

調査名

「フィリピン・ミンダナオ島におけるパイナップル加工残渣・排水発電利用 CDM 実現可能性調査」

団体名

株式会社エイト日本技術開発

1. 調査実施体制

所在	調査実施に関与した団体名	役割
日本国内	(株)エイト日本技術開発	本調査実施主体
	(株)EJ ビジネス・パートナーズ	現地調査支援 PDD 作成支援等
フィリピン国内	Del Monte Philippines, Inc.	比国側パートナー

2. プロジェクトの概要

(1)プロジェクトについて

フィリピン・ミンダナオ島カガヤン・デ・オロ市にある Del Monte Philippines, Inc. (以下、「デルモンテ社」) の缶詰工場では、年間約 60 万 t のパイナップルとその他の果物が加工され、缶詰用果肉及びジュースを回収した後の繊維状パイナップル残渣 (以下、「加工残渣」)、パイナップル以外の果物の加工残渣 (以下、「その他残渣」) 及び加工排水が大量に排出される。

加工残渣及びその他残渣 (以下、「加工残渣等」) はデルモンテ社の自家農園に運搬された後、一部は自家牧場で肉牛の飼料として利用されているが、大部分が農地への土壌混合により処理されている。加工排水は缶詰工場内の好気性排水処理施設で処理された後、海域放流されている。好気性排水処理施設は過負荷状態となっており、デルモンテ社は慎重な運転管理を強いられている。

本プロジェクトでは、これまで資源化・有効利用されていなかった加工残渣等及び加工排水を嫌気性発酵し、得られたメタン含有バイオガスで発電を行う。さらに、好気性排水処理施設の過負荷状態を解消して、同施設からのメタン発生を防止するものである。

発電電力は、デルモンテ社及び地方公共グリッドへ売電する。

プロジェクト概念図を図 1 に示す。

ベースラインシナリオは、「本事業での発電により代替される公共グリッド電力消費」及び「過負荷状態の好気性排水処理施設からのメタンの発生」である。なお、加工残渣等は現在、農地に土壌混合されているため、メタン発生回避は適用しない。

発電容量は約 10MW (加工排水を利用した発電：約 6MW、加工残渣等を利用した発電：約 4MW) を計画している。加工排水から発生しているメタンが回収・利用されること、及びグリッド電力を代替することで火力発電所における化石燃料燃焼減らしに寄与することから、温室効果ガス (GHG) 排出量が削減される。本プロジェクトの実施により、2013～2022 年の 10 年間に年平均 106,654 tCO₂/年の温室効果ガス排出削減効果が得られる。

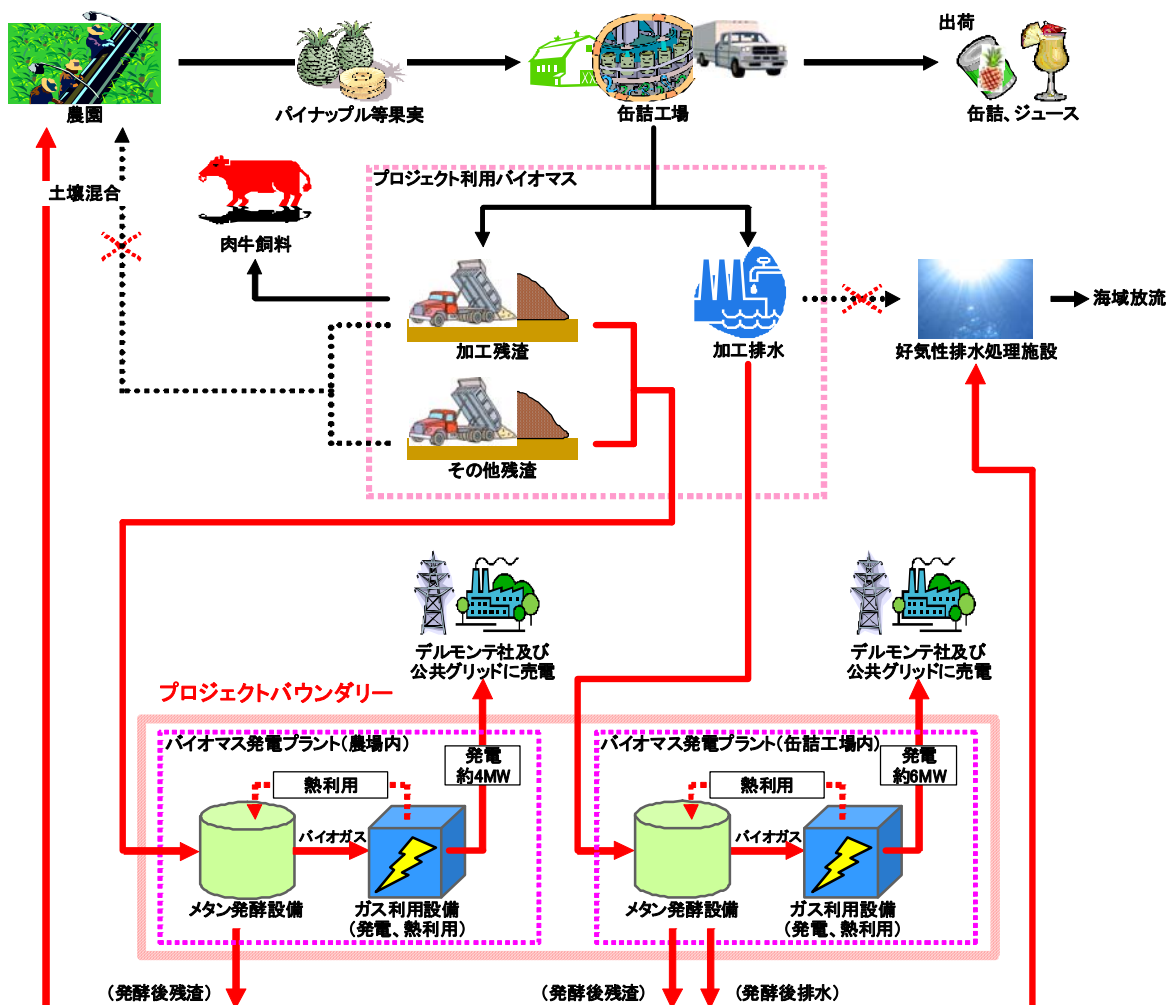


図 1 プロジェクト概念図

(2)適用方法論について

- AMS-I.D. (グリッド接続の再生可能発電)
- AMS-III.H. (排水処理におけるメタン回収)

3. 調査の内容

(1)調査課題

- 1) CDM ホスト国承認に関する状況
 - ・フィリピン政府における CDM 承認体制
 - ・承認状況 (承認日数、類似プロジェクト等)
- 2) 加工残渣等及び加工排水の発生状況
 - ・対象とする缶詰工場と農園
 - ・加工残渣発生量
 - ・その他残渣発生量
 - ・加工排水発生量
 - ・缶詰工場と農園の使用電力
- 3) 加工残渣等及び加工排水の処理・処分状況
 - ・加工残渣等の処理・処分状況

- ・加工排水の処理・処分状況
- 4) バイオマス発電システムの検討
 - ・対象バイオマスの種類
 - ・対象バイオマスの量
 - ・発電システムの概念設計
- 5) ベースライン方法論の適用
 - ・方法論の選択
 - ・プロジェクトバウンダリーの定義
 - ・ベースラインシナリオの特定
 - ・温室効果ガス排出削減量の計算
 - ・モニタリング手法・計画の立案
- 6) 環境影響評価
 - ・ホスト国における環境影響評価に関する制度等の調査
 - ・プロジェクト実施に係る環境影響の検討
 - ・その他の間接影響の検討
- 7) 事業性検討
 - ・プラント建設費の積算
 - ・プラント維持管理費の積算
 - ・プロジェクトの収入
 - ・事業性の評価のためのベンチマーク設定
 - ・追加性の証明
 - ・資金計画
- 8) 事業化協議
 - ・プロジェクト実施体制
 - ・プロジェクト実施期間／クレジット獲得期間
 - ・プロジェクト実施スケジュール
- 9) コベネフィットに関する調査
 - ・評価対象項目
 - ・ベースライン／プロジェクトシナリオ
 - ・ベースラインの評価方法とモニタリング計画
 - ・プロジェクト実施前の試算（定量化）

