

タイ国

タイ国
小型メタン発酵システムによる有機性
廃棄物の肥料化・発電にかかる基礎調査
業務完了報告書

平成 29 年 6 月

(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社ヴァイオス

国内
JR
17-086

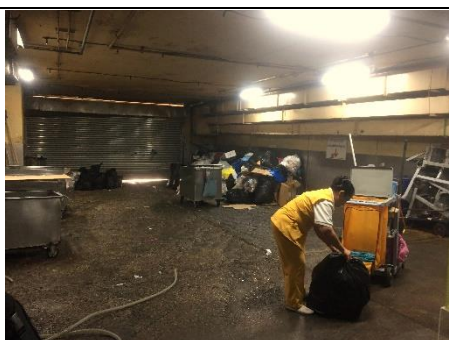
写真



Wongpanit Recycle 社との面談



メタン発酵システム視察



MBK（ショッピングセンター）のごみ集積場



Talad Thai（市場）のごみ集積場



養豚場のバイオガス施設



タマサート大学のごみ集積場



スラタニ県タチ市長との面談



NSTDA との面談

目次

略語表	v
為替レート	vi
図表リスト	vii
要約	ix
はじめに	1
1. 調査名	1
2. 調査の背景	1
3. 調査の目的	1
4. 調査対象国・地域	1
5. 団員リスト	2
6. 現地調査工程	2
第1章 事業概要	4
第2章 事業の背景と目的	5
2-1. 自社の既存事業の概要	5
2-2. 当事業を発案・検討した背景・経緯	5
2-3. 当事業の目的と必要性	6
2-4. 当事業における本調査の位置づけと調査の実施概要	6
第3章 事業対象地域・分野が抱える開発課題の現状	8
3-1. 開発課題の概要	8
3-1-1. 有機性廃棄物の適正処理	8
3-1-2. 再生可能エネルギーの利用促進	10
3-2. 我が国の国別援助方針との関係性	12
3-3. 現地機関、海外機関による支援や事業の状況と残された課題	13
3-3-1. 有機性廃棄物の適正処理	13
3-3-2. 再生可能エネルギーの利用促進	16
3-4. 残された課題に対する当事業の位置づけ	21

3-4-1. 有機性廃棄物の適正処理	21
3-4-2. 再生可能エネルギーの利用促進	22
第4章 投資環境・事業環境の概要	23
4-1. 外国投資全般に関する各種政策及び法制度	23
4-1-1. タイへの外国投資状況	23
4-1-2. 事業形態	24
4-1-3. 法人設立手続き	25
4-1-4. 税制	26
4-1-5. 外資規制	26
4-1-6. 外国投資優遇政策	27
4-2. 提案事業に関する各種政策及び法制度	27
4-2-1. BOI による投資優遇の適用可否	27
4-2-2. 製品の販売を後押しする政策	29
4-2-3. 製品販売時に留意すべき法律・制度	29
4-3. ターゲットとする市場の現状	31
4-4. 販売チャネル	44
4-5. 競合の状況	44
4-6. サプライヤーの状況	47
4-7. 既存のインフラ（電気、道路、水道等）や関連設備等の整備状況	48
4-8. 社会・文化的側面	48
第5章 事業戦略	50
5-1. 事業の全体像	50
5-2. 提供しようとしている製品・サービス	50
5-2-1. 製品概要	50
5-2-2. 製品の特徴	52
5-2-3. サービスの特徴	53
5-3. 事業化に向けたシナリオ	54

5-4. 事業目標の設定	55
5-5. 事業対象地の概要	55
5-6. 法人形態と現地パートナー企業の概要.....	55
5-7. 許認可関係	56
5-8. リスク分析	56
第6章 事業計画	57
6-1. 原材料・資機材の調達計画.....	57
6-1-1. 原材料の調達計画	57
6-1-2. 資機材の調達計画	58
6-1-3. 生産、流通、販売計画.....	58
6-2. 要員計画、人材育成計画	59
6-2-1. 要員計画.....	59
6-2-2. 人材育成計画.....	59
6-3. 事業費積算（初期投資資金、運転資金、運営維持保守資金等）	59
6-3-1. 初期投資計画.....	59
6-3-2. 運転資金計画.....	59
6-3-3. 運営維持保守資金計画.....	60
6-4. 財務分析（収支計画、事業キャッシュフロー、収益性分析（IRR 等）	60
6-4-1. 収支計画.....	60
6-4-2. 事業キャッシュフロー計画.....	61
6-4-3. 収益性分析	62
6-5. 資金調達計画.....	62
第7章 本事業を通じ期待される開発効果.....	63
第8章 現地 ODA 事業との連携可能性	65
8-1. 連携事業の必要性	65
8-2. 連携事業の内容と期待される効果.....	65
第9章 事業開始までのアクションスケジュール	67

略語表

略語	英語	日本語
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AEC	ASEAN Economic Community	ASEAN 経済共同体
AEDP	Alternative Energy Development Plan	代替エネルギー開発計画
BOI	Board of Investment	タイ投資委員会
CBG	Compressed Biogas	圧縮バイオガス。高圧縮された輸送形態の精製濃縮済みバイオガス
DEDE	The Department of Alternative Energy Development and Efficiency	(タイエネルギー省) 代替エネルギー開発・効率化局
EEDP	Energy Efficiency Development Plan	エネルギー効率開発計画
EGAT	Electricity Generating Authority of Thailand	タイ王国発電公社
ENCON	Energy Conservation Promotion Fund	エネルギー保全振興基金
EPPO	The Energy Policy and Planning Office	(タイエネルギー省) エネルギー政策企画事務局
ERC	Energy Regulatory Commission	エネルギー規制委員会
FIT	Feed-in Tariff	固定価格買取制度
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit	ドイツ技術協力公社
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IPP	Independent Power Producer	大規模独立発電事業者
MOE	Ministry of Energy	エネルギー省
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment of Thailand	天然資源環境省
MSW	Municipal Solid Waste	一般廃棄物
NEPC	National Energy Policy Council	国家エネルギー政策委員会
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PCD	Pollution Control Department	(タイ天然資源環境省) 公害管理局

PDP	Thailand Power Development Plan	タイ国電力開発計画
REDP	Renewable Energy Development Plan	再生可能エネルギー開発計画
SPP	Small Power Producer	小規模独立発電事業者
THB	Thai Baht	タイバーツ
TIEB	Thailand Integrated Energy Blueprint	タイ統合エネルギー計画
toe	tonne of oil equivalent	石油換算トン
UNCRD	United Nations Center for Regional Development	国際連合地域開発センター
UNEP	United Nations Environmental Programme	国連環境計画
VAT	Value Added Tax	付加価値税
VSPP	Very Small Power Producer	極小規模独立発電事業者
WB	World Bank	世界銀行

為替レート

本文中に記載の外国通貨については、下記の為替レートを適用し日本円換算を計算している（表示桁数以下四捨五入）。

外国通貨	単位当たり日本円	出典
米ドル（USD）	111.326 円/USD	JICA 2017 年度精算レート表（6 月）
タイバーツ（THB）	3.27111 円/THB	JICA 2017 年度精算レート表（6 月）

図表リスト

図 1	桃山リサイクルセンター（外観）	5
図 2	タイの人口推移（1980～2015 年）	8
図 3	タイにおける廃棄物の区分	8
図 4	タイ全土における一般廃棄物量の推移（2008～2015 年）	9
図 5	一般廃棄物の処理方法内訳（2015 年）	9
図 6	2014 年のバンコク都における一般廃棄物の内訳	10
図 7	タイの実質 GDP と最終エネルギー消費量の推移	11
図 8	タイの一次エネルギー源（2014 年）	11
図 9	タイの発電源（2014 年）	11
図 10	国別援助方針との合致性	13
図 11	タイへの国別直接投資額推移（2006～2015 年）	23
図 12	BOI による投資認可件数推移（2005～2014 年）	23
図 13	BOI の恩典付与	27
図 14	BOI の業種に基づく基本恩典分類	27
図 15	販売形態による BOI 適用可否	28
図 16	養豚場のダイジェスター	33
図 17	養豚場のガス発電機	33
図 18	タイの地方行政機構図	39
図 19	タチ市の廃棄物回収タンク	41
図 20	想定される販売チャネル	44
図 21	バイオマス発電設備比較表	46
図 22	カバードラグーンの例	46
図 23	チェンマイ大学傘下の研究機関のプロジェクト実績	47
図 24	ヴァイオス社のタイ事業全体像（現地法人設立後）	50
図 25	製品イメージ	50
図 26	ヴァイオス社製品概要	51
図 27	システムフロー	52
図 28	ヴァイオス社のバイオガスシステム	53
図 29	実証プラント設置予定場所（タマサート大学）	54
表 1	タイの一次エネルギー消費量に対する一次エネルギーの国内生産量と純輸入量 （2014 年）	12
表 2	国家廃棄物管理ロードマップの目標	14
表 3	タイの 3R 国家戦略計画における期間別の実施計画	14
表 4	タイにおける適切処理を行っている稼働中の廃棄物処理施設（2015 年）	15

表 5	タイの再生可能エネルギー政策推移	18
表 6	エネルギー保全普及基金による家畜農家に対するバイオガス発電促進プロジェクトの実施状況	19
表 7	再生可能エネルギーの目標達成率	20
表 8	タイの事業形態	24
表 9	本事業に適応可能な業種	28
表 10	恩典ランク B1 と B2 の比較	29
表 11	タイにおける環境影響調査区分	30
表 12	タイにおける排水基準	30
表 13	本案件におけるターゲット顧客	31
表 14	畜産農家のバイオガスポテンシャル（2011 年）	32
表 15	食品・農産物加工工場のバイオガスポテンシャル（2011 年）	35
表 16	表 15 に基づくバイオガス平均排出量・導入率分析	35
表 17	処理方式別比較表（2011 年）	36
表 18	表 17 に基づくガス発生量、ガスメリット試算	36
表 19	タイの主要な小売業者・市場	37
表 20	各地方公共団体の廃棄物排出量（2015 年）	40
表 21	バイオマス発電の方法	45
表 22	ヴァイオス社と現地普及技術（カバードラグーン方式）との製品比較	47
表 23	想定されるサプライヤー	48
表 24	裨益対象者	63
表 25	定量的裨益効果	64
表 26	連携可能な廃棄物分野の ODA 事業	66

要約

第1章 事業概要

提案製品はメタン発酵技術を活用したガスホルダー一体型の発酵槽で日量 0.5t（拡張により能力増は可能）の処理が可能なバイオガス発電システムである。

事業の流れとしては、日本国内でヴァイオス社が部材調達し製品化したシステムを、ヴァイオス社現地法人が輸入し、タイ国内の顧客へ販売する。輸出入手続きに関しては、販売代理店等の支援を仰ぐ予定である。また、ヴァイオス社現地法人及び大阪ガスタイランド社、エルモテック社等販売代理店が販売する際、現地での電気・据付工事はエルモテック社が担当する。

具体的な販売先として、食品残渣を排出する食品・農産物加工工場やデパート・百貨店、地方自治体が挙げられる。

第2章 事業の背景と目的

株式会社ヴァイオスは、1967（昭和 47）年に設立され、当初は浄化槽施工業及び浄化槽維持管理を営んでいたが、2003（平成 25）年からは堆肥化施設を設立し、汚泥のリサイクルへの取り組みを開始した。2007（平成 19）年 7 月には水処理施設（桃山リサイクルセンター）を設立し、一般廃棄物の中間処理業を開始した。また、同社は、2014（平成 26）年からリサイクルシステムの新しい形として排出事業者である顧客の事業場の中（オンサイト）で処理をする方式の実現を目指し、メタン発酵技術を活用した簡易小型のバイオガス発電システムの開発をおこなってきた。

ヴァイオス社の主業である廃棄物リサイクルに関し、国内市場は少子高齢化の影響で縮小が必然的であるため、同社にとって新規市場の開拓・進出は必要不可欠となっており、この開発は、東南アジアへの海外展開を視野に入れている。既に自社にて実機サイズでの実証試験を継続しつつ、実販売もおこなっている。次のフェーズとして、今回開発した装置をオンサイト型システムとして東南アジアで中心地であるタイの有機性廃棄物発生の現場である食品加工場や農業施設への販売・設置を目指す。

第3章 事業対象地域・分野が抱える開発課題の現状

有機性廃棄物の適正処理

タイでは、急増する人口と堅調な工業化に伴う経済成長が大量の廃棄物を発生させている。急速に経済発展を遂げたタイでは、廃棄物処理のためのインフラや規制が整っておらず、その多くが適切な処理が為されないまま廃棄され、健康被害や環境汚染などの社会問題を引き起こしている。タイ全土で 2015 年に発生した非有害一般廃棄物（以下一般廃棄物と呼ぶ）は 2,685 万 t であり、廃棄物全体の 41.4% を占めている。しかしながら、増加する廃棄物を処理するシステムや施設が整っていないため、一般廃棄物の多くが不適切に廃棄されている。

これら不適正処理が多い一因として、一般廃棄物の収集サービスが行き届いていないことが挙げられる。一般廃棄物の処理は地方自治体が担っているが、実際に一般廃棄物の収集サービスが行われているのは59%の自治体に留まり、638万t(24%)が収集サービスを受けずに違法投棄の源となっている。

一般廃棄物の内訳を見ると、有機性廃棄物が半分以上を占めている。食品を中心としたこれらの有機性廃棄物は、含水量が高く(85~90%)、高濃度廃棄物であるため、未処理のまま廃棄されると、異臭を放ち、自然の分解速度が追いつかずに、土壤汚染や、地下への浸透や川への流れ込みにより地下水や河川を汚染する。また、野積みになると内部に空気が通らずに嫌気性条件となって嫌気性発酵が起こり、CO₂の25倍の温室効果を有するメタン(CH₄)を発生させ、地球温暖化の要因ともなっている。その為、一般廃棄物の処理方法改善が求められている。

上記課題に対し、タイ政府は、廃棄物の適正処理および廃棄物排出量の減量を目指す政策を掲げている。1996年に国家環境委員会が提案して内閣に承認された「国家環境質向上政策・計画(The Enhancement and Conservation of the National Environmental Quality Act)」は1997~2016年を対象期間とし、①一般廃棄物の発生量を1人1日1.0kg以下とすること、②バンコクと全国の市(Municipality¹)における一般廃棄物のリサイクル率を15%以上とすること、③全国の市における一般廃棄物を全て管理すること、④各県(Province)で衛生的な一般廃棄物管理のマスタープランを策定することを目標としている。2014年には、2016年から2021年を対象とする「国家廃棄物管理ロードマップ(案)」が策定され、2017年4月現在の最新版(2014年7月版)によると、2021年までに「60%以上の生鮮都市廃棄物を適正処理」するとしている。また、オープンダンピングの停止や“Waste to Energy(ゴミからエネルギーを)”を方針としており、廃棄物のエネルギー化への意向も打ち出している。

再生可能エネルギーの利用促進

経済成長に伴い廃棄物量が増加する一方、産業用途のエネルギー消費を中心にエネルギー消費量が拡大し続けている。タイにおける2014年の最終エネルギー消費量は95,878石油換算トン(以下、ktoe)であったが、これは2000年の50,575ktoeの約1.9倍にあたる。2030年にはさらに2011年比で倍増することが予測されている。

このように、タイにおいてエネルギー需要は増加の一途であり、更なる経済発展を遂げていくためにもエネルギーの安定確保が重要である。しかしながら現状は、エネルギー源が偏重しており、他国からの輸入依存が高く、エネルギーの供給が不安定な状況にある。2014年の一次エネルギー消費量205万石油換算バレル/日(以下、KBD)のうち、117万KBDが海外から輸入されたものであり、自給率は43%に留まっている。

上記課題に対し、2015年にタイ政府は、2015年から2036年までを対象とした中期計画

¹ Municipality は地方自治体の一つ。タイの地方行政機構については図19(p.39)にて後述。

を策定し、その中で発電における天然ガスの依存度を減らし、再生可能エネルギーを拡大する方針を掲げている。

エネルギー資源に乏しいタイにとって再生可能エネルギーは、豊富に存在する自然資源を元にエネルギーを創出することができる方法であるため、エネルギー源の多様化およびエネルギー自給率を上げる手段となり、エネルギー安全保障の向上にも貢献する。また、エネルギー省（Ministry of Energy）は再生可能エネルギーを推進する目的として、化石燃料の代替の役割に加え、国際市場での競争力強化、地域レベルでの活用によるグリーンコミュニティ化、地球温暖化を引き起こす二酸化炭素の排出量の抑制による低炭素社会づくりを挙げている。

エネルギー省は 1992 年に、エネルギー保全普及法（Energy Conservation Promotion Act : ENCON）を制定し、家畜農家や食品加工工場などへバイオガス施設の導入支援を行ってきた。一般廃棄物に関しては、タイにおいて廃棄物の分別・リサイクル制度不足や市民の意識不足によりバイオガスの活用が進んでいないと考えられるが、バイオガス化できる食品についてはタイ天然資源環境省やバンコク都が旗振役として食品リサイクルに取り組み始めたところであり、今後の普及が期待される。

第4章 投資環境・事業環境の概要

タイへの外国投資状況

タイでは、2012 年は前年の大規模洪水に対する復旧投資、2013 年は大型の自動車関連投資があり日系企業の投資額が大幅に上昇した。2014 年以降は投資額が一服したものの、依然日本からの直接投資額が一番多い。

事業形態

外国人・外国企業がタイで事業を行う場合、事業形態としては、パートナーシップ、非公開株式会社、公開株式会社、ジョイントベンチャー、外国企業の支店、駐在員事務所の 6 つがある。

法人設立手続き

法人設立にあたっては、商業登記所への登記（駐在員事務所の場合は商務省の外国人事業ライセンスの取得）が必要となる。

また、年間収入が 180 万 THB（約 589 万円）超の事業体は、年間収入が 180 万 THB を超えた日から 30 日以内に付加価値税（Value Added Tax : VAT）の登録をする。なお、業務開始前に、歳入局長官が定める条件に基づき、VAT 登録を申請しておくことも可能である。

税制

法人所得時税率は原則 20%で、法人の課税所得（会計年度中の全収益から控除可能な経費を差し引いて計算する）に対して課される。なお、駐在員事務所は営業活動ができないものの納税義務者となるため、源泉徴収および申告義務がある。

付加価値税率は 7%であるが、2017 年 9 月に 10%へ引き上げられる予定である。なお、付加価値税は、輸入及びタイ国内での生産過程の各段階で付加された価値に適用されるが、輸出には適用されない。

外資規制

タイでは、外資比率が 50%を超える企業を「外国企業」とし、外国人事業法（Foreign Business Act. 1999 年制定、2000 年施行）において、外国企業の指定 43 業種への参入が禁止または規制されている。外国企業（または外国人）の土地取得は原則としてできないが、タイ投資委員会の奨励プロジェクト等一部の企業は土地取得が可能である。

外国投資優遇政策

タイ投資委員会による投資奨励は、業種に基づく基本恩典（Activity-based Incentives）と、メリットによる追加恩典（Merit-based Incentives）に分けられる。基本恩典は、今後タイの国際競争力向上等に必要となる業種（全 263 種）を、重要度に応じて A1～A4、B1～B2 の 6 ランクに分類しており、このランクに応じて、法人税の免税等、恩典内容が定められている。追加恩典は、競争力向上、地方分散、産業地区開発という 3 つの観点から、一定の要件を満たすプロジェクトに対して追加的に免税恩典等が付与される。

ターゲットとする市場の状況

当事業のターゲット市場は下表の通りである。

ターゲット顧客	対象となる有機性廃棄物
農家、農業事業者	農業残渣
畜産農家、畜産事業者	家畜糞尿
食品加工工場	加工残渣、廃液
小売業者（デパート、百貨店等）、食品市場	食品残渣（廃棄商品含む）
地方自治体（一般廃棄物回収）	食品残渣

上記のうち、農家・農業従事者の排出する農業残渣の処理費用はほとんど無料であり、かつヴァイオス社製品のアウトプットとなる液肥・堆肥についても経済的インセンティブが湧きづらいと判断し、本基礎調査を通じてターゲット顧客から外すこととした。

畜産農家、畜産事業者のうち、大・中規模事業者は既にタイ政府の補助金の後押しもあり

バイオガス設備が普及しており、ヴァイオス社がこれから参入する余地は少ない。小規模事業者であればまだ十分な導入数には至っていないが、一般に資金余力がないため、小規模事業者へ販売していく際には製品単価を既に普及している他製品の単価と同等かそれ以下にせねばならず、当面小規模畜産業者を販売ターゲットとするのは難しいと判断した。

食品・農産物加工工場も政府補助金により一部導入が進んでいる。エネルギー省によると、食品・農産物加工のうち大型産業 7 つ（スターチ、ビール、食品、パームオイル、製紙、ゴム、エタノール）のバイオガス導入にかかる投資回収年は、短いもので 2 年を切ることもあるが、概ね 4～8 年の間となっており、投資回収年がこの範囲内で収まるのであれば、ヴァイオス社製品も普及の余地があるものと考えられる。

デパート・百貨店等には通常、廃棄物集積場が設置されているため、臭害対策や衛生保持が訴求ポイントとなることが判明した。また、CSR 面での宣伝効果も期待できる。設備投資の考え方は各社異なるため、今後は本調査でヒアリング実施ができなかった他社への提案も進めたい。

地方自治体は、廃棄物収集サービスが提供できていない地域が全国的に散見されるが、地方自治体によってはコンポスト化をしているところもあり、廃棄物収集サービスの内容は地方公共団体によって差が大きい。また、地方自治体の廃棄物処理部門は一般的に資金が潤沢ではないため、バンコク都のように財政基盤が堅く実行力があるところや、廃棄物処理に熱心な中大規模の地方自治体の方がヴァイオス社製品の提案先として好ましい。

販売チャネル

販売チャネルは、販売ターゲットに直接、あるいは販売代理店を通しての販売となる。現地事務所の段階では、営利活動は行えない（契約当事者になれない）ため、販売は 100% 販売代理店を経由する必要がある。そのため、販売代理店への営業活動または販売代理店と協働で販売ターゲットへ営業活動を行い、販売自体は販売代理店が行うこととなる。

一方、現地法人設立後は、ヴァイオス社現地法人が自ら販売活動を行えるようになるため、従来の販売代理店経由の販売を継続しつつ、ヴァイオス社独自の販売を行う。

販売ターゲットの窓口となるのは、食品・農産物加工工場であれば、経営者や工場責任者、デパート・百貨店であれば設備管理担当部局、地方公共団体であれば公衆衛生・環境担当局が想定される。

競合の状況

現在商業化されている発酵装置は大型のみであり、発酵槽と発電機とを一体化させた簡易小型システムで商業化を実現しているのは日本国内ではヴァイオス社のみである。本装置は海上輸送コンテナに全ての機器を格納しているため、施工・据え付けに係る工事が容易であるばかりでなく、処理能力の向上も発酵槽を格納したコンテナを増設すればよく、「簡易・小型」という面で他社にない優位性をもつ。本製品の処理能力は 500kg/日～であり中

小規模の事業者向けであるが、タイではまだ中小規模のバイオガスシステムの研究が進んでおらず、現時点で競合となるバイオガス製品取扱企業も見つかっていない。

畜産分野を中心に、タイ産国内で広く導入されている既存技術はカバードラグーン (MCL) 方式である。これは、ヴァイオス社製品のように加温・攪拌等のメタン発酵に関する効率化技術を使用せず、単に消化タンク (digester) に覆いを被せ、その中で嫌気性発酵を促進するというシステムである。大規模かつ簡素な機械のため、設置費用は安いという特徴を持つ。

サプライヤーの状況

ヴァイオス社製品は、ノサカテック、大原鉄工所、丸山製作所などのサプライヤーから調達し、組み立てて製品化する。日本でコンテナ内におおよそその機器を設置し終えるため、各機器も日本国内からの調達を想定している。ただし発酵槽については現地生産が可能であるので、今後検討のうえコストダウンを見込む (原価で 2 割、輸送費と関税で 1 割、合計 3 割の削減を目指す)。

既存のインフラ（電気、道路、水道等）や関連設備等の整備状況

電気：ヴァイオス社の製品は、初期駆動や安定稼働のため、外部電源を必要とするが、今後の導入場所が未電化地域であるという可能性はほばない。ただし、停電や瞬断は多く、システム設計上注意を要する。

水道：発生したバイオガスはシステム内のガス給湯器にて燃焼させ、メタン発酵槽の加温に利用するため、ガス給湯器に供給する水源（水道、給水タンクなど）との接続が必要となる。都市部においては、水道の普及率が高いが、郊外の普及率は低いため雨水や地下水を利用していることが多いが、本システムにおいては飲用に供しない限り水質は影響を及ぼさないことから、特段問題とならない。

道路：ヴァイオス社製品は 20 フィートコンテナを用いるため、同サイズのコンテナが輸送可能な道路幅が必要である。タイの道路インフラは周辺諸国に比べても整備が進んでおり、機器導入前に輸送経路の確認は必要であるが、現時点で道路インフラが原因で輸送困難となり得る特定地域は見つかっていない。

社会・文化的側面

分別回収の未確立：タイでは、まだ一般廃棄物を分別して回収する制度が確立されておらず、食品残渣やプラスチック、金属などがまとめて排出されているのがほとんどである。そのため、一般廃棄物の中でも有機物のみを対象とする本システムの場合、①回収過程で分別を徹底させるか、②発酵槽投入前に分別機を設置するか二つの対応策が必要となる。

オペレーションに係る技術移転の必要性：タイでは焼却炉がオペレーションの技術力不足で稼働していないケースが散見されるが、ヴァイオス社製品は自動制御可能なため、基本的にオン・オフのスイッチ操作がほとんどであり、オペレーションに際して特殊な専門知識

を要することはないため、現地で受け入れやすいと考える。

臭気に対する抵抗：現地調査において廃棄物処理場の新規建設が臭気問題や健康被害への懸念から進まないという問題が確認された。生物化学的ガス化方式は、下水汚泥や家畜の糞尿、生ごみを発酵させる段階で臭気を伴うが、ヴァイオス社製品は発酵槽が塞がれ臭気が周囲に漏れづらい設計となっており、製品導入時に周辺住民から反対を受けるという可能性は低いと考える。

第5章 事業戦略

事業の全体像

日本国内でヴァイオス社が部材調達し製品化したシステムを、ヴァイオス社現地法人が輸入し、タイ国内の販売代理店（大阪ガスタイランド社及びエルモテック社）へ販売するか、自社で直接販売する（ヴァイオス社現地法人設立までは、まず現地事務所を開設する。その場合、現地事務所は販売行為を行えないため、販売代理店を通じての販売のみとなる）。輸出入手続きに関しては、販売代理店等の支援を仰ぐ予定である。また、ヴァイオス社現地法人及び販売代理店が販売する際、現地での電気・据付工事は販売代理店でもあるエルモテック社が担当する。

提供しようとしている製品・サービス

本製品の基本スペックは下図の通り。ただし、記載価格は日本での販売価格であり、発電機を含まない。

製品ラインアップ


MFS-M


MFS-H


MFS-H+

	MFS-M	MFS-H	MFS-H+
	中温（ガスホルダー一体）	高温	同左（発酵槽追加）
価格（税抜）	2200万円～	2400万円～	3200万円～
発酵槽容量（ m^3 ）	10	15	30
滞留日数（HRT）	30	10	10
適用pH	6.7～8.0	6.7～7.6	同左
適用温度（ $^{\circ}C$ ）	38～40	55	同左
処理量 t/日	0.5	1.5	3

