

パキスタン・イスラム共和国
ファイサラバード上下水道公社 (WASA-F)

パキスタン・イスラム共和国
ファイサラバード上下水道・排水
マスタープランプロジェクト

最終報告書

要約

平成 31 年 2 月
(2019 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社日水コン
日本テクノ株式会社
横浜ウォーター株式会社

為替レート:
マスタープラン
US\$ 1 = JPY 111.29
US\$ 1 = PKR 104.85
(2017 年 12 月)

最終報告書
ファイサラバード上下水道・排水
マスタープランプロジェクト

報告書構成

- | | |
|-------|--|
| [第1編] | 要約 |
| [第2編] | メインレポート（英語版のみ）
パート A 水セクター総論
パート B 上水道マスタープラン
パート C 下水道・排水マスタープラン |
| [第3編] | サポーティングレポート（英語版のみ）
パート A 水セクター総論
パート B 上水道マスタープラン
パート C 下水道・排水マスタープラン |
| [第4編] | データブック（英語版のみ） |
| [第5編] | 優先プロジェクトの概略設計（英語版のみ） |

(上記の報告書に加えて、本プロジェクトのパイロット活動から得られた結果、成果、勧告を要約した完了報告書は、補完的報告書として2019年5月に作成される予定です。)

目 次

目次	i
表目次	ii
図目次	iv
略語集	v
調査対象地域	viii
上下水道・排水マスタープラン概要.....	1
第1章 背景.....	S-1
第2章 水セクターの現状と課題	
2.1 WASA-F の事業概要.....	S-2
2.2 WASA-F の組織.....	S-3
2.3 WASA-F の財務状況.....	S-3
2.4 WASA-F の運営の現状.....	S-4
2.5 既存上水道システム	S-5
2.6 下水道施設と雨水排除施設の現状	S-10
第3章 計画時の条件及び検討事項	
3.1 計画の背景	S-16
3.2 人口	S-16
3.3 土地利用	S-16
3.4 社会・経済状況	S-16
3.5 計画に関する考慮事項	S-17
第4章 将来開発計画	
4.1 計画区域	S-18
4.2 目標及び目的	S-18
4.3 水需要予測	S-21
4.4 上水道計画	S-22
4.5 優先プロジェクト	S-28
4.6 下水道及び雨水排除計画	S-30
4.7 マスタープラン（M/P）の事業費算出	S-42
第5章 WASA-F 財務改善計画	
5.1 WASA-F 財務の現況.....	S-45
5.2 長期的投資財務計画	S-47
5.3 プロジェクトの経済・財務分析	S-53
5.4 分析の包括的結論	S-58
第6章 WASA-F 運営管理改善計画	
6.1 アプローチ	S-60
6.2 基本方針	S-60
6.3 方法	S-61
第7章 結論と提言	
7.1 結論	S-64
7.2 提言	S-67

表目次

表 2.1.1	WASA-F の上水道事業の概要（2015）	S-2
表 2.1.2	WASA-F の下水道／排水事業の概要	S-2
表 2.1.3	WASA-F の財務状況の概要	S-3
表 2.3.1	WASA-F 予算収支（見積予算）、会計年度 2015-16	S-4
表 2.3.2	WASA-F 運営予算の収入（見積予算）、会計年度 2015-16	S-4
表 2.3.3	WASA-F 運営予算の支出（見積予算）、会計年度 2015-16	S-4
表 2.4.1	WASA-F 運営における現状、特筆事項と計画の方向性	S-6
表 2.5.1	水源開発における現状、特筆事項と計画の方向性	S-7
表 2.5.2	上水道システムにおける現状、特筆事項と計画の方向性	S-8
表 2.5.3	給水サービスと配水管理における現状、特筆事項と計画の方向性	S-9
表 2.6.1	下水管理と下水道施設の現状とその分析結果、及び下水道計画の方向性	S-11
表 2.6.2	工場排水の現状とその分析結果、及び工場排水の取り扱いの方向性	S-13
表 2.6.3	水と雨水排除施設の現状とその分析結果、及び雨水排除施設計画の方向性	S-15
表 3.2.1	ファイサラバード都市部および都市周辺部の人口	S-16
表 3.3.1	ファイサラバード土地利用概要	S-16
表 3.4.1	2015-16 年のパンジャブ州の都市部とパキスタンの所得分布	S-17
表 4.2.1	WASA-F サービス区域における給水サービスの目標設定	S-19
表 4.2.2	調査対象地区における目標下水道普及人口	S-20
表 4.3.1	将来水需要予測	S-21
表 4.4.1	水供給ゾーン及び水源、容量（2038）	S-23
表 4.4.2	水源開発計画	S-26
表 4.4.3	必要 RWR 容量	S-27
表 4.4.4	給水管接続の必要数	S-28
表 4.5.1	浄水場の設計基準	S-29
表 4.5.2	優先プロジェクトの事業費	S-30
表 4.5.3	優先プロジェクトの O&M 費	S-30
表 4.5.4	事業実施スケジュール	S-30
表 4.6.1	目標年次 2038 年における調査対象区域及び下水道計画区域面積及び計画人口	S-31
表 4.6.2	計画日平均水量（単位：m ³ /日）	S-31
表 4.6.3	下水道計画の概要	S-31
表 4.6.4	4 期にわたる下水道サービス区域拡張計画	S-32
表 4.6.5	段階的下水道・雨水排除整備計画における目標と対策	S-35
表 4.6.6	段階的下水道整備計画に伴う必要な工場排水対策と実施時期	S-37
表 4.6.7	東西処理区の第 1 期事業計画の比較	S-37
表 4.6.8	排水ポンプ施設を雨水ポンプ施設として利用する現排水ポンプ場のリスト	S-39
表 4.6.9	雨水排除のためのソフト面対策と実施計画	S-42
表 4.7.1	建設費の概算	S-43
表 4.7.2	O&M 費の概算	S-43
表 4.7.3	西処理区における段階的下水道整備計画に必要なプロジェクト費用	S-44
表 4.7.4	東処理区における段階的下水道整備計画に必要なプロジェクト費用	S-44
表 4.7.5	提案した雨水排除施設の建設費	S-44
表 5.1.1	純益及び費用回収比率（2010-15）	S-45
表 5.1.2	政策的諸課題	S-46
表 5.1.3	実務的諸課題	S-47
表 5.2.1	我が国上水事業会計基準	S-48
表 5.2.2	借入金利別損益勘定留保金（百万 PKR、2018-38）	S-48

表 5.2.3	投資段階 (Phase) 別の長期建設・維持管理費及び歳入額	S-51
表 5.2.4	上水整備マスタープラン資金計画	S-51
表 5.3.1	経済的内部収益率 (GBC 井戸群新規建設の EIRR)	S-54
表 5.3.2	財務的内部利益率 (GBC 井戸群新規建設の FIRR)	S-54
表 5.3.3	経済的内部収益率 (Jhang 浄水場新規建設の EIRR)	S-55
表 5.3.4	財務的内部利益率 (Jhang 浄水場新規建設の FIRR)	S-55
表 5.3.5	プロジェクト別費用並びに便益及び費用効率性	S-55
表 5.3.6	経済的内部収益率 (西処理区第 1 期事業計画の EIRR)	S-56
表 5.3.7	財務的内部収益率 (西処理区第 1 期事業計画の FIRR)	S-56
表 5.3.8	経済的内部収益率 (東処理区第 1 期事業計画の EIRR)	S-57
表 5.3.9	財務的内部収益率 (東処理区第 1 期事業計画の FIRR)	S-57
表 5.4.1	政策的諸課題	S-58
表 5.4.2	実務的諸課	S-59
表 6.3.1	新ビジネスプランのためのアクションプランの例	S-61
表 7.1.1	新水源開発	S-64
表 7.1.2	GBC 井戸群新規建設、Jhang 浄水場新規建設の内部収益率 (IRR) 及び純現在価値額 (NPV)	S-65
表 7.1.3	下水道第 1 期事業計画の経済・財務分析結果	S-66

図目次

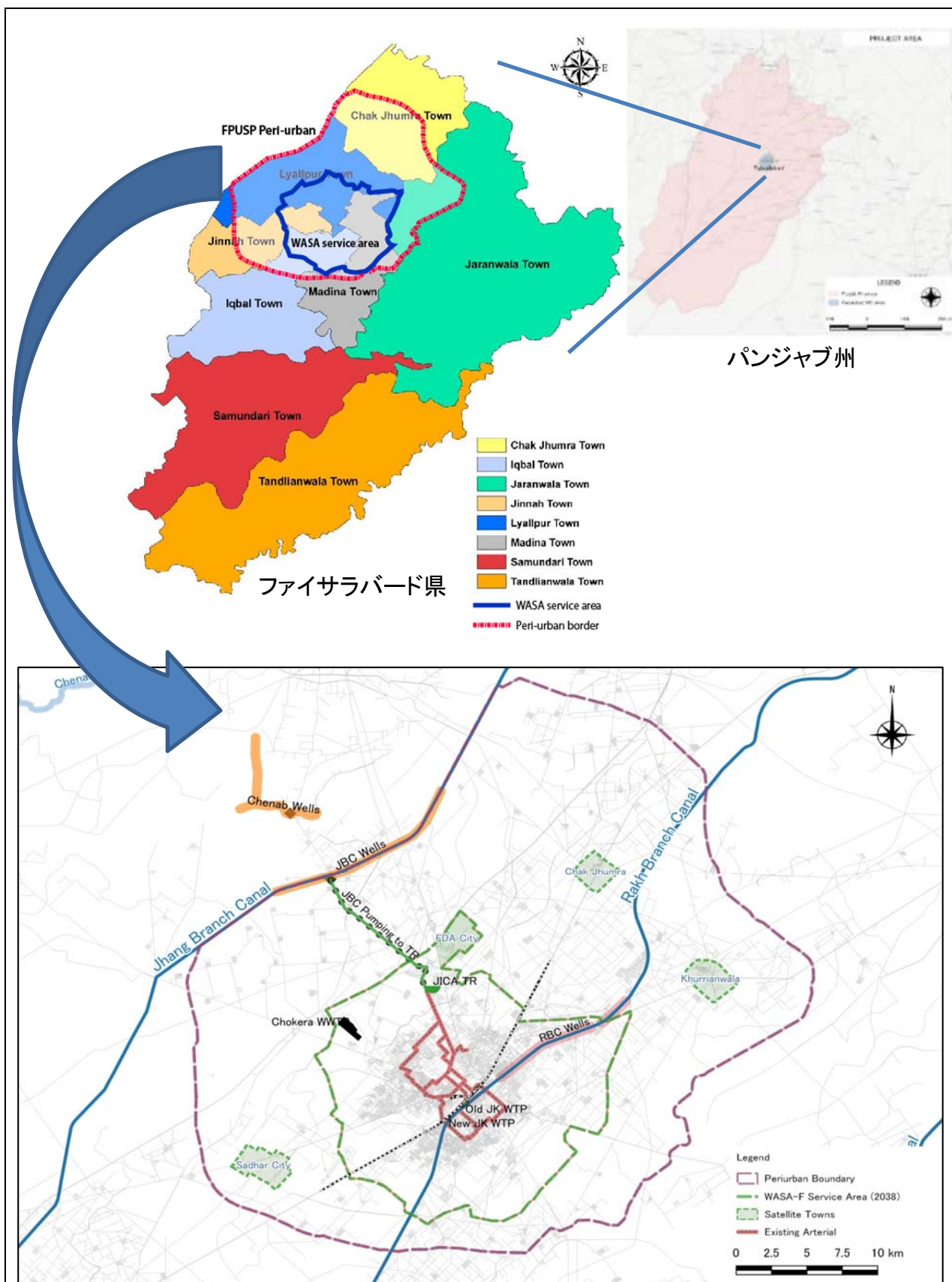
図 1.1.1	パイロット地区の位置図.....	S-1
図 1.1.2	プロジェクトのスケジュール.....	S-1
図 2.2.1	WASA-F 組織図.....	S-3
図 2.3.1	WASA-F 運営予算の収入と支出 (2015-16)	S-4
図 2.5.1	既存上水道施設の位置図.....	S-5
図 2.6.1	現有の下水道施設及び雨水排除施設の位置図.....	S-10
図 4.1.1	計画区域 (2038 年)	S-18
図 4.2.1	現在の悪循環から将来の好循環への改善.....	S-19
図 4.3.1	水需要予測と必要な水源開発.....	S-22
図 4.4.1	水供給ゾーン (WSZ)	S-22
図 4.4.2	将来水源の位置図.....	S-23
図 4.4.3	DC ゾーンによる配水管理体制.....	S-24
図 4.4.4	送配水施設の概念図.....	S-24
図 4.4.5	施設の段階的開発計画.....	S-25
図 4.4.6	水路閉鎖期間中の給水計画.....	S-27
図 4.5.1	旧 JK 浄水場更新、新規 DC・管路施設の位置と段階的整備区域.....	S-28
図 4.5.2	旧 JK 浄水場更新のレイアウト	S-29
図 4.6.1	下水道一般施設平面図.....	S-33
図 4.6.2	段階的下水道整備計画.....	S-34
図 4.6.3	段階的下水道整備計画に伴う計画下水道普及人口	S-35
図 4.6.4	第 1 期事業以降の段階的下水道整備計画に基づく Chokera 下水処理場への計画流入水量	S-36
図 4.6.5	第 1 期事業以降の段階的下水道整備計画に基づく東下水処理場への計画流入水量	S-36
図 4.6.6	既存の下水道施設と新道路側溝施設を利用した雨水排除システム	S-39
図 4.6.7	将来雨水ポンプ場として利用する現排水ポンプ場の位置	S-40
図 4.6.8	雨水排水路の近傍地域における浸水被害緩和策としての道路側溝施設	S-41
図 4.6.9	提案した道路側溝施設の計画区域.....	S-41
図 4.7.1	各処理区に必要な維持管理費用.....	S-44
図 5.1.1	経常予算 収入並びに支出 (2015).....	S-45
図 5.2.1	維持管理費並びに現行料金水準による収入推移.....	S-48
図 5.2.2	実質料金改定の想定による営業収支推移.....	S-49
図 5.2.3	借入金利別損益会計留保金の推移.....	S-49
図 5.2.4	実質料金改定による営業収支の推移 (2019-48、百万 PKR).....	S-52
図 5.2.5	割引事業純益の推移及び損益分岐点.....	S-52
図 6.1.1	マスタープランと新ビジネスプラン.....	S-60
図 6.2.1	上水道事業運営の改善方針.....	S-60
図 6.2.2	下水道・排水事業運営の改善方針.....	S-60
図 6.3.1	新ビジネスプランの構成.....	S-61
図 6.3.2	WASA-F の新組織の提案	S-62
図 6.3.3	WASA-F 人材育成計画の提案	S-63

略語集

AC	Asbestos Cement	石綿セメント
AFD	Agence Française de Development	フランス開発庁
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CRC	Customer Relations Center	カスタマーセンター
DC	Distribution Center	配水センター
DCIP	Ductile Cast Iron Pipe	ダクタイル鋳鉄管
DF/R	Draft Final Report	ドラフトファイナルレポート
DI	Ductile Iron	ダクタイル鋳鉄
DMA	District Metered Area	配水管理区域
DMD	Deputy Managing Director	副総裁
DMZ	District Metered Zone	配水管理ゾーン
EBIT	Earnings Before Income Tax	税引き前利益
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
ENPV	Economic Net Present Value	経済的純現在価値額
EPA	Environmental Protection Agency	環境保護庁
EPA-F	Environmental Protection Agency, Faisalabad	ファイサラバード環境保護庁
EPD	Environmental Protection Department	環境保護局
FC/R	Final Completion Report	ファイナルコンプリーションレポート
FDA	Faisalabad Development Authority	ファイサラバード開発局
FESCO	Faisalabad Electric Supply Company	ファイサラバード電力供給会社
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FPUSP	Faisalabad Peri-Urban Structure Plan	ファイサラバード都市計画
F/R	Final Report	ファイナルレポート
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ調査
GAAP	Generally Acceptable Accounting Principle	英国会計規則
GBC	Gugera Branch Canal	Gugera 灌漑用水路
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GOJ	Government of Japan	日本政府
GOP	Government of Pakistan	パキスタン政府
GOPb	Government of Punjab	パンジャブ州政府
GR	Ground Reservoir	地下式水槽
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
HIES	Household Integrated Economic Survey	世帯経済調査
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
IT	Information Technology	情報技術
JBC	Jhang Branch Canal	Jhang 灌漑用水路
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JK	Jhal Khanuana	Jhal Khanuana 浄水場

JMT	JICA Mission Team	調査団
k	kilo-	キロ
km	Kilo-meter	キロメートル
KPI	Key Performance Indicator	主要業務指標
l, L, lit	liter	リッター
LCC	Lower Chenab Canal	Chenab 河下流灌漑用水路
m	meter	メートル
m ²	Square meter	平方メートル
m ³	Cubic meter	立方メートル
MD	Managing Director	総裁
MGD	Million Gallon per Day	百万 UK ガロン／日
MIS	Management Information System	経営情報システム
M/P	Master Plan	マスタープラン（長期計画）
NBP	New Business Plan	新ビジネスプラン
NGO	Non-governmental Organization	非政府組織
NPV	Net Present Value	正味現在価値
NRW	Non-Revenue Water	無収水
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
OHR	Over Head Reservoir	高架水槽
OJT	On the Job Training	オンザジョブ・トレーニング
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
P&D	Planning & Design, or Planning & Development	計画・設計、または開発計画
PCGIP	Punjab Cities Governance Improvement Project	パンジャブ州主要都市ガバナンス改善プロジェクト
pH	Potential of Hydrogen	水素イオン指数
PHED	Public Health Engineering Department	公衆衛生技術局
PI	Performance Indicator	業務指標
PKR, Rs.	Pakistan Rupee	パキスタンルピー
PMD	Pakistan Meteorological Department	パキスタン気象局
PS	Pumping Station	ポンプ場
RBC	Rakh Branch Canal	Rakh 灌漑用水路
RWR	Raw Water Reservoir	原水貯水池
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	監視制御データ収集システム
SOP	Standard Operating Procedure	標準業務手順書
SS	Suspended Solids	浮遊固型物濃度
TDS	Total Dissolved Solids	全蒸発残留物
TR	Terminal Reservoir	最終配水池
T-N	Total Nitrogen	全窒素
T-P	Total Phosphorus	全リン
UASB	Up-flow Anaerobic Sludge Blanket	上昇流嫌気性スラッジブランケット
VAT	Value Added Tax	付加価値税
WAPDA	Water and Power Development Authority	水力開発局
WASA	Water and Sanitation Agency	上下水道公社

WASA-F	Water and Sanitation Agency Faisalabad	ファイサラバード上下水道公社
WHO	World Health Organization	世界保健機構
WSP	Water and Sanitation Program	水衛生プログラム
WSZ	Water Supply Zone	水供給ゾーン
WTP	Water Treatment Plant	浄水場
WW	Water Works	浄水場
WWF	World Wildlife Fund	世界自然保護基金
WWTP	Wastewater Treatment Plant	下水処理場



上下水道・排水マスタープラン概要

1. 背景および目的

パキスタン第3の都市であるファイサラバード市は、人口約270万人（2015年）を抱えるパンジャブ州第2の都市であり、2038年には人口400万人を超えると予測される。

しかしながら、2015時点では世帯の60%のみがファイサラバード上下水道公社（WASA-F）による給水サービスを受けている状況で、急速な人口増加に伴う需要増に対し、同市の上水道事業は安全な水量確保のための施設整備および水資源開発の見通しが立っていない。

また、現在の下水道区域における下水道普及率も73%にとどまっている。下水道の整備がされていない区域では不衛生な状況が慢性的なものになっており、下水道が整備されている区域においても維持管理面で問題を抱えている。

こうした状況から、パキスタン政府より我が国に対し水源開発、都市計画に基づく施設建設投資、既存施設の維持管理の適正化、上下水道料金システムの改善、財務状況の改善および上下水道サービスの適正化を含む長期計画（マスタープラン）の策定について要請がなされた。

本調査はファイサラバード上下水道・排水に係る総合的なマスタープラン（以下、「マスタープラン」あるいは「M/P」）を策定し、実施機関の能力向上を目指すものである。

2. 上水道マスタープラン

(1) 施設整備事業

- 浄水場、井戸群の建設および拡張
- 送水管の布設および拡張
- 配水幹線の布設および拡張
- 配水本管の布設および拡張
- 最終配水池（TR）の建設および拡張
- 配水センター（DC）の建設
- 配水管網の布設および拡張
- 各戸給水管接続

(2) 上水道マスタープラン段階的整備

表1 上水道マスタープランの段階的整備概要

項目	単位	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3	フェーズ 4
		2018-2023	2024-2028	2029-2033	2034-2038
給水区域人口	人	3,026,190	3,399,500	3,772,800	4,146,110
給水人口	人	1,815,700	2,549,600	3,395,500	4,146,100
給水率	%	60%	75%	90%	100%
水需要量（日平均）	1000 m ³ /日	329	528	703	859
水需要量（日最大）	1000 m ³ /日	664	870	1,092	1,252
水源水量合計	1000 m ³ /日	714	918	1,077	1,259

(3) 段階的整備水源開発計画

総生産能力を、2015年の500,000 m³/日 (110 MGD) から2038年までには1,259,000 m³/日 (277 MGD) に増加する。

フェーズ1 (2018～2023)

番号	内容
1-1	旧 Jhal Khanuana (JK) 浄水場の更新：旧 JK 浄水場を緩速砂ろ過施設 16,000 m ³ /日 (3.5 MGD) から急速砂ろ過施設 22,700 m ³ /日 (5.0 MGD) へ更新
1-2	新 JK 浄水場：22,700 m ³ /日 (5.0 MGD) の拡張
1-3	Gugera 浄水場：113,700 m ³ /日 (25.0 MGD) の新規建設
1-4	GBC 井戸群：22,700 m ³ /日 (5.0 MGD) の新規建設
1-4	Allama Iqbal 浄水場：6,800 m ³ /日 (1.5 MGD) の新規建設

フェーズ2 (2024～2028)

番号	内容
2-1	旧 JK 浄水場の拡張：22,700 m ³ /日 (5.0 MGD)
2-2	Jhang 浄水場の新規建設：90,900 m ³ /日 (20.0 MGD)
2-3	Gugera 浄水場の拡張：113,700 m ³ /日 (25.0 MGD)
2-4	GBC 井戸群の拡張：22,700 m ³ /日 (5.0 MGD)
2-5	新 JBC 新井戸群の建設：45,500 m ³ /日 (10.0 MGD)

フェーズ3 (2029～2033)

番号	内容
3-1	Jhang 浄水場の拡張：90,900 m ³ /日 (20.0 MGD)
3-2	Gugera 浄水場の拡張：113,700 m ³ /日 (25.0 MGD)
3-3	新 JBC 新井戸群の拡張：45,400 m ³ /日 (10.0 MGD)

フェーズ4 (2034～2038)

番号	内容
4-1	Jhang 浄水場の拡張：90,900 m ³ /日 (20.0 MGD)

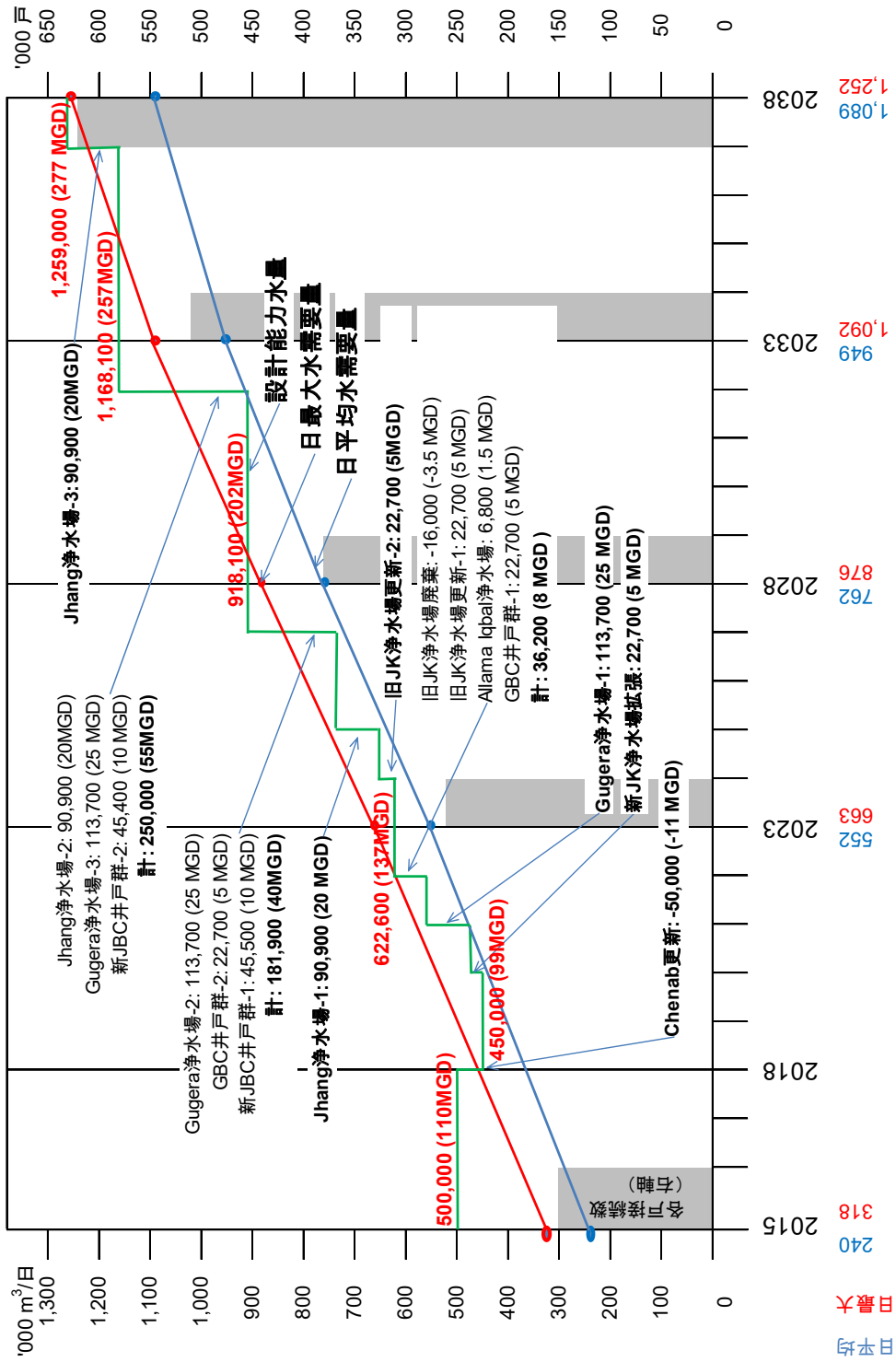
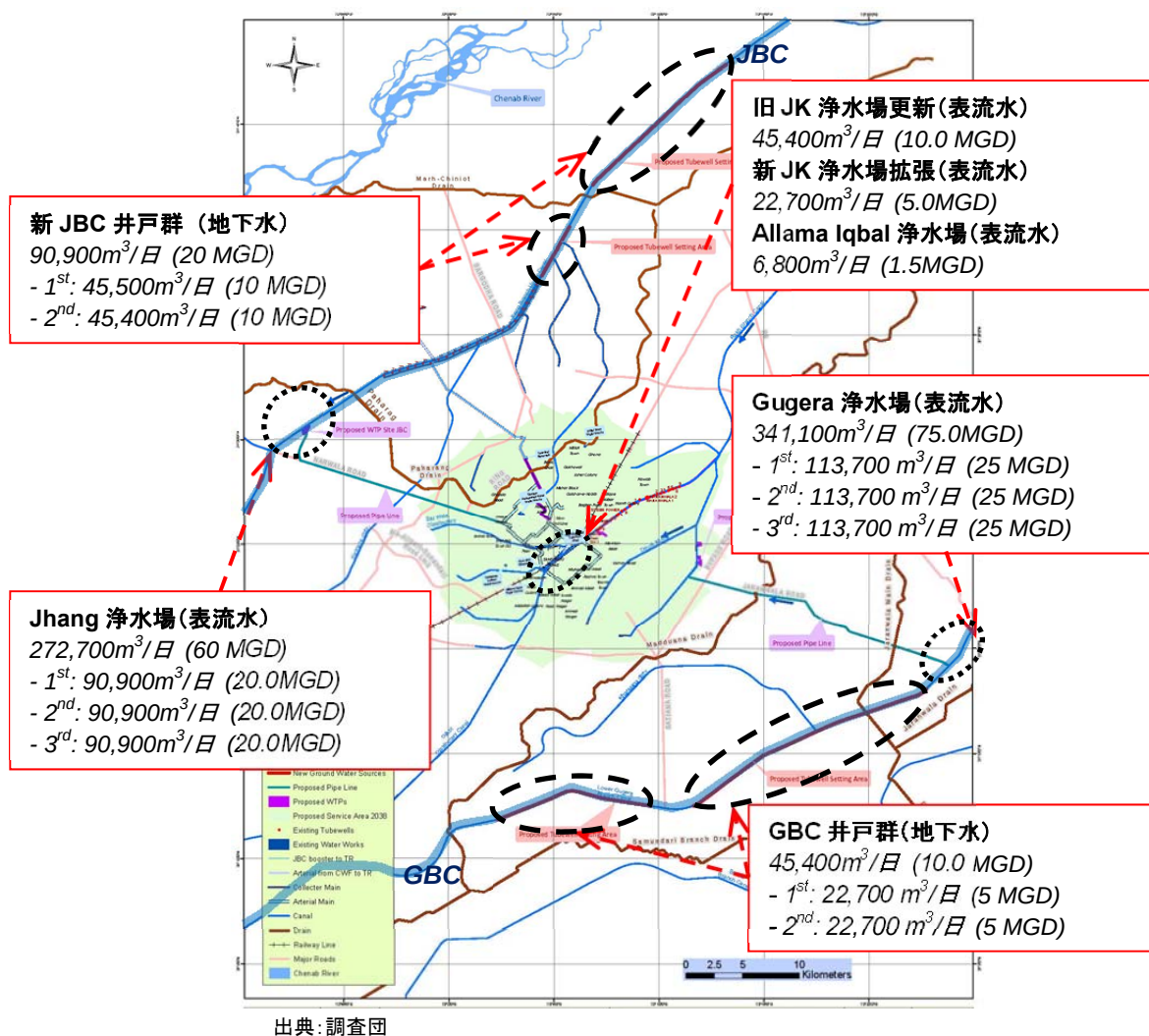
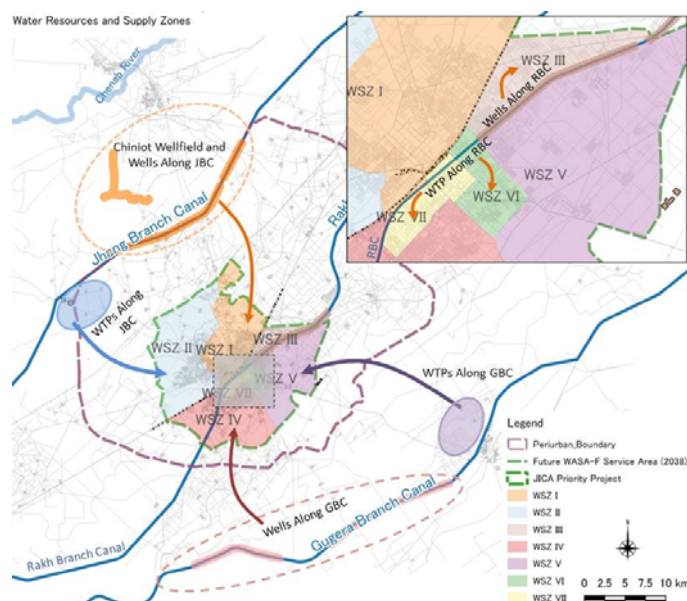


図1 ファイサラバード市の段階的整備計画 (衛星都市は除く)



出典:調査団

図 2 水源開発位置図



出典:調査団

図 3 水源と給水区 (2038)

(4) 整備事業および概算費用

表2 上水道マスタープランのプロジェクト概算事業費

単位: 百万PKR

浄水場/井戸群	施設	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3	フェーズ 4	計
旧 JK 浄水場更新	浄水場	1,031	1,139			2,170
	管路	1,168	607			1,775
	TR、DC	332	122			454
	その他	174	297			471
	小計	2,705	2,165			4,870
新 JK 浄水場拡張	浄水場	961				961
	管路	1,111				1,111
	TR、DC	311				311
	その他	163				163
	小計	2,546				2,546
Gugera 浄水場	浄水場	4,979	6,110	7,267		18,356
	管路	8,907	11,080	3,943		23,930
	TR、DC	3,110	2,577	454		6,141
	その他	851	1,641	2,038		4,529
	小計	17,847	21,408	13,702		52,956
Allama Iqbal 浄水場	浄水場	308				308
	管路	351				351
	TR、DC	111				111
	その他	52				51
	小計	822				821
Jhang 浄水場	浄水場		4,642	5,813	6,956	17,411
	管路		4,505	5,556	3,374	13,435
	TR、DC		1,466	2,157	2,479	6,102
	その他		1,226	1,634	2,288	5,149
	小計		11,839	15,160	15,097	42,097
Gugera 井戸群	井戸群	205	239			444
	管路	3,804	637			4,441
	TR、DC	472	129			601
	その他	174	327			502
	小計	4,655	1,332			5,988
新 JBC 井戸群	井戸群		477	559		1,036
	管路		2,633	1,579		4,212
	TR、DC		587	153		740
	その他		657	819		1,476
	小計		4,354	3,110	0	7,464
建設費	合計	28,575	41,098	31,972	15,097	116,742
コンサルタント費用 10%		2,857	4,110	3,197	1,510	11,674
予備費 2%		571	822	639	302	2,335
合計（上記計）		29,152	32,001	46,032	35,808	16,909
税金 16%		5,120	7,365	5,729	2,705	20,920
合計（税込）		37,121	53,397	41,537	19,614	151,671
各戸接続		708	1,270	1,350	1,175	4,503

(5) 事業実施計画

No.	プロジェクト	容量	期間																																						コスト (百万 PKR)	資金計画 (予定)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			フェーズ1							フェーズ2							フェーズ3							フェーズ4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			2018-2023							2024-2028							2029-2033							2034-2038																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
コスト			28,575							41,098							31,972							15,097							116,742																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
フェーズ1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																</

凡例
ファイナリティー調査、資金調達等
事業実施

図 4 上水道マスタープランのプロジェクト実施スケジュール

(6) 各上水道プロジェクト位置図

各上水道プロジェクト詳細を含むプロジェクトシートは、 サポーティングレポートの**Appendix AS1.1**に提示している。

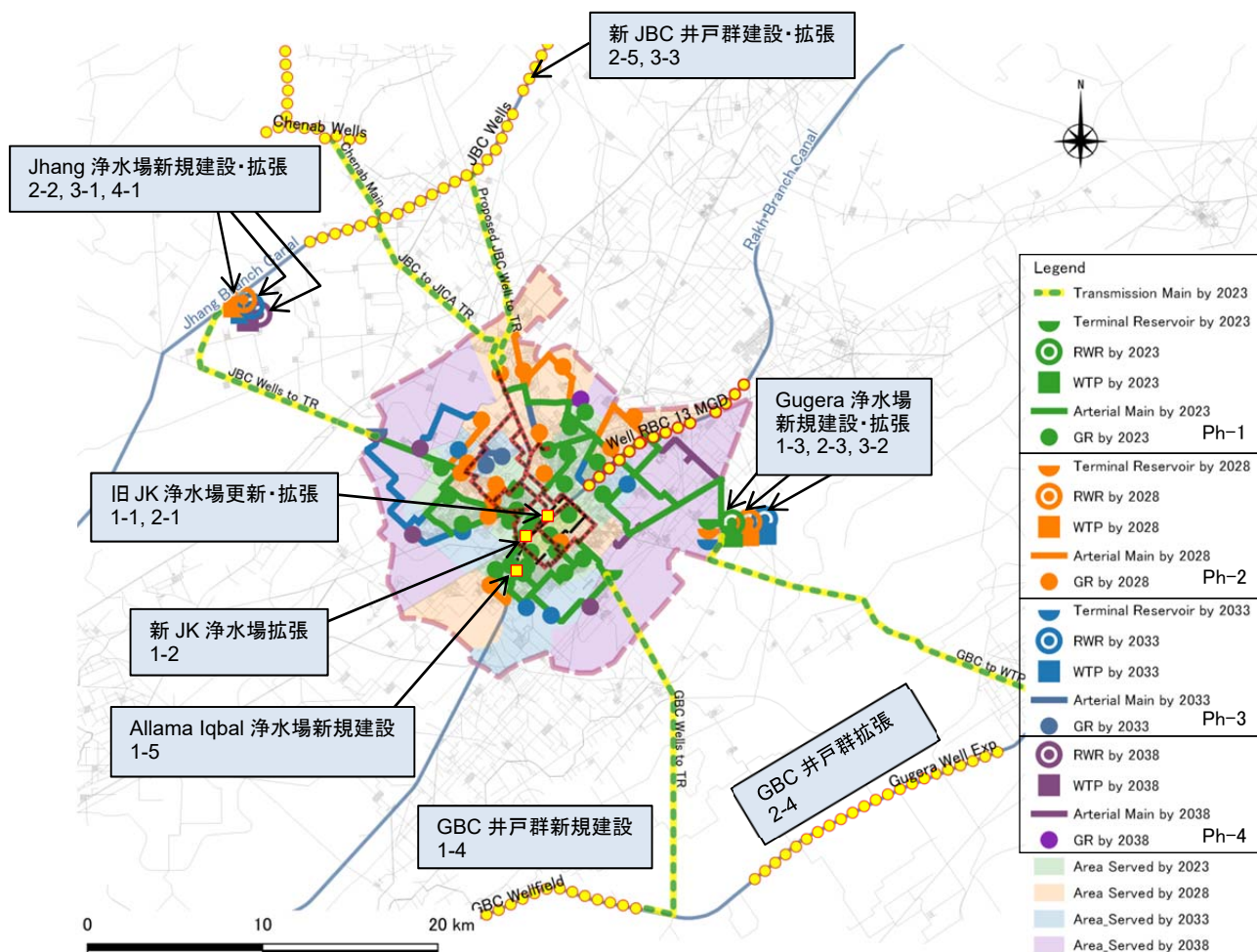


図 5 各上水道プロジェクトの位置図

3. 下水道・排水マスタープラン

(1) 施設整備事業

- 下水道本管および枝線
- 下水道幹線あるいは遮集管
- 中継ポンプ場および処理場流入ポンプ場
- 下水処理場・処理水送水施設

(2) 下水道マスタープラン段階的整備

表 3 西処理区段階的整備計画

項目	単位	フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3	フェーズ4
		2021-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2038
下水道整備区域	ha	3,551	7,388	11,836	17,530
下水道計画区域内人口	人	1,432,677	1,689,837	1,946,997	2,101,290
下水道接続人口	人	719,746	1,151,791	1,636,917	2,101,290
下水道接続率	%	50%	68%	84%	100%

