

令和7年度環境省委託事業

令和7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8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. フェーズ1事業の成果.....	4
1.4. 実施体制.....	6
2. ゴロンタロ州の概要.....	7
2.1. ゴロンタロ州政府.....	7
2.1.1. 主たる政策・方針.....	7
(1) 国家中期開発計画 (RPJMN) .....	8
(2) ゴロンタロ州中期開発計画 (RPJMD) .....	11
2.2. ゴロンタロ州における環境問題.....	11
2.3. 都市間連携協力に係る覚書の締結.....	15
3. メタン発酵設備の普及検討分野.....	18
3.1. 導入技術の概要.....	18
3.1.1. メタン発酵設備の仕組み.....	18
3.1.2. (株)愛研化工機のメタン発酵技術の概要.....	20
3.1.3. 導入に向けた検討事項.....	22
3.2. メタン発酵設備導入ポテンシャルサイト調査.....	25
3.2.1. フェーズ1事業における調査結果.....	27
(1) ポテンシャルサイトの実態把握.....	27
(2) 設備設計・コスト積算.....	31
(3) 事業性検討.....	32
3.2.2. ポテンシャルサイトにおける導入協議・詳細情報収集.....	34
(1) PT. Trijaya Tangguh.....	34
(2) PT. Pabrik Gula.....	36
3.2.3. 導入効果の算定.....	40
3.3. 事業設計及び体制構築.....	42
3.3.1. 事業化モデルの検討.....	42
(1) ファイナンススキームに係る情報収集.....	42
(2) ビジネスモデルの検討.....	45
(3) 製糖工場における事業モデル.....	51
3.3.2. 外部資金活用の検討.....	54
(1) 体制構築に係る協議.....	54
(2) 事業申請に係る課題.....	55
4. グリーンホスピタル計画に係る総合インフラ整備支援分野.....	57
4.1. 導入技術の概要.....	57
4.1.1. 浄化槽の仕組み.....	57
4.1.2. PT. DAIKI AXIS INDONESIA の浄化槽の概要.....	59

4.1.3.	導入に向けた検討事項.....	62
4.2.	導入可能な技術の選定に向けた実態把握.....	64
4.2.1.	アイヌン病院に関する情報収集.....	64
4.2.2.	愛媛県内の事例調査.....	67
4.3.	事業化準備.....	71
4.4.	愛媛県による救急車の寄贈.....	71
5.	自治体間の政策共有.....	72
5.1.	ゴロンタロ州における廃棄物管理課題.....	72
5.2.	設計・見積に関する調査.....	75
5.3.	導入効果の算定.....	78
5.4.	ゴロンタロ州予算措置に向けた準備状況.....	81
5.5.	オーバーフロー対策の実施.....	84
5.6.	MBRシステム導入に向けた予算検討.....	85
6.	環境省主催の都市間連携セミナーへの参加.....	88
7.	まとめ.....	91

## 目次

図 1-1	ゴロンタロ州の位置.....	1
図 1-2	都市間連携事業に係る MoU 締結式の様子.....	4
図 1-4	本業務の概要及び実施体制.....	6
図 2-1	ゴロンタロ州知事 Gusnar 氏（左） および副知事 Idah 氏（右）.....	7
図 2-2	インドネシア各地の再エネポテンシャル.....	9
図 2-3	前回 NDC との比較.....	10
図 2-4	ゴロンタロ州における環境課題と地理的状況.....	13
図 2-5	ゴロンタロ州における環境的な危機地域（ゴロンタロ州提供）.....	14
図 2-6	ゴロンタロ州の優先される環境課題（ゴロンタロ州提供）.....	14
図 2-7	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.....	14
図 2-8	PERATURAN MENTERI DALAM NEGERI REPUBLIK INDONESIA NOMOR 25 TAHUN 2020.....	15
図 3-1	メタン発酵システムの基本構成.....	19
図 3-2	EGSB 法システム概要.....	21
図 3-3	(株)愛研化工機の消化槽方式メタン発酵設備の導入事例.....	22
図 3-4	ココナッツ加工工場と製糖工場の位置.....	26
図 3-5	PT. Royal Coconuts との意見交換（2023 年 1 月）.....	27
図 3-6	PT. Royal Coconuts における排水処理フロー（(株)愛研化工機作成）.....	27
図 3-7	現在の排水フローと採水ポイント.....	28
図 3-8	PT. Royal Coconuts における採水の様子（令和 5 年度）.....	29
図 3-9	PT. Royal Coconuts における製造工程（愛研化工機作成）.....	30
図 3-10	提案システム（愛研化工機作成）.....	31
図 3-11	PT. Royal Coconuts 導入設備の設計条件（愛研化工機作成、2024 年 1 月）.....	31
図 3-12	設備設置場所（予定）.....	32
図 3-13	投資回収モデル（2024 年 1 月）.....	33
図 3-14	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）.....	33
図 3-15	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）.....	34
図 3-16	PT. Trijaya Tangguh.....	34
図 3-17	2022 年 11 月時点の PT. Trijaya Tangguh における排水処理フロー.....	35
図 3-18	PT. Trijaya Tangguh での協議の様子（2024 年 6 月）.....	35
図 3-19	PT. Trijaya Tangguh の排水処理設備の様子（2024 年 6 月）.....	36
図 3-20	PT. Trijaya Tangguh への設備導入に係る試算結果（愛研化工機提供）.....	36
図 3-21	PT. Pabrik Gula における排水処理設備、協議の様子（2024 年 6 月）.....	38
図 3-22	PT. Pabrik Gula における設備導入場所.....	38
図 3-23	PT. Pabrik Gula への設備導入に係る試算結果（愛研化工機提供）.....	39
図 3-24	PT. Pabrik Gula へのヒアリング（2024 年 12 月）.....	39
図 3-25	Indonesia Environmental Fund との意見交換（2024 年 12 月）.....	45
図 3-26	認証制度を活用したバイオガス販売モデル.....	47

図 3-27	PT Donggi-Senoro LNG のオーナーシップ構造	48
図 3-28	現在の Donggi-Senoro LNG プロジェクトのバリューチェーン	49
図 3-29	Donggi-Senoro LNG プロジェクトと連携したバイオガス販売モデル	49
図 3-30	エア・ウォーターのバイオガス輸送車	50
図 3-31	製糖工場における事業イメージ図	52
図 3-32	JCM 実証事業における実施体制	54
図 3-33	LEMIGAS との協議	54
図 3-34	ゴロンタロ大学との	55
図 3-35	PT. Royal Coconuts との意見交換	55
図 4-1	浄化槽の構成と処理原理	58
図 4-2	(株)ダイキアクシスの FRP 製浄化槽の構造と機能	60
図 4-3	PT. DAIKI AXIS INDONESIA の製品導入事例	62
図 4-4	アイヌン病院との協議 (2024 年 6 月、12 月、2025 年 5 月)	64
図 4-5	アイヌン病院新病棟建設計画書	66
図 4-6	松山赤十字病院におけるサステナブル建築技術概要 <sup>37</sup>	68
図 4-7	非常時のエネルギー自立と省 CO2 実現の両立 <sup>37</sup>	70
図 4-8	日本国内の病院とのエネルギー消費量の比較 <sup>37</sup>	70
図 4-9	実証事業実施体制案	71
図 4-10	アイヌン病院に寄贈された救急車 (2025 年 11 月)	71
図 5-1	TPS にて分別される廃棄物とその販売価格	72
図 5-2	ゴロンタロ州における廃棄物回収・処理フロー	73
図 5-3	ゴロンタロ州における廃棄物発生量・区分 (ゴロンタロ州提供)	73
図 5-4	最終処分場 (TPA Talmelito) の概要図	74
図 5-5	最終処分場の様子	74
図 5-6	最終処分場浸出水処理設備概要図	75
図 5-7	(株)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)	75
図 5-8	水質検査における採水場所	76
図 5-9	膜分離活性汚泥法 (MBR システム) ((株)愛研化工機提供)	77
図 5-10	システムフロー図とレイアウト図 (愛研化工機提供)	77
図 5-11	ゴロンタロ州最終処分場への MBR システム導入計画 (2025 年度)	81
図 5-12	インドネシア地方政府予算申請スケジュール	82
図 5-13	設計図、フロー図と公共事業省向けレター表紙 (2025 年 1 月)	83
図 5-14	調達局、財務局との協議 (2024 年 12 月)	83
図 5-15	入札プロセス	83
図 5-16	EPC 事業者とゴロンタロ州	84
図 5-17	オーバーフロー対策工事実施前 (左) と実施後 (右)	85
図 5-18	完工式の様子	85
図 5-19	イスマイル州知事による MBR システム視察	87
図 5-20	今後のスケジュール	87
図 6-1	ダイキアクシス本社訪問及び工場視察の様子 (2026 年 2 月 4 日・6 日)	88

図 6-2	愛研化工機 EGSB・MBR の視察（2025 年 2 月 6 日） .....	89
図 6-3	都市間連携セミナーの様子（2026 年 2 月 5 日） .....	89
図 6-4	知事表敬の様子（2026 年 2 月 5 日） .....	90
図 7-1	本年度事業成果、実施課題、次年度計画 .....	92

---

## 表目次

表 3-1	メタン発酵技術の比較	19
表 3-2	(株)愛研化工機のEGSB法による導入実績	22
表 3-3	メタン発酵設備導入に関する要件の具体的内容	23
表 3-4	ゴロンタロ州における産業	25
表 3-5	排水データの収集・分析	28
表 3-6	PT. Royal Coconutsにおける消費電力量と電気料金(2023年8月実績)	30
表 3-7	ゴロンタロ州内ポテンシャルサイトにおけるメタンガス製造可能量	46
表 3-8	認証制度を活用したバイオガス販売モデルにおけるステークホルダーと課題	49
表 3-9	Donggi-Senoro LNGプロジェクトと連携したバイオガス販売モデルにおけるステークホルダーと課題	50
表 3-10	事業化検討に際し必要な情報(製糖工場)	52
表 3-11	事業化検討に際し必要な情報(Pertamina Gas)	53
表 4-1	浄化槽の一般的な分類	58
表 4-2	PT. DAIKI AXIS INDONESIAの浄化槽の処理性能とインドネシアの生活排水基準	60
表 4-3	浄化槽導入に関する要件の具体的内容	63
表 4-4	松山赤十字病院が導入した環境配慮技術	68
表 5-1	浸出水の水質基準値	76
表 5-2	愛研化工機排水処理設備による導入効果試算結果	78
表 5-3	主な課題	86

---

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
C2P2	Clean City Partnership Program	クリーンシティパートナーシップ
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
GSS	Gas Solid Separator	三相分離装置
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Limbah	排水処理設備
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
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

2022年に公表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書第3作業部会報告書によると、世界のGHG排出量の約7割が都市由来とされており、パリ協定で定める1.5度目標の達成に向けては、都市における気候行動の加速が必要不可欠である。日本は、国と都市が協働して、ゼロカーボンシティの実現に向けて、2021年6月に策定された地域脱炭素ロードマップの下、脱炭素先行地域を100か所以上創出し、全国に拡大する取組を進めている。

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く今後GHG排出量の増加が見込まれる途上国等において、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いる。

上記のような背景を踏まえ、本事業では、脱炭素社会形成に関する経験やノウハウ等を有する愛媛県とともに、日本の民間企業・大学等の連携とも図りつつ、インドネシア・ゴロンタロ州における脱炭素社会形成、環境汚染・循環経済・自然再興（ネイチャーポジティブ）を含む都市課題に対して包括的な取組及び脱炭素社会の形成に寄与する設備の導入を支援するための調査等を実施した。

### 1.2. 背景

応募事業の対象地域であるゴロンタロ州は、インドネシア共和国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、5県1市から構成されている。ゴロンタロ州の年間経済成長率は年々増加しており、2020年には-0.02%だったが、2021年には2.41%、2022年には4.04%となっている。主要産業は農林水産業であり、2023年の事業分野別GDPの約38%を占めている<sup>1</sup>。

著しい経済成長の一方で、貧困率はインドネシアで5番目に高く、インフラの未整備も課題である。特に上下水道インフラについては整備されておらず、人口増加に伴う河川や湖の水質汚染が深刻化している。また、

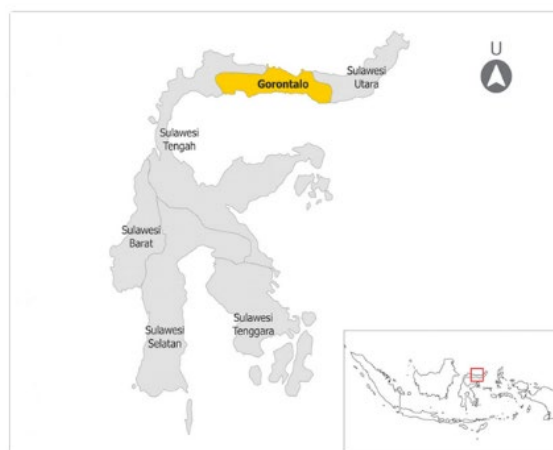


図 1-1 ゴロンタロ州の位置

---

<sup>1</sup> BADAN PUSAT STATISTIK PROVINSI GORONTALO  
<https://gorontalo.bps.go.id/indicator/154/53/1/pertumbuhan-ekonomi-tahunan.html>

電力インフラも停電が頻発する等脆弱であるほか、オフグリッド地帯も残されており、エネルギーインフラの開発も急務である。

また、農業を主とした GDP の成長は、丘陵地や山間部地の急斜面の開墾をもたらし、急速な森林減少の結果、CO<sub>2</sub>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なっている。また、急斜面の農耕地は浸食を受けやすく、ゴロンタロ県及びゴロンタロ市に位置するリンボト湖へ年間 1,500,000m<sup>3</sup>に及ぶ土砂流入を引き起こしている<sup>2</sup>。土砂流入の影響は海岸部にも見られ、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<sup>2</sup>。さらに、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リンボト湖において急激に繁殖し、観光資源の損失を引き起こしている。

発展基盤となるインフラ整備や、森林保全と両立した農業振興を進めるにあたって、ゴロンタロ州は脱炭素化の観点を盛り込む計画を積極的に検討してきた。例えば、2012年に策定された温室効果ガス排出削減行動計画（Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca: RAD-GRK）においては、開発優先分野である農業、林業、エネルギー、産業、廃棄物管理の分野ごとに、アクション及び削減目標を設定している。しかしながら、目標実現のための具体的な施策への反映及び実行に至らず、目標達成への課題が指摘されている。今後、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意欲がある一方で、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、日本の支援・協力を期待しており、なかでも愛媛県との都市間連携による解決策の導出について高い関心を有しており、2021年度より都市間連携事業（フェーズ1事業）を活用し、政策的支援も併せ脱炭素技術導入の検討を進めてきたところである。

愛媛県とゴロンタロ州との関係は、2007年の愛媛大学とゴロンタロ大学の「学術交流協定」締結を起点に進められてきた。2013年にゴロンタロ大学及び北ゴロンタロ県、2016年にゴロンタロ大学及びゴロンタロ州と「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。

また、元インドネシア国会副議長や日友友好協会会長を務めるラフマツト・ゴーベル氏の尽力も大きい。同氏は一族のルーツがゴロンタロ州にあり、支持基盤ともなっている。同氏にとって愛媛県は、留学先である中央大学卒業後、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9度の会談を重ねており、県内企業の技術を用いたゴロンタロ州の環境・産業の向上のための意見交換

---

<sup>2</sup> 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>

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、同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。応募事業においても、同氏よりゴ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、事業実施にあたって全面的な支援の約束を得ている。

### 1.3. フェーズ1事業の成果

フェーズ1事業においては、開始当初から愛媛県とゴロンタロ州の都市間連携事業に関するMoU締結の準備を進めてきた。MoU締結に伴い、2022年9月23日付で協力の意向表明書(LoI)を締結し、更にLoI及びMoUにて提示されている協力分野ごとにアクションプランを作成した。LoI及びMoUに加え、アクションプランの内容についても内務省及び外務省の承認を受け、2023年1月19日に、愛媛県知事をはじめ、県内企業、商工会メンバー等38名がゴロンタロ州を訪問し、愛媛県知事、ゴロンタロ州知事のほか、ゴーベル国会副議長も同席のもと、MoU締結式の開催に至っている。



図 1-2 都市間連携事業に係る MoU 締結式の様子

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、応募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。MoUの期間は2027年9月までの5年間となっており、愛媛県として本期間におけるアクションプランの記載内容へのコミットを約束している他、今後は姉妹都市連携を含めた更なる緊密な協力関係に向け、準備が進められている。

脱炭素技術の導入検討においては、“地域水インフラ整備分野”と“カカオ栽培による持続的な森林利用分野”の大きな2つのテーマを検討してきた。水インフラ整備においては、(株)愛研化工機のメタン発酵設備についてココナッツ加工企業への導入を目指して検討を進めてきた。JCM設備補助事業への接続には至っていないものの、ココナッツ加工排水に合わせた設備設計、導入効果の算出、経済性評価、ビジネスモデルの構築等を実施し、ココナッツ加工企業の多いゴロンタロ州において、本件をモデルとした横展開をゴロンタロ州政府から強く要請されているところである。また、PT. DAIKI AXIS INDONESIAの浄化槽については、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、大規模な導入が難しいことから、まずはポテンシャルサイトにおける効果検証を実施する方針で検討を進めてきた。ゴロンタロ州政府においては、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とのことであり、PT. DAIKI AXIS INDONESIA製浄化槽の導入提案を歓迎するとのコメントを得ている。森林利用分野においては、兼松株式会社が2011年よりゴロンタロ州において実施しているREDD+事業について、ゴロンタロ州全域への拡大を検討してきた。現在、対象とした地域へのカカオ農業の普及、農家へのキャパシティビルディングは完了しており、引き続きゴロンタロ州政府と連携し、森林伐採が発生しな

いようなモニタリングを継続することとなっている。さらに、フェーズ1事業を実施する中で、新たなニーズとしてゴロンタロ州内の病院における総合的なインフラ整備について支援要請を受けている。こうした都市間連携事業の枠組みのもとで事業実現に至る可能性のある案件が多く、ゴロンタロ州政府からは都市間連携事業の継続を強く要請されており、フェーズ2事業として応募事業の提案に至った。

### 1.4. 実施体制

本年度の業務実施体制は、下図の通りである。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: BAPPEDA）が窓口となり、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、“メタン発酵設備の普及検討分野” “グリーンホスピタル計画に係る総合インフラ整備支援分野” “自治体間の政策共有分野” の3つの分野で、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キス、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)愛研化工機と連携した。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 1-3 本業務の概要及び実施体制

## 2. ギロンタロ州の概要

### 2.1. ギロンタロ州政府

ギロンタロ州は、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、ギロンタロ県、ボアレモ県およびギ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年に北ギ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、ギロンタロ州は5県1市77郡72区684村で構成されている。

2025年2月20日に、ギロンタロ州知事は Gusnar Ismail 氏が、副知事は Idah Syahidah 氏が正式に就任し、2025年から2030年までの期間務めることとなった<sup>3</sup>。同知事は、2001年から2006年までギロンタロ州副知事を務めており、副知事に続き州知事に就任した初の事例である。Gusnar 知事は就任後のビジョンとして、人的資源の質向上、農業海事開発、零細・中小企業支援、観光業、インフラの改善に焦点を当てていくことを目指すとしている。



図 2-1 ギロンタロ州知事 Gusnar 氏（左）および副知事 Idah 氏（右）

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。州政府機関としては、地域事務局以外に、ギ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、ギロンタロ州における行政を担っている<sup>4</sup>。

#### 2.1.1. 主たる政策・方針

ギ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: RPJMD）に策定されており、最新の RPJMD の対象期間は2017

---

<sup>3</sup> Tribungorontalo.com “Profil Gusnar Ismail dan Idah Syahidah, Gubernur dan Wakil Gubernur Gorontalo Periode 2025-2030” 2025年2月20日  
<https://gorontalo.tribunnews.com/2025/02/20/profil-gusnar-ismail-dan-idah-syahidah-gubernur-dan-wakil-gubernur-gorontalo-periode-2025-2030>

<sup>4</sup> DINAS KOMINFO DAN STATISTIK PROVINSI GORONTALO 「BUKU PROFIL PROVINSI GORONTALO 2019」 2019年11月

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: RPJMN）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。インドネシアの最新の RPJMN は 2020 年から 2024 年のもので、現在 2025 年から 2029 年の RPJMN 策定に向けた準備期間であるため、2024 年までの RPJMN について次項にて詳説する。

### (1) 国家中期開発計画（RPJMN）

RPJMN2025-2029 は、国家長期開発計画（RPJPN）の第 1 期実行計画であり、“Indonesia Emas 2045”（黄金のインドネシア 2045）実現の初期フェーズとして規定されている。

大統領令 2025 年 12 号により、2025 年 2 月 10 日に正式施行され<sup>5</sup>、中央省庁の戦略計画（Renstra-KL）、地方政府の中期計画（RPJMD）、年間開発計画（RKP）の上位文書として機能する。

RPJMN が掲げる国家優先課題には、以下 8 つが設定されている。

1. イデオロギー（Pancasila）、民主主義、基本的人権の強化
2. 国防・治安の強化と自立化（食料・エネルギー・水・デジタル・グリーン/ブルー経済）
3. インフラ整備・雇用創出・起業促進・産業創発
4. 人材開発（教育・研究・健康・ジェンダー・若者・障害者）
5. 資源ベース産業の高度化（下流化=hilirisasi/国内付加価値化）
6. 地方・村落主導の成長（地方からの開発・貧困削減）
7. 政治・法制度・官僚制改革および汚職・薬物・密輸の排除
8. 持続的な環境保全と寛容性向上（調和的社会的構築）

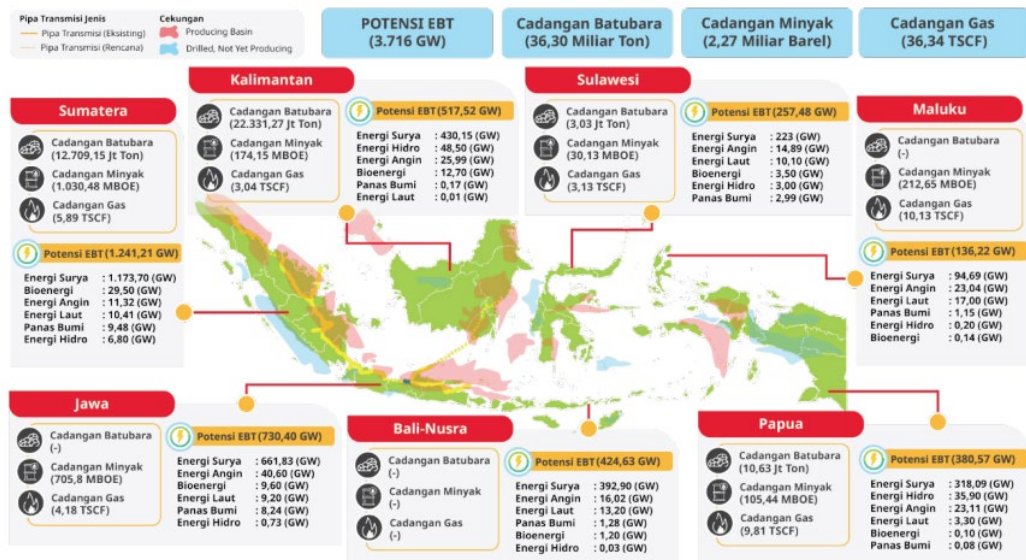
上述の優先課題 2 において、食糧・エネルギー・水の自立化を国家安全保障の観点で協調し、経済のグリーン化と併せて再生可能エネルギーの導入・普及を国家戦略として推進する方針を示している。また、新たに”Thematic-Holistic-Integrative-Spatial (THIS)”という従来の縦割りから組織横断的なアプローチを採用し、地域ごとの再エネポテンシャル（地熱・水力・太陽光・風力・バイオマス）やシステムの制約を踏まえた空間統合的な導入を進める考え方が、BAPPENAS の公式文書でも確認されている。

---

5

[https://setneg.go.id/baca/index/rpjmn\\_2025\\_2029\\_fondasi\\_awal\\_wujudkan\\_visi\\_indonesia\\_emas\\_2045](https://setneg.go.id/baca/index/rpjmn_2025_2029_fondasi_awal_wujudkan_visi_indonesia_emas_2045)

## Sebaran Potensi Sumber Daya Energi



Sumber: Kementerian PPN/Bappenas, 2024 (diolah).

