

平成 18 年度 C D M / J I 事業調査

フィリピン・ひまわり油バイオディーゼル 生産・供給事業の C D M 事業化調査

報 告 書 概 要

1. プロジェクト参加者

本プロジェクトは、2007年に設立予定である Sun Care Fuels Philippines（以下、SCF Philippines という）を中心に実施する計画である。SCF Philippine は、サンケアフューエルズ(株)が 50%、日本企業及び個人が 30%、プロジェクトに参加するフィリピン企業が 20%を出資し設立される予定で、バイオディーゼルの製造・販売を行い、本プロジェクトの実施者となる。

2. プロジェクト実施計画

本プロジェクトの予想される操業期間は 25 年間である。また、最初のクレジット期間は 7 年間である。

プロジェクト実施計画を表 1 を示す。2007 年にプラントの建設とひまわり栽培を開始する。2008 年に 5.0 kl/day プラント、2009 年に 20.0 kl/day プラント、2010 年に 120 kl/day プラントが稼動し、2010 年から年産 38,000 t 体制となる。2008 年から生産を開始し、段階的にプラントの設備能力とひまわり栽培農地を拡大し、2010 年からフル稼働する計画である。

表 1 プロジェクト実施計画

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年
製造能力	5.0 kl/day	25.0 kl/day	145.0 kl/day	145.0 kl/day	145.0 kl/day	145.0 kl/day	145.0 kl/day
新設設備能力	5.0 kl/day	20.0 kl/day	120.0 kl/day	0.0 kl/day	0.0 kl/day	0.0 kl/day	0.0 kl/day
BDF製造量・販売量 (t換算) (Gcal換算)	1,500 k?/year (1,310 t/year) (12,401 Gcal/year)	7,500 k?/year (6,548 t/year) (62,005 Gcal/year)	43,500 k?/year (37,976 t/year) (359,628 Gcal/year)	43,500 k?/y (37,976 t/year) (359,628 Gcal/year)	43,500 k?/y (37,976 t/year) (359,628 Gcal/year)	43,500 k?/y (37,976 t/year) (359,628 Gcal/year)	43,500 k?/y (37,976 t/year) (359,628 Gcal/year)
内新設量	1,500 k?/year	6,000 k?/year	36,000 k?/year	0 k?/year	0 k?/year	0 k?/year	0 k?/year
グリセリン精製 製品量(99.5%)	137.0 t/year	685.0 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year	3,972.9 t/year
油粕	2,774.0 t/year	13,869.9 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year	80,445.5 t/year
ひまわりの種収穫量	4,079 t/year	20,397 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year	118,302 t/year
ひまわり作付け面積	2,000 ha	10,000 ha	60,000 ha	60,000 ha	60,000 ha	60,000 ha	60,000 ha

3. クレジット期間の排出削減量

クレジット期間の排出削減量を表 2 に示す。

表 2 クレジット期間の排出削減量

単位 : tonnes of CO₂e

2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	合計
2, 894	14, 197	65, 347	69, 075	69, 075	69, 075	69, 075	358, 738
クレジット期間		7 年間		平均排出削減量		51, 248	

4. プロジェクトの概要

本プロジェクトは、フィリピン共和国のルソン島の Central Luzon region において、ひまわりを栽培し、ひまわりの種の油を原料としてバイオディーゼル油（以下、BDF という）を製造して、マニラ市で軽油とブレンドして B1（『BDF 対 軽油』の容積比 1 :

99) として販売を行う。そして、化石燃料である軽油をバイオマス燃料に転換することにより地球温暖化ガスの削減に貢献するものである。

本プロジェクトは、2007 年に設立予定である Sun Care Fuels Philippines (以下、SCF Philippines という) を中心に実施する計画である。SCF Philippine は、サンケアフューエルズ(株)が 50%、日本企業及び個人が 30%、プロジェクトに参加するフィリピン企業が 20%を出資し設立される予定で、バイオディーゼルの製造・販売を行い、本プロジェクトの実施者となる。

