

インド国

ウッタール・プラデシュ州ムザファルナガル市

ウッタール・プラデシュ州バラナシ市

インド国  
環境配慮型トイレの導入にかかる  
普及・実証事業  
業務完了報告書

令和 6 年 2 月

(2024 年)

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

大成工業株式会社

民連
JR
24-008

＜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.

## 目次

巻頭写真 .....	i
略語表 .....	iv
地図 .....	v
図表番号 .....	vii
案件概要 .....	x
要約 .....	xi
第1章 事業の背景 .....	1
1-1 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認 .....	1
1-2 普及・実証を図る製品・技術の概要 .....	7
第2章 普及・実証事業の概要 .....	9
2-1 事業の目的 .....	9
2-2 期待される成果 .....	9
2-3 事業の実施方法・作業工程 .....	10
2-4 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他） .....	12
2-5 事業実施体制 .....	16
2-6 事業実施国政府機関の概要 .....	17
第3章 普及・実証事業の実績 .....	18
3-1 インド国ウッタール・プラデシュ州ムザファルナガル市、バラナシ市において TSS の有用性、優位性が確認される、C/P による TSS に関する知識と理解が醸成される。 .....	18
3-2 有料公衆トイレ（バラナシ市）における現地パートナーNGO との TSS 運営に関する 協業計画が策定される。 .....	53
3-3 TSS 普及のための事業展開計画が策定される。 .....	55
3-4 事業目的の達成状況 .....	63
3-5 開発課題解決の観点から見た貢献 .....	63
3-6 ジェンダー配慮 .....	64
3-7 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について .....	65
3-8 今後の課題と対応策 .....	65
第4章 本事業実施後のビジネス展開計画 .....	67
4-1 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定 .....	67
4-2 想定されるリスクと対応 .....	67
4-3 普及・実証において検討した事業化による開発効果 .....	68
4-4 本事業から得られた教訓と提言 .....	68
参考文献 .....	71
添付資料 .....	73
英文要約 .....	74

## 巻頭写真

	
デリーでの打合せ (2018 年 6 月)	ムザファルナガル市との MoU 締結 (2018 年 6 月)
	
TSS 施工監理 (バラナシ) (2018 年 9 月)	TSS 施工監理 (バラナシ) (2018 年 9 月)
	
タフガード敷設 (バラナシ) (2019 年 4 月)	TSS 完工 (バラナシ) (2019 年 4 月)
	
現地調査 (ムザファルナガル) (2018 年 9 月)	TSS 施工監理 (ムザファルナガル) (2019 年 4 月)

※自然浄化式污水处理システム Taisei Soil System (提案製品) は、以下「TSS」と記載する。



	
<p>バラナシ現場 1 (2022 年 4 月)</p>	<p>バラナシ現場 2 (セプティックタンク) (2022 年 4 月)</p>
	
<p>バラナシ現場 3 (セプティックタンク) (2022 年 4 月)</p>	<p>バラナシ現場 4 (リレータンク) (2022 年 4 月)</p>
	
<p>バラナシ現場 5 (リレータンクの蓋破損) (2022 年 4 月)</p>	<p>バラナシの処理水 (2023 年 6 月)</p>

	
<p>ムザファルナガル現場 1 (2022 年 4 月)</p>	<p>ムザファルナガル現場 2 ボトムアッシュ (2022 年 4 月)</p>
	
<p>ムザファルナガル現場 3 排水前 Septic tank (2022 年 4 月)</p>	<p>ムザファルナガル現場 4 排水後 Septic tank (2022 年 4 月)</p>
	
<p>ムザファルナガル現場 5 (2022 年 4 月)</p>	<p>ムザファルナガルの処理水 (2023 年 1 月)</p>

## 略語表

略語	正式名称	日本語名称
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
C/P	Counterpart	相手国実施機関
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
Jal Kal	Jal Kal Department, Varanasi Minicipal Corporateion	バラナシ市上下水道管理部門
MODWS	Ministry of Drinking Water and Sanitation (現 Department of Drinking Water and Sanitation Ministry of Jal Shakti, DWS)	飲料水・衛生省
MoHUA	Ministry of Housing and Urban Affairs	住宅・都市開発省
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織
NUSP	National Urban Sanitation Policy	国家都市衛生政策
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
SBM	Swacch Bharat Mission	清潔なインドのための国家プロジェクト
SRGC	Shri Ram Group Of Colleges Muzaffarnagar	(ムザファルナガルにおける TSS パイロット機設置先の学校名称)
SSAR	Society for Social Action and Research	社会活動とリサーチのための NGO 団体
TARA	Society for Technology and Action for Rural Advancement	(外部人材所属機関名称)
TCE	TATA Consulting Engineers Ltd.	(有望顧客の名称)
TSC	Total Sanitation Campaign	総合衛生キャンペーン
TSS	Taisei Soil System	自然浄化式汚水処理システム
TSS	Total Suspended Solids	総懸濁物質
VMC	Varanasi Municipal Corporation	バラナシ市

## 地図

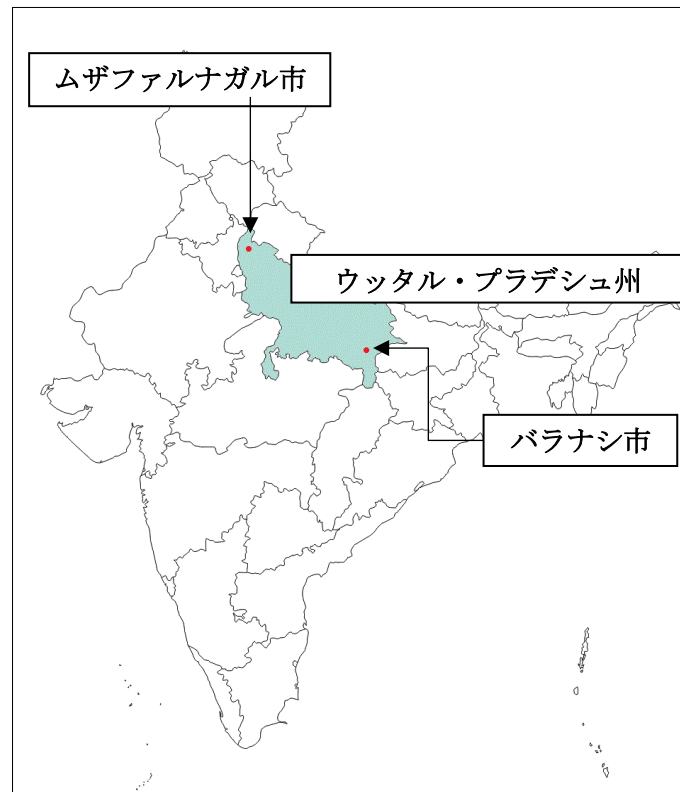


図 1：ウッタール・プラデシュ州および普及・実証事業実施都市<sup>1</sup>

### 【免責条項】

免責：本地図上の表記は図示目的であり、いずれの国及び地域における、法的地位、国境線及びその画定、並びに地図上の名称についても、JICA の見解を示すものではありません。

Disclaimer: This map is only for illustrative purpose and does not imply any opinion of JICA on the legal status of any country or territory, the border

<sup>1</sup> 世界地図<<http://www.sekaichizu.jp>>より引用





## 図表番号

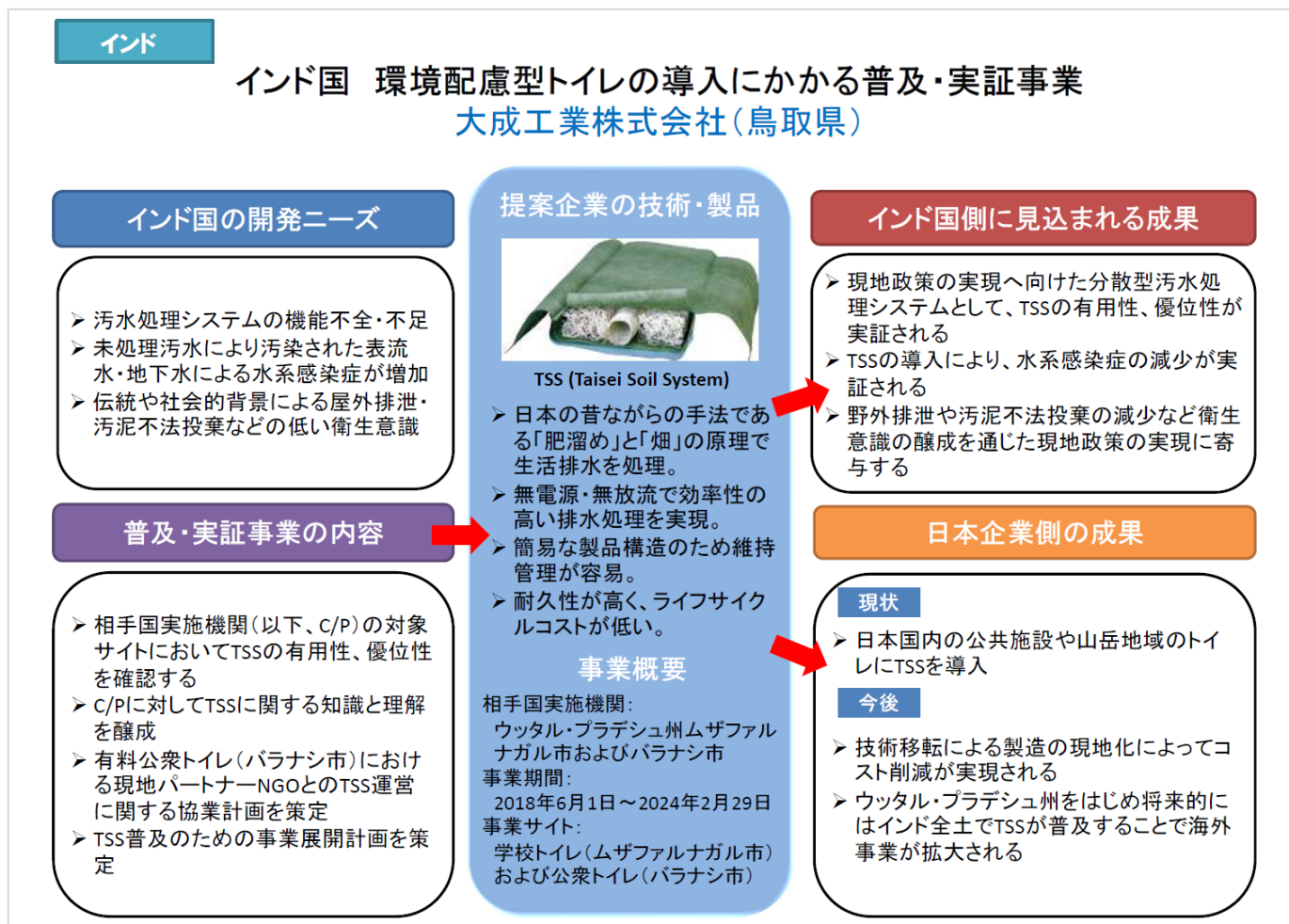
表 1：ODA 事業によるトイレ・衛生関連事業 .....	5
表 2：主要なトイレ整備プロジェクト一覧（世界銀行） .....	6
表 3：普及・実証を図る製品・技術の概要.....	7
表 4：作業工程計画（調査項目 1, 2, 3, 4） .....	10
表 5：要員計画表（提案法人・現地業務） .....	12
表 6：要員計画表（提案法人・国内業務） .....	12
表 7：要員計画表（外部人材・現地業務） .....	13
表 8：要員計画表（外部人材・国内業務） .....	14
表 9：資機材リスト.....	15
表 10：C/P の役割および負担事項 .....	15
表 11：TSS 維持管理業務 .....	15
表 12：C/P 基礎情報 .....	17
表 13：施工工程表（バラナシ・第 1 期目）2018 年 .....	18
表 14：施工工程表（バラナシ・第 2 期目）2019 年 .....	19
表 15：施工計画表（ムザファルナガル・第 1 期目）2018～2019 年 .....	20
表 16：施工計画表（ムザファルナガル・第 2 期目）2020 年 .....	21
表 17：バラナシでの工事詳細（第 2 回および第 4 回現地渡航にて実施） .....	22
表 18：ムザファルナガルでの施工準備詳細（第 2・4・8 回現地渡航にて実施） ...	25
表 19：維持管理データ（バラナシ） .....	32
表 20：維持管理データ（バラナシ） .....	33
表 21：透視度から判断される BOD 濃度（バラナシ）（参考） .....	38
表 22：維持管理データ（ムザファルナガル） .....	39
表 23：透視度から判断される BOD 濃度（ムザファルナガル）（参考） .....	41
表 24：バラナシサイトパイロット基の水質検査結果.....	48
表 25：ムザファルナガルサイトパイロット基の水質検査結果.....	48
表 26：現地セミナー概要（バラナシ） .....	49
表 27：現地セミナー概要（ムザファルナガル） .....	51
表 28：現地 NGO の SSAR の概要.....	53
表 29：学校トイレモデル.....	55
表 30：有料公衆トイレモデル.....	57
表 31：調査を実施した公衆トイレの一覧.....	60
表 32：公園トイレモデル.....	62
表 33：機材設置場所の今後の課題と対応策.....	65

図 1：ウッタール・プラデシュ州および普及・実証事業実施都市.....	v
図 2：ムザファルナガル市における普及・実証事業地.....	vi
図 3：バラナシ市における普及・実証事業地.....	vi
図 4：インドにおける行政階層.....	1
図 5：インド実質 GDP 成長率の推移（2013 年から 2022 年）.....	2
図 6：事業実施体制図.....	16
図 7：バラナシにおける施工状況.....	24
図 8：ムザファルナガルにおける測量および現地調査の状況.....	27
図 9：パイロット機の設置概要（バラナシ）.....	28
図 10：水質測定実技指導の状況.....	28
図 11：パイロット機の設置概要（ムザファルナガル）.....	29
図 12：改造した排水流入ますの構造（模式図）.....	30
図 13：TSS の維持管理マニュアル等の説明の様子.....	30
図 14：TSS 維持管理シート（バラナシ）.....	31
図 15：設置された側溝とフェンス（バラナシ）.....	35
図 16：利用者及びインスペクションタンクの水位（バラナシ）.....	35
図 17：処理水の外観（バラナシ）.....	36
図 18：処理水の外観（バラナシ）（2023/6/15）.....	36
図 19：処理水の水質（バラナシ）.....	37
図 20：TSS 維持管理シート（ムザファルナガル）.....	38
図 21：インスペクションタンクの水位.....	39
図 22：処理水の外観（ムザファルナガル）.....	41
図 23：処理水の水質（ムザファルナガル）.....	41
図 24：バラナシ市の汚泥処理施設建設構想地(ラムナ地区).....	44
図 25：引抜汚泥処理施設の新設場所(案)（バラナシ）.....	44
図 26：ディナプール下水処理場の写真（バラナシ）.....	45
図 27：引抜汚泥の運搬中継基地の建設場所（案）（バラナシ）.....	46
図 28：セプティックタンク汚泥を投入している下水処理場.....	46
図 29：セプティックタンク汚泥処理方法の改善案（ムザファルナガル）.....	47
図 30：バラナシでのセミナーの写真.....	51
図 31：ムザファルナガルでのセミナーの写真.....	52
図 32：バラナシの女性グループを連携した TSS の維持管理の様子.....	54
図 33：バラナシ市における TSS の維持管理体制の概要.....	54
図 34：対象となる施設と TSS 設置候補地（バラナシ）.....	56
図 35：Shardein School（左）及び JV Public School（右）の敷地内の空きスペース .....	57

図 36 : Aadikeshav ガート近傍の公衆トイレ (バラナシ) .....	58
図 37 : Khidkiya ガート近傍の公衆トイレ (バラナシ) .....	59
図 38 : ムザファルナガル市内の公衆トイレ.....	61
図 39 : 都市公園 (Ashok Vihar Phase-II PF Office) (バラナシ) .....	62
図 40 : サルナート公園内の公衆トイレ (バラナシ) .....	63
図 41 : 山陰インド協会の現場視察と地元メディアによる現場取材 (バラナシ) ...	64
図 46 : 生活排水処理改善方法のイメージ (マスタープランに規定) .....	70



## 案件概要



## 要約

I. 提案事業の概要	
案件名	インド国環境配慮型トイレの導入にかかる普及・実証事業 Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Environmentally Friendly Toilets in India
事業実施地	① ウットル・プラデシュ州ムザファルナガル市 ② ウットル・プラデシュ州バラナシ市
相手国 政府関係機関	① ウットル・プラデシュ州ムザファルナガル市 ② ウットル・プラデシュ州バラナシ市
事業実施期間	2018 年 6 月 1 日 ～ 2024 年 2 月 29 日
契約金額	104,670,580 円（税込）
事業の目的	インド国におけるトイレ・汚水処理設備の未整備による土壌・公共用水域汚染の改善に資するために、提案技術・製品である TSS の有用性及び優位性が実証されるとともに、TSS を普及するための方法と課題が整理される。
事業の実施方針	<p>【事業実施の基本方針】</p> <p>① C/P および関連省庁へ対する最適な分散型汚水処理施設として、TSS の理解を得ると共に、現地の資材・労力にて設置・維持管理が可能な施設としての認知および普及促進を図る。</p> <p>② NGO との協業を通じた地域女性の育成と雇用の創出を図る。</p> <p>③ TSS の普及を通じ、既設トイレ由来の土壌や公共用水域の汚染の緩和を図る。</p> <p>④ パイロット機のショールーム化やセミナー開催を通じた TSS の事業展開の可能性を確認する。</p> <p>⑤ 事業化後のビジネスモデルを検証する。</p> <p>【実施方法】</p> <p>① ムザファルナガル市における学校の寮施設に処理水量 8,000L/日の TSS を設置し、実証する。</p> <p>② バラナシ市における現地 NGO の Sulabh International が運営する有料公衆トイレに処理水量 4,000L/日の TSS を設置し、実証する。</p> <p>③ 現地セミナー・ワークショップを通じて普及活動を行う。</p> <p>④ 現地パートナー NGO と共に有料公衆トイレにおける維持管理スタッフとしての女性の雇用等による協業運用を図る。</p> <p>⑤ TSS の導入を通じた処理水質の改善を図る。</p> <p>⑥ パイロット機の実証を通じて、学校トイレモデルと有料公衆トイレモデルに係る事業化の事業展開計画を検証する。</p>
実績	<p>【要約】</p> <p>当初、事業実施期間が 2018 年 6 月から 2021 年 1 月までの計画で開始した事業だが、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響で現地渡航に制限措置がとられたため、事業実施期間を 2024 年 2 月まで延長し、全ての普及・実証活動が完了した。</p> <p>1. 実証活動</p> <p>バラナシ市では有料公衆トイレ向けの TSS の設置が 2019 年 4 月に完了</p>

	<p>し、ムザファルナガル市では、大学の学生寮トイレ向けの TSS の設置が 2020 年 2 月に完了した。その後のモニタリングと水質検査の結果により、TSS による汚水処理が正常に稼働していることを確認した。</p> <p>2. 普及活動</p> <p>バラナシ市及びムザファルナガル市で、2023 年 6 月に TSS のセミナーを実施し、C/P 機関をはじめとする現地政府機関や民間企業に対して、TSS の実証結果の報告と技術的な有効性を説明し、理解の促進をはかった。バラナシ市では、23 名、ムザファルナガル市では、100 名がセミナーに参加し、提案技術に対して多くの関心が寄せられた。</p> <p>3. ビジネス展開</p> <p>TSS のビジネス展開では、有料公衆トイレモデルと学校トイレモデルの普及を目指している。本調査を通じ、ビジネス展開においては、TSS の価格が現地の競合製品に比べて高いことが課題となっている。そこで、TSS 販売価格のコストダウンを目的として、現地資材の調査を実施し、土壌処理部の通気性土壌の代替資材と塩ビ管等の汎用部品の現地調達が可能となった。今後は、タフガード等のコア部品の現地生産も検討し、さらなるコストダウンで競争力のある現地価格の実現を目指している。</p>
課題	<p>1. 実証活動</p> <p>バラナシ市の有料公衆トイレに設置した TSS は、本事業中に雨季の大雨により、雨水が敷地内に滞留し、TSS が正常に稼働できない問題が発生した。そのため、TSS の周りに側溝を追加設置し、敷地内の水捌けをよくすることで一定の排水効果は見られたものの、今後近隣地域一帯が浸水するような降雨があり雨水排水が滞留するようであれば、現地 NGO の SSAR にポンプ排水をお願いしなければならない状況となっている。</p> <p>ムザファルナガル市 SRGC では、設計時に確認した学生寮の生徒数が TSS 設置時に増加しており、処理能力を超える排水が流入するという問題があった。そのため、流入管の前に排水流入ますを設置し、バルブを用いて TSS への排水流入を制御できるようにした。このことで、TSS の処理能力を超える排水が流入する問題は解決したが、今後、更に寮内の生徒が増加し TSS への流入排水量が増加した場合には、TSS の処理能力を超えないようにバルブを調整管理することが必要である。</p> <p>2. 普及活動</p> <p>バラナシ市では、自治体を中心とした行政機関と学校をターゲットに普及を目指している。自治体や民間の学校への TSS の普及は、引き続き、地道な広告・宣伝活動等が必要となるため、今後も現地パートナーの協力を得ながら、実証サイトを活用した普及活動の継続が必要となる。</p> <p>ムザファルナガル市では、環境配慮や SDGs の活動に関心の高い学校や、現地大手企業の CSR 事業による TSS の普及が見込まれている。ムザファルナガル市は、バラナシ市に比べ現地で広告宣伝活動を担うパートナーが不在であるため、カウンターパート機関と連携し、継続的に TSS の普及活動を実施する必要があるため、カウンターパート機関との関係を維持し、普及活動を実施していく必要がある。</p> <p>3. ビジネス展開</p>

	インドでのビジネス展開においては、価格設定が重要であり、現地調達・現地生産を実現し、コストダウンすることが課題である。
事業後の展開	<p>今後のTSSの普及では、自治体を中心とした行政機関に対して公衆トイレモデルの提案と公立/民間の学校をターゲットにした学校トイレモデルのビジネス展開を想定している。行政機関を対象とした普及活動としては、都市公園を管轄しているデリー開発公社が公園内のトイレ・手洗いからの排水を処理する分散型施設の整備を計画中であることが判明している。本情報を基に同公社の関係者とオンラインで面談し、TSS及び本事業の紹介を行ったところ、今後も同様の整備計画がある公園がデリー市内だけで約1,100カ所もあるとの情報を得た。同様の計画は、全国的にも広まってくることが想定されことから、引き続き、行政機関を対象とした公衆トイレモデルの普及を目指すこととしている。</p> <p>また、学校をターゲットとした学校トイレモデルの普及では、ムザファルナガル市のカウンターパート機関である Shri Ram Group Of Colleges Muzaffarnagar（以下「SRGC」という）の実証機をショーケースとして同大学の SNS、イベント、セミナー等で宣伝することで、環境配慮や SDGs の活動に関心の高い学校への TSS のアピール効果が期待される。さらに、学校トイレモデルでは、現地大手企業による CSR 事業で学校を対象とした TSS の普及活動が見込まれる。</p>
II. 提案企業の概要	
企業名	大成工業株式会社
企業所在地	鳥取県米子市米原 6 丁目 15 番 37 号
設立年月日	2009 年 12 月
業種	建設業
主要事業・製品	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 生活排水処理施設の設計および施工</li> <li>● タフガード（土壌浸潤処理資材）の販売および設計・施工</li> <li>● TSS の設計および販売</li> <li>● 浄化槽の設計施工および販売</li> <li>● 浄化槽維持管理業務</li> </ul>
資本金	20,000 千円（2021 年 11 月時点）
売上高	377.011 千円（2022 年 9 月時点）
従業員数	15 名（2023 年 9 月時点）

## 第1章 事業の背景

### 1-1 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

#### 1-1-1 事業実施国の政治の概況

インドは1947年8月15日にパキスタンと分離する形でイギリスから独立した。現行の政治体系の礎となる憲法は1949年に制定された。国家元首は大統領であり、行政府の長である首相は大統領によって任命される。立法府は上院（245議席、任期6年、2年ごとに3分の1ずつ改選）および下院（545議席、任期5年、任期途中で解散あり）から成る両院制を採用している。行政区分は連邦制となっており、各州が独立した一つの政府として機能している。なお、インド政府の傘下に29の州（State government）および7つの連邦直轄領（Union territories）があり、その下部にはDivisionが設置されている。Divisionの下部にはDistrict（Zill-Parishad）が設置され、それ以下の行政ヒエラルキーについては、地方の小集落地域においてはBlock（Tehsils）として、そしてそれ以外の地域は人口区分に応じてMunicipal Corporation（Mahanagar-Palika）、Municipality（Nagar-Palika）またはCity Council（Nagar-Panchayat）として分類される。なお、当該小集落地域における最下行政区分はVillage（Gram Panchayat）となっており、それ以外の地域における最下行政区分はWardとなっている。

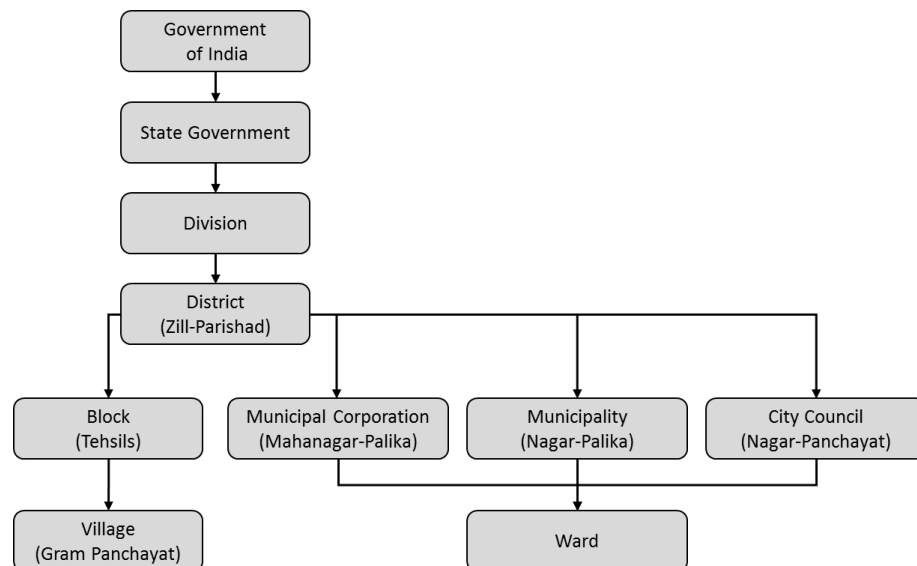


図 4：インドにおける行政階層<sup>4</sup>

#### 1-1-2 事業実施国の経済の概況

1991 年以降、インドは経済改革に取り組み、2003 年以降は GDP 成長率が年間約 7%から 9%の高い経済成長を達成してきた。その後は、成長率の浮き沈みがあったものの、2013 年

<sup>4</sup> JICA 調査団作成

から2018年にかけて年間6%以上の高い経済成長率を達成してきた。特に2015年から2016年は消費と製造業の躍進が経済を牽引し、成長率8.0%以上を記録した。これは、新興国随一の高い成長となり、翌年以降も6%以上の高い経済成長率となった。

2019年から2020年にかけては、新型コロナウイルスによるパンデミックの影響で、政府による都市封鎖や行動制限が実施された結果、成長率が大幅に低下し、マイナス成長となった。しかし、パンデミックが収束に向かっていった2021年は前年からのV字回復を果たし、成長率9.1%と再び高い経済成長を達成している。

他方で、民間投資の伸び悩みが懸念となっていることからこの点を克服すべく、2014年5月に首相となったナレンドラ・モディ氏は「Make In India」キャンペーンとしてインフラの整備、投資規制の緩和や行政手続きの簡素化などを実現することでGDPに占める製造業の割合を2022年までに25%引き上げる目標を設定した。また、州によって適用条件が異なっている複雑な間接税体系を一本化するための「物品・サービス税（Goods and Services Tax, GST）」が上下両院で可決され、2017年7月1日より同税が施行されている（ジャンムー・カシミール州を除く、インド全州にて適用）。

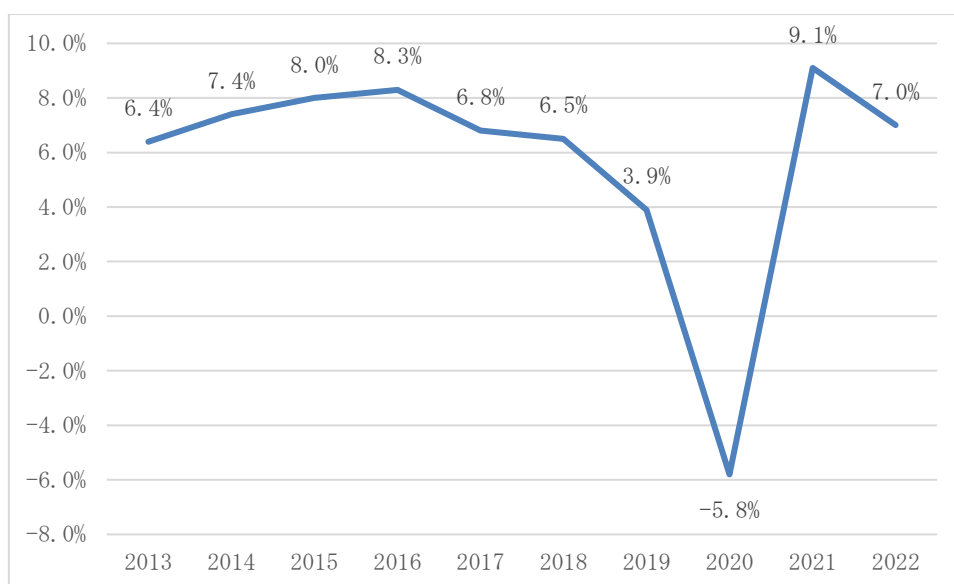


図 5：インド実質 GDP 成長率の推移（2013 年から 2022 年）<sup>5</sup>

### 1-1-3 対象分野における開発課題

インド政府は、第 11 次 5 か年国家計画（2007 年～2012 年）で掲げた「総合衛生キャンペーン」（Total Sanitation Campaign, TSC）の検証において、トイレ普及率の低さや依然として多くの人が野外排泄をしている現状を課題として挙げていた。インドの地方部にお

<sup>5</sup> The World Bank、  
Data<<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2022&locations=IN&start=2013>>  
を基に調査団作成

けるトイレ普及を推進している飲料水・衛生省（Ministry of Drinking Water and Sanitation, MODWS（現 Department of Drinking Water and Sanitation Ministry of Jal Shakti, DWS））の発表<sup>6</sup>によると、同省がトイレ普及の対象としている約 1 億 5 千 7 百万世帯（2018 年 10 月 30 日現在）のうち、95.51%の家庭にて既にトイレが設置されている。残りの 5.49%（約 7 百万世帯）はまだトイレが設置されていないことから、インド政府は 2019 年 10 月 2 日までに 100%の達成を目指すべく、「清潔なインドのための国家プロジェクト」の政策（下記詳述）を推し進めてきた。

インド政府の第 12 次 5 か年計画（2012 年～2017 年）においては、トイレの建設のみを目標とするのではなく、人々がトイレを使用するよう啓発活動にも時間と予算を割き、家庭、学校、コミュニティにおいて「実際に活用されるトイレ」の普及・整備に重点が置かれてきた。学校などの公共施設では、教師、村落保健普及員、助産師などに対して衛生教育を提供することで家庭や地域住民に対しても衛生意識を啓発することが期待され、維持管理においても迅速に対応できるようにトイレ建設職人に対する訓練を提供してきた。