図 2-2 インドネシア各地の再エネポテンシャル<sup>6</sup>

脱炭素については、上述の RPJMN と共に、パリ協定に基づく NDC の動向が極めて重要である。インドネシアは 2021 年 7 月に更新された NDC とともに長期低炭素・気候強靱化戦略 (LTS-LCCR2050) を UNFCCC へ提出し、2030 年の削減目標 (BAU 比 29% / 41%) を維持する一方、「2060 年またはそれ以前のネットゼロ (NZE)」という長期到達点を LTS に明記した<sup>7</sup>。その後、2025 年 10 月 24 日に Second NDC (以下、「SNDC」という) を UNFCCC へ正式提出し、BAU 比から“2019 年を基準年とする絶対排出量目標”へ転換、GST/CMA.5 に整合した透明性の高い定量化方式へ移行した。SNDC では 2030 年に排出ピーク (約 1.34~1.49 Gt-CO<sub>2</sub>e) を想定し、その後 2035 年に減少へ向かう経路を示している<sup>8</sup>。

<sup>6</sup> [https://perpustakaan.bappenas.go.id/e-library/file\\_upload/koleksi/dokumenbappenas/konten/Dokumen%202025/Konten/Relay%20out%20Narasi%20RPJMN%20Tahun%202025-2029%20\(2\).pdf](https://perpustakaan.bappenas.go.id/e-library/file_upload/koleksi/dokumenbappenas/konten/Dokumen%202025/Konten/Relay%20out%20Narasi%20RPJMN%20Tahun%202025-2029%20(2).pdf)

<sup>7</sup> <https://ndcpartnership.org/news/indonesias-updated-ndc-climate-resilient-future>

<sup>8</sup> [https://unfccc.int/sites/default/files/2025-10/Indonesia\\_Second%20NDC\\_2025.10.24.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/2025-10/Indonesia_Second%20NDC_2025.10.24.pdf)

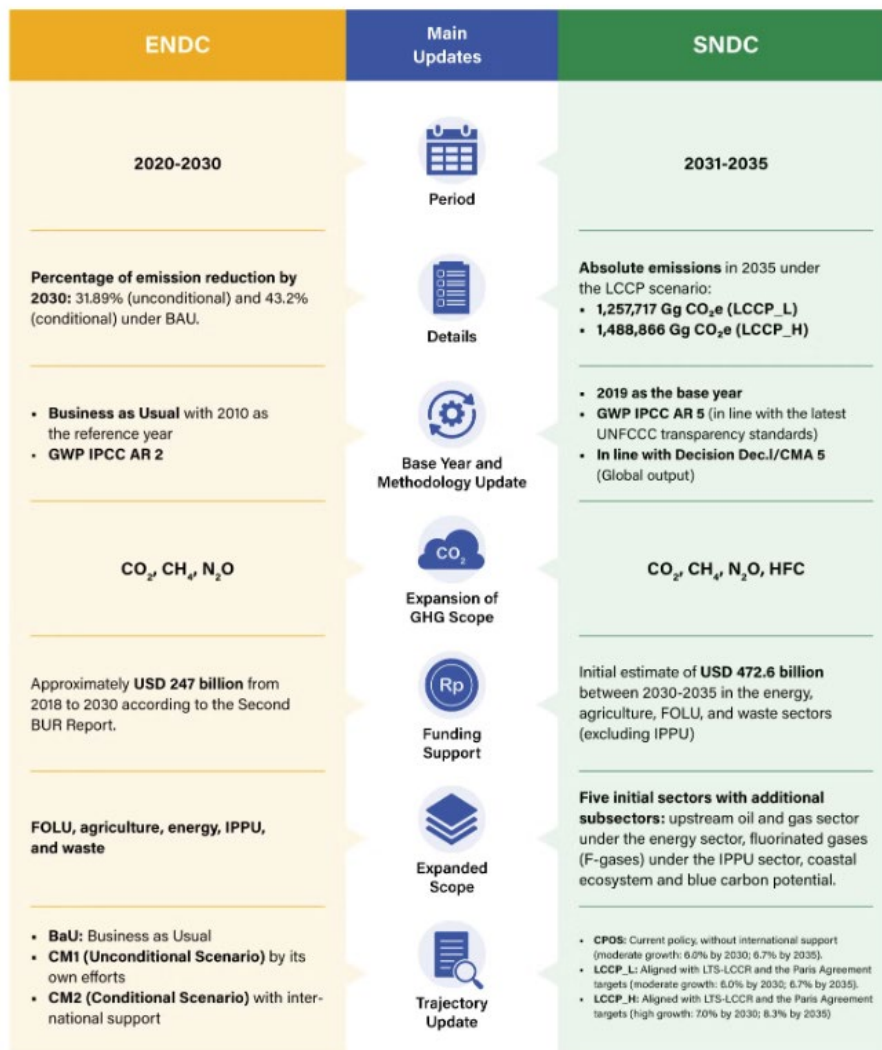


図 2-3 前回NDC との比較<sup>9</sup>

さらに、政府は2025年11月にブラジルで開催されたCOP30に向け、“NDC3.0”の準備を国内発表で示し、2019年基準の絶対量で2030年約440 Mt-CO<sub>2</sub>e/2035年525 Mt-CO<sub>2</sub>eの目安、パリ協定6条の活用、海洋（ブルーカーボン）対策強化などを打ち出した<sup>10</sup>。ただし、UNFCCCレジストリで登録・公表されている公的文書はSNDCであり、

<sup>9</sup> <https://wri-indonesia.org/en/insights/indonesia-has-submitted-its-second-ndc-are-its-climate-targets-more-ambitious>

<sup>10</sup> <https://kemenlh.go.id/news/detail/klhbplh-siapkan-ndc-30-menteri-lh-serius-pimpin-langkah-indonesia-menuju-cop30>

NDC 3.0 の公式提出は未確認である。

以上を踏まえると、インドネシアの脱炭素政策は、RPJMN（2025-2029 の国家優先課題）と SNDC（絶対量ベースの最新 NDC）を両輪として、エネルギー転換（再エネ・効率化・電動化）、FOLUNetSink2030、廃棄物メタン対策、ブルーカーボンを柱に、取り組みを段階的に加速させていく構図にある。

また、2024 年 11 月 20 日にブラジルで行われた G20 サミットにおいては、プラボウォ・スビアント新大統領が出席し、インドネシアはグリーンエネルギーへの移行に向け、バイオディーゼル燃料の使用増加や再生可能エネルギーへの転換などの取り組みを通じて、「(現在の政府目標から 10 年前倒しとなる) 2050 年までにネットゼロを達成する」と強調した<sup>11</sup>。こうした NDC に係る動向や宣言を踏まえると、今後インドネシアにおいて脱炭素施策については、引き続き積極的な対策を取っていく方針が期待される。

## (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。ゴロンタロ州の最新の RPJMD (2025～2029) は、2025 年 8 月 27 日に施行済であり、貧困・均衡・インフラ等の基礎課題を引き続き重視しつつ、持続可能性を横断テーマ化する方向が確認されている。一方、公式文書はまだ公開されておらず、詳細については公表され次第整理することとする。

### 2.2. ゴロンタロ州における環境問題

ゴ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%<sup>12</sup>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。

ゴロンタロ州政府は、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

---

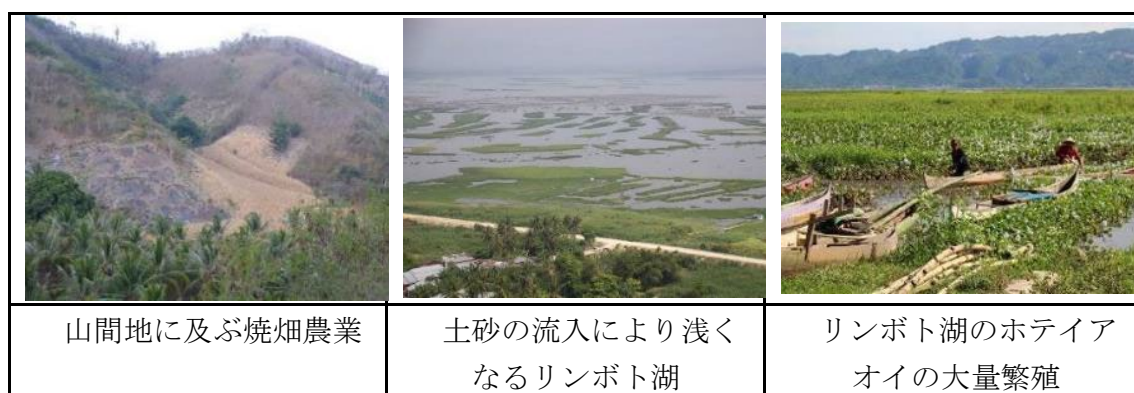
<sup>11</sup> JETRO ビジネス短信「COP29 の最終合意に失望の声明、G20 でネットゼロ達成目標前倒し表明 (インドネシア)」2024 年 12 月 11 日

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2024/12/75edfa41c9393edb.html>

<sup>12</sup> PLN (2020 年 6 月)「PLN STATISTICS 2019」

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

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、CO<sub>2</sub>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、人口密集地であるゴロンタロ市は、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、ゴロンタロ県及びゴロンタロ市に位置するリンボト湖へ年間 1,500,000 m<sup>3</sup>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<sup>13</sup>。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。



<sup>13</sup> 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 2-4 ゴロンタロ州における環境課題と地理的状況

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。上図では、ゴロンタロ市周辺のみを示しているが、下図に示すように、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。

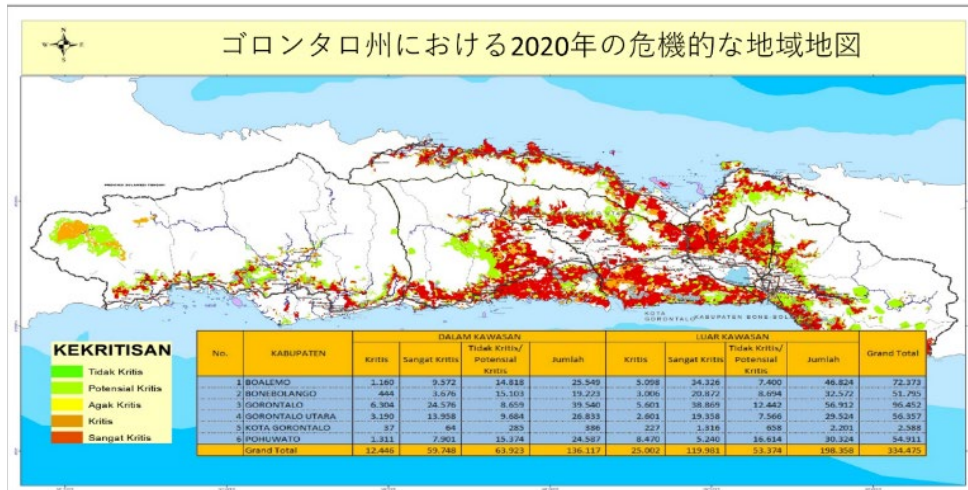


図 2-5 ゴロンタロ州における環境的な危機地域 (ゴロンタロ州提供)



図 2-6 ゴロンタロ州の優先される環境課題 (ゴロンタロ州提供)

水インフラ	森林管理	脱炭素・政策移転	その他
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 家庭排水によるリムボト湖の水質汚染</li> <li>✓ 浄化槽管理ノウハウの不足</li> <li>✓ 最終処分場浸出水による周辺環境の汚染</li> <li>✓ 有機性廃棄物・排水処理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ リムボト湖への土砂流入</li> <li>✓ 森林保水力のある樹木の検討 (力カオ含め)</li> <li>✓ 森林管理ノウハウの不足</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ GHG排出削減計画策定までのプロセス</li> <li>✓ データの種類と収集方法の共有</li> <li>✓ 政府関係者、民間事業者への教育が不十分</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 最終処分場のひっ迫</li> <li>✓ 医療廃棄物処理</li> <li>✓ 生産性を高めるスマート農業技術・ノウハウ</li> <li>✓ 農産物の調達先</li> <li>✓ エコツーリズム</li> </ul>

図 2-7 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

### 2.3. 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 DI LUAR 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。

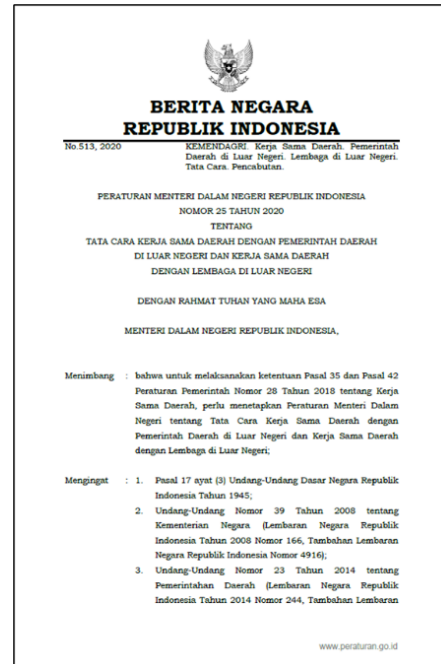


図 2-8 PERATURAN MENTERI DALAM NEGERI REPUBLIK INDONESIA NOMOR 25 TAHUN 2020

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。

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った 2023 年 1 月 19 日に、愛媛県知事、ゴロンタロ州知事の他、ゴーベル国会副議長も同席のもと、実施された。

### 3. メタン発酵設備の普及検討分野

本項においては、フェーズ1事業に引き続き、(株)愛研化工機のメタン発酵設備導入を検討している。同社の設備は有機性廃棄物や工場排水等多様な原料を想定して導入検討が可能である。ゴロンタロ州においては、再生可能エネルギー資源の賦存量が豊富であり、発酵原料となる多様なバイオマス資源（ココナッツ加工排水、さとうきび残渣、農業廃棄物等）をフェーズ1事業において確認している。ゴロンタロ州の2021年地方政府作業計画（RKPD）によると、ココナッツ加工及び製糖については、ゴロンタロ州において特に発展した産業として具体的な企業名も挙げられていることから、こうした企業が導入検討対象となる可能性が高い。また、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政府として注力していることが伺える。また、これらの工場の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となる。ゴロンタロ州政府からも、ゴロンタロ州における再生可能エネルギー導入目標への貢献の観点において、排水処理課題の解決と発電の両立を可能とする(株)愛研化工機の設備導入が強く要請されている。

#### 3.1. 導入技術の概要

##### 3.1.1. 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り、人手による選別や機械による破砕、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。

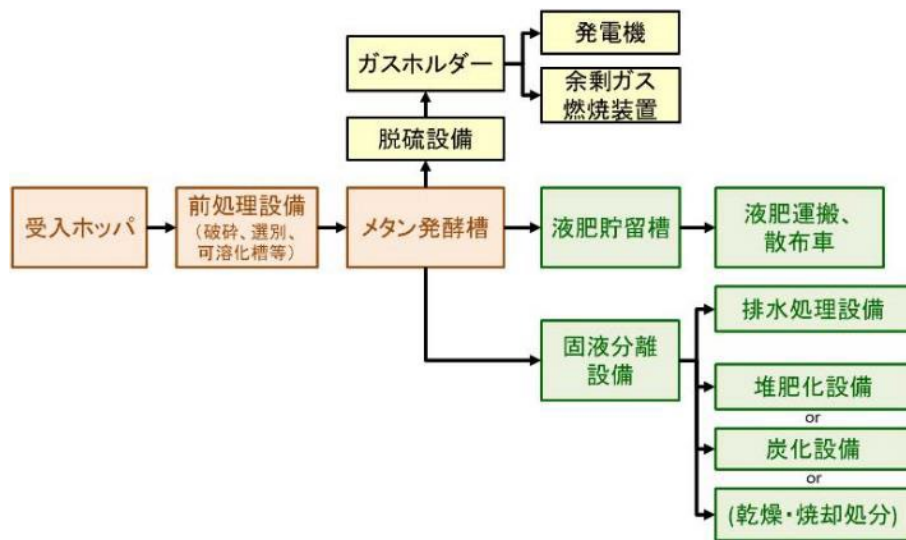


図 3-1 メタン発酵システムの基本構成<sup>14</sup>

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<sup>15</sup>。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 3-1 メタン発酵技術の比較<sup>16</sup>

項目	排水	固形廃棄物	
	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	メタン菌を低い汚泥濃度で浮遊させて処	メタン菌により高い汚泥濃度で処理

<sup>14</sup> 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

<sup>15</sup> 野池達也編著（2009 年 5 月）「メタン発酵」、P85

<sup>16</sup> 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>

	排水を処理	理	
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高効率</li> <li>・ 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)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運転管理が容易</li> <li>・ 消化液の処理が不要 (液肥利用する場合)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 固形物処理可能</li> <li>・ 原料単位重量当たりのガス発生量の増大</li> </ul>
主な適用先	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 食品排水</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事業系・家庭系生ごみ</li> <li>・ 食品加工残さ</li> <li>・ 家畜ふん尿</li> <li>・ 下水汚泥</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 都市ごみ</li> <li>・ 固形廃棄物</li> </ul>
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	定期的に必要な	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。

メタン発酵設備については、(株)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いる。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。

### 3.1.2. (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<sup>17</sup>。(株)愛研化工機のシステムの概要を以下に示す。

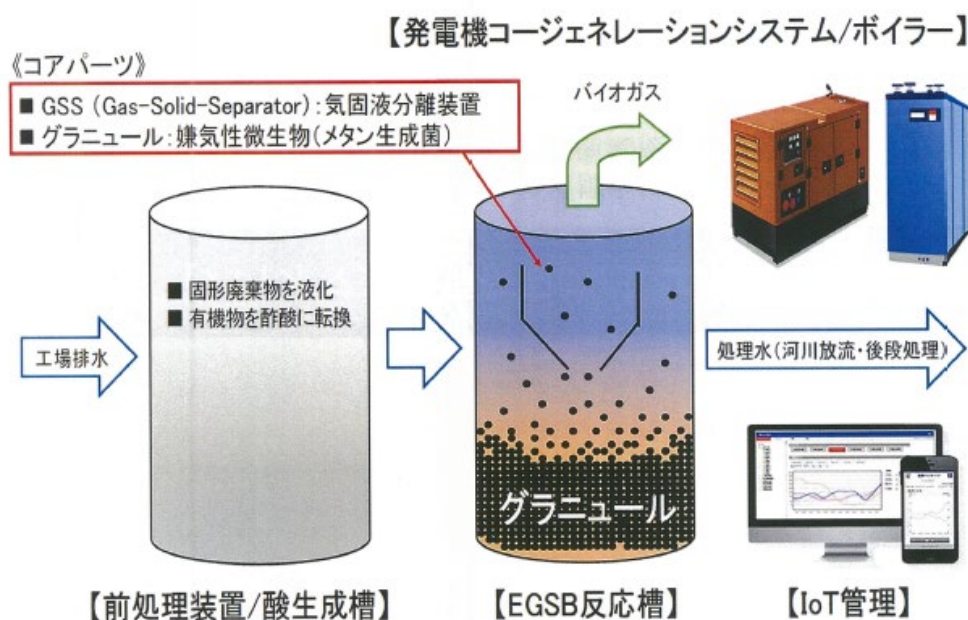


図 3-2 EGSB 法システム概要<sup>18</sup>

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<sup>19</sup>。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ところも、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

<sup>17</sup> 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>)

<sup>18</sup> (株)愛研化工機提供資料

<sup>19</sup> 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

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 3-2 (株)愛研化工機の EGSB 法による導入実績<sup>18</sup>

