平成 18 年度環境省委託事業

平成１８年度ＣＤＭ／ＪＩ事業調査

タンザニア国ジャトロファ・バイオディーゼル
普及ＣＤＭ事業化調査

報　告　書

平成 19 年 3 月

株式会社　建設企画コンサルタント

現地状況写真(第一回現地調査): 2006.9.23-2006.10.1

ダルエサラーム大学のバイオディーゼル燃焼実験室

ジャトロファの実（収穫後のため取りこぼしがわずかしか残っていなかった）

ジャトロファの播種作業

実生のジャトロファ（播種から約半年後）

ジャトロファの畑（約一年前に挿し木により植えられたもので写真のように根付いた後は厳しい旱魃にも耐えることができる）

ジャトロファの実の搾油作業（地元住民は搾った油をランプ、調理器の燃料や石鹸の原料として利用している）

KAKUTE Limited のジャトロファ関連製品

Tanfoam Limited のジャトロファ栽培予定地

現地状況写真(第二回現地調査)：2007.1.9-2007.1.18

調査結果発表の様子（企画･経済･権利拡大省）

調査結果発表の様子（タンザニア石油開発公社）

調査結果発表の様子（エネルギー･鉱物省）

工場跡地（ラジャニインダストリー）

サイザル畑（Chalinze 近郊）

サイザル畑（Morogoro）

調査結果発表の様子（KAKUTE）

調査結果発表の様子（Marks Ltd）

目 次

第一章 プロジェクトの実施に係わる基礎的要素 1
1.1 提案プロジェクトの概要 1
1.1.1 アフリカのバイオ燃料開発状況 1
1.1.2 世界のバイオディーゼル生産・消費状況 1
1.1.3 提案プロジェクトの概要 4
1.2 ホスト国の概要 5
1.2.1 一般事情 5
1.2.2 政治 6
1.2.3 経済 7
1.2.4 農業 8
1.2.5 エネルギー 10
1.2.6 交通運輸セクター 13
1.2.7 温室効果ガス排出量 14
1.2.8 地球温暖化対策に係わる取組 14
1.3 ホスト国のCDM／JIに係わる政策・現況 15
1.3.1 CDM受け入れ等準備経過 16
1.3.2 CDM政府承認組織・手続き 16
1.3.3 CDM事業における「持続可能な発展」に関する判断基準 17
1.4 プロジェクト立案の背景 17
1.4.1 タンザニアのバイオディーゼル開発計画 17
1.4.2 タンザニアのジャトロファ栽培計画 19
1.4.3 タンザニアのバイオディーゼル事情 21
1.5 提案プロジェクトがホスト国の持続可能な開発へ貢献・技術移転できる点 22
1.5.1 タンザニアの持続可能な開発への貢献 22
1.5.2 技術移転 22
1.6 調査の実施体制 23
第二章 プロジェクト実施の立案 24
2.1 プロジェクトの具体的な内容 24
2.2 使用する方法論 39
2.3 適用可能条件の検討 39
2.4 ベースラインの設定 41
2.5 プロジェクト・バウンダリーの設定 42
2.6 追加性の証明 43

2.7 プロジェクト実施期間／クレジット獲得期間に関する調査 45
2.8 プロジェクト実施によるGHG削減量 45
2.8.1 ベースライン排出量 45
2.8.2 プロジェクト排出量 46
2.8.3 リーケージ 48
2.8.4 プロジェクト実施によるGHG排出削減量 50
2.9 モニタリング計画 50
2.10 環境影響・その他の間接影響 52
2.10.1 環境影響評価 52
2.10.2 ジャトロファ栽培地 53
2.11 利害関係者のコメント 54
第三章 事業化に向けて 55
3.1 プロジェクトの実施体制 55
3.2 プロジェクト実施のための資金計画 55
3.3 費用対効果 56
3.3.1 CO2 排出削減量 1 トン当たりの費用対効果 57
3.4 事業化に向けての見込み・課題 57

表リスト

表 1.1 世界のバイオディーゼル生産量推移 2
表 1.2 植物油の性状比較 3
表 1.3 植物油単位収量比較 4
表 1.4 国内における耕作地の区分 9
表 1.5 地方と都市における家計収入の比較 9
表 1.6 タンザニアにおけるエネルギー消費量（2001 年） 11
表 1.7 タンザニアにおけるエネルギー構成比率（2001 年） 11
表 1.8 石油製品消費量の推移（トン） 12
表 1.9 自動車登録車両台数 14
表 1.10 タンザニア政府が批准している環境関連の条約・国際的取り決め 14
表 1.11 タンザニアにおけるバイオ燃料研究開発関係機関 19
表 2.1 ジャトロファ原油を原料とするモデルBDF生産計画 24
表 2.2 所要ジャトロファ栽培面積とBDF製品他生産量との関係 25
表 2.3 BDF製造プラント主要厚生施設諸元 27
表 2.4 ジャトロファオイル生産事業概要 30

表 2.5 ジャトロファとパームの植生の比較 36
表 2.6 ジャトロファとパームの実用性の比較 36
表 2.7 ジャトロファ原油と軽油の性質の比較 37
表 2.8 BDF製造プラント建設費 37
表 2.9 ユーティリティー所要量及びコスト 38
表 2.10 触媒等化学品所要量及びコスト 38
表 2.11 BDF製造プラント操業維持管理費 38
表 3.1 財務的事業妥当性評価指標 57
表 3.2 財務的感度分析結果 57

図リスト

図 1.1 DNAとCDM委員会の構成 17
図 1.2 タンザニア国の植生図 21
図 2.1 BDF製造プロセス・フローチャート 25
図 2.2 JME-BDF 生産プラント（概念設計、平面図） 26
図 2.3 原料生産地とBDF製造プラントの位置関係 28
図 2.4 ジャトロファ種の搾りかすを用いたメタン発生装置 31
図 2.5 ジャトロファ種子・原油・BDF製品の流通システム概念図 32
図 2.6 手動式ジャトロファ搾油機 33
図 2.7 電動式ジャトロファ搾油機 34
図 2.8 暫定事業実施スケジュール 39
図 3.1 提案プロジェクトのBDF生産販売事業実施体制 55

略語一覧

BDF	Bio-Diesel Fuel	バイオディーゼル
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CJO	Crude Jatropha Oil	ジャトロファ原油
CNG	Compressed Natural Gas	天然圧縮ガス
COP/MOP	Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol	京都議定書締約国会合
CER	Certified Emission Reduction	認証排出削減量
DADPs	District Agricultural Development Plans	郡農業政策計画
DNA	Designated National Authority	指定国家機関
EAC	East African Community	東アフリカ共同体
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMA	Environment Management Act	環境管理法
EWURA	Energy and Water Utilities Regulatory Authority	
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GTZ	Deutsche Gesellschaft fur Techniche Zusammenarbeit	ドイツ技術協力会社
JME	Jatropha Methyl Ester	ジャトロファ・メチル・エステル
HFC	Hydrofluorocarbon	ハイドロフルオロカーボン
HIPC	Heavily Indebted Poor Countries	重債務貧困国
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
LNG	Liquid Natural Gas	液化天然ガス
LPG	Liquefied Petroleum Gas	液化石油ガス
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry	土地利用・土地利用変化及び林業
NEMC	National Environmental Management Council	環境管理委員会
NGO	Non Governmental Organizations	民間非営利団体
NPES	National Poverty Eradication Strategy	貧困撲滅戦略
NSGRP	National Strategy for Growth and Reduction of Poverty	成長と貧困削減のための国家戦略
OAU	Organization of African Unity	アフリカ統一機構
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PDD	Project Design Document	プロジェクト設計書
PFC	Perfluorocarbon	ペルフルオロカーボン
PRS	Poverty Reduction Strategy	貧困削減戦略
PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper	貧困削減戦略文書
QA	Quality Assurance	品質保証
GC	Quality Circle	品質管理
SADC	Southern African Development Community	南部アフリカ開発共同体
SIDA	Swedish International Development Authority	スウェーデン国際開発庁
TANESCO	Tanzania Electric Supply Company Limited	タンザニア電力公社
TaTEDO	Tanzania Traditional Energy Development and Environment Organization	
TIPER	Tanzania and Italian Petroleum Refining Company Limited	
TPDC	Tanzania Petroleum Development Corporation	タンザニア石油開発公社
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組条約

第一章　プロジェクトの実施に係わる基礎的要素

1.1 提案プロジェクトの概要

1.1.1 アフリカのバイオ燃料開発状況

アフリカは 50 の諸国によって構成されているが、そのうち代表的な原油生産国は北アフリカではエジプト、リビア、アルジェリア、西アフリカではナイジェリア、サブサハラアフリカではアンゴラ、ガボンと限られており、その生産総量は 9.8 百万バーレル/日と中近東の代表的産油国であるサウジアラビア王国一国とほぼ同等にしか過ぎない。アフリカの多くの諸国、特にサブサハラ諸国は 1960-70 年代に独立した未だ若い国々であるが脆弱な経済基盤、急激な人口増、増加する一方の累積債務、恒常的外貨不足、旱魃等の自然災害の多発、冷戦時代の内戦、冷戦構造崩壊後の民族間の衝突を原因とする内戦、独裁政治等々様々な悪条件の中で経済発展は進まず、アジア諸国が急速な発展を遂げる中未だ経済的離陸を達成したとみなされる国は少ない。

非産油国が集中するサブサハラ諸国のエネルギー事情を見てみると多くの国の輸出額に対するエネルギー輸入額は 24.3%と極めて高く、輸入エネルギーの支払代金が経済の足を常に引っ張っている状況にある。さらに、多くの国々の一次エネルギーは薪や薪炭に負っており、人口増によるエネルギー需要増加が急激な森林面積の減少を招いている。

21 世紀に入って、サブサハラ諸国の中でも政治的に安定している国々に対しては、先進工業国による経済開発支援、人道支援は強化され、累積債務の免除等により一息ついたような状況にあったが、昨今の原油高傾向は再び非産油国諸国の先行きを暗くしている。

エネルギー需要を輸入に頼るサブサハラ諸国では、過去 20 年にわたって代替エネルギーの開発に取組で来てはいるのだが、技術･資金の不足により国家的な事業とは成り得ておらず、一部援助国の支援や NGO の支援を受けた試験的な代替エネルギー開発事業が点在するに留まっている。

1.1.2 世界のバイオディーゼル生産･消費状況

2005 年に世界全体のバイオディーゼルの年間生産量、即ち消費量は約 4.1 百万トンに達した。EU 諸国におけるバイオディーゼルの主な原料は菜種とひまわりである。北米では大豆やトウモロコシを原料とするバイオディーゼルの生産が急増している。表 1.1 に過去7年におけるバイオディーゼル生産量の推移を示す。

表 1.1 世界のバイオディーゼル生産量推移

バイオディーゼルの生産量（トン）

	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
オーストリア	75,000	74,700	57,000	48,600	33,600	21,000	18,000
チェコ	120,000	120,000	60,000	40,000	30,000	20,000	60,000
デンマーク	70,000	70,000	70,000	50,000	40,000	30,000	0
フランス	550,000	490,000	348,000	357,000	366,000	320,000	320,000
ドイツ	1,900,000	1,690,225	1,060,375	859,125	645,375	364,125	265,000
イタリア	200,000	200,000	320,000	273,000	210,000	145,000	80,000
ポーランド	100,000	70,000	0	0	0	0	0
スペイン	150,000	73,500	13,000	6,000	0	0	0
スウェーデン	30,000	6,000	6,000	5,000	800	800	800
英国	100,000	65,000	9,000	9,000	0	0	0
他の欧州諸国	80,000	20,000	15,000	15,000	10,000	10,000	10,000
欧州	**3,375,000**	**2,879,425**	**1,958,375**	**1,662,725**	**1,335,775**	**910,925**	**753,800**
アメリカ	450,000	250,000	90,000	75,000	45,000	15,000	6,000
ブラジル	97,000	61,250	0	0	0	0	0
オーストラリア	80,000	50,000	0	0	0	0	0
その他	100,000	70,000	50,000	40,000	20,000	10,000	8,000
世界	**4,102,000**	**3,310,675**	**2,098,375**	**1,777,725**	**1,400,775**	**935,925**	**767,800**

