

フィジー共和国
フィジー水道公社（WAF）

フィジー共和国
フィジー国西部地区
汚水処理マスタープラン策定
プロジェクト

ファイナルレポート
Part 1：要約

2024年10月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 日水コン
八千代エンジニアリング株式会社

環境
JR
24-075

序文

フィジー国西部地区汚水処理マスタープラン策定プロジェクトのファイナルレポート (F/R) は次に示す 4 部構成になっている。

- Part 1 : 要約
- Part 2 : 西部地区汚水処理マスタープラン
- Part 3 : 都市下水道マスタープラン
- Part 4 : 優先事業の Pre-F/S

このレポートは、F/R の「Part 1 : 要約」である。

フィジー国西部地区汚水処理マスタープラン策定プロジェクト

ファイナルレポート

第1巻

要 約

目次

調査位置図

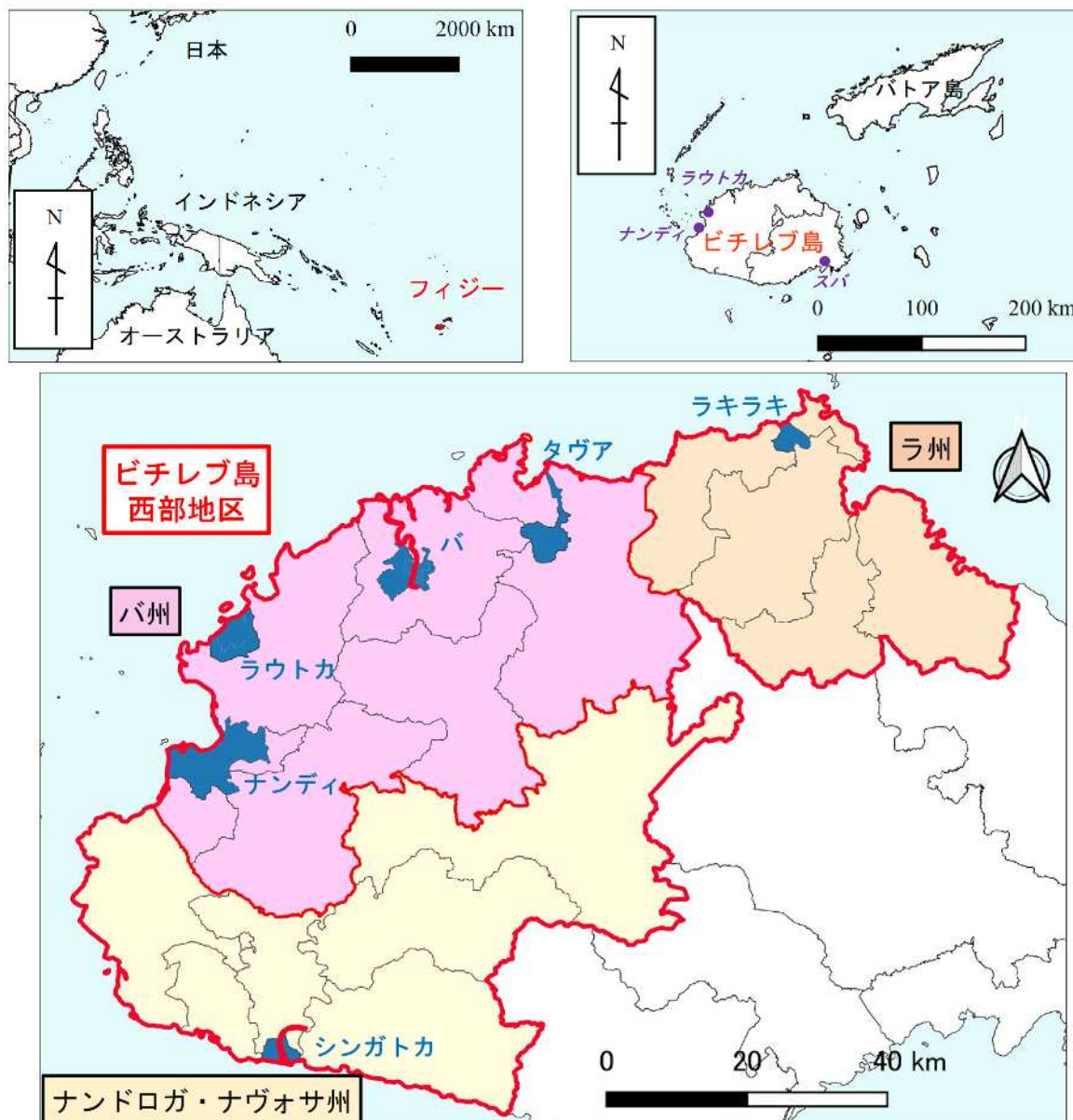
略語集

目 次

第1部 西部地区汚水処理マスタープラン	S-1
1. はじめに	S-2
2. 本調査のスケジュール	S-5
3. 関連上位計画	S-7
4. 汚水処理システムの現況	S-9
5. WAF の財務状況	S-12
6. 集合処理・分散処理の設定	S-15
7. 整備優先順位の設定	S-25
8. 分散処理の検討	S-28
9. 戦略的環境アセスメント（SEA）	S-30
10. 西部地区汚水処理 M/P の経済財務分析	S-31
11. 汚水処理施設整備構想図	S-32
12. 提案	S-34
第2部 都市下水道マスタープラン	S-37
1. 背景と現状の課題	S-38
2. 下水道システムの検討	S-40
3. 全体計画整備概要	S-44
4. 下水道システムの整備計画	S-50

5. 環境社会配慮	S-53
6. 運転維持管理（O&M）	S-54
7. 概略建設費	S-57
8. 経済財務評価	S-59
9. 結論	S-60
第3部 優先プロジェクトの Pre-F/S.....	S-65
1. 事業の背景	S-66
2. 設計条件	S-69
3. NATABUA 下水処理場.....	S-74
4. NAVAKAI 下水処理場.....	S-80
5. 維持管理体制（O&M）	S-83
6. 事業実施計画	S-86
7. 環境社会配慮	S-89
8. 事業効果	S-90
9. 結論と提案	S-91
第4部 WAF に対する能力開発	S-95
1. 能力強化	S-96
2. 研修の実施状況	S-102
3. OJT の実施.....	S-114
4. プロジェクト終了時における目標の達成状況.....	S-120

調査位置図（西部地区汚水処理マスタープラン）



西部地区の各州の人口

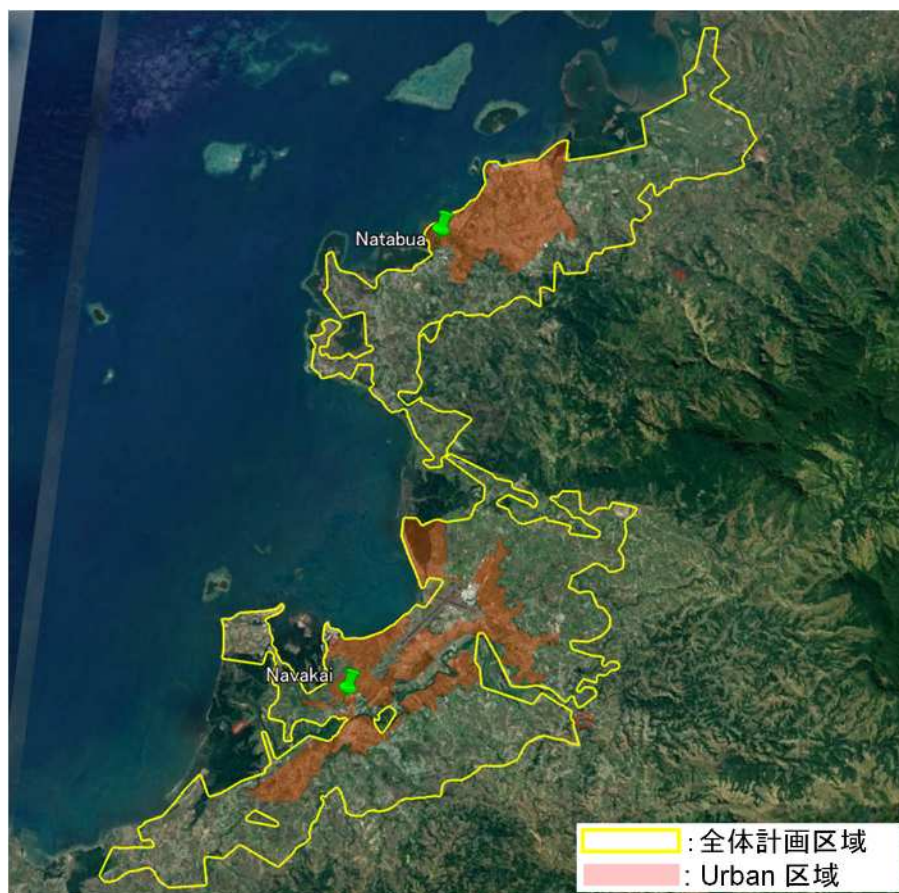
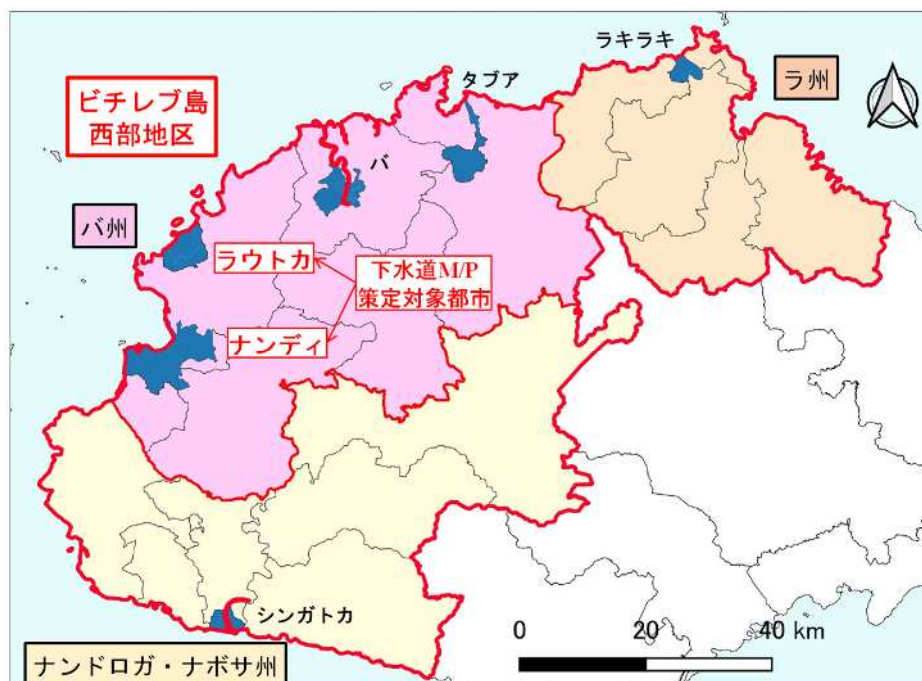
州・地区	人口（人）		
	Urban	Rural	合計
バ州	165,411	82,297	247,708
ラ州	5,987	24,445	30,432
ナンドロガ・ナボサ州	10,293	48,638	58,931
西部地区小計	181,691	155,380	337,071
フィジー全国合計	494,252	390,635	884,887

出典）Fiji Population & Housing Census 2017

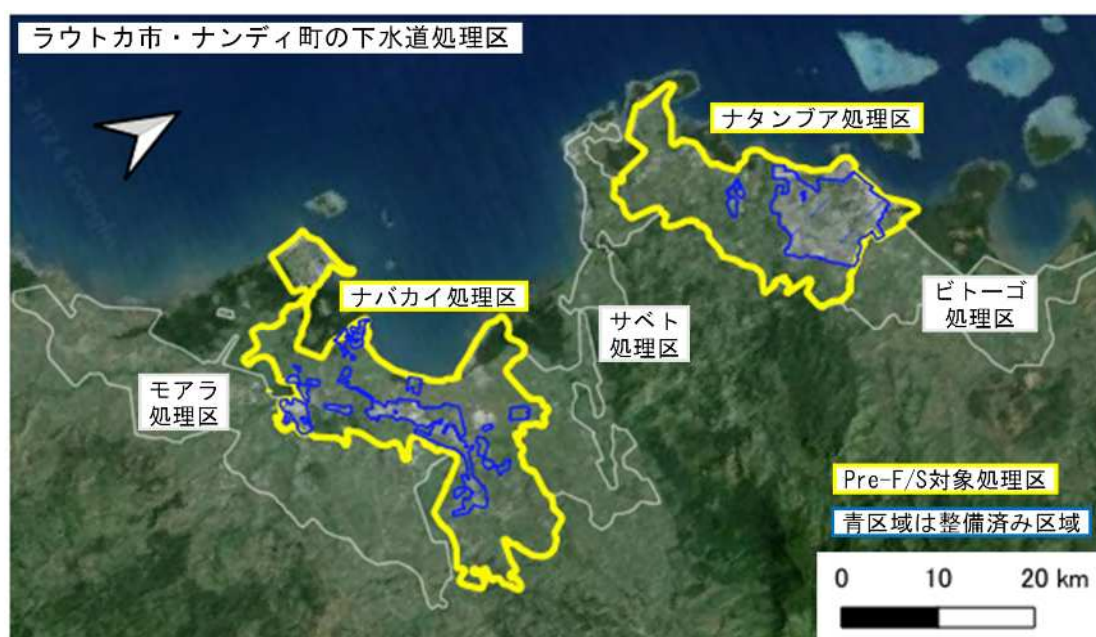
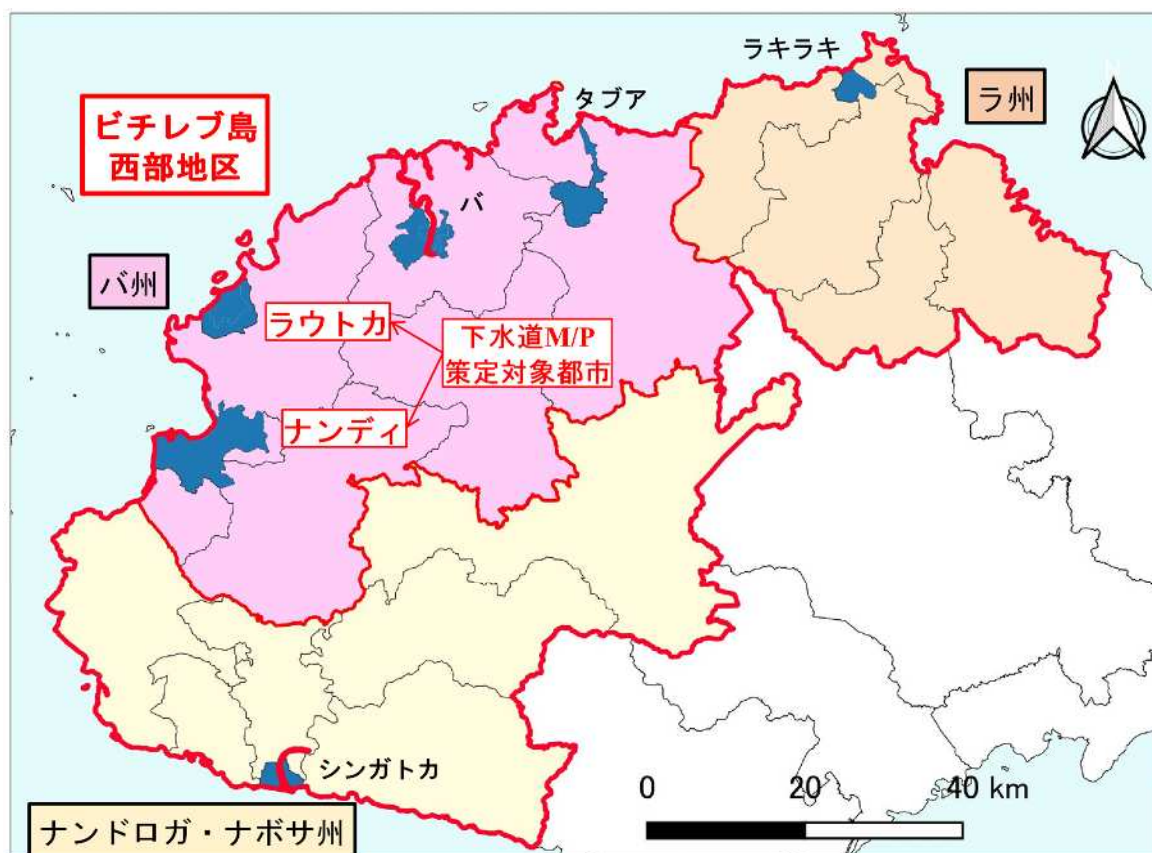
西部地区の既存下水処理場名

行政区名	既存下水処理場名
ナンディ	ナバカイ
ラウトカ	ナタンブア
バ	ボツア
シンガトカ	オロソラ

調査位置図（都市下水道マスタープラン）



調査位置図（優先事業の Pre-F/S）



略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ADWF	Average Dry Weather Flow	晴天時日平均水量
AHP	Analytic Hierarch Process	階層化意思決定法
AL	Aerated Lagoon	エアレーテッドラグーン
AS	Australian Standards	オーストラリア工業・サービス規格
ATP	Affordable To Pay	支払い可能額
AWA	Australian Water Association	オーストラリア水道協会
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
CAPEX	Capital Expenditure	初期投資費用
CD	Capacity Development	能力開発
CBH	Central Bureau of Health	中央保険局
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
C/P	Counter Part	カウンターパート
CWIS	Citywide Inclusive Sanitation	包括的汚水管理・污水处理サービス
DBOM	Design Build Operation Maintain	設計、建設、運用、保守
DD	Detailed Design	詳細設計
DF/R	Draft Final Report	ドラフトファイナルレポート
DOE	Department of Environment	(地方自治省) 環境局
DOL	Department of Land	(国土鉱物資源省) 土地局
DTCP	Department of Town and Country Planning	(地方自治省) 市町計画局
DWS	Department of Water and Sewerage	(インフラ・気象サービス省) 上下水道局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
ESC	Environmental and Social Considerations	環境社会配慮
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FOG	Fats, Oil, Grease	油脂類
FRA	Fiji Roads Authority	フィジー道路公社
F/S	Feasibility Study	事業実施調査
F/R	Final Report	ファイナルレポート
GCF	Green Climate Fund	緑の気候資金
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
HQ	Headquarters	本部
IC/R	Inception Report	インセプションレポート
IDEA	Intermittent Decant Extended Aeration	間欠排水長時間曝気
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
JCC	Joint Coordination Committee	合同調整会議
JET	JICA Expert Team	調査団
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JPP	JICA Partnership Programs	草の根技術協力事業
KCCP	Knowledge Co-Creation Program (JICA)	課題別研修
LCC	Life Cycle Cost	ライフサイクルコスト
LEDS	Fiji Low Emission Development Strategy 2018-2050	フィジー低エミッション開発戦略計画 2018-2050
L&D	Lecture & Discussions	講義・討論
LMMA	Locally Managed Marine Area	地域主導型管理海域
MBBR	Moving Bed Biofilm Reactor	移動床式生物膜
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
ME	Mechanical/Electrical	機械電気

MHCD	Ministry of Housing and Community Development	住宅地域開発省
MHMS	Ministry of Health and Medical Services	保健・医療サービス省
MIMS	Ministry of Infrastructure and Meteorological Service	インフラ・気象サービス省（組織改変前、 現公共事業・気象サービス・運輸省 (MPW))
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (Japan)	国土交通省（日本）
MLMR	Ministry of Lands and Mineral Resources	国土鉱物資源省
MOA	Ministry of Agriculture	農業省
MOE	Ministry of Economy	経済省（組織改編前、現財務省（MOF））
MOF	Ministry of Finance	財務相（組織改編後、旧経済省（MOE））
MoU	Memorandum of Understanding	基本合意書
MOWE	Ministry of Waterways and Environment	水路環境省（組織改変前）
M/P	Master Plan	マスタープラン
MPW	Ministry of Public Works, Meteorological Services and Transport	公共事業・気象サービス・運輸省（組織改 変後、旧インフラ・気象サービス省 (MIMS))
MWCPA	Ministry of Women, Children and Poverty Alleviation	女性子供貧困軽減省
NPO	Non-Profit Organization	非営利団体
OD	Oxidation Ditch	オキンデーションディッチ
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OJT	On the Job Training	オン・ザ・ジョブ・トレーニング
O&M	Operation and Maintenance	運転維持管理
PDWF	Peak Dry Weather Flow	晴天時日最大水量
PG/R	Progress Report	プログレスレポート
PI/R	Project Implementation Report	業務計画書
Pre-F/S	Pre-Feasibility Studies	事業実施事前調査
R/D	Record of Discussion	討議議事録
SCF	Standard Conversion Factor	標準変換係数
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境アセスメント
SEZ	Significant Ecological Zone	重要生態系ゾーン
SOP	Standard Operation Procedure	標準作業手順書
SP	Stabilization Pond	安定化池
SS	Suspended Solids	浮遊物質量
TC	Technical Committee	技術委員会
TF	Trickling Filter	散水ろ床
TLTB	iTaukei Land Trust Board	伝統的土地信託委員会
T-N	Total Nitrogen	全窒素
TOR	Terms of Reference	委託事項
T-P	Total phosphorus	全リン
TSS	Total Suspended Solids	全浮遊物質量
UNDP	United Nation Development Program	国連開発計画
UNICEF	United Nations Children's Fund	ユニセフ（国際連合児童基金）
WAF	Water Authority of Fiji	フィジー水道公社
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WWTP	Wastewater Treatment Plant	下水処理場

第1部 西部地区汚水処理マスタープラン

1. はじめに

(1) プロジェクトの概要

フィジー共和国（以下、「フィジー国」という。）の人口第2、3位の都市である Lautoka、Nadi が位置する西部地区は、ナンディ国際空港を擁する観光産業の重要拠点である。西部地区は人口や観光客の増加に下水道整備が追い付いておらず、都市の発展を見越した下水道施設の整備が急務である。

フィジー国政府が2017年に策定した「国家開発計画（2017-2036）」では、2036年までに人口の70%が下水システムへのアクセスが可能となるよう、下水処理システムの整備と拡張を全ての都市部で進めるとしている。JICA が2019年に実施した「フィジー共和国上下水道セクター基礎情報収集・確認調査」では、西部地区の4カ所の下水処理場の多くで汚水が十分に処理されないまま放流されている事が確認された。原因としては、下水処理場の過負荷運転と不適切な運転・維持管理（以下、「O&M」という。）が挙げられている。過負荷運転は下水道のマスタープラン（以下、「M/P」という。）の策定年度が古く、施設の適切な増改築計画が策定できないこと等に起因している。また、不適切な O&M は運転データや水質データに基づく O&M が実施されていない、O&M マニュアルが整備されていない等の課題に起因していることが明らかとなった。

フィジー国の西部地区の下水道整備を戦略的に行うため、JICA は「フィジー国西部地域下水道マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査」を行い、下水道事業に関連した関係機関の役割を確認し、下記に示すプロジェクトの構成や内容を協議した。

- ✓ 西部地区の集約型、分散型処理を考慮した「西部地区汚水処理マスタープラン」（以下、「西部地区汚水処理 M/P」という。）
- ✓ 「西部地区の優先都市のための下水道 M/P」（以下、「都市下水道 M/P」という。）
- ✓ 優先プロジェクトのためのプレ F/S（以下、「Pre-F/S」という。）
- ✓ 下水道施設の維持管理強化

本業務は、プロジェクト名「西部地区汚水処理マスタープラン策定プロジェクト」として、フィジー国西部地区を対象に次頁に示す4つの成果を達成すべく各種の活動を行う。これらの成果の達成を通して、西部地区の下水道施設の機能改善・拡張事業の実施が促進され、西部地区の都市・公衆衛生環境改善及び水環境改善に寄与することを目的とする。

成果 1: 西部地区における汚水処理改善に関するオンサイト・オフサイト処理を含めた包括的な西部地区汚水処理マスタープランが策定される。

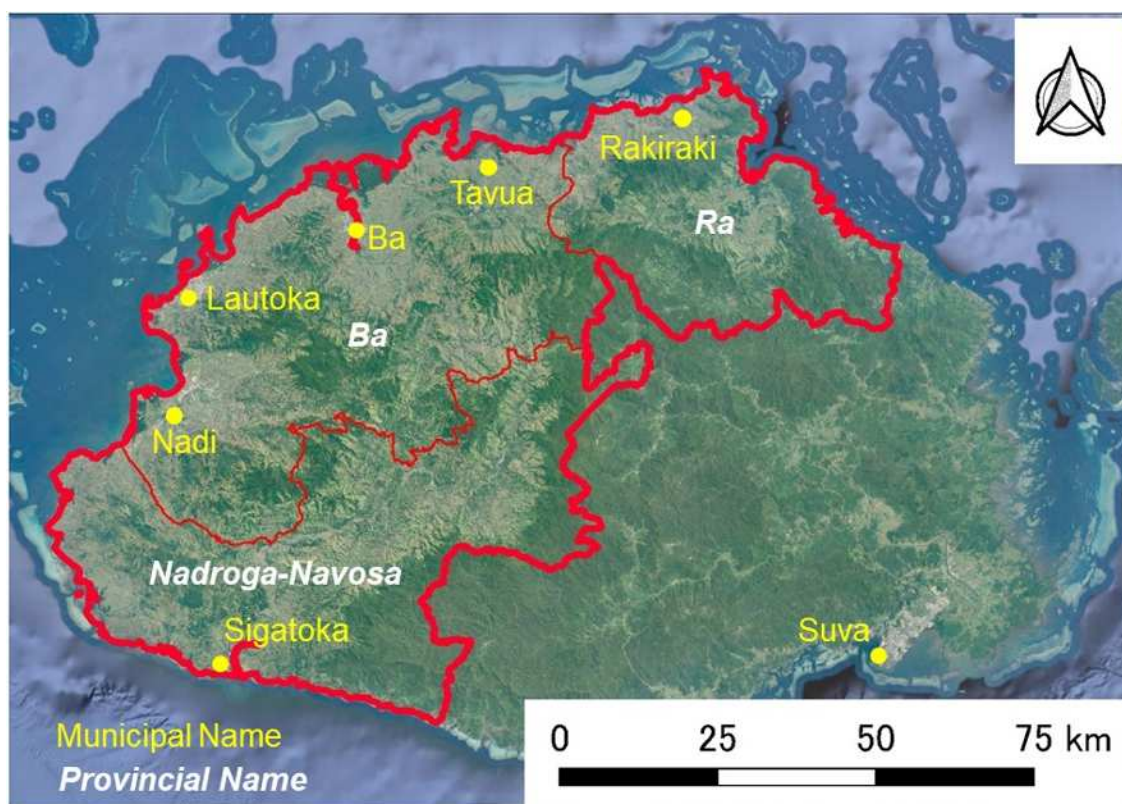
成果 2: 西部地区汚水処理マスタープランで抽出された優先都市において、下水道マスタープランが策定される。

成果 3: 下水道マスタープランで選定された優先プロジェクトに係る Pre-F/S が実施される。

成果 4: MIMS¹の上下水道局（Department of Water and Sewerage。以下、「DWS」という。）及び WAF における事業実施体制（計画策定、施工管理（調達）、維持管理等）が強化される。

¹ MIMS：現公共事業・気象サービス・運輸省（Ministry of Public Works, Meteorological Services and Transport（MPW））

西部地区汚水処理マスタープランの対象地域は、図 S1.1-1 に示すとおり、Viti Levu 島西部地区に位置する Ba 州、Ra 州、Nadroga-Navosa 州である。



出典：JET

図 S1.1-1 西部地区汚水処理マスタープラン対象地域

(2) プロジェクトの実施体制

i. 合同調整委員会：Joint Coordination Committee

本プロジェクトは図 S1.1-2 に示す合同調整委員会：Joint Coordination Committee（以下、「JCC」という。）を実施体制の中核とし、この JCC を用いて JET とフィジー国側の双方向の情報発信や意思疎通により、策定した計画の速やかな承認を働きかける。JCC の主な役割は以下のとおりである。

- ✓ 第1期の西部地区汚水処理 M/P、第2期の都市下水道 M/P 及び Pre-F/S の進捗確認や承認
- ✓ プロジェクトの全体の方針性の議論及び各機関との合意形成



*1 MIMS：現公共事業・気象サービス・運輸省（Ministry of Public Works, Meteorological Services and Transport (MPW)）

*2 MOE：現財務省（Ministry of Finance (MOF)）

出典：R/Dに基づき JET 作成

図 S1.1-2 本業務の実施体制

ii. アドバイザー

本業務はマスタープランの策定と研修を含む技術移転に係る部分において、福岡市道路下水道局よりアドバイザーとして協力を得ている。福岡市は長年フィジーにおいて上下水道事業に係る協力を実施しており、WAF とのネットワークを有し、事業体制に係る知見を有している。

iii. JICA 専門家チーム (JET)

本プロジェクトの日本側の関係者は以下のとおりである（表 S1.1-1 参照）。また、JICA より福岡市道路下水道局に対してアドバイザーとして参画を依頼しており、福岡市道路下水道局はプロジェクトの活動や計画の内容について適宜助言を行っている。

表 S1.1-1 調査メンバー

JICA	
氏名	所属
松岡 秀明	JICA 本部 地球環境部環境管理グループ 課長
吉田 健太郎	JICA 本部 地球環境部環境管理グループ 課長
保坂 幸也	JICA 本部 地球環境部環境管理グループ 技術主任
和田 真一	JICA 本部 地球環境部環境管理グループ 所員
大庭 隆	JICA フィジー事務所 所員
難波 茂基	JICA フィジー事務所 企画調査員
岩瀬 英明	JICA フィジー事務所 企画調査員（広域インフラ）
（アドバイザー：福岡市）	
氏名	所属
八島 弘倫	道路下水道局総務部 政策調整課 課長
森川 真伍	道路下水道局総務部 政策調整課 主査
橋爪 将治郎	道路下水道局総務部 政策調整課 主任
小野真由美	道路下水道局総務部 政策調整課 所員
太田 誠	道路下水道局 下水道施設部 中部水処理センター 操作第1係長

コンサルタントチーム		
氏名	担当	所属
中嶋 宜信	業務主任者/総合的汚水処理計画	株式会社日水コン
林 潔彦	副業務主任者/組織経営分析・強化	株式会社日水コン
和田 徹雄	下水道計画	株式会社日水コン
佐々木 伸一/小手川 陽子	分散処理計画	株式会社日水コン
五十嵐 英幸	下水処理場計画・設計	株式会社日水コン
松本 恭明	下水管路計画/既存排水路調査	八千代エンジニアリング株式会社
若本 丈二	機械設備	株式会社日水コン
今野 雄一郎	電気設備	株式会社日水コン
長曾 善之	積算/施工計画	株式会社日水コン
工藤 ゆり子	経済財務分析	株式会社日水コン
飯島 康夫	環境社会配慮/住民啓発	八千代エンジニアリング株式会社
岡崎 浩一	自然状況調査	八千代エンジニアリング株式会社
中嶋 宜信	上水道計画アドバイザー	株式会社日水コン
Divesh SAMI	下水道計画	NRW Macallan (Fiji) Ltd.
Daiana BOLA	下水道計画	NRW Macallan (Fiji) Ltd.
Andrew BANNER	土木エンジニア	NRW Macallan (Fiji) Ltd.
Aneshwar AMIT	経済財務分析	NRW Macallan (Fiji) Ltd.
Ashika SINGH	秘書	NRW Macallan (Fiji) Ltd.

