

国家ガンジス川浄化ミッション (NMCG)

ウツタル・プラデッシュ州水道局 (UPJN)

インド国

ガンジス川浄化事業準備調査

和文要約

平成 29 年 6 月

(2017 年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社 N J S コンサルタンツ

日本工営株式会社

南ア
17-034
CR(3)

1 USD = 116.0 Yen  
1 INR = 1.71 Yen  
(As of December 2016)

Photo-1 :



Note)  
25-Sep-2015  
at Bagwanpur STP (Varanasi)

Photo-2 :



Note)  
26-Sep-15  
at Chunar

Photo-3 :



Note)  
28-Sep-2015  
at Ramnagar

Photo-4 :



Note)  
8-Oct-2015  
at Saidpur

Photo-5 :



Note)  
14-Oct-2015  
at Ghazipur



Photo-1 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi-1  
Varuna River Upstream

Photo-2 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi-2  
Varuna River Downstream

Photo-3 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi-3  
Near Assi Nala

Photo-4 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi-4  
Roadside Garbage

Photo-5 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi-5  
Bathing Ghat

Photo-6 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi-6  
Ganga River

Photo-1 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi NagwaPS-1  
Assi Nala - Downstream

Photo-2 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi NagwaPS-2  
Assi Nala - Confluence to the Ganga River

Photo-3 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi NagwaPS-3  
Gate Chamber

Photo-4 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi NagwaPS-4  
Existing Nagwa PS

Photo-5 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi NagwaPS-5  
Generator

Photo-6 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi NagwaPS-6  
Transmission Pipe to Ramna proposed STP

Photo-1 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi KoniaMPS-1  
Stocked Pipes

Photo-3 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi KoniaMPS-3  
Distribution Chamber

Photo-5 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi KoniaMPS-5  
Screw pump

Photo-2 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi KoniaMPS-2  
Electrical Room

Photo-4 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi KoniaMPS-4  
Screen Chamber

Photo-6 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi KoniaMPS-6  
Transmission Pipe

Photo-1 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi BhagwanpurSTP-1  
Administration Building

Photo-2 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi BhagwanpurSTP-2  
Screening unit

Photo-3 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi BhagwanpurSTP-3  
Aeration Tank & Digestion Tank

Photo-4 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi BhagwanpurSTP-4  
Aeration Tank

Photo-5 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi BhagwanpurSTP-5  
Aerator

Photo-6 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi BhagwanpurSTP-6  
Drying Bed

Photo-1 :

Photo-2 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi RamnaSTP-1  
Proposed site

Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi RamnaSTP-2  
Proposed site



Photo-1 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi DinapurSTP-1  
Trickling Filter

Photo-2 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi DinapurSTP-2  
Aeration Tank

Photo-3 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi DinapurSTP-3  
Primary Sedimentation Tank

Photo-4 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi DinapurSTP-4  
Digester Tank

Photo-5 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi DinapurSTP-5  
Drying Bed

Photo-6 :



Note)  
30-Sep-2015  
Varanasi DinapurSTP-6  
Outlet Channel

Photo-1 :



Note)  
4-Dec-2015  
MirzapurSTP-1  
Grit Chamber

Photo-3 :



Note)  
4-Dec-2015  
MirzapurSTP-3  
UASB Reactor

Photo-5 :



Note)  
4-Dec-2015  
MirzapurSTP-5  
Oxidation Pond

Photo-2 :



Note)  
4-Dec-2015  
MirzapurSTP-2  
UASB Reactor

Photo-4 :



Note)  
4-Dec-2015  
MirzapurSTP-4  
Channel between UASB Reactor and Oxidation Pond

Photo-6 :



Note)  
4-Dec-2015  
MirzapurSTP-6  
Generation Room

Photo-1 :



Note)  
4-Dec-2015  
VindhyachalSTP-1  
Entrance Road

Photo-2 :



Note)  
4-Dec-2015  
VindhyachalSTP-2  
Inlet Chamber and Sludge Bed

Photo-3 :



Note)  
4-Dec-2015  
VindhyachalSTP-3  
Anaerobic Pond and STP Boundary (Short of sticks is STP area.)

Photo-4 :



Note)  
4-Dec-2015  
VindhyachalSTP-4  
Aerobic Pond and STP Boundary (Short of walls is STP area.)

Photo-5 :



Note)  
4-Dec-2015  
VindhyachalSTP-5  
Maturation Pond

Photo-6 :



Note)  
4-Dec-2015  
VindhyachalSTP-6  
Effluent

Photo-1 :



Note)  
14-Oct-2015  
Gazipur-1  
Nala

Photo-2 :



Note)  
14-Oct-2015  
Gazipur-2  
Nala

Photo-3 :



Note)  
14-Oct-2015  
Gazipur-3  
Nala

Photo-4 :



Note)  
14-Oct-2015  
Gazipur-4  
Ganga River

Photo-5 :



Note)  
14-Oct-2015  
Gazipur-5  
STP Proposed Site

Photo-6 :



Note)  
14-Oct-2015  
Gazipur-6  
STP Proposed Site

Photo-1 :



Note)  
28-Sep-2015  
Ramnagar-1  
Drainage

Photo-2 :



Note)  
28-Sep-2015  
Ramnagar-2  
Drainage

Photo-3 :



Note)  
28-Sep-2015  
Ramnagar-3  
Nala

Photo-4 :



Note)  
28-Sep-2015  
Ramnagar-4  
Nala

Photo-5 :



Note)  
28-Sep-2015  
Ramnagar-5  
STP Proposed Site

Photo-6 :



Note)  
28-Sep-2015  
Ramnagar-6  
STP Proposed Site

Photo-1 :



Note)  
26-Sep-2015  
Chunar-1  
Drainage

Photo-2 :



Note)  
26-Sep-2015  
Chunar-2  
Nala

Photo-3 :



Note)  
26-Sep-2015  
Chunar-3  
Nala

Photo-4 :



Note)  
26-Sep-2015  
Chunar-4  
Ganga River

Photo-5 :



Note)  
26-Sep-2015  
Chunar-5  
STP Proposed Site

Photo-6 :



Note)  
26-Sep-2015  
Chunar-6  
STP Proposed Site

Photo-1 :



Note)  
8-Oct-2015  
Saidpur-1  
Drainage

Photo-2 :



Note)  
8-Oct-2015  
Saidpur-2  
Public Toilet

Photo-3 :



Note)  
8-Oct-2015  
Saidpur-3  
Nala



Note)  
8-Oct-2015  
Saidpur-4  
Nala

Photo-5 :



Note)  
8-Oct-2015  
Saidpur-5  
Ganges River

Photo-6 :



Note)  
8-Oct-2015  
Saidpur-6  
STP Proposed Site

# 目 次

第1章	はじめに.....	1
1.1	業務の背景.....	1
1.2	本事業の概要.....	2
第2章	プロジェクト対象地域の概要.....	3
2.1	自然条件.....	3
第3章	水道事業の現状.....	4
3.1	上水道、下水道及び雨水排水事業に関わる組織と役割分担.....	4
3.2	バラナシ市の水道事業の現状.....	4
3.3	バラナシとその周辺5タウンの水道事業.....	6
第4章	雨水排水施設の現状.....	9
4.1	雨水排水施設の現状.....	10
4.2	排水路の維持管理.....	10
第5章	下水道施設の現状.....	11
5.1	バラナシ.....	12
5.2	ラムナガール.....	12
5.3	ミルザプル.....	12
5.4	チュナール.....	13
5.5	ガジプル.....	13
5.6	サイドプル.....	13
第6章	水質汚濁の状況.....	14
6.1	ガンジス川水質試験.....	14
6.2	下水道未整備に起因するバラナシの保健衛生の問題.....	20
第7章	発生及び処理下水量の予測.....	26
7.1	計画下水量.....	26
7.2	対象都市の下水処理場計画下水量.....	28
第8章	ガンジス川浄化事業の工事範囲.....	29
8.1	バラナシ.....	29
8.2	ラムナガール.....	31
8.3	ミルザプル.....	31
8.4	チュナール.....	32
8.5	ガジプル.....	33



第9章	下水処理場の予備設計	35
9.1	既存 DPR の検証	35
9.2	設計コンセプト	37
9.3	バラナシ	37
9.4	ラムナガール	47
9.5	ミルザプル	49
9.6	チュナール	56
9.7	ガジプル	58
9.8	サイドプル	60
第10章	下水処理場の維持管理	61
10.1	はじめに	61
10.2	現行の実際と NGRBA/NMCG/AMRUT の維持管理ガイドライン	61
10.3	維持管理時における下水道施設達成度のモニタリング	64
10.4	維持管理コントラクターの提案される責任と監督機関	67
10.5	維持管理費用	67
第11章	環境社会配慮	69
11.1	プロジェクトコンポーネント	69
11.2	環境社会現況	70
11.3	環境社会配慮に係る法制度	70
11.4	代替案の検討	71
11.5	環境社会影響	71
11.6	環境緩和策	72
11.7	用地取得・住民移転	72
第12章	財務経済分析及び SPV	73
第13章	プロジェクトの実施体制	78
13.1	プロジェクト実施システム	78
13.2	プロジェクト実施ユニットの構成、職員構成、役割と責任	83
13.3	SPV 組織 (案)、役割と責務	85
13.4	プロジェクト管理コンサルタント	86
第14章	パイロットプロジェクト	89
第15章	バラナシ国際会議場	92
15.1	ODA にて施設の建設支援のできない場合	92
15.2	施設計画レビュー方針	92
15.3	レビュー結果	92

第 16 章	アクション・プラン	94
16.1	下水道台帳整備	95
16.2	情報管理システムの改善	97
16.3	下水道への各戸接続の義務化	100
16.4	顧客サービスの改善：サービス・レベルへの義務	101
16.5	人材開発と管理の改善	102
第 17 章	事業費と実施計画	105
17.1	プロジェクトの概要及び構成	105
17.2	プロジェクト・コンポーネントのパッケージ分け	106
17.3	プロジェクト実行のための調達方法	107
17.4	建設工事/調達実施スケジュール	107
17.5	コンサルティングサービス	113
17.6	建設事業費の算定	114
第 18 章	気候変動対策	117
18.1	将来の気候予測	117
18.2	UP 州水ミッション水資源セクターに及ぼす影響	118
18.3	気候変動対策	118
第 19 章	Phase-II プロジェクト対象都市の選定	125
19.1	Phase-II プロジェクト対象都市の選定	123
第 20 章	リスク管理	131
第 21 章	運用・管理指標	134
21.1	運用指標	134
21.2	効果指標	135
第 22 章	安全対策	136
22.1	日本の政府開発援助における安全管理	136
22.2	インドにおける安全管理	137

## 第1章 はじめに

### 1.1 業務の背景

インドでは、人口増加や経済発展に伴う上水需要の増加に伴い下水の排出量も増加しているが、現状の下水処理施設の処理能力では汚水発生量の30%程度しか処理できていない。その結果、河川や土壌、地下水の水質汚濁等の問題、非衛生的な生活環境を招いており、地域住民の健康が脅かされている。また、下水道サービスを担う事業者は技術的・財務的な課題を抱えている。

インド政府は、国家衛生政策（2008年）及び第12次5箇年計画（2012年4月～2017年3月）において、都市部全人口への下水・衛生施設の提供を政策目標として掲げている。ガンジス川流域に存在するバラナシ市は、ヒンドゥー教最大の聖地であり、沐浴や観光を目的に1日延べ30万人の人々が訪れる。2014年5月に当選したモディ首相は、就任前からガンジス川の浄化を公約としており、2015年度予算案では、前年度の4割増しの約400億円の予算がガンジス川浄化に充てられている。また、インド政府は2010年に発表したClean Ganga Missionにおいて、2020年までに未処理の下水をガンジス川に排出しないとする目標を掲げている。

ガンジス川は、インドで最も聖なる川として崇拝されており、その流域面積は国土の四分の一にあたる861,404km<sup>2</sup>であり、インド総人口の約43%がその流域で生活している。中央汚染管理局は生物学的酸素要求量（BOD）3mg/L以下等の沐浴可能な水質基準を行政目標として定めているものの、2011年のガンジス川のBODは基準値の3.7倍、糞便性大腸菌群数は基準値の440倍であり、ガンジス川を沐浴等の生活用水として利用している流域住民の生活環境が脅かされている状況にある。

かかる状況において2014年11月に、インド政府より我が国への円借款「Ganga Rejuvenation Project」（ガンジス川浄化事業。以下、「本事業」という。）の要請がなされた。本事業は、複数の州にまたがるガンジス川浄化に係る事業の集合であり、包括的な実施機関である国家ガンジス川浄化ミッション（National Mission for Clean Ganga: NMCG）が複数の州の現地実施機関の活動を管理している。これを受け、現在複数の州の現地実施機関がインド政府が定めるガイドラインに基づいて本事業の詳細事業計画書（Detailed Project Report:以下、DPR）を作成しており、11地域のうち5地域ではすでにDPRが完成している。本事業は現在実施中の円借款事業「ガンジス川流域都市衛生改善事業（バラナシ）」（2005年3月31日L/A調印）におけるバラナシ市の未処理区域及びその周辺6都市における下水道整備事業をフェーズ1として検討し、後続フェーズでガンジス川流域の他の都市への支援を検討する方針である。また、同河川の浄化に向け援助機関も支援を開始・検討しており、世界銀行が2011年6月に約10億ドルのThe National Ganga River Basin Projectを実施する等、広大なガンジス川流域を対象にして地域的役割分担・連携を図る予定である。

また、バラナシ市の文化的、政治的重要性や、ガンジス川浄化という課題の緊急性を鑑みバラナシ市における無収水対策を通じた財務的体質改善を含む包括的な組織能力強化及び市内衛生改善を目的とした技術協力事業を本円借款事業と組み合わせて検討するための情報収集として、

2015年6月から2016年2月にかけて「バラナシ市環境改善に関する情報収集・確認調査」が実施された。

本業務は、インド政府からの要請を踏まえ、当該事業の目的、概要、事業費、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境及び社会面の配慮等、我が国の有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的として実施するものである。なお、JICAは2015年6月に本事業の実施機関であるNMGと本事業の枠組みにつき協議しており、議事録(Minutes of Meeting: M/M)の署名交換を行った。

## 1.2 本事業の概要

### (1) プロジェクト概要

- バラナシ市及び周辺6都市における下水道施設等の整備
- コンサルティング・サービス（詳細設計、入札補助、施工監理、組織能力強化、啓発活動等）

### (2) 関係官庁・機関

- 主管官庁：水資源・河川開発・ガンジス川浄化省（Ministry of Water Resources, River Development & Ganga Rejuvenation: MoWRRD&GR）
- 進捗管理機関：国家ガンジス川浄化ミッション（National Mission for Clean Ganga: 以下、NMG）
- 現地実施機関：ウッタルプラデッシュ州上下水道局（Uttar Pradesh Jal Nigam: 以下、UPJN）

### (3) 業務の目的

- ガンジス川浄化事業について、DPRのレビューを行ったうえで、事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施方法（調達・施工）、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会配慮等、我が国円借款事業として実施するための審査に必要な情報を整理するために調査を行うこと
- ガンジス川浄化に係る後続フェーズでの支援対象地の選択に資する情報を収集すること
- 京都市とバラナシ市の提携に係るセミナーを実施すること

### (4) 2016年5月に追加調査となった項目について以下に示す

- PPPモデル導入への対応
- 新放流水質基準への対応
- 河川浄化の啓発活動に資するコンベンションセンターにかかるコンセプトの確認

## 第2章 プロジェクト対象地域の概説

### 2.1 自然条件

#### (1) 気温・降雨量

バラナシは多湿亜熱帯性気候に属し、気温は夏と冬の間で大きく変化する。夏季は4月初め～10月で、気温は22°C～45°Cの範囲にある。一方、冬季は最高平均気温が22.5°Cで過ごしやすいが、気温は時間で大きく変わり、日中は温かく、夜間は寒い。

降雨量については、バラナシの平均は990 mmでモンスーンのため7月～9月が多く降る。

対象地域の主要都市のミルザプル、ガジプルの気温降雨量はバラナシ市と同じ傾向を示している。

#### (2) 地形・地質

バラナシとその周辺5都市はUP州東部北インドのガンジス川中流溪谷にあり、ガンジス川に沿って位置している。対象地域地形はやや平坦で標高は0～150 mである。

バラナシは、北インドのインドーガンジス平原に位置し、土地はガンジス川の洪水により絶えず土壌を補給しているため非常に肥沃である。地盤高は71 m～80 mの間にある。

ガンジス平原は、州の地理面積のほぼ3/4を占め、北部の岩石質ヒマラヤン・ベルトと主に前カンブリア紀岩石から成る南部丘陵地に挟まれている。ガンジス平原前地流域は厚さ1,000 m以上の最新沖積層堆積物で満たされており、砂・シルト・粘土で構成されている。

### 第3章 水道事業の現状

#### 3.1 上水道、下水道及び雨水排水事業に関わる組織と役割分担

ウッタールプラデシュ州（UP）においては水道、下水道、雨水排水事業の計画・設計、建設・運営は州上下水道局（UP Jal Nigam: UPJN）が所管している。バラナシ市（Varanasi Municipal Corporation: VMC）は上下水道部（Jal Kal Department: Jal Kal）を通じて、これらの施設の維持管理行っており、小規模プロジェクトについては、Jal Kal が直接、計画・設計、建設・運営を行うこともある。郡開発庁（District Urban Development Authority: 以下、DUDA）はスラム区域の住宅整備を担っている。これらの役割分担は表 3.1 のように表される。

表 3.1 バラナシ市と UP 州の役割分担

都市インフラサービス	計画・設計	建設・運営	維持管理
水道	UPJN、Jal Kal (小規模プロジェクト)	UPJN、Jal Kal (小規模プロジェクト)	Jal Kal
下水道・雨水排水	UPJN、Jal Kal (小規模プロジェクト)	UPJN、Jal Kal (小規模プロジェクト)、DUDA	UPJN、Jal Kal、VMC、DUDA

Source: “City Development Plan for Varanasi, 2041”, March 2015, Capacity Building for Urban Development Project (CBUD)

UPJN は州内を 11 の地域（zone）に分けて、それぞれに Chief Engineer をおいて管理している。バラナシ地域事務所もその一つで、その下に調査対象区域である各タウンの出先事務所がある。

#### 3.2 バラナシ市の水道事業の現状

##### (1) バラナシ の水道施設の概要

バラナシ水道事業の概要を表 3.2 に示す、

表 3.2 バラナシ水道事業の概要

Sr. No.	Particulars	Unit
1	Present population	1,600,000 persons
2	Water demand @172.5 lpcd (150 lpcd+15% UFW)	276 MLD
3	Water production	335 MLD
	Water treatment plant	Bhelupur WTP (133 MLD)
	Tube wells	142 nos (188 MLD)
	Mini tube wells	80 nos (14 MLD)
	Hand pumps	2,514 nos
	Public stand post	1,402 nos
	Water tanker	19 nos
4	Non-revenue water (58 %)	194.3 MLD
5	Total chargeable water	140.7 MLD

6	Shortfall	135.3 MLD
7	Water availability	84 lpcd
8	Total pipe length	1,500 km
9	No. of water connections (67%)	102,592

Source: Jal Kal, Varanasi

## (2) 給水区域

バラナシの水道システムは 1892 年に導入されて以来、既に 100 年を超えている。バラナシは二つの地区、バルーナ川以南 (Cis-Varuna) とバルーナ川以北 (Trans-Varuna) に大きく分かれるが、給水目的からは四つのゾーン、即ち、北部、中部、南部、第四ゾーンに分けられる。

## (3) 水源

現在の市の需要水量 276 MLD はガンジス川表流水 (40%) と地下水 (60%) で賄われている。Cis-Varuna の中心の Bhelepur に唯一の浄水場があり、浄水を給水している。Trans-Varuna 全域と Cis-Varuna の一部は地下水に依存している。

表 3.3 バラナシ 水道事業水源別給水量

Source		No. of facility	Production volume (MLD)	%
Surface water	Ganges River (Bhelupur WTP)	1	133	40
	Tube well	142	188	56
Ground water	Mini tube well	80	14	4
	Hand pump	2,514	ND	-
Total			335	100

Source: Jal Kal, Varanasi

## (4) 浄水場

ガンジス川から取水された表流水は、Bhelepur 浄水場において、凝集沈殿－急速砂ろ過－消毒処理の浄水処理を行う。浄水は場内にある 25 ML の地下浄水池と 1.14 ML の高架水槽、及び市内の配水池に貯留される。浄水場の当初能力は 250 MLD であったが、現在は取水能力の制約から約 125 MLD で運転されている。

給水水質の汚染に対する苦情が多い (苦情の 15%) が、これは老朽化した配水管の漏水と汚水の侵入が原因とされている。

現在、人口増加に伴って地下水取水量が増大し続けている。地下水は現在、Jal Kal が運転する 222 本の深井戸と、Jal Kal と民間の手押しポンプにより取水されている。塩素消毒のみされた後、配水池経由または直接給水により供給されている。

## (5) 配水池

現在、配水池の容量は高架水槽 17 基の 17.8 ML、地下貯水池 7 池の約 62 ML、合計 79.8 ML で、一日需要水量の 30% しかなく、現在並びに将来の需要水量を満たすには不十分である。

## (6) 配水管

現在、配水管の総延長は 1,500 km にも及び、一部地域の配水本管を除き良好な状態である。管径は地区によって 90 mm から 750 mm までさまざま、管材には AC、DI、CI、PVC が使われている。配水管網に係る問題は以下の通りである。

- 一部の配水管は 100 年を超えており、管路上部の埋め立て等により地中深くで破損している可能性があるため、更新が必要である。
- 一部の配水管は下水管、開水路、汚水排水路と交差しており、下水等の滲出によって飲料水を汚染している。

## (7) 接続数

各ゾーン毎の接続数を表 3.4 に示す。バラナシの総戸数 152,430 戸に対し接続数は 102,592 戸で、普及率は現在 67%となっている。

表 3.4 ゾーン別接続戸数

Sr. No.	Zone Name	Total No. of Households	Households with Water tap Connection	Households without Water tap Connection
1	North zone	32,486	21,286 (66%)	11,200 (34%)
2	Central zone	47,625	32,794 (69%)	14,831 (31%)
3	South zone	39,528	27,721 (70%)	11,807 (30%)
4	Zone fourth	32,791	20,791 (63%)	12,000 (37%)
	<b>Total</b>	<b>152,430</b>	<b>102,592 (67%)</b>	<b>49,838 (33%)</b>

Note: (%: Ratio to the Total No. of Households)

Source: Jal Kal Varanasi

## 3.3 バラナシとその周辺 5 都市の水道事業

## (1) 水道水源

バラナシとその周辺 5 都市の水源についてまとめると表 3.5 のようになる。これによれば、バラナシとミルザプルで表流水が一部使われているのを除くと、その他はすべて地下水を水源としている。各都市とも深井戸 (Tube well) が中心であるが、ミルザプルとチュナルでは手押しポンプ (Hand pump) も使われている。



表 3.5 バラナシとその周辺 5 都市の水道水源

Town	Surface water		Ground water		Total	
	Intake (MLD)	Source	Intake (MLD)	Means	Intake (MLD)	Dependence Rate on GW
Varanasi	133	Ganga River	202	T/W: 142 nos Mini T/W: 80 nos (H/P: 2,514 nos)	335	60.3%
Mirzapur	6	Tanda Reservoir (2300ML capacity)	27	T/W: 63 nos Mini T/W: 450 nos (H/P: 1,511 nos)	33	81.8%
Ramnagar	-		12	T/W: 16 nos (H/P: 160 nos)	12	100%
Chunar	-		8	T/W: 26 nos (H/P: 425 nos)	8	100%

Source: JICA Survey Team

## (2) 現行のサービス・レベル

各水道事業の現行のサービス・レベルとインド国（以下、「イ」国）都市整備省のベンチマーク値を表 3.5 に示す。

水道メーターは対象都市のすべてにおいて設置されていないか機能していない。したがって、利用者からの水道料金は一律料金制で徴収されており、このため各都市の費用回収率は低い。

無収水率（NRW）については、バラナシを除くと、これまで評価・算定されずに現在に至っている。表 3.6 に示す NRW は前述したように検針結果ではなく、浄水量に対する請求水量の比で求めている。したがって、これらの数値は実際の無収水の状況を表すものではない。表 3.5 に示されるバラナシの NRW30%は CBUD プロジェクトで解析された 61%とかけ離れている。他のタウンの NRW は総じて低い。

表 3.6 各水道事業のサービス・レベル

Indicators	Service level status				MOUD
	Varanasi	Mirzapur	Ramnagar	Chunar	Benchmark
Coverage connections	69%	55%	91%	95%	100%
Per capita supply	190 LPCD	132 LPCD	163 LPCD	141 LPCD	135LPCD
Non-revenue water (NRW)	30%	17%	5%	17%	20%
Metering of connections	0%	0%	0%	0%	100%
Continuity of water supply	10 hours	6.5 hours	12 hours	11 hours	24 hours
Redressal of customer complaints	97%	98%	93%	100%	80%
Quality of water supplied	94%	99%	100%	100%	100%
Cost recovery	79%	22%	13%	9%	100%
Efficiency in collection charges	68%	75%	131%	92%	100%

Note: Status information on FY 2013-2014. See break downs in Annexure 3.1

Source: JICA Survey Team, based on SLB code sheet for the cities

### (3) 水質

調査によれば、ミルザプルの水資源は鉛に汚染されている。地下水、表流水、水道水すべてのサンプルにおいて、鉛濃度は WHO の最大許容値（10 ppb）及び BIS の基準値（50 ppb）を大きく超えている。地下水の鉛濃度は、214.4 ppb を示している。鉛はミルザプルの水源水域に存在する可能性もあるが、給水管材に鉛管を広く使用している地域で鉛の濃度が高くなる可能性を検討すべきである。同様にカドミウム及び亜鉛濃度も多くのサンプルで最大限界を超えている。

## 第4章 雨水排水施設の現状

### 4.1 雨水排水施設の現状

#### (1) バラナシ

バラナシの主要排水路としては、バルーナ川、Assi 排水路、Nakhi 排水路、Nagwa 排水路等がある。2001 年の流量測定結果によれば、市域で発生する下水の約 110,000 m<sup>3</sup>/日はバルーナ川に、約 44,500 m<sup>3</sup>/日は Assi 排水路に流入している。バルーナ川、Assi 排水路を含めてガンジス川に下水を排水している排水路は全部で 15 本あり、うちバルーナ川に下水を排出している排水路は 14 本である。

バラナシの多くの場所で、生活排水を受けている下水管が開水路に接続されており、多量の下水を排出している。これらの排水路は、晴天時に堆積した牛糞や人間の排泄物が雨天時に雨水流出し、大きな汚濁源となっている。

これらの排水路の流量測定を UPJN が 2000 年に行っているが、これによれば、26 本の排水路で排水量が計 240,000 m<sup>3</sup>/日となり、うちガンジス川に 180,000 m<sup>3</sup>/日 (12 本)、バルーナ川に 60,000 m<sup>3</sup>/日 (14 本) が流入している。GAP-I で 102,000 m<sup>3</sup>/日の下水をディナプール、バグワンプール、DLW の各 STP にポンプ場経由で送水している。

バラナシの雨水排水システムは劣悪で、雨水は老朽化した不完全な地下排水路及び Kachcha 開水路を通して排除されている。地下排水路は全長 117 km、Kachcha 開水路は全長 189km である。下水枝管路が多くの排水路に接続しており、雨水と汚水が合流している。これは特にモンスーン時に下水量が増大し、中継ポンプ場及び STP に送水・処理の負荷が増大している。また、数本の雨水排水路は、ガンジス川とバルーナ川に未処理で直接排出している。開水路は底部がライニングされていないため、細孔質の沖積層を通して地下水汚染の原因となっている。これらの排水路は、路地沿いの居住地から雑排水を受けており、また、ごみなどが廃棄されている。

#### (2) ラムナガール

ラムナガールでは、雨水排水施設の整備率が 50%であるため、雨季に多くの場所で浸水問題が発生している。市域には適切な排水・下水管網がないため、雨水を集水するため、仮設の小規模排水路が造られている。既存排水路 5 本がガンジス川に接続している。

#### (3) ミルザプル

ミルザプルでは、現在、27,000 m<sup>3</sup>/日の下水が発生している。27 本の排水路がガンジス川に接続しており、18 本はミルザプル下水道区、9 本はビンディヤチャル下水道区に位置している。ミルザプル下水道区の 6 本と、ビンディヤチャル下水道区の 4 本は GAP-I で遮集されている。残りの排水路も現在の DPR では遮集・分水で計画され、中継ポンプ場を経て処理場に送水する計画になっている。

#### (4) チュナール

チュナールは、現在下水道が未整備で、市内で発生する下水は 14 本の排水路がガンジス川、8 本の排水路が Jagro 川に接続して排出されている。Jagro 川は、16 km 下流でガンジス川との合流

地点ではほとんど干上がっている。

#### (5) ガジプル

ガジプルの地形はほぼ平坦で、ガンジス川に向かってやや傾斜している。市内には 16 本の排水路がガンジス川に接続し、雨水を排水している。既存の排水路の状態は良くないが、かろうじて機能している。排水路の勾配が十分でないため排水の停滞が市内で多数見られる。

#### (6) サイドプル

サイドプルには 10 本の排水路があり、8 本がガンジス川に合流している。少なくとも過去数年はガンジス川の氾濫に見舞われていないが、市内で最大規模の排水路の上流部で道路橋に排水路が塞がれており、氾濫の原因となる恐れがある。

## 4.2 排水路の維持管理

バラナシの雨水排水施設と下水道施設の計画・設計・建設・維持管理の役割分担は以下のようになっている。

計画・設計 : UPJN、Jal Kal (小規模プロジェクト)

建設 : UPJN、Jal Kal (小規模プロジェクト)、DUDA

維持管理 : UPJN、Jal Kal、市、DUDA

その他の対象都市では、市がすべての排水施設を維持管理している。維持管理状態はすべての市で全般的に良くないが、チュナールとサイドプルではごみの堆積が少なく比較的良好である。ガジプルは道路横の排水路にごみの堆積が多くあり、排水を阻害している。

## 第5章 下水道施設の現状

### 5.1 バラナシ

バラナシでの既設下水道施設の構成と内訳を以下に示す。

District/Facility	Facility	Outline/Capacity	
<b>District-I</b>			
<b>Sewer Network</b>	Existing	Ø225~2400 x 23,842 m	
<b>Sewage Pumping Station</b>	Harischandra Ghat P/S	5000 lpm x 24 mH x 50 HP x 1 unit 2600 lpm x 13.5 mH x 25 HP x 1 unit 1150 lpm x 9.5 mH x 10 HP x 1 unit	
	Mansarovar Ghat P/S	1300 lpm x 15 mH x 10 HP x 2 units 2600 lpm x 21 mH x 25 HP x 3 units	
	Dr. R.P. Ghat P/S	15000 lpm x 23 mH x 125 HP x 2 units 8800 lpm x 22 mH x 75 HP x 2 units	
	Jalesan Ghat P/S	3600 lpm x 20 mH x 30 HP x 2 units 1200 lpm x 15 mH x 15 HP x 2 units	
	Trilochsan Ghat P/S	3600 lpm x 20 mH x 30 HP x 2 units 1200 lpm x 15 mH x 15 HP x 2 units	
	Konia MPS	1158 lps x 8.51 mH x 160 kW x 3 units 1158 lps x 8.51 mH x 160 kW x 1 unit (New) 420 lps x 17.5 mH x 110 kW x 3 units 740 lps x 15 mH x 160 kW x 3 units 420 lps x 17.5 mH x 110 kW x 1 unit (New) 740 lps x 15 mH x 160 kW x 1 units (New)	
<b>Sewage Treatment Plant</b>	<b>Dinapur STP</b> Capacity Sewage Treatment Process Sludge Handling Process	80 MLD  Trickling Filter Process Thickening + Digestion + Drying	
<b>District-II</b>			
<b>Sewer Network</b>	Existing	Ø225~900 x 15,836.3 m	
	New (Laid)	Ø900~2,000 x 5,105.8 m	
	New (Under execution)	Ø500~1,400 x 9,830.5 m	
<b>Pumping Station</b>	Phulwaria P/S	360 m <sup>3</sup> /hr x 26 mH x 55 kW x 3 units 160 m <sup>3</sup> /hr x 17 mH x 18.5 kW x 2 units	
	Chaukaghat P/S	2088 m <sup>3</sup> /hr x 42 mH x 355 kW x 9 units	
	Saraiya P/S	198 m <sup>3</sup> /hr x 22.5 mH x 22 kW x 3 units	

District/Facility	Facility	Outline/Capacity	
		96 m <sup>3</sup> /hr x 12 mH x 7.5 kW x 2 units	
Sewage treatment Plant	<b>Bhaguanpur STP</b>		
	Capacity	9.8 MLD	
	Sewage Treatment Process	Activated Sludge Process (8 MLD) Trickling Filter Process (1.8 MLD)	
	Sludge Handling Process	Digestion + Drying	
	<b>Dinapur STP</b>		
	Capacity:	140 MLD	
	Sewage Treatment Process	Activated Sludge Process	
	Sludge Handling Process	Thickening + Digestion + Drying	
<b>District-III</b>			
Sewer Network	Existing	Ø225~300 x 21,700 m	
	New	Ø600~1400 x 10,197 m	
Pumping Station	BHU SPS	4 MLD 6 MLD	
	Assi MPS	6 MLD	
	Nagwa SPS	80 MLD	

## 5.2 ラムナガール

ラムナガールには既存の下水道施設はない。

## 5.3 ミルザプル

ミルザプルでの既設下水道施設の構成と内訳を以下に示す。

District/Facility	Facility	Outline/Capacity	
<b>Mirzapur Zone</b>			
Sewer Network	Existing	Ø200~1200 x Ø17,037 m	
	Rising Main	Ø350~700 x Ø3,070 m	
Pumping Station	IPS-1	240 m <sup>3</sup> /hr x 4 units	
	IPS-2	435 m <sup>3</sup> /hr x 5 units	
Sewage treatment Plant	<b>Mirzapur STP</b>		
	Capacity	14 MLD	
	Sewage Treatment Process	UASB Process	
	Sludge Handling Process	Sludge Drying Bed	

District/Facility	Facility	Outline/Capacity	
<b>Vindhyachal Zone</b>			
<b>Sewer Network</b>	Existing	Ø250~700 x Ø3,805 m	
	Rising Main	Ø80~300 x Ø350 m	
<b>Pumping Station</b>	IPS-3	2.5 lps x 2 units	
	IPS-4	10 HP x 2 units 4 HP x 2 units	
<b>Sewage treatment Plant</b>	<b>Vindhyachal STP</b>		
	Capacity:	4 MLD	
	Sewage Treatment Process	Stabilization Process (Anaerobic + Facultative + Maturation)	
	Sludge Handling Process	Sludge Drying Bed	

#### 5.4 チュナール

チュナールには既存の下水道施設はない。

#### 5.5 ガジプル

ガジプルには既存の下水道施設はない。

#### 5.5 サイドプル

サイドプルには既存の下水道施設はない。

## 第6章 水質汚濁の状況

### 6.1 ガンジス川水質試験

ガンジス川水質汚濁の正確な状況を把握するため、ガンジス川、バルーナ川、アッシー排水路、ディナプール及びバグワンプル下水処理場の処理水排水を中心に48地点を選び、水質試験を行った（図6.1参照）。

図6.2に示されるように、ガンジス川中央の水流は様々な排水流入の影響を受けていない。ガンジス川はこの区間では大きく西側に蛇行し、河川の流れが西岸に偏るため、河川水の混合を抑えている。

#### (1) 第1回採水（2015年12月8～9日）

##### 1) DO濃度

DO濃度は、アッシー排水路及びディナプール下水処理場からガンジス川への処理水放流地点を除くすべての地点で目標水質の5 mg/L以上となっている。一方、アッシー排水路・バルーナ川のDOは基準を下回り、特にアッシー排水路では上流で1.5 mg/L、下流で0.8 mg/Lとなっている。

下水処理場での流入水DOは0.8～1.0 mg/Lであるが、処理水は4.8～5.4 mg/Lである。

##### 2) BOD濃度

BOD濃度を図6.2に示す。特にアッシー排水路放流地点で28.0 mg/L、バルーナ川で7.4 mg/L、ディナプール下水処理場の処理水で17.0 mg/Lと基準値5 mg/Lに対して高い。バラナシ市街地からの排水は、ガンジス川の蛇行で流向が西側に偏っているため、ガンジス川中心ではBOD2.0 mg/L以下を保っている。ディナプール下水処理場の処理水放流地点では、乾季には砂洲によってブロックされた閉鎖性水域となり、周辺居住区域からの生活排水の流入もあることから、BOD値が高くなる。

下水処理場流入水のBOD濃度はディナプール処理場で72.0 mg/L、バグワンプル処理場で62.0 mg/Lと、計画流入水質の250 mg/Lを大きく下回っている。

アッシー排水路は上流で42.0 mg/L、下流で下水処理場の流入BOD濃度にほぼ近い83.0 mg/Lであるのに対し、バルーナ川は上流で8.4 mg/L、下流で6.8 mg/Lとなっている。これはアッシー排水路の流域に市街地を含み、バルーナ川の流域の大部分が農村部を含むことに起因する。



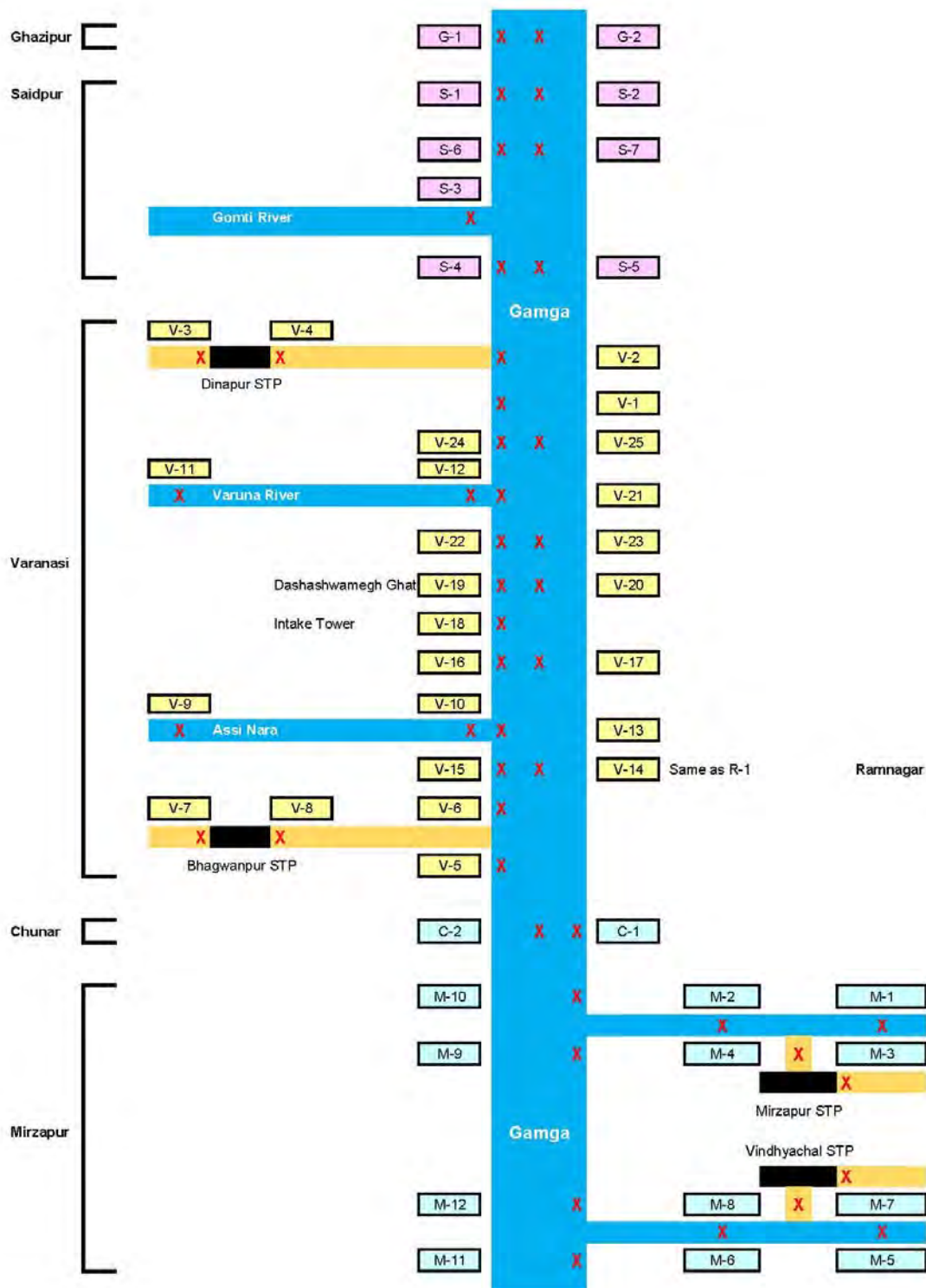


図 6.1 ガンジス川水質調査採水地点

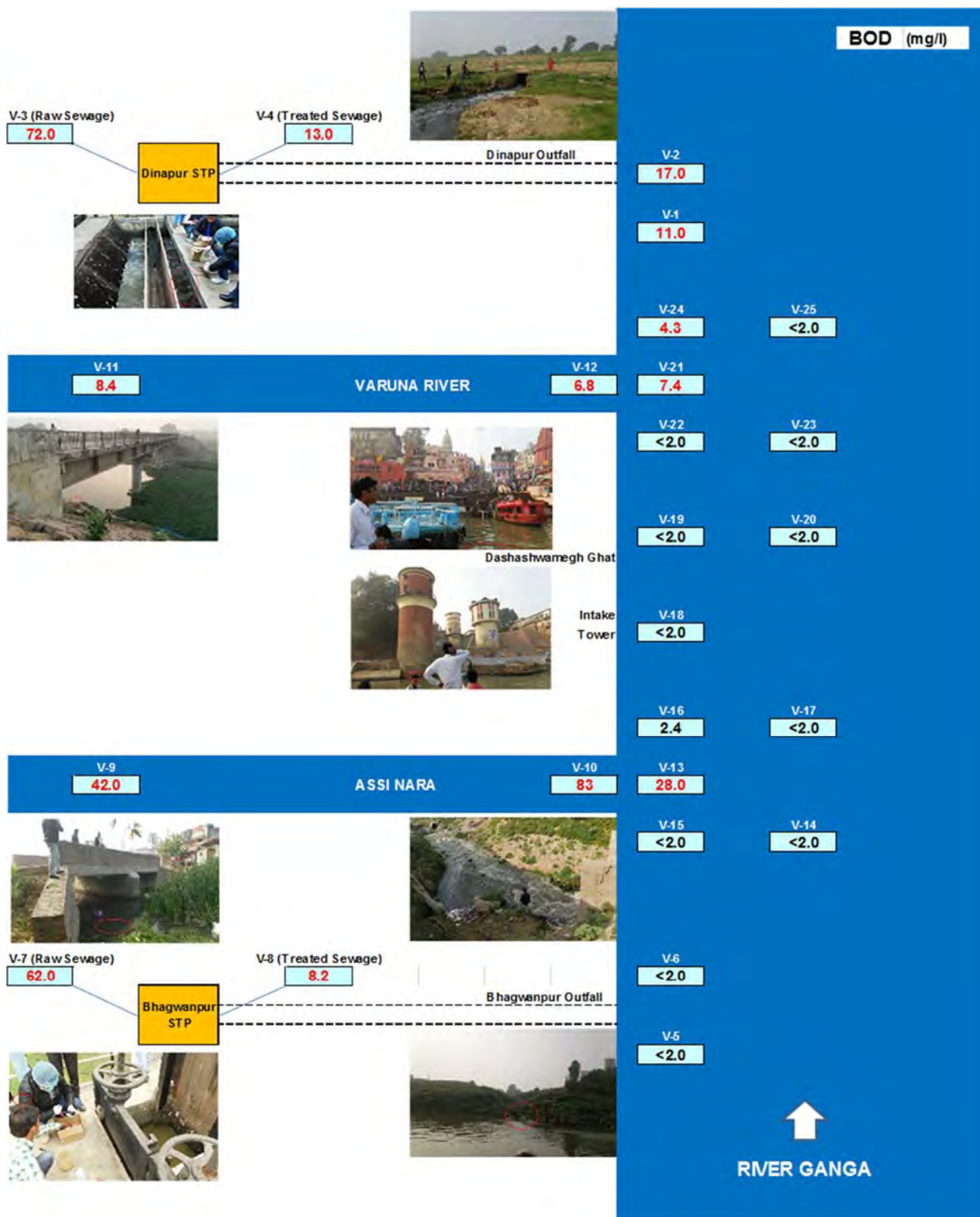


図 6.2 第 1 回ガンジス川 BOD 水質試験結果 (2015 年 12 月 8~9 日)

## (2) 第2回採水 (2016年3月26~28日)

## 1) DO 濃度

ガンジス川の最低 DO 濃度は 6.2 mg/L で、全採水地点で目標水質の DO 5.0 mg/L 以上を達成している。

下水処理場の流入水 DO 濃度は 1.0 mg/L であるのに対し、流出水はディナプール 4.2 mg/L、バグワンプール 5.7 mg/L、ミルザプル 1.8 mg/L、ビンディヤチャル 1.8 mg/L となっている。この違いは、ディナプール、バグワンプール処理場が処理プロセスにエアレーション有しているのに対し、ミルザプルとビンディヤチャル処理場にはエアレーションがないことによる。

## 2) BOD 濃度 (図 6.3)

ガンジス川の BOD 最大濃度は 2.4 mg/L で、基準の 3 mg/L 以下に対しすべての採水地点で 2 mg/L 未満となっている。

処理場流入水 BOD 濃度は、ビンディヤチャルの 240.0 mg/L を除くと、ディナプールで 84.0 mg/L、バグワンプールで 37.0 mg/L、ミルザプルで 58.0 mg/L と低い。

## (3) 第3回採水 (2016年7月18~20日)

増水した河川での採水が原因で、水質検査結果に異常値が見られたため、結果を省略する。

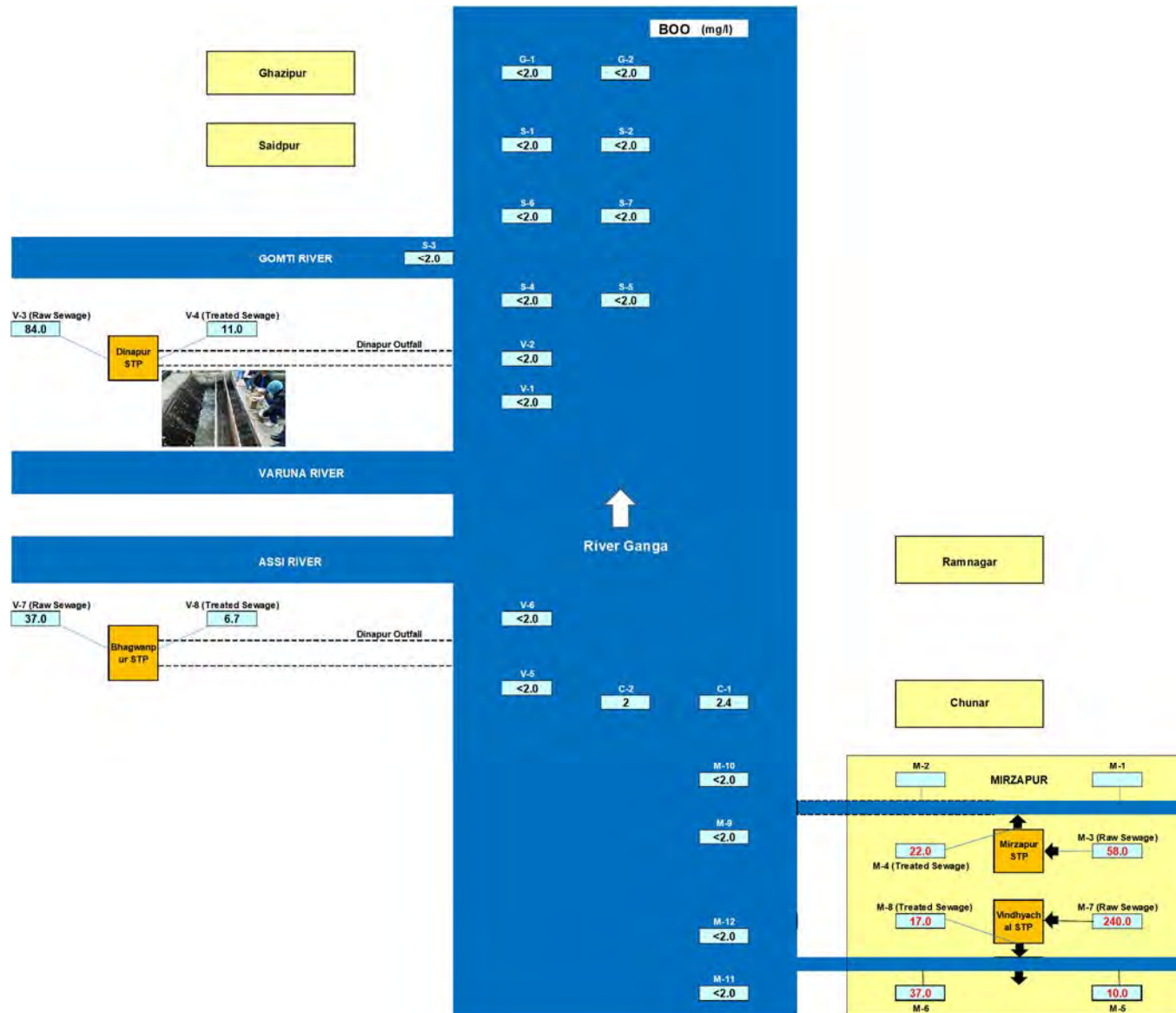


図 6.3 第 2 回ガンジス川 BOD 水質試験結果 (2016 年 3 月 26~28 日)

## 6.2 下水道未整備に起因するバラナシの保健衛生の問題

### (1) 調査の概要

バラナシ市の世帯のプロフィール、公衆衛生、社会状態、公衆衛生に係る様々な活動についての意識、生活改善に係る公共奉仕活動/その他の情報を把握するためにアンケート調査を実施した。

本調査のサンプル数は低・中・高所得者各 50 世帯、計 150 世帯とした。

- 低所得者：適切なインフラが整備されていない地域に居住し、公衆トイレ使用、収入源不安定
- 中所得者：非スラム地域に居住し、確実な収入源あり、最低でも二輪車 1 台所有
- 高所得者：持ち家があり、少なくとも四輪車 1 台所有

各階層無作為抽出法により調査を行う。バラナシの 5 つの地域がそれぞれの各所得階層を代表するものとする。

### (2) 基本的プロフィールと衛生状態

#### a) 各回答者の基本的プロフィール

- 回答者の 84.0%は男性、16.0%は女性。
- 回答者の職業は、自営業 49.3%、政府関係 19.3%、日雇い 16.0%、民間セクター 2.0% である。自営業は高所得者層に、日雇いは低所得者にのみ見られ、政府関係は全所得者層に存在する。
- 平均家族構成は 8.4 人で、内訳は男性 3.0 人、女性 2.7 人、子供 2.7 人である。高所得者と低所得者間の平均家族構成の格差は約 2.5 人である。
- 回答者の教育レベルは、大卒 30.0%、専門学校 16.7%、読み書き 16.7%、大学院 13.3%、5 年級 12.7% である。
- 回答者の宗教は、ヒンズー教 82.0%、イスラム教 18.0% である。多くのムスリムは高所得者層に属する。
- 地域の在住年数は平均で 29.6 年である。所得が高いほど同じ場所での在住年数が長い。
- 回答者の平均所得は、平均で Rs.24,340.0 である。所得については、富裕者層は貧困者層の 5 倍、中位の 2 倍の格差がある。
- 回答者の平均支出は各所得者層とも食費が最も高く、貯蓄を別にするとすべての所得者層で教育費が二番目の支出となっている。支出について、低所得者は医療費が三番に、中所得者は、調理油・電力・車両燃料費が、高所得者は車両燃料費・衣料・電力が三番となっている。
- 家庭の主たる情報源は、すべての所得層で TV が 95.3%、新聞／雑誌 67.3%、隣人／友人 60.7% となっている。インターネットは高所得者にのみ重要な情報源となっ

ており、52.0%の人が情報源として使っている。

- 回答者の生活上の優先施設整備順位は、水道・教育・下水道・医療施設・公衆・コミュニティトイレ、ごみ処理施設という順であった。
- 上記に関連して、各項目の改善を行うための主体は誰であるかを訊いたところ、州政府 58.7%、自治体 48.0%、地域指導者 28.7%、自身を含むコミュニティ 17.3%、各家庭 9.3%、NGOs 2.7%、中央政府 0.7%であった。

b) 病気

- 家族で過去1年間での病気の罹患の有無は、“Yes”が54.7%、“No”が45.3%であった。低所得者層の罹患率は80.0%、中・高所得者はともに42.0%と同率であった。
- 罹患した病名は、パラチフス 34.2%、マラリア 28.1%、コレラ 8.5%、チフス 8.5%、デング熱 8.5%、インフルエンザ 3.7%であった。

c) 水道

- 水道に関しては、71.3%が何らかの手段で水道を利用していると回答し、所得階層別では、低所得者 52.0%、中所得者 88.0%、高所得者 74.0%となっている。
- 使用水道料金が Rs.1,500 (30.8%)、Rs.800 (22.4%)、Rs.2,000 (16.8%)、Rs.1,000 (10.3%)、Rs.2,500 (8.4%)、Rs.2,500 以上 (7.5%) となっている。低所得者は全員 Rs.2,600 以下で、収入が高いほど支払い金額は大きい
- 水道利用者の評価は、満足 (39.1%)、やや満足 (29.1%)、普通 (17.3%)、やや不満足 (6.4%)、大変不満足 (9.1%) であった。
- 水道利用における問題は、水が濁っている (30.3%)、悪臭またはおいしくない (24.7%)、水量不足 (13.3%)、水圧不足 (4.7%)、頻繁な断水 (2.7%)、高料金 (1.3%) となっている
- 上記の問題が解決されたときの平均支払意志額は月額 Rs.59.3 で、低・中所得者は Rs.45.0、高所得者は Rs.86.5 であった。

d) トイレ

- 家屋内トイレの保有については、保有している (84.7%) と答え、中・高所得者は 100.0%、低所得者は僅か 54.0%であった。
- し尿処理については、下水道 88.2%、腐敗槽 7.9%、排水溝・排水渠または河川 (未処理) 1.6%としている。
- 下水道に接続していると答えた人に竪穴トイレを評価してもらうと、大変満足 88.2%、やや満足 7.8%、普通 2.4%、やや不満足 1.6%、であった。
- 腐敗槽使用者に清掃回数を訊くと、年 1 回 70.0%、1 年以内に 1 回 20.0%、年 2 回 10.0%であった。

- 腐敗槽の清掃者は、民間業者 60.0%、自治体 30.0%、CBOs/NGOs 10.0%であった。
- 下水道接続に不満足な理由は、パイプの閉塞 34.7%、下水の越流 29.3%、悪臭 20.7%、問題解決が遅い 20.7%であった。
- 現在の下水道接続に不満足と答えた人に、すべての問題が解決された場合、下水道接続に対する支払意志額は Rs.56.8 となった。
- 下水道未接続者に下水道への接続の移意向は、腐敗槽でいい 75.0%、CTCs を使うのに慣れている 25.0%となった。
- 下水道未接続で将来接続したい人の下水道接続の支払い意志額は平均は Rs.660.0 であった。また、使用料金の支払い意志額は Rs.59.2 であった。

#### e) 公衆トイレ利用

- 1 回当たり公衆トイレ使用料金支払い意志額は Rs.4.2 で、低所得者 (Rs.5.0) が中所得者 (Rs.4.4)、高所得者 (Rs.3.9) より高い。
- 現在の公衆・コミュニティトイレの評価は、やや満足 32.0%、満足 23.3%、普通 14.0%、やや不満足または不満足各 5.3%となった。
- 公衆トイレが不満足と答えた人の理由は、汚い 64.4%、下水があふれている 42.6%、混んでいる 8.7%、トイレまで遠い 7.0%、料金が高い 4.4%、無料にすべき 1.7%、施設として適切さに欠ける 1.7%であった。
- 1 回当たり公衆トイレ使用料金支払い意志額を聞くと、平均で、Rs.6.2、低所得者 Rs.0、中所得者 Rs.5.9、高所得者 Rs.6.5 であった。
- 現在の公衆／コミュニティトイレの改善点は、もっとトイレが必要 87.3%、清潔にする 56.7%、料金システムの見直し (例えば、家族パスまたは月額パス) 14.7%、シャワーの設置 7.3%、洗濯場の設置 3.3%であった。

#### 3) 公共奉仕活動

- 衛生プログラムに係る何らかのコミュニティベースの活動の有無について、84.0%が活動を知っている、16.0%が知らないとなった。所得が高いほど、活動についてよく知っている傾向である。
- どのような種類の公衆保健活動があるかは、ごみ収集・清掃活動 83.3%、水道の運営 22.7%、公衆トイレの運営 (清掃) 14.7%、環境意識啓発キャンペーン 11.3%、保健／衛生教育／研修プログラム 8.7%、衛生問題に係るコミュニティ・ミーティング 3.3%を知っているとなった。
- 前述のコミュニティベースの活動についての意見は、参加または貢献したことがあるかは、参加した 31.0%、参加しなかった 66.7%であった。参加した活動は、ごみ収集・清掃 79.5%、環境意識啓発キャンペーン 28.2%、水道の運営 25.6%、保健／衛生教育／研修プログラム 23.1%、衛生問題に関するコミュニティ・ミーティング

グ 15.4%、公衆トイレの運営（清掃） 12.8%であった。

- コミュニティの清掃・衛生問題に係る教育／研修プログラムといったコミュニティベースの活動についての意見は、大いに必要 95.3%、やや必要 4.7%であった。すべての回答者がこれらのコミュニティベースの衛生改善活動が必要と考えている。
- 機会があればコミュニティベースの衛生改善活動に参加について、喜んで参加 94.0%、参加に興味がない 6.0%という結果であった。参加したい活動は、衛生問題に係る教育／研修プログラム 52.7%、住民意識向上キャンペーン 50.7%、コミュニティ清掃活動 27.3%、公衆／コミュニティトイレの運営（清掃） 4.7%、衛生問題に係るコミュニティ・ミーティング 2.7%であった。
- 水またはごみに関する保健／衛生上の影響などの環境・衛生問題を教えるまたは情報提供について、肯定的な回答が 75.5%、消極的・否定的な回答が 24.7%であった。
- 公衆衛生に知識を有する回答者に、どのような手段で知識を得たかは、隣人 49.0%、TV 番組 39.3%、新聞・雑誌 27.3%、市の協力 14.7%、パンフレット・小冊子・ポスター 6.7%、インターネット 5.3%、NGO/CBO 4.7%、学校 2.7%、ラジオ番組 2.0%、中央／州政府 0.7%であった。

b) 市が提供するサービス

- 市が提供する様々なサービスについては、全員が知っているとの回答であった。
- 提供サービスの内容に関しては、ごみ処理 96.7%、水道 94.0%、公衆トイレ 70.0%、税徴収 68.7%、保健／保健教育／研修プログラム 11.3%、環境意識啓発キャンペーン 7.3%、衛生問題に係るコミュニティ・ミーティング 3.3%であった。
- 市のサービスについて知っている人に、税金を払っているかどうか、また、その支払額については、税金以外に水道税で平均 Rs.1,416.8、下水道税で平均 Rs.1,213.4 であった。

(3) プロジェクト対象地域の公衆衛生及び奉仕活動に対する助言

バラナシ、ミルザプル、ガジプルにおける公衆トイレ及び関連施設の概略設計について述べる。

1) 衛生施設の現状

a) バラナシ

公衆トイレは、鉄道駅・バス乗り場といった公共の場所に置かれたトイレを指し、コミュニティトイレは、主に地域住民の利益のために低所得者が住む住居地区に置かれたものを指す。

市は 12 ヶ所の公衆トイレと 96 ヶ所のコミュニティトイレを設置している。（屋外排泄



率 15%)。さらに 205 ヶ所のトイレが GAP で設置される。

トイレは現在、民間の Sulabh International Social Service (SISS) Organization が維持管理を行っている。いくつかの公衆トイレではメンテナンスのため、トイレ前に料金徴収人がいて使用料を徴収している。

b) ミルザプル

公衆トイレは 10 ヶ所あり、人口及び世帯規模からバラナシの 1/4 程度の設置数となる。よって、公衆及びコミュニティトイレが不足しているといえる（屋外排泄率 17%）。

c) ガジプル

公衆トイレは 26 ヶ所ある。しかし、屋外排泄率は 33% と高く、何らかの対策を取るべきである。

2) 公衆トイレの設置場所

公衆／コミュニティトイレの建設が現在、円借款事業で進行中である。設置位置については、バラナシ、ミルザプル、ガジプル各市の職員と以下の要件について協議する必要がある。

- コミュニティトイレの設置は低所得者層居住区に焦点を当てる。
- 公衆・コミュニティトイレがない地区を優先とする
- アンケート調査から得られた住民の意向が設置場所選定に反映されるべきである。
- バラナシ、ミルザプル、ガジプルの各都市が公衆／コミュニティトイレを計画している地域は除外する。

3) 提案プロジェクト

バラナシ、ミルザプル、ガジプルの各都市における新設の必要公衆トイレ施設数及び建て直しが必要なトイレ施設数を以下に示す。

a) バラナシ

バラナシには現在、公衆／コミュニティトイレは 313 ヶ所あり、使用者が少なくとも 300 人／日であり、およそ 90,000 人の人々が利用している。この人数は、自宅にトイレを持たない人数をやや上回っている。しかし、トイレ設置場所は集中しており、遠隔地や新たに認定された不法占拠地区では、公衆／コミュニティトイレはまだ必要性としている。加えて、老朽化による建て直しが必要なトイレ施設は 50 ヶ所ある。

b) ミルザプル

ミルザプルには、公衆トイレは現在 10 箇所しかない。住民の 22.2% が自宅にトイレを持っていないことから、公衆トイレの利用者は 75,000 人と推察される。よって、250 ヶ所（ $=75,000 \text{ 人} \div 300 \text{ 人} / \text{箇所} / \text{日}$ ）のトイレが必要である。加えて、老朽化による建て直しが必要な公衆トイレは 10 ヶ所ある。

c) ガジプル

ガジプルには公衆トイレは現在 26 ヶ所あり、住民の 19.4% が自宅にトイレを持っていないことから、公衆トイレの利用者は約 30,000 人と推測される。よって、約 100 ヶ所（ $=$

30,000 人÷300 人／箇所／日) のトイレが必要である。加えて、老朽化による建て直しが必要な公衆トイレが 20 ケ所ある。

3 都市における公衆／コミュニティトイレの設置数と建設費は表 6.1 のようになる。

**表 6.1 公衆・コミュニティトイレ設置数及び建設費**

	新設 (ヶ所)	建て直し (ヶ所)	設置費 (Rs.1000)
バラナシ	30	50	134,932
ミルザプル	125	10	359,350
ガジプル	50	20	117,353
合計	205	80	611,635

## 第7章 発生及び処理下水量の予測

### 7.1 計画下水量

計画人口は、過去のセンサス人口に基づいて、CPHEEO マニュアルに定める 8 種類の予測式を用いて予測した。得られた人口予測値より、妥当と考えられる値を採用した。計画人口の増加率は 1~3%である。

計画下水量は次式で与えられる。

$$Q = [P \times (a / 1000) \times b \times (1 + c)] / 1000$$

ここで

Q : 計画下水量 (MLD)

P : 計画人口 (人)

a : 計画一人 1 日給水量 (lpcd) (表 7.1 参照)

b : 水道水から下水への転換率 (= 0.8)

c : 不明水率 (バラナシ : 0.15~0.25、その他の都市 : 0.10)

**表 7.1 計画一人 1 日給水量**

タウン／都市の分類	一人 1 日給水量 (L/人/日)
水道整備済み＋下水道未整備のタウン	70
水道整備済み＋下水道整備済み／計画中のタウン	135
水道整備済み＋下水道整備済み・計画中の大都市及び人口百万人都市	150

対象都市の計画人口及び計画 1 日平均・最大下水量を表 7.2 に示す

表 7.2 対象都市の計画人口及び計画 1 日平均・最大下水量

City	Year	Projected Population		Water Supply Unit [lpcd]	Conversion Factor	Infiltration Water Factor	Peak Factor	Average Sewage Flow [MLD]	Maximum Sewage Flow [MLD]
		Projected	Say (Round Up)						
		-	A*****						
Varanasi	2020	1,729,882							
	2035	2,361,749							
	2050	3,224,416							
(District I)*	2020	479,318	480,000	150	0.8	0.25	2.00	72	144
	2035	557,700	558,000	150	0.8	0.20	2.00	80	160
	2050	653,275	654,000	150	0.8	0.15	2.00	90	180
(District II)*,**,***	2020	961,702	962,000	150	0.8	0.25	2.00	144	288
	2035	1,447,629	1,448,000	150	0.8	0.20	2.00	209	418
	2050	2,149,720	2,150,000	150	0.8	0.15	2.00	297	594
(District III)*, **	2020	182,613	183,000	150	0.8	0.25	2.00	27	54
	2035	286,273	287,000	150	0.8	0.20	2.00	41	82
	2050	379,646	380,000	150	0.8	0.15	2.00	52	104
(District IV)*, **	2020	207,891	208,000	150	0.8	0.25	2.00	31	62
	2035	362,736	363,000	150	0.8	0.20	2.00	52	104
	2050	417,837	418,000	150	0.8	0.15	2.00	58	116
Mirzapur	2020	268,333							
	2030	301,667							
	2035	321,950							
	2050	394,557							
(Mirzapur Zone)**	2020	251,262	252,000	135	0.8	0.10	2.25	30	68
	2030	268,710	269,000	135	0.8	0.10	2.25	32	72
	2035	287,863	288,000	135	0.8	0.10	2.25	34	77
	2050	347,938	348,000	135	0.8	0.10	2.25	41	92
(Vindhyachal Zone)**	2020	35,025	36,000	135	0.8	0.10	2.50	4.3	11
	2030	53,823	54,000	135	0.8	0.10	2.50	6.4	16
	2035	58,823	59,000	135	0.8	0.10	2.50	7.0	18
	2050	75,686	76,000	135	0.8	0.10	2.50	9.0	23
Ghazipur	2015	128,768	129,000	135	0.8	0.10	2.25	15	34
	2030	162,511	163,000	135	0.8	0.10	2.25	19	43
	2045	205,094	206,000	135	0.8	0.10	2.25	24	54
Ramnagar	2020	59,845	60,000	135	0.8	0.10	2.25	7.1	16
	2030	72,049	73,000	135	0.8	0.10	2.25	8.7	20
	2035	81,021	82,000	135	0.8	0.10	2.25	9.7	22
	2040	88,176	89,000	135	0.8	0.10	2.25	10.6	24
	2050	109,692	110,000	135	0.8	0.10	2.25	13.1	29
Chunar	2020	48,000	48,000	135	0.8	0.10	2.50	5.7	14
	2030	55,000	55,000	135	0.8	0.10	2.50	6.5	16
	2035	63,000	63,000	135	0.8	0.10	2.50	7.5	19
	2050	80,000	80,000	135	0.8	0.10	2.50	9.5	24
Saidpur									

\*STP capacity in Varanasi is determined separately.

\*\*Including Future Service Area (FSA).

\*\*\*Including Non Sewerage Area (NSA).

\*\*\*\*Adopted for STP Calculation except for STPs in Varanasi.

\*\*\*\*\*Original settings in this report.

7.2 対象都市の下水処理場計画下水量

対象都市の下水処理場計画下水量を表 7.3 に示す。

表 7.3 対象都市の下水処理場計画下水量

City	STP	Existing STP (Capacity[MLD])	Year	Average Sewage Flow [MLD]	Comprehensive		Interception Diversion	
					Sewage Flow at DPR [MLD]	Planned STP Capacity at DPR [MLD]	Sewage Flow at DPR [MLD]	Planned STP Capacity at DPR [MLD]
				Q1*				
Varanasi	Dinapur	O (80)	2025	-	-	140		
	Bhagwanpur	O (8)	2025	-	-	9.8		
	Ramna		2035	-	-	50		
Mirzapur	Mirzapur	O (14)	2020	30	30	-	30	-
			2030	32	32	32	32	32
			2035	34	34	-	34	-
			2050	41	41	-	41	-
	Vindhyachal	O (4)	2020	4.3	4	-	4	-
			2030	6.4	6	6	6	6
			2035	7.0	7	-	7	-
			2050	9.0	9	-	9	-
Ghazipur	Ghazipur		2015	15	15.44	15		
			2025	-	17.88	18		
			2030	19	19.60	18		
			2045	24	24.36	18		
Ramnagar	Ramnagar		2020	7.1	7.6	-	7.11	-
			2030	8.7	-	-	-	-
			2035	9.7	10.36	-	10.00	10
			2040	10.6	-	-	-	-
			2050	13.1	14.06	13to14	13.00	-
Chunar	Chunar		2020	5.7	5.68	-	5.68	-
			2030	6.5	6.51	6.5	6.51	6.5
			2035	7.5	7.46	-	7.46	-
			2050	9.5	9.48	-	9.48	-
Saidpur	Saidpur							

\*Original settings in this report.

## 第8章 ガンジス川浄化事業の工事範囲

各プロジェクト実施報告書（Detailed Project Report: DPR）の計画概要を以下に示す。

### 8.1 バラナシ

#### (1) DPR for District I

##### a) 下水管網

下水管(開削)Φ200~800mm	217,772 m
下水管(小口径推進)Φ200~800mm	1,876 m
下水管(合計)	219,648 m
マンホール Φ900~1,200mm	10,925 個
戸別接続管(移動)	38,288 本
戸別接続管(新設)	4,902 本
戸別接続枳(新設)	4,902 個
既設下水管土砂除去 Φ400~600mm	483 m
既設マンホール修理等	88 個
既設下水管撤去 Φ300~600mm	1,459 m

##### b) ポンプ場

中継ポンプ場	なし
主ポンプ場	なし

#### (2) DPR for District II

##### a) 下水管網

下水管(開削)Φ200~900mm	272,096 m
下水管(小口径推進)Φ200~900mm	3,911 m
下水管(合計)	276,007 m
マンホール Φ900~1,200mm	13,128 個
戸別接続管(移動)	79,836 本
戸別接続管(新設)	34,216 本
戸別接続枳(新設)	17,108 個
既設下水管土砂除去 Φ450~900mm	710 m
既設マンホール修理等	24 個
既設下水管撤去 Φ250~600mm	8,681 m

##### b) ポンプ場

中継ポンプ場	なし
--------	----

主ポンプ場	なし
(3) DPR for District III, Varanasi	
a) 下水管網	
下水管(開削)Φ200~800mm	119,535 m
下水管(小口径推進)Φ450~700mm	807 m
下水管(合計) Φ200~800mm	120,342 m
マンホール Φ900~1,200mm	5,308 個
戸別接続管(新設)	5,987 本
既設下水管土砂除去 Φ225~300mm	22,700 m
既設マンホール修理等	500 個
既設下水管撤去 Φ150~200mm	20,000 m
b) ポンプ場	
中継ポンプ場	1ヶ所
	100 m <sup>3</sup> /hr x 15 mH x 10 HP x 6 units(2 units 予備)
主ポンプ場	なし
(4) DPR for Dinapur & Bhagwabpur STP の更新・高度化	
ディナプール STP	
処理能力	80 MLD
汚水処理方式	既存の散水ろ床を廃し、MBBR 新設
塩素滅菌	新方式
汚泥処理方式	汚泥濃縮タンクー汚泥消化タンクー 汚泥乾燥床／遠心分離 (新設)
バグワンプルール STP	
処理能力	既設 8 MLD の更新 既設 1,8 MLD は対象外
汚水処理方式	循環式硝化脱窒プロセス
塩素滅菌	新方式
汚泥処理方式	汚泥濃縮タンクー汚泥消化タンクー汚泥乾燥床
(5) DPR for Ramana STP の新設	
処理能力	50 MLD
汚水処理方式	循環式硝化脱窒プロセス
塩素滅菌	新方式

汚泥処理方式	汚泥濃縮タンクー汚泥消化タンクー汚泥乾燥床
--------	-----------------------

## 8.2 ラムナガール

### (1) 下水管網 (ID&T)

下水管(開削)Φ200~900mm	380 m
圧送管 Φ400mm	2,700 m
下水管(合計)	3,080 m
マンホール Φ900~1,200mm	10 個
遮集施設	4 ヶ所

### (2) ポンプ場 (ID&T)

主ポンプ場	1 ヶ所
ピーク時 :	7.84 m <sup>3</sup> /min x 55 mH x 180 HP x 3 units(1 unit 予備)
非ピーク時 :	3.94 m <sup>3</sup> /min x 55 mH x 100 HP x 2 units(1 unit 予備)

### (3) 下水処理場

処理能力	13 MLD
汚水処理方式	無酸素槽付き長時間エアレーション法
塩素滅菌	新方式
汚泥処理方式	汚泥濃縮タンクー機械脱水

## 8.3 ミルザプル

### (1) 下水管網 (ID&T)

下水管(開削)Φ200~900mm	8,835 m
圧送管 Φ200~700mm	7,000 m
下水管(合計)	211205 m
マンホール Φ900~1,200mm	344 個
遮集施設	17 ヶ所 (新設) 9 ヶ所 (改良)

### (2) ポンプ場 (Comprehensive)

中継ポンプ場 (更新)	3 ヶ所
	3.0 m <sup>3</sup> /hr x 20 mH x 25 HP x 5 units
	3.0 m <sup>3</sup> /hr x 20 mH x 25 HP x 5 units
	0.9 m <sup>3</sup> /hr x 20 mH x 7.5 HP x 5 units



主ポンプ場（新設） 1ヶ所  
ピーク時： 12.0 m<sup>3</sup>/hr x 22 mH x 100 HP x 5 units

## (3) 下水処理場

## ミルザプル STP

処理能力 80 MLD  
汚水処理方式 既存の散水ろ床を廃し、MBBR 新設  
塩素滅菌 新方式  
汚泥処理方式 汚泥濃縮タンクー汚泥消化タンクー  
汚泥乾燥床／遠心分離（新設）

## Vindhyachal STP

処理能力 80 MLD  
汚水処理方式 既存の散水ろ床を廃し、MBBR 新設  
塩素滅菌 新方式  
汚泥処理方式 汚泥濃縮タンクー汚泥消化タンクー  
汚泥乾燥床／遠心分離（新設）

## 8.4 チュナール

## (1) 下水管網 (ID&amp;T)

下水管(開削)Φ250~700mm 4,308 m  
圧送管 Φ200~350mm 2,160 m  
処理水再利用管 Φ350mm 3,695 m  
下水管(合計) 10,163 m  
マンホール Φ900~1,200mm 149 個  
遮集施設 16ヶ所  
腐敗槽浸透 4ヶ所

## (2) ポンプ場 (ID&amp;T)

中継ポンプ場 1ヶ所  
ピーク時： 105 m<sup>3</sup>/min x 23 mH x 3 units(1 unit 予備)  
非ピーク時： 45 m<sup>3</sup>/min x 19 mH x 2 units(1 unit 予備)

主ポンプ場 1ヶ所  
ピーク時： 180 m<sup>3</sup>/min x 10 mH x 20 HP x 6 units(2 unit 予備)

## (3) 下水処理場

処理能力 80 MLD

汚水処理方式	既存の散水ろ床を廃し、MBBR 新設
塩素滅菌	新方式
汚泥処理方式	汚泥濃縮タンクー汚泥消化タンクー 汚泥乾燥床／遠心分離（新設）

## 8.5 ガジプル

### (1) 下水管網 (Comprehensive)

下水管(開削)Φ150~1,100mm	80,510 m
圧送管 Φ200~700mm	1,715 m
下水管(合計)	82,225 m
マンホール Φ900~1,200mm	1,721 個
戸別接続管(新設)	3,900 本

### (2) ポンプ場 (ID&T)

中継ポンプ場 (更新)	2 ヶ所
ピーク時 :	255 m <sup>3</sup> /hr x 20 mH x 3 units(1 unit 予備)
非ピーク時 :	155 m <sup>3</sup> /hr x 16 mH x 2 units(1 unit 予備)
ピーク時 :	110 m <sup>3</sup> /hr x 10 mH x 3 units(1 unit 予備)
非ピーク時 :	55 m <sup>3</sup> /hr x 9 mH x 2 units(1 unit 予備)
中継ポンプ場 (新設)	3 ヶ所
ピーク時 :	460 m <sup>3</sup> /hr x 13 mH x 6 units(2 units 予備)
ピーク時 :	260 m <sup>3</sup> /hr x 20 mH x 3 units(1 unit 予備)
非ピーク時 :	140 m <sup>3</sup> /hr x 15 mH x 2 units(1 unit 予備)
ピーク時 :	100 m <sup>3</sup> /hr x 12 mH x 3 units(1 unit 予備)
非ピーク時 :	50 m <sup>3</sup> /hr x 12 mH x 2 units(1 unit 予備)
主ポンプ場 (更新)	2 ヶ所
ピーク時 :	765 m <sup>3</sup> /hr x 13 mH x 6 units(2 units 予備)
非ピーク時 :	410 m <sup>3</sup> /hr x 12 mH x 2 units(1 unit 予備)
ピーク時 :	175 m <sup>3</sup> /hr x 11 mH x 6 units(2 units 予備)
非ピーク時 :	140 m <sup>3</sup> /hr x 15 mH x 2 units(1 unit 予備)

主ポンプ場（新設） 1ヶ所  
ピーク時： 460 m<sup>3</sup>/hr x 11 mH x 33 HP x 6 units(2 units 予備)

(3) 下水処理場

処理能力	80 MLD
汚水処理方式	既存の散水ろ床を廃し、MBBR 新設
塩素滅菌	新方式
汚泥処理方式	汚泥濃縮タンクー汚泥消化タンクー 汚泥乾燥床／遠心分離（新設）

## 第9章 下水道施設の予備設計

### 9.1 既存 DPR の検証

既存 DPR の検証と設計変更を以下の方法で実施した。

#### (1) 既存 DPR の下水道計画の検証

既存 DPR の下水道計画については、以下の項目を確認した。

- 1) 設計方法の解説及び計画年度を含む下水管網の設計基準
- 2) 下水道計画図より（河川横断を含む）下水道計画区域
- 3) 下水排除方式、（合流式／分流式及び下水道整備（Comprehensive）／暫定の下水道整備（Interception & Diversion: I&D）
- 4) 既存排水路の位置と形状、及び I&D の場合遮集地点。
- 5) 下水道整備区域及び建設中／計画中の下水道計画区域
- 6) 下水処理場（STP）と処理能力
- 7) ディストリクト及び区／コロニー別計画人口
- 8) I&D の場合、人口の配分と区／コロニーの境界と排水路の位置を比較して計画年度に遮集される排水路別流量
- 9) 計画遮集施設による既存排水路からの遮集方法
- 10) 下水道計画図より、計画区域内の地盤高、中継ポンプ場の位置、圧送管の区間
- 11) 地盤高と区域面積により幹線または遮集管に接続が難しい区域、及び計画腐敗槽処理区域
- 12) 幹線の計画区間、道路掘削工事時の幅員と当該区域の交通状態
- 13) 下水管敷設における非開削工法計画区間（位置と延長）とその理由（河川横断／鉄道横断／混雑道路）

上記の観点より確認された計画方法は、インドの基準（CPHEEO マニュアル、NMCG 標準）に適合し、日本及びその他の国で一般に採用されているものである。したがって、下水道計画そのものは全般に変更を必要とするものではない

しかし、上記 2) と 5) に照らして、バラナシの District-III では問題があり、調査団は以下の変更を提案した。

- 多くの下水管が Assi 排水路を横断しており、非開削工法の提案が無いことから、建設時に問題となる恐れがある。開削区間は埋設深が深くなる問題があり、既存の下水幹線（アッシー遮集管）との接続が困難となる。また、下水管渠伏せ越しは維持管理が煩雑となる。調査団は下水管の横断深さが深くない Assi 排水路上流部を除いて、河川横断がないように下水道計画を見直した。

- アッシー二次遮集管はガンジス川沿いの下水管が崩落しているために GAP-II で内陸ルートに変更されているが、設計では考慮されていない。したがって、提案された下水道計画を変更されたアッシー二次遮集管に合わせて変更した。

加えて、上記 11)に照らして、込み入った District-I には腐敗槽を設置する十分なスペースがなく、NMCG は腐敗槽の使用を許していない。したがって UPJN と協議して、District-III に近い小区域は腐敗槽を設置するより、District-III の下水管に接続することとした。この変更による流量変動は小さく、STP の処理能力に余裕があるため、STP の処理能力を変更する必要はない。

当該道路の交通混雑状態に関する 12)に関連して、District- II は下水幹線の敷設に問題があった。UPJN と協議し、現場検証の上、交通量が多い連続区間は非開削工法による敷設を提案した。

チュナールでの遮集方式もまた一部腐敗槽を含んでおり、腐敗槽を廃止するため、下水道計画を変更した。

## (2) 下水管の計画流量と流下能力の検証

### 1) インドの設計基準の検証

インドの設計方法に関しては、MoUD、CPHEEO、JICA 連携により改訂更新された「下水道と下水処理システムマニュアル Part A エンジニアリング第三版」の「第 3 章 下水管の設計と建設」を検証した。設計コンセプトは全般に受け入れられるもので本プロジェクトでも採用した。

### 2) 設計基準と比較しての DPRs 設計パラメータの検証

既存 DPR 本文の下水管の設計パラメータと流量計算表を上述の既存設計基準と比較して検証した。検証したパラメータの例を以下に示す。

- 生活排水量
- 地下水浸入量
- 管材と管材別のマンシングの粗度係数
- 勾配、最小・最大流速
- 下水管の埋設深さ
- 下水管の最小土被り
- マンホールサイズと間隔

DPR のパラメータは全般に基準に準拠しており問題ない。

## (3) DPR の下水管能力の検証

DPR の流量計算表で提案されている下水管能力について上記設計パラメータを使って検証した。下水管の計画管底高と管頂高をバラナシとミルザプルの既設及び工事中の下水管

の管底高／管頂高を確認した。

調査団は、流量計算表の設定及び計算結果に誤りにないことを確認した。

## 9.2 設計コンセプト

**表 9.1** に各都市ユナール、ラムナガの設計方針を示す。バラナシ市は人口が百万人を超える最大都市で、下水道を整備する (I&D ではない)。ミルザプルとガジプルは 2011 年センサス人口が 10 万人を超えており、緊急対策として NMCG が実施する I&D (暫定下水道) 及び MoUD が実施する下水管網整備とする。チール、サイドプルは (2011 年センサス人口) が 10 万人未満で、I&D 方式で整備する。しかし、ガンジス川沿い近くに遮集管を敷設できるルートがなく、既存排水路から下水を遮集することは困難である。また、多くの排水路は乾季には下水だけでなく多くの地下水が浸入しており、UPJN はガジプルの I&D による DPR 作成でこの問題に直面しており、作成開始が遅れている。

**表 9.1 MoUD ルールに沿った対象都市の整備方針**

City	Varanasi	Mirzapur	Ghazipur	Ramnagar	Chunar	Saidpur
District	Varanasi	Mirzapur	Ghazipur	Varanasi	Mirzapur	Ghazipur
Population (persons) (Census2011)	1,435,113	234,170	121,020	49,087	37,227	24,338
Scale of City (persons)	More than 1 million	More than 1 lakh	More than 1 lakh	Less than 1 lakh	Less than 1 lakh	Less than 1 lakh
Development Method	Comp.	ID&T Sewer	(ID&T) Sewer	ID&T	ID&T	ID&T

Source: JICA Survey Team

以下、対象都市の下水道施設の概要を示す。

## 9.3 バラナシ

### (1) 下水管網

DPR	District-I	District-II	District-III	計
下水管	219,648m	276,007m	120,342m	615,997m
開 削	217,772m	272,096m	119,535m	609,403m
非開削	1,876m	3,911m	807m	6,594m
マンホール	10,925 個	13,128 個	5,308 個	29,361 個
既設柵移動	38,288 個	79,836 個	-個	118,124 個
各戸接続管	9,804 個	34,216 個	-個	44,020 個
各戸接続柵	4,902 個	17,108 個	5,987 個	27,997 個

(2) ポンプ場

DPR	District-I	District-II	District-III
Near Sarai Nandan	—	—	100m <sup>3</sup> /hrx15mHx10HPx6 units (2 units as stand-by)

(3) 下水処理場

DPR	District-I	District-II	District-III
下水処理場	ディナプール STP	提案されていない	バグワンプール STP ラムナ STP

(4) ディナプール STP とバグワンプール STP (新排水基準には対応しない方針)

1) ディナプール STP

DPR では処理方式として単段循環式硝化脱窒法 (以下、CND) が提案されている。排水水質の規制値は厳しくなり、規制項目に窒素・リンが加わった新排水基準を満たすために生物学的反応槽は容量を大きくすることから、広い敷地を必要とする。処理場の多くの既存構造物の取り壊しが計画されている。調査団は DPR の採用している CND を代替案である移動床式生物膜反応槽 (以下、MBBR) 及びステップ注入式二段硝化脱窒法と比較検討した。その検討結果を表 9.2 に示す。その結果、総合点が高いステップ注入式二段硝化脱窒法を採用した。

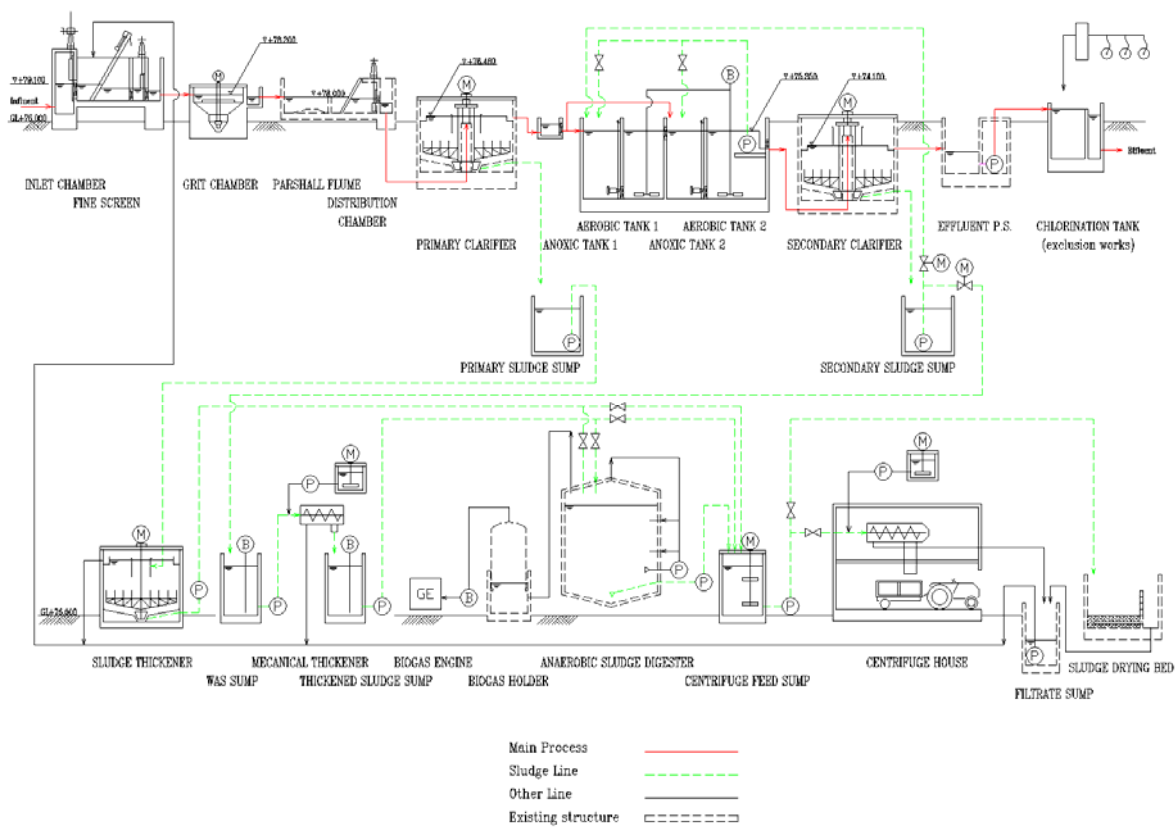
表 9.2 ディナプール STP 処理方式比較検討結果

	DPR 案 (単段硝化脱窒法)	代替案 1 (MBBR)	代替案 2 (ステップ注入式二段硝化脱窒法)
処理水水質	4 x 2 適正運転下で T-N、 BOD、TSS の除去可能	4 x 2 適正運転下で T-N、 BOD、TSS の除去可能	4 x 2 適正運転下で T-N、 BOD、TSS の除去可能
建設費	2 x 2 汚泥処理施設を含めて ほとんどの施設が取り 壊され更新される	5 x 2 好気槽は変更が必要、 既設最初・最終沈殿池 が利用可能	4 x 2 好気槽／無酸素は撤去 が必要、既設最初・最 終沈殿池が利用可能
維持管理費	4 x 2 サイホンシステム、電 力費最小	3 x 2 送風機が大きいと電 力使用量が大きい	5 x 2 循環に要する電力は最 小
維持管理の難易	4 システムは最も簡単で 、機器の数も三案の 中で最も少ない、深層 反応槽のためディフュ	3 通常の生物処理に加え て運転には必このシス テムに固有の知識が要	5 生下水の性状の変動に 対して柔軟な運転が可 能

	一ザーのメンテナンス は容易ではない		
インドにおける過去の 実績	4	3	5
総合点	28	30	36 (採用)

処理能力： 80MLD  
 下水処理： ステップ注入式二段循環式硝化脱窒法  
 汚泥処理： 重力濃縮－嫌気性消化－機械脱水

図 9.1 にディナプール STP の処理プロセスを示す。



Source: JICA Survey Team

図 9.1 ディナプール STP 処理プロセスフローシート (ステップ注入式二段循環式硝化脱窒法)



図 9.2 にディナプール STP 施設平面図を示す。



Sr. No.	Facility	No.	W/Dia. (m)	L (m)	SWD/H (m)
01	Inlet Chamber	1	5.5 <sup>W</sup>	4.5 <sup>L</sup>	2.5 <sup>SWD</sup>
02	Main Screen Channel	3	1.5 <sup>W</sup>	7.5 <sup>L</sup>	1.3 <sup>SWD</sup>
03	Bypass Screen Channel	1	1.5 <sup>W</sup>	7.5 <sup>L</sup>	1.5 <sup>SWD</sup>
04	Grit Chamber	2	5.0 <sup>Dia.</sup>		3.0 <sup>SWD</sup>
05	Parshall Flume	1	**** <sup>W</sup>	**** <sup>L</sup>	**** <sup>SWD</sup>
06	Distribution Chamber	1	**** <sup>W</sup>	**** <sup>L</sup>	**** <sup>SWD</sup>
07	Primary Clarifier	3	31.2 <sup>Dia.</sup>		3.5 <sup>SWD</sup>
08	Anoxic Tank 1,2	6	23.0 <sup>W</sup>	17.0 <sup>L</sup>	5.5 <sup>SWD</sup>
09					
10	Aerobic Tank 1,2	6	23.0 <sup>W</sup>	25.0 <sup>L</sup>	5.5 <sup>SWD</sup>
11	Secondary Clarifier	3	40.0 <sup>Dia.</sup>		3.5 <sup>SWD</sup>
12	Chlorine Contact Tank	1	Not in scope of project		
13	Primary Sludge Sump	3	3.0 <sup>W</sup>	4.0 <sup>L</sup>	4.0 <sup>SWD</sup>
14	Secondary Sludge Sump	3	3.0 <sup>W</sup>	4.0 <sup>L</sup>	4.0 <sup>SWD</sup>
15	Sludge Thickener	2	11.5 <sup>Dia.</sup>		4.0 <sup>SWD</sup>
16	WAS Sump	2	6.0 <sup>W</sup>	6.5 <sup>L</sup>	4.0 <sup>SWD</sup>
17	Thickened Sludge Sump	1	6.0 <sup>W</sup>	6.5 <sup>L</sup>	4.0 <sup>SWD</sup>
18	Anaerobic Sludge Digester	3	29.0 <sup>Dia.</sup>		7.0 <sup>SWD</sup>
19	Biogas Holder	2	21.0 <sup>Dia.</sup>		8.7 <sup>SWD</sup>
20	Centrifuge Feed Sump	2	6.0 <sup>W</sup>	6.0 <sup>L</sup>	3.5 <sup>H</sup>
21	Sludge Drying Bed	*	**** <sup>W</sup>	**** <sup>L</sup>	**** <sup>H</sup>
22	Filtrate Sump House	1	12.7 <sup>W</sup>	13.0 <sup>L</sup>	**** <sup>H</sup>
23	Air Blower Room	1	12.0 <sup>W</sup>	37.0 <sup>L</sup>	6.0 <sup>H</sup>
24	Treated Effluent Pump House	1	12.7 <sup>W</sup>	13.0 <sup>L</sup>	**** <sup>H</sup>
25	Chlorination Building	1	Not in scope of project		
26	Thickened Sludge Pump House	1	6.0 <sup>W</sup>	6.0 <sup>L</sup>	4.0 <sup>H</sup>
27	Mechanical Thickener Building	1	10.0 <sup>W</sup>	15.0 <sup>L</sup>	8.0 <sup>H</sup>
28	Centrifuge Building	1	15.0 <sup>W</sup>	30.0 <sup>L</sup>	10.0 <sup>H</sup>
29	Control Room for Digester	1	4.2 <sup>W</sup>	4.3 <sup>L</sup>	**** <sup>H</sup>
30	Power House	1	29.5 <sup>W</sup>	31.6 <sup>L</sup>	**** <sup>H</sup>
31	Biogas Flare	2			
32	Administration Building	1	12.6 <sup>W</sup>	25.2 <sup>L</sup>	**** <sup>H</sup>
33	Electrical Building	1	15.0 <sup>W</sup>	20.0 <sup>L</sup>	8.0 <sup>H</sup>

図 9.2 ディナプール STP 施設平面図 (ステップ注入式二段循環式硝化脱窒法)

Source: JICA Survey Team

表 9.3 にディナプール STP の主要な構造物の規模を示す。

表 9.3 ディナプール STP 主要構造物の規模

Sr. no	Unit	Quantity	Width /Dia	Length	Liquid Depth	Free Board
			m	m	m	m
<b>A</b>	<b>Basins &amp; Tanks</b>					
1	Inlet Chamber	1	5.5	4.5	2.5	0.5
2	Main Screen Channel	3	1.5	7.5	1.3	0.5
3	Bypass Screen Channel	1	1.5	7.5	1.5	0.5
4	Grit Chamber	2	5.0	-	3.0	0.5
5	Parshall Flume	1	***	***	***	***
6	Distribution Chamber	1	***	***	***	***
7	Primary clarifier	3	31.2	-	3.5	0.5
8	Anoxic Tank 1,2	6	23.0	17.0	5.5	0.5
9	Aerobic Tank 1,2	6	23.0	25.0	5.5	0.5
10	Secondary Clarifier	3	40.0	-	3.5	0.5
11	Chlorine Contact tank (not in scope of project)	1	***	***	***	***
12	Primary Sludge Sump	3	3.0	4.0	4.0	0.5
13	Secondary Sludge Sump	3	3.0	4.0	4.0	0.5
14	Sludge Thickener	2	11.5	-	4.0	0.5
15	WAS Sump	2	6.0	6.5	4.0	0.5
16	Thickened Sludge Sump	1	6.0	6.5	4.0	0.5
17	Anaerobic Sludge Digester	3	29.0	-	7.0	1.5
18	Biogas Holder	2	21.0	-	8.7	0.5
19	Centrifuge Sludge Sump	2	6.0	6.0	3.5	0.5
20	Sludge Drying Bed	***	***	***	***	***
<b>B</b>	<b>Buildings</b>					
1	Filtrate Sump House	1	12.7	13.0	***	
2	Air Blower Room	1	12.0	25.0	6.0	
3	Treated Effluent Pump House	1	12.7	13.0	***	
4	Chlorination building (not in scope of project)	1	***	***	***	
5	Thickened Sludge Pump House	1	6.0	6.0	4.0	
6	Mechanical Thickener Building	1	10.0	15.0	8.0	
7	Centrifuge Building	1	15.0	30.0	10.0	
8	Control Room for Digester	1	4.2	4.3	***	
9	Power House	1	29.5	31.6	***	
10	Biogas Flare	2				
11	Administration Building & LAB	1	12.6	25.2	***	
12	Electrical Building	1	15.0	20.0	8.0	

2) バグワンプール STP

DPR では、バグワンプール STP の処理方式として回分式活性汚泥法 (SBR 法) を採用しているが、既存の生物学的処理施設はほとんど有効利用されていない。ディナプール STP と同様に DPR の SBR 法と代替案として CND の比較検討を行い、後者を選定した。検討結果を表 9.4 に示す。

表 9.4 バグワンプール STP 処理方式比較検討結果

	DPR 案 (SBR 法)	代替案 (CND)
処理水水質	4 x 2 適正運転下で T-N、BOD、TSS の除去可能	4 x 2 適正運転下で T-N、BOD、TSS の除去可能
建設費	4 x 2 SBR 施設は高価である	5 x 2 既存の最初・最終沈殿池が再利用できる。反応槽の容量が小さい
維持管理費	4 x 2 システムは簡単	5 x 2 電力費が少なく済む
維持管理の難易	4 システムはより簡単、SBR 反応槽のメンテナンスは容易ではない	5 メンテナンス中も柔軟に運転できる
インドにおける過去の実績	4	4
総合点	32	37 (採用)

処理能力： 8MLD  
 下水処理： CND  
 汚泥処理： 重力濃縮－嫌気性消化－機械脱水

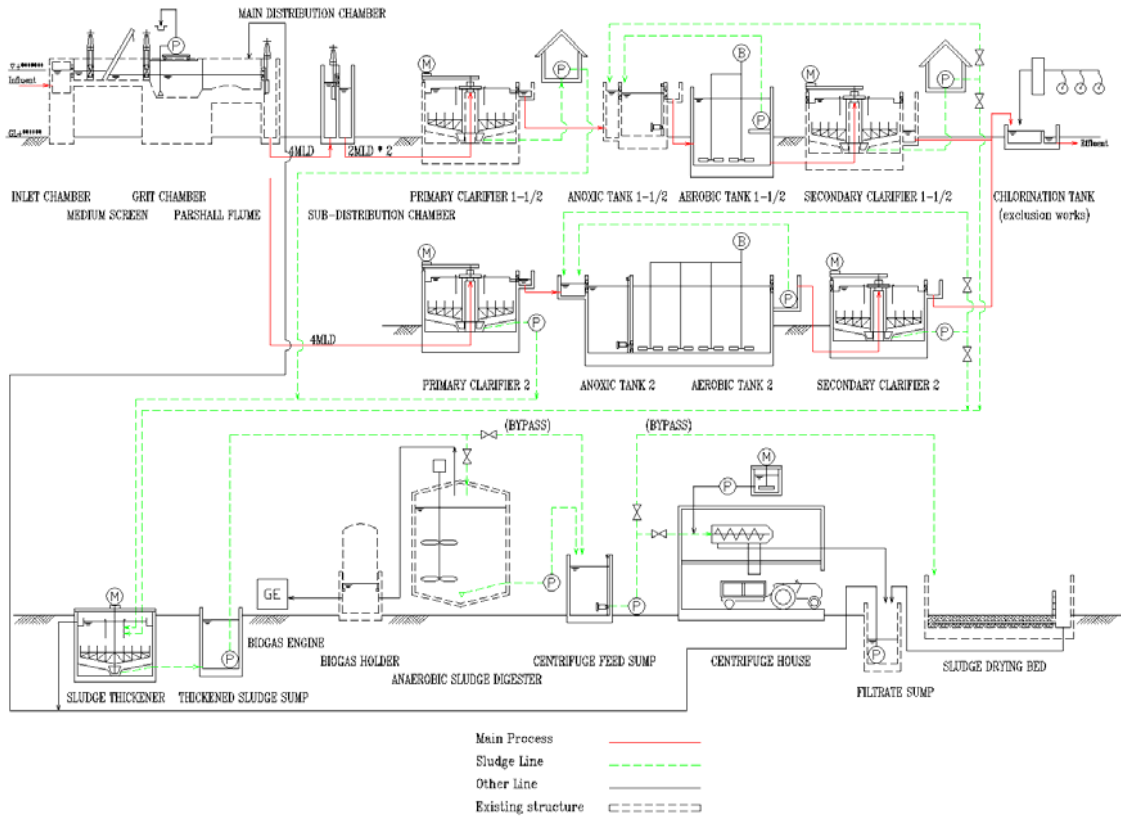
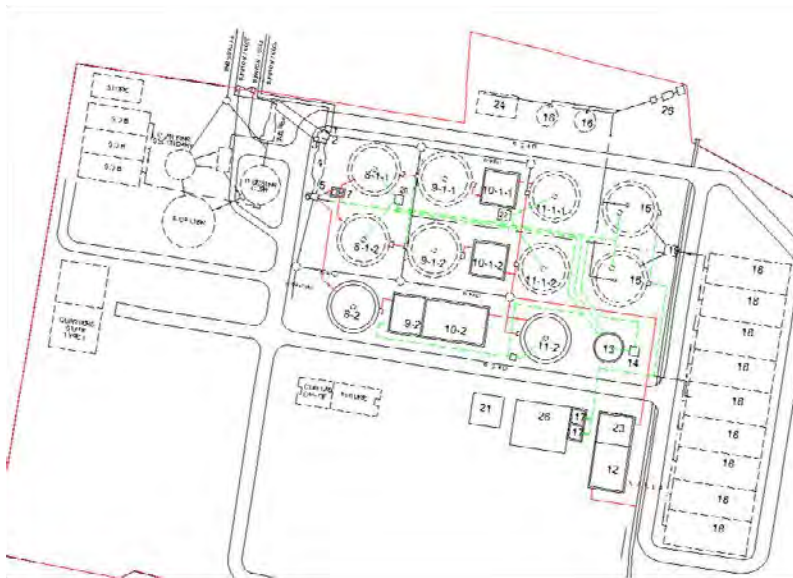


図 9.3 バグワンプル STP 処理プロセスフローシート (CND)

Source: JICA Survey Team



Sr. No.	Facility	No.	W/Dia. (m)	L (m)	SWD/H (m)
01	Inlet Chamber	1	1.2 <sup>W</sup>	1.2 <sup>L</sup>	****H
02	Main Screen Channel	1	**** <sup>W</sup>	**** <sup>L</sup>	****H
03	Bypass Screen Channel	1	**** <sup>W</sup>	**** <sup>L</sup>	****H
04	Grit Chamber	1	**** <sup>W</sup>	**** <sup>L</sup>	****H
05	Marshall Flume	1	0.35 <sup>W</sup>	**** <sup>L</sup>	****SWD
06	Main Distribution Chamber	1	**** <sup>W</sup>	**** <sup>L</sup>	****SDW
07	Sub-distribution Chamber	1	**** <sup>W</sup>	**** <sup>L</sup>	****SDW
08-1	Primary Clarifier 1-1/2	2	14.6 <sup>Dia.</sup>		3.5 <sup>SWD</sup>
08-2	Primary Clarifier 2	1	14.6 <sup>Dia.</sup>		3.5 <sup>SWD</sup>
09-1	Anoxic Tank 1-1/2	2	15.6 <sup>Dia.</sup>		3.5 <sup>SWD</sup>
09-2	Anoxic Tank 2	1	12.0 <sup>W</sup>	10.5 <sup>L</sup>	5.5 <sup>SWD</sup>
10-1	Aerobic Tank 1-1/2	2	9.5 <sup>W</sup>	10.5 <sup>L</sup>	5.5 <sup>SWD</sup>
10-2	Aerobic Tank 2	1	12.0 <sup>W</sup>	16.5 <sup>L</sup>	5.5 <sup>SWD</sup>
11-1	Secondary Clarifier 1-1/2	2	16.0 <sup>Dia.</sup>		3.5 <sup>SWD</sup>
11-2	Secondary Clarifier 2	1	16.0 <sup>Dia.</sup>		3.5 <sup>SWD</sup>
12	Chlorine Contact Tank	1	**** <sup>W</sup>	**** <sup>L</sup>	****H
13	Sludge Thickener	1	9.5 <sup>Dia.</sup>		3.5 <sup>SWD</sup>
14	Thickened Sludge Sump	1	2.0 <sup>W</sup>	2.0 <sup>L</sup>	2.5 <sup>SWD</sup>
15	Anaerobic Sludge Digester	2	18.0 <sup>Dia.</sup>		9.8 <sup>SWD</sup>
16	Biogas Holder	2	7.5 <sup>Dia.</sup>		4.0 <sup>SWD</sup>
17	Centrifuge Feed Sump	2	4.0 <sup>W</sup>	4.5 <sup>L</sup>	3.5 <sup>H</sup>
18	Sludge Drying Bed	9	12.0 <sup>W</sup>	28.0 <sup>L</sup>	****H

図 9.4 バグワンプル STP 施設平面図 (CND)

Source: JICA Survey Team

表 9.5 にバグワンプール STP の主要な構造物の規模を示す。

表 9.5 バグワンプール STP 主要構造物の規模

<b>A Basins &amp; Tanks</b>						
Sr. no	Unit	Quantity	Width /Dia	Length	Liquid Depth	Free Board
			m	m	m	m
1	Inlet Chamber	1	1.2	1.2	****	****
2	Main Screen Channel	1	****	****	****	****
3	Bypass Screen Channel	1	****	****	****	****
4	Grit Chamber	1	****	****	****	****
5	Parshall Flume	1	0.35	****	****	****
6	Distribution Chamber 1	1	****	****	****	****
7	Distribution Chamber 2	1	****	****	****	****
8-1	Primary clarifier 1-1/2	2	14.6	-	3.5	0.5
8-2	Primary clarifier 2	1	14.6	-	3.5	0.5
9-1	Anoxic Tank 1-1/2	2	15.6	-	3.5	0.5
9-2	Anoxic Tank 2	1	12.0	10.0	5.5	0.5
10-1	Aerobic Tank 1-1/2	2	10.5	10.5	5.5	0.5
10-2	Aerobic Tank 2	1	12.0	20.0	5.5	0.5
11-1	Secondary Clarifier 1-1/2	2	16.0	-	3.5	0.5
11-2	Secondary Clarifier 2	1	16.0	-	3.5	0.5
12	Chlorine Contact tank	1	****	****	****	****
13	Sludge Thickener	1	9.0	-	3.5	0.5
14	Thickened Sludge Sump	1	2.0	2.0	12.5	0.5
15	Anaerobic Sludge Digester	2	18.0	-	9.8	1.5
16	Biogas Holder	2	7.5	-	4.0	0.5
17	Centrifuge Feed Sump	2	4.0	4.5	3.5	0.5
18	Sludge Drying Bed	9	12.0	28.0	****	****
19	Filtrate sump	1	****	****	****	****
<b>B Buildings</b>						
Sr. no	Description	Quantity	Length	Width	Height above GL	
			m	m	m	
1	Primary sludge pump house	1	****	****	****	
2	Air blower room	1	10.0	10.0	4.0	
3	RAS pump house	1	****	****	****	
4	Chlorination building	1	****	****	****	
5	Gas engine room	1	8.5	15.0	****	
6	Biogas Flare	1	****	****	****	
7	Centrifuge Building, including electrical room, DG room	1	15.0	18.0	8.0	

Source: JICA Survey Team

- (5) ラムナーSTP (HAM-PPP モデルによりインド側で調達手続き開始)  
DPR で提案されている処理方式の CND を採用する。

処理能力： 50MLD  
 下水処理： CND  
 汚泥処理： 重力濃縮－嫌気性消化－天日乾燥

図 9.5 にラムナーSTP の処理プロセスを示す。

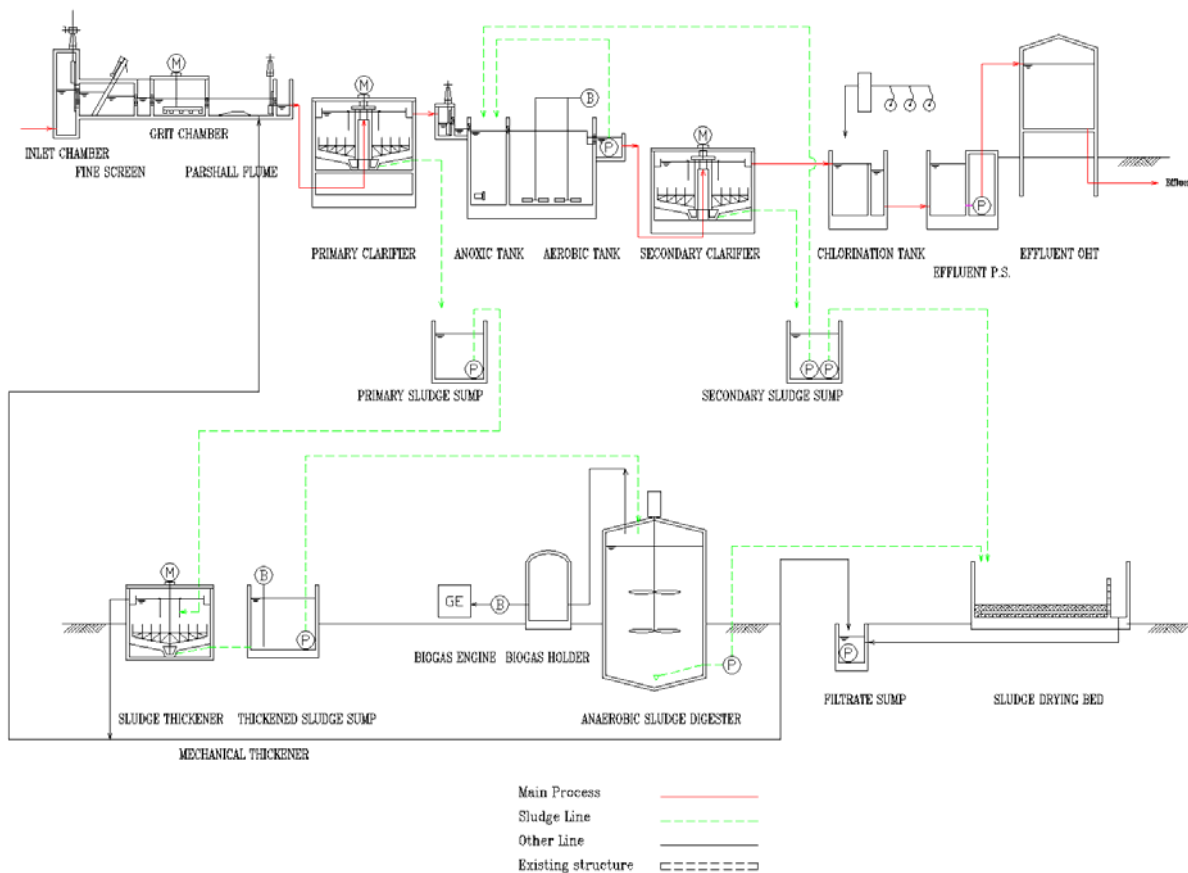


図 9.5 ラムナーSTP 処理プロセスフローシート (CND)

Source: JICA Survey Team

表 9.6 にラムナーSTP の主要な構造物の規模を示す。

表 9.6 ラムナーSTP 主要構造物の規模

<b>A Basins &amp; Tanks</b>							
Sr. no	Unit	Quantity	Length /Dia	Width	Liquid Depth	Free Board	
			m	m	m	m	
1	Inlet Chamber	1	5.0	4.8	3.0	0.5	
2	Mechanical Fine Screen Channel	2	8.5	1.4	0.9	0.5	
3	Manual Fine Screen Channel	1	8.5	1.2	0.9	0.5	
4	Grit Distribution Chamber	1	6.0	2.0	1.2	0.5	
5	Grit Chamber	2	7.1	7.1	1.0	0.5	
6	Parshall Flume	1	8.5	1.3	0.8	0.5	
7	Primary clarifier distribution Chamber	1	4.0	-	1.5	0.5	
8	Primary clarifier	2	34.0	-	3.0	0.5	
9	Primary Sludge Sump	1	5.6	-	2.0	0.5	
10	Bioreactor Distribution Chamber	1	4.5	2.5	1.5	0.5	
11	Anoxic Tank	2	14.0	40.0	5.8	0.6	
12	Aerobic Tank	2	38.0	40.0	5.7	0.6	
13	Secondary Clarifier Distribution Chamber	1	4.0	-	1.5	0.5	
14	Secondary Clarifier	2	46.0	-	3.2	0.5	
15	Chlorine Mixing tank	1	5.5	4.5	3.0	0.5	
16	Chlorine Contact tank	2	18.0	20.0	3.0	0.5	
17	Dechlorinatin Chamber	1	5.5	4.5	3.0	0.5	
18	Recirculation Sludge Sump	1	9.0	-	4.2	0.5	
19	Effluent Pumping Station	1	15.0	-	6.0	-	
20	Effluent Overhead Tank	1	250 KL				
21	Sludge Thickener	2	13.5	-	3.5	0.5	
22	Thickened Sludge Sump	1	6.2	-	3.0	0.5	
23	Anaerobic Sludge Digester	2	30.0	-	10.0	1.5	
24	Gas Holder	2	12.0	-	8.7	0.5	
25	Digested Sludge Sump	2	4.5	3.0	3.5	0.5	
26	Sludge Drying Bed	12	36.0	20.0	0.3	0.3	
27	Primary Sludge Sump	1	5.6	-	2.0	0.5	
28	Secondary Sludge Sump	1	9.0	-	4.2	0.5	
29	Filterate sump	1	5.5	-	2.0	0.5	
<b>B Channels</b>							
Sr. no	Description	Quantity	Length	Width	Liquid Depth	Free Board	
			m	m	m	m	
1	Grit Inlet Channel	2	20.0	0.9	0.6	0.5	
2	Grit Outlet Channel	2	20.0	0.9	0.6	0.5	
3	Channel upstream of Parshall flume	1	15.0	1.3	0.8	0.5	
4	Channel downstream of Parshall flume	1	12.0	1.3	0.8	0.5	
5	Primary Clarifier Outlet Channel	2	15.0	0.8	0.7	0.5	
6	Common Channel to bioreactor distribution chamber	1	30.0	1.3	1.0	0.5	
7	Combined channel to secondary DC	1	12.0	1.3	1.0	0.5	
8	Individual Secondary Clarifier Outlet Channel	2	25.0	1.0	1.0	0.5	
<b>C Buildings</b>							
Sr. no	Description	Quantity	Length	Width	Height above GL		
			m	m	m		
1	Primary sludge pumping station	1	8.0	5.5	4.0		
2	Process Air blower room	1	18.0	10.0	4.0		
3	RAS pumping station	1	10.0	6.0	4.0		
4	Chlorination building	1	5.0	3.5	4.0		
5	Chlorine tonner room	1	8.0	4.5	4.0		
6	Thickened sludge pumping station	1	6.5	4.0	4.0		
7	Digester control building(2 Floor)	1	15.0	8.0	8.0		
8	Sludge dewatering unit feed pumping station	1	6.5	4.0	4.0		
9	Gas engine building	1	20.0	9.0	4.0		
10	Substation & transformer yard	1	33.0	16.5	4.0		
11	HT panel room	1	10.0	5.0	4.0		
12	Meetrng room	1	3.0	5.0	4.0		
13	Administration Building & LAB	1	35.0	18.0	8.0		
14	Maintenance work shop	1	15.0	10.0	4.0		
15	Guard room	2	5.0	4.0	4.0		
16	Storage room	1	10.0	5.0	4.0		
17	Parking shed	1	14.5	6.0	4.0		
18	Grit classifier platform	1	6.0	4.0	-		

Source: JICA Survey Team

## 9.4 ラムナガール

### (1) 下水管網

DPR	内 容
下水管	3,080m
開 削	380m
非開削	—
圧送管	2,700m
マンホール	10 個
遮集施設	4 個

### (2) ポンプ場

MPS Mallahi	Peak: 7.84m <sup>3</sup> /min x 55m x 180HP x 3 units (one as stand-by) Non-peak: 3.94m <sup>3</sup> /min x 55m x 100HP x 2 units (one as stand-by)
-------------	--

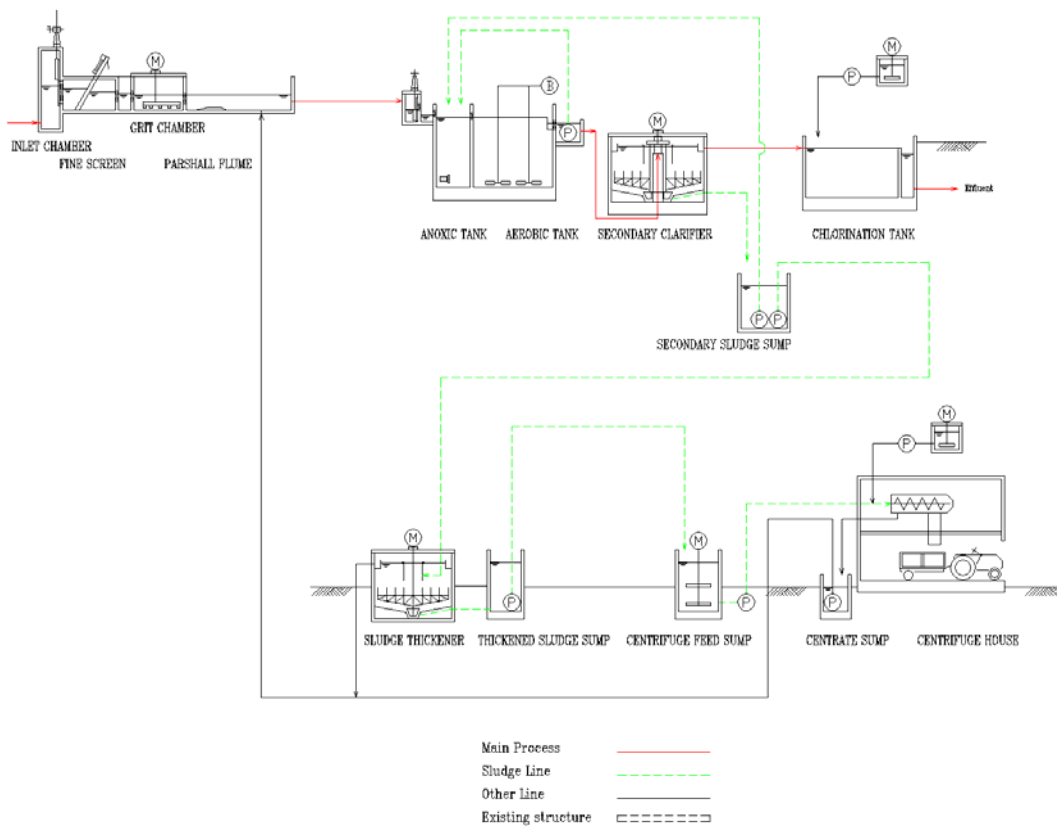
### (3) 下水処理場

DPR で提案されている処理方式の CND を採用する。

処理能力： 14MLD  
 下水処理： CND  
 汚泥処理： 重力濃縮－機械脱水



図 9.6 にラムナガール STP の処理プロセスを示す。



Source: JICA Survey Team

図 9.6 ラムナガール STP 処理プロセスフローシート (GND)

表 9.7 にラムナガール STP の主要な構造物の規模を示す。

表 9.7 ラムナガール STP 主要構造物の規模

Sr. no	Unit	Quantity	Width /Dia	Length	Liquid Depth	Free Board
			m	m	m	m
<b>A Basins &amp; Tanks</b>						
1	Inlet Chamber	1	3.2	3.5	2.0	0.5
2	Main Screen Channel	2	0.8	7.5	0.5	0.5
3	Bypass Screen Channel	1	0.8	7.5	0.5	0.5
4	Grit Chamber	2	4.0	4.0	0.8	0.5
5	Parshall Flume	1	1.5	10.0	0.7	0.5
6	Distribution Chamber	1	***	***	***	***
7	Anoxic Tank	2	8.0	29.0	5.0	0.5
8	Aerobic Tank	2	8.0	87.0	5.0	0.5
9	Secondary Clarifier	2	24.0	-	3.5	0.5
10	Chlorine Contact tank	1	2.0	70.0	2.0	0.5
11	Dechlorine Mixing tank	1	13.0	4.0	2.0	0.5
12	Secondary Sludge Sump	2	3.0	3.0	4.0	0.5
13	Sludge Thickener	2	9.0	-	4.0	0.5
14	Thickened Sludge Sump	2	3.0	3.0	3.0	0.5
15	Centrifuge Feed Sump	1	4.0	5.0	3.5	0.5
16	Filtrate Sludge Sump	1	3.0	3.0	3.0	0.5
<b>B Buildings</b>						
17	Air Blower Room	1	12.0	25.0	6.0	
18	Chlorination building	1	10.0	15.0	6.0	
19	Centrifuge Building	1	12.0	18.0	10.0	
20	Administration Building	1	15.0	25.0	10.0	

Source: JICA Survey Team

## 9.5 ミルザプル

### (1) 下水管網

DPR	内容
下水管	21,175m
開削	8,835m
非開削	—
圧送管	5,340m
処理水再利用管	7,000m
マンホール	344 個
遮集施設 (新設)	17 個
遮集施設 (改造)	9 個

## (2) ポンプ場

IPS-1 (Mirzapur)	Peak: 255m <sup>3</sup> /min x 20m x -HP x 3 units (one as stand-by) Non-peak: 155m <sup>3</sup> /min x 16m x -HP x 2 units (one as stand-by)
IPS-2/MPS-2 (Mirzapur)	Peak: 765m <sup>3</sup> /min x 13m x -HP x 3 units (one as stand-by) Non-peak: 410m <sup>3</sup> /min x 12m x -HP x 2 units (one as stand-by)
IPS-3 (Vindhyachal)	Peak: 110m <sup>3</sup> /min x 10m x -HP x 3 units (1 as stand-by) Non-peak: 55m <sup>3</sup> /min x 9m x -HP x 2 units (1 as stand-by)
IPS-5 (Mirzapur)	Peak: 460m <sup>3</sup> /min x 13m x -HP x 6 units (2 as stand-by)
IPS-6 (Mirzapur)	Peak: 260m <sup>3</sup> /min x 20m x -HP x 3 units (1 as stand-by) Non-peak: 140m <sup>3</sup> /min x 15m x -HP x 2 units (1 as stand-by)
IPS-7 (Vindhyachal)	Peak: 100m <sup>3</sup> /min x 12m x -HP x 3 units (1 as stand-by) Non-peak: 50m <sup>3</sup> /min x 12m x -HP x 2 units (1 as stand-by)
MPS-4 (Vindhyachal)	Peak: 175m <sup>3</sup> /min x 11m x -HP x 6 units (2 as stand-by)
MPS-8 (Mirzapur)	Peak: 460m <sup>3</sup> /min x 11m x -HP x 6 units (2 as stand-by)

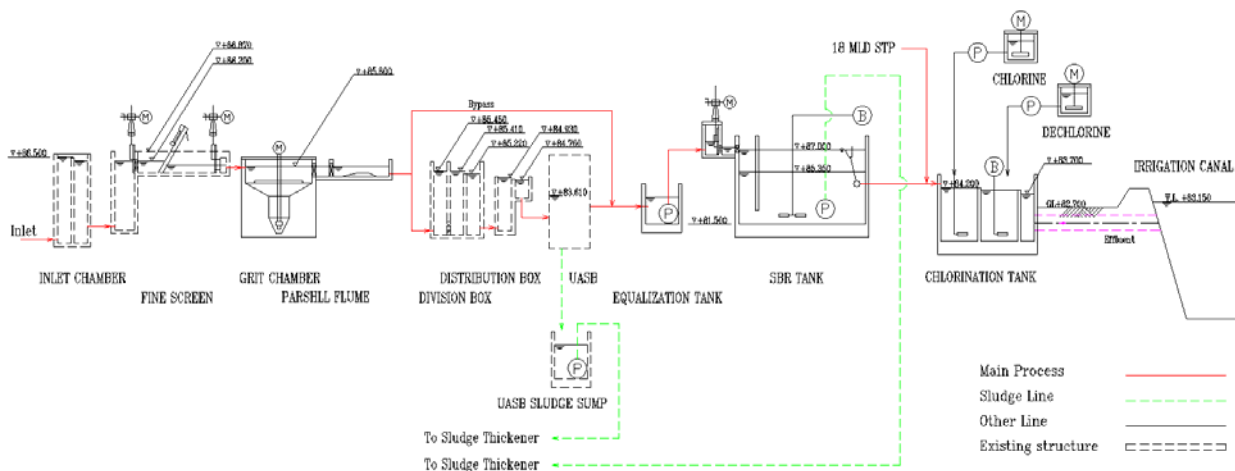
## (3) 下水処理場

## 1) ミルザプル STP

処理能力は 32 MLD で、既設の UASB 法 (14MLD) と新設の SBR 法 (18 MLD) より構成される。運転費用節減のため、継続使用する UASB 法に加え、SBR 法を建設するが、SBR 法は単独でも運転できるようにしておく。費用と用地節約のため塩素滅菌施設は 14MLD と 18 MLD の共用とする。新設用地確保のため、既設酸化池の半分を埋め立てるものとする。

処理能力 :	32 MLD
下水処理 :	14 MLD—UASB 法+SBR 法 18 MLD—SBR 法
汚泥処理 :	(共用) 重力濃縮—機械脱水

図 9.7 及び図 9.8 にミルザプル STP の各処理プロセスを示す。



Source: JICA Survey Team

図 9.7 14 MLD ミルザプル STP 処理プロセスフローシート (UASB 法+SBR 法)

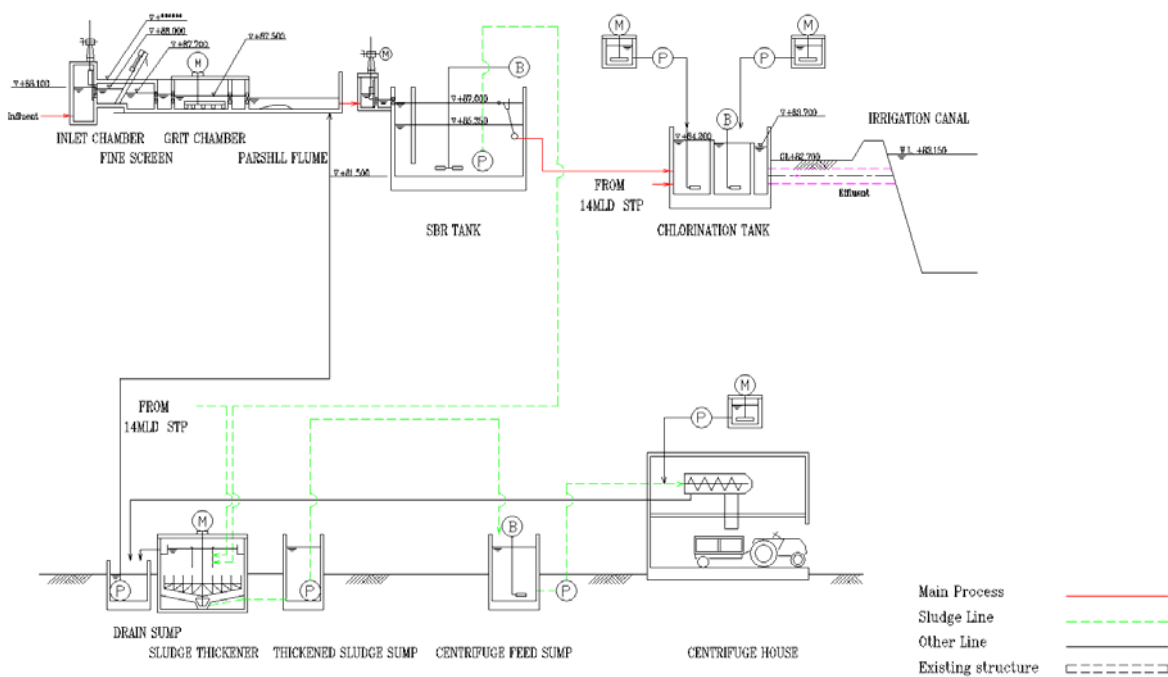


図 9.8 18 MLD ミルザプル STP 処理プロセスフローシート (SBR 法)

表 9.8 にミルザプル STP の主要な構造物の規模を示す。

表 9.8 ミルザプル STP 主要構造物の概要

Sr. no	Unit	Quantity	Width /Dia	Length	Liquid Depth	Free Board
			m	m	m	m
<b>A</b>	<b>14 MLD STP</b>					
1	Inlet Chamber	1	4.0	5.5	4.0	0.5
2	Main Screen Channel	1	2.0	5.0	0.7	0.5
3	Bypass Screen Channel	1	***	***	***	***
4	Grit Chamber	2	3.0	-	3.0	0.5
5	Parshall Flume	1	1.5	10.0	0.8	0.5
6	Division Box	1	***	***	***	***
7	Distribution Box	4	***	***	***	***
8	UASB	2	17.0	28.0	5.5	***
9	Equalization Tank	1	7.0	30.0	2.0	0.5
10	Distribution Chamber	1	3.0	3.5	2.0	0.5
11	SBR	2	29.0	30.0	5.5	1.0
12	UASB Sludge Sump	1	***	-	***	***
13	Filtrate Sump	1	***	-	***	***
14	Air Blower Room	1	12.0	25.0	6.0	-
<b>B</b>	<b>18 MLD STP</b>					
1	Inlet Chamber	1	3.2	4.5	2.0	0.5
2	Main Screen Channel	2	0.8	6.0	0.7	0.5
3	Bypass Screen Channel	1	0.8	6.0	0.7	0.5
4	Grit Chamber	2	5.0	5.0	0.9	0.5
5	Parshall Flume	1	1.5	10.0	0.8	0.5
6	Distribution Chamber	1	2.0	3.5	2.0	0.5
7	SBR	4	19.0	29.0	5.5	1.0
8	Air Blower Room	1	12.0	25.0	6.0	-
<b>C</b>	<b>Common</b>					
1	Chlorine Contact Tank	1	2.0	115.0	3.0	0.5
2	Sludge Thickener	2	13.5	-	4.0	0.5
3	Thickened Sludge Sump	2	2.5	2.5	3.0	0.5
4	Centrifuge Feed Sump	4	5.0	5.0	3.5	0.5
5	Sludge Drying Bed	4	***	***	***	***
6	Drain Sump	2	2.0	2.0	2.0	0.5
6	Chlorination Building	1	10.0	14.0	6.0	-
7	Centrifuge Building	1	16.0	30.0	10.0	-
8	Electrical Building	1	16.0	30.0	10.0	-

Source: JICA Survey Team

## 2) Vindhyachal STP

既存の STP は、処理能力 4MLD の安定化地法（嫌気性地+通性池+熟成池）で、DPR ではこれをエアレーティッドラグーンに改造し、SBR 法（2MLD）を新設とすることを提案している。しかし、この提案には以下の欠点がある。

- 既設 STP（4MLD）を改造しても、十分な窒素除去ができず、新排水基準を守れない。

- 回転円盤法流入口における BOD、TSS は DPR の想定値よりも高い BOD 20mg/L、TSS 30mg/L が想定される。
- 二つの異なる処理方式（エアレーテッドラグーン法と SBR 法）の同時運用は維持管理を煩雑とし、運転が非効率となり、運転経費も嵩む。
- 提案されている STP（SBR：2MLD）は汚泥処理広い面積を必要とが、将来の拡張用地を確保できない。DPR には提案される STP（SBR：2MLD）が図示されていない。

そこで、DPR で提案されている 4MLD のエアレーテッドラグーン法+SBR 法と代替案の 6MLD SBR 法で比較検討し、その結果 SBR 法を選択した。

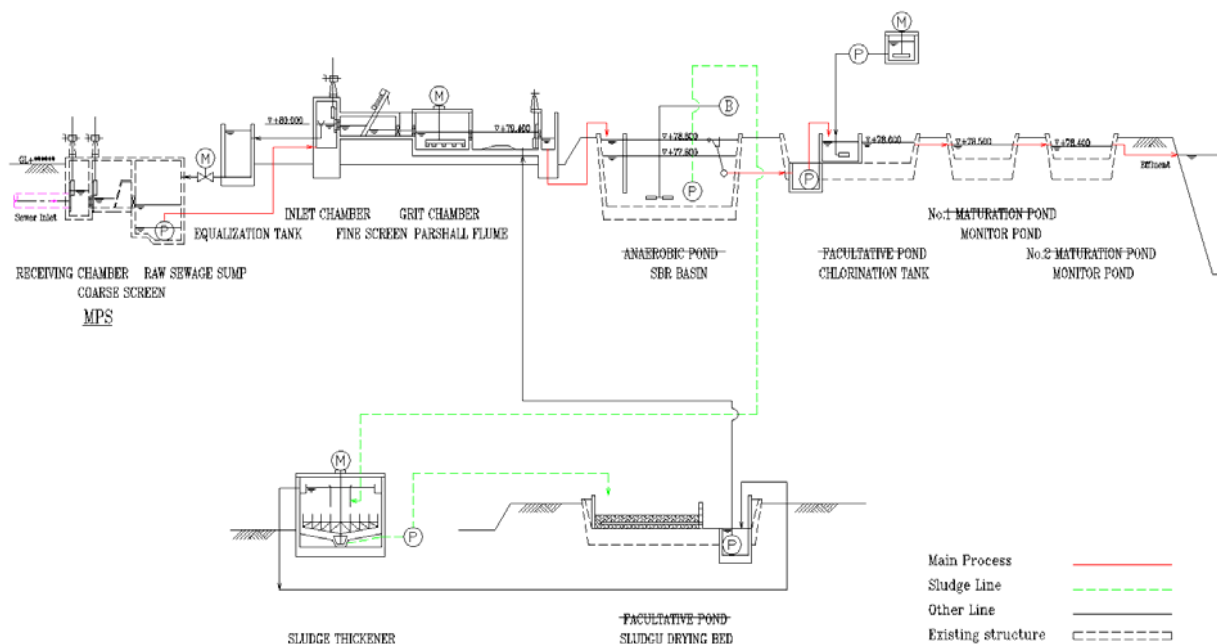
**表 9.9 Vindhyacgal STP 処理方式比較検討結果**

	DPR 案 (4MLD エアレーテッドラグーン法 +2MLDSBR 法)	代替案 (6MLD SBR 法)
処理水水質	2 x 2 T-N を除去できない	5 x 2 適正運転下で T-N、BOD、TSS の除去可能
建設費	4 x 2 差異はほとんどない	4 x 2 既存の最初・最終沈殿池が再利用できる。反応槽の容量が小さい
維持管理費	5x 2 電力費は少なくて済む	4 x 2 電力費が少なくて済む
維持管理の難易	3 施設が分散していて非効率	5 メンテナンス中も柔軟に運転できる
インドにおける過去の実績	3 エアレーテッドラグーン法の実績は少ない	5 これまで多くの実績がある。
総合点	28	36 (採用)

Source: JICA Survey Team

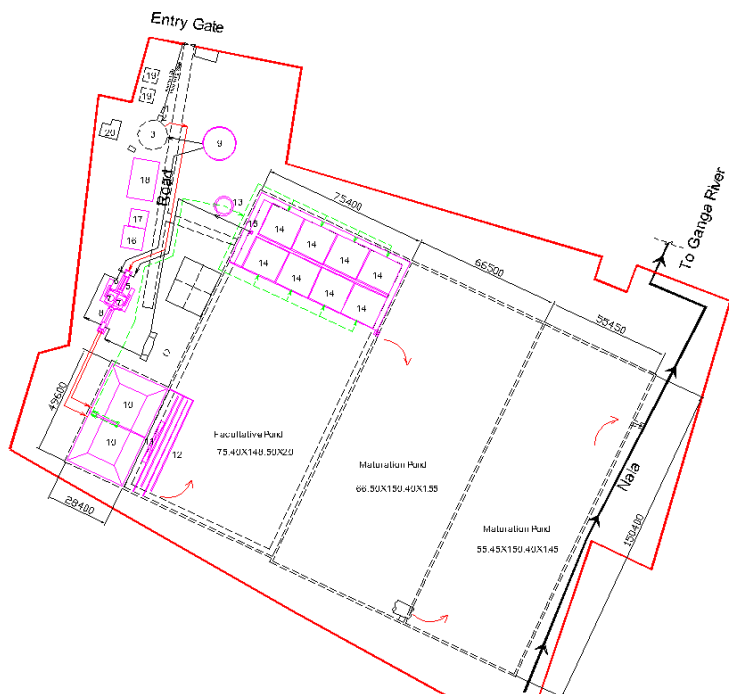
処理能力： 6MLD  
 下水処理： 回分式活性汚泥法  
 汚泥処理： 重力濃縮－天日乾燥

図 9.9 に Vindhyacgal STP の処理プロセス、図 9.10 に Vindhyacgal STP の施設平面を示す。



Source: JICA Survey Team

図 9.9 Vindhyachal STP 処理プロセスフローシート (SBR 法)



Sr. No.	Facility	No.	W/Dia. (m)	L (m)	SWD/H (m)
MPS					
01	Inlet Chamber	1	1.1 <sup>W</sup>	2.6 <sup>L</sup>	3.4 <sup>H</sup>
02	Distribution Chamber	1	2.6 <sup>W</sup>	2.0 <sup>L</sup>	3.9 <sup>H</sup>
03	Wet Well	1	6.5 <sup>Dia.</sup>		6.5 <sup>H</sup>
STP					
04	Inlet Chamber	1	2.1 <sup>W</sup>	2.5 <sup>L</sup>	1.8 <sup>SDW</sup>
05	Main Screen Channel	1	0.8 <sup>W</sup>	6.0 <sup>L</sup>	0.5 <sup>SDW</sup>
06	Bypass Screen Channel	1	0.8 <sup>W</sup>	6.0 <sup>L</sup>	0.5 <sup>SDW</sup>
07	Grit Chamber	2	3.0 <sup>W</sup>	3.0 <sup>L</sup>	0.6 <sup>SDW</sup>
08	Parshall Flume	1	0.8 <sup>W</sup>	6.0 <sup>L</sup>	0.7 <sup>SDW</sup>
09	Equalization Tank	1	15.0 <sup>Dia.</sup>		3.0 <sup>SDW</sup>
10	SBR *At middle depth	2	*20.4 <sup>W</sup>	*20.4 <sup>L</sup>	5.0 <sup>SDW</sup>
11	Decanted Water Pit	1	2.0 <sup>W</sup>	20.0 <sup>L</sup>	2.0 <sup>SDW</sup>
12	Chlorine Contact Tank	1	2.0 <sup>W</sup>	138.0 <sup>L</sup>	1.5 <sup>SDW</sup>
13	Sludge Thickener	1	8.0 <sup>Dia.</sup>		4.0 <sup>SDW</sup>
14	Sludge Drying Bed	8	15.0 <sup>W</sup>	16.0 <sup>L</sup>	2.5 <sup>H</sup>
15	Filtrate Sump	1	1.5 <sup>W</sup>	1.5 <sup>L</sup>	1.5 <sup>H</sup>
16	Air Blower Room	1	10.0 <sup>W</sup>	10.0 <sup>L</sup>	4.0 <sup>H</sup>
17	Chlorination Building	1	8.0 <sup>W</sup>	8.0 <sup>L</sup>	5.0 <sup>H</sup>
18	Administration Building	1	12.0 <sup>W</sup>	18.0 <sup>L</sup>	8.0 <sup>H</sup>
19	Staff Quarters	2	6.3 <sup>W</sup>	6.3 <sup>L</sup>	4.0 <sup>H</sup>
20	Laboratory	1	6.3 <sup>W</sup>	6.3 <sup>L</sup>	4.0 <sup>H</sup>

Source: JICA Survey Team

図 9.10 Vindhyachal STP 施設平面図 (SBR 法)

表 9.10 に Vindhyachal STP の主要な構造物の規模を示す。

表 9.10 Vindhyachal STP 主要構造物の規模

Sr. no	Unit	Quantity	Width /Dia	Length	Liquid Depth /Height	Free Board
			m	m	m	m
<b>MPS</b>						
1	Inlet Chamber	1	1.1	2.6	3.4	-
2	Distribution Channel	1	2.6	2.0	3.9	-
3	Wet Well	1	6.5	-	6.5	-
<b>STP</b>						
<b>A</b>	<b>Basins, Tanks, Channel</b>					
1	Inlet Chamber	1	2.1	2.5	1.8	0.5
2	Main Screen Channel	1	0.8	6.0	0.5	0.5
3	Bypass Screen Channel	1	0.8	6.0	0.5	0.5
4	Grit Distribution Chamber	1	2.1	1.0	0.6	0.5
5	Grit Inlet Channel	2	3.0	2.0	0.3	0.5
6	Grit Chamber	2	3.0	3.0	0.9	0.5
7	Grit Classifier Platform	2	2.0	10.0	-	-
8	Grit Outlet Channel	2	3.0	1.5	0.4	0.5
9	Parshall Flume	1	0.8	6.0	0.7	0.5
10	Bifurcation Chamber	1	2.1	3.0	2.0	0.5
11	Distribution Box	2	0.8	1.0	0.5	0.5
12	SBR Reactor *at middle water depth	2	20.4	20.4	5.0	0.5
13	Decanted Water Sump	1	2.0	20.0	2.0	0.5
14	Chlorine Contact Tank	1	2.0	138.0	1.5	0.5
15	Sludge Thickener	1	8.0	-	4.0	0.3
16	Sludge Drying Bed	8	15.0	16.0	2.5	-
17	Sludge Drying Bed (existing)	4	8.0	10.0	1.5	-
18	Filtrate Sump	1	1.5	1.5	1.5	-
<b>B</b>	<b>Buildings</b>					
19	Air Blower Room	1	10.0	10.0	4.0	-
20	Chlorination Building	1	8.0	8.0	5.0	-
21	Administration Building, including Electrical Room, DG Room,	1	12.0	18.0	8.0	-
22	Staff Quarters (existing)	2	6.3	6.3	4.0	-
23	Laboratory (existing)	1	6.3	6.3	4.0	-

Source: JICA Survey Team



## 9.6 チュナール

### (1) 下水管網

DPR	内 容
下水管	10,163m
開 削	4,308m
非開削	—
圧送管	2,160m
処理水再利用管	3,695m
マンホール	149 個
遮集施設	22 個

### (2) ポンプ場

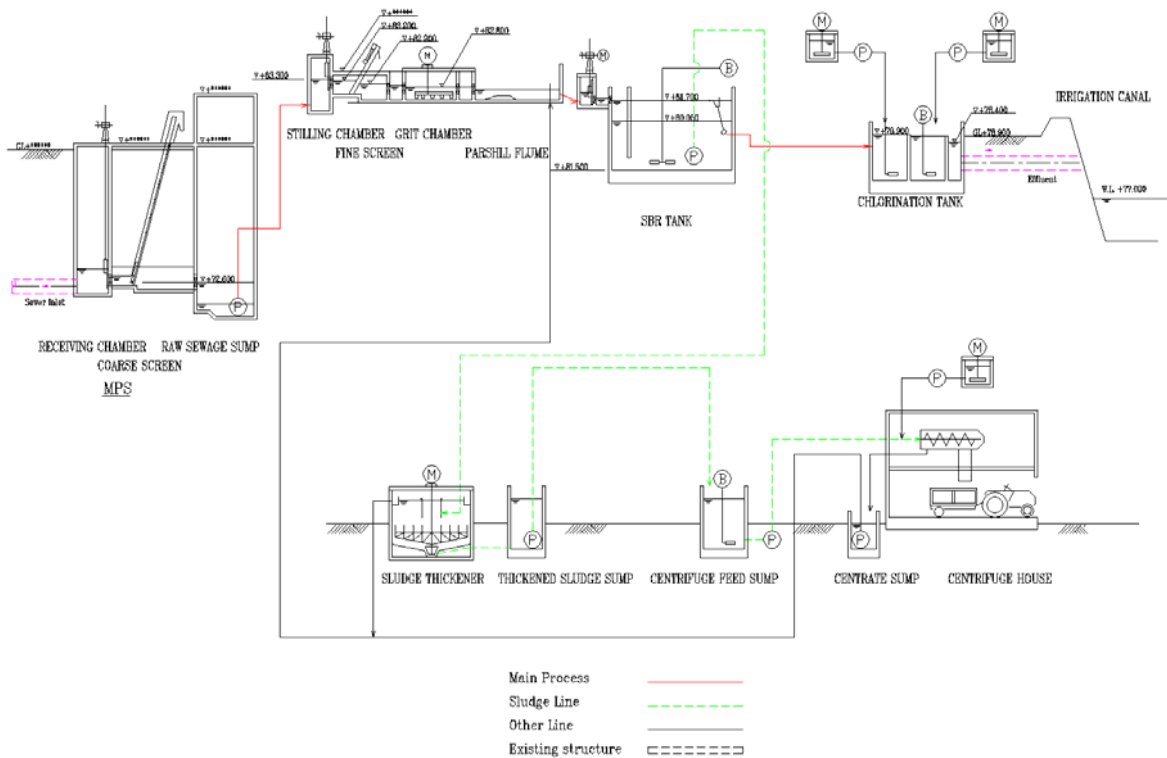
IPS-1	Peak: 105m <sup>3</sup> /minx23mx -HPx3 units (1 as stand-by) Non-peak: 45m <sup>3</sup> /minx19mx -HPx2 units (1 as stand-by)
MPS-2	Peak: 180m <sup>3</sup> /minx10mx -HPx6 units (2 as stand-by)

### (3) 下水処理場

DPR で提案されている処理方式の SBR 法を採用する。

処理能力： 6.5MLD  
 下水処理： SBR 法  
 汚泥処理： 重力濃縮－機械脱水

図 9.11 にチュナール STP の処理プロセスを示す。



Source: JICA Survey Team

図 9.11 チュナール STP 処理プロセスフローシート (SBR 法)

表 9.11 にチューナール STP の主要な構造物の規模を示す。

表 9.11 チューナール STP 主要構造物の概要

Sr. no	Unit	Quantity	Width /Dia	Length	Liquid Depth /Height	Free Board
			m	m	m	m
<b>MPS</b>						
1	Inlet Chamber	1	2.0	3.7	1.0	-
2	Main Screen Channel	1	0.8	7.5	0.7	-
3	Bypass Screen Channel	1	0.8	7.5	0.7	-
4	Wet Well	1	8.0	-	-	-
<b>STP</b>						
<b>A</b>	<b>Basins, Tanks, Channel</b>					
1	Inlet Chamber	1	2.1	2.5	1.8	0.5
2	Main Screen Channel	1	0.8	6.0	0.5	0.5
3	Bypass Screen Channel	1	0.8	6.0	0.5	0.5
4	Grit Distribution Chamber	1	2.1	1.0	0.6	0.5
5	Grit Inlet Channel	2	3.0	2.0	0.3	0.5
6	Grit Chamber	2	3.0	3.0	0.9	0.5
7	Grit Classifier Platform	2	2.0	10.0	-	-
8	Grit Outlet Channel	2	3.0	1.5	0.4	0.5
9	Parshall Flume	1	0.8	6.0	0.7	0.5
10	Bifurcation Chamber	1	2.1	3.0	2.0	0.5
11	Distribution Box	2	0.8	1.0	0.5	0.5
12	SBR	2	20.0	20.0	5.5	1.0
13	Chlorine Contact Tank	1	2.0	120.0	2.0	0.5
14	Dechlorine Mixing Tank	1	15.0	5.0	2.0	0.5
15	Sludge Thickener	1	8.5	-	4.0	0.5
16	Thickened Sludge Sump	1	1.5	2.0	2.0	0.5
17	Centrifuge Feed Sump	2	3.0	4.0	3.0	0.5
18	Filtrate Sump	1	1.5	1.5	1.5	0.5
<b>B</b>	<b>Buildings</b>					
19	Air Blower Room	1	10.0	10.0	4.0	-
20	Chlorination Building	1	8.0	15.0	5.0	-
21	Centrifuge Building	1	8.0	15.0	8.0	-
22	Administration Building, including Electrical Room, DG Room,	1	12.0	18.0	8.0	-

Source: JICA Survey Team

## 9.7 ガジプル

### (1) 下水管網

DPR	内容
下水管	8,360m
開削	8,335m

非開削	—
圧送管	25m
マンホール	284 個
遮集施設	13 個

(2) ポンプ場

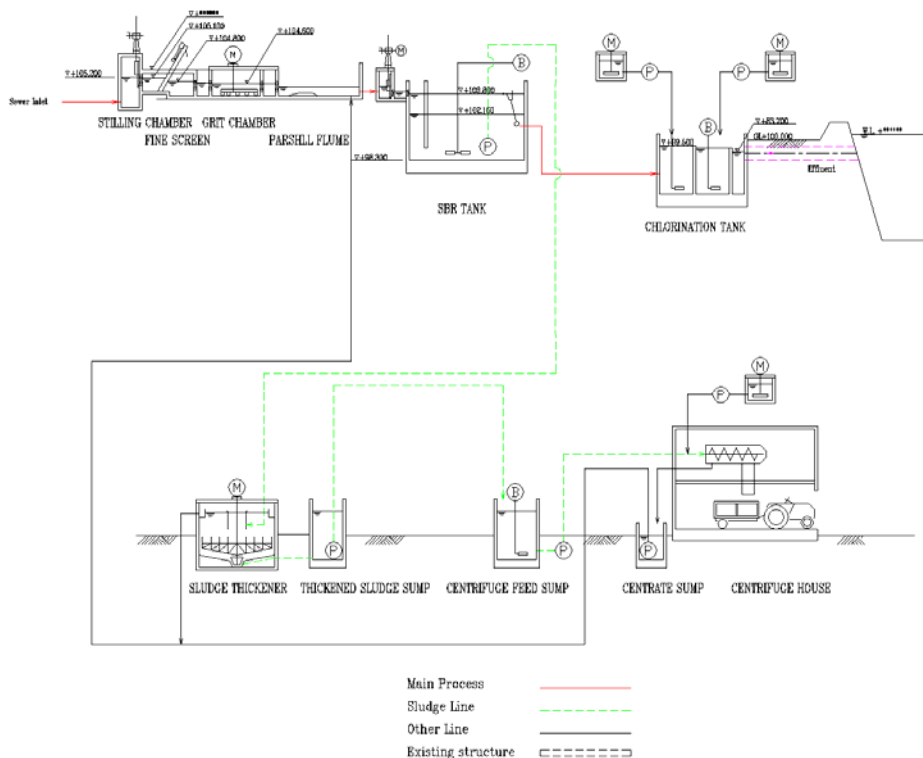
ID&T DPR 未提出につき不明。

(3) 下水処理場

DPR で提案されている処理方式の SBR 法を採用する。

- 処理能力： 18MLD
- 下水処理： SBR 法
- 汚泥処理： 重力濃縮—機械脱水

図 9.12 にガジプル STP の処理プロセスを示す。



Source: JICA Survey Team

図 9.12 ガジプル STP 処理プロセスフローシート (SBR 法)

表 9.12 にガジプル STP の主要な構造物の規模を示す。

表 9.12 ガジプル STP 主要構造物の規模

Sr. no	Unit	Quantity	Width /Dia	Length	Liquid Depth	Free Board
			m	m	m	m
<b>MPS</b>						
1	Inlet Chamber	1	2.5	3.7	2.0	-
2	Main Screen Channel	2	1.0	7.5	0.7	-
3	Bypass Screen Channel	1	1.0	7.5	0.7	-
4	Wet Well	1	12.0	-	-	-
<b>STP</b>						
<b>A</b>	<b>Basins, Tanks, Channel</b>					
1	Inlet Chamber	1	3.2	4.5	2.0	0.5
2	Main Screen Channel	2	0.8	6.0	0.7	0.5
3	Bypass Screen Channel	1	0.8	6.0	0.7	0.5
4	Grit Chamber	2	5.0	5.0	0.9	0.5
5	Parshall Flume	1	1.5	10.0	0.8	0.5
6	Distribution Chamber	1	2.0	3.5	2.0	0.5
7	SBR	4	17.0	33.0	5.5	1.0
8	Chlorine Contact Tank	1	2.0	156.0	2.0	0.5
9	Dechlorine Mixing Tank	1	7.0	15.0	2.0	0.5
10	Sludge Thickener	2	7.5	-	4.0	0.5
11	Thickened Sludge Sump	2	2.0	1.5	2.0	0.5
12	Centrifuge Feed Sump	2	4.0	5.0	3.0	0.5
13	Centrate Sump	2	2.0	2.0	2.0	0.5
<b>B</b>	<b>Buildings</b>					
14	Air Blower Room	1	12.0	25.0	6.0	-
15	Chlorination Building	1	10.0	15.0	6.0	-
16	Centrifuge Building	1	10.0	25.0	10.0	-
17	Administration/Electrical Building	1	16.0	25.0	10.0	-

Source: JICA Survey Team

## 9.8 サイドプル市（スコープから除外）

STP 用地取得の目途が立たず、ID&T DPR 未提出につきプロジェクト対象地域より除外される旨を確認している。

## 第 10 章 下水道施設の維持管理

### 10.1 はじめに

維持管理すべき下水道施設には、バラナシとその周辺のラムナガール、ミルザプル、チュナール、ガジプル、サイドプルから成るプロジェクト対象都市の下水管・下水ポンプ場 (PS)・下水処理場 (STP) が含まれる。現在これらの施設の維持管理は政府機関の職員によって行われており、外部委託は一切行われていない。しかし、NMCG、AMRUT といった現行政府スキームのガイドラインは、建設工事請負者の業務範囲に当初 5 年間の維持管理を求めている。

### 10.2 現況の維持管理実務と NGRBA/NMCG/AMRUT の維持管理ガイドライン

#### (1) 現況の維持管理実務

Jal Kal がバラナシ市の下ですべての水道インフラ（浄水場から各戸給水まで）と地中の下水管網（各戸接続から下水処理場流入口まで）の維持管理を担当している。下水ポンプ場と下水処理場については、市がこれらの資産を管理する技術的ノウハウを持たないため、UPJN が市に代わって維持管理を担当している。維持管理に係るこのような配置は UP 州全体で行われている。

バラナシの UPJN 事務所と同様に、UPJN の地域事務所がミルザプルといった周辺都市の下水ポンプ場と下水処理場の維持管理に係る年間の費用を見積もっている。維持管理予算は、職員及びその他の維持管理に関する要求事項を規定する「イ」国政府の NGRBA ガイドラインに従って、下水処理場の処理能力別及び建設費に基づいて作成される。このように計算された費用は、維持管理業務に関する入札目的に使用される。

上記で見積もられた維持管理費用は、それぞれの市に送られて承認を得る。市が署名すると直ちに見積書は UPJN のバラナシ・オフィスからラクナウの UPJN 本部に送達される。UPJN 本部はそのような維持管理見積書を各オフィスから受け取り、まとめている。維持管理予算には電力使用量が含まれ、これらは UPJN 本部から UP 州電力省に直接支払われる。残額は下水処理場と下水ポンプ場の維持管理のためにそれぞれの地域事務所に送金される。

バラナシ市下水道施設の維持管理予算は 2015-16 年は Rs.252.5 百万である。

UPJN のバラナシ・オフィスは、4 名の Executive Engineer、16 名の Assistant Engineer と約 50～60 名の Junior Engineer で構成され、建設工事並びに下水ポンプ場と下水処理場の維持管理を行っている。なお、バグワンプルとディナプールの下水処理場は、UPJN の Ganga Pollution Unit (GPPU) によって維持管理されている。

下水管網の維持管理については、以下の機器がバラナシ Jal Kal オフィスで利用可能である。

- 噴射・吸込み機 6 台、このうち 2 台は 2013 年に 4 台は 2014 年に調達
- 強力吸込み機 1 台
- バケツ・マシン 2 台
- 古い噴射・吸込み機 4 台（修理予定）

腐敗槽汚泥管理設備が GAP-II で提案され、この目的のために Rs.30 百万の予算が能力形成コンポーネントを通じて計上されている。Jal Kal 高官は、下水道に接続しないで腐敗槽を使用する数が多いので、腐敗槽汚泥管理設備を追加調達したい、と述べている。

## (2) NMCG/NGRBA/AMRUT の維持管理ガイドライン

NMCG は NGRBA の実施部門で、協会登録法の下で 2011 年 8 月 12 日に環境森林気候変動省によって設立された登録済みの協会である。

NMCG の管轄区域は、ガンジス川が流下する州を含むガンジス川流域、並びにデリー首都圏である。NGRBA ガイドラインは、バラナシとその周辺タウンに提案されているガンジス川浄化プロジェクトに適用される。

NGRBA ガイドラインでは、以下のように記述されている。

- i. 最初の 5 年間の維持管理費用をプロジェクト費用に入れ込む。これにより河川浄化目標を達成するために必要な維持管理が確保される。
- ii. 次の 10 年間の維持管理費用もまた収益計画で計算する。5 年を超える維持管理責任は州政府/ULB にある。
- iii. MoEF、州政府、自治体間の三者覚書も署名されることになっている。州政府が持続可能なやり方でこの問題に取り組むためにコントロール可能なすべての対策を取ることが期待されている。
- iv. 当初 5 年間の維持管理資金は中央政府と州政府間で 70:30 の割合で分担する。
- v. 維持管理費用を厳密に計算する必要がある。GAP/NRCP の下で作成される施設の維持管理記録は求められるレベルまで精度を高めるべきであり、さらに、新しい施設が整備されるまで使う前提で考えられる必要がある。維持管理費の主要構成要素である電力費は、単独で 65~70%に及ぶ。これらは人件費、消耗品費等といったその他の構成要素と同様に、必要となる総年間費用を満たすように現実ベースで計算すべきである。電力は、実施機関によって、下水処理場と下水ポンプ場双方に 24 時間連続で供給されなければならない。
- vi. 2~3 年間の初期運転後に必要となる維持管理はしばしば見落とされるため、適

切に確保されるべきである。

- vii. DPR は、維持管理に必要な構成要素別資金総額と資金源を明確に表さなければならない。

NGRBA もまた、2010 年 12 月に刊行された NRCP/NGRBA の「プロジェクト報告書作成ガイドライン」付属資料 7 にある維持管理職員と維持管理職員官舎を規定する詳細なガイドラインを提供している。維持管理が政府部局によってなされるときは、これらのガイドラインによって維持管理費用が計算されるが、コントラクター向けにも適正利益を含む維持管理費用計算として利用される。

AMRUT (Atal Mission for Rejuvenation and Urban Transformation) スキームは 2014 年に中央政府によって開始された。これは人口 10 万人以上の 500 都市において、(i)各家庭が給水栓と下水道につながることを確保する、(ii)よく手入れされた緑地のオープン・スペース（例えば、公園）を整備することにより都市のアメニティ価値を高める、(iii)公共輸送への切り替えまたは動力を使わない輸送手段（例えば、歩くこととサイクリング）により汚染を削減する、という目的を達成することを目指している。AMRUT スキームの下で、100 都市がスマート・シティへ転換し、バラナシもそのリストに含まれている。したがって、利用者に提供されるサービス・レベルに相応しい維持管理のために、以下に示す AMRUT の O&M ガイドラインを考慮する必要がある。

- i. 過去の経験により、プロジェクトが完成しても自治体はインフラ資産の維持管理にほとんど関心がないことが分かっている。したがって、入札は使用料金に基づく 5 年間の維持管理費用を含むべきである。州／自治体は適切な費用回収メカニズムを通じて、維持管理資金を調達する。
- ii. サービス・レベル改善プランは、まずすべての家庭が上下水道に接続されることを目指す。

NGRBA の維持管理ガイドラインは、AMRUT よりも広範であると考えられるが、どちらのガイドラインも最初の 5 年間の維持管理費用を入札に含めることを求めている。NGRBA のスキームは、維持管理費用を調達するために使用料金を徴収することを要求している。

### 10.3 維持管理時における下水道施設達成度のモニタリング

下水管網は、サービス区域内で発生した下水を下水処理場まで運び、排水基準要求まで処理するように計画されている。したがって、下水管網に対する達成度指標は、対象となる発生下水量を下水管により衛生的に排除する能力を測るものであり、完全に下水量を運搬すれば 100%になる。また、下水管網は戸別に接続しているので、サービス・レベルは閉塞や



越流といった苦情への取り組みと関係している。なお、下水処理場の達成度指標は、処理される下水量と達成される水質で測られる。

(1) 下水管網に係る達成度指標案

推奨される達成度指標は、ガンジス川に流入する未処理下水を 100%カバーするという NGRBA の目的を考慮して定める。提案される基準はまた、バラナシ市がプロジェクト対象都市の中で人口が最大であること、AMRUT プログラムの中の 100 スマート・シティの一つであることを勘案して、AMRUT の目的に沿うものとする。推奨される達成度指標は以下の通りである。

- トイレ普及率 100%
- 下水収集率 100%
- 苦情の 24 時間以内処理率 100%

(2) 下水処理場に係る達成度指標案

下水処理場の達成目標は、流入下水をバイパスさせることなく全量処理し、NGRBA が規定するガンジス川への排水水質、または CPHEEO が規定する飲料水源に使われている表流水水質を満足する処理水を生成することにある。これらの水質基準等に照らして、採用されるべき達成度指標は以下の通りである。

- 下水処理能力 バイパスさせることなく流入下水 100%
- 処理水水質 CPHEEO マニュアル 2015 年
 

BOD:	<10 mg/L
TSS	<10 mg/L
TN	<10 mg/L
TP	<10 mg/L
糞便性大腸菌	<230MPN/100 mL
- 苦情の 24 時間以内処理率 100%

維持管理契約の下で、最初の 2 年間について (瑕疵担保期間 1 年 + 維持管理 1 年)、**表 10.1** に定める方法で処理場流入水・流出水を採水し、処理場水質試験室で分析するものとする。

表 10.1 下水処理場における水質試験分析項目と頻度

Parameter	Sampling Frequency	Sampling Method	Sampling points/location
pH	1. Daily	Flow-weighted 24-hour composite	a) Raw Sewage b) Plant Effluent
	2. Three times per week	Grab	Aeration Basin Zones a) Anaerobic (if applicable) b) Anoxic c) Aerobic
Turbidity	1. Daily	Flow-weighted 24-hour composite	Effluent from secondary clarifiers or from SBR basin
	2. Continuous	On-line	Effluent from secondary clarifiers or from SBR basin
COD	1. Daily	Flow-weighted 24-hour composite	a) Raw Sewage b) Plant Effluent
	Weekly	Influent	Influent sewage after grit chamber
TSS	1. Daily	Flow-weighted 24-hour composite	a) Raw Sewage b) Plant Effluent
	2. Twice a week	Grab	Waste activated sludge (WAS)
VSS	1. Daily	Flow-weighted 24-hour composite	Raw Sewage
	2. Twice a week (Tue, Thu)	Grab	Waste activated sludge (WAS)
Residual chlorine (if applicable)	1. Daily	Grab	Plant Effluent
	2. Continuous	On-line	Plant Effluent
BOD	1. Three times per week	Flow-weighted 24-hour composite	a) Raw Sewage Influent b) Plant Effluent
TKN	1. Three times per week	Flow-weighted 24-hour composite	a) Raw Sewage b) Plant Effluent
Ammonia-N	1. Three times per week	Flow-weighted 24-hour composite	a) Raw Sewage b) Plant Effluent
	2. Three times per week	Grab	Aeration Basin Zones ( as designed) a) Anaerobic (if applicable) b) Anoxic c) Aerobic
Nitrate-N	1. Three times per week	Flow-weighted 24-hour composite	a) Raw Sewage b) Plant Effluent
	2. Three times per week	Grab	Aeration Basin Zones a) Anaerobic (if applicable) b) Anoxic c) Aerobic
Alkalinity	1. Three times per week	Flow-weighted 24-hour composite	a) Raw Sewage b) Plant Effluent
	2. Three times per week	Grab	Aeration Basin Zones a) Anaerobic (if applicable) b) Anoxic c) Aerobic

Parameter	Sampling Frequency	Sampling Method	Sampling points/location
Total phosphorous	1. Three times per week	Flow-weighted 24-hour composite	Raw Sewage and Plant Effluent
Soluble phosphorous	1. Three times per week	Flow-weighted 24-hour composite	Raw Sewage and Plant Effluent
	2. Three times per week	Grab	Aeration Basin Zones a) Anaerobic (if applicable) b) Anoxic c) Aerobic
Fecal coliform	1. Three times per week	Flow-weighted 24-hour composite	a) Raw Sewage b) Plant Effluent
VFAs	1. Three times per week	Grab	a) Raw Sewage b) Anaerobic zone c) Anaerobic Digester – if provided
MLSS	1. Twice a week	Grab	Aerobic zone
MLVSS	1. Twice a week	Grab	Aerobic zone
Flow rate	1. Continuous	On-line flowmeter	a) Raw Sewage (Plant Effluent) b) Plant Effluent c) RAS d) WAS e) Sludge
Temperature	1. Daily	Flow-weighted 24-hour composite	a) Raw Sewage b) Plant Effluent
Specific gravity and concentration	1. Three times per week	Grab	Chemicals Sludge for consistency
Volume	1. Three times per week	Grab	Chemicals/Screenings/Grit/ Gas generation if applicable
Electricity Generation	Daily	On-line	Gas Quality, Volume, Engine running and Electricity Generation.

#### 10.4 維持管理コントラクターの責任と監督機関

NGRBA 及び AMRUT のガイドラインに従って、維持管理は最初の 5 年間はコントラクターが行い、その後は外部委託によって継続されるものと想定している。したがって、市 (Nagar Nigam) は監督の役割のみを果たすか、UPJN に監督業務を外部委託することができる。

最初の 2 年間の水質分析要求事項は前述した通りで、その後の 3 年間の維持管理は契約に含まれる。採水と分析は毎週 1 回行い、7 週間にわたって全ての平日をカバーするものとする。加えてコントラクターは、プロジェクトに関係のないインド標準局認可の検査機関で 1 ヶ月に 4 回、処理水サンプル分析が真実であることを証明するよう要求される。この証明用サンプルは、監督機関の決定に基づいてランダムに採水され、証明・分析費用はコントラクターの負担となる。コントラクターは、水質パラメーターの傾向を示すために表またはグラフ形式で流入水と処理水の水質情報を提供するものとする。

監督機関は処理水質の傾向をチェックし、処理場の浄化成績が満足できない、例えば、機能保証を満たしていない、または望ましい成績レベルから乖離しているならば、適切な改善措置を取るようコントラクターに要請するものとする。

監督機関は、処理水水質指標に取り組んでいるインド標準局認定の検査機関と契約して、監督機関とコントラクターが共同でサンプルを集めることが助言される。採水位置及びサンプル数は、瑕疵担保期間の最初の年に決められるものとする。

維持管理の全体期間中、監督機関は職員／カウンターパートを指名して週ベースで特定処理場の点検にあたらせる。監督機関はまた、処理場を定期点検する資格のある人を指名して、事前通告なく抜き打ちで点検に当らせるものとする。このポリシーは、処理場の適切な維持管理を確保するために必要である。

瑕疵担保期間中、監督機関は指名者を通じて、また、プロジェクト管理コンサルタントの援助と提案に基づいて、各月、四半期、半年、1年毎の処理場点検を実施し、必要な改善を提案するものとする。

## 10.5 維持管理費用

維持管理費用は NGRBA ガイドラインに基づく。下水道施設の維持管理費用は以下の項目を含む。

- 補修費
- 人件費
- エネルギー料金
- 処理場残渣処分費
- 処理場薬品費

NGRBA ガイドラインは、下水管の年間維持管理費は DPR と同じく建設費の 0.25% で計算される。下水処理場とポンプ場については、NGRBA ガイドライン付属資料 7 に示される方法に基づいて以下のようにまとめられる。

ポンプ場の年間維持管理費は以下の条件で算出する。

- |            |            |
|------------|------------|
| ● 土木工事     | 費用の 1.5%   |
| ● 機械電気工事   | 費用の 3%     |
| ● 人件費及び電力費 | DPR の詳細の通り |

この方法は、調査団が入手した DPR に準拠している。DPR の費用をまとめると表 10.2

の通りである。

表 10.2 提案下水道プロジェクトの予想維持管理費

(INR Lacs)

都市名	下水管 建設費	下水処理場 建設費	下水ポンプ場 建設費	下水道施設 維持管理費
バラナシ	All DPRs not yet available			
ラムナガル	8860.92	2233.62	1477.32	5554.67
ミルザプル	21455.25	3683.41	2078.80	2958.28
チュナール	8163.01	638.70	1132.54	905.16
ガジプル	DPR Not yet available			
サイドプル	DPR Not yet available			

## 第 11 章 環境社会配慮

### 11.1 プロジェクト・コンポーネント

プロジェクトの対象都市は、バラナシ、ミルザプル、ガジプル、ラムナガル及びチュナールの各 5 都市であり、対象とするプロジェクト・コンポーネントは、水質改善のための汚水の収集システム、雨水排水対策及び汚水処理からなる事業コンポーネントであり、下記に示す通りである。

対象プロジェクトに関して、スコープについては、事業実施機関である NMCG からの承認は下りていない。

表 11.1 プロジェクトの概要 (1/2)

都市名	Varanasi	Mirzapur	Ghazipur
地区名	Varanasi	Mirzapur	Ghazipur
コンポーネント	(1) District - I <b>1) Sewer</b> • Dia.: 200 to 900 mm • Length: 217,772 m (Open) , 1,876 m (Micro Tunneling) • Manhole: 10,925 nos. • House connection: 9,804 nos <b>2) Pumping Station: None</b> <b>3) STP: None</b> (2) District - II <b>1) Sewer</b> • Dia.: 200 to 900 mm • Length: 272,096 m (Open) , 3,911 m (Micro Tunneling) • Manhole: 13,128 nos. • House connection: 34,216 nos. <b>2) Pumping Station: None</b> <b>3) STP: None</b> (3) District - III <b>1) Sewer</b> • Dia.: 400 to 600 mm • Length: 807 m <b>2) Pumping Station:</b> • Location: Sarai Nandan • Unit: 6 (Duty: 4, d: 2) • Capacity: 400 m3/hr <b>3) STP:</b> <u><b>Ramna STP</b></u> <b>Capacity: 50 MLD</b> • Sewage treatment: Single stage CND • Sludge treatment: Thickener Digestion SDB	<b>1) Sewer:</b> • Dia.: 200 to 900 mm • Length: 8,835 m (Open) , 5,340 m (Rising Main), 7,000 m (Reuse Line) • Manhole: 344 nos. • Interception structure: 17 nos. (new), 9 nos. (Revamping) • House connection: 9,804 nos. <b>2) Pumping Station</b> • Proposed: 3 (IPS), 1 (MPS) • Rehabilitation: 2 (IPS), 2 (MPS) <b>3) STP</b> <u>Mirzapur STP</u> • Capacity: 32 MLD • Sewage treatment: USAB + SBR (14 MLD), SBR (18 MLD) • Sludge treatment: Thickening by gravity, Mechanical dewatering <u>Vindhyachal STP</u> • Capacity: 6 MLD • Sewage treatment: SBR • Sludge treatment: Thickening by gravity, Sludge drying bed	<b>1) Sewer:</b> • Dia.: 350 to 1,200 mm • Length: 8,335 m (Open) , 25 m (Rising Main) • Manhole: 284 nos. • Interception structure: 17 nos. (new) • House connection: 9,804 nos. <b>2) Pumping Station: N/A</b> <b>3) STP</b> <u>Ghazipur STP</u> • Capacity: 18 MLD • Sewage treatment: SBR • Sludge treatment: Thickening by gravity, Mechanical dewatering

表 11.1 プロジェクトの概要 (2/2)

都市名	Ramnagar	Chunar
地区名	Varanasi	Mirzapur
コンポーネント	<b>1) Sewer:</b> • Dia.: 350 to 900 mm	<b>1) Sewer:</b> • Dia.: 350 to 700 mm

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Length: 3,080 m (Open)</li> <li>• Manhole: 10 nos.</li> <li>• Interception structure: 4 nos. (new)</li> <li>• House connection: None.</li> </ul> <p><b>2) Pumping Station</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposed: 1 (IPS)</li> </ul> <p><b>3) STP</b></p> <p><b><u>Ramnagar STP</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacity: 14 MLD</li> <li>• Sewage treatment: Single stage CND (Circulated Nitrification / Denitrification) method</li> <li>• Sludge treatment: Thickening by gravity, Mechanical dewatering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Length: 4,308 m (Open) 2,160 m (Rising Main), 3,695 m (Reuse Line)</li> <li>• Manhole: 149 nos.</li> <li>• Interception structure: 22 nos. (new)</li> <li>• House connection: None.</li> </ul> <p><b>2) Pumping Station</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposed: 1(IPS), 1 (MPS)</li> </ul> <p><b>3) STP</b></p> <p><b><u>Chunar STP</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacity: 6.5 MLD</li> <li>• Sewage treatment: SBR method</li> <li>• Sludge treatment: Thickening by gravity, Mechanical dewatering</li> </ul>
--	---

## 11.2 環境社会現況

プロジェクトサイトは、UP州の南西部に位置しており、地形・地質学的には北部ヒマラヤ山脈及び南部のカンプリアン前紀の岩盤地質に挟まれたヒンドゥスターン平野の一部となっており、ガンジス川に面している。プロジェクトサイトの気象条件は亜熱帯気候の特徴を呈し、冬期の最低気温は約 15°C、夏季の最高気温は約 46°C となっており、年間降水量は、672mm から 1,381mm の間で推移する。

水質汚濁状況については、地表水であるガンジス川及びバルーナ川の水質は、環境基準を超過しており、また、地下水の水質についても、各都市部の井戸で採取されたサンプリングの水質結果では、一部、高濃度のヒ素、硝酸イオン及び大腸菌群数が確認されており、水質汚染が確認された。排水路及び既存処理場（ディナプール STP、バグアンプール STP）で採取されたサンプリングの水質検査では、ほとんどの地点で環境基準を超える大腸菌群数が確認されており、また、半数の地点で、アンモニア性窒素、BOD 及び TSS が環境基準値を超過していた。

プロジェクトサイトは市街化された地域となっており、サイト内及び近接部に国立公園や自然保護区等は存在しないが、チュナル市から約 20km 離れたところに Chandrababha 野生動物保護区が存在する。

## 11.3 環境社会配慮に係る法制度

「イ」国における環境保護に係る基本法は、「環境保護法（1986 年）」であり、これによれば、環境保護に係る責任機関は、中央レベルでは、環境森林省（以下、MoEF）、中央公害防止局（以下、CPCB）、州レベルでは、州公害防止局（以下、SPCB）となっている。

本プロジェクトの実施に関連する法制度としては、上記の「環境保護法（1986 年）」、「EIA 通達（2006 年）」及び「土地収用と生活再建および再定住における公正な補償と手続の透明性に関する法律（2013 年）」等が挙げられる。「イ」国における環境許認可については、上述した「EIA 通達（2006 年）」に基づき実施される。

「イ」国では「EIA 通達 (2006 年)」に基づきプロジェクトのスクリーニングを行い、その後カテゴリ A または B に分類する。環境影響が大きいと推定されるプロジェクトはカテゴリ A に分類され、CPCB によって環境許認可のための手続きが行われる。カテゴリ B には、一般的にカテゴリ A よりも小規模で環境影響の小さいプロジェクトが分類され、州レベルの SPCB による環境許認可が行われる。カテゴリ B のプロジェクトの場合、その後、SPCB によりカテゴリ B 1 か B2 のスクリーニングが実施され、カテゴリ B 1 の場合、環境影響評価 (EIA) を行う必要があり、EIA のための TOR が SPCB により決定され、事業者はこれに基づき EIA を行う必要がある。カテゴリ B2 の場合、EIA を行う必要はないが、プロジェクト実施のための申請書 (フォーム 1 又は 1 A) を提出し手続きを行う必要がある。上下水プロジェクトの場合、EIA を行う必要はないが、カテゴリ B2 のプロジェクトとして申請書の提出が必要になる。

環境許認可以外のプロジェクトの実施に必要な関連許認可については、道路、鉄道用地の横断及び掘削許可、汚水処理水の排水許可、用地内の植樹の伐採等に係る許可等が挙げられ、それぞれ、「イ」国公共事業局、「イ」国鉄、SPCB 及び森林局から事前の許認可を取得する必要がある。

#### 11.4 代替案の検討

本プロジェクトを実施しない場合 (ゼロ・オプション)、無処理の汚水の流出による水質汚濁や洪水時の冠水の問題及びそれに伴い引き起こされる衛生上の問題は依然として残り、本プロジェクトを実施した場合、汚水が処理されることによる水質の改善、また、洪水時の冠水の問題が低減されることが見込まれる。

下水処理方式については、DPR で提案された各処理方式に対して、本調査により、脱窒素や処理水の水質改善能力、コスト (初期コスト及び O&M コスト) 及び「イ」国における実績等の観点から検証が行われ、本プロジェクトに最適な処理方式が選定された。

#### 11.5 環境社会影響

本プロジェクトの実施により、下記に示す環境社会上の影響が想定された。

##### 工事時

- 水文：掘削土の仮置場や建設資材保管場所による排水路への雨水排除の障害
- 土地問題：ポンプ場及びラムナガール処理場の用地取得による地権者への影響
- 社会インフラ：工事時の周辺交通への影響、道路用地の掘削による既存ユーティリティーへの影響
- 伝染病：工事時の外部からの工事作業員の流入による伝染病の発生



- 作業環境安全：工事中の作業員の衛生環境や安全上の問題
- 大気汚染（粉塵）：工事中の工事用車両及び重機による粉塵の発生
- 廃棄物：掘削箇所における建設残土の発生及び処理の問題、工事事務所からの一般廃棄物の発生
- 騒音：工事中の工事用車両及び重機による騒音の発生
- 事故：工事中の工事作業員及び第三者に対する工事に起因する事故や交通事故の発生

### 供用時

- 貧困：将来の下水料金の値上げによる社会的弱者への影響
- 作業環境安全：下水管渠や処理場の維持管理による有害物質（H<sub>2</sub>S、CH<sub>4</sub>、塩素ガス等）による作業員への影響
- 水質汚濁：処理場における誤動作や維持管理の不徹底等に起因する水質汚濁の問題
- 廃棄物：処理場における発生汚泥の処分
- 土壌汚染：下水管渠の破損による生下水の漏出による土壌汚染の問題
- 騒音：ポンプ場や処理場におけるポンプ機器やブロアの稼働による騒音の発生
- 悪臭：処理場の汚泥処理及び仮置きによる悪臭の発生
- 事故：供用時の関連車両（バキューム車や汚泥搬送車等）による交通事故の発生
- 気候変動：処理場やポンプ場の稼働による電力消費や処理場で発生する処理汚泥の処分における GHGs の発生による温暖化への影響

### 11.6 影響緩和策

上記の想定される環境社会上の悪影響に対しては、工事中の適正な工事計画・工事管理、有害物質管理、環境モニタリング及びこれらの入札書類や契約書類を契約条件として盛り込むことを提言する。用地取得については、事業者による地権者に対する適正な補償措置の実施、温暖化抑止対策については、ポンプ機器やブロア等の効率の良い機器の選定、効率化に向けた運転及び将来のインド側による GHGs の回収システム（バイオガス発電等）の導入が望まれる。

### 11.7 用地取得・住民移転

ポンプ場及びラムナガール処理場用地については、地権者から用地取得を行う必要がある。しかしながら、プロジェクト・スコープについては、事業実施機関である NMCG から承認が下りてないため、用地取得による影響住民・物件の詳細な状況及び事業実施機関による具体的な補償措置及び土地取得・補償スケジュールについては入手出来ていない。今後、事業実施機関による適正な補償措置の実施が望まれる。

## 第 12 章 財務経済分析及び SPV

DPR 9 編の事業費の総計は Rs.16.530 million であり、そのうち 82%が資本費、18% が維持管理費である。また、下水処理場事業費の資本費の割合は約 60%であり、下水管渠の資本費の割合は約 97% である。9 か所の STP の EIRR は 11.19% である。バラナシのディナプール STP 及びバグワンプル STP の EIRR は、人口に対して投資額が少ないために、高い EIRR を示している。

表 12.1 9 DPR の分析結果の概要

Rs. million			Capital	O&M	Total						
All nine DPR			Rs. 13,568	Rs. 2,963	Rs. 16,530					NPV	1,305
										EIRR	11.19%
										B/C	1.09
Varanasi	District 1	N/W 228.5km	Rs. 3,193	Rs. 95	Rs. 3,288	Population	479,983	558,728	654,826	NPV	474
						SW Connection	74.70%	100.00%	100.00%	EIRR	12.00%
						Avg. HH	8.37	8.37	8.37	B/C	1.20
Varanasi	District 2	N/W 275.4km	Rs. 4,784	Rs. 136	Rs. 4,920	Population	570,252	778,259	1,041,264	NPV	263
						SW Connection	74.70%	100.00%	100.00%	EIRR	10.71%
						Avg. HH	8.37	8.37	8.37	B/C	1.07
Varanasi	District 3: RAMANA	STP 50 MLD	Rs. 1,241	Rs. 326	Rs. 1,566	Population	182,613	286,273	379,646	NPV	37
						SW Connection	74.70%	100.00%	100.00%	EIRR	10.43%
						Avg. HH	8.37	8.37	8.37	B/C	1.03
Varanasi	District 3 Sewers	N/W 120.3km	Rs. 1,754	Rs. 50	Rs. 1,804	Population	182,613	286,273	379,646	NPV	41
						SW Connection	74.70%	100.00%	100.00%	EIRR	10.30%
						Avg. HH	8.37	8.37	8.37	B/C	1.03
Varanasi	Dinapur & Bhagwanpur	80MLD 9.8MLD	Rs. 771	Rs. 541	Rs. 1,311	Population	618,016	618,016	618,016	NPV	2,077
						SW Connection	74.70%	100.00%	100.00%	EIRR	40.38%
						Avg. HH	8.37	8.37	8.37	B/C	2.39
Mirzapur	Part 1: ID&T	18MLD, 2MLD N/W, PS	Rs. 885	Rs. 870	Rs. 1,755	Population	251,262	287,863	347,938	NPV	120
						SW Connection	19.61%	62.21%	100.00%	EIRR	12.57%
						Avg. HH	8.82	8.82	8.82	B/C	1.09
Mirzapur	Part 2: Alternative 1	Existing 14MLD 4MLD	Rs. 183	Rs. 185	Rs. 368	Population	103,704	103,704	103,704	NPV	259
						SW Connection	19.61%	62.21%	100.00%	EIRR	28.25%
						Avg. HH	8.82	8.82	8.82	B/C	1.94
Chunar	ID&T	6.5 MLD 43km ITC MPS, IPS	Rs. 330	Rs. 207	Rs. 537	Population	48,000	63,000	80,000	NPV	-154
						SW Connection	20.00%	63.44%	100.00%	EIRR	#NUM!
						Avg. HH	7.47	7.47	7.47	B/C	0.60
Ramnagar	ID&T	10 MLD (STP) 32 MLD (MPS) xx km	Rs. 428	Rs. 554	Rs. 981	Population	64,070	87,122	118,503	NPV	-245
						SW Connection	94.12%	195.66%	100.00%	EIRR	#NUM!
						Avg. HH	8.20	8.20	8.20	B/C	0.62

表 12.2 資本費

	Rs.million	2017	2018	2019
	<b>15,316.1</b>	4,992.0	7,384.7	2,939.4
1) Varanasi District 1	3,613.1	1,092.0	1,800.8	720.3
2) Varanasi District 2	5,415.1	1,632.6	2,701.8	1,080.7
3) Varanasi Ramana STP	1,395.2	708.3	490.6	196.3
4) Varanasi District 3 (A) Sewer (District 3 Comprehensive)	1,980.1	605.6	981.8	392.7
5) Dinapur & Bhagwanpur Rehabilitation&Upgrade of STPs	871.4	268.5	430.7	172.3
6) Mirzapur Part1 ID&T	993.5	329.1	474.6	189.8
7) Mirzapur Part2 Alternative 1	205.6	66.7	99.2	39.7
8) Chunar ID&T	371.4	81.6	217.4	72.5
9) Ramnagar ID&T	470.8	207.7	187.9	75.2

表 12.3 維持管理費

	Rs. Million	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	<b>34,392.4</b>				326.8	349.9	374.7	401.2	429.6	460.1	492.8	527.9	565.5	605.8	...
1) Varanasi District 1	1,995.0				16.2	17.5	18.9	20.4	22.0	23.8	25.7	27.7	29.9	32.3	...
2) Varanasi District 2	2,859.8				23.2	25.0	27.0	29.2	31.5	34.1	36.8	39.7	42.9	46.3	...
3) Varanasi Ramana STP	4,897.2				57.7	61.2	64.9	68.8	72.9	77.3	81.9	86.8	92.0	97.6	...
4) Varanasi District 3	1,049.7				8.5	9.2	9.9	10.7	11.6	12.5	13.5	14.6	15.8	17.0	...
5) Dinapur & Bhagwanpur	8,131.6				95.9	101.6	107.7	114.2	121.1	128.3	136.0	144.2	152.8	162.0	...
6) Mirzapur Part1 ID&T	7,410.8				60.1	64.9	70.1	75.7	81.7	88.3	95.3	103.0	111.2	120.1	...
7) Mirzapur Part2 Alternative 1	1,573.3				12.8	13.8	14.9	16.1	17.4	18.7	20.2	21.9	23.6	25.5	...
8) Chunar ID&T	1,760.3				14.3	15.4	16.6	18.0	19.4	21.0	22.6	24.5	26.4	28.5	...
9) Ramnagar ID&T	4,714.8				38.2	41.3	44.6	48.2	52.0	56.2	60.7	65.5	70.8	76.4	...
10) Ghazipur ID&T					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Source: JICA Survey team

表 12.4 既存下水処理場の年間経費

	Varanasi	Mirzapur	Ghazipur	Ramnagar	Chunar	Saidpur	Total
Income Level/month	292,088	265,176	249,882	237,176	197,882		248,441
Actual Amount of Payment in Average for Existing Sewerage Treatment Services	1,222	229	275	127	135		<b>397</b>
Share rate to the Income/HH:	0.42%	0.09%	0.11%	0.05%	0.07%		0.16%

NPV が負であるために FIRR を算定できないが、公共施設の開発・更新プロジェクトでは、事業運営の収益のみでコストの回収を検討することは妥当でない。一般に下水道プロジェクトは、初期投資と維持管理費を使用料で回収することは困難であることが多い。

(Unit: Rs. Million)

Year in Order	Fiscal Year	Financial Cost			Total	Financial Benefit (Revenue) Due to Charge Collection for Sewerage Treatment Services		Cash Balance
		Construction Cost	OM cost	Re- place- ment cost		Connected HHs	Basic unit: 397	
0	2016							
1	2017	4,992			4,992		-4,992	
2	2018	7,385			7,385		-7,385	
3	2019	2,939			2,939		-2,939	
4	2020	0	327		327	201,227	60	-267
5	2021		350		350	211,315	63	-287
6	2022		375		375	221,885	66	-309
7	2023		401		401	232,963	69	-332
8	2024		430		430	244,574	73	-357
9	2025		460		460	256,746	77	-384
10	2026		493		493	269,508	80	-412
11	2027		528		528	282,891	84	-444
12	2028		565		565	296,927	88	-477
13	2029		606		606	311,652	93	-513
14	2030		649		649	326,001	97	-552
15	2031		695		695	333,666	99	-596
16	2032		745		745	341,652	102	-643
17	2033		799		799	349,986	104	-694
18	2034		856		856	358,697	107	-749
19	2035		918		918	368,580	110	-808
20	2036		984		984	378,653	113	-871
21	2037		1,055		1,055	389,229	116	-939
22	2038		1,131		1,131	400,350	119	-1,011
23	2039		1,212		1,212	412,063	123	-1,090
24	2040		1,300		1,300	424,418	126	-1,174
25	2041		1,394		1,394	437,259	130	-1,264
26	2042		1,495		1,495	445,363	133	-1,363
27	2043		1,604		1,604	453,026	135	-1,469
28	2044		1,720		1,720	434,855	130	-1,591
29	2045		1,846		1,846	440,410	131	-1,714
30	2046		1,980		1,980	445,985	133	-1,847
31	2047		2,124		2,124	451,578	135	-1,990
32	2048		2,280		2,280	457,192	136	-2,143
33	2049		2,446		2,446	462,825	138	-2,308
34	2050		2,625		2,625	468,717	140	-2,486
Total		15,316	34,392	0	49,709		3,311	-46,397
NPV (Discount Rate at 10%)					17,643		827	-17,021
EIRR:								#NUM!
B/C								0.05

表 17.7.1 に示す提案プロジェクトの総事業費は約 370.26 億円 (216.53 億ルピー) で、EIRR は 8.3% で目安とされる 10% よりやや低い。計画の純経済価値は割引率 10% で -35.37 億円で、したがって、計画はこの最終建設費の下では経済的に実施可能ではない。

FIRR はキャッシュフロー及び現在価値ともにゼロ未満であるため求められない。したがって、計画は財務的にも実施可能ではない。

FIRR は NPV そのものがマイナスであるので計算できないが、いわゆる公共事業と呼ばれる公共施設または社会インフラの整備及び改良のためのこの種のプロジェクトは、財務的便益のみで費用回収能力を分析するには十分でないかも知れない。一般に下水道プロジェクトは初期投資支出同様にすべての維持管理費を回収することはできない。

<SPV 財務モデル>

(1) 概要

「イ」国政府は2016年1月6日、PPPによるHybrid Annuity方式をNamami Ganga Programにおいて適用することを公表した。本モデルには2つの形態のSPV (Special Purpose Vehicle) が考えられる。すなわち国家レベル SPV と自治体レベル SPV (あるいはプロジェクト毎の SPV) がある。ここでは後者を分析した。

HAM-PPP (Hybrid Annuity Model) は、現在実施されている EPC モデルに対し、法制面及び合意事項・契約事項の各面において相違がある。HAM-PPP のキャッシュフローモデル及び財務モデルもまた異なった面がある。本章ではHAM方式における財務モデルと、HAMを採用すると考えられる 1) ミルザプル, 2) チュナール についての NPV 分析の結果を示す。このシミュレーションは実際のコンセッションのコスト情報及び資産・負債情報によるものではないので、正しい情報が得られた時点で再検討が必要である。

(2) 財務モデルの基本条件

1) 財務観点の HAM 体制

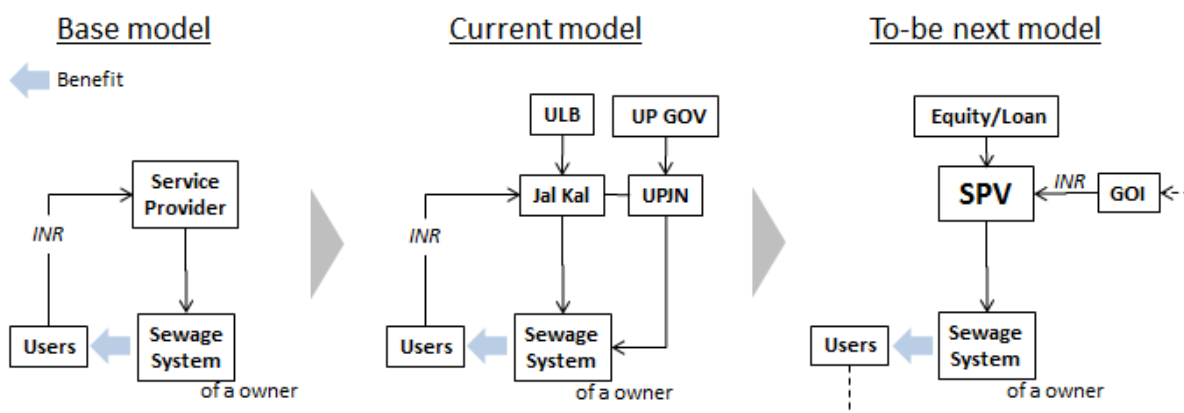


図 12.1 財務観点からの SPV 基本構造

2) 財務の主要ルール

HAM においては、より詳細な条件でシミュレーションを行う必要がある。これによりキャッシュフローを決定するが、ここでは簡略化して分析を実施する。

3) HAM-model における基本構造

HAM モデルのキャッシュフローモデルあるいは財務モデルを確定するには、ビジネスモデルの大枠を理解しておく必要がある。大きく分けて STP と管網の2つのモデルがあり、さらにそこから派生するいくつかのモデルがある。

## 4) HAM のタイプ

下水事業の HAM においては、二つの財務モデルを想定できる。一つは「イ」国政府から SPV へ定額の年金を支払う方法であり、他方は定額ではなく毎年額が変動する方法である。

## &lt;算定条件&gt;

- コンセッション期間は 20 年、建設は 2 年間、3 年目から O&M 開始とする。
- 建設費は、Rs.100 million、GOI は 40%を COD において支払うものとする。
- SPV は 60% の建設費を借入により調達して建設することとする。
- 借入利率は 10% と仮定する。
- O&M コストは Rs.5 million 、インフレはないものと仮定する。
- 処理水の販売売上げは Rs.0.4 million/year と想定する。( SPV の収益)

## &lt;GOI&gt;

- このモデルでは建設費の 40% である Rs.40 million が「イ」国政府により COD で支払われる。
- 建設後、Rs.7 million/year、総額 Rs.241 million の年金が、3~20 年に渡って支払われる。
- SPV が当初 2 年に支払う額は Rs.141 million であり、O&M コストは総額 Rs.100 million である。

## &lt;SPV&gt;

- 建設費の 60% である Rs.60 million を建設費として負担。
- 借入金の返済額は元利共で、約 Rs.7 million/year
- O&M コストは Rs.5 million/year 、3~20 年目
- 処理水売却の売り上げ額はゼロと仮定
- SPV の総収益は Rs.241 million

上記の条件で、割引率 10%の時、NPV は負となる。

## 第 13 章 プロジェクト実施体制

### 13.1 プロジェクト実施体制について

水道と衛生分野に関する中央政府の役割は、政策立案、ガイドラインの策定及び特定の法律のための実施支援の準備である。中央政府はまた、セクターにおける対外援助の動員及び州計画の援助の仲介機関としても機能する。都市域の水道と衛生プログラムへ補助金を供与する場合もある。

地域レベルでは、水道・下水道・衛生施設整備は、Municipal Corporation、Municipal Board、Municipal Council といった都市自治体に委ねられている。

ガンジス川浄化プロジェクト実施の成否は、与えられた任務及び説明責任を果たしつつ、効果的なプロジェクト実施体制を構築することにあると考えられる。

#### (1) プロジェクト実施体制（案）

プロジェクト実施体制は、利害関係者と関係機関の間で制度的にも確立される必要がある。

**図 13.1** のプロジェクト実施体制／枠組みは、以下の主要な利害関係者で構成される。

#### 1) 統括部局（E/A）

ガンジス川浄化プロジェクトのための E/A は、ガンジス川浄化国家ミッション（National Mission for Clean Ganga: NMCG）で、この機関は、中央政府の“Namami Ganga”プログラム実施者でもある。

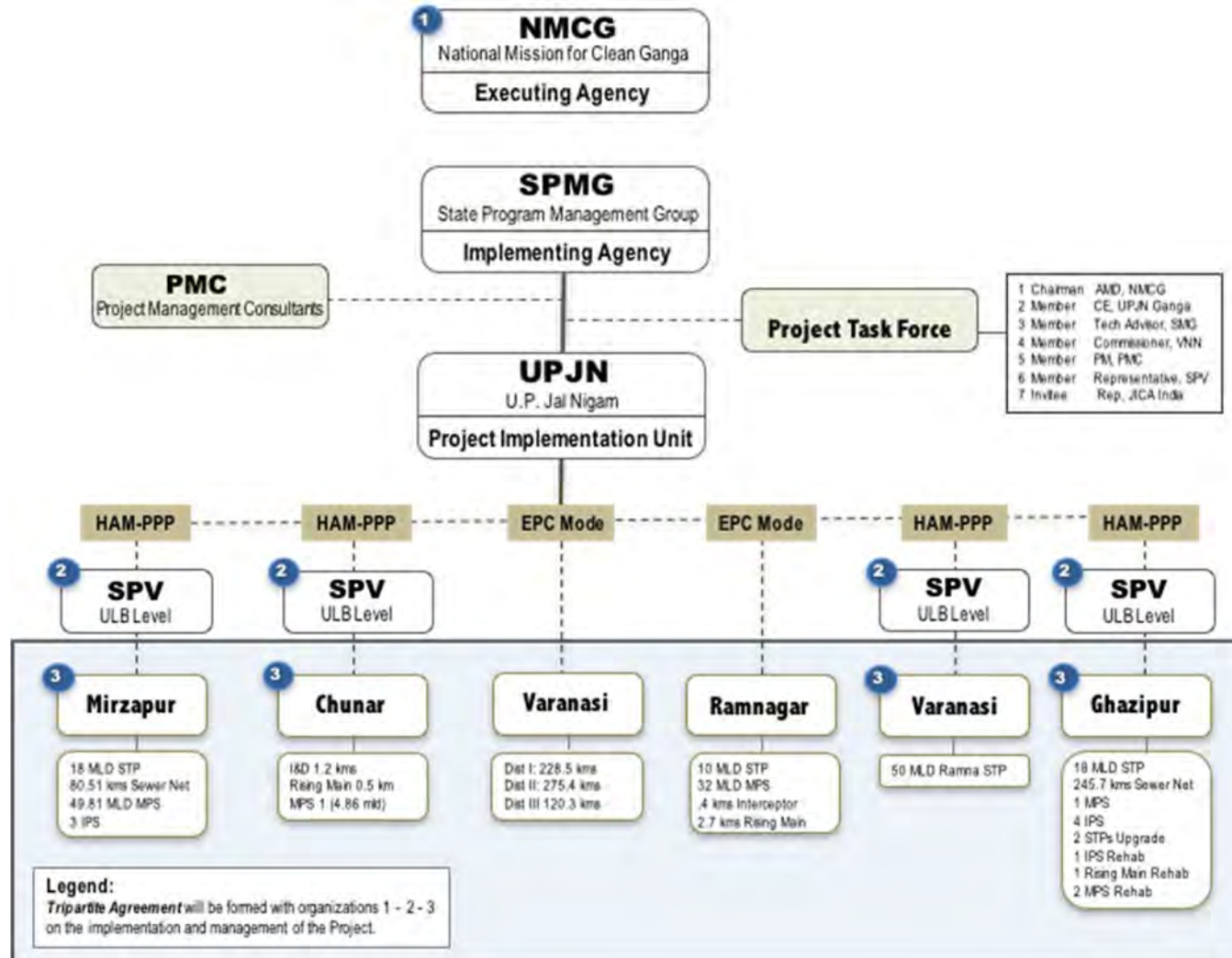


図 13.1 プロジェクト実施システム/枠組み (案)



## 2) 実施機関 (I/A)

ガンジス川浄化プロジェクトの I/A は、UP 州における NMC の C/P で実働部隊でもある州プログラム管理グループ (State Programme Management Group: SPMG) である。その主たる役割は、プログラムを実施する上でのモニタリングとプロジェクトの調整である。

SPMG はプロジェクト・モニタリング・シートを使って、UP 州内の NGBRA/NMC のプログラム管轄下にあるすべてのプロジェクトの情報を提供している。本プロジェクトに対しても、同じモニタリング・システムが利用できる。

## 3) プロジェクト実施ユニット (PIU)

UPJN は州の半官半民の組織で、河川汚濁軽減プロジェクトを含む州内すべてのスキームの水道、下水道及び廃棄物について、策定・実施・推進・資金調達・基準設定・料金設定を行う権限を有する。したがって、この点において、UPJN はプロジェクト実施ユニットとしてふさわしい。

## 4) 特定目的事業体 (SPV)

PPP-HAM による “Namami Ganga” の下水処理プロジェクト実行のために SPV が設立される見込みである。SPV はインド会社法 2013 年の下で設立される。政府はガンジス川沿いのすべての下水処理場整備と運転を HAM-PPP で実施することを決定している。

プロジェクト開始にあたって、SPV はプロジェクトが位置する州政府及び ULB と覚え書を交わす必要がある。ULB は下水管網及び処理施設の維持管理を担当する。SPV は関係 ULB と上記プロジェクトを請け負うコンセッショネアとの三社合意書に署名することとする。

## 5) プロジェクト作業部会 (PTF)

PTF はプロジェクトの実施、中央政府・州政府・自治体・中央政府系公社・州政府系半官半民会社といった利害関係者間の調整円滑化、プロジェクトが実施される関係コミュニティからの支援要請に方向性を与えるために組織される。PTF の活動は次の通りである。

- 法律、政策について、また、技術及び運営上の意見の相違について解決策を調査・策定・勧告する。
- プロジェクトの問題解決にふさわしい機関を特定する。

- プロジェクトに必要な許可・認可の取得をサポートする。
- プロジェクト実施中に、環境社会的要求事項についてモニター及びまたは調整する。
- 住民参加及び情報開示をモニターまたは調整する。
- 用地取得手続きが法律遵守のもとになされるのをモニターする。
- 四半期毎の定例会議を持ち、必要ならば特別会議を招集する。

ガンジス川浄化プロジェクトの実施体制を**表 13.1**に示す。

表 13.1 実施体制のまとめ

SL	Aspects	Arrangements
	Estimated Implementation Period	
1.1	Project Formation	To be determined during Loan Agreement stage
1.2	Project Implementation	To be determined during Loan Agreement stage
	Estimated Completion Date	To be determined
	Estimated Loan Closing Date	To be determined
	Management	
4.1	Executing Agency (E/A)	National Mission for Clean Ganga thru the Mission Director
4.2	Implementing Agency (I/A)	State Programme Management Group (SPMG) located in the State Ganga River Conservation Agency (SGRCA)
4.3	Project Implementation Unit (PIU)	UPJN-GPPU with appointment from E/A, I/A and SPV
4.4	Project Task Force (PTF)	Assistant Mission Director, NMCG – Chairman Chief Engineer, UPJN Varanasi – Member Advisor, Technical, SPMG – Member Municipal Commissioner, VNN – Member Project Manager, Project Management Consultants – Member Representative, JICA India – Invitee SPMG Staff – PSC Secretariat
4.5	Special Purpose Vehicle (SPV)	To be established for each ULB-based project sewerage facility as a limited corporation under the <i>Corporation Act, 2013</i>
		SPV for Mirzapur
		SPV for Ghazipur
		SPV for Chunar
	SPV for Varanasi (for 50 MLD Ramna STP)	
	Procurement	
5.1	PPP Concessionaire and/or O&M Contractor	National Competitive Bidding for ULBs under SPV Mode
5.2	EPC Contractor and/or O&M Contractor	National Competitive Bidding for ULBs under EPC Mode
	Procurement for Consulting Services	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By SPMG</li> <li>• International Competitive Bidding</li> <li>• Project Management Consultants (PMC) for project implementation support and capacity building (quality and cost-based)</li> </ul>
	Advance Contracting	NMCG/SPMG may require advance contracting of Project Management Consultants before actual implementation stage.
	Disbursement	Loan disbursement will be in accordance with JICA’s transfer and disbursement procedures and detailed arrangements between GoI and JICA

### 13.2 プロジェクト実施ユニットの構成、職員構成、役割と責任

プロジェクト実施ユニット（PIU）は、「イ」国政府と「イ」国の特性、執行機関と実施機関の特性、SPV とプロジェクトの特性、並びに（ODA パートナーである）JICA の要求等をふまえ、検討する必要がある。

#### (1) PIU の組織構成

PIU は、プロジェクト実施のために効果的な組織構成とし、下記に示すような明確に定義された責任範囲と説明責任範囲に関する規定を必要とする。

- 1) PIU は、プロジェクトの活動を監理・監督・管理する技術部門とする。HAM-PPP 契約者＝コンセッショネア及び EPC 契約者の業務であるプロジェクトの実施と監理、プロジェクトの建設と施工管理、支払い、環境管理とモニタリング及びレポート作成に関する活動等を対象とする。
- 2) SPV によって雇用されるプロジェクト管理コンサルタント（PMC）とともに作業する。
- 3) 工事の内容及び進捗スケジュール、予算、技術仕様書の遵守状況をレビューするための評価プランを作成する。
- 4) 達成度をモニターし評価する。

図 13.2 に、PIU の組織構成及び想定される EPC または HAM-PPP の資金調達の種類を示す。

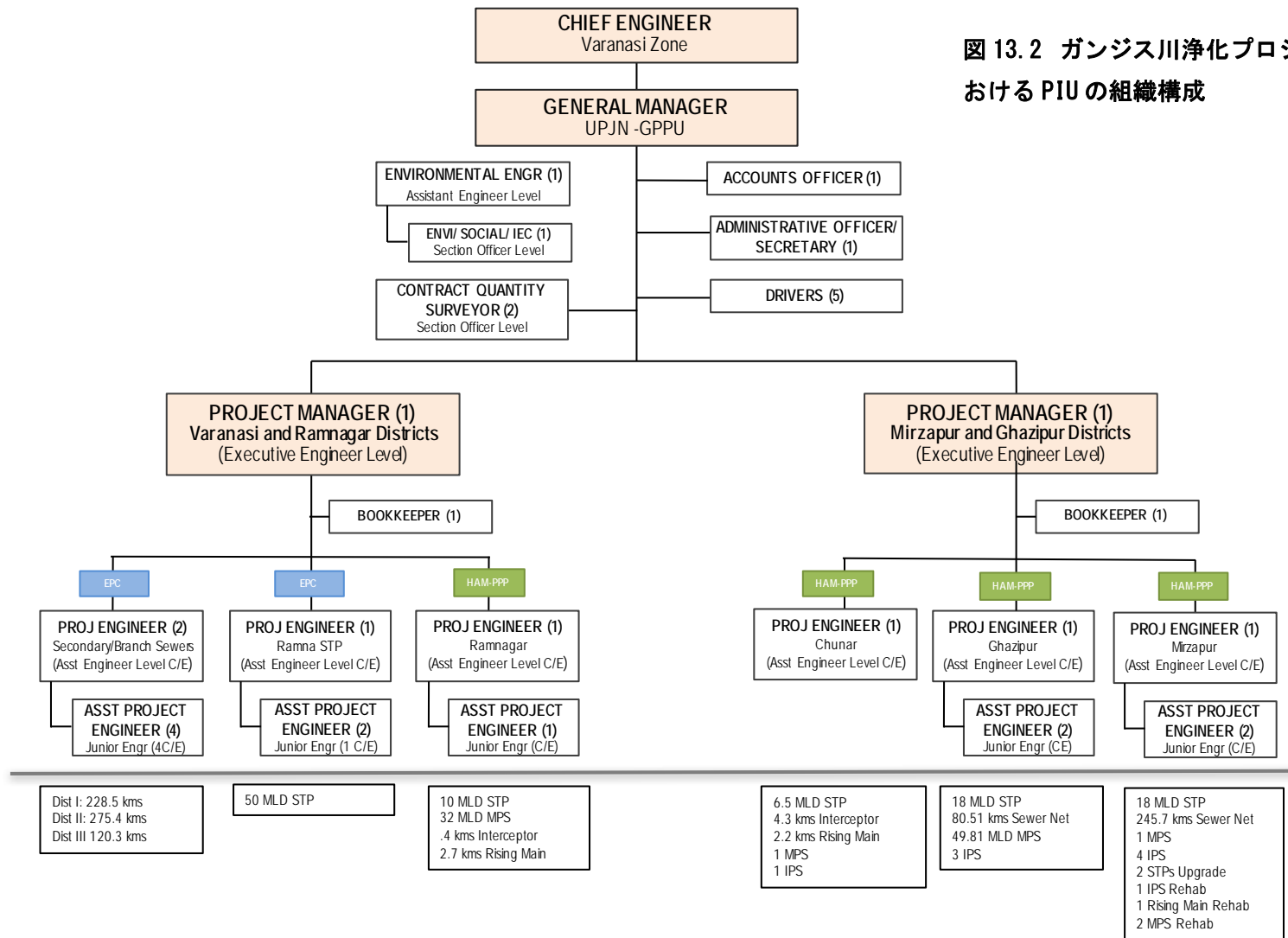


図 13.2 ガンジス川浄化プロジェクトにおける PIU の組織構成

(2) スタッフの要件と資格

スタッフの要件と資格を表 13.2 に示す。

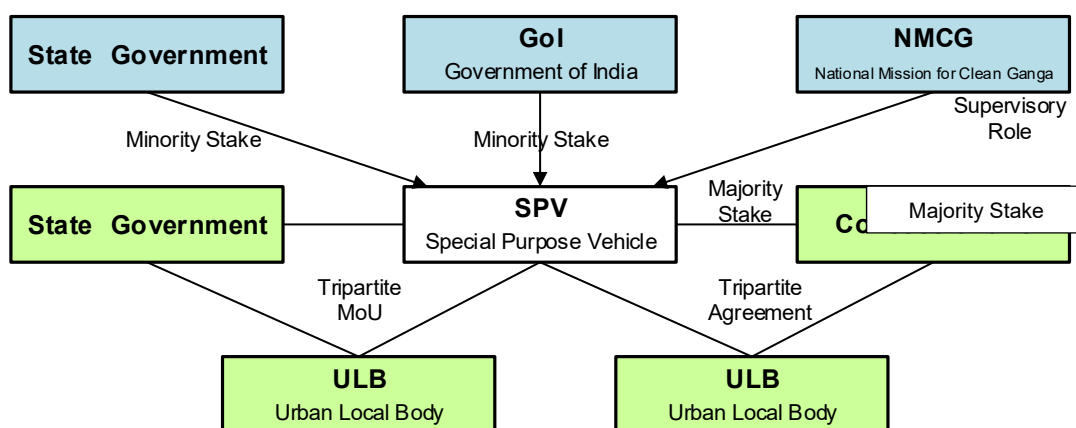
表 13.2 PIU が必要とする職員の職位と員数

SL	PIU Position	Equivalent Level /Position in UPJN	Number
1	Project Director	General Manager (Actual)	0
2	Project Manager	Executive Engineer	2
3	Project Engineer	Assistant Engineer	9
4	Assistant Project Engineer	Junior Engineer	11
5	Environmental Engineer	Assistant Engineer	1
6	Environmental/ Social/ IEC Specialist	Section Officer	1
7	Contract/ Quantity Surveyor	Section Officer	2
8	Accounts Officer	Accounts Officer	1
9	Administrative Officer/ Secretary	Administrative Officer	1
10	Bookkeeper	Bookkeeper	2
11	Driver	Driver	5
		<b>Total</b>	<b>35</b>

13.3 SPV 組織 (案)、役割及び責務

Namami Ganga の下で実施されたすべてのプロジェクトに対し、NMCG が最近公表した制度上の仕組みを図 13.3 に示す。

SPV の株の大多数をコンセッションニアが所有し、「イ」国政府と関連する州政府が若干保有している。加えて、SPV に関しては二種類の合意書がある。一つは「イ」政府と関連する ULB および SPV の合意書であり、もう一つは関係する ULB、コンセッションニア及び SPV の三社間合意書である。合意書の詳細は、財務構成、資金調達 (料金と収入の流れを含む)、技術 (設計・技術・環境保護・用地手配等)、調達、プロジェクト実施の取り決めに関する役割と責任を含んでいる。

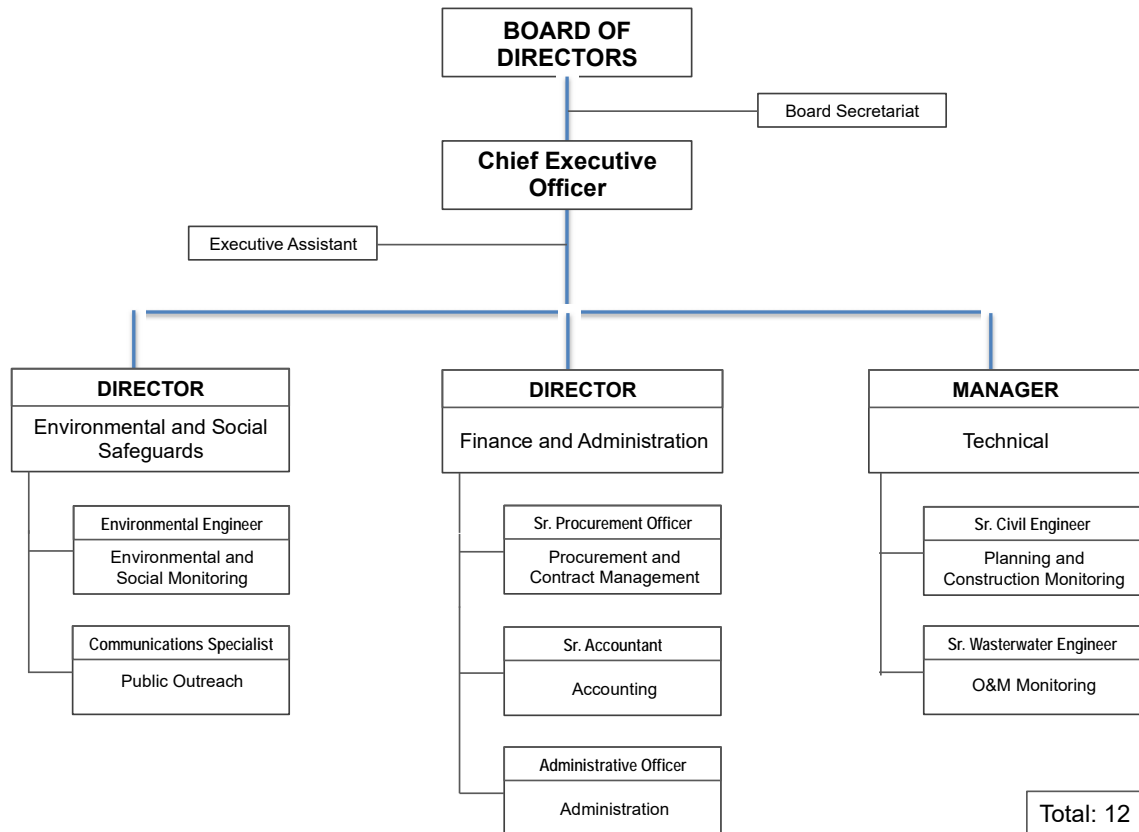


Source: “Hybrid-Annuity-based PPP Model for the Creation of Sewage Infrastructure”, Presentation by NMCG, February 2016

図 13.3 SPV の制度上の仕組み

(2) プロジェクト関連活動による SPV の役割と責務

ULB レベルにもとづく SPV の組織構成 (案) を図 13.4 に示す。



Prepared by JICA Survey Team

図 13.4 ULB レベル SPV の代表的組織構成 (案)

13.4 プロジェクト管理コンサルタント (PMC)

PMC は、実施設計並びにプロジェクトの監理を目的として、SPMG によって雇用される。

- PMC は、プロジェクトの技術的財務的側面並びに実施上の課題について、実施機関である SPMG に支援を行う。諸手続きの流れを決め、モニタリング方法や報告システムを構築する。
- PMC は調達管理について、工事パッケージの明確化、契約書作成、契約者の手続きサポートをすることにより、SPV の支援を行う。
- PIU と協働し、実施支援を行う。PIU のプロジェクト監理を補完し、施工監理・調整・管理・プロジェクト達成状況のモニタリングの基準を確立する。PMC は、特に、プロジェクト及びプログラムの目的が確実に達成されるように、能力開発、住民啓発、公衆衛生に係る情報・教育・コミュニケーション (IEC)、及び下水道接続キャンペーンにおいて、UPJN、VNN、及びその他 ULB の能力開発を援助する。

### (1) 「イ」国政府の調達プロセス

現在「イ」国には、省庁が公共調達を律する法律はない。しかし、2012年に承認された公共調達法案は、まだ法制化されていないものの大きなインパクトを秘めている。この法案は、財務管理における「イ」国政府の継続的改革の一部であり、調達プロセスに関する包括的な法律を策定するものである。この法案の適用範囲は、すべての省または部局、連邦政府の公共セクターの事業または政府が50%以上の株を保有するすべての会社に及ぶ。したがって、法案は州政府・自治体の調達プロセスは包含していないが、州政府及び自治体の調達プロセスに強力な影響を与えている。

2006年、「イ」国政府は国家e-ガバナンス計画（the e-Governance Plan: NeGP）を承認した。これは国の方針や制度、インフラを確立することによって、「イ」国におけるe-ガバナンスの基礎を築き長期的成長を促すもので、市民及びビジネス中心のe-ガバナンス環境を創り出すために、中央政府、州等でこれらを実施するものである。e-Procurementは、政府調達を簡素化し、透明性を高め、成果を重視することを目的にしている。e-Procurement Mission Mode Portalは国中のさまざまな州政府及び連邦領土で実施されているすべての入札を統合するもので、政府調達に関連したすべてのサービスをワンストップで扱うシステムの確立を可能にすることができる。これらの施策は調達効率を向上させ、調達時間及び調達費用を削減し、政府調達の透明性を高めるものである。

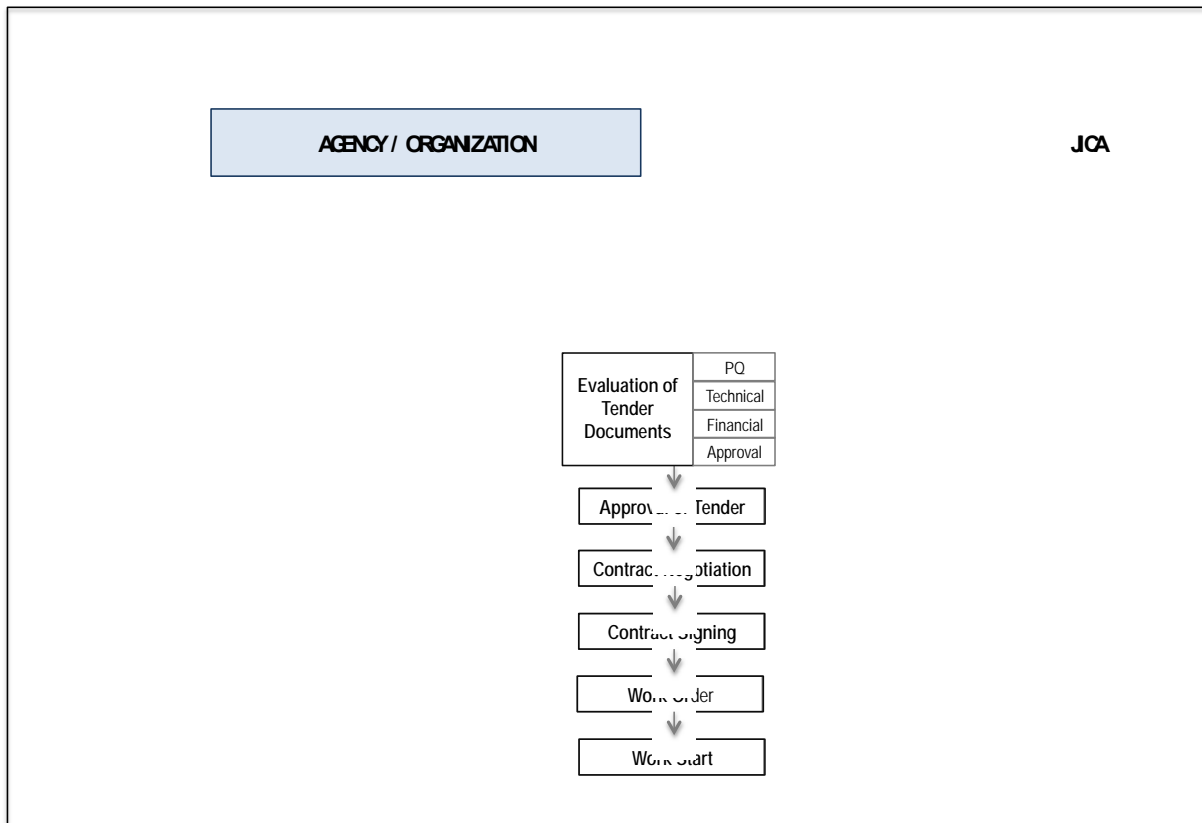
### (2) NGRBA/SPMGにおける調達

2011年NGRBAは「調達マニュアル（the Procurement Manual）（2013年改訂）」を発行した。これはIBRD及びIDAプロジェクトのための物品・工事・サービスの調達に係る方法・手段を含む重要な情報を含んでいる。このマニュアルは、NGRBAプログラムの下ですべての州において一様な調達システムを達成するために、NMCG、SPMG及びプロジェクト実施機関の調達担当部署のために作成されたものである。

### (3) UP州UPJNの場合の調達

UP州政府は物品・サービス・工事の調達を含む州政府のすべての財務処理に関する財務ハンドブック（the Financial Handbook、1984年改訂）を刊行している。州の部局は財務ハンドブックに従って調達プロセスを管理している。





Source: JICA Survey Team, January 2016.

図 13.5 「イ」国の代表的な調達プロセス

(4) SPV の調達プロセスにおける考慮事項

計画委員会は、PPP とインフラ整備に関する事務局を通じて資格審査文書要請書モデル (Model Request for Qualification (RFQ) Document) 改訂版を 2014 年に刊行した。省庁及び中央政府の独立機関がこれらのガイドラインに従って PPP 入札者を公平かつ透明に選定することを目的としている。

## 第 14 章 パイロットプロジェクト

パイロットプロジェクトとして、本邦技術を活用した河川直接浄化法によるパイロット事業を検討した。本邦における河川直接浄化法としては、「物理+生物的浄化法」及び生物的浄化法」が挙げられる。本邦では具体的には礫間接触浄化法、曝気式礫間接触法、ホテイアオイ等利用浄化法が利用されることが多い。

### (1) 設置位置

検討の結果、ガンジス川本流の直接浄化は以下の理由で困難であることが明らかとなった：①雨季においては、バラナシ前面において 4,100m<sup>3</sup>/sec の流量があり、乾季との水位差が 12m に及ぶ（管理困難）②本川幅は 400m に及ぶ（全面に設置することが困難、効果の計測が困難）③雨季には大量の土砂が流下する（施設の埋没）④多数の水牛が水浴びをする（水中での損傷）これらの理由のため、施設の維持管理が難しく本川への施設設置は回避せざるを得ない。支川での設置は、バルーナ川が適すると判断した。バルーナ川の中流より上流の本川の水利的影響の少ない位置を選定した。

### (2) 処理プロセス

処理プロセスについては設備を水中に設置すること、河川中の管理が難しいこと、停電が多く自家発の設置が困難であること、これらの条件から検討を行った。結果として、エコバイオブロック法（好気性納豆菌群を含むコンクリートブロック、「イ」国内に工場あり）、炭鉄法（鉄と炭が密着した固体を利用する方法）に可能性があることを見出した。前者は「イ」国の CPHEEO に記載されており、同国内で性能試験が行われている。本プロジェクトでは以下の条件を勘案してエコバイオブロック法を用いるものとした。①エコバイオブロック法は、設置位置を考慮することにより砂による埋没を少なくできる可能性がある②炭鉄法は湖等の静水域に合っており、河川のような条件では効果が評価しづらい。

エコバイオブロック（EBB）によるプランを図 14.1、図 14.2 に示す。RC ベッド上に、7000 個の EBB を敷き詰めたユニットを築造し、図 14.2 に示す位置に設置する。事業費は、15.98Cr と見積もられる（調査・DD、10 年間の維持管理込）

ただし炭鉄法についても効果を検証するため、最上流に UNIT 0 として設置する。EBB と同じ RC ベッドを使用するものとし、EBB と同様に、その中に炭鉄ユニットを敷き詰めるものとする。

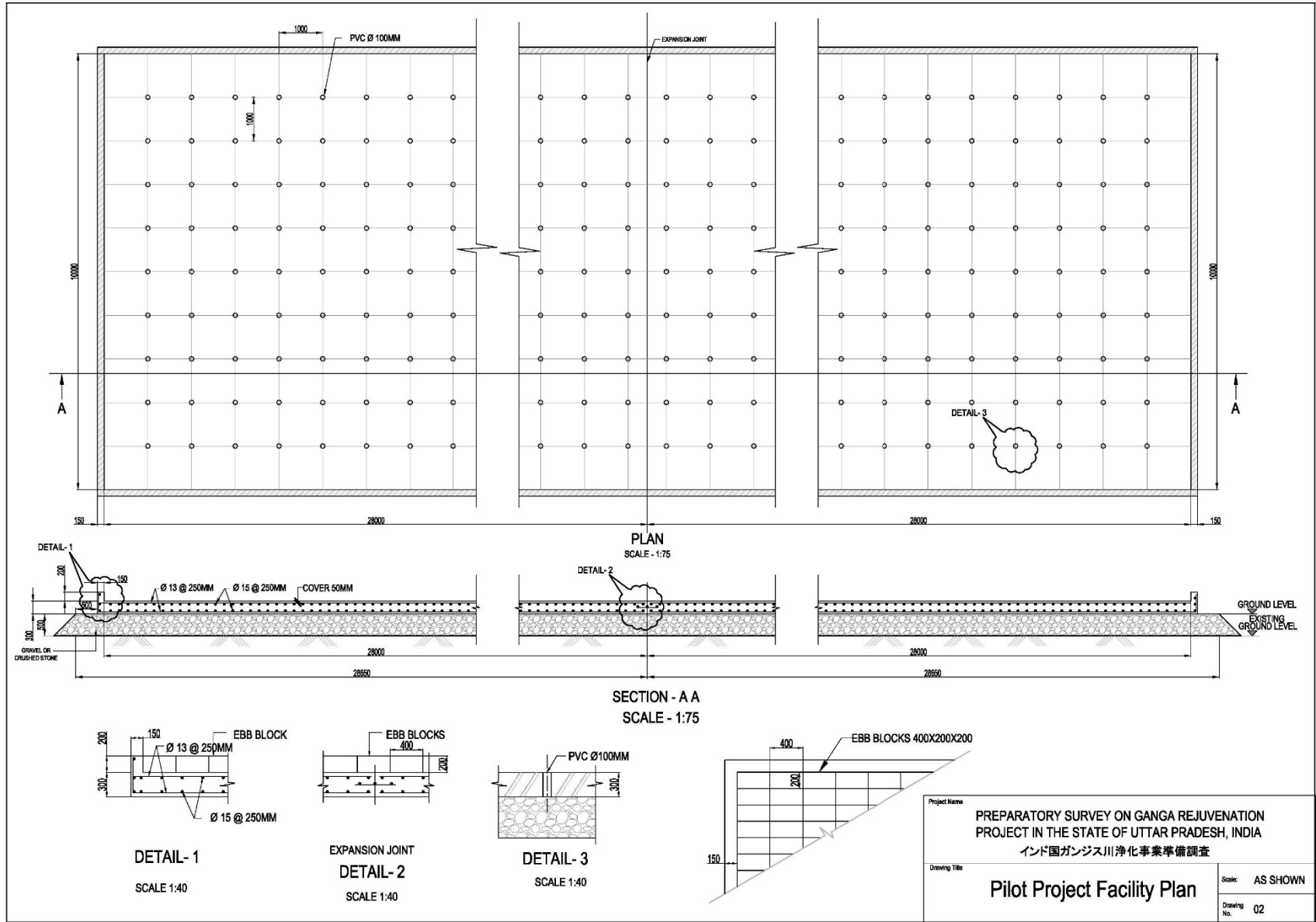


図 14.1 処理ユニット計画図

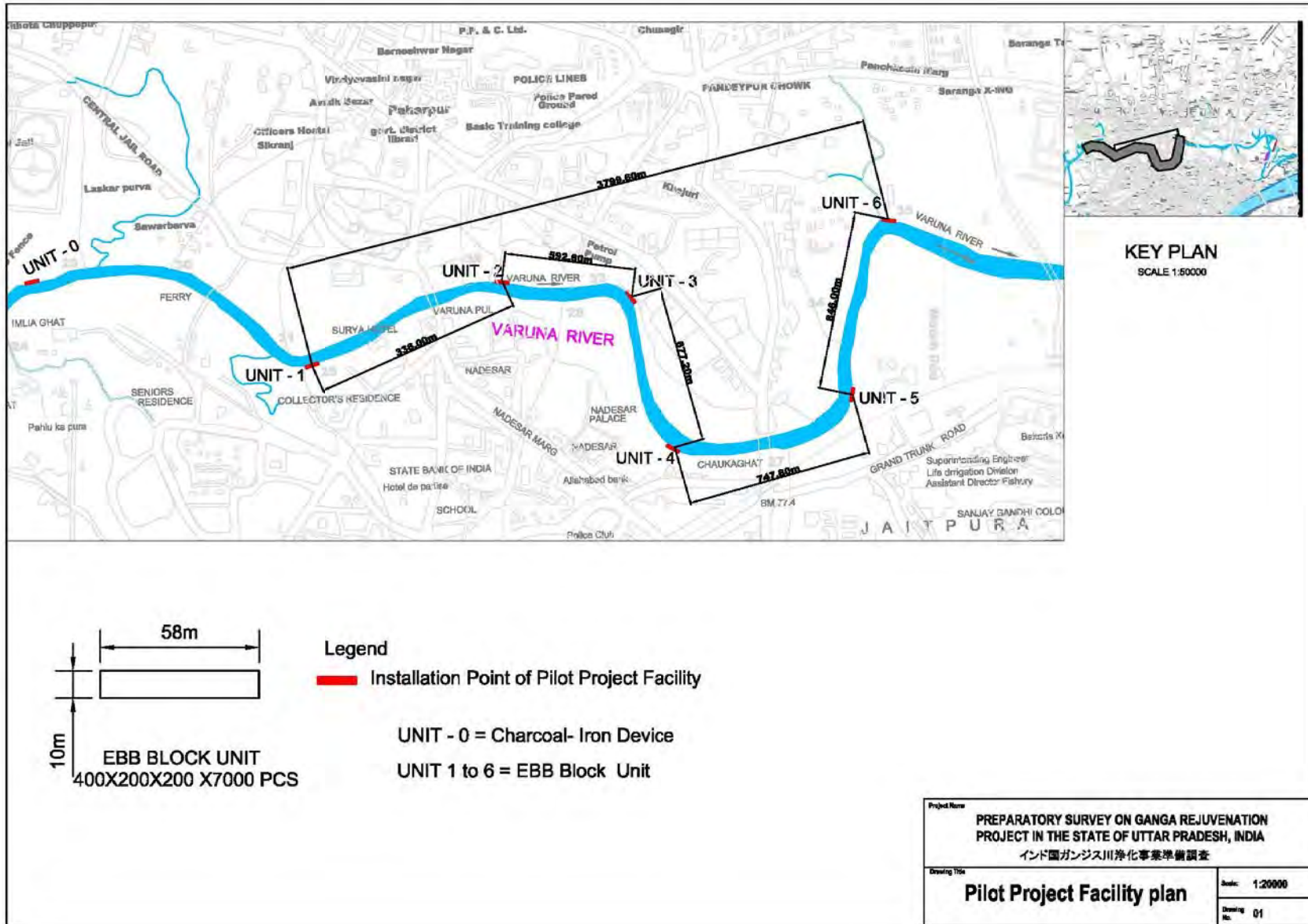


図 14.2 EBB ユニット設置位置

## 第 15 章 バラナシ国際会議場

2015 年 12 月日印首脳会談時「日印ヴィジョン 2025 特別戦略的グローバル・パートナーシップ」においてバラナシ市の「コンベンションセンター開発の可能性を探求することへの期待」が表明されたことを受け、本施設の協力可能性を検討することが本調査のスコープとして追加され、調査を行なった。

ただし、本施設への支援の有無は本調査結果等を踏まえ日本政府により決定されるが、ODA による支援を実施する場合、単なる財政支援ではなく、社会・経済開発に資する案件である必要がある。また、一般的に商業性が高く民間融資の可能性の高い事業は、ODA での支援に適さない、とされる。上記観点から、DPR レビューにあたっては、以下の諸点に留意した。

### 15.1 我が国の ODA による支援に適さないもの

ODA での支援に適さないものは以下の通りである。

- ・ 市長庁舎
- ・ ショッピングモール
- ・ ホテル（宿泊施設）
- ・ 華美な美術館・博物館

### 15.2 施設計画レビュー方針

本施設は「ガンジス川浄化事業」の一部として実施することを検討された。施設は下記の内容に即した計画とすることが求められた。

- ・ 環境協力・衛生教育の実施を主たる目的とする施設
- ・ 下水道・河川浄化技術の展示を主たる目的とする施設
- ・ 川の生態系の展示・セミナーの実施を主たる目的とする施設
- ・ 日本の技術を活用したトイレ設置等による啓蒙を主たる目的とする施設

上記を基本コンセプトとして、DPR における（1）配置計画、（2）実施計画、（3）施設内における河川浄化展示施設、（4）意匠計画を検討し、提案を実施した。

インドにおける文化、歴史、遺跡、工業、観光及び地域的特色に基づく、自然条件・周辺環境に沿ったデザインコンセプトを立案した。意匠的には歴史と遺跡文化を表現するムガールスタイルのファサードを推奨した。なお、本調査は 2106 年 6 月～7 月の期間行われたが、その後の検討は、JICA が「バラナシコンベンションセンターにかかる情報収集・確認調査」に引き継がれた。

### 15.3 レビュー結果

- (1) 施設のレビュー

規模・付帯施設・レイアウト・動線計画等について、日本の既設札幌コンベンションセンター（以下 SCC）計画を元としてレビューを実施した。このレビューの中では以下の 6 機能を検討した。

① 公会堂，②セミナー室，③ 展示室，④ 受付，⑤ 事務所，⑥職業訓練センター  
バラナシコンベンションセンター（VCC）と SCC の動線計画の比較結果は、以下の通りである。

a) 来場者動線

b) サービス動線

VCC: クラスタータイプ（分散居室を廊下とホールで連結）

SCC: 連続タイプ（動線に沿って居室を配置）

c) 入場者入口

地下及び一階に設置

d) Common space

VCC: 各居室の独立性を重視

SCC: 機能の流動性を重視

レイアウトと河川浄化技術の展示及び建築物の意匠計画については以下の通りである。

<レイアウト>

① 市長室

VCC: 市長執務室が計画されており、ODA の支援の観点から要変更の旨提案

② 宿泊施設

VCC: 宿泊施設が計画されており、ODA の支援の観点から要変更の旨提案

<河川浄化技術の展示及び建築物の意匠計画>

(1) SCC の例

河川浄化技術を SCC の例に従い提案。SCC の例、規模：1,200m<sup>2</sup>、建設費：USD 1,100,000

展示物：環境問題、下水道の役割、札幌下水道の果たしている役割の紹介

入場者数：2014 年までに 700,000 人以上、2015 年単独で 43,989 人

(2) デザイン提案

バラナシの文化をモチーフとしたデザインとする：歴史・産業・環境を重視。バラナシの歴史を表出するムガールスタイルを提案。

## 第 16 章 アクション・プラン

組織改善のアクション・プランについては、以下の 9 項目について策定した。

- 1) 下水道事業における自立的な組織運営
- 2) 事業完了までの年間業務計画策定
- 3) 資産台帳整備
- 4) 情報管理システム改善
- 5) 水道料金（上水道を含む）の合理化と徴収体制の改善
- 6) 戸別接続義務化の徹底
- 7) 財務諸表の作成
- 8) 顧客サービス改善
- 9) 人材開発・人事制度改善

UP 州では UPJN が下水道施設の計画と建設を所管しているが、それらの施設の維持管理については、UPJN が中継・主ポンプ場及び下水処理場を、VJK が下水管網を担当し、加えて下水道料金の請求と徴収を行っている。

また、「イ」国政府はガンジス川アクション・プラン第二期のポンプ場及び下水処理場の建設及び維持管理に国・州・地方自治体・譲受者が出資する特定目的事業会社を設立して PPP-HAM 方式を適用することを決定している。2017 年 3 月 3 日に HAM-PPP 方式で実施されるバラナシのラムナー STP の入札書類一式が UPJN の Website 上に公開された。

下水ポンプ場及び処理場の維持管理を担当している UPJN の収入は *centage charges* が主たる財源で下水道料金収入はない。一方、VNN の収支は黒字である。これは VNN の維持管理は下水管網に限定されポンプ場及び下水処理場の維持管理の負担がないためと思われる。VNN の下水道料金収入は UPJN に配分されていないため、UPJN の維持管理は州予算の持ち出しになっている。このように下水の収集・処理・処分からなる下水道システムが一つの組織で運営されずに UPJN と VNN に分担され、また VNN が料金徴収を行っても UPJN との間で分配されないため、独立採算という概念は存在しない。この現在の UPJN と VJK による二元化した下水道管理システムは、PPP-HAM 導入後においても維持されると考えられる。

したがって、現況及び PPP-HAM 導入後においても、下水の収集・処理・処分からなる下水道システムが一つの組織で下水道料金収入を元にして運営されることを前提とする以下の議論と合致しないため、これらの検討内容については、章立てを変えて記載した。（第 10 章を参照）

- 1) 下水道事業における自立的な組織運営
- 2) 事業完成までの年間業務計画策定

- 3) 下水道料金の合理化と徴収体制の改善
- 4) 財務諸表の作成

### 16.1 下水道台帳整備

マッピング・システムは一般的に、①地図作成システム (AM: Automated Mapping System)、②地理情報システム (GIS: Geographical Information System)、③施設管理システム (FM: Facility Management System) より構成されている。このうち、②の地理情報システムは、地図情報そのものを下地にして、情報の加工・解析を行うものである。一方、③の施設管理システムは、地図上の位置とそれに関連する情報を一体としてデータベース化し、地図情報や属性情報の検索・処理を行うシステムである。

下水道マッピング・システムの構築により以下のことが可能になる。

- 1) 情報の一元管理
- 2) 検索など情報活用の迅速化
- 3) 業務の支援につながる各種解析
- 4) 他システムとの関係

図 16.1 に下水道台帳整備のアクション・プランを示す。



図 16.1 下水道台帳整備のアクション・プランとモニタリング・シート

Sr. No.	Action	Contents/Outputs Expected Hints to Be Included	Target Date (DD/MM/YY)	Budget (INR)	Responsible Official	Monitoring		
						Date (DD/MM/YY)	Status	Remarks
1	Conceptual design of asset ledgers for water supply facilities using GIS	<b>Subjects:</b> ・ Scope of system ・ Graphic data ・ Attribute data ・ Image data ・ etc.	31/09/2018	—	Zone I: E.E.	xx/xx/xx	・ Not started ・ On-going (xx%) ・ Completed (DD/MM/YY)	
2	Selection of basic map & software for preparation of asset ledgers	<b>Subjects:</b> ・ How to use the information ・ Type of analysis ・ Type of output	30/11/2018	—				
3	Review of input data for GIS database		31/01/2019	—				
4	Data collection of existing water supply facilities		31/03/2019	—				
5	Provision of IT devices for GIS database preparation		31/03/2019	—				
6	Training of GIS database operators		30/06/2019	—				
7	Construction of GIS database		31/12/2025	—				
8	Operation of asset ledgers for water supply facilities		01/01/2026	—				

## 16.2 情報管理システム(Information Management System: IMS)の改善

### (1) JICA準備調査におけるIMS改善プロジェクト必要性の根拠

インドと日本はガンジス川浄化プロジェクトの下、衛生システムの改善を通じてガンジス川流域のバラナシとその周辺4都市の生活環境改善に取り組んできた。

ガンジス川のこれら5都市の急速な発展により直面している課題に注目すると、各都市に統合された「GISデータベース」と「GIS 基礎MISシステム」を早急に導入するべきと考えられる。それらのシステムは、ガンジス川浄化プロジェクト準備調査にて設定される改革アジェンダを推進する行政を助けることになる。よって、これらの情報技術の導入とベースライン・データの作成を提案する。ITインフラ創出は、GIS、MIS、上下水道シミュレーション、SCADAシステムといったその他の事業プロセスを統合する機能を可能にする。

### (2) プロジェクトのアプローチ

バラナシ都市部の「GISマスター・データ」及び「GISベースMISシステム」はJICA 援助の組織整備プラン (Institutional Development plan: IDP) の下で概念化され、同じことはJICA、UPJN、VMC、UP-UDD-Lucknow及び利害関係者により承認されている。したがって、VMCのIT & ITESサイドへの更なる投資を行う必要はない。IDPの下でバラナシのコンサルティング・サービス提供への入札招請通知は2015年5月5日に発出された。

### (3) バラナシ都市部と、IDP プログラムのSDCラクナウのE-Nagar Sewa ポータルとの統合のシステム構築 (案)

IDP-GAP-IIプロジェクトで開発されたバラナシ都市部の「GIS データベース」及び「GISベース決定支援システム」は、パイロットベースのE-Nagar Sewaポータルと統合される。

全体のシステム構築は、UP州政府ラクナウのUP-UDD部長及びその他の利害関係者と密接に議論して設計されている。バラナシ都市部の提案システムは更なるプロセスに入るため、JICA及びその他の利害関係者により承認されている。

### (4) ガンジス川浄化プロジェクト準備調査からの提案

新しいプロジェクト管理コンサルタント (Project Management Consultant: PMC) のスケジュールの下で実施すべき業務範囲を提案する。VMCの詳細GIS/MIS整備は、IDP-GAP-IIの下で概念化されているので、IDPプログラムの下にあるバラナシ都市部を参考にして、他の四つの都市部局に総合的な「GISデータベース」及び「GIS基礎MISシステム」の実施を提案する。四つの都市部局に対し実施段階でPMCが請け負う業務は以下の通りである。

- 四つの都市部局の詳細調査及び現況資料の作成
- 各都市部局との協議結果に基づいた機能に関するスコープの作成
- これらの都市部局における既存の情報技術ソリューションの目的分析

- 四つの都市部局を対象とした「GIS 基礎世帯データベース」の整備
- すべての都市部局に対し既存及び将来のネットワークを含む「GIS基礎上下水道資産データベース」の整備
- 資産データ付きGIS基礎決定支援システム、顧客データベース及びコール・センター管理モジュール (Server/Desktop/Mobile Application) の設計・開発及び実施
- 各都市部局の既存アプリケーション付き「GIS基礎MISモデル」統合プランの設計及び開発
- これらの都市部局から選抜された職員に対しGISデータベース及びGIS基礎決定支援システムを管理及び改善能力形成プログラムの設計及び開発
- GISデータベース及びWeb-GIS基礎MISアプリケーションを運営・維持・開発・改良するためにサーバー、ストレージ、ファイアウォールを含む関連ソフトウェア、データベース、ハードウェア設備の調達
- 各都市部局の「E-Knowledge Centre」の整備
- 各都市部局とラクナウのSDCにあるE-Nagar Sewa ポータルとの統合
- 完全な運転開始後少なくとも3年間各都市部局がE-Knowledge Centreのメンテナンス支援

(5) 四つの都市部局におけるプロジェクト・コンポーネント (案)

E-Knowledge Data Centreは、運営に関する意思決定にとどまらず、戦略的な計画に必要なすべての技術・管理情報を提供する責務がある。担当部は四つの主要セクションから構成される。

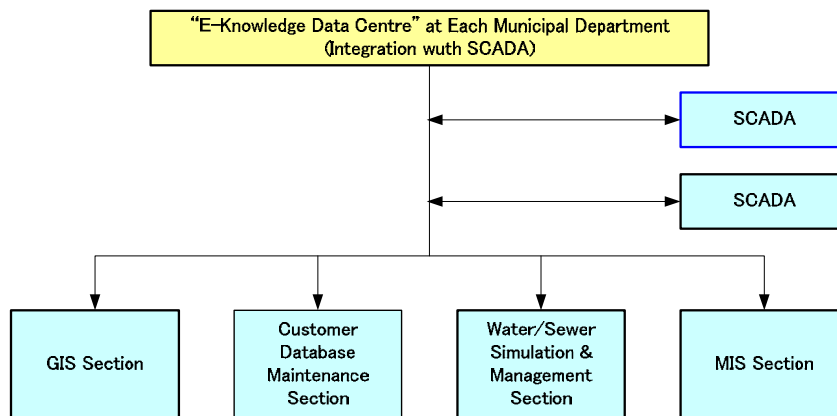


図 16.2 E-Knowledge Data Centre

- 1) GISセクションは、様々なレイヤーを持つ市全域の最新のベース・マップを保管する責任を有する。それはまた、市全域の上下水道ネットワーク施設並びに戸別接続を含むすべての施設の情報を含む。PMOの下で、GISプラットフォーム上に潜在的な上下水道接続を登録するために、広範な市場調査・サービス接続調査をプロジェクト実施段階で行われなければならない。GISデータベースは市場調査・メンテナンス・投資計画といった戦略的ニ

ーズのために組織内インターネット／イントラネットを通じてすべての職員に利用される必要がある。

- 2) 顧客データベース整備セクションは、検針・請求情報を含む顧客データベースの整備・保管に責任を有する。設計・実施段階では、各都市部局のすべての顧客の正確なデータベース構築を開始・完成させる必要がある。四つの都市部局で、10万人の顧客が発生すると見込まれる。新規の個別接続は市場調査－接続申請－実際の接続－検診と請求、という流れとなる。
- 3) 上下水道シミュレーション整備セクション：GISと水理モデルは補完的技術である。それらに容易にアクセスできることにより、各都市部局は時間とコストを節減することができる。二つのシステムが統合されると、必須データへの即時接続が可能となる。結果的にリスク分析、補修と交換、能力評価、投資改善計画等がより効率的かつ効果的に実施できる。水理モデルとGISには、以下のものが含まれる。



図16.3 GISと水理モデルの統合

- 既存污水管システムにおける降雨量の影響を予測する現実と理論的シミュレーション・モデル
- 污水収集システムにおける可能な要素に対する変数の提案
- 晴天時及び雨天時越流水のリスクの認定
- 合流式及び污水管越流水を取り除くための資本投入の最適化
- システム制御の結果と便益の分析

四つの都市部局のSCADAシステムをリアル・タイムベースでE-Knowledge Centreと統合することを提案する。少なくとも以下のことをモニターする必要がある。

- 主要施設のポンプとバルブのオン・オフ状況
- 浄水場・下水処理場・配水管網内の主要ゲート・バルブを含む主要接点での流量
- リアル・タイムベースでの下水処理場／浄水場流出水の下水／上水水質。この情報は運転・制御部だけでなく、リアル・タイムで運転のガバナンスを確保するために規制当局にも利用可能でなければならない。

- 4) 管理情報システム (MIS) ・セクションは、日々の運転状況、使用水量、請求記録、工事進捗等のデータ作成・分析に責任を有する。MISセクションの主要業務の一つは生産性の

向上にあり、業績インセンティブにつながっている各局・各部・個人の業績目標達成率を計算する。

- 5) 研修・能力形成セッション：研修は、職員のスキル・レベルを維持するために重要である。継続的な研修と能力形成の実践は、すべての都市部局の新しい職員の運転管理能力向上に寄与し、プログラムの成功を確実にする。

(6) 提案されるサービスの範囲：

- 1) 四つの都市部局に GIS データベースを整備する。
  - ミルザプル市
  - ラムナガル市
  - チュナール市
  - ガジプル市
- 2) 四つの都市部局における GIS ベース MIS システム事業の整備及び E-Knowledge Centre の設立
- 3) IDP-GAP-II プロジェクトの下で設計されたバラナシ都市部のレプリカと同じく、ラクナウの SDC を通じて四つの都市部局で GIS マスター・データベースと GIS 基礎 MIS の統合
- 4) 四つの都市部局において労働力の供給と所要インフラに関する次の 3 年間の支援

### 16.3 下水道への各戸接続の義務化

「UP 州上下水道法 1975 年」により、土地所有者の敷地がどこであれ Jal Sanstan の下水管から 50m 以内にあると認定される時には、下水道への各戸接続は土地所有者の義務になっている。

MoUD のサービス・レベル標準値によれば下水道普及率は以下のように定義され、各都市の普及率は表 16.1 のように報告されている。

$$\text{下水道普及率} = (\text{下水道に直接接続している戸数}) / (\text{サービス区域の全戸数}) \times 100$$

表 16.1 下水道普及率と DPR で提案されている接続棟数

	Service Level Benchmark*1		DPR	
	Status (%)	Target (%)	Transfer of Exist.	New Pipe
	2010-11	2011-12		
Varanasi	67.3	72.3		
District I			38,288	9,804
District II			79,836	34,216
District III			100	5,987
Ramnagar	75.0	79.0	-	-
Mirzapur	53.0	56.0		5,726

Chunar	85.0	89.0		-
Ghazipur	98.0	100.0		3,900

接続枿からマンホールまでの取付管が計画されているが、接続枿は道路側で敷地に最も近接する場所に設置されることになっている。接続枿からの最小管径は 150mm であり、敷地内の取付管及び道路側の接続枿への接続は敷地所有者の責任である。接続枿が道路側に接続されても、接続枿から各戸への接続がなければそれらは価値がない。したがって、各戸からの生活排水を収集する各戸接続が下水道整備プロジェクトでは欠かせない。

#### 16.4 顧客サービスの改善：サービス・レベルへの義務

上下水道サービス・レベルに対する Jal Kal の義務は、年間プラン及び目標に明記されている。これらのプランはまた現行の州政府及びまたは中央政府プログラム、または開発パートナーからのローン等から追加資金を得る根拠となっている。そのようなプロジェクトの一つに NGRB の下で JICA が支援する Ganga Action Plan Project (バラナシ)があり、その中に組織整備プログラム (Institutional Development Programme: IDP) と呼ばれるコンポーネントがあり、2016 年 6 月に開始した。

この場合特に下水道施設は JICA が援助する GAP II プロジェクトの下で実施されことになっていたため、IDP は JKV に引き継がれた上下水道インフラ・プロジェクトを維持管理する JKV を支援・強化することを想定している。この IDP は九つのアクション・プランから構成され、2016-2018 年の約 2 年間かけて実施・完了する計画である。IDP はまたバラナシのガンジス川浄化プロジェクトに大きな便益をもたらすことは明白である。うまく実施されれば、上下水道サービスを提供する JKV の成績レベルに良好な影響を与える。

##### (1) IDP コンポーネント

IDP は二つのコンポーネント、すなわち、コンサルティング・サービスとソフトとハードのインフラ拡充・設備の整備から成る。

コンサルティング・サービス下には以下の領域がある。

- ① 組織構造の改善と強化
- ② 研修ニーズ・アセスメントの実施を通じての研修／能力開発、研修プランの整備及び海外研修の実施
- ③ 料金メカニズム及び合理的な料金構造の策定を通じての料金構造の整備
- ④ GIS を通じての資産管理計画、下水接続のマッピング、JKV の重要な上下水道資産及び UPJN-GPPU が運転している STP と関連資産の維持管理マニュアルの整備
- ⑤ 州レベルの MIS 及び VMC/JKV を含む UP 州すべての自治体の使用者及びユーティリティ・データベースを支援するのに必要なアーキテクチャの設計と開発
- ⑥ UP-UDD の下にあり UP-UDD と JKV/VMC 双方に関係のある Institutional Development Cell (IDC) に対する技術移転とガイダンス

インフラ拡充と設備には以下のものがある。

- ① MIS 及び州レベル GIS 開発のためのサービスの調達、市販で利用可能なソフトウェアの調達及びハードウェアの調達
- ② 基本的な下水道設備の調達
- ③ 試験室設備の更新
- ④ 強化された研修インフラの整備及び研修施設・設備強化の提供
- ⑤ 24/7 オンラインによる出生死亡登録を目的とした主要火葬ガートにおける社会基盤整備

## (2) JKV の顧客サービス

サービス・レベル標準値 (Service Level Benchmark: SLB) について見ると、JKV は 2015 年 12 月現在サービス区域内で 67% をカバーしている。下水管網普及率では目標に対し僅か 30% 達成しているだけである。この状況により、住民の多くが生活排水を水路に排水するか、あるいは個人の腐敗槽を設置する等の汚水処分を行うに至っている。これに加えてサービスの提供は、SLB の 24/7 を下回る一日 10 時間の交替制給水サービスになっている。

請求・徴収システムはコンピューター化されており、水道税・下水道税の支払いは銀行または JKV のオフィスで受け付けている。徴収率は SLB は 90% に設定されているが、JKV のみで 2014-15 年の徴収率は水道 72%、下水道 76% となっている。

JKV には毎月平均で 290~300 件の苦情が Web 経由、電話またはオフィスへの直接訪問で持ち込まれている。24 時間以内の対応率は 96% で、SLB の 80% よりも高い。

JKV には、苦情対応管理システムが存在する。市民からのあらゆるタイプの苦情をコントロール・ルームが 24 時間で受け付けており、これら苦情はシステム上に登録・記入される。水道サービス苦情センターの大半は、給水時間・断水・漏水・水質に関するものである。下水道システムに関する苦情は、進行中の新しい幹線工事による損傷、ごみが入り込んだことによる取付管の目詰まり等である。

## 16.5 人材開発と管理の改善

### (1) UP 州及びバラナシ市における人材開発・人材管理状況に関する調査

UP 州ラクナウの都市整備局 (Urban Development Department (UDD)、UPJN 本部、VNN、JKV、UPJN(バラナシ) における人材開発、人材管理状況に関する調査結果は以下の通りであった。

#### 1) オフィスの機能と職務内容規定書

各オフィスの機能は文書化されており、職務内容規定書が存在する。バラナシ市と JKV については、職務内容規定書は平易に記載されている。どちらも機能内容規定書、職務内容規定書が存在し組織管理システムが確立されているので、これらの組織運営は何の障害もなく行われている。

#### 2) 人事管理

人事管理に関しては管理構造、オフィスの機能規定書、職務規定書と一緒に組織図といった

基本的な監理ツールが、州レベル、市、JKV、UPJN で存在する。管理職・従業員を活性化する年間業績査定システムは非常に有効なツールになり得る。このシステムはすでに州レベル、市、JKV、UPJN に適用されており、書面の業績評価書式も存在する。JKV の場合、評価書式は責任者のみに存在し、従業員評価については A4 サイズの普通用紙が業績の良し悪しの評価に使われている。UPJN については、責任者、従業員別に書式が用意されている。

### 3) 人材開発及び研修施設

人材研修と人材開発プログラム活動に関するヒアリング結果によれば、州レベル、市、JKV、UPJN のほとんどの職員及び責任者に研修プログラムが利用可能であるが、実際の O&M 活動が行われている現場の職員及び監督には研修機会がほとんどない。したがって、現場の職員及び監督に対する人材研修が必要と考えられる。

#### (2) 下水道システム管理の所要能力

##### 1) 下水道システム管理に求められる能力水準

国際水協会 (International Water Association: IWA) は、上下水道サービスのための PIs を開発し、2000 年に「水道サービス PIs」、2003 年に「下水道サービス PIs」を刊行している。また、国際標準化機構 (International Organization for Standardization: ISO) は、上下水道サービスに関連する活動について国際基準を開発し、「利用者サービス評価と改善ガイドライン: ISO24510」、「下水道事業者の管理及び下水道サービスの評価ガイドライン: ISO24511」、「水道事業者の管理及び水道サービスの評価ガイドライン: ISO24512」を 2007 年に刊行している。ISO24500s は全体的な下水道サービスの評価ガイドラインで、その目的は事業者とサービスの効率向上にある。

##### 2) 下水道システム管理に求められる能力開発プログラム

能力開発のサブプログラムは、各能力開発の目的別に構築され、詳細設計・建設・維持管理のプロジェクト段階に応じて継続的に行われる。

### (3) 監督機関 VNN と実施機関 JKV と UPJN 職員の現行の技術スキルと能力

#### 1) VNN と JKV 職員の技術レベルと研修

下水管網の監督組織である VNN とその下位の実施機関である JKV は、日々の運転維持管理活動を行っている。

JKV のマネジャーに行ったヒアリングによれば、現場の O&M チームとスタッフが不足しており将来現場スタッフと監督官の増員に取り組む必要がある。不足が生じる原因のひとつは下水管網の経年劣化にあり、この状況に打開するには多くの維持管理活動を外部委託するか、公募によってパートタイム作業員を雇用することである、と述べている。

JVK のマネジャーについては、年に一回外部研修によって施設能力を高める機会があるが、種々の制約等がある。これらの状況を念頭に入れて、ジュニア・エンジニア、認定給排水設備士、技師補といった実際に現場で維持管理する監督員のための研修プログラムが必要である。また、研修プログラムはオフィス内で実施されるかまたは UPJN に委託して行われる。

#### 2) UPJN O&M スタッフの技術レベルと研修

日々の O&M 活動は UPJN 地域事務所の監督の下、STP と SPS で行われている。UPJN はまた、



下水幹線の布設替え工事、政府からの大規模維持／補修工事といった建設プロジェクトの委託も受ける。

a) UPJN の STP 及び SPS O&M スタッフ

UPJN のマネジャーへのヒアリングより、年に一回または二回の定期的な新入社員研修として、現場運転員に対する研修の必要性がある。

b) UPJN における下水管網建設・O&M/補修スタッフに対する研修

インドでは下水幹線の建設と更新工事については掘削機または人力による地表掘削と下水管敷設が主流であり、技術面では問題はない。他方、UPJN マネジャーへのヒアリングでは日本及び西欧諸国で使われている推進工法のような新しい技術への需要がある。研修への要望はその技術をどのように利用するか、建設の流れ等に関するものが多い。

(4) O&M に対する研修計画と能力開発

O&M 操作員・監督員・新任マネジャーに対する研修プログラムを以下の四つのカテゴリに分割して提案した。

- 下水管網に係る新任監督員・操作員・マネジャーに対する O&M 個別研修
- 下水管網に係る新入社員に対する O&M 個別研修
- (UPJN 地域事務所及び SPV の O&M スタッフのうち) STP 及び SPS 操作員・エンジニアに対する O&M 個別研修
- 日本研修と日本の経験共有の検討

## 第 17 章 事業費及び実施計画

### 17.1 プロジェクトの概要及び構成

表 17.1 に各 DPR に示された計画建設開始年及び建設期間、表 17.2 にガンジス川浄化事業のコンポーネントを示す。

表 17.1 各 DPR に示された計画建設開始年及び建設期間

都市名	レポートの種類	建設実行年	建設期間 (月)
ディナプール及びバグ アンプール	Comprehensive	-	20.5
ラムナー	Comprehensive	2015-2016	32.0
ミルザプル	Comprehensive	2016-2017	36.0
ミルザプル	I&D-part 1	2016-2019	36.0
ミルザプル	I&D-part 2 A-1		
ミルザプル	I&D-part 2 A-2		
チュナール	Comprehensive	2016-2017	36.0
チュナール	I&D	2016-2017	36.0
ガジプル	Comprehensive	2015/May	27.0
バラナシ第一地区	Comprehensive		30.0
バラナシ第二地区	Comprehensive		30.0
バラナシ第三地区	Comprehensive	-	30.0
ラムナガール	Comprehensive	2016/Jan	30.0
ラムナガール	I&D	2015/Dec	22.0

注：(-)マークは DPR 内に特定の年が示されていないことを意味する。

表 17.2 ガンジス川浄化プロジェクト・コンポーネント (調査開始時点)

種類	コンポーネント	備考
A. 下水管渠	1. バラナシ第一地区の幹線、副幹線及び枝管の建設	220km
	2. バラナシ第二地区の幹線、副幹線及び枝管の建設	276 Km
	3. バラナシ第三地区の幹線、副幹線及び枝管の建設	128 Km
	4. ラムナガールでの圧送管及び遮集管の建設	3km
	5. チュナールでの幹線及び遮集ピットの建設	4.3km and 16 か所
B. 下水処理場及びポンプ場	6. チュナールでの下水処理場、中継ポンプ場、主ポンプ場の建設	汚水処理量： 6.5 MLD
	7. ミルザプルでの処理場・ポンプ場建設及び処理場のリハビリ	汚水処理量： 18 MLD (新設)

		汚水処理量： 14 and 6 MLD (リハビリ)
	8. ラムナガルでの処理場及びポンプ場建設	汚水処理量：10 MLD
	9. ラムナーでの下水処理場建設	汚水処理量：50 MLD
	10. ディナプール下水処理場リハビリ工事	汚水処理量：80 MLD
	11. バグワンプル下水処理場リハビリ工事	汚水処理量：8 MLD
C. 環境管理	12. 環境管理計画 (EMoP)	
D. コンサルティングサービス	1) 下水管渠の詳細設計、入札及び建設 2) デザインビルト：下水処理場及びポンプ場の基本設計、入札及び工事監理、住民啓発・組織能力及び環境管理計画実行の促進	(1) 下水管渠：詳細設計、入札補助及び工事施工監理 (2) ポンプ場及び処理場：基本設計、入札補助及び工事施工監理 (3) 住民啓発、組織能力及び環境：工事監理

注：A での下水管渠延長は DPR に示された延長である。

## 17.2 事業コンポーネントのパッケージ分け

建設工事の内容に基づき、以下のコンポーネントにパッケージを分割した；

- (1) パッケージ 1：バラナン第一地区での幹線・副幹線及び枝管の建設
- (2) パッケージ 2：第二地区での幹線・副幹線及び枝管の建設
- (3) パッケージ 3：第三地区での幹線・副幹線及び枝管の建設
- (4) パッケージ 4：ラムナガルでの処理場・ポンプ場・圧送管及び遮集管の建設
- (5) パッケージ 5：ラムナーでの下水処理場建設
- (6) パッケージ 6：チュナールでの下水処理場、中間ポンプ場、主ポンプ場、幹線及び遮集ピットの建設
- (7) パッケージ 7：ミルザプル下水処理場及びポンプ場の建設
- (8) パッケージ 8：ディナプール下水処理場及びバグワンプル下水処理場のリハビリ工事
- (9) パッケージ 9：河川浄化
- (10) パッケージ 10：コミュニティトイレの建設
- (11) パッケージ 11：環境管理計画実行促進および環境モニタリング計画
- (12) パッケージ 12：UPJN 組織能力
- (13) パッケージ 13：MIS
- (14) パッケージ 14：コンサルティングサービス

### 17.3 プロジェクト実行のための調達方法

#### (1) 下水道施設建設に係る契約方法

下水処理場及びポンプ場の建設に関して、インドでは類似のプロジェクト実績を考慮してデザインビルト方式が推奨される。一方、下水管渠の建設に関しては、通常の入札一建設方式を採用する。

#### (2) 国内競争入札の可能性

結論として、施設建設の工程管理・品質管理の観点から国際競争入札が全てのパッケージに適用される。ただし、GIS 及び MIS を適用した UPJN に対する人材育成プロジェクト、住民啓発強化、組織能力強化及び環境管理計画の実行促進等のサポートコンポーネントについては、国際競争入札の代わりに国内競争入札を推奨する。

### 17.4 建設工事/調達実施スケジュール

#### (1) 建設工事/調達実施スケジュール

プロジェクトのアプリaisal及び日本国政府・「イ」国政府両国間の E/N 締結及び円借款協定のスケジュールについて表 17.3 に示す。また、表 17.4 にパッケージ及び建設期間を示す。図 17.1 に事業スケジュールを示す。

表 17.3 円借款協定のスケジュール

詳細ファクトファイディング	2017年1月
JICA ローン要請	2017年2月
日本国政府及びインド政府による E/N の締結	2017年3月
円借款協定署名	2017年3月

表 17.4 パッケージ及び建設期間

項目	工程	備考
円借款協定	March, 2017	
コンサルタント選定	12カ月 2017年4月から2018年3月	
STP, IPS 及び下水道管渠詳細設計	12カ月 2018年4月から2019年3月	
コミュニティイレの詳細設計	10カ月 2018年4月から2018年12月	
<b>コントラクター選定</b>		
パッケージ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 & 8	2019年4月から2020年3月	PQ: 2018年6月から2018年8月
パッケージ 9	2019年10月から2020年3月	
パッケージ 10, 11, 12 & 13	2019年12月から2020年3月	

項目	工程	備考
<b>建設/事業実施ステージ</b>		
パッケージ 1, 2, 3, 5, 6, 11 & 12	30カ月 2020年4月から2022年9月	
パッケージ 4 & 8	24ヶ月 2020年4月から2022年3月	
パッケージ 7, 8, 10 & 13	36ヶ月 2020年4月から2023年3月	
<b>処理場・ポンプ場 O&amp;M ステージ</b>		
パッケージ 1, 2, 3, 5 & 6 瑕疵担保期間を含むプロジェクト完了	2023年9月	
パッケージ 4 瑕疵担保期間を含むプロジェクト完了	2023年3月	
パッケージ 7&8 瑕疵担保期間を含むプロジェクト完了	2024年3月	

- 建設期間はそれぞれプロジェクトによって異なる。建設期間は雨期を含めた 24 カ月から 36 カ月とする。
- 資材及び機器の調達に関連する工場検査は建設期間に含めるものとする。

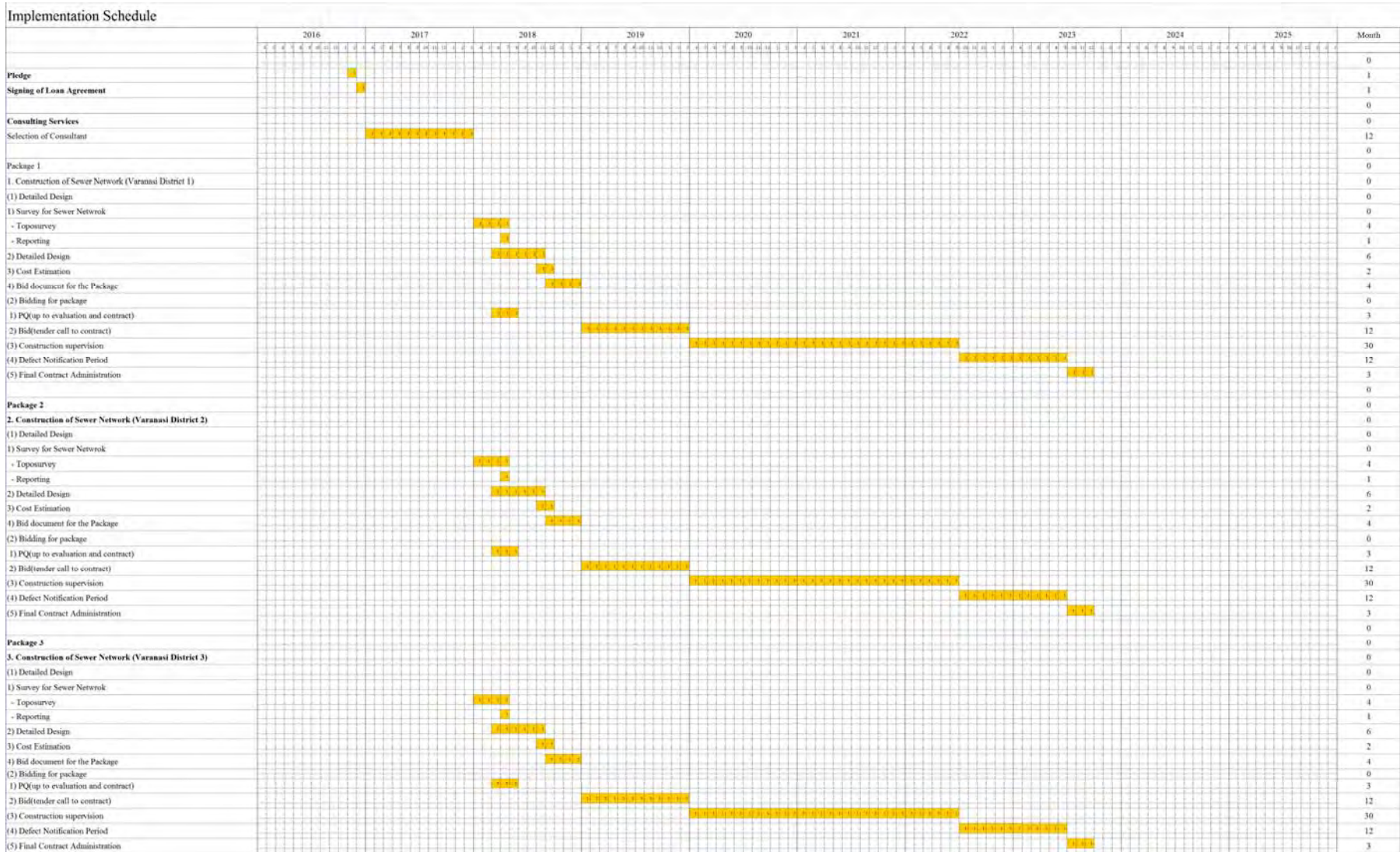


図 17.1 事業スケジュール(1/4)

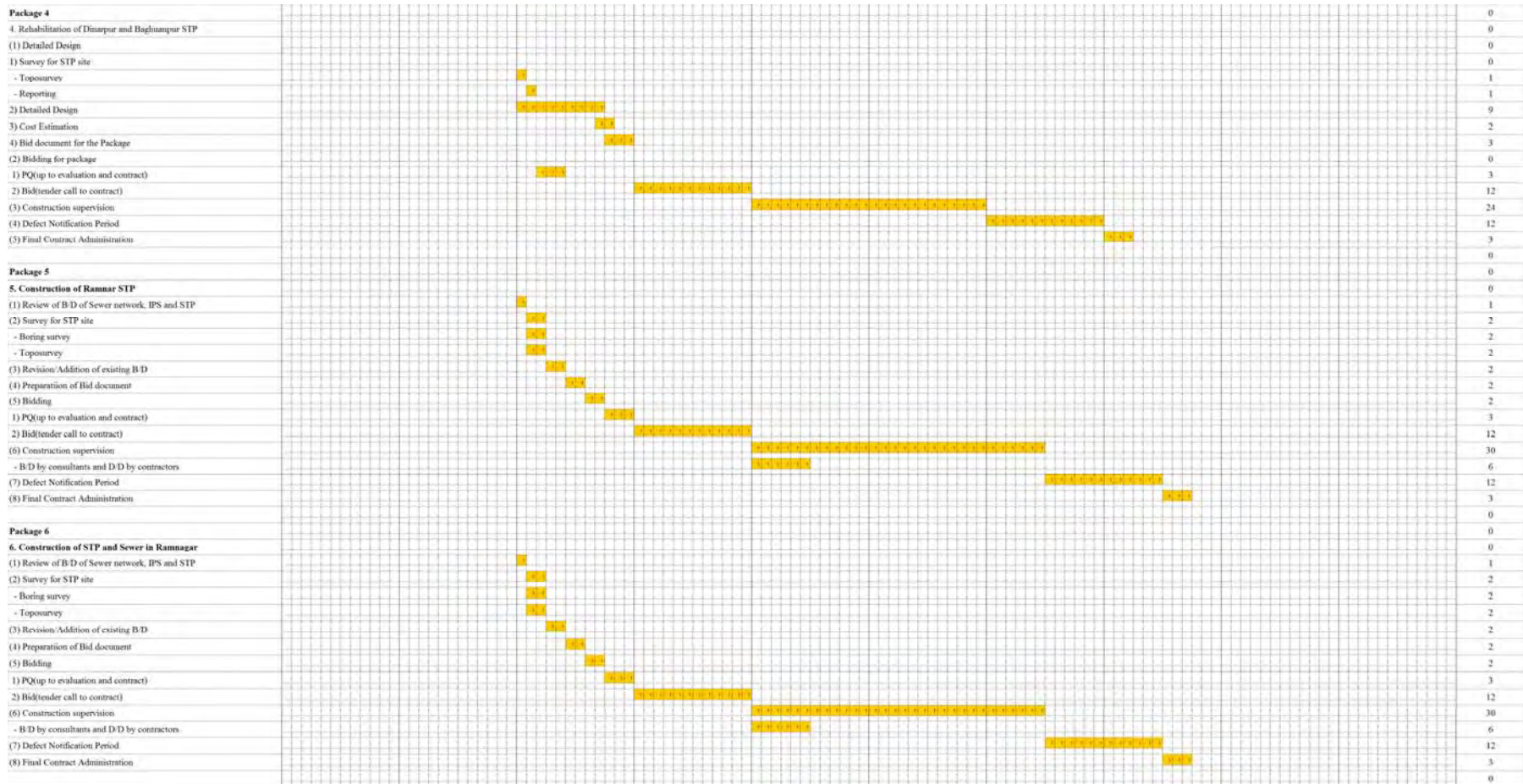


図 17.1 事業スケジュール(2/4)

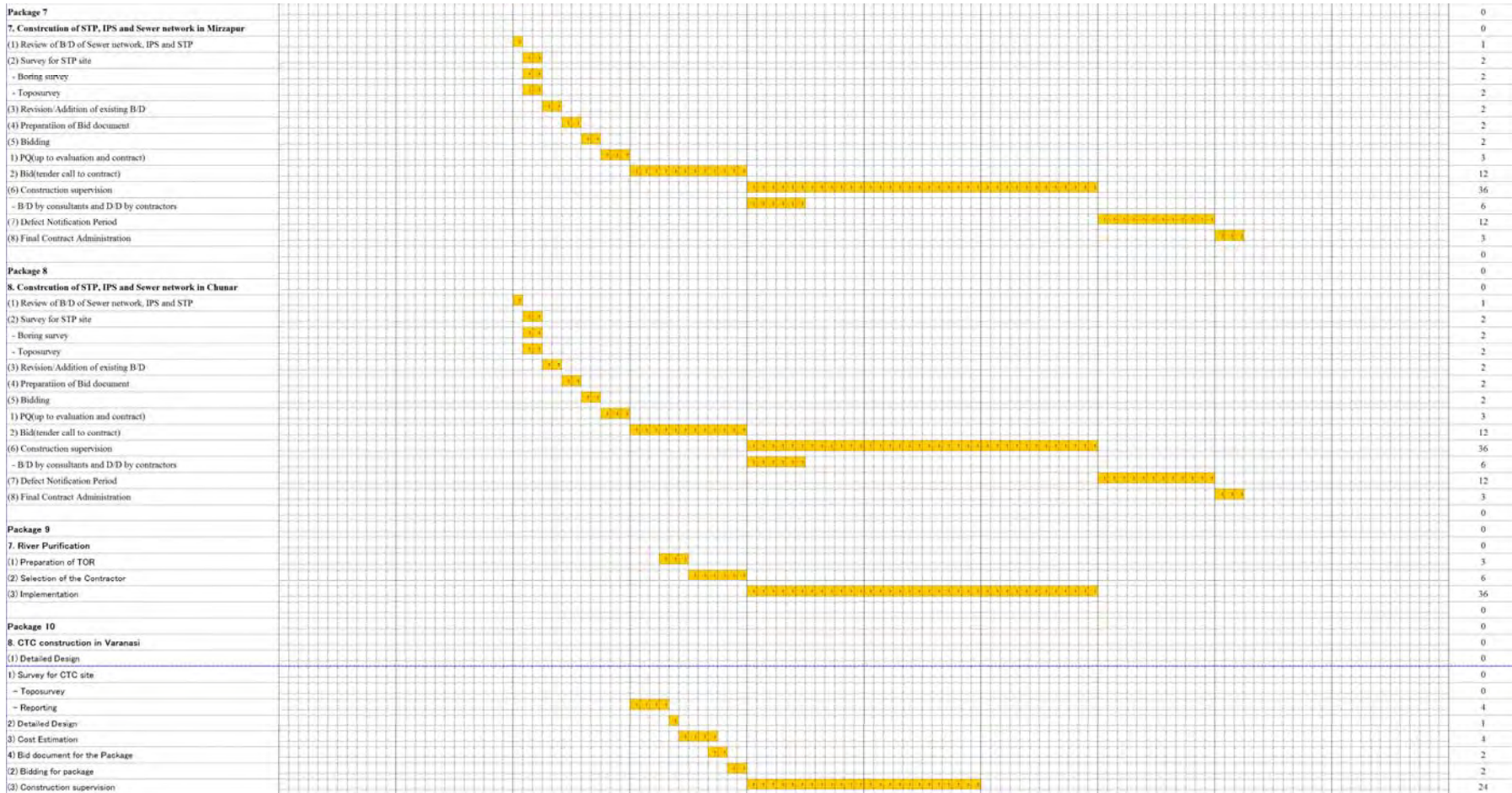


図 17.1 事業スケジュール(3/4)



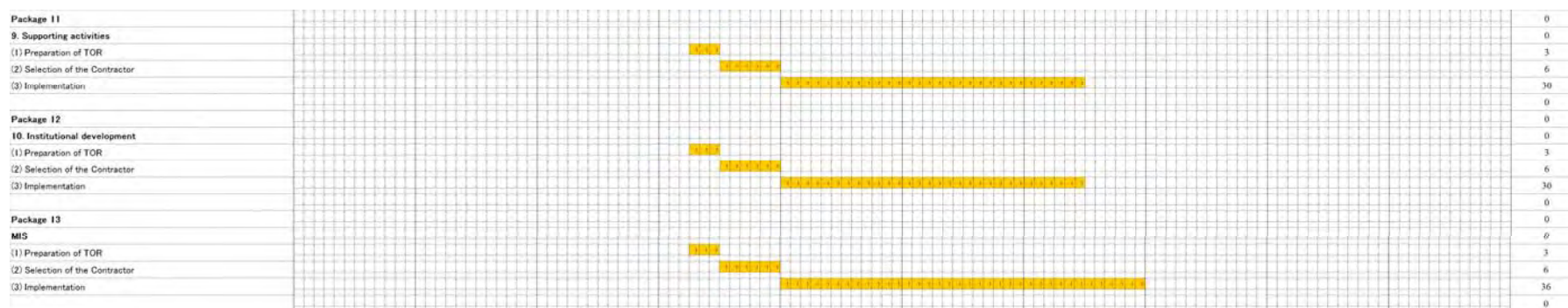


図 17.1 事業スケジュール(4/4)

## 17.5 コンサルティングサービス

## (1) TOR

コンサルティングサービスに係る TOR の業務内容は、入札方法によって異なる項目が含まれる。通常の入札方式（設計—入札—建設）については、下水処理場等の詳細設計及び入札図書が作成が含まれる。デザインビルトはコミュニティトイレ建設及び河川浄化事業に適用され、入札補助及び施工監理も含まれる

## (2) コンサルティングサービス費用の算定

表 17.5 にコンサルティング費用を示す。外国人エンジニアについては合計 184 MM、ローカルエンジニアについては合計 786MM、サポートスタッフについては合計 729MM が必要となる。また、コンサルティングサービス費用は 1,647 百万円 (外国人エンジニア分： 619 百万円、ローカルエンジニア分： 655 百万インドルピー (1,028 百万円)と算定される。

表 17.5 コンサルタントサービス費用積算結果

	Unit	Qty.	Foreign Portion		Local Portion		Combined Total
			(JPY)		INR		
			Rate	Amount ('000)	Rate	Amount ('000)	
<b>A Remuneration</b>							
1 Professional (A)	M/M	302	2,676,156	808,199	1,565,003	472,631	1,616,398
2 Professional (B)	M/M	892	541,565	483,076	316,704	282,500	966,151
3 Supporting Staffs	M/M	741	0	0	100,000	74,100	126,711
Subtotal of A				1,291,275		829,231	2,709,260
<b>B Direct Cost</b>							
1 International Airfare	trip	154	405,150	62,393	19,615	3,021	67,559
2 Domestic Airfare	trip	297		0	19,615	5,826	9,962
3 Domestic Travel	trip	124		0	6,650	825	1,410
3 Accommodation Allowance	Month	302		0	117,000	35,334	60,421
	Month	892		0	100,000	89,200	152,532
	Month	741		0	50,000	37,050	63,356
4 Vehicle Rental	Month	302		0	32,000	9,664	16,525
	Month	302		0	55,000	16,610	28,403
5 Office Rental	M/M	75		0	165,000	12,375	21,161
6 International Communications	M/M	75		0	55,000	4,125	7,054
7 Domestic Communications	M/M	75		0	20,000	1,500	2,565
8 Office Supply	M/M	75		0	25,000	1,875	3,206
9 Office Furniture and Equipment	M/M	1		0	10,000,000	10,000	17,100
10 Report Preparation	Month	36			3,000,000	108,000	184,680
11 Survey, water quality and other works	Lump Sum	3			75,000	225	385
Subtotal of B				62,393		335,629	636,319
<b>Total</b>				1,353,668		1,164,860	3,345,579

## 17.6 建設事業費の算定

以下の条件で事業費を算出した。

### (1) 事業費算定に係る前提条件

- |                   |  |
|-------------------|--|
| 1) 基準年            | 2016年12月   |
| 2) 交換レート          | 1 インドルピー = 1.71 円<br>1 US ドル = 116.0 円 = 67.9 インドルピー |
| 3) 年間物価上昇率        | 外貨：1.6%、現地貨：3.7%                                     |
| 4) フィジカルコンテンジェンシー | 5.0%   |
| 5) 一般管理費          | 5.0% (適用部分に対して)                                      |
| 6) 現地貨に対する付加価値税   | 5.0% (コンサルティングサービスにおける外貨及び現地貨の支出に対して)                |
| 7) 輸入税            | 15% (外貨部分の支出に対して)                                    |
| 8) 建設期間中の利率       | 0.30 %と仮定 (コンサルティングサービスについては0.01%)<br>40年ローン         |
| 9) フロントエンドフィー     | 0.2% x 借款金額  |

### (2) 事業費算定方法

#### 1) 土木建築工事

土木建築工事に係る積算に関しては SOR 及び費用関数を元に算定を行った。

#### 2) 機械電気工事

機械電気工事に関しては、「イ」国内における同様のプロジェクトを元に積算を行った。

## 17.7 事業費

### (1) 総事業費

**表 17.6** に建設費用を示す。事業費の総額は 32,080 百万円 (187,602 Lakhs INR) である。

表 17.6 総建設事業費

Item	Total		
	FC	LC	Total
<b>A. ELIGIBLE PORTION</b>			
<b>I ) Procurement / Construction</b>	0	17,221	29,447
Construction of Sewer Network (Varanasi District 1)	0	2,753	4,707
Construction of Sewer Network (Varanasi District 2)	0	4,166	7,124
Construction of Sewer Network (Varanasi District 3)	0	1,942	3,322
Rehabilitation of Dinapur and Bhaguanpur STP	0	555	949
Construction of Ramnar STP	0	961	1,643
Construction of STP and Sewer network in Ramnagar	0	293	500
Construction of STP, IPS and Sewer network in Mirzapur	0	2,814	4,812
Construction of STP, IPS and Sewer network in Chunar	0	331	565
River purification	0	100	171
CTC construction in Varanasi	0	135	231
Supporting activities	0	29	50
Institutional development	0	37	62
MIS	0	150	256
Power Connection & Allied Work-Ramnagar	0	0	0
Power Connection & Allied Works-Ramnar	0	0	0
Base cost for JICA financing	0	14,265	24,392
Price escalation	0	2,136	3,652
Physical contingency	0	820	1,402
<b>II ) Consulting services</b>	1,091	864	2,569
Base cost	990	730	2,239
Price escalation	49	93	207
Physical contingency	52	41	122
<b>Total ( I + II )</b>	1,091	18,085	32,016
<b>B. NON ELIGIBLE PORTION</b>			
<b>a Procurement / Construction</b>	0	133	227
Construction of Sewer Network (Varanasi District 1)	0	0	0
Construction of Sewer Network (Varanasi District 2)	0	0	0
Construction of Sewer Network (Varanasi District 3)	0	0	0
Rehabilitation of Dinapur and Bhaguanpur STP	0	0	0
Construction of Ramnar STP	0	0	0
Construction of STP and Sewer network in Ramnagar	0	0	0
Construction of STP, IPS and Sewer network in Mirzapur	0	0	0
Construction of STP, IPS and Sewer network in Chunar	0	0	0
River purification	0	0	0
CTC construction in Varanasi	0	0	0
Supporting activities	0	0	0
Institutional development	0	0	0
MIS	0	0	0
Power Connection & Allied Work-Ramnagar	0	67	115
Power Connection & Allied Works-Ramnar	0	38	65
Base cost for JICA financing	0	106	180
Price escalation	0	21	36
Physical contingency	0	6	11
<b>b Land Acquisition</b>	0	31	53
Base cost	0	28	48
Price escalation	0	1	2
Physical contingency	0	1	3
<b>c Administration cost</b>	0	944	1,615
<b>d VAT</b>	0	1,822	3,115
<b>e Import Tax</b>	0	0	0
<b>Total (a+b+c+d+e)</b>	0	2,930	5,010
<b>TOTAL (A+B)</b>	1,091	21,014	37,026
<b>C. Interest during Construction</b>			
Interest during Construction(Const.)	470	0	470
Interest during Construction (Consul.)	455	0	455
Interest during Construction (Consul.)	15	0	15
<b>D. Front End Fee</b>	64	0	64
<b>GRAND TOTAL (A+B+C+D)</b>	1,625	21,014	37,559
<b>E. JICA finance portion incl. IDC (A + D)</b>	1,155	18,085	32,080

(2) DPR 及び修正 DPR との建設費用比較

表 17.7 に DPR 及び修正 DPR との建設費用比較を示す。DPR の修正後、処理場、ポンプ場、下水管渠建設費用が増加したものの、建設費の差異については 30%以下であるため、費用算定の観点から両者の積算は適切であると判断する。

表 17.7 DPR 及び修正 DPR との建設費用比較

単位: 10 万インドルピー

プロジェクト名	(1) DPR	(2) 修正 DPR	(3)=(2)/(1)
バラナシ第一地区	21,490	27,488	1.28
バラナシ第二地区	32,722	41,621	1.27
バラナシ第三地区	14,938	19,383	1.30
ディナプール及びバグアンプール処理場リハビリ工事	6703	5548	1.21
ラムナー下水処理場建設工事	10,302	9,597	0.93
ラムナガール下水処理場及び下水管渠建設工事	2,835	2,917	1.01
ミルザプル下水処理場・ポンプ場・下水管渠建設工事	27,216	28,354	1.04
ガジプール下水処理場・下水管渠建設工事	13,826	17,859	1.29
チュナール下水処理場・ポンプ場・下水管渠建設工事	2,750	3,283	1.19

## 第 18 章 気候変動対策

### 18.1 将来の気候予測

UP 州は、2014 年に気候変動対策アクションプランを作成している。その中で、温室効果ガス排出、持続可能な農業、太陽光、エネルギー効率、グリーン（森林）、水資源、戦略的知識、持続可能な都市生活、について検討している。

#### (1) シナリオ

領域気候モデルは高解像度（-50 km またはそれ以下）の包括的な気候モデルである。RCM は、気候変動内の鍵となるプロセス、例えば、雲・放射エネルギー・降雨量・土壌水文等の情報を含む。また気候変動影響調査の提供（Providing Climate Change for Impact Studies: PRECIS）は、地球の特定区域における高解像度の大気地表モデルであり、 $0.44^{\circ} \times 0.44^{\circ}$  のグリッド解像度を持つ Hadley Centre 携帯型領域気候モデルである。PRECIS は親機である DCM シミュレーションで失われる夏季モンスーン降雨量に関する重要な領域情報を捉える。

#### (2) 予測モデル

気候モデルは数学モデルで、気候システムの挙動をシミュレーションするために使われる。これらは、領域循環モデル（Global Circulation Model: GCM）として知られているが、海洋と大気の物理学と動力学を合体し、惑星大気又は海洋の一般的循環を表している。GCMs は通常粗いグリッド（約  $3^{\circ} \times 3^{\circ}$ ）解像度で運用される。これらの GCMs は、様々な因子を組み合わせ強化され、一般に約  $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 、又はそれ以下のグリッド解像度で表され、領域気候（Regional Climate）と呼ばれる。

#### (3) 予測年次

IPCC SRES A<sub>2</sub>B シナリオを使って、UP 州全体について、2030 年（2021～2050 年の平均）と 2080 年（2071～2098 年の平均）における気候変動予測を調査している。

#### (4) 予測項目

以下のパラメーターが予測されている。

- 気候変動シナリオ降雨量統計—年間平均と年度間変動
- 気候変動シナリオ降雨量統計—季節別と年度間変動降雨量
- 気候変動シナリオ気温統計—季節別と年度間変動
- 気候変動シナリオ降雨量統計—季節別平均と年度間変動
- 暴露関連脆弱性
- 感受性関連気候変動性
- 適応能力
- UP 州の気候脆弱性指数（結合）
- グリーン・ウォーターとブルー・ウォーターの利用可能性
- 冬季・モンスーン前期・モンスーン後期の平均最低気温の変化
- 冬季・モンスーン前期・モンスーン後期の平均最高気温の変化

## 18.2 UP 州水ミッション水資源セクターに及ぼす影響

気候変動は、州内の水の供給と管理に不確実性を及ぼしている。以下は州内の水資源の危機的状況と気候変動が有害因子としてどのように作用するかをまとめたものである。

- 多くの半乾燥及び乾燥区域は、気候変動影響によって水資源が減少すると予測される。
- 気温上昇といった気候変数の変化は、利用可能な地表水の蒸発量の増大等によって水文サイクルに影響を及ぼす。
- 気候変数の変化は、降雨の量・時期及び強度に影響を及ぼし、地表水及び半地表水貯水池、すなわち、湖・土壌水分・地下水の流入量及び貯水量に影響を及ぼす。
- 気候変動は、気温・降雨量・蒸発散量といった主要な長期的気候変数の変化を通じて、間接的に地表水資源に影響を及ぼす。
- 年間降雨量は、ベースラインに比べて 2050 年には 15～20%ほど増大し、増加量は 2080 年に向けて大きくなると予測される。年間の変動は 2080 年に向けて大きくなる。
- 降雨量の変動が大きくなると、地下水は頻繁かつ長期にわたって上下し、帯水層への塩水侵入をもたらす。
- 地下水資源に及ぼす気候変動の直接的影響は、地下水涵養の水量と分布の変化次第である。
- ブルー・ウォーター利用可能性の変化は、ベースラインに比べて 2050 年に向けて州全体で僅かな減少 (5%) から 20%の増加まで変動することを示しており、2080 年に向けては、ほぼ 40～50%増加する。
- グリーン・ウォーター流量は増加を示しているが、その大きさは MC 及び EC 双方のシナリオの下では僅かで、一部地域では 25%まで増加することがある。
- グリーン・ウォーター貯水量は、降雨量が少ないかゼロの月に農業に潜在的便益をもたらす。この情報は作付シーズンを計画する際の大きな助けとなる。

## 18.3 気候変動対策

下水道プロジェクトにおける気候変動への対策は大まかに以下の四つのカテゴリーに分類される。

- a) 電力、燃料等のエネルギー消費を通しての排出削減
- b) 処理施設の運転に伴う処理プロセスからの排出削減
- c) 浄水、工業用水、薬品等の消費に伴う排出削減
- d) 下水道資源の有効利用を通じての排出量の削減

このうち(1)～(3)は詳細設計及び維持管理の過程で検討されるものである。ここでは下水道の保有するエネルギーと資源の有効利用によって、社会全体として温室効果ガス削減に寄与すると考えられる「(4) 下水道資源の有効利用を通じての排出量の削減」に焦点を当てる。

(1) 下水道整備と下水処理の推進

気候変動の影響により、UP州においては年間降雨量はベースラインに比べて2050年に15~20%ほど増大し、増加は2080年に向かって拡大する(25~35%)と予測される。最高気温は2050年に前モンスーン期で2.2℃ほど高くなり、モンスーン期がこれに次ぐ(1.8℃)と予想される。さらに2080年に向かって後モンスーン期に5.3℃ほど高くなり、冬季がこれに次ぐ(4.5℃)と予想される。これらは都市環境に悪影響を及ぼすと考えられる。調査対象地域における下水道整備率はバラナシ68%、ミルザプル39%、その他ゼロと低いため、生活環境の悪化が懸念される。

このため下水道(一次・二次管渠)を整備し、さらに戸別接続を促すために取付管接続用の接続枿を道路境界近くに設置して、現在市街地の開水路に排出されている下水を下水道に取り込み、下水処理場を建設して下水処理を通じて環境に排出される汚濁負荷量を削減する。これらの工事と並行して下水道接続を促進するために住民啓発キャンペーンを展開する。

これにより都市における生活環境の改善だけでなく都市を流れる河川の水環境の改善を図る。

(2) 下水処理水の有効利用

ガンジス川流域では上流部で約80%の河川水が灌漑用水として取られるため、特に上流部において河川流量が著しく減少し、これがカナウジ~カンプル~アラハーバード~バラナシ間において聖なるガンジス川での沐浴目標水質を達成できない大きな原因の一つとなっている。このため下水処理水の灌漑用水への再利用が既存の下水処理場においても積極的に行われ、さらに工業用水への再利用が推奨されている。下水処理水の灌漑用水再利用は、ウツタルプラデシュ州における穀物増産のための灌漑需要水量の削減に資する。

表18.1 当該プロジェクトにおける気候変動対策

City/Town	STP	Capacity (MLD)	Treated Sewage	Sewage Sludge	Flood HFL (Varanasi): 73.90m (1978)	Project Contents
Varanasi	Dinapur	80	Irrigation S.: Irrigational Use Non-irrigation S.: Discharge to Ganga	Digestion-Drying Bed-Sold as Manure Power Generation by Digested Gas		Upgradation
	Bhagwanpur	9.6	Irrigational Use	Digestion-Drying Bed-Sold as Manure Power Generation by Digested Gas		Upgradation
	Ramma	50	Irrigation S.: Irrigational Use Non-irrigation S.: Discharge to Ganga	Power Generation by Digested Ga	As the proposed STP site will be submerged during high water level, it will be protected by surrounding the 4.5m high embankment	Construction
Ramnagar	Ramnagar	14	Irrigation S.: Irrigational Use Non-irrigation S.: Discharge to Ganga	Digestion-Centrifuge-Sold as Manure	HFL is 73.90 m in 1978 which is lower than the ground level of the proposed STP site and other areas in Ramnagar. Therefore, safe against flood.	Construction
Mirzapur	Mirzapur	14 (UASB) 18 (SBR)	Discharge to Irrigation Channel	Digestion-Centrifuge-Carrying		Augmentation
	Vindhyachal	4 (WSP) 6 (WSP)	Discharge to Irrigation Channel	Drying Bed-Sold as Manure		Augmentation
Chunar	Chunar	6.5 (WSP)	Discharge to Ganga (Irrigational Use to surrounding farmland, if required)			Construction
Ghazipur	Ghazipur	18 (C-Tech)	Discharge to Ganga	Centrifuge-Sold as Manure		Construction

Source: Flood Forecast Monitoring Directorate, Central Water Commission, "Flood Forecasting and Warning Network Performance Appraisal Report 2012", October 2011



調査対象地域においては**表18.1**に示すように、ガジプルを除くすべての下水処理場で下水処理水の灌漑用水としての再利用への取り組みがなされている。

### (3) 下水汚泥の有効利用

下水処理場で発生する汚泥については、消化ガス発電及び肥料としての農地還元が行われており、限られた資源の有効利用への取り組みが行われている。消化ガス発電で得られた電力は場内の機器の運転に使用されて、下水処理場全体の電力使用量の削減に寄与する。また、下水汚泥の肥料としての農地還元は、バイオマス起源の肥料を販売・供給することにより、他の産業からの温室効果ガス排出を抑制するとともに下水処理場の維持管理費用の一部回収という側面を有する。表 18.1. に示すように調査対象地域においては、バラナシのディナプール、バグワンプール、ラムナの三つの下水処理場で消化ガス発電が計画され、調査対象地域の7下水処理場のうち5ヶ所で下水汚泥の肥料としての農地利用が計画されている。

### (4) 温室効果ガス削減量

上述したようにバラナシのディナプール、バグワンプール、ラムナの三つの下水処理場で消化ガス発電が計画されているが、これらの下水処理場における温室効果ガス削減量を表 18.2 に示す。

**表 18.2 温室効果ガス削減量**

City STP	Varanasi Dinapur	Varanasi Bagwanpur	Varanasi Ramna	Varanasi
Flash Mixer	-	-	-	
Flow Rate at Average in m <sup>3</sup> /d	80,000	8,000	50,000	
Treatment Process	D-CND	CND	CND	
Power Consumption Availability: 80%	9,695.9 MWh/y	1,176.1 MWh/y	3,889.7 MWh/y	14,761.8
Power Generation	7,763.4 MWh/y	672.8 MWh/y	38,90.0 MWh/y	12,326.2
Chlorine Dosing Rate: 10 mg/l	800.0 kg-gas/day	114.3 kg/day	500.0 kg/day	
De-chlorine Sodium Thiosulfate	190.4 kg/day	19.0 kg/day	131.3 kg/day	
Polyelectrolyte Dosing Rate: 1.5kg/t	30.21 kg/day	2.99 kg/day	0.00 kg/day	
	112.07 m <sup>3</sup> /day	11.09 m <sup>3</sup> /day	101.00 m <sup>3</sup> /day	
GHG Reduction Factor: 0.82				2,435.6 Total

### (5) 洪水防御

ヒマラヤ山麓における過剰降雨及び、ネパールに源を発する河川によって洪水が発生すること

がある。また、Ganga、Yamuna、Ramganga、Gomti、Sharda、Ghaghra Rapti、Gandak といった主要河川のために、州内で洪水が例年発生している。最も影響を受けるのは、州東部と Tarai 地域である。

図18.1に示すようにガンジス川流域周辺は洪水多発地域に分類され、バラナシの既往最高洪水位は1978年の+73.90 mで、近年では2013年8月18日に+72.16 mを記録している。洪水に襲われる可能性のあるSTPは、表18.1に示すように十分な対応を取っている。

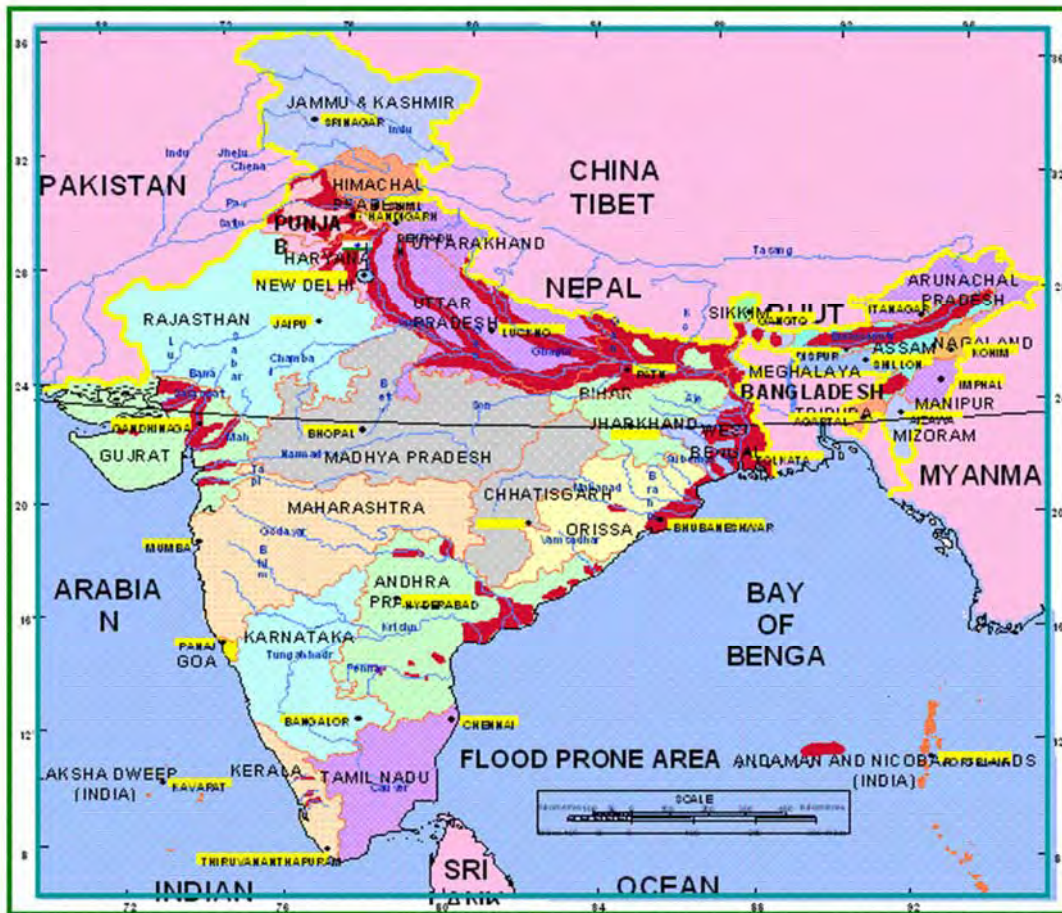


図 18.1 インドにおける洪水多発地域

(6) 干ばつ

年間降雨量不足の生起確率は、州東部で主に 6~8 年サイクルであるのに対し、州西部は 10 年サイクルになっている。州の一部地域では降雨量不足のために干ばつが経験されている。Bundelkhand 及びミルザプルと Allahabad の一部は、干ばつ多発区域となっている。

渇水については、調査対象区域は図 18.2 に示すように渇水多発区域に分類されている。

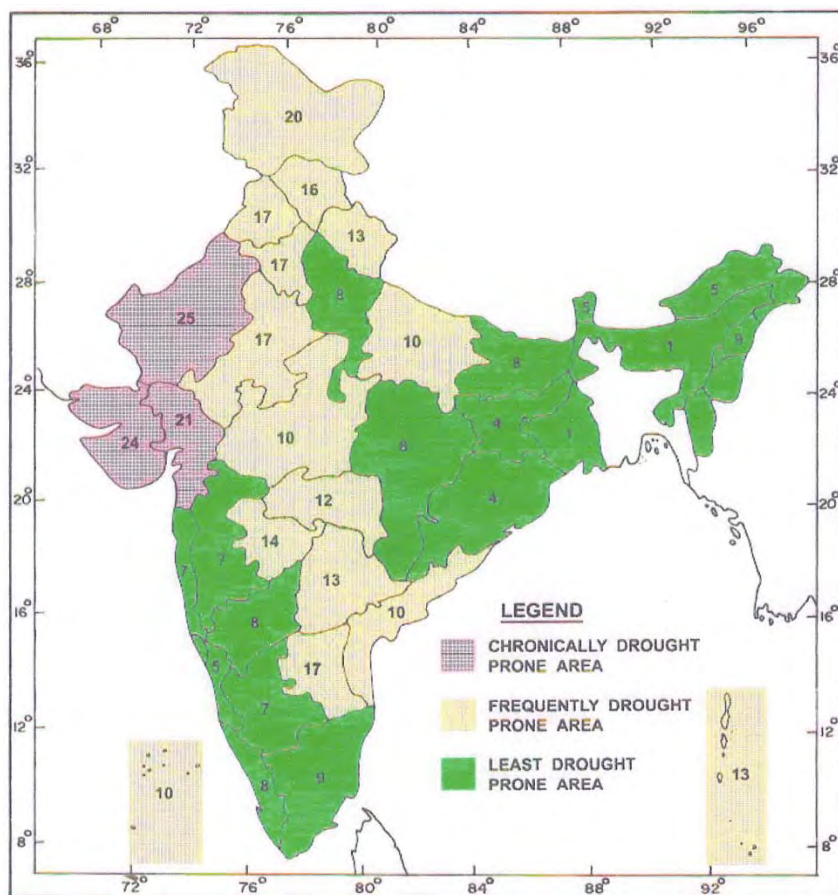


図 18.2 インドにおける干ばつ多発地域

本プロジェクトは、干ばつ時においても下水処理を通じて良好な水質の下水処理水を灌漑用水として供給することができる。

## 第 19 章 Phase-II プロジェクト対象都市の選定

### 19.1 Phase-II プロジェクト対象都市の選定

ガンジス川流域の 118 タウンの現状について表 19.1 にまとめる。

表 19.1 ガンジス川流域 118 タウンの現状のまとめ

項 目	状 況
(1) 自然条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ガンジス川流域 5 州の州都で、気温は Dehradun (UK)、Ranchi (JK) が約 5°C 低いが、年間変動パターンはほぼ同じ。</li> <li>● 降雨量はガンジス川の最上流部の Dehradun (UK) が 2,209 mm と最も多いが、平野部に入ると Lucknow (UP) 990 mm と半減し、Patna (BH) 1,019 mm、Ranchi (JK) 1,398 mm、Kolkata (WB) 1,800 mm と西（下流）に向かって降雨量は増える傾向にある。</li> <li>● 降雨量は UK 州と WB 州が多いが、UP 州から下流に行くほど多くなる。</li> <li>● 「イ」国のガンジス川流域面積は全土の 26.2% を占め、そのうち UP 州が 34.2%、BH 州が 16.7%、WB 州が 8.3% を占める。</li> <li>● インドーガンジス川沖積平原に位置する UP 州、BH 州、WB 州は豊富な地下水に恵まれている。</li> </ul>
(2) 社会経済条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ガンジス川流域 5 州 (UK、UP、BH、JK、WB) の総人口 (2011 年センサス) は 2.6 億人で総人口の 26.3% を占める。</li> <li>● NMCG 認定ガンジス川 118 タウンの総人口は 26.2 百万人で、そのうち UP 州が 32.3%、BH 州が 18.8%、WB 州が 46.5% 。</li> <li>● 全国 GDP (2013-14 年) に占める州別 GDP 比率は UP 州が 8.2%(全国 2 位)、BH 州が 3.3%(全国 13 位)、WB 州が 6.6%(全国 6 位)。</li> <li>● 敷地内にトイレを保有している比率は UP 州が 87.7%、BH 州が 71.6%、WB 州が N/A。</li> </ul>
(3) 灌漑、水道、水利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ガンジス川流域では UP 州の灌漑面積が全体の 41.3% と最も大きく、BH 州は 11.7%、WB 州は 7.6% となっている。</li> <li>● UP 州は灌漑用水路による灌漑面積の 38.0%、地下水による灌漑面積の 45.8% を占め、ともに最大になっている。</li> <li>● 水道水源の内訳は、処理された水道水が UP 州で 53.2%、BH 州で 26.1%、WB 州で 63.2%、手押しポンプによる地下水が UP 州で 29.5%、BH 州で 45.3%、WB 州で 22.4% を占めている。</li> </ul>
(4) 既存・計画中の下水道施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 下水道事業は 118 タウンのうち 53 タウンで実施されており、既存／認可済み下水処理能力は 2317.4 MLD に達している。</li> </ul>

(5) 工場排水の現状	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ガンジス川流域には著しい汚濁発生源工場が 155 あり、そのうち工場排水処理施設がうまく運転されているのが 95、そうでないのが 22、閉鎖されたのが 38 となっている。</li> <li>● CPCB によれば 138 本の排水路を通じて 6,087 MLD (BOD 負荷量 999 t/day) の排水がガンジス川に排出されている。内訳は UP 州は 3,289 MLD (同 761 t/day)、WB 州 1,779 MLD (同 97 t/day)、BH 州 579 MLD (同 99 t/day) で、UP 州は排水量の 54.0%、BOD 負荷量の 76.2%を占めている。</li> <li>● 排水路からガンジス川に排出される BOD 負荷量は Kanpur 地区が 558 t/day (全体の 55.9%) と最も大きく、その下流の Jajmau 地区が 77 t/day (7.7%) とこれに次ぎ、この隣接する二つの地区で全体の約 1/3 を占めている。</li> </ul>
(6) ゴミ処理の現状	<ul style="list-style-type: none"> <li>● MoUD の Service Level Benchmarking (SLB) 調査 2010-11 年によれば戸別ごみ収集率は、UP 州で Allahabad 20.0%、Kanpur 40.0%、バラナシ 27.3%、Moradabad 35.4%、BH 州で Bhagalpur 30.0%、Patna 20.0%となっている (WB 州 N/A)。</li> </ul>
(7) 他のドナーの動向 (118 タウン対象)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● World Bank は幅広く 5 州 15 タウンで援助を展開しており、主要都市では Allahabad と Patna に注力している。</li> <li>● ADB は Kolkata、JICA はバラナシを援助し、GIZ に実績はない。</li> </ul>
(8) DPR の作成状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2015 年 12 月までに 118 タウンの DPR 作成を完了する。</li> </ul> <p><i>Source: MoWRRD&amp;GR, "Ganga Rejuvenation Committee of Estimate (2016-17)", p-53, 11/05/2016</i></p>

<p>(9) 流量と水質</p>	<p>(Unit: <math>\times 10^9 \text{ m}^3/\text{yr}</math>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 年間平均河川流量に基づくガンジス川の流量収支を上図に示す。</li> <li>● ガンジス川支川である Ramganga 川との合流点上流部では、年間平均流量の 80%が 4 本の灌漑用水路に抜かれており、現在さらにもう一本、灌漑用水路が建設中である。</li> <li>● ガンジス川沿いの水質変動をみると、DO は Kanpur を除く全区間で目標の 3 mg/L 以下を達成、BOD は UP 州を除く区間で目標の 5 mg/L 以下を達成している。</li> <li>● BOD について UP 州には四つの汚濁源 (Kannauj、Kanpur、Allahabad、バラナシ) がみられる。</li> <li>● Kannauj の汚濁原因は Kannauj そのものではなく、ガンジス川支流の Ramganga 川にあり、その上流に Moradabad が控えている。</li> </ul>
<p>(10) 水質監視の現状</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ガンジス川の水質モニタリングは本川 39 ヶ所、支川 88 ヶ所において 20 項目を対象に行われ、その結果は ENVIS Centre の Website で公開されている。</li> <li>● World Bank 援助の下でガンジス川本川 113 ヶ所の最新技術を使ったリアル・タイムの自動水質モニタリング・システム (対象 20 項目) の構築が進められている。</li> </ul>
<p>(11) 水質管理に係る組織構造</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● CPCB (Central Pollution Control Board) が各州の SPCB (State Pollution Control Board) を実働部隊として環境保護と汚染防止に係る法律の施行を所管して</li> </ul>

	いる。
(12) Smart Ganga City	<ul style="list-style-type: none"> <li>● NMCG は下水処理インフラ整備の Smart Ganga City プログラム Phase-I に 10 都市を選定。 Haridwar, Rishkesh, Mathura-Vrindavan, Varanasi, Kanpur, Allahabad, Lucknow, Patna, Sahibganj and Barrackpore</li> <li>● これらの都市は HAM-PPP で実施される。</li> </ul> <p>Source: Sanjay Kundu, MoWRRD&amp;GR, "Namami Gange Programme" at INDIA@COP22, 10/11/2016</p>
(13) 追加で必要となる STP の追加処理能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 追加で必要となる STP の加処理能力は。コルカタ (WB 州) が 413.6 MLD で最大で、これにカーンプル (UP 州) の 203.5 MLD、パトナー (BH 州) の 135.4 MLD、ハウラ (WB 州) の 133.3 MLD が続いている。</li> </ul>

- 降雨量はガンジス川最上流部の Dehradum(UK)が 2,209 mm で最大であり、平野部の Lucknow (UP) 990 mm のほぼ倍になっている。しかし、Haridwar(UK)におけるガンジス川河川流量は Ramganga 川との合流点に至るまでに約 80%が灌漑目的で取水されている。
- 全国 GDP (2013-14 年) に占める州別 GDP 比率は、UP 州が 8.2% (全国 2 位)で、この地域における活発な経済活動を反映している。
- 下水道事業は 118 タウンのうち 53 タウンで実施されており、既存/認可済み下水処理能力は 2317.4 MLD に達している。
- これまで Allahabad は主に世銀、同様にバラナシは JICA の援助を受けてきた。バラナシで現在提案中のプロジェクトが実施されると下水道は全域をカバーし処理可能となる。一部区域で下水管網と処理場計画が未定ではあるが、バラナシと似たような状況は Allahabad でも予想される。
- CPCB によれば、138 本の排水路を通じて 6,087 MLD の下水量と 999 t/day の BOD 汚濁負荷量をガンジス川に排出している。
- 排水路を通じてガンジス川に排出される地区別 BOD 汚濁負荷量は、Kanpur が最大で 558 t/day (流域全来 of 55.9%) で、Jajmau 地区が 77 t/day (同 7.7%) でこれに次いでいる。この隣接する二つの地区で流域全体の BOD 汚濁負荷量の約 2/3 を排出している。
- 2011-12 年のサービス・レベル標準値調査によれば、戸別ごみ収集率は主要都市でも 20～40%の低いレベルにある。
- 世銀は 5 州 15 タウンで援助を幅広く展開している。主要都市については、世銀は Allahabad (UP)と Patna (BH)、ADB は Kolkata (WB)、JICA はバラナシに注力している。GIZ には下水道施設の建設実績はない。
- ガンジス川本流に沿って、2001 年～2010 年の夏季 (3 月～6 月) における BOD 変動を表 19.4.4 に示す。何年か DO が 5mg/L 未満になっているカーンプル下流を除いて、屋外沐浴のための DO の水質基準はすべての観測地点で達成されている。

表 19.2 ガンジス川本流沿いのDO変動 (2001~2010、夏季)

Monitoring Sta.	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Haridwar	8.8	7.8	9.0	8.1	8.1	8.1	8.1	7.9	7.8	7.38
Kannauj D/S	6.8	6.5	6.2	7.85	7.6	6.45	6.4	6.2	7.6	7.03
Kanpur D/S	4.8	7.2	4.4	5.28	4.7	3.9	4.6	6.0	7.5	6.18
Allahabad D/S	7.2	8.2	7.3	6.58	8.4	8.5	8.8	7.7	8.1	7.98
Varanasi D/S	7.2	7.5	8.1	5.55	8.3	8.65	8.4	7.3	7.7	7.85
Patna D/S	7.7	7.1	7.8	6.73	8.0	8.1	6.9	5.9	6.8	6.10
Palta	6.8	7.2	7.2	7.55	7.0	6.96	6.9	6.9	7.2	7.61

- ガンジス川沿いのBOD変動については、BOD 3 mg/L 以下という水質基準は、図 19.1 に示すようにウッタルカンド州、ビハール州、ジャーカンド州、西ベンガル州の各区間でほぼ達成されているが、ウッタルプラデッシュ州のほとんどの区間では達成できていない。

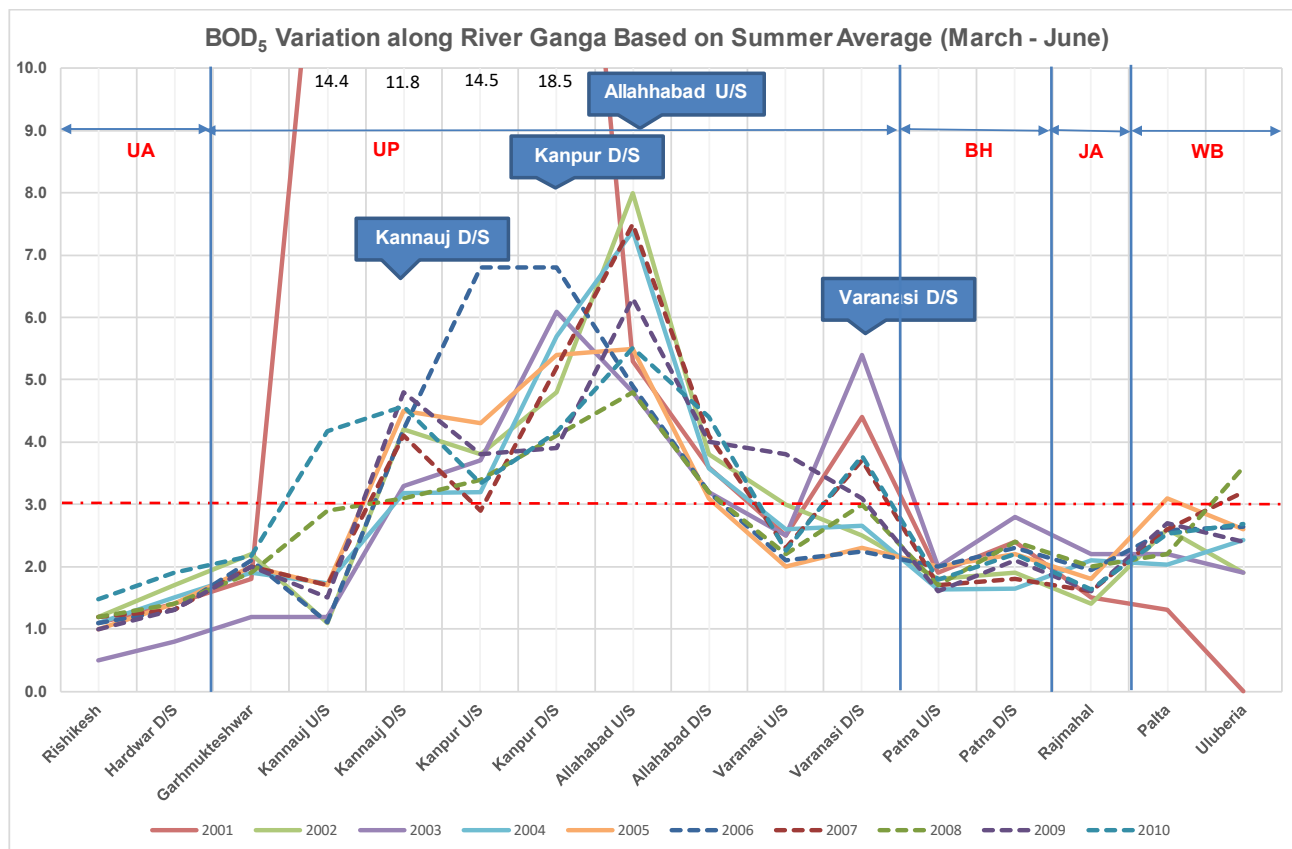


図 19.1 ガンジス川沿いのBOD変動 (夏季平均、3月~6月)

- ウッタルプラデッシュ州の区間では、明らかに四つの汚濁源、すなわち、カナウジ、カーンプル、アラーハーバード、バラナシ (図 19.1) がある。
- カナウジは 2030 年予想人口約 139,000 人で、それほど大きなタウンではない。汚濁はガンジス川の支流ラムガンジス川に起因する。ラムガンジス川を上流に遡るとモラーダーバー



ドに行き当たる。

- **図 19.2、図 19.3** はウッタラプラデッシュ州の区間における 2015 年 10 月～2016 年 9 月の 1 年間の DO と BOD の変動をそれぞれ示している。DO 濃度はカーンプル下流で 5 月と 6 月だけ 5 mg/L 未満となっており、一方、BOD 濃度はほとんどの観測地点でほとんどの期間 3 mg/L を超えている。特に 3 月～6 月の夏季は BOD 濃度（点線）は非夏季のそれを大きく上回っている。

**表 19.3** は、追加が必要となる STP の追加処理能力の上位 14 タウンと、流域が異なる Mathura-Vindavan、Lucknow、及び既に上記 14 タウンに含まれる Kanpur と Patna を除く Smart Ganga Cities の 6 タウンを比較したものである。

下記の理由より、Kanpur が Phase-II プロジェクト対象都市として推奨され、これにガンジス川を挟んで対岸にある Unnao（所要追加処理能力 50.1MLD）と Gangahat（同 16.2MLD）を加えたものとする。

- ガンジス川アクション・プラン（Ganga Action Plan: GAP）は聖なるガンジス川での沐浴のために BOD 3 mg/L 以下を早期に達成することを目的にしている。したがって、Phase-II プロジェクト対象都市の選定においては、ガンジス川に設定された水質基準の遵守が最優先されるべきである。

総大腸菌群数	500 MPN/100mL
pH	6.5~8.5
DO	5 mg/L 以上
BOD <sub>5</sub> at 27°C	3 mg/l 以下

- 水質目標は DO、BOD とともに Kanpur で達成されていない。Kanpur では二つの隣接する地区、すなわち、Kanpur と Jajmau から最大の負荷量がガンジス川に排出されている。
- 追加が必要となる処理能力は未処理の汚濁負荷量に比例しており、追加処理能力を年間平均河川流量で除した値は水質に与える影響の大きさ、つまり、下水処理効果を表している。水質への影響の大きさは Kanpur が最大で、これを Kolkata、Moradabad、Farrukhabad、Unnao が続いている。
- Kanpur は 2016 年 8 月 13 日に下水処理インフラ整備を HAM-PPP で行う Smart Ganga Cities の Phase-I の 10 都市に選定されている。
- 他のドナー国／機関との競合がない（世銀がかつて Kanpur を援助しているが 36 年前の 1981 年のことである）。
- Unnao は水質への影響の大きさに第 5 位にランクされている。

Moradabad が Phase-II プロジェクト対象都市の二番手として挙げられる。Unnao は水質への影響の大きさは第 3 位にランクされており、ガンジス川本川の Kannauj、Kanpur への相乗効果が期待できる。

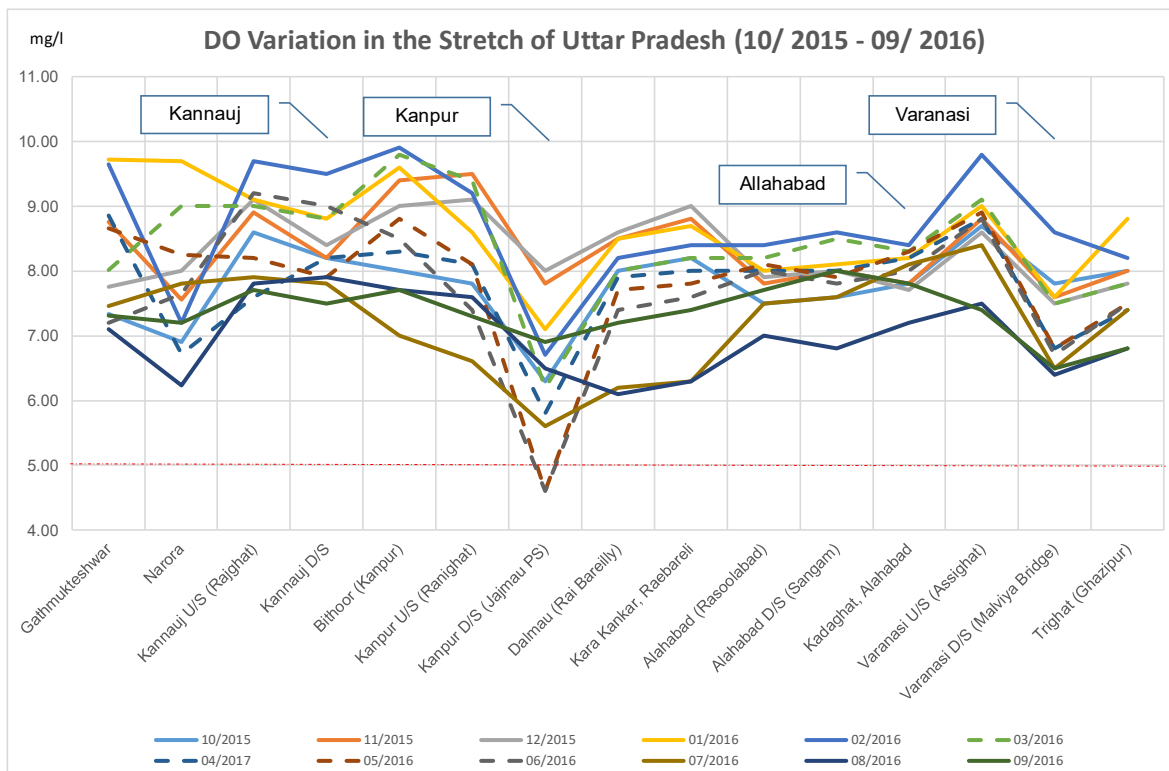


図 19.2 ウットルプラデッシュ州区間における DO 変動 (10/2015-09/2016)

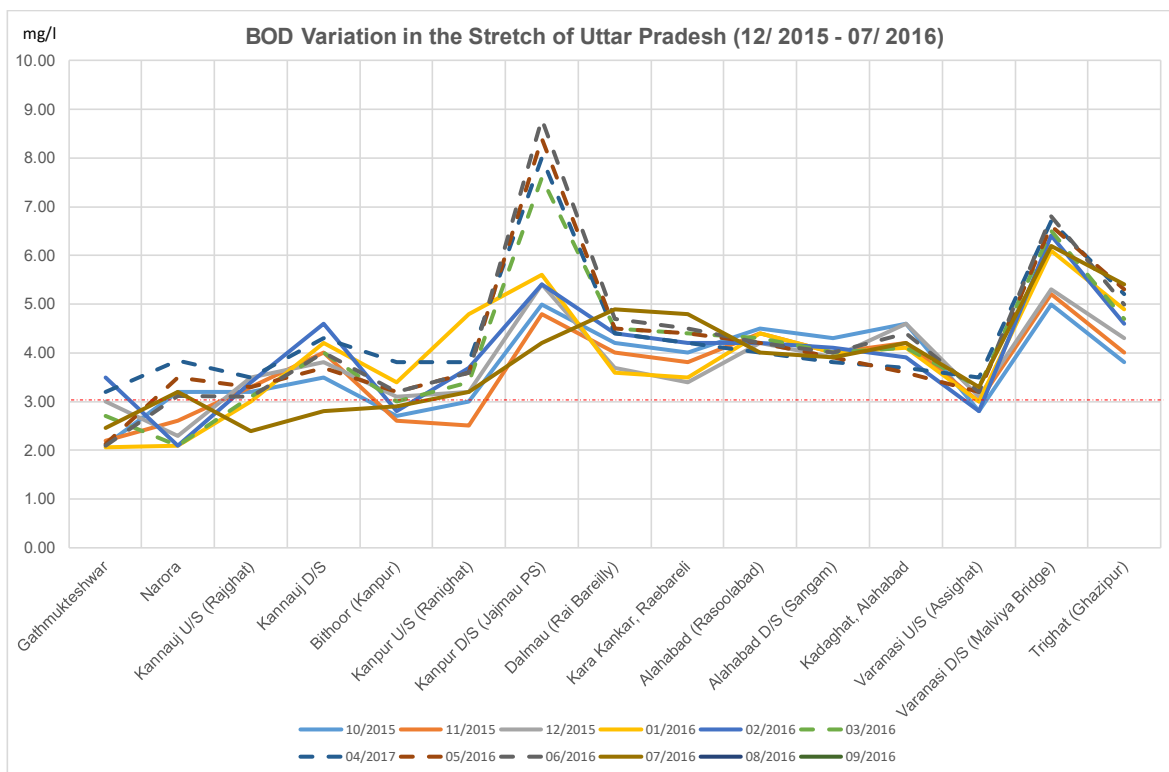


図 19.3 ウットルプラデッシュ州区間における BOD 変動 (10/2015-09/2016)

表 19.3 所要追加処理能力上位 14 タウンと Smart Ganga Cities 6 タウンの比較

	Item	(2)		(4)	(13)	(1), (9)		(12)	(7)	(5)
Add. STP Cap. Rank	City/Town	Census 2011 Population	2030 Estimated Sewage (MLD)	Existing /Sanctioned STP Capacity (MLD)	Additional STP Capacity Requirement (MLD)	River Discharge (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /yr)	Sewage Flow / River Discharge	Smart Ganga City Programme	Externally Assisted Project	BOD Load from Drains (kg/day)
1	Kolkata	4,496,694	567.60	154.00	<b>413.60</b>	501,643	<b>0.0301</b>		ADB	55,116
2	Kanpur	2,876,591	684.50	481.00	<b>203.50</b>	102,769	<b>0.0723</b>	×	World Bank*1	634,915*1
3	Patna	1,684,297	351.40	216.00	<b>135.40</b>	419,795	0.0118	×	World Bank	55,389
4	Howrah	1,077,075	178.30	45.00	<b>133.30</b>	501,643	0.0097			12,946
5	Moradabad	887,871	141.00	58.00	<b>83.00</b>	102,769	<b>0.0295</b>			
6	Maheshtala	448,317	83.30	4.00	79.30	501,643	0.0058			
7	Arrah	261,430	70.00	0.00	70.00	360,828	0.0071			
8	Bihar Sharif	297,268	59.00	0.00	59.00	419,795	0.0051			
9	Bhagalpur	252,008	63.00	11.00	52.00	419,795	0.0045			31,803
10	Chapra	202,352	46.60	0.00	46.60	360,828	0.0047			
11	Panihati	377,347	57.80	12.00	45.80	501,643	0.0033			
12	Katihar	240,838	43.80	0.00	43.80	360,828	0.0044			
13	Farrukkabad	276,581	43.20	0.00	43.20	84,980	<b>0.0186</b>			
14	Unnao	177,658	41.30	0.00	41.30	102,769	<b>0.0147</b>			12,068
	Rishkesh	73,726	11.40	9.30	2.10	84,980		×		1,266
	Haridwar	278,286	71.20	103.00	-31.80	84,980		×		4,310
	Varanasi	1,198,491	384.00	361.80	22.20	203,173		×	JICA	9,607
	Allahabad	1,195,329	276.10	288.00	-11.90	192,564		×	World Bank	35,943
	Sahibganj	88,214	18.20	12.00	6.20	419,795		×	World Bank	
	Barracjapore	152,783	21.30	24.00	-2.70	501,843		×	World Bank	4,029

\*1 ADB assistance to Kanpur is 36 years ago (1981).. \*2 The figure is the summation of adjoining two regions of Kanpur and Jajmau.

## 第 20 章 リスク管理

プロジェクト実施に伴って発生すると考えられるリスクを表 20.1 に示す。

表 20.1 プロジェクト実施に伴って発生すると考えられるリスク

潜在的リスク	評価
<p><b>新排水基準を満たさない下水処理水のガンジス川放流</b>                      バラナシの District-I、District-II の下水は、それぞれ主に 80 ML D ディナプール STP(Old)と 140 ML D ディナプール STP(New)へ流入する。District-1 の下水は一部 District-II に分水されている。80 ML D ディナプール STP(Old)は一度は新排水基準対応の DPR を作成したにも関わらずこれを採用せずに現状のまま運転し続けることを決めている。NMCG/UPJN の決定事項とは言え、District-I の下水管網整備は新排水基準を満たさない STP への流入下水を増やすことにつながる。いつ新排水基準に対応するための建て替えに着手するかは現時点では何も決まっていない。一方、140 ML D ディナプール STP(New)は GAP-II プロジェクトで日本の援助で建設が進んでいるが、処理方式は標準活性汚泥法で、目標水質は BOD 20 mg/L、TSS 30 mg/L、糞便性大腸菌群数 MPN1,000/100 ml と新排水基準に対応していない。このため District-I と同様に District-II の下水管網整備も新排水基準を満たさない STP への流入下水を増やすことにつながる。</p>	<p>可能性：高い</p>
	<p>影響：小さい</p>
	<p>可能性・影響分析：                      ディナプール/バグワンプール STPs において新排水基準に対し何の対応もなく、現状の運転継続は実施/執行機関である NMCG/UPJN の決定事項であり、現時点ではその継続期間は不明である。</p>
	<p>緩和策：JICA 調査団提案の処理方式採用</p>
	<p>UPJN の新排水基準対応の DPR 改訂版は、敷地の制約から既存施設をすべて取り壊して新しく建て替えることを提案しており、このために結果的に建設費が高くつくことに起因しているのであれば、調査団提案は一考に値する。調査団の提案は既存 STP が築 23 年しか経っておらず施設の耐用年数に達していないことから、取り壊しを最小限にとどめる形で処理方式の変更を提案している。</p>
	<p>実施時のアクション：なし</p>
	<p>予備策：なし</p>
<p><b>下水管網及び下水処理場/ポンプ場を異なるプロジェクト実施体制の下で行う際の完工時期のずれ</b>                      District-III の下水は現在入札段階にある HAM-PPP で実施される 50 ML D ラムナー STP に流入する。一方、District-III の下水管網整備は従来の EPC モデルで実施される。ラムナー STP の建設スケジュールは入札図書ですでに明らかにされており、2017 年 4 月 29 日開札、63 日以内にコンセッション契約、建設期間は 3 ヶ月の試運転期間を含めて 2 年間で、予定通り進めば 2019 年 6 月 30 日に竣工となる。District-III の下水管網整備はまだ決まっていないため、STP 建設が先行して下水管網整備が完了するまで処理施設が遊休化する事態が発生する可能性が高い。</p>	<p>可能性：高い</p>
	<p>影響：小さい</p>
	<p>可能性・影響分析：                      EPC と HAM-PPP の双方に関わる UPJN の調整能力に係っているが HAM-PPP はすでに入札が始まっているのに対し、EPC は L/A の目途が立っていない。</p>
	<p>緩和策：バグワンプール STP~ラムナー STP 間の幹線の早期敷設</p>
	<p>JICA 支援のマスタープランでは、ラムナー STP が建設されると既設 9.2 ML D バグワンプール STP は廃止されて流入下水はラムナー STP の系統に吸収されることになっている。そのため、バグワンプール STP の流入下水をラムナー STP に導く幹線が下水管網整備の早い段階で整備されればラムナー STP に流入下水がないという事態は避けられだけでなく、バグワンプール STP における新排水基準を満たさない処理水排出問題の解決にも通じる。</p>
	<p>実施時のアクション：なし</p>
	<p>予備策：なし</p>

<p><b>ラムナーSTP の入札がうまくいくかどうかとその後のHAM-PPP プロジェクトに影響を及ぼす可能性</b></p> <p>ラムナー STP はガンジス川で HAM-PPP が適用される最初の STP であり、契約に至るまでの手続きが入札書類記載のスケジュール通り進むかについては保証の限りでなく遅延のリスクもある。入札図書で提示されている HAM-PPP の適用条件に対して応札者が何らかの代案・要望を携えてネゴに臨めば、NMCG/UPJN も今後の先例となるためコンセッショネアが受け入れられる条件の詰めには慎重に対応し時間がかかることも考えられる。HAM-PPP での実施が想定されているミルザプル、チュナール、ガジブルの下水道プロジェクトはラムナー STP の契約交渉の動向に支配されることが予想される。</p>	<p><b>可能性：</b> 中位</p> <p><b>影 響：</b> 小さい</p> <p><b>可能性・影響分析：</b></p> <p><b>緩和策：</b> なし</p> <p><b>実施時のアクション：</b></p> <p>2017 年 4 月 29 日に締め切られた HAM-PPP で実施されるラムナー STP の入札とその後の推移を注視する</p> <p><b>予備策：</b></p> <p>政策レベルでモデル構築の対話を行う。</p>
<p><b>ラムナガール STP 用地取得問題</b></p> <p>ラムナガール STP については土地所有者との売買契約がまだ成立しておらず、これについて Municipal Council Office, ラムナガールの Executive Office から UPJN の Ganga Pollution Prevention Unit の General Manager のレター(草案)によれば、土地所有者は、地価は上昇しており、2016 年 5 月 2 日までに売買契約が成立しなければ外の人に売却することもあると言っており、UPJN に早く手を打つよう訴えている。調査団も州政府宛てに早く予算措置を取り用地買収を進めることを進言しているが、調査期間中に用地取得が完了したという情報は得られていない。したがって、プロジェクト形成過程で用地取得状況の確認が必要である。</p>	<p><b>可能性：</b> 低い</p> <p><b>影 響：</b> 大きい</p> <p><b>可能性・影響分析：</b></p> <p>2016/5/11 のガンジス川浄化評価委員会で、80 プロジェクト中 25 プロジェクト、管渠総延長 3,315km 中 600km しか建設されていないのは何故かとの照会に MoWRRD&amp;GR は以下のように述べている。</p> <p>「STP 建設の遅れは主に用地取得の遅れと土地に係る係争、人口稠密なタウンでの下水管網の敷設については主に狭い道路と道路開削問題によるもので、そんな状況の中でも 80 プロジェクト中 25 プロジェクト、管渠総延長 3,315km 中 600km の敷設を達成した。」</p> <p>したがって、用地取得問題は「イ」国ではよくある話と言える。</p> <p><b>予備策：</b> なし</p> <p><b>実施時のアクション：</b></p> <p>ラムナガール STP 用地の取得状況をモニターする。</p> <p><b>予備策：</b></p> <p>プロジェクトの工事範囲を合意する前にラムナガール STP 用地の取得場を確認する。</p>
<p><b>完全下水道方式／遮集管方式による下水道整備</b></p> <p>MoUD は人口が 10 万人以上の都市は完全下水道方式 (Comprehensive 方式) による整備を推奨し、NMCG は水質汚濁問題解決を優先させて遮集管方式 (ID&amp;T 方式) による整備を目指している。ミルザプルは両方式の DPR を作成済みでどちらでも対応可であるが、ガジブルは完全下水道方式の DPR しか作成しておらず、遮集管方式の DPR は調査団の要請にも関わらず調査期間中に提出されなかった。両市は完全下水道方式による整備を前提とする AMRUT の資金を使っての下水道整備の方針を示したこともあり、この問題は今後も調整がつかない可能性が</p>	<p><b>可能性：</b> 中位</p> <p><b>影 響：</b> 小さい</p> <p><b>可能性・影響分析：</b></p> <p>Ghazipurha は調査団に遮集管方式下水道の DPR 提出ができなかったため、完全方式下水道が採用される可能性が多少ある。Ghazipur の完全方式下水道の管渠整備費はそれほど大きくない。</p> <p><b>予備策：</b> なし</p> <p><b>実施時のアクション：</b></p> <p>ミルザプルとガジブルの HAM-PPP プロジェクトの工事範囲に注視する</p>

<p>ある。</p> <p>HAM-PPP 方式で事業実施を図る場合には、遮集方式は全体事業費に占める管渠費の割合が小さいため STP と一緒に発注される可能性が高いが、完全下水道の場合には割合が大きくなるため、コンセッショネアの負担が増大する。ミルザプルの例では下水管渠：STP/SPS の純工事費の比率は完全下水道で 21,455 : 5,762 (単位 Rs. Lacs) であるのに対し、遮集管方式では 1,478 : 5,651 で、建設費は完全下水道方式は遮集管方式の 3.8 倍になっている。STP/SPS 建設費に対し下水管渠建設費は完全下水道方式で 372%、遮集管方式で 26% と大きな開きがある。</p>	<p>予備策：なし</p>
<p>総合リスク評価</p>	<p>可能性：中位</p> <p>影響：小さい</p>
<p>EPC と HAM-PPP の双方に関わる UPJN の役割は下水管網と下水処理場・ポンプ場の建設スケジュールを調整するうえで極めて重要である。また、UPJN は用地取得及び完全方式あるいは遮集管方式による下水道整備方式の決定にも関わっている。</p>	

## 第 21 章 運用・効果指標

バラナシの下水管網整備（(District-I、District-II、District-III)）に係る DPR は建設期間を 3 年で見ていることから 2017 年を準備期間、2020 年完成として、それから 2 年後の 2022 年を目標に運用・効果指標を設定する。

バラナシについては、District-I の下水は既設の 80 MLD ディナプール STP、District II は建設中の 140 MLD ディナプール STP、District III は 新設の 50 MLD ラムナーSTP に流入して処理を受けることになる。既設の 80 MLD ディナプール STP は、新排水基準への対応はせずに、現状維持で運転を継続する方針が示されている。GAP-II（既往円借款事業）で建設中の 140 MLD ディナプール STP は旧排水基準対応、50 MLD ラムナーSTP は新排水基準対応となっている。

### 21.1 運用指標

運用指標は目標を達成するために、どれだけ効率よく水道事業を運用しているかを示すものである。

#### (1) 汚水処理人口

2015 年 11 月現在のバラナシの水道、下水道の接続数は総戸数 150,236 戸に対しそれぞれ、99,876 個と 109,392 個となっている。2011 年センサス結果によればバラナシの下水道接続戸数は総戸数 180,805 戸に対し 141,184 戸となっており、こちらを現在値として採用する。バラナシの一戸当たり平均世帯人口はセンサス 2011 年で 6.3 人とされており、経年変化はないと仮定すると現在下水道接続人口は 889,000 人となる。接続人口増加率を人口規模が類似している日本の京都を参考に年率 4%とすると 2022 年の人口は 962,000 人となる。

#### (2) 汚水処理量

「イ」国では下水量は原単位を仮定して現在下水量、将来下水量を予測することが広く行われており、既存の下水処理場の実績流入下水量を使つての検討がどの DPR を開いても行われていない。

下水処理量は一人 1 日給水量を 150L、下水への転換率 0.8 とし、25%の地下水浸入を見込んで以下のようなになる。

$$2020 \text{ 年 } 889,000 \times (150 \text{ lpcd} / 1,000) \times 0.8 \times (1 + 0.25) = 133.5 \text{ MLD}$$

$$2022 \text{ 年 } 962,000 \times (150 \text{ lpcd} / 1,000) \times 0.8 \times (1 + 0.25) = 144.3 \text{ MLD}$$

#### (3) 処理水 BOD と BOD 除去率

後述するように、BOD 濃度でガンジス川改善効果を示すのは数値的に難しいので、処理水 BOD と除去率を運営指標の一つとする。工事完了後に生下水の BOD250mg/L が下水処理で 10mg/L になると期待されるので、除去率は 96%となる。

表 21.1 処理水 BOD 濃度と除去率

	現在	目標年度	備考
下水処理人口	889,000	962,000	
下水処理量	133.5 MLD	144.3 MLD	
下水道人口普及率	78.1%	84.5%	
生下水 BOD 濃度	250 mg/L	250 mg/L	
処理水 BOD	30 mg/L	10 mg/L	
BOD 除去率	88.0%	96.0%	

## 21.2 効果指標

効果指標は住民生活が快適になることと水環境が保全されることを示すものである。

### (1) 下水道普及率

2011 年センサスによれば、Varanasi Municipal corporation の総戸数 180,805 戸に対し下水道接続戸数は 141,184 戸で、普及率は 78.1% となり、また、2015 年 3 月作成の“City Development Plan for Varanasi, 2041”では、“Coverage of Sewerage Service Network”を 78% としてしている、ここでは 2011 年センサスに基づく下水道 78.1% を現在値として採用する。住民は工事の進捗を目の当たりにしているので期待が高く、普及率は一般に供用開始直後が高く、ある期間を過ぎると伸びが低下していくというのが通常のパターンである。バラナシの過去の普及率の伸びに関するデータは得られていないので予測が難しいが、人口規模が似ている日本の京都の下水道普及率は 60% を超えてからは毎年 3~4% 伸びて 10 年で 94% に達して、以降伸び率は 1% 以下に落ちている。接続推進啓発キャンペーンも展開されることから供用開始直後の 2 年間は年間 4% の伸び率を想定する。2020 年に供用を開始して 2 年目の 2022 年の普及率は 84.5% となる。

### (2) 放流先水質改善状況

ガンジス川の周辺における月間河川流量データはないが、乾季と雨季の差が激しく乾季でも流量が大きいため放流先の目に見える水質改善効果は表れにくい。例えば、バラナシにおけるガンジス川の乾季流量は 278~1,160 m<sup>3</sup>/sec (24,019~100,224 MLD) の範囲にあり、これに対し下水処理量は 144.3MLD で河川流量 24,019MLD の 0.6% に過ぎない。



## 第 22 章 安全対策

### 22.1 我が国の政府開発援助における安全管理

我が国の政府開発援助大綱（以下、「ODA」）では、社会的弱者の状況、開発途上国内における貧富の格差及び地域格差を考慮するとともに、ODA の実施が開発途上国の環境や社会に与える影響等に十分注意を払い、公平性を確保することを定めている。特に、ODA 建設工事の安全管理の観点では、個々の人間に着目した「人間の安全保障」が重要視されている。

「人間の安全保障」及び「基本的人権の尊重」は、ODA 建設工事において最も優先されるべき事項であり、事業関係者は、安全かつ健康的な職場環境を実現するため、事業対象国の関連法令を順守する義務がある。あわせて、事業関係者はODA 建設工事に携わるすべての組織と個人が安全を最優先する「安全文化」を定着・浸透させ、自律的に労働安全対策が組織内で積極的に推進される仕組みを構築するとともに、安全意識を高める努力をする必要がある。

#### (1) 安全管理の基本8原則

JICAは以下の8項目を安全管理の基本原則として定めている

##### 基本原則 1：安全を最優先する

すべての事業関係者は、安全を最優先し、事故・災害の防止に最大限努める。

##### 基本原則 2：原因除去を徹底する

コントラクターは、建設工事のすべてのプロセスにおける事故を想定して、その背後にある原因の調査分析等を行い、その原因を除去するとともに、適切な対策を講じたうえで作業を行う。

##### 基本原則 3：予防措置を徹底する

コントラクターは、建設工事の各プロセスにおける潜在的危険要因等を含めた災害リスクを事前に把握するとともに、それに対応した適切な対策を検討し、先取りした予防措置を講じた上で作業に着手する。

##### 基本原則 4：関連法令の順守を徹底する

「(2) 関連法令の順守」に準拠

##### 基本原則 5：公衆災害防止を徹底する

すべての事業関係者は、第三者に配慮した安全管理を行い、公衆災害の防止を図る。

##### 基本原則 6：安全管理のPDCA サイクルを徹底する

「(3) 安全管理のPDCA 」に準拠

##### 基本原則 7：情報共有を徹底する

すべての事業関係者は、それぞれが有する安全に関する情報を事業関係者

に、適時適切な方法により公開・共有する。

基本原則 8 : 事業関係者すべての参加を徹底する

すべての事業関係者は、建設現場の安全管理に関する活動に積極的に参加する。

Source: JICA, 「ODA 建設工事安全管理ガイドンス」、2014 年 9 月

## 22.2 インドにおける安全管理

建設工事の安全管理に係るインドの法律は以下の二法を中心にして定められている。

- “The Factories Act”, 1945
- “The Building and Other Construction Workers (Regulation of Employment and Conditions of service) Act”, 1996

### 1. 安全衛生に関する法律・規則等

インドでは、中央政府及び州政府で労働関係法令を制定できる。

- 1948 年工場法: 製造工場等労働者の労働条件、安全・衛生・福利厚生に必要とされる基本的条件を規定している。
- 1998 年建築その他の建設労働者（雇用及び労働条件に関する規制）中央規則: 建設労働者の安全衛生、福祉、その他の労働条件を規制する包括的な中央法令。50 人以上の労働者を雇用する建設事業所を対象として適用。中央規則が適用されないその他の事業場は、州政府制定の規則が適用される。

### 2. 安全衛生関係書類の行政への提出

- 1998 年建築その他の建設労働者（雇用及び労働条件に関する規制）中央規則で「足場」や「危険な工程に関する計画」等の規制はあるが、届出の義務はない。
- インドではゼネコンという形態が発達しておらず、共通仮設等を行う感覚はない。仮設を含む下請契約となる。客先から仮設計画図や鉄骨の施工手順書を提出するよう要求されることはある。
- 公共道路占有や切り廻しの場合は、当該警察署への届出及び許可が必要となる。

### 3. 労働災害・事故が発生した場合の義務等

#### (1) 労働災害・事故が発生した場合の行政への報告義務

##### 1) 報告の有無および対象

- 1998 年建築その他の建設労働者（雇用及び労働条件に関する規制）中央規則で「災害及び危険事態の報告（書式 14）義務が定められている。
- 1948 年工場法で「事故報告、危険事態発生の報告、疾病報告」を定めている。  
（工場法第 8 条事故報告第 1 項: 工場において事故が発生し、死亡または身体的損傷の原因になり、負傷者が事故直後から 48 時間以上就労を妨げられた場合、その工場の

支配人は、規則に従って、事故に関する通報をその関係機関へ規定の様式を用い規定の期間内に送付しなければならない。)

2) 報告の期日

- 工場法第 8 条第 3 項で「州政府は本条による調査に際した手続きを規定する規則を定めることができる」

3) 報告先

- 工場法第 8 条第 3 項で「州政府は本条による調査に際した手続きを規定する規則を定めることができる」
- 死亡事故：警察署、施主 負傷事故：警察署、病院

4) 報告義務者

- 建設業者、建設事業主
- 病院へ連絡をすると自動的に所轄警察へ連絡が入る。
- 警察より第一報告書を受け取る必要がある。その後の保険請求等に必要となる。警察の現場検証で、事故、事件の区別をされ、しかるべ捜査の後、起訴になる。裁判判決によって逮捕・留置等の処分が決定される。

(2) 労働災害・事故が発生した場合の行政による調査

1) 調査の対象

- 1998 年建築その他の建設労働者（雇用及び労働条件に関する規制）中央規則で「監督官の権限」や「災害または危険事態の原因調査のための手続」を定めている。
- また、1948 年工場法第 91-A 条で「監督官等の安全及び労働衛生に関する調査権」を定め、同法 8 条第 2 項では「第 1 項による通報が死亡を招いた事故に関する場合、通報送付を受けた当局は受領から 1 ヶ月以内に事故調査を行わなければならない」と定めている。

2) 調査者等

- 1998 年建築その他の建設労働者（雇用及び労働条件に関する規制）中央規則で「災害及び危険事態の報告（書式 14）」義務が定められている。  
上記の報告内容等について労働省監督官が調査する。
- 臨検等では労働省が定めた検査官が定期的に工場を確認する。拡張工事等を行っている時は工事現場にも立ち入る場合もあるが、通常建設現場で検査官が来ることはない。また、正確には Health & safety という部署（保健所+労基署の機能部署）から検査官がきて、主に工場内の使い勝手、トイレの数、就労時間、食堂の衛生状況、水の監理状況等を確認していく。（毎年）

4. 労働災害・事故が発生した場合の被災者への補償等

(1) 被災者の死傷病等に適用される保険

1) 保険への加入義務の有無

- 1923 年労働者補償法により雇用主に補償義務が課せられている。

- また、10人以上を雇用し、動力を使用して製造工程を営む工場等の適用事業場に雇用され、賃金月額が21,000ルピー以下（2017年1月発効）の低賃金労働者については、ESIC（Employee State Insurance Corporation：従業員国家保険公社）に加入する義務があり（雇用主はESICに企業登録する）、それ以外の従業員については、それぞれの会社が定める健康／傷害保険に加入する。従業員国家保険法が適用される労働者は労働者補償法の適用はない。
- 2) 保険の名称
    - 1948年従業員国家保険法（Employee State Insurance）に基づき従業員国家保険公社が運営する保険制度。積立金による運営制度。
  - 3) 保険の概要
    - 加入労働者に対し、生命、業務上の事故（職業病を含む）に係る医療救済、疾病に関する現金給付及び補填を行うことを目的とする。
    - また、女性労働者に対し、出産給付及び労働者の遺族に対し、年金給付を行う。
  - 4) 保険契約者、被保険者
    - 契約者、被保険者共に本人、ただし建設業については建設事業主が、現場内で就業している労働者のESICへの加入状況及び保険料の支払いの確認をする責任がある。従って各協力会社はESICの加入記録及び支払い状況を毎月施主に提出している。トータル的にはゼネコンが取りまとめている。
  - 5) 保険料の負担
    - ESICの場合は雇用主が半分強、本人が半分弱負担する。
    - （2009年10月時点では、雇用主は労働者の賃金総額の4.75%を積立て、労働者は賃金の1.75%を積立てる。）
- (2) 労働災害・事故が発生した場合の被災者との示談・和解  
補償額は障害の程度のより定められていて永久労働不能（9万ルピー）、死亡（8万ルピー）が最低補償額（労働者補償法）
5. 店社、作業所における安全管理体制（責任）と各種資格
    - (1) 店社の安全衛生管理体制  
1998年の建設労働者（雇用及び労働条件に関する規制）中央規則で「建設現場に設置すべき安全組織」や「安全担当管理者の人数、資格、責務」等を定めている。
    - (2) 作業所における安全衛生管理体制  
作業所に安全担当職員を配置し、日常的に現場を監理、また本社にも安全担当を配置し定期的にパトロールを行う。客先がいる場合（拡張工事等）は客先の安全担当者にも立ち会いをお願いする。
    - (3) 各種資格
      - 1) 資格の名称  
1998年建築その他の建設労働者（雇用及び労働条件に関する規制）中央規則で「建設現場に設置すべき安全組織」や「安全担当管理者の人数、資格、責務」等を定めている。（建設現場に設置すべき安全組織について規則では、同数の事業場代表者と建設労働者で構成する安全委

員会を設置し、建設事業場の中に安全担当管理者を1人任命するよう求めている。）

安全管理者（セーフティーオフィサー）の配置が必要

2) 資格の内容（就業制限業務の種類）

安全管理者は2年間以上の安全専門学校卒業が条件、安全スタッフとしては安全関連の講習を受ける必要がある。ただし講習だけでは安全管理者にはなれない。

6. 安全経費

(1) 公共工事における安全経費

聞き取り調査のみ。工事金額の5～8%程度、内容は入札書類に細かく明記されている。

(2) 民間工事における安全経費（請負契約金額に含む、率計上、別枠計上等）

安全経費は、通常請負契約金額に含まれる。客先からの安全監理規定が厳しくなっており、請負金額の3～5%程度までになる。

7. 事故・労働災害発生後の行政処分・社会的制裁等

(1) 元請が受ける行政処分

裁判の結果、当該監督者の逮捕の可能性はあるが、会社が入札資格を失う等の行政処分の有無は確認できず。民間では、客先によっては、今後の入札に参加

(2) 下請が受ける行政処分

裁判の結果、当事者逮捕（クレーンのオペ等）の可能性はある。（現地情報）

(3) その他社会的な制裁

特になし

Source: 海外労働災害防止協会「海外における建設業の安全衛生管理」、平成26年5月

8. インドの「工場法1948年」及び「同改正1987年」

インドの「工場法1948年」（1948年法律第63号）及び「工場法（改正）1987年」（1987年法律第20号）建設現場で直面するかも知れない以下の事項について規定している。

第1章は用語の定義等を予備的事項として定めており、「工場」を以下のように定義している。

第2章は検査官について定めている。

第3章は健康について定めており、これには「清潔（11条）」、「廃棄物及び排出水の処分（12条）」、「埃とガス（14条）」、「照明（17条）」、「飲料水（18条）」、「大小トイレ（19条）」等が含まれる。

第4章は安全について定めており、これには「機械廻りの囲い（21条）」、「稼働中の機械上または近くでの作業（22条）」、「危険な機械における若年労働者の雇用（23条）」等が含まれる。

第5章は厚生について定めており、これには「救急箱（45条）」等が含まれる。

第6章は成人作業員の作業時間について定めており、これには「週作業時間（51条）」、「週休（52条）」、「有給休日（53条）」、「日作業時間（54条）」、「休憩時間の間隔（55条）」、「残業に対する割増賃金（59条）」等が含まれる。

第7章は若年者の雇用について定めており、これには「若年者の雇用の禁止（45条）」、

「健康証明書（69条）」、「子供の作業時間（71条）」、「子供に対する作業時間の通知（72条）」、「子供作業員の登録（73条）」等が含まれる。

第8章は年次休暇と賃金について定めており、これには「年次休暇と賃金（79条）」、「休暇中の賃金（80条）」等が含まれる。

第9章は特別事項について定めており、これには「特定の事故に係る報告（86条）」、「特定の危険事態の発生に係る報告（88A条）」、「特定の病気に係る報告（89条）」等が含まれる。