(2) 調査内容

1) CDM ホスト国承認に関する状況

① フィリピン政府における CDM 承認体制

フィリピンの CDM に関する体制は、1998 年 4 月 15 日に京都議定書に署名、2003 年 11 月批准、2004 年 6 月 25 日公布の大統領令 320 号 (Executive Order No. 320) により、環境天然資源省 (DENR: Department of Environment and Natural Resources) が CDM の認定国家機関 (DNA: Designated National Authority) として指定されている。

DENR へのヒアリング及び同省の Web サイト等から情報を収集し、CDM プロジェクトのホスト国での承認に関する体制を調査した。また、ホスト国の CDM 承認体制及び承認手順についても整理した。(図 2、図 3)

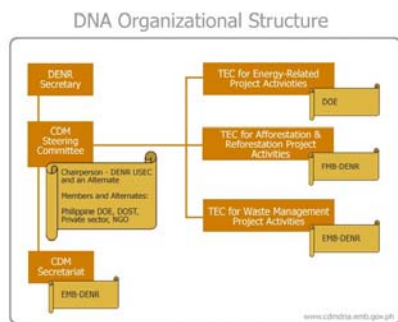


図 2 フィリピンの CDM 体制

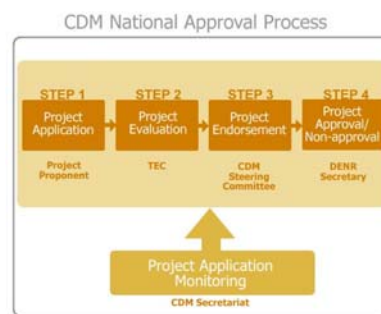


図 3 フィリピンの国家承認フロー

出典：CDM Philippines Web site (<http://cdmdna.emb.gov.ph/cdm/public/cdm-home.php?main=home>)

② 承認状況（承認日数、類似プロジェクト等）

DENR ヒアリング時（2010 年 12 月時点）の最新情報によると、89 プロジェクトに対してホスト国承認のレターが発行されており、そのうち 42 プロジェクトが国連 CDM 理事会の承認を得ている。

しかし、加工残渣等を利用したバイオマス発電プロジェクトは 1 件も登録されておらず、フィリピンの代表的な生産物であるパイナップルを利用した本プロジェクトの先進性は、DENR から期待されている。

2) 加工残渣等及び加工排水の発生状況

①対象とする缶詰工場と農園

本事業のプロジェクトサイトは、カガヤン・デ・オロ市のブゴにある缶詰工場内と、カガヤン・デ・オロ市に隣接するブキドノン県の農園内である。

ブキドノン県の農園で収穫されたパイナップル等は、農園から 40km 程度離れた場所にあるカガヤン・デ・オロ市の缶詰工場に運搬されている。

②パイナップル等の加工フロー

パイナップル等の加工フローを図 4 に示す。

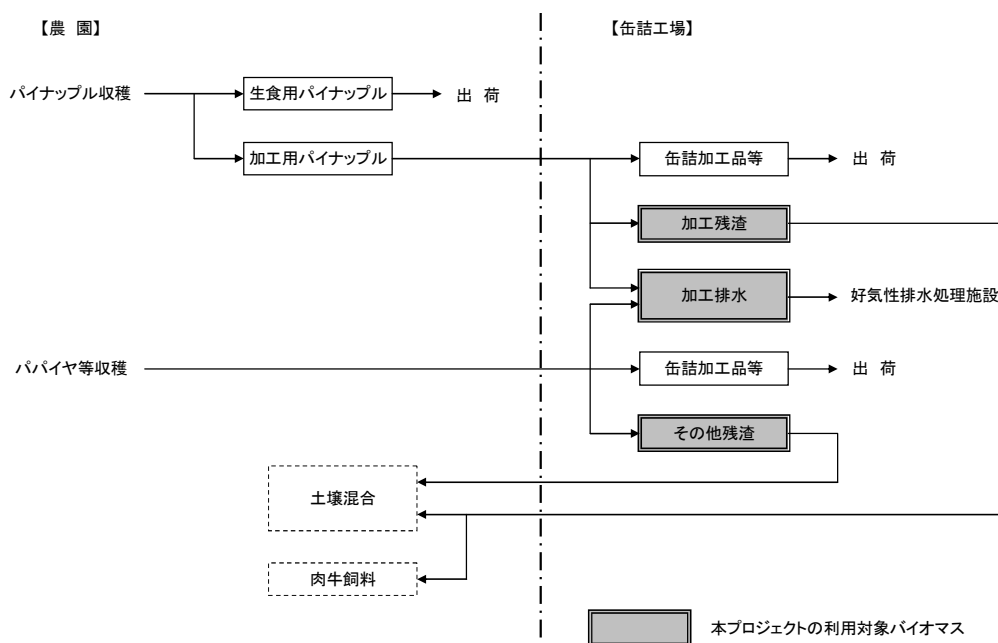


図 4 パイナップル等の加工フロー

③加工残渣発生量

缶詰工場で加工されるパイナップルから発生する加工残渣の量を図 5 に示す。

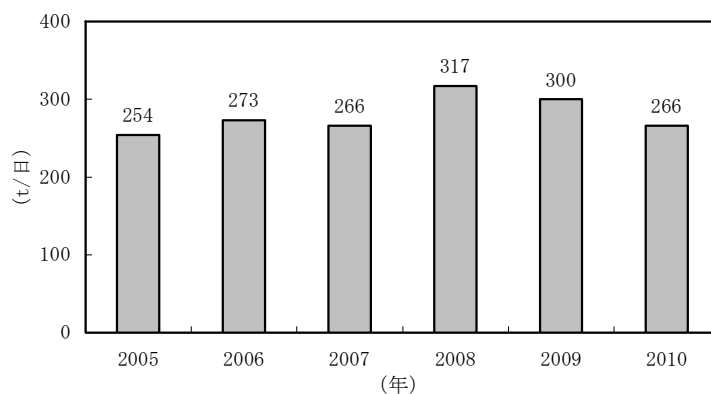


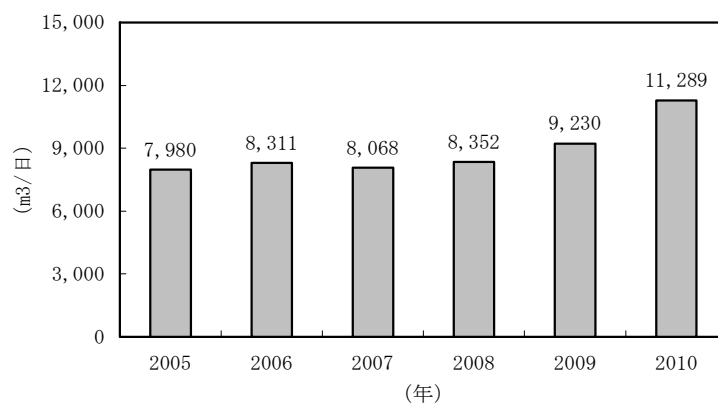
図 5 加工残渣発生量

④その他残渣発生量

その他残渣の発生量は約 50t/日である。

⑤加工排水発生量

缶詰工場で発生する加工排水の量を図 6 に示す。

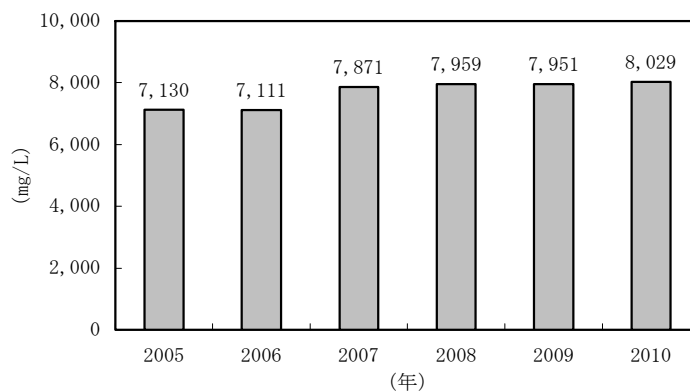


※2009年4～9月はデータなし(計器故障)

