

No. /

技術協力プロジェクトに係る計画策定調査  
(プロジェクト形成調査)

マレーシア・下水道分野

JICA LIBRARY



J1170304(8)

平成14年3月

国際協力事業団  
株式会社 東京設計事務所

地一東

JR

02-13

JICA

113

618

R1S

BRARY

## 目次

略語集.....	1
第1章 調査の目的及び内容.....	2
1.1 調査の目的.....	2
1.2 調査内容.....	2
第2章 マレーシア国の下水道を取り巻く社会経済情勢.....	3
2.1 社会経済情勢.....	3
2.2 下水道セクターの現状と課題.....	3
2.2.1 下水道事業の経緯・変遷.....	3
2.2.2 下水道政策.....	4
2.2.3 組織・運営体制.....	5
2.2.4 下水道システムと下水道整備率.....	6
2.2.5 水質（排出基準）.....	8
2.2.6 下水道事業の民営化および再国営化の経緯.....	8
2.3 下水道分野におけるパートナーシップ.....	10
2.3.1 我が国の協力.....	10
2.3.2 外国ドナー支援による事業.....	10
第3章 下水道分野開発の問題点抽出と開発ポテンシャル.....	11
3.1 下水道分野の問題点.....	11
3.1.1 組織・体制.....	11
3.1.2 下水処理施設・能力の不足.....	11
3.1.3 維持管理技術／財源の不足.....	11
3.1.4 水質.....	12
3.1.5 下水道事業経営.....	12
3.2 下水道セクターの開発ポテンシャル.....	12
3.2.1 下水道開発計画.....	12
3.2.2 計画処理水量と発生汚水量.....	13

第4章	技術協力プロジェクトの枠組みの作成.....	14
4.1	技術協力プロジェクトの方向性の検討.....	14
4.1.1	維持管理能力強化の必要性.....	15
4.1.2	人材養成分野充実の必要性.....	15
4.2	要請内容のレビュー.....	15
4.3	技術協力プロジェクトの方向性.....	17
4.4	技術協力プロジェクトの枠組み作成.....	17
4.4.1	ロジカル・フレームワーク.....	17
4.4.2	実施スケジュール.....	19
4.4.3	実施体制.....	19
4.4.4	受益者および事業効果.....	19
4.4.5	プロジェクトにとって予測可能な障壁.....	19
	参考資料.....	20

## 付表

付表1	下水道管理能力向上プロジェクト プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) .....	21
付表2	実施スケジュール.....	22
付表3	専門家派遣スケジュール.....	23

略 語 集

ABBREVIATION

IB (Institution Building) :	組織改善・人材育成
IWK (Indah Water Konsortium) :	(国営)下水道管理会社
MHLG (Ministry of Housing and Local Government) :	住宅・地方政府省
MOSTE (Ministry of Science, Technology and Environment)	科学技術環境省
OJT (On-the-Job Training) :	実務研修
O&M (Operation and Maintenance) :	維持管理
ODA (Official Development Assistance) :	政府開発援助
PI (Public Involvement) :	住民参加
PEs (Population Equivalents) :	等価下水道人口
SSD (Sewerage Services Department) :	下水道(事業)局
T/T (Technology Transfer) :	技術移転



1170304{8}

## 第1章 調査の目的及び内容

### 1.1 調査の目的

海外技術協力費とプロジェクト方式技術協力費との予算統合により、2002年度から従来の事業スキーム（プロ技、専門家派遣、研修）に代わり、新たな事業単位として「技術協力プロジェクト」が導入される。本プロジェクト形成調査の目的は2002年度案件として実施が予定されている、マレーシア国住宅・地方政府省（Ministry of Housing and Local Government）下水道局（Sewerage Services Department：SSD）及び国営下水道管理会社であるインダー・ウオーター・コンソシアム（Indah Water Konsortium：IWK）を対象とする技術協力プロジェクトについて、目標達成、成果の明確化、投入計画の作成、実施体制の検討などを行い、協力の枠組みを作成することである。

### 1.2 調査内容

現段階で想定されるSSD及びIWKに対する技術協力プロジェクトの内容は、下水道開発計画策定手法、最適下水処理技術（一部高度処理技術含む）、下水管渠設計技術、同維持管理技術、下水処理場維持管理技術、放流水域水質モニタリング技術習得等を目的とした人材育成および組織・制度改善に係る支援を行うものである。

具体的な調査の内容は以下のとおりである。

- （1）当該技術協力プロジェクトの対象セクター、地域の現状把握、マレーシア国の開発計画のレビュー、問題点分析、開発ポテンシャル抽出等
- （2）技術協力プロジェクトに含まれる（予定の）スキームごとの案件要請内容のレビュー
- （3）技術協力プロジェクトの対象セクター、地域におけるわが国の協力状況、他ドナーの援助動向把握
- （4）当該技術協力プロジェクトの対象セクター・地域の将来予測
- （5）プロジェクトの枠組み（目標、成果、受益者、投入資源、実施体制、実施スケジュール）の作成

## 第2章 マレーシア国の下水道を取り巻く社会経済情勢

### 2.1 社会経済情勢

マレーシアはその第3次長期総合計画(Third Outline Perspective Plan[2001-2010]: OPP3)のフェーズ1である第8次マレーシア・プラン(2001-2005)で、団結し公平な社会の建設し、持続可能な成長と経済力強化を目指すという国家ビジョン政策(National Vision Policy[NVP])を21世紀最初のディケードで実現するという目標を掲げている。同期間、マレーシアが急速な技術革新と加速する国際化及び自由化の結果大きな試練を受けると予測している。そこで政策の重点となるのは、総合要因生産性の向上と知的情報経済の開発である。また、質の高いマンパワーの輩出と研究開発も優先させなければならないとしている。

GDP 統計で見ると、マレーシアの経済は一時(1995-96)10%内外あった成長率が98年第4四半期にはマイナス11%にまで落ち込んだ。しかし、金融政策を含む政府主導による積極的な内需拡大政策によって急激な回復を見せ、2000年第1四半期には約12%にまで上昇した。残念ながらその後は次第に低下し、01年第3四半期には再び若干のマイナス成長を記録した。マレーシア経済の回復も他の東アジア諸国同様世界経済の回復に依存するところが大きい。消費者物価は98年半ばから99年半ばは4~5%の上昇、それ以降は2%程度で推移し安定しているといっている。2001年消費傾向は弱含みで推移したが、自動車と石油製品の伸びが、全体に弱い(特にIT関連)消費動向を補う形となった。