出典：JET

2. 本調査のスケジュール

本調査に係る全体調査スケジュールを図 S1.2-1 に示す。

事業	第1期				第2期							
	2021	2022			2023				2024			
	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q
西部地区汚水処理 マスタープラン (成果-1)												
都市下水道 マスタープラン (成果-2)												
優先事業の Pre-F/S (成果-3)												
事業実施体制の 強化 (成果-4)												

出典：R/Dに基づき JET 作成

図 S1.2-1 全体調査スケジュール

3. 関連上位計画

国家開発計画（National Development Plan。以下「NDP」という。）は、「フィジーの変革」をビジョンとしており、フィジー国と全てのフィジー人の将来への道筋を示す計画として、経済省²の主導により策定された。20年間の開発計画（2017-2036）と包括的な5年間の開発計画（2017-2021）があり、長期的な20年間の開発計画に沿った特定の目標とポリシーを備えた5年間の開発計画にて詳細なアクションプランが示されている。

20年間の開発計画における、污水处理セクターについては2036年までに集合処理への接続率を人口の70%まで引き上げる目標が設定されている。また、具体的な数値は設定されていないものの、すべての都市中心部を対象とした集合処理システムの整備と拡張、および地方部における集合処理及び公衆衛生確保の方策が検討されると記述されている。

具体的な数値は表 S1. 3-1 のとおりであり、都市域（Urban）と農村地域（Rural）の両地域において、2036年までに70%のアクセス率を示している。なお、NDPにて使用される都市域、農村地域の定義はフィジー統計局（Fiji Bureau of Statistics。以下、「FBoS」という。）の定義に準じており、図 S1. 3-1 に示す Urban、Peri-Urban を合わせて都市域と定義し、その他の Rural を農村地域としている。

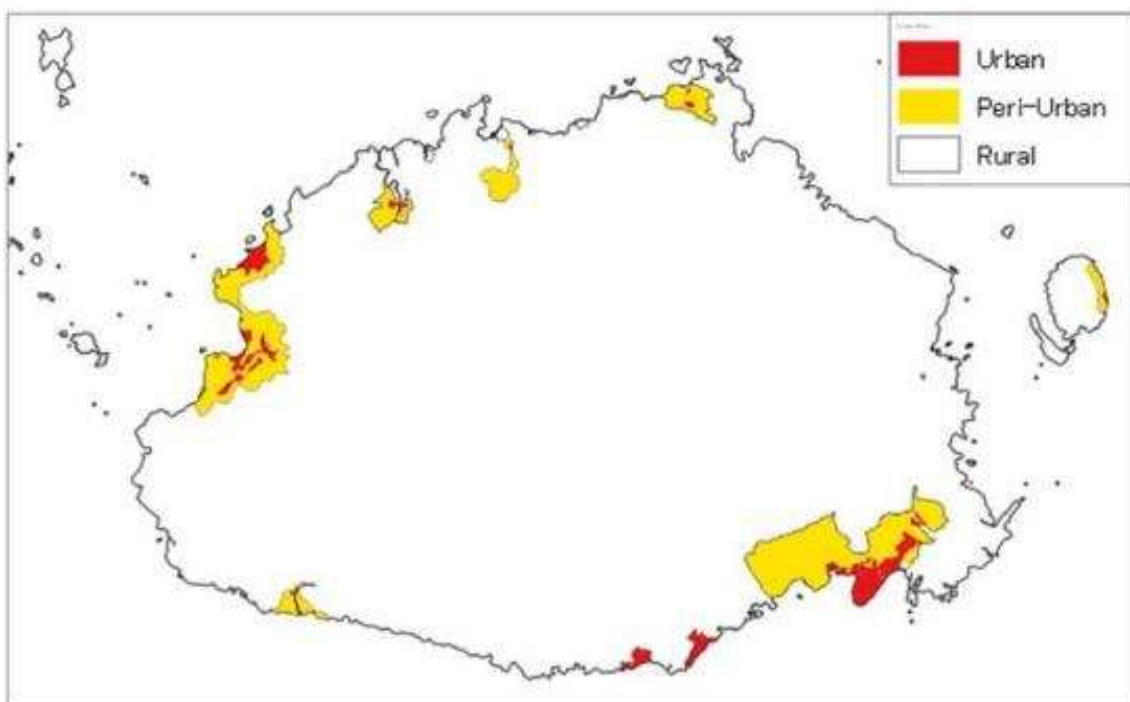
表 S1. 3-1 国家開発目標（20年計画）

Table 1: National Development Targets

	2015	2021	2026	2031	2036
Inclusive Socio-economic Development					
Access to clean and safe water in adequate quantities (% of population) (SDG 6.1)	78	90	95	100	100
Access to clean and safe water in adequate quantities, rural (% of population) (SDG 6.1)	58	85	90	100	100
Access to clean and safe water in adequate quantities, urban (% of population) (SDG 6.1)	98	100	100	100	100
Access to central sewerage system (% of population) (SDG 6.2)	25	40	50	60	70
Access to central sewerage system, urban (% of population) (SDG 6.2)	25	40	50	60	70
Access to central sewerage system, rural (% of population) (SDG 6.2)	0	40	50	60	70

出典：NDP

² MOF：旧経済省（Ministry of Economy（MOE））



出典：フィジー統計局

図 S1.3-1 フィジー統計局にて定義される Urban エリア

4. 汚水処理システムの現況

(1) 集合処理（下水道）

i. 集合処理の概要

現在西部地区にある 6 つの主な市町のうち、集合処理を用いた下水道事業が実施されているのは Lautoka 市、及び Nadi、Ba、Sigatoka の 3 町である。これらの市町における集合処理施設の一覧を表 S1.4-1 にまとめる。

表 S1.4-1 集合処理施設の一覧

項目		Nadi	Lautoka	Ba	Sigatoka
下水管路網	合計延長 (km)	129	80.5	26	16
	管材	ヒューム、PVC、AC、Clay	ヒューム、AC DIP、PVC	AC、PVC	DIP、AC、PVC
	管径 (mm)	100~550	150~750	150~375	100~300
ポンプ場	箇所数	42	12	8	6
	設置ポンプ数／ポンプ場	2~3	2~3	2	2~3
下水処理場	処理場名	Navakai	Natabua	Votua	Olosara
	稼働開始年	1974	1983	1996	1986
	処理方式	IDEA 法	安定化池法	安定化池法	安定化池法
	処理能力	8,200 m ³ /日	8,200 m ³ /日	1,100 m ³ /日	2,600 m ³ /日

出典：WAF ヒアリングより JET が作成

ii. 下水処理状況

既存 4 下水処理場からの処理放流水質を表に示す。フィジー国の排水基準（後に詳述）の General カテゴリでは BOD 40 mg/L の処理放流が求められる中、表 S1.4-2 に示される通り全ての下水処理場で BOD 40 mg/L を越える放流がみられる（表中の赤字）。

表 S1.4-2 既存 4 下水処理場の水質試験結果

下水 処理場	年	流入下水 (mg/L)					放流水 (mg/L)				
		T-SS	BOD	COD	T-N	T-P	T-SS	BOD	COD	T-N	T-P
Navakai	2014	970.0	500	930	9.2	3.5	80	55	140.0	5.4	2.8
	2015	930.0	360	880	9.2	2.8	44	41	91.0	5.6	2.3
	2016	590.0	450	1300	-	2.3	54	49	120.0	-	1.6
	2017	510.0	320	650	58.0	3.3	160	85	230.0	32.0	1.5
	2018	450.0	240	590	47.0	3.2	120	68	180.0	29.0	2.4
	2019	250.0	190	440	33.0	6.5	43	29	77.0	27.0	5.9
	2020	200.0	140	430	20.0	7.6	24	20	100.0	15.0	2.8
	2021	200.0	130	290	21.0	9.0	29	31	54.0	20.0	4.3
	平均	510.0	290	690	26.0	4.8	69	47	120.0	18.0	3.0
Natabua	2014	530.0	320	590	8.4	4.6	82	64	170.0	4.4	3.4
	2015	480.0	300	580	11.0	3.7	44	65	130.0	4.9	2.2
	2016	440.0	390	830	-	0.6	52	44	120.0	-	0.8
	2017	850.0	330	600	51.0	3.6	110	69	190.0	26.0	2.3
	2018	300.0	210	520	41.0	2.3	55	51	140.0	22.0	1.2
	2019	370.0	220	410	28.0	5.8	53	39	110.0	20.0	4.0
	2020	870.0	220	530	20.0	8.1	58	36	120.0	15.0	5.7
	2021	430.0	170	480	22.0	7.0	57	83	210.0	1.9	3.9
	平均	530.0	270	570	26.0	4.4	65	57	150.0	14.0	2.9
Votua	2014	470.0	290	750	8.5	4.6	86	41	140.0	5.1	3.4
	2015	540.0	310	800	7.8	2.5	78	53	160.0	3.9	1.9
	2016	590.0	270	910	11.0	2.6	42	49	130.0	9.8	1.7
	2017	2200.0	290	660	32.0	3.1	70	50	140.0	17.0	2.0
	2018	950.0	270	670	36.0	2.8	54	53	140.0	15.0	1.9
	2019	130.0	120	200	25.0	4.8	47	32	95.0	11.0	3.0
	2020	180.0	130	320	23.0	9.1	47	46	160.0	9.9	9.0
	2021	130.0	130	260	20.0	8.9	70	47	120.0	8.8	6.4
	平均	700.0	230	590	20.0	4.7	62	47	130.0	10.0	3.6
Olosara	2014	740.0	410	1200	9.1	3.4	78	57	120.0	4.3	1.7
	2015	350.0	240	530	9.1	3.0	45	55	160.0	5.1	2.4
	2016	440.0	260	550	30.0	2.5	42	41	140.0	24.0	1.0
	2017	410.0	290	580	48.0	4.2	60	40	130.0	18.0	1.5
	2018	510.0	370	870	46.0	3.3	49	55	140.0	20.0	1.0
	2019	130.0	120	200	25.0	4.8	42	32	92.0	7.8	1.6
	2020	200.0	650	380	78.0	110.0	32	33	140.0	6.5	26.0
	2021	6.2	380	19	150.0	430.0	3.9	57	1.9	83.0	210.0
	平均	360.0	340	570	47.0	64.0	45	47	120.0	20.0	28.0

出典：WAF データに基づき JET が作成

(2) 分散処理

i. 腐敗槽の設置状況

西部地区における衛生施設の設置状況を整理して表 S1.4-3 に示す。西部地区にて下水道システムに接続している世帯比率は 18.7% であることから、統計上の資料として下水道人口普及率は約 20% となる。一方、人口の約 80% は分散処理施設を利用しており、施設の種別ごとの比較では腐敗槽が最も使用されている。

表 S1.4-3 衛生施設（トイレ）の設置（接続）状況

衛生施設（トイレ） （州合計）	Ba 州		Nadroga-Navosa 州		Ra 州		西部地区	
	設置数	%	設置数	%	設置数	%	設置数	%
Flush to piped sewer system 水洗トイレ：下水道管へ排出）	13,712	24.4	499	3.8	81	1.2	14,292	18.7
Flush to septic tank （水洗トイレ：腐敗槽へ排出）	35,857	63.9	9,284	70.9	4,497	63.9	49,638	65.1
Flush to pit latrine （水洗トイレ：堅穴へ排出）	936	1.7	348	2.7	457	6.5	1,741	2.3
Pit latrine with slab （スラブ付き堅穴式便所）	1,818	3.2	1,333	10.2	786	11.2	3,937	5.2
Pit latrine without slab (open pit) （スラブなし堅穴式便所）	986	1.8	610	4.7	455	6.5	2,051	2.7
Water sealed （封水式トイレ）	2,365	4.2	913	7.0	565	8.0	3,843	5.0
Shared toilet （共同トイレ）	388	0.7	69	0.5	178	2.5	635	0.8
Other （その他）	50	0.1	33	0.3	15	0.2	98	0.1
合計	56,112	100	13,089	100	7,034	100	76,235	100

出典：Fiji 2017 Population & Housing Census を元に JET 作成

ii. 腐敗槽の維持管理状況

腐敗槽等からの汚泥引き抜き状況について現地ヒアリング結果によれば、「引き抜きを行ったことがない」と回答した対象が約半数を占め、次いで「記憶していない」、「10 年以上の間隔で実施」であった。10 年以下の間隔で実施しているケースは 10% 以下であった。なお、「10 年以上の間隔で実施」と回答したケースについても、多くは漏れやオーバーフロー等のトラブルが発生した際に引き抜きを行ったもので、一般世帯では汚泥引き抜きはほとんど実施されていないのが実情である。

iii. 腐敗槽汚泥の処分

民間業者が収集した腐敗槽汚泥は、WAF が管理する下水処理場に処分されている。西部地区では WAF が管理する 4 処理場のうち、表 S1.4-4 に示す 3 施設で汚泥を受け入れている。これら下水処理場の汚水処理法はいずれも安定化池（Stabilization Pond）で、Votua 及び Olosara では汚水処理施設（嫌気性池）に腐敗槽汚泥を直接投入している。また、Natabua 下水処理場では、汚水処理施設に隣接する湿地に投入している。Natabua 下水処理場の汚泥投入は自然湿地で、投入ピットは合計 2 箇所あるが、人工的な排出口は設けられておらず、地中もしくは隣接する海洋に流出している。

表 S1.4-4 腐敗槽汚泥の処分状況

汚泥受け入れ施設	処理方法
Natabua 下水処理場 (Lautoka)	汚泥投入ピット
Votua 下水処理場 (Ba)	汚水処理施設（安定化池）への投入
Olosara 下水処理場 (Sigatoka)	汚水処理施設（安定化池）への投入

出典：JET

5. WAF の財務状況

(1) 損益計算書

2017 年までの WAF 財務諸表を以下に示す。2018 年以降の財務諸表は監査完了後に提供される予定である。監査済み損益計算書は表 S1.5-1 の通り。

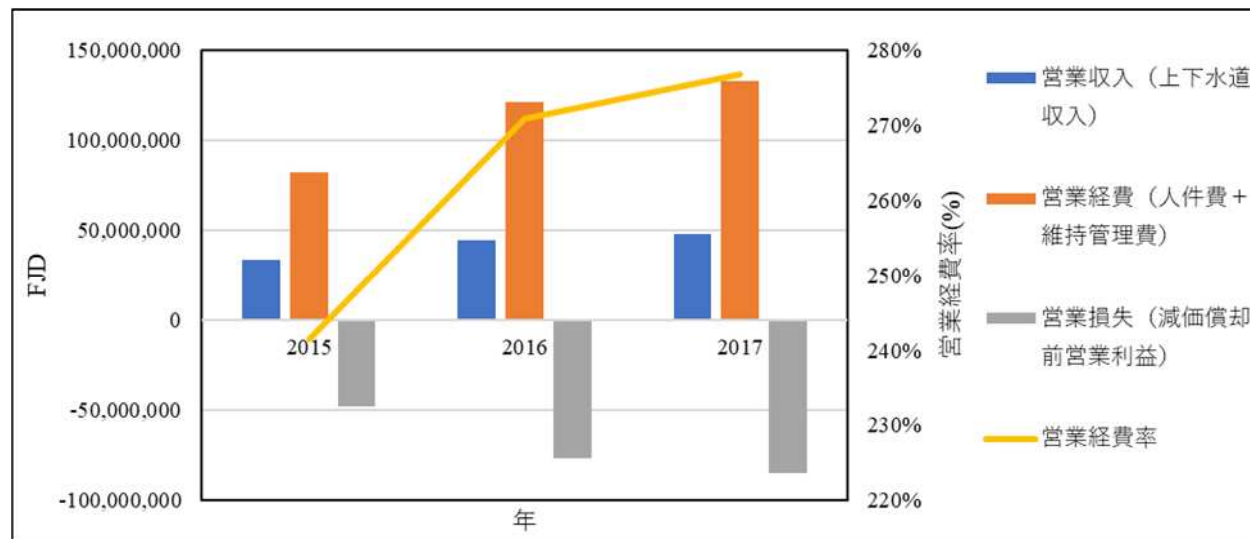
表 S1.5-1 WAF 損益計算書

(単位：FJD)

年	2015	2016	2017
売上	87,329,457	72,071,657	78,899,685
その他収入	22,497,780	49,326,460	48,747,566
収入合計	109,827,237	121,398,117	127,647,251
人件費	(19,515,199)	(26,026,267)	(33,950,443)
運営費	(62,452,610)	(94,936,223)	(98,732,047)
減価償却前営業利益	27,859,428	435,627	(5,035,239)
減価償却費	(58,300,576)	(59,288,328)	(56,892,377)
金融収入	50,315	103,454	154,410
当期損失	(30,390,833)	(58,749,247)	(61,773,206)
年間の包括損失合計	(30,390,833)	(58,749,247)	(61,773,206)

出典：WAF Annual Report 2017

売上は運営維持管理費用をカバーできていない。2017 年の経費は売上を大きく上回り、売上に対する経費率は 250%を超えている。(図 S1.5-1)。



出典：JET

図 S1.5-1 営業収入、営業経費、営業損出、営業経費率

(2) 貸借対照表

監査済み損益計算書は表 S1.5-2 の通り。

表 S1.5-2 WAF 貸借対照表

(単位：FJD)

年	2015	2016	2017
固定資産			
有形固定資産	1,761,711,340	1,746,069,527	1,769,830,071
無形資産	823,273	967,501	825,440
固定資産合計	1,762,534,613	1,747,037,028	1,770,655,511
流動資産			
現金および現金同等物	35,464,433	34,241,532	62,578,916
売掛金およびその他の債権	12,235,959	6,818,766	22,246,585
在庫	16,565,503	28,939,985	31,273,648
満期保有投資	50,000,193	1,323,742	1,326,710
その他の資産および前払金	1,513,407	887,838	922,430
流動資産合計	70,779,495	72,211,863	118,348,289
資産合計	1,833,314,108	1,819,248,891	1,889,003,800
資本金			
拠出株式	1,747,699,848	1,746,452,278	1,746,440,815
累積損失	(232,852,610)	(301,827,102)	(363,600,308)
資本合計	1,514,847,238	1,444,625,176	1,382,840,507
流動負債			
ファイナンスリースの義務	422,551	91,458	
営業債務およびその他の支払債務	15,268,669	18,820,909	28,938,966
従業員の権利に関する規定費	683,010	775,140	405,078
繰延収益 - 資本補助金		47,512,310	43,891,010
ADB 供与金		1,613,149	3,807,243
流動負債合計	16,374,230	68,812,966	77,042,297
固定負債			
ファイナンスリースの義務	88,350		
繰延収益 - 設備投資補助金	231,992,329	239,025,086	365,701,621
ADB 供与金	70,011,961	66,785,663	63,419,376
固定負債合計	302,092,640	305,810,749	429,120,997
負債合計	318,466,870	374,623,715	506,163,294
総資本および負債	1,833,314,108	1,819,248,891	1,889,003,800

出典：WAF Annual Report 2017

- 上下水の売上が営業経費をカバーできていない。売上の徴収率は 95%（2017 年）と十分高水準のため、料金設定が低いのが、収入が経費をカバーできず毎年損失を計上する原因となっている。水の生産コストは WAF によると約 1.00 FJD/m³ であるが、現状の上下水道料金が生産コストを大きく下回るため、販売量が増加すればするほど、営業損失が増える。仮に現状の無収水率 30%がゼロまで改善しても、営業赤字は継続する。
- 財務上は政府予算からの WAF 向け補助金が、設備投資と運営資金の要となっている。上下水道事業は補助金予算による運営が現在のフィジー国政府の方針であるため、今後も財務省³に

³ 財務省（MOF）：旧経済省（Ministry of Economy（MOE））

よる WAF 支援のコミットメントの継続が必要となる。

- 入手した 2017 年までの財務諸表には、当然ながら COVID-19 が WAF 経営に及ぼした影響は示されていない。5 年前のデータでは現状の経営状況は把握できないため、最新の財務データ提供を WAF に依頼中である。WAF マネジメントによると Office of the Auditor General⁴による監査の遅れが原因であり、WAF の会計処理方法などの問題ではない。
- 監督機関である経済省高官によれば、WAF は今後も政府保有の事業体とされるが、財務的には政府予算に依存するのではなく、顧客への水利用売上高にて財務的に独立した機関にすることを目指している。その為には、水道料金の値上げは WAF にとって収益改善の重要な選択肢と認識されている。

⁴ Office of the Auditor General（監査総監）：フィジー共和国憲法に基づき、公共部門の組織を監査し、議会に報告する責任を負う組織

6. 集合処理・分散処理の設定

6.1 計画諸元の設定

(1) 目標年次

国家開発計画に準じ 2036 年とする。

(2) 将来人口

2036 年のフィジー国全体人口は過年度のセンサス人口推移や国連による将来人口推計を踏まえ、約 100 万人を採用する。

西部地区および各州（Ba 州、Ra 州、Nadroga-Navosa 州）の人口は、過年度のセンサス人口の推移を基に将来人口を推計し、Ba 州で 288,800 人、Ra 州で 32,300 人、Nadroga-Navosa 州で 58,900 人とした。西部地区の合計人口は 38 万人となる。

各州の District 別の人口は、各 District の Urban、Peri-Urban、Rural 区域別に人口をフィジー国統計局の将来推計値を基に配分し、表 S1.6-1 の将来人口を設定した。

表 S1.6-1 District 別将来人口（2036 年）

州	District (Tikina)	2017 年人口				2036 年人口			
		合計	Urban	Peri-Urban	Rural	合計	Urban	Peri-Urban	Rural
Ba	Ba	39,372	6,405	9,441	23,526	36,020	8,930	19,900	7,190
	Magodro	4,806			4,806	4,810			4,810
	Nadi	59,717	29,016	29,422	1,279	86,380	40,440	45,550	390
	Naviti *	2,910			2,910	2,910			2,910
	Nawaka	16,121		8,406	7,715	16,510		14,160	2,350
	Tavua	23,269	1,194	7,616	14,459	18,900	1,660	12,830	4,410
	Vuda	99,264	45,047	30,259	23,958	121,040	62,770	50,960	7,310
	Yasawa *	2,226			2,226	2,230			2,230
	小計	247,685	81,662	85,145	80,878	288,800	113,800	143,400	31,600
Ra	Nakorotubu	4,392			4,392	4,240			4,240
	Nalawa	4,932			4,932	4,760			4,760
	Rakiraki	13,908	1,672	3,949	8,287	16,170	2,100	6,070	8,000
	Saivou	7,184		343	6,841	7,130		530	6,600
	小計	30,416	1,672	4,292	24,452	32,300	2,100	6,600	23,600
Nadroga-Navosa	Barava	8,332		628	7,704	7,880		940	6,940
	Cuvu	7,264			7,264	6,540			6,540
	Malolo *	3,211			3,211	2,890			2,890
	Malomalo	15,484			15,484	13,930			13,930
	Nasigatoka	14,338	1,533	8,348	4,457	18,370	1,900	12,460	4,010
	Navosa	5,106			5,106	4,600			4,600
	Ruwailevu	4,430			4,430	3,990			3,990
	Vatulele *	775			775	700			700
	小計	58,940	1,533	8,976	48,431	58,900	1,900	13,400	43,600
西部地区		337,041	84,867	98,413	153,761	380,000	117,800	163,400	98,800

斜体*: Viti Levu 島外の小島群。

出典：フィジー国統計局、JET

(3) 水量原単位

生活系および営業系汚水量原単位は WAF の有収水量の資料を基に表 S1. 6-2 の通り設定した。浸入水量の原単位は Rakiraki の下水道 M/P に準じて 10%とした。

表 S1. 6-2 汚水量原単位等一覧

項目	単位	Nadi	Lautoka	Ba	Tavua	Rakiraki	Sigatoka
家庭使用水量（一律）	L/日/人	220	220	220	220	220	220
回収率	%	90	90	90	90	90	90
家庭排水量原単位（一律）	L/日/人	200	200	200	200	200	200
営業用水率	%	40	45	30	20	30	60
浸入水率	%	10	10	10	10	10	10

出典：JET

6.2 集合処理区域の検討

70%の人口が集合処理区域へのアクセスが可能となる様に集合処理対象地区を設定する。西部地区における 2036 年人口は 380,000 人であることから、集合処理へのアクセス率 70%を達成するためには、266,000 人を集合処理対象人口とする必要がある。また、差分の 114,000 人が分散処理の対象人口となる。

他方、現況の整備区域に比較して大幅な集合処理区域の拡張が必要となることから、集合処理対象区域においても、効率性・経済性の観点から整備すべき区域の順序が把握できるように対象地域を設定する。

集合処理対象地区の選定に当たって、下記の区域が含まれるように考慮した。

- 市町が設定する中心区域（City Boundary、Town Boundary）（フィジー統計局の「Urban」区域）
- Peri-Urban 区域の人口密集区域
- 水道整備済み区域
- 水道整備計画区域

6.3 集合処理区の設定

上記における検討項目を網羅した集合処理対象地区でカバーできる人口は目標である 70%を達成できる。2036 年将来人口ベースでの各州の集合処理対象人口を示せば表 S1. 6-3 のとおりであり、集合処理対象地区を図示すれば図 S1. 6-1～図 S1. 6-3 のとおりである。

表 S1. 6-3 District 別の集合処理・分散処理の人口

州	District (Tikina)	集合処理				分散処理			
		合計	Urban	Peri- Urban	Rural	合計	Urban	Peri- Urban	Rural
Ba	Ba	31,200	8,930	18,900	3,370	4,820	-	1,000	3,820
	Magodro	0	-	-	-	4,810	-	-	4,810
	Nadi	80,870	40,440	40,430	-	5,510	-	5,120	390
	<i>Naviti *</i>	0	-	-	-	2,910	-	-	2,910
	Nawaka	9,960	-	9,960	-	6,550	-	4,200	2,350
	Tavua	13,100	1,660	10,140	1,300	5,800	-	2,690	3,110
	Vuda	107,870	62,770	45,100	-	13,170	-	5,860	7,310
	<i>Yasawa *</i>	0	-	-	-	2,230	-	-	2,230
	小計	243,000	113,800	124,530	4,670	45,800	0	18,870	26,930
Ra	Nakorotubu	0	-	-	-	4,240	-	-	4,240
	Nalawa	0	-	-	-	4,760	-	-	4,760
	Rakiraki	7,100	2,100	4,620	380	9,070	-	1,450	7,620
	Saivou	0	-	-	-	7,130	-	530	6,600
	小計	7,100	2,100	4,620	380	25,200	0	1,980	23,220
Nadroga- Navosa	Barava	940	-	940	-	6,940	-	-	6,940
	Cuvu	430	-	-	430	6,110	-	-	6,110
	<i>Malolo *</i>	0	-	-	-	2,890	-	-	2,890
	Malomalo	0	-	-	-	13,930	-	-	13,930
	Nasigatoka	14,530	1,900	12,460	170	3,840	-	-	3,840
	Navosa	0	-	-	-	4,600	-	-	4,600
	Ruwailevu	0	-	-	-	3,990	-	-	3,990
	<i>Vatulele *</i>	0	-	-	-	700	-	-	700
	小計	15,900	1,900	13,400	600	43,000	0	0	43,000
西部地区		266,000	117,800	142,550	5,650	114,000	0	20,850	93,150

斜体*: Viti Levu 島外の小島群。

出典：フィジー国統計局、JET

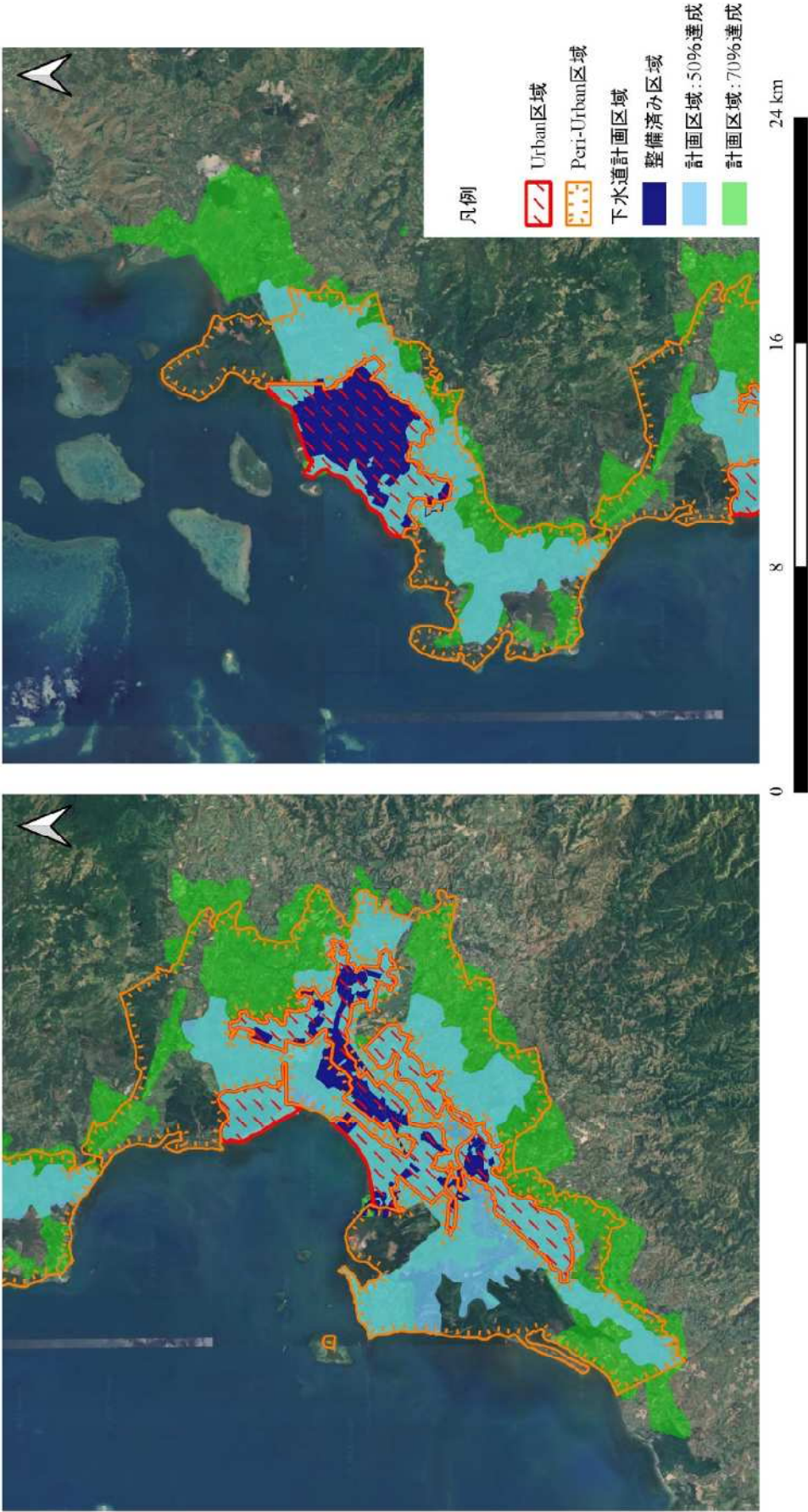


図 S1.6-1 集合処理対象地区 (Nadi、Lautoka)

出典：JET

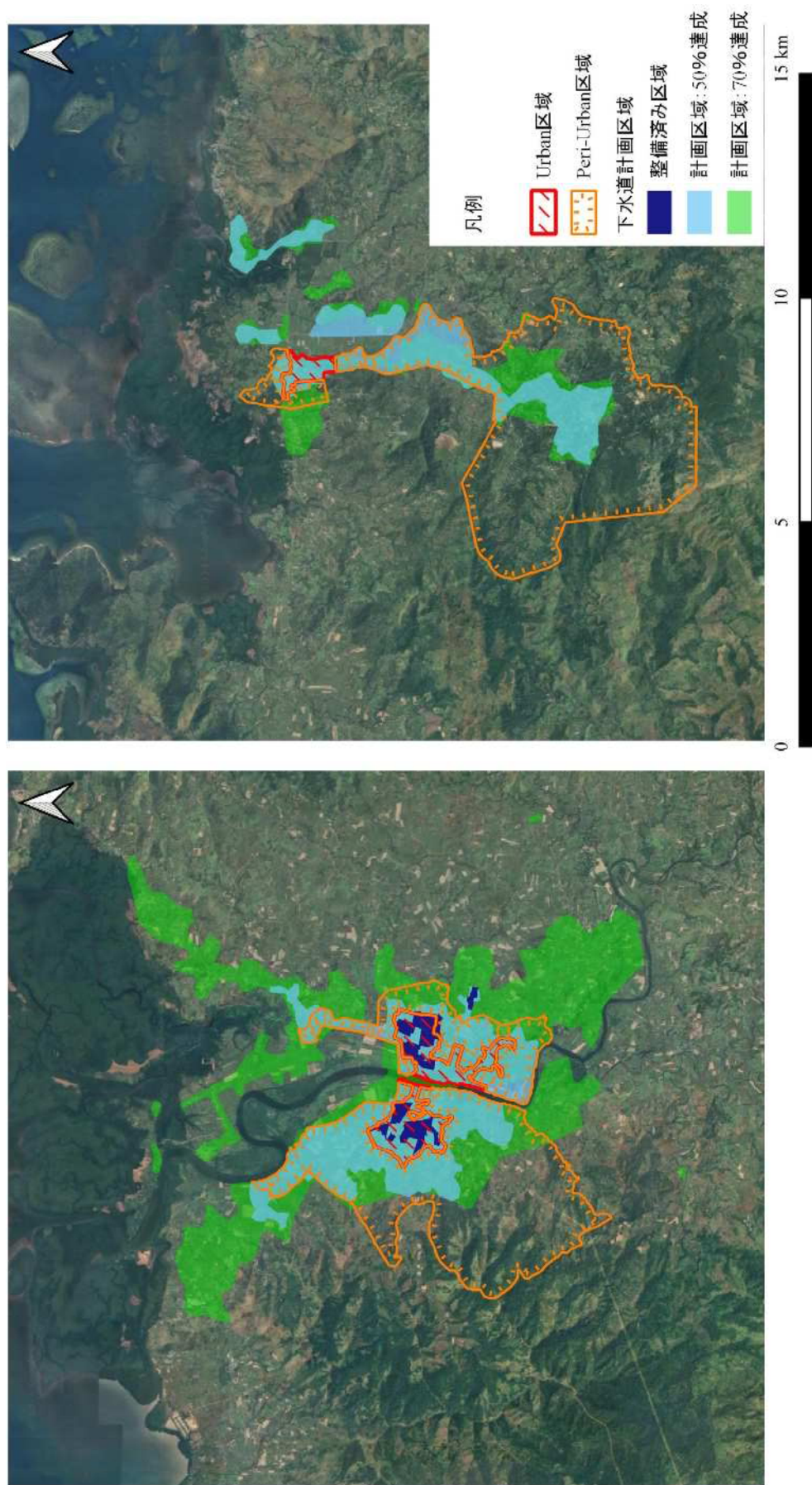
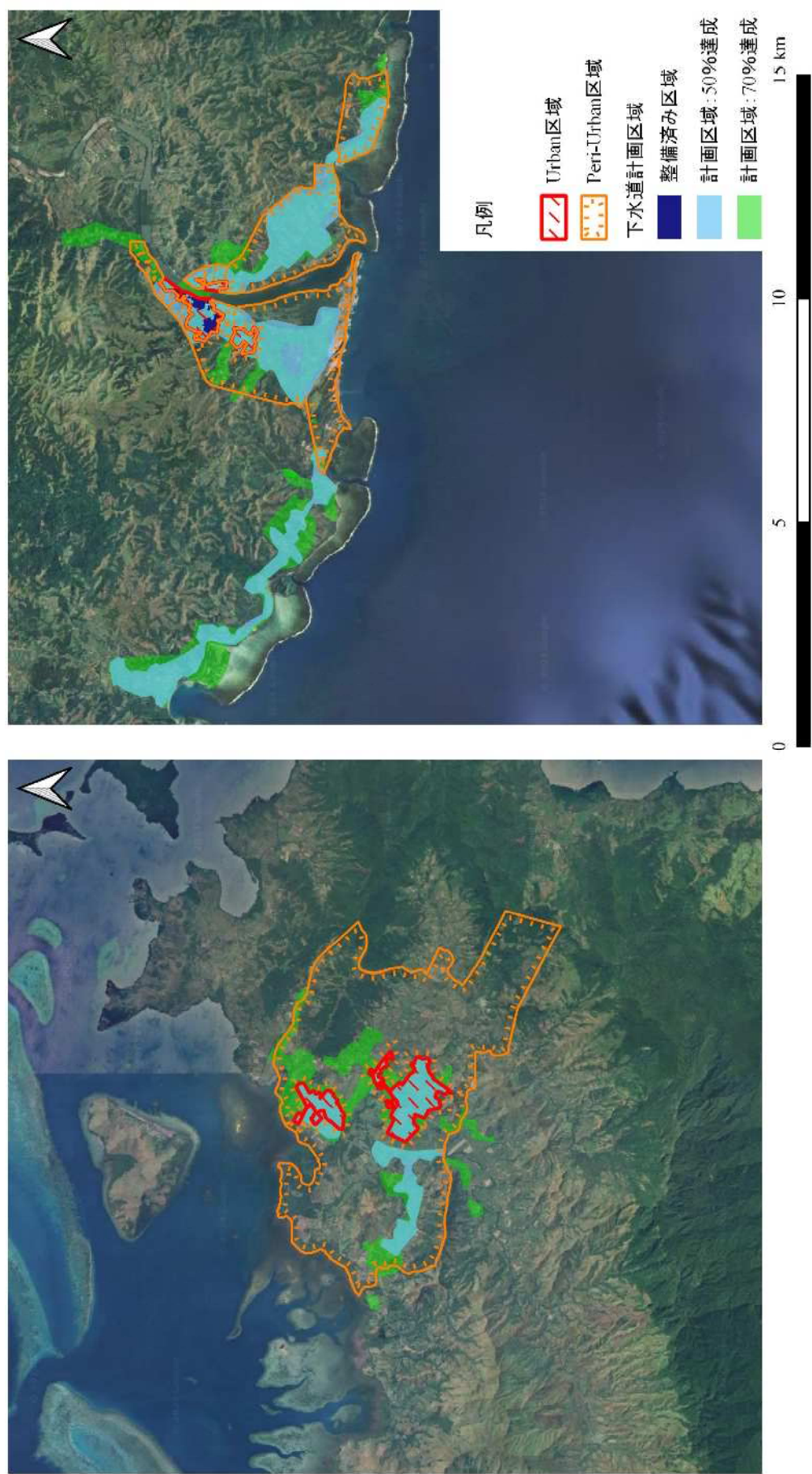


図 S1.6-2 集合処理対象地区 (Ba、Tavua)

出典：JET



出典：JET

図 S1.6-3 集合処理対象地区 (Rakiraki、Sigatoka)

前項にて設定した集合処理対象地区での発生汚水量を表 S1. 6-4 に示す。1 市町に処理場を 1 か所設置する場合は表 S1. 6-4 の計画水量の規模の下水処理場を建設する事になり、その日平均汚水量は 2,000～32,000 m³/日程度となる。

表 S1. 6-4 処理区概略規模一覧

No	項目	単位	Nadi	Lautoka	Ba	Tavua	Rakiraki	Sigatoka
1	人口	人	101,600	97,100	31,200	13,100	7,100	15,900
2	使用水量原単位	m ³ /日/人	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220
3	回収率	%	90	90	90	90	90	90
4	汚水量原単位	m ³ /日/人	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
5	生活系汚水量	m ³ /日	20,320	19,420	6,240	2,620	1,420	3,180
6	営業用水率	%	40	45	30	20	30	60
7	営業系汚水量	m ³ /日	8,128	8,739	1,872	524	426	1,908
8	発生汚水量	m ³ /日	28,448	28,159	8,112	3,144	1,846	5,088
9	浸入水率	%	10	10	10	10	10	10
10	浸入水量	m ³ /日	2,845	2,816	811	314	185	509
11	計画汚水量（日平均）	m ³ /日	31,293	30,975	8,923	3,458	2,031	5,597
12	計画汚水量（日最大）	m ³ /日	62,586	61,950	17,846	6,917	4,061	11,194
13	計画汚水量（雨天時最大）	m ³ /日	156,464	154,875	44,616	17,292	10,153	27,984

出典：JET

6.4 概略施設検討

(1) 下水処理方式

i. 放流水質基準

フィジー国の放流水質基準には表 S1. 6-5 の通り、一般基準の General と、より厳しい基準である Significant Ecological Zone（以下、「SEZ」という。）の 2 種類が制定されている。SEZ 基準の適用は特定の水域等に既定されたものではなく、放流地点周辺の地形や環境の特徴を DOE が都度検討し、適用の有無を決定する。

表 S1. 6-5 放流水質基準

項目	単位	基準値	
		General	Significant Ecological Zone
pH	pH	7-9	7-9
BOD5	mg/L	40	20
SS	mg/L	60	30
Fecal coliforms	CFU/100mL	400	200
TN	mg/L	25	10
Ammonia	mg/L	10	5
TP	mg/L	5	2

出典：Schedule 3 of the Waste Disposal and Recycling Regulations of Fiji (Environment Management (Waste Disposal and Recycling) Regulations, 2007).