製品の特徴としては、①納品・輸送が容易、②発生するバイオガスを他用途に活用可能、

③液肥や熱の利用が可能、という点が挙げられる。

また、提携メンテナンス事業者によるメンテナンスやアフターサービスも提供する予定である。ヴァイオス社は事業範囲の中に排水処理のメンテナンス部門を有す一方で、大規模な自社プラントを自ら運転・維持管理しており、メンテナンスやアフターサービスについても本業に含まれていることから、このノウハウを提携事業者と共有する。

事業化に向けたシナリオ

事業化に向けたステップとして、まず現地に実証プラントを導入し、現地での導入実績を作る。本調査内でも、タイ側へのヒアリングにおいてタイ国内での導入実績がないことがウィークポイントとなっており、まずは現地の実証プラントにおいてシステムの有効性を証明するとともに、視察を受け入れられるモデルプラントとする計画である。

実証プラントの導入と並行して現地事務所を設置し、ワークショップと提案営業を経て、現地法人を設立する（現地企業との合弁会社）。進出当初は単体事業では赤字を見込むものの、今日まで本事業には 1 億円に及ぶ開発投資をおこなってきており、今後も既存事業にて吸収できる見込みである（自己資金にて対応予定）。

事業目標の設定

ヴァイオス社は、海外事業全体で売上 3 億円を目標として設定している。これは、タイのみでなく他国展開も含めてであるが、タイ単体でも事業開始 5 年目には 3 億円を超えるよう販売計画を設定している。

事業対象地の概要

タイは 6,700 万人の人口を有し、東南アジアの中心国である。まずは同国から事業展開をはじめ、軌道に乗った後これら周辺諸国への展開も想定しており、立地の良さが選定理由の一つとなっている。

加えて、日系企業が多く進出する同国では我が国の自動車・電機産業の東南アジアのハブとして、生産技術やメンテナンス技術に優れた技術者を多く抱えており、また原材料の入手インフラも構築されている。

法人形態と現地パートナー企業の概要

設立する現地法人（2018 年頃設立予定）は、ヴァイオス社（日本）と現地パートナー（エルモテック社）の共同出資を想定している。資本金額 2,000 万円程度（うち、49%をヴァイオス社が出資）、当初事業資金としてヴァイオス社より 3,000 万円の貸付を想定している。

許認可関係

事業開始にあたり必要と思われる許認可は特にない。

リスク分析

当事業で想定されるリスク、①資材費、人件費、輸送費、通関費などの高騰によるコストオーバーラン、②船便・現地労働者確保に起因する納期、工期の遅れ、③廃棄物収集の際の異臭の発生等の環境リスク、④発泡、夾雑物（土砂、強繊維等）の混入による故障などの運転リスク、⑤設置場所である現地の前処理・後処理施設の不調、もしくは排水、汚泥成分の化学的变化や急激な負荷変動である。

上記のリスクは、設置する国・場所のいかに拘らずバイオガス施設の設置・運転に於いては、我が国でも通常起こり得るコンテンジェンシーであり、計画管理の徹底に並びに予備機器の装備、個別の機器ごとのエルモテックの斡旋するベンダーとのメンテナンス契約の締結によってカバーする。

第6章 事業計画

事業計画策定については、製品コンポーネントとして、1 セット日量 4.5t の処理量となるよう発酵槽を3台（本体で処理可能な上限数）とした。オプションは購入者側の状況に応じて組み入れることができ、オプションもすべて含めた製品価格は工事費含め 9,000 万円程度となる。

IRR は5年間はマイナスとなってしまうが、7年間で 25.8%となる。単年度黒字化は4年期を見込んでおり、累積赤字解消時期（投資回収）は5年である。

第7章 本事業を通じ期待される開発効果

当事業が実施された場合、開発効果としては、①有機性廃棄物の適正処理促進と、②再生可能エネルギー（バイオガス）の利用促進が挙げられる。

2018 年から現地事業を本格稼働する予定であるため、当年以降に開発効果が期待できる。持続性については、提案製品の耐用年数が15年であることから1件につき15年の持続性が期待できる。

裨益対象者は製品購入者及び周辺住民である。裨益エリアは製品販売先周辺となるが、販売先についてはタイ国内で限定しておらず、タイ全国が対象となる。裨益効果は、「開発効果①有機性廃棄物の適正処理促進」に関しては、適正処理された有機性廃棄物量となる。販売計画においては、現地販売モデルとして1セット日量 4.5t を前提としているため、年間最大 1,642.5t の処理が可能となる。「開発効果②再生可能エネルギーの利用促進」に関しては、1セットで 900 m³/日（328,500 m³/年）のバイオガスが生産可能であり、それをそのまま燃料代替するか、発電機によって電力とすることができる。最大発電量は、75kWh のため、一日当たり 1,800kWh、年間で 657,000kWh の発電が可能となる。

第8章 現地 ODA 事業と連携可能性 連携事業の必要性

当事業の中でも、特に地方自治体を販売先とする場合、B to G のビジネスとなり、公共性を帯びる。廃棄物回収は各地方自治体が担っているが、バンコク都の場合、各家庭や事業者から回収された廃棄物が中間処理場を経て、民間の最終埋立処分場に送られている。中間処理場に提案製品を導入し、中間処理場の段階で有機性廃棄物を処理することで、最終処分量（埋立量）を減らすことができる。ただし、提案製品に有機性廃棄物以外のものが混入してしまうと発酵効率が下がると共に機械故障の原因にもなる。

そのため、導入先の自治体において廃棄物の回収管理手法が確立されていたり、分別意識が根付いていたり廃棄物処理に関する意識が高い方がヴァイオス社製品を導入しやすく、廃棄物の分別回収体制構築や分別意識向上に関する ODA 事業との連携が求められる。

連携事業の内容と期待される効果

これまでに廃棄物分野において行われた ODA 事業のうち、下記事業は廃棄物の堆肥化促進のためのプロジェクトである。下記プロジェクト対象地域にヴァイオス社製品を導入することで、ヴァイオス社にとっては堆肥化意識が根付きゴミの分別が比較的なされている地域への製品導入が図れ、既存 ODA 事業にとっては、ヴァイオス社製品導入によって廃棄物処理から再生可能エネルギーが使用できるようになるためさらなる堆肥化促進につながると考えられる。

基礎調査 タイ国 小型メタン発酵システムによる有機性廃棄物の 肥料化・発電にかかる基礎調査

企業・サイト概要

- 提 案 企 業：株式会社ヴァイオス
- 代表企業所在地：和歌山県和歌山市
- サイト：タイ・バンコク周辺、チェンマイ県、スラタニ県



タイ国の開発課題

- 経済発展に伴い、廃棄物発生量が増加しているが、適正な処理がなされていない。
- エネルギー資源の国外依存度低減や化石燃料依存脱却に向け再生可能エネルギーの利用が求められている。

中小企業の製品・技術

- コンテナに収まる小型タイプのメタン発酵システム。
- 廃棄物発生場所に設置し、オンサイトにて処理が可能。
- メタン発酵により抽出されたエネルギーは熱や電気として利用。消化液は肥料として農業に還元。

日本の中小企業の事業戦略

- 食品加工工場や農業施設、畜産施設等の有機性で且つ通常の処理方法では無害化するのが困難な廃棄物を排出する事業者に対して、処理コストの低減と抽出したエネルギーを熱・電気として自己利用や周辺施設での利用を提案する。コンテナ収納型である為、現地での設置作業も容易である。

中小企業の事業展開を通じて期待される開発効果

- 有機性廃棄物の適正処理技術の普及。また、副次的効果として水質汚染・土壌汚染の低減、有機性排気物の放置により発生する温室効果の高いメタンの抑制による地球温暖化防止が期待される。
- 対象国で普及が進んでいらない再生可能エネルギー（バイオガス発電）の導入促進。

はじめに

1. 調査名

- タイ国 小型メタン発酵システムによる有機性廃棄物の肥料化・発電にかかる基礎調査
- Survey on Business of Generating Electricity and Manufacturing Fertilizer from Organic Waste by the Compact Methane, Kingdom of Thailand (SME Partnership Promotion)

2. 調査の背景

タイでは海外投資を積極的に受け入れてきた背景と、東南アジアの中心に位置する立地条件に恵まれ、工業化が経済成長を支えている。他方、工業化とそれに伴う都市化により大量の廃棄物が発生し、異臭や水質汚染、土壌汚染といった環境問題を引き起こしていることから、廃棄物の適正処理と再資源化が課題となっている。更に、化石燃料の埋蔵が乏しくエネルギー資源の輸入国となっており、エネルギーの多元化をすすめ、環境性能だけでなく経済性に於いても競争力を有する再生可能なエネルギー源の確保が求められている。

受注者の提案製品は、有機性廃棄物を処理し有機性廃棄物のたい肥・液肥化を行うと同時に、メタン発酵により抽出したエネルギーは熱や電気として活用できるオンサイト型廃棄物処理システムである。食品加工工場や農業施設等に設置することにより、有機性廃棄物処理を負担している企業の経営コストを低減するだけでなく、環境汚染防止や温室効果ガス削減、再生可能エネルギー促進を可能にし、上記課題解決への貢献が期待される。

本調査は、有機性廃棄物に関連する当該国の現状及び課題、更には、提案製品・技術の導入による廃棄物の処理コストや発電・熱利用時のコスト削減効果などについて基礎情報を収集し、提案製品・技術の導入による開発課題解決の可能性及び ODA 事業との連携可能性を含めたビジネス展開計画を策定することを目的とする。

3. 調査の目的

提案製品・技術の導入による開発課題解決の可能性及び ODA 事業との連携可能性の検討に必要な基礎情報の収集を通じて、ビジネス展開計画が策定される。

4. 調査対象国・地域

バンコク近郊、チェンマイ県、スラタニ県

5. 団員リスト

氏名	担当業務	所属
吉村 英樹	調査団代表／要員・人材育成計画	株式会社ヴァイオス
村岡 英樹	業務主任者／事業計画策定	株式会社ヴァイオス
森光 俊仁	設計／施工管理・輸出入管理	株式会社ヴァイオス
御前 明郎	競合分析	株式会社ヴァイオス
野阪 浩	発電担当 設計／製品提案	株式会社ヴァイオス（補強： 株式会社ノサカテック）
有岡 義洋	チーフアドバイザー／現地コーディネーター／現地政府折衝補助	株式会社ジームス・アソシエイツ
Theparit Parittotok	現地法規調査／現地コーディネーター補助（2016.11）	株式会社ジームス・アソシエイツ
Boonroj Autsavapanakit	現地法規調査／現地コーディネーター補助（2016.12～）	株式会社ジームス・アソシエイツ
榊原 恵	投資環境調査、開発効果	マイクライメイトジャパン株式会社
渡久山 舞	再エネ普及政策、他 ODA 案件との連携調査	マイクライメイトジャパン株式会社

6. 現地調査工程

第一回現地調査（2016年11月20日～28日）

訪問先	調査内容
Wongpanit Recycle Co., Ltd.	製品導入候補先ヒアリング
Tachi Municipality Office（スラタニ県）	製品導入候補先ヒアリング
Chulalongkorn University	既存（競合）技術ヒアリング
Chiang Mai University Energy Research and Development Institute (ERDI-CMU)	既存（競合）技術ヒアリング
Thammasat University	現地実証候補地視察
National Science and Technology Development Agency (NSTDA)	現地実証パートナー候補面談
Elmo Tech Co., Ltd.	現地事業パートナー候補面談
在タイ日本国大使館	案件説明及び現地情報ヒアリング
JICA タイ事務所	案件説明及び現地情報ヒアリング
JETRO バンコク事務所	案件説明及び現地情報ヒアリング

第二回現地調査（2017年1月16日～20日）

訪問先	調査内容
天然資源環境省公害管理局	現地政策ヒアリング（一般廃棄物処理関連）
エネルギー省再生可能エネルギー開発・省エネルギー局	現地政策ヒアリング（再生可能エネルギー関連）
バンコク都環境局	現地政策ヒアリング、製品導入候補先ヒアリング
Leamthong Corporation	競合技術視察（養豚場、バイオガスプラント）
Thai Agro Exchange Co., Ltd. （Talad Thai 運営会社）	製品導入候補先ヒアリング（青果を含む大規模マーケット）
バンコク東急百貨店	製品導入候補先ヒアリング（デパート）
Osaka Gas (Thailand) Co., Ltd.	現地事業パートナー候補面談
JICA タイ事務所	現地情報ヒアリング

第三回現地調査（2017年3月29日～4月5日）

訪問先	調査内容
Thammasorn Co., Ltd.	ビジネス連携可能性検討
Elmo Tech Co., Ltd.	現地事業パートナー候補面談
Osaka Gas (Thailand) Co., Ltd.	現地事業パートナー候補面談
Chiang Mai University Energy Research and Development Institute (ERDI-CMU)	現地実証に向けた協議
Thammasat University	現地実証に向けた協議
National Science and Technology Development Agency (NSTDA)	現地実証に向けた協議
Mahboonkruong Center (MBK)	製品導入候補先ヒアリング（デパート）
バンコク都環境局	製品導入候補先ヒアリング
タイ投資委員会（BOI）	投資優遇政策ヒアリング
在タイ日本国大使館	案件説明及び現地情報ヒアリング
JICA タイ事務所	案件説明及び現地情報ヒアリング
JETRO バンコク事務所	BOI 諸条件ヒアリング

第1章 事業概要

提案製品はメタン発酵技術を活用したガスホルダー一体型の発酵槽で日量 0.5t（拡張により能力増は可能）の処理が可能なバイオガス発電システムである。

タイでは有機性廃棄物の適正処理の不十分さから水質汚染や土壌汚染、ごみ処分場周辺住民への健康被害などが起こっており、処理方法の改善が求められている。また、経済成長と人口増加に伴い増大するエネルギー使用量に対し、エネルギー安全保障上の観点から自国内で生産可能な再生可能エネルギーの利用促進も求められている。

これら課題の改善に提案製品が活用できる。具体的には、有機性廃棄物のメタン発酵によってバイオガスを作り、そのガスを用いて発電するというのが提案製品を用いて可能となる。

事業の流れとしては、日本国内でヴァイオス社が部材調達し製品化したシステムを、ヴァイオス社現地法人が輸入し、現地法人または現地販売代理店がタイ国内の顧客へ販売する（現地法人設立までは、現地事務所を開設し、現地販売は現地販売代理店を経由しての販売のみとなる）。輸出入手続きに関しては、販売代理店等の支援を仰ぐ予定である。また、ヴァイオス社現地法人及び大阪ガスタイランド社、エルモテック社等販売代理店が販売する際、現地での電気・据付工事はエルモテック社が担当する。

販売先については、本製品を導入するメリットとして、①廃棄物処理に係るコストの削減、②堆肥化設備のアップグレード、③周辺住民への異臭・汚染などに対するクレーム対応、④廃棄物処理に関する政府の規制対応があり、これらに関して現状より導入することによるメリットが大きい企業・地方興行団体が顧客になりうると言える。特に①コストの削減になるかどうか導入において重要な要素となるが、①に関して現状は、処理の外部委託、廃棄代の支払いによる回収、自前での処理、の主に3種の処理方法が考えられ、処理費用の負担の多い企業・地方公共団体がより導入のメリットを感じやすい。

具体的な販売先として、有機性廃棄物を排出する①農家・農業従事者、②畜産農家・畜産事業者、③食品・農産物加工工場、④小売業者（デパート・百貨店等）や食品市場、⑤地方自治体（一般廃棄物回収）が挙げられるが、本調査を通じて①農家・農業従事者は農業残渣処理の処理費用がほとんどかかっておらず提案製品を導入するインセンティブがわきづらく、また②畜産農家・畜産事業者はすでに政府支援により普及が進んでいるため導入の余地があまりないことが判明した。よって、現時点では、食品残渣を排出する③食品・農産物加工工場や④小売業者（デパート・スーパーマーケット）や食品市場、一般廃棄物の収集・処理主体である⑤地方自治体が挙げられる。

第2章 事業の背景と目的

2-1. 自社の既存事業の概要

株式会社ヴァイオス（以下、ヴァイオス社）は、1967（昭和 47）年に設立され、当初は浄化槽施工業及び浄化槽維持管理を営んでいたが、2003（平成 25）年からは堆肥化施設を設立し、汚泥のリサイクルへの取り組みを開始した。2007（平成 19）年 2 月にロンドン条約 1996 年の議定書²による廃棄物処理法の改正で、それまで主に海洋投棄されてきた下水汚泥を全量陸上処分する必要性が生じたのを契機に、同年 7 月に水処理施設（桃山リサイクルセンター：図 1）を設立し、一般廃棄物の中間処理業を開始した。全国のし尿処理施設から排出される基幹整備や定期清掃時に発生する「沈砂汚泥」という処理困難物を、安価な処理料金で受け入れリサイクルしており、これは民間業者として日本初の取り組みであった。現在は、桃山リサイクルセンター（和歌山県紀の川市）において、し尿・浄化槽汚泥や有機性汚泥を中心に年間 15,000t を処理している。



図 1 桃山リサイクルセンター（外観）

2-2. 当事業を発案・検討した背景・経緯

ヴァイオス社では、2014（平成 26）年からリサイクルシステムの新しい形として排出事業者である顧客の事業場の中（オンサイト）で有機性廃棄物を処理する方式の実現を目指し、メタン発酵技術を活用した簡易小型のバイオガス発電システムの開発をおこなってきた。

メタン発酵技術への取り組みを始めた背景としては、①国内のメタン発酵技術を取り巻く環境の隆盛（外的要因）と、②ヴァイオス社の事業経験・保有技術の強み（内的要因）が挙げられる。

① 国内のメタン発酵技術を取り巻く環境の隆盛（外的要因）

日本では 2012（平成 24）年 7 月から開始された再生可能エネルギー固定価格買取制度（以降 FIT 制度）において、バイオマス由来のメタンガス発電の買取価格が 20 年に渡り 39 円/kWh（税抜）と優遇されている。そのため、メタン発酵技術を活用した有機性廃棄物処理技術が注目されてきた。メタン発酵技術とは、嫌気性の条件において活動するメタン生成細菌の代謝作用を利用し、廃棄物中の有機物を CH_4 と CO_2 まで分解する技術である。分解された CH_4 と CO_2 をバイオガスと呼び、これらを燃料として発電を行う。バイオガス発電は化石燃料をほとんど使用せず、カーボンニュートラルな有機物をエネルギー原料として利用する点で、地球温暖化防止の観点に寄与する技術である。

² 環境省. ロンドン条約及びロンドン条約 96 年議定書の概要. <http://www.env.go.jp/info/iken/h151201a/a-2-s1.pdf>

しかし、我が国のメタン発酵技術の歴史は古いものの、先行する欧米の技術移転を受けた国内メーカーによる試行錯誤の期間が長く続き、我が国発のメタン発酵技術による市場形成は未だ途上の段階にある。したがって、有機性廃棄物の性状や季節間の温度差などの各種変動要因に対して、機器の選定は未だ最適化できておらず、ましてや今回提案する簡易小型バイオガス発電システムを商業化している日本企業は存在しない。

ヴァイオス社は前処理としての破碎装置や発酵槽の攪拌機、ガスホルダーやガス発電機といったハードの設備をメーカーに代わって開発するのではなく、各メーカーの進んだ技術を個々に活かすために最適化を実現し、様々な用途で活用可能なバイオガス発電モデルを確立し、国内外への展開をおこないたいと考えてきた。

② ヴァイオス社の事業経験・保有技術の強み（内的要因）

ヴァイオス社は一定規模以上で事業をおこなう我が国で唯一の民設民営のし尿処理施設として地方自治体よりし尿・浄化槽汚泥や下水汚泥、その他に各種工業廃水汚泥や食品加工業者から油泥ほか食品加工廃棄物の処理を請負っており、各種性状を異にする有機性廃棄物を混合処理している。このことは地方自治体やプラントメーカーとは異なる点であり、一般廃棄物・産業廃棄物の垣根を越えた各種バイオマス資源を取り扱う中で、廃棄物系バイオマスに精通している故に事業が成立していると言える。

また、かねてから自社の処理工程にメタン発酵技術を導入することで、処理する廃棄物を希釈せずに排水処理にかかる汚濁負荷量を低減させることができるという点も同社の特長である。さらに、メタン発酵技術の最大の特徴である処理工程の副産物として可燃性のバイオガスを利用し発電することで装置の稼働に必要な電力を賄える。発電時の排熱を発酵槽の加熱に利用することで、メタン発酵にかかる設備のランニングコストをほとんど掛けずに稼働させることができると確信するに至り、メタン発酵技術の自社設備への導入を目指し研究開発をおこなってきた。

2-3. 当事業の目的と必要性

ヴァイオス社の主業である廃棄物リサイクルに関し、国内市場は少子高齢化の影響で縮小が必然的であり、同社にとって新規市場の開拓・進出は必要不可欠となっている。この開発は、東南アジアへの海外展開を視野に入れ、海上輸送コンテナ 2 台に全てのシステムを格納したガスホルダー一体型の発酵槽とバイオガス供給・発電システムとした。既に自社にて実機サイズでの実証試験を継続しつつ、実販売もおこなっている。次のフェーズとして、今回開発した装置をオンサイト型システムとして東南アジアで中心地であるタイの有機性廃棄物発生の現場である食品加工場や農業施設への販売・設置を目指す。

2-4. 当事業における本調査の位置づけと調査の実施概要

ヴァイオス社はこれまで、和歌山県中小企業団体中央会の斡旋で、東南アジア各地への視

察に赴く一方、タマサート大学での共同研究の関係を活かして、本 JICA 事業への応募を発意、平成 25 年から現地事務所訪問や JICA・JETRO・中小機構の国内セミナーにも多数参加し、タイ国内の現地視察も複数回実施している。また本提案製品技術（小型メタン発酵システム）に関する展示会（Thai Water）出展を平成 27 年 6 月にタイ・バンコク市にておこない、事業 PR をおこなっている。

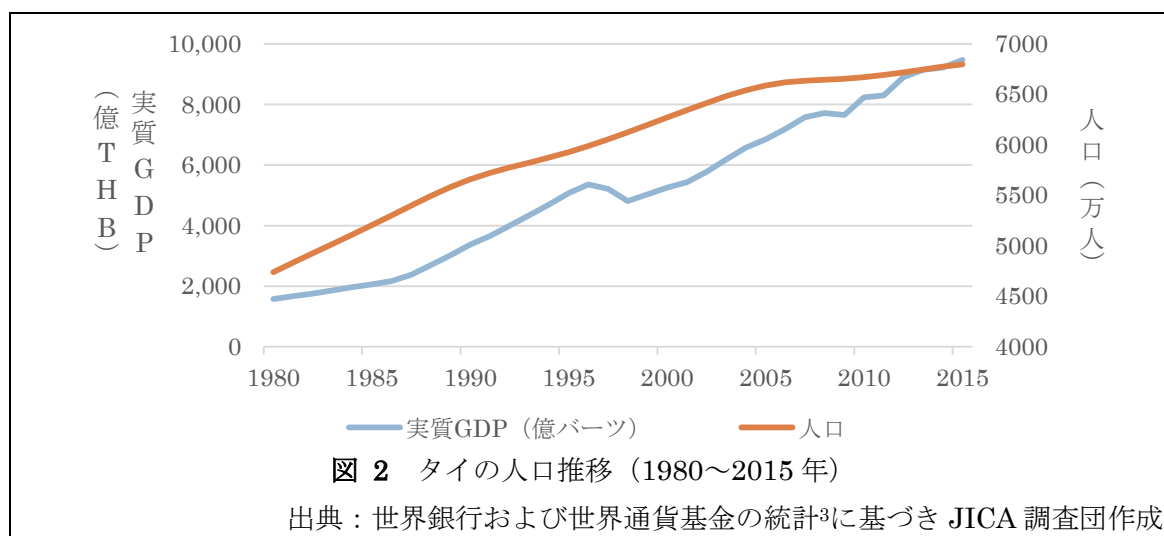
ヴァイオス社は既にタイへの進出を決定しており、本調査を通じて、マーケット規模の把握やビジネスモデルの検討を行い、今後のビジネス展開計画を具体化させる。その後は、客先への提案設計をおこないつつ、現地法人の新設を含めた進出準備を行う予定である。

第3章 事業対象地域・分野が抱える開発課題の現状

3-1. 開発課題の概要

3-1-1. 有機性廃棄物の適正処理

タイでは、急増する人口と堅調な工業化に伴う経済成長（図2）が大量の廃棄物を発生させている。急速に経済発展を遂げたタイでは、廃棄物処理のためのインフラや規制が整っておらず、その多くが適切な処理が為されないまま廃棄され、健康被害や環境汚染などの社会問題を引き起こしている。



タイにおける廃棄物は、工場など事業者から排出される産業廃棄物（Industrial Waste）、医療廃棄物などの感染性廃棄物（Infectious Waste）、それ以外の家庭ごみを中心とした一般廃棄物（Municipal Solid Waste）の3つに大別される（図3）。産業廃棄物と一般廃棄物はそれぞれ有害廃棄物と非有害廃棄物に分類されるが、有害廃棄物は産業廃棄物のうちの7.5%、一般廃棄物のうちの2%であり、両者ともに非有害性廃棄物が大半を占める。

タイ全土で2015年に発生した非有害一般廃棄物（以下一般廃棄物と呼ぶ）は2,685万tであり、廃棄物全体の41.4%を占めている。工業化に伴い、産業廃棄物の排出量が増大しているものの、依然一般廃棄物が全体の4割と高い割合を占めている⁴。また、2015年の一般廃棄物の排出量は、2008年比12%増の

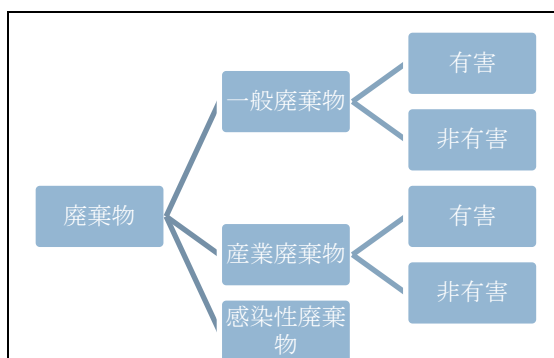


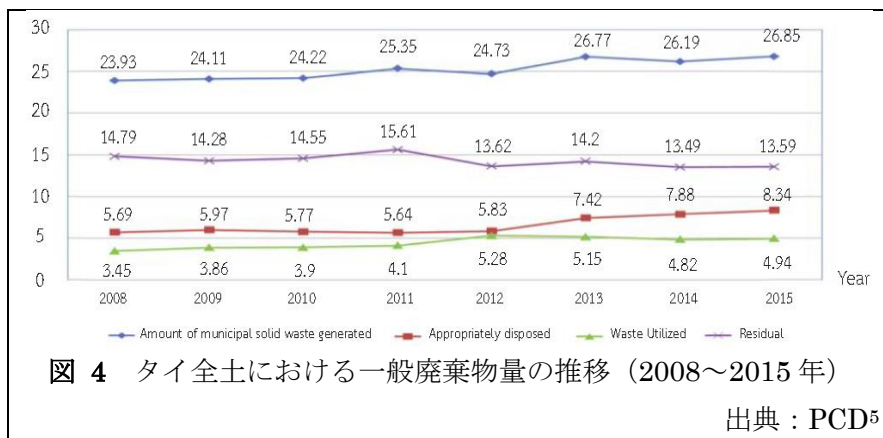
図3 タイにおける廃棄物の区分

出典：JICA 調査団作成

³ 世界銀行 <http://data.worldbank.org/indicator/> 世界通貨基金 <http://www.imf.org/external/>