なお、インドが抱える社会経済開発上の課題として「污水处理システムの機能不全・不足」による地域住民の衛生・生活環境問題の深刻化が挙げられる。都市部における污水处理対策は進んできており、都市人口約 1.4 億人は集中型污水处理施設（下水道）に接続している。また、約 1.6 億人は分散型污水处理施設（セプティックタンク、汲み取り式トイレ等）を利用しており、インドで発生する污水全体の約 13%は、何らかの污水处理対策が実施されている。当該施設は、時間やコスト面で集中型污水处理施設に比べ手軽に設置ができ、公共用水域の汚染防止に繋がるため、インド国内でのさらなる普及が期待されている。しかし、これらの污水处理施設の普及の遅れや汚泥処理システム・施設の機能不全・不足により、未処理の污水・汚泥の土壌・河川・湖沼への流入に起因した水質汚染が発生し、この汚染が引き金となり感染症の蔓延、下痢症の増加等の健康問題が深刻化している。

#### 1-1-4 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

これまでインドは 5 年毎に国家計画を策定しており、2017 年までは第 12 次 5 か年計画に基づいた国家運営がなされてきた。この計画の中では「総合衛生キャンペーン」の評価として、衛生環境の整備にかかる取り組み状況の確認と提言がなされている。この国家計画の中では、戸別トイレやコミュニティのトイレの整備率の向上と排水システムの改善を掲げており、トイレと合わせて固形廃棄物管理や生活排水管理の改善も含めて取り組む際には、追加措置として別途補助金が支給されることになっている。

また、2008 年に策定された「国家都市衛生政策」（National Urban Sanitation Policy,

---

<sup>6</sup> Department of Drinking Water and Sanitation, Ministry of Jal Shakti, “Swachh Bharat Mission Target Vs Achievement On the Basis of Detail entered” <[https://sbm.gov.in/SBMReport/Report/Physical/SBM\\_TargetVsAchievementWithout1314.aspx](https://sbm.gov.in/SBMReport/Report/Physical/SBM_TargetVsAchievementWithout1314.aspx)>



NUSP 2008<sup>7)</sup> では、全てのインドの都市や町が、完全に衛生的、健康的、かつ住みやすい環境を実現すべく貧困層や女性にも焦点を当てた政策を掲げている。全国的なトイレの整備はもちろんのこと、人々の衛生問題に対する知識や意識を向上させて行動変容を促すという、ハード・ソフトの両面において目標を設定している。

なお、インド政府はインド全土でこの衛生問題に取り掛かるべく、2014 年 10 月に「清潔なインドのための国家プロジェクト」(Swachh Bharat Mission – Grameen, SBM<sup>8)</sup>) を立ち上げ、村落部は飲料水・衛生省 (Ministry of Drinking Water and Sanitation, MODWS (現 Department of Drinking Water and Sanitation Ministry of Jal Shakti, DWS)) が管轄し、都市部は住宅・都市開発省 (Ministry of Housing and Urban Affairs, MoHUA) が管轄している。SBM は村落部・都市部ともに、トイレの普及に対する補助金の整備や住民啓発の推進をミッションとしていた。現在 SBM はフェーズ 2 に移行しており、公衆衛生は州の課題であるため、州政府に柔軟性を与え、州固有の要件を考慮しながら、実施方針、資金の使用、メカニズムを決定することにより、SBM の達成に向けて前進している。インド政府の役割は、基本的に州政府の取り組みを補完することであり、国が必要と認める重要なプログラムにはミッション (国家の特別な任務) の地位を与えている。この戦略の主な要素は以下の通りである

- I. 草の根レベルで集中的な行動変容活動を実施するための地区の組織的な能力を強化する。
- II. 実施機関の能力を強化し、時間的制約のある方法でプログラムを展開し、総合的な成果を測定する。
- III. 地域社会で行動変容活動を実施するために、州レベルの機関にインセンティブを与える。

#### 1-1-5 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析

外務省の対インド国別開発協力方針 (2016 年)<sup>9)</sup> では 3 つの重点分野としてア) 連結性の強化、イ) 産業競争力の強化、ウ) 持続的で包摂的な成長への支援が掲げられている。本調査の対象分野である汚水処理については、基礎的社会サービスの向上に資する支援であるとしてウ) 持続的で包摂的な成長への支援の強化に分類されており、対インド国別実施展開計画の中で「上下水道・衛生改善・公害防止対策プログラム」を実施・展開している。当該プログラムは、人口増加や経済成長に伴う環境への負荷の増大により都市部の下水管接続率が 3 割以下に留まり、下水処理能力を超過した汚水が排出されることで地域住民の衛生・生活環境が脅かされている点を課題として挙げている。日本政府はこれらの課題に

<sup>7)</sup> NUSP 2008, <[https://www.mohua.gov.in/upload/uploadfiles/files/NUSP\\_0.pdf](https://www.mohua.gov.in/upload/uploadfiles/files/NUSP_0.pdf)>

<sup>8)</sup> Swachh Bharat Mission – Grameen, <<https://swachhbharatmission.gov.in/SBMCMS/about-us.htm>>

<sup>9)</sup> 外務省、「対インド国別援助方針」(2016)

<<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000189321.pdf>>



対応するため、上下水道関連施設等整備、事業運営機関の財務持続性の確保と能力向上、貧困層（スラム）への公共サービスの拡大、廃棄物対策や大気汚染等の対策等の公害対策、市民参加の促進と住民の啓発に取り組みながら効率性向上のため民間参入の促進に努めることとしている。なお、対インド国別開発協力方針に沿った、トレイ・衛生関連領域における具体的な ODA 事業は下表の通りである。

表 1：ODA 事業によるトイレ・衛生関連事業<sup>10</sup>

事業名	事業期間	スキーム	支援額（億円）
ガンジス川流域都市衛生環境改善事業（バラナシ）	2005 年 3 月 - 2022 年 6 月	有償	111.84
ヴァラナシ市衛生改善プロジェクト <sup>11</sup>	2020 年 6 月 - 2024 年 6 月	技プロ	4.9
オリッサ州総合衛生改善事業 <sup>12</sup>	2007 年 2 月 - 2012 年 11 月	有償	190.61
オディッシャ州総合衛生改善計画（第 2 期） <sup>13</sup>	2007 年 5 月 - 2018 年 6 月	有償	257.96
ヤムナ川流域諸都市下水等整備計画（フェーズ 3） <sup>14</sup>	2011 年 2 月 - 2018 年 4 月	有償	325.71
プネ市ムラ・ムタ川汚染緩和事業 <sup>15</sup>	2016 年 2 月 - 2023 年 5 月	有償	190.64

#### 1-1-6 事業実施国の対象分野における他ドナーの分析

近年、世界銀行では主に州政府をカウンターパートとする給水衛生プロジェクトを立ち上げる形でトイレの整備・普及を支援してきた。北部地域ではウッタラカンド州およびパンジャブ州にて、南部地域ではマハラシュトラ州、アンドラ・プラデシュ州、テランガナ州、ケララ州およびカルナータカ州にて支援の実績がある。これらのプロジェクトでは家庭・コミュニティ向けのトイレの物理的な普及だけでなく、建設されたトイレの使用を促進させるための啓発支援も合わせて行っている。

なお、ウッタラカンド州ではマイクロファイナスを活用することでトイレ建設を促すなど、地域住民への所得向上に組み込んだ例も報告されている。

世界銀行は、これまでのプロジェクトで構築した州政府との関係を生かし、SBM の達成

<sup>10</sup> 外務省、「対インド事業展開計画」（2018）

<<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072261.pdf>>をもとに JICA 調査団作成

<sup>11</sup> ODA 見える化サイト（JICA）、「ヴァラナシ市衛生改善プロジェクト」

<<https://www.jica.go.jp/oda/project/1700509/index.html>>

<sup>12</sup> ODA 見える化サイト（JICA）、「オリッサ州総合衛生改善事業」

<<https://www.jica.go.jp/oda/project/ID-P187/index.html>>

<sup>13</sup> ODA 見える化サイト（JICA）、「オディッシャ州総合衛生改善事業（第 2 期）」

<<https://www.jica.go.jp/oda/project/ID-P252/index.html>>

<sup>14</sup> ODA 見える化サイト（JICA）、「ヤムナ川流域諸都市下水等整備事業（3）」

<<https://www.jica.go.jp/oda/project/ID-P215/index.html>>

<sup>15</sup> ODA 見える化サイト（JICA）、「プネ市ムラ・ムタ川汚染緩和事業」

<<https://www.jica.go.jp/oda/project/ID-P243/index.html>>

を支援する総事業費 220 億ドルのプロジェクトを 2015 年 12 月より開始した。支援の概要は上述した SBM の 5 つの目標を達成支援するものとなっており、今後、地方部におけるトイレおよびそれに伴う排泄物の処理にかかる支援は当該プロジェクトでも推し進められていく。その他、近年の世界銀行における主要なトイレ整備関連プロジェクトは以下の通りである。

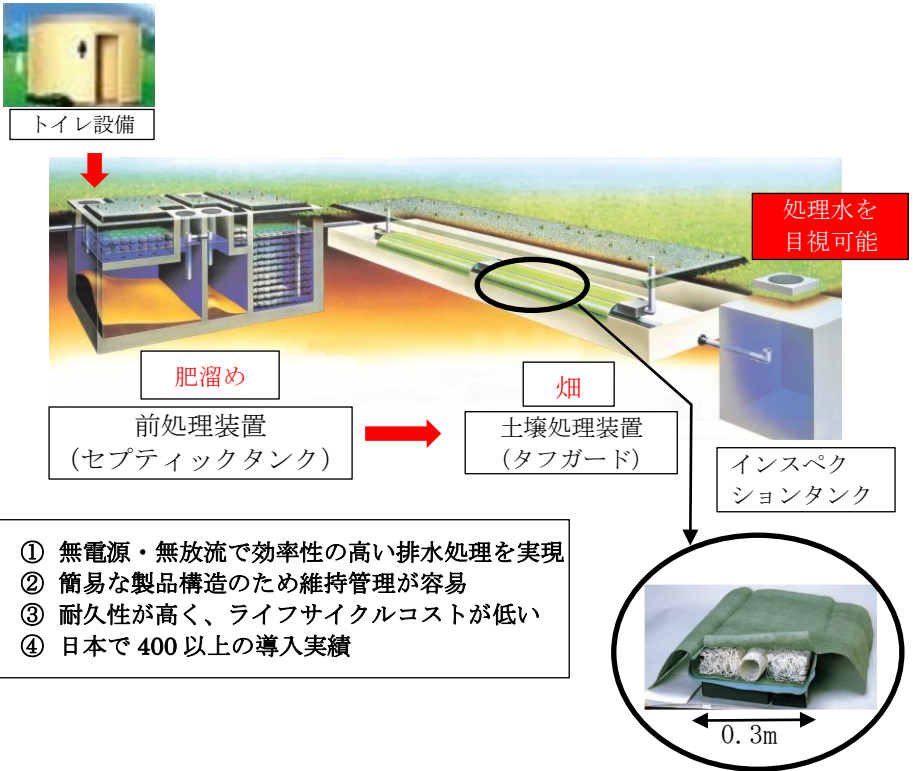
表 2：主要なトイレ整備プロジェクト一覧（世界銀行）<sup>16</sup>

期間	事業名	総事業費 (Million USD)
2000 年 11 月 - 2008 年 9 月	Kerala Rural Water Supply and Environmental Sanitation Project	76.00
2001 年 12 月 - 2014 年 6 月	Second Karnataka Rural Water Supply and Sanitation Project	193.44
2006 年 9 月 - 2015 年 12 月	Uttarakhand Water Supply and Sanitation Project	224.00
2006 年 12 月 - 2014 年 12 月	Punjab Rural Water Supply and Sanitation	339.00
2009 年 9 月 - 2017 年 11 月	Andhra Pradesh and Telangana Rural Water Supply and Sanitation	180.00
2011 年 12 月 - 2019 年 6 月	2nd Kerala Rural Water Supply and Sanitation Project (Jalanidhi II)	241.20
2013 年 12 月 - 2020 年 3 月	Rural Water Supply and Sanitation Project for Low Income States	1,000.00
2014 年 3 月 - 2020 年 9 月	Maharashtra Rural Water Supply and Sanitation Program	1,440.00
2015 年 3 月 - 2023 年 3 月	Punjab Rural Water and Sanitation Sector Improvement Project	354.00
2015 年 12 月 - 2021 年 9 月	Swachh Bharat Mission Support Operation	22,000.00

<sup>16</sup> The World Bank In India、Projects < [https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/projects-summary?countrycode\\_exact=IN](https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/projects-summary?countrycode_exact=IN) >

## 1-2 普及・実証を図る製品・技術の概要

表 3：普及・実証を図る製品・技術の概要

<p>名称</p>	<p>自然浄化式汚水処理システム「Taisei Soil System」(TSS)</p>  <p>① 無電源・無放流で効率性の高い排水処理を実現          ② 簡易な製品構造のため維持管理が容易          ③ 耐久性が高く、ライフサイクルコストが低い          ④ 日本で 400 以上の導入実績</p>
<p>スペック (仕様)</p>	<p>TSSは日本古来の「肥溜め」と「畑」の原理により、し尿排水を処理する汚水処理装置であり、土壌にポリエステルを主体とした「タフガード」を敷設し、汚水を拡散・蒸発散作用で浄化する仕組みを有する。また、土壌周囲に防水シートを設置することで、地下への浸透を防止している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 前処理装置 : 鉄筋コンクリート製、容量3.3m<sup>3</sup></li> <li>● 土壌処理装置 : タフガード延長10m、通気性土壌18.8m<sup>3</sup></li> <li>● 全体の敷地面積 : 26.9m<sup>2</sup></li> </ul> <p>※処理水量 1,000L/日 (50 人使用相当) の場合</p>
<p>特徴</p>	<p>① 無電源・無放流で効率性の高い排水処理を行う          ② 簡易な製品構造のため維持管理が容易である          ③ 耐久性が高いことから、ライフサイクルコストが低い</p>
<p>競合他社製品と比べた比較優位性</p>	<p>従前の「インド国環境配慮型トイレの導入にかかる案件化調査」(2016 年 6 月～2017 年 7 月実施、以下「案件化調査」という)を通じて下水配管に接続していないトイレを約 50 カ所視察したところ、そのほとんどのトイレのし尿処理においてセプティックタンク方式(タンクにし尿を溜め、一定時間の嫌気性処理後に処理水を地下浸透または直接放流)が採用されていることを確認した。</p> <p>本方式は安価で広い場所を必要としないが、処理能力が低いため周辺の土壌や公共用水域の汚染が深刻な課題となっている。また、植栽を活用した技術(Phytoid System)や排水を自然流下させて処理する技術</p>

	<p>(Green Bridge Technology) が下水道未整備接続地域における分散型汚水処理施設として普及している旨、現地セミナーや中央省庁からのヒアリングを通じて確認できている。</p> <p>しかし、下記の通り、し尿の処理能力や処理水による環境影響の度合い、および維持管理の容易性や価格の面から、TSS が既存の処理施設と比較し、分散型汚水処理施設として高い優位性があることが、案件化調査を通じて明確になっている。</p>																																																	
	<table><tr><th rowspan="2">比較項目 (評価基準)</th><th colspan="4">競合技術 (処理対象の汚水種別)</th></tr><tr><th>TSS (Taisei Soil System) (し尿)</th><th>セブティックタンクシステム (し尿)</th><th>Phytoid System (し尿+雑排水)</th><th>Green Bridge Technology (し尿+雑排水)</th></tr><tr><td>技術概要</td><td> 嫌気・好気性処理を併用した高い処理能力を有し、処理後のし尿は無放流。簡易な製品構造のため維持管理が容易。維持管理費用は圧倒的に安く、分散型汚水処理施設としての優位性が高い。</td><td> タンクにし尿を溜め、一定時間の嫌気処理後に上澄みを地下浸透または排水。施工不良や質の悪いコンクリートタンクからのし尿の脱漏や不十分な嫌気処理による土壌・水質汚染が課題。</td><td> 前段で嫌気性処理を行い、後段で植栽での浄化を行う技術。一定の処理量を確保できるものの、植物の育成状況によって処理効果が大きく依存するため導入可能な地域・気候が限定。</td><td> 河川の形状をした処理池にて排水を自然流下させながら好気性処理を行う。底部には多孔質の石材を敷き詰めることで生物の繁殖を促すため天候によって処理の効果が変動。</td></tr><tr><td>最小設置面積 (小さいほど◎)</td><td>○ 世帯規模から設計可能</td><td>◎ 最もコンパクトに設計可能</td><td>△ 前処理用の敷地が必要</td><td>× 広い敷地が必要</td></tr><tr><td>初期導入費用 (処理対象の汚水種別が異なるため単純比較は難しい)</td><td>△ 例：約300万円/1日千㍓処理</td><td>△ 例：約100万円/1日千㍓処理</td><td>◎ 例：約510万円/1日10万㍓処理</td><td>◎ 例：約85万円/1日1万㍓処理</td></tr><tr><td>維持管理費用 (安価ほど◎)</td><td>◎ 5千円/5年 (汚泥引抜き)</td><td>○ 5千円/3年 (汚泥引抜き)</td><td>× 例：約50万円/1年</td><td>× 例：約50万円/1年</td></tr><tr><td>BOD除去率 (高いほど◎)</td><td>◎ 99%除去</td><td>× 約50-60%除去</td><td>△ 約70-80%除去</td><td>△ 約70-80%除去</td></tr><tr><td>地下水・土壌への汚染 (影響少ほど◎)</td><td>◎ 遮水シートにより汚染を防ぐ</td><td>× タンクからの脱漏あり</td><td>△ 植栽が吸収しない分は漏洩</td><td>× 処理池周辺は全て汚染</td></tr><tr><td>処理水の放流 (量が少ないほど◎)</td><td>◎ 蒸発散処理により放流なし</td><td>× 地下浸透または排水</td><td>△ 植栽が吸収しない分は漏洩</td><td>× 処理水は全量放流</td></tr><tr><td>分散型汚水処理施設としての総合評価</td><td>◎</td><td>△</td><td>△</td><td>×</td></tr></table> <p>※BOD 除去率とは、流入汚水汚濁負荷 (BOD) の汚濁削減割合を示す。</p>	比較項目 (評価基準)	競合技術 (処理対象の汚水種別)				TSS (Taisei Soil System) (し尿)	セブティックタンクシステム (し尿)	Phytoid System (し尿+雑排水)	Green Bridge Technology (し尿+雑排水)	技術概要	 嫌気・好気性処理を併用した高い処理能力を有し、処理後のし尿は無放流。簡易な製品構造のため維持管理が容易。維持管理費用は圧倒的に安く、分散型汚水処理施設としての優位性が高い。	 タンクにし尿を溜め、一定時間の嫌気処理後に上澄みを地下浸透または排水。施工不良や質の悪いコンクリートタンクからのし尿の脱漏や不十分な嫌気処理による土壌・水質汚染が課題。	 前段で嫌気性処理を行い、後段で植栽での浄化を行う技術。一定の処理量を確保できるものの、植物の育成状況によって処理効果が大きく依存するため導入可能な地域・気候が限定。	 河川の形状をした処理池にて排水を自然流下させながら好気性処理を行う。底部には多孔質の石材を敷き詰めることで生物の繁殖を促すため天候によって処理の効果が変動。	最小設置面積 (小さいほど◎)	○ 世帯規模から設計可能	◎ 最もコンパクトに設計可能	△ 前処理用の敷地が必要	× 広い敷地が必要	初期導入費用 (処理対象の汚水種別が異なるため単純比較は難しい)	△ 例：約300万円/1日千㍓処理	△ 例：約100万円/1日千㍓処理	◎ 例：約510万円/1日10万㍓処理	◎ 例：約85万円/1日1万㍓処理	維持管理費用 (安価ほど◎)	◎ 5千円/5年 (汚泥引抜き)	○ 5千円/3年 (汚泥引抜き)	× 例：約50万円/1年	× 例：約50万円/1年	BOD除去率 (高いほど◎)	◎ 99%除去	× 約50-60%除去	△ 約70-80%除去	△ 約70-80%除去	地下水・土壌への汚染 (影響少ほど◎)	◎ 遮水シートにより汚染を防ぐ	× タンクからの脱漏あり	△ 植栽が吸収しない分は漏洩	× 処理池周辺は全て汚染	処理水の放流 (量が少ないほど◎)	◎ 蒸発散処理により放流なし	× 地下浸透または排水	△ 植栽が吸収しない分は漏洩	× 処理水は全量放流	分散型汚水処理施設としての総合評価	◎	△	△	×
比較項目 (評価基準)	競合技術 (処理対象の汚水種別)																																																	
	TSS (Taisei Soil System) (し尿)	セブティックタンクシステム (し尿)	Phytoid System (し尿+雑排水)	Green Bridge Technology (し尿+雑排水)																																														
技術概要	 嫌気・好気性処理を併用した高い処理能力を有し、処理後のし尿は無放流。簡易な製品構造のため維持管理が容易。維持管理費用は圧倒的に安く、分散型汚水処理施設としての優位性が高い。	 タンクにし尿を溜め、一定時間の嫌気処理後に上澄みを地下浸透または排水。施工不良や質の悪いコンクリートタンクからのし尿の脱漏や不十分な嫌気処理による土壌・水質汚染が課題。	 前段で嫌気性処理を行い、後段で植栽での浄化を行う技術。一定の処理量を確保できるものの、植物の育成状況によって処理効果が大きく依存するため導入可能な地域・気候が限定。	 河川の形状をした処理池にて排水を自然流下させながら好気性処理を行う。底部には多孔質の石材を敷き詰めることで生物の繁殖を促すため天候によって処理の効果が変動。																																														
最小設置面積 (小さいほど◎)	○ 世帯規模から設計可能	◎ 最もコンパクトに設計可能	△ 前処理用の敷地が必要	× 広い敷地が必要																																														
初期導入費用 (処理対象の汚水種別が異なるため単純比較は難しい)	△ 例：約300万円/1日千㍓処理	△ 例：約100万円/1日千㍓処理	◎ 例：約510万円/1日10万㍓処理	◎ 例：約85万円/1日1万㍓処理																																														
維持管理費用 (安価ほど◎)	◎ 5千円/5年 (汚泥引抜き)	○ 5千円/3年 (汚泥引抜き)	× 例：約50万円/1年	× 例：約50万円/1年																																														
BOD除去率 (高いほど◎)	◎ 99%除去	× 約50-60%除去	△ 約70-80%除去	△ 約70-80%除去																																														
地下水・土壌への汚染 (影響少ほど◎)	◎ 遮水シートにより汚染を防ぐ	× タンクからの脱漏あり	△ 植栽が吸収しない分は漏洩	× 処理池周辺は全て汚染																																														
処理水の放流 (量が少ないほど◎)	◎ 蒸発散処理により放流なし	× 地下浸透または排水	△ 植栽が吸収しない分は漏洩	× 処理水は全量放流																																														
分散型汚水処理施設としての総合評価	◎	△	△	×																																														
国内外の販売実績	<ul style="list-style-type: none"><li>● 国内：都道府県(41)や市町村などの地方自治体へ、下水道未整備の山岳トイレや公衆トイレなど、400 カ所以上納入。</li><li>● 海外：ソロモン諸島、アメリカ・オアフ島、中国青海省などへ納入。</li></ul>																																																	
サイズ	<table><tr><th rowspan="3">処理水量 (m<sup>3</sup>)</th><th colspan="4">寸法</th></tr><tr><th rowspan="2">前処理装置 容量 (m<sup>3</sup>)</th><th colspan="2">土壌処理装置</th><th rowspan="2">全体の敷地面積 (m<sup>2</sup>)</th></tr><tr><th>タフガード 延長 (m)</th><th>通気性土壌 量 (m<sup>3</sup>)</th></tr><tr><td>1.0</td><td>3.3</td><td>10</td><td>22.5</td><td>32.8</td></tr><tr><td>4.0</td><td>13.2</td><td>40</td><td>82.1</td><td>112.9</td></tr><tr><td>8.0</td><td>26.4</td><td>80</td><td>164.2</td><td>225.3</td></tr></table> <p>※バラナシサイトでは 4.0m<sup>3</sup>、ムザファルナガルサイトでは 8.0m<sup>3</sup> の施設を使用。</p>	処理水量 (m <sup>3</sup> )	寸法				前処理装置 容量 (m <sup>3</sup> )	土壌処理装置		全体の敷地面積 (m <sup>2</sup> )	タフガード 延長 (m)	通気性土壌 量 (m <sup>3</sup> )	1.0	3.3	10	22.5	32.8	4.0	13.2	40	82.1	112.9	8.0	26.4	80	164.2	225.3																							
処理水量 (m <sup>3</sup> )	寸法																																																	
	前処理装置 容量 (m <sup>3</sup> )		土壌処理装置		全体の敷地面積 (m <sup>2</sup> )																																													
		タフガード 延長 (m)	通気性土壌 量 (m <sup>3</sup> )																																															
1.0	3.3	10	22.5	32.8																																														
4.0	13.2	40	82.1	112.9																																														
8.0	26.4	80	164.2	225.3																																														
設置場所	<p>a) Student Dormitory of Shri Ram College (ウッタル・プラデシュ州 ムザファルナガル市)</p> <p>b) JICA/Sulabh International Public Toilet (ウッタル・プラデシュ州 バラナシ市)</p>																																																	
今回提案する機材の数量	2 基 (各設置場所に 1 基)																																																	

## 第2章 普及・実証事業の概要

### 2-1 事業の目的

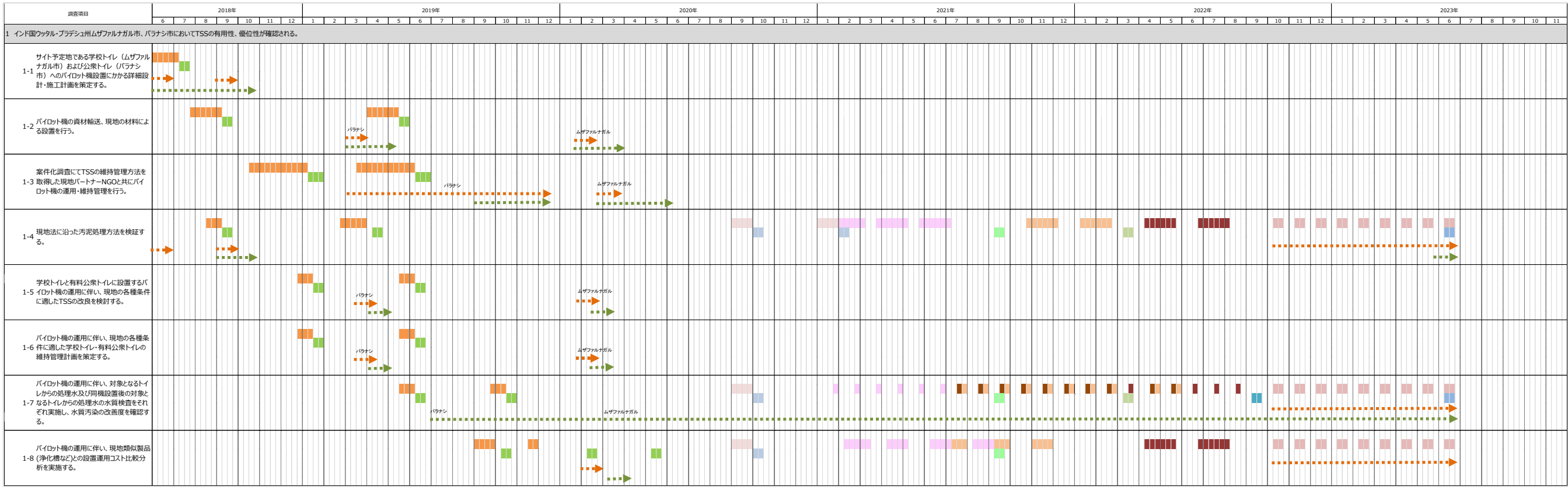
インド国におけるトイレ・汚水処理設備の未整備による土壌・公共用水域汚染の改善に資するために、提案技術・製品である TSS の有用性及び優位性が実証されるとともに、TSS を普及するための方法と課題が整理される。

### 2-2 期待される成果

- ① インド国ウッタール・プラデシュ州ムザファルナガル市、バラナシ市の対象サイトにおいて TSS の有用性、優位性が確認される。
- ② カウンターパート機関(C/P)による TSS に関する知識と理解が醸成される。
- ③ 有料公衆トイレ（バラナシ市）における現地パートナーNGO との TSS 運営に関する協業計画が策定される。
- ④ TSS 普及のための事業展開計画が策定される。

2-3 事業の実施方法・作業工程

表 4：作業工程計画（調査項目 1, 2, 3, 4）



11

2-4 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）

表 5：要員計画表（提案法人・現地業務）

[illegible]

表 6：要員計画表（提案法人・国内業務）

[illegible]



表 7：要員計画表（外部人材・現地業務）

[illegible]

表 8：要員計画表（外部人材・国内業務）

[illegible]

## 2-4-1 資機材リスト

表 9：資機材リスト

機材名	型番	数量	設置年月	設置先
TSS	No.1 Shri Ram College, Muzaffarnagar, Uttar Pradesh	1	2020 年 2 月	Student Dormitory of Shri Ram College
TSS	No.2 JICA Sulabh Public Toilet, Varanasi, Uttar Pradesh	1	2019 年 4 月	JICA Sulabh Public Toilet

## 2-4-2 事業実施国政府機関側の投入

本事業実施期間中の C/P 機関（バラナシ市：VMC 及び Jal Kal、ムザファルナガル市：Municipality (Nagar Palika) Muzaffarnagar の Municipal Board）の役割および負担は表 10 の通りであった。TSS は無電源での運用となるため電気代は不要だが、水道代や簡易検査にかかる費用は C/P 機関の負担とした。

また、定期的な点検に必要な業務（表 11）についても C/P が負担した。なお、これらに必要な費用および人的資源の確保については C/P 機関の年度予算より捻出することで対応した。事業後の費用負担については、両 C/P 機関に説明を実施しており、両 C/P 機関が負担することで了解を得た。

表 10：C/P の役割および負担事項

役割	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイロット機の設置や維持管理にかかる支援</li> <li>パイロット機のショーケース化および対外広報（他校や他の公衆トレイへの水平展開へ向けた広報と推薦）</li> </ul>
負担事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設トイレの水道代、電灯などの電気代、簡易水質検査にかかる検査費の負担</li> <li>表 11 に示した、維持管理業務にかかる人的資源の提供</li> <li>パイロット機設置サイトの提供</li> </ul>

表 11：TSS 維持管理業務

担当	頻度	維持管理項目	詳細
機材設置先 運用スタッフ	日次	定期清掃・点検	点検リストに沿った確認、セプティックタンクの内部点検、被覆土壌の外観点検 ※稼働後3か月間
	週次月次	簡易水質検査	点検リストに沿った確認、土壌処理装置におけるインスペクションタンク水質確認（簡易検査） ※稼働後 3 か月間
	3 か月	定期点検	点検項目リストに沿った点検頻度 （要員：1名、所要時間：30分）
汚泥引き抜き業者	5 年～	汚泥引き抜き	セプティックタンク汚泥引き抜き （要員：1名、所要時間：30分）
代理店	40～50 年	タフガードの補修・交換	タフガードの定期交換は不要。耐用年数は40～50年。トラブル（異物閉塞等）が発生し、清掃等による修復が不可能な場合やその他要因（地震等）で破損した場合は、現地代理店が補修・交換を実施。