図 6 加工排水発生量

⑥加工排水 BOD

缶詰工場で発生する加工排水の BOD を図 7 に示す。



※2007年10～12月はデータなし(計器故障)

図 7 加工排水 BOD

⑦使用電源（化石燃料使用等）

年間の電力消費は、農園では約 1.5MW/年、缶詰工場では 7～7.5MW/年である。これらの消費電力は、公共グリッドからの給電により賄われている。

3) 加工残渣等及び加工排水の処理・処分状況

①加工残渣等の処理・処分状況

加工残渣等はデルモンテ社の自家農園に運搬された後、一部は自家牧場で肉牛の飼料に利用されているが、大部分が、環境に配慮して投棄処分を避けるため、農地に土壌混合されている。

ただし、加工残渣等は水分を多く含んでおり、また、窒素・リン・カリウムのバランスが悪いため、肥料として良質ではない。

②加工排水の処理・処分状況

加工排水は、缶詰工場内で発生するその他の工場排水とともに、工場敷地内の好気性排水処理施設で処理された後、海域放流されている。

流入水量・流入 BOD とも設計値を上回っており、過負荷状態となっている。好気性排水処理施設の設計値と現状の比較を表 1 に示す。

表 1 好気性排水処理施設の状況

【プロジェクト実施前（現状）】

	加工排水	その他排水	合計		設計値
流入水量 (m ³ /日)	11,000	1,000	12,000		8,175
流入BOD (mg/L)	8,000	8,200	8,020		3,000
流入BOD負荷 (t/日)	88.0	8.2	96.2	> (過負荷状態)	24.5

4) バイオマス発電システムの検討

バイオマスである加工残渣等及び加工排水の利用方法として、メタン発酵・回収を想定し調査した。

①利用バイオマスの設定

プロジェクトで利用するバイオマスの種類と利用量は、デルモンテ社と協議の上、表 2 のように設定した。

表 2 利用バイオマスの設定

バイオマスの種類	利用量
加工残渣	220t/日
その他残渣	50t/日
加工排水	11,000m ³ /日

②発電システムの概念設計

本プロジェクトでは、加工残渣等及び加工排水をメタン発酵させてメタンガス含有バイオガスを回収し、それを燃料にして発電を行う。加工残渣等と加工排水は性状が異なるため、異なったメタン発酵方式を採用する。缶詰工場では加工排水を、農園では加工残渣等を利用したバイオマス発電を行う計画である。

【加工残渣等利用発電】

缶詰工場内では、加工残渣等を利用したバイオマス発電のプラント用地の確保は困難である。そのため、加工残渣等は、現状どおり農園に運んだ上で、農園内でバイオマス発電を行う。加工残渣等は固形であるため、乾式メタン発酵方式を採用する。発電システムの概要を以下に示す。

i) メタン発酵方式

乾式メタン発酵

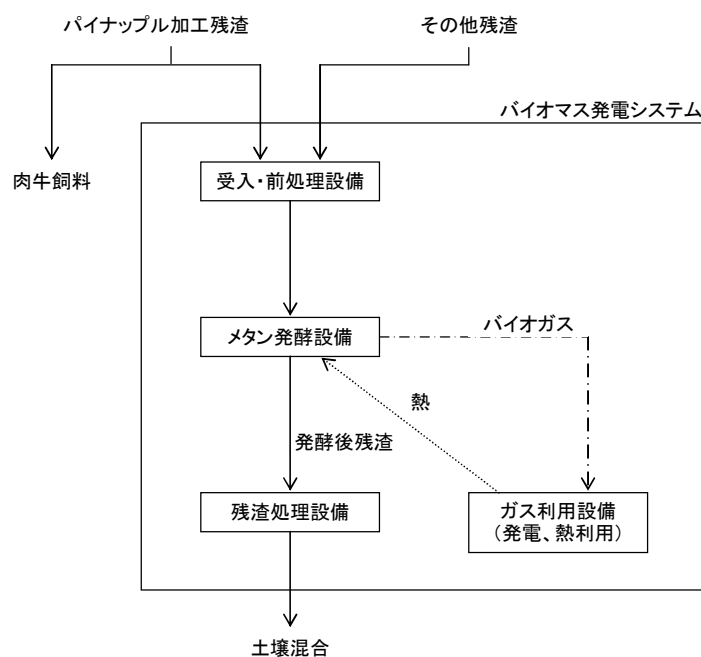
ii) システム構成

システムは、受入・前処理設備、メタン発酵設備、ガス利用設備（発電、熱利用）、残渣処理設備からなる。発電規模は約 4MW とする。

iii) システム内容

システム概念図を図 8 に示す。

- ・缶詰工場から農園に運ばれた加工残渣等を受け入れる。
- ・加工残渣等を前処理（破碎、混合、水分調整）し、メタン発酵設備へ投入する。
- ・メタン発酵設備で嫌気性微生物の働きを利用してメタン発酵を行う。
- ・メタンを含むバイオガスは、除湿・脱硫等の前処理を経て、発電・熱利用設備により電力と熱を回収する。
- ・発電した電力は、デルモンテ社及び公共グリッドへ売電する。回収した熱はメタン発酵設備の加温等に利用する。
- ・メタン発酵後の残渣は、農地に土壌混合して処理する。



【プロジェクトサイト:農場内】

図 8 バイオマス発電システム(加工残渣等利用)

【加工排水利用発電】

好気性排水処理施設の過負荷状態を改善するため、加工排水の全量を利用して、缶詰工場内でバイオマス発電を行う。加工排水は液状であるため、湿式メタン発酵方式を採用する。発電システムの概要を以下に示す。