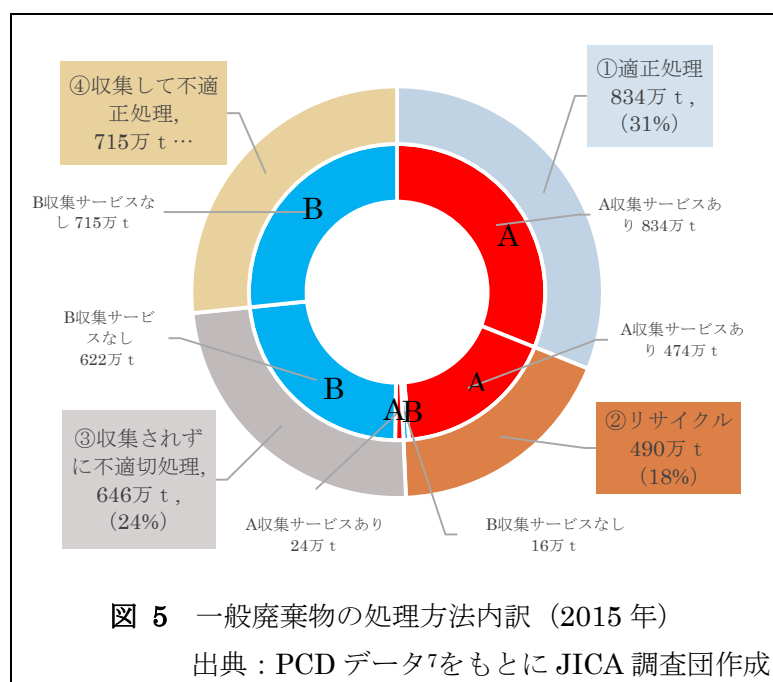
⁴ Pollution Control Development. Thailand State of Pollution Report 2015. p.6

2,685 万 t となっており、年ごとに若干の変動があるものの絶対量は増加傾向にある（図 4）。2015 年のタイにおける一人当たりの一般廃棄物の排出量は 1.13kg/日⁵であり、2014 年度の日本の 0.947kg/日⁶よりも多い。地域別にみると、首都バンコクの排出量（11,500t/日）が最も多く、全国の廃棄物排出量の 16%を占めており、次いでチョン



ブリ県、ナコンラチャシマ県、サムトプラカン県、コンケン県となっている⁵。しかしながら、増加する廃棄物を処理するシステムや施設が整っていないため、一般廃棄物の多くが不適切に廃棄されている。2015年に発生したタイ全国における一般廃棄物 2,685 万 t のうち、適正に処理されたのはわずか 834 万 t（全体の 31%）、回収されずに再利用されたもの、堆肥利用も含め何等かのリサイクルが行われたものが 490 万 t（同 18%）であり、残りの 1,361t（同 51%）は適正処理を経ずに廃棄（野焼、違法投棄、オープンダンピング等）されている。

これら不適切廃棄が多い一因として、一般廃棄物の収集サービスが行き届いていないことが挙げられる。一般廃棄物の処理は地方自治体が担っているが、実際に一般廃棄物の収集サービスが行われているのは 59%の自治体に留まり（図 5：A 合計値）、638 万 t（24%）が収集サービスを受けずに



違法投棄の源となっている（図 5：②B+③B）。また、収集サービスを提供している自治体であっても、24 万 t 分が収集されていない（図 5：③A）。さらに、収集されたにもかかわ

⁵ PCD. 2015 年. Thailand State of Pollution Report 2015. p.74

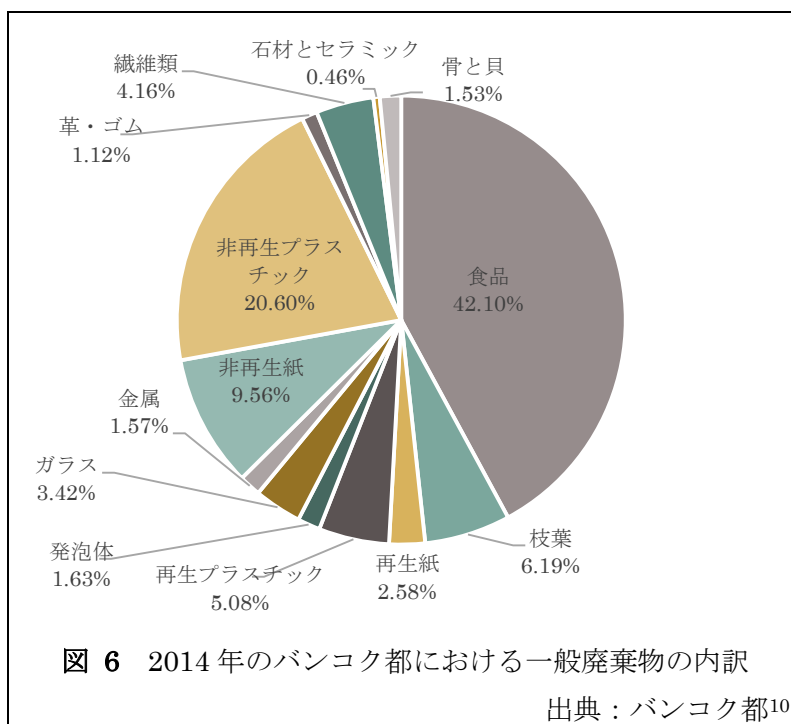
⁶ 環境省. 2016 年. 日本の廃棄物処理平成 26 年度版. p.2

⁷ PCD. 2015 年. Thailand State of Pollution Report 2015. p.75

らず不適切な方法で処理されているものが一般廃棄物全体の 27%を占めている（図 5）。

収集システムの未整備に加え、処理場が不足しているという問題もある。タイの最終処分場の残余年数は 2010 年時点で 20～25 年と推計⁸されており、既存の処理場では将来的に対応できなくなる。現状でも既に処理場には適切に処理できない量の廃棄物があふれ、全国では 1,046 万 t もの残留廃棄物が存在する。このため、処理場の増設が必要とされているが、埋立処理場や焼却炉の建設に対して、近隣住民の合意形成が困難で、新規建設が進みにくい状況にある。住民が反対する理由としては、異臭に加え、焼却によるダイオキシンなどの有害物質の発生による健康被害への懸念がある。2015 年には 12 箇所の埋立地で火災が発生しており、それによって化学煙が発生し喉の傷みや目のかゆみなどの健康被害の訴えが報告されている⁹。また、処分場建設には広い土地が必要であるため、住民の移転が伴うケースや土地価格の高騰により、用地の確保は容易でない。

一般廃棄物の内訳を見ると、有機性廃棄物が半分以上を占めている。2014 年のバンコク都における一般廃棄物の内訳は、食品が 42.1%と最大で、枝葉、草、骨・貝などの有機性廃棄物の合計で 53.2%であった（図 6）。食品を中心としたこれらの有機性廃棄物は、含水量が高く（85～90%）、高濃度廃棄物であるため、未処理のまま廃棄されると、異臭を放ち、自然の分解速度が追いつかずに、土壌汚染や、地下への浸透や川への流れ込みにより地下水や河川を汚染する。また、野積みにすると内部に空気が通らずに嫌気性条件となって嫌気性発酵が起こり、CO₂ の 25 倍の温室効果を有するメタン（CH₄）を発生させ、地球温暖化の要因ともなっている。その為、一般廃棄物の処理方法改善が求められている。



3-1-2. 再生可能エネルギーの利用促進

タイでは堅調な経済成長に伴い、産業用途のエネルギー消費を中心にエネルギー消費量

⁸ 副島功寛. 2011 年. タイの廃棄物処理の新たな潮流と日本企業の参入方策

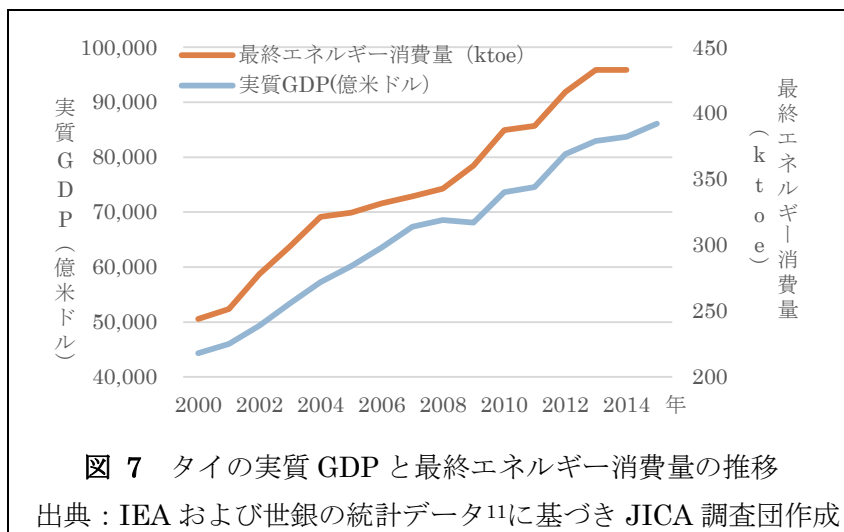
⁹ PCD. 2015 年. Thailand State of Pollution Report 2015. p.100

¹⁰ バンコク都環境局. Food waste Management in Bangkok, Thailand.

<http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/gaimubu/output/pdf/kensyushigen/1501-10-shigen-e.pdf>

が拡大し続けている（図 7）。

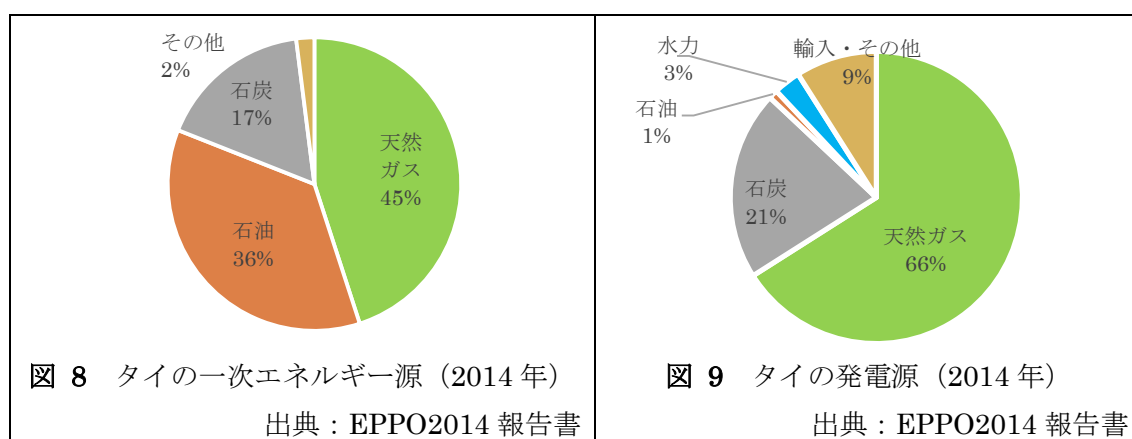
タイの経済状況は、2009 年はリーマンショックの影響を受けて一時的に衰退したものの、長期的には経済成長を続けている。2015 年の実質総生産（GDP）は 2000 年比で 1.8 倍まで増加し、2036 年まで毎年平均 3.94% 成長すると予測されている¹²。経済



成長を牽引している工業化の進展に伴い、エネルギー消費量も同時に増大している。タイにおける 2014 年の最終エネルギー消費量は 95,878 石油換算トン（以下、ktoe）であったが、これは 2000 年の 50,575ktoe の約 1.9 倍にあたる¹³。2030 年にはさらに 2011 年比で倍増することが予測されている。

このように、タイにおいてエネルギー需要は増加の一途であり、更なる経済発展を遂げていくためにもエネルギーの安定確保が重要である。しかしながら現状は、エネルギー源が偏重しており、他国からの輸入依存が高く、エネルギーの供給が不安定な状況にある。

タイにおける一次エネルギー消費量のうち、46%を天然ガス、36%を石油が占めており、この二つで約 8 割にのぼる（図 8）。電力に占める割合では、天然ガスが 66%と大半を占め、2 番目に 21%の石炭が続く（図 9）。



¹¹ IEA, <http://www.iea.org/> 世界通貨基金 <http://www.imf.org/>

¹² Ministry of Energy. 2015 年. Thailand Power Development Plan 2015-2036. p.2

¹³ Ministry of Energy. Thailand. 2011 年. 20-Year Energy Efficiency Development Plan (2011 - 2030) p.3

このように、エネルギー源が天然ガスを中心とした化石燃料に偏っている¹⁴のは、タイにおいて天然ガスが主要な埋蔵資源であり、天然ガスの資源開発を進めることでエネルギー源を確保してきたためである。

しかし、拡大するエネルギー需要に伴い、天然ガスや石油の生産量は増加してきた一方で、その生産量に見合う量の新規埋蔵の発見には至っておらず、現在の残存埋蔵量は減少している。天然ガス、石油ともに可採年数は5年まで減っており、石炭は55年あるものの、その大半は低品位な褐炭（水分が多く発熱量も非常に低い）であるため、有効性は低い。

このような国内資源の減少に伴い、タイは1998年からミャンマーからのパイプラインによるガス輸入に加えて、液化天然ガス（LNG）の輸入ターミナルも操業を開始し、2008年からはマレーシアと共同建設したパイプラインから天然ガスの供給を開始した。しかし天然ガスの最大の輸入先でありタイの天然ガス需要の25%を供給するミャンマーは、中国ともパイプラインを結び2015年より稼働を開始しており、今後のガス供給が不安視される。また、原油はその7割を輸入に頼っている¹⁵。電力についても、2002年から2012年の間で輸入量が3.7倍に伸び、ラオスの水力発電所から電力を購入している¹⁶。この結果、2014年の一次エネルギー消費量205.3万石油換算キロバレル／日（以下、KBD）のうち、117.1万KBDが海外から輸入されたものであり、一次エネルギー消費量に対し純輸入量が57%を占める¹⁷。

(万KBD)	
一次エネルギー消費量	205.3
国内生産量	107.3
純輸入量	117.1

表1 タイの一次エネルギー消費量に対する一次エネルギーの国内生産量と純輸入量（2014年）

出典：EPPO2014 報告書

このように、タイでは国内埋蔵量の乏しい天然ガス・石油にエネルギー源が偏重しており、かつ輸入依存度が高いため、エネルギー供給上のリスクを抱えている。

3-2. 我が国の国別援助方針との関係性

外務省の国別援助方針では、近年の経済成長により中進国入りしたタイとの「戦略的パートナーシップに基づく、双方の利益増進につながる協力を推進するとともに、ASEAN・メコン地域の均衡のとれた発展に貢献する」ことを、基本方針（大目標）としている。

3つの重点分野（中目標）の一つ目には「持続的な経済の発展と成熟する社会への対応」が挙げられており、その下の小目標「環境・気候変動対策」の中で、環境負荷低減のための廃棄物に関する支援の実施や、気候変動への対策が求められている。

¹⁴ The Energy Policy and Planning Office. 2016. Annual Report 2014. p.30,43

¹⁵ JPEC レポート 2015 年度第4回、2015年、一般財団法人石油エネルギー技術センター http://www.pecj.or.jp/japanese/minireport/pdf/H27_2015/2015-004.pdf

¹⁶ 東南アジアにおける電力市場の発展と日本企業研究会報告書 タイの将来の発電事情と日本企業の事業機会（2013年度）_2014年3月_一般財団法人アジア太平洋研究所

¹⁷ EPPO.

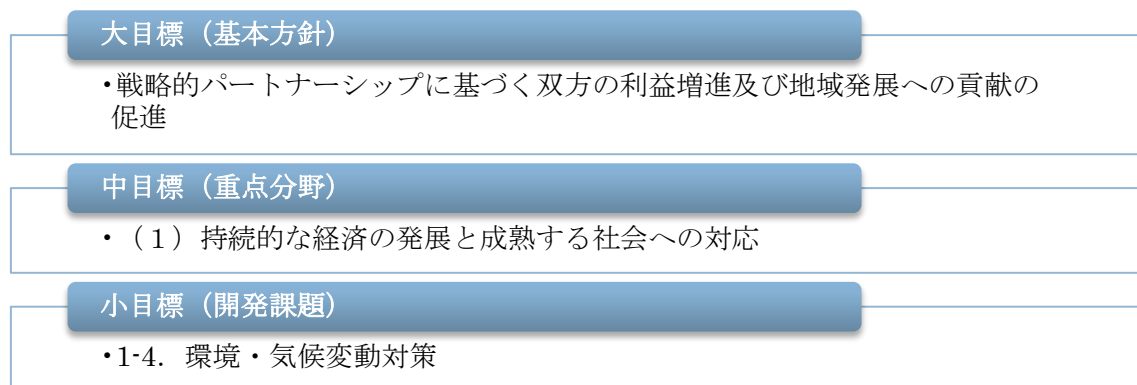


図 10 国別援助方針との合致性

出典：JICA 調査団作成

本事業は、有機性廃棄物の適正処理という観点で廃棄物の低減に、再生可能エネルギー（バイオガス）の利用促進という観点で気候変動対策との合致性があると言える。

3－3．現地機関、海外機関による支援や事業の状況と残された課題

3－3－1．有機性廃棄物の適正処理

タイ政府は、廃棄物の適正処理および廃棄物排出量の減量を目指す政策を掲げている。

1996年に国家環境委員会が提案して内閣に承認された「国家環境質向上政策・計画（The Enhancement and Conservation of the National Environmental Quality Act）」は1997～2016年を対象期間とし、①一般廃棄物の発生量を1人1日1.0kg以下とすること、②バンコクと全国の市（Municipality¹）における一般廃棄物のリサイクル率を15%以上とすること、③全国の市における一般廃棄物を全て管理すること、④各県（Province）で衛生的な一般廃棄物管理のマスタープランを策定することを目標としている。同法を強化するために2004年に策定された「国家統合廃棄物管理計画（National Integrated Waste Management Plan）」の目標では、すべての地域社会における廃棄物削減計画の策定、資源化に向けた廃棄物分別収集システムの構築等を進め、2009年までに発生する廃棄物の30%を減量することを謳っている。そして2014年には、PCDは2016年から2021年を対象とする「国家廃棄物管理ロードマップ（案）」を策定した。2017年4月現在の最新版（2014年7月版）によると、2021年までに「60%以上の生鮮都市廃棄物を適正処理」するとしている（表2）。また、オープンダンピングの停止や“Waste to Energy（ゴミからエネルギーを）”を方針としており、廃棄物のエネルギー化への意向も打ち出している。

表 2 国家廃棄物管理ロードマップの目標

短期目標（2016 年単年度）	長期目標（2021 年時点）
・ 80%以上の埋立済み都市廃棄物を適正処理 ・ 50%以上の生鮮都市廃棄物を適正処理 ・ 10%以上の一般廃棄物に含まれる有害廃棄物を適正処理	・ 全ての発生源に分別システムを導入 ・ 60%以上の生鮮都市廃棄物を適正処理 ・ 30%以上の一般廃棄物に含まれる有害廃棄物を適正処理 ・ 全県中、50%以上の県で発生源における分別システムを導入

出典：環境省¹⁸

このロードマップの下に策定予定のマスタープランでは、2021 年までに「一般廃棄物の適正処理割合を 75%にする」こと、2019 年までに「残留廃棄物のすべてを適正処理すること」、2021 年までに「50%以上の地方自治体が一般廃棄物の分別を行う」ことなどが掲げられている¹⁹。また、3R の原則にのっとり、廃棄物の排出量の減量化（reduce）、再利用（reuse）、エネルギー化（recycle）などを枠組みとしている。

3R を推進していく指針として、「3R 国家戦略計画」が挙げられる。2005 年から 2009 年にかけて、UNEP のアジア・太平洋支局、日本の環境省、地球環境戦略研究機関（IGES）、国際連合地域開発センター（UNCRD）により 3R 国家戦略開発プログラム（The National 3R Strategy Development program）が実施され²⁰、これを受けてタイにおける 3R 国家戦略計画が策定された。この中で、2020 年を目標年に、①資源の有効活用、②持続的な消費、③3R の普及促進、④適切な廃棄物処理を柱とし、期間別に施策を打ち出している（表 3）。

表 3 タイの 3R 国家戦略計画における期間別の実施計画

短期計画（1～3 年目）	中期計画（3～5 年目）	長期計画（5～10 年目）
・ 政策策定、発布 ・ 意識向上 ・ リサイクルビジネスの促進 ・ キャパシティビルディング ・ 3R における調査研究 ・ 国際協力	・ 主要都市で総合的な廃棄物管理システムを導入 ・ 技術基準とガイドラインの策定 ・ グリーン製品の調達 ・ 官民連携プログラム	・ 経済的な手段（税優遇、ファンド、補助金、炭素税など） ・ 法律・規則の策定

出典：PCD 資料²¹に基づき JICA 調査団作成

¹⁸ 環境省、2011 年（2015 年改訂）、平成 23 年度環境省請負調査報告書（平成 27 年度改訂版）。

https://www.env.go.jp/recycle/circul/venous_industry/pdf/thailand.pdf

¹⁹ PCD, Thailand State of Pollution Report 2015, p.91

²⁰ このプログラムは、タイだけでなく、急激な経済発展を遂げているバングラデシュ、カンボジア、インドネシア、フィリピン、ベトナムの 6 カ国を対象に、3R の概念の普及および意識向上、各国での 3R 実施のためのリーダーシップづくり、国家戦略の策定を目的として行われたものである。

²¹ Sunee Piyapanpong (Director of Waste and Hazardous Substance Management Bureau, PCD), Thailand's 3Rs Strategy. http://www.uncrd.or.jp/content/documents/Session4_Piyapanpong.pdf

3R 促進キャンペーンとしては、国家レベルでは PCD が旗振り役となっており、製品寿命後の引取制度 (Take-back Program) ²²や、政府によるグリーン調達を行っている。また、キャパシティビルディングとして、各地域での 3R 意識向上のための会議の開催、ガイドラインやマニュアルの策定などが行われている。地域レベルでは、環境教育の一環としてバンコク都の 40 の学校に、食品残渣を処理するバイオガス化装置 (処理規模 40kg/日) を導入し、できたガス (2.5 m³/日) を給食室の熱源として利用している。また、200 以上の地域で 3R 活動を実施しており、30～50%のゴミの減量に成功した自治体もでている。

一方、廃棄物処理の現状を見ると、適正処理を行っていると言われる施設は、投棄型埋立地 (Controlled Dump)、衛生埋立地 (Sanitary and Engineered Landfill)、焼却炉 (Incinerator)、複合システム (ガス発電を含む) (Integrated System)、機械的および生物分解処理 (Mechanical Biological Treatment : MBT) に分類され、合計で 448 箇所の処理施設が存在する (表 4)。

表 4 タイにおける適切処理を行っている稼働中の廃棄物処理施設 (2015 年)

適切な廃棄物処理施設 (合計 448 用地)		
施設の種類	公営 (件数)	私営 (件数)
衛生埋立地	78	6
処理容量 50 t/日以下の投棄型埋立地	224	97
大気汚染管理システムを持つ焼却炉	1	3
排出管理システム (サイクロン) を有する処理容量 10 t/日以下の焼却炉	14	-
廃棄物選別システム、堆肥化、埋立地整備システム	20	3
生物分解処理システム (MBT)	1	1
合計	338	110

出典 : PCD データ²³に基づき JICA 調査団作成

だが、上記の施設だけでは増加し続けている廃棄物に対応しきれていない。その要因として以下 3 点が挙げられる。

①適切な処理場の不足 : 排出されている廃棄物の量に対して、適切な処理を行う処理施設の絶対数が不足しているにも関わらず、新規の処理場の建設は進んでいない。現存の処理場には処理量を超える量の廃棄物が運搬され、収集されても処理されずにいる残留廃棄物があふれている。行き場のない廃棄物を廃棄するために、オープンダンピングが増加しており、2014 年に 1,898 箇所だったオープンダンピング場は 2015 年には 2,075 箇所となり、埋立地の 405 箇所の 5 倍に及んでいる。一方で適切な処理施設は、処理が追い付かずに野積み

²² 蛍光灯、携帯電話やバッテリー、瓶・缶・段ボールなどの包装ごみの引き取りを行っている。

²³ PCD, Thailand State of Pollution Report 2015. p.78

など簡易的な処理法に移行し、2014 年の 480 箇所から 2015 年は 448 箇所へと数が減少している。このため、処理場の更なる建設が求められるが、埋立場や焼却炉の建設は進んでいない。処理施設であっても、悪臭やダイオキシンの発生による健康被害や大気汚染が発生しており、また、処分場の建設には広大な土地の確保のために住民移転が伴うことがあるため、住民の合意形成が難しいことや、土地の高騰により用地の確保が難しいといった背景がある。排出されている一般廃棄物を充分処理することができる数と容量の適切な処理システムが求められる。

②既存の処理施設の運営管理能力のミスマッチ：大型焼却炉は一度の処理容量が大きく、埋立に対して廃棄物の容量を小さくすることができる一方で、適切な稼働のためには、操作・管理技術、メンテナンスが必要とされる。これらが適切に行われなければ、焼却・発電効率の低下、故障、さらには有害物質の発生を引き起こす。既存の焼却炉施設では、適切に運転するための技術やアフターフォローの欠如により、稼働していない焼却炉がいくつも発生している。処理施設の安全で継続的な稼働のためには、技術研修や部品の調達ルートの確保、修理対応など、施設に合わせた体制・能力を現地で構築する、もしくは、現存する人的資源や体制に合わせた施設の導入が求められる。

③収集システムの不足：廃棄物の収集は地方自治体によって行われているが、その 41%²⁴が収集サービスを行っておらず、収集システムが行き届いていない。収集されない廃棄物は廃棄する場所がないため、その 9 割が野積みになれ、健康被害や環境汚染の要因となっている。廃棄物が処理施設にアクセスされるシステムが必要である。

3-3-2. 再生可能エネルギーの利用促進

エネルギーの安定供給への課題に対して、2015 年にタイ政府は、2015 年から 2036 年までを対象とした中期計画を策定し、その中で発電における天然ガスの依存度を減らし、再生可能エネルギーを拡大する方針を掲げている。

2015 年版中期計画以前は、エネルギー関連政策が別々の機関により整合性なく策定・運営されていたが、2015 年版計画より、タイ統合エネルギー計画（Thailand Integrated Energy Blueprint : TIEB）の下、各計画が整合性をもった統合的な 5 つのマスタープランにまとめられた。TIEB は以前からの 3 政策（電力開発計画、エネルギー効率開発計画、代替エネルギー開発計画）に、天然ガス供給計画及び石油管理計画の 2 政策を加えた 5 つから成る。

- (1) 電力開発計画（Thailand Power Development Plan: PDP²⁵）
- (2) エネルギー効率開発計画（Energy Efficiency Development Plan: EEDP）
- (3) 代替エネルギー開発計画（Alternative Energy Development Plan: AEDP²⁶）
- (4) 天然ガス供給計画（Natural Gas Supply Plan）

²⁴ Pollution Control Development. Thailand State of Pollution Report 2015. p.78

²⁵ http://www.egat.co.th/en/images/about-egat/PDP2015_Eng.pdf

²⁶ <http://www.eppo.go.th/images/POLICY/ENG/AEDP2015ENG.pdf>

(5) 石油管理計画 (Petroleum Management Plan)

これらのマスタープランは、エネルギー源の多様化を図ることで経済・社会の発展を支える「エネルギー安全保障」、適切な発電コストで長期的に競争力のある「経済性」、発電にかかる二酸化炭素の発生を抑え、環境・社会への影響を減らす「生態系」を 3 本柱としている。