	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。

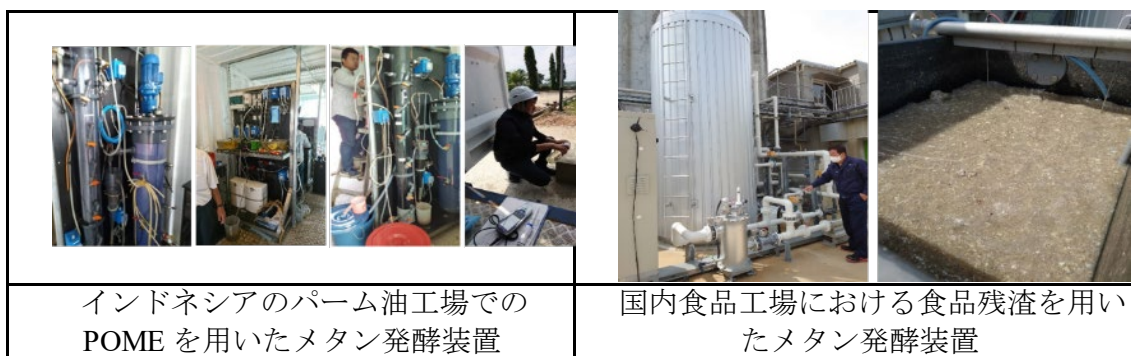


図 3-3 (株)愛研化工機の消化槽方式メタン発酵設備の導入事例<sup>18</sup>

### 3.1.3. 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<sup>20</sup>。

<sup>20</sup> 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

- 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 3-3 メタン発酵設備導入に関する要件の具体的内容<sup>21</sup>

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 <sup>3</sup> ）、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
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）

<sup>21</sup> 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

		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. メタン発酵設備導入ポテンシャルサイト調査

フェーズ1事業より、ゴロンタロ州からエネルギー源としての有機性廃棄物の活用に対する支援が期待されているところであり、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てきた。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<sup>22</sup>。

表 3-4 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、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。

---

<sup>22</sup> 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](https://bappeda.gorontaloprov.go.id/institution/file_share/BAB-II_179_637.pdf))



図 3-4 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。

フェーズ 1 事業においては、ココナッツ加工工場のうち、PT. Royal Coconuts 社を対象とした詳細調査を実施した。フェーズ 2 事業の初年度にあたる本年度は、もう 1 社のココナッツ加工工場である PT. Trijaya Tangguh、製糖工場である PT. Pubrik Gula を対象とした調査を実施したところである。フェーズ 1 事業における検討結果及び本年度調査結果を以下に詳述した。

### 3.2.1. フェーズ 1 事業における調査結果

上図の 3 社のうち、PT. Royal Coconuts において、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、フェーズ 1 事業において詳細調査を実施した。

#### (1) ポテンシャルサイトの実態把握

PT. Royal Coconuts 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、ポータルランド、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 m<sup>3</sup> 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 3-5 PT. Royal Coconuts との意見交換 (2023 年 1 月)



図 3-6 PT. Royal Coconuts における排水処理フロー ((株)愛研化工機作成)

排水の分析も定期的実施されているが、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た。また、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り、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。

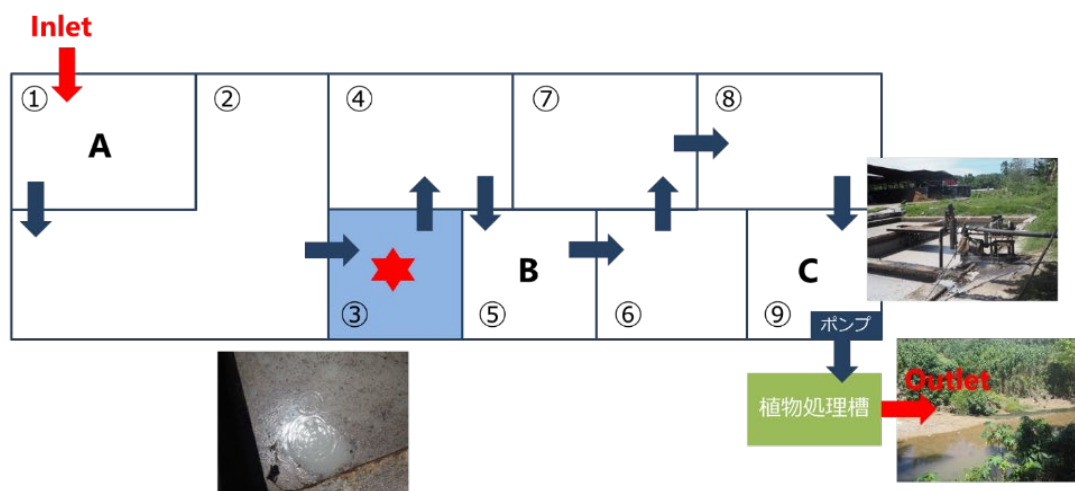


図 3-7 現在の排水フローと採水ポイント

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困難であったことから、フェーズ1事業において、Inlet、Outletの分析データに加え、排水が滞留する上図の★の箇所の採水を実施し、排水のデータを収集した。また、(株)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 3-5 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 Coconuts	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 3-8 PT. Royal Coconuts における採水の様子（令和 5 年度）

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 Coconuts 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 Coconuts における製造工程は以下のとおりである。

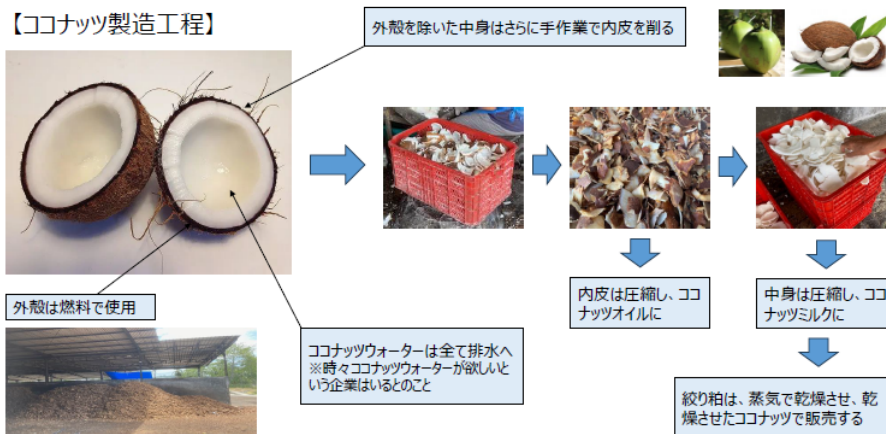


図 3-9 PT. Royal Coconuts における製造工程（愛研化工機作成）

PT. Royal Coconuts 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 3-6 PT. Royal Coconuts 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
Unit price (Rp)	1,065.78	1,583.67	-
Sum (Rp)	214,957,168	114,705,218	329,662,386

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。

(2) 設備設計・コスト積算

上記調査結果を踏まえ、PT. Royal Coconuts と協議を重ね、設備設計条件を以下のとおり設定し、(株)愛研化工機による詳細設計を実施した。

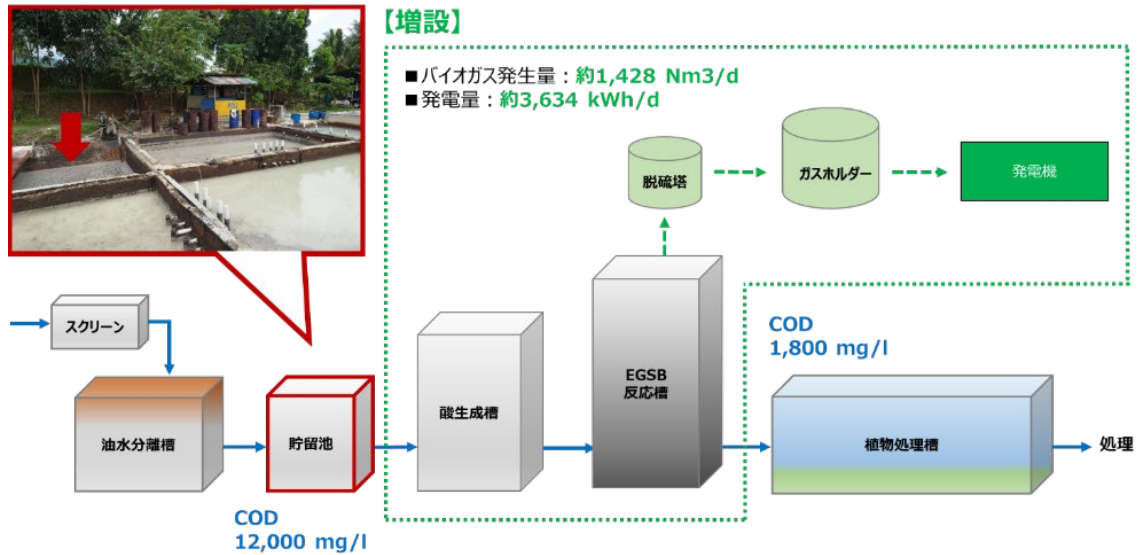


図 3-10 提案システム (愛研化工機作成)



図 3-11 PT. Royal Coconuts 導入設備の設計条件 (愛研化工機作成、2024 年 1 月)

工場排水濃度及び排水量から発生するメタンガス量と発電量を試算した結果、メタンガスは1日当たり 1,428N m<sup>3</sup>発生し、1日当たり 3,634kWh の発電量となり、同社排水処理装置の必要動力を引くと、1日当たり 2,114kWh の余剰電力が発生する計算となった。PT. Royal Coconutss へのヒアリング結果から、既存工場における排水処理設備を含む稼働電力量は1日当たり 9,137kWh であり、工場稼働電力の一部を愛研化工機の排水処理

設備導入により賄うことが可能となった。

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た。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た。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を提案した。



図 3-12 設備設置場所（予定）

### (3) 事業性検討

検討開始当初、余剰電力は PLN へ売電するビジネスモデルを検討し、ゴロンタロ州エネルギー鉱物資源局やゴロンタロ州 PLN 事務所とも協議を重ねていたが、上述のとおり、PT. Royal Coconuts における消費電力量が愛研化工機の設備導入による発電量を上回ることから、同社が稼働電力の一部を自家消費する形となった。一方、PT. Royal Coconuts は 2024 年 1 月時点で PLN へひと月当たり約 300 万円の電気料金を支払っていることを確認しており、電気料金の一部が削減されることによる投資回収モデルを組むことが可能である。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、約 930 万円の電気料金削減が見込まれる計算となる。

愛研化工機の見積によると、設備費は 4 億～4 億 5 千万円とのことであり、JCM 設備補助事業にて半額補助を受けることを想定すると、補助額は 2 億～2 億 2,500 万円となり、投資回収年数は約 21 年となる。

非公開

図 3-13 投資回収モデル (2024年1月)

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も、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 Coconuts 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、事業実施に際し課題が生じる可能性も高い。そこで、ゴロンタロ州政府と協議し、ゴロンタロ州地域開発公社 (Badan Usaha Milik Daerah: BUMD) が初期投資を負担する場合を検討した。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 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ものの、電気料金は PLN のグリッド価格より低く設定することで、現在よりも安価で電気購入が可能となるかつ無償で排水処理が可能なモデルとなる。

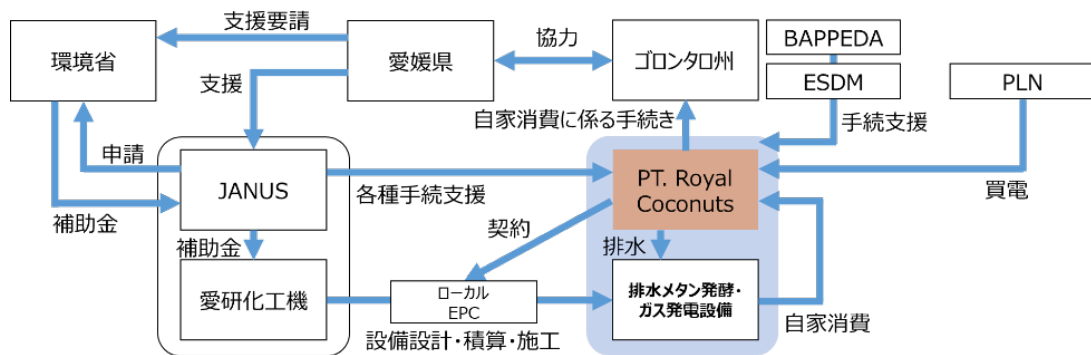


図 3-14 設備導入に係る関係者の役割と予算の流れ (PT. Royal Coconuts が初期投資)

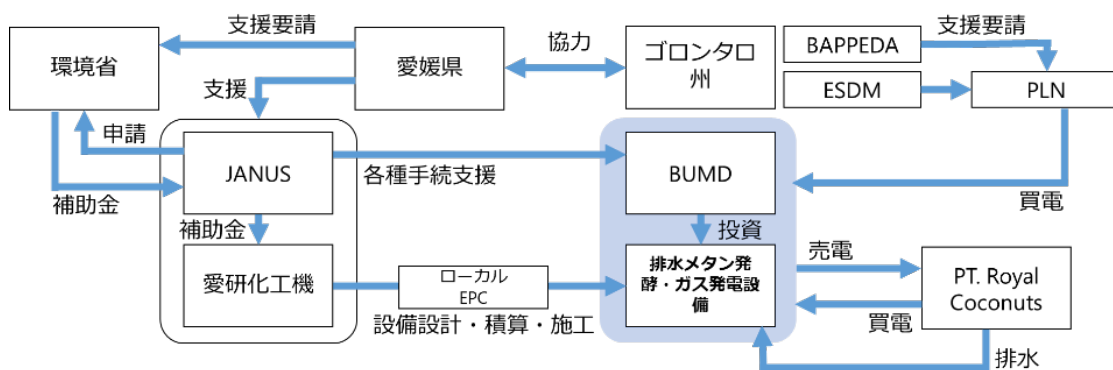


図 3-15 設備導入に係る関係者の役割と予算の流れ (BUMD が初期投資)

上記検討結果を踏まえた、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ており、現在まで具体的な回答を得られていない。そこで、引き続き PT. Royal Coconuts への設備導入も見据えつつ、本年度事業においては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た。

### 3.2.2. ポテンシャルサイトにおける導入協議・詳細情報収集

#### (1) PT. Trijaya Tangguh

PT. Trijaya Tangguh は、PT. Royal Coconuts 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 Coconuts 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 Coconuts 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 3-16 PT. Trijaya Tangguh

排水は一日当たり約 500 m<sup>3</sup>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. Royal Coconuts と同様であり、以下のとおりである。



図 3-17 2022 年 11 月時点の PT. Trijaya Tangguh における排水処理フロー  
((株)愛研化工機作成)

排水の分析も定期的にも実施されているが、PT. Royal Coconuts 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。

2022 年に愛研化工機が同社を訪問し技術提案を実施したところ、設備導入への関心を確認していたため、昨年 6 月に再訪し、現在の処理方法の確認、必要なデータの収集を実施した。

現地確認の結果、2022 年 11 月時点から処理方法に変化はなく、また欧州への製品輸出があり脱炭素化・低炭素化への取り組みは顧客から求められているとのコメントがあった。



図 3-18 PT. Trijaya Tangguh での協議の様子（2024 年 6 月）





図 3-19 PT. Trijaya Tangguh の排水処理設備の様子 (2024年6月)

2022年11月の訪問に引き続き、設備導入に対する関心が確認できたため、同社より排水量、排水濃度、温度等の必要データの提供を依頼し、受領後、愛研化工機による概略設計、導入効果算定、概算見積を実施した。以下に試算結果を示す。

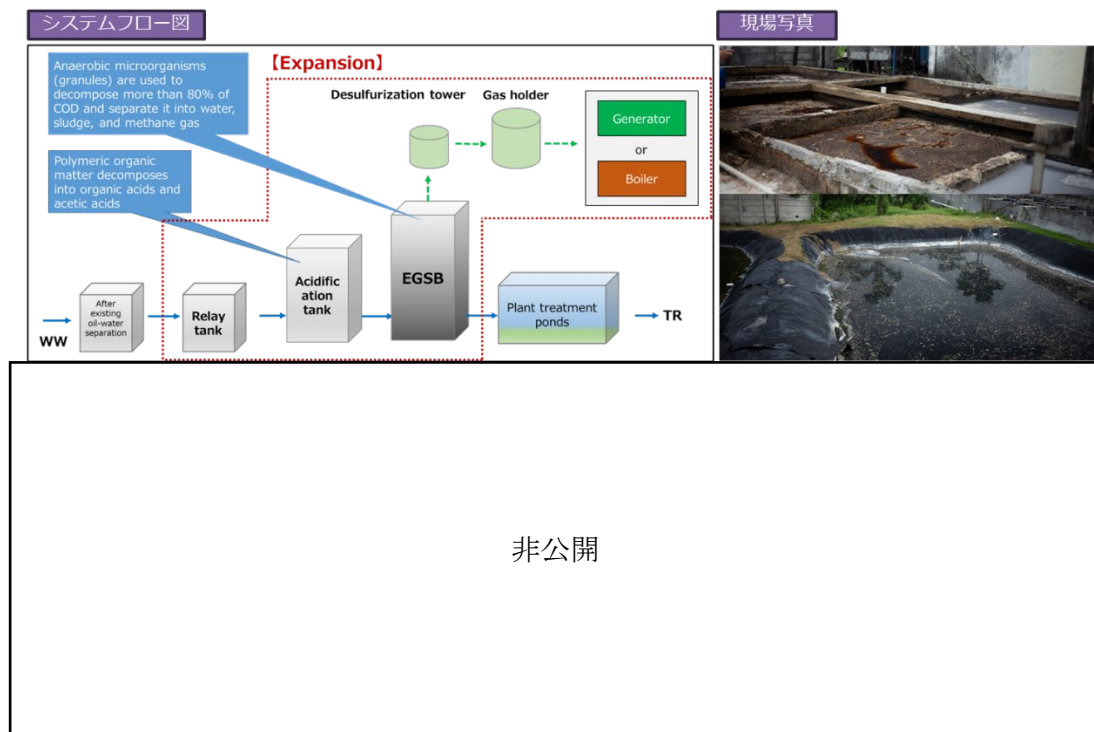


図 3-20 PT. Trijaya Tangguh への設備導入に係る試算結果 (愛研化工機提供)

## (2) PT. Pabrik Gula

PT. Pabrik Gula はゴロンタロ州政府からの紹介により、2024年6月、12月に (株) 愛研化工機とともに訪問した。同社は、サトウキビを利用した国内向けの砂糖製造、製糖過程で発生するアルコールの原料となる廃糖蜜の輸出を実施している。砂糖に関しては、1日当たり 8,000~10,000t の生産量を有している。一方、10月~2月はオフシーズ

ンであり工場が稼働停止する。従業員は1,200名程度、原料供給に関わるサトウキビ生産農家は約4,000名である。ISO9001、14001を取得しており、環境意識は高いことが見受けられる。工業排水処理課題はあり、処理後排水を有効活用できるような技術提案を望むとのコメントがあった。製糖に利用したサトウキビ殻（バガス）を利用したバイオマス発電により、7MWの発電を実施している。工場稼働電力は満たしていないため、PLNからも買電しており、愛研化工機の設備導入による発電のメリットはあり、前向きに導入を検討したい旨コメントがあった。

現在所有している排水処理設備は他企業と同様のラグーン方式であり、排水量が多いため10か所以上の溜池を経由し、河川に放流されている。

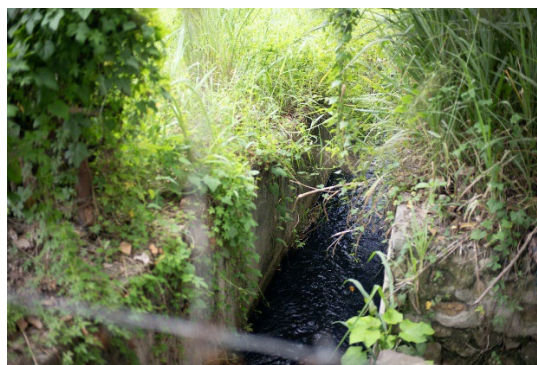




図 3-21 PT. Pabrik Gula における排水処理設備、協議の様子（2024年6月）

PT. Trijaya Tangguh 同様、設備導入に対する関心が確認できたため、同社より排水量、排水濃度、温度等の必要データの提供を依頼し、後日受領後、（株）愛研化工機による概略設計、導入効果算定、概算見積を実施した。以下に試算結果を示す。