2001年の貿易収支は第3四半期のRM152億からRM128億にやや縮小した。ただし、外貨準備の増加は堅調である。2001年5月のUS\$250億が2002年2月にはUSD312億に増加している。マレーシア・リングギット(RM)は対ドル3.8に固定されている。市銀の貸し出し利率は2000年末の7.45%から現在は6.67%に低下している。株価は2001年4月の大きな落ち込みから現在は回復基調をたどっている。

### 2.2 下水道セクターの現状と課題

#### 2.2.1 下水道事業の経緯・変遷

そもそもマレーシアの下水処理事業は1957年の独立後最初の処理場として、1959年2月に供用開始したクアラルンプール市パンタイ処理場に端を発する。1968年保健省に環境衛生部が設置され、下水道の普及は公衆衛生対策の一環として地方自治体によって進められることとなった。実際、衛生施設(トイレな

ど)整備から始まり、トイレの水洗化は進んだものの、下水処理施設の整備については目立った進展がなかった。1970年代に入り、都市部における人口や水利の急速な伸びに伴う排水量の大幅な増加に対応するため「全国下水道整備プログラム」が開始された。これにより80年代にかけて全国19の州都及び主要都市で下水道マスタープランが策定され、これまで部分的なものも含め8都市で実施に移された。

環境基準が設定された1979年から政府は開発者に下水道施設の設置を義務付け、同時に既存市街地については地方自治体が下水道を建設していた。また、維持管理については開発者が設置した施設を含めて一括して地方自治体が行っていた。

しかしながら、下水道事業を行う地方自治体では、高度経済成長と急速な都市化、上水の普及と生活レベルの向上に伴う汚水量の急激な増加に下水道財源や人材確保が追いつかず、新規施設の建設、既存施設に管理・運営や民間開発業者の指導が適切に行われず、下水道の整備は立ち遅れた。

こうした状況の中、1991年に民間共同企業体のIWKから下水道事業を民営化するプロポーザルが提出され、政府内で検討の結果1993年1月の閣議でこのプロポーザルは了承された。これを受け、同年8月に「下水道事業法」が制定されたのに伴い、住宅・地方政府省 (Ministry of Housing and Local Government : MHLG) に下水道局 (Sewerage Services Department : SSD) が設置され、すべての権限・施設の所有権はMHLGに一元化された。

実際の下水道事業の運営は、1993年12月の連邦政府とIWKとの委託契約により民営化されたが、その後IWKの経営は悪化し、1999年財務省が買収し会社は国有化された。IWKのつまづきの原因は処理技術や下水道料金の徴収方法に問題点があり、下水道事業経営が安定しなかったことにある。現在、自治体が自ら管理している、ジョホールバル市、ケランタン、サバ、サラワク各州の自治体を除く84の自治体の下水道施設が政府から委託を受けたIWKによる管理となっている。

### 2.2.2 下水道政策

第6次マレーシア計画 (6MP; 91-95) では、下水道セクターに対しては124.8百万RM、全体の0.9%の政府支出がなされたに過ぎなかったが、一転して第7次マレーシア計画 (7PM; 96-2000) では、665.3百万RM (全体の2.8%) と6MPの5倍以上に大幅に拡大されている。8次計画 (2001-2005) においては、1,583.6百万RMと7次計画の2倍以上の予算を配分し、居住環境向上にむけて下水処理施設の整備を推進している。

表 1. 第 8 次マレーシア計画 開発予算配分額

単位：百万 RM

分野		第 6 次 MP 支出額	第 7 次 MP 支出額	第 8 次 MP 配分額
運輸		11,594.7	20,484.2	21,222.1
	道路	7,572.6	12,269.5	14,002.6
	鉄道	1,735.4	5,450.3	4,081.0
	港湾	410.9	1,089.2	1,500.0
	空港	1,780.6	1,271.2	932.9
	都市交通	95.2	404.0	705.6
公共設備		2,796.7	3,048.0	5,549.9
	上水道	2,671.9	2,382.7	3,966.3
	下水道	124.8	665.3	1,583.6
通信		71.0	39.6	228.0
	通信・郵便	39.9	4.1	146.7
	気象	31.1	35.5	81.3
合計		14,462.4	23,571.8	27,000.0

(出典：第 7 次マレーシア計画、第 8 次マレーシア計画)

第 8 次マレーシア計画では下水セクターについて、以下のことが述べられている。

- ・ 政府は 13 の大規模下水処理施設（10 カ所の下水処理場および附随した下水道管と 3 カ所の汚泥集約処理施設）の建設に着手し、これにより新たに 180 万人に下水道サービスが提供される。
- ・ 約 2,500 箇所 of 下水処理場を改善し、より良い放流水質の確保及び環境改善を図る。
- ・ 下水道施設集約計画の実施により、個別単独下水処理場の数は減り、維持管理の最適化が図られる。

### 2.2.3 組織・運営体制

1993 年の下水道事業法制定に伴い、すべての下水道行政に係る権限及び施設の所有権は住宅・地方政府省下水道局(MHLG, SSD)に移管された。但し、実際の下水道事業の運営は連邦政府との委託契約により IWK が行っている。SSD および IWD の組織概要は以下のとおり。

#### MHLG/SSD の組織



創立年月日 : 1994年3月01日  
組織表 : 図-1のとおり。  
職員数 : 2000年現在で40人。  
SSD予算 : 約RM 2,150,000 (これは局の維持経費であり、下水道事業費ではない。事業費は財務省より直接IWKへ支出される)

業務内容 :

- ①下水道事業法に基づく、法律・規制の立案・規制・実施
- ②制定された基準に基づく下水道システムの円滑な実行の確保
- ③下水道事業の効率的運営に向けた指導
- ④コストに見合う最適なサービスによる消費者の保護
- ⑤下水道事業の民営化の推進
- ⑥環境保全を目的とした現代的水道セクターの発展による経済発展

IWKの組織

創立年月日 : 1993年8月09日  
組織表 : 図-2のとおり。  
職員数 : 2000年現在で1,800人。

SSDとの委託契約概要 : 1994年から2022年3月31日までの18年間で、

- ①大規模な49自治体で下水道普及率85%。残りを残りを腐敗槽で整備する。
- ②小規模は95自治体で下水道普及率30%。残り腐敗槽で整備する。

事業内容

- ① 6,300カ所の終末処理場の運転管理。
- ② 既設管渠の維持管理と管渠の整備促進。
- ③ 新規下水道施設の建設着手。
- ④ 浄化槽の汚泥引抜きおよび処分
- ⑤ 水質モニタリング・分析 等

2.2.4 下水道システムと下水道整備率

マレーシアの汚水処理施設は、図-3のとおり個別腐敗槽と、汚水を管渠により収集して処理する集合処理施設に大きく分けられる。

集合処理施設のうち、処理人口で25,000人を超えるような大規模施設の処理法は酸化池やエアレイテッドラグーンが9割を占めている。クアラルンプールを含む大都市の既存市街地にたいしては、1959年から1993年の民営化までの期間に地方自治体によって処理場が整備されたが、ほとんどがこれらの処理法を採用している。

一方、マレーシアでは住宅、オフィス、ホテル等のすべての開発行為に対し、何らかの処理施設の設置が開発者負担で義務付けられている。日本でいうコミュニティプラントに相当するものである。開発者義務付け主体で整備してきた結果、図-3のとおり日本に比べて極めて小さい規模の処理場が多数建設されている。建設投資への公費負担は少なく済んだものの、その管理は難しいものとなっている。処理法としては、現在では主に長時間曝気法、回分式等の機械式処理施設が建設されているが、従来は個別腐敗槽やインホフタンクが主流であった。このため図-3のとおり、これらの簡易施設の数が非常に多い。

図3. マレーシアの汚水処理施設

個別処理 (腐敗槽：日本の浄化槽に相当)	822,638 箇所
集合処理 (下水道管で収集)	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <u>集合腐敗槽・インホフタンク (極小規模)</u> 4,149 箇所 主に以前、開発者が設置した。現在でも一部設置</li> <li>→ <u>酸化池・エアレイテッドラグーン等 (様々規模)</u> 496 箇所 以前、地方自治体や開発者が設置した</li> <li>→ <u>長時間法、回分等の機械式処理 (中・小規模)</u> 1,435 箇所 現在、開発者が主に設置し、一部政府も設置 以前、自治体が設置したものもある</li> <li>→ <u>海洋直接放流</u> 1 箇所 ジョージタウン</li> </ul>

\* 箇所数は、1999年現在 IWK が管理する箇所数

現在、下水道局および IWK は東マレーシアなど一部の州を管轄していないため全国の下水道普及率のデータがない。全国の人口 2,200 万人のうち、下水道局管理州の人口は 1,500 万人ほどで、これを分母とした集合処理率は、54% 程度である。

現在、IWK は全国 13 処理区の下水道事業を国際協力銀行 (JBIC) の融資により着手し、2004 年 8 月の供用開始を目指して事業を推進している。完成時の日平均汚水量は約 453,000 m<sup>3</sup>/日となる。また、汚泥処理施設 (浄化槽を含む) は約 1,500,000 m<sup>3</sup>/日を対象としており、この処理場が稼動することにより、新たに 180 万人にサービスを提供することができる。

円借款により建設される処理場では、既存処理場の限られた用地内で増設を図るため、日本型のコンパクトな処理法が採用される。この処理法の採用により、能力不足は解消され、都市の生活環境および河川の水質は大幅な改善が期待できるものの、汚泥が大量に発生し、高度な維持管理が必要となってくる。濃縮・脱水等の複雑な汚泥処理施設を含む新しい処理場を永続的に安定して運

転するために、維持管理要因の技術向上が求められる。

#### 2.2.5 水質(排出基準)

マレーシアの環境法は1974年に制定された環境法 (Environmental Quality Act, 1974) を基本としている。水質汚濁防止に関する法令としては下水及び工場廃水に関する規則 (Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents) Regulation, 1979 Amendment 2000、表-2) に定められている。

同規則が定める放流基準によると、処理水を公共水域に放流する場合の水質基準はBOD 50 mg/l, SS 100 mg/l であり、下流に上水道の取水施設がある場合はBOD 20 mg/l, SS 50 mg/l である。下水処理場における放流水質モニタリングはIWKが実施しているが、下水処理場におけるこれらの達成率はBODが65%、SSが82%であり、それ以外の項目を含む全23項目の達成率は23%と低い。科学技術環境省環境局 (DOE) が発行する環境白書 (Environmental Quality Report, 2000) によれば、水質汚濁物質のBOD発生源は、第1位が下水の1,023ton/d であり、第2位が養豚場の196ton/d、次いで工業の19ton/d、アグロインダストリー 14ton/d であり、下水排水が河川汚濁の大きな原因となっている。

河川の水質モニタリングは120の河川に対して901の監測地点を設定して環境局が委託した会社がモニタリングを行っている。下水処理場における放流水質モニタリングはIWKが実施している。

#### 2.2.6 下水道事業の民営化および再国営化の経緯

1993年に英国資本の下水道建設会社 North West Water 社を含む5社で構成されたIWKから下水道事業民営化の提案が出された。政府は1993年8月、民営化を組み込んだ下水道法 (Sewerage Services Act 1993) を成立させ、同年12月9日にはIWKと政府は下水道事業民営化の委託契約を結んだ。なお、下水道局はこれに遅れること3ヶ月、1994年3月1日に監督機関として住宅自治省に設置されている。

政府が民営化に踏み切った原因としては、以下の点が考えられる。

- 財源不足から、自治体による下水道施設の建設が進まない
- 開発者負担による下水道施設についても、維持管理財源不足、煩雑な料金回収業務、技術者不足から、完成した下水道施設を自治体が引き取りたがらず、下水道施設が宙に浮いたまま機能していない
- 戸別腐敗槽の至っては汚泥の除去が10%程度しか実施されておらず、オーバーフローによる道路側溝の汚濁、上水道水源への被害などが顕在化し、緊急に対策が必要となっている

表2 下水及び工場排水基準

出典：ENVIRONMENTAL QUALITY ACT AND REGULATIONS

[Third Schedule]

THIRD SCHEDULE  
 ENVIRONMENTAL QUALITY ACT 1974  
 ENVIRONMENTAL QUALITY (SEWAGE AND INDUSTRIAL EFFLUENTS)  
 REGULATIONS 1978

[Regulation 8 (1), 8 (2), 8 (3)]

PARAMETER LIMITS OF EFFLUENT OF STANDARDS A AND B

Parameter	Unit	Standard	
		A	B
(1)	(2)	(3)	(4)
(i) Temperature .. .. .	C	40	40
(ii) pH Value .. .. .	—	6.0-9.0	5.5-9.0
(iii) BOD <sub>5</sub> at 20°C .. .. .	mg/l	20	50
(iv) COD .. .. .	mg/l	50	100
(v) Suspended Solids .. .. .	mg/l	50	100
(vi) Mercury .. .. .	mg/l	0.005	0.05
(vii) Cadmium .. .. .	mg/l	0.01	0.02
(viii) Chromium, Hexavalent .. .. .	mg/l	0.05	0.05
(ix) Arsenic .. .. .	mg/l	0.05	0.10
(x) Cyanide .. .. .	mg/l	0.05	0.10
(xi) Lead .. .. .	mg/l	0.10	0.5
(xii) Chromium, Trivalent .. .. .	mg/l	0.20	1.0
(xiii) Copper .. .. .	mg/l	0.20	1.0
(xiv) Manganese .. .. .	mg/l	0.20	1.0
(xv) Nickel .. .. .	mg/l	0.20	1.0
(xvi) Tin .. .. .	mg/l	0.20	1.0
(xvii) Zinc .. .. .	mg/l	2.0	2.0
(xviii) Boron .. .. .	mg/l	1.0	4.0
(xix) Iron (Fe) .. .. .	mg/l	1.0	5.0
(xx) Phenol .. .. .	mg/l	0.001	1.0
(xxi) Free Chlorine .. .. .	mg/l	1.0	2.0
(xxii) Sulphide .. .. .	mg/l	0.50	0.50
(xxiii) Oil and Grease .. .. .	mg/l	Not Detectable	10.0

このような経緯を経て、1994年にクアラルンプール市下水道を皮切りに民営化がスタートした。ところが、同年開始した料金徴収について激しい反対がおり、この結果政府は料金徴収の一時中止を IWK に命ずる状況に追い込まれた。さらには、未払い分料金の帳消し、大幅値下げなどの措置を断行し、1997年になってようやく料金の徴収が再開した。ただし、1997年の経済危機に絡んで98年には30%、99年には5%のそれぞれ業務排水料金の再値下げをしいられ、徐々に不払いは解消されたとはいえ、値下げの打撃は大きく、建設費はもちろん維持管理費の回収も困難な状況に追い込まれ IWK の経営は悪化した。1999年、政府は値下げによる減収補填としてRM9億2,500万を IWK に融資し、共同出資者として役員を IWK に送り込んだ。さらに、2000年に政府は国営化を決定し、IWK はRM1億9,300万で大蔵省に買収された。

## 2.3 下水道分野におけるパートナーシップ

### 2.3.1 我が国の協力

1989年から1993年にかけて長期専門家2名が当時の下水道担当部局である保健省および地方自治体に在籍していた実績がある。また、2001年1月から11月まで、資金協力連携専門家として下水処理実施管理の専門家が住宅地方政府省下水道局に派遣された。

また、マレーシア政府は1998年に我が国に対し、13ヶ所の下水処理場建設プロジェクトの融資を要請してきた。これを受けて我が国は同政府と借款契約を結びすでに13ヶ所の施設が現在建設中であり、2004年の供用開始を目指している(表4の処理場一覧参照)。

- ・貸付金額 48、489百万円限度(事業費は64、652百万円)
- ・貸付条件 金利：年0.75% 期間：40年(内据置10年)  
貸付実行期間：L/A 発行後6年
- ・事業実施者 住宅・地方政府省 下水道局
- ・対象事業 クアラルンプール初め全国13処理区の下水処理場、汚泥処理場、ポンプ場、幹線管渠の増設、改良、新設
- ・経緯と現況 1998年7月 マレーシア政府よりの円借款要請  
1999年1月 SAPROF 実施  
2000年3月 L/A 締結

### 2.3.2 外国ドナー支援による事業

一方、2001年末現在、マレーシア国の下水道事業に関連する他のドナー国の援助実績はない。

## 第3章 下水道分野開発の問題点抽出と開発ポテンシャル

### 3.1 下水道分野の問題点

#### 3.1.1 組織・体制

下水道局は実質的に下水道事業を行う IWK の監督官庁として設立された経緯があり、下水道局の職員数は非常に少なく、また下水道技術に習熟した技術者が少ないのが現状である。下水道局の主な業務として開発者から提出される下水道計画および設計書類の承認があるが、年間約 20,000 件にも達する申請書を 40 人程度の職員で審査しており、事業認可審査業務が遅延する、適切な審査がされていない（過大な施設を求めがちである、維持管理的な視点が欠けている等）などの問題を抱えている。一般にマレイシア政府は“小さな政府”を目指しており、省庁内に多くの技術者を抱える（あるいは育成する）という方向にはないため、既にいる職員の人材育成、能力向上が課題となっている。

IWK の職員は 1,800 名程度であり、その内管理に携わる者は 1,400 名程度である。しかも、研修機関の未整備から訓練不足である。

#### 3.1.2 下水処理施設・能力の不足

連邦政府は下水処理施設の能力不足に対応するため下水道施設の増設・改良事業を実施している。その内規模の大きい 13ヶ所の処理場については円借款により事業に着手している。

#### 3.1.3 維持管理技術／財源の不足

下水道は他の公共事業と異なり、建設後の維持管理が大きな比重を占めるが、施設建設に比べて維持管理の重要性については十分認識されているとは言い難く、維持管理技術不足、維持管理財源の不足などから適切に機能していない。

もともと古くから整備された大規模処理場の多くは、主に自然浄化を利用した酸化池という処理法を採用しているが、この処理法は広大な用地を必要とする代わりに、高度な維持管理技術を必要としない。しかしこれらの多くは処理能力が低い上、汚泥堆積（引き抜き不履行）による能力不足もあいまって放流水質は必ずしも良くない。また近年機械脱水が設置され始めているが、技術上の問題から運転されていない例が多い。さらに管渠に至っては、住民通報による詰まりの解消以外の予防的管理はされていない。このように、施設建設に比べ維持管理の重要性が軽視される傾向があり、予算についても十分な配分がされていない。

一方、円借款により新設される処理場では、既存処理場の限られた用地内で増設を図るため、日本型のコンパクトな処理法が採用される。この処理法の採

用により、能力不足は解消され、都市の生活環境および河川の水質は大幅な改善が期待できるものの、汚泥が大量に発生し、維持管理に高度な技術もまた必要となってくる。濃縮・脱水等の複雑な汚泥処理施設を含む新しい処理場を永続的に安定して運転するため、維持管理技術の向上が必須となる。

#### 3.1.4 水質

上述したように施設能力の不足、維持管理技術の不足などの原因により、放流水質は必ずしもよくない。IWK 管理の処理場 6,081 箇所のうち代表的な水質項目である BOD において排水基準を達成している処理場は 65%程度であり、全水質項目を満足している処理場はわずか 25%程度である。水質管理を適切に行うためには処理の原理に関連付けた維持管理技術を習得する必要がある。特に新設される高度処理場については、刻一刻変わる水質への運転対応、水質悪化時の対応など、維持管理技術の向上が必要である。

#### 3.1.5 下水道事業経営

下水道事業は基本的に、建設は開発者及び IWK、料金徴収を含めた管理は主に IWK となっており、維持管理費は IWK が徴収する料金で賄われることになっている。しかし、民営化破綻の主な原因が料金徴収不足による財源不足であったことからわかるとおり、2000 年の国営化後も、改善は見られるものの依然として料金徴収率は低く、現在の徴収率は 60%程度と言われる。

住民の料金不払いの発想の根底には、下水道管理は行政の役割と国民に捉えられており、料金を払う必要がないという考えが認められる。徴収率向上のために既に IWK は大変な努力をしているが、日本と異なり水道料金とは別々に徴収されているため、徴収率はなかなか向上していない。

しかしながら、維持管理財源を確保し下水道としての機能を全うするためには、経営の安定は不可欠である。

### 3.2 下水道セクターの開発ポテンシャル

#### 3.2.1 下水道開発計画

マレーシアはこれまで国家開発係る 5 年計画を 30 数年間にわたり継続実施し、相応の成果を挙げてきた。第 7 次マレーシア計画期間中 (1996-2000 年) には、公共下水道と浄化槽で下水の処理を受けられる人口は 7.5 百万人から 12.6 百万人に増加した。第 8 次マレーシア計画(2001-2005)の下で、政府は 13 の下水道開発投資案件を実行中である。これには下水処理場の新規及び改良工事、下水処理場汚泥処理処分(浄化槽の汚泥引抜き含む)及び下水管渠網の拡張とリハビリテーションが含まれている。これにより、下水道サービスを享受

できる人口が新たに 1.8 百万人増加する。一方民間開発業者が建設する施設を IWK が引き取って運営する分が 2005 年までに 14.4 百万人に達する。

連邦政府は下水道関連予算として第 7 次マレイシア・プランと比べて 2.3 倍の約 RM 1,586,000,000 を計上し、上記事業を遂行する計画である。これにより、また別途広域河川管理システムの導入によって、居住環境及び水環境の大幅な改善も期待されている。

### 3.2.2 計画処理水量と発生活水量

下水道計画によれば将来の発生計画汚水量は処理水量に整合させた段階的建設計画となっている。2005 年における全国の処理場の処理能力は計画処理人口約 16,800,000 人に相当するものである。表 3 に計画処理人口と処理水量の中期及び長期計画の概略を示す。中期目標年次の 2010 年および 2020 年においては各処理場の持つ処理能力は流入汚水量を十分に上回る。また、円借款で建設中の下水処理場の一覧を表 4 に示す。

表 3 計画処理人口と計画処理能力の中長期推計値

年 次	2005	2010	2020
下水道普及率 (%)	75.6	80.0	80.0
計 画 処 理 人 口(千人)	16,800	18,600*	19,500*
日平均処理水量(m <sup>3</sup> /日)	4,200,000	5,115,000	5,362,000
汚水量原単位(lpcd)	250	275	275
計画処理能力(m <sup>3</sup> /日)	4,200,000	5,370,000	5,600,000

出典：下水道整備計画より抜粋引用。\*：現在行政人口 22,200,000 人より推計。



表4 下水処理場建設事業の内容一覧

サイト	下水処理		汚泥処理 (PEs)	処理方式
	処理能力 (PEs)*	汚水量 (m <sup>3</sup> /day)		
1. Pantai (KL)	377,000	93,000		標準活性汚泥法
2. Bunus (KL)	352,000	87,000		標準活性汚泥法
3. Puchong (KL)	150,000	37,000		オキシデーションディッチ法
4. Bandar Tun Razak (KL)	100,000	25,000		長時間エアレーション法
5. Sg. Nyjor (Butterworth)	150,000	37,000		オキシデーションディッチ法
6. Juru (Bukit Mertajam)	150,000	37,000		オキシデーションディッチ法
			300,000	重力濃縮+嫌気性消化+機械脱水
7. Kangar (Kangar)	30,000	7,500		オキシデーションディッチ法
			200,000	重力濃縮+嫌気性消化+機械脱水
8. Damansara (KL, PJ)	100,000	25,000		長時間エアレーション法
9. Sunggala (Port Dickson)	60,000	15,000		オキシデーションディッチ法
			50,000	重力濃縮+機械脱水
10. Kuala Sawah (Seremban)	360,000	89,000		標準活性汚泥法
11. South Kelang (Kelang, Shah Alam)	-	-	400,000	重力濃縮+嫌気性消化+機械脱水
12. Kota Setar (Kota Setar)	-	-	150,000	重力濃縮+嫌気性消化+機械脱水
13. Sg. Udang (Melaka Tengah)	-	-	300,000	重力濃縮+嫌気性消化+機械脱水
Sub-Total	1,892,000	452,500	1,400,000	

Note : PEs ----- Population Equivalents

Source : Project Evaluation Report (Phase I)

\* 処理能力は、居住人口に換算した場合の数値であり、人口換算 (PE:Population Equivalent) で表される。

## 第4章 技術協力プロジェクトの枠組みの作成

### 4.1 技術協力プロジェクトの方向性の検討

本節では、これまでに行ったマレーシアの下水道現況、問題点や開発ポテンシャル、SSD, IWK の現状を踏まえ、下水道分野における日本の技術協力プロジェクトの方向性について検討を行う。

#### 4.1.1 維持管理能力強化の必要性

前章でも述べたとおり、長期的に安定した処理場管理を行い、排水基準を達成するためには、水質管理を含め処理の原理に関連付けた維持管理技術を習得する必要がある。円借款で建設される処理場については、政府が処理場建設請負者に1年間の運転管理研修をIWK職員に実施することを義務付けている。しかし、これはあくまでも機器の基本操作および故障時対応であり、刻一刻変わる水質への運転対応、水質悪化時の対処能力等、維持管理能力を強化することが重要である。また、施設の点検計画、台帳の整備等運転操作に限らない広い意味での維持管理技術が必要である。

#### 4.1.2 人材養成分野充実の必要性

現在マレーシアにおいて下水処理場放流水水質が排水基準を完全に満足している例は全体の25%に過ぎないといわれている。原因として、処理方式が簡易なもののみであり、能力(容量)不足、一般に維持管理技術の低さ等があげられているが、施設数に対し訓練された運転技術者が不足している点が深刻である。さらに将来前記のように高度下水処理技術導入、汚泥処理技術確立、放流水水質管理等が必須となれば、現時点で早急に運転管理技術者を養成する必要がある。また人材養成の効率については、各技術者が派遣専門家によるOJTや日本派遣研修で技術を習得するのみでなく、初期に研修を受けた者が講師となって次世代の養成に当るシステムを作ることが肝心である。

また、下水道局についても適格な下水道技術に基づいた計画・審査能力の向上、更新計画、人員配置などソフト面での能力向上が必要である。

### 4.2 要請内容のレビュー

以上の検討結果を踏まえ、既に要請のあった下水分野関連の案件についてここでレビューする。

#### (1) 個別専門家：下水道管理

a)要請期間：24ヶ月（1名）

b) 業務の目的：下水道施設の維持管理技術が向上し、新設される近代的な大規模処理場及び既存の処理場で効率的な運転手法が整備され、その能力を最大限に発揮できると同時に、下水道事業運営が改善される。

c)期待される成果：

- ①既設下水処理場の水質改善、運転経費削減、管理体制改善
- ②新設処理場において水質異常時対処方法、下水水質に応じた合理的、経済的な運転手方の導入
- ③処理施設全体の管理体制整備及び事業運営改善

d) 活動内容

- ①代表的な既設処理場の実情把握
- ②水質管理上の典型的課題の整理と改善方法の提案
- ③新設下水処理場にかかる情報収集・整理
- ④日常の資質管理手法、資質異常の原因判断、対処方法等を助言し総合的なマニュアルあるいは維持管理基準の作成支援に着手
- ⑤管理体制体制構築及び事業運営にかかる助言・指導

(2) 個別専門家：下水処理場維持管理

a) 要請期間：4ヶ月 X 1名

b) 業務の目的：既設の下水処理場において維持管理技術が向上し水質が改善される。

(6) 期待される成果：

- ①既設下水処理場の改善方法及び効果的な施設の運転方法を理解させ、より合理的、経済的な下水処理が可能となる。
- ②新設下水処理場の管理体制がつくられる
- ③セミナーに管理技術者を参加させることにより、短期間で効果的な活動ができる。

d) 活動内容：

- ①代表的な既設処理場の実情把握
- ②改善方法の提案
- ③既設処理場の管理体制の助言
- ④新設処理場の状況把握・分析及び稼動準備についての助言

(3) 国別特設研修：下水道施設維持管理

a) 人数／期間：6名 X 1ヶ月 X 4年間

b) 到達目標：

- ①下水道施設の運転技術が向上する
- ②下水道施設の日常の管理手法が習得される
- ③最新の下水道技術、運営手法等、下水道事業全体に対する認識が深まる

(4) 個別研修：下水道事業運営

a)期間：0.5ヶ月X1名

b)研修目標：

- ①下水道施設を長期的に安定して維持するために必要な知識の習得
- ②法規制強化、確実な維持管理費の確保等の重要性を認識する
- ③下水道施設全体の管理体制について必要な知識を深める

#### 4.3 技術協力プロジェクトの方向性

以上の検討結果を踏まえ、技術協力プロジェクトの方向性を以下のとおり設定した。

(1)「維持管理能力強化」については、円借款で新設される処理場が日本型のコンパクトで高度な維持管理技術が必要とされる処理法であり、我が国には豊富な維持管理の経験があることから、この維持管理技術を移転することは有償資金協力と技術協力の連携の観点からも有益であり、我が国の協力として意義のあることと考えられる。その際、排水基準を達成し河川水質を改善するためには、新設の処理場のみではなく既存の処理施設についての改善が不可欠であり、技術協力プロジェクトとしては、既設/新設の処理場を対象に行うものとする。

また、維持管理能力向上については、実際の運転技術・維持管理技術のみならず、管理台帳の整備、維持管理財源の確保、点検計画、人員配置等ソフト面についても考慮する。

(2)「人材育成強化」については、実際に移転された運転管理技術・維持管理技術をもとに人材育成が継続的に行われる仕組みをつくることが肝心である。また、下水道局職員については、監督官庁として計画策定、審査能力の向上が必要であり、技術に裏付けられた計画・審査能力向上のための技術移転を行う。

(3)なお、IWKの事業経営、料金徴収システムの改善等については、安定的な事業を実施する上で必要不可欠な要素ではあるが、料金システムの変更等については、日本からの助言は行えるとしても、他省庁との関連や外部条件による不確定要素が大きく、本技術協力プロジェクトの対象範囲とすることは適当ではないと考えられる。

従って、本技術協力プロジェクトとしては、放流水質基準の遵守ひいては河川環境の向上を目的として、下水道維持管理技術の移転を中心とした人材育成を実施することとする。

#### 4.4 技術協力プロジェクトの枠組み作成

##### 4.4.1 ロジカル・フレーム

IWK の下水処理場管理運営技術強化プロジェクトのロジカル・フレームを策定し、付表 1 に示した。その主要部分は以下である。

(1) 上位目標

マレーシア国の下水放流水域の河川水質が改善される

(2) プロジェクト目標

下水道が SSD および IWK により適切に計画・建設・運転維持管理される。

(3) 期待される成果

SSD 職員の下水管理能力が向上する。

既存の下水処理場の維持管理体制が構築され、適切に運転管理される。

新設の処理場の運転技術が習得され、適切に運転管理される。

処理人口 10 万人以上の下水処理場管理台帳が作成される。

人材育成を行う体制が構築され、継続的な人材育成が行われる。

(4) 活動

1-1 「開発者のための下水処理場設計指針」の改訂を行う

1-2 指針遵守のためのチェックシートを作成する

1-3 SSD 職員に対する計画審査のための研修を行う

2-1 処理人口 10 万人以上の処理場について、現状調査を行う

2-2 下水処理・汚泥処理ガイドラインを作成する

2-3 既存処理場の改善計画および維持管理体制を構築し、定期的に点検、維持管理を行う（汚泥処理を含む）

3-1 運転管理研修を実施する

3-3 運転・維持管理体制を構築し、適切に運転維持管理を行う

4-1 下水道管理台帳システムの基本設計を行う

4-2 現状調査のデータにもとづきシステム入力を行う

4-3 管理台帳システムを活用し、定期的な点検・維持管理を行う

5-1 研修計画を策定する

5-2 研修実施マニュアルを作成する

(5) 投入

[日本側投入]

1 専門家派遣

・ 下水道管理 1 名 X36M/M

・ 下水処理場維持管理 1 名 X 4 M/MX3 回

・ 下水管渠管理 1 名 X 4 M/MX3 回

・ システム設計 1 名 X3M/M

・ 水質管理 1 名 X 1 M/MX 3 回

## 2 カウンターパート研修

- ・ 国別特設 6名 X 1ヶ月 X 3年間
- ・ 個別研修 1名 X 0.5ヶ月 X 3年間

## 3 データベースシステム構築にかかる資機材一式 [マレーシア側]

### 1 カウンターパートの配置

- ・ 下水道局局長
- ・ 下水道局職員
- ・ IWK 職員

### 2 機材/施設

- ・ 派遣専門家の事務スペース、OA 機器等

### 3 プロジェクトの運営経費

## 4.4.2 実施スケジュール

2003年1月～2005年12月(3年間)にわたってプロジェクトを実施する。プロジェクト活動計画の実実施スケジュールを付表2に、専門家派遣スケジュールを付表3にそれぞれ掲げる。

## 4.4.3 実施体制

派遣専門家はSSDに所属し、その全面的な協力を得てSSDおよびIWK技術スタッフへの技術移転業務や新下水処理場維持管理計画の策定を行う。

## 4.4.4 受益者および事業効果

本件の受益者は直接的にはMHLG/SSDおよびIWKの下水道事業に携わる職員である。さらに、一般市民にとっても、下水道の整備、下水処理、汚泥の引き抜き処理により居住環境が改善され、水系伝染病の罹患者数が減少するなど公衆衛生環境改善が期待される。また、本事業実施により処理水質が大幅に向上し、放流先の河川の水質改善が期待される。

## 4.4.5 プロジェクト実施にとって予測可能な障壁

本件で提案される下水道管理制度及び運営組織が構築され、実際に効果を上げるためには、政府の下水道行政に対する方針が、民営化を含め、可及的速やかに決定を見る必要がある。

参考文献

Project Evaluation Report (phase I), Executive Summary (JBIC)

専門家派遣要請案件調査表

研修員受入要請案件調査表

Eighth Malaysia Plan (2001 —2005)抜粋写し

マレーシアの下水道総合報告書（専門家報告書）

Sewerage Services Report 1999 (MHLG/SSD)

Environment Quality Report (Department of Environment : DOE)

附表



付表1 下水道管理能力向上プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)

技術協力プロジェクト：マレーシア国下水道管理能力向上プロジェクト  
対象地域：マレーシア国(全体)

期間：2003年1月～2005年12月  
ターゲットグループ：マレーシア住宅地方政府省下水道局 (SSD)職員 作成日：2002年3月  
マレーシア下水道公社 (IWK)職員

プロジェクトの要約	指標	指標データの入手手段	外部条件
上位目標 マレーシアの下水放流水域の河川の水質が改善される	河川水質が改善する	環境局発行の環境白書 (Environmental Quality Report)	
プロジェクト目標 下水道がSSDおよびIWKにより適切に計画・建設・運転維持管理される。	下水放流水質が改善する (放流基準BOD50mg/l, SS100mg/l)	水質管理報告書	
成果 1. SSD職員の下水管理能力が向上する	1-1 「開発者のための下水処理場設計指針」が適切に改訂される 1-2 指針遵守のためのチェックシートが作成される 1-3 開発者からの計画書が遅延なく適切に審査される	1-1 「開発者のための下水処理場設計指針」 1-2 チェックシート 1-3 計画書の審査数	
2. 既存の下水処理場の維持管理体制が構築され、適切に運転管理される。	2-1 下水処理場の現状調査 2-2 下水処理・汚泥処理ガイドラインが策定される 2-3 放流水質が向上する	2-1 現状調査報告書 2-2 下水処理・汚泥処理ガイドライン 2-3 水質管理報告書	
3. (円借款による) 新設の処理場の運転管理技術が習得され、適切に運転管理される。	3-1 運転管理研修の受講者数 3-2 運転・維持管理マニュアルの作成 3-3 下水処理・汚泥処理体制の整備 3-4 放流水質が向上する	3-1 研修受講者名簿 3-2 運転・維持管理マニュアル 3-3 人員配置計画 3-4 水質管理報告書	
4. 処理人口10万人以上の下水処理場管理台帳が作成される	4-1 下水道管理台帳の作成	4-1 下水道管理台帳	
5. 人材育成を行う体制が構築され、継続的な人材育成が行われる	5-1 研修計画の策定 5-2 研修受講者数	5-1 研修計画書 5-2 研修受講者名簿	訓練された技術職員がSSD/IWKに継続して勤務する
活動	投入 日本側 1 専門家派遣 ・下水道管理 1名X36M/M ・下水処理場維持管理 1名X4M/MX3回 ・下水管渠管理 1名X4M/MX3回 ・システム設計 1名X3M/M ・水質管理 1名X1M/MX3回 2 カウンターパート研修 ・個別特設 6名X1ヶ月X4年間 ・個別研修 1名X0.5ヵ月 3 データベースシステム構築にかかる資機材一式	マレーシア側 1 カウンターパートの配置 ・下水道局局长 ・下水道局職員 ・IWK職員 2 機材/施設 ・派遣専門家の事務スペース、OA機器等 3 プロジェクトの運営経費	前提条件 - マレーシア政府が下水道事業にかかる政策を変更しない - SSD/IWK及びその職員がプロジェクトに反対しない。

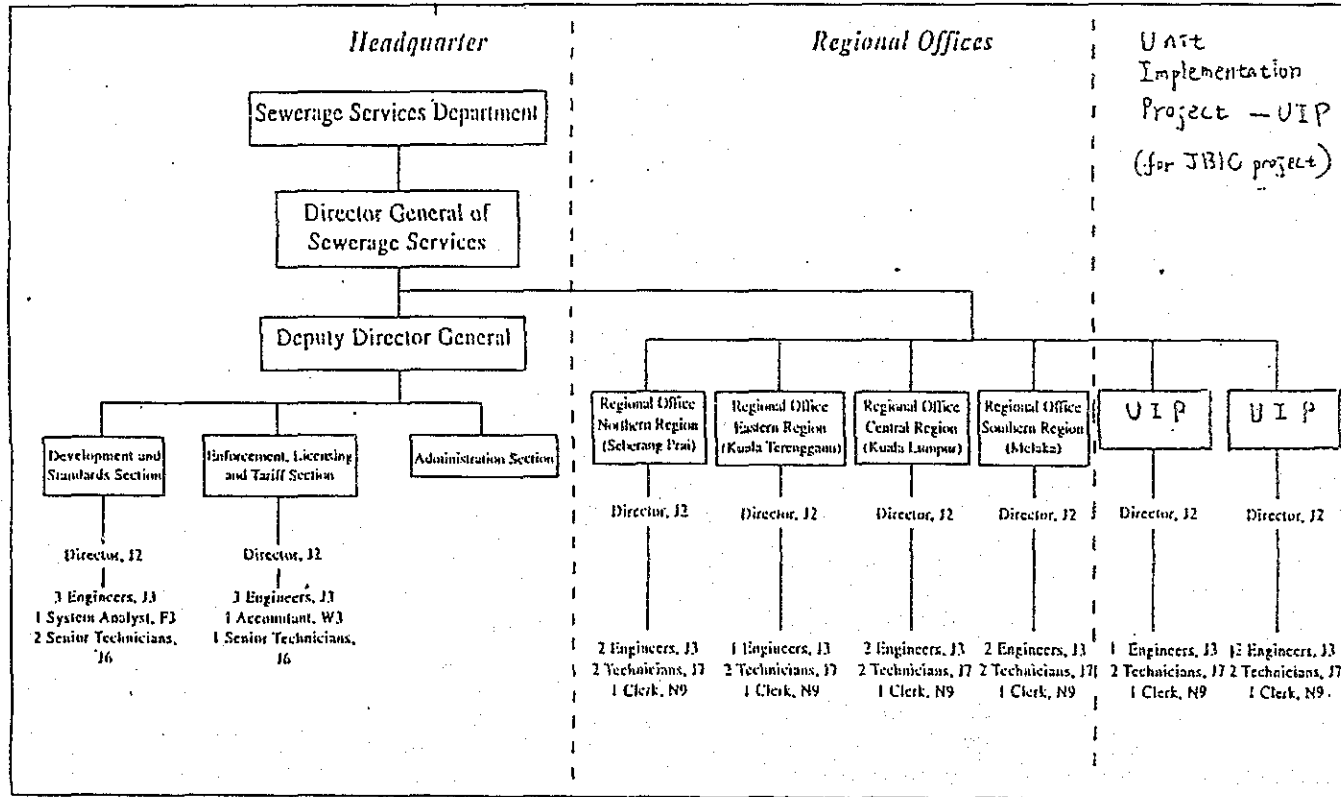
付表2 下水道管理能力向上プロジェクト実施スケジュール

	平成15年度 (2003年)												平成16年度 (2004年度)												平成17年度 (2005年度)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-1 「開発者のための下水処理場設計指針」の改訂	■																																			
1-2 指針遵守のためのチェックシートを作成する							■																													
1-3 SSD職員に対する計画審査のための研修を行う												■																								
2-1 既存の下水処理場について現状調査を実施する	■																																			
2-2 下水処理・汚泥処理ガイドラインを作成する					■																															
2-3 既存処理場の改善計画、維持管理体制を策定する				■																																
2-4 点検・維持管理研修を行う								■																												
3-1 新設処理場の維持管理研修を実施する																					■															
3-2 運転・維持管理体制を構築する															■																					
4-1 下水道管理台帳システムの基本設計を行う				■																																
4-2 現状調査に基づきデータ入力を行う								■																												
4-3 システムの運用マニュアルの作成								■																												
4-4 管理台帳システムを活用し、定期的な点検・維持管理を行う										■																										
5-1 研修計画を策定する							■										■																			
5-2 研修実施マニュアルを作成する									■										■																	
関連プロジェクト																																				▲ 新下水場運転開始

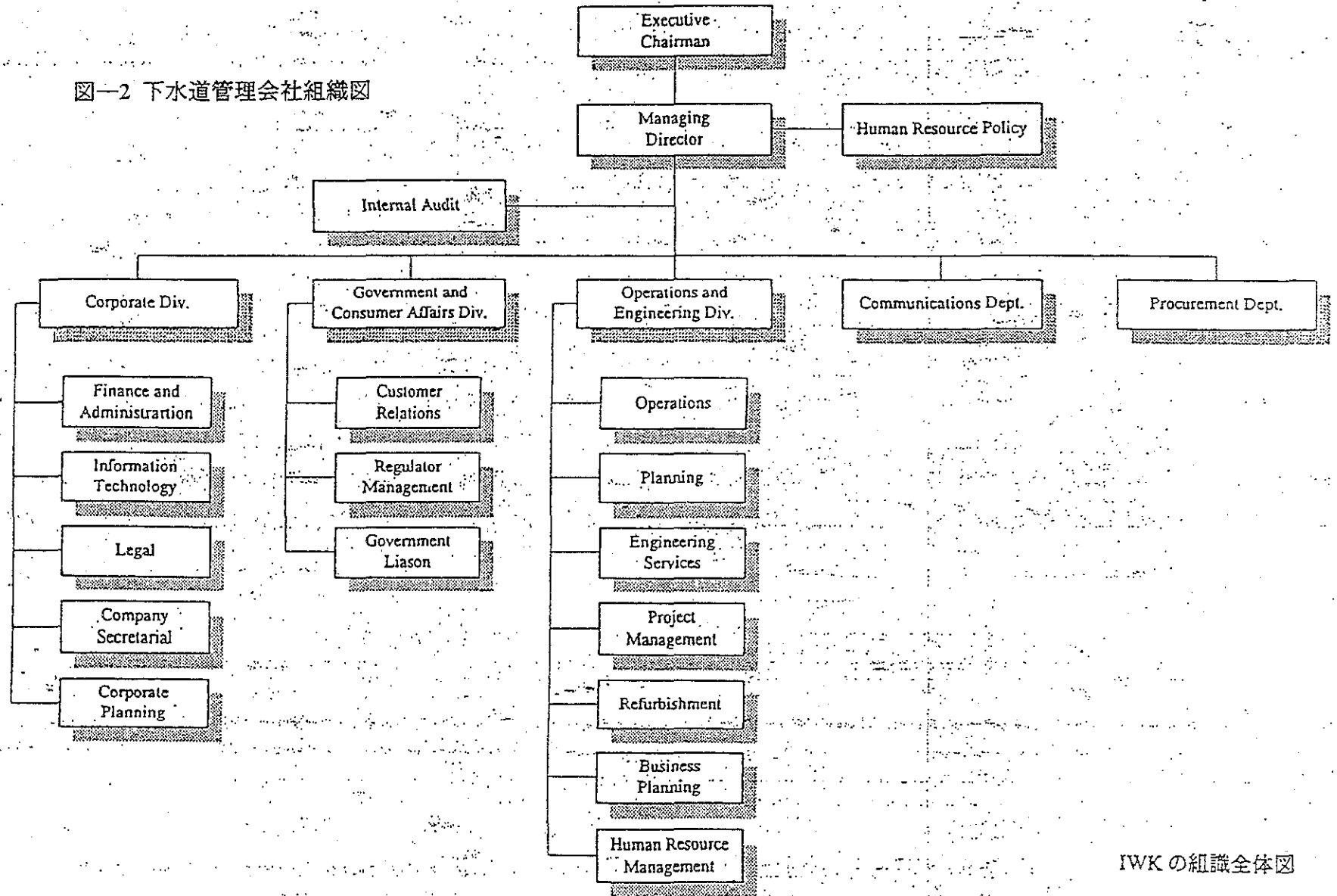


圖一1 住宅自治省下水道局組織圖

ORGANISATION CHART OF SEWERAGE SERVICES DEPARTMENT



図一2 下水道管理会社組織図



IWKの組織全体図