本プロジェクトシナリオは、ひまわり栽培・供給ステージ、BDF 製造ステージ、BDF 販売・消費ステージのステージで構成される。(図 1 参照)

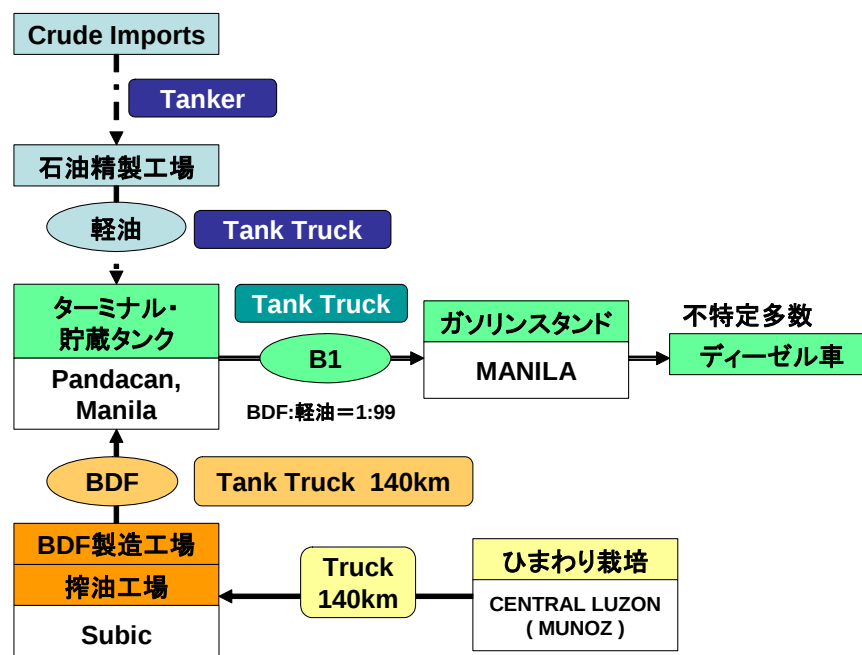


図 1 BDF プロジェクトの構造

原料となるひまわりの栽培は、Central Luzon region の中央部の Central Luzon 盆地で、稲作の裏作として行われ、貧しい農村部の収入の向上で持続可能な開発に貢献する。農地面積は 60,000ha、種の平均収量 2 t/ha として、年間約 120,000 t のひまわりの種の収穫を見込んでいる。栽培は、現地農家と契約して行い、SCF Philippine は種の最低買取り価格を決定しておくことで、収穫した種を独占的に購入する。

BDF 製造プラントは、MUNOZ 市から約 140 km 離れた Central Luzon region のスービック湾自由貿易港・特別経済区に建設予定であり、SCF Philippine によって運営、管理される。BDF 製造プラントは、収穫されたひまわりの種からひまわり油を搾油する搾油施設と、油から BDF を製造する BDF 製造施設を有する。搾油施設は、年間 38,000 t のひまわり油製造能力を持ち、BDF 製造施設は年間 38,000 t (126.6 t/day、年間 300 日稼動) の BDF 製造能力を有する。搾油後の油粕は、家畜用飼料として、BDF の副生成物であるグリセロールは、工業原料として販売される。