i)メタン発酵方式

湿式メタン発酵

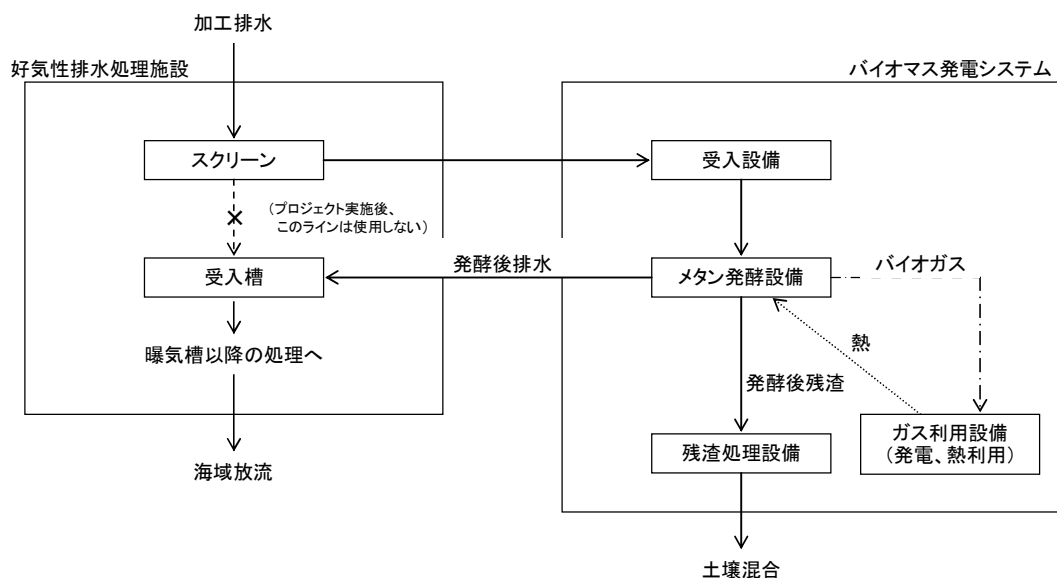
ii)システム構成

システムは、受入設備、メタン発酵設備、ガス利用設備（発電、熱利用）からなる。発電規模は約 6MW とする。

iii)システム内容

システム概念図を図 9 に示す。

- ・好気性排水処理施設のスクリーンを通過した後の加工排水を受け入れる。
- ・メタン発酵設備で嫌気性微生物の働きを利用してメタン発酵を行う。
- ・メタンを含むバイオガスは、除湿・脱硫等の前処理を経て、発電・熱利用設備により電力と熱を回収する。
- ・発電した電力は、デルモンテ社及び公共グリッドへ売電する。回収した熱はメタン発酵設備の加温等に利用する。
- ・メタン発酵後の排水は、海域放流基準を達成するために好気性排水処理施設で処理後、海域放流する。
- ・メタン発酵後の残渣は、農地に土壌混合して処理する。



【プロジェクトサイト:缶詰工場内】

図 9 バイオマス発電システム(加工排水利用)

本プロジェクトでは、加工排水をメタン発酵するため、好気性排水処理施設の過負荷状態が解消される。

現状とプロジェクト実施後の比較を表 3 に示す。

表 3 好気性排水処理施設の過負荷状態の解消

【プロジェクト実施前（現状）】

	加工排水	その他排水	合計		設計値
流入水量 (m ³ /日)	11,000	1,000	12,000		8,175
流入BOD (mg/L)	8,000	8,200	8,020		3,000
流入BOD負荷 (t/日)	88.0	8.2	96.2	> (過負荷状態)	24.5



【プロジェクト実施後】

	メタン発酵後の排水	その他排水	合計		設計値
流入水量 (m ³ /日)	11,000	1,000	12,000		8,175
流入BOD (mg/L)	1,200	8,200	1,780		3,000
流入BOD負荷 (t/日)	13.2	8.2	21.4	< (過負荷状態の解消)	24.5

4. CDM プロジェクト実施に向けた調査結果

(1) ベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーの設定

1) 適用方法論

ベースライン方法論は、既存の承認方法論である「方法論 AMS-I. D. : グリッド接続の再生可能発電」及び「方法論 AMS-III. H. : 排水処理におけるメタン回収」を適用する。

2) プロジェクトバウンダリー

プロジェクトバウンダリーは、「プロジェクトで建設するバイオマス発電プラント」とする。(図 1)

3) ベースラインシナリオ

現在、加工残渣等は、一部が肉牛の飼料として利用されているが、大部分は農地への土壌混合により処理されている。また、農園及び缶詰工場で使用する電力は、グリッドからの給電電力により賄われている。加工排水については、好気性排水処理施設で処理されているが、流入水量・流入 BOD とも設計値を超過しており、過負荷状態となっている。

プロジェクトシナリオを図 10 に示す。

ベースラインシナリオは、「本事業での発電により代替される公共グリッド電力消費」及び「過負荷状態の好気性排水処理施設からのメタンの発生」である。なお、加工残渣等は現在、農地に土壌混合されており、嫌気性分解によるメタン発生量が把握できないため、メタン発生回避は適用しない。

プロジェクトシナリオでは、加工残渣等及び加工排水を嫌気性発酵することにより、得られたメタン含有バイオガスを燃料とした発電電力をデルモンテ社及び公共グリッドに給電することで化石燃料使用を削減する。さらに、好気性排水処理施設の過負荷状態を解消して、同施設からのメタン発生を防止するものである。

フィリピンでは、缶詰工場からの加工残渣等の有効利用は一般例がなく、土壌混合が一般的な処分方法であることから、ベースラインの設定は妥当である。

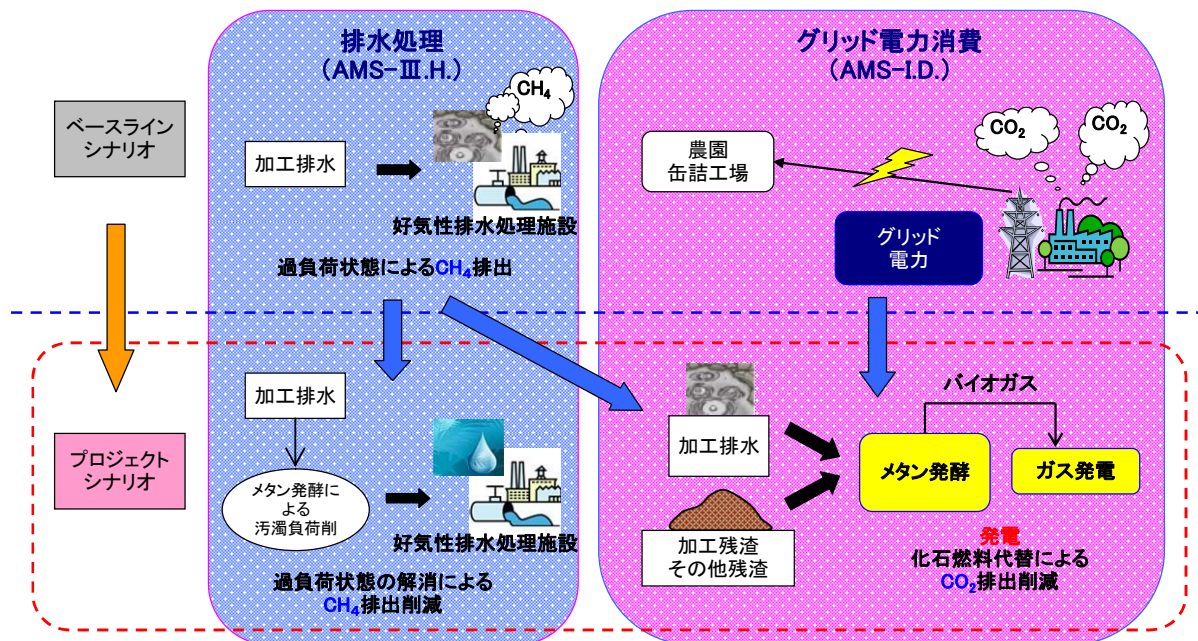


図 10 本プロジェクトのシナリオ

4) ベースライン排出量

本プロジェクトのベースライン排出量は、「①プロジェクトによって代替されるグリッド電力のベースライン排出量」と、「②好気性排水処理施設で処理される際のCO₂排出量」により求められる。

【①グリッド電力代替(方法論 AMS-I. D.)】

$$BE_y = EG_y \times EF_y$$

パラメータ	内容	数値	計算式または根拠
BE _y	ベースライン排出量 (tCO ₂ /年)	54,451	=76,800MWh/年×0.709t-CO ₂ /MWh
EG _y	プロジェクト実施により代替されるグリッドからの電力量 (MWh/年)	76,800	=10MW×24時間×320日
EF _y	グリッド係数 (tCO ₂ /MWh)	0.709	(Mindanao grid)