出典：Bio-fuel Thailand, 2006 **セミナー資料**

世界のバイオディーゼル生産即ち消費は、過去7年を見ると年率平均約 32%**で急激に伸びている。この生産増は原油高に押されてさらに加速しそうな勢いであるが、**EU **諸国では最近原料不足が予測されるような状態となっておりアジア諸国、特にマレーシア辺りからバイオディーゼル製造を目的としたパームオイルの買い付けが動き出しているようである。**

一方、この表にはまだ現れてこないアジア諸国では、漸くパームオイル又はココナツオイルを原料としたバイオディーゼルの生産・流通がタイ、マレーシア、フィリピンで始まろうとしている段階にある。EU **諸国及び北米ではバイオ燃料の原料生産に対して補助金が用意されており、農業ビジネスと燃料ビジネスが国の指導、政策によって統合的に図られますますその生産・消費が増加する傾向にある。しかし、アジア諸国においては各国のバイオディーゼル生産体制は不統一であり政策としてバイオディーゼル生産を促進する方向が打ち出されてから日が浅く未だ本格的な流通は実現していない。**

バイオ燃料の代表的な原料としては、ガソリンを代替するエタノールの製造原料としてサトウキビ、キャッサバ等、ディーゼルを代替するバイオディーゼルの製造原料として菜種、ひまわり、パーム、ココナツ、大豆、トウモロコシ等を挙げることができるが、バイオディーゼル生産に要する原料として最近注目を集めているのがジャトロファ（南洋アブラギリ）である。

この原因の一つとしてあげられるのは、アジア諸国で主要原料として捉えられているパームオイルとココナツオイルの価格変動によるリスク回避という考え方が現れてきたというところにある。どちらもアジアが世界の栽培面積及び貿易量の約 80%を占める主要国際商品であり、食料油原料の主流であることから常に国際市場の価格変動により、製品価格が敏感に反応し、バイオディーゼルの原料として求められる価格の安定化を図ることが極めて困難であることによっている。

一方、ジャトロファはバイオディーゼル生産の原料として性状的には適合している作物であるにも拘わらず、その用途は垣根や手作りレベルの薬用石鹸等と限られており、今までは重要な換金作物としては捉えられてこなかった。このためバイオディーゼルの原料としての価格レベルを適正に設定できること、さらに原料価格を固定化することが可能であるというバイオディーゼル生産にとって極めて重要な利点を持っていると言える。逆に言えば、ジャトロファは昨今の技術の進歩によってバイオディーゼル生産の原料として初めて登場した換金植物であり、バイオディーゼル生産の原料としてしかその商品価値を見いだせない植物であるということになる。

表1.2 にジャトロファオイルと他の主要植物油の性状をバイオディーゼル製造用原料としての比較を示す。この表はバイオディーゼルの製造上重要な要素と考えるヨウ素価を指標として、その優位性の順位を示している。一般にヨウ素価が低いほどバイオディーゼルの製造が容易であると判断することができる。また、ディーゼル燃料の原料の適合性を判断する要素としてセタン値を挙げる事ができる。セタン値は燃料の圧縮発火性能を示す指標であるが、ディーゼル燃料の標準セタン値は 40-45 である。このことからここに挙げた植物油の全てがバイオディーゼル製造に適した原料であるということが判る。

表 1.2 植物油の性状比較

植物油	ヨウ素価	セタン値
ココナツ油	8 - 10	70
パーム油	44 - 58	65
ジャトロファ油	**95 - 110**	**51**
菜種油	97 - 105	55
コーン油	115 - 124	53
ひまわり油	125 - 135	53
大豆油	125 - 140	53

出典：バイオディーゼルハンドブック 2005 他

表 1.3 にジャトロファオイルと他の主要植物油の単位収量と生産量の比較を示す。この表は単位収量を指標として、その優位性の順位を示している。

表 1.3 植物油単位収量比較

植物油	単位収量 (トン/ha/年)	総生産量 (百万トン/年)	主要生産国
パーム油	5,000	25.0	マレーシア、インドネシア、タイ
ココナツ油	2,260	4.0	フィリピン、インドネシア、PNG
ジャトロファ油	**1,400**	?	
菜種油	1,000	37.0	EU 諸国、カナダ、中国
ひまわり油	800	21.0	CIS, アルゼンチン、フランス
大豆油	375	172.0	米国、ブラジル、アルゼンチン、中国
コーン油	125	300.0	米国、カナダ

出典：各国統計、農業統計、ジャトロファ・ファクト・ハンドブック他

これらの表に示されるように、ジャトロファ油はバイオディーゼルの製造にあたって原料自体の持つ適合性が比較的高く、また生産性も比較的高いこと、さらに国際市場に左右される価格変動とは無縁であり安定価格での供給を期待することが可能であることから、一定の条件下（栽培地の土地価格、他の作物との価格競争、土壌、降水量等）においてバイオディーゼル製造に極めて適していると判断することができる。

ジャトロファの栽培は容易であり、年間の最低降雨量は約 600 ミリとされ、土壌の質を問わないとされている。このことはサブサハラ諸国のような年間降雨量が限られ農業として利用が困難な土地が広大に広がるような国々での栽培が可能であるだけでなく、バイオディーゼルの原料として捉えた場合には、エネルギーの多くを輸入に頼らざるを得ない同地域の諸国において自国産の有用なエネルギーを生産する可能性の高い換金作物になると考えられている。

本調査では、このジャトロファをタンザニア国におけるバイオディーゼル生産の主要原料とし、且つタンザニアの自然条件、社会・経済状況と類似する多くの周辺諸国（特に南部アフリカ諸国）における代替燃料開発の一つのモデル事業として対象事業を捉えている。

1.1.3 提案プロジェクトの概要

提案するプロジェクトはタンザニア国北部キリマンジャロ山系南部で商業試験栽培が開始されたジャトロファから搾油されるジャトロファオイル（ジャトロファ原油―CJO）を原料として、メタノールとのエステル交換による、ジャトロファ・メチル・エステル（Jatropha Methyl Ester – JME）を、ディーゼル燃料（軽油）を代替するジャトロファ・バイオディーゼル（Jatropha Bio-diesel Fuel : JME-BDF）として生産するものである。ジャトロファオイルから生産したBDFをディーゼル燃料の代替燃料として用いることは、BDFを軽油に混合した量に相当する軽油消費量が減少することであり、減少した軽油消費量に相当する二酸化炭素排出量を減少させることになる[1]。

[1] 軽油 1 リットルの燃焼により排出される二酸化炭素排出量は 3,000 グラム。

植物由来のディーゼル代替燃料である JME-BDF は、カーボンニュートラルであるから、燃料として燃焼させても二酸化炭素を排出したとはみなさず、代替した化石燃料が排出すると考えられる排出量にほぼ相当する二酸化炭素を削減する効果を有する。計画する日量 100 トン規模の BDF 製造プラントの稼働により年間約 75,000〜100,000 トンの二酸化炭素排出量を削減することが可能となる。

提案プロジェクトの目的はタンザニアにおけるバイオディーゼル生産事業のモデルとしての最初の商業規模事業の実現であり、且つバイオディーゼル製造･消費を基盤とするＣＤＭ事業の実現である。提案プロジェクトの事業内容は、タンザニア北部地域で栽培されるジャトロファを組織的に且つ商業レベルで搾油し一旦ジャトロファ原油とし、この原油を商都ダルエスサラーム近郊に建設する BDF 製造プラントにトラック又は鉄道で輸送の上、当該プラントで JME-BDF を生産し、製造された JME-BDF はダルエスサラームにおいて販売･流通することである。

提案プロジェクトの実施機関は、タンザニア国の民間企業と本邦民間企業の共同出資によって設立される特別目的会社である。提案事業の事業範囲は、ジャトロファ原油を生産する企業･組織から原油を長期契約で購入し、これをエステル転換技術によってバイオディーゼルを生産、更に長期販売契約によって製品を石油製品流通会社に販売するまでとする。

キリマンジャロ山系南部地域の中心地であるアルーシャではジャトロファをバイオディーゼル生産の原料として栽培する事業が開始されており、当初はこの地域より原料を買い付け、アルーシャ又はモシにて操業を計画する搾油工場で加工し、ジャトロファ原油とした上で、ダルエスサラームに建設する BDF プラントに搬入する計画である。

タンザニア政府では自国で生産可能な代替燃料の生産を通じて持続的な経済発展の基礎を構築すべく、現在国策としてバイオディーゼル開発を進めようとしている。

1.2 ホスト国の概要

1.2.1 一般事情

国名：
タンザニアの正式国名はタンザニア連合共和国（United Republic of Tanzania）であり、アフリカ大陸側の本土とインド洋に浮かぶザンジバルが合邦し、この名称となった。

地理：
タンザニアは東アフリカの一カ国で東にインド洋と接し、北のケニア及びウガンダと南のザンビア、マラウイ及びモザンビークに挟まれている。西ではルワンダ、ブルンジ、コンゴ民主共和国と国境を接している。国土面積はインド洋に浮かぶザンジバル島を含んで約 945,000 平方キロメートルある。これは日本の約 2.5 倍に相当する。地形的には、インド洋に沿った海岸線は平坦で、中央部は高原を成し、北部（キリマンジャロ山、5,895m）と南部では高山を擁している。

気候：
海岸に沿った地方での気候は熱帯気候であるが、中央部の高原は温暖なサバンナ気候と地理的に変化に富んでいる。

人口：
人口は約 37.4 百万（2006 年）であり、人口成長率は年間約 1.8%とされている。乳幼児の死亡率は 1,000 人当たり約 96.5 人と極めて高い。タンザニアの実質的な首都であるダルエスサラームの人口は約 2.5 百万人である。他の都市人口は首都ドドマ（760,000 人）、ムワンザ（476,000 人）、ムベヤ(266,400 人)、アルーシャ（282,700 人）、タンガ（243,600 人）と都市人口の総計は約 5 百万人であることから都市人口比率は 13%に過ぎない。

民族：
民族はバンツー系のスクマ族、マコンデ族、チャガ族、ハヤ族他 126 の部族が数えられるが、西アフリカ諸国で見られるような部族間の厳しい闘争や政治的格差は見られない。

宗教：
タンザニアは地理的にアフリカ大陸側の本土部とザンジバル島の島とに分かれている。本土の住民の内キリスト教、モスレム、土俗宗教の割合はそれぞれ 30%、35%、35%となっており、ザンジバルの住民の 99%はモスレムである。

歴史：
1961 年 12 月 9 日に本土側のタンガニーカがイギリスの信託統治領から独立し、その後 1963 年 12 月 19 日にインド洋の島国であるザンジバルがイギリスから独立を果たした。この両独立国が 1964 年 10 月 29 日にタンザニア連合共和国として合邦した。

1.2.2 政治

政体：
政体は英国のコモンローをベースにした共和制であり、議会は一院制を取っている。

元首：
元首は大統領であるジャカヤ・ムリショ・キクウェテ（Jakaya Mrisho Kikwetwe、2005 年 12 月 21 日就任）である。

首相：
首相はエドワード・ロワサ（Edward Lowassa）である。

政治体制の変遷：
1961 年の英国からの独立、64 年の合邦以降、当時のニエレレ大統領を中心とした強力な指導力により内政は安定した。アルーシャ宣言によるアフリカ型社会主義建設を追求したが、逆に経済

は悪化の一途をたどった。1985 年にムイニ大統領に政権の座は譲られ、86 年以降は構造調整、経済自由化を推進し、一定の成果を上げた。92 年には複数政党制を導入、95 年の複数政党制初の総選挙でムカパ大統領が選出され、2000 年にも再選された。2005 年の選挙は民主的、平穏かつ透明性を確保して実施され、キクウエテ新大統領が選出され今日に至っている。

外交：
非同盟政策を基調としつつ、アフリカの統一と植民地の解放、独立等を強く唱え、アフリカ統一機構（OAU）や国連等の国際場裏においてリーダーシップを発揮した。東フリカ諸国（ケニア、ウガンダ、タンザニア）の協力を推進し、2001 年 1 月には正式に東アフリカ共同体（EAC）が発足、2005 年 1 月には EAC 関税同盟が発効した。また、タンザニアは南部アフリカ開発共同体（SADC）のメンバー国であり、2003 年 8 月から 1 年間議長国を務めた。