放流水質基準について、2022 年 7 月に行われた DOE との協議により下記 2 点の回答を得た。

- SEZ 基準はデリケートな環境特性を持つ沿岸部への放流に対して適用される。
- Lautoka の Natabua は沿岸より 1.2km 沖合に放流しているため General 基準が適用される。

このためここでの概略検討では General と SEZ 基準の両方を目標水質として取り扱い、以下の 2 ケースを想定する。

【Case 1】 将来的な環境規制強化等の可能性を鑑み、全下水処理場において SEZ 適用基準を適用するケース（最も安全側となるケース）

【Case 2】 放流水域の規模により General 及び SEZ 基準の適用を想定したケース。

表 S1.6-6 各下水処理場における放流水質基準の設定

処理場名 (市町)	放流水域	放流水質基準	
		Case 1	Case 2
Navakai (Nadi)	Nadi River	SEZ	SEZ
Natabua (Lautoka)	Ocean (1.2 km out to sea)	SEZ	General
Votua (Ba)	Waterway in mangrove thicket	SEZ	SEZ
Tavua	Undecided	SEZ	SEZ
Rakiraki	Undecided	SEZ	SEZ
Olosara (Sigatoka)	Mouth of Sigatoka River	SEZ	General

出典：JET

ii. 検討処理プロセス

それぞれの放流水質基準を達成可能なプロセスとして、西部地区汚水処理マスタープランでは表 S1.6-7 の 4 プロセスを検討対象とした。

表 S1.6-7 本検討対象処理プロセス

処理方式	概要・適用条件	放流水質
安定化池法 (SP 法)	- Natabua 下水処理場、Olosara 下水処理場、Votua 下水処理場にて採用 - 広大な敷地が確保可能で、General の放流水質基準が適用される場合	General
エアレーテッドラ グーン法 (AL 法)	- 安定化池法より敷地面積を小さくする必要がある場合を想定 - 広大な敷地が確保可能で、General の放流水質基準が適用される場合	General
間欠排水長時間曝 気法 (IDEA 法)	- Kinoya 下水処理場にて採用。Navakai 下水処理場にて詳細設計にて採用 - 敷地を極力小さくする必要がある場合、もしくは SEZ の放流水質基準が適用される場合	General & SEZ
オキシデーション ディッチ法 (OD 法)	- 日本の標準活性汚泥法等の分類に属し、フィジーにて適用可能性が高い - 敷地を極力小さくする必要がある場合、もしくは SEZ の放流水質基準が適用される場合	General & SEZ

出典：JET

iii. 処理場敷地面積

各プロセスの下水処理場を建設するのに必要となる用地面積を表 S1.6-8 に纏めた。なお、下水処理により発生する下水汚泥については、汚泥の受け入れを行っている廃棄物処分場が現状においてないため、処理場内での保管（埋め立て）を想定した。用地は 20 年分の汚泥保管を想定する。

機械式プロセスである OD 法や IDEA 法を適用すれば、下水処理場の用地面積は大幅に小さくすることが出来る。また、下水処理場内の汚泥保管場の用地はかなり大きく、場外処分場や有効利用の方針を定める事が必要となる。

表 S1.6-8 各処理場・処理方式の概略用地面積

処理場名 (市町)	腐敗槽汚泥 の受け入れ	処理方式※	目標 放流水質	用地面積 (ha)	汚泥保管用地 (ha)
Navakai (Nadi)	なし	安定化池法	General	73.3	4.2
		AL 法	General	49.8	4.2
		OD 法 / IDEA 法	General/SEZ	20.5	11.5
Natabua (Lautoka)	あり	安定化池法	General	72.5	4.2
		AL 法	General	49.2	4.2
		OD 法 / IDEA 法	General/SEZ	22.7	11.8
Votua (Ba)	なし	安定化池法	General	31.1	1.5
		AL 法	General	19.3	1.5
		OD 法 / IDEA 法	General/SEZ	8.2	3.4
Tavua	あり	安定化池法	General	8.8	0.5
		AL 法	General	6.4	0.5
		OD 法 / IDEA 法	General/SEZ	4.0	1.6
Rakiraki	あり	安定化池法	General	8.3	0.9
		AL 法	General	6.3	0.9
		OD 法 / IDEA 法	General/SEZ	4.1	1.5
Olosara (Sigatoka)	なし	安定化池法	General	13.9	1.2
		AL 法	General	11.5	1.2
		OD 法 / IDEA 法	General/SEZ	6.7	2.8

※ 設定流入窒素を 70mg/L とした場合、IDEA 法の敷地面積は OD 法とほぼ同等と想定する。

(2) 下水管路

図 S1.6 1～図 S1.6 3 で設定された集合処理区における必要な下水道幹線及び主要枝線の概略施設規模（管路延長）は表 S1.6-9 の通りである。

表 S1.6-9 下水管路概略延長

処理区	単位	下水道幹線	下水道主要枝線
Nadi 処理区	km	37.1	113.3
Lautoka 処理区	km	27.3	86.9
Ba 処理区	km	27.0	56.7
Tavua 処理区	km	8.5	18.1
Rakiraki 処理区	km	12.6	14.7
Sigatoka 処理区	km	22.1	21.1

出典：JET

(3) 概略建設費・維持管理費の算定

西部地区の 6 市町において下水処理場および収集システムを建設するために必要な概略建設費は表 S1.6-10 の通りとなる。また、維持管理費は表 S1.6-11 の通りである。処理プロセスは今後の DOE との協議によって決まるため、General 対応と SEZ 対応のプロセス別に下水処理場費用は算定している。

表 S1. 6-10 下水道施設の概略建設費（用地取得費込み）

項目	処理法（ケース）	Nadi	Lautoka	Ba	Tavua	Rakiraki	Sigatoka
下水処理場 （百万円）	IDEA/OD（SEZ）	21,300	20,800	7,360	3,380	2,570	5,000
	SP（General）	15,300	15,100	5,610	2,030	1,620	2,840
下水管渠（百万円）		93,918	96,100	57,800	32,600	7,970	6,150
汚水中継ポンプ場（百万円）		3,168	3,240	1,960	1,080	338	270
合計 （百万円）	IDEA/OD（SEZ）	121,000	80,600	39,300	11,700	8,980	18,500
	SP（General）	115,000	74,900	41,100	10,300	8,040	16,300

注記：1 FJD = 67.55 JPY（2024 年 4 月）

出典：JET

表 S1. 6-11 下水道施設の維持管理費

項目	処理法（ケース）	Nadi	Lautoka	Ba	Tavua	Rakiraki	Sigatoka
下水処理場 （百万円/年）	IDEA/OD（SEZ）	239	234	118	74	62	93
	SP（General）	104	103	39	19	16	26
下水管渠（百万円/年）		93	56	32	9	7	13
汚水中継ポンプ場（百万円/年）		303	183	70	20	16	28
合計 （百万円/年）	IDEA/OD（SEZ）	636	473	219	103	85	134
	SP（General）	501	342	141	48	38	66

注記：1 FJD = 67.55 JPY（2024 年 4 月）

出典：JET

7. 整備優先順位の設定

(1) 整備優先都市の選定のための評価項目

下水道整備優先都市の選定のための評価項目は、下記 2 点を考慮して 4 つのクライテリアとこれを構成する 7 の下位クライテリアを設定した。6 市町のクライテリアの整理結果を表 S1.7-1 に示す。なお、表中、1 の Population は参考として示しており、クライテリアとしては使用していない。

- 優先順位設定を多面的に評価する事
- 市町ごとのデータが利用可能かつ収集可能な事

表 S1.7-1 対象 6 市町の優先順位付けのためのクライテリアとデータの出典

No.	下位クライテリア	Nadi	Lautoka	Ba	Tavua	Rakiraki	Sigatoka
1	人口（人）	71,048	71,573	15,846	8,810	5,964	10,509
1'	下水道未整備人口（人）	55,186	42,593	12,656	8,810	5,964	10,028
2	人口密度（人/ha）	5.1	11.3	5.1	3.0	1.7	5.7
3	水系感染症感染率	2.34	0.81	0.47	0.65	0.52	1.47
4	ホテル数（軒）	76	19	0	1	2	18
5	営業用使用水量（1000 m ³ /日）	9.2	8.5	2.0	0.4	0.6	2.8
7	現況河川水質（BOD mg/L）	2.6	8.6	3.2	4.5	3.2	2.5
8	将来河川水質（BOD mg/L）	2.2	5.2	2.8	3.7	1.9	2.5

データの出典
 1: Fiji Bureau of Statistics; Census 2017より、"urban" および "peri-urban"地域の人口
 1': 上記 1 - "Sewer"接続者数x 4.5
 2: Fiji Bureau of Statistics; Census 2017より、"urban" および "peri-urban" 地域の面積
 3: Central Board of Health: Health Status Report 2017"; Number of cases / population
 4: Fiji Bureau of Statistics; "urban" および "peri-urban"地域のホテル軒数
 5: WAF; 営業用水量.
 7: 河川流量および水質分析結果
 8: 7をベースにキャリブレーションされたシミュレーション結果

出典：上記より JET 作成

(2) 評価項目の重みづけ

下水道整備優先順位は、前述の各クライテリアの重み付けと点数化により数値化して評価する。重み付けは AHP（Analytic Hierarchy Process）により行う。AHP における指標項目間での一対比較（各指標の重要度を一対一で比較し、ウェイト付け）は、WAF 職員（一般職員 10 名、管理職 6 名）へのアンケート調査により実施した。

上位クライテリアおよび下位クライテリアの重みを纏めて示したものが表 S1.7-2 である。上位クライテリアの重み順として「都市化」、「人口」が高い重みをもつ結果となった。

表 S1.7-2 重みづけ一覧

上位クライテリア	重み	No.	下位クライテリア	重み	配点
人口	0.269	1	Non sewered population	0.34	9.1
		2	Population density	0.66	17.8
衛生	0.201	3	Cases of waterborne disease	1.00	20.1
都市開発	0.285	4	No. of hotels	0.45	12.7
		5	Non-domestic water usage	0.55	15.8
水環境	0.245	6	Current water quality	0.40	9.8
		7	Estimated water quality	0.60	14.7
	1.000				100

出典：JET

(3) 整備都市の優先順位

以上で纏めた優先順位付けのためのクライテリア、各クライテリアの重み、及び配点により西部地区 6 市町の整備優先順位について表 S1.7-3 の通りの結果となった。都市下水道 M/P の策定対象都市は Lautoka と Nadi となる。

表 S1.7-3 6 市町の点数と優先順位

No.	下位クライテリア	Nadi	Lautoka	Ba	Tavua	Rakiraki	Sigatoka
1'	下水道未整備人口（人）	9.1	9.1	2.7	2.7	2.7	2.7
2	人口密度（人/ha）	11.6	17.8	11.6	5.3	5.3	11.6
3	水系感染症感染率	20.1	13.1	6.0	6.0	6.0	13.1
4	ホテル数（軒）	12.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
5	営業用使用水量（1000 m ³ /日）	15.8	15.8	4.7	4.7	4.7	4.7
7	現況河川水質（BOD mg/L）	2.9	9.8	6.4	6.4	6.4	2.9
8	将来河川水質（BOD mg/L）	4.4	14.7	9.6	9.6	14.7	4.4
	合計	76.6	84.1	44.8	38.6	43.7	43.3
	優先順位	2	1	3	6	4	5

出典：JET

(4) 全体整備スケジュール

国家開発目標にある「人口の 70%が集合処理にアクセス可能となる」施設整備を 2036 年までの 10 数年の間に完成させることは、2022 年現在で 20%程度のアクセス率であることを鑑みると、非常に厳しい目標である。そこで、提示する全体整備スケジュールは下記の 2 通り検討する。

- Case1：2036 年までに施設整備を完了させる
- Case2：整備優先順で 1 市町ずつ整備をする。

2 ケースの整備スケジュール案を表 S1.7-4 に示す。整備負担と現実性を考慮して Case2 が妥当なスケジュールと判断された。6 市町の施工期間が重ならない様にスケジュールを配置しているため、西部地区の 6 市町の整備を終えるのは 2036 年から 17 年遅れの 2053 年と想定される。また、2036 年における集合処理システムにアクセス可能な人口は 34%となる。

表 S1.7-4 全体整備スケジュール

Case1：2036年までに施設整備を完了させる

市町	優先 順位	施設規模	2020'												2030'												2040'												2050'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
			4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Lautoka	1	処理場：31,000m ³ /日 人口：97,100人																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

Case2：整備優先順で1市町ずつ整備をする

市町	優先 順位	施設規模	2020'												2030'												2040'												2050'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Lautoka	1	処理場：31,000m ³ /日 人口：97,100人																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											</

8. 分散処理の検討

(1) 分散処理の目標

集合処理と分散処理を合わせた総合的な整備方針に基づき、分散型生活排水処理の目標を以下のように設定する。

目標：2036年に西部地区において集合処理の整備率と分散処理の整備率を合わせて70%を達成する。

- ※ 集合処理の整備率は全人口に対する下水道に接続されている人口の割合とする。
- ※ 分散処理の整備率はSDGs 6.2.1aの指標である「Proportion of population using safely managed sanitation services」を受けている人口の割合とする。

2036年における集合処理の整備率は34%と想定されることから、分散処理の整備率は36%となる。

(2) 分散処理対象人口

先に示した「分散処理対象人口」の考え方に従い、以下のように設定した。

- 「集合処理」と「定期汚泥引き抜き」とを合わせた「安全に管理された衛生サービス」を受けられる人口の割合が2036年における目標である70%を達成し、2053年には90%を目安として設定する。
- 定期汚泥引き抜きの実施時期は、その準備期間（2023年から5年間）を考慮して2028年からとする。
- 定期汚泥引き抜き実施率は、District毎に表 S1.8-1 に示す区分により設定する。なお、設定年次の間の年次は直線補間する。

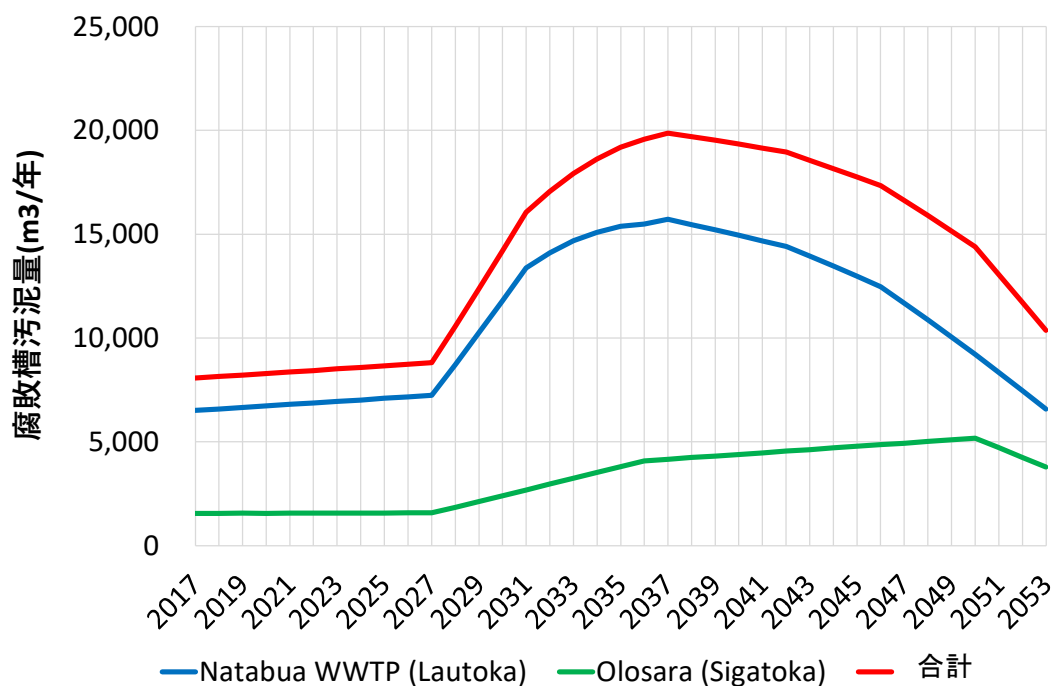
表 S1.8-1 定期汚泥引き抜き実施率の設定

区分	条件	District (Tikina)	実施率 (%)	
			2036	2053
A	市街地を有し、処理施設及びトラック基地に近い	Vuda, Nadi	65	80
B	主要道路 (Kings Rd., Queens Rd.) 沿線で、市街地または集積した集落を形成	Ba, Nawaka, Tavua, Rakiraki, Saivou, Baravi, Cuvu, Malomalo, Nasigatoka	60	80
C	B地区とD地区の間	Ruwailevu	30	60
D	本島 (Viti Levu 島) 内の山間部で集落が散在する	Magodro, Nakorotubu, Nalawa, Navosa	0	30
E	離島	Naviti, Yasawa, Malolo, Vatulele	0	0

出典：JET 作成

(3) 腐敗槽汚泥量収集量の算定

Ba 州及び Ra 州の汚泥は Natabua 下水処理場、Nadroga-Navosa 州の汚泥を Olosara 下水処理場に搬入・処理するものである。図 S1.8-1 に下水処理場年間受け入れ汚泥量の推移を、表 S1.8-2 に下水処理場ごとのピーク時における汚泥混入率の算定結果を示す。



出典：JET 作成

図 S1.8-1 下水処理場年間受け入れ汚泥量の推移（提案）

表 S1.8-2 各下水処理場への汚泥持ち込み量及び汚泥混入率（提案）

下水処理場	既存施設処理能力	持ち込み汚泥量	混入率
Natabua	8,200 m³/日	約 15,700m³/年(約 63 m³/日)、2037 年	0.8%
Olosara	2,600 m³/日	約 5,200m³/年(約 21 m³/日)、2050 年	0.8%

※日当たり持ち込み量は年間稼働日数 250 日として算定したものである。

出典：JET 作成

9. 戦略的環境アセスメント（SEA）

西部地区汚水処理マスタープランにおける戦略的環境アセスメント（SEA）は以下を達成する目的で実施された。

- M/P で対象とした 6 市町（Nadi、Lautoka、Ba、Tavua、Rakiraki、Sigatoka）での汚水処理改善に関する潜在的な環境・社会的影響について特定し、重要な環境社会配慮項目と調査方法（案）を提言する。
- より確実に環境社会配慮が実施されるような意思決定や影響回避策・最小化、施設設計が可能となるよう、M/P の中で検討される下水道の開発シナリオについて環境面・社会面での代替案の比較を行う。
- 調査結果や提言に関して、関係当局およびステークホルダーとのパブリックコンサルテーションや会議計画をサポート・準備する。

SEA により得られた主な知見は以下の通りである。

- フィジー国において戦略的環境アセスメントの適用を規定した法令はない。また DOE では、Mangrove Conservation and Management Regulations を策定中である。
- スコーピングの結果、現時点で想定される事業を実施することによりプラスとマイナスの環境社会影響があると考えられる。特に、ベースとなる環境・社会の状況を踏まえると、用地取得、住民移転、周辺コミュニティ（特に iTaukei）の生活・生計、洪水・氾濫の発生、マングローブ林、貧困層（特に Informal Settlement）については今後の計画策定の中で留意する必要がある。
- 各市町における下水処理場の拡張・新設に着目して開発シナリオを環境面・社会面で比較した結果、既に下水処理場がある Nadi 及び Lautoka では既存施設の拡張、その他の町ではマングローブ林を避けた施設新設が最適シナリオとなった。
- ステークホルダー協議は全 3 回実施され、いずれの参加者からも M/P に対して好意的な発言が多くあった他、参加者からは特定の場所で発生している問題点や将来の施設建設や拡張について様々な視点から意見や情報共有が行われた。

10. 西部地区污水处理 M/P の経済財務分析

西部地区污水处理 M/P の対象である 6 市町の集合処理施設の整備に対して経済評価・財務評価を行い、下記の通りの結果が得られた。FIRR と EIRR を評価指標とした経済財務分析の観点からは、M/P 実施は事業主体にとって財務的・経済的観点から、実施目安には届かないが、IRR は一つの評価指標にすぎないため、指標結果によりプロジェクトの実施妥当性が簡便に判断されるものではない。

(1) 経済評価

15 年投資計画に対する経済評価の結果、EIRR は 2.4%であり、開発プロジェクト実施の EIRR 目安の 9%を下回る。

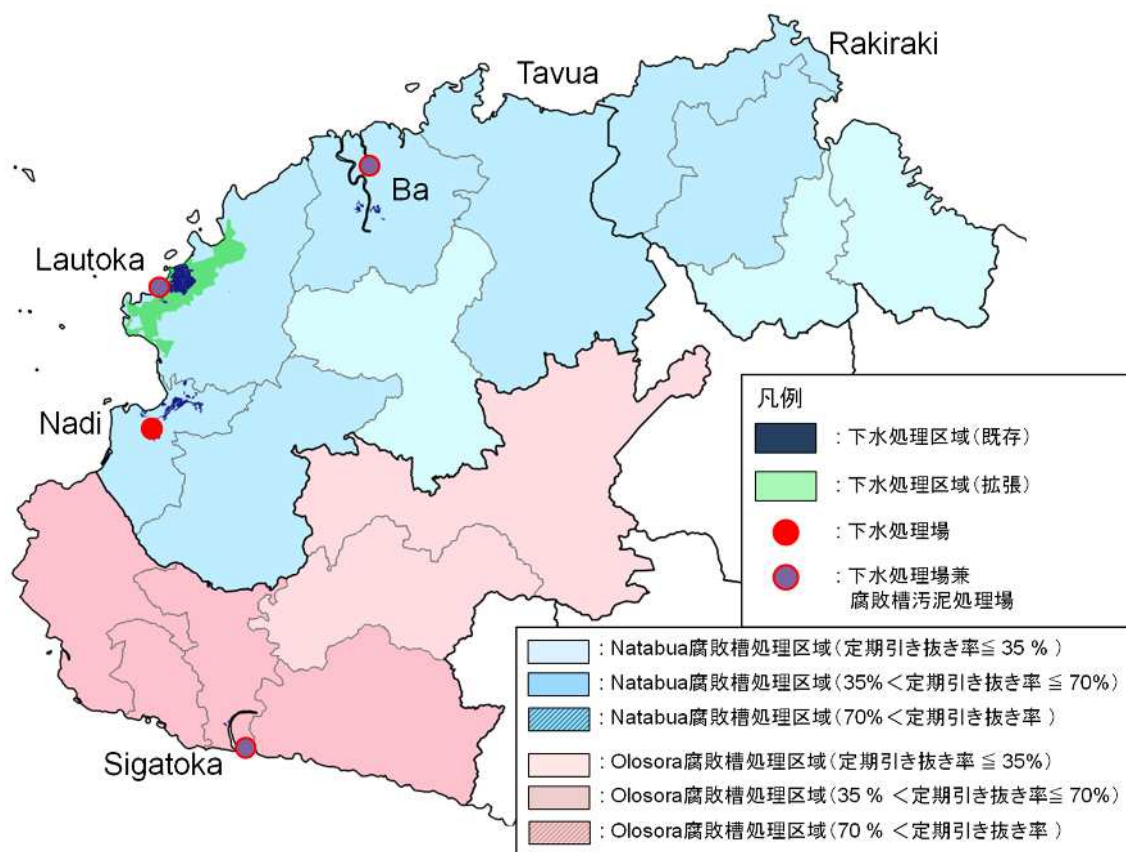
(2) 財務評価

財務評価の結果、FIRR は-2.1%の FIRR となる。また O&M 費回収のための下水道料金を試算した結果、0.71 FJD/m³ 以上とする必要があることが明らかになった。

11. 汚水処理施設整備構想図

集合処理および分散処理の検討のまとめとして 2036 年と 2053 年の整備状況、各主要指標を示す。

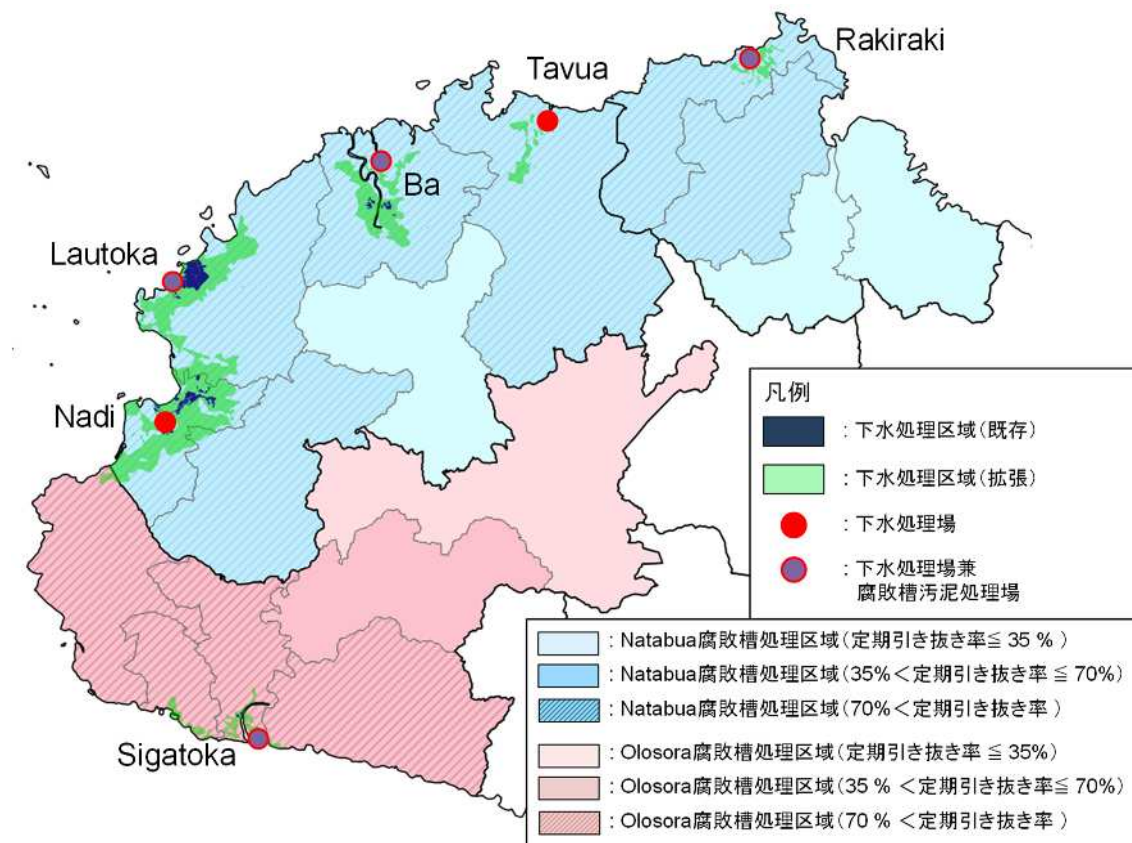
2036 年の状況として、図 S1.11-1 に示す通り、Lautoka の下水道区域の拡張が終了しており、集合処理システムへのアクセス率は 34%まで向上する。これに合わせて、分散型汚水処理のレベルアップとして、腐敗槽汚泥の定期引き抜き率を 36%まで引き上げ、安全に管理された衛生サービスのアクセス率が 70%となる。Ba 州と Ra 州で発生する腐敗槽汚泥は Natabua 下水処理場（Lautoka）の新規下水処理施設にて纏めて処理される。



出典：JET

図 S1.11-1 2036 年における整備状況図

下水道整備が終了すると想定される 2053 年の状況を図 S1.11-2 に示す。西部地区の 6 市町の下水道整備が完了する事で、集合処理システムへのアクセス率は 70% となり、国家開発目標を達成できる。



出典：JET

図 S1.11-2 2053 年における整備状況図

12. 提案

国家開発目標達成に向けての主要な提案は以下のとおりである。

(1) WAF 下水道部の組織・能力改善に関する提案

WAF では技術研修が体系立てて実施されていないため、職員が十分な能力を発揮できるように技術研修の実施が必要である。本プロジェクトでは多方面の技術研修を行い、プロジェクト終了後も WAF が継続的に職員研修を実施することが重要である。そのため、WAF 内に職員研修を担当する人材ユニットを設置し、研修資料の改善を継続的に行う体制を整えるべきである。

(2) 下水道料金計画

現在、売上が営業経費をカバーできていないため、下水道料金の値上げが必要である。維持管理費をカバーするために最低でも 0.71 FJD/m³ が必要であり、現状の 0.20 FJD/m³ からの大幅な値上げが必要となる。設備投資額の減価償却分を回収するためにはさらに高い料金が必要であるが、まずは 0.71 FJD/m³ を目安に料金を順次引き上げていくべきである。

(3) 民間資金導入の可能性

上下水道事業の民間委託も可能であるが、現行の料金では利益計上が困難なため、民間投資を促進するには大幅な料金引き上げや政府による投資補助金、税免除、土地の無償貸与などの優遇策が必要である。

(4) 各戸接続促進策

新規接続費用が利用者負担となっており、接続率向上の障害となっているため、政府による接続費用補助や広報活動が必要である。下水整備後の当初 3 年間は接続費用補助を提供する等により、住民への接続促進を図るべきである。

(5) 分散型システムに係る課題

i. 分散型システムに係る SDGs の目標、指標の設定

SDGs は課題認識と目標設定のツールとして有用で、特に衛生サービスでは「Safely managed sanitation」が重要である。フィジーでは当該項目の統計データがなく、SDGs 目標 6.2 に関する数値目標も未設定である。2030 年の SDGs 目標に向けて、分散型システムの目標と指標を設定し、モニタリング体制を構築する必要がある。

ii. 分散型システム維持管理に関する検査、指導体制の整備

現在、建物の衛生施設設置は審査対象だが、維持管理は十分ではない。日本の浄化槽法のような体制整備が必要で、地方機関での人材育成や予算確保も求められる。

iii. 汚泥引き抜き料金の格差是正

民間業者による料金格差が問題であり、公的関与が必要。高負担地域での金銭的支援やサービス拠

点の設置が考えられるが、財源確保と民間業者の協力が必要である。

iv. 産業廃棄物と腐敗槽汚泥の混合輸送、混合処理の停止

現在、産業廃棄物と腐敗槽汚泥が区別されずに処理されているため、法整備と産業廃棄物マニユフェストの導入が必要である。

v. 住民啓発

分散型システム改善には住民の理解と協力が不可欠である。住民の理解度や関心が低いため、学校や地域での「WASH⁵」プログラムと連携した普及啓発活動が推奨される。

⁵ Water, Sanitation and Hygiene の略。すべての人々に水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保することを目指した村落の給水・衛生改善プログラム。

第2部 都市下水道マスタープラン

1. 背景と現状の課題

(1) 背景

フィジー国 Viti Levu 島西部地域では、4 市町で下水処理場が整備されているものの、下水処理場への流入水量の増加等による過負荷運転、適切でない運転維持管理、機器の故障や施設の老朽化等により処理が不十分なまま汚水が排出され、水質汚染が懸念されていた。かかる背景から、西部地域における分散型汚水処理を含めた汚水処理マスタープランの策定、および下水道施設の維持管理能力改善のための研修実施等を含む「フィジー国西部地区汚水処理マスタープラン策定プロジェクト」業務が 2021 年 10 月より実施された。

1 年目の成果 1「西部地区汚水処理マスタープラン」において、国家開発目標である「集合処理システムへのアクセスを 70%とする」ための集合処理区域を、西部地区の 6 市町（Lautoka、Nadi、Ba、Tavua、Rakiraki、Sigatoka）を対象に設定した。

西部地区の 6 市町の整備優先順位を検討した結果、Lautoka 市、Nadi 町が上位 2 位となったことから、この 2 市町を対象に成果 2「都市下水道マスタープラン」を策定する。

(2) 西部地区汚水処理 M/P 策定を通して確認される下水道計画に関する課題

下水処理場や下水管渠の拡張に当たっての主な課題として、表 S2.1-1 の項目が挙げられる。

表 S2.1-1 下水道計画に関連する課題

No.	項目	内容
下水処理に関する課題		
1)	放流水質基準	フィジー国の放流水質基準には、一般基準の General と、より厳しい基準である Significant Ecological Zone（以下、「SEZ」という。）の2種類が制定されている。SEZ 基準の適用は特定の水域等に既定されたものではなく、放流地点周辺の地形や環境の特徴を DOE が都度検討し、適用の有無を決定する。 SEZ 基準の適用は、DOE との協議において「デリケートな環境特性を持つ沿岸部、河川部に適用される」と示されたが、明確な適用有無についての回答は無い。また、放流先水域への影響についての検討次第では、General 対応の処理水を海洋放流管を用いて沖合に放流する事を許可する可能性が残されている。
2)	下水処理場用地の確保	Natabua、Navakai の既存下水処理場は市町の中心部に位置する事から、下水処理能力拡張のための敷地拡大が可能・妥当であるかの検討が必要。 既存下水処理場で敷地の拡張が困難な場合や、複数処理区化の方が効率的、経済的な場合は、他の場所に処理場用地を見つける必要がある。
3)	汚泥最終処分地の確保	WAF は各市町の一般廃棄物処分場での埋め立て処分を要望しているが、下水汚泥中の重金属汚染が懸念されているため、汚泥の受け入れを行っている廃棄物処分場は現状においてない。また、最終処分における汚泥の受け入れ基準等も DOE によって未だ設定されていない状態にある。 外部における汚泥処分地を確保や、汚泥の利活用は重要な課題である。
4)	温室効果ガス削減と消化ガス発電	2021 年に制定された「Climate Change Act 2021」にて、地球温暖化対策の長期目標として 2050 年までの温室効果ガス（以下、GHG という。）のネット・ゼロ排出が掲げられた。 Suva 地区の Kinoya 下水処理場での具体施策が挙げられており、下水道分野として消化ガス発電によるネット・ゼロへの貢献が期待されている。西部地区の下水道計画も Kinoya 下水処理場と同様に消化ガス発電を含めた検討が求められる。
下水収集システムに関する課題		
5)	下水道整備済み区域内での増補管等の建設	Lautoka・Nadi 共に、市町中心部は既に下水道管が整備されている。区域の拡大のために必要となる管渠を市町中心部に再度整備するのは、交通渋滞や既存道路下の他インフラ埋設物が多いため、困難が予測される。
6)	下水管渠整備費が高い	西部地区汚水処理 M/P にて試算される全体事業費の内、管渠整備に係る費用の割合が高い。 Kinoya 処理区についても計画区域の遠方からポンプにて長距離圧送して収集する方式を採用しているが、WAF 内部では複数処理区方式の検討が望まれている。

出典：JET

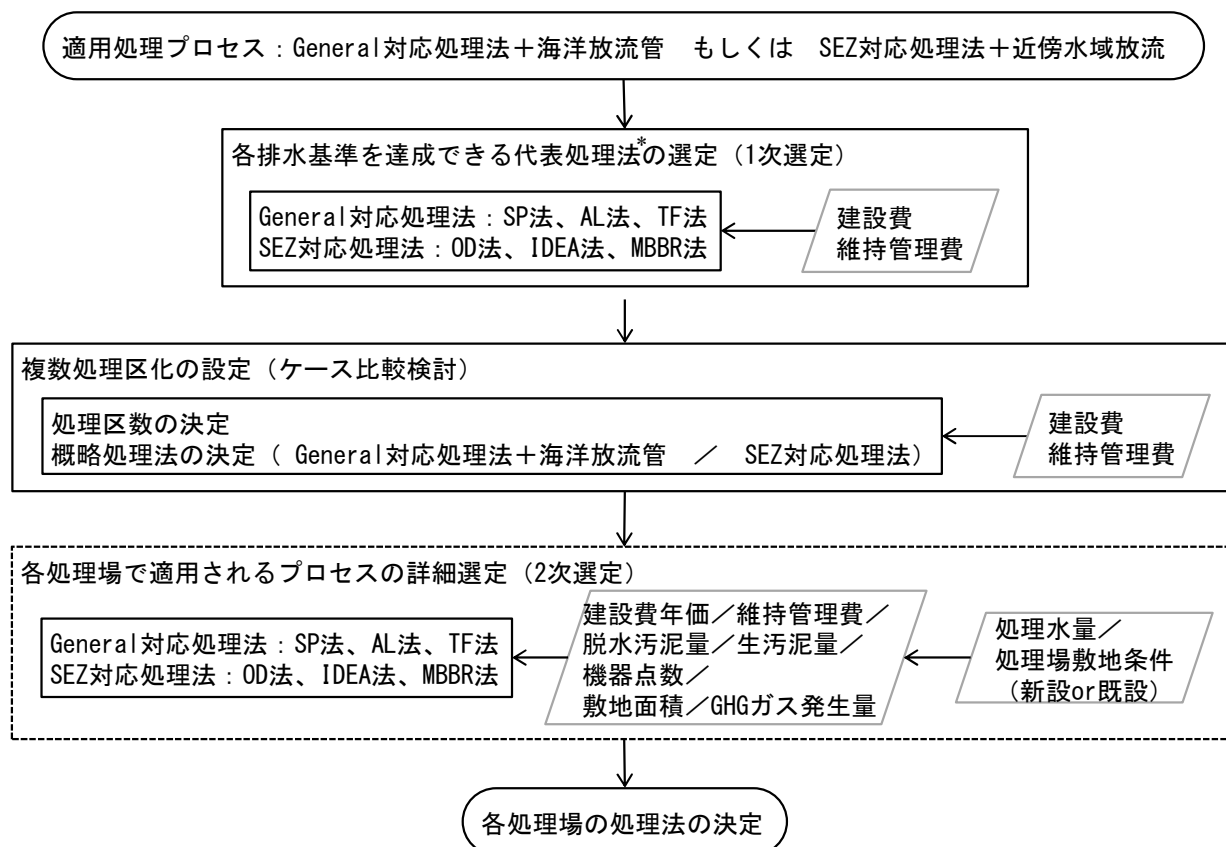
西部地区汚水処理 M/P 策定時から、上記の 5)、6)については WAF が懸念を示しており、各市町の汚水処理を 1 つの処理場にて行うのではなく、複数の処理場による汚水処理の実施について検討を求めている。