【②好気性排水処理施設からのメタン発生(方法論 AMS-III. H.)】

$$BE_y = \{BE_{power,y} + BE_{ww,treatment,y} + BE_{ww,discharge,y}\}$$

パラメータ	内容	数値	計算式または根拠
BE _y	ベースライン排出量 (tCO ₂ /年)	84,257	=5,990+78,004+263
BE _{power,y}	好気性排水処理施設の電力消費に伴うベースライン排出量 (tCO ₂ /年)	5,990	=1.1MW×320日×24時間×0.709
BE _{ww,treatment,y}	好気性処理施設からのベースライン排出量 (tCO ₂ /年)	78,004	=4,015,000m ³ /年×0.0139t/m ³ ×0.3×0.25tCH ₄ /tCOD×0.89×21tCO ₂ /tCH ₄
BE _{ww,discharge,y}	放流する処理済み排水からのベースライン排出量 (tCO ₂ /年)	263	=4,015,000m ³ /年×21tCO ₂ /tCH ₄ ×0.25tCH ₄ /tCOD×0.89×0.00014t/m ³ ×0.1

$$BE_{ww,treatment,y} = Q_{ww,y} \times COD_{removed,BL} \times MCF_{ww,treatment,BL} \times B_{o,ww} \times UF_{BL} \times GWP_{CH_4}$$

パラメータ	内容	数値	計算式または根拠
$Q_{ww,y}$	処理対象排水量 (m^3 /年)	4,015,000	$=11,000m^3/日 \times 365日$
$COD_{removed,BL}$	好気性排水処理施設で除去されるCOD量 (t/m^3)	0.0139	$=0.014t/m^3 \times 99\%$
$MCF_{ww,treatment,BL}$	好気性排水処理施設のメタン補正係数 (-)	0.3	(AMS-III.H./Ver.15) Aerobic treatment, overloaded
$B_{o,ww}$	排水のメタン生成能力 ($tCH_4/tCOD$)	0.25	(AMS-III.H./Ver.15)
UF_{BL}	モデル補正係数 (-)	0.89	(AMS-III.H./Ver.15)
GWP_{CH_4}	メタンの地球温暖化係数 (tCO_2/tCH_4)	21	(AMS-III.H./Ver.15)

$$BE_{ww,discharge,y} = Q_{ww,y} \times GWP_{CH_4} \times B_{o,ww} \times UF_{BL} \times COD_{ww,discharge,BL} \times MCF_{ww,BL,discharge}$$

パラメータ	内容	数値	計算式または根拠
$COD_{ww,discharge,BL}$	処理済み排水のCOD量 (t/m^3)	0.00014	$=0.014t/m^3 \times (100-99)\%$
$MCF_{ww,BL,discharge}$	好気性排水処理施設の排水放水経路のメタン補正係数 (-)	0.1	(AMS-III.H./Ver.15) Discharge of wastewater to sea

【③ベースライン排出量 (合計)】

パラメータ	内容	数値	計算式または根拠
BE_y (合計)	ベースライン排出量 ($tCO_2/year$)	138,708	$=54,451+84,257$

(2)プロジェクト活動排出量

本プロジェクトのプロジェクト活動排出量は、「①プロジェクト活動の電力消費に伴う排出量」と、「②プロジェクトに用いる排水処理システムで処理される際のCO₂排出量」により求められる。

【①プロジェクト活動の電力消費に伴う排出(方法論 AMS-I. D.)】

$$PE_y = PG_y \times EF_y$$

パラメータ	内容	数値	計算式または根拠
PE_y	プロジェクト活動排出量 ($tCO_2/year$)	2,723	$=3,840MWh/年 \times 0.709t-CO_2/MWh$
PG_y	プロジェクト実施により使用される電力量 (MWh/年)	3,840	$=0.5MW \times 24時間 \times 320日$
EF_y	グリッド係数 (tCO_2/MWh)	0.709	(Mindanao grid)

【②プロジェクト排水処理システムからのメタン発生(AMS-III.H.)】

$$PE_y = \{PE_{power,y} + PE_{ww,treatment,y} + PE_{ww,discharge,y} + PE_{fugitive,ww,y}\}$$

パラメータ	内容	数値	計算式または根拠
PE_y	プロジェクト活動排出量 ($tCO_2/year$)	29,331	$=6,806+50+22,475$
$PE_{power,y}$	プロジェクト排水処理システムの電力消費に伴うプロジェクト活動排出量 ($tCO_2/year$)	6,806	$=1.25MW \times 320日 \times 24時間 \times 0.709$
$PE_{ww,treatment,y}$	好気性排水処理施設からのプロジェクト活動排出量 ($tCO_2/year$)	0	$=4,015,000m^3/年 \times 0.0021t/m^3 \times 0.0 \times 0.25 \times 1.12 \times 21tCO_2/tCH_4$
$PE_{ww,discharge,y}$	放流する処理済み排水からのプロジェクト活動排出量 ($tCO_2/year$)	50	$=4,015,000m^3/年 \times 21tCO_2/tCH_4 \times 0.25tCH_4/tCOD \times 1.12 \times 0.00002t/m^3 \times 0.1$
$PE_{fugitive,ww,y}$	メタン発酵設備からのプロジェクト活動排出量 ($tCO_2/year$)	22,475	$= (1-0.9) \times 4,015,000m^3/年 \times 0.25tCH_4/tCOD \times 1.12 \times 0.0119t/m^3 \times 0.8 \times 21tCO_2/tCH_4$

$$PE_{ww,treatment,y} = Q_{ww,y} \times COD_{removed,PJ,k} \times MCF_{ww,treatment,PJ,k} \times B_{o,ww} \times UF_{PJ} \times GWP_{CH4}$$

パラメータ	内容	数値	計算式または根拠
$COD_{removed,PJ,k}$	好気性排水処理施設で除去されるCOD量 (t/m^3)	0.0021	$=0.014t/m^3 \times (100-85)\% \times 99\%$
$MCF_{ww,treatment,PJ,k}$	好気性排水処理施設のメタン補正係数 (-)	0.0	(AMS-III. H. /Ver. 15) anaerobic treatment, well managed
UF_{PJ}	モデル補正係数 (-)	1.12	(AMS-III. H. /Ver. 15)

$$PE_{ww,discharge,y} = Q_{ww,y} \times GWP_{CH4} \times B_{o,ww} \times UF_{PJ} \times COD_{ww,discharge,PJ} \times MCF_{ww,PJ,discharge}$$

パラメータ	内容	数値	計算式または根拠
$COD_{ww,discharge,PJ}$	処理済み排水のCOD量 (t/m^3)	0.00002	$=0.014t/m^3 \times (100-85)\% \times (100-99)\%$
$MCF_{ww,PJ,discharge}$	プロジェクト排水処理システムの排水放水経路のメタン補正係数 (-)	0.1	(AMS-III. H. /Ver. 15) Discharge of wastewater to sea

$$PE_{fugitive,ww,y} = (1 - CFE_{ww}) \times Q_{ww,y} \times B_{o,ww} \times UF_{PJ} \times COD_{removed,PJ} \times MCF_{ww,treatment,PJ} \times GWP_{CH4}$$

パラメータ	内容	数値	計算式または根拠
CFE_{ww}	バイオガス回収設備の捕捉効率 (-)	0.9	(AMS-III. H. /Ver. 15)
$COD_{removed,PJ}$	メタン発酵設備で除去されるCOD量 (t/m^3)	0.0119	$=0.014t/m^3 \times 85\%$
$MCF_{ww,treatment,PJ}$	メタン発酵設備のメタン補正係数 (-)	0.8	(AMS-III. H. /Ver. 15) anaerobic reactor without methane recovery

【③プロジェクト排出量 (合計)】

パラメータ	内容	数値	計算式または根拠
PE_y (合計)	プロジェクト活動排出量 (tCO_2 /年)	32,054	$=2,723+29,331$

(3)モニタリング計画

本プロジェクトでは、方法論 AMS-I. D. 及び AMS-III. H. に従って、排出削減量の検証に必要となるパラメータをモニタリングする。モニタリングシステムを図 11 に、モニタリング計画を表 4 に示す。