また、中期計画では、電力供給の安定度を高めるため、天然ガスの依存度低減、クリーンコール技術を使った石炭発電、隣国からの電力輸入（ただし 20%を超えない範囲）及び再生可能エネルギーの開発を行っていくことが強調されている。PDP におけるエネルギー源毎の供給計画において、天然ガスによる発電量を 2014 年の 66%から 2036 年には 37%まで減少させ、再生可能エネルギーのエネルギー消費に占める割合を同 12% から 30%にまで増加させることを計画している²⁷。

エネルギー資源に乏しいタイにとって再生可能エネルギーは、豊富に存在する自然資源を元にエネルギーを創出することができる方法であるため、エネルギー源の多様化およびエネルギー自給率を上げる手段となり、エネルギー安全保障の向上にも貢献する。また、エネルギー省 (Ministry of Energy) は再生可能エネルギーを推進する目的として、化石燃料の代替の役割に加え、国際市場での競争力強化、地域レベルでの活用によるグリーンコミュニティ化、地球温暖化を引き起こす二酸化炭素の排出量の抑制による低炭素社会づくりを挙げている²⁸。

前述の 5 つのエネルギー政策のうち、再生可能エネルギーについては、「代替エネルギー開発計画 2015 年版 (AEDP2015)」に拠る。再生可能エネルギーの方針は、2009 年策定の「再生可能エネルギー開発計画 (Renewable Energy Development Plan : REDP)」から、2011 年に「代替エネルギー開発計画 2012 年版 (AEDP2012)」と名称変更し、2013 年 7 月に改訂版 (AEDP2012updated)、2015 年 9 月の更なる改訂版

(AEDP2015) と版を重ねている。計画の対象期間は 10 年以上にも関わらず、約 2 年という短期間のうちに改定され、その度に目標値が繰り上げられており、タイ政府の再生可能エネルギー拡大への意向が高いことが窺える²⁹ (表 5)。

²⁷ Ministry of Energy. 2015 年. Thailand Power Development Plan. p.1-11, 5-16

http://www.egat.co.th/en/images/about-egat/PDP2015_Eng.pdf

²⁸ DEDE. The Renewable and Alternative Energy Development Plan for 25 Percent in 10 Years.

http://www4.dede.go.th/dede/images/stories/pdf/dede_aedp_2012_21.pdf

²⁹ AEDP2012 では、最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合を REDP の 20.3%から 25%へと引き上げているとともに、目標年限を 1 年前倒しして 2021 年としている。AEDP2012updated では、25%の目標は据え置いたものの、一般廃棄物による発電、バイオマス、バイオガスの目標値が大幅に上げられた。AEDP2015 では前述の 25%からさらに 5%増の 30%となった。

表 5 タイの再生可能エネルギー政策推移

計画の名称		REDP	AEDP2012	AEDP2012 updated	AEDP2015
策定年		2009 年	2011 年	2013 年	2015 年
目標年		2022 年	2021 年	2021 年	2036 年
電 力 (MW)	一般廃棄物	160	160	400	500
	バイオガス ³⁰	120	600	3,600	1,280 ³¹
熱 (ktoe)	一般廃棄物	情報なし	200	200	495
	バイオガス	情報なし	1,000	1,000	1,283
最終エネルギー消費量に 占める再生可能エネルギー の割合 (%)		20.3	25	25	30

出典：AEDP2015 に基づき JICA 調査団作成

再生可能エネルギーの中でも、一般廃棄物およびバイオガスは AEDP2015 において、最重要課題に位置付けられている。タイのエネルギー政策では、各地域の化石燃料への依存度を減らし、一般廃棄物・農業廃棄物による社会問題を解決することで農家や地域社会に利益をもたらす方針を掲げ、地域で発生する廃棄物を活用した発電を促進している。タイは工業化が進んでいるとはいえ、依然農業従事者が労働人口の 4 割を占める農業国であり、ポテンシャル量の多い農業残渣を活用し、熱や電力として農場内で再利用することでエネルギー消費を抑えることを目指している³²。

バイオガス化の促進のため、政府及び海外援助機関によりバイオガス化設備の導入支援が行われてきた。1970 年代から 1980 年代にかけて、国立エネルギー管理局（National Energy Administration）と農業・協同組合省（Ministry of Agriculture and Cooperative）の農業普及局（Department of Agricultural Extension）により小規模家畜農家に 5,500 基の固定ドーム型バイオガスユニット（4～6 m³規模）³³が導入されたが、その 60%は技術的な問題や建設上の不備により稼働しなかったか、もしくは建設直後に放棄されている³⁴。1988 年から 1996 年にかけてはドイツの技術協力公社（Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit：GTZ、現・国際協力公社（GIZ））の支援を受けて「タイ・ドイツバイオ

³⁰ 電力におけるバイオガスの目標値は 1 種類であったが、AEDP2015 年版より、排水や農業残渣を原料とするもの（waste waster）と、エネルギー作物（energy crop）によるものとの 2 種類に分けられた。2015 年版の目標値についてはこれらの合計値を表記している。

³¹ 本項目は 2012updated から大幅に目標が下げられているが、エネルギー省 DEDE へのヒアリングによると、システム設置場所（土地）がないという問題と、FIT 価格が低くかつ手続きが煩雑なため、バイオガスに対するインセンティブがわきづらいという問題から、現実的な数値へと見直したものであり、目標を低くしたという位置付ではないとのことであった。

³² Ministry of Energy. 2015. Thailand Power Development Plan. p.3-5 http://www.egat.co.th/en/images/about-egat/PDP2015_Eng.pdf

³³ 地中の穴の中に糞尿を貯め、バイオガスをくみ取る設備

³⁴ Joost Siteur. 2012 年. Rapid Deployment of Industrial Biogas in Thailand: Factors of Success. p.3

ガスプロジェクト (Thai-German biogas project)」の下、農業普及局とチェンマイ大学のバイオガスアドバイザーユニット (BAU) がパートナー組織となり、様々なサイズのバイオガス設備が北部と東部地域へ導入が行われた。1996 年からは、再び農業普及局によって小規模農家を対象に 45%の設備費を補助するという導入支援が行われ、2004 年までに 1,655 のドーム型バイオガス基が設置された。

一方、エネルギー省は 1992 年に、エネルギー保全普及法 (Energy Conservation Promotion Act : ENCON) を制定し、家畜農家や食品加工工場などへバイオガス施設の導入支援を行ってきた。同法に則り、エネルギー保全普及基金 (ENCON fund) が創設され、1992 年からの実証の後、1995 年より 2013 年まで 4 つのフェーズに分け、養豚場へのバイオガス設備の設計・建設にかかる費用の一部を負担しており、フェーズ 1 では 47%、フェーズ 2 で 33%、フェーズ 3 で 18%が補助された³⁵。また、同基金では、養鶏場や食品加工工場へもバイオガス施設の導入支援を行っている。

表 6 エネルギー保全普及基金による家畜農家に対するバイオガス発電促進プロジェクト
36の実施状況

種別	フェーズ	実施時期 (年)	補助金額	導入規模	バイオガス創出量 (m ³ /年)
養豚場	フェーズ 1	1995～ 1998	64 万 USD (約 7,125 万円)	6 件	1600 万
	フェーズ 2	1997～ 2003	289 万 USD (約 3 億 2,173 万円)	14 件	1000 万
	フェーズ 3	2002～ 2010	2,437 万 USD (約 27 億 1,301 万円)	中規模 : 215 件 大規模 : 34 件	7,600 万 (予測)
	フェーズ 4	2008～ 2013	*出典が 2009 年までのデータのため不明	大中規模 : 200 万頭 小規模 : 40 万頭 (中小合計 1,700 カ所以上を対象)	*出典が 2009 年までのデータのため不明
養鶏場	フェーズ 1	2010～ 2014	1 億 1,800 万 THB (約 3 億 8,599 万円)	604 万羽	1659 万以上
	フェーズ 2	2014～ 2017	1 億 730 万 THB (約 3 億 5,099 万円)	559 万羽	実施中 (目標の 1,320 万は超える予測)

出典：エネルギー政策計画局 (EPPO) 及びアジア開発銀行資料から JICA 調査団作成³⁷

³⁵ アジア開発銀行. 2015 年. Renewable Energy Developments and Potential in the Greater Mekong Subregion.

³⁶ 英語名称は「the Biogas for Power Generation Promotion in Livestock Farm Project」である。

³⁷ EPPO 2014 年度年次報告書. <http://www2.eppo.go.th/doc/report-2557/annual-eppo-2557.pdf> 及び アジア開発銀行. 2015 年. Renewable Energy Developments and Potential in the Greater Mekong Subregion.p.96

ENCON の他、企業主導技術開発プログラム（The Company Directed Technology Development Program：CD）、国立科学技術開発機構の技術管理センター（Technology Management Center：TMC）など様々な機関がローン貸付を行ってきている³⁸。エネルギー保全普及基金等の設計の大半はチェンマイ大学エネルギー研究開発機構（Chiang Mai University Energy Research and Development Institute：CMU-ERDI、以下 ERDI）によって担われており、2013 年までに 300 以上の中規模のバイオガスシステムを設計し、現在ではタイ国内の 50%の豚糞がバイオガス化され、年間およそ 8,000 万 m³のバイオガスを生み出している³⁹。2010 年からは、ERDI の技術支援で豚よりも排出糞量の多い鶏糞を対象とした養鶏場への導入を開始した。

上記のように、タイ政府は再生可能エネルギー促進の方針を打ち出し、中でもバイオガスを重点分野に挙げてバイオガス施設の導入支援が行われた結果導入が進んだが、いまだ AEDP2015 の目標値に対する達成率やポテンシャルに対する活用率は低い。ENCON によるバイオガス設備の導入支援もあり、畜産業、キャッサバやパーム油、砂糖などの食品加工工場への導入が一定程度進み、2012 年度比で 2014 年度のバイオガス発電量は 61%増加している。しかしながら、2036 年の目標値に対する 2014 年時点の達成割合は 24%に留まる。また、一般廃棄物についても大型の焼却炉の建設により、増加率は 54%であるが、達成率は 13%である。また、熱エネルギーについては、バイオガスで 15%増、一般廃棄物で 25%増と発電と比べ伸びは大きくない（表 7）。

表 7 再生可能エネルギーの目標達成率

		2012 年実績 (MW)	2014 年実績 (MW)	AEDP2015 の 2036 年目 標値 (MW)	2014 年時点 の左記目標達 成率 (%)
電力 (MW)	一般廃棄物	42.72	65.72	500	13
	バイオガス	193.4	311.5	1,280	24
熱 (ktoe)	一般廃棄物	78.2	98.1	495	20
	バイオガス	458	528	1,283	41

出典：AEDP2015 に基づき JICA 調査団作成

一方、バイオガスのエネルギー原料となる一般廃棄物、家畜の糞尿、食品加工廃棄物のバイオガス活用ポテンシャル量に対して、バイオガスとして活用されているのはそれぞれ 4%、17%、37%に留まる⁴⁰。

一般廃棄物に関しては、タイにおいて廃棄物の分別・リサイクル制度不足や市民の意識不

³⁸ Kulwarang Suwanasri 他. 2015 年. Biogas - Key Success Factors for Promotion in Thailand.

³⁹ Asian Development Bank. 2015 年. Renewable Energy Developments and Potential for the Greater Mekong Subregion. p.98

⁴⁰ Kulwarang Suwanasri 他. 2015 年. Biogas - Key Success Factors for Promotion in Thailand.

足によりバイオガスの活用が進んでいないと考えられるが、バイオガス化できる食品についてはタイ天然資源環境省やバンコク都が旗振役として食品リサイクルに取り組み始めたところであり、今後の普及が期待される。

家畜の糞尿に関しては、DEDE の試算によると、家畜の糞尿排出量の理論値から見た活用割合は、牛糞が 58%、豚糞が 15%、鶏糞が 27%となる⁴¹。家畜の糞尿の活用率が低く留まる要因としては、家畜の飼育が小規模農家に拡散しており、糞尿の回収に時間とコストがかかってしまうためである。鶏糞については飼育上の制約により糞が籾殻などその他の資材と混合してしまうことやアンモニア阻害があることにより、バイオガス化が難しいという点も挙げられる。タイで導入されているバイオガス設備は大型が多く、また、他の材料が混合している場合やアンモニア粗大に対する技術上の制約により活用割合が低く留まっている。

食品加工廃棄物に関しては、年間でバイオガス活用されている有機性排水は 9 億 m³であるのに対して、ポテンシャルとしては 24 億 m³存在し⁴¹、未活用のバイオガス原料が豊富に存在することが判明している。バイオガス活用がポテンシャルの 4 割弱にとどまる背景として、食品加工に対するバイオガス 1m³あたりのコストが高く、また食品加工廃棄物ではでん粉やパーム油工場から排出される廃棄物のようにシステムを標準化しづらいという点が挙げられる⁴²。一般的に、原料の種類や形状に合わせた設備を導入することが必要と考えられる⁴³が、食品加工は加工物によって廃棄物に差が出やすく、標準化できない分、都度設計費用等が高くなり、結果導入コストが高くなってしまっている。そのため、バイオガスシステムの「さらなる効率化」や「低コスト化」⁴⁴は、今後の普及における課題となる。

3-4. 残された課題に対する当事業の位置づけ

3-4-1. 有機性廃棄物の適正処理

提案技術は、未処理で廃棄されている有機性廃棄物をメタン発酵させ、燃料とした上で、処理残渣は液肥として利用することのできる廃棄物リサイクルシステムである。更に、排出現場に設置ができるオンサイト処理システムであるため、廃棄物の未収集率の高い状況においても収集システムを新たに構築することなく事業所内で導入することで、有機性廃棄物の処理量を行える。さらに、メタン発酵処理によって悪臭や二次汚染の懸念はない。提案技術を導入することで、一般廃棄物の不適切処理量の減少、リサイクル率の向上が期待される。不適切処理量の減少は、それが引き起こす水質汚染や土壌汚染を低減し、更に無秩序に放出されていた温室効果ガスであるメタン (CH₄) の発生も抑制するといった副次的効果も

⁴¹ アジア開発銀行. 2015 年. Renewable Energy Developments and Potential in the Greater Mekong Subregion. p.94

⁴² Joost Siteur. 2012 年. Rapid Deployment of Industrial Biogas in Thailand: Factors of Success. p.6

⁴³ 加藤望. 2014 年. 地域エネルギー事業としてのバイオガス利用に向けて. (富士通総研 (FRI) 経済研究所研究レポート No.413) . p.4

⁴⁴ 株式会社 関根産業. 2014 年. 平成 25 年度 貿易投資促進事業 (実証事業・一般案件) タイ・ナコンナヨク県 スマートシティ構想実現のためのバイオメタンエネルギーシステム 事業報告書 (平成 26 年 3 月) . p.109.

もたらず。

３－４－２．再生可能エネルギーの利用促進

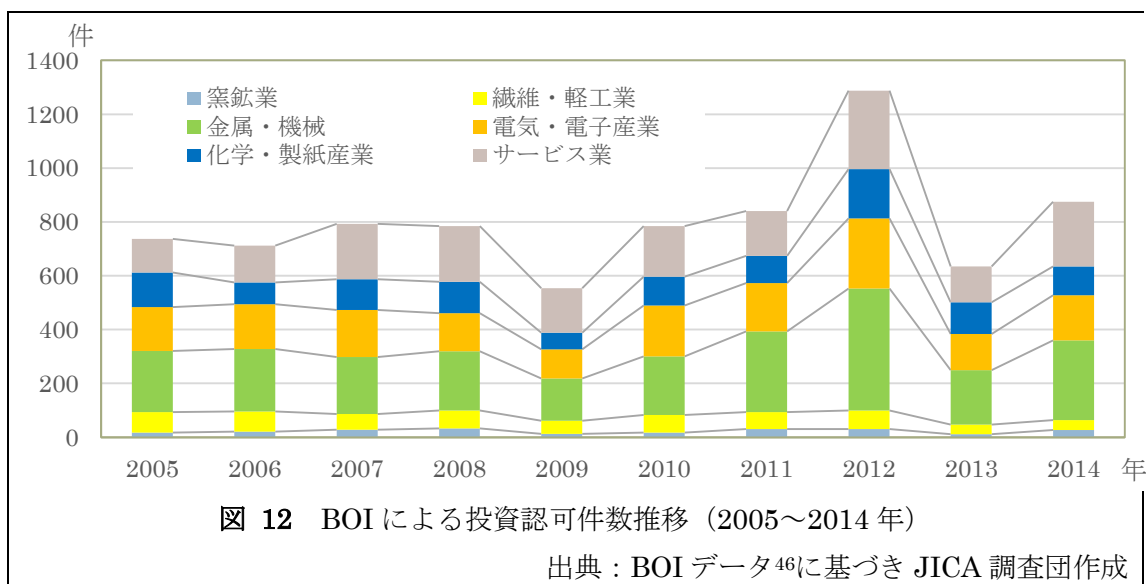
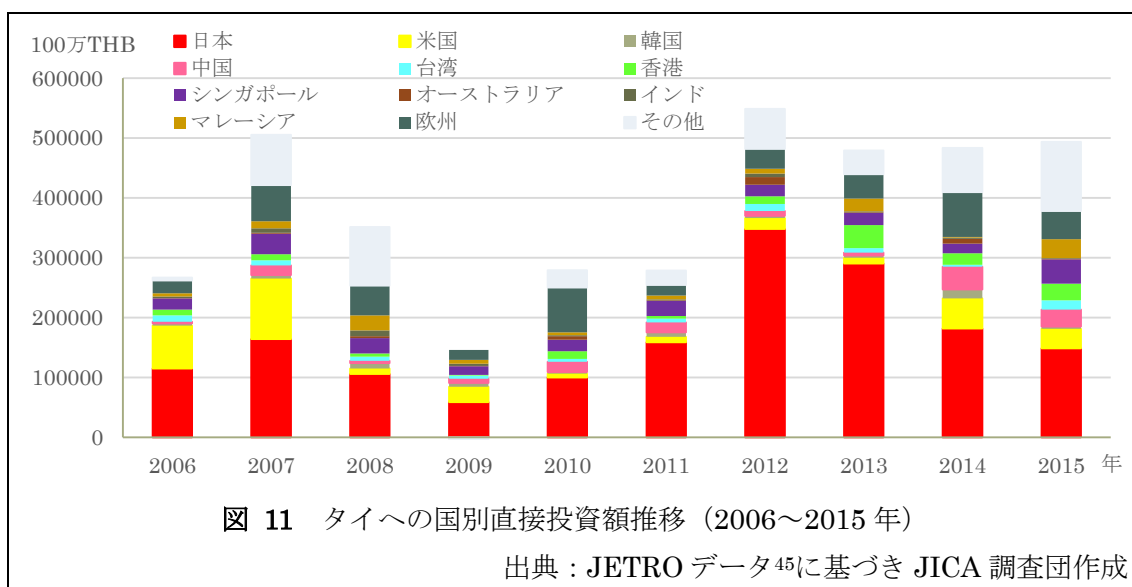
本製品は有機性廃棄物をその処理過程でメタン発酵させることでメタンガスを発生させ、これを電気へ変換させるシステムであるため、これまで系統電源（グリッド）を利用していた事業者が、本製品を導入し、発電した電力を自家消費にあてることで、有機性廃棄物のオンサイト処理を可能とするとともに、再生エネルギーの割合を向上させることができる。

第4章 投資環境・事業環境の概要

4-1. 外国投資全般に関する各種政策及び法制度

4-1-1. タイへの外国投資状況

タイの国別直接投資額推移を見ると、日本からの投資が多いことが分かる(図11)。特に、2012年は前年の大規模洪水に対する復旧投資、2013年は大型の自動車関連投資があり日系企業の投資額が大幅に上昇した。2014年以降は投資額が一服したものの、依然日本からの直接投資額が一番多い。



⁴⁵ JETRO. 世界貿易投資報告. <https://www.jetro.go.jp/world/asia/th/gtir.html>

⁴⁶ BOI. Foreign Direct Investment: Annually Statistics.

http://www.boi.go.th/index.php?page=statistics_foreign_direct_investment

4-1-2. 事業形態

外国人・外国企業がタイで事業を行う場合、事業形態としては、パートナーシップ、非公開株式会社、公開株式会社、ジョイントベンチャー、外国企業の支店、駐在員事務所の6つがある。下表に、その内容や条件をまとめる。

表 8 タイの事業形態

事業形態	内容・条件等
パートナーシップ	以下、3つの形態がある。 (1) 非登録パートナーシップ：共同出資者全員が、会社の全責任に対し、無限連帯責任をもつ。法人ではなく個人課税。 (2) 登録パートナーシップ：商業登記所（Commercial registrar）に法人登記を行うため、各共同出資者からは独立した人格となる。法人課税。 (3) 有限責任パートナーシップ：一部の共同出資者は出資額を上限に個人として法的責任をもち、その他の共同出資者は全責任に対し無限連帯責任をもつ。法人課税。
非公開株式会社	100%外国人所有が可能。ただし、外国投資規制業種の外資比率は49%までとなる（投資奨励プロジェクトや外国人事業ライセンス取得業務を除く）。発起人は最低3人、役員は最低1人。自己株の保有は禁止され、株主は3人以上が必要となる。
公開株式会社	目論見書による株式・社債の公募が可能。発起人は最低15人、役員は最低5人。株主は15人以上が必要となる。
ジョイントベンチャー	民商法（Civil and Commercial Code）では法人格が認められないものの、歳入法（Revenue Code）においては1団体として取り扱われ、法人課税となる。
外国企業の支店	支店登記は不要だが、商務省の外国人事業ライセンス取得が求められる。外資事業認可時には、資本金として最低300万THBのタイ国内持込が必要。
駐在員事務所	商務省の外国人事業ライセンス取得が求められる。活動は下記の非営利活動に限定される（注文取得や契約締結・交渉等の当事者となることは不可）。 ・ 本社のためのタイ国内の物品やサービスの調査。本社や関係会社によって製造された製品の数量や品質の検査と管理。 ・ 本社や関係会社がタイ国内の販売者や消費者に直接販売する製品に関する、さまざまな分野でのアドバイスの提供。 ・ 本社や関係会社の新製品や新サービスに関する宣伝。 ・ 本社や関係会社へのタイ国内の業務状況や活動の報告。 なお、駐在員事務所の発生経費は本社負担となり、外国企業の支店同様、最低資本金300万THBが必要。

出典：KPMG タイランド資料⁴⁷を元に JICA 調査団作成

⁴⁷ KPMG タイランド、2016年、2016年度版タイ投資ガイド

上記のうち、タイで最も一般的なのは非公開株式会社であり、タイに進出している日本企業の多くもこの事業形態をとっている。

4-1-3. 法人設立手続き

<法人設立（登記）手続き>

登記手続きは、株式会社と支店・駐在員事務所で分かれる。

株式会社の場合、以下の手順となる。

1. 商業登記所（Commercial Registrar）に、使用する会社名を登録し、認可を受ける。
2. 基本定款⁴⁸を提出する。
3. 株式引受完了後、発起人は設立総会を開き、基本定款・付属定款の採択、取締役会の選任、発起人の設立準備行為の承認、監査人の任命を行う。
4. 設立総会后、取締役会は会社を商業登記所に登記する。

支店、駐在員事務所の場合、以下の手順となる。

1. 本社が外国人事業ライセンスの申請書類を準備する。本書類は、公証人による公証か、本社管轄地域のタイ大使館又は総領事館の認証が必要となる。
2. 商務省から外国人事業ライセンスを取得する。

<税務登録>

個人所得税の納付義務がある個人は、収入を得てから 60 日以内に歳入局（Revenue Department）から税務 ID カード（Tax Identification Card）を取得する。

年間収入が 180 万 THB（約 589 万円）超の事業体は、年間収入が 180 万 THB を超えた日から 30 日以内に付加価値税（Value Added Tax : VAT）の登録をする。なお、業務開始前に、歳入局長官が定める条件に基づき、VAT 登録を申請しておくことも可能である。

<社会保障基金>

3. 社会保障基金

雇用主（株式会社を含む）は、15 歳から 60 歳までの雇用者を対象に、彼らが保護対象者となった日より 30 日以内に、その氏名、賃金、その他の情報を届け出る必要がある。政府、雇用主、従業員のそれぞれが、省令により定められた額を基金に対して拠出する。

<労働者補償基金>

雇用主（株式会社を含む）は、労働者補償基金への登録が義務付けられており、一定額を

⁴⁸ 基本定款には、認可された会社名、会社の住所、目的、各発起人の個人情報とそれぞれの引受株数、認可された会社の資本金に関する情報を記載する。

基金に拠出しなければならない。

4-1-4. 税制

タイの租税は、国家歳入法によって規定されており、主に法人所得税、付加価値税、個人所得税に分けられる⁴⁹。

法人所得時税率は原則 20%で、法人の課税所得（会計年度中の全収益から控除可能な経費を差し引いて計算する）に対して課される。なお、駐在員事務所は営業活動ができないものの納税義務者となるため、源泉徴収および申告義務がある。

付加価値税率は 7%であるが、2017 年 9 月に 10%へ引き上げられる予定である。なお、付加価値税は、輸入及びタイ国内での生産過程の各段階で付加された価値に適用されるが、輸出には適用されない。

個人所得税は累進課税制度を採用しており、税率は 5～37%である。個人所得税は、タイの居住者、非居住者問わず個人がタイ国内で雇用または事業から課税対象収入を得ている場合、またはタイ国内に資産を持っている場合には支払義務が生じる。

4-1-5. 外資規制

タイでは、外資比率が 50%を超える企業を「外国企業」とし、外国人事業法（Foreign Business Act. 1999 年制定、2000 年施行）において、外国企業の指定 43 業種への参入が禁止または規制されている。なお、指定業種は第 1 種から第 3 種まで 3 つに分けられており、第 1 種が農業や畜産業など外国人の経営が許可されていない業務（全 9 業種）、第 2 種が国内輸送や製糖、鉱業など国家の安全保障や天然資源・環境に影響を与える業務（全 13 業種）、第 3 種がエンジニアリングやホテル、食品販売などタイ人が外国人との競争できる段階に達していない業務（全 21 業種）となっている。

これら外国企業（または外国人）の土地取得は原則としてできないが、4-1-5 に掲げるタイ投資委員会の奨励プロジェクト等一部の企業は土地取得が可能である。

⁴⁹ この他に、石油収入税、印紙税、消費税、家屋土地税、看板税などがある。

4-1-6. 外国投資優遇政策

タイにおいて外国投資促進の主翼を担う機関は、タイ投資委員会（BOI：Board of Investment）である。BOI は、総理府直下に設置され、首相を委員長とし、委員や顧問には主要な省庁の大臣や民間代表者が含まれる。海外事務所も 14 カ所あり、日本には東京と大阪に事務所を構える。

株式会社及びパートナーシップいずれも BOI の投資優遇の対象となることができ、奨励を受ける会社の設立前に BOI へ奨励を受ける申請が必要となる。

BOI による投資奨励は、業種に基づく基本恩典（Activity-based Incentives）と、メリットによる追加恩典（Merit-based Incentives）に分けられる（図 13）。基本恩典は、今後タイの国際競争力向上等に必要となる業種（全 263 種）を、重要度に応じて A1～A4、B1～B2 の 6 ランクに分類しており、このランク

に応じて、法人税の免税等、恩典内容が定められている。追加恩典は、競争力向上、地方分散、産業地区開発という 3 つの観点から、一定の要件を満たすプロジェクトに対して追加的に免税恩典等が付与される。