1.2.3 経済

経済構造：
タンザニアは世界最貧国の一国である。経済は国民総生産の約 43%を占める農業に圧倒的に依存している。しかし、地形及び気候条件等に恵まれず耕地面積は国土の 4%にしか過ぎず、灌漑面積は 1,840 平方キロメートルしか無い。主要農産品としてはクローブ、コプラ、メイズ、バナナ、キャッサバ、コメ、豆類で、換金作物としてコーヒー、綿花、たばこ等がある。工業は伝統的に農産品加工（サイザル麻、たばこ等）が中心である。鉱業はタンザナイト他、金及びダイアモンド等の貴金属が中心となっており、工業は消費物資の軽工業がわずかに営まれているだけでその構成比率は約 17%にしか過ぎない。野生生物公園での野生生物観察を資源とする観光業はタンザニアの主要な外貨獲得手段となっており、サービス産業全体では GDP の約 40%を構成している。

国民総生産：
GDP は約 116 億米ドルであるから、一人当たりの GDP は約 320 米ドルとなっている。

経済状況：
最近の経済成長率は 6.3%と好調ではあるが、物価上昇率が 4.0%、人口増加率が 1.8%であるので、実質経済成長率はかろうじてプラスという状況にある。しかし、1997 年では一人当たり GDP が 210 米ドルであったことを考えると経済は順調に推移していると考えられる。財政は歳出超過であるが、貧困撲滅戦略（NPES: National Poverty Eradication Strategy）の策定を終え、ドナー国の協力を得つつ、その実施に取り組んでいる。

貿易構造：
2005 年の総輸出額は約 15 億ドルで、その主要輸出品は金、コーヒー、カシューナッツ、綿花、軽工業品となっている。（輸出先は中国、カナダ、インド、オランダ、日本）一方、総輸入額は約 24 億ドルであり所要輸入品は消費物資、機械・輸送機器、工業原料及び石油製品となっている。（輸入先は南ア、中国、インド、アラブ首長国、ケニア、ザンビア）貿易収支は約 9 億ドルの赤字である。

経済開発計画：
タンザニア政府は国家開発戦略として、1997 年には「貧困撲滅戦略」を策定し、貧困削減のための国家戦略フレームワークを提示し、1999 年には「タンザニア開発ビジョン 2005」を発表して開発の方向性（生活の質の向上、グッド・ガバナンスと法の支配の確立、強く競争力のある経済）を提示した。これらの国家開発戦略を基盤とし、2000 年には貧困削減戦略文書（PRSP: Poverty Reduction Strategy Paper）が策定され、拡大重債務貧困国（HIPC）イニシアティブに基づく債務救済が適用されることとなった。2005 年 7 月には、第二次貧困削減戦略（PRS: Poverty Reduction Strategy）として「成長と貧困削減のための国家戦略（NSGRP: National Strategy for Growth and Reduction of Poverty）」が策定されている。この戦略の目標は「持続的で裾野の広い成長の促進」であり、中小零細企業を含む民間セクター開発、技術革新などの生産性の向上、信頼でき廉価なエネルギーの供給などが戦略の中心をなしている。

1.2.4 農業

農業政策：
農業労働人口は就業者全体（約 20 百万人）の約 80%を占めており農業はタンザニア経済の根幹と言える。タンザニア政府は 2001 年に農業セクター開発戦略（Agricultural Sector Development Strategy）を策定した。本戦略は、農業セクターの商業化を図り生産性と収益性を増加する環境作りを行うための実践的な行動計画を提示している。本開発戦略における重点分野として、(1)農業開発管理のための組織の枠組み強化、(2)民間セクターの参入および農業開発の強化、(3)公的、民間セクターの役割の明確化(研究、普及、研修、情報コミュニケーション、技術サービス分野)、(4)農業収益の改善と市場で取引される投入と生産物の商品化、(5)他セクターにおける農業開発計画の主流化メカニズムの実施、(6)郡農業政策計画（DADPs）を通した実施、を掲げている。

現在、郡および現場における投資および実施を管理するタスクフォース 1、政策、規制、組織の枠組みを構築するタスクフォース 2、研究、普及、研修、技術サービスの実施監理をするタスクフォース 3、セクター横断イシューに取り組むタスクフォース 4 と、4 つのタスクフォースが組織されて開発戦略の具体化が急がれている。

農業政策課題：
開発戦略において言及されている現在のタンザニア農業が抱えている問題点は数多い。中でも以下の 3 点が重要な問題点であるとされている。

(1) 低い農業生産性
(2) 農業関係者間の調整能力の欠如と低い実施能力
(3) 不十分な農業関連施設/インフラ

加えて、自然資源の枯渇/侵食、女性にとって適切でない技術の導入、雨水農業への依存、食糧市場へのアクセスの障害、不十分な農業への公的支出等も問題とされている。放牧地・耕地の環境の悪化、害虫や疫病の発生、洪水、飢饉は作物、家畜生産に大きな損失をもたらす。それらの

要因に加えて HIV/AIDS による労働人口の減少も重大な影響を及ぼすとされている。

タンザニア国内における耕作地規模別の現状は表 1.4 の通りである。

表 1.4 国内における耕作地の区分

耕作地の規模	大規模 (私有)	大規模 (半官半民)	中規模	小規模
農家数	1,000	900	1,140,000	2,660,000
平均土地所有面積	1,000 ha	1,000 ha	2 to 5 ha	0.4 to 0.8 ha
農業組織/システム	大部分の半官半民経営の大規模農場は、私有もしくは共同経営(JV)に移行中		販売用の動物飼育及び作物栽培に利用	鍬による耕作及び自給自足のために利用

出典：Agricultural Sector Assessment, USAID Tanzania

地方経済：
地方経済は、農業に依存する割合が都市部より高い。生産性の高い地域では大規模農家が農業を行っているが、大規模農家が小規模農家を支援しているとはいいがたい現状にある。家計収入による上位 4 地域及び下位 4 地域の都市部及び地方部の家計収入(中間値)は以下の表 1.5 の通りであり都市部と地方では格差が大きく、上位 4 地域で約 2 倍、下位地域で約 3 倍となっている。

表 1.5 地方と都市における家計収入の比較

地域名	家計収入上位 4 地域				家計収入下位 4 地域			
	Dar Es Salaam	Mtwara	Iringa	Arusha	Tanga	Kigoma	Stingida	Rukwa
地方における家計収入 (TZS)	-	20,795	17,917	17,902	10,494	9,356	8,621	7,019
都市における家計収入 (TZS)	40,767	34,643	37,072	33,645	32,473	31,480	21,978	18,436

出典：Agricultural Sector Assessment, USAID Tanzania

貧困層の 80%以上が地方に居住し、全国民の約 80%が貧困層に属している。地方に居住している人口の 38%が貧困層に分類されている。

貧困削減ペーパー (PRSP) においては、農業はタンザニア経済において大きな役割を占めているだけでなく、特に地方部の貧困層はその生活を農業に大きく依存していることから農業の重要性は特段に高いと認識されている。貧困削減を掲げる政府にとって、地方部における貧困削減は、地方経済の大黒柱として重要な役割を担う農業の生産を高め、農民の所得向上を通じて農家収入を拡大させることによるしかなく、国民の大部分である農民の生活水準を向上させる政策に基づく様々な事業の実施が必要であるとしている。

1.2.5 エネルギー

政府のエネルギー政策：
タンザニア政府は、エネルギー政策及び方針として以下の諸策を挙げている。

(1) 国内エネルギー源の開発
(2) 経済的なエネルギーの価格設定
(3) エネルギーの確実性及び安全性の改善
(4) エネルギー効率の向上
(5) 森林伐採の回避
(6) 人的資源の開発等

エネルギーセクター全般を所管するエネルギー・鉱物省（Ministry of Energy and Minerals）は 1992 年 4 月にエネルギー政策（Energy Policy of Tanzania）を策定し、2000 年にこれを改定している。改定エネルギー政策の目標は、信頼性が高く、入手の容易なエネルギーの供給と利用を持続可能な方法で行うこととしている。又、この政策の中で以下の三つのビジョンと使命を掲げている。

(1) 持続可能かつ環境的に健全な方法で経済成長を達成し、全国レベルで生活水準を向上させる。
(2) 全てのセクターに対して安全で、信頼できる効率の良い、コストに見合うエネルギーサービスを提供するための環境を整える。
(3) 長期的な貧困削減の視点から社会経済開発に貢献する

タンザニア政府は、当該セクターの開発促進を目的として、投資家と事業実施者を呼び込むにふさわしい法的枠組みを検討中である。エネルギー政策は、セクター横断的な電力、ガスパイプライン、上下水道の統制機関である Energy and Water Utilities Regulatory Authority（EWURA）を設置する必要があるとしている。

エネルギー消費量：
タンザニアにおけるエネルギー消費量は、2001 年の値で約 1300 万 metric toe(1 toe=42GJ)である。セクター別の構成は、以下の表 1.6 の通りであり、国内消費がもっとも多く(77%)なっている。

表 1.6 タンザニアにおけるエネルギー消費量（2001 年）

国/地域名	エネルギー総消費量 (1000 metric toe)	工業 (%)	陸運 (%)	他の運輸 (%)	農業 (%)	商業および公的サービス (%)	国内消費 (%)	その他 (%)
タンザニア	12,448	10.2	4.1	0.5	4.6	0.0	77.0	3.6
サブサハラアフリカ	259,478	19.4	10.5	2.0	1.6	2.2	56.2	8.0
全世界	7,585,443	31.9	19.7	5.5	2.5	7.8	27.5	5.1

出典: International Energy Association (IEA)、2005 年

エネルギー構成比率：

そのうちの大部分(91.5%)を固体バイオマス(排泄物、廃材、もみ殻、飼料作物等)が占めており、固体バイオマスの占める世界平均(10.4%)、アフリカ平均(57.7%)より高い割合になっている。消費エネルギーにおける構成比率は表 1.7 に示すとおりである。

表 1.7 タンザニアにおけるエネルギー構成比率（2001 年）

国/地域名	エネルギー総消費量 (1000 metric toe)	エネルギー総生産量 (1000 metric toe)	石炭 (%)	石油 (%)	水力 (%)	固体バイオマス (%)
タンザニア	13,917	13,001	0.3	6.6	1.6	91.5
サブサハラアフリカ	344,961	557,158	-	13.0	0.0	57.7
全世界	10,029,096	10,209,142	23.3	35.0	2.2	10.4

出典: International Energy Association (IEA)、2005 年

エネルギー担当行政機関：

タンザニアにおけるエネルギー担当行政機関は、エネルギー・鉱物省（Ministry of Energy and Minerals）であり、他に関連省庁として副大統領府環境局（Vice President's Office, Division of Environment）がタンザニアにおける CDM の指定機関（DNA）として指定されている。

エネルギー概要：

1. 石炭

西部及び南西部に約 12 億トンの埋蔵量があると推定されている。キウィラ（Kiwira）、ニャサ湖（Lake Nyasa）、ムチュチュマ/カテワカ（Muchuchuma/Katewaka）の鉱脈が確認されている。

2. 水力

現在、タンザニアは大規模発電施設 4,700MW、小規模発電施設 314MW の潜在発電能力を有するが、大規模施設については 561MW 分（12%）が建設済み、小規模施設は 5MW（2%）程が建設済みである。2006 年 2 月現在、タンザニア電力公社（TANESCO）により Mtera（80MW）、Kidatu（204MW）、Hale（21MW）、Pangani Falls（68MW）、Nyumba ya Mungu（8MW）、Kihansi（180MW）が運営されている。更に、Rumakali（222MW）、Ruhudji

(358MW)、Mandera (21MW)、Stilegler's George (1200 to 1400MW)、Mpanga (200MW)、Masigira (250MW)、Upper Kihansi (120MW) は現在発電地点の特定調査を終了し、事業妥当性調査実施中の段階にある。

3. 天然ガス

天然ガス開発は、可能性のある代替エネルギーの一つとして認識されている。現在、ソンゴソンゴ島、モザンビーク国境近くのムナジ湾にて 40TCF 程度の中規模な天然ガスの埋蔵が確認されている。

