

平成 21 年度 CDM/JI 実現可能性調査 報告書 概要版

調査名

「インドネシア・東ヌサトゥンガラ州におけるジャトロファ複合利用による地域開発 CDM 事業調査」

団体名

三菱 UFJ 証券株式会社

調査実施体制

適正技術研究所 (JATI) : 本 FS 調査の技術調査、及び現地調査支援

特定非営利活動法人 Asian People's Exchange (APEX) : プロジェクトオーナーとして事業の計画、及び統括管理を実施。本 FS 調査では、JATI に協力し現地で必要な情報を収集

ディアン・デサ財団 (YDD) : APEX の現地カウンターパートとして事業を実施。本 FS 調査の現地情報収集を支援

1. プロジェクトの概要

本プロジェクトは、インドネシア東ヌサトゥンガラ州シッカ県において、荒地でも生育し、種子から油脂を採取しうるジャトロファ (*Jatropha curcas*) を用いて、未利用の荒地の緑化、再生可能な軽油代替燃料の生産とその発電利用、それに伴い発生する廃棄物を利用したガス化発電、並びに廃熱を利用した海水の淡水化を、複合的・多面的に行うものである。プロジェクトオーナーである特定非営利活動法人 APEX (Asian People's Exchange) が現地カウンターパートであるインドネシアの NGO ディアン・デサ財団 (Yayasan Dian Desa : YDD) と協力し、住民の主体的参加のもと、地域開発を促進する目的で実施する。

本プロジェクトでは、搾油・精製されたジャトロファ油は、エステル交換せず、軽油混合して発電に利用する。200ha の緑化を実施することにより、プロジェクト開始3年目以降には、ジャトロファ油の生産量は400トンに達する見込みである。生産されたジャトロファ油400トンによる軽油代替と、バイオマス廃棄物のガス化発電により、1,137tCO₂/年の温室効果ガス (GHG) 排出削減が見込まれる。ジャトロファの複合的利用により、事業の経済性を改善するとともに、ジャトロファの植林による土地の肥沃化とバイオマスの持続的生産、水不足の緩和をはかり、環境保全型でありながら、地域住民の収入増大と生活向上を実現する地域開発にCDMを活用したモデル創出を目指す。

適用方法論

AMS-I.A. の改訂を検討。本調査では、植物油の製造に関する項目について AMS-III.T. を参照した。

2. 調査の内容

(1) 調査課題

1. ジャトロファ油生産技術

本プロジェクトは、焼畑などにより森林が破壊された荒地を緑化する目的でジャトロファを栽培し、その種子から採取した油、及び油の生産工程で生じるバイオマス残渣を用いて発電を行う。したがって、一連のプロジェクトの継続的な実施のためには、原料となるジャトロファ種子の収穫、及びその搾油・精製が確実に実施されることが重要である。インドネシアにおいて、ジャトロファはバイオ燃料として注目されているにも係わらずその成功事例が少ない。下記の要素について、課題を明確にし、プロジェクトの計画を精査する。

a) ジャトロファの植栽

ジャトロファの育種から収穫までの技術情報、並びに事業化のための課題

b) ジャトロファ油の搾油・精製

搾油・精製技術、並びに事業化のための課題

c) ジャトロファ油の用途

本プロジェクトで生産されるジャトロファ油はエステル交換せず、そのまま利用する予定である。ジャトロファ油の用途、及びその技術に関する課題

2. 方法論適用性

本 CDM プロジェクトを構成する 3 つの要素 1.ジャトロファ油を用いた発電、2.ジャトロファの果実殻を用いたガス化発電、3.ガス化発電から発生する廃熱を利用した海水の淡水化のそれぞれに適用可能な方法論について検討する。

3. プロジェクトバウンダリー

本プロジェクトは植林から、生産されたジャトロファ油の利用までの一貫したシステム構築を目指す。CDM プロジェクトとしてのプロジェクトバウンダリーについて、方法論に従って明確にする必要がある。

4. ベースラインの設定

本プロジェクトがなければ発電、及び海水の淡水化に化石燃料が使用される。本ベースラインシナリオの正当性について現地で情報収集、調査を実施する。また、ベースライン排出量に必要なデータ収集を行う。

5. プロジェクト排出量

プロジェクトバウンダリーにより、考慮すべきプロジェクト排出量も異なると考える。また、生産されたジャトロファ油を使用する際、軽油と混合するか否かによってもプロジェクト排出量は異なる。方法論の分析をすすめて、考慮すべきプロジェクト排出量を明確にするとともに、現地調査においてプロジェクト排出量算出に必要なとされるデータ収集を行う。

6. モニタリング計画

ジャトロファ油、及びバイオマス残渣を用いた発電、海水の淡水化のための廃熱利用について、それぞれ方法論に従いモニタリング項目を明確にする必要がある。また、モニタリング方法とその実施体制について、APEX、及び YDD と協議の上決定する。

7. 資金計画及び事業の経済性

本プロジェクトはジャトロファ油の搾油・精製設備建設、苗木生産、初期の運営経費などの初期費用の 80～90%までを外務省日本 NGO 連携無償資金協力の助成を得ている。それ以外は APEX と YDD が出資する予定である。プロジェクトの持続的な運営を可能にするための資金計画と、CER 売却収入を考慮した事業の経済性について検討する。