2. 下水道システムの検討

(1) 下水処理方式の選定と複数処理区化の検討

DOE との協議により、General 対応の処理プロセスに海洋放流管を用いた沖合への放流が、SEZ 対応の処理プロセスに並んで、適用の可能性を残すこととなった。SEZ 対応の処理プロセスは維持管理費が高くなるとの WAF の認識であり、Kinoya 下水処理場でも適用の検討を行っていることから、これを踏まえた下水処理方式を選定する必要がある。

図 S2.2-1 に示した下水処理方式の選定と複数処理区化の検討フローによって、複数処理区化と処理法について検討を行い、表 S2.2-1 に示す下水処理プロセスが選定された。Navakai 下水処理場はオキシデーションディッチ法（以下、「OD 法」という。）となり、それ以外の 4 下水処理場は散水ろ床法（以下「TF 法」という。）となる。処理プロセスの選定に当たっては建設費や維持管理費だけでなく、バイオガス回収も含めた評価項目を含めた比較検討を行った（表 S2.2-2）。



*SP 法（安定化池法）、AL 法（エアレーテッドラグーン法）、TF 法（散水ろ床法）

OD 法（オキシデーションディッチ法）、IDEA 法（間欠排水長時間曝気法）、MBBR 法（移動床式生物膜法）

出典：JET

図 S2.2-1 下水処理方式の選定と複数処理区化の検討フロー

表 S2. 2-1 各下水処理場に適用される処理プロセス

市町	処理区名	処理法／二次選定プロセス	適用
Lautoka	Vitogo	General 対応／TF 法	海洋放流管含む
	Natabua	General 対応／TF 法	海洋放流管含む
Nadi	Sabeto	General 対応／TF 法	海洋放流管含む
	Navakai	SEZ 対応／OD 法	近傍水域放流
	Moala	General 対応／TF 法	海洋放流管含む

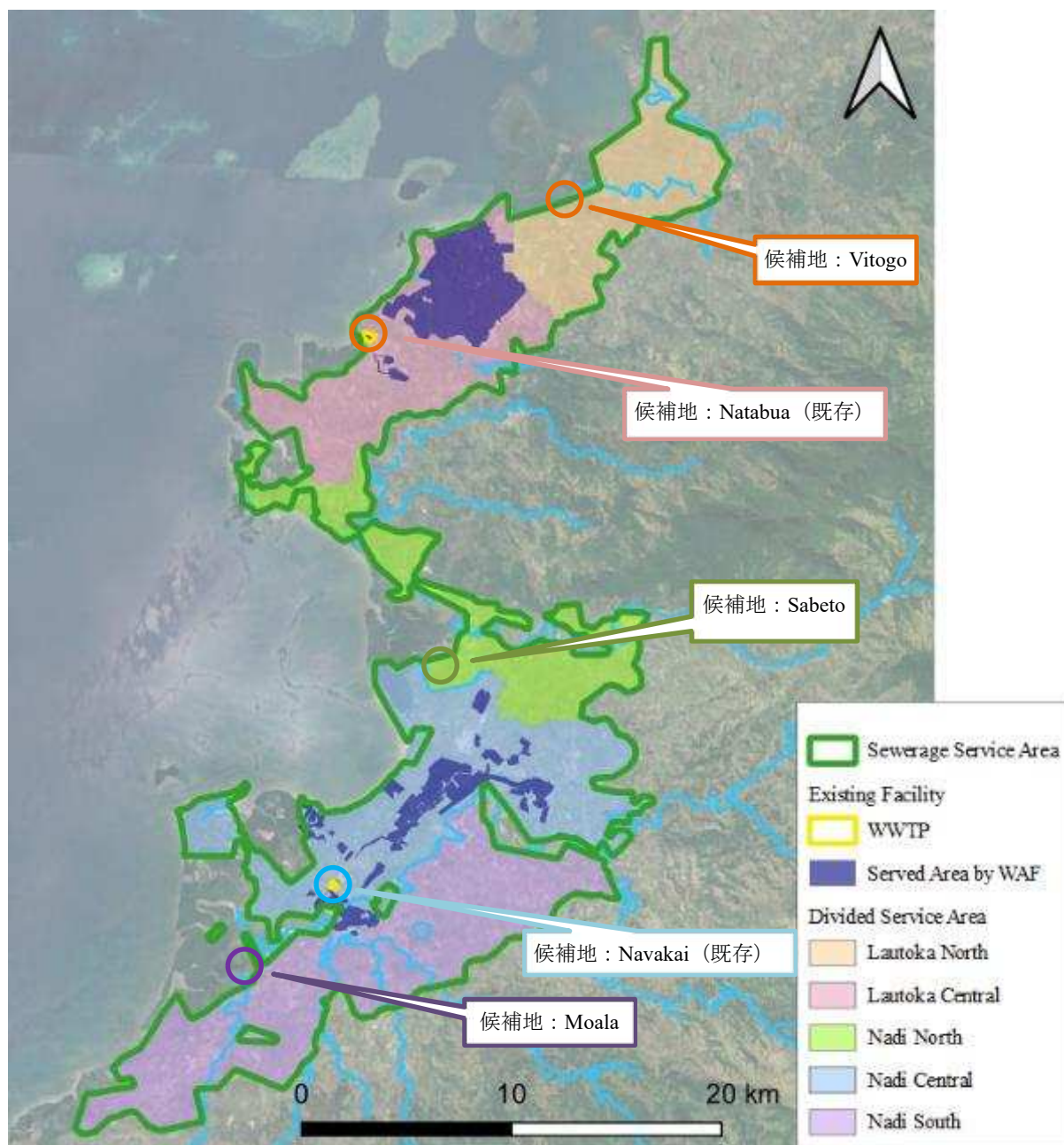
出典：JET

表 S2. 2-2 下水処理方式選定の評価項目

評価項目	単位	解説
建設費年価	million FJD/年	経済性の指標。建設費の内訳として、土木・機械・電気に分類し、それぞれの耐用年数で除して建設費年価とする。
維持管理費	million FJD/年	経済性の指標
脱水汚泥量	t/年	汚泥埋立施設への影響を加味した指標（都市下水道 M/P では場内埋立処分を想定）。発生量少ないほど高評価。
生汚泥量	m ³ /年	下水汚泥からのエネルギー回収の可能性を加味した指標。発生量が多いほど高評価。
機器点数	基	維持管理性の指標
敷地面積	ha	事業実施の実現性の指標（土地取得）
GHG*発生量	kt-CO ₂ /年	地球温暖化への影響を加味した指標

*GHG：温室効果ガス

出典：JET



出典：JET

図 S2.2-2 処理区分割案と処理場候補地

(2) 処理区別計画下水水量

分割した 5 処理区の全体計画下水水量を表 S2.2-3 に示す。

表 S2. 2-3 処理区別計画下水水量

No	項目	単位	Lautoka		Nadi			合計
			Vitogo	Natabua	Sabeto	Navakai	Moala	
1	人口	人	15,130	105,590	13,510	52,740	35,420	222,390
2	使用水量原単位	m ³ /日/人	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	
3	回収率	%	90	90	90	90	90	
4	汚水量原単位	m ³ /日/人	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	
5	生活系汚水量	m ³ /日	3,026	21,118	2,702	10,548	7,084	44,478
6	営業系汚水量	m ³ /日	2,760	15,640	3,110	14,000	8,810	44,320
7	発生汚水量	m ³ /日	5,786	36,758	5,812	24,548	15,894	88,798
8	浸入水率	%	10	10	10	10	10	
9	浸入水量	m ³ /日	579	3,676	581	2,455	1,589	8,880
10	計画汚水量（日平均）	m ³ /日	6,365	40,434	6,393	27,003	17,483	97,678
11	計画汚水量（日最大）	m ³ /日	7,001	44,477	7,033	29,703	19,232	107,446

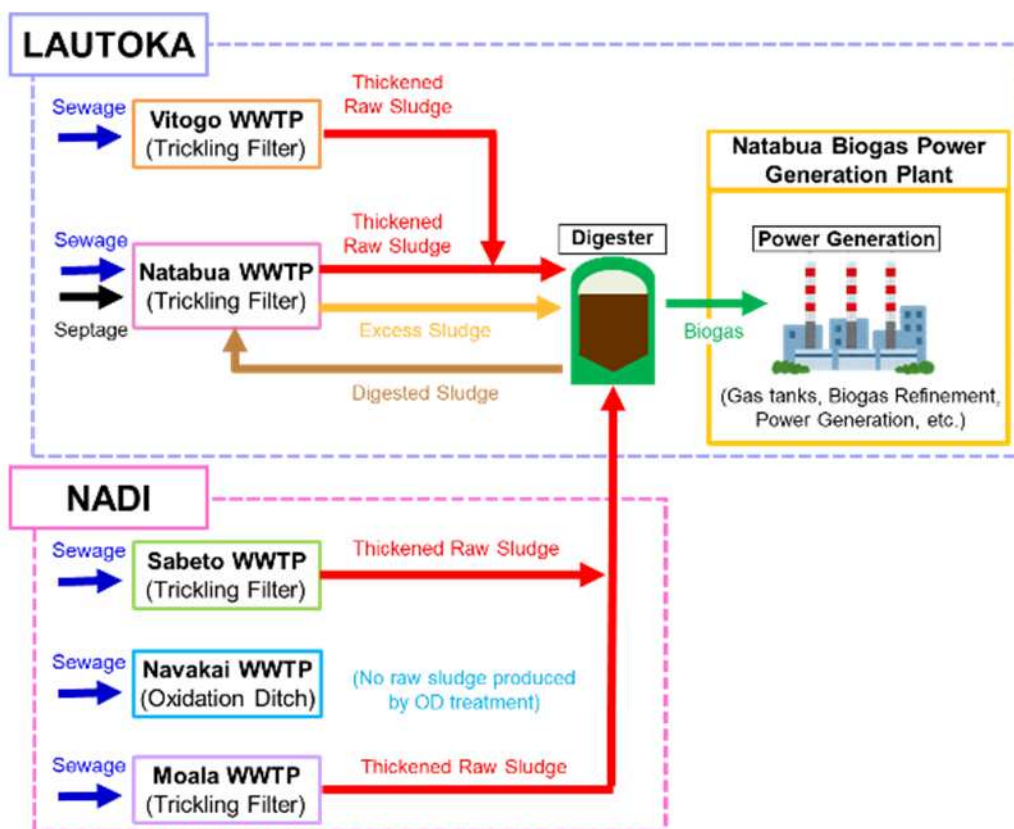
出典：JET

(3) バイオガス利活用と汚泥の集約処理

フィジーは Climate Change Act 2021 及び LEDS にて各セクターにおける温暖化対策を具体的に示しており、下水道セクターでは、例えば汚泥の嫌気性消化により回収したバイオガスを用いた発電等、汚泥の持つエネルギーの有効利用を国家の方針として掲げている。

バイオガス発電に付帯する施設・設備の O&M には高い専門性が必要であり、速やかな実施・実現は困難であるものの、下水道セクターとしてエネルギー利活用の可能性を残す意向が WAF にはあることから、全体計画としては図 S2. 2-3 に示す汚泥の集約を計画する。散水ろ床法にて発生する濃縮後の生汚泥を Vitogo、Sabeto、Moala から Natabua 下水処理場へ収集運搬し、嫌気性消化により生じる消化ガスによる発電を構想として位置付ける。

将来的に下水道セクターから有効活用されうるエネルギー量は表 S2. 2-4 の通り試算され、汚泥集約によるバイオガス発電により Natabua 下水処理場の水処理・汚泥処理における消費電力（4,500 MWh/年）のおよそ 2 倍のエネルギー回収が可能と推計される。



出典：JET

図 S2. 2-3 Lautoka・Nadi における下水処理場の構成と汚泥のフロー

表 S2. 2-4 下水汚泥を利活用したバイオガス発電

項目	算定量
バイオガス発生量	4,607,240 m ³ /年
メタンガス発生量	2,764,344 m ³ /年
発電量	8,797 MWh/年

出典：JET

3. 全体計画整備概要

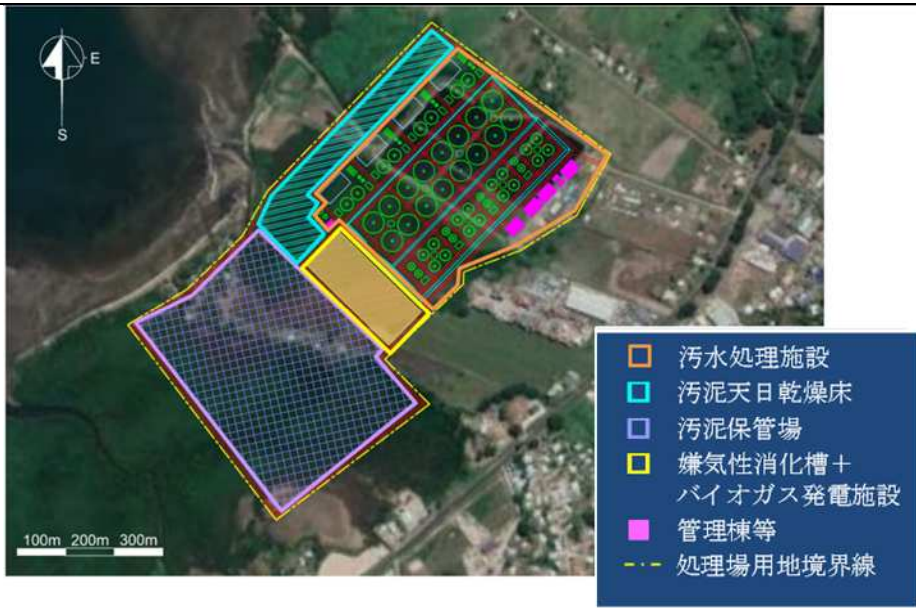
Lautoka、Nadi を対象とした都市下水道 M/P について、全体計画の概要を処理区別に纏めたものを表 S2. 3-1～表 S2. 3-5 に示す。

表 S2. 3-1 全体計画概要 Vitogo 処理区 (Lautoka)

項目	結果
計画平面図	
処理場平面	
計画目標年次	2043 年
計画人口	15,130 人
計画下水量	6,365 m ³ /日 (日平均)、7,001 m ³ /日 (日最大)
下水処理法	TF 法
下水処理能力	7,100 m ³ /日 (日最大)
汚泥処理	生汚泥：重力濃縮→Natabua 下水処理場へ搬出 余剰汚泥：脱水→天日乾燥→場内保管
放流先	海洋放流
管渠延長	幹線・準幹線 Dia.100-600mm L=41 km、枝線管渠 Dia.100- 250mm L=71 km
中継ポンプ場	12 箇所

出典：JET

表 S2.3-2 全体計画概要 Natabua 処理区 (Lautoka)

項目	結果
計画平面図	
処理場平面	
計画目標年次	2043 年
計画人口	105,590 人
計画下水量	40,434 m ³ /日 (日平均)、44,477 m ³ /日 (日最大)
下水処理法	TF 法
下水処理能力	44,500 m ³ /日 (日最大)
汚泥処理	生汚泥・余剰汚泥：重力濃縮→消化→脱水→天日乾燥→場内保管 生汚泥（他下水処理場搬入含む）：消化→脱水→天日乾燥→場内保管 腐敗槽汚泥：脱水→天日乾燥→場内保管
放流先	海洋放流
管渠延長	幹線・準幹線 Dia.100-750mm L=64 km、枝線管渠 Dia.100- 600mm L=144 km
中継ポンプ場	30 箇所

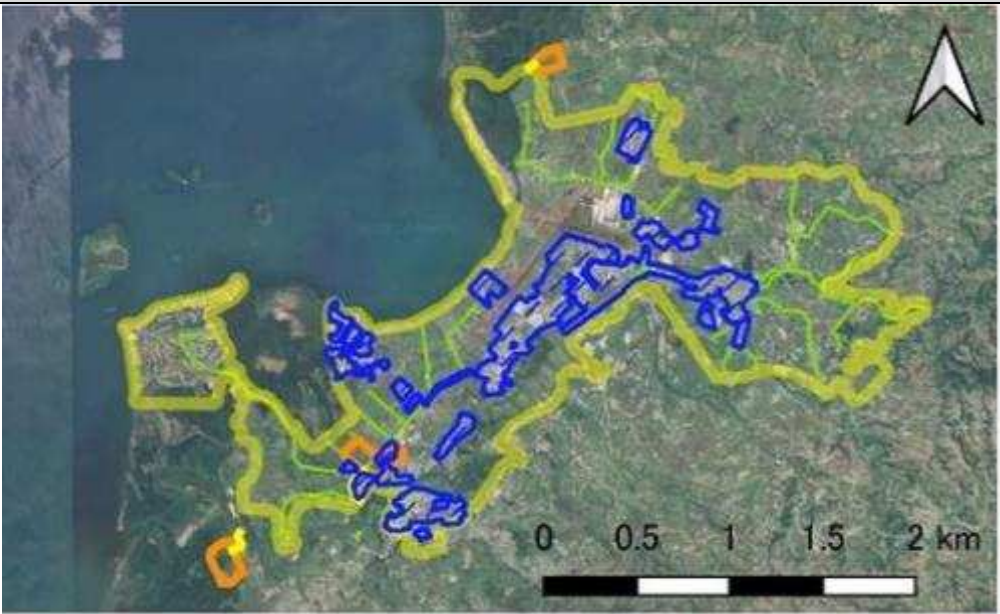
出典：JET

表 S2.3-3 全体計画概要 Sabeto 処理区 (Nadi)

項目	結果
計画平面図	
処理場平面	
計画目標年次	2043 年
計画人口	13,510 人
計画下水量	6,393m ³ /日 (日平均)、7,033 m ³ /日 (日最大)
下水処理法	TF 法
下水処理能力	7,100 m ³ /日 (日最大)
汚泥処理	生汚泥：重力濃縮→Natabua 下水処理場へ搬出 余剰汚泥：脱水→天日乾燥→場内保管
放流先	海洋放流
管渠延長	幹線・準幹線 Dia.100-400mm L=49 km、枝線管渠 Dia.100-400mm L=78 km
中継ポンプ場	35 箇所

出典：JET

表 S2.3-4 全体計画概要 Navakai 処理区 (Nadi)

項目	結果
計画平面図	
処理場平面	
計画目標年次	2043 年
計画人口	52,740 人
計画下水量	27,003m ³ /日 (日平均)、29,703 m ³ /日 (日最大)
下水処理法	OD 法
下水処理能力	29,800 m ³ /日 (日最大)
汚泥処理	余剰汚泥：脱水→天日乾燥→場内保管
放流先	ナンディ川放流
管渠延長	幹線・準幹線 Dia.100-900mm L=58 km、枝線管渠 Dia.100-310mm L=204 km
中継ポンプ場	37 箇所

出典：JET

表 S2. 3-5 全体計画概要 Moala 処理区 (Nadi)

項目	結果
計画平面図	
処理場平面	
計画目標年次	2043 年
計画人口	35,420 人
計画下水量	17,483m ³ /日 (日平均)、19,232m ³ /日 (日最大)
下水処理法	TF 法
下水処理能力	19,300 m ³ /日 (日最大)
汚泥処理	生汚泥：重力濃縮→Natabua 下水処理場へ搬出 余剰汚泥：脱水→天日乾燥→場内保管
放流先	海洋放流
管渠延長	幹線・準幹線 Dia.100-900mm L=105 km、枝線管渠 Dia.100-400mm L=161 km
中継ポンプ場	54 箇所

出典：JET

4. 下水道システムの整備計画

(1) 段階的整備とプロジェクト群

i. Lautoka

Lautoka におけるプロジェクト群の案とその施設概要を表 S2.4-1 に示す。Natabua 下水処理場は 2 回に分けて整備する事を提案する。また、腐敗槽汚泥処理場 (Ln-w3) の整備もコンポーネントとしては独立させることを提案する。管渠整備は、幹線・準幹線整備、枝線整備に分割した。

表 S2.4-1 Natabua・Vitogo 処理区 (Lautoka) の整備コンポーネント案

処理区	種別	概要	施設概要
Vitogo 処理区	下水処理場 (Lv-w1)	全体計画分 (1/1)	TF 法 : $Q=7,100 \text{ m}^3/\text{日}^*$
	管渠 (Lv-s1)	幹線・準幹線整備	幹線・準幹線 : Dia.100-600mm L=41 km
	管渠 (Lv-s2)	枝線整備	枝線 : Dia.100- 250mm L=71 km
Natabua 処理区	下水処理場 (Ln-w1)	全体計画の 1/2 分	TF 法 : $Q=23,000 \text{ m}^3/\text{日}^*$
	下水処理場 (Ln-w2)	全体計画の 2/2 分	TF 法 : $Q=22,000 \text{ m}^3/\text{日}^*$
	腐敗槽汚泥処理場 (Ln-w3)	Vitogo 下水処理場用地への腐敗槽汚泥処理場設置	$Q=76 \text{ m}^3/\text{日}$
	管渠 (Ln-s1)	Urban 周辺 (処理区半分) の幹線整備	幹線・準幹線 : Dia.100-750mm L=32 km
	管渠 (Ln-s2)	処理区半分の幹線、その他枝線整備	幹線・準幹線 : Dia.100-750mm L=32 km 枝線 : Dia.100- 600mm L=72 km
	管渠 (Ln-s3)	その他枝線整備	枝線 : Dia.100- 600mm L=72 km

* 日最大水量

出典 : JET

ii. Nadi

Nadi においても Lautoka 同様に処理区別の分割したプロジェクト案を表 S2.4-2 に示した。Navakai 下水処理場も 2 回に分割した整備とする。管渠整備は Lautoka と同様に、幹線・準幹線整備、枝線整備に分割した。

表 S2.4-2 Sabeto・Navakai・Moala 処理区 (Nadi) の整備コンポーネント案

処理区	種別	概要	施設概要
Sabeto 処理区	下水処理場 (Ns-w1)	全体計画分 (1/1)	TF 法 : Q=7,100 m ³ /日*
	管渠 (Ns-s1)	幹線・準幹線整備	幹線・準幹線 : Dia.100-400mm L=49 km
	管渠 (Ns-s2)	枝線整備	枝線 : Dia.100-400mm L=78 km
Navakai 処理区	下水処理場 (Nn-w1)	全体計画の 1/2 分	TF 法 : Q=15,000 m ³ /日*
	下水処理場 (Nn-w2)	全体計画の 2/2 分	TF 法 : Q=15,000 m ³ /日*
	管渠 (Nn-s1)	Urban 周辺 (処理区半分) の幹線整備	幹線・準幹線 : Dia.100-900mm L=29 km
	管渠 (Nn-s2)	処理区半分の幹線、 その他枝線整備	幹線・準幹線 : Dia.100-900mm L=29 km 枝線 : Dia.100-310mm L=102 km
	管渠 (Nn-s3)	その他枝線整備	枝線 : Dia.100-310mm L=102 km
Moala 処理区	下水処理場 (Nm-w1)	全体計画の 1/2 分	TF 法 : Q=10,000 m ³ /日*
	下水処理場 (Nm-w2)	全体計画の 2/2 分	TF 法 : Q=9,000 m ³ /日*
	管渠 (Nm-s1)	Urban 周辺 (処理区半分) の幹線	幹線・準幹線 : 100-900mm L=53 km
	管渠 (Nm-s2)	処理区半分の幹線、 その他枝線整備	幹線・準幹線 : 100-900mm L=52 km 枝線 : Dia.100-400mm L=80 km
	管渠 (Nm-s3)	その他枝線整備	幹線・準幹線 : 100-900mm L=105 km 枝線 : Dia.100-400mm L=81 km

* 日最大水量

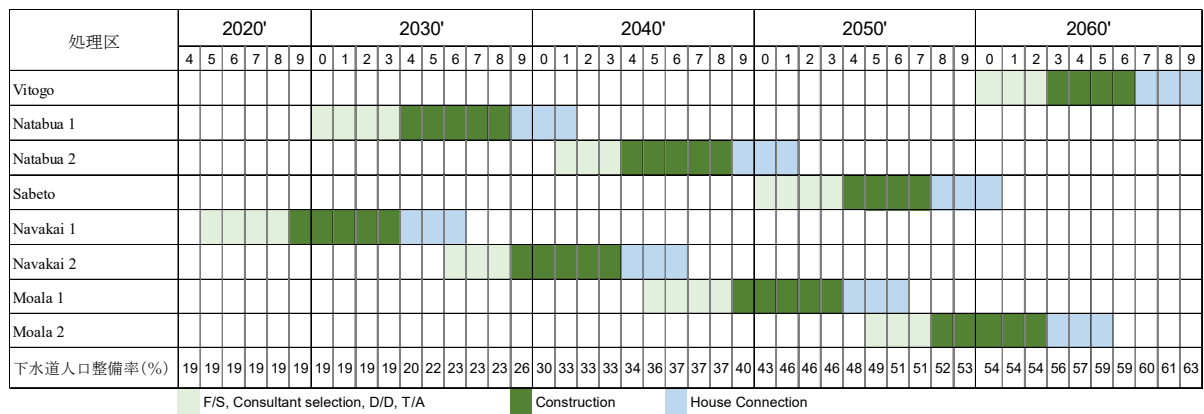
出典 : JET

(2) 整備順位とスケジュール

都市下水道 M/P における整備順位は、既に人口や商業施設の貼り付きが高い Nadi の Navakai 処理区および Lautoka の Natabua 処理区の整備順位が高いと WAF との協議により判断された。また、WAF による下水道整備の優先順位の考え方は以下の通りである。

- 現状における既存処理場からの処理放流水質の法的遵守。
- 既存管路系統のアップデート、並びに、幹線・準幹線の整備による、民間開発の団地・商業地からの汚水を受け入れ。
- 枝線整備による面整備率の向上。民間業者による団地・商業地内の管渠整備および WAF 所有の幹線・準幹線までの接続管渠は民間業者による整備であり、WAF による整備対象ではない。

以上の協議結果に基づく整備順序を示せば図 S2.4-1 の通りとなる。各プロジェクトの建設期間が重複しない様に整備時期を調整している。2036 年における下水道人口整備率は 23%と推計される。



出典：JET

図 S2.4-1 整備スケジュール案

なお、図 S2.4-1 に示すスケジュール案の作成に当たっては表 S2.4-3 に示す期間を想定している。

表 S2.4-3 各フェーズの必要期間

項目	期間（年）
F/S 調査	1 年
コンサルタント選定	1 年
詳細設計	1 年
施工業者入札期間	1 年
建設期間（Natabua、Navakai、Moala）	5 年
建設期間（Vitogo、Sabeto）	4 年
各戸接続	3 年

出典：JET

5. 環境社会配慮

(1) SEA 結果概要

都市下水道 M/P 段階での SEA により得られた主な知見は以下の通りである。

- フィジー国法制度・規則と JICA のガイドライン 2010 年 4 月版を比較した結果、大きな差異はない。差異は、情報公開やパブリックコンサルテーションの方法にみられる。他にも、両者の間にはいくつかの小さな違いがある。しかし、これらは基本的に JICA のガイドラインと一致している。
- 汚水処理事業に係る重要な環境社会配慮項目を抽出するため、現段階で想定される事業コンポーネントについて以下のとおりスコーピング（案）を作成した。都市下水道 M/P 策定時点では各市町における事業メニューも決定しているわけではなく、空間的・時間的範囲は多岐にわたり、厳密な影響として評価することは困難であることから、西部地区汚水処理 M/P やこれまでに収集された地域の特徴や各施設の一般情報を基に各影響レベルを想定した。
- 代替案の検討に当たっては、いずれのシナリオにおいても環境社会配慮上のメリット・デメリットがあり、結果としては著しいスコア差は見られなかった。しかし、総じて単一処理区よりは複数処理区、AL 法よりは散水ろ床法もしくは機械式処理の方が、環境社会配慮の観点からの評価は高い傾向にある。

(2) ステークホルダー会議

またステークホルダー協議をスコーピング段階とドラフト M/P 段階で実施し、参加者からの意見として下記を得た。

- 1 処理区案、複数処理区案、新設施設候補地について、参加者からは現時点で大きな懸念は示されなかったが、施設候補地については早い段階から周辺コミュニティや土地所有者と十分に協議するようコメントがあった。
- 個別プロジェクト実施段階における施設周辺コミュニティや観光業への配慮についてコメントがあったが、ドラフト M/P の内容については参加者から大きな懸念は示されなかった。

(3) 広報活動

都市下水道 M/P では、よりユーザーに近いレベルでの計画となることから、早い段階からの M/P の周知と情報公開を目的として、WAF 広報チームとも協働の上、効果的な広報に努めることとした。以下に本プロジェクトに関連する広報活動を示す。

- <https://www.fbcnews.com.fj/news/wastewater-master-plan-is-a-proactive-step-waf/>
- <https://www.facebook.com/WaterAuthorityofFiji/posts/pfbid0bP4E17oqbokTf42PPW3B9fJwpfegqoSeT9hRZrtE7t8co327s678nTd54tqf4548l>

6. 運転維持管理（O&M）

(1) 下水道管渠

適切な下水道管路の保全是下水道事業運営において、極めて重要な業務である。下水道管路の保全是「巡視・点検・調査」による予防保全と、詰まりの除去等の異状対応（事後保全）に分かれる。

WAF の現状の人員や外部委託の状況を勘案し表 S2. 6-1 のように 3 段階に分けた維持管理体制の発展を提案した。

表 S2. 6-1 管路維持管理における予防保全と事後保全の導入方法

第 1 段階	予防保全の準備	予防保全	・ 予防保全に関する職員研修 ・ GIS 課が作成している管路台帳のレビュー
		事後保全	・ 民間委託による管路閉塞対応の件数増加 ・ 工事記録の作成 ・ 民間業者の育成
第 2 段階	予防保全の段階的導入	予防保全	・ 管路台帳に基づく全域の管路巡視の開始 ・ 管路トラブルの発生個所についての点検実施
		事後保全	・ 大幅な民間委託による事後保全の実施
第 3 段階	予防保全の完全実施	予防保全	・ 巡視・点検で破損等が発見された箇所についてテレビカメラ等を用いた詳細調査の実施 ・ 調査結果をリスクマトリックスにより補修・敷設替えの優先度を付け、改築修繕計画を策定する。
	下水道整備面積の拡大	事後保全	・ 全面的な民間委託による実施

出典：JET

下水管路施設の維持管理について、表 S2. 6-1 に示した予防保全の段階的導入、管路閉塞対応等の事後保全の段階的民間委託を実施するための組織体制を表 S2. 6-2 に示す。

表 S2. 6-2 下水管路施設の提案する維持管理体制

市町	職種	現状	第 1 段階	第 2 段階	第 3 段階
			予防保全の準備	予防保全段階的導入 事後保全の民間委託増	予防保全の完全実施 下水道整備面積拡大
Nadi	作業員	3	3	3	5
	技術補助	3	3	3	5
	その他	2	2	2	3
Lautoka	作業員	2	3	3	5
	技術補助	3	3	3	5
	その他	0	2	2	3

出典：WAF の資料に基づいて JET が作成

(2) 汚水中継ポンプ場

ポンプ施設の定期点検、整備による予防保全は、下水処理場設備の予防保全と共に機械電気設備保全班（以下、「ME 班」という。）が担当する。ME 班は下水道の設備だけでなく水道の設備の保全も行っているが、機械、電気技師の確保が困難なフィジーにおいては効率的であると考えられる。西部地区の上下水道施設における各種設備の予防保全を実施するためには、表 S2. 6-3 のケース-1 に示した組織が必要となる。

表 S2. 6-3 ME 班の提案する組織

	ケース-1			ケース-2 (定期整備、重度の機械修理の民間委託化)		
	点検整備-1	点検整備-2	修繕担当	点検整備-1	点検整備-2	修繕担当
班長（機械）	1			1		
機械工	2	2	2	1	1	1
電気工	1	1	1	1	1	1
作業員	2	2	2	1	1	2

点検整備-1：Nadi、Sigatoka 担当

点検整備-2：Lautoka、Ba、Tavua、Rakiraki 担当

出典：ME 班との協議に基づいて JET が作成

(3) 下水処理場

下水処理場の O&M を実施する組織体制は下水と汚泥の処理方式により異なる。Lautoka と Nadi の両都市に提案している 5 カ所の下水処理場の処理方式と処理能力、及び提案する O&M 方式は表 S2. 6-4 に示したとおりである。

表 S2. 6-4 Nadi、Lautoka 両市に提案する 5 カ所の下水処理場の処理方式と処理能力

市町	下水 処理場	下水処理		汚泥処理方式	O&M 体制
		処理 方式	処理能力 (m ³ /日)		
Lautoka	Vitogo	散水 ろ床法	7,100	生汚泥：濃縮⇒Natabua に搬出 余剰汚泥：脱水⇒天日乾燥	体制-3
	Natabua	散水 ろ床法	44,400	生汚泥：濃縮⇒消化⇒脱水⇒天日乾燥 余剰汚泥：消化⇒脱水⇒天日乾燥 腐敗槽汚泥：脱水⇒天日乾燥 * 他下水処理場から生汚泥を消化槽に 受け入れ * 6 都市から腐敗槽汚泥を消化槽に受け入れ	体制-1
Nadi	Sabeto	散水 ろ床法	7,100	生汚泥：濃縮⇒Natabua に搬出 余剰汚泥：脱水⇒天日乾燥	体制-3
	Navakai	OD 法	29,800	余剰汚泥：濃縮⇒脱水⇒天日乾燥	体制-1
	Moala	散水 ろ床法	19,300	生汚泥：濃縮⇒Natabua に搬出 余剰汚泥：脱水⇒天日乾燥	体制-2

出典：JET

表の O&M 方式に示した体制-1～3 のそれぞれの具体的な O&M 実施方法は表 S2. 6-5 に示すとおりであり、それぞれの下水処理場の各担当人数は表 S2. 6-6 の通りである。

表 S2. 6-5 O&M 実施方法

体制-1	運 転 維持管理 水質試験	3 交代で下水処理、汚泥処理施設の運転 昼間に施設の巡視、点検整備作業 pH、透視度、SV（OD 法の場合）溶存酸素等の簡易水質試験
体制-2	運 転 維持管理 水質試験	2 交代で下水処理、汚泥処理施設の運転、夜間は中核下水処理場から遠隔監視 昼間に巡視、点検整備作業 pH、透視度等の簡易水質試験
体制-3	運 転 維持管理 水質試験	昼間のみ常駐で下水処理、汚泥処理施設の運転、夜間は中核下水処理場から遠隔監視 昼間に巡視、点検整備作業 pH、透視度等の簡易水質試験

出典：JET

表 S2. 6-6 下水処理場各担当の職員数（提案）

職位		Vitogo	Natabua	Sabeto	Navakai	Moala
場長		1	1	1	1	1
下水処理	下水処理係長	-	1	-	1	-
	下水処理運転員	2	2 x 3 班	2	2 x 3 班	2 x 3 班
	下水処理作業員	2	2	2	2	2
汚泥処理	汚泥処理係長	-	1	-	1	-
	汚泥処理運転員	2	3	2	3	2
	汚泥処理作業員	2	3	2	3	2
水質試験技師		-	1	-	1	-
清掃等作業員		2	3	2	3	2
合計		11	25	11	21	15

出典：JET

7. 概略建設費

(1) 下水処理場建設費

各処理法の土木工種の概略数量を施設規模より想定し、概略建設費を積算した。計画される5つの下水処理場の建設費を表 S2. 7-1 に示す。下水処理場建設費には土地取得費は含まれている。

表 S2. 7-1 各処理場・処理方式の概略建設費

市町	処理場名	処理方式	日最大処理水量 (m ³ /日)	概略建設費 (百万円)	概略建設費 (million FJD)
Lautoka	Vitogo	TF 法	7,100	5,200	77
	Natabua	TF 法	44,500	27,400	405
Nadi	Sabeto	TF 法	7,100	5,270	78
	Navakai	OD 法	29,800	21,100	312
	Moala	TF 法	19,300	13,200	196

注記：1 FJD = 67.55 JPY (2024 年 4 月)

出典：JET

(2) 下水処理場維持管理費

下水処理場における維持管理費は日本の費用関数を用いて表 S2. 7-2 の通り算定した。

表 S2. 7-2 各処理場・処理方式の概略維持管理費

市町	処理場名	処理方式	概略維持管理費 (百万円/年)	概略維持管理費 (1000 FJD/年)
Lautoka	Vitogo	TF 法	91	1,350
	Natabua	TF 法	261	3,866
Nadi	Sabeto	TF 法	91	1,350
	Navakai	OD 法	213	3,150
	Moala	TF 法	164	2,433

注記：1 FJD = 67.55 JPY (2024 年 4 月)

出典：JET

(3) 下水道管渠建設費・維持管理費

下水管渠の建設費は断面別の管路延長を概略数量とし、今回設定した断面別・深さ別の管路 m 当たり単価を乗じる事で算定した。下水管渠の建設費・維持管理費を表 S2. 7-3 に示す。