4. 原油

引き続き原油探査は行われているものの未だ有望な油田の発見は無く、タンザニアが消費する燃料は全て輸入石油製品に依存している。

5. 石油製品

石油製品の輸入量は、2003 年では約 1.24 百万トンであったのが、2004 年では 1.45 百万トンに増加している。この燃料消費量の増加は民間企業の石油製品輸入及び流通への参加が促進されたこと、海外からの投資が奨励されたという行政改革が進んだことに起因する。新政策では石油製品を直接石油産油国から輸入することが許可された。表 1.8 に石油製品消費量の推移を示す。

表 1.8 石油製品消費量の推移 (トン)

石油製品	2000	2001	2002	2003	2004
LPG	3,720	2,090	2,150	4,964	5,588
航空燃料	0	0	0	2,287	2.461
ガソリン	101,660	130,756	134,321	332,607	266,544
ディーゼル	335,370	350,176	391,411	626,577	652,548
工業用ディーゼル	19,850	21,360	20,300	19,479	19,715
重油	119,030	96,382	100,121	136,019	150,151
ジェット燃料	51,190	49,598	48,171	120,758	143,922
パラフィン	83,370	104,252	108,124	10,000-	50,000-
合計	714,190	754,614	804,598	1,252,691	1,290,929

出典：Tanzania Petroleum Development Corporation

2007 年 1 月現在ガソリン及びディーゼルの市場価格はそれぞれ 1 リットル当たり TZS 1,400、TZS 1,200 となっている。

6. 石油精製

1997 年に至るまでタンザニアの石油製品流通は厳しい国家管理下にあった。当時操業していた唯一の石油精製会社は TIPER であり、全体需要の約 50%を賄っていたが残りの 50%は輸入に頼っていた。1997 年に世界銀行の勧告に従って市場原理の導入を目指す経済構造調整が実施されたことにともなって、1999 年には TIPER は操業を停止し、現在石油製品は全量を輸入している。以来、TIPER の石油精製施設は使われないまま原ダルエスサラーム国際コンテナターミナルの対岸の半島部分に放置されたままとなっている。

7. 再生可能エネルギー

再生可能エネルギーとは、小規模水力発電、太陽熱、風力、地熱、バイオマスに分類される。全体的にタンザニアにおいては実用段階にあるものは少ない。小規模水力発電は 314MW といわれる国内ポテンシャルのうち 5MW だけが実用化されている。太陽熱エネルギー実現にはまだ多くの障壁があるのが実情であり、いくつかのホテルにおいて給湯に利用されているに留まっている。風力に関しては 120 基の風車が設置されているが、発電に利用しているケースは極めて少ない。地熱に関しては、数箇所の候補地で予備調査が行われている段階であるが、地熱発電を既に実用化しているケニアからの技術移転も期待できる。地熱源の存在が南部の高原地帯のムベヤ、ルンゲ火山周辺、ルフィジ川流域周辺で確認されている。過去にスウェーデンのコンサルタント会社である SWECO やスウェーデン国際開発庁（SIDA）といった援助機関が調査を行い、温泉源を確認している。バイオマス開発については、熱併給発電(cogeneration)実現のための開発技術がいくつか試みられているが、タンザニア国のエネルギー供給に対する貢献度はまだ低い。タンザニアの海岸を利用した潮力発電にも開発可能性があるとされている。

1.2.6 交通運輸セクター

タンザニアの交通セクターが消費する石油製品は年間約 580,000 トンであり、これは全年間輸入燃料の約 40%に相当する。道路の総延長は 85,000km であり、その内の約 10,300km が幹線道路、24,700km が地方道路、2,450km が都市道路、27,550km が共同体道路となっているが、道路の舗装率は全体の約 5%に留まっている。しかしながら輸送量の増加に見合った道路の開発は継続的に進められている。交通インフラの開発は直接･間接にタンザニアの全エネルギー消費量及び社会開発･経済成長に強く係わっていると考えられる。

表 1.9 に都市における自動車登録台数及びバスの運行台数を示す。自動車登録台数は、2004 年現在約 464,000 台となっており、その約 70%がダルエスサラームに集中している。ダルエスサラームにおける公共バスの台数は約 6,600 台で年々増加の傾向を見せている。このことからダルエスサラームが交通用燃料の大消費地であることが窺える。

表 1.9 自動車登録車両台数

都市	登録車両	占有率	内バス
ダルエスサラーム	320,000	67%	6,600
アルーシャ	26,000	6%	1,050
モシ	9,800	2%	720
ムワンザ	18,600	4%	780
ムベヤ	7,450	2%	475
キゴマ	2,900	1%	470
モロゴロ	8,500	2%	300
ドドマ	5,000	1%	170
他地方都市	65,750	15%	735
全体	464,000	100%	11,300

出典：調査団

1.2.7 温室効果ガス排出量

温室効果ガスは二酸化炭素の他に、メタン、一酸化に二窒素、フロン類（PFC、HFC）等を含む。UNFCCC の 2005 年発表の統計によると、タンザニア国の温室効果ガス排出量は 1990 年が 41.426（百万トン、CO_2 換算）、1994 年が 39.236（百万トン、CO_2 換算）である。また、国際エネルギー機関（IEA）の 2006 年データベースでは、2003 年の二酸化炭素排出量は 3.32 百万トンとなっている。

1.2.8 地球温暖化対策に係わる取組

現在、タンザニア政府は環境関連の条約・国際的な取り決めは表 1.10 のように批准している。条約の内容は、生物多様性保全、気候変動、危険化学物質、砂漠化防止など、多岐に渡っている。

表 1.10 タンザニア政府が批准している環境関連の条約・国際的取り決め

条約・国際的取り決め	批准日等
Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs)	2004 年 4 月 30 日
Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity	2003 年 3 月 16 日
Kyoto Protocol To The Convention On Climate Change	2002 年 8 月 26 日
Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade	2002 年 8 月 26 日
United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD)	1997 年 4 月
United Nations Framework Convention On Climate Change (UNFCC)	1996 年 4 月 17 日
Convention on Biological Diversity	1996 年 3 月 8 日
Convention for the Protection, Management and Development of the Marine and Coastal Environment of the Eastern African Region and Related Protocols	1996 年 3 月 1 日
Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer	1993 年 4 月 16 日

The Vienna Convention on the Protection of Ozone Layer	1993 年 4 月 7 日
Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal	1993 年 4 月 7 日
Bamako Convention on Ban of the Import into Africa and the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes within Africa	1993 年 4 月 7 日

1.3 ホスト国のＣＤＭ／JIに係わる政策･現況

タンザニア政府は 1990 年に、持続可能な開発戦略を提唱し、その中でも環境問題はセクター横断的な課題（Cross-cutting Issue）であるとされている。タンザニア貧困削減ペーパー（NSGRP）においては CDM 関連事項については以下のように述べられている。「社会的福祉と生活の質の向上（クラスター2）」において、「基本的ニーズとサービスの脆弱な集団の適切な権利と保護（ゴール 4）」があげられており、その中の実践目標として「近代的なエネルギーサービスへのアクセス」があげられている。その中で、2010 年までに調理用の木材燃料の代替となるものを最低 10%使用することが目標とされている。環境問題に関するタンザニア政府の政策等は以下のとおりである。

- 貧困削減ペーパー(NSGRP)(2005) (National Strategy for Growth and Reduction of Poverty)
- 環境管理法(2005)(Environmental Management Act)
- 持続可能な開発のための国家戦略(2000)(National Strategy for Sustainable Development)
- 国家環境政策(1997)(National Environmental Policy)
- 国家環境保護戦略(1999) (National Conservation Strategy)

副大統領府環境局が策定した戦略等は以下のとおりである。

- 国家生物多様性戦略および行動計画(2000) (National Biodiversity Strategy and Action Plan)
- 砂漠化対応国家行動計画(1999)(National Action Plan to Combat Desertification (NAP))
- 気候変動のための国家行動計画(1997)National Action Plan on Climate Change
- 沿岸の生物多様性戦略(1995)(Coastal Biodiversity Conservation Strategy)
- オゾン削減物質段階削減国家プログラム(1996)Country Programme to phase out ozone depleting substances
- 国家環境行動計画(1994)(National Environmental Action Plan)

2006 年 11 月 8 に COP12/MOP2 と並行して開催されたワークショップ” CDM for Sustainable Development - Dream or Reality?”においては、副大統領府がキースピーカーとして招待されアフリカにおける CDM の取り組みについて発表を行っている。

1.3.1 CDM受け入れ等準備経過

タンザニアでは、1996 年 4 月 17 日に国連気候変動枠組条約(UNFCC)を、2002 年 8 月 26 日に京都議定書を批准している。CDM 受け入れ等準備状況は以下の通りである。

国連気候変動枠組条約批准	1996 年 4 月 17 日
京都議定書批准	2002 年 8 月 26 日
国家指定機関（DNA）登録	2004 年 12 月 12 日

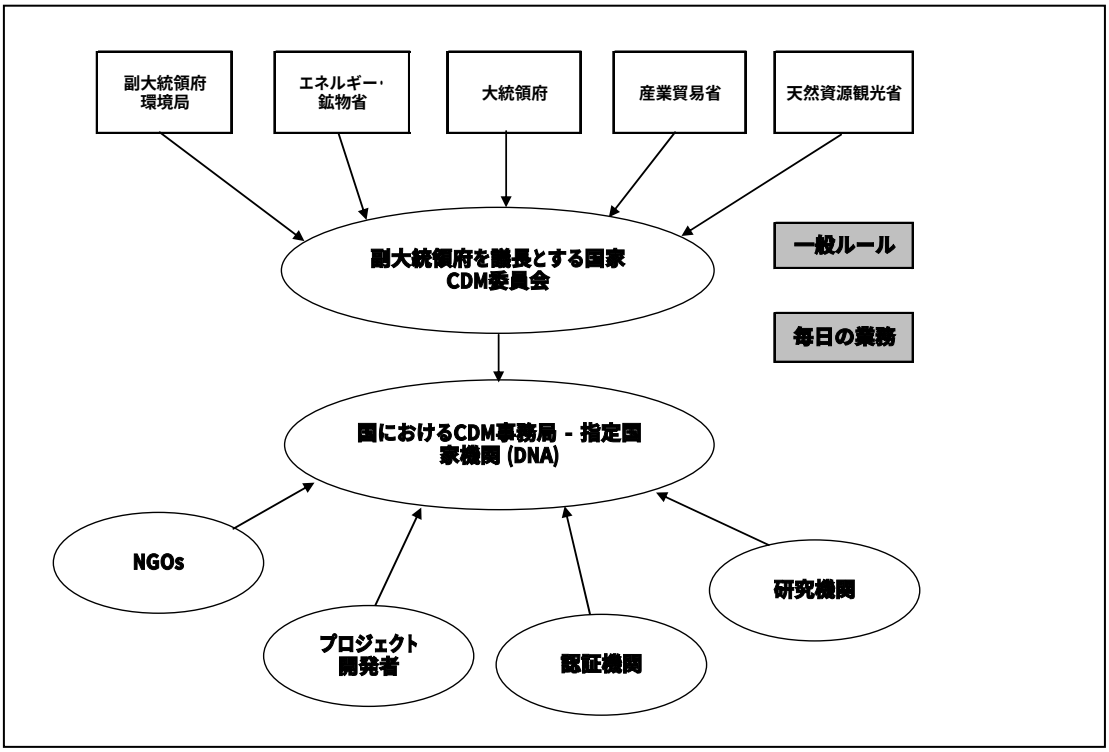
現在の CDM の国家指定機関は、タンザニア国副大統領府環境局（Division of Environment, Vice President's Office）である。現在タンザニアにおいて CDM 案件を通した投資を推進するために以下を主要な理由としてあげている。

- 電気へのアクセスを保有している人口は 6%にしか過ぎないこと
- 地方の人口はおおむね燃料源を木材に頼っており、日々の生活の 20%の時間を薪拾いに費やしていること
- 毎年 9 万ヘクタールから 30 万ヘクタールの森林伐採が行われていること
- 代替エネルギー源、再生可能エネルギー、燃料源の切替、エネルギー供給、エネルギー需要側の効率性等に関する投資をタンザニア政府が援助していること