(2) 調査内容

本調査では、2 度の現地調査の実施に加え、プロジェクト実施サイトの現状、適用技術に関する情報については、JATI、及び APEX の協力を得て現地より必要な情報を入手した。また、プロジェクトの計画に基づき、方法論の適用性の検討、GHG 排出削減量の試算に必要な情報収集、及び環境影響評価やステークホルダーコメント等 PDD に必要な情報収集を行い、ドラフト PDD を作成した。これらの調査によって得られた 2. (1) に挙げる調査課題に対する成果を以下にまとめる。

1. ジャトロファ油生産技術

ジャトロファ油生産に関連する技術は、文献調査や APEX による実験実施に加え、現地でジャトロファ事業に関連する政府担当者や研究者を訪問し、技術面、政策面を中心にヒアリングを行った。その結果、ジャトロファ栽培、搾油・精製などの技術面に特に難しい問題があるわけではないが、現在のジャトロファ種子の収穫量（年間約 6 トン/ha）では、商業目的で事業を実施するためには採算性が十分ではないということであった。また、現在のビジネスモデルでは、企業が苗、肥料、及びインセンティブを農民に与えて事業化を試みるが、農民に十分なメンテナンス方法が指導されないことや、農民に土地の所有権がないことも継続が困難な理由として挙げられていた。

さらに、政策面ではジャトロファ油の値段が原油価格と競合することが指摘された。現在、インドネシア政府はバイオ燃料の使用を奨励している一方、原油に補助金を出していることが、ジャトロファ油がその価格で原油に競合できない理由とされている。

本プロジェクトは、採算性を追求する商業目的の事業ではなく、小規模で農民が持続可能な方法で運営していくことを目的としている。そのため、収穫量が問題になることはないだろうという専門家の意見であった。また、収穫された種子は、農民との交渉により、事前に契約した一定価格で購入することにより、ジャトロファを栽培する農民が事業を継続していくためのインセンティブを与える。さらに、本プロジェクトでは、ジャトロファ油は地域の発電所での軽油代替燃料として利用される予定である。発電所で利用されている産業用軽油は補助金対象外であるため、ジャトロファ油の販売価格が補助金と競合することはない。ジャトロファ油の使用先である地域の発電所からも理解を得ており、ジャトロファ油の価格は交渉の上、双方に便益のある価格を設定することを検討している。

2. 方法論適用性

1. ジャトロファ油を用いた発電、及び 2. ジャトロファの果実殻を用いたガス化発電には、AMS-I.A.ver.13「利用者のための発電 (Electricity generation by the user)」の改訂とその適用を検討する。また、本調査では、ジャトロファ油が再生可能なバイオマスエネルギーであることを示すため、AMS-III.T.ver.1「運輸用途の植物油製造・利用 (Plant oil production and use for transport applications)」を参照する。3. ガス化発電から発生する廃熱を利用した海水の淡水化には、AMS-III.Q.ver.3「廃エネルギー回収プロジェクト (Waste Energy Recovery (gas/heat/pressure) Projects)」の適用可能性を検討していたが、第 22 回小規模 CDM ワーキンググループ (2009 年 9 月) の結果を考慮すると、新規施設への本方法論の適用は難しいと考えている。

3. プロジェクトバウンダリー

本プロジェクトバウンダリーは、AMS-I.A.、及び AMS-III.T.に従って決定する。そのバウンダリーには、ジャトロファの植林地、ジャトロファ油生産工程、及びジャトロファ油を利用する発電所を含むと考える。

4. ベースラインの設定

本プロジェクトのベースラインシナリオは、本プロジェクトがなかった場合、当該発電所で軽油による発電が継続されることである。ベースライン排出量は、ジャトロファ油によって代替される軽油の燃焼による排出量となる。ジャトロファ油 400 トン分の軽油が代替された場合、そのベースライン排出量は年間 1,178.78 トン CO₂ と算出される。

5. プロジェクト排出量

AMS-I.A.にはプロジェクト排出量について記載されていないが、AMS-III.T.によれば、プロジェクト排出量には、種子の栽培、及び植物油の生産に関する排出を含むとされている。本プロジェクトでは、種子の栽培に関する排出はないとされるが、ジャトロファ油の生産工程での電力消費に伴う排出が考えられる。ジャトロファ油生産に必要な電力の一部は、ジャトロファの殻を利用したガス化発電によって供給されるが、軽油との混焼のため、軽油の燃焼によるプロジェクト排出が発生する。プロジェクト排出量は、ジャトロファ油 400 トンの生産に対して、年間 41.49 トン CO₂ になると試算される。

6. モニタリング計画

本プロジェクトのモニタリングは、AMS-I.A.、及び AMS-III.T.に従って検討した。それによると、ジャトロファ油を利用する発電所における発電量をはじめ、ジャトロファ油の生産量、消費量、ジャトロファ種子の収穫量、また発電所、及びジャトロファ油生産設備で消費される軽油の量などのモニタリングが必要と考えられる。