## 2-5 事業実施体制

本事業の C/P であるムザファルナガル市では学校の既設トイレに接続する形で TSS を設置し、ムザファルナガル市の監督の下、学校の職員および生徒による維持管理を行った。バラナシ市では有償資金協力「ガンジス川流域都市衛生環境改善計画」によって設置された料金徴収型の公衆トイレに接続する形で TSS を設置し、現在、本トイレの料金徴収と維持管理を実施している Sulabh International が、TSS の維持管理を合わせて実施した。

なお、インド側の外部人材としては、案件化調査と同様に、TARA が現地調査総括を担当しながら現地政府との折衝やジェンダー対策調査および、C/P 両都市に設置するパイロット機の施工・運用を支援した。

また、大成工業株式会社（以下「大成工業」という）が加盟する山陰インド協会（山陰・インドおよび日本・インドの友好的な経済文化交流の推進と山陰両県の産業経済・地方文化の向上発展を目指す協会）インド支部長も、現地側外部人材として参画した。同支部長は、これまで複数の日系企業のインド事業立ち上げに関わった経験を有し、インドビジネスに精通していることから、本事業では大成工業の現地事業化へ向けた支援を担当した。

日本国内側の体制として、大成工業所在の米子市が国内における広報支援や近隣自治体、行政団体および経済振興団体との連携を支援した。

一般財団法人日本環境衛生センターは、これまで培ったアジア全般における汚水処理の現状と問題に関する知見を生かし、環境社会配慮と製品の現地適合理化検証を担当した。

また、案件化調査と同様にプロジェクトの推進、現地事業展開支援、パイロット事業支援および現地法規制・開発課題調査などを、㈱イースクエアとオリジナル設計㈱が担当した。

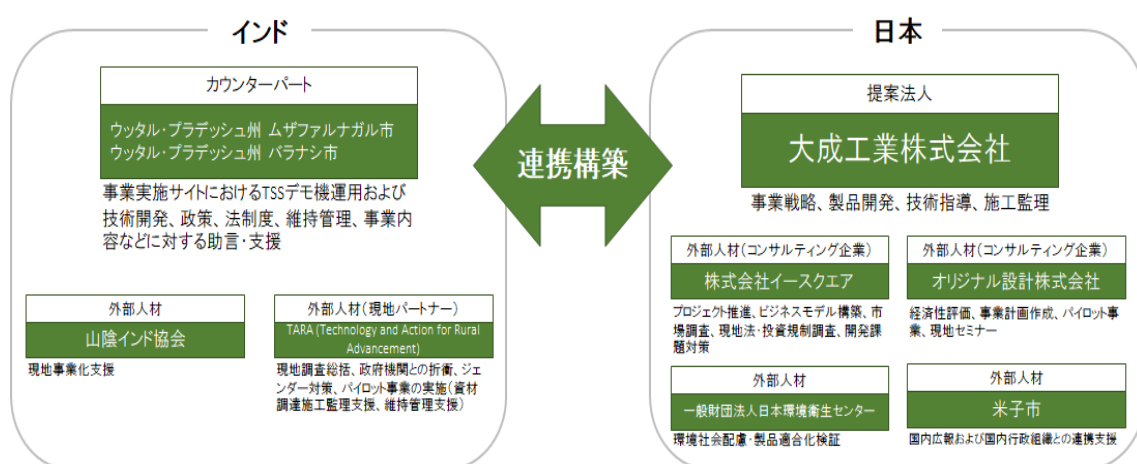


図 6：事業実施体制図

## 2-6 事業実施国政府機関の概要

事業実施国政府機関の概要は下表の通り。

表 12 : C/P 基礎情報<sup>17</sup>

C/P 機関	ウッタール・プラデシュ州 (State)	
	ムザファルナガル県 (District)	バラナシ県 (District)
	【C/P 機関】 ムザファルナガル市 Nagar Palika Muzaffarnagar (Municipality)	【C/P 機関】 バラナシ市 Varanasi Nagar Nigam (Municipal Corporation)
人口 <sup>18</sup>	540,000 人 (2023 年推定)	1,652,000 人 (2023 年推定)
面積	204.8km <sup>2</sup>	82km <sup>2</sup>
人口密度	2,416 人/km <sup>2</sup>	20,146 人/km <sup>2</sup>
普及・実証担当部局	市委員会 (Municipal Board)	市水道公社 (Jal Kal)
担当者・役職	Mrs. Meenakshi Swaroop (Chairperson)	Mr. Arunendra Kumar Rajput (General Manager)
トイレ普及率 (州)	35.6% (2011 年国勢調査データ)	

<sup>17</sup> Muzaffarnagar District Website、<<https://muzaffarnagar.nic.in/>>

<sup>18</sup> Population Census、<<https://www.census2011.co.in/>>

第3章 普及・実証事業の実績

3-1 インド国ウッタール・プラデシュ州ムザファルナガル市、バラナシ市において TSS の有用性、優位性が確認される、C/P による TSS に関する知識と理解が醸成される。

3-1-1 サイト予定地である学校トイレ（ムザファルナガル市）および公衆トイレ（バラナシ市）へのパイロット機設置にかかる詳細設計・施工計画を策定する。

A) バラナシサイト

バラナシにおけるパイロット機設置工事では工期を2期に分けて実施した。1期目では、第2回現地渡航期間にてセプティックタンク・リレータンク・インスペクションタンクの工事立ち上げに伴う監理を実施した。2期目では、第4回現地渡航の期間中にて、土壌処理部の工事監理および TSS 全体としての工事が完成したことに伴い、機材等納入結果検査を実施して施工に問題は無いことを確認した。バラナシの施工工程を以下に示す。（図面は「6.別添資料」参照）。

表 13：施工工程表（バラナシ・第1期目）2018年

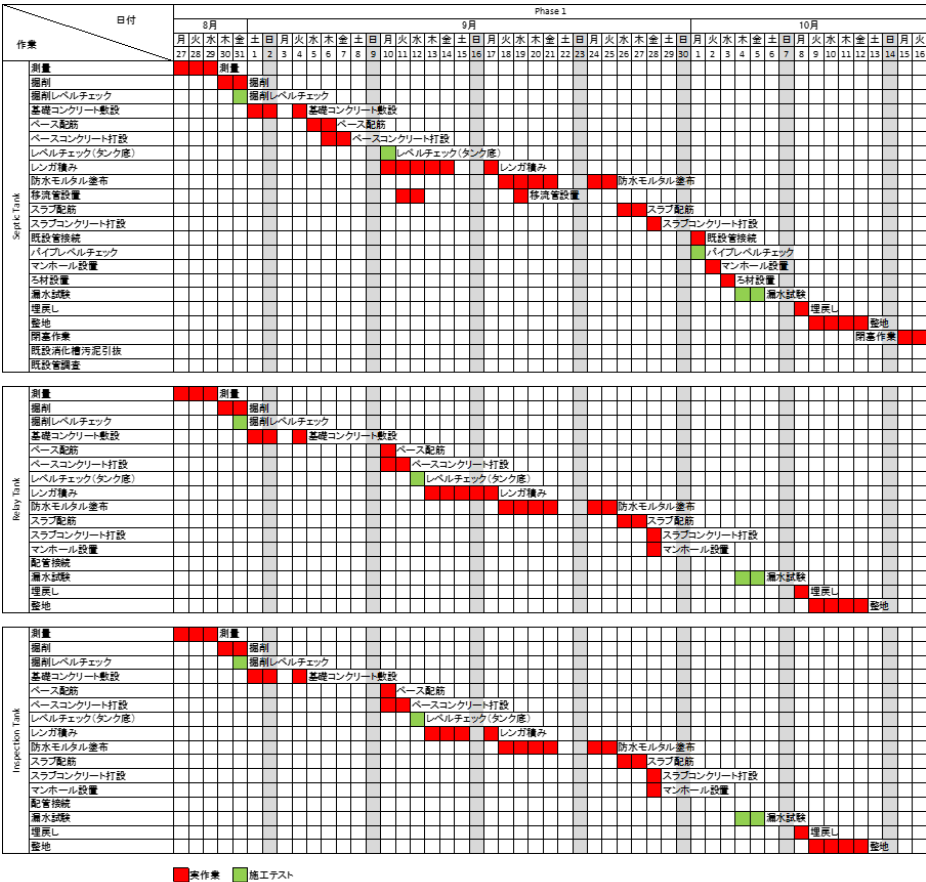


表 14：施工工程表（バラナシ・第2期目）2019年

日付 作業		Phase 2 4月																				
		木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Septic Tank	測量																					
	掘削																					
	掘削レベルチェック																					
	基礎コンクリート敷設																					
	ベース配筋																					
	ベースコンクリート打設																					
	レベルチェック(タンク底)																					
	レンガ積み																					
	防水モルタル塗布																					
	移流管設置																					
	スラブ配筋																					
	スラブコンクリート打設																					
	既設管接続																					
	パイプレベルチェック																					
	マンホール設置																					
	ろ材設置																					
	漏水試験																					
埋戻し																						
整地																						
閉塞作業																						
既設消化槽汚泥引抜																						
既設管調査																						
Relay Tank	測量																					
	掘削																					
	掘削レベルチェック																					
	基礎コンクリート敷設																					
	ベース配筋																					
	ベースコンクリート打設																					
	レベルチェック(タンク底)																					
	レンガ積み																					
	防水モルタル塗布																					
	スラブ配筋																					
	スラブコンクリート打設																					
	マンホール設置																					
	配管接続																					
	漏水試験																					
	埋戻し																					
	整地																					
	Inspection Tank	測量																				
掘削																						
掘削レベルチェック																						
基礎コンクリート敷設																						
ベース配筋																						
ベースコンクリート打設																						
レベルチェック(タンク底)																						
レンガ積み																						
防水モルタル塗布																						
スラブ配筋																						
スラブコンクリート打設																						
マンホール設置																						
配管接続																						
漏水試験																						
埋戻し																						
整地																						
Soil Absorption Field		測量																				
	掘削																					
	防水シート設置																					
	コネクションパイプ設置																					
	TSフランジ設置																					
	タフガード設置																					
	タフガード																					
	配管接続																					
	ボトムアッシュ																					
	整地																					

実作業

■実作業

## B) ムザファルナガルサイト

ムザファルナガルにおいても、バラナシサイトと同様に工期を2期に分けて（1期目：セプティックタンク・リレータンク・インスペクションタンクの工事監理、2期目：土壌処理部の工事監理及びTSS完成検査）実施しており、1期目は第4回及び第6回現地渡航に

において、2 期目は第 8 回現地渡航において施工した。ムザファルナガルの施工工程を以下に示す。

表 15：施工計画表（ムザファルナガル・第1期目）2018～2019年

[illegible]



表 16：施工計画表（ムザファルナガル・第2期目）2020 年

作業		日付	Phase 2																								
			1月												2月												
			月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木
			27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Septic Tank	測量																										
	掘削																										
	掘削レベルチェック																										
	基礎コンクリート敷設																										
	ベース配筋																										
	ベースコンクリート打設																										
	レベルチェック(タンク底)																										
	レンガ積み																										
	防水モルタル塗布																										
	スラブ配筋																										
	スラブコンクリート打設																										
	既設管接続																										
	パイプレベルチェック																										
	マンホール設置																										
	ろ材設置																										
	漏水試験																										
埋戻し																											
整地																											
閉塞作業																											
既設消化槽汚泥引抜																											
既設管調査																											

Relay Tank	測量																										
	掘削																										
	掘削レベルチェック																										
	基礎コンクリート敷設																										
	ベース配筋																										
	ベースコンクリート打設																										
	レベルチェック(タンク底)																										
	レンガ積み																										
	防水モルタル塗布																										
	スラブ配筋																										
	スラブコンクリート打設																										
	マンホール設置																										
	配管接続																										
	漏水試験																										
	埋戻し																										
	整地																										

Inspection Tank	測量			測量																							
	掘削						掘削																				
	掘削レベルチェック							掘削レベルチェック																			
	基礎コンクリート敷設										基礎コンクリート敷設																
	ベース配筋											ベース配筋															
	ベースコンクリート打設												ベースコンクリート打設														
	レベルチェック(タンク底)													レベルチェック (タンク底)													
	レンガ積み														レンガ積み												
	防水モルタル塗布															防水モルタル塗布											
	スラブ配筋																スラブ配筋										
	スラブコンクリート打設																	スラブコンクリート打設									
	マンホール設置																		マンホール設置								
	配管接続																			配管接続							
	漏水試験																				漏水試験						
	埋戻し																					埋戻し					
	整地																						整地				

Cleaning Tank	測量			測量																							
	掘削						掘削																				
	掘削レベルチェック							掘削レベルチェック																			
	基礎コンクリート敷設										基礎コンクリート敷設																
	ベース配筋											ベース配筋															
	ベースコンクリート打設												ベースコンクリート打設														
	レベルチェック(タンク底)													レベルチェック (タンク底)													
	レンガ積み														レンガ積み												
	防水モルタル塗布															防水モルタル塗布											
	スラブ配筋																スラブ配筋										
	スラブコンクリート打設																	スラブコンクリート打設									
	マンホール設置																		マンホール設置								
	配管接続																			配管接続							
	漏水試験																				漏水試験						
	埋戻し																					埋戻し					
	整地																						整地				

Soil Absorption Field	測量			測量																							
	掘削							掘削																			
	防水シート設置																										
	コネクションパイプ設置																										
	TSフランジ設置																										
	タフガード設置																										
	タフガード																										
	配管接続																										
	ボトムアッシュ																										
	整地																										

■実作業

### 3-1-2 パイロット機の資材輸送、現地の材料による設置を行う。

バラナシおよびムザファルナガルのパイロット機における工事に必要な資材は2018年11月に現地に到着した。当該資材は、両サイトの敷地内にそれぞれ施錠可能なセキュリティ要件を満たす場所にて保管した（バラナシは建設サイト近傍の学校敷地内の倉庫を、ムザファルナガルは建設サイトである大学の敷地内の倉庫を利用した）。

#### A) バラナシサイト

バラナシのパイロット機におけるセプティックタンク・リレータンク・インスペクションタンクの工事では、現地の主流建設方法であるレンガ工法を採用し、現地調達した資機材で工事を実施した。土壌処理部の工事は、日本から海上輸送した資材および現地調達資材を用いることで実施した。バラナシにおける工事では、雨季に伴う工事の中断に合わせて、パイロット機の土壌処理部の資材（発電所から排出されるボトムアッシュ）にかかる調達先の国営電力会社 NTPC Limited の内部承認手続きが遅れたことや、ヒンドゥー教の宗教行事であるマハー・シヴァラートリー（2019年3月）に伴い施工職人の確保が難しくなったことにより、TSSの設置が約4ヶ月間遅延したが第4回現地渡航にて完工し、機材等納入結果検査を通じて施工に問題無いことを確認した。

なお、第2回および第4回現地渡航において実施したバラナシでの工事の詳細は以下の通りである。

表 17：バラナシでの工事詳細（第2回および第4回現地渡航にて実施）

日程	概要
<b>第1期（第2回現地渡航）2018年</b>	
8月27日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 現地施工会社（Ivory 社）と面談し、TSS の配置を協議した。</li> <li>✓ 当初予定していた TSS 設置場所（中学校）よりも設置条件が良い場所（隣接する小学校）への設置の可能性を協議した。</li> </ul>
8月28日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 隣接する当該小学校の校長 Pramik 氏およびバラナシ市（以下、VMC）の Ajay Kurmar Singh 氏（Assistant of Municipal Commissioner）と面談を行い、TSS を当該小学校敷地内に設置する許可を得た。</li> <li>✓ 当該小学校にて大まかな測量作業を行った。</li> </ul>
8月29日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ VMC の Vivek Rei 氏（Civil engineer, JICA PMU office in VMC for “Project for the Comprehensive Improvement of Environmental Sanitation in Varanasi” *現在は担当を外れている。）協力の元、既設セプティックタンクの施工を担当した技術者より当該既設タンクへの流入管高さ等の情報を直接確認し、当該施工情報を今回の施工に反映した。</li> </ul>
8月30日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 水準測量を行い、施設配置（高低関係）を確認した。</li> <li>✓ 重機による掘削作業を開始した。</li> </ul>
8月31日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 重機による掘削作業を引き続き行った。</li> </ul>
9月1日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 前日の雷雨により、掘削穴に溜まった雨水を排水し、底面高さ調整を行った。</li> </ul>
9月2日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 水準測量により、計画地盤高、掘削底面高さ等の確認を行った。</li> <li>✓ 児童に対する安全性確保のため、掘削地周辺に柵を設けた。</li> </ul>
9月3日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 予備日に伴い、本日までの作業状況を基に今後の施工スケジュールを更新し、団員内で進捗状況を確認した。</li> </ul>

9月4日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 日本からの輸出资材を保管する倉庫の清掃及び鍵取り付けが終了したことを確認した。</li> <li>✓ セプティックタンク・リレータンク・インスペクションタンクについて、水準測量を行い、底面高さ確認を行った。</li> </ul>
9月5日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ セプティックタンク・リレータンク・インスペクションタンクの底盤作成に必要な資材（コンクリート、砂利、砂、鉄筋）および機器類を施工サイトに搬入した。</li> </ul>
9月5日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 鉄筋を組み、コンクリートの打設を開始した。</li> </ul>
9月6日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 打設が完了したコンクリート高さに問題が無いことを確認した。</li> <li>✓ 今後実施する施工したタンクの底面高さ計測、管高さ計測、漏水試験について Ivory 社と打合せを実施した。</li> </ul>
<b>第2期（第4回現地渡航）2019年</b>	
4月5日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 設置されたセプティックタンク（セプティックタンク、リレータンク、インスペクションタンク）の接続管底およびセプティックタンクの天板部分の水準測量を行った。</li> <li>✓ 土壌処理部の設置位置を測量し、マーキングした。</li> </ul>
4月6日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 前日に実施したマーキングを基に掘削を実施した。</li> <li>✓ 流入管の土被りを把握するため、学校敷地境界からセプティックタンクまでの地盤高を測量した。</li> </ul>
4月7日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 前日に実施した掘削部の底面地盤高を水準測量にて確認し、整地の高さを施工業者に指示した。</li> </ul>
4月8日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 防水シートおよび集水管を設置した。</li> <li>✓ 流入管設置箇所における地盤高を確認し、土被りが 10cm となる箇所があることを再確認した。</li> <li>✓ 水準測量により、既設セプティックタンク放流管底の高さが新設セプティックタンク流入管底より高いことを確認した。</li> </ul>
4月9日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 前日に設置した防水シートの内部および当該シートの側面と掘削面の間に、ボトムアッシュを敷き詰めた。</li> <li>✓ 前日に実施した掘削部の底面地盤高を水準測量にて確認し、ボトムアッシュの積み高を施工業者に指示した。</li> </ul>
4月10日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ タフガードの設置場所の高さを測量し、整地後、組み立てたタフガードを敷設した。</li> <li>✓ セプティックタンクおよびリレータンクの内部に縦配管を設置し、集水管とインスペクションタンクを配管で接続した。</li> </ul>
4月11日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 工事進捗状況を日本にいる団員と共有し、以降の工事スケジュールについて協議した。</li> <li>✓ 報告書作成および精算対応を実施した。</li> </ul>
4月12日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ リレータンクとタフガードおよび集水管とインスペクションタンクを接続する管を設置した。</li> <li>✓ タフガード点検口パイプを設置した。</li> </ul>
4月13日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ボトムアッシュを作業敷地内に搬入した。</li> <li>✓ 前日までに施工した土壌処理部にボトムアッシュを敷設した。</li> </ul>
4月14日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 工事進捗状況を日本にいる団員と共有し、以降の工事スケジュールについて協議した。</li> <li>✓ 報告書および精算対応を実施した。</li> </ul>
4月15日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 土壌処理部にボトムアッシュを敷設した。</li> </ul>
4月16日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ セプティックタンク周辺を整地し、接触ろ材を投入した。</li> </ul>
4月17日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ セプティックタンクへの流入管設置箇所の掘削を行った。</li> <li>✓ タフガード点検口の修正高さを設定した。</li> </ul>
4月18日	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ボトムアッシュを搬入した。</li> <li>✓ リレータンク流出水位を調整し、セプティックタンクとリレータンクを接続した。</li> <li>✓ タフガード点検口を仮設置した。</li> </ul>

	✓ トイレからの流出管を露出させた。 ✓ セプティックタンクへの流入管を設置した。
4 月 19 日	✓ トイレとセプティックタンクを接続した。 ✓ タフガード点検口を設置した。
4 月 20 日	✓ 土壌処理部の整地を行った。
4 月 21 日	✓ 機材等納入結果検査を実施し、問題が無いことを確認した。









	
セプティックタンク工事状況 (2018 年 10 月)	リレータンク・インスペクションタンク 工事状況(2018 年 10 月)
	
セプティックタンク工事状況 (2018 年 10 月)	各処理槽工事完了状況 (2018 年 10 月)
	
トイレ接続部工事状況(2019 年 4 月)	土壌処理部工事状況(2019 年 4 月)
	
タフガード敷設状況(2019 年 4 月)	TSS 完工(2019 年 4 月)

図 7：バラナシにおける施工状況

B) ムザファルナガルサイト









パイロット機は、バラナシと同様にセプティックタンク・リレータンク・インスペクションタンクの工事においてレンガ工法を採用し、設置工事が 2020 年 2 月に完了した。なお、第 2 回、第 4 回および第 8 回現地渡航におけるムザファルナガルでの施工の詳細は以下の通りである。

表 18：ムザファルナガルでの施工準備詳細（第 2・4・8 回現地渡航にて実施）

日程	概要
<b>第 1 期（第 2 回現地渡航）2018 年</b>	
9 月 6 日	✓ 既存セプティックタンクのサイズ、汚水量、および周辺の測量を実施し、当該情報を元に詳細設計を開始した。
<b>第 1 期（第 4 回現地渡航）2019 年</b>	
4 月 1 日	✓ セプティックタンクの位置と工法を確定した。 ✓ 測量を行い、施設図面を更新した。
4 月 2 日	✓ 更新した施設図を基に、セプティックタンク及び土壌処理部位置を確認した。 ✓ セプティックタンク部の掘削を開始し、完了させた。
4 月 3 日	✓ 施工業者と契約を交わした。 ✓ 資材（砂利）を確認した。 ✓ リレータンクとインスペクションタンクの位置を確認した。
<b>第 2 期（第 8 回現地渡航）2020 年</b>	
1 月 27 日	✓ 第 1 期で設置した施設の寸法チェックを行い、リレータンク、インスペクションタンクの修正を指示した。
1 月 28 日	✓ 土壌処理部の掘削範囲、掘削レベルを確認した。
1 月 29 日	✓ 既存のインスペクションタンクをクリーニングタンクとして利用し、インスペクションタンクを新設することを施工業者に指示した。
1 月 30 日	✓ 土壌処理部の掘削を開始した。
1 月 31 日	✓ 土壌処理部の掘削作業を継続して行った。
2 月 1 日	✓ 土壌処理部の掘削作業が終了した。 ✓ 各種タンクの配管高さを指示した。
2 月 2 日	✓ 工事の進捗確認を行った。
2 月 3 日	✓ インスペクションタンクの設置作業を開始した。 ✓ 防水シートの設置作業を開始した。
2 月 4 日	✓ タフガードの設置作業を開始し、4 系列中 1 系列分の施工を完了した。
2 月 5 日	✓ 4 系列分のタフガードの設置作業が完了した。
2 月 6 日	✓ タフガードとその配管設置作業が完了した。
2 月 7 日	✓ クリーニングタンクとリレータンクの配管設置作業が完了した。
2 月 8 日	✓ 土壌処理部、各種タンク配管部の埋め戻し作業を開始した。
2 月 9 日	✓ 団員内で作業工程の確認を行った。
2 月 10 日	✓ 対象校舎の排水調査を行った。
2 月 11 日	✓ 各種タンクの防水作業を完了した。
2 月 12 日	✓ 土壌処理部の整地作業を行った。
2 月 13 日	✓ 対象校舎の排水調査結果の打合せをし、排水流入ますの構造検討を行った。
2 月 14 日	✓ 排水流入ますの改造作業を行った。 ✓ クリーニングタンクの漏水試験を行った。
2 月 15 日	✓ 排水流入ますの改造作業を引き続き行った。 ✓ ボトムアッシュ投入作業が完了した。 ✓ セプティックタンクに汚水を流入させた。 ✓ リレータンク、インスペクションタンクの漏水試験を開始した。



2月16日	✓ 工事の進捗確認を行った。
2月17日	✓ 水質調査方法や維持管理シート記載方法について、大学担当教授に説明した。
2月18日	✓ 水質試験方法を、大学担当教授に実演し説明した。
2月19日	✓ クリーニングタンク、リレータンクの再漏水試験を開始した。 ✓ 土壌処理部のレベルリングを行った。
2月20日	✓ クリーニングタンクとリレータンクの漏水試験が問題ないことを確認した。 ✓ 土壌処理部のレベルを確認した。
2月21日	✓ 大学担当教授に、作業完了報告を行った。

	
現場調査状況(2018年9月)	水準測量状況(2018年9月)
	
現場調査状況(2018年9月)	既設排水管の確認状況(2018年9月)
	
セプティックタンク部 施工範囲確認状況(2019年4月)	セプティックタンク部 掘削の状況(2019年4月)
	
セプティックタンクタンク部 掘削の状況(2019年4月)	セプティックタンクタンク部 掘削の状況(2019年4月)




	
土壌処理部掘削箇所確認(2020 年 1 月)	土壌処理部掘削の状況(2020 年 1 月)
	
排水流入ます構造協議(2020 年 2 月)	対象校舎排水調査状況(2020 年 2 月)
	
タフガード設置状況(2020 年 2 月)	排水流入ます改造状況(2020 年 2 月)
	
漏水試験状況(2020 年 2 月)	施設全景(2020 年 2 月)

図 8：ムザファルナガルにおける測量および現地調査の状況

3-1-3 案件化調査にて TSS の維持管理方法を習得した現地パートナーNGO と共にパイロット機の運用・維持管理を行う。

試運転経過



#### A) バラナシサイト

パイロット機は、第4回現地渡航を経て工事が完了し、2019年6月末より処理装置（図9）への通水を開始し、正常な運転を継続している。途中、豪雨や汚水流入配管破損による装置内への雨水浸入や、宗教行事参加者による流入汚水の増加に見舞われたが、応急処置的にポンプ排水を行うことにより施設を正常に稼働させてきた。このメンテナンス作業を軽減するため、側溝を施設の周囲に設置して雨水の流入を防ぐ対策をした。

第5回現地渡航の際、現地NGOのSociety for social action and research (SSAR) に対して案件化調査の成果物であるTSSの維持管理マニュアル、定常作業のチェックリストの説明、簡易水質測定器材による水質測定方法の実技指導を行い、維持管理作業を伝授した。その後、維持管理作業は、SSARによって継続して行われており、作業自体は複雑なものではないため、インド国への技術移転は容易と判断された。

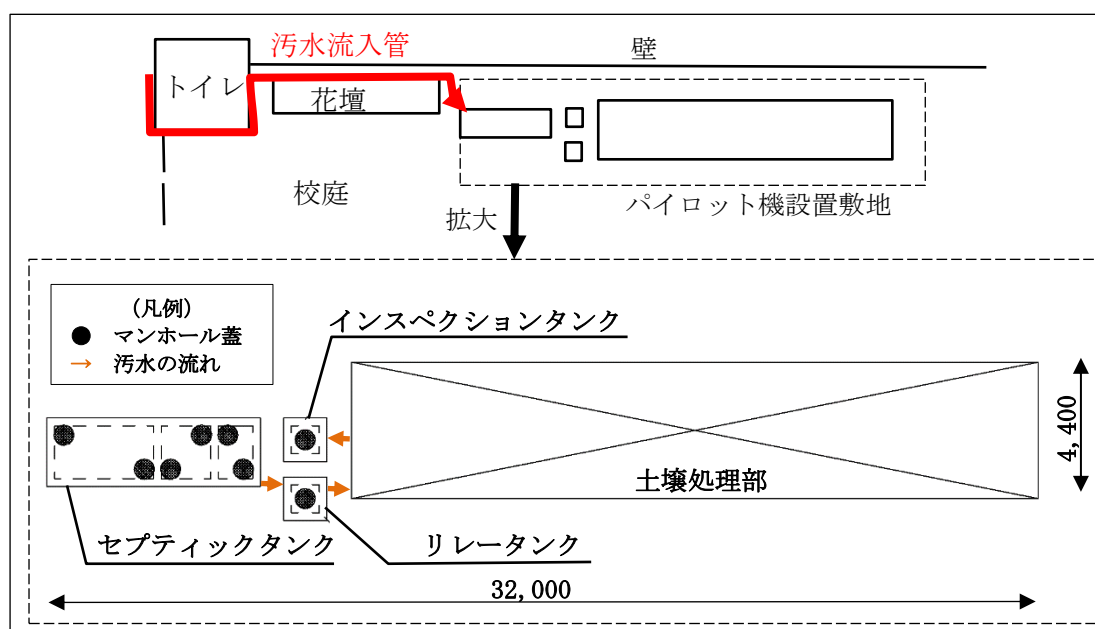


図9：パイロット機の設置概要（バラナシ）

<p>透視度測定実技指導状況 (2019年6月)</p>	<p>電気伝導度測定実技指導状況 (2019年6月)</p>

図10：水質測定実技指導の状況

## B) ムザファルナガルサイト

パイロット機は、第 8 回現地渡航を経て工事が完了し、2020 年 2 月末より通水を開始した。しかし、その直後から 2021 年 12 月まで、新型コロナウイルスの影響で学校閉鎖となったため、稼働を見合わせていた。新型コロナウイルス収束後の再稼働では、その未稼働期間があったにもかかわらず正常に稼働しており、TSS は処理機能の回復性能が高いことが裏付けられた。

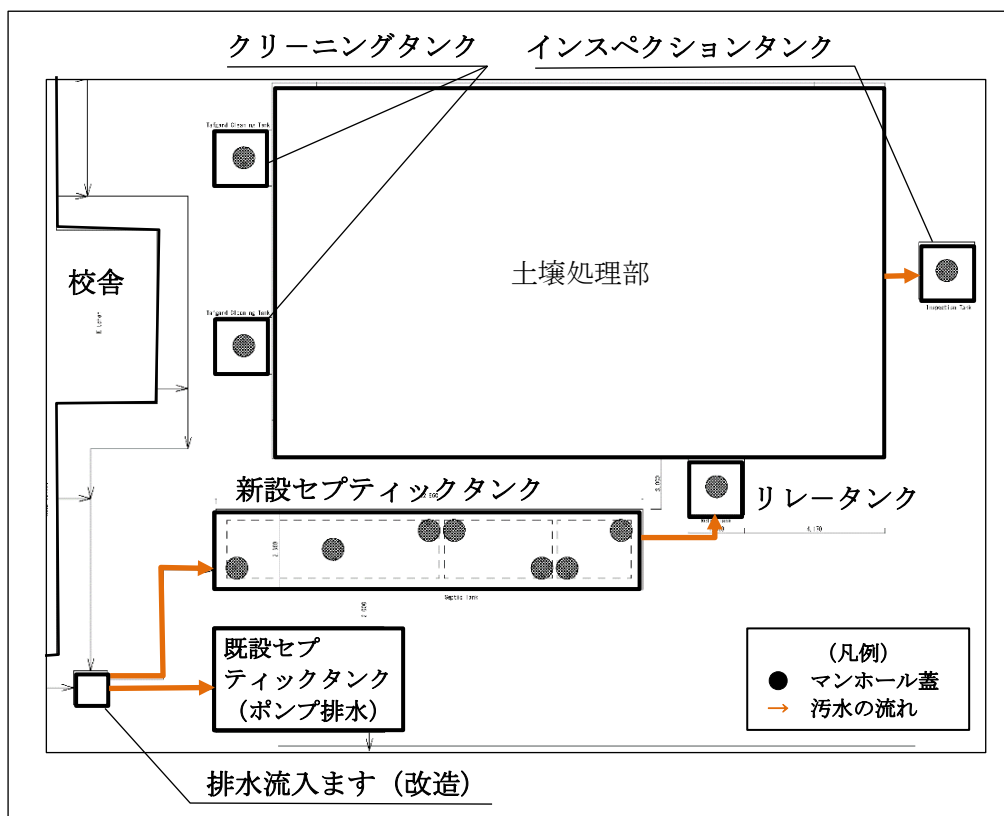


図 11：パイロット機の設置概要（ムザファルナガル）

また、SRGC からの要望に基づいて、対象校舎（学生寮）に居住する生徒数が休学期間等に少なくなり TSS システムに余剰能力ができた際、他校舎の排水を処理できるように排水流入ますを改造した。図 12 に改造した排水流入ますの構造を示す。

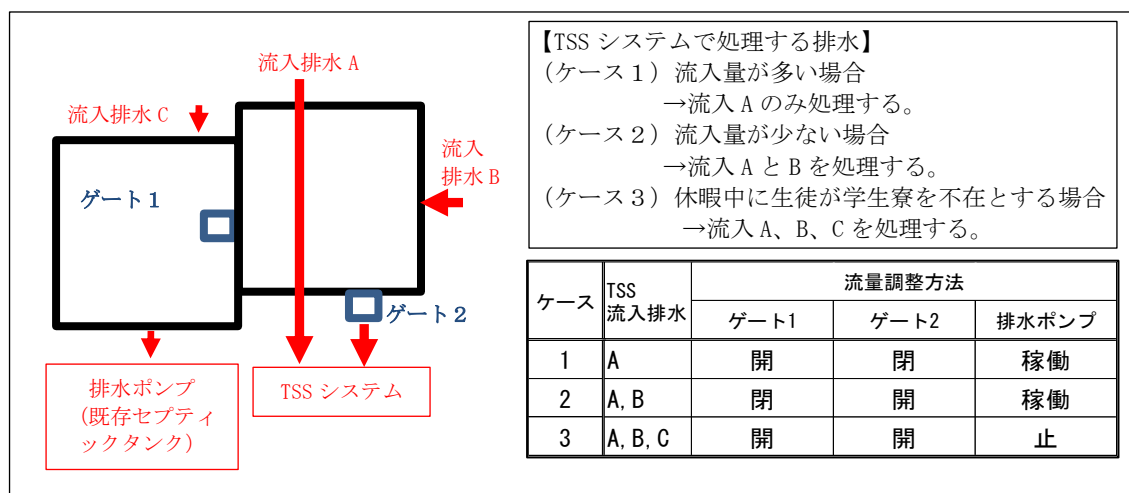
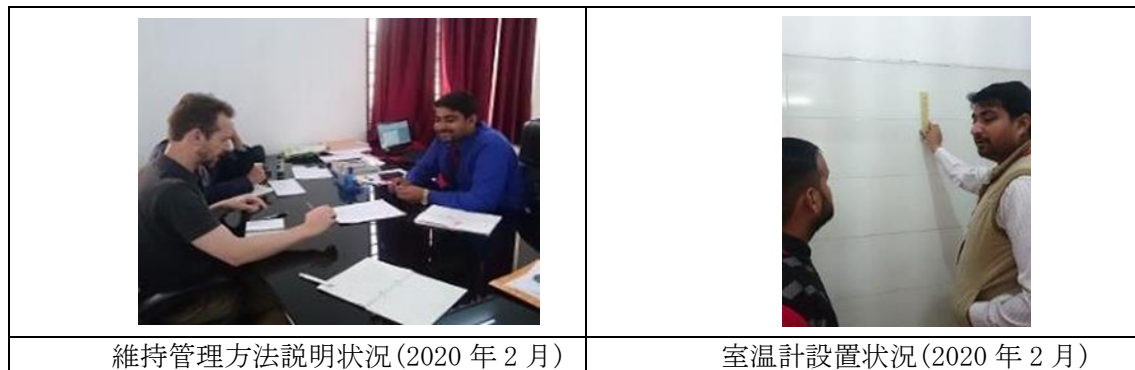


図 12：改造した排水流入ますの構造（模式図）

第 8 回現地渡航の際、SRGC 担当教授に対して案件化調査の成果物である TSS の維持管理マニュアル、定常作業のチェックリストの説明、簡易水質測定器材による水質測定方法の実技指導を行い、維持管理作業を伝授した。その後、維持管理作業は、SRGC 生徒によって継続して行われており、誰でもできる簡単な作業であることが分かった。



維持管理方法説明状況 (2020 年 2 月)

室温計設置状況 (2020 年 2 月)

図 13：TSS の維持管理マニュアル等の説明の様子

## モニタリング

### A) バラナシサイト

#### a) モニタリングシート

運転期間（2019 年 6 月 29 日～2022 年 12 月 26 日）において、図 14 に示す維持管理シートを用いて、週 1 回パイロット機の状況を確認している。表 19 にその結果を示し、以降に施設の状況を解説する。

Weekly Monitoring Check Sheet 1 [Varanasi Site]			
Number of Users	Male		Date 29/6/2019-26/12/2022
	Female		
	Total		
		Weather	
		Rainfall (if any)	light / medium / heavy
Items		Result	
<b>1. Toilet</b>			
(1) For Men	① Damage to toilet, water leakage, blockage from waste	N/A	
	② Damage to waterbasin, water leakage, blockage from wastewater	N/A	
	③ Damage to shower, water leakage, blockage from wastewater	N/A	
	④ Other broken equipment, etc.	N/A	
(2) For Women	① Damage to toilet, water leakage, blockage from waste	N/A	
	② Damage to waterbasin, water leakage, blockage from wastewater	N/A	
	③ Damage to shower, water leakage, blockage from wastewater	N/A	
	④ Other broken equipment, etc.	N/A	
<b>2. Septic tank</b>			
(1) Smell		N/A	
(2) Wastewater leakage from the inspection hole		N/A	
(3) Other problems		N/A	
<b>3. Soil treatment area</b>			
(1) Outflow / deformation of soil		N/A	
(2) Wastewater leakage from the inspection opening		N/A	
(3) Other problems		N/A	
<b>4. Temperature measurement (thermometer)</b>			
(1) Toilet stall		12~44°C	
(2) Septic tank outlet		14~46°C	
(3) Soil layer (10cm below the surface)		15~48°C	
<b>5. Other remarks</b>			
※Please take pictures of any problems identified at the facilities.			

Weekly Monitoring Check Sheet 2 [Varanasi Site]			
Weather		Date	29/6/2019-26/12/2022
Rainfall (if any)	light / medium / heavy		
<b>1. Appearance of treated water in inspection tank (Circle one)</b>			
(1) Color	Clear(0) / Light(174) / Medium(0) / Dark(0)		
(2) Turbidity	None(0) / Low(174) / Medium(0) / High(0)		
(3) Smell	None(7) / Weak(167) / Medium(0) / Strong(0)		
<b>2. Quality of treated water in inspection tank</b>			
(1) pH	6.3~7.4		
(2) Electric conductivity	726~1554		(μS/cm)
(3) Transparency	10~35		(cm)
<b>3. Water level in inspection tank</b>			
(1) Distance between the water surface and the bottom of the inspection tank	10~180		(cm)
<b>4. pH of soil treatment area</b>			
(1) pH	① Septic tank side		
	② Center portion		
	③ Inspection tank side		
<b>5. Other remarks</b>			
※Check once a week on the same day each week. ※Please take pictures of the inside of the inspection tank and of the treated water sample.			

朱書きは、2019 年 6 月 29 日～2022 年 12 月 26 日の実測値を表す。

図 14 : TSS 維持管理シート（バラナシ）

表 19：維持管理データ（バラナシ）

(1/2)

測定日		年	2019																			
		月	6					7					8					9				
		日	29	6	13	20	29	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14	21	28	4	11
利用	女性	人	65	70	70	70	70	85	70	80	85	90	75	80	85	85	65	75	80	65	75	80
	男性	人	240	225	490	325	355	235	220	240	255	275	280	290	295	260	270	270	275	275	265	275
計		人	305	295	560	395	425	320	290	320	340	365	355	370	380	345	335	345	355	340	340	355
温度	天候		晴	曇	雨	曇	曇	曇	晴	雨	晴	晴	晴	雨	晴	雨	晴	晴	晴	晴	晴	晴
	トイレ	℃	39	32	29	27	29	28	32	25	31	26	26	29	30	28	30	29	29	27	27	28
湿度	嫌気槽	℃	36	34	29	32	31	33	34	28	33	34	34	33	34	37	39	31	30	30	29	28
	土壌槽	℃	48	45	32	37	37	42	45	31	38	38	38	41	42	41	43	40	39	34	38	37
処理	色		薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄
	濁度		低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低
臭い	臭い		無	無	弱	無	無	無	無	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱
	pH		7.1	7.0	6.8	6.9	7.1	7.0	7.2	6.9	7.0	7.3	7.0	7.2	7.0	7.2	7.2	6.3	7.1	7.1	7.3	7.1
検水	EC	μs/cm	1329	1300	726	1554	1312	1295	1301	1256	1150	1463	1274	1374	1275	1465	1345	1373	1274	1365	1365	1283
	透視度	cm	15	15	10	12	12	13	12	12	14	14	15	12	15	13	12	15	15	15	15	15
水位		cm	10	10	63	45	41	45	35	75	55	55	50	55	52	110	105	105	102	105	96	90

測定日		年	2019										2020									
		月	12					1					2					3				
		日	2	9	16	23	30	6	13	20	27	3	10	17	24	2	9	16	23	5	1	8
利用	女性	人	280	265	280	275	265	275	280	467	395	405	410	405	425	410	425	274	230	75	80	70
	男性	人	80	75	65	60	70	75	85	156	145	155	140	135	125	130	125	132	135	45	43	40
計		人	360	340	345	335	335	350	365	623	540	560	550	540	550	540	550	406	365	120	123	110
温度	天候		晴	晴	曇	晴	曇	曇	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴
	トイレ	℃	23	20	18	18	12	12	16	18	21	21	23	24	24	28	30	33	35	37	38	34
湿度	嫌気槽	℃	27	24	20	20	14	14	17	20	24	24	26	27	27	31	33	35	37	40	41	36
	土壌槽	℃	30	25	21	21	15	15	20	22	28	28	30	31	31	34	36	38	40	45	45	39
処理	色		薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄
	濁度		低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低
臭い	臭い		弱	無	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱
	pH		7.2	7.2	7.0	7.3	7.0	7.1	7.0	7.2	7.0	7.2	7.0	7.2	7.2	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1
検水	EC	μs/cm	1301	1301	1340	1330	1350	1340	1330	1345	1355	1295	1320	1325	1325	1285	1330	1330	1330	1400	1530	1525
	透視度	cm	12	12	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	25.5	25.5
水位		cm	35	48	45	55	55	125	55	165	110	80	23	70	86	90	95	90	95	51	52	54

測定日		年	2020										2021									
		月	6					7					8					9				
		日	29	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9
利用	女性	人	83	95	91	89	95	92	90	94	93	91	95	98	120	132	138	140	143	142	145	142
	男性	人	46	65	63	69	62	68	78	69	72	68	70	75	75	80	85	90	94	91	95	94
計		人	129	160	154	158	157	160	168	163	165	159	165	173	195	212	223	230	237	233	240	236
温度	天候		曇	雨	晴	雨	雨	曇	曇	曇	曇	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴
	トイレ	℃	29	30	34	30	31	35	34	34	34	34	34	34	31	32	34	31	30	30	29	29
湿度	嫌気槽	℃	31	33	37	33	34	38	37	36	36	36	36	37	34	35	36	34	33	33	32	32
	土壌槽	℃	34	37	40	36	37	41	41	40	40	40	40	40	37	38	40	38	37	37	36	36
処理	色		薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄
	濁度		低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低
臭い	臭い		弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱
	pH		7.1	7.1	7.3	7.1	7.2	7.1	7.2	7.4	7.2	7.1	7.2	7.3	7.2	7.3	7.2	7.1	7.2	7.1	7.2	7.1
検水	EC	μs/cm	1220	1230	1235	1225	1235	1225	1231	1210	1225	1230	1215	1225	1220	1310	1230	1220	1225	1213	1215	1220
	透視度	cm	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
水位		cm	75	150	152	148	152	154	156	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180

測定日		年	2020										2021									
		月	11					12					1					2				
		日	30	7	14	21	28	4	11	18	25	3	8	15	22	1	8	15	22	29	3	12
利用	女性	人	145	150	155	150	156	92	90	91	93	89	91	90	82	88	84	88	90	90	86	94
	男性	人	91	90	88	89	90	160	158	156	159	160	165	160	172	178	157	160	165	159	160	163
計		人	236	240	243	239	246	252	248	247	252	249	256	250	254	266	241	248	255	249	246	257
温度	天候		晴	晴	曇	曇	晴	曇	曇	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴
	トイレ	℃	22	22	21	19	20	16	15	18	19	22	23	23	22	22	32	33	38	39	37	41
湿度	嫌気槽	℃	24	24	23	21	22	18	18	21	22	25	26	26	25	25	35	36	42	41	42	43
	土壌槽	℃	28	28	27	23	23	21	21	24	25	27	28	28	27	28	38	39	47	45	47	45
処理	色		薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄
	濁度		低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低
臭い	臭い		弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	無	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱
	pH		7.2	7.4	7.1	7.2	7.3	7.1	7.4	7.2	7.2	7.1	7.4	7.1	7.2	7.0	7.1	7.2	7.3	7.1	7.1	7.2
検水	EC	μs/cm	1215	1220	1210	1215	1210	1215	1210	1215	1210	1215	1210	1211	1230	1240	1211	1215	1213	1212	1210	1215
	透視度	cm	28	28	28	28	28	28	28	25	25	25	25	25	22	30	25	25	25	25	30	34
水位		cm	180	180	180	180	180	180	180	45	45	45	45	40	50	45	45	40	40	40	29	43

注) 2020年4月は、新型コロナウイルスの影響で、モニタリング結果なし。

表 20：維持管理データ（バラナシ）

(2/2)

測定日		年 月 日	2021																							
			5					6					7					8					9			
利用 者	女性	人	15	15	22	24	31	7	14	21	28	5	14	19	26	3	11	16	23	30	6	13	20	27		
	男性	人	41	40	48	65	75	70	68	74	77	77	64	65	71	82	84	90	94	110	108	110	115	112		
	計	人	56	55	70	89	110	108	103	114	119	131	112	115	129	147	148	158	159	202	206	203	207	202		
	温度	天候		晴	晴	晴	曇	雨	晴	晴	晴	晴	雨	雨	雨	雨	晴	晴	雨	晴	晴	晴	晴	曇	晴	
トイレ		℃	34	32	35	36	33	34	32	31	34	30	33	31	34	32	29	33	31	30	29	28	30	33		
嫌気槽		℃	37	35	38	40	36	38	35	34	38	33	37	34	37	35	32	35	34	33	32	31	33	35		
土壌槽		℃	41	39	42	44	40	42	39	38	41	38	40	37	40	38	36	38	37	36	35	33	35	38		
処理 水	色		薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄		
	濁度		低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低		
	臭い		弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱		
	検水 水槽	pH		7.3	7.2	7.2	7.0	7.2	7.4	7.2	7.2	7.4	7.1	7.2	7.1	7.3	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.3	7.2	7.1	
EC		μs/cm	1350	1330	1325	1450	1275	1330	1525	1350	1235	1250	1230	1235	1250	1230	1170	1215	1210	1200	1175	1215	1211	1213		
透視度		cm	20	21	20	24	20	24	25	26	24	26	25	28	30	30	20	33	30	30	30	30	30	30		
水位		cm	20	35	32	45	55	35	30	34	28	175	172	175	152	156	175	175	30	35	40	45	50	54		

測定日		年 月 日	2021																								2022							
			10					11					12					1					2											
利用 者	女性	人	95	92	98	95	90	98	96	91	92	88	92	92	89	86	64	70	79	75	69	67	70	62										
	男性	人	112	109	112	108	103	106	104	102	106	104	106	106	98	95	91	98	95	90	95	92	90	90										
	計	人	207	201	210	203	193	204	200	193	198	192	198	198	187	181	155	168	174	165	164	159	160	152										
	天候		晴	晴	雨	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	曇	晴	晴	曇	曇	晴	晴	晴	晴									
温度	トイレ	℃	34	34	29	31	30	29	29	28	26	25	24	22	19	15	17	18	19	18	18	23	26	20										
	嫌気槽	℃	37	36	31	33	32	31	31	30	28	27	26	23	21	17	19	20	21	20	20	24	28	22										
	土壌槽	℃	40	39	33	35	33	33	33	32	30	29	27	24	22	18	21	22	22	21	21	25	30	23										
	色		薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄										
処理 水	濁度		低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低											
	臭い		弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱										
	検水 水槽	pH		7.2	7.1	7.3	7.1	7.3	7.1	7.3	7.1	7.3	7.1	7.2	7.3	7.2	7.1	7.1	7.3	7.2	7.1	7.3	7.4	7.4	7.3									
		EC	μs/cm	1215	1214	1310	1210	1215	1210	1214	1210	1215	1210	1213	1217	1215	1211	1215	1211	1215	1210	1215	1216	1216	1215									
透視度		cm	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30										
水位		cm	45	50	55	55	55	55	50	100	80	55	60	60	60	65	65	65	70	74	77	72	75	74	72									

測定日		年 月 日	2022																							
			3				4				5				6				7				8			
利用 者	女性	人	64	68	61	69	68	65	56	65	60	66	67	73	68	69	65	71	65	69	72	67	61	65		
	男性	人	92	93	90	96	92	96	90	98	94	94	98	90	90	94	89	93	94	94	92	89	93	96		
	計	人	156	161	151	165	160	161	146	163	154	160	165	163	158	163	154	164	159	163	164	156	154	161		
	天候		晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	雨		
温度	トイレ	℃	30	35	40	35	32	32	33	34	39	38	44	39	40	44	40	41	38	37	37	37	36	29		
	嫌気槽	℃	32	36	42	37	34	34	35	36	41	40	46	41	42	46	42	43	40	39	39	39	38	31		
	土壌槽	℃	33	37	44	39	36	36	37	38	43	42	47	43	44	48	43	44	42	41	41	41	40	33		
	色		薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄		
処理 水	濁度		低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低			
	臭い		弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱		
	検水 水槽	pH		7.3	7.4	7.2	7.1	7.3	7.1	7.2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.1	7.1	7.3	7.4	7.3	7.4	7.3	7.4	7.1		
		EC	μs/cm	1212	1215	1212	1213	1212	1210	1213	1215	1210	1212	1215	1210	1215	1211	1210	1212	1215	1213	1216	1213	1212	1210	
透視度		cm	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	35	35	35	35		
水位		cm	55	60	65	60	65	70	65	63	35	65	60	65	60	60	56	65	65	65	55	60	60	65		

測定日		年 月 日	2022																							
			8				9				10				11				12							
利用 者	女性	人	61	66	64	61	63	66	65	60	63	57	50	50	55	65	62	66	60	68	65	62				
	男性	人	90	92	93	89	93	93	89	89	88	91	91	93	90	93	90	93	90	91	95	90	85			
	計	人	151	158	157	150	156	159	154	149	152	145	141	141	148	155	155	156	151	163	155	147				
	天候		雨	晴	晴	晴	晴	雨	雨	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴			
温度	トイレ	℃	30	31	33	32	30	30	34	34	33	31	31	30	31	31	28	27	27	27	20	16				
	嫌気槽	℃	32	33	35	34	32	32	36	36	35	32	32	32	33	33	30	29	29	29	22	18				
	土壌槽	℃	34	35	37	36	34	34	38	38	37	34	34	33	34	35	32	31	31	31	24	20				
	色		薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄	薄			
処理 水	濁度		低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低	低				
	臭い		弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱	弱			
	検水 水槽	pH		7.3	7.3	7.1	7.4	7.1	7.3	7.1	7.2	7.2	7.3	7.2	7.1	7.3	7.1	7.2	7.1	7.3	7.1	7.2	7.2			
		EC	μs/cm	1214	1212	1210	1213	1211	1213	1211	1212	1213	1215	1212	1210	1211	1210	1212	1210	1212	1210	1213	1211			
透視度		cm	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35			
水位		cm	70	40	30	24	30	30	35	55	50	60	50	50	55	55	60	60	65	65	65	65	65			

b) 利用者数および流入水量（インスペクションタンク水位）

トイレ利用者数は、2020 年 3 月から新型コロナウイルス蔓延の影響により少なくなったが、それ以前の通常期においても 1 日当たり 60 人前後と設計値 200 人/日より少ないものであった。また、その男女比内訳は、バラナシサイトの付近での建設現場労働者の利用が多いことから男性が 7 割程度を占めていた。排水量は、計画値 1,000 m<sup>3</sup>/日（原単位 50L/人・日）に対して、便器からの排水は簡易水洗便器（原単位汚水量が 20～30L/人・日程度）を利用しているため少ないと考えられるが、利用者の中には洗濯をする者もいた。これらのことから、インド国におけるトイレ排水量は、トイレを取り巻く外部環境、立地場所、利用者の生活状況により大きく左右され、設置する TSS の規模決定にあたっては、現地状況を詳細に調査する必要があると判断された。

運転状況は、豪雨（2019 年 9～11 月）や流入配管（2020 年 8 月～12 月）、点検口の破損（2021 年 7～9 月）による雨水浸入、1 月末～2 月末の宗教行事による使用者の増加、洗濯をする者の増加により、インスペクションタンクの水位が上昇したことがあった。その対応として、応急処置的にポンプ排水を実施していた。そこで、この維持管理作業の軽減を図る為、2022 年 7 月に土壌処理部脇に側溝を設置し、地表面から流れ込む雨水を防ぎ、インスペクションタンクの水位上昇を抑えた。

このことから、インド国においては雨季にスコールがあり、それに対応できる排水施設が不十分であることが多々あるため、TSS の設置は地表面を流れる雨水が施設内部に浸入しないように配慮する必要があると判断された。

また、利用状況については、次のことを確認している。

- ・パイロット機設置サイトの周辺には建設現場が多く、建設労働者はほとんどが男性であるため、本トイレの利用者は必然的に男性が多くなる傾向になっているが、女性が危険を感じ本トイレの使用を回避しているわけではない。
- ・本トイレ周辺の居住者は、自宅のトイレを使用しているため、本トイレを利用する機会は少ない。
- ・本トイレ使用者のうち 1 日 15 人程度（2019 年 9 月）が洗濯をする。
- ・1 月中旬～3 月上旬はインド国内全域で結婚式シーズンとなり、同時に宗教行事もあるためバラナシを訪れる人々が多くなる。そのことから、本トイレの利用者数が増加する傾向にある。
- ・TSS への雨水流入を防ぐために、2022 年 7 月に TSS の周辺に側溝を設置した。その後は、雨季（7～10 月）の豪雨の影響による TSS からの溢水はおこっていない。
- ・児童、付近住民、放牧人（牛飼い）等が土壌処理部に侵入し、不慮に点検口等に接触して TSS の破損を招いていた。そこで、2022 年 7 月にフェンス設置工事を行った。それ以降、TSS の破損事故は起こっていない。





図 15：設置された側溝とフェンス（バラナシ）

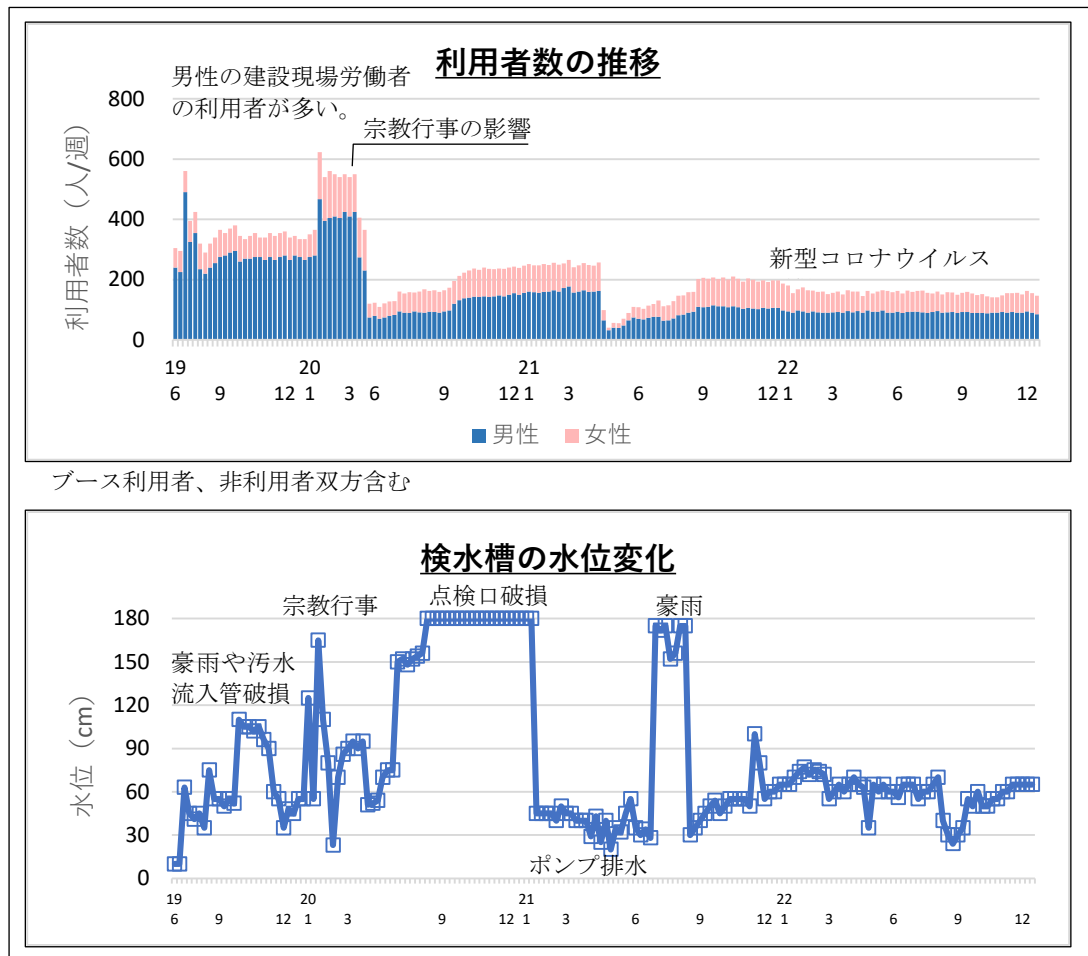


図 16：利用者及びインスペクションタンクの水位（バラナシ）

### c) 土壌処理水の外観・水質

処理水の外観からの判断は検査者の感覚によるところが大きく、定量的に処理レベルを判断することは難しい。しかし、対象となる流入排水と処理水を比較することで、濁度、色、臭いから、処理の健全性は確認でき、日常点検では簡易で有効な手法である。バラナシサイトでは、図 17 に示す処理水の外観モニタリングデータから、処理ができていたことが確認でき、TSS はインド国においても安定した処理が可能であると判断される。

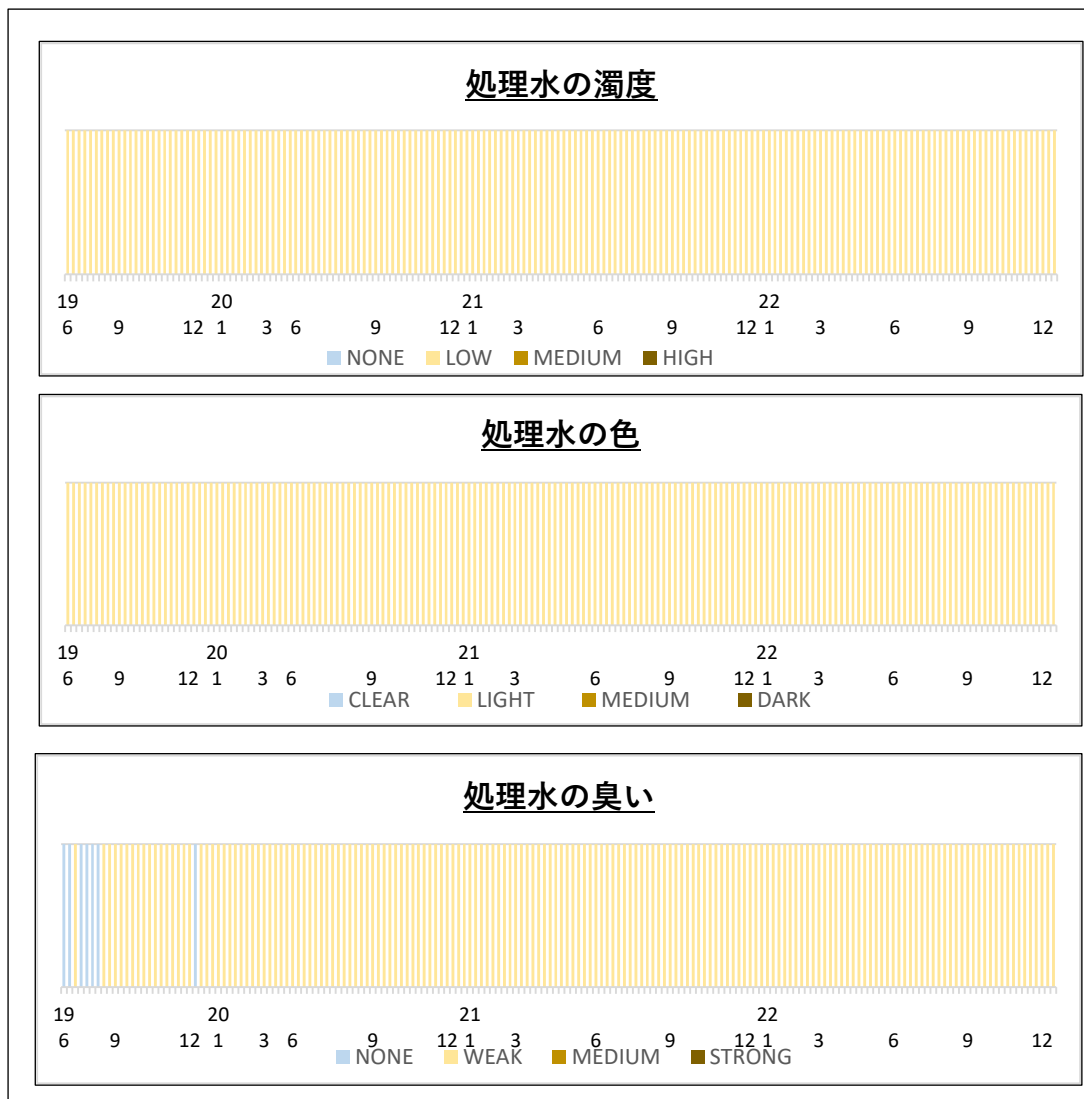


図 17：処理水の外観（バラナシ）



図 18：処理水の外観（バラナシ）（2023/6/15）

水質（pH、透視度、電気伝導度）については、pHは排水基準の 6.5～9.0 の中に納まっており、透視度、電気伝導度は計測期間 2019 年 6 月 29 日～2022 年 12 月 26 日に安定していた。

また、日本国農業排水処理施設からの経験則になるが、透視度と BOD 間には次式の関係があることが論文発表<sup>19</sup>されている。

$$\text{BOD} = 353.7 \times (1/\text{透視度})^{0.78} \quad (r^2 = 0.80)$$

この式によると透視度を処理が安定してきた 2022 年後半の試験値 35cm とすると、BOD=22mg/L と算出され、インド国排水基準（BOD=30 mg/L）に適合するものと判断される。透視度の測定には測定者の個人的な差があり、公的機関の水質検査結果では、BOD=5mg/L となっていることから、透視度を基にした BOD 濃度は過小評価されているものと判断される。

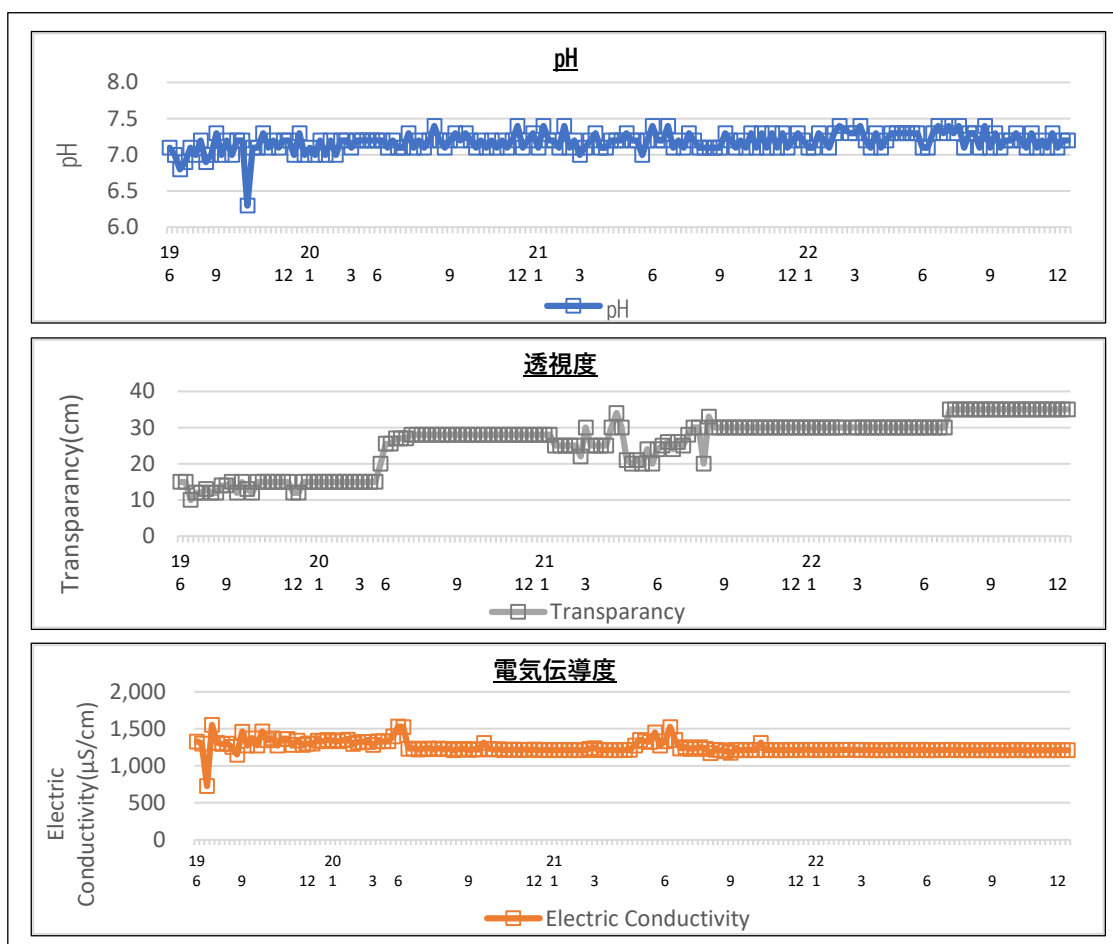


図 19：処理水の水質（バラナシ）

<sup>19</sup> 農業集落排水施設における透視度と SS・BOD の関係について（東海農政局土地改良技術事務所\_中野拓治）

表 21：透視度から判断される BOD 濃度（バラナシ）（参考）

透視度から判断される BOD 濃度	インド国排水基準 BOD 濃度
22 mg/L	30 mg/L

B) ムザファルナガルサイト

a) モニタリングシート

運転期間（2020 年 3 月 3 日～2023 年 6 月 12 日）において、コロナ禍により学校が閉鎖となり、モニタリングができなかった期間があったものの、図 20 に示す維持管理シートを用いて、週 1 回パイロット機の状況を確認している。表 22 にその結果を示し、以降に施設の状況を解説する。

Weekly Monitoring Check Sheet 1 [Muzaffarnagar Site]				Weekly Monitoring Check Sheet 2 [Muzaffarnagar Site]				
Number of Users		Male		Weather			Date	
		Female		Rainfall (if any)		light / medium / heavy		
		Total		Weather				
				Rainfall (if any)		light / medium / heavy		
Items			Result					
1. Toilet				1. Appearance of treated water in inspection tank (Circle one)				
(1) For Men	①	Damage to toilet, water leakage, blockage from waste	N/A	<div> <div>Transparent and colorless</div> <div>Clear(8) / Light(10) / Medium(2) / Dark(1)</div> </div>				
	②	Damage to waterbasin, water leakage, blockage from wastewater	N/A	<div> <div>None</div> <div>None(4) / Low(16) / Medium(1) / High(0)</div> </div>				
	③	Damage to shower, water leakage, blockage from wastewater	N/A	<div> <div>No smell</div> <div>None(20) / Weak(1) / Medium(0) / Strong(0)</div> </div>				
	④	Other broken equipment, etc.	N/A					
(2) For Women	①	Damage to toilet, water leakage, blockage from waste	N/A	<div> <div>6.9~8.3</div> </div>				
	②	Damage to waterbasin, water leakage, blockage from wastewater	N/A	<div> <div>869~1559</div> <div>(μS/cm)</div> </div>				
	③	Damage to shower, water leakage, blockage from wastewater	N/A	<div> <div>13~50</div> <div>(cm)</div> </div>				
	④	Other broken equipment, etc.	N/A					
2. Septic tank				2. Quality of treated water in inspection tank				
(1) Smell			N/A	<div> <div>60~169</div> <div>(cm)</div> </div>				
(2) Wastewater leakage from the inspection hole			N/A					
(3) Other problems			N/A					
3. Soil treatment area				3. Water level in inspection tank				
(1) Outflow / deformation of soil			N/A	<div> <div>① Septic tank side</div> <div></div> </div>				
(2) Wastewater leakage from the inspection opening			N/A	<div> <div>② Center portion</div> <div></div> </div>				
(3) Other problems			N/A	<div> <div>③ Inspection tank side</div> <div></div> </div>				
4. Temperature measurement (thermometer)				4. pH of soil treatment area				
(1) Toilet stall			16~35°C	<div> <div>① Septic tank side</div> <div></div> </div>				
(2) Septic tank outlet			15~33°C	<div> <div>② Center portion</div> <div></div> </div>				
(3) Soil layer (10cm below the surface)			14~33°C	<div> <div>③ Inspection tank side</div> <div></div> </div>				
5. Other remarks				5. Other remarks				

朱書きは、2020 年 3 月 3 日～2023 年 6 月 12 日の実測値を表す。

図 20：TSS 維持管理シート（ムザファルナガル）

表 22：維持管理データ（ムザファルナガル）

測定日		年	2020			2022			2023				
		月	3			3			12	1	2		3
		日	3	10	17	24	31	18	12	13	9	20	13
温度	天候									晴	晴	晴	晴
	トイレ	℃	21	21	20	30	32	30	22	16	21	23	25
	嫌気槽	℃	20	20	21	23	27	26	20	15	19	24	24
	土壌槽	℃	23	21	23	25	25	25	17	14	17	20	22
処理水	色		無	薄	無	薄	無	薄	無	無	無	薄	中
	濁度		無	低	無	低	低	低	低	低	無	低	低
	臭い		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
検水槽	pH		7.9	7.6	8.3	7.1	7.7	7.4	7.2	7.2	6.9	7.1	7.4
	EC	μ s/cm	1,190	1,559	982	1,226	1,260	1,518	1,070	1,259	1,523	932	869
	透視度	cm	50	18	30	23	25	15	33	35	28	17	20
	水位	cm	76	60	73	110	149	169	70	68	62	115	76

測定日			年	2023								
			月	3		4		5		6		
			日	22	27	3	10	18	9	22	29	5
温度	天候		晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴
	トイレ	℃	25	25	27	30	31	32	33	34	31	35
	嫌気槽	℃	23	23	28	27	27.5	27.5	27.5	28	31	33
	土壌槽	℃	22	22	29	25	26	27	28	30	32	33
処理水	色		薄	薄	無	薄	薄	薄	無	濃	中	薄
	濁度		低	低	低	低	低	低	低	中	低	無
	臭い		無	無	無	無	無	無	無	弱	無	無
検水槽	pH		7.0	7.1	7.1	7.2	7.1	7.2	7.0	6.9	6.9	7.3
	EC	μ s/cm	1,019	1,011	978	1,064	978	1,064	947	1,330	1,350	1,301
	透視度	cm	24	17	25	15	25	15	37	13	23	31
	水位	cm	72	110	110	98	110	105	96	130	102	105

b) 流入水量（インスペクションタンク水位）

インスペクションタンク水位は、コロナ禍において維持管理者（SRGC 維持管理学生担当者）が SRGC に訪れて流入汚水の流量調整をする予定であったが、それができなかったため上昇したことがあった。しかし、コロナ禍後は、流入水量の調整を行い安定した稼働ができています。

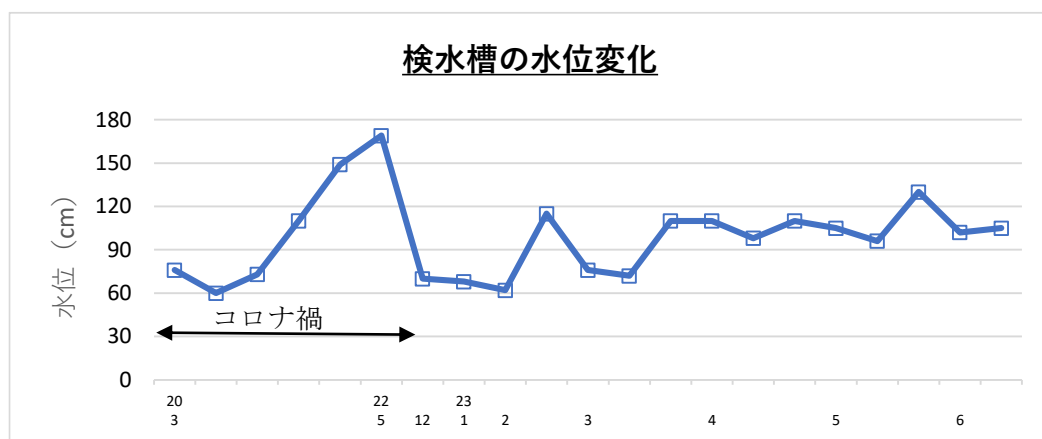


図 21：インスペクションタンクの水位

### c) 土壌処理水の外観・水質

処理水の外観・水質は、温度や日照時間により差があるため、特定の日における処理性能の判断よりも、日常的に継続して行い施設に異常がないことを確認することが重要である。モニタリングの結果は、期間中（2019 年 3 月 3 日～2023 年 6 月 12 日）、処理水の外観（色、濁度、臭い）は、人（検査員）の感覚や気温、天候等の影響で若干の差異があったものの不快と感じないレベルであり、水質（pH、透視度、電気伝導度）についても、pH は排水基準の 6.5～9.0 の中に納まっており、透視度、電気伝導度は概ね安定しており、良好な処理が行われていたと判断される。個々にモニタリングデータを見ると、2023 年 5 月に処理水質が一時的に悪くなったことがあったが、この原因については、「排水流入ますのゲートの切り替えが上手くいかず突発的な流入水量の増加があったためである。」との報告を SRGC 担当教授から受けている。そして、ゲートの切り替えを修正しモニタリングを続けた結果、1 週間後には処理水質が改善され、TSS はインド国においても、処理性能の回復機能を発揮でき、安定した処理が可能と判断された。

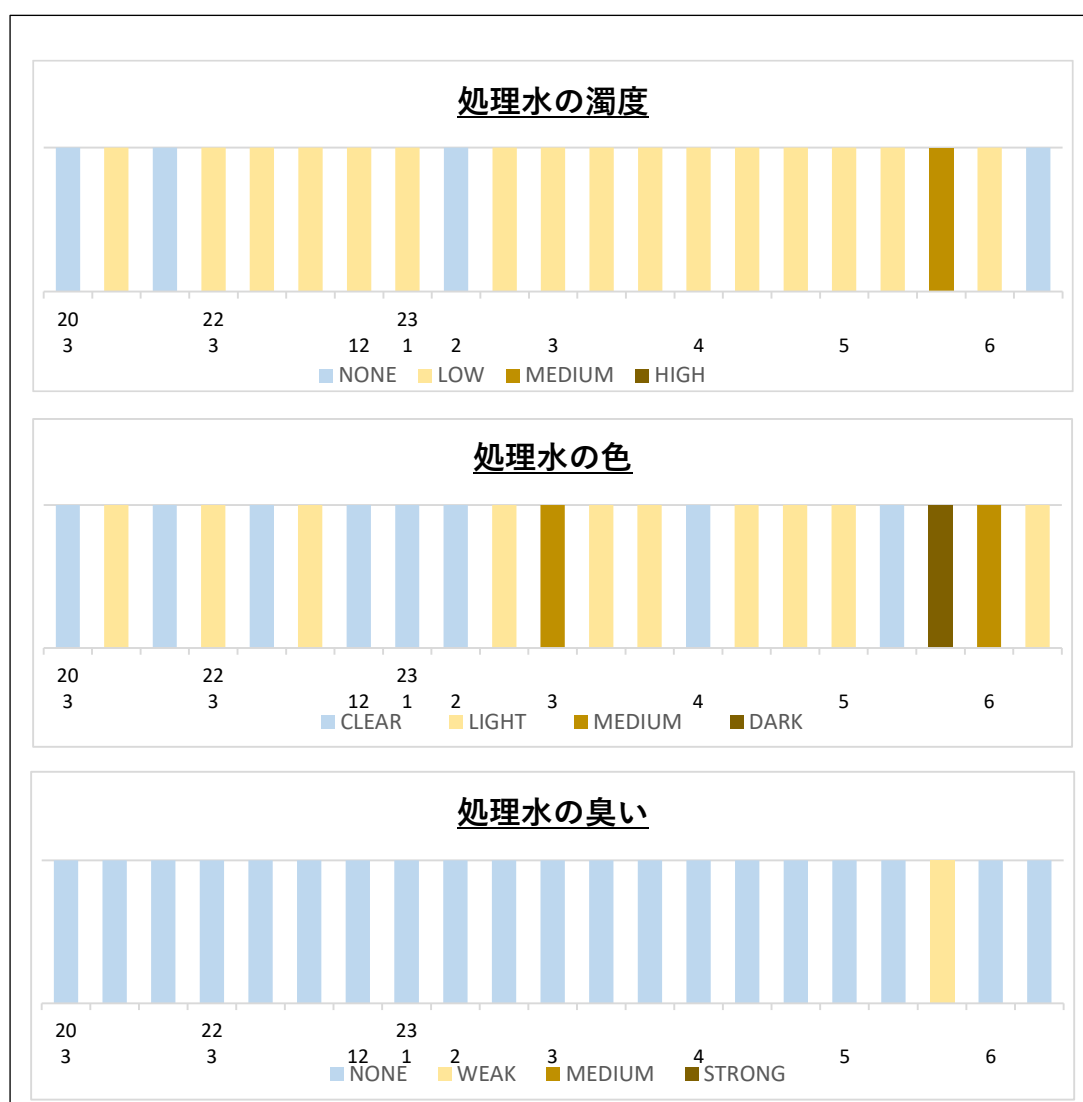


図 22：処理水の外観（ムザファルナガル）

また、バラナシサイトと同様に、透視度（40cm）より BOD の概略数値を算出すると、BOD=20 mg/L と算出され、インド国の水質基準に安定して適合するものと判断された。

$$\text{BOD} = 353.7 \times (1/\text{透視度})^{0.78} \quad (r^2=0.80) = 353.7 \times (1/40)^{0.78} = 20 \text{ mg/L}$$

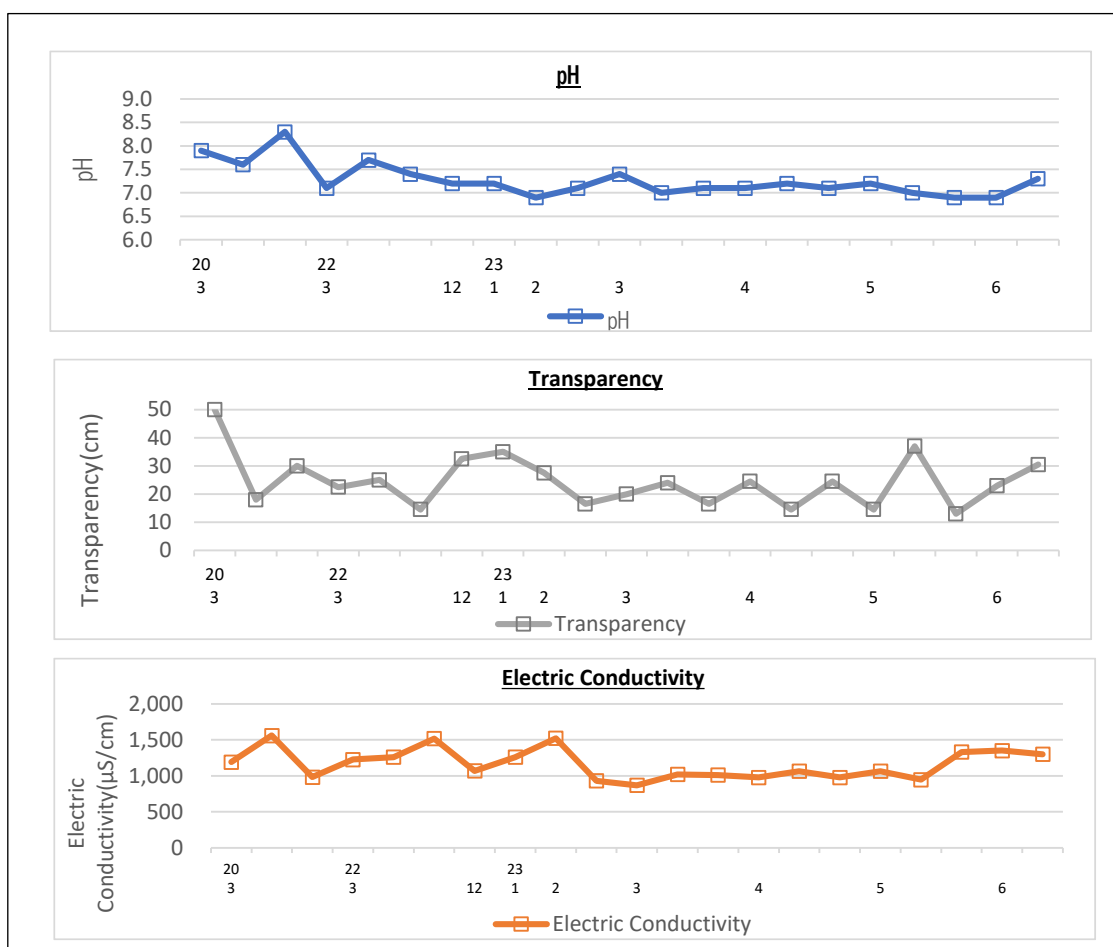


図 23：処理水の水質（ムザファルナガル）

表 23：透視度から判断される BOD 濃度（ムザファルナガル）（参考）

透視度から判断される BOD 濃度	インド国排水基準 BOD 濃度
20 mg/L	30 mg/L

### 3-1-4 現地法に沿った汚泥処理を検証する。

#### ①汚泥処理に関する現地法

インド国立都市問題研究所（National Institute of Urban Affairs）においては、SBM を達成することを目的とした実施方法をまとめた「FAECAL SLUDGE AND SEPTAGE



MANAGEMENT—PLANNING MODULE」が策定されている。

また、ウットル・プラデシュ州においては、州内の各自治体の汚水汚泥の方針をまとめた「Faecal Sludge and Septage Management Operative Guidelines of Uttar Pradesh」を作成している。これには、各自治体の汚水処理施設の規模・処理方法や、セプティックタンクの構造、汚泥引き抜き手法等がまとめられている。

バラナシ市では、アメリカに本部をおく監査法人（調査会社）である EYG（ERNST & YOUNG）に依頼し汚泥管理ビジョンを策定している。都市計画（City sanitation plan for VARANASI : CSP）では、セプティックタンクの汚泥引抜は 2～3 年に一度実施し、引抜の際には市に登録された業者がバキューム車により行うこととしている。ムザファルナガル市においては、前述の「Faecal Sludge and Septage Management Operative Guidelines of Uttar Pradesh」により、ラグーン下水処理場で下水とセプティックタンク引抜汚泥の処理が行われている。

#### ① バラナシサイト

##### A) 現地の汚泥管理方法

ディナプール下水処理場の汚泥処理方法について（下水汚泥の処理方法）

第 2 回現地渡航の際、バラナシ市の東部に立地するディナプール下水処理場（最大、日量 80 百万リットルの下水を処理）の視察および関係者へのヒアリングを実施した。同処理場にて発生する汚泥は、一部が機械脱水された後、天日乾燥処理され周辺に居住している農民が無料で肥料として引き取り、農地利用していることを確認した。

##### B) セプティックタンク汚泥の処理方法（引抜汚泥の処理方法）

「インド共和国バラナシ市環境改善に関する情報収集・確認調査 ファイナルレポート」（2016 年 2 月）によると「セプティックタンクからの汚泥引抜は制度化されておらず、定期的には引抜が行われていないようであり、引き抜かれた汚泥の処分先も不明の場合が多い」と述べられている。

##### C) 汚泥管理による公衆衛生の確保

バラナシ市においては、下水道から発生する汚泥が下水処理場で処理されていることを確認したが、セプティックタンクより発生する汚泥が道路側溝に廃棄されるなど適切に管理されず、公衆衛生を悪化させる要因となっていることが分かった。バラナシ市の汚泥回収処理方法の最終化は、今後市政府機関との協議が必要となるが、現段階で考えられる対策を検討した。

##### D) 課題

セプティックタンクからの汚泥を適切に処理する課題として、考えられる事項を以下に

示す。

a) セプティックタンクの引抜汚泥を処理する施設がない。

バラナシ市には下水処理場の増設や新設計画があるが、セプティックタンクの引抜汚泥を処理する施設が十分ではない。この状況がセプティックタンク汚泥を引抜かず、処分していない状況を招いている。

b) 引抜汚泥の運搬が非効率である。（汚泥処理場が遠い）

セプティックタンクの引抜汚泥は、汚泥処理施設まで運搬する必要があるが、民間の汚泥運搬業者は、汚泥の引抜地点から処理施設まで運搬距離が長いと輸送燃料費を抑えるため、収集した汚泥を不法投棄してしまうことがある。

#### E) 対策

前述した課題を解決するためには、セプティックタンクの引抜汚泥の処理施設を建設し、汚泥清掃業者のコストメリットを考慮して、引抜汚泥を一時的に保管する中継基地を適所に建設する必要がある。以下、現在までに得られた情報から、その提案について述べる。

a) セプティックタンク引抜汚泥の処理施設建設

a)-1 バラナシ市の汚泥処理施設建設の構想

ウッタール・プラデシュ州の組織であり、バラナシ市の下水処理施設の計画・設計を所管している Jal Nigam から、バラナシ市内のラムナ地区にセプティックタンク汚泥の処理施設を建設する構想があるとの情報を得た。当該地区を視察したところ、広大な敷地を擁しており汚泥処理施設を建設することは可能であると判断されるが、一帯は低地盤地区であり造成工事が必要と判断される。図 24 に、当該地の写真を示す。



図 24：バラナシ市の汚泥処理施設建設構想地(ラムナ地区)

a)-2 引抜汚泥処理施設を新設する

下水道整備地区に残存するセプティックタンクは下水道への接続に関わらず、汚泥引抜きが必要であり、実態は引抜き汚泥を付近の下水管へ投入していると推測される。

また、下水道未整備地区から発生する引抜き汚泥の処理は、汚泥運搬距離を短くするため、同区域に専用汚泥処理施設を建設することが望ましい。バラナシ市の下水道マスタープラン（図 25）では、既に下水道の予定処理区域が示されており、引抜汚泥処理施設を計画する場合は、下水道未整備計画区域（赤枠内）が推奨される。

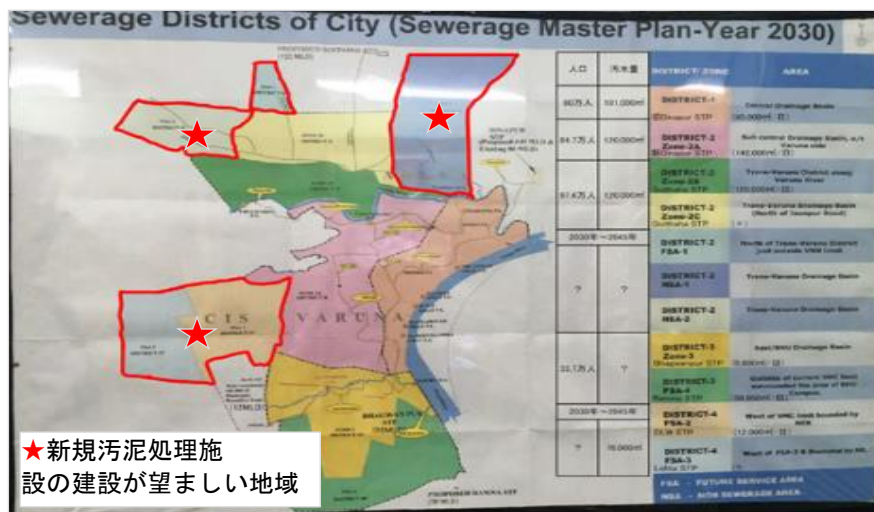


図 25：引抜汚泥処理施設の新設場所(案)（バラナシ）

a)-3 引抜汚泥処理施設を既存の下水処理場に併設する

バラナシ市の東部に立地するディナプール下水処理場は、発生した汚泥を天日乾燥処理していることから（図 26）、汚泥脱水機を増設して天日乾燥床の必要面積を減じ、収集したセプティックタンク引抜汚泥の処理ができると考えられた。

しかし、バラナシ市の下水処理施設の計画・設計を担当している Jal Nigam には、下水処理を高度化（放流水のリン・窒素の除去）する施設を、当該天日乾燥床に設置する予定があった。そのことから、セプティックタンク汚泥の処理には、周辺に新たな用地の確保が必要と判断された。



図 26：ディナプール下水処理場の写真（バラナシ）

a)-4 セプティックタンク引抜汚泥の処理施設建設（案）

汚泥処理施設の位置は、既にバラナシ市において構想のあるラムナ地区が最も現実性が高いものとして考えられる。

【引抜汚泥の運搬中継基地の建設】

下水道整備区域においても、ガンジス川河岸等の低地部は下水道に接続できず、セプティックタンクの使用を強いられている。そのため、セプティックタンク引抜汚泥の収集は下水道区域内でも必要であるが、街中に多くのバキューム車が走行することと運搬燃料費が増大することを回避するため、引抜汚泥の運搬中継基地を建設することが望ましい。ここで、汚泥輸送中継基地は汚泥収集業者に大きな経済負担を負わせないため、汚泥が大量となる中継基地から最終処分先への輸送はバラナシ市にて行うことが考えられる。図 27 に効率的な汚泥輸送が見込まれる中継基地の設置場所イメージを示す。

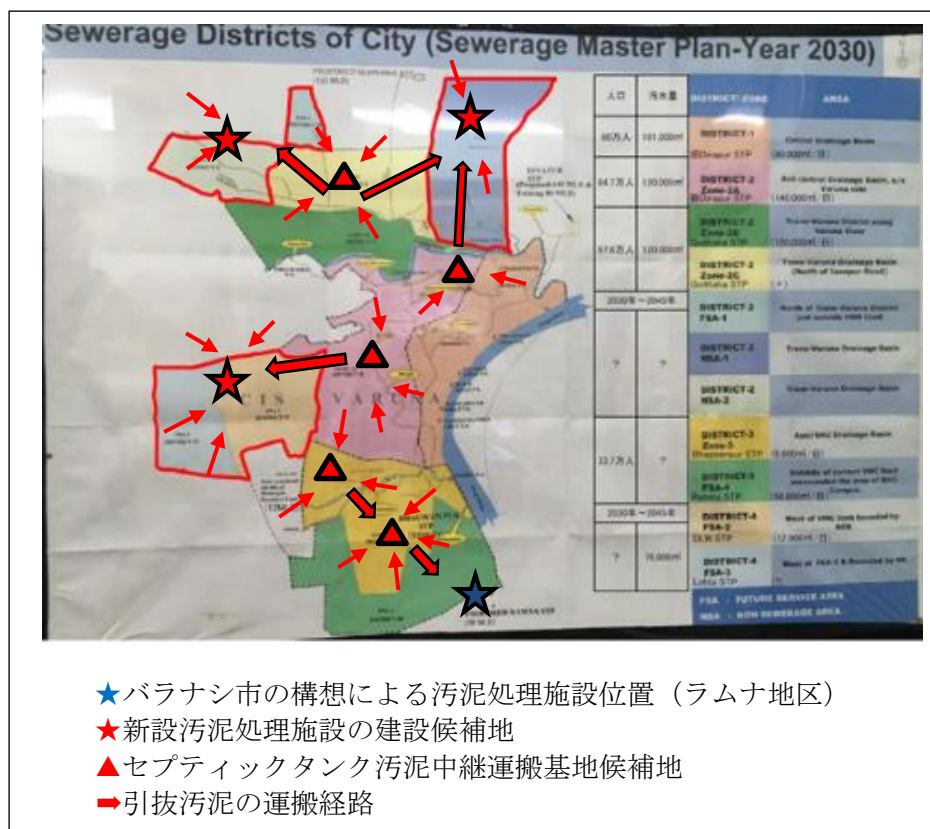


図 27：引抜汚泥の運搬中継基地の建設場所（案）（バラナシ）

## ② ムザファルナガルサイト

### A) 課題

ムザファルナガル市における汚泥処理は、同市南部に隣接するラグーン式下水処理場に運搬投入されている。当該下水処理場の処理能力・方法を考慮すると、同地域における健全な水環境の保全には不十分な施設であると判断される。



図 28：セプティックタンク汚泥を投入している下水処理場（ラグーン式）（ムザファルナガル）



## B) 対策

当該ラグーン式下水・下水汚泥処理施設は、処理能力に対して過負荷な状態となっているため、図 29 に示すように収集したセプティックタンク汚泥を脱水処理後、脱水汚泥は天日乾燥させ有機肥料として利用し、脱水ろ液は TSS を用いて無放流で処理することが有効と考えられる。

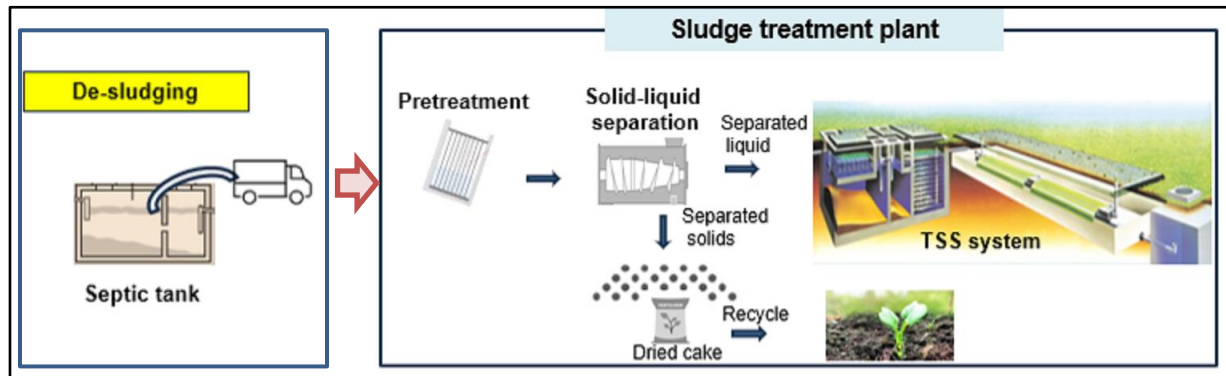


図 29：セプティックタンク汚泥処理方法の改善案（ムザファルナガル）

3-1-5 学校トイレと有料公衆トイレに設置するパイロット機の運用に伴い、現地の各種条件に適した TSS の改良を検討する。

- ・ インドでは、雨季に突発的な豪雨（スコール）があり、地表を流れてくる雨水を排除するため、TSS の周囲に雨水排除設備を設ける必要があることが分かった。
- ・ バラナシ市の有料公衆トイレでは、周辺住民が洗濯を行っていたことから、計画処理水量を算出する際には、現地の生活形態（水使用状況）を把握しておく必要があるという教訓を得た。
- ・ ムザファルナガル市の SRGC の学生寮用トイレでは、寮の収容能力を上回る学生が入寮して排水量が計画以上となることを経験した。人口増加が進むインドにおいては、対象施設の実態を正確に把握することが重要であるという教訓を得た。

3-1-6 パイロット機の運用に伴い、現地の各種条件に適した学校トイレモデル・有料公衆トイレモデルの維持管理計画を策定する。

バラナシ市の有料公衆トイレは、現地の女性グループを活用できる NGO である SSAR に、本事業の中で TSS のモニタリング及びメンテナンスに関する技術移転を実施しており、C/P 機関の VMC の上下水道管理部門である Jal Ka1 から維持管理業務を委託される予定である。

ムザファルナガル市の SRGC の学生寮用トイレは、本事業の中で TSS のモニタリング及びメンテナンスに関する技術移転を大学の土木学科の教授と学生に実施しており、学生の実習を兼ねて実施されている。今後も同様に継続される予定である。

TSS のモニタリング及びメンテナンスにかかる概算費用と実施頻度は下記の通りである。

- ・ 通常メンテナンス：1 回/月⇒1,000INR/日 (約 1,800 円/日)
- ・ 水質モニタリング：1 回/半年⇒BOD 検査 INR4,000/回 (約 7,200 円/回)、サンプル採取 INR1,000/回 (約 1,800 円/回)
- ・ 汚泥引抜：1 回/5 年⇒INR5,000~/回 (約 9,000 円~/回)

(INR=¥1.7153、2023 年 8 月時点 JICA レート)

### 3-1-7 パイロット機の運用に伴い、対象となるトイレからの処理水及び同機設置後の対象となるトイレからの処理水の水質検査をそれぞれ実施し、水質汚染の改善度を確認する。

バラナシサイト (表 24) 及びムザファルナガルサイト (表 25) のパイロット機処理水の水質検査を行った結果、双方とも、インド国の放流水質基準 (General Standards for Discharge of Environmental Pollutants Part -A:Effluents (Schedule - VI) The Environment (Protection) Rules, 1986) に適合 (基準値を下回っている) しておりインド国に問題なく導入できることが確認できた。通常時は、TSS の処理水は蒸発し無放流となることから公共用水域の水質汚染の防止には効果的であるが、それに加えて、インスペクションタンクから採水した処理水は水撒き等に利用しても公共用水域の水質に対しては問題が無いと判断された。

表 24：バラナシサイトパイロット基の水質検査結果

水質項目	単位	水質		放流水質基準	備考
		流入排水	処理水		
pH	—	7.9	7.4	6.5-9.0	酸性・アルカリ性を示す指標 (酸性←中性:7.0→アルカリ性)
TSS	mg/L	52	14	100	総懸濁物質
BOD	mg/L	35	5	30	生物化学的酸素要求量
COD	mg/L	70	22	250	化学的酸素要求量
Fecal Coliform	MPN/100mL	—	150	—	糞便性大腸菌群数

表 25：ムザファルナガルサイトパイロット基の水質検査結果

水質項目	単位	水質		放流水質基準	検査方法
		流入排水	処理水		
BOD	mg/L	90	8.9	30	APHA※ 23rd Edn.



					2017, 5210B
--	--	--	--	--	-------------

※APHA: American Public Health Association

3-1-8 パイロット機の運用に伴い、現地類似製品（浄化槽など）との設置運用コスト比較分析を実施する。

現地調査で類似製品との設置運用コストの比較分析を実施し、関連機関に周知した。比較分析の結果は、表 34 のとおりである。

3-1-9 パイロット機視察・セミナー開催などを通し、C/P による TSS の理解促進を図り、C/P が TSS を公共事業に適用する際に必要な知識・技術を移転する。そして、SBM 関連公的機関（都市開発省等）による TSS の理解促進を図る。

現地セミナーをバラナシ、ムザファルナガルの双方の事業地にて以下のとおり開催し、TSS 説明、日本の汚泥処理のコンセプト及びインド国の将来展望等を、生活排水処理担当部局の他、ドナー候補関連企業、ウツタル・プラデシュ州機関（SBM 関連公的機関）に対して説明した。

バラナシでの現地セミナーの概要を表 26 に示す。

表 26：現地セミナー概要（バラナシ）

日時	2023 年 6 月 17 日		
場所	Rudraksha Convention Centre, Varanasi		
主催	大成工業(株)		
目的	Seminar for handover of pilot TSS technology to Varanasi Municipal Corporation		
参加	計 23 人（調査団 8 名、SSAR、招待者）		
所要時間	3 時間程度		
スケジュール	9:30-10:00	Registration	
	10:00-10:10	Opening Remarks	大成工業(株)_三原社長
	10:10-10:20	Introductory address	VMC Additional Commissioner Mr. Sumit Kumar Verma
	11:20-10:30	Keynote speech	Jal Kal Department, VMC General manager Er. Raghuvendra Kumar
	10:30-11:00	発表①	(株)イースクエア_Stuart Conerly マネージャー
	11:00-11:20	発表②	日本環境衛生センター 森田シニアアドバイザー
	11:20-11:40	発表③	オリジナル設計(株)_早川課長補佐
	11:40-11:55	質疑応答	

	11:55- 12:05	Handover ceremony	大成工業(株)_三原社長 / VMC Additional Commissioner_ Mr. Sumit Kumar Verma
	12:05- 12:10	Closing Remarks	TARA Chief Technology Officer Dr. Soumen Maity
	12:10- 12:20	Commemorative photo	
	12:20- 13:20	Lunch	
	13:20- 13:50	Travel to the pilot project site	
	13:50- 14:20	TSS pilot project site tour	

※発表は、パワーポイントを用いて説明

- ① Introduction to the Taisei Soil System
- ② Introduction to Septage Management in Japan and Basic Concepts
- ③ Results of the Pilot Test and Future prospect

	
Opening Remarks (大成工業(株)：三原社長)	Introductory address ( Mr. Sumit Kumar Verma, VMC Additional Commissioner)
	
Keynote speech (Er. Raghuvendra Kumar Jal Kal Department GM)	発表 (TSS の説明) ((株)イースクエア Stuart Conerly マネージャー)

	
譲渡式 (Er. Raghuvendra Kumar, Jal Kal GM 三原社長)	パイロット事業サイトでの説明 (調査団、Mr. Manish Singh, Jal Kal)

図 30：バラナシでのセミナーの写真

ムザファルナガルでの現地セミナーの概要を表 27 に示す。

表 27：現地セミナー概要（ムザファルナガル）

日時	2023 年 6 月 21 日		
場所	Shri Ram Group of Colleges, Muzaffarnagar		
主催	大成工業(株)		
目的	Seminar for handover of pilot TSS technology to Municipal Corporation of Muzaffarnagar		
参加	約 100 人（調査団 7 名、招待者、学生含む）		
所要時間	3 時間程度		
スケジュール	9:30-10:15	Registration	
	10:15-10:25	Lamp Lighting & Welcome	
	10:25-10:35	Opening Remarks	大成工業(株)_三原社長
	10:35-10:45	Introductory address	JICA インド事務所_尾久次長
	10:45-11:00	発表①	(株)イースクエア_Stuart Conerly マネージャー
	11:00-11:10	発表②	日本環境衛生センター 森田シニアアドバイザー
	11:10-11:20	発表③	オリジナル設計(株)_山内部長
	11:20-11:40	Keynote speech	Founder Chairman SRGC, Muzaffarnagar Dr. S C Kulshreshtha
	11:40-11:45	発表④	Municipal Corporation of Muzaffarnagar Chairperson_Mrs. Meenakshi Swaroop
	11:45-11:50	発表⑤	Muzaffarnagar District, government of Uttar Pradesh Chairperson_Mr. Arvind Mallappa Bangari, IAS
	11:50-11:55	発表⑥	Department of Vocational Education and Skill Development, Government of Uttar Pradesh, Minister of State_Mr. Kapil Dev Aggarwal
	11:55-12:10	質疑応答	

	12:10-12:15	Handover Ceremony	大成工業(株)_三原社長 / Municipal Corporation of Muzzafarnagar Chairperson_Mrs. Meenakshi Swaroop
	12:15-12:20	Closing Remarks	TARA Chief Technology Officer Dr. Soumen Maity
	12:20-12:25	Commemorative photo	
	12:25-12:35	Move to the pilot project site	
	12:35-13:00	TSS pilot project site tour	

※発表は、パワーポイントを用いて説明

- ① Introduction to the Taisei Soil System
- ② Introduction to Septage Management in Japan and Basic Concepts
- ③ Results of the Pilot Test and Future prospect
- ④ Observations on the role of TSS Technology in improving Water, Sanitation and Hygiene requirements of Muzaffarnagar
- ⑤ Remarks on use of TSS technology
- ⑥ Potential for TSS technology in India: Special Reference to Muzaffarnagar City



図 31 : ムザファルナガルでのセミナーの写真

3-1-10 インド国策である SBM へ C/P が TSS を適用する際に必要な情報・アイディアを提供する。

2014 年に策定された SBM は、屋外排泄、汚泥の人力排出を撤廃することを目的とし、2021 年に策定された SBM2.0 では、汚泥処理と下水処理を完全なものとするのが、目標

とされている。

バラナシ市とムザファルナガル市（市内 150 か所にトイレの設置が進行中）の双方において、本事業での現地調査の結果を踏まえて、有効な導入先（公衆トイレ、学校、公園）と導入条件となる用地面積を提示した。

また、バラナシ市においてはセプティックタンクの汚泥処理施設の建設を行う構想があることから効率的なセプテージマネジメント方法を提示し、ムザファルナガル市においては、将来的に下水道と整備区域を区分けしてハイブリッド的にオンサイト処理施設を設置することが有効であることを提示した。

3-2 有料公衆トイレ（バラナシ市）における現地パートナーNGO との TSS 運営に関する協業計画が策定される。

3-2-1 有料公衆トイレ（バラナシ市）について現地パートナーNGO と共に女性維持管理員等によるパイロット機の実証活動計画を策定する。女性維持管理員等へ案件化調査にて作成したメンテナンスマニュアルによる維持管理技術移転を行う。現地パートナーNGO と共に有料公衆トイレ（バラナシ市）における女性維持管理員等によるパイロット機の実証活動を実施する。

バラナシ市においては、案件化調査にて作成したメンテナンスマニュアルを基に、TSS のモニタリング及び維持管理方法のフィールド実習を、2019 年 5 月より現地 NGO である SSAR に対して行っている。SSAR は所属する女性スタッフ 4 名も維持管理要員として育成しており、本事業終了後にバラナシ市に移管されるパイロット機の維持管理業務契約を SSAR が VMC との間で締結する方向で検討を進めている。

表 28：現地 NGO の SSAR の概要

名称	Society for social action and research (SSAR)
設立年月	1996 年 11 月
スタッフ数	73 名
主な活動内容	保健、教育、環境などの分野で活動し、女性関連の社会問題に取り組んでいる。また、設立以来、州、NGO 等の能力開発に関連するプロジェクトにも取り組んでいる。主な活動拠点は、ウッタル・プラデシュ州のミルザプール、ジャウンプル、ガジプール、バドヒ、アザムガル、マウ、バラナシ、ラジャスタン州のトンク地区、グジャラート州のサバルカント、デリーなどの都市となっている。





図 32：バラナシの女性グループを連携した TSS の維持管理の様子

### 3-2-2 パイロット機の協業運用を通して、本事業完了後の有料公衆トイレ（バラナシ市）における現地パートナーNGO との協業計画を検証する。

VMC における TSS の維持管理は、VMC 内で上下水道管理部門にあたる Jal Kal が担っている。当該有料トイレの維持管理に関しては、公衆トイレ部分の維持管理は、VMC より現地 NGO である Sulabh International に業務委託されており、引き続き、維持管理される。

一方、今回導入した TSS の維持管理については、VMC 内の Jal Kal の責任のもと、VMC より現地 NGO である SSAR に業務委託される予定となっており、VMC、Jal Kal、SSAR の間で現在協議を継続している。維持管理方法、マニュアルは、VMC、Jal Kal、SSAR に技術移転済みであるため、今後は、3 社間での合意がなされ、移転した維持管理方法、マニュアルをベースとして、Jal Kal の管理のもと SSAR が維持管理業務を担うことになる。

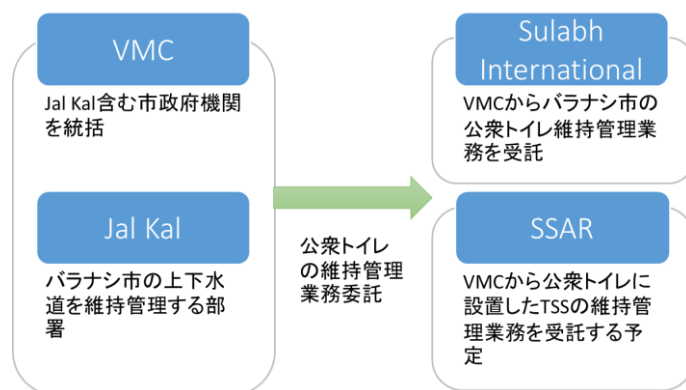


図 33：バラナシ市における TSS の維持管理体制の概要

また、本実証事業で、モニタリング及びメンテナンスに協力を受けた現地 NGO の SSAR と、引き続き TSS の普及活動での協業関係を継続し、他地域での導入を推進できることを確認した。

### 3-3 TSS 普及のための事業展開計画が策定される。

#### 3-3-1 パイロット機の視察・セミナーを通し、販売代理店、施工・資材関連企業を開拓する。

現地での TSS 施工に必要な施工業者及び資材の調達先の調査を行ったところ、土壌処理部に必要な通気性土壌に適しており、インドで安価かつ安定的に調達できる資材を特定した。

また、配管用の塩ビ管は日本と規格が異なるものの調達可能であることが分かった。しかし、TSS のコア資材であるタフガード等は、引き続き日本から輸出が必要だが、導入コストを下げるためにインドでの生産も視野に関係するサプライヤーと協議を継続している。

#### 3-3-2 パイロット機の実証を通じて、学校トイレモデルと有料公衆トイレモデルに係る事業収支計画を含めた事業展開計画を検証する。

各モデルに係る事業化を検討するにあたり、バラナシ市及びムザファルナガル市にて夫々、有望視されるトイレ施設を現地政府、NGO、及び大学からの紹介を受け現地調査を行った。以下に調査内容を示す。

表 29：学校トイレモデル

バラナシ市

No.	学校名		トイレ・汚水処理機能		水洗	電気	管理人	日 平 均 利用者数	用地面積 (m)
			男女別及びタイプ別個室数	処理※					
1	公立	Besant Theosophical Higher Secondary School	女 インド式 2	B	○	○	日勤	350	L30 x W15 = 450㎡
			男 小便器12、インド式 22						
2	私立	Saint Atulanand Residential Academy (SARA)	女 インド式 2	B	○	○	日勤	200	L45 x W12 = 540㎡
			男 小便器 2、インド式 2						
3	公立	Newada Mushar Basti	女 —	B	×	○	日勤	250	L10 x W30 = 300㎡
			男 小便器 2、インド式 3、洋式 1						
4	公立	L T College	女 —	B	○	○	日勤	70-75	L11 x W5.5 = 60.5㎡
			男 小便器 2、インド式 2、シャワー1						
5	公立	Nivedita Campus	女 インド式 7	B	○	○	日勤	50	L30 x W15 = 450㎡
			男 —						
6	私立	Tarna Araj primary elementary school	女 インド式 2	B	×	○	常駐	20-25	L5 x W10 = 50㎡
			男 小便器1、インド式 2						

※汚水処理方法 (A:下水、B:セプティックタンク、C:側溝、D:直接放流)

ムザファルナガル市

No.	学校名		トイレ・汚水処理機能		水洗	電気	管理人	日 平 均 男 女 別 利用者数	用地面積 (m)
			男女別及びタイプ別個室数	処理※					
1	公立	SD Public School	女 インド式 24	B	○	○	日勤	女 1250	L40 x W30 = 1,200㎡
			男 小便器 18、インド式 24					男 1250	
2	私立	Shardein School	女 インド式 16	B	○	○	日勤	女 680	L10 x W10 = 100㎡
			男 小便器 18、インド式 12					男 1020	
3	公立	Dehradun Public school	女 インド式 12	B	○	○	日勤	女 600	L30 x W10 = 300㎡
			男 小便器15、インド式15、シャワー3					男 600	
4	私立	JV Public School	女 インド式 6	B	○	○	日勤	女 300	L15 x W15 = 225㎡
			男 小便器 11、インド式 7					男 500	



TSS の事業展開計画を検証する上で、学校モデルの市場性の高さは期待できるものの、予算的な規模や発注決裁の迅速性を考慮すると、公立学校よりも私立学校の方が事業化の可能性が高い。調査した中でもバラナシ市の Saint Atulanand Residential Academy (以下、SARA) は、Varanasi Development Authority (以下、VDA) の Vishal Singh 長官より紹介され、長官の父親が SARA の創立者である。SARA は中高等学校を運営しており、約 4,250 人の学生を受け入れている。広大なキャンパス内にセプティックタンクが 8 カ所あり、校舎及び学生寮（男子寮 180 人、女子寮 120 人）内にある各トイレからの汚水が各所で処理され、処理水が排水溝を通じて近くの河川に放流されている。調査団が 2019 年 9 月に同校での TSS のプレゼンテーション並びに現地調査を行い、同年 11 月に再訪問した際、SARA よりキャンパス内の 8 カ所のトイレの内、先ずは 1 カ所を対象とした TSS の引合いを受けた。後日、技術提案書及び見積書を SARA に提出しており、今後の事業展開が期待される。



図 34：対象となる施設と TSS 設置候補地（バラナシ）

一方、ムザファルナガル市では SRGC にパイロット機の実証を行った結果、その後の TSS の増設による事業展開が想定される。SRGC も SARA の様に創立者である Kulshreshtha 博士が会長を務めている私立大学であり、市内に 3 カ所のキャンパスを有し、学生数は総勢約 9,000 人である。第 3 章で紹介した通り、本事業では中央キャンパス内にある男子学生寮に設置されているトイレからの汚水および厨房からの排水処理を TSS で実証し、処理水質の顕著な改善が確認された。この実証成果によって、本事業後は同キャンパス内にある他の施設や他の 2 キャンパス内の施設にあるトイレを対象とした TSS の増設もあり得る。また、先述の通り本事業においては Kulshreshtha 会長からの絶大なる協力を得て、SRGC を会場としたセミナーを開催し、同大学の教授陣や学生達が TSS の特徴や優位性だけでなく、必要性についても認知する貴重な場にすることができた。セミナー終了後に Kulshreshtha 会長と他のキャンパスも含めた大学内の候補地を対象とした TSS の増設計画について協議を行ったところ、TSS の製造コストのさらなる削減が可能であれば価格交渉に応じる余地があることを確認した。課題となるコスト削減の実現によって希望価格を今後とも継続し

て提案していく予定である。

この他にも上表にある私立学校の Shardein School や JV Public School は、現地調査で TSS が設置できる広さのスペースを敷地内に確認している。SRGC の協力を得て同校に設置されている TSS を実証済みのモデルとして見学会や説明会を行うことで、ビジネスチャンスに繋がる可能性がある。



図 35 : Shardein School (左) 及び JV Public School (右) の敷地内の空きスペース

表 30 : 有料公衆トイレモデル

バラナシ市

No.	候補地名	トイレ・汚水処理機能		水洗	電気	管理人	日 平 均 利用者数	用地面積 (m)
		男女別及びタイプ別個室数	処理※					
1	Khidkiya Ghat	女 インド式 4、シャワー1	B	○	○	日勤	80-100	L18 x W8 = 144m <sup>2</sup>
		男 小便器 2、インド式 2、シャワー1						
2	Aadikeshav Ghat	女 インド式 3、シャワー2	B	○	○	常駐	55-65	L36 x W9 = 324m <sup>2</sup>
		男 小便器 4、インド式 2、シャワー1						
3	Bus Station Kashi Depot Golghaddha	女 インド式 3、シャワー1	B	○	○	不定期	10-15	測定不可
		男 小便器 5、インド式 2、シャワー1						
4	Teliyabagh	女 インド式 3、シャワー1	B	○	○	常駐	40-45	L12 x W8 = 96m <sup>2</sup>
		男 小便器 3、インド式 3、シャワー1						
5	Chappelroad at Sharda Motor Training	女 インド式 3、シャワー1	B	○	○	常駐	35-50	L16 x W10 = 160m <sup>2</sup>
		男 小便器 2、インド式 2、シャワー1						
6	Benipur Sankat Haran Mandir Sarnath	女 インド式 3	B	○	○	常駐	10-20	L6.5 x W6.5 = 42.25m <sup>2</sup>
		男 小便器 2、インド式 2						
7	Paramanandpur near Dudhiya Pokhari	女 インド式 3、シャワー1	B	○	○	常駐	25-35	L4 x W9 = 36m <sup>2</sup>
		男 小便器 2、インド式 2、シャワー1						
8	Tarna Arajai near family bread industry	女 インド式 2、(ハンデ1)	B	○	○	日勤	25-35	L5 x W20 = 100m <sup>2</sup>
		男 小便器 2、インド式 2、(ハンデ1)						
9	Tarna Arajai near primary elementary school	女 インド式 3、(ハンデ1)	B	○	○	常駐	15-25	用地なし
		男 小便器 2、インド式 2、(ハンデ1)						
10	Newada Mushar Basti	女 インド式 3、シャワー1	B	○	○	常駐	20-30	L3.5 x W5.5 = 19.25m <sup>2</sup>
		男 小便器 2、インド式 2、シャワー1						
11	Rupanpur near Culvert on way to Sabzi Mandi	女 インド式 2、シャワー1	B	○	○	常駐	20-30	用地なし
		男 小便器 2、インド式 2、シャワー1						
12	Ashok Vihar Phase-II P F Office	女 インド式 2、シャワー1	B	○	○	常駐	40-50	L6.5 x W7 = 45.5m <sup>2</sup>
		男 小便器 2、インド式 2、シャワー1						
13	S P Traffic Office	女 インド式 3、シャワー1	B	○	○	日勤	20-30	L5 x W5 = 25m <sup>2</sup>
		男 小便器 2、インド式 2、シャワー1						
14	Natiniyadai Mandir near Water Tank	女 インド式 2、(ハンデ1)	B	○	○	日勤	20-30	用地なし
		男 小便器 2、インド式 2、(ハンデ1)						
15	New Assi Ghat	女 インド式 4、シャワー1	B	○	○	常駐	30-45	L4 x W15 = 60m <sup>2</sup>
		男 小便器 4、インド式 3、シャワー2						

※汚水処理方法 (A: 下水、B: セプティックタンク、C: 側溝、D: 直接放流)

(ハンデ) は、ハンディキャップ用、男女とも利用可能

上表で示した調査結果から、バラナシ市において TSS の事業展開が最も有力視されるのは、人の集まる観光スポットであるガンジス川沿いのガートと呼ばれる階段状の親水施設付近に設置されている公衆トイレである。これらのトイレの付近には、空きスペースもあり TSS の設置が可能である。

また、2019 年末に完成した前表内の 2\_Aadikeshav Ghat は、ガンジス川とバルナ川が合流する観光スポットに位置し、遊覧船の停泊場もある。平均して毎日 150 人の観光客が乗り降りしており、公衆トイレの利用が見込まれるが、発生する汚水がセプティックタンクで処理された後、ガンジス川に放流されることになる。セプティックタンクの処理能力の限界や槽内に堆積する汚泥管理が放置されることを鑑みると、TSS の設置によるガンジス川の汚染防止が可能となる。また、1\_Khidkiya ガート近傍に設置されている公衆トイレも平均して毎日 100 人が利用しているが、セプティックタンクを経由して汚水がガンジス川に放流されており、TSS による汚染防止対策が必要である。



図 36 : Aadikeshav ガート近傍の公衆トイレ (バラナシ)



図 37 : Khidkiya ガート近傍の公衆トイレ（バラナシ）

このように、ガンジス川の川岸に設置されているガート付近には、約 300 の公衆トイレが存在し、「TSS の普及による聖なる川を守る」というプロモーションによる事業展開が期待されるため約 300 の当該公衆トイレへの TSS 導入可能性調査を新たに VMC に本事業後に提案する予定である。

一方、ムザファルナガル市においては、表 31 の公衆トイレについて調査を実施した。ムザファルナガル市の公衆トイレは、①市営の公衆トイレ、②コミュニティトイレに分類されている。①は市が建設し、運営を第三者（主に NGO）に委託して運営されるトイレである。②は市または州の予算で建設されたトイレで運営は近隣住民コミュニティによって行われている。表 31 の中で、①のトイレが比較的管理が行き届いており、TSS の設置には適していると判断している。また、各トイレの汚水の処理方法が分かれているが、下水に接続されているトイレは 1 機しかなく、残りは、セプティックタンク、側溝、直接放流といった処理がされている。現場を視察した結果、表 31 の No. 1, 5, 10 のトイレについては、TSS の設置スペースがあり、既存のセプティックタンクを活用したトイレの改修の可能性があることが確認されている。



表 31：調査を実施した公衆トイレの一覧

ムザファルナガル市

No.	候補地名	トイレ・汚水処理機能		水洗	電気	管理人	日 男 女 別 利用 者 数	平均 利用 者 数	用地面積 (m <sup>2</sup> )
		男女別及びタイプ別個室数	処理※						
1	Municipality Office Complex	女 インド式 2 男 小便器 6、インド式 4、洋式 2	B	○	○	常駐	女 13 男 70	13 = 80.25m <sup>2</sup>	L10.7 x W7.5
2	Tulsi Park, Bhagat Singh Road	女 インド式 1、洋式 1 男 小便器 3、インド式 3	D	○	○	日勤	女 49 男 86	49 = 112m <sup>2</sup>	L16 x W7
3	City Hospital Complex	女 インド式 3 男 小便器 6、インド式 8、洋式 1	B	○	○	常駐	女 450 男 800	450 = 73.68m <sup>2</sup>	L12.3 x W6
4	Railway Station, Gate No. 2	女 インド式 3 男 小便器 4、インド式 7	A	○	○	常駐	女 45 男 75	45 = 56.074m <sup>2</sup>	L12.2 x W4.6
5	Gic Compaund, Mahavir Chauk	女 洋式 4 男 小便器 3、インド式 2、洋式 2	B	○	○	常駐	女 2 男 26	2 = 72m <sup>2</sup>	L9 x W8
6	Collectrate Complex	女 洋式 2 男 小便器 8、インド式 4	B	○	○	日勤	女 130 男 230	130 = 27.229m <sup>2</sup>	L7.46 x W3.7
7	District Court Complex	女 インド式 1、洋式 1 男 小便器 6、インド式 3、洋式 1	B	○	○	日勤	女 205 男 670	205 = 44.1854m <sup>2</sup>	L8.53 x W5.2
8	Railway Station, Gate New Mandi Side	女 インド式 1 男 小便器 3、インド式 3、洋式 1	B	○	○	日勤	女 40 男 122	40 = 36.75m <sup>2</sup>	L10.5 x W3.5
9	Tehsil Complex	女 インド式 2 男 小便器 4、インド式 4	C	○	×	不定期	女 32 男 200	32 = 12.78m <sup>2</sup>	L4.26 x W3
10	Roadways Bus Stand Complex	女 インド式 3 男 小便器 6、インド式 6	B	○	×	日勤	女 45 男 150	45 = 31.5462m <sup>2</sup>	L6.09 x W5.2
11	Mumaish Ground	女 インド式 3、洋式 1 男 小便器 4、インド式 5、洋式 1	B	○	○	日勤	女 5 男 45	5 = 80.25m <sup>2</sup>	L10.7 x W7.5
12	Under Bhopa Bridge	女 インド式 4 男 インド式 4	B	○	×	日勤	女 0 男 35	0 = 30.25m <sup>2</sup>	L5.5 x W5.5
13	Near Pachenda Road	女 インド式 4 男 インド式 4	B	○	×	不定期	女 0 男 20	0 = 28.0416m <sup>2</sup>	L3.68 x W7.6
14	Bhopa Road to Gandhi Colony Link Road	女 インド式 3 男 インド式 6	B	○	×	日勤	女 2 男 40	2 = 17.045m <sup>2</sup>	L4.87 x W3.5
15	Sarwat Crossing	女 インド式 3 男 小便器 2、インド式 5	D	○	×	×	女 0 男 0	0 = 46.72m <sup>2</sup>	L3.65 x W13
16	Near Gaziwali Puliya	女 インド式 3 男 小便器 2、インド式 3	B	○	×	不定期	女 0 男 40	0 = 12.9504m <sup>2</sup>	L4.26 x W3
17	Numaish Camp Haruan Basti	女 インド式 8 男 小便器 6、インド式 7	B	○	○	日勤	女 30 男 100	30 = 40m <sup>2</sup>	L8 x W5
18	Gahrabagh	女 インド式 4 男 小便器 3、インド式 6	B	○	○	日勤	女 20 男 65	20 = 56.074m <sup>2</sup>	L12.2 x W4.6
19	Janakpuri-Near Power House	女 インド式 4 男 小便器 2、インド式 6	B	○	○	日勤	女 15 男 50	15 = 36.75m <sup>2</sup>	L10.05 x W3.5
20	Jansath Bridge	女 インド式 2 男 小便器 4、インド式 4	D	○	×	不定期	女 0 男 23	0 = 15.549m <sup>2</sup>	L4.26 x W3.7
21	Near Bhagat Singh Road, MZN	女 なし 男 小便器 3	D	○	○	日勤	女 0 男 45	0 = 2.4m <sup>2</sup>	L2 x W1.2
22	PWD, MZN	女 インド式 1 男 小便器 2、インド式 1	D	×	×	日勤	女 7 男 39	7 = 9.7525m <sup>2</sup>	L4.15 x W2.4
23	Kukra Mandi, MZN	女 なし 男 小便器 5、インド式 6、洋式 1	B	○	○	日勤	女 0 男 39	0 = 71.0185m <sup>2</sup>	L9.85 x W7.2
24	Jhansi Rani Chock	女 小便器 2 男 小便器 2	D	×	×	不定期	女 0 男 95	0 = 10m <sup>2</sup>	L4 x W2.5
25	Lal Singh Market MZN	女 小便器 5 男 小便器 5	C	○	×	不定期	女 0 男 85	0 = 11.25m <sup>2</sup>	L4.5 x W2.5
26	Shamli Bus Stand	女 インド式 1 男 小便器 2、インド式 3	D	○	○	日勤	女 17 男 80	17 = 9m <sup>2</sup>	L6 x W1.5
27	Jansath Bus Stand	女 インド式 1 男 小便器 5、インド式 2	C	○	×	日勤	女 5 男 25	5 = 18m <sup>2</sup>	L6 x W3
28	Mahaveer Chock	女 なし 男 小便器 6	D	×	×	不定期	女 0 男 75	0 = 13.125m <sup>2</sup>	L5.25 x W2.5
29	Zila Parisad	女 なし 男 小便器 5	C	○	×	日勤	女 0 男 105	0 = 25.6m <sup>2</sup>	L8 x W3.2
30	District Bar Council	女 インド式 2 男 小便器 8、インド式 10	C	○	○	日勤	女 21 男 35	21 = 28m <sup>2</sup>	L7 x W4
31	Saharanpur Bus Stand, MZN	女 インド式 1 男 小便器 2、インド式 3	C	○	×	日勤	女 4 男 38	4 = 7.5m <sup>2</sup>	L3 x W2.5

※汚水処理方法（A：下水、B：セブティックタンク、C：側溝、D：直接放流）









	
No. 1市営公衆トイレ	No. 4 市営公衆トイレ
	
No. 5 NGOトイレ	No. 10 市営公衆トイレ
	
No. 10 市営公衆トイレ	No. 11 コミュニティトイレ
	
No. 12 コミュニティトイレ	No. 14 コミュニティトイレ

図 38 : ムザファルナガル市内の公衆トイレ

表 32：公園トイレモデル

バラナシ市

No.	候補地名	トイレ・汚水処理機能		水洗	電気	管理人	日 平 均 利用者数	用地面積 (㎡)
		男女別及びタイプ別個室数	処理※					
1	Ashok Vihar Phase-II P F Office	女 インド式 2、シャワー1	B	○	○	常駐	40-50	L6.5 x W7 = 45.5㎡
		男 小便器 2、インド式 2、シャワー1						
2	Shaheed Udyam near VMC	女 インド式 2、シャワー1	B	○	○	常駐	25-30	L8.5 x W10 = 85㎡
		男 小便器 2、インド式 2、シャワー1						
3	Haveliya sarnath	女 インド式 3、シャワー1	B	○	○	常駐	140-150	L4.5 x W30 = 135㎡
		男 小便器 2、インド式 2、シャワー1						

※汚水処理方法 (A:下水、B:セプティックタンク、C:側溝、D:直接放流)

表 32 は今回調査したバラナシ市内の公園に設置されたセプティックタンクを有するトイレである。公園には、児童らが遊ぶスペースなどに TSS の設置が可能であり、TSS 上部を利用した花壇も憩いの場としての価値を高めると判断される。

また、大きな公園では、公園内のトイレの排水を下水道で処理しようとする場合、下水管布設延長が大きくなるため、TSS の設置が有効と考えられる。



図 39：都市公園 (Ashok Vihar Phase-II PF Office) (バラナシ)

特にサルナート公園内にある Haveliya Sarnath は、ブッダが初めて説教したという Chaukhandi Stupa への入り口前に位置し、多くの観光客で賑わい、TSS の設置は、観光資源、市民の憩いの場としての価値を高めるものと判断される。





図 40：サルナート公園内の公衆トイレ（バラナシ）

### 3-4 事業目的の達成状況

バラナシサイト、ムザファルナガルサイトの 2 箇所のパイロット施設で、TSS の現地適合性を確認した。双方のサイトに設置したパイロット機は、インド国の排水基準をクリアする処理水質であったことが確認でき、その排水も蒸発して放流されないことから、地下水・公共用水域の汚染防止に有効であることが確認できた。

また、動力（電力）を消費することなく、排水を放流せず、生活排水の処理を行うことができることは、送風機を用いる処理施設に対しては、維持管理費が小さいこと、一般家庭に設置されているセプティックタンクに対しては地下水・公共用水域の汚染の防止に優位性があると判断された。

普及方法については、本事業で設置したパイロット基をショーケースとし、見学会等を催し、実証された有用性及び優位性を潜在顧客に PR することで、普及を促進することが挙げられる。

課題としては、機能は TSS にははるかに及ばないが、一般家庭に設置されているセプティックタンクは安価に建設ができるため、TSS の普及を図る為には製品コストダウンとインド国民の水質環境保全に対する意識改革が挙げられる。

### 3-5 開発課題解決の観点から見た貢献

インド国においては、「清潔なインドのための国家プロジェクト」によりトイレの普及が進んできているが、その排泄物の処理にセプティックタンクを用いていることが主流である。セプティックタンクは、重力により汚水を固液分離して処理するが、その処理レベルは日本の浄化槽や下水道に到底及ばず、地下水や公共用水域を汚染し伝染病の発生要因となっている。そのようなインド国においては、下水道や浄化槽の普及も望まれるところであるが、一般市民の生活においても停電が 1 日に何度もあり十分な電力供給があるとは言えない。そのようなことから、TSS がインド国の水環境の保全と公衆衛生の確保に対する貢献度は大きいと判断される。

### 3-5-1 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

TSS の事業展開において、コア資材であるタフガード以外の資材を現地調達することで、コスト削減を図る方針で進めているが、当面はタフガードだけは、現地製造せずに引き続き福井県のメーカーから調達する。

また、大成工業の地元鳥取県の新規事業創出を目的とする「鳥取産業クラスター支援」に登録しており、地元登録企業との連携による新たな事業展開を目指している。具体的には、従前の案件化調査をきっかけに、鳥取・島根の山陰両県の連携による中海・宍道湖・大山圏域の商工会議所が中心となって設立した「山陰インド協会」に入会し、現在、大成工業は当協会の理事を務めている。会員企業の中で松江土建株式会社が、同じインドで「高濃度酸素水供給装置による湖沼浄化普及・実証事業」を2021年2月より事業実施しており、TSS の事業展開にかかる協業可能性について協議を進めている。また、本協会は2013年の設立以来、ほぼ毎年経済視察団をインドに派遣しており、2019年11月にはバラナシ市を訪れ、TSS パイロット機の実証現場を視察し、同団に参加した山陰中央新報社及び山陰中央テレビジョン放送（TSK）が現場の状況や実証内容を大きく報道した（同年12月10日にテレビ放映）。さらに、日本放送協会（NHK）鳥取放送局からの取材要請を受け、同時期にバラナシ市とムザファルナガル市の実証現場でのインタビュー撮影が行われ、2019年11月27日に鳥取県内、2020年1月18日には全国放送番組の「おはよう日本」でテレビ放映された。

このように、テレビや新聞を通じて本事業や TSS の概要が紹介されたことで、鳥取・島根の両県を中心として全国的に認知度が高まって来ている。本事業後において協業可能な地元の候補企業が増えることで、地域活性化への貢献が期待される。



図 41：山陰インド協会の現場視察と地元メディアによる現場取材（バラナシ）

### 3-6 ジェンダー配慮

上記 3-2-1 に記載の通り、バラナシにおいては、現地 NGO と連携して、女性グループによる TSS の維持管理体制が構築されている。今後は、引き続きバラナシの C/P 機関と現地 NGO との間において、TSS 維持管理を継続していく計画となっている。

### 3-7 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

バラナシでは、CP 機関の VMC に機材を譲渡し、VMC の上下水道管理部門である Jal Kal により機材が管理されている。Jal Kal には、現地でのセミナー実施と、技術報告書及びメンテナンスマニュアルを提供し、TSS の汚水処理技術、処理能力、モニタリング及びメンテナンスに関して説明を行った。具体的なモニタリング及びメンテナンス作業は、本事業の機材の稼働状況のモニタリングに協力してもらっていた現地の女性グループを活用できる現地 NGO の SSAR に、Jal Kal から委託されることが想定されている。

ムザファルナガルでは、CP 機関の自治体に機材を譲渡し、パイロット機材を設置し実証事業に協力してもらった現地の大学 SRGC により管理されている。モニタリング及びメンテナンス作業は、同大学の土木学科の教授と学生により実習を兼ねて実施されており、今後も継続して実施される予定である。

また、設置した TSS をオンサイトの分散型汚水処理施設のモデルケースとし、周辺地域への普及に協力を得られる予定である。

### 3-8 今後の課題と対応策

バラナシ市の有料公衆トイレとムザファルナガルの大学 SRGC の学生寮のトイレに設置した TSS の今後の課題と対応策は下記のとおりである。

表 33：機材設置場所の今後の課題と対応策

設置場所	課題	対応策
バラナシの有料公衆トイレ	1. 雨季の降水量が側溝を設置した時の想定を上回り、TSS の設置場所に雨水が滞留しないようにすること。	1. 降水量が想定を上回り、TSS の設置場所に雨水が滞留する場合は、バラナシ市のポンプを使って敷地外に排水してもらうようにする。
	2. 有料公衆トイレの利用者が急激に増加し、汚水と洗濯排水が TSS の処理能力を大幅に上回らないようにすること。	2. モニタリング結果を定期的に確認し、利用者数の大幅な増加がある場合は、JalKal が、当該トイレの維持管理を担当する Sulabh International に連絡し、利用者の制限などを実施するよう対策を講じる。
	3. 土壌処理部の上にあるクリーニングパイプやマンホールカバーが破損しないようにすること。	3. 破損しないように周辺住民や学校の生徒に注意を促し、モニタリング時に状態を確認し、破損している場合はバラナシ市の責任で修理してもらう。
ムザファルナガルの大学 SRGC の学生寮のトイレ	1. 学生寮の学生数が大幅に増加し、TSS の処理能力を大幅に上回らないようにすること。	1. 学生数が増加する場合は、流入汚水量を調整する調整弁を使って汚水を旧セプティックタンクに流し、TSS への流入量を減す対策をとる。中長期的には、TSS の増設

		を行うことで増加する汚水処理に対応する（SRGC の費用負担が可能な場合）。
	2. 雨季の雨水が TSS の設置場所に滞留しないようにすること。	2. 降水量が多く、雨水が滞留する場合は、大成工業から提供済のポンプで SRGC の維持管理者に外に排水してもらうようにする。

## 第4章 本事業実施後のビジネス展開計画

### 4-1 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

#### 4-1-1 マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）

企業機密情報につき非公表

#### 4-1-2 ビジネス展開の仕組み

企業機密情報につき非公表

#### 4-1-3 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

企業機密情報につき非公表

#### 4-1-4 ビジネス展開可能性の評価

本事業を通じて、環境配慮型の分散型污水处理装置である TSS の性能は高い評価を得ているが、現地の競合製品や技術と比較すると、設置にかかる初期投資の金額が高額なため、導入が難しいことが課題である。そのため、塩ビ管のような汎用部材は現地調達とし、それらに合わせて TSS のコア部品側の設計を変更し、コスト削減をはかる。さらに、コア部品についても将来現地生産できるように関連のサプライヤーと協議を継続している。

また、インドでは一定の条件を満たす民間企業に対して、CSR 事業に資金を拠出する義務が会社法によって課せられている。現地の外国企業も対象で、多くの日系企業が環境衛生分野の CSR 活動にも資金を拠出している。その資金をターゲットに、TSS を現地の日系企業向けに提案していくことも今後のビジネス展開において非常に重要だと考えており、現地パートナーや JETRO 等の協力を引き続き仰ぎながら、積極的な提案を続けていく方針である。

### 4-2 想定されるリスクと対応

#### 4-2-1 外国投資規制に関するリスク

インドにおける外国企業の規制は「ネガティブリスト」方式を取り入れており、本リストに掲載されている業種以外については直接投資が認められている。商工省産業政策促進局が発表している本リストを確認したところ TSS の事業展開は非該当業種であることを確認している。

#### 4-2-2 現地の伝統文化への悪影響のリスク

現地にはカースト制度等、宗教、伝統的な固有の文化に基づいて社会が運営されているため、本事業が現地の伝統文化へ悪影響を与えるリスクが想定される。そのため、本事業では、これまでカースト制度で特定の層が担ってきた公衆衛生や清掃の役割を、衛生教育

プログラムを通じて、広く一般に普及することを想定しているため、当該プログラムの運営に当たっては、現地法人・現地 NGO パートナーと協働して、その文化的な背景の理解と配慮を事業の中で取り入れる。

#### 4-2-3 模倣品の製造リスク

TSS の不法コピーや模倣品が製造されてしまうリスクが想定される。そのため、現地生産開始と同時に現地弁護士を通じて特許申請を進める。なお、コア技術である「タフガード」の部分的な模倣だけでは市場展開は難しく、TSS 全体として同性能を出す製品の模倣は難しいと想定している。

#### 4-2-4 汚泥発生にかかる環境リスク

TSS 導入に伴い、一定の汚泥が TSS のセプティックタンク部に堆積するため一定の環境リスクが想定される。そのため、これらの汚泥は現地の法律に準拠した形で処理すべく、維持管理項目に「定期的な汚泥引き抜き」を加え、指導・周知する。なお、処理水は無放流となるため TSS 導入による環境への悪影響はない。

#### 4-2-5 導入製品の維持管理に関するリスク

TSS の設置後は、適切に維持管理することが重要であるが、維持管理にかかる体制構築と予算の確保が導入する行政または学校側で適切になされないというリスクが想定される。ショーケースとして TSS を設置したバラナシ市とムザファルナガル市でも同様である。

しかし、TSS はメンテナンスが非常に簡単で低コストというメリットを有している。また、補完するために、維持管理マニュアルを作成し、導入者側に提供することとしている。さらに、維持管理方法については、当該マニュアルを使い、導入者に対して研修を提供することで対策する。

#### 4-3 普及・実証において検討した事業化による開発効果

下水道に接続できない場所でのオンサイトの分散型污水处理が、TSS の導入により無電源・無放流で実現可能であることが実証できた。それにより、今後は、引き続きバラナシ市とムザファルナガル市での普及と、他の自治体や国際機関の入札案件への応札や、他地域の現地 NGO や学校等による展開で、汚水の地下浸透による地下水や河川の汚染問題の解決に貢献できる。また、環境配慮型の衛生的なトイレの設置による衛生環境の改善により、SDGs6「安全な水とトイレを世界中に」に貢献できる。

#### 4-4 本事業から得られた教訓と提言

##### 4-4-1 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

インドは、人口増加に伴い衛生的なトイレの設置や污水处理問題など多くの開発課題を

抱えている。そのため、開発課題の解決に資する製品や技術のニーズは非常に高い。外国企業が污水处理施設である TSS のような公共性が高い製品・技術を普及するためには、現地政府機関との連携が重要となる。現地の自治体等の政府機関は、トップダウンで物事が決まる傾向があり、意思決定権があるキーパーソンとの関係構築が必要だが、数年での人事異動があることと、引継ぎが十分に行われない傾向があるため、常に相手政府の動向を確認しておく必要がある。

TSS のような污水处理施設は、設計時の処理能力を超える汚水が流入してくると正常に稼働できないことがある。しかし、水の使用状況はその国の文化や生活習慣により異なるため、事前の調査が重要となる。

また、雨季の降水量は予想が難しく、場所によっては、雨水が滞留してしまうこともある。そのため、想定以上の流入量を見込んで、ある程度多めに余裕を持った設計にすることも考慮する。

#### 4-4-2 提言

バラナシ市、ムザファルナガル市双方において、多くの家屋で生活排水処理にセプティックタンクが用いられており、十分な処理が行われていない生活排水が、地下浸透或いは、側溝へ放流されていることが確認された。

インド国ではこのような都市が大多数を占めているため、下水道の普及が望まれるが、下水道整備には次の課題が存在する。

- ・ 下水道の整備には長期間（20 年以上）かかる。
- ・ 丘陵地などの地形的に下水道の整備が難しい地域が存在する。
- ・ 人口の少ない郊外では、人口に対する下水管渠の延長が長くなり不経済となる。



そのことから、都市全体の生活排水処理を効率的に行い水環境の改善を図るため、整備区域を明確に区分して、オンサイト処理施設（TSS 等）と下水道を整備する必要があると判断され、オンサイト・オフサイトでの生活排水処理とその汚泥処理を含めた包括的なマスタープランの策定が急務である。

具体的には、図 46 に示す生活排水処理改善方法のイメージ（マスタープランに規定）を提唱する。

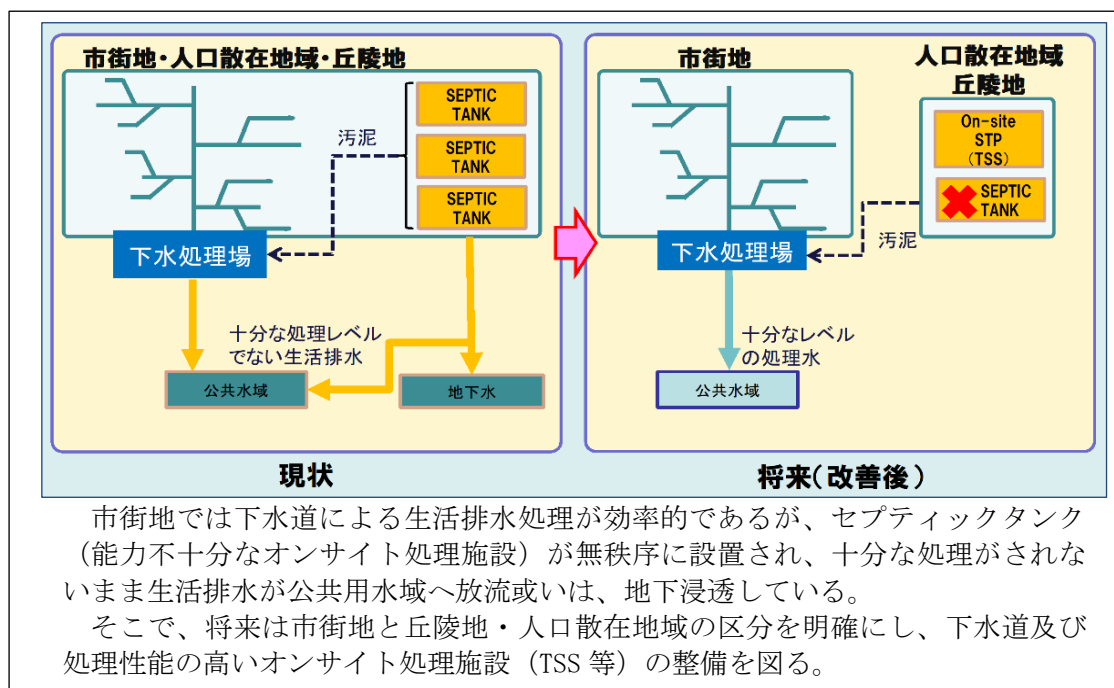


図 42：生活排水処理改善方法のイメージ（マスタープランに規定）

## 参考文献

Department of Drinking Water and Sanitation, Ministry of Jal Shakti,  
“Swachh Bharat Mission Target Vs Achievement On the Basis of Detail  
entered”  
<[https://sbm.gov.in/SBMReport/Report/Physical/SBM\\_TargetVsAchievementWithout1314.aspx](https://sbm.gov.in/SBMReport/Report/Physical/SBM_TargetVsAchievementWithout1314.aspx)>

Muzaffarnagar District Website、<<https://muzaffarnagar.nic.in/>>

NUSP 2008, <[https://www.mohua.gov.in/upload/uploadfiles/files/NUSP\\_0.pdf](https://www.mohua.gov.in/upload/uploadfiles/files/NUSP_0.pdf)>

Population Census, <<https://www.census2011.co.in/>>

Swachh Bharat Mission - Grameen,  
<<https://swachhbharatmission.gov.in/SBMCMS/about-us.htm>>

The World Bank、Data、  
<<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2022&locations=IN&start=2013>>

The World Bank In India、Projects  
<[https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/projects-summary?countrycode\\_exact=IN](https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/projects-summary?countrycode_exact=IN)>

Varanasi Nagar Nigam Website,  
<<https://nnvns.org.in:449/nnvns/index.php?lang=en>>

ODA 見える化サイト（JICA）、「オリッサ州総合衛生改善事業」（2007～2012）  
<<https://www.jica.go.jp/oda/project/ID-P187/index.html>>

ODA 見える化サイト（JICA）、「ヤムナ川流域諸都市下水等整備事業（3）」（2011～2017）  
<<https://www.jica.go.jp/oda/project/ID-P215/index.html>>

ODA 見える化サイト（JICA）、「オディシヤ州総合衛生改善事業（第2期）」

(2016～2018)

<<https://www.jica.go.jp/oda/project/ID-P252/index.html>>

ODA 見える化サイト (JICA)、「プネ市ムラ・ムタ川汚染緩和事業」(2016～2023)

<<https://www.jica.go.jp/oda/project/ID-P243/index.html>>

ODA 見える化サイト (JICA)、「ヴァラナシ市衛生改善プロジェクト」(2020～2023)

<<https://www.jica.go.jp/oda/project/1700509/index.html>>

農業集落排水施設における透視度と SS・BOD の関係について (東海農政局土地改良技術事務所\_中野拓治) (2009)

外務省、「対インド国別援助方針」(2016)

<<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000189321.pdf>>

外務省、「対インド事業展開計画」(2018)

<<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072261.pdf>>

## 添付資料

企業機密情報につき非公表

英文要約

Municipal Corporation of Varanasi  
Municipality of Muzaffarnagar

Summary Report

India

Verification Survey with the Private Sector for  
Disseminating Japanese Technologies for  
“Tafgard Technology for Environmentally Friendly  
Toilets” in India

January 2024

Japan International Cooperation Agency

TAISEI KOUGYOU CO., LTD.

## TABLE OF CONTENTS

1. BACKGROUND.....	4
2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES.....	5
(1) Purpose.....	5
(2) Activities.....	5
(3) Information of Product/ Technology to be Provided.....	6
(4) Counterpart Organizations.....	7
(5) Target Areas and Beneficiaries.....	7
(6) Duration.....	7
(7) Progress Schedule.....	7
(8) Manning Schedule.....	7
(9) Implementation System.....	7
3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY.....	8
(1) Outputs and Outcomes of the Survey.....	8
(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization..	19
4. FUTURE PROSPECTS.....	20
(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country.....	20
(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey.....	20

## LIST OF TABLES AND FIGURES

Table 1: Estimated Costs of TSS Monitoring and Maintenance.....	11
Table 2: Potential issues and recommended actions for the TSS facilities.....	16
Figure 1: Map of the Target Areas.....	4
Figure 2: Implementation Structure for the Verification Survey.....	5
Figure 3: TSS construction work in Varanasi and Muzaffarnagar.....	7
Figure 4: Photos of the local seminars.....	12
Figure 5: TSS maintenance training for a local women's group in Varanasi.....	13

## APPENDICES

- Appendix 1 – Outline of the Survey
- Appendix 2 – Progress Schedule
- Appendix 3 – Manning Schedule

## **1. BACKGROUND**

Since 1999, the Indian government has been working to address the issues of toilet maintenance and the elimination of open defecation through its comprehensive Total Sanitation Campaign (TSC). However, according to India's 2011 census, access to household toilets was 46.9%. 790 million people continue the practice of open defecation, the largest such population in the world, which leads to food and drink contamination causing diarrhea, the third leading cause of death in children under 5 in India. Open defecation also requires selecting spaces away from public view and suitable times, exposing many women to the risk of gender-based violence.

The Government of India's 12th Five-Year Plan (2012-2017) targets the construction of toilets and allocates time and budget resources to promote sanitation awareness and build and maintain "toilets that are actually used" in households, schools, and communities. In October 2014, Prime Minister Narendra Modi launched the "Clean India Mission," or "Swachh Bharat Mission" (SBM), which prioritizes the development of subsidies, and the promotion of public awareness for, the spread of toilets.

Even as "support for sustainable and inclusive growth" constitutes one of the priority areas of Japan's India Development Cooperation Policy (2016), the sewage pipe connection ratio in urban areas is less than 30% and wastewater discharge exceeds sewage treatment capacity. From September 2014 to March 2015, the "Information Collection and Confirmation Survey on the Improvement of Toilets in India" examined the impact on women, the current status of toilet installations and usage, and government policy outcomes and forecasts. The currently underway ODA loan aid "Ganga Action Plan Project (Varanasi)" is also in the process of installing 205 toilets.

Taking into consideration the above, Taisei Kougyou Co., Ltd. conducted the JICA-funded "Feasibility Survey for Environmentally Friendly Toilet in India" in FY 2015. In this survey, or Pre-Pilot project, Taisei Kougyou tested its decentralized wastewater treatment technology locally in an area unconnected to a sewer line, reconfirming its ability to reduce sludge that might otherwise contaminate the soil/public waters. Based on the results of this Feasibility Survey, a proposal was made to and accepted by JICA for a Verification Survey, or Pilot Project, aimed at examining strategies for dissemination of the technology in India.

## **2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES**

### **(1) Purpose**

In order to contribute to the improvement of contaminated soil and public water area



conditions caused by insufficient toilet and sewage treatment facilities in India, the advantages and benefits of TSS were demonstrated and methods and challenges of its dissemination were studied (See Appendix 1 to this report for an Outline of the Survey).

## (2) Activities

No.	Implementation method
<b>1. Output 1 (The usefulness and comparative advantages of the Product)</b>	
1.1	Create detailed designs and construction plans for installation of the Product at the planned public toilet (Varanasi and Muzaffarnagar) sites.
1.2	Transport and install the Product including the use of local materials.
1.3	Implement the operation and maintenance of the Product with the local partner NGO, which acquired familiarity with the Product maintenance method during the project development Feasibility Survey.
1.4	Verify sludge treatment requirements according to local regulations.
1.5	Consider how to improve the Product with respect to various local conditions (school toilet model and public pay for use toilet model).
1.6	Formulate maintenance plans for the school and public pay toilet models suitable for various local conditions.
1.7	Carry out treated water quality tests for treated water from the target toilets before and after installation of the Product and confirm the degree of improvement of water pollution.
1.8	Conduct an installation and operation cost comparison analysis with similar local products.
<b>2. Output 2 (Knowledge and understanding of the Product)</b>	
2.1	Promote the COUNTERPART's understanding of the Product through Product installation site tours and seminars.
2.2	Transfer necessary knowledge and technology to the COUNTERPART to apply the Product to public works through Product site tours and seminars.
2.3	Provide ideas and necessary information for the COUNTERPART to make use of the Product with respect to the Indian national SBM policy.
2.4	Promote understanding of the Product among public agencies related to the SBM through Product site tours and seminars.
<b>3. Output 3 (A cooperative Product operation plan)</b>	
3.1	Develop a collaborative operation plan for the Product (public pay toilet model) with the local partner NGO in Varanasi utilizing female maintenance staff.
3.2	Transfer Product maintenance management techniques to the female maintenance staff as per the maintenance manual prepared during the Feasibility Survey.
3.3	Carry out Product demonstration activities with female maintenance staff at the public pay toilet in Varanasi with the local partner NGO.
3.4	Verify the post-project cooperation plan with the local partner NGO for the public pay toilet in Varanasi through the collaborative operation of the pilot facility.

4. Output 4 (Formulation of a business development plan)	
4.1	Carry out market research, pilot site visits, and seminars to develop local distributors, contractors, and material suppliers.
4.2	Verify a business development plan for the commercialization of school and public pay toilet models through piloting of the Product.

### (3) Information of Product/ Technology to be Provided

The Product is a wastewater treatment system called the Taisei Soil System (TSS). TSS utilizes a proprietary technology called “Tafgard” in conjunction with a specially designed septic tank and soil treatment area to purify wastewater by facilitating aerobic and anaerobic treatment, followed by its diffusion and evaporation. Notably, TSS does not require electricity and does not involve any discharge into the ground, gutters, or water bodies, thereby preventing contamination of water resources.

The Product’s treated water quality is far better than water treated by septic tank alone. In addition, the simplicity of TSS minimizes generated sludge, resulting in easier maintenance. By introducing the Product, the burden of maintenance and management, as well as the total cost including operation costs, are expected to be reduced.

### (4) Counterpart Organizations

Indian side: The Municipal Corporation of Varanasi and the Municipality of Muzaffarnagar

Japanese side: TAISEI KOUGYOU CO., LTD

### (5) Target Areas and Beneficiaries

Target Areas: The Municipal Corporation of Varanasi and the Municipality of Muzaffarnagar, State of Uttar Pradesh

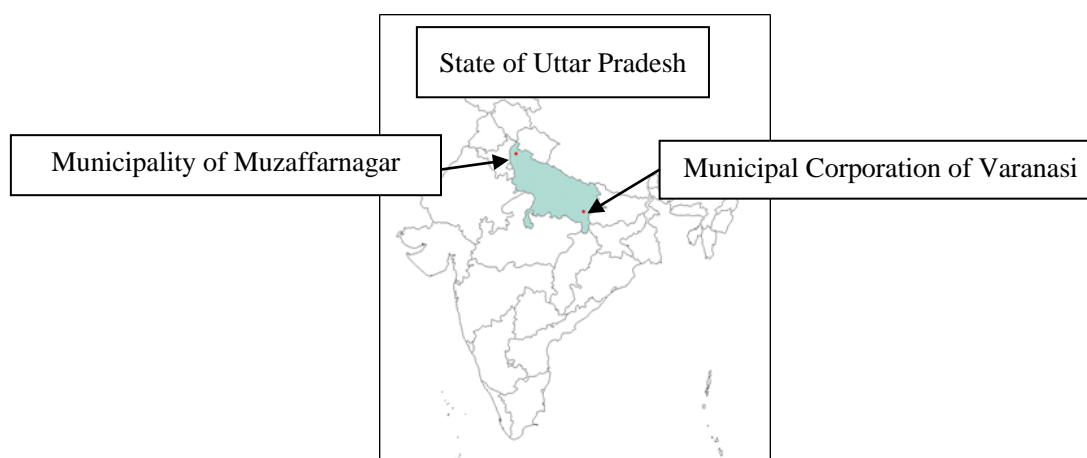


Figure 1: Map of the Target Areas

(6) Duration

5 years and 9 months (June 2018 to February 2024)

(7) Progress Schedule

See Appendix 2.

(8) Manning Schedule

See Appendix 3.

(9) Implementation System

The implementation structure of the Verification Survey is as per the figure below.