タンザニア政府は、既に温室効果ガス削減戦略一覧を策定しており、エネルギー、農業、工業加工、廃棄物管理、森林、土地利用の各セクターにおいて、CDM 枠内での現在利用可能性のある適正技術を取りまとめている。

1.3.2 CDM政府承認組織・手続き

タンザニアにおける CDM 申請手順は PDD 作成―ステークホルダーコメントの聴取―承認という流れになっている。申請書が提出されてから 14 日以内に承認が行われることになっている。タンザニア政府の国家指定機関を中心とした CDM 関連の組織図は図 1.1 の通りである。DNA の上に国家 CDM 委員会が置かれて、関係省庁との調整を行っている。



出典：Clean Development Mechanism : A National Implementation Guide、2003 年

図 1.1 DNA と CDM 委員会の構成

1.3.3 ＣＤＭ事業における「持続可能な発展」に関する判断基準

タンザニア政府の設定した持続可能な発展の判断基準は以下の通り。

- 生態系及び社会的な段階での国家の持続可能な発展との適合性
- 国家課題である貧困撲滅政策との一貫性
- 国家環境政策との調和
- すべての CDM 事業が、環境 EIA ガイドライン・手続き及び国家環境法と一貫性を持って、特別な固有の環境影響アセスメント（EIA）を要求していること、指定国家機関（DNA）がそれぞれの CDM 事業について必要な EIA の形態・レベルを判断する
- 新規植林及び再植林が最も必要である耕作に適さない土地において CDM の土地利用・土地利用変化及び林業（LULUCF）事業が第一に実施される予定であること
- 特に農村地域におけるエネルギープロジェクトに重点が置かれていること
- 投資国/投資機関とホスト国(タンザニア)の地元民間企業、NGO、研究/学術機関、政府部署の間で協力関係が構築されなければならないこと

1.4 プロジェクト立案の背景

1.4.1 タンザニアのバイオディーゼル開発計画

アフリカ諸国の内、特にサブサハラ諸国のような非産油国の経済の安定的な発展には近代的で

合理的なエネルギーの供給は欠かせない。エネルギーの内でも特に交通機関用の液体燃料は経済発展に重要な役割を果たしている。急激な化石燃料価格の上昇は、このようなアフリカ諸国の経済開発計画の実施を簡単に妨げ、常に計画の見直しを迫られ、限られた財政資源の中での調整、外貨準備の調整を引き起こす。

タンザニアは、原油を含む石油製品の需要を全て輸入に頼っている。2002 年の輸入額は約 16 億米ドルであったのが、2004 年では同約 21 億米ドルになった。この輸入額の急上昇は輸入燃料の急激な量的膨張、価格の上昇に起因している。2004 年の輸入燃料は約 1.45 百万トンに達した。輸入燃料に支払われた外貨は 2003 年と 2004 年の一年間で約 2 億米ドルから約 4 億米ドルへと倍になっている。外貨準備高が低く、安定的な輸出商品を持たず恒常的に貿易赤字を生む経済構造であるタンザニア経済にとって輸入燃料価格の高止まりは、近年緩やかではあるが成長を始めたタンザニア経済発展の足を引っ張るような状況となっている。

このような状況が顕著になってきた 2004 年になって、タンザニア政府は化石燃料に替わる代替燃料開発を真剣に検討し始めた。交通機関用ガソリン及びディーゼルをバイオ燃料に転換することは以下のような多様な利点を有しているとして、代替燃料開発戦略策定にとりかかっている。

1. 農業及び地方経済開発促進――新規雇用機会創出及び所得向上機会の増加
2. 輸入燃料の削減――外貨の節約
3. エネルギー安全保障
4. 新しい産業の創出及び育成
5. 温室効果ガス (GHGs) の排出量削減――CDM 及び排出権取引の機会創出
6. 大気清浄化の促進
7. 車両等交通機関のエネルギー効率上昇

交通機関用代替燃料の開発については緒に就いたばかりであるが、タンザニアにおける代替燃料生産の潜在的可能性は極めて高いとされている。しかし、技術開発、政策的支援の実行が遅れていることからその開発はこれからという状況にある。現在バイオ燃料の研究開発は表 1.11 に示されるように複数の NGO や機関によって行われている。

表 1.11 タンザニアにおけるバイオ燃料研究開発関係機関

	KAKUTE	TaTEDO	FELISA	D1 OIL
活動拠点	アルーシャ	7地区	キゴマ	複数
活動目的	小規模農家を対象としたジャトロファ栽培技術伝搬	貧困削減と輸入燃料代替を目的としたバイオ燃料生産促進	パーム油の大量生産によるバイオディーゼル生産研究	大規模バイオ燃料用植物栽培の主導
活動内容	• 民間農家での実験農場 • 土壌浸食防止を目的としたジャトロファ栽培 • ジャトロファオイルを用いた料理用コンロの研究 • ジャトロファ石鹸製造技術訓練	• 村落レベルでのジャトロファ種苗生産指導 • ジャトロファオイルを用いたランプの配布･試験的使用 • ジャトロファコンロの燃焼試験 • バイオ燃料利用の啓蒙 • バイオ燃料政策立案への助言	• パームオイル栽培農園監理 • 植物油生産 • バイオディーゼル生産を視野に入れた計画策定 • 他の植物からの植物油生産研究 • バイオ燃料研究促進	• ジャトロファからのバイオディーゼル生産 • 植物油精製技術の伝搬 • エネルギー植物栽培農家の抽出 • バイオディーゼル及び副産物流通開発 • 共同体レベルでの市場開発
対象作目	ジャトロファ	ジャトロファ	パームオイル	ジャトロファ
栽培面積	25 ヘクタール			100,000 ヘクタール
生産物	石鹸、照明用燃料、料理用燃料	交通機関用バイオディーゼル	交通機関用バイオディーゼル	交通機関用バイオディーゼル
目標生産量	40 トン			
営農形態	小規模農家	小規模農家、組織化された農家	小規模農家及び大規模農園主	小規模農家及び企業所有農園

出典：「タンザニアにおける交通機関用液体燃料、21 世紀の持続的農業及びエネルギー開発の潜在性と意味するところ」、ドイツ技術協力機構（GTZ）、2005 年 8 月

エネルギーセクターでの政府の果たす役割は開発の促進、民間資金活用のための奨励策立案、効力のある制度の制定、同セクターの開発進捗管理及び調整である。交通機関用燃料を所管する行政機関はエネルギー･鉱物省（Ministry of Energy and Minerals）である。現在エネルギー工業省は国家バイオ燃料開発戦略の策定途上にある。

1.4.2 タンザニアのジャトロファ栽培計画

タンザニアにおいてジャトロファは古くから草食動物がジャトロファのにおい（人間には感じられない）又は葉の毒性を嫌い近寄らないので野生動物や放牧している牛等から畑を防御を目的とした垣根や、垂直に地下深くまで伸びる根によって風に強く消滅しないことから墓場の目印として用いられて来ている。種から搾油したジャトロファ原油は薬用石鹸に加工することが可能で、これも地方の生活の中で伝統的に用いられて来ている。それゆえジャトロファはタンザニアの人々（アフリカの多くの諸国においても自生している）にとって目新しい植物ではない。

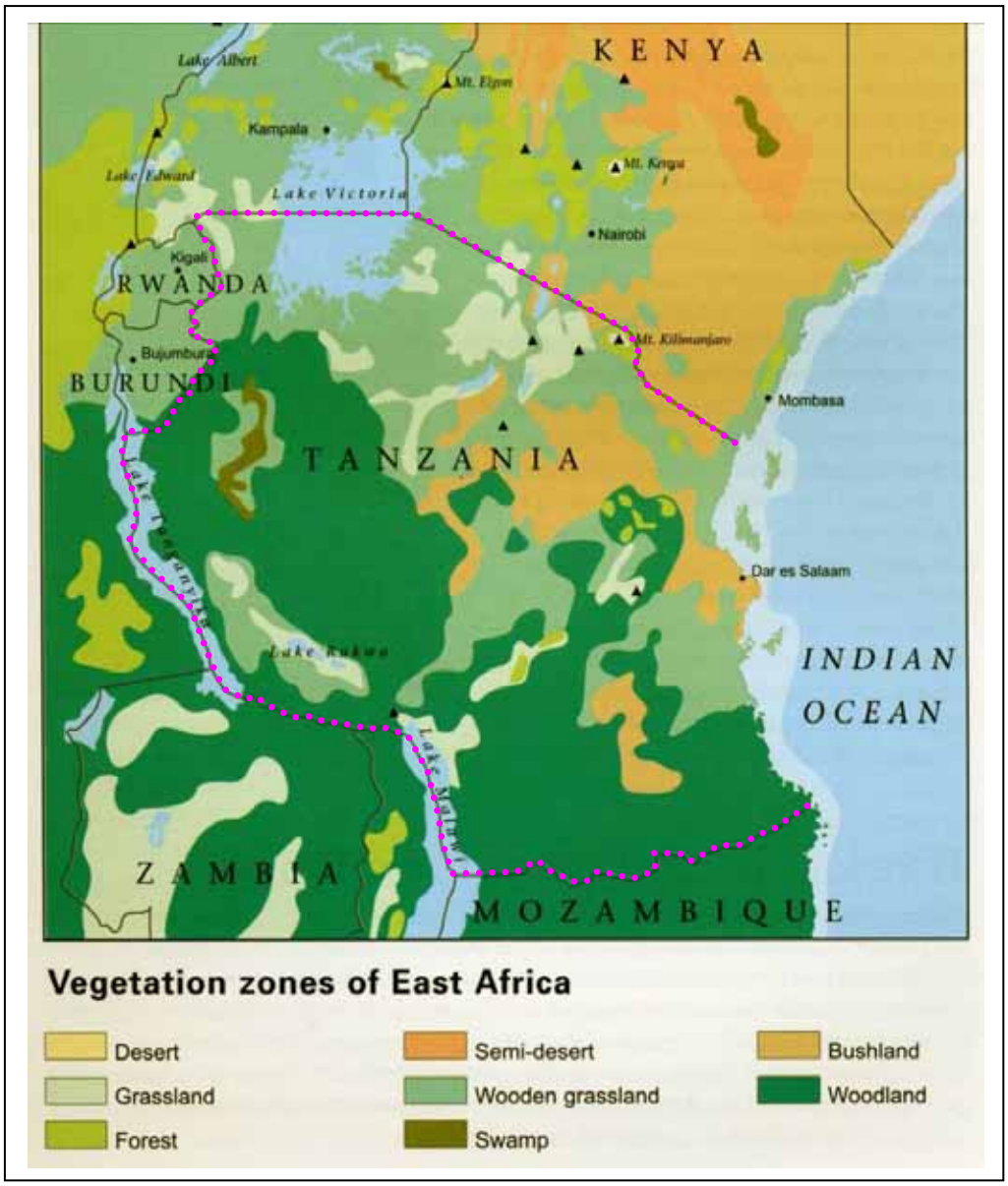
ヨーロッパ諸国で大量のバイオディーゼルが生産され消費されるようになって、オランダ等の大学や代替燃料研究所がジャトロファに着目しバイオディーゼルの原料としての研究が開始された。特にタンザニア北部のキリマンジャロ州やアルーシャ州においては、NGO が中心となってジャトロ

ファを利用したバイオディーゼル製造さらに搾油後の絞り滓を肥料として用いる方法、婦人が家庭において生産可能な薬用石鹸の製造、バイオマス発電の材料として用いる方法等の研究と実地試験が行われて来た。

上述の NGO はモシにあった未利用耕地（元はアロエの栽培地）約 30 ヘクタールを利用してジャトロファの試験栽培地として開発し今後のジャトロファ栽培地拡張に備えて種子の大量生産を開始している。また、アルーシャ市の南西約 70km に位置する Monduli 村ではインド系の事業家が約 1,300 ヘクタールのジャトロファ栽培地の開発を開始している。この辺りは一面見渡す限りの草原であり全くの未開発地であるが、広大なジャトロファ栽培地候補として挙げられている。

また、ダルエスサラーム大学工学部ではジャトロファを原料とするバイオディーゼル開発の研究を数年前より進めているが、実験器具等の不備によりあまり技術的な研究成果は上がっていない。しかし、限られた予算の中でジャトロファを原料とするバイオディーゼル開発に係わる情報収集、学術研究、栽培方法研究等を行っており国家バイオディーゼル開発政策策定の一翼を担っている。

農業省では年間所要雨量が 600mm と極めて低いという条件下でも生育が可能なジャトロファの栽培適地は最大 40 百万ヘクタール（日本の国土面積の約 1.2 倍）としている。この耕作適地から既存の農地や森林地帯、保護区、耕作の不可能な遠隔地などを除いた新たにジャトロファ栽培用に開発できる耕地面積は合計で約 8 百万ヘクタールとされている。図 1.2 に示す草地（Grassland）や森林草地（Wooden Grassland）、低木林地（Bushland）はジャトロファ栽培のポテンシャルを有している。これまで考えもおよばなかったバイオディーゼル生産の原料としてのジャトロファの新しい利用方法は農業開発の分野においても革命的な出来事になると考えられるようになってきていいる。



出典：Tree & Shrubs of East Africa

図 1.2 タンザニア国の植生図

1.4.3 タンザニアのバイオディーゼル事情

調査団が実施した一次調査において関係機関のバイオディーゼル開発事情として以下を確認している。

(1) KAKUTE Ltd.：5年前からアルーシャでジャトロファの研究を行なっており、ジャトロファ・オイルから石鹸の製造も行なっている。ディーゼルは、ランプ、燃料に使われている。

(2) Tanzania Traditional Energy Development and Environment Organization (TaTEDO)：ドイツ技術協力公社(GTZ)の協力を得て研究・開発を行なっている。小農を組織してバイオデ

ィーゼルの普及に努めている。

(3) Dar Es Salaam 大学：上記 2 者を初め開発者と協力して研究・普及活動を行なっている。上記 KAKUTE Ltd.、TaTEDO 共に小農家と協力しながら研究・普及活動を地道に行なっている。

(4) TANFOAM Ltd.: ウレタンの製造業者。ウレタンの発泡剤であるメタノール・オイルをジャトロファオイルで代替することを目的に研究を開始、2005 年、アルーシャ近郊に 1,300 ヘクタールの土地を購入して植林中。

現在、研究機関、大学、NGO 等より研究が進められている段階である。

1.5 提案プロジェクトがホスト国の持続可能な開発へ貢献・技術移転できる点

1.5.1 タンザニアの持続可能な開発への貢献

提案プロジェクトの実現によるタンザニア国の持続可能な発展への貢献として、以下の利益/メリットを挙げることが出来る。

- 温室効果ガス(二酸化炭素 SOx、NOx 等)の排出削減、ジャトロファ油等のバイオ燃料の軽油への混合による軽油消費量の削減及び軽油製品輸入削減
- 政府が推進中のバイオディーゼルエネルギー事業実現を具体化する種々の法案整備
- ジャトロファ栽培のための農地開発、付随した道路などのインフラ整備などの地域開発
- バイオディーゼルプラントの建設・操業、ジャトロファ栽培農場開発・運営を通じた地方農民の新規現地雇用の創出
- プラント建設・操業、地域開発等により創出された新規雇用による地方農民の労働機会確保に伴う収入の増加
- ジャトロファ栽培による地元大学の農学部、関係研究機関、コンサルタントの知識、技能の習得・普及
- ジャトロファ栽培知識、技術などの普及を通じた地方農民の新たな技術の獲得及び現金収入機会の獲得
- タンザニア都市部の大気汚染改善
- CDM スキームに組み入れられることにより、排出権取引による新たな外貨収入の可能性

1.5.2 技術移転

現在タンザニアにおいては、本格的なバイオディーゼル生産が行われている段階ではなく、商業規模でのジャトロファオイル生産及びそれを原料とするジャトロファ・バイオディーゼル生産は行われていない。

ジャトロファの栽培形態に関しては、大規模農園と小規模小作農による広範な地域の栽培が両立していることが望ましいが、栽培地の開発、栽培に必要な資本、所要資金、施肥に要する費用、労働費、既存のクレジットシステム等の現状を把握して、栽培システム及びそれに付随する開発システムを策定する必要がある。ジャトロファ原油の生産方式についても栽培地の営農情報、地

形、道路網、生産方式、生産性、土地所有形態、農業共同組合等の現状を反映した最適な方法を策定する必要がある。

欧州では主にナタネ油、食用廃油等を原料としバイオディーゼルの商業生産体制が確立されている。またジャトロファ種子に関してはジャトロファを原料としてバイオディーゼルの試験製造を実施している企業が欧州に存在し、ジャトロファ種子の抽出及び精製設備の保守･管理･運転等に関する知識や技術移転を実施する必要が将来的に生じるが、技術移転の実施地域を欧州とし、研修員を欧州等に派遣し、技術トレーニング･研修を実施することも選択肢の一つであると考えることが出来る。

1.6 調査の実施体制

提案プロジェクトの事業化調査は株式会社建設企画コンサルタントが社団法人 アフリカ開発協会、財団法人 日本気象協会、社団法人 道路緑化保全協会、東京大学の協力を得て調査を実施した。

第二章　プロジェクト実施の立案

2.1 プロジェクトの具体的な内容

(1) 概略

提案するプロジェクトはタンザニア国において今後大量に栽培される予定であるジャトロファの種子から搾油して得られるジャトロファ原油(Crude Jatropha Oil – CJO)を原料とし、メタノールとのエステル化反応によりバイオディーゼルを生産するものである。

(2) バイオディーゼル製造プラントの建設予定地

提案するプロジェクトにおけるバイオディーゼル製造プラント（以下 BDF プラントと称す）の建設予定地はタンザニアにおける最大のディーゼル消費地であるダルエスサラームとする。建設予定地の位置は図 2.3 を参照。

(3) BDF 生産計画

提案するプロジェクトの BDF 生産能力及び概要を表 2.1 に示す。

表 2.1 ジャトロファ原油を原料とするモデル BDF 生産計画

項　目	数量	単位	留意点
主要生産品目			JME-BDF
主要副生産品			粗グリセリン
JME 生産能力（日量）	100	トン/日	
JME 生産能力（日量）	114	KL/日	比重：0.867
年間稼働日数	330	日/年	
JME 年間生産能力	33,000	トン/年	
JME 年間生産能力	37,700	KL/年	
グリセリン生産量	3,300	トン/年	粗グリセリン
原油（CJO）所要量	45,800	トン/年	

(4) 原油（CJO）生産計画

日量 100 トンの JME-BDF を生産するには年間約 45,800 トンのジャトロファ原油を必要とする。表 2.2 に CJO 生産とジャトロファ栽培面積及び副産物生産量を示す。

表 2.2 所要ジャトロファ栽培面積と BDF 製品他生産量との関係

項 目	数量	単位	留意点
JME-BDF 生産量	100	トン/日	
BDF 生産稼働日数	330	日/年	8 時間、3 シフト
JME-BDF 年間生産量	33,000	トン/年	
JME-BDF 年間生産量	37,700	KL/年	
原油 (CJO) 年間所要量	45,800	トン/年	油留分 30%
絞り滓年間生産量	121,500	トン/年	副産物
所要ジャトロファ果実重量	180,000	トン/年	
ジャトロファ栽培本数	1,600	本/ha.	2.5m x 2.5m
ジャトロファ果実年間平均収量	3.0	Kg/本/年	年 2 回収穫
ジャトロファ果実年間平均生産量	4,800	Kg/ha./年	
所要ジャトロファ栽培面積	38,000	Ha.	

(5) JME-BDF 生産プロセス･フローチャート

図 2.1 にバイオディーゼル製造プロセス･フローチャートを示す。

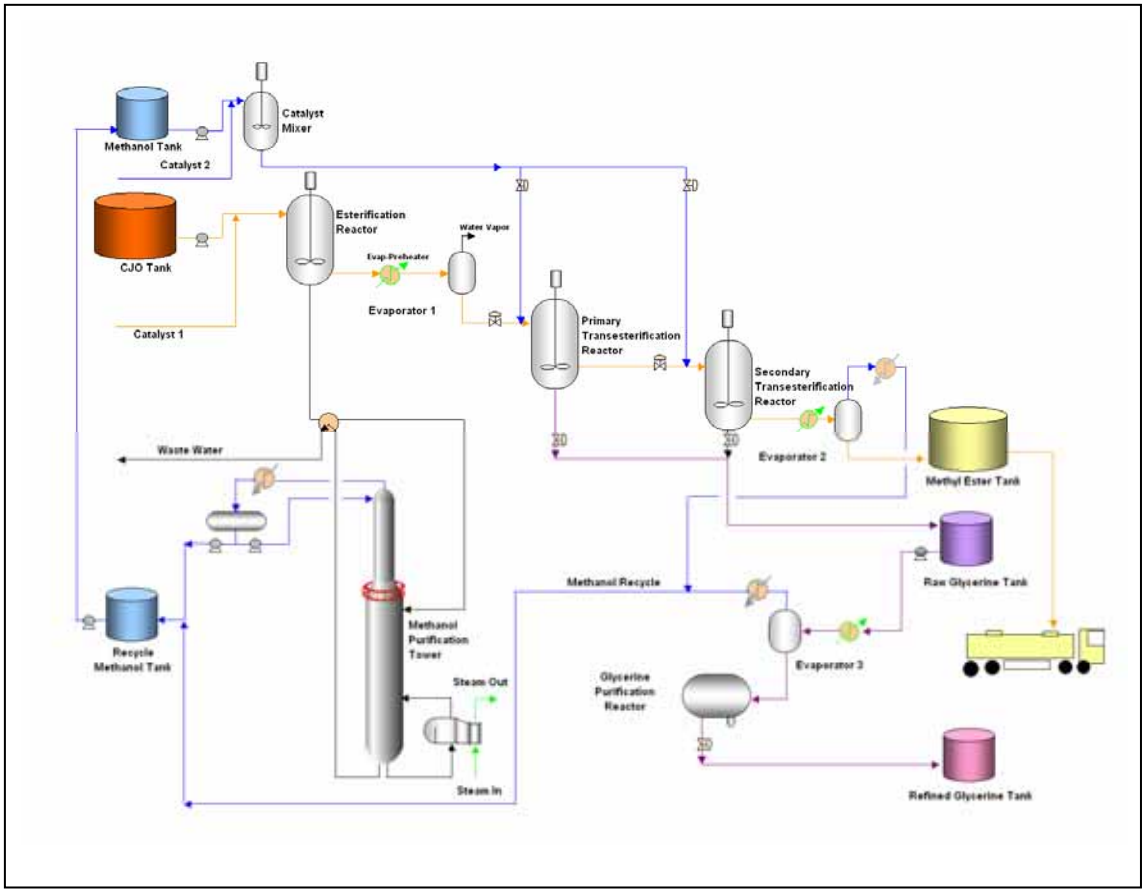


図 2.1 BDF 製造プロセス･フローチャート

ここに提案するプロセスはバッチ方式によるものである。最初の商業規模ジャトロファ BDF 事業はモデルとして商業規模の生産をバッチ方式によるのは、このモデル生産施設の稼動によってジャトロファオイルから BDF に至る過程での詳細データ集積を目的とするからである。このモデル事業を通じて得た経験･知見及び科学的データに基づき次の段階としての連続プロセス方式の生産施設設計に結びつけることとなる。

(6) JME-BDF 生産プラント諸元

図 2.2 に日量 100 トンの JME-BDF を製造するプラントの一般配置図を示す。表 2.3 に BDF 製造プラントを構成する主要機材をまとめた。

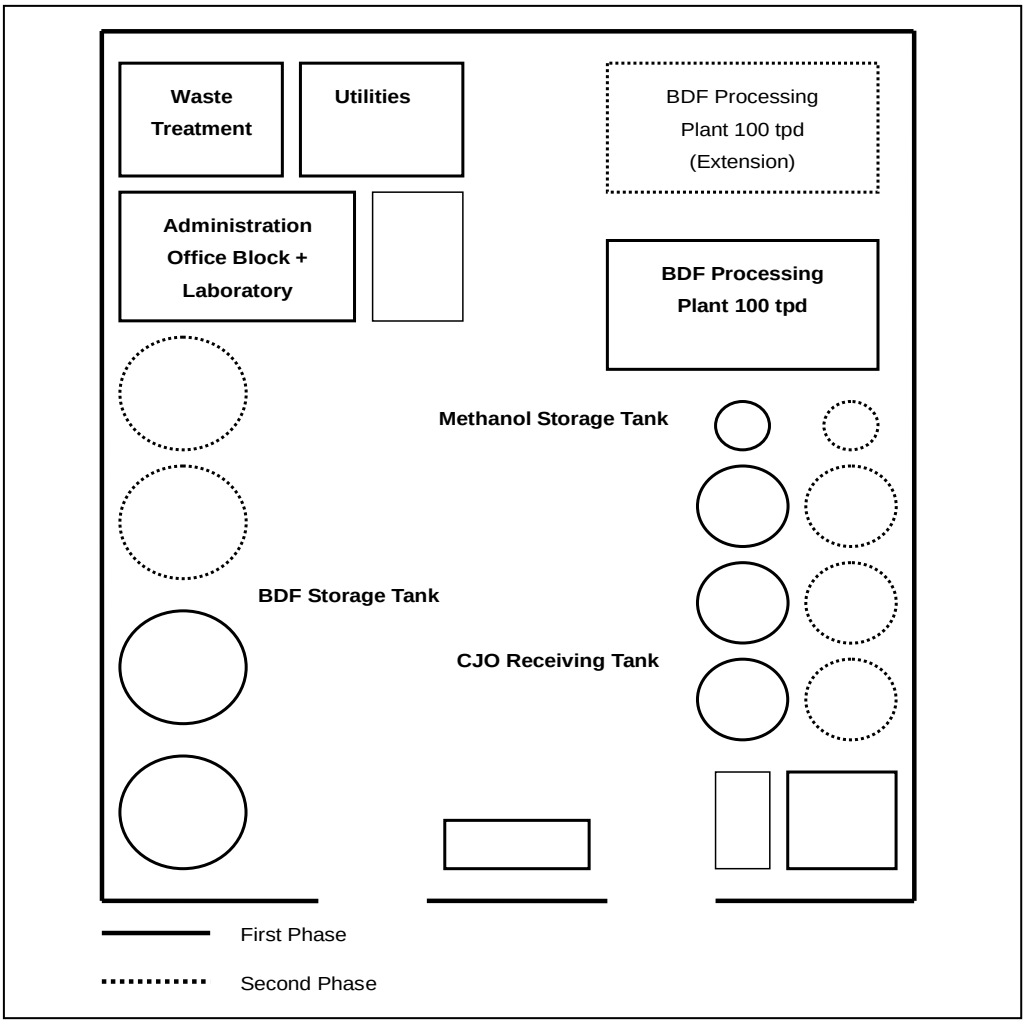


図 2.2 JME-BDF 生産プラント (概念設計、平面図)

表 2.3 BDF 製造プラント主要厚生施設諸元

主要設備	留意点
CJO 受け入れタンク	1 日 140 トン, 45 日分, 6,300 トン
触媒等保管設備	2 ヶ月分
エステル化変換設備	各種反応釜 5 基
グリセリン精製装置	1 基
製品貯蔵設備	1 日 100 トン、30 日分, 3,000 トン
出荷設備	タンク･ローリー用、同時に 3 台
運転管理施設	事務所棟、運転管理センター
保守管理施設	ワークショップ
変電･電源設備	2 次変電設備、非常用発電機 500kW
給水設備	10 トン高架 FRP 水槽
廃水処理施設	工業廃水基準に準拠

(7) 原油生産及び輸送計画

ジャトロファは年間降雨量が 600mm 程度であっても、少々の荒地であっても栽培が可能な植物である。過去タンザニアにおいてはキリマンジャロ州においてドイツ、スウェーデンの ODA や複数の国際 NGO によって主に地方部での過剰森林伐採を防止し、且つ所得向上を目的とする様々な活動が続けられて来ている。その活動の一つに、現地に自生するジャトロファを利用した石鹸製造、ランプや料理用の油製造がある。これらの NGO 活動が、ジャトロファをバイオディーゼル製造用の原料として本格的に捉えようとしたのはつい最近である。現在キリマンジャロ州のモシ(Moshi)には, NGO によって開発されたジャトロファ試験栽培地が約 30 ヘクタール存在している。一方、アルーシャ州の中心地アルーシャ市(Arusha)から西方約 80km に位置するモンドウリ村(Monduli)では民間企業による商業ベースでの本格的なジャトロファ栽培が始まろうとしている。この最初の本格的商業ベースでのジャトロファ栽培地の面積は約 3,000 ヘクタールである。

提案プロジェクトはモデル BDF 製造事業として計画する。原料生産地と BDF 生産及び大消費地が約 500km 離れているが、この距離でもシステムとして機能するならばタンザニア国中のどこのジャトロファ栽培適地とバイオディーゼル消費地間に距離があっても通用するモデルとなる。

図 2.3 に提案プロジェクトの原料供給地と BDF 製造プラント建設地の位置関係を示す。

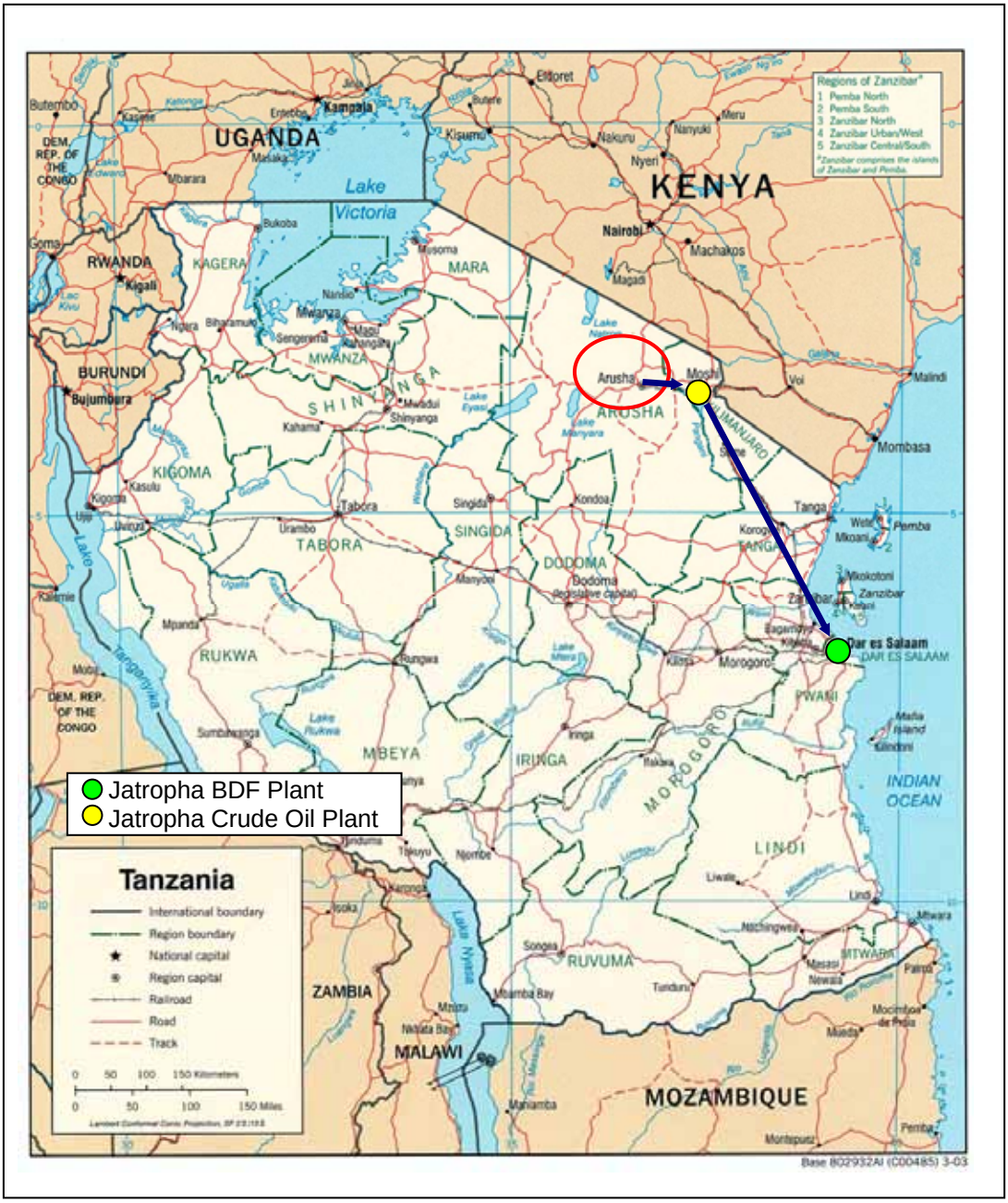


図 2.3 原料生産地と BDF 製造プラントの位置関係

提案するジャトロファ原油搾油工場と BDF 生産プラントとの距離は以下のとおりである。

1. **ダルエスサラーム～モシ間の距離** **約** 400km
2. **アルーシャ～ジャトロファ栽培中心地間の距離** **約** 150km
3. **合計** **約** 550km

(8) 製品需要予測と原料供給力の関係

タンザニアでの 2004 年における年間石油製品消費量の内陸上輸送用燃料は約 92 万トンである。この内ディーゼル燃料は約 65 万トンであった。2000 年から 2004 年のディーゼル消費量の推移をベースにした将来予測では 2010 年での年間ディーゼル消費量は約 130 万トン、2015 年では約 180 万トンとなる。

タンザニアの年間ディーゼル消費量は 2006 年現在で約 700,000 トンである。過去 10 年の消費量推移からの推計では 10 年後の 2015 年に同約 1,800,000 トンに達すると予測される。当初のバイオディーゼル混合比を 10%とすると 2015 年での年間バイオディーゼル総需要量は約 180,000 トンとなる。提案するプロジェクトでは年間約 33,000 トンのバイオディーゼルを生産する予定であるから、同規模のバイオディーゼルプラントを合計 5 - 6 基建設する必要がある。バイオディーゼル混合比を全体で 20%と想定するとバイオディーゼルプラントの所要生産能力は年間 360,000 トン又は日量 1,100 トン、合計 10 - 12 基となる。

日量 100 トンの BDF プラント一基の初期投資額は約 14 百万ドルであるので、混合率の目標を 10%とすると全国の消費を賄うには約 84 百万ドルの投入を必要とする。一方、年間のバイオディーゼル消費額は現在のディーゼル市場価格を適用すると約 200 百万ドルであるので事業採算性は確実である。この年間 200 百万ドルがディーゼルの輸入額ではなく、国内の生産額に転換するわけであるから、ジャトロファ・バイオディーゼル事業の国家経済に与える便益は巨大なものであることが窺えよう。

また、このバイオディーゼル需要(10%の場合)を賄うには約 150,000〜200,000 ヘクタールのジャトロファ栽培面積を要するが、タンザニアにおけるジャトロファ栽培適地は一般農業可耕地面積が約 8 百万ヘクタール、ジャトロファ栽培適地（年間降水量 600mm）は約 40 百万ヘクタールもあり、原料生産に要する土地面積には事欠かかない。このことからバイオディーゼル需要は巨大ではあるが、提案するプロジェクトがモデル事業として機能することにより同生産目標を円滑に達成することが可能となると考えられる。

(9) バイオディーゼルの流通価格

バイオディーゼル（ニート、100%）の流通価格は、ディーゼルの市販価格と同等又は若干下回る価格であるべきである。原油価格の高どまりは従来のバイオディーゼルは価格が高いという通念を変えた。提案プロジェクトではバイオディーゼルの流通価格をディーゼルの市販価格である TZS 1,100/リットルを 5%下回る TZS1,045/リットルとした。この流通価格から諸掛かり及び税金を差し引いた精油所出し値価格を TZS 720/リットルとすると財務的事業妥当性が認められる。

(10) ジャトロファ原油及び種子の価格

アルーシャにおいては現地 NGO の活動に支援されて、ジャトロファの種子から手動式の搾油機を用いてジャトロファ原油を採り、この油を元に石鹸、ランプ及び料理用の油等が家内工業レベルで生産されており地域の貧困削減手法として取り入れられつつある。この活動以外にジャ

トロファが商業的に活用されている例は無い。この活動に関係して少量ではあるが、ジャトロファの種子が 1kg あたり現在 TZS120 で取り引きされている。

(11) ジャトロファ種子の取引価格

ジャトロファ原油搾油工場はジャトロファ栽培地に配置する。表 2.4 にジャトロファ原油生産及び種子購入価格を示す。ジャトロファ原油搾油事業に要する初期投資額を約 3 百万ドルとし、プロジェクトライフを 15 年、目標内部収益率を 10%として、逆算により求められる種子買い付け価格は TZS130/kg となった。この価格は現在主な農家の現金収入となっているとうもろこしからのヘクタールあたりの年間収入に勝る。

さらに、ジャトロファ原油生産に付随するジャトロファ種の搾りかす等を生かして付加価値を付けることが可能となるとジャトロファ原油搾油業者が栽培農家からジャトロファ種を買い付ける際の買い付け価格をさらに引き上げることが可能となると考えられる。

提案事業の場合、日量 111 トンのジャトロファ原油を製造すると同約 233 トンの搾りかすが発生する。これは年間約 77,000 トンとなり、このまま放置するには行かない。この大量に発生する搾りかすの利用として以下の方策を提案する。この利用法等についてはさらなる研究を必要とするが、アルーシャにおいて切花栽培に用いられている若干のジャトロファの搾りかすを主材料とする肥料等を参考に多用な副産物を生産することが考えられる。この様に副産物に多様な付加価値を付けることによりジャトロファ種子の購入価格を引き上げること、ジャトロファ原油搾油事業の収益性を高め、且つ収入源を多様化することによる燃料価格の変動によるリスクの軽減を図ることが可能となると考えられる。

表 2.4 ジャトロファオイル生産事業概要

項 目	数量	単位	留意点
JME-BDF 生産量	100	トン/日	
BDF 生産稼働日数	330	日/年	8 時間、3 シフト
JME-BDF 年間生産量	33,000	トン/年	
JME-BDF 年間生産量	37,700	KL/年	
CJO 生産量	111	トン/日	
CJO 年間生産量	36,600	トン/年	
ジャトロファ種子購入量	122,200	トン/年	油留分 30%
搾りかす (Seed Cake) 生産量	233	トン/日	
搾りかす (Seed Cake) 年間生産量	77,000	トン/年	
CJO 価格	500	TZS/kg	
CJO 輸送コスト	14	TZS/kg	30 トンタンク車
ジャトロファ購入価格	130	TZS/kg	
搾りかす販売価格	470	TZS/kg	有機肥料として
内部収益率	10	%	

出典：調査団

1) 有機肥料として

ジャトロファの搾りかすに含まれる栄養素は鶏糞のそれを上回るとされており、実際に切り花の肥料として用いられている。

2) バイオマス発電の原料として

ジャトロファの搾りかすはバイオマス発電の原料として用いることが可能である。アルーシャで活動中の現地 NGO である KAKUTE Ltd.では、搾りかすをプラスティックバッグに投入し、これに牛糞及び若干の水を加えてメタンガスを発生させ、メタンガスを利用した料理用ストーブを用いて家庭用熱源とすることを目的とした小規模なメタン発生装置を開発している。この原理を用いてさらに規模の大きな熱源発生装置、さらに発電装置を開発することが可能であると思われるが本調査期間内では確たる提案が可能となるだけのデータはえられなかった。図 2.4 にジャトロファオイルの搾りかすを用いたメタン発生装置の原型を示す。

注：アルーシャで活動する現地 NGO である KAKUTE Ltd.にて撮影

図 2.4 ジャトロファ種の搾りかすを用いたメタン発生装置

3) ジャトロファの葉を原料として

ジャトロファには毒性があり、それ故ジャトロファは草食性野生生物の畑への侵入を防ぐ垣根としてアフリカでは用いられてきている。この毒性をうまく生かして有機殺虫剤を生産することが考えられている。

(12) 製品流通計画（サプライチェーン）

図 2.5 に原料から製品までの流通経路の概念を図示した。

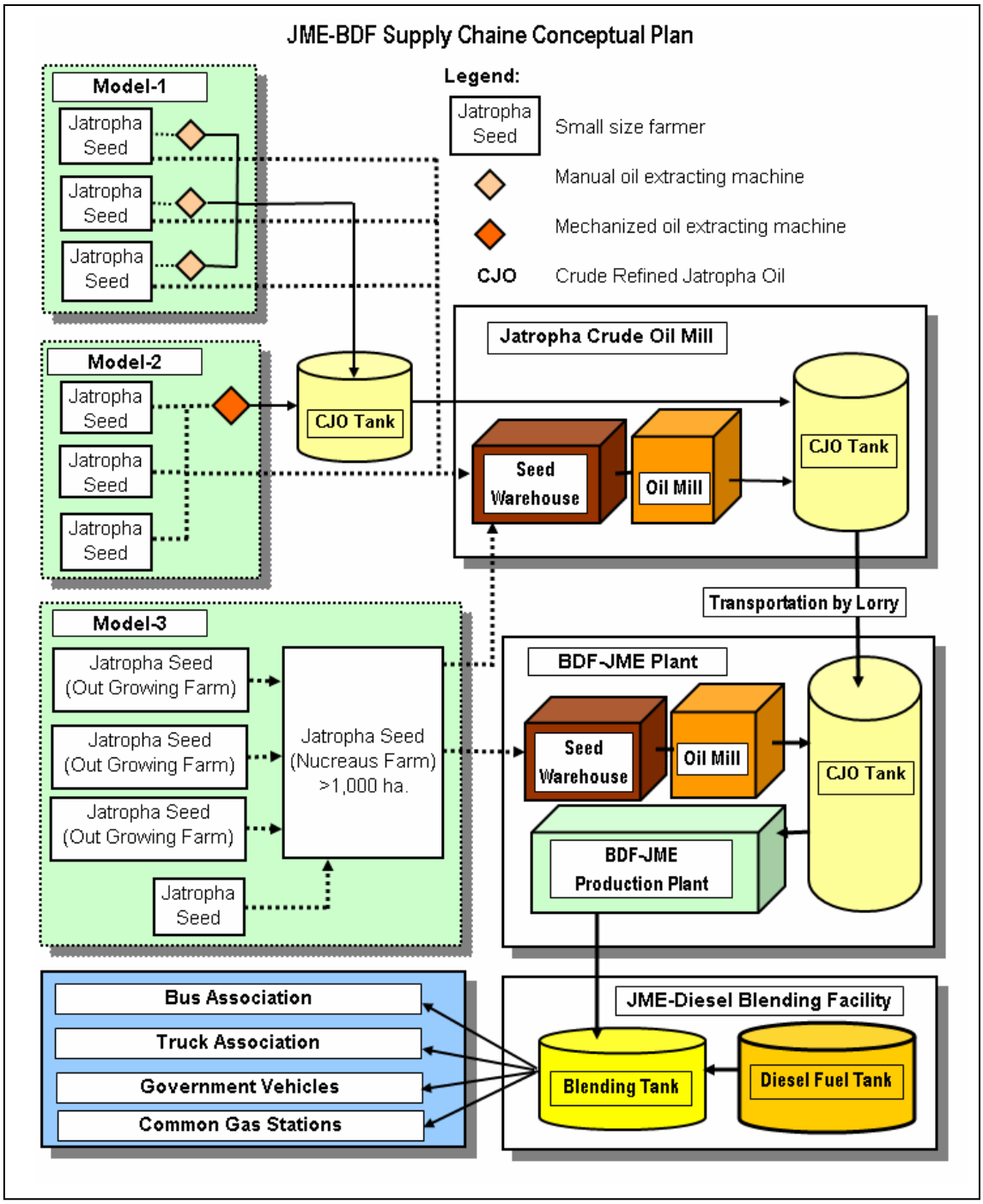


図 2.5 ジャトロファ種子･原油･BDF 製品の流通システム概念図

図 2.5 に示されるように、ジャトロファ原油の生産には概ね以下の三つのモデルが考えられる。

1. **モデル-1**：ジャトロファを栽培する小規模な生産農家が各自手動式ジャトロファ搾油機を用いて原油を搾油する。搾油した原油は最寄りのジャトロファ原油貯蔵施設（5-10 トン）に集荷される。遠隔地においてジャトロファを栽培する小規模農家が比較的散在している地域に適したモデルである。
2. **モデル-2**：ジャトロファを栽培する小規模な生産農家が比較的集合している場合、搾油機を共同購入することが考えられる。各農家から集荷されたジャトロファ種子は機械的に搾油され、原油は最寄りのジャトロファ原油貯蔵施設（5-10 トン）に貯蔵される。各農家が比較的集合的に存在しており組合の組織化が可能な場合に適したモデルである。
3. **モデル-3**：栽培面積が 1,000 ヘクタールを超えるような大規模なジャトロファ栽培農家が中核農家となり、その周辺に存在する小規模農家から生産される種子を中核農家が買い上げ一括して最寄りのジャトロファ原油搾油プラントの種子（原料）倉庫に持ち込むか、BDF 生産プラントが近くに存在する場合には直接 BDF プラントに種子を持ち込む。大規模ジャトロファ生産農家が存在する地域に適したモデルである。

図 2.6 にはアルーシャで既に用いられている手動式ジャトロファ搾油機を示す。この手動搾油機を用いると 1 日 8 時間労働で約 60kg のジャトロファの種子から原油を得ることが可能である。この原油を重力を利用した精油装置によって精製原油を得ることも可能である。

図 2.6 手動式ジャトロファ搾油機

ただし生産性は低く、相当な重労働の割には収入が低く一般的に普及するかどうかはさらなる実験が必要になるかも知れない。

図 2.7 は電動式のジャトロファ原油搾油機を示す。この電動式搾油機の電源は小型ディーゼルエンジン駆動発電機とし、同発動機の燃料をジャトロファ精油とディーゼルを 50/50 で混合したバイオディーゼル燃料とする。

注：インド製の電動搾油機の例

図 2.7 電動式ジャトロファ搾油機

(13) モデル BDF 製造・流通事業の流れ

1) 概略

提案するモデル BDF プロジェクトでは、アルーシャ市を中心とし半径 100km 内外にてジャトロファ栽培農家を組織し、アルーシャ市近郊にジャトロファ原油の集積タンク施設を設け、モシあるいはアルーシャ市近郊にジャトロファ種子倉庫、ジャトロファ原油貯油タンク及び大型電動搾油機を備えたジャトロファ搾油プラントを設置する。

2) 原料生産

アルーシャ市から西南に約 70km に位置する Monduli 地区を中心とする約 50,000 ヘクタールの未利用地をバイオディーゼル製造用原料生産に特化したジャトロファ栽培地として開発する。ジャトロファ栽培農家は栽培面積の規模によって流通組織を編成するか単独でジャトロファ原油搾油業者との調整可能固定価格システムを採用する長期販売購入契約に基づき種子のままか、又は搾油し精製した原油を納入する。納入に当たっての集荷及び陸上輸送はそれぞれの組織間で適宜決定する。ジャトロファ生産農家又は組織は生産した種子の全量をジャトロファ原油搾油業者に納入する必要は無い。両者間で合意した納入量を上回る原油についての加工・販売についてはジャトロファ生産組織の自由意志によるものとする。

3) ジャトロファ原油搾油プラント

アルーシャ近辺及びモシ近辺のジャトロファ栽培地から集荷されるジャトロファ精製油及び種子は一旦モシあるいはアルーシャ市近郊に設けるジャトロファ原油搾油工場に集荷され、一定の水分含有量以下に天日乾燥させた種子は種子倉庫に、検品したジャトロファ原油（精油）は原油貯油糟に貯蔵される。貯蔵したジャトロファ種子は適宜搾油されジャトロファ原油

とし精油され同貯油糟に貯蔵される。

4) 原油輸送

モシあるいはアルーシャ市近郊のジャトロファ原油搾油工場に一旦貯蔵されたジャトロファ原油は、ダルエスサラーム市近郊に設置した BