

令和5年度環境省委託事業

令和5年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務
(愛媛県・ゴロンタロ州都市間連携によるSDGs達成及び
持続可能な脱炭素社会形成支援事業)

報告書

令和6年3月

日本エヌ・ユー・エス株式会社

愛媛県

目次

1. 本事業の目的と背景	1
1.1. 目的	1
1.2. 背景	1
1.3. 実施体制	2
2. ゴロンタロ州の概要	3
2.1. 基礎情報	3
2.2. ゴロンタロ州政府	4
2.2.1. 主たる政策・方針	4
(1) 国家中期開発計画（RPJMN）	4
(2) ゴロンタロ州中期開発計画（RPJMD）	6
2.2.2. ゴロンタロ州における環境問題	10
2.3. 愛媛県との連携背景	13
2.3.1. 交流の背景	13
2.3.2. 都市間連携協力に係る覚書の締結	14
3. 脱炭素エネルギーによる地域水インフラ整備分野	17
3.1. 導入予定の設備	18
3.1.1. 浄化槽	18
(1) 浄化槽の仕組み	18
(2) (株)ダイキアクシスの浄化槽の概要	19
(3) 導入に向けた検討事項	22
3.1.2. メタン発酵設備	24
(1) メタン発酵設備の仕組み	24
(2) (株)愛研化工機のメタン発酵技術の概要	26
(3) 導入に向けた検討事項	28
3.2. 事業効果の算定に向けた実態把握	30
3.2.1. 浄化槽	30
(1) ポテンシャルサイトの選定	30
(2) ポテンシャルサイトの実態把握	36
(3) 導入効果の算定	37
3.2.2. メタン発酵設備	39
(1) ポテンシャルサイトの選定	41
(2) ポテンシャルサイトの実態把握	44
(3) 導入効果の算定	47
3.2.3. その他（最終処分場）	49
(1) ポテンシャルサイトの実態把握	52
(2) 導入効果の算定	54
3.3. 事業化準備および導入計画策定	57
3.3.1. 浄化槽	57

(1) 事業化に向けた課題	57
(2) 実施体制	58
(3) 導入計画策定	58
3.3.2. メタン発酵設備	60
(1) 設備設計	60
(2) 事業性検討	61
(3) 実施体制案	62
(4) 導入計画策定	63
3.3.3. その他（最終処分場）	63
(1) 設備設計	63
(2) 事業性検討	63
(3) 実施体制	64
4. カカオ栽培による持続的な森林利用分野	66
4.1. 排出権取引に関するインドネシアの動向	67
4.2. ポテンシャルサイトの抽出と事業効果の試算	69
4.2.1. ポテンシャルサイトの抽出	69
4.2.2. 事業効果の試算	70
4.3. 事業実施体制の構築に係る情報整理・交渉	71
4.4. 森林変化のモニタリングシステムおよび森林パトロール手法の検討	72
5. 都市間連携活動	73
5.1. 都市間連携活動概要	73
5.2. 現地調査	74
6. まとめ	78
6.1. 本年度の都市間連携事業の成果	78
6.2. 次年度以降の活動方針	78

図目次

図 1-1	本業務の概要及び実施体制.....	2
図 2-1	ゴロンタロ州の構成.....	3
図 2-2	ゴロンタロ州政府の組織構造.....	4
図 2-3	中期開発計画（RPJMN）大統領指令および 7 つの開発課題.....	5
図 2-4	中期開発計画（RPJMN） 2020-2024 年のマクロ開発目標.....	5
図 2-5	ゴロンタロ州における環境課題と地理的状況.....	11
図 2-6	ゴロンタロ州における環境的な危機地域 ²	12
図 2-7	ゴロンタロ州の優先される環境課題 ²	12
図 2-8	ゴロンタロ州政府へのヒアリングによる環境課題及びニーズ.....	13
図 2-9	2016 年に 3 者間覚書を締結.....	13
図 2-10	PERATURAN MENTERI DALAM NEGERI REPUBLIK INDONESIA NOMOR 25 TAHUN 2020.....	14
図 2-11	内務省、外務省に対する愛媛県・ゴロンタロ州との MoU に関する協議...15	15
図 2-12	都市間連携事業に係る MoU 締結式（2023 年 1 月 19 日）.....	16
図 3-1	脱炭素エネルギーによる地域水インフラ整備－CO ₂ 排出削減イメージ図....	17
図 3-2	浄化槽の構成と処理原理.....	18
図 3-3	(株)ダイキアクシスの FRP 製浄化槽の構造と機能.....	20
図 3-4	インドネシアにおける(株)ダイキアクシスの製品導入事例.....	21
図 3-5	(株)ダイキアクシスがインドネシアにおいて展開している浄化槽の例.....	22
図 3-6	メタン発酵システムの基本構成.....	24
図 3-7	EGSB 法システム概要.....	26
図 3-8	(株)愛研化工機の消化槽方式メタン発酵設備の導入事例.....	27
図 3-9	令和 3 年度事業におけるモデル案.....	30
図 3-10	ゴロンタロ州における排水処理ニーズのある学生寮概要.....	31
図 3-11	リンボト湖とリンボト湖への流入河川.....	32
図 3-12	リンボト湖における環境課題.....	32
図 3-13	ゴロンタロ州公共事業局、河川管理局、流域管理局、環境林業局との意見交 換（2023 年 1 月）.....	33
図 3-15	女子寮における排水処理（し尿処理（Septic Tank）（左）と生活排水路（右））	33
図 3-16	食堂における排水処理（排水路（左）とため池（右））.....	34
図 3-17	ビヨンガ川流域におけるポテンシャルサイト調査の結果.....	34
図 3-18	伝統的な市場からの排水.....	35
図 3-19	ゴロンタロ州市営中央市場（Pasar Sentral Kota Gorontalo）の排水処理設備	36
図 3-20	ゴロンタロ県営中央市場（Pasar Modern Limboto）の排水処理設備.....	36
図 3-21	RSUD Dr. M. M. Dunda における排水処理設備.....	36
図 3-22	ダイキアクシスインドネシアによる現地視察の様子（2023 年 1 月 26 日）	

.....	37
図 3-23 ゴロンタロ州における廃棄物発生量・区分.....	39
図 3-24 ココナッツ加工工場と製糖工場の位置.....	40
図 3-25 現在の PT. Royal COCONUT における排水処理フロー（株式会社愛研化工機 作成）.....	41
図 3-26 PT. Royal COCONUT への株式会社愛研化工機による提案システム（2023 年 1 月時点）.....	42
図 3-27 PT. Trijaya TANGGUH.....	43
図 3-28 現在の PT. Trijaya TANGGUH における排水処理フロー（株式会社愛研化工 機作成）.....	43
図 3-29 PT. Royal COCONUT との意見交換（2023 年 1 月）.....	44
図 3-30 現在の排水フローと採水ポイント.....	44
図 3-31 PT. Royal COCONUT における採水の様子.....	45
図 3-32 PT. Royal COCONUT における製造工程（愛研化工機作成）.....	46
図 3-33 TPS にて分別される廃棄物とその販売価格.....	49
図 3-34 ゴロンタロ州における廃棄物回収・処理フロー.....	49
図 3-35 ゴロンタロ州における廃棄物発生量・区分 ²	50
図 3-36 最終処分場（TPA Talmelito）の概要図.....	50
図 3-37 最終処分場の様子.....	51
図 3-38 現在の最終処分場浸出水の処理フロー.....	51
図 3-39 株式会社愛研化工機、ゴロンタロ州公共事業局との意見交換（2023 年 1 月）	52
図 3-40 株式会社愛研化工機による提案システム図.....	52
図 3-41 既存の浸出水処理設備.....	53
図 3-42 水質検査における採水場所.....	53
図 3-43 ダイキアクシス工場視察の様子（2023.2.27）.....	57
図 3-44 実施体制.....	58
図 3-45 ダイキアクシスインドネシアによる BPPW におけるプレゼン.....	58
図 3-46 導入計画（浄化槽）.....	59
図 3-47 提案システム（愛研化工機作成）.....	60
図 3-48 PT. Royal COCONUT 導入設備の設計条件（愛研化工機作成）.....	60
図 3-49 設備設置場所（予定）.....	61
図 3-50 現在の見積による投資回収モデル.....	61
図 3-51 設備導入に係る関係者の役割と予算の流れ（PT. Royal Coconuts が初期投資）	62
図 3-52 設備導入に係る関係者の役割と予算の流れ（BUMD が初期投資）.....	62
図 3-53 同社が提案する膜分離活性汚泥法（MBR システム）.....	63
図 3-54 最終処分場浸出水処理設備導入スケジュール案.....	64
図 3-55 実施体制案.....	64
図 3-56 ゴロンタロ州公共事業局との意見交換.....	65

図 4-1	衛星画像から見る森林減少の様子	66
図 4-2	インドネシアにおける NDC の目標	67
図 4-3	カーボンプライシングに関するインドネシア中央政府の所管省庁	67
図 4-4	ジョコ大統領による排出権取引市場発足の発表	68
図 4-5	カーボンクレジット組成に係る方法論が策定されている分野	69
図 4-6	ゴロンタロ州全体における流水域を含む REDD+事業の対象地域	69
図 4-7	森林減少エリア（2008 年～2012 年）（左）と森林減少面積（ha）（2008 年～ 2017 年）（右）	70
図 4-8	トウモロコシ農業と	71
図 4-9	ゴロンタロ州 BAPPEDA、DKM 社との意見交換（2022 年 7 月）	71
図 4-10	カカオ農家訪問（左）とカカオ農園視察（右）（2023 年 1 月）	72
図 5-1	愛媛県田中副知事によるゴロンタロ州訪問の様子	77
図 6-1	Phase2 事業テーマイメージ	79

表目次

表 2-1	ゴロンタロ州 RPJMD におけるビジョン、ミッション、目標	8
表 3-1	浄化槽の一般的な分類	19
表 3-2	(株)ダイキアクシスの浄化槽の処理性能とインドネシアの生活排水基準.....	20
表 3-3	浄化槽導入に関する要件の具体的内容	23
表 3-4	メタン発酵技術の比較	25
表 3-5	(株)愛研化工機の EGSB 法による導入実績	27
表 3-6	メタン発酵設備導入に関する要件の具体的内容	28
表 3-7	ゴロンタロ州における産業.....	40
表 3-8	排水データの収集・分析.....	45
表 3-9	PT. Royal COCONUT における消費電力量と電気料金（2023 年 8 月実績）	46
表 3-10	導入効果算定に用いた条件.....	47
表 3-11	浸出水の水質基準値	54
表 3-12	愛研化工機排水処理設備による導入効果試算結果	54
表 3-13	環境森林省令 68 号（2016 年）における生活排水基準.....	57
表 5-1	都市間連携活動概要	73
表 5-2	8 月 12 日～18 日渡航行程.....	74
表 5-3	11 月 7 日～9 日渡航行程.....	75
表 5-4	11 月 21 日～25 日渡航行程.....	75
表 5-5	1 月 25 日～27 日渡航行程.....	76
表 6-1	本年度の都市間連携事業の成果のまとめ	78
表 6-2	Phase2 事業での実施内容案	79

略語表

略語	英語・インドネシア語	和訳
BAPPEDA	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah	地方開発計画局
BAU	Business as usual	成り行きシナリオ
BUMD	Badan Usaha Milik Daerah	地域開発公社
COP26	The 2021 United Nations Climate Change Conference	国連気候変動枠組条約第26回締約国会議
DLHK	Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan	環境衛生局
DPRD	Dewan Perwakilan Rakyat Daerah	地方国民代表評議会
ESDM	Ministry of Energy and Mineral Resource	エネルギー鉱物資源局
FACT 対話	Forest, Agriculture and Commodity Trade Dialogue	森林・農業・コモディティ貿易対話
GSS	Gas Solid Separator	三相分離装置
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Limbah	排水処理設備
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan	環境林業局
NDC	Nationally Determined Contribution	自国が決定する貢献
PLN	Perusahaan Listrik Negara	インドネシア電力公社
POME	Palm Oil Mill Effluent	パーム油排水
PUPR	Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	公共事業・国民住宅局
RAD-GRK	Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca	地方温室効果ガス排出削減行動計画
RAN-GRK	Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca	国家温室効果ガス排出削減行動計画
REDD	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries	途上国の森林減少・劣化に由来する排出の削減
RKPD	Rencana Kerja Pemerintah Daerah	地方作業計画
RPJMD	Rencana pembangunan jangka menengah daerah	地方中期開発計画
RPJMN	Rencana pembangunan jangka menengah nasional	国家中期開発計画
RUED	Rencana Umum Energi Daerah	地方エネルギー総合計画
RUEN	Rencana Umum Energi Nasional 2015-2050	新国家エネルギー政策
RUPTL	Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik	インドネシア電力供給事業計画
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
JANUS	Japan NUS Co., Ltd.	日本エヌ・ユー・エス株式会社（提案事業者）

1. 本事業の目的と背景

1.1. 目的

2021 年 11 月に開催された気候変動枠組条約第 26 回締約国会議（COP26）の合意文書を以て、産業革命前からの気温上昇を 1.5℃に抑えることが、世界の新たな目標として確認された。この目標達成には、各国において、州、市、区等、様々なレベルにおいて取組を加速させることが必要不可欠である。日本でも、2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにし、脱炭素社会を目指すことが宣言され、CO2 排出実質ゼロを宣言する自治体は 600 以上（2022 年 4 月 30 日現在）にまで急増しており、2021 年 6 月に策定された地域脱炭素ロードマップの下、先進的な対策を各地で創出し、全国に拡大するような取組が進められている。

このとおり具体的な地域の気候変動対策・プロジェクトを検討・実施するうえで、都市や自治体の役割は重要性を増している。世界全体での脱炭素社会の実現に向けては、特に経済成長が著しいアジアにおいて、持続可能な脱炭素社会構築への動きを加速させることが必要であり、社会経済の発展を支える活動の場である都市の脱炭素化に向けて、国際的にも都市の取組を支援する動きが強化されてきている。

また、現下の新型コロナウイルス感染拡大の状況下において、都市は感染拡大関連の課題に対処すると同時に、持続可能な開発を達成するための新たな方策についての再調整や検討を迫られており、都市間の連携による新たな手法、新たな都市の構築が極めて重要である。

上記を踏まえ、本事業では、経済成長著しいゴロンタロ州において、愛媛県との協力のもと、脱炭素化と開発を共に実現する計画づくりと技術普及に向けた検討を行うことを目的とした。

1.2. 背景

ゴロンタロ州はインドネシアの中でも近年特に経済成長が著しい地域である一方、インフラの未整備、水質汚染、森林破壊等、様々な環境・社会課題を抱えている。こうした諸課題の解決にあたって、ゴロンタロ州は、気候変動緩和の必要性から、脱炭素に向けた計画策定をしていく必要性を認識している一方で、計画策定までは行われるものの、施策実行に至らないという課題を抱えている。今後、ゴロンタロ州の開発計画をはじめとする各種施策においても、脱炭素の観点を盛り込む計画がある中、実効性のある取組へつなげる仕掛けが必要となっている。ゴロンタロ州としては、こうした取り組みの先行事例やノウハウの活用のため、日本の支援・協力を期待しており、なかでも愛媛県との連携による解決策の導出について高い関心を有している。

ゴロンタロ州と愛媛県においては、2007 年にゴロンタロ大学と愛媛大学による学術交流を皮切りに、2016 年には愛媛県を訪れたゴロンタロ州の訪問団が、県や愛媛大学、民間企業と交流するなど、産学官での連携の基盤を築いてきた。

このような背景を踏まえ、ゴロンタロ州が抱えるインフラの未整備、水質汚染、森林破壊等の環境・社会課題に対し、脱炭素政策策定を基盤とした解決策の導出に関する支援要請を愛媛県が受け、本都市間連携事業がスタートした。

1.3. 実施体制

本年度の業務実施体制は、図 1-1 の通りである。都市間連携の枠組みの下、愛媛県とゴロンタロ州が協力協定を締結し、ゴロンタロ州地域開発企画庁（Badan Perencanaan Pembangunan Daerah：以下 BAPPEDA という。）が窓口となり、本事業の検討対象の一つである脱炭素エネルギーによる地域水インフラ整備事業や、カカオ栽培による持続的な森林利用事業を推進する脱炭素政策・計画策定に関するノウハウの共有や政策立案の支援に関する協議を実施した。

事業化の検討に際しては、愛媛県内企業として、浄化槽の設置・保守管理に実績がある株式会社ダイキアクシス、排水処理や汚泥等のメタン発酵施設の設計・施工に実績のある株式会社愛研化工機と連携した。また、持続的な森林利用事業においては、2011 年よりボアレモ県西部において「途上国の森林減少・劣化に由来する排出の削減」プロジェクト（Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries：以下 REDD+事業という。）を手掛けてきた兼松株式会社と連携した。日本エヌ・ユー・エス株式会社は、都市間連携にかかる情報収集、各調査支援、関連する機関や企業の連絡調整を含めた事業全体のマネジメントを担っている。



図 1-1 本業務の概要及び実施体制

2. ギロンタロ州の概要

2.1. 基礎情報

ギロンタロ州は、スラウェシ島北部に位置する。2000 年に北スラウェシ州から分離独立し、州都ギロンタロ市、ボアレモ県、ボネ・ボランゴ県、ギロンタロ県、北ギロンタロ県及びポフワト県の 5 県 1 市から構成されている。州全体のおよそ 7 割が海拔 884~2,100 m の丘陵で占められ、平地は少ない。人口は 117 万人で、2010 年から 2020 年にギロンタロ州の平均人口は毎年 1.56 %増加している。人口分布を見るとギロンタロ県が 39 万人と最も多いが、人口密度はギロンタロ市が約 2,500 人/㎢と最も高くなっている¹。

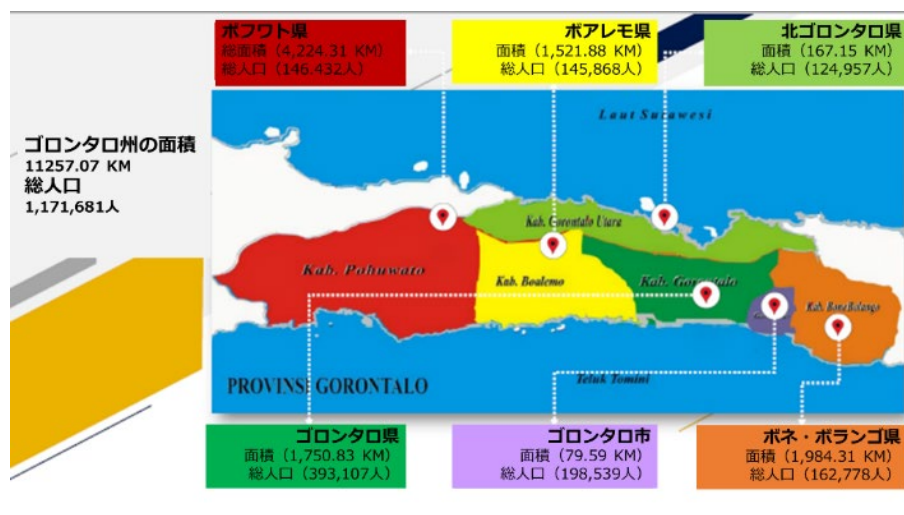


図 2-1 ギロンタロ州の構成²

ギロンタロ州を含むスラウェシ島の経済状況は、2014 年から 2018 年までの地域別実質 GDP 成長率が全国平均を上回る水準の 6.7%~8.2% (2010 年基準) となっており³、経済成長が著しい地域であるといえる。主要産業は農林水産業であり、2018 年の地域名目 GDP に第 1 次産業が占める割合は 24.9 %で、全国平均 (12.5 %) の 2 倍を占める。1 次産業のうち、特に農業及び水産業の比率が高い特徴があり、農業では米やトウモロコシの生産が盛んである。プランテーション作物も生産が盛んであり、サトウキビ、ココナッツ、カカオ、コーヒー、クローブ等が生産されている。

赤道付近に位置することから、年間平均気温は 26~28 度と温暖な気候であり、年平均降水量は 29.6 mm、最高降水月は 11 月、最低降水月は 5 月となっている。

¹ BADAN PUSAT STATISTIK PROVINSI GORONTALO (2021 年 9 月)「Regional Statistics of Gorontalo Province 2021」

(<https://gorontalo.bps.go.id/publication/2021/09/27/c7f09b2c19efb8efde4f5221/statistik-daerah-provinsi-gorontalo-2021.html>)

² ギロンタロ州 BAPPEDA のワークショップ発表資料より抜粋

³ JBIC (2019 年 12 月)「インドネシアの投資環境 2019」

(https://www.jbic.go.jp/ja/information/investment/images/inv_indonesia201912.pdf)

2.2. ゴロンタロ州政府

ゴロンタロ州は、2000 年 12 月 5 日に北スラウェシ州から独立した。独立当初は、ゴロンタロ県、ボアレモ県およびゴロンタロ市のみであったが、地域開発に伴い、2003 年にポフワト県、ボネ・ボランゴ県を設立し、2007 年に北ゴロンタロ県を設立した。新州化と自治体の新設が地域の活性化にも寄与した。現在、ゴロンタロ州は 5 県 1 市 77 郡 72 区 684 村で構成されている。

ゴロンタロ州知事は 2017 年より Drs. H. Rusli Habibie MAP 氏が務め、副知事に DR. Drs. H. Idris Rahim, MM 氏を置いている。同知事は、就任後の州政府のビジョンとして“先進的で優れ、繁栄したゴロンタロ社会の実現”を掲げている。州知事、副知事の下には、地域事務局があり、地域事務局のもとに政治、経済、その他管理に関する 3 人のアシスタントと 7 つの局がある。ゴロンタロ州政府の組織構造図を右図に示す。



図 2-2 ゴロンタロ州政府の組織構造¹

州政府機関としては、地域事務局以外に、ゴロンタロ州地方国民代表評議会（Dewan Perwakilan Rakyat Daerah: DPRD）事務局に加え、法定規則及び地域のニーズに基づき、10 の地域技術機関、12 の事務所及び 5 つの地域組織があり、ゴロンタロ州における行政を担っている⁴。

2.2.1. 主たる政策・方針

ゴロンタロ州における主要な政策・方針は、地方中期開発計画（Rencana pembangunan jangka menengah daerah: 以下 RPJMD という）に策定されており、最新の RPJMD の対象期間は 2017 年～2022 年となっている。これは、インドネシアにおける国家中期開発計画（Rencana pembangunan jangka menengah nasional: 以下 RPJMN という）に則り、地方政府が策定を義務付けられているものである。まずは、インドネシアの最新の RPJMN について次項にて詳説する。

(1) 国家中期開発計画（RPJMN）

インドネシア政府は、2020 年 1 月に新たな RPJMN を発表している。当該計画において、実質 GDP の成長率は年平均 5.7～6.0 % で想定されており、当該目標の達成には約 35,000 兆ルピアの投資が必要となるとされている。また、国民 1 人当たりの国民総所得を、24 年時点で 5,810～6,000 ドルまで引き上げるという目標も設定している⁵。

RPJMN においては大統領の 9 つのミッション、5 つの指令が設定されており、このなか

⁴ DINAS KOMINFO DAN STATISTIK PROVINSI GORONTALO（2019 年 11 月）「BUKU PROFIL PROVINSI GORONTALO 2019」

⁵ インドネシア国家開発企画庁“Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024, Narasi（国家中期開発計画）”

では下記の通り 7 つの開発課題が示されている。開発課題においては、環境に配慮し、災害レジリエンスを向上させ、気候変動対策を考慮した開発が求められるとされている。

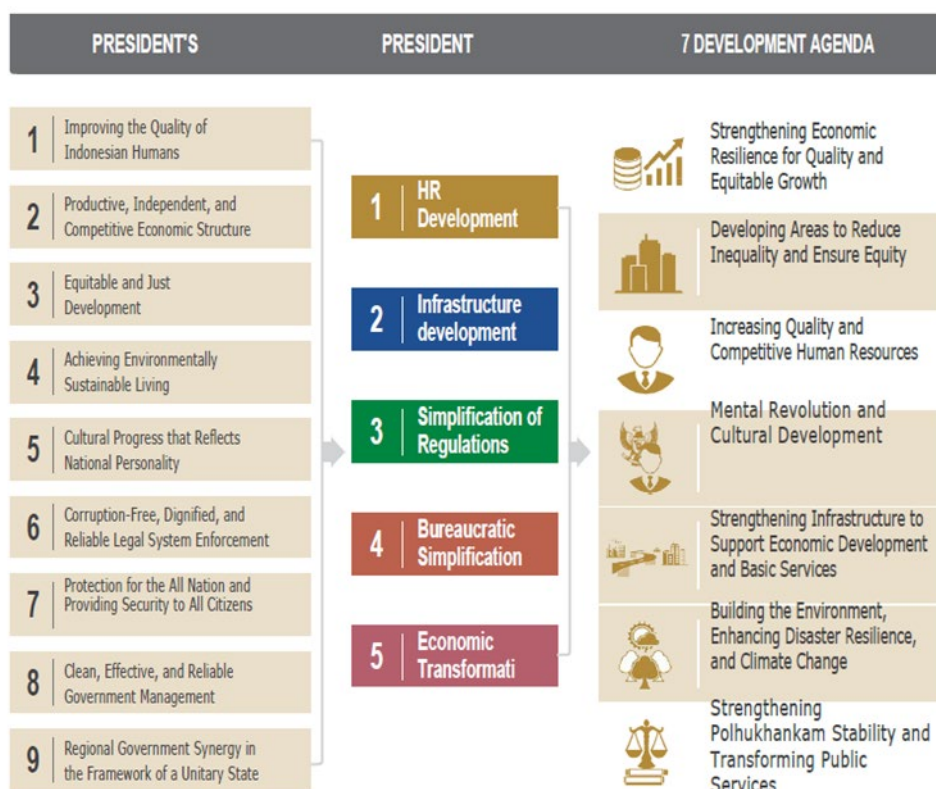


図 2-3 中期開発計画（RPJMN）大統領指令および 7 つの開発課題⁵

RPJMN のマクロ開発目標においては、GHG 排出削減目標についても言及されており、NDC で挙げられている 2030 年に BAU 比 29%の削減を達成するために、2024 年までに GHG 削減量 27.3%を目標に掲げている。



図 2-4 中期開発計画（RPJMN） 2020-2024 年のマクロ開発目標⁵

エネルギーの開発計画では、化石燃料への依存が続いていることから、2018 年時点で 75

%のエネルギー自給率は、2045年に28%まで減少すると見込まれている。これを賄うために、2015年に策定された新国家エネルギー政策（Rencana Umum Energi Nasional 2015-2050: 以下 RUEN という）で掲げられている再生可能エネルギーの普及を進め、その割合を2024年までに23%までに増加させることを目標としている。同計画はエネルギー開発に関して下記の方針を示している。

- ① 再生可能エネルギーの開発の加速
- ② バイオ燃料の供給量の増加
- ③ エネルギー確保および省エネの発展
- ④ 産業へのエネルギー供給の増加
- ⑤ NRE（新・再生可能エネルギー）の開発および産業界の支援

再生可能エネルギー増加目標の達成においては、油ヤシ由来の再生可能エネルギーの開発に注力することも明記されており、その投資額は2024年までに32兆ルピアを見込んでいる。

水インフラ整備に関する目標としては、排水処理設備を利用できる世帯を90%まで増加させることも明記されており、投資額は2024年までに140兆ルピアを見込んでいる。

脱炭素については、上述の RPJMN と共に、パリ協定に基づく NDC の動向も重要である。4.1 にて後述するが、2021年7月に、インドネシアはパリ協定に基づく最新の NDC として、2060年までに温室効果ガス排出量を実質ゼロにする「カーボンニュートラル」を目指すことを宣言した。そのため、現 RPJMN を含むインドネシア中央政府の政策・方針にどのような影響があるか、最新動向を注視する必要がある。

(2) ゴロンタロ州中期開発計画（RPJMD）

上述のとおり、インドネシアでは RPJMN が策定されており、これに沿って各州においても州レベルの RPJMD が策定されている。

ゴロンタロ州の RPJMD（2017～2022）においては、以下5つの開発ミッションが掲げられており、これは2015年～2019年の RPJMN に則っている。

- ① 健全で持続可能な観光と天然資源の管理の実現：天然資源、特に観光、農業、漁業、海洋問題の管理を対象とし、環境と森林地域を保護するという原則を維持しながら、エネルギーと水の安全を維持する。
- ② 地域インフラの可用性の確保：基本的なインフラ設備、電気通信設備、輸送および輸送設備の可用性を高め、戦略的地域でのインフラ設備および都市部と農村部でのインフラ設備の提供を含む技術を開発する。
- ③ より公平で公正な地域福祉の向上：一人当たり GDP 及び一人当たりの支出、所得分配の増加から、地域福祉を改善し、包括的で持続可能であることを保証する。
- ④ 人材の質の向上：ゴロンタロ州において質の高い人材を育成し、貧困を削減し、地域社会の基本的権利を実現するために、教育、健康、地域の文化開発の質を向上させる。

- ⑤ 優れたガバナンスとより多くのサービスの創出：創造的・革新的・競争力のある専門的な政府機関を創設し、地域の安全、秩序、政治的安定を維持する。

ゴロンタロ州 **RPJMD** における開発ミッションと、ビジョン、ミッションの下に設けられた目標、目標達成の指標をまとめた表を以下に示す。

表 2-1 ゴロンタロ州 RPJMD におけるビジョン、ミッション、目標

No.	ミッション	目的	目標	指標	初期状態 (2016)	目標 (2022)
ビジョン：先進的で優れ、繁栄したゴロンタロ社会の実現						
1.	経営の実現 環境にやさしく持続可能な観光と天然資源	観光	観光客の増加	国内外の観光客数	5,923	7,937
				諸島観光客数	566,398	759,023
				観光客の平均滞在期間	1.52	4
		強化 管理 社会福祉のための天然資源	農業／プランテーションセクターの貢献の増加 GDP	農業部門の貢献割合 GRDP (兆ルピア)	11,916.05	14,228.39
				農民の為替レート	105.63	106.40
				為替レート 漁師／耕運機 (NTNP)	101.37	102.1
				PPH スコアの可用性	65.27	66.89
				消費 PPH スコア	76.3	85.5
				農民の為替レート 畜産サブセクター (NTPT)	102.62	104.42
				品質指数 環境	71.06	73.61
		環境収容力の維持	森林資源 土地	重要な土地面積	706,930 ha	700,930 ha
		持続可能な天然資源	持続可能な海洋および沿岸 地域と災害軽減	災害リスク指数	0.66 - 1	0.3 - 0.65
2.	地域インフラの可用性の確保	強化 持続性と経済活動のための地域インフラ	地域インフラの質と量の向上	安定した道路状況 (%)	41.15 %	70%
				良好な状態の地方道路網の長さの割合 (km)	209	278
				電子政府指数	3.75	3.85
3.	より公平で構成な地域福祉の向上	強化 幸福	増加 包括的で公平な地域福祉	経済成長	6.52	7.27
				ジニ係数	0.42	0.36

		公衆		インフレ率 (%)	1.30	3.30
				一人当たり GRDP	27,654,339.50	28,155,865.91
				失業率	3.88	2.86
				収入	1.58	2.99
				未開発村	103	88
4.	人材の質の向上	品質改善 人事	アクセスと教育の質の向上	人間開発指数	66.29	69.62
				参加率 SMA/MA/SMK	76.13	78.00
				識字率	99.81	100
				平均スコア	7.12	7.9
			健康と栄養の向上	平均寿命	66.59	68
				合計特殊出生率	2.60	2.40
			文化の発展と Imtaq	取得した文化遺産 国内および国際的な認知	3	15
				人口単位当たりの礼拝所 (モスク) の比率	0.23	0.25
		貧困削減	貧困率の低下	貧困率	17.63	14.69
				貧困居住者 (人)	203,831	185,391
			飲料水、適切な衛生状態、住 宅地へのアクセスの増加	適切な飲料水アクセスカ バー率	71.59 %	83.02%
				適切な衛生状態へのアク セスの割合	56.27%	69.41%
				スラム地域の減少率	-	0%
5.	優れたガバナンスとより 多くのサービス	より良い多くのサー ビス	メンテナンスの改善	改革指数	CC	B
				評価結果の価値 政府のパフォーマンス	CC	BB

2.2.2. ギロンタロ州における環境問題

ギロンタロ州においては、著しい経済成長の一方で、インフラの未整備が課題であり、特に上下水道インフラについては整備が全く追いついておらず、人口増加に伴う河川や湖の水質汚染が深刻化している。2018 年時点で下水道が整備されている都市は、スラウェシ島においてはマナド市のみであり、それも市域の一部範囲に留まっている。また、電力インフラは、インドネシア電力公社（Perusahaan Listrik Negara : 以下 PLN という）の「PLN STATISTICS 2019」によると、州別電化率が 97.1%⁶と報告されているものの、PLN 以外の電力会社については除外された割合であり、実際には未電化地域も残されている。また、電化されている地域も、停電が頻発する等、脆弱な電力インフラが開発の障壁となっている。

ギロンタロ州政府は、北スラウェシ州から独立した際、トウモロコシ農業を州の主要産業とする政策を採り、農家に対する補助政策を実施した。その結果、平野部だけでなく、丘陵地や山間部地の急斜面など、トウモロコシ栽培の非適地にまで栽培が拡大し、山間部では焼畑による開墾が進んだことから、急速な森林減少を引き起こすこととなった。この結果、CO₂ 吸収源の消失だけでなく、森林の保水力の低下が土砂崩れや市街地の頻繁な洪水の原因ともなっている。特に、人口密集地であるギロンタロ市は、中央盆地に位置し、丘陵や山岳地帯に囲まれているため、洪水に対して脆弱な地形であり影響は甚大である。また、農耕地の浸食や河岸浸食を受け、ギロンタロ県及びギロンタロ市に位置するリンボト湖へ年間 1,500,000 m³の土砂が流入していると推定されており、2030 年には土砂により湖底が埋没し、湖が消失するとの予測もある。土砂流入の影響は海岸部にも見られ、斜面から流入する土砂により、海水の汚濁やサンゴ礁の死滅といった影響を及ぼしている⁷。土砂の流入は、生態系にも影響を与えており、河川から運ばれてきたと考えられる浮草のホテイアオイが 2000 年頃からリンボト湖において急激に繁殖し、湖における漁業や他の植物の成長を妨げることから問題視されている。

		
山間地に及ぶ焼畑農業	土砂の流入により浅くなるリンボト湖	リンボト湖のホテイアオイの大量繁殖

⁶ PLN（2020 年 6 月）「PLN STATISTICS 2019」

(<https://web.pln.co.id/statics/uploads/2020/11/Statistik-Inggris-2019.pdf>)

⁷ Kasamatsu et al., 2020 “Prior Study for the Biology and Economic Condition as Rapidly Environmental Change of Limboto Lake in Gorontalo, Indonesia”

(<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/536/1/012005/pdf>)



図 2-5 ゴロンタロ州における環境課題と地理的状况

こうした状況はゴロンタロ州政府も危惧しており、実態把握と影響の予測、対策検討に動き始めている。図 2-5 では、ゴロンタロ市周辺のみを示しているが、図 2-6 に示すように、上述の課題を抱える地域は州全域に広がっている。昨年度実施したワークショップにおいては、ゴロンタロ州政府から、森林破壊等により、森林保水力の低下、土砂の流入によるリンボト湖の縮小等が起こり、州内で危機的な地域が増加しているとの言及があった。また、主要な環境課題としては以下 4 点をあげ、愛媛県に対し、これら課題の解決を脱炭素化と併せて推進していく活動への支援を要請した。

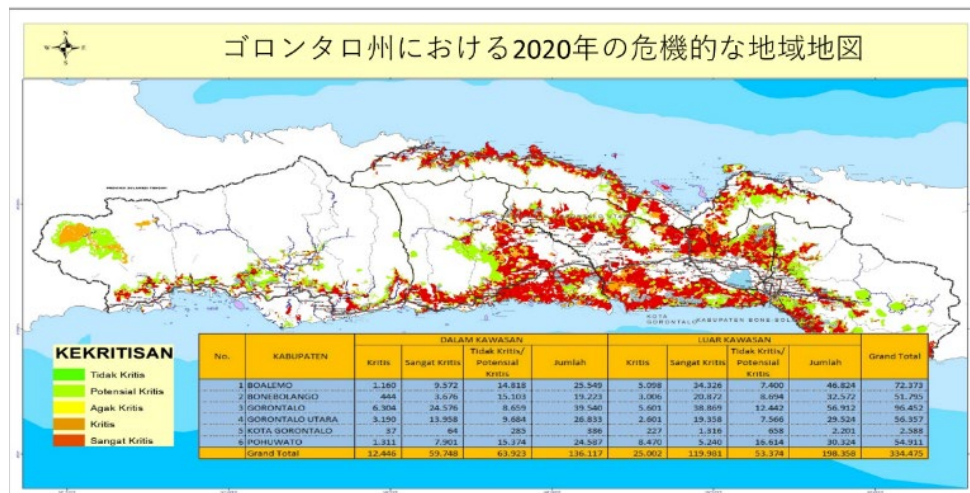


図 2-6 ギロンタロ州における環境的な危機地域²



図 2-7 ギロンタロ州の優先される環境課題²

昨年度事業におけるゴロンタロ州 BAPPEDA、公共事業局、環境局、農業局等政府機関との意見交換においては、以下環境・政策課題をヒアリングしており、課題及びニーズについて再認識するとともに、関連各所へ訪問のうえ、実態把握を実施したところである。



図 2-8 ギロンタロ州政府へのヒアリングによる環境課題及びニーズ

2.3. 愛媛県との連携背景

2.3.1. 交流の背景

愛媛県とギロンタロ州との関係は、2007 年の愛媛大学とギロンタロ大学の「学術交流協定」締結を起点に進められてきた。2013 年にギロンタロ大学及び北ギロンタロ県、2016 年にギロンタロ大学及びギロンタロ州と「三者連携による共同研究及び人材育成に関する覚書」を締結するなど、県と共に産学官での地域間連携を進める推進役となっている。2016 年には、ギロンタロ州の訪問団が愛媛県副知事を表敬し、両地域の相互理解を深めるとともに、両地域の発展に資する協力関係を確認している。



図 2-9 2016 年に 3 者間覚書を締結

また、現インドネシア国会副議長や尼日友好協会会長を務める知日派のラフマット・ゴーベル氏の尽力も大きい。ゴーベル氏は一族のルーツがギロンタロ州にあり、支持基盤ともなっている。また、同氏にとって愛媛県は、留学先であった中央大学卒業後、当時の松下寿電子工業株式会社の愛媛県東温工場で実務研修を行った縁がある。現愛媛県知事とは 7 度の会談を重ねており、県内企業の技術を用いたギロンタロ州の環境・産業の向上のための意見交換を行っている。愛媛県内企業によるインドネシア環境林業大臣への環境技術のプレゼンテーションや、県内企業とインドネシア企業のビジネスマッチングは、ゴーベル氏が愛媛県内企業の環境技術に高い関心を有していたため、実現に至った経緯がある。本事業においても、ゴーベル氏よりギロンタロ州を対象とした脱炭素社会実現に向けた支援の要請を得た経緯があり、調査実施にあたって全面的な支援の約束を得ている。

本事業開始に際し、ギロンタロ州政府とは 2 度の意見交換を実施し、脱炭素化に基づく環境課題解決に関する調査内容に賛同を得ている。2 度目の意見交換の際には、ギロンタロ大学・愛媛大学の関係者も参加し、産官学連携で応募事業を実施していくことに合意した。脱炭素化に向けた取り組みについては、各部局において計画はあるものの、実効性に

欠けている現状や、次期地方中期開発計画 RPJMD に脱炭素に関する開発計画を盛り込みたいとの前向きな意向を確認していた。加えて、州の深刻な環境課題の一つである水質汚染に関して、県内企業の技術に大きな期待を寄せているとのコメントもあった。これを踏まえ、愛媛県としては、脱炭素政策に関する支援及び水処理に関する技術協力等が可能である旨を表明し、コロナ禍で渡航が難しいため引き続きオンラインを含む意見交換を頻繁に実施することで合意し、事業開始に至った。

2.3.2. 都市間連携協力に係る覚書の締結

インドネシアでは、2020 年に内務省にて「インドネシア共和国内務大臣令 2020 年第 25 号 海外の地方政府との地域協力および海外の機関との地域協力の手続きについて（PERATURAN MENTERI DALAM NEGERI REPUBLIK INDONESIA NOMOR 25 TAHUN 2020 "TENTANG TATA CARA KERJA SAMA AERAH DENGAN PEMERINTAH DAERAH DI LUAR NEGERI DAN KERJA SAMA DAERAH DENGAN LEMBAGA DILUAR NEGERI “）」が発行され、海外自治体との協力の際し、計画書の提出、MOU の締結、内務大臣の許可等が求められるようになった。

本法令の第 2 章第 6 項(1)において、対象範囲を以下のように指定している。

- a. 姉妹州協力
- b. 姉妹都市／地区協力
- c. その他の協力

(2)においては、特定分野の協力の焦点を当てるため、インドネシアの地方政府が海外自治体と実施する協力については c に該当する旨が記載されている。そのうえで、第 9 項においては、以下手順で協力を実施することが要請されている。

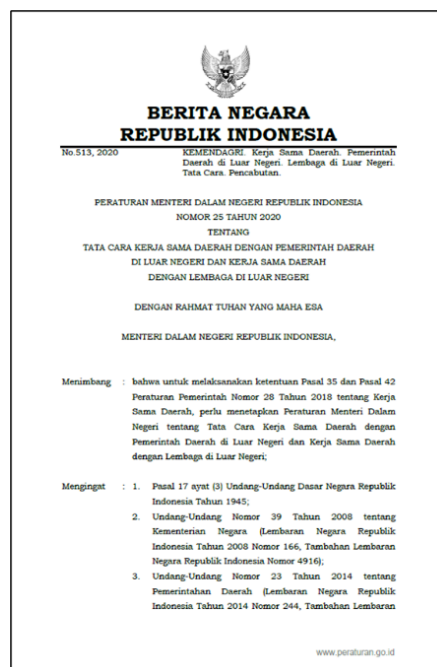


図 2-10 PERATURAN
MENTERI DALAM NEGERI
REPUBLIK INDONESIA NOMOR
25 TAHUN 2020

第 6 条(1)で言及されている地域間協力（中略）は、次の段階を経て実行される。

- a. 構想
- b. 調査
- c. 協力の意向表明
- d. 協力計画の作成
- e. DPRD（地方開発計画）の承認
- f. 検証
- g. 協力文書草案の作成
- h. 協力文書の議論

- i. 大臣の承認
- j. 協力文書の署名
- k. 協力の実行

本事業においても、採択後のゴロンタロ州とのキックオフミーティングにて、本事業に関する愛媛県との MOU について言及があり、法令への対応に加え、今後の円滑な調査実施のため、締結する運びとなった。以下のとおり、ゴロンタロ州知事および愛媛県知事の署名を得て、2021 年 12 月 15 日付で締結に至った。加えて、内務省へ提出する計画書についてもゴロンタロ州とともに作成し、ゴロンタロ州より MOU 原本とともに提出され、承認に至った。

また、MOU 締結に伴い、協力の意向表明書 (LOI) についても、愛媛県・ゴロンタロ州・内務省・外務省の 4 者で内容について協議のうえ、2022 年 9 月 23 日付で締結に至った。LOI 及び MOU は、環境管理、経済・産業開発、農業・林業、教育・訓練の 4 分野について協力の合意がされている。それぞれの分野において、本事業での検討事項を含む活動プログラムを設定し、期待される成果、実施機関、各機関の役割等を整理したアクションプランを作成し、外務省・内務省・ゴロンタロ州・愛媛県との協議を重ね、その内容について外務省及び内務省より承認されたところである。

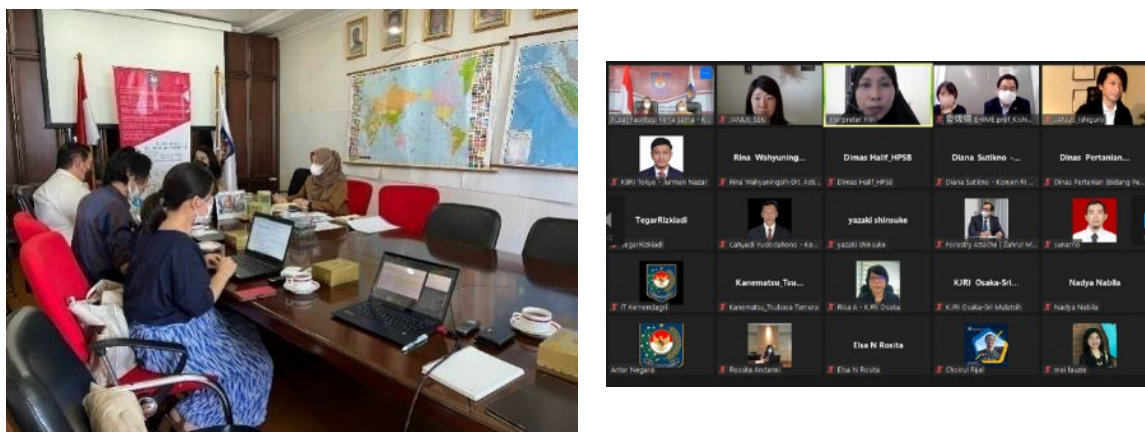


図 2-11 内務省、外務省に対する愛媛県・ゴロンタロ州との MoU に関する協議

アクションプランにおいては、ゴロンタロ州の脱炭素社会実現に向け、本事業において事業化を検討中の案件についても記載がある他、ゴロンタロ州の脱炭素化計画策定支援についても、愛媛県による具体的な支援内容が記載されている。ここでは、アクションプランにおいて記載されている、本事業に係る愛媛県とゴロンタロ州の協力の結果について、以下に示す。

環境管理

- ゴロンタロ州における温室効果ガスの主な排出源の特定と将来予測に関する情報
- リンボト湖浄化のためのデータ

- 最終処分場（TPA Talmelito）の浸出水に対する排水処理技術導入に関する F/S の結果

経済・産業の発展

- 産業排水の多量排出事業者（ココナッツ加工工場）に対する排水処理技術導入に関する F/S の結果
- エネルギー多量消費事業者（ココナッツ加工工場）に対するバイオマス発電に関する F/S の結果
- 愛媛県とゴロンタロ州の企業の製品・技術に関する情報
- 両自治体における企業のビジネスマッチング活動の実施

農業・林業

- ゴロンタロ州における森林保全計画
- 森林及び重要な土地の保全に関する農民のエンパワーメント
- 傾斜地農業の在り方に関する F/S の結果

教育・訓練

- 水インフラシステムの維持・管理に関するステークホルダーへの教育
- ゴロンタロ州内企業や農家を対象としたカカオ農業に関するセミナーの実施
- ゴロンタロ大学を対象とした環境教育セミナーの実施

MOU の締結式は、愛媛県インドネシア経済交流ミッション団のゴロンタロ州渡航中であつた 2023 年 1 月 19 日に、愛媛県知事、ゴロンタロ州知事その他、ゴーベル国会副議長も同席のもと、実施された。



図 2-12 都市間連携事業に係る MoU 締結式（2023 年 1 月 19 日）

3. 脱炭素エネルギーによる地域水インフラ整備分野

ゴロンタロ州においては、ほとんどの地域でし尿や生活排水は未処理のまま直接、あるいは側溝を経て河川に流れ込み、河川・湖沼・海洋の水質汚染を引き起こす要因となっている。後述するが、インドネシア全国やゴロンタロ州としても上下水道インフラの整備が計画されているものの、実行には至っていない。

本事業では、我が国の先進的な排水処理技術に着目し、分散型の水処理設備である浄化槽の導入を検討した。また、発生する浄化槽汚泥については、メタン発酵により得たバイオガスを活用した発電利用の可能性を検討した。また、ゴロンタロ州においては、脱炭素化の観点を開発計画に盛り込む意向を確認していることから、今後導入される設備について脱炭素技術を選定し、“脱炭素水インフラ”の実現を開発段階から目指していくことを検討した。そのため、浄化槽およびメタン発酵設備の稼働に必要な電力は太陽光発電等を活用することとし、ゼロエミッション化をコンセプトとした。現状想定している脱炭素エネルギーによる地域水インフラ整備のイメージを以下に示す。

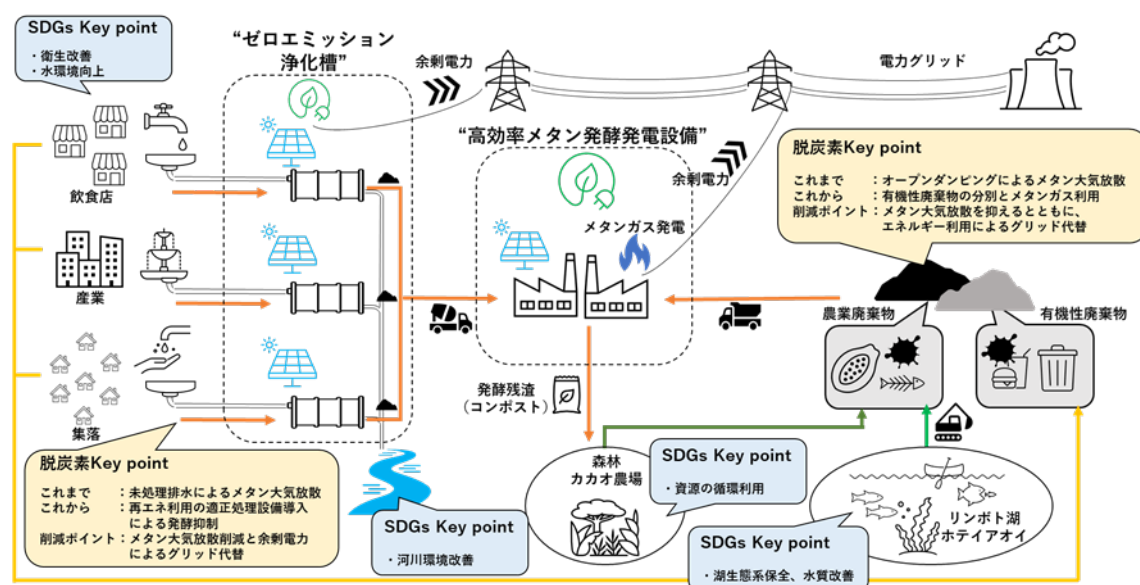


図 3-1 脱炭素エネルギーによる地域水インフラ整備－CO₂ 排出削減イメージ図

水インフラは、公共インフラであることから、国及び自治体の予算に基づく整備が想定されることから、州が技術選定や計画策定に権限を有し、関与しやすいと考えられた。令和3年度事業においては、水インフラ整備の基盤となるインドネシア・ゴロンタロ州における政策・計画に関する調査および導入予定の浄化槽・メタン発酵設備の導入可能性について検討を行った。令和4年度事業においては、具体的なポテンシャルサイトを抽出し、検討し得るビジネスモデルについて整理を実施した。本年度事業においては、これまでの結果を踏まえ、事業化に向けたより詳細な検討を実施した。

以下項目において、それぞれの検討内容及び結果を示す。

3.1. 導入予定の設備

3.1.1. 浄化槽

(1) 浄化槽の仕組み

浄化槽は、我が国で開発された分散型（オンサイト型）の生活排水処理技術・施設であり、固液分離機能と微生物処理機能によってし尿及び生活雑排水を浄化する装置である。

浄化槽の一般的な処理の流れとしては、まず、沈殿分離槽にて流入汚水中の浮遊物・固形物を沈殿させ、続いて嫌気ろ床槽にて嫌気性微生物により有機物の一部を分解および担体流動槽から返送された硝化液を脱窒、その後、担体流動槽に送風機（ブロウ）で空気を送り込み、好気性微生物により有機物を分解しアンモニアを硝化、沈殿槽にて処理水を汚泥と上澄水に固液分離し、最後に消毒槽にて塩素消毒をして放流する。浄化槽の基本的な構成を以下に示す。

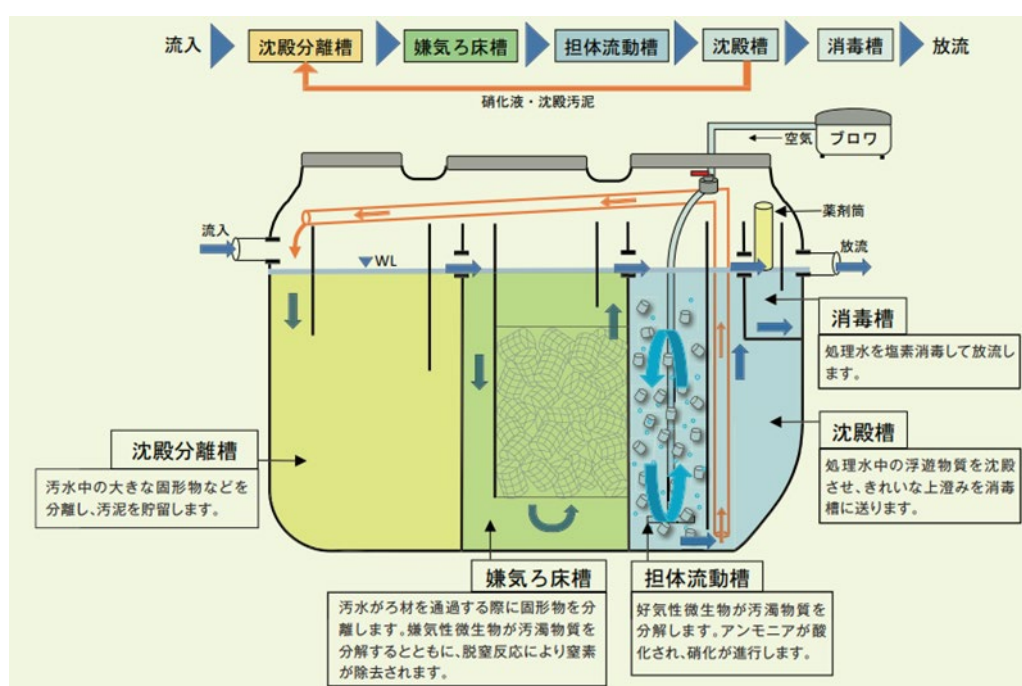
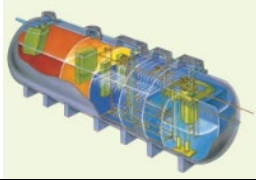


図 3-2 浄化槽の構成と処理原理⁸

また、浄化槽は、建物の建築用途、処理対象汚水の量と質、放流先の水質規制状況などに応じて、大きさ、処理方式、浄化槽本体の材質などが選択可能で、処理能力の大きさに応じて、以下のように分類されている。

⁸ 環境省（2019年3月）「日本におけるし尿処理・分散型生活排水処理システム」
(http://www.env.go.jp/recycle/jokaso/basic/pamph/pdf/wts-jp_full.pdf)

表 3-1 浄化槽の一般的な分類⁸

分類	概観	概要
小型浄化槽		戸建て住宅、および 50 人槽（日平均汚水量では 10 m ³ /日）以下の小規模な排水処理に使用され、通常、FRP（繊維強化プラスチック）または DCPD（熱硬化性樹脂）のプラスチック製の工場生産品。
中型浄化槽		51 人槽以上 500 人槽（日平均汚水量では 100 m ³ /日）までの中規模な排水処理に使用され、通常、FRP 製の工場生産品と、鉄筋コンクリート製（RC 製）の現場設置型がある。
大型浄化槽		501 人槽以上の大型集合処理に使用され、通常、鉄筋コンクリート製（RC 製）で、設置現場で建設される。

我が国では、浄化槽法第三条により、下水道もしくは尿処理施設を使用しない場合、浄化槽によってし尿及び生活雑排水を処理することが義務づけられている。令和元年度末時点においては、全国で約 760 万基の浄化槽が設置済である⁹。また、2020 年に策定された「インフラシステム海外展開戦略 2025」¹⁰においても、分野別アクションの一つに浄化槽を掲げ、東南アジア地域における公衆衛生及び水環境保全のため、中小企業を含めた浄化槽の海外展開を支援しているところである。

なお、インドネシアにおいては、家庭由来の排水は簡易な腐敗槽が一般的であり、浄水機能はほぼ期待できないものとなっている。年間を通して温暖な熱帯多雨林気候にあるため、人口圧が少ない農村等においては、こうした簡易な設備、または未処理の排水であっても、生態系の分解能力により自然浄化が期待できる一方、都市部については熱帯生態系の豊富な有機物分解能力を以てしても汚染負荷が高いことから、浄化槽等による排水処理が不可欠な状況にあると言ってよい。現在主流となっている腐敗槽については、Septik tank と呼ばれ、浄化槽とは区別される。

(2) (株)ダイキアクシスの浄化槽の概要

本事業では、株式会社ダイキアク시스製浄化槽の導入について検討する。

(株)ダイキアクシスは、業界に先駆けて軽量で丈夫な FRP 製浄化槽を開発して以来、低コストで効率の良い製品を開発し続けている。例えば、2014 年 1 月には、日本環境協会エコマーク事務局が主催する“エコマークアワード 2013”にて、同社の家庭用浄化槽 XE 型が浄化槽では初めてエコマーク認証を取得している。環境省基準値のマイナス 46%を達成

⁹ 環境省（2021 年 2 月）報道発表資料（<https://www.env.go.jp/press/109154.html>）

¹⁰ 首相官邸（2021 年 6 月）「インフラシステム海外展開戦略 2025（令和 3 年 6 月改訂版）」（<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keikyou/pdf/infra2025.pdf>）

し、省電力性能と安定した排水処理能力を実現するとともに、リサイクルが可能なポリプロピレンを用いて、従来品に比べ総容量を約 85 %までに削減し、現場の作業軽減とコスト削減に貢献する製品である。同社の FRP 製浄化槽の構造と機能を以下に示す。

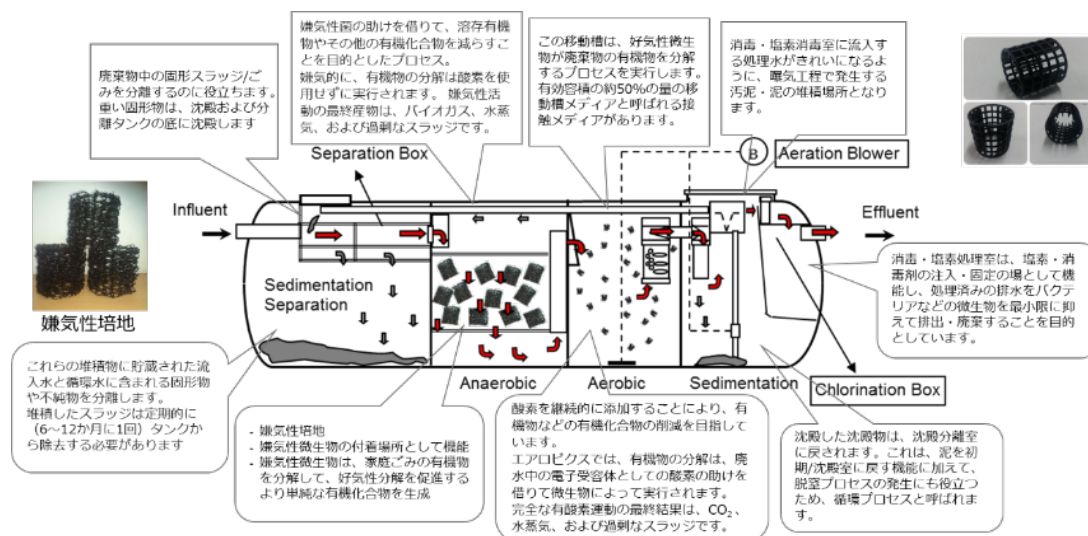


図 3-3 (株)ダイキアキシスの FRP 製浄化槽の構造と機能¹¹

また、同社はインドネシアに関連会社を有しており、上述のインドネシアの法令に則した浄化槽導入事業をジャカルタ中心に展開していることから、現地の課題に対応した浄化槽導入に関し、技術的優位性が高い。表 3-1 に示したインドネシアの生活排水基準と同社の浄化槽の処理性能を以下に示す。

表 3-2 (株)ダイキアキシスの浄化槽の処理性能とインドネシアの生活排水基準¹¹

パラメータ	単位	流入	放流BA (LHKの基準に 該当しないもの)	放流BJ (LHKの基準に 該当するもの)	基準*
pH	[-]	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9
BOD	[mg / L]	300	20	20	30
COD	[mg / L]	400	100	80	100
TSS	[mg / L]	240	30	20	30
アンモニア	[mg / L]	50	-	10	10
油脂	[mg / L]	40	10	5	5
総大腸菌数	【数/ 100ml】	-	3000	3000	3000

同社のインドネシアにおけるビジネスについては、2021 年 1 月に我が国とインドネシア共和国環境林業省が主催した日本・インドネシア環境ウィークにおいても報告された¹²。同社は、様々な規模の設備への導入実績を有しており、導入事例の一部を以下に示す。

¹¹ (株)ダイキアキシス提供資料

¹² 日本・インドネシア環境ウィーク発表資料（2021 年 1 月）「Introduction of Decentralized Small Scale Waste Water Treatment Technology in Indonesia」

(https://www.oecd.or.jp/iprsi/event/envweek/program/files/20210114_sem_2-6_pt_daiki_axis.pdf)



図 3-4 インドネシアにおける(株)ダイキアクシスの製品導入事例¹¹⁾

	
小型浄化槽 (10 人まで使用可能)	大型浄化槽 (事務所、アパート、ホテル等で使用可能)

図 3-5 (株)ダイキアクシスがインドネシアにおいて展開している浄化槽の例

また、本事業においては、脱炭素化の観点から、浄化槽の稼働に必要な電力を太陽光発電によって得るシステムを検討している。太陽光発電システムについては、太陽光パネルをインドネシアにおいて調達し、施工から管理まで(株)ダイキアクシスが一貫して担う参入形態を検討する。本事業は公共的性格を有するため、設備は公共調達となる可能性が高く、価格に課題があるものの、JCM 設備補助事業の活用や、(株)ダイキアクシスの一括請負・施工実績から同社による導入において有利な競争環境を形成することが可能である。なお、同社は、国内の山間地域等で太陽光発電設備による浄化槽の設計・施工に実績を有している。

(3) 導入に向けた検討事項

浄化槽導入に際しては、インプット及びアウトプットを明確に把握・設定したうえで、適切な規模の製品の選択に反映させ、システムとして導入可能性を検証する必要がある。以下のとおり、3 段階それぞれについて要件を検討する¹³。

- インプット（生活排水の受入条件）

設備導入に際し、排水処理の実態、プロセス及びアウトプットを考慮して設定される受入条件であり、「排水の排出状況」「排水の性状」「処理不適物の特定」「受入形態」等があげられる。

- プロセス条件（処理技術の設計条件）

製品の規模や設置を検討する際に必要な具体的条件であり、インプット、アウトプットを満たし、かつ規制基準や緊急時への対応まで考慮した設備の基本的性能を決定する。

- アウトプット（浄化槽汚泥の利用条件）

処理の結果生成される浄化槽汚泥を利用するために必要な条件である。浄化槽汚泥の性状、量のほか、利用先までの搬送方法、搬送ルートや量の季節変動等があげられる。

¹³ 古市徹監修 有機系廃棄物資源循環システム研究会編著（2006 年 3 月）「バイオガスの技術とシステム」、P76

上記 3 段階の要件の具体的内容について、以下表にまとめた。

表 3-3 浄化槽導入に関する要件の具体的内容

要件区分	要件の内容	
インプット (排水の受入条件)	排水の排出状況	排水の排出量・排出特性(日変動、季節変動、地域別排出形態)・排出源(一般家庭・商業施設等)
	排水の性状	pH、TSS、BOD、COD _{cr} 、NH ₄ -N、TN、TP、N-Hex(又は Oil&Grease) など 性状変動の有無(季節変動等)
	処理不適物の特定	種類、混入率(%)、濃度(mg/L)
	受入形態	搬入方法:世帯等からの配管方法
プロセス条件 (処理技術の設計条件)	建設予定地の立地条件	主たる排出源からの距離および高低差 処理水放流先との距離および高低差 敷地面積、地形、地質、気候条件 法的規制、周辺環境、アクセス 電気、水道などの引き込み状況
	処理能力	処理能力(m ³ /日) 年間稼働日数(日/年) 受入貯留設備容量(最大搬入量への対応)
	公害防止基準等	規制基準 周辺住民などの要請基準の有無
	前処理	前処理設備の要否と処理方式
	処理方式	分離接触ばっ気方式、嫌気ろ床接触ばっ気方式、脱窒ろ床接触ばっ気方式、リン除去・脱窒ろ床接触ばっ気方式等 処理副資材の要否と量
	排水の処理	放流先 放流水の性状:BOD、窒素濃度、塩類濃度
	電気計装仕様	中央監視制御項目(種類と項目数)現場操作項目(種類と項目数) 省力化のための自動運転制御の内容
アウトプット (汚泥の利用条件)	汚泥の発生状況	発生量(m ³ /日 or m ³ /月)
	汚泥の性状	pH、TSS、BOD、COD、NH ₄ -N、TN、TP など 見かけ比重(t/m ³)、含水率(%) 性状変動の有無(季節変動等)
	汚泥の搬出方法	汚泥の搬出:頻度、量、搬出ルート、距離 年間搬出計画等、管理・メンテナンス体制 搬出方法、搬出車両の仕様
	汚泥の利用先	利用先条件:利用先、利用形態、需要量、性状、量の季節変動、買取価格(有償、無償)

3.1.2. メタン発酵設備

(1) メタン発酵設備の仕組み

メタン発酵プロセスは、嫌気性微生物反応によって有機性排水や下水汚泥、畜産廃棄物および生ごみ等の廃棄物系バイオマスからメタンを安全かつ効率的に回収するとともに、廃棄物となる汚泥の減容化を主目的としている。

一般的にメタン発酵設備は、受け入れ物のうち発酵に適さない異物を除去する必要がある、人手による選別や機械による破碎、選別、もしくは両方の組み合わせによる選別プロセスが必要となる。

その後、発酵を促進させるための前処理として可溶化プロセスを行う場合がある。前処理後のプロセスでは、有機物を発酵させるメタン発酵槽、生成されるバイオガスを発電利用するために必要な脱硫装置、ガスホルダー、発電設備、ボイラー、余剰ガス燃焼装置等が必要となる。発酵残渣については、用途に応じて導入設備が異なる。

例えば、発酵残渣を全量液肥として散布する事例もある。その場合に必要となる設備としては、液肥貯留槽や、事業者自らが液肥を散布する場合液肥運搬車、散布車が想定される。また、他の事例では、固液分離処理をし、固体部分は堆肥化、固形燃料化、または乾燥させた後産業廃棄物として焼却処理し、液体部分は排水処理後、下水放流といった処理を行っている施設もある。このように、発酵残渣の処理方法に応じて導入設備が異なる。以下にメタン発酵プロセスの基本的な構成を示した。

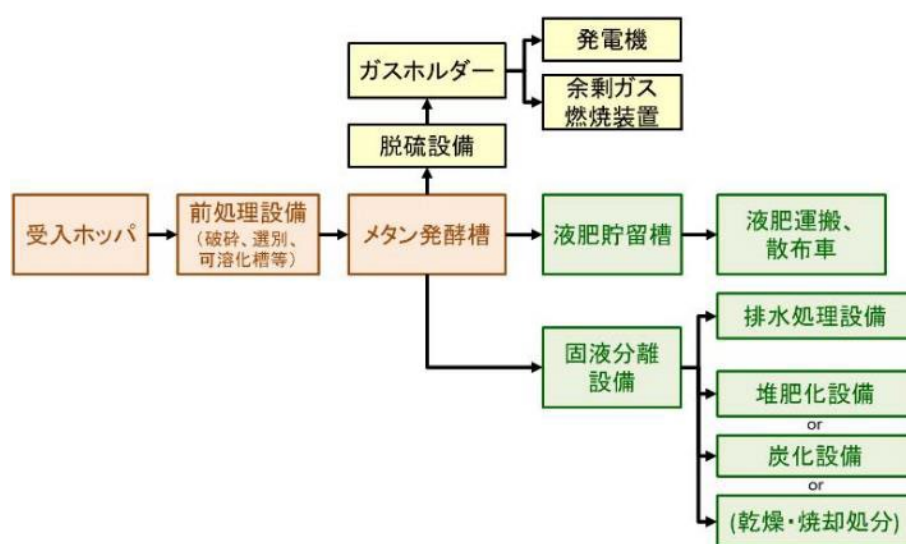


図 3-6 メタン発酵システムの基本構成¹⁴

また、メタン発酵プロセスは、溶解性成分が主体の排水処理と固形物が主体の固形廃棄物処理により種類が異なる。排水処理については、濃縮汚泥のメタン発酵槽への返送（嫌気性接触法、ABR 法）や、生物膜の利用（嫌気性濾床法、嫌気性流動床法）、菌体の固定

¹⁴ 環境省「平成 29 年度地域循環圏・エコタウン低炭素化促進事業報告書」、沖縄県、日本エヌ・ユー・エス株式会社、P101

化（UASB 法、EGSB 法）等のメタン発酵槽における処理に応じて、分類される¹⁵。また、固形廃棄物処理については、基本的に発酵槽内の汚泥濃度により「湿式法」と「乾式法」の 2 種類に大別される。湿式法はメタン菌を低い汚泥濃度で浮遊させ処理を行う二相法、一相法に分かれ、中温発酵と高温発酵の 2 種類がある。一方、乾式法には横型、縦型の 2 種類があり、いずれも高温発酵の技術である。以下表に UASB 法・EGSB 法、湿式および乾式技術の概要をまとめた。

表 3-4 メタン発酵技術の比較¹⁶

	排水	固形廃棄物	
項目	UASB 法・EGSB 法	湿式	乾式
原料濃度	5～8 %	2～10 %	15～30 %
処理概要	メタン菌をグラニュール化し固定し低 SS 濃度排水を処理	メタン菌を低い汚泥濃度で浮遊させて処理	メタン菌により高い汚泥濃度で処理
特徴	・ 高効率 ・ EGSB 法：UASB 方よりも高負荷運転が可能（流動床型の UASB 法が EGSB 法）	・ 運転管理が容易 ・ 消化液の処理が不要（液肥利用する場合）	・ 固形物処理可能 ・ 原料単位重量当たりのガス発生量の増大
主な適用先	・ 食品排水	・ 事業系・家庭系生ごみ ・ 食品加工残さ ・ 家畜ふん尿 ・ 下水汚泥	・ 都市ごみ ・ 固形廃棄物
実績	国内で多数（UASB 法）	国内で多数	国内で非常に少ない
不適合混合に対する許容	小さい（低 SS 濃度の液状廃棄物処理）	小さい	大きい
排水処理	放流基準によっては好気処理が必要	必要（液肥処理しない場合）	不要（原料条件によって異なる）
発酵槽のメンテナンス	適切な運転管理により、不要	定期的に必要	ほとんど必要ない
メタン菌と有機物の接触方法	排水の流速により接触させる	発酵槽内部にて攪拌	引抜汚泥と原料を混合し、発酵槽へ投入

本事業において対象とする原料は、上述の浄化槽から排出される汚泥を対象とする計画である。一方、経済性を考慮すると、より発酵効率の良い食品廃棄物等を主原料とし、メタン発酵ガス化による発電量を増加させることが望ましい。そこで、本事業においては、メタン発酵設備の原料として、食品廃棄物等のバイオマス資源を対象とし、売電による利益を得るとともに、原料として浄化槽汚泥を混合することで浄化槽汚泥の処理も検討する方針とした。

¹⁵ 野池達也編著（2009 年 5 月）「メタン発酵」、P85

¹⁶ NEDO（2021 年 4 月）「第 3 部メタン発酵技術に係る基礎知識」
<https://www.nedo.go.jp/content/100932093.pdf>

メタン発酵設備については、株式会社愛研化工機の技術導入を検討する。同社は、愛媛県内企業であり、国内の食品工場において、農作物等の固形廃棄物を用いたメタン発酵を行っており、また、インドネシアにおいても 2020 年度 JICA 事業にて、同国の国営パーム油工場の排水（Palm Oil Mill Effluent：以下 POME という）を用いたメタン発酵のパイロット試験を実施し、性能（回収エネルギー量、メタン濃度）確認を行っている。同社のメタン発酵技術は、攪拌方法にて他社技術より競争力があり、高いガス回収率と安定除去の実績を有している。同社の技術について、次項にて詳説する。

(2) (株)愛研化工機のメタン発酵技術の概要

(株)愛研化工機では、上述の EGSB 法による排水処理について、従来の EGSB 法との比較で、安定性・効率性・経済性を飛躍的に高め、外部エネルギーを全く必要としない「完全自立型循環型排水装置」の開発に成功している。これにより、工場排水を処理しつつ、利益を得ることが可能な排水処理装置となり、バイオマスの有効活用およびエネルギーに乏しい新興国への最適な排水処理装置として高い優位性を有している。具体的には、従来の EGSB 法との比較において、システム価格と投資回収期間が約 2/3 に低減した¹⁷⁾。(株)愛研化工機のシステムの概要を以下に示す。

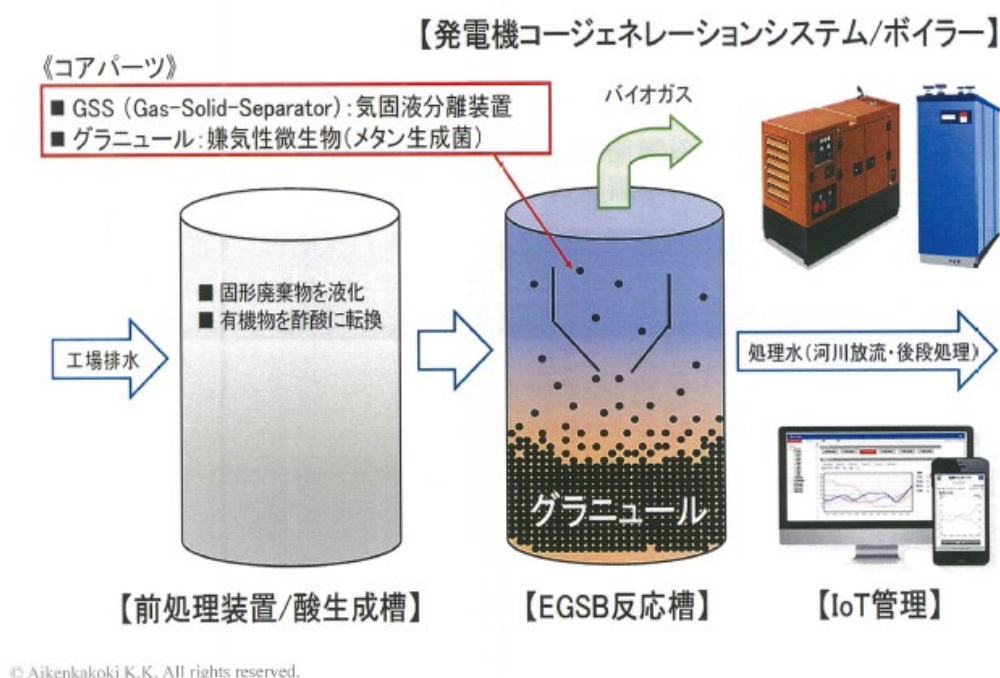


図 3-7 EGSB 法システム概要¹⁸⁾

EGSB 法は、反応槽内の三相分離装置（Gas Solid Separator: 以下 GSS という）の構造次

¹⁷⁾ NEDO（2021 年 11 月）NEDO ベンチャービジネスマッチング会資料
<https://www.nedo.go.jp/content/100939230.pdf>

¹⁸⁾ (株)愛研化工機提供資料

第で排水処理能力とバイオガス回収能力が大きく異なる。多くの企業が GSS の設計を外注している一方、(株)愛研化工機では自社開発していることから、GSS の設計ノウハウを蓄積しており、反応槽全体の仕様を踏まえた設計が可能である。その結果、バイオガスの回収率を高めることに成功し、他社製品よりも早く投資回収をすることが可能である¹⁹。また、設計から販売、保守メンテナンスまで一貫対応が可能など、価格面で高い競争力を有している。2005 年に第一号機を大手食品工場向けに納品後、2021 年時点で合計 21 基を導入している。同社の EGSB 法による処理実績を以下に示した。

表 3-5 (株)愛研化工機の EGSB 法による導入実績¹⁸

	水量	原水	処理水	回収エネルギー量		対象排水
	(m3/日)	COD (mg/l)	COD (mg/l)	(Nm3/日)	(kwh/日)	
1	600	5,800	580	1,378	3,740	農産物加工
2	1,000	8,000	1,200	2,992	8,120	製綿洗浄排水
3	650	4,300	430	1,107	2,817	総菜・菓子製造

また、(株)愛研化工機では、顧客からのニーズを踏まえ、食品廃棄物等の工場残渣を用いたエネルギー回収（消化槽方式によるメタン発酵）装置についても実績を有している。排水処理で蓄積したエネルギー効率等のノウハウを踏まえ、小型化・高効率化した実証設備を稼働し、技術評価を実施している。同社の消化槽方式によるメタン発酵設備の導入事例を以下に示す。

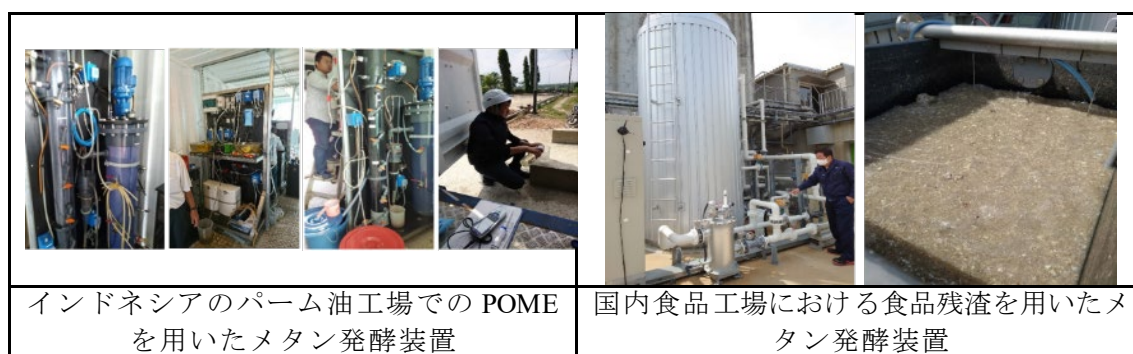


図 3-8 (株)愛研化工機の消化槽方式メタン発酵設備の導入事例¹⁸

今後、原料となるバイオマス資源の性状に応じて、処理技術及び最適なシステムの設計を検討していく。

¹⁹ JICA（2020 年 6 月）「インドネシア国パーム油工場でのバイオガス回収を伴う高濃度排水処理に係る案件化調査 業務完了報告書」、株式会社愛研化工機、P8

(3) 導入に向けた検討事項

メタン発酵設備導入に際しては、インプット及びアウトプットを明確に把握・設定したうえで、設備の技術的な検討に反映させ、システムとして導入可能性を検証する必要がある。上述のとおり、浄化槽汚泥に加え、他の有機性廃棄物も発酵原料と想定したうえで、以下のとおり、3段階それぞれについて要件を検討する²⁰。

- インプット（有機性廃棄物の受入条件）

設備導入に際し、廃棄物処理の実態、プロセス及びアウトプットを考慮して設定される受入条件であり、「廃棄物の排出状況」「廃棄物の性状」「処理不適物の特定」「収集形態」等があげられる。

- プロセス条件（処理技術の設計条件）

設備の設計を行う際に必要な具体的条件であり、インプット、アウトプットを満たし、かつ規制基準や緊急時への対応まで考慮した設備の基本的性能を決定する。

- アウトプット（資源化物の利用条件）

処理の結果生成される資源化物やエネルギー（電力・熱）を利用するために必要な条件である。資源化物に求められる形状、性状、量のほか、利用先までの搬送方法、搬送ルートや需要量の季節変動等があげられる。

上記3段階の要件の具体的内容について、下表に整理する。

表 3-6 メタン発酵設備導入に関する要件の具体的内容²¹

要件区分	要件の内容	
インプット （廃棄物の受入条件）	廃棄物の排出状況	浄化槽汚泥・有機性廃棄物の排出量・排出特性（日変動、季節変動、地域別排出形態）・排出源（一般家庭・商業施設等）
	廃棄物の性状	[浄化槽汚泥] pH、TSS、BOD、CODcr、NH4-N、T-N、T-P、T-K、VS、C/N比、栄養塩類、N-Hex（又は Oil&Grease）など [有機性廃棄物] 見かけ比重（t/m ³ ）、含水率（%）、pH、TSS、BOD、CODcr、NH4-N、T-N、T-P、T-K、VS、C/N比、栄養塩類 ごみ質変動の有無（季節変動等）
	処理不適物の特定	種類、混入率（%）、濃度（mg/L）
	収集形態	収集容器・袋の種類：袋、バケツ・コンテナ 収集日数・搬入日数（t/週）、年間搬入計画等 収集車両、搬入車両の仕様

²⁰ 古市徹監修 有機系廃棄物資源循環システム研究会編著（2006年3月）「バイオガスの技術とシステム」、P76

²¹ 古市徹監修 有機系廃棄物資源循環システム研究会編著（2006年3月）「バイオガスの技術とシステム」、P77

プロセス条件 (処理技術の設計条件)	建設予定地の立地条件	主たる排出源からの距離、処理水放流先との距離および高低差 敷地面積、地形、地質、気候条件 法的規制、周辺環境、アクセス 電気、電話、水道などの引き込み状況
	処理能力	処理能力 (t/日) 年間稼働日数 (日/年) 受入貯留設備容量 (最大搬入量への対応)
	プロセス別の稼働時間	前処理、発酵設備他 (時間/日)
	公害防止基準等	規制基準 周辺住民などの要請基準の有無
	前処理	前処理設備の要否と処理方式
	処理方式	EGSB、UASB、嫌気性発酵 (メタン発酵: 高温法・中温法) 処理副資材の要否と量
	処理設備の系列数	単系列、複数系列
	処理生成物 (資源化物) の利用	生成物 (バイオガス、堆肥、飼料、炭化物) の性状、発生量、利用法、利用量 余剰生成物の処理
	処理不適物の処分	処理不適物の処分方法
	消化液の処理	液肥としての利用の有無、放流の場合の放流先 放流水の性状: BOD、窒素濃度、塩類濃度
	電気計装仕様	中央監視制御項目 (種類と項目数) 現場操作項目 (種類と項目数) 省力化のための自動運転制御の内容
アウトプット (資源化物の利用条件)	バイオガス利用	発電利用: 給電先、給電方式、給電容量、売電 (売電単価等) 熱利用: 利用先、利用条件、供給熱量、供給媒体 (温水、蒸気) 直接利用: 供給条件、精製度、供給方式、供給量、供給単価
	消化液の利用 (液肥利用)	利用先条件: 利用先、利用形態、需要量、性状、需要量の季節変動、買取価格 (有償、無償)
	資源化物の流通	資源化物の販路、搬送ルート、搬送方法等

3.2. 事業効果の算定に向けた実態把握

本事業では、ゴロンタロ州において特に排水処理課題が深刻化するゴロンタロ市をモデルに、将来的に州全体への普及を見据え、浄化槽による排水処理及び有機性廃棄物のメタン発酵設備の導入を最終的な目標としている。

一方、下水道の整備が遅れているゴロンタロ州において、大規模に浄化槽を導入する計画は現実的ではないことから、まずは単一もしくは複数の施設を対象として、徐々に普及を図るプロセスを検討する方針としている。メタン発酵設備についても同様であり、まずは一定量の有機性廃棄物を安定して供給可能な工場等を対象に、導入の検討を進める方針である。

また、経済性を考慮し、メタン発酵設備の原料として、食品廃棄物等のバイオマス資源を対象とし、売電による利益を得るとともに、原料として浄化槽汚泥を混合することで浄化槽汚泥の処理も検討する方針とし、浄化槽による排水処理と、メタン発酵設備による廃棄物処理をまとめるモデル案を、令和3年度事業にて提案した。

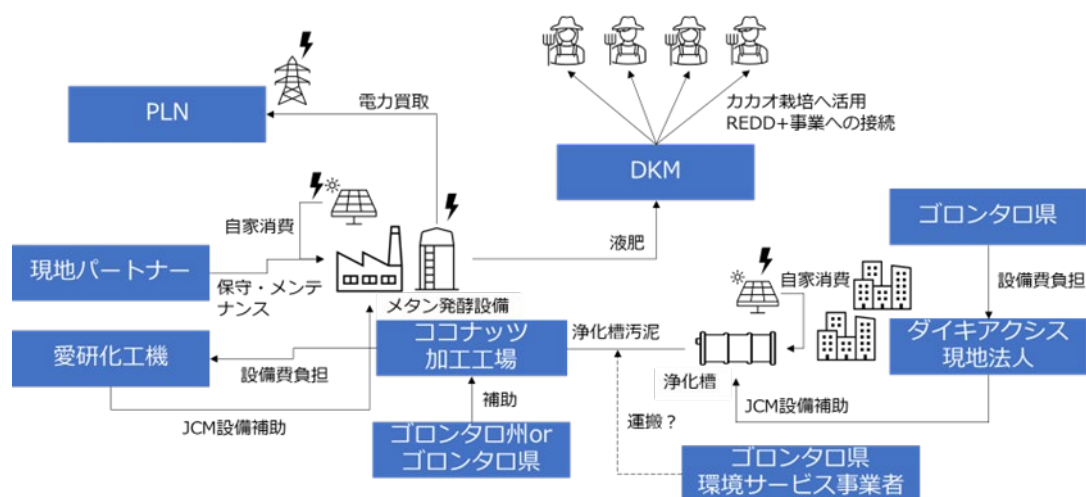


図 3-9 令和3年度事業におけるモデル案

令和4年度事業においては、上述の方針を踏襲し、ゴロンタロ州政府との意見交換によりポテンシャルサイトに関する情報収集を進め、導入可能性について検討した。本年度事業においては、浄化槽についてはポテンシャルサイトに関する追加の情報収集を進めつつ、メタン発酵設備においては昨年度事業より検討を進めているココナッツ加工工場における導入を目指し、詳細設計、コストの積算等設備導入に向けた準備を進めてきた。

3.2.1. 浄化槽

(1) ポテンシャルサイトの選定

浄化槽の導入を検討するにあたり、令和3年度事業においては、ゴロンタロ州 BAPPEDA より、ボネ・ボランゴ県の3か所、ゴロンタロ県の2か所、ゴロンタロ市の3か所、計8か所の学生寮について排水処理ニーズの高い施設として支援要請があった。現在は施設ごとに処理されている状態だが、今後は日本の技術を活用した集約処理を検討したいとの意向を、BAPPEDA との協議において確認していた。以下にゴロンタロ州 BAPPEDA より情

報提供のあった排水処理等のニーズの高い学生寮の詳細を示す。



図 3-10 ギロンタロ州における排水処理ニーズのある学生寮概要²

また、ゴロンタロ州政府からは、本都市間連携事業開始当初より、ゴロンタロ市とゴロンタロ県に跨るゴロンタロ州最大の湖であるリンボト湖における汚染も課題としてあげられている。リンボト湖は、漁業、洪水防止、水資源、観光などの収入源としても重要な役

割を果たしており、ゴロンタロ州のシンボルである湖である。5つの大規模河川と18の小規模河川、計23の河川がリンボト湖に流入している。

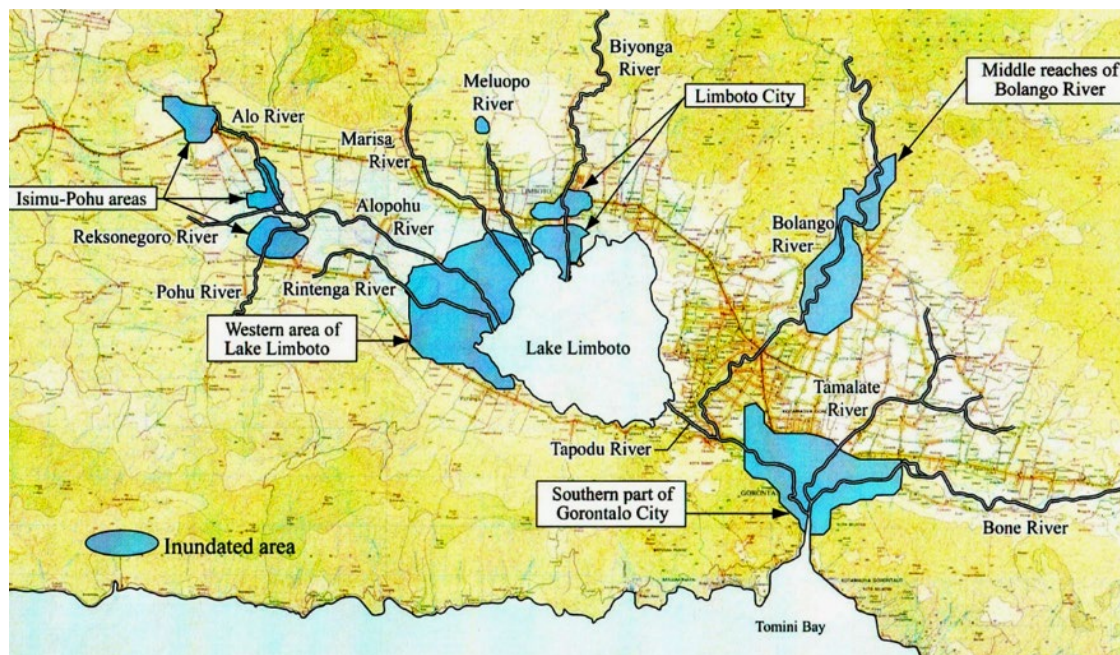


図 3-11 リンボト湖とリンボト湖への流入河川

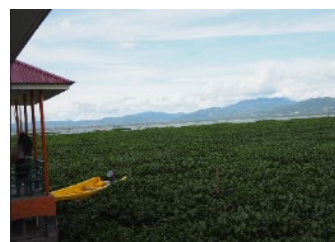
近年、湖周辺の森林消失による土砂の流入、生態系壊変によるホテイアオイの増殖などの課題が生じている。ゴロンタロ州公共事業局へのヒアリングによれば、各家庭の未処理の排水がリンボト湖に流入しており、水質汚染の原因となっていることや、リンボト湖で営まれてきた養殖も水質汚染を引き起こしているとのことであった。なお、水質汚染の対策の一環として、今後湖面での養殖は規制される計画となっている。



家庭排水の流入



河川を介してゴミなどの流入も多い



ホテイアオイの繁茂

図 3-12 リンボト湖における環境課題

ゴロンタロ州環境林業局によると、リンボト湖の水質検査が毎年実施されている中、大腸菌群数が顕著に高い結果となっており、年々上昇傾向で、2022年は特に高い値であったとのことである。

また、大腸菌群は生活排水からの寄与であることをリンボト湖に流入する河川の中では、リンボト湖の北から流入する大規模河川の一つであるビヨンガ川が、流域に住宅も多く、生活排水による汚染が懸念されている。ビヨンガ川においては、流域の3地点で水質分析

が実施されており、リンボト湖と同様に大腸菌濃度が高い地点もある一方で、流域には上水設備を有しており、飲料用に河川を使用していることから、ゴロンタロ州公共事業局、河川管理局、流域管理局、環境林業局との意見交換において、対策の優先度が高いとのコメントを得ている。

令和4年度事業および本年度事業において、上述の学生寮およびリンボト湖周辺を含むポテンシャルサイトを訪問した結果を以下に示す。



図 3-13 ゴロンタロ州公共事業局、河川管理局、流域管理局、環境林業局との意見交換（2023年1月）

① 学生寮

Boardingschool Pondok Pesantren Hubulo は、イスラム教の寄宿舎であり、学生は男女合わせて合計 424 名、加えて教員とその家族 6 世帯が生活している。女子寮と男子寮で建物が異なり、それぞれ生活排水、し尿排水も分かれて排出されている。

男子寮・女子寮ともに、し尿排水は地下に設置したインドネシアにおける従来型の Septic Tank で処理をしており、生活排水は排水路で一か所に集め、ため池にて貯留後、川へ放流しているとのことであった。



図 3-14 女子寮における排水処理（し尿処理（Septic Tank）（左）と生活排水路（右））

また、食堂については、男子寮、女子寮と別の建物に設置されており、排水路などは整備されておらず、生活排水、し尿排水全てが一つのため池に貯留されており、悪臭が発生する状況にある。ため池の底が汚泥の蓄積により詰まり、貯留ができなくなると、場所を移動して新たなため池を増設している状況で、学校職員もこうした処理に対する問題意識を有していた。



図 3-15 食堂における排水処理（排水路（左）とため池（右））

② リンボト湖周辺地域

ゴロンタロ州公共事業局、河川管理局、流域管理局、環境林業局との協議のうえ、浄化槽導入に関するポテンシャルサイトとして、ビヨンガ川流域における、特に周辺の家庭排水の寄与の高いと考えられる地点を数か所訪問した。各家庭からそれぞれ排水路が河川に直接流入している地点のほか、排水路がある程度整備され、周辺家庭の排水路を一つにまとめたうえで、河川に流入している地点なども存在した。



図 3-16 ビヨンガ川流域におけるポテンシャルサイト調査の結果

リンボト湖に近い地域ほど、生活排水によるリンボト湖への寄与度が大きく、浄化槽を導入した際の効果を評価しやすいことが想定される。一方、リンボト湖周辺では、湖に流入するまでの河川敷において畜産業や農業が実施されていることを確認しており、畜産排水や農業排水によるリンボト湖への寄与度も非常に大きいことが想定される。

サイト選定においては、水質のデータ分析に基づく実態把握が重要であるが、ゴロンタロ州には分析機関が無く、現在はマナドもしくはマカッサルまでサンプルを送付して分析を依頼しているとのことであった。ゴロンタロ州公共事業局からは、今後研究機関を設立する計画があり、水質分析の設備導入など、愛媛県や愛媛大学のサポートを期待するとのコメントもあった。

③ 大型施設

①および②のサイトについては生活排水による汚染が深刻である一方、配管の未整備等のインフラ面での課題やリンボト湖への改善効果が示しにくい等、浄化槽導入に際し課題がある。そこで、下水処理設備の導入が法律により義務付けられており設備の更新が予定される場所や、新設予定の大型施設についても、浄化槽導入の候補サイトとして調査を実施した。

ゴロンタロ州においては、伝統的な市場が曜日ごとに場所を移動して設置されており、それら市場からの排水は未処理のまま流出し、周辺の農地を通り、リンボト湖へ流入している。



図 3-17 伝統的な市場からの排水

昨年より、ゴロンタロ市およびゴロンタロ県においては、大規模な中央公設市場が建設され、伝統的な市場から店舗が移動してきている。こうした公設市場における排水処理は、タンクに集められ、定期的にバキュームカーにより回収され、その後河川に放流している。タンクはインドネシア製であり、微生物処理が実施されているとのことで、産業局のもとで管理されている。タンクは複数設置され、各店舗の排水及びトイレからのし尿排水と、魚市場の排水は分けられ、別のタンクに回収されている。タンクには生ごみやプラスチックごみ等も一緒に流れてきており、持続的な管理には課題があることが見受けられる。



図 3-18 ゴロンタロ市市営中央市場（Pasar Sentral Kota Gorontalo）の排水処理設備



図 3-19 ゴロンタロ県県営中央市場（Pasar Modern Limboto）の排水処理設備

ゴロンタロ県に立地する病院 RSUD Dr. M. M. Dunda についても、ゴロンタロ州 BAPPEDA を通じて排水処理設備増設のニーズを得ている。同病院は、インドネシアにおけるクラス B の病院であり、253 床有している。現在は全ての排水を一台の排水処理設備で処理を実施しているが、病床を 50 床増やし、病院のグレードを上げるため、更なる排水処理設備の設置を検討しているとのことであった。

現在導入されている排水処理設備は通称 IPAL（Instalasi Pengolahan Air Limbah）という設備であり、インドネシア国内の病院において導入されている設備である。



図 3-20 RSUD Dr. M. M. Dunda における排水処理設備

(2) ポテンシャルサイトの実態把握

2024 年 1 月 26 日には、ダイキアクシスインドネシアが(1)①の学生寮を訪問し、現在の生活排水処理状況を確認した。



図 3-21 ダイキアクシスインドネシアによる現地視察の様子（2023 年 1 月 26 日）

同社によると、男子寮や女子寮の中にある Septic tank については、生活排水と排水路が異なること、また寮のレイアウトを確認し、例えば生活排水と併せて浄化槽による合併処理を実施するには大規模な工事が必要となることから、浄化槽導入による効果検証のサイトとしては導入可能性が低いとのコメントを得た。一方、食堂から出る排水については、単独の建物からの排水であること、またトイレもあり生活排水とし尿排水を合わせたダイキアクシス製浄化槽による合併処理が可能であるとのコメントを得た。

2022 年 8 月の訪問時から更にため池の場所は移動されており、食堂と非常に近いことから衛生課題も想定され、排水処理が喫緊の課題であることが見受けられる。

今後、同社から学生寮に対し、排水量や建物のレイアウト図等の情報を収集し、設置可能な浄化槽の規模、配管等を検討のうえ、再度学生寮への提案を実施する予定である。

(3) 導入効果の算定

【CO₂ 排出削減量】

上述のとおり、本事業においては、将来的に州全体への普及を見据え、浄化槽による排水処理設備の導入を目指しているが、まずは単独施設やエリアを限定した導入を検討している。そこで、リンボト湖に流入するビヨンガ川流域に位置する村を実証サイトとし、株式会社ダイキアクシスの浄化槽を導入して処理を実施することを想定する。また、浄化槽稼働に係る電力は、太陽光発電で供給するモデルを検討し、CO₂ 削減効果を試算した。

各世帯平均 4 人、25 世帯の住宅街を仮定し、設備規模として、1 日当たり 30 m³の処理が可能な大型の浄化槽 (BJ-30) の導入を想定した。同設備の消費電力は、約 1,000 W であり、24 時間 365 日稼働させることを想定した場合の年間消費電力量は 6,570kWh/年であり、この電力を太陽光発電で供給するモデルを検討する。インドネシアにおける電力 CO₂ 排出係数は、「2019 年度から 2021 年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（二国間クレジット制度資金支援事業のうち設備補助事業）公募要領 別添 4」によれば、0.533 tCO₂/MWh とされているため、上述の推計により得た 6,570kWh の発電量から、年間約 3.501 t の CO₂ 排出削減が可能となる。

また、浄化槽導入により、従来であれば、河川等に放出され、自然分解により発生して

いた温室効果ガスの削減効果が見込まれる。この削減量算定方法は、環境省がとりまとめた温室効果ガス排出・吸収量算定方法のうち、「5.D.1 生活排水の自然界における分解」²²が参考になる。当該方法論では、2006 年 IPCC ガイドライン「Chapter6 Wastewater treatment and discharge」²³を参照しており、生活排水の自然界における分解に伴うメタン排出量を以下の計算式で算出できる。

$$E = EF \times \sum(A_i)$$

- E : 生活排水の自然界における分解に伴う CH₄ or N₂O 排出量 [kg-CH₄] or [kg-N₂O]
 EF : 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト排出係数 [kg-CH₄/kg-BOD] or [kg-N₂O/Kg-N]
 A_i : 公共用水域に未処理で排出される生活雑排水・汚泥（種類 i ）中の有機物量もしくは窒素量 [kg-BOD] or [kg-N]

同ガイドラインに従い、生活排水のデフォルト値として 0.6 [kgCH₄/kg-BOD] を用いる。メタン変換係数は、同ガイドライン Table 6.3 の「Untreated system」の「Sea, river and lake discharge」のデフォルト値 0.1 を用いる。その結果、CH₄ 排出係数は 0.06 [kg-CH₄/kg-BOD] と算定される。また、我が国における生活排水の BOD（生物化学的酸素要求量）負荷量は、し尿 13 g/人・日、生活雑排水 27 g/人・日の計 40 g/人・日となっている。仮にこの数値を適用すると、浄化槽の設備導入による CH₄ 排出削減量は 131.4 kg-CH₄/年となり、CO₂ 排出削減量に換算すると（CH₄ の温暖化係数：25）、3.285 t-CO₂/年となる。

上述のリファレンス CO₂ 排出量に対し、プロジェクト CO₂ 排出量としては、発生する浄化槽汚泥を浄化槽からメタン発酵設備へ運搬する際の輸送由来排出量などが想定されるが、現状は想定が難しいことから、無視できるものと仮定する。すなわち、年間合計 6.786 t-CO₂ が削減可能と試算される。

【費用対効果】

上述のエリアを限定した実証事業については、JCM 設備補助事業ではなく、環境省の「アジア水環境改善モデル事業」などの実証予算を活用し、浄化槽導入、それに伴う効果検証、太陽光発電とパッケージ化したシステムの検討等を実施する考えである。一方、将来的に、人口密集地域であるゴロンタロ市全域に浄化槽を導入する際には、CO₂ 削減に係る太陽光発電設備について、JCM 設備補助事業の活用を検討する予定であり、今回はその際の費用対効果について試算した。

ゴロンタロ市の人口はおよそ 20 万人であり、上述の 1 日当たり 30 m³の処理が可能な大型の浄化槽（BJ-30）の導入を想定すると、約 1,300 台の設置が見込まれる。1,300 台分の浄化槽の年間消費電力量は、2,847,000 kWh となることから、これらの電力を得るためには、太陽光発電設備の稼働率がおおよそ 20%程度であることを踏まえると、1,625 kW の設備容量が必要となる。コストは、日本のパネル調達の想定で kW 当たり 15 万円であるため、総額は 2 億 4,375 万円となる。太陽光発電事業は、既に複数の JCM 設備補助事業実績がある

²² 環境省「5.D.1 生活排水の自然界における分解」（https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/methodology/material/methodology_5D1_4_2020.pdf）

²³ 2006 IPCC Guidelines Vol6 Wastewater treatment（https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf）

ため、補助率は 30%と考えられ、この場合、補助金額は約 7,312 万円となる。

上述の合計 100 人分の排水処理における CO2 排出削減量の試算結果を用い、かつ、財務省の減価償却資産の耐用年数等に関する省令別表を参照し、太陽光パネルについては「機械・装置以外のその他の設備の主として金属製のもの」の法定耐用年数 17 年を、浄化槽については「上水道又は下水道業用設備」の法定耐用年数 12 年を適用し、自然分解により発生する温室効果ガスの削減効果を含め、償却期間排出削減量の合計を試算した結果、42,879 t-CO2 の削減が見込まれる。以上より、浄化槽の設備導入によるトン当たりの削減コストは 1,705 円となる。

3.2.2. メタン発酵設備

令和 3 年度事業における検討の結果、メタン発酵設備の原料として、浄化槽汚泥以外の有機性廃棄物についても対象に検討を進める方針としている。ゴロンタロ州からのニーズとしては、エネルギー源としての廃棄物の活用に対する支援も期待されているところであり、令和 3 年度事業においては、ゴロンタロ州における活用可能なバイオマス資源について調査した。

2020 年時点で、ゴロンタロ州における廃棄物発生量は 1 日当たり 543 トンであり、年間 198,032 トンに達すると推計されている。州内自治体ごとの廃棄物発生量と州全体の廃棄物区分を以下に示す。

県/市	総廃棄物 生産量/日	総廃棄物 生産量/年	家庭ごみ	75%	148,524t/year
ゴロンタロ県	157t	57,408t	有機ごみ	65%	128,721t/year
ゴロンタロ市	143t	52,320t	無機廃棄物	35%	69,311t/year
ボネ・ボランゴ県	67t	24,379t	プラスチックごみ	11%	21,783t/year
ポフワト県	64t	23,208t	オフィス系ごみ	1%	1,980t/year
ボアレモ県	60t	22,035t			
北ゴロンタロ県	51t	18,682t			

図 3-22 ゴロンタロ州における廃棄物発生量・区分²

メタン発酵設備の原料の対象となる有機性廃棄物については、年間 128,721 トン発生していることとなり、本年度事業においては、これら有機性廃棄物の多量排出事業者に関する情報収集を進めてきた。

また、ゴロンタロ州における 2021 年地方政府作業計画（RKPD）によると、州内自治体ごとに以下のような産業が列挙されている²⁴。

²⁴ PROVINSI GORONTALO（2021 年 9 月）「BAB II GAMBARAN UMUM KONDISI DAERAH」（https://bappeda.gorontaloprov.go.id/institution/file_share/BAB-II_179_637.pdf）

表 3-7 ゴロンタロ州における産業

自治体名	産業分類
ゴロンタロ県	ココナッツ加工、製糖、海藻加工
北ゴロンタロ県	貝殻工芸、魚加工、竹細工、刺繍、ヤシ繊維
ゴロンタロ市	食品加工、手工芸、アパレル

このうち、ココナッツ加工と製糖については、ゴロンタロ県において特に発展した産業として企業名も挙げられている。ゴロンタロ州において生産量の多いプランテーション作物として、サトウキビとココナッツが挙げられていることから、農業、加工産業の両面でゴロンタロ州として注力していることが伺える。そのため、メタン発酵設備導入に際して、ゴロンタロ州との連携や支援が期待できる。それぞれの工場の概要と立地場所について、以下に示す。



図 3-23 ココナッツ加工工場と製糖工場の位置

また、これらの工場のメタン発酵設備導入ポテンシャルが高い理由として、原料の適性も挙げられる。ココナッツ加工製品化や製糖の過程で出る排水は糖度が高いため、微生物による発酵が活発になり、多くのメタンガスが発生し、より多くの電力を得ることが可能になる。日本においても、コロナ禍で稼働が落ちている食品工場において、上述の(株)愛研化工機のメタン発酵設備を導入し、貯めていた糖度の高い排水を処理することで発電・売電により利益を得ており、本業の収入が減る中、経営の助けになっているケースもある。ゴロンタロ州の電力需要や電力網にも依存するが、上述のシステムも検討が可能である。

昨年度事業における現地調査にて、上述のココナッツ加工工場へコンタクトし、メタン発酵設備導入に向けた協議を進めてきた結果を以下に示す。

(1) ポテンシャルサイトの選定

① ココナッツ加工工場（PT. Royal COCONUT）

PT. Royal COCONUT は、2007 年に設立し、様々なココナッツ加工製品を生産している。本社はジャカルタに位置し、事務所をスラバヤに、北スラウェシ州とゴロンタロ州に工場を構え、ゴロンタロ州の工場周辺の 66,800 ヘクタールのココナッツプランテーション林を有している。

同社の製品は、欧州、中東諸国を中心に輸出もされており、例えばココナッツ粉は 2020 年に約 50,000t を台湾、中国、オランダ、ポータランド、アフリカ、ロシア等に輸出し、2022 年 1 月～6 月までの半年で、約 3,000,000t の製品を輸出し、日本円で約 8 億円の収益を得ている。

ココナッツ加工量に対し 27%が排水になるとのことで、洗浄水と合わせ、排水は一日当たり約 350～400 m³発生している。

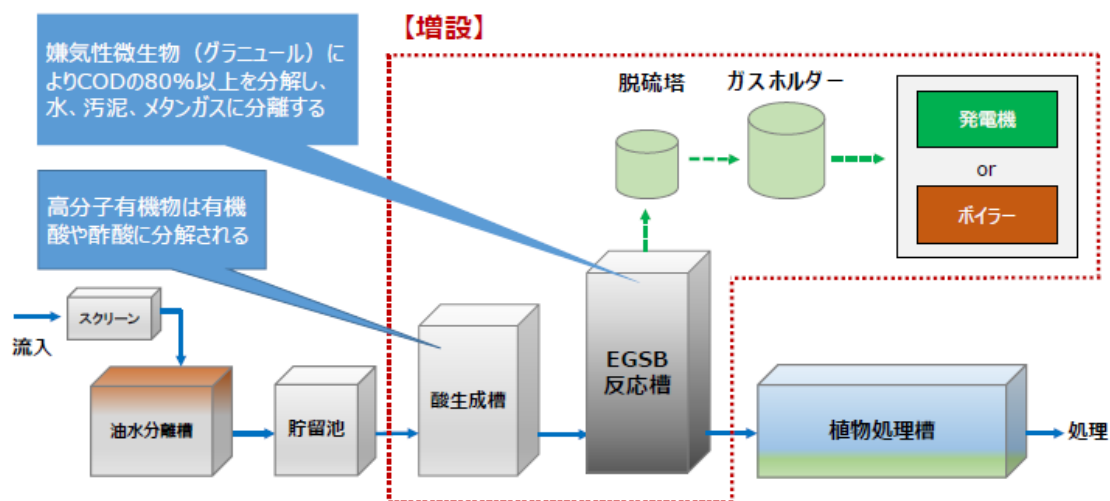
現状の排水処理フローは以下のとおりである。



図 3-24 現在の PT. Royal COCONUT における排水処理フロー（株式会社愛研化工機作成）

排水の分析も定期的に実施されているが、日によって分析値に大きな変動があり、その理由としては調整槽がなく、濃度が均一化されていない状態での採水分析が実施されているためと推察される。一方、濃度にばらつきはあるものの、COD 濃度は一定程度確認されていることから、株式会社愛研化工機からは、油水分離を活用したエネルギー回収システム（EGSB）が検討可能とのコメントを得ている。株式会社愛研化工機による提案技術について、以下に示す。

EGSBを用いた排水処理システムのソリューション（ネット・ゼロ・エネルギー型）



排水処理システムの流れ

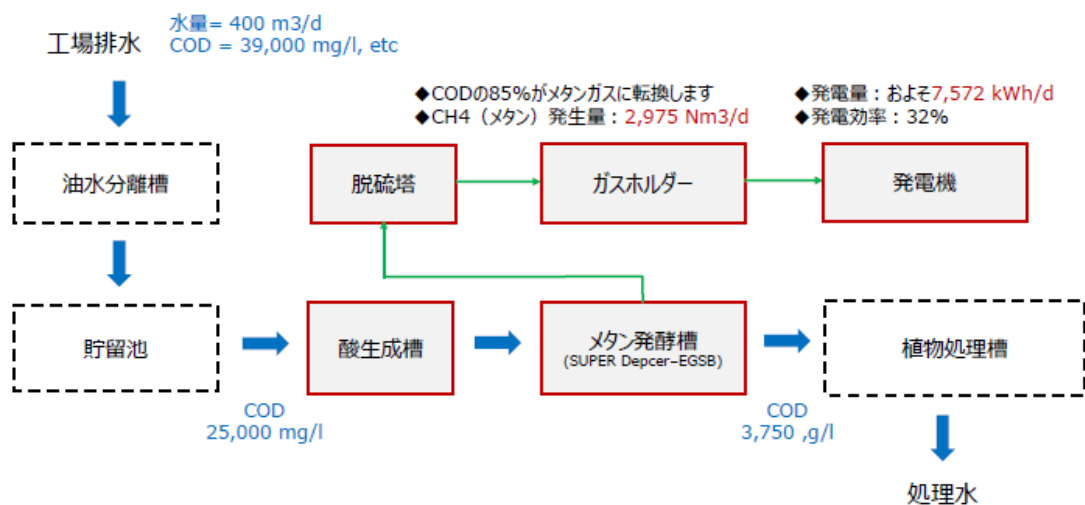


図 3-25 PT. Royal COCONUT への株式会社愛研化工機による提案システム（2023 年 1 月時点）

② ココナッツ加工工場（PT. Trijaya Tangguh）

PT. Trijaya Tangguh は、PT. Royal COCONUT と並ぶ、ゴロンタロ州における 2 大ココナッツ加工工場である。PT. Royal COCONUT とほぼ同時期の 2006 年に設立し、本社はスラバヤに位置し、ゴロンタロ州に工場を構え、主にココナッツミルクとココナッツウォーターを製造している。

PT. Royal COCONUT と同様、同社の製品も、欧州、中東諸国を中心に輸出もされている。



図 3-26 PT. Trijaya TANGGUH

排水は一日当たり約 500 m³発生しており、毎月の使用電気料金は約 500 万円とのことである。現状の排水処理フローは、PT. RoyalCOCONUT と同様であり、以下のとおりである。



図 3-27 現在の PT. Trijaya TANGGUH における排水処理フロー（株式会社愛研化工機作成）

排水の分析も定期的実施されているが、PT. RoyalCOCONUT と同様、日によって分析値に大きな変動があり、その理由としては調整槽がなく、濃度が均一化されていない状態での採水分析が実施されているためと推察される。一方、濃度にばらつきはあるものの、COD 濃度は一定程度確認されていることから、株式会社愛研化工機からは、油水分離を活用したエネルギー回収システム（EGSB）が検討可能とのコメントを得ている。

(2) ポテンシャルサイトの実態把握

昨年度事業において、PT.RoyalCOCONUT においては、排水処理及びエネルギー回収に関して非常に高い関心を得ていたことから、まずは PT.RoyalCOCONUT における設備導入を目指し、本年度事業においても引き続き詳細な実態把握を実施した。

排水の分析については定期的に実施しており、そのデータを昨年度事業において収集した。処理槽における排水の滞留時間が約 1 か月であることから、現在は、1 か月に 1 回の分析を実施しているとのことである。ヒアリング及び現地視察により、現在は下図の Inlet と Outlet の 2 か所で採水し、分析を実施していることが明らかとなった。



図 3-28 PT.RoyalCOCONUT との意見交換（2023 年 1 月）

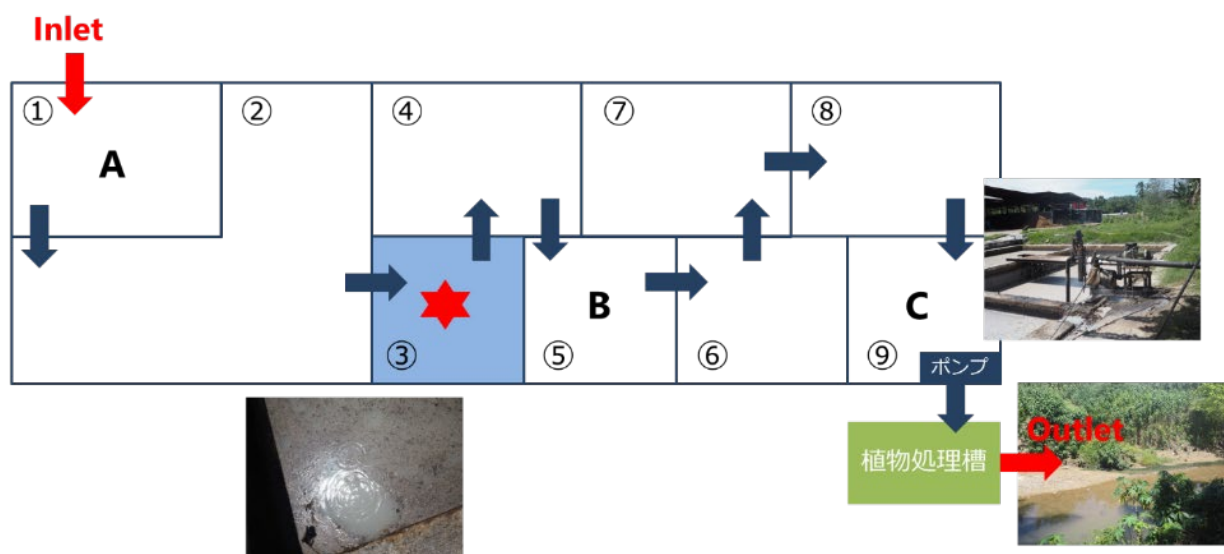


図 3-29 現在の排水フローと採水ポイント

一方、これらの分析データでは検査結果にバラつきがあり、より詳細な設備設計が難しい。そのため、本年度事業においては Inlet、Outlet の分析データに加え、排水が滞留する上図の★の箇所の採水も実施し、排水のデータを収集した。また、株式会社愛研化工機の提案システムにおいては、排水の温度が 30 度以下となるとグラニューール菌の活性が落ちてしまうため、排水の温度についても測定した。

採水は、以下のとおり 4 回、時期、頻度、採水実施者および分析機関を変えて実施し、排水の濃度変動を確認した。

表 3-8 排水データの収集・分析

時期	頻度	採水場所	採水実施者	分析機関
6 月	1 週間 1 回 : 16:00 頃	★	PT. Royal COCONUT	PT. WATER LABORATORY NUSANTARA INDONESIA
8 月	1 日 3 回 : 10:00/13:00/16:00	★	JANUS	三浦工業株式会社
9 月	1 日 3 回 : 10:00/13:00/16:00	A/B/C	愛研化工機	愛研化工機
11 月	1 日 3 回 : 10:00/13:00/16:00	A/B/C	愛研化工機	愛研化工機



図 3-30 PT. Royal COCONUT における採水の様子

メタン発酵においては、COD 濃度が回収可能なエネルギー量に寄与するため、COD 濃度を把握することが設計上重要となる。分析の結果、COD 濃度については、少々バラつきがあるものの、滞留後の濃度は約 12,000mg/L であることが明らかとなった。また、愛研化工機による採水・分析により、A および B においては懸濁物質濃度が高い一方、C の沈殿槽においては懸濁物質濃度が 1,000mg/L 以下であることから、愛研化工機による設備でそのまま処理を実施することが可能であることが予想される。装置の価格を低コストで抑えるため、懸濁物質除去を考慮する必要のない C の排水を処理することが適していると考えられた。また、グラニュール菌の活性に寄与する水温については、朝、昼、夕方の 3 回の採水において全て約 30 度以上を保っていた。

PT. Royal COCONUT の工場の稼働状況については、日曜、祝日、年末年始を除き 24 時間稼働しており、年間を通して排水量に差はないとのことであった。同社では、主にココナッツオイルを製造しているが、受注生産方式でココナッツミルクを製造する期間もある。8 月の採水時にはココナッツミルクを製造していたが、それ以外のタイミングと比較して、

COD 濃度に大きな差はなかった。PT. Royal COCONUT における製造工程は以下のとおりである。

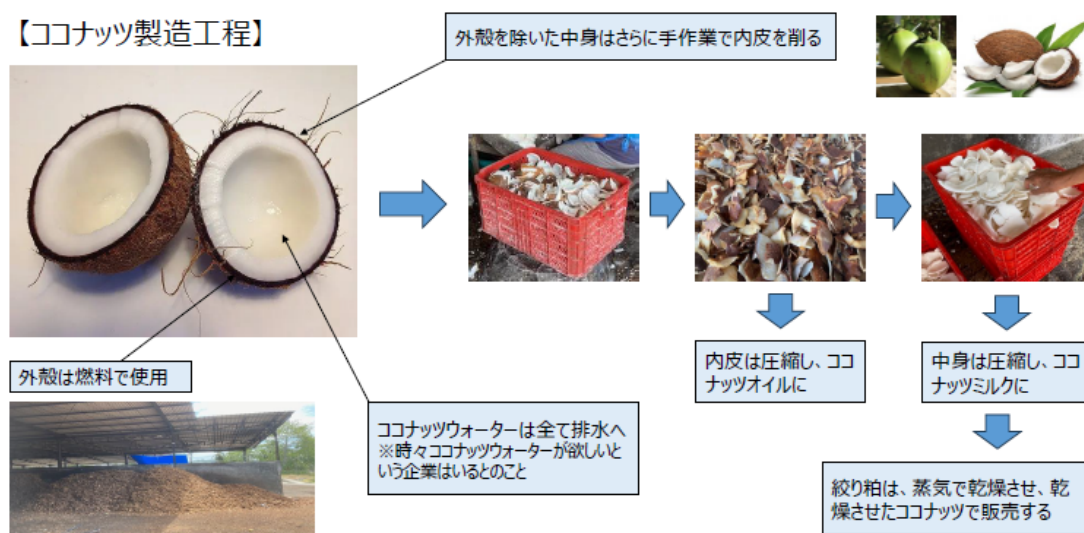


図 3-31 PT. Royal COCONUT における製造工程（愛研化工機作成）

PT. Royal COCONUT における消費電力量については、PLN への電気料金支払伝票から算出した。同社の 2023 年 8 月の伝票によると、ひと月当たりの消費電力量と電気料金は以下のように算出できる。単価はピーク時とオフピーク時で異なるが、合算するとひと月当たりの消費電力量は 274,120 kWh であり、電気料金は 329,662,386 Rp となった。同社からのヒアリングによると、電気料金はひと月当たり約 300 万円とのことであり、おおよそ合致している。

表 3-9 PT. Royal COCONUT における消費電力量と電気料金（2023 年 8 月実績）

	LWBP (22:00-18:00)	WBP (18:00-22:00)	Sum
Electricity consumption (kWh/month)	201,690	72,430	274,120 kWh/month
Unit price (Rp)	1,065.78	1,583.67	-
Sum (Rp)	214,957,168	114,705,218	329,662,386 Rp

なお、排水処理設備導入規模に関わる今後の事業計画についてもヒアリングを実施した。同社の社長が保有する未使用の土地が 30ha ほどあり、将来的に工場を増設し事業を拡大させたいとの意向があるものの、具体的な計画はまだないとのことであった。

(3) 導入効果の算定

(2)の調査結果から、同社の特許であるネット・ゼロ・エネルギー排水処理システムを、既存の排水処理設備に増設する形で導入した場合の導入効果を算定した。

【導入効果】

導入効果の算定に用いた PT. Royal Coconut の各種値を以下に示す。

一日当たりの消費電力量は、上述のひと月当たりの消費電力量から算出した。また、電気料金については 300 万円と仮定した。

表 3-10 導入効果算定に用いた条件

項目	値
工場排水量	400m ³ /日
流入原水 COD 濃度	12,000mg/L
現在の使用電力量	8842.5 kWh/日
現在の使用電気料金	300 万円/月

同社によると、上述の排水処理システム導入により、PT. Royal COCONUT の高濃度排水 COD12,000 mg/L を 1,800 mg /L まで処理することが可能となる。加えて、一日当たり 400 m³ の排水から、3,634kWh/日の発電が可能である。回収したエネルギーは、ボイラー燃料としても活用が可能だが、PT. Royal COCONUT ではボイラーはココナッツ殻を燃料にしていることを確認していることから、工場稼働電力の一部を自家消費するモデルを検討する。

【CO₂ 排出削減量】

現在、有機性廃棄物の嫌気性処理とバイオガスの利用に関する MRV 方法論としては、ベトナムホーチミンにおける事例「卸売市場における有機廃棄物メタン発酵及びコジェネレーション」の MRV 方法論 (VN_AM004) があるものの、対象とする有機性廃棄物は固形廃棄物である。そのため、排水処理によるメタン発酵に関する登録プロジェクトはなく、事業組成にあたっては MRV 方法論を開発する必要がある。

さて、メタン発酵設備の導入による低炭素効果は、従来であれば、有機物を多く含んだ排水が河川等に放出され、自然分解により発生していた温室効果ガスの削減である。この削減量算定方法は、環境省がとりまとめた温室効果ガス排出・吸収量算定方法のうち、環境省がとりまとめた温室効果ガス排出・吸収量算定方法のうち、「5.D.2 産業排水の自然界における分解」²⁵が参考になる。当該方法論では、2006 年 IPCC ガイドライン「Chapter6 Wastewater treatment and discharge」²³を参照しており、産業排水の自然界における分解に伴うメタン排出量は、以下の計算式で算出できる。

²⁵ 環境省「5.D.2 産業排水の自然界における分解」(https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/methodology/material/methodology_5D2_3_2020.pdf)

$$E = EF \times (A_1 + A_2)$$

- E : 産業排水の自然界における分解に伴う CH₄ or N₂O 排出量 [kg-CH₄] or [kg-N₂O]
 EF : 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト排出係数 [kg-CH₄/kg-BOD] or [kg-N₂O/Kg-N]
 A_1 : 産業排水処理施設から公共用水域に直接排出される未処理排水中の有機物量もしくは窒素量 [kg-BOD] or [kg-N]
 A_2 : 産業排水処理施設から公共用水域に直接排出される処理後排水中の窒素量 [kg-N]

メタン変換係数として同ガイドライン Table 6.3 の「Untreated system」の「Sea, river and lake discharge」のデフォルト値 0.1 を用いると、CH₄ 排出係数は 0.06 [kg-CH₄/kg-BOD] と算定される。

また、産業排水処理施設から公共用水域に直接排出される未処理排水中の有機物量又は窒素量 (A_1) は、食料品製造業のデフォルト値の 5.5 [kt-BOD] (2018 年) を参照し、産業排水処理施設から公共用水域に直接排出される処理後排水中の窒素量 (A_2) は、検討ケースにおいては未処理のまま公共用水域に直接排出されると想定されることから、計算から除外する。PT. Royal COCONUT の工場における排水量は、一日当たり約 400 m³、年間約 146,000 t となる。この数値を適用すると、メタン発酵設備導入による CH₄ 排出削減量は 48,180,000 kg-CH₄/年となり、CO₂ 排出削減量に換算すると (CH₄ の温暖化係数 : 25)、年間合計 1,204,500 t-CO₂/年が削減可能と試算され、これがリファレンス排出量にあたる。

プロジェクト排出量については、PT. Royal COCONUT へのヒアリングより、既存工場の排水処理施設を含む消費電力量が 8842.5 kWh/日であることから、年間の消費電力量は 3,227,512 kWh/年となる。インドネシアにおける電力グリッド排出係数 0.533 t-CO₂/MWh をかけると 1,720 t-CO₂/年となる。

株式会社愛研化工機の排水処理設備導入に伴う発電量および設備の消費電力量から、PT. Royal COCONUT へ供給可能な電力を算出し、年間の CO₂ 排出削減量を算出した。

すなわち、プロジェクト総排出削減量は、大気放散によるメタン抑制効果分の 1,204,500 t-CO₂/年 + 愛研化工機の設備導入による削減量となる。

法定耐用年数 12 年 (「上水道又は下水道業用設備」) を適用すると、償却期間排出削減量として 14,454,000 t-CO₂ 以上が見込まれる。

【費用対効果】

JCM 設備補助事業においては、当該国にて 1 件目の案件については、CO₂ 排出削減に寄与する設備の 50%か、排出削減コスト目安の 4,000 円/t-CO₂ のいずれか低い値が適用される。愛研化工機によると今回のメタン発酵設備の設備費の見積額から試算したところ、費用対効果は排出削減コスト目安の 4,000 円/t-CO₂ 以下であり、当事業の全体を JCM 設備補助事業として検討する上で、十分な費用対効果があると言える。

3.2.3. その他（最終処分場）

廃棄物最終処分場からの浸出水についても、ゴロンタロ州公共事業局より処理技術提案に関する支援要請を得たところである。

ゴロンタロ州の最終処分場 TPA Talmelito はゴロンタロ県に位置しており、ゴロンタロ市（70%）、ゴロンタロ県（20%）、ボネ・ボランゴ県（10%）からの廃棄物を受け入れている。

まず、ゴロンタロ州における廃棄物回収フローについて述べる。各家庭はゴロンタロ州の環境局が運営する一次選別所（TPS）へ回収費用（5,000Rp/月）を支払い、支払った家庭は TPS による回収が実施され、リサイクル可能なプラスチックや段ボール等の廃棄物が TPS にて分別され、それ以外の廃棄物が最終処分場へ運搬されている。TPS で分別されている廃棄物は、以下のとおりである。

種類	価格
PET1（厚め）	4000Rp/kg
PET2	3000Rp/kg
Aqua（飲料水Aquaのペットボトル）	4000Rp/kg
Splite（緑色のペットボトル）	3000Rp/kg
AleAle（ジュースカップ）	3000Rp/kg
Ingect（オイル容器）	3500Rp/kg
バケツ（エンジンオイル容器）	3000Rp/kg
PP（硬質プラ）	3000Rp/kg
Sembur（ペットボトルキャップ）	3000Rp/kg



図 3-32 TPS にて分別される廃棄物とその販売価格

一方、回収費未納の家庭についても一定数存在しており、それらの家庭を含む大通りに位置する家庭については、ゴロンタロ州環境局が所有するトラックによって、各家庭の前に出された廃棄物は回収され、そのまま最終処分場へ運搬されている。

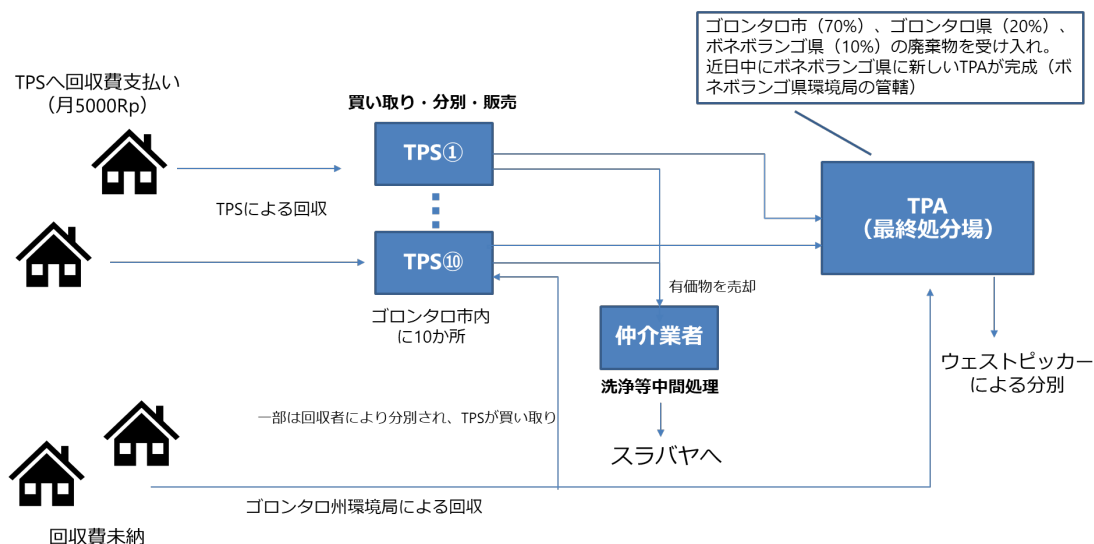


図 3-33 ギロンタロ州における廃棄物回収・処理フロー

ゴロンタロ州環境局及び公共事業局へのヒアリングによると、回収費用の回収が不十分で TPS は 3 か月で資金難になり、機能していないサイトも多いとのことであり、上述のシステム外で未回収の廃棄物も多く存在している実態であることが想定される。ゴロンタロ州環境局の統計データによると、2020 年時点で、ゴロンタロ州における廃棄物発生量は 1 日当たり 543 トンであり、年間 198,032 トンに達すると推計されている。州内自治体ごとの廃棄物発生量と州全体の廃棄物区分を以下に示す。

県/市	総廃棄物 生産量/日	総廃棄物 生産量/年	家庭ごみ	75%	148,524t/year
ゴロンタロ県	157t	57,408t	有機ごみ	65%	128,721t/year
ゴロンタロ市	143t	52,320t	無機廃棄物	35%	69,311t/year
ボネ・ボランゴ県	67t	24,379t	プラスチックごみ	11%	21,783t/year
ポフウト県	64t	23,208t	オフィス系ごみ	1%	1,980t/year
ポアレモ県	60t	22,035t			
北ゴロンタロ県	51t	18,682t			

図 3-34 ゴロンタロ州における廃棄物発生量・区分²

全部で 4 つの埋立処分地を有しており、3 つは既に満杯となり使用停止されている。現在は下図のピンク色のエリアの処分場のみが使用されている。

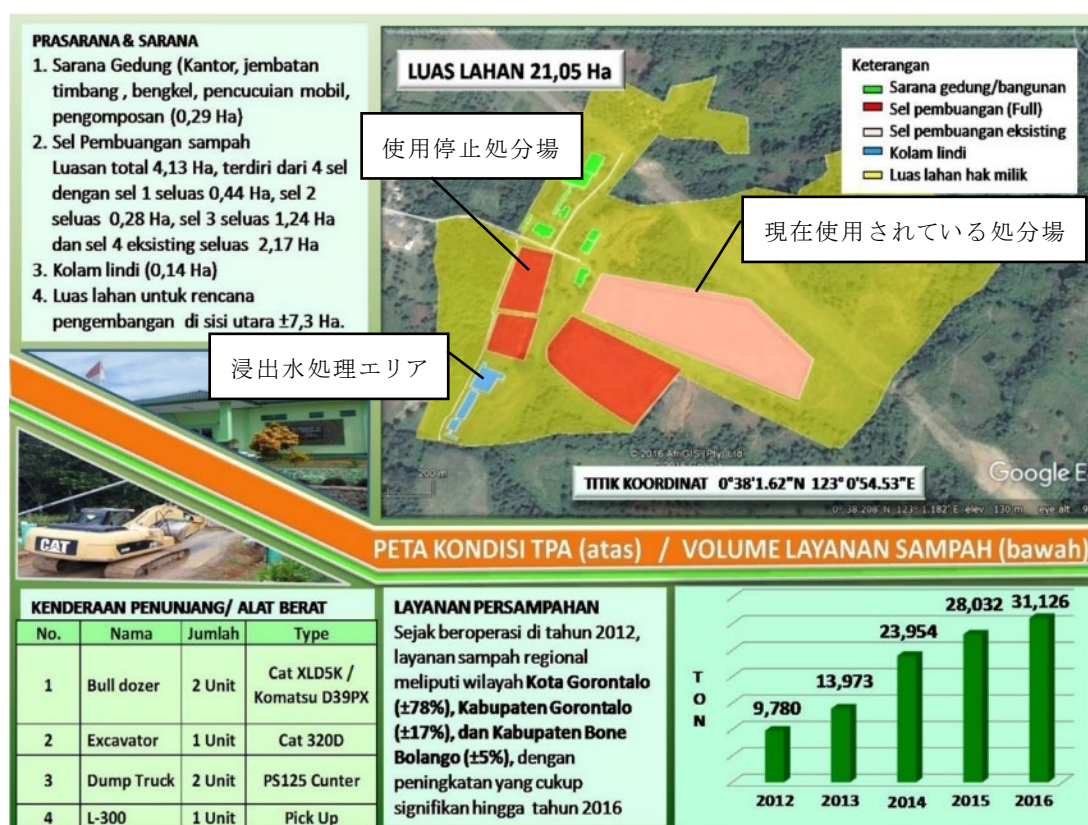


図 3-35 最終処分場（TPA Talmelito）の概要図

最終処分場へ運搬される廃棄物量は一日当たり約 100t であり、3 年間使用可能な設計の埋め立てエリアが使用開始 1 年に満たず一杯になっている状況とのことである。2022 年 8 月に訪問した際には、処分場の 8 割程度が埋まっている状態だったものの、2023 年 1 月訪問時には、溝が埋まりほぼ満杯の状態となっていた。現在、2025 年の着工に向け、新しい埋め立て処分場の建設計画もあるとのことであり、埋立処分場の逼迫が、最終処分場における課題の一つである。



2022 年 8 月訪問時



2023 年 1 月訪問時

図 3-36 最終処分場の様子

もう一つの大きな課題としては、2021 年 11 月以降使用停止されている埋め立て処分場 3 か所からの浸出水である。ゴロンタロ州公共事業局へのヒアリングによると、最終処分場からの浸出水が降雨時には溢れて河川に流出し、周辺の家畜が死ぬなどの被害が出ており、対策が急務とのことである。現在、処理システムはなく、曝気のみ実施され、そのまま河川に放流されている状態である。

水質検査は年に 2~3 回実施し、PT. Royal COCONUT と同じ分析機関を利用しているため、採水してから 24 時間以内にマナドまでサンプルを送付して分析を依頼しているとのことである。一日に発生する浸出水の量は 52m³ である。



貯留槽



曝気槽



本来ため池の底のフィルターでろ過し地面に浸透させていたが、現在はフィルターが詰まり、河川へ放流されている状態

図 3-37 現在の最終処分場浸出水の処理フロー

2022 年 11 月 10 日に、株式会社愛研化工機が最終処分場を訪問し、浸出水の水質・処理槽の構造等を確認した。その結果、同社技術を用いて適正な処理が可能と判断し、2023 年

1月20日、最終処分場へ導入可能なシステムについて提案を実施した。



図 3-38 株式会社愛研化工機、ゴロンタロ州公共事業局との意見交換（2023年1月）

株式会社愛研化工機によると、イニシャルコスト、ランニングコスト、オペレーションの異なる2つのシステムが提案可能である。①については、タンクを設置し、水と汚泥を自然に分離後、砂濾過、活性炭による除去を実施する技術である。②の膜分離活性汚泥法（MBR システム）については、膜を設置し、1/2,500 ミリの濾過を実施する技術である。水銀などが含まれている排水の処理は不可能であるため、埋立処分場において、水銀を含む電灯や電池などの廃棄物の分別が求められる。そこで、本年度事業においては、上述のシステムの適合可能性を検討し、設備設計を実施するため、浸出水の分析データおよび最終処分場の使用実態等を調査した。

1. Proposal Flow System ①

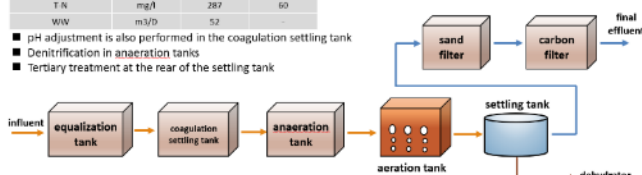
【Sedimentation tank system】

Test Description	Unit	Result	GBL
pH	n/a	8.93	6-9
BOD	mg/l	1,320	150
COD	mg/l	2,640	300
TSS	mg/l	52	100
T.N	mg/l	287	60
WW	m ³ /D	52	-

- pH adjustment is also performed in the coagulation settling tank
- Denitrification in anaerobic tanks
- Tertiary treatment at the rear of the settling tank

【Advantages/Disadvantages】

- ✓ Low running costs
- ✓ Difficult to manage operation



2. Proposal Flow System ②

【MBR system】

Test Description	Unit	Result	GBL
pH	n/a	8.93	6-9
BOD	mg/l	1,320	150
COD	mg/l	2,640	300
TSS	mg/l	52	100
T.N	mg/l	287	60
WW	m ³ /D	52	-

- pH adjustment is also performed in the coagulation settling tank
- Denitrification in anaerobic tanks

【Advantages/Disadvantages】

- ✓ High running costs
- ✓ Easy operation management

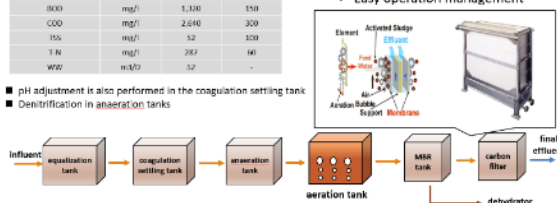


図 3-39 株式会社愛研化工機による提案システム図

(1) ポテンシャルサイトの実態把握

浸出水は、現在最終処分場の南部に位置する処理槽に流入しており、嫌気槽、曝気槽を経て河川に放流している。



図 3-40 既存の浸出水処理設備

最終処分場の中に 5 つある埋立地のうち、4 つ（セル 1～4）からの浸出水を回収し、処理を実施している。一方、嫌気槽の深さが十分でなく嫌気性条件が満たされていないことや、曝気槽のエアレーションが故障もしくは電気の供給が不安定であることなどの課題が山積しており、処理が不十分なまま、河川に放流され、周辺の生態系の破壊や家畜の死亡などの被害が出ている。以下 5 か所で定期的な水質検査を実施しているが、BOD、COD、TSS 濃度全ての基準値を超過する結果となっている。

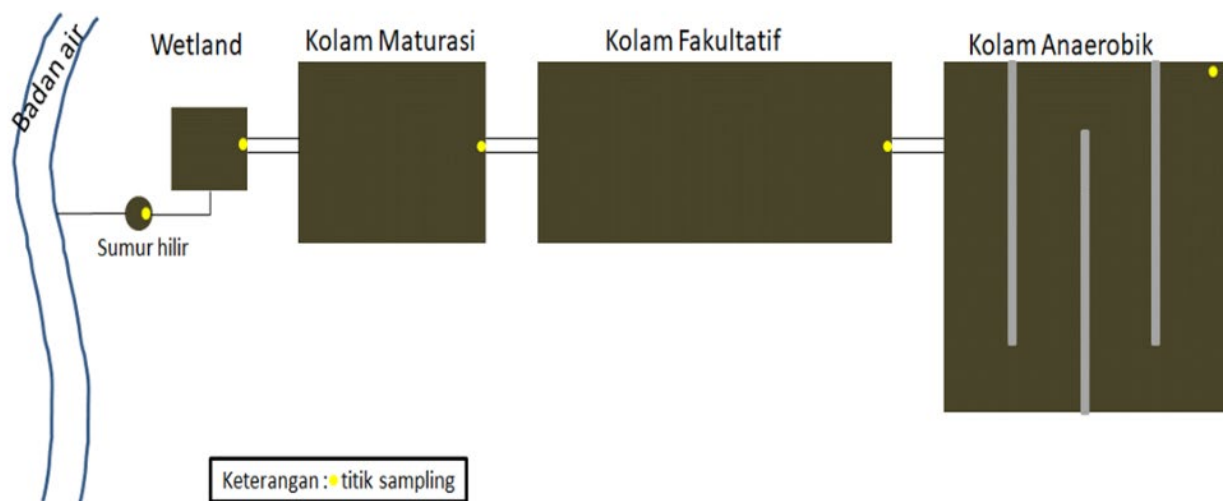


図 3-41 水質検査における採水場所

浸出水の水質基準は、環境林業大臣令第 59 号 2016 年「最終廃棄物処理場の事業および

/または活動の浸出水基準について」²⁶において定められており、以下 7 項目の検査を年間 3 回実施する必要がある。

上述の環境規制と併せて、ゴロンタロ州公共事業局より浸出水の計量証明書を収集し、その値を設計条件として採用することとした。水銀やカドミウム等については、定期的に分析を実施しているものの、基準値を超える値はほとんど検出されていないことから、これらの除去については考慮せずに設計を実施することとなった。

表 3-11 浸出水の水質基準値²⁶

Parameter	Kadar Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
pH	6-9	-
BOD	150	mg/L
COD	300	mg/L
TSS	100	mg/L
N Total	60	mg/L
Merkuri	0,005	mg/L
Kadmium	0,1	mg/L

(2) 導入効果の算定

【導入効果】

ゴロンタロ州公共事業局より取得した浸出水の計量証明書の値から、愛研化工機の排水処理設備導入に伴い、現在の浸出水濃度（2023 年 5 月 18 日採水）と比較して得られる効果は以下のとおりである。なお、流入水濃度より放流水濃度が高い測定結果となっているが、愛研化工機によると、現在の設備ではこのような結果が起こりうるということで、そのような場合を踏まえた設備の提案としているとのことであった。

表 3-12 愛研化工機排水処理設備による導入効果試算結果

項目	現在の流入水濃度	現在の放流水濃度	設備導入後の濃度	単位
pH	7.32	8.09	6-9	-
BOD	155	886	10	mg/L
COD	259	1,450	50	mg/L
TSS	54	80	5	mg/L
N Total	280	355	40	mg/L
Hg	0.00046	0.00030	0.0037	mg/L
Cd	0.0007	0.0005	0.0005	mg/L

【CO2 削減効果】

上述の技術は、CO2 排出削減には繋がらないものの、設備導入に係る電力は太陽光発電で賄う等、ゼロエミッションな装置としてパッケージでの導入を検討する予定である。加えて、CO2 削減に係る設備については、JCM 設備補助事業の活用を視野に検討を進める考えである。

さて、排水処理設備の導入による低炭素効果は、従来であれば、有機物を多く含んだ最

²⁶ <https://peraturan.bpk.go.id/Details/168713/permen-lhk-no-59-tahun-2016#:~:text=Peraturan%20Menteri%20Lingkungan%20Hidup%20Dan%20Kehutanan%20Nomor%2059,Sampah%20T.E.U.%20Indonesia%2C%20Kementerian%20Lingkungan%20Hidup%20dan%20Kehutanan>

終処分場浸出水が河川等に放出され、自然分解により発生していた温室効果ガスの削減である。一方、最終処分場浸出液の処理に伴う CH₄ 及び N₂O 排出に関する我が国の研究事例はなく、我が国独自の排出量算定方法を設定するには至っていないことから、2006 年 IPCC ガイドラインに基づき、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルトの排出係数及び算定方法を用いて CH₄ 及び N₂O 排出量を算定する。この削減量算定方法は、環境省がとりまとめた温室効果ガス排出・吸収量算定方法のうち、環境省がとりまとめた温室効果ガス排出・吸収量算定方法のうち、「5.D.2.- 産業排水（最終処分場浸出液の処理）」²⁷が参考になる。当該方法論では、2006 年 IPCC ガイドライン「Chapter6 Wastewater treatment and discharge」²³を参照しており、最終処分場浸出液の自然界における分解に伴うメタン排出量は、以下の計算式で算出できる。

$$E = EF \times A$$

- E : 最終処分場浸出液の処理に伴う CH₄ or N₂O 排出量 [kg-CH₄] or [kg-N₂O]
 EF : 最終処分場浸出液の処理に伴う CH₄ or N₂O 排出係数
 [kg-CH₄/kg-BOD] or [kg-N₂O/kg-N]
 A : 最終処分場浸出液中の有機物量・窒素量 [kg-BOD] or [kg-N]

メタン変換係数として同ガイドライン Table 6.3 の「Treated system」の「Anaerobic reactor」のデフォルト値である 0.8 を用いると、CH₄ 排出係数は 0.48 [kg-CH₄/kg-BOD] と算定される。

また、最終処分場浸出水中の有機物量・窒素量 (A) は、「平成 21 年度 廃棄物分野の温室効果ガス排出係数正確化に関する調査（環境省循環型社会推進室）」に基づき、最終処分された有機性廃棄物中の有機分及び窒素分が浸出液中に移行する量の割合 (F) に、各年度の有機性一般廃棄物及び産業廃棄物の最終処分量 (W) 及び最終処分場浸出液が生物処理される割合 (T: 同出典より 87.6%と設定) を乗じて算定する。なお、本算定式は、算定対象年度に最終処分された有機性廃棄物から将来的に排出される BOD 及び TN 量を算定対象年度に一括して計算する方法であり、浸出液処理施設において実際に処理される BOD 及び TN 量とは異なる点に留意が必要である。

$$A = F \times W \times T$$

- F : 最終処分された有機性廃棄物中の有機分及び窒素分が浸出液中に移行する量の割合
 [kg-BOD/t] or [kg-N/t]
 W : 有機性廃棄物の直接最終処分及び処理後最終処分量 [t (排出ベース) /年]
 T : 最終処分場浸出液が生物処理される割合 [-]

現在使用されている最終処分場の埋立地には、日量約 100t の廃棄物が搬入されている。今回対象とする最終処分場浸出水については、現在使用されていない埋立地も含むが、同量の約 100t、そのうちの有機性廃棄物量をゴロンタロ州の廃棄物組成データから 65%と仮

²⁷ 環境省「5.D.2.- 産業排水（最終処分場浸出液の処理）」

(<https://www.env.go.jp/content/900445998.pdf>)

定すると、一日当たりの有機性廃棄物の直接最終処分量は 65 t となり、年間 23,725 t となる。この数値を適用すると、活動量 A は CH₄ については 3,907kg-BOD、N₂O については 5,278kg-N となる。この値を上述の排出量算定式に引用すると、CH₄ 排出削減量は 1,875kg-CH₄/年となり、N₂O 排出削減量は 41kg-N₂O/年となる。CO₂ 排出削減量に換算すると (CH₄ の温暖化係数：25、N₂O の温暖化係数：298) ²⁹、年間合計 59,093t-CO₂/年が削減可能と試算され、これがリファレンス排出量にあたる。

プロジェクト排出量については、既存設備に代わる設備導入となるため、既存設備の消費電力量のデータが必要となるが、詳細なデータがまだ得られていない。また、愛研化工機の設備稼働電力量についても検討中であるため、ここでは導入予定の MBR システムについて、日本下水道事業団が過去実施した一般評価試験の結果 ³⁰を用いて算出を試みた。MBR システムの消費電力量は 0.46kWh/m³ であることから、処理水量 52 m³ の場合、消費電力量は 23.92 kWh/日となり、年間 8,730kWh となる。インドネシアにおける電力グリッド排出係数 0.533 t-CO₂/MWh をかけると 4.6 t-CO₂/年となる。

すなわち、プロジェクト総排出削減量は、

新規排水処理設備の消費電力量 4 t-CO₂/年－大気放散によるメタン抑制効果分の 59,093 t-CO₂/年＝－59,089 t-CO₂/年

であり、法定耐用年数 12 年（「上水道又は下水道業用設備」）を適用すると、償却期間排出削減量として 709,068 t-CO₂が見込まれる。

²⁹ 環境省（平成 29 年 3 月）「温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン Ver. 1.0」

（https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/data/guideline.pdf）

³⁰ <https://www.mlit.go.jp/common/000146907.pdf>

3.3. 事業化準備および導入計画策定

3.3.1. 浄化槽

(1) 事業化に向けた課題

ゴロンタロ州においては、上下水道が未整備であり、複数世帯の排水を一箇所に集めるようなシステムを構築するには時間を要することが想定されるため、まずは単独の施設やエリアを限定して浄化槽を導入する計画を検討する。

また、浄化槽は公共インフラであることから、国及び自治体の予算に基づく整備が想定される。水質改善を持続させるためには、技術導入と合わせて規制の整備及び設備管理に関する教育・訓練も必要不可欠である。

昨年度事業における調査結果より、インドネシアにおいては、2016年8月に新たな生活排水基準に関する省令が環境林業省（Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan：以下 KLHK という）より公布されており（環境森林省令 68 号（P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016）27F）、アンモニアの基準値は我が国よりも厳しく、脱窒を含む高度な処理が求められている。一方、対象施設として挙げられている「住宅」は、いわゆるアパートのような“集合住宅”を指しており、単独家屋からの排水に関しては基準が無い現状である。

表 3-13 環境森林省令 68 号（2016 年）における生活排水基準

Parameters	Units	Maximum allowance*
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Oil & Grease	mg/L	5
Ammonia	mg/L	10
Total Coliforms	Total/100mL	3,000
Discharge	L/person/day	100

現基準の対象範囲では、単独家屋からの排水をカバーできていないという課題を踏まえ、単独家屋からの排水も対象とするような規制改定の必要性について、浄化槽導入に係る実証実験の検証結果をもって、ゴロンタロ州を通じて中央政府に働きかけることを検討する。

2022 年 10 月には、ダイキアクシスインドネシアをインドネシア中央政府環境林業省が同社の工場及び設備を見学し、浄化槽の特徴や同社の技術力の高さについて理解を得たところである。また、2023 年 2 月には、環境林業省アルー副大臣一行が、愛媛県内のダイキアクシス工場を視察し、同社の技術のインドネシアにおける適合性を確認し、ゴロンタロ州での導入検討の支援およびゴロンタロ州以外のインドネシアでの展開について大いに期待する旨、コメントがあった。



図 3-42 ダイキアクシス工場視察の様子（2023.2.27）

さらに 3 月には、環境林業省とダイキアクシスインドネシアがインドネシアにて協議し、

浄化槽の認定制度等導入を含む法整備を前向きに検討していく旨のコメントを得ている。

今後は、インドネシアにおいて現在普及している **Septic Tank** との違いについて、実証実験による効果検証結果をもとに中央政府や州政府への提言を図っていく考えである。

(2) 実施体制

上述のとおり、まずはゴロンタロ州内において浄化槽による効果検証を示すため、実証実験を実施する計画である。ダイキアクシスインドネシアにおいては、現在中央政府環境林業省と連携し、インドネシア国内の2か所の大学において浄化槽を設置し、流入前後の効果を目で見えるような形で示し、浄化槽による排水処理システムの普及啓発プロジェクトを実施している。そうした活動の横展開をゴロンタロ州においても検討しており、候補の一つとして上述の学生寮が上がっている。また、浄化槽導入においては、同社が未電化地域にて実績のある、浄化槽稼働に係る電力を太陽光発電で供給するモデルを検討する方針である。また、当該学生寮はゴロンタロ州にゆかりのあるラフマツ・ゴーベル国会副議長の支援のもと建設された寮であることから、学生への環境教育や地域住民への普及啓発の観点でも非常にシンボリックなサイトである。

実証事業の実施体制としては、以下を想定する。実証予算として、環境省の「アジア水環境改善モデル事業」を候補とし、F/S 予算、実証予算、事業化計画策定まで予算を得る計画である。

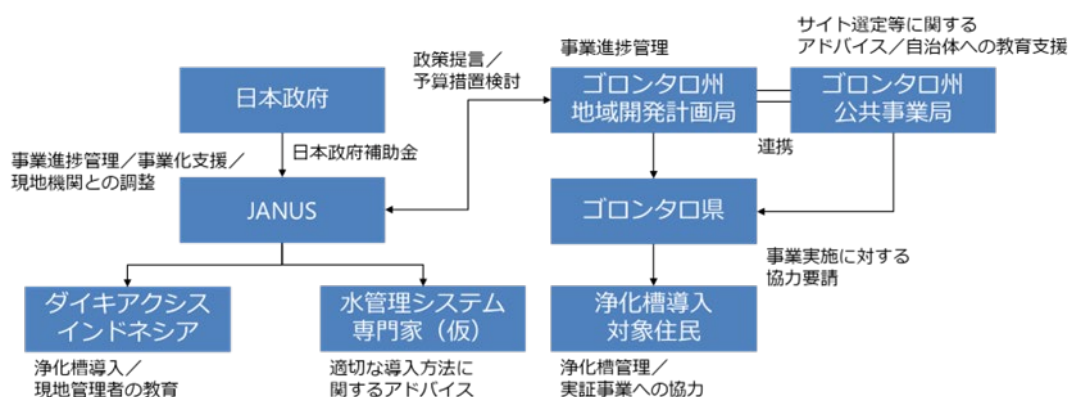


図 3-43 実施体制

(3) 導入計画策定

技術導入と合わせ、規制の整備及び設備管理に関する教育・訓練も必要不可欠であることから、まずはゴロンタロ州政府との意見交換により浄化槽の普及啓発を開始している。2024年1月26日には、ゴロンタロ州公共事業局の地域インフラ住宅事務所（Balai Prasarana Permukiman Wilayah Gorontalo: 以下 BPPW という）の職員との意見交換を実施し、ダイキアクシスインドネシアより、インドネシアの既存の **Septic Tank** と浄化槽の違いや設備管理の重要性等を共有した。



図 3-44 ダイキアクシスインドネシアによる BPPW におけるプレゼン

ゴロンタロ州においては2024年中に3,500件の戸建て住宅に対し浄化槽もしくはSeptic Tankを導入する計画を有している。本計画は、インドネシア中央政府の公共事業省による浄化槽導入プログラムの一環であり、ゴロンタロ州においては1件当たり150万円の予算がおりる予定である。現在はインドネシア企業の浄化槽を導入予定だが、例えば複数世帯をまとめて一つの浄化槽で処理するコミュニティプラントなどの方法によりコスト削減を図ることができれば、ダイキアクシス製浄化槽の提案も受ける余地があるとのコメントを得た。また、インドネシア中央政府の公共事業省の浄化槽導入プログラムを管理している担当者にも、ダイキアクシス製浄化槽の紹介をしてほしいとの推薦もあった。

今後は、(2)における実証実験を実施しつつ、効果検証結果をもって中央政府ならびにゴロンタロ州政府へのアクセスを試み、まずはゴロンタロ州地方令への日本の浄化槽法の政策移転などを検討していく考えである。

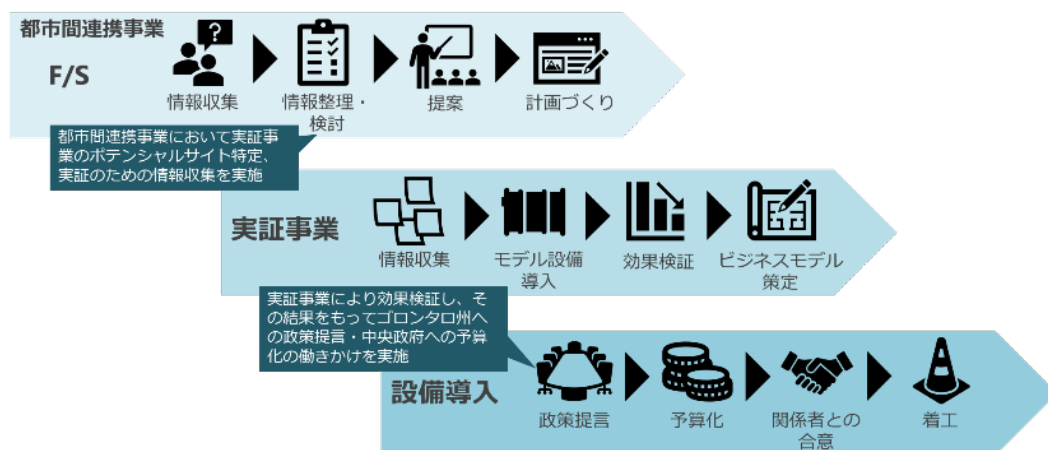


図 3-45 導入計画（浄化槽）

3.3.2. メタン発酵設備

(1) 設備設計

3.2.2(2)の調査結果を踏まえ、PT.RoyalCOCONUT と協議を重ね、設備設計条件を以下のとおり設定し、設備の設計を実施した。

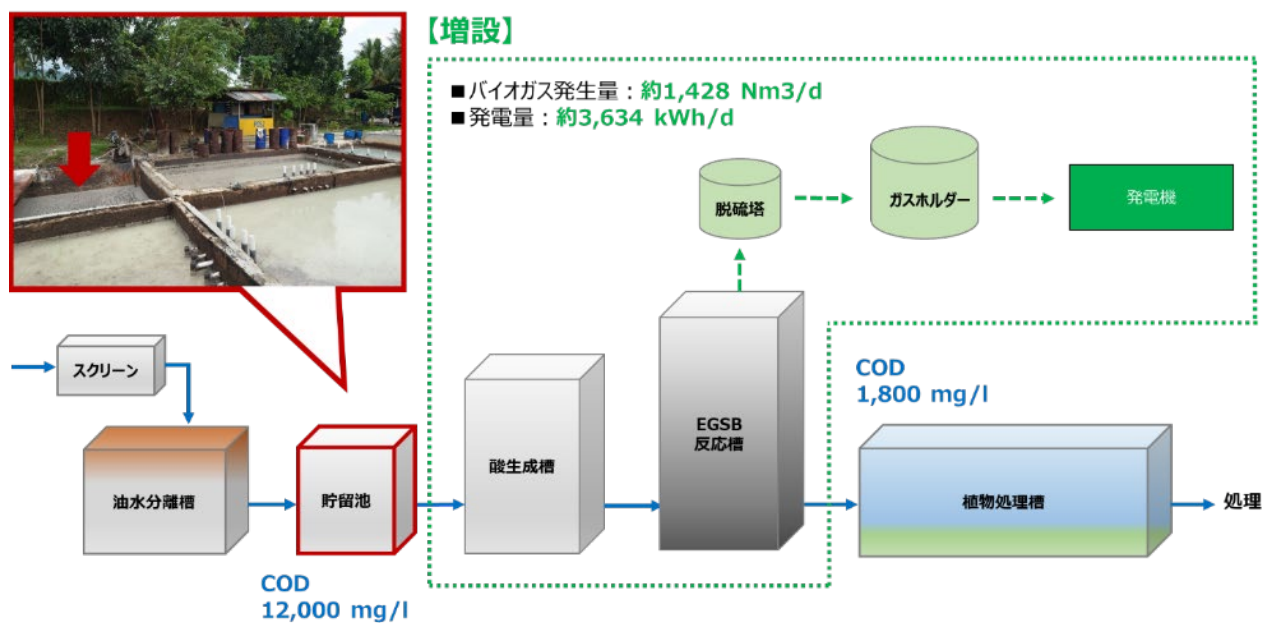


図 3-46 提案システム（愛研化工機作成）



図 3-47 PT. RoyalCOCONUT 導入設備の設計条件（愛研化工機作成）

設備設置場所については、既存設備に増設をする形で、同社社長の意向も踏まえ、以下の場所を想定している。現在、既存設備で処理後に植物槽に接続しているが、その手前に愛研化工機による提案設備を増設することを想定している。愛研化工機の設備による処理で COD 濃度を 1,800 mg/L まで下げ、その後植物槽における生物分解を通して放流をするシステムである。



図 3-48 設備設置場所（予定）

(2) 事業性検討

上述のとおり、PT. Royal COCONUT における消費電力量のデータから、愛研化工機の設備導入により余剰電力が発生しないため、PLN への売電がなくなり同社が稼働電力の一部を自家消費するモデルとなる。

PT. Royal Coconuts が現在 PLN へ支払っているひと月当たり約 300 万円の電気料金が削減されることによる投資回収モデルとなり、現在の同社の消費電力量及び愛研化工機の設備導入による発電量から、年間 925,932,000 Rp の電気料金削減が見込まれる計算となる。

愛研化工機による設備費の見積額から、JCM 設備補助事業にて半額が補助されたと仮定した場合の投資回収年数を算出した。

非公開

図 3-49 現在の見積による投資回収モデル

(3) 実施体制案

実施体制については、JCM 設備補助事業により設備費の半額補助を受けることができて、補助裏の初期投資を誰が負担するかが重要なポイントとなる。

PT. Royal COCONUT が初期投資を負担する場合の実施体制案を以下に示す。一方、この場合は PT. Royal Coconuts が発電事業者として各種手続きや発電事業を担う必要があり、実施に際し課題が生じる可能性も高い。そこで、実施体制案として、ゴロンタロ州地域開発公社（Badan Usaha Milik Daerah: 以下 BUMD という）が初期投資を負担する場合も検討を実施した。BUMD は地域のインフラや電力事業を担う州営企業であり、ゴロンタロ州政府としても今後 BUMD の活動を活性化させていきたいとの意向であった。この場合は、BUMD が初期投資を負担し、同社が電力事業者として投資回収を実施することとなる。PT. Royal Coconuts は BUMD から電気を購入することとなるため、変わらず電気料金はかかるものの、無償で排水処理が可能なモデルとなる。

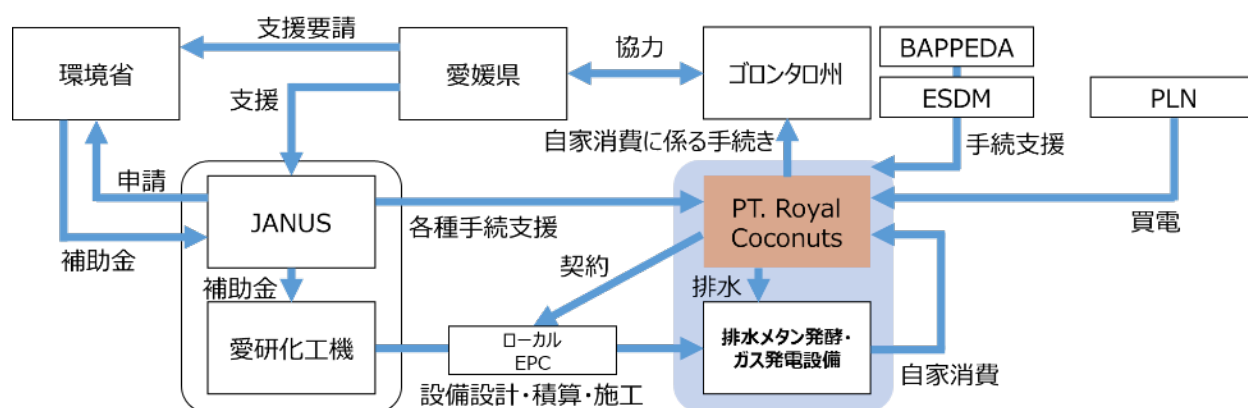


図 3-50 設備導入に係る関係者の役割と予算の流れ（PT. Royal Coconuts が初期投資）

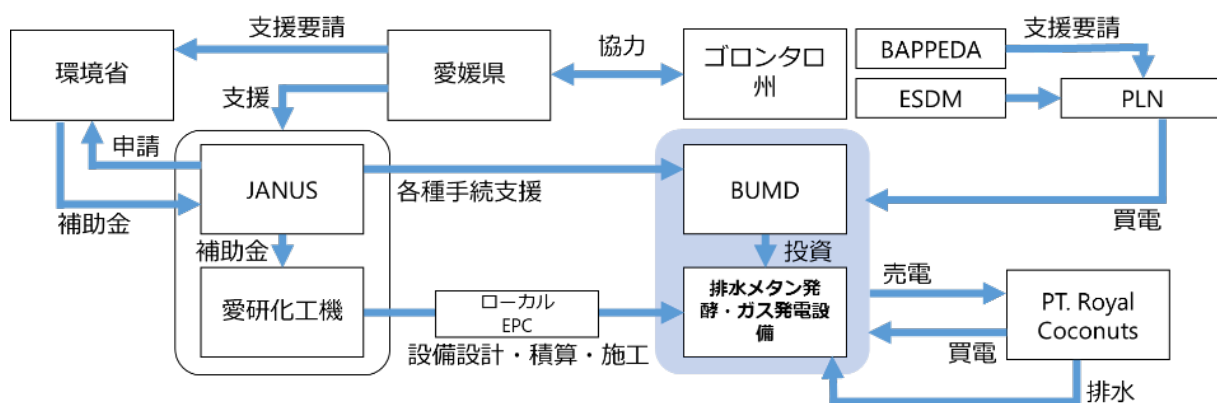


図 3-51 設備導入に係る関係者の役割と予算の流れ（BUMD が初期投資）

(1)(2)における設計システムや導入効果、実施体制について、2024 年 1 月渡航時に PT. Royal Coconuts への提案を実施したところ、同社は排水に関する周辺住民からの苦情により対応を迫られているものの、将来的な工場拡張計画なども有しており、意思決定には時間を要するとの回答を得た。そこで、引き続き PT. Royal Coconuts への設備導入も見据えつつ、他ポテンシャルサイトであるココナッツ加工工場及びゴロンタロ州政府から提案の

あった製糖工場等を対象とした設備導入検討を進めていく考えである。

(4) 導入計画策定

上述のとおり、本事業を通じて、ゴロンタロ州の主要産品であるココナッツの加工工場由来の排水を対象とした、愛研化工機による排水処理設備の詳細設計、導入可能なシステム、実施可能な体制案について検討を進めてきた。PT. Royal Coconuts 以外の同規模のココナッツ加工工場としては、3.2.2(1)②の PT. Trijaya Tangh などが候補として挙げられ、PT. Royal Coconuts へのアプローチも引き続き実施しつつ、これまでの知見を活用した横展開も同時に進めていく考えである。また、製糖工場も複数立地していることから、愛研化工機のエネルギー回収技術により適合する有機物を多く含む排水も対象とし、引き続き導入可能性を検討していく。

現在、ゴロンタロ州においては一次産業に係る短期（2025 年～2030 年）及び長期（2025 年～2040 年）の開発計画を策定中であり、愛研化工機の設備導入について、バイオマスの有効活用及び CO2 削減の観点でも盛り込む余地について、今後ゴロンタロ州政府との協議を実施していく。

3.3.3. その他（最終処分場）

(1) 設備設計

浸出水の計量証明書および水質基準に関する情報収集、排水処理設備設計条件に関するゴロンタロ州公共事業局との協議を踏まえ、愛研化工機による設備設計を実施した。同社が提案する膜分離活性汚泥法（MBR システム）について、以下に示す。

非公開

図 3-52 同社が提案する膜分離活性汚泥法（MBR システム）

(2) 事業性検討

ゴロンタロ州公共事業局からは、年間 50 億 Rp を排水処理設備の導入のため予算確保を検討しているとのコメントを得ている。

また、2024 年 1 月のゴロンタロ州公共事業局との協議の結果、同規模の予算が毎年申請可能なことが明らかとなったため、設備を分解し毎年導入を図る計画で、ゴロンタロ州政府とも合意形成を行ったところである。

また、ゴロンタロ州政府によると、毎年 6 月が翌年の予算申請及び残りの予算の組み換え申請のタイミングである。上述の計画と予算申請のタイミングを踏まえたスケジュールを以下に示す。



図 3-53 最終処分場浸出水処理設備導入スケジュール案

(3) 実施体制

事業実施体制としては、以下を想定している。

ゴロンタロ州公共事業局によると、この度の愛媛県とゴロンタロ州の都市間連携事業に係る MoU 締結、それに紐づくアクションプランに【最終処分場浸出水の処理技術導入に係る検討】が入っていること、加えて浸出水による周辺環境への悪影響によりゴロンタロ州としての喫緊の課題であることから、2024 年の予算計画の中に、本プロジェクトの設備導入費用を追加する提案が可能であるとのコメントを得ている。

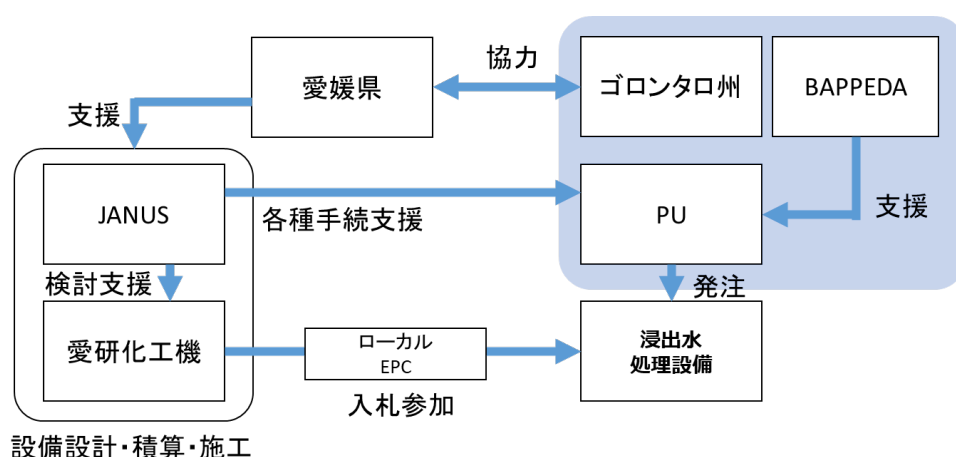


図 3-54 実施体制案

また、ゴロンタロ州公共事業局長からも、ゴロンタロ州知事に直接依頼し予算化を図る旨コメントを得ている。施工は公共事業の入札になるが、愛研化工機の現地パートナーである EPC 事業者が入札およびゴロンタロ州における施工実績を有している。また、指名競争入札等の入札による設備調達に係る優先的な選定についてもゴロンタロ州政府により検

討予定となっている。



2022 年 7 月



2023 年 8 月



2023 年 11 月

図 3-55 ゴロンタロ州公共事業局との意見交換

4. カカオ栽培による持続的な森林利用分野

ゴロンタロ州においては、農業の GDP 成長と相まって、栽培適地以外においても過度な焼畑による開墾が進んだことから、急速な森林破壊が進んでいる。1991 年/2000 年/2010 年の LANDSAT 画像を分析したところ、年率 0.68 % (2000 年基準) の森林減少が確認されている。2010 年から 2018 年にかけても、以下の褐色部分に現れているとおり、森林伐採が拡大していることが確認できる。ゴロンタロ州の地方行動計画 (RAD) によると、現状の森林減少率は年間約 13,216 ha となっている。これは、総森林面積 (826,000 ha) の 1.6 % にあたり、減少の割合も増加しつつある。森林減少は、CO₂ 吸収量の減少だけでなく、森林の保水力の低下が土砂崩れや市街地の頻繁な洪水を引き起こすことも懸念されている。

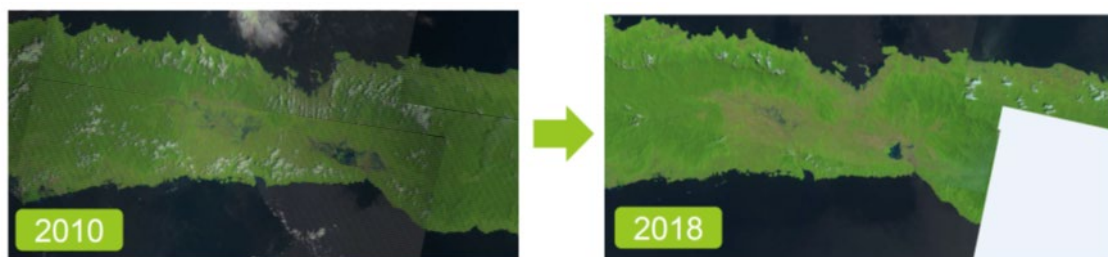


図 4-1 衛星画像から見る森林減少の様子

本事業の共同実施者である兼松株式会社は、2011 年よりボアレモ県西部において、焼畑農業の一つであるトウモロコシ栽培ではなく、カカオ栽培を促進することで、焼畑農業による農地拡大を抑制し森林保全を目指す活動により、二国間クレジットの組成とその売却収入の獲得による持続可能な農業の確立を目的とする REDD+事業を手掛けてきた。

本事業では、兼松(株)の実施してきた REDD+事業を州全域に拡大することを目指す。令和 3 年度事業においては、森林保全の基盤となるインドネシア・ゴロンタロ州における政策・計画に関する調査および REDD+事業の対象地域候補の選定を実施した。令和 4 年度事業においては、令和 3 年度事業において抽出したゴロンタロ県、ボアレモ県、ポフワト県の対象候補地に関して、森林減少・劣化状況・土地利用状況の実態把握を継続して実施したほか、近隣コミュニティに対して現地のゴーベルグループと共に、森林の伐採を伴わない持続的なカカオ農業の支援活動を実施した。また、事業計画について、ゴロンタロ州 BAPPEDA やプロジェクト対象地の各県政府と協議を実施し、事業実施に向けた協力依頼・事業に関する理解を獲得した。本年度は、事業計画と期待される効果について現地政府の関連各部署との協議を継続し、ゴロンタロ州政府が能動的に「持続可能な森林利用」の事業に参画する手法について協議する。

以下項目にて、本年度検討内容及び結果を示す。

4.1. 排出権取引に関するインドネシアの動向

インドネシア政府は、2022 年 9 月に NDC を更新し、2030 年までに国際支援無しで 31.89%、国際支援ありで 43.20%の温室効果ガス削減を目指すとしている。

GHG排出量の見通しとNDCの目標

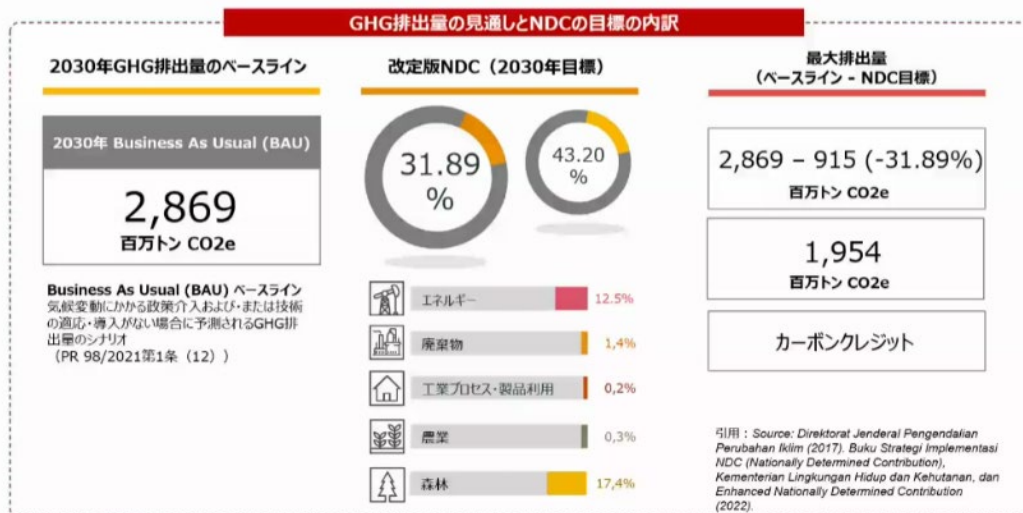


図 4-2 インドネシアにおける NDC の目標 ³¹

NDC に基づく環境林業省令 2022 年第 21 号がインドネシアにおけるカーボンプライシングを理解するうえで重要な法律となっている。カーボンプライシングを所管する各省庁の枠組みは以下のとおりである。

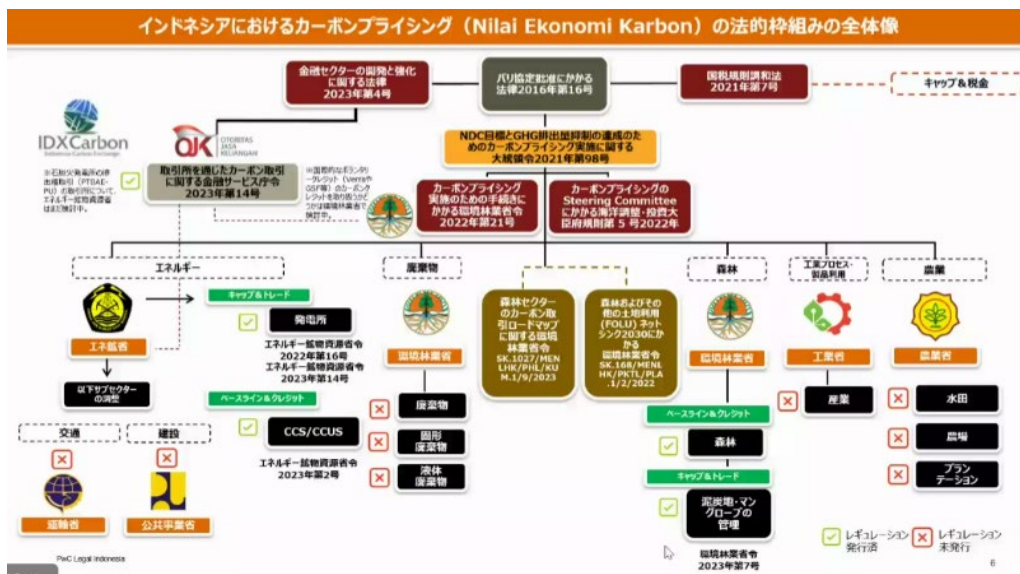


図 4-3 カーボンプライシングに関するインドネシア中央政府の所管省庁³¹⁾

³¹ 日本貿易振興機構（JETRO）ジェトロジャカルタ事務所主催 日インドネシアの排出量取引市場に関するオンラインセミナー（2024年1月15日）資料より抜粋

2023 年 2 月には、エネルギー・鉱物資源省が温室効果ガスの排出量取引制度に関し、まず石炭火力発電所について開始をしたと発表した。具体的には、PLN の系統に接続している発電容量 100MW 以上の石炭火力発電所 99 か所を対象に、排出権取引への参加を義務付けるものであった。

また、2023 年 9 月 26 日には、インドネシア証券取引所に炭素排出量取引市場（IDXCcarbon）を設置した。石炭火力発電に関する市場（コンプライアンス市場）のほか、企業が自主的に排出量取引を行う市場（ボランタリー市場）が存在している。IDXCcarbon 開設初日は多くの取引があったものの、それ以降、取引社数は落ち着いている。IDXCcarbon でのユーザー登録は現状、インドネシアに所在する法人のみ登録



図 4-4 ジョコ大統領による排出権取引市場発足の発表
(2023 年 9 月 26 日)

可能となっている。現在 46 社が登録済で日系企業も多いとのことである。

加えて、排出権取引に関連する環境林業大臣規定 2022 年第 21 号が 2023 年 10 月に発出されたが、運用詳細は公表されていない。インドネシア政府においては、自国の NDC 達成のため、国際取引に慎重になっているとの見解もあるものの、取引が行われないと市場が活性化しない矛盾も生じる。国際取引に関する規制が 2024 年中に発効されるとの想定もあり、事業者は、CO2 削減量の試算根拠となるベースラインの設定方法を含めた承認の仕組みと手続き、カーボンクレジットの海外市場への移転可否、現地政府と事業者間のクレジット配分に関するガイドラインの公表を待つ必要がある。

現在カーボンクレジットに係るプロジェクトが形成可能なのは、以下図のセクターに限られている。森林セクターにおいては、インドネシアにおいて最も削減量が大きくなる分野と見込まれているが、森林セクターの中でも 4 項目のみ方法論が定められている。

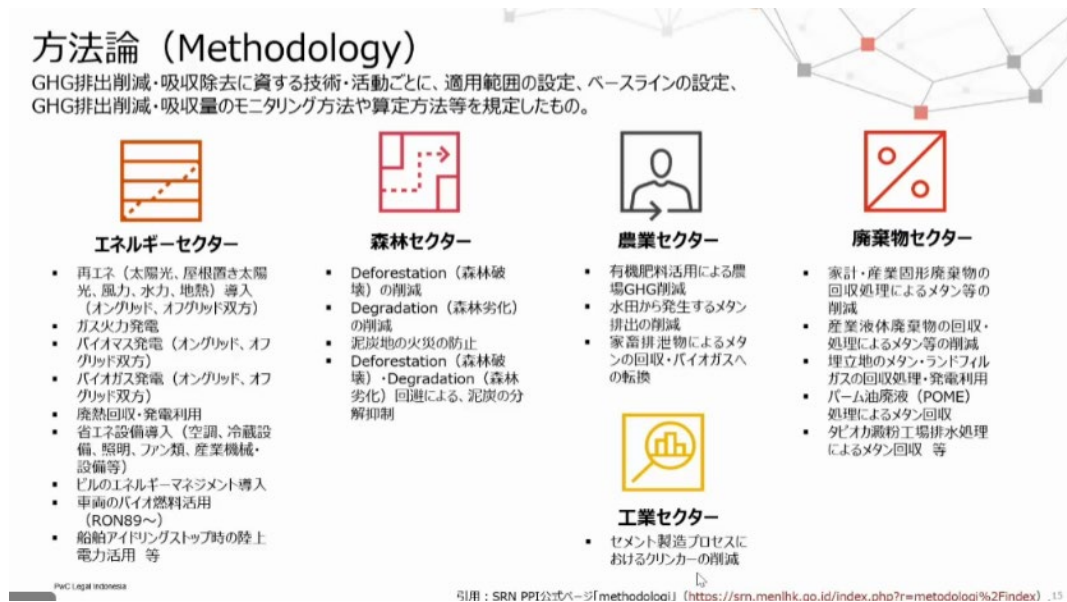


図 4-5 カーボנקレジット組成に係る方法論が策定されている分野³¹

REDD+事業における排出権取引のインドネシア政府としての今後の方針については、上述の環境林業大臣規定 2022 年第 21 号および環境林業省令 2023 年 7 号の動向を注視する必要がある。

4.2. ポテンシャルサイトの抽出と事業効果の試算

4.2.1. ポテンシャルサイトの抽出

昨年度事業においては、ゴロンタロ州における森林減少・劣化状況を把握したうえで、REDD+事業の対象地域候補を選定した。当該地域は、2018 年時点で森林被覆率 70%以上であり、森林減少の進んでいない地域を含む流域である。ポテンシャルサイトを右図に示した。

今年度は、REDD+事業を進めるための事業計画書を策定した。事業計画書においては、まず、過去の森林データから年間および各期間の森林伐採面積を抽出し、2008 年から 2017 年までの森林被覆のトレンドを整理した。続いて、昨年度に引き続き、現地を訪問して森林利用状況の確認し、ポフワト県北部のアブラヤシ農園開発や、ゴロンタロ北部の木材コンセッションなどのホットスポットなどの地域をポテンシャルサイトから除外した。

ベースライン期間（2008 年から 2017 年）に発生した森林減少のエリアと面積は、以下のとおりである。



図 4-6 ゴロンタロ州全体における流域を含む REDD+事業の対象地域



Year	Area of deforestation (ha)
2008	1,011
2009	5,602
2010	845
2011	1,700
2012	1,382
2013	1,392
2014	2,805
2015	5,819
2016	4,012
2017	3,731
Average deforestation/year (2013-2017)	3,552

図 4-7 森林減少エリア（2008 年～2012 年）（左）と森林減少面積（ha）（2008 年～2017 年）（右）

4.2.2. 事業効果の試算

本事業においては、兼松株式会社がこれまでボアレモ県にて実施してきた REDD+事業の成果を拡大することを目指している。令和3年度事業より、ゴロンタロ州のうち、西側に位置するポフワト県、ボアレモ県、ゴロンタロ県において、森林減少が顕著に発生していることが伺えることから、これら3県を事業の対象地域とすることとし、その場合のGHG排出削減見込量及びに想定される事業費について以下に示す。

【GHG 排出削減（吸収）見込量】

上述の 2017 年度分の GHG 排出削減量をベースラインとし、本事業における排出削減量を試算した。

GHG 排出回避量の算定は、以下の式を用いて試算した。事業のコンセプトは、カカオ農業がトウモロコシ農業よりも収益性が高くなるように、事業におけるカカオ豆の買い取り価格を高く設定し、トウモロコシ農家による焼畑の面積が今以上に増えない事を目指した。

ER	Emissions reductions [tCO ₂ /yr]
DE	Displacement of emissions [tCO ₂ /yr]
ER_{credit}	Emissions reductions to be credited [tCO ₂ /yr]
df	Discount factor

ゴロンタロ州の2000年時点の森林面積は767,022haであったが、2000年から2011年の間で58,995ha減少していたことが、調査により明らかとなっている。

プロジェクトが無かった場合の排出量（リファレンス排出レベル: RE）は、インドネシア環境森林省及びゴロンタロ州政府が作成したゴロンタロ州温室効果ガス排出削減計画書（RAD-GRK）」を参照する。具体的には、同州の森林セクターにおける GHG 排出量の Business As Usual 値を用いる。ゴロンタロ州の森林セクターの年間 GHG 排出量は 1,078,347t-CO₂ であることから、ボアレモ県のリファレンス排出レベル（RE）は 123,600t-CO₂ となる。プロジェクト対象範囲の森林面積変化による GHG 排出回避量を土地被覆区分図データより算出すると、2016 年度から 2017 年度については森林面積の減少がほぼ止まることから、排出回避量（ER）は 120,214t-CO₂ となる。

上述のボアレモ県における成果をゴロンタロ州の3県に同規模で拡大することを想定すると、応募事業における排出回避量は360,642t-CO₂/年と算出される。

【費用】

上述の REDD+事業の実施においては、年間 8,000 万円の事業費を支出しており、うち 4,000 万円をボアレモ県政府の予算で、4,000 万円を環境省の補助金にて補い、2 年間の実証事業を実施した。

本事業においては、都市間連携事業の期間を含めた 4 年間の REDD+事業を想定し、上述の実証事業と同規模の調査をゴロンタロ州の3県それぞれで実施することを想定する。この想定の場合、年間約 2 億円の事業費が必要となる試算である。CO₂排出削減の取り組みと、持続可能な営農の観点から、ゴロンタロ州ならびに市・県の予算措置について理解を得、事業化を進める考えである。

【プロジェクト実施による農家の生計改善への期待】

ゴロンタロ州におけるトウモロコシ農業の農地面積と年間生産量は約 63,450 ha で 320t である。農家軒数は 45,896 であることから、一軒当たりの農地面積は 1.38 ha で、収量は 4.9 t/ha である。販売価格を 4,200 Rp/kg と仮定すると、年間の収穫による売り上げは 28,400,400 Rp となる。



図 4-8 トウモロコシ農業と
カカオ農業の混在する地域

一方、カカオ農業の農地面積の合計は約 1,674 ha であり、収量は 0.19 t/ha である。トウモロコシ農業からの転向を仮定し、一軒当たりの農地面積を同一の 1.38 ha、販売価格を 33,000 Rp/kg と仮定し試算すると、年間の合計売上は、8,652,600 Rp となる。インドネシアのカカオ平均収量 0.47 t/ha に近づけた 0.40 を目標とすると、年間の売上は 18,216,000 Rp となる。

現時点の試算では、トウモロコシ農業の方が年間売上は高いものの、世界のカカオ市場における価格動向や、児童労働の課題があるアフリカ産カカオ豆との比較を行い、また、プロジェクトにおける付加価値向上を図り、ゴロンタロ州のカカオ農家の収入向上がどの程度期待できるか引き続き検討する考えである。

4.3. 事業実施体制の構築に係る情報整理・交渉

令和 4 年度以降、事業計画についてゴロンタロ州 BAPPEDA やプロジェクト対象地の各県政府と協議を実施し、事業に関する理解獲得を進めてきた。

また、民間企業の現地カウンターパートであるグローバル DKM 社と連携し、カカオ農家に対する啓蒙活動や、貧困農家の生計改善を目的とした新しいバリューチェーンのカカオ豆買取り支援を実施し、更に事業の拡大について協議を行っているところで



図 4-9 ゴロンタロ州 BAPPEDA、DKM
社との意見交換（2022 年 7 月）

ある。本年度は、事業計画書の最終化及び事業終了後も不要な森林伐採が行われないよう、森林パトロールを行う対策の検討も含め、長期的に森林保全が促進されるシステムの構築を進めてきた。具体的な内容については事項に示す。



図 4-10 カカオ農家訪問（左）とカカオ農園視察（右）（2023 年 1 月）

4.4. 森林変化のモニタリングシステムおよび森林パトロール手法の検討

本年度事業においては、ゴロンタロ州政府側の持つ現在の森林管理ノウハウを考慮しつつ、森林保全活動に貢献する手段として森林変化のモニタリング方法（システム）及び森林パトロールの手法について検討を実施した。

森林のモニタリングはインドネシア中央政府の環境林業省が、衛星画像を用いて定期的に行っている。各州政府においても、中央政府と情報共有し、森林変化の状況を把握している。森林パトロールについても、中央政府が主導し組織を編成しているものの、各機関へのヒアリングによると、森林保全の効果を発揮しているとは思えないとのことであった。

また、森林減少の影響を受ける山間部のコミュニティへのヒアリングによると、森林変化の情報は共有されていないのが現状である。現地で非合法的な森林伐採が続いている理由としては、森林保全活動にインセンティブがない事が理由だと考えられるため、まずは森林保全の重要性についてコミュニティへの理解を促し、森林伐採を抑制することで得られるインセンティブが存在する事を共有することが重要である。

兼松株式会社は、インセンティブの原資として JCM 等による REDD 事業のカーボンクレジットを想定しており、同事業の認証を得るべく、事業計画書の検討を進めているが、JCM によるクレジット化が難しい場合には、世界的に汎用性の高い VCS スタンダードもしくはインドネシア独自の SRN スタンダードを用いることも検討している。

現在、上述の VCS スタンダードと SRN スタンダードについて、正式書類の入手を検討している。両スタンダードの概要を把握したうえで、同社はゴロンタロ州政府に対し「持続可能な森林利用」の進め方を提案する予定である。正式書類に記載されているであろう森林モニタリング手法を整理しつつ、インドネシアにおける JCM 方法論承認の難しさについても把握し、次の展開について検討を進める考えである。

5. 都市間連携活動

5.1. 都市間連携活動概要

本年度においては、2023年8月12日～18日、11月6日～9日、11月21日～25日及び2024年1月25日～27日の4回の現地調査を実施した。また、全行程に愛媛県職員も同行したほか、11月6日～9日の渡航においては愛媛県田中副知事がゴロンタロ州を訪問し、ゴロンタロ州事務次官との面談、県内企業技術導入に向けたトップセールスを実施したことは大きな成果である。

また、本年度より事業開始当初から支援要請を得たゴロンタロ州の主要産業である一次産業を対象とした協力もスタートしている。本件は、昨年1月に締結した環境協力に関する覚書に続き、ゴロンタロ州との姉妹都市連携を見据えた愛媛県の方針によるものであり、愛媛県の補正予算により調査が開始されている。

昨年度に引き続き、リモート会議やEメール等のWebツール、現地渡航時の対面での会議により、調査内容や活動の理解を現地関係者から得るとともに、現地カウンターパートであるゴロンタロ州政府 BAPPEDA、ゴロンタロ大学等の協力を得て情報収集に努め、検討を行ってきた。主な活動を以下にまとめる。

表 5-1 都市間連携活動概要

開催日	活動内容	参加機関
2023年7月14日	キックオフミーティング	環境省、日本エヌ・ユー・エス(株)、愛媛県、愛研化工機、ダイキアクシスインドネシア、兼松
2023年7月18日	本年度調査に関する分担を協議	(株)愛研化工機、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023年7月20日	(株)愛研化工機とゴロンタロ州 BAPPEDA、公共事業局との最終処分場浸出水処理設備導入に関する協議	(株)愛研化工機、日本エヌ・ユー・エス(株)、ゴロンタロ州 BAPPEDA、PU
2023年7月21日	森林モニタリング手法検討に係る協議	兼松(株)、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023年7月26日	8月現地渡航に関する協議	愛媛県、ゴロンタロ州 BAPPEDA、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023年8月12日～18日	現地調査	愛媛県、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023年8月18日	出張報告及び今後の活動協議	(株)愛研化工機、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023年9月5日	出張報告及び今後の活動協議	愛媛県、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023年9月14日	本年度調査に関する分担を協議	兼松(株)、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023年9月26日	11月現地渡航に関する協議	愛媛県、ゴロンタロ州 BAPPEDA、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023年9月26日	出張報告および今後の活動協議	(株)愛研化工機、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023年10月2日	本年度調査に関する分担を協議	ダイキアクシスインドネシア、愛媛県、日本エヌ・ユー・エス(株)

2023 年 10 月 6 日	(株)愛研化工機とのメタン発酵設備導入に関する協議	(株)愛研化工機、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023 年 10 月 19 日	環境省中間報告会	環境省、日本エヌ・ユー・エス(株)、愛媛県、愛研化工機、ダイキアクシスインドネシア、兼松
2023 年 10 月 31 日	11 月現地渡航に関する協議	愛媛県、ゴロンタロ州 BAPPEDA、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023 年 11 月 6 日～9 日	現地調査	愛媛県、(株)愛研化工機、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023 年 11 月 21 日～25 日	現地調査	愛媛県、日本エヌ・ユー・エス(株)
2023 年 12 月 6 日	アイヌン病院への設備導入に関する協議	ゴロンタロ州 BAPPEDA、アイヌン病院、愛媛県、日本エヌ・ユー・エス(株)
2024 年 1 月 9 日	1 月現地渡航に関する協議	愛媛県、ゴロンタロ州 BAPPEDA、日本エヌ・ユー・エス(株)
2024 年 1 月 11 日	1 月現地渡航に関する協議	(株)愛研化工機、日本エヌ・ユー・エス(株)
2024 年 1 月 13 日	愛媛大学への都市間連携事業に係る進捗報告	愛媛大学、日本エヌ・ユー・エス(株)
2024 年 1 月 14 日	1 月現地渡航に関する協議	ダイキアクシスインドネシア、愛媛県、日本エヌ・ユー・エス(株)
2024 年 1 月 25 日～27 日	現地調査	愛媛県、ダイキアクシスインドネシア、(株)愛研化工機、日本エヌ・ユー・エス(株)
2024 年 2 月 XX 日	環境省最終報告会	環境省、愛媛県、日本エヌ・ユー・エス(株)

5.2. 現地調査

上述のとおり、本年度は4回の現地調査を実施した。各調査における訪問先は以下のとおりである。

表 5-2 8 月 12 日～18 日渡航行程

Day	Time	Plan
13th (Sun)	7:25	Departure from Matsuyama Airport <NH582>
	8:55	Arrival at Haneda Airport
	10:20	Departure from Haneda Airport <NH855>
	16:00	Arrival at Soekarno-Hatta International Airport
	lodging	-
14th (Mon)	7:05	Departure from Soekarno-Hatta International Airport <GA644>
	11:10	Arrival at Jalaluddin Airport
	9:00 - 12:00	Meeting ESDM and PLN
	13.00 - 16.00	Meeting TPA Talumelito , Dinas PU

	lodging	ASTON Gorontalo Hotel&Villas
15th (Tue)	09.00 - 12.00	Bappeda Meeting (participant : Agriculture departement, Fisheries departement, environmental and forestry Departement)
	13.00 - 14.00	Courtesy visit to the Acting Governor
	14.00 - 17.00	Visit to royal coconut
		ASTON Gorontalo Hotel&Villas
16th (Wed)	09.00 - 12.00	Visit to fishing enterprises
	13.00 - 15.00	Visit to Agricultural enterprises
	lodging	ASTON Gorontalo Hotel&Villas
17th (Thu) national holiday	14:20	Departure from Jala luddin Airport < GA643 >
	18:10	Arrival at Soekarno-Hatta International Airport
	lodging	-

表 5-3 11月7日～9日渡航行程

月日	時 間	行程
7th (Tue)	7:35	《スカルノ・ハッタ国際空港》 出発 < GA642 >
	13:35	《ジャラルディン空港》 到着
	15:30	ゴロンタロ州 イスマイル・パカヤ州知事代理表敬訪問 歓迎レセプション
	宿泊	ゴロンタロ州 (アストン ゴロンタロ ホテル)
8th (Wed)	9:30	廃棄物最終処分場 (愛研化工機の浸出水処理装置導入関係)
	13:00	ロイヤル・ココナッツ訪問 (愛研化工機の排水処理・エネルギー回収装置導入関係)
	15:00	マグロ輸出企業 (水産分野での連携先との協議)
	宿泊	ゴロンタロ州 (アストン ゴロンタロ ホテル)
9th (Thu)	7:00	ホテル発
	8:40	《ジャラルディン空港》 出発 < ID6243 >
	10:35	《スカルノ・ハッタ国際空港》 到着

表 5-4 11月21日～25日渡航行程

日程	時間	目的地
21st (Tue)	14:00-16:00	有機農業グループ (大規模)
22nd (Wed)	8:00-12:00	精米所 (大規模)
	13:00-16:00	柑橘類農園
	9:00-11:00	農業グループ・精米所 (中規模)

23rd (Thu)	11:00-12:00	ピーナツカボチャ農園
	13:35	バナナチップ加工場
	PM	フルーツ販売店 Istana Buah 冷凍倉庫 GUDANG BEKU TERINTEGRASI (UNIT PENGOLAHAN IKAN) PROVINSI GORONTALO
24th (Fri)	7:00-9:00	セリ市場／冷凍倉庫／製氷工場 TPI Tenda/UD. CAHAYA MANDIRI (ice factory)
	9:30-10:30	マグロ漁師村 Tanjung Kramat
	14:00	マグロ加工場・輸出事業者 CV. Baris Anugerah
25th (Sat)	AM	中央公設市場／モール内スーパーHypermart Gorontalo

表 5-5 1月25日～27日渡航行程

Day	Time	Plan/Aiken	Plan/Daiki Axis
25th (Thu)	7:35	Departure from Soekarno-Hatta International Airport < GA642 >	
	13:35	Arrival at Jalaluddin Airport	
	15:00	DLHK Provinsi Gorontalo MTG	Hotel Checkin
	17:30	BAPPEDA MTG	
	lodging	ASTON Gorontalo Hotel& Villas	
26th (Fri)	10:00	Meeting TPA Talumelito,Dinas PU	Meeting with Provinsi Gorontalo PUPR BPPW
	13:30	Visit to Royal coconut	Meeting with Kabupaten Bone Bolango PUPR
	16:00	DLHK Kabupaten Gorontalo MTG	Visit to Pondok Pesantren Hubulo
	lodging	ASTON Gorontalo Hotel& Villas	
27th (Sat)		Departure from Hotel	
	AM	Visit to Ainun Hospital	
	14:20	Departure from Jalaluddin Airport < ID6243 >	
	18:05	Arrival at Soekarno-Hatta International Airport	

個別の協議、調査内容については、本報告書の関連項目において記載のとおりであるが、ここでは11月の田中副知事渡航時の州知事代理表敬訪問におけるゴロンタロ州政府との協議について紹介する。

2023年11月7日に、愛媛県田中副知事が Ismail Pakaya 州知事代理を訪問予定であったが、残念ながら知事代理の体調が優れず、地域長官代行（事務方のトップ）である Budiyanto 氏との協議となった。冒頭、Budiyanto 氏より歓迎挨拶とゴロンタロ州の紹介、主要施策や産業の説明があり、続いて、田中副知事よりご挨拶及び都市間連携事業の概要

について紹介をした。Budyanto 氏からは、2023 年 1 月に締結した MoU に基づき、様々なプロジェクトが進んでいることに感謝を述べるとともに、州政府として引き続きのサポートを実施していく旨、コメントがあった。また、ゴロンタロ州地方議会議長も同会議に出席しており、愛媛県による様々な形でのサポートに感謝を述べるとともに、愛媛県との連携を最大限活用するようゴロンタロ州政府へ期待していること、さらにプロジェクトを進めていく中で、愛媛県による政策移転等についても期待する旨、コメントがあった。



図 5-1 愛媛県田中副知事によるゴロンタロ州訪問の様子

6. まとめ

6.1. 本年度の都市間連携事業の成果

新型コロナウイルスによる感染の影響緩和により、本年度は4度現地調査に赴くことができた。また、昨年度に引き続き、頻繁なリモート会議やEメールその他のWebコミュニケーションツールを活用し、検討に必要な情報、データの取得やヒアリング調査を首尾よく行うことができた。加えて、昨年締結した愛媛県とゴロンタロ州の環境協力に関する覚書に基づき、プロジェクトが深化するとともに、愛媛県田中副知事によるゴロンタロ州訪問により、愛媛県としてのゴロンタロ州との協力に関する方針をゴロンタロ州政府に強く意識付けることに繋がり、両自治体の連携が強化した。

3年目にあたる本年度は、愛媛県とゴロンタロ州の強固な関係のもと、引き続きの連携を見据えつつ、事業化に向けた詳細検討、今後の事業化に向けた課題について、現地政府や関係者と認識の共有をすることができた。以下に、成果のまとめを示す。

表 6-1 本年度の都市間連携事業の成果のまとめ

プロジェクト候補		成果
地域水インフラ整備	浄化槽	- 浄化槽導入候補サイトの抽出・視察 - ゴロンタロ州公共事業局 BPPW に対する浄化槽セミナー実施 - 導入に向けたステップについて州政府、県政府と合意
	メタン発酵設備	- ココナッツ加工工場からの排水及び使用電力量に関するデータ収集 - ココナッツ加工工場における設備導入に係る詳細設計、事業性評価、実施体制案の検討 - 愛媛県副知事によるココナッツ加工工場でのトップセールス
	その他	- 最終処分場浸出水の処理設備に関する詳細設計、実施体制案の検討 - 導入に向けた現地政府による予算化に関する計画作成、合意形成
持続可能な森林利用		- 森林モニタリング手法の検討、現在のモニタリング手法の把握 - ゴロンタロ州政府、県政府との協議による持続可能なモニタリング方法の検討
脱炭素政策策定支援		- 脱炭素政策策定に関する現地政府のニーズ把握 - 州の開発計画の策定状況のフォロー
その他		- 愛媛県副知事によるゴロンタロ州訪問（2023年11月） - 愛媛県独自予算によるゴロンタロ州との農業・水産業に係る協力事業の開始（2023年11月） - ゴロンタロ州地域長官代行の都市間連携セミナー参加、愛媛県関連サイトの訪問（2024年2月）

6.2. 次年度以降の活動方針

本事業は3か年事業の3年度目にあたるものの、JCM設備補助事業の申請着手までには至らない結果となった。一方、愛媛県とゴロンタロ州においては年々関係を強化させており、メタン発酵設備の導入をはじめとし、都市間連携事業の枠組みの下でさらなる検討を継続することで、事業実現に至る可能性のある案件の芽がある中、ゴロンタロ州政府からも継続を強く要請されているところである。また、愛媛県においても、県内企業の海外展開・ビジネス創出の方針に基づき、昨年1月に締結した環境協力に関する覚書に引き続き、ゴロンタロ州との姉妹都市連携を見据え、更なる協力を続けていきたい考えを有している。加えて、都市間連携事業として、本事業を通して把握したゴロンタロ州の脱炭素化に係る具体的な課題に対して、愛媛県の脱炭素化に向けた取り組みや計画について、提言を行っ

ていく方針である。愛媛県において本年度設置された「環境・ゼロカーボン推進課」との協議も継続しており、愛媛県とゴロンタロ州が共に脱炭素宣言等の発出に至る期待がある。Phase2 事業においては、ゴロンタロ州から愛媛県へ関係者を招待し、愛媛県の様子や県内企業の技術について紹介する機会をもつことを検討している。

3 年間の事業成果を踏まえ、想定した今後の実施内容を下表及び下図に示し、本報告書のまとめとしたい。

表 6-2 Phase2 事業での実施内容案

テーマ	Phase2 事業での実施内容案
浄化槽	・ 実証事業への接続を図りつつ、ゴロンタロ州における浄化槽導入計画への政策提言等を実施
メタン発酵設備	・ JCM 設備補助事業への接続を図りつつ、PT. Royal Coconuts 案件をモデルとしたゴロンタロ州における産業排水（ココナッツ、製糖）への横展開
森林管理	・ ゴロンタロ州内の REDD+事業については完了
グリーンホスピタル*	・ ゴロンタロ州政府より技術提供要請あり ・ グリーンホスピタル構想を有する病院に対し、排水処理、再生可能エネルギー導入等県内企業の技術を併せた総合的なインフラ整備支援を実施
漁船の低炭素化*	・ 愛媛県独自予算による調査にてニーズ発掘 ・ 漁船のエンジンの転換による低炭素化、漁船の改善 ・ 漁業者の所得向上にも貢献
愛媛県による脱炭素ドミノ	・ 環境・ゼロカーボン推進課との連携により、県内の脱炭素計画の波及を検討

*新規テーマ



**ダイキアクシス製浄化槽普及
に関する政策提言**

州政府と連携した
ゴロンタロ州地方令への
日本の浄化槽法の政策移転



**愛研化工機による
メタン発酵設備の横展開**

PT. Royal 案件をモデルとした
地域開発公社と連携した
ゴロンタロ州における産業排水
(ココナッツ、製糖等) への横展開



グリーンホスピタルの実現

県内企業の技術を組み合わせた
総合的なインフラ整備支援
排水処理、太陽光発電、省エネ等



漁船の低炭素化

小型漁船エンジンの転換による
低炭素化
漁業者の所得向上



**愛媛県による
脱炭素ドミノの促進**

新居浜港CNP計画の展開
(アングレック港) 等
県内の脱炭素計画の波及検討

図 6-1 Phase2 事業テーマイメージ

以上