表 S2. 7-3 各処理区における下水管渠の概略建設費・維持管理費

処理区名	管渠延長 (km)	建設費 (百万円)	建設費 (million FJD)	維持管理費 (千円/年)	維持管理費 (1000 FJD/年)
Vitogo	112	13,500	200	7,570	112
Natabua	207	20,300	301	14,000	207
Sabeto	126	22,000	325	8,510	126
Navakai	261	26,900	398	17,600	261
Moala	264	24,700	366	17,800	264

注記：1 FJD = 67.55 JPY (2024 年 4 月)

出典：JET

(4) 汚水中継ポンプ場建設費・維持管理費

汚水中継ポンプ場の建設費・維持管理費を表 S2.7-4 に示す。

表 S2.7-4 各処理区におけるポンプ場の概略建設費・維持管理費

処理区名	ポンプ場 個所数	建設費 (百万円)	建設費 (million FJD)	維持管理費 (千円/年)	維持管理費 (1000 FJD/年)
Vitogo	21	1,150	17	86,800	1,285
Natabua	52	2,770	41	215,000	3,182
Sabeto	62	3,240	48	256,000	3,795
Navakai	67	3,510	52	277,000	4,100
Moala	102	5,130	76	422,000	6,242

注記：1 FJD = 67.55 JPY (2024 年 4 月)

出典：JET

8. 経済財務評価

財務分析の目的は、事業実施主体における財務的採算性の観点から、事業実施の可能性を評価することにある。一方で経済分析の目的は、国民経済的な観点から、事業実施の妥当性を検証することにある。

(1) 財務分析

設定した前提条件において算定した支出と収入による財務分析の結果、FIRR はマイナス 3.4 パーセントの財務リターンとなる。

事業実施主体にとって設備投資費だけでなく、事業継続には維持管理費 と同額以上の下水道料金収入が最低限でも必要となる。維持管理費のファイナンスに必要な下水道使用料金は 0.77 FJD/m³ 以上と算定した。

(2) 経済分析

財務分析と同様の前提条件において算定した費用と便益による経済分析の結果、経済リターンはプラス 1.2%となった。開発プロジェクト実施の EIRR 目安 は 9%, もしくは、環境汚染の防止、地方の貧困削減、そして自然被害対策などのプロジェクトの目安は 6.0%とされる。都市下水道 M/P の EIRR はどちらの目安も下回る。

9. 結論

(1) 結論

都市下水道 M/P の検討の中で、建設費・維持管理費から処理区を 5 つに分割する事が推奨された。Lautoka は Vitogo 処理区と Natabua 処理区の 2 処理区、Nadi は Sabeto 処理区、Navakai 処理区、Moala 処理区の 3 処理区に分割される。提案された処理場に適用される排水基準は、維持管理費の低減を目的に、沖合 1km 地点にて General 基準で処理された処理水を放流するオプションが DOE との協議により認められた。そのオプションは、Vitogo、Natabua、Sabeto、Moala 下水処理場に適用される。Nadi の Navakai 下水処理場は海域が遠いことから近傍のナンディ川に放流せざるを得ず SEZ 基準が適用される。

汚泥処理については、将来的な消化ガス発電を目的として、Natabua 下水処理場での生汚泥の集約処理を提案した。また、下水道未整備区域に対する汚水処理サービスの向上を目的として、Natabua 下水処理場に腐敗槽汚泥を集約して処理するシステムの有効性を確認した。汚泥処分については現状では廃棄物処分場での受け入れや、汚泥の有効利用が実現されていないため、下水処理場内での保管するシステムを提案した。

下水管渠設計では分流式の収集システムを前提とし、自然流下とポンプ圧送を適切に組み合わせた収集システムを提案した。下に提案された 5 処理区の整備概要、概略建設費を纏めて示す。

表 S2.9-1 提案された 5 処理区の整備概要・費用

市町	処理区	整備概要		概算建設費* (百万円)
Lautoka	Vitogo	下水処理場	TF 法 (Q=7,100 m ³ /日)、海洋放流管含む	8,110
		管渠	Dia.100-600mm L=41 km (幹線・準幹線)	5,070
		ポンプ場	12 箇所 (幹線・準幹線)	657
	Natabua	下水処理場	TF 法 (Q=44,500 m ³ /日)、海洋放流管含む	33,800
		腐敗槽汚泥処理場	受泥設備・機械脱水・天日乾燥床・汚泥埋立用地	704
		管渠	Dia.100-750mm L=64 km (幹線・準幹線)	6,210
Nadi	Sabeto	下水処理場	TF 法 (Q=7,100 m ³ /日)、海洋放流管含む	8,780
		管渠	Dia.100-400mm L=49 km (幹線・準幹線)	8,110
		ポンプ場	35 箇所 (幹線・準幹線)	1,830
	Navakai	下水処理場	OD 法 (Q=29,800 m ³ /日)	21,100
		管渠	Dia.100-900mm L=58 km (幹線・準幹線)	6,350
		ポンプ場	37 箇所 (幹線・準幹線)	1,940
	Moala	下水処理場	TF 法 (Q=19,300 m ³ /日)、海洋放流管含む	18,300
		管渠	Dia.100-900mm L=105 km (幹線・準幹線)	10,900
		ポンプ場	54 箇所 (幹線・準幹線)	2,720

注記：1 FJD = 67.55 JPY (2024 年 4 月)

*下水処理場の用地取得費を含む。

出典：JET

(2) 提案

i. 下水処理場用地

本都市下水道 M/P 策定において、Lautoka において 1 か所の新規下水処理場の建設と既存 Natabua 下水処理場の拡張、Nadi において 2 か所の新規下水処理場の建設と既存 Navakai 下水処理場の拡張を提言しており、それぞれに下水処理場の候補地を示している。候補地はあくまでも地図上で建設や拡張が可能と考えられる場所であり、下水処理場用地として特定するためには、潜在的な移転問題の評価や、既存住居の土地の交渉／取得プロセスの調査などを行ったうえで、関係者との十分な協議を実施する必要がある。

ii. 放流先水域の環境影響評価

Lautoka における 1 か所の新規下水処理場、Nadi における 2 か所の新規下水処理場では処理水の海洋放流を提言し、また Lautoka の Natabua 下水処理場では既存の海洋放流管を敷設替えするように提言しており、海洋放流に対して環境影響評価を実施する必要がある。

環境影響評価に必要な基礎データについては、同様に海洋放流管の建設を計画している Suva の Kinoya 下水処理場における調査・検討結果も参考にしながら、Pre-F/S 実施において調査すべき項目を示す必要がある。

iii. 下水汚泥の処分・有効利用方法の検討

現状では西部地区に下水汚泥の処分地がないため、都市下水道 M/P では Natabua 下水処理場敷地内に処分場を設けるように提言している。しかし、発生する汚泥 20 年間分を処分するために面積が大きく、建設費を高くする要因となっている。そのため、下水汚泥の処分方法、有効利用方法の検討が喫緊の課題となっている。

処分方法としては、例えば Lautoka の一般廃棄物処分場への受け入れの検討、有効利用方法としては農業利用の検討がある。検討にあたっては汚泥中の重金属類等の有害物質濃度の把握が重要となるが、フィジー国内で分析できる機関は限られており、また分析機器の整備が進んでいないことから現在のところ分析できない状況にある。

汚泥中の有害物質濃度は将来にわたり分析が必要なため、WAF の水質試験室で分析できる体制を整備する必要がある。

iv. 既存管路の情報および新規管路の占用

既存下水管路の情報は基本的に GIS に保存されているが、GIS 情報には数値が入力されていない項目が多く、流下能力の評価ができず、今後必要とされる管路の更新や増補管の検討を行うことが出来ない状況にある。そのため、既存管渠の位置を含めた施設諸元（管材、断面、管底高）の調査が必要である。

本都市下水道 M/P において提案する新規の下水管路のルートについては、既存の住居と住居の排水管の位置との調整が必要である。また、下水管路が私有地を通過する場合には、地役権の取得につ

いて土地省、TLTB との協議プロセスを確立しておく必要がある。

v. 健全な下水道財政

本都市下水道 M/P において、下水道施設の維持管理費を下水道料金で賄うためには、現行の 4 倍の料金が必要であることが明らかとなった。そのため、段階的な料金値上げ等の受益者による相応の負担増も考慮した対策の検討が必要である。一方で、下水道を含む公共料金は国の重要な政策課題となっているため、容易には料金改定ができない状況にある。WAF として国家予算から必要な維持管理費を確実に捻出するよう要求する必要がある。

vi. O&M に係る組織体制

1) 下水処理場

現在、西部地区の既存 4 下水処理場の中で唯一機械式下水処理方式を用いている Nadi の Navakai 下水処理場では、流入下水水量に対する処理能力不足による放流基準の遵守不能に加えて、O&M に係る予算と資器材の不足により、設備の劣化が著しく、適切な O&M が実施できない状況にある。本プロジェクトでは今後 Nadi、Lautoka 地区で提案する 5 下水処理場全てで OD 法や TF 法等の機械式下水処理の導入を目指しており、O&M に係る予算と資器材の確保は必須である。

将来建設される下水処理場において適切な O&M を実施するためには、現在の Navakai 下水処理場において必要な O&M 予算を確保したうえで、運転職員の能力強化を図り、適切な O&M を実施できることが重要となる。このような能力強化は現在の WAF では実施が困難であり、例えば JICA の技術協力プロジェクトの中で能力強化を図るとともに、新たに建設される下水処理場の適切な O&M 実施体制を作るのが効果的である。

2) 水質試験室

フィジーでは BOD や SS 等の一般項目に加えて重金属類、シアン等の有害物質について排水基準が設けられている。しかしながら、分析器材の整備が進んでいないため、WAF の水質試験室でも全ての規制項目を適切に分析できるわけではなく、また発生する汚泥中の重金属類については全く分析ができない状況にある。そのため、下水処理場の水質管理、下水汚泥の管理、事業所排水の規制のために、水質試験室の分析器材の整備、試験員の能力強化が必須である。そのためには、JICA の技術協力プロジェクトの中で必要な資器材を整備し、それを用いた水質試験員の能力強化を図るのが効果的である。

3) 下水管路施設

2036 年までに人口の 70%が集合処理に接続できるという国家目標に従い、今後は下水道区域拡大による新規管路の増大とともに、既存管路の老朽化が年々進行するため、管路資産の管理が極めて重要な課題となる。現在、管路施設の維持管理は基本的に WAF が直営で実施しているが、将来に向けて WAF は管路の点検、調査を中心に実施し、管路閉塞等の修繕は完全に民間委託するなどの方針を定めて、それに基づいて必要な予算、人材、資器材の整備を行う必要がある。WAF では管路の点検や調査を実施した経験が乏しいため、業務を実施するためには JICA の技術協力プロジェクトの中で

手順やノウハウを習得するのが効果的である。

4) 機械電気設備

現在、西部地区の水道、下水道施設における機械電気設備保全は ME 班が担当しているが、実際にはポンプ類の目視点検と一部ポンプの修繕しか実施できておらず、設備の急速な老朽化が発生している。WAF 西部は、この原因を人員不足と予算不足によるとしている。ME 班によれば、以前（時期は確認できず）には班員が 16 人であったが、現在では 9 人に削減されており、適切な保全が実施できない。そして、保全ができないため設備の故障が相次いで発生し、その修繕のために予算を使うため、例え限られた人員で設備保全に取り組もうとしても、保全に必要な資器材、消耗品等の予算が確保できないという悪循環に陥っていると考えられる。このような状況の改善のためには、先ず設備保全のための予算確保が最重要である。また、少ない人数で保全を実施できるように、設備の目視点検は管路維持管理班と下水処理場運転班が実施し、ME 班はグリース・オイル交換、スペアパーツ交換等の日常点検、定期点検を主に実施するような体制構築が必要である。

また、設備の定期整備は故障防止、長寿命化に必須であり、また、設備故障に対する緊急修理対応は安定した下水処理に重要である。複雑な機器類の整備や修繕は直営では困難であり、メーカーや整備会社が委託するのが一般的であるため、整備や修繕に必要な予算の確保に加えて、WAF はそのような会社と契約を円滑に結べるようにする必要がある。

5) 事業所排水

フィジーでは事業所排水の下水道への排出規則と基準はあるが、罰則規定が未だ政府内で検討中のため、強制的な規制ができない状況にある。速やかな罰則規定の施行による規制強化で、下水処理場への流入水質負荷の低減が下水処理場の適切な O&M に対して重要である。

第3部 優先プロジェクトの PRE-F/S

1. 事業の背景

(1) 背景

フィジー国 Viti Levu 島西部地区では、4 市町で下水処理場が整備されているものの、下水処理場への流入水量の増加等による過負荷運転、適切でない運転維持管理、機器の故障や施設の老朽化等により、処理が不十分なまま汚水が排出され、水質汚染が懸念されていた。かかる背景から、西部地区における分散型汚水処理を含めた汚水処理マスタープランの策定、および下水道施設の維持管理能力改善のための研修実施等を含む「フィジー国西部地区汚水処理マスタープラン策定プロジェクト」業務が 2021 年 10 月より実施された。

1 年目の成果 1「西部地区汚水処理マスタープラン」において、国家開発目標である「集合処理システムへのアクセスを 70%とする」ための集合処理区域を、西部地区の 6 市町（Lautoka、Nadi、Ba、Tavua、Rakiraki、Sigatoka）を対象に設定した。

2 年目の成果 2「都市下水道マスタープラン」では、対象都市を Lautoka 市・Nadi 町として、下水道全体計画を策定した。WAF より要望のあった複数処理区化の検討などを踏まえ、Lautoka 市は Vitogo 処理区、Navakai 処理区に分割し、Nadi 町は Sabeto 処理区、Navakai 処理区、Moala 処理区に分割した。下水処理方式も DOE との協議を踏まえ、Navakai 処理区は SEZ 排水基準対応 OD 法方式、その他 4 処理区は海洋放流管を併用する事を条件に General 排水基準の TF 法を採用する事となった。整備優先順位は既に発展している Natabua 処理区、Navakai 処理区の優先順位が高いものと考え、3 年目の成果 3「優先プロジェクトに係る Pre-F/S」にて優先事業を選定し Pre-F/S を実施する。

(2) 調査の目的

3 年次の業務では、成果 1、成果 2 の基づき優先事業に係る Pre-F/S の策定を行う。これらの成果の達成を通して、西部地区の下水道施設の機能改善・拡張事業の実施が促進され、西部地区の都市・公衆衛生環境改善及び水環境改善に寄与することを目的とする。この Pre-F/S 調査では、事業の目的、事業内容、事業費、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境及び社会面の配慮などを調査し、整理するものである。

(3) 現況の問題点

Lautoka 市・Nadi 町が有する既存下水処理場は供用開始より既に 40～50 年が経過しており、Navakai 下水処理場では途中 IDEA 法への改築工事が実施されたものの、現状の処理水量が処理能力を大きく超過していると考えられる。この他にも維持管理の不足、エアレータをはじめとした機械設備の長期にわたる故障等の要因により下水が十分に処理されず、放流基準を満足できていない状況が続いている。WAF は放流水質が排水基準を達成できていないことから、新規の接続を積極的に増やすことが出来ず下水処理場の能力増強や法的遵守が最大の課題となっている。

また、汚泥についても適切な処理と最終処分が実施されていない状態にあるなど、複数の問題点が挙げられる。表 S3.1-1 に両下水処理場の全般的な問題点を示す。

表 S3. 1-1 Navakai 下水処理場、Natabua 下水処理場の問題点

処理	Natabua 下水処理場	Navakai 下水処理場
下水処理	- 放流基準を満足しない処理水質 - 処理能力の不足 - 浚渫実施不足による池容量（処理能力）低減	- 放流基準を満足しない処理水質 - 処理能力の不足 - エアレータの不足（計画台数：8 台、実稼働台数：4 台） - IDEA 池活性汚泥の状態悪化（余剰汚泥の引き抜き不足）
汚泥処理	- 浚渫実施不足（供用開始以来 40 年間で一度のみ実施） - 適切な最終処分場の欠如（下水処理場付近での積み上げ投棄）→風雨による近隣水域への流出	- 余剰汚泥の引き抜き不足 - 好気消化池のエアレータの故障（計画台数：2 台、実稼働台数：1 台） - 汚泥脱水機の故障 - 最終処分場の欠如（場内積み上げ投棄）→風雨による近隣水域への流出
その他	- 適切な維持管理の不足 - 素掘りピットへのセプテージ投棄→適切に処理されないままの放流	適切な維持管理の不足

出典：JET

次ページに Natabua・Navakai 下水処理場の放流水質を排水基準とともに示す。両下水処理場からの処理放流水質はフィジー国の排水基準を遵守できていないことが多く、BOD の遵守率（基準を満たす放流水サンプル数／放流水サンプル全数）はそれぞれ、Natabua で約 50%、Navakai で約 60%である。

表 S3.1-2 Natabua 下水処理場の水質試験結果

年	流入水						放流水					
	T-SS mg/L	BOD mg/L	COD mg/L	T-N mg/L	T-P mg/L	FOG mg/L	Faecal Coliforms Col./100ml	T-SS mg/L	BOD mg/L	COD mg/L	T-N mg/L	T-P mg/L
Gen Std.								60	40	—	25	5
2014	530	320	590	8.4	4.6	240	—	82	64	170	4.4	3.4
2015	480	300	580	11	3.7	150	—	44	65	130	4.9	2.2
2016	440	390	830	—	0.6	22	—	52	44	120	—	0.8
2017	850	330	600	51	3.6	24	54,000,000	110	69	190	26	2.3
2018	300	210	520	41	2.3	71	260,000,000	55	51	140	22	1.2
2019	370	220	410	28	5.8	86	300,000,000	53	39	110	20	4.0
2020	870	220	530	20	8.1	170	96,000,000	58	36	120	15	5.7
2021	430	170	480	22	7.0	130	360,000,000	57	83	210	1.9	3.9
2022	260	220	390	18	11.0	120	420,000,000	78	84	170	18	7.0
2023	480	260	370	23	15.0	87	9,400,000	27	35	90	14	7.0
平均	520	310	620	28	3.0	100	210,000,000	69	59	150	14	2.0

出典：WAF データより JET 作成

表 S3.1-3 Navakai 下水処理場の水質試験結果

年	流入水						放流水					
	T-SS mg/L	BOD mg/L	COD mg/L	T-N mg/L	T-P mg/L	FOG mg/L	Faecal Coliforms Col./100ml	T-SS mg/L	BOD mg/L	COD mg/L	T-N mg/L	T-P mg/L
Gen. Std.								60	40	—	25	5
2014	970	500	930	9.2	3.5	260	—	80	55	140	5.4	2.8
2015	930	360	880	9.2	2.8	190	—	44	41	91	5.6	2.3
2016	590	450	1300	13.0	2.3	24	—	54	49	120	11	1.6
2017	510	320	650	58.0	3.3	17	370,000,000	160	85	230	32	1.5
2018	450	240	590	47.0	3.2	57	300,000,000	120	68	180	29	2.4
2019	250	190	440	33.0	6.5	140	330,000,000	43	29	77	27	5.9
2020	200	140	430	20.0	7.6	130	98,000,000	24	20	100	15	2.8
2021	200	130	290	21.0	9.0	150	170,000,000	29	31	54	20	4.3
2022	260	220	390	18.0	11.0	120	160,000,000	78	83	190	17	8.0
2023	400	210	330	25.0	13.0	150	9,500,000	60	45	77	21	10.0
平均	690	370	870	27.0	3.0	110	210,000,000	91	60	150	17	2.1

出典：WAF データより JET 作成

2. 設計条件

(1) Pre-F/S の優先事業の選定

Pre-F/S の優先事業の選定にあたり、WAF は既存下水処理場からの放流水質の法的遵守を重要視していることから、処理規模の大きい Natabua・Navakai 下水処理場の増設を優先事業として位置付ける。優先事業の比較選定は表 S3. 2-1 のとおりである。

表 S3. 2-1 優先事業のケース別比較

項目	ケース 1: Nadi 管路&下水処理場	ケース 2: Lautoka 管路&下水処理場	ケース 3: Nadi & Lautoka 下水処理場
下水道接続者数	Lautoka: 29,000 Nadi: 21,100	Lautoka: 40,500 Nadi: 15,800	Lautoka: 29,000 Nadi: 15,800
処理水 BOD (mg/L)	Natabua: 56 Navakai: 20	Natabua: 40 Navakai: 47	Natabua: 40 Navakai: 20
処理水 BOD 負荷 (BOD-t/年)	304	331	237
除去 BOD 負荷 (BOD-t/年)	94	67	161
建設費 (mil. FJD)	413	356	399
建設費/除去 BOD 負荷 (mil. FJD/t/年)	4.4	5.3	2.5

出典：JET

(2) 事業の必要性

本事業は、Lautoka 市 Natabua、Nadi 町 Navakai において下水及び汚泥処理施設を増設することにより、同地域の水環境及び周辺の衛生環境の改善に貢献するものである。本事業は対象地域のニーズ及びフィジーの開発政策とも合致していることから、実施を支援する必要性及び妥当性は高い。具体的なポイントは下記の通りである。

1. Lautoka 市 Natabua、Nadi 町 Navakai は、Viti Levu 島西部地区において最も人口増加が続いている地区であり、かつ、今後の人口増加も見込まれる。同地区の処理区域内人口は 2043 年には 2023 年時点の約 1.3 倍まで増加すると見込まれている。
2. 現状における同地区の上水道施設の直近の増設予定は無いものの日本の技術協力プロジェクト「フィジー国ナンディ・ラウトカ地区における無収水対策能力向上プロジェクト」にて無収水率を長期的に 20%まで低減すべく対策が取られており、生活系、商業・観光系の使用水量増加も見込まれる。
3. 上記より、Lautoka 市 Natabua、Nadi 町 Navakai の発生下水量は、2043 年にかけて着実な増加が見込まれる。
4. また、フィジー国の国内総生産（GDP）の約 25%は観光収入であり、フィジー国への観光客数のおよそ 40%は Lautoka・Nadi に、10%は Nadi 近辺の諸島に滞在している。海洋資源がリゾートの根幹をなすことから、観光資源としての保全として公共用水域の保全の必要性は高い。

5. しかしながら、2023 年時点の Natabua・Navakai 両下水処理場からの放流水質の遵守率は 60% 程度であり、不十分な処理下水が両下水処理場より放流されていると推察される。未処理下水を含む放流水が、公共水域の水質悪化を引き起こしている。
6. 本事業は、Natabua・Navakai 下水処理場の下水・汚泥処理施設を増設することで、同下水処理場に流入する下水の処理を可能とするものである。これにより処理放流水のすべてが排水基準を満たすことで、下流域の水質改善が期待されると共に、放流水質の法的遵守かつ観光資源ともいえる海洋水環境の確保につながることから、事業実施の意義は高い。
7. 国家開発計画である NDP2036 では、「2036 年までに人口の 70%が下水システムへのアクセスが可能となるよう、下水処理システムの整備と拡張を全ての都市部で進める」としている。また、MPW⁶と WAF にて 2024 年 4 月に公表した Water Sector Strategy2050 においても、都市下水道 M/P に基づき、Natabua 下水処理場と Navakai 下水処理場の増設計画が 2040 年までに達成する事業として挙げられている。本事業はこれらの政策と合致するものであり、事業実施の妥当性は高い。また、既存施設の機能回復や維持管理のソフト対策を並行して講ずることも重要である。

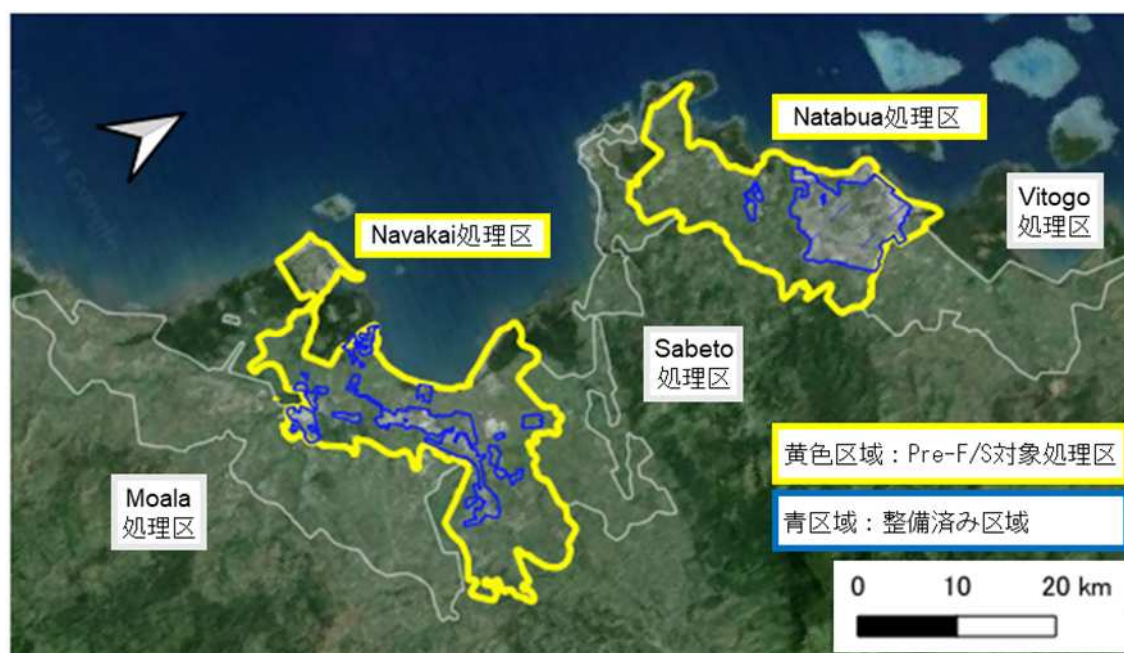
(3) 計画目標年次

都市下水道 M/P に基づいて全体計画の目標年次は 2043 年とする。

(4) 下水道計画区域

下水道計画区域は都市下水道 M/P と同様とであり、図 S3.2-1 に示す区域となる。国家開発目標である「70%の人口が下水道にアクセスできるようにする」ための区域設定であることから下水道計画区域の変更はない。

⁶ MPW：旧インフラ・気象サービス省 Ministry of Infrastructure and Meteorological Service (MIMS)



出典：JET

図 S3. 2-1 下水道計画区域 (Natabua・Navakai 処理区)

(5) 計画下水水量

計画人口や汚水量原単位等の基本的な計画フレームは都市下水道 M/P に準じる。(表 S3. 2-2)

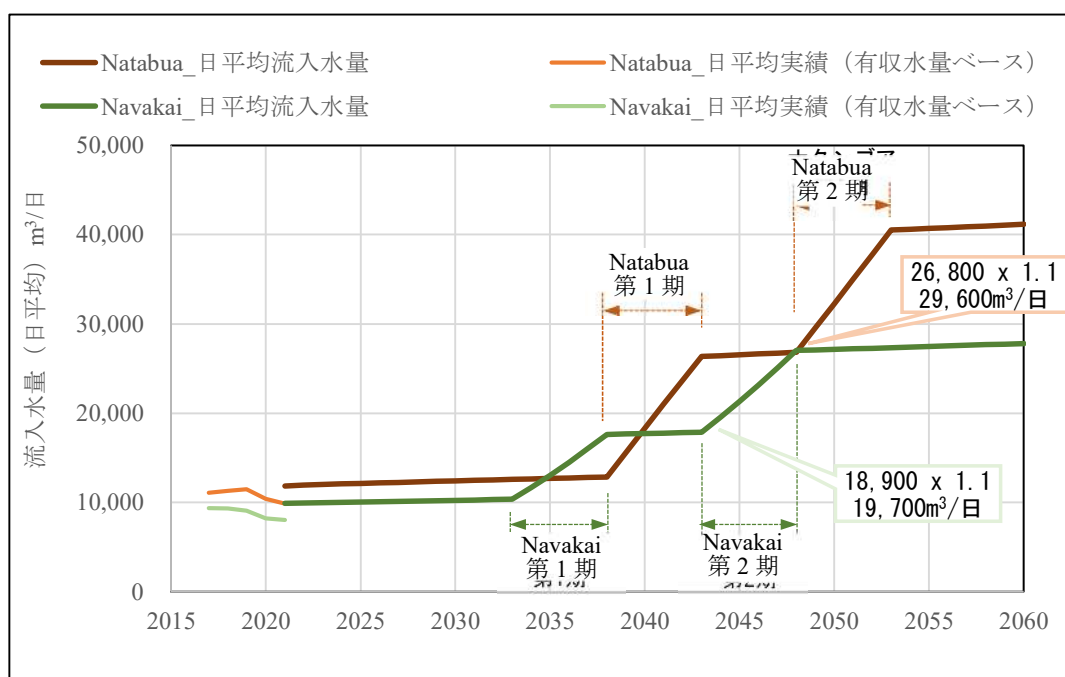
表 S3. 2-2 分割した処理区別の計画下水水量 (2043 年ベース)

No.	項目	単位	Lautoka		Nadi			Total
			Vitogo	Natabua	Sabeto	Navakai	Moala	
1	人口	人	15,130	105,590	13,510	52,740	35,420	222,390
2	使用水量原単位	m ³ /人/日	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	
3	回収率	%	90	90	90	90	90	
4	汚水量原単位	m ³ /人/日	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	
5	生活系汚水量	m ³ /日	3,026	21,118	2,702	10,548	7,084	44,478
6	営業系汚水量	m ³ /日	2,760	15,640	3,110	14,000	8,810	44,320
7	発生汚水量	m ³ /日	5,786	36,758	5,812	24,548	15,894	88,798
8	浸入水率	%	10	10	10	10	10	
9	浸入水量	m ³ /日	579	3,676	581	2,455	1,589	8,880
10	計画汚水量 (日平均)	m ³ /日	6,365	40,434	6,393	27,003	17,483	97,678
11	計画汚水量 (日最大)	m ³ /日	7,001	44,477	7,033	29,703	19,232	107,446

出典：JET

(6) Pre-F/S の対象処理水量

本 Pre-F/S での Natabua 下水処理場の対象処理水量は、下水処理場の現況流入水量と全体計画水量、および整備ステップを考慮して 29,600 m³/日 (日最大)、Navakai 下水処理場の対象処理水量は 19,700 m³/日 (日最大) とした (図 S3. 2-2 参照)。



出典：JET

図 S3. 2-2 Natabua・Navakai 下水処理場の流入水量予測

(7) 計画下水水質

Pre-F/S では流入下水水質は実データを基に下水処理場別に設定する。

i. Natabua 下水処理場

Natabua 下水処理場の流入水質を表 S3. 2-3 に示す。Natabua 下水処理場の汚水処理系は「生下水（下水管路から流入する下水）」「腐敗槽汚泥脱離液」「醸造廃水前処理水」が考慮されている。

表 S3. 2-3 Natabua 下水処理場の流入水質*

BOD (mg/L)	TSS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	水温 (℃)
398	500	45	11	20

*生污水、腐敗槽汚泥脱離液、醸造廃水前処理水の混合

出典：JET

ii. Navakai 下水処理場

Navakai 下水処理場では、「生下水（下水管路から流入する下水）」のみが処理対象となる。生污水の流入水質はコロナ禍の影響を受けた期間を除く 2014-2019 年、並びに 2023 年における Navakai 下水処理場の流入水質実測データより、表 S3. 2-4 のとおり設定した。

表 S3. 2-4 Navakai 下水処理場の流入水質

BOD (mg/L)	TSS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	水温 (℃)
367	544	37	6	20

出典：JET

(8) 放流水質

本 Pre-F/S では上記のとおり海洋放流を行う Natabua 下水処理場にて General 基準を、ナンディ川に放流する Navakai 下水処理場にて SEZ 基準を放流水質として設定する。

「General 基準＋海洋放流管」の採用にあたっては、F/S 段階で下記を含む環境影響評価を DOE に提出・協議する事を DOE は条件として付している。

- 下水処理場の放流量及び放流水質
- 放流予定水域における放流水の希釈度合・環境収容力
- 放流予定水域の環境的/生物学的評価、等

3. NATABUA 下水処理場

(1) Natabua 下水処理場

Natabua 下水処理場は現況の『安定化池法』から『TF 法（二段式）＋凝集沈殿』に処理方式を変更するとともに、第 1 期工事にて処理能力を日最大 29,800 m³/日、第 2 期工事にて日最大 44,800 m³/日まで増強する。Natabua 下水処理場には場外からの持ち込み下水汚泥や腐敗槽汚泥が計画されており、これらの施設を示せば表 S3.3-1 の通りとなる。

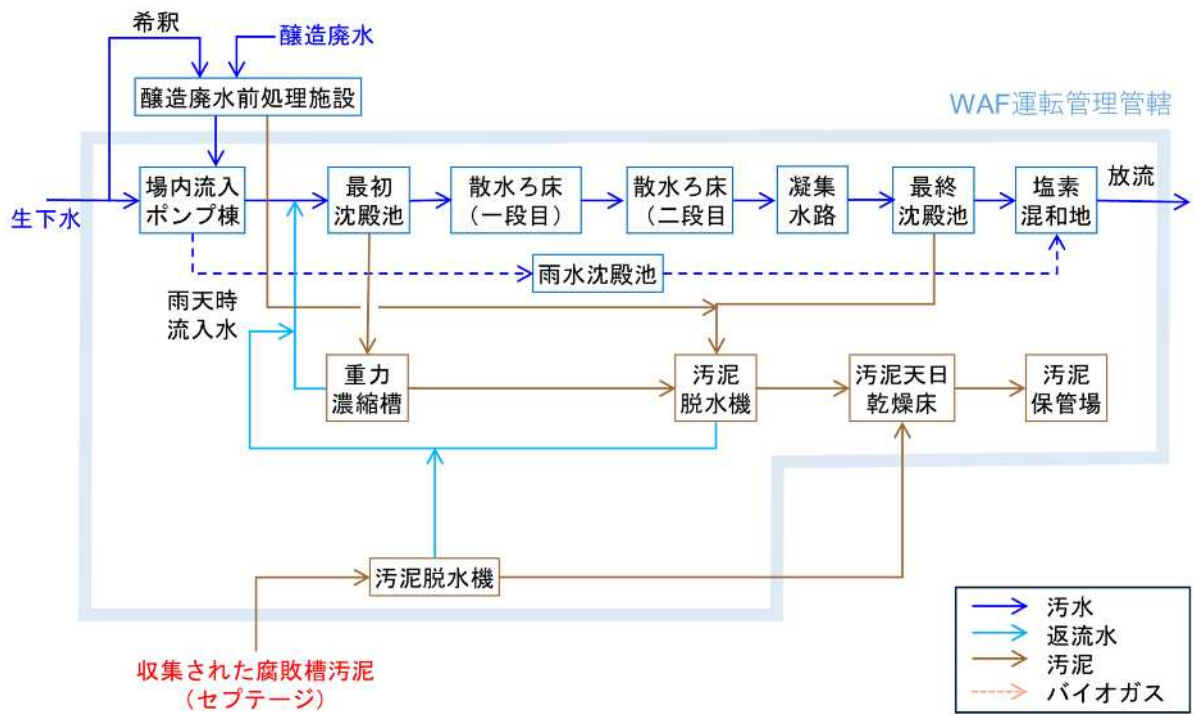
表 S3.3-1 Natabua 下水処理場の併設施設

施設名	概要	Natabua 下水処理場との関わり	建設予定時期	Pre-F/S 検討対象
腐敗槽汚泥処理施設	Bailing Truck 搬入される腐敗槽汚泥（セプテージ）の処理施設	・場内にてセプテージの脱水処理 →天日乾燥→場内保管 ・脱離液を汚水処理系に受け入れ	第 1 期以前	○
醸造廃水前処理施設	South Pacific Distillery から Bailing Truck 搬入される醸造廃水の処理施設	・管路からの流入汚水で醸造廃水を希釈し汚水処理を行う ・前処理水を汚水処理系に受け入れ	第 1 期	×
他下水処理場汚泥受泥槽*	将来新設予定の Vitogo、Sabeto、Moala 下水処理場から濃縮生汚泥を搬入	・下記の汚泥消化施設にて、Natabua で発生する下水汚泥とともに嫌気性消化を行う	第 2 期	○
汚泥消化施設*	Natabua、Vitogo、Sabeto、Moala 下水処理場の下水汚泥を嫌気性消化し、発生したバイオガスを下記発電施設に送る	・場内発生汚泥を嫌気性消化 ・消化汚泥を脱水処理→天日乾燥→場内保管 ・脱離液を汚水処理系に受け入れ	第 2 期以降	○
バイオガス発電施設*	上記汚泥消化施設で発生したバイオガスを精錬し、メタンガスを発電に利用	・汚泥消化施設で発生したバイオガスを送る	第 2 期以降	×