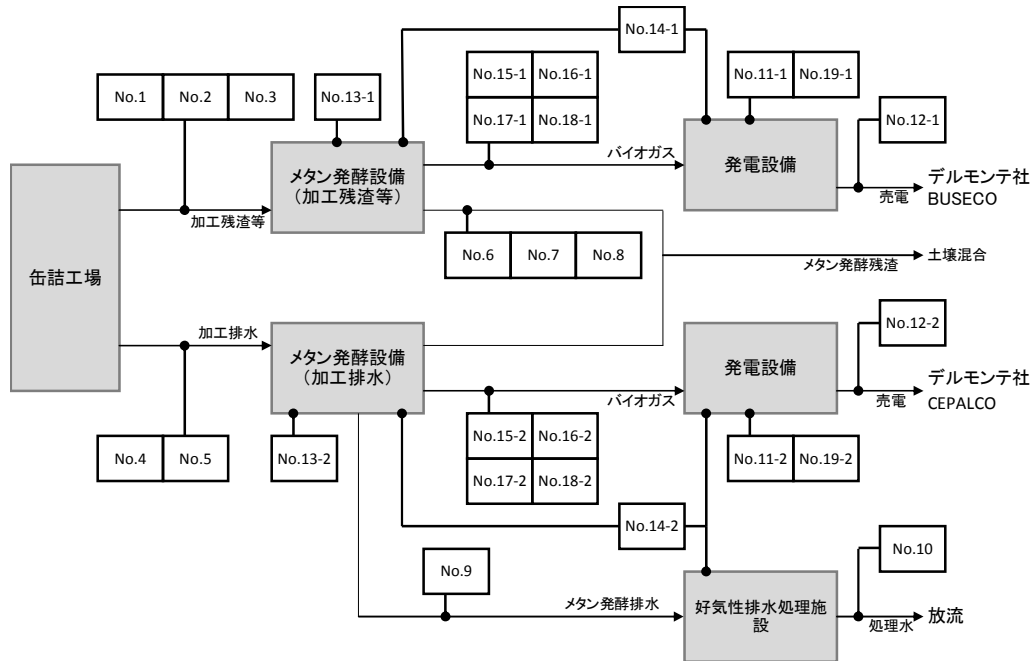


図 11 モニタリングシステム

表 4 モニタリング計画

No.	項目	内容	頻度
1	$Q_{sw,v}$	加工残渣等処理量	毎日
2	$M_{sw,v}$	加工残渣等の含水率	毎月
3	$COD_{sw,untreated,v}$	加工残渣等のCOD	毎月
4	$Q_{ww,v}$	加工排水処理量	毎日
5	$COD_{ww,untreated,v}$	加工排水のCOD	毎月
6	$Q_{sw,treated,v}$	加工残渣のメタン発酵残渣処分量	毎日
7	$M_{sw,treated,v}$	加工残渣のメタン発酵残渣含水率	毎月
8	$COD_{sw,treated,v}$	加工残渣のメタン発酵残渣COD	毎月
9	$COD_{ww,treated,v}$	加工排水のメタン発酵排水COD	毎月
10	$COD_{ww,discharge,v}$	放流水COD	毎月
11	EG_v	発電電力量	毎日
12	$EG_{facility,v}$	グリッドへの供給電力量	毎日
13	H	稼働時間	毎日
14	EC_v	消費電力量	毎月
15	$BG_{burnt,v}$	バイオガス発生量	毎日
16	$W_{CH_4,v}$	バイオガス中のメタン濃度	毎日
17	P	バイオガス圧力	毎日
18	T	バイオガス温度	毎日
19	FE	フレア効率	随時

(4) 温室効果ガス削減量

本プロジェクトで期待される温室効果ガス（GHG）排出削減量を表 5 に示す。

表 5 温室効果ガス削減量

単位：t CO₂/年

年	ベースライン排出量			プロジェクト活動排出量			排出削減量
	グリッド電力代替	好気性排水処理施設からのメタン発生	計	プロジェクト活動の電力消費に伴う排出	プロジェクト排水処理システムからのメタン発生	計	
2013	54,451	84,257	138,708	2,723	29,331	32,054	106,654
2014	54,451	84,257	138,708	2,723	29,331	32,054	106,654
2015	54,451	84,257	138,708	2,723	29,331	32,054	106,654
2016	54,451	84,257	138,708	2,723	29,331	32,054	106,654
2017	54,451	84,257	138,708	2,723	29,331	32,054	106,654
2018	54,451	84,257	138,708	2,723	29,331	32,054	106,654
2019	54,451	84,257	138,708	2,723	29,331	32,054	106,654
2020	54,451	84,257	138,708	2,723	29,331	32,054	106,654
2021	54,451	84,257	138,708	2,723	29,331	32,054	106,654
2022	54,451	84,257	138,708	2,723	29,331	32,054	106,654

(5) プロジェクト期間・クレジット獲得期間

プロジェクトは、2011 年に開始し、2013 年 1 月の発電開始を目指す。クレジット獲得期間は 2013 年から 2022 年の 10 年間に計画している。

運転開始までのスケジュールを図 12 に示す。

	2010	2011	2012	2013～2022(※)
FS調査業務				
PDD作成				
契約交渉				
BOOT契約交渉(原料供給契約含む)				
電力売却交渉				
利害関係者協議				
共同出資者収集、株主間契約				
融資契約交渉				
EPC請負契約交渉				
維持管理契約交渉				
各種申請				
PDD有効化審査				
フィリピン政府承認				
日本政府承認				
国連CDM理事会申請				
建設許可申請等				
事業着手				
SPC設立				
設計				
工事				
運転開始				

※クレジット期間:10年

図 12 プロジェクトスケジュール

(6)環境影響・その他の間接影響

フィリピンの環境影響評価制度カテゴリー分類を表 6 に示す。

表 6 フィリピンの環境影響評価制度カテゴリー分類(廃棄物発電の場合)

Category	A	B	C	D
説明	環境に重大な影響を与える恐れのあるプロジェクト (ECPs)	環境に重大な影響を与える恐れは無いが、環境的に重要な地域に位置するプロジェクト (ECAs)	環境の質を直接増加する、又は既存の環境問題に取り組むことを意図するプロジェクト	他のカテゴリーに属さない、又は環境に悪影響を起さないとと思われるプロジェクト
分類: 廃棄物発電の場合	>= 発電容量 50.0 MW	< 発電容量 50.0 MW	該当なし	<= 発電容量 1 MW
必要な手続き	環境影響評価書(EIS)を提出し、環境適合証明(ECC)を取得	初期環境調査報告書(IEE report)を提出し、環境適合証明(ECC)を取得	プロジェクト概要書(PD)を提出し、対象外証明書(CNC)を取得	プロジェクト概要書(PD)を提出し、対象外証明書(CNC)を取得

本プロジェクトは、環境影響評価手続きマニュアル「REVISED PROCEDURAL MANUAL FOR DENR ADMINISTRATIVE ORDER No. 30 SERIES OF 2003 (DAO 03-30)」によると、廃棄物発電プロジェクトに分類される。発電容量は加工残渣等利用が約 4MW、加工排水利用が約 6MW であることから、両者とも EIS の提出を必要としないカテゴリー B に該当し、初期環境調査書を提出して環境適合証明の発行を受ける必要がある。

本プロジェクトの実施による環境影響は、ガスエンジン稼働時の微量物質による大気汚染、プラント騒音、建設時粉じん等が考えられるが、モニタリング及び適切な運転管理を行って対応する。

(7) 利害関係者のコメント

加工残渣等及び加工排水の原料提供者であるデルモンテ社と、売電先候補で公共グリッドである Cagayan Electric Power and Light Company, Inc. (以下、「CEPALCO」) にヒアリングを行った。概要は以下のとおりである。

(原料提供者：Del Monte)

- ・現在は有効利用されていない加工残渣等及び加工排水について、有効利用化を図る本事業を大変評価する。

(公共グリッド：CEPALCO)

- ・CEPALCO は配電会社であり、National Power Corporation (NPC) から電力を購入して配電している。
- ・ミンダナオ島の供給電力は不足しているため、CEPALCO は本プロジェクトの実施を非常に期待する。
- ・カガヤン・デ・オロ市内で実施される本プロジェクトは、送電会社を通さないので、その経費が不要である。

今後は、同国で整備されている「ステークホルダーコメント収集のガイドライン(仮) (INTERIM GUIDELINES ON THE CONDUCT OF STAKEHOLDERS' CONSULTATION UNDER DAO 2005-17)」に従って、地球温暖化や CDM の概要等も含めた説明会をプロジェクト SPC 設立後、早々に実施する予定である。

(8) プロジェクトの実施体制

本プロジェクトの実施体制は図 13 のとおりである。

プロジェクト実施体制におけるデルモンテ社の位置づけについては同社と協議中であるが、SPC への原料販売・土地の貸与、SPC からの買電を行うことで協議を進めている。

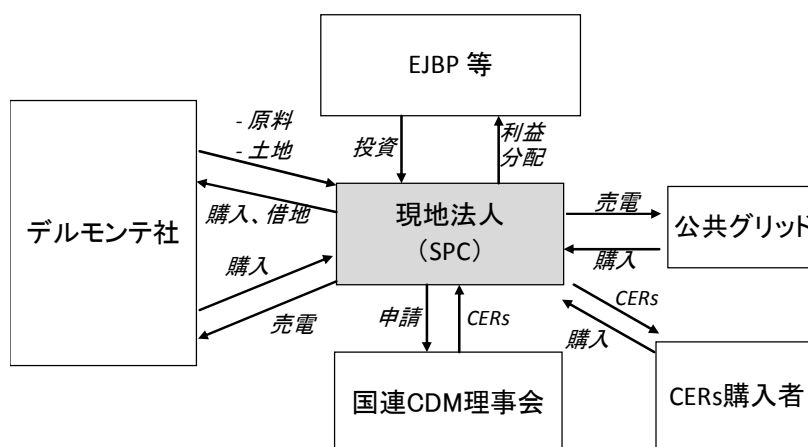


図 13 プロジェクト実施体制

(9) 資金計画

1) 初期事業費

初期総投資額は 3,000 百万円（加工残渣等利用：1,210 百万円、加工排水対象利用：1,790 百万円）と見積もられる。

バイオマス発電プラントの初期事業費を表 7、表 8 に示す。

表 7 バイオマス発電プラントの初期事業費(加工残渣等利用)

設備	内訳	価格
前処理・メタン発酵設備	・受入設備 ・前処理設備(破砕、混合、水分調整、フィーダ等) ・メタン発酵設備 ・脱水機 ・配管等	580百万円
ガス発電・熱利用設備	・ガス処理設備(除湿、脱硫等) ・ガスエンジン発電機(4MW) ・フレアスタック ・昇圧器、電線等	350百万円
土木・建築工事費	・基礎工 ・発電機、昇圧器建屋 ・道路工等	110百万円
その他経費	輸送費、人件費、工具、クレーン、塗装、コンプレッサー、電源パネル、保険等	170百万円
合計		1,210百万円

表 8 バイオマス発電プラントの初期事業費(加工排水利用)

設備	内訳	価格
前処理・メタン発酵設備	・受入設備 ・メタン発酵設備 ・配管等	860百万円
ガス発電・熱利用設備	・ガス処理設備(除湿、脱硫等) ・ガスエンジン発電機(6MW) ・フレアスタック ・昇圧器、電線等	520百万円
土木・建築工事費	・基礎工 ・発電機、昇圧器建屋 ・道路工等	160百万円
その他経費	輸送費、人件費、工具、クレーン、塗装、コンプレッサー、電源パネル、保険等	250百万円
合計		1,790百万円

2)資金調達(借入金及び金利)

初期総投資額(3,000百万円)の30%(900百万円)を資本金とし、残りの70%(2,100百万円)は銀行等からの借入を行う。

融資元との具体協議は未実施であるが、フィリピン開発銀行や地場銀行、あるいは出資各社のメインバンク等からのプロジェクトファイナンスやコーポレートファイナンス等による資金調達を検討する予定である。

3) その他主な設定条件

その他主な設定条件(現時点での想定値)は以下のとおりである。

- ・売電単価 : 6フィリピンペソ/kWh
- ・発電容量 : 10MW
- ・借入金利 : 金利8.0%(1年据置+5年返済)
- ・年間経費 : 230百万円/年(原料調達費、維持・修繕費、人件費、予備費)
- ・設備投資 : 2,700百万円(残存簿価10%、10年で減価償却)
- ・法人税 : (1~7年目)再生可能エネルギー法(Renewable Energy法)
適用により免税措置を適用
(8年目以降)法人税率減税措置により10%
- ・地方税 : 無視できるほど小額
- ・付加価値税(VAT) : 再生可能エネルギー法適用により免税
- ・獲得クレジット : 12USD/tCO₂で計算(NEDOが優先交渉権を有する)

(10) 経済性分析**1) 事業収支**

プロジェクト期間における事業収支は表 9 のとおりである。

クレジットの価格を 12 USD/tCO₂ と仮定した場合、クレジット獲得期間 10 年間のプロジェクト内部収益率 (IRR) は 12.1 %となる。

表 9 事業収支表(単位:百万円)

項目	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
売 上	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767
売 電	654	654	654	654	654	654	654	654	654	654
CERs売却(\$12/ton-CO ₂)	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113
コスト(原料調達費、維持・修繕費、人件費、予備費)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
減価償却費(残存価値10%)	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243
営業利益	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294
支払利息	0	168	134	101	67	34	0	0	0	0
税引前利益	294	126	160	193	227	261	294	294	294	294
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	8	8	8
税引後利益	294	126	160	193	227	261	294	269	269	269

2) クレジットの感度分析

CERs 価格の変動による IRR について、感度分析の結果を表 10 に示す。

この結果、CERs 価格が 10USD/tCO₂ 以上の場合に、プロジェクト IRR は後述するベンチマーク (11.0%) を上回ることが判明した。

表 10 クレジットの感度分析

CER価格(USD/tCO ₂)	0	7	8	9	10	11	12	15
プロジェクト-IRR(%)	6.6	9.9	10.3	10.8	11.2	11.6	12.1	13.3

3) 投資判断基準

本プロジェクトへの投資の可能性は、プロジェクトの IRR とフィリピン (ホスト国) での投資活動に適用される融資利率等のベンチマークとの比較によって評価される。フィリピン開発銀行の長期金利 (7.8~11.0%程度) を考慮し、11.0%をベンチマークとした場合、クレジット収入がないケースのプロジェクト IRR (6.6%) はこのベンチマークを下回るため、CDM の枠組みを取入れなければこのプロジェクトは実現可能性が低いといえる。

一方、クレジット収入を見込むケース (12USD/tCO₂) のプロジェクト IRR は 12.1% であるため、前述のベンチマークを上回ることから、本プロジェクトは実現可能と判断される。

(11) 追加性の証明

本プロジェクトは小規模 CDM に分類されるため、小規模 CDM の追加性証明は、投資バリア、技術バリア、一般的慣行バリア、その他バリアのうち、1 つ以上のバリア (障壁) が存在するためにそのままではプロジェクトが実施されないことが証明できればよいので、以下のストーリーで追加性の証明が可能と考える。

(投資バリアの存在)

本プロジェクトの経済性について、CERs の売却益がない場合と、12USD/tCO₂ の CERs 売却益がある場合を比較すると、IRR に大幅な改善がみられ、本プロジェクトの CDM プロジェクトとしてのポテンシャルは高い。

- ・クレジットなし IRR = 6.6% (8年で回収)
- ・クレジットあり IRR = 12.1% (6年で回収)

本プロジェクトへの投資のベンチマークは、フィリピン開発銀行の長期金利から、11.0%以上とした。CERs の売却益がない場合の IRR (6.6%) はベンチマークを下回るため、CDM プロジェクトでない場合は、実現可能性が低いと判断される。

(技術バリア、一般的慣行バリアの存在)

加工残渣等を利用した発電事業 (CDM 事業) はフィリピンで最初のプロジェクトであり、技術バリア及び一般的慣行バリアが存在する。

以上より、投資バリア、技術バリア、一般的慣行バリアが存在することが証明されるため、本プロジェクトの追加性は証明されると考える。

(12)事業化の見込み

1) 技術面

本プロジェクトの事業化に向けて、海外 (特に欧州) で多くの実績があるメタン発酵技術を導入するため、技術的な実現性は高い。今後は実試料を用いたメタン発酵実験を行い、投入試料の調整方法や滞留日数等、詳細な検討を行う予定である。

2) 経済面

本プロジェクトの経済性はベンチマークを上回ることから、経済的な実現性も高いと判断される。今後、収集範囲・規模の拡大、初期・維持管理コストの削減、売電価格の交渉等で更に経済性を上げる必要がある。

また、世界的な金融危機以降、為替相場、特に米ドルが不安定であるため、為替変動リスクをこれまで以上に考慮する必要がある。

3) 制度面

ホスト国では FIT 制度が未実施であることから、今後、グリッドへの売電単価決定による収入の変化が想定されるが、本プロジェクトでは、大半の電力をデルモンテ社へ売電することで協議を進めている。また、グリッドへの売電単価についても、FIT 制度による買取価格としては保守的に見込んで資金計画を策定している。

これらのことから、FIT 制度実施による資金計画への大きな影響はない見込みである。

4) CDM 登録期間

CDM 理事会の審査手続きは簡素化される傾向にあるものの、登録に至るまでの長期化が懸念される。既存の有効化審査の結果を参考に、CDM 登録に係る諸手続きを円滑に行う必要がある。

上述したいくつかの懸案事項はあるものの、それを踏まえた上でも本プロジェクトの事業性は高いと判断される。

5. プレバリデーション

(1) プレバリデーションの概要

1) 主な審査項目

- ・ベースライン方法論の適用について
- ・追加性証明について
- ・モニタリング方法論の適用性
- ・ステークホルダーコメント

2) 主な指摘事項

指定運営組織 (DOE) からの主な指摘事項は以下のとおりである。

以下の指摘事項に対し、現時点で修正可能な箇所については PDD の記載を補足する等の修正を行った。また、方法論 AMS-III. H. の適用性については、CDM 理事会に内容確認 (Clarification) を提出した。

① 結論

本 PDD の初期レビューの結果、本プロジェクトは CDM 事業としての適用性及び解釈において明らかに致命的な事項は見当たらない。

② ベースライン方法論の適用性

方法論 AMS-I. D. については十分に根拠づけられている。

方法論 AMS-III. H. の対象手法 1 (a) は、既存好気性処理システムを嫌氣的処理システムに“置換”するもののみ適用されるものであるのに対し、本プロジェクトでは、嫌気性処理システムを“導入”し、既存好気性排水処理システムに接続すると記載されている。DOE ではこの適用性可否が判断できないため、CDM 理事会に内容確認 (Clarification) を行うことが望ましい。

③ 追加性

投資バリアについて、IRR 分析を用いた追加性の証明がなされているが、財務分析は適用され得る全てのインセンティブ (日本政府の補助金を含む) を考慮して実施される必要がある。また、IRR 計算条件に関する感度分析について、詳細を記述すること。

④ ステークホルダーコメント

有効化審査 (Validation) 前にはステークホルダーミーティングを開く必要がある。また、デルモンテ社以外のステークホルダーについても更なる検討を行うこと。

(2) DOE とのやりとりの経過

DOE によるプレバリデーションは、2011 年 1 月 14 日～1 月 27 日の期間に実施した。

プレバリデーションレポートに記載されている指摘事項について、DOE に対し問合せを行い、回答を受領した。

回答内容を踏まえ、PDD の一部訂正を行い、また、方法論 AMS-III. H. の適用性について CDM 理事会に内容確認 (Clarification) を提出した。

6. コベネフィットに関する調査結果

(1) 評価対象項目

本調査の環境汚染対策等効果の定量化対象は、以下とする。

- ・農園に流入する COD 負荷の削減
- ・過負荷状態の好気性排水処理施設に流入する COD 負荷の削減

(2) ベースライン/プロジェクトシナリオ

1) 農園に流入する COD 負荷の削減

本プロジェクトにより、これまで未処理で土壌混合されていた加工残渣等をメタン発酵することにより、農園に流入する加工残渣等由来の COD 負荷が削減される。

よって、ベースラインシナリオは「未処理の加工残渣等の土壌への混合」、プロジェクトシナリオは「メタン発酵後の加工残渣等の土壌への混合」とする。

2) 過負荷状態の好気性排水処理施設に流入する COD 負荷の削減

本プロジェクトにより、これまで流入水量・流入水質とも設計値を上回っていた加工排水をメタン発酵することにより、好気性排水処理施設に流入する加工排水由来の COD 負荷が削減される。

よって、ベースラインシナリオは「加工排水を好気性排水処理施設で処理」、プロジェクトシナリオは「メタン発酵後の排水を好気性排水処理施設で処理」とする。

(3) ベースラインの評価方法とモニタリング方法

1) ベースラインの評価方法

ベースラインの評価は、コベネフィット定量化マニュアルに示されている評価手法のレベル(案)に基づき、原則的に実測データを用いて行う。

2) モニタリング計画

① 農園に流入する COD 負荷の削減

モニタリング方法は、発電プラントの処理対象とする加工残渣等と、発電プラントから発生する発酵後残渣について、重量、含水率、COD を実測する。

② 過負荷状態の好気性排水処理施設に流入する COD 負荷の削減

モニタリング方法は、発電プラントの処理対象とする加工排水と、発電プラントから発生する発酵後排水について、流量、COD を実測する。

(4) 試算(定量化)の計算過程と結果

1) 農園に流入する COD 負荷の削減

(計算条件)

- ・プロジェクト対象の加工残渣等量：270t/日
- ・加工残渣等の COD：1,300g/kg(※乾燥重量ベース)
- ・加工残渣等の含水率：78%
- ・加工残渣の COD 分解率：70%

したがって、

COD 負荷削減量

$$= 270\text{t/日} \times (100\% - 78\%) \times 1,300\text{g/kg} \times 70\% \times 365\text{日}$$

$$= 19,730\text{ t COD/年}$$

2) 過負荷状態の好気性排水処理施設に流入する COD 負荷の削減

(計算条件)

- ・プロジェクト対象の加工排水量：11,000m³/日
- ・加工排水の COD：14,000mg/L
- ・加工排水の COD 分解率：85%

したがって、

COD 負荷削減量

$$= 11,000 \text{ m}^3/\text{日} \times 14,000 \text{ mg/L} \times 85\% \times 365 \text{ 日}$$

$$= 47,779 \text{ t COD/年}$$

7. 持続可能な開発への貢献に関する調査結果

本プロジェクト実施により、温室効果ガス排出削減のみならず、ホスト国の持続可能な開発に対して、以下のような貢献が期待できる。

- ・化石燃料の発電シェアの低減
- ・上記に関連して、化石燃料の発電利用量削減に伴う大気汚染軽減
- ・安定電源の開発による地域電源安定化
- ・バイオマス発電プラントの建設期間中及び運転期間中の雇用機会の創出

以上