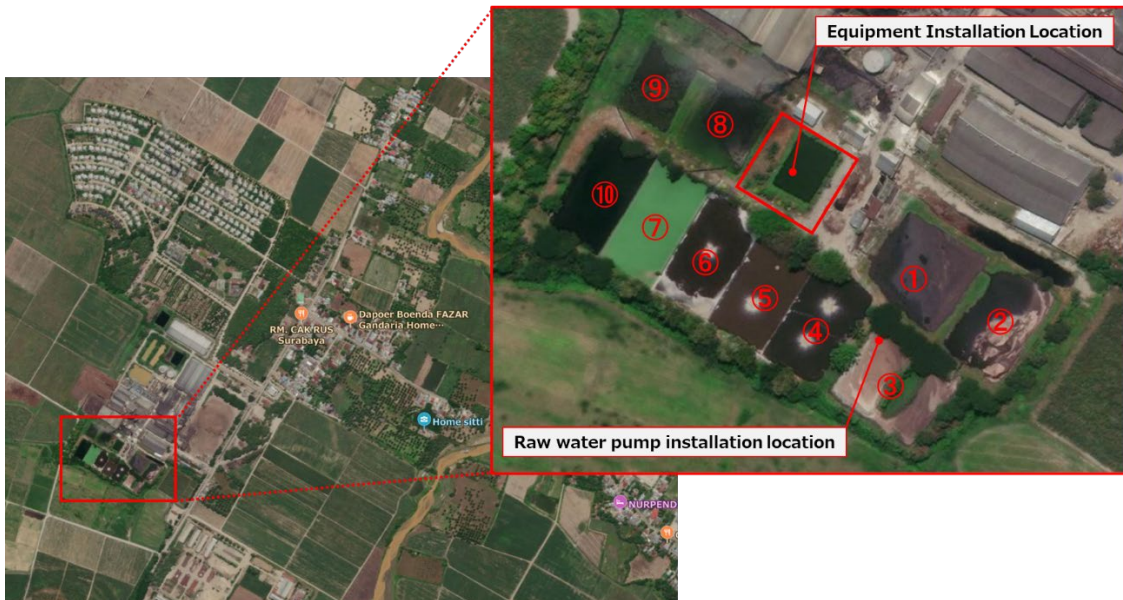


図 3-22 PT. Pabrik Gula における設備導入場所

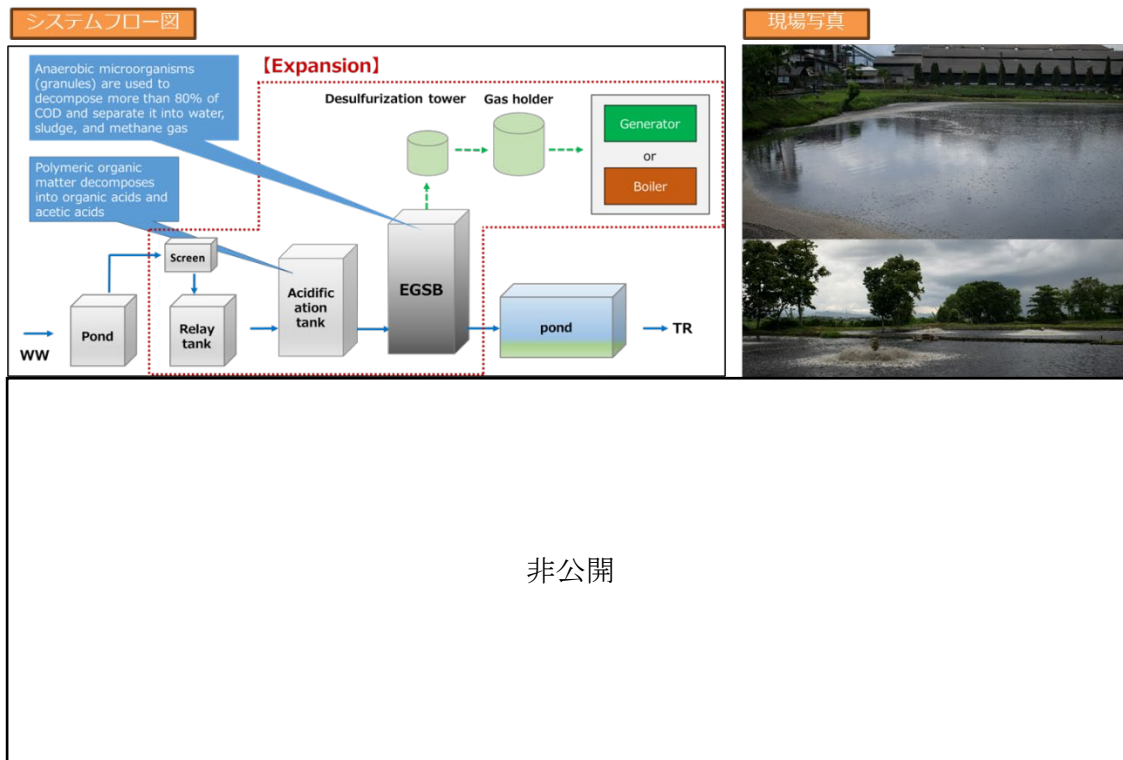


図 3-23 PT. Pabrik Gula への設備導入に係る試算結果（愛研化工機提供）

加えて、排水量が非常に多く濃度変動による導入効果、エネルギー回収量への影響が大きいと、より詳細に検討を進めるため 2024 年 12 月に再訪し、必要な追加データを収集した。ヒアリングの結果、排水量については 6 月のヒアリング結果と同様であり、年間の温度変動、濃度変動に関して追加のデータを確認し、現在より詳細な検討を（株）愛研化工機により実施中である。

**Data COD dan Debit Air Limbah**  
Periode Januari sd November 2024

No	Bulan	Parameter	
		COD Inlet	Debit Inlet
1	Januari	103	16
2	Februari	177	920
3	Maret	3680	1884
4	April	2830	965
5	Mei	2560	1900
6	Juni	2440	1637
7	Juli	2520	1854
8	Agustus	4990	2025
9	September	1370	1871
10	Oktober	4220	1013
11	November	1060	32
12	Desember	-	-



図 3-24 PT. Pabrik Gula へのヒアリング（2024 年 12 月）

### 3.2.3. 導入効果の算定

現在ゴロンタロ州内で特定している複数のポテンシャルサイトのうち、最も規模の大きい製糖工場の削減効果を算出した。削減効果の算定に用いた各種値を以下に示す。一日当たりの消費電力量については収集中であるため、フェーズ1事業において把握したPT. Royal Coconuts のひと月当たりの消費電力量から、負荷量（排水量×流入原水 COD 濃度）に比例すると仮定し、算出した。

項目	PT. Royal Coconuts	PT. Pabrik Gula
工場排水量	400m <sup>3</sup> /日	2,250 m <sup>3</sup> /日
流入原水 COD 濃度	12,000mg/L	11,335 mg/L
現在の消費電力量	8,843 kWh/日	*46,983 kWh/日

\*仮定値

製糖工場からヒアリングした COD 濃度を用い、2006 年 IPCC ガイドライン「Chapter6 Wastewater treatment and discharge」におけるメタン排出の以下計算式を引用して算出した。

**EQUATION 6.4**  
**TOTAL CH<sub>4</sub> EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER**  

$$CH_4 \text{ Emissions} = \sum_i [(TOW_i - S_i) EF_i - R_i]$$

Where:

- CH<sub>4</sub> Emissions = CH<sub>4</sub> emissions in inventory year, kg CH<sub>4</sub>/yr
- TOW<sub>i</sub> = total organically degradable material in wastewater from industry *i* in inventory year, kg COD/yr
- i* = industrial sector
- S<sub>i</sub> = organic component removed as sludge in inventory year, kg COD/yr
- EF<sub>i</sub> = emission factor for industry *i*, kg CH<sub>4</sub>/kg COD for treatment/discharge pathway or system(s) used in inventory year  
 If more than one treatment practice is used in an industry this factor would need to be a weighted average.
- R<sub>i</sub> = amount of CH<sub>4</sub> recovered in inventory year, kg CH<sub>4</sub>/yr

IPCC ガイドラインによると、S<sub>i</sub> のスラッジ除去のデフォルト値および R<sub>i</sub> のメタン回収量のデフォルト値は 0 となっているため、計算から除外する。製糖工場でのメタン発酵設備導入による CH<sub>4</sub> 排出削減量は 558,532 kg- CH<sub>4</sub>/年となり、CO<sub>2</sub> 排出削減量に換算すると（CH<sub>4</sub> の温暖化係数：25）、年間合計 13,963 t-CO<sub>2</sub>eq/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、ココナッツ加工工場の排水処理設備を含む一日当たりの消費電力量から、負荷量（排水量×流入原水 COD 濃度）に比例すると仮定し、算出すると、9,140 t-CO<sub>2</sub>/年となる。

愛研化工機による試算結果から、設備導入による発電量は 16,617 kWh/日、稼働電力量は、2,791 kWh/日であることから、製糖工場へ供給可能な電力としては 13,826 kWh/日である。よって、年間の CO<sub>2</sub> 排出削減量は 2,690 t-CO<sub>2</sub>/年となる。

上記試算に基づき、プロジェクト総排出削減量は、13,963 t-CO<sub>2</sub>/年+2,690 t-CO<sub>2</sub>/年-9,140 t-CO<sub>2</sub>/年= 7,513 t-CO<sub>2</sub>/年となる。

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、CO<sub>2</sub> 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-CO<sub>2</sub> のいずれか低い値が適用される。今回は、CO<sub>2</sub> 排出削減量を元に JCM 設備補助事業において期待されている費用対効果の値 (4,000 円/t-CO<sub>2</sub>) から補助対象設備コストの規模を逆算する。90,156 t-CO<sub>2</sub> に費用対効果 4,000 円/t-CO<sub>2</sub> を乗じると、この排出削減量に基づく補助上限額は、3 億 6,100 万円となる。メタン発酵設備はインドネシアにおいて 1 件目となることから、補助率上限は 50%となる。補助金額 3 億 6,100 万円を 50%で割り戻した対象費用は 7 億 2,200 万円となるため、JCM 設備補助対象設備の範囲を 7 億 2,200 万円以内とするシステムの実現可能性を本調査において検討する。

### 3.3. 事業設計及び体制構築

フェーズ1事業での検討結果から、設備導入に際し、現地企業はファイナンスが不足しており、JCM設備補助事業等を活用しても補助裏の初期投資の負担、加えて投資回収年数の長さが課題となり合意形成が難しいことが明らかとなっていた。昨年度事業においては、国際機関を含めた様々なファイナンススキームの活用可能性とビジネスモデルについて調査を実施した。本年度事業においては、昨年度事業に引き続き成立し得る事業化モデルに係る調査を実施した。

#### 3.3.1. 事業化モデルの検討

##### (1) ファイナンススキームに係る情報収集

昨年度事業において、日系企業の海外展開を支援する内閣官房海外ビジネス投資支援室（GBIS 室）との意見交換を実施したところ、アジア開発銀行（Asia Development Bank: ADB）の資金活用可能性について助言を受けたため、2025年1月9日にADB本部水・都市開発インフラセクターとの意見交換を実施した。ADBのファイナンススキームへのアプローチとして、まずは地方政府が中央政府にADBの資金活用について申請することが必要であり、その後各国のADB事務所を通じて各国政府へADB本部からアプローチをする流れになるとのことであった。一方、ADBは個別企業への支援ができないため、地方政府が導入設備を保有しオペレーション・メンテナンス等を実施する体制の構築が必要となる。個別企業の課題解決ではなく、現地の地域課題の解決が叶うことを重視するとのコメントもあった。フェーズ1事業実施を通じて、ゴロンタロ州政府とは良好な関係を構築しており、(株)愛研化工機の技術導入に際し、今後上述のような体制構築も検討のうえ、ADBファイナンススキームの活用についても引き続き検討を進める予定である。

ADB以外の資金調達先候補となるファイナンススキームについては、2024年11月に参加したCOP29にて情報収集を行った。各国パビリオンの視察や面談によって、今後連携可能性があると考えられた団体やファイナンススキームは以下の6つである。本項では、各スキームの調査結果について以下に記載する。

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>① Global Methane Hub</li><li>② GAIA (Global Alliance for Incinerator Alternatives)</li><li>③ OPEC FUND for international Development</li><li>④ Indonesia Environmental Fund</li><li>⑤ World Biogas Association</li><li>⑥ GWOPA (Global Water Operators' Partnerships Alliance)</li></ul> |
|--|

- ① Global Methane Hub

組織概要	2021年に設立された、メタン排出量の削減を目的とした非営利組織
目標	世界のメタン排出量を2030年までに2010年比で35%、2050年までに50%削減
役割	ネットワーキング、資金提供、教育、提唱によりシステムレベルでの変化を促進する
活動分野	農業/エネルギー/廃棄物/国際連携
資金提供	<p>設立以来、3億ドル以上の資金を調達</p> <p>▼資金提供の目的</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・メタン削減の障壁の排除（能力/データ/市民参加の不足等）</li> <li>・メタン排出の追跡・測定・削減に資する研究と技術開発</li> <li>・メタン削減のパイロットプロジェクトに対する技術的支援</li> <li>・メタン排出の影響を受けやすいコミュニティの保護とエンパワーメント</li> </ul> <p>▼資金提供先</p> <p>政府機関/研究機関/市民団体・コミュニティ/企業/非営利団体</p>

### ② GAIA (Global Alliance for Incinerator Alternatives)

組織概要	90か国以上、800以上の草の根団体、NGO、個人からなる、焼却炉のない世界を目指す国際ネットワーク（2023年設立）
目標	廃棄物と汚染の解決策を推進する草の根の社会運動を強化することにより、環境正義への世界的なシフトを促進すること
役割	キャンペーンの実施、政策提言、資金提供、研究、地域社会のエンパワーメントなど
活動分野	ゼロウェイスト推進/焼却炉反対運動/使い捨てプラスチック削減政策の推進/循環型経済の推進/再エネ導入と電化
資金提供	<p>・会員組織に対して年間2.6百万ドルを提供。</p> <p>▼資金提供の目的</p> <p>プラスチックの生産削減、循環型経済の促進、環境正義の実現に向けたシステム改革を目指すプロジェクト等を支援</p> <p>▼資金提供先</p> <p>地域コミュニティ、アドボカシー団体/研究機関/市民団体</p>

### ③ OPEC FUND for international Development

概要	OPEC（石油輸出国機構）が提供する資金提供プログラム。OPEC基金。
目標	OPEC加盟国と途上国の財政面での協力を強化し、OECDパートナー国（主に発展途上国）の技術、能力開発を促進すること
役割	OECDパートナー国（主に発展途上国）に対して、低金利融資または無償資金協力を行う
活動分野	健康/農業/教育/エネルギー/廃棄物、衛生/産業/輸送/通信/ファイナンス
資金提供	<p>4種類の資金提供スキームがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Public sector lending (USD 19,765million)</li> <li>-Private sector &amp; Trade finance (USD 4,158million)</li> <li>-Grants (USD 645million)（技術支援、キャパシティビルディング、特別開発イニシアティブ）</li> </ul>

	-Special initiatives (その他：奨学金、表彰制度 等)
--	---------------------------------------

④ Indonesia Environmental Fund

概要	世界銀行による支援プロジェクト(有効期間は2021年～2025年9月末)
目標	オペレーションシステムと能力を強化し、インドネシアの環境問題および気候変動を管理すること
活動分野	気候変動緩和、環境政策・制度/インフラ整備/ICT/データ収集とキャパシティビルディング/市民参加
プロジェクト予算	-合計金額 USD2.10 million -調達した基金の管理と実行をマネジメントする公的機関(BLU)として、環境基金管理機関 BPD LH を設立。当機関が様々なドナーから受け取った資金を管理し、ドナー側とインドネシア側のニーズのマッチングを行うなど、効果的で意義のある資金の活用に取り組む。

⑤ World Biogas Association

組織概要	バイオガス、埋立により発生するガス、嫌気性発酵セクターの国際貿易協会
目標	世界規模でのバイオガス導入の促進により、再生可能エネルギーの生産と経済成長を実現しながら環境問題や公衆衛生の問題に対処すること
役割	バイオガス産業に携わるすべての組織*の代表を目指しており、政策提言、教育やノウハウ共有、研究・レポートングを実施。 (*国、バイオガス事業者/開発者、機器プロバイダー、水道会社、農業セクター、廃棄物処理事業者、研究機関)
活動分野	バイオガスに関するあらゆる分野
資金提供	資金提供スキーム無し

⑥ GWOPA (Global Water Operators' Partnerships Alliance)

組織概要	水道事業者間の協力を促進し、サービス向上を支援する非営利の国際イニシアティブ。UN-Habitat の元で活動しており各国政府や水道事業者、NGO、地域団体と協力。
目標	SDG 6「すべての人に清潔な水と衛生を提供する」の達成に向け、水道事業者間の協力を促進し、能力を強化すること。
役割	水道事業者とのパートナーシップの締結と能力強化支援、キャパシティビルディング、知識共有
活動分野	水管理に関するあらゆる分野
資金提供	資金提供スキーム無し (GWOPA として調達した資金が、パートナー国/組織の能力開発に活用されるイメージ)

これらのうち、最も活用可能性があると考えられた Indonesia Environmental Fund (IEF) について、2024 年 12 月 11 日にジャカルタにてヒアリングを実施した。ヒアリングの結果、GCF、NORWAY、World Bank など、バイオガス事業に活用できる可能性のあるプロジェクト予算はあるものの、現在申請可能な状態にあるのは REDD+関連事業しかなく、すぐにバイオガス事業に活用できる予算はないことが明らかとなった。REDD+については、合計で 400,000USD 程度の予算があるものの、ヒアリング時点で 4 自治体しか活用していないとのことで、応募の余地はあるとのことだった。



図 3-25 Indonesia Environmental Fund との意見交換（2024 年 12 月）

すぐに応募できる予算がない状況ではあるが、IEF は様々なドナーから受け取った資金を管理し、ドナー側とインドネシア側のニーズのマッチングを行う役割を担うため、本事業の進捗を報告し、都度情報提供を受ける意義は十分にある。本都市間連携事業および COP29 への参加により当該組織との関係性構築ができたことは大変意義深く、今後も連携を図るとともに、活用可能なファンドについて適宜情報提供依頼を行う予定である。

## (2) ビジネスモデルの検討

### 認証制度を活用したバイオガス販売モデルについて

本事業においては、ココナッツ加工工場または製糖工場に、(株)愛研化工機のメタン発酵設備を導入することを検討している。ビジネスモデルとしては、工場排水処理の過程で発生するメタンを回収し、バイオガス発電による売電収入を得るモデルを想定し、現地企業との協議を進めてきた。しかし、過年度の調査において、JCM 設備補助事業を活用してもなお、現地企業にとって初期投資の負担は大きく、投資回収年数が長いこともあり、事業化目前にして実現に至らなかった経緯があった。

そこで、本章においては、回収したメタンをバイオガス（バイオメタン）に精製し、都市ガスとして販売するモデルを検討する。

現在のポテンシャルサイト 3 か所それぞれの MMBTU 換算でのバイオガス製造可能量は下表のとおりで、これらバイオガスの規模で後述のビジネスモデルの事業性評価を検討する必要がある。単位換算には株式会社 INPEX の原油・天然ガス等単位換算表の値を活用した。

表 3-7 ゴロンタロ州内ポテンシャルサイトにおけるメタンガス製造可能量

社名	メタンガス (Nm <sup>3</sup> /日)	メタンガス (MMBTU/日)
PT. Royal Coconuts	1,428	48.72
PT. Trijaya Tangguh	618	21.09
PT. Pabrik Gula	5,223	178.21
計	7,269	248.02

なお、このバイオガスは、従来適切な処理をなされていなかった工場排水を適正処理することによって得られたバイオ燃料であることから、持続可能性および GHG 排出量基準について認証を受け、環境価値を付与して販売することで、より高い収益を得られる可能性が高い。よって以下では、本案件に適用可能な認証制度について調査し、バイオガスそのものの販売のみならず、環境価値の販売を取り入れたビジネスモデルについて検討する。

インドネシア国内でも、特に日系企業においてバイオガス導入により Scope1 の CO2 排出削減ニーズが高いことを確認している。例えば、日揮ホールディングス株式会社 (JGC)、大阪ガス株式会社、株式会社 INPEX、インドネシア国営石油会社プルタミナの子会社で天然ガス供給事業を手掛ける PT Perusahaan Gas Negara Tbk (PGN) の 4 社で、バイオメタン製造・販売ビジネスの検討を開始している事例がある<sup>23</sup>。当該事例では、POME から現状大気放散されているメタンガスを回収したうえで、バイオメタンとして精製し、PGN 社の既存の天然ガス導管を利用してインドネシア国内の需要家に環境価値を付与した供給を検討している。2025 年のスマトラ島南部でのバイオメタン製造開始を目指し、サプライチェーン構築やバイオメタン製造・供給に関する技術的な検討を実施している。JGC へのヒアリングによると、バイオガスを含むバイオマスの利用促進を目的として国際的に活用されている認証スキームである International Sustainability and Carbon Certification PLUS (ISCC PLUS) 認証を用いた環境価値の付与を検討しているとのことであり、天然ガス導管が届かない場所での取引が可能かどうかは現在も調査中とのことであった。ISCC PLUS 認証のバーチャルな取引が可能である場合は、ガス導管の通っていないスラウェシ島においてもバイオメタン製造・販売事業の拡大が可能となるため、JGC による調査結果も踏まえ、本ビジネスモデルの検討を進めていく。

上述のとおり、ゴロンタロ州が位置するスラウェシ島から、エネルギー消費地であるジャワ島には、ガスパイプラインが通っていないため、ISCC PLUS 認証の取引は Book & Claim (B&C) 方式と呼ばれる販売方式を検討する。B&C 方式とは、非化石証書のよ

<sup>23</sup> 大阪ガスグループプレスリリース「インドネシアにおけるバイオメタン供給事業に関する詳細検討の開始について」(2023年9月25日)  
[https://www.osakagas.co.jp/company/press/pr2023/1766547\\_54087.html](https://www.osakagas.co.jp/company/press/pr2023/1766547_54087.html)

うに燃料自体の価値と環境属性とを切り離し、環境属性の部分のみを証書化して取引する手法である。ゴロンタロ州のようにサプライチェーン体制が未整備で直接の調達困難な場合でも、消費者は認証生産者を直接的に支援することが可能となり、脱炭素化を活性化するシステムとして近年注目されている。

国際的に活用されている持続可能性認証スキームは、パーム油・パーム核油を対象とするものも多いが、バイオガスを含む全てのバイオマスに適用可能なものとしては、上述の ISCC と Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB) とがある。認証スキームごとに、認証の種類や運用方法が異なるため、それぞれの特徴を理解したうえで、認証を目指す製品の性質、想定する販売方法などに適した認証スキームを選定する必要がある。RSB は Book & Claim (B&C) 方式を認めている一方で、現時点で ISCC では公式には認められていないことから、本件においては、RSB が適していると考えられる。認定制度別の特徴や申請方法等の詳細は、本報告書の末尾に添付した補足資料を参照いただきたい。ここでは、認証制度を取得し、環境価値の販売を切り売りした際のビジネスモデルについて、以下整理する。

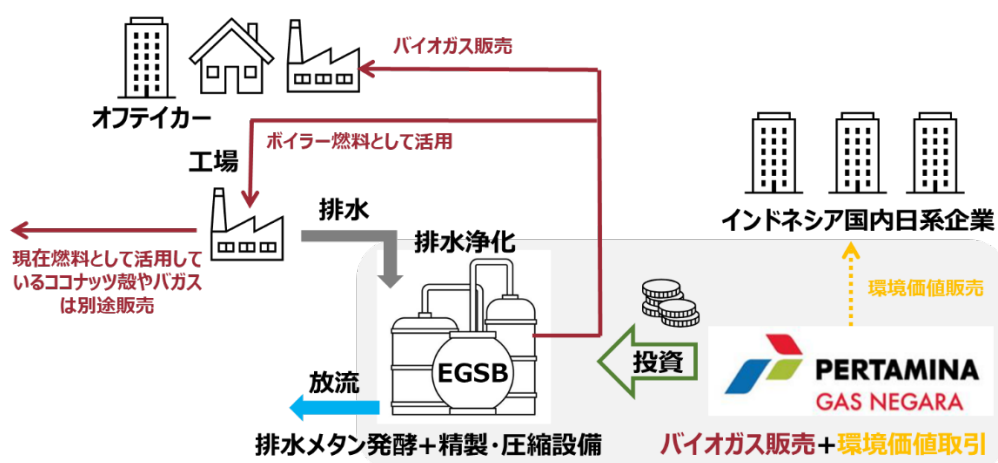


図 3-26 認証制度を活用したバイオガス販売モデル

PGN 社が(株)愛研化工機の EGSB に加え、メタン精製・圧縮設備に投資をし、設備オーナー兼バイオガス製造・販売事業者として事業に参画する。同社は設備導入先の製糖工場もしくはココナッツ加工工場からの排水を処理し、回収したメタンガスを精製し、ゴロンタロ州内のオフテイカーに対しバイオメタンを製造・販売しつつ、バイオメタンの環境価値はインドネシア国内の日系企業へ販売する。製糖工場もしくはココナッツ加工工場は、排水処理を PGN 社が実施することとなるため、既存の排水処理設備の稼働電力分の電気代削減が見込める他、現在ボイラー燃料として活用しているココナッツ殻もしくはバガスの代替としてバイオメタンを活用することができ、別途ココナッツ殻もしくはバガスの販売収入が得られる。EGSB 装置の初期投資は、JCM 設備補助事業の活

