

平成 19 年度 CDM/JI 事業調査 報告書概要版  
「タイ・アルコール工場排水からのメタン回収及び発電プロジェクト」

兼松株式会社

(1) プロジェクト実施に係る基礎的要素

■提案プロジェクトの概要と企画立案の背景

一提案プロジェクトの概要

Thai Beverage PLC (以下TB社) はモラセス (糖蜜) を原料とする飲料用アルコール製造工場を 17 工場所有している。この 17 工場の一つであるナコーンパトム県ドーントゥーム郡に位置するこの工場 (以下ナコーンパトム工場) では蒸留後の排水が嫌気性オープンラグーン形式の排水処理設備で処理されている。しかしながら、排水処理設備の嫌気性ラグーンが巨大となり、その土地の確保に窮しているとともに、そこからの悪臭対策に苦慮している。また、嫌気性オープンラグーンからのメタンガスが、使用されることなく大気中へ放出されているのが現状である。よってこの状況を改善し、メタンガスを有効利用するために、新設の嫌気性発酵槽 (ADI-BVF Reactor) を設けることによりメタンガスの回収率を画期的にあげて、メタンガスを回収し、高効率ガスエンジン発電用の燃料として使用し、また余剰メタンガス及び緊急時運転に対応するためのフレアリング設備を設置するプロジェクトを実施することにより、省エネとCO<sub>2</sub>削減を図る。

一企画立案の背景

タイでのスターチ工場 (タピオカ) は 79 工場あり、CDM プロジェクトとしては事業性は高いといわれているが、現状はデンマーク、オランダ等の欧州企業が独占している状態である。兼松は今後日本企業のマーケットとしてみると小規模な食品工場、アルコール工場などの COD 濃度が高く、硫黄分 (S 分)、浮遊固形物 (SS 分) 等を多く含んだ処理しにくい排水を日本国等の卓越した技術移転することにより、競争していかなければならないと考えている。

昨年度のタイでの現地調査により、アルコール (エタノール) 工場が非常に多く、その排水 (廃液) の成分は非常に悪く、その排水処理方式のほとんどは嫌気性オープンラグーンであることが判明した。

また、昨年度の F/S 調査ではスターチ工場 (食品工場) からの排水からであり、アルコール (エタノール) 工場と比較して環境への負荷は小さいものであった (表 1 参照)。

表 1 昨年度工場排水と本プロジェクト排水の成分比較

No.	項目	単位	スターチ工場排水	本プロジェクトアルコール工場排水
1	排水量(平均)	m <sup>3</sup> /d	2,800	450
2	pH	-	4~7	4.8
3	温度	°C	<38	49-55
4	SS	mg/l	<500	20,840
5	BOD	mg/l	5,059	35,600
6	COD	mg/l	8,900	115,140
7	T-N	mg/l	205.3	1,848
8	T-P	mg/l	90.7	172
9	T-Sul	mg/l	32.2	4,865

TB社は過去に2工場（ブリーラム工場、ウボンラーチャターニー工場）は自社のバイオガス技術で、パイロットプラントを導入したが、メタンガス発生量が少なく運用がうまく行かなかった経緯がある。よって、ナコーンパトム工場でのプロジェクトを実施するにあたり、TB社は他社技術との比較、ADI社のパキスタンの実稼動プラントの視察等行ったが、それだけではTB社が投資を決定できる Feasibility Study までには至っていない。そこでプロジェクトの実施についてTB社はバイオガスプラントの実施子会社である Bionic Humus CO.,LTD (以下 BHC 社) に委託を予定している。BHC社によると、COD 濃度、S 分、SS 分が高いなどの問題がある排水へのメタン発酵プロセスの詳細な調査、選定を行い、効率的にメタンガスを回収でき、この工場にとって CER 売買による利益を考慮に入れ、経済性が向上するならば導入する旨の説明があった。

今日兼松として、COD 濃度が高く、S 分、SS 分等を多く含んだアルコール（エタノール）工場の排水について最適プロセスを選定し、F/S 調査を行い、実現化の可能性を高めることを目標とした。よって、ナコーンパトム工場プロジェクトをTB社に対し企画立案することとなった。

本調査により、兼松はメタン発酵プロセスの詳細な調査、選定を行い、その結果採用した嫌気性発酵槽（ADI-BVF Reactor）によるメタンガスをハンドリングできる有効な CDM モデル（醸造（ビール、アルコール発酵））を実施できかつ、TB社の投資を決定できるレベルの Feasibility Study および PDD を作成した。また、実現のための解決課題を抽出し整理した。

### ープロジェクトサイトの決定

プロジェクトサイトであるナコーンパトム工場は、バンコクの西部に位置するナコーンパトム県にあるドントゥーム郡に位置している。

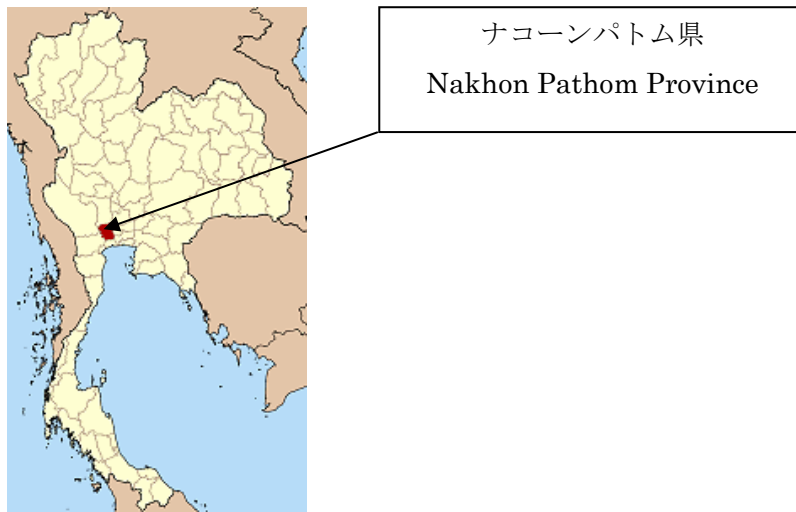


図1 プロジェクトサイト

ナコーンパトム工場へはTB社の関連3工場からの排水がタンクローリー輸送により供給されている。この排水は現在嫌気性オープンラグーンで処理され、嫌気性処理後に好気性ラグーンで処理され、乾燥池に送られ、その後、用水路に放流される。嫌気性池：1池（深さ10m）、好気性池：1池（深さ6.5m）、乾燥池：1池（深さ6.5m）

