

ブータン国
公共事業省

ブータン国
省エネルギー型汚水処理技術による
小規模下水道普及・実証事業

業務完了報告書

令和元年 7 月
(2019 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

毛管浄化システム株式会社

民連
JR
19-124

＜本報告書の利用についての注意・免責事項＞

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

内容

卷頭写真	i
地図	xvi
図表番号	xvii
案件概要（ポンチ絵）	xix
略語表	xx
要約	xxi
1. 事業の背景	1
(1) 事業実施国における当該開発課題の現状及びニーズ	1
(2) 政治・経済の概況	2
(3) 開発課題の現状	4
(4) 関連計画、政策及び法制度	5
(5) 対象分野の ODA 事業の事例分析及び他のドナー分析	7
(6) 普及・実証を図る製品・技術	10
2. 普及・実証事業の概要・実績	12
(1) 事業目的	12
(2) 期待される成果	12
(3) 事業実施の基本方針	12
(4) 作業工程（計画・実績）	13
(5) 投入計画（計画・実績）要員、機材	14
(6) 事業実施の方法（各活動内容）	15
(7) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	29
(8) 環境社会配慮	31
3. 本事業実施後のビジネス展開計画	52
(1) ビジネス展開計画・戦略	52
(2) 想定するリスクとその対応	55

別添資料

- DAC5 項目評価
- Letter to Bhutan
- Summary Report

卷頭写真



1-1 キックオフミーティング



1-1 処理場位置協議



1-3 HEJO 地区給排水状況



1-3 HEJO 地区測量調査



1-4 現地再委託 No.1 工事契約締結



1-4 現地再委託 No.2 工事契約締結



1-4 現地再委託 No.3 工事契約締結



1-5 処理場建設 掘削完了



1-5 掘削完了地盤確認



1-5 基礎碎石施工完了



1-5 基礎コンクリート打設状況



1-5 基礎コンクリート施工完了



1-5 底盤型枠設置状況



1-5 底盤コンクリート施工



1-5 止水板設置状況



1-5 壁型枠設置状況



1-5 軸体コンクリート打設状況



1-5 軸体コンクリート養生状況



1-5 水張試験実施状況



1-5 処理水槽出来高検査状況



1-5 水槽周辺埋戻し状況



1-5 ロストル制作状況



1-5 ロストル養生状況



1-5 管理棟基礎施工状況



1-5 管理棟壁施工状況



1-5 管理棟屋根施工状況



1-5 散気試験実施状況



1-5 人工ろ材充填指導状況



1-5 人工ろ材充填完了



1-5 上段ロストル設置完了



1-5 栗石充填指導



1-5 栗石充填完了



1-5 被覆土壤母材確認



1-5 被覆土壤充填指導狀況



1-5 人孔蓋設置完了



1-5 フラワーhaatchi設置完了



1-5 被覆土壤保護工事



1-5 外構工事完了



1-5 ブロワ起動確認



1-5 ばっ気状況確認



1-5 制御盤設置完了



1-5 処理施設完成



1-5 管網人孔制作状況



1-5 管網施工状況



1-5 人孔底部インパート施工状況



1-5 処理場全景 2019年2月



1-6 維持管理方針協議



1-7 バベサ処理場検査機器



1-8 バキューム車稼働状況



2-2 C/P 施工監理協議状況



2-2 試運転実施状況



2-3 毛管浄化システム株式会社事前研修



2-3 全国大会講師発表



2-3 山梨県身延町処理場視察



2-3 福島県会津坂下町処理場視察



2-3 福島県湯川村道の駅処理場視察



2-3 福島県金山町処理場視察



2-3 毛管浄化システム株式会社事前研修



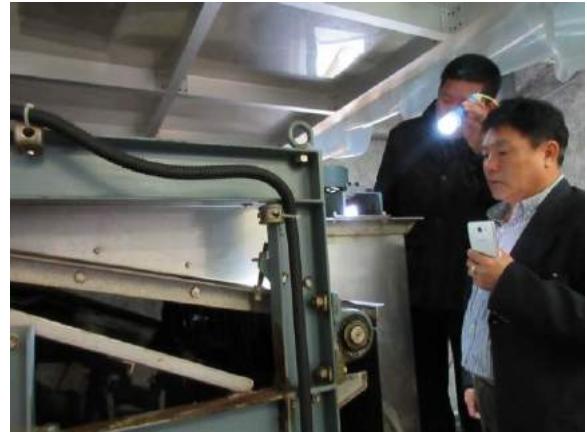
2-3 JICA 中小企業支援事業課表敬訪問



2-3 (公社) 日本下水道協会理事長表敬訪問



2-3 山梨県身延町処理場視察



2-3 福島県会津坂下町脱水状況視察



2-3 福島県湯川村道の駅処理場視察



2-3 会津坂下町長表敬訪問



2-3 福島県会津坂下町処理場視察



2-3 福島県金山町処理場視察



2-5 試運転実施状況



4-1 JICA 事務所表敬訪問



4-1 現地セミナー開催



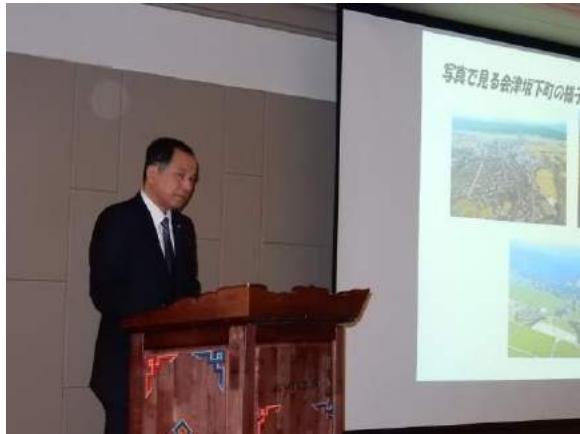
4-1 濱氏発表



4-1 公共事業省次官挨拶



4-1 曽根公使挨拶



4-1 招聘講師会津坂下町長発表



4-1 業務主任者木村発表



4-1 チーフアドバイザー佐野発表



4-1 稲垣氏発表



4-1 セミナー記念撮影



4-1 セミナーモデル施設視察



4-2 住民説明会実施状況



4-2 住民説明会記念撮影



4-2 住民説明会モデル施設視察



4-2 通水式の実施（大臣と挨拶）



4-2 通水式（僧侶の祈祷）



4-2 通水式（木村 挨拶）



4-2 通水式（山田所長 挨拶）



4-2 通水式（大臣 挨拶）



4-2 通水式（除幕式）



特記 建設展示会出展状況



特記 ICWES17 インド開催 木村発表

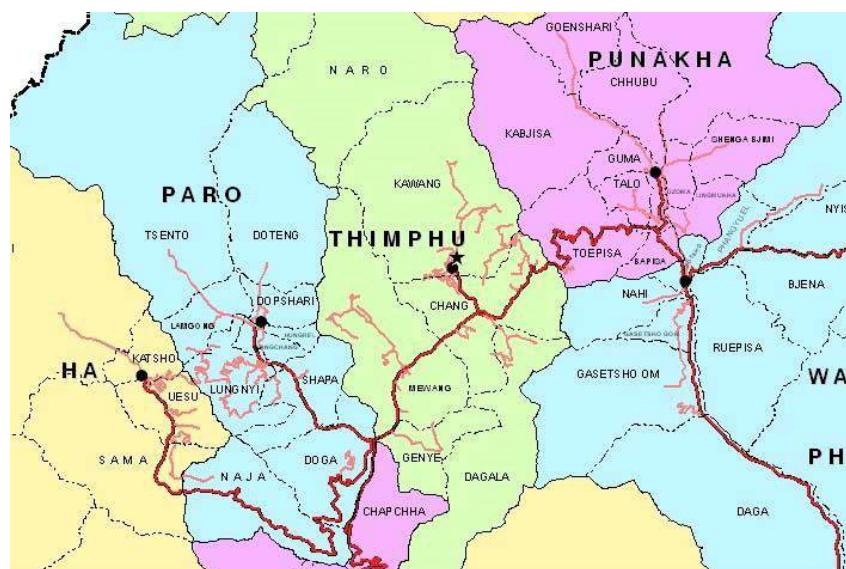


特記 日本技術士会 上下水道部会ブータン研修

地図



ブータン全体図



ティンプー所在地

出典 Department of Survey & Land Records

図表番号

番号	タイトル	頁数
1 表－1	処理方式簡易比較表	2
1 表－2	ENVIRONMENTAL STANDARDS	6
1 表－3	一律排水基準	7
1 表－4	デンマークの支援による下水処理場の概要	8
2 図－1	作業工程表	13
2 図－2	要員投入計画	14
2 表－1	譲渡資機材表	14
2 表－2	処理方式簡易比較表	16
2 表－3	収集資料	17
2 表－4	No.1 契約見積もり依頼業者と提案金額	19
2 表－5	No. 2 契約見積もり依頼業者と提案金額	19
2 表－6	No. 3 契約見積もり依頼業者と提案金額	20
2 表－7	水質分析結果 (2019/6/15)	24
2 図－3	ブータン全体図	31
2 図－4	ティンプー所在地	31
2 図－5	ティンプー中心部と HEJO 地区	32
2 図－6	HEJO 汚水処理施設	32
2 図－7	Wangchu 川水質	33
2 図－8	PM10、2.5 データ	34
2 表－8	保護区のゾーン区分	35
2 図－9	ブータン保護区	35
2 表－9	ブータン国の環境に関連する法令・基準等	37

2図—1 0	Best Practices in EIA	38
2表—1 0	EIA に関するギャップ分析表	39
2表—1 1	管渠比較案	41
2表—1 2	処理場予定地比較表	42
2表—1 3	スコーピング結果	43
2表—1 4	調査内容及び方法	45
2表—1 5	調査結果	45
2表—1 6	影響評価	46
2表—1 7	緩和策	46
2表—1 8	モニタリング計画	47
2図—1 1	事業実施体制	48
2表—1 9	現地ステークホルダー協議の概要	49
2表—2 0	ステークホルダー協議 状況写真	50
2表—2 1	環境チェックリスト（下水道）	51
3表—1	下水道マスターplan	54

案件概要（ポンチ絵）

ブータン国

省エネルギー型汚水処理技術による小規模下水道普及・実証事業 毛管浄化システム株式会社(東京都)

ブータン国の開発ニーズ

- 人口移動、生活習慣の変化に伴う廃棄物・生活排水の処理、交通渋滞による大気汚染等の都市型環境問題への対応
- 経済発展に伴う都市部人口の急激な増加
- 生活排水による小規模河川や溜池の汚染、臭気等環境悪化
- 住宅地での開放型下水処理により臭気問題が発生、

提案企業の技術・製品



製品・技術名

普及・実証事業の内容

- ティンプー市内HEJO地区にモデル施設として土壤浄化法による汚水処理場の建設
- 土壤浄化法による汚水処理技術の知識・技術をカウンターパートへ移転
- 下水道を運営・管理する事業実施計画及び将来のビジネス展開計画の策定
- 同施設を活用した地域住民の水質環境改善に関する啓発

ブータン国側に見込まれる成果

- モデル施設を通じ、土壤浄化法による汚水処理技術の有用性を確認
- 土壤浄化法による汚水処理技術の知識・技術がカウンターパートに移転され、同施設の運営・管理能力が向上
- 同施設に係る事業実施計画及び将来のビジネス展開計画の策定
- 同施設の活用・運営により、地域住民の環境改善に対する意識が向上

事業概要

相手国実施機関:
ブータン国公共事業省
事業期間:2017.3~2019.8
事業サイト:ブータン国
ティンプー市HEJO地区

日本企業側の成果

現状

- 海外では下水道の未整備地域が多く、マーケットのポテンシャルが高い
- 土壤浄化法の技術移転では、国内の事例紹介と実技指導が極めて有効

今後

- ブータン国における下水道未整備地域への小規模下水道事業を展開
- ブータン国でこのモデル施設を事例として近隣諸国への営業拡大が可能

略語表

略語	正式名称	日本語名称
GNHC	GROSS NATIONAL HAPPINESS COMMISSION	国民総幸福委員会
BOD	Biochemical oxygen demand	生物化学的酸素要求量
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
GNH	Gross National Happiness	国民総幸福量
MJS	Mokan Joka System	毛管浄化システム株式会社
MoWHS	Ministry of Works and Human Settlement	公共事業省
m ³ /d	Cubic meter per day	立方メーター／日
T-N	Total Nitrogen	全窒素
T-P	Total Phosphorus	全燐

要約

<p>案件名：省エネルギー型汚水処理技術による小規模下水道普及・実証事業</p> <p>Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Small scale sewerage system with energy-saving technology (named Dojo-Joka System)</p>	
1.事業実施地	ブータン国 ティンプー市
2.対象分野	①環境・エネルギー、②廃棄物処理、③水の浄化・水処理 ④職業訓練・産業育成、⑤福祉、⑥農業、⑦医療保健、 ⑧教育、⑨防災・災害対策等、⑩その他（ ）
3.事業の背景	<p>我が国のブータン国への国別援助方針では、中目標として同国における「脆弱性の軽減」が挙げられ、その中で環境問題・気候変動への対応として「産業開発や都市間における人口移動、生活習慣の変化に伴う廃棄物・排水処理、交通渋滞・排気ガス等の都市環境問題への対応を支援する」としている。</p> <p>一方、ティンプー市では、密集している市街地を対象に下水処理場が設置されているものの、極めて古い三段式ラグーン方式で 54 日間の滞留時間をかけて、1,750m³/日の排水処理を行っている。しかし、この方式では、広いラグーン処理に伴う悪臭により施設周辺の住民から苦情が絶えず、かつ人口増加によりさらに増設が必要であり都市開発や観光産業の発展に重大な支障をきたしていることから、早急な改善が求められている。</p> <p>本事業は、こうした現状の課題に対し、「平成 24 年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による途上国政府への普及事業」で建設したニイミトレーナーのモデル施設の調査や検証結果を踏まえて、さらに高度な固定生物膜方式タイプのニイミシステムによる小規模下水浄化方式を用いて、同市の適正な下水処理及び小河川環境の改善を図るものである。</p>
4.提案製品・技術の概要	提案企業の技術である嫌気内包型固定ろ床「バイオクリスタル」を用いたばっ氣処理タイプの水質浄化技術「ニイミシステム」である。本システムは、内部が嫌気状態であり、直径 16cm のろ材の表面に付着した微生物の働きにより、下水処理場に流入する原水を浄化する。競合する他の下水処理システムと比べ、汚水処理槽を土壤で被覆することにより悪臭の発生を防止できる。一方で、これは、簡素な処理技術の組み合わせであるためにシステム全体の導入コストも抑制することができる。加えて、汚水処理槽は強固でろ材は軽く耐久性に優れ、下水処理場の耐用年数とされている 50 年間は、ろ材の交換を行う必要がないのが特徴である。
5.事業の目的	ティンプー市 HEJO 地区をモデルとして地域住民の生活・衛生環境の向上及び小河川の水質改善を図るため、ニイミシステム（土

	土壤浄化法)による小規模下水処理施設を同地区内に建設・導入し、固定生物膜方式タイプの水質浄化技術の現地適合性、有用性を確認するための実証活動を行うとともに、その普及方法を検討する。
6.事業の概要・成果	<p>① ティンプー市内 HEJO 地区におけるモデル下水処理施設を通じて、土壤浄化法による汚水処理技術の有用性が確認された。</p> <p>② 土壤浄化法による下水処理技術の知識・技術がカウンターパートに移転され、同施設の適正な運営・管理能力が向上した。</p> <p>③ 下水処理施設を運営・管理する事業実施計画及び将来のビジネス展開計画が策定された。</p> <p>④ 同施設の設置で地域住民の環境改善に対する意識が向上した。</p>
7.実績	<p>① HEJO 地区施設建設状況 2019 年 2 月に通水式を実施し、管渠 539m、100m³ の汚水処理施設を 2019 年 6 月 21 日に C/P に譲渡した。</p> <p>② 本邦研修の実施 2017 年 7 月 30 日～8 月 7 日に第一回目、2018 年 3 月 16 日～3 月 26 日に第二回目の本邦受入活動を実施し、計 4 名の研修生を招聘した。通水式の実施を行った 2019 年 2 月から譲渡の 6 月までの間を試運転期間とし、維持管理方法などの指導を行い技術の移転を図った。</p> <p>③ 下水道マスタープランの作成 最終渡航時の 2019 年 6 月に完成した下水道マスタープランを C/P へ提出した。今後のビジネス展開のきっかけとなるように、ブータン全土において下水道整備に向けた話し合いを実施できた。公共事業大臣やティンプー市長、公共事業省次官等多くの人々が土壤浄化法による下水道整備に高い関心をもった。</p> <p>④ 現地セミナー、住民説明会の実施 2018 年 2 月 7 日にブータンにおいて土壤浄化法のセミナーを開催した。C/P の協力もあり、各地方の担当者に事前連絡などをした結果、66 名の参加者があり、土壤浄化法という技術の周知に貢献したセミナーとなつた。 日本大使館の曾根公使も参加していただき、公共事業省次官やティンプー市長等多くの参加者があり盛会となつた。 2019 年 2 月 14 日に HEJO 地区住民 28 人の参加で住民説明会が実施された。住民からは HEJO 地区をモデル施設の建設地に選定してくれた謝意を述べられ、土壤浄化法の施設見学では新しい技術に対して多くの関心を得た説明会となつた。 下水道事業では管網への住宅からの汚水の接続が大事な事業となるので、多くの住民が関心を持ったことはとても有意義な結果となつた。</p>

8.課題	<p>① 担当者の情報共有について C/P の担当者は事業中異動などはなく、今後も異動などがあつた場合には十分な担当者間の情報共有をしていただけるが、ティンپー市の担当者については、予想以上に担当の変更や離職、留学等情報共有が不十分なままでの異動などが行われた。最終渡航時に C/P、ティンپー市に対して汚水処理施設の担当技術者、担当者のリストの情報を共有するよう要請した。</p> <p>② 汚水処理施設へのバキューム汚泥投入 試運転当初汚水の確保の為、バキューム車による汚水の投入と河川水による希釈を実施した。その後市担当者にバキューム車の投入は終了する旨通知したが、数日後に投入をするところを確認してしまった。その時点でも汚水の投入の中止を依頼していたが、最終渡航時にも汚水の投入を確認した。 沈殿分離槽の 1 室目がその時点での接続件数 14 件、供用開始後半年未満とは思えないスカムの状況で、継続して投入されていた状況がうかがえた。公共事業省の部長室で市の担当者と協議した時に再度投入の禁止を要請し、帰国後別添の Letter により要望を行った。</p>
9.事業の実施体制	<p>受注者：毛管浄化システム株式会社 外部協力者： ① 株式会社エムアンドワイコンサルタント ② 株式会社伝統建築研究所 ③ 株式会社ディージェイアイ ④ 個人 2 名</p>
10.相手国政府関係機関	ブータン国公共事業省
11.受益者層 (ターゲットグループ)	本事業で建設される小規模下水道区域の対象住民、約 704 人
12.契約期間	2017 年 3 月～2019 年 8 月 (2 年 5 ヶ月)
13.契約金額	99,837 千円 (税込)
II. 提案企業の概要	
企業名	毛管浄化システム株式会社
企業所在地	東京都板橋区中丸町 11-2 ワコーレ要町ビル
設立年月日	1980 年 3 月 4 日
業種	建設コンサルタント
主要事業・製品	土壤浄化法による下水道計画作成の他、下水処理施設・集落排水施設、浄化槽等の設計、施工監理、維持管理
資本金	4,000 万円
売上高	14,800 万円
従業員数	12 名

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における当該開発課題の現状及びニーズ

平成 24 年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による「途上国政府への普及事業」において、ブータンを対象とした企画が採択され、小規模生活排水処理施設による河川の水質改善及び生活改善事業としてティンプーの高校にニイミトレーニング（無動力の極小規模汚水処理施設）を建設した。

ブータンでは、トイレの汚水はセプティックタンクに貯留され、その後ソックピットと呼ばれる浸透枠にて地下浸透されている。しかし、汚泥の引抜き等の適切な維持管理が実施されないために、機能していない施設が多く、トイレの排水も公共水域へ未処理のまま放流されている状況である。雑排水は、直接水路に放流されているために、地域の水路の衛生環境を悪化させ、公共水域を汚染させ、悪臭を含め深刻な状況となっている。

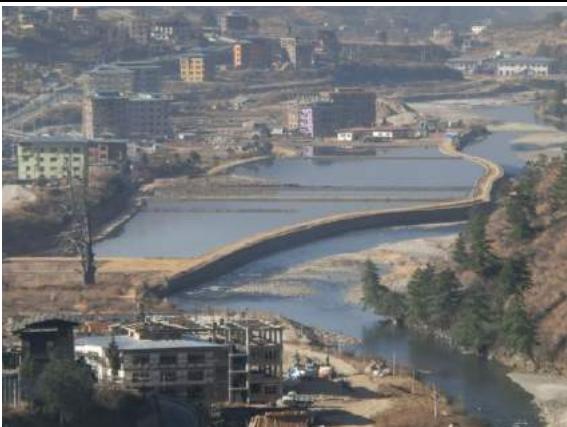
首都ティンプー市は 11 万人の人口規模であるが、密集している市街地を対象に下水処理場が設置されている。この処理場は、現在 $1,750\text{m}^3/\text{日}$ の流入で、処理方式は、54 日間の滞留時間を確保した三段式ラグーンで、放流口は汚染が深刻化している。又、広い面積の処理場から悪臭が発生し、住民からの苦情があり、観光産業へも大きな影響を及ぼし、早急な改善が必要となっている。同様な処理場がブータン国内で他にもあり、深刻な状況となっている。

このような状況は首都への急激な人口の移動による人口増加、環境問題に対する有効な手段を講じていないことが原因とされており、我が国の対ブータン王国別援助方針

（2015 年）では、中目標として同国における「脆弱性の軽減」が挙げられ、その中で環境問題・気候変動への対応として「産業開発や都市間における人口移動、生活習慣の変化に伴う廃棄物・排水処理、交通渋滞・排気ガス等の都市環境問題への対応を支援する」としていることからも適合する。

ブータンの上水は、ヒマラヤからの潤沢な自然の水で確保されているために、政府は財政的に実施できる小規模下水道技術があるならば、早急な事業化を望んでいる。

1表—1 処理方式簡易比較表

	BABESA STP	土壤浄化法
外観		
長所	<ul style="list-style-type: none"> 水処理には電気を使っていないため維持管理費がとても安価 	<ul style="list-style-type: none"> 滞留時間が約2日で狭い空間でも建設可能 水処理槽が土壤により覆蓋されているため二次公害が簡単に防止できている 一般的な処理方式に比べると機械設備が少なく電気代が安価
短所	<ul style="list-style-type: none"> 滞留時間が54日間で広い空間が必要 開放型の処理場の為二次公害がある 	<ul style="list-style-type: none"> ラグーン処理に比べると電気代はかかる。

(出典：調査団作成)

(2) 政治・経済の概況

① 政治概要

第4代国王主導により、90年代末から憲法制定委員会の設置など、議会制民主主義への移行準備が進められ、2006年12月に即位した第5代国王の下、2007年12月に上院議員選挙が、2008年3月に下院議員選挙が実施された。これを受け、憲法草案に基づき、2008年4月、下院議員選挙において勝利したブータン調和党（DPT）のジグミ・ティンレイ党首が国王により首相に任命され、新内閣が発足した。2008年5月、新国会が召集され、憲法等の法案審議が開始され、2008年7月、憲法が採択された。

2011年5月、民主政権下初の地方選挙が予定されていたが、立候補者の政党離脱手続きの不備問題が相次ぎ、実施が危ぶまれた。これに対し、関係者からの訴えに応えるかたちで、国王から、国家の調和、憲法の尊厳、法の強化、民主主義の成功の観点から関係者間の協議を促す布告が発出され、最終的に同年6月に地方選挙を実施。全国20県にまたがる205郡議会、16県の県庁所在地代表（ティンプー県、チュカ県、サルパン県、サムドゥプ・ジョンカル県を除く）、欠員となっていた地区長が選出された。同年12月には欠員補充のための第2次地方選挙が実施された。

2013年7月、第2回総選挙が実施され、これまで野党であった国民民主党（PDP）が、ブータン調和党（DPT）に勝利、ツェリン・トブゲー党首が国王により首相に任命された。

2018年10月、第3回総選挙が実施され、協同党が調和党に勝利しロテ・ツェリン党首が首相に就任した。

ブータンの総選挙は予備選にて上位2党が本選に進出する仕組みで、前回与党の国民民主党は予備選にて敗北し、政権交代は確実なものとなっていた。

2008年立憲君主制移行以来3回目の選挙であるが、毎回政権交代が起きており、GNHを柱とした方針が国是ではあるが、地方や都市部、職業による格差が広がっており、安定した政権の確立はもうしばらく困難だと想定される。

インドと国境を接する南部地域では、90年代末以降インド・アッサム州での分離独立運動を行っている過激派組織が進入したため、2003年にブータン政府により掃討のための軍事作戦が行われていた。

② 経済概要

1961年以降、5年ごとに策定される開発計画に基づく社会経済開発を実施。2013年7月からは、第11次5ヶ年計画が開始された。就労人口の多くが農業に従事しており農業が重要な位置を占めているが、近年は水力発電所の建設や周辺国への売電を含む電力セクターの開発により、工業部門のGDPに占める割合が上昇している。

GDP成長率は2017年で4.68%、2017年のGDPは25.28億ドル、一人あたりGDPは3,130ドルを記録した。産業別のGDP構成比(2017年)は、農林業17.37%、工業40.57%、製造業7.25%などとなっている。

2016年の貿易額は、輸出額352.58億ニュルタム(輸入額673.60億ニュルタム)であり、貿易収支は321.02億ニュルタムの赤字となる。主要輸出相手国(2016年)は、インド、バングラデシュ、アメリカ、ネパール、ドイツ、主要輸入相手国(2016年)は、インド、タイ、中国、日本、韓国、となっている。主要輸出品目(2016年)は、電力、鉄、合金、セメント等である。主要輸入製品(2016年)は、軽油、ガソリン、金属製品、米である。