用により減らすことができる。JGC へのヒアリングによると、現在のガス価格は約 12 USD/MMBTU であるのに対し、環境価値を付与し、約 3 倍の価格での販売を検討しているとのことで、この価格帯での事業性評価を実施する必要がある。

### Donggi-Senoro LNG プロジェクトと連携したバイオガス販売モデルについて

バイオメタンのオフテイカーについて、ゴロンタロ州周辺で情報収集を実施したところ、中央スラウェシ州の Banggai 県にある PT Donggi-Senoro LNG プロジェクトとの連携も検討が可能である。同社は、周辺の油田から天然ガスを購入し、LNG に冷却・貯蔵後、LNG タンカー船で国外に輸送、販売する、インドネシア初の LNG プロジェクトを手掛けている<sup>24</sup>。2007 年に Pertamina Energy Services Pte.Ltd.が 29%、PT Medco LNG Indonesia が 20%、三菱商事株式会社が 51%の持株合弁会社として設立後、2011 年以降は PT Pertamina Hulu Energi、PT Medco LNG Indonesia、Sulawesi LNG Development Ltd.の 3 社に変更された。

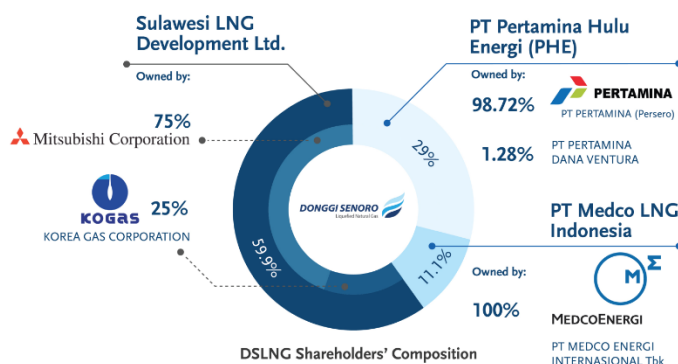


図 3-27 PT Donggi-Senoro LNG のオーナーシップ構造<sup>25</sup>

LNG 販売先は、韓国と日本の九州電力株式会社と JERA 株式会社であり、日本での需要家が増えれば、LNG 原料であるバイオメタンの需要は更に高まると見込まれる。

製糖工場もしくはココナッツ加工工場が(株)愛研化工機の EGSB に投資し、排水処理設備の所有者となり、バイオメタンを PT Donggi-Senoro LNG に販売することでの投資回収モデルとなる。EGSB 装置の初期投資は JCM 設備補助事業の活用により減らすことができる。

<sup>24</sup> <https://dslng.com/dslng-project/dslng-project>

<sup>25</sup> <https://dslng.com/about-us/ownership-structure>

DSLNG Value Chain  
Rantai Nilai DSLNG

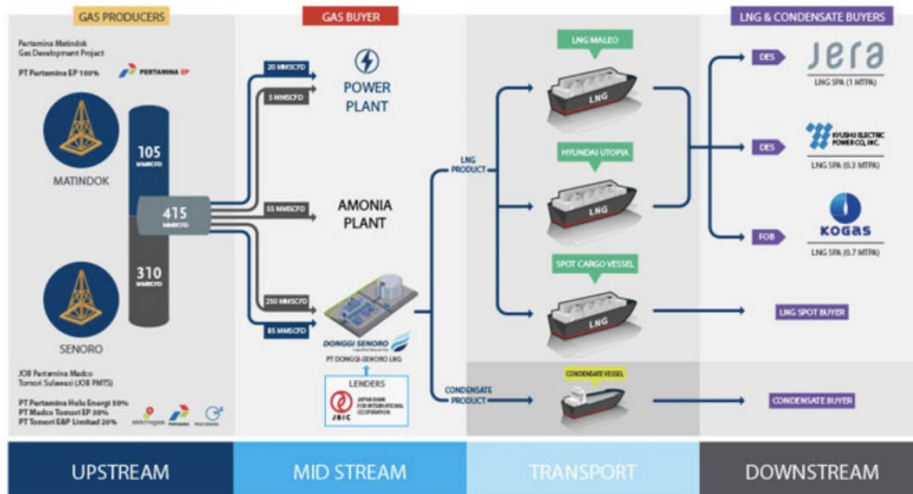


図 3-28 現在の Donggi-Senoro LNG プロジェクトのバリューチェーン<sup>26</sup>

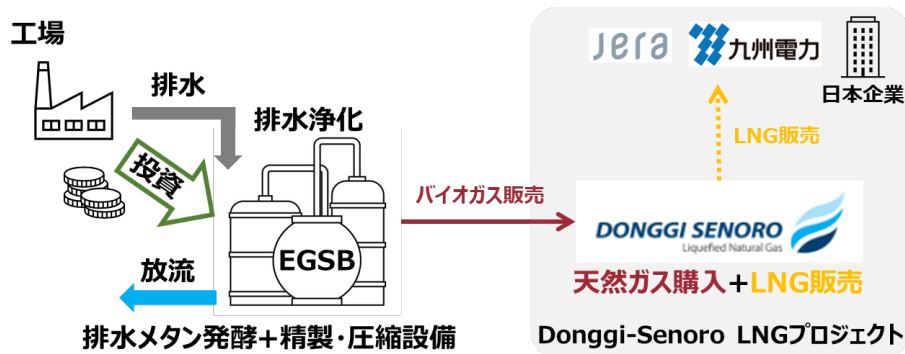


図 3-29 Donggi-Senoro LNG プロジェクトと連携したバイオガス販売モデル

上述の2つのビジネスモデルについて、それぞれステークホルダー、課題、調査事項を整理し、下表に示した。

表 3-8 認証制度を活用したバイオガス販売モデルにおけるステークホルダーと課題

関係事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業オーナー（PGN 社が候補）</li> <li>設備導入先工場</li> <li>バイオガスオフテイカー</li> </ul>
-------	--

<sup>26</sup> <https://dslng.com/dslng-project/gas-suppliers>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ バイオガス運搬事業者</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ゴロンタロ州におけるバイオガスオフテイカーの有無</li> <li>・ ゴロンタロ州におけるガス運搬方法、価格</li> <li>・ 事業オーナー、設備導入先の合意形成</li> <li>・ 認証制度取得、環境価値の価格設定</li> </ul>

表 3-9 Donggi-Senoro LNG プロジェクトと連携したバイオガス販売モデルにおけるステークホルダーと課題

関係事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ バイオガス購入先（PT Donggi-Senoro LNG）</li> <li>・ LNG 購入先（日本企業等）</li> <li>・ 設備導入先工場</li> <li>・ バイオガス運搬事業者</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Donggi-Senoro でのバイオメタン需要の有無</li> <li>・ 日本での LNG 需要の有無</li> <li>・ ゴロンタロ州から Donggi-Senoro へのバイオガス運搬方法、価格</li> <li>・ 事業オーナー、設備導入先の合意形成</li> </ul>

認証制度を活用したバイオガス販売モデルに係る課題としては、ゴロンタロ州内に大規模な産業がなく、バイオガスオフテイカーの有無が懸念される他、ガスパイプラインが通っていないため、バイオガス供給サプライチェーンの構築が必要となる。また、認証制度取得についても、国際機関への承認手続きとなることから、時間を要することも予想される。2024年9月に Pertamina Gas 本社を訪問し、本事業について紹介したところ、ゴロンタロ州でのバイオメタン製造事業について関心があるとのコメントを得ている。次年度、上述の課題に挙げた事項について情報収集のうえ、より詳細なビジネスモデルを策定し、PGN 社への提案を検討する。

Donggi-Senoro LNG プロジェクトと連携したバイオガス販売モデルに係る課題としては、ゴロンタロ州から Donggi-Senoro へのバイオガス運搬方法があげられる。上述のとおり、ゴロンタロ州にはガスパイプラインが無く、ガス供給サプライチェーンの構築が必要となる。バイオメタンの輸送に関しては、国内で技術開発・実



図 3-30 エア・ウォーターのバイオガス輸送車

証事業が進んでいる。エア・ウォーター株式会社による「未利用バイオガスを活用した

液化バイオメタン地域サプライチェーンモデル実証事業」<sup>2427</sup>において、バイオガスを吸蔵し輸送できる容器の開発を実施しており、令和5年度に実用化レベルに到達している<sup>2528</sup>。こうした技術の導入検討も含め、ゴロンタロ州でのバイオメタン製造可能量で経済性を担保できるか検討する必要がある。

本年度事業において、まずはバイオガスのオフテイク候補となりうる Pertamina Gas（以下、「PGN」という）及び三菱商事インドネシアと面談を実施した。両社とも、ゴロンタロ州全体での製造量と立地から、ビジネスモデル成立は難しいとのコメントを得ている。一方、PGNからは、製糖工場の規模であればバイオガスの取扱い可能性はあるとのコメントも得ていることから、同社がガス取扱い事業者として参画し、製糖工場へバイオガスを販売するモデルについて、次項にて検討した。

### (3) 製糖工場における事業モデル

製糖工場では、サトウキビ搾汁・濃縮・糖液処理などの工程で、高濃度の有機物を含む排水が大量に発生する。この排水はCOD 負荷が極めて高く、嫌気性処理、とりわけEGSB 技術との親和性が高い。本事業モデルは、工場で発生する高COD 排水をEGSB で処理し、生成されるバイオガスをPGN が買い取り、精製・圧縮（CNG 化）したうえで必要量を工場へ再販売し、残量はPGN が第三者へ外販するスキームである。これにより、工場は品質保証されたガスを調達し、ボイラー燃料として活用して蒸気供給を確保／増強し、既設タービンの発電自家比率を高めることで買電削減を実現する。同時に、従来ボイラーで大量消費していたバガスを余剰化し、外販による追加収益が見込める。さらに、JCM 設備補助の活用により初期投資を抑制でき、投資回収年数の短縮にもつながる。

役割分担は以下のとおりである。

- ・ 製糖工場：EGSB の導入・運転、バイオガスのPGN への引渡し、PGN からのCNG 受入（ボイラー／発電使用）、計量・MRV データ管理
- ・ PGN：バイオガスの買受、精製（CO<sub>2</sub>除去・脱硫・乾燥）、圧縮（CNG 化）、工場への再販売・供給安定化、余剰CNG の第三者販売
- ・ 日本側企業（愛研化工機）：技術・資金支援、JCM 申請、計量計画・MRV 設計、O&M 最適化

---

<sup>27</sup> エア・ウォーター株式会社プレスリリース（2021年5月25日）

<https://www.awi.co.jp/ja/business/news/news-3290437807113658611/main/07/teaserItems1/0/link/87684efe8d6426c37dd74d55d7ab2652d01c9c53.pdf>

<sup>28</sup> 環境省地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業ウェブページ [https://www.env.go.jp/earth/ondanka/cpttv\\_funds/pdf/db/306.pdf](https://www.env.go.jp/earth/ondanka/cpttv_funds/pdf/db/306.pdf)

事業イメージを下図に示す。

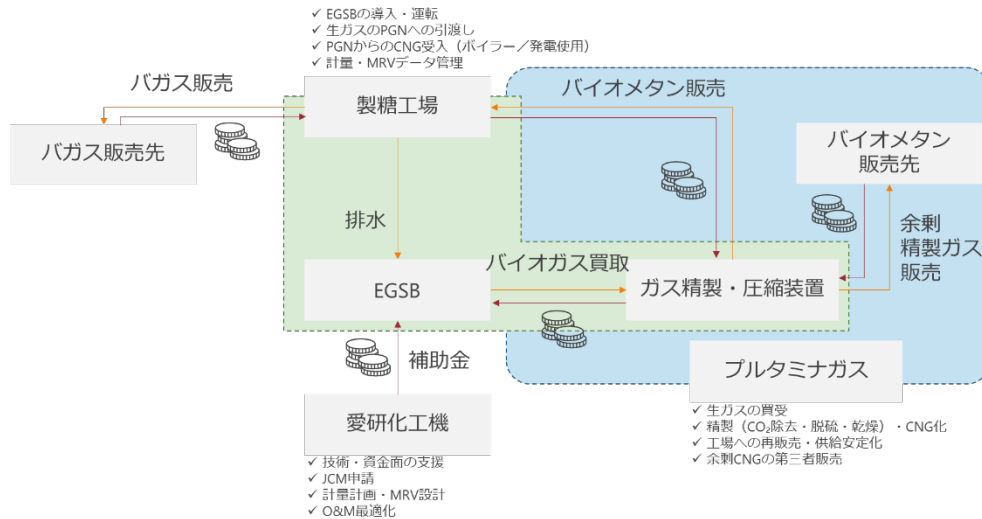


図 3-31 製糖工場における事業イメージ図

なお、現時点では、製糖工場が EGSB に加えてガス精製・圧縮装置に投資し、PGN は運用に参加するパターンを主案とする一方、PGN にとって採算と戦略価値が見合う場合には、PGN が設備投資を担う代替パターンも選択肢とする。

次年度のアプローチとしては、まず過年度の概略設計・概算見積をもとに工場オーナーの関心度合いを確認する。関心が得られた場合、詳細調査により以下の情報を収集する。得られた情報に基づき、EGSB および関連設備の詳細設計・詳細見積・ビジネスモデル案を取りまとめ、再提案を行う。並行して、工場から得たデータをもとに PGN が必要とする情報（バイオガス品質・量・季節変動、外販先、運転 OPEX 想定等）を整理し、PGN 向けの提案と定期協議を進める。

表 3-10 事業化検討に際し必要な情報（製糖工場）

	収集すべき情報
現状運転データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>排水量（日量・季節変動）</li> <li>COD・BOD・SS・pH、水温</li> <li>製糖期の稼働日数、年間操業パターン</li> <li>既存排水処理（ラグーンの構造、滞留日数、曝気有無）</li> </ul>
エネルギーデータ （発電・蒸気）	<ul style="list-style-type: none"> <li>ボイラー燃料（バガス）消費量</li> <li>ボイラー効率（蒸気発生量、圧力、温度）</li> <li>タービン仕様、発電量（Gross/Net）、自家消費</li> <li>PLN からの買電量と実際の単価（請求書）</li> </ul>
バガス	<ul style="list-style-type: none"> <li>含水率（40～55%で単価が大きく変動）</li> <li>余剰量の有無・季節</li> <li>現地のバガス購入市場価格（Rp/t）</li> <li>外販実績 or 買手候補</li> </ul>
ガス設備関連	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガス抜き配管の取り出し位置</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ガスホルダーの設置スペース</li> <li>・ 工場内のガス計量点の設置可能性</li> </ul>
経済・制度面	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工場の資金調達方針・投資余力</li> <li>・ 環境許認可（排水・臭気・ボイラー）</li> </ul>

表 3-11 事業化検討に際し必要な情報（Pertamina Gas）

	収集すべき情報
バイオガスの入口 品質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CH<sub>4</sub>濃度、H<sub>2</sub>S 濃度、CO<sub>2</sub>濃度</li> <li>・ 含水量（露点）</li> <li>・ バイオガス発生量（Nm<sup>3</sup>/d）</li> <li>・ 季節変動・昼夜変動</li> </ul>
ガス需要（工場・ 第三者）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工場の年間 CNG 需要（ボイラー・発電）</li> <li>・ 近隣工場等の潜在需要</li> <li>・ CNG トラック燃料の市場</li> <li>・ 価格許容度</li> </ul>
ロジスティクス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CNG の輸送動線</li> <li>・ 工場から PGN デポまでの距離</li> <li>・ 供給方式：パイプ or カスキッド（ボンベ配送）</li> </ul>

### 3.3.2. 外部資金活用の検討

設備導入に際し、現地企業はファイナンスが不足しており、JCM 設備補助事業等を活用しても補助裏の初期投資の負担、加えて投資回収年数の長さが課題となり合意形成が難しいことが明らかとなっていた。また、製糖工場への設備導入においては、収穫時期が限られることから、季節変動に対する対策技術・オペレーション技術が必要であり、実証事業においてその検討が必要である。本年度事業においては、JCM 設備補助事業より補助比率が高く、技術的課題の実証も可能な NEDO の二国間クレジット制度 (JCM) 等を活用した低炭素技術普及促進事業<sup>29</sup> (以下、「JCM 実証事業」という) の活用を検討した。

#### (1) 体制構築に係る協議

JCM 実証事業においては、NEDO が相手国政府機関と MOU を、日本側提案主体と現地の設備導入主体が Project Agreement (以下、「PA」という) を締結したうえで、事業を実施することが求められる。

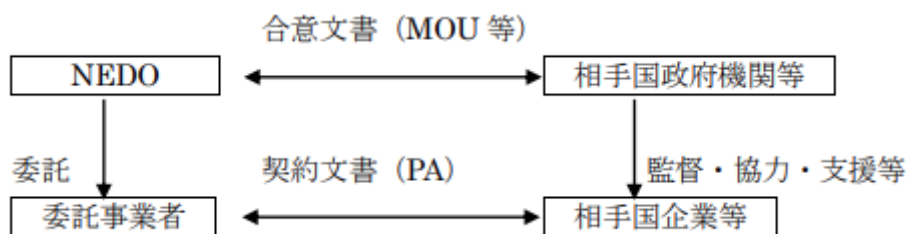


図 3-32 JCM 実証事業における実施体制

そこで、相手国政府機関である技術イノベーション庁 (BRIN) および、エネルギー鉱物資源省の研究機関である LEMIGAS と意見交換を実施した。両機関とも愛研化工機の技術に強い関心を示しており、同国における技術導入の可能性についても高く評価した。



図 3-33 LEMIGAS との協議

JCM 実証事業の一般的なスキームにおいては、事業実施後の設備は相手国企業が残価買取を行うことにな

<sup>29</sup> NEDO ホームページ「二国間クレジット制度 (JCM) 等を活用した低炭素技術普及促進事業」[https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP\\_100022.html](https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100022.html)

機関への無償譲渡の可能性について検討した。BRINについては、外国から資産を受け取ることが制度上不可であるとの回答を得た。一方、LEMIGASでは資産の受け入れが可能であり、同機関も排水処理によるバイオガス回収とその活用に強い関心を示した。さらに、当該事業への参画にも同意を得ることができた。

加えて、州立ゴロンタロ大学についても無償譲渡先候補として意見交換を実施した。同大学も資産の受け取りは可能であり、技術普及促進も踏まえ、他大学とも連携して進めていきたいとのコメントを得た。

また、PA 締結先となる相手国企業としては、フェーズ1 事業から導入検討を実施している PT. Royal Coconuts への提案を実施した。実証場所として、土地の貸与や排水の提供については快諾したものの、事業終了後に残価買取の可能性のある点については、より早期の投資回収が可能な事業モデルが望ましいとのコメントがあった。

後述のとおり、今回は資産処分の条件が整わなかったため、本事業への申請は断念することとなった。しかし、尼国中央政府機関および国立大学に対して愛研化工機の技術紹介と事業概要の説明を実施し、普及に向けた働きかけが行えたことは大きな成果である。特に、LEMIGAS からは他地域への導入可能性についても前向きなコメントが得られた。今後は、同機関を通じたさらなる普及の可能性について検討していく。



図 3-34 ゴロンタロ大学との意見交換



図 3-35 PT. Royal Coconuts との意見交換

## (2) 事業申請に係る課題

(1)にて JCM 実証事業を実施するための体制構築を検討し、関係機関からは概ね承諾を得ることができた。一方で、事業終了後には設備が一旦事業者へ有償譲渡された後、PA 締結先となる現地企業へ再度譲渡されることとなる。しかし、愛研化工機は尼国内に法人を有しておらず、同国の法律上、外国企業は資産を保有できない。これが1点目の課題である。

また、NEDO へのヒアリングでは、州政府や国の機関への無償譲渡が認められた事例はこれまでにほとんどなく、事業開始時点で無償譲渡を確約できないとの見解が示された。そのため、PA 締結先企業としては残価買取の可能性を残したまま事業を進める必要があり、現地企業の理解を得にくい状況が生じている。これが2点目の課題である。

なお、1点目の課題については、有償・無償いずれの譲渡形態であっても解決が難しく、他企業による申請も検討したが、最終的には本件の申請を一旦断念する判断に至った。

一方、現地企業との協議では、「投資回収が3年以内となる事業モデルであれば投資検討の対象となる」との前向きなコメントも得られた。補助金に依存しない形での事業化の可能性も残されており、次年度はこの方向性について検討を進める予定である。

#### 4. グリーンホスピタル計画に係る総合インフラ整備支援分野

ゴロンタロ州においては、インドネシアの中で5番目に妊産婦および5歳未満児死亡率が高く、衛生課題を抱えている。州政府としてもこうした状況を危惧し、州立病院であるアイヌン・ハビビ病院の拡張およびサービス向上の計画を有しており、フェーズ1事業を通じて愛媛県への支援要請を得ている。愛媛県としては、フェーズ1事業期間中に3台の救急車の寄贈を決定したが、それに加え、病院施設に関わる県内企業技術の導入および愛媛県内病院との連携によるゴロンタロ州の衛生課題へのアプローチに高い関心を有している。

