

平成 20 年度CDM／JI事業調査

モザンビーク・バイオディーゼル
CDM 事業調査

報告書

平成21年 2 月

シナネン株式会社

目 次

巻頭図

略語表

1.1	プロジェクトの背景・目的・内容	9
1.2	B.D.F 概要	9
1.3	調査業務従事者・調査実施体制	11
1.4	プロジェクトによるモザンビークの持続可能な開発への貢献	11
1.5	プロジェクトの妥当性	12
2 章	モザンビーク国の概要	13
2.1	一般事情	13
2.2	歴史・政治	13
2.3	経済	14
2.4	気候	15
2.5	エネルギー	16
2.5.1	エネルギー一般	16
2.5.2	石油・天然ガス	17
2.5.3	電力	17
2.5.4	再生可能エネルギー	20
2.6	資源	20
2.7	農業	20
2.8	運輸	23
2.9	CDM 実施体制	24
2.9.1	モザンビークの CDM 体制	24
2.9.2	CDM プロジェクトの承認体制と実績	25
2.9.3	CDM プロジェクトの承認基準	26
2.9.4	CDM プロジェクトの承認実績	28
2.10	モザンビークのバイオディーゼル導入現状	28
3 章	農業計画	30
3.1	ジャトロファの概要	30
3.2	農業対象地域	31
3.2.1	ジャトロファ栽培可能地域	31
3.2.2	栽培候補地概要	32
3.2.3	直営農場	33
3.2.4	契約栽培	35
3.3	土地制度	37
3.4	プロジェクト計画地の気象水文	37
3.5	栽培計画	38
3.6	栽培コスト	41

3.7	ジャトロファの毒性.....	44
3.8	農業の課題・検討事項.....	46
3.9	ジャトロファの収量.....	46
3.10	安定したジャトロファ収穫のためのシステム.....	47
3.11	試験栽培.....	50
4 章	設備計画.....	51
4.1	プラント設備予定地.....	51
4.2	輸送計画.....	51
4.3	ジャトロファ油と B.D.F 規格.....	51
4.4	エネルギー計画.....	56
4.5	年間維持管理費用.....	57
4.6	プラント設備費用.....	58
5 章	CDM 事業.....	60
5.1	CDM プロジェクトのベースライン及びプロジェクトシナリオ.....	60
5.2	方法論.....	60
5.3	ベースラインシナリオの同定及び追加性の証明.....	64
5.3.1	燃料の製造（Production of fuels: P）に関する活動.....	64
5.3.2	燃料の消費（Consumption of fuels: C）に関する活動.....	65
5.3.3	土地の利用（Land Use: L）に関する活動.....	67
5.4	プロジェクトバウンダリー.....	69
5.5	リーケージ.....	69
5.6	CO2 削減量.....	71
5.6.1	ベースライン排出量.....	71
5.7.2	プロジェクト排出量.....	72
5.6.3	排出削減量の算出.....	78
5.8	モニタリング計画.....	79
5.9	クレジット獲得期間.....	89
6 章	環境影響評価.....	90
6.1	モザンビークの自然環境.....	90
6.2	環境保護区.....	90
6.3	モザンビークの環境関連法.....	91
6.4	環境影響評価制度と手続き.....	92
6.5	社会環境.....	93
6.6	プロジェクトの環境影響と緩和策.....	94
6.7	利害関係者コメント.....	95
6.8	コベネフィットの算定.....	98
7 章	財務分析.....	100
7.1	プロジェクトコスト.....	100
7.2	CER 価格.....	100

7.3	財務評価条件.....	101
7.4	投資効果.....	102
7.5	感度分析.....	102
8 章	事業実施計画.....	108
8.1	関連諸機関.....	108
8.1.1	政府機関.....	108
8.1.2	ペトロモック社.....	109
8.2	実施体制.....	112
8.3	製品販売計画.....	113
8.3.1	B.D.F 製品販売と流通.....	113
8.3.2	B.D.F の大口消費家需要.....	114
8.4	資金計画.....	115
8.5	プロジェクト実施スケジュール.....	115
8.6	事業化への課題と方策.....	116

表リスト

表	EU の B.D.F 生産量.....	10
表	調査業務従事者.....	11
表	モザンビーク国一般指標.....	13
表	モザンビーク国州の面積と人口.....	13
表	モザンビークの貿易収支.....	14
表	モザンビークの輸出・輸入の品目・金額.....	15
表	モザンビーク各地の年間降水量.....	16
表	モザンビーク各地の月別平均最高・最低気温.....	16
表	モザンビークのエネルギー生産量と使用量.....	17
表	モザンビーク化石燃料輸入量、輸入総額、価格推移.....	17
表	モザンビークの主要発電計画.....	18
表	モザンビーク EDM 電力料金.....	19
表	モザンビークの電力出力構成.....	19
表	モザンビークの消費電力量.....	19
表	主要鉱物資源の採掘量と金額.....	20
表	農産物面積と生産量.....	21
表	モザンビークの農村人口および土地構成.....	21
表	モザンビーク道路種類・州別総延長.....	23
表	モザンビーク登録バス台数.....	24
表	モザンビーク鉄道貨物輸送実績.....	24
表	CDM 関連組織と役割.....	25
表	モザンビークのバイオ燃料プロジェクトリスト.....	29
表	ジャトロファ栽培適地面積 (灌漑非導入の場合).....	31

表	ガザ州郡別人口	33
表	農場候補地の土壌試験結果	34
表	ガザ州の商品作物	41
表	直営農場費用算定	42
表	委託栽培費用算定	43
表	農業費用まとめと販売単価	43
表	ジャトロファ栽培スケジュール	44
表	ジャトロファの収量例	47
表	トラック・列車の平均輸送距離と概念図	51
表	ジャトロファ油およびジャトロファ B.D.F の性状例	52
表	B.D.F プラントの仕様	52
表	ジャトロファ絞り粕の利用	53
表	B.D.F プラント設備電気使用量	56
表	B.D.F プラント設備ボイラー燃料使用量	56
表	B.D.F プラント設備燃料・水・原料使用量	57
表	ジャトロファ種のプラントまでの輸送量と輸送費用	57
表	B.D.F プラントにおける人件費	58
表	B.D.F プラントの年間維持管理費用	58
表	B.D.F プラント初期投資費用	58
表	B.D.F プラント建設スケジュール	59
表	モザンビークの環境関連法	91
表	水質・大気の大気排出基準	91
表	大気汚染基準と車両の大気汚染物質規制	92
表	ガザ州直営農場・契約栽培対象地の社会環境(Chibuto におけるインタビューより)	93
表	B.D.F プラントの廃水(例)	94
表	主要な環境影響と緩和策・マネジメントプラン	95
表	利害関係者コメント	96
表	プロジェクト初期投資費用	100
表	年次収益	100
表	プロジェクト年間維持管理費用	100
表	財務評価に適用した利子条件の仮定	101
表	費用便益と FIRR	102
表	CER 価格の変動による FIRR の変動	103
表	初期投資額の変動による FIRR の変動	103
表	B.D.F の販売価格変動による FIRR の変動	103
表	ジャトロファ収量の変動による FIRR の変動	104
表	凶作の頻度と FIRR	104
表	苗価格の変動による FIRR の変動	105
表	肥料価格の変動による FIRR の変動	105

表	メタノール価格の変動による FIRR の変動	106
表	ジャトロファ種買い取り価格の変動による FIRR の変動	106
表	トラックの燃料価格変動と単位輸送価格	107
表	ジャトロファ種買い取り価格の変動による FIRR の変動	107
表	プロジェクト申請書項目内容	109
表	Ecomoz 社のシェアホルダー	110
表	ペトロモック社関係のバイオ燃料プロジェクト	110
表	ペトロモック社 2005 年・2006 年財務収支	111
表	公共バスと列車貨物の軽油消費量	114
表	資金調達・返済計画	115
表	プロジェクト実施スケジュール	116

図リスト

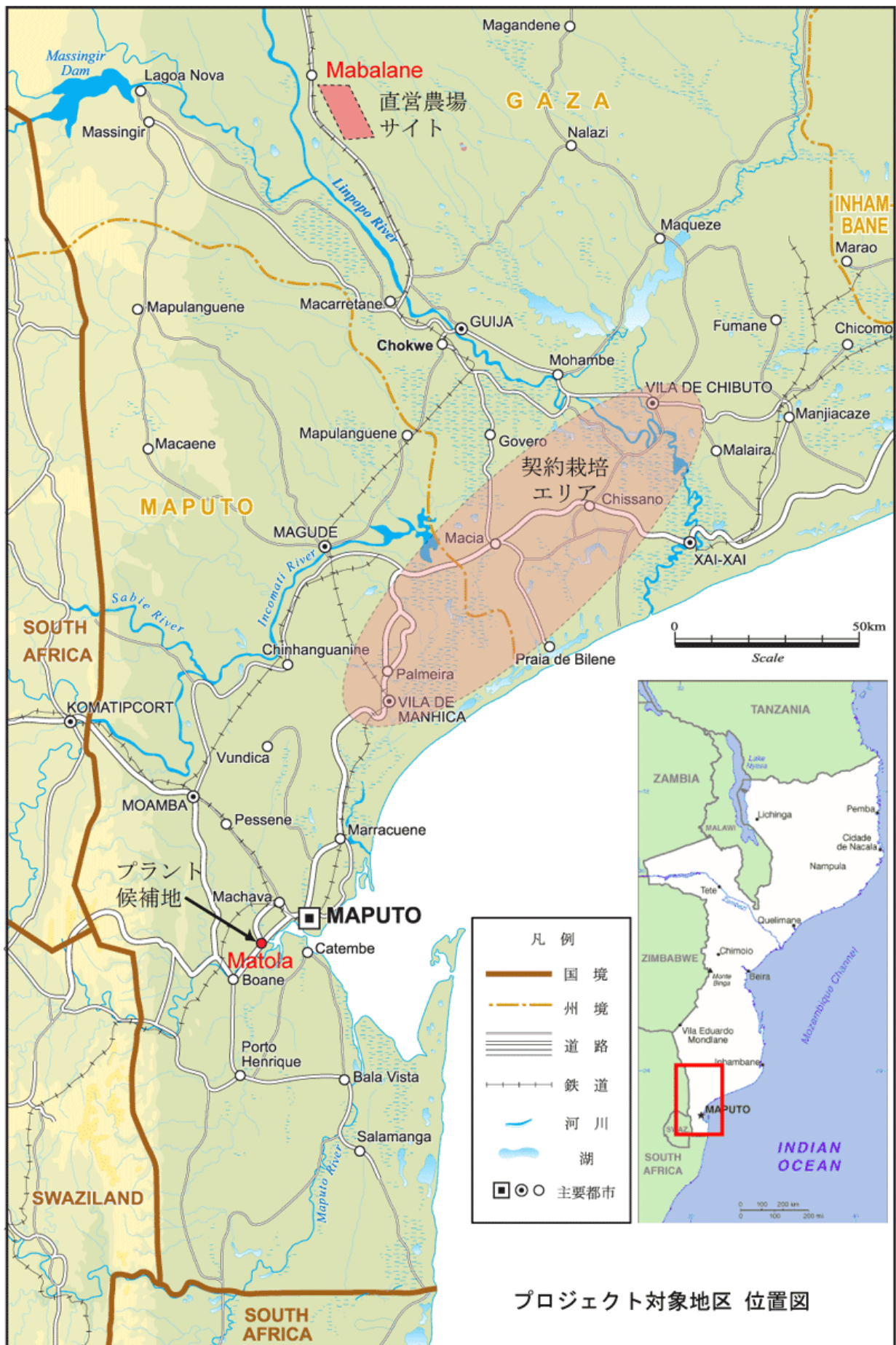
図	バイオディーゼルの生成反応	10
図	世界の B.D.F 生産量	10
図	調査実施体制	11
図	モザンビークセクター別・国別投資額	15
図	モザンビークの年間降水量・年間平均気温分布	16
図	モザンビークの既存・計画送電線と発電所	18
図	モザンビーク乾燥湿潤土地図と土地利用ポテンシャル図	22
図	モザンビークの植生・土地利用図と土地利用面積	23
図	モザンビークのジャトロファ栽培適地図	32
図	Mabalane 農地候補地	34
図	Mabalane 郡都と周辺村落農民	34
図	農地候補地周辺の LANDSAT TM 画像	35
図	契約栽培地周辺の LANDSAT TM 画像	36
図	Chibuto 郡村落と Chibuto 周辺休耕地	37
図	プロジェクト地域周辺の年間降水量と月別平均気温	37
図	プロジェクト地域周辺の月間平均・最高・最低降水量と月別平均気温	38
図	ジャトロファ栽培フロー	39
図	ジャトロファの系統別枝・種子量	48
図	ジャトロファの系統別種子重量・含油率・ホルボールエステル含量	48
図	B.D.F 製造プロセスフロー	54
図	プラント設備レイアウト図	55
図	モザンビークの環境保護区及び面積	90
図	モザンビークの環境ライセンス取得手続きフロー	92
図	B.D.F と大気汚染物質排出量の関係	99
図	欧州 EUX における CO ₂ 削減量取引量とトン当たり CO ₂ 価格変動	101
図	CER、初期投資額、B.D.F 販売額の変動に関する感度分析結果	104

図 材料価格の変動に関する感度分析結果	107
図 投資事業の承認プロセス	109
図 ペトロモック社販売量及び売上げ推移	111
図 ペトロモック組織体制図	112
図 プロジェクト実施体制図	113
図 製品流通フロー	114

通貨：1 MT (Metical) = 25.0 US\$

1US\$ = 100 Yen

本報告書のデータ・情報は、特に表記のない限り、2008 年 10 月時点とする。



略語表

略号	名称	Name
AfDB	アフリカ開発銀行	African Development Bank
AFRECO	アフリカ開発協会	Association of African Economy and Development Japan ECA Committee
B.D.F	バイオディーゼル燃料	Bio Diesel Fuel
CDM	クリーン開発メカニズム	Clean Development Mechanism
CER	認証排出削減量	Certified Emission Reductions
DNA	指定国家機関	Designated National Authority
EIA	環境影響評価	Environment Impact Assessment
FAME	脂肪酸メチルエステル	Fatty Acid Methyl Ester
FAO	国際連合食糧農業機関	Food and Agriculture Organization
GEC	地球環境センター	Global Environment Centre Foundation, Japan
JBIC	国際協力銀行	Japan Bank for International Cooperation
JICA	国際協力機構	Japan International Cooperation Agency
KOH	水酸化カリウム	Potassium Hydroxide
PRSP	貧困削減戦略文書	Poverty Reduction Strategy Papers
WB	世界銀行	World Bank
FIRR	内部収益率	Financial Internal Rate of Return
GDP	国内総生産	Gross Domestic Product
PDD	プロジェクト設計書	Project Design Document
O&M	運転維持管理	Operation and Maintenance
PPP	官民連携	Public-private Partnership
ToR	調査事項	Terms of Reference

略号	モザンビーク各省・機関名称	Name (上段 英語/下段 ポルトガル語)
CEPAGRE	農業振興センター	Center for Promotion of Agriculture Centro de Promoção da Agricultura
CPI	投資庁	Investment Promotion Center Centro de Promoção de Investimentos
IIAM	農業研究機関	Agricultural Research Institute of Mozambique Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
MICOA	環境省	Ministry of Coordination and Environment Affairs Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental
MCT	科学技術省	Ministry of Science and Technology Ministério da Ciência e Tecnologia
MoA	農業省	Ministry of Agriculture Ministério da Agricultura
MPD	開発計画省	Ministry of Development Planning Ministério da Planificação e Desenvolvimento
MRME	エネルギー省	Ministry of Natural Resources and Energy Ministério dos Recursos Minerais e Energia
MTC	交通通信省	Ministry of Transportation and Communication Ministério de Transportes e Comunicação
UEM	エドワルドモンドラネ大学	Universidade Eduardo Mondlane

1 章 プロジェクトの概要

1.1 プロジェクトの背景・目的・内容

本調査事業は、モザンビーク共和国の首都マプート市の北東に位置するガザ州でジャトロファの委託栽培及び新規農園の開発を行うと共に、バイオディーゼルフューエル（以下 B.D.F）製造プラントを建設して、ジャトロファを原料に B.D.F を製造し販売する事業と、製造した B.D.F を軽油に 10%から 20%混合し、現地のカウンターパートであるペトロモック社と共に、マプート市の公共バス等に供給することにより二酸化炭素排出量を削減する事業の実現可能性を調査するものである。

同国は最近の経済発展に伴い、車両台数の急増や化石燃料の利用増大による大気汚染が深刻な問題となっている。そこで、ホスト国における公害対策のコベネフィットとして、B.D.F 利用によりディーゼル排気ガス中に含まれる浮遊粒子状物質（PM）及び一酸化炭素（CO）、炭化水素（HC）の軽減などの効果が期待できる。また、ジャトロファの種子の搾り粕は、B.D.F 製造時に発生するグリセリンと混合して家庭用の固形燃料とし、地域住民への無償或いは安価で提供する。これにより、住民の薪伐採・収集の労力を低減し、森林伐採の防止に貢献することが期待できる。

プロジェクトの概要は以下の通りである。

- 対象サイト：モザンビーク共和国ガザ州及びマプート市
- プラント候補地：マプート市郊外
- 農場候補地：ガザ州 Mabalane 郡、Bilene 郡、及び Chibuto 郡
- カウンターパート：ペトロモック社（Petróleos de Moçambique, S.A.）
- ジャトロファ栽培面積：29,000 ha（直営農場：13,000 ha, 契約農家：16,000 ha）
- ジャトロファ油収穫量：35,000 t/年間（植え付け後 6 年目以降）
- B.D.F 製造能力：3.3 万 t/年間（最大 100 t/日）
- 温室効果ガス予想削減量：65,847 万 t/年

1.2 B.D.F 概要

B.D.F は、動植物由来の油を変換することによる軽油の代替燃料である。一般的にはナタネ、ヒマワリ、大豆などの油をエステル変換することにより、粘度や凝固点、曇り点など軽油の性状に近づけたものである。バイオディーゼルのエネルギーとなる炭素分は、元々空気中の二酸化炭素由来であるので、B.D.F.燃焼からの炭素分の排出による大気中二酸化炭素の増加は生じない。これをカーボンニュートラルと言う。肥料や農機の使用、収集運搬などに必要な燃料のインプットを考慮すると、40-60%の二酸化炭素排出削減が期待される¹。

バイオディーゼルの生産コストは一般的に 0.6-0.8 US\$/L と言われているが、材料となる動植物油の収集・買い入れ額により変動は大きい。特に近年の原油高に連動した植物油の価格の乱高下には大きく影響を受けている。

現在、実用化され商用運転にある一般的な B.D.F.の製造方法は、動植物油の主成分である脂肪酸をメタノールとアルカリ触媒下で反応させ、脂肪酸メチルエステルを生成するものである。この

¹ IEA Energy Technology Essentials-Biofuel Production, Jan 2007

脂肪酸メチルエステルが軽油代替となる。副産物としてグリセリンができる。他に水熱反応を利用する無触媒法、水素添加を行う方法などがあるが、コストが高く現状では一般的ではない。

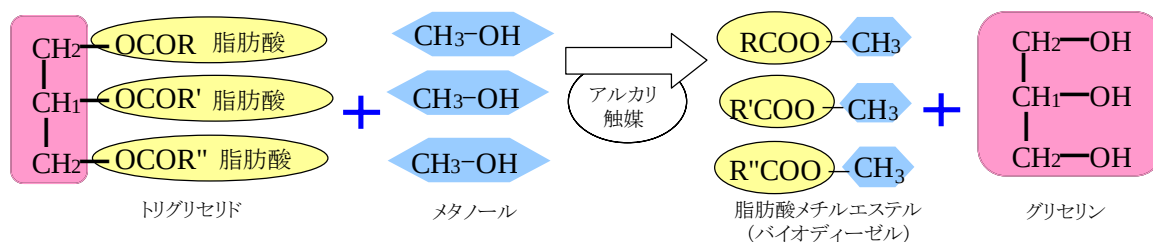
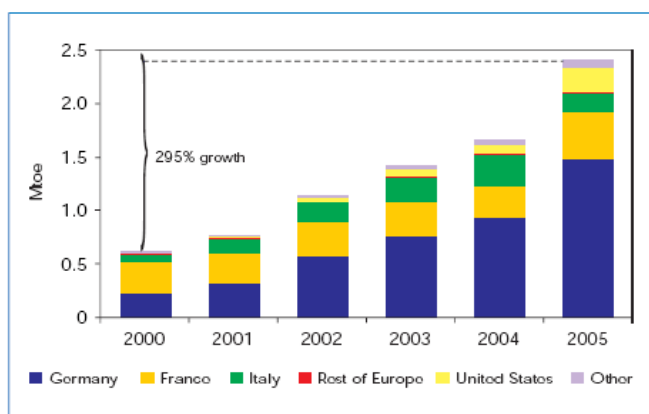


図 バイオディーゼルの生成反応

B.D.F 生産の世界的な傾向では、2000 年から 2005 年までに、生産量は約 3 倍に増加した。世界の生産量は 2004 年に 2.1 百万 kL であり 2005 年には 3.9 百万 kL であった¹。世界の生産量の内約 6 割をドイツが占めており、フランス、アメリカ、イタリアと続く。B.D.F の生産量の 8 割以上が EU である。EU における 2005 年から 2006 年の伸びは 56%であり、2006 年から 2007 年の伸びは 17%とやや鈍化したが、依然として伸長を続けている。2005 年までの世界の B.D.F 生産量の伸びと、2005 年～2007 年の EU の B.D.F 生産量を、下の図・表に示す。



出典：IEA analysis based on F.O.Lichts – IEA World Energy Outlook 2006

図 世界の B.D.F 生産量

表 EU の B.D.F 生産量

国名 (EU 上位10位)	生産量 (x 000 tones)		
	2007	2006	2005
ドイツ	2,890	2,662	1,669
フランス	872	743	492
イタリア	363	447	396
オーストリア	267	123	85
ポルトガル	175	91	1
スペイン	168	99	73
ベルギー	166	25	1
イギリス	150	192	
ギリシャ	100	42	3
オランダ	85	80	71
EU合計	5,713	4,890	3,133

出典：Statistics, European Biodiesel Board 2008

B.D.F の原料となる植物油は、大豆、ヒマワリ、ナタネ、パームなど各種あるが、原油価格の高騰に伴う食料価格の上昇により、食料との競合が問題となっている。特にアフリカ諸国は、輸送費やトラクター燃費の上昇に伴う農業コストの上昇が直接的に農家の収支状態に影響を与え、農民の生活に打撃を与えている。B.D.F の原料となる植物油の価格も高騰し、B.D.F プラントにまで原料油が回らず、プラントが非稼働の状態となっている場合も多い。一方、ジャトロファは、油に毒性があり食料と競合しない。また、食糧植物の栽培の難しい低降水量や傾斜地、条件の悪い土質でも栽培可能である。これらの点により、ジャトロファは新規の B.D.F 原料として、食糧生産に用いられていない半乾燥地域で有用な作物として、アフリカ諸国を初め注目されている

アフリカにおいては、英国国際石油資本の BP が D-1 グループと提携して D1-BP Fuel Crops Ltd を設立した。D1-BP は既に各国に 172,000 ha の栽培契約を有している。D1-BP は今後 2 年間で 160 億 US\$ を投資し、ジャトロファ栽培用に合計約 100 万 ha を開墾し、年間約 200 万トンのバイオデ

イーゼルを製造する計画を打ち出している²。アフリカ諸国はバイオ燃料を新たな国家収入源とするよう、投資制度整備等を進めている。尚、South African National Biodiversity Institute はアフリカでは 1080 百万 ha で *Jatropha Curcas* の栽培が可能と試算している³。

1.3 調査業務従事者・調査実施体制

調査実施体制を、下図の通り示す。

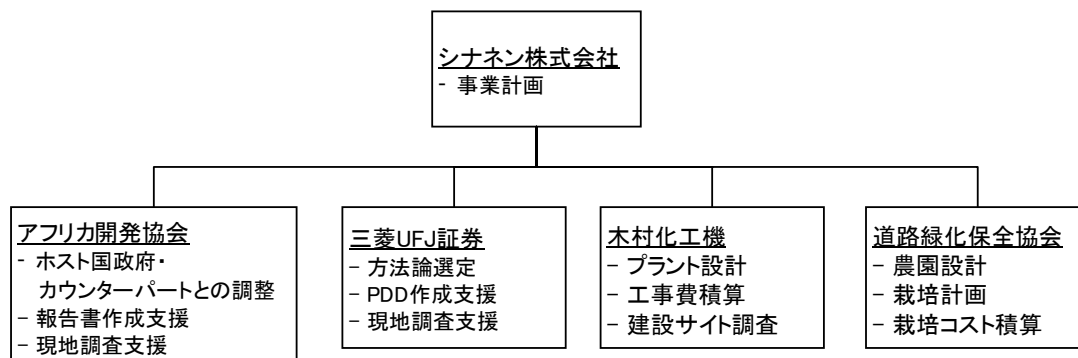


図 調査実施体制

調査業務従事者を以下の表に示す。

表 調査業務従事者

名前	担当	所属
谷内 弘明	調査団長・事業計画	シナネン株式会社
長沼 秀明	調査計画・現地調査調整	アフリカ開発協会
縫部 敦子	CDM・PDD 作成支援	三菱 UFJ 証券株式会社
中岡 康人	プラント計画	木村化工機株式会社
合田 真	農園・栽培計画	道路緑化保全協会 (日本植物燃料株式会社)
中川 由香	バイオマス計画・事業費積算・環境	アフリカ開発協会 (日本工営株式会社)

1.4 プロジェクトによるモザンビークの持続可能な開発への貢献

本プロジェクトのモザンビークへの持続可能な開発への貢献は、以下の点である。

- 国産の代替燃料の供給による燃料の供給安定と外貨の流出抑制
- B.D.F の軽油代替による都市大気汚染の軽減
- 農村の雇用創生と都市との格差低減、薪代替燃料の提供による家庭内生活環境改善

モザンビークでは、近年の経済発展の影響を受け、電力及びエネルギー消費量は着実に増加している。また、世界的な原油高騰の影響より、本年 2 月にはモザンビーク国内に燃料高騰を理由に、公共交通機関であるマイクロバス運行会社がバスの運賃を 50%値上げした。これに不満を持った市民による大規模な暴動に発展した。政府は道路交通連盟(Federation of Road Transport Association: FEMATRO)と直接交渉を行い、運賃の値上げを解消させ、ミニバスのオーナーに対しては、燃料

² <http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=2012968&contentId=7034453>

³ <http://ecoworld.com/features/2005/08/21/jatropha-in-africa/>

購入の補助金を与える形で事態の終結を図った。

その後も、世界全体としての原油高に呼応する形でモザンビーク国内の燃料高は続いており、ガソリンは 40MT/L 前半、軽油は 35MT/L 後半程度でそれぞれ推移している。これは、南アよりも高い。こうした状況を踏まえ、市民の生活に不可欠な公共交通機関の運行維持を図るため、本プロジェクトの実施による代替燃料の導入は、モザンビークの持続可能な開発に貢献する。

また、首都マプトは、近年の車両増加により大気汚染が深刻である。一方、B.D.F の軽油燃料の混合によるクリーンな燃料の利用は、温室効果ガス排出削減を実現するのみならず、燃料の燃焼時に排出される大気汚染物質を削減し、都市環境を改善する。

さらに、ジャトロファの栽培を農家に委託することにより、農民の現金収入を増やし、生活水準の向上が期待されることも想定される。また、B.D.F の製造過程から出るグリセリンにジャトロファ種の搾り粕を混合したものは、固形燃料として用いることができる。これらを近郊の住民に無料もしくは安価で譲り渡すことにより、無電化地域における熱源としての燃料になるなど、社会的側面へのプラスの効果も期待される。

1.5 プロジェクトの妥当性

2008 年に制定されたモザンビーク国のエネルギーポリシーには、以下の目的が掲げられている。

- 家庭内燃料の確保のための植林の推進
- エネルギー源の開発にかかる投資プロジェクトの推進とプライベートセクターの増進
- エネルギーの輸出の増進
- 環境に良い太陽光・風力・バイオマスなどの代替エネルギーの推進

本事業は上の全てに合致し、モザンビークのエネルギー戦略に則ったものであると言える。

また、2008 年 5 月に世界銀行の支援により、“Mozambique Biofuels Assessment” の最終報告書が提出された。これはモザンビークにおけるエネルギーポリシーのうち、再生可能エネルギー局のバイオ燃料導入指針として採用される予定である。同書はモザンビークのバイオ燃料導入を促進するため、社会・経済・環境面の便益を最大化し、インパクトを最小化する指針を述べている。燃料植物原料は多様であるべしとしている。一方、ジャトロファを、農業生態的に持続可能であり、社会経済環境的に資するものであり、バイオディーゼルの原料として望ましいと位置づけている。ジャトロファを原料にする本事業は、政府のバイオ燃料導入方針に則るものであるといえる。

2 章 モザンビーク国の概要

2.1 一般事情

モザンビークの人口は約 2100 万人(2008 年)、人口増加率は約 2.7%(1990-2006 年)である。面積は約 80 万 km² で日本の約 2.1 倍。公用語はポルトガル語であり、英語は都市の一部で通じる。約 1/4 がカトリックであり、イスラム教徒も 2 割弱を占めている。貧困率は 5 割を超え、識字率は約 48% である(2003 年)。モザンビークの一般的な指標を、以下の通り示す。

表 モザンビーク国一般指標

項目	指標・数値	データ年	参照
人口	21,284,701人	2008	*2
民族構成	アフリカ人 99.6% (Makhuwa, Tsonga, Lomwe, Sena他), ヨーロッパ人0.06%, ユーロ アフリカン0.2%, インド人0.08%		*2
宗教	キリスト教41.3%, イスラム教 17.8%, その他 17.8%, 無し23.1%	1997	*2
人口増加率	2.7%(1990-2006)、1.8%(2006-2015予想)		*2
都市人口	38%		*1
面積	面積:799,300km ² 、国境線:4571km		*2
出生率	28.21人/1000人	2008	*2
死亡率	20.29人/1000人、乳幼児死亡率:107.84人/1000	2008	*2
	5歳以下幼児死亡率:235人/1000人(1990)、138人/1000人(2006)		*1
平均寿命	41.04歳 (65歳まで生存率男:25%、女:29%)	2008	*2
貧困率	55.3%(地方)、51.5%(都市部)、54.1%(全体)	2002-2003	*1
GNP	65億ドル、一人当たりGNP:310ドル(国別193位)	2006	*1
GDP成長率	国全体8.0%、一人当たり5.7%	2005-2006	*1
5歳以下幼児貧栄養率	21%	2000-2006	*1
小学校卒業率	26%(1991)、42%(2006)		*1
識字率	47.8% (男性:63.5%、女性:32.7%)	2003	*2

*1 World Development Indicators, 2008, World Bank

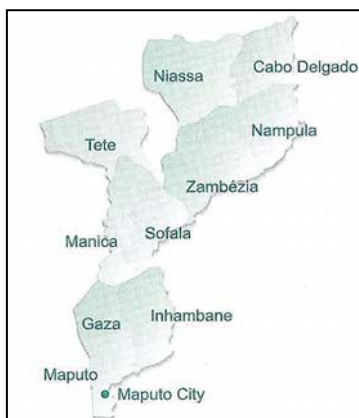
*2 The World Fact Book, CIA

*3 Instituto Nacional de Estatística, Mozambique

モザンビーク国は 10 の州都 1 の首都行政市より成る。それぞれの州、人口、人口密度を下の表に示す。

表 モザンビーク国州の面積と人口

州	面積(km ²)	人口	人口密度 (人/km ²)
Niassa	129,056	1,178,117	9.1
Cabo Delgado	82,625	1,632,809	19.8
Nampula	81,606	4,076,642	50.0
Zambezia	105,008	3,892,854	37.1
Tete	100,724	1,832,339	18.2
Manica	61,661	1,418,927	23.0
Sofala	68,018	1,654,163	24.3
Inhambane	68,615	1,267,035	18.5
Gaza	75,709	1,219,013	16.1
Maputo Province	26,058	1,259,713	48.3
Maputo City	300	1,099,102	3,663.7
TOTAL	799,380	20,530,714	25.7



出典: Resultados Preliminares, 3rd Censo General, 2007

2.2 歴史・政治

モザンビークの独立は 1975 年 6 月 25 日である。1884～85 年のベルリン会議においてモザンビー

クはポルトガル領東アフリカと位置づけられた。1962年にモザンビーク解放戦線(FRELIMO)が結成され1975年に独立。FRELIMOは単独政党となり、社会主義路線が採られた。産業は国有化され、集団農場が設置された。一方、反社会主義ポルトガル人主体の反政府組織、モザンビーク民族抵抗運動(RENAMO)が独立後に結成され攻勢に出た。隣国の共産圏を警戒した南アがRENAMOを支援した。RENAMOのゲリラ活動は激化し、内戦の拡大によって医療や教育制度は崩壊、農業もほぼ生産休止となった。1990年までに推定90万人が殺害され、130万人が国外へ脱出した。事態の收拾をはかるため、FRELIMOは89年に社会主義を放棄、90年に複数政党制を定めた新憲法を導入した。FRELIMOとRENAMOは92年10月にイタリアのローマで包括和平協定に調印し、内戦は終結した。130万人の難民も国際連合の支援により帰還した。

1994年10月、複数政党制のもとでの最初の選挙が実施され、シサノ大統領が選任された。FRELIMOが250議席中129議席を獲得し、議会第一党となり、RENAMOは議会で112議席を獲得した。また、1999年12月の大統領選挙では、シサノが3選を果たし、同時に実施された議会選挙ではFRELIMOが133議席、RENAMOが117議席を獲得した。2004年12月の大統領・議会選挙では、FRELIMOが過半数を超える160議席を獲得した。この時、シサノの後継者としてFRELIMOのアルマンド・ゲブーザ書記長が第3代大統領に選出され、現在に至る。

2.3 経済

モザンビークは植民地時代から開発特許を通じて外資が導入されて、南アフリカ(南ア)との結びつきを強めてきた。現在も、直接海外投資は南アの投資額が最も大きい。

モザンビークの主要な輸出品目はアルミニウム塊、電気、天然ガス、タバコ、エビ、砂糖、綿花、木材、カシューナッツ、である。一方、輸入品目は輸送・電気機器、食料品、化学製品などである。主要な輸出・輸入国は南アであり、南アへの経済依存は大きい。輸入超過が継続しているが、近年、貿易赤字額は減少傾向にある。

表 モザンビークの貿易収支

項目	2002	2003	2004	2005	2006
GDP (million US\$)	4,094	4,789	6,086	6,636	7,296
GDP成長率 (%)	8.2	7.9	7.2	7.0	7.9
一人当たりGNP	226	259	312	315	367
インフレ率(%)	16.7	13.4	12.6	6.4	12.5
輸出額(million US\$)	680	1,044	1,452	1,745	2,381
輸入額 (million US\$)	1,263	1,672	1,754	2,242	2,869
輸出-輸入 (million US\$)	-583	-628	-302	-497	-488
為替レート (Mtc/US\$)	23.7	23.8	22.6	23.1	25.5

出典: Centro de Promoção de Investimentos

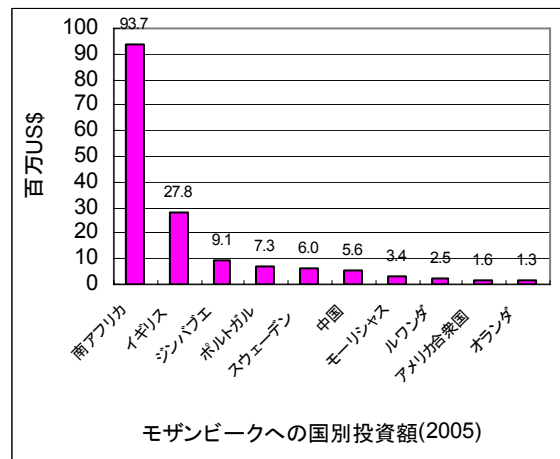
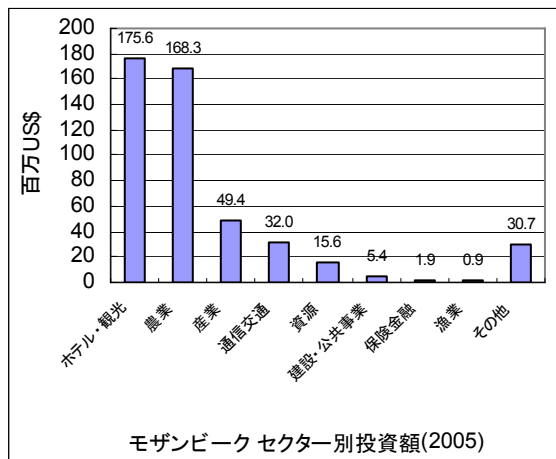
モザンビークの最大の民間投資であり同時に最大の収益を有するのは、アルミニウム精錬所モザール(Mozal)である。モザールの製品はモザンビークの総輸出額の6割以上を占めており、モザンビーク経済の要となっている。

90年代の終わりから毎年10%以上の経済成長を記録しているものの、国民の多くは貧困から脱していない。2006年のGDP(国内総生産)は65億US\$、国民1人当たり約310US\$で、世界の最貧国のひとつに止まっている。

表 モザンビークの輸出・輸入の品目・金額

輸出製品	額 mil US\$	割合%	輸入製品	額 mil US\$	割合%
アルミニウム	1,401.3	58.9%	アルミニウム	564.1	19.7%
電力	177.8	7.5%	機械	397.6	13.9%
タバコ	110.3	4.6%	化石燃料	288.6	10.1%
ガス	109.6	4.6%	自動車	208.1	7.3%
エビ	86.6	3.6%	穀物	179.5	6.3%
砂糖	71.3	3.0%	電力	83.7	2.9%
綿花	45.6	1.9%	薬品	39.2	1.4%
カシューナッツ	36.6	1.5%	その他	1,108.5	38.6%
木材	35.5	1.5%			
その他	306.5	12.9%			
合計	2,381.1	100.0%	合計	2869.3	100.0%

出典： Centro de Promoção de Investimentos



出典： Centro de Promoção de Investimentos

図 モザンビークセクター別・国別投資額

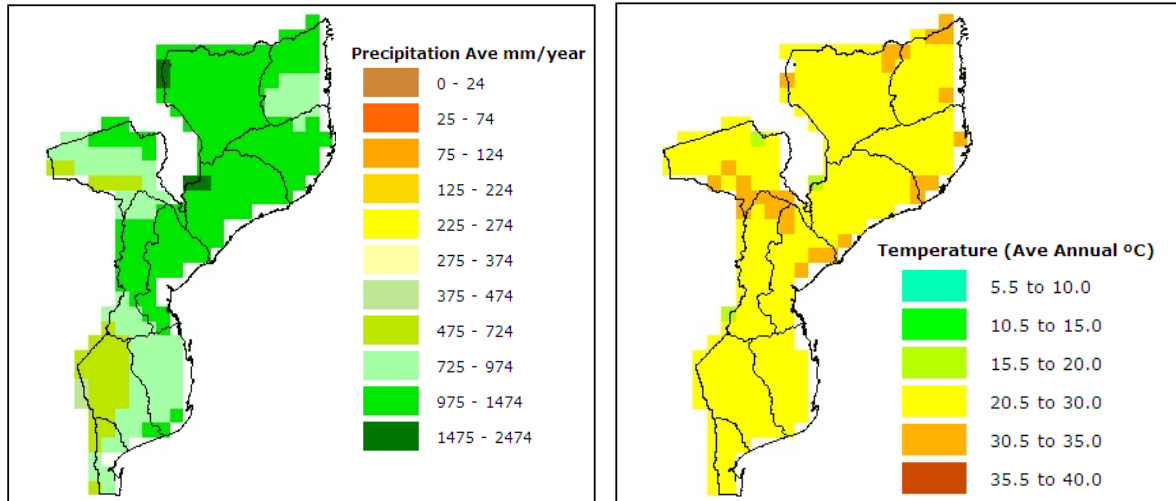
一方、モザンビークは隣国からの資源輸出のための国際港を有する回廊国であり、地理的な利点を有している。現在、世界銀行、アフリカ開発銀行、日本国際協力銀行が、鉄道や道路インフラの復興に資金を拠出している。モザンビークは復興の中にあり、アフリカ諸国でも大きな開発のポテンシャルを持っている国である。

モザンビークの VAT(付加価値税)は 17%である。法人所得税は通常 32%であり、農業事業については 2010 年まで 10%となっている。更に、社会保障税が従業員給料の 7%課される。このうち 3%までは給料から差し引きできるが、残り 4%は雇用者負担となる。

2.4 気候

モザンビークは概してサバンナ気候である。海岸側はインド洋のモンスーンの影響で、10 月から 3 月にかけて雨季となり、それ以外の月は乾季となる。ザンベジ川のデルタでは年間降雨量が 1400mm に達するが、首都マプトを含む南部は降雨量が少ない。また海岸部から内陸に向けて降水量は減少する傾向にある。冬である 7 月の平均気温は、南部のマプトで約 18° C。夏の 1 月の平均気温は沿岸地方で約 27° C であり、高地ではそれより低くなる。

河川の多くは、西部の高地から東部のモザンビーク海峡に流れる。最大の川はザンベジ川で、アンゴラ、ザンビア、ジンバブエなどを流れる国際河川である。カホーラバッサ湖の手前からモザンビークに入る。



出典：FAO (<http://www.fao.org/countryprofiles/>)

図 モザンビークの年間降水量・年間平均気温分布

表 モザンビーク各地の年間降水量

City	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Maputo	480	619.2	915.6	968.4	990	1115	1602	874.8	370.8	860.4	454.8
Xai-Xai	925.2	762	1007	945.6	876	1216	1963	1230	766.8	897.6	919.2
Inhambane	1019	758.4	807.6	895.2	1063	1234	1583	1361	501.6	844.8	483.6
Beira	1018	2033	1552	1578	1778	1694	1315	1914	1164	1501	1669
Chimoio	834	784.8	1145	1733	1102	1151	1266	1538	663.6	798	548.4
Tete	582	549.6	1080	644.4	632.4	744	1321	297.6	1108	862.8	544.8
Quelimane	1482	1822	1495	1411	1468	1788	1705	936	1854	1187	1122
Nampula	1051	1184	1163	1058	1250	1267	1040	1412	1800	1285	865.2
Pemba	758.4	931.2	734.4	771.6	868.8	1031	1252	769.2	896.4	694.8	538.8
Lichinga	694.8	848.4	975.6	1273	840	1572	1314	1082	1438	1136	1086

元データの月平均降水量に12を乗じて算出。

出典：Avaliação dos Biocombustíveis em Moçambique

表 モザンビーク各地の月別平均最高・最低気温

Month	Maputo		Xaixai		Inhambane		Beira		Chimoio		Quelimane		Tete		Nampula		Lichinga		Pemba	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Jan	30	22.3	31.3	22.2	31.2	22.7	31.5	24	28.6	19.8	32.4	23.4	34.4	24.3	30.6	21.7	25.6	15.4	30.7	23.3
Feb	29.8	22.4	30.9	22.2	31.1	22.6	31.1	24	27.7	19.6	31.9	23.4	33.6	23.5	30.3	21.7	26.6	15.6	30.7	23
Mar	29.4	21.7	30	21	30.7	21.9	30.5	23.5	27.6	19	31.4	23.2	32.9	23.5	29.7	21.5	25.8	15.2	30.5	22.8
Apr	28.1	19.5	29.1	18.6	29.2	20.2	29.4	21.5	26.2	17	30.2	21.3	33.2	21.9	28.7	20.5	25.4	13.9	30.1	21.9
May	26.7	17	27.2	15.8	27.4	17.9	27.9	18.6	24.9	14.4	28.7	18.3	30.3	18.4	27.6	18.5	24.4	11.2	29.2	20.2
Jun	25	14.6	25.3	13	25.8	15.8	26.2	16.4	23.2	12.3	26.9	15.9	29.2	18.5	25.8	16.7	22.7	8.9	28	18.3
Jul	24.5	14.3	25.1	13	25.1	15.4	25.4	15.8	22.7	11.8	26.3	15.3	28.5	16.9	25.6	16	21.7	8.3	27.2	17.9
Aug	25.4	15.2	26.4	13.8	25.6	16.1	26.3	16.4	24.4	12.9	27.5	15.8	29.9	17.7	27.4	16.4	23.7	9.7	27.4	18.4
Sep	26.3	17.2	28.1	16.3	26.6	18	27.8	18.7	27.4	15.1	29.6	17.8	35.1	20.5	30.3	17.7	26.9	11.5	28.2	19.5
Oct	26.6	18.4	28.9	17.9	27.7	19.2	28.9	20.4	28.3	16.7	31.1	19.9	35.7	22.9	32	19.3	28.5	13.4	29.2	21.5
Nov	27.7	19.8	30.1	19.8	28.9	20.8	30.3	22.1	29.1	18.4	32.4	21.7	34.8	24	32.7	20.8	29.7	14.7	30.1	22.9
Dec	29.3	21.5	31.1	21.1	30.3	21.8	31	23.2	28.6	19.3	32.5	22.8	34.1	23.7	31.4	21.7	28.2	15.7	30.6	23.5

*1971-2000の月別平均値

出典：Instituto Nacional de Meteorologia

2.5 エネルギー

2.5.1 エネルギー一般

モザンビークのエネルギー生産量及び使用量を下表に示す。カホーラバッサ水力の電力を近隣国

に輸出しているため、数値的にはモザンビークはエネルギー輸出国となっている。

表 モザンビークのエネルギー生産量と使用量

エネルギー生産量 (百万TOE)		エネルギー使用量 (百万TOE)		一人当たりエネルギー 使用量 (kg TOE)	
1990	2005	1990	2005	1990	2005
6.8	11.7	7.2	10.2	532	497

出典： World Development Indicators, World Bank 2008

2.5.2 石油・天然ガス

石油の輸入額はモザンビーク全体の輸入額の 11%、輸出額の 14%を占めている。近年の化石燃料価格の上昇は、貿易収支にとって大きな負担となっている。一方、モザンビークには国内に東南アでも最大規模の天然ガス田を有する。2004 年 2 月よりイニャンバネ州のテマーネ・ガス田から南アのサソール社へパイプラインを通じて天然ガスの輸出が行われている。今後、南アの主要な都市への輸送が計画されている。国内産業用のガスはマトーラガス社(Matola Gas Company)がモザンビーク政府と民間が資本を出し合って創設されている。

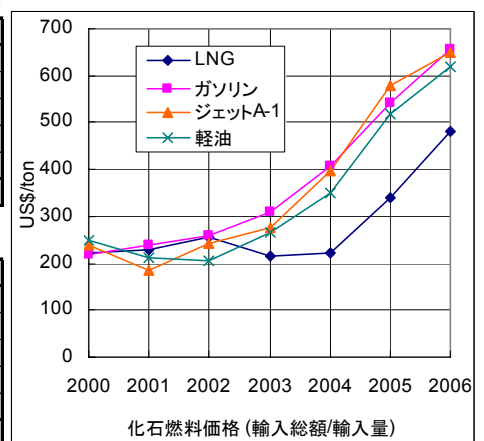
現在のところ、モザンビーク内に石油の精製所はなく、化石燃料は石油製品の形で輸入されている。モザンビークの化石燃料輸入量、輸入総額、および価格推移を下の図表に示す。

表 モザンビーク化石燃料輸入量、輸入総額、価格推移

輸入量 単位:トン							
種別	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
LNG	7,781	8,622	8,901	10,765	11,578	13,817	14,416
ガソリン	64,412	95,430	63,407	90,981	91,335	76,681	83,626
ジェットA-1	117,852	98,486	71,979	68,899	74,407	71,976	77,139
軽油	334,288	352,930	289,264	431,199	412,549	330,797	377,440
軽油(燃料)	10,829	17,385	19,130	26,647	22,001	6,757	284
合計	535,162	572,853	452,681	628,491	611,870	500,028	552,905

輸入総額 単位:千US\$							
種別	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
LNG	1,735	1,987	2,264	2,302	2,588	4,679	6,935
ガソリン	14,124	22,774	16,396	28,091	37,079	41,498	54,922
ジェットA-1	28,208	18,298	17,356	19,097	29,500	41,586	50,069
軽油	83,117	75,063	59,493	114,235	144,751	171,389	233,767
軽油(燃料)	1,560	2,466	3,096	4,717	4,175	1,548	104
合計	128,744	120,588	98,605	168,442	218,093	260,700	345,797

出典：Ministério dos Recursos Minerais e Energia



上図に示すとおり、軽油価格、ガソリンの輸入価格は 2000-2001 年から 2006 年までに 3 倍に上昇している。2008 年後半にかけて更に上昇し、11 月で軽油輸入価格は 978US\$/トンであった。これは 206US\$/トンであった 2002 年の 4.7 倍の価格である。

2001 年に石油法が施行された。燃料の価格決定方法は、法令 26 de Dezembro de 2006 により規定されている。

2.5.3 電力

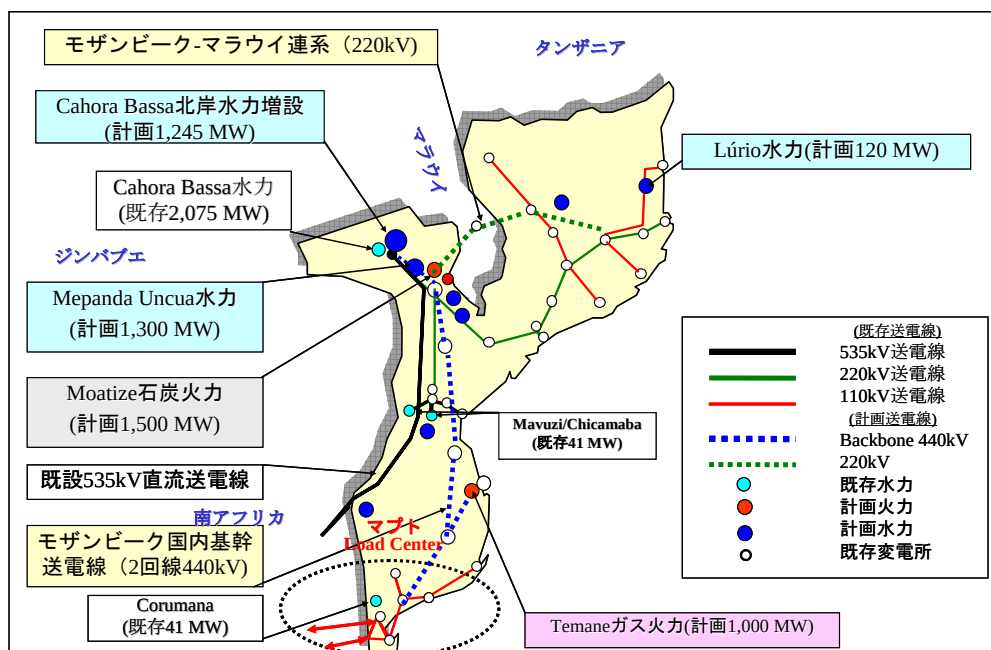
モザンビークの主要な電源は 2075MW のカホーラバッサ水力発電である。カホーラバッサ水力は南ア、ポルトガル、西ドイツ、イギリスの各国企業により建設され 1974 年に送電が開始された⁴。

⁴ 同ダムはポルトガルが 82%所有していたが、2005 年 11 月に 9 億 5,000 万 US\$で 67%の権利をモザンビーク政府に譲渡することで合意した。その結果、モザンビークの持分は 18%から 85%に上昇している。雨季の無効放流が多いため、右岸側に取水口と発電所を併設し、1245MW の増設が検討されている。

現在は民間会社である Hidroelétrica de Cahora Bassa SARL により運営されている。この電力は現在 535 kV 直流送電線により直接南アに送られている。尚、首都マプートへの電力は南アから 110 kV 線によって逆輸入されている。北部の各都市には 220 kV 送電線で接続されている。

カホーラバッサ水力の発電量は、2005 年で 14,105 GWh、2006 年で 14,491 GWh であった。このうち 1800 GWh 前後をモザンビーク電力会社である EDM が購入し国内に配電している。また、10% 前後が送電ロスとなっている。

その他、Corumana 及び Mavuzi/Chivamaba 小水力がある。送電線と主要な発電所の既存・計画図を下図に示す。



出典：日本工営作成

図 モザンビークの既存・計画送電線と発電所

表 モザンビークの主要発電計画

プロジェクト場所	種別	容量(MW)	操業開始予定年
Benga	石炭火力	2000	2012-2015
Moatize	石炭火力	2400	2013-2014
Mphanda Nkuwa	水力	1500	2014-2015
Cahora Bassa North	水力	1245	2014-2015
Maputo	天然ガス	440	2012

南アに向けたカホーラバッサ電力の卸売料金は 2c/kWh であり、ピークは 4c/kWh である。一方、電力会社 EDM の電力小売価格は下表示す通りとなる。

表 モザンビーク EDM 電力料金

カテゴリー	家庭用	農業用	商業用	事業用	
	MT/kWh	MT/kWh	MT/kWh	MT/kWh	ピーク時* MT/kWh
0-100 kWh	1.01				
101-200 kWh	2.198	2.215	2.462		
201-500 kWh	2.929	3.164	3.516		
> 500 kWh	30.077	3.462	3.847		
プリペイド	1.01 / 2.802	3.083	3.532		
低圧消費家 (400V)				1.378	105.973
中圧消費家				1.144	118.615
高圧消費家				1.02	130.654

ピーク時: 7:30-9:00, 14:00-15:30, 22:00-23:00

出典: Ministério dos Recursos Minerais e Energia

農業用の場合 500 kWh/月で 3.462MT/kWh, プラント事業の低圧の場合は 1.378 MT/kWh である。尚、事業用の場合 1 日に 4 時間のピーク時間価格が別途設定されている。

同国のピーク需要は 2006 年で 320 MW である。2010 年には 420 MW まで増加される予測である。

Mepanda Uncha 水力(1,300MW)、Moatize 石炭火力(1,500MW)、Temane ガス火力(1,000MW)など大型発電所が計画されている。これらは大消費地である南アに向けたものである。

下表に、モザンビークの発電量と、発電の構成を示す。

表 モザンビークの電力出力構成

石炭 %		ガス火力 %		石油火力 %		水力 %	
1990	2005	1990	2005	1990	2005	1990	2005
13.9	0	0	0.1	23.6	0.1	62.6	99.8

出典: World Development Indicators, World Bank 2008

2006 年の電力量は 2,381 GWh で、2005 年より 14% の増加であった。電力量の内 89.5% がカホーラバッサ水力発電である。国内のピーク需要は 320 MW であり、このうち首都マプートのある南部系統のピーク需要は 216 MW、Tete 系統のピークは 65 MW、Mavuzi-Chicamba 系統のピークは 58MW であった。

表 モザンビークの消費電力量

項目 (GWh)	2005	2006	増分(%)
EDM 発電	173.2	224.4	29.6%
カホーラバッサ発電	1,905.3	2,130.3	11.8%
電力輸入	19.2	26.9	40.1%
電力量合計	2,097.7	2,381.6	13.5%
輸出電力量	362.4	498.3	37.5%
国内電力量	1,735.3	1,883.3	8.5%
発電・送電・配電ロス	428.6	508.8	18.7%
ロス%	22.5%	23.9%	

出典: EDM Statistical Annual Report 2006

国内の電化率は 2006 年には 8.2% で、消費家数は 415,667 であった⁵。南アを初めとした近隣国に電力を輸出しているにも拘らず、国内にはほとんど電気が行き渡っていないジレンマがある。地方電化は貧困削減の手段として国家五カ年計画や PRSP において優先開発事項に入っている。

⁵ EDM Stastical Annual Report 2006

2.5.4 再生可能エネルギー

モザンビーク政府は太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギー導入をエネルギー戦略に掲げており、民間セクターの参画を推進している。一部のドナーや民間の機器販売会社が導入を始めてはいるが、エネルギー事業として大規模に導入された経験は無い。

再生可能エネルギーを電源とする電力事業の売電価格については、現在のカホーラバッサの買電料金がそのまま適用されるわけではなく、事業化調査を実施した結果により電力売買契約においてその都度価格が決定されることになる。

バイオマスについては、国家エネルギー戦略として以下が掲げられている。

- 薪使用量の暫減と高効率ストーブの導入
- 森林資源の持続可能な管理と植林の推進
- 農業事業の推進

バイオ燃料の生産に対するインセンティブはまだ整備されてはいないが、バイオ燃料事業の許認可発行及び施設査察時の手数料については免除されることとなっている。

2.6 資源

モザンビークの鉱物資源は他のアフリカ諸国に比べて多くはない。天然ガスを毎年約 27 億 m³ 算出しており、そのほとんどが南アにパイプラインで輸出されている。埋蔵量は 1270 億 m³ である⁶。一方、石炭も少量産出しており、ザンベジヤ渓谷でインド・ブラジルの投資が入り石炭鉱山の開発が進んでいる。また、少量ながら金が採掘されている。その他の天然資源として、大理石、ベントナイト、石英などを産出する。

モザンビークで産出する主要な鉱物資源を下表に示す。

表 主要鉱物資源の採掘量と金額

項目	数量			金額(000MT)*	
	単位	2006	2007	2006	2007
金	ton	131.3	350	11,164	33,285
石英	ton		216.7		64,130
天然ガス**	bcm	2.7	2.76	1,941,588	1,985,877
石炭	ton	40953	23602	11,549	21,123

*金額は2007年換算値

出典: Statistical Yearbook 2007, **: IEA database

2.7 農業

労働者の 83%(1990 年)が農林漁業に従事するが、農地は国土の 5.8%(2003 年推計)にすぎない。主要な食料として、メイズ、キャッサバ、豆類、ソルガムなどがある。牛、ヤギ、ニワトリも飼育されている。主要な換金作物はカシューナッツ、サトウキビ、茶、タバコ、ココナツなどである。

木材の年間伐採量は 1803 万 m³ で、その大半は燃料用である。商業を目的とした森林管理はほとんどおこなわれていない。

主要な農産物の栽培面積と年間生産量を下表に示す。

⁶ IEA Database 2008

表 農産物面積と生産量

農産物種別	面積(ha)					生産量 (000 ton)				
	2003	2004	2005	2006	2007	2003	2004	2005	2006	2007
メイズ	1,356	1,394	1,440	-	1,664	1,179	1,060	942	1,395	1,134
ソルガム	515	530	530	-	406	191	153	115	202	167
雑穀	106	112	95	-	57	22	18	15	22	25
米(粳)	179	184	191	-	358	117	91	65	98	103
豆類	425	436	451	-	676	180	193	201	198	211
ピーナッツ	293	300	310	-	322	87	90	93	85	101
キャッサバ	1,046	1,071	1,106	-	856	6,547	5,051	5,353	6,659	4,959
綿花						75	89	102	122	113
カシューナッツ						44	52	52	63	74
サトウキビ						-	-	-	2,060	2,249
茶						-	-	-	16	17
ココナツ						-	-	-	47	47
タバコ						51	47	62	59	73
ひまわり						4	4	4	7	8

出典: Ministério da Agricultura, Dir. De Economia, Dept. de Estatísticas

モザンビークの農村人口と土地構成を、下表に示す。

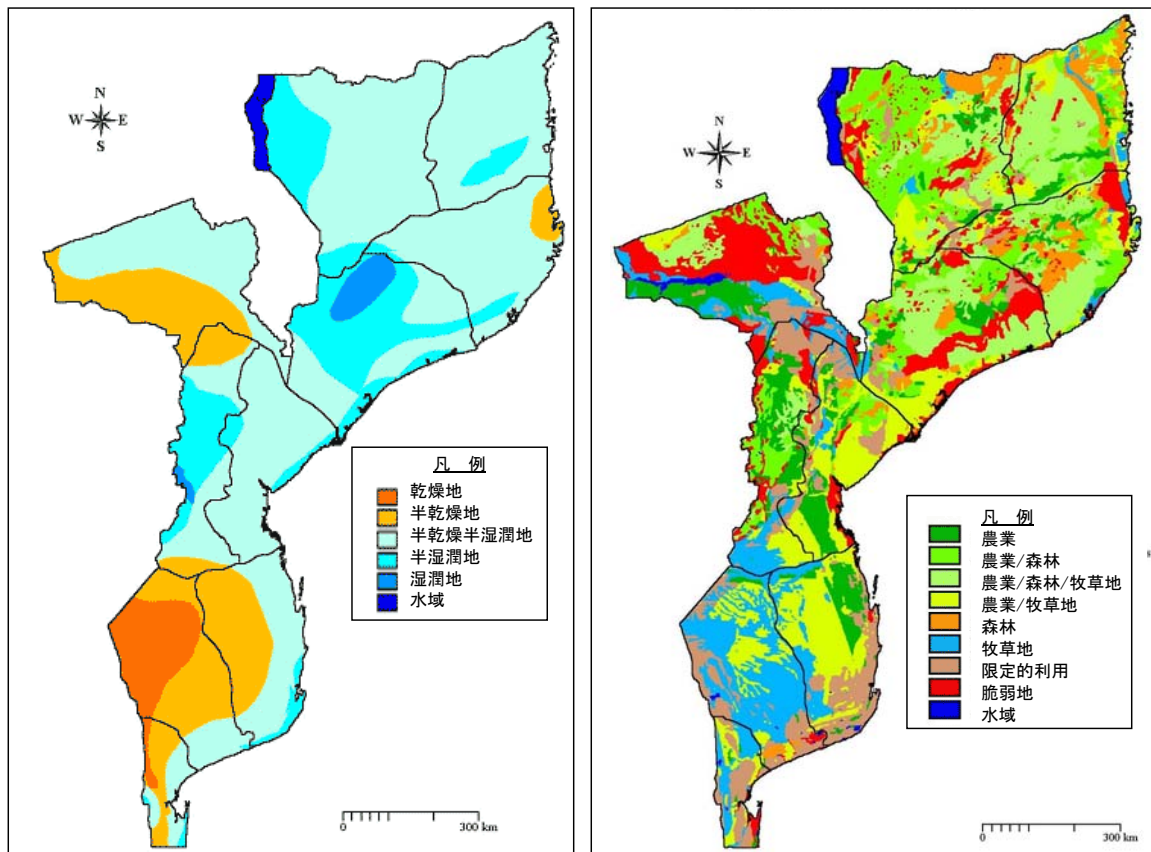
表 モザンビークの農村人口および土地構成

農村人口 %		% 増加率	% 森林		% 耕作地		% 耕作可能地		100人当たり耕作可能地	
1990	2005	2006	1990	2005	1990	2005	1990	2005	1990-92	2003-05
78.9	64.7	1.5	25.4	24.5	0.3	0.3	4.4	5.6	21.6	21.8

出典: World Development Indicators, World Bank 2008

モザンビークの農業は、大資本によるプランテーションと自給自足のための零細農家から成る。農業省は農家の農業振興に勤めているが、農民組織は弱く、粗放農業が主である。モザンビークの農業ポテンシャルは大きく、豊富な水資源を利用した今後の農業開発が期待される。また、農業分野における外国資本の投資も促進されている。農業省は2007年よりランドマッピング調査を実施しており、今後の農業事業のために、農業利用可能地を同定してマッピングを行った。(1)森林農業地を含めた場合と(2)森林農業地を除いた場合の二つのシナリオを用意している。シナリオ(1)では18.97 百万 ha (国土の28.4%)、シナリオ(2)では12.02 百万 ha (国土の17.3%) が農業利用可能としている。また、州別に、キャッサバ、サトウキビ、メイズ、ジャトロファの利用可能地をそれぞれマッピングしている。これらは事業の用地選定において貴重なデータである。

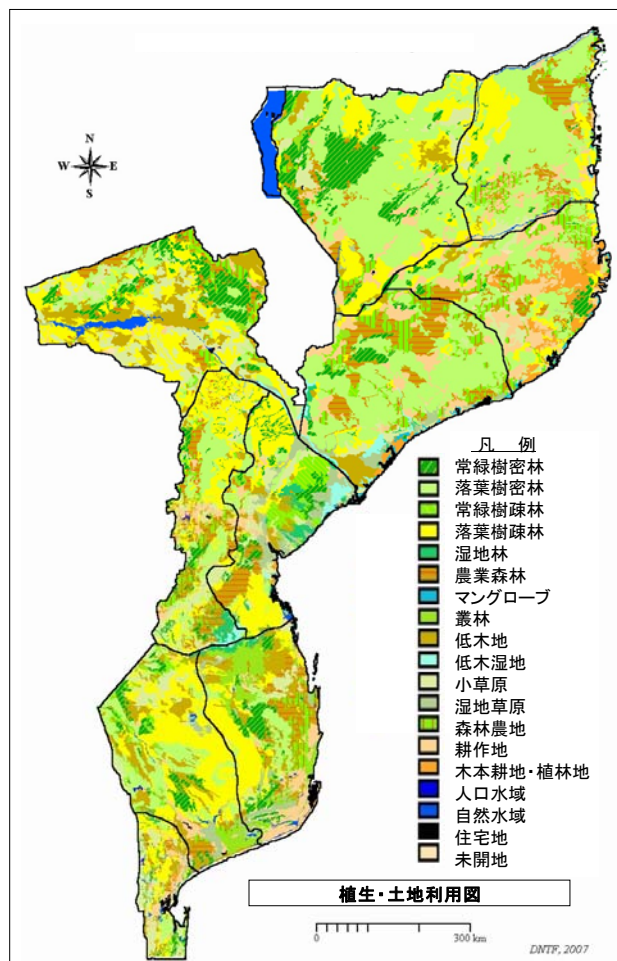
農業省が作成したモザンビークの土地温暖湿潤図と土地利用ポテンシャル図を下図に示す。



出典：ZONEAMENTO AGRÁRIO DE MOÇAMBIQUE

図 モザンビーク乾燥湿潤土地図と土地利用ポテンシャル図

概して、海岸部および中部で降水量が多く湿潤地があり、農業ポテンシャルは北部が高い。
植生・土地利用図と土地利用面積を、次の図表に示す。



種別	面積(000 ha)	割合%
密林	27,048	34.3
疎林	15,849	20.1
湿地林	769	1.0
マングローブ	447	0.6
叢林	1,448	1.8
低木地	5,339	6.8
湿地叢林	664	0.8
草地	2,168	2.7
草原	6,362	8.1
農地森林	3,997	5.1
森林農地	5,826	7.4
耕作地	6,046	7.7
植林地	1,252	1.6
未開地	236	0.3
その他	1,341	1.7
合計	78,790	100

出典: ZONEAMENTO AGRÁRIO DE MOÇAMBIQUE

図 モザンビークの植生・土地利用図と土地利用面積

2.8 運輸

モザンビークの道路の総延長は 2007 年で 29,324 km である。その内舗装道路は 18%以下で、幹線道路にほぼ限られている。広大な国土に比して道路の整備は途上にある。

表 モザンビーク道路種類・州別総延長

種別	合計	%	Niassa	Cabo Delgado	Nampula	Zambezia	Tete	Manica	Sofala	Inhamitane	Gaza	Maputo
舗装	5,245	17.9%	161	668	516	351	837	581	567	622	464	478
砂利舗装	7,449	25.4%	379	883	1,411	858	215	924	912	450	1,039	378
未舗装	16,630	56.7%	2,257	1,893	2,133	3,037	1,889	939	896	1,822	1,024	740
合計	29,324	100.0%	2,797	3,444	4,060	4,246	2,941	2,444	2,375	2,894	2,527	1,596

出典: Ministério de Transportes e Comunicação, Direcção de Planificação, 2007

公共交通には都市バス、州間を結ぶバス、国際バスがあるが、主力となっているのは乗り合い式のシャパと呼ばれる小型バスである。都市バスは公共バス会社の予算縮小のために減少傾向にあるが、その分シャパの台数が近年大きく伸びている。シャパは民間の小会社により運営されており、ワゴン型のディーゼル車が多い。一方、整備の不行き届きのために都市の大気汚染の原因の一つとなっている。これらは B.D.F の需要家たりうる。

表 モザンビーク登録バス台数

単位:台

種別	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
都市公共バス	122	108	118	120	113	122	61	79
州間バス	590	593	620	665	735	813	863	980
国際バス	0	175	178	92	40	39	51	54
小型バス(シャバ)	2,604	2,601	2,696	3,428	4,161	5,508	6,406	8,236
合計	3,316	3,477	3,612	4,305	5,049	6,482	7,381	9,349

出典：Ministério de Transportes e Comunicação

モザンビークの鉄道はジンバブエ、ザンビア、南アなど隣国と結ばれている国際貨物が主である。近年旅客も開始したが主流ではない。決まったタイムテーブルはなく、需要に応じて週に数回程度運行する。ディーゼル機関が主であり、鉄道会社も B.D.F の大口消費家として可能性が大きい。

表 モザンビーク鉄道貨物輸送実績

鉄道貨物輸送

単位:1000トン

種別	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
国内	34.5	80.5	176.2	209.7	566.8	655.0	871.9	1,270.3
国際	0.0	149.4	326.9	336.3	868.2	958.4	1,119.2	1,181.4
合計	34.5	229.8	503.1	546.0	1,434.9	1,613.4	1,991.2	2,451.7

鉄道貨物車両数

単位:台

種別	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
国内	406	432	457	492	921	1,013	1,342	1,918
国際		253	593	611	562	651	886	1,360
合計	406	685	1,050	1,103	1,483	1,664	2,228	3,278

鉄道貨物輸送距離

単位:百万トン・km

種別	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
国内	224.20	52.30	114.50	136.30	368.40	425.75	566.76	825.72
国際	0.00	97.10	212.50	219.00	564.31	622.97	671.54	708.81
合計	224.2	149.4	327.0	355.3	932.7	1,048.7	1,238.3	1,534.5

出典：Ministério de Transportes e Comunicação

2.9 CDM 実施体制

2.9.1 モザンビークの CDM 体制

本プロジェクトの実施国であるモザンビークは 2005 年 1 月 18 日に京都議定書を批准した。

指定国家機関 (DNA) は、環境省 (Ministry for Coordination of Environmental Affairs: MICOA) に設置されており、2003 年から 2005 年にかけて実施された CDM のための能力開発プログラムである CD4CDM (Capacity Development for CDM) の支援により、DNA の体制が確立され、2006 年より正式に稼動している。

MICOA は主に事務局の役割を担い、CDM プロジェクトの審査など技術面でのサポートを

University of Eduardo Mondlane (UEM) が提供する構造となっている。また、DNA のメンバーとしては以下の関連省庁が名を連ねており、UEM のリーダーシップのもと、各専門分野に応じたプロジェクトの審査を担当している。

表 CDM 関連組織と役割

組織名	役割
環境省 (Ministry for Coordination of Environmental Affairs: MICOA)	• DNA の運営 (予算管理) • CDM プロジェクトの承認手続き全般 • 国連 CDM 理事会との窓口 • プロジェクトの持続可能な開発基準への準拠の確認 • プロジェクトの環境関連国際条約への準拠の確認 • プロジェクトの EIA の承認及び環境基準への準拠の確認 • プロジェクトの審査、承認
University of Eduardo Mondlane	• MICOA への定期的な報告 • プロジェクトの設計、経済性、技術評価 • CDM に関するキャパシティ・ビルディング • CDM セミナーの企画によるアウトリーチ
Centre for Engineering Studies-Production Unit: CEE-UP (Eduardo Mondlane 大学が開設した技術コンサルティング部門)	• プロジェクトの技術評価 • プロジェクトへの適用可能技術の情報提供 • プロジェクトへの技術移転推進
農業省 (Ministry of Agriculture and Rural Devpt: MADER)	• 農業・森林セクター全般 • 農業・森林関連政策・基準への準拠確認 • 農業・森林開発関連 CDM プロジェクトの推進 • プロジェクトの技術評価 • プロジェクトの審査、承認
産業・貿易省 (Ministry of Industry and Trade: MIC)	• 持続可能な経済・産業基盤の構築 • 環境配慮型プロジェクトへの投資促進 • プロジェクトの審査、承認
エネルギー・鉱物資源省 (Ministry of Energy and Mineral Resources: MIREME)	• エネルギー関連省庁の代表 • CDM プロジェクトの技術評価 • エネルギー関連政策・基準への準拠確認 • エネルギー開発関連 CDM プロジェクトの推進 • プロジェクトの審査、承認
Centre for Engineering Studies-Production Unit: CEE-UP (Eduardo Mondlane 大学が開設した技術コンサルティング部門)	• プロジェクトの技術評価 • プロジェクトへの適用可能技術の情報提供 • プロジェクトへの技術移転推進
投資促進センター Investment Promotion Centre (CPI)	• 投資関連政策・基準への準拠確認 • プロジェクトへの投資促進 • プロジェクトの資金計画の評価 • プロジェクトの審査、承認、モニタリング

2.9.2 CDM プロジェクトの承認体制と実績

モザンビーク政府は 2007 年 12 月発行の“Boletim da Republica”において、DNA の規則や承認プロセスについて、以下のとおり規定している。

DNA の機能として以下が規定されている。

- CDM プロジェクトの審査と承認
- 既存の環境保護関連政策と CDM の調和を図る
- 京都議定書に準じた CDM プロジェクト承認クライテリアの制定
- 排出削減量の認定
- CDM プロジェクト実施状況の管理と国連 CDM 理事会への報告

CDM プロジェクトの承認申請のプロセスは以下のとおり規定されている。

Step 1: プロジェクト参加者によるプロジェクトサマリーと必要書類の提出

プロジェクト参加者は以下の項目を含めたプロジェクトサマリーと、環境ライセンス (Environmental License: EL)、PDD、及びプロジェクト概要書を DNA 事務局に提出する。

- プロジェクト活動のタイプ、規模
- プロジェクトの実施サイトの位置
- プロジェクト実施により期待される排出削減量の試算
- プロジェクトのクレジット期間
- プロジェクトの資金計画
- プロジェクトの社会・経済、及び環境面における貢献

* EL が発行されていない場合は、その他の書類を持って、暫定承認 (Provisional Approval) を得ることも可能。

Step 2: DNA 事務局によるプロジェクト参加者からの申請書受領の確認

DNA 事務局は、プロジェクト参加者からの申請書受領の 5 日以内に、受領通知を発行する。また、この時点で不足情報やデータがある際には同時に通知する。

Step 3: DNA の技術評価委員会によるプロジェクト参加者からの承認申請の検討

プロジェクト参加者から提出された申請書は、DNA の技術評価委員会において審議される。技術評価委員会は、DNA 事務局経由で申請書類受領後、15 日以内に技術審査の結果を記した技術評価報告を DNA の担当者に提出する。

Step 4: DNA のコーディネーターによる審査結果の発表

DNA のコーディネーターは、プロジェクトの承認可否に関する通知を、DNA 内部の審議結果に関する結果受領後 10 日以内に行う。

承認の場合は、後日正式な通知が届き、国連 CDM 理事会へ新規 CSM 案件の承認の通知が送られる。また、非承認の場合は、後日正式な通知が届き、不承認の理由について説明され、PDD の修正や追加書類の提出により、承認となる場合もある。

2.9.3 CDM プロジェクトの承認基準

CDM プロジェクトは、ホスト国の持続可能な開発に貢献することが求められている。モザンビーク政府は、CDM プロジェクトの承認のクライテリアとして、以下の環境、社会、及び経済的な側面におけるプロジェクトの貢献を挙げている。

(1) 環境的側面

- a) プロジェクト実施に伴う既存の生態系や生物多様性へのマイナスの影響
- b) プロジェクト実施に伴う公害や環境悪化への懸念
- c) プロジェクト実施に伴う国家的価値を有する地形や遺跡へのマイナスの影響
- d) プロジェクト実施に伴う廃棄物の生成の有無

- e) プロジェクト実施に伴う非再生可能資源の利用
- f) プロジェクト実施に伴う再生可能資源の利用が、再生能力の範囲である
- g) 環境へのリスクを最大限に考慮したプロジェクトの実施
- h) プロジェクト実施に先立ち、環境へのマイナスの影響について十分な予測・検討を行う
- i) プロジェクトの実施に伴う大気環境への影響
- j) プロジェクトの実施に伴う水質環境への影響
- k) プロジェクトの実施に伴う固形廃棄物の生成に伴う影響
- l) プロジェクトの実施に伴うその他の影響（騒音、安全など）
- m) プロジェクトの実施に伴う地域社会の天然資源へのアクセスの影響
- n) プロジェクトの実施に伴う水源、鉱物及びその他の再生可能資源の持続可能性への影響
- o) プロジェクトの実施に伴う資源全般の効率的な利用への影響
- p) プロジェクトの実施に伴う近隣地域の生態系への影響
- q) プロジェクトの実施に伴う近隣地域の気候環境への影響
- r) プロジェクトの実施に伴う含水資源への影響
- s) プロジェクトの実施に伴う廃棄物処理システムへの影響
- t) プロジェクトの実施に伴う天然資源の有効利用への影響
- u) プロジェクトの実施に伴う生物多様性及び生態系への影響
- v) プロジェクトの実施に伴う近隣地域の生物多様性の変化

(2) 社会的側面

- a) プロジェクト実施に伴う雇用創出への影響（新規雇用創出数、雇用期間、職種等）
- b) プロジェクト実施に伴う近隣地域社会構成への影響
- c) プロジェクト実施に伴う社会的遺産への影響
- d) プロジェクト実施に伴う近隣地域社会への社会的恩恵
- e) プロジェクトの実施に伴う未開発地域や開発注力地域への影響
- f) プロジェクトの実施に伴い新規創出される社会的サービスへのアクセス
- g) プロジェクトの実施に伴う地域社会の開発への貢献
- h) プロジェクトの実施に伴う近隣地域のさらなる発展への貢献

(3) 経済的側面

- a) プロジェクト実施に伴う国際貿易への影響
- b) プロジェクト実施に伴う近隣地域の既存の経済活動への影響
- c) プロジェクト実施に伴うエネルギー価格への影響
- d) プロジェクト実施に伴う海外直接投資や技術移転などの影響
- e) プロジェクトで導入される技術の移転に伴うプラスの影響
- f) プロジェクト実施に伴う地域社会のスキルの向上
- g) プロジェクトの他地域への普及の可能性
- h) プロジェクト実施に伴う国際収支への貢献
- i) プロジェクト実施に伴う天然資源の利用の多様性軽減に伴うマイナスの影響
- j) プロジェクトの実施と国家、州、及び地域開発の優先課題との関連

- k) プロジェクトの実施と国家の政策・目標との関連性
- l) プロジェクトの実施と地方自治体の政策・目標との関連性
- m) プロジェクトの実施による近隣地域の基本サービス提供とアクセスへの影響
- n) プロジェクトの実施による近隣地域への影響
- o) プロジェクトの実施による特定セクターへの影響（再生可能エネルギー目標の達成など）

2.9.4 CDM プロジェクトの承認実績

モザンビーク政府はこれまでに Cimentos do Mozambique – Matola Gas Company Fuel Switch Project⁷ 1 件についてホスト国承認を出しており、2007 年 11 月 29 日～12 月 28 日までパブリックコメントを行い、現在は引き続き有効化審査中である。当該プロジェクトは、事業主体であるマトーラガス会社が提供する天然ガスにより、セメント工場の既存の石炭利用を転換するプロジェクトである。年間約 4 万 5 千トンの排出削減量を見込んでいる。

当該プロジェクトのコンサルタントは、南アの ECON Analysis 社である。現時点ではまだモザンビーク国内の CDM 専門家は育ておらず、今後の新規 CDM プロジェクトの推進においては、南アや欧米のコンサルタントの起用が多くなるものと考えられる。

尚、現地調査の時点においては、他のホスト国承認申請中のプロジェクトは無く、国連に提出済みのものも、上述の 1 件のみである。こうした現状から、今後モザンビークの CDM が進展していくにはまだある程度の時間を要するものと思われる。

モザンビーク政府は、今後さらに CDM 案件を推進していくことを望んでおり、本プロジェクトの実施を歓迎している。また、必要に応じサポートを得ることも期待出来る。先述のとおり、モザンビークの CDM プロジェクトはまだ 1 件のみであり、政府としては、今後より多くの CDM プロジェクトの開発を望んでいる。特定の優先分野としては、天然ガスへの燃料転換、地方電化、バイオガス、及び小水力発電などを挙げている。

2.10 モザンビークのバイオディーゼル導入現状

現在モザンビークのバイオディーゼル事業は、13 件のジャトロファ、2 件のココナツが承認済または実施中などでリストアップされている。リストによると、事業費 9.7 百万 US\$、9,150 ha のジャトロファ栽培など、既に実施中のものもある。また、エタノールを目的としたサトウキビ事業も 6 件ある。外国投資が入り数百億円規模の事業もすでに承認または実施されている。

⁷ <http://cdm.unfccc.int/Projects/Validation/DB/2IAWHZN7R1WZS4K68QF2D3D0461135/view.html>

表 モザンビークのバイオ燃料プロジェクトリスト

No.	事業名	燃料植物	場所	初期投資額		面積	状態
				US\$	EUR		
1	C3-Biodiesel	ジャトロファ	Maxixe, Inhambane	3,000,000			承認済
2	DEULCO	ジャトロファ	Panda, Inhambane	2,000,000			承認済
3	ELAION Africa	ジャトロファ	Dondo, Sofala	100,000			承認済
4	ECOMOZ	ココナツ	Maputo, Sofala, Nampula	110,800,000			承認済
5	ADAMA	ジャトロファ	Manica				
6	JATROPHA	ジャトロファ	Moamba, Maputo	1,700,000			実施中
7	PROCANA	サトウキビ	Massingir, Gaza	510,042,736		30,346	承認済
8	JSE-Jatropha Sociedade de Energia	ジャトロファ	Maputo, Sofala, Nampula		12,000,000		停止中
9	Grown Energy Zambeze	ジャトロファ	Sofala	212,000,000			実施中
10	Hende Wayela Energia	ジャトロファ	Homoine, Inhambane	725,000			承認済
11	D1 Oil Africa	ジャトロファ	Manhica, Maputo				承認済
12	Moninga Investimentos e serviços	ジャトロファ					
13	AVIA SPA	ジャトロファ			12,000,000	20,000	
14	Bioenergie Mozambique	ジャトロファ	Moamba, Maputo	9,690,000		9,150	実施中
15	Grown Energy	サトウキビ	Zambezia	212,129,000		162,000	実施中
16	ENERTERRA		Sofala, Nampula	172,211,550		250	
17	Grown Energy (TPY)	サトウキビ	Sofala	202,878,000		36	
18	MBFI Lda	サトウキビ	Mocuba-Zambezia	436,000			
19	Grown Energy (PTY) Ltd	サトウキビ	Sofala	202,878,000			
20	Companhia Industrial de Mozambique	ジャトロファ	Nampula	1,210,000		190	実施中
21	Companhia Principle Energy	サトウキビ	Manica	280,000,000		18,000	
22	Bio diesel Mozambique	ココナツ	Inhambane	57,300,000			実施中

出典：Projectos de Produção de Biocomnustiveis em Moçambique, Ministério dos Recursos Minerais e Energia