表 4 東処理区段階的整備計画

項目	単位	フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3	フェーズ4
		2021-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2038
下水道整備区域	ha	3,553	8,383	14,288	20,407
下水道計画区域内人口	人	1,365,363	1,622,523	1,879,683	2,044,820
下水道接続人口	人	616,267	1,270,300	1,569,603	2,044,820
下水道接続率	%	45%	78%	90%	100%

(3) 段階的下水道整備区域

表 5 下水道施設の段階的整備区域

フェーズ	西処理区	東処理区
フェーズ 1	中心市街地から Chokera 下水処理場までの地域（排水ポンプ場 PS-3 の地域）と雨水排水路 N0.1 沿いの地域。	3 ヶ所の排水ポンプ場（Satiana Road Old, PS-31 (Satiana Road), and PS-42 ）が受け持つ地域。
フェーズ 2	都市化が進んでいる地域とその周辺地域であり、 FDA city （FDA による造成開発地域）を含む。	3 ヶ所の排水ポンプ場（PS-36, Peoples Colony No.2, D-type ）が受け持つ地域。
フェーズ 3	現在の都市域の周辺部で今後都市化が進展する地域	フェーズ 1 及び 2 の対象エリアの周辺部と衛星都市の Khurrianwala を含む地域。
フェーズ 4	現在は都市域から離れているが将来都市化する地域衛生都市である Sadhar 市や処理場周辺部を含む。	現在は都市域から離れた農地であるが将来都市化する地域。

(4) 整備事業および概算費用

表 6 下水道・排水マスタープランのプロジェクト概算事業費

単位：百万PKR

処理区	施設	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3	フェーズ 4	計
西処理区	下水道管（更新）	1,701	0	523	0	2,224
	下水道管（枝線）	8,440	10,677	10,854	16,675	46,646
	下水道管（幹線）	7,160	5,092	8,622	6,132	27,006
	中継・流入ポンプ場	3,752	1,064	0	0	4,816
	下水処理場	5,400	5,400	0	0	10,800
	処理水送水施設	0	0	10,091	8,272	18,363
	西処理区建設費計	26,453	22,233	30,090	31,079	109,855
東処理区	下水道管（更新）	110	748	0	0	858
	下水道管（枝線）	12,051	11,903	14,324	15,746	54,024
	下水道管（幹線）	22,304	15,514	5,557	11,564	54,939
	中継・流入ポンプ場	3,387	917	0	0	4,304
	下水処理場	3,931	3,931	0	0	7,862
	処理水放流施設	0	0	8,904	7,085	15,989
	東処理区建設費計	41,783	33,013	28,785	34,395	137,976
	東西建設費合計	68,236	55,246	58,875	65,474	247,831

単位：百万PKR

処理区	費用項目	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3	フェーズ 4	計
西処理区	建設費	26,453	22,233	30,090	31,079	109,855
	コンサルタント費用 10%	2,646	2,223	3,009	3,108	10,986
	土地取得費	1,630	0	0	0	1,630
	管理費 5%	1,323	1,111	1,505	1,554	5,493
	予備費 2%	529	445	602	621	2,197
	合計（上記計）	6,128	3,779	5,116	5,283	20,306
	税金 16%	5,213	4,162	5,633	5,818	20,826
	合計	37,794	30,174	40,839	42,180	150,987
東処理区	建設費	41,783	33,013	28,785	34,395	137,976
	コンサルタント費用 10%	4,178	3,302	2,879	3,439	13,798
	土地取得費	5,332	0	0	0	5,332
	管理費 5%	2,089	1,651	1,439	1,720	6,899
	予備費 2%	836	660	576	688	2,760
	合計（上記計）	12,435	5,613	4,894	5,847	28,789
	税金 16%	8,675	6,180	5,389	6,439	26,683
	合計	26,893	44,806	39,068	46,681	193,448

(5) 事業実施計画

No.	プロジェクト	面積	期間																										コスト	備考	
			フェーズ1 (準備含む)							フェーズ2							フェーズ3							フェーズ4							
			2018-2024							2025-2029							2030-2034							2035-2038							
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38								
			68,236							55,246							58,875							65,474							
建設コスト																													247,831		
フェーズ1																													68,236		
1-1	西処理区下水道施設整備	3,551 ha																												26,453	
1-2	東処理区下水道施設整備	3,553 ha																												41,783	
フェーズ2																														55,246	
2-1	西処理区下水道施設整備	3,837 ha																												22,233	
2-2	東処理区下水道施設整備	4,830 ha																												33,013	
フェーズ3																														58,875	
3-1	西処理区下水道施設整備	4,448 ha																												30,090	
3-2	東処理区下水道施設整備	5,905 ha																												28,785	
フェーズ4																														65,474	
4-1	西処理区下水道施設整備	5,694 ha																												31,079	
4-2	東処理区下水道施設整備	6,119 ha																												34,395	

凡例
ファイジビリディー調査、資金調達など
事業実施

図 6 下水道・排水マスタープランのプロジェクト実施スケジュール

(6) 各下水道プロジェクト位置図

各下水道プロジェクト詳細を含むプロジェクトシートは、サポーティングレポートの**Appendix AS1.1**に提示している。

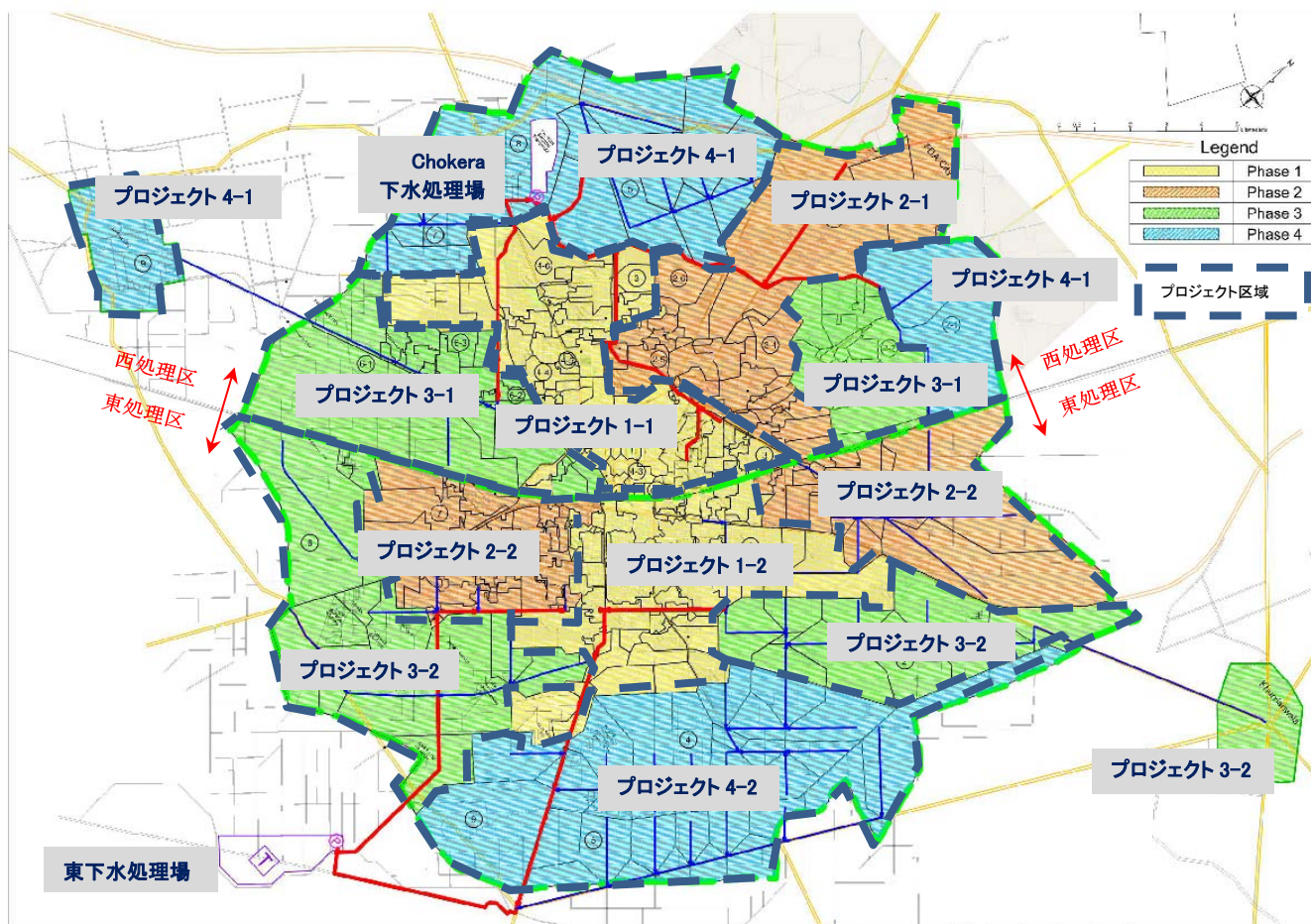


図7 各下水道プロジェクトの位置図

第1章 背景

ファイサラバード市は、パンジャブ州第2の都市であり、またパキスタン第3の都市である。2015年に人口約270万人¹を抱え、2038年には400万人を超えると予測される。急激な人口増加に伴う需要増に対し、同市の上下水道事業は必要な水供給のための施設整備および水源開発において困難な状況が続いている。2015時点では、現在の上下水道サービス区域にある世帯の60%²のみが、ファイサラバード上下水道公社（WASA-F）による給水サービスを受けている。一方で、現在の下水道サービス区域における下水道普及率も73%にとどまっている。下水道の整備がされていない地域では不衛生な状況が慢性的なものになっており、下水道が整備されている地域においても維持管理面で問題を抱えている。

このような背景の下、パキスタン政府は、適切な水源開発、都市計画に沿った設備投資、既存施設の適切な維持管理、上下水道料金収入の向上と財務改善、持続的な上下水道事業運営を目指す長期的な事業計画の策定への協力を日本政府に要請し、ファイサラバード上下水道・排水マスタープランプロジェクト（以下、「プロジェクト」）の実施となった。

プロジェクトはファイサラバード上下水道・排水に係る総合的なマスタープラン（以下、「マスタープラン」あるいは「M/P」）を策定し、実施機関の能力向上を目指すものである。プロジェクトの調査対象地域は本要約の冒頭に示されている。また、プロジェクトでは、策定されたM/Pの試行と検証の目的でパイロット活動が行われた。選定された、Sarfraz Colony、Madina Town、及びSitara Sapna Cityの3つパイロット地区を図1.1.1に示す。



図 1.1.1 パイロット地区の位置図

プロジェクトのスケジュールを図1.1.2に示す。

年／期	2016		2017				2018				2019	
	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q
マスタープラン(M/P)作成	基礎調査		M/P 策定				国内作業				DF/R	F/R
パイロット活動		国内作業										FC/R

DF/R: ドラフトファイナルレポート, F/R: ファイナルレポート, FC/R: ファイナルコンプライーションレポート

図 1.1.2 プロジェクトのスケジュール

¹人口はパンジャブ州政府統計局の推計に基づく。

²普及率は、WASA-F 作成による 2015 年の主要業務指標（KPI）からのデータに基づく。

第2章 水セクターの現状と課題

2.1 WASA-Fの事業概要

WASA-Fの上水道、下水道・排水事業の現状は、下表のとおりである。

表 2.1.1 WASA-F の上水道事業の概要（2015）

分類	項目		規模
WASA-F の上水道事業の概要	全戸数（ファイサラバード市）		400,000
	全戸数（WASA-F サービス区域）		250,000
	接続戸数（WASA-F サービス区域）		113,000
	一日当り給水時間		6 時間（2 時間 x 3 回）
	取水量（m ³ /日）	地下水（設計値）	427,000
		（実績値）	209,000
		表流水（設計値）	73,000
		（実績値）	31,000
	給水量（m ³ /日）	合計（設計値）	500,000
		（実績値）	240,000
WASA-F の上水道施設の概要	深井戸	Chenab 井戸群	25 本
		JBC 井戸群	25 本
		RBC 井戸群	28 本
	ポンプ場	Chenab 系統	加圧用 7 ケ所
		0.5-0.9 m ³ /秒	配水用 10 ケ所
		JBC 系統	加圧用 4 ケ所
		0.4-1.0 m ³ /秒	配水用 5 ケ所
	浄水場	緩速砂ろ過、4,500-16,000 m ³ /日	3 ケ所
		急速砂ろ過、45,500 m ³ /日	1 ケ所
	配水管（km）	配水幹線、400 mm-1,600 mm	101
		配水本管、配水支管、75 mm-300 mm	1309
	貯水槽	地下式(GR)	33 基
		高架式(OHR)	42 基

出典：調査団

表 2.1.2 WASA-F の下水道／排水事業の概要

分類	項目		規模
WASA-F の下水道／排水事業の概要	接続戸数（WASA-F サービス区域）		246,000
	下水収集推定量（m ³ /日）	（西処理区）	680,000
		（東処理区）	378,000
	下水処理量（m ³ /日）	（設計値）	90,000
		（実績値）	47,000
WASA-F の下水道／排水施設の概要	汚水集水方式		原則：分流式
	下水道管	幹線：500-2,250mm	193 km
		枝管：225-450mm	1,579 km
	揚水ポンプ場	中継ポンプ場	14 ケ所
		排水ポンプ場	18 ケ所
	下水処理場	90,000 m ³ /日	1 ケ所
	雨水排水路	底幅：1,275-3,300 mm、開水路	7 本（53.29km）

出典：調査団

表 2.1.3 WASA-F の財務状況の概要

分類	項目		規模
WASA-F の財務状況 の概要	料金制	家庭用	定額制
		工業および商業用	定額制および従量制
	料金徴収率（請求数）	家庭用	28%（2015 年）
		工業および商業用	75 – 80%
	予算（2015-16）	収入計	3,943.236 百万 PKR
		支出計	3,941.236 百万 PKR
	運営収入(2015-2016)	合計	2,079.622 百万 PKR
		内上下水道料金	840.000 百万 PKR

出典：調査団

2.2 WASA-Fの組織

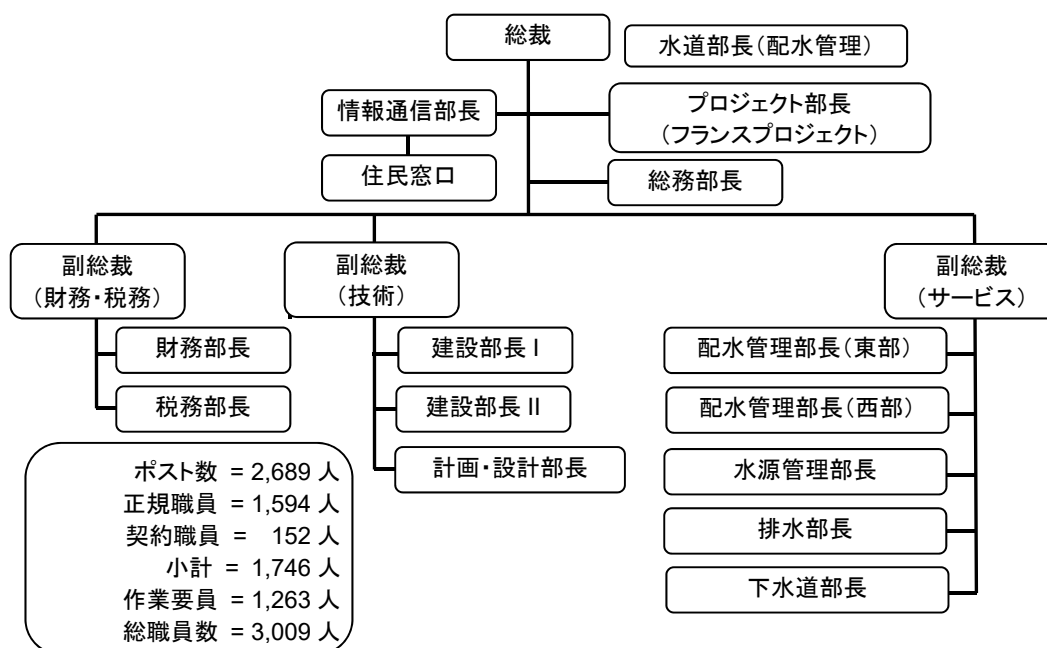
WASA-Fは、パンジャブ州都市開発法1976に基づき、1978年にFDAの組織として設立され、次のような役割を持つ。

上下水道・排水施設整備のため計画・設計、建設、既存施設リハビリと増強

上下水道・排水施設の運転・維持管理

上下水道サービスへの料金請求および徴収

WASA-Fの事業および業務はFDAの一組織の役割として行われる。従ってWASA-Fの年間投資計画は、FDAの年間投資計画に含まれる。WASA-Fは正職員および契約ベースの職員を含めて1,750名の職員を抱えており、図2.2.1にその組織を示す。常勤および契約ベースの職員は全て州政府の予算で雇用されている。作業量に応じて賃金が支払われる普通作業員は、WASA-Fの自前の予算で雇用されている。



出典：WASA-F

図 2.2.1 WASA-F 組織図

2.3 WASA-Fの財務状況

WASA-Fの収支予算は、開発予算と非開発予算とに分類される。開発予算の収入には、1) パンジャブ州政府の補助金、2) 外国からの多国間財政支援が含まれる。開発予算における支出は、開発計画下で行われる施設整備費である。非開発予算（又は運営予算）の収入は、1) 上下水道料金、2) 助成

金、繰越、補助金、3) その他の収入を含む。運営予算の支出は、1) 給与・手当、2) 上下水道施設の電力費、3) 修繕・維持管理費、4) その他の経費で構成されている。

表 2.3.1 WASA-F 予算収支（見積予算）、会計年度 2015-16

記号	項目	百万 PKR
A	収入	3,943.236
	1 開発予算	1,861.614
	2 非開発予算（運営予算）	2,081.622
B	支出	3,941.236
	1 開発予算	1,861.614
	2 非開発予算（運営予算）	2,079.622

出典：WASA-F

表 2.3.2 WASA-F 運営予算の収入（見積予算）、会計年度 2015-16

番号	費目	百万 PKR	%
1	上下水道料金	840.000	40
2	都市固定資産税の割当	290.000	14
3	パンジャブ州政府からの補助金	300.000	14
4	モンスーン助成金	60.000	3
5	PCGIP（世界銀行プロジェクトの割当）	496.622	24
6	その他の収入	93.000	4
	合計	2,079.622	100

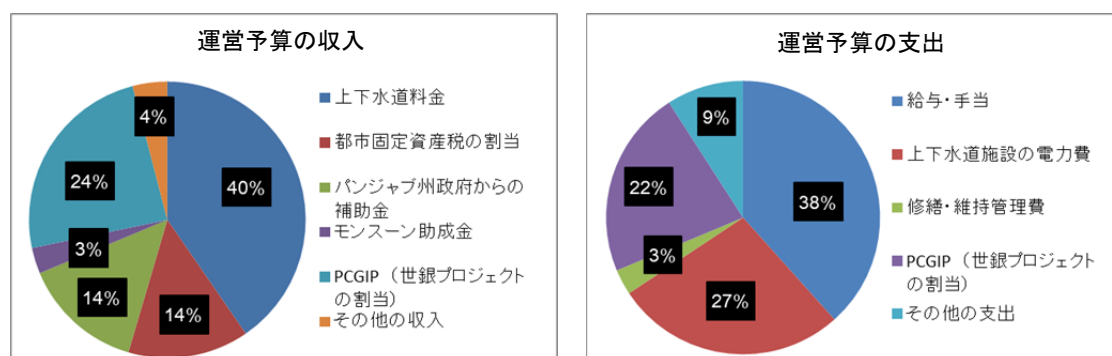
出典：WASA-F

表 2.3.3 WASA-F 運営予算の支出（見積予算）、会計年度 2015-16

番号	費目	百万 PKR	%
1	給与・手当	847.120	38
2	上下水道施設の電力費	600.000	27
3	修繕・維持管理費	61.503	3
4	PCGIP（世界銀行プロジェクトの割当）	496.622	22
5	その他の支出	204.627	9
	合計	2,209.872	100

出典：WASA-F

WASA-F運営予算の最も主要な収入源は、上下水道料金（40%）である。また、最も大きな支出は、WASA-F職員に対する賃金と手当（38%）となっている。



出典：WASA-F

図 2.3.1 WASA-F 運営予算の収入と支出 (2015-16)

2.4 WASA-F運営の現状

WASA-Fの運営の現状を評価・分析し、計画の方向性を表2.4.1にまとめた。

2.5 既存上水道システム

既存上水道施設の位置を図2.5.1に示す。

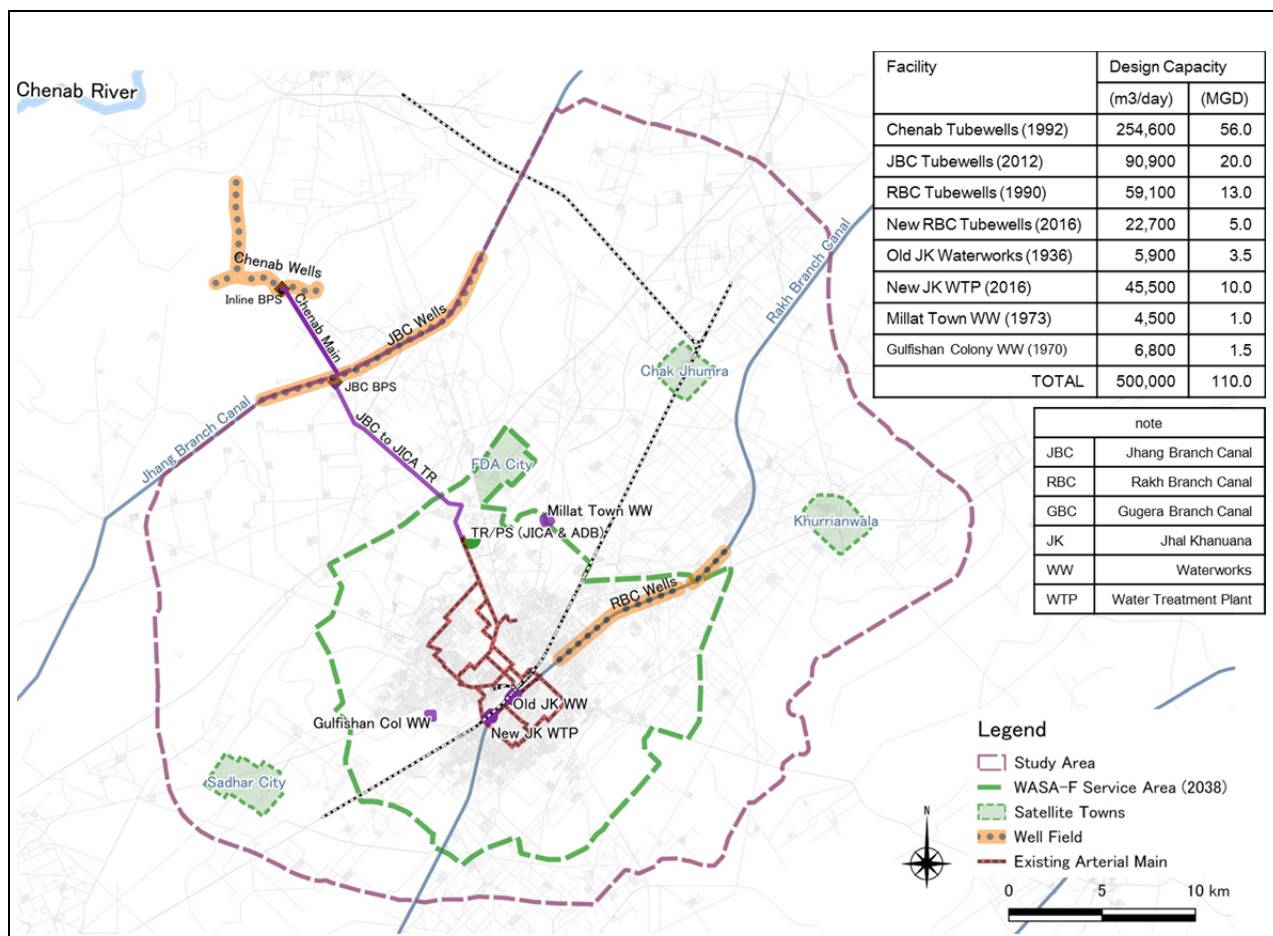


図 2.5.1 既存上水道施設の位置図

ファイザラバード市の水源、給水システム、給水サービス、管理に関する現状を検討分析し、計画の方向性を表2.5.1、表2.5.2、表2.5.3にまとめた。

表 2.4.1 WASA-F 運営における現状、特筆事項と計画の方向性

項目	現状	特筆事項	計画の方向性
サービスレベル	間欠運転により給水時間は1日6時間(2時間x3回)のみで、また水圧も不足している。	パイロット地区の Sarfraz Colony に代表されるように給水管に直接、ポンプを連法に接続して家屋の屋根上に設置したタンクに水を引込む行為が常態化している。	パイロット活動から得られた知見と教訓を活かし、給水時間を適切な手法と戦略で延長していく、最終的には24/7連続給水を達成する。
	多くの顧客は、WASA-Fから供給される水のほかに、私有の地下水源(深井戸)を持っている。	本プロジェクトで実施したインタビュー調査では、パイロット地区におけるサンプル世帯の水利用状況は、地下水75%、WASA 水道水24%、ボトル水1%の使用率であった。	より効率的かつ高いサービスを提供するために、継続的な改善を行っていく。
	故障で使われていない設備、施設がある。	2015年の調査では、高架水槽(OHR)と地下水槽(GR)のほぼ半分が稼働していない。	既存施設の稼働効率向上のための予算を十分確保する。
施設利用	無収水(NRW)比率は、オフイシャルに33%と報告されているが、他の調査ではそれがはるかに高い約50%と報告されている。	オフイシャルのNRWの値は、それが物理的損失の割合であるか、水道料金の請求総額に対する無収水量であるかどうかは不明である。	パイロット活動で実際のNRW率を明らかにし、水道料金からの給水単価と比較して収入を計算する。
	多くのポストが空いている。つまり利用可能な雇用機会に対して不完全雇用となっている。	不完全雇用の原因は、州政府が承認せず、必要な雇用が確保できない予算不足にある。	どのポストが空いていて業務の遂行に影響を与えているかなど、さらなる情報を得る。
	現場作業員数が非常に多い。	人件費は、WASA-F予算の大部分を占めている。	現場作業員は、現在の人力作業から、今後は機械化によって削減していく。
組織と管理	より一層のオンラインシステムが利用可能になっているが、それらが効果的に使われていない。	個々のGIS、SCADA、CRCシステムは、それぞれ若干の問題もあるものの、評価に値する。	ITシステム、すなわち経営情報システム(MIS)の構築を提案する。
	年間研修計画は用意されていない。また、人的資源が体系的に適切に配分されていない。	WASA-Fは、研修プログラムを各職員の能力開発とキャリアアップのために用意されているAl Jazari ACADEMYと協力する必要がある。	これまでの研修セッションを鑑みて、不足している部分を補う効果的な研修計画を作成する。
	WASA-Fの組織体制は、上水道・下水道・排水の3部門を担当するこれらの3つの部門に分類されていない。	現在のWASA-F組織体系は、技術部門やサービス部門などの管理的視点によって分類されている。	上水道部門(または部)、下水道部門および排水部門へのセクターの分離を提案する。
財政	料金徴収率は実質的に低く、水道料金請求数の28%である。徐々に上昇しているが、劇的な解決策は見出されていない。	サービスレベルが低いことにより、顧客の満足度が低下し、よって料金回収率が低下している。	戦略的なプロモーション活動とともにサービスを改善する。
	敷地面積の広さによる低価格の定額料金制度が適用されている。	現時点では実際に適用されていないが、既存の従量料金制度ははるかに低い価格を設定している。	水道料金徴収率の改善が最優先であるが、次に、料金改訂が必要となる。ただし、そのためには、サービス改善が不可欠である。
水環境保全	WASA-Fは自立性のある自治体ではない。そのため、上水道、下水道、排水事業、運営の予算を確保することが困難である。	開発事業費だけでなく、電気代、修理費、保守管理などの非開発事業費(運営予算)の大半も州政府からからの補助金に依存している。	WASA-FがM/P期間内に自立性のある自治体となるように、長期財務計画に基づき料金見直しと引上げを要求する。
	数々の上下水道に関する法制度が整備されている中、実際の法令の施行は非常に少ない。	2014年に起草されたパンジャブ州水道法はまだ施行されていない。	規定どおりに施行される、新しい規制を検討する必要がある、また執行力を強化することも重要である。

注:「GIS」は地理情報システム、「SCADA」は監視制御御データ収集システム、及び「CRC」はカスタマーセンターの略語。
出典:調査団

表 2.5.1 水源開発における現状、特筆事項と計画の方向性

項目	現状	特筆事項	計画の方向性
水源一般	地下水には、JBC、RBC、GBC 井戸群がある。過去に過度の揚水による地下水位低下が発生した。また、新規開発のポテンシャルは低い。	地下水は、限られたポテンシャルに加え、都市部やその周辺では汽水である。	新規の水源開発は、主に灌漑水路からの表流水にシフトする。WASA-F は水利権を得るために灌漑局と継続的に交渉を行う必要がある。
	表流水は、灌漑水路、河川からの取水が挙げられる。灌漑水路は、維持管理による閉鎖期間がある。河川は比較的遠方に位置し費用が大さい。	灌漑水路のメンテナンスで閉鎖される標準的な期間は約 3 週間である。	閉鎖期間中の水需要を満たすため、複数水源確保や原水池（貯水池）建設を含む、施設整備を行う必要がある。
	Chenab 井戸群は、運転開始以来 25 年間、水を生産しているが、周辺地域の地下水位は、長期間にわたって過剰に揚水した結果、最大で 20m 低下した。	同井戸群での大量な取水の影響で地下水位はひどく低下していたため、2007 年の JICA 調査では、地元住民（農民）はさらなる開発に強く反対した。	Chenab 井戸群からの取水量は現在の水量（140,000 m ³ /日）以下に保つ。
地下水 (Chenab 井戸群、JBC 井戸群、RBC 井戸群、GBC 井戸群)	施設運転開始後、JBC 井戸群の地下水位の変化は、過剰揚水の傾向もあり、2015 年まで連続して年間約 1 メートルの水位を低下させた。	JBC 井戸群は、120～130 メートルの比較的深い地下水を揚水している。過剰な取水は、深層部にある汽水を引込み、水質悪化の可能性がある。	将来の水源開発として、JBC 沿いの既存 JBC 井戸群近郊で一定のポテンシャルがある。
	GBC に沿い、Jaranwala と Satiana 周辺には既存井戸が高い密度で存在するため、開発の可能性はほとんどない。Jaranwala～Satiana 間の GBC 沿いでは既存井戸は散在した状態で、新規開発の可能性があると思われる。	GBC に沿った深層地下水は概ね汽水であるため、飲料水には適さない。よって取水は GBC から浸出した伏流水が対象となるが、水路水量が少ないときは、浸出水量も少ない。	GBC 沿いの水源開発可能性は、Jaranwala～Satiana 間で、かつ井戸施設が比較的少ない地域で検討する。
	概して言えば、新規地下水源のポテンシャルは比較的低い。	JBC と GBC の両井戸群では、新規水源開発が期待される。	地下水開発は、将来の補完的水源として継続する。
表流水 (JBC、RBC、GBC の灌漑水路)	灌漑水路 (JBC、RBC、GBC) は概ね安定した水量を有するが、農業用水として満たすにはまだ不足している。	灌漑水路から都市用水として配分するための水利権が必要となる。灌漑局との交渉には非常に時間がかかる可能性がある。	将来の新たな水源として利用される灌漑用水に関しては、調整可能な計画に従い段階的に開発し、灌漑局とその都度交渉する。
	水路閉鎖が 1 年に 1 回、水路の維持管理のために行われる。標準的な閉鎖期間は約 3 週間である。	JBC は LCC 引込み水路で分水される。RBC と GBC は、共通の本線下流水路から供給される。従って、JBC は独立して、RBC と GCB はセプトで同時に閉鎖される。	水路閉鎖期間中の水需要を満たすため、複数水源、過不足水域間のバックアップシステム、および新規原水池 (RWR) 建設を含む、いくつかの対策を講じる必要がある。
表流水 (Chenab 河)	Chenab 河の流量は、上流の河口堰で制御され、年に数ヶ月の期間、河川流量がない。	河川から取水にあたっては、水量割当を交渉する権限を持つ機関を特定する必要がある。	Chenab 河からの水の取水の場合、流量、水質、取水構造などのさらなる調査が必要である。
	自然河川のため、河道が変動する可能性がある。	河川流量等をモニタリング (測定) することが要求される。少なくとも 1 年間の定期的なモニタリングが必要である。	フィージビリティを判断するためには、技術的および経済的評価を行う必要がある。
	取水地点は、遠い灌漑水路と比べてもより遠方に位置している。WAPDA は、市内から約 40km に位置する Chinot ダムを建設する予定である。	Chinot ダムから市内までの送水管布設工事は、距離があるため費用がかかる。O&M 費用もまた、灌漑水路からの取水よりも高い。	Chinot ダム (計画中) からの分水は将来の可能性として、今後のダム建設の実現性に注視する必要がある。

注：「JBC」は Jhang 灌漑水路、「RBC」は Rahk 灌漑水路、「GBC」は Gugera 灌漑水路、及び「RWR」は原水貯水池の略語。

出典：調査団

表 2.5.2 上水道システムにおける現状、特筆事項と計画の方向性

項目	現状	特筆事項	計画の方向性
深井戸	現在、Chenab と JBC の深井戸は 1 日に 12～20 時間、RBC の深井戸は 1 日に 2 時間～6 時間で運転している。	地下水の一部を除いては一般的に汽水であり、飲用に適した淡水は灌漑水路からの浸出水に限られている。	新規深井戸の設計と仕様は、既存深井戸の性能を考慮して決定する必要がある。これらは、灌漑水路からの浸出水の取水を目的とする。
ポンプ場	中継ポンプ場の加圧ポンプは 1 日 18 時間から 20 時間稼働しているが、最終配水池の配水ポンプは 1 日 6 時間しか稼働していない。配水量の日平均は設計能力のわずか 48% に止まる。	置かれた配水ポンプは、2 時間×3 回 (6 時間) で運転しており、また配水管網内の負圧を防ぐために、残りの 18 時間は最終配水池をバイパスして市内に自然流下で送られている。	計画では、ポンプ運転時間の延長を省エネ対策と併せて検討する。ポンプ運転時間増加のためには、収益の増加 (または支出の削減) も重要な対策で、パイロット活動での知識や経験も活かす。
	ファイサラバード市の電力供給事情は非常に逼迫しており、厳しい状況にある。	FESCO は、計画停電を行いながら、市内に電力を供給している。	省エネルギー設備や再生可能エネルギー (例えば、太陽光) の利用により、電力コストを軽減する。
浄水場	1936 年に旧 Jhal Khanuana (JK) 浄水場 (15,900 m ³ /日または 3.5 MGD、緩速砂ろ過) が建設され、ファイサラバード市では最も古いものである。2015 年の稼働率はわずか 43% (6,800 m ³ /日または 1.5 MGD) であった。	WASA-F は、この旧 JK 浄水場のリハビリテーションを優先課題とし、2014 年 5 月に JICA に無償資金協力として要請書を提出した。	施設能力の向上と緩速ろ過方式から急速濾過方式への改良を含め、旧 JK 浄水場のリハビリテーションまたは更新を検討する。
	フランスローン融資による「ファイサラバード市水資源拡張事業フェーズ I」プロジェクトの下、新 JK 浄水場 (45,500 m ³ /日または 10 MGD、急速砂ろ過) が建設され、2016 年に運転が開始された。	「ファイサラバード市水資源拡張事業フェーズ II」が、フェーズ I に続いて AFD で準備中である。フェーズ II は、新 JK 浄水場拡張 (22,700 m ³ /日または 5 MGD) と GBC で新浄水場 (113,700 m ³ /日または 25 MGD、急速砂ろ過) の建設を含む。	将来の開発計画は、自己資金調達だけでなく、外国ドナーの支援や融資も考慮して作成される。
送配水施設	Ghulfishan Colony 浄水場 (6,800 m ³ /日または 1.5 MGD、緩速砂ろ過) は、リハビリテーションとメンテナンスによって半年間停止している。	リハビリ作業は 2017 年に完了すると見込まれていたが、作業はまだ遅れており、2018 年までに完了していない。	既存浄水場の保守計画についてさらなる調査が必要である。
	ファイサラバード市はほぼ平坦な土地であり、GR からの直接ポンプ配水や OHR からの自然流下による配水を行う必要があるため、WASA-F はポンプ設備を備えた数十基の GR と OHR を建設した。しかし、その半分は劣化のために運転していない。	WASA-F の保守管理能力も考慮しながら、配水池 (OHR 及び GR) を効果的に使用および最適化する必要がある。ある一定の地区を水理的分離し配水管理するため、配水ゾーンと DMA の構築が有効である。	水理解析を行い、送配水システムの再構築を図る。また、パイロット活動では、DMA 構築とともに WASA-F 職員の配水管理スキルの能力向上を含む。
	ファイサラバード市内の配水管網では、既存管路全長に対して、アスベストセメント (AC) 管は 85% を占めている。特に、比較的小口径の AC 管では 95% 以上を占めている。	パンジャブ州の住宅・都市開発局が管材を含む設計を審査する。いくつかのプロジェクトでは、管材料のコストがまだ低いという理由で、AC 管が継続的に使用されている。	計画では、耐圧性、漏水防止、経済性、及び作業性を考慮して、AC 管から DI 管および HDPE 管に変換することを提案する。

注：「OHR」は高架水槽、「GR」は地下水槽、「DMA」は水道メーターで区切られた配水管理区域の略語。

出典：調査団

表 2.5.3 給水サービスと配水管理における現状、特筆事項と計画の方向性

項目	現状	特筆事項	計画の方向性
配水管理	配水区域について、この M/P では、都市部及び周辺（ペリアーバン）区域を調査対象地域として WASA-F サービス区域を計画目的として分けている。	将来計画の WASA-F サービス区域は、現在の人口密度と将来の人口予測に基づいて設定した。	M/P での配水施設整備にかかる方針は、第一に現在の WASA-F サービス区域内に集中し、次に配水区域を徐々に周辺地区に広げる。
	不十分な水の給水量、給水圧、及び水質は慢性的となっている。	既存施設の稼働率の向上は、上水道システムの再構築とともに検討される。	M/P は、WASA-F サービス区域内で適切な水量、水質、水圧を確保するために必要な配水管理体制の確立を目指す。
IT 管理	新 JK 浄水場に導入された SCADA システムにより、いくつかの DMZ 入口で設置された各ノードの流量と圧力に関する毎日のデータが同浄水場内にある管理室に保存されるようになった。	IT 関連として、GIS、SCADA、及び CRC システムが WASA-F で最近導入された。次に、これらのツールの効果的な使用が望まれている。	M/P では IT システム、すなわち経営情報システム (MIS) の統合を提案する。
無収水 (NRW) 削減	WASA-F の NRW 率は高く、2017 年時点でオフィシャルに 33%と推定されている。一方で 2014 年にフランシスプロジェクトで実施した調査によると、NRW 率は 55%と計算されている。	WASA-F は、3 つのパイロット地区で、いくつかの活動により給水サービスを改善し、NRW を削減しようとしている。パイロットプロジェクトの成果は、NRW 率を分析し、NRW を効果的に削減する方法を提言する。	NRW 削減を成功させるための最も重要な方法の 1 つは、現在の定額制料金制度から従量料金制度（すなわち、メーター料金制）に移行することである。
顧客水道メーターと給水接続	低圧で水量が不十分であるため、住民は給水パイプに吸引ポンプを違法に直接接続して水を得ている。	違法なポンプ吸引は、さらなる損失水頭とその周辺の水不足の原因となっている。	この解決には、適切な水圧と連続給水が重要であり、また、違法な接続や行為を禁止することも必要である。
	WASA-F は、現在の定額制料金制度を将来の従量料金制度に移行するために、2015 年以降、一般家庭用の水道メーターの設置を開始した。	量水器の精度は、条件と保守点検に疑問がある。不適切な設置のため、家庭に設置されている多くのメーターを読むことができない。よって、パイロット活動は標準業務手順書 (SOP) を作成した。	メーター調達計画を将来の従量料金制度への移行のために作成する。一般家庭の量水器はパイロット活動によって作成される SOP に従って適切に設置されることが望まれる。

注：「GIS」は地理情報システム、「SCADA」は監視制御データ収集システム、及び「CRC」はカスタマーセンターの略語。
出典：調査団

2.6 下水道施設と雨水排除施設の現状

下水道施設と雨水排除施設の位置図を図2.6.1に示す。

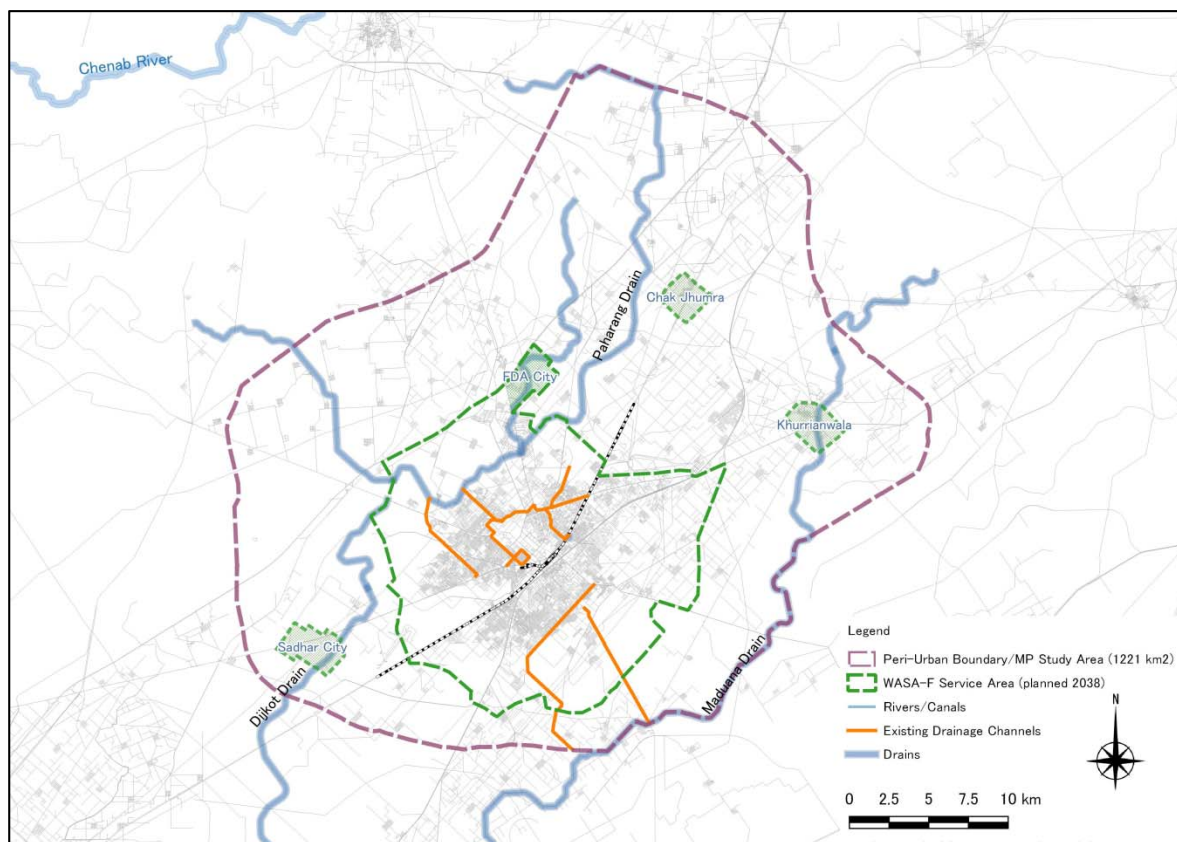


図 2.6.1 現有の下水道施設及び雨水排除施設の位置図

ファイサラバードにおける下水管理と下水道施設の現状とその分析結果、及び今後の下水道計画の方向性について整理した内容を表2.6.1に示す。工場排水については別途表2.6.2に取りまとめた。さらに、雨水排除の現状と分析結果、及び雨水施設計画の方向性を表2.6.3に示した。

表 2.6.1 下水管理と下水道施設の現状とその分析結果、及び下水道計画の方向性

項目	現状	現状分析結果	計画の方向性
下水収集処理	都市化した地域にて発生した汚水・生活雑排水は、前 M/P により計画・建設された下水管で収集されている。	下水道は、都市化した地域の生活環境から汚水・生活雑排水を排除するのに優れた方法として整備されている。	人口密度、上水道計画、土地利用計画を元に下水道で整備する区域を設定する。下水道整備による計画人口を明らかにする。
	都市化が進んでいない地域あるいは農村地域では、セスプールやセプティックタンク等の個別の衛生施設が利用されているが、処理が適切に行われておらず、周辺環境の悪化の一因となっている。	セプティックタンクは、州の設計指針で示されているものよりも実際は容量が小さく、タンク内に蓄積される汚泥の排除も実施されていないため、汚水処理が不十分である。このため、生活環境の衛生面が脅かされている。ファイサラバード周辺の農村地域で衛生施設を適切に管理しても、生活用水として用いられる地下水の塩分が高いため、処理水を農地に利用することは難しい。	衛生施設を利用する計画人口を明確にする。PHED に対し、パキスタン国の持続可能な開発目標 (SDGs) で掲げる衛生施設利用促進のためにも衛生施設の実現調査 (種類、維持管理状況と問題点) の実施を提案する。衛生施設の設計や住民参加型の施設維持管理を行うには、パキスタン国及びその周辺諸国で NGO、大学、その他国際的な組織が作成した衛生施設関連資料を参照することを提案する。塩分が高い地下水を利用している地域で、衛生施設の処理水を農業利用することは薦められない。
	下記のような汚水・雑排水の量及び質に関するデータが非常に限られている: - ポンプ場や Chokera 処理場での水量・データ - Chokera 処理場での各処理プロセスでの水質データ - 雨水排水路での水質データ	ポンプ場及び下水道処理場での運転データが下水道施設の下水道運営の改善には不可欠である。Chokera 下水道処理場における処理水の水質・水量をモニタリングする必要がある。雨水排水施設へ放流されている汚水・排水量データが必要である。	WASA-F に対し、下水道施設の運転、計画・設計のため、ポンプ場や下水処理場での水質・水量データの収集と蓄積を提案する。また、Paharang 排水路及び Madhuana 排水路への汚濁負荷量を把握するためにも雨水排水路の出口での水質・水量データの収集と蓄積も提案する。EPD/EPA-F に対し、汚濁負荷量分析に必要な水質・水量調査を定期的に実施することを提言する。
下水道	汚水・雑排水が雨水排水路に放流されている。	雨水排水路への汚水・生活雑排水の放流は、汚水に触れる機会の増加、ポンプ排水による汚水の飛沫等により、排水路周辺の生活環境の衛生面を脅かす可能性がある。未処理の工場排水の雨水排水路への放流も高 pH、化学薬品、重金属等の影響が懸念される。雨水排水路は雨水排除機能を失い、下水路として利用されている。	推進工法を採用して幹線下水管をより深く埋設する計画により、下水処理場まで自然流下方式で汚水・排水を運ぶ計画とす。現在の排水ポンプ場を将来雨水ポンプ場として活用する計画を提案する。
	最小口径 225mm の排水管のマンホールから汚水・排水が越流することがある。	汚水・排水の越流する原因は、排水管の設置勾配が不適切なため目詰まりが起こり、その管清掃も不十分であることによるものと思われる。	管の流下能力を評価するため既存の下水管やマンホールのデータ・情報を測量により収集し、実勾配を明らかにする。清掃機材を用いた管の清掃法を提案する。
	既存の下水管渠、管の位置、口径、材質、延長以外のデータがない。	GIS により整理された下水管渠情報は、設計や工事図書により整理されたものではない。管渠データが、その維持管理や将来の設計にとつて重要であることが、WASA-F 及び FDA の技術者に良く理解されていない。	マンホール位置・構造、土砂り、管勾配、接続ます等の下水管渠のデータと情報を現場視察と測量により収集し図面 (平面図、断面図、縦断面図) に整理することを提言する。上記で収集した既存管渠・マンホールのデータ・情報、設置で収集した新管渠の設計図書・図面を用いて設計と維持管理のための管渠データベースの構築を提言する。下水道プロジェクト期間中に現場研修を実施して人材育成を図ることを提言する。
	地形的な特徴から、数多くのポンプ場が建設され、汚水・排水を Paharang 排水路や Madhuana 排水路へ放流している。	ファイサラバードの下水道では、収集した汚水・排水を全量処理するのではなく、排水路へ放流することが優先された。	幹線管渠を建設し、下水処理場まで汚水・排水を運び処理して排水路へ放流する。現排水ポンプ場を集約化して数を最小にすることで下水道システムの効率を高める。

項目	現状	現状分析結果	計画の方向性
下水処理水の利用	Chokera 下水処理場は、その処理能力の半分程度しか下水を処理していない。調査団の実施した水質・水量調査により、流入水の約半分が途中で抜かれて周辺の農地で利用されている実態を把握した。	生下水は農民や農作物にとって有害である。農民に生下水を利用することは危険であることを知らせ、農地に生下水を供給している施設の撤去が必要である。	WASA-F の職員に下水道サービスの役割と責任に関する研修・訓練を実施する必要がある。また、下水と環境教育に関する広報活動が必要である。
	嫌気性池は、供用開始後一度も排泥作業を実施していないため、その処理能が低下し、適切に処理できていない。	酸化池方式の処理法への知識が乏しく、重要な維持管理作業が理解されていない。嫌気性池からの汚泥除去搬出の予算が確保されていない。	職員に対し、処理場の役割、及び下水処理場の適切な維持管理が処理能力を維持する上で重要であることを教育する。下水処理場の維持管理計画を提案する。
	施設の補修工事がされずに放置されている。例えば、腐食によりスクリュー施設が故障したまま放置。ゲート等の金属部分が硫化ガス等により腐食したまま放置。	硫化水素ガスで腐食して壊れる可能性がある部分に鉄製品が用いられている。腐食防止のための鉄製品への塗装が行われていない。維持管理及び補修のための予算が確保されていない。	the preventive O&M concept（予防保全）による維持管理計画を提案する。そのために必要な毎年の維持管理予算確保を提案する。
	施設の計画、設計、入札、建設及び維持管理に関する図書を容易に利用できない。	WASA-F 内部で、図書を簡単に利用できるシステムが確立されていない。	WASA-F 内部で、図書を容易に利用できるように図書管理システムの改善を提案する。
	Chokera 処理場や Paharang 排水路及び Madhuana 排水路の周辺で生下水を灌漑用水の水源として利用している。	農民は、生下水が処理水よりも栄養価が高いため生下水の利用価値が高いと誤解している。	農民の健康上の危険性を排除するため、生下水の利用を禁止する。市民、特に農民に対し環境教育活動を行い、生下水の灌漑用水利用が健康上の危険性を伴うことを周知させる。
下水処理水の利用	Chokera 処理場への流入水及び処理水で全溶解性物質 (TDS) 濃度が 2,300～ 3,300mg/L であり、WHO の灌漑用水水質基準 2,000mg/L を超えている。	TDS 濃度が高いのは、塩分を多く含む地下水を上水道や工場用水の水源として利用していることや製造プロセスでの化学成分に起因していると考えられる。	塩分を多く含む地下水の代わりに表流水を用いた上水道の促進を提案する。下水処理場への流入水に占める工場排水の割合を低くすることも必要となる。
	WASA-F は、多量の工場排水を受け入れている。	下水処理場で処理した下水が灌漑用水の一部として利用される場合には、下水道が受け入れる工場排水量を削減する必要があるがこれは容易なことではない。	計画目標年次である 2038 年までに、下水道による処理水量、雨水排水路、Paharang 排水路及び Madhuana 排水路への工場排水を削減する計画を提案する。工場が個別あるいは集団で処理したり、処理施設を有する工業団地への移転を促進することにより実現する計画である。下水道に工場排水の放流を止める工場に対しては州政府が何らかの報奨の付与を提言する。
	Chokera 処理場は処理水を Paharang 排水路に放流している。	提案した下水道計画による処理水は農業利用が期待される。処理水の再利用は国の衛生方針 2018 で掲げられている処理水の再利用方針にも合致している。処理水の再利用実現には以下の条件を満たす必要がある。①上水道計画により全溶解物質 (TDS) 濃度が低い水を供給することにより TDS 濃度を低くすること。②健康と農産物への危険度を最小化するため、下水道で受け入れる工場排水量を低くすること。③下水道で受け入れる工場排水は、除害施設の導入により、パキスタン国の都市下水と工場排水を下水道が受け入れる際の水質基準を満足すること。	下水処理水を灌漑用水路に供給する計画を検討する。灌漑用水利用のための処理水質基準について調査すること。灌漑用水路に処理水を供給する計画の前段階条件として厳格な処理水質監視を実施すること。上水道計画では、灌漑用水は将来の上水道の主要で重要な水源であり、水道水を利用した後、下水道で収集・処理し、灌漑用水路に戻すことが必要である。下水処理水を農業利用する際の水質基準を必要なのは州の EPA により設定することとを提言する。灌漑目的の下水の再利用については ISO/TC283/SC1,SC3 を参照することを提言する。

出典：調査団

表 2.6.2 工場排水の現状とその分析結果、及び工場排水の取り扱いの方向性

項目	現状	現状分析結果	計画の方向性
工場排水の 排除と処理	工場排水が道路側溝に放流されている。	道路側溝は雨水排除のために設置されたものである。雨天時には、容量不足のため雨水を収集排除できない。	FDA の道路局に対し工場排水の道路側溝への放流を禁止するために必要な法的措置を講じるよう提言する。また、晴天時に道路側溝に工場排水が流れているか監視する活動の実施を提言する。
	工場排水が雨水排水路に未処理で放流されている。	雨水排水路は雨水排除のために建設されたものであるが、工場排水を含む汚水・排水を運ぶ施設として利用されている。	WASA-F は、工場排水を雨水排水路へ放流しないよう EPD/EPA-F の支援の元、工場側に対し必要な措置を講ずるよう提言する。EPD/EPA-F は内水面への放流基準に関する法律を強化して工場が処理施設を導入するよう提言する。FDA は工場が処理施設を有する工業団地等への移転促進を図るための必要な措置を講ずるよう提言する。WASA-F は雨水排水路へ晴天時に放流されている工場排水量の把握を提言する。
	工場排水が WASA-F の下水道に前処理無しで放流されている。	工場側は、下水道へ放流する場合には除害施設の設置により水質基準を順守すべきである。調査団が実施した工場排水調査結果から以下の点で留意が必要である。 - pH が高いため下水管や下水処理プロセスが悪影響を受ける。 - BOD、COD、フェノール、TDS が高いため、河川等の内水面へのパキスタン国の放流水質基準を満足できない。 - 生物学的下水処理法では、COD、TDS 及び重金属を処理できない。	EPD/EPA-F 及び WASA-F には、罰則規則の強化を含む環境法や下水道条例の強化と確実な執行及び処理施設や処理施設の導入促進を提言する。
	工場排水が Paharang 排水路や Madhuana 排水路に未処理で放流されている。	工場側は、パキスタン国の内水面へ放流する場合の水質基準を工場排水処理施設の設置により順守すべきである。	EPD/EPA-F 及び WASA-F は、罰則規則の強化を含む環境法や下水道条例の強化と確実な執行及び処理施設の導入促進を提言する。
	工場排水の質及び量に関するデータは限られている。	質及び量に関するデータの収集は、主な汚濁源の把握、汚濁制御の検討、下水道の計画と維持管理の検討にまず取り組まなければならない。調査団が主な 30 工場に対して実施した工場排水調査結果から、高 pH 及び SS、BOD、COD、フェノール類、TDS の濃度でパキスタン国の内水面へ放流水質基準値を超過していることが明らかとなった。	EPD/EPA-F は Paharang 排水路や Madhuana 排水路へ放流されている工場排水の質及び量に関するデータを更に収集する必要がある。WASA-F は下水道や雨水排水路へ放流される工場排水の質及び量に関するデータを収集し、工場排水のデータベースを構築する必要がある。
	工場排水管理に関する技術支援プログラムのプログラムがある。国際環境保護グループの WWF が工場排水管理に関する技術移転プログラムを実施している。GTZ はパંジヤブ州を対象に工場排水管理プログラムを最 近開始した。	WWF がパંジヤブ州の繊維工業に対して作成した工場排水管理に関する技術マニュアルは利用価値が高い。EPD/EPA-F 及び WASA-F の職員に対する工場排水の点検・監視に関する技術移転が必要である。	EPD/EPA-F 及び WASA-F 向けの工場排水の点検・監視に関する技術移転を提言する。ドナーと国際環境保護グループ、大学等の合同の技術支援を提言する。

項目	現状	現状分析結果	計画の方向性
工場排水の 下水道への 受け入れ	WASA-F は流量と水質の調査を実施せずに工場排水を下水道に受け入れてきた。	WASA-F は、工場排水を下水道に受け入れた場合、パキスタン国の内水面へ放流する場合の水質基準を満たすように処理する責任が WASA-F にある事を理解すべきである。日本の場合、公共下水道管理者は受け入れた工場排水を監視する義務があり、下水処理水が放流基準を守れない場合には罰せられる。	WASA-F は工場に対しデータを提供させるよう下水道条例を強化することを提案する。EPD/EPA-F は、WASA-F に対し技術的支援やEIAの手続きの際に入手したデータ提供を行うよう提案する。
	WASA-F が工場排水を受け入れる際の顧客登録システムは、料金徴収に利用されているだけであり、流量や水質データは含まれていない。	WASA-F の工場排水顧客登録システムは工場排水を点検・監視するためのデータと情報を収集できよう改善が必要である。WASA-F は工場に対しデータを提供させるため下水道条例の強化も必要である。	WASA-F が工場数、分類、放流量、放流水質、処理方法、汚泥の処理処分方法等の情報を収集して検査や監視を行うための工場排水データベース構築を提言する。WASA-F には下水道条例の違反に対する罰則規定の強化を提言する。
	下水道に受け入れる工場排水を点検・監視するための組織が WASA-F 内にはない。	WASA-F 内に下水道に受け入れる工場排水を点検・監視するための組織を構築する必要がある。日本では、そのような組織が地方自治の下水道部局あるいは下水道事業体に設立されている。	WASA-F 内に工場排水担当部署を設立し、下水道条例に基づく工場の下水道への接続許可、点検・監視の権限の付与を提案する。
	WASA-F の水質分析室には下水の基本的な水質項目である pH、水温、色度、BOD、COD、SS (浮遊性物質)、T-N (全窒素)、T-P (全リン)、硝酸性窒素を測定できる機器が整備されているが、分析は実施されていない。	下水道の維持管理、工場排水の監視に水質データが重要であることが理解されていない。WASA-F の水質分析室では工場排水の基本的な水質項目は分析可能である。	提案した WASA-F 内の工場排水担当部署が工場排水の水質監視を実施することを下水道の維持管理計画の一部として提案する。

出典：調査団

表 2.6.3 雨水と雨水排除施設の現状とその分析結果、及び雨水排除施設設計画の方向性

項目	現状	現状分析結果	計画の方向性
降雨データ 分析	パキスタン気象局 (PMD) は、1944～2016 年の日降雨データを記録している。しかし、毎時の降雨データは 2010 年以降だけである。	確率降雨強度式は、Talbot タイプで、 $r = 4,212 / (t + 81.1)$ 1 年確率の降雨強度は 30mm/時である。	PMD 及び FDA に対し、短時間の降雨データ (最低 10 分毎) を収集するよう提言する。FDA 及び WASA-F に対し降雨強度分析を更新するよう提言する。
	2013～2015 年の時間降雨データから、年間降水量は約 480 mm であった。降雨が記録されたのは年間 40 日。日降雨量が 10mm 以上は 13 日で、100mm 以上は 3 日であった。降雨継続時間は 1～2 時間程度であった。 浸水は低い地区で発生しているが 4～5 時間あるいは 1 日で浸水問題は解決している。	雨水排除の対策は、年間 3 日程度発生する浸水 (道路冠水) に対して検討が必要である。	降雨特性を考慮した現実的な雨水対策を検討する。
浸水	幹線道路だけが道路側溝を備えている。つまり道路側溝網が構築されなく、雨水排水路が例え近くにあって雨水排水路には雨水を排除できるようにはなっていない。	雨水流出率が都市化 (舗装道路や家屋の増加により浸透面が減り) により上昇が浸水の発生の一因と考えられる。浸水による公共あるいは民間の建物等への被害は発生していないが、交通や市民生活に悪影響が出ている。	雨水流出により生じた被害レベルを考慮した現実的な雨水対策を検討する。
	浸水地域では、雨水を直近の下水にマンホールを開けて放流したり、ポンプで強制的に排除したりしている。 中心市街地の一部では、一般家庭排水を下水管へ排除するための接続ますに、屋上に貯まった雨水を放流している場合がある。	従来型の雨水を速やかに排除するための雨水排除施設は規模が大きく、投資額も大きい。これまでに雨水排除システム開発が進まなかった理由は、下水の排除と比べ、優先度が低く費用対効果も低いからではないかと考えられる。 下水管は、浸水問題を緩和するため、雨水の一部を取り込んでいる。	雨水排水路に近い浸水地域に対する浸水緩和策として道路排水溝システムを提案する。WASA-F に対し、雨水排水対策としてソフト対応策を提案する。
雨水施設	雨水排水路は雨水排除のために計画されているが、実際には Paharang 排水路または Madhuana 排水路へ汚水・排水を運ぶ下水路として利用されている。	雨水を下水管に接続している例は市内全域で全ての家屋が実施されているわけではない。なお、雨樋等により雨水を集めて排除するような例はみられない。	既に敷設されている下水管の能力の余裕分がどの程度かを把握する必要がある。
	WASA-F は、雨水排水路に堆積した土砂を雨期の前後に排除する作業を実施している。 WASA-F は“monsoon emergency team” (雨期の緊急チーム) と呼ぶ 24 時間体制のチームを雨期に編成し、移動式のポンプやその他の道具を利用した浸水対策を実施している。	雨水排水路の雨水排除機能は、汚水・排水の受け入れにより低下している。汚水・排水が M/P で提案される幹線管渠により輸送されれば、雨水排水路は本来の雨水路としても多くの雨水を排出できるようになる。 雨水排水路の機能を保持するには重要な作業である。 浸水により発生した問題に対応するため重要な顧客サービスである。	下水管の流下能力の余裕分内で雨水流入を許容することを検討する。現実的な雨水対策として、以下のような下水道を利用した緩和策を提案する。雨天時に置いて収集した下水と雨水を越流施設にて遮集する。越流分は雨水ポンプ (現排水ポンプを雨水ポンプに切り替える) により、雨水排水路あるいは Paharang 排水路または Madhuana 排水路に排出する。 下水管、越流施設、雨水ポンプを利用した方法を提案する。
雨水排水			雨水排水路に堆積した土砂を雨期の前後に排除する作業を継続的に実施するよう提言する。 下水管の清掃技術向上、予防保全的維持管理手法の導入により、24 時間体制の顧客サービス活動の削減を提案する。

出典：調査団

第3章 計画時の条件及び検討事項

3.1 計画の背景

ファイサラバード開発局（FDA）は、ファイサラバード都市部及び都市周辺部（約1,300 km²）の開発にかかる規制、監督および事業を実施する責任を持つ。現時点では、WASA-FはFDAの下部組織にあたり、上下水道および排水サービスを提供する。

WASA-Fは現在のFDA管轄の都市部にあたるサービス区域を拡大する計画としており、本M/Pでは、JICAで実施された「ファイサラバード上下水道マスタープランプロジェクト詳細計画策定調査（2015）」に基づき、FDA境界の外側を含むファイサラバード周辺都市構築計画（FPUSP 2015）の区域（Peri-Urban Area）を調査対象地域とした。

3.2 人口

ファイサラバード都市部および都市周辺部の1998年から2015年にかけての人口増加を調査団が予測した結果をユニオン・カウンシル（地方行政単位）数と併せて表3.2.1に示す。

表 3.2.1 ファイサラバード都市部および都市周辺部の人口

調査対象地域	ユニオン・カウンシル数	人口		年平均増加率 (1998年-2015年)
		1998年	2015年	
ファイサラバード都市部	108	2,031,000*	2,702,000*	1.69%
ファイサラバード都市周辺部	47	898,000**	1,324,000**	2.31%
合計	155	2,929,000	4,026,000	1.89%

出典：* パンジャブ開発統計 2015年** より調査団算出

3.3 土地利用

都市部および都市周辺部の土地利用の概要を表3.3.1に示す。都市部の主な土地利用は住宅地と農業であるが、都市周辺部の主な土地利用は農業である。

表 3.3.1 ファイサラバード土地利用概要

用途		面積 (km ²)	%	用途		面積 (km ²)	%
都市部				都市周辺部			
1	住居地域	56.08	46.49	1	農業地域	6.37	83.11
2	商業地域	2.56	2.31	2	商業地域	4.14	0.54
3	工業地域	6.09	5.05	3	コミュニティ施設	2.50	0.33
4	教育地域	4.41	3.65	4	酪農・家畜	1.83	0.24
5	空地	1.96	1.62	5	空地	53.48	6.97
6	公共建築物	4.76	3.94	6	工業地	20.42	2.66
7	墓地	1.04	0.86	7	住居地	42.85	5.59
8	農業地	41.54	34.44	8	運輸	4.28	0.56
9	主要道路	2.19	1.81				
	総面積	120.65	100.00		総面積	767.05	100.00

出典：ファイサラバード周辺都市構築計画（FPUSP-2015）

3.4 社会・経済状況

調査団による世帯調査の結果では、一般家庭で地下水揚水のための電気料金は推定で毎月PKR1,000からPKR1,500のところ、WASA-Fの水道料金は現時点では毎月PKR125からPKR500程度である。

この世帯調査では、下痢、赤痢、コレラなどの水因性疾患によって、約30%の世帯が健康に影響を与えていることも示された。

パンジャブ州および国全体の世帯所得の分布は、2015～2016年に実施された世帯経済調査（HIES）にて調査が行われた。パンジャブ州都市部の月収入と支出は、国の平均を上回っている。また、同調査は都市部の世帯収入と支出は15-20%上昇していると報告している。今後も世帯収入と支出の継続的な増加が見込まれている。

表 3.4.1 2015-16 年のパンジャブ州の都市部とパキスタンの所得分布

五分位階級	パンジャブ州の都市部			パキスタン	
	平均月所得 (PKR)	平均月支出 (PKR)	世帯の割合	平均月所得 (PKR)	平均月支出 (PKR)
第 1	19,366	17,977	6.1 %	19,742	18,500
第 2	24,315	22,948	10.4 %	23,826	22,874
第 3	28,224	27,264	15.9 %	28,020	26,702
第 4	34,558	32,841	23.9 %	33,668	31,337
第 5	68,975	58,834	43.7 %	60,451	52,906
平均／合計	46,616	41,385	100.0 %	35,662	32,578

出典: HIES 2015-16

過去に実施された「パンジャブ州都市部の貧困と社会影響分析調査（2010）」によると、ファイサラバードとパンジャブ州の都市部の所得レベル平均の比率は約75%であった。よって、現在のファイサラバード市の平均世帯所得を約35,000 PKR /月（46,616 PKR /月の75%）と見積もる。

なお、OECDによれば、上下水道料金の支払い可能額を平均家計所得の5%と設定しており、約1,750 PKR/月（35,000 PKR /月の5%）と計算される。

3.5 計画に関する考慮事項

本M/Pの目標を達成するためには、以下の点を考慮する必要がある。

(1) 水利権

将来水源のための灌漑水路からの取水と、代わりに下水処理水の返送案がWASA-Fによって提案されている。

このトレードオフの考え方は、WASA-Fと灌漑局間のさらなる協議と相互理解が必要である。（例えば、上水道施設と下水道施設の整備時期が同時ではない。）

(2) 灌漑水路の閉鎖

複数水路の同時閉鎖をなるべく避け、また閉鎖期間を短縮するため、灌漑局との調整を要する。

水路閉鎖時の貯水機能のために十分な容量の原水貯水池を建設する。

配水ゾーン間を連通させ余剰水を不足地域に転換して水不足地域を最小限に抑える。

(3) 工場排水

工場排水に関する法令の強化と法令順守のための監視が必要である。

政治家や工業セクターの財政的義務を伴う積極的関与が重要となる。

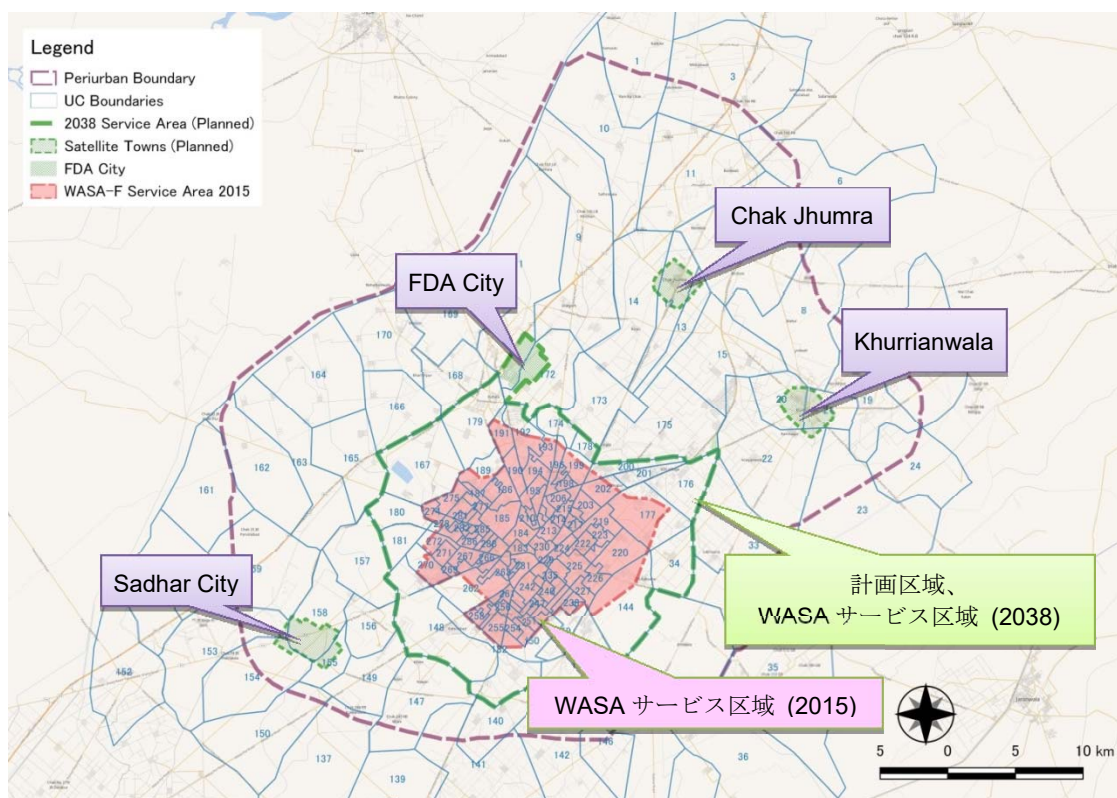
複数の分野にまたがる工場排水担当部局を設立する。

関係機関間での役割と責任の明確化は必須である。

第4章 将来開発計画

4.1 計画区域

本M/Pでは、WASA-Fの今後のサービス区域としての計画区域は、パンジャブ州統計局の人口データ、給水状況調査の結果、WASA-Fとの議論を考慮して設定された。その結果、目標年度2038年までのWASAのサービス区域は、図4.1.1に示すFDAシティを含む都市部とChak Jhumra、Khurrianwala、Sadhar Cityの3つのニュータウン（衛星都市）を含んだ。



出典：調査団

図 4.1.1 計画区域（2038 年）

4.2 目標及び目的

(1) 上水道

WASA-Fは、都市部の人口増加と産業の拡大に対応するため、上水道施設の整備が急務となっており、現状は、市内への給水は一日のうちわずか6時間のみの時間給水（間欠給水）となっており、顧客に提供される上水道サービスは改善されておらず、顧客満足度や料金回収率は低い。その結果、WASA-Fの財務状況は悪化しており、悪循環を引き起こしている。このWASA-F事業運営の悪循環の現状を今後好循環に改善するための考え方を図4.2.1に示す。

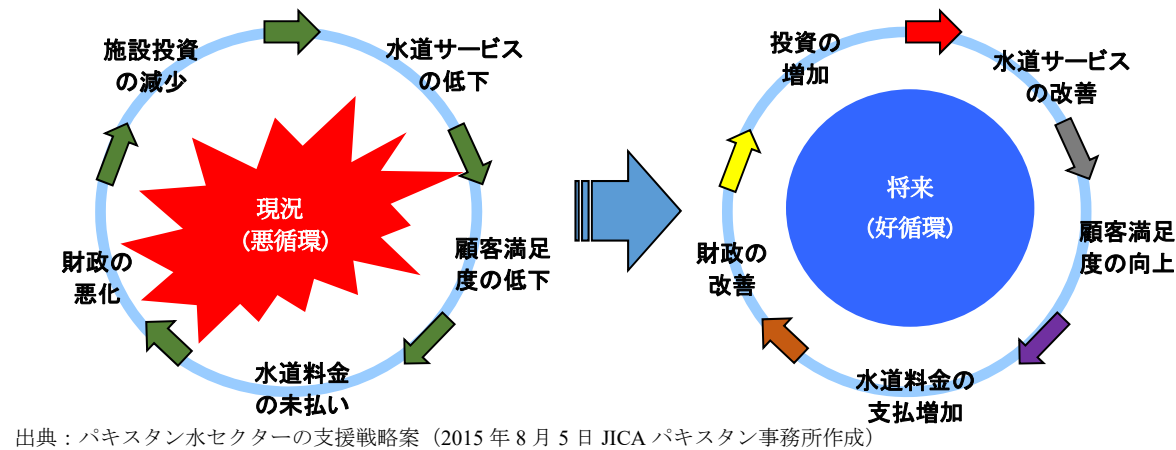


図 4.2.1 現在の悪循環から将来の好循環への改善

このような状況を改善するために、本M/Pは、供給水量（給水時間）、水圧、水質など上水道サービスを向上させるための技術的・運営的課題を熟考し、顧客満足度と支払意思の向上を目指す。また、上水道システムの再構築を行い、最適な効率と省エネルギーを実現し、財務状況の改善を図る。最終の目的は、WASA-Fの自立的なサービス管理、すなわちサステナブルなビジネスと長期戦略的な開発投資を計画する。

つまり、M/Pは、悪循環から好循環に転換するロードマップを作成することを意図し、また本M/Pが実用的なものになるように、試行とデモンストレーションを行うパイロット活動も本プロジェクトに含まれた。

上記の目標は、FDAシティーを含むファイサラバード都市部人口の100%がWASA-Fによる高い水準の給水サービスが行われることである（表4.2.1参照）。

表 4.2.1 WASA-F サービス区域における給水サービスの目標設定

項目	2015	2038	差
1) サービス区域内の人口	2,428,904	4,146,110	+1,717,206
2) 給水人口	1,008,000	4,146,110	+3,138,110
3) サービス区域内の上水道普及率	42%	100%	+58%
4) 日最大給水量（m ³ /日）	500,000	1,259,000	759,000
5) 日最大給水量（MGD）	110	277	167
6) 施設稼働率（日最大時）	64%	99%	+35%

注: Chak Jhumra、Khurrianwala、Sadhar City の3つのニュータウンは都市部近郊に位置する衛星都市のため上表からは除外しており、またそれぞれ個別の給水システムを持つ。

出典：調査団

(2) 下水道

ファイサラバードの都市域で発生した一般家庭排水及び商業排水は、公共下水道により収集されているが、そのほとんどは未処理のままPaharang排水路またはMadhuana排水路に放流されている。工場排水は、除害施設無しに公共下水道に放流しているか、あるいは排水路に未処理で放流している。このため両排水路に放流された汚水・排水はChenab川またはRavi川に放流されている。排水路及び雨水排水路に放流された汚水・排水は住民の健康にとって有害であるが、その一部は排水路近くの農地で直接利用されている。

このような現状を改善するため、M/P策定では下水道サービスと工場排水管理を強化するための技術面あるいは運営管理面の課題、特に下水道サービスの拡大、下水道システムの効率向上、下水の

水質等について検討した。水資源が乏しい地域での急激な都市化や工業化は水不足や水質汚濁がより深刻になるため、持続可能な水利用と下水の再利用は、本M/P策定において重要な課題となる。

そこで、ファイサラバードの都市域における生活環境の向上と持続可能な下水の有効利用への貢献を下水道整備の目的とし、下水道整備の目標を以下の通り設定した。

都市化する地域及び衛星都市における下水道普及人口を増大する。

雨水排水路や排水路への直接放流を止め、下水管で収集した全ての下水を下水処理場にて処理する。

下水道施設を改善する。

WASA-F の上水道で供給され利用された下水を処理して灌漑用水路に戻す。

最初の目標は、以下の表4.2.2に示すように、現在のWASA-Fのサービス区域内の人口普及率72%を、FDAシティを含めた都市域及び衛星都市2ヶ所における目標年次2038年の総人口に対し100%の人口普及率に設定した。調査対象地域全体でみると、将来の人口普及率は78%で、残りの22%が農村地域で衛生施設を利用する計画とした。その他の3つの目標は、下水道計画の策定により達成する。

表 4.2.2 調査対象地区における目標下水道普及人口

項目	2015 年	2038 年	差
1) 調査対象地域での行政人口	3,804,300	5,503,790	+1,699,490
2) 都市域（下水道計画区域）内の行政人口	2,456,000	*4,292,110	+1,836,110
3) 下水道による普及人口	1,769,400	*4,292,110	+2,522,710
4) 衛生施設の利用人口	2,034,900	1,211,680	-823,220
5) 調査対象地域における下水道による人口普及率	47%	78%	+31%
6) 都市域における下水道による人口普及率	72%	100%	+28%

備考: * に示した数値は FDA 市衛星都市 7,500 人及び (Sadhar 及び Khurrianwala) の人口 71,000 人を含む。

出典：調査団

(3) 雨水排除

合理式に基づく従来の雨水排除施設計画では施設及び投資の規模が大きくなる。ファイサラバードでは一年を通じて降雨は量・頻度とも少なく、浸水被害は交通渋滞や生活環境の一時的悪化を引き起こす程度で深刻ではない。そこで、浸水による影響を緩和する対策を策定することを雨水排除計画の目的とした。この目的を達成するための目標として、費用がかからない浸水緩和策を提案することとした。

4.3 水需要予測

人口増加、サービス区域拡張、消費水量や上水道普及率の増加を考慮して、将来の水需要は表4.3.1に示すとおり予測される。

表 4.3.1 将来水需要予測

項目	単位	2015	2023	2028	2033	2038
人口	人	3,743,080	4,175,410	4,489,580	4,783,120	5,386,120
サービス区域内人口	人	2,428,904	3,026,190	3,399,500	3,772,800	4,146,110
給水人口	人	1,008,000	1,815,700	2,549,600	3,395,500	4,146,100
上水道普及率		42%	60%	75%	90%	100%
家庭用消費水量	m ³ /日	129,000	241,500	369,690	492,350	601,180
接続数（家庭用）	箇所	140,000	254,000	359,000	482,000	590,000
1人1日当たり消費量	L/日/人	128	133	145	145	145
非家庭用消費水量	m ³ /日	15,000	60,400	158,440	211,010	257,650
接続数（非家庭用）	箇所	3,000	8,000	19,000	25,000	30,000
比率		10%	20%	30%	30%	30%
総消費量	m ³ /日	144,000	329,100	528,130	703,360	858,810
総接続数	箇所	143,000	262,000	378,000	507,000	620,000
損失（物理的）	m ³ /日	96,000	219,400	226,340	234,450	214,710
損失率		40%	45%	30%	25%	20%
日平均水需要量	m ³ /日	240,000	548,900	754,470	937,810	1,073,540
日最大水需要量	m ³ /日	318,000	658,700	867,640	1,078,480	1,234,570
負荷率		1.3	1.20	1.15	1.15	1.15
FDA シティー用水道用水		0	4,540	8,680	13,040	17,380
総水需要量	m ³ /日	318,000	663,000	876,000	1,092,000	1,252,000

注: Chak Jhumra, Khurrianwala, Sadhar City の3つのニュータウンは都市部近郊に位置する衛星都市のため上表からは除外しており、またそれぞれ個別の給水システムを持つ。

出典：調査団

図4.3.1は、2038年までのファイサラバードのWASA-Fサービス区域における水需要を示している。現在の給水人口は約100万人であり、2038年には400万人以上に増加する。これに対応して水供給量は、現在の設計能力500,000 m³/日（110 MGD）から、2038年には1,252,000 m³/日（277 MGD）に拡張する必要がある。

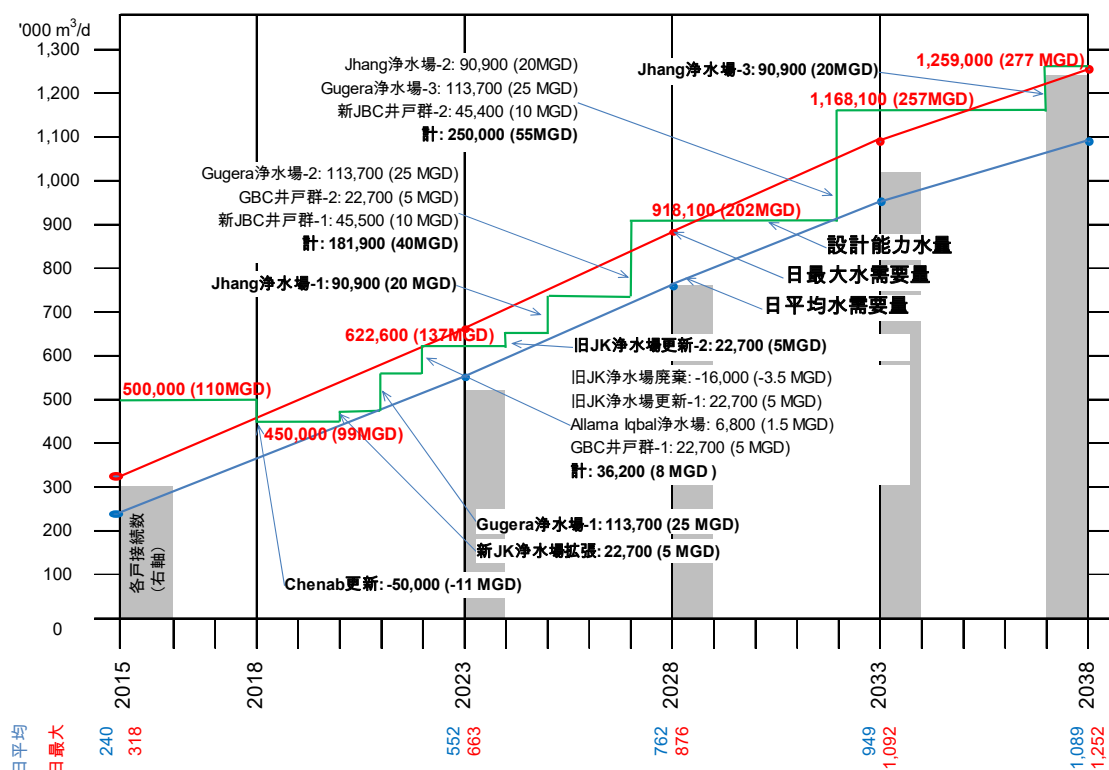


図 4.3.1 水需要予測と必要な水源開発

4.4 上水道計画

(1) 水供給ゾーン

WASA-F全体のサービス区域は、浄水場（WTP）または井戸群から直接水供給される7つの水供給ゾーン（WSZ）に分けられた。4つのWSZには、それぞれ最終配水池（TR）があり、WTPまたは井戸群から給水される。WSZはそれぞれ独立しており、隣接するWSZから水理的に分離される。図4.4.1に提案される7つのWSZを示す。また、各WSZの2038年の水需要と想定される水源及び容量は表4.4.1に示すとおりである。

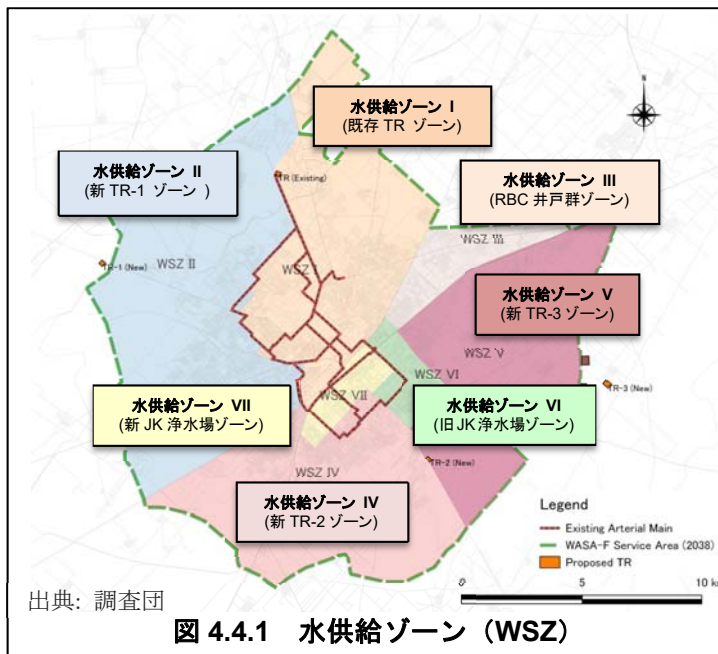


図 4.4.1 水供給ゾーン（WSZ）

表 4.4.1 水供給ゾーン及び水源、容量 (2038)

	水供給ゾーン		面積 Km ²	人口 -	水需要		水源 (井戸群又は浄水場) 名称	M/P 設計水量		
					MGD	m ³ /日		MGD	MGD (計)	m ³ /日
西部	I	既存 TR	81.5	1,715,000	110	500,000	Gulfishan 浄水場	1.5	107.5	488,000
							Jhang 浄水場-1	20.0		
							新 JBC 井戸群-1	10.0		
							新 JBC 井戸群-2	10.0		
							Millat Town 浄水場	1.0		
							Chenab (Chiniot) 井戸群	45.0		
							JBC 井戸群	20.0		
	II	新 TR-1	84.1	603,000	39	178,000	Jhang 浄水場-2	20.0	40.0	182,000
							Jhang 浄水場-3	20.0		
東部	III	RBC 井戸群	30.8	262,000	17	78,000	新 RBC 井戸群	5.0	18.0	82,000
							RBC 井戸群	13.0		
	IV	新 TR-2	70.0	907,000	59	268,000	Gugera 浄水場-1	25.0	60.0	273,000
							Gugera 浄水場-2	25.0		
							Gugera 井戸群-1	5.0		
							Gugera 井戸群-2	5.0		
	V	新 TR-3	80.7	344,000	23	105,000	Gugera 浄水場-3	25.0	25.0	114,000
							旧 JK 浄水場更新-1	5.0		
	VI	旧 JK 浄水場	7.4	162,000	11	50,000	旧 JK 浄水場更新-2	5.0	10.0	45,000
							新 JK 浄水場	10.0		
	VII	新 JK 浄水場	6.2	252,000	16	73,000	新 JK 浄水場拡張	5.0	16.5	75,000
							Allama Iqbal 浄水場	1.5		
			360.7	4,245,000	275	1,252,000		277.0	277.0	1,259,000

計画将来水源

出典：調査団

(2) 水源開発計画

将来水源の計画を図4.4.2に示す。

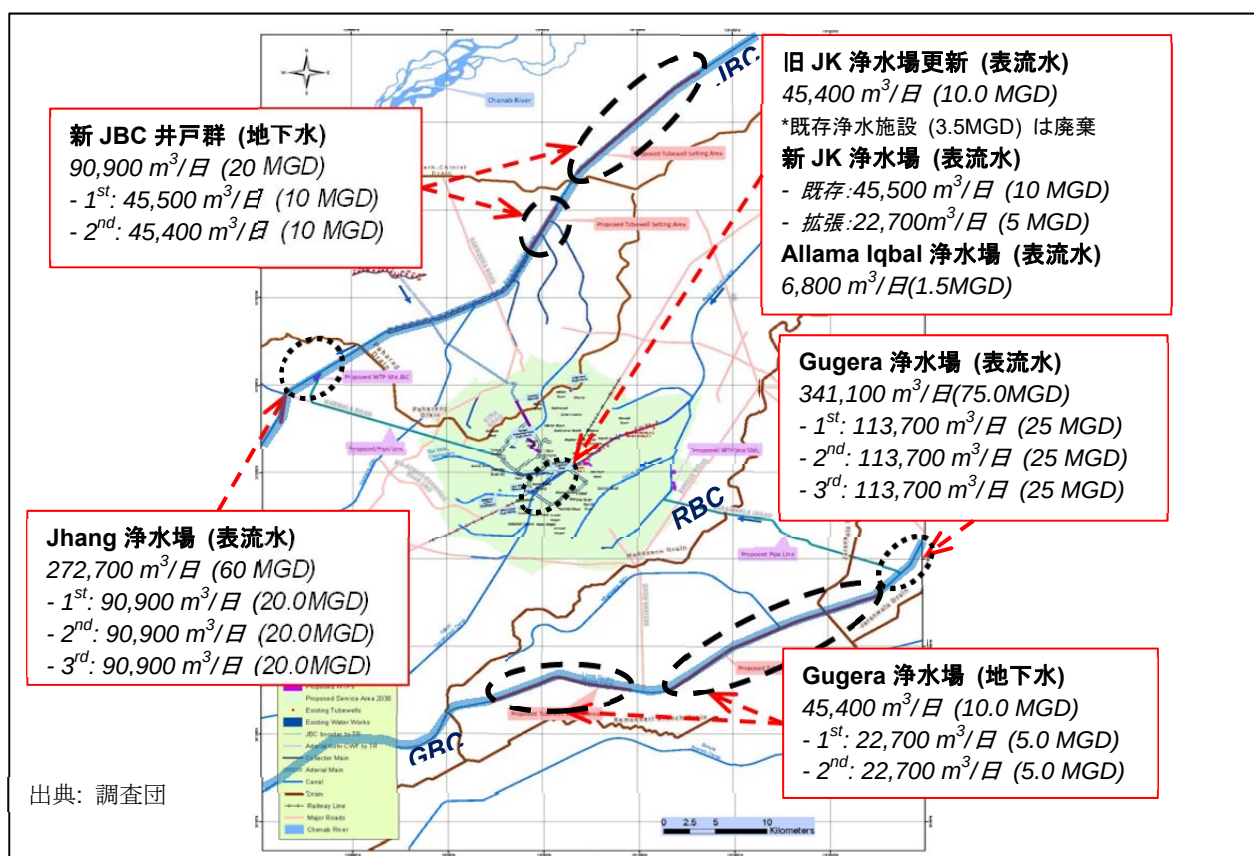


図 4.4.2 将来水源の位置図

(3) 送配水施設の整備計画

各WSZは独立しており、隣接するWSZから水理的に分離されている。ただし、緊急時対応のため、隣接するWSZとの間に連絡管を設置し、相互融通を可能にする必要がある。各連絡管には境界弁（仕切弁）が設けられており、これらは平常時は閉鎖されている。送水管は、WTPまたは井戸群からの浄水をTRに運ぶ管路と定義する。各WSZ内には、上水道利用者に配水されるための複数の配水センター（DC）を設ける。DCは、地下式貯水槽（GR）と高架水槽（OHR）で構成され、図4.4.3に示すように、適切な水圧で十分な水量を供給する体制（配水管理体制）を可能にするDCゾーンを設置する。配水幹線（Arterial Main）はTRからの上水を各DCに運ぶ管路と定義する。各DCからの配水エリアとなる各DCゾーンは、複数のDMAで構成されている。また、各DCゾーン内の配水管網は、配水本管（Primary Main）、2次管（Secondary Main）、3次管（Tertiary Main）で構成される。各DMAは、通常時は隣接するDMAから水理的に分離され独立した給水域である。相互融通のための連絡管は隣接するDMAとの間に設けられており、緊急時対応のために、それぞれの連絡管に境界弁（仕切弁）が設置される。DMAの入り口には流量計と圧力計を設置し、水需要や無収水（NRW）の傾向を把握する役割を持つ。上記の送配水施設の概念を図4.4.4に示す。

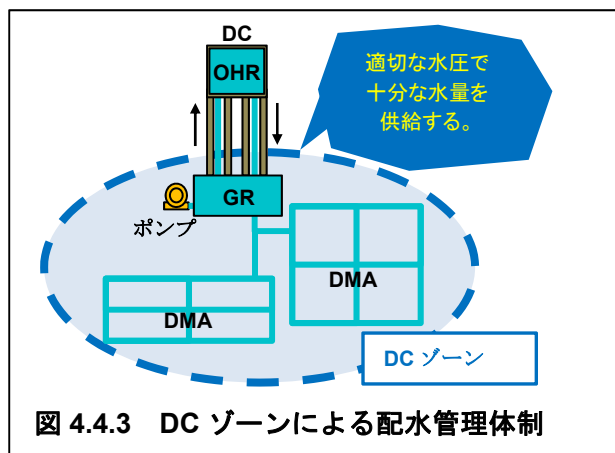
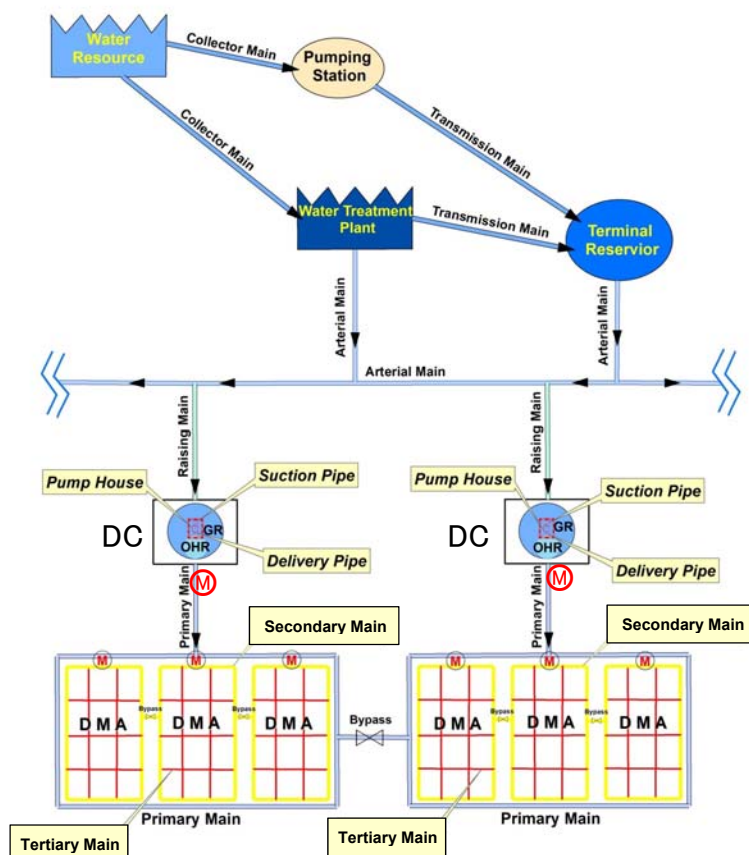


図 4.4.3 DC ゾーンによる配水管理体制

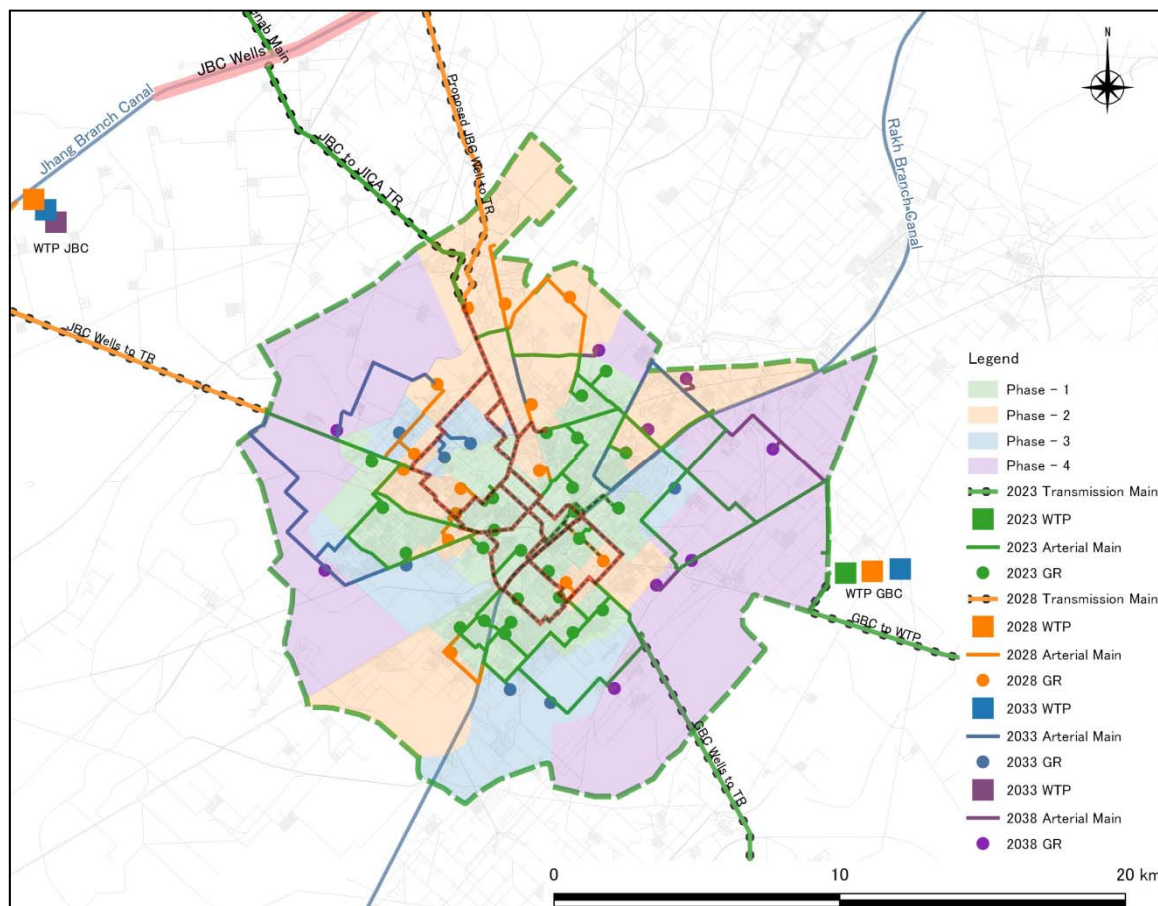


出典：調査団

図 4.4.4 送配水施設の概念図

(4) 段階的開発計画

2038年までの水需要に対応する段階的開発計画を図4.4.5に示す。水需要予測では、ファイサラバード市で2038年までに合計1,250,000 m³/日（277 MGD）が必要であり、需要増加に応じて2023年、2028年、2033年および2038年までの4段階に分けて施設を整備する。



出典：調査団

図 4.4.5 施設の段階的開発計画

表4.4.2に2038年までの水源開発計画を示す。

表 4.4.2 水源開発計画

単位: '000 m³/日

		2015	2018	2023	2028	2033	2038
水需要	日最大	287		664	870	1,092	1,252
	日平均	239		552	762	949	1,089
水生産量							
既存施設	Chenab (Chiniot)井戸群	254.6	204.6	204.6	204.6	204.6	204.6
	JBC (JICA)井戸群	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9
	RBC 井戸群	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7	81.7
	新 JK 浄水場	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5
	旧 JK 浄水場	16.0	16.0	-	-	-	-
	Millat Town 浄水場	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
	Gulfishan 浄水場	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
	小計	500.0	450.0	434.0	434.0	434.0	434.0
フェーズ 1	新 JK 浄水場拡張			22.7	22.7	22.7	22.7
	Gugera 浄水場-1			113.7	113.7	113.7	113.7
	旧 JK 浄水場更新-1			22.7	22.7	22.7	22.7
	Allama Iqbal 浄水場	-	-	6.8	6.8	6.8	6.8
	GBC 井戸群-1			22.7	22.7	22.7	22.7
	小計			188.6	188.6	188.6	188.6
フェーズ 2	旧 JK 浄水場更新-2				22.7	22.7	22.7
	Jhang 浄水場-1				90.9	90.9	90.9
	Gugera 浄水場-2				113.7	113.7	113.7
	GBC 井戸群-2				22.7	22.7	22.7
	新 JBC 井戸群-1				45.5	45.5	45.5
	小計				295.5	295.5	295.5
フェーズ 3	Jhang 浄水場-2					90.9	90.9
	Gugera 浄水場-3					113.7	113.7
	新 JBC 井戸群-2					45.4	45.4
	小計					250.0	250.0
フェーズ 4	Jhang 浄水場-3						90.9
合計		500.0	450.0	622.6	918.1	1,168.1	1,259.0

出典：調査団

(5) 灌漑水路閉鎖時の対策

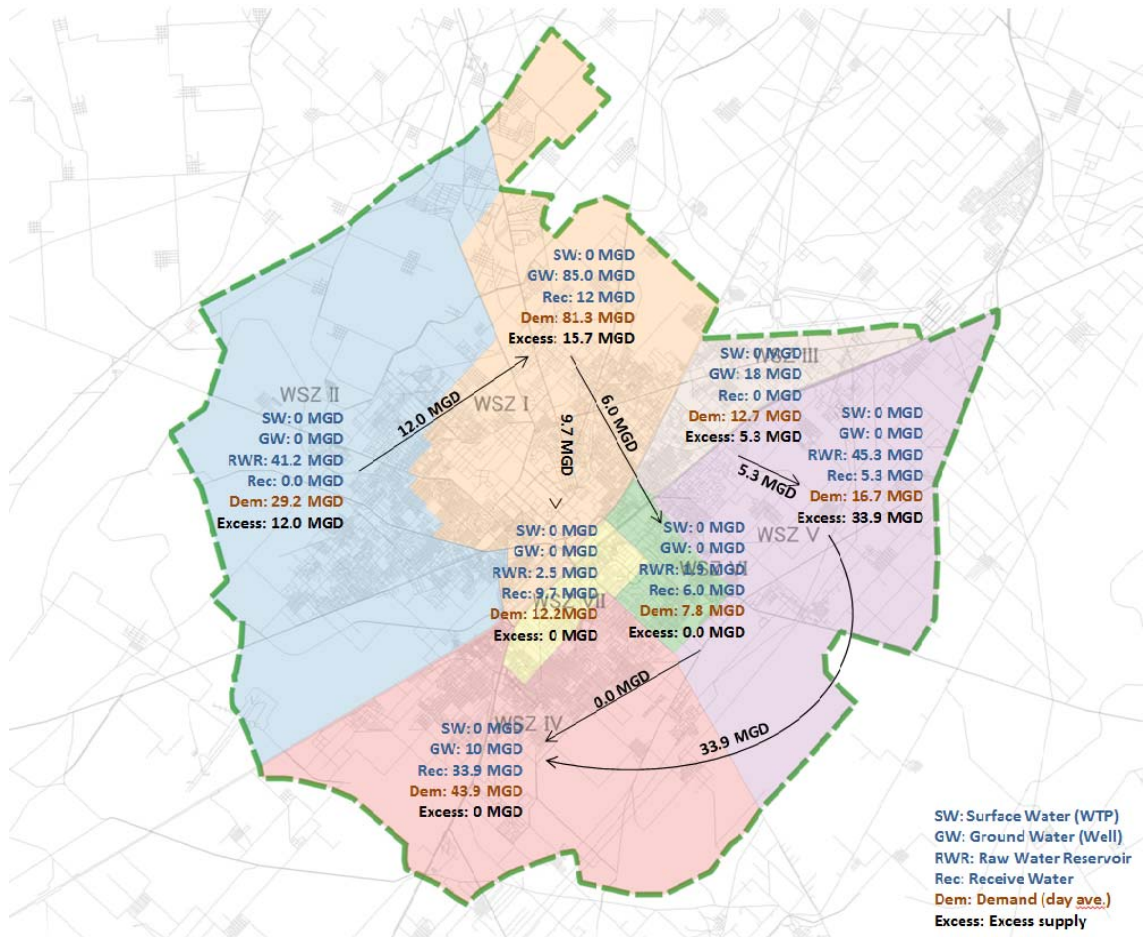
本M/Pでは、水需要を満たすためにWTP（表流水）と井戸（地下水）の両水源を計画している。WTPは市近郊にあるJhang灌漑水路（JBC）、Rahk灌漑水路（RBC）、Gugera灌漑水路（RBC）から取水し、浄水処理したのち市内へ配水する。しかし、これらの灌漑水路は、保守点検作業のために年に一度閉鎖される。各水路閉鎖の標準期間は約18日から3週間程度であり、互いがオーバーラップする期間も概ね12日間ある。この水路閉鎖期間中の水供給を確保するため、下記の対策が検討された。

- 1) 水路閉鎖の重複期間をなるべく避け、少なくとも1つの水路が水供給を維持するために開いていることを灌漑局と協議、調整する。
- 2) 水不足地区をバックアップするWSZ間の水の共有、相互補完とネットワーク化を図る。
- 3) 有利な場所における水貯留機能向上のための原水貯留池（RWR）を建設する。

なお、水路閉鎖期間は、通常12月から1月の冬期のために、水消費量は減少すると予想され、この期間中の水需要量は日最小（日平均需要の85%）と設定する。

1つのWSZで余剰水量分は、水量が不足しているWSZに可能な限り転用する。しかし、転用だけではすべての需要を満たすには不十分である。よって、貯水機能を持つRWRを複数個所で建設し、水

路閉鎖期間中は水源として使用する。そのとき、配水幹線は、バイパス管として活用する。上記対策1) は、灌漑局とWASA-Fの間で引き続き交渉されなければならない。対策2) と3) は、シミュレーションを行った。結果、WSZ 2とWSZ 5に水路閉鎖期間中の不足分の水量を補うRWRの建設が必要であると解析された。貯水量の計算には、（蒸発発散量等を見込んで）転換率0.95を適用する。水路閉鎖期間中の給水計画を図4.4.6に示す。



出典：調査団

図 4.4.6 水路閉鎖期間中の給水計画

表4.4.3に、WSZ2とWSZ5で必要なRWR容量を示す。これらのRWRは、Jhang浄水場とGugera浄水場の新規建設及び拡張に対応して段階的に建設される。

表 4.4.3 必要 RWR 容量

WSZ	2	5
浄水場施設	Jhang 浄水場	Gugera 浄水場
RWR の必要貯留量	2,728,000 m ³ (600 MG)	4,637,000 m ³ (1,020 MG)
RWR の必要面積 (水深 4m を想定)	69 hectare	116 hectare

出典：調査団

(6) 給水管接続（分水栓、水道メーター含む）

WASA-Fは、料金制度を現在の定額制から将来の従量制（メーター制）に移行するために、2015年以降水道メーターの設置を開始した。表4.4.4に2038年までに必要な給水管接続数を示す。

表 4.4.4 給水管接続の必要数

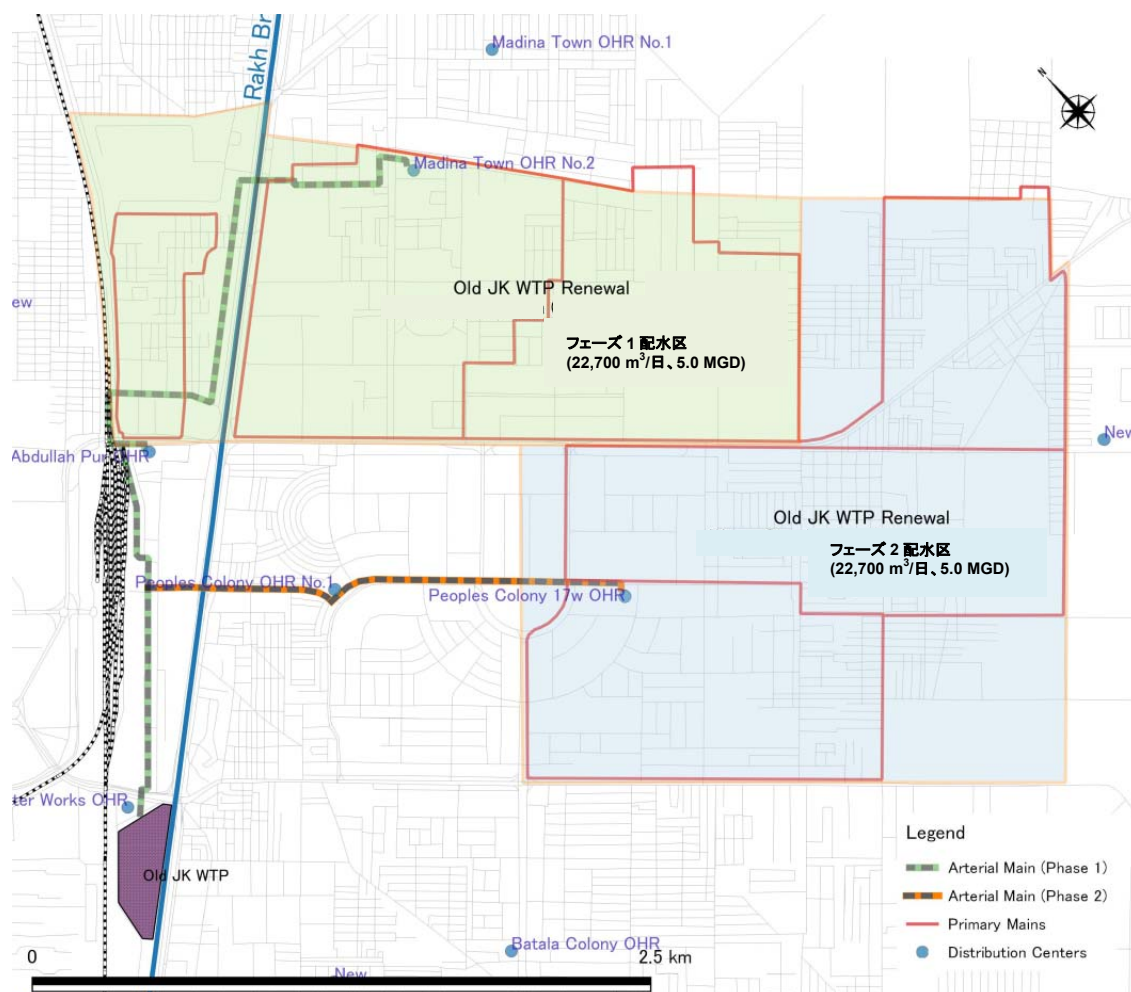
項目	単位	2015	2023	2028	2033	2038
サービス区域内の全戸数	Nos.	250,000	420,000	480,000	530,000	590,000
家庭用	Nos.	140,000	254,000	359,000	482,000	590,000
非家庭用	Nos.	3,000	8,000	19,000	25,000	30,000
合計	Nos.	143,000	262,000	378,000	507,000	620,000

出典：調査団

2015年10月29日のパンジャブ州官報では、給水管接続に関して「ファイサラバード市給水規則（2015年）」を記載しているが、これらの規則は必ずしも現場で順守されていない。このような状況を踏まえて、現行の規制の見直し、給水管接続の施工・点検作業のための手作業や標準作業手順書（SOP）の作成、WASA-F内の徹底と周知、契約者訓練システムの確立、給水設備検査システムの確立を目指す。

4.5 優先プロジェクト

既存の旧Jhal Khanauana（JK）浄水場は、緩速砂ろ過システムで運転しており、当初設計能力16,000 m³/日（3.5 MGD）の43%程度の生産を行っているのみである。選定された優先プロジェクトには、設計能力を45,400 m³/日（10 MGD）に増加し、急速砂ろ過システムとして旧JK浄水場を更新、さらに新規の配水センター（DC）建設と管路布設を含む。優先プロジェクトとして選定された旧JK浄水場の更新、新規DC・管路の段階的整備区域の位置を図4.5.1に示す。



出典：調査団

図 4.5.1 旧 JK 浄水場更新、新規 DC・管路施設の位置と段階的整備区域

(1) 旧 JK 浄水場更新の設計基準とレイアウト

更新される旧JK浄水場の設計基準は表4.5.1に要約する。また、そのレイアウトを図4.5.2に示す。

表 4.5.1 浄水場の設計基準

大別	施設	項目	基準	備考
一般	設計能力	計画処理能力	45,400 m ³ /日	10.0 MGD
水処理	受水／配水槽	前塩素処理	1 to 3 mg/l	
		前ライム処理	0 to 20 mg/l	
	急速攪拌槽	硫酸アルミニウム	15 to 40 mg/l	固形ばんど
	フロック形成池	高分子凝集剤（ポリマー）	0.2 to 1.0 mg/l	
	沈殿池	水面積負荷	< 0.8 m ³ /時/m ²	
	急速砂濾過池	逆洗	0.5 m ³ /分/m ²	空気 6 分 + 空気／水 2 分 + 水 8 分
		後塩素処理	1 to 2 mg/l	
	浄水池	滞留時間	2 時間	
スラッジ 処理	排水池	滞留時間		
	天日乾燥床	平均乾燥期間	1～3 ヶ月	

出典：調査団

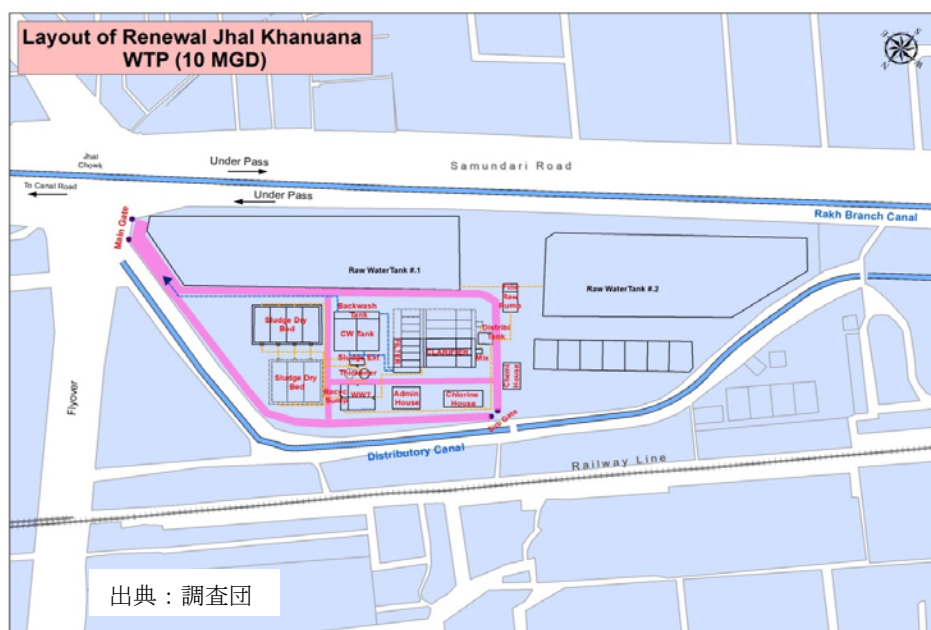


図 4.5.2 旧 JK 浄水場更新のレイアウト

(2) 優先プロジェクトの事業費

優先プロジェクトの事業費を表4.5.2に示す。

表 4.5.2 優先プロジェクトの事業費

項目	コスト	
	(百万 PKR)	(千 USD)
浄水場	3,060	25,900
送水管	360	3,000
配水センター	900	7,600
配水本管	640	5,400
配水支管 (2 次管、3 次管)	360	3,000
区画水量計 (メーター)	40	300
給水管接続 (量水器含む)	280	2,400
安全管理費	340	2,900
計	5,980	50,600
コンサルタント費	840	7,100
合計	6,820	57,700

出典：調査団

(3) 優先プロジェクトの維持管理 (O&M) 費

優先プロジェクトの維持管理 (O&M) 費を表4.5.3に示す。

表 4.5.3 優先プロジェクトの O&M 費

項目		Phase I 完成後	Phase II 完成後
O&M コスト	(百万 PKR/年)	108	200
	(千 USD/年)	910	1,690

出典：調査団

(4) 事業実施スケジュール

優先プロジェクトの事業実施スケジュールを表4.5.4に示す。

表 4.5.4 事業実施スケジュール

フェーズ	工程	2019	2020	2021	2022	2023	2024
フェーズ 1	準備調査						
	詳細設計及び入札						
	施設建設						
フェーズ 2	準備調査						
	詳細設計及び入札						
	施設建設						

出典：調査団

4.6 下水道及び雨水排除計画

4.6.1 下水道計画

(1) 下水道計画の概要

目標年次2038年における下水道計画区域面積と計画人口を表4.6.1に示す。

表 4.6.1 目標年次 2038 年における調査対象区域及び下水道計画区域面積及び計画人口

区域	面積	下水道計画人口	衛星都市の下水道計画人口	下水道計画人口	調査対象地域での全体人口
西処理区	175.2975 km ² (17,530 ha)	*2,176,290	30,000	2,206,290	-
東処理区	204.0677 km ² (20,407 ha)	2,044,820	41,000	2,085,820	-
下水道計画地域	379.3652 km ² (37,937 ha)	4,221,110	71,000	4,292,110	-
調査対象地域	1,221.000 km ² (122,100 ha)	-	-	4,292,110	5,503,790

備考：*に示す数値は FDA シティの 75,000 人を含む。

出典：調査団

西処理区及び東処理区の計画水量を表4.6.2に示す。

表 4.6.2 計画日平均水量（単位：m³/日）

処理区	一般家庭下水量	一般家庭下水以外			下水排水合計	点源*	下水排水総量	地下水の浸入浸透量	水量合計	計画日平均水量
		商業排水	工業排水	合計						
西	289,980	39,790	68,170	107,960	397,940	15,160	413,100	20,650	433,750	433,800
東	282,190	40,840	85,350	126,190	408,380	4,920	413,300	20,660	433,960	434,000
合計	572,170	107,960	153,520	234,150	806,320	20,080	826,400	41,310	867,710	867,800

備考：* は FDA シティ及び衛星都市（Sadhar 及び Khurrianwala）

出典：調査団

下水道計画の概要を表4.6.3に、一般平面図を図4.6.1にそれぞれ示す。

表 4.6.3 下水道計画の概要

項目		西処理区	東処理区
1.1	計画区域面積	17,530 ha	20,407 ha
2.1	計画人口	2,206,290 人	2,044,820 人
2.2	単位面積当りの計画人口	126 人/ha (=2,206,290/17,530)	100 人/ha (=2,044,820/20,407)
2.3	計画人口の増加	1,443,890 人(=2,206,290-762,400)	1,037,820 人(=2,044,820-1,007,000)
3.	提案した下水道施設	1) 幹線管渠: 口径 450～2,700mm、延長 42.57km 2) 下水本管: 口径 300～1,650mm、延長 43.42km、既存下水管の交換含む 3) 面整備管: 口径 225mm、延長 2,081.6km 4) 中継ポンプ場（補修）6 ヶ所 5) 流入ポンプ場: 粗・細スクリーン、沈砂池、ポンプ (65m ³ /分、全水頭 17.0m) 2 台、ポンプ (130m ³ /分、全水頭 17.0m) 4 台 6) Chokera 下水処理場（改造）、処理能力 433,800m ³ /日、UASB+通性嫌気性池、天日乾燥床 7) 処理水用送水ポンプ及び送水本管施設、ポンプ (75.33 m ³ /分、全水頭 25.0m) 5 台、圧送管（ダクタイル鋳鉄管、口径 1,500mm、延長 14.55km、2 条管、サージタンク。	1) 幹線管渠: 口径 600～2,700mm、延長 66.79km 2) 下水本管: 口径 225～1,350mm、延長 79.15km、既存下水管の交換含む 3) 面整備管: 口径 225mm、延長 2,389.3km 4) 中継ポンプ場（補修）3 ヶ所 5) 流入ポンプ場: 粗・細スクリーン、沈砂池、ボブ (63m ³ /分、全水頭 30.0m) 2 台、ポンプ (126m ³ /分、全水頭 30.0m) 4 台 6) 東下水処理場（新設）、処理能力 434,000m ³ /日、嫌気性池+通性嫌気性池 7) 処理水用送水ポンプ及び送水本管施設、ポンプ (75.33 m ³ /分、全水頭 22.0m) 5 台、圧送管（ダクタイル鋳鉄管、口径 1,500mm、延長 12.3km、2 条管、サージタンク。
4.1	建設費	109,855 百万 PKR	137,976 百万 PKR
4.2	プロジェクト費	150,987 百万 PKR	193,448 百万 PKR
4.3	計画人口一人当りのプロジェクト費	68,430 PKR/人 (=150,987,000,000/2,206,290)	94,600 PKR/人 (=193,448,000,000/2,044,820)

出典：調査団

下水処理法は、3つの代替案 (嫌気性池+通性嫌気性池、UASB+通性嫌気性池、及び嫌気性池+散水ろ床法+仕上池)を技術面、費用面 (建設費、用地費、維持管理費)、維持管理容易性について比較して選定した。なお、費用については割引率を7%及び9%と設定して現在価値で比較評価した。詳細はメインレポートPart Cの第9.4節を参照のこと。

上記の比較検討から、西処理区のChokera処理場ではUASB+通性嫌気性池、東処理区の新下水処理場では嫌気性池+通性嫌気性池の下水処理方式を選定して提案した。

(2) 段階的下水道整備計画

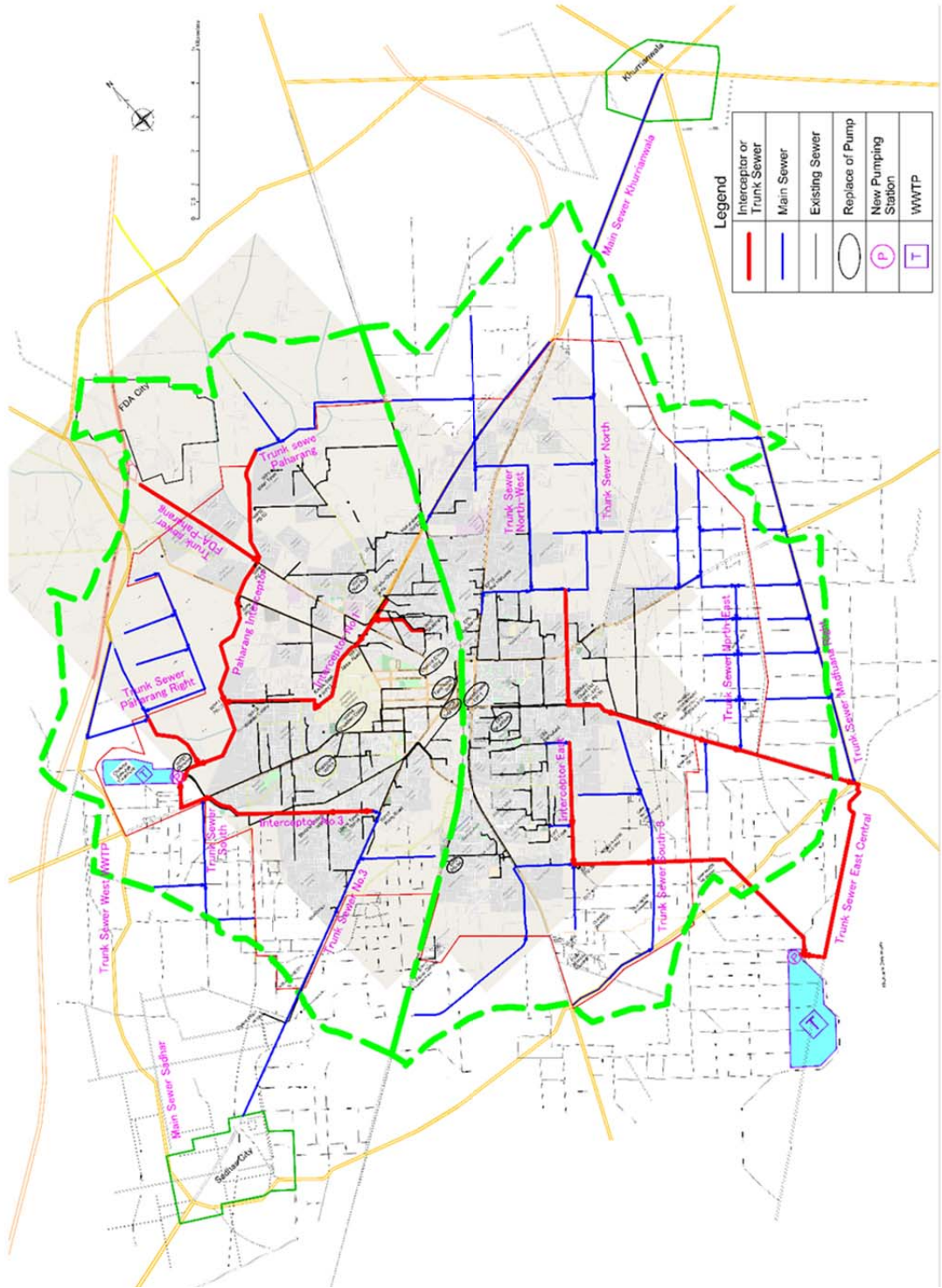
東西各処理区において4段階で段階的に下水道施設を整備する計画を提案した。その概要を表4.6.4及び図4.6.2に示す。

表 4.6.4 4 期にわたる下水道サービス区域拡張計画

フェーズ	西処理区	東処理区
1	中心市街地から Chokera 下水処理場までの地域 (排水ポンプ場 PS-3 の地域) と雨水排水路 N0.1 沿いの地域。 人口密集地域、公共・民間の事務所、ショッピングセンター、店舗、レストラン、大学があり、昼間人口も非常に多い地域。	3ヶ所の排水ポンプ場 (Satiana Road Old, PS-31 (Satiana Road), and PS-42) が受け持つ地域。 人口密集地域、公共・民間の事務所、ショッピングセンター、店舗、レストラン、大学、学校があり、昼間人口も非常に多い地域。
2	都市化が進んでいる地域とその周辺地域であり、FDA city (FDA による造成開発地域) を含む。	3ヶ所の排水ポンプ場 (PS-36, Peoples Colony No.2, D-type) が受け持つ地域。 人口密集地域、工場、事務所、ショッピングセンター、店舗、レストラン、学校があり、昼間人口も非常に多い地域。
3	現在の都市域の周辺部で今後都市化が進展する地域	フェーズ 1 及び 2 の対象エリアの周辺部と衛星都市の Khurrianwala を含む地域。
4	現在は都市域から離れているが将来都市化する地域衛生都市である Sadhar 市や処理場周辺部を含む。	現在は都市域から離れた農地であるが将来都市化する地域。

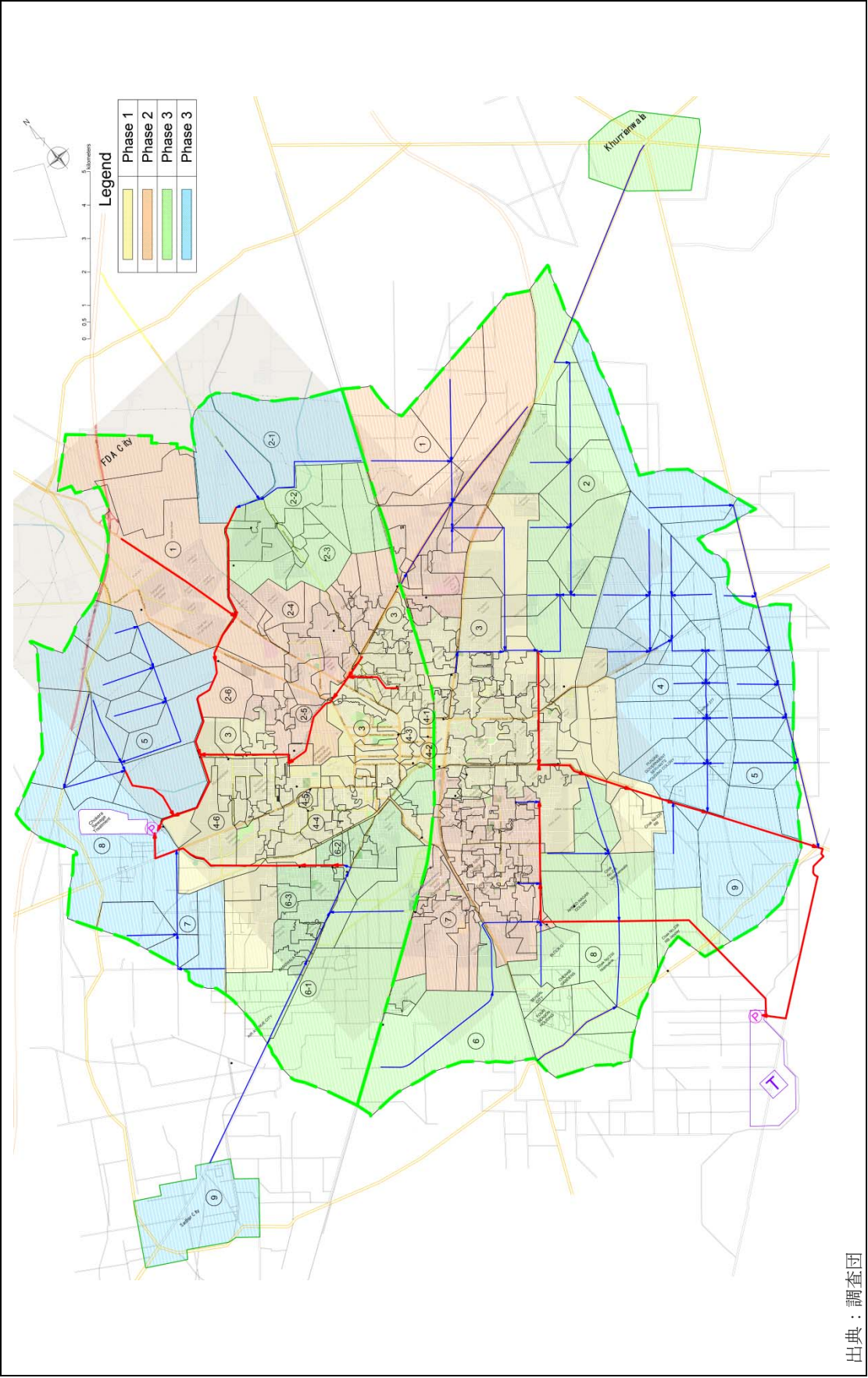
備考： SWD は下水処理区を示す。

出典：調査団



出典：調査団

図 4.6.1 下水道一般施設平面図



出典：調査団

図 4.6.2 段階的下水道整備計画

目標とソフト面を含めた対策を段階的整備計画のどの段階で実施する計画であるかを表4.6.5に示した。

表 4.6.5 段階的下水道・雨水排除整備計画における目標と対策

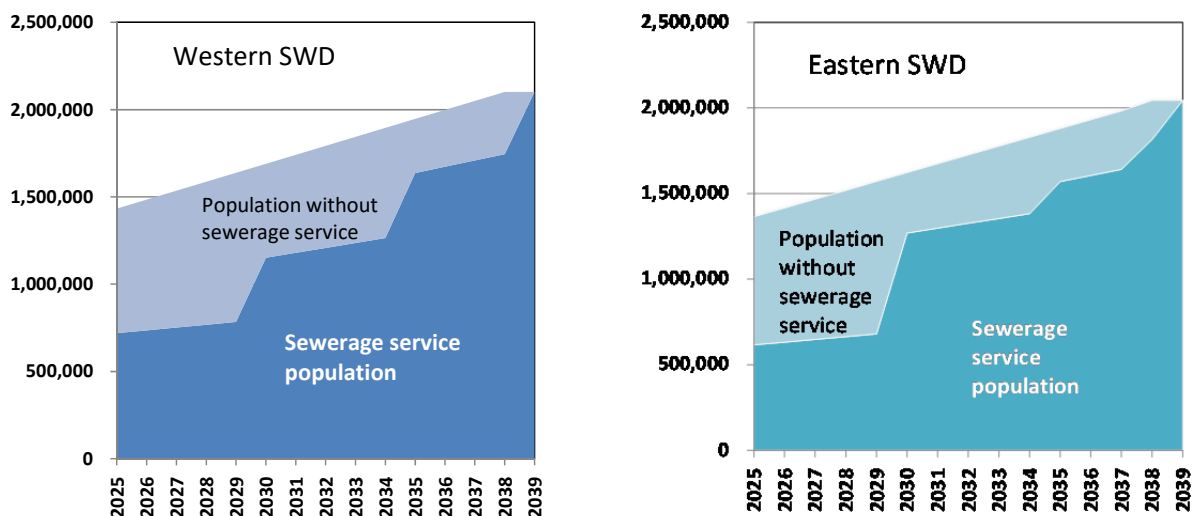
目標及び必要な対策*	西処理区				東処理区			
	Phase 1**	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1. 下水の雨水排水路への放流停止								
2. 現下水道管の改善								
3. 下水管の拡張								
4. 下水処理場での流入下水の完全処理								
5. 下水処理水の灌漑水路への供給								
6. 幹線管渠の深度化によるポンプ場数削減								
7. 現排水ポンプ場の雨水ポンプ場への変換による越流水の排除								
8. 浸水地域を対象とした雨水側溝システムによる浸水被害の緩和								
A. 測量で収集した管渠データによる現管渠システムのデータベース構築								
B. 機材を用いた管渠の清掃の実施								
C. 工場排水管理の実施								
D. 現地調査データに基づく道路側溝データベースの構築								

備考：* に示した1～7は施設整備による目標達成、A～Dはソフト面の対策

** 各 Phase の実施期間（年）：Phase 1 (2021-2024), Phase 2 (2025-2029), Phase 3 (2030-2034), Phase 4 (2035-2038)

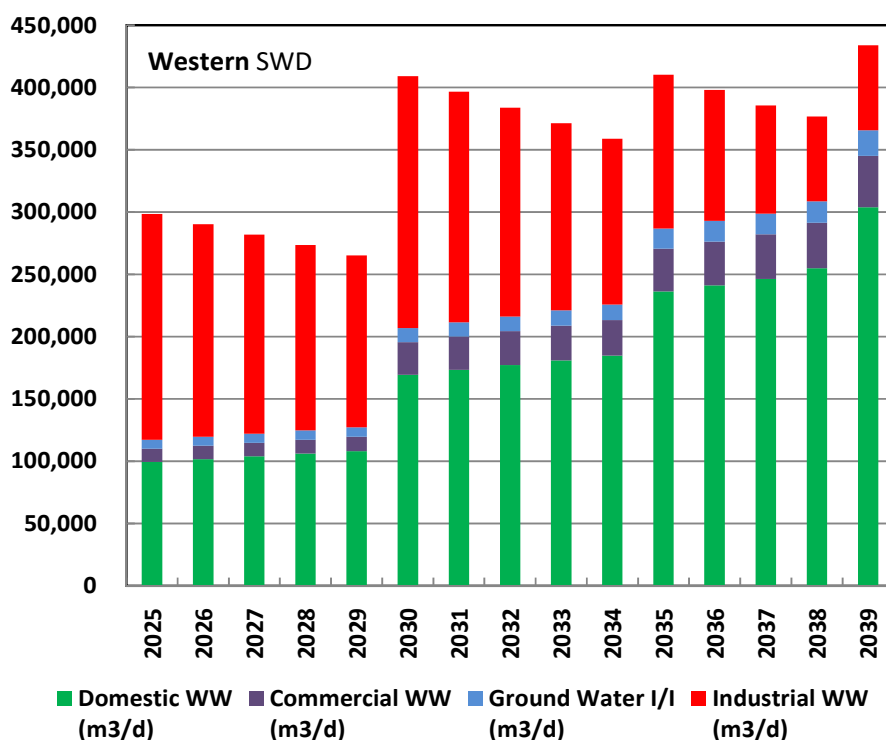
出典：調査団

段階的下水道整備計画実施による下水道サービス人口（下水道普及人口）の増加を図4.6.3に示した。なお、2029年と2030年、2034年と2035年及び2038年と2039年における下水道サービス人口の急増は、供用開始前後の状況を示している。図4.6.4及び図4.6.5には、西処理区及び東処理区における下水処理場への計画流入水量を示した。この図には、一般家庭及び商業排水量は下水道サービス拡大に伴い徐々に増加しているが、工場排水は逆に各段階毎に設定した計画水量まで下水道受け入れ量を削減していることを示している。



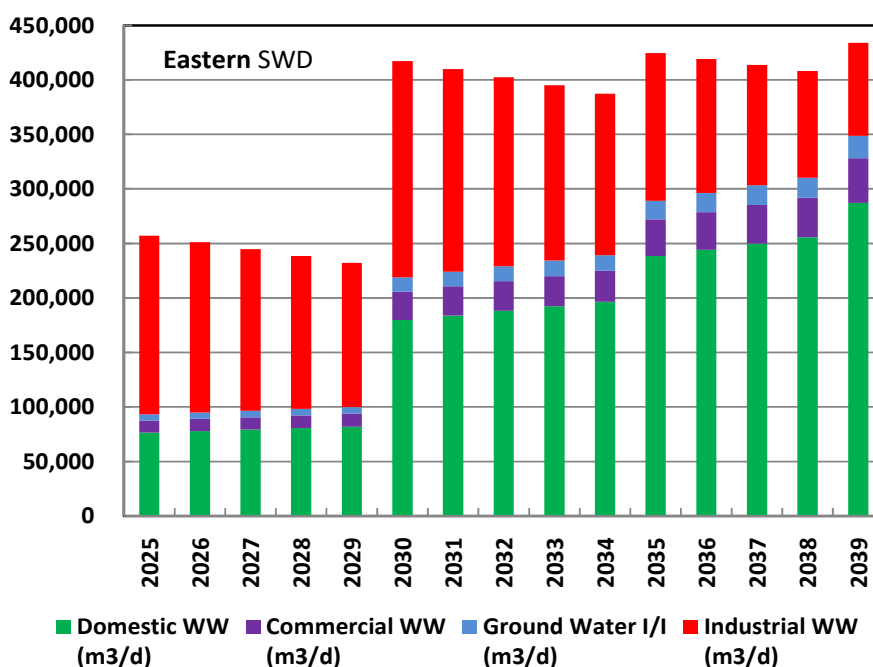
出典：調査団

図 4.6.3 段階的下水道整備計画に伴う計画下水道普及人口



備考：各段階の供用開始時期: Phase 1 (2025 年)、Phase 2 (2030 年)、Phase 3 (2035 年)、Phase 4 (2039 年)
出典：調査団

図 4.6.4 第 1 期事業以降の段階的下水道整備計画に基づく
Chokera 下水処理場への計画流入水量



備考：各段階の供用開始時期: Phase 1 (2025 年)、Phase 2 (2030 年)、Phase 3 (2035 年)、Phase 4 (2039 年)
出典：調査団

図 4.6.5 第 1 期事業以降の段階的下水道整備計画に基づく
東下水処理場への計画流入水量

(3) 工場排水管理

工場排水管理は、下水道事業が成功するかどうか、また、下水処理水を灌漑水路に戻して利用する（灌漑水路に戻して混合した水を灌漑用水として放流先の下流で利用する）ことができるかどうかの鍵を握っている。

現下水道施設は多量の工場排水を受け入れているが、将来は図4.6.4及び図4.6.5に示したように下水道への受け入れ工場排水量を減らす必要がある。工場排水管理に関する各種対策をどの段階で実施するのか表4.6.6に示す。

表 4.6.6 段階的下水道整備計画に伴う必要な工場排水対策と実施時期

工場排水管理に関わる対策	準備期間 **	Phase 1 **	Phase 2 **	Phase 3 **	Phase 4 **
1. WASA-F の下水道への工場排水受入れの基本方針策定					
2. 工場排水管理に係る下水道条例の罰則を含む強化					
3. WASA-F 内に工場排水管理部を設立し、毎年の予算を確保のうえ工場排水監理の実施。					
4. 工場排水の評価、監視可能な工場登録システムの確立					
5. 工場への PR 活動プログラムの策定と実施					
6. 国際協力機関支援の人材育成プログラム準備と実施					
A. 工場排水管理の関係機関の役割と責任分担の確認					
B. 工場敷地内で処理施設設置の促進策					
C. 郊外の工業団地への工場移転促進策					
D. 工場排水の監視					

備考：* 1～7 は WASA-F による対応、A～D は EPA-F、他工業に関する部局による対応

** 準備期間（2019-20 年）、Phase 1（2021-2024）、Phase 2（2025-2029）、Phase 3（2030-2034）、Phase 4（2035-2038）

出典：調査団

(4) 優先プロジェクトの選定

東西処理区のそれぞれの第 1 期事業計画は、生活環境の改善にはどちらの事業も優先度が高い。しかし財政上の制約から、どちらかの第 1 期事業を優先プロジェクトとして選定を行った。まず、東西処理区の各第 1 期事業計画の概要を比較のため表4.6.7に示す。

表 4.6.7 東西処理区の第 1 期事業計画の比較

項目		西処理区	東処理区
1.1	整備面積	3,551 ha	3,553 ha
1.2	整備面積率	20 % (=3,551/17,530)	17 % (=3,553/20,407)
2.1	下水道サービス人口	719,750 人(2025 年)	616,270 人(2025 年)
2.2	整備面積当りの下水道サービス人口	203 人/ha (=719,750/3,551)	173 人/ha (=616,270/3,553)
2.3	下水道サービス人口増加	159,520 人 (=719,750-560,230)	159,520 人(=616,270-456,750)
2.4	整備面積当りの下水道サービス人口増加	45 人/ha (=159,520/3,551)	45 人/ha (=159,520/3,553)
3.	人口普及率	2025: 50% (=719,750/1,432,700)	2025: 45% (=616,270/1,365,400)
4.	下水道施設整備概要	1) 幹線管渠: 口径 450～2,700mm, 延長 11.61km 2) 下水本管: 口径 750～1,650mm, 延長 11.42km, 既存管の交換のみ 3) 面整備管: 口径 225mm, 延長 391.9km 4) 中継ポンプ場（補修）5 ヶ所 5) 新流入ポンプ場: 粗・細スクリーン、	1) 幹線管渠: 口径 1,950～2,700mm, 延長 23.16km 2) 下水本管: 口径 300～1,350mm, 延長 6.24km, 既存管の交換を含む 3) 面整備管: 口径 225mm, 延長 533.0km 4) 中継ポンプ場（補修）2 ヶ所 5) 新流入ポンプ場: 粗・細スクリーン、沈砂池、ポンプ (63m ³ /分、全水頭 30.0m)

項目		西処理区	東処理区
		沈砂池、ポンプ (65m ³ /分、全水頭 17.0m) 2 台、ポンプ (130m ³ /分、全水頭 17.0m) 3 台 6) Chokera 下水処理場 (改造)、処理能力 216,900m ³ /日、UASB+通性嫌気性池、天日乾燥床)	2 台、ポンプ (126m ³ /分、全水頭 30.0m) 2 台 6) 新東処理場、新設、処理能力 217,000m ³ /日、嫌気性池+通性嫌気性池
5.1	建設費	26,753 百万 PKR	41,783 百万 PKR
5.2	総事業費	37,794 百万 PKR	62,893 百万 PKR
5.3	サービス人口当たりの総事業費	52,510 PKR/人 (=37,794,000,000/719,750)	102,055 PKR/人 (=62,893,000,000/616,270)

出典：調査団

各第 1 期事業計画を経済・財務面の評価を行った結果では、経済面ではほぼ妥当であったが、財務面では難しいことが明らかになった。西処理区の第 1 期事業計画は、東処理区の同事業計画と比べ財務的に有利であったことから、優先プロジェクトとして選定した。

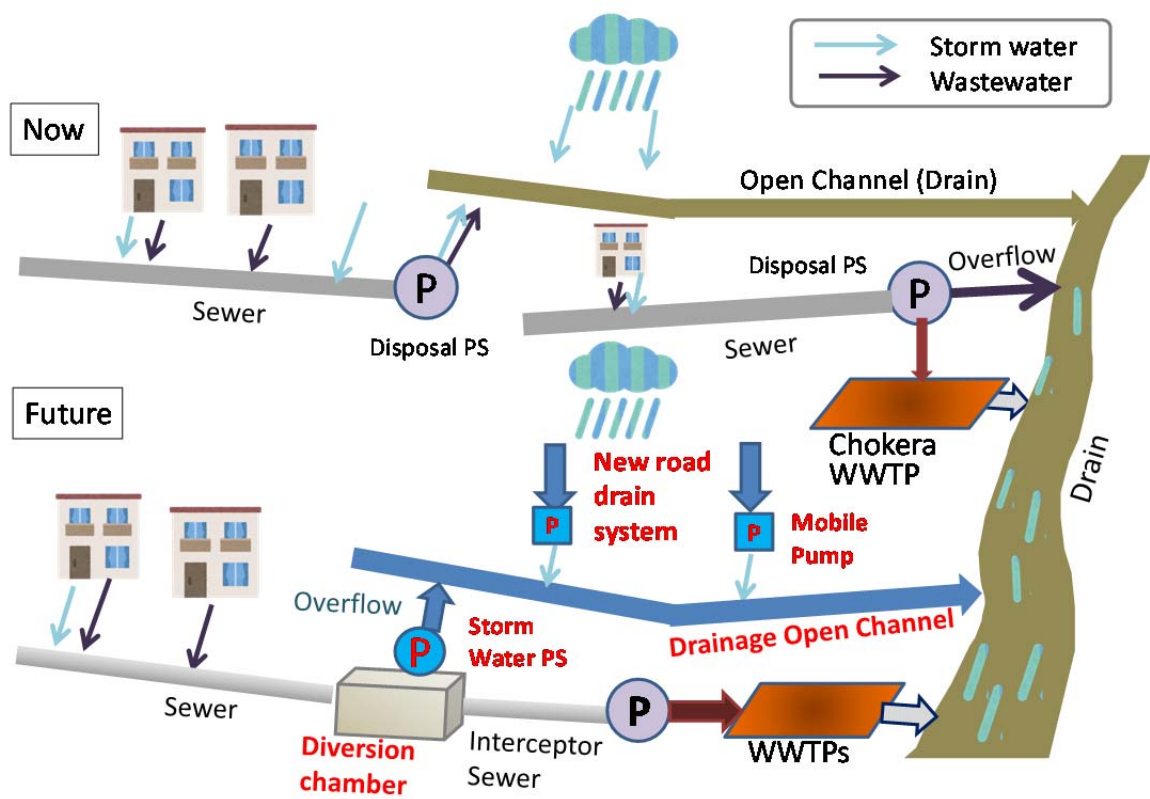
4.6.2 雨水排除計画

(1) 既存の下水管を用いた雨水排水計画

ファイサラバードでは、雨期に降雨の一部を接続マスから面整備管に流入させている地域もあり、また浸水した地域では貯まった雨水を WASA-F が移動式のポンプ機器を使って、直近の下水管に放流している場合もある。

分流式の下水道では、一般に下水管への雨水流入や地下水の流入・浸入は完全に防ぐことはできないため、雨水や地下水の流入・浸入量の削減は下水道の維持管理とその費用で大きな課題となっている。そこで、ファイサラバードの下水管計画では、メインレポートの表 C8.5.2 にした余裕率の範囲内で雨水を受け入れる計画とし、既存の排水ポンプ場への流入管と新設の幹線管渠（遮集管）の間に分流施設を設置してこの受け入れた雨水を対応できる計画を策定した。つまり、この分流施設に越流堰を設置し、晴天時流量分は遮集管に流し、越流分はポンプ場に流して、最終的にはポンプ施設（排水ポンプを雨水ポンプに変更）により強制的に雨水排水路、あるいは Paharang 排水路、並びに Madhuana Drain 排水路に放流する施設計画を策定した。

図 4.6.6 には、既存の下水管を利用した上記の施設計画、及び別途提案した道路側溝システムを導入した場合のイメージ図を示す。なお、道路側溝システムは次節で説明する。



出典：調査団

図 4.6.6 既存の下水道施設と新道路側溝施設を利用した雨水排除システム

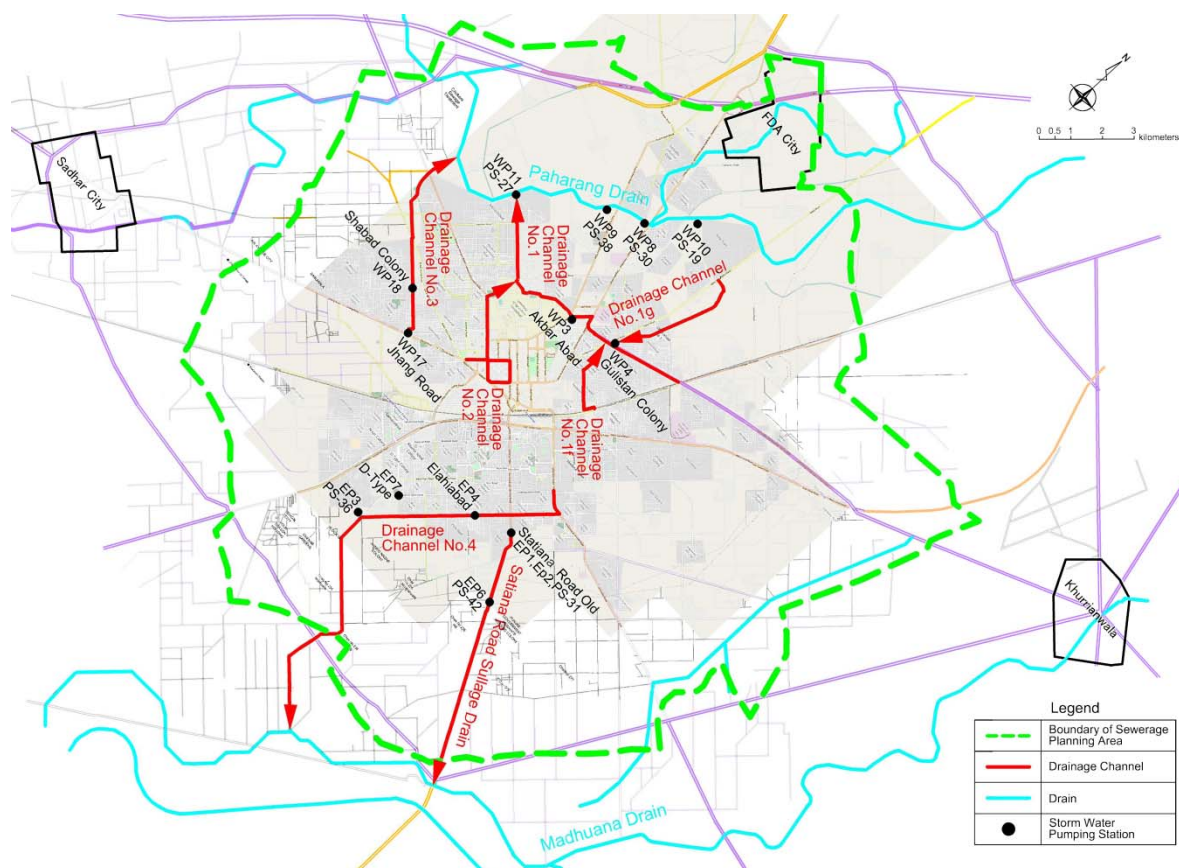
表4.6.8には、上記の分流施設と遮集管施設を建設後に、排水ポンプ施設を雨水ポンプ施設として利用する現排水ポンプ場のリストである。各々のポンプ場の位置は図4.6.7に示す。

表 4.6.8 排水ポンプ施設を雨水ポンプ施設として利用する現排水ポンプ場のリスト

PS 識別番号	ポンプ場名	実施 Phase	PS 識別番号	ポンプ場名	実施 Phase
1. WP3	Akbar Abad	1	10. WP17	Jhang Road	3
2. WP4	Gulistan Colony	1	11. WP18	Shadab Colony	3
3. WP6	Shadman	1	12. EP1	Satiana Road Old	1
4. WP8	PS-30	2	13. EP2	PS-31, Satiana Road	1
5. WP9	PS-38	2	14. EP3	PS-36	2
6. WP10	PS-19	3	15. EP4	Peoples Colony No.2	2
7. WP11	PS-27*	1	16. EP6	PS-42	1
8. WP12	Weaver Colony*	1	17. EP7	D-type*	2
9. WP16	Liaqat Town*	3	—	—	—

備考：* ポンプ場改造対象のポンプ場

出典：調査団



出典：調査団

図 4.6.7 将来雨水ポンプ場として利用する現排水ポンプ場の位置

(2) 雨水排水路が直近にある浸水地域を対象とした道路側溝施設計画

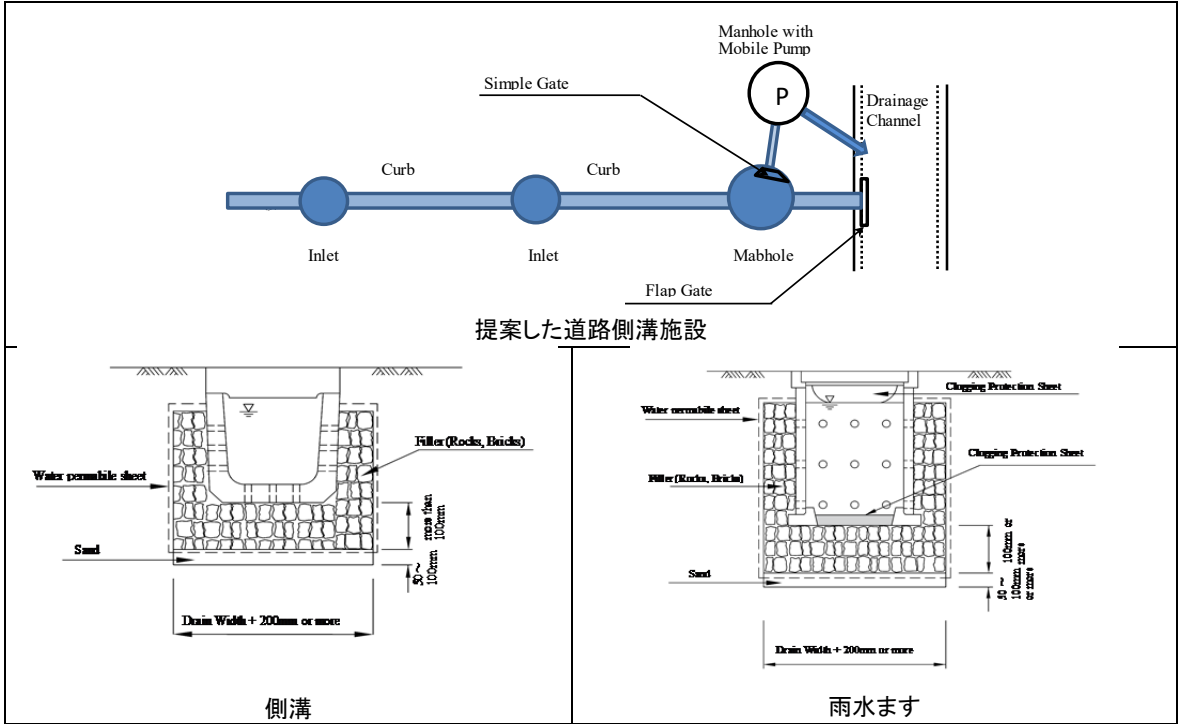
雨水排水路が直近にある浸水地域を対象とした道路側溝施設を簡略化した図を図4.6.8に示す。この施設は、側溝、雨水マス、マンホール、移動式ポンプ設置用マンホール、フラップゲート(逆流防止用扉)から構成されている。側溝は道路中央または両側に設置する。雨水マスは道路の交差部付近あるいは側溝幅が大きくなる部分に設置する。フラップゲートは側溝が雨水排水路に接続する部分に設置し、雨水排水路の水位が上昇して自然流下方式で雨水を放流できない場合に、雨水排水路から側溝施設に逆流を防止する。一方、手前のマンホールから移動式ポンプ付きのマンホールへゲートが開き、自然流下方式で排出できなかった雨水が流れ込み、移動式の水中ポンプにより強制的に排出される仕組みとなっている。

なお、この提案した施設は、設置する場所の地下3～5mの土質調査データ次第では浸透能も期待できるので、次のF/S調査や詳細設計段階において検討することを提言した。

浸水緩和のための道路側溝施設を計画した排水区（西排水区で14ヶ所、東排水区で3ヶ所）の位置を図4.6.9に示す。

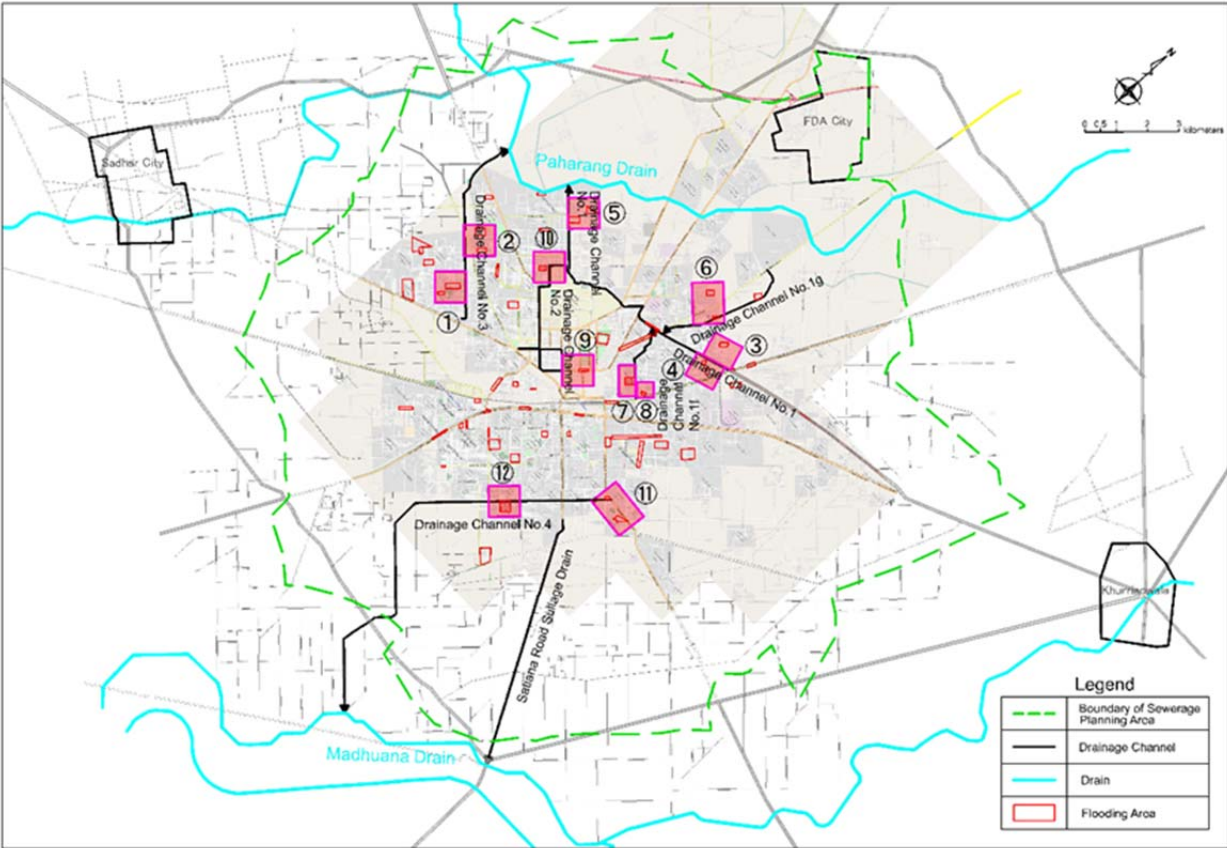
(3) ソフト面の対策

雨水排水のソフト面の対策を表4.6.9に示す。



出典：調査団

図 4.6.8 雨水排水路の近傍地域における浸水被害緩和策としての道路側溝施設



出典：調査団

図 4.6.9 提案した道路側溝施設の計画区域

表 4.6.9 雨水排除のためのソフト面対策と実施計画

担当組織	提案したソフト面の対策	アクションプラン	実施時期
WASA-F	1) 雨水排水路の情報・データ（水位、土砂の堆積状況等）収集 2) WASA-F が委託管理を受けている道路側溝の情報・データ収集	1) 雨水排水路の浚渫計画立案（既に実行中） 2) WASA-F が委託管理を受けている道路側溝の地図作成	2018～2024（Phase 1 期間）
	3) 雨水排水路の能力保持のための土砂浚渫作業の実施	3) 現行の浚渫作業の継続及び個実施報告書の作成	毎年の活動
	4) 道路側溝の監視	4) アクションプランの立案と実施、コミュニティの参加を含む。年 4 回あるいは雨期の前後に実施。	2018～2020(計画立案) 2020～2024(Phase 1 期間) 2025～2029(Phase 2 期間)
	5) 道路側溝清掃、コミュニティの参加を含む（道具は WASA-F が準備して提供する）	5) 毎年開催のイベント計画立案	2018～2021 (年計画立案、パイロット活動) 2022（計画実施開始）
	6) 道路側溝への廃棄物等の投棄撲滅キャンペーンの実施	6) キャンペーン計画の立案とコミュニティや学校での実施	2018～2024(Phase 1 期間)
FDA, 道路管理局	1) 道路側溝等の排水路の情報・データ（位置、寸法、開口部や蓋の状況、土砂や廃棄物の堆積状況等）	1-1) 計画、設計、建設、維持管理に活用するための道路側溝図の作成 1-2) 道路側溝の現状報告書の作成	2018～2024(Phase 1 期間) 2022（計画実施開始）
	2) 道路の清掃、特に雨期の前	2) 道路清掃計画	2020～2024(Phase 1 期間)
	3) 道路側溝の清掃、コミュニティの参加を含む（道具は WASA-F が準備して提供する）	3) 毎年開催のイベント計画立案	2020～2024(Phase 1 期間)

出典：調査団

4.7 マスタープラン（M/P）の事業費算出

(1) 上水道 M/P

プライスエスカレーションを鑑みた上水道施設整備事業の実施に必要なプロジェクト費用の要約を表4.7.1に示す。表4.7.2に示すO&Mコストは、人件費、電力費、薬品費などの支出を含む。

表 4.7.1 建設費の概算

単位：百万 PKR

フェーズ	施設	合計	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
フェーズ 1	新 JK 浄水場拡張	2,546	2,546	0	0	0
	Gugera I 浄水場-1	17,847	17,847	0	0	0
	旧 JK 浄水場更新-1	2,705	2,705	0	0	0
	GBC 井戸群-1	4,655	4,655	0	0	0
	Allama Iqbal 浄水場	822	822	0	0	0
フェーズ 1 計		28,575	28,575	0	0	0
フェーズ 2	旧 JK 浄水場更新-2	2,165	0	2,165	0	0
	Jhang 浄水場-1	11,839	0	11,839	0	0
	Gugera 浄水場-2	21,408	0	21,408	0	0
	GBC 井戸群-2	1,332	0	1,332	0	0
	新 JBC 井戸群-1	4,354	0	4,354	0	0
フェーズ 2 計		41,098	0	41,098	0	0
フェーズ 3	Gugera 浄水場-3	13,703	0	0	13,703	0
	Jhang 浄水場-2	15,160	0	0	15,160	0
	新 JBC 井戸群-2	3,110	0	0	3,110	0
フェーズ 3 計		31,972	0	0	31,972	0
フェーズ 4	Jhang 浄水場-3	15,097	0	0	0	15,097
フェーズ合計		15,097	0	0	0	15,097
建設費合計		116,743	28,575	41,098	31,972	15,097
事業費（コンサルティングサービス 10% + 予備費 2%）		130,752	32,004	46,030	35,809	16,909
給水設備接続費		6,995	800	1,731	2,187	2,278
総計		137,747	32,804	47,761	37,996	19,187

交換

単位：百万 PKR

品目	Total	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
浄水場及び井戸群（機電設備）	2,682	789	0	396	1,497
ポンプ施設	4,202	2,340	0	1,862	0
パイプ	4,502	998	986	1,156	1,362
交換費合計	11,386	4,127	986	3,414	2,859
総計（コンサルティングサービス 10% + 予備費 2%）	12,753	4,622	1,104	3,824	3,202

出典：調査団

表 4.7.2 O&M 費の概算

単位：百万 PKR

期間	2018-2023	2024-2028	2029-2033	2034-2038
O&M コスト	11,615	19,067	30,741	46,139

出典：調査団

(2) 下水道と雨水排水施設計画

西処理区及び東処理区における段階的下水道整備計画に必要なプロジェクト費用を表4.7.3及び表4.7.4に示した。

維持管理費は人件費、電力費、その他の支出費の総額であり、各処理区の下水道施設の維持管理費を図4.7.1に示す。

表 4.7.3 西処理区における段階的下水道整備計画に必要なプロジェクト費用

(単位: 百万 PKR)

項目	合計	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
下水管渠	75,876	17,301	15,769	19,999	22,807
中継&流入ポンプ場	4,186	3,752	1,064	0	0
下水処理場	10,800	5,400	5,400	0	0
処理水送水施設	18,363	0	0	10,091	8,272
建設費	109,855	26,453	22,233	30,090	31,079
間接費	20,306	6,128	3,779	5,116	5,283
付加価値税 (VAT)	20,826	5,213	4,162	5,633	5,818
プロジェクト費	150,987	37,794	30,174	40,839	42,180

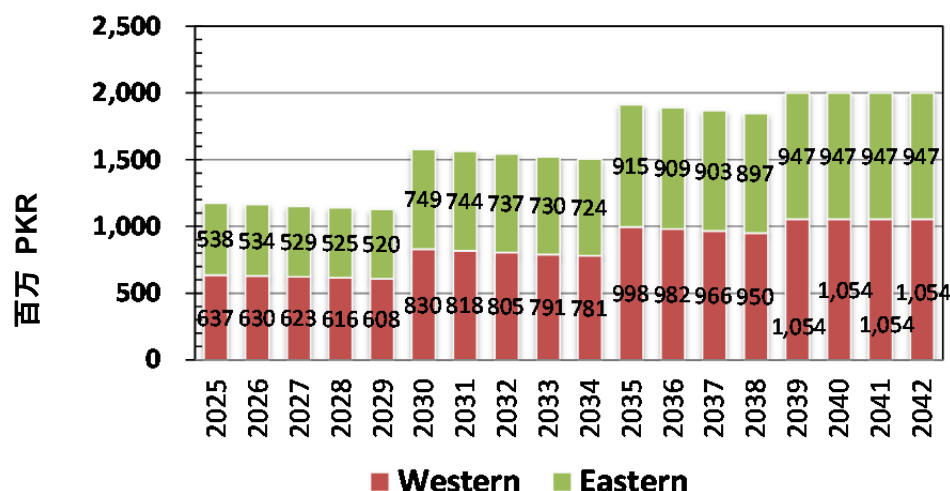
出典：調査団

表 4.7.4 東処理区における段階的下水道整備計画に必要なプロジェクト費用

(単位: 百万 PKR)

項目	合計	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
下水管渠	109,821	34,465	28,165	19,881	27,310
中継&流入ポンプ場	4,304	3,387	917	0	0
下水処理場	7,862	3,931	3,931	0	0
処理水送水施設	15,989	0	0	8,904	7,085
建設費	137,976	41,783	33,013	28,785	34,395
間接費	28,789	12,435	5,613	4,894	5,847
付加価値税 (VAT)	26,683	8,675	6,180	5,389	6,439
プロジェクト費	193,448	62,893	44,806	39,068	46,681

出典：調査団



出典：調査団

図 4.7.1 各処理区に必要な維持管理費用

提案した雨水排水施設の建設費を表4.7.5に示す。雨水排水施設の建設は、州政府の予算でFDAにより実施されることを提案する。

表 4.7.5 提案した雨水排除施設の建設費

施設	西排水区 (百万 PKR)	東排水区 (百万 PKR)	合計 (百万 PKR)
1. 雨水ポンプ (補修)	239	127	366
2. 道路側溝施設	321	58	379
計	560	185	745

出典：調査団

第5章 WASA-F 財務改善計画

5.1 WASA-F財務の現状

本章ではファイサラバード市受益者に対する十分な質・量の上下水公共サービスの提供を目的とする中長期投資計画の策定・実施に際し、その基礎条件となるWASA-Fの財務状況並びに財務管理能力の分析・評価を行い、もって政策的・実務的箇所課題の検討及び提案が行われる。分析手法としてパキスタン国及び米国並びに英国会計規則（Generally Accepted Accounting Principles, GAAP）、更に上水部門分析に係る我が国上水会計基準に準拠する会計分析及びキャッシュフロー分析が用いられる。分析データとしてWASA-F歳入局データベース並びに公的財務報告、及び外部監査報告等（2010-13）が使われているが、2014年度以降の外部監査報告書は監査法人交代により作成・公開されていない。

(1) 財務状況の推移

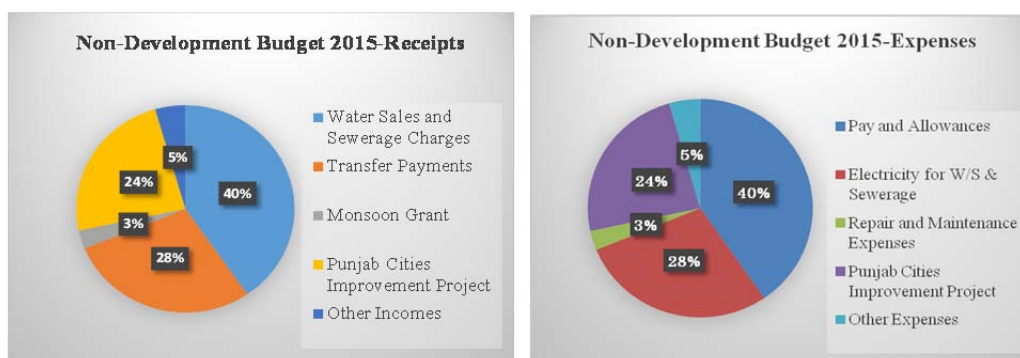
WASA-Fは名目15.6%（2012年から2015年）の名目経常利益年平均成長率15.6%、平均インフレ率7.9%を勘案した実質年成長率は7.7%であり、2015年度にWASA-Fは税引き後利益（純損益額）として200万PKRの黒字を計上した。対売上純益率（純益÷売上）及び費用回収比率（収入÷支出）の2010年度から2015年度までの推移は表5.1.1にまとめられているが、これら財務指標数値からWASA-Fの財務改善努力の成果が十分前向きに評価できると思われる。なお、予算書等の財務報告書とITデータベースの数値に多少の齟齬が見られるが、経常会計と独立会計（開発プロジェクト会計）の一部混同があることに起因していると思われる。

表 5.1.1 純益率及び費用回収比率 (2010-15)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
売上純益率	-1.74%	-4.44%	1.59%	6.46%	6.49%	7.35%
費用回収比率	0.98	0.96	1.02	1.07	1.07	1.08

出典: WASA-F IT データベース・WASA-F 監査報告書・調査団

一方、WASA-F経常予算収支では、従来の「積上げ予算（Line-item budgeting）」方式の策定手順が依然としてなされており、「公共財政管理（Public Expenditure）」枠組みにおける「結果志向型予算」の概念・手順が理解されているとは言い難い。従ってWASA-F経常予算は図5.1.1に示されるように、料金収入は人件費等営業固定費支出、交付金は施設・設備維持管理費（主として電力費）に充当されており、今後における開発計画・顧客ニーズ等に対応する戦略的な予算策定並びに予算運用に伴う財務管理が望まれる。



出典: WASA-F IT データベース

図 5.1.1 経常予算 収入並びに支出 (2015)

WASA-F の予算収支の詳細分析は、メインレポートの **Chapter A7** にもまとめられている。以下に収入支出項目から WASA-F の経年的財務状況の特記する。

- (a) 事業別収入では、下水道部門が過半（52.4%、2015）を占める
- (b) 上水道事業収入（売掛金を含む）は 1 億 7,590 万 PKR（2015）であり、名目平均年成長率は 3.6%（2013-2016）である。一方、下水道事業は同年度 2 億 7,930 万 PKR を計上した。また同期間における名目及び実質成長率は 12.6%及び 6.4%であった
- (c) 2011 年度以降 2016 年度までの名目収入増加率は、上水事業及び下水道事業各々 1%及び 11%であり、上水事業収入がほぼ変わらないのに対し、下水道事業では近年における増収努力の成果が多少見られる
- (d) WASA-F 財務書類・報告書では事業別費用の細目が区別されない一般会計で処理されていることから厳密な事業別原価計算が不明であり、結果として適正料金の設定・財務管理に係る経営陣の意思決定に齟齬をきたしている
- (e) カテゴリー別上下水道事業受益者として「家計部門」が全歳入の 44.6%（2016 年度）を占める大口需要者であり、以下、商業部門・工業部門・非経常勘定部門（プロジェクト勘定部門）及び地下水使用権が各々 24.5%、15.4%、11.9%、及び 6.5%である³

(2) 政策的・実務的諸課題

WASA-Fの速やかな独立採算公共事業体への移行を可能とする制度的・組織的・人的能力強化に係る「時宜を得た適正規模の資金・技術協力支援」が、2国間開発援助諸機関・並びに国際金融機関に強く望まれている。この点に鑑み、その円滑・調和的实施を目途にWASA-F財務管理に係る政策的・実務的諸課題を以下にまとめる。（表5.1.2 及び表5.1.3）

表 5.1.2 政策的諸課題

現状	政策的含意
WASA-F「改訂現金主義会計 (Modified Cash Accounting System)」制度の採用による財務管理上の不備	既往投資による設備・機器類の減価償却費等の固定資産価値の減耗分（費用）も算入した事業原価の指定及び派生する適正料金制度の策定並びに実施を速やかに行うこと
WASA-F 会計がパンジャブ州政府一般会計にあり上下水道事業会計が不明確	(i) WASA-F 財務管理における透明性・責任説明確保を目途に、州一般会計(Consolidated Account) から分離された上水並びに下水道事業勘定を設立・運営すること (ii) 将来的に想定される財務的自立事業体並びに独立採算制への移行を視野に、州政府一般会計からの分離とともに少なくとも経常予算を賄う自主財源確保のための制度・組織的強化を促進すること
パキスタン連邦・州政府財源の制約による上下水道事業建設・維持管理予算措置に対応する外国援助・支援様式の必要性	中長期上下水道事業整備計画あるいは個別開発プロジェクトの資金ニーズに適時対応すべく、ガバナンス条件の受入れとともに世界銀行等国際融資諸機関及び英国等 2 か国援助諸機関により実行されている「セクター財政支援型援助」要請を関係諸国・諸機関に打診・要請すること

出典: 調査団

³ 出典: WASA-F IT データベース・調査団

表 5.1.3 実務的諸課題

現状	実務的含意・提言
現行の改訂現金主義会計の採用による事業原価計算並びに費用回収料金の適正な設定の不備による歳入面への悪影響、及び官民連携による財務体質改善意識の不足	(i) 速やかな発生主義会計制度の導入及び内部会計制度の革新に伴う機器類・人材の調達・能力強化による経営陣の意思決定に資する適宜、正確な財務諸情報の提供。この点に関し、特に事業別勘定の明確な分離（コスト・センターの定義付けと費用割振り）、及び事業別原価計算に基づく適正料金制度の見直し・改定計画を喫緊に策定すること (ii) 財務管理・報告における説明責任・透明性・及び情報開示の徹底を通じた組織ガバナンスを確保するとともに、WASA-F 財務に対する信頼性・民間投資・技術協力による財務体質改善努力の継続
公共財政管理における内部・外部監査制度の不備、及び実績評価監査手法の未確立・不採用によるガバナンス意識の未熟	(i) 自立的事業経営並びに独立採算制度への移行を視野に、財務ガバナンス確保に関する政策ツールである内部監査部署の設立・財務並びに政策評価監査経験者の育成・配置 (ii) 外部監査を担当する州会計検査院並びに州会計管理担当部局との緊密な技術的・実務的連携を図ること
流動資産における巨額の売掛金 (Accounts Receivables 非現金資産) 並びに未払い料金による資金繰りへの悪影響	(i) 徴収担当人員の増加等現行の未収料金回収(取立て)努力とともに、 (i) 巨額の売掛金の現金化並びに不良債権化、及び (ii) 在庫・仕掛品評価額の見直し (revaluing) による現金収入の増加 (ii) WASA-F の現時点における資産・負債額の正確な把握と健全な財務計画立案のための情報提供政府・民間資本に対する財務状況の開示とより現実的・正確な貸借対照表並びにその他財務書類の作成
料金徴収システムの不備による歳入面への悪影響	(i) 喫緊の課題として顧客管理・料金回収及び督促に必要な顧客台帳・支払い台帳の IT データベース化、及び本部データベース並びに IT 端末利用による受益者別料金請求・徴収システムの新規策定 (ii) 料金徴収票における上下水道事業請求額の分離・明確化 (iii) 収入支出管理に対する IT システムの強化に伴う設備・機器類、会計管理ソフト、及び監督・入力実務に携わる人材の十分な経験・量の確保

出典: 調査団

5.2 長期的投資財務計画

(1) 上水道事業

WASA-F管理能力強化に因る収支均衡・財務持続性に立脚した事業運営の究極的な政策的方向性は、財務・人事・意思決定等に自主権限を持つ自立的上下水道公共事業実施機関並びに独立採算制への速やかな移行である。この目標のための段階的推移として、次の諸事項が勘案される。即ち、(i) 適正利潤（内部留保分）を含む変動・固定費用回収料金制度の導入・施行、(ii) 管理会計・政策意思決定に必要な発生主義会計制度の導入・内製化、(iii) 未納料金の回収並びにITメカニズムの徴収システムへの援用、(iv) 使用水量検査メーター敷設に伴う従量制料金制度の導入、及び(v)流動資産における巨額の売掛金の現金化による事業資金繰りの円滑化、あるいは不良債権化による流動資産額再評価・財務報告書の適正化、である。

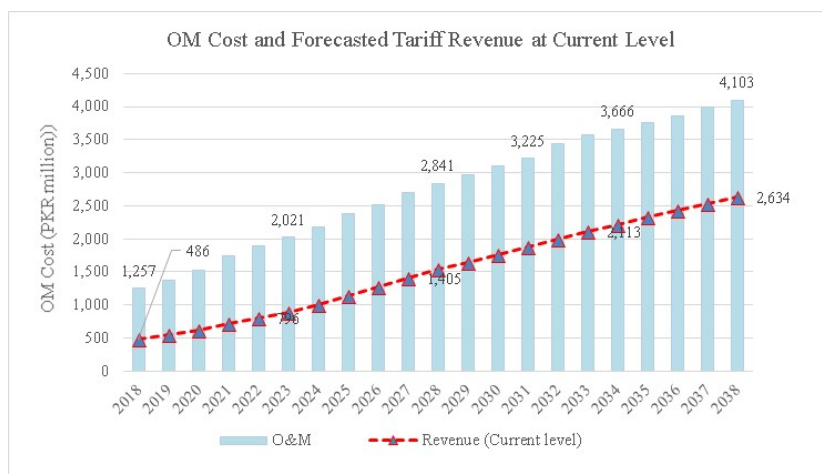
上記に鑑み、以下において我が国「上水道公共事業会計基準」に基づく会計分析手法をもって提案された上水事業長期整備計画（マスタープラン）の財政・財務的インパクトを概括する。周知のとおり我が国上水事業会計基準では、以下の2勘定によりプロジェクト期間中に発生する現金出納のすべてを記録・報告することになる。ここで「損益勘定留保金」累計が正值であれば、想定されるマスタープランは収益事業として財務分析において投資妥当性を持つと評価される。なお本節においては想定マスタープランの財務収益性の変化を定量的に確認するため、収益に影響する変数としての借款利息を1%、3%、及び5%との仮定した時の損益勘定留保金の変化を概括し、分析結果から施策を検討することとする。(表5.2.1)

表 5.2.1 我が国上水事業会計基準

	現金収入	支出	留意点
資本（建設）勘定	(1) 交付金 (2) 外国借款 (3) WASA-F 自己資本	(1) 建設費 (2) 元本返済	繰入れられる現金はすべて建設費用に充当されるため、資本勘定は元本返済額の恒常的赤字を計上する
営業（維持管理）勘定	(1) 事業収入	(1) 維持管理費 (2) 減価償却費 (3) 利払い (4) その他諸経費 (5) WASA-F 支出	非現金収入である減価償却は損益計算書にある「税引き前利益 EBIT」に加算され、WASA-F 損益勘定留保金（現金ベース純益額）として計上される

出典：調査団

分析にあたっての諸変数並びにパラメータは、メインレポートB6.6.1節 表B6.6.2にまとめられている。マスタープラン期間中の4期にわたる初期投資（建設費）は、第1次から第4次まで漸次330億5,810万PKR、370億1,320万PKR、265億2,000万PKR、及び140億1,250万PKR、累計1,111億2,700万PKRと想定されている。一方、維持管理費は整備・運用規模による年次変動があるも、累計として536億6,700万PKRと推定されている。この巨額の維持管理費に対し、現行の水道料金（家計・非家計部門とも8.4PKR/m³を仮定すると、図5.2.1に示されるように100%徴収率を仮定しても各年度維持管理費用を回収することはできない。



出典：調査団

図 5.2.1: 維持管理費並びに現行料金水準による収入推移

マスタープラン20年間に及ぶ整備・事業経営を通じたWASA-F純損益はメインレポート表B6.6.1に記載される分析パラメータにより、借款金利別に以下表5.2.2にまとめられている。純損益（損益勘定留保金＝減価償却前純利益）は利息3%までの財務負担であれば黒字計上となる。なお、この分析においては各種引当金・法人税・内部留保金は想定されていないことから、剰余金の扱いについては上下水道特別会計におけるWASA-F内リボルビング・ファンド原資として職員福利厚生あるいは再投資等に活用されることが望ましいと思われる。

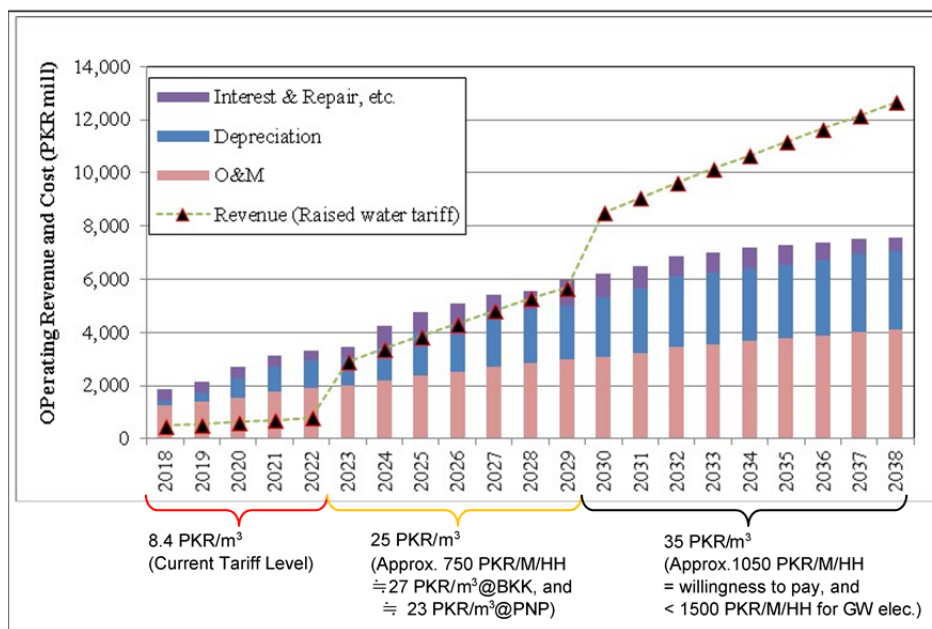
表 5.2.2 借入金利別損益勘定留保金 (百万 PKR, 2018-38)

	純益	元本返済	減価償却	損益勘定留保金 ⁴
損益勘定留保金 (金利 1%)	20,270.6	44,450.8	39,947.8	16,756.2
損益勘定留保金 (金利 3%)	9,589.1	44,450.8	39,947.8	6,179.3
損益勘定留保金 (金利 5%)	▽1,092.5	44,450.8	39,947.8	▽4,397.6

出典：調査団

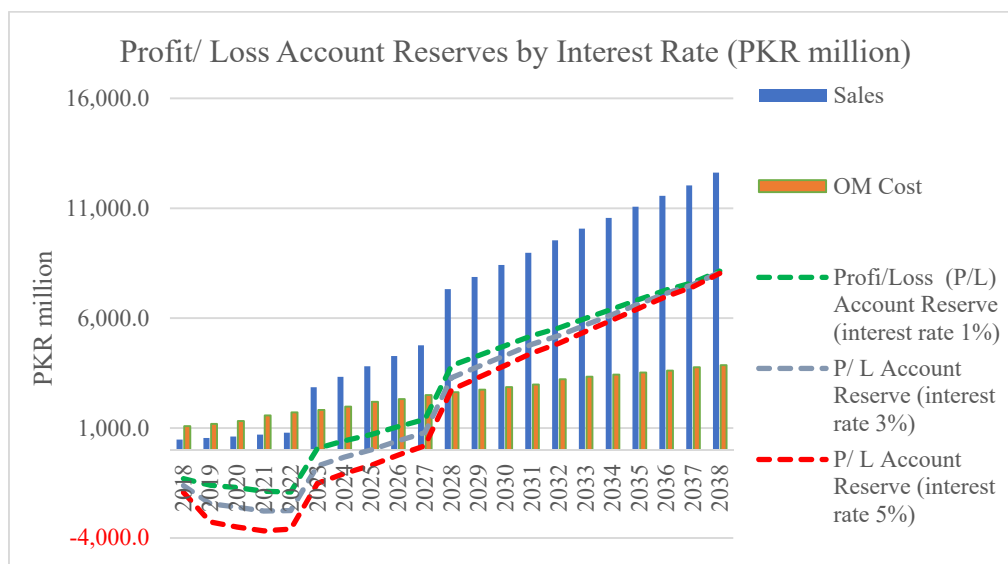
⁴ 損益勘定留保金は発生主義会計における「減価償却前純利益」に該当する我が国上水事業会計独特の損益指標であり、WASA-F の現金ベース純益額である

一方、マスタープラン期間中の実質料金改定を仮定した場合、図5.2.2のように営業利益は現行8.4PKR/m³から25PKR/m³及び35PKR/m³（ともに家計部門、非家計部門は50%増）の料金水準にて各々維持管理費及び減価償却費、またこれら諸費用に金利負担を加算した営業費用全額の回収が可能と推定される。なお、仮定される25PKR/m³及び35PKR/m³は家計当たり月額各々750PKR及び1,050PKRであり、家計部門受益者により明示された「支払意志額」にほぼ相当する料金水準と考えられている。なお、上記料金改定を行った場合の借入金利別損益会計留保金の推移を図5.2.3に示す。



出典：調査団

図 5.2.2 実質料金改定の想定による営業収支推移



出典：調査団

図 5.2.3 借入金利別損益会計留保金の推移

上記の分析に鑑み、関係諸機関によるWASA-F財務改善・強化に係る協議・合意を目途に、特に顕著と思われる政策的・実務的諸課題を以下にまとめる。

(a) 政策的諸課題

- 州・連邦政府による強い政策的コミットメント
巨額の建設計画実施に係る資金源の一環として外国コンセッションナルローンの導入が想定されているところ、連邦政府による外国公的借款の借入及び州政府・WASA-F への無償転貸（交付金）というから資金供給枠組みが積極的に議論されるべきである。更に同スキームによる資金協力に加えた技術協力（建設・会計・財務・法律等）の受入れ機関としての連邦・州政府の強いマスタープラン・個別プロジェクトへの政策的コミットメントが望まれる。また今次整備事業の円滑な実施に対する財務的阻害要件の極小化のため、州政府による開発予算の継続的配分着実な現金移転(Release) が肝要と思われる。
- 事業運用期間における経常予算補填
建設費補填並びに料金制度改定に係る州政府からの長期整備計画支援とともに、収益・予算不足による事業停滞、あるいはサービスの質・量の低下リスクに対応する州政府からの WASA-F 経常予算補助が事業運営期間を通じて勘案されるべきと思われる。
- 「上水事業特別会計」設立・運用によるマスタープランの実施及び資金管理
今次マスタープラン並びに既往上下水道サービスの円滑な実施・運用について、州政府一般会計から分離した上下水道事業特別会計の設置並びに WASA-F による財務管理が今後に想定される自立的公共事業体・独立採算制への移行を視野に十分検討されるべきと思われる。
- コンセッションナルローン
借款協定に示される貸付条件の一つである金利については、借入政府・WASA-F の債務負担軽減を目途に、可能な限りの譲許性を求めることが強く望まれる

(b) 実務的諸課題

- 確実な料金徴収
WASA-F は 2016 年以降より未収金及び売掛金の回収による事業収入の増加を図るべく、組織的な料金徴収システム・人員強化に取り組んできている。この点に鑑み、現総裁の指導力による積極的な財務構造改善意欲と具体的かつ迅速な諸施策の実施が期待される。
- 事業会計制度及び料金制度並びに歳入支出データベース機能の強化
パンジャブ州政府の地方都市上下水道事業実施部署である WASA-F の会計制度は、法規に従い現在の「改訂現金主義会計」に規定されざるを得ない。一方、自主財源確保・自立的事業体並びに独立採算制への移行を視野に、発生主義会計制度の導入並びに組織・人的能力強化により固定費償却分も含む厳密な原価計算に基づく料金制度の改定と財務健全化の早期実現が強く望まれる。

(2) 下水道事業

本節において連続4期30年間（2019-2048）に及ぶ下水道整備長期計画（マスタープラン M/P）の事業収益性についてWASA-F自己投下資本、州政府建設交付金、及び譲許性外国借款を想定する資金計画による会計分析を行い、もって本マスタープランのWASA-F財務へのインパクト並びに当該案件実施能力評価及びその実施を可能ならしめる政策的・実務的提言を行う。分析に当たっては、収益性指標としてM/P期間を通じた現在価値額ベース（2018年度価格）による「累積純損益（純現在価値額 Net Present Value, NPV）」が「米国一般会計原則」に準拠して用いられている⁵。またNPVの説明変数として (i) 州政府の建設交付金の費用に占める割合、(ii) 歳入（料金設定）、及び (iii) 借款金

⁵ 会計分析指標について、上節にある上水道事業長期整備計画においては我が国上水部門会計に固有の「損益勘定留保金（減価償却前純損益）」が用いられている。

利が仮定されている。分析諸変数並びにパラメータはメインレポートの表C.11.7.5にまとめられている。

M/P期間中に起生する建設費用、維持管理費用、及び事業売上は、表5.2.3のように各々344,437百万PKR、48,533百万PKR及び231,467百万PKRと推定されており、また4期に分けられた各サブ・プロジェクトの費用・便益額が以下表5.2.6にまとめられている。なお、会計分析にあたり、初期建設費用は「想定損益計算書営業費用にある減価償却費」に代替されている。

表 5.2.3 投資段階 (Phase) 別の長期建設・維持管理費及び歳入額

	諸変数	固有値 (パラメータ)
1	建設費・維持管理費・歳入額累計	344,437 百万 PKR、48,533 百万 PKR、231,467 百万 PKR
2	建設費 (Phase 1) ・維持管理費・歳入額	100,687 百万 PKR、22,138 百万 PKR、106,619 百万 PKR
3	建設費 (Phase 2) ・維持管理費・歳入額	74,982 百万 PKR、14,455 百万 PKR、76,231 百万 PKR
4	建設費 (Phase 3) ・維持管理費・歳入額	79,907 百万 PKR、7,342 百万 PKR、28,164 百万 PKR
5	建設費 (Phase 4) ・維持管理費・歳入額	88,861 百万 PKR、4,598 百万 PKR、20,453 百万 PKR、
6	m ³ 当りの単位料金 (PKR/ m ³) ⁶	家計: 17.5 (2019-29), 24.5 (2030-39), 29.40 (2040-48) 非家計部門 26.3 (2019-29), 36.8 (2030-39), 44.1 (2040-48)

出典: 調査団

仮定される資金計画は資金源別に以下の表5.2.4にまとめられている。

表 5.2.4 下水道整備マスタープラン資金計画

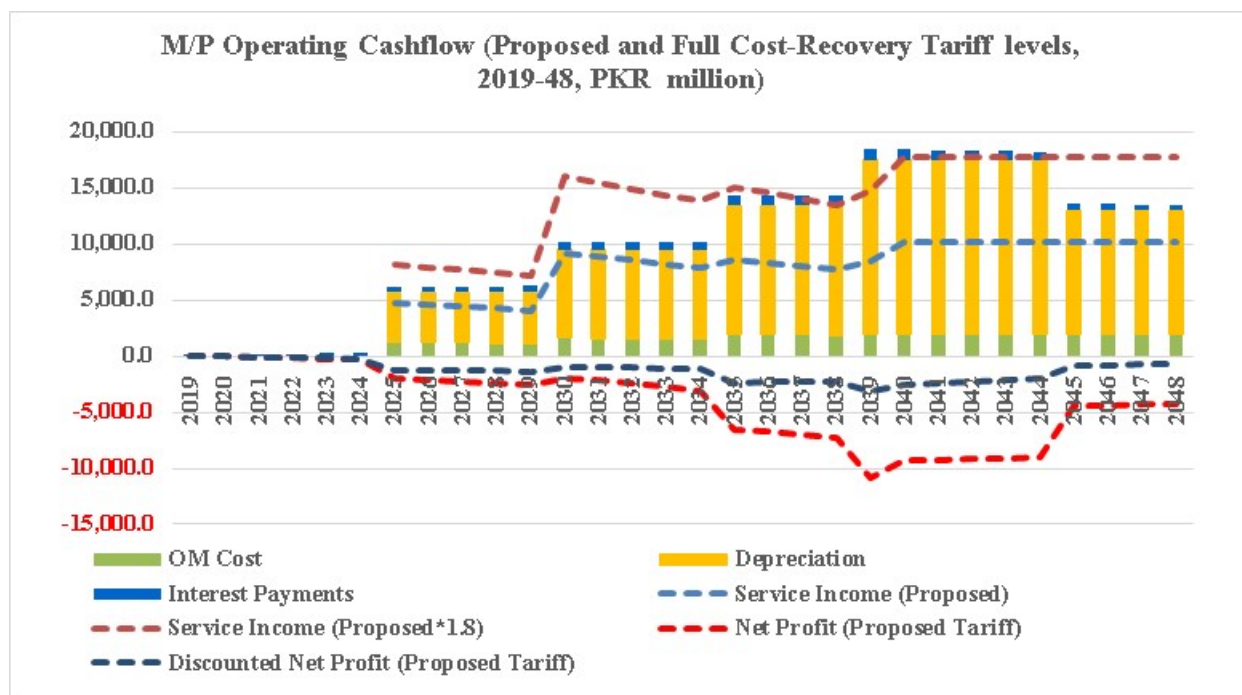
	資金源	建設費用出資比率
1	パンジャブ州政府交付金	50 % (172,218.5 百万 PKR)
2	譲許性外国借款	40 % (137,774.8 百万 PKR)
3	WASA-F 自己投資金	10 % (34,443.7 百万 PKR)

出典: 調査団

マスタープラン期間の事業運営を通じた割引純損益額（純現在価値額）及び名目純損益額は、メインレポート表C11.7.5ある分析諸変数並びにパラメータにより各々-446億1,740万PKR及び-1,662億8,400万PKRと計測された。マスタープラン期間中に毎年度記録される巨額の建設費用により内部留保金は名目・割引ベースとも損失を計上している（「貸借対照表自己資本」の部における「累損」に該当）。なお、分析過程において固定資産減価償却費で代替されている。

一方において、仮定された下水道料金体系（上表5.2.3、m³当りの単位料金）による売上 (Sales) は損益計算において維持管理費及び借入金利払い合計額を上回るレベルであり、従って「維持管理費回収料金」という公共事業体料金体系の下限許容値をクリアする意味で妥当な財務的前提条件と言える。（図5.2.4）。

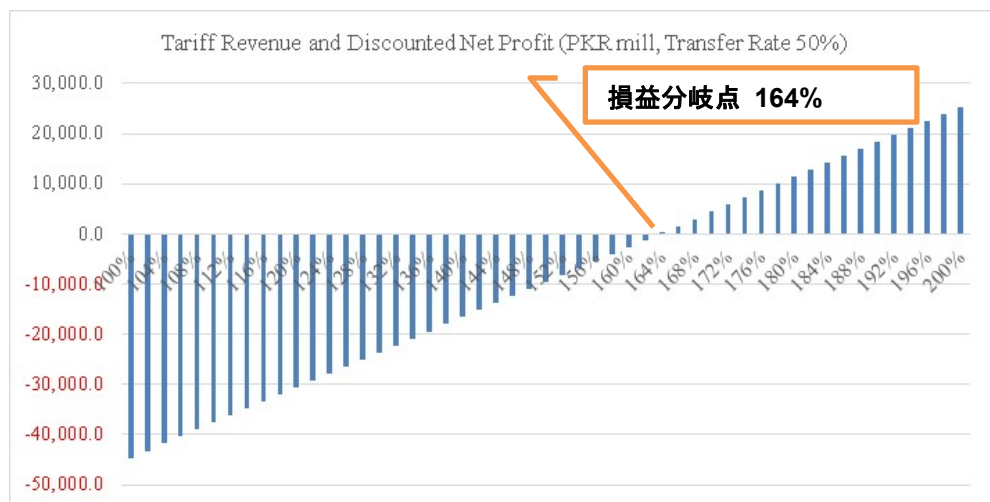
⁶ 下水道料金は、水道料金の 70% と仮定して設定した。



出典: 調査団

図 5.2.4 実質料金改定による営業収支の推移 (2019-48, 百万 PKR)

マスタープラン期間を通じた累積純損益に影響する諸変数として州政府交付金、借款金利、及び料金収入を勘案する。これら諸変数のうち「料金収入」が収益性指標である「割引純損益＝純現在価値額」に対し最も大きなインパクトを持ち、現在仮定されている料金（家計・非家計部門当初平均 23.5PKR/m³）の64%増によりマスタープラン実施にかかる諸費用（建設費・維持管理費・利払い）に対する収支損益分岐点に至ると推定されている。(図5.2.5)



出典: 調査団

図 5.2.5 割引事業純益の推移及び損益分岐点

他2変数である州政府からの建設補助金（交付金）及び借款金利はメインレポートC11.7.3節に分析されるように、マスタープラン期間を通じた割引純損益額の変動に影響しないものと推定される。上記の分析諸結果に鑑み、今後において特に勘案・検討されるべき政策的・実務的諸課題を以下にまとめる。

(a) 政策的検討諸事項

- 料金制度の見直し
マスタープラン期間を通じた割引純損益に大きく影響する料金収入について、その適正な価格設定並びに確実な徴収は建設並びに維持管理費の原資確保及びに日常業務を担保する現金管理 (cash management) について重要な課題である。この点に鑑み、WASA-F並びに州政府は会計制度の整備とともに厳密な原価計算並びに適正利潤の確保を視野にマスタープランの技術的精査並びに準備に先行する時点での速やかな枠組み・規則の設定・準備についての連携・協力・施行を図ることが肝要と思われる。
- 州・連邦政府による強い政策的コミットメント
巨額の建設計画実施に係る資金源の一環として外国コンセSSIONALローンの導入が想定されているところ、連邦政府による外国公的借款の借入及び州政府・WASA-Fへの無償転貸(交付金)というから資金供給枠組みが積極的に議論されるべきである。更に同スキームによる資金協力に加えた技術協力(建設・会計・財務・法律等)の受入れ機関としての連邦・州政府の強いマスタープラン・個別プロジェクトへの政策的コミットメントが望まれる。また今次整備事業の円滑な実施に対する財務的阻害要件の極小化のため、州政府による開発予算(補助金)の継続的な手当てと着実な支出(ディスバースメント)が肝心である。
- 事業運用期間における経常予算補填
建設費補填並びに料金制度改定に係る州政府からの長期整備計画支援とともに、収益・予算不足による事業停滞、あるいはサービスの質・量の低下リスクに対応する州政府からのWASA-F経常予算補助が事業運営期間を通じて勘案されるべきと思われる。
- 特別会計によるマスタープランの実施及び資金管理
今次マスタープラン並びに既往上下水道サービスの円滑な実施・運用について、州政府一般会計から分離した上下水道事業特別会計の設置並びにWASA-Fによる財務管理が今後に想定される自立的公共事業体・独立採算制への移行を視野に十分検討されるべきと思われる。
- コンセSSIONALローン
借款協定に示される貸付条件の一つである金利については、借入政府・WASA-Fの債務負担軽減を目途に、可能な限りの譲許性を求めることが強く望まれる。

(b) 実務的検討諸事項

- 確実な料金徴収
WASA-Fは2016年以降より未収金及び売掛金の回収による事業収入の増加を図るべく、組織的な料金徴収システム・人員強化に取り組んできている。この点に鑑み、現総裁の指導力による積極的な財務構造改善意欲と具体的かつ迅速な諸施策の実施が期待される。
- 事業会計制度及び料金制度並びに歳入支出データベース機能の強化
パンジャブ州政府の地方都市上下水道事業実施部署であるWASA-Fの会計制度は、法規に従い現在の「改訂現金主義会計」に規定されざるを得ない。一方、自主財源確保・自立的事業体並びに独立採算制への移行を視野に、発生主義会計制度の導入並びに組織・人的能力強化により固定費償却分も含む厳密な原価計算に基づく料金制度の改定と財務健全化の早期実現が強く望まれる。

5.3 プロジェクトの経済・財務分析

(1) 上水道事業の経済的及び財務的内部収益率分析

上水事業マスタープランの第1期、第2期事業計画(Phase 1、Phase 2プロジェクト)実施による「国民経済における希少資源の配分効率性」及び「事業収益性」について、選定された2案件(Phase 1ブ

プロジェクトから選定されたGBC井戸群新規建設、及びPhase 2プロジェクトから選定されたJhang浄水場新規建設)を対象に定量的な計測並びに評価・提言が本節にて行われた。分析過程においては「時間割引キャッシュフロー分析」及び「内部収益率 (Economic Internal Rate of Return) 並びに「純現在価値額 (Economic Net Present Value)」が分析の枠組み及び妥当性指標として用いられ、経済及び財務分析にあたって仮定された諸変数並びにパラメータは、各々メインレポートB6.7節の表B6.7.1及び表B6.7.3に詳述されている。なお、経済便益は「支払意思額法」による推定が行われている。

1) GBC 井戸群新規建設 (Phase 1 プロジェクトより選定)

経済的内部収益率 (EIRR) はプロジェクトライフ20年間を通じた経済的総建設費 (45億8,090万PKR) 並びに総維持管理費 (9億560万PKR) 及び全経済便益額 (70億3,240万PKR) (メインレポート 表B6.7.1)。3.0%と推定された。また、(i) 費用10%増加, (ii) 便益10%低減,及び (iii) 建設期間1年延長 (便益発生1年遅延) の場合の感度分析によるFIRRは各々1.8%, 1.7%、及び1.2%であり、更に社会的割引率 (10%) による経済的純現在価値額 (Economic Net Present Value, ENPV) は-16億6,900万PKRと計測された。これら諸結果は以下の表5.3.1に要約されている。

表 5.3.1 経済的内部収益率 (GBC 井戸群新規建設の EIRR)

	推定値	費用 10 %増加	便益 10 %低減	建設期間 1 年延長-	経済的純現在価値額 (百万 PKR)
EIRR	3.0 %	1.8 %	1.7 %	1.2 %	PKR -1,669.0

出典: 調査団

財務的内部収益率 (FIRR) は、経済的内部収益率分析と同じ枠組み並びにパラメータによる費用便益キャッシュフローから-1.9%と推定された。また、(i) 費用10%増加, (ii) 便益10%低減、及び (iii) 建設期間1年延長 (便益発生1年遅延) の場合の感度分析によるFIRRは各々-2.9 %, -3.0%、及び -3.0%と計測された。更に資本の機会費用 6.1%の割引率による財務的純現在価値額 (Financial Net Present Value, FNPV) は-23億5,120万PKRと推定された。これら分析結果は以下の表5.3.2にまとめられている。なお、料金の実質改訂を仮定しない場合のFIRRは推定不可値であった。

表 5.3.2 財務的内部利益率 (GBC 井戸群新規建設の FIRR)

	推定値	費用 10 %増加	便益 10 %低減	建設期間 1 年延長	財務的純現在価値額 (百万 PKR)
FIRR	-1.9 %	-2.9 %	-3.0 %	-3.0 %	PKR -2,351.2

出典: 調査団

2) Jhang 浄水場新規建設 (Phase 2 プロジェクトより選定)

経済的内部収益率 (EIRR) はメインレポートにある表B6.8.1に詳細される枠組み及び変数並びにパラメータにより、プロジェクトライフ20年間を通じた経済的総建設費 (101億6,660万PKR) 並びに総維持管理費 (55億3,870万PKR) 及び全経済便益額 (290億1,410万PKR) から9.3%と推定され、フィージビリティ基準値である6%を凌駕することから支援の正当性を強く示唆している。更に非数量的経済便益として合意された (i) 大規模資本支出に対する政策的な費用回収不可料金制度による公共事業としての妥当性、(ii) 供給される上水の質の向上による地域保健、特に乳幼児感染症罹患率の抑制、及びそれに伴う地方自治体・住民の医療等社会的費用負担の軽減、(iii) 地下水汲上げ・使用量の削減による環境保全、及び (iv) 大規模公共事業による雇用促進及び他生産諸部門に対する投入産出波及効果を定量化・経済便益算入が仮定された場合、より高いEIRR数値が容易に想定される。

なお、(i) 費用10%増加, (ii) 便益10%低減,及び (iii) 建設期間1年延長 (便益発生1年遅延) の場合の感度分析によるEIRRは各々7.8 %, 7.7%、及び 7.0%と計測された。更に社会的割引率 (SDR) 8.0%の割引率による経済的純現在価値額 (Economic Net Present Value, ENPV) は9億9,920万PKRと推定された。これら分析結果は表5.3.3にまとめられている。

表 5.3.3 経済的内部収益率（Jhang 浄水場新規建設の EIRR）

	推定値	費用 10 %増加	便益 10 %低減	建設期間 1 年延長	経済的純現在価値額 (百万)
EIRR	9.3 %	7.8 %	7.7 %	7.0 %	PKR 999.2

出典: 調査団

同様の分析枠組み並びに報告書メインレポート表B6.8.3に示される変数・パラメータから、財務的内部収益率 (FIRR) は2.2%と推定された。また、(i) 費用10%増加, (ii) 便益10%低減, 及び (iii) 建設期間1年延長 (便益発生1年遅延) の場合の感度分析によるFIRRは各々0.9 %、0.8%、及び 1.5%と計測された。更に資本の機会費用 6.1%の割引率による財務的純現在価値額 (Financial Net Present Value, FNPV) は-31億480万PKRと推定された。これら分析結果は表5.3.4にまとめられている。なお、料金の実質改訂を仮定しない場合のFIRRは推定不可値であった。

表 5.3.4 財務的内部利益率（Jhang 浄水場新規建設の FIRR）

	推定値	費用 10 %増加	便益 10 %低減	建設期間 1 年延長	財務的純現在価値額 (百万 PKR)
FIRR	2.2 %	0.9 %	0.8 %	1.5 %	PKR -3,104.8

出典: 調査団

3) 結論

GBC井戸群新規建設は、EIRR/ FIRR推定値とともに投資妥当性指標との比較においてに劣位にあり、従って国民経済における配分効率性及び事業収益性とも投資妥当とは言えないとの結論に至った。しかしながら定量的分析結果に加えた地域保健・環境・産業波及効果等、上記Jhang浄水場新規建設の経済分析に記載ある定性的経済便益を勘案し、連邦・州政府・外国支援による公共事業案件としての評価はあり得ると思われる。しかしながら財務的にはFIRRがマイナス値であることから、本事業は財務分析の対象にはなりえないと判断される。

一方、Jhang浄水場新規建設のEIRRが判断基準値より高いことから、第一義的に本プロジェクトは開発支援案件としての必要条件を満たしていると判断される。しかしながら比較的低位にある財務収益性から、特に建設・運用期間における州・連邦政府からの財政支援・交付金配賦、及び財務体質強化のための料金改定・徴収システム強化等の対応が財務持続性の観点で必要と思われる。

GBC井戸群新規建設、及びJhang浄水場新規建設の2者択一的優先度の検証について、内部収益率 (IRR) 分析に加え、参考的に時間割引を伴わない費用効率性指標分析を行う。ここではJhang浄水場新規建設からGBC井戸群新規建設に対する費用増分に対応する収入増加分の比率（費用効率比率）を求めた。2案件の費用と便益の増加率が同じであれば比率は1.0となり、両案件に優劣関係はないと判断される。しかるに本件におけり費用効率比率は1.4であり、ここからJhang浄水場新規建設が投下資金1単位が生み出す便益がGBC井戸群新規建設より高いとの意味で優位性を持つと判断される。論理及び分析結果については、各々メインレポート表B6.8.3、及び以下の表5.3.5にまとめられている。

表 5.3.5 プロジェクト別費用並びに便益及び費用効率性

	π : 処理下水量 (百万 m ³)	C: 財務費用 (百万 PKR)	費用効率比率 $\left(\frac{\partial \pi}{\partial C}\right)_{GBC}^{Jhang}$
GBC 井戸群新規建設	136.7	5,699.0	
Jhang 浄水場新規建設	564.0	16,707.8	1.42

出典: 調査団

(2) 下水道事業の経済的及び財務的内部収益率分析

下水道整備事業にて想定される第1期事業計画（Phase 1プロジェクト）実施による2案件（Phase 1プロジェクト中の東処理区、及び西処理区）について、時間割引キャッシュフロー分析により内部収益率（IRR）を指標とする経済分析並びに財務分析が本節で取り扱われる。周知のとおり、経済分析は国民経済における財・サービスの効率配分、また、財務分析により事業収益性が定量的に分析・評価される。なお、経済的内部収益率（EIRR）の計測では、上下水道・鉄道・電力案件等に用いられる世界銀行の経済便益推定手法の一つである「長期限界費用法（Long-run Marginal Cost, LRMC pricing）」が用いられており、理論的背景はメインレポートのC11.9.1に記載されている。分析に用いられた諸変数並びにパラメータは、メインレポートの表C11.9.1及びC11.9.3にまとめられている。

1) 西処理区第1期事業計画

プロジェクトライフ30年間を通じた経済的総建設費（349億8,420万PKR）並びに総維持管理費（68億7,960万PKR）及び全経済便益額（99億1,410万PKR）からEIRRはLRMC法により6.1%と推定された。また社会的割引率8%による経済的純現在価値額は1億6,290万PKRと計測された。更に、(i) 費用10%増加、(ii) 便益10%低減、及び (iii) 建設期間1年延長（便益発生1年遅延）と仮定された感度分析では、EIRRは各々5.2%、5.1%、及び5.6%と計測された。これらの結果は表5.3.6にまとめられている。

表 5.3.6 経済的内部収益率（西処理区第1期事業計画の EIRR）

	推定値	費用 10 %増加	便益 10 %低減	建設期間 1 年 延長	経済的純現在価値額 (百万 PKR)
EIRR	6.1 %	5.2 %	5.1 %	5.6 %	162.91

出典：調査団

同様の分析枠組みにおいて、財務的内部収益率（FIRR）は1.3%と推定された。また、(i) 費用10%増加、(ii) 便益10%低減、及び (iii) 建設期間1年延長（便益発生1年遅延）の場合の感度分析によるFIRRは各々0.6%、0.3%、及び1.0%と計測された。更に資本の機会費用6.1%の割引率による財務的純現在価値額（Financial Net Present Value, FNPV）は-170億3,210万PKRと推定された。これら分析結果は表5.3.7にまとめられている。なお、料金の実質改訂を仮定しない場合のFIRRは推定不可値であった。

表 5.3.7 財務的内部収益率（西処理区第1期事業計画の FIRR）

	推定値	費用 10 %増加	便益 10 %低減	建設期間 1 年 延長	財務的純現在価値額 (百万 PKR)
FIRR	1.3 %	0.6 %	0.3 %	1.0 %	PKR -17,032.1

出典：調査団

なお、西処理区第1期事業計画に帰属する事業収益性及び投下資本能力について、会計分析である想定「損益計算書」による検証がメインレポートのC11.10節にて試みられている。ここでは30年間に及ぶプロジェクト期間にて生み出された累積価値（純益）は純現在価値額49億7,840万PKRであり、西処理区第1期事業計画の良好な収益性が定量的に確認されている。また、この会計分析から、西処理区第1期事業計画は当初資金計画にあったWASA-F投下自己資本、財務費用（利払い）、及びコンセッショナルローン元本返済を負担する十分な収益性が検証されたと思われる。

2) 東処理区第1期事業計画

建設・維持管理経済費用は累計590億9,230万PKR及びPKR 56億4,480万PKRと推定された。メインレポート表C11.9.1 及び C11.9.3に各々まとめられている分析諸変数・パラメータにより、経済費用及び経済的便益（累計108億9,380万PKR）キャッシュフローから、経済的内部収益率（EIRR）は6.0%と推定された。また社会的割引率（Social Discount Rate）8%による経済的純現在価値額（ENPV）は-2

億4,740万PKRと計測された。更に(i) 費用10%増加, (ii) 便益10%低減,及び (iii) 建設期間1年延長 (便益発生1年遅延) の場合の感度分析が行われ、結果は表5.3.8にまとめられている。

表 5.3.8 経済的内部収益率（東処理区第1期事業計画の EIRR）

	推定値	費用 10 %増加	便益 10 %低減	建設期間 1 年延長	経済的純現在価値額 (百万 PKR)
EIRR	6.0 %	5.1 %	5.0 %	5.5 %	PKR -247.4

出典: 調査団

同様の分析枠組みにおいて財務的内部収益率 (FIRR) は- 1.3%と推定された。また、(i) 費用10%増加, (ii) 便益10%低減,及び (iii) 建設期間1年延長 (便益発生1年遅延) の場合の感度分析によるFIRRは各々-3.3 %、-3.5%、及び -1.9%と計測された。更に資本の機会費用 6.1%の割引率による財務的純現在価値額 (Financial Net Present Value, FNPV) は-381億8,160万PKRと推定された。これら分析結果は表5.3.9にまとめられている。なお、料金の実質改訂を仮定しない場合のFIRRは推定不可値であった。

表 5.3.9 財務的内部収益率（東処理区第1期事業計画の FIRR）

	推定値	費用 10 %増加	便益 10 %低減	建設期間 1 年延長	財務的純現在価値額 (百万 PKR)
FIRR	-1.3 %	-3.3 %	-3.5 %	-1.9 %	PKR -38,181.6

出典: 調査団

3) 結論

西処理区第1期事業計画・東処理区第1期事業計画に係る経済的内部収益率はともに環境案件一般に適用される投資妥当性基準値 (6.0-8.0%) をほぼ合致することから、公共事業案件として公的資金の投入を正当化するものと考えられる。更にIRR値に示される定量便益推定に加え、上水と同様の定性的便益を以下のように考えるならば、提案される下水道事業は国民の経済的厚生増加に大きく資するものと考えられる。即ち(i) 大規模資本支出に対する低収益性を勘案した公共事業としての妥当性、(ii) 下水道整備による地域保健、特に乳幼児感染症罹患率の抑制、及びそれに伴う地方自治体・住民の医療等社会的費用負担の軽減、(iii) 大規模公共事業による雇用促進及び他生産諸部門に対する投入産出波及効果、及び (iv) 大規模環境整備事業を通じた地域・国民統合意識の啓発である。

一方、FIRR による財務収益性は両案件とも資本の機会費用を下回ることから、投資妥当性として十分な蓋然性が検証されているとはいえない。従って想定される下水道事業が財務要因以外に公共事業として十分な正当性が合意されるなら、案件の財務管理・財務的持続性の枠組みから州政府による継続的な経常収支補填及び下水道料金改定に係る政策的議論が求められる。

西処理区第1期事業計画及び東処理区第1期事業計画の優先度については、上節にあるキャッシュフロー分析（財務収益性）並びに会計分析による投資能力分析の結果から西処理区第1期事業計画が先行するものと思われる。

5.4 分析の包括的結論

以上に記載された上下水道事業実施に係る経済的投資妥当性及び財務収益性分析を視野に、関係諸機関による政策的・実有無的諸課題についての緊密な協議と合意が強く望まれる。これら諸課題は以下の表5.4.1及び表5.4.2にまとめられている。

表 5.4.1 政策的諸課題

	考察	結論
コンセSSIONナルローン及び WASA-F への無償転貸資金フローの確保	上下水道事業長期大規模投資計画実施に係る資金源としての2国間援助・国際開発金融機関によるコンセSSIONナルローン及び技術協力の大きな役割	(i) プロジェクト実施にあたっての WASA-F 経営陣による透明性・説明責任（ガバナンス）を果たす債務管理・現金管理についての理解及び強い政策的実行意志 (ii) デンマークによる下水道事業財務支援に関連して、WASA-F 経営陣による「公的開発援助 (ODA)」とタイド援助である輸入信用 (Buyers' Credit) 等「その他 ODA」との比較・較量に基づく慎重な決定 (iii) 連邦政府による外国借款借入・債務保証、及び州政府に対する無償転貸（交付金扱い）による WASA-F への事業資金フローの確保
パンジャブ州政府による投資計画実施初期における財政支援	収入なしに支出が要求される建設・運用初期間における困難な WASA-F 財務・資金手当	(i) 巨額の業下水道整備計画資金確保の一端として、特に建設期間・運用初期における州政府開発予算の WASA-F に対する長期継続的配分 (ii) この点に係る州政府と WASA-F 経営陣・理事会との緊密な政策対話及び連携 (iii) 事業運用後の必要に応じた経常予算（維持管理費用手当て）の適正な配分・・時宜に応じた必要額の WASA-F プロジェクト特別口座への資金移動
投資計画に対する州・連邦政府交付に関する政策的意思（コミットメント）及び特別会計制度	(i) 長期・大規模投資計画の効率的実施・監理に不可欠な円滑・適正規模の資金手当て及び投入財・サービスの公正な調達必要性 (ii) 資金調達・運用に関する WSA-F と州政府間の緊密な政策協議並びに関係の必要性	(i) 州政府並びに WASA-F 経営陣による上下水道事業特別会計の設置による独立採算制への移行並びに資金管理に係るガバナンス確保 (ii) 州政府・連邦政府による特別会計設置後の政府一般会計からの（雨水処理事業等）に対する繰入金金の確保 (iii) 2 国間援助・国際金融機関による特別会計への上下水道事業財政支援 (Sector Budgetary Support) の検討・実施努力 (iv) 適正な会計管理・報告に必要な内部・外部監査制度の整備・強化

出典: 調査団

表 5.4.2 実務的諸課題

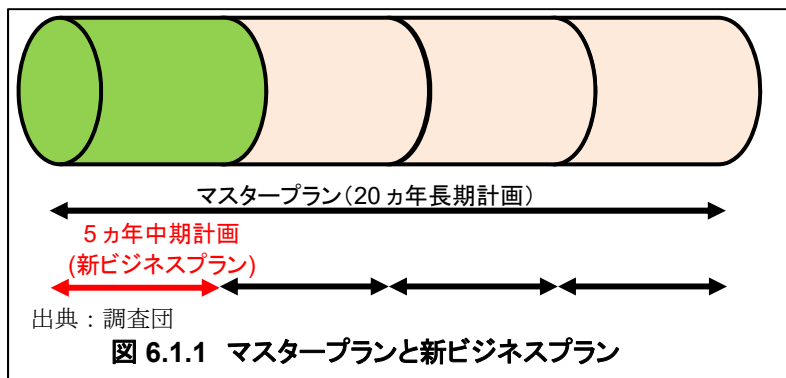
	考察	結論
WASA-F 並びに州政府によるプロジェクトへの資本参加とリスク回避	WASA-F 開発・経常予算確保並びに今後の健全な財務管理に係る諸制約条件 (i) 費用回収レベルに至らない政策的低料金制度 (ii) 経営意思決定に対する正確・時宜に適した費用・事業原価・歳入等諸情報の不足の報（サービス原価・歳入） (iii) 開発予算に対する州政府交付金の不足	投資計画実施初期段階における資金不足による案件の進捗停滞リスクに対応する WASA-F 自己資本の予算化及び確実な州政府交付金の配賦
歳入及びガバナンス確保に資する IT システム及びリンク	(i) 今後の健全な下水道整備計画実施・運営に不可欠な上水料金の 70%と設定される下水料金及び良質のサービス提供システムの確保、及び綿密な案件監理の必要性 (ii) 上下水道事業の財務的健全性確保のための今後における適正利潤の確保、及びサービス原価に基づく実質料金改定の必要性	(i) WASA-F 並びに州政府による時宜に適した適正規模の交付金・債務保証の提供及び財務・技術的人材の確保 (ii) 適正な経営・財務情報の提供並びに民間投資も視野に入れた WASA-F 財務情報の公開及び財務報告書の作成・開示に資する財務局 IT 課データベースの再整備・人材・機器類の強化 (iii) 上下水道事業新規開発プロジェクト・ユニットと WASA-F 管理部門とのリンク・汚職等の不正防止（ガバナンス）確保のための WASA-F 内部及び監督省庁間との IT リンクの構築及び緊密な連携の必要性実施管理

出典: 調査団

第6章 WASA-F 運営管理改善計画

6.1 アプローチ

20カ年の長期計画であるマスタープランを着実に実施するためには、WASA-Fの運営改善と能力開発が必須である。この改善と開発を確実にするために、M/P期間を4つに分割し5カ年の中期計画を作成する。言い換えれば、WASA-Fの運営管理改善計画は5年ごとに見直され、20年のM/P達成への進捗状況が5年ごとに評価される。

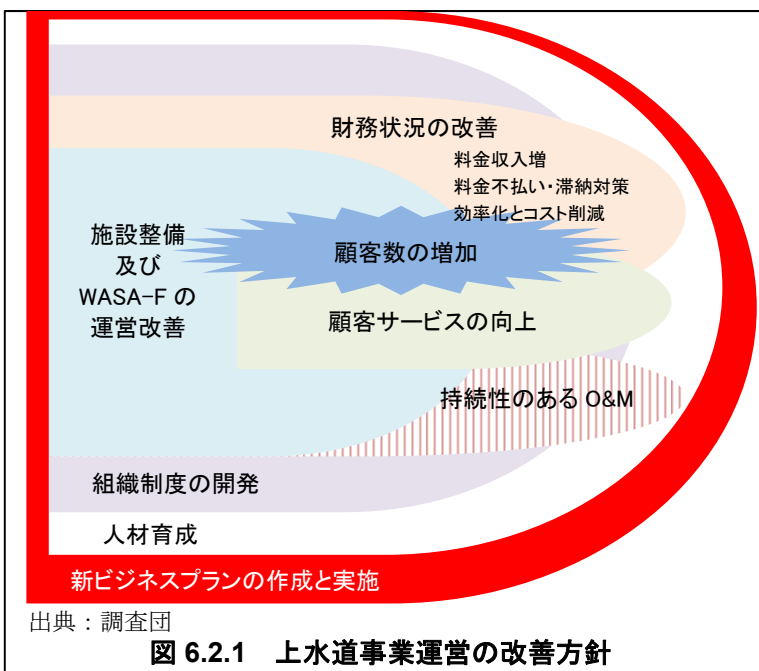


また、WASA-Fは、5カ年の中期計画を実行するために、現行のビジネスプラン（2013年10月）を初めに見直し、新ビジネスプランをM/Pの目標達成に向けたツールとして作成する。すなわち、WASA-Fは、新ビジネスプランに記述された行動計画（アクションプラン）を実施することにより、運営・管理の改善を推進する。新ビジネスプランはこれまで達成された進捗に基づいて5年ごとに改訂される（図6.1.1参照）。

6.2 基本方針

(1) 上水道事業

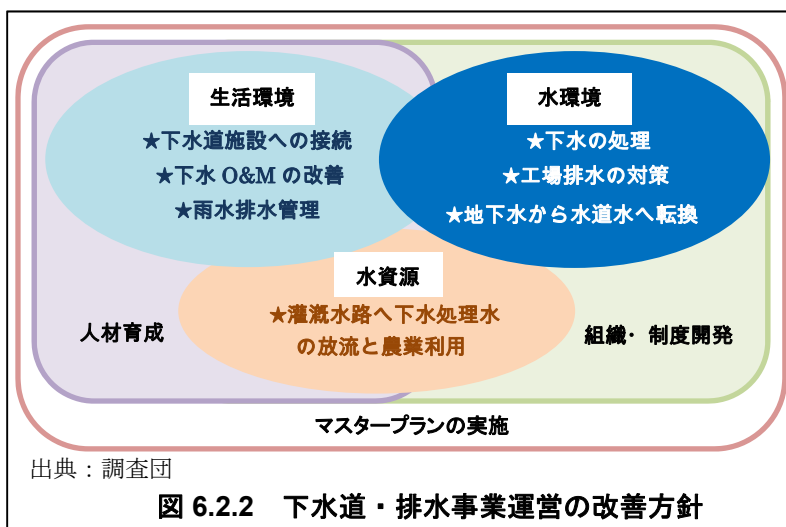
上水道事業の運営・管理の改善は、まずWASA-F自身によって取り組む必要がある。



脆弱な財政状況の改善は最優先課題と位置づけられ、人材育成、制度・組織の整備、施設の運営・管理機能の向上、上水道サービス水準の向上、収益の増加（料金回収率+顧客数の増加）、これらの取り組みはすべて、図6.2.1に示すように事業計画に従って作成され実施される。

(2) 下水道・排水事業

図6.2.2に示すように、水環境、生活環境、水資源の改善を図り、下水道・排水事業の運営・管理の改善を図る。



6.3 方法

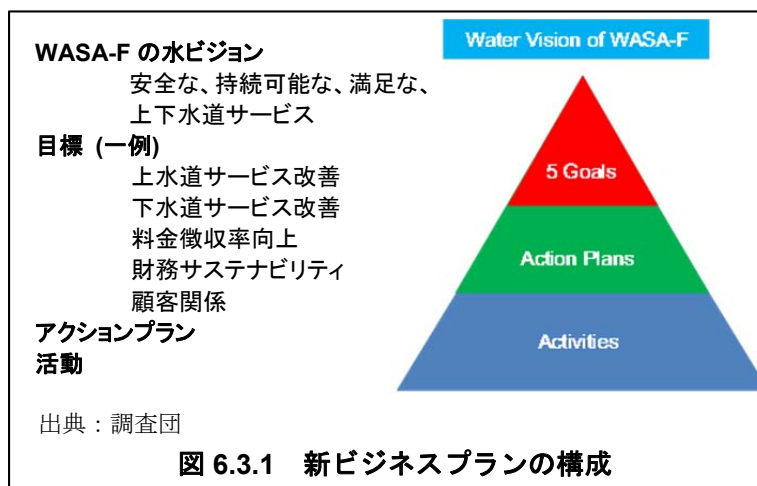
本M/Pの推進においては、財務状況やサービスレベルの改善、持続可能なO&Mの確立などにより、WASA-Fの運転・管理を改善する必要がある。これらの活動を推進する原動力として、新ビジネスプランは、目標や成果を達成するために取り組むべきアクションプランと、それらを着実かつ効果的に実行するための方法が含まれる。また、新ビジネスプランを効果的に実施するためには、WASA-Fの組織改革と人材育成も不可欠となる。

(1) 新ビジネスプランの提案

20ヵ年マスタープランを着実に実施するためには、WASA-F運営・管理改善のための5ヵ年中期計画となる新ビジネスプランを作成し実施する。

新ビジネスプランは、WASA-F水ビジョンとして、「安全で持続可能な満足される上水道と下水道・排水サービス」のような上位目的が示される。水ビジョンの下には、いくつかの目標

(例：上水道サービスの改善、料金回収率の向上など)が設定される。さらに、目標を達成するために、アクションプランとその活動が検討される。新ビジネスプランの構造を図6.3.1に示す。



新ビジネスプランに記述されたアクションプランを実施することにより、WASA-Fの運営・管理改善計画を推進する。現行ビジネスプランが業務指標（PI）または主要業務指標（KPI）の達成度を評価している一方、新ビジネスプランはアクションプランおよび活動の成果を評価する。アクションプランは、運営・管理改善のための取り組み、健全な財政状況のための施策など、複数の側面から分類される。例えば、アクションプランは表6.3.1のように編成される。

表 6.3.1 新ビジネスプランのためのアクションプランの例

分類	アクションプラン（例）
運営・管理改善のための取り組み	上水道サービスレベルの向上
	適切な施設の維持管理
	管理情報システム（MIS）の構築
	顧客サービス向上のための施策
	生活と環境の改善
	安全管理の強化
健全な財務状況のための施策	収入の増加（料金回収率向上、料金引上げ）
	量水器設置と従量制（メーター制）への移行
	上水道会計と下水道会計の明確な分離
	独立採算制を目指した企業会計への転換
	業務の効率化とコスト削減

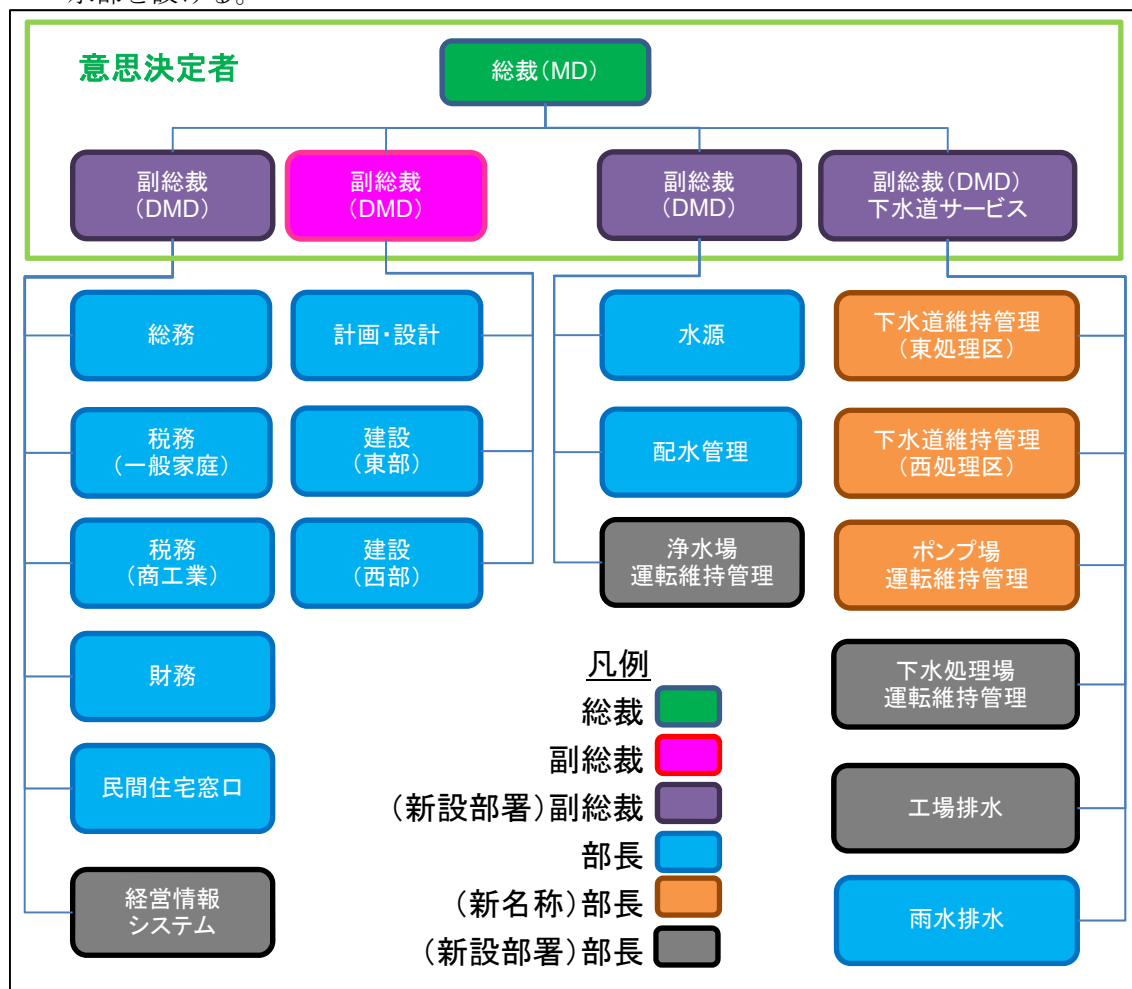
出典：調査団

(2) 組織改革の提案

提案する新組織図を図6.3.2に示す。提案される改善点は次のとおり。

- 総裁（MD）と副総裁（DMD）を意思決定者にする。
- 総務・財務、上水道サービス、及び下水道サービスの各DMDを新たに置く。

- すべての部長を各DMDの指揮下に置く。
- 総務・財務の下に総務、税務（一般家庭）、税務（商工業）、財務、民間団体、経営情報システムの各部を配置する。
- O&M部署を上水道事業、下水道事業、工場排水、及び雨水排水事業に分割する。
- 業務内容が明確になるように、サービス部門の名称を変更する。
- 新たに経営情報システム部、浄水場運転維持管理部、下水処理場運転維持管理部、工場排水部を設ける。



出典：調査団

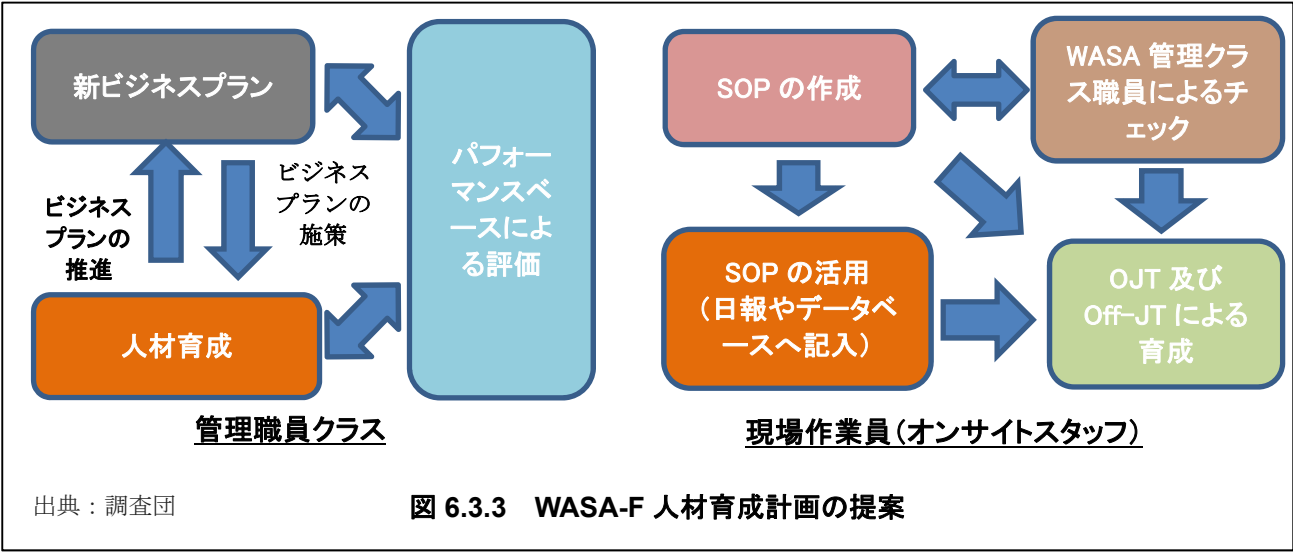
図 6.3.2 WASA-F の新組織の提案

(3) 人材育成の提案

人材育成は新ビジネスプランをサポートする重要な要素である。また、ビジネスプランと人材育成計画の推進は、パフォーマンススペースの評価により行う。図6.3.3にパフォーマンススペースの評価に基づくビジネスプランと人材育成計画の関係を示す。これは特に、WASA-F管理職員クラスのパフォーマンス評価に関連しており、彼らの意識改革を促す。

WASA-Fの運営・管理の現状を見ると、現場作業員（オンサイトスタッフ）のトレーニングがほとんどないため、仕事の質の低下やバラつきなどの問題が見受けられる。これらの問題を解決するために、現時点でほとんど作業内容について作成されていない標準業務手順書（SOP）の作成と運用を提案する。WASA-F業務のすべての作業にSOPを作成する必要がある。なお、作成されたSOPの活用を検討する前に、SOP作成のプロセスを人材育成の場として検討する必要もある。SOPの作成と運用

に関しては、組織を横断するタスクフォースの形成が推奨される。このタスクフォースでは、管理職員クラスだけでなくオンサイトスタッフも参加するよう構成される。



第7章 結論と提言

7.1 結論

(1) 上水道計画

1) 水源開発

ファイサラバード市とその周辺では、深層帯水層からの地下水は汽水であるため、将来の主水源としては灌漑水路（JBC、RBC、GBC）からの表流水が提案された。ただし、表7.1.1に示すように、補間的な水源として地下水も継続的に開発される。しかし、灌漑用水も深刻な水不足状況にあり、かつ、毎年の水路閉鎖期間（概ね3週間）への対策が、今後の水源を確保する上で不可欠な課題である。

表 7.1.1 新水源開発

No.	計画名（暫定）	水源		容量		比率
		種別	名称	MGD	m ³ /日	
1	新 JK 浄水場拡張	表流水	RBC	5.0	22,700	
2	Guger 浄水場建設及び拡張	表流水	Lower GBC	75.0	341,100	
3	旧 JK 浄水場更新	表流水	RBC	6.5*	29,400*	
4	Allama Iqbal 浄水場建設	表流水	RBC	1.5	6,800	
5	Jhang 浄水場新規建設及び拡張	表流水	JBC Upper	60.0	272,700	
新規表流水開発の小計				148.0	672,700	83%
6	GBC 井戸群新規建設及び拡張	地下水	Lower GBC	10.0	45,400	
7	JBC 井戸群建設及び拡張	地下水	JBC Upper	20.0	90,900	
新規表地下水開発の小計				30.0	136,300	13%
新規水源開発の合計				178.0	809,000	100%

*既存の 16,000m³/日（3.5MGD）緩速砂ろ過施設である旧 JK 浄水場は廃棄され、新規の 45,400m³/日（10.0MGD）高速砂ろ過施設として更新される。つまり、更新後の増加容量は 29,400 m³/日（6.5 MGD）となる。

出典：調査団

2) 上水道施設

本M/Pでは、配水管網は送水管および配水幹線（Arterial Main）から分離される。また、全水供給地域は7つの水供給ゾーン（WSZ）に分かれる。さらに、ファイサラバード市の平坦な地形的特徴のために、4箇所の最終配水池と配水ポンプ場（新設3箇所、既存1箇所）と56箇所の配水センター（新設55箇所、既存1箇所）が同市の水供給のために計画されている。各配水センターは、都市内の地下式水槽（GR）と高架水槽（OHR）で構成されており、各配水センターゾーンは配水管理を確実にするため、いくつかのDMAに分けられ、従量制（メーター制）の導入によりDMAレベルでの正確な水量（有収水量、無収水量）を把握することができる。

3) 上水道事業運営の改善

M/Pの実践的なデモンストレーションとして、本プロジェクトではパイロット活動を行っており、得られた成果や経験はWASA-Fにとって非常に有用である。WASA-F上水道運営の今後については、最初にパイロットエリアの悪循環から好循環への転換モデルを実施し、次にこのスキームを他のエリアに水平展開する。つまり、それは本M/Pの目的でもあり、WASA-Fの自立的な事業運営を可能にする。

4) 財務経済分析

我が国上水道公共事業会計基準による財務分析の結果、20年間の事業を通じた純損益額（損益勘定留保金）による本件の事業収益性が検証された。この結果に鑑み、想定される長期整備計画（マスタープラン）の早期・確実な着手・実施がWASA-Fの自主的努力及び州政府の財政支援、また開発援助諸機関による資金・技術協力との連携において速やかに実施されることが妥当との評価・合意に至った。

この点に関し、本件実施並びに今後における公共事業継続に係る財務持続性及び健全な現金・資産管理を担保すべく、諸費用の回収及び今後の設備投資を可能にする合理的な実質価格ベースの料金改定が必要と思われる。更に、WASA-F 及び州政府監督部局はマスタープランの迅速・効率的な実施のため、財務的ガバナンスの確保並びに原価計算による適正料金制度の構築・独立採算制等を視野に入れた「発生主義会計」基準への移行を十分に勘案・協議することが肝要と考えられる。

5) 個別案件の財務的並びに経済的内部収益率

上水道長期整備計画（マスタープラン）第 1 期、第 2 期事業として、GBC 井戸群新規建設（第 1 期事業）並びに Jhang 浄水場新規建設（第 2 期事業）が内部収益率 (IRR) 及び純現在価値額 (NPV) を指標とする財務・経済分析対象案件として選ばれた。分析諸変数並びにパラメータはメインレポート **B6.7**、**表 B6.7.1** 並びに **表 B6.7.3**、及び **B6.8 表 B6.8.1** 並びに **表 6.8.3** にまとめられている。

国民経済における期初資源配分効率性及びに財務収益性に係る分析結果は、各案件別に以下の表 **B7.1.2** にまとめられている。

表 7.1.2 GBC 井戸群新規建設、Jhang 浄水場新規建設の内部収益率 (IRR)・純現在価値額 (NPV)

	EIRR	ENPV	FIRR	FNPV
GBC 井戸群新規建設	2.2 %	-16 億 6,900 万 PKR	-1.9 %	-26 億 7,200 万 PKR
Jhang 浄水場新規建設	9.3 %	6 億 62,700 万 PKR	2.2 %	-31 億 480 万 PKR

GBC 井戸群新規建設の経済的・財務的内部収益率 (EIRR/FIRR) は投資妥当性の基準値である各々社会的割引率(8%)及び資本の機会費用(6.1%)を下回ることから、投資優先度として劣位にあると判断される。

Jhang 浄水場新規建設の EIRR 9.3 % は JICA・世界銀行等が設定する社会的割引率 (8%) を凌駕することから、国民経済における配分効率性の条件を十分に満たすことから投資妥当性を持つと考えられる。一方において財務的収益性は資本の機会費用を下回ることから、プロジェクト実施期間を通じた財務的信頼性・持続性に懸念があると思われる。

Jhang 浄水場新規建設は「より高い経済的投資妥当性（国民経済への寄与貢献）とともに低位にある財務的収益性」という案件としての属性を持つことから、パキスタン国連邦・州政府及び開発支援諸機関との協働による公的開発援助 (ODA) 案件としての十分条件を満たしているとの評価・判断が妥当と思われる。

6) 長期財務計画

WASA-F の財務状況に係わる分析の結果、現在の料金水準で推移した場合は維持管理費の回収も困難であり、従って今後における実質価格ベースの料金改定が望まれる。

段階的継起的上水道整備事業に係る長期財務分析の結果、WASA-F は資金計画並びに借入金金利の諸条件を勘案しつつ、2033 年以降の州政府交付金に依存しない自立的公共事業体になり得るとの結論に至った。

(2) 下水道計画及び雨水排除計画

1) 下水道計画

下水道施設は、以前のマスタープランと同様に分流式下水道として計画・設計されている。幹線管渠をより深い位置に埋める事により、下水を雨水排水路や Paharang 排水路あるいは Madhuana 排水路へ途中で放流することなく自然流下方式で下水処理場まで運ぶ計画とした。この計画より排水ポンプ場はその役目を終えるが、ほとんどの中継ポンプ場は、補修して今後も利用し、幹線管渠の埋設深さが無駄に深くなるのは避ける計画とした。流入ポンプ場を各処理区の下水処理場内あるいは近傍に各 1 ヶ所設置する計画とした。Chokera 処理場及び新東処理場からの下水処理水は、灌漑水路へ送水のための送水ポンプ場と送水管等の施設が完成するまでは、Paharang 排水路あるいは Madhuana 排水路に放流する計画とした。

下水処理水水質はパキスタン国の水質基準（内水への放流基準、BOD 濃度 80mg/L）及び WHO の指

針値を満足するように厳格に水質を監視する条件で、下水処理水を灌漑用水路に送り灌漑用水と混合して利用する計画とした。

下水道計画は、衛生的な生活環境を改善することを目標に 2019 年から 2038 まで 4 段階で順次整備することを提案した。

下水管で工場排水を受け入れると、WASA-F はパキスタン国の水質基準（内水への放流基準）を順する責任がある。工場排水を管理・監視するため WASA-F 内に工場排水管理を行う部署の設立、その業務内容及び人材配置計画を提案した。

2) 雨水排除計画

浸水による深刻な被害が発生していない現状や降雨特性から、ふたつの対策を現実的な雨水排除計画として提案した。ひとつは既存の下水管、ポンプ場及び雨水排水路を活用したものであり、もうひとつは浸水被害の軽減策としての道路側溝施設である。

最初の対策は、下水管の能力の範囲内で雨水の一部を受け入れる案、つまり各家庭からの接続ますや下水管のマンホールから雨水を自然流下方式またはポンプで強制的に取込むことを許容した浸水緩和策である。

もうひとつの対策では、雨水排水路が近傍にあるにもかかわらず浸水が発生する地区への対策として提案した道路側溝施設である。この施設は水路、雨水ます、マンホールまたは移動式ポンプ付きのマンホール、フラップゲート（逆流防止扉・弁類）から構成されている。雨水の浸透効果は、設置現場の土質条件や維持管理により期待できる場合もある。

3) 河川における汚濁負荷と目標水質

河川の水質改善には、流域規模での汚濁負荷量分析に基づく汚濁負荷削減対策が必要である。工場排水処理は Chenab 川及び Ravi 川の水質改善の鍵となっている。

4) 経済及び財務評価

上水道料金レベルの 70% 程度の料金レベルの値上げを 3 回実施しても、その料金収入では、建設費、維持管理費、その他の財務費を賄うことはできないことが明らかになった。州及び中央政府からの財政支援は、WASA-F の口座が負債とならないようにするには建設費の半分程度は必要であり、一方、WASA-F は利子の支払いと維持管理費を賄う必要がある。

東西各処理区の第 1 期事業計画を、内部収益率及び正味の現在価値により経済・財務面を評価したところ、経済面にはほぼ妥当であったが、財務面では妥当性が低かった。しかし、西処理区の第 1 期事業計画は、表 7.1.3 に示したように東処理区の第 1 期事業計画と比べ財務面で有利であった。

表 7.1.3 下水道第 1 期事業計画の経済・財務分析結果

事業計画	ENPV (百万 PKR)	FNPV (百万 PKR)	EIRR	FIRR
西処理区の第 1 期事業計画	162.9	-17,032.1	6.1 %	1.3 %
東処理区の第 1 期事業計画	-247.4	-38,181.6	6.0 %	-2.7 %

出典：調査団

7.2 提言

上述の結論から提案される必要な施策や活動を以下に提言する。

(1) 上水道

1) 水源と上水道施設開発の方針

ファイサラバード市及び周辺の地下水は汽水であるため、将来水源を地下水から表流水に移行することが必要である。加えて、既存施設の稼働率向上も水源拡張と同様に重要な課題である。

2) 水道料金の改定と低所得者層への内部補助金

適切な価格で水道料金を改定することが不可欠である。高所得層や中所得層の支払い可能額を見ると将来の水道料金を引き上げることは可能である。しかし、低所得者は、支払い能力を考慮した内部補助金を含む料金制度を検討すべきである。

3) 資金確保の重要性

着実に施設整備を推進するための資金を確保し、特に新規施設の整備に伴い確実に増加するO&M費の確保のために収益を上げることが重要である。

4) 新ビジネスプランの実行による WASA-F の運営・管理改善

5年毎にレビューされる新ビジネスプランの実施に従って、WASA - Fは徐々に自発的組織になることが期待される。これは、WASA-Fの経営改善に対する強い意欲によってチャレンジすることが重要である。

5) パイロット活動に基づく提言

パイロット活動で得られた知見は、今後のM/Pの実施、給水状況の改善、料金回収率向上のための貴重な経験として利用されるべきである。

6) 他のドナー活動との協力

WASA-Fが定期的なドナー調整会議を開催し、そのドナー間のプログラムで協調してM/P実施を確実にすることが重要である。

7) 水利権

WASA-Fは、JBC、RBC、およびGBCの灌漑水路からの取水について、本M/P目標年である2038年まで、灌漑局との調整を継続しなければならない。上水道システムと下水道システムの開発の時期は全く異なっているため、灌漑水路に同量の下水処理水を戻すというトレードオフの考え方も灌漑局に今後、細心の注意を払いながら、より丁寧に説明されるべきである。

8) 水路閉鎖期間の対応

水路閉鎖の期間は通常3週間であるが、近年ではほぼ1ヶ月間閉鎖する場合もある。WASA-Fは、複数の水路が同時に閉鎖する期間や、閉鎖期間そのものを短縮するために、灌漑局と調整する必要がある。さらに、M/Pは、水路閉鎖中の水不足対策として不十分な水量を補うために、原水を貯留するための原水貯留池（RWR）の建設や、水源の異なる各水供給ゾーン（WSZ）間の連携を提案している。

9) 将来水源

水源開発の代替案としてチェナブ川からの取水が検討されたが、新設される取水施設と導水施設の規模が大きくなるため経済面と技術面から、本M/Pでは不採用とした。しかしながら、チェナブ川を堰き止めて発電するChiniotダムの建設プロジェクトがWAPDAにより実施された場合、ダムから取水して将来の需要を補うことができる可能性がある。

10) 環境許認可

パンジャブ州EPA/EPDによれば、規模の大小に関わらず工事を伴う事業は、必ずIEEまたはEIAを実施し、報告書の提出とともに環境許認可を取得する必要がある。

11) 経済的・財務的側面

WASA-F の近い将来における財務管理について同公社意志決定権者並びに州政府監督部局及び調査団との協議を通じ、質・量における十分な上水の供給が喫緊の課題であり、また今後におけるすべての改善努力の基礎であることが共通の認識として合意された。また上水サービス改善に取り組む諸活動とWASA-F自身の「自助努力」との調和的協働が求められているとの共有認識が確認された。この点を踏まえつつ、WASA-により勘案・実施されることが望ましいと思われる段階的・継続的改善の戦術枠組みが、当事者並びに州政府監督部局、及び関係する開発支援諸機関との協議を通じて以下にまとめられている。

- | | |
|------|--|
| 第1段階 | <ul style="list-style-type: none"> (1) 主として家計部門を対象とする巨額の料金徴収不足金額並びに未払金の確固たる回収努力 (2) 料金未払い及び不法接続受益者に対する供給停止等を含む実務的・法的対抗措置の検討・実施 |
| 第2段階 | <ul style="list-style-type: none"> (1) 供給される上水の質・量の改善による受益者の支払い意志額に伴う需要への的確な対応、及び需給バランスを勘案した適正な需要管理に係る市民社会との連携強化 (2) 上水供給における合理的・適正な料金徴収の確保及び需要管理を可能とするしめる計量メーターの設置とモニタリング・徴収メカニズムの構築並びに実施 (3) 全費用回収 (Full-cost recovery)並びに適正利潤の内部留保を目途とする累進的・従量制料金制度の特に家計部門受益者を視野とする策定・実施 (4) コンピュータ・IT システムを活用した料金徴収メカニズムの強化、料金徴収実務者へのインセンティブ賦与、及び商業銀行・郵便局等の上下水道料金支払窓口の増加等アクセスの改善による徴収率・金額の向上 |

(2) 下水道計画及び雨水排除計画

1) 早期着手すべき課題

提案した優先プロジェクトの実施に向けて早期に着手すべき課題は、用地確保の手続き及び初期環境評価・環境影響評価調査の予算措置である。事業実施が遅れないよう環境面やその他の許認可に関わる事項は遅滞なく進める必要がある。

2) 予防保全的維持管理法

良好な事業運営に貢献するため下水道・雨水排除施設の予防保全的維持管理手法による施設の維持管理改善を提言する。この手法では施設の点検に重点を置き、点検データは問題箇所早期発見に活用し、機器が故障する前に修理計画を立案して維持管理の効率向上を意図している。具体的には以下の4項目を提案している。① 既存の下水管施設の実測調査結果及び新規の下水管建設図書に基づく下水管のデータベース構築、② 清掃機材を用いた下水管清掃による能力回復、③ 同じ書式・同じ精度の記録簿を用いた運転・点検データの記録向上、及び ④ 部署間のデータ・情報を共有するため電子ファイル形式の週報・月報の作成。

3) 今後の調査

雨期と乾期の流量データ、ポンプ場の詳細な運転データは、今後の管渠、汚水及び雨水ポンプ場の設計に非常に有用である。下水処理法についても、F/S調査や詳細設計時に、より詳細な建設費、用地取得費及び維持管理費に基づいて再検討する必要がある。

本調査で実施した汚濁負荷量推定は、今回一度実施した水質・水量調査結果に基づいて検討したものである。今後一連の水質・水量調査を同様に行った結果に基づいて汚濁負荷量を推定し、工場排水による汚濁負荷量及びChenab及びRavi両河川の水質汚濁への悪影響を確認するよう提言する。さらに提案した水質目標についても、パキスタン国全土あるいは河川流域単位での水量・水質データに基づいて環境保護行政機関であるEPD/EPA 他、関係政府機関で協議するよう提言する。

気候変動により、降雨がその強度が増し、短期間に、局所的に降るといった降雨パターンに変化する可能性もある。降雨パターンの変化に対応した総合的な雨水排除計画を策定するには、より詳細な（少なくとも10分単位のデータ）降雨データをファイサラバードの4～5ヶ所で自動降雨測定器を用いて収集する必要がある。

4) 工場排水管理

工場排水に関して、工場単位あるいはいくつかの工場が共同で処理施設を設置するように環境法や下水道条例を、罰則規定を含めて強化すべきである。また、環境保護機関であるEPD/EPA-F及びWASA-Fの権限強化も必要である。

市街地から郊外の工場団地への工場移転に関する政府の方針や計画を促進するため、工業団体、商工会議所、工業に関わる政府機関への広報活動をWASA-F及びEPA-Fにより共同実施すること。

ドイツ政府、WWF、その他の国際機関の技術面及び財政面の支援によりファイサラバードでの工場排水管理に関する知識と経験が提供されることを期待する。

5) 灌漑用水路に供給する下水処理水の厳格な監視

WASA-Fは、灌漑水路に下水処理水を供給する際には、処理場での処理水質を厳格に監視する責任がある。