に関係する。

- 天然資源環境省環境部： EIA 手続きと要求事項（1974）
- 天然資源環境省環境部： 水資源利用に関する EIA ガイドライン（環境保全法 1974/1985/1996/1998/2001/2007）
- 天然資源環境省環境部： 環境保全法 A-127（1978）および改正 A-1315（2000）

- 天然資源環境省環境部： 環境保全規制 PU A-280（1978）および PU A-309（2000）

通常の EIA プロセスは、天然資源環境省環境部により規制される。水道分野においては、周辺環境への影響を勘案して、新規水源開発や新規浄水場計画に係る EIA 報告を義務付けている。本事業の内容は、既存施設の更新が主要部分であることから、EIA 報告の提出要求はないものと考えられる。

環境影響評価（EIA）プロセスは、天然資源環境省環境部の附則 A-127（1978）および改正 A-1315（2000）で正式に制定されている。本事業は、既存施設の取替えおよび更新であるため、EIA 実施について要求されない。

環境社会影響の要素は、給水装置の取替え工事と配水管路の更新工事で、以下の工事環境配慮が必要となる。

- 空気汚染： 排気ガス、粉塵（土木）等
- 廃棄物： 管端材、余剰油等
- 騒音と振動： 建設機械の運転による
- 交通渋滞： 管路敷設の周辺道路

事業の建設期間中は、典型的な上述した影響が一時的に発生する。実施機関の PMU と契約業者の SPC は、事業の適正な管理項目として、これらの影響を最小化すべく対策を講じることが求められる。

モニタリング活動は、実施機関の PMU と契約業者の SPC が協働で実施しなければならない。現時点で考えられる暫定的なモニタリング計画（案）を表 II-3.12 に示す。事業の実施に当たり、同 PMU と SPC は、同計画を具体化し SPC が実施計画（案）を策定する。一方で PMU は、これに呼応する監理計画（案）を策定して、両計画（案）を建設開始までに同調させる。

表 II-3.12 暫定的モニタリング計画（案）

分類内容		対 策 (SPC)				監視頻度 (PMU)		
項 目	細 目	状 況	適 用	測定方法	場 所	週 例	月 例	
騒 音	建設機械	を巡回して、工事環境を管理する。 事業期間中の作業該当日に、毎日測定・記録する。契約業者は、定期的にサイトを巡回して、工事環境を管理する。	「マ」国環境基準	計 器	建設機械の使用場所周辺	実施機関は、日々の記録を毎週統計的に分析する。	月例協議を開催して、月例報告内容に従い実施機関と契約業者が協働でサイトを視察し、必要な場合は是正する。	
	発電機		「地方自治法」に準拠した PMU 指示書					
振 動	建設機械			目視と臭覚				
	発電機		地方自治体関係者との調整					
空気汚染	排気ガス			目 視				配水管や給水装置の敷設後
	粉 塵							
廃棄物	管端材	配水管路の敷設中サイト周辺						
	余剰油							
	破砕物							
渋滞緩和	工事用看板							
	交通整理員							

Source: Prepared by the Study Team