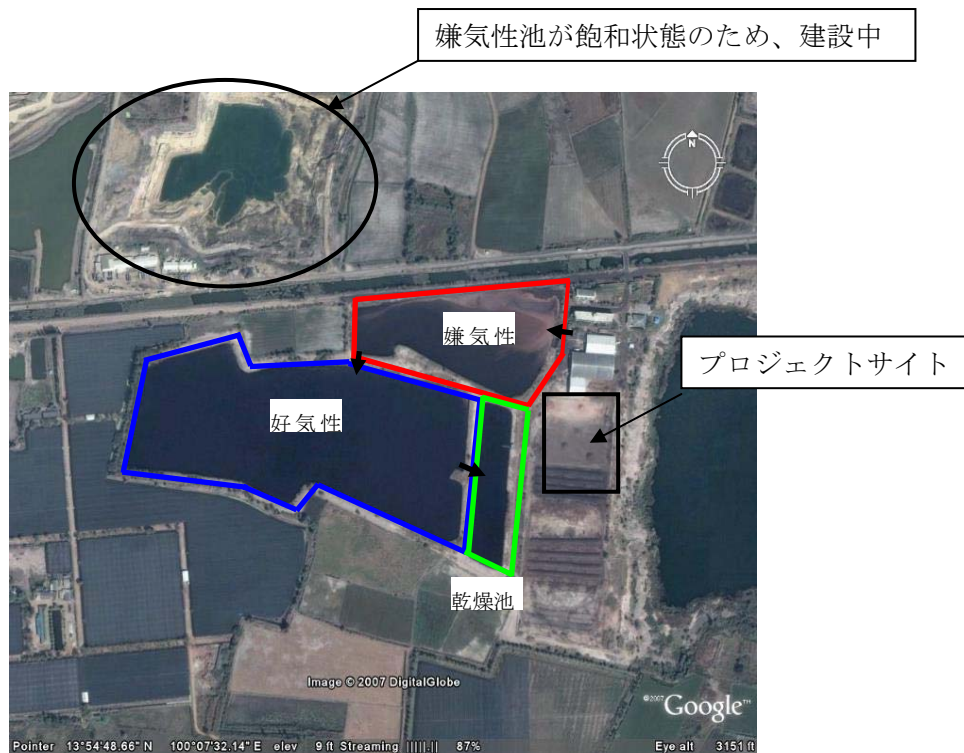


図2 工場全体図

## ■ホスト国の概要

2001年2月に発足したタクシン政権は、従来の輸出主導に加えて国内需要も経済の牽引力とすることを訴え、農村や中小企業の振興策を打ち出した。これらの内需拡大政策の奏功と見られる個人消費の活性化等により、経済は回復し、2003年は6.9%、2004年は6.1%の成長を達成した。2005年はスマトラ沖大地震及びインド洋津波被害等により若干減速し、4.5%の成長となった。2006年は、政変の影響が危惧されたが、5.0%の成長率を達成した。

## ■ホスト国の CDM/JI の受入のクライテリアや DNA の設置状況など、CDM/JI に関する政策・状況

### ー CDM に関する政策・状況

2007年7月6日、タイ王室勅令により、Thailand Greenhouse Gas Management Organization (以下 TGO 委員会) (タイ温室効果ガス機構委員会) がタイ国家指定機関として設置された。なお、TGO 委員会事務局は Office of Natural Resources & Environmental Policy and Planning (以下 ONEP) (天然資源環境政策計画事務局) 内におかれている。CDM 承認には、TGO 委員会に PDD と Initial Environmental Evaluation (以下 IEE) (初期環境影響調査) レポートの提出が求められる。

TGO 委員会が設立される前に、ONEP が DNA として 2007年1月に7件、2007年8月に8件について合計15件の承認レターを出している。このうち、すでに5件は CDM 理事会登録済である。また、15件の内訳をみると、バイオガス案件が7件(47%に相当)を占めている。

本プロジェクトは ONEP が重点をおいているエネルギー部門のエネルギー発電及び利用(再生可能エネルギー)、排水等のエネルギーに関する環境に関連するプロジェクトに位置づけられる。従って、エネルギーの効率的利用及び再生可能エネルギーの有効利用が可能となる。

また、再生可能エネルギーに関する CDM プロジェクトを所轄している窓口は Department of Alternative Energy Development and Efficiency (以下 DEDE) (代替エネルギー開発・エネルギー効率局) である。ここでは IEE レポートの提出が求められる。本プロジェクトは DEDE により査定されるが、すでに同様のプロジェクトが40案件程度提出されているという。

DEDE とは本プロジェクトの現地 EPC を予定している東洋タイは、各種プロジェクトでつながりがあり、協議を行っている。

### ー最近の動向

CDM 強化の新たな展開として、タイでは CDM プロジェクトに対する1件当たり数百万 Baht の補助金が年間20件程度新設された。本プロジェクトの資金調達方法の一つとして考えている。

