

平成 20 年度 CDM/JI 実現可能性調査 報告書 概要版

調査名

ベトナム・澱粉加工工場廃水処理及びエネルギー利用 CDM 事業調査

団体名

鹿島建設株式会社

1. プロジェクトの概要

(1) ホスト国、地域

ベトナム社会主義共和国（ニンビン省、クアンナム省）

(2) プロジェクトの概要

本プロジェクトは、ベトナム社会主義共和国（以下、越国）のタピオカ澱粉加工工場（2 工場）を対象とし、有機性の工場廃水から放出されるバイオガス（メタンガス）を回収しエネルギー利用するものである。本調査の対象としたプロジェクトの概要を表 1 に示す。

表 1 プロジェクト概要

	プロジェクト 1	プロジェクト 2
実施場所	ニンビン省 (Ninh Binh)	クアンナム省 (Quang Nam)
導入施設	メタン発酵設備及び周辺機器	メタン発酵設備及び周辺機器
温室効果ガス削減量	11,870 tCO ₂ e/yr	16,449 tCO ₂ e/yr
事業開始時期	2011 年 1 月運転開始予定	2011 年 1 月運転開始予定

2. 調査内容

(1) 調査課題

本調査の課題は以下のとおりである。

・バイオガス発生量予測

本プロジェクトにおける収益は、回収するバイオガス及び CER の売却益である。そのため、バイオガス発生量を正確に予測することが事業性検討において重要となる。調査開始時には、ガス量予測のためのデータが不足していたため、これら必要なデータをより正確に把握することが課題である。

・適切な施設設計

本プロジェクトにおける廃液処理・バイオガス回収システムは、仕組みとしては単純に見えるが、効率的な処理・回収のためには適切な設計が必要となる。一方で、対象工場側からはコスト削減の要望がある。そのため、施設の機能・費用を考慮した適切な施設設計が必要となる。

(2) 調査実施体制

(日本側)

- ・ 電力会社 : 基本情報収集

(越国側)

- ・ コンサルタント会社 : 工場データ収集等
- ・ エンジニアリング会社 : 施設設計
- ・ 分析機関 : 廃水分析

(3) 調査の内容

1) 現地調査

計5回の現地調査を実施し、必要なデータ収集、協議を行った。

2) ベースラインシナリオに関する調査

承認方法論 AMS III. H 及び AMS I.C の適用性を評価した上で、当該プロジェクトのベースラインシナリオを設定した。また、プロジェクトバウンダリーや追加性についても明確にした。

3) モニタリング計画に関する調査

適用方法論に基づき、適切なモニタリング計画を立案した。

4) プロジェクト実施期間／クレジット獲得期間に関する調査

ベースラインシナリオ及び事業採算性を考慮して、プロジェクト実施期間及びクレジット獲得期間を7年と設定した。

5) 温室効果ガス排出量計算に関する調査

現地調査での実測データ及び IPCC 既定値等に基づき、温室効果ガス排出量を試算した。

6) 環境影響に関する調査

越国における環境政策、環境影響評価に関する制度の調査、本プロジェクトの実施に伴う環境影響及びその対策について検討を行った。

7) その他の間接影響に関する調査

本プロジェクトの実施により、社会・経済面等、ホスト国の持続可能性に貢献する点を検討した。

8) 利害関係者のコメントに関する調査

本プロジェクトの利害関係者へのヒアリングを実施し、プロジェクト実施に対して好意的なコメントを得た。

9) 資金計画に関する調査

本プロジェクトにおける事業費用・収益を試算し、内部収益率 (IRR) により事業収益性を評価した。

10) PDD の作成

上記調査結果に基づき、PDD を作成した。

11) 温暖化対策と公害対策のコベネフィット実現方法及び指標化に関する調査

澱粉加工工場で想定される公害項目及びそれら個別の評価指標を調査した上で、複数の公害評価項目を総合的に定量評価する手法を検討した。

前述の調査課題についての成果を以下に示す。

- ・ バイオガス発生量予測

工場の既存データの収集のほか、現地調査において工場廃水の調査・分析を行った。工場稼働時期に、プロジェクト 1（ニンビン省）については計 4 回、プロジェクト 2（クアンナム省）については計 10 回試料を採取し、政府系分析機関にて分析を行い、これらのデータに基づき、より正確なバイオガス発生量の予測を行った。