モザンビークには合計 41.2 百万 ha の農業限界地があり⁸、ジャトロファなどの油糧作物の栽培地として期待されている。

プラントとしては、南アなどの資本により、ココナツを原料とした B.D.F の製造が開始されている。ペトロモック社が出資している Ecomoz 社は 40 kL/日のプラントを Matola のペトロモック社貯蔵施設内に建設し、2007 年 1 月建設開始、8 月に創業を開始した。また、民間の搾油会社なども B.D.F の製造ユニットを導入している。例えば、イニャンバネ州の Fabricante de Sabao 社は、0.45 kL/日 B.D.F 製造設備を有している。両施設とも、事業者によると製品の品質に問題はない由である。しかし、原料となるココナツ油の価格の高騰で原料が手に入らず、生産は縮小または停止中であつた。農業を管理し、農産物として油糧作物を確実に供給できる体制を構築することが事業の鍵であることが示唆されている。

⁸ Bioenergy and Sustainable Development: Opportunities and Challenges, March 2008. Ministry of Energy

3 章 農業計画

3.1 ジャトロファの概要

ジャトロファは、学名 *Jatropha Curcus L.* で、トウダイグサ(*Euphorbiaceae*)科の灌木である。英語では Physic Nut あるいは Purging Nut と言い、ポルトガル語では Purgeira である。学名の *Jatropha* はギリシャ語が起源で、「医者」を意味する”Jatro”と「食物」を意味する”Trophe”の語が合わさったものであるという。熱帯から亜熱帯地域に生育し、原産は中米と言われている。アフリカ諸国でも自生している。種子に毒性の強いタンパク質クルシンを含むため、家畜や野生動物が近寄らないことから、垣根などに利用されている。また、根、茎、葉などは伝統的医薬として用いられている場所がある。根は下剤、抗血友病、妊娠中絶、腹水症、通風、麻痺、皮膚疾患などに効くとされている。種子の油はリウマチ、解熱、黄疸、淋病、排尿剤、口腔洗浄などに用いられ、石鹼製造や灯火の燃料としても用いられている。

ジャトロファは種子からも挿木からも植栽できる。耐乾性であり、降水量 300mm～1000mm で生育し、塩類集積土壌や砂質土壌でも生育が可能であるとされている。燃料作物として好ましい優良個体の選定が課題である。品種にばらつきがあり文献によって幅はあるが、植栽コストは一般的に 700-1200US\$/ha 程度であり、油収量は 0.6～1.9 kL/ha である⁹。

現在、インドにおいて燃料作物として大規模に植栽され、東南アジア諸国、アフリカでは南ア、ジンバブエ、ザンビア、マラウィ、スワジランド、マダガスカルなどでも栽培が開始されている。

ジャトロファの根は地中深くまで成長し、種から出て枝分かれする。主根ができるまで生育すると周囲の環境に耐性を持つようになる。

幹は剪定などの手を加えない状態では 3-7m の高さにまで成長する。とげはなく良く枝分かれする。剪定は収量を上げるためには必要である。幹からは乳液状ゴムが取れる。

葉は幅広で大きな双葉から育ち始める。種から葉が弾けて出て、芽が伸びて土の中から現れる。葉分かれしてから本葉が出てくる。成長したジャトロファの本葉の大きさは 12-15cm であり、濃い緑色である。ジャトロファの葉は土中水分が少なくなると水分の放出を減少させる性質を有しており、このため旱魃への耐性を示す。

花は同じ房の中に雄花と雌花の両方がある。虫や風を媒体として受粉する。雌花が受粉すると、緑色の実が成る。実は熟すと茶色から黒色に変化する。一般的に受粉してから 60 日程度で実が熟す。

実は 3cm 程度の大きさで、一つの実の中に 2-4 個の種がある。種は黒色で表面はざらつき、縦 1.5cm、幅 0.8-1.0cm 程度の大きさである。種子は水分、タンパク質、脂肪、炭水化物、繊維分、灰分から成る。種子の質量に対して 25-35%の油分が含まれている。この油分にはクルシンやホルボールエステルといった有毒成分が含まれている。油の色は黄色であり、含有量は乾燥地のほうが多いとされている。

ジャトロファの油を搾った後に、粕が種の 70-80%の質量程度生じる。この粕には高濃度の窒素が含まれており、肥料には最適である。タイの例では窒素 4.44%、リン 2.09%、カリウム 1.68%であ

⁹ バイオディーゼルの製造—ジャトロファ等非食用油を中心に 国際農林業協力 Vol3.0 No.3, 2007

ると報告されている¹⁰。毒性成分が含まれているため、家畜飼料などに用いることはできない。

3.2 農業対象地域

3.2.1 ジャトロファ栽培可能地域

モザンビーク農業省は、トウモロコシ、キャッサバ、サトウキビ、ジャトロファなど商品作物と燃料作物について、ランドマッピングを行い、事業に可能な面積を算出している。ジャトロファについては、灌漑を行う場合と灌漑を行わない場合、および、農業森林を含める場合と含めない場合の、それぞれのシナリオで検討している。灌漑を用いない場合、マップで 3,300 ha, ガザで 26,000ha, イニャンバネで 525,600 ha のジャトロファ栽培の「比較的適」とされる土地がある。尚、「適地」があるのは灌漑導入した場合のみである。

表 ジャトロファ栽培適地面積 (灌漑非導入の場合)

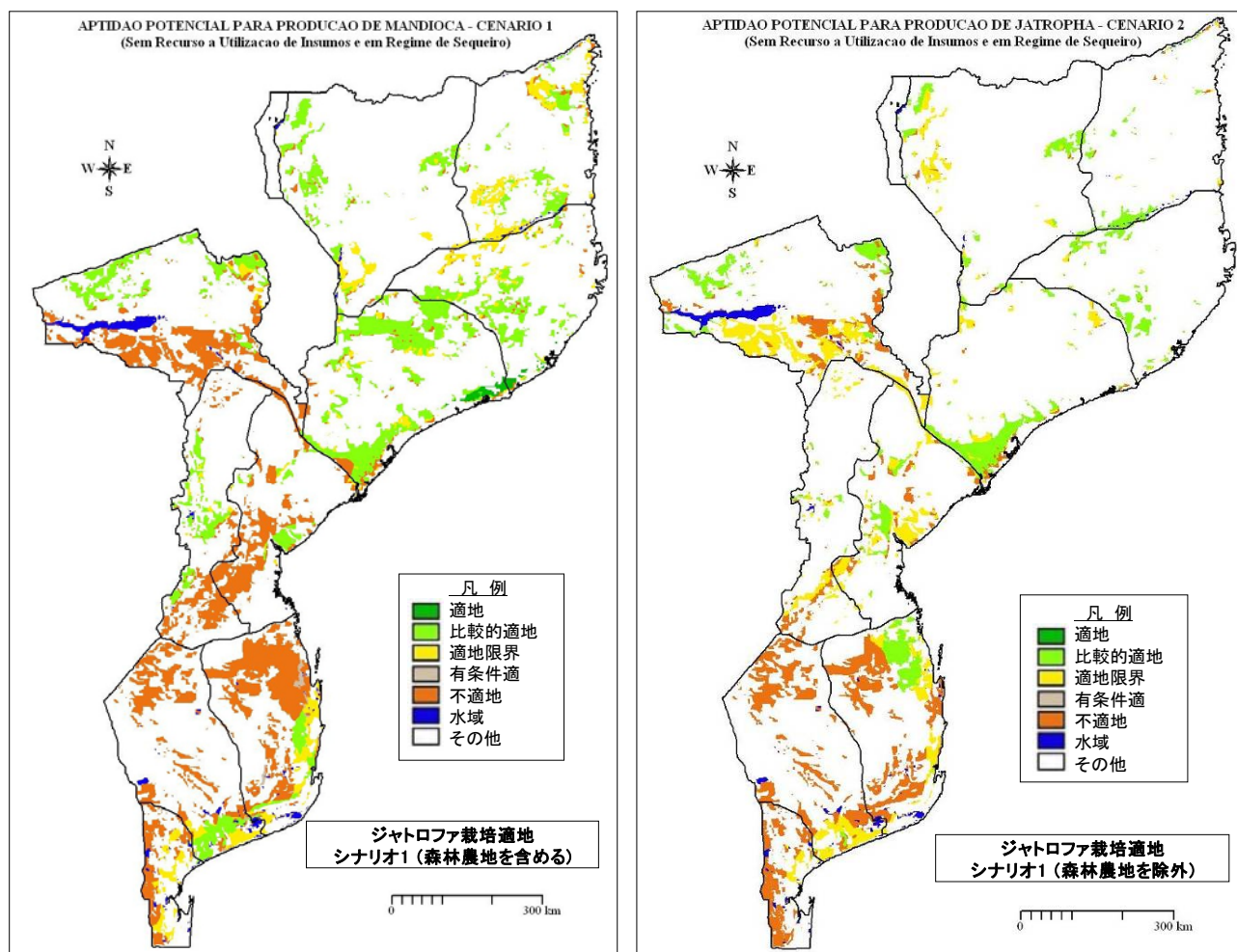
(灌漑無し)	シナリオ 1 適地 (000ha)				シナリオ 2 適地 (000ha)			
州	適地	比較的適	限界	不適	適地	比較的適	限界	不適
Cabo Delgado	0.0	944.4	366.0	114.8	0.0	278.0	31.2	38.8
Niassa	0.0	564.4	547.6	81.2	0.0	385.6	356.0	52.4
Nampula	0.0	1,138.0	216.0	86.4	0.0	415.2	39.6	24.8
Zambezia	0.0	1,554.0	1,141.2	232.4	0.0	748.0	309.6	114.8
Tete	0.0	860.4	1,352.8	756.0	0.0	570.0	1,115.6	700.8
Manica	0.0	378.8	695.6	359.6	0.0	72.4	302.8	198.8
Sofala	0.0	367.2	885.2	285.2	0.0	270.0	591.6	271.6
Inhambane	0.0	754.0	495.2	1,830.4	0.0	525.6	422.4	1,436.4
Gaza	0.0	26.4	451.6	1,491.2	0.0	26.0	352.4	1,459.6
Maputo	0.0	3.2	100.8	834.8	0.0	3.2	98.8	743.2
Total	0.0	6,591	6,252	6,072	0.0	3,294	3,620	5,041
Grand Total	18,914.8				11,955.2			

出典：ZONEAMENTO AGRÁRIO DE MOÇAMBIQUE

灌漑非導入の場合の、森林農地を含める場合と含めない場合のそれぞれのジャトロファ栽培適地図を下図に示す。

尚、図はランドマッピングのフェーズ 1 のデータであり、机上検討により作製されたものである。現在、現地調査によって現地の様子を確認し、既存の事業地や私有地を除いて精度を高めたフェーズ 2 のデータを農業省が作成中である。フェーズ 2 のデータは未公表であるが、ガザ中部が「不適地」から「比較的適地」に変更されるなど、フェーズ 1 から大きく変わっている。事業の開始に際して最新のデータを入手する必要がある。

¹⁰ 「バイオディーゼルのためのヤトロファ」(タイ語訳) チェンマイ大学農学部 Dr. Phonchai Lhangaphong, 2006



出典：ZONEAMENTO AGRÁRIO DE MOÇAMBIQUE

図 モザンビークのジャトロファ栽培適地図

3.2.2 栽培候補地概要

本事業では、ジャトロファ栽培は、直営農場と委託栽培の二つの様式に分けて行う。必要栽培面積は 29,000ha である。このうち、13,000 ha を直営農場、16,000 ha を契約委託栽培とする。

直営農場はガザ州中心部の Mabalane 郡都付近とし、契約栽培農地はガザ州の南部の Chibuto、Bilene、Manhica エリアとして計画する。

また、事業初年度にガザ州南部のハイウェイに近いエリアに数百 ha 規模の土地を確保し、モデル栽培と農業指導員の育成を行う。このモデル事業は公的支援による実施とし事業費には含まない。

直営農場、契約栽培、およびプラントの位置関係図は、巻頭図に示す。

ガザ州は人口約 122 万人であり、マプート州の北、イニャンバネ州の南に位置している。州都は Xaixai である。ガザ州の郡別の人口を下表に示す。

表 ガザ州郡別人口

郡	男	女	合計
Bilene	67,577	84,334	151,911
Chibuto	86,985	110,229	197,214
Chicualacuala	17,441	21,339	38,780
Chigubo	9,109	11,576	20,685
Chokwé	82,059	105,363	187,422
Guijá	33,450	41,853	75,303
Mandlakazi	73,450	93,038	166,488
Mabalane	14,647	17,393	32,040
Massangena	6,818	8,819	15,637
Massingir	13,398	15,072	28,470
Xaixai	83,433	105,287	188,720
Cidade de Xaixai	53,499	62,844	116,343
TOTAL	541,866	677,147	1,219,013

出典： 3° Censo Geral, Instituto Nacional De Estatistica

3.2.3 直営農場

直営農地候補地はガザ州 Mabalane 郡とする。Mabalane を選定する理由は、以下の通りである。

- 州知事と郡政府からの推薦である。
- 首都マプートとジンバブエを結ぶ国際線の鉄道駅があり貨物が停車し、輸送に利がある。
- コミュニティが結束しておりまとまりが良い。
- 周辺に食料用の農地が無く、広大な燃料作物用農地が確保可能である。
- 来年に系統電力が延伸され、大幅な生活環境の改善が見込まれる。

Mabalane 郡は、郡全体の人口 32,040 人、郡都の人口約 6,000 人である。業と牧畜が主要な産業で、トウモロコシとスイカを栽培している。施設として庁舎、10 年生までの学校、病院、銀行、電話局、農業省支部がある。Mabalane は地理的に州の中央に位置する。他の事業との競合は無く、燃料作物のための土地は空いている。ジンバブエ行きの国際鉄道の駅があり、貨物は全て停車するため、交通費、人件費を低く抑えることが可能である。

給電は独立系統で、ディーゼル発電が行われている。10-14 時と 17-23 時の時間給電である。1 週間で約 270L の軽油を消費しており、軽油代が地方政府の負担になっている。一方、来年、系統が延伸される予定である。

郡は、開発計画に燃料作物の導入を検討しており、環境汚染防止に貢献したいと考えている。雇用確保の要望もあり、プロジェクトの実施を期待している。

農地候補地の位置は以下の通りである。

- 座標： S23° 54', E32° 39"
- 標高： 85m-95m

栽培候補地近辺と周辺の村落の写真を下に示す。



図 Mabalane 農地候補地



図 Mabalane 郡都と周辺村落農民

候補地は農道と鉄道に沿っている。また、西側に川があり、地下水の利用が期待できる。

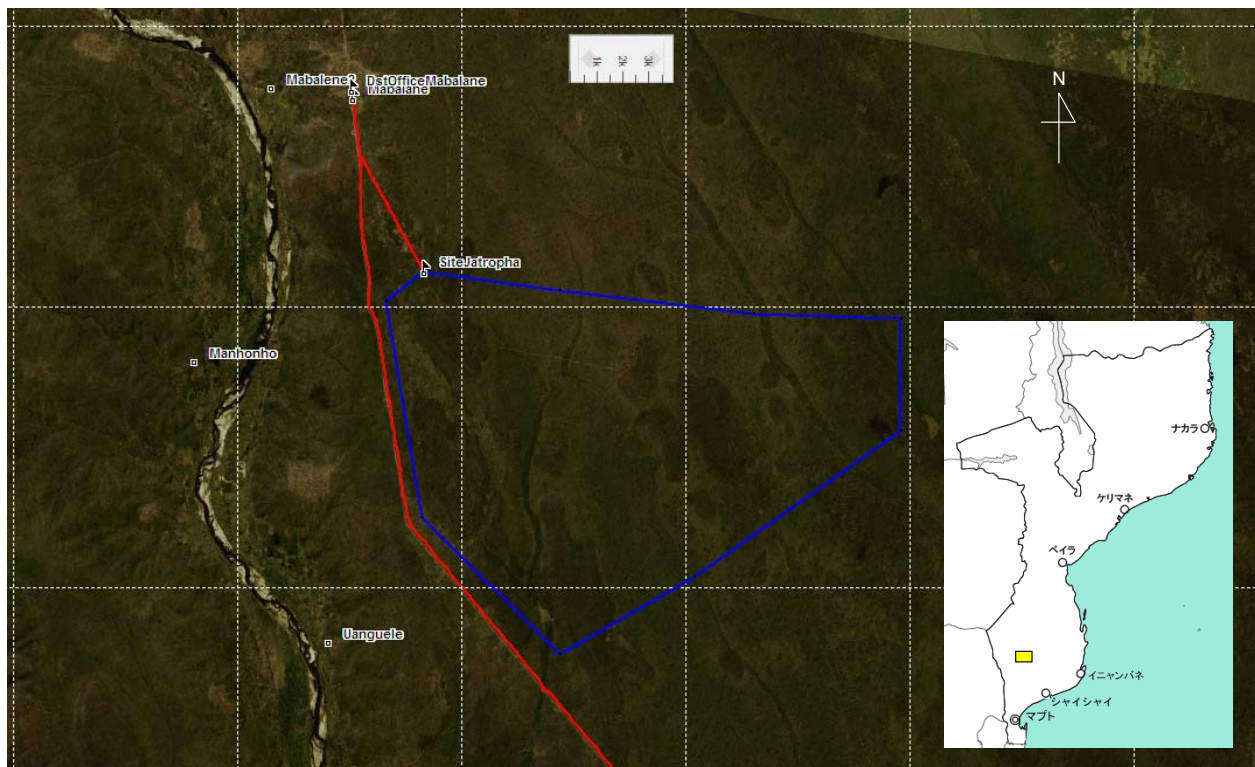
試験紙式の簡易土壌試験キットを用いて、農場候補地の土壌試験を行った。結果は下表の通りである。

表 農場候補地の土壌試験結果

成分	数値
pH	6.5
NO ₃ -N	0 kg/10a
K ₂ O	10-25 kg/10a
P ₂ O ₅ :	25 kg/10a

上表より、農場候補地の土壌は窒素分が非常に低く、窒素肥料やマメ科などの緑肥の導入が必要であることが示唆された。

農場候補地付近の LANDSAT™ 衛星画像より、バンドを合成処理し作成したイメージ画像を、下図に示す。



(LANDSAT™ 衛星画像より、カシミール 3D を用いてバンド 1(Blue), 2(Green), 3(Red) からトゥルーカラー高解像度として処理した画像。地名及び赤線は調査時に取得した GPS ポイント及びトラックデータより合成、青線は農地候補地エリア)

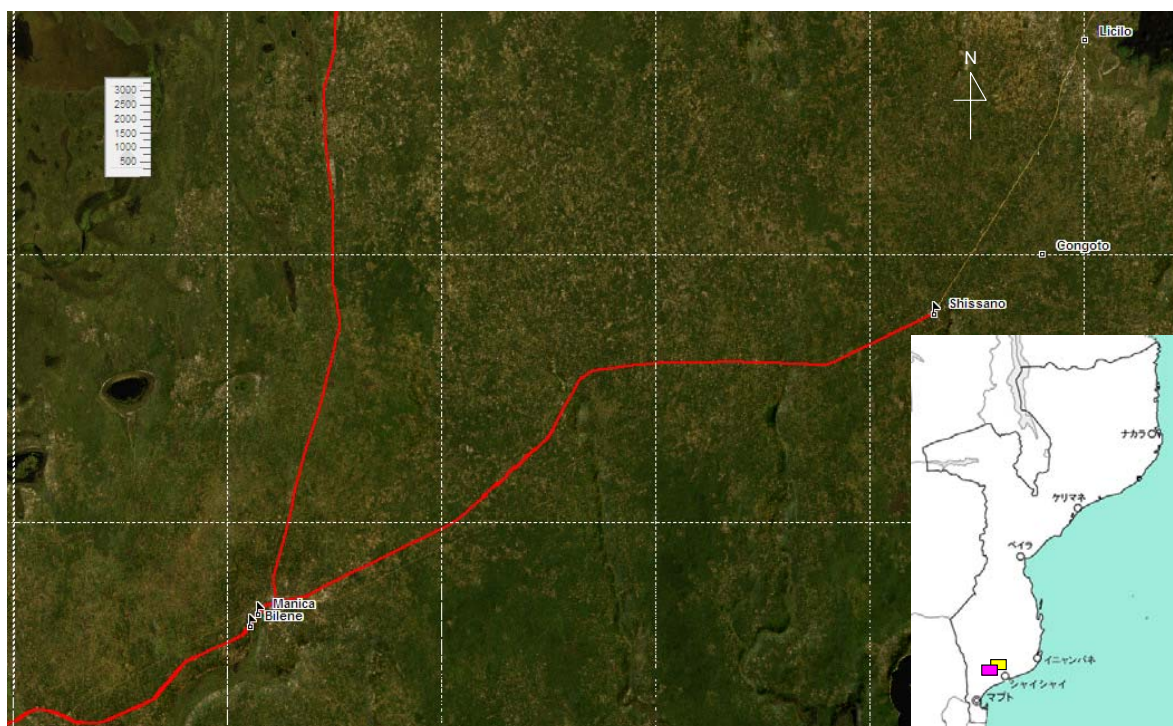
図 農地候補地周辺の LANDSAT™ 画像

3.2.4 契約栽培

契約委託栽培地は、ガザ州南部の Maniça, Bilene, Chibuto 周辺の既存農地の休耕地とする。この周辺は人口が比較的多く、インフラの条件が整っているため、委託先が確保しやすい。周辺は Limpopo 川が氾濫を繰り返しながら堆積した土壌であり、比較的肥えている。Maniça, Bilene, は舗装されたハイウェイが海岸線に沿って通過しており、トラック輸送に適している。また、Chibuto はやや内陸部にあるが、シサノ前大統領の出身地でもあり、道路や電気などのインフラは整っている。周辺は現在、カシューナッツの産地である。

この周辺には休耕地が存在し、数十～数百 ha 規模での委託栽培が可能である。また、周辺農地は食料のために確保されている場所が多いが、ジャトロファと他の商品作物との混栽により、周辺農民の所得を向上させることも可能である。

この地域の衛星画像と村落付近の写真を下に示す。



(LANDSATTM 衛星画像より、カシミール 3D を用いてバンド 1(Blue), 2(Green), 3(Red) からトゥルーカラー高解像度として処理した画像。地名及び赤線は調査時に取得した GPS ポイント及びトラックデータより合成)

図 契約栽培地周辺の LANDSATTM 画像



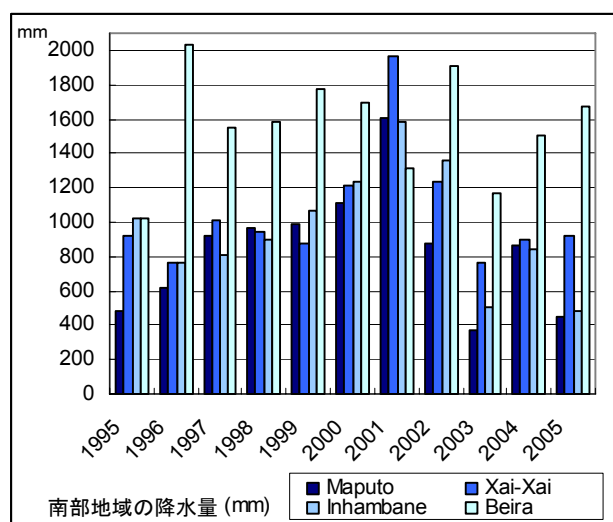
図 Chibuto 郡村落と Chibuto 周辺休耕地

3.3 土地制度

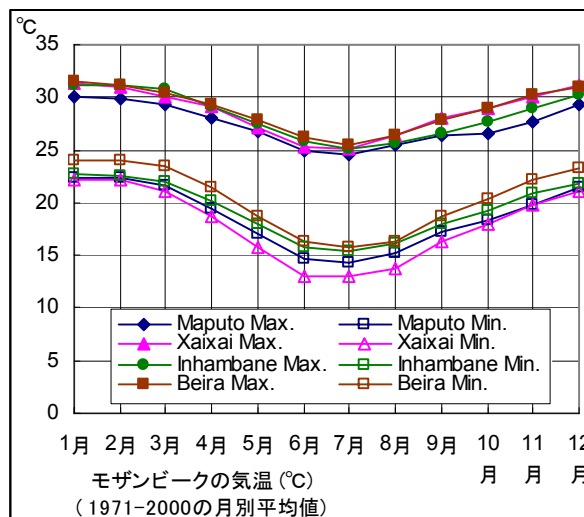
モザンビークの土地は国有地である。土地使用は、1997 年制定の Land Act (土地法) 及び 1998 年制定の Land Regulations (土地規則) により規定されている。借地料は一般的に 0.5～1US\$/ha である。最大 50 年間の借地権が認められている。また、権利者の要求により、更に 50 年の延長が可能である。申請は通年行っている。コミュニティレベル、ローカルレベル、州レベル、国レベルの全ての段階での承認を受けることが必要である。審査に要する期間は約 3 ヶ月である。

3.4 プロジェクト計画地の気象水文

プロジェクト実施地域および農場可能性地域であるマプート、Xaixai、Inhambane の降水量と気温を、次の図に示す。

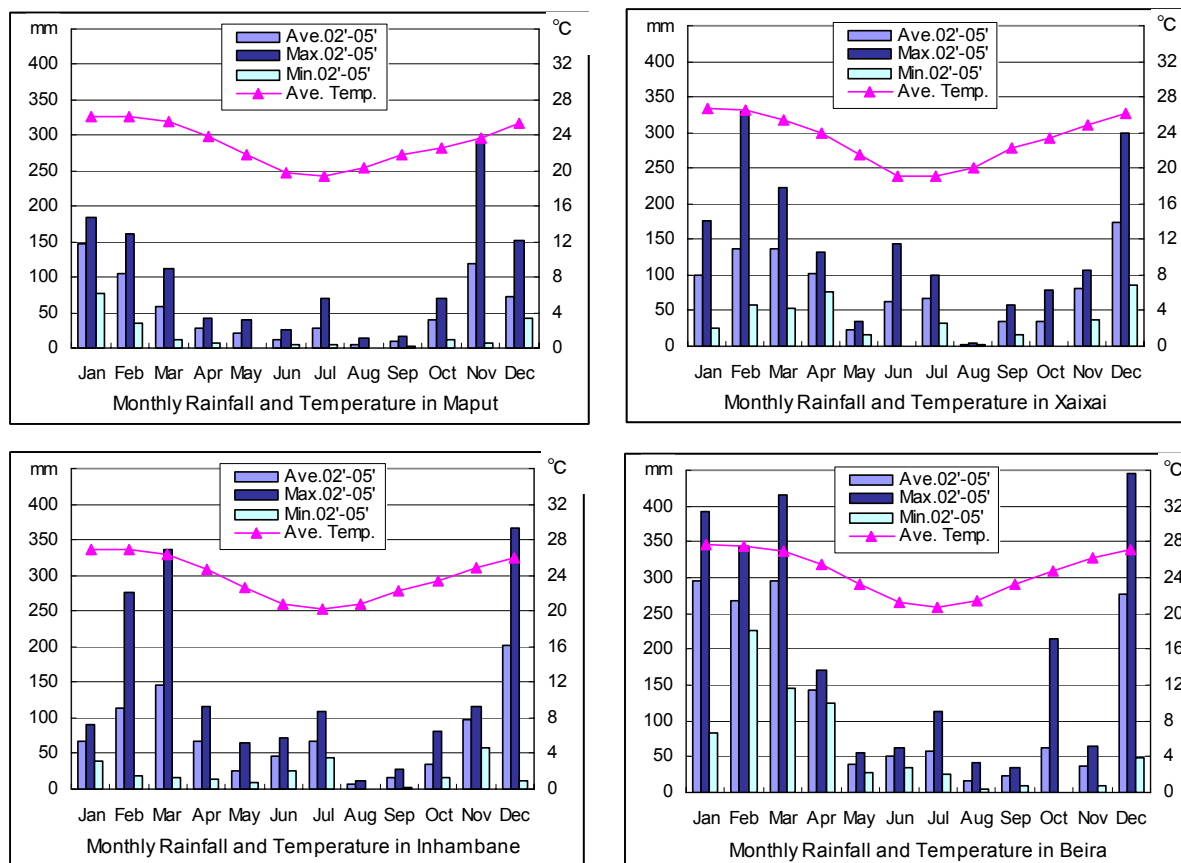


出典: Avaliação dos Biocombustíveis em Moçambique



出典: Instituto Nacional de Meteorologia

図 プロジェクト地域周辺の年間降水量と月別平均気温



降水量は2002年から2005年の4年間のデータより最高・最低・平均値を算出。気温は1971年～2000年の月別平均気温の平均
 出典：降水量データ：Avaliação dos Biocombustíveis em Moçambique (2008, World Bank)、気温：Instituto Nacional de Meteorologia

図 プロジェクト地域周辺の月間平均・最高・最低降水量と月別平均気温

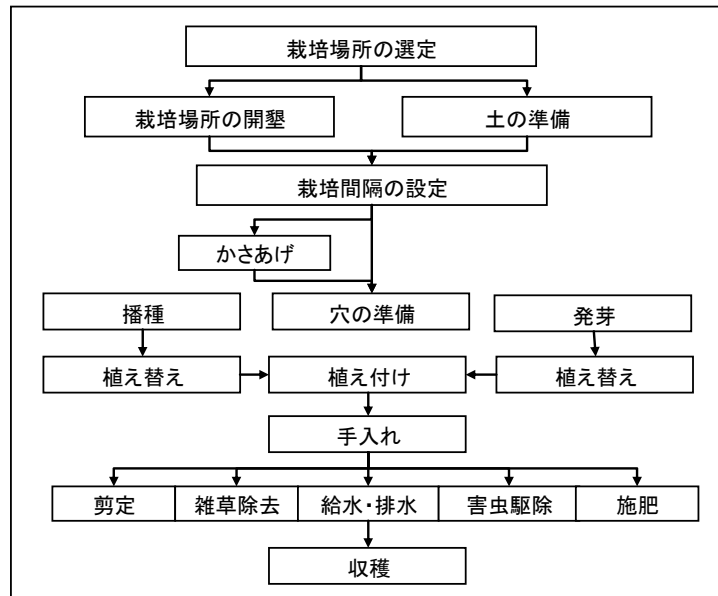
冬である乾季の最低気温は13℃～16℃、夏である雨季の最高気温29℃～32℃である。年間降水量は場所によって、また年によって幅がある。マプートでは年によっては400mm以下(2003年)であるが、多雨の年である2001年には1600mmを超えた。一方、海岸側であるXaixaiは比較的安定しており、多雨の年を除くと750-900mm程度である。Inhambaneは年によってばらつきがあり、550-1000mm程度である。これらの気候条件は、ほぼ全域においてジャトロファ栽培には適しているといえる。

3.5 栽培計画

3.5.1 直営農場

直営農場で約13,000haの栽培を行い、64,000 ton/年のジャトロファ種子を生産する計画である。ジャトロファの種の収量は5.0 ton/ha/年を見込む。ジャトロファは果実として農場から収穫し、皮剥き機を用い種にする。ジャトロファ種はMabalane駅から列車貨物でMatolaのプラントへ輸送する。

栽培のフロー図を以下に示す。



出典：「バイオディーゼルのためのヤトロファ」（タイ語訳）チェンマイ大学農学部 2006 を元 to 作成

図 ジャトロファ栽培フロー

(1) 開墾

土地は現在低木、灌木、茂みなどに覆われている。土地が広大であるためブルドーザー等の重機で低木や雑草を押し退けて開墾し、木の根を除去する必要がある。開墾後にトラクターにより耕耘と雑草の鋤き込みを行う。

(2) 種の繁殖と育苗

開墾に先立って、播種のための種の繁殖と育苗を行う必要がある。ジャトロファの種は休息期間を必要とせず、収穫直後の種まきは可能である。種を保存する必要がある場合は、3-4 日干して乾燥させ、10-12%程度の水分量にし、12℃程度の冷暗所に保存する。播種には黒色のポリバッグが用いられることが多い。ポリバッグの中で 3-6 ヶ月苗を育てる。種は土の表面から約 2cm の所に種の白い部分を下にして植える。一般に種まきをしてから 7-10 日間で発芽する。受粉してから 57 日目のジャトロファの実は黄色く、そのまま種を植えると 90%は発芽すると言われている。受粉してから 57 日以上 67 日までに収穫した黒色の実は、発芽率は黄色の実と同じであるが、発育してからの体力が弱いといわれている。

(3) 植え替え

開墾後、苗木を植える穴を区画に沿って準備し、苗を植えつける。栽培間隔は 2x2m 間隔とし、1ha に 2500 本植栽する。日光を効率的に浴びられるようジグザグに交互に植えつける。この際、排水上必要であれば土地を嵩上げし、排水路を作る。栽培区画内に植え付けをする際には、ジャトロファを植えるためにポリバッグよりも大きめの穴を準備する(縦横 30x30cm、深さ 30cm 程度)。この際、穴底に施肥する。穴にも日を当てるために植え替えの 7-15 日前には穴の準備をするのが良い。植え替えが終わると土をかぶせ、苗が傾かないように地表を固める。植え替えは雨季の始まる直前が良い。

(4) 手入れ

栽培期間中は給水、雑草の除去、肥料の施肥、剪定を行う。ジャトロファの手入れとして最も配

慮を要するのは、排水である。給水は乾季や乾燥した時期のみでよい。雑草除去も、特に初年度は必要である。病虫害としては立枯れ病や根腐れ病、アブラムシ・アザミウマ・カイガラムシ・コナカイガラムシなどがある。発生した場合にはそれぞれに見合った殺虫剤が必要になる。

肥料は、混合肥料 N:P:K=2:3:2(22%) が現地で入手可能であるが、高価である。栽培地の土壌に P 分と K 分は含まれているので、ここでは尿素肥料を 1 本当たり 20 g ずつ施肥する計画である。最適な施肥条件は、栽培試験を通して今後検討する必要がある。

剪定は収穫量を増やすのに重要な作業である。剪定により枝の数を増やし、花の数を増して収穫量を増す。一本に 20-25 本以上の枝が必要である。剪定作業は年に 2-4 回必要になる。その後ジャトロファが 2 m 以上に成長するのを規制する。選定作業は新しい枝が生えてくるのを助けるだけでなく、ジャトロファ全体の高さコントロールし、手作業での収穫を行いやすくする。

(5) 収穫

実が熟すとすぐに収穫を行う。実の熟度は色で判断する。受粉から 60 日で熟すとされ、実の色は緑色から黄色に変化する。実を収穫し、集積し、皮を剥いて種を出す。皮剥きは手作業もしくは皮剥き機を用いて行う。実は腐りやすいので皮剥きは収穫後すぐに行う。実一個に約 3 粒の種があり、乾燥後の種の重量は 1200-1400 粒/kg である。初年度から収穫は可能であるが収穫量は少なく、2 年目、3 年目から増えていく。20-30 年は収穫可能である。種は日干しし、水分量を 10-12% に低下させる。収穫の機械化は難しく、人力の労働となる。収穫時期には臨時の季節労働者として人員を雇用し、実の収集と皮剥き作業に当たる。広大な土地の場合は計画的に人員を手配する必要がある。

収量は 5.0 ton/ha を想定した。想定収量の決定については、3.10 節に述べる。

3.5.2 契約栽培

契約栽培においては、既存の農家の未利用地、休耕地を利用する想定であるため、開墾の費用は見込んでいない。ジャトロファの苗と肥料を配布し、栽培後に収穫された種を買い取るようになる。植え替え、手入れ、収穫は、直営農場と同様に行う。種は Bilene, Chibuto などの拠点において買い取りを行う事を想定しているが、場合によっては皮剥き機を搭載したトラックで各農地を収集することも考えられる。この場合、買取価格は通常よりも安く設定し、手間のコストを相殺することとする。

契約栽培の成功の可否は、ジャトロファ種の買取価格に掛かっている。特に初年度はジャトロファの種の収穫量は少ないため、農家が継続して種を生産するインセンティブが必要である。種の買い取り価格の設定は、既存の農産物の市場と比較して行う必要がある。既存の農産物を駆逐せず、かつジャトロファの栽培が農家にとって魅力的である、バランスの取れた価格設定としなければならない。下表はガザ州の主な商品作物とその面積あたりの価格である。キャッサバの価格が非常に高いが、そのほとんどが自家消費であり市場にはあまり出回っていない。一方、米は地方で最も流通性の高い商品作物であり、商品作物の価値は米を基準に考えることができる。

表 ガザ州の商品作物

Item	Production Amount	Area (ha)	Yield (ton/ha)	Income (MT/ton)	Income (MT/ha)
米	42,665	18,411	2.3	3,500	8,050
綿花	1,500	1,508	1.0		
キャッサバ	403,014	42,987	9.4	5,000	47,000
サトウキビ					
メイズ	141,425	178,776	0.8	2,500	2,000
Grandnut (Arachis Hipogaea)	9,715	45,558	0.2	15,000	3,000
ソルガム (Sorghum Vulgare)	3,409	5,500	0.6	2,000	1,200
Cowpea (Vigna Unguiculata)	13,390	53,763	0.2	5,000	1,000

出典：農業省ガザ県支部

計画では、周辺の賃金収入の平均 1600-2000 MT/月を考慮し、収入と経費を概算して、ジャトロファの買取価格を 1,620 MT/ton と設定した。これは 6,480 MT/ha/年に相当する。この値は米よりは若干低く、メイズの約 3 倍である。米は耕作可能地が限られており、肥料や人手の投入を要することから、この価格設定は、米の耕作ができない農家のインセンティブとして十分に働きうるものであると考えられる。

契約栽培は、事業者が直接栽培方法を各農家に管理することはできないので、事前の農業普及員の育成、農家のトレーニングと、農家の組織化が鍵となる。

契約栽培では、ジャトロファ一本あたりの種の収穫は直営農業よりも少ないと考えられる。種の生産量は直営農業の 8 割である 4.0 ton/ha と仮定して計画した。

3.6 栽培コスト

直営農場と契約栽培にかかる初期費用および年間維持管理費用の算定結果を、次表の通り示す。初期コストは、直営農場の場合 11.6 億円、契約栽培は 4.2 億円である。直営農場の場合、苗の費用と開墾コストが大きな割合を占めている。一方、契約栽培の場合は苗の費用が約半分を占める。一方、年間維持管理費用の場合、直営農場は 2.7 億円/年、契約栽培は 5 億円/年である。直営農場は作業員人件費と肥料代が大きく、契約栽培はジャトロファ種の買い取り費用が大部分である。尚、ジャトロファ種の輸送コストは、プラントのパートにおいて算定する。

表 直営農場費用算定

(1) 直営農場ベースパラメータ

項目	数量	単位	収量	備考
ジャトロファBDF年間生産量	16500	ton/year		
ジャトロファフルード油年間生産量	17,500	ton/year		
ジャトロファ種必要年間生産量	64,364	ton/year	0.27189	Yield、390ton/d
ジャトロファ1本あたり	2.0	kg/tree		1.95 (Madagaskar), 3 (Tanzania)
ジャトロファ本数	32,182,132	nos		
必要面積	12,873	ha	2500	tree/ha, 2x2 m grid
ジャトロファ果実生産量	7.0	ton/ha		
ジャトロファ種生産量	5.0	ton/ha		
ジャトロファカーネル量	3.0	ton/ha		
ジャトロファフルード油量	1.4	ton/ha	0.477	Yield: oil content 0.53 x mill eff.0.9
ジャトロファフルード正油量	1.36	ton/ha	0.95	Filter press yield

(2) 直営農場初期費用

(12US\$/ton (Madagaskar), 700-1100US\$/ha)

項目	数量	単位	単価	単価単位	コスト	備考
ジャトロファ苗	32,182,132	本	1.5	MT/本	1,930,928	
土地借用料	13,000	ha	1	US\$/ha	13,000	
土地開墾費(ブルドーザ)	13,000	ha	150	US\$/ha	1,950,000	ブラジルで100\$/ha, ラオスで3-500\$/ha
トラクター (256hp)	6	台	44,880	US\$/台	269,280	中古、16ha/day. 150日で開墾
トラクター(2WD, 82hp)	33	台	912,249	MT/台	1,204,169	新品、400haに1台
アタッチメント(プラウ)	6	セット	7,645	US\$/セット	45,870	中古
アタッチメント(ディスクハロー)	6	セット	7,948	US\$/セット	47,685	中古
アタッチメント(散水車)	33	セット	6,000	US\$/セット	198,000	
アタッチメント(燃料車)	3	台	8,000	US\$/セット	24,000	
アタッチメント(荷台)	33	セット	1,000	US\$/セット	33,000	
皮剥き機	10	セット	25,059	US\$/セット	250,594	5000\$@2 ton/d, 20 ton/日
井戸	33	本	10,000	US\$/本	330,000	400 ha に1本、散水には不十分
井戸ポンプ	33	セット	2,000	US\$/セット	66,000	1.5kW、120L/分
ワークショップ・農具	1	式	100,000	US\$/式	100,000	
拠点小屋	33	式	5,000	US\$/式	165,000	
トラック (15トン)	4	台	30,000	US\$/台	120,000	中古、195 ton/日、4往復/日
車 (4WD)	2	台	30,000	US\$/台	60,000	
燃料(開墾)	526,500	L	31	MT/L	652,860	40.5 L/ha、3-5 ha/日、リーケージ
燃料(プラウ)	175,500	L	31	MT/L	217,620	13.5 L/ha、リーケージ
燃料(ハロー)	65,000	L	31	MT/L	20,150	5 L/ha、リーケージ
フェンス	26000	ha	17.2	US\$/ha	447,200	
種貯蔵庫	2500	m2	50	US\$/m2	125,000	195ton/日、ρ=0.4、25x50m
作業員用小屋	4333	セット	30	US\$/m2	130,000	1セット/3人
宿舎	1	式	100,000	US\$/式	100,000	
事務所	1	式	200,000	US\$/式	200,000	
小計					8,700,355	
予備費・雑費	15	%			1,305,053	
環境コスト	0.2	%			20,011	0.2%、環境ライセンス
付加価値税	17	%			1,549,512	
総計					11,574,932	

(3) 直営農場O&M費用

項目	数量	単位	単価	単価単位	コスト	備考
人件費						
農場管理者	1	人	1,500	US\$/月	18,000	
作業管理者	3	人	800	US\$/月	28,800	
ワークショップエンジニア	3	人	500	US\$/月	18,000	
事務員	3	人	400	US\$/月	14,400	
作業員リーダー	65	人	2,300	MT/月	71,760	200 haに1人
作業員(常時)	195	人	1,700	MT/月	159,120	200 haに3人
作業員(非常時)	13,000	人	70	MT/日	1,092,000	1 ha に一人、30日/年
肥料	644	ton/年	37,600	MT/ton	968,039	混合肥料NPK1:2:1、平均20g/本 50kg 1880 MT
光熱費						
トラクター燃料	19,500	L/年	31	MT/L	24,180	12.5L/100ha、年12回、4 km/L
電気	19,361	kWh/年	3.462	MT/kWh	2,681	井戸+オフィス 1500kWh/月
農園維持管理費用	5	%			338,471	初期投資の5% (苗除く)
					2,735,451	

表 委託栽培費用算定

(1) 契約栽培ベースパラメータ

項目	数量	単位	収量	備考
ジャトロファBDF年間生産量	16,500	ton/year		
ジャトロファフルード油年間生産量	17,500	ton/year		
ジャトロファ種必要年間生産量	64,364	ton/year	0.27189	Yield、390ton/d
ジャトロファ1本あたり	1.6	kg/tree		
ジャトロファ本数	40,227,666	nos		
必要面積	16,091	ha	2500	tree/ha, 2x2 m grid
ジャトロファ果実生産量	5.6	ton/ha		
ジャトロファ種生産量	4.0	ton/ha		
ジャトロファカーネル量	2.4	ton/ha		
ジャトロファフルード油量	1.1	ton/ha	0.477	Yield: oil content 0.53 x milling eff.0.9
ジャトロファフルード正油量	1.09	ton/ha	0.95	Filter press yield

(2) 契約栽培種買上げ価格算定

項目	数量	単位
一農家当り面積	5.00	ha/hh
契約農家数	3,200	hh
一農家当り必要販売収入	1,800	MT/hh/月
一農家当り経費	900	MT/hh/月
年間費用	32,400	MT/hh/年
面積辺り費用	6,480	MT/ha/年
一農家当り種生産量	20	ton/hh/年
ジャトロファ種買上げ価格	1,620	MT/ton

(3) 契約栽培初期費用

項目	数量	単位	単価	単価単位	コスト	備考
ジャトロファ苗	40,227,666	本	1.5	MT/本	2,413,660	
農具	3,200	式	100	US\$/式	320,000	
トラック (15トン)	4	台	30,000	US\$/台	120,000	中古、195 ton/日、4往復/日
種貯蔵庫	2500	m2	50	US\$/m2	125,000	195ton/日、p=0.4、25x50m
小計					2,978,660	
予備費・雑費	20	%			595,732	
付加価値税	17	%			607,647	
総計					4,182,039	

(4) 契約栽培O&M費用

項目	数量	単位	単価	単価単位	コスト	備考
農業指導員	107	人	300	US\$/月	385,200	1人/30農家
管理員	7	人	300	US\$/月	25,200	1人/500農家
肥料	805	ton/年	37,600	MT/ton	1,210,048	混合肥料NPK1:2:1、平均20g/本 50kg 1880 MT
賃借料	12	月	400	US\$/月	4,800	
ジャトロファ種購入	52,000	ton/年	1,620	MT/ton	3,369,600	
					4,994,848	

表 農業費用まとめと販売単価

農業初期投資額

項目	金額(US\$)
直営農場	
小計	8,700,355
予備費・雑費	1,305,053
環境コスト	20,011
付加価値税	1,549,512
直営農場合計	11,574,932
契約委託栽培	
小計	2,978,660
予備費・雑費	595,732
付加価値税	607,647
契約委託栽培合計	4,182,039
総計	15,756,970

農業維持管理・年間費用

項目	金額(US\$)
直営農場	
人件費	1,402,080
肥料・光熱費	994,900
維持管理費	338,471
直営農場合計	2,735,451
契約委託栽培	
人件費	410,400
肥料・光熱費・賃借料	1,214,848
ジャトロファ種調達費	3,369,600
契約委託栽培合計	4,994,848
年間費用総計	7,730,299

項目	農業全体	直営農場	契約委託栽培
10年間費用 (US\$)	93,059,963	38,929,442	54,130,520
1トン価格 (US\$)	282.00	236	328
10年間販売単価(US\$/L)	0.254	0.212	0.295

初期コストと10年間の維持管理額を単純に合算し、プラントにおいて製造するB.D.Fの合計量で乗算した場合、10年間の単価は、直営農場では0.212US\$/L、契約栽培では0.295US\$/KL、農業平均で0.254US\$/Lとなる。直営農場のほうが初期投資額は大きい、単価は低く抑えられる計算である。

直営農場および契約栽培のジャトロファ農業の事業スケジュールを、次表に示す。

表 ジャトロファ栽培スケジュール

作業項目	2009												2010												2011												2012以降													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
直営農場																																																		
土地手配手続き																																																		
環境影響評価																																																		
ジャトロファ種調達																																																		
ジャトロファ播種・育苗																																																		
栽培試験																																																		
重機・機器手配調達																																																		
作業員トレーニング																																																		
井戸掘削																																																		
ワークショップ・建屋建設																																																		
土地開墾																																																		
耕運、鋤込み																																																		
ジャトロファ苗植え																																																		
ジャトロファ栽培																																																		
ジャトロファ実収穫																																																		
ジャトロファ皮剥き・収集																																																		
契約栽培																																																		
管理事務所設営																																																		
農業普及員養成																																																		
委託農家募集																																																		
委託農家契約																																																		
委託農家トレーニング																																																		
ジャトロファ苗・肥料配布																																																		
農業指導																																																		
ジャトロファ種収集																																																		

3.7 ジャトロファの毒性

ジャトロファの種には主な有毒物質として、有毒タンパク質であるクルシン (cricin)、トリプシン阻害物質、ホルボールエステル (phorbol ester) が含まれる。含有量は品種により異なる。ジャトロファを軽油と混合して用いる際は、燃料として大量に消費された場合の人体への影響について、詳細な検討が必要である。

クルシンは糖鎖に結合するタンパク質であるレクチン (lectin) のひとつで、峻下作用（激しい下痢を生じさせる作用）があるトリプシンは膵臓から分泌されるタンパク質分解酵素のひとつで、トリプシン阻害物質はこの酵素活性を阻害する。ホルボールエステルは炭素数20のジテルペンのひとつで、トウダイグサ科の植物に含まれる。ホルボールエステルは発ガンのプロモータとして働くことが認識されている。ホルボールエステルは搾油時に油に溶解し、熱処理でも変化しない。一方、クルシンは搾油時に油には移行せず、タンパク質であるので熱で変性し無毒化すると考えら

れる¹¹。

ジャトロファの種子またはオイルを誤って摂取した場合、口と喉の焼けるような痛み、嘔吐、錯乱、筋肉痛、視力低下、頻脈などの症状が起きると報告されている。またマウスや家畜に与えた場合の致死を含む影響も数多く報告されている¹²。

ジャトロファ油の毒性除去について、絞るかすの多くは現在肥料に利用されているが、50～60%程度のタンパク質が含まれており、飼料としての利用が期待されているからである。絞るかすを処理することでクルシン（レクチン）などの有毒成分や、タンニン、フィチン、サポニンなど、飼料にするうえでの有害物質を除去する研究が数多く行われている。またジャトロファには産地の違いなどによって、一部にホルボールエステルを含まないものがあることが知られている。メキシコの一部地域では加熱後に飼料などに利用されており、マウスによる実験によっても熱処理後のタンパク毒の不活性化が示されている¹³。

メキシコでは4地域 (Castillo de Teayo, Pueblillo, Coatzacoalcos, Yautepec)で採られた種子について成分分析を行い、処理方法の効果を調べる実験が行われた¹⁴。その結果、毒性物質については、Coatzacoalcos 産の種子から高濃度 (3.85 mg/g dry meal) のホルボールエステルが検出されたが、他の3地域の種子からは検出されなかった。トリプシン阻害物質とレクチンは全ての種子に含まれていた。油脂を除去した部分に対して行った結果、トリプシン阻害はオートクレーブによる121℃、25 分間の熱処理で容易に不活性化した。またレクチン活性はエタノールによる抽出と0.07%の炭酸水素ナトリウム処理で大きく低下した。絞り粕から油分を完全に除去し、蒸気注入と水での洗浄を行うことで、ホルボールエステルをほぼ完全に除去できたという報告もある。しかし、油脂に含まれるホルボールエステルは対象とされていない¹⁵。

ジャトロファの毒性は主としてホルボールエステルによるものと言え、それ以外は熱処理等で解決できると見て良い。一方で、無毒とされるメキシコ産のジャトロファの種子をニカラグア、ジンバブエ、インドおよびメキシコの他の地域に導入し、従来の栽培法および組織培養で栽培する実験がなされている¹⁶。また遺伝子組み換え等のバイオテクノロジー的な操作についても研究されており、今後の展開が注目される。

今後、クルードオイルの取り扱い、B.D.F に転換する際の工程の影響、燃焼排ガスの成分とその影響等を含めて、詳細に研究する必要がある。

¹¹ 岩田、勾坂、「バイオディーゼル原料としての *Jatropha Curcas* L. のリスクについて—特に情報毒性について」、日本リスク研究会第21年次大会公演論文集 Vol.21 Nov.29-30, 2008

¹² Adam, S.E.I., 2074. Toxic Effects of *Jatropha* Caulcas in Mice, *Toxicology* 2, P67-76, Abdel Gadir, W.S., Onsa, T.O., Ali, W.E.M., El Badwi, S.M.A. Adam, S.E.I., 2003. Comparative toxicity of *Croton macrostachys*, *Jatropha curcas* and *Piper abyssinica* seeds in Nubian goats, *Small Ruminant Research* 48, P61-67

¹³ Makkar, H.P.S., Aderibigbe, A.O., Becker, K., 1998. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors, *Food Chemistry* 62(2), P207-215

¹⁴ Martinez-Herrera, J., Siddhuraju, P., Francis, G., Davila-Ortiz, G. and Becker, K., 2006. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico, *Food Chemistry* 96, P80-89

¹⁵ Devappa, R.K., Swamylingappa, B., 2008. Biochemical and nutritional evaluation of *Jatropha* protein isolate prepared by steam injection heating for reduction of toxic and antinutritional factors, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88, P911-919

¹⁶ Dove Biotech LTD., Undated. *Jatropha Curcas* L. An International Botanical Answer to Biodiesel Production and Renewable Energy, P33

3.8 農業の課題・検討事項

農業についての課題と検討事項を、以下の通りまとめる。

■ 農業試験

農業省や大学と提携して、ジャトロファ栽培のための農業試験所を設立する必要がある。ジャトロファは品種によって収量や油分の組成、毒性などが異なる。事業開始前に優良種の選定を行うが、優良種がモザンビークの気候土壌条件に合っているかどうかを試験し、適合する系統を選定するため、試験的な育種を行う必要がある。選定した種について、栽培方法を設定し、収量の測定、油の分析を行う。また、後述の混栽に適した作物を探索する。

■ 高価な肥料

農地に窒素分が乏しいことから肥料の添加は収量確保のために不可欠であると考えられる。一方、化学肥料は南アから輸入されており、国内に肥料工場が存在しない。このため化学肥料は非常に高価であり、事業費を圧迫している。ジャトロファ種絞り粕より製造するコンポストを適用することも考えられるが、嵩張るために輸送費がネックとなる。よって、安価な肥料の確保が課題になる。窒素固定菌を用いたバイオ肥料が実用化されているが、この適用を検討するのも一つである。尚、事業からは外れるが、カホーラバッサの豊富な水力発電の電力を利用した肥料工場の建設を国に働きかけ実現すれば、事業に利するところは大であろう。

■ 混栽

ジャトロファの大規模単一作物の栽培は、環境影響評価において生態系への負荷を指摘される可能性がある。カシューナッツや、豆類を混栽することにより、単一作物の栽培を回避する。枝豆やピジョンピーなど豆類は緑肥として土壌への窒素分を供給し、養分の収奪を緩和する。また商品作物を栽培することにより、栽培初期の農家収益を補うことができる。

■ 分散型搾油

事業では種を全てマプートへ運搬し、一括で搾油を行う集積型の計画としている。一方、特に契約栽培においては、移動式の搾油機を用いて現地で油を搾って回り、絞り粕をその場で土壌に還元する方法も考えられる。試験的に導入し、採算が良いならば集積型から分散型へ移行することも考えられる。

■ 苗と種の確保

7 千万本以上の苗と、それを育苗するための膨大な量の種の入手が課題である。初年度にこの種の入手を行う必要がある。モザンビーク国内にも民間企業の育苗所や農業省が試験的に栽培したものがあるが、この必要を満たす規模にははるかに及ばない。他国からの輸入が必要となる。輸入先としては、南ア、タンザニア、スワジランド、インド、ミャンマーなどが考えられるが、品種の選定との兼ね合いが問題である。選定された品種から種・苗木を育てる期間を見込む必要がある。

3.9 ジャトロファの収量

実際のモザンビークにおける収量を現時点で正確に予測することは、気象条件や土地条件を勘案しても、難しい。本件では、ジャトロファ種の収量は、直営農場で 5.0 ton/ha、契約栽培では 4.0 ton/ha

と仮定し、栽培計画に用いた。この収量の根拠については、以下の通りである。

(1) 現地における聞き取り

Gaza 州 Xaixai には、Birene のジャトロファプランテーションに苗木を供給している私設のジャトロファ育苗所がある。この育苗所での聞き取りによると、プランテーションで栽培されているジャトロファ種の収量は、剪定を行った成木の場合年間 2～3kg/本であり、植栽密度は 2500 本/ha であった。これをヘクタール辺りの収量に換算すると、5.0ton/ha～7.5ton/ha となる。

(2) 文献値による確認

ジャトロファの収量は文献によって差が大きい。比較的新しい文献値を、次表に示す。

表 ジャトロファの収量例

種収量 (ton/ha)	油収量 (ton/ha)	国	注釈	出典
6.0	2.4-3.6	記述無し		ヤトロファ油および米油のメチルエステル変換とその燃焼特性 自動車技術会論文集. 39(2) [2008.3]
2.5		記述無し	1kg/tree, 2500 trees/ha より算出	BDF Production from Seed Oil of Trees and Bushes, Jenji Iiyama, Zhenfu Jin, Kyoko Katsumata, J.Jpn. Inst. Energy, Vol 87, No.6, 2008
	1.74	記述無し	原文では 1.9 kL/ha. 密度 $\rho = 0.9186$ として算出	バイオディーゼルの製造--ジャトロファ等非食用油を中心に 国際農林業協力. 30(3) (通号 149)[2008.2]
5.0		フィリピン		Department of Agriculture, Implementation of the Biofuels Law. DA Biofuels Feedstock Program Updates 2008, Philippine
約 10		記述無し		一般社団法人環境保全技術研究協会 2008
6.0	2.1	中央アメリカ		Plant.a Bio ACROTECNOLOGIA Ltda http://www.scribd.com/doc/2350114/Projeto-Biodiesel-Jatropha
3.8		インド	Data as of 2006	Meeting the Sustainability Challenge, Mission Biofuels Limited, April 2008 (data from TERI)
5-8		インドネシア	Data as of 2006-2007, Yield of 5th year	APEC Workshop on Establishment of the Guidelines for the Development of Biodiesel Standards in the APEC Region July 2008, Taipei. Coordinating Ministry for Economic Affairs/ Chairman, Alternative Energy Technical Team

本件では、モザンビークにおけるジャトロファの種収量を、直営農場で 5.0 ton/ha、契約栽培でその 8 割である 4.0 ton/ha、油収量はそれぞれ 1.36 ton/ha、1.09 ton/ha と仮定している。この数値は上表に示した値に比し、同程度からやや慎重側に設定されていると言える。

3.10 安定したジャトロファ収穫のためのシステム

大規模なジャトロファ栽培を行い、安定して収量を確保するためには、以下の二点が肝要になると考えられる。

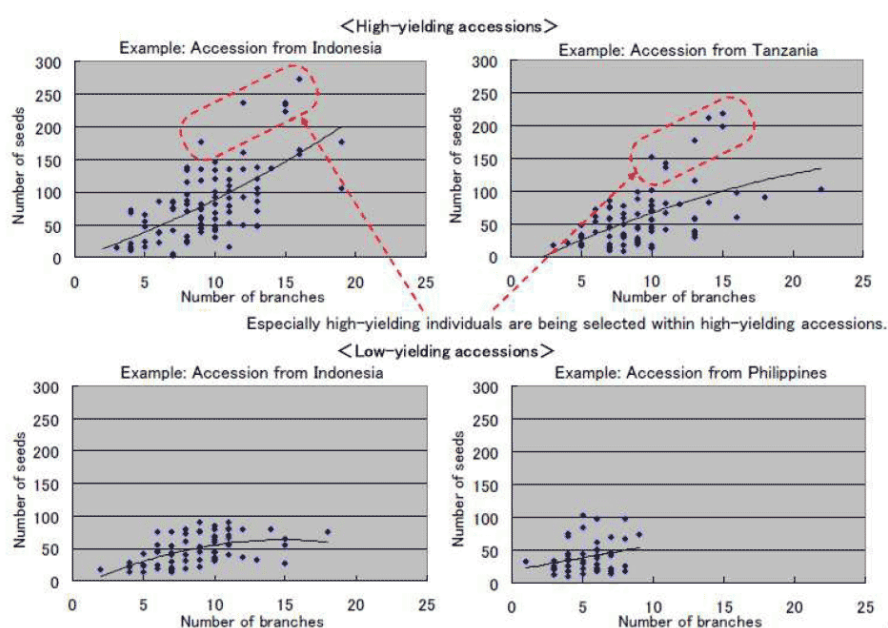
- 品種の選定
- 農家への栽培技術普及と契約農家管理システム

(1) 品種の選定

品種の選定については、種子収量、含油率、毒性などの点で有利であること、病害虫に耐性があり安定した収量を確保できる、などの観点から、品種を選抜することが肝要である。

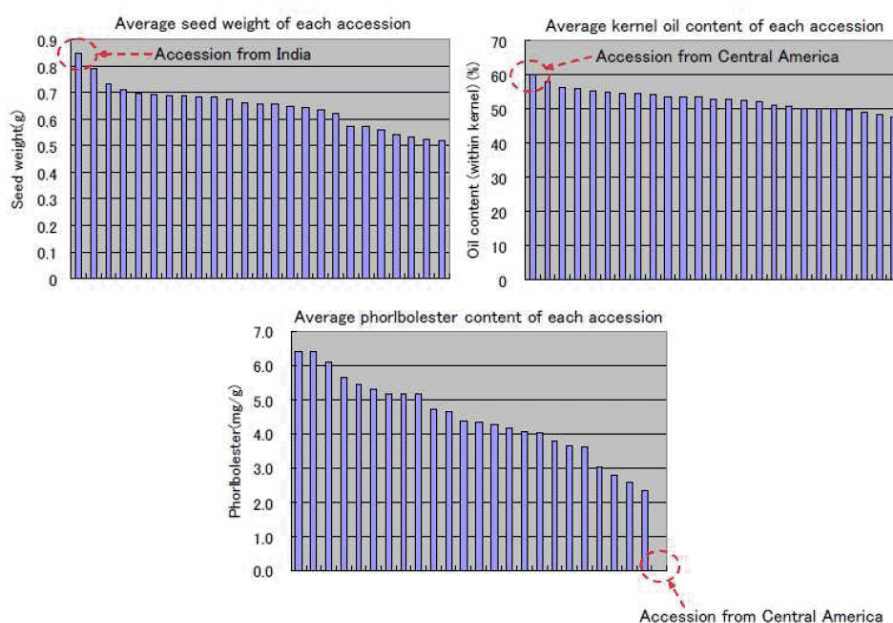
日本植物燃料株式会社は、21 カ国 90 系統以上の豊富なジャトロファ種を収集しており、優良品種を選抜している。収穫量の検討事項として、収穫種子数および枝数の関係は系統ごとに傾向が見られ、個体ごとの差異も大きいと見られている。下図に示す、系統ごとの枝・種子量、種子重量、含油率などから、有利な性質を有する系統を選別し、その種子から育苗を行う。

また、同社は 40 の系統について DNA マーカーを作成しており、ホルボールエステルを含有しない DNA マーカーが特定されている。これより毒性が低いという観点に合わせて選抜を行う。



出典：日本植物燃料株式会社提供

図 ジャトロファの系統別枝・種子量



出典：日本植物燃料株式会社提供

図 ジャトロファの系統別種子重量・含油率・ホルボールエステル含量

日本植物燃料の圃場にて選抜された個体をモザンビークに導入し、試験栽培を行い、モザンビーク候補地における適切な品種を確定する。試験栽培を通じて、これまで確認されていない地域固有の病害虫の有無を確認する。病害虫の影響が懸念される場合は、必要最小限の殺虫剤の適用などを含め、試験栽培の中で対応策を検討する。

(2) 農家への技術指導と農民組織

品種選定と並んで、農民組織の形成と農家への技術指導は、本事業の成否を握る鍵である。

契約農家の対象面積は 16,000 ha である。一農家あたりの面積が 1-5 ha 程度であることを勘案すると、契約数は約 5000~10,000 農家の規模になる。円滑な運営のためには、農家の組織化は不可欠である。

一方、モザンビークの農業は、外国企業の投資によるプランテーション以外は家族単位の粗放農業である。共産主義時代の農業組合は、ほとんど形骸化しているか機能していない状態である。小規模農家の技術、営農能力は低く、周辺国と比しても生産性は低い。契約栽培を効率的に実施するためには、農民組織の育成が不可欠である。また収量を確保するジャトロファ栽培を行う知識・ノウハウを農民に伝達するため、農業指導員を事業側で育成し、栽培技術を普及する必要がある。

農業組織については、本事業のために一から形成を行うのは非常に時間がかかる。本事業は、農民の貧困対策、商品作物による所得向上活動に繋がるため、既存の農民組合や州政府の農業普及活動と連係させたほうが効率的である。ガザ州の農業組織化・技術向上の取り組みとしては、以下のものがある。

- Chokwe 灌漑スキーム小規模農家総合農業開発
- ガザ州の農民組合 AGRI-GAZA を通じた農民組織化
- ガザ州政府農業普及活動のネットワーク

Chokwe 灌漑は直営農場対象地、契約栽培対象地のほぼ中央に位置している。2007 年から 2010 年の期間で、小規模農家を対象とする JICA の技術協力プロジェクトが実施されている。目的は、営農支援体制の整備、小規模農家に適した農業技術の開発と普及、灌漑水路を管理する水利組合の組織強化などを通じ、小規模農家の生計向上させることである。この技術協力によって為しえた営農と農民のネットワークをモデルとし、契約栽培農家に普及させていくことが考えられる。

また、AGRI-GAZA (Associação de Agricultor de Gaza) はガザ州の Chibuto, Xaixai, Manjacaze, Chokwe の 4 件で活動している農業組合である。トラクターによる賃耕作業、種子の配布、生産資材の購入、搬送用トラックの貸し出しなどを行っている。同組合は USAID などの機関から財政支援を受けている。この AGRI-GAZA の農業組合にジャトロファ栽培の苗木配布、栽培技術普及活動を組み込み、組合活動と連係させることは、事業に資する。

一方、ガザ州政府農業普及活動のネットワークとして、Xaixai, Bilene, Manjacaze, Chibutp, Chokwe の 5 県が農業普及活動の重点県として位置づけられている。対象は農業及び畜産、灌漑・排水、作物防除、カシューナツツの 5 分野である。この対象作物にジャトロファを組み入れ、州政府の支援によりジャトロファ栽培を普及することが考えられる。

これら農民組織化と農業指導員の育成を、モデル事業において実施することが望ましい。

また、本事業のパートナーである PETROMOC は、既に先行している南アフリカ企業のジャトロファプランテーションに出資している。この企業との協力体制の構築を構築し、農業指導者の派遣要請を行うことも考慮に入れる。

3.11 試験栽培

前節で述べた課題を検討するため、2009 年～2010 年に掛けて試験栽培およびモデル事業を行う。

- 計画地: Maputo 州または Gaza 州
- 規模: 100 ha 前後
- 試験栽培の検討項目
 - モデル農園の運営
 - 選定した品種のモザンビークにおける適用の実証
 - モザンビーク栽培用に選定した品種の最適肥料条件、収量算定と油分析
 - ジャトロファとの混栽に適した商品作物の選定
 - 試験栽培を通じた栽培指導員の育成
 - 農業組合との連携体制構築とジャトロファ契約栽培のための農民組織形成

試験栽培は、1 年を想定する。病虫害などの課題が明らかになった場合は、必要に応じて試験栽培期間を延長し、事業開始スケジュールを遅らせる、あるいは平行して事業を進めることも考慮に入れる必要がある。

試験栽培は、公的支援によるモデル事業として組み入れることが望ましい。モデル事業の実施は、科学技術省支援による大学間の研究連携支援、官民連携事業の実施支援スキームなどを検討する。

4 章 設備計画

4.1 プラント設備予定地

プラント設備は、マプートの南約 20 km の Matola にあるペトロモック社の貯留施設内に建設する予定である。この場合、プラント用地取得にかかる手続きを省略できる。また、石油貯蔵施設の電気・水供給・水処理施設が利用できる、環境影響評価が既存施設のものの追加として提出可能であり時間が短縮できる、など、利便が大きい。このため、事業のコスト・期間を省略することができる。

プラント予定地位置図を巻頭図に示す。

4.2 輸送計画

直営農地および契約栽培地からプラントへジャトロファの種を輸送する。農地あるいは契約栽培の集積拠点から鉄道駅まではトラック輸送を行い、その後 Matola のプラントまでは鉄道を利用する。尚、直営農場の Mabalane には至近距離に貨物列車の駅がある。輸送の概要は以下の通りである。

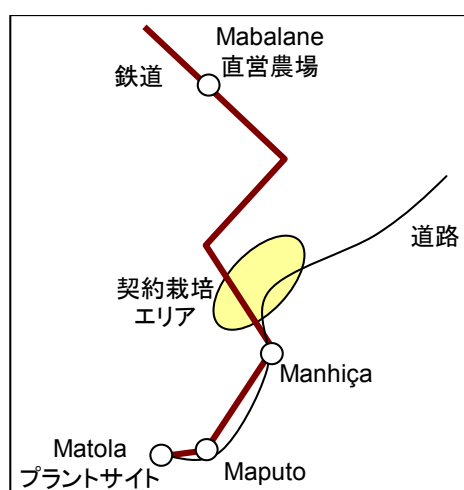
- 直営農場：ガザ州 Mabalane 農場→(トラック)Mabalane 駅→(列車)Matola
- 契約栽培：ガザ州 Chibuto, Bilene, Manhiça 周辺→(トラック)Manhiça 駅→(列車)Matola

輸送距離と輸送量、及び輸送の概念図を下図に示す。

表 トラック・列車の平均輸送距離と概念図

項目	数量	単位
直営農場面積	12,873	ha
直営農場種収量	5.0	ton/ha
直営農場種輸送量	64,365	ton
契約栽培面積	16,091	ha
契約栽培種収量	4.0	ton/ha
契約栽培種輸送量	64,364	ton
トラック輸送		
直営農場（農場→Mabalane）	10.0	km
契約栽培農場（農場→Manhiça、平均）	50.0	km
トラック輸送平均距離	30.0	km
列車輸送		
直営農場（Mabalane→Matola）	178.0	km
契約栽培農場（Manhiça→Matola）	377.0	km
列車輸送平均距離	277.5	km

* Matola駅からプラントへの距離は近距離であるため含んでいない。



4.3 ジャトロファ油と B.D.F 規格

ジャトロファ油は、文献値では pH5.0-7.0 で、オレイン酸約 41%、リノレン酸約 32%、パルミチン酸約 16%、ステアリン酸約 10%の組成である。ジャトロファ油からアルカリ触媒法によってメチルエステル化した B.D.F は、セタン価が 51 と軽油とほぼ同じであり、発熱量 40.3 MJ/kg は軽油の 42.7 MJ/kg の 94%相当であり、動粘度は軽油よりやや高い。大気汚染の原因となる硫黄酸化物の元となる硫黄含有量は軽油の 1/10 以下である。ジャトロファ油、ジャトロファ油 B.D.F の性状、EU の B.D.F ニート、EU の B5 の規格、及び JIS2 号軽油規格との比較を、下表に示す。

表 ジャトロファ油およびジャトロファ B.D.F の性状例

項目	単位	EN14214 (ニート)*1	EN590 (B5)*1	ジャトロファ クルード油*2	ジャトロファ BDF*3	JIS K2024 軽油(JIS2号)
動粘度	mm ² /s, 40℃	3.5-5.0	2.0-4.5	4.8	5.51*	3.5
粘度	cp, 30℃					
比重		0.86-0.9	0.82-0.845	0.884	0.9186	<0.86
引火点	℃	120以上	55以上	182.5	110	>50
凝固点	℃				2	
蒸留性状	℃		360以下		284-295	<350
流動点	℃			0	8	<7.5
CFPP	℃	6グレード	6グレード	-1		<-5
10%残留炭素	%	0.3以下	0.3以下	1.54	0.64	
硫黄分	mg/kg	10以下	50以下	3以下	0.13-0.16	50以下
セタン価		51以上	51以上	38*3	51	>50
熱量	MJ/kg			36.1	40.3	42.7
	kcal/kg			8,622	9,625	10,199
酸価	mgKOH/g	0.5以下		0.4	1.0-38.2	
ヨウ素価	gl/100g	120以下		93.2	90.8-112.5	

*1「バイオディーゼル最前線」2006年

*2「ヤトロファ油および米油のメチルエステル変換とその燃焼特性」自動車技術会論文集 Vol.39 2008年3月

*3 BDF Production from Seed Oil of Trees and Bushes, Journal of the Japan Institute of Energy, 87, 2008

上表は文献値であり、実際の性状はジャトロファの品種や栽培条件によって異なる。モザンビークに適したジャトロファについて、品種を特定し試験栽培を行う仮定で、数値を見直す必要がある。

4.4 B.D.F プラント概要

B.D.F プラントは、1日に100トンのB.D.F製品を製造する。プラントは種のストックヤード、搾油機、メチルエステル化プラント、関連タンク・貯蔵庫、発電機、固形燃料施設、コンポスト化設備からなる。それぞれの仕様を、下表に示す。

表 B.D.F プラントの仕様

項目	仕様	単位	Nos.	備考
ジャトロファストックヤード	60 x 130 x 3	m ³	1	
搾油機	110	ton/day	5	
BDFプラント	100	ton/day	1	
ジェトロファ油タンク	133	m ³	4	
BDF製品タンク	100	m ³	6	
発電機	1000	kW	3	
コンポスト化設備	51	ton/day	2	1200 m ³ x 2 式
固形燃料製造場	102	ton/day	1	11,400 m ²

プラントは1年330日稼働、1日24時間稼働とする。

設備の概要は、以下の通りである。

(1) スtockヤード

列車貨物により運搬されてきたジャトロファ種、及び搾油後の絞り粕を貯蔵する。

(2) 搾油機

搾油は前処理、圧搾、及び油の抽出を行う。ナタネやヒマワリなど一般的な植物油用の搾油機が適用可能であるが、ジャトロファの場合、処理能力はナタネなどの半分程度になる。本事業では390トン/日の種の搾油を行うために、種処理能力100トン/日の容量のものを5ユニット導入する。行程ではホットプレス方式を用い、ボイラーからのスチームを用いて種を加熱し、高効率の搾油

を行う。計画では、種の 60%がカーネル量、カーネルの 53%が油分、搾油効率が 0.9、フィルタープレス効率が 0.95 とし、1 トンの種から 272 kg の油を搾油する。(収率=0.6 x 0.53 x 0.9 x 0.95 = 0.272)

(3) B.D.F 化装置

B.D.F 装置は連続式である。まず、前処理を行い夾雑物、軽沸物の除去を行う。このときジャトロファクルード油の脱ガム・脱酸も同時に行う。

次に反応容器に送り、60～80℃に加温し、メタノールとアルカリ触媒(水酸化カリウム)を加えてメチルエステル化反応を行う。反応後、静置してクールダウンし、グリセリン層を分離する。この時グリセリン層で軽沸カットを行い、メタノールを回収する。グリセリンはコンポストの発酵材料として用いる。

一方、B.D.F 層は水を加えて水洗し、再度静置して水層と B.D.F 層に分離する。これは、水により B.D.F 層を洗浄する湿式工程である。乾式工程も考えられるが、現在の技術では不純物の除去が十分ではないことと、凝集剤のコストが大きくなることにより、計画では湿式を採用している。洗浄廃水は高濃度有機分を含むため、グリセリンと同じくコンポストの発酵原料として用いる。

洗浄された B.D.F 層は再度軽沸物を除去し、脱水する。これが最終的な B.D.F 製品となる。

(4) 副産物利用

搾油機からの副産物であるジャトロファの絞り粕の利用方法として、以下の三つがある。

■ ボイラーの燃料

搾油機および B.D.F 化装置に必要なボイラーの熱源として重油の代替として用いる。

■ 固形燃料

絞り粕はフレーク状に固まっており、ペレット化などの必要はない。これを麻袋に入れ、固形燃料として販売する。販売額は運搬費と手数料がカバーできる程度とし、収益にはカウントしない。これにより薪炭の使用量の削減と森林保全への寄与を企図する。

■ コンポスト

絞り粕をグリセリン、洗浄排水と混ぜ、常温で攪拌し、コンポストを製造する。コンポストは有機肥料として Matola・マプート州周辺の農民に配布し、付近農地の農業生産性向上に寄与する。尚、一部はジャトロファ種を収集するトラックで農地に運搬し、ジャトロファ農園の肥料としても利用する。

それぞれの絞り粕の使用量を、下の表にまとめる。

表 ジャトロファ絞り粕の利用

項目	数量	単位	数量	単位
ジャトロファ種生産量	129,000	ton/yr	391	ton/day
ジャトロファクルード油	35,000	ton/yr	106	ton/day
ジャトロファ油粕生産量	84,600	ton/yr	256	ton/day
油粕ボイラー使用量	17,160	ton/yr	52	ton/day
油粕コンポスト使用量	33,720	ton/yr	102	ton/day
油粕固形燃料使用量	33,720	ton/yr	102	ton/day

(5) 貯蔵タンク

貯蔵タンクは、ジャトロファクルード油用と B.D.F 製品貯蔵用のそれぞれが必要である。タンクは全てステンレス製となる。ペトロモックの既存貯留施設のタンクを借りることも考えられる。

搾油と B.D.F 製造のプロセスフローを次図に示す。

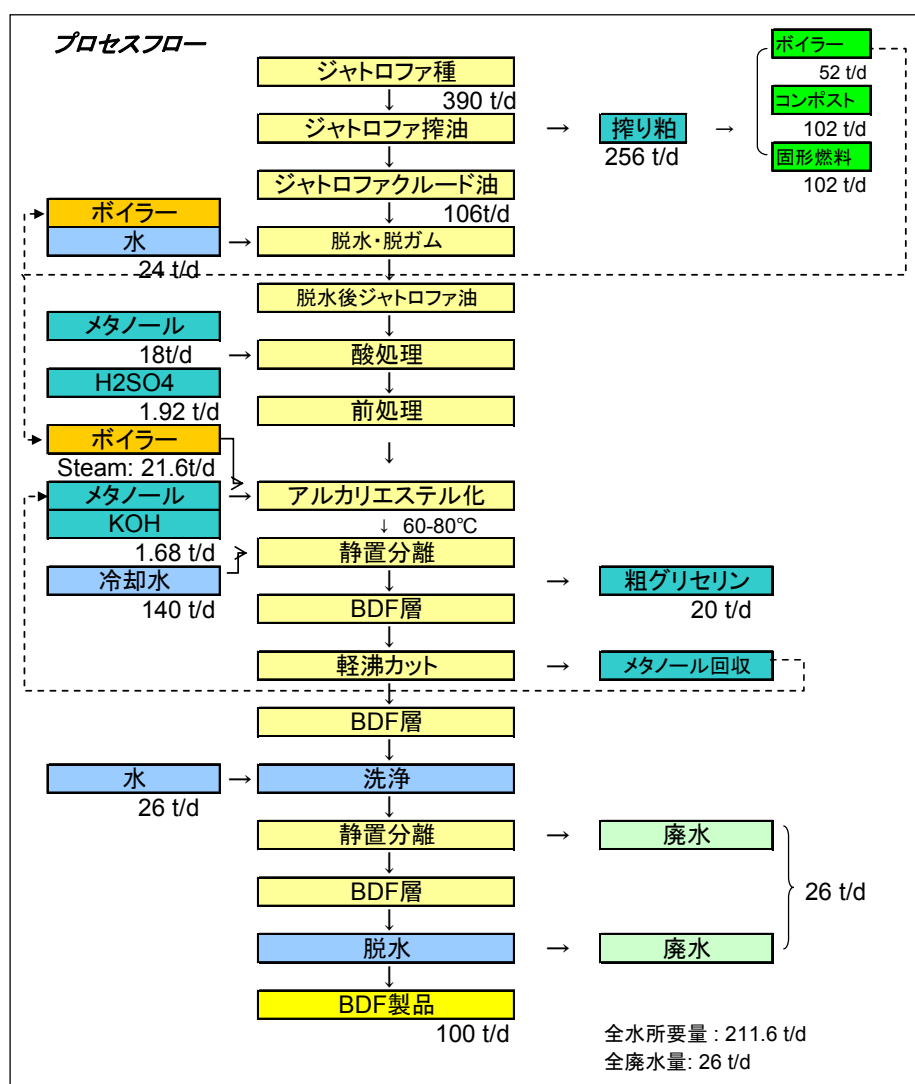


図 B.D.F 製造プロセスフロー

B.D.F の製造には、植物油の他に原料となるメタノール、触媒となる KOH(水酸化カリウム)、及び前処理用の酸(硫酸)が必要である。これらは商社を通じて南アより輸入が可能である。

搾油施設、B.D.F 製造装置、コンポスト化施設、固形燃料化場、および貯留施設などを加えると、390 m x 220 m の広大な敷地面積が必要となる。 B.D.F プラントのレイアウト図を、次図に示す。この内、事務所や一部のタンクなどは、ペトロモック社所有の貯留施設を共用できる可能性がある。共用ができる場合はその分スペースの削減が可能となる。

Site plan of the Jatropha Solid Fuel Production Area, showing various functional zones and dimensions.

Overall Dimensions: 390 M (Total Length) x 220 M (Total Width).

Functional Zones and Dimensions:

- Compost Facility (コンポスト化施設):** 160 M x 10 M.
- Jatropha Stockyard (ジャトロファストックヤード):** 130 M x 60 M.
- BDF Production Plant (BDF製造エリア):** 190 M x 10 M.
- Power Supply, Analysis, and Control Room (用役・動力・分析・制御エリア):** 10 M x 10 M.
- Fire Protection Facility (消防設備用役ヤード):** 10 M x 10 M.
- Laboratory (試験場):** 10 M x 10 M.
- Office (事務所):** 10 M x 10 M.
- Parking (駐車場):** 10 M x 10 M.
- Material Storage (原料貯槽エリア):** 240 M x 10 M.
- Lorry Loading and Unloading (ローリー入出荷エリア):** 240 M x 10 M.
- BDF Storage (BDF製品貯槽エリア):** 240 M x 10 M.

Legend: [Red dashed line] : ペトロモックの設備と共用可部分 (Petromock equipment and shared area).

-55-

4.4 エネルギー計画

プラントに投入するエネルギーは CDM においてリーケージとなるため、可能な限り削減することが望ましい。電気は基本的に系統の電力を購入する。大口の事業用の低圧電気料金は 1,378 MT/kWh である。しかし、1 日に合計 4 時間設定されているピーク時の電気料金が非常に高いため、この時間は独自のディーゼル発電による電気を使用することとする。B.D.F プラントの電気所要量を以下の表にまとめる。

表 B.D.F プラント設備電気使用量

項目	定格出力	使用率	数量	kWh/日	MWh/年
搾油機	450	1.0	5	54,000	17,820
BDF製造設備	544	0.7	1	9,132	3,013
コンポスト化装置	38	1	1	912	301
電力合計	2,832			64,044	21,134

一方、搾油機や B.D.F 製造設備の加熱のために、ボイラー用の燃料が必要となる。当初重油で設計していたが、重油の使用量が大きくなりリーケージに大きく響いてくるため、これをジャトロファの絞り粕で代替する。ジャトロファ絞り粕は 6000 kcal 程度の熱量を含んでおり、ボイラーの燃料として用いることが可能である。下表の通り、1 日に約 18 トン必要である重油を、52 トンの絞り粕で代替する。

表 B.D.F プラント設備ボイラー燃料使用量

A重油カロリー	9,341	kcal/kg
絞り粕カロリー	5,400	kcal/kg
重油ボイラー効率	0.85	
絞り粕ボイラー効率	0.5	
重油 BDF設備用	10	トン/日
重油 搾油機用	7.68	トン/日
重油代替絞り粕BDF用	29.4	トン/日
重油代替絞り粕搾油機	22.6	トン/日

B.D.F の材料であるメタノールや KOH、硫酸は、モザンビーク国内では生産されていないので、南アから商社を通して輸入することになる。メタノールの原料価格が大きく維持管理費用に影響する。ついで KOH の価格である。メタノール価格は近年の原油高の影響を直接受けており、今後も値段は原油価格と連動して変動する可能性が大きい。

次表に電力、燃料、水、B.D.F 材料の使用量と年間費用をまとめる。

ディーゼル自家発電部分については、コスト積算では軽油を購入としたが、実際の事業では自家発電用にジャトロファ油またはジャトロファ B.D.F を用いて発電することでコストを低下させることも考えられる。

表 B.D.F プラント設備燃料・水・原料使用量

項目	数量	数量単位	単価	単価単位	年間経費	経費単位
電力・燃料						
系統電力	53,370	kWh/日	1.378	MT/kWh	970,776	\$/年
ディーゼル発電効率	0.248	L/kWh				
ディーゼル発電用軽油	2,647	L/日	28.52	MT/L		
ディーゼル発電電力	10,674	kWh/日	7.073	MT/kWh	996,554	\$/年
重油 BDF設備用	10	トン/日	26.75	MT/L	4,154,118	
重油 搾油機用	7.68	トン/日	26.75	MT/L	3,190,362	
重油代替絞り粕BDF用	29.4	トン/日	0		0	
重油代替絞り粕搾油機	22.6	トン/日	0		0	
水						
BDFボイラー用	21.6	トン/日				
BDF洗浄用上水	26.0	トン/日				
BDF冷却補給水用	140	トン/日				
搾油機ボイラー用	24	トン/日				
水合計	211.6	トン/日	10	\$/トン	698,280	\$/年
材料						
メタノール	18	トン/日	606	\$/トン	3,599,395	\$/年
KOHフレーク	1.68	トン/日	1,942	\$/トン	1,076,727	\$/年
硫酸(98%)	1.92	トン/日	200	\$/トン	126,720	\$/年
合計					7,468,452	

4.5 年間維持管理費用

年間で発生する維持管理費用としては、上の光熱水道費のほか、輸送費、人件費、一般管理費が発生する。

下表に、農場からのトラックおよび鉄道を用いた輸送量と、かかる費用を示す。下は全てジャトロファ種の輸送にかかる費用である。輸送費で2.5億円/年の計算となる。

表 ジャトロファ種のプラントまでの輸送量と輸送費用

項目	数値	単位	備考
軽油価格	31	MT/L	
種子密度 ρ	0.4		
トラック輸送単位価格	6.06	MT/ton/km	0.097US\$/km/m3 for 30m3 16500MT/36kL 174km
トラック輸送平均距離	30.00	km	
トラック輸送量	129,000	ton/年	
トラック輸送年間価格	23,461,875	MT/年	
鉄道輸送単位価格	1.125	MT/ton/km	交通運輸省資料では1.125, Petromocデータで1.69
鉄道輸送平均距離	277.5	km	
鉄道輸送量	129,000	ton/年	
鉄道輸送年間価格	40,272,188	MT/年	
輸送費合計	63,734,063	MT/年	
輸送費合計	2,549,363	US\$/年	

下にプラントにおける人件費を示す。人件費の合計は 0.35 億円/年である。この輸送費については、トラックを自社所有とし軽油ではなく自社のジャトロファ B.D.Fを使用すること、鉄道輸送においては大量輸送による契約交渉を行うなどで、金額を低下させられる可能性がある。

表 B.D.F プラントにおける人件費

人件費	人数	シフト	賃率 US\$/月	年間費用 US\$
マネージャ	1	1	2,000	24,000
エンジニアリングリーダー	1	1	1,200	14,400
エンジニア	3	3	800	86,400
オペレータ	10	3	500	180,000
ガードマン	3	3	300	32,400
事務員	3	1	500	18,000
人件費合計				355,200

B.D.F プラントの年間維持管理費用を以下の表にまとめる。尚、一般管理費として次節に述べる初期コストの5%を加算している。年間、合計 12.2 億円の維持管理費用が発生することとなる。

表 B.D.F プラントの年間維持管理費用

項目	コスト(\$/年)	備考
輸送費	2,549,363	
プラント人件費		
人件費	355,200	
操業供給品	71,040	人件費の20%
福利厚生費	71,040	人件費の20%, 4%の社会保障税含
電気料金	970,776	
ディーゼル発電燃料	996,554	
燃料代(重油)	-	
BDF材料費	4,802,842	
水道代	698,280	
一般管理費		
メンテナンスコスト	1,621,328	設備投資の5%
固定資産税	32,427	設備投資の0.1%
維持管理費 合計	12,168,849	

4.6 プラント設備費用

プラントの初期投資費用を下表にまとめる。プラント部分の初期投資費用は 32.4 億円となる。

表 B.D.F プラント初期投資費用

項目	単価 (百万円)	数量	単位	コスト (百万円)	仕様
搾油施設	100	5	ユニット	500	油20トン/日x5式、24時間運転
BDF設備	1500	1	式	1,500	100トン/日、24時間運転
ストックヤード	100	1	式	100	建屋含む
コンポスト設備	100	2	式	200	200トン/日x2式
固形化燃料設備	50	1	式	50	建屋のみ
ディーゼル発電機	20	3	MW	60	200 \$/kW
小計				2,410	
エンジニアリング	5	%	MM	121	
予備費	10	%		241	
VAT	17	%		471	
環境コスト	0.7	%		19.4	EIA0.5%, 環境ライセンス0.2%
合計				3,243	
合計(US\$)				32,426,550	

尚、B.D.F プラントを日本国内で製造し輸出する場合の実際の積算に基づいた金額は、上の値には収まらない。上表の値は、現地での調達や製作を行うことでコスト削減を見込んだものであり、第7章の財務分析において、FIRRの値がフィージブルになるための評価に必要な目標価格である。次にプラントの建設スケジュールを下表に示す。建設期間は 18 ヶ月であり、設計・製図を含める

と約2年になる。

表 B.D.F プラント建設スケジュール

作業項目	2009												2010												2011以降													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
国内																																						
設計・製図																																						
国内機器製作																																						
輸送																																						
現地																																						
機器調達・製造																																						
土木建築																																						
機器据付配管電気計装工事																																						
試運転																																						
設備調整																																						
生産運転																																						

5 章 CDM 事業

5.1 CDM プロジェクトのベースライン及びプロジェクトシナリオ

本プロジェクトのシナリオは、特定の土地における新規バイオマス（ジャトロファ）の栽培により種子を収穫し、搾油、エステル化による B.D.F 製造を行い、国内の公共交通機関の燃料として利用するというものである。

プロジェクトにより製造された B.D.F は本プロジェクトのカウンターパートであるペトロモック社を通じ、公共交通機関のバス会社であるマプート公共交通(TPM)及び他の公共交通・貨物列車へ、軽油に 20%混合した燃料として販売、利用される。これにより、軽油の使用量の軽減に伴う温室効果ガスの排出削減及び大気汚染の緩和を図るものである。

モザンビークの公共交通機関においては、軽油を燃料と利用するのが最も一般的となっている。同国は天然ガスを算出していることから、バス会社などでは天然ガスを軽油の代替として利用することを検討する動きもある。しかし、供給のための都市ガスの配管やパイプラインが整っていない同国において、天然ガスが経由に取って代わるには、まだ多くの課題が残されている。

また、B.D.F の導入に関し、本調査結果において明らかになったとおり、モザンビーク国内での B.D.F 市場はまだ限られたものであり、製造された B.D.F の多くは内部での利用や南ア等の海外への輸出向けとなっている。このことから、CDM プロジェクトが実施されなかった場合、本プロジェクトの実現は難しく、ベースラインシナリオとして軽油の燃料利用が継続していくことが想定される。

5.2 方法論

本プロジェクトに適用を検討している方法論は“AM0047 Production of biodiesel based on waste oils and/or waste fats from biogenic origin for use as fuel Ver. 02”の改定案のバージョン¹⁷である。

B.D.F の製造・利用に伴う排出削減事業の CDM 化に関しては、これまで様々な方法論が提案されてきたものの、プロジェクトから創出される排出権が製造者側と消費者側で二度請求されるダブルカウンティングや、B.D.F の原料のプランテーションなどプロジェクトの上流におけるプロジェクト排出量やリーケージの考慮等、解決すべく様々な課題が今も山積している。

こうした背景から、現時点で承認されているバイオ燃料の製造に関する方法論は、“AMS III.T. Plant oil production and use for transport applications Ver.01”もしくは、“AM0047 Production of biodiesel based on waste oils and/or waste fats from biogenic origin for use as fuel Ver.02”の 2 つのみである。AMSIII.T. は、油種の圧搾・フィルタリングにより植物油を抽出し、運搬用途にする場合に適用可能であり、エステル化を伴う B.D.F の製造には適用出来ない。

また、AM0047 は、燃料用バイオディーゼル混合軽油を製造・販売・消費することにより排出削減を図るプロジェクトに適用可能であるが、B.D.F 製造の原材料が、廃食用油や廃脂に限定されており、ジャトロファの栽培により油種を調達する本事業には合致しない。しかしながら、第 30 回方法論パネルにおいて、当時新方法論として提案されていた NM0228 及び NM0233 の要素を取り入れた改定案(Ver. 3)が出されたことにより、このタイプのプロジェクトの実現可能性が大きく高

¹⁷ http://dm.unfccc.int/Panels/meth/MP30_repan06_AM0047_ver03

まった。

改定案では、適用条件に「新規に開拓された専用プランテーションから調達する油種を原料とする」が加えられており、本事業における当該方法論の適用可能性がより一層高まった。また、本事業で製造される B.D.F は、カウンターパートであるペトロモック社の石油製品流通網を通じ、消費者に行き渡ることから、実際に代替された軽油の量のモニタリングについても、方法論の要求どおり実施する上で問題はない。さらに、ペトロモック社は半国営企業であり、モザンビークの DNA 等とも精通していることから、製造された B.D.F の消費者が別途 CER をクレームするような事態も想定出来ない。

当該方法論の改定案は第 30 回方法論パネルにおいて提案されて以来継続審議中であり、現在も最終的にどのような形で承認されるかは明らかではない。このことから、本調査においては、継続審議を見守りつつも改定案の申請を検討したが、調査期間中に結論が出ることは無かった。

本調査の過程においては、別途、新規方法論や改定案の提出についても検討を行ったが、昨今の CDM 理事会や方法論パネルの動向を鑑みると、対案を出すことは得策ではなく、既存の方法論もしくは審議中の改定案の中で適用可能なものを検討するのが一番の近道であると考え。このことから、当該調査の範囲においては、当該改定案が承認されることを前提とした調査と PDD の作成を行った。

方法論の適用条件には、以下の項目が挙げられている。当該プロジェクト活動のケースについて適用性を示す。

Applicability condition		プロジェクトケース
Feedstock inputs	a) If the feedstock is vegetable oils and / or fats from crops produced in dedicated plantations, volumes of biodiesel produced from feedstock, which do not comply with the criteria for the dedicated plantations, are discounted in the calculation of emission reductions;	当該プロジェクトで使用される原料 (feedstock) は、特定された未利用の農地 (underutilized agricultural land)にて、新規プランテーションにより行われるものであることから、左記の適用条件に合致する。
	b) The alcohol used for esterification is methanol from fossil fuel origin. Volumes of biodiesel produced with alcohols other than methanol (for example, ethanol) are discounted not included in the quantity of biofuel claiming emissions reduction.	プロジェクトにおけるエステル化で使用するメタノールは化石燃料起源のものである。エステル化の過程においては、メタノール以外のアルコール類の使用はないことから、左記の適用条件に合致する。
Dedicated plantations	a) The dedicated plantations are designed so as to avoid displacement of pre-project activities. To this end, the plantations are established on land which was, prior to project implementation: - Severely degraded land; OR - Under-utilized agricultural land. - Has been used for agricultural purposes, provided the project participants can demonstrate that no natural forests exists in the host country. ³	プロジェクトでは、モザンビーク政府から借り入れる特定の土地で新規プランテーションを行う。また、これらの土地は未利用の農地 (underutilized agricultural land)であり、プロジェクト実施前にすでに行われていた活動 (pre-project activity) がプロジェクト活動の実施により置き換わってしまう懸念はない。このことから、左記の適用条件に合致する。
	c) Plantations established on under-utilized agricultural land shall comprise one of the	後日挿入

Applicability condition		プロジェクトケース
	following activities: i. Introduction of a second crop per year on agricultural land previously lying idle for part of the year; OR ii. Liberation of under-utilized grazing land for conversion to dedicated oil seed plantations, by increasing the livestock density on other existing grazing land in the project boundary. Livestock is not displaced to land areas outside the project boundary. Permanent losses in carbon stocks through over-utilization of the remaining grazing land must be prevented by respecting the maximum allowable livestock densities.	
	d) The site preparation does not cause longer-term net emissions from soil carbon. Carbon stocks in soil organic matter, litter and deadwood can be expected to decrease more due to soil erosion and human intervention or increase less in the absence of the project activity;	新規プランテーションによる土壌の開拓は、土壌中の炭素の長期的な放出を招かない技術を用いて行われる。プロジェクトが行われない場合、土壌に含まれる有機成分や落葉落枝、および枯れ木に含まれる炭素分は、土壌の腐敗や人的破壊により減少していく。このことから、左記の適用条件に合致する。
	e) The land area of the dedicated plantations will be planted by direct planting and/or seeding;	プロジェクトで利用する土地のプランテーションは、直接栽培（Direct-planting method）にて行われる。このことから、左記の適用条件に合致する。
	f) After harvest, regeneration will occur either by direct planting, seeding or natural sprouting;	種子の収穫後の土地は、再び直接栽培（Direct-planting method）に次の世代の種子の栽培が行われる。このことから、左記の適用条件に合致する。
	g) The project activity does not lead to an increase in livestock numbers in the project area. In case of dedicated plantations established on severely degraded land, no grazing will occur.	プロジェクトの実施に伴う近隣地域の家畜の数の増加は起こらない。このことから、左記の適用条件に合致する。
	a) The petrodiesel, the biodiesel and their blends comply with national regulations (if existent), or with suitable international standards such as ASTM D6751, EN14214, or ANP42 24.11.2004;	モザンビークには、現在B.D.Fの成分等に関する国家基準は存在しない。プロジェクトにより製造されるB.D.F、軽油、混合燃料は、関連する国際基準を満たすものである。このことから、左記の適用条件に合致する。
Biodiesel Plant and Product outputs	b) The project activity involves construction and operation of a biodiesel plant for (trans-) esterification of animal and vegetable oils and fats;	本プロジェクトは、ジャトロファ種子を原料とするB.D.F製造プラントを建設、運営するものである。このことから、左記の適用条件に合致する。
	c) Storage and treatment facilities of feedstocks and products of the plant are designed in a way to not result in any methane emissions. In particular, seed cake produced at the plant is either treated aerobically (e.g. returned to field directly, or after composting), or the methane resulting from anaerobic treatment is completely captured and combusted (e.g. in a biodigester for energy generation). If waste water anaerobic treatment does not capture and combust the methane generated, methane emissions should be accounted as per this methodology;	ジャトロファ種子の保存や搾油施設は、メタンの発生など追加的な排出がない限定された設備において行われる。副産物のグリセリンは種子を運んできたトラックでプランテーション地域に送り返され、農民達の燃料利用として配られる。運搬に伴う追加的な排出は無い。 搾りかすは、B.D.F製造プラント内に設置されたコンポスト設備でコンポスト化され、B.D.Fプラント近隣の農民に無償で提供され、肥料として有効利用される。コンポスト化設備は最新のものであり、コンポストの過程では電力利用以外の追加的な排出は起こらない。

Applicability condition		プロジェクトケース
		B.D.Fの製造過程から出る廃水は所内でリサイクル利用されることから、廃水処理によるメタン放出は無い。このことから、左記の適用条件に合致する。
	d) The by-product glycerol is not disposed of or left to decay. It should be either incinerated or used as raw material for industrial consumption.	B.D.F製造時の副産物となるグリセリンは、種子の運搬の往路でプランテーションに送り返され、近隣農民の燃料源として消費される。このことから、左記の適用条件に合致する。
	a) The blended biodiesel is supplied to consumers within the host country whose existing stationary installations or vehicles, that actually combust the blend, are included in the project boundary.	混合B.D.Fを利用する消費者は、モザンビークの公共バス会社であり、バスはモザンビーク国内のみを走行するものであり、当該プロジェクトのバウンダリーに含まれる。このことから、左記の適用条件に合致する。
Consumption of biodiesel	b) The consumer (end-user) of blended biodiesel in the transport sector is a captive fleet.	本プロジェクトで製造されるB.D.Fの提供を受けるバスは全て同一のバス会社に属するものである。このことから、左記の適用条件に合致する。
	c) The consumer and the producer of the blended biodiesel are bound by a contract that allows the producer to monitor the consumption of blended biodiesel and states that the consumer shall not claim CERs resulting from its consumption.	本プロジェクトにおけるB.D.Fの製造者と消費者間には、製造者がB.D.Fの利用に関しモニタリングの実施が可能となるような契約を交わす。また、消費者は、当該契約書において、B.D.Fの消費に伴う排出削減量の請求を行わないことも明らかにする。このことから、左記の適用条件に合致する。
	d) No major modifications in the consumer stationary installations or in the vehicles engines are deemed necessary to consume/combust the blended biodiesel. In case of stationary installations, the blending fraction can have any value between 0 and 100%. In case of vehicles use, the blending proportion must be low enough to ensure that the technical performance characteristics of the blended biodiesel do not differ significantly from those of pure petrodiesel. The default value for the maximum allowable blending proportion is 20% by volume (B20)5. If the project participants use a blending proportion more than 20%, they shall justify in the PDD that the technical performance characteristics of the blended biodiesel do not differ significantly from those of pure petrodiesel.	プロジェクトで製造されるB.D.Fは20%の割合で軽油と混合される。これは、既存のバスのエンジン等に改良を加える必要の無い範囲である。このことから、左記の適用条件に合致する。
	e) Blending is done by the producer, the consumer or a third party who is contractually bound to the producer to ensure that blending proportions and amounts are monitored and meet all regulatory requirements.	プロジェクトにより製造されたB.D.Fと軽油の混合は、プロジェクト事業会社の親会社であるペトロモック社によって行われ、混合比率のモニタリングも行われる。このことから、左記の適用条件に合致する。
	a) Project participants claim CERs only for the CO2 emissions from petrodiesel displaced by the biodiesel.	本プロジェクトによる排出削減量は、B.D.Fにより代替された軽油の量についてのみ請求される。このことから、左記の適用条件に合致する。

Applicability condition		プロジェクトケース
Activities for which CERs are claimed	b) Project participants do not claim CERs for the following: (i) Net removal by sinks; (ii) Biodiesel consumed for non-energy purposes; (iii) Utilization of by-products such as glycerol; (iv) Avoidance of methane emissions from waste water treatment due to the reduction of waste oil in waste water.	本プロジェクトによる排出削減量は、上述のもの以外については請求されない。このことから、左記の適用条件に合致する。

5.3 ベースラインシナリオの同定及び追加性の証明

本プロジェクトで適用予定の方法論において追加性の証明は、Tool for the demonstration and assessment of additionality（追加性の証明と評価のためのツール）に定められた手順に則り行うこととされている。また、当該ツールのステップ2において投資分析（Investment Analysis）を行う場合はバイオ燃料の販売価格、原料(feed stock)価格、及び燃料価格等の感度分析を実施することとされている。

以下に、本プロジェクトにおける燃料の製造（Production of fuels: P）、燃料の消費（Consumption of fuel: C）、及び土地の利用(Land Use: L) の三つの活動についてベースラインシナリオの同定と追加性の証明結果を記す。

5.3.1 燃料の製造（Production of fuels: P）に関する活動

ステップ1. 法規制に準拠するプロジェクト活動の代替シナリオの同定

サブステップ1a. プロジェクト活動の代替シナリオの定義

燃料の製造に関する活動に対し、妥当性と信憑性のある代替シナリオは以下のとおりである。

シナリオP1 Continuation of current practices with no investment in biodiesel production capacity

シナリオP2 The project activity implemented without CDM

シナリオP3 Investment in any other alternative fuel replacing partially or totally the baseline fuel

サブステップ1b. プロジェクト活動の代替シナリオの法規制への準拠

サブステップ1a.で同定された代替シナリオは全て既存の法規制に準拠している。

ステップ2. 投資分析

ステップ3「バリア分析」のオプションを選択したため、ステップ2は実施しない。当該方法論の準じ、Biomoc社は他の燃料を生産していないため、ステップ3の選択が可能である。

ステップ3. バリア分析

サブステップ3a. 提案されたプロジェクト活動の実現を妨げる障壁の同定

本プロジェクトの実施には、投資障壁、技術的障壁、及び一般的な慣行による障壁の存在が同定される。

サブステップ3b. 同定された障壁が、(提案されたプロジェクト以外の) 少なくとも1つの代替シナリオの実現を妨げないであろうことを示す。

シナリオP1 Continuation of current practices with no investment in biodiesel production capacity

自動車用燃料としてのディーゼル油の生産或いはモザンビークにおけるディーゼル油の輸入、すなわち現状の続行は一般的に受け入れられている慣行であり、新規投資や新技術の導入を要しないためバリアは存在しない。

シナリオP2 The project activity implemented without CDM

CDM制度による支援無しのジャトロファBDF生産には投資障壁及び技術障壁が存在する。一つ目に、第7章に記述されている通り本プロジェクトのIRRはベンチマークに達しない。CER売却による追加的な便益無くしては、民間営利企業であるプロジェクト実施者にプロジェクトを実施するインセンティブが発生しない。CDMプロジェクトによりもたらせる追加的収益は出資者にとってより魅力的なプロジェクトとなる。二つ目に、BDF生産技術はモザンビークにおいて新しい技術である。いくつかの同種プロジェクトが実行中ではあるが、国内の顧客向けに商業ベースでBDFを生産するプロジェクトは未だ実施されていない。多くの機器は海外から輸入する必要があり、多大な技術リスクを抱えている。本プロジェクトをCDMとして実施しない場合、このようなリスクを克服することは難しく、プロジェクト実施者にとってプロジェクトを実施するインセンティブが発生しないこととなる。3つ目に、BDF生産は将来的に増加することが予想されているが、現時点ではモザンビークにおいて一般的に許容されている活動ではない。モザンビークで初めての試みであるため、プロジェクトをCDM制度の支援無しに実施するにはリスクが大きすぎる。

シナリオP3 Investment in any other alternative fuel such as CNG or LPG replacing partially or totally the baseline fuel.

CNG或いはLPGへの投資には投資障壁及び技術的障壁が存在する。モザンビーク国内にはガス田があり、CNGの国内生産は可能である。しかしながら、既存のパイプラインは全て南アフリカへの輸出専用であり、本プロジェクトにCNGが近い将来使用される可能性は極めて低い。必要なインフラの欠如により、CNG利用には技術的障壁が存在する。LPGは自動車用ディーゼルと同じく石油由来製品である。前述の通り、モザンビークにおける石油由来製品は輸入品であり高額である。CDMプロジェクトの便益無しにはこの様な代替エネルギープロジェクトの実施は難しく、かつLPGを含む石油由来製品はCDMプロジェクトとして成立しないため、本プロジェクト実施者がLPG利用を考慮するインセンティブは存在しない。

5.3.2 燃料の消費 (Consumption of fuels: C) に関する活動

ステップ 1. 法規制に準拠するプロジェクト活動の代替シナリオの同定

燃料の消費に関する活動に対し、妥当性と信憑性のある代替シナリオは以下のとおりである。

シナリオC1 Continuation of petro diesel consumption (continuation of current practice)

シナリオC2 Consumption of biodiesel from other producers;

シナリオC3 Consumption of other single alternative fuel such as CNG or LPG, etc;

シナリオC4 Consumption of a mix of above alternative fuels;

シナリオC5 Consumption of biodiesel from the proposed project plant.

ステップ 2. 法規制に準拠していない代替シナリオの除外

ステップ1のとおり、全ての代替シナリオは現行の法規制に準拠している。

ステップ 3. プロジェクトの実施に障壁がある代替シナリオの除外

サブステップ3a. 提案されたプロジェクト活動の実現を妨げる障壁の同定

本プロジェクトの実施には、投資障壁、技術的障壁、及び一般的な慣行による障壁の存在が同定される。

サブステップ3b. 同定された障壁が、(提案されたプロジェクト以外の) 少なくとも1つの代替シナリオの実現を妨げないであろうことを示す。

シナリオC1 Continuation of petro diesel consumption (continuation of current practice)

公共共通バスの燃料としての軽油の消費は伝統的な慣行であり、モザンビーク国内で一般に受け入れられているものである。他の燃料や他の車両タイプへの変換への投資の動きは官民共に無く、今後も現在の軽油の使用が継続すると考えられる。モザンビークにおけるB.D.Fの製造や利用はパイロットベースでは進められているものの、大規模な商業ベースでの例はまだない。現行の軽油の使用に伴う障壁は無い。

シナリオC2 Consumption of biodiesel from other users

代替シナリオC2においては、消費者は投資障壁に直面する。現在モザンビーク国内においてB.D.Fの市場は十分に成熟していないのが現状である。

尚、モザンビーク国内では、ココナツ油を原料とするB.D.F製造がすでに行われているが、昨今のココナツ油の価格高騰を受け、製造は大幅に縮小もしくは停止されている。こうした状況において、本プロジェクトで製造されるB.D.FのユーザとなるTPMがB.D.Fを利用するためには、海外からの輸入以外に手段はない。このことは、TPMにとり大幅な燃料調達コストの増大を意味することとなる。このことから、シナリオC2は代替シナリオの候補から除外される。

シナリオC3 Consumption of other single alternative fuel such as CNG or LPG, etc.

代替シナリオC3においては、消費者は投資障壁及び技術障壁に直面する。本プロジェクトで製造されるB.D.FのユーザとなるTPMが所有するバスは全て軽油を燃料としている。

尚、モザンビークでは国産の天然ガスが供給可能であることから、TPMでは、将来的に天然ガスの導入を検討する動きもあるものの、現状では、天然ガスのほぼ100%が南アに輸出されており、天然ガス用パイプラインも南ア向けに整備されているのみであり、国内の流通用ではなく、国内使用分は輸入されているのが現状である。

また、LPG車の導入については既存の車両をそのまま使用することが出来ず、消費者は技術障壁

に直面する。こうしたことから、本プロジェクトの実施がなかった場合に他の代替燃料の消費が行われるということは想定されにくく、シナリオC3は代替シナリオの候補から除外される。

シナリオC4 Consumption of a mix of above alternative fuels;

シナリオC3について述べた同様の要因により、シナリオC4は代替シナリオの候補から除外される。

シナリオC5 Consumption of biodiesel from the proposed project plant.

シナリオC5の実施には、技術障壁及び一般的慣行障壁が存在する。TPMの所有する全車両の燃料をB.D.Fに変換することは、消費者にとり大きな障壁である。車両の改良等は必要ないものの、バスの運転手や整備士にとっては、これまで経験の無い燃料を扱う上での技術的障壁となる。モザンビークにおいて車両の燃料としてのB.D.F利用はまだ先例がなく、一般的慣行でないことから、シナリオC5は代替シナリオの候補から除外される。

モザンビーク国内では、ココナツ油を原料とするB.D.F製造がすでに行われているが、昨今のココナツ油の価格高騰を受け、製造は大幅に縮小もしくは停止されている。こうした状況において、本プロジェクトで製造されるB.D.FのユーザとなるTPMがB.D.Fを利用するためには、海外からの輸入以外に手段はない。このことは、TPMにとり大幅な燃料調達コストの増大を意味することとなる。このことから、シナリオC2は代替シナリオの候補から除外される。

上述の分析結果より、燃料の消費に関する活動に関しては、シナリオC1 Continuation of petro diesel consumption (continuation of current practice)のみがいずれの障壁にも直面していないことから、本プロジェクト活動のベースラインシナリオは、現行の状態が継続する燃料としての軽油の消費である。

ステップ 4. 残された代替シナリオに関する、経済優位性の検討

上述のステップ3までの段階において、残された代替シナリオが一つとなったことから、当該ステップは実施しない。

5.3.3 土地の利用 (Land Use: L) に関する活動

ステップ 1. 法規制に準拠するプロジェクト活動の代替シナリオの同定

サブステップ 1a. プロジェクト活動の代替シナリオの定義

土地の消費に関する活動に対し、妥当性と信憑性のある代替シナリオは以下のとおりである。

L1 Continuation of current land use, i.e.:

- For severely degraded land: Continued absence of agricultural and forestry activities;
- For under-utilized land: Agricultural land continues to lie idle for several months per year. Grazing land continues to be under-utilized (extensive grazing).

L2 Conversion to plantations of the oil crop.

L3 Conversion to another plantation (annual or perennial).

ステップ2. 法規制に準拠していない代替シナリオの除外

ステップ1のとおり、全ての代替シナリオは現行の法規制に準拠している。

ステップ3. プロジェクトの実施に障壁がある代替シナリオの除外

サブステップ3a. 提案されたプロジェクト活動の実現を妨げる障壁の同定

本プロジェクトの実施には、投資障壁、技術的障壁、及び一般的な慣行による障壁の存在が同定される。

サブステップ3b. 同定された障壁が、(提案されたプロジェクト以外の) 少なくとも1つの代替シナリオの実現を妨げないであろうことを示す。

シナリオL1 Continuation of current land use (Agricultural land continues to lie idle for several months per year.)

現在モザンビークでは、油種の栽培とB.D.F利用に関する国家戦略は打ち出されていない。先述のとおり同国におけるB.D.Fの製造はまだ初期段階であり、国内における市場も殆ど存在しない。このことから、現状の土地利用を油種の栽培に変換しようとするインセンティブは官民共に存在しない。このことから、シナリオL1には実施障壁は存在しない。

シナリオL2 Conversion to plantations of the oil crop.

シナリオL2の実施には、投資障壁、技術障壁、および一般的慣行障壁が存在する。本プロジェクトが利用予定の土地は主に未利用地であり、利用されている場合においても、年間の一時期のみを小規模農家が使用している程度にとどまる。また、近隣地域では油糧作物の栽培は行われたことがなく、CDMのインセンティブ無しには、作物の栽培に必要な資金や技術の導入や、農民への栽培技術の指導等は起こりえない。このことから、シナリオL2の実施には障壁が存在する。

シナリオL3 Conversion to another plantation (annual or perennial).

シナリオL3の実施には、投資障壁、技術障壁、および一般的慣行障壁が存在する。現在、プロジェクト実施地域においては、他の作物の栽培への新規投資の動きは全く存在しない。本プロジェクトで利用する土地を含め、モザンビークの土地はすべてが国有となっている上、土地は十分に余剰がある。

CDMのインセンティブ無しには、作物の栽培に必要な資金や技術の導入も起こりえない上、小規模農家による、新規プランテーションへの取り組みは起こりえない。このことから、シナリオL3の実施には障壁が存在する。

上述の分析結果より、土地の利用に関する活動に関しては、シナリオL1 Continuation of current land use のみがいずれの障壁にも直面していないことから、本プロジェクト活動のベースラインシナリオは、現行の状態が継続する未利用のままの農地の存続である。

ステップ 4. 残された代替シナリオに関する、経済優位性の検討

上述のステップ3までの段階において、残された代替シナリオが一つとなったことから、当該ステップは実施しない。

本プロジェクトで適用予定の方法論においては、シナリオ P1、C1、及び L1 の組み合わせにおいてのみ、当該方法論が適用となる。上述の分析において、本プロジェクト活動のベースラインシナリオはシナリオ P1、C1、及び L1 であることが明らかとなったことから、“AM0047 Production of biodiesel based on waste oils and/or waste fats from biogenic origin for use as fuel Ver. 02”の改定案への適用が可能といえる。

5.4 プロジェクトバウンダリー

本プロジェクトで適用予定の方法論に基づくプロジェクトバウンダリーは、以下のとおりである。

- B.D.F 製造プラントへの原料（油）の輸送。（ジャトロファ種子のプランテーションからの運搬の搾油施設への運搬、搾油施設から B.D.F 製造プラントへの輸送を含む）
- B.D.F 製造プラント（エステル化設備及びその他の施設を含む。倉庫、混合所など）ジャトロファ油種製造地点を含む）
- ジャトロファバイオ燃料の軽油混合地点への運搬
- B.D.F が混合される施設（混合者がプロジェクト参加者でない場合も含む）
- 混合 B.D.F の最終消費者への運搬
- 混合 B.D.F が利用される車両への投入地点

5.5 リークージ

本プロジェクトで適用予定の方法論において考慮するリークージは、以下のとおりである。

$$LE_y = LE_{MeOH,y} + LE_{WOF,y} - LE_{PD,y} = 11,583 + 0 - 15,217 = -3,463$$

エステル化において利用されるメタノールの製造に伴うリークージ ($LE_{MeOH,y}$)

エステル化において利用されるメタノールの製造に伴うリークージは、B.D.F 製造過程におけるメタノールの消費量 ($MC_{MeOH,y}$)に、メタノール製造時に発生したであろうと想定される排出量 ($EF_{MeOH,PC}$)を乗じたものとなる。

$$LE_{MeOH,y} = MC_{MeOH,y} \cdot EF_{MeOH,PC} = 11,583$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
$LE_{MeOH,y}$	Leakage emissions associated with production of methanol used in biodiesel production in year y	tCO2	11,583	Calculated
$MC_{MeOH,y}$	Mass of methanol consumed in the biodiesel plant, including spills and evaporation on site, in year y	tonnes	5,940	Project data Will be monitored.

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
$EF_{MeOH,PC}$	Pre-combustion (i.e. upstream) emissions factor for methanol production	tCO ₂ /t MeOH	1.95	Default provided by the methodology

(1) B.D.F による既存の軽油生産と運搬の代替に伴うリーケージ ($LE_{PD,y}$)

B.D.F による既存の軽油生産と運搬の代替に伴うリーケージは、原油の掘削 ($LE_{EXT,y}$)、原油の精製地点への長距離運搬 ($LE_{LDTR,y}$)、軽油の精製 ($LE_{REF,y}$)、及び軽油の地方流通 ($LE_{RDTR,y}$)に関するものをそれぞれ考慮する必要がある。

$$LE_{PD,y} = LE_{EXT,y} + LE_{LDTR,y} + LE_{REF,y} + LE_{RDTR,y} = 7,361 + 3,526 + 2,165 + 2,165 = 15,217$$

(2)-1 原油の掘削に伴うリーケージ ($LE_{EXT,y}$)

$$LE_{EXT,y} = BD_y \cdot CF_{PD} \cdot EF_{EXT} = 7,361$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
LEEXT,y	Leakage related to extraction of crude oil	tCO₂/yr	7,361	Calculated
BDy	Most conservative value among production of biodiesel (PBD,y), consumption of biodiesel (CBD,y) and consumption of blended biodiesel times blending fraction (CBBD,y*f%)	t/yr	33,000	Project data Will be monitored.
CFPD	Conversion factor from biodiesel to petrodiesel	tonnes petrodiesel/tonnes biodiesel	0.937	Calculated
EFEXT	Emission factor for extraction of crude oil	tCO ₂ e/tpetrodiesel	0.238	Table 3 of the methodology

(2)-2 原油の精製地点への長距離運に伴うリーケージ ($LE_{LDTR,y}$)

$$LE_{LDTR,y} = BD_y \cdot CF_{PD} \cdot EF_{LDTR} = 3,526$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
LELDTR,y	Leakage related to long-distance transport of crude oil to the refinery	tCO₂/yr	3,526	Calculated
BDy	Most conservative value among production of biodiesel (PBD,y), consumption of biodiesel (CBD,y) and consumption of blended biodiesel times blending fraction (CBBD,y*f%)	t/yr	33,000	Project data Will be monitored.
CFPD	Conversion factor from biodiesel to petrodiesel	tonnes petrodiesel/tonnes biodiesel	0.973	Calculated
EFLDTR	Emission factor for long-distance transport of crude oil to the refinery	tCO ₂ e/tpetrodiesel	0.114	Table 3 of the methodology

(2)-3 軽油の精製に伴うリーケージ ($LE_{REF,y}$)

$$LE_{REF,y} = BD_y \cdot CF_{PD} \cdot EF_{REF} = 2,165$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
LEREF,y	Leakage related to oil refinery	tCO₂/yr	2,165	Calculated
BDy	Most conservative value among production of biodiesel (PBD,y), consumption of biodiesel (CBD,y) and consumption of blended biodiesel times blending fraction (CBBD,y*f%)	t/yr	33,000	Project data Will be monitored.
CFPD	Conversion factor from biodiesel to petrodiesel	tonnes petrodiesel/tonnes biodiesel	0.937	Calculated
EFREF	Emission factor related to oil refinery	tCO ₂ e/tpetrodiesel	0.070	Table 3 of the methodology

(2)-4 軽油の地方流通に伴うリーケージ ($LE_{RDTR,y}$)

$$LE_{RDTR,y} = BD_y \cdot CF_{PD} \cdot EF_{RDTR} = 2,165$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
LERDTR,y	Leakage related to regional distribution: transport from refinery to local distributor	tCO₂/yr	2,165	Calculated
BDy	Most conservative value among production of biodiesel (PBD,y), consumption of biodiesel (CBD,y) and consumption of blended biodiesel times blending fraction (CBBD,y*f%)	t/yr	33,000	Project data Will be monitored.
CFPD	Conversion factor from biodiesel to petrodiesel	tonnes petrodiesel/tonnes biodiesel	0.937	Calculated
EFRDTR	Emission factor for regional distribution transport from refinery to local distributor	tCO ₂ e/tpetrodiesel	0.070	Table 3 of the methodology

5.6 CO2 削減量

本プロジェクトで適用予定の方法論に基づいて算出される排出削減量は、以下の式で現される。

尚、本プロジェクトにおける B.D.F の製造量は種子の収穫量に応じ、年々増やされる。下記に示すベースライン排出量、プロジェクト排出量、及び排出削減量の計算は、生産量を 100%とした前提に基づいている。

ベースライン排出量及びプロジェクト排出量の詳細について、以下に詳述する。

5.6.1 ベースライン排出量

本プロジェクトで算出されるベースライン排出量は以下の通りである。

$$BE_y = BD_y \cdot CF_{PD} \cdot EF_{CO_2,PD} \times NCV_{PD} = 33,000 \cdot 0.937 \cdot 0.0741 \cdot 43 = 98,546$$

(1) B.D.F 製造量($P_{BD,y}$)、B.D.F 消費量(BD_y)、及び B.D.F と軽油の混合燃料量*混合率($CBBD_y \cdot f_{PJ,y}$)のうち、最も保守的な値の決定

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
BD_y	Most conservative value among production of biodiesel ($P_{BD,y}$), consumption of biodiesel ($C_{BD,y}$) and consumption of blended biodiesel by the captive consumer times blending fraction ($C_{BBD,y} \cdot f_{PJ,y}$).	t/yr	33,000	Calculated
$P_{BD,y}$	Amount of production of biodiesel	t/yr	33,000	Project data Will be monitored.
$C_{BD,y}$	Amount of consumption of biodiesel	t/yr	33,000	Project data Will be monitored.
$C_{BBD,y} \cdot f_{PJ,y}$	Consumption of blended biodiesel by the captive consumer (330,000 t/yr) times blending fraction (0.1)	t/yr	165,000	Project data Will be monitored.

(2) *B.D.F* から軽油への変換係数 (CF_{PD}) の決定

$$CF_{PD} = \frac{NCV_{BD}}{NCV_{PD}}$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
CF_{PD}	Conversion factor from biodiesel to petrodiesel (tonnes petrodiesel/tonnes biodiesel)		0.937	Calculated
NCV_{BD}	Net calorific value of biodiesel	GJ/tonne	40.3	Project data. Will be monitored.
NCV_{PD}	Net calorific value of petrodiesel	GJ/tonne	43	IPCC 2006

(3) 軽油の排出係数 ($EF_{CO_2,PD}$) の決定

IPCC より、軽油の排出係数のデフォルト値 0.0741 tCO₂/GJ を使用。

5.7.2 プロジェクト排出量

本プロジェクトで適用予定の方法論に基づいて算出されるプロジェクト排出量は、以下のとおりである。

$$\begin{aligned}
 PE_y &= \sum_j PE_{fuel,j,y} + PE_{elec,y} + PE_{MeOH,y} + PE_{Tr,y} + PE_{W,y} + PE_{BC,y} + PE_{N_2O-N,Fer,y} + PE_{FP,y} \\
 &= 0 \quad 23,966 + 8,168 + 565 + 0 + 76 + 706 + 247 \\
 &= 33,728
 \end{aligned}$$

(1) 化石燃料の燃焼に伴うプロジェクト排出量 ($PE_{fuel,j,y}$)

本プロジェクトでは化石燃料は使用されない。プロジェクトで使用されるボイラーの燃料は全てジャトロファの絞り粕となることから、燃料はカーボンニュートラルなバイオマスであり化石燃

料の燃焼による CO2 排出は発生しない。

(2) 電力の使用に伴うプロジェクト排出量 ($PE_{EC,y}$)

本プロジェクトでは、プロジェクトの実施に伴い、系統電源からの電力およびディーゼル自家発電による電力を使用することから、これをプロジェクト排出量として考慮する。本プロジェクトでは、以下の予想必要電力量のうち、約 53,000kWh/日（年間 17,612MWh 相当）相当を系統電源より購入する。また、ディーゼル自家発電からの電力使用量は 10,674kWh/日（年間 3,522MWh 相当）

尚、本プロジェクトにおいてコンポスト化を行う予定であるが、導入する設備は最新式のもので、これにより追加的なメタンや二酸化炭素の放出は微量であることから、プロジェクト排出量には考慮しない。また、製造されたコンポストは、輸送の必要の無い範囲の近隣の農家等は無償で分配する予定である。

搾油機：	54,000kWh/日
B.D.F 製造設備：	9,132kWh/日
コンポスト化装置：	912kWh/日
合計：	64,044kWh/日

$$PE_{EC,y} = \sum_j EC_{PJ,j,y} \times EF_{EL,i,y} \times (1 + TDL_{j,y}) = 23,966$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
$PE_{EC,y}$	Project emissions from electricity consumption in year y	tCO ₂	23,966	Calculated
$EC_{PJ,j,y}$	Quantity of electricity consumed by the project electricity consumption source j in year y	MWh/yr	17,612	Project data Will be monitored.
$EF_{EL,j,y}$	Emission factor for electricity generation for source j in year y	tCO ₂ /MWh	0.94	The more conservative value among the emissions factors of grid and captive power plant
$TDL_{j,y}$	Average technical transmission and distribution losses for providing electricity to source j in year y	-	0.2	Default provided in the methodology
J	Sources of electricity consumption in the project	-	Mozambique grid	

系統電源の排出係数は「系統システムの排出係数算定ツール（“Tool to calculate the emission factor for an electricity system”）」に従い算出する。排出係数は同ツールのオプション A1 であるコンバイン・マージンとする。算出の結果、排出係数は 0.0028 tCO₂/MWh.である。

ディーゼル自家発電の排出係数は同ツールのオプション B1 を用いて次の通り算出される。

$$EF_{EL,i,j,y} = \frac{\sum_n \sum_i FC_{n,i,t} \times NCV_{i,t} \times EF_{CO2,i,t}}{\sum_n EG_{n,t}} = 0.94 \quad \text{Equation(4)}$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
1. $EF_{EL,j,y}$	Emission factor for electricity generation for source j in year y	tCO ₂ /MWh	0.94	Calculated in equation (4)
2. $FC_{n,i,t}$	Quantity of fossil fuel type i fired in the captive power plant n in the time period t	tonne	1,028	Project data Will be monitored.
3. $NCV_{i,t}$	Average net calorific value of fossil fuel type i used in the period t	GJ/tonne	43.318	IPCC 2006
4. $EF_{CO2,i,t}$	Average CO ₂ emission factor of fossil fuel type i used in the period t	tCO ₂ / GJ	0.074819	IPCC 2006
5. $EG_{n,t}$	Quantity of electricity generated in captive power plant n in the time period t	MWh/year	3,522	Project data Will be monitored.
6. i	the fossil fuel types fired in captive power plant n in the time period t		Diesel	
7. j	Sources of electricity consumption in the project		Diesel power plant	
8. n	Fossil fuel fired captive power plants installed at the site of the electricity consumption source j	unit	1	
9. t	Time period for which the emission factor for electricity generation is determined (see further guidance below)	yr	1	
10.				
11.				

上記の計算によると、ディーゼル自家発電の排出係数である 0.94 tCO₂/MWh の方が系統電源の排出係数である 0.0028 tCO₂/MWh よりも保守的な数値である。したがって、0.94 tCO₂/MWh が電力消費からのプロジェクト排出量の算定に使われる数値となる。

(3) 化石燃料起源のメタノールの製造に伴うプロジェクト排出量 ($PE_{MeOH,y}$)

本プロジェクトにおいては、エステル化の過程で化石燃料起源のメタノールを利用する。メタノールは B.D.F 製造量の約 18%が必要とされている。

$$PE_{MeOH,y} = MC_{MeOH,y} \times EF_{C,MeOH} \times \frac{44}{12} = 8,168$$

¹⁸ Upper end of the 95% confidence level

¹⁹ Upper end of the 95% confidence level

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
$PE_{MeOH,y}$	Project emissions from combustion of fossil fuel derived methanol in the biodiesel ester in year y	tCO_2	8,168	Calculated
$MC_{MeOH,y}$	Mass of methanol consumed in the biodiesel plant, including spills and evaporations in year y	tonnes	5,940 ²⁰	Project data Will be monitored.
$EF_{C_3,MeOH}$	Carbon emissions factor of methanol, based on molecular weight	tC/tMeOH	12/32	Default provided in the methodology

(4) 輸送に伴うプロジェクト排出量 ($PE_{Tr,y}$)

方法論においては、種子の搾油地点への運搬に伴う排出(AVD_{FS})及び製造された B.D.F の混合・販売地点への運搬に伴う排出(AVD_{BD})をプロジェクト排出量として考慮する必要がある。尚、本プロジェクトの事業者であるペトロモックはすでに同様の経路で既存の軽油の流通をおこなっていることから、後者の排出量(AVD_{BD})は無視することが出来る。

「4.2 輸送計画」の節で述べたとおり、本プロジェクトにおいては、農園から B.D.F 製造プラントへジャトロファの種をトラック及び列車を利用して輸送する。尚、列車による輸送は、既存の貨物列車を利用するものであり、本プロジェクトの実施により、貨物列車の運行が追加的に増大するものではないことから、本調査報告書の試算には含んでいない。今後、継続し調査を進める上で、より現実に即したプロジェクト排出量の試算に努め、結果を最終 PDD に反映する。

本プロジェクトにおいては、日糧 100 トンの B.D.F 製造に 390 トン(年間 128,700 トン)の種子が必要とされる。

$$PE_{Tr,y} = \left[\frac{FS_{Tr,y}}{TL_{Tr,y}} \times AVD_{FS} \times EF_{km,tr} \right] + \left[\frac{P_{BD,y}}{TL_{BD}} \times AVD_{BD} \times EF_{km,tr} \right] = 565$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
$PE_{Tr,y}$	Project emissions from transport of both feedstock to the project site and biodiesel to the facility where the blending takes place in year y	tCO_2	565	Calculated
$FS_{Tr,y}$	Feedstock used for the production of biodiesel in year y	tonnes	128,700	Project data Will be monitored.
TL_{FS}	Average truck load for vehicles transporting feedstock	tonnes	15	Project data Will be monitored.
AVD_{FS}	Average distance travelled by vehicles transporting feedstock (km), including the transportation from the field to the crude vegetable oil production plant (if off-site) and including the return trip/s	km	60	Project data Will be monitored.
$EF_{km,tr}$	Carbon dioxide emissions factor for vehicles transporting feedstock or biodiesel	tCO_2/km	0.0011	IPCC 2006 The use of default value

²⁰ Estimated as 18% of B.D.F production volume. $33,000 \times 0.18 = 5,940$

(5) 排水処理に伴うプロジェクト排出量 ($PE_{w,y}$)

本プロジェクトにおいては、排水はプロジェクト施設内においてリサイクル利用されるため、プロジェクトの実施に伴う排水処理活動は行われない。

(6) バイオマス（ジャトロファ）の栽培活動に伴うプロジェクト排出量 ($PE_{BC,y}$)

バイオマス（ジャトロファ）の栽培活動に伴うプロジェクト排出量は、以下のとおりである。

$$PE_{BC,j,y} = PE_{fuel,BC,j,y} + PE_{Elec,BC,,} = 74$$

(6) -1 プランテーション活動に伴う化石燃料の使用によるプロジェクト排出量 ($PE_{fuel,BC,j,y}$)

本プロジェクトにおいては、農地の開墾に必要なトラクターの燃料として、年間約 19,500 リットル（約 23 トン）の軽油を使用することから、これをプロジェクト排出量として考慮する。

$$PE_{FC,j,y} = \sum_i FC_{i,j,y} \times COEF_{i,y} = 74$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
$PE_{FC,j,y}$ (= $PE_{fuel,BC,j,y}$)	Project emissions from fossil fuel consumption for agricultural operations in year y	tCO ₂	74	Calculated
$FC_{i,j,y}$	quantity of fuel type i combusted in process j during the year y	tonnes	23	Estimated by project developer
$COEF_{i,y}$	CO ₂ emission coefficient of fuel type i in year y	tCO ₂ /t	3.1863	Calculated by Equation (4)
I	Are the fuel types combusted in process j during the year y	-	Diesel	Project data

$$COEF_{i,y} = NCV_{i,y} \times EF_{CO2,i,y} = 3.1863$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
$COEF_{i,y}$	CO ₂ emission coefficient of fuel type i in year y	tCO ₂ /mass or volume unit	3.1863	Calculated
$NCV_{i,y}$	weighted average net calorific value of the fuel type i in year y	GJ/tonne	43	IPCC 2006 Justification is provided in Section B.7.
$EF_{CO2,i,y}$	weighted average CO ₂ emission factor of fuel type i in year y	tCO ₂ /GJ	0.0741	IPCC 2006 Justification is provided in Section B.7.
I	fuel types combusted in process j during the year y	-	Diesel	Project data

(6) -2 プランテーション活動に伴う電力消費によるプロジェクト排出量 ($PE_{Elec,BC,,y}$)

本プロジェクトにおいては、プランテーション活動に必要な井戸水のくみ上げ（ポンプ）や事務所の電気利用として、年間 19 MWh あたりの電力を使用することから、これをプロジェクト排出量として考慮する。

$$PE_{EC,y} = \sum_j EC_{PJ,j,y} \times EF_{EL,i,y} \times (1 + TDL_{j,y}) = 1$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
PE_{EC,y} (=PE_{EleC,BC,y})	Project emissions from electricity consumption in year y	tCO₂	1	Calculated
EC _{PJ,j,y}	Quantity of electricity consumed by the project electricity consumption source j in year y	MWh/yr	19	Project data Will be monitored.
EF _{EL,j,y}	Emission factor for electricity generation for source j in year y	tCO ₂ /MWh	0.0028 ²¹	Calculated as combined margin
TDL _{j,y}	Average technical transmission and distribution losses for providing electricity to source j in year y	-	0.2	Default provided in the methodology
J	Sources of electricity consumption in the project	-	Mozambique grid	-

本プロジェクトで適用予定の方法論においては、油種のプランテーションを伴うプロジェクト活動について、以下の追加的なプロジェクト排出量の考慮が要求されている。

(7) 合成・有機肥料の利用に伴う N₂O の排出によるプロジェクト排出量 (PE_{N2O-N,Fer,y})

本プロジェクトにおいては、年間1,448トンの合成肥料を使用する。

$$PE_{N2O-N,Fer,y} = F_{N,y} \times EF_{N2O-N,dir} \times GWP_{N2O} \times \frac{44}{28} = 283$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
PEN_{2O-N,Fer,y}	Direct N₂O-N emissions from land management at the plantation in year y	tCO_{2e}/yr	706	Calculated
FN,y	Amount of synthetic fertilizer nitrogen and organic fertilizer nitrogen from animal manure, sewage, compost or other organic amendments applied at the plantation in year y	t N/yr	144.8	FN,y = FON,y + FSN,y
EFN _{2O-N,dir}	Emission factor for direct nitrous oxide emissions from N inputs	tN ₂ O-N/t N	0.01	Default provided in the methodology
GWP _{N₂O}	Global warming potential of N ₂ O	-	310	IPCC2006

$$F_{ON,y} = \sum_p M_{OF,y} \times W_{N,p,y} = 0$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
FON,y	Amount of organic fertilizer nitrogen from animal manure, sewage, compost or other organic amendments applied at the plantation in year y	t N/yr	0	Calculated
MOF _{p,y}	Amount of organic fertilizer p applied at the plantation in year y	t organic/yr	0	Project data Will be monitored.
wN _{p,y}	Weight fraction of nitrogen in organic fertilizer type	t N / t	0	Project data Will be monitored.
P	Organic fertilizer types (animal manure, sewage, compost or other organic amendments) applied at the plantation in year y	-	Animal manure	

²¹ World Bank Report, Page F.12, Mozambique Biofuels Assessment

$$F_{SN,y} = \sum_q M_{SF,y} \times W_{N,q,y} = 58$$

Parameter	Description	Unit	Value	Source
FSN,y	Amount of synthetic fertilizer nitrogen from animal manure, sewage, compost or other organic amendments applied at the plantation in year y	t N/yr	144.8	Calculated
MSF,q,y	Amount of synthetic fertilizer p applied at the plantation in year y	t synthetic/yr	1,448	Project data Will be monitored.
wN,q,y	Weight fraction of nitrogen in synthetic fertilizer type	t N / t	0.1	Project data Will be monitored.
q	Synthetic fertilizer types applied at the plantation in year y	-	urea -	-

(8) バイオマス（ジャトロファ）のプランテーションに使用された合成肥料の製造に伴うプロジェクト排出量

$$PE_{FP,y} = \sum_f EF_{CO2e,FP,f} \cdot M_{SF,q,y} = 247$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
PEFP,y	Project emissions related to the production of synthetic fertilizer that is used at the dedicated plantations in year y	(tCO ₂ e/yr)	247	Calculated
EFCO ₂ e,FP,f	Emission factor for GHG emissions associated with the production of fertilizer type f	tCO ₂ e/kg fertilizer	1.7	Default provided in table
MSF,p,y	Amount of synthetic fertilizer p applied at the plantation in year y	tN synthetic/yr	144.8	Project data Will be monitored.

5.6.3 排出削減量の算出

当該方法論においては、プロジェクト実施国においてすでに B.D.F の混合率等の規定がある場合、これを考慮する必要がある。

本プロジェクトの実施国においてはバイオ燃料の混合はまだ義務化されていないことから、ベースラインにおける B.D.F の混合率($f_{BL,y}$)は 0 である。また、プロジェクトにおける混合率($f_{PJ,y}$)は 10% の予定である。

$$q_{reg,y} = \left(1 - \frac{f_{BL,y}}{f_{PJ,y}} \right) = 1$$

パラメータ	詳細	単位	値	データ元
qreg,y	Fraction of biodiesel that is additional to regulatory requirements	-	1	Calculated
fBL,y	Fraction of biodiesel in the blended diesel in the baseline scenario in year	-	0	Project data
fPJ,y	Fraction of biodiesel in the blended diesel in the project scenario in year	-	0.1	Project data

当該方法論によると、リーケージの値がバイオマス栽培によるプロジェクト排出量より大きい場合、リーケージ及びバイオマス栽培からのプロジェクト排出量を除外できる。この関係は以下の計算式に示される。

$$-LE_y > PE_{BC,y}$$

本プロジェクトにおける（-LE_y）は+3,463 tCO₂/y であり、1,029 tCO₂/yr の（PE_{BC,y}）より大きい。したがって、本プロジェクトの排出削減量は、以下のとおり算出される。

$$ER_y = (BE_y - (PE_y - PE_{BC,y})) \cdot q_{reg,y}$$

排出削減量 (ER _y)	[ベースライン 排出量 (ER _y)	（プロジェクト 排出量 (PE _y)	バイオマス栽培か らのプロジェクト 排出量)] (PE _{BC,y})
65,847	[98,546	(33,728	1,029)]

尚、本プロジェクトにおいては、ジャトロファの収穫を年毎に段階的に増やしていくことから、B.D.F プラント稼動開始初年は 20%、2 年次は 40%、3 年次は 60%…として B.D.F の生産量を設定する。

このことから、年次ごとの温室効果ガスの削減量の試算は以下のとおりとなる。

年度	1年目 生産量 20%	2年目 生産量 40%	3年目 生産量 60%	4年目 生産量 80%	5年目 生産量 100%	6年目 生産量 100%	7年目 生産量 100%
	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
BDF 生産量 (トン)	6,600	13,200	19,800	26,400	33,000	33,000	33,000
排出削減量 (トンCO ₂ 換算)	12,867	26,338	39,507	52,676	65,847	65,847	65,847

5.8 モニタリング計画

本プロジェクトにおいては、国内最大手の石油会社のペトロモック社との合弁企業を設立し、ここが CDM プロジェクト事業会社となることから、モニタリングの実施は十分に行えることが期待出来るものの、プロジェクトで製造された B.D.F がきちんと最終消費者により消費され、最終消費者が同時に排出削減をクレームするようなことが無いような体制作りが重要となる。

本プロジェクトで適用予定の方法論に基づいてモニタリングが必要とされる項目は、以下のとおりである。本プロジェクトにおいては、事業会社においてモニタリングマニュアルを作成の上、モニタリング責任者の監督の下、必要項目のモニタリングを実施する。

データ / パラメータ:	$FP_{J,y}$ and $fp_{J,i,y}$
単位:	%
詳細:	Fraction of biodiesel in the blended diesel in the project scenario in year y and fraction of biodiesel in the blended diesel from the project activity, with blending ratio i, in year y
データ元:	Records from blending operations.
排出削減量の試算に用いた値	20
計測手法・手段:	Recording volumes or flows with calibrated meters for every produced blend.

データ / パラメータ:	$f_{reg,y}$
単位:	%
詳細:	Fraction of biodiesel in the blended diesel bound by regulation in year y.
データ元:	Regulations in the Host Country
排出削減量の試算に用いた値	0
計測手法・手段:	This will be monitored annually.

データ / パラメータ:	Various parameters; Compliance of biodiesel produced with national regulations
単位:	Various data units
詳細:	Compliance of produced biodiesel with national regulation, biofuel properties
データ元:	Various measurements based on national or international standards
排出削減量の試算に用いた値	-
計測手法・手段:	Annual checks will be conducted according to national regulation. Various methods of measurement and uncertainty analysis.

データ / パラメータ:	MP_{Glyc,y}
単位:	Tonnes (t)
詳細:	Amount of byproduct glycerol produced during plant operation
データ元:	Measured (volumetric or weighed) values.
排出削減量の試算に用いた値	6,600 tonnes per year (20 t/d * 330 operating days/year). The parameter is not required for estimation of emissions reduction.
計測手法・手段:	All quantity of produced glycerol will be monitored by volumetric flow meter including a volume integrator or load cell to measure the weight of produced glycerol.

データ / パラメータ:	Na,p,y
単位:	-
詳細:	Number of animals of type a observed on sampled land parcel p
データ元:	Measured
排出削減量の試算に用いた値	The parameter is not required for estimation of emissions reduction.
計測手法・手段:	Animals will be counted annually. Monitoring frequency will be increased in case of significant intra-annual fluctuations.

データ / パラメータ:	da,p,y
単位:	d/yr
詳細:	Number of days during which the animals of type a are present on sampled land parcel p
データ元:	Measured / counted
排出削減量の試算に用いた値	The parameter is not required for estimation of emissions reduction.
計測手法・手段:	The number of days will be counted daily and aggregated annually. Monitoring frequency will be increased in case of significant intra-annual fluctuations.

Baseline Emissions

データ / パラメータ:	BD_y
単位:	Tonnes
詳細:	Most conservative value among production of biodiesel ($BD_y P$), consumption of biodiesel ($C_{BD,y}$) and consumption of blended biodiesel times blending fraction ($C_{BBD,y} * f_{pj,y}$). The biodiesel from waste oil/fat alone or from crops cultivated on dedicated plantations which comply with the applicability conditions, and that consumed by identified in-country consumers to substitute petrodiesel in the year y (tonnes) shall be considered for claiming CERs. Volumes of biodiesel produced with alcohols other than methanol (for example, ethanol) are not included in the quantity of biofuel claiming emissions reduction. Further, volumes of biodiesel produced from non-fossil fuel methanol are not included in the quantity of biofuel claiming emissions reduction.
データ元:	Metering system at production site
排出削減量の試算に用いた値	33,000
計測手法・手段:	All produced biodiesel will be metered using calibrated measurement equipment that is maintained regularly and checked for proper functioning.

データ / パラメータ:	PBD_y
単位:	Tonnes
詳細:	Quantity of produced biodiesel from the feedstock from dedicated plantations that is used by TPM's bus fleet to substitute for petrodiesel. biodiesel (CBD_y) and consumption of blended biodiesel times blending fraction ($CBD_y * f_{pj,y}$). The biodiesel from jatropha cultivated on dedicated plantations which comply with the applicability conditions, and that consumed by TPM's bus fleet to substitute petrodiesel in the year y (tonnes) shall be considered for claiming CERs. Volumes of biodiesel produced with alcohols other than methanol (for example, ethanol) are not included in the quantity of biofuel claiming emissions reduction. Further, volumes of biodiesel produced from non-fossil fuel methanol are not included in the quantity of biofuel claiming emissions reduction.
データ元:	Metering system at production site
排出削減量の試算に用いた値	33,000
計測手法・手段:	All produced biodiesel will be metered using calibrated measurement equipment that is maintained regularly and checked for proper functioning.

データ / パラメータ:	CBD_y
単位:	Tonnes
詳細:	Quantity of biodiesel from feedstock from dedicated plantations consumed by the TPM to substitute for petrodiesel.
データ元:	Metering system at consumer site.
排出削減量の試算に用いた値	33,000
計測手法・手段:	Continuous recording of filling buses. Use calibrated measurement equipment that is maintained regularly and checked for proper functioning.

データ / パラメータ:	CBD_y
単位:	Tonnes
詳細:	Quantity of blended biodiesel from feedstock from dedicated plantations consumed by host country consumers to substitute for petrodiesel.
データ元:	Metering system at fuelling stations.
排出削減量の試算に用いた値	165,000
計測手法・手段:	Fuelling of buses will be recorded continuously. The meter will be calibrated and maintained regularly and checked for proper functioning.

データ / パラメータ:	NCV_{BD}
単位:	GJ/tonne
詳細:	Net calorific value of biodiesel.
データ元:	Laboratory analysis.
排出削減量の試算に用いた値	40.3
計測手法・手段:	Laboratory analysis will be conducted annually. Measured according to relevant national or international standards regulating determination of NCV by calibrated equipment.

Project emissions

データ / パラメータ:	$PE_{Elec,y}$
単位:	tCO ₂
詳細:	Emissions from consumption of electricity at the biofuel production site in the project case in year y.
データ元:	Calculated as per the “Tool to calculate project emissions from electricity consumption”. When using the tool $PE_{Elec,y} = PE_{EC,y}$.
排出削減量の試算に用いた値	23,966
計測手法・手段:	As per the “Tool to calculate project emissions from electricity consumption”

データ / パラメータ:	$EC_{p,j,y}$
単位:	MWh/yr
詳細:	Quantity of electricity consumed at the biofuel production site by the project electricity consumption source j in year y
データ元:	Onsite measurements
排出削減量の試算に用いた値	17,612
計測手法・手段:	Measured continuously by an electricity meter.

データ / パラメータ:	$TDL_{j,y}$
単位:	MWh/yr
詳細:	Average technical transmission and distribution losses for providing electricity to source j in year y
データ元:	Choose one of the following options: - Use recent, accurate and reliable data available within the host country; - Use as default values of 20% for
排出削減量の試算に用いた値	0.2
計測手法・手段:	Monitored annually. In the absence of data from the relevant year, most recent figures should be used, but not older than 5 years.

データ / パラメータ:	$FC_{n,i,t}$
単位:	Tonnes/year
詳細:	Quantity of diesel fuel fired in the captive power plant in the time period t
データ元:	Annual data during the crediting period: Onsite measurements
排出削減量の試算に用いた値	1,028
計測手法・手段:	Monitored continuously by using weight or volume meters.

データ / パラメータ:	$EG_{n,t}$
単位:	MWh /year

詳細:	Quantity of electricity generated in captive power plant n in the time period t
データ元:	Onsite measurements.
排出削減量の試算に用いた値	3,522
計測手法・手段:	Monitored continuously using electricity meters and aggregated annually.

データ / パラメータ:	$NCV_{i,y}$
単位:	GJ per mass or volume unit (e.g. GJ/m ³ , GJ/ton)
詳細:	Weighted average net calorific value of fuel type i in year y
データ元:	IPCC default values at the upper limit of the uncertainty at a 95% confidence interval as provided in Table 1.2 of Chapter 1 of Vol. 2 (Energy) of the 2006 IPCC Guidelines on National GHG Inventories will be used as the preferred option of values provided by the fuel supplier in invoices are not available. The option of measurements by the project participant is not possible due to lack of resources and technology. Another option of regional or nation default values are also not available in Mozambique.
排出削減量の試算に用いた値	43.3
計測手法・手段:	Future revision of the IPCC Guidelines will be monitored.

データ / パラメータ:	$EF_{CO_2,i,y}$
単位:	tCO ₂ /GJ
詳細:	Weighted average CO ₂ emission factor of fuel type i in year y
データ元:	IPCC default values at the upper limit of the uncertainty at a 95% confidence interval as provided in table 1.4 of Chapter1 of Vol. 2 (Energy) of the 2006 IPCC Guidelines on National GHG Inventories as the preferred option of values provided by the fuel supplier in invoices are not available. The option of measurements by the project participant is not possible due to lack of resources and technology. Another option of regional or nation default values are also not available in Mozambique.
排出削減量の試算に用いた値	0.0748
計測手法・手段:	Future revision of the IPCC Guidelines will be monitored.

データ / パラメータ:	MC_{MeOH,y}
単位:	Tonnes
詳細:	Mass of methanol consumed in the biodiesel plant.
データ元:	Mass meters.
排出削減量の試算に用いた値	5,940
計測手法・手段:	Measured continuously. Calibrated measurement equipment that is maintained regularly and checked for proper functioning will be used.

データ / パラメータ:	FS_{tr,y}
単位:	Tonnes
詳細:	Feedstock used for the production of biodiesel
データ元:	Plant record, Records of truck operators
排出削減量の試算に用いた値	128,700
計測手法・手段:	Every feedstock will be monitored by Mass or volumetric (including quantity integrator) meters (e.g. load cell).

データ / パラメータ:	AVD_{FS}
単位:	Km
詳細:	Average distance travelled by vehicles transporting feedstock (km), including the transportation from the field to the crude vegetable oil production plant (if off-site) and including the return trip/s
データ元:	Records of truck operator
排出削減量の試算に用いた値	60

データ / パラメータ:	TL_{FS}
単位:	Tonnes
詳細:	Average truck load for vehicles transporting feedstock
データ元:	Records of truck operator; plant records, vehicle manufacturer information
排出削減量の試算に用いた値	15
計測手法・手段:	Monitored annually.
データ / パラメータ:	Cross check against vehicle manufacturer's capacity rating

データ / パラメータ:	EF_{km,tr}
単位:	tCO ₂ /km
詳細:	Carbon dioxide emission factor for vehicles transporting feedstock and biodiesel
データ元:	Default values from IPCC 1996 are used as measurements are not possible due to lack of resources and technology. Local / national data are also not available.
排出削減量の試算に用いた値	0.0011
計測手法・手段:	Monitored annually.

Project emissions associated with the cultivation of lands to produce biomass

データ / パラメータ:	PE_{Fuel,BC,j,y}
単位:	tCO _{2e}
詳細:	Project emissions from fossil fuel consumption for agricultural operations in year <i>y</i> .
データ元:	Calculated as per the "Tool to calculate project or leakage CO ₂ emissions from fossil fuel combustion". When using the tool PE _{Fuel,BC,j,y} = PE _{FC,j,y} .
排出削減量の試算に用いた値	74
計測手法・手段:	As per the "Tool to calculate project or leakage CO ₂ emissions from fossil fuel combustion"

データ / パラメータ:	FC_{i,j,y}
単位:	Mass or volume unit per year (e.g. ton/yr or m ³ /yr)
詳細:	Quantity of fuel type <i>i</i> combusted used in the agricultural operation in process <i>j</i> during the year <i>y</i>
データ元:	Onsite measurements
排出削減量の試算に用いた値	23
計測手法・手段:	Monitored continuously by either mass or volume flow-meter. In cases where fuel is supplied from small daily tanks, rulers can be used to determine mass or volume of the fuel consumed, with the following conditions: The ruler gauge must be part of the daily tank and calibrated at least once a year and have a book of control for recording the measurements (on a daily basis or per shift); · Accessories such as transducers, sonar and piezoelectronic devices are accepted if they are properly calibrated with the ruler gauge and receiving a reasonable maintenance; · In case of daily tanks with pre-heaters for heavy oil, the calibration will be made with the system at typical operational conditions.

データ / パラメータ:	NCV_{i,y}
単位:	GJ per mass or volume unit (e.g. GJ/m ³ , GJ/ton)
詳細:	Weighted average net calorific value of fuel type <i>i</i> in year <i>y</i>
データ元:	IPCC default values at the upper limit of the uncertainty at a 95% confidence interval as provided in Table 1.2 of Chapter 1 of Vol. 2 (Energy) of the 2006 IPCC Guidelines on National GHG Inventories will be used as the preferred option of values provided by the fuel supplier in invoices are not available. The option of measurements by the project participant is not possible due to lack of resources and technology. Another option of regional or nation default values are also not available in Mozambique.
排出削減量の試算に用いた値	43.3
計測手法・手段:	Future revision of the IPCC Guidelines will be monitored.

データ / パラメータ:	EF_{CO₂,i,y}
単位:	TCO ₂ /GJ
詳細:	Weighted average CO ₂ emission factor of fuel type <i>i</i> in year <i>y</i>
データ元:	IPCC default values at the upper limit of the uncertainty at a 95% confidence interval as provided in table 1.4 of Chapter 1 of Vol. 2 (Energy) of the 2006 IPCC Guidelines on National GHG Inventories as the preferred option of values provided by the fuel supplier in invoices are not available. The option of measurements by the project participant is not possible due to lack of resources and technology. Another option of regional or nation default values are also not available in Mozambique.
排出削減量の試算に用いた値	0.0748
計測手法・手段:	Future revision of the IPCC Guidelines will be monitored.

データ / パラメータ:	PE_{Elec,BC,,y}
単位:	TCO ₂
詳細:	Project emissions from electricity consumption for agricultural operations in year <i>y</i>
データ元:	Calculated as per the “Tool to calculate project emissions from electricity consumption”. When using the tool PE _{Elec,BC,y} = PE _{EC,y} .
排出削減量の試算に用いた値	1
計測手法・手段:	As per the “Tool to calculate project emissions from electricity consumption”

データ / パラメータ:	EC_{p,j,y}
単位:	MWh/yr
詳細:	Quantity of electricity consumed in agricultural operation by the project electricity consumption source <i>j</i> in year <i>y</i>
データ元:	Onsite measurements
排出削減量の試算に用いた値	19
計測手法・手段:	Measured continuously by an electricity meter.

データ / パラメータ:	TDL_{j,y}
単位:	MWh/yr
詳細:	Average technical transmission and distribution losses for providing electricity to source <i>j</i> in year <i>y</i>
データ元:	Choose one of the following options: - Use recent, accurate and reliable data available within the host country; - Use as default values of 20% for
排出削減量の試算に用いた値	0.2
計測手法・手段:	Monitored annually. In the absence of data from the relevant year, most recent figures should be used, but not older than 5 years.

データ / パラメータ:	MoF_{p,y}
単位:	tonnes of organic fertilizer / year
詳細:	Amount of organic fertilizer <i>p</i> applied at the plantation in year <i>y</i> where <i>p</i> are the organic fertilizer types (animal manure, sewage, compost or other organic amendments) applied at the plantation in year <i>y</i>
データ元:	On-site records and measurements
排出削減量の試算に用いた値	0
計測手法・手段:	Measured continuously. Aggregated monthly and averaged annually. Measure the quantities of any animal manure, sewage, compost or other organic amendments applied as fertilizers to the plantation.

データ / パラメータ:	WN_{p,y}
単位:	tN/t organic fertilizer
詳細:	Weight fraction of nitrogen in organic fertilizer type <i>p</i> where <i>p</i> are the organic fertilizer types (animal manure, sewage, compost or other organic amendments) applied at the plantation in year <i>y</i>
データ元:	Sample measurements by project participants
排出削減量の試算に用いた値	-
計測手法・手段:	Measured regularly. Where applicable, measure the quantities and nitrogen content of any animal manure, sewage, compost or other organic amendments applied as fertilizers to the dedicated plantation.

データ / パラメータ:	MSF_{q,y}
単位:	tonnes of synthetic fertilizer / year
詳細:	Amount of synthetic fertilizer <i>q</i> applied at the plantation in year <i>y</i> where <i>q</i> are the synthetic fertilizer types applied at the plantation in year <i>y</i>
データ元:	On-site records by project participants
排出削減量の試算に用いた値	144.8
計測手法・手段:	Measured continuously. Cross-check records of applied quantities with purchase receipts

データ / パラメータ:	WN_{q,y}
単位:	tN/t synthetic fertilizer
詳細:	Weight fraction of nitrogen in synthetic fertilizer type <i>q</i> where <i>q</i> are the synthetic fertilizer types applied at the plantation in year <i>y</i>
データ元:	Specifications by the fertilizer manufacturer. For the purpose of estimation of project emissions, the default value provided in IPCC 2006 Vol.4, Table 11.3 is used.
排出削減量の試算に用いた値	0.1

計測手法・手段:	Measured continuously.
----------	------------------------

データ / パラメータ:	M_{urea,y}
単位:	tonnes of urea per year
詳細:	Quantity of urea applied at the plantation in year y
データ元:	Records by project participants
排出削減量の試算に用いた値	0
計測手法・手段:	Continuously.

データ / パラメータ:	M_{Limestone,y}
単位:	tCaCO ₃ /year
詳細:	Quantity of calcic limestone (CaCO ₃) applied at the plantation in year y
データ元:	Records by project participants
排出削減量の試算に用いた値	0
計測手法・手段:	Annually.

データ / パラメータ:	M_{Dolomite,y}
単位:	tCaMg(CO ₃) ₂ /year
詳細:	Quantity of dolomite (CaMg(CO ₃) ₂) applied at the plantation in year y
データ元:	Records by project participants
排出削減量の試算に用いた値	0
計測手法・手段:	Annually.

5.9 クレジット獲得期間

通常の CDM プロジェクトにおいては、プロジェクト参加者は、プロジェクト参加者はクレジット期間について、以下の 2 つから選択することができる。

(i) 固定クレジット期間

期間の長さ及び開始日はプロジェクト活動に対して一度決定されれば、CDM プロジェクトとして登録された後は更新や延長ができない。期間は最大 10 年である。

(ii) 更新クレジット期間

1 回のクレジット期間は最大 7 年である。このクレジット期間は最大 2 回まで更新可能であり、最大で計 21 年となる。

本プロジェクトにおいては、プロジェクト設備の耐久年数等を考慮した結果、更新クレジット期間を選択する。このことから、クレジット獲得期間はプロジェクト開始後から、最大 21 年となる。本プロジェクトの開始日は 2010 年 1 月を予定しており、これはプロジェクトにおける B.D.F 製造プラントの建設開始予定時期である。また、クレジット期間の開始は 2011 年 7 月 1 日を予定しており、これは、プロジェクトにおいて試運転完了後、正式なオペレーションが開始する時期である。

6 章 環境影響評価

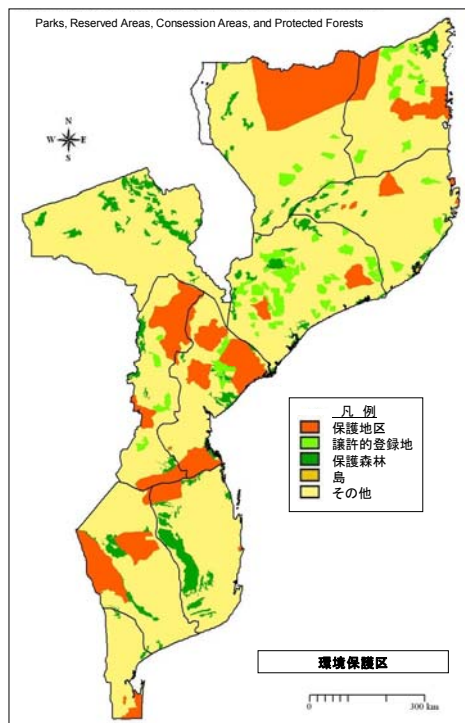
6.1 モザンビークの自然環境

モザンビークの自然条件として、海岸沿いの砂地にヤシ、湿地帯にマングローブの林がみられるほかは、低地はおもに草原や疎林で覆われている。内陸方面に向かうにつれ標高が高くなり、森林の密度が増す。とくにジンバブエとの国境沿いに森林が多い。国土のおよそ 24%(2005 年推計)が森林地帯である。モザンビーク海峡沿いに 2470km にわたり海岸線が伸び、砂浜や湿地帯が広がる。低地が国土の約 5 分の 2 を占める。低地から西に低い丘陵地帯や高地が広がる。北西部では、マラウイ湖とシレ川にそってアフリカ大地溝帯が国土中央部に横たわっている。

かつてのモザンビークは、ゾウ、水牛、カバ、ワニ、ヒヒ、キリン、ライオン、フラミンゴなど、多種多様な動物の宝庫だった。しかし、ザンベジ川デルタの熱帯雨林の開発や、1980 年代の内戦によって、その多くが生息地から追われたが、海岸付近一帯とモザンビーク海峡沿岸の島々には以前の環境が残されている。それらの場所では野生動物を観光資源としたリゾート地としての開発が始められている。

6.2 環境保護区

環境保護区は、国立公園・保護区、譲許的地区(Áreas Concessionadas)、保護森林、島に区分されている。保護区は国全体の 24.5%を占める。Lompopo、Banhine などの各国立公園や Maputo Special Reserve など、国内には 11 の環境保護区が設定されている。開発事業はそれらの地域では許可されていない。それぞれの場所及び面積を、下図に示す。



保護区分	面積(000ha)	%
国立公園・保護区	12,419	15.9
譲許的地区	3,258	4.16
保護森林	4,092	5.23
島	83	0.11
その他(保護区外)	58,389	74.6
合計	78,241	100

出典: ZONEAMENTO AGRÁRIO DE MOÇAMBIQU

図 モザンビークの環境保護区及び面積

6.3 モザンビークの環境関連法

モザンビークの環境関連の法規制としては、水質、大気汚染、廃棄物管理、環境影響評価、温暖化対策、土地法を含む社会環境関連がある。概要を下表に示す。

表 モザンビークの環境関連法

法令	題名
Law nr 16/91, of 3 rd August 1991	Water Law
Resolution nr 46/2007, of 30 of October	Water Policy
Decree June 2003	The Regulation on Public Water Supply, Drainage and Wastewater Systems in Mozambique,
Decree nr 43, 2007	approves the regulation of water licenses and concessions
Decree 73/98 of 23 of December	Creation of Investment Fund of water supply patrimony
Decree 74/98 of 23 of December	Approves the organic statute of the Council for regulation of the water supply
Law nr 20/97 of 1 st October, October 1997	Environmental Law
Decree 18/2004 of 2 nd July	The Regulation Environmental Quality and Emissions Standards
Decree/ Ministerial Diploma nr. 259/2005	Structure of Ministry for Coordination of Environmental affairs (Organic Statute)
Ministerial diploma 154/2007 of 26 December	Regulation on Cleaner Development Mechanism
Decree n° 11/2006 of 15 June	Environmental Inspection Regulation
Decree n°12/2006 of 15 of June	Gives power the Ministry for Coordination of environmental affairs us a national authority of Clean Development Mechanism
Decree 13/2006 of 15 of June	Approves the regulation of solid waste management
Decree 8/2003 of February 18 th	Approves the regulation of biomedical waste management
Decree 45/2004 of September 29	Approves the regulation of environmental impact assessment
Ministerial Diploma 28/2007 of	Organizational Structure of Ministry for Coordination of Environmental Affairs
Law nr 19/97 of 1 st October	The requirements regarding the use of land (soil) specified by the Land Act,
Law 2/1997 of February	Law of local autarchies
Law 8/1997	Special Regulation for Maputo city
Law 11/1997	Defines the frame for municipal taxes and finances

モザンビークの水質、大気汚染にかかる排出基準は 2 de Junho de 2004 に、各産業分野別に規定されている。本プロジェクトと関連のある分野における各基準を、下表に示す。

表 水質・大気の排出基準

産業別排水基準(水質)					産業分野別排出基準(大気)				
項目	食品加工	植物油	石油化学	石油精製	分野	PM	SOx	NOx	その他
pH	6-9	6-9	6-9	6-9	食品加工	-50 se>50 Mwe	2000 (SO ₂)	石炭:750 油:460 ガス:320	ダイオキシン >1ng/Nm ³
BOD	50	50	20	30		100se<50 Mwe			
COD	250	250	80	150	植物油	50			臭気:許容範囲内
TSS	50	50	30	30	石油化学	20	500	300	HCl=10, ベンゼン=5, 1,2-ジクロロエタン=5, 塩化ビニル=5, NH ₃ =15
Oil/Fat	10	10	10	10					
Phenol			0.5	0.5	石油精製	50	150(S) 500(燃焼後)	460	H ₂ S=15, Ni+V=2
Total N	10	10	10	10					
Temperature		≤30°C	≤30°C	≤30°C					
Cd			0.1						
Cr ⁶⁺		0.1	0.1	0.1					
Cr		0.5		0.5					
Cu		0.5	0.5						
Pb			0.1	0.1					
NH ₃			0.2						
Sulfur			0.2	1					
Benzene				0.05					
Coliforms (cell/100ml)		400							

出典: Regulamento sobre Padoões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Efluentes, 2 de Junho de 2004

また、大気汚染の試験基準と車両ごとに定められている大気汚染物質の排出規制を、下表に示す。

表 大気汚染基準と車両の大気汚染物質規制

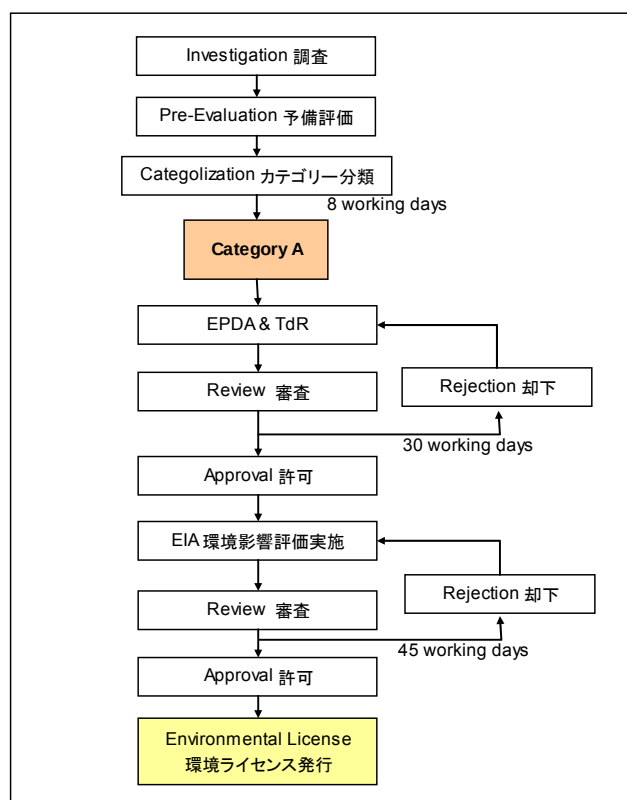
大気汚染基準		単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
項目	1時間後	8時間後	24時間後	年平均
SO ₂	800	800	365	80
NO ₂	400	400	200	100
CO	40,000	10,000	10,000	10,000
O ₃	160	160	50	70
PM	200	200	200	200
Pb	3	3	3	0.5-1.5

車両毎大気汚染物質排出制限量							
種別	燃費(km/L)	NOx	N ₂ O	有機揮発成分	CO	CO ₂	PM
乗用車	5.1	6.05	0.08	3.09	6.29	3188	0.06
ディーゼルバン	4.3	7.17	0.08	4.11	7.96	3188	0.1
ディーゼルトラック	2.2	42.86	0.08	7.63	21.8	3188	0.26
二輪車	12.8	32.3	0.08	11.1	40.5	3172	5.6

出典: Regulamento sobre Padoões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Efluentes, 2 de Junho de 2004

6.4 環境影響評価制度と手続き

モザンビークの環境影響評価(EIA)の体制は 2004 年に設定された。EIA の実施については、“Avaliacao do Impacto Ambiental, Decreto n° 45/2004 de 29 de Setembro” に規定されている。EIA の担当部局は環境調整省の環境影響評価局(Direcção Nacional de Avaliação de Impacto Ambiental, Ministério da Acoordenação da Acção Ambiental)である。投資プロジェクトは環境ライセンスを取得する必要がある。プロジェクトの規模やタイプにより、EIA 実施の要求項目は異なる。本プロジェクトは、1 万 ha.以上の土地を対象とするカテゴリーA に分類される。カテゴリーA の場合の環境ライセンスの取得手続きを下图に示す。



出典: Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental

図 モザンビークの環境ライセンス取得手続きフロー

カテゴリーA 場合、フルスケールの EIA が要求される。EIA では公聴会の開催も必要となる。実施予定のプロジェクトが段階を経て年次ごとに拡張される場合は、Addendum として EIA を更新する必要がある。EIA のプロセスは以下の通りである。

- (1) EIA の調査事項(Terms of Reference, ToR) を作成する。
- (2) ToR の環境省承認を受ける。
- (3) EIA をコンサルタントに委託し、実施する。
- (4) EIA 結果の環境省承認を受ける。
- (5) プロジェクトの承認後、TAX を支払う(事業費の 0.2%)。

EIA の実施は環境省に登録されたコンサルタントを用いる必要がある。登録コンサルタントの数は約 80 である。EIA の場合承認プロセスには、約 90 日間必要である。EIA は Sterring Committee(運営委員会)で審議される。委員会のメンバーは農業省、鉱物資源省、科学技術省、大学、NGO などである。

尚、EIA が認可された後に環境ライセンスが発行されるが、この際、事業費の 0.2%に相当する税金を支払う義務がある。違反者は罰金のペナルティがある。

6.5 社会環境

直営農場候補地のマバラネ郡および契約栽培対象地の Chibuto, Manhica, Bilene 周辺は、ガザ王国の統治下にあった。ガザ王国は 19 世紀には南部モザンビークから南アのリンボポ州、スワジランド、ジンバブエなどに勢力を拡大していた。1895 年にガザ王国の王 Ngungunhane がポルトガルの虜囚となり、ガザ王国は終焉した。周辺の地方語はシャンガナ語であり、ポルトガル語は一部にのみしか浸透しておらず、ポルトガルの影響は北部に比べ比較的少ないとされる。民族はかつて牧畜民であり、誇りが高く好戦的であるのが特徴である。

ガザ州プロジェクト対象地の主な社会環境を、Chibuto におけるインタビューにより定性的に調査した。結果は下表に示す通りであるが、定量的なデータは環境影響評価において収集する必要がある。

表 ガザ州直営農場・契約栽培対象地の社会環境(Chibuto におけるインタビューより)

セクター	概要
農業	村民は砂地を主として農業を行っている。主な作物は、サツマイモ、トマト、マンリョカ(キャッサバ)。ニンジン、ジャガイモなども良い換金作物になるが、種がないのが問題である。また、カシューナッツは換金作物で重要な収入源となっている。カシューナッツは旱魃に強く、ガザ州の貧困削減の計画として政府が推進し、政府が苗を配布し、消毒などを行っている。農民組合は植民地時代から続いているものがある場所もあるが、ほとんど機能していない。
交通・流通	農民は一般的に車がなく、マーケットへのアクセスは徒歩しかない場合が多い。村で一台所有しているかどうか。仲買人はほとんど居ない。
収入・生活状態	ほぼ自給自足であり、現金収入は夫の出稼ぎが主である。収入は 6-7 人家族で 300-400MT/月。男性は出稼ぎ期以外はあまり働いていない。村人は朝 3:30 頃起き、8:00 頃就寝する。主食はウガリ。女性は夜にトウモロコシを挽いて棒で搗き粉にして、朝に練って食べる。朝と夕方の涼しい時間に働く。昼の暑い時間は昼寝か調理を行う。村で携帯電話を所有している人は 5 人に 1 人程度。TV はほとんど有していない。

セクター	概要
インフラ	ガザ州南部地域は、Xaixai から Chibuto までは電化されている。Chibuto はシサノ元大統領の出身地であったため、道路・電気などのインフラは整っている。 井戸は私有が多く、有料で水が売られている。水使用量は 20L タンク 3 個で 1MT。夜は鍵がかけられる、お金を払えない場合は、教会の水道から汲んだり 7km 離れた川から汲むこともある。水汲みが女性や子供の日々の労働の多くを占める。
燃料	村人の主要な燃料は薪。5-7MT/袋(約 2kg)。100-200MT/俵。炭は高級な燃料。LPG もあるが 525MT/10kg と非常に高価であり、減多に使われない。
教育	学校は 7:30-11:30、午後、夜間の 3 部制。午前が 4・5・6 年生、午後が 1・2・3 年生。夜間は大人。多くが 3~4 年生までの就学で終える。
宗教	宗教はキリスト教のほか、土着の宗教がある。悪霊信仰があり、伝統医がいる。

6.6 プロジェクトの環境影響と緩和策

本事業は、農業とプラントの複合セクターにまたがる環境影響を検討する必要がある。プロジェクトの環境影響として主に配慮を要する項目は、単一食物の大規模栽培による周辺の生態系への影響と地力の収奪、B.D.F プラントの廃水や副産物の処理についてである。

生態系への影響については、ジャトロファのみではなく、間作・混作としてカシューナッツやバナナなど他の作物と組み合わせて栽培を行うことで軽減する。特に商品作物と組み合わせることにより、農家の収益向上も期待される。ジャトロファとカシューナッツは相性が良いと言われているが、組み合わせについては今後栽培試験において基礎研究を行うことが必要である。地力収奪については、エダマメやピジョンピーなど窒素固定を行うマメ科の植物と混栽することや化学肥料の使用、窒素固定菌を用いたバイオ肥料を投与することで低減回避する。定期的に土壌試験を行うことで土壌養分をモニタリングする。

一方、B.D.F プラントについては副産物と廃水など廃棄物が主要な項目となる。副産物はジャトロファ種の搾り滓とグリセリンである。搾り滓はボイラーの燃料、コンポスト、固形燃料としてそれぞれ用いる。コンポストと固形燃料は周辺の農民に配布する。グリセリンは石鹸、ろうそく、化粧品、薬品、絵具など各種の化学工業の材料として用いられる。しかし B.D.F プラントの廃棄物としてのグリセリンは高濃度のアルカリと水分を含み、精製には初期投資とエネルギーが必要となる。また、現在の市場ではグリセリンは供給過多となっており買取価格は低い。廃水も同様に高濃度アルカリを含み、数万 ppm の高濃度の中性脂肪や COD を含む。B.D.F プラントの廃水の一例を、下表に示す。

表 B.D.F プラントの廃水(例)

項目	単位	値	備考
BOD	mg-O/L	88,000-150,000	
COD	mg-O/L	45,000-70,000	
Total-N	mg/L	< 1,600	
Total-P	mg/L	< 30	
SS	mg/L	1,100-1,600	
pH		10-11	25°C
中性油		< 40,000	

廃食油を原料とした B.D.F プラントの廃水例。

これらの廃水やグリセリンは、排出基準を満たさない。そこで本事業ではこれらをコンポストの発酵原料として用いる。コンポストは好気発酵であるので脂肪分を分解し、有機分は二酸化炭素

と水に分解される。アルカリの成分はカリウムであり、これは発酵の栄養源として用いられる。コンポスト化によりこれらの処理を解決する。

本案件において予想される主要な環境影響とその緩和策・代替案を、下表にまとめる。

表 主要な環境影響と緩和策・マネジメントプラン

分野	環境配慮事項	予想される環境影響	環境影響緩和策・マネジメントプラン例
農業	植林	単一作物の大規模栽培	カシューナッツ、豆類、バニラなどと混栽を行うことにより生態系の多様性を確保する。
	土壌	N 分の乏しい農地におけるジャトロファ栽培による地力養分収奪	混合肥料または尿素肥料を適用し N 分を適正に保つ。入手可能であれば窒素固定菌を含む Bio-Fertilizer を使用する。また、豆類(大豆、ピジョンピーなど)を混栽し土壌に N 分を供給する。定期的に簡易土壌試験を実施し、土壌の養分状態を監視する。
	社会環境	刈り入れなど農繁期における大量の季節労働者確保による作業員の生活環境への影響	生活用井戸を掘削する。季節労働者の簡易住居を建設し、トイレや排水場所を確保する。
	地域経済	地域経済への影響、雇用の変化	雇用機会と収入増をもたらすことによりプラスのインパクトがある。既存の農業の障害とならないよう、他の農作物の市場価格と拮抗するジャトロファの買取価格を設定する。
	ジェンダー	女性の労働負荷増大	現在南アへ出稼ぎに出ている男性を優先的に雇用・委託し、女性の労働負担が軽減されるように体制を構築する。
プラント	排水	B.D.F 洗浄排水による水質汚濁 洗浄排水はアルカリ (KOH) を含み、高濃度の脂肪酸 (約 50,000ppm) を含む。	B.D.F 洗浄排水を全てコンポストに適用する。コンポストの好気発酵の過程でカリウム分は養分として用いられ、脂肪酸は CO ₂ と水に分解される。
	廃棄物	B.D.F の副産物として生成するグリセリン。アルカリ濃度高く水分含有量が多い(60%以上)	コンポストの炭素源・カリウム源として排水と共にコンポスト発酵に用いる。
	排気ガス	搾油機および B.D.F 製造機用ボイラーからの排気ガス	ボイラーの燃料は、重油ではなく副産物のジャトロファ絞り粕を用いることで CO ₂ の排出を低減する(絞り粕は元々大気中より固定された炭素より成るのでカーボンニュートラルである)。絞り粕の硫黄分は重油の 1/10 以下であると考えられ、硫黄酸化物の排出を低減できる。
	用地	プラント用地の使用による土壌・河川への影響	ペトロモック社の既存の敷地を利用することにより、新規プラント建設よりも影響を大幅に軽減する。

本事業について EIA を実施する際は、上表の項目を網羅するよう ToR を作成し、環境影響を評価し、環境管理計画を策定する必要がある。

本事業では、プラントをペトロモック社の既存貯留施設内に建設する計画である。この場合、EIA の省略あるいは簡略が可能となる。具体的には、貯留施設建設の際にペトロモック社が調査した EIA について、本プロジェクトにかかる設備についての簡易 EIA の結果を Addendum として提出することになる。

6.7 利害関係者コメント

モザンビーク各省庁、各機関、州政府、地方政府などから本プロジェクトへの意見を収集した。

また、2008 年 11 月 27 日に、科学技術省のイニシアティブにより、本事業についてのステークホルダーミーティングを開催した。

各利害関係者からのコメントを下表にまとめる。

表 利害関係者コメント

利害関係者	コメント
鉱物資源エネルギー省	・ 本プロジェクトには大変関心がある。事業を歓迎する。 ・ エネルギー省として、バイオ燃料事業をビジネスとしてぜひ取り組んでもらいたい。政府として許可していきたい。 ・ 政府としての最優先事項は食糧危機への取り組みである。エネルギー作物はその次の優先事項である。 ・ すでに農業で使用されている土地、居住区などは事業に用いることはできない。 ・ バイオ燃料の基準については、国内のマーケットは限られているので SADAC の各国への流通を考えて、南ア、タンザニアなどと調整し設定していきたい。 ・ ジャトロファを地方電化の燃料に用いるのであればサポートしたい。
環境省	・ 投資は歓迎である。持続可能な成長と貧困削減がポリシーである。他の省ともコンセンサスを持った上で進めてもらいたい。貧困削減は大きな挑戦であり、それに寄与するプロジェクトを歓迎する。再緑化、地方電化、地域の学校整備なども重要であるので、プロジェクトの中で地域の要望を良く聞いて、社会貢献できる形の案件としてもらいたい。 ・ CDM のプロセスは、官僚主義的に手続きを増やすのではなく、シンプルなものとしていきたい。
農業省 農業振興センター	・ 民間投資では大規模栽培が進んでいる。農業省として支援を行いたい。バイオ燃料推進は政府の戦略の一つである。ただし、食糧危機と食糧価格の高騰への対策が第一のプライオリティであり、バイオ燃料は第二である。 ・ 本事業として燃料を輸出することに問題は無い。 ・ ジャトロファとココナツなどの混栽は良いアイデアである。 ・ 農業省はまだサプライチェーンをサポートしていない。それを行う民間企業を探している。農産物の買い上げ業者がいらないことが問題であるので、案件の中でサポートするべし。 ・ ガザ州にサイトを決めたのは良い判断であると考える。 ・ ジャトロファについては森林農地はサイトの対象外とするほうが良い。 ・ 年間 33,000 トンの B.D.F 生産量は、この国の需要規模を考慮すると大規模である。消費しきれるか検討を要する。
農業省 ガザ県支部	・ 食料と競合のない場所にジャトロファを植えたい。食料が第一であり、食糧生産を行う投資家が入った際に農業に使用できる土地が無いというのは避けたい。Xaixai の近隣地は食料用の農業用地である。Bilene 周辺にも空いている土地はない。コミュニティが所有している土地はコミュニティを尊重して用いる必要がある。ジャトロファと食料を混作し、コミュニティに栽培を委託するやり方ならば、近隣地でも可能であろう。 ・ ジャトロファは勝手に生えていて垣根などに使われている植物という認識である。実際にジャトロファとはどのような植物なのかを自身が知らないため、積極的に進めてよいのか判断出来ない部分がある。
開発計画省	・ 案件を歓迎する。日本政府の取り組みに感謝する。良い成果が出ることを祈っている。 ・ 食料危機の前はバイオ燃料の重要性はモザンビークで認識されていなかった。食料との競合はあるが共存可能であると考える。B.D.F 植物は良い土壌と水を必要としない。食料とは違ったカテゴリーの土地が利用できる。自国の為の食料、輸出のための燃料、という図を描くことが可能である。 ・ この国では工業化が鍵である。特に Agro-industry を考えるべき。単なる原料輸出国にはなるべきではない。プロジェクトが工業化に資することを望む。 ・ 民間投資は歓迎する。ジャトロファ事業も、道路、通信、水、エネルギーなどのインフラは必要である。プロジェクトで社会資本の整備も考えて欲しい。コミュニティ開発の視点が必要である。

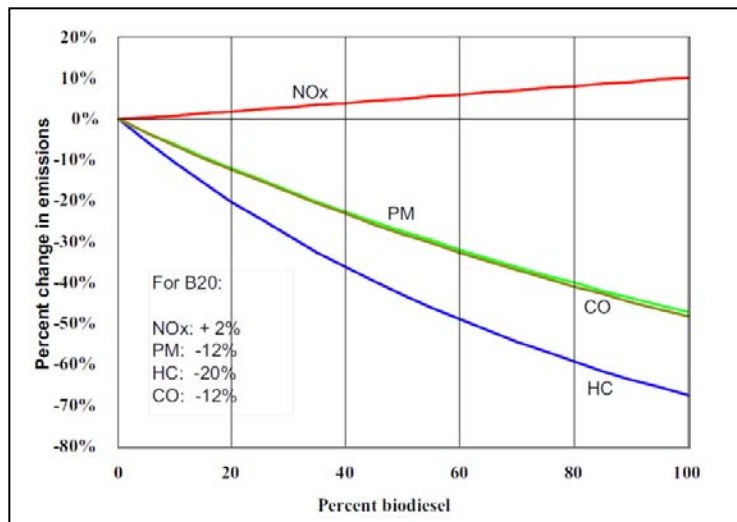
利害関係者	コメント
科学技術省	・ TICAD VI で日本に赴いた際、本プロジェクトについて協力すると約束した。日本の企業、ペトロモック、大学と連携し、その調整を科学技術省が行うことが可能である。土地の確保もできるように補佐する。 ・ 日本との大学の連携も大切である。人材育成を日本より行って欲しい。 ・ プロセスをできるだけ簡略化し、事業を進めてもらいたい。訪問した場所それぞれで役割ごとに共に検討していくことになるだろう。今後も、ペトロモックを含めた関係者と協議を深めて行きたい。日本側とペトロモックとの協力体制が最も重要である。
UEM (国立大学)	・ 搾り粕はコンポストだけではなく燃料としてガス化発電もできるだろう。ココナツの殻や籾殻をブレンドすることもできる。 ・ B.D.F の導入は政府の戦略に合致している。地方にも資する。ガザの産業のために、搾油機をガザ州内に設置する要望もあるだろう。
ペトロモック	・ ペトロモックはモザンビーク国内のバイオ燃料推進にも関わるよう政府より指導されている。バイオ燃料の物流管理手配を行うほか、ペトロモック自身が Off-taker となる。地域においての生産者となるほか、輸出業者としての役割を担うことも可である。バイオディーゼルをペトロモックのタンクに貯蔵し、他社に販売することも可能である。 ・ バイオ燃料は食料への影響を顧慮せねばならない。ココナツの B.D.F 事業はココナツの価格が高騰し燃料の原料として手に入らなくなっている。 ・ Mabalane は鉄道が通っている点で有利である。燃料の点から言えば鉄道が最も輸送に適している。 ・ ペトロモックのビジョンは、石油燃料だけではなく、エネルギー全般に渡っている。再生可能エネルギーを初めとして新規事業を開拓して行きたい。
投資庁	・ 農地の候補地として、Maputo 州内は政府としては食糧生産に用いたい。ガザ州なら燃料作物用地としても可能であろう。 ・ 少なくとも2週間はテクニカルチームがサイトを訪れてどこを農地に選定するか調査すべきである。農業省と共に農地の候補地を数箇所見て、しっかり決めるべきである。
交通運輸省	・ B.D.F の導入は歓迎する。クリーンな燃料が欲しい。燃料価格が下がるのがベストである。国民へのインパクトはよく検討してもらいたい。 ・ B.D.F の需要として鉄道もある。貨物運輸がほとんどであるが、旅客も開始した。国営のモザンビーク鉄道が運営している。民間会社もザンベジアにある。これはマラウィと結ぶ路線である。B.D.F はこれらの燃料になる。
TPM(マプート公共バス会社)	・ ジャトロファの公共バスの燃料を受け入れるかどうかは、他国の先事例や軽油に比べて有利な点を見て決めたい。有利であれば購入したい。価格が軽油より高くなるのであれば導入は難しい。」 ・ 軽油を他社から購入とし、バイオディーゼルを別の契約として購入することは可能であろう。
ガザ県知事	・ ガザ州での事業を歓迎する。B.D.F は燃料価格を抑えられるかどうか最大の関心である。県のジャトロファへの関心は高い。 ・ Mabalane は距離的には Maputo から遠いが、3つの有利な点がある。(1)鉄道がある、(2)コミュニティが結束しておりコントロールしやすい、(3)系統の電気が来年に届く。 ・ この国では食料が第一である。Mabalane では現状で食料を作っている土地があまり無いから適している。海岸部で食糧生産ができない場所をジャトロファ栽培に提供した例はある。 ・ 栽培技術を農家に教えることが大事である。 ・ 1 万 ha 規模の農地を一度に確保するのは近隣地では不可能であるが、500ha 程度であれば、小分けした農地を南側の近隣地に用意することは可能である。気候はガザ州の中でも南、中央部、北で異なる。それぞれの地域で分けて栽培することは良い。小規模の農地で最初の段階で実証的に事業を行うのは賛成である。そのための土地を紹介することは可能である。
Mabalan 郡政府	・ プロジェクトの実施を期待する。郡政府としては、政府の開発計画の中で環境保護や汚染防止に貢献したいと考えている。 ・ Mabalane は一見遠隔地に見えるが、州の北部の僻地ではなく、地理的に中央に位置する。他の事業とのコンフリクトは無く、土地は空いている。ジャトロ

利害関係者	コメント
	ファの栽培には良い土地である。鉄道があるので交通費、人件費を低く抑えることが可能である。 ・ ジャトロファの農業経験のある人も知っているで紹介できる。
Chibuto 農民	・ B.D.F についての知識はある。学校でも教えられている。ジャトロファは誰もが知っている。しかしジャトロファを実際に見たことのある人はほとんどいない。(注：周辺に自生しているが、地元の名前で呼ばれ、それをジャトロファと認識していない)
Fabricante de Sabao & Oleos 社 (搾油・石鹼製造所)	・ ジャトロファは魔法の木といわれているが、実績がないので良く分からない。酸価によるエンジンへの影響など、不明な点も多い。 ・ 現在の植物油価格の高騰で、現在は B.D.F 製造装置が稼動していない。原料油の価格の動向を見ることが重要である。 ・ 搾油設備の使用など、事業への協力は可能である。
世界銀行	・ 持続可能なプロジェクトであり、Social Safeguard が確保される限り、バイオ燃料の開発は応援する。 ・ モザンビークには、土壌、土地、労働力、適した気候がある。モザンビークは 10-20 年後にバイオ燃料供給国という点で第二のブラジルになる可能性がある。また、モザンビークで製造されたバイオ燃料は、南アをはじめ、SADC 諸国に供給できる。南ア地域全体のマーケットを視野に入れるべし。 ・ 鉄道に沿ってプランテーションを作れば輸送に便がある。今、プロジェクトを形成すれば、スケジュール的にも鉄道リハビリプロジェクトと並行になり都合が良いだろう。 ・ モザンビークのバイオ燃料プロジェクトのチャンピオン(事業実施のための最大の力を有する者)は、アルマンド・ゲブーザ大統領である。大統領が実施の推進者であることがこの国の強みである。
JICA	・ ジャトロファ栽培は、農業省が試験的に実施したが、マーケティングが行われず、農民がやめてしまった経緯がある。 ・ アメリカの NGO がナンプラやニアザで中心に農民組織について活動している。組織が形になるまで 10 年かかったということである。この国の農民の組合は進んでいない。農民は天水に頼りきりで生産性は低い。しかし適切に開発すればモザンビークは農業分野で周辺国のモデル国になりうる。

6.8 コベネフィットの算定

マプート市の大気汚染は深刻化を辿る一途であり、シャパ(乗り合いミニバス)やトラックをはじめとしたディーゼル車に整備不良車が多く、排気ガスが問題になっている。マプートは、コンサルティング会社マーサーが調査した健康・公衆衛生の指数に基づいた”The World’s Dirtiest 25 Cities”で汚染度 23 位に入っている。

ディーゼル車の排気ガス中の大気汚染物質の主な物質は、窒素酸化物(NOx)、硫黄酸化物(SOx)、粒子状物質(PM)、一酸化炭素(CO)、未燃炭化水素(HC)である。下図に示すように、B.D.F の混合量が増すほど、NOx は微増するが、PM、CO、HC は減少する。よって、B.D.F を既存の軽油へ適用することによる大気汚染の軽減が期待される。



出典：EPA Analysis of the Exhaust Emission Impacts of Biodiesel, U.S. Environmental Protection Agency, 2002

図 B.D.F と大気汚染物質排出量の関係

4.4 節で触れたとおり、ジャトロファ油 B.D.F の大気汚染の原因となる硫黄酸化物の元となる硫黄含有量は軽油の 1/10 以下である。これらにより、ディーゼル車への B.D.F 適用により大気汚染の軽減が期待される。

現状の大気汚染物質の数値は、現在、エドワルドモンテヌ大学が測定を行っている。この数値が公表されればデフォルト値として利用できる。またプロジェクト期間で継続して大気汚染物質濃度を測定すれば、B.D.F 適用後のコベネフィットの効果を定量的に適用前と比較することが可能となる。

7 章 財務分析

7.1 プロジェクトコスト

本事業の初期投資額と年間維持管理費を、以下の表にまとめる。尚、ジャトロファの収穫は徐々に増えていくことから、初年度は収益 0%、2 年次は 20%、3 年次は 40%…として B.D.F 生産量を設定し、それに応じて年次収益を設定している。年間維持管理費用はこれを想定して、プラント・農業の費用をそれぞれの年次について算出した。

初期投資額は 48.2 億円(内プラント 32.4 億円、直営農業 11.6 億円、契約栽培 4.2 億円)、年間維持管理費用は 19.9 億円/年である。また、年次収益は、B.D.F 販売額を 0.95US\$/L に設定した場合、34.1 億円/年である。

概要を下表にまとめる。

表 プロジェクト初期投資費用

項目	金額(US\$)
プラント	32,426,550
農業(直営)	11,574,932
農業(契約栽培)	4,182,039
合計	48,183,520

表 年次収益

	年次	収益率	BDF販売量	収益
1	2010	0%	0	0
2	2011	20%	6,600	6,825,604
3	2012	40%	13,200	13,651,208
4	2013	60%	19,800	20,476,813
5	2014	80%	26,400	27,302,417
6	2015	100%	33,000	34,128,021
7	2016以降	100%	33,000	34,128,021

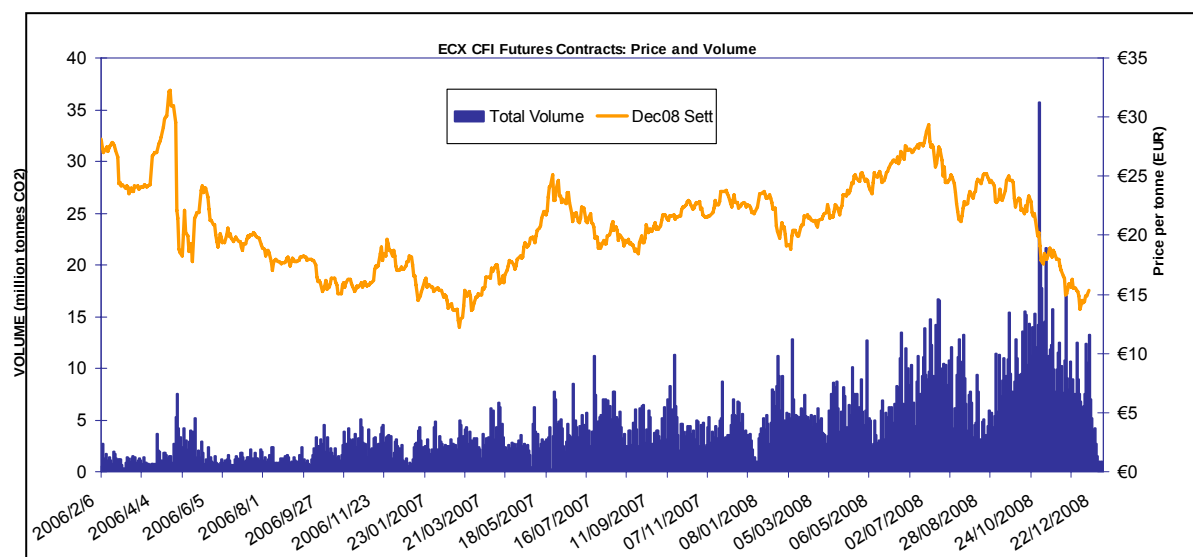
表 プロジェクト年間維持管理費用

年間費用(US\$)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016以降
プラント	390,353	4,154,597	6,158,160	8,161,723	10,165,286	12,168,849	12,168,849
農業(直営)	1,636,763	1,856,500	2,076,238	2,295,976	2,515,713	2,735,451	2,735,451
農業(契約栽培)	1,625,248	2,299,168	2,973,088	3,647,008	4,320,928	4,994,848	4,994,848
合計	3,652,363	8,310,265	11,207,486	14,104,707	17,001,927	19,899,148	19,899,148

7.2 CER 価格

近年の原油価格の高騰に連動して、CO₂の価格は変動している。欧州市場において、2007 年前半は 15 ユーロ/ton-CO₂ 前後であったが、2008 年夏には 30 ユーロ/ton-CO₂ にまで上昇した。2008 年後半の景気の冷え込みにおける原油価格の値下がりにより CO₂の価格は再び 15 ユーロ/ton-CO₂ まで下降した。このため、事業評価において CER 価格を定率に定めて追加性を予測することは難しい状態である。よって、感度分析において、CO₂の価格に幅を持たせてその効果を評価する。

下図に欧州市場における 2006 年から 2008 年の CO₂ 価格の変動を示す。



出典：The European Climate Exchange

図 欧州 EUX における CO₂ 削減量取引量とトン当たり CO₂ 価格変動

7.3 財務評価条件

財務評価の基準として、JBIC の輸出金融の条件を想定した。利子条件の仮定を以下の表に示す。

表 財務評価に適用した利子条件の仮定

項目	数値	単位	備考
契約時金利固定	1.7	%	償却期間5年以下
	1.91	%	償却期間5年超8年以下
	2.01	%	償却期間8年超
入札時金利固定	0.2	%	
リスクプレミアム(レベル6)	13.52	%	
適用金利合計	15.73	%	
プロジェクト期間	21	年	
想定CDM更新回数	2	回	7年x3回
減価償却期間	10	年	

輸出金融はプラント輸出部分にのみ適用される。事業実施計画の章に述べる通り、本事業のスコープはプラントと農業を含むため、実際は民間銀行や農業銀行、自己資本、投資を組み合わせで資金調達を行う必要がある。一方、財務評価を行う仮定として、IRR を算出する際の金利の設定が必要がある。これが、民間銀行の利子および投資リターンの基準となる。JBIC 輸出金融におけるモザンビークのリスクプレミアム(レベル6)を含めた利子は、15.73%となり、協調融資となる際もこの利率が参考基準になると考えられる。このため、15.73%を財務分析の基準の金利として用いた。

尚、モザンビークの公定歩合は 9.95%(2007 年 12 月 31 日)である。一方、モザンビーク市中銀行の長期利率は 2007～2008 年で 20-22%程度であり、中央銀行 Standing Lending Facility の参考利子は 14.5%である²²。本分析に用いた利率はモザンビークの公定歩合と市中銀行利率の中間値であり、想定としては適当であると考えられる。

²² Summary of the Financial Situation in the Fortnight of November 15 to 30, 2008, Bank of Mozambique

7.4 投資効果

CER を入れない場合のプロジェクトのベースとなるキャッシュフローと、費用便益と現在価値、費用便益比、および FIRR を下表にまとめる。基準利子は 15.73%として設定している。

この条件では FIRR が 15.33%、B/C が 0.99 となり 1.0 以下となっている。ベースケースのままでは FIRR の値が基準利子よりも低く、当地の利子条件を考慮すると、事業採算の観点からは厳しい値となっている。

表 費用便益と FIRR

年次	年	収益率	便益	費用			純便益
			Total Benefit	初期投資(C1)	製造・維持管理費(C2)	Total Cost	
			US\$	US\$	US\$	US\$	US\$
1	2010	0%	0	48,183,520	3,652,363	51,835,884	-51,835,884
2	2011	20%	6,825,604		8,310,265	8,310,265	-1,484,661
3	2012	40%	13,651,208		11,207,486	11,207,486	2,443,722
4	2013	60%	20,476,813		14,104,707	14,104,707	6,372,106
5	2014	80%	27,302,417		17,001,927	17,001,927	10,300,490
6	2015	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
7	2016	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
8	2017	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
9	2018	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
10	2019	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
11	2020	100%	34,128,021		43,990,908	43,990,908	-9,862,887
12	2021	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
13	2022	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
14	2023	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
15	2024	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
16	2025	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
17	2026	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
18	2027	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
19	2028	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
20	2029	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
21	2030	100%	34,128,021		19,899,148	19,899,148	14,228,873
		Total	614,304,376	48,183,520	396,754,873	444,938,393	169,365,983
NPV(Benefit)=			132,885,596	NPV(Cost)=			134,159,729
				FIRR=			15.33%
				RoI=			38.07%
				NPV=			-1,274,133
				B/C=			0.990502866

7.5 感度分析

7.5.1 CER 価格、初期投資額、B.D.F の販売価格、収量の感度分析

CER 価格、初期投資額、B.D.F の販売価格、およびジャトロファの収量を変動させて、それぞれ FIRR に対してどう影響を及ぼすかについて、感度分析を行った。

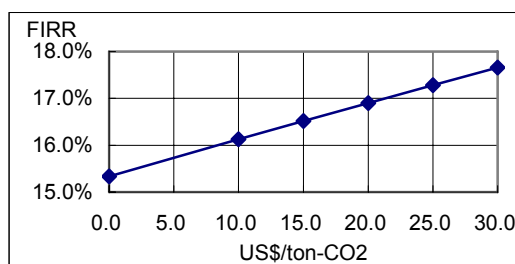
本事業における CO₂ の削減量は、第 5 章の計算結果より、65,847 ton-CO₂/年となる。CER が入る場合は、トン当たり CO₂ の価格が 10US\$から 30US\$の間で FIRR の変動を分析した。

CER 価格が 20US\$/ton-CO₂ の場合、FIRR は 15.33%から 16.90%となる。また、30US\$/ton-CO₂ の場合は FIRR は 17.66%となる。CER が事業収益に加算されることにより、事業採算性が向上し、採算が取れると言える。

表 CER 価格の変動による FIRR の変動

CER価格変動による感度分析

ケース	FIRR	変動率
ベースライン(CERなし)	15.33%	
10US\$/t-CO2	16.13%	0.5
15US\$/t-CO2	16.52%	0.75
20US\$/t-CO2	16.90%	1
25US\$/t-CO2	17.28%	1.25
30US\$/t-CO2	17.66%	1.5

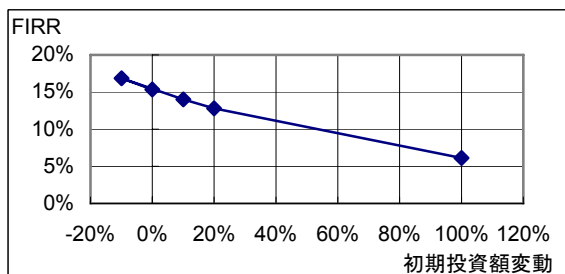


また、初期投資額の変動に対して、FIRR の変動を分析した。初期投資額が 20%増えると FIRR は 12.79%となり、初期投資額が倍になると FIRR は 6.13%となる。事業採算性のためには初期投資額を現在のレベルに抑えることが必須である。

表 初期投資額の変動による FIRR の変動

初期投資額変動による感度分析

ケース	FIRR
ベースライン	15.33%
10%減	16.85%
10%増	13.99%
20%増	12.79%
100%増	6.13%

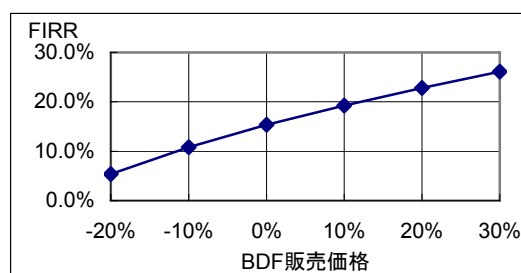


次に、B.D.F 販売価格の変動に対して、FIRR の変動を分析した。ベースの 0.95US\$/L から 20%減の 0.76US\$/L となると FIRR は 5.41%にまで低下する。一方、30%増の 1.24US\$/L で B.D.F が販売されると、FIRR は 26.13%まで上昇する。FIRR に及ぼす直接の効果として B.D.F 販売価格の影響は非常に大きい。

表 B.D.F の販売価格変動による FIRR の変動

BDF販売価格変動による感度分析

ケース	FIRR	価格(US\$/L)
20%減	5.41%	0.76
10%減	10.85%	0.86
ベースライン	15.33%	0.95
10%増	19.26%	1.05
20%増	22.83%	1.14
30%増	26.13%	1.24



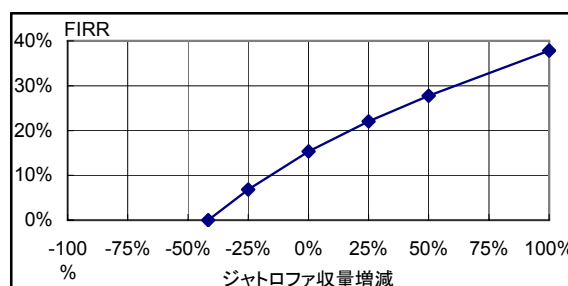
さらに、ジャトロファの収量の変動に対する FIRR の変動を分析した。農業のインプットは同じで、収量のみが変動するという仮定とする。収量が増減した場合、初期投資額に変更は無いが、輸送費・B.D.F の材料費などプラントの年間維持管理費と収益が大きく変動する。収量が 25%減少した場合、FIRR は 6.8%となる。収量が 42%以上減少した場合は NPV がマイナスとなり、FIRR の算出は不可能となる。一方、収量が 25%増加した場合は FIRR が 22%となり、50%増加した場合 FIRR は 27.8%となる。なお、収量がベースケースより大きく増加した場合は、プラントの容量の増強が必要となるが、分析ではこの増強における初期コスト増は考慮していない。他のプラン

トに原料を供給して B.D.F 製造を委託し、維持管理費を以って委託費とするという仮定としている。

表 ジャトロファ収量の変動による FIRR の変動

BDF販売価格変動による感度分析

ケース	FIRR	直営農場 t/ha	契約栽培 t/ha
75%減	#DIV/0!	1.25	1.00
50%減	#DIV/0!	2.50	2.00
41.6%減	0.00%	2.92	2.34
25%減	6.80%	3.75	3.00
ベースライン	15.33%	5.00	4.00
25%増	22.02%	6.25	5.00
50%増	27.80%	7.50	6.00
100%増	37.85%	10.00	8.00



また、早魃などの気候条件により、4年に一度、10年に一度など、凶作の年が発生する場合があります。4年・10年に一度、それぞれ収量が25%、50%であった場合を想定して、FIRRを算出した。4年に一度、収量が50%に落ち込む凶作となった場合、FIRRは15.33%から12.65%となる。

表 凶作の頻度と FIRR

凶作条件	FIRR
4年に一度凶作(収量25%)	11.05%
4年に一度凶作(収量50%)	12.65%
10年に1度凶作(収量25%)	12.65%
10年に1度凶作(収量50%)	13.78%

CER 価格、初期投資額、B.D.F の販売価格、およびジャトロファ収量に対する FIRR の変動を、次の図にまとめる。なお、CER 価格は、20US\$/ton-CO2 を基準とする。

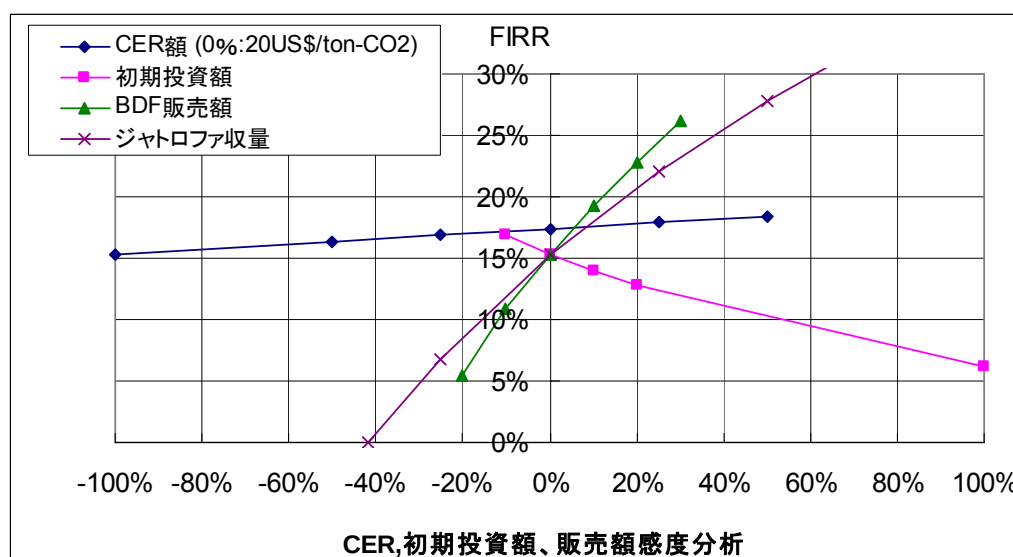


図 CER、初期投資額、B.D.F 販売額の変動に関する感度分析結果

上図で最も傾きが大きい、即ち、最も変動の FIRR に対する感度が大きいのは、B.D.F.の販売額である。B.D.F.販売額をどの程度に設定できるかが、事業の採算性を大きく左右する。次に傾きが大きいのはジャトロファ収量である。収量を確保できるよう、的確かつ綿密に栽培指導を行う必要がある。収量は気候によっても変動を受けやすいため、気候リスクをカバーすることを考慮に入

れ、数年に一度の不作年を事業計画に見込むことが望ましい。

7.5.2 材料価格の感度分析

B.D.F の材料・原料として、苗、肥料、メタノール、契約栽培のジャトロファ種買い取り、軽油の、それぞれの価格変動に対し、感度分析を行った。

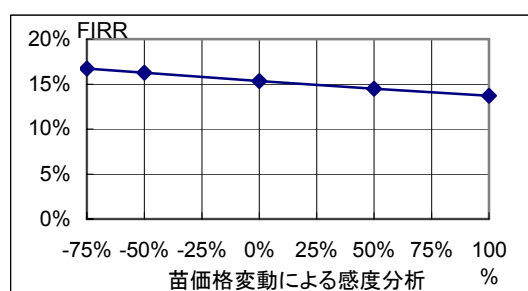
■ 苗

苗の費用が変動することにより変動を受けるコスト要素は、契約栽培および直営農場の初期費用である。結果を下表に示す。

表 苗価格の変動による FIRR の変動

苗価格変動による感度分析

ケース	苗価格(MT)	FIRR
ベースライン	1.5	15.33%
0.25	0.375	16.74%
0.5	0.75	16.25%
1	1.5	15.33%
1.5	2.25	14.48%
2	3	13.68%



苗の価格が半額になった場合、FIRR は 15.33%から 16.25%となる。一方、苗の価格が倍になった場合、FIRR は 13.68%となる。

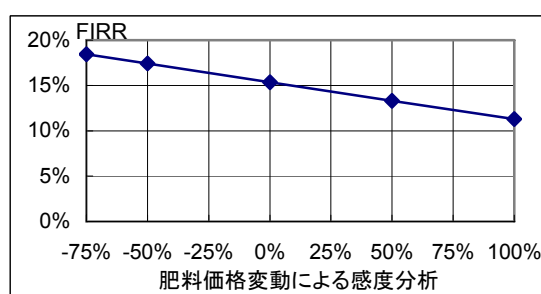
■ 肥料

肥料の費用が変動することにより、変動を受けるコスト要素は、契約栽培および直営農場の年間維持管理費用である。

表 肥料価格の変動による FIRR の変動

肥料価格変動による感度分析

ケース	肥料価格 (MT/ton)	FIRR
ベースライン	37,600	15.33%
0.25	9,400	18.46%
0.5	18,800	17.41%
1	37,600	15.33%
1.5	56,400	13.30%
2	75,200	11.29%



肥料の価格が半額になった場合、FIRR は 15.33%から 17.41%となる。一方、価格が倍になった場合、FIRR は 11.29%となる。

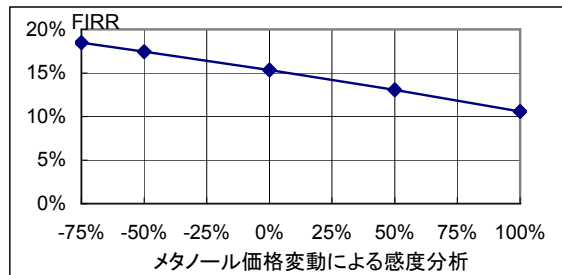
■ メタノール

メタノールは、石油価格の変動を特に大きく受ける。メタノールの費用が変動することにより、変動を受けるコスト要素は、プラントの年間維持管理費用である。

表 メタノール価格の変動による FIRR の変動

メタノール価格変動による感度分析

ケース	メタノール価格(US\$/ton)	FIRR
ベースライン	606.0	15.33%
0.25	151.5	18.48%
0.5	303.0	17.46%
1	606.0	15.33%
1.5	908.9	13.06%
2	1,211.9	10.58%



メタノールの価格が半額になった場合、FIRR は 15.33%から 17.46%となる。一方、価格が倍になった場合、FIRR は 10.58%となる。

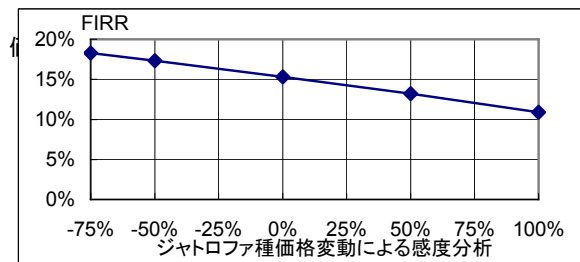
■ ジャトロファ種の買い取り価格

ジャトロファ種の買い取り費用が変動することにより、変動を受けるコスト要素は、契約栽培の年間維持管理費用である。

表 ジャトロファ種買い取り価格の変動による FIRR の変動

ジャトロファ種買取価格変動による感度分析

ケース	種買取価格(MT/ton)	FIRR
ベースライン	1,620	15.33%
0.25	405	18.28%
0.5	810	17.33%
1	1620	15.33%
1.5	2430	13.21%
2	3240	10.91%



ジャトロファ種の価格が半額になった場合、FIRR は 15.33%から 17.33%となる。一方、価格が倍になった場合、FIRR は 10.91%となる。

■ 燃料（軽油）

燃料費である軽油価格が変動した場合、多くの要素に影響を受ける。変動を受けるコスト要素は、以下の 4 点である。

- 直営農場開墾費 (直営農場初期費用)
- トラック輸送 (輸送費)
- トラクター燃費 (直営農場年間維持管理費)
- 自家発電電気代 (プラント年間維持管理費)

輸送費についての変動であるが、鉄道輸送は公定価格が定められており、政府が変動を吸収することが考えられ、予測は容易ではない。よって、ここでは、鉄道輸送における燃料費変動は考慮しない。一方、トラック輸送は燃料費変動の影響を直接受けると考えられる。経費の 60%が軽油価格であるとの現地の聞き取り結果から、トラック輸送単位価格を以下のように設定して感度分析を行った。

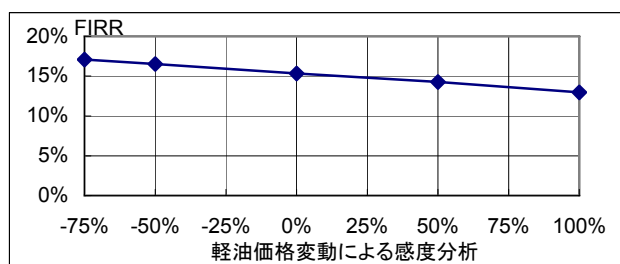
表 トラックの燃料価格変動と単位輸送価格

燃料変動(倍)	燃料指数 (変動1=指数100)	単位価格 (MT/ton/km)
0.25	55	3.33
0.5	70	4.24
1	100	6.06
1.5	120	7.28
2	160	9.70

表 ジャトロファ種買い取り価格の変動による FIRR の変動

軽油価格変動による感度分析

ケース	軽油価格(MT/L)	FIRR
ベースライン	31	15.33%
0.25	7.75	17.07%
0.5	15.5	16.50%
1	31	15.33%
1.5	46.5	14.27%
2	62	12.95%



軽油の価格が半額になった場合、FIRR は 15.33%から 16.50%となる。一方、価格が倍になった場合、FIRR は 12.95%となる。

材料の中で最も感度が高いのはメタノールである。また、肥料、種買取価格も、感度分析の変更幅に対する傾きが大きい。これらの項目の変動は事業性に大きな影響を与えるため、材料調達の価格を可能な限り低く設定する必要がある。一方、苗の価格、燃料価格の傾きは小さく、価格変動の事業性への影響は比較的少ない。

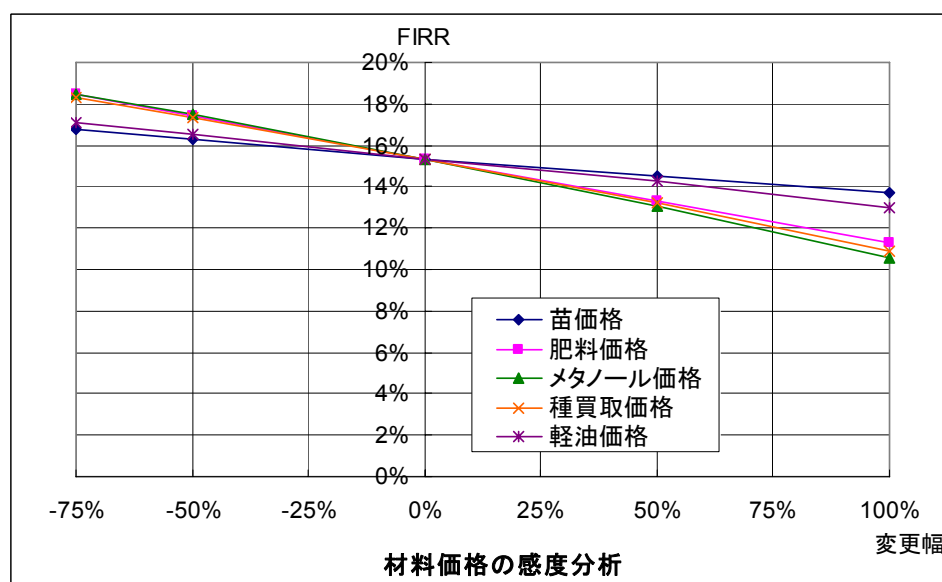


図 材料価格の変動に関する感度分析結果

8 章 事業実施計画

8.1 関連諸機関

8.1.1 政府機関

本事業には、モザンビークの鉱物資源エネルギー省、農業省および CEPAGRE、開発計画省、環境省、投資庁などが関連する。本事業に関わる各機関の役割を、以下の通り示す。

(1) 鉱物資源エネルギー省

本事業のカウンターパートである。2005 年に設立した。再生可能エネルギーとバイオマスの導入をその戦略に含めている。(組織図、他)。また、プロジェクトの認可、B.D.F の許認可・規格についても関わる。各省庁(MINAG, MCT, MIC, MICOA)と大学、NGO、ペトロモック社を含むバイオ燃料タスクフォースを調整しているまた、官民連携を推進している。また、国家バイオ燃料戦略を現在策定中であり、予備規則は政府に採択された。

(2) 農業省および CEPAGRE

CEPAGRE は Administration and Finance Section, Agro-business Department, Analysis and Economic Information の 3 部門より成る農業省の機関である。本事業の農地選定に関わる、関連の深い機関である。モザンビークの農園は、民間投資で大規模栽培が進んでいる。バイオ燃料推進は戦略の一つであるが、第一の優先課題は食糧危機と食糧価格の高騰への対策である。バイオ燃料はその次とされる。

農業省は 7 百万 ha の栽培可能土地を確認し、Land Mapping を行った。現在第一フェーズが終了し、第二フェーズを進行中である。第一フェーズでモザンビークの 10000ha 以上の利用可能な土地図が作成されている。尚、マプト近郊は食料のための土地として推奨されている。ガザ・イニャンバネの土地は燃料生産プロジェクトとして問題ない。

プロジェクトの農地の借地権は、申請書を農業省へ提出し、審査を受ける。

(3) 開発計画省

プロジェクトは開発計画省の策定する国家五ヵ年計画や PSRP に適合するものである必要がある。また、バイオ燃料が農業とエネルギーのマルチセクターであるようにセクター間を跨ぐプロジェクトの場合は、開発計画省が省庁間の調整を行う。開発計画省は直接プロジェクトの許認可事項には関わらないが、プロジェクトの計画内容や進捗については適宜報告を行う。

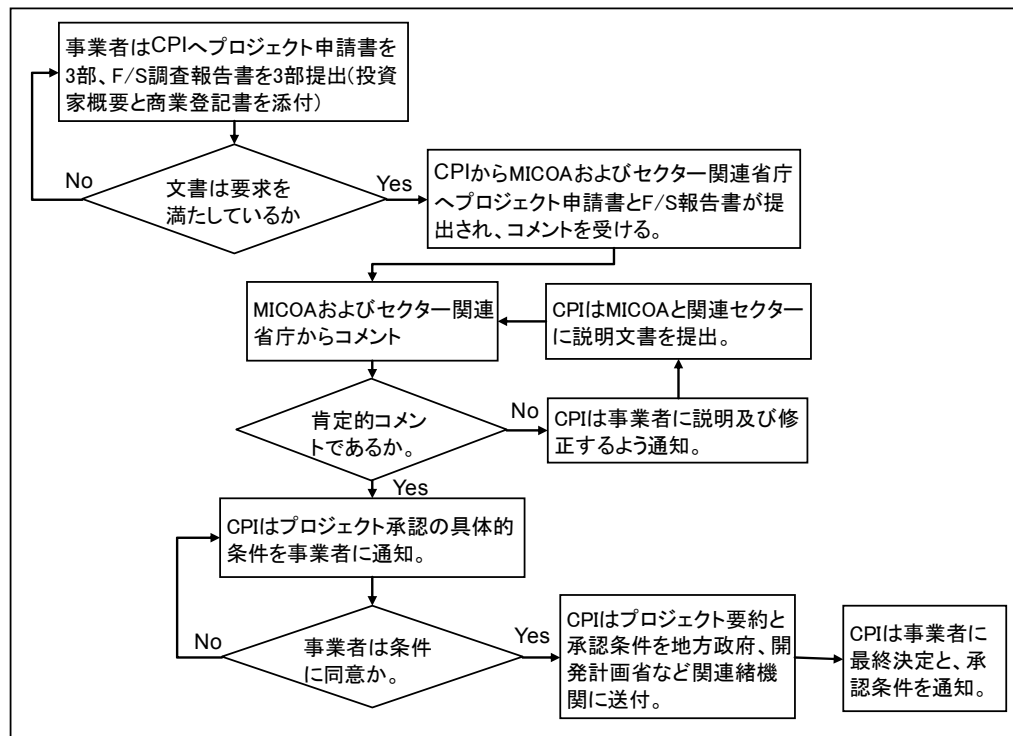
(4) 環境省

環境省は CDM の事務局の役割を担う。第 5 章に述べたように、CDM プロジェクトは国内の環境省管轄下の DNA の承認を受ける。CDM プロジェクトの審査など技術面でのサポートは University of Eduardo Mondlane (UEM) が提供する。また、第 6 章の通り、プロジェクト実施に先立ち、環境影響評価(EIA)を行う必要がある。環境省の担当部局が EIA の審査と承認を行う。

(5) 投資庁

投資プロジェクトは、農業、漁業、産業、観光、インフラ、鉱物資源、エネルギーの 7 種にカテゴリ分けされる。本事業はエネルギーのカテゴリとなる。

事業実施に際し、投資庁に外国投資プロジェクトとしての申請を行い、認可を得ることが必要である。承認のプロセスを下図に示す。



出典：CPI 資料より作成

図 投資事業の承認プロセス

プロジェクト申請には、CPI のプロジェクト申請書フォーム、申請代表者 ID またはパスポート、会社登記証、銀行信用照会先、最近年の財務状況・金融収支・年次報告書が必要である。また、プロジェクト申請書には、下表の項目を記述する必要がある。

表 プロジェクト申請書項目内容

A.プロジェクト概要	B.プロジェクト資金	C.技術的詳細
プロジェクト名 プロジェクト場所 土地所有状況 プロジェクト内容	事業実施主体概要 シェアホルダー (外国・モザンビーク) 投資額 資金源 投資額詳細	プラント等概要・設計図面、 適用技術、製品概要 投入材料、使用化学製品、 水・電気使用量、水源・電源 化石燃料使用量・燃料源 最終製品の販売先(国内・輸出%) 労働者給料・人数・スキル

出典：CPI 資料より作成

8.1.2 ペトロモック社

ペトロモック社は本事業のカウンターパートであり、事業主体として SPC を立ち上げる際のメンバーとなる。

ペトロモック社は政府 80%、民間 20%の資本の、モザンビークではモザールアルミニウム、カホーラバッサ水力発電会社に続く第三の収益の民間会社である。国内の石油会社でのシェアは 34% であり業界第一である。ペトロモック社は国内に 500,00m³ の貯蔵施設を有する。バイオ燃料に対

する取り組みを開始しており、ペトロモック社自身が B.D.F の引き取り手となり物流・管理手配を行う姿勢である。ペトロモック社の 2008 年プロジェクト開発戦略(2008 Project Development Strategy) では、主要な戦略項目として、以下を挙げている。

- アフリカ南部地域への供給とマーケット開拓
- エネルギービジネスにおけるポートフォリオの多様化と新規事業の開拓

特にバイオ燃料は、輸入低減、エネルギー源の多様化、雇用確保、貧困削減、アグロビジネスとの協調、副産物の利用、などを目的とし、ペトロモック社にとって主要な開発分野である。すでに B.D.F 生産企業へ出資している。2008 年の事業計画でもバイオ燃料について積極的な関与を明記している。Ecomoz 社は B.D.F の生産施設を 2007 年にペトロモック社 Matola の貯留所の施設内に建設した。生産容量は年間 40,000m³ で、原料はイニャンバネ州のココナツである。Ecomoz 社はペトロモックは 30%のシェアを有している。シェアホルダーは下表の通りである。

表 Ecomoz 社のシェアホルダー

シェアホルダー	シェア
Hende Wayela Energia., Ltd	35%
Petromoc	30%
Biomoz Ltd	20%
Bioenergia (南ア)	15%

ペトロモック社は、下表の9件のバイオ燃料案件を計画または実施中である。このうち2件がB.D.Fの生産プロジェクトとなる。

表 ペトロモック社関係のバイオ燃料プロジェクト

名称	場所	事業者	材料	面積 (ha)	製品	容量 (m ³ /年)	投資額 (百万ドル)	現状
PetroBuzí Bioethanol	Buzí District, Sofala	Petromoc, INM International, Sonipal LDA, Aruângua Agro, and Bronzeoak	サトウキビ	40000	バイオエタノール	226,000	408	F/S開始
Sabiol	Moamba and Magude Districts, Maput	Petromoc, Cofamosa	スイートソルガム・パーマ・ジェトロファ	29000	バイオエタノール	220,000	350	29万ユーロ(スペイン)+1百万ドルAfDBのF/S中
Grown Energy Zambezi	Che ba District, Sofala	Petromoc, Grown Energy, Sogir	サトウキビ	160000	バイオエタノール+BDF	100,000エタノール+360,000BDF	250	承認準備中
Ecomoz	Zona de Macandzene District, Manhiça, Lúgamo Matola	Petromoc, Bioenergia, Biomoz, Hendewayela	ジェトロファ・ココナツ・パーマ	21000	植物油			3000ha土地確保、5haに7500本栽培中
					BDF	30,000	4	稼動中
ADX	Xinavane, Monhiça District, Maputo	Petromoc, Açucareira de Xinavane	モラセス		バイオエタノール	20,000-35,000		承認中
Camec-Procana	Massingir District, Gaza	Camec, Procana	サトウキビ	30000+10000	バイオエタノール	200,000	500	政府承認済
Sekab	Cabo Delgado	Sekab, Petromoc	サトウキビ	30000 x 4	バイオエタノール	200,000	400 x 4	基本調査終了、土地承認中
Chókwe Bioethanol	Cabo Delgado, Chókwe	Petroc, JC group	スイートソルガム	38000	バイオエタノール	177,000	240	承認中
Bioethanol Sweet Sorghum	Caia	Petromoc, Rusni, Icrisat		30000	バイオエタノール			実施計画、土地探索中

出典：Petromoc Project Development Strategy 2008

ペトロモック社は450kmの多種燃料パイプラインを有する Petroline 社のメインシェアホルダーでもある。このパイプラインはマプトより南アの Kendall, Waltloo に製品を送り、将来的にボツワナまでの延伸が企図されている。このパイプラインは南部アフリカ地域へのバイオ燃料供給ルートとなりうる。

9月よりペトロモック社の管理体制は一新された。新 CEO、COO、CFO、および新規事業担当者と協議し、本調査について内容説明を行いカウンターパートとしての協力事項を確認している。本件の協働体制についての覚書を12月に締結した。

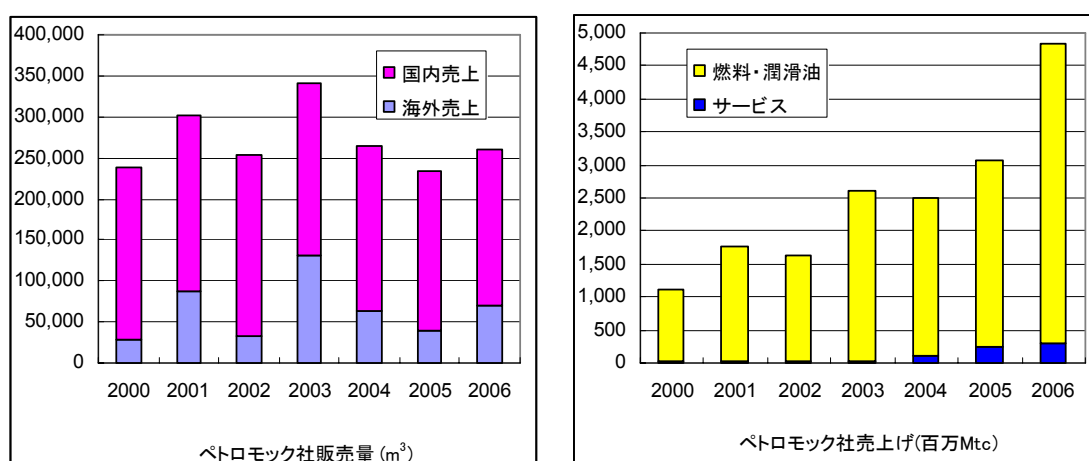
ペトロモック社の収支状況を下表に示す。

表 ペトロモック社 2005 年・2006 年財務収支

単位: 100万Mtc				
年	歳入	純利益	純資産	従業員数(人)
2005	3,192	-230	3,087	596
2006	4,836	16	3,349	632

出典: Top 100 Companies in Mozambique, 2007, KPMG

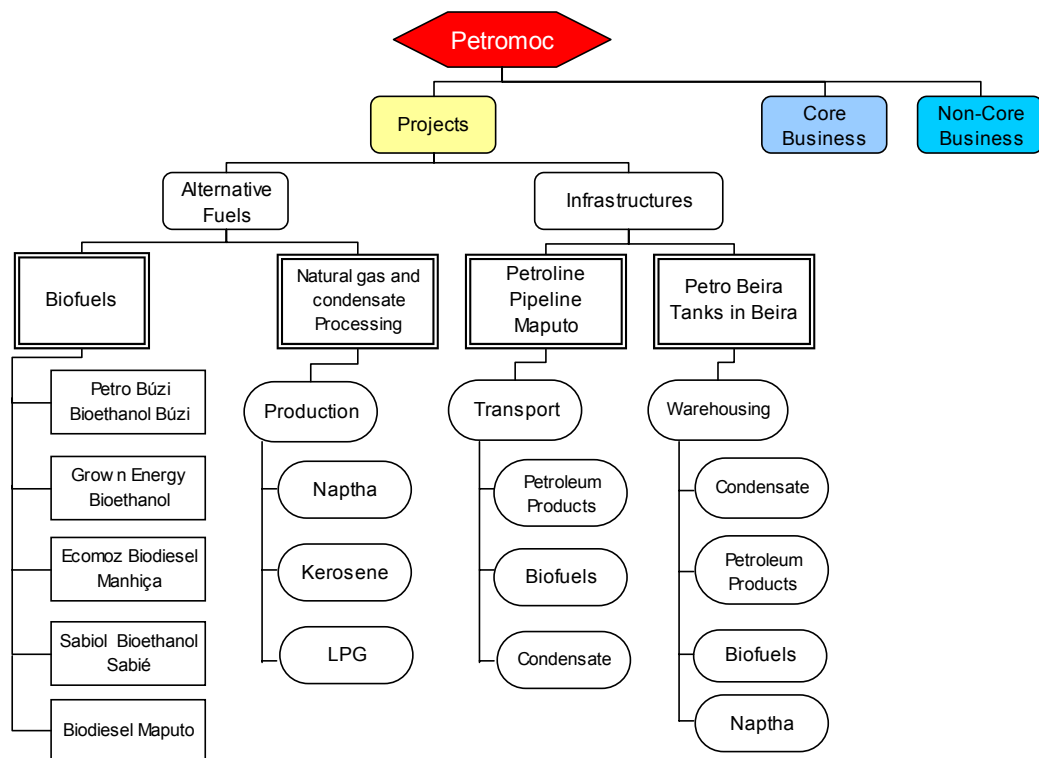
また、ペトロモック社の販売量と売上の推移を下図に示す。



出典: Petromoc Company Profile

図 ペトロモック社販売量及び売上げ推移

プロジェクトの実施にかかるペトロモック社の組織体制図を以下に示す。



出典： Company Profile, Petromoc

図 ペトロモック組織体制図

8.2 実施体制

本事業は、シナネン株式会社とモザンビークの代表的な企業であるペトロモック社（**Empressa Nacional de Petroleos de Mocambique**）を中心とした特別目的会社(SPC)を設立して行う計画である。B.D.F 製造設備並びに搾油残渣固形燃料化設備等の建設と運営、原料調達、製品販売は、この SPC が実施する。出資比率、その他の出資企業などについては CDM 事業としての承認を得た後に、関係者間の協議を行い決定する。

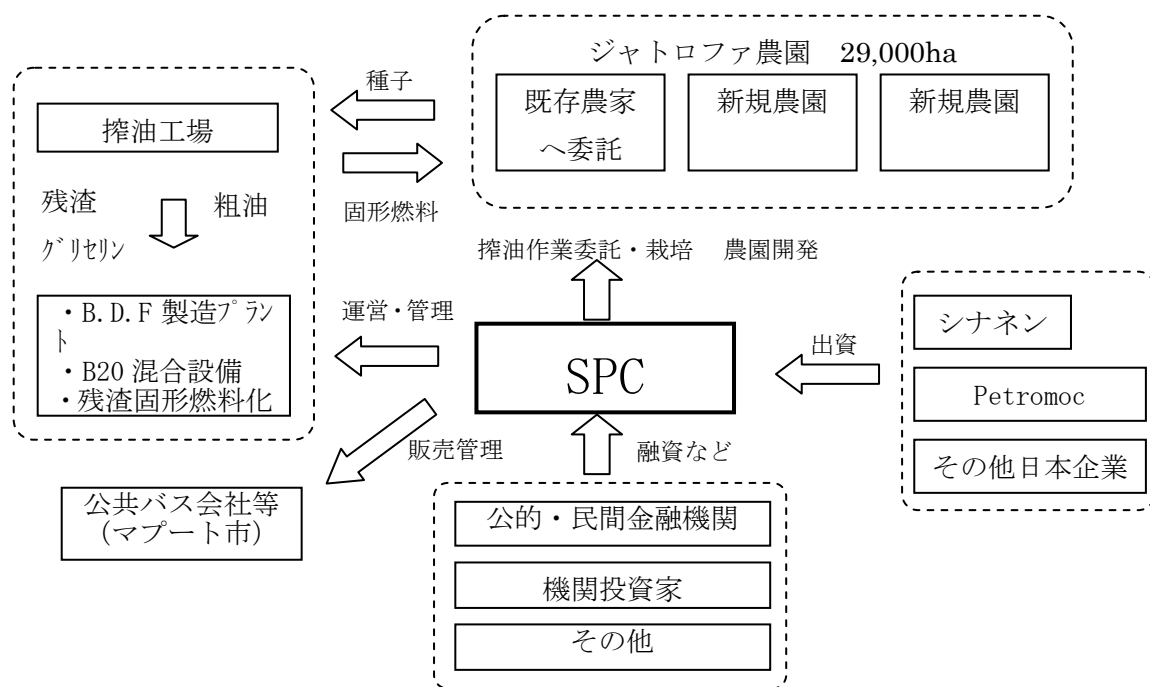


図 プロジェクト実施体制図

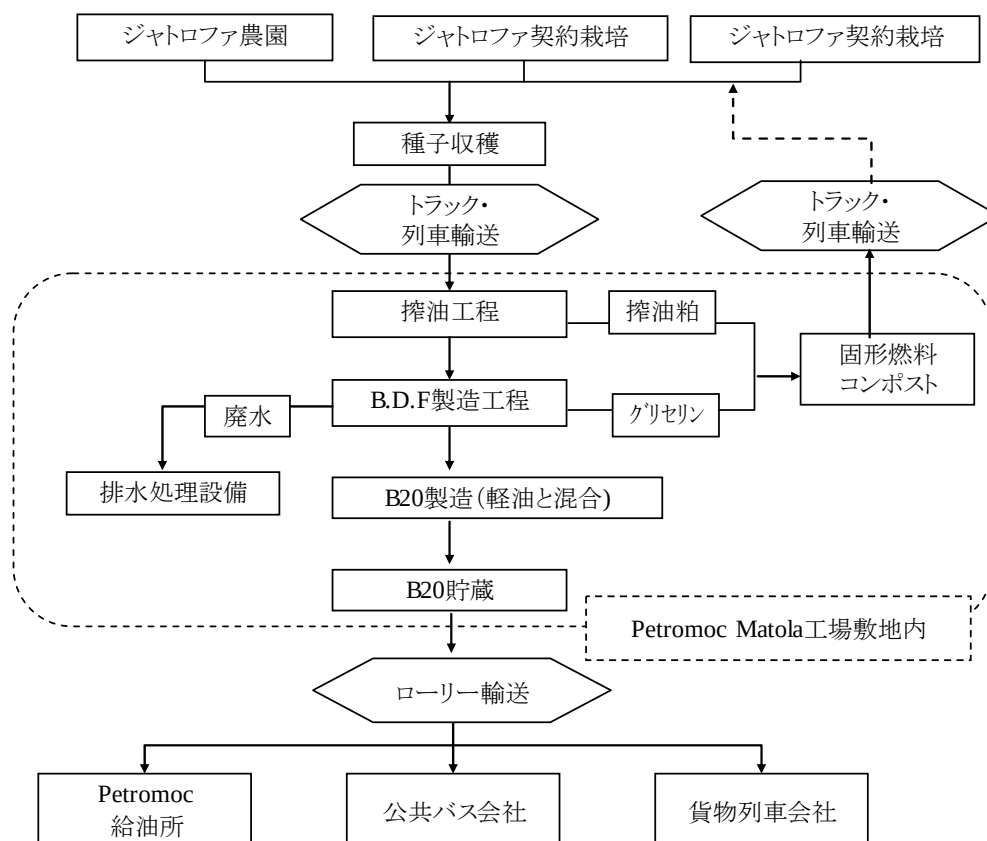
8.3 製品販売計画

8.3.1 B.D.F 製品販売と流通

本プロジェクトでのジャトロファ B.D.F の製造量は年間 3.6 万 kl である。これをペトロモック社へ販売する。ペトロモック社では B.D.F を軽油に重量比 20% で混合し、いわゆる B20 燃料とし、ペトロモック社の貯蔵設備で貯蔵される。その後同社のローリーでマプートを中心としたペトロモック社の給油施設で公営のバス等の燃料として販売する計画である。

8.1 節に示したとおり、販売単価 0.95 US\$/l として、34.1 百万 US\$ の販売収益を得る計画である。

以下に、ジャトロファ農園から B.D.F 製造及び製品の流通までのフローチャートを示す。



8.3.2 B.D.F の大口消費家需要

本事業の製品販売計画では、B20 とすると 500 トン/日の需要を確保することが必要となる。

一方、CDM 適用のためには、消費者を特定させる必要がある。モザンビーク国内で B.D.F の大口の需要家になるのは、公共バスと列車貨物輸送である。

交通運輸省の統計にある公共バス・シャパの台数、および鉄道貨物輸送量のデータを用いて、大口需要家の軽油消費量を推定した。

表 公共バスと列車貨物の軽油消費量

公共バス	2007台数	稼働台数 2007x0.7*	走行距離 km/日**	燃費 km/L**	軽油消費量 L/台/日	軽油消費量 L/日	軽油消費量 ton/日
都市公共バス	79	55.3	500	2.7	185.2	10,241	8.8
州間バス	980	686	800	4.7	170.2	116,766	100.4
国際バス	54	37.8	1000	4.7	212.8	8,043	6.9
小型バス(シャパ)	8,236	5765.2	500	5	100.0	576,520	495.8
合計	9,349	6,544				711,569	611.9

*7割が稼働中であると仮定。**聞き取りによる推定値

列車貨物輸送	2007輸送量 百万ton-km	軽油消費量 kL/year*	軽油消費量 ton/日
国内	825.72	2,229	5.253
国際	708.81	1,914	4.509
合計	1,534.5	4,143	9.762

* 2.7L/1000GT-km を適用

出典：Ministério de Transportes e Comunicação 資料より作成

公共バスは 7 割が稼働中と仮定し、走行距離と燃費を聞き取りに仮定すると、バス・シャパの 1

日の軽油消費量は約 610 トン/日となる。この内、台数の多いシャパの消費量が多く、約 500 トン/日である。一方、列車貨物の場合はバス・シャパに比べ軽油消費量は小さく、9.8 トン/日 である。

上表は仮定、推定を含み、値としては正確ではないが、オーダーの参考値になる。大口消費家のみ B.D.F を供給する場合、100 トン/日の B.D.F 生産量を全て消費するためには、B20 として供給することが必要であるといえる。

尚、モザンビーク全体の年間軽油消費量は 2006 年で 377,440 トンである。事業の B.D.F 生産量が 33,000 トン/年であるので、B10 とするとモザンビーク国内の軽油消費量のほぼ全体をカバーすることになる。B20 でも国内消費量の約半分を占める。モザンビーク国内において現状の軽油を B20 の B.D.F で実際に置き換えるためには、ガソリンスタンドにおけるブレンドの B.D.F の販売を義務付けるための法的枠組みと優遇措置が必要となる。

一方、本プロジェクトの CDM の適用対象にはならないが、SADC 諸国や欧州、日本への B.D.F の輸出、地方電化や独立発電事業体の燃料など、B.D.F の需要は他国・他分野にも大きい。

8.4 資金計画

本プロジェクトの初期投資額は約 48.2 百万 US\$である。そのうち 80%に当たる 38.5 百万 US\$を金融機関からの借入金として調達し、残りの 20%に三年間の年間費用を加えた 32.8 億円を自己資金および投資とする計画である。自己資金はシナネン(株)を中心に日本企業が 30%を出資し、70%をペトロモック社が出資する。

- 初期投資額 48.2 百万 US\$、うち借入 38.5 百万 US\$ (80%)
- 借入金 JBIC 輸出金融+市中銀行 38.5 百万米 US\$(償還期間 10 年、金利 2.01%+13.52%)、

表 資金調達・返済計画

利子 15.52% 年間返済額 8,552,254			資金調達 (キャッシュイン)			投資計画	借入返済			事業収支			
年次	年	収益率	融資 US\$	投資 US\$	合計 US\$		借入額 US\$	返済額 US\$	借入残金	事業収益 US\$	年間費用 US\$	収支 US\$	累積収支*
1	2010	0%	38,546,816	32,806,819	71,353,635	48,183,520	44,529,282	5,982,466	38,546,816	0	3,652,363	13,535,285	13,535,285
2	2011	20%					44,529,282	5,982,466	38,546,816	6,825,604	8,310,265	-7,467,127	6,068,158
3	2012	40%					44,529,282	5,982,466	38,546,816	13,651,208	11,207,486	-3,538,743	2,529,415
4	2013	60%					44,529,282	5,982,466	38,546,816	20,476,813	14,104,707	389,640	2,919,055
5	2014	80%					44,529,282	5,982,466	38,546,816	27,302,417	17,001,927	4,318,024	7,237,079
6	2015	100%					44,529,282	5,982,466	38,546,816	34,128,021	19,899,148	8,246,407	15,483,486
7	2016	100%					44,529,282	5,982,466	38,546,816	34,128,021	19,899,148	8,246,407	23,729,893
8	2017	100%					44,529,282	5,982,466	38,546,816	34,128,021	19,899,148	8,246,407	31,976,301
9	2018	100%					44,529,282	5,982,466	38,546,816	34,128,021	19,899,148	8,246,407	40,222,708
10	2019	100%					44,529,282	5,982,466	38,546,816	34,128,021	19,899,148	8,246,407	48,469,115
11	2020	100%				24,091,760	44,529,282	8,552,254	35,977,028	34,128,021	19,899,148	-18,415,141	30,053,974
12	2021	100%					41,560,663	8,552,254	33,008,410	34,128,021	19,899,148	5,676,620	35,730,594
13	2022	100%					38,131,315	8,552,254	29,579,061	34,128,021	19,899,148	5,676,620	41,407,213
14	2023	100%					34,169,732	8,552,254	25,617,478	34,128,021	19,899,148	5,676,620	47,083,833
15	2024	100%					29,593,310	8,552,254	21,041,057	34,128,021	19,899,148	5,676,620	52,760,453
16	2025	100%					24,306,629	8,552,254	15,754,375	34,128,021	19,899,148	5,676,620	58,437,072
17	2026	100%					18,199,454	8,552,254	9,647,201	34,128,021	19,899,148	5,676,620	64,113,692
18	2027	100%					11,144,446	8,552,254	2,592,193	34,128,021	19,899,148	5,676,620	69,790,311
19	2028	100%					2,994,501	2,994,501	0	34,128,021	19,899,148	11,234,372	81,024,683
20	2029	100%					0	0	0	34,128,021	19,899,148	14,228,873	95,253,557
21	2030	100%					0	0	0	34,128,021	19,899,148	14,228,873	109,482,430
	合計		38,546,816	32,806,819		72,275,280		131,237,189				109,482,430	

* 投資へのリターンへの分配は含まない

8.5 プロジェクト実施スケジュール

本調査で事業性の確認を行い事業化へ向けての課題を解決した後は、以下のスケジュールでプロジェクトを実施していく。

表 プロジェクト実施スケジュール

項目 \ 西暦	2008	2009	2010	2011
CDM/JI 事業調査				
試験栽培モデル事業				
有効化審査の実施				
理事会審査・登録等				
ジャトロファ植え付け				
B.D.F 製造プラント建設				
プラント試運転				
ジャトロファ粗油生産				
B.D.F 供給				

8.6 事業化への課題と方策

(1) ジャトロファ農業の課題

モザンビークでは過去にジャトロファの試験的な栽培を行なっている。しかし、同国内での B.D.F の市場の確立が為されていなかったため、ジャトロファ栽培農民は収入の目処が立たず栽培を放棄している。これは、B.D.F の価格に対する市場の確認が行われていなかったこと、サプライチェーンが確立されていなかったことが原因であると考えられる。

本事業では、Petromoc 社が B.D.F 製品を一手に買い取るにより、市場を確保する。また、Petromoc までの輸送を含んだサプライチェーンを事業内で総合的にカバーすることにより、製品の経路販売を保証する。

(2) 農場の位置

B.D.F の価格を可能な限り抑えるためには、農園から B.D.F 製造工場、更に販売施設などの各施設を、経済的に最も効率のよい位置関係にすることが望ましい。特に農園の候補地は、灌漑や土壌などの栽培に関する基本的な条件を満足しながら、しかも B.D.F 製造プラント設置場所であり、B.D.F の大消費地でもある首都マプートに可能な限り近い位置関係を確保することが必要となる。本報告書では Mabalane 郡としたが、更に交通の便が良く輸送に利のあるマプート州内やガザ州の幹線道路近辺に農地を確保できれば経済的に優位になるため、今後も有利な土地を探索していく。

(3) B.D.F 導入促進のための制度面の課題

B.D.F の導入促進施策に関しては、EU 諸国や米国など導入先進国に見られるように、まず、導入を動機付けるための目標や義務を根拠付ける法律或いは計画の整備が望ましい。

品質規格と規制については、”Mozambique Biofuels Assessment”において、National Biofuel Program の中で整備すべしと提言されている。当文書がモザンビーク政府のバイオ燃料導入方針となるため、政府において今後、規格、規制が整備されていくものであると考えられる。促進政策についても、燃料税を用いた National Biofuels Development Fund (NBDF) の立ち上げとバイオ燃料の免税、

及び燃料への混入割合の義務付けが同文書にて提言されており、同様に政府において促進政策が整備されていくものと期待される。

B.D.F 導入促進のインセンティブがない現状でも、すでにモザンビーク国では多数の事業が開始され、本事業も制度面の優遇を目処に入れずとも実施可能であると想定しているが、制度面の優遇があれば、事業をより円滑に実施できる。導入に際しての負担を軽減する優遇税制や、原料作物の栽培や B.D.F 製造設備に対する補助制度については、政府動向を注視していくこととする。

(4) B.D.F の需要家と消費

B.D.F の消費家のうち、ガソリンスタンドなどの販売以外に需要が特定できるのは、バス・シャパなどの公共交通と列車貨物である。これら特定需要においては、B5 や B10 では消費しきれず、混合率を 20%まで上げ、B20 とすることが必要になる。特定需要のモニタリングを行う際は、B20 の利用を義務化する、通常軽油に比べて税制上で優遇するなど、行政側からのインセンティブが必要となる。もしモザンビーク国内で消費しきれない場合は、モザンビークは回廊国であり、地理的には優位であるので、SDAC 南アフリカ域内への供給、欧州への供給が可能である。ただし輸出する場合は、CDM を適用した場合、輸出分の B.D.F が CER にカウントされない可能性が大きい。