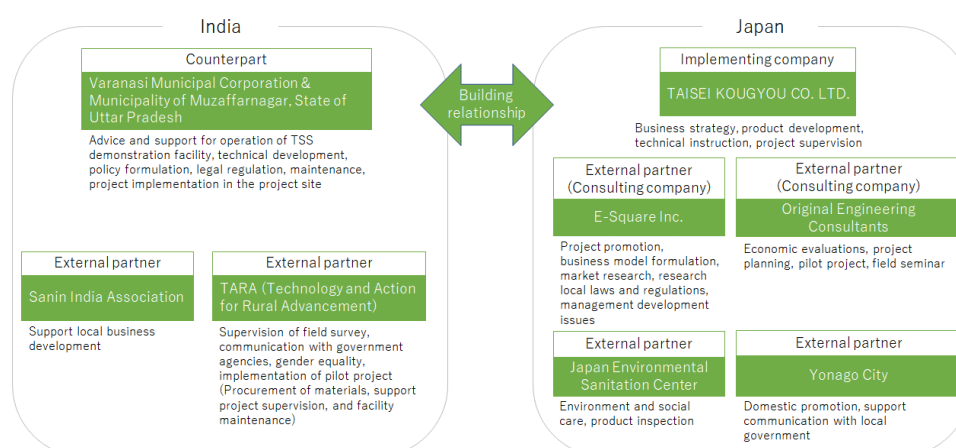


Figure 2: Implementation Structure for the Verification Survey

### 3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

(1)-1 Confirmation of the usefulness and superiority of TSS

(1)-1.1 Creation of detailed designs and construction plans for installation of TSS at the planned public toilet sites

Construction of the pilot installation in Varanasi was divided into two phases. In the first phase, carried out during the second field visit, operation of the septic tank, relay tank, and inspection tank was initiated. In the second phase, carried out during the fourth field visit, construction of the soil treatment area was overseen and construction of the TSS installation was completed.

At Muzaffarnagar, as at the Varanasi site, the construction period was divided into two phases. The first phase was carried out during the fourth and sixth field visits, and the

second phase was carried out during the eighth field visit.

#### (1)-1.2 Transportation of TSS materials and installation, including the use of local materials

Construction materials for the Varanasi pilot unit arrived on site in November 2018 and were kept in a locked storage room on the school grounds near the construction site. A brick construction method (common in the region) was adopted for the TSS septic tank, relay tank, and water inspection tank and locally procured materials were used. The construction of the soil treatment area was carried out using materials shipped from Japan and locally procured materials. Construction was completed during the fourth field visit, and an inspection of the completed works confirmed there were no problems.

The Muzaffarnagar TSS pilot installation also utilized bricks for the construction of the septic, relay, and inspection tanks. Installation was completed in February 2020.



	
Varanasi septic, relay, and inspection tank construction work (Oct. 2018)	Completion of TSS construction in Varanasi (Apr. 2019)
	
Muzaffarnagar soil treatment area excavation (Jan. 2020)	Completion of TSS construction in Muzaffarnagar (Feb. 2020)

Figure 3: TSS construction work in Varanasi and Muzaffarnagar

#### (1)-1.3 Operation and maintenance of the TSS pilot facility with a local partner NGO familiar with TSS maintenance and management methods

##### (1)-1.3-1 Test run and initial operation

###### A) Varanasi site

Construction of the TSS pilot facility was completed following the fourth field visit

and began to receive wastewater at the end of June 2019. The system performed normally thereafter, although heavy rains and a broken sewage inflow pipe, as well as an increase in the number of toilet users due to religious events, unexpectedly increased the amount of water entering the facility. However, normal operation was maintained by pumping and draining excess water, and gutters later installed around the facility were successful in preventing rainwater from entering the system.

During the fifth field visit, the local partner NGO, SSAR, was briefed on the TSS manual and checklist for routine maintenance and given practical guidance on how to measure water quality using simple water quality measurement equipment.

#### B) Muzaffarnagar site

Construction of the pilot facility was completed following the 8th field visit and wastewater was introduced into the system at the end of February 2020. Operations were immediately suspended through December 2021, however, due to school closures caused by the COVID-19 pandemic. Despite this period of inactivity, normal operation of the facility recommenced once the pandemic subsided.

In addition, based on a request from SRGC, the wastewater inlet was modified to be able to treat wastewater from other school buildings during periods of excess capacity, such as during school vacations when many students return home.

During the 8th field visit, the project team provided the SRGC professors in charge of the project with a TSS maintenance manual, a checklist for routine maintenance, and practical instruction on how to measure water quality using simple measuring equipment. Maintenance and management were carried out thereafter by SRGC students.

### (1)-1.3-2 Monitoring

#### A) Varanasi site

##### a) Monitoring sheets

During the period 29 June 2019 to 26 December 2022, the performance of the TSS pilot facility was checked once a week using monitoring sheets developed by Taisei Kougyou. Accordingly, performance was monitored, and data collected, regularly.

##### b) Inflow water volume and inspection tank water level

During the project period, the water level in the inspection tank rose to irregular levels several times due to heavy rains, damage to the inflow pipe and inspection pipes, increased use during the wedding season and religious events between mid-January and early March, and increased water usage from people doing their laundry at the public toilet facility. However, the use of a portable pump for drainage restored the water level

to normal, the installation of a fence deterred intrusion into the soil treatment area, and the construction of gutters around the TSS pilot facility eliminated any risk of flooding.

c) Appearance, odor, and quality of the treated water

The appearance (color, turbidity), odor, and quality (pH, transparency, and electrical conductivity) of the treated water were deemed stable and acceptable during the period 29 June 2019 to 26 December 2022. In addition, BOD levels calculated at 22mg/L were judged to be in compliance with the Indian effluent standard of 30 mg/L.

B) Muzaffarnagar site

a) Monitoring sheets

During the period 3 March 2020 to 12 June 2023, the performance of the TSS pilot facility was checked once a week (excluding a period when the school was closed due to the pandemic) using monitoring sheets developed by Taisei Kougyou. Accordingly, performance was monitored, and data collected, regularly.

b) Inflow water volume and inspection tank water level

During the height of the pandemic, the TSS pilot facility maintenance manager (a student at SRGC) was unable to enter the campus to adjust the wastewater inflow rate. Consequently, the water level in the inspection tank rose during this period. Once pandemic conditions stabilized, the inflow rate was adjusted, and normal operational conditions were reestablished.

c) Appearance, odor, and quality of the treated water

The appearance (color, turbidity), odor, and quality (pH, transparency, and electrical conductivity) of the treated water were deemed stable and acceptable during the period 3 March 2019 to 12 June 2023. A temporary deterioration in treated water quality in May 2023 was attributed to an increase in the inflow of wastewater due to a malfunction of the inlet inflow switch. Normal treatment resumed after this issue was addressed.

(1)-1.4 Verification of sludge treatment requirements according to local regulations

(1)-1.4-1 Local regulations regarding sludge disposal

At the national level, the National Institute of Urban Affairs, India has developed the “Faecal Sludge and Septage Management-Planning Module.”

In the state of Uttar Pradesh, the “Faecal Sludge and Septage Management Operative Guidelines of Uttar Pradesh” summarize the sewage sludge policies of each municipality in the state.

In Varanasi, the City Sanitation Plan (CSP) states that sludge removal from septic tanks should be carried out once every two to three years by a company registered with the city

using vacuum trucks. The city has also developed a septage management vision with the American consulting firm Ernst & Young (EY).

In Muzaffarnagar, sewage and sludge from septic tanks is treated at the Lagoon Sewage Treatment Plant as per the state guidelines mentioned above.

#### (1)-1.4-2 Local septage management methods

##### A) Varanasi site

###### a) Septage Treatment at the Dinapur Sewage Treatment Plant

The Dinapur Sewage Treatment Plant located in the eastern part of Varanasi treats up to 80 million liters of sewage per day. Some of the sludge generated at the plant is dewatered by machine, dried in the sun, then taken by farmers living in the vicinity free of charge for use as fertilizer on their farmland.

###### b) Treatment method for septic tank sludge

Final Report of “Data Collection Survey on Improvement of Environment in Varanasi City, Republic of India, February 2016”, by JICA, Kokusai Kogyo Co.,Ltd. and Sewerage Business Management Center, states “Removal of sludge from septic tanks is not regulated and some households have requested the wastewater be extracted when it overflows. Even if Extraction of sludge was carried out, it is not known where to dispose it.”

###### c) Ensuring public health through septage management

In Varanasi, the project team confirmed that sludge generated from the sewage system is treated at the sewage treatment plant but found that sludge generated from septic tanks is frequently disposed of in roadside ditches, causing a risk to public health.

###### d) Issues

Challenges to properly dispose of sludge from septic tanks include a lack of facilities to treat this and inefficient transportation of sludge to distant septage treatment plants.

###### e) Recommended measures

In order to solve the aforementioned issues, it is necessary to construct (1) treatment facilities for sludge removed from septic tanks and (2) relay stations at suitable sites to temporarily store the sludge, taking into account the costs for sludge transporters.

##### B) Muzaffarnagar site

###### a) Issues

Sludge in Muzaffarnagar is transported and fed into a lagoon-type sewage treatment plant adjacent to the southern part of the city. Considering the treatment capacity and methods of this sewage treatment plant, the facility is judged to be inadequate for the



preservation of a healthy water environment in the area.

b) Recommended measures

Since the lagoon-type sewage and sewage sludge treatment facility is overloaded in relation to its treatment capacity, it is considered to be more effective to dewater the collected septic tank sludge, dry the dewatered sludge in the sun and use this as an organic fertilizer, then treat the dewatered filtrate with TSS to avoid discharge.

(1)-1.5 Consideration of how to improve TSS with respect to various local conditions (school and public pay toilet models)

- In India, during the rainy season there can be periods of sudden, heavy rain. Consequently, it was found necessary to install gutters around the TSS installation to prevent rainwater from flooding its surface.
- In Varanasi, the practice by local residents of washing their clothes at a public pay toilet facility taught the lesson that it is necessary to understand local customs with respect to water use when calculating the estimated amount of water to be treated.
- Wastewater from SRGC's student dormitory toilets in Muzaffarnagar exceeded the expected amount due to the dormitory being filled beyond capacity. The lesson learned was that in India, where population growth is progressing, it is important to accurately understand the actual conditions of target facilities.

(1)-1.6 Development of maintenance plans for the school and public pay toilet models suitable for various local conditions

The transfer of technology for monitoring and maintenance of TSS at the public pay toilet in Varanasi was carried out with SSAR, a local NGO that works with women's groups. In turn, SSAR will be commissioned by Jal Kal, the water and sewerage management unit of VMC, to perform maintenance and management tasks.

Toilets at one of the student dormitories at SRGC in Muzaffarnagar were made use of for this project, with the transfer of TSS monitoring and maintenance technology made to professors and students of the university's civil engineering department, including practical training for the students. Monitoring by the same will continue going forward.

The estimated cost of TSS monitoring and maintenance activities are as follows.

Table 1: Estimated Costs of TSS Monitoring and Maintenance

	Activity	Frequency	Cost
1.	Routine maintenance	Once/month	INR 1,000 (JPY 1,800)/day
2.	Water quality	Once/6 months	a) BOD test – INR 4,000 (JPY 7,200)/test

	monitoring		b) Sample collection – INR 1,000 (JPY 1,800)/ sample
3.	Sludge removal	Once/5 years	INR 5,000 (JPY 9,000)/removal

(INR 1 = JPY 1.7153, August 2023 JICA rate)

(1)-1.7 Testing of the treated water quality from the target toilets before and after installation of TSS to confirm the degree of improvement of water pollution.

The results of the treated water quality for the TSS pilot facilities were in compliance with the General Standards for Discharge of Environmental Pollutants Part-A: Effluents (Schedule - VI) The Environment (Protection) Rules, 1986. Under normal conditions, water treated by TSS evaporates and is not discharged, making it effective in preventing pollution of public water bodies. The treated water in the inspection tank can also be used for the watering of vegetation without risk to public water bodies.

(1)-1.8 Installation and operation cost comparison analysis with similar local products

A comparative cost analysis of similar products was carried out via field surveys. Facilities identified included treatment capacities of 2kL-2ML/day with installation costs ranging from INR 400,000-12,000,000 (approx. JPY 690,000-20,580,000) and operation and maintenance costs ranging from INR 1,335-300,000 (approx. JPY 2,000-510,000). (INR 1 = JPY 1.7153, August 2023 JICA rate).

(1)-2 Promote the Counterpart's understanding of TSS through informational seminars and TSS installation site tours

Local seminars were held in Varanasi and Muzaffarnagar on 17 and 21 June 2023, respectively, to discuss the TSS pilot facilities, the practice of septage treatment in Japan, and future prospects of TSS in India. The heads of departments in charge of domestic wastewater treatment and potential stakeholders from Uttar Pradesh state agencies (SBM-related public institutions) and related companies were invited to attend.

	
Keynote speech, Varanasi seminar (Engr. Raghuvendra Kumar,	Presentation, Varanasi seminar (Mr. Stuart Conerly, Manager, E-Square Inc.)

GM, Jal Kal Department)	
	
Handover ceremony, Muzaffarnagar (Representatives from local government, SRGC, and Taisei Kougyou)	Tour of the TSS pilot facility, Muzaffarnagar (Project team and local stakeholders)

Figure 4: Photos of the local seminars

(1)-3 Collaborative plan for TSS operation with the local partner NGO at the public pay toilet

(1)-3.1 Develop and implement a collaborative pilot facility operation plan (public pay toilet model) with the local partner NGO in Varanasi utilizing female maintenance staff

Based on the maintenance manual prepared during the Feasibility Survey, field training on TSS monitoring and maintenance methods was provided to SSAR, the local partner NGO. SSAR plans to train female staff members as maintenance and management personnel and is considering concluding a maintenance and management contract with VMC for the TSS pilot facility that was transferred to the City of Varanasi. Monitoring and maintenance of the TSS pilot facility will be outsourced by Jal Kal, the water and sewage department of VMC, to SSAR. Taisei Kougyou will continue to provide technical support as needed.



Figure 5: TSS maintenance training for a local women's group in Varanasi

(1)-3.2 Operation of the pilot facility after completion of the project and future local cooperation

The maintenance and management of public restrooms is managed by Sulabh International, a local NGO, which is contracted by VMC. However, the maintenance of

the TSS installation will be outsourced by VMC via Jal Kal (the water and sewage management department at VMC) to SSAR. TSS maintenance and management methods and manuals have already been shared with VMC, Jal Kal, and SSAR, and an agreement is expected to be concluded between these three organizations. Taisei Kougyou will also continue its collaboration with SSAR to promote the introduction of TSS in other regions.

#### (1)-4 Creation of a business development plan to promote TSS

##### (1)-4.1 Market research and development of local sales agents, contractors, and material suppliers through pilot site visits and seminars

After conducting a survey of local contractors and potential material suppliers for TSS, locally available, inexpensive materials meeting the permeable soil requirements of the soil treatment area were identified. The availability of PVC pipes was also confirmed, although standard dimensions differ from those in Japan. While Tafgard and other core materials for TSS currently need to be exported from Japan, discussions with relevant suppliers regarding the production of these materials in India (with the aim of lowering local installation costs) are ongoing.

##### (1)-4.2 Verification of a business development plan for the school toilet and public pay toilet models through the TSS pilot demonstration

To better understand the commercialization potential of the school and public pay toilet models and develop a feasible TSS business development plan, field surveys were conducted in Varanasi and Muzaffarnagar with introductions from the local government, NGOs, and universities for promising toilet facilities.

#### A) School toilet model

While the school model is expected to be highly marketable, private schools have more potential for commercialization than public schools given the size of their budgets and their ability to quickly authorize orders.

Accordingly, in Varanasi, following a 2019 survey of a local middle/high school introduced by the Varanasi Development Authority (VDA), the project team submitted a technical proposal and quotation for one of the eight campus restrooms to the academy operating the school.

In Muzaffarnagar, as a result of the successful TSS pilot demonstration at SRGC, business development is expected to take place via additional installations of TSS at SRGC's two satellite campuses. In addition, two local private schools have confirmed that they have enough space on their campuses for TSS installations. In cooperation with

SRGC, these schools also intend to facilitate tours and events to publicize TSS, which is expected to lead to additional business opportunities.

#### B) Public pay toilet model

Among the public toilets surveyed in Varanasi, the most promising for the installation of TSS are those located near the stair-like facilities called “ghats” along the Ganga River. These areas typically have available open space near the toilets where TSS could be installed, and several sites are visited by an average of more than 100 tourists each day. As installation of TSS could help with the prevention of pollution of the Ganga River, a new feasibility study to “protect the sacred river through the dissemination of TSS,” including a survey of the approximately 300 public toilets near the ghats, will be proposed to VMC.

In Muzaffarnagar, a survey was conducted of 31 public toilets categorized into municipal public toilets and community toilets. Municipal public toilets are constructed by the city, operated by third parties (mainly NGOs), and were judged to be relatively well managed. Site visits confirmed that there is space for the installation of TSS at three municipal public toilet locations and that there is potential to renovate these toilets utilizing their existing septic tanks.

#### C) Park toilet model

The project survey identified three toilet facilities with septic tanks installed at local parks. The ample space in these parks improves the feasibility of installing TSS, and the flower beds that can be planted above TSS facilities could be considered to enhance the value of the parks as places for recreation and relaxation. In addition, given the large size of the parks, sewage pipes would have to be extended to connect the parks’ toilet facilities to the sewage system, so TSS can be considered an effective treatment alternative. One of these parks, Sarnath Park, is also home to the location where the Buddha first preached after attaining enlightenment and is often crowded with tourists. The installation of TSS would therefore highlight its value as a resource for tourism.

#### (1)-5 Achievement of the project objectives

The local suitability of TSS was confirmed at the two pilot facilities in Varanasi and Muzaffarnagar. As the treated water quality was found to meet Indian effluent standards and the effluent was not discharged by evaporation, both pilot facilities were confirmed to be effective in preventing pollution of groundwater and public water bodies. TSS’s ability to treat domestic wastewater without using electricity or discharging wastewater

is considered advantageous compared to treatment facilities that use blowers in terms of low maintenance costs, and to septic tanks installed in ordinary homes in terms of preventing contamination of groundwater and public water bodies.

Accordingly, the TSS pilot facilities installed for this project will be used as showcase models for site tours and other publicity events to promote TSS and convey its proven usefulness and superiority to potential customers.

As for issues to be addressed, although septic tanks installed in ordinary households can be constructed inexpensively, they are not by themselves as effective as TSS. In order to promote its dissemination, the cost of TSS needs to be reduced and the awareness of Indians regarding water quality and environmental conservation raised.

#### (1)-6 Contribution to the local economy and regional revitalization in Japan

With respect to business development for TSS, Taisei Kougyou is pursuing a policy of reducing costs by procuring materials other than Tafgard, its core material, locally in India. However, for the time being it will continue to procure Tafgard from the current Japanese manufacturer in Fukui Prefecture.

As a result of TV and newspaper coverage of the project and TSS, the project continues to gain recognition throughout Japan, especially in Tottori and Shimane prefectures. Collaborations with local companies following completion of the project are expected to increase, thereby contributing to regional revitalization.

#### (1)-7 Gender consideration

As described in (1) 3-1, above, a TSS maintenance management system has been established in Varanasi by women's groups in cooperation with the local NGO, SSAR. The plan is to continue TSS maintenance and management through an agreement between the local C/P and this NGO.

#### (1)-8 Potential issues and recommended actions

Potential issues and recommended actions relating to the TSS pilot facilities are as follows:

Table 2: Potential issues and recommended actions for the TSS facilities

Installation location	Issue	Measures
Public pay toilet in Varanasi	1. Excessive rainfall and rainwater accumulation during the rainy season.	1. Accumulated rainwater should be drained offsite using a pump.

	2. An increase in inflow exceeding TSS treatment capacity due to an increase in public toilet users.	2. Check monitoring results regularly and report any significant increase in the number of users immediately.
	3. Damage to tank manhole covers and soil treatment area inspection pipes.	3. Ask students/nearby residents to be careful, monitor manhole covers and pipes, and repair any damages.
Student dormitory toilets at SRGC in Muzaffarnagar	1. Excessive rainfall and rainwater accumulation during the rainy season.	1. Accumulated rainwater should be drained offsite using a pump already provided by Taisei Kougyou.
	2. An increase in inflow exceeding TSS treatment capacity due to an increase in the number of student residents.	2. Reduce the amount of sewage flowing into the TSS installation by using the regulating valve to send some of this to the old septic tank.

## (2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

In Varanasi, the pilot facility was transferred to VMC, the counterpart organization, and is being managed by Jal Kal, the water and wastewater management division of VMC. An operation and maintenance manual was provided to Jal Kal and specific monitoring and maintenance activities were explained. Jal Kal is expected to outsource monitoring and maintenance work to SSAR, the local partner NGO that has been working with Taisei Kougyou to monitor the operation of the equipment over the course of the project and which works with local women's groups.

In Muzaffarnagar, the equipment was transferred to the municipality and is being managed by the local university SRGC, on whose campus the pilot equipment was installed for the demonstration project. Monitoring and maintenance work will continue to be conducted by professors and students of the university's civil engineering department as part of their practical training. The installed TSS facility will be used as a model case for on-site decentralized sewage treatment facilities, and cooperation will be obtained to promote the use of TSS in the surrounding areas.

## 4. FUTURE PROSPECTS

### (1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business

#### Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

In India, new toilet facilities are increasingly being installed as part of the "National Project for a Clean India" with the majority of these using septic tanks for waste disposal. Septic tanks employ gravity to separate wastewater from solids, but in India often lead to



contamination of groundwater and public water bodies, causing outbreaks of infectious diseases. The spread of sewage systems and Japanese-style septic tanks would be ideal, but in the daily lives of ordinary citizens power outages can often occur, making it difficult to determine that an adequate supply of electricity would be available. As such, TSS can serve as a viable option for making a significant contribution to the preservation of the water environment and public health in India.

## (2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

India faces many development issues as its population grows, including sewage disposal problems and a lack of sanitary toilets, and there is a great need for products and technologies that can contribute to addressing these issues. In order for foreign companies to promote products and technologies such as a sewage treatment system like TSS, it is important to collaborate with local government agencies such as municipalities. These agencies tend to make top-down decisions and it is necessary to build relationships with key persons who have decision-making authority. However, personnel changes can occur frequently, and handovers alone tend to be insufficient, so it is necessary to constantly monitor the trends of the partner government.

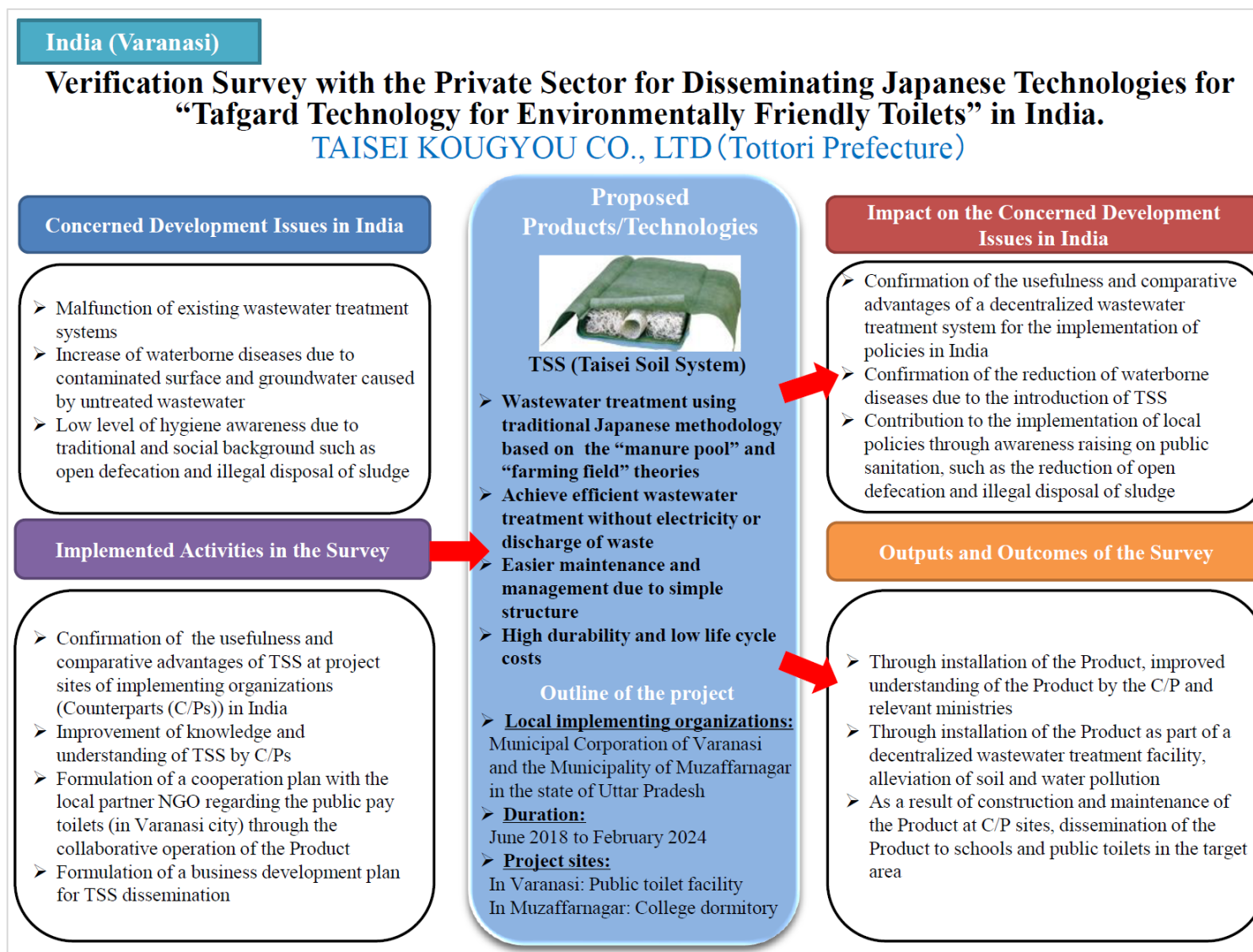
A wastewater treatment system such as TSS may not be able to operate properly if inflow exceeds its designed treatment capacity. Since water usage varies depending on the culture of the country, an advance survey is critical. In addition, precipitation during the rainy season is difficult to predict, and in some locations, rainwater can accumulate and become stagnant. Therefore, consideration should be given to available space when designing the site in anticipation of a larger-than-expected inflow.

In both Varanasi and Muzaffarnagar, many homes use septic tanks for domestic wastewater treatment. As such, insufficiently treated domestic wastewater is seeping into groundwater or being discharged into gutters. Since most cities in India face similar conditions, an increase in sewage system construction would be ideal. However, the following issues should be considered regarding the development of these systems:

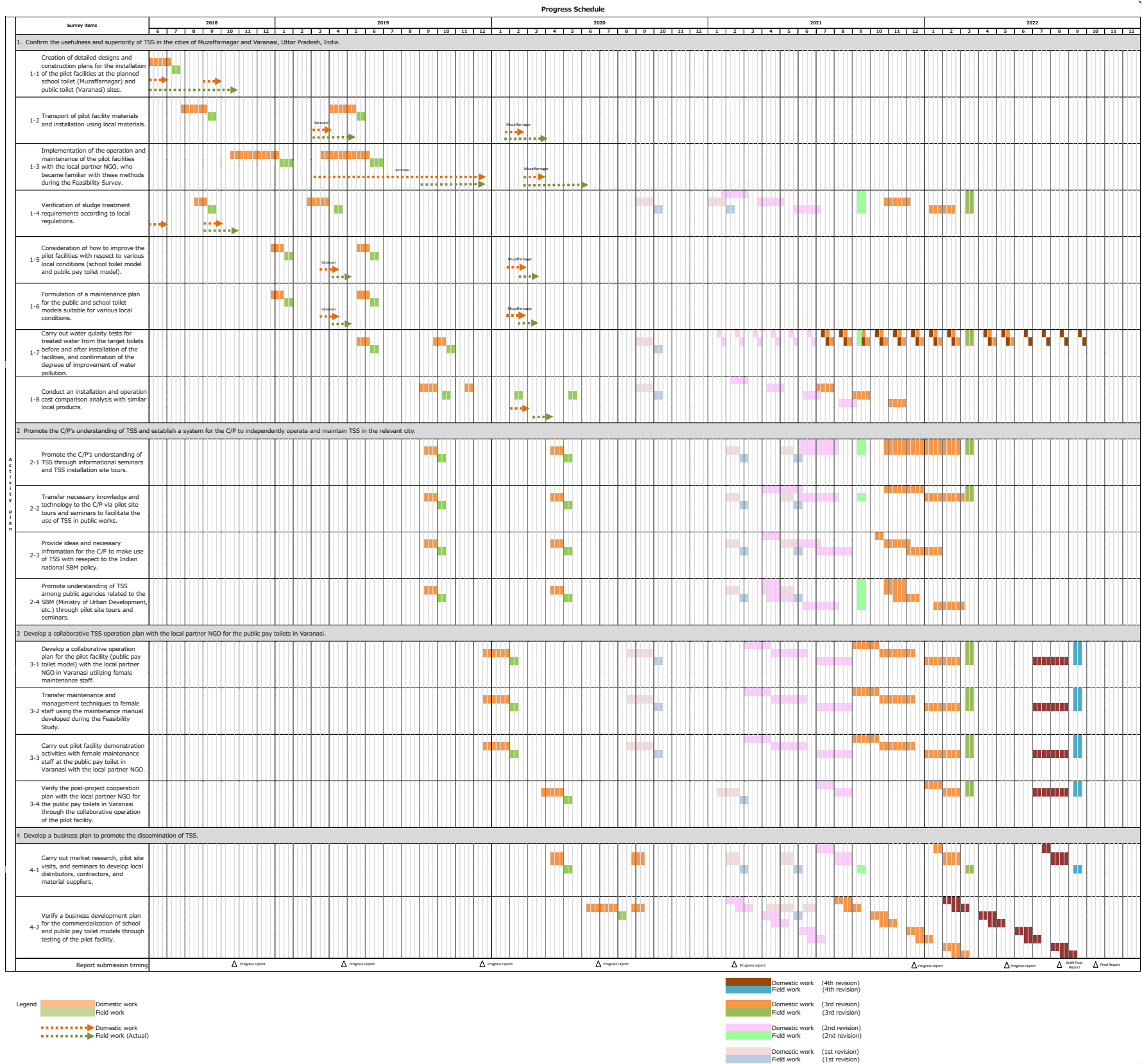
- Long time requirement (20 years or more) for construction
- Difficulty of construction of sewerage systems in areas with hilly terrain
- Uneconomical to extend sewage pipes to areas with small populations

Therefore, it is necessary to formulate a plan to treat domestic wastewater for the entire city, and to improve the water environment efficiently by identifying areas for both on-site treatment facilities like TSS and for sewerage systems, including sludge treatment. To this end, the Survey Teams first advocate the development of a comprehensive wastewater treatment master plan that includes on-site and off-site treatment.

## Appendix 1: Outline of the Survey



## 2: Progress Schedule



## Appendix 3: Manning Schedule

### Manning Schedule

Contract name: Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies "Tafgard Technology for Environmentally Friendly Toilets" in India

1. Taisei Kougyou (Field)

[illegible]

## 2. Taisei Kougyou (Domestic)

[illegible]

### 3. Consultants (Field)

[illegible]

#### 4. Consultants (Domestic)

[illegible]