製造した BDF は、スービック湾自由貿易港・特別経済区から約 140 km 離れたマニラ

市に輸送されて石油会社へ販売され、石油ターミナルで軽油とブレンドし、マニラ市内のガソリンスタンドでB1として一般消費者へと供給される。

BDF を運輸用軽油の代替燃料として使用することにより、軽油の使用量が減少し、CO₂ 排出量を減少させることが期待される。

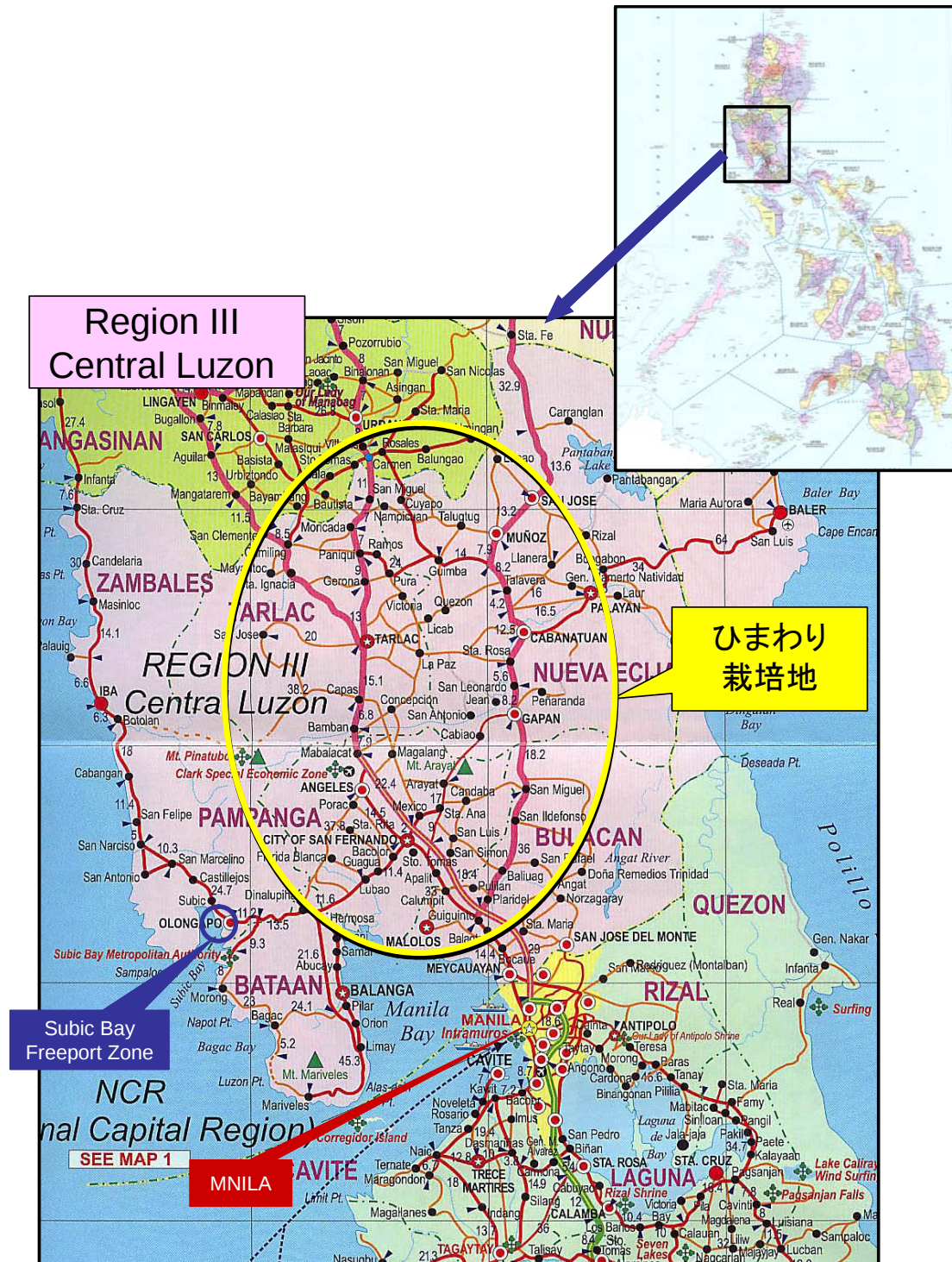


図 2 プロジェクトサイト図

5. フィリピン政府の政策との整合性

フィリピンエネルギー省によるとフィリピンの 2005 年のエネルギー需要は、原油換算 5 億 50 万バレルで、今後この需要は年平均 3.9% で増加し、2010 年までに 6 億 540 万バレルまで達すると見込まれている。