*: Part 4: APPENDIX 3-1、3-2-参照

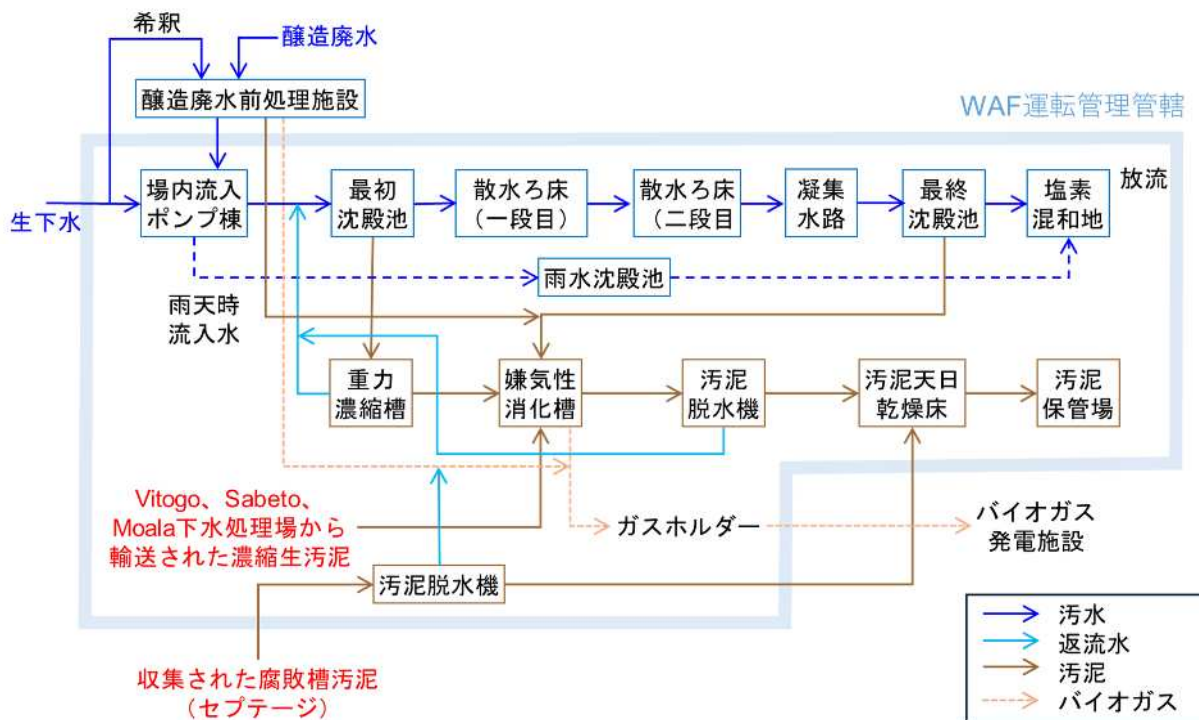
出典：JET

全体計画の処理フローと第 1 期で整備する施設のフローを図 S3.3-1、図 S3.3-2 に示す。



出典：JET

図 S3.3-1 Natabua 下水処理場の処理フロー図（第1期）



出典：JET

図 S3.3-2 Natabua 下水処理場の処理フロー図（第2期）

表 S3.3-2 Natabua 下水処理場の整備概要

項目		第 1 期	第 1 期 + 第 2 期
処理対象		【Wastewater】 - Raw Sewerage - Pretreated distillery wastewater 【Sludge】 - Septic Sludge - Pretreatment Plant Sludge	【Wastewater】 - Raw Sewerage - Pretreated distillery wastewater 【Sludge】 - Septic Sludge - Pretreatment Plant Sludge - Other WWTP thickened raw sludge
処理方式		Two-stage Trickling Filter with post-coagulation	
	一系の構成施設	1 Primary clarifier 2 Stage one trickling filter 2 Stage two Trickling Filter 1 Coagulation/Flocculation Canal 1 Final Clarifier	
日最大水量		29,800 m ³ /日	44,800 m ³ /日
系列数		6 lines	8 lines total
一系の設計処理能力		5,600 m ³ /日 (6,100 m ³ /日 per line including all return flows)	
一系の最大処理能力*1		6,600 m ³ /日 per line (including all return flows)	
用地面積	合計	24.51 ha*2*3	46.5 ha*2*3
	汚水処理施設	16.36 ha	24.51 ha
	汚泥天日乾燥床*4	3.68 ha	4.93 ha
	汚泥保管場*4	4.48 ha	13.99 ha
	嫌気性消化槽 + バイオガス発電施設	0.00 ha	3.05 ha

*1 Max. capacity is based off minimum HRT requirements and maximum loads of basins. To ensure treated water quality, capacity margins must be included in the design

*2 Does not include Distillery Pretreatment Plant (Assumed footprint: 2.88 ha)

*3 Includes parts of current Natabua WWTP boundaries

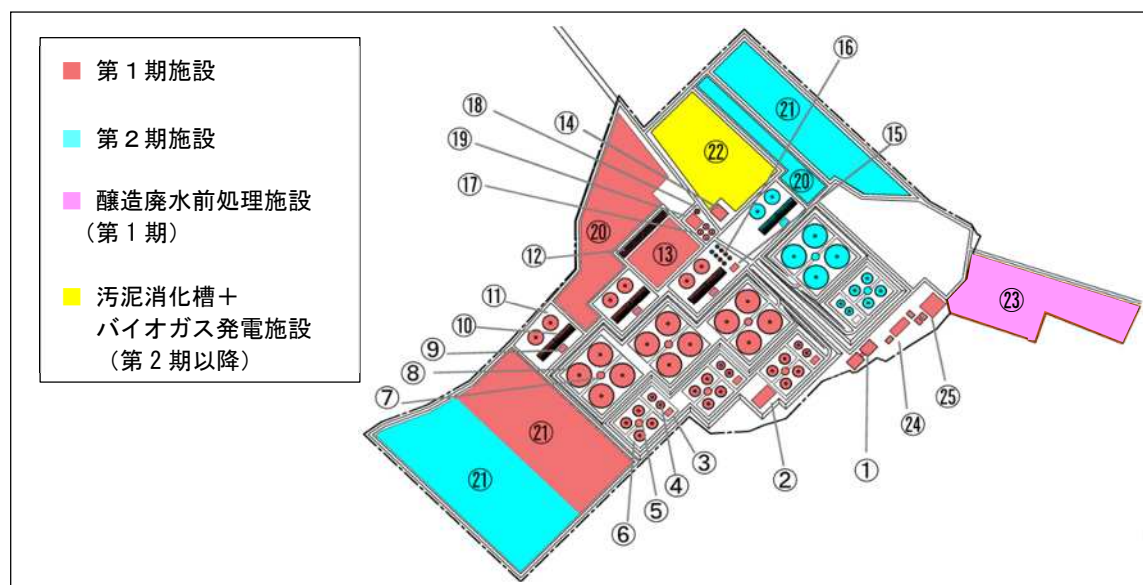
*4 Including roads, buffer zones, etc. on premises

出典：JET

第 1 期施設の施工期間中も現施設の運転を継続する必要があるため、1 期施設は現敷地外、あるいは現在運転している施設と干渉しない位置に配置した。

醸造廃水前処理施設については、本 Pre-F/S の対象外となるものの、WAF 側の要望により第 1 期施設と同時期に建設するものとして位置づける。汚泥消化槽並びにバイオガス発電設備（WAF 管轄外施設）については 2 期以降に建設する。

なお、汚泥天日乾燥床と汚泥保管場については汚泥の利活用や場外に下水汚泥最終処分場が確保された場合、敷地面積が縮小あるいは不要となる。



出典：JET

図 S3.3-3 Natabua 下水処理場の土木施設

表 S3.3-3 Natabua 下水処理場施設

図 No.	施設	概要
1	流入ポンプ棟	Includes Sewage and Stormwater pumps
2	分配槽①	Influent from: Inlet Pump Station, Distribution to: Distribution Chambers ②, Stormwater Sedimentation Pond
3	分配槽②	Influent from: Distribution Chamber①, Distribution to: Primary Clarifiers
4	最初沈殿池	8 basins, Diameter: 14m
5	分配槽③	Influent from: Primary Clarifiers, Distribution to: Stage 1 TF
6	散水ろ床 (一段目)	16 towers, Diameter: 19m (BOD removal)
7	分配槽④	Influent from: Stage 1 TFs, Distribution to: Stage 2 TFs
8	散水ろ床 (二段目)	16 towers, Diameter: 43m (BOD + N removal)
9	分配槽⑤	Influent from: Stage 2 TFs, Distribution to: Coag./Floc. Canals
10	凝集水路	8 canals (P removal)
11	最終沈殿池	8 basins, Diameter: 27m
12	塩素混和池	Minimum contact time: 15 min
13	雨水沈殿池	
14	放流ポンプ棟	Pump to ocean outfall
15	汚泥分配槽	
16	重力濃縮槽	8 tanks, Diameter: 6 m
17	受泥槽	Phase 1: Thickened raw sludge + excess sludge Phase 2: Thickened raw sludge from other WWTPs 4 tanks, Diameter: 10 m
18	セプタージ受泥槽	Diameter: 6 m, Included in project scope
19	汚泥脱水機棟	Includes dewatering machine for septage treatment
20	汚泥天日乾燥床	3.76 ha (Includes space for septage)
21	汚泥保管場	11.48 ha (Includes space for septage)
22	嫌気性消化槽+ バイオガス発電施設	Biogas Power Generation Plant not included in project scope
23	醸造廃水前処理施設	Not included in project scope
24	管理棟	Includes emergency power generator
25	機械電気チーム作業場	Currently stationed at Natabua WWTP

出典：JET

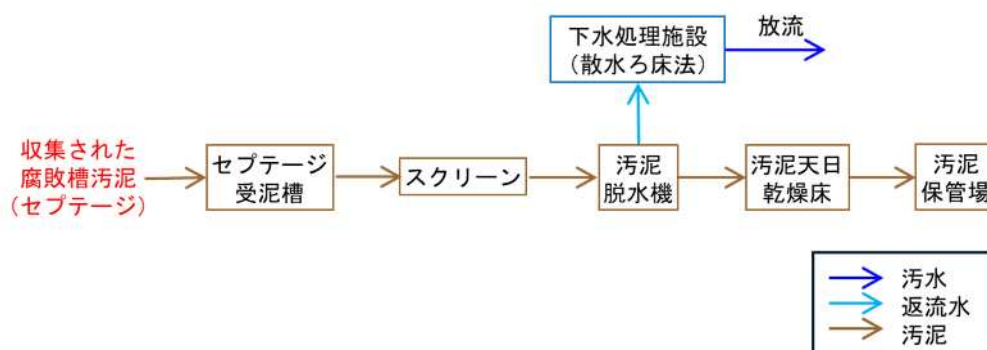


出典：JET

図 S3.3-4 Natabua 下水処理場の施設配置図

(2) 腐敗槽汚泥処理場

腐敗槽汚泥処理のフロー図を表 S3.3-2 に示す。腐敗槽汚泥（セプテージ）は民間業者が各家庭や商業施設等から定期的に回収し、Ba 州及び Ra 州のセプテージを Natabua 下水処理場に搬入すると想定する。搬入される腐敗槽汚泥量の将来予測値（2017~2036）は日平均で最大 65 m³/日と計算され、下水道普及率が上昇するにつれ搬入量は減少していく。建設時期は Natabua 下水処理場の 1 期工事以前とする。



出典：JET

図 S3.3-5 腐敗槽汚泥処理場の処理フロー図

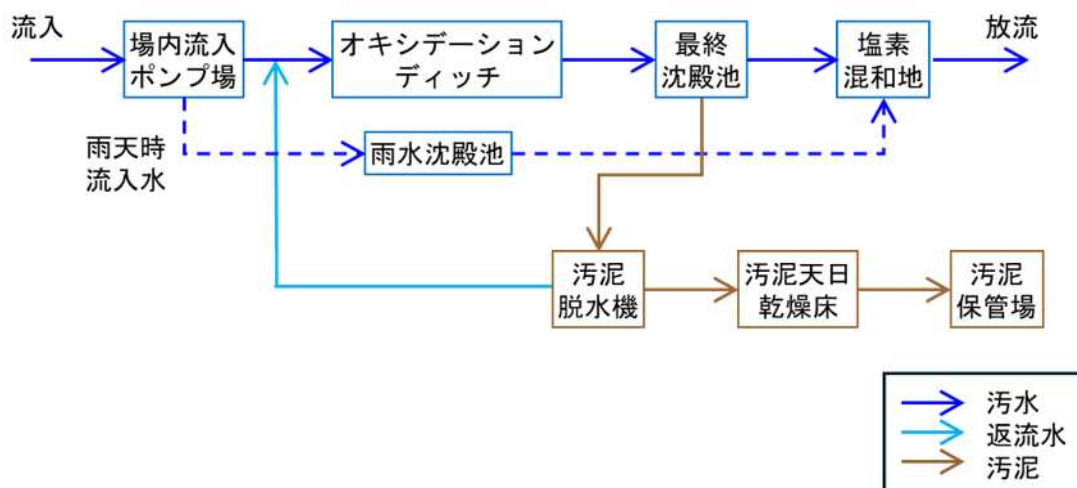
表 S3.3-4 腐敗槽汚泥設備仕様

対象	仕様	
セプテージ受泥槽	直径 (m)	6
	容量 (m ³)	113m ³ ×1 槽
スクリーン	形式	ドラムスクリーン（洗浄ユニット、制御盤付き）
	処理能力(m ³ /時)	32(m ³ /時) ×0.2kW×1 台
	目巾(mm)	1.0
汚泥脱水機	汚泥固形物量 (t/日)	1.56
	処理汚泥 (m ³ /日)	65
	処理汚泥 (kg/日)	173.3
	脱水機形式	多重板型スクリープレス脱水機
	処理能力	14(kg-DS/h)×3.3kW×2 台
	運転時間	週 5 回 9 時間運転
	脱水汚泥量 (m ³ /日)	6

出典：JET

4. NAVAKAI 下水処理場

Navakai 下水処理場は現況の『IDEA 法』から『OD 法』に処理方式を変更するとともに、第1期工事にて処理能力を日最大 19,700 m³/日、第2期工事にて日最大 29,900 m³/日まで増強する。Navakai 下水処理場の処理フローを図 S3.4-1 に、整備概要を表 S3.4-1 を示す。



出典：JET

図 S3.4-1 Navakai 下水処理場の処理フロー図

表 S3.4-1 Navakai 下水処理場の整備概要

項目		第1期	第1期+第2期
処理対象		Raw Sewerage	
処理方式		Oxidation Ditch Method	
日最大水量		19,700 m ³ /日	29,900 m ³ /日
系列数		4 lines	6 lines (total)
一系列の設計処理能力		4,900 m ³ /日 per line	4,900 m ³ /日 per line
一系列の最大処理能力 ^{*1}		6,800 m ³ /日 per line	6,800 m ³ /日 per line
用地面積	合計	12.16 ha	20.86 ha
	汚水処理施設 ^{*2}	7.08 ha	7.08 ha
	汚泥天日乾燥床	1.99 ha	3.02 ha
	汚泥保管場	3.10 ha	10.77 ha

*1 Max. capacity is based off minimum HRT requirements and maximum loads of basins. To ensure treated water quality, capacity margins must be included in the design

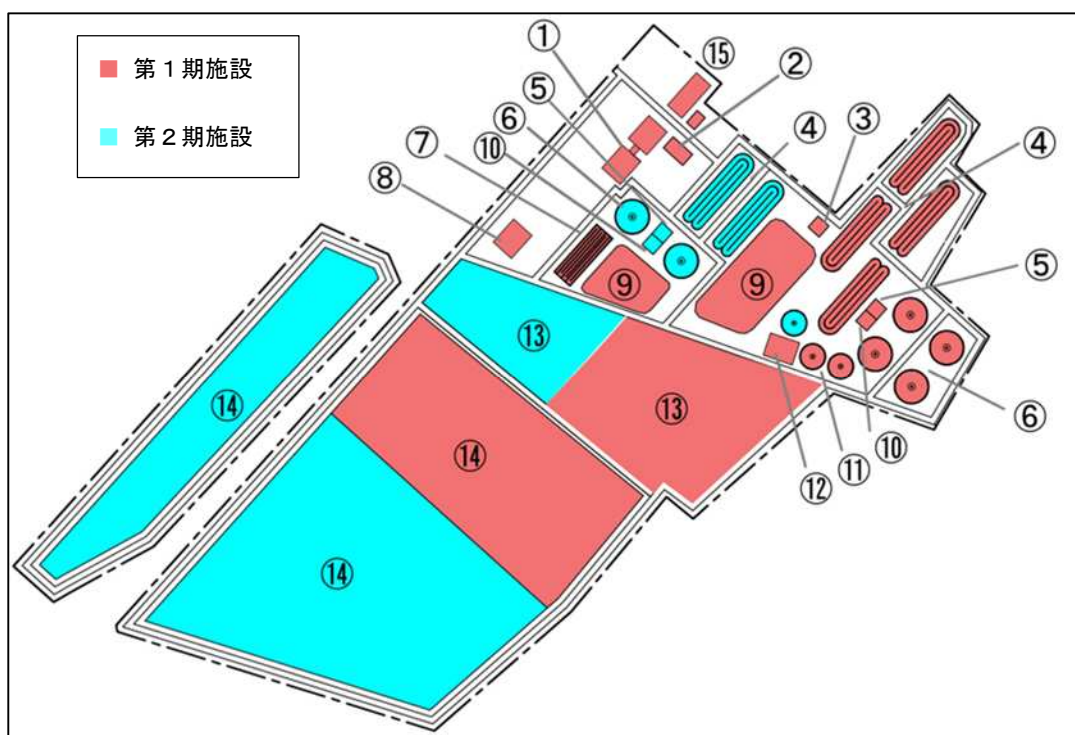
*2 Including current Navakai WWTP boundary

出典：JET

第1期施設の施工期間中も現施設の運転を継続する必要があるため、1期施設は現敷地外、あるいは現在運転している施設と干渉しない位置に配置した。

第1期施設の運転開始後、現施設（IDEA 法）は運転を終了するため、既存の IDEA 池と仕上池（図中⑨）を雨水沈殿池として活用し、2期工事の水処理施設は現下水処理場用地内に建設する。

なお、汚泥天日乾燥床と汚泥保管場については、乾燥汚泥の利活用や場外の処分場が確保された場合、敷地面積が縮小あるいは不要となる。



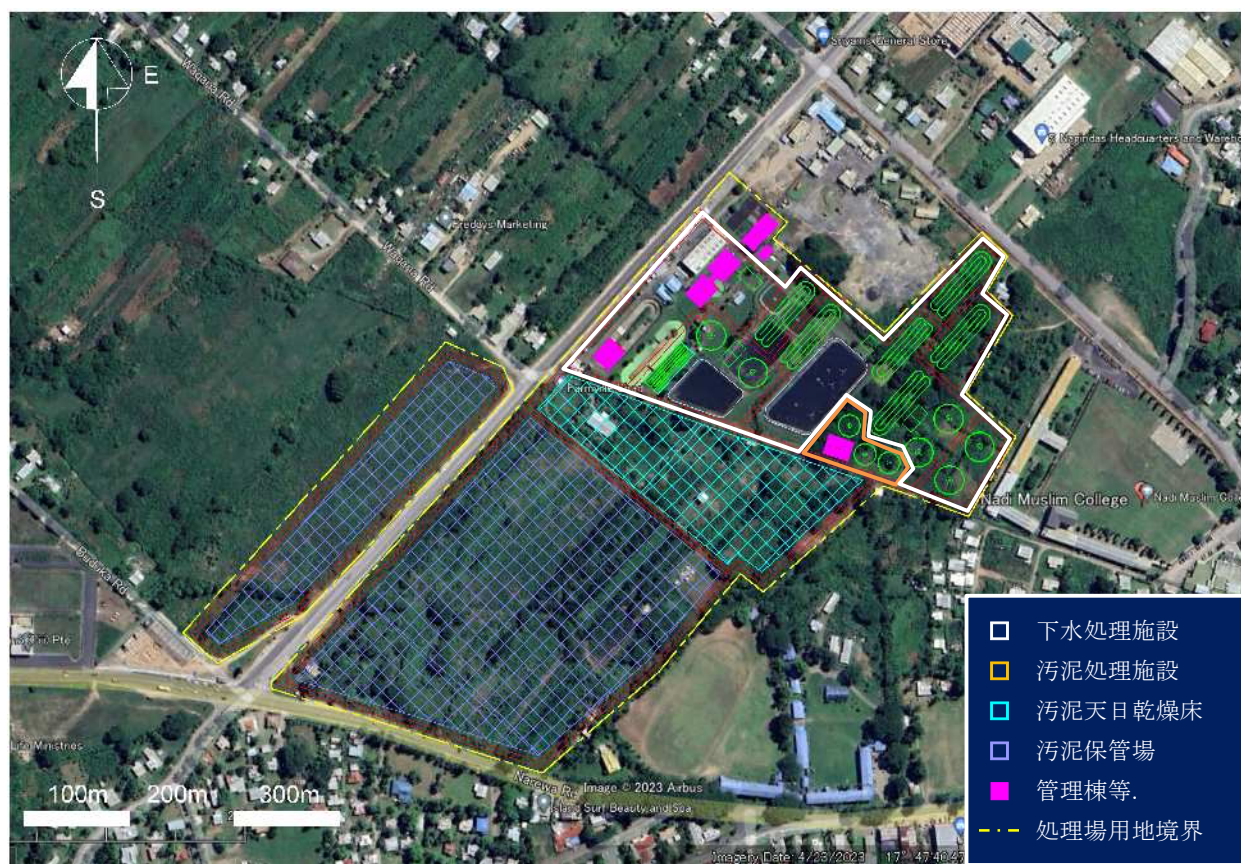
出典：JET

図 S3.4-2 Navakai 下水処理場の土木施設

表 S3.4-2 Navakai 下水処理場施設

図 No.	施設	概要
1	流入ポンプ棟	Includes Sewage and Stormwater pumps
2	分配槽①	Influent from: Inlet Pump Station Distribution to: Distribution Chamber②, Phase 2 OD tanks, Stormwater Sedimentation Ponds
3	分配槽②	Influent from: Distribution Chamber① Distribution to Phase 1 OD tanks
4	オキシデーションディッチ	HRT: 21.4 hr
5	分配槽③	Influent from: OD tanks Distribution to: Final Clarifiers
6	最終沈殿池	Diameter: 27 m
7	塩素混和池	Minimum contact time: 15 min.
8	放流ポンプ棟	Pump to Nadi River
9	雨水沈殿池	Utilize existing IDEA pond
10	返送汚泥ポンプ棟	
11	受泥槽	Diameter: 20m
12	汚泥脱水機棟	
13	汚泥天日乾燥床	3.02 ha
14	汚泥保管場	10.77 ha
15	管理棟	Includes emergency power generator and electricity room

出典：JET



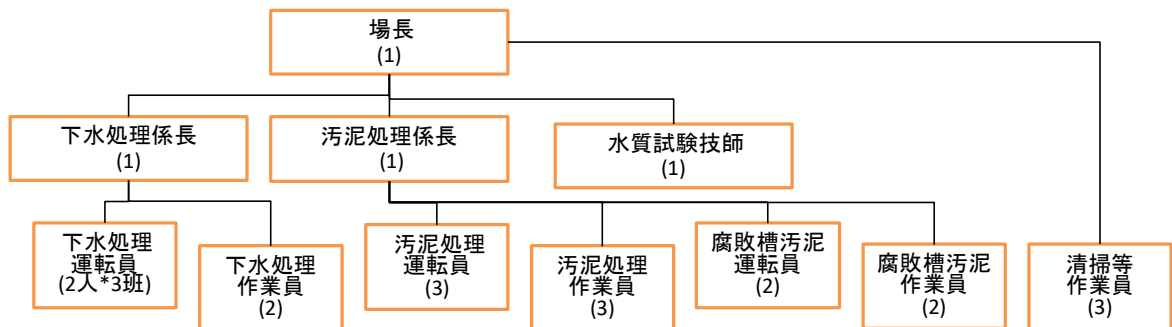
出典：JET

図 S3.4-3 Navakai 下水処理場の施設配置図

5. 維持管理体制（O&M）

(1) Natabua 下水処理場

Lautoka の Natabua 下水処理場では下水処理に TF 法、汚泥処理に濃縮・嫌気性消化・脱水・天日乾燥を提案している。Natabua 下水処理場では Navakai 下水処理場を除く他の 3 下水処理場からの濃縮汚泥、及び Ba 州と Ra 州の腐敗槽汚泥を嫌気性消化槽に受け入れる計画である。なお、下水処理場に建設予定のバイオガスの有効利用施設は運営を民間に委託する予定のため、消化槽及びバイオガス有効利用施設の O&M は提案する組織には含まれない。提案する組織は図 S3.5-1 に、図中の各担当の提案する職務は表 S3.5-1 に示したとおりである。



出典：JET

図 S3.5-1 Natabua 下水処理場の組織図

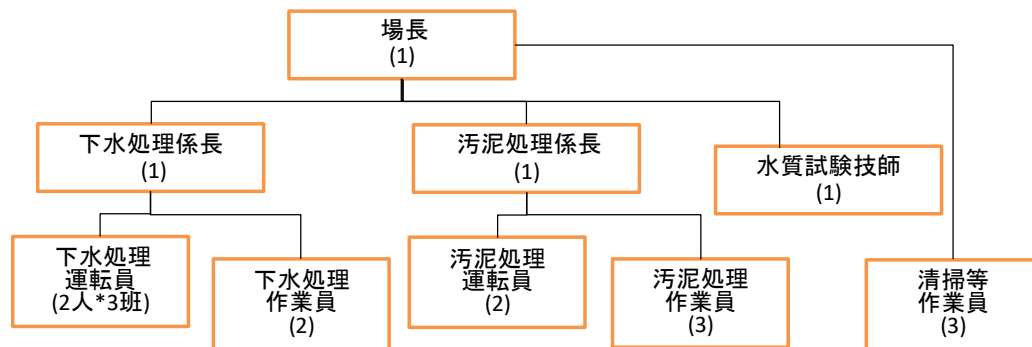
表 S3.5-1 Natabua 下水処理場各担当の職務

職位		主な職務
場長		下水処理場の運営管理
下水処理	下水処理係長	下水処理施設の運転管理／運転日報、月報の管理
	下水処理運転員	3 交代シフト 下水処理施設の運転操作／処理状況の目視点検／機械電気設備の稼働状況点検／運転日報の作成
	下水処理作業員	目視点検、稼働状況点検の補助／スクリーンし渣、スカム除去作業
汚泥処理	汚泥処理係長	汚泥処理施設、腐敗槽汚泥処理施設の運転管理／腐敗槽汚泥受け入れ、処理施設の運転管理／汚泥処理、腐敗槽汚泥処理日報の管理
	汚泥処理運転員	汚泥処理施設の運転操作／凝集液の調整／汚泥含水率の測定／汚泥処理日報の作成
	汚泥処理作業員	凝集液の調整補助／汚泥処理施設の清掃
腐敗槽汚泥処理	腐敗槽汚泥処理運転員	腐敗槽汚泥の受け入れ業務／腐敗槽汚泥処理施設の運転／受け入れ日報、処理日報の作成
	腐敗槽汚泥処理作業員	腐敗槽汚泥受け入れ補助作業／腐敗槽汚泥処理施設の運転補助／施設の清掃
水質試験技師		日常水質試験の実施／試験日報の作成／他下水処理場の水質データの管理
清掃等作業員		下水処理場内の整理整頓、清掃／その他雑務

出典：JET

(2) Navakai 下水処理場

Nadi の Navakai 下水処理場では下水処理には OD 法を、汚泥処理には濃縮・脱水・天日乾燥を提案している。施設の規模は大きく、また放流水が SEZ を遵守する必要があるため、他下水処理場に比較して運転管理に注意を払う必要がある。提案する組織は図 S3.5-2 に、また図中の各担当の提案する職務は表 S3.5-2 に示したとおりである。



出典：JET

図 S3.5-2 Navakai WWTP の組織図（提案）

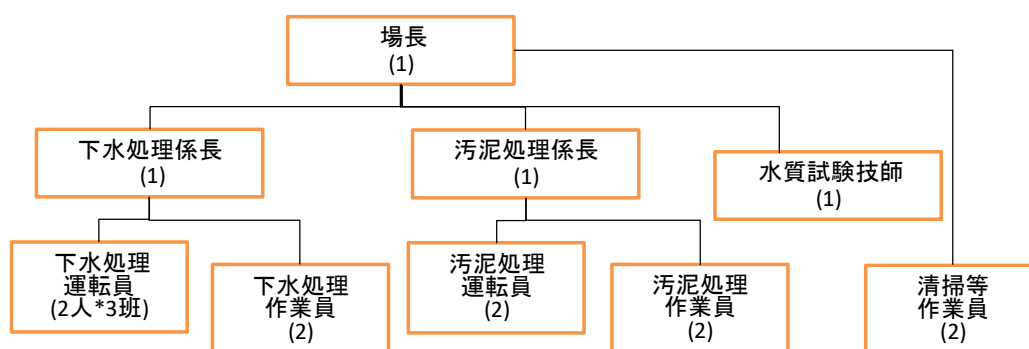
表 S3.5-2 Navakai 下水処理場各担当の職務（提案）

職位		主な職務
場長		下水処理場の運営管理
下水処理	下水処理係長	下水処理施設の運転管理／運転日報、月報の管理
	下水処理運転員	3 交代シフト 下水処理施設の運転操作／処理状況の目視点検／機械電気設備の稼働状況点検／運転日報の作成
	下水処理作業員	目視点検、稼働状況点検の補助／スクリーンし渣、スラム除去作業
汚泥処理	汚泥処理係長	汚泥処理施設の運転管理／汚泥処理日報の管理
	汚泥処理運転員	汚泥処理施設の運転操作／凝集液の調整／汚泥含水率の測定／汚泥処理日報の作成
	汚泥処理作業員	凝集液の調整補助／汚泥処理施設の清掃
水質試験技師		日常水質試験の実施／試験日報の作成／他下水処理場の水質データの管理
清掃等作業員		下水処理場内の整理整頓、清掃／その他雑務

出典：JET

第 1 期の下水道プロジェクトでは Lautoka の Natabua 下水処理場に全体計画の 3/4 にあたる処理能力 30,000 m³/日の散水ろ床施設が、Nadi の Navakai 下水処理場に全体計画の 2/3 にあたる 20,000 m³/日の OD 法施設が建設される予定である。

Navakai 下水処理場では、第 1 期に 2/3 施設が稼働した場合に必要な人数は 3 人×2/3＝2 人、2 人×2/3＝1.3 人となり、汚泥処理作業員が図 5-2.1 の提案より 1 人少なくなる。そのため、第 1 期における Navakai 下水処理場の組織体制は図 S3.5-3 のとおりとなる。



出典：JET

図 S3. 5-3 第1期 Navakai 下水処理場の組織図（提案）

6. 事業実施計画

(1) 事業実施スケジュール

本 Pre-F/S にて設定した Natabua 処理区、Navakai 処理区の整備スケジュールを踏襲し、事業実施スケジュールは下図の通りとした。2 下水処理場の整備を前倒しで実施する可能性を残すとの WAF からの意見を踏まえ Water Sector Strategy 2050 のスケジュールは適用しない。なお、施設建設終了は、Natabua 下水処理場で 2036 年頃、Navakai 下水処理場で 2032 年頃と想定される。

工程	年	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
コンサルタントの選定											
詳細設計/入札補助											
施工業者入札期間											
Navakai 下水処理場建設工事											
Natabua 下水処理場建設工事											

出典：JET

図 S3. 6-1 第 1 期実施工程（案）

実施スケジュールの想定にあたって以下に示す必要期間を見込んでいる。

表 S3. 6-1 各下水処理場の概略建設費

項目	期間
F/S 調査	1 年
コンサルタント選定	1 年
詳細設計	1 年
施工業者入札期間	1 年
建設期間（Natabua 下水処理場）	4 年
建設期間（Navakai 下水処理場）	3 年

出典：JET

(2) 建設費

土木工種の概略数量を施設規模より想定し、機械電気費も見積額を基に積算した。第 1 期における各下水処理場の建設費を表 S3. 6-2 に示す。土地取得費は建設費には含めていない。Natabua 下水処理場で 136 億円、Navakai 下水処理場で 90 億円程度の建設費が見込まれる。

表 S3. 6-2 各下水処理場の概略建設費

下水 処理場名	処理方式	概略建設費（百万円）				FJD 換算 （million FJD）
		土木建築	機械	電気	合計	
Natabua	TF 法	8,646	2,972	1,959	13,578	201
Navakai	OD 法	4,796	2,905	1,283	8,984	133

注記：1FJD = 67.5JPY（2024 年 4 月）

出典：JET

(3) 下水処理場維持管理費

維持管理費は電力費・修繕維持費・人件費の積み上げとし、表 S3. 6-3 の通り算定した。

表 S3. 6-3 各下水処理場・処理方式の概略維持管理費

下水 処理場名	処理方式	概略維持管理費（百万円）				FJD 換算 (1000 FJD/年)
		電力費	修繕/維持費	人件費	合計	
Natabua	TF 法	105	121	24	250	3,700
Navakai	OD 法	137	80	18	235	3,478

注記：1FJD = 67.5JPY（2024 年 4 月）

出典：JET

(4) 優先事業の事業費**i. 前提条件**

事業費算出の条件を表 S3. 6-4 に示す。両下水処理場増設の事業費規模はローンプロジェクトの規模ではあるものの、ドナーは決まっていないため、これらの諸条件は将来的に変更される。

表 S3. 6-4 事業費算定の設定条件

番号	項目	数値	根拠
1	Exchange Rate	1 USD = 151.37 JPY 1 USD = 2.2409 FJD 1 FJD = 67.5498 JPY	JICA Rate April 2024
2	Price Escalation Rate (Foreign Currency)	2.70 %/年	総務省 2020 年基準消費者物価指数 2024 年 4 月時点
	Price Escalation Rate (Local Currency)	3.60 %/年	Consumer Price Index by Fiji Bureau of Statistics の 4 月時点
3	Physical Contingency Rate	5 %	コスト積算支援ツール実用マニュアル
4	Value Added Tax (VAT)	15 %	フィジー政府 HP より
5	Import Tax	15 %	フィジー政府 HP より
6	Administration Cost	5 %	コスト積算支援ツール実用マニュアル
7	Interest rate (Construction)	2.00 %	円借款供与条件表
	Interest rate (Consulting Service)	0.20 %	円借款供与条件表
8	Front End Fee	0.2 %	コスト積算支援ツール実用マニュアル

出典：JICA

ii. コンサルティング・サービス費

コンサルティング・サービスとして建設費（Price Escalation、Physical Contingency は含まない）の 10%を計上する。

iii. 用地取得費

用地取得費の計上項目は表 S3. 6-5 に示す通りとし、約 25 億円を見込む。乾燥汚泥の保管用地を含む面積であることから、汚泥の有効利用法が決まれば必要な用地費は削減される。

iv. 事業費

第 1 期事業費の算出結果を表 S3. 6-5 に示す。事業費は 552 億円、借款金額は 370 億円と算出される。土地収用費、VAT、事務管理費および、輸入税からなるフィジー国側の負担は約 182 億円となる。

表 S3.6-5 第1期事業費及び借款額 (案)

項目	外貨 (百万円)	内貨 (百万 FJD)	計 (百万円)
A. FOREIGN PORTION	29,128	116	36,944
I) Procurement / Construction	26,668	106	33,849
ICB1:WWTP1_Const	7,202	27	8,995
ICB2:WWTP2_Const	12,633	46	15,763
Base cost	19,835	73	24,758
Price escalation	5,564	28	7,479
Physical contingency	1,270	5	1,612
II) Consulting services	2,460	9	3,095
Base cost	1,983	7	2,476
Price escalation	253	1	338
Physical contingency	224	1	281
B. BORROWER PORTION	-	229	15,949
I) Procurement / Construction	-	-	-
a. Land Acquisition	-	46	3,118
b. Administration cost	-	30	2,003
c. VAT	-	89	6,009
d. Import Tax	-	65	4,369
TOTAL (A+B)	29,128	345	52,444
C. Interest during Construction	2,626	-	2,626
For Construction	2,573	-	2,573
For Consultant	53	-	53
D. Front End Fee	79	-	79
GRAND TOTAL (A+B+C+D)	31,834	345	55,150

出典: JET

7. 環境社会配慮

Pre-F/S での環境社会配慮は、以下を達成する目的で実施された。

- 優先プロジェクトにおけるスコーピングを検討し、重要な環境社会配慮項目を明らかにする。
- 今後実施される現地法制度に基づく環境アセスメント（EIA）報告書の作成及び許認可取得の支援として、公共水域の水質、対象地の土地利用状況について確認し、Initial Environmental Examination（IEE）レベルでの調査を行う。
- 優先プロジェクト実現に向けた関係当局およびステークホルダーとのコンサルテーションや会議を準備・支援する。

Pre-F/S での環境社会配慮調査により得られた主な知見は以下の通りである。

- 優先プロジェクト処理水の排出先となる水域において水質調査を実施したところ、WAF が実施している水質調査結果と概ね類似した水質状況を示し、Fecal Coliforms の値が大きい他は水質汚濁の兆候は見られない。また、South Pacific Distilleries Ltd.が実施している Natabua 下水処理場の海洋放流管付近の生態系モニタリング調査においても、放流水による環境影響は小さいという結果であった。
- 優先プロジェクトの実施により、Navakai 下水処理場では 7 軒、Natabua 下水処理場では 18 軒の住民移転が発生する可能性が高い。特に Natabua 下水処理場の場合は Informal Settlement が対象となる。従って、今後策定される簡易住民移転計画においては、貧困層や生活・生計への配慮、関連機関との連携・調整が非常に重要である。
- スコーピング段階では重要な関連機関との個別コンサルテーション、DFR 段階では優先プロジェクトに関わる全てのステークホルダーやドナー関係者を対象としてワークショップを開催し、優先プロジェクトの環境影響、用地取得や住民移転、土地利用計画について情報共有を行い、今後の手続き等について協議がなされた。
- 本 Pre-F/S で明らかにした環境・社会面での特徴を鑑みて、F/S 段階での EIA 策定において実施すべき調査や活動等について提言した。

8. 事業効果

(1) 定量的効果

本事業では、下水道人口普及率を指標とする。運用指標は処理施設の処理水量及び処理人口とする。

表 S3.8-1 指標の目標値

下水処理場	指標	現在（2024年）	目標
Natabua	放流水質（mg/L）	BOD ₅ ：35、TSS：27	BOD ₅ ≤40、TSS≤60
	放流水質遵守率（%）	BOD ₅ ：62.5%、TSS：87.5%	BOD ₅ ：100%、TSS：100%
	日平均処理水量（m ³ /日）	10,800 （有収水量による推計値）	26,800
	処理換算人口（人）	54,000	134,000
Navakai	放流水質（mg/L）	BOD ₅ ：60、TSS：91	BOD ₅ ≤20、TSS≤30
	放流水質遵守率（%）	BOD ₅ ：40%、TSS：62.5%	BOD ₅ ：100%、TSS：100%
	日平均処理水量（m ³ /日）	8,800 （有収水量による推計値）	17,800
	処理換算人口（人）	44,000	89,000

出典：JET

(2) 財務分析

事業の妥当性を確認するため、財務分析を行った。FIRR はマイナス 2.8%となる。

O&M 費をカバーできる下水道料金単価は 0.72 FJD/m³ 以上が必要となる試算結果であった。

(3) 経済評価

プロジェクト実施による EIRR はプラス 9.0%である。環境汚染の防止、地方の貧困削減、そして自然被害対策などのプロジェクト実施基準は 6.0%とされる。本プロジェクト実施による EIRR はこの基準を上回る。費用変化に係る便益の感度分析において、費用がベースシナリオより 20%高騰時のケースでも EIRR は 7%超であり、実施目標を上回る。

表 S3.8-2 経済評価結果

費用	マイナス 20%	マイナス 10%	変化なし	プラス 10%	プラス 20%
EIRR	11.5%	10.1%	9.0%	8.1%	7.2%

出典：JET

(4) その他定性的効果

前節で定量的効果について述べたが、本節では本事業の実施により発生する主な定性的効果を以下にまとめる。

- 疫病による欠勤の減少
- 農業及び水産業生産性の増加
- 土地価格上昇効果

9. 結論と提案

9.1 結論

2023 年時点で Viti Levu 島西部地区の人口の約 40%を有し、フィジー国有数の観光地を有する Lautoka・Nadi 地区にて、フィジー国で定められた排水基準を満たすことが出来ていない処理水が放流され、Viti Levu 島沿岸部に流出している。本事業によりこの未処理下水が適切に処理され、沿岸水域の水質が改善されると共に、観光資源が豊富なフィジー国にとって継続的な観光業の発展が可能となる。

本事業は公共用水域の水質汚濁低減と公衆衛生の向上が図れることから Lautoka・Nadi 地区の持続可能な経済発展に寄与するものであると判断される。また、本事業はフィジーの国家開発計画及び日本政府によるフィジーへの援助方針にも合致している。

9.2 持続可能性

プロジェクトの効果は、(i) Lautoka・Nadi 地区の状況に適した革新的な技術の使用、(ii) O&M の能力構築への取り組み、(iii) 適切な下水道使用料金体系、(iv) 適切な汚泥の処理処分計画の策定と実行、を通じて持続可能である。

(1) 事業の持続可能性

提案した Natabua・Navakai 下水処理場の維持管理は、増設した下水処理場の供用初期は WAF にて直営で実施を提案する。WAF は既に既存の下水道処理施設を運営維持管理していることから、下水処理場の維持管理人員の増加とその教育訓練を適切に実施すれば、技術的には問題ないと考えられる。また、維持管理業務を民間委託する事も選択肢としては有るものの、直営方式に比較して維持管理費が高額になることから料金改定を含む財政的な検討を行ったうえで判断する必要がある。

この Pre-F/S にて計画した Navakai 下水処理場・Natabua 下水処理場には乾燥汚泥の保管施設も計画敷地面積に含めている。これにより当面は下水処理場から発生する汚泥の処分に窮する事は無いが、あくまで物理的な対応であり、本質的には有効利用や適切な処分方法の計画が必要である。

(2) 財務的持続可能性

財務省等による債務返済負担等の公的財務支援により、WAF はフィジーにおける上下水道施設の建設に係る一連の事業をほぼ支障なく運営している。しかしながら、事業運営において WAF は赤字を計上している年が有り、これら営業差損は買掛金・未払い金等として次年度に繰越され、財務省等による借入金により次年度における支払い等で賄われている。これによると、WAF の手元流動性（短期の現預金等）についてはその脆弱性を否めない。この点を鑑み、中央政府が WAF の財務基盤強化のための資金フローの整備及び、下水道使用料金単価の改定や、年次の政府交付金制度の拡充を図ることが望ましいと考えられる。

9.3 提言

本 Pre-F/S で対象とした優先事業の実施に際しての提言は以下の通りである。

(1) 下水処理場用地の協議

WAF は下水道事業の重要性に関する啓発活動を実施し、本プロジェクト目的の理解を深め、用地取得に係る手続きを促進する必要がある。Natabua・Navakai 下水処理場用地として特定するために、潜在的な移転問題の評価や、既存住居の土地の交渉／取得プロセスの調査などを行ったうえで、関係者との十分な協議を実施する必要がある。

(2) 汚泥の有効利用・処分計画の策定

本 Pre-F/S の優先事業で計画した下水処理場には発生汚泥の保管場所を場内に設けている。当然、汚泥保管場には広大な敷地が必要であり、建設費がかさむ要因でもある。理想的には乾燥汚泥の有効利用方法が確立される、もしくは場外の最終処分場に処分できることが望ましく、有効利用計画・処分計画の策定が必要となる。日本の技術協力プロジェクト等のスキームを活用した汚泥の有効利用・処分計画の策定が望まれる。

なお、本 Pre-F/S では Natabua・Navakai 下水処理場の下水汚泥を採取し、その成分分析を実施した。分析結果を WHO、米国環境省（US Environmental Protection Agency。以降、「US EPA」という。）、オーストラリア水道協会（Australian Water Association。以降、「AWA」という。）、EU、日本下水道協会等が設定した汚泥の処分／有効利用等の基準値と照らし合わせた結果、各基準値を参考とした場合、Natabua・Navakai 下水処理場で発生する下水汚泥について以下の点が判明した。

- 長期利用等の制限はありつつも、肥料や調整剤として緑地利用が可能
- いくつかの制限はありつつも、農産物・自然環境、人間の健康に悪影響を与えずに有効活用・リサイクルが可能
- ライニングや浸出水収集処理システムがない埋め立て地で処分可能

なお比較的高濃度で含まれる銅や亜鉛などについては、火山島であるフィジーの自然土壌に高い濃度で含まれるものが浸入水とともに流入した結果である可能性もある。このため今後フィジーでの汚泥処分、あるいは有効活用基準を定める場合、下水汚泥と共に周辺地域の土壌サンプルの成分分析を行い、結果を考慮することが推奨される。

(3) F/S 時における放流先水域の影響検討

環境影響評価に必要な基礎データについては、同様に海洋放流管の建設を計画している Suva の Kinoya 下水処理場における調査・検討結果も参考にしながら、F/S 実施において調査すべき項目を示す必要がある。海洋放流管を通した放流先水域への処理水放流に係る影響検討には、流入河川や放流先海域の水質調査、潮流調査、および実水質を再現できる海域のシミュレーションモデルの構築が必要となる。モデル構築後に下水処理場から放流される水量・水質が周辺海域にどの程度の水質影響を与えるかを定量的に推計する必要がある。

(4) F/S 時における追加の土質調査の実施

今回の Pre-F/S の概略設計では各下水処理場に 2 本のボーリング調査を実施した。Natabua は既存下水処理場敷地でボーリングを行っているが、第 1 期で建設する施設の大半は既存敷地外に建設される。本格的な F/S での設計時は拡張敷地にてボーリング調査を実施する必要がある。Navakai 下水処理場においても同様で、既存下水処理場の東側の拡張区域での追加ボーリング調査が必要である。

(5) 腐敗槽汚泥処理

本プロジェクトの実施に係らず下水道サービスを享受しない住民は対象処理区およびその周辺に多く存在する。WAF は本プロジェクトにより下水道サービスの恩恵を対象処理区内にもたらすとともに、下水道サービス区域以外から腐敗槽汚泥を受け入れ、処理を Natabua 下水処理場で実施すべきである。

(6) 健全な下水道財政

本 Pre-F/S において、下水道施設の維持管理費を下水道料金で賄うためには、現行の 4 倍の料金が必要であることが明らかとなった。そのため、段階的な料金値上げ等の受益者による相応の負担増も考慮した対策の検討が必要である。一方で、下水道を含む公共料金は国の重要な政策課題となっているため、容易には料金改定ができない状況にある。WAF として国家予算から必要な維持管理費を確実に捻出するよう要求する必要がある。下水道料金としての収入のみならず、観光客から環境税の様な名目で徴収し、下水道事業の運営費を補填する案も一案として提案される。

(7) O&M に係る組織体制

i. 下水処理場

現在、西部地区の既存 4 下水処理場の中で唯一機械式下水処理方式を用いている Nadi の Navakai 下水処理場では、流入下水水量に対する処理能力不足による放流基準の遵守不能に加えて、O&M に係る予算と資器材の不足により、設備の劣化が著しく、適切な O&M が実施できない状況にある。本プロジェクトでは今後 Nadi、Lautoka 地区で提案する 5 下水処理場全てで OD 法や TF 法等の機械式下水処理の導入を目指しており、O&M に係る予算と資器材の確保は必須である。

将来建設される下水処理場において適切な O&M を実施するためには、現在の Navakai 下水処理場において必要な O&M 予算を確保したうえで、運転職員的能力強化を図り、適切な O&M を実施することが重要となる。このような能力強化は現在の WAF では実施が困難であり、例えば JICA の技術協力プロジェクトの中で能力強化を図るとともに、新たに建設される下水処理場の適切な O&M 実施体制を作るのが効果的である。

ii. 水質試験室

フィジーでは BOD や SS 等の一般項目に加えて重金属類、シアン等の有害物質について排水基準が設けられている。しかしながら、分析器材の整備が進んでいないため、WAF の水質試験室でも全ての規制項目を適切に分析できるわけではなく、また発生する汚泥中の重金属類については全く分

析ができない状況にある。そのため、下水処理場の水質管理、下水汚泥の管理、事業所排水の規制のために、水質試験室の分析器材の整備、試験員の能力強化が必須である。そのためには、JICA の技術協力プロジェクトの中で必要な資器材を整備し、それを用いた水質試験員の能力強化を図るのが効果的である。

iii. 機械電気設備

現在、西部地区の水道、下水道施設における機械電気設備保全は ME 班が担当しているが、実際にはポンプ類の目視点検と一部ポンプの修繕しか実施できておらず、設備の急速な老朽化が発生している。WAF 西部は、この原因を人員不足と予算不足によるとしている。ME 班によれば、以前（時期は確認できず）には班員が 16 人であったが、現在では 9 人に削減されており、適切な保全が実施できない。そして、保全ができないため設備の故障が相次いで発生し、その修繕のために予算を使うため、例え限られた人員で設備保全に取り組もうとしても、保全に必要な資器材、消耗品等の予算が確保できないという悪循環に陥っていると考えられる。このような状況の改善のためには、先ず設備保全のための予算確保が最重要である。また、少ない人数で保全を実施できるように、設備の目視点検は管路維持管理班と下水処理場運転班が実施し、ME 班はグリース・オイル交換、スペアパーツ交換等の日常点検、定期点検を主に実施するような体制構築が必要である。また、設備の定期整備は故障防止、長寿命化に必須であり、また、設備故障に対する緊急修理対応は安定した下水処理に重要である。複雑な機器類の整備や修繕は直営では困難であり、メーカーや整備会社が委託するのが一般的であるため、整備や修繕に必要な予算の確保に加えて、WAF はそのような会社と契約を円滑に結べるようにする必要がある。

第4部 WAF に対する能力開発

1. 能力強化

本プロジェクトの成果-4 は「フィジー水道公社（WAF）及び関連機関における事業実施体制が強化される。」であり、下水道部門の組織体制の強化及び O&M を含む事業運営能力の強化について西部地区汚水処理 M/P より検討をおこなってきている。ここでは下水道事業運営に係るキャパシティの強化について記載する。

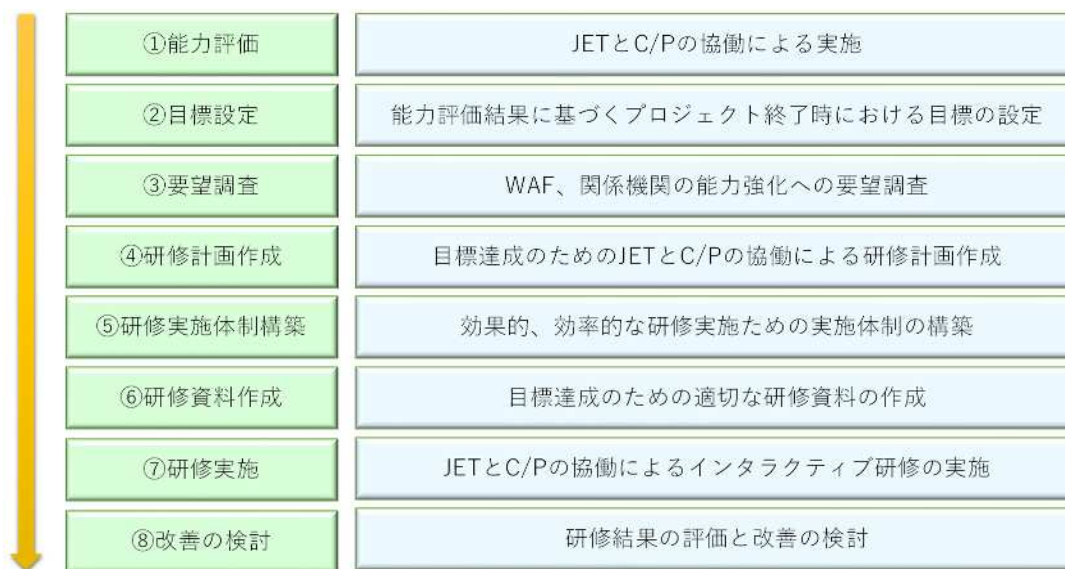
「キャパシティを途上国自身の「課題対処能力」と定義することによって、キャパシティは外から移転できるものではなく、途上国自身の努力によって継続的に伸ばしていく内発的なものである。」

「課題対処能力を強化するためには、先進国のシステムを移転することで「ギャップを埋める」やり方ではなく、途上国自身による意思決定や行動を助ける知識やアイデアを共有するなど、「触媒」として途上国自身による内発的な努力を後押しする援助のやり方が求められている。」（JICA）

そのため、本プロジェクトにおける能力強化においても、日本側が一方的に講義や指導を行うのではなく、フィジー国側との意見交換、協働、共創を通じた能力強化を図る。

(1) 能力強化のプロセス

本プロジェクトの成果 4 は「フィジー水道公社（WAF）及び関連機関における事業実施体制が強化される。」であり、下水道事業実施における DWS と WAF の現在の能力レベルに応じて、どの程度の能力強化が求められるか判断したうえで、3 年間のプロジェクト期間で図 S4. 1-1 に示したプロセスにより活動を実施する。



出典：JET

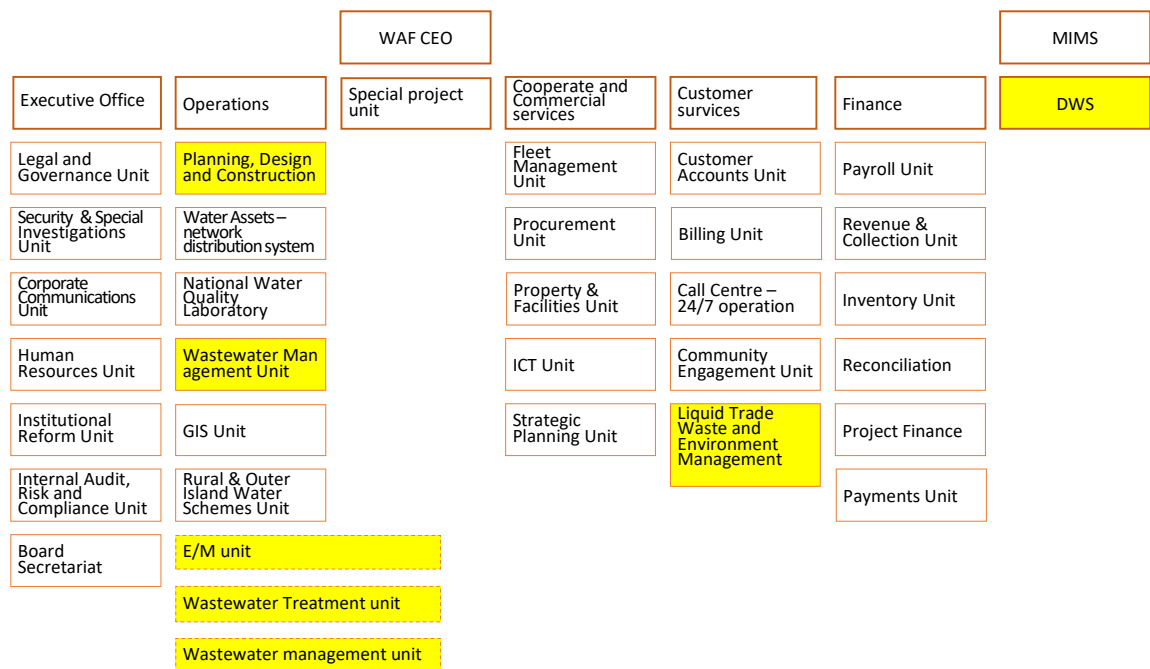
図 S4. 1-1 能力強化の実施プロセス

図のように、まず①JET と C/P が協働で現状の能力評価を行い、②その結果に基づいてプロジェクト終了時における能力の目標を設定する。そして、③WAF、DWS の研修に対する要望調査を実施し、④目標を達成するための研修計画を JET と C/P が協働で作成する。そして、⑤研修を効果的、効率

的に進めるための研修実施体制を構築し、⑥目標達成のための適切な研修資料を作成する。そのうえで、⑦研修資料を用いた研修を実施する。研修の終了後は、⑧研修結果の評価を実施し、改善に向けた検討を行い、フィジー国の下水道セクターが継続的に関係職員に研修を実施する際の参考にする。

(2) 能力評価

能力評価を行う対象組織を図 S4.1-2 に示す。



* MIMS：現公共事業・気象サービス・運輸省（Ministry of Public Works, Meteorological Services and Transport（MPW）

出典：JET

図 S4.1-2 MIMS*及び WAF における能力評価組織

また、表 S4.1-1 にはそれぞれの組織単位の主な業務を示した。

表 S4.1-1 能力評価を実施する組織の主な業務内容

組織		評価単位		主な業務	
1	MIMS*	DWS		Rural 地区の上下水道促進 分散型汚水処理の技術評価	
2	WAF	運転局	計画・設計・建設	上下水道事業の計画・設計及び独自予算プロジェクトの建設管理	
3			WAF	下水処理	下水道管路施設、下水処理場の O&M
4			西部	機械・電気	上下水道施設の機械・電気設備維持管理
5		顧客サービス局	事業所排水	事業所排水のモニタリングと指導	

*MIMS：現公共事業・気象サービス・運輸省（Ministry of Public Works, Meteorological Services and Transport（MPW）

出典：JET

(3) 目標設定

能力評価の結果に基づいて、WAF の C/P と協議を実施し、本プロジェクト終了時における各下水道事業実施分野の能力目標を表 S4.1-2 のとおり設定した。

表 S4.1-2 プロジェクト終了時における能力目標

分野		能力目標
1	下水道事業管理	◇ WAF と DWS の経営層は、日本の自治体とのディスカッションを通じて、日本の下水道事業の管理方針・管理方法を理解する。
2	計画／設計	◇ WAF の計画・設計担当職員が JET との協働により下水道 M/P の策定手順を理解し、M/P の策定を開始する。
3	プロジェクト管理	◇ WAF の「特別プロジェクト」職員は JET と情報を共有することにより、海外における下水道プロジェクトを実施する際の課題を把握し、それを自らのプロジェクト実施の参考にする。
4	下水道施設 O&M	
①	下水管路維持管理	◇ 下水管路維持管理職員は、下水道の点検、清掃、修理の手順を理解し、それらの標準作業手順書を作成する方法を理解する。 ◇ 下水管路維持管理職員は、下水管路維持管理作業の危険性を認識し、作業を安全に実施する。
②	下水処理場 O&M	◇ WWTP 運転職員は、下水・汚泥処理技術の基礎知識を理解する。 ◇ WWTP 運転職員は、処理施設の O&M マニュアル、標準作業手順書（以下、「SOP」という・）、チェックリストの作成方法を理解し、作成に取り組む。 ◇ WWTP 運転職員は、運転作業の危険性を認識し、安全に作業を実施する。
③	機械・電気設備維持管理	◇ 機械・電気機器の維持管理職員は、機器の予防保全の意味と機器の維持管理計画の策定方法を理解する。 ◇ 機械・電気機器の維持管理職員は、機械・電気作業の危険性を認識し、安全に作業を実施する。
5	事業所排水	◇ 事業所排水ユニット職員は、日本における事業所排水規制に係る法律、規制、基準を理解する。 ◇ 事業所排水ユニット職員は、日本における事業所排水の規制方法を理解する。
6	分散型廃水処理	◇ DWS 職員と WAF の計画/設計担当職員は、日本の分散型廃水処理に関する法律、規制、基準を理解する。 ◇ DWS 職員と WAF 計画/設計担当職員は、オンサイト排水処理方法の機能と効率を理解する。

出典：JET

(4) 研修実施

i. 研修実施体制

下水道事業運営や下水道施設 O&M に関する能力強化では、日本で下水道事業を実際に実施している地方自治体の協力を仰ぐのが効果的である。フィジー国では福岡市が草の根技術協力事業として 2013 年～2016 年に「ナンディ・ラウトカ地区水道事業に関する無収水の低減化支援事業」を、2018 年～2021 年に「ナンディ・ラウトカ地区給水サービス強化事業」を実施しており、WAF と福岡市には強い結びつきがある。また、2020 年に実施された「フィジー国西部地域下水道マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査（下水道計画、環境社会配慮）」では福岡市道路下水道局は調査団員として活動しており、フィジー国の下水道事業について十分な知識と情報を有している。表 S4.1-3 には JET と福岡市の研修実施における協力分担を示した。表のとおり、福岡市は講義形式の研修における講師、本邦研修の受け入れ機関として活動を実施する。

表 S4.1-3 研修実施における JET と福岡市の協力分担

項目	JET	福岡市
得意分野	下水道事業の計画・設計 下水道事業の施工管理	下水道事業運営 下水道施設の運転維持管理
関わり方	得意分野の研修実施 現地における活動	得意分野の研修の遠隔実施 本邦研修の受け入れ

出典：JET

ii. 研修プログラム

能力評価と要望調査結果に基づいて、JET は DWS 及び WAF と協議を重ね、表 S4.1-4 の研修プログラム（案）を作成した。

表 S4.1-4 研修プログラム（案）

研修分野		研修プログラム		実施方法	研修対象	実施機関	
1	下水道事業運営	下水道事業の現状と課題		情報交換	DWS、WAF 幹部クラス	福岡市	
2	下水道計画、設計	下水道計画		情報交換 OJT	WAF 計画、 設計担当 (+DWS)	福岡市 OJT:JET	
		下水管路設計					
		下水処理場設計（土木、機械、電気）					
		工事 管理	施工管理、出来高管理				L&D
			安全衛生計画				
		緊急事態対応					
3	プロジェクト管理	予実管理		L&D	WAF プロ ジェクト 管理担当	JET	
		進捗管理					
		ステークホルダー管理					
4	下水道施設運営 維持管理	下水処理・ 汚泥処理 技術	下水処理技術の基本	L&D		福岡市	
			汚泥処理技術の基本				
			水質管理方法				
		機械電気 設備保全	機械保全計画	L&D		福岡市	
			機械保全方法の指導	OJT		JET	
		下水管路 施設維持 管理	管理維持管理計画	L&D		福岡市	
			安全衛生計画				
			緊急事態対応				
			維持管理方法の指導	OJT			JET
		下水処理場 運転維持 管理	下水処理場運転計画	L&D		福岡市	
			日常点検	L&D、 OJT			福岡市 JET
			安全衛生計画	L&D			
緊急事態対応							
5	事業所排水	事業所排水	法律、規制、指導の手順	L&D	WAF 顧客 サービス 局職員	福岡市	
6	分散型汚水処理 事業	浄化槽	設置基準、維持管理	L&D	DWS 管理職 員（+WAF）	福岡市	

L&D：講義とディスカッション

出典：JET

iii. 研修実施方法

各研修分野は表 S4.1-5 に示した点に留意して実施する。

表 S4.1-5 各研修分野の研修実施における留意点

研修分野	留意点
1	下水道事業運営は DWS、WAF の上層部を対象にした研修で、日本及びフィジー国における下水道の歴史、事業経営の現状と課題等について報告し、その後に意見交換を行い情報の共有を図る。
2	下水道計画・設計は基本的に WAF の計画・設計担当者を対象とするが、DWS の職員についても分散型の汚水処理事業を所管するため、必要に応じて対象に加える。そして、福岡市より日本における下水道計画、下水管路設計、下水処理場設計に関する情報を提供し、その後にフィジー国側と意見交換を行い情報の共有を図る。現場での M/P 策定や Pre-F/S の実施においては、JET が OJT により情報提供を行いながら協働で業務を実施することにより能力向上を図る。
3	プロジェクト管理については、海外でのプロジェクト管理の経験を有するコンサルタントが実施することで福岡市と調整を行っている。
4	下水処理施設運営維持管理は基本的に WAF の運営維持管理担当職員を対象として、各プログラムについて日本における情報を提供し、意見交換により共有を図る。現場においては、JET が OJT により各種マニュアル、作業手順書等の作成の支援を行う。また安全衛生に関しては、現場で安全パトロールを実施する中でリスク管理等について助言、意見交換を行って能力向上を図る。
5	事業所排水規制は基本的に WAF の顧客サービス局事業所排水規制担当を対象とするが、排水が流入する下水処理場の職員も加えて実施する。福岡市より日本における事業所排水規制に係る法令、実際の規制や指導方法に関する情報を提供し、意見交換により共有を図る。
6	分散型汚水処理事業は基本的に事業を所管する DWS を対象とするが、将来的に小規模下水道の計画を WAF が策定する可能性もあるため、WAF 計画設計担当者も加えて実施する。福岡市より日本における浄化槽事業や農業集落排水事業の計画、運転維持管理について情報を提供し、意見交換により共有を図る。

出典：JET

講義と意見交換は基本的に遠隔で実施する。実施方法は表 S4.1-6 のとおりである。

表 S4.1-6 遠隔研修の実施方法

	実施事項	担当
1	講義資料（日本語）作成、ビデオ撮り	福岡市
2	同資料の英訳	JET
3	フィジー国側英文資料（必要に応じて）作成	WAF
4	同資料の和訳	JET
5	講義（英訳資料による）	福岡市、JET
6	意見交換（日本側通訳の活用）	福岡市（英語通訳）、JET、WAF

出典：JET

なお、表 S4.1-5 の 6 分散型汚水処理事業に関してはオンライン研修ではなく、本邦研修時に実施した。

iv. 本邦研修

3 年間のプロジェクト期間内で本邦研修を 1 回実施する計画で、受け入れ機関を福岡市として、表 S4.1-7 に示した本邦研修スケジュールを作成した。研修では福岡市の下水道事業についての紹介に加えて、現場視察における職員との意見交換による情報共有、さらに浄化槽や汚泥脱水機の工場視察においてフィジー国に導入可能な日本の技術を紹介する。この案について DWS、WAF に提示し、両

機関からはコメントはなく、表のスケジュールで当初は 2022 年に実施予定であったがコロナ禍のため延期し、2023 年 12 月に実施した。

表 S4.1-7 本邦研修のスケジュール

月日	スケジュール
12/11 (月)	ブリーフィング、 プログラムオリエンテーション、日本語クラス
12/12 (火)	移動(北九州市→福岡市) 福岡市の下水道事業概要 フィジー国の下水道事業概要 道下局長表敬
12/13 (水)	下水処理場視察(中部水処理センター)
12/14 (木)	下水道管路工事視察 下水道管路の清掃・TV カメラ調査視察
12/15 (金)	下水処理場視察(和白水処理センター) 下水処理場視察(津屋崎水処理センター)
12/16 (土)	休日
12/17 (日)	休日
12/18 (月)	移動(福岡市→高知県) 下水処理場視察(夜須町浄化センター) 下水処理場視察(野市浄化センター)
12/19 (火)	移動(高知県→福岡市) 福岡市ビジネス展開プラットフォーム紹介 下水道博物館視察
12/20 (水)	ラップアップ 移動(福岡市→東京)
12/21 (木)	東京都虹の下水道館視察 日本環境整備教育センター浄化槽講義
12/22 (金)	国交省表敬等 アムコン横浜工場(汚泥脱水機)見学

出典：JET

v. JICA 課題別研修

JICA 課題別研修では課題について集中的に研修が実施され、日本とフィジー国の視点だけでなく、他国の研修員の視点から複眼的な気づきを促し、重要な示唆や発見を与える観点から極めて効率的・効果的である。コロナ禍における課題別研修の実施状況を踏まえながら、関係機関と協議の上、研修への参加を検討したが、結果的にフィジーからは選定されなかった。

2. 研修の実施状況

(1) オンライン研修

表 S4. 1-4 に示した研修プログラム（案）に従い、2022 年 4 月 20 日の第 1 回目から 2024 年 5 月 23 日の第 8 回目まで 8 回のオンライン研修を実施した。それぞれの研修概要は以下のとおりである。

✧ 第 1 回「下水道事業運営」

研修結果の概要は表 S4. 2-1 に示すとおりである。

表 S4. 2-1 下水道事業運営に係る研修概要

主題	オンライン研修「下水道事業運営」
日時	2022 年 4 月 20 日 10:00-12:00 (JST)、 13:00-15:00 (FJT)
場所	WAF 中央、西部、北部会議室、DWS 会議室、福岡市、JICA 地球環境部
出席者	DWS 2 名 WAF 中央、西部、北部 計 25 名 JICA 地球環境部 2 名 JICA フィジー事務所 2 名 JET 3 名
議事次第	1.開会の挨拶 JICA 地球環境部、WAF、福岡市道路下水道局 2.研修の実施方法の説明 (JET) 3.日本における下水道事業運営 (福岡市) 4.フィジーにおける下水道事業運営 (WAF) 5.ディスカッション 6.閉会の挨拶 WAF
概要	本研修は Water Authority of Fiji (WAF)、福岡市道路下水道局 (福岡市)、JET の協働により開催された。オブザーバーとして JICA 地球環境部及び JICA フィジー事務所が参加した。 第 1 回目研修の議題は『下水道事業運営』である。
発表概要	日本における下水道事業運営 (福岡市) 下水道の歴史と関連法令の紹介 下水道の抱える課題解決のために、支出抑制策と収入改善策の取り組みの紹介 フィジーにおける下水道事業運営 (WAF) WAF の歴史、運営する下水処理場、ポンプ場、下水道管渠の概要紹介 現状と課題の概要、及び WAF で計画される対応計画等を紹介
質疑応答	1. 浸入水／不明水 WAF は 2021 年 6 月から 5 年計画で浸入水対策計画を実施している。福岡市は研修を通して雨天時浸入水等に関する市の有する知見をフィジー側と共有する。 2. 安全衛生・緊急対応に係る研修実施方法 フィジーで多発している老朽管の陥没事故について、WAF 職員及び一般市民に対する安全衛生・緊急対応について研修を実施する。 3. 福岡市における気候変動レジリエンスへの取り組み フィジーでは気候変動レジリエンスを下水道施設等の設計に考慮する動きが始まっている。日本では計画的な事前防災が推進されるようにガイドラインが改定され、福岡市でも具体的な対策・計画を実施予定である。 4. 汚泥処理計画 フィジーは汚泥の最終処分・利活用についての基準が設定されていない。福岡市における下水汚泥の利活用の事例が紹介された。

出典：JET

✧ 第2回目「下水道計画・設計」

2022年7月19日に「下水道計画」及び「下水管路設計」の研修を実施したが、管路施設のトラブル発生により下水道担当者がその対応に出て、出席者が少なかったため、7月27日に再度実施した。そして、7月28日に「下水処理場設計（機械）、（電気）、（土木）」の研修を実施した。概要は表 S4.2-2 及び表 S4.2-3 に示すとおりである。

表 S4.2-2 下水道計画・下水管路設計に係る研修概要

主題	オンライン研修「下水道計画・下水管路設計」
日時	2022年7月19日 10:00-12:30 (JST)、13:00-15:30 (FJT) 2022年7月27日 14:00-16:45 (FJT) →再研修（19日は事故現場対応により下水道担当者の出席が少なかったため再研修を実施）
場所	WAF 中央、西部、福岡市道路下水道局（再研修は JET が実施）
研修対象	WAF 計画設計担当職員
研修次第	1. 下水道計画講義（福岡市） 2. 下水管路設計講義（福岡市） 3. WAF 下水道プロジェクトの現状（WAF）
講義概要	1. 下水道計画 日本における下水道の基本知識の紹介 下水道計画の概要 全体計画の策定 2. 下水管路設計 管路設計における条件設定 設計において考慮する事項 マンホール 工法の選定 WAF 下水道プロジェクトの現状（WAF） WAF における各種規約・標準規定の紹介 旗艦プロジェクト（設備投資）の紹介 設備投資の実績 計画設計の実施 計画設計/現場における課題
質疑応答	講義に対するフィジー側からの主な質問事項 1. 下水道計画 計画汚水量の算定方法 流入下水水量の実測値の計測方法 観光汚水量の算出方法 日本における雨水整備の財源 2. 下水管路設計 日本における圧送管の使用状況 日本における雨水の混入程度 3. フィジー側発表に対する福岡市質問事項 フィジーにおける研修実施状況 本プロジェクトで策定する M/P の位置づけ M/P の実現に向けた予算確保

出典：JET

表 S4.2-3 下水処理場設計（機械・電気・土木）に係る研修概要

主題	オンライン研修「下水処理場設計（機械・電気・土木）」
日時	2022年7月28日 10:00-13:00（JST）、13:00-16:00（FJT）
場所	WAF 中央、西部、福岡市道路下水道局
研修対象	WAF 計画設計担当職員
研修次第	1. 下水道の設計・監督/機械（福岡市） 2. 下水道の設計・監督/電気（福岡市） 3. 下水道の設計・監督/土木（福岡市）
講義概要	1. 下水道の設計・監督/機械 下水処理の流れ 下水処理場における各施設の機械設備 2. 下水道の設計・監督/電気 電気設備の構成と概要 下水処理場における各施設の電気設備 福岡市における FORViS（リモート監視システム）の紹介 3. 下水道の設計・監督/土木 下水道の役割と仕組み 計画下水量の設定 ポンプ場の構成 下水処理場
質疑応答	講義に対するフィジー側の主な質問事項 1. 機械 日本における収集汚泥の処理方法 下水処理水の消毒工程における前処理の有無 日本における汚泥脱水機の種類 下水処理場における臭気対策 汚泥の焼却温度 消化ガスの焼却への利用 消化ガスの有害成分の除去 2. 電気 FORViS システムの内容 下水処理場の受電圧 非常用発電設備の容量 3. 土木 ポンプ場設計における浸入水の検討 最初沈殿池の沈殿効率改善方法 次亜塩素酸ソーダの添加率の設定方法

出典：JET

☆ 第3回目「工事監理」

WAF 中央、西部の工事監理担当職員を対象として「工事監理」に関する研修を 2022 年 9 月にオンラインで実施した。概要は表 S4.2-4 に示すとおりである。