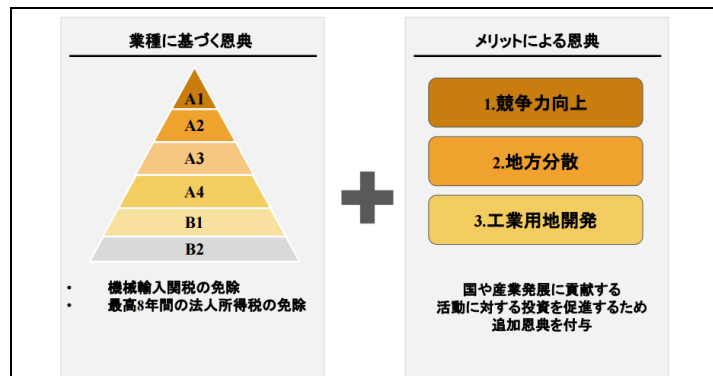


図 13 BOI の恩典付与

出典：BOI⁵⁰

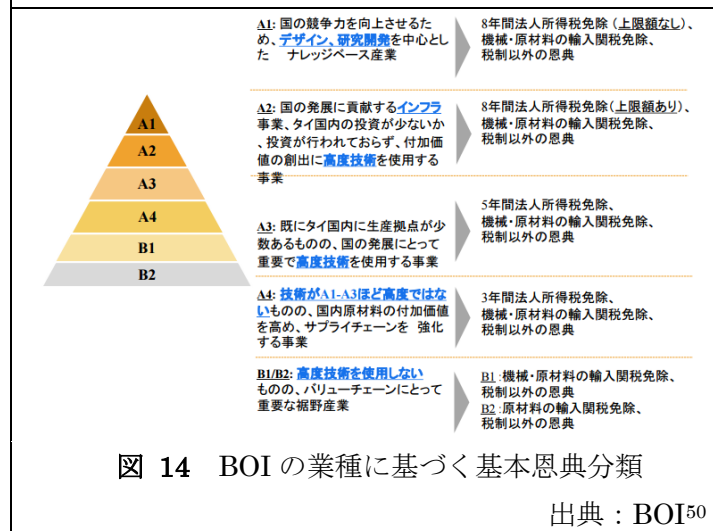


図 14 BOI の業種に基づく基本恩典分類

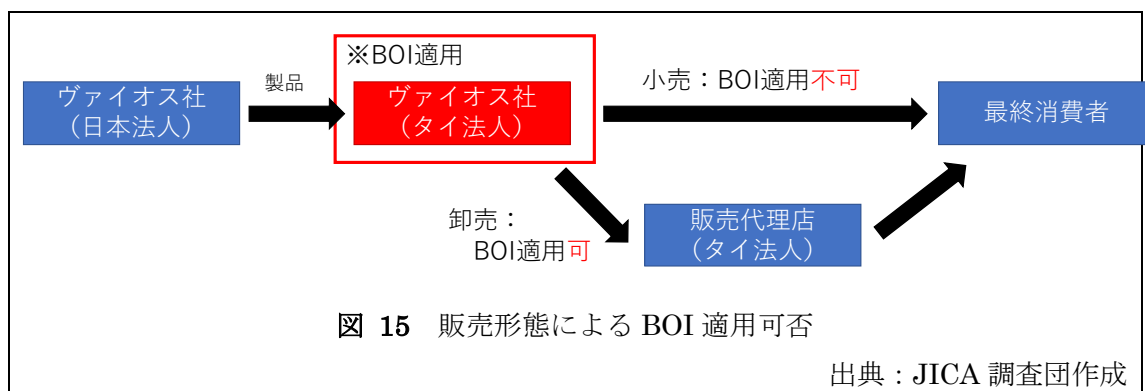
出典：BOI⁵⁰

4-2. 提案事業に関する各種政策及び法制度

4-2-1. BOI による投資優遇の適用可否

本事業に関し、BOI へ投資優遇対象の確認を行ったところ、製品を最終消費者（販売ターゲット）に直接販売する場合は小売業とみなされ、BOI 投資優遇の対象外となるが、販売代理店へ販売するのであれば卸売業とみなされ、BOI 投資優遇の対象となるとの判断で合った（図 15）。

⁵⁰ BOI. 2016 年. タイにおける投資環境と国際地域統括本部（IHQ）、国際貿易センター（ITC）および貿易ならびに投資支援事務所（TISO）に対する投資奨励政策. <http://www.asean.or.jp/ja/wp-content/uploads/2016/09/AJC-20160913-J-BOI.pdf>



BOI によると、本事業を卸売として営む場合に適応可能な BOI 業種は下表の通りである。

表 9 本事業に適応可能な業種

適応可能な業種	条件	ランク
7.6 国際貿易センター (International Trading Centers: ITC)	1. 払込登録資本金が 1,000 万 THB (約 3,271 万円) 以上であること。 2. メリットによる追加恩典の対象とならない。	B1
7.7 貿易ならびに投資支援事務所 (Trade and Investment Support Office: TISO)	3. 販売費および一般管理費が年間 1,000 万 THB (約 3,271 万円) 以上であること。 4. 以下の通り事業計画および事業範囲を有すること。 2.4 建築、土木エンジニアリングを除く、エンジニアリングおよび技術サービスの提供。 2.5 機械、機器、道具、および設備に関する以下の業務。 - 卸売のための輸入 - トレーニング・サービス - 据え付け、メンテナンス、補修修理 - 機器校正 (Calibration)	B2

出典：BOI 資料⁵¹に基づき JICA 調査団作成

上記のうち、「7.6: ITC」は恩典ランク B1、「7.7: TISO」は恩典ランク B2 であるが、両

⁵¹ BOI. http://www.boi.go.th/index.php?page=eligible_activities&language=ja

者の違いは以下の通りである。

表 10 恩典ランク B1 と B2 の比較

恩典ランク	機械の輸入関税免除	必要原材料・資材の 輸入関税免除 ⁵²	非税的恩典 ⁵³
B1	✓	✓	✓
B2	×	✓	✓

出典：BOI 資料⁵⁴に基づき JICA 調査団作成

上記の通り、恩典の多い B1 ランクとなる「7.6：ITC」の方が条件は良いが、ITC を使う要件として、表 9 の条件の他、取引形態を 2 つ以上選択する必要がある⁵⁵。取引形態は 4 つあり、①Out-in（国外からの輸入）、②In-in（国内で製造した製品の販売）、③In-out（国内で製造した製品の国外輸出）、④Out-out（国外で製造した製品の他国販売）である。本事業の場合、現状想定している①Out-in のみではなく、もう 1 種類の取引形態が必要となる。

4－2－2．製品の販売を後押しする政策

ヴァイオス社製品の販売を後押しする政策は現時点で確認ができていないが、エネルギー省 DEDE によると、エネルギー省の促進プログラムに採用されれば ENCON 基金の支援対象となるとのことであった。促進プログラムについては、エネルギー省ウェブサイト（EPPO：<http://www.eppo.go.th/index.php/en/>）に募集内容が掲載される⁵⁶。

4－2－3．製品販売時に留意すべき法律・制度

工場法：工業省（Ministry of Industry）管轄の工場法（Factory Act, A.D.1992）では、環境影響の大きい工場につき事前の操業許可取得や廃棄物の管理方法等が規定されている。同法の定義によると、工場とは 5 馬力以上の設備容量を持つあるいは 7 人以上の労働力を擁する機械とされており⁵⁷、発電機を併設した場合は 5 馬力以上となるため、工業省より設備導入前に操業許可を得る必要がある。

環境影響調査：タイでは、下記の環境影響調査が定められている。

⁵² 1 年間のみ、輸出向けの生産品に限る。

⁵³ 通常外国人（外国企業）には認められない①外資 100%での法人設立や②土地所有が認められ、③労働許可条件（外国人 1 人に対してタイ人 4 人の雇用が必要）が緩和される。

⁵⁴ BOI. A Guide to the Board of Investment 2016

⁵⁵ 2017 年 3 月 31 日の BOI へのヒアリングによる。

⁵⁶ タイエネルギー省へのヒアリング（2017 年 1 月 19 日実施）による。

⁵⁷ JICA、キンセイ産業株式会社. 2015 年. タイ国 次世代焼却炉による医療廃棄物 適正処理案件化調査. <http://libopac.jica.go.jp/images/report/12237434.pdf>

表 11 タイにおける環境影響調査区分

種類	適用対象事業
環境影響評価（EIA）	通達 ⁵⁸ に定める 35 種の事業
環境健康影響評価（EHIA）	天然資源や国民健康の面で著しい影響を及ぼし得る事業
初期環境評価（IEE）	環境に影響を及ぼし得る小規模事業
環境チェックリスト	EIA や IEE の業種・規模に該当しない追加保護森林における全事業

出典：JICA 調査報告書⁴⁰に基づき JICA 調査団作成

廃棄物処理場の導入時には、周辺への環境影響が予想されることから、通常何らかの環境影響調査を求められることが多い。環境影響評価（EIA）、環境健康影響評価（EHIA）とも、工場法に基づく中央廃棄物処理施設（central waste treatment plant according to the factory act）となる場合は、設備規模に寄らず、建設許可または工場操業許可を求める際に環境影響評価の提出が必要となる。なお、中央廃棄物処理施設としてではなく、単にバイオガス発電施設（biomass power plant）として導入する場合には、環境影響評価（EIA）の対象にはならず、環境健康影響評価（EHIA）では設備容量が 150MW 以下であれば評価不要となる。また、環境健康影響評価（EHIA）に関しては、上記工場法に基づく「工場」に該当する設備容量となった場合、初期環境評価（IEE）が必要となる。

バイオガス取扱規制：日本では、バイオガスを製造・使用するとガス事業法の準用事業者となるが、タイではバイオガスの取扱に関する規制が未整備であり、現段階では特に規制は存在しない。

消化液（排水処理）への環境規制：消化液は農業利用されない場合、排水されることになる。よって、下記の排水に関する環境基準に注意が必要である。

表 12 タイにおける排水基準

工業排水	生化学的酸素要求量（BOD）20mg/l以下。ただし、食品工場など一部の業種は BOD の上限規制適用除外で別途 PCD との協議により決定する。
建造物からの排水	建造物の種類及びサイズによって規定されている。
その他排水基準	住宅団地、養豚場、給油所、水産養殖業（沿岸、汽水、内陸のそれぞれにつき）の各産業については個別の排水基準が定められている。

出典：日本テピアウェブサイト⁵⁹に基づき JICA 調査団作成

⁵⁸ 環境影響評価に係る通達（Type and Size of Project or Activity Required to Submit Environmental Impact Assessment Report）を指す。

⁵⁹ <http://www.tepia.co.jp/country/thailand/kankyo.html>

騒音規制・振動規制：タイにおける騒音規制は、PCDにより、最高騒音レベル 115db 以下、24 時間加重等価騒音レベル 70db 以下と定められている。振動規制については、鉱山・採石場のみ規制対象となっており、それ以外の業種に対する規制はない。ヴァイオス社製品は上記規制指標以下のため、特に問題にはならない。

4-3. ターゲットとする市場の現状

本製品はタイ国における食品廃棄物、家畜糞尿、農業残渣などにかかる有機性廃棄物のオンサイト処理市場をターゲット市場とする。本製品の購買層は、タイ国内におけるこれら有機性廃棄物の排出を行っている食品関連業者、小売業者、畜産・農業事業者及び一般廃棄物の回収・処理を担っている地方自治体である。事業規模としては 3,000 万円（処理量 0.5t/日）規模の本製品を導入することのできる、資金力が一定以上ある事業者となる。また、本製品の容量は日量 0.5～5t のため、当該量の有機性廃棄物を排出する事業者がターゲットとなる。つまり、「3,000 万円以上の製品を購入できる資金力を持ち、かつ一日当たりの有機性廃棄物の排出量が 0.5～5 t（この条件を満たす規模を本案件では中規模と定義する）の事業者」をターゲット顧客とする。

本製品を導入するメリットとしては、①廃棄物処理に係るコストの削減、②堆肥化設備のアップグレード、③周辺住民への異臭、汚染などに対するクレーム対応、④廃棄物処理に関する政府の規制対応があり、これらに関して現状より導入することによるメリットが大きい企業・地方公共団体が顧客になりうると言える。特に①コストの削減になるかどうか導入において重要な要素となるが、①に関しては、処理の外部委託、廃棄代の支払いによる回収、自前での処理、の主に 3 種の処理方法が考えられ、処理費用の負担の多い企業・地方公共団体がより導入のメリットを感じやすい。このため廃棄物処理方法および費用、堆肥設備の有無と費用、周辺住民のクレームの有無と対応方法、政府の有機性廃棄物処理に関する規制の内容とそれに対する対応法について現地調査にてヒアリング調査を行い、より導入効果の高い対象顧客を絞り込んだ。

表 13 本案件におけるターゲット顧客

ターゲット顧客	対象となる有機性廃棄物
農家、農業事業者	農業残渣
畜産農家、畜産事業者	家畜糞尿
食品加工工場	加工残渣、廃液
小売業者（デパート、百貨店等）、食品市場	食品残渣（廃棄商品含む）
地方自治体（一般廃棄物回収）	食品残渣

出典：JICA 調査団作成

<農家、農業事業者>

タイには、2013 年時点で 590 万の農林水産業従事世帯があり、このうち 96.3%が農業を営んでいる（うち、21.3%は畜産業や水産業など他業種も営んでいる兼業農家）⁶⁰。タイにおける産業廃棄物（Industrial waste）の定義の中に農業系廃棄物は含まれず、工場廃棄物のみとなっている⁶¹。当然、農業系廃棄物は一般廃棄物にも区分されていない。従って、農家や農業事業者など第一次産業から排出される農業残渣は、実質的に廃棄物として回収対象にはなっておらず、農地近辺に投棄されるか、集約されてコンポスト化されているのが現状である。

また、肥料も比較的安価に購入できる。アユタヤでバイオガス化に取り組んで切る養豚場へのヒアリングによると、消化液を堆肥化したものを 15kg・22THB（約 72 円）で周辺農家に販売しているとのことであった。また、パトゥムターニの市場では、不要になった葉物（キャベツの外側の葉など）を集めて魚のえさとして 1t・200THB（約 654 円）で販売している。

そのため、農業残渣の処理費用はほとんど無料であり、かつヴァイオス社製品のアウトプットとなる液肥・堆肥についても経済的インセンティブが湧きづらいと判断し、ターゲット顧客から外すこととした。

<畜産農家、畜産事業者>

バイオガスポテンシャルのある畜産農家の件数及びポテンシャル量、導入状況についてはエネルギー省 DEDE が 2011 年に調査を行っており、結果は下表の通りである。

表 14 畜産農家のバイオガスポテンシャル（2011 年）

No.	業種	バイオガス ポテンシャル		導入状況			
				導入済		未導入	
		数 (千件)	量 (千m ³ /年)	数 (千件)	量 (千m ³ /年)	件数 (千件)	量 (千m ³ /年)
1	豚（小規模）	3,000	131,690	1,770	77,700	1,230	53,990
2	豚（中・大規模）	4,140	181,670	2,190	96,100	1,950	85,570
3	牛	8,000	822,000	N/A	N/A	N/A	N/A
4	鶏、その他	N/A	125,000	N/A	N/A	N/A	N/A
合計		15,140	1,260,360	3,960	173,800	3,180	139,560

出典：エネルギー省 DEDE データ⁶²に基づき JICA 調査団作成

⁶⁰ National Statistical Office. 2013 年. Advanced Report 2013 Agricultural Census.

⁶¹ JETRO アジア経済研究所. 2007 年. アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書（経済産業省委託）https://www.jetro.go.jp/ext_images/jfile/report/05001475/05001475_001_BUP_0.pdf

⁶² <http://webkc.dede.go.th/webmax/sites/default/files/>

タイではエネルギー省傘下の ENCON 基金が、1995 年から家畜場へのバイオガス設備の導入を支援しており、中・大規模の畜産業者には概ねバイオガス設備の導入が完了していることが本調査において判明した。

また、牛糞については、バンホン県のチェンマイ牛乳会社で、乳牛の糞尿から圧縮メタンガスを生産するプロジェクトが行われ、日量 1700～2000 m³のバイオガスを産出するといった民間ベースの取り組みも確認できた。

第二回現地調査では、バイオガス施設を導入している養豚事業者 Laemthong 社（パトゥムターニ県）を視察した。同社は成豚・幼豚合わせて 44,000 頭程度を常時飼育しており、豚のし尿を水と一緒に排水し、脱水後バイオガス化しているとのことである。ガスは発電に用いられ、養豚場内で自家消費されている（発電規模は 110～150kW/h）。システム一式は ERDI の設計によるものであるが、アフターフォローサービスは無く、自社でエンジニアを雇用し、メンテナンスの対応をしているとのことであった（ERDI からは簡易的な取扱マニュアルを手交されたのみ⁶³）。そのため、発電機に故障が生じた際は同社エンジニアでは対応できず、外部に修理を委託することで費用が発生している。なお、同社では現時点で全体の電力使用量の 50%程度をバイオガスシステムで賄っているが、将来的には 70～80%にまで増設する計画であり、導入済みの畜産場でも増設のニーズはあることが判明した。



図 16 養豚場のダイジェスター

出典：JICA 調査団撮影



図 17 養豚場のガス発電機

出典：JICA 調査団撮影

なお、ERDI へのヒアリングによると小規模畜産業者に関しては、まだ十分な導入数には至っておらず、タイ政府としても直近での支援予定はないと言う。これは、小規模事業者は一般的に初期投資を支払う資金余力がないためであり、ヴァイオス社製品の普及も難しいと考えられる。具体的にいくらであれば支払余力があるのかを算出するのは難しいが、ERDI のカバードラグーン方式の導入コストが 100～150USD/m³（設備規模は豚 8 匹で 1 m³と計算。通常は 100～2,500 m³規模）のため、少なくとも m³当たりの単価としてこれを下回る必要がある。ヴァイオス社の製品は、現状 3,000USD/m³程度⁶⁴であることに鑑みると、

⁶³ ERDI にヒアリングしたところ、現在はバイオガス設備導入先に対し、1 年間のフォローアップ・モニタリングを提供しているとのことであった。（ヒアリング日：2017 年 4 月 3 日）

⁶⁴ MFS-H+（発酵槽 30 m³）、3,200 万円の場合（1USD＝120 円と計算）。

経済的ギャップは大きく、当面小規模畜産業者を販売ターゲットとするのは難しいと判断した。

<食品・農産物加工工場>

タイ国内の食品製造業者数（2007 年）は 116,146 業者であり、製造業全体の 25%を占める。業種別にみると、農産物加工（肉類、魚介類、果実、野菜、油脂類の加工）が 12,262 業者、乳製品が 986 業者、穀類加工（製粉、でん粉、調製飼料の製造）が 77,078 業者、その他食品が 21,236 業者、飲料が 4,584 業者となっている⁶⁵。また、従業員数別の製造業者数でみると、食品製造業全体では従業員 20 人未満の小規模事業者が 97%を占めている。

食品加工工場については、2002 年に EPPO によって設備導入費用の 30%が補助され、試験的に 9 つのキャッサバ工場でバイオガス化施設が導入されたのを皮切りに、2003 年より本格的に ENCON 基金によって補助が行われ、90%以上のキャッサバ工場でバイオガス設備が導入されるに至っている⁶⁶。その他の食品加工工場についても、EPPO により、砂糖ミル、ツナ缶、パイナップル、製粉工場などからの食品加工廃棄物・排水を対象に 238 のプロジェクトが実施され、総計 89,700 万 m³分のバイオガスが創出されている⁶⁷。

エネルギー省によると、食品・農産物加工のうち大型産業 7 つ（スターチ、ビール、食品、パームオイル、製紙、ゴム、エタノール）のバイオガス導入状況は表 15、表 16 の通りである。

⁶⁵ JETRO. 2012 年. 平成 23 年度 タイにおける食のマーケット調査.

https://www.jetro.go.jp/ext_images/jfile/report/07000947/report.pdf

⁶⁶ Biogas – Key Success Factors for Promotion in Thailand 、2015

⁶⁷ Rikke Lybæk and Kritapon Sommart. 2016 年. Biogas Application Options within Milk Dairy Cooperatives in Thailand - Case Study Tambon Ban Kor, Khon Kaen.

表 15 食品・農産物加工工場のバイオガスポテンシャル（2011 年）

No.	業種	バイオガス ポテンシャル		導入状況			
				導入済		未導入	
		件数 (件)	量 (千m ³ /年)	件数 (件)	量 (千m ³ /年)	件数 (件)	量 (千m ³ /年)
1	スターチ	77	377,000	36	162,740	41	214,260
2	ビール	13	110,000	13	110,000	0	0
3	食品	108	100,000	44	40,740	64	59,260
4	パーム	44	25,300	5	2,900	39	22,400
5	製紙	23	29,000	2	2,520	21	26,480
6	ゴム	87	84,000	2	1,620	85	82,380
7	エタノール	24	218,400	4	36,400	20	182,000
合計		376	943,700	106	356,920	770	586,780

出典：エネルギー省 DEDE データ⁶⁸に基づき JICA 調査団作成

表 16 表 15 に基づくバイオガス平均排出量・導入率分析

No.	業種	平均排出量 (m ³ /日)	導入率	
			件数 (%)	排出量 (%)
1	スターチ	13,414	46.8	43.2
2	ビール	23,182	100.0	100.0
3	食品	2,537	40.7	40.7
4	パーム	1,575	11.4	11.5
5	製紙	3,454	8.7	8.7
6	ゴム	2,645	2.3	1.9
7	エタノール	24,932	16.7	16.7
全業種		6,876	28.2	37.8

出典： JICA 調査団作成

表 16 によると、排出量が多い産業から順にメタン発酵設備が導入されている訳ではないことがわかる。また、同産業内でみても排出量が多い施設から導入が進んでいる訳でもない。さらに、ビールは 13 工場と少ないが、国営が元となる産業でもあるためか、規模が大きく 100%の導入率となっている。

表 17 は、処理方式別に初期コストを比較したものである。タイで導入可能なバイオガスの処理方式は主に 3 つあり、①上向流式嫌気性汚泥床方式（Upflow Anaerobic Sludge

⁶⁸ <http://webkc.dede.go.th/webmax/sites/default/files/>

Blanket : UASB)、②ろ材固定方式 (Anaerobic Fixed Film : AFF)、③カバードラグーン方式 (Modified Covered Lagoon : MCL) である。

表 17 処理方式別比較表 (2011 年)

		処理方式	負荷量 (kg-COD/日)	初期投資 (パーツ)	発生ガス量 (m ³ /日)	ランニングコスト (パーツ/日)	水処理しないメリット (パーツ/年)	投資回収 (年)
1	スターチ	UASB	76,500	109,000,000	17,600	20,000	8,400,000	2.6
		AFF	76,500	121,500,000	17,600	20,000	8,400,000	2.9
		MCL	76,500	68,400,000	17,600	20,000	8,400,000	1.6
2	食品	UASB	5,000	40,000,000	1,380	3,600	-	17.1
		AFF	5,000	44,000,000	1,380	3,600	-	18.8
		MCL	5,000	25,000,000	1,700	3,600	-	7.9
3	パームオイル	UASB	75,400	81,000,000	14,800	21,000	-	5.0
		AFF	75,400	55,300,000	14,800	27,000	-	3.9
		MCL	75,400	47,000,000	14,800	21,000	-	2.9
4	ビール	UASB	96,300	124,400,000	9,300	5,200	4,620,000	4.2
		AFF	96,300	139,800,000	9,300	5,200	4,620,000	4.9
		MCL	96,300	83,200,000	9,300	5,200	4,620,000	2.9
5	ゴム	UASB	24,500	73,000,000	6,000	9,000	924,000	5.8
		AFF	24,500	84,500,000	6,000	9,000	924,000	6.7
		MCL	24,500	40,000,000	6,000	9,000	924,000	3.1
6	製紙	UASB	40,300	118,500,000	8,000	31,000	16,800,000	4.1
		AFF	40,300	136,000,000	8,000	31,000	16,800,000	4.8
		MCL	40,300	57,000,000	8,000	31,000	16,800,000	1.7
7	エタノール	UASB	77,000	111,000,000	7,000	5,200	-	7.1
		AFF	77,000	122,000,000	7,000	5,200	-	7.8
		MCL	77,000	86,000,000	7,000	5,200	-	5.4

出典：エネルギー省データ⁶⁸に基づき JICA 調査団作成

表 18 表 17 に基づくガス発生量、ガスメリット試算

		処理方式	ガス発生量 /COD-kg (m ³)	総経費 (パーツ)	総水処理メリット (パーツ)	総ガス利用メリット (パーツ)	総メリット (パーツ)	総ガス総量 (m ³)	ガスメリット (パーツ/m ³)
1	スターチ	UASB	0.23	127,980,000	21,840,000	106,140,000	127,980,000	16,702,400	6.4
		AFF	0.23	142,670,000	24,360,000	118,310,000	142,670,000	18,629,600	6.4
		MCL	0.23	80,080,000	13,440,000	66,640,000	80,080,000	10,278,400	6.5
2	食品	UASB	0.28	62,482,540	0	62,482,540	62,482,540	8,618,307	7.2
		AFF	0.28	68,676,920	0	68,676,920	68,676,920	9,459,486	7.3
		MCL	0.34	35,380,600	0	35,380,600	35,380,600	4,901,950	7.2
3	パームオイル	UASB	0.20	119,325,000	0	119,325,000	119,325,000	27,010,000	4.4
		AFF	0.20	93,734,500	0	93,734,500	93,734,500	21,067,800	4.4
		MCL	0.20	69,228,500	0	69,228,500	69,228,500	15,665,800	4.4
4	ビール	UASB	0.10	132,371,600	19,404,000	112,967,600	132,371,600	14,256,900	7.9
		AFF	0.10	149,100,200	22,638,000	126,462,200	149,100,200	16,633,050	7.6
		MCL	0.10	88,704,200	13,398,000	75,306,200	88,704,200	9,844,050	7.6
5	ゴム	UASB	0.24	92,053,000	5,359,200	86,693,800	92,053,000	12,702,000	6.8
		AFF	0.24	106,509,500	6,190,800	100,318,700	106,509,500	14,673,000	6.8
		MCL	0.24	50,183,500	2,864,400	47,319,100	50,183,500	6,789,000	7.0
6	製紙	UASB	0.20	164,891,500	68,880,000	96,011,500	164,891,500	11,972,000	8.0
		AFF	0.20	190,312,000	80,640,000	109,672,000	190,312,000	14,016,000	7.8
		MCL	0.20	76,235,500	28,560,000	47,675,500	76,235,500	4,964,000	9.6
7	エタノール	UASB	0.09	124,475,800	0	124,475,800	124,475,800	18,140,500	6.9
		AFF	0.09	136,804,400	0	136,804,400	136,804,400	19,929,000	6.9
		MCL	0.09	96,249,200	0	96,249,200	96,249,200	13,797,000	7.0

出典：JICA 調査団作成

表 18 によると、初期コストは、②AFF、①UASB、③MCL の順に安くなるが、ランニングコストにはほとんど差がない。投資回収年は、短いもので 2 年を切ることもあるが、概ね 4～8 年の間となっており、投資回収年がこの範囲内で収まるのであれば、ヴァイオス社製品も普及の余地があるものと考えられる。

なお、表 18 中のガス発生量 (m³/kg-COD) は、COD1kg に対してどれくらいガスが出る

かの指標であり、日本では 0.32～0.35 (m³/kg-COD) が標準とされる。これは、いわば生物分解性 COD に対しての値だが、この統計では化学的 COD に対する数字が用いられている。業種ごとにみるとビールやエタノール産業では科学的 COD 値が低く、平均ガス排出量が多いがあまりバイオガス導入が進んでいない一つの要因であると思われる。

<小売業者（デパート、百貨店等）、食品市場>

デパート・百貨店の食料品売場、ハイパーマーケット、スーパーマーケット、食料品市場などから出る廃棄商品や食品残渣も有機性廃棄物となり得る。以下に、主な小売業者や市場をまとめた。

表 19 タイの主要な小売業者・市場

業態	小売業者名・市場名	親会社国	店舗数
デパート・百貨店（食料品売場やフードコート）	Central Gr. (Central World, Central Chidlom, Robinson, ZEN)	タイ	19
	The Moll Gr. (SIAM PARAGON, Emporium)	タイ	9
	Isetan Bangkok	日本	1
	MBK	タイ	1
	Tokyu Department Store (MBK 内)	日本	1
ハイパーマーケット	Tesco Lotus	イギリス	545
	Big C	フランス	103
	Makro	オランダ	71
スーパーマーケット	TOPS Market	オランダ	91
	JUSCO/ MAX VALUE	日本	30
	UFM Fuji Super	タイ/日本	4
	Food Land	タイ	20
	Plus One (Tang Hua Seng)	タイ	2
	Villa Market	タイ	32
	Home Fresh Mart	タイ	4
市場	Talaad Thai	—	1
	Or Tor Kor Market	—	1
	Khlong Toei Market	—	1

店舗数は 2017 年 4 月 17 日現在

出典：JICA 調査団作成

デパート・百貨店である MBK 社へヒアリングしたところ、同社から排出される廃棄物総

量は 30～40t/月であり、具体的な有機性廃棄物量は仕分けていないため不明だが、概ね 30% (9～12t) 程度であるとのことであった。MBK を含むバンコク都内の廃棄物収集・処理はバンコク都が担っており、MBK 閉店後に大型トラックが回収に訪れ、日中に MBK 内の廃棄物集積場に集められた廃棄物を有価物と通常処理に分け、有機性廃棄物は通常処理として処分場へ運搬される。処理コストは従量制で、処理単価は 4,000THB/t 程度と、家庭ごみの 800THB/t よりも高い設定である。そのため、仮にこの処理コストをヴァイオス社製品導入によってオンサイト処理に切り替えた場合、製品価格を 3,000 万円とすると投資回収年は 7 年程度⁶⁹となる。MBK によると廃棄物集積場の匂い（臭害）対策や衛生保持の観点でヴァイオス社製品は魅力的だが、設備管理部門の予算管理は厳しく 100 万 THB（約 327 万円）以上の投資額となると難しいとの判断であった。

以上より、デパート・百貨店には通常、MBK のように廃棄物集積場が設置されているため、臭害対策や衛生保持が訴求ポイントとなることが判明した。また、CSR 面での宣伝効果も期待できる。設備投資の考え方は各社異なるため、今後は MBK 以外の他社への提案も進めたい。

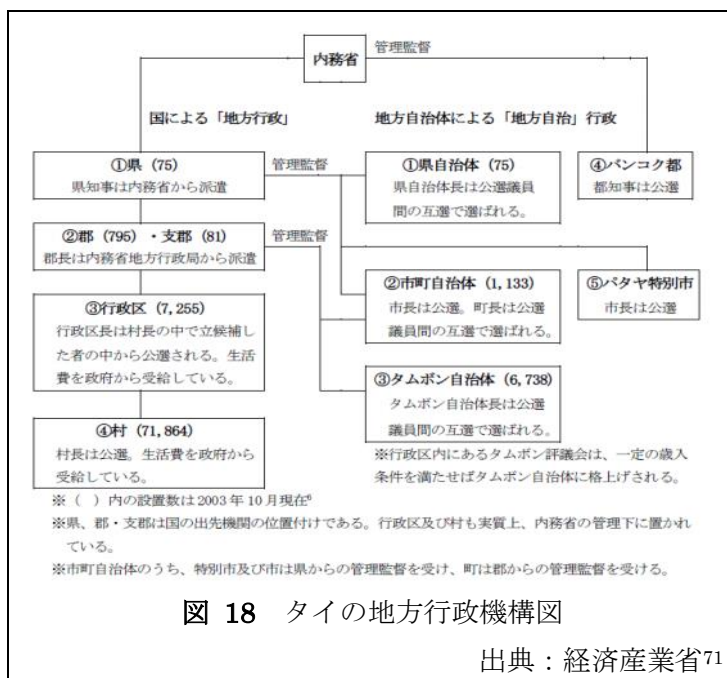
また、青果市場としてタイ国内最大の Talaad Thai の視察・ヒアリングも行った。本市場は敷地面積約 60ha、24 時間営業であり、廃棄物は一日 120～160t、うち 90%が有機性廃棄物である。市場内で出たごみは、市場の端にあるごみ集積場に一時的に集められ、そこから中間処理場や最終処分場へ運搬される。ごみ処理費用は 250～300THB/t（約 818～981 円/t⁷⁰）である。同市場を運営する民間会社（Thai Agro Exchange Co., Ltd.：以下、TAE 社）によると、TAE 社はエネルギー系の現地企業と共同企業体（JV）を立ち上げ、Talaad Thai 市場の有機性廃棄物を使ったバイオガス発電所を建設するプロジェクトを進めている。約 1.6ha の施設規模で 150t/日の有機性廃棄物を用いて 1MW の発電を行う計画であるという。発電した電力は FIT への売電を想定するが、FIT 収入を加味しても投資回収年は 15 年以上の大型プロジェクトである。本プロジェクトによって、市場内の有機性廃棄物は全量処理できるようになるため、残念ながらヴァイオス社製品の導入余地はないとのことであった。

⁶⁹ 年間の削減処理コストは $30[t/\text{月}] \times 4,000[\text{THB}] \times 12 \text{ ヶ月} = 1,440,000[\text{THB}] \div 4,320,000[\text{円}]$ となり、ヴァイオス社製品導入にかかる投資コスト $3,000[\text{万円}] \div 432[\text{万円}] = 6.9[\text{年}]$ となる。

⁷⁰ 日本円換算の為替レートは、1THB=3.2314 円（JICA 業務実施契約、業務委託契約における外貨換算レート表 2017 年 3 月）を用い、小数点以下を四捨五入とした。

＜地方自治体（一般廃棄物回収）＞

タイの一般廃棄物に係る根拠法は公衆衛生法（Public Health Act B.E.2535）であり、本法の中で一般廃棄物は「紙屑、布屑、残飯、廃品、ビニル袋、食品容器、灰、動物の糞、動物の死骸をいい、その他道路、市場、動物飼育場またはその他の場所から掃除し集めたもの」と定義されている（第4条）。また、処理責任主体は地方公共団体である（第18条）⁷²。ここでいう地方公共団体とは、① 県自治体（Provincial Administrative



Organization)、②市町自治体(Municipalities)、③タンボン自治体(Tambol Administrative Organization)、④バンコク都(Bangkok Metropolitan Administration)、⑤パタヤ特別市(Pattya City)を指す(図18)。

PCDの情報によると、地方公共団体によっては、廃棄物収集サービスが提供できていない地域が全国的に散見されるが、地方自治体によってはコンポスト化をしているところもあり、廃棄物収集サービスの内容は地方公共団体によって差が大きい(表20)。

⁷¹ http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/data/research/h22fy/22fy2203-1_keisan/22fy2203-1_keisan.html-02.pdf

⁷² 佐々木創. 2005年. タイにおける一般廃棄物処理の現状：バンコク都のケーススタディを中心に.

表 20 各地方公共団体の廃棄物排出量（2015 年）

地域区分	県名		県県廃棄物量	商業廃棄物量	各県のごみ処理場サービス提供している地方自治体数	サービス提供地域					その他	サービスしていない地方自治体数	サービス提供地域			不適正処理量
						左記の中で発生する商業廃棄物	適正処理量	左記のうち再利用されている商業廃棄物	焼却量	増立量			コンポスト化量	焼却処理量	左記のうち発生量	
1	Chiang Mai Chiang Rai Mae Hong Son Lamphun		t 22,258.53 13,994.70 1,351.56 902.25	t/年 619,757.06 413,625.30 76,924.36 141,050.56	149 62 25 31	505,501.80 222,266.42 43,279.63 86,529.46	t/年 239,301.30 108,927.95 13,048.75 51,884.64	456.25 784.75 1,898.00 51,884.64	t/年 238,845.05 108,143.20 1,518.40 49,913.54	t/年 234,330.00 105,963.00 1,898.00 2,971.10	t/年 4,515.05 2,180.20 1,898.00 2,971.10	61 81 24 26	114,255.26 191,358.88 33,644.73 54,521.10	25,875.68 31,531.61 8,074.74 9,186.13	88,379.58 159,827.28 25,570.00 45,334.97	
合計	4	38,507.04	1,251,357.28	267	857,577.30	413,162.64	1,241.00	400,770.89	390,724.94	-	11,564.35	1,518.40	192	393,779.98	74,668.15	319,111.82
2	Lampang Phayao spread Sukhothai		70,206.00 37,605.90 5,727.00 93,606.00	307,628.77 175,056.82 159,844.35 210,194.52	64 41 63 58	233,318.76 117,722.65 126,535.73 150,715.76	82,388.19 7,865.75 14,102.60 58,376.35	- 7,865.75 - 58,376.35	t/年 82,388.19 6,405.75 - 58,376.35	t/年 72,403.41 6,405.75 - 58,376.35	t/年 9,984.78 1,460.00 14,102.60 -	39 30 20 32	74,296.32 57,334.17 33,309.00 59,478.76	1,127.85 5,568.01 2,562.30 -	73,168.47 51,766.16 30,746.70 59,478.76	
合計	4	207,144.90	852,724.46	226	628,292.90	162,732.89	-	162,732.89	137,185.51	-	-	25,547.38	121	224,418.25	9,258.16	215,160.09
3	Phitsanulok Nan Phichit Uttaradit		10,636.00 9,477.63 36,957.00 23,218.00	316,604.65 163,910.55 197,986.37 170,630.20	33 33 44 51	162,724.30 72,142.25 101,748.67 120,975.60	66,451.90 14,308.00 26,900.50 31,463.37	- - - -	t/年 66,451.90 14,308.00 26,900.50 27,813.37	t/年 18,012.75 14,308.00 26,900.50 -	t/年 - - - 3,650.00	69 66 57 28	153,880.35 91,768.30 96,237.70 49,654.60	13,837.15 25,283.55 10,796.70 6,194.05	140,043.20 66,484.75 85,441.00 43,460.55	
合計	4	80,288.63	849,131.77	161	457,590.82	139,123.77	-	139,123.77	87,034.62	-	3,650.00	48,439.15	220	391,540.95	56,111.45	335,429.50
4	Nakhon Sawan Dry Kamphaeng Phet Uthai Thani		27,589.50 126,195.75 10,940.25 4,293.00	404,317.80 245,142.31 259,755.90 115,500.60	71 47 46 21	269,483.15 199,411.18 152,776.47 46,365.95	115,230.50 11,315.00 62,123.00 18,432.50	- - - -	t/年 115,230.50 11,315.00 62,123.00 18,432.50	t/年 115,230.50 4,015.00 55,553.00 18,432.50	t/年 - 7,300.00 - -	71 21 42 42	134,834.65 45,730.85 106,980.44 69,134.65	- -	134,834.65 45,730.85 106,980.44 69,134.65	
合計	4	169,018.50	1,024,716.61	185	668,036.75	207,101.00	-	207,101.00	193,231.00	-	7,300.00	6,570.00	177	356,680.59	-	356,680.59
5	Nakhon Pathom Suphan Buri Chai Nat Samut Sakon		353,105.00 144,922.50 226,764.69 52,950.00	354,477.05 315,436.65 131,790.55 324,634.65	97 60 42 33	322,415.11 169,443.95 104,904.65 318,502.65	176,533.35 59,684.69 1,095.00 256,503.75	- 5,694.00 1,095.00 4,763.25	t/年 176,533.35 53,990.69 1,095.00 251,740.50	t/年 176,533.35 53,990.69 1,095.00 251,740.50	t/年 - - - -	19 66 17 4	32,061.60 145,992.70 26,885.90 6,132.00	839.50 -	31,222.10 145,992.70 26,885.90 6,132.00	
合計	4	777,742.19	1,126,338.90	232	915,266.36	493,816.79	10,457.25	483,359.54	482,994.54	-	-	-	106	211,072.20	839.50	210,232.70
6	Nonthaburi Samut Prakan Pathum Thani Ayutthaya Ang Thong Sing Buri		- 2,001,960.00 167,008.50 780,031.20 98,550.90 24,093.00	590,165.22 739,231.09 542,275.45 414,357.27 102,228.42 80,143.12	45 48 64 119 42 19	590,165.22 739,231.09 542,275.45 414,357.27 102,228.42 80,143.12	466,783.90 - - - - -	- - - - - -	t/年 466,783.90 - - - - -	t/年 466,783.90 - - - - -	t/年 - - - - - -	0 1 38 22 22	0 1,527.23 44,949.86 27,647.00 30,587.03	- -	0 1,527.23 44,949.86 27,647.00 30,587.03	
合計	6	3,071,643.69	2,469,090.56	337	2,365,816.67	466,783.90	-	466,783.90	466,783.90	-	-	-	83	104,711.12	-	104,711.12
7	Saraburi Phetchaburi Lop Buri Nakhon Nayok Prachin Buri		191,156.12 206,863.00 356,608.00 134,833.62 552,678.52	227,874.76 361,301.15 290,173.91 91,958.25 159,665.01	92 70 32 26 46	208,359.38 238,697.34 203,626.25 59,480.57 113,939.91	135,017.15 50,370.00 17,155.00 33,587.30 2,460.10	657.00 - - 292.00 131.40	t/年 134,360.15 50,370.00 17,155.00 33,295.30 2,460.10	t/年 22,538.75 40,150.00 17,155.00 -	t/年 73.00 - - -	16 57 61 19 23	19,524.38 122,603.81 86,547.66 32,477.69 45,725.10	- -	19,524.38 122,603.81 86,547.66 32,477.69 45,725.10	
合計	5	1,442,139.32	1,130,973.09	298	824,094.45	238,589.55	1,080.40	237,509.15	79,843.75	73.00	-	157,723.80	176	306,878.64	-	306,878.64
8	Ratchaburi Kanchanaburi Samut Songkhram Phetchaburi Prachuap Khiri Khan		464,064.00 934,598.00 1,800.00 682,937.50 440,792.00	306,756.03 291,156.85 80,740.51 193,668.53 215,953.21	61 60 30 47 38	212,308.47 164,702.60 79,587.33 152,687.79 174,076.07	11,315.00 8,212.50 1,679.00 11,680.00 43,471.50	65.70 519.76 - - 751.54	t/年 11,249.30 7,692.74 1,679.00 11,209.88 42,719.97	t/年 11,249.30 2,161.90 -	t/年 - 5,530.85 1,679.00 5,013.64 6,924.42	50 61 5 37 22	94,447.56 130,235.65 7,153.18 40,980.74 41,877.14	- -	94,447.56 130,235.65 7,153.18 40,980.74 41,877.14	
合計	5	2,524,191.50	1,088,275.13	236	777,362.25	76,358.00	1,807.12	74,550.89	55,220.99	182.50	19,147.90	-	175	314,694.28	-	314,694.28
9	Udon Thani Nong Khai at al Nakhon Phanom Sakon Nakhon Bung Kan		12,829.25 17,237.10 11,909.75 51,588.93 24,773.55 12,446.22	592,135.88 181,823.23 210,601.25 234,072.47 393,369.54 124,543.53	131 65 70 50 52 51	479,715.41 178,670.13 161,072.05 131,045.74 174,456.20 108,282.62	148,575.68 73,080.30 37,018.30 7,318.25 57,859.80 17,771.85	10,950.00 4,252.25 - 730.00 - -	t/年 137,625.68 68,828.05 37,018.30 4,580.75 57,859.80 12,296.85	t/年 137,625.68 68,828.05 37,018.30 4,580.75 57,859.80 12,296.85	t/年 - - - 2,007.50 -	49 2 30 53 88 8	112,420.47 3,153.10 49,529.19 103,026.73 218,913.34 16,311.91	- -	112,420.47 3,153.10 49,529.19 103,026.73 218,913.34 16,311.91	
合計	6	130,784.80	1,736,596.89	419	1,233,242.15	341,624.18	15,932.25	325,691.93	318,209.43	5,475.00	2,007.50	-	230	503,354.74	2,733.85	500,620.89
10	Khon Kaen Maha Sarakham Kalasin Chulabhum Nong Bua Lamphu		767,967.24 92,843.00 56,600.00 64,966.15 36,025.20	667,691.91 326,130.17 349,171.60 391,307.96 175,717.29	169 63 96 92 46	551,384.25 173,031.82 245,936.43 263,208.31 130,091.93	65,202.19 13,275.05 32,233.15 34,105.60 24,538.95	65,202.19 13,275.05 32,233.15 34,105.60 24,538.95	t/年 65,202.19 13,275.05 32,233.15 34,105.60 24,538.95	t/年 65,202.19 13,275.05 32,233.15 34,105.60 24,538.95	t/年 - - - - -	55 79 54 50 21	116,310.52 154,098.35 100,413.72 128,115.14 54,633.15	1,255.60 730.00 2,821.45 547.50 -	115,060.29 151,580.05 100,413.72 127,569.02 54,633.15	
合計	6	1,018,401.99	1,910,018.92	466	1,362,652.75	169,354.94	-	169,354.94	169,354.94	-	-	-	299	547,392.33	5,354.55	540,256.24
11	Nakhon Ratchasima Surin Bur Ram Si Sa Ke		760,825.00 59,219.46 59,323.33 117,784.20	826,451.25 478,095.98 566,987.95 496,490.22	142 21 55 40	459,943.80 73,797.86 109,709.19 124,816.93	127,056.50 24,860.15 24,860.15 42,876.64	- - - 631.48	t/年 127,056.50 24,860.15 24,860.15 42,245.17	t/年 62,962.50 24,860.15 24,860.15 31,297.82	t/年 33,919.45 - -	30,174.55 - -	191 151 153 176	366,507.45 402,298.12 376,276.42 373,673.82	366,507.45 876.00 376,276.42 2,203.63	366,507.45 401,472.12 376,276.42 369,470.09
合計	4	987,152.18	2,366,025.40	258	849,267.78	219,489.19	631.48	218,857.72	143,816.37	42,822.79	30,174.55	2,044.00	671	1,516,755.81	3,079.63	1,513,676.07
12	Ubon Ratchasani Amnat Charoen Yasothon Mukdahan Roi Et		106,065.60 44,827.50 65,385.65 38,301.00 217,656.00	433,798.50 99,192.40 89,542.03 65,885.40 333,299.75	107 36 61 25 71	201,056.60 64,261.90 62,590.43 42,945.90 141,875.50	128,703.38 31,368.10 19,211.93 25,586.50 -	- - - - -	t/年 128,703.38 31,368.10 20,671.93 25,586.50 -	t/年 128,703.38 29,559.10 18,921.60 25,586.50 -	t/年 - 1,460.00 - -	949.27 292.00 -	131 27 26 29 131	192,741.90 34,930.50 26,951.60 22,739.50 191,424.25	- -	192,741.90 34,930.50 26,951.60 22,739.50 191,424.25
合計	5	472,235.75	1,021,518.07	300	552,730.32	204,869.91	-	206,329.91	202,170.58	-	1,460.00	1,241.00	344	468,787.75	-	468,787.75
13	Chonburi (Pattaya City 含む) Rayong market Chanthaburi Chachoengsao Sa Kaeo		591,386.00 43,020.00 19,455.00 80,475.00 655,036.12 92,320.00	875,190.82 315,989.95 89,474.66 215,450.02 305,066.12 191,533.65	85 67 30 60 65 32	851,084.84 343,799.74 27,966.85 181,728.66 212,053.94 116,043.61	391,601.20 160,034.25 28,422.55 68,981.35 6,424.00 15,877.50	- 730.00 - - - -	t/年 391,601.20 159,304.25 28,422.55 68,981.35 6,424.00 15,877.50	t/年 382,476.20 132,038.75 17,837.55 7,018.95 6,424.00 15,8						

当初、ヴァイオス社の「小型・オンサイト処理」という特徴を活かし、処理量規模の合う小規模な市への導入を想定し、ヴァイオス社製品技術に興味を示したスラタニ県タチ市を訪問した。タチ市では、家庭からの廃棄物が日量 2t あり、うち 50%程度が有機性廃棄物であるとのことであった。廃棄物は、各家庭の前に回収タンク（図 19）を設置し、その中に入っているものを毎日回収している。



図 19 タチ市の廃棄物回収タンク

回収後の処分は民間業者に委託しており、オープンダンピングにて処理しているが、処理費用（市の委託費用）はわずか 900THB（約 2,944 万円）／日で、年間で 328,500THB（約 107 万円）程度しかかかっていない。処理費用は市が予算に組み込み負担しているものの、ヴァイオス社製品を購入する程の予算はなく、ビジネス展開が難しいことが判明した。その後 PCD へヒアリングしたところ、地方自治体の廃棄物処理部門は一般的に資金が潤沢ではないため、バンコク都のように財政基盤が堅く実行力があるところや、廃棄物処理に熱心な中大規模の地方自治体の方が良いとのことであった。

バンコク都の 2015 年予算支出では、環境局 (Environment Department) に約 83 億 7,500 万 THB（約 273 億 9,555 万円）が配分されている。これはバンコク都 2015 年予算支出全体の約 18%に匹敵する⁷⁴。

地方公共団体のうち、最も廃棄物発生量が多いバンコク都では、一般廃棄物は 3 か所の中間処理場を経由し、民間が運営するカンパンセンとラチャデワの衛生埋立処分場の 2 箇所に最終処分を委託している。タイで最大規模のカンパンセン処分場は日量 5,000t の廃棄物処理が可能で 8MW 規模の発電機を 2 基備えており、ラチャデワは 950kW 容量の埋立処分場ガス (LFG) による発電を行っている。カンパンセン処分場はサトウキビ畑の中に位置し、2000 年以降拡張しているが、当処分場からの臭気に対する周辺住民・しせつからの苦情が相次いでいる。さらに、300 以上ある投棄型埋立場は穴の中に埋めるタイプで、メタンは放出され、火事により有害物質が発生している。

これら中間処理場や最終処分場の一部にヴァイオス社製品を導入する提案を本調査においてバンコク都へ行った。バンコク都環境局へのヒアリングによると、バンコク都では食品残渣管理 (Food Waste Management) が取り組み課題となっており、一般廃棄物 (MSW) の中でも特に食品残渣のリサイクルに関心が高いこと、ただし分別が不徹底のため異物が混入しやすいことが判明した。さらに、バンコク都内は地価上昇により大型システムを設置する土地を探すのが困難であり、ヴァイオス社製品のような小型で場所を取らないシステ

⁷⁴ Bangkok Metropolitan Administration. 2014 年. 「Statistical Profile of Bangkok Metropolitan Administration 2014」 p.48-49. ([http://www.bangkok.go.th/upload/user/00000052/stat%202014%20\(ENG\).pdf](http://www.bangkok.go.th/upload/user/00000052/stat%202014%20(ENG).pdf))

ム（コンテナの積み重ねも可能）であれば処分場の一部やバンコク都所有地等に設置可能ではとの反応を得た。一方で、廃棄物量が多いため、当初想定していたヴァイオス社の製品規模（0.5～5.0t 程度）よりも大きいサイズが望ましいとのことであった。

バンコク都への提案内容は以下の通りである。なお、バンコク都への提案に際しては、まず提案書（事業計画書）の提出が求められ、関係各所でプロジェクトとして承認された場合には予算化がされる。

バンコク都への提案内容

導入場所：オンヌット中間処理場または最終処分場

製品規模：処理容量 9.0t／日（2 セット納品）

本体 1,400 万円 X 2 = 2,800 万円

発酵槽 800 万円 X 6 = 4,800 万円

破砕機 330 万円 X 2 = 660 万円

発電機 1,550 万円 X 1 = 1,550 万円

小計 1 億 10 万円

輸送費・付帯設備・工事費・VAT 小計 X 30% = 3,003 万円

合計 1 億 3,013 万円

注 1) BOI による関税の減免を獲得できたものとして計算、不可の場合コストアップになる。

投資回収計算：

1) バンコク都のごみ処理委託費 800THB／t

9t の処理にかかる費用は

800THB X 3.25 円 X 365 日 X 9t／日 = 854 万円／年

よって、ランニングを考慮しない場合の投資回収年数は、15.2 年

2) ごみの委託費を 1.5 倍にした場合、10.134 年

注 2) メンテナンス費（投資額 5%/年）にコストや、事務職（0.5 人）・技術職（0.5 人）・運転員（4 名）コストを加味していないので、精査するとコストアップになる。

3) バイオガスを発電し、ネットゼロ（使用電力よりも発電量が増す）で余剰電力量は 1 時間当たり 15kwh ほど見込める。FIT を利用して売電した場合、売電事業開始後 7 年間は 20.8 円/kWh（=247 万円／年）、8 年目以降は 9.6 円/kWh（=114 万円／年）の収入が想定される。

ヴァイオス社製品の導入候補の一つとして提案したオンヌット中間処理場は、ユーロウエス（EUROWAS）社が処理を受託しており、日量 1,200t を処理できるコンポスト施設や民間のコンポスト工場（日量 1,000t 処理して 300t の堆肥を生産）があるが、第三回現地調査のヒアリングによると、コンポスト施設ではカン・ビン・ペットボトル以外の紙やプラスチックは分別されずにそのまま堆肥化されており、堆肥化後にその堆肥からプラスチック

等を分別除去するかは堆肥取扱業者次第の運用となっている。そのため、ヴァイオス社製品を導入する場合は、前処理として分別装置を組み合わせる必要がある。なお、オンヌット処理場やナコーンパトム（埋立処分場）の施設自体はバンコク都所有のもので、バンコク都側で予算化を行っている⁷⁵。その上で大きな投資判断がともなう事業は、政治主導で行われることが多く、バンコク都環境局単独の裁量では投資可否の判断が困難との回答であった。今後とも引き続いてバンコク都環境局と接触を図りつつ、バンコク都本庁への提案をしていくようアドバイスを受けた。

バンコク都以外の地方自治体ではごみの分別回収に積極的な都市としてエネルギー省 DEDE からナーン市を紹介いただいた。同市からは一日当たり 1.5～2t の有機性廃棄物が発生しており、廃棄物管理も行き届いているという。その他にも、廃棄物処理に関心が高い自治体としてピサヌロック市が挙げられる。

<その他>

本来、販売ターゲットとはしていなかったが、第三回現地調査時に、現地実証に向けた協議のため面談したタイ国立科学技術開発庁（National Science and Technology Development Agency：以下、NSTDA）からロイヤルプロジェクト（Royal Project）との連携を提案された。ロイヤルプロジェクトとは、前国王のプミポン国王がタイの農村部（特に山岳地帯の貧困農民）支援のため始めたタイ王室主導のプロジェクトである。ロイヤルプロジェクトの多くは、高地で農産物を栽培し、それをロイヤルプロジェクトブランドとしてタイ国内のロイヤルプロジェクトショップや一般のスーパーマーケット等に付加価値を付け販売している。また、農産物の産地の一部は観光地化され、果樹園や植物園としてタイ国民娯楽の場となっている。