ブータンは、ほとんど全ての消費財や資本財をインド及び他国からの輸入に依存しているため、貿易収支は恒常的に赤字で推移し、1990年代後半以降、大規模な水力発電プロジェクトの推進によりこの傾向に拍車がかかった。インドからの大型水力発電プロジェクトが一段落した2007年は、経常収支が黒字に転じたが、2008年以降は再び赤字となっている。2012年1月の国会では、外貨準備高のインド・ルピー不足問題が取り上げられ、財務大臣の下に対策を検討するためのタスクフォースが設置された。インドとの輸出入が圧倒的なシェアを占める中で、インド・ルピー以外の外貨収入を得る手段として豊かな観光資源の開発も重要な課題となっている。

ブータンでは引き続き人口の7割が農村地域に居住し、小規模な地域自給自足型の労働集約的農業を中心とした農業に従事している。経済活動を行う労働力は全人口の63.3%(2017年)である。

業種別・形態別では、農業が依然として労働力の43.9%を占める主要セクターとなっているほか、次いで建設部門が11%、行政で10.8%を占めている。急速に拡大する労働市場において民間セクターが雇用機会を創出する重要なセクターとして現出してきている。失業率は2.4%(2016)であり、若年層の15歳~24歳の失業率は10.6%となっている。特に都市部では、男性と女性の両方で失業率の増加が、教育レベルのより低いとこ

ろからより高いところに向かって、緩やかに上昇することが観察されている。

識字率は 71.4% (2017 年)、初等教育就学率は 95.0% (2016 年) となっている。乳児死亡率は、26.8 人/1,000 人 (2016 年)。

対外債務は 1990 年代後半以降増加傾向を強めており、2017 年、2505.4 百万ドルとなっている。ブータンの対外債務の特徴として、インドからのルピー建債務の割合が多くを占めること、政府借り入れの大半が ODA ローン (ソフト・ローン) であり、中長期の譲許的債務であること、商業借入はわずかであること等があげられる。

ブータンでは、通貨ニュルタムがインド・ルピーに連動 (ニュルタム:ルピー=1:1) しているうえ、インドからの輸入が 7~8 割を占めることから、国内の物価がインドのインフレの影響を強く受ける性質がある。ブータンの消費者物価指数は、2016 年の 3.22% から 2017 年は 4.96% となった。

ブータンは開発の原則として、国民総生産 (GNP) に対置される概念として、国民総幸福量 (GNH:Gross National Happiness) という独自の概念を提唱している。経済成長の観点を過度に重視する考え方を見直し、経済成長と開発、文化遺産の保護と伝統文化の継承・振興、豊かな自然環境の保全と持続可能な利用、良き統治の 4 つを柱として、国民の幸福に資する開発の重要性を唱えている。

(3) 開発課題の現状

ブータンにおける小規模生活排水処理の開発課題の現状は、急激な人口増加を背景とした都市並びに周辺集落の公衆衛生の向上を図る事にある。

① 都市部における生活排水処理の現状

都市の生活排水処理の状況は、首都ティンプー、ブンッオリン、サルパン、サムドゥプ・ジョンカルの 4 箇所においてデンマークの国際開発援助により下水処理場が整備されている。その他の都市並びに下水道整備区域外では、し尿はセプテックタンクで一次処理した後、雑排水と合わせて河川や水路、路肩に放流しており、水路は汚水が流れ冬でも悪臭を放っている。

都市における一般家屋のトイレは、建物内に設置されている事が多く、しゃがみこみ式のトイレで、桶やタンクに汲み置きした水で手桶を用いて洗浄 (ペーペーの使用はしない) 後、手桶で汚物を流す仕組みである。またこの他に、フラッシュ弁が付いたホースが設置されている所もあった。ホテルなどは腰掛け式の水洗便所で、使用後は紙拭きで使用した紙は流さず専用のゴミ箱に捨てる。

首都ティンプーでは、1993 年から 1996 年にかけて下水道整備 (管渠、処理場の整備) が行われ現在稼動している。下水の排除方式は分流式が採用されている。日本における分流式とは排水と雨水を分けることであるが、日本の分流式とは違いトイレの排水と生活排水を分けている方式となっている。下水道計画区域については、明確な区域が示されていないのが現状であるが計画人口としては 12,500 人となっている。

処理施設の規模は 1,750m³/日であり、処理方式は三段式ラグーン (酸化安定池法) を採用し、放流水質は BOD50mg/l を確保しているとされている。(現在の排出基準値は次

頁の表の通り 30 mg/l であるが、既存処理場の資料では放流水質は BOD50mg/l 以下となっている。これは処理場の建設時期（1996 完成）と排出基準（September 2010）の設定時期に違いがあるためと考えられる。実流入量は施設規模の 1.95 倍に達し、現在は改築計画の設計業務が終了したところである。

② 都市部における生活排水処理の課題

- (ア) ブータンの河川は、急峻な地形と豊富な河川水量によって多少の汚水であれば、河川がまたたく間に汚水を流下してしまい河川の汚濁が進行することは少ないが、人口の増加とともに都市部では水路、小河川、主要河川の順で汚濁が進行しつつあり、都市部における生活排水処理が急務となっている。
- (イ) 下水整備が行われている地区であっても、人口増加に対応しきれないため処理能力以上の汚水が流下してきており下水道整備が追いついていない状況で、面整備や処理能力の拡大、新たな処理区域の追加等を図る必要がある。
- (ウ) 地形的に居住空間の少ない国土の中で、首都ティンプーでは人口の増加と観光客誘致のため集合住宅やホテルの建設ラッシュが起こっており、処理場周辺にも多くの建物が建設されている。処理場周辺では、処理方式が三段式ラグーンである事から通年にわたり臭気の発生や夏季の蚊や蝇の発生等、二次公害が生じている。
- (エ) 汚水処理性能確保や処理状況確認のための水質試験を実施する機関が少なく、且つ水質試験に精通者が少ないため適切な試験結果を得る事が困難な状況にある。

③ 農村部における生活排水処理の現状

ブータンでは現在人口の 7 割が農村地域に居住しており、自給自足の生活を営んでいるが DPP (DZONGKHAG POPULATION PROJECTIONS 2006-2015) の予測では 2030 年頃にはその割合は 5 割程度となると予測している。

農村部における生活排水処理の現状は、糞尿はセプティックタンクで一次処理し、雑排水と一緒に水路や路肩に放流、場合によっては自然浸透により処理されている。基本的に環境容量が大きく、豊富な河川水量と掃流力によって将来的に環境汚染を招く事はないものと考えられる。

農村部におけるトイレは、住居用の建物とは別に設置されている事が多く、洗濯場などと一緒にになっている。汚物を流す方法は都市部と同様で汲み置きした水をタンクに溜め手桶で洗浄し汚物も流す仕組みである。

④ 農村部における生活排水処理の課題

- (ア) 生活環境の改善として居室とは別に設置されているトイレを建物内部に設置する必要がある。
- (イ) 数軒まとまった集落では、汚水が路肩を流れている事が多く衛生的でない。
- (ウ) セプティックタンクからは臭気が出ており臭気対策等の課題が残る。

(4) 関連計画、政策及び法制度

① 関連計画

関連計画としては、これまでデンマーク国際開発援助によるティンプレー、プンツォリン等の下水処理場が整備されてきたが、首都ティンプレーでは、施設規模に対して 1.95 倍の汚水が流入しており改築計画が進行している。得られた資料によると現在の計画人口の倍に当る 25,000 人まで拡大して MBBR 法の下水処理場を新たに建設する計画である。この改築計画は、現在設計が終了している状態である。

管轄のティンプレー市にて話を聞いたところ、現在アジア開発銀行の発注によりインドの企業が受注して事業を実施中であるが、ようやく工事開始にこぎつける状況である。

② 政策及び法整備

ブータンにおいて環境行政を司っている機関は NEC (National Environmental Commission : 国家環境委員会) である。ここでは河川の環境基準、事業場や下水処理場からの放流水の排出基準を定めている。一方、下水道法などは未整備の状態である。下水道施設からの排出基準を以下に示す。

1 表－2 ENVIRONMENTAL STANDARDS

Standard for final effluent from Sewerage Treatment Plant (STP)

SI #	Parameters (Max Permissible Limit)	Concentration not to exceed
1	BOD(mg/L)	30
2	TSS(mg/L)	100
3	Fecal Coliform(MPN/100 ML)	1000

※上記諸元は 1 .BOD : 生物化学的酸素要求量 2 .TSS : 総浮遊物質量

3 .Fecal Coliform : 大腸菌群数 (出典 : NEC:November2010)

日本では下水道法施行令第六条にて放流水の水質の技術上の基準が決められている。

155 下水道法施行令

155 法第八条 (法第二十五条の十において準用する場合を含む。次項において同じ。) に規定する政令で定める公共下水道又は流域下水道からの放流水の水質の技術上の基準は、雨水の影響の少ない時において、次の各号に掲げる項目について、それぞれ当該各号に定める数値とする。この場合において、当該数値は、国土交通省令・環境省令で定める方法により検定した場合における数値とする。

- 一 水素イオン濃度 水素指数五・八以上八・六以下
- 二 大腸菌群数 一立方センチメートルにつき三千個以下
- 三 浮遊物質量 一リットルにつき四十ミリグラム以下
- 四 生物化学的酸素要求量、窒素含有量及び磷含有量 第五条の五第二項に規定する

計画放流水質に適合する数値（※生物化学的酸素要求量は15mg/L以下となっている。）

また、水質汚濁防止法にて生活環境項目に係る排水基準（国の定める全国一律基準）が決められている。

ブータンでは日本のような生活環境に係る排水基準がない為、洗濯や台所排水等未処理で排出しており、公共用水域の汚染につながっている。都市部での急激な人口増加に伴う環境の悪化が顕著になっているため、法的な整備を急ぐ必要がある。

1表-3 一律排水基準

■生活環境項目

生活環境項目	許容限度
水素イオン濃度(pH)	海域以外 5.8~8.6 海域 5.0~9.0
生物化学的酸素要求量(BOD)	160mg/L (日間平均 120mg/L)
化学的酸素要求量(COD)	160mg/L (日間平均 120mg/L)
浮遊物質量(SS)	200mg/L (日間平均 150mg/L)
ノルマルヘキサン抽出物質含有量 (鉱油類含有量)	5mg/L
ノルマルヘキサン抽出物質含有量 (動植物油脂類含有量)	30mg/L
フェノール類含有量	5mg/L
銅含有量	3mg/L
亜鉛含有量	2mg/L
溶解性鉄含有量	10mg/L
溶解性マンガン含有量	10mg/L
クロム含有量	2mg/L
大腸菌群数	日間平均 3000個/cm ³
窒素含有量	120mg/L (日間平均 60mg/L)
燐含有量	16mg/L (日間平均 8mg/L)

- 備考 1. 「日間平均」による許容限度は、1日の排出水の平均的な汚染状態について定めたものである。
2. この表に掲げる排水基準は、1日当たりの平均的な排出水の量が50立方メートル以上である工場又は事業場に係る排出水について適用する。
3. 水素イオン濃度及び溶解性鉄含有量についての排水基準は、硫黄鉱業(硫黄と共存する硫化鉄鉱を掘採する鉱業を含む。)に属する工場又は事業場に係る排出水については適用しない。
4. 水素イオン濃度、銅含有量、亜鉛含有量、溶解性鉄含有量、溶解性マンガン含有量及びクロム含有量についての排水基準は、水質汚濁防止法施行令及び廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令の一部を改正する政令の施行の際現にゆう出している温泉を利用する旅館業に属する事業場に係る排出水については、当分の間、適用しない。
5. 生物化学的酸素要求量についての排水基準は、海域及び湖沼以外の公共用水域に排出される排出水に限って適用し、化学的酸素要求量についての排水基準は、海域及び湖沼に排出される排出水に限って適用する。
6. 窒素含有量についての排水基準は、窒素が湖沼植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある湖沼として環境大臣が定める湖沼、海洋植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある海域(湖沼であつて水の塩素イオン含有量が1リットルにつき9,000ミリグラムを超えるものを含む。以下同じ。)として環境大臣が定める海域及びこれらに流入する公共用水域に排出される排出水に限って適用する。
7. 燐(りん)含有量についての排水基準は、燐(りん)が湖沼植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある湖沼として環境大臣が定める湖沼、海洋植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある海域として環境大臣が定める海域及びこれらに流入する公共用水域に排出される排出水に限つて適用する。

(出典：水質汚濁防止法)

(5) 対象分野のODA事業の事例分析及び他のドナーハンズ分析

① 対象分野のODA事業事例分析

我が国によるブータンに対する支援は、1964 年の農業開発（農村の近代化）に始まり、経済基盤整備（道路網整備、電化促進、情報普及等）、社会開発（教育サービスの向上、保険医療サービスの向上等）、良い統治（地方分権の強化、メディア機能強化）に重点をおいて行われてきた。外務省発表の諸外国の対ブータン経済協力実績によると 2006 年以降、日本は首位を保っている。

しかしながら、今回提案する生活排水による水質改善事業に対しては、これまでに類似事業の実施事例が無い状況である。

② 他のドナー分析

ブータン政府は外国からの援助に対して強い自立性を持っており、援助受入国をインド、日本、欧州諸国等に限定している。そのため、ブータンで活動する国際ドナーは少なく、ドナー間の援助協調は必ずしも十分に行われていない。また、ブータンが順調な経済成長を遂げていることから、2006 年にドイツが撤退し、デンマークやオーストリアも今後数年内に撤退する事を決定しているなど、欧州諸国のドナーの撤退の動きが見られる。

他のドナーによる類似性の高い援助事業としては、デンマークによる下水処理場建設事業がある。この事業は、首都ティンプーとプンツォリン等に三段式ラグーンによる下水処理場を建設する物であり、首都ティンプーでは改築工事も進められている最中である。

1 表－4 デンマークの支援による下水処理場の概要

項目	Thimphu	Phuentsholing
計画目標年次	2005	2005
処理方式	waste stabilization ponds 三段式ラグーン	waste stabilization ponds 三段式ラグーン
下水道計画人口 population served	12,500 人	13,950 人
汚水量原単位	140 L/人	155 L/人
流入水量 Influent Flowrate	1,750m ³ /d	2,157m ³ /d
現在の流入水量	3,400m ³ /d	—
汚濁負荷量 (BOD) Per Capita BOD	45g/pcl d	45g/pcl d
流入水質 (BOD)	325mg/L	291mg/L
放流水質	BOD	50mg/L
	TSS	60to120mg/L
	Coli	— (MPN/100ML)
将来計画	改築実施中	—

(出典：調査団作成)

ティンプレー市の下水処理場は BABESA 地区にあり、2014 年にアジア開発銀行のローンにより改築計画が発注されている。

活動 1-1 にて視察を行った Langjophakha Area の下水処理場は世界銀行のローンで韓国企業による施設となっている。

HEJO 地区上流の TABA 地区にて Langjophakha Area と同様に世界銀行のローンで下水処理場の発注が 2017 年 12 月に行われた。

パロ市でも下水処理場の建設の計画があがっているが、下水処理場が迷惑施設であるという認識のもと、住民の反対運動が起こっており、2017 年 12 月に C/P の MoWHS の呼掛けの下パロにおいて土壤浄化法の説明会を行った。

具体的には、パロ県知事と市担当者に対して土壤浄化法による下水処理場の説明を行い、日本においても処理場の反対運動の起こっていた地域で、従来の処理方式から土壤浄化法に変更したことにより、下水処理場の建設が可能となった事例などを紹介した。

現状では処理場の工事が停滞しており、モデル施設が完成したことでの運用中の視察が可能となるため、処理方式の変更へと働きかけることでビジネスの展開を図っていきたい。

ブムタン県において、下水道のマスタープランの作成の計画があがっていると C/P より情報提供があった。2018 年 4 月に新知事が就任し、知事が元ティンプレー市の次官であり、土壤浄化法に大変関心を持っている。

近年の人口増加に伴い、アジア開発銀行、世界銀行などのドナーによる下水道事業が増えつつある状況となっている。

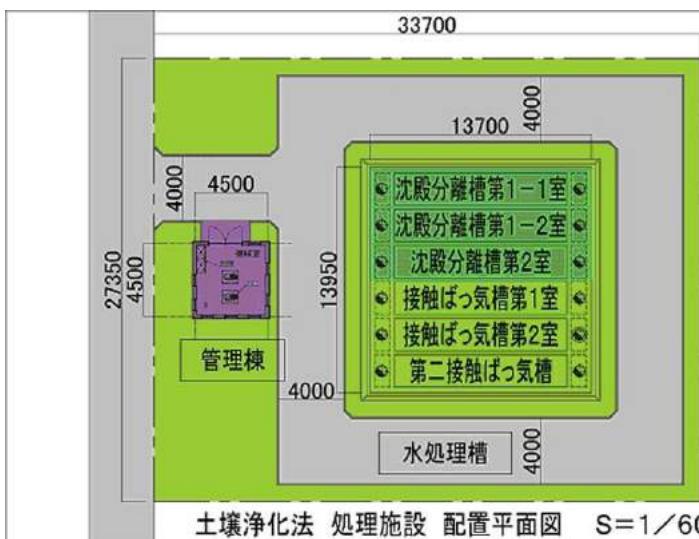
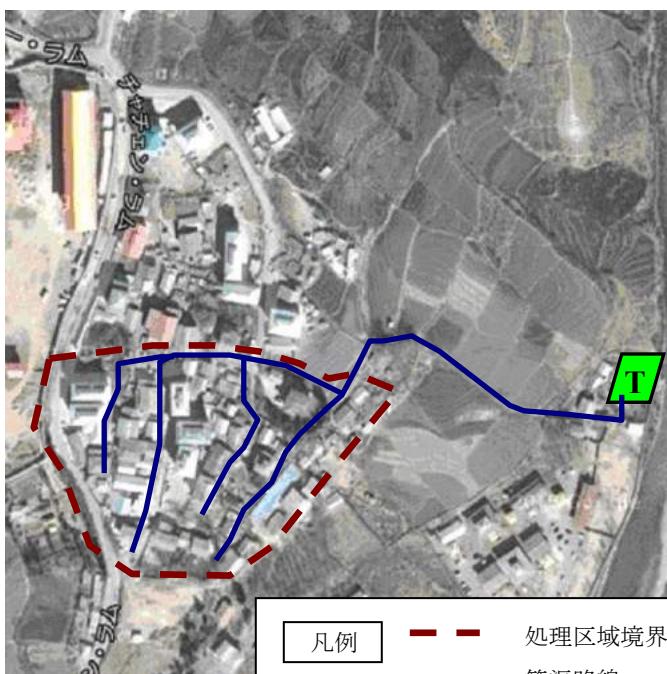
アジア開発銀行の業務を受託している地元のコンサルタントが土壤浄化法に興味を持っており、通水式の時にニュースで流れた処理場の映像を見て強い関心を持っている。

現在そのコンサルタントが職業訓練学校の設計、施工に携わっており、土壤浄化法による処理施設の建設が現実味を帯びている。

他ドナーの出資による下水処理場の新築や改築には、現状では基本設計として処理方式が想定されており、場合によっては代替え案の提案ができない入札もある。したがって、これらの事業で土壤浄化法を採択させるには、計画初期の段階から当事者（住民や担当者）に土壤浄化法での実施を強く要望してもらうよう、土壤浄化法の良さを知ってもらうためにモデル施設の運用と実績が求められる。

(6) 普及・実証を図る製品・技術

名称	スリムニイミシステム（途上国用小規模汚水処理技術）
スペック（仕様）	<p>小規模汚水処理施設として個別に設計を行う</p> <p>① 計画水量：100m³/日</p> <p>② 処理方式：土壤被覆型工法（スリムニイミシステム）</p> <p>③ 流入 BOD：200mg/l^{1/2}トル</p> <p>④ 処理 BOD： 20mg/l^{1/2}トル</p> <p>⑤ 汚泥処理：場外搬出</p>
特徴	<p>土壤被覆工法にて、悪臭発生等の二次公害を防止。</p> <p>水面を目視できない構造のために、維持管理が容易。</p> <p>無人運転が原則で、処理水質の確保が容易。</p> <p>汚泥の発生量が少なく、汚泥処理が容易。</p>
競合他社製品と比べた比較優位性	<p>汚水処理施設の構造が簡素で、維持管理が容易で、専門家の関与が少なく、建設金額も維持管理費用も安価。</p> <p>処理槽を土壤で被覆することで二次公害を簡単に防止できる。</p>
国内外の販売実績	<ul style="list-style-type: none"> 自治体が行う小規模汚水処理施設の計画・設計・維持管理 国内 補助事業の設計 70ヶ所・浄化槽 300ヶ所 海外 韓国、中国、メキシコでの設置

サイズ	<p>ブータンのモデル施設の規模 (汚水処理量 : 100m³/日) (処理施設の大きさ 13.95m×13.7m×深さ 3m)</p>  <p>土壤浄化法 処理施設 配置平面図 S=1/60</p>
設置場所	<p>ブータン国ティンプー市 HEJO</p>  <p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> — 处理区域境界線 — 管渠路線 [Green Square] T 处理場位置 <p>画像 ©2016 CNES / Astrium, DigitalGlobe. 地図データ ©2016 Google</p>
今回提案する機材の数量	<p>汚水処理施設 1式 管渠 約 2,000m</p>

価格	・汚水処理施設設計費用 2,106,000 円 ・処理施設材料費 11,690,000 円 ・現地工事費 24,003,181 円 ・現地組立にかかる費用 748,800 円 ・コンテナ輸送費 1,099,000 円 ・関税 1,379,000 円 ・本事業での機材費を含む建設費総額 41,025,000 円
----	---

2. 普及・実証事業の概要・実績

(1) 事業目的

ティンプー市 HEJO 地区をモデルとして地域住民の生活・衛生環境の向上及び小河川の水質改善を図るため、ニイミシステム（土壤浄化法）による小規模下水処理施設を同地区内に建設・導入し、固定生物膜方式タイプの水質浄化技術の現地適合性、有用性を確認するための実証活動を行うとともに、その普及方法を検討する。

小規模下水処理場に要望される項目は、①二次公害が発生しないこと、②機械が少なく省エネルギー型の技術であること、③専門的技術を最小限にし、施設の維持管理が容易なこと、④きれいな処理水質が確保できること、⑤建設費や維持管理費も安価であるなど多岐にわたった項目が求められる。公共用水域の水質保全には、下水道のインフラ整備を行うため、小規模下水処理場のモデル施設を建設し、これらの条件を充足できるか検証し、土壤浄化法の有用性を確認するために実証活動を行う。

(2) 期待される成果

成果 1：ティンプー市内 HEJO 地区におけるモデル下水処理施設を通じて、土壤浄化法による汚水処理技術の有用性が確認される。

成果 2：土壤浄化法による下水処理技術の知識・技術がカウンターパートに移転され、同施設の適正な運営・管理能力が向上する。

成果 3：下水処理施設を運営・管理する事業実施計画及び将来のビジネス展開計画が策定される。

成果 4：同施設の活用により地域住民の環境改善に対する意識が向上する。

(3) 事業実施の基本方針

- ① 本事業の活動を通じて、HEJO 地区の下水処理施設及びその管理・運営技術の定着を図りつつ、持続可能な運営体制を構築する。
- ② 本事業で得られた知見・技術等を広く普及させることにより、地方都市の下水道施策にも反映させ、併せて河川の水質改善に寄与する。
- ③ 政府機関関係者や市民に対し、下水道や河川を含めた環境意識の醸成を図る。

(4) 作業工程（計画・実績）

以下、2図-1の通り作業工程を示す。

当初計画から、モデル施設の建設に関して資材の調達、運搬等にかかる遅延が生じ、全体的な工程にも遅延が生じた。

2図-1 作業工程表

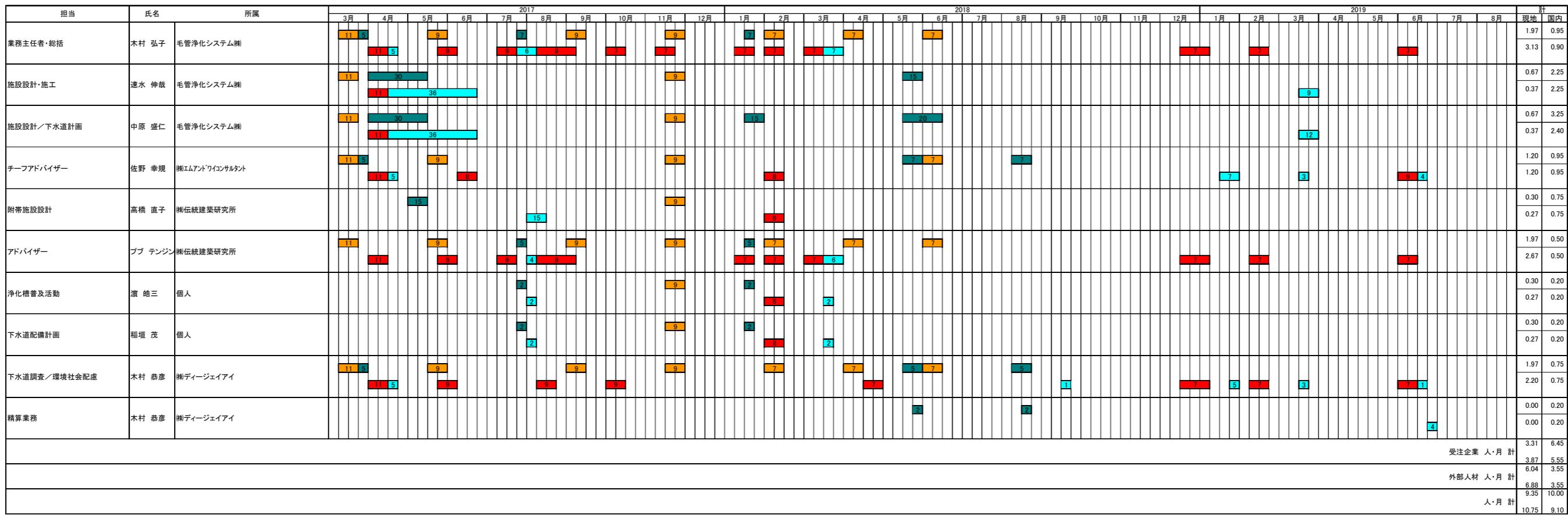
■ 国内作業(計画) ■ 現地作業(計画) ■ 国内作業(実績)
■ 現地作業(実績)

(出典: 調査団作成)

(5) 投入計画（計画・実績）要員、機材

以下、2図-2の通り投入計画を示す。

2図-2 要員投入計画



■ 現地作業(計画) ■ 現地作業(実績)
■ 国内作業(計画) ■ 国内作業(実績)

(出典：調査団作成)

以下、2表-1の通りC/Pに譲渡した資機材のリストを示す。

2表-1 譲渡資機材表

No.	資機材名	仕様	単位	譲渡日
1	土壤浄化法 汚水処理モデル施設	土壤被覆型水処理槽（13.95m×13.7m） 管理棟（プロワ、制御盤）（24.75m ² ）	1式	2019年6月21日
2	管網	管渠 φ150、539m 人孔 19か所	1式	2019年6月21日

(出典：調査団作成)

(6) 事業実施の方法（各活動内容）

業務実施計画書の示された事業実施の各活動について下記の通りである。

- ①ティンプー市内 HEJO 地区におけるモデル下水処理施設を通じて、土壤浄化法による汚水処理技術の有用性が確認される。

活動 1-1 公共事業省 (MoWHS) 等関係者に対して本件調査の目的や活動内容を説明し、MoWHS, JICA, 及び MJS により、2016年 12月に調印された Minutes of Meeting (M/M) の内容や関係機関等の役割・分担等を確認。

関係機関等 (C/P、GNHC、ティンプー市、HEJO 地区住民等) に対して、十分な説明を行い、本事業の展開段階から同施設の維持管理・運営における体制作りについて協議、確認する。

実績

第 1 回現地渡航にて MoWHS、GNHC、ティンプー市には M/M の内容から事業方針についての打合せを行い、モデル施設の建設方針を MoWHS 及びティンプー市と下記の内容について協議を行い、結果を「Record of Meeting」として 2017 年 4 月 11 日付けで MoWHS、ティンプー市及び MJS の代表者により確認された。

・下水処理施設の規模、処理後の水質

協議の冒頭、ティンプー市長が調査団の説明を聞いて、下水処理施設の規模について、HEJO 地域全域をカバーするように、200 m³/日の容量で造るように求めた。これについて調査団は、JICA と MJS との契約で、予算、工期が決められており 200 m³/日の処理施設を本事業で建設することは困難であることを説明し、今回の事業では下水処理施設は 100 m³/日で施工を行い、後日ティンプー市が同じ処理施設の予算を手当として施工することで全体を 200 m³/日の施設として完成することを提案した。但し調査団は、ブータン側の技術者の強い要望に従い施設設計については当初から 200 m³/日で実施することに合意した。処理後の水質については日本の基準 (BOD 20 mg/l) で設計するが完成後運用時にブータン側が決めることとした。

・調査団が必要とする情報・資料

調査団は既に入手した工事業者のリスト、工事契約関連資料等の他に 2 表-2 の資料・情報の提供を申し入れ、ブータン側は提供を約束した。

・工事施工法及び業者選定方法

工事施工法については、設計に要する時間と工期を考慮して工事契約を 3 分割することとした。契約 No. 1 は処理場の土木工事の前半、掘削、床コンクリート、壁の配筋等、契約 No.2 は壁のコンクリート、ろ材の充填、格子状床版の施行、土壤による覆工、ばつ氣施設、配管等を実施、契約 No.3 を管網工事とした。

調査団は工事施工業者選定方法については、分割した各契約の工事数量、工期を考慮して JICA の選考手順で選定することの了解をブータン側に申し入れ、ブータン側は了解した。

・既設の下水処理施設の観察

調査団は既存の下水処理施設の観察をブータン側に申し入れ、ティンプー市エンジニアの案内で、HEJO 地域の川の対岸にあり、世界銀行のローンで韓国の企業により建設された Langjophakha Area の下水施設を観察した。処理場は多くの機械が導入され、保守・管理に多額の資金が必要と考えられた。

2017年4月に開催したキックオフミーティングの時に土壤浄化法の技術の説明をしており、土壤浄化法の特徴である機械設備が少なく、簡単に二次公害が防止でき維持管理費が安価だということを理解したブータンの技術者も Langjophakha Area の施設より、本事業の土壤浄化法による下水処理施設の方が、完成施設の保守・管理を考えるとブータンには適しているとの意見であった。各戸から下水管へのつなぎは、マンホールを通して行われており、本事業にも適用できることが確認された。また、マンホールまでの接続費用は各戸が負担しているとのことで、本事業でも同様とすることでティンプー市と合意した。

2表—2 処理方式簡易比較表

フローシート	Langjophakha	土壤浄化法
	<pre> graph TD A[Waste water in tanks (60m³/day)] --> B[Coarse Screen & Fine Screen] B --> C[Waste Water Storage Tank (16m³)] C --> D[V-North Tank (0.5m³)] D --> E[Aerated Tank (15m³)] E --> F[Sedimentation Tank] F --> G[Treated Water Tank (27m³)] H[NaCl] --> G G --> I[Sand Filter/Carbon Filter] I --> J[Effluent To river] F --> K[Sludge Holding Tank] K --> L[Concentrate Sludge Take Out] </pre>	<pre> graph TD A[流入] --> B[沈殿分離槽第1室 沈殿分離槽第2室 沈殿分離槽第3室] B --> C[接触ばっ気槽第1室 接触ばっ気槽第2室 接触ばっ気槽第3室] C --> D[消毒(必要時)] D --> E[放流] </pre>
長所	・三次処理装置として砂ろ過、活性炭吸着のフィルターがついているため、清浄な放流水が確保でき、二次処理は小さい規模で浄化できる。	・沈殿分離、接触ばっ気の組み合わせで押し流し方式の為、機械設備が少なく建設費、維持管理費が安価。 ・水処理槽が土壤で覆蓋されているため二次公害対策が不要。
短所	・フィルターを通すためのポンプ、フィルターの洗浄のためのポンプ等機械設備が多い。 ・各槽は臭気対策等の二次公害対策が必要。	・約2日の滞留時間が必要なため規模によりある程度の水処理槽の大きさが必要となる。

(出典：調査団作成)

・下水処理場の場所の選定

HEJO の下水処理場の予定地は事前調査の時点では、ティンプー市の火葬場の境界の北、

約 100m の河岸に予定されていたが、現地踏査の結果、工事の資機材の搬入路の建設に費用が多くかかりそうであるため、火葬場の空き地に建設することを提案し、ブータン側の了解を得た。

HEJO 地区住民に関しては測量調査中に受けた質問には丁寧に回答を行った。地域に向けての説明会は、MoWHS・ティンプー市を通じて現地開催のセミナーへの参加を要請した。随時地区内への情報提供は行っている。

現地開催のセミナーにおいて、HEJO の住民の参加状況は振るわなかった。今後管網への接続等があるので、C/P、ティンプー市などと協力し、下水道の仕組みのチラシの作成・配布や説明会の開催に向けて調整を行う。

維持管理・運営における体制作りについても説明を行っており、工事の開始後、維持管理・運営の実施体制の整備・確立を目指し協議をしてきた、処理施設の完成に伴い、ティンプー市において維持管理、水質検査を行っていく。

活動 1-2 同市に関する上下水道計画や需要予測、小規模下水処理施設建設に係る関連法規、許認可状況等の資料収集、手順など基盤調査の実施

平成 24 年度の調査において入手した資料（各地の水質データ、地図等）を整理し、更に必要な資料（HEJO 地区地図、ティンプー市人口動態等）の有無を確認し、必要に応じて収集する。

実績

既知の資料のほかに必要な資料を収集した。HEJO 地区上水道地図や開発計画、関連法規、工事契約関連などの資料を収集。収集された資料は以下のとおりである。資料の整理取り纏めを行った。

最終報告にて使用する各県の人口資料の収集を行った。

2 表－3 収集資料

No.	タイトル	発行年月	発行者
1	Regulation for Environmental Clearance of Projects	2016	Prime Minister
2	Water Prevention and Management (Amendment) Regulation、2016	2016	Prime Minister
3	Water Regulation of Bhutan, 2014	2014	Prime Minister
4	National Integrated Solid Waste Management Strategy	2014	Prime Minister
5	Water Act of Bhutan 2011	2011	PoB
6	Waste Prevention and Management Act of Bhutan	2009	PoB
7	National Environmental Protection Act of Bhutan, 2007	2007	PoB
8	Environmental Assessment Act of Bhutan, 2000	2000	PoB
9	Bhutan Drinking Water Quality Standard, 2016	2016	NEC

10	List of Activities that Competant Authorityes shall Screen and Issue Environmental Clearance and List of Activities not requiring Environmental Clearance, 2016	2016	NEC
11	Strategy for Air Quality Asseessment and Management in Bhutan	2010	NEC
12	Aplication for Environmental Clearance Guitdeline for Transmission and Distribution Lines	Aug. 2004	NEC
13	Application for Environmental Clearance Guideline for Forestry Activities	Aug. 2005	NEC
14	Application for Environmental Clearance Gudeline for the Preparation of Industrial Project Reports	Aug. 2006	NEC
15	Application for Environmental Clearance guideline for Highways and Roads	Aug. 2007	NEC
16	Environmental Discharge Standard	Aug. 2008	NEC
17	Application for Environmental Clearance Guideline for Urban Development	Aug. 2009	NEC
18	Road Rules and Regulations	2016	MoWHS
19	Guideline for Construction of Reinforced Cement Concrete Buildings	2017	MoWHS
20	Guideline for Differently Abled Frendly Construction	-	MoWHS

※PoB : Parliament of Bhutan NEC : National Environmental Commission

MoWHS : Ministry of Works and Human Settlement (出典 : 調査団作成)

活動 1-3 同地区の水道使用状況や排水量と水質調査に基づく生活排水の現状分析、併せて、1-2 の調査結果を踏まえた将来の需要予測を行い、処理場を確定

HEJO 地区における必要資料（水道使用状況等）を収集する。本案件のモデル施設は、100 m³/日の規模を目指し、現行の水道使用状況から汚水の収集範囲を設定、管網の設計を行う。処理場用地を確定した後に測量を行い、国内において調査分析、施設設計を行う。なお、本案件の対象外である未接続住宅への対応や将来の需要予測に基づく、施設拡張の可能性等も分析する。

実績

水道供給量などの資料は存在せず、給水管の配水計画図や HEJO 地区の人口動態などの資料を収集した。

ティンプー市、MoWHS との打ち合わせの結果、HEJO 地区人口 1,500 人に対して処理場の大きさは 200 m³/日とし、今回の実証事業では第一期工事の 100 m³/日の規模の処理施設とした。処理場予定地の決定と、HEJO 地区区域設定を終えたので、詳細測量調査を行った。

活動 1-4 1-3 の分析結果を踏まえ、対象住宅から処理場までの管網及び施設設計、関係当局の許認可取り付け

対象地区の測量調査結果を基に管網及び施設設計を行い、これに必要な関係当局の許認可の種類、申請・登録手続き等を確認、適宜許認可を取り付ける。具体的には、施設設計図書の承認申請、管網の埋設許可、建築確認許可等が想定される。

実績

測量結果をもとに管網、処理場の設計を行った。工事契約 No.1 の設計と見積り(想定見積金額は Nu.4,618,000.00)である。契約書類は第 2 回現地調査の 2017 年 6 月までに完了し、2017 年 6 月の第 2 回現地調査時に、内容を MoWHS およびティンプー市の C/P と精査してまとめた。この作業をもって C/P の承認ができた。さらに、2017 年 7 月に見積り依頼業者を MoWHS から聞き取りティンプー市内の業者リストに基づいて決め、見積りを依頼した。

2 表-4 No.1 契約見積もり依頼業者と提案金額

招請番号	業者名	提案金額	備考
1	Vajra	Nu.4,831,750.00	
2	Kurtoe	Nu.5,007,200.00	
3	Gaki Pelbar	Nu.4,919,200.00	
4	KTP	Nu.5,658,400.00	

(出典：調査団作成)

この結果、最も安い金額かつ、調査団の見積もり額程度の金額を提示した Vajra と No.1 契約を締結した。

No. 1 契約締結後、処理場の No.2 契約の設計・積算を行い、契約書類作成を 2017 年 8 月前半に終了した。(想定見積り金額は Nu.4,222,226.00) 第 3 回現地調査の 2017 年 8 月末に No. 1 契約と同様に MoWHS のリストにある 3 施工業者に No.2 契約の見積りを依頼した。

2 表-5 No.2 契約見積もり依頼業者と提案金額

招請番号	業者名	提案金額	備考
1	Vajra	Nu.5,016,269.00	当初 Nu.6,890,759.00
2	Kurtoe	Nu.7,260,659.40	
3	Gaki Pelbar	Nu.7,452,973.50	

(出典：調査団作成)

この結果、調査団の想定見積り金額と開きがあったため、最も安い金額を提示した Vajra に仕様の調整を踏まえた単価の見直しを提案し、了承した結果、2017 年 9 月に No.2 契約を締結した。

管網に関しては HEJO 地区全体のルートの設定、管縦断図の作成終了し見積りを徴収した。

2表－6 No.3 契約見積もり依頼業者と提案金額

招請番号	業者名	提案金額	備考
1	Vajra	Nu.1,706,609.00	
2	Kurtoe	Nu.1,797,652.80	
3	Namgay	Nu.1,936,220.20	

(出典：調査団作成)

この結果、最も安い金額の Vajra と No.3 工事として管網の契約を 2018 年 2 月の第 8 回渡航において再委託の締結を行った。

許認可に関しては、処理場施工に必要な国家環境委員会の環境許可を取得した。また、設計並びに契約書類については逐次 MoWHS およびティンプー市の C/P の確認を取得して契約を進めている。

設計、許認可についてはすべて終了し発注、契約済み。弊社範疇の工事は終了。

活動 1-5 同施設に必要な資機材の確認と調達方法の確定、施工業者への施工監理、完工検査、内容の確認、関連技術の移転及び指導

必要な資機材の種類と材質、数量、納期、保管場所などを確認し、調達方法を検討する。また、施工監理においては、重要な確認事項を設定し、掘削終了後の地盤、鉄筋の配筋、コンクリートの打設状況、防食施工後の止水性、ろ材の充填状況等の確認を行うとともに技術の移転及び指導を行う。

実績

ブータンの建設展示会においてブースを確保して情報発信を行った。ブースの確保は C/P の MoWHS との共同展示として、1 ブース確保し、土壤浄化法の原理や土壤浄化法による処理場の写真を壁に貼って展示し、配布用のパンフレットと合わせて情報発信を行った。また、展示会において他ブースに出展している企業を確認し、材料などの取得可能状況の確認を行った。

施工業者への施工監理については、発注者不在時の対応などを MoWHS と協議の上、MoWHS の担当者が工事をモニターし、必要に応じ MJS 本社に連絡することを決定した。

現場では作業時毎朝写真を撮って MoWHS と MJS 本社で共有する事となった。

施工監理においては、工事における重要確認事項、人工ろ材の充填指導などを実施した。

日本と現地では施工において使用機器等の違いがあるため、掘削、コンクリート工事等土木一般については現地での方法とし、現地に即した土壤浄化法の施工監理ポイントのマニュアルを作成。施工者にも分かり易いように充填工事施工仕様書として取りまとめた。日本ではクレーンを用いて資材の現場内移動を行うが、ブータンでは人力による資材の移動が主となっているため、仕様書も人力施工での注意点に注目して作成した。現場では図示し説明を口頭にて行ったので報告書用に英訳版を作成。

現地施工業者の作業主任に技術を指導し 1 槽作業をさせ、2 槽目以降はあまり口を出さず技術移転を図った。

活動 1-6 同施設の運営に必要な実施体制及び管理マニュアルの作成

同施設が円滑に運営されるために必要な運営管理要員の確保、技術・実習訓練の実施、運営経費の確保などを関係機関と協議・調整し、実施体制を整備する。併せて、同施設の運転技術マニュアルを作成し、指導する。

実績

基本的な維持管理方針の確認を行った。施設はティンプー市の管理運営で運用されることになり、維持管理の基本的な担当者の確保に向け協議を行った。

運転技術マニュアルの必要性を確認し、モデル施設稼働後に指導できるように確認した。土壌浄化法の施設の維持管理を実施できるような要領書を作成。

活動 1-7 水質調査に係る検査機関の発掘と検査体制案の提示

施設完成までに公的機関、民間を含めた水質調査機関の発掘を行い、検査方法、検査体制案を提示する。検査の種類及び手法等は、同国で定められている環境基準に沿って行う。本案件は、一般家庭からの汚水に限られるが BOD、COD の測定項目が設定される。接続先の管網に工場等が含まれないことから重金属は除外できる。

実績

国家環境委員会にて河川の BOD を測定していることは確認できた。ティンプー市のバベサの処理場にて簡易検査機器の保有も確認できている。

ティンプー市としては今回のモデル施設に BOD 測定機器を設置してほしい要望を受けた。バベサの処理場の管理はティンプー市が行っており、BOD 測定器の要望はバベサで検査をできないか聞いたときに各処理場に検査機器は設置したいとの要望であった。予算の関係で本事業での設置は困難であるため、バベサ処理場での検査の実施となる。

将来的に継続して BOD の測定を行うにあたり、ティンプー市にて検査可能との承諾を得ており、工事完了後の運用開始以降は、ティンプー市による水質検査実施と方針を決定した。

活動 1-8 沈殿汚泥に係る適正な処理・管理に関する提言

現状の下水処理施設及び一般家庭の汚泥処理に関する調査を行い、同施設の機能や能力を検証した上で下水汚泥に関する適正な処理・管理方法の提言を行う。

実績

ティンプー市保有のバキューム車の確認を行った。モデル施設の汚泥処理方法について、現状ではバキューム車による汚泥の引抜き後、場外搬出。汚泥処分は埋め立て処分となる。モデル施設の敷地周辺には十分広大な敷地を有しており、安価な汚泥処分方法として、汚泥トレンチの提案を行った。

現状のモデル施設の敷地に隣接している土地は自由に使用可能と C/P から提案されており、汚泥の処分をそこの土地にトレンチを設置し汚泥処分を行いながら植栽への施肥を行う方式を提案した。ただし、本事業では汚水処理方法の普及・実証事業であるため、提案

にとどめている。

土壤浄化法の汚泥処理は各水槽で汚泥の堆積状況を確認し、所定の厚さ汚泥が堆積したら汚泥処理として水槽から汚泥を引き抜く。維持管理要領書に汚泥の引抜時厚さの記載をしている。また、必要堆積量に到達していなくても1年に1回は引き抜く事が処理施設にとって有益であるため、ティンプー市に対して汚泥の適切な処分方法の提言を行った。

活動 1-9 同施設運営に係る財務負担計画の検討

実証事業における検証を踏まえて、同施設を円滑かつ効率的に運営する観点から下水道料金の徴収方法、財務負担計画（利用者の接続経費負担、下水道料金・収入、運用コスト等、改修計画等）を検討し、最適化を図る。

実績

モデル施設、管網の建設金額が把握できたため、下水道マスターplanに係る作業を実施。各県の中心部における下水道の概算事業費を算出した。

現状では、ティンプー市において下水道事業の運営を行っており、下水道に係る法律が整備されていないため、法整備完了まではティンプー市における運営が最適となっている。

活動 1-10 環境モニタリングと管理体制等に関する提言

国家環境委員会等から事業実施の承認を得ているが、下水処理・汚泥処理に関する関係法令の有無について、更にヒアリング調査し、必要に応じて環境モニタリングを実施する。

実績

環境関係の資料の収集を行った。

環境社会配慮について(8)環境社会配慮に取りまとめた。

活動 1-11 課題解決に対する DAC5 項目評価の実施

本事業の課題解決に対する DAC5 項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性）評価を実施し、その結果を業務完了報告書に取りまとめる。

実績

課題解決に対する DAC5 項目評価を実施した。（別添 DAC5 項目評価）

② 土壤浄化法による下水処理技術の知識・技術がカウンターパートに移転され、同施設の適正な運営・管理能力が向上する。

活動 2-1 同施設の管理・運営を担う公共事業省及びティンプー市等の技術移転対象者を選定

2名を2回本邦受入活動に招聘する。技術移転対象者の選定に当たっては、施設運営を行う担当のほか、政策決定に関わる人材が望ましい。

実績

MoWHS とティンプー市へ技術移転対象者への本邦受入活動に関する説明を行う。政策担当省の MoWHS と施設を所有し、管理・運営を行うことになるティンプー市からそれぞれ 1 名ずつを想定していることを説明し本邦受入活動参加者を 2 名選定し、2017 年 7 月 30 日～8 月 7 日研修を実施した。

研修参加者は MoWHS からチーフ・エンジニアの Ms. Dehchen Yangden、ティンプーからは上級エンジニアの Mr. Samten Lhendup が参加した。スケジュールは当初計画通りである。

2 回目の本邦受入活動を 2018 年 3 月 16 日～3 月 26 日（本邦滞在 2018 年 3 月 18 日～3 月 24 日）に実施した

参加者は、MoWHS からプリンシパル・エンジニアの Mr. Phuntsho Wangadi、ティンプー市はアシスタントエンジニアの Mr. Ram Mdr. Rai が参加した。

1 回目の研修後に各所属先で 2 回目の研修参加者の選定が行われていた。2 回目の研修については、維持管理を重視した視察にすると伝えてあり、適切な人員の選定が行われた。

活動 2-2 2-1 で選定された人材を 1-5 の施工監理、試運転等に参画させ同施設の構成・構造や運転技術を指導し、その技能を習得

同施設の構成、構造等に関する理解を深めるため、施工監理における重要な確認、留意事項について指導する。また、本案件終了後においても業界関係者に対して、独自に同施設の運転管理の指導ができるような人材を育成する。

実績

工事に伴う施工監理方針の協議を実施した。

第 2 回及び第 3 回の現地渡航にて、工事発注に伴う仕様について C/P と協議調整を行い、現場からの疑義や確認事項について C/P やティンプー市から担当者の派遣をすることを含めて、施工監理を行っていく方針を確認した。MJS 側の担当者が常時現地にいる状況ではないため、施工上の問題点などが発生した場合の対処方法として C/P 等の技術者を本プロジェクトに参画させるように方針を決定した。

実際の工事において、処理場での監理状況や、管網については、C/P 側の現地での知識が必要な部分が多く、MoWHS やティンプー市からマンホール位置の立会や処理場施工の段階検査などに立会を行った。

工事に関与した人材を試運転にも参画させ、試運転を通じ施設の構成・構造や技術の指導を実施し、技術の習得を図った。

活動 2-3 本邦受入活動を通じて、日本国内で稼働している同型施設の維持管理技術を習得

本邦受入活動にて同型施設の視察のみでなく、施設（下水道施設、集落排水施設、浄化槽施設における土壤浄化法）の維持管理技能が習得できるような研修を設定する。

実績

視察先は、福島県会津坂下町（下水道施設、集落排水施設、浄化槽施設に土壤浄化法を導入）、身延町（2箇所の下水道施設と、1箇所の農業集落排水処理施設、1箇所の極小規模の浄化槽）、福島県湯川村（道の駅の汚水処理施設としての浄化槽）、福島県金山町（民家に隣接して設置された下水道施設）の4箇所を視察先とした。

2回目の研修場所は1回目と同じ場所でしたが、維持管理の視察の比重を重くしたので、身延町での脱水ケーキの貯留状況の確認や、会津坂下町において汚泥脱水作業の視察を行った。

第一回本邦受入活動を 2017/7/30~8/7 の日程で行った。

第二回本邦受入活動を 2018/3/16~3/26 の日程で行った。

活動 2-4 施設管理マニュアル作成の補助作業を通じた関連知識の習得

施設管理マニュアル作成の過程で資料の収集や整理、翻訳・校正等の補助作業を通じて関連知識を習得する。

実績

維持管理要領書を元に現地モデル施設にて試運転を実施、口頭にて作業、内容を説明。

最終報告に向けて業務完了報告書の英文版を作成し、現地にて補助作業を通じた知識の習得を行った。

活動 2-5 試運転を通じた運営・管理技術の熟度向上

施設完成後の運営管理技術の熟度を高めるために本邦研修や試運転操作に参加し、運転技術の習熟を目指す。

実績

維持管理要領書を元に現地モデル施設にて 2019 年 2 月に試運転を実施、口頭にて作業、内容を説明。

最終報告に向けた最終渡航までの間を試運転期間とし、現地にて施設の運転技術の習熟を図った。譲渡までの期間を試運転期間とし、14 件の接続に対してプロワの運転状況を確認していた。譲渡前の水質検査の結果は以下の通りである。

2 表—7 水質分析結果 (2019/6/15)

No	Parameters	Inflow Test Report	Discharge Test Report	Permissible limit
1	BOD	0.092mg/ltrs.	0.1mg/ltrs.	<30mg/ltrs.
2	COD	88mg/ltrs.	44mg/ltrs.	<100mg/ltrs.
3	Fecal coliform	110mpn/100ml	33mpn/100ml	<1000mpn/100ml
4	Turbidity	22.9NTU	10.6NTU	<100NTU
5	PH	6.5	7	6.5-9

(出典：調査団作成)

流入に対して放流の水質が改善されているのは確認できる、しかし BOD の値に関しては、現地での検査能力を疑問視する結果ともなっている。

COD は測定が当日可能であるが、BOD は 5 日間の経過時間が必要となっている。

BOD と COD の相関には傾向はあるが絶対的な評価はない、しかし COD 値の半分程度が BOD 値と言われている。そのことから判断しても BOD 検査結果が適正なのか疑問が残る。しかし、COD 値で流入の汚水が放流の時点では浄化されていることは確認でき、COD 値の半分程度とみなした場合の BOD 値で 22 mg/ltrs. と放流水の許容値を下回っている。



水処理槽状況写真

左から 流入、沈殿分離槽 1 室、2 室、3 室、
接触酸化槽 1 室、2 室、3 室

試運転期間中に管網へバキューム車から汚水の投入が確認された。試運転当初に汚水の確保の為期間を決めて投入を行ったのだが、現場での作業員の判断で継続投入されていたのを確認した。

バキューム車の汚水は濃度が高く、設計流入負荷以上の負荷がかかったことが予想される。そのため、ティンプー市の担当エンジニアにバキューム車の汚泥投入を停止する事を依頼し、別添文書にて C/P 及びティンプー市に要望を行った。（別添 Letter to Bhutan）



バキューム車投入状況写真

人孔蓋部分にホースを設置し、継続的に投入していたことがうかがえる。

水処理槽の流入部分のスカムの状況が接続件数 14 件、稼働開始から半年未満の状況としては多く、不法投入の懸念を持っていたが、現地にて投入の事実を確認したため、適正な維持管理のために要望書を提出した。

③ 下水処理施設を運営・管理する事業実施計画及び将来のビジネス展開計画が策定される。

活動 3-1 全国の下水道施設設置計画や取組み方針、施工基準やガイドライン、関連予算等に係る資料の収集・分析

本事業に必要な関係資料（全国の下水道施設設置計画、施工基準・同ガイドライン、関

連事業予算等)を整理・リスト化するとともに関係当局にヒアリングし、収集・分析して取りまとめを行う。

実績

必要資料の収集・分析を行った。収集資料は重複しているため、活動 1-2 2 表-2 に記す。第 5 回現地渡航において、業務完了報告書に記載予定のブータン国下水道マスターplan の基礎資料としての各県の集落図

及び人口表を C/P に渡し、各人口設定を確認するように依頼した。各県人口資料を受け取り、別添のブータン国下水道マスターplan の基礎資料として利用。

活動 3-2 下水道施工業者及び関連事業者に関する施工技術水準や販売実績、海外企業の参入状況等に係る関連資料の収集と分析

同施設建設に伴う建設業界の技術水準や施工実績、外国企業の参入状況等を把握するために関連資料の収集と分析、必要に応じて関係者からのヒアリングを行い、その結果を取りまとめる。

実績

下水道事業を実施した地域の施工状況確認、海外企業の参入状況の資料収集を行った。

HEJO 地区の対岸の LANGJOPHAKHA 地区の処理施設の Operation& Maintenance Manual を入手し、管渠の工事関連の資料をティンプー市担当者に依頼し受け取った。

ティンプー市において、Babesa 地区の下水道施設がアジア開発銀行の融資により改築を行っている。

HEJO 地区の上流にある TABA 地区において世界銀行の融資により 1,000m³/日の下水処理場の建設が発注されている。

パロにおいてアジア開発銀行の融資による下水道事業が進められているが、処理場建設に反対する地域住民が多く、土壤浄化法の説明をしてほしいとの依頼を受け、パロにおいて知事、担当者約 20 名に対して 2017 年 12 月に土壤浄化法の技術の説明を行った。

現状では処理場の工事が停滞しており、モデル施設が完成したことでの運用中の視察が可能となるため、処理方式の変更へと働きかけることでビジネスの展開を図っていきたい。

活動 3-3 小規模下水処理施設建設に係る資機材の調達先・調達方法、価格状況等に関する調査

同施設建設に伴う管渠資材や施工資機材の現地での入手方法や調達先、材質、納期、価格などの調査を行う。

実績

ティンプー市内市場調査、建設展示会において材料調達の可能性を調査、ティンプー市関係者、施工業者からヒアリングなどを行った。

管渠の資材、処理場において必要な資材等をヒアリングした結果、基本的には入手不可能な資材は特に確認されなかった。資材の入手については、インド若しくはタイからの入手

となるが、規格の違いなどで資材については統一し安定供給が可能なものを選択するようとした。

活動 3-4 関連資機材の調達や施工に係る課題及びリスクの把握と対応

現地調達資機材の製品や調達方法、施工上の課題や留意すべき事項、リスクの把握を行い、未然の対応を検討し、もって円滑かつ効率的な施工監理を目指す。

実績

既存下水道事業関連資料の収集、職員からのヒアリングなどを実施。

コンクリートについては、生コンクリート工場が最近できたということだが、現地での混合により施工する。骨材、セメントなどの品質に注意し、施工前には骨材の洗浄を徹底させた。コンクリートの混合については、現地業者がミキサー車を保有しており、安定した混合ができた。現地での施工方法と日本での施工方法の違いについて事前に業者と協議し円滑な施工を図った。

活動 3-5 持続可能かつ経済効率を踏まえた複数の事業計画を作成・比較検討

同国の地理的、経済的、文化的特性に応じた下水処理方法を抽出するために複数の事業計画を比較検討し、その特徴、条件を取りまとめる。

実績

各県主要都市部において管網の設定を行い、人口資料から計画人口、計画汚水量の設定を行い、マスタープランを作成した。

ブータン県が将来的展望では有力なパートナーになる可能性が高い為、現地の状況を確認するため、2019年1月に現地を訪問し市街地の状況を確認した。

資料を基にした管網の設定を現地にて確認したことを踏まえて調整を行い、ブータン国下水道マスタープランを作成した。

活動 3-6 最適化案の抽出及び確定

3-5 にて比較検討した結果を基に、普遍的かつ最適化案として取りまとめ業務完了報告書に記載する。

実績

最適化案として下水道マスタープランを作成した。

活動 3-7 ビジネス展開計画の策定

本事業におけるブータンの下水道基本構想・計画を踏まえて、将来的なビジネス展開計画を策定する。

実績

3. 本事業実施後のビジネス展開計画としてビジネス展開計画を策定した。（3. 本事業

実施後のビジネス展開計画 参照)

- ④ 同施設の活用により地域住民の環境改善に対する意識が向上する。

活動 4-1 カウンターパート、研究機関、関連企業等の関係者に対して、同施設の機能やその有用性に関するセミナーを開催

現地の下水等関係者に対して、土壤浄化法による小規模下水道事業の有用性、同処理場の構造や機能を解説するとともに施設視察などに関するセミナーを開催する。

実績

2018年2月7日に土壤浄化法のセミナー（参加者66名）を現地で開催した。

土壤浄化法という日本において開発された技術をブータンに広く知らしめることができたセミナーであった。

各県の担当者の参加や、新聞に記事が掲載されたことにより土壤浄化法というブータンでは未知な技術がより多くの人に知ってもらう機会となった。

セミナーでの技術の説明や、講師の方々の体験を知らせることで、下水道事業に対する情報も効果的に伝わったセミナーとなった。

モデル施設の見学では、完成してしまうと見えない部分を見ることができて、セミナーでの説明が参加者に十分伝わる結果となった。

活動 4-2 地域住民に対する同施設の有用性の理解促進、環境改善に関するセミナーを開催

HEJO 地区住民に対して同施設の有用性、小規模下水道の必要性など環境改善に関する啓発セミナーを開催する。

実績

2018年2月7日に土壤浄化法のセミナーを現地で開催した。HEJO 地区住民の参加を C/P 等を通して促したが、専門的なセミナーのため、HEJO の住民の参加状況は振るわなかつた。

2019年2月13日に、MoWHS の大臣、JICA ブータン事務所の山田所長を主賓として通水式が実施された。テレビや新聞の取材もあり、盛大に HEJO の下水処理施設が完成したことが知らされた。

2019年2月14日に HEJO 地域の住民を対象に住民説明会（参加住民28名）を実施した。ティンプー市を通じて各地域のリーダーに住民説明会の実施を通知してもらい、住民の積極的な参加を促した。

下水道事業では計画区域内の住民の接続が事業の成功の重要な要因となっているため、住民説明会で住民たちの積極的な下水道事業への参加を要望した。

2019年2月14日午前10時から処理施設で住民説明会を実施し、HEJO 地区住民28人、MoWHS から2名、ティンプー市から2名の30人を超える住民の参加が実現した。

モデル施設の場所の選定で HEJO 地区以外もあった中で選択してくれて感謝していると

の住民の声が上がった。また、自分の家のところにはまだ管渠が来ていないことを不満としている声もあった。このことから、今後管網への家屋からの排水への接続に積極的な効果が表れることを期待する。

- ・今までの現地渡航における現地作業の特記事項

- 2017年6月15日～19日にティンプー市内でブータンの建設関連の展示会(Construction Expo)が開催され、MoWHSからDepartment of Engineering Services (DES)と共同で土壤浄化法とHEJOでの事業についての展示を求められ、急遽資料を作成して展示を行った。ブータンの建設業界や市民への宣伝になった。この時の問い合わせをきっかけにパロにおいて土壤浄化法の説明会を行った。
- 2017年10月4日～7日にインド国デリー市内で開催された女性技術者・科学者国際会議(17TH INTERNATIONAL CONFERENCE of Women Engineers and Scientists)に参加、発表を行った。ブータンでの事業を普及啓蒙活動として事例発表を行った。
- 2017年10月11日～13日に公益社団法人日本技術士会の上下水道部会海外研修がブータンで行われることになった。上下水道部会所属の技術士として、本現場の案内や、JICA事務所、MoWHSの事務次官への表敬訪問などに同行した。
- 工事の進捗遅延について、日本からの資機材の輸送を計画していたが、資機材の手配、輸送の遅延などで資機材が現地に届かないため工事が遅延した。当初計画では2018年2月にはモデル移設の完成の予定であったが、2019年2月と大幅に遅延してしまった。通常建設工事を行わないため、資機材の手配で不慣れな点があったことは反省の材料となっている。また、海外への輸送についても不慣れであったため、船便での輸送の遅延など想定外の事態を予想できなかった。
- 2019年2月13日にHEJO地区汚水処理施設の通水式が開催された。JICAブータン事務所山田所長や、MoWHS大臣がご臨席なさり、盛大に通水式が開催された。通水式の取材に現地の新聞社、テレビ局が訪れ、当日のテレビのニュースで通水式の様子が放映され、翌日の新聞に記事が掲載された。テレビのニュースはやはり影響が大きく、汚水処理施設に興味を持っている技術者がテレビで処理場を見たと話していた。翌日に実施された住民説明会の参加者の増加にも貢献したと考えられる。

(7) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

日本の5万人以下の市町村における下水道普及率は、未だに60%に到達していない。財政的に下水道事業の実施が不可能と思っている自治体が多くなっていることが原因となっている。

本事業で、途上国のブータンでも有用な小規模下水道があると確認できたならば、日本の下水道未普及自治体が小規模下水道事業への着手に進んでいくことを期待している。

小規模下水道は、小口径の管渠の工事となるために、地域の建設会社の仕事を増やし、家庭の下水道への接続が、地域経済の活性化に繋がっていく。

土壤浄化法を採用した福島県会津坂下町の下水道事業は、土壤浄化法を組合せた

「ばんげ方式」と呼ばれ、財政の厳しい町でも下水道が具体化できる事例として、高い評価を受けている。

国土交通省の補助事業が供用開始された 1996 年から、処理場の上で焼きそばを食べたり、くじをする下水道フェスタが開催されており、今年で 26 回目を迎えている。

「百聞は一見にしかず」と言われるように、ブータンからの見学者が、会津坂下町や身延町を見学し、「ブータンにぴったり」と確信し情報交換によって地域の経済は活性化する。

国境を越えて、自然の土壤の力を利用した土壤浄化法が、困っている地域の環境問題を解決する事に役に立つ事は、開発者として大きな喜びを感じている。

(8) 環境社会配慮

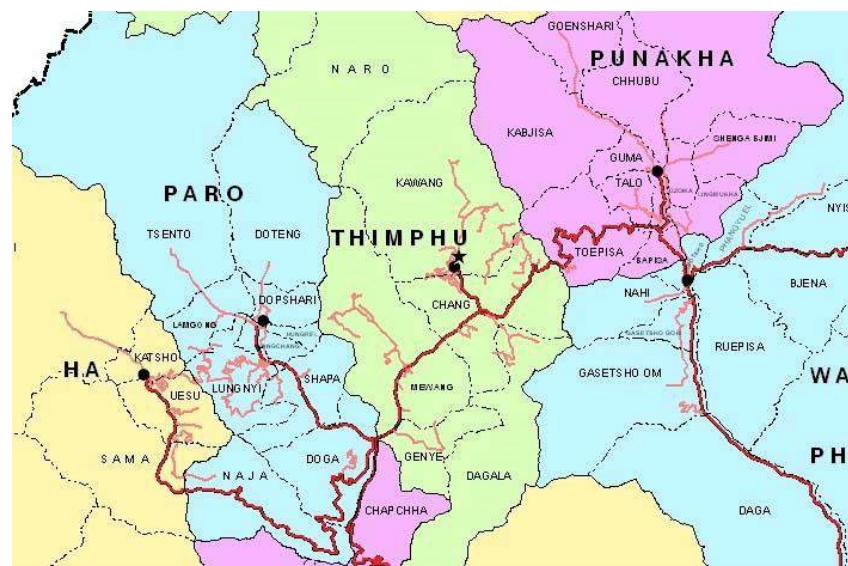
I. 環境影響評価

1. 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

ティンプー市 HEJO 地区をモデルとして地域住民の生活・衛生環境の向上及び小河川の水質改善を図るため、ニイミシステム（土壤浄化法）による小規模下水処理施設を同地区内に建設・導入し、固定生物膜方式タイプの水質浄化技術の現地適合性、有用性を確認するための実証活動を行うとともに、その普及方法を検討する。

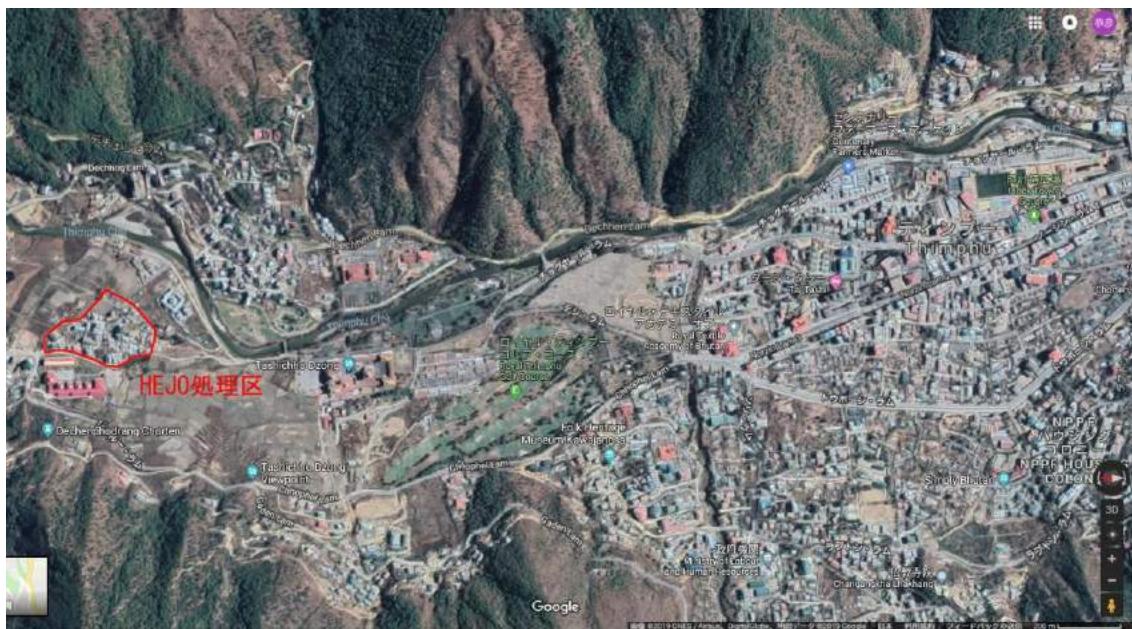


2図-3 ブータン全体図



2図-4 ティンプー所在地

(出典 Department of Survey & Land Records)



2図-5 ティンプー中心部とHEJO処理区

(出典：グーグルマップ)



2図-6 HEJO汚水処理施設

(出典：グーグルマップ)

汚水処理施設

処理方式：土壤被覆型礫間接触酸化法（ニイミシステム）

計画汚水量：100m³/日（将来 200m³/日）

管渠

今回建設延長：539m（全長 1,495m）

2.ベースとなる環境及び社会の状況

環境汚染項目のベースライン

国家環境委員会事務局（NEC）は、2007年にブータンの国家環境保護法に基づく指令に従って、国内の環境状況に関する状況報告を定期的に作成している。国家環境委員会は、2008年に最初のブータン環境見通し報告書を発表した。

Bhutan State of Environment Report 2016（ブータン環境報告書 2016）は、関係者の支援を得て NECS が作成した。報告書には、ブータンの環境の現状に関する情報と、一連の提言がまとめられた。

- ・水質（現場は India House と Vegetable Market の間）

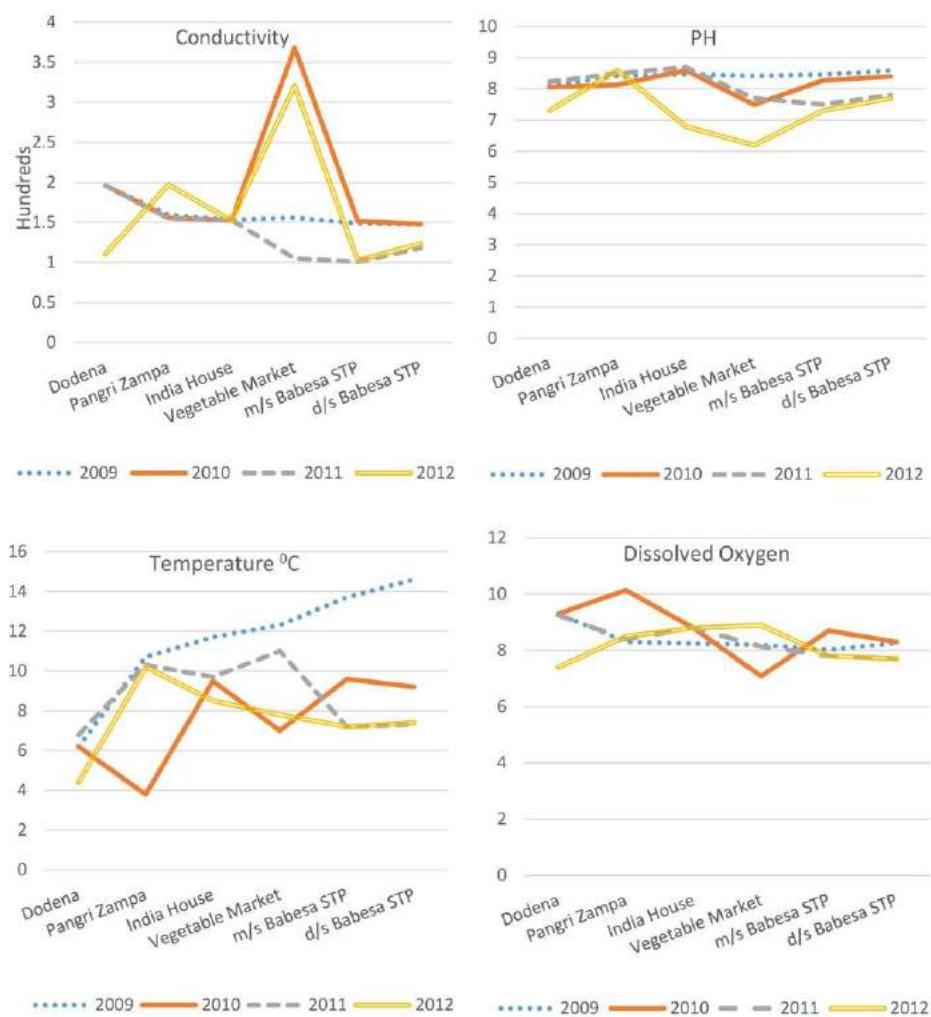
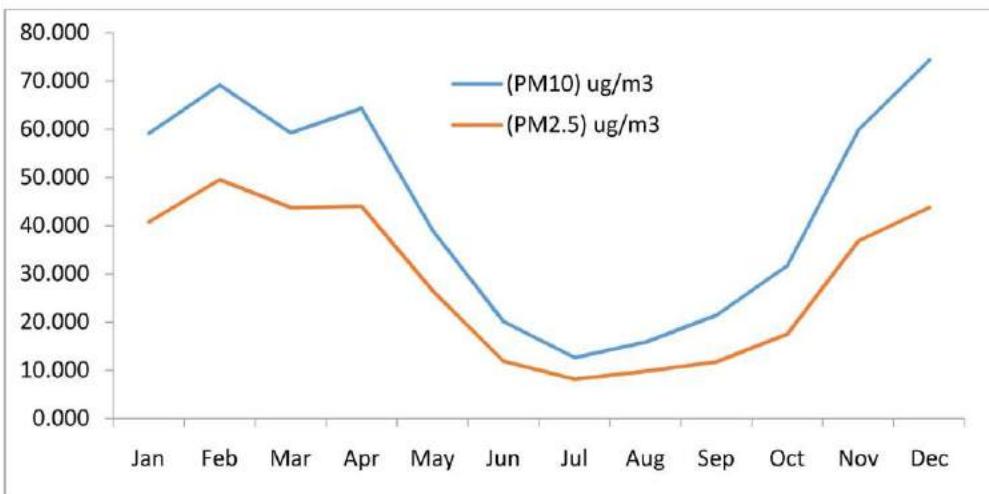


Figure 27 Water quality trend for different sections of Wangchhu from 2009 to 2012. (Source: NEC, 2012)

2図—7 Wangchu 川水質 (出典 : Bhutan State of Environment Report 2016 NEC)

- ・大気質

- Ambient Air Quality in Thimphu (Annual Average PM10 & PM2.5 concentration), 2017



Source: Climate Change Division, NEC 2018

2図－8 PM10、2.5データ（出典：Bhutan State of Environment at Glance 2017 NEC）

(1)HEJO 地区の概要

ティンプー中心部から車で10分程度の集落で、地域には約1400人の住民がいる。

最高裁判所が地区に隣接しており、インド大使館が地区の上流に位置している。

HEJO地区とインド大使館の間では将来的に各国の大使館街とする計画があるようで、開発計画を予定している。

処理場建設地はHEJO地区にある火葬場に隣接している。火葬場では休日明けなどは多数のご遺体を火葬することがあり、休日中や火葬日には火葬場敷地内にテントを設営することが多くみられる。

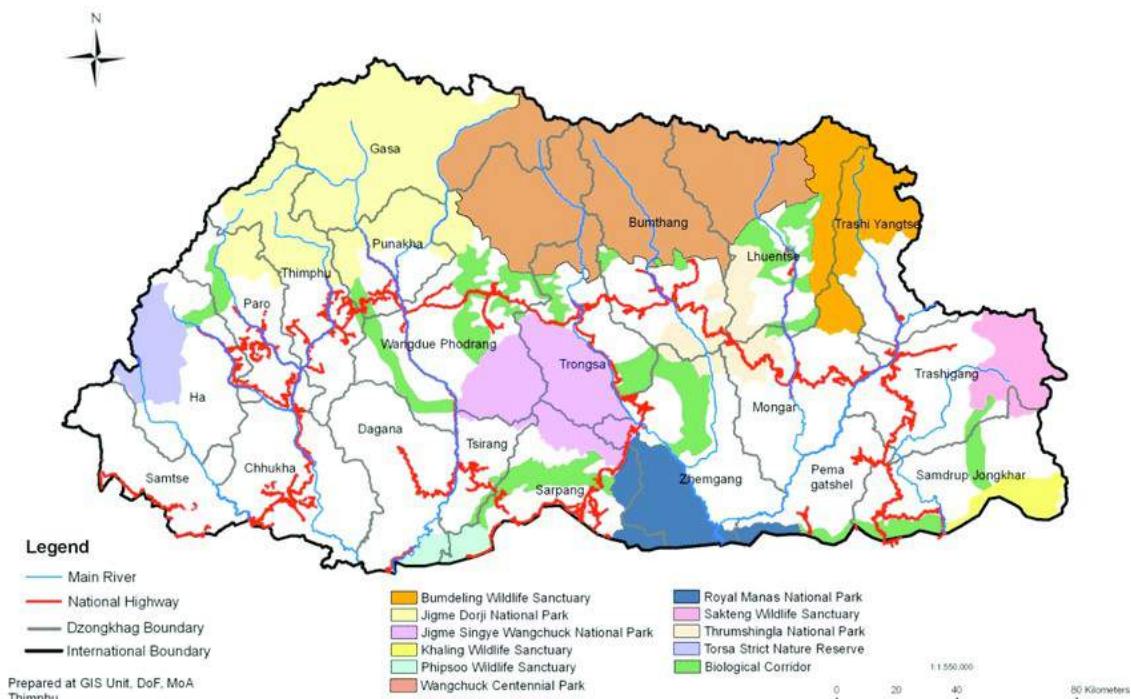
(2)保護区

ブータン国では国土の約5割が自然保護に関連する区域に指定されており、国立公園5箇所、野生生物保護区4箇所、自然保護区1箇所が存在する。その他にも、自然保護区域をつなぐバイオロジカル・コリドーが設けられており、これら全域が自然保護区域と見なされている。バイオロジカル・コリドーを含めた、これら自然保護に関連する区域は「Forest and Nature Conservation Act of Bhutan, 1995」によって規定されており、農業森林省(MoAF: Ministry of Agriculture and Forests)森林・公園管理局(DoFPS: Department of Forests and Park Service)が管轄し、保全のための計画立案・政策策定のほか、維持・管理・運営に関する業務を行っている。国立公園は「Forest and nature Conservation Rules And Regulations of BHUTAN, 2017」によると、立地条件や生物の生態的重要度によって次表のように分類されている。

2表—8 保護区のゾーン区分

ゾーン名称	内容
Core Zone	技術的規制に従って指定された保護区域内の区域で、規制された研究及び監視プログラムを除き、人間関連の活動が許可されていない区域
Buffer	河川、小川、送電線、道路、及び保護区域内の区域に隣接するクッショングとして確保された区域
Multiple Use Zone	持続可能な収穫および天然資源の仕様が地域消費の為に許可されている保護区域内に確保された区域

(出典 : Forest and nature Conservation Rules And Regulations of BHUTAN, 2017)



2図—9 ブータン保護区

(出典 : DoFPS,MoAF)

HEJO 地区は上記保護区域に属していないことから、保護区域内における規制の対象外となっている。

(3)人口

HEJO 地区の人口はティンプー市、公共事業省からの聞き取りにより全体で 1420 人となっている。将来 $200\text{m}^3/\text{日}$ の処理施設は全体人口における水量で、当初建設計画 $100\text{m}^3/\text{日}$ の処理対象人口は約 700 人となっている。

(4)社会状況

HEJO 地区内では室内に水回りの設置がない家屋がいくつもあり、屋外の水場で共同使用をしている状況が散見される。近年建てられているアパート状の家屋については室内に水回りが設置されているが、低所得者の長屋状の住居では屋外の水場で洗濯、炊事、洗髪

なども行っている。地区内で主に 2 か所の共同水場が利用されている。

処理施設の建設地に隣接している火葬場は、ティンプー市の人口増加に伴い、使用頻度はとても高い状況である。火葬場の休業日にはご遺体を安置するためのテントの設営等があり、ほぼ毎日火葬場内に人がいる状況となっている。

火葬場の稼働時間としては、午前中に茶毬にふして午後 2 時過ぎには火葬が終了して参加者は帰路に就くこととなる。

公共のトイレが火葬場にあり、こちらの排水も本処理施設にて処理を行う。

(5) 生計・生活

ブータンの 2017 年の一人当たり GDP は 3,130 ドルとなっている。HEJO 地区の住民は新規に建築されたアパートと古くからの長屋状の低所得者の住居が半々程度で存在している。

生活様式としては、新規のアパートでは室内に水回り（便所、台所、浴室等）が設置されている一方、長屋状の住宅では外部に水回りが設置されている。

(6) 民族

HEJO 地区には少数民族や先住民族の居住はない。

(7) 文化遺産

HEJO 地区には保護されるべき文化遺産はない。

(8) 土地利用

HEJO 地区の土地利用は住宅地として利用されている。住宅地と処理場の間には畠が存在している。将来的な計画として、道路の建設や HEJO 地区とインド大使館の間で大使館群の開発計画がある。

(9) インフラ整備

HEJO 地区内のインフラ整備状況は、HEJO 地区外部から火葬場までのメインの道路であるデヤチェン・ラムは舗装がなされているが、HEJO 地区内部については未舗装の部分が多く残っている。上水についても埋設されておらず、不届のまま分岐集水しているような上水管も見受けられる。

下水道の管渠の整備と合わせて、上水道の敷設、舗装の設置が期待される。

3.相手国の環境社会制度・組織

(1)関連する法令や基準等

ブータン国では次のような環境に関する法制度がある。

2表－9 ブータン国の環境に関する法令・基準等

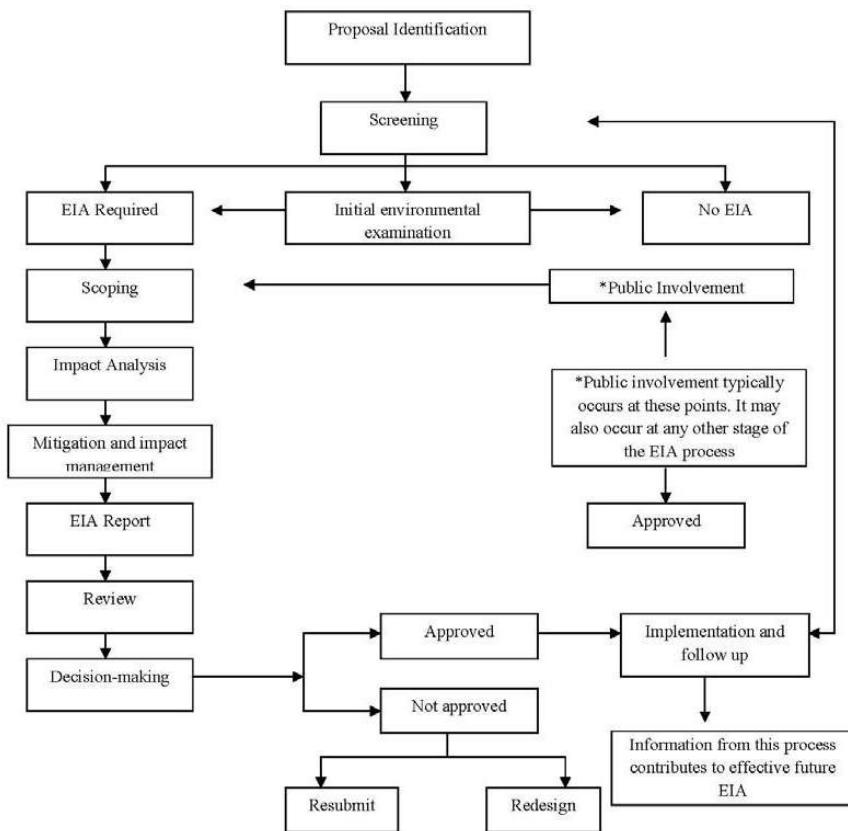
番号	法令名称	発行年
1.環境アセスメント・環境基準・環境申請に関する法令		
1-1	National Environment Protection Act	2007 年
1-2	Regulation for the Environmental Clearance of Projects	2002 年
1-3	Environmental Assessment Act, 2000	2000 年
1-4	Environmental Standards	2010 年
1-5	Notification of 42nd Session of NEC-Delegation and Exemption of Environment Clearance	2016 年
2.自然環境に関する法令		
2-1	Biodiversity Act, 2003	2003 年
2-2	Forest and Nature Conservation Act of Bhutan, 1995	1995 年
2-3	Forest and nature Conservation Rules And Regulations of BHUTAN, 2017	2017 年
3.社会環境に関する法令		
3-1	Land Act of Bhutan 2007	2007 年
3-2	Land Compensation Rates 2009	2009 年

(出典：調査団作成)

上記「Environmental Assessment Act, 2000」には、全ての開発を目的とした事業については、所轄官庁（Competent Authority）から環境許認可（Environmental Clearance: EC）の取得が必要と規定している。また「Regulation for the Environmental Clearance of Projects 2002」には、環境許認可の発行に関する手続きと責任が規定されている。国立公園・森林保護区に関する法律としては、「Forest and Nature Conservation Rules And Regulations of BHUTAN, 2017」が制定されており、保護区の定義や保護区内での活動の制限などが規定されている。

なお、Environmental Assessment General Guideline, 2012 によると、スクリーニングの結果によって EIA の有無が決まる。

2図－10 Best Practices in EIA



(出典：Environmental Assessment General Guideline,2012)

(2)EIA 及び IEE のクライテリア

公共事業省との協議による仮スクリーニング結果によれば、EIA が必要なのは保護区内の開発である場合のみであり、本事業は保護区内に位置していないことから EIA の必要がない。

2表－10 EIAに関するギャップ分析表

対象事項	JICA環境社会配慮ガイドライン	相手国制度	ギャップの有無及び対処方針
基本的事項	プロジェクトを実施するに当たっては、その計画段階で、プロジェクトがもたらす環境や社会への影響について、できる限り早期から、調査・検討を行い、これを回避・最小化するような代替案や緩和策を検討し、その結果をプロジェクト計画に反映しなければならない。(JICAガイドライン、別紙1.1)	Environmental Assessment Act, 2000 Regulation for Environmental Clearance of Projects 2016	ギャップ無 方針はJICAガイドライン
情報公開	環境アセスメント報告書(制度によっては異なる名称の場合もある)は、プロジェクトが実施される国で公用語または広く使用されている言語で書かれていなければならない。また、説明に際しては、地域の人々が理解できる言語と様式による書面が作成されねばならない。 環境アセスメント報告書は、地域住民等も含め、プロジェクトが実施される国において公開されており、地域住民等のステークホルダーがいつでも閲覧可能であり、また、コピーの取得が認められていることが要求される。(JICAガイドライン、別紙2)	Environmental Assessment Act, 2000 Regulation for Environmental Clearance of Projects 2016	ギャップ無(言語の記載は見当たらないが、公用語(ゾンカ語)及び英語にてRegulationは記載されている) 方針はIEE程度の報告書作成
住民協議	特に、環境に与える影響が大きいと考えられるプロジェクトについては、プロジェクト計画の代替案を検討するような早期の段階から、情報が公開された上で、地域住民等のステークホルダーとの十分な協議を経て、その結果がプロジェクト内容に反映されていることが必要である。(JICAガイドライン、別紙1、社会的合意. 1) 環境アセスメント報告書作成に当たり、事前に十分な情報が公開されたうえで、地域住民等のステークホルダーと協議が行われ、協議記録等が作成されていなければならない。 地域住民等のステークホルダーとの協議は、プロジェクトの準備期間・実施期間を通じて必要に応じて行われるべきであるが、特に環境影響評価項目選定時とドラフト作成時には協議が行われていることが望ましい。(JICAガイドライン、別紙2. カテゴリAに必要な環境アセスメント報告書)	Environmental Assessment Act, 2000 Regulation for Environmental Clearance of Projects 2016	ギャップ無 方針はIEE程度の報告書作成

対象事項	JICA環境社会配慮ガイドライン	相手国制度	ギャップの有無 及び対処方針
影響評価対象項目	<p>環境社会配慮に関して調査・検討すべき影響の範囲には、大気、水、土壤、廃棄物、事故、水利用、気候変動、生態系及び生物相等を通じた、人間の健康と安全及び自然環境への影響（越境の又は地球規模の環境影響を含む）並びに以下に列挙する様な事項への社会配慮を含む。非自発的住民移転等人口移動、雇用や生計手段等の地域経済、土地利用や地域資源利用、社会関係資本や地域の意思決定機関等社会組織、既存の社会インフラや社会サービス、貧困層や先住民族など社会的に脆弱なグループ、被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性、ジェンダー、子どもの権利、文化遺産、地域における利害の対立、HIV/AIDS等の感染症、労働環境（労働安全を含む）。（JICAガイドライン、別紙1. 検討する影響のスコープ. 1）</p> <p>調査・検討すべき影響は、プロジェクトの直接的、即時的な影響のみならず、合理的と考えられる範囲内で、派生的・二次的な影響、累積的影響、不可分一体の事業の影響も含む。また、プロジェクトのライフサイクルにわたる影響を考慮することが望ましい。（JICAガイドライン、別紙1、検討する影響のスコープ. 2）</p>	Environmental Assessment Act, 2000 Regulation for Environmental Clearance of Projects 2016 (影響範囲の項目については明確な記載なし)	影響範囲の明記 無 方針はIEE程度の報告書作成
モニタリング、苦情処理等	<p>モニタリング結果を、当該プロジェクトに関する現地ステークホルダーに公表するよう努めなければならない。（JICAガイドライン、別紙1、モニタリング. 3）</p> <p>第三者等から、環境社会配慮が十分でないなどの具体的な指摘があった場合には、当該プロジェクトに関するステークホルダーが参加して対策を協議・検討するための場が十分な情報公開のとともに設けられ、問題解決に向けた手順が合意されるよう努めなければならない。（JICAガイドライン、別紙1、モニタリング. 4）</p>	Environmental Assessment Act, 2000 Regulation for Environmental Clearance of Projects 2016	ギャップ無 方針はIEE程度の報告書作成
生態系及び生物相	プロジェクトは、重要な自然生息地または重要な森林の著しい転換または著しい劣化を伴うものであってはならない。	Environmental Assessment Act, 2000 Regulation for Environmental Clearance of Projects 2016	ギャップ無 方針はIEE程度の報告書作成
先住民族	プロジェクトが先住民族に及ぼす影響は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補填するために、実効性ある先住民族のための対策が講じられなければならない。	記載なし	記載なし 方針はIEE程度の報告書作成

（出典：調査団作成）

(3)関係機関の役割と今後の手続き

2016 年の通達(Notification of 42nd Session of NEC- Delegation and Exemption of Environment Clearance)において本事業は環境許認可の必要な事業のリストには記載されていない事業となる。List of Activities that the Competent Authorities shall Screen and Issue Environmental Clearance and List of Activities not requiring Environmental Clearance 2016 に記載の無い事業のため、公共事業省、ティンプー市、NEC と協議の上環境許可は取得していない。

4.代替案の比較検討

本事業は提案時点で HEJO 地区の約半分の範囲の汚水の収集のための管渠の建設と、モデル施設の建設を提案し採択された事業である。

キックオフミーティングの時にステークホルダーであるティンプー市長の要望で HEJO 全域に対する事業とできないか提案があった。

本事業では予算の都合上全域の管渠の施工、処理施設の建設が困難であった為、管渠、処理施設の設計は全体で行い、処理施設の建設を今回事業で 100m³/日（全体計画 200m³/日）の処理施設と HEJO 地区内の一部の管渠を建設し、残りの工事はティンプー市の予算で事業の執行を行うことを確認した。

管網のルートについては、表 4-1 の通り比較検討した結果第二案の畑の横を通るルートとした。

2 表—1 1 管渠比較案

	第一案	第二案	第三案
管渠ルート			
接続延長	830m	230m	0m
建設コスト	高い	安い	—
土被り	深い	浅い	—
環境対策	良	良	不良
講評	処理区と汚水処理施設の接続延長が長くなり河川沿いの平坦な道へ敷設をするため土被りも深くなる。これらが原因で建設コストが高額となってしまう。 処理場での流入管渠の土被りが深くなるため、処理施設にてポンプ設備の設置が必要となる。	処理施設と汚水処理施設の接続延長が短く、上流から下流へ自然流下で敷設する事ができるため、土被りも浅く経済的である。	事業を実施しない場合には、建設コストとしては安価となるが、環境対策が現状のまま垂れ流されている生活排水がそのままとなってしまう。
判定	×	○	△

(出典：調査団作成)

HEJO の下水処理場の予定地は事前調査の時点では、ティンプー市の火葬場の境界の北、約 100m の河岸に予定されていたが（表 4-2 第一案）、現地踏査の結果、工事の資機材の搬入路の建設に費用が多くかかりそうであるため、火葬場の空き地（表 4-2 第三案）に建設することを提案し、ブータン側の了解を得た。

しかし、この位置は火葬場の待機所の役割を果たしており、休日にご遺体を安置するためのテントが設営されたりと、将来的に処理施設が建設された場合に、水処理槽の上部が被覆土壤にて覆蓋されるため、テントの設営を行われる可能性が高い場所であった。そこで、表 4-2 第二案の場所が護岸も整備されており、処理施設の敷地として決定した。処理場予定地比較表を以下に示す。

2表－12 处理場予定地比較表

	第一案	第二案
処理場位置	 HEJO汚水処理施設候補地	 HEJO汚水処理施設候補地
工事の難易	敷地周辺には建造物がなく易、進入路の確保が難	進入路が適當、電気の変圧器が近接している
流入渠位置	少し遠い	適している
火葬場	火葬場から一番距離があり適當	火葬場に若干近い
護岸整備	護岸壁がない為建設が必要	護岸壁内の為建設は不要
占用状況	畑としての不法占用	畑としての不法占用
環境対策	良	良
講評	道路からの距離があるため、進入路の建設、護岸壁がない為護岸壁の建設など、建設費が他の案より多くかかる。	車が工事現場に隣接可能で護岸壁内の為護岸壁の建設不要、火葬場での利用はない為一番適している。
判定	×	○
	第三案	第四案
処理場位置	 HEJO汚水処理施設候補地	 HEJO汚水処理施設候補地
工事の難易	火葬場の建築物がある、進入路は適當	—
流入渠位置	少し遠い	—
火葬場	火葬場で利用されている	—
護岸整備	護岸壁内の為建設は不要	—
占用状況	火葬の待機所として利用されている	—
環境対策	良	悪
講評	火葬場の駐車場に隣接しており、護岸壁内でもあるのが、火葬場での利用や参列者からの距離を考慮すると污水処理施設の建設は難しい。	建設しない場合にはする場合に比べてコストが安く済むが、環境対策としては現状の排水の垂れ流しの状況が改善されない。
判定	×	△

(出典：調査団作成)

5.スコーピング結果

2表—13 スコーピング結果

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	B-	D	工事中：工事における建設機械の運用が、掘削時、埋め戻し時、コンクリート現場練時であり、排気による大気への負の影響が予測されるが、ひどく限定的で影響は少ない。 供用時：負の影響は想定されない。
	2	水質	D	D	工事中：建設工事敷地内から掘削等が敷地外部へ影響を及ぼすことは想定されない。 供用時：下水処理後の放流水中のSS、BOD、大腸菌群数の項目は当該国の排出基準等と整合し、HEJ0地区内に重金属を排出する工場などはないため負の影響は想定されない。
	3	廃棄物	D	D	工事中：建設残土、廃材等の発生があるが、量的には影響が少ない。 供用時：施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるため負の影響は想定されない。
	4	土壤汚染	D	D	工事中：土壤を汚染するような化学物質等の排出がない為、負の影響は想定されない。 供用時：汚泥等に重金属の含有がない為、これらの廃棄物からの浸出水の漏出等による土壤、地下水の汚染は想定されない。
	5	騒音・振動	D	D	工事中：建設機械稼働時に騒音・振動が想定されるが稼働が限定的であり影響は少ない。 供用時：汚水処理施設からのプロワの騒音・振動は当該国の基準等と整合し負の影響は想定されない。
	6	悪臭	D	D	工事中：悪臭を発生させる作業や材料がない為、負の影響は想定されない。 供用時：汚水処理施設からの悪臭は被覆土壤により防止され負の影響は想定されない。
自然環境	7	保護区	D	D	工事前：サイト及び処理水放流先は当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地していない為、プロジェクトが保護区に影響を与えない。 供用時：負の影響は想定されない。
	8	生態系	D	D	工事前：サイト及び処理水放流先は原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含まない。 サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まない。 供用時：プロジェクトは垂れ流しの汚水を浄化するため、生態系への重大な影響、河川等の水域環境に影響を及ぼさない。
	9	水象	D	D	工事中：河川等の水流や河床の変化を引き起こすような作業は想定されない。 供用時：放流先が河川の為、放流地点での水量の増加が見込まれるが、自然流下であり影響は想定されない。
	10	地形・地質	D	D	工事中/供用時：管網は道路下に埋設され、処理場敷地高さも現況から大きな変更を行っていないので地形・地質への影響は想定されない。

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
社会環境	11	貧困層	D	D	工事中/供用時：貧困層に負の影響は想定されない。
	12	少数民族・先住民族	D	D	工事中/供用時：事業対象地及びその周辺に少数民族・先住民族は存在しない。
	13	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	工事中/供用時：本事業は下水道を整備する事であり、地域経済へ正の影響が見込まれる。
	14	土地利用や地域資源利用	D	D	工事中/供用時：本事業は下水道を整備する事であり、土地利用や地域資源利用への影響は想定されない。
	15	水利用	D	B+	工事中：水利用に対する負の影響は想定されない。 供用時：本事業は下水道を整備する事であり、河川への放流水も浄化されるので正の影響が見込まれる。
	16	既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	工事中：管の敷設時に道路の使用に制限がかかる。 供用時：隣接する火葬場に負の影響は想定されない。
	17	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	工事中/供用時：本事業は下水道を整備する事であり、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響は想定されない。
	18	被害と便益の偏在	D	D	工事中/供用時：本事業は下水道を整備する事であり、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことは想定されない。
	19	地域内の利害対立	D	D	工事中/供用時：本事業は下水道を整備する事であり、地域内の利害対立を引き起こすことは想定されない。
	20	文化遺産	D	D	工事中/供用時：事業対象地及びその周辺に文化遺産等は存在しない。
	21	景観	D	D	工事中/供用時：本事業は下水道を整備する事であり、景観への影響は想定されない。
	22	ジェンダー	D	D	工事中/供用時：本事業によるジェンダーへの負の影響は想定されない。
	23	子どもの権利	D	D	工事中/供用時：本事業による子どもの権利への負の影響は想定されない。
	24	HIV/AIDS等の感染症	D	D	工事中/供用時：本事業による感染症への影響は想定されない。
	25	労働環境（労働安全を含む）	B-	D	工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時：労働者への負の影響は想定されない。
その他	26	事故	B-	B-	工事中：工事中の事故が想定される。 供用時：モーターへの巻き込まれ、水槽への転落等の事故が想定される。
	27	越境の影響、及び気候変動	D	D	工事中/供用時：本事業による越境の影響や気候変動への影響は想定されない。

評価

A+/-：重大な正負の影響

B+/-：ある程度の正負の影響があるがAに比較して小さい

C：現時点で影響の程度が不明確

D：負の影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

(出典：調査団作成)

2表—14 調査内容及び方法

環境項目	調査項目	調査手法
大気汚染	①環境基準の確認 ②工事中の影響	①既存資料調査 ②現地踏査及びヒアリング
雇用や生計手段等の地域経済	①地域経済への影響	①現地踏査及びヒアリング
水利用	①水利用状況の確認 ②工事中・供用時の影響	①既存資料調査 ②現地踏査及びヒアリング
既存の社会インフラや社会サービス	①工事中の影響	①現地踏査及びヒアリング
労働環境（労働安全を含む）	①労働安全対策	①類似事例調査
事故	①工事中の安全対策 ②供用後の事故対策	①類似事例調査 ②現地踏査及びヒアリング

(出典：調査団作成)

6.環境社会配慮調査結果

2表—15 調査結果

影響項目	評価理由
大気汚染	大気質に対する基準を既存資料から確認した。 処理場建設地は火葬場に隣接しており、火葬の煙が火葬場から発生している。建設機械の稼働は掘削、埋戻し、コンクリート練などと限定的に周辺環境に与える影響は考えにくい。
雇用や生計手段等の地域経済	現地踏査やヒアリングの結果、外部の水場にて生活を行っている世帯が確認できた。下水道の整備に伴い水回りの新築等が予想され、生活手段や地域経済に正の影響があると考えられる。
水利用	H E J O 地区の水道図面などを確認した。現地踏査の結果、放流先付近の河川で洗濯などをする状況が確認できた。 供用後は下水道の整備に伴い、垂れ流しの生活排水が浄化されるので、正の影響がある。
既存の社会インフラや社会サービス	現地踏査の結果、H E J O 地区内の道路は迂回路の確保も可能であり、管渠の工事中に道路の通行止めを限りなく少なくする施工を業者に確認した。
労働環境（労働安全を含む）	労働環境については、現場入場者（作業員）の安全研修などの徹底や、現場での安全設備の装備等を業者に確認した。
事故	事故を未然に防ぐための安全研修や教育などを業者に徹底するように確認した。 供用後の事故を防ぐための安全対策を検討した。

(出典：調査団作成)

7.影響の評価

2表—16 影響評価

分類	No.	影響項目	評価		調査による評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	B-	D	B-	N/A	工事中：建設機械の排気による大気への負の影響は、ひどく限定的で影響は少ない。
社会環境	15	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	B+	B+	工事中/供用時：本事業は下水道を整備する事であり、地域経済へ正の影響が見込まれる。
	17	水利用	D	B+	N/A	B+	供用時：本事業は下水道を整備する事であり、河川への放流水も浄化されるので正の影響が見込まれる。
	18	既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	B-	N/A	工事中：管の敷設時に道路の使用に制限がかかった。
	27	労働環境（労働安全を含む）	B-	D	B-	N/A	工事中：建設作業員の労働環境に配慮した。
その他	28	事故	B-	B-	N/A	B-	供用時：モーターへの巻き込まれ、水槽への転落等の事故には注意する。

評価

A+/-：重大な正負の影響

B+/-：ある程度の正負の影響があるがAに比較して小さい

C：現時点での影響の程度が不明確

D：負の影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

N/A：スコーピングでDの為調査未実施

(出典：調査団作成)

8.緩和策

2表—17 緩和策

分類	No.	影響項目	概要（緩和策）	実施機関	責任機関	費用
工事中						
汚染対策	1	大気汚染	・適切なメンテナンスを実施 ・不要なアイドリングをさける。	施工業者	毛管浄化システム株式会社	事業費に含む
社会環境	18	既存の社会インフラや社会サービス	・道路通行止めの早期解除 ・迂回路を確保	施工業者	毛管浄化システム株式会社	事業費に含む
	27	労働環境（労働安全を含む）	・安全装備の着用 ・作業員宿舎の建設	施工業者	毛管浄化システム株式会社	事業費に含む
供用後						
その他	28	事故	・モーター点検時機械停止の確認の徹底 ・水槽点検時開口部注意の徹底	施設維持管理者	ティンプー市	維持管理費に含む

(出典：調査団作成)

9.モニタリング計画

工事中の緩和策に対する定量的な指標の測定が難しいため、工事中の測定を伴うモニタリングは実施しない。モニタリングは業者への指導や現場の確認で行う。

大気汚染：施工業者に建設機械の運転時間の短縮、適切なメンテナンスの実施を依頼。

既存の社会インフラや社会サービス：管は道路下に埋設を行う為、部分的な通行止めが生じる、通行止め区間の短縮、期間の短縮、迂回路の確保を施工業者に依頼。

労働環境：処理施設建設現場に安全装備着用、部外者立ち入り禁止、安全柵の設置を実施。

供用後の事故については、施設が稼働している限り絶対に起きない事はない。ただし、安全マニュアルとして、機械の運転中の点検の禁止や、開口部に対する注意喚起などの徹底を行い事故の発生を防ぐこととする。

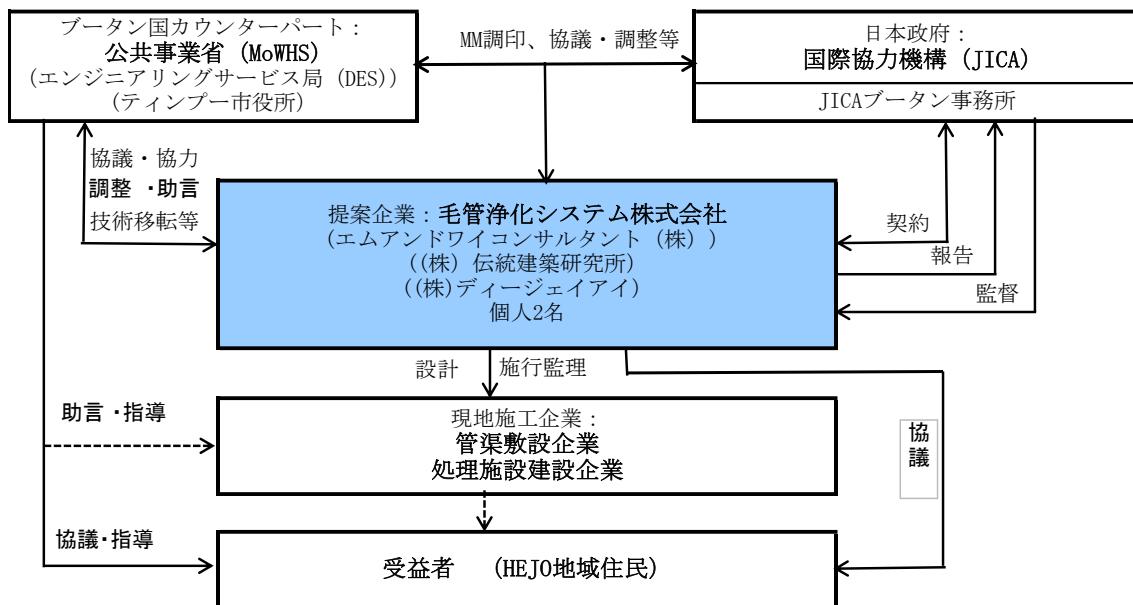
2表－18 モニタリング計画

環境項目	項目	地点	頻度	責任機関	監督機関	費用
工事中						
大気汚染	アイドリングストップの実施	建設現場	1回/月	施工業者	毛管浄化システム株式会社	施工費に含む
既存の社会インフラや社会サービス	道路早期解放対策の確認	建設現場	1回/月	施工業者	毛管浄化システム株式会社	施工費に含む
労働環境（労働安全を含む）	安全研修	建設現場	1回/新規入場者	施工業者	毛管浄化システム株式会社	施工費に含む
供用後						
事故	・モーター点検時機械停止の確認の徹底 ・水槽点検時開口部注意の徹底	汚水処理施設	1回/年	施設維持管理者	ティンプー市	維持管理費に含む

(出典：調査団作成)

10. 実施体制

2 図—1 1 事業実施体制



(出典：調査団作成)

事業の実施体制を図 10-1 事業実施体制に示す。

本事業は JICA の普及・実証事業であり、毛管浄化システム株式会社が JICA より委託を受けて実施する事業となっている。

現地での処理施設・管渠の建設は現地の施工業者 Vajra Builder Private Limited が実施した。

供用後の処理施設及び管渠は JICA よりブータン国カウンターパートに移管され、処理施設の維持管理業務はティンプー市において実施されることとなる。

11. ステークホルダー協議

JICA 環境社会配慮ガイドライン及び「ブ」国法規に基づき、ステークホルダー協議として 2017 年 4 月 5 日に公共事業省、ティンプー市、調査団により協議を行い今事業の基本の方針を協議し、2017 年 4 月 10 日に建設現場にて処理場敷地の協議を行った。それらの結果を取り纏め 2017 年 4 月 11 日に「Record of Meeting」にサインした。

2018 年 2 月 7 日に土壤浄化法による小規模下水道セミナーを実施した。

2019 年 2 月 14 日に HEJO 地区住民説明会を開催した。各協議詳細は以下に記す。

2表—19 現地ステークホルダー協議の概要

日程	開催場所	主な参加者及び人数	主な意見と回答
1. 2017/4/5 10：00 ～12：00	ティンプレー 市役所	公共事業省 2人 ティンプレー市 5人 (市長出席) 調査団 6人 計 13人	Q1：HEJO地区全域を対象としてほしい。 A1：予算の関係で全域は難しいので、設計は全域とし、処理場半分、管渠HEJO地区一部を今回事業で実施する。
2. 2017/4/10 14：00 ～16：00	建設現場	公共事業省 2人 ティンプレー市 1人 調査団 6人 計 13人	Q1：処理場の敷地に関する協議、候補地について現地で検討した。 A1：使用可能な土地で、建設可能な土地なのかを確認した。
3. 2018/2/7 10：00 ～14：00	Le Meridian Hotel	調査団 7人 曾根公使、山田所長 VIPゲスト 10人 (C/P関係者) 参加者 54人 (各省等技術者) 計 71人	Q1：どのような処理方式なのか。 A1：建設現場にて処理方式を説明。完成後は地中に埋設されてしまう水槽を見ながら理解が深まった。 住民への参加も要請したが、技術者が主に来場したセミナーとなった。 各県の担当者や新聞に記事が掲載されたことにより土壤浄化法を多くの人に知ってもらう機会となつた。
4. 2019/2/14 10：00 ～12：00	汚水処理施設	公共事業省 2人 ティンプレー市 2人 住民 28人 調査団 3人 計 35人	Q1：管渠が家まで来ていないがどうしてか。 A1：ティンプレー市施工の管渠については処理場の完成まで工事を待ってもらっていた。今後工事を行う予定。 Q2：住民説明会の実施についての案内が足りないのではないか。 A2：直接の呼掛けや掲示などで知らせてきた。今後はもっと情報がいきわたるようにしたい。 モデル施設の建設候補地はHEJO地区以外にもたくさんあった中からHEJO地区を選んでいただいたありがとうございましたと謝意を受けた。 質問でも市に対して管渠への接続を要望する声が上がっていたので、今後の接続への期待がされる。

(出典：調査団作成)

2表－20 ステークホルダー協議 状況写真

日付	写真
1. 2017/4/5	
2. 2017/4/10	
3. 2018/2/7	
4. 2019/2/14	

(出典：調査団作成)

II. その他

1. 環境チェックリスト

2表－21 環境チェックリスト（下水道）

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1) EIAおよび環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書（EIAレポート）等は作成済みか。 (b) EIAレポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIAレポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N (c) N (d) Y	(a) 保護区域外での開発行為につきEIA不要。 (b) EIA不要の為承認されていない。 (c) EIA不要のため付帯条件が伴わない。 (d) 工事に関する環境許可を取得済み。
	(2) 現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地スティックホルダーへ適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映せたか。	(a) Y (b) Y	(a) 公共事業省に説明を行い、理解を得ている。 (b) ティンプー市長の要望で将来増設可能となるよう反映させた。
	(3) 代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は（検討の際、環境・社会に係る項目も含めて）検討されているか。	(a) N	(a) 土壌浄化法の処理施設のモデル施設建設の為、代替案は検討していない。 (b) 当該国での排出基準はBOD30以下であり、施設の能力はBOD20以下。 (c) HEJ0地区に重金属を排出する工場などなく、原水は一般家庭からの排水であり、重金属は含まれていない。
2 汚染対策	(1) 水質	(a) 下水処理後の放流水中のSS、BOD、COD、pH等の項目は当該国の排出基準等と整合するか。 (b) 未処理水に重金属が含まれているか。	(a) Y (b) N	(a) 汚泥の処分は場外搬出後当該国規定に従って処分する計画。 (b) HEJ0地区に重金属を排出する工場などなく、原水は一般家庭からの排水であり、重金属は含まれていない。
	(2) 廃棄物	(a) 施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a) Y	(a) 汚泥の含有が疑われる場合、これらの廃棄物からの浸出水の漏出等により土壤、地下水を汚染しない対策がなされるか。
	(3) 土壤汚染	(a) 汚泥等に重金属の含有が疑われる場合、これらの廃棄物からの浸出水の漏出等により土壤、地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a) N	(a) 汚泥に重金属の含有が疑われない。
	(4) 騒音・振動	(a) 汚泥処理施設、ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国基準等と整合するか。	(a) Y	(a) プロジェクトの騒音・振動は当該国基準に整合する。
	(5) 悪臭	(a) 汚泥処理施設等からの悪臭の防止対策は取られるか。	(a) Y	(a) 処理施設は被覆土壤により悪臭の防止がされている。
3 自然環境	(1) 保護区	(a) サイト及び処理水放流先は当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区内に影響を与えるか。	(a) N	(a) 処理場予定地は保護区外であり、保護区内には影響を与えない。
	(2) 生態系	(a) サイト及び処理水放流先は原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重な生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) プロジェクトが、河川等の水域環境に影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) 放流先は河川で、設置地には影響がない。 (b) サイトには貴重な生息地は含まれない。 (c) たれ流されている汚水を浄化するため、生態系への影響は懸念されない。 (d) たれ流されている汚水を浄化するため、水域環境に影響は及ぼさない。
4 社会環境	(1) 生活・生計	(a) プロジェクトの実施により周辺の土地利用・水域利用が変化して住民の生活に悪影響を及ぼすか。 (b) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。	(a) N (b) N	(a) 下水道事業などで土地利用・水域利用に変化が生じない。 (b) 住民の生活の改善を目的とするため、生活への悪影響は生じない。
	(2) 文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) 予定地に文化遺産はない。
	(3) 景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合は対策は取られるか。	(a) N	(a) 火葬場が隣接しているので、処理施設の景観が重要であり、土壤浄化法の処理施設は景観に対して悪影響を及ぼさない。
	(4) 少数民族、先住民族	(a) 当該国での少数民族・先住民族の文化・生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族・先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N (b) N	(a) 本事業で少数民族・先住民族への影響がない。 (b) 本事業で少数民族・先住民族への影響がない。
	(5) 労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに係る警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 施工業者に労働環境に関する法律を遵守するようにした。 (b) サイトに関係者以外立入禁止や安全装備着用の張り紙、柵の設置等実施した。 (c) 施工業者が安全意識の高い企業であり見積り価格だけでなく選定に大きな要因ともなっている。 (d) 地域住民の安全を侵害する事が無いよう適切に対処した。
5 その他	(1) 工事中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、漏水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (d) 工事による道路渋滞は発生するか、また影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) Y (b) N (c) N (d) N	(a) 工事中の各汚染にたいして対策を施す。 (b) 自然環境に悪影響は及ぼさない。 (c) 社会環境に悪影響は及ぼさない。 (d) 処理場予定地は火葬場隣接地であり、道路末端に位置するため工事による渋滞は発生しない。
	(2) モニタリング	(a) 上記の環境项目的うち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目・方法・頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a) N (b) N (c) Y (d) N	(a) 工事中の影響が大きなものがない為、モニタリングは実施しない。 (b) ティンプー市が処理施設の維持管理を実施する。 (c) 下水道に関する法令の整備中のため、規定されていない。
6 留意点	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a) N	(a) 特に影響はない。

注1) 表中『当該国基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。
当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。

注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

（出典：調査団作成）

3. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) ビジネス展開計画・戦略

毛管浄化システム株式会社（以下、MJS）の業務としては「設計・維持管理」であり、ニイミシステム代理店は「設計・施工・維持管理」を行う。つまり、MJS はニイミシステム代理店の「設計・施工・維持管理」に対してコンサル、技術指導を行う。

土壤浄化法は日本の基準においては、汚水処理槽を土壤で被覆して汚水面を目視する事が出来ないために、構造基準に未掲載の技術になっている。従って、特別な浄化槽として大臣の認定を受ける事が必要な処理技術になっている。毛管浄化システム株式会社は建設コンサルタントの企業形態で活動を行っているために、施工は行わない。

特別な処理技術としては、設計、施工、維持管理までを含めて、処理水質の責任を負う事が必要となっている。従って、1980年に会社を設立して大臣の認定を受ける時に、施工企業を「ニイミシステム代理店」として登録し、様々な調査報告を行った結果、1983年に「ニイミシステム」という汚水処理技術として大臣の認定を取得している。土壤浄化法は日本の法律で汚水処理の基準が決められている行政手続き権という知的所有権によって、建築確認申請等が許可されるようになっている。

日本の国土交通省が進める下水道事業は、下水道法によって汚水処理技術の基準が決められている。土壤浄化法はその基準には未掲載の技術になっているが、現在の段階では市町村が下水処理場として土壤浄化法を要望した時に、採択されるようになっている。この場合は「土壤被覆型礫間接接触酸化法」と呼ばれている。

海外（韓国等）においても同様に浄化槽や下水道施工企業に対してのコンサルテーション、技術指導を行いながら数多くの施設建設にあたっている。

ブータン国では、下水道が未整備であり、今後は急速に学校や観光施設など公共施設において浄化槽の設置が見込まれ、衛生環境の改善・充実が図られることからビジネスとして、その機会拡大が大いに期待できる。よって、本事業終了後は、当面の目標として下水道施工企業に対して代理店業務（コンサルテーション及び技術指導契約）を開拓し、その実績や展開状況を踏まえつつ、将来的にブータン支店（現地法人）の開設を目指すこととする。

ブータン国下水道マスターplanの概算事業費より、1処理区が 2000 万 Nu～4 億 6000 万 Nu となっており、ブータンの自主財源での実施も不可能ではないと思える。

しかし、ブータンでは外部の資金を求めて事業を行っているのが現状で、世界銀行やアジア開発銀行、また JICA の支援を期待している。

今後のビジネス展開において、パロ、ブムタンを重点に展開を図っていく。

パロは下水道事業が実施されているが、処理施設の反対運動で、工事が中断している状況で、今回のモデル施設を視察することで、ビジネスにならないか検討している。

ブムタンはブータンの中西部よりやや東寄りにある。ブータンの道路事情は大分改善されているが、東部から首都ティンプーまではかなりの時間がかかる状況である。

ブータン全域で小規模下水道を進めていくために中間付近に視察ができる施設があると普及に向けて大きな影響を与えることになるので、ブムタンでの事業化を目指す戦略とする。

① 事業経営全体における本事業実施後のビジネス展開の位置づけおよび目的

ニイミシステムは、従来の処理施設とは異なり、土壤の浄化能力を利用した環境に優しく、簡易な構造（機械設備が少ない）、廉価な建設経費の技術である。従って、MJSでは、開発途上国において最適な技術であるとの確信のもと、積極的に海外ビジネス展開を行うこととした。本事業実施後にはブータンおよび近隣諸国、ネパールやインド等の担当省庁に対して下水処理場の建設だけでなく、既存施設の改修をも提案するなど積極的な働きかけを行っていく計画である。

インドの国の下水道担当者が日本に来た時に土壤浄化法に興味を持ったので、数回インドに訪問し国際的な展開について情報交換を行っている。またシッキム州において土壤浄化法の技術の一つであるニイミトレーナーの設置が行われている。シッキム州とブータンは行き来しやすい地理条件にあり、ニイミシステムの見学に日本に来るより簡単にブータンに来ることができるため、ブータンでの実施状況の情報共有を図っていく。

② ビジネス事業の枠組みおよびマーケティング戦略

国内での事業（下水道施設施工代理店に対するコンサルテーションや技術指導を通じた事業展開）と同様に海外においても「施工代理店制度」を導入するビジネス展開を計画している。今回現地工事を実施した Vajra とは将来的な代理店契約についての協議をした結果、前向きな返答をいただいている。一方、同国でのマーケティング戦略は、公共施設での下水処理導入を目指し、同施設を所管する MoWHS、教育省、国家環境委員会、観光庁、地方自治体などの公的機関向け、民間集合住宅あるいはコミュニティー等への導入と多方面を視野にした戦略とする。

市場のニーズとしては、下水道が未整備の地域では水質汚濁が進んでいく現状があるので、ニーズが高いことがわかっている。弊社の技術は機械設備が少なく被覆土壤により二次公害を防止することができるが他の処理方式に勝っている点である。しかし、国際金融機関の入札においては処理技術が選択できない入札も多いため、いかに処理方式を選択できるような入札を実施できるかが多きなポイントとなっている。今回の実証において日本の基準より安価に処理施設が建設できることが分かったので、この点の優位性を強調して展開していきたい。

ニイミシステム（土壤浄化法）は、簡素な施設の組み合わせであるが、それゆえに処理施設の適性な規模の設置と適性な資材の確保が重要になっている。

特に、汚水を処理するために使用している「バイオクリスタル」という固定ろ材は、「嫌気内包型成形粒状」と呼ばれるろ材である。このろ材は、固定ろ床として表面は好気な微生物が生息し内包された嫌気の部分には嫌気の微生物が生息するために、汚水の処理効率を高めるろ材となっている。

今回は日本から現地に搬入を行っているが、ニイミシステムの要望が大きくなると、機械を搬入して現地でろ材を製造する事が出来るかどうかが、企業的な対応だけでなく、処理水質確保に重要となる。

③ 下水道マスター プランをビジネス展開へ

ブータン国はこれから社会資本整備を本格的に進める国で、道路整備をはじめ上水道や下水道のインフラ整備が行われる。人間が生活する場所では、街づくりが始まり、道路が作られ、電気を利用して、水の確保が行われ、水洗トイレによる文化的な生活の確保と雑排水による地域の環境保全のために下水道整備が行われて行く。

インフラ整備は、日本ではコンサルタントの役割が重く、地域の状況を把握してそれに適したに計画を策定する事がコンサルタントの役割となっている。

今回のJICAの事業を受託する事によって、ブータン国20県の下水道マスター プランの作成が行われている。従って、予算の確保が行われると、インフラ整備として下水道事業が具体化されるようになる。

土壤浄化法は、簡単に二次公害が防止できるために、小規模下水道が実施できる技術であり、地域の要望が高いところから具体化が進むようなビジネス展開を行っていく。下水道マスター プランは、詳細の資料を別添として添付している。

ここでは、総まとめを掲載し、このマスター プランを元に、ビジネス展開へと進めて行く。

3表-1 下水道マスター プラン

POLULATION OF 20 DZONGKHAG TOWNS IN BHUTAN FOR MASTER PLAN OF MJS SYSTEMS.

Sl.No.	Name of Dzongkhags	Area No.	Area Name	No. of Population	Planned sewage volume (m ³)	Pipe extension (m)	Pipe Price (Nu)	STP Price (Nu)	Sewage Cost (Nu)
1	Bumthang	Area 1	Kurjey	5,000	1,000	1,794	8,612,000	101,546,000	110,158,000
		Area 2	Jakar	17,188	2,000	4,324	20,756,000	189,525,000	210,281,000
		Area 3	Ura	1,720	200	1,299	6,236,000	29,859,000	36,095,000
2	Chhuka	Area 1	Chimakha	3,000	500	1,945	9,336,000	56,995,000	66,331,000
		Area 2	Chhuka	7,290	1,000	2,177	10,450,000	101,546,000	111,996,000
		Area 3	Gedu	5,000	1,000	3,166	15,197,000	101,546,000	116,743,000
		Area 4	Phuntsholing	30,000	4,000	3,979	19,100,000	371,144,000	390,244,000
3	Dagana	Area 1	Dagana	4,500	1,000	2,903	13,935,000	101,546,000	115,481,000
4	Gasa	Area 1	Gasa	3,692	500	487	2,338,000	56,995,000	59,333,000
5	Haa	Area 1	Damthang	650	100	784	3,764,000	24,026,000	27,790,000
		Area 2	Yangthang	1,350	200	759	3,644,000	29,859,000	33,503,000
		Area 3	Haa	5,200	1,000	2,361	11,333,000	101,546,000	112,879,000
6	Lhuentse	Area 1	Khoma	665	100	447	2,146,000	24,026,000	26,172,000
		Area 2	Lhuentse	1,271	200	4,644	22,292,000	29,859,000	52,151,000
7	Mongar	Area 1	Sengor	186	100	1,061	5,093,000	24,026,000	29,119,000
		Area 2	Mongar	3,031	500	1,955	9,384,000	56,995,000	66,379,000
		Area 3	Limethang	1,020	100	954	4,580,000	24,026,000	28,006,000
		Area 4	Gyelposhing	2,437	500	2,253	10,815,000	56,995,000	67,810,000
8	Paro	Area 1	Paro	12,000	2,000	5,471	26,261,000	189,525,000	215,786,000
9	Pemagatshel	Area 1	Yurung	759	100	2,650	12,720,000	24,026,000	36,746,000
		Area 2	Pemagatshel	5,500	1,000	2,358	11,319,000	101,546,000	112,865,000
10	Punakha	Area 1	Punakha	2,388	500	2,751	13,205,000	56,995,000	70,200,000
		Area 2	Khuruthang	9,588	1,000	1,701	8,165,000	101,546,000	109,711,000
11	Samdrup Jongkhar	Area 1	Niganglam	6,500	1,000	1,221	5,861,000	101,546,000	107,407,000
		Area 2	Chokorling	3,500	500	878	4,215,000	56,995,000	61,210,000
		Area 3	Deothang	4,500	1,000	2,546	12,221,000	101,546,000	113,767,000
		Area 4	Samdrup Jongkhar	10,545	2,000	2,064	9,908,000	189,525,000	199,433,000
12	Samtse	Area 1	Samtse	7,145	1,000	4,027	19,330,000	101,546,000	120,876,000
		Area 2	Dorokha	3,000	500	3,643	17,487,000	56,995,000	74,482,000
13	Sarpang	Area 1	Sarpang	7,500	1,000	3,072	14,746,000	101,546,000	116,292,000
		Area 2	Gelephu	17,800	4,000	18,540	88,992,000	371,144,000	460,136,000
14	Thimphu	Area 1	Thimphu	100,000					
15	Trashigang	Area 1	Trashigang	4,750	1,000	2,571	12,341,000	101,546,000	113,887,000
		Area 2	Yonphula	1,450	200	2,631	12,629,000	29,859,000	42,488,000
16	Trashi Yangtse	Area 1	Nombaring	3,100	500	2,985	14,328,000	56,995,000	71,323,000
17	Trongsa	Area 1	Trongsa	10,150	2,000	2,191	10,517,000	189,525,000	200,042,000
18	Tsirang	Area 1	Damphu	5,000	1,000	1,862	8,938,000	101,546,000	110,484,000
19	Wangduephodrang	Area 1	Bajo	10,290	2,000	4,167	20,002,000	189,525,000	209,527,000
20	Zhemgang	Area 1	Zhemgang	2,732	500	1,017	4,882,000	56,995,000	61,877,000
		Area 2	Pangbang	1,052	100	3,958	18,999,000	24,026,000	43,025,000

(出典：調査団作成)

(2) 想定するリスクとその対応

・貨幣価値の違い

通常、コンサルタント費用は建設費の5～10%位が相場であることから現地通貨適用では利幅が少ない。その対応としては、ブータン政府が検討しているアジア開発銀行からの「ティンプー市の下水処理場の改修工事」や国際開発金融機関や先進国からの資金協力等による社会資本整備の一環など、多数の案件に参加することで営業益の拡大を目指すことで克服する。

・環境社会配慮

現状では未整備の地域への下水道の普及を考えた場合に、不利に働く要素がなく、環境的なリスクはないといえる。

・政治面

政権与党が安定していない現実があり、選挙のたびに政権交代が行われている現状である。また、政府組織の留学や離職などが割と起こっており、担当者の不意の変更などについて、多数の人と情報共有を図るなどリスク回避が必要となる。

別添　DAC5 項目評価

ブータン国省エネルギー型汚水処理技術による小規模下水道普及・実証事業を DAC5 項目によって評価を実施する。

・本事業のロジックモデル

「もし HEJO に下水道が整備されれば環境問題が解決されるだろう」

「もし ブータンに土壤浄化法技術が普及すれば小規模下水道が推進されるだろう」

・ログフレーム

要約	指標	指標入手手段	外部条件
上位目標 (インパクト)	上位目標の達成度を測る基準	上位目標指標の情報源	プロジェクトによる効果が持続していくための条件
・ブータンでの小規模下水道の普及	・汚水処理整備率	・全体計画実施状況 ・公共事業省	・実施体制の確保 ・事業資金の確保
プロジェクト目標 (アウトカム)	プロジェクト目標の達成度を測る基準	プロジェクト目標指標の情報源	上位目標達成に必要な外部条件
・公共用水域の保全 ・地域住民の生活 ・衛生環境の向上 ・環境問題への啓蒙	・河川の汚濁状況	・NEC (国家環境委員会)	・処理施設の適切な運用 ・水質データ収集
アウトプット	アウトプットの産出状況を図る基準	アウトプット指標の情報源	プロジェクトの目標達成に必要な外部条件
・HEJO における下水処理	・接続率 ・管渠整備率	・ティンプー市	・区域内の残管網工事 ・各家庭の下水道への接続
活動	投入 (インプット) アウトプット産出の為の活動に用いられる資源		アウトプット産出に必要な外部条件
HEJO 処理施設、管網建設	<ul style="list-style-type: none"> ・モデル施設建設 ・管網建設 ・セミナー実施 ・本邦研修 	<ul style="list-style-type: none"> ・施設整備 ・各家庭の接続 (流入水の確保) 	プロジェクト実施に当たる前提条件
		<ul style="list-style-type: none"> ・HEJO モデル施設建設の合意 (M&M 合意で実施可能) 	

（1）妥当性

本案件は以下の理由から妥当性が十分に合致していると判断される。

1) 事業実施国における当該開発課題の現状及びニーズとの整合性

ブータンでは、トイレの汚水はセプティックタンクに貯留され、その後ソックピットと呼ばれる浸透柵にて地下浸透されている。しかし、汚泥の引抜き等の適切な維持管理が実施されないために、機能していない施設が多く、トイレの排水も公共水域へ未処理のまま放流されている状況である。雑排水は、直接水路に放流されているために、地域の水路の衛生環境を悪化させ、公共水域を汚染させ、悪臭を含め深刻な状況となっている。

首都ティンプー市は15万人の人口規模であるが、密集している市街地を対象に下水処理場が設置されている。この処理場は、現在 $1,750\text{m}^3/\text{日}$ の流入で、処理方式は、54日間の滞留時間を確保した三段式ラグーンで、放流口は汚染が深刻化している。又、広い面積の処理場から悪臭が発生したり害虫等の発生により、住民からの苦情があり、観光産業へも大きな影響を及ぼし、早急な改善が必要となっている。同様な処理場がブータン国内で他にもあり、深刻な状況となっている。

このような状況は首都への急激な人口の移動による人口増加、環境問題に対する有効な手段を講じていないことが原因とされており、我が国の対ブータン王国国別援助方針（2015年）では、中目標として同国における「脆弱性の軽減」が挙げられ、その中で環境問題・気候変動への対応として「産業開発や都市間における人口移動、生活習慣の変化に伴う廃棄物・排水処理、交通渋滞・排気ガス等の都市環境問題への対応を支援する」としていることからも十分に合致している。

2) 我が国の援助政策との整合性

2018年4月11日に当時のブータン国首相のツェリン・トブゲー首相と日本の安倍晋三内閣総理大臣が日本にて首脳会談を行った。

そこでは今後ブータンで開始される第12次五カ年計画等の重要性を踏まえ、持続可能な成長と脆弱性の軽減を含むブータンの経済社会開発を支援していく事が述べられた。

JICA事業においても、「全国総合開発計画2030策定プロジェクト」が実施されており、合意文書の署名式においてこの全国総合開発計画が第12次五カ年計画へ反映する意向であることが示された。

これらの事からブータン国の汚水処理整備事業は重要な経済社会開発事業であり、我が国の援助政策に十分に合致している。

3) 普及実証事業の適切性

今回事業を実施するHEJO地区は下水道が未整備の地区であるが、ティンプー市の中心部から車で10分程度に位置していることから新築のアパートの建造ラッシュとなっている。今回の事業にてHEJO地区の汚水処理施設と管網の整備を実施する事から、ブータン国において小規模下水道を実施するために必要となる処理方式として、土壤浄化法の技術の周知と汚水処理技術の実証が行えるので適切性が高い。

4) カウンターパートの妥当性

カウンターパートである公共事業省技術サービス部上下水道部門（Ministry of Works and Human Settlement Department of Engineering Services Water and Sanitation Division）は下水道の基準等に係る部門であり、HEJO 地区の下水道整備に関してはカウンターパートとして一番の妥当性がある。事業完了後のモデル施設、管網の管理についてはティンプー市が関与する事となり、合意当時はティンプー市（Thimphu Thromde）は公共事業省に属していた為、カウンターパートが公共事業省で妥当である。

5) 日本の技術の優位性

今回実証事業にて建設されるモデル施設は土壤浄化法と呼ばれる日本で開発された技術であり、日本においては小規模下水道に適した汚水処理方式として公共施設の合併浄化槽として約 300 か所、国土交通省の下水道事業で 35 か所、農林水産省の農業集落排水事業でも 35 か所の汚水処理施設の実績があり、40 年以上稼働している処理方式である。

汚水処理施設が土壤により被覆され二次公害が防止されていることで、住宅地に近接した地域でも汚水処理場の建設が可能となっている。このことが小規模下水道の成功の秘訣である。下水道事業はその事業費の 7 割近くが汚水を集めるための管網の建設費になり、この管渠の建設費を安価にすることが下水道事業の成功につながる。

土壤浄化法の処理場により小規模下水道の効率的な実施が可能であると実証できることで、安価で早期整備が可能な小規模下水道計画が実施されていく。

土壤浄化法は日本の民間が開発した技術であり、日本の優位性がある技術である。

（2）有効性

本案件は以下の理由から有効性が一定程度達成されているものの、一部効果の実現に問題があると判断される。

1) 事業目的における有効性

本事業の事業目的は、ティンプー市 HEJO 地区をモデルとして地域住民の生活・衛生環境の向上及び小河川の水質改善を図るため、ニイミシステム（土壤浄化法）による小規模下水処理施設を同地区内に建設・導入し、固定生物膜方式タイプの水質浄化技術の現地適合性、有用性を確認するための実証活動を行うとともに、その普及方法を検討する事である。

上位目標であるブータンでの小規模下水道の普及については、今事業で土壤浄化法による小規模汚水処理施設の有効性（処理能力、二次公害防止可能な処理方式）は認知されたので、概ね達成され効果が実現していると判断できるが、ブータン全土に対しての普及事業は今後の活動となる為現時点では判断できない。

プロジェクト目標である公共用水域の保全、地域住民の生活・衛生環境の向上、環境問題への啓蒙は下水道事業の進捗に合わせて有効性が判断される。

現時点では HEJO 地区内管渠工事が全域で終了していない、管渠が整備されても下水道へ未接続の家屋がある事から、効果は限定的であり、効果が実現していないと判断できる。

ただし、管渠の工事が残っている事、未接続の家屋があることが住民への環境問題への啓蒙を図っているので、プロジェクト目標は一定程度達成されているものの、一部効果の

実現に問題があると判断できる。

アウトプットである HEJO 地区の下水道処理については、モデル施設の土壤浄化法による汚水処理施設の完成、運用が実施されていることは概ね達成され、効果が実現していると判断できる。

本事業での活動として HEJO 地区のモデル施設の建設と一部管渠の整備については、建設合意の元進められ、活動自体は概ね達成され効果が実現していると判断できる。

下水道事業は、管渠の整備と処理施設の整備が一体となっている事業である。汚水処理施設の完成後でないと家庭排水の管渠への接続ができないことから、大規模な下水道事業では区域の 3 割程度の管渠が整備された後、処理場の建設に移ることとなる。処理場完成後に整備された管渠の区域の接続を開始する。この間 3~5 年かかることで、各家庭の接続への意識が低下する一因となっている。

小規模下水道については、管渠の整備が長くても 2~3 年程度で終了する区域とすることで、下水道への接続の意欲を高める効果もある。しかし、処理場が完成しない限り接続する事はできない。

今回、日本製機械での整備を要望された等の関係で、処理場の完成時期が当初より遅れた為、ティンプー市管轄の管渠の整備が遅れている現状がある。

事業目的の有効性の判断としては、これらの事から一定程度達成されているものの、一部効果の実現に問題があると判断できる。

2) 期待される成果の有効性

成果 1：ティンプー市内 HEJO 地区におけるモデル下水処理施設を通じて、土壤浄化法による汚水処理技術の有用性が確認される。

成果 1 は土壤浄化法のモデル施設の建設、運用が実施されたことで概ね達成され効果が実現していると判断できる。

成果 2：土壤浄化法による下水処理技術の知識・技術がカウンターパートに移転され、同施設の適正な運営・管理能力が向上する。

成果 2 は実証事業の活動の中で、試運転時の共同作業や、維持管理マニュアル等の英語版作成補助などによりカウンターパートの人材に技術移転を行った事から、概ね達成され効果が実現していると判断できる。

成果 3：下水処理施設を運営・管理する事業実施計画及び将来のビジネス展開計画が策定される。

成果 3 はブータン全県における下水道計画の策定に伴うビジネス展開計画を策定したことで、概ね達成され効果が実現していると判断できる。

成果 4：同施設の活用により地域住民の環境改善に対する意識が向上する。

成果 4 は HEJO 地区住民説明会の実施や通水式、現地セミナー等を通じて住民への環境改善に対する意識向上を働き掛けてきた事から概ね達成され効果が実現していると判断できる。

以上より本事業における期待される成果に対しては概ね達成され効果が実現していると判断できる。

(3) 効率性

本案件は以下の理由から効率的とは言えない部分があると判断される。

1) 人件費における効率性

外部人材について、当初想定していた業務量、渡航日数が事業を実施していく中で、実態に即していなかったため、渡航日数の増加や、業務日数の増加につながっている。しかし契約上の人件費の上限があるため、外部人材の人件費については、当初契約分から超過する人件費については自社負担としており、形の上では効率的であると言える。

2) 直接経費における効率性

現地工事費は当初計画の想定額と乖離がない為、効率的である。

機材費は、現地での C/P との協議により、モデル施設の詳細な形状で一部変更が出たため、日本での購入資材としてフローラーハッチが追加となり機材費が増額となった為、効率的とは言えない部分がある。

輸送費については、当初見込んでいたコンテナ輸送について輸送量と必要量に齟齬があり、輸送回数の追加、また、輸送機関の短縮の為輸送方法の変更を行った結果、当初計画からは増額となった為、効率的とは言えない部分がある。

関税、VAT は当初計画で見込んでいたが、M/M の締結時に免除を確認したことで、他の直接経費の増額分に充当する事が出来た為、効率的である。

航空賃はブータン－タイ間のドゥルックエアーの飛行機の変更が容易でないため、日本－タイ間の飛行機を安価な航空賃とすることで予算の余剰を確保する事が出来た。余剰予算は、渡航の追加や他の経費の充当にできるため、効率的である。

日当・宿泊費、現地活動費については、渡航回数が増加し、現地での業務日数が増えたので増額となった為、効率的とは言えない部分がある。

項目毎では効率性に波があるが、直接経費において、余剰金を増額分に充当する事で経費上は当初予算に収まる為、効率的である。

3) 人材投入計画における効率性

総渡航回数が当初計画よりも 7 回分増加した。また、業務従事日数も当初計画以上に実働がある状況である。予算措置の関係で、人件費については自社負担とした為、予算の上では効率的であるが、当初計画時点で十分な人員の計上や、予備的な渡航等を考慮しておくことで効率的な計画の実行ができた。したがって、人材投入計画としては効率的とは言えない部分がある。

4) 事業期間における効率性

資機材輸送方法における当初計画との齟齬、資機材調達についての期間の増加等、当初計画の中では想定できなかった事態などによって事業期間が延びることになった。したがって、事業期間としては効率的とは言えない部分がある。

(4) インパクト

本案件は以下の理由からインパクトが一定程度達成されているものの、一部効果の実現に問題があると判断される。

1) 上位目標の達成度

有効性の項目でも触れたが、上位目標であるブータンでの小規模下水道の普及については、今事業で土壤浄化法による小規模汚水処理施設の有効性（処理能力、二次公害防止可能な処理方式）は認知されたので、概ね達成され効果が実現していると判断できるが、ブータン全土に対しての普及事業は今後の活動となる為現時点では判断できない。

しかし、通水式の記事やテレビ報道、現地セミナーなどにより、下水処理場の処理方式の一つに土壤浄化法という処理方法が伝わったことが大きなインパクトがある。

下水処理場は迷惑施設だから集めて下流の人里離れたところに建設するというのが、一般的な下水道計画となっている。

土壤浄化法の二次公害が防止された処理場であれば、住宅地に隣接して処理場の建設が可能で、人里離れたところまでの管渠の建設費や、無理やり集めて大きくなってしまう処理場建設費も安価となる。

本事業にて建設された HEJO の下水道が、ブータン全土に展開できるように今後も関与していくしたい。

2) 正負の直接的効果の実現状況

今後想定される正の影響、波及効果は、土壤浄化法の汚水処理施設を実際に HEJO にて視察する事ができるため、ブータンの地方都市だけではなく、隣国（インド、ネパール等）の視察が容易に行えることになったことで、土壤浄化法による小規模下水道事業が広く展開できることが想定される。

日本では、高度成長時代に右肩上がりの人口設定などにより、大型の下水道施設が建設されてきたが、現在では老朽化や人口減少による流入水の減少などが下水道経営への大きな負担となっている。

今後開発途上国において、同様な設定の大規模な下水道事業だけを進めていくと、日本と同様の問題が起こる可能性が高い。

今後の開発援助に小規模下水道事業のメリットが發揮されていけば、早期の環境対策実施となり、全地球上のあらゆる汚水の問題を解決する事ができるインパクトがある。

(5) 持続性

本案件は以下の理由から持続性が確保されていると判断される。

1) HEJO 下水道事業の継続見込み

HEJO 地区の下水道事業はティンプー市の管轄において継続実施されることが、M/M 締結時や、渡航時協議により確認されている。

処理場の運営に係る人材の選定、維持管理体制の確保、技術面、財務面についてティンプー市にて対応を行っており、今後も継続実施を確認している。

HEJO 地区内管渠残工事の実施についても、インドからの予算がティンプー市にあり、それを使用して工事を行うことを確認している。

各家庭の下水道への接続啓蒙もティンプー市として実施する事を確認している。

ティンプー市内には、バベサの下水処理場と、視察を行った韓国企業が世界銀行の融資時実施した地区等、下水道事業をいくつか実施しており、HEJO 地区もそれらの一つとしてティンプー市の責任で管理・運営されていくことを確認している。

公共事業省は、下水関連の法律の制定等を今後実施する予定であり、土壤浄化法の有用性を理解した技術者がいることで、今後ブータンでの小規模下水道事業の展開を継続することを望んでいる。

別添 Letter to Bhutan

MOKAN JOKA SYSTEM Company Limited

To,

Dated : 25th June 2019

Mr. Karma Dupchuk

Director,

Department of Engineering Services

Ministry of Works and Human Settlement

Mr. Kinlay Dorjee

Dasho Thrompen

Thimphu Thromde

Dear Sirs,

We are very much appreciating your kind cooperation for implementing the verification survey for disseminating Japanese technology for small scale sewerage system at Hejo, Thimphu and by signing on the "Certificate of Handover of the Hejo Model Sewerage Facility" dated 21st June 2019

The Vajera Builders Co., Ltd., the Contractor, who constructed the facility, has agreed that they will look after operation and maintenance (O&M) of the facility till the end of June. Accordingly, from July onward the O&M of the facility shall be carried out by Bhutan side.

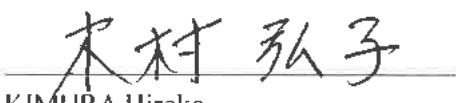
We have observed some concerns on the O&M when we inspected the Hejo sewerage facility while we were in Thimphu last week. Therefore, you are kindly requested to react to the following issues we observed at the facility while we were in Thimphu, in order to carry out efficiently the O&M of the facility.

- (1) Connection from each house to sewerage pipeline network shall be made directly without interposition of existing septic tank.
- (2) It shall be informed to the beneficiaries that following items shall not be drained with sewerage, namely sanitary items, contraceptive goods, nappy waste, tissues, pet bottle, kitchen waste, etc.
- (3) Don't stop power supply as it is very important to operate blower without interruption for maintaining water quality in the treatment facility.
- (4) Conduct water analysis of inflow and outflow of the treatment facility twice in a month and inform the results to us and JICA Bhutan office.
- (5) Sludge in the tank shall be drawn out when it will reach to the designated level and removed out.
- (6) Grass over the tank shall be mown periodically as the growth of grass become rapid.
- (7) Floating sludge at the entrance and the exit of the room No1 of the sedimentation and separation tank shall be drawn from the manholes and taken out for dispersal as the 1st O&M operation of Thimphu Thromde, unless this operation will be properly made sludge treatment will be difficult as the floating sludge may become solidified.

We hope you understand above well and take necessary actions for proper O&M of the Hejo Sewerage Treatment system.

Thanking you for your kind understanding and necessary actions.

Sincerely yours,



KIMURA Hiroko

President

Mokan-Joka System Co., Ltd.

別添 Summary Report

Ministry of Works and Human Settlement
Kingdom of Bhutan

Summary Report

Verification Survey with the Private Sector
for Disseminating Japanese Technologies
for Small Scale Sewerage System with
Energy Saving Technology

July 2019

Mokan Joka System Co., Ltd.

CONTENTS

PHOTOGRAPHS

GENERAL LAYOUT OF THE SURVEY

MAP

LIST OF FIGURES AND TABLES

ABBREVIATION

I BACKGROUND

1. One of Issues Facing at Present in Thimphu City
2. Application to JICA Verification Survey for Disseminating Japanese Technology
3. Necessity of Verification Survey

II OUTLINE OF SURVEY

1. Title
2. Purpose
3. Target Area and Beneficiaries
4. Product/Technology to be Provided
5. Implementing Organization
6. Survey Duration
7. Activities and Performance
 - 7.1 Model Plant at Hejo Area
 - 7.2 Design and Approval on Facilities
 - 7.3 Preparation Organization Chart and O&M Manual
 - 7.4 Selection of Inspection Agency and Inspection System
 - 7.5 Proposal on Proper Management and Treatment of Sludge
 - 7.6 Study on Financial Requirement for O&M Facilities
 - 7.7 Proposal of Environmental Monitoring and it's Administration System
 - 7.8 Assessment on DAC 5 Items for Resolving Issues
 - 7.9 Sensitization of Resident on Environmental Issues
8. Future Development Program
9. Reporting

Photographs



1-1 Kick-off Meeting



1-1 Discussion on Location of Treatment Plant



1-3 Water Supply and Drainage Conditions in Hejo



1-3 Survey in Hejo Area



1-4 Signing for 1st Construction Contract



1-4 Signing for 2nd Construction Contract



1-4 Signing for 3rd Construction Contract



1-5 Excavation of Sewarage Treatment Plant Site



1-5 Confirmation of Plant Site Foundation



1-5 Gravel Foundation Completed at Plant Site



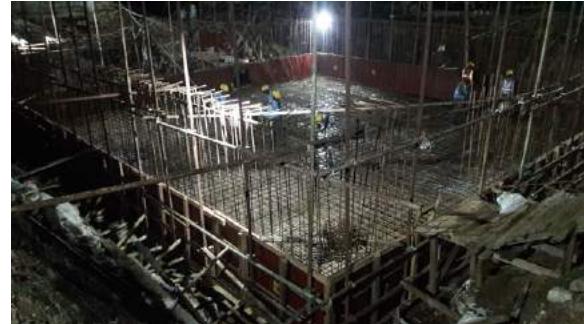
1-5 Placing Foundation Concrete



1-5 Completion of Foundation Concrete Placing



1-5 Floor Concrete Form Works Completed



1-5 Placing Floor Concrete Placing



1-5 Conditionof Water Stop Placing



1-5 Re-bar Arrangement and Wall Formworks



1-5 Concrete Placing to Main Treatment Tank



1-5 Curing Condition of Main Tank Concrete



1-5 Leakage Test by Filling Water in Tank



1-5 Measurement of Tank Dimensions



1-5 Backfill srounding Tank



1-5 Production of Roosters



1-5 Curing of Roosters



1-5 Foundation Construction of Amin. Building



1-5 Wall Construction of Administration Building



1-5 Roof Construction of Administration Building



1-5 Air Difussion Test



1-5 Filling Demonstration of Bio-Cristal (Media)



1-5 Completion of Bio-Cristal Filling



1-5 Completion of Upper Stage Rooter Placing



1-5 Guidance of Filling Cobbles



1-5 Completion of Filling Cobbles



1-5 Confirmation of Soils to Cover Tank



1-5 Guidance for Placing Soils on Tank



1-5 Completion of Manhole Cover Installation



1-5 Completion of Flower Hatch Placing



1-5 Preservation of Soil Cover over Tank



1-5 Outer Arrangement Works of Tank



1-5 Confirmation of Start-up of Blower



1-5 Confirmation on Aeration Condition



1-5 Installation of Control Panel Completed



1-5 Completion of Sewerage Treatment Facility



1-5 Production of Manhole Pieces



1-5 Construction of Sewerage Pipe Network



1-5 Construction of Manhole Invert



1-5 Full View of Treatment Facility



1-6 Consultation for O&M Method



1-7 Water Quality Monitoring Devices at Vabesa



1-8 Operation of Vacuum Truck



2-2 C/P Consultation for Construction Supervision



2-2 Trial Operation of Plant



2-3 Study Tour in Japan, Preliminary Meeting at MJS



2-3 Presentation at National Conference in Japan



2-3 Site Visit on Minobu Plant, 1st Group Study Tour



2-3 Site Visit at Aizu Bange Plant, 1st Group Study Tour



2-3 Site Visit at Yukawa Plant, 1st Group Study Tour



2-3 Site Visit on Kanayama Plant, 1st Group Study Tour



2-3 Preliminary Meeting at MJS, 2nd Group Study Tour



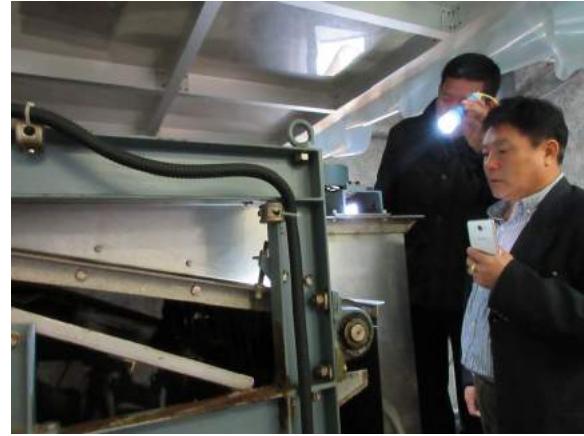
2-3 Courtesy Call to JICA Department In-charge



2-3 Courtesy Call to Japan Sewerage Association



2-3 Site Visit on Minobu Plant, 2nd Group Study Tour



2-3 Site Vist at Aizu Bange Plant, Dehydration Condition, 1st Group Study Tour



2-3 Site Vist at Yukawa Plant, 1st Group Study Tour



2-3 Courte s y Call to Aizu-Bange Town Mayor



2-3 Site Vist at Aizu Bange Plant, 1st Group Study Tour



2-3 Site Vist at Kanayama Plant, 1st Group Study Tour



2-5 Operation Test at Hejo



4-1 Courtesy Call to Bhutan JICA Office



4-1 Seminar in Thimphu



4-1 Presentation by Mr. Hama



4-1 Address by Secretary, MoWHS



4-1 Address by Minister, Japanese Embassy in India



4-1 Presentation by the Mayor of Aizu-bange Town



4-1 Address by the Team Leader of the Survey Team



4-1 Presentation by Mr. Sano



4-1 Presentation by Mr. Inagaki



4-1 Group Photo of Seminar Participants



4-1 Inspection at Construction Site by Seminar Group



4-2 Presentation Metting to Residents at Hejo



4-2 Group Photo with Residents at Hejp



4-2 Visit to Sewerege Treatment Plant by Residents



4-2 Minister, MoWHS, at Opening Ceremony



4-2 Monk's Ritual at Opening Ceremony



4-2 Address of Team Leader, Ms. Kimura



4-2 Address of JICA Representative in Bhutan



4-2 Adress of Minister



4-2 Unveiling at Opening Ceremony



Condition of Exivit for Construction Business



Presentation of Ms. Kimura at ICWES 17

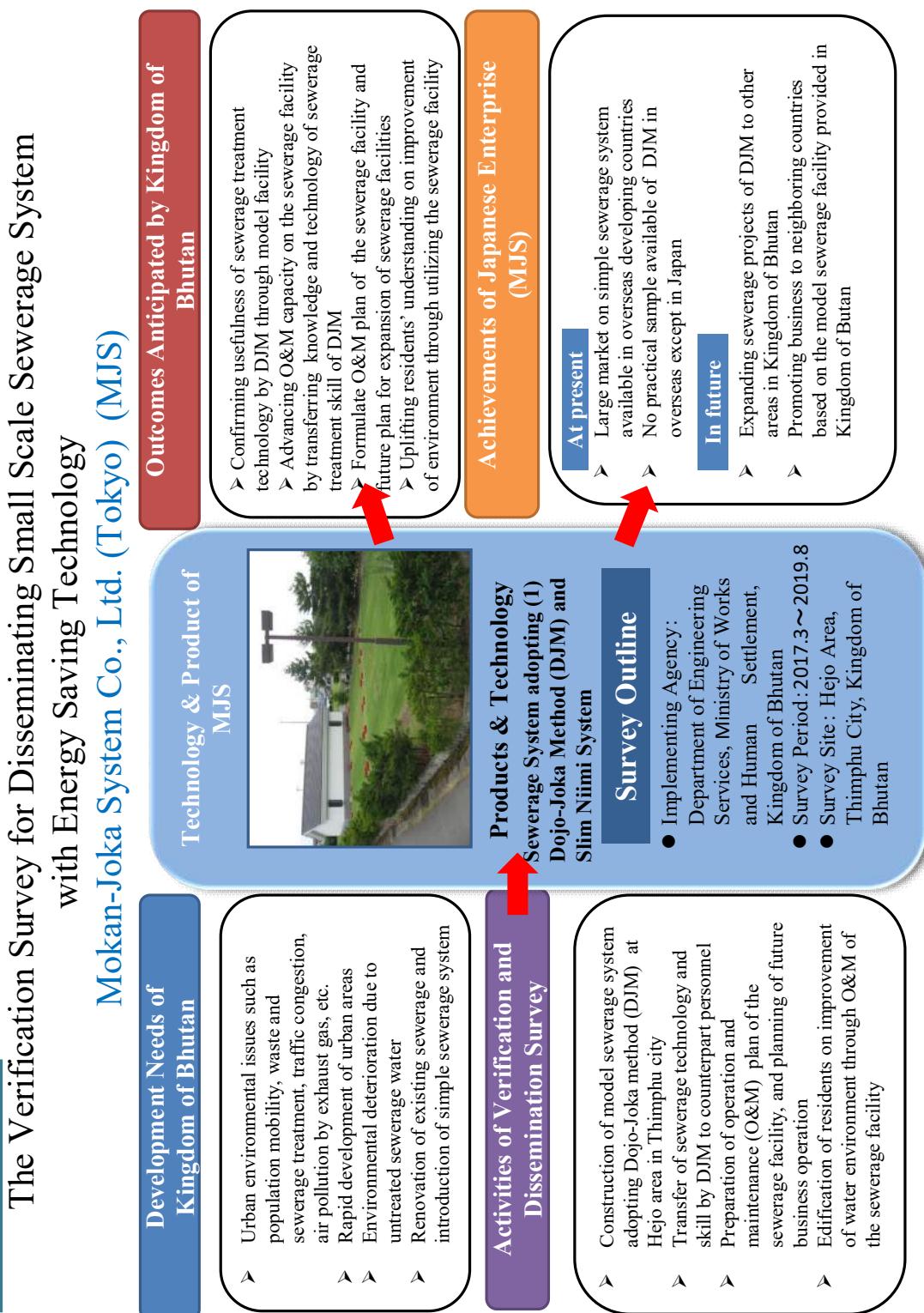


Study Tour in Bhutan by Japan Institution of Professional Engineers

Kingdom of Bhutan

The Verification Survey for Disseminating Small Scale Sewerage System with Energy Saving Technology **Mokan-Joka System Co., Ltd. (Tokyo) (MJS)**

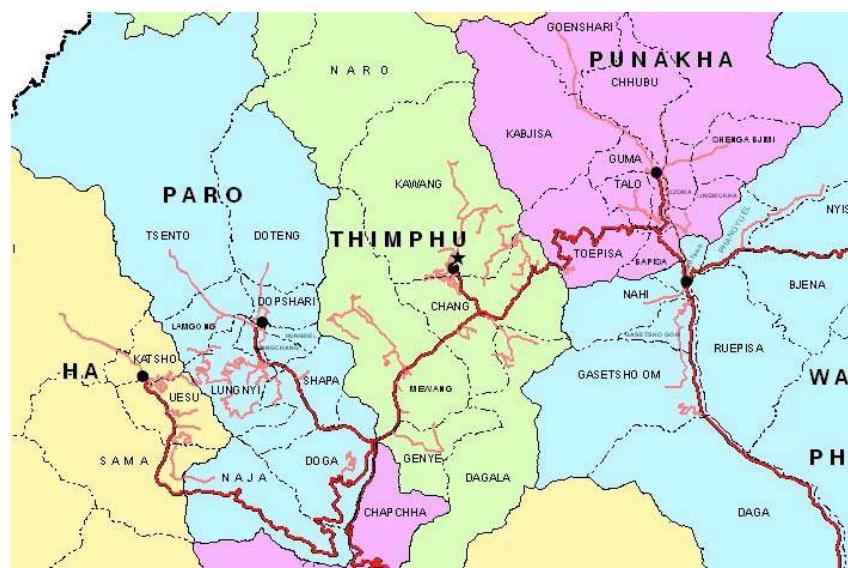
GENERAL OUTLINE OF THE SURVEY



Map



Map of Bhutan



Location of Thimphu

Source from Department of Survey & Land Records

List of Figures

Fig. 1 Map of Model Sewerage Facilities in Hejo Area

Fig. 2 Implementing Organization

List of Tables

Table 1 Information and Data Collected

Table 2 Comparison of Merit and Demerit of Langjophakha and Hejo Systems

Table 3 Schedules and Participants to the Study Tour in Japan

Table 4 Name of Reports and Time Submitted

Abbreviations

BOD	:	Biological Oxygen Demend
C/P	:	Counter Part
CE	:	Chief Engineer
DAC	:	Development Assistant Committee
DES	:	Department of Engineering Services
DJM	:	Dojo-Joka Method
JICA	:	Japan International Cooperation Agency
m³/day	:	Cubic Meter per Day
MJS	:	Mokan Joka System
MoWHS	:	Ministry of Works and Human Settlement
NEC	:	National Environmental Commission
O&M	:	Operation and Maintenance
ODA	:	Official Development Assistance
OECD	:	Organization for Economic Co-operation and Development
PoB	:	Parliament of Bhutan
Sr. E	:	Senior Engineer
VIP	:	Very Important Person

I. BACKGROUND

The “Aid Policy of Japan to the Kingdom of Bhutan” raises “mitigation of vulnerability” as a mid-term target. The Policy emphasizes “assistance to urban environmental issues such as population mobility among cities caused by urbanization, waste and sewerage treatment due to change of living habit, traffic congestion, exhaust gas, etc.”

1. One of Issues Facing at Present in Thimphu City

There is a sewerage treatment facility in Thimphu city at present covering high populated area of the city. However, the existing facility is an old one with 3 stage lagoon type system and it treats 1,750 m³/day of sewerage water with 54 days detention period. In this treatment method, the facility requires large extent of area and it generates bad smell in surroundings, thus public living in the area have continuous complains. To attend such situation, improvement of the existing facility and providing additional sewerage facilities to meet population increase are required. If such improvement and construction of new sewerage facilities are materialized, it eliminates risks for city development and vitalizes tourism.

2. Application to JICA Verification Survey for Disseminating Japanese Technology

Taking such situation into account, Mokan Joka System Co., Ltd. (MJS) applied to JICA’s open recruitment on “Verification Survey with Private Sector for Disseminating Japanese Technology” in March, 2016, based on the positive experience of “Niimi Trench Model Sewerage Facility (Dojo-Joka System)” constructed in Bhutan under “Feasibility Survey and Pilot Project for Disseminating Japanese Technologies to Developing Countries under ODA (Japanese Government Official Development Assistance) Cooperation in the year 2012”, proposing to provide an appropriate sewerage system by introducing an improved ”fixed biofilm process” type Niimi System as a model and prove function of the system. JICA selected the MJS’s application to implement the Verification Survey.

3. Necessity of Verification Survey

As discussed in 1 above, sewerage is one of urgent environmental issues to be attended in Thimphu city. However, due to technical and financial constraints, neither improvement nor new provision of sewerage facilities has not been materialized in recent years except a few. In these circumstances, providing a model of sewerage facility of the Dojo-Joka system under JICA Verification Survey, based on the experience in 2012 as described in the above 2, could contribute possibility of

dissemination of sewerage system in general in Bhutan, and assist for maintaining small river environment in Urban area.

II OUTLINE OF THE SURVEY

1. Title

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for small scale sewerage system with energy-saving technology (named Dojo-joka System)

2. Purpose

(1) Construction of a Model Sewerage System

The purpose of the Survey is to construct a small scale sewerage facility in Hejo area in Thimphu city as a model by introducing the improved “fixed biofilm process” type Niimi (Dojo-Joka) System, and to affirm applicability and usability of the System in the area, in order to improve water quality of small stream and environment for upgrading livelihood and health condition of residents. The Survey also studies a way of disseminating the system, through verification activities to boost up compatibility of “fixed biofilm process” type technology for whole Bhutan.

(2) Preparation of Preliminary Sewerage Master Plan in Bhutan

Based on the experience of the construction of the Hejo sewerage system, a preliminary Sewerage Master Plan in Bhutan shall be prepared for dissemination of the technology in Bhutan.

3. Target Area and Beneficiaries

The target area is shown in the following Fig. 1.



- Legend:
1. ; Sewer Line,
 2. ; Boundary of Sewerage Network
 3. T; Treatment Plant

Fig. 1 Map of Model Sewerage Facilities in Hejo Area

The model sewerage facilities plan to cover 86 households in a half of Hejo area and beneficiaries are 704 persons.

4. Product/Technology to be Provided

The technology proposed by MJS called “Niimi System” is a sewage treatment system, enabled with the usage of “intentional anaerobic fixed filtering medium” called “bio-crystal” and periodic aeration of sedimentation tanks. Sewage flowing

into the treatment facility is defecated by active micro-organisms adhered to the surface of the bio-crystals, approximately 16 centimeters in diameter. Comparing to the conventional sewerage systems, the Niimi System could avoid secondary pollution by covering the treatment plant with soil. It could also help reducing the foul odor beneath the surface, thus preventing air contamination. The combination of series of simple and effective technology helps curtail the overall construction cost of the plant, and also to reduce operation and maintenance cost of the facility. Further, it is not necessary to replace the bio-crystals for more than 50 years, which is assumed to be the life span of conventional sewerage facilities.

5. Implementing Organizations

The verification survey is carried out by Mokan-Joka System Co., Limited with the Department of Engineering Services (DES) of the Ministry of Works and Human Settlement (MoWHS) as the counterpart with the Thimphu Municipal Office under the JICA Scheme. Implementing organization of the survey is shown in the following Fig. 2.

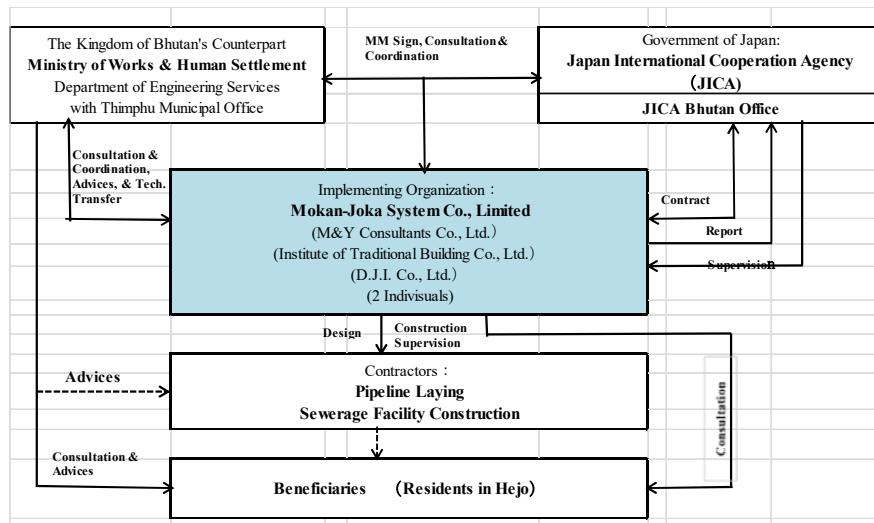


Fig. 2 Implementing Organization

6. Survey Duration

The verification survey period is approximately 20 months after the commencement of the survey including design, construction of the sewerage facility and pipeline networks and initial operation of the facilities including periods to transfer technologies for plan, design, construction and operation & maintenance of the facilities.

The actual survey duration was extended approximately by one year mainly due to following reasons:

- (1) The Survey Team originally planned to utilize the blower and control panel made in India. However, due to a strong request of the C/P organization, it was changed to the Japanese product.
- (2) Transportation and Custom clearing, both export and import, of materials of Japanese origin such as “Bio-Cristal”, and the blower and control panel took long time.

7. Activities Planned and Actual Performance

For conducting the “Verification Survey”, various activities are planned to fulfill the purpose and the actual performance of such activities are briefly discussed as follows;

7.1 Model Plant at Hejo Area

It shall be confirmed that the sewage treatment facility constructed and operated as the model plant under the Survey at Hejo area in Thimphu City with “Dojo-Joka System” is effective, taking the following aspects into consideration.

- (1) Explanation on the purpose and activities of the Survey to the officers of Department of Engineering Services (DES), Ministry of Works and Human Settlement (MoWHS), which is the counterparts (C/P) organization, and consultation and confirmation for roles and responsibilities of the C/P with the organization on operation and maintenance (O&M) of the facility

Performance: In accordance with the “Minutes of Meeting” agreed upon JICA and MoWHS, in October 2016, the “Survey Team” mobilized. At the 1st Meeting with the counterpart agency, MoWHS, with the Thimphu municipal office in April 2017, the Survey Team explained the contents of the “Verification Survey” in accordance with “Implementation Plan” submitted. The advantage of “Dojo-Joka System” was generally understood by participants. In the Meeting, the City mayor expressed that the entire area of Hejo should be covered under the Survey. The Survey Team explained that it is difficult to change the target area as it was preliminary understood with MoWHS and the JICA approved it. The Survey Team explained that the Team can carry out design to cover the sewerage system for the entire Hejo area, while the construction of the sewerage system by the Survey Team covers half of the Hejo area, so that when the construction budget

for the left areas would be available, the City authority could carry out the construction soon based on the design. The “Record of Meeting” is enclosed as Annex 1 for reference.

After the meeting, site inspection with the Team and MoWHS and City officers were carried out and a location of the sewerage treatment facility was confirmed.

- (2) Basic data collection, such as water supply and sewerage plans, future demand of water and drainage referring to forecast of population, living standard, etc., in addition to relevant laws, permits and approval procedures

Performance: Data collection relevant to the Survey especially maps of Hejo area and laws and regulations were carried out. The following Table 2 shows a list of the collected information:

Table 1 Information and Data Collected

No.	Title	Issued in	Publisher
1	Regulation for Environmental Clearance of Projects	2016	Prime Minster
2	Water Prevention and Management (Amendment) Regulation, 2016	2016	Prime Minster
3	Water Regulation of Bhutan, 2014	2014	Prime Minster
4	National Integrated Solid Waste Management Strategy	2014	Prime Minster
5	Water Act of Bhutan 2011	2011	PoB
6	Waste Prevention and Management Act of Bhutan	2009	PoB
7	National Environmental Protection Act of Bhutan, 2007	2007	PoB
8	Environmental Assessment Act of Bhutan, 2000	2000	PoB
9	Bhutan Drinking Water Quality Standard, 2016	2016	NEC
10	List of Activities that Competent Authorities shall Screen and Issue Environmental Clearance and List of Activities not requiring Environmental Clearance, 2016	2016	NEC
11	Strategy for Air Quality Assessment and Management in Bhutan	2010	NEC
12	Application for Environmental Clearance Guideline for Transmission and Distribution Lines	Aug. 2004	NEC
13	Application for Environmental Clearance Guideline for Forestry Activities	Aug. 2005	NEC
14	Application for Environmental Clearance Guideline for the Preparation of Industrial Project Reports	Aug. 2006	NEC

15	Application for Environmental Clearance guideline for Highways and Roads	Aug. 2007	NEC
16	Environmental Discharge Standard	Aug. 2008	NEC
17	Application for Environmental Clearance Guideline for Urban Development	Aug. 2009	NEC
18	Road Rules and Regulations	2016	MoWHS
19	Guideline for Construction of Reinforced Cement Concrete Buildings	2017	MoWHS
20	Guideline for Differently Abled Frendly Construction	-	MoWHS

PoB : Parliament of Bhutan NEC : National Environmental Commission

MoWHS : Ministry of Works and Human Settlement

Reference: The Survey Team prepared

The Survey Team inspected the construction site of the new sewerage system at Langjophakha area the other side of the river from Hejo in June 2017. The sewerage system is financed by the World Bank and constructed by a Korean contractor. The sewerage treatment facility of the system is equipped with many types of machinery and thus the O & M cost would be much higher than the system adopted in Hejo area. The following Table 2 shows comparison of merit and demerit of both systems.

Table 2 Comparison of Merit and Demerit of Langjophakha and Hejo Systems

Item	Langjophakha	Hejo (Niimi) System
Merit	<ul style="list-style-type: none"> As 3rd stage treatment, sand and active charcoal filters are used. Thus clean affluent could be maintained and 2nd stage treatment facility is small. 	<ul style="list-style-type: none"> No mechanical equipment is required except blower to send air for contact aeration No secondary pollution because of soil cover on treatment tanks
Demerit	<ul style="list-style-type: none"> Various machineries required for pumping sewerage to filter and cleaning filters often. Countermeasures to odor are required to avoid secondary pollution. 	<ul style="list-style-type: none"> As detention period for about 2 days requires, certain size of treatment tanks required.
O&M Staff	Full time staff required	Part time staff can manage.
O&M Cost	High due to O&M of machines, consumables and cost of replacement	Relatively low as only blower is a machine.

- (3) To analyze the household waste water quality with reference to the record of water intake and total discharge, and based on (2) above, and to forecast future demands and location of the treatment facilities

Performance: Data on water consumption was not available, but future water supply plan and data for population movement were available. It was agreed upon that objective population in Hejo area is 1,500. Accordingly sewerage treatment volume is 200 m³/day as a whole, and treatment capacity to be constructed in the Survey is 100 m³/day.

7.2 Design and Approval on Facilities

Based on (1) to (3) above, to design the sewerage network from objective houses to the planned treatment facility, and to seek necessary approvals from the relevant authorities for the purpose of constructing the facility, including the pipeline network

- (1) To procure the construction of the facilities including necessary materials and machineries in line with the standard procurement procedures, to supervise contractors, to confirm the certificate of completion and to transfer related technical know-how to the C/P staff

Performance: The design of the treatment facility was carried out. The construction should be expedited while design was not fully completed. Therefore, it was decided to divide the construction works into 3 contracts depending design progress as shown below. The major design drawings are enclosed as Annex 2.

- a. Construction of Concrete Structure of Treatment Facility,
- b. Filling of “Bio-Cristal”, Construction of Administration Building and Installation of Mechanical Facilities
- c. Construction of Sewerage Pipe Network

Design and contract documents were checked and confirmed by MoWHS and the Thimphu City officers before inviting contractors.

The selection of the contractor for the 1st part of the works was conducted by quotation basis in accordance with the JICA guideline. Following 4 contractors

listed in the contractors list in the MoWHS were invited for submitting quotation;

- a. Vijra Builders,
- b. Kurtoe Construction,
- c. Gaki Pelbar Corporation,
- d. KTP Construction

The offer of the Vijra Builders was the lowest and the contract was signed in July 2017 with the Vijra Builders at the price of the Nu.4,831,750.

The 2nd contract was also conducted in the same method with the same contractors in August 2017. The 2nd contract was also awarded to Vijra Builders at the price of the Nu.5, 016,269 and the work started in October 2017.

For the 3rd contract for the sewerage pipe network, following 3 contractors were invited for submitting the quotation in February 2018:

- a. Vijra Builders,
- b. Kurtoe Construction,
- c. Namgay Firm

The 3rd contract was signed at the price of Nu. 1,706,609 in February 2018 with Vijra Builders and the work started immediately.

The environmental clearing certificate from NEC was obtained before construction of the treatment facility with the assistance of the MoWHS.

7.3 Preparation of Organization Chart and O&M Manual

Performance: Operation and maintenance organization have been discussed with MoWHS and the City office in various occasions such as during design and construction, study tour in Japan.

O&M manual was drafted by the Survey Team and discussed with MoWHS officers and agreed upon. O&M manual and related documents listed below are enclosed as Annexes of this report.

- Annex 3. O&M Manual (Including System Checking Record & System Daily Record Sheet)
- Annex 4. Specification for Filling of Filter Media and Ventilation Soil
- Annex 5. Structure & Function of Sewage Treatment Facility

Annex 6. Design Calculation of Sewage Treatment Facility (200m³)

Annex 7. Instruction Manual of Shinmeiwa Helical Blower

Annex 8. Electrical Drawings for Blower Panel

7.4 Selection of Inspection Agency and Inspection System

Performance: It is confirmed that BOD of rivers is monitored by the National Environmental Commission and Vabesa sewerage facility of Thimphu City has a simplified water quality monitoring devices to monitor BOD. Thimphu City agreed to monitor BOD of affluent from Hejo sewerage treatment facility.

[**After the completion of the Hejo Sewerage System the effluent from the sewerage treatment facility was sampled and tested at the Vabesa facility on June XX, 2019 and the result was XX mg/l, which is within an allowable limit, 30 mg/l, prescribed by the NEC. In Japan, it set at 20mg/l.**](#)

7.5 Proposal on Proper Management and Treatment of Sludge

Performance: It is confirmed that Thimphu City authority possesses vacuum trucks. As a treatment method of sludge from the sewerage treatment facility shall be drawn out by vacuum truck and dispose sludge in the area where no adverse environmental issues take place. MJS proposed to utilize the Niimi trench to treat sludge.

The method and timing of drawing sludge from the sewerage treatment facility is explained in the O&M manual in Annex 2. It is also recommended that sludge shall be drawn at least once a year even if sediment is not much.

7.6 Study on Financial Requirement for O&M of Facility

Performance: The Hejo sewerage system including the treatment facility shall be handed over to the Thimphu Municipal Authority. The O&M cost required for the Hejo sewerage system is smaller comparing to other sewerage facilities operated by the Authority as discussed in Table 2 above. It is yet to be studied in detail by the City Authority

7.7 Proposal for Environmental Monitoring and it's Administration System

Performance: In the presently required environmental monitoring by the law and standard for sewerage system, mainly effluent to discharge to the river falls under the category of monitoring, which are properly planned to conduct with the C/P.

And, since the environmental clearance was obtained from NEA no issues exist for the Hejo sewage system.

7.8 Assessment on DAC 5 Items for Resolving Issues

Performance: DAC (Development Assistance Committee) of OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) defines assessment of each development project on 5 items namely “Relevance”, “Effectiveness”, “Efficiency”, “Impact”, and “Efficiency”.

The project is yet ongoing project. However, it is forecast that the DAC 5 items could be cleared when the construction will be completed.

7.9 Transfer of Knowledge and Skills

Transfer of knowledge and skills related to the sewage treatment facility by the Dojo-Joka System and upgrading of appropriate O&M capacity of the facility to the C/P staff have been conducted.

- (1) Selection of candidate staff of DES of MoWHS and the relevant office to transfer the skill of O&M of the treatment facility

Performance: Through the survey, design and construction of the Hejo sewerage facility, on the job training to the staff of MoWHS and Thimphu City has been carried out continuously. In addition to the training at site, the trainings in Japan were carried out by visiting towns where sewerage facility constructed by “Dojo-Joka system” and lectures provided by MJS staff.

- (2) Guidance on O&M skill on composition and structure of facility through construction supervision as 3.1 (5) above and trial operation to the staff selected as (1) above

Performance: While construction is going on, a seminar on Dojo-Joka system was held in Thimphu on February 2018. There are 66 participants attended the seminar, not only the C/P engineers but also academics, politicians, and journalists of Bhutan. Most of the participant visited the construction site and inspected the treatment facility under construction, which was not yet covered by soil. The inspection of the construction site provided realistic function of the sewerage treatment.

The Kuensel newspaper and the BBS TV station reported the seminar and the advantage of the sewerage treatment by the Dojo-Joka system.

- (3) Inspection on similar facilities to be constructed with “Dojo-Joka System” and acquisition of O&M technology by the C/P staff through training courses in Japan

Performance: The study tours to Japan were organized for the staff of MoWHS and Thimphu City twice to visit the sewerage facilities constructed by Dojo-Joka system and attended lectures provided by MJS staff. MJS took the staff to JICA and Ministries involving sewerage works.

The schedule and participants of the study tours are shown the following Table 3.

Table 3 Schedules and Participants to the Study Tour in Japan

Trip	Period			Name of Participant
	Days	From	To	
1st	9	July 30	Aug. 7	Ms. Dehchen Yangden (CE, MoWHS) & Mr. Samten Lhendup (Sr. E, Thimphu City)
2 nd	11	Mar. 16	Mar. 26	Mr. Phuntsho Wangdi (Principle E., MoWHS) & Mr. Ram Mdr. Rai (Asst. E., Thimphu City)

- (4) Acquisition of relevant technology by the C/P through joint preparation of O&M manual and operation training of the facility

Performance: When the O&M manual prepared in Japan, initial draft was sent to Bhutan to get comments on the draft. Mr. Phuntsho Wangdi provided comments on draft and the O&M manual was finalized referring to his comments.

- (5) Upgrading of O&M skill through trial operation of the facility

Performance: After the construction of the sewerage treatment facility has been completed, the opening ceremony was held at site attended by VIPs including the Minister of MoWHS on 13th February 2019, though individual sewerage connection has not been completed. With use of the vacuum truck, sewage water was poured to the treatment tank and it was confirmed that the treatment facility is functioning as designed.

In the following day of the opening ceremony, a meeting with the residents was held and 28 numbers of residents participated. The most of the people take delight

in completion of the sewerage system, and express their intension to connect sewerage to the system early. As of middle of June, 14 buildings have already connected the sewerage to the system.

7.10 Drawing up Sewerage Development Plan

Drawing up sewerage development plan to operate and maintain the sewerage facilities and future business advancement plan

- (1) Data collection and analysis on national level sewerage development plan with approach method, construction standard and guideline, relevant budget, etc.

Performance: A preliminary master plan for district level sewerage development in Bhutan has been prepared by the Survey Team, and provided in this report as Annex 9.

- (2) Collection and analysis of data on skill level and turnover of contractors on sewerage facility with relevant agencies including entry condition of foreign firms

Performance: The MJS has transferred various technologies and skills to the Vijra Builders, who is the contractor engaged construction works of the Hejo sewerage system, especially for concrete tank, installation of “Bio-Cristal”, placing soils and so on, in addition to the C/P staff. The contractor has communicated well with MJS staff, though there were a few disputes on construction methods on safety and environmental aspects in an early stage.

- (3) Survey on procurement method, sources of materials and equipment related to construction of the sewage treatment facility, including prices and suppliers

Performance: The procurement of construction materials for concrete works is depending on the Contractor, and quality of such materials was considered to meet international standards. However, the MoWHS strongly requested to install Japanese made mechanical equipment such as blower and control panel, though the MJS initially planned to install Indian made equipment. As it took substantial time for arrange transportation to Bhutan including Custom clearance, which is one of the major reason for delay of the construction. Due to this situation, MJS has to send the machine by air cargo.

- (4) Analysis of issues and risk on procurement of materials and equipment, and construction of sewerage facility, and countermeasures

Performance: As discussed in (1) above, transportation of goods from Japan to Bhutan is not so easy, as the MJS faced difficulty to transport “Bio-Cristal” also.

The countermeasures could be to start early action for the transportation of materials and equipment.

(5) Preparation of project plans and comparative statements taking sustainability and economic efficiency into account

Performance: The Survey Team prepared the preliminary Master Plan for sewerage development on district basis as Annex 9 enclosed. The Master Plan proposes to construct sewerage system at population accumulated areas in each district. Sewerage treatment facilities by Dojo-Joka system are appropriate for small and medium size sewerage system due to the following reasons:

- a. Initial and O&M low costs because very few types of machinery required.
- b. Environmentally friendly by avoiding secondary pollution, such as eruption of odor, from sewerage treatment facilities
- c. Area of sewerage treatment facility constructed to be utilized for public space as a green park
- d. Natural slope of the area to be utilized efficiency

(6) Extraction and determination of optimized plans

Performance: As discussed in (5) above, it could be justified that a sewerage treatment facility by Dojo-Joka system is one of optimum sewerage plans especially in topographical conditions like Bhutan.

7.11 Sensitization of Residents on Environmental Issues

Sensitization of residents on environmental issues through proper use of the sewerage facility

(1) Conducting seminars and workshops to impart know-how of the constructed facilities to the C/P, relevant institutions and firms

Performance: In June 2017, the Survey Team joined the Exhibition for the construction business in Thimphu and displayed drawings, photographs and so on for the public. Many contractor's staff, officers, students, etc. visited the Survey Team's booth. Many visitors to the booth expressed interest in the technology presented.

The Seminar on Dojo-Joka system was held in Thimphu on February 2018. There are 66 participants attended the seminar, not only the C/P engineers but also academics, politicians, contractors, and journalists of Bhutan. Most of the participants visited the construction site of the sewerage treatment plant under construction and inspected it, which was not yet covered by soil. The seminar and the inspection provided reality of the sewerage treatment plant by the Dojo-Joka system.

(2) Dissemination of information to residents of the area on the value of facility to be constructed and improvement of environment through operation of the facility

Performance: In February 2019, the meeting with the Hejo beneficiaries, 28 numbers, with the Survey Team, MoWHS and Thimphu City officers was held at the sewerage treatment plant site on the following day of the opening ceremony of the treatment site. MoWHS officers explained the advantage of the Hejo sewerage system including environmentally friendly facility. People appreciated the construction the sewerage system expressed their willingness to connect their sewerage to the Hejo sewerage system.

8. Future Development Program

It is necessary to develop sewerage facilities in Bhutan especially in urban areas. For the purpose, the Survey Team prepared preliminary master plans of sewerage sector at urban area in each prefecture as Annex 9.

It was broad understanding in Bhutan that small sewerage treatment facility constructed by Miimi system is quite fit to Bhutan conditions. For the master plan, data and information including name of populated areas, maps, population, gross area of prefecture, etc. are collected.

The master plan is prepared based on the collected data and information and the construction cost of the Hejo sewerage system.

9. Reporting

The Reports to be prepared by the Survey Team and time submitted are shown in the following Table 4.

Table 4 Name of Reports and Time Submitted

No.	Name of Report	Time to Submit	
		Original Plan	Actual
1	Implementation Plan	Mar. 2017	Mar. 2017
2	Completion Report (Draft)	June 2018	June 2019
3	Completion Report	August 2018	August 2019