7. 資金計画及び事業の経済性

本プロジェクトの生産設備建設、苗木購入のための初期投資、及び 2011 年までの運転経費の一部は外務省の日本 NGO 連携無償資金協力の助成金で約 9 割までを賄う予定である。それ以外の費用は、APEX、JATI、及び YDD が自己資金で賄う。本プロジェクトにより生産されるジャトロファ油、コンポストが順調に販売されれば、その売上により必要経費を賄うだけでなく、収益をあげること

が可能となる。しかしながら、本プロジェクトの経済性は、ジャトロファ油の販売価格に大きく影響される。また、その価格は軽油価格の変動の影響を受ける。本プロジェクトを CDM として実施することによって得られる CER 売却収入が、プロジェクトの経済性向上と、ジャトロファ油販売価格の変動による本プロジェクトの経済性への影響を緩和することが期待される。

3. 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

15MW を超えない再生可能エネルギーを用いた発電には、小規模方法論 AMS-I.A.ver.13 「利用者のための発電 (Electricity generation by the user)」が適用できる。また、第 21 回小規模 CDM ワーキンググループ (2009 年 6 月) では、植物油を利用するプロジェクトへの方法論適用性に関するクラリフィケーション SSC_302 に対して、「理事会によって定められている再生可能バイオマスの定義に合致する持続可能なプランテーションより生産された植物油は小規模方法論のタイプ I に含まれる」ということが確認されている。したがって、本プロジェクトには AMS-I.A. の適用を検討する。

また、クラリフィケーション SSC_302 に対する小規模 CDM ワーキンググループの回答によると、植物油が再生可能なバイオマスエネルギー起源であることは、AMS-III.T 「運輸用途の植物油製造・利用 (Plant oil production and use for transport applications)」に定められる手順で示される。したがって、本プロジェクトのベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーは、AMS-I.A. 及び、AMS-III.T に従って設定する。

ジャトロファ油の発電利用について、そのプロジェクトバウンダリーは AMS-I.A.ver.13 には明確に示されていない。しかしながら、AMS-III.T では「作物の栽培場所、植物油の生産工程もプロジェクトバウンダリーに含める必要があるとされている」と述べられている。ここでは、AMS-III.T に従い作物の栽培、植物油の生産工程もプロジェクトバウンダリーに含めて検討する。海水の淡水化への廃熱利用は、前項 2. (2) に述べるように、新規施設への承認済み方法論の適用が難しいため、本活動はプロジェクトバウンダリーには含めないこととする。本 CDM プロジェクトのプロジェクトバウンダリーを図 1. に示す。

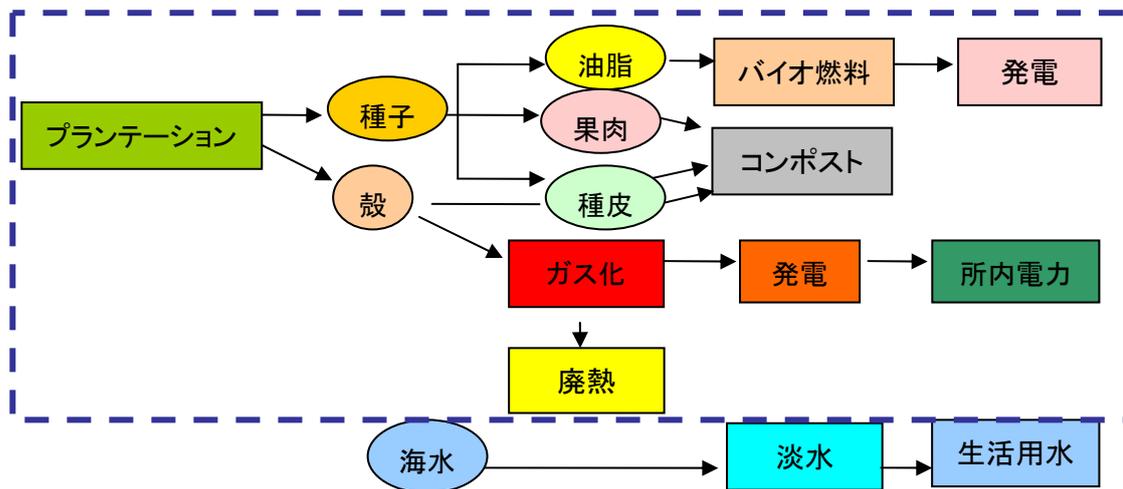


図 1. プロジェクトバウンダリー

ベースライン排出量は、AMS-I.A.に従って算出する。AMS-I.A.では、エネルギーベースラインは、既存の技術、またはプロジェクトが実施されなかった場合に利用されるであろう技術によって、プロジェクト活動と同等のエネルギーを生成するために消費される燃料の量とされている。本プロジェクトのベースラインシナリオは、本プロジェクトが実施されなかった場合、当該発電所では軽油が消費される。

ジャトロファ油の生産量は1年目50トン、2年目300トン、3年目以降は400トンと予定されている。これらのジャトロファ油全量が当該発電所で消費される予定で、ジャトロファ油の燃焼と同等のエネルギーが軽油の燃焼により生成された場合の排出量がベースライン排出量になると考える。400トンのジャトロファ油が軽油を代替した場合のベースライン排出量は下記(1)を用いて算出する。

$$\begin{aligned}
 BE_y &= \sum FC_{j,y} \times NCV_j \times EF_{CO_2,j} \\
 &= \sum FC_{k,y} \times NCV_k \times EF_{CO_2,j} \\
 &= 400 \times 39.77 \times 0.0741 = 1,178.78
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