ロイヤルプロジェクトは、北部の山岳地帯の高地（標高 500～2,000m 程度）で行われることが多く、季節によっては 10℃を下回る日もある。タイ全土の平均気温は 28℃であり、この気温であれば放っておいても自然発酵されるため、カバードラグーン方式でも十分に発酵するが、高地となると気温が低いため、加温処理をしないと発酵的温帯にならない。タイでは従来この加温技術が用いられてこなかったが、冬季等に加温を必要とする日本では、ヴァイオス社を含め加温を行うのが一般的である。この点に技術優位性があるのではと NSTDA より示唆を受けた。

加えて、山岳地帯は悪路も多く、設備輸送も困難であるが、ヴァイオス社製品はコンテナ格納型のため、輸送が容易という利点も活かせる。

懸念点としては、ロイヤルプロジェクトの観光シーズンは 11～2 月の 4 か月のみのため、それ以外の月は観光客が少なく、結果として処理する有機性廃棄物量に変動が出るということが挙げられる。

今後は、ロイヤルプロジェクトとの連携も一つの候補として、NSTDA やロイヤルプロジ

⁷⁵ 2017 年 3 月 31 日に行ったバンコク都へのヒアリングによる。

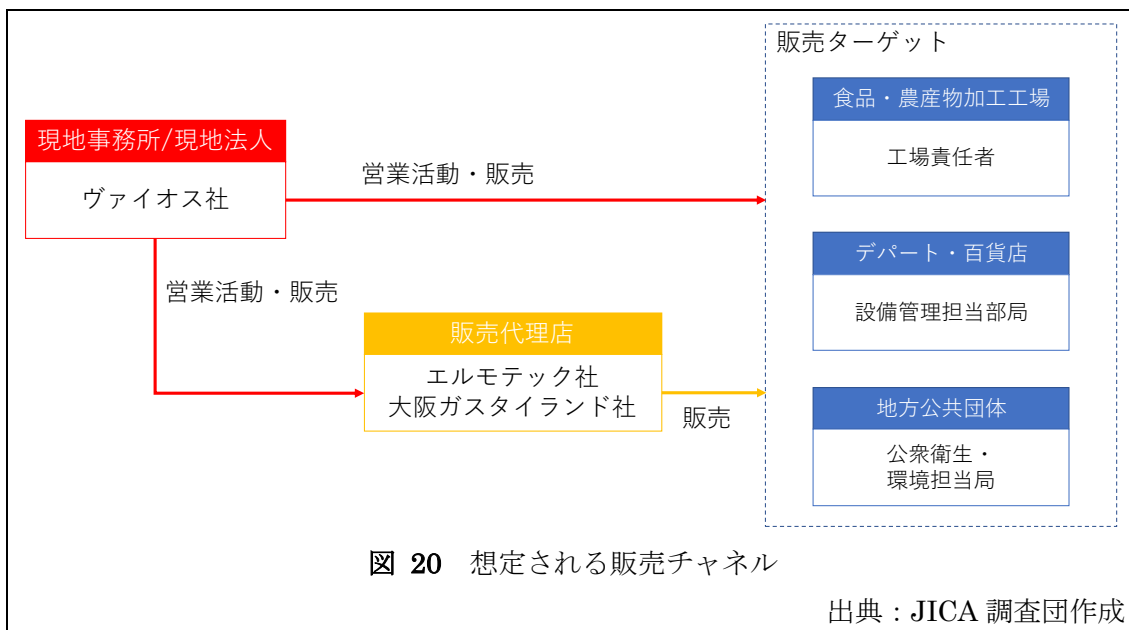
ェクト担当者との関係を構築していく。

4-4. 販売チャネル

販売チャネルは、販売ターゲットに直接、あるいは販売代理店となる。現地事務所の段階では、営利活動は行えない（契約当事者になれない）ため、販売は100%販売代理店を経由する必要がある。そのため、販売代理店への営業活動または販売代理店と協働で販売ターゲットへ営業活動を行い、販売自体は販売代理店が行うこととなる。

一方、現地法人設立後は、ヴァイオス社現地法人が自ら販売活動を行えるようになるため、従来の販売代理店経由の販売を継続しつつ、ヴァイオス社独自の販売を行う。

販売ターゲットの窓口となるのは、食品・農産物加工工場であれば、経営者や工場責任者、デパート・百貨店であれば設備管理担当部局、地方公共団体であれば公衆衛生・環境担当局が想定される。



4-5. 競合の状況

ヴァイオス社製品は食品廃棄物、家畜糞尿などを含めた有機性廃棄物全般をメタン発酵処理し、そのガスで温水製造・発電し、さらに発酵残渣を液肥として農場に還元できる資源循環型バイオマス発電機である。

バイオマス発電機とは、動植物等の生物から作り出される有機性（一般に化石燃料を除く）のエネルギー源を燃焼もしくはガス化して発電をするものである。バイオマス発電は燃やす燃料とその燃焼方法によって、大きく3つの種類に分かれる。

表 21 バイオマス発電の方法

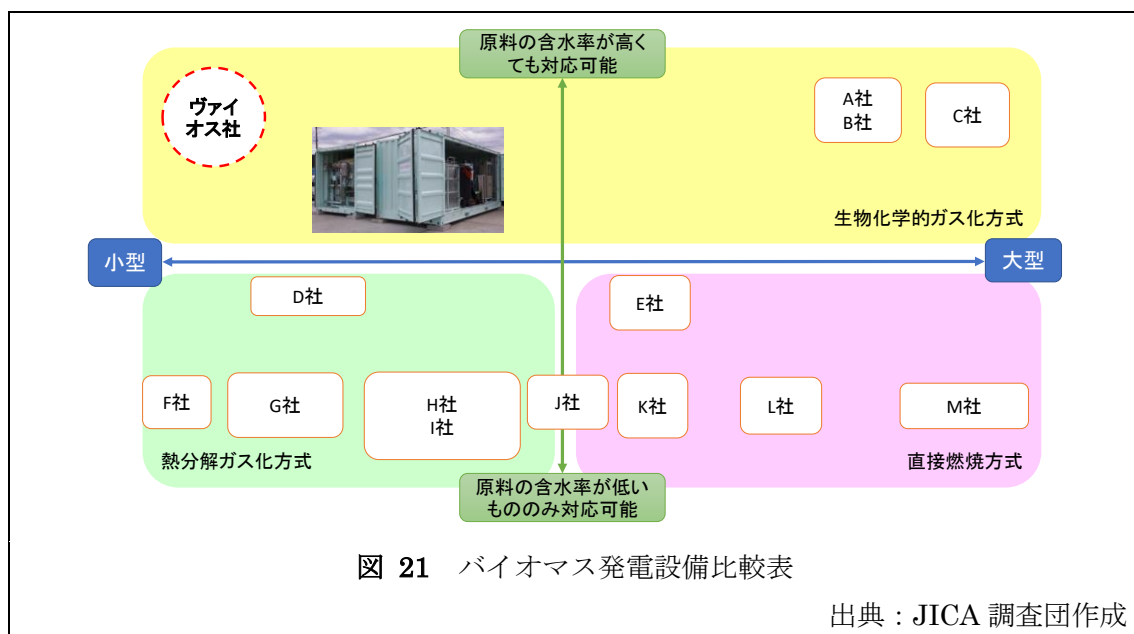
バイオマス発電方式	発電方法
直接燃焼方式	バイオマス燃料を直接燃焼して蒸気タービンを回すことで発電を行う
熱分解ガス化方式	燃料を熱処理することでガス化し、発電機を使って燃焼させることで発電を行う
生物化学的ガス化方式 (ヴァイオス社製品)	燃料を発酵させるなど、生物化学的にガスを発生させ、そのガスをガスタービンで燃焼させることで発電を行う

出典：JICA 調査団作成

直接燃焼方式は、木くずや間伐材（森林の育成のために間引いた木材）、可燃性ごみ、精製した廃油などを燃料として使う方式である。木質ペレット等の固形状の燃焼物と、間伐材などは粉碎した木質チップを原料とすることで燃焼効率が高まり、エネルギー変換効率が高い。作り出せる温度が比較的低いため、大型の設備でないと効率が悪くなる。

熱分解ガス化方式は木材などを高温で蒸し焼き（熱処理）にした際に発生するガスを燃料にして発電する方式である。燃焼温度が比較的高く、また燃料の可燃成分を最大限活用できるため、直接燃焼方式よりも規模の小さい発電所でも採算性を確保出来るのが特徴である。生物化学的ガス化方式は、下水汚泥や家畜の糞尿を発酵させてメタンなどのガスを発生させ、それを燃料にして発電する。含水率が高く燃えにくい原料（生ごみや家畜糞尿等）でも活用できることや、発生するガスの発熱量が高く、高効率であることが利点である。

直接燃焼方式及び熱分解ガス化方式は燃焼方式であるため含水量の多い糞尿や生ごみの処理には向かず、発電原料の種類が木質系などに限定されており、有機性廃棄物全般を原料とできるのは生物化学的ガス化方式のみである。メタン発酵システムは発酵装置と発電機から成っている。現在商業化されている発酵装置は大型のみであり、発酵槽と発電機とを一体化させた簡易小型システムで商業化を実現しているのは日本国内ではヴァイオス社のみである。



本装置は海上輸送コンテナに全ての機器を格納しているため、施工・据え付けに係る工事が容易であるばかりでなく、処理能力の向上も発酵槽を格納したコンテナを増設すればよく、「簡易・小型」という面で他社にない特性をもつ。本製品の処理能力は 500kg/日〜であり中小規模の事業者向けであるが、タイではまだ中小規模のバイオガスシステムの研究が進んでおらず、現時点で競合となるバイオガス製品取扱企業も見つかっていない。

畜産分野を中心に、タイ産国内で広く導入されている既存技術はカバードラグーン（MCL）方式である（図 22）。これは、ヴァイオス社製品のように加温・攪拌等のメタン発酵に関する効率化技術を使用せず、単に消化タンク（digester）に覆いを被せ、その中



図 22 カバードラグーンの例

で嫌気性発酵を促進するというシステムである。大規模かつ簡素な機械のため、設置費用は安いという特徴を持つ。

このカバードラグーン方式の推進者はチェンマイ大学傘下の研究機関であり、既にタイ国内外で畜産分野・食品工場分野にて多数の導入実績を有する（図 23）。

処理方式や導入規模に大きな差があるため、t 当たり建設費は表 22 の通り、大きな差が生じている。一方で、ガス発生効率はヴァイオス社の方が発酵槽の大きさの 2〜3 倍であるのに対し、カバードラグーン方式では 0.5〜0.7 倍と、最大 4 倍程度の開きが生じている。



図 23 チェンマイ大学傘下の研究機関のプロジェクト実績
出典：チェンマイ大学傘下の研究機関提供資料

表 22 ヴァイオス社と現地普及技術（カバードラグーン方式）との製品比較

メーカー	(株)ヴァイオス	チェンマイ大学傘下の研究機関等 (カバードラグーン方式)
処理能力	4.5t／日（生ごみ）	2,500t／日（食品加工排水）
ガス発生効率 （発酵槽の大きさ比）	2～3 倍	0.5～0.7 倍
建設費 （処理数量に対して）	5,500 万円 （1,222 万円／t）	8,250 万円 （3.3 万円／t）
発酵温度	中温・高温	中温
熱利用	プラント＋周辺	無
消化液	農地散布	ラグーン処理
製造	国内製	タイ国内

出典：JICA 調査団作成

カバー範囲や保有技術が異なるため、チェンマイ大学傘下の研究機関がすぐに直接の競合先となることは考えづらいが、この機関の持つネットワークやタイでの知見を吸収するため、ヴァイオス社との連携につき提案を行っている。

４－６．サプライヤーの状況

ヴァイオス社製品は、ノサカテック、大原鉄工所、丸山製作所などのサプライヤーから調達し、組み立てて製品化する。日本でコンテナ内におおよその機器を設置し終えるため、各機器も日本国内からの調達を想定している。ただし発酵槽については現地生産が可能であ

るので、今後検討のうえコストダウンを見込む（原価で 2 割、輸送費と関税で 1 割、合計 3 割の削減を目指す）。

現時点のサプライヤー候補としては下記の通り。

表 23 想定されるサプライヤー

外部調達が必要な機材	想定されるサプライヤー	交渉状況
発酵槽	(株)ノサカテック（福井市）	導入済み
ガス発電機	(株)大原鉄工所（新潟県長岡市）	基本合意済み
破砕機	(株)ノサカテック（福井市）	導入済み
消化液散布車	(株)丸山製作所（東京都千代田区）	導入済み

出典：JICA 調査団作成

4-7. 既存のインフラ（電気、道路、水道等）や関連設備等の整備状況

電気：ヴァイオス社の製品は、初期駆動や安定稼働のため、外部電源を必要とする。タイは電化率が 99.3%⁷⁶であり、今後未電化地域に導入する可能性はほぼない。ただし、同国では停電や瞬断が頻発し、システム設計上注意を要する。

水道：発生したバイオガスはシステム内のガス給湯器にて燃焼させ、メタン発酵槽の加温に利用するため、ガス給湯器に供給する水源（水道、給水タンクなど）との接続が必要となる。都市部においては、水道の普及率が高いが、郊外の普及率は低いため雨水や地下水を利用していることが多い⁷⁷。本システムにおいては飲用に供しない限り水質は影響を及ぼさないことから、特段問題とならない。

道路：ヴァイオス社製品は 20 フィートコンテナ（外形寸法：長さ 6.06m、幅 2.44m、高さ 2.59m）を用いるため、同サイズのコンテナが輸送可能な道路幅が必要である。タイの道路インフラは周辺諸国に比べても整備が進んでおり、機器導入前に輸送経路の確認は必要であるが、現時点で道路インフラが原因で輸送困難となり得る特定地域は見つかっていない。

4-8. 社会・文化的側面

分別回収の未確立：タイでは、まだ一般廃棄物を分別して回収する制度が確立されておらず、食品残渣やプラスチック、金属などがまとめて排出されているのがほとんどである。そのため、一般廃棄物の中でも有機物のみを対象とする本システムの場合、①回収過程で分別を徹底させるか、②発酵槽投入前に分別機を設置するかの二つの対応策が必要となる。

オペレーションに係る技術移転の必要性：タイでは焼却炉がオペレーションの技術力不足で稼働していないケースが散見され、PCD 訪問時にもシステムオペレーションの容易性

⁷⁶ アジア・バイオマスエネルギー協力推進オフィス https://www.asiabiomass.jp/topics/1311_06.html

⁷⁷ 大瀧雅寛. タイ王国における水利用事情. <http://www.eng.ocha.ac.jp/enveng/pdf/v9n1.pdf>

が重要であるとのアドバイスを得た。ヴァイオス社製品は自動制御可能なため、基本的にオン・オフのスイッチ操作がほとんどであり、オペレーションに際して特殊な専門知識を要することはないため、現地で受け入れやすいと考える。

臭気に対する抵抗：現地調査において廃棄物処理場の新規建設が臭気問題や健康被害への懸念から進まないという問題が確認された。生物化学的ガス化方式は、下水汚泥や家畜の糞尿、生ごみを発酵させる段階で臭気を伴うが、ヴァイオス社製品は発酵槽が塞がれ臭気が周囲に漏れづらい設計となっており、製品導入時に周辺住民から反対を受けるという可能性は低いと考える。

第5章 事業戦略

5-1. 事業の全体像

事業の全体像としては、下図を想定している。日本国内でヴァイオス社が部材調達し製品化したシステムを、ヴァイオス社現地法人が輸入し、タイ国内の販売代理店（大阪ガスタイランド社及びエルモテック社）へ販売するか、自社で直接販売する（ヴァイオス社現地法人設立までは、まず現地事務所を開設する。その場合、現地事務所は販売行為を行えないため、販売代理店を通じての販売のみとなる）。輸出入手続きに関しては、販売代理店等の支援を仰ぐ予定である。また、ヴァイオス社現地法人及び販売代理店が販売する際、現地での電気・据付工事は販売代理店でもあるエルモテック社が担当する。

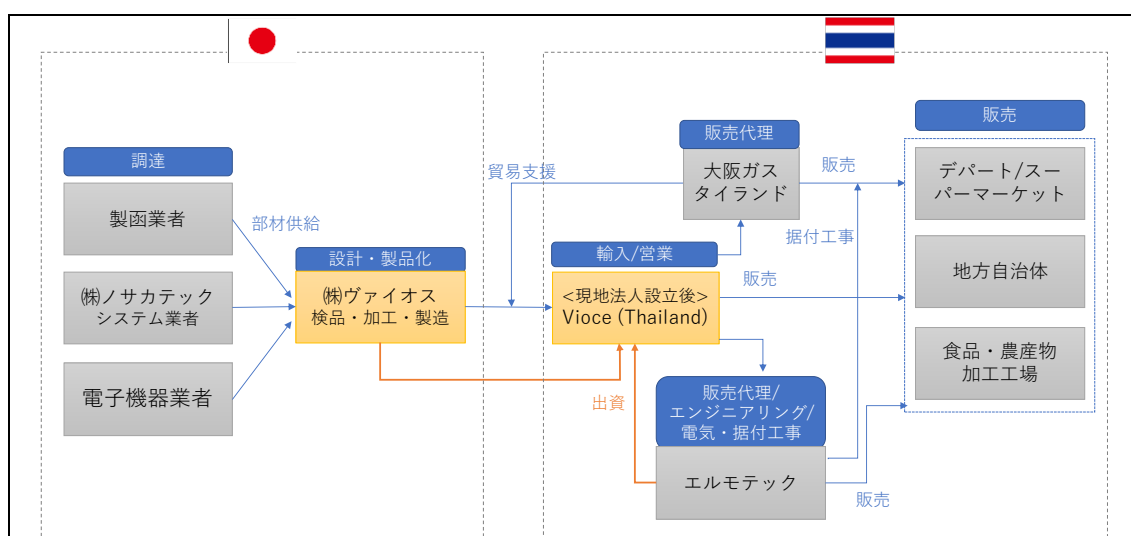


図 24 ヴァイオス社のタイ事業全体像（現地法人設立後）

出典：JICA 調査団作成

5-2. 提供しようとしている製品・サービス

5-2-1. 製品概要

ヴァイオス社は、本業である水処理業で培ってきた技術を応用し、有機性廃棄物を発酵させ、堆肥・液肥として農業利用する他、発酵時に生じるガスを元に熱供給や電力供給を行えるバイオガス（メタン発酵）システムの開発を行ってきた。

本製品の基本スペックは図 26

の通り。ただし、記載価格は日本での販売価格であり、発電機を含まない。

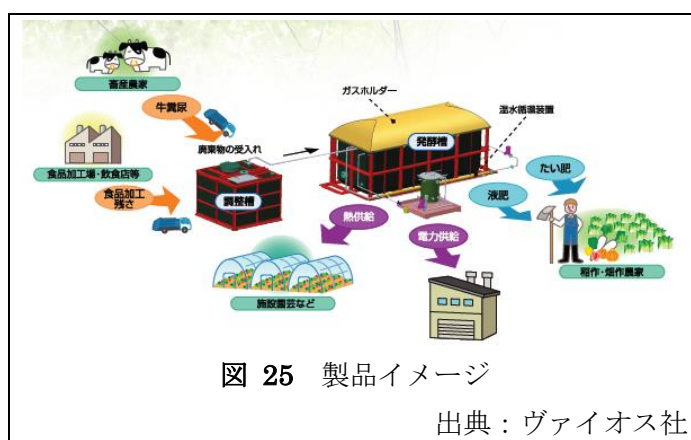


図 25 製品イメージ

出典：ヴァイオス社

製品ラインアップ



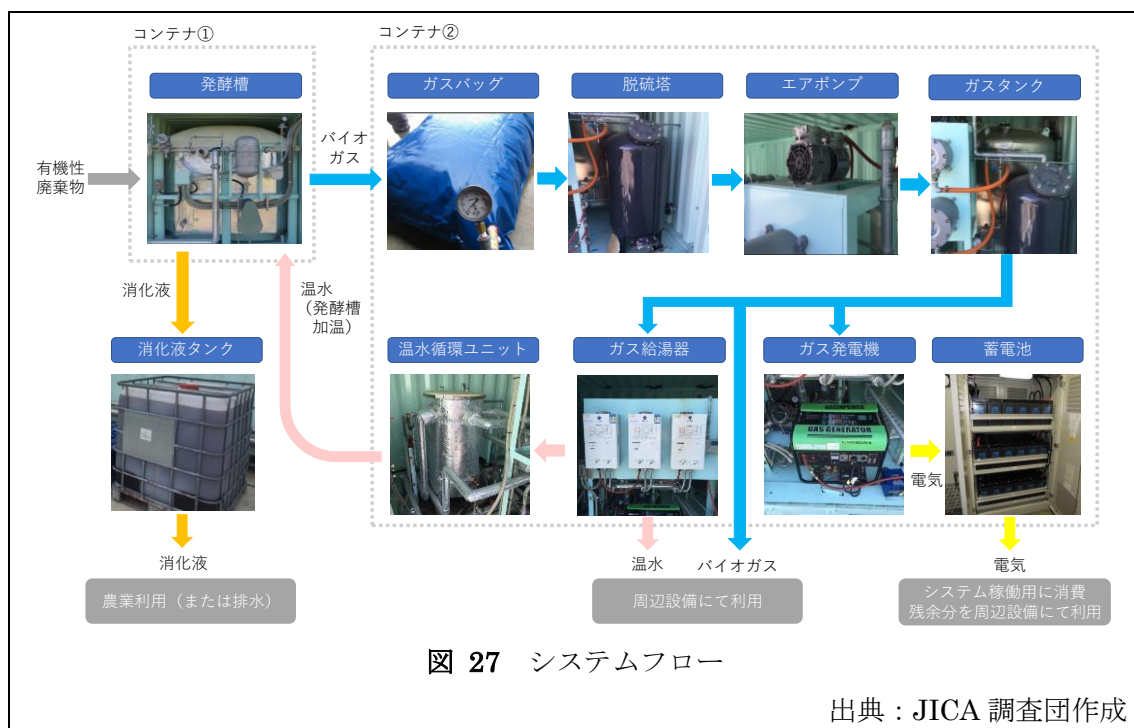
	MFS-M	MFS-H	MFS-H+
	中温 (ガスホルダー一体)	高温	同左 (発酵槽追加)
価格 (税抜)	2200万円～	2400万円～	3200万円～
発酵槽容量 (m ³)	10	15	30
滞留日数 (HRT)	30	10	10
適用pH	6.7～8.0	6.7～7.6	同左
適用温度 (℃)	38～40	55	同左
処理量 t/日	0.5	1.5	3

図 26 ヴァイオス社製品概要

出典：JICA 調査団作成

ヴァイオス社のバイオガスシステムフローは下記の通り（図 27）。まず、発酵槽に有機性廃棄物を投入し、発酵槽内で発生したバイオガスはガスバックに貯留されたのち、脱硫塔で鉄錆の元となる硫化水素（ H_2S ）を除去する。その後、ガスタンクに貯留され、ガス給湯器やガス発電機にてバイオガスが使用される。ガス給湯器で沸かした温水の一部は、発酵槽の加温としても用いられる。一方、発酵槽に溜まった消化液は、液肥として、または乾燥させ堆肥として農業利用できる。

有機性廃棄物の種類にもよるが、概ね 4.5t/日の投入でバイオガスが 300 m³、時間あたり 27kWh の発電が可能となる。その場合、消化液は 4,500ℓ程度である。



5-2-2. 製品の特徴

ヴァイオス社の製品設計コンセプトは大きく以下の三つの柱からなる。

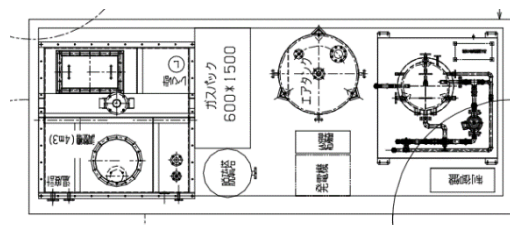
1. メタン発酵技術を利用した小型で手軽なオンサイト型廃棄物処理システム
2. メタン発酵により取り出したエネルギーを熱や電気にカスケード利用することでエネルギー効率を最大化（ネットゼロ）
3. 簡単に廃棄物を処理した上で、エネルギーを取り出し周辺施設で活用でき、消化液を液肥として農地還元できるシステム

上記のコンセプトを元に設計されたヴァイオス社製品は、下記の特徴を持つ。

1. 納品・輸送が容易：オンサイト型システムであるのでコンパクトで納品しやすい形状としている。クレーン等を用いた納品・据付後、電気接続・コンテナ間配管接続、試運転・ポンプ・タイマーなどの制御の設定が2日間で可能であり、このまま海外へ輸送できる。
2. 発生するバイオガスを多用途に活用可能：発生したバイオガスはガス給湯器にて燃焼させ、メタン発酵槽の加温に利用する。具体的には、給湯機で加温されたお湯は温調槽に貯留される。ここで貯留されるお湯は35～70℃で設定することができ、必要に応じてお湯としてプラント工程以外にも供給可能である。同時にバイオガスは発電にも用いる。発電した電力はシステム内の自己使用（システムの稼働電力に充当）や周辺設備に利用可能である。なお、給湯器と発電機を分けて設置しているのは、各々のイニシャルコストに起因するもので、現在国内ではバイオガス用の小型給湯・発電機は市販されておらず、(株)大原鉄工所（新潟県長岡市）のバイオガ

スコジェネ発電機（30kwh）を設置する。

3. 液肥や熱の利用が可能：本製品でメタンガス回収後排出される廃液は、液肥として農地還元することができる。日本では、開発したプラントのメリットを分かりやすく伝えるため、熱利用や液肥利用が行いやすい場所を選定し、当社の関連会社であるヨシムラファーム（和歌山県紀の川市）に導入・実稼働させている。対象廃棄物としては食品加工場から出る生ごみ等の動植物性残渣を処理している。食品加工場と農場（路地とハウスの両方）が併設されているヨシムラファームでは、余剰熱を冬場のビニールハウスの加温や、夏場は食品加工する際の熱源として加工場に供給する。液肥はすぐ隣で栽培するにんにくやトマトに対して施肥している。



20 フィートコンテナ内にすべての装置を格納し納品、輸送が容易



コンテナで納品するため設置後すぐの稼働が可能

図 28 ヴァイオス社のバイオガスシステム

出典：JICA 調査団作成

5-2-3. サービスの特徴

ヴァイオス社は製品購入先に対し、導入時の技術研修を想定している。タイでは一般にメーカー側の事前研修やアフターサービスがほとんどなく、長くても一年程度の保証に留まる。そのため、購入側が自社で維持管理・故障対応のための技術者を擁する必要がある、その技術者が対応を怠れば、システムがうまく作動しないといった不具合があるという。

その点をフォローするため、製品導入時に使用方法に関する研修を実施することで他社との差別化を図る。また、提携メンテナンス事業者によるメンテナンスやアフターサービスも提供する予定である。ヴァイオス社は事業範囲の中に排水処理のメンテナンス部門を有す一方で、大規模な自社プラントを自ら運転・維持管理しており、メンテナンスやアフター

サービスについても本業に含まれていることから、このノウハウを提携事業者と共有する。

5-3. 事業化に向けたシナリオ

事業化に向けたステップとして、まず現地に実証プラントを導入し、現地での導入実績を作る。本調査内でも、タイ側へのヒアリングにおいてタイ国内での導入実績がないことがウイークポイントとなっており、まずは現地の実証プラントにおいてシステムの有効性を証明するとともに、視察を受け入れられるモデルプラントとする計画である。

実証プラントの導入場所については、ヴァイオス社と以前から協力関係にあるタマサート大学（Thammasat University）ランシットキャンパス（図 29）を想定している。同大学内の食堂・カフェテリアから出る食品残渣をバイオガス化する計画であり、タマサート大学と交渉を進めている。同所は、バンコク中心部から車で 40～60 分程の距離に位置し、またタイ国内・国際線が多く就航するドンムアン空港からも車で 15～20 分程度であることから、タイ国内外の視察者を受け入れるのに好立地と言える。なお本件についてはタマサート大学と前述の NSTDA が隣接して立地していることから、当初は NSTDA・タマサート大学・ヴァイオス社の 3 者による実証プラントの設置・運営を想定し協議をおこなってきたが、NSTDA のバイオテクノロジー部門（BIOTECH）でメタン発酵に関するプロジェクトを推進する研究者との協議の結果、BIOTECH のメタン発酵の研究部門がタマサート大学隣接の NSTDA ではなく、バンコク都南部にあることが明らかになり、相互の緊密な連携が難しいことが判明した。しかしながら、タマサート大学主導で事業が進展した場合でも、あるいは BIOTECH 主導で進展した場合でも、相互に協調関係を取る旨が確認されたのため引き続き実証プラントの場所について協議を進めていきたい。



実証プラントの導入と並行して現地事務所を設置し、ワークショップと提案営業を経て、現地法人を設立する。ヴァイオス社の現地法人は、BOI を適用しようとするると卸売業に限定され自ら販売ターゲット（最終消費者）に販売できないこと、BOI を利用してもメリット（恩典）が限定的であることから BOI の利用を想定せず、現地企業との合弁会社（出資比率はヴァイオス社（外国法人）が 49%以下とする）による現地法人設立とする予定である。

進出当初は単体事業では赤字を見込むものの、今日まで本事業には 1 億円に及ぶ開発投資をおこなってきており、今後も既存事業にて吸収できる見込みである（自己資金にて対応予定）。

5-4. 事業目標の設定

ヴァイオス社は、海外事業全体で売上 3 億円を目標として設定している。これは、タイのみでなく他国展開も含めてであるが、タイ単体でも事業開始 5 年目には 3 億円を超えるよう販売計画を設定している。

5-5. 事業対象地の概要

タイは 6,700 万人の人口を有し、国土は南北に長く、面積で日本の約 1.4 倍である。周辺国にミャンマー・カンボジア・ラオス・マレーシア・ベトナムといった国々と近接し、東南アジアの中心国である。まずは同国から事業展開をはじめ、軌道に乗った後これら周辺諸国への展開も想定しており、立地の良さが選定理由の一つとなっている。

加えて、日系企業が多く進出する同国では我が国の自動車・電機産業の東南アジアのハブとして、生産技術やメンテナンス技術に優れた技術者を多く抱えており、また原材料の入手インフラも構築されている。今回提案するバイオガス発電システム事業においても、現地販売開始後のメンテナンス要員や現地生産開始後の生産要員、さらには現地生産時の原材料において適材を得やすい地域でもある。

5-6. 法人形態と現地パートナー企業の概要

設立する現地法人（2018 年頃設立予定）は、ヴァイオス社（日本）と現地パートナー（エルモテック社）の共同出資を想定している。資本金額 2,000 万円程度（うち、49%をヴァイオス社が出資）、当初事業資金としてヴァイオス社より 3,000 万円の貸付を想定している。

以下に、想定する現地パートナー企業の概要を記載する。

エルモテック (ELMO TECH Co., Ltd.)：日系電気・設備関連会社出身の萱沼利幸氏が 2009 年に設立。資本金は 1,500 万 THB（約 4,907 万円）。建築・プラント電気設備の施工、機器販売、省エネソリューションなどを主業とし、2015 年の売上高は約 2 億 THB（約 6.5 億円）。主要顧客は、日系及びタイローカル工場、建築会社、エンジニアリング会社。

大阪ガスタイランド (Osaka Gas (Thailand) Co., Ltd.)：大阪ガスのタイ現地法人（大阪ガスシンガポール及び邦銀の出資）。2013 年に設立。天然ガス施設の導入やガス使用量モニタリング、メンテナンス・カスタマーサービス等のエネルギー関連サービスをワンストップで提供することを目指している。また、タイ石油公社（PTT Public Company Limited）との合弁で、傘下に OGP Energy Solutions (OGPS)を設立した。

5－7．許認可関係

事業開始にあたり必要と思われる許認可は特にない。

5－8．リスク分析

当事業で想定されるリスクは以下の通りである。

- ① 資材費、人件費、輸送費、通関費などの高騰によるコストオーバーラン。
- ② 船便・現地労働者確保に起因する納期、工期の遅れ。
- ③ 廃棄物収集の際の異臭の発生等の環境リスク
- ④ 発泡、夾雑物（土砂、強繊維等）の混入による故障などの運転リスク。
- ⑤ 設置場所である現地の前処理・後処理施設の不調、もしくは排水、汚泥成分の化学的变化や急激な負荷変動。

上記のリスクは、設置する国・場所のいかに拘らずバイオガス施設の設置・運転に於いては、我が国でも通常起こり得るコンテンジェンシーであり、計画管理の徹底に並びに予備機器の装備、個別の機器ごとのエルモテックの斡旋するベンダーとのメンテナンス契約の締結によってカバーする。

第6章 事業計画

以降の事業計画については、下記の製品コンポーネントを念頭に作成した。通常の民間企業への提案においては、1セット日量 1.5t 処理（本体・発酵槽・ガスホルダーの基本セットで調達価格 2,400 万円）を想定しているが、本事業計画においては、地方自治体への普及を前提に、1セット日量 4.5t の処理量となるよう発酵槽を 3 台（本体で処理可能な上限数）としているため、基本セットで調達価格 4,000 万円となる。オプションは購入者側の状況に応じて組み入れることができ、オプションもすべて含めた調達価格は 6,430 万円、販売価格は工事費含め 9,000 万円程度となる。

製品	基本セット			オプション		
	本体	発酵槽	ガスホルダー	破碎機	ガスコージェネ発電機	消化液散布車
設置数	1	3	1	1	1	1
調達価格	1,400 万円	2,400 万円 (800 万円/台)	200 万円	330 万円	1,550 万円	550 万円
調達元	ノサカテック			リーイング社	大原鉄工所	丸山製作所
写真						
備考	製品は MFS-H++	1 台当たり 1.5t/日		分別回収度合 によって必要		消化液を農業利 用する際に必要

6－1．原材料・資機材の調達計画

6－1－1．原材料の調達計画

原材料NO	種別	単価(千円)	単価の根拠	用途	調達先の確保状況	調達量(×1年)	調達量(×2年)	調達量(×3年)	調達量(×4年)	調達量(×5年)
1	本体	14,000	既存の取引価格	共用	既存取引先	1	1	2	3	5
2	発酵槽	8,000	既存の取引価格	共用	新規取引先。 契約交渉中。	3	3	6	9	15
3	ガスホルダー (コンテナとも)	2,000	既存の取引価格	共用	既存取引先	1	1	2	3	5
4	破碎機	3,300	既存の取引価格	オプション	既存取引先	1	1	2	2	3
5	ガスコージェネ 発電機	15,500	既存の取引価格	オプション	新規取引先。 契約交渉中。		1	1	1	2
6	消化液散布車	5,500	既存の取引価格	オプション	既存取引先	1	1	1	1	2

6-1-2. 資機材の調達計画

資機材NO	種別	金額(千円)	個数	取得時期	事業目的・概要	調達金額の根拠	減価償却	調達原資
1	事務所オフィス	3,000	1	2018/4/1	海外進出にあたっての、現地拠点として賃貸借契約で取得。タイ国バンコク都連関機関はJ E T R Oバンコクへ入居。	現地不動産業者へのヒアリングによる	n/a	自己資金

6-1-3. 生産、流通、販売計画

数量ベース

予定販売量	(単位: 台)				
	X1年	X2年	X3年	X4年	X5年
基本商品(発酵槽3台)	1	1	2	3	5
破碎機(オプション)	1	1	2	2	3
ガスコージェネ発電機(オプション)		1	1	1	2
消化液散布車(オプション)	1	1	1	1	2
予定生産・仕入量	(単位: 台)				
	X1年	X2年	X3年	X4年	X5年
基本商品(発酵槽3台)	1	1	2	3	5
破碎機(オプション)	1	1	2	2	3
ガスコージェネ発電機(オプション)		1	1	1	2
消化液散布車(オプション)	1	1	1	1	2
予定流通(在庫)量 ※前期末在庫量+生産・仕入量-販売量	(単位: 台)				
	X1年	X2年	X3年	X4年	X5年
基本商品(発酵槽3台)	0	0	0	0	0
破碎機(オプション)	0	0	0	0	0
ガスコージェネ発電機(オプション)	0	0	0	0	0
消化液散布車(オプション)	0	0	0	0	0

金額ベース

予定販売額	(単位: 千円)				
	X1年	X2年	X3年	X4年	X5年
基本商品(発酵槽3台)	52,000	52,000	104,000	156,000	260,000
破碎機(オプション)	4,290	4,290	8,580	8,580	12,870
ガスコージェネ発電機(オプション)	0	20,150	20,150	20,150	40,300
消化液散布車(オプション)	7,150	7,150	7,150	7,150	14,300
計	63,440	83,590	139,880	191,880	327,470
予定生産・仕入額	(単位: 千円)				
	X1年	X2年	X3年	X4年	X5年
基本商品(発酵槽3台)	39,000	39,000	78,000	117,000	195,000
破碎機(オプション)	3,432	3,432	6,864	6,864	10,296
ガスコージェネ発電機(オプション)	0	16,120	16,120	16,120	32,240
消化液散布車(オプション)	5,720	5,720	5,720	5,720	11,440
計	48,152	64,272	106,704	145,704	248,976
予定流通(在庫)額 ※前期末在庫額+生産・仕入額-販売額	(単位: 千円)				
	X1年	X2年	X3年	X4年	X5年
基本商品(発酵槽3台)	0	0	0	0	0
破碎機(オプション)	0	0	0	0	0
ガスコージェネ発電機(オプション)	0	0	0	0	0
消化液散布車(オプション)	0	0	0	0	0
計	0	0	0	0	0

6-2 要員計画、人材育成計画

6-2-1 要員計画

要員計画										
クラス	人数	調達先	コスト/年	投入予定時期	職務内容	人件費産出の根拠	備考			
管理者クラス	1人	日本(本社)	9,000,000	×1年第1四半期	事業全般管理	現状の給与水準×滞在費・旅費3M	親会社ヴァイオスより出向			
主任クラス	1人	現地	1,200,000	×1年第1四半期	メンテナンス	現地人材紹介企業ヒアリングに基づく	日系、もしくは外資系企業勤務経験者			
営業担当	1人	現地	600,000	×1年第1四半期	営業	現地人材紹介企業ヒアリングに基づく	大卒、同業界営業経験者			
	1人	現地	600,000	×2年～	営業	現地人材紹介企業ヒアリングに基づく	大卒、同業界営業経験者			
技術指導員	1人	日本(本社)	7,500,000	×1年第3四半期	事務	現状の給与水準×滞在費・旅費3M	親会社ヴァイオスより出向			
ワーカー		現地	@300,000×7=2,100,000	×1年～	電気製造					
		現地	@300,000×5=1,500,000	×3年～						
予測人件費(時系列)										
現地人件費上昇率を4%とした										
	×1年		×2年		×3年		×4年		×5年	
	人件費	(内訳)	人件費	(内訳)	人件費	(内訳)	人件費	(内訳)	人件費	(内訳)
管理クラス	9,000,000	(1人×@9,000,000×1年)	9,000,000	(1人×@9,000,000×1年)	9,000,000	(1人×@9,000,000×1年)	9,000,000	(1人×@9,000,000×1年)	9,000,000	(1人×@9,000,000×1年)
主任クラス	1,200,000	(1人×@1,200,000×1年)	1,248,000	(1人×@1,200,000×1年)	1,297,920	(1人×@1,200,000×1年)	1,349,837	(1人×@1,200,000×1年)	1,403,830	(1人×@1,200,000×1年)
営業担当	600,000	(1人×@600,000×1年)	1,210,000	(2人×@600,000×1年)	1,258,400	(2人×@480,000×1年)	1,308,736	(2人×@480,000×1年)	1,361,085	(2人×@480,000×1年)
事務担当	300,000	(1人×@600,000×0.5年)	600,000	(1人×@600,000×0.5年)	624,000	(1人×@420,000×1年)	648,960	(1人×@420,000×1年)	674,918	(1人×@420,000×1年)
技術指導員	7,500,000	(1人×@7,500,000×1年)	7,500,000	(1人×@7,500,000×1年)	7,500,000	(1人×@7,500,000×1年)	7,500,000	(1人×@7,500,000×1年)	7,500,000	(1人×@7,500,000×1年)
合計(月)	18,600,000		19,558,000		19,680,320		19,807,533		19,939,834	

6-2-2 人材育成計画

(単位:千円)						
クラス	人数	職務内容	研修要否	備考	実施頻度	コスト
管理者クラス	1人	事業全般管理	不要			
主任クラス	1人	事業管理	必要	製造技術指導(日本への研修受け入	年1回	500
営業担当	1人	営業	必要	製品勉強会	毎月	
	1人	営業	必要	製品勉強会	毎月	
技術指導員	1人	技術指導	不要			
ワーカー		製造	必要	生産技能	毎月	
		製造	必要	生産技能	毎月	

6-3 事業費積算(初期投資資金、運転資金、運営維持保守資金等)

6-3-1 初期投資計画

初期投資(設備投資)計画					
	×1年	×2年	×3年	×4年	×5年
	計				
土地					
建物	3,000				
機械C					
機械D					
車両B					
合計	3,000	0	0	0	0
(参考)減価償却費					
	×1年	×2年	×3年	×4年	×5年
	計				
土地					
建物	300	300	300	300	300
機械C					
機械D					
車両B					
合計	300	300	300	300	300

6-3-2 運転資金計画

ヴァイオス社製品は100%外部調達となるため、製造原価報告書は以下の通り。

製造原価報告書					
	x1年	x2年	x3年	x4年	x5年
I 材料費	0 円	0 円	0 円	0 円	0 円
(1) 材料費					
期首棚卸高	0	0	0	0	0
当期仕入高	0	0	0	0	0
計	0	0	0	0	0
期末棚卸高	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
II 外注費	48,152	64,272	106,704	145,704	248,976
III 労務費					
(1) 賃金	0	0	0	0	0
(2) 給料手当	0	0	0	0	0
(3) 賞与	0	0	0	0	0
(4) その他	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
IV 経費					
(1) 工場消耗品費	0	0	0	0	0
(2) 工場賃借料	0	0	0	0	0
(3) 機械装置リース	0	0	0	0	0
(4) 電力料	0	0	0	0	0
(5) 燃料費	0	0	0	0	0
(6) 水道料	0	0	0	0	0
(7) 旅費交通費	0	0	0	0	0
(8) 修繕費	0	0	0	0	0
(9) 支払保険料	0	0	0	0	0
(10) 減価償却費	0	0	0	0	0
(11) 雑費	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
当期総製造費用	48,152	64,272	106,704	145,704	248,976
期首仕掛品棚卸高	0	0	0	0	0
計	48,152	64,272	106,704	145,704	248,976
期末仕掛品棚卸高	0	0	0	0	0
当期製品製造原価	48,152	64,272	106,704	145,704	248,976

6-3-3. 運営維持保守資金計画

		(単位: 千円)				
科目		X1年	X2年	X3年	X4年	X5年
【販売費及び一般管理費】	販売手数料	xx	xx	xx	xx	xx
	荷造り発送費	2,408	3,214	5,335	7,285	12,449
	給料(営業員・販売員)	18,600	19,558	19,680	19,808	19,940
	旅費交通費	1,000	1,500	1,700	2,200	2,500
	通信費	1,200	1,500	1,700	2,200	2,500
	広告宣伝費	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	交際費	1,200	1,500	1,800	2,100	2,400
	減価償却費	300	300	300	300	300
	支払リース料	1,800	2,400	2,600	2,700	2,800
	給料手当	xx	xx	xx	xx	xx
	R&D費	2,408	3,214	5,335	3,643	6,224
	保険	482	643	1,067	729	1,245
	電力	300	330	360	390	420
	その他	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000

6-4. 財務分析(収支計画、事業キャッシュフロー、収益性分析(IRR等))

6-4-1. 収支計画

科目	X1年	X2年	X3年	X4年	X5年
【売上高】	63,440	83,590	139,880	191,880	327,470
【売上原価】					
期首商品棚卸高	xx	xx	xx	xx	xx
当期商品仕入高/当期製品製造高	48,152	64,272	106,704	145,704	248,976
期末商品棚卸高	xx	xx	xx	xx	xx
売上総利益	15,288	19,318	33,176	46,176	78,494
【販売費及び一般管理費】					
販売手数料	xx	xx	xx	xx	xx
荷造り発送費	2,408	3,214	5,335	7,285	12,449
給料(営業員・販売員)	18,600	19,558	19,680	19,808	19,940
旅費交通費	1,000	1,500	1,700	2,200	2,500
通信費	1,200	1,500	1,700	2,200	2,500
広告宣伝費	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
交際費	1,200	1,500	1,800	2,100	2,400
減価償却費	300	300	300	300	300
支払リース料	1,800	2,400	2,600	2,700	2,800
給料手当	xx	xx	xx	xx	xx
R&D費	2,408	3,214	5,335	3,643	6,224
保険	482	643	1,067	729	1,245
電力	300	330	360	390	420
その他	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000
営業利益	-16,409	-17,340	-9,702	1,322	23,716
【営業外収益】	31,697	36,658	42,878	44,854	54,778
【営業外費用】					
支払利息	xx	xx	xx	xx	xx
為替差損	xx	xx	xx	xx	xx
経常利益	-16,409	-17,340	-9,702	1,322	23,716
【特別損益】					
税引前当期純利益	-16,409	-17,340	-9,702	1,322	23,716
法人税等	xx	xx	xx	xx	xx
純利益	-16,409	-17,340	-9,702	1,322	23,716

6-4-2. 事業キャッシュフロー計画

		x1年	x2年	x3年	x4年	x5年
前月繰越		xxx	6,891	9,851	450	2,072
純利益	当期純利益	-16,409	-17,340	-9,702	1,322	23,716
非資金性費用	減価償却費	300	300	300	300	300
	減損・固定資産除去損					
	非資金性費用合計	300	300	300	300	300
営業資産負債の増減	受取手形の増減					
	売掛金の増減					
	棚卸資産の増減					
	支払手形の増減					
	買掛金の増減					
	営業資産・負債増減の合計					
	営業活動キャッシュフロー	-16,109	-17,040	-9,402	1,622	24,016
投資	土地					
	建物	3,000				
	機械A					
	機械B					
	機械B 売却	0				
	機械C	0				
	ソフトウェア					
	投資活動キャッシュフロー	3,000				
財務	初期投資資金(自己資金分)	3,000				
	短期借入金借入	20,000	20,000			
	短期借入金返済					
	長期借入金借入(A,B銀行分)					
	長期借入金返済					
	支払配当金					
	財務活動キャッシュフロー	23,000	20,000	0	0	0
当月末残高		6,891	9,851	450	2,072	26,088

6－4－3．収益性分析

IRR は 5 年間はマイナスとなるものの、7 年間で 25.8%である。単年度黒字化は 4 年
期を見込んでおり、累積赤字解消時期（投資回収）は、5 年である。

6－5．資金調達計画

調達先	金額(千円)	備考
自己資金	40,000	
エルモテック	10,000	出資金(内諸済み)

第7章 本事業を通じ期待される開発効果

当事業が実施された場合、開発効果としては、有機性廃棄物の適正処理促進と、再生可能エネルギー（バイオガス）の利用促進が挙げられる。

開発効果①有機性廃棄物の適正処理促進：提案技術は、未処理で廃棄されている有機性廃棄物をメタン発酵させ、燃料とした上で、処理残渣は液肥として利用することのできる廃棄物リサイクルシステムである。更に、排出現場に設置ができるオンサイト処理システムであるため、廃棄物の未収集率の高い状況においても収集システムを新たに構築することなく事業所内で導入することで、有機性廃棄物の処理量を行える。さらに、メタン発酵処理によって悪臭や二次汚染の懸念はない。提案技術を導入することで、都市ごみの不適切処理量の減少、リサイクル率の向上が期待される。不適切処理量の減少は、それが引き起こす水質汚染や土壌汚染を低減し、更に無秩序に放出されていた温室効果ガスであるメタン（CH₄）の発生も抑制するといった副次的効果ももたらす。

開発効果②再生可能エネルギーの利用促進：本製品は有機性廃棄物をその処理過程でメタン発酵させることでメタンガスを発生させ、これを電気へ変換させるシステムであるため、これまで系統電源（グリッド）を利用していた事業者が、本製品を導入し、発電した電力を自家消費にあてることで、再生エネルギーの割合を向上させることができる。

開発効果が期待できる時期と持続性：2018年から現地事業を本格稼働する予定であるため、当年以降に開発効果が期待できる。持続性については、提案製品の耐用年数が15年であることから1件につき15年の持続性が期待できる。

裨益対象者・裨益エリア：裨益対象者は製品購入者及び周辺住民である。裨益エリアは製品販売先周辺となるが、販売先についてはタイ国内で限定しておらず、タイ全国が対象となる。

表 24 裨益対象者

製品導入先（販売ターゲット）	裨益者
食品・農産物加工工場	食品・農産物加工工場、工場周辺住民
デパート・百貨店	デパート・百貨店、デパート・百貨店の買物客・周辺住民
地方自治体	地方自治体、中間処理場・埋立処分場周辺住民

出典：JICA 調査団作成

定量的裨益効果：「開発効果①有機性廃棄物の適正処理促進」に関しては、適正処理され

た有機性廃棄物量となる。販売計画においては、現地販売モデルとして 1 セット日量 4.5t を前提としているため、年間最大 1,642.5t の処理が可能となる。

「開発効果②再生可能エネルギーの利用促進」に関しては、1 セットで 900 m³/日 (328,500 m³/年) のバイオガスが生産可能であり、それをそのまま燃料代替するか、発電機によって電力とすることができる。最大発電量は、75kWh のため、一日当たり 1,800kWh、年間で 657,000kWh の発電が可能となる。

以上を、販売計画に照らし合わせると、下表の通りである。

表 25 定量的裨益効果

	x 1 年	x 2 年	x 3 年	x 4 年	x 5 年
販売セット数	1	1	2	3	5
累積導入数	1	2	4	7	12
開発効果① 適正処理量	1,642.5t	3,285.0t	6,570.0t	11,497.5t	19,710.0t
開発効果②* 再エネ利用量	328.5 千 m ³ 657 千 kWh	657 千 m ³ 1,314 千 kWh	1,314 千 m ³ 2,628 千 kWh	2,299.5 千 m ³ 4,599 千 kWh	3,942 千 m ³ 7,884 千 kWh

*開発効果②については、上段にガス発生量、下段に想定発電量を記載。

出典：JICA 調査団作成

第8章 現地 ODA 事業との連携可能性

8－1．連携事業の必要性

当事業の中でも、特に地方自治体を販売先とする場合、B to G のビジネスとなり、公共性を帯びる。廃棄物回収は各地方自治体が担っているが、バンコク都の場合、各家庭や事業者から回収された廃棄物が中間処理場を経て、民間の最終埋立処分場に送られている。中間処理場に提案製品を導入し、中間処理場の段階で有機性廃棄物を処理することで、最終処分量（埋立量）を減らすことができる。ただし、提案製品に有機性廃棄物以外のものが混入してしまうと発酵効率が下がると共に機械故障の原因にもなる。

そのため、導入先の自治体において廃棄物の回収管理手法が確立されていたり、分別意識が根付いていたり廃棄物処理に関する意識が高い方がヴァイオス社製品を導入しやすく、廃棄物の分別回収体制構築や分別意識向上に関する ODA 事業との連携が求められる。

8－2．連携事業の内容と期待される効果

これまでに廃棄物分野において行われた ODA 事業のうち、下記事業は廃棄物の堆肥化促進のためのプロジェクトである。下記プロジェクト対象地域にヴァイオス社製品を導入することで、ヴァイオス社にとっては堆肥化意識が根付きゴミの分別が比較的なされている地域への製品導入が図れ、既存 ODA 事業にとっては、ヴァイオス社製品導入によって廃棄物処理から再生可能エネルギーが使用できるようになるためさらなる堆肥化促進につながると考えられる。

表 26 連携可能な廃棄物分野の ODA 事業

年度	プロジェクト名	内容
2012～2013	草の根・人間の安全保障無償資金協力「ナーン県ターワンパー市における廃棄物処理能力向上計画」	衛生埋立法を採用した独自の廃棄物処理場を有するターワンパー市は、2007 年より「ゴミの減量化推進計画」に着手し、家庭内での有機ごみの堆肥化促進や資源ごみのリサイクル促進、未処理廃棄物の減量などに取り組んできた。だが、住民のリサイクル意識やごみ分別に対する知識不足の他、処分場にある堆肥製造所では非効率的な有機ごみ分解により堆肥生成に長時間要し、不衛生であるなどの状況下にあったため、堆肥生成に必要な攪拌機（クレーン式）の機材支援や住民の意識・知識向上を目的とした研修を実施。
2012～2013	草の根・人間の安全保障無償資金協力「ナーン県ドゥータイ市における廃棄物リサイクル促進センター建設計画」	対象地区では、2009 年よりゴミの減量化を目指し、各戸へのごみ箱や配布や地域での資源ごみ回収活動の促進、資源ごみ分別及び売却の促進、有機ごみの堆肥化促進などに取り組んできたが、独自のごみ処分場を有していないため、地区外（ナーン市）へ運搬し、埋立ている状況にあった。そこで、本プロジェクトにおいて、有機廃棄物の堆肥化と住民に対する研修を目的とした廃棄物リサイクル促進センターの建設と研修支援を行った。

出典：JICA データに基づき JICA 調査団作成

第9章 事業開始までのアクションスケジュール

2016/11～2017/7	本基礎調査
2017/8～2017/12	資金調達、現地パートナーとの調整
2018/1～2018/6	現地法人設立手続き
2018/7	事業開始（現地事務所拠点、日本国内からの輸出）
2018/7	実証プラント出荷
2018/7～2019/3	用地確保・現地拠点の建屋の建設
2020/10～	現地生産開始

今回の提案はタマサート大学内におけるヴァイオス社による資金負担の基、将来の実証プラント出荷を予定し、実証事業期間中、タマサート大学でワークショップを断続的に開催する計画である。そこで関心が示された初期ターゲット顧客層に実費のみでプラントの無償貸し出しを実施し、問題がなければ実証プラントを回収し、新品再製作のうえ販売する。

既に当社の実証プラントに国内外から口コミで30組（延べ100名以上）の見学者があり、前述の方式で販売実績も有する。また一方で、当社本業であるし尿処理から農地還元、農業進出に加えて食品加工による6次産業化という「桃山リサイクルセンター」とヨシムラファームの全国でも例のないリサイクルループのモデルから、国内外から見学者が年間100名以上あり、それらのルートも活用して販促を実施する。

国内プラントメーカーとも海外展開にあたっては、簡易小型のバイオガスシステムの他、メイドインジャパンの技術を求めていることが、既存の取引先からも確認されているので提携も視野に入れる。ただし、今後更なる自動化、コンテナを活用した発酵槽の増設・拡張（処理能力のアップ）を2016年12月に日処理量3tに増設設置し稼働しており、今後現地生産方式の検討をすすめる。