一方、エネルギー供給は、エネルギーの輸入依存度が比較的高く、石油の輸入の比率が 36.5% と最も高い。世界の原油市場価格変動の影響を受けやすいエネルギー供給構造に成っており、世界的な原油価格の高騰下、安定したエネルギー源確保が課題となっている。

アロヨ政権が打ち出した「中期フィリピン開発計画：2004-2010」のうち、エネルギー分野の政策を具体的に示した「フィリピン・エネルギー・プラン」では、2010 年にエネルギーの自給率 60% を掲げており、その柱はバイオマスをはじめとする再生可能エネルギー導入の促進である。

石油の輸入量削減とドル節約を目的とした Biofuels Act of 2006 が、昨年 11 月 23 日に両院協議委員会で承認され、1 月 11 日にアロヨ大統領が署名して発効した。バイオディーゼルに関しては、同法の発効後 3 ヶ月以内にディーゼル車が容積比で 1 %、2 年以内に 2 % のバイオディーゼルの使用することを義務付けている。

従って、本プロジェクトは、フィリピン政府の政策に沿ったものである。

6. 持続可能な発展への貢献

再生可能エネルギーであるひまわりの種を原料とした BDF は以下に示すようにフィリピンの持続可能な発展に貢献する。

- ① 国内エネルギーの依存度が増加することにより、石油輸入量が減少してエネルギーセキュリティが強化される。
- ② BDF は硫黄を含まず固形粒子を排気しないことから地球温暖化をよくせいと同一ように大気汚染を改善する。
- ③ 米の裏作または休耕田でひまわりを栽培することにより、フィリピンの農作物生産に影響を与えない。

特に農業に関しては、以下のように貢献する。

現在、農家の 85% が平均 2ha の農地を持つ小規模農家が多い。人口の 70% が地方に住み、地方人口の 2/3 が農業に従事、また労働人口の約半数が農業に従事しており、農業の活性化は国の発展に大きく貢献する。

ひまわりは、米、とうもろこしの輪作が可能であり、かつ輪作によって米、とうもろこしの収穫を向上することが出来る。

蜂蜜、グリーンハウスでの植物交配用の蜂の収穫、搾油粕の飼料化（特に現地では飼料用の大豆粕が不足しており、ひまわり絞り粕の利用が有望視）などのメリットがある。農家にとっては、ひまわり栽培、とうもろこしの収穫増、養蜂などによる副収入などにより、収入のアップとなり、貧しい農民の生活の向上、農村の近代化に貢献する。

7. 技術概要

本プロジェクトの BDF は、トリグリセリドからなる油脂（ひまわり油）とメタノールのエステル交換反応によって生成する脂肪酸メチルエステルである。

原材料はひまわりの種とメタノール(CH_3OH)である。さらに、アルカリ触媒に 0.56mass%の苛性ソーダ(NaOH)を使用する。0.5masa%の酢酸でアルカリ分の中和を行い、さらに二次洗浄では、メチルエステル中に分散溶解している酢酸を純水で水洗除去する。

最終製品として BDF が生産され、副産物として油粕とグリセリンが生産される。油粕は家畜飼料として、グリセリンは工業原料として販売される。

BDF を、B100 または B1 のように軽油に混合して使用しても、ディーゼル油に比べて、排気ガス中の PM、PAH、CO、SO_x 等の大気汚染物質を減少させることができる。

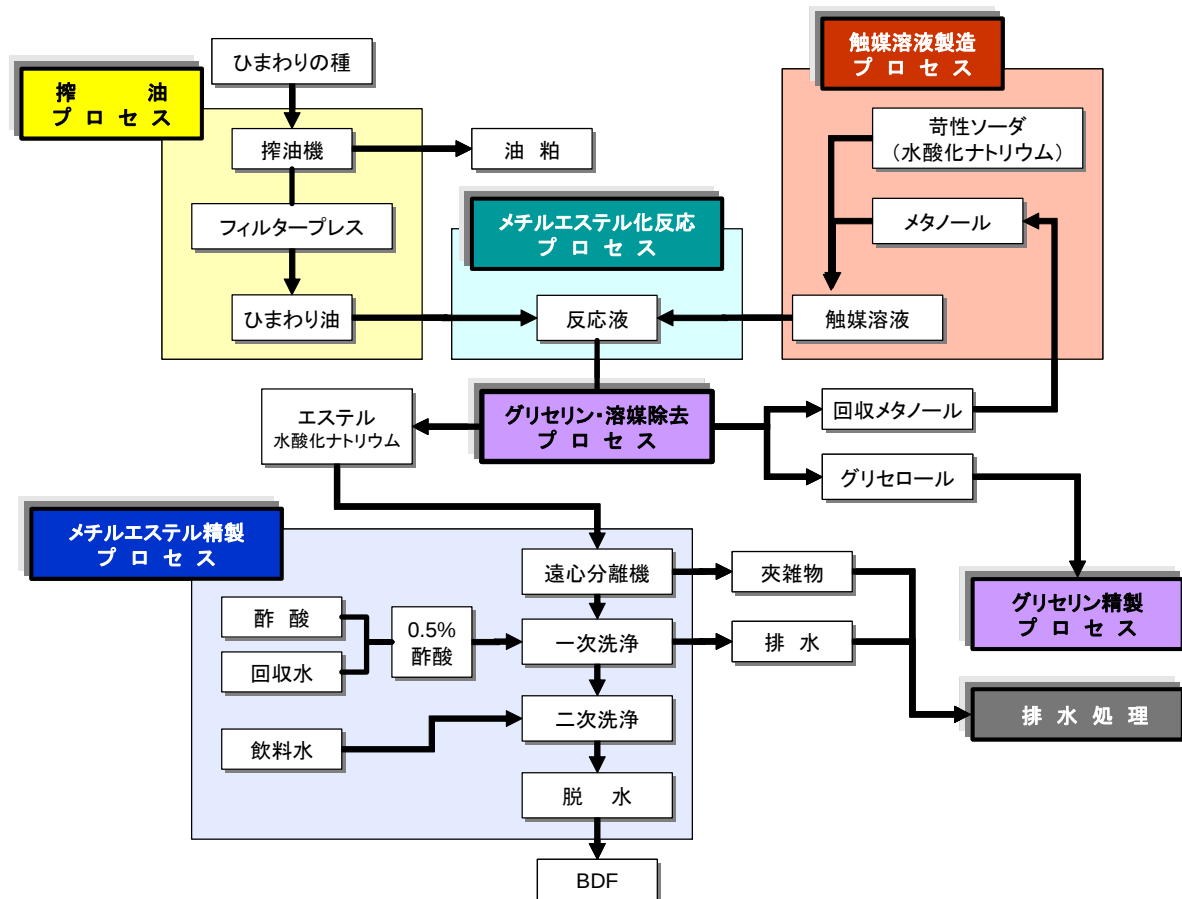


図 3 BDF 製造プラントのフロー

技術移転できる点

ひまわりの種から BDF を生産する技術は、フィリピンでは一般的でない。SCF Philippines は、工場操業、品質管理の技術を工場技術者、労働者に技術移転する。

8. 経済性評価

8.1. プロジェクト実施のための資金計画

プロジェクト実施のための初期投資計画を以下に示す。プロジェクトは、フィリピンでは現状ひまわりの栽培が行われておらず、0 から原料のひまわりの種の供給体制を整備する必要があることから、3 期に分けて BDF 工場のスケールアップを行う。プロジェクト開発コストは、プラント仕様検討、市場調査等で設備投資コストの 15%を見込

んだ。

表 3 初期投資計画

	設備規模	設備投資コスト	プロジェクト 開発コスト	プロジェクトコスト (初期投資コスト)
第 1 期 2008 年	1,500 kℓ/y	120,000 千円	18,000 千円	138,000 千円
第 2 期 2009 年	6,000 kℓ/y	480,000 千円	72,000 千円	552,000 千円
第 3 期 2010 年	36,000 kℓ/y	1,500,000 千円	225,000 千円	1,725,000 千円

初期投資は、融資先としては、政府系金融機関、例えば国際協力銀行等を想定している。

残りの投資額は、日本側では商社等とのコンソーシアムから、またフィリピン側ではプロジェクト参加企業からの出資により得られる計画である。

8.2. 経済性分析

前提条件

ひまわりの種の消費量は、含油率 40%、搾油率 80%で試算した。

ひまわりの種の価格は EU の販売価格 \$ 249～\$ 337/ton の平均値である

PhP15.30/kg 日本円換算 37.54 円/kg を採用した

BDF 販売価格は、Flying V 社のココナッツ BDF の製造コストと同値の PhP44 /ℓで計算した。

CER 収入は、クレジット獲得期間は 7 年間とし、8 年目以降も継続するものとした。クレジットの価格は、CO₂ 1 トンあたり 13 \$ (1,569 円) として計算した。

経済性分析

CER 収入の無いケースでは、IRR (税含む) は 5.51%で、サンケアフューエルス株の投資判断基準の 15%に達せず、投資の対象とならない。

CER 収入のあるケースでは 18.4%で、投資対象となる。

IRR (CER 収入なし)	5.51%
IRR (CER 収入あり)	18.4%

9. ベースライン新方法論とモニタリング新方法論

バイオディーゼルに関するベースライン方法論及びモニタリング方法論は、現在 CDM 理事会によって承認されていない。サンケアフューエルス株式会社は、Climate Experts・松尾氏とともに新ベースライン・モニタリング方法論 NM0129 “Generalized baseline methodology for transportation Bio-Fuel production project with Life-Cycle-Assessment” を作成、2005 年 7 月に CDM 理事会へ提出した。現在 B の評価を受けており、2006 年 5 月 16 日に訂正後再度提出した Version: 5.0 が最終版であり、現在 Version: 6.0 を作成中である。

本プロジェクトは、PDD を NM0129 Version: 6.0 に基づいて作成する。

9.1. プロジェクトバウンダリー

本プロジェクトのバウンダリーを表 4 に示す。

表 4 本プロジェクトのバウンダリー

	Source	Gas	Project Boundary?	Monitored?	Justification / Explanation
Baseline	PJS でバイオ燃料を使用する自動車	CO ₂	Inside	Yes (BE)	バイオ燃料中の生物由来によって代替される石油燃料からの CO ₂ [代替効果]
	バイオ燃料によって代替される化石燃料の開発、精製、輸送（油田/港/精製所/ガス・ステーション）	CO ₂ CH ₄	Outside	Yes (BE)	LCA の影響を組み込む。CO ₂ 排出量は CH ₄ よりかなり多い。
Project Activity	バイオ燃料の運搬（製造プラントからガソリンスタンド）	CO ₂	Inside	Yes (PE7)	少ないが、無視できるほどではない。
	バイオ燃料製造プラント・蒸気供給施設	CO ₂	Inside	Yes (PE5)	プラント内や蒸気を発生させるために燃焼させた石油燃料からの CO ₂
	バイオマスの運搬（プランテーションからバイオ燃料製造プラント）	CO ₂	Inside	Yes (PE4)	少ないが、無視できるほどではない。
	プランテーション	CO ₂	Inside	Yes (PE1)	農業機械からの CO ₂
		N ₂ O		Yes(PE2)	使用した有機肥料からの N ₂ O
	グリッドに接続した発電所	CO ₂	Outside	Yes (LE1)	バイオ燃料製造プラントで消費した電力からの CO ₂
	化学肥料製造	N ₂ O		Yes (LE2)	もし化学肥料が使用されれば、その製造プロセスからの N ₂ O の排出がカウントされる。
	バイオ以外の原料製造プロセス	CO ₂	Outside	Yes (LE4)	原料製造プロセスの GHG 排出は、もしそれが無視することができなければ、モニタリングされる。
	バイオ燃料製造プラントやプランテーションで使用した石油燃料の採掘・精製・運搬 [油田・港・精製所・ガソリンスタンド]	CO ₂ CH ₄	Outside	Yes (PE1,4,5,7)	LCA の影響は BLS と共通である。
	プロジェクトによる直接の、また間接の森林伐採	CO ₂	Outside	Yes (LE5)	もし、プロジェクト活動によって土地の開墾や森林伐採が行われるときはカウントする。

[Note] BLS: Baseline Scenario, PJS: Project Scenario.

9.2. ベースラインシナリオ

方法論では、下記のとおり規定している。

方法論では、ステージ2：バイオ燃料製造が現状維持の場合、ステージ1：ひまわりの種の供給とステージ3：BDFの消費も現状維持である。

本プロジェクトのステージ2：バイオ燃料製造は、現状維持である。従って、たとえ他のバイオ燃料が市場に普及していたとしても、ベースラインシナリオは現状維持である。

10. 追加性

Step 2 of the Additionality Tool

CER収入が無いケースでは、IRR（税含む）は5.51%で、サンケアフューエルズ株の投資判断基準の15%に達せず、投資の対象とならない。

IRR（CER収入なし）	5.51%
IRR（CER収入あり）	18.4%

Step 3 of the Additionality Tool

フィリピンでは、ひまわりからのバイオディーゼルの製造が行われておらず、日本側の技術提供がなければ難しい。

Common Practice Analysis (Step 4 of the Additionality Tool)

本プロジェクトはひまわりの種からBDFを製造する。フィリピンでは初めての取り組みであり、普及率は0%である。従って、バリアを説明する必要はない。

11. プロジェクトの排出削減量

プロジェクトの排出削減量を表5に示す。

表5 プロジェクトの排出削減量

Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
BDF 製造量 (ton/yr)	1,500	7,500	43,500	43,500	43,500	43,500	43,500
Baseline Emission (tCO ₂ /yr ha)	4,258	21,290	123,481	123,481	123,481	123,481	123,481
Field emissions (PE1-PE4) (tCO ₂ /yr)	24	606	20,342	21,697	21,697	21,697	21,697
PE5	138	690	4,001	4,001	4,001	4,001	4,001
PE7	12	59	344	344	344	344	344
Total PE	174	1,355	24,688	26,043	26,043	26,043	26,043
LE1	407	2,035	11,805	11,805	11,805	11,805	11,805
LE2	492	2,249	13,215	8,133	8,133	8,133	8,133
LE4	291	1,453	8,425	8,425	8,425	8,425	8,425
Total LE	1,190	5,737	33,446	28,363	28,363	28,363	28,363
Emission reductions	2,894	14,197	65,347	69,075	69,075	69,075	69,075

12. モニタリング計画

モニタリング方法論に従い、本プロジェクトでのモニタリングを行う。ひまわり栽培サイト、BDF 製造プラントでモニタリングされる項目を以下にまとめる。

BDF 製造プラント

FP_{BDF,y} : BDF の生産量 [kL/yr]

モニタリング箇所・ソース；BDF プラント出口の集計機能のある流量計を計測。

測定記録；連続して計測。毎日計測し、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

FC_{BDF,y} : BDF の特定ユーザーまたは市場で販売または消費された量 [kL/yr]

モニタリング箇所・ソース；レシートによる販売記録をその日の終わりに集計。
また、BDF プラント出荷ラインの集計機能のある流量計のデータを計測。

測定記録；毎日計測し、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

DEN_{BDF,y} : BDF の密度 [ton/m³]

モニタリング箇所・ソース；BDF プラント出荷ラインで毎日 1 回サンプリング

測定記録；毎日計測し、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

NCV_{BDF,y} : BDF の熱量 [TJ/Gg = MJ/kg]

モニタリング箇所・ソース；BDF プラント出荷ラインで毎日 1 回サンプリング

測定記録；毎日計測し、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

FCP_{HFO,y} : BDF 製造工場の重油消費量 [ton/yr]

モニタリング箇所・ソース；集計機能と温度補正のある流量計

測定記録；連続して計測。毎日計測し、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

ECP_{BDF,y} : BDF 製造工場の電力消費量 [MWh/y]

モニタリング箇所・ソース；電力会社の請求明細書

測定記録；請求明細書を受け取り次第、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

FS_{Me,y} : BDF 製造工場のメタノール消費量（新規投入量） [kL/yr]

モニタリング箇所・ソース；BDF プラント出口の集計機能のある流量計を計測。

測定記録；連続して計測。毎日計測し、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

ひまわり栽培サイト

W_{SF,y} : BDF 原料のひまわりの種 [ton/yr]

モニタリング箇所・ソース；ひまわりの種の購買記録

測定記録；契約農家からひまわりの種を受け取り次第、直ちに重量を測定する。
データを記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

A_{field,y} : ひまわりの栽培面積[ha]

モニタリング箇所・ソース；契約農家の栽培報告書
測定記録；契約農家の栽培報告書を入手し、栽培面積を集計して、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

Y_y ：ひまわりの種の平均収穫量 [ton/ha]

モニタリング箇所・ソース；契約農家の栽培報告書
測定記録；契約農家の栽培報告書を入手し、平均収穫量を集計して、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

$W_{SN,y}$ ：栽培面積あたりの窒素化学肥料の施肥量 [kg/ha/yr]

モニタリング箇所・ソース；窒素化学肥料の購買記録、契約農家への供給記録と栽培報告書。（契約農家へは、サンケイフェュエルズ株式会社が肥料を購入して供給する。）
測定記録；契約農家の栽培報告書を入手し、窒素化学肥料の購買記録、契約農家への供給記録とを集計して、施肥量と施肥箇所を記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

$Frac_{removed,y}$ ：ひまわりの茎等残渣でコンポストしなかった量。 [No dimension]

モニタリング箇所・ソース；契約農家の栽培報告書と契約農家への聞き取り調査
測定記録；契約農家の栽培報告書を入手し、さらに契約農家にひまわりの茎等残渣利用について聞き取り調査を行い、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

$Aburnt,y$ ：ひまわり栽培地の野焼き面積。 [ha]

モニタリング箇所・ソース；契約農家の栽培報告書と契約農家への聞き取り調査
測定記録；契約農家の栽培報告書を入手し、さらに契約農家に野焼きについて聞き取り調査を行い、記録紙に記入するとともに電子媒体でデータ保存。

13. 環境影響及びその他の間接影響

BDF 製造プラントは、Central Luzon region のスービック湾自由貿易港・特別経済区に建設予定である。

本プラントは、既に整地されている工場用地に建設する。従って、新たに森林伐採や農地を整備することはない。

本プロジェクトでは、バイオディーゼル製造過程から排出される有機不純物や廃水は、プラント内の高度排水処理施設で処理され、排水基準を満たして放流される。よって、周辺環境・生態系への影響は小さいものと考えられる。

また、BDF 製造過程で出る粗グリセロールは、化学メーカーへ販売され、周辺環境へと流出することはない。

本プロジェクトでは、重油をボイラで燃焼し、蒸気を熱源として利用する。基準をクリアできるボイラを選定する。

BDF はクリーンなエネルギーで、ディーゼルエンジンの排気ガスによる大気汚染を改善する効果が期待できる。バイオディーゼルは、軽油に混合して使用しても、排気ガス中の PM、PAH、CO、SOx 等の大気汚染物質を減少させることができる。