- ・ 適切な施設設計

適用するメタン発酵施設として、UASB（Upflow Anaerobic Sludge Blanket）タイプと、被覆式ラグーンタイプを比較検討し、対象工場側との協議を踏まえプロジェクト 1、2 ともに被覆式ラグーンタイプが適切であると判断した。また、施設設計においては実績のあるエンジニアリング会社に外注した上に当社の技術検討を加え、事業費用においては現地単価を用いて算定した。

3. プロジェクトの事業化

(1) プロジェクトバウンダリー及びベースラインの設定

1) 適用方法論

両プロジェクトでは承認小規模方法論の AMS III.H. “Methane Recovery in Wastewater Treatment (version 10)”及び AMS I.C. “Thermal energy for the user with or without electricity (version 13)”を適用する。

AMS III.H.は、廃水処理におけるメタン回収に関する方法論であり、本プロジェクトにおける新設のメタン発酵設備（被覆式嫌気性ラグーン）からバイオガス（メタンガス）を回収し、既存の開放型嫌気性ラグーンからのメタン排出を回避する活動が該当する。

AMS I.C は、利用者のための熱エネルギーに関する方法論であり、本プロジェクトにおける、回収するバイオガスを炉で熱エネルギー利用（石炭代替）する活動が該当する。

2) プロジェクトバウンダリー

適用方法論AMS III.H及びAMS I.Cに基づいてプロジェクトバウンダリーを設定した。AMS III.Hでは、プロジェクトバウンダリーは、“廃水処理が行われる物理的、地理的敷地”であり、プロジェクト活動が影響する全ての施設を含むと規定している。また、AMS I.Cでは、“再生可能エネルギーが生産される物理的、地理的敷地”と規定している。これらに基づき、プロジェクトバウンダリーを図 1のとおり設定した。

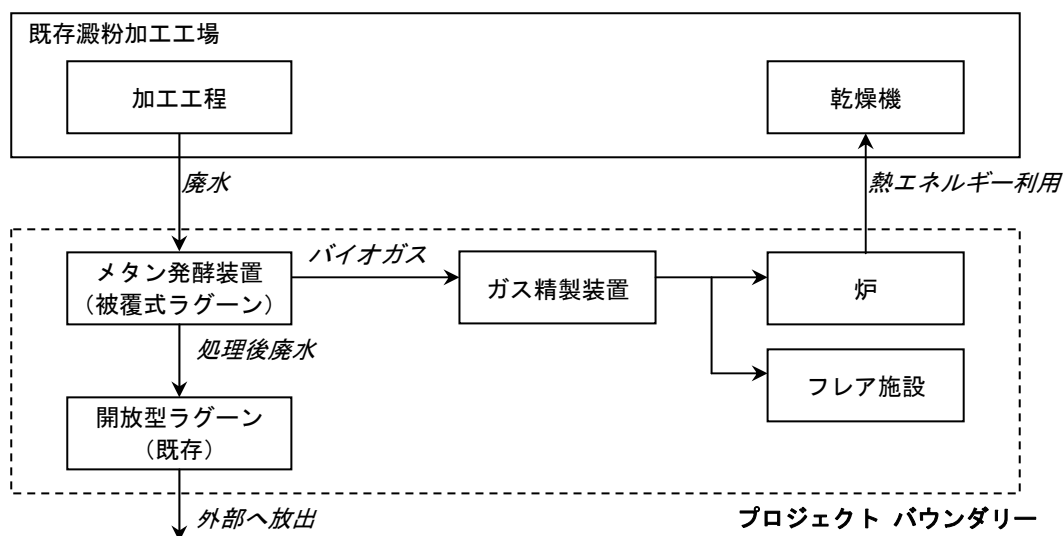


図1 プロジェクトバウンダリー

3) ベースラインシナリオ

【AMS III.H】

本プロジェクトの対象二工場においては、現在開放型嫌気性ラグーンにおいて廃水を処理しており、そのラグーンはバイオガス回収機能を有していない。よって、既存の嫌気性ラグーンからメタンガスが発生し大気放出される状態がベースラインシナリオとなる。

【AMS I.C】

本プロジェクトの対象二工場においては、現在澱粉製造の乾燥工程において石炭を燃料とした炉を使用しており、この石炭を継続して使用し燃焼により二酸化炭素が大気中に放出される状態がベースラインシナリオとなる。

4) 温室効果ガス排出削減量算定式

適用方法論 AMS III.H、AMS I.C で規定されたリーケージには、両プロジェクトともに該当しないため、ベースライン排出量 (BE) からプロジェクト排出量 (PE) を減じた値が排出削減量 (ER) となる。適用方法論に基づくベースライン排出量、プロジェクト排出量の算定式を以下に示す。

【AMS III.H】

・ ベースライン排出量 : $BE_{1,y}$ (tCO₂e/year)

$$BE_{1,y} = BE_{power,y} + BE_{ww,treatment,y} + BE_{s,treatment,y} + BE_{ww,discharge,y} + BE_{s,final,y}$$

- ① $BE_{power,y}$: 電気、燃料消費による排出量 (AMS-I.Dにより算定)
- ② $BE_{ww,treatment,y}$: 廃水処理システムからの排出量
- ③ $BE_{s,treatment,y}$: 汚泥処理システムからの排出量
- ④ $BE_{ww,discharge,y}$: 海洋/河川/湖沼に放出される廃水からの排出量
- ⑤ $BE_{s,final,y}$: 最終汚泥の嫌気分解による排出量

・ プロジェクト排出量 : $PE_{1,y}$ (tCO₂e/year)

$$PE_{1,y} = PE_{power,y} + PE_{ww,treatment,y} + PE_{s,treatment,y} + PE_{ww,discharge,y} + PE_{s,final,y} + PE_{fugitive,y} + PE_{biomass,y} + PE_{flaring,y}$$

- ① $PE_{power,y}$: プロジェクト実施に伴う電気、燃料消費による排出量
- ② $PE_{ww,treatment,y}$: 既存廃水処理システムからの排出量
- ③ $PE_{s,treatment,y}$: 汚泥処理システムからの排出量

- ④ $PE_{ww, discharge, y}$: 海洋/河川/湖沼に放出される廃水からの排出量
- ⑤ $PE_{s, final, y}$: 最終汚泥の嫌気分解による排出量
- ⑥ $PE_{fugitive, y}$: バイオガス回収システムからのガス放出による排出量
- ⑦ $PE_{biomass, y}$: 嫌気条件下のバイオマスからの排出量
- ⑧ $PE_{flaring, y}$: メタンガスの不完全燃焼による排出量

【AMS I.C】

- ・ ベースライン排出量 : $BE_{2, y}$ (tCO₂e/y)

$$BE_{2, y} = HG_y * EF_{CO_2} / \eta_{th, existing}$$

$BE_{2, y}$: バイオガスに代替される石炭消費によるベースライン排出量

HG_y (TJ/y) : バイオガスに代替される石炭の熱量

EF_{CO_2} (tCO₂e/TJ) : 石炭の熱量あたりのCO₂排出係数

$\eta_{th, existing}$ (-) : 既存石炭加熱炉の燃焼効率

- ・ プロジェクト排出量 : $PE_{2, y}$ (tCO₂e/y)

両プロジェクトともに、バイオマス由来のメタンを熱エネルギーとして利用し、石炭を代替することから、プロジェクト排出量 ($PE_{2, y}$) は 0 となる。

(2) モニタリング計画

適用方法論AMS III.H及びAMS I.Cに基づいてモニタリング計画を検討した。主なモニタリング項目を図 2に示す。

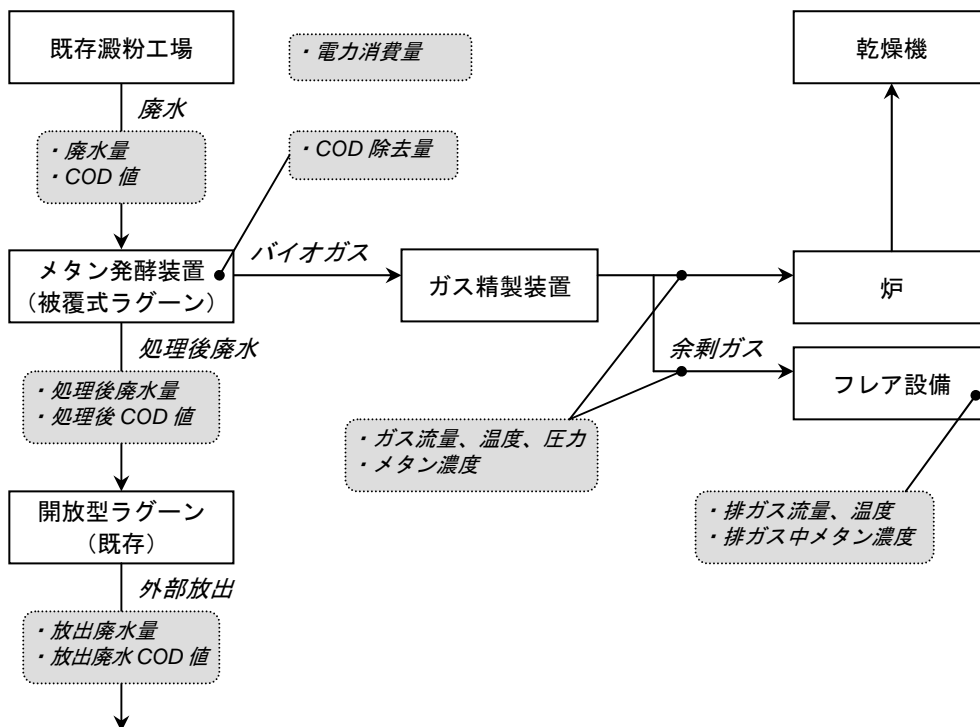


図 2 モニタリング項目

(3) 温室効果ガス削減量

各プロジェクトの排出削減量算定結果を表 2に示す。

表 2 温室効果ガス排出削減量

・プロジェクト1 (ニンビン省)

	AMS.III.H	AMS.I.C	計
ベースライン排出量	10,640	4,393	15,033
プロジェクト排出量	3,163	0	3,163
リーケージ	0	0	0
排出削減量	7,477	4,393	<u>11,870</u>

(tCO₂e/yr)

・プロジェクト2 (クアンナム省)

	AMS.III.H	AMS.I.C	計
ベースライン排出量	15,411	5,613	21,024
プロジェクト排出量	4,575	0	4,575
リーケージ	0	0	0
排出削減量	10,836	5,613	<u>16,449</u>

(tCO₂e/yr)

(4) プロジェクト期間・クレジット獲得期間

プロジェクトの実施スケジュールを表 3に示す。両プロジェクトともにF/S終了後 2009 年上期から下期にかけてCDM手続き (Validation、政府承認、国連登録) を実施し、その後詳細設計、建設工事を経て、2011 年 1 月に稼動開始する予定である。

プロジェクト実施期間、クレジット獲得期間は事業収益性を考慮してともに 7 年間 (最大 2 回延長 21 年間) と設定した。

表 3 プロジェクト実施スケジュール

	2008	2009	2010	2011
F/S の実施				
Validation				
政府承認				
国連登録				
詳細設計・建設工事				
稼動				→

(5) 環境影響・その他の間接影響

2006 年 8 月に策定された「環境保護法の実施細則及び指針に関する政令」(Decree No. 80/2006/ND-CP of August 9, 2006) の別紙 I に環境影響評価報告書作成が義務づけられる事業が詳細に示されている。その中には全 102 種類の事業が挙げられているが、澱粉加工工場に関する事業分野では、年間想定生産量が 1,000 トン以上であるものが規定されており、両プロジェクトともにこれに該当するため環境影響評価報告書の作成が必要となる。

(6) 利害関係者のコメント

本プロジェクトの実施にあたって、利害関係者 (機関) に対してヒアリングしコメントを聴取した。本プロジェクトが、CDM 事業として温室効果ガスを削減するだけでなく、環境面、社会

経済面での越国の持続可能な開発への貢献が期待できるものであることから、いずれも本プロジェクトに対して好意的な意見であった。

(7) プロジェクトの実施体制

両プロジェクトともに日本側民間企業（鹿島建設含む）と両工場の親会社との共同出資による特別目的会社（SPC）により実施することを予定している。特別目的会社は、プロジェクトから発生するバイオガスを工場側に売却、またCDMによるCERを日本側へ売却し収益を得る。プロジェクトの実業務（メタン発酵設備の運転管理、モニタリング等）は、工場に委託する（図3）。