表 S4.2-4 工事監理に係る研修概要

主題	オンライン研修「工事監理」
日時	2022 年 9 月 16 日 10:00-13:00 (JST)、13:00-16:00 (FJT)
場所	WAF 中央、西部、福岡市道路下水道局
研修対象	WAF 中央、西部の工事監理担当職員
研修次第	1. 下水道圧送管補修工事の対応紹介(WAF) 2. 下水道の監督業務(福岡市) 3. ディスカッション
講義概要	1. 下水道圧送管補修工事の対応紹介(WAF) WAF の下水道圧送管の補修工事に係る SOP の紹介 2. 下水道の監督業務 (福岡市) 監督の役割と施工管理 現場の安全対策 事故発生時の緊急対応
質疑応答	1. 下水道圧送管補修工事の対応紹介(WAF)に対する質疑応答 管路施設の予防保全の実施状況 管路施設の GPS データ管理 補修作業の実施方法 (直営か委託か) 補修工事の実施頻度 老朽管の管更生の実施状況 工事完了までの必要時間 2. 下水道の監督業務 (福岡市) に対する質疑応答 搬入機器の検査方法 出来高管理における写真記録の意味 現場の安全管理についてレスキュープランの有無 LINE アプリによる情報共有の利用方法 WAF で使用しているオーストラリアの安全衛生に係る SOP と日本の SOP における職員の健康チェック

出典：JET

◇ 第4回目「下水／汚泥処理技術」

WAF 西部の下水処理施設運転維持管理を担当する職員を対象に 2022 年 11 月 24 日にオンラインで実施した。研修の概要は表 S4.2-5 に示したとおりである。

表 S4.2-5 下水/汚泥処理技術に係る研修概要

主題	オンライン研修「下水/汚泥処理技術」
日時	2022 年 11 月 24 日 12:00-15:40 (JST)、15:00-18:45 (FJT)
場所	WAF 中央、西部、福岡市道路下水道局
研修対象	WAF 西部の下水処理担当職員
研修次第	1. 下水処理技術の基本（福岡市） 2. 汚泥処理技術の基本（福岡市） 3. 水質管理方法 4. ディスカッション
講義概要	1. 下水処理技術の基本（福岡市） 西部浄化センターの紹介動画 下水処理技術の基本 2. 汚泥処理技術の基本（福岡市） 汚泥処理の必要性と目的 発生汚泥の種類 汚泥濃縮 嫌気性消化 汚泥脱水 汚泥焼却と利活用 3. 水質管理（福岡市） 水処理の基本フロー 日常的な水質検査 定期的実施する放流水の水質検査 水質検査室の紹介 透視度試験 福岡市における高度処理方式の紹介 汚泥処理工程の検査 返流水の影響 臭気対策
質疑応答	1. 下水/汚泥処理技術の基本（福岡市）に対する質疑応答 フィジーで利用できる汚泥処理技術の限界（WAF のコメント） 下水汚泥の有効利用の将来的な必要性について（WAF コメント） フィジーで利用できる下水処理場の臭気対策 汚泥脱水機の点検整備方法 2. 水質管理（福岡市）に対する質疑応答 水質データの下水処理場 O&M に対する利用方法 透視度等の簡易な水質試験方法の導入方法 3. その他に関する質疑応答 下水処理場の O&M 方法について OJT による研修実施の要望 IDEA 処理法の反応槽からの汚泥引き抜き方法について研修実施の要望

出典：JET

☆ 第5回目「下水管路維持管理」

WAF 西部の下水管路施設維持管理を担当する職員を対象に 2023 年 4 月 24 日に実施した。研修の概要は表 S4.2-6 に示したとおりである。

表 S4.2-6 下水管路の維持管理に係る研修概要

主題	オンライン研修「下水管路の維持管理」
日時	2023 年 4 月 24 日 11:00-12:40 (JST)、14:00-15:30 (FJT)
場所	NavakaiWWTP 会議室 (Nadi)、福岡市道路下水道局
研修対象	WAF 西部の下水管理維持管理担当職員
研修次第	1. 福岡市の下水道管路の維持管理 2. ディスカッション
講義概要	1. 福岡市の下水道管路の維持管理 1.1 福岡市の状況 1.2 下水道管路の現状 1.3 アセットマネジメントの取り組み：下水道の維持管理 アセットマネジメントの概要 管路の維持管理 管路の清掃点検及び調査 管路内清掃 巡視・点検 管路内 TV カメラ調査 修繕 雨水管渠・スクリーンの清掃・点検 圧送管 管路内汚泥の処理 1.4 スtockマネジメントの取り組み：ストックマネジメント計画 管路の点検頻度 管路の調査・点検頻度 スtockマネジメント計画の概要 スクリーニング調査 1.5 アセットマネジメントの取り組み：下水道台帳システム 下水道台帳の目的 下水道台帳の作成 下水道台帳の利用
質疑応答	1. 下水管路の維持管理（福岡市）に対する質疑応答 人が入れる口径 800mm 以上の間の有無（フィジーにはない） 管路調査用の CCTV カメラの保有状況（フィジーにはない、福岡市は民間委託） 管路洗浄用の高圧洗浄車の保有状況（WAF は保有せず民間委託、福岡市も同様） 現在 WAF で実施できていない予防保全を目的とした管路の定期点検・清掃の実施に向けた 取り組み方法 福岡市における合流式下水道の整備状況 2. フィジーにおける下水道管路の維持管理に対する福岡市からの質問 管内清掃で発生した汚泥の処理処分方法（WWTP 内に投棄） フィジーにおける下水汚泥の有効利用（WAF は実施していないが関心はある） フィジーにおける管路台帳システムの有無（一応あるが古い管で不正確）

出典：JET

☆ 第6回「機械・電気設備保全」

WAF 西部の機械電気設備維持管理を担当する職員を対象に 2023 年 4 月 25 日にオンラインで実施した。研修の概要は表 S4.2-7 に示したとおりである。

表 S4.2-7 機械・電気設備保全に係る研修概要

主題	オンライン研修「機械・電気設備保全」
日時	2023 年 4 月 24 日 11:00-12:40 (JST)、14:00-15:30 (FJT)
場所	NavakaiWWTP 会議室 (Nadi)、福岡市道路下水道局
研修対象	WAF 西部の機械・電気設備保全担当職員
研修次第	1. 機械・電気設備保全～下水道ストックマネジメントの構築（施設編） 2. ディスカッション
講義概要	1. 福岡市の下水道施設における機械・電気設備保全 1.1 スtockマネジメントの定義と目的 ストックマネジメントの定義 ストックマネジメントの目的 ストックマネジメントの導入フロー 1.2 下水道台帳システム 台帳システムの役割 台帳システムの構築フロー 1.3 スtockの管理方法 予防保全 事後保全 1.4 更新の優先順位の設定 目標耐用年数の設定 リスク評価 1.5 施設・設備の保全 LCC 比較を用い、更新か長寿命化を選定する 長寿命化工事の例
質疑応答	1. 福岡市の下水道施設における機械・電気設備保全に対する質疑応答 現在 WAF が有しない機械・電気設備台帳の作成方法 設備台帳作成の第一歩として設備の現状把握の実施 設備台帳整備方法としての、メーカー、工事業者による機器情報、工事情報作成の義務化等の検討 本邦研修におけるストックマネジメント、台帳管理等に関する講義の必要性

出典：JET

☆ 第7回「事業所排水規制」

WAF の事業所排水管理を担当する職員を対象に 2023 年 7 月 25 日にオンラインで実施した。研修の概要は表 S4.2-8 に示したとおりである。

表 S4.2-8 事業所排水規制に係る研修概要

主題	オンライン研修「事業所排水規制」
日時	2023 年 7 月 26 日 10:00-12:00 (JST)、 13:00-15:00 (FJT)
場所	WAF 中央会議室、WAF 西部、WAF 北部、福岡市道路下水道局
研修対象	WAF の事業所排水規制担当職員
研修次第	1. 下水道の特徴と環境関連法規 2. 下水道の水質規制の目的 3. 下水道法による水質規制の仕組み 4. 水質事故発生時の対応 5. ディスカッション
講義概要	1. 下水道の特徴と環境関連法規 - 公共の水環境保全 - 閉鎖性水域の水質改善 - 環境基本法 - 下水道法の水質基準と連携 2. 下水道の水質規制の目的 - 下水道へ排出される排水に設けられた水質基準 - 悪質な下水が排水された場合の影響 - 悪質な下水の例、悪質排水の流入事例 3. 下水道法による水質規制のしくみ - 特定施設の届出制度 - 監視と立入検査 - 水質基準違反発生時の措置 4. 水質事故発生時の対応 - 有害物質の流出などの事故発生時における事業者の義務 - 処理場に流入した場合の対応策
質疑応答	1. 福岡市の事業所排水規制に対する質疑応答 - 下水道に汚泥を不法投棄した事業者の特定に委託経緯 - 汚泥の不法投棄等の違反に対する罰則 - 事業所で発生する汚泥の法令に則った処分方法 - 事業所排水の水質分析実施機関 - 下水処理場に高 BOD 負荷汚水が流入した際の対策方法 - 違反を繰り返す事業者への対応方法 - 特定事業者の下水道への接続状況 - 水質の広域監視方法 - グリーストラップの設置義務、一般家庭からの廃油の流出に対する対策 - 事業者の下水道への接続における届出 - 事業者による排水の水質検査 - 事業者による下水道への接続に係る届出件数 2. フィジーにおける事業所排水規制の現状と制度の説明 - フィジーにおける事業所排水規制の法制度の現状 - 事業所排水規制担当チームの活動 - 事業所排水の検査方法 - 事業者の下水道への接続許可制度

出典：JET

☆ 第8回目「プロジェクト管理」

プロジェクト管理について、(株)日水コン職員が講師となり WAF のプロジェクト管理、計画・設計担当者を対象に 2024 年 5 月 23 日にオンラインで実施した。研修の概要は表 S4.2-9 に示したとおりである。

表 S4.2-9 プロジェクト管理に係る研修概要

主題	オンライン研修「プロジェクト管理」
日時	2024 年 5 月 23 日 11:00-12:30 (JST)、14:00-15:30 (FJT)
場所	WAF 中央会議室、WAF 西部、(株)日水コン
研修対象	WAF のプロジェクト管理、計画・設計担当職員
研修次第	1. プロジェクト管理に関する講義 2. ディスカッション
講義概要	1. プロジェクト管理の紹介 ODA とは 業務の種類 プロジェクトの流れと種類 2. 課題の事例 設計段階 入札段階 建設段階
質疑応答	1. (株)日水コンによるプロジェクト管理に関する講義に対する質疑応答 鉄筋量のマクロチェックの実施方法 必要な鉄筋とコンクリートの比率 管路設計において現地設計基準がない場合に使用する基準 推進工事における既存地下構造物の損傷への対策 設計上の欠陥が建設段階で明らかとなった場合の対応方法

出典：JET

(2) 本邦研修

当初はプロジェクトの第 1 期に実施して、日本の下水道事業の現状を早期に知ってもらい、4 つの成果の達成を効率的に進める予定であったが、コロナ禍による研修生の日本国内における行動制限を避けるために 2023 年 12 月に実施した。

① 本邦研修の目的

- 日本における下水道先進都市における下水道事業の実施状況について講義、視察を通じて学び、フィジーに適した下水道事業の実施方法を検討する際の気付きを醸成する。
- 長期にわたり安定的に使用可能な日本の下水道、汚水処理技術について講義と視察を通じて学び、フィジーに適した技術を検討する際の気付きを醸成する。
- 適切な運転・維持管理を実施している下水道施設の現場の視察により、フィジーに適した運転・維持管理方法について検討する際の気付きを醸成する。

② 研修参加者

上記の研修目的を達成するため、フィジー国における下水道事業の実施に関係する組織として、下水道事業を所管するインフラ・気象サービス・運輸省、下水道を含むすべての事業予算を所管する経済省、下水道事業の環境影響や下水処理場の放流基準を管轄する環境局（首相府直轄の局）、下水道事業を実施する自治体を所管する自治省、また実際に下水道事業を実施する WAF から職員が研修に参加した。参加者のリストは表 S4. 2-10 のとおりである。

表 S4. 2-10 本邦研修参加者

氏名	性別	所属先機関名	所属先部課名	所属先地位名
Jeet Vishwa	男	Ministry of Public Works and Meteorological Services & Transport	Water & Sewerage	Senior Technical Officer
Tuima Makereta Baleimusuka	女	Ministry of Finance, Strategic Planning, National Development & Statistics	Strategic Planning	Senior Project Monitoring and Evaluation Officer
Raj Kritika	女	Department of Environment-Office of Prime Minister	Environment	Senior Environment Officer
Raratabu Aisake Sokovagone	男	Ministry of Local Government	Town and Country Planning	Principal Town Planner
Nambiar Edwin Yogesh	男	Water Authority of Fiji	Wastewater Management - Western	Project Leader
Radio Sikeli	男	Water Authority of Fiji	Wastewater Management -Central	Supervisor Wastewater Transportation - Central
Jale Viliame Colati	男	Water Authority of Fiji	Wastewater Management -Northen	Technical Officer
Moceisui Iliesa Nadau	男	Water Authority of Fiji	Wastewater Management -Western	Technical Officer
Matai Tevita Tamanikalougata	男	Water Authority of Fiji	Wastewater Management -Central	Technician Wailada WWTP
Prakash Roneel	男	Water Authority of Fiji	Wastewater Management -Western	Technician Natabua WWTP

出典：JET

③ 実施機関と協力機関

本研修の実施機関、及び協力機関は以下のとおりである。

- 実施機関： 福岡市道路下水道局
- 協力機関： 福津市都市整備部下水道課、高知県香南市上下水道課、東京都虹の下水道館、日本環境整備教育センター

④ 実施方法

プロジェクトではフィジー側 C/P に下水道計画策定、事業実施、運転維持管理等について幅広く情報の提供を行い、能力向上を図っている。しかし、日本の下水道事業が発展してきた経験をフィジー

の下水道事業を推進する機関の職員に伝えるには、日本に来てもらい、実際に日本の下水道事業を牽引してきた地方自治体で直接に事業の実施状況、今後の計画等を学んでもらうのが最も効果的である。

本邦研修では実施機関である福岡市道路下水道局や他の協力機関において、本プロジェクトで策定した都市下水道 M/P において導入を推奨している OD 法の下水処理施設を視察して運転維持管理の容易性を学んでもらう他、フィジーにおけるネット・ゼロの取り組みの一貫として下水処理場における汚泥の有効利用施設の視察、本プロジェクトにおいてフィジーの下水処理場で実施を推奨している日常的な水質試験の日本における実施状況の視察等を通じて、フィジーにおける下水道計画及び現場の運転維持管理に対する「気付き」を図る。

さらに、本邦研修ではフィジーに適用が推奨される日本の技術として、適正な送風量を自動的に制御する経済性に優れた 2 点制御 OD 法、汚水の個別処理技術である浄化槽、小規模下水処理場の汚泥脱水に優れた性能を持つ脱水機について紹介し、研修生に導入に向けた機運を高める。

⑤ 研修日程

研修日程は表 S4. 2-11 のとおりである。

表 S4. 2-11 本邦研修スケジュール

月日	研修内容	研修形式	目的	場所
12/ 8(金)	移動（フィジー→成田）			
12/ 9(土)	移動（成田→JICA 九州）			
12/10(日)	休日			
12/11(月)	ブリーフィング、 プログラムオリエンテーション 日本語クラス	講義 講義 講義	研修プログラムの概要、簡単な日本語説明	小倉市 (JICA 九州)
12/12(火)	移動（北九州市→福岡市） 福岡市の下水道事業概要 フィジー国の下水道事業概要 道路下水道局長	講義 発表 表敬	福岡市の下水道事業の紹介 フィジー国の下水道事業の紹介	福岡市 局長室
12/13(水)	中部水処理センター	講義 視察	AO 法下水処理施設、再生処理施設、汚泥有効利用施設、水質試験に係る講義と視察	福岡市
12/14(木)	下水管路工事現場 下水管路清掃・調査現場	視察 視察	下水管路更新工事の視察 下水管路清掃、TV カメラによる調査視察	福岡市
12/15(金)	和白水処理センター 津屋崎水処理センター	講義 視察 講義 視察	AO 法下水処理施設、リン回収施設に係る講義と視察 OD 法下水処理施設に係る講義と視察	福岡市 福津市
12/16(土)	休日			福岡市
12/17(日)	休日			福岡市
12/18(月)	夜須町浄化センター 野市浄化センター	視察 視察	2 点制御 OD 法施設の視察（福岡市ビジネス展開プラットフォーム企業の技術紹介）	香南市
12/19(火)	移動（高知→福岡） 日本の下水道技術紹介 下水道博物館	講義 視察	福岡市ビジネス展開プラットフォーム会員企業の技術紹介 市民啓発活動の紹介	福岡市 福岡市
12/20(水)	ラップアップミーティング 移動（福岡→東京）	発表	研修生による研修成果の発表	福岡市
12/21(木)	東京都虹の下水道館 日本環境整備教育センター	視察 講義	東京都の広報、啓発活動の紹介 浄化槽技術、海外展開に係る研修	東京都
12/22(金)	国土交通省下水道部 （株）アムコン工場 移動（成田→フィジー）	表敬 講義	小型汚泥脱水機の技術、海外展開に係る研修	部長室 横浜市

出典：JET

3. OJT の実施

福岡市及び（株）日水コンによる日本からのオンライン研修に加えて、フィジーの現場に置いて OJT を実施した。実施状況は以下のとおりである。

(1) 下水処理場における簡易水質測定

2022 年 11 月に実施したオンライン研修「下水/汚泥処理技術」において、福岡市の水処理センターの水質試験室で下水処理水透視度（Tr）の測定による水質のリアルタイムでの推定できることが紹介された。研修に参加した WAF 西部の下水処理場職員からは測定方法や使用機材について多くの質問があり、WAF 側も必要性について認識した。しかしながら、測定に必要な器材を WAF が保有していなかったため測定できない状況にあった。

また、Navakai 下水処理場が放流基準を遵守できていない原因のひとつが IDEA 槽における活性汚泥管理ができていないためであり、改善のためには活性汚泥濃度を測定する必要がある。WAF には汚泥濃度を測定する計器がないため、濃度を推測する方法としてメスシリンダーを用いた活性汚泥沈降率（以下、「SV」という。）の測定を JET は以前から推奨していた。しかしながら、WAF は適切なメスシリンダーを保有していなかったため測定できない状況にあった。

このような状況下、福岡市との協議により、2023 年 11 月の JICA 本部、福岡市による訪フィジー時に OJT により福岡市が直接 WAF 職員に透視度と SV の測定方法を指導するのが最適であると判断し、JET で透視度計とメスシリンダーを調達して福岡市が OJT を実施した。

OJT の実施方法は表 S4.3-1 に示すとおりである。

表 S4.3-1 透視度と SV 測定に係る OJT の実施方法

実施日時	2023 年 11 月 9 日（木）11:30~14:30	
研修場所	Navakai 下水処理場会議室、放流ゲート（透視度）、IDEA 反応槽（SV）	
研修対象	WAF 西部下水処理場職員	
研修対象	福岡市道路下水道局下水道施設部中部水処理センター	
実施方法	概要説明 （下水処理場会議室）	透視度、SV の測定意義、測定機材の取り扱い方法、測定方法の概要説明
	透視度 （放流ゲート）	放流ゲートで放流水を採取し、透視度測定方法の指導と WAF 職員による測定実施
	SV （IDEA 槽出口）	IDEA 槽出口で活性汚泥を採取し、SV 測定の指導と WAF 職員による測定実施
	ディスカッション （下水処理場会議室）	試料の採取、測定方法、測定結果の解析方法等についてディスカッションを通じて研修参加者の理解を深めた。

出典：JET

(2) SOP の作成

下水処理場の適切な O&M には O&M マニュアル、SOP が重要である。しかしながら、WAF の既存下水処理場の Natabua 下水処理場等で採用されている安定化池法では O&M 操作が殆どなく、また唯一機械式の Navakai 下水処理場ではスクリーン施設、IDEA 槽のエアレータ、好気性消化槽のエアレータ等が故障停止しており、運転操作が殆どできないため、現状では O&M マニュアルや SOP の

作成が困難である。

そのような状況下で、OJT で測定指導を行った透視度と SV については、WAF 職員が容易に測定を継続できるようにするため、Navakai 下水処理場責任者との協議により、測定方法の SOP の作成が必要との結論になった。WAF では SOP 作成の経験がないため、JET で見本を作成し、それに基づいて下水処理場の現場が使用し易いように修正するように提案した。図 S4. 3-1 は WAF に対して提案した SV に係る SOP の一部である。

SOP		Name	Title	Date
Sewerage Works		Prepared		
		Reviewed		
		Approved		

1	Name of Procedure	Measurement of Sludge Volume (SV)
2	Scope	Collect a specified amount of activated sludge into a cylinder, and measure the sludge interface height after settling for 30 minutes. This allows the activated sludge concentration to be estimated.
3	Equipment/Consumables	2L mess-cylinder Sludge sampling apparatus Timer
4	Prior Confirmation	Measurement should be carried out at the same time every day. The walls of the mess-cylinder used must be clean. The mess-cylinder used must be placed on a stable and level surface when taking measurements. In preparation for rain weather, a simple roof above the cylinder will be desirable, if possible.
5	Potential Hazards	Risk of touching contaminated activated sludge Risk of falling into the IDEA tank
6	PPE	Protection gloves Work clothes, Work shoes
7	Emergency Dial	

8 Procedure		
	Work Contents	Notes
8-1	Preparation	
i	Put a 2L mess-cylinder on a stable and level surface.	Sampling point is desirable near the outlet point of effluent.
ii	Place a sludge sampling apparatus.	
iii	Prepare a timer for measuring 30min.	
iv	Prepare a recording sheet to record the result.	
8-2	Work procedure	
i	Take sludge by the apparatus and pour gently into the mess-cylinder until it reaches to 2L mark.	
ii	Start the timer and wait 30 minutes.	
iii	In 30 minute, read the height of the sludge interface.	
iv	Write the measured height into the recording sheet.	
8-3	Cleaning-up	
i	Discharge the sludge in the cylinder in the IDEA tank.	The sludge contains hazardous bacteria! You must not discharge it in grassy area etc.
ii	Wash the cylinder and the collecting	Without washing cylinder and apparatus,

出典：JET

図 S4. 3-1 SV 測定に係る SOP（一部）

(3) IDEA 槽の溶存酸素、活性汚泥濃度測定

Navakai 下水処理場の放流水質は概ねフィジーの排水基準を遵守できていないが、この理由として、高負荷下水の流入による施設的能力不足であると言われてきた。そして、①で示した 2023 年 11 月実施の活性汚泥 SV 測定において、汚泥は急速に沈降する無機物含有率が高く、重い凝集能力のない汚泥と、その上に高い濁度の処理水からなることが明確となり、極めて処理性能が悪い汚泥であることが分かった。(図 S4.3-2 参照)



出典：JET

図 S4.3-2 Navakai 下水処理場の SV 測定結果

このような活性汚泥が発生する原因としては、①溶存酸素濃度が低く、正常な好気性の活性汚泥フロックができない、②余剰汚泥の引抜き不足から汚泥が古くなり、汚泥濃度が高くなりすぎている等が考えられたが、原因を特定することはできず、適切な対策を提案することはできなかった。

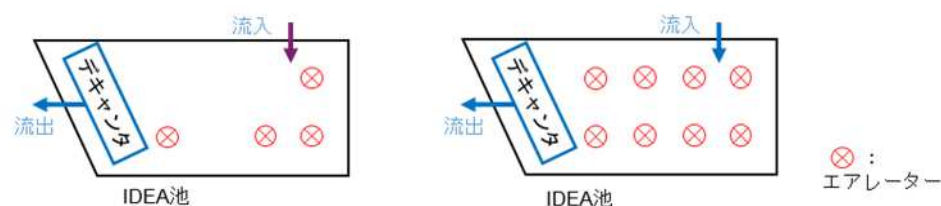
そこで、原因を究明すべく 2024 年 5 月 14 日に JET は汚泥濃度計（MLSS 計）と溶存酸素濃度計（DO 計）を持ち込み、Navakai 下水処理場職員と協働で IDEA 槽において実際に測定を行った。測定方法は表 S4.3-2 に示すとおりである。

表 S4.3-2 Navakai 下水処理場における DO と MLSS の調査概要

測定日時	2024 年 5 月 14 日（火）9:50～11:15
測定場所	Navakai WWTP の IDEA 槽
測定機材	MLSS：HACH 携帯用 DO：HACH 携帯用
測定方法	槽上をボートで移動しながら、設定した 27 点で測定 測定直前まで曝気を継続し、曝気停止後速やかに測定点に移動して測定

出典：JET

測定当日の IDEA 槽の運転状況は図 S4.3-3 に示すとおり、当初計画で 8 台のエアレータ設置予定のところ、4 台しか稼働していなかった。測定は槽内の 9 地点、水深別 3 点の合計 27 点で実施した。



出典：JET

図 S4.3-3 IDEA 槽のエアレータ設置位置 (左: 現況、右: 当初計画)

測定結果は表 S4.3-3 のとおりである。

表 S4.3-3 溶存酸素、汚泥濃度の測定結果

溶存酸素	槽内 27 点で溶存酸素濃度は 0.05~0.2mg/L の範囲であり、一般の活性汚泥法反応槽で必要とされる 1mg/L に比較して極めて低く、溶存酸素不足である。 特にエアレータの少ない槽出口付近では、水深が深い程溶存酸素濃度は低い傾向が見られ、攪拌不足である。
汚泥濃度	槽の入口付近で汚泥は 0.3~0.9m 堆積しているが、図 S4.3-3 のとおりエアレータ数が多いため上層と下層で汚泥濃度に大きな差異はない。 槽の中間と出口付近では図 S4.3-3 のとおりエアレータ数が少ないため攪拌不足で水深が深い程汚泥濃度が高い。また、底に 0.2m 程度の汚泥の堆積がある。 上層でも汚泥濃度は 4,000mg/L 程度と高い。

出典：JET

測定結果に基づいて JET は Navakai 下水処理場の現状改善方法をまとめて WAF 西部に提案した。提案はエアレータの増設、IDEA 槽内汚泥の入れ替え、適切な汚泥処理からなり、概要は表 S4.3-4 のとおりである。

表 S4.3-4 Navakai 下水処理場の現状改善方法

エアレータの増設	稼働中の IDEA-1 槽についてはエアレータを当初設計の 8 台にすることで槽内の攪拌は可能である。 溶存酸素濃度結果から現在使用中の IDEA-1 槽だけでは能力不足であり、停止中の IDEA-2（現在エアレータ数：0 台）の運転が必要である。 エアレータの新たな必要台数は： IDEA-1 槽 4 台（既存 4 台とは別に） IDEA-2 槽 4 台 好気性消化槽 2 台 の合計 10 台である。 エアレータの設置にあたっては、日常点検、定期点検、異常時対応が確実に実施できる体制と、それに必要な資器材、グリース等の消耗品が必須である。
汚泥の入れ替え	汚泥除去 IDEA 槽には現在、古くて重く、殆ど活性を持たない汚泥が 4,000～5,000mg/L という高濃度で存在しており、また槽の入口付近には 0.3～0.9m の汚泥が堆積しているため、例え必要数の曝気機を設置したとしても、処理性能の改善は期待できないため、先ず汚泥の除去が必要である。 堆積汚泥量は 240m³、浮遊汚泥は沈降時で 1,540m³ と推定され、引き抜いて処分場に投棄する必要がある。 汚泥増殖 新たな活性汚泥は現在停止中の IDEA-2 槽を用いて増殖させるのが効率的である。 活性汚泥が増殖すれば汚泥濃度を一定に保つように毎日余剰汚泥を引き抜く必要がある。
適切な汚泥処理・処分	余剰汚泥 余剰汚泥（600m³/日と推定）は毎日引き抜く必要がある。 好気性消化槽 適切に管理された余剰汚泥は既に安定化しており、臭気の問題は殆ど発生しないため、好気性消化槽は 2 槽ともに常時運転が可能である。 汚泥乾燥床 汚泥乾燥床は毎日発生する好気性消化汚泥量を受け入れる必要がある。もし能力が不足する場合には別に汚泥の乾燥方法を検討する必要がある。 汚泥処分 適切に管理された余剰汚泥は十分に安定化しているため、Natabua WWTP の腐敗槽汚泥投入場所に投入することも可能と考えられる。 適切な汚泥処理と処分がなければ、直ぐに現在と同じ状況に逆戻りする。

出典：JET

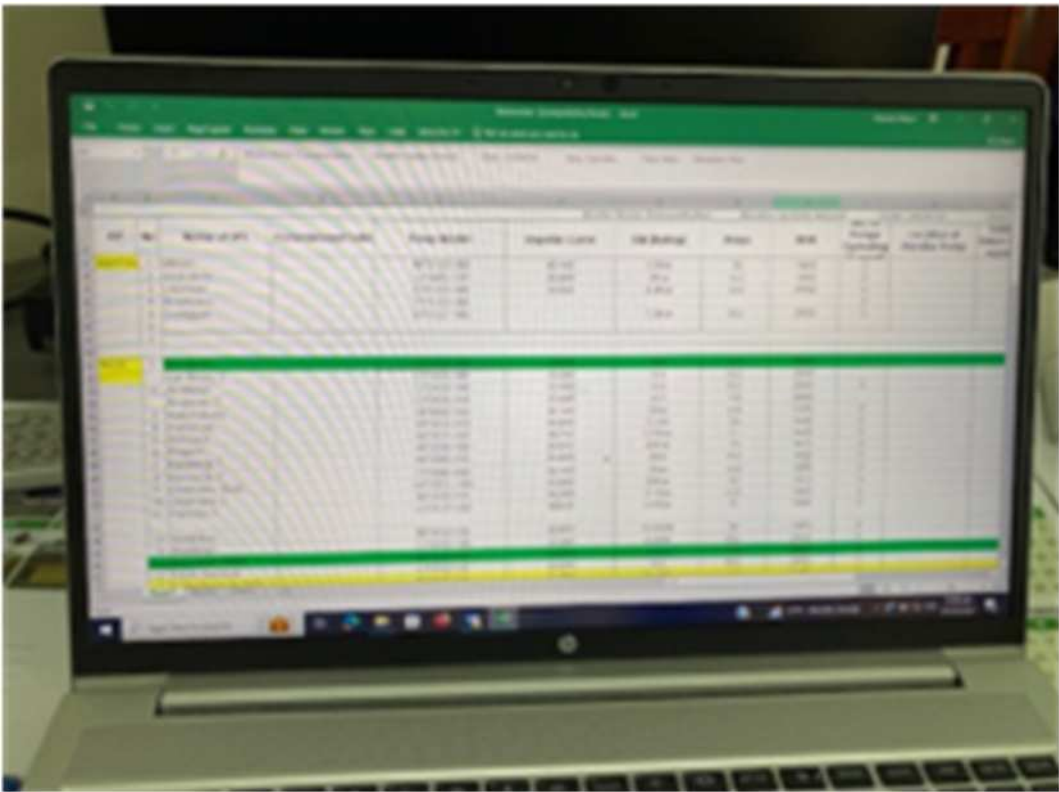
(4) 機械電気設備の機器台帳

2023 年 4 月 25 日に実施したオンライン研修「機械電気設備保全」において WAF 西部 ME 班から機器台帳の作成方法について質問があり、研修講師（福岡市）は先ず台帳の書式を整え、分かる範囲から記入を開始することが重要であると回答した。

これを受けて、JET は ME 班班長に研修資料に示された台帳システムの記入項目を基本に Excel で書式を整えるよう提案し、班長は書式を作成してデータの入力を開始した。

2024 年 1 月の JET 派遣時に台帳整備の進捗について確認したところ、西部地区上下水道施設の機器類の全ては Excel 形式の台帳に登録されているが、型式、能力、設置場所等のデータについては未入力が多い状況であった。

ME 班班長によれば、可能な範囲でデータの入力を図るとともに、将来的には保全や修理記録と紐づけて行きたい意向がある。図 S4.3-4 は作成中の機器台帳の一部である。



出典：JET

図 S4.3-4 作成中の機器台帳の一部

4. プロジェクト終了時における目標の達成状況

設定したプロジェクト終了時における目標達成状況は表 S4.4-1 に示すとおりである。

表 S4.4-1 プロジェクト終了時における能力目標の達成状況

分野		能力目標	目標の達成状況
1	下水道事業管理	WAF と DWS の経営層は、日本の自治体とのディスカッションを通じて、日本の下水道事業の管理方針・管理方法を理解する。	「下水道事業運営」に係るオンライン研修、及び本邦研修における福岡市とのディスカッションの中で DWS、WAF のマネジメント層は日本における運営方針、下水道事業プロセス等の知識と情報を得た。
2	計画／設計	WAF の計画・設計担当職員が JET との協働により下水道 M/P の策定手順を理解し、M/P の策定を開始する。	WAF 計画設計担当職員はプロジェクトの中で JET と協働して M/P 策定、Pre-F/S 実施を行う中で計画、設計手法を学んだ。 「下水道計画・下水管路設計」に係るオンライン研修の中で WAF 計画設計担当職員は日本の計画・設計に関する知識と情報を得た。
3	プロジェクト管理	WAF の「特別プロジェクト」職員は JET と情報を共有することにより、海外における下水道プロジェクトを実施する際の課題を把握し、それを自らのプロジェクト実施の参考にする。	WAF プロジェクト管理担当、計画設計担当者は「プロジェクト管理」に関するオンライン研修の中で海外におけるプロジェクト管理手法の紹介、実際に発生した問題点の事例について知識と情報を得た。
4	下水道施設 O&M		
①	下水管路維持管理	下水管路維持管理職員は、下水道の点検、清掃、修理の手順を理解し、それらの標準作業手順書を作成する方法を理解する。 下水管路維持管理職員は、下水管路維持管理作業の危険性を認識し、作業を安全に実施する。	「下水管路の維持管理」に係るオンライン研修の中で WAF 西部下水管路維持管理担当職員は維持管理の注意点、アセットマネジメント等について知識と情報を得た。 WAF では必要な資器材を有しないため管路の点検・調査は全く実施できない状況にあり、プロジェクト内で SOP の作成には至らなかった。 管路清掃については WAF 中央の作成した SOP に基づいて実施しており、現状で SOP の見直しは必要ない。 閉所作業等については本プロジェクト開始後に WAF が職員研修を毎年実施するようになり、職員は危険性を理解している。
②	下水処理場 O&M	WWTP 運転職員は、下水・汚泥処理技術の基礎知識を理解する。 WWTP 運転職員は、処理施設の O&M マニュアル、SOP、チェックリストの作成方法を理解し、作成に取り組む。 WWTP 運転職員は、運転作業の危険性を認識し、安全に作業を実施する。	「下水/汚泥処理技術」に係るオンライン研修、及び本邦研修における下水処理場視察の中で WAF の下水処理場 O&M 担当職員は下水/汚泥処理に係る知識と情報を得た。 現場 OJT で透視度と活性汚泥 SV 測定について JET は SOP の見本を提示したことで、WAF 西部の下水処理場 O&M 職員は SOP 作成に関する知識を得た。 閉所作業等については本プロジェクト開始後に WAF が職員研修を毎年実施するようになり、職員は危険性を理解している。
③	機械・電気設備維持管理	機械・電気機器の維持管理職員は、機器の予防保全の意味と機器の維持管理計画の策定方法を理解する。 機械・電気機器の維持管理職員は、機械・電気作業の危険性を認識し、安全	「機械・電気設備保全」に係るオンライン研修の中で WAF 西部機械電気設備保全担当職員は機器台帳システム、リスク評価、機器の長寿命化等に関する知識と情報を得た。

分野		能力目標	目標の達成状況
		に作業を実施する。	上記研修に基づいて WAF 西部 ME 班は機器台帳の作成を開始した。 閉所作業等については本プロジェクト開始後に WAF が職員研修を毎年実施するようになり、職員は危険性を理解している。
5	事業所排水	事業所排水ユニット職員は、日本における事業所排水規制に係る法律、規制、基準を理解する。 事業所排水ユニット職員は、日本における事業所排水の規制方法を理解する。	「事業所排水規制」に係るオンライン研修の中で WAF 事業所排水規制担当職員は日本における関係法規、悪質な排水事例、排水規制の仕組み等について知識と情報を得た
6	分散型汚水処理	DWS 職員と WAF の計画/設計担当職員は、日本の分散型汚水処理に関する法律、規制、基準を理解する。 DWS 職員と WAF 計画/設計担当職員は、オンサイト汚水処理方法の機能と効率を理解する	本邦研修において、DWS 職員を含む研修参加者は日本の浄化槽技術の普及・啓発を行っている日本環境整備教育センターを訪問し、浄化槽技術、海外展開についての知識と情報を得た

出典：JET