アイヌン・ハビビ病院とは、フェーズ1事業開始当初より意見交換を実施しており、主に排水処理設備の導入検討を進めてきた。同病院は、再生可能エネルギーの最大限の利用を含め“グリーンホスピタル”の方針を有していることから、愛媛県内企業の高効率で省エネルギーな技術導入を希望している。そこで、愛媛県内企業による排水処理設備、太陽光発電、熱源ボイラー等の総合的なインフラ整備を検討している。

##### 4.1. 導入技術の概要

上述のとおり、排水処理設備、太陽光発電、熱源ボイラー等のインフラ導入を検討しているが、ここでは本年度特に検討を進めてきたPT. DAIKI AXIS INDONESIAの浄化槽について後述する。

###### 4.1.1. 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（ブロワ）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。

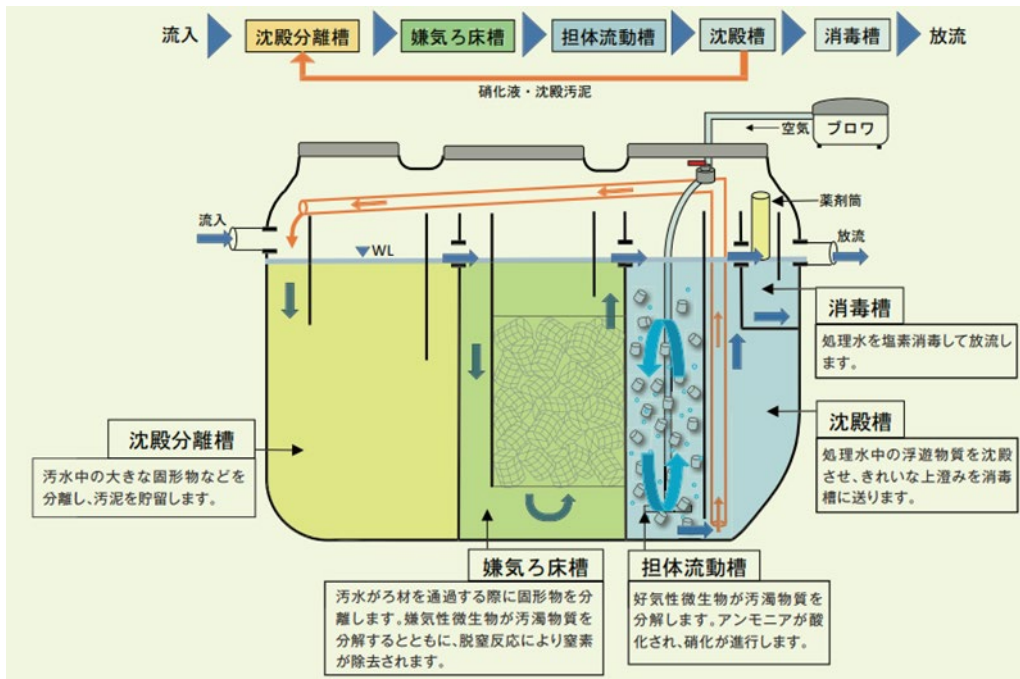

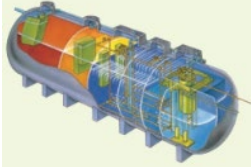



図 4-1 浄化槽の構成と処理原理<sup>30</sup>

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。

表 4-1 浄化槽の一般的な分類<sup>30</sup>

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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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。

<sup>30</sup> 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/iokaso/basic/pamph/pdf/wts-jp\\_full.pdf](http://www.env.go.jp/recycle/iokaso/basic/pamph/pdf/wts-jp_full.pdf)

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、下水道もしくはし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<sup>31</sup>。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」<sup>32</sup>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。なお、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。

#### 4.1.2. PT. DAIKI AXIS INDONESIA の浄化槽の概要

本事業では、PT. DAIKI AXIS INDONESIA 製浄化槽の導入について検討する。

PT. DAIKI AXIS INDONESIA は、愛媛県に本社を設置する(株)ダイキアクシスのインドネシア法人であり、(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。

<sup>31</sup> 環境省（2021 年 2 月）報道発表資料（<https://www.env.go.jp/press/109154.html>）

<sup>32</sup> 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>）

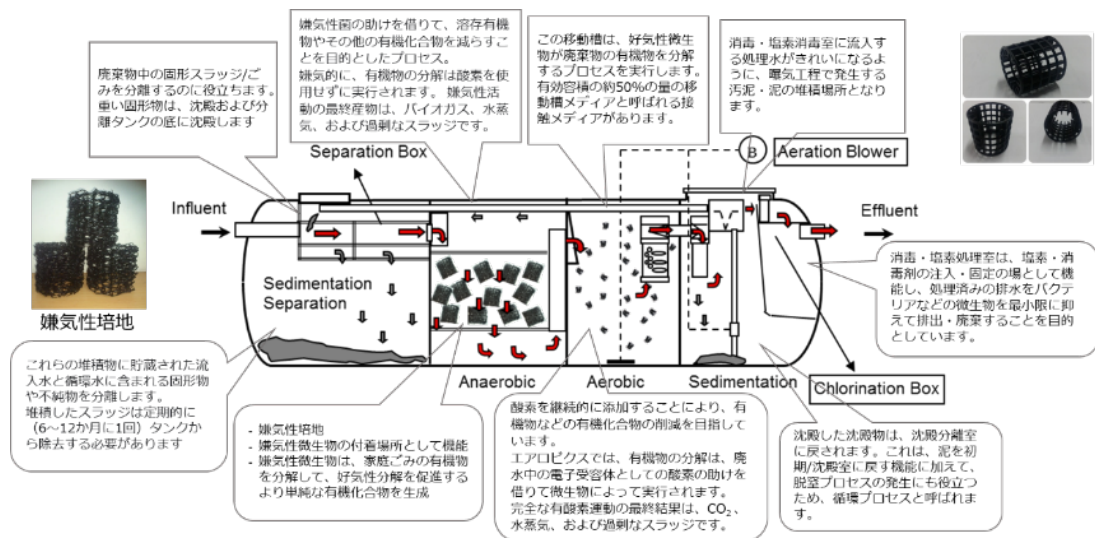


図 4-2 (株)ダイキアキシスの FRP 製浄化槽の構造と機能<sup>33</sup>

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 4-2 PT. DAIKI AXIS INDONESIA の浄化槽の処理性能と  
インドネシアの生活排水基準<sup>33</sup>

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<sup>34</sup>。

<sup>33</sup> (株)ダイキアキシス提供資料

<sup>34</sup> 日本・インドネシア環境ウィーク発表資料 (2021 年 1 月) 「Introduction of

同社は、病院を含む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。




---

Decentralized Small Scale Waste Water Treatment Technology in Indonesia |  
([https://www.oecc.or.jp/prsi/event/envweek/program/files/20210114\\_sem\\_2-6\\_pt\\_daiki\\_axis.pdf](https://www.oecc.or.jp/prsi/event/envweek/program/files/20210114_sem_2-6_pt_daiki_axis.pdf))

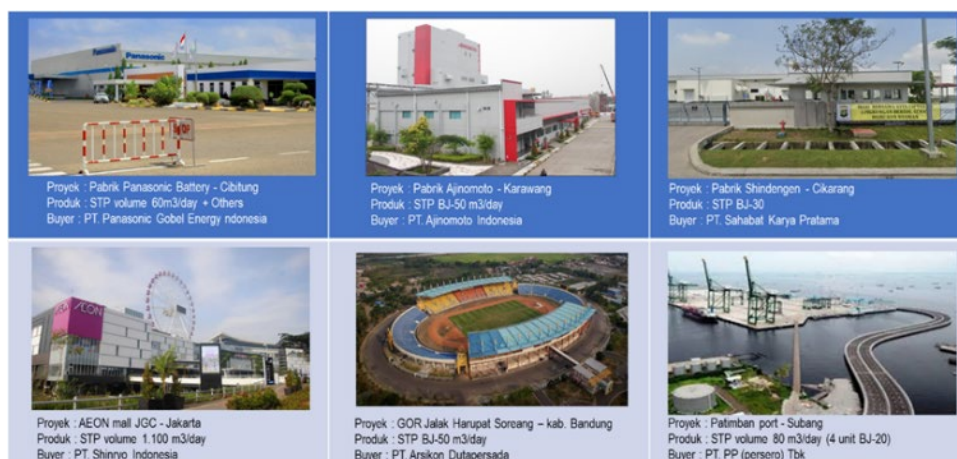


図 4-3 PT. DAIKI AXIS INDONESIA の製品導入事例<sup>35</sup>

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 PT. DAIKI AXIS INDONESIA 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、PT. DAIKI AXIS INDONESIA 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。

#### 4.1.3. 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<sup>35</sup>。

- インプット（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

<sup>35</sup> 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

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。

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 4-3 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 <sub>cr</sub> 、NH <sub>4</sub> -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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /日 or m <sup>3</sup> /月）
	汚泥の性状	pH、TSS、BOD、COD、NH <sub>4</sub> -N、TN、TP など 見かけ比重（t/m <sup>3</sup> ）、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）

## 4.2. 導入可能な技術の選定に向けた実態把握

### 4.2.1. アイヌン病院に関する情報収集

本項にて対象とするゴロンタロ州立ハスリ・アイヌン・ハビビ病院（RSUD dr. Hasri Ainun Habibie）は、州政府が運営する基幹医療機関として、専門診療から教育機能まで幅広い役割を担う病院である。地域の主要病院としての位置づけを強化するため、同院はここ数年で大規模な施設整備や医療機能拡充を進めている。

2024年には、将来の入院受け入れ体制強化を目的とした5階建ての新病棟「Menara Bumi Gorontalo Sehat（BGS）」の建設が開始され、特別交付金（DAK）25.9億ルピアが措置された。この新病棟は、病床数の増加だけでなく、質の高い医療を提供するための医療設備導入も予定されている。また、過去に契約問題から一度中央政府へ返還された76億ルピアの建設予算については、2026年に再び配分される見通しで、病棟を当初計画の5階まで完成させるための財源が確保されつつある<sup>36</sup>との情報も得ている。

加えて、同院は設備の高度化にも力を入れている。インドネシア保健省は同院を州内の中核病院として育成する方針を示し、がん、心臓、脳卒中、腎疾患に対応する高度医療機器（MRI、ブラキセラピー、CTスキャン、マンモグラフィ、カテーテル検査装置、内視鏡的腎疾患治療装置など）の整備を支援する計画を明らかにした<sup>37</sup>。これらの整備によって、これまでジャワ島の大病院へ搬送されていた重症患者を州内で診療できる体制が構築されることが期待されている。

アイヌン・ハビビ病院とは、これまで複数回に渡り訪問し、新病棟建設に係る計画についてヒアリングを実施し、県内企業技術の導入について検討を進めてきた。



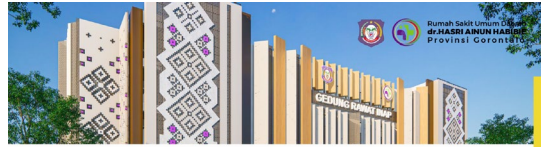
図 4-4 アイヌン病院との協議（2024年6月、12月、2025年5月）

<sup>36</sup> <https://www.antaranews.com/berita/4774057/gubernur-pastikan-kemenkes-bantu-pembangunan-rs-ainun-habibie>

<sup>37</sup> <https://kemkes.go.id/id/kemenkes-perkuat-layanan-kesehatan-rsud-ainun-gorontalo>

担当者からは、既存病棟の課題として、電力供給が不安定であることと排水処理が不十分であることが挙げられた。新病棟については、排水処理設備や太陽光発電導入にニーズを確認した。

アイヌン病院から受領した新病棟建設計画書を下図に示す。




**PEMBANGUNAN GEDUNG RAWAT INAP  
RSUD dr. HASRI AINUN HABIBIE  
Provinsi Gorontalo  
2024**

RSUD dr. Hasri Ainun Habibie Provinsi Gorontalo

### Gambaran Umum


Nama Rumah Sakit : RSUD Dr. Hasri Ainun Habibie  
Provinsi Gorontalo  
Kode Rumah Sakit : 75020234  
Alamat Rumah Sakit : Jln. Kusno Tongodu No. 149. Kol. Dutulanaa Kec. Limboto Kab. Gorontalo

Nomor Telepon : (0435) 880008  
Nomor Fax : (0435) 880008  
Jumlah Tempat Tidur Kelas Rumah Sakit : 122 Tempat tidur  
Akreditasi : C  
Status Penggunaan : Paripurna (tahun 2023)  
Status Pengalokasian : Non Pendidikan  
Nama Direktur : dr. Fitriyanto Rajak  
Pemilik Rumah Sakit : Pemerintah Provinsi Gorontalo  
Tahun Operasional : 2013  
Luas Bangunan : 6192,052 M<sup>2</sup>  
Luas Lahan : 6,4 Ha  
Jumlah Bangunan : 9 Bangunan



## 01

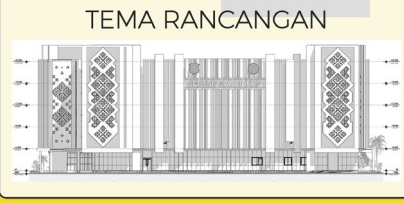
### Lokasi Perancangan



RSUD dr. Hasri Ainun Habibie terletak di Jl. Ahmad A. Wahab, Limboto, Kab. Gorontalo, Provinsi Gorontalo.

## 02

### TEMA RANCANGAN



**ARSITEKTUR NEO VERNAKULAR**


Seluruh bangunan di dalam kawasan RSUD dr. Hasri Ainun Habibie direncanakan untuk menampilkan karakter modern dengan bentuk massa bangunan yang simple. Ekspresi arsitektural pada Gedung Rawat Inap harus dapat menampilkan kearifan lokal berbentuk sulaman Karawo bermotif Pahangga pada elemen fasadnya.

## Fasilitas

Tipe Kamar	Jumlah Tempat Tidur	Persentase
VVIP	6	2,8 %
VIP	12	5,5 %
Non PBI (4 Bed/Room)	44 (11 Room)	20,2 %
PBI (6 Bed/Room)	156 (26 Room)	71,6 %
<b>Jumlah Total</b>	<b>218</b>	<b>100%</b>

**KRIS 91,7%**

- Jumlah Lantai : 5 Lantai
- Dimensi Gedung : 56 x 21 meter
- 1.176 m<sup>2</sup> per Lantai
- Total Luas Lantai : 5880 m<sup>2</sup>




## LANTAI 1

**Fungsi Utama**  
- Ruang rawat inap berjumlah 4 room (PBI kapasitas 20 Bed)

**Fungsi Penunjang**  
- Nurse Station  
- Lobby/Hall  
- Reception  
- Farmasi  
- Laboratorium  
- Coffee Shop, Mushola, Rg Lukassa, Rg Literasi, ATM Center dan ruang lain ruangannya semi publik lainnya (jumlah disabilitas, jalur pandu, huruf braille)

**Fungsi Service**  
- Rg Gas Medis, Kontrol Room, Dirty Utility, Lift Hospital dan Passenger, Tangga kebakaran, Janitor dll




## LANTAI 2-4 (TIPIKAL)

**Fungsi Utama**  
- Ruang rawat inap PBI berjumlah 8 room kapasitas 48 Bed  
- Non PBI berjumlah 3 room kapasitas 12 Bed

**Fungsi Penunjang Medis**  
- Nurse Station  
- Rg Tindakan  
- Rg Isolasi  
- Rg Perawat dan Rg Dokter  
- Rg Konsultasi dan diskusi  
- Rg Clean and Dirty Utility

**Fungsi Service**  
- Dirty Utility, Lift Hospital dan Passenger, Tangga kebakaran, Janitor dll



## LANTAI 5

**Fungsi Utama**  
- Ruang rawat inap VIP berjumlah 12 Bed  
- VVIP berjumlah 6 Bed

**Fungsi Penunjang Medis**  
- Rg Tindakan  
- Rg Isolasi  
- Rg Perawat dan Rg Dokter  
- Rg Konsultasi dan diskusi  
- Rg Clean and dirty utility  
- Rg Kepala Ruang  
- Instalasi Rawat Inap

**Fungsi Service**  
- Dirty Utility, Lift Hospital dan Passenger, Tangga kebakaran, Janitor dll






図 4-5 アイヌン病院新病棟建設計画書

2024 年には、排水処理設備に係る予算 3,600 万円を申請済であるとの情報を得たため、ダイキアクシスインドネシアと同病院の接続を図った。一方、排水処理設備導入に係る予算が申請額よりも減額されたため、ダイキアクシス製浄化槽の導入は一度断念された。

アイヌン病院とは、本年度事業においても協議を継続しているものの予算獲得に苦戦しており、導入に向けた具体的な協議は開始できていない現状である。一方、上述のとおり、一度中央政府に返還された予算が 2026 年に再度分配されていることは州知事のコメントからも確認ができています。更に、後述するが、州知事がダイキアクシスの浄化槽導入に非常に意欲的であることから、次年度事業において、州知事から直接アイヌン病院への働きかけを依頼し、州政府予算による導入を検討する考えである。

また、設備導入については現地コンサルへ委託をしているとの情報も得ており、次年度同社との接続を図り、浄化槽導入に向けた協議を実施する。

#### 4.2.2. 愛媛県内の事例調査

本事業の参考となる愛媛県内の“グリーンホスピタル”の事例として、松山赤十字病院が挙げられる。松山赤十字病院は、新病院整備に際し、基本方針の一つに「環境に優しい病院」を掲げ、「自然風・自然光の活用」、「最新のエコ技術」、「災害に強い水の有効利用」、「屋上緑化」による省エネ・省CO<sub>2</sub>を推進し、持続可能な開発目標（SDGs）への促進を図る様々な環境技術を取り入れている。これらの環境技術を有効活用することで、省エネルギー率 25%以上（国内の平均的な病院比）（全国の病院平均エネルギー消費量 約 2,962MJ/m<sup>2</sup>・年に対して、松山赤十字病院 2021 年実績 約 2,245 MJ/m<sup>2</sup>・年）を達成したこと等が評価され、IHF アワード 2022「Ashikaga-Nikken Excellence Award for Green Hospitals」<sup>38</sup>において最優秀賞である Gold Award を受賞した。



病院外観 <sup>39</sup>



授賞式の様子 <sup>40</sup>

出典： <https://www.kenken.go.jp/shouco2/pdf/ppt/H27-1/02kanryou.pdf>

松山赤十字病院が所在する松山市は「環境モデル都市」に選定されており、松山赤十字病院の取組は、地域連携により、松山市全体、愛媛県全体に環境活動が広く普及・波及することを期待して計画されている。また、患者およびスタッフの快適性および非常時のエネルギー自立と、省CO<sub>2</sub>の実現を両立していることも、グリーンホスピタル化技術として非常に優れた点であるといえる。

---

<sup>38</sup> 医療関連組織の世界的な団体である IHF（International Hospital Federation）が病院や医療機関を称える最高の賞プログラム。7項目の賞カテゴリーがあり、松山赤十字病院が受賞したグリーンホスピタル賞は、自然エネルギーの有効利用等により省エネ・省CO<sub>2</sub>等を推進し、環境配慮への促進と支援が評価される賞である。

<sup>39</sup> <https://www.kenken.go.jp/shouco2/pdf/ppt/H27-1/02kanryou.pdf>

<sup>40</sup> <https://www.matsuyama.jrc.or.jp/news/52558/>

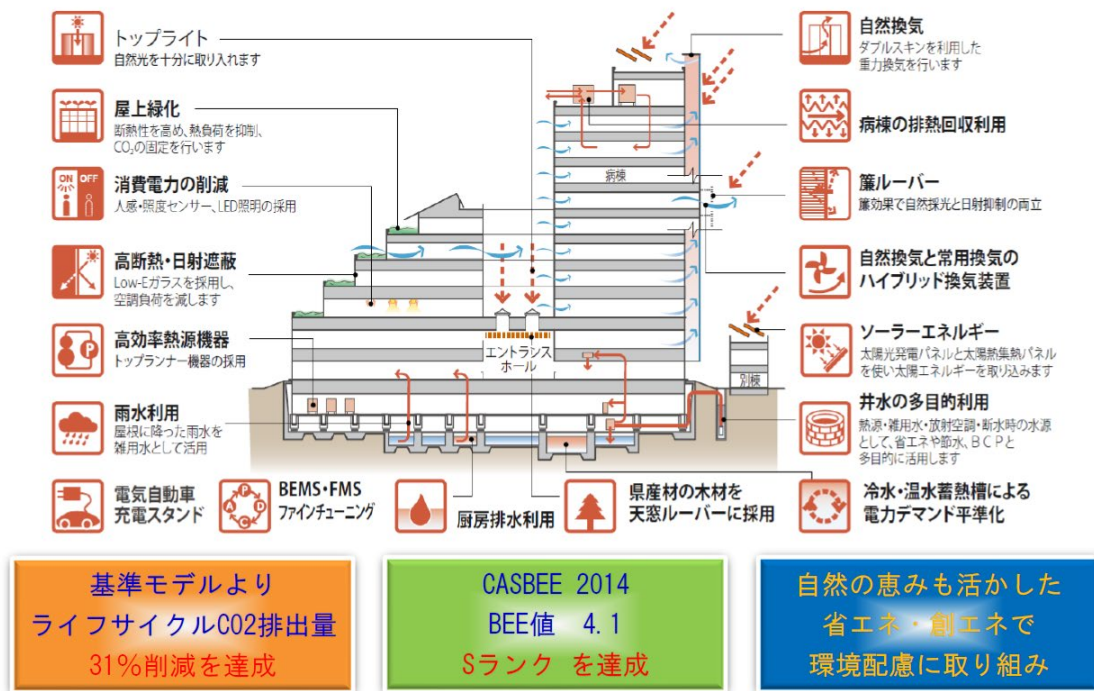


図 4-6 松山赤十字病院におけるサステナブル建築技術概要 39

以下に、松山赤十字病院の具体的な取組みを紹介する。

表 4-4 松山赤十字病院が導入した環境配慮技術

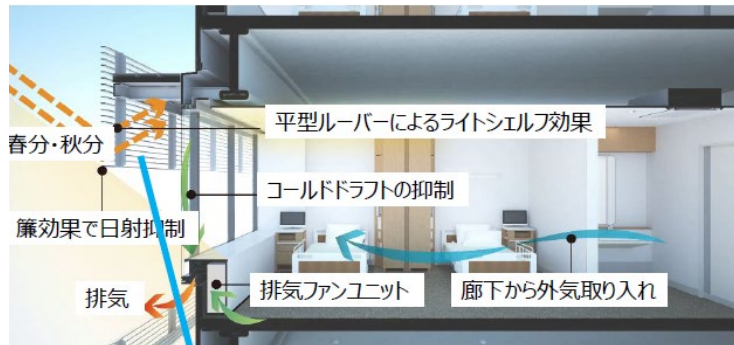
効果	取組み
省エネ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 日射を活用した自然換気</li> <li>● 自然採光と日射負荷抑制を利用した外観デザイン</li> <li>● 太陽熱温水設備の導入</li> <li>● 太陽光発電の導入</li> <li>● 井水等の未利用熱の利用</li> <li>● 病室のハイブリット換気（窓開けとファンの組み合わせ）</li> <li>● 最新のセンシング技術の導入による省エネ（厨房空調・換気エネルギーの削減により、約 35%の省エネを実現）</li> <li>● 温度成層型水蓄熱槽の利用</li> <li>● 病棟換気に顕熱回収コイルを導入</li> <li>● 治療空間への VACV（可変風量風速一定）型吹き出し口の採用（快適性と省 CO2 の実現）</li> </ul>