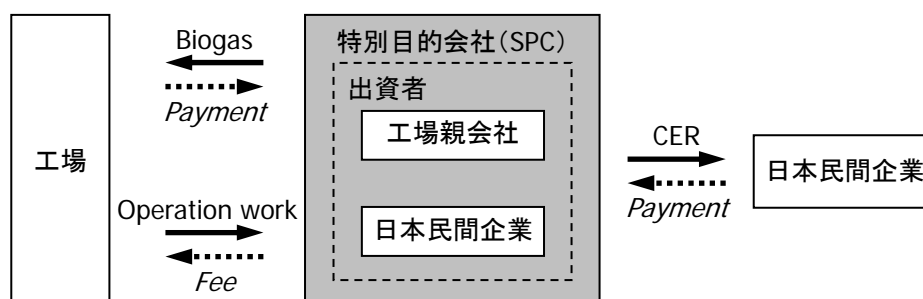


図3 実施体制

(8) 資金計画

・事業費用

前述の施設検討に基づき算定した事業費用を表4に示す。なお、初期費用については特別目的会社への出資者の出資金で賄い、借入金はなしとする。

表4 事業費用

	プロジェクト1 (ニンビン省)	プロジェクト2 (クアンナム省)
初期費用 (USD)		
建設費	780,000	950,000
設計費・会社設立費ほか	230,000	250,000
計	<u>1,010,000</u>	<u>1,200,000</u>
運転管理費用 (USD/yr)		
人件費	15,000	18,000
用益費 ^{*)}	65,000	75,000
計	<u>80,000</u>	<u>93,000</u>

^{*)} モニタリング、バリフィケーション費用含む

・事業収益

本プロジェクトの実施による収益は、バイオガス売却益、排出権（CER）売却益である。プロジェクトから発生するバイオガスは、現状炉で使用されている石炭と代替する。バイオガスの売却単価は、今後の工場側との交渉事項であるが、本検討においては現在使用している石炭（プロジェクト1：1,000 VND/kg-coal、プロジェクト2：1,150 VND/kg-coal）と熱量相当で同等の単価で

売却することを想定した。また CER 売却価格は、国内外での取引価格等を参考として、13 USD/tCO₂e を設定した。

(9) 経済性分析

経済性分析において設定した条件を表 5 に示す。

表 5 分析条件

項目	条件
プロジェクト期間	7 年間（延長あり）
工場稼働状況（生産量）	プロジェクト期間中の変動なし
借入金	なし
インフレ率	9.2 %（越国 2005、2006、2007 年実績平均値）
法人税	28 %（越国標準税率）
残存価値	なし
減価償却率	5 年間均等（20%）
為替レート	17,000 VND/USD
評価指標（ベンチマーク）	7.125%：越国の海外向け国債利率 （2005 年 10 月発行、償還期限 10 年）

上記条件に基づき、内部収益率（IRR）を用いて事業収益性評価を行った（表 6）。CDM 事業がない場合（CER 売却益がない場合）はいずれのプロジェクトにおいても IRR は負値で、CDM 事業がある場合はプロジェクト 2 についてのみ評価指標を上回る結果となった。

表 6 収益性評価結果

	プロジェクト 1 （ニンビン省）	プロジェクト 2 （クアンナム省）
CDM なし	Negative	Negative
CDM あり	Negative	7.2

IRR [%]

(10) 追加性の証明

小規模 CDM においては、下記の障壁のうち一つ以上が存在するためにプロジェクト活動がそのままでは実施されないことを実証する必要がある。

- (a) 投資障壁 : 当該プロジェクト活動よりも経済的に実現性がある活動が行われ、排出量がより大きくなる。
- (b) 技術障壁 : 実施にかかる不確実性によるリスクが低く、または当該プロジェクト活動が採用している新技術の市場占有率が低いため、当該プロジェクト活動よりも技術先進性が低い活動が行われ、排出量がより大きくなる。
- (c) 一般的慣行障壁 : 普及度の高い実践活動、既存の規制、または政策的要件が、より排出量の大きい技術の実施を促す。
- (d) その他の障壁 : プロジェクト参加者が当該プロジェクト活動を行われないと考える特定の理由（制度的障壁、情報不足、管理人材不足、機関の能力不足、財政資金源不足、新技術習得能力の欠如など）により、排出量が高いまま推移する。

本プロジェクトでは、投資障壁について検証する。前述の経済性分析の結果のとおり、両プロジェクトともに CER 売却益が無ければ収益性に乏しく事業が実施されないことが明らかとなったため、追加性があると判断できる。

(11) 事業化の見込み・課題

調査における事業性評価の結果、いずれのプロジェクトも事業収益性は良くない。プロジェクト 1（ニンビン省）については、諸条件が好転しても事業化の見込みは小さい。プロジェクト 2（クアンナム省）については、辛うじて事業収益性を確保している状況であるが、環境的な側面から工場側の事業実施意思が強いこともあり、事業化対象として、有効化審査、両国政府承認、国連登録等の CDM 手続きを進めるとともに、施設の詳細設計、運営会社設立準備等の事業化への準備作業を進め、できるだけ早いプロジェクトの実現を目指す予定である。

事業化に向けての課題としては、①キャッサバ入荷量（タピオカ生産量）の変動、②京都議定書第一約束期間以降の動向 が挙げられる。①は工場廃水量～バイオガス発生量に直接的に影響を及ぼす要因であり、越国での生産性が比較的高くないことから気候変動等の影響を受けやすい。本検討では、プロジェクト期間中の生産量の変動がないことを想定したが、安定的な入荷を確保するため、キャッサバ農家との契約件数の増加等の対策を工場側に働きかける予定である。また、②については、事業性が比較的高いプロジェクト 2 についても、第一約束期間以降も CER 売却益が見込めるとの条件下での評価であるため、今後の情勢に十分に注視し最終的な事業化判断を行うことが必要となる。

4. ホスト国におけるコベネフィットの実現

(1) ホスト国における公害防止の評価

臭気、水質、大気の三つの指標を用い公害防止効果指標を試作した（表 7）。それぞれの評価項目ごとに 5 段階の評価とし、数字が大きいほうが良好であるものとした。

表 7 公害評価指標の例

項目 a：臭気

値	状態	適用技術例
1	工場周辺からも明らかに悪臭（強い臭い）と認知される （臭気強度 4 または 5）	
2	工場内において明らかに悪臭と認知される （臭気強度 4 または 5）	
3	部分的な悪臭が認知される程度 （臭気強度 2 または 3）	開放型ラグーン
4	部分的な臭気 （臭気強度 1 または 2）	被覆式ラグーン
5	ほぼ無臭 （臭気強度 0 または 1）	閉鎖式ダイジェスター

項目b：水質

値	状態	適用技術例
1	政府基準（B 類型）：不適項目数 20% 以上	
2	政府基準（B 類型）：不適項目数 20% 未満	開放型ラグーン
3	政府基準（B 類型）：遵守	被覆式ラグーン
4	政府基準（B 類型）：遵守、かつ A 類型の不適項目数 20% 未満	閉鎖式ダイジェスター
5	政府基準（A 類型）：遵守	

項目c：大気

値	状態	適用技術例
1	政府基準：不適項目数 20% 以上	
2	政府基準：不適項目数 20% 未満	石炭使用
3	政府基準：遵守	バイオ燃料使用
4	(該当なし)	
5	(該当なし)	

(2) コベネフィット指標の提案

総合評価は、建築物総合環境性能評価システム（CASBEE）に用いられている手法を参考にした評価ランクを設定した。すなわち、それぞれの指標を重み付けにより合計し、100 点満点に換算し下図から評価ランクを算定するものである。評価ランクは、「Sランク」、「Aランク」、「B+ランク」、「Bランク」、「Cランク」の5段階評価とする。本プロジェクトの対象とした廃水処理設備の適用技術について、「開放型ラグーン（従来型）」「被覆式ラグーン」「閉鎖式ダイジェスター」を想定し公害対策効果を試算、評価した結果を表 8 に示す。

表 8 公害対策効果の試算・評価結果の例

評価項目	重み係数	重み設定理由	適用設備		
			開放型ラグーン	被覆式ラグーン	閉鎖式ダイジェスター
a. 臭気	0.3	影響は限定的	3	4	5
b. 水質	0.5	影響度合い、影響範囲大きい	2	3	4
c. 大気	0.2	影響は限定的	2	3	3
公害評価指標：P			2.3	3.3	4.1
公害対策効果：25*(P-1)（100点満点）			32.5	57.5	77.5
総合判定	評価ランク		B-	B+	A
	コメント		廃水処理に関して更に改善が必要	水質、臭気が、開放型ラグーンより比較的改善される	廃水処理が高速かつ高効率に行われ、また臭気等のダイジェスター外への漏出が少ない

評価ランクと得点の関係：