■提案プロジェクトがホスト国の持続可能な開発へ貢献できる点・技術移転できる点

タイ国では重油高騰により、各工場の運営が厳しく瀕死の状態にある。重油等の化石燃料の代替エネルギーの一つとして再生可能エネルギーであるバイオガス利用が国家エネルギー政策及び発展計画で強化されており、本プロジェクトも大いに期待されている。ただし、技術面、投資資金面、地域貢献等でのバリアが大きく、CDM スキームとあわせることによりエネルギー面での温暖化対策と環境面での公害対策のコベネフィットの実現が図れる。

■調査の実施体制（国内・ホスト国・その他）

本調査の実施体制を表 2 に示す。

表 2 調査の実施体制

参加国名	調査機関	役割
日本	兼松株式会社 (KG)	－全体統括、事業性評価 －PDD 作成 －現地調査
日本	関西設計株式会社 (KDC) (外注)	－技術部分の PDD 作成 －技術コンサルタント
タイ国(host)	Bionic Humus Co.,Ltd (BHC)	－既存排水処理設備のデータ提供
タイ国(host)	Toyo-Thai Corporation Limited (TTCL)	－水質調査 －概念設計 －詳細見積

(2) プロジェクトの立案

■プロジェクトの具体的な内容

－排水計画

ナコーンパトム工場へ供給される排水の水質を表 3 に示す。これは TB 社の関連 3 工場からの排水の合計の水質である。この排水の特徴として、

- ①化学的酸素要求量 (COD) が非常に高い。  
⇒メタンガス発生量が非常に多い。
- ②モラセスからのアルコールの製造工程で硫酸 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) が使用されているため、  
硫黄分 (S分) が非常に高い。  
⇒脱硫装置のコストが追加される。
- ③浮遊固形物 (SS)、カルシウム (Ca) が非常に高い。  
などが挙げられる。  
⇒スラッジ分がリアクターに沈澱するため、その処理方法が問題となる。  
コンポスト (堆肥) 化して利用する。→環境改善となる

表3 プロジェクトサイトの排水水質

No.	項目	単位	値
1	排水量(平均)	m <sup>3</sup> /d	450
2	pH	-	4.8
3 ①	化学的酸素要求量 COD	mg/l	115,140
4	生物化学的酸素要求量 BOD	mg/l	35,600
5	揮発性脂肪酸 Volatile Fatty Acids(as acetic acid)	mg/l	1,937
6	アルカリ度 Alkalinity (as CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	760
7	残存固形物 Total Solid (TS)	mg/l	109,260
8	揮発性物質 Total Volatile Solid (TVS)	mg/l	85,140
9 ③	浮遊固形物 Suspended Solid (SS)	mg/l	20,840
10	リン酸 Phosphate (PO <sub>4</sub> )	mg/l	172
11 ②	硫黄 Sulphate (SO <sub>4</sub> )	mg/l	4,865
12	窒素 Total Nitrogen (N)	mg/l	1,848
13 ③	カルシウム Calcium (Ca)	mg/l	3,129

一新設排水処理設備

本プロジェクトで適用すると考えられる嫌気性排水処理方式として、メタン発酵槽とUASB法（EGSB法）が挙げられる。嫌気性排水処理ユニットメーカーとして、カナダ国のADI Systems Inc.（カナダ製）の嫌気性発酵槽（ADI-BVF Reactor）と住友重機械エンパイロメントの高負荷型嫌気性排水処理設備（UASB（ESGB））を選定した。以下に処理方法の比較を示す。

表4 嫌気性処理方法の比較

項目	ADI-BVF Reactor	UASB (EGSB)
対象排水	高濃度有機性排水	中高濃度有機性排水
処理方法	嫌気性混合攪拌型	上向流嫌気性汚泥床
微生物利用	浮遊フロック状スラッジ	グラニュール状スラッジ
槽内微生物濃度	中濃度	高濃度
許容負荷	0.3~3.0 kgCODcr/m <sup>3</sup> ・d	5~15 kgCODcr/m <sup>3</sup> ・d
処理時内（滞留時間）	7~14 日	6~10 時間
COD 除去率	60~70%	80~90%
発生メタン量	中	大
余剰汚泥	小（年1回）	小

表4 嫌気性処理方法の比較（続き）

項目	ADI-BVF Reactor	UASB (EGSB)
設置スペース	大	小
ランニングコスト（薬剤）	基本的に添加剤不要	pH調整のアルカリが必要
臭気対策	密閉型に付き対策済	密閉型に付き対策済
管理項目	小	大
ガス変動	小	中
希釈	なし	あり

比較の結果、基本的に簡易運転でメンテナンスフリーであること、薬品（添加剤）が必要ないためランニングコストが少ない、原水のまま投入できるため希釈する必要がないことから嫌気性発酵槽（ADI-BVF Reactor）を採用するものとした。適用プロセスを図3に示す。

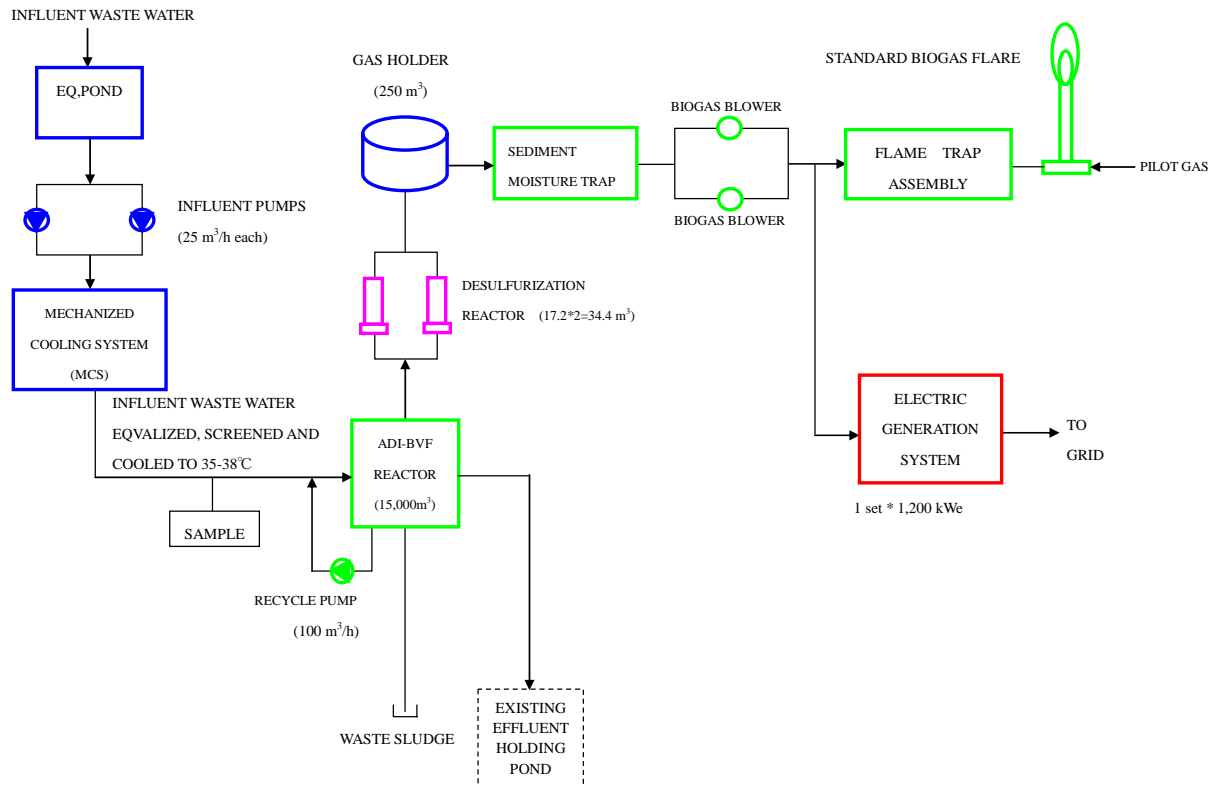


図3 適用プロセス

■プロジェクトバウンダリー・ベースラインの設定・追加性の立証

一方法論

現在、排水からのメタン回収プロジェクトに関するCDM理事会（EB）により承認された方法論として2つの方法論がある。

AMS-III.H. (Ver.8)

Methane Recovery in Wastewater Treatment

(排水処理でのメタン回収)

ACM0014 (Ver.1)

Avoided methane emissions from wastewater treatment

(有機排水処理からのメタン排出回避)

以下に排出削減量の比較を行った。

表 5 方法論の排出削減量の比較

項目	AMS-III.H.	ACM0014
プロジェクト排出量		
発電あるいはディーゼル油消費量からの年間排出量	421	421
処理後の排水の分解性有機炭素からの年間排出量	22,594	20,098
発生する最終汚泥の嫌気性腐食からの年間排出量	0	0
捕集とフレアシステムでのメタン開放からの年間排出量	678	(発酵槽) 0 (フレア) 475
処理後の排水でのメタン分解からの年間排出量	312	-
プロジェクト排出量合計	24,005	20,994
ベースライン排出量		
既存排水処理からの年間ベースラインメタン排出量	60,249	50,223
ベースライン電力による年間排出量	4,582	4,582
ベースライン排出量合計	64,831	54,805
リーケージ	0	0
排出削減量	40,826	33,811

本プロジェクトでは、以下の適用性より AMS-III.H. (Ver.8) を適用するものとした。

- ・同様のプロジェクトでの兼松の有効化審査の実績
- ・CER 量が小規模の方が多いこと
- ・適用性についても問題ない
- ・小規模 CDM が通常の CDM に比べて簡易な手続きが利用できること



ープロジェクトバウンダリー

プロジェクトバウンダリーを図4に示す。

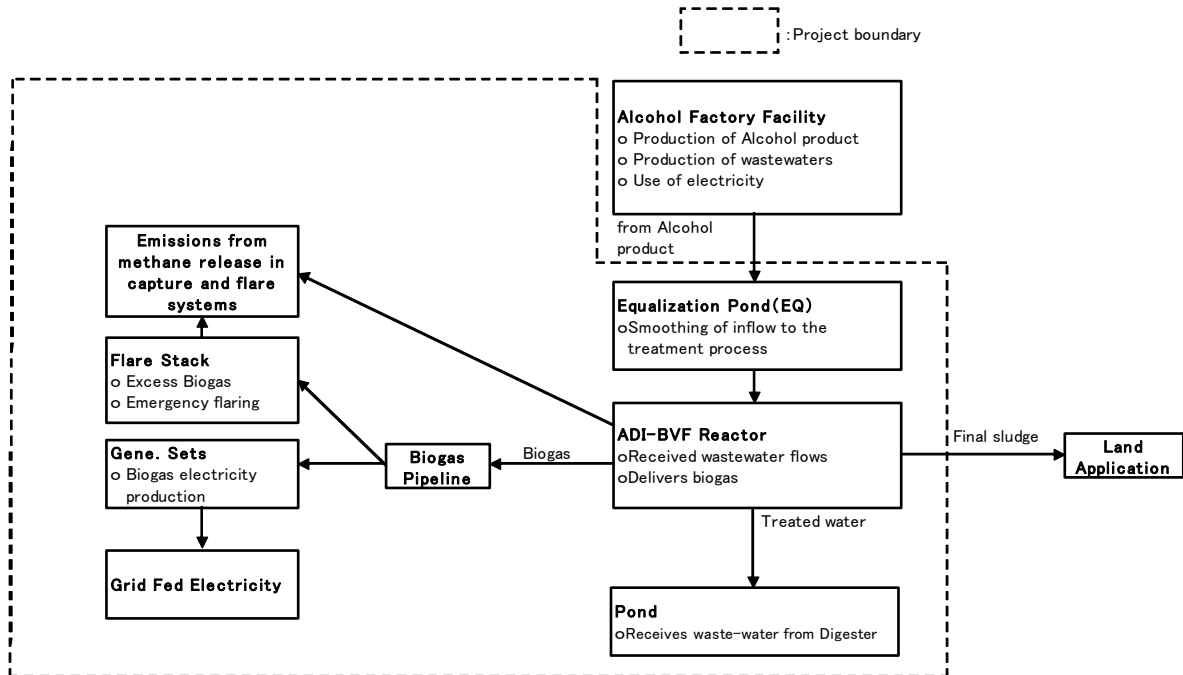


図4 プロジェクトバウンダリー

ーベースラインの設定/追加性の立証

プロジェクト活動が行われない理由として説明すべき障壁は、以下の中から一つ以上について証明する。

以下の代替ベースラインシナリオがテストされる。

シナリオ1：現在が継続するシナリオ (Business-as-usual)

シナリオ2：排水の好気性処理 (活性汚泥や炉床式処理)

シナリオ3：提案プロジェクト

#### (1) 投資障壁

シナリオ1では、技術は現在設置稼働されており、それ以上資金調達を必要としない。シナリオ2は、処理機能は優れているが、曝気装置のために多くの電力を消費し、多量に発生する余剰汚泥の処理が問題となる。また、従来のシステムと比較するとより高いコストである。そして、導入による収入源が存在しない。

シナリオ3のメタン発酵槽 (ADI-BVF Reactor) はプロセスにおいて発生するメタン排出を制御、発酵、捕集することができる適切なシステムを持っている。しかし、もちろん従来のシステムと比較するとより高いコストである。IRRは、CERs収益が考慮されないならば収益率が-12.2%と低い値を示す。これらの予想にはプラントのメタン捕集による関係するリスクを考慮に入れていない。このように、プロジェクトIRRがベンチマークのBank of Thailand (2007)のEconomic dataの5.14%と比較して、投資のために魅力的でないことは明らかである。

## (2) 技術障壁

シナリオ 1 は排水を処理するために、嫌気性ラグーンを使用している。これは高い技術を伴わない処理方法である。このシステムがタイの地域の広範囲で使われている。そして、それらは非常に低リスクである、現在の排水処理設備である嫌気性オープンラグーンは、排水を処理して、水体に開放される排水を COD=120mg/l 以下とし現在の環境基準に満たすことができる。

シナリオ 2 は、タイでは新しい種類の選択である。ただし、商業規模ではほとんど使用されていない。しかしながら、ADI-BVF Reactor よりは低リスクである。ただ、その技術がタイではまだ最適技術と見られていない。

シナリオ 3 の提案されたプロジェクト活動の構成要素は、据付、稼動と維持管理のために重要な技術を必要とする。前処理の構成要素の全ての稼動のパラメータは、原料を受け取るための ADI-BVF Reactor のために適切なレベルに維持される必要がある。いずれにせよ、前処理の稼働状況の不適切な維持管理は、メタン発生に、重大なリスクをもたらす。

## (3) 一般的慣行障壁

### (3)-1 法律上

現在の慣行は、シナリオ 1 が高有機負荷を伴った産業排水のためのタイと地域に対しての標準の慣行である。水体（川、湖など）への直接の解放は違法である。好気性と嫌気性排水処理は共に現在の法律上に遵守し、そして追加の規則の適用を受けない。

タイでの大部分のプラントは、オープンラグーンシステムを使用する。既存の排水放出基準を今後より厳しくする可能性は非常に小さい、そして、たとえそのような措置がとられるとしても、既存のシステムはより厳しい基準を満たすためにより滞留池をつくることによって広げられることができる。そのために、さらなる土地はすぐに利用できる。

### (3)-2 社会的

オープンラグーンシステムは現在使用されており、ほとんど社会的障壁が見られない。それらはタイの商業事業によって地域環境と標準的な運営慣行として受け入れられた部分である。好気性と嫌気性設備は、リスク（爆発、臭いなど）によって発生する若干の社会障壁を引き起こすかもしれない。社会的障壁は恐らく非常に最小であるけれども、新技術実施に関係する若干の可能性が存在する。

## (4) その他の障壁

現在のシナリオ 1 が排水処理のためのタイと地域での標準稼動基準であると考えられる。タイ状況では好気性（シナリオ 2）あるいは嫌気性技術（シナリオ 3）

を利用することについての積極的な経験がなく、そしてそのためにこれらは管理優先度が高いとは考えられない。管理部門内の最も高い優先度は簡単に地域規制の遵守を維持するための排水放出の管理である。さらにいっそう資本を集約しエネルギー生産にはさらにより大きい管理資源を要求する。よって単純に消化プロセスが優先とはならない。

上記をまとめたものを表6に示す。

表 6 障壁分析結果まとめ

代替 ベースライン	シナリオ1： 現在が継続	シナリオ2： 好気性処理	シナリオ3： 提案 プロジェクト
障壁テスト			
投資障壁	N	Y	Y
技術障壁	N	Y/N	Y
一般的慣行障壁	N	Y/N	Y/N
その他の障壁	N	Y	Y

選択 Y は障壁が存在する、選択 N は障壁が存在しないを示す。

#### 追加性決定-結論

ADI-BVF Reactor 技術を使用するプロジェクト活動が投資、技術、一般的慣行障壁、その他の障壁でバリアに直面するが、現在のラグーンシステムにはないため、現在のラグーンシステムの継続がベースラインと確認でき、プロジェクトは追加的である。

#### ■プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間

メタン発酵槽及びガスエンジンの耐用年数は 13～15 年といわれているが、メタン発酵槽は上部を覆うジオメンブレンカバーの耐用年数で決まる。よって、経年劣化により、使用期間中に亀裂が生じる。過去の実績及び補修頻度等を考慮して、本プロジェクトのプロジェクト実施期間は 10 年と設定した。クレジット獲得期間は固定期間 10 年（2010-2019 年）で申請を行い、CER を獲得することを想定する。

#### ■プロジェクト実施による GHG 削減量及びリーケージ

##### ープロジェクト排出量

(1) 発電あるいはディーゼル油消費量からの年間排出量 ( $PE_{y,power}$ )

$$PE_{y,power} = EP_{consumed} * EF_{consumed} = 825 * 0.51 = 421 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

(2) 処理後の排水の分解性有機炭素からの年間排出量 ( $PE_{y,ww,treated}$ )

$$PE_{y,ww,treated} = Q_{y,ww} * COD_{y,ww,treated} * B_{o,ww} * MCF_{ww,final} * GWP_{CH4}$$

$$= 148,500 * 0.0345 * 0.21 * 1.0 * 21 = 22,594 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

(3) 発生する最終汚泥の嫌気性腐食からの年間排出量 ( $PE_{y,s,final}$ )

$$PE_{y,s,final} = S_{y,final} * DOC_{y,s,final} * MCF_{s,final} * DOC_F * F * 16/12 * GWP\_CH4 \\ = 0 * 0.09 * 0 * 0.5 * 0.5 * 16/12 * 21 = 0 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

(4) 捕集とフレアシステムでのメタン開放からの年間排出量( $PE_{y,fugitive}$ )

$$PE_{y,fugitive} = PE_{y,fugitive,ww} + PE_{y,fugitive,s} = 678 + 0 = 678 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

$$PE_{y,fugitive,ww} = (1 - CFE_{ww}) * Q_{y,ww} * COD_{y,ww,untreated} * B_{0,ww} * MCF_{ww,treatment} * \\ GWP\_CH4 \\ = (1 - 0.9) * 148,500 * 0.115 * 0.21 * 1.0 * 21 = 678 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

(5) 処理後の排水でのメタン分解からの年間排出量( $PE_{y,dissolved}$ )

$$PE_{y,dissolved} = Q_{y,ww} * [CH4]_{y,ww,treated} * GWP\_CH4 \\ = 148,500 * 10^{-4} * 21 = 312 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

(6) プロジェクト排出量合計

$$PE_y = PE_{y,power} + PE_{y,ww,treated} + PE_{y,s,final} + PE_{y,fugitive} + PE_{y,dissolved} \\ = 421 + 22,594 + 0 + 678 + 312 = 24,005 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

ーベースライン排出量

(1) 既存排水処理からの年間ベースラインメタン排出量 ( $BE_y$ )

$$BE_y = Q_{y,ww} * COD_{y,ww,untreated} * B_{0,ww} * MCF_{ww,treatment} * GWP\_CH4 \\ = 148,500 * 0.115 * 0.21 * 0.8 * 21 = 60,249 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

(2) ベースライン電力による年間排出量( $BE_{grid}$ )

$$BE_{grid} = EP_{BIO} * EF_{grid} = 8,984 * 0.51 = 4,582 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

(3) ベースライン排出量合計 =  $BE_y + BE_{grid} = 60,249 + 4,582 = 64,831 \text{ (tCO}_2\text{e)}$

ー排出削減量

$ER_y =$ ベースライン排出量合計 - (合計  $PE_y +$  合計  $Leakage_y$ )

$$= 64,831 - (24,005 + 0) = 40,826 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

リーケージは装置が他の活動から移転されないため、ゼロ。

本プロジェクトによる GHG 削減量を表 7 に示す。

表 7 本プロジェクトによる GHG 削減量

年	ベースライン 排出量推計 (t-CO <sub>2</sub> e)	プロジェクト 活動排出量推計 (t-CO <sub>2</sub> e)	リーケージ推計 (t-CO <sub>2</sub> e)	排出削減量推計 (t-CO <sub>2</sub> e)
2010	64,831	24,005	0	40,826
2011	64,831	24,005	0	40,826
2012	64,831	24,005	0	40,826
2013	64,831	24,005	0	40,826
2014	64,831	24,005	0	40,826
2015	64,831	24,005	0	40,826
2016	64,831	24,005	0	40,826
2017	64,831	24,005	0	40,826
2018	64,831	24,005	0	40,826
2019	64,831	24,005	0	40,826
合計 (t-CO <sub>2</sub> e)	648,310	240,050	0	408,260

■モニタリング計画

排出量の算定等に必要な表8の項目をモニターする必要がある。また、現状を考慮し、現地での運転員に対しては工場での重油使用量削減について、講習を行い対応する。

表 8 モニターされるデータ/パラメーター

データ/パラメーター	データの説明	データの値	データ単位
<b>D</b>	年間放流日数	330	d
<b>Q<sub>d,ww</sub></b>	一日処理排水量	450	m <sup>3</sup> /d
<b>Q<sub>y,ww</sub></b>	年間処理排水量	148,500	m <sup>3</sup>
<b>COD<sub>y,ww,untreated</sub></b>	入口排水の化学的酸素要求量	0.115	t/m <sup>3</sup>
<b>COD<sub>y,ww,treated</sub></b>	出口排水の化学的酸素要求量	0.0345	t/m <sup>3</sup>
<b>EP<sub>consumed</sub></b>	年間消費電力量	825	MWh
<b>EP<sub>BIO</sub></b>	年間バイオガス発電ユニット 製造電力量	8,984	MWh
<b>T<sub>flare</sub></b>	フレアからの排ガス温度	500以上	°C
<b>T<sub>flare_time</sub></b>	フレア内 500°Cの維持持続時間	測定	min/h
<b>S<sub>y,final</sub></b>	年間処理システムからの汚泥 量	測定	t
<b>T<sub>biogas</sub></b>	バイオガス燃焼温度	測定	°C/K
<b>P<sub>biogas</sub></b>	バイオガス燃焼圧力	測定	bar
<b>DOC<sub>y,s,final</sub></b>	排水処理によって発生する最終 汚泥の年間分解性有機含有 量	0.09	-
<b>MCF<sub>s,final</sub></b>	最終汚泥を受けとる埋立地の メタン補正係数	0	-
<b>V<sub>total</sub></b>	年間バイオガス流量	5,406,999	m <sup>3</sup> at normal conditions
<b>V<sub>gene</sub></b>	発電機ユニット入口のバイオ ガス流量	バイオガス発生量の 約91%	m <sup>3</sup> at normal conditions

表8 モニターされるデータ/パラメーター (続き)

データ/パラメーター	データの説明	データの値	データ単位
V <sub>flare</sub>	フレアへのバイオガス量	バイオガス発生量の約9%	m <sup>3</sup> at normal conditions
P <sub>CH<sub>4</sub></sub>	バイオガスメタン含有量	65	%

■環境影響/その他の間接影響

ー環境影響

本プロジェクトは1,200 kWeの電力製造のため、EIAは必要としない。IEEはタイDNAであるTGO委員会でPDDと共に要求事項である。

IEEはONEPの事前IEEのためのガイドラインに従って記述するが最も重要視されているのは、地域貢献である。これは道路、地域雇用者の採用、ユーティリティ設備のインフラ等の要求があり、コストインパクトが非常に大きく、プロジェクト実施に大きな影響を及ぼす。よって、この件についてプロジェクト実施に向けて、TB社(所有者)に詳細に説明を行うと共に別途協議、検討が必要である。

ーその他の間接影響

持続可能な開発へ貢献できる点・技術移転できる点に記載

■利害関係者のコメント

本プロジェクトに関する概略コメント(面談時に入手)は以下の通りである。

(a) Thai Beverage PLC (TB社)

- ーバイオガス技術については、過去に2工場で自社研究パイロットプラントを導入したが、メタンガス発生量が少なく運用がうまく行かなかった。そのため、今回社外の技術を採用することを要望している。
- ーメタン発酵システムはADIの技術を採用し、プロセスエンジニアリングと主要機器(ジオメンブレンカバー含む)は海外からの購入、建設は自社の関連会社が行う。
- ーTB社の工場から排出される排水およびスラッジは、子会社のBHC社が運用を管理しており、スラッジについてはコンポスト化し利用する。
- ーバイオガスプラントについて、BHC社が検討を行い進めていく予定である。

(b) Bionic Humus Co.,Ltd (BHC)

- ー各TB工場にて労働環境、周辺住民等に対する環境対策をとり、バイオガスをビジネスの一つとして取り込むことを目的としている。
- ー本プロジェクトの実施主体はあくまでTB社であり、決定権もTB社にある。従って、CER売買もTB社が決定権をもつ。
- ー本プロジェクトの運転/管理はBHC社が行う予定である。

(c)DEDE（代替エネルギー開発・エネルギー効率局）

- －再生可能エネルギープロジェクトの導入を推進している。
- －タイ国で多数存在する産業の排水からのエネルギー有効利用としてメタンガス回収プロジェクトを CDM プロジェクトとして推進している。

タイでは近隣住民（NGO 含む）との関係がプロジェクト実施に非常に大きく影響するため、TB 社サイドの決定後にステークホルダーの集会を実施する予定である。

(3) 事業化に向けて

■プロジェクトの実施体制（国内・ホスト国・その他）

日本側とタイ側の業務分担を表 9 に示す。

表 9 日本側とタイ側の業務分担

参加国名	プロジェクト参加者である 民間・公的機関	業務分担
日本	兼松株式会社（KG）	－PDD 作成 －CDM プロジェクトアドバイザー －プロジェクト連絡先 －脱硫装置手配
タイ国(host)	Thai Beverage PLC（TB）	－飲料用アルコール製造所有者 －プロジェクトサイト提供 －プロジェクト資金調達
タイ国(host)	Bionic Humus Co.,Ltd (BHC)	－運転／管理
タイ国(host)	Toyo-Thai Corporation Limited（TTCL）	－現地 EPC(設計/調達/建設)

■プロジェクト実施のための資金計画

本プロジェクトに必要な初期投資額は6億円である。借入金はメタンガス回収に関するプロジェクトに関しては、ガス変動が大きく、タイの地方銀行では資金供与はしないことを表明している。よって、表10の3つの資金調達方法にて調整中である。

表 10 資金調達方法

No.	資金計画	協議状況
①	自己資金（100%）	TB社が所有者であり、経済的にも安定しているが、本プロジェクトのIRRが指標目標に達していない。今後コスト削減が必要である。
②	自己資金（70%） 兼松（30%）	30%を兼松に入るCER買入価格の前払いとして投資する。CER買入価格等は要協議
③	補助金利用	CDMプロジェクトに対する1件当たり数百万Bahtの利用。最大5,000,000Baht規模

■ 経済性分析

－ 初期投資額

表 11 初期投資額内訳

項目	金額	備考
脱硫装置	0.3 億円	日本調達品
メタン発酵槽 (ADI-BVF Reactor)	1.72 億円	ADI Systems Inc.所掌
建設費	2.29 億円	東洋タイ所掌
ガスエンジン発電機セット	1.44 億円	東洋タイ所掌 イエンバッハ製 J420GS 相当品
その他	0.25 億円	工事、試運転 SV、水質分析、 申請手続き
合計	6.0 億円	

－ CER 価格の動向

Point Carbonによれば、CER価格は表 12 のとおりである。本プロジェクトに関してはすでにデンマークの企業がTB社に対し、Euro13 でアプローチしている。これを基に本プロジェクトの評価は 20US\$/t-CO<sub>2</sub>で評価するものとした。

表 12 Point Carbon の CER 価格

CER 価格	Dec.-12 号	US\$換算
登録前の CER 価格	Euro 7-15	10.85-23.25
Secondary CER 価格 (08/Dec)	Euro 16.95	26.3
EUA 価格 (08/Dec)	Euro 22.52	34.9
EUA/Secondary CER 価格差	Euro 5.57	8.6

－ 本プロジェクトの収入、支出、前提条件

表 13 本プロジェクトの収入、支出

項目	値	単位
発電収入		
売電単価 (VSPP 計算式による)	2.67	Baht/kWh
発電量	8,984	MWh/yr
発電収入	78.2	M¥/yr
CER 収入		
CER 価格	20	US\$/t CO <sub>2</sub> e
排出削減量	40,826	t CO <sub>2</sub> e
CER 収入	89.82	M¥/yr
支出		
メンテナンス費合計	13.4	M¥/yr
脱硫剤	34.1	M¥/yr
労務費	2.1	M¥/yr
モニタリング費	1.2	M¥/yr
合計	50.8	M¥/yr



表 14 税金、減価償却等の前提条件

項目	値	単位
法人税	30	%
減価償却対象額	60	M¥
償却期間	10	年
償却方法・償却率	定額法・ 10%	
残存簿価	0	%
物価上昇率	0	%
為替レート	3.26	円/Baht
為替レート	110	円/US\$

ー内部収益率

クレジットなしの場合とクレジットありの場合の本プロジェクトの内部収益率 (IRR)の算出結果を表 15 に示す。

表 15 プロジェクト IRR (税引き後)

	クレジットなし	クレジットあり
プロジェクト IRR	-12.2 %	10.6%
投資回収年数	回収できず	6年

本プロジェクトは、CER価格を 20US\$/t-CO<sub>2</sub>とするとIRR (税引後) は 10.6%であり、事業としての成立可能性は低い。これは所有者であるTB社が事業推進の指標としてIRRが税引き後 15%以上であることを目標としているからである。

ーリスク検討

本プロジェクトは下記 3つのリスクを伴う。これらについてリスク評価を行った。

- ①COD<sub>cr</sub> 除去率 (70% (設計値) →65% (保証値))
- ②排水量 (450 m<sup>3</sup>/d (平均) →400 m<sup>3</sup>/d (約 10%減 (安全サイド)))
- ③クレジット価格変動 (10、15 (価格減少)、25 (価格上昇) US\$/t CO<sub>2</sub>)

表 16 ①②リスクのプロジェクト IRR(税引き後)

リスク項目	クレジットあり	排出削減量 t CO <sub>2</sub> e	総発電量 MWh
①COD <sub>cr</sub> 除去率	9.4 %	37,588	8,984
②排水量	8.6 %	37,031	8,609

表 17 クレジット価格変動のプロジェクト IRR(税引き後)

クレジット価格	プロジェクト IRR
10 US\$/t CO <sub>2</sub>	2.5%
15 US\$/t CO <sub>2</sub>	6.7%
25 US\$/t CO <sub>2</sub>	14.2%

## ■具体的な事業化に向けての見込み・課題

### 1)TB 社（所有者）の承認

課題として、TB 社は事業推進の指標として IRR が 15%以上であることを目標としているため、現時点では承認は得られない。

解決策として以下が挙げられる。

- ①熱利用設備への変換（発電ではなく、全量熱利用とする。TB 社は売電収入の安定化により、発電スキームのみしか考慮していないが、今後代案として提出していく予定である）
- ②H<sub>2</sub>S回収システムのBHC社自社開発の機器の使用によるコスト削減（実プラントを所有しているため、そのシステムを利用してエンジン排ガス要求に対応する（SO<sub>x</sub> : 900ppm→60ppm））
- ③嫌気性発酵槽の材料（ジオメンブレンカバーシステム）を現地調達によるコスト削減
- ④ガスエンジン発電設備の中古品の利用（イエンバッハ製で計画しているが、GE はコスト高である。よって、今後 DE の GE への改造費も含めた中古品の利用を検討する、現在日立エンジニアリングサービスと協議している）
- ⑤スラッジ分のコンポストとしての利用（現在農園、プランテーションへの土壌材として計画しているが、成分等を含め、コンポスト化を目指す）
- ⑥最終的にはタイでの所有者（TB 社）によって競争させられるため、CER 買取価格の差別化が必要である。よって、CER 単価を EU ユーロベースまで上げることを目標とする。

### 2)排水変動

排水計画が平均であり、近日中にアルコール生産体制が各工場に割り当てられその生産量の計画変更が予定されている。解決策として更なる排水量が増加することを前提に TB 社と工場生産計画を見直すよう協議を行う。

### 3)COD 除去率の保証値

ADI とは保証値 65%、設計値 70%で協議しているが、今後解決策として保証値 70%まで上げるようにする。

### 4)IEE に関連する、ステークホルダーの集会の実施

IEE で最も重要視されているのは、地域貢献である。これは道路、地域雇用者の採用、ユーティリティ設備のインフラ等の要求があり、コストインパクトが非常に大きく、プロジェクト実施に大きな影響を及ぼす。よって、解決策として住民の要求が非常に大きい、住民対策等での追加費用が少なくなるよう、TB 社の十分な説明（根回し）と住民との同意が必要である。