

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
(概要版)

平成21年 2 月

シナネン株式会社

目 次

巻頭図

略語表

1. プロジェクトの概要.....	1
(1) ホスト国、地域	1
(2) プロジェクトの概要	1
2. 調査内容	1
(1) 調査課題	1
(2) 調査実施体制	2
(3) 調査の内容.....	3
3. プロジェクトの事業化.....	8
(1) プロジェクトバウンダリー及びベースラインの設定	8
(2) モニタリング計画.....	10
(3) 温室効果ガス削減量	11
(4) プロジェクト期間・クレジット獲得期間	11
(5) 環境影響・その他の間接影響.....	11
(6) 利害関係者のコメント	12
(7) プロジェクトの実施体制.....	13
(8) 資金計画	14
(9) 経済性分析.....	15
(10)追加性の証明.....	17
(11)事業化の見込み・課題	22
4. ホスト国におけるコベネフィットの実現.....	23
(1) ホスト国における公害防止の評価	23
(2) コベネフィット指標の提案	24



プロジェクト対象地区 位置図

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

平成 20 年度 CDM/JI 実現可能性調査 報告書 概要版

調査名

「モザンビーク・バイオディーゼル CDM 事業調査」

団体名

シナネン株式会社

1. プロジェクトの概要

(1) ホスト国、地域

モザンビーク共和国、プラント：マプート州マトーラ、農場：ガザ州マバラネ郡他

(2) プロジェクトの概要

本調査事業は、ジャトロファを用いたバイオディーゼルの製造事業についての調査である。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。また、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。製造した B.D.F は現地のカウンターパートであるペトロモック社が軽油に 20%で混合し、マプート市の公共バス等に供給する

プロジェクトの概要は以下の通りである。

- プロジェクトオーナー： バイオモック社(シナネンとペトロモック社の設立する SPC)
- 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 t/年
- プロジェクト開始時期： 2009 年建設開始、2011 年生産開始

2. 調査内容

(1) 調査課題

CDM プロジェクト実施のために本調査において明らかにした調査課題は、以下の通りである。

- 燃料作物導入における政府方針とモザンビーク国における妥当性

- モザンビーク国の CDM 実施・承認体制、CDM プロジェクト実績
- ベースライン排出量、プロジェクト排出量、排出削減量の算定
- モニタリング計画の策定
- カウンターパートの決定とカウンターパートとの協議
- 既存ジャトロファ育苗所とジャトロファ栽培事業者、B.D.F 製造事業者の訪問調査
- ジャトロファ栽培可能地域調査、栽培候補地の調査・決定
- 契約栽培・直営農場の二方式の農業計画策定、位置情報と周辺インフラ
- ジャトロファ栽培地域における平均収入、農業生産物などについての調査
- 土地制度と土地の取得手段
- 燃料価格の現状とトレンド
- 事業計画地の水文、気象、自然環境・社会環境条件
- モザンビークの環境関連法規、環境影響評価の手続きと担当機関
- プロジェクトによる自然・社会環境影響と緩和策、環境管理計画の策定
- B.D.F 消費者と消費需要量の確認
- 既存の B.D.F プロジェクト、燃料作物栽培業者の現状
- プラント候補地の決定と設備計画の策定
- B.D.F の材料・電気料金・燃料費・人件費にかかる調査、材料の調達方法
- 利害関係者・関係諸機関の事業に対するコメント収集、ステークホルダーミーティングの実施
- 初期投資・年間費用の積算
- 財務評価と感度分析
- 事業実施計画の策定と資金計画

(2) 調査実施体制

調査実施体制を、下図の通り示す。

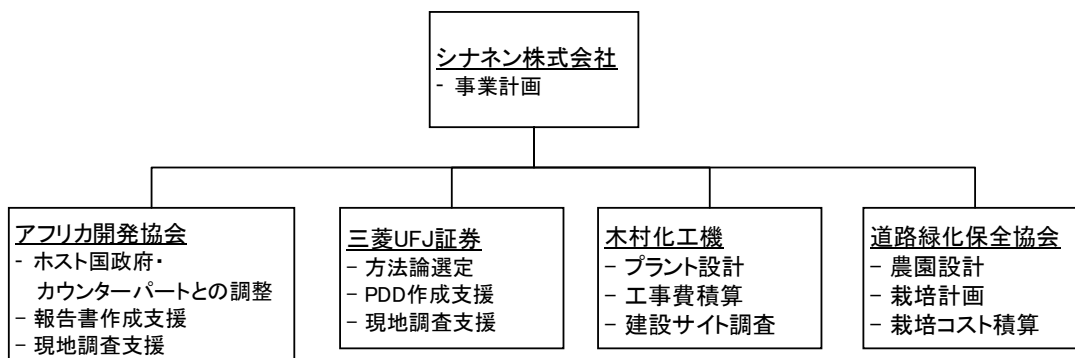


図 調査実施体制

ホスト国で調査実施に関与した団体名とその役割は、以下の通りである。

- 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

- 2) 農業省および CEPAGRI : 本事業の農地選定と土地の登録に関わる。また、農業省は7百万 ha の栽培可能土地を確認し、Land Mapping を行っている。
- 3) 開発計画省 : 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など、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。
- 4) 環境省 : 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。また、環境省の担当部局が EIA の審査と承認を行う。
- 5) 投資庁 : 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。
- 6) ペトロモック社 : 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。

(3) 調査の内容

1) 燃料作物導入における政府方針とモザンビーク国における妥当性

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国家戦略に則ったものであると言える。

2) カウンターパートの決定とカウンターパートとの協議

カウンターパートはペトロモック社である。ペトロモック社は政府 80%、民間 20%の資本の、モザンビーク国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。本調査においてペトロモック社の新 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た。本件の協働体制についての覚書を 12月に締結した。

ペトロモックは、モザンビーク国の戦略的バイオ燃料推進に関わっている。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ありうる。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と考えている。

3) 既存ジャトロファ育苗所とジャトロファ栽培事業者、B.D.F 製造事業者の訪問調査

Xaixai や Inhambane で南アのジャトロファ栽培事業用に苗を販売する育苗所がある。開始は 3年前。種はインドから購入している。また、既存のジャトロファ農場は Bilene や

Jagamo などにあり、調査中に Bilene の農場を訪問した。事業開始は 2007 年 5 月。現在 ジャトロファを植えているのは 300 ha。肥料は、コンポスト、化学肥料を使用し、コンポストはオガクズ・稲わら等を原料として製造している。

一方、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 月に操業を開始した。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。

4) ジャトロファ栽培可能地域、栽培候補地の調査・決定

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。灌漑を用いない場合、マプートで 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としている。

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。

5) 契約栽培・直営農場の二方式の農業計画策定、位置情報と周辺のインフラ

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。

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。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

一方、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。この近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、道路や電気などの条件は良い。周辺は現在、カシューナッツの産地である。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。

農業コストの算定結果を下表に示す。

表 農業費用まとめと販売単価

農業初期投資額		農業維持管理・年間費用	
項目	金額(US\$)	項目	金額(US\$)
直営農場		直営農場	
小計	8,700,355	人件費	1,402,080
予備費・雑費	1,305,053	肥料・光熱費	994,900
環境コスト	20,011	維持管理費	338,471
付加価値税	1,549,512	直営農場合計	2,735,451
直営農場合計	11,574,932	契約委託栽培	
契約委託栽培		人件費	410,400
小計	2,978,660	肥料・光熱費・賃借料	1,214,848
予備費・雑費	595,732	ジャトロファ種調達費	3,369,600
付加価値税	607,647	契約委託栽培合計	4,994,848
契約委託栽培合計	4,182,039	年間費用総計	7,730,299
総計	15,756,970		

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

6) ジャトロファ栽培地域における平均収入、農業生産物などについての調査

契約栽培の成功の可否は、ジャトロファ種の買い取り価格に掛かっている。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。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。契約栽培計画では、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。

契約栽培においては、直接、事業者が栽培方法を各農家で管理することは不可能であるので、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。

7) 土地制度と土地の取得手段

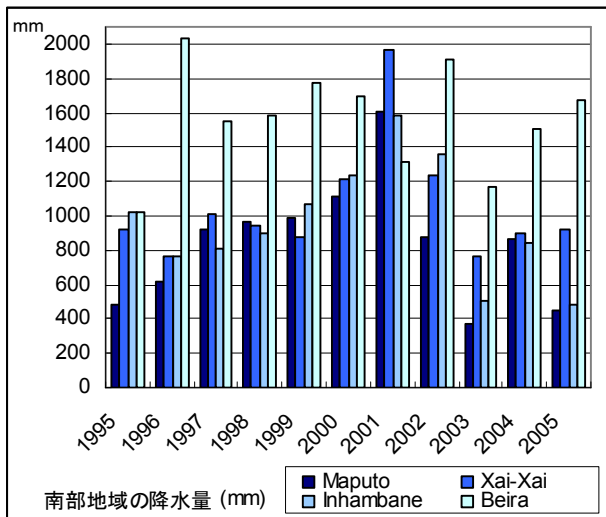
モザンビークの土地は国有地である。土地使用は、1997 年制定の Land Act (土地法) 及び 1998 年制定の Land Regulations (土地規則) により規定されている。借地料は一般的に 0.5～1US\$/ha である。最大 50 年間の借地権が認められている。また、権利者の要求により、更に 50 年の延長が可能である。申請は通年行っている。コミュニティレベル、ローカルレベル、州レベル、国レベルの全ての段階での承認を受けることが必要である。審査に要する期間は約 3 ヶ月である。

8) 燃料価格の現状とトレンド

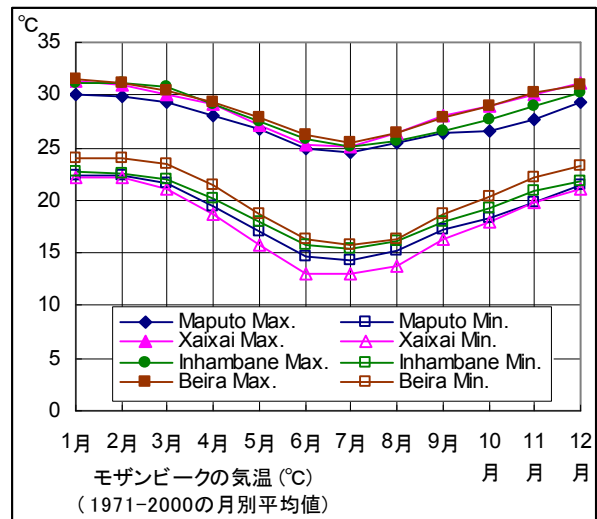
石油の輸入額はモザンビーク国全体の輸入額の11%、輸出額の14%を占めている。近年の化石燃料価格の上昇は、貿易収支にとって大きな負担となっている。軽油価格、ガソリンの輸入価格は2000-2001年から2006年までに3倍に上昇している。2008年後半にかけて更に上昇し、11月で軽油輸入価格は978US\$/トンであった。これは206US\$/トンであった2002年の4.7倍の価格である。なお、2001年に石油法が施行された。燃料の価格決定方法は、法令26 de Dezembro de 2006により規定されている。

9) 事業計画地の水文、気象、自然環境・社会環境条件

事業対象地域の気候は比較的安定しており、多雨の年を除くと降水量は750-900mm程度である。Gaza州の気候条件は、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。



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

10) B.D.F 消費者と消費需要量の確認

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。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調査から想定すると、モザンビーク全体のバス・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。大口消費家へのみ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(B.D.Fの混合率20%の軽油)として供給することが必要である。

なお、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、B20とすると国内消費量の約半分を占める。

11) 既存のB.D.Fプロジェクト、燃料作物栽培業者の現状

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。

12) プラント候補地の決定と設備計画の策定

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。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。プラントは種々のストックヤード、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。搾油機からの副産物であるジャトロファの絞り粕は、(1) ボイラーの燃料、(2) 固形燃料、(3) コンポストに利用する。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	
ジャトロファ油タンク	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

Conceptual Draft Layout of Jatropa BDF Production Plant (100 ton/day)

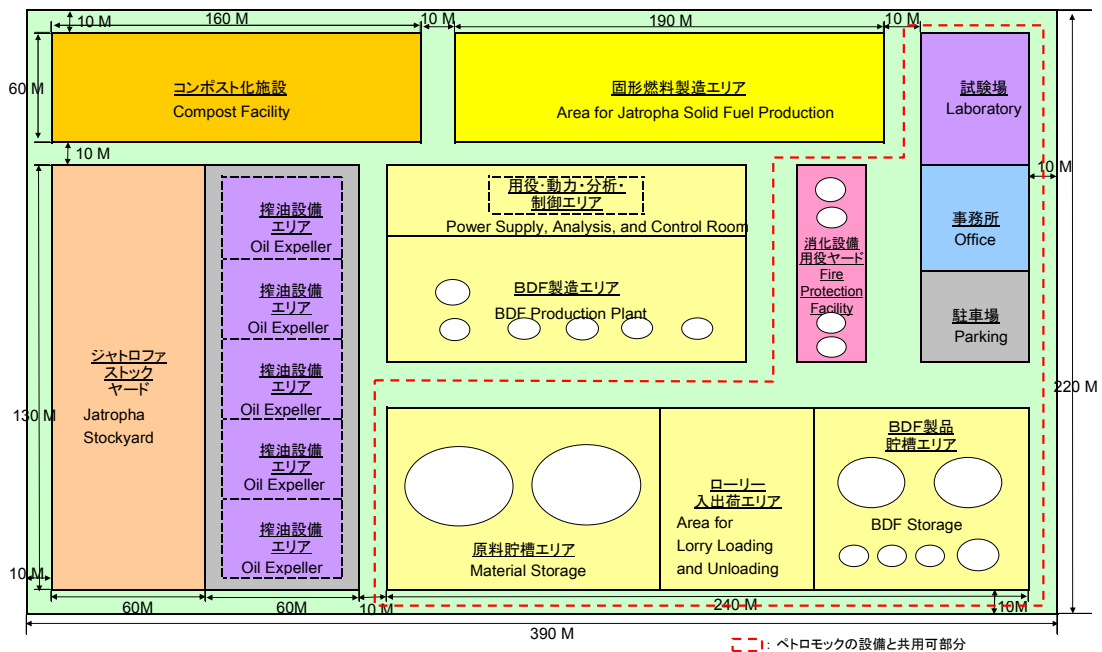


図 プラント設備レイアウト図

13) B.D.F の材料・電気料金・燃料費・人件費にかかる調査、材料の調達方法

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。

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	

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	

14) 初期投資・年間費用の積算

初期投資額、年間費用は下表に示す通りである。

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 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

3. プロジェクトの事業化

(1) プロジェクトバウンダリー及びベースラインの設定

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

本 CDM 事業が存在しなかった場合のベースラインシナリオは以下の通りである。

- (1) ジャトロファ栽培農業が行われない。
- (2) バイオディーゼルのプラントが建設されない。
- (3) 消費者は現在使用している軽油を継続して使用し続ける。

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、天然ガスが軽油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。

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である。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られる。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。

当該方法論では、排出削減量を以下の項目に基づき計算する。

ベースライン排出量

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($C_{BBD,y}*f_{PJ,y}$)のうち、最も保守的な値

プロジェクト排出量

$$PE_y = \sum_j PE_{fuel,j,y} + PE_{elec,y} + PE_{MeOH,y} + PE_{Tr,y} + PE_{W,y} + PE_{BC,y} + PE_{N2O-N,Fer,y} + PE_{FP,y}$$

- (1) 化石燃料の燃焼に伴うプロジェクト排出量 ($PE_{fuel,j,y}$)
- (2) 電力の使用に伴うプロジェクト排出量 ($PE_{EC,y}$)
- (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 ($PE_{MeOH,y}$)
- (4) 輸送に伴うプロジェクト排出量 ($PE_{Tr,y}$)
- (5) 排水処理に伴うプロジェクト排出量 ($PE_{W,y}$)
- (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 ($PE_{fuel,BC,j,y}$)
- (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 ($PE_{Elec,BC,y}$)
- (7) 合成・有機肥料の利用に伴う N_2O の排出によるプロジェクト排出量 ($PE_{N2O-N,Fer,y}$)
- (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

リーケージ $LE_y = LE_{MeOH,y} + LE_{WOF,y} - LE_{PD,y}$

- (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 ($LE_{PD,y}$)
- (2)-1 原油の掘削に伴うリーケージ ($LE_{EXT,y}$)
- (2)-2 原油の精製地点への長距離運に伴うリーケージ ($LE_{LDTR,y}$)
- (2)-3 軽油の精製に伴うリーケージ ($LE_{REF,y}$)
- (2)-4 軽油の地方流通に伴うリーケージ ($LE_{RDTR,y}$)

(2) モニタリング計画

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、適用予定の方法論に定められた項目のモニタリングを実施する。

本プロジェクトのモニタリングにおいて、最も重要となるのは、ベースライン排出量の算定に必要な 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($C_{BBD,y}*f_{PJ,y}$)の数値である。

特に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されるものの、プロジェクトで製造された B.D.F が確実に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。

(3) 温室効果ガス削減量

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 年目は 40%、3 年目は 60%…として BDF の生産量を設定する。

このことから、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 (20%)	2年目 (40%)	3年目 (60%)	4年目 (80%)	5年目 (100%)	6年目 (100%)	7年目 (100%)
B.D.F 生産量 (トン)	6,600	13,200	19,800	26,400	33,000	33,000	33,000
排出削減量合計 (トンCO ₂ 換算)	12,867	26,338	39,507	52,676	65,847	65,847	65,847

(4) プロジェクト期間・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。

(5) 環境影響・その他の間接影響

本事業はカテゴリ A に属し、環境影響評価の実施が必要である。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。

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	現在南アフリカ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	廃水	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。

(6) 利害関係者のコメント

利害関係者コメントを以下の通り示す。

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	<ul style="list-style-type: none"> 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。

利害関係者	コメント
農業省農業振興センター	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 ・ 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。
ペトロモック	<ul style="list-style-type: none"> ・ ペトロモックはモザンビーク国内のバイオ燃料推進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。 ・ 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。
TPM(マプート公共バス会社)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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	<ul style="list-style-type: none"> ・ Gaza 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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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ので紹介できる。

(7) プロジェクトの実施体制

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。プロジェクトの実施体制図を以下の通り記す。

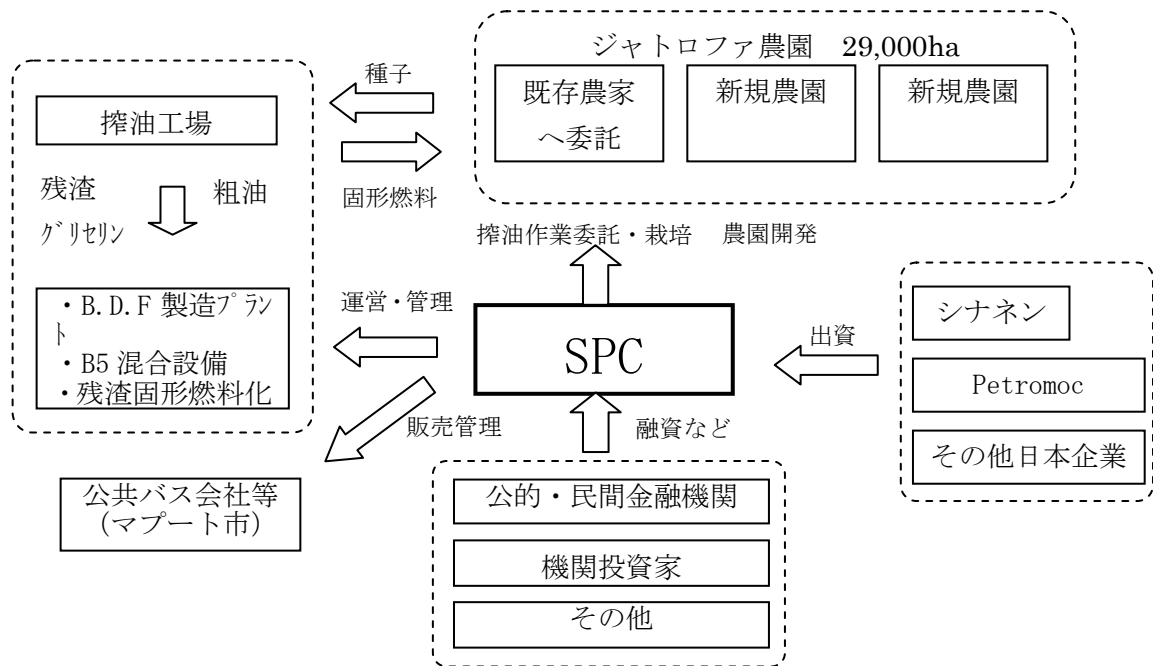


図 プロジェクト実施体制図

(8) 資金計画

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 3.3 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。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。

表 B.D.F 製品販売計画量

	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

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\$、うち借入金 38.5 百万 US\$ (80%)
- 借入金 JBIC 輸出金融+市中銀行 38.5 百万 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

年次	年	収益率	資金調達(キャッシュイン)			投資計画	借入返済			事業収支			
			融資	投資	合計		借入額	返済額	借入残金	事業収益	年間費用	収支	累積収支
			US\$	US\$	US\$		US\$	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$
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	

(9) 経済性分析

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 財務分析結果

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

CER 価格、初期投資額、B.D.F の販売価格を変動させて、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 16.58% となり、B/C が 1.02 となって 1 を超える。また、30US\$/ton-CO₂ の場合は FIRR は 17.19% 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、採算が取れることになる。

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押さえることが必須である。

次に、ジャトロファの収量に対する FIRR の変動を分析した。収量が 25% 減少したとき FIRR は 6.8% となり、収量が 25% 増加したときは FIRR が 22.02% となる。また、仮に 4 年に一度、収量が 50% に落ち込む凶作が訪れた場合、FIRR は 12.65% となる。

さらに、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。

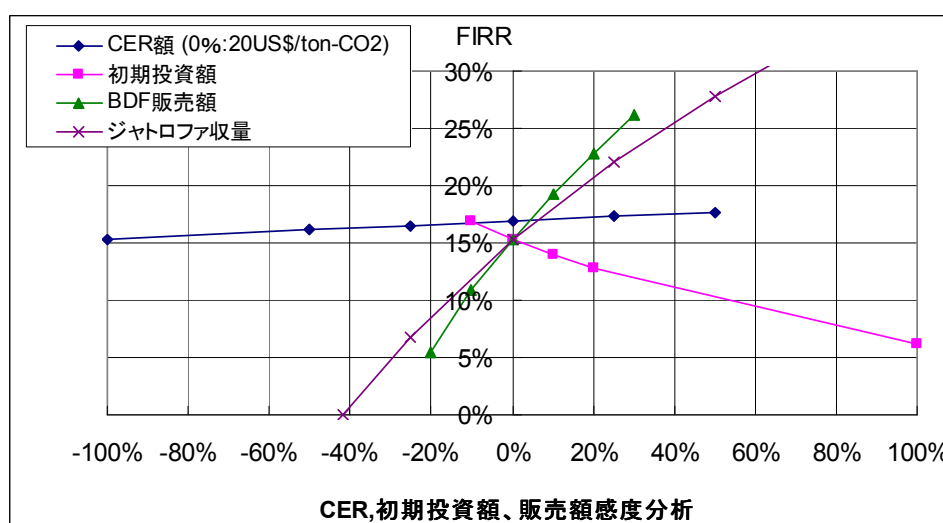


図 各要素に対する FIRR の変動

また、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。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。

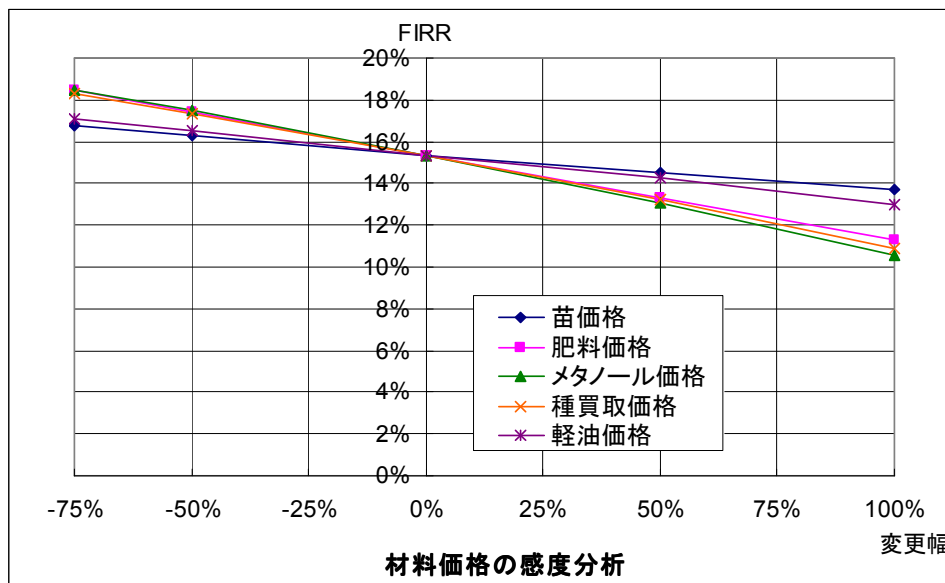


図 材料価格に対する FIRR の変動

(10) 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。

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。三つ目に、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よう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。

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)

公共交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、将来的に天然ガス車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。

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、近隣地域では油料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。

(11) 事業化の見込み・課題

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と、品質規格や関連法規制、更には導入に対しての促進施策が整備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ことにより、市場を確保する。また、Petromoc 社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、B.D.F 製造工場や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不可欠である。特に農園の候補地は、降水量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。これら、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、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。

4. ホスト国におけるコベネフィットの実現

(1) ホスト国における公害防止の評価

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。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。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 を既存のディーゼルへ適用することによる大気汚染の軽減が期待される。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。

(2) コベネフィット指標の提案

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。