各値は次のように定義される。

BE_y	=	ベースライン排出量 (tCO ₂)
$FC_{j,y}$	=	y年に消費される燃料j (tons)
NCV_j	=	燃料jの熱量 (GJ/ton)
$EF_{CO_2,j}$	=	燃料jの二酸化炭素排出係数 (tCO ₂ /GJ) : 0.0741 (IPCC データ)
$FC_{k,y}$	=	y年に消費される燃料k (tons)
NCV_k	=	燃料kの熱量 (GJ/ton) : 39.77
j	=	代替される燃料の種類 : 軽油
k	=	植物油の種類 : ジャトロファ油

したがって、各年のベースライン排出量は、ジャトロファ油の生産量に従って、表 1.のように算出される。

表 1. ベースライン排出量

	ジャトロファ油生産量 (トン)	ベースライン排出量 (tCO ₂)
1年目	50	147.34
2年目	300	884.08
3年目以降	400	1,178.78

(2) プロジェクト排出量

AMS-I.A.には、プロジェクト排出量について記載されていない。AMS-III.T.によれば、プロジェクト排出は、種子の栽培、及び植物油の生産に関する排出を含む。それぞれのプロジェクト排出量は「バイオマスプロジェクト活動におけるリーケージに関する一般的なガイダンス (General guidance on leakage in biomass project activities)」に従い、a) 植物油生産工程で利用されるエネルギーからの排出、及び b) 施肥及び、作物残渣に含まれる N₂O 排出に関して算出される。本プロジェクトでは、b) に該当する N₂O 排出はない。a) のプロジェクト排出量は式(2)より求められる。

$$PE_{OFF,k,y} = EC_{OFF,k,y} \times EF_{CO_2,ELEC} + \sum_i (FC_{OFF,j,k,y} \times NCV_j \times EF_{CO_2,j}) \quad (2)$$

各値は次のように定義される。

$PE_{OFF,k,y}$	=	y 年の作物 k から油を生産する工程 (搾油・精製) におけるプロジェクト排出量 (tCO ₂)
$EC_{OFF,k,y}$	=	y 年の作物 k から油を生産する工程における電力消費量 (MWh)
$EF_{CO_2,ELEC}$	=	グリッド排出係数 (tCO ₂ /MWh)
$FC_{OFF,j,k,y}$	=	y 年の作物 k から油を生産する工程における化石燃料 j の消費量 (tons)
NCV_j	=	化石燃料 j の熱量 (GJ/ton) : 43.0 (IPCC データ)
$EF_{CO_2,j}$	=	化石燃料 j の排出係数 (tCO ₂ /GJ) : 0.0741 (IPCC データ)

本プロジェクトでは、搾油・精製工程において系統からの電力消費はなく、すべて所内で発電された電力を利用する予定である。400 トンのジャトロファ油生産のために、110,250kWh の電力量が必要とされる。この電力量は、ジャトロファの殻を利用したガス化発電によって供給される。ガス化発電は固定床ガス化による出力 60~140kW の発電を予定している。軽油との混焼運転で、運転開始から正規の運転状態に達するまで 2 時間程度かかると想定されている。したがって、1 日 7 時間の稼働時間のうち、5 時間はガス化発電により、電力が供給される。また、ガスと軽油は 7 : 3 で混焼される。すなわち、消費電力量の 50% (5/7×0.7=0.5) がガスによって代替されると想定する。ジャトロファ油 400 トン生産のために消費される軽油は 13.02 トンとし、下記にプロジェクト排出量を算出する。

$$\begin{aligned}
PE_{OFF,k,y} &= EC_{OFF,k,y} \times EF_{CO_2,ELEC} + \sum_i (FC_{OFF,j,k,y} \times NCV_j \times EF_{CO_2,j}) \\
&= 0 + (13.02 \times 43.0 \times 0.0741) \\
&= 41.49
\end{aligned}$$

各年のジャトロファ油生産量に伴うエネルギー消費からの CO₂ 排出量は、表 2 に示す。

表 2. 植物油生産工程で利用されるエネルギーからの排出量

	$PE_{OFF,k,y}$ (tCO ₂)
1 年目	10.38
2 年目	31.12
3 年目以降	41.49

AMS-I.A. によれば、エネルギー生成機器の移転がある場合はリーケージが考慮される。本プロジェクトでは、機器の移転は発生しないため、それに伴うリーケージは発生しない。また、ジャトロファの栽培に関するリーケージは、AMS-III.T. に示されるように「バイオマスプロジェクト活動におけるリーケージに関する一般的なガイダンス」に従う。同ガイダンスに従って分析した結果、本プロジェクトによるリーケージはないと考えられる。

(3) モニタリング計画

バイオマス燃料を利用した発電に関するモニタリングは、AMS-I.A. に従って計画した。また、AMS-I.A. には示されていないが、植物油の生産・利用に関連して必要と考えられる項目を、AMS-III.T. を参考に検討した。その結果、表 3 にあげる項目のモニタリングが必要と考える。

表 3. モニタリング項目

モニタリング項目	パラメーター	単位
ジャトロファ油を利用した発電所における発電量	-	kWh/year
発電所におけるジャトロファ油消費量	$FC_{k,y}$	ton/year
発電所における軽油消費量	-	ton/year
ジャトロファ油の純熱量	NCV_k	GJ/ton
ジャトロファ種子の収穫量	-	ton/year
ジャトロファ種子の含油量	-	%
ジャトロファ油の生産量	-	ton/year
ジャトロファ生産設備で消費される軽油量	$FC_{OFF,j,k,y}$	ton/year
ジャトロファ栽培地面積	-	ha

また、表 3 の項目に加えて、方法論で求められている下記のような項目をモニタリング、検証する計画である。

- ・ 当該発電施設における軽油、及びジャトロファ油の特定燃料消費量を事前に特定。

- ・ ジャトロファ栽培のために、外部より肥料が投入されていないことの確認。
- ・ プロジェクト以前の活動の移転とバイオマスの競合利用が生じないことの確認。
- ・ APEX、及び YDD と発電所の間で締結された、APEX 及び YDD のみが CER の権利を有することを明記した契約書。
- ・ ジャトロファ油が輸出されていないことの確認。

モニタリングは、図 2 に示す体制で実施することを検討している。

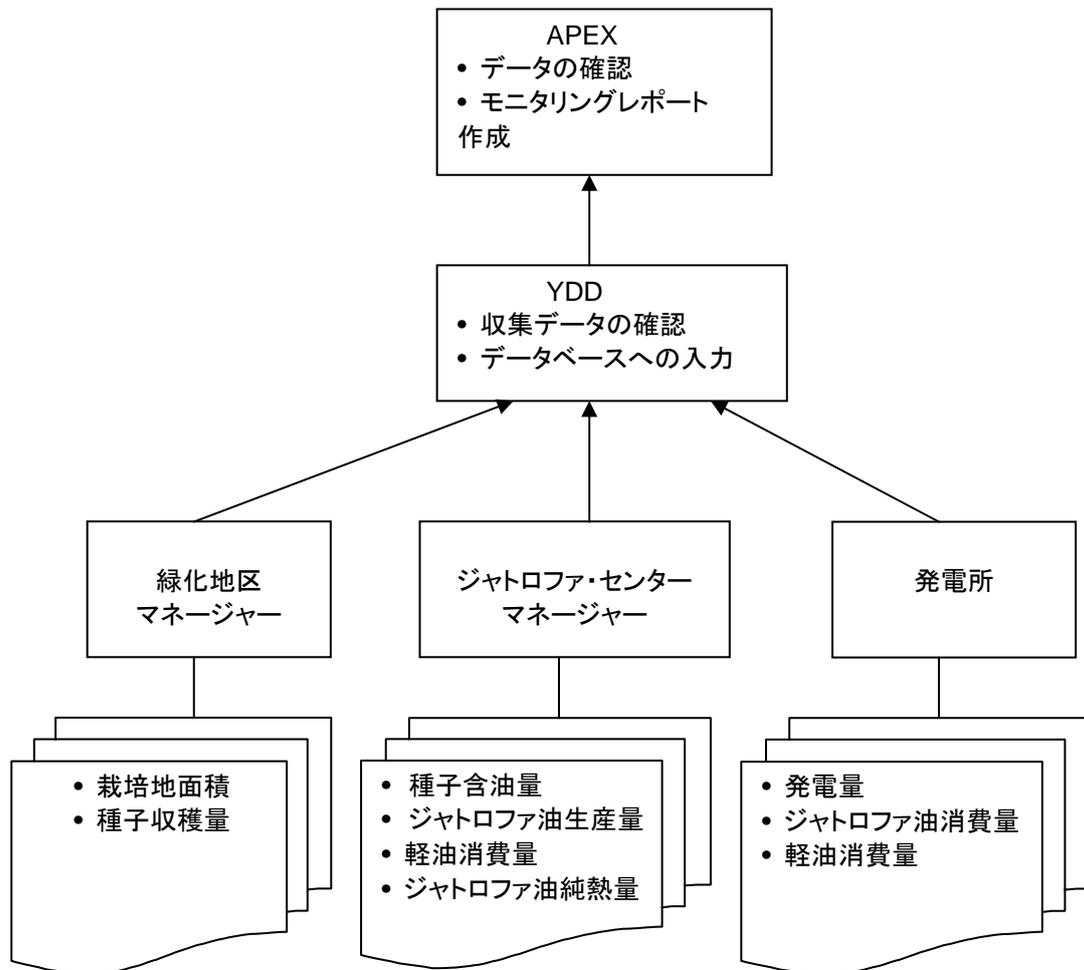


図 2. モニタリング実施体制

(4) 温室効果ガス削減量（又は吸収量）

本プロジェクトによる GHG 排出削減量の試算の結果を表 4 に示す。

表 4. GHG 排出削減量

年	ベースライン排出量 BE_y	プロジェクト排出量 PE_y	リーケージ LE_y	排出削減量 ER_y
2010	147.34	10.38	0	136.96
2011	884.08	31.12	0	852.96
2012	1,178.78	41.49	0	1,137.29

2013	1,178.78	41.49	0	1,137.29
2014	1,178.78	41.49	0	1,137.29
2015	1,178.78	41.49	0	1,137.29
2016	1,178.78	41.49	0	1,137.29
2017	1,178.78	41.49	0	1,137.29
2018	1,178.78	41.49	0	1,137.29
2019	1,178.78	41.49	0	1,137.29
合計	10,461.66	373.42	0	10,088.24

(5) プロジェクト期間・クレジット獲得期間

本プロジェクトでは、2009年10月7日に搾油・精製設備の建設に関する契約を締結した。したがって、この日をプロジェクト開始日とする。このプロジェクト開始以前に、CDM化を前提として、本CDM/JI事業調査を開始していること、またプロジェクトオーナーであるAPEXは、三菱UFJ証券とCDMコンサルティング契約を前提としたFS調査に関する契約を締結しているため、本プロジェクト開始日について問題ないとする。また、Prior Consideration of the CDM FormをUNFCCC及び、インドネシア国DNAに提出済みである。本プロジェクトのクレジット期間は2010年～2019年までの10年間と考えている。

(6) 環境影響・その他の間接影響

インドネシアでは、環境影響評価制度（AMDAL）が規定されている。AMDALの規定に従うと、本プロジェクトは、AMDALは不要だが、手続きや内容がより簡易なUKL（Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup：環境管理）及びUPL（Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup：環境モニタリング）の手続きをふむ必要がある。UKLとUPLは、事業を開始するためのライセンス発行の基礎となる。UKLとUPLのプロセスは環境担当国務大臣令2002年第86号によって規定されており、下記のような内容を示し、認可を受ける必要がある。

- ・ 開発者または事業主の情報
- ・ 事業計画の概要
- ・ 事業による環境影響
- ・ 環境管理及び環境モニタリング計画
- ・ サイン及び捺印

また、インドネシアでは、大気・水質・悪臭などの環境基準や、排出基準が政令もしくは大臣令で規定されている。それぞれの基準に関連する本プロジェクトの環境影響について述べる。

○大気汚染

本プロジェクトでは、ディーゼル発電機から排ガスが出る他は、格別排出されるガスはなく、特に問題ないと考えられる。

○水質汚濁

本プロジェクトでは、搾油・精製工場より排水が発生する。排水は油水分離し、生物処理した後、

土壌浸透させる予定である。排水の量も少なく、土壌浸透させることから、特に環境に対する負の影響は生じないと考えている。

○騒音・振動・悪臭

本プロジェクトでは、騒音、振動は問題にならないと考えられるが、搾油工程の搾り粕からコンポストを生産する予定であり、悪臭についてはその影響について注意する必要がある。

(7) 利害関係者のコメント

利害関係者のコメント収集は、本プロジェクト実施サイトであるシッカ県において、自治体関係者、住民、また電力公社の職員を対象に実施した。いずれの関係者からも、本プロジェクトに対する支持と期待を表すコメントが聞かれた。住民からの意見・質問とそれに対する APEX の回答を下記に示す。

○住民からの意見・質問と APEX からの回答

(住民)プロジェクトのために植林を行ったり、草を刈ったりする作業に対して、もしプロジェクトにお金があるのであれば労賃を払って欲しい。

(APEX)原則としてこのプロジェクトでは植林や養生、収穫は住民が自主的に行ってほしい。もし収穫があれば APEX が責任をもって買い取る。

(住民)今植えられているとうもろこしなどを犠牲にして事業を進めないほうがよいと思う。

(APEX)この事業では、今ある畑を犠牲にしてジャトロファを植えることは考えておらず、未利用の荒地を利用するのみである。

(住民)ジャトロファの買い取り価格をなるべく高く設定して、村人もやる気が高まり、地域の経済も向上するようにしてほしい。

(APEX)買い取り価格は重要なので、お互いにこの事業の中で最適な価格を探っていきたい。軽油価格の兼ね合いが重要である。

(住民)基本的にこのプロジェクトに賛同しており、積極的に参加したいと思っている。

(住民)乾季にジャトロファが過剰に乾燥するのを防ぐため、水溜めをつくり、そこに水を溜めて水やりをした方がよいのではないか。

(APEX)水を溜めて撒くためには、人手や水槽がいる。まずは雨季を待つ様子を見たい。必要があれば検討していく。

(住民)それぞれの植栽地に守衛所のようなものを設けて、それぞれの地域の人が見回りをして、ジャトロファの生育に支障がないように監視をしてはどうか。

(APEX)既に監視は行っている。

(住民)子供達にはジャトロファを植える意味がわからず、苗を傷つけたりすることもある。このプロジェクトのねらいや意義について学校でも紹介してはどうか。

(APEX)賛成である。

電力公社からも、自治体関係者や住民同様に本プロジェクトに対して協力的なコメントを得た。技術担当者からは、発電機の改造の必要性に対して質問があったが、APEX はその必要は無いことを説明した。

(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3に示す。

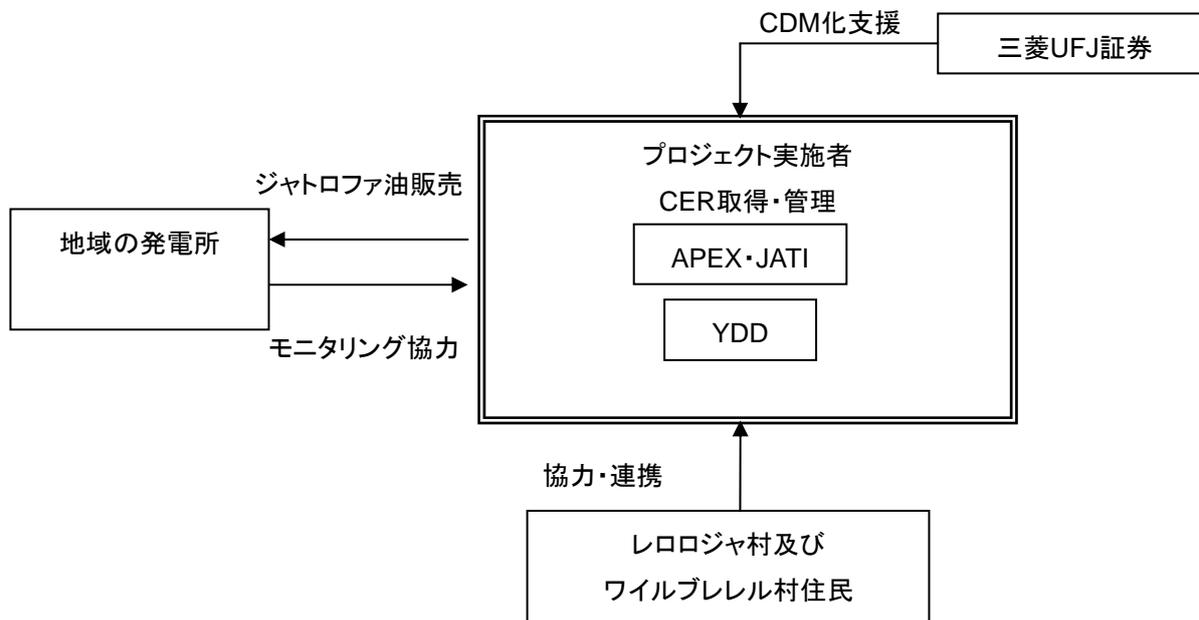


図3. プロジェクト実施体制

(9) 資金計画

本プロジェクトでは、ジャトロファ栽培のための苗木代や搾油・精製設備を含む生産設備への初期投資（約53百万円）と、その後の種子購入費やジャトロファ油生産のための運転経費（400トンの生産量に対し約11百万円）が必要となる。その資金源としては、生産設備等の費用、ならびに運転経費のうち2011年までの経費（但し、種子購入費を除く）は、外務省の日本NGO連携無償資金協力の助成金で約9割までを賄う予定である。それらに関する残りの約1割、2010～2011年の種子購入費ならびに2012年以降のすべての運転経費は、APEX、JATI及びYDDが自己資金でこれを賄う。自己資金部分の出費は、精製油、コンポストが順調に販売されれば、その売上によっても充足する予定である。

(10) 経済性分析

本プロジェクトは収益や、CER売却収入を初期投資回収費用の一部とすることを目的としたプロジェクトではなく、CER売却収入を持続可能な地域開発促進に活用することを目指している。

本プロジェクトの経済性は、生産されたジャトロファ油の販売価格に影響される。本プロジェクトでは、シッカ県の発電所において軽油を代替するためにジャトロファ油を使用する計画である。発電所による買い取り価格はまだ決定されていないが、その価格は軽油価格を考慮して交渉される。現在、発電所で利用されている軽油は政府の補助金対象外の産業用軽油で、その価格は市場価格に基づいて決定されている。現在は、1リットルあたり6,000ルピア（約60円）で購入されているといわれている。従って、ジャトロファ油の販売価格は4,500～5,500ルピア（約45～55円）での交

渉を想定している。本調査では、保守的にジャトロファ油 1 リットルあたり 4,500 ルピア（約 47,600 円/トン）、及び 4,000 ルピア（約 42,300 円/トン）の場合を想定して、本プロジェクトの経済性を分析した。また、それぞれ CDM として実施しない場合と、CDM として実施した場合の経済性を分析した。その結果、CER の売却収入は、決して大きくはないが、プロジェクトの経済性向上に貢献し、軽油価格の変動によるジャトロファ油買い取り価格の下落などの、プロジェクトの経済性への影響を緩和することが期待される。

(11) 追加性の証明

本プロジェクトの追加性は、1) 投資バリア、2) 技術バリア、及び 3) 一般的な習慣に起因するバリアによって論証される。

1) 投資バリア

本プロジェクトのような、低所得のコミュニティーを主体とした事業は、その初期投資を賄うための融資を受けることが困難なため、その初期投資の一部として外務省の助成金を活用している。しかしながら、ODA によりその初期投資のほとんどが賄われたとしても、種子の買い取り、事業運営、継続のための費用が必要となる。また、事業を継続していくためには、住民が安定した収入を得ることが不可欠である。本プロジェクトの収益は、ジャトロファ油の販売価格に影響される。インドネシアでジャトロファ事業の成功事例が少ない原因の 1 つとして、原油価格との関係が指摘されていた。原油価格の下落に伴い、ジャトロファ油の買い取り価格が下がることが、ジャトロファ事業の継続を妨げる原因として考えられる。本プロジェクトによる CER の売却収入は、プロジェクトの継続に必要な費用調達、及び原油価格の下落による、本プロジェクトの収益減少への影響を緩和することに貢献する。

ODA を活用した事業を CDM として実施するためには、付属書 I 国が「その資金が ODA の流用ではなく、それらの国の資金的義務とは別である」という確認を行うことが求められている。本プロジェクトを CDM として実施する際には、外務省より「本 CDM 事業において ODA は流用していない」ことを示す書面を取得する予定である。

2) 技術バリア

インドネシアにおいて、ジャトロファ事業は、注目されているにも係わらず、成功事例が非常に少ない。これは、優良な苗の選定・育成から植栽・保守・収穫、搾油・精製と利用に至るまでの一貫したシステムの形成と、関連する技術が確立していないこと、またメンテナンス方法など、住民への継続的な技術指導がないことも成功事例が少ない原因として考えられている。したがって、APEX 及び YDD の技術的な支援と住民への継続的な教育なしには、本プロジェクトは起こり得ない。

3) 一般的な慣習に起因するバリア

本プロジェクトの実施サイトであるレロロジャ村では、土地が痩せており、農作物の収量が少ないが、肥料を購入する経済的余裕がないため、焼畑により農地を広げることで収量を増やそうとすることが多い。野焼きは禁止されているが、依然として状況は改善されていない。本プロジェクトで、APEX と YDD による荒地の緑化とジャトロファの複合利用に関する支援と啓蒙活動がなければ、

住民は昔からの習慣を変えることは困難で、住民は焼畑を続けるであろう。

以上により、本プロジェクトは技術的バリア、投資バリア、及び一般的慣行に起因するバリアの存在が認められ、追加的であるといえる。

(12) 事業化の見込み

本プロジェクトは、現在までの実験、調査で技術的な問題はなく進められている。2010年1月末より、前年に植えられたジャトロファの種子の収穫、及びその種子の買い取りが開始されている。十分な種子が集まり次第、小規模パイロットプラントの試運転を開始する予定である。また、生産されたジャトロファ油は地域の発電所で試験的に使用する予定である。2度の現地調査で行った専門家へのヒアリング結果からも、ジャトロファ油の植栽、搾油・精製、及びその利用について技術的な問題はないと考えられる。一方、本プロジェクトの事業の継続のためには、安定したジャトロファ油の販売価格を設定することが重要となる。使用者である発電所と本プロジェクトの双方にとって、長期的に便益のある価格の設定を目指す。また、農民からの種子の買い取り価格についても、農民がジャトロファの栽培を継続するために十分なインセンティブとなるよう設定する。

プロジェクトの CDM 化のためには、方法論 AMS-I.A.の改訂を申請することが必要になる。AMS-III.T 中の植物油の生産に関する項目と整合するよう、AMS-I.A.の改訂案を作成することが必要となる。

4. 持続可能な開発への貢献に関する調査結果

本プロジェクトの実施により、GHG 排出削減だけでなく、植林による荒地の緑化、土地の肥沃化、水不足の緩和と住民の収入増大に貢献することが期待される。それぞれ期待される効果と、その評価が可能と考えられる項目についてはその方法に関する考察を下記に述べる。

1) 荒地の緑化

本プロジェクトの植林実施サイトであるレロロジャ村は、野焼きや森林伐採により、不毛な荒地が広がっている。このような未利用の荒地をジャトロファにより緑化することで、a) 土壌流出の防止、b) 土壌の水涵養力の向上、c) 野焼き・山火事の減少、d) 景観の改善などへの便益が期待される。c)、及び d)に関しては、プロジェクトの進行に伴い、住民に対するヒアリング等により、プロジェクト実施前後の違いを検証することが可能と考えている。

2) 水不足の緩和

対象地域は乾燥した気候の下、慢性的な水不足の状況であるが、本プロジェクトでは、廃熱を利用した海水の淡水化による水供給を計画しており、これにより、住民の生活の利便性の向上が期待される。生産される淡水の供給量については、計測が可能であり、効果の定量的評価が可能である。

3) 住民の収入増大

本プロジェクトにより収穫されたジャトロファの種子は、APEX と YDD が全量を買取ることとなっている。本プロジェクト開始後、買取り開始後の価格・買取り量に関するデータより、住民の収入向上にかかわる寄与を評価することができる。

以上より、本プロジェクトは対象地域の環境保全、及び住民の生活向上に寄与し、地域の持続可能な開発に貢献すると考えられる。また、本プロジェクトによってジャトロファの複合利用による地域開発モデルが確立されれば、フローレス島のみならず同様の状況下にある東ヌサトゥンガラ州を中心とするインドネシアの他地域へ拡大され、インドネシアの持続可能な開発に貢献することが期待される。