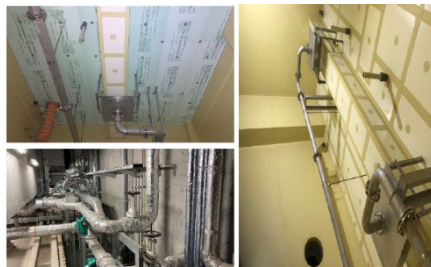
日射を利用した自然換気



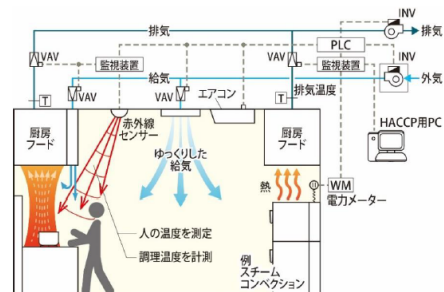
太陽熱給湯



自然光と自然換気を利用し、省エネと患者の快適性を実現



蓄熱槽



厨房施設におけるセンシング技術活用

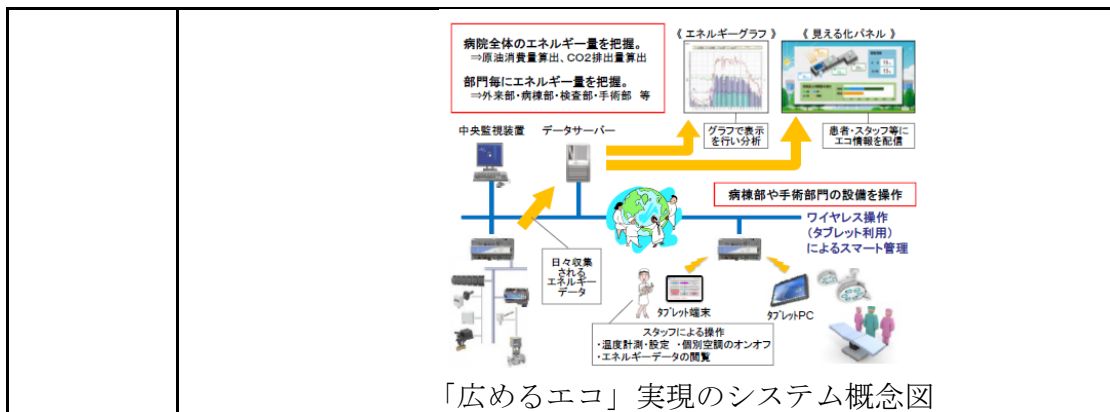
資源循環

- リサイクル材活用
- 地産地消材料利用
- 井水利用設備（災害時のトイレ洗浄水と飲料利用）
- 排水リサイクル



啓発活動

- Web 対応型 FMS（維持管理ツール）と BEMS（ビルエネルギー管理システム）を融合。エネルギー利用量等を病院内にパネル表示し、スタッフ・外来患者の環境意識向上を目指す。



「国土交通 平成 27 年第 1 回 サステナブル建築物等先導事業（省 CO2 先導型）完了プロジェクト紹介 松山赤十字サステナブルプロジェクト」<sup>39</sup>より日本エヌ・ユー・エス株式会社作成

◆非常時のエネルギー自立と省CO<sub>2</sub>の実現を両立する取り組み

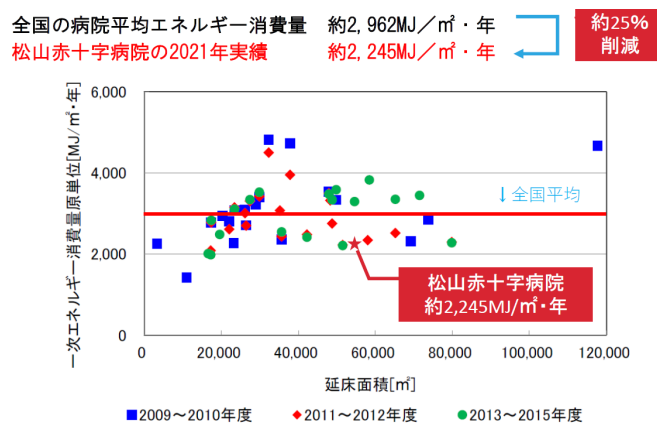
1) 非常時の建物の機能維持に関わる基本的な考え方、目標

電力設備	過去の震災例から3日程度電力停止を想定。 発電機を設置し、約5日程度自立が可能
飲料水設備	受水槽と備蓄倉庫にペットボトルを保管：約3日程度自立が可能
雑用水・排水設備	過去の震災例から下水本管は2週間利用不可を想定。 排水リサイクルと非常用汚水貯留槽と合わせ、20日程度自立が可能。
都市ガス設備	耐震性の高い中圧ガス管を引き込み

2) エネルギー自立と省CO<sub>2</sub>技術

追加設備	災害時における主な機能	省CO <sub>2</sub> への貢献
井水利用設備	災害時のトイレ洗浄水と飲料水利用	未利用エネルギーの井水熱を空調へ利用し省CO <sub>2</sub> を実現。
自然エネルギー	太陽熱温水・発電、自然換気、自然光を利用し非常時に電力に頼らない室内環境を実現。	平常時の消費エネルギー低減。
排水リサイクル	通常時は厨房除害設備、災害時は中水処理設備へ転用させ院内汚水をトイレ洗浄水へ利用。	厨房除害設備を中水処理性能の多機能化により節水を実現。

図 4-7 非常時のエネルギー自立と省 CO2 実現の両立<sup>39</sup>



出典：2018HAEA委員会企画医療福祉施設におけるエネルギー調査報告

図 4-8 日本国内の病院とのエネルギー消費量の比較<sup>39</sup>

### 4.3. 事業化準備

アイヌン病院へのインフラ導入としては、当初、排水処理設備、太陽光発電、熱源ボイラー等の愛媛県内企業技術をパッケージとした総合的なインフラ整備を検討していたが、まずは排水処理設備の導入を検討している。

導入を検討しているアイヌン病院については州立病院であるため、州政府予算措置が期待され、州政府予算による導入が理想的である。一方、申請通りの金額が確保されない可能性もあり、その場合は日本政府の実証事業予算による導入を検討する。こうした実証事業で活用可能な予算として、環境省による「アジア水環境改善モデル事業」が挙げられる。同事業は、アジア地域の水環境改善技術を対象とした実証事業予算であり、小規模ではあるものの、1年目に実証に向けた実現可能性調査、2年目に実証、3年目に効果検証を実施する仕立てとなっている。

株式会社ダイキアクシスにおいては、他国ではあるがマレーシアにて同事業の活用経験もあり、技術的には申請に問題がないことを確認している。当該事業を申請する場合の実施体制案は、下図のとおりである。ダイキアクシスは、現地法人 PT. DAIKI AXIS INDONESIA を有していることから、同社と連携し、浄化槽の設計、製作、施工を実施する。

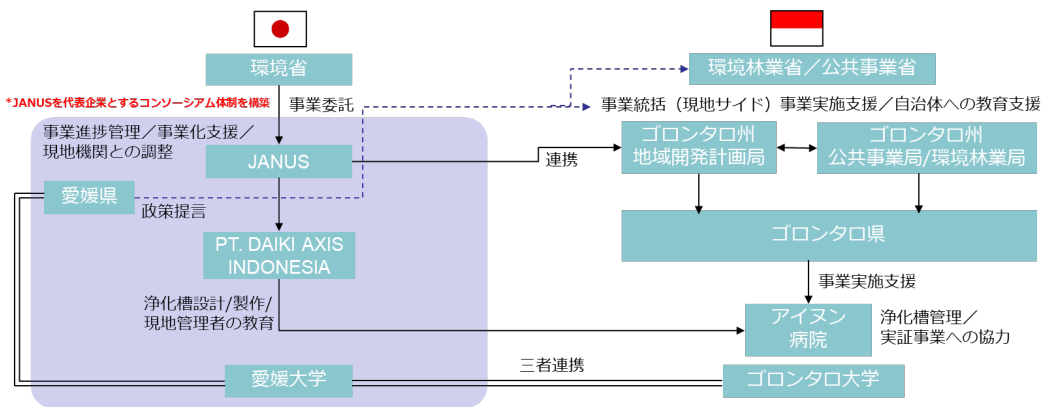


図 4-9 実証事業実施体制案

### 4.4. 愛媛県による救急車の寄贈

本年度事業においては、Gorontalo 州の衛生課題対策の一つとして、フェーズ 2 事業開始当初より手続きを実施していた、愛媛県からの 4 台の救急車の寄贈が実現した。救急車はインフラ整備支援を検討している、アイヌン病院へ設置されている。12 月には Gorontalo 州にて寄贈式も実施され、愛媛県より産業雇用局長も参加した。



図 4-10 アイヌン病院に寄贈された救急車（2025 年 11 月）

## 5. 自治体間の政策共有

フェーズ1事業開始当初より、廃棄物管理課題、特に廃棄物最終処分場からの浸出水について、ゴロンタロ州政府より処理技術提案に関する支援要請を得ており、愛媛県による廃棄物管理施策の共有と併せ、“自治体間の政策共有”のテーマの中で、(株)愛研化工機の排水処理設備導入に向けた準備を進めてきた。最終処分場における浸出水の排水処理設備については、公共インフラに該当するため、国及び自治体の予算に基づく導入を検討しており、検討状況について以下に詳述する。

### 5.1. ゴロンタロ州における廃棄物管理課題

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 5-1 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。

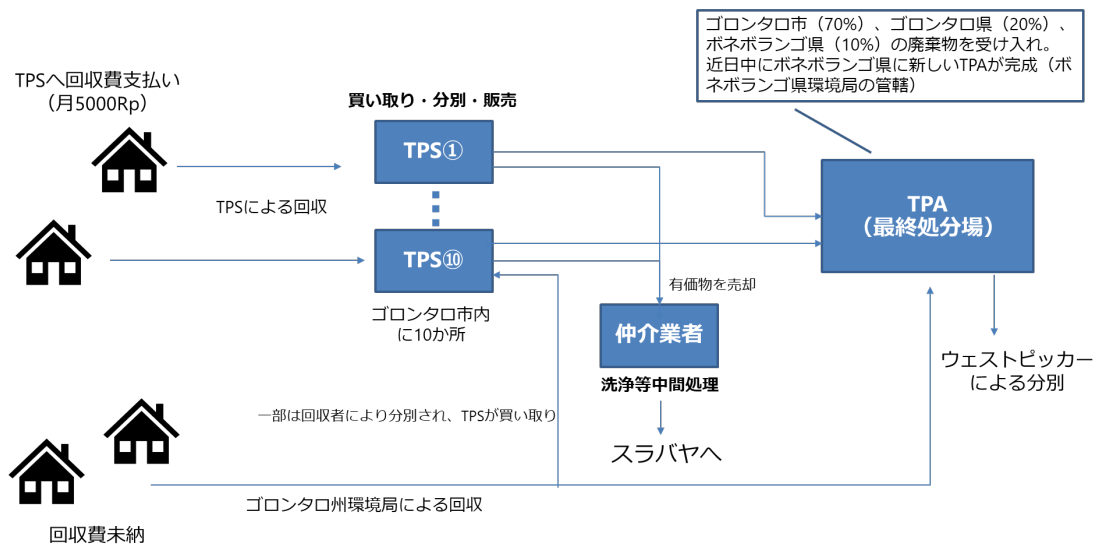


図 5-2 Gorontalo州における廃棄物回収・処理フロー

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
ポフワト県	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 5-3 Gorontalo州における廃棄物発生量・区分 (ゴロンタロ州提供)

下図のように、全部で 5 つの埋立処分地 (セル 1~5) を有しており、セル 1~4 は既に満杯となり使用停止されている。現在はセル 5 のみ利用されている状況と聞いていたものの、2024 年 12 月に訪問した際にはセル 5 がひっ迫しつつあるため、セル 3 及び 4 が再び使用される可能性が高いとのことであった。

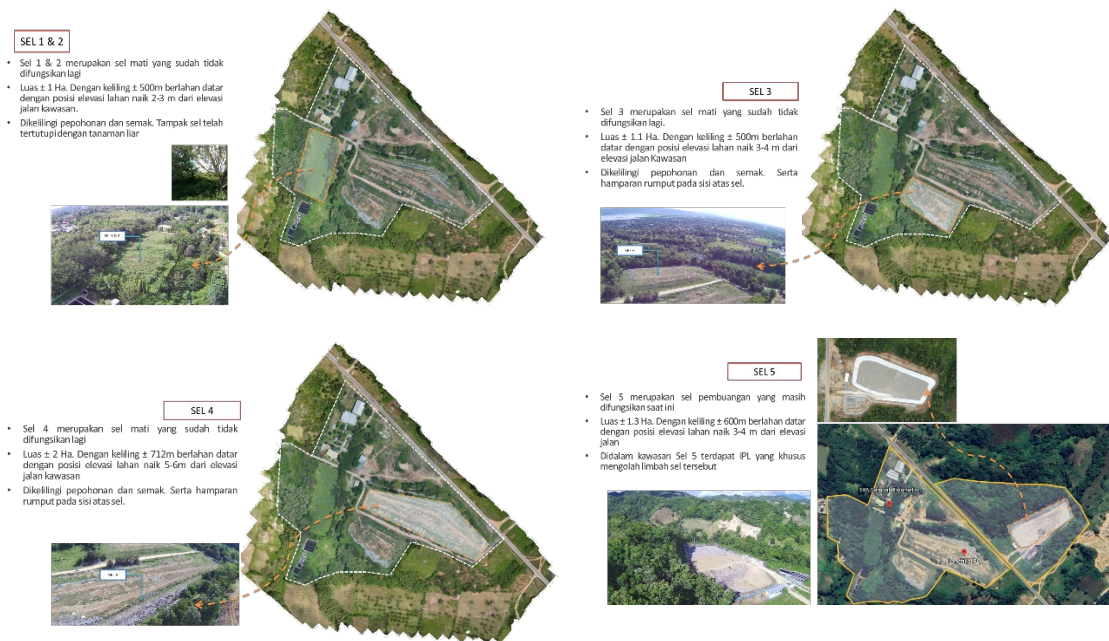


図 5-4 最終処分場（TPA Talmelito）の概要図

最終処分場へ運搬される廃棄物量は一日あたり約 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、セル 5 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。2024 年 12 月訪問時には、更に高く積まれており浸出水が直接漏れているような様子も見られ、喫緊の対策が必要な状況となっている。



図 5-5 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 4 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、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、河川に放流される。また、降雨時にも未処理のまま溢れて河川に流出し、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。一日に発生する浸出水の量は52m<sup>3</sup>である。



図 5-6 最終処分場浸出水処理設備概要図

## 5.2. 設計・見積に関する調査

2022年11月10日に、(株)愛研化工機がゴロンタロ州公共事業局から支援要請を受け、初めて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日再訪し、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。

同社の提案する膜分離活性汚泥法 (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、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を確認した。

水質検査は以下5か所で年に2~3回実施し、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 (先述の PT. Royal Coconuts と同じ分析機関を利用)。BOD、COD、TSS 濃度全ての基準値を超過する分析結果となっている。



図 5-7 (株)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)

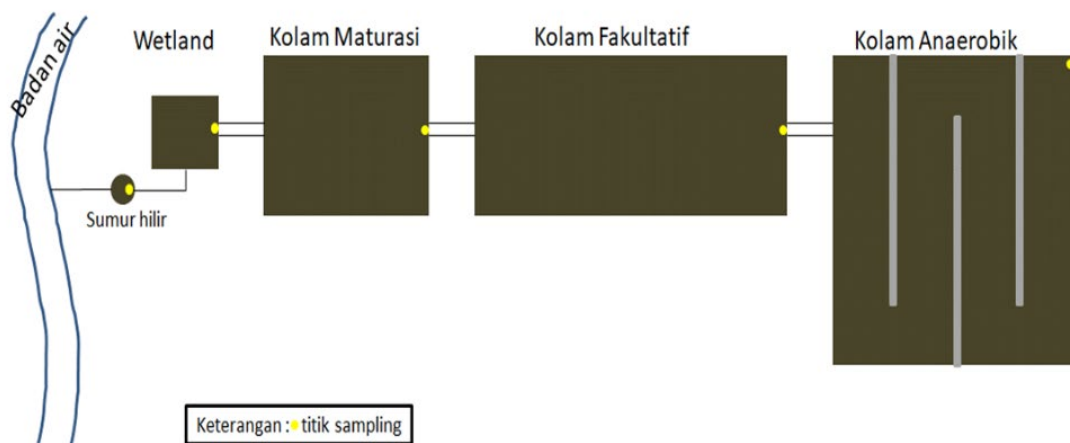


図 5-8 水質検査における採水場所

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」<sup>41</sup>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、設計を実施することとなった。

表 5-1 浸出水の水質基準値

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
Mercuri	0,005	mg/L
Kadmium	0,1	mg/L

同社の提案システムフロー図について以下に示す。

<sup>41</sup> <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>



図 5-9 膜分離活性汚泥法（MBR システム）（(株)愛研化工機提供）

上図システムにおける概略設計・概算見積を 2024 年 1 月にゴロンタロ州政府に提案し、ゴロンタロ州予算にて段階的に設備導入を実施することで合意した。下図にシステムフロー図とレイアウト図を示す。



図 5-10 システムフロー図とレイアウト図（愛研化工機提供）

### 5.3. 導入効果の算定

#### 導入効果

現在の浸出水濃度（2023年5月18日採水）と、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算出した、愛研化工機の排水処理設備導入後の濃度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 5-2 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CH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O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CH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>O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、「5.D.2.-産業排水（最終処分場浸出液の処理）」<sup>42</sup>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」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。

---

<sup>42</sup> 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/earth/ondanka/ghg-mrv/methodology/methodology\\_5D2\\_2\\_2019.pdf](https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/methodology/methodology_5D2_2_2019.pdf))

$$E = EF \times A$$

- $E$  : 最終処分場浸出液の処理に伴う CH<sub>4</sub> or N<sub>2</sub>O 排出量 [kg-CH<sub>4</sub>] or [kg-N<sub>2</sub>O]  
 $EF$  : 最終処分場浸出液の処理に伴う CH<sub>4</sub> or N<sub>2</sub>O 排出係数  
 [kg-CH<sub>4</sub>/kg-BOD] or [kg-N<sub>2</sub>O/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、CH<sub>4</sub> 排出係数は 0.48 [kg-CH<sub>4</sub>/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 100 t 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 100 t、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 65t となり、年間 23,725t となる。この数値を適用すると、活動量 A は CH<sub>4</sub> については 3,907kg-BOD、N<sub>2</sub>O 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、CH<sub>4</sub> 排出削減量は 1,875 kg-CH<sub>4</sub>/年となり、N<sub>2</sub>O 排出削減量は 41 kg- N<sub>2</sub>O /年となる。CO<sub>2</sub> 排出削減量に換算すると (CH<sub>4</sub> の温暖化係数 : 25、N<sub>2</sub>O の温暖化係数 : 298)<sup>43</sup>、年間合計 59,093 t-CO<sub>2</sub>/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、(株)

<sup>43</sup> 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](https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/data/guideline.pdf))

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<sup>44</sup>を用いて算出を試みた。MBR システムの消費電力量は 0.46kWh/m<sup>3</sup> であることから、処理水量 52 m<sup>3</sup> の場合、消費電力量は 23.92kWh/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-CO<sub>2</sub>/MWh をかけると 4.6 t-CO<sub>2</sub>/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-CO<sub>2</sub>/年－大気放散によるメタン抑制効果分の  
59,093 t-CO<sub>2</sub>/年＝ -59,089 t-CO<sub>2</sub>/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-CO<sub>2</sub>が見込まれる。

---

<sup>44</sup> <https://www.mlit.go.jp/common/000146907.pdf>

#### 5.4. ゴロンタロ州予算措置に向けた準備状況

上述のとおり、2024年1月のゴロンタロ州公共事業局との協議の結果、ゴロンタロ州予算にて設備を段階的に導入する計画にて合意形成がなされた。当時合意した導入計画を下図に示した。



図 5-11 ゴロンタロ州最終処分場への MBR システム導入計画 (2025 年度)

現在の最終処分場の浸出水処理に関する最大の課題は、降雨の際に既存の貯留池からオーバーフローし、浸出水が未処理のまま河川に流入することにより、周辺の生態系や井戸水への悪影響が見られていることである。そのため、提案システムのうち、まずは貯留池のオーバーフローが発生しないよう制御弁を導入する対策を少額で実施する計画を策定していた。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予算見直しのタイミングであるとのことであり、まずはそのタイミングを見据えた予算措置を検討していた。

2024年6月渡航時に再度補正予算申請スケジュールについて確認したところ、まだ予算申請が済んでいなかったものの、喫緊の対策が必要な事項であることから、公共事業局の補正予算による予算確保について準備を実施した。設備全体の TOR、見積書、オーバーフロー対策の見積書の作成依頼があり、書類提出〆切であった8月頭に提出したものの、ゴロンタロ州全体の予算収支が悪く、優先順位を検討した結果予算確保ができなかった。ゴロンタロ州へのヒアリングを踏まえた地方政府予算申請スケジュールを下図に示す。

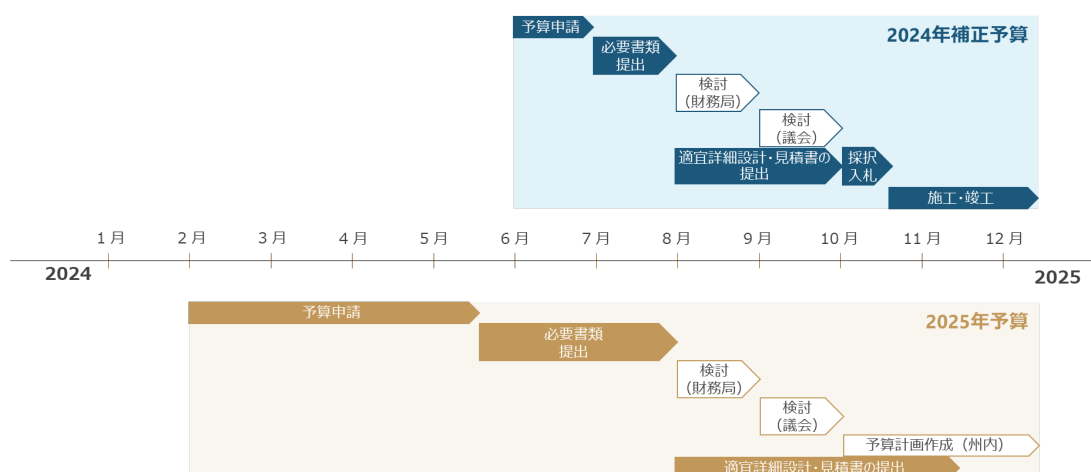


図 5-12 インドネシア地方政府予算申請スケジュール

2024年9月渡航時に、これまでの検討経緯を地方長官（ゴロンタロ州事務方トップ）及び公共事業局長に直談判し、再度ゴロンタロ州政府予算活用可能性について検討を依頼したところ、公共事業省下部組織である BPPW 予算活用可能性について地方長官より提案があった。そこで、ゴロンタロ州 BPPW 事務局と協議を実施したところ、BPPW 予算にて最終処分場浸出水対策として、浸出水処理槽を拡張する計画を有することが明らかとなったため、ゴロンタロ州地方長官、公共事業局長、BPPW 局長、愛媛県の協議の場を設定し、処理槽の拡大では一過性の対策に過ぎないこと、改めて愛研化工機による提案システムの技術、MBR システムと上述のオーバーフロー対策により喫緊の課題対策と浸出水の適性処理が共に実現することを説明し、関係者の理解が得られた。2024年10月には、ゴロンタロ州公共事業局から BPPW の予算を愛研化工機の設備に活用するとの連絡があり、再び設計図、全体の見積書、オーバーフロー対策の見積書の提出依頼があったため、11月に再度書類の提出を実施した。

しかし、2024年12月渡航時に、予算申請の手続きミスがあり BPPW の予算確保ができていなかったことが発覚したため、愛媛県、愛研化工機とともに、ゴロンタロ州知事代理へ直談判した。知事代理は事態を深刻に受け止め、本件に関するタスクフォースチームを横断的に作ること、ゴロンタロ州政府として予算確保に全力を尽くすことを約束し、知事代理から中央政府公共事業省予算申請について提案があった。そのため、再度愛研化工機による現地 EPC と連携したコストダウンの検討、詳細見積の作成を実施し、2025年1月に下図のとおり公共事業省へのレターを提出した。



非公開

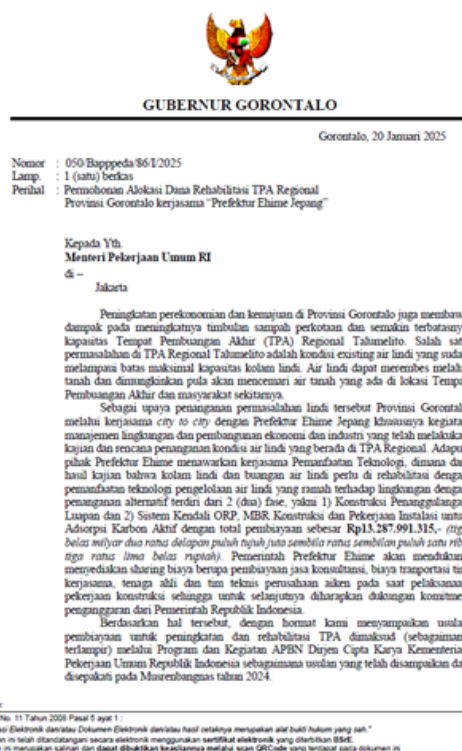


図 5-13 設計図、フロー図と公共事業省向けレター表紙（2025年1月）

公共事業省の予算が得られた場合、工事に係る事業者選定は入札を経ることとなる。そのため、入札プロセス、入札に係る必要書類について、12月渡航時にゴロンタロ州財務局、調達局に確認した。州政府へのヒアリングにより得られた入札プロセスに関する情報を下図に示す。



図 5-14 調達局、財務局との協議（2024年12月）

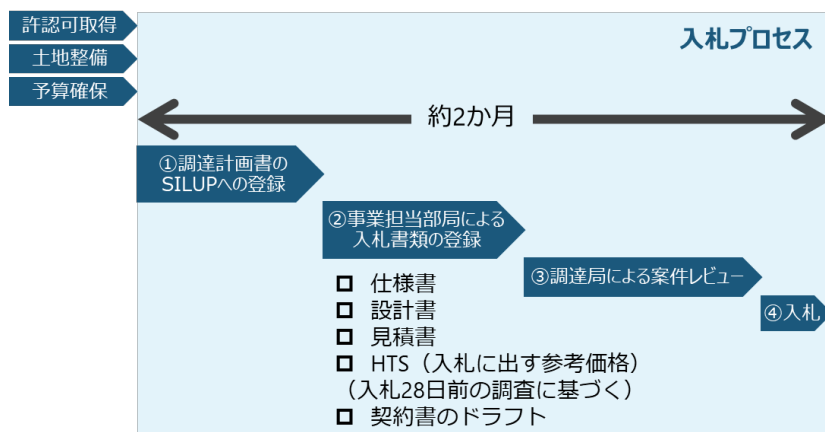


図 5-15 入札プロセス

入札プロセスには、許認可取得、土地整備、予算確保が必要である。今回最終処分場浸出水処理設備の導入については、敷地内の工事であり、既に最終処分場として環境影響評価（AMDAL）の取得、土地整備も済んでいることから、予算確保次第、入札書類準備のうえ、入札プロセスに入ることが可能であるとのことであった。また、調達計画書の提出から入札による事業者選定まで約2か月かかることから、工期も踏まえ留意する必要があるとのことであった。

### 5.5. オーバーフロー対策の実施

上述のとおり、2025年1月に公共事業省に対して予算措置を求めるレターをゴロンタロ州政府から提出したものの、その後プラボウォ大統領の政策として、全国最終処分場を閉鎖する旨が2025年4月に正式発表された<sup>45</sup>ことから、最終処分場に関する予算措置は難しいことが明らかとなった。そこで、まずは喫緊の課題である降雨時の既存処理槽からのオーバーフロー対策を実施するため、ゴロンタロ州政府自ら補正予算を準備し、5月に州知事による予算承認が下りたことが判明したことから、本年度事業において、制御弁を設置し流量を調整する工事の実施が実現した。

州政府予算執行にあたり、愛研化工機による導入技術の説明、見積書の再精査等に加え、中央政府内務省への事業説明も実施した。また、愛研化工機はインドネシア法人を有していないため、同社が直接ゴロンタロ州政府と契約はできず、同社が連携する現地EPC事業者とゴロンタロ州政府との契約手続きを実施することになるため、愛媛県知事からゴロンタロ州知事向けの事業に関する協力文書、愛研化工機から連携する現地EPC事業者の指名書を作成し、提出した。

更に、インドネシアの調達プロセスにおける課題や現行規制に基づく調整により、当初確保された予算より減額となったものの、愛研化工機と愛媛県による日本側からの追加の予算措置を経て、工事の実施に至っている。

予算執行、契約に関する現地の手続きは非常に煩雑であり、約半年かかりついに2025年10月に現地EPC事業者とゴロンタロ州政府の契約締結に至った。その後すぐに着工し、愛研化工機による試運転を経て、2025年11月に完工した。



図 5-16 EPC事業者とゴロンタロ州政府の契約締結（10月23日）

---

<sup>45</sup> <https://en.antaranews.com/news/351473/government-officially-ends-open-dumping-landfill-practices>



図 5-17 オーバーフロー対策工事实施前（左）と実施後（右）

現地では完工式も実施し、愛媛県より廣井産業雇用局長も参加した。ゴロンタロ州政府からは、ソフィアン地方長官も参加し、「本事業で検討している最終処分場浸出水処理設備導入は単なる技術的な問題ではなく、長期的な環境投資であり、より専門的な廃棄物管理を通じて地下水汚染のリスクを減らし、埋立地の寿命を延ばしたいと考えている」と述べた。また、本都市間連携事業に対し、「地域に大きく持続可能な利益をもたらすもので、環境だけでなく、人的資源の質や地域経済の向上にも関わっている」とのコメントもあった。



図 5-18 完工式の様子

### 5.6. MBR システム導入に向けた予算検討

処理設備自体の導入に係る 2027 年ゴロンタロ州予算については、既に予算申請に係り、現地 EPC 事業者と連携し、再度見積書の精査、工程表の作成、ランニングコスト・オペレーションコストの算出を実施した。

加えて、ゴロンタロ州予算のみでは適正処理が可能な設備導入は困難なため、日本政府補助金の活用を検討している。現時点では、経済産業省による「グローバルサウス未来志向型共創等事業費補助金」の小規模実証事業の活用を検討しているが、近日中の本年度予算成立を待ち、より適切な予算の活用について検討を実施する。

本年度事業においては、ゴロンタロ州予算と日本政府補助金を活用した設備導入に際し、BAPPEDA、公共事業局、環境局に加え、財務局、調達局等も加え、課題の抽出と

その対策について協議を実施してきた。課題と対応策について、以下表にまとめた。

表 5-3 主な課題

分野	課題	対応策
資産処分	日本政府補助金を活用するため、実証期間は日本政府、その後5年間は事業者の資産となる。一方、外国企業が尼国国内で資産保有はできない法律あり。	法律事務所によると、“オペレーティング・リース方式”の適用により、日本企業が一定期間所有権を持つことは可能。地方議会、内務省の承認が必要。 一方、尼国法律にて資産保有者がオペレーションコストを支払うことを義務付ける法律があるとの情報あり、詳細な調査が必要。
調達プロセス	尼国内事業者選定に入札プロセスが発生。	ゴロンタロ州側の予算は全て物品の調達とすることで対応。 一方、グローバルサウス補助金活用の場合には総額の1/3がゴロンタロ州負担となるが、それに満たない可能性がある。
工期のずれ	物品の調達に加え、工事も年内に終了させる必要あり。一方、日本側補助金も工期の制限あり。	日本側補助金申請タイミングをゴロンタロ州予算執行タイミングに合わせる。一方、予算申請スケジュールに大きく左右される。

次年度事業においては、上述の課題解決とともに予算化に向けた手続き・日本政府補助金への応募準備を進めていく。

資産処分の課題については、尼国法律に詳しい法律事務所へのヒアリングにより、“オペレーティング・リース方式”の適用により、尼国現行法令と日本の補助金適正化法の両方を満たすという解決策を見出している。オペレーティング・リース方式について以下概要を示す。

#### オペレーティング・リース (Sewa Guna Usaha tanpa Hak Opsi)

- ✓ 買取オプションの無いオペレーティング・リースは、政府が一定期間資産を使用する権利
- ✓ 所有権、維持管理責任、危険負担は日本企業にあり、インドネシアの政府予算 (APBD) において、サービス費用またはオペレーションコストの支払として処理。この予算は、地方議会 (DPRD) において計画・承認される必要あり。
- ✓ 政府の公的な資産 (BMD) として計上されないため、日本企業に所有権が留まるという構成と合致する

\*政府調達に関する大統領規則 2018 年第 16 号（大統領規則 2021 年第 12 号および大統領規則 2025 年第 46 号により改正）

\*外国機関との地域協力の手続に関する内務大臣規則 2020 年第 25 号

一方、ゴロンタロ州からは資産保有者がオペレーションコストを支出することを義務付ける法律（2024 年内務大臣規則第 7 号）があるとの情報を得ており、更なる情報収集が必要である。

また、調達プロセス上の課題として、ゴロンタロ州予算として計上可能な金額には限りがあることも明らかとなっている。それについては、2026 年 2 月にイスマイル州知事が愛媛県内の愛研化工機の MBR システムを視察した際、導入に向けた必要な予算確保について、中央政府公共事業省への働きかけも実施する旨コメントを得ており、中央政府予算による追加の予算措置も働きかけていく。



図 5-19 イスマイル州知事による MBR システム視察（2026 年 2 月）

更に、日本側の予算についても予算成立が遅れていることから現時点で予算申請時期等は明確になっていない。近日中に発表予定の予算書を確認のうえ、より適切な予算の活用可能性についても併せて検討を進めていく。

本年度から来年度にかけてのスケジュールを下图に示す。

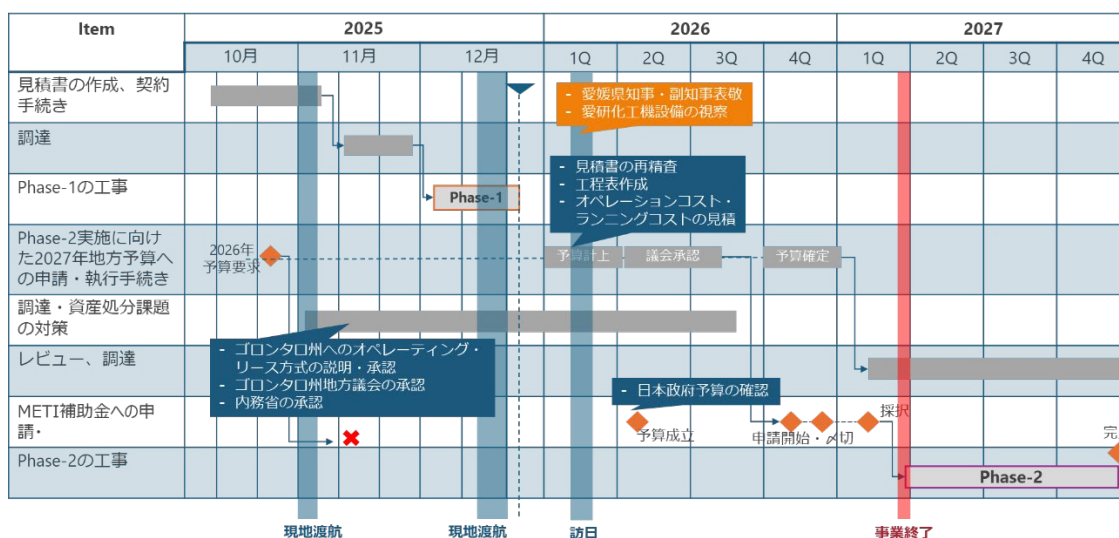


図 5-20 今後のスケジュール

## 6. 環境省主催の都市間連携セミナーへの参加

2026年2月5日および6日に愛媛県松山市にて開催された都市間連携セミナーには、ゴロンタロ州より Gusnar Ismail 州知事、地域開発計画局局长 Wahyudin 氏含む計6名の参加が実現した。また、セミナー前後の2月4日及び6日には、株式会社愛研化工機及び株式会社ダイキアクシスを訪問したほか、5日には愛媛県中村知事及び菅副知事への表敬訪問も叶った。

2月4日にはダイキアクシス本社を訪問し、同社技術及び同社のインドネシアにおける導入事例について説明を受けた。説明を受け、州知事はゴロンタロ州内の病院やコミュニティでの浄化槽導入に非常に高い関心を示し、インドネシア国内における同社浄化槽導入先の視察を依頼し、現在ゴロンタロ州とダイキアクシスにて日程調整を進めている。



図 6-1 ダイキアクシス本社訪問及び工場視察の様子（2026年2月4日・6日）

また、2月6日には愛研化工機のEGSB及びMBRシステムの両方が導入されている松山市内の食品工場を視察した。州知事からは、食品加工工場の多いゴロンタロ州において、非常に導入ポテンシャルの高い技術であるとのコメントがあった。また、協議を続けている製糖工場への州政府からの後押しも約束していることから、次年度事業において、導入に向けた検討が進むことが期待される。MBRについても、導入に向けた前向きな検討を約束し、中央政府への働きかけについても検討する旨言及があった。



図 6-2 愛研化工機 EGSB・MBR の視察（2025 年 2 月 6 日）

5 日に開催された都市間連携セミナーにおいては、州知事からもゴロンタロ州における脱炭素施策、本事業の成果等について発表があった。また、インドネシア国内の他都市参加者とも交流を深めており、本事業を契機とした横断的な取り組みに繋がるよう働きかけていく。



図 6-3 都市間連携セミナーの様子（2026 年 2 月 5 日）

更に、同日には愛媛県中村知事及び菅副知事への表敬訪問も実施した。中村知事が親交の深いインドネシア元国会副議長のラフマツト・ゴーベル氏とは、州知事も同様に親交があり、同氏を通じた連携関係の強化が見られた。州知事からは、都市間連携事業及び愛媛県独自予算による農業・水産業支援事業を通じた御礼を述べるとともに、環境協力に係る覚書は 2027 年で期限を迎えるが、その後も愛媛県との連携を続けられるような協力分野の拡大について言及があった。例として、ゴロンタロ州人材の愛媛県への派遣や、廃棄物管理施策に関する支援について挙げ、中村知事からは提案を歓迎する旨コメントがあった。



図 6-4 知事表敬の様子（2026年2月5日）

本事業が開始された2021年度当初から、ゴロンタロ州知事による愛媛県訪問は度々計画がされていたものの、実現には至っていなかった。そのため、本年度事業において都市間連携セミナーを契機に愛媛県訪問が叶い、事業に関わる企業訪問や愛媛県中村知事とのトップ交流が実施できたことは、両自治体の連携関係の深化において非常に有意義であった。都市間連携セミナーへの開催・州知事の参加については、愛媛県、ゴロンタロ州両自治体の新聞にて掲載された。

## 7. まとめ

フェーズ2事業の2カ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、連携の継続を見据えながら、事業化に向けた詳細検討を進めた。併せて、今後の事業化に向けた課題についても、現地政府および関係者と認識を共有することができた。

本年度の大きな成果として、最終処分場浸出水処理設備の導入に関し、ゴロンタロ州がまず補正予算を準備し、喫緊の課題である降雨時の既存処理槽からのオーバーフロー対策として制御弁の導入に至った点が挙げられる。当初、州政府は日本側の全額負担による導入を期待していたが、愛媛県および（株）愛研化工機とともに、州知事を含む州政府関係者と協議を重ね、廃棄物管理や排水適正処理の重要性を共有してきた。その結果、制御弁に限らず、浸出水処理設備導入についても自ら予算措置を進める姿勢が醸成されたことは、財政的に潤沢とはいえない同州において極めて意義深く、インドネシア国内におけるモデルケースとなり得る。こうした州政府側の自発的な取組に対してもインセンティブの重要性を強調しつつ、次年度は日本政府補助金との併用を含めた導入計画を本格化させる。

また、フェーズ2事業開始当初から手続きが進められていた愛媛県による救急車4台の寄贈が本年度に実現し、州立アイヌン病院において衛生管理課題への対応として運用が開始されたことも重要な成果である。

一方、JCM設備補助事業の活用を見据えた（株）愛研化工機のメタン発酵設備およびダイキアクシス製浄化槽導入に向けた検討については、本年度は現地カウンターパートとの協議が十分に実施できなかった。しかし、2026年2月の州知事による愛媛県訪問時には、両社の技術について州知事および州政府の主管局であるBAPPEDA局長に対して十分な説明を行うことができ、新たなアプローチや候補サイトの可能性も見出されつつある。次年度においても、同州での導入実現に向けた検討を継続する予定である。

以下に、本年度の主な成果をまとめる。

	R7年度成果	実施課題	R8年度	
メタン発酵設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>中央政府機関（エネ鉱省）、研究機関（BRIN、LEMIGAS）、ゴロンタロ大学、日系商社、PGNへの技術普及</li> <li>ビジネスモデル検討</li> <li>ポテンシャルサイトとの協議継続</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポテンシャルサイトとの合意形成</li> <li>稼働時期に関する技術的課題</li> <li>ビジネスモデル検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>オーナーへのアクセス（州知事経由）</li> <li>現地での詳細調査</li> <li>ビジネスモデル構築</li> <li>予算化準備</li> </ul>	JCM設備補助 or 実証予算への 接続
グリーンホスピタル	<ul style="list-style-type: none"> <li>病院新設に係る最新情報の把握</li> <li>愛媛県内事例調査</li> <li>導入技術特定</li> <li><b>愛媛県による4台の救急車寄贈実現</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>確実なインフラ整備予算確保</li> <li>県内企業による現地調査</li> <li>現地コンサルとの連携</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>予算化状況の確認、働きかけ</li> <li>概略設計・概算見積</li> <li>事業化に向けた体制検討</li> </ul>	2027年or 2028年予算 での設備導入
自治体間の政策共有	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ゴロンタロ州予算によるオーバーフロー対策工事の実施・完工</b></li> <li>2027年ゴロンタロ州予算申請</li> <li>日本政府補助金活用による課題特定</li> <li><b>州知事・県知事のトップ会談の実現</b></li> <li>州知事による県内企業技術視察</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2027年ゴロンタロ州予算確保</li> <li>補助金活用に係る資産処分対策</li> <li>日本側予算確保</li> <li>O&amp;M体制検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>資産処分課題に関する調査、対策</li> <li>補助金申請準備</li> <li>O&amp;M体制構築</li> </ul>	補助金採択 2027年完工

図 7-1 本年度事業成果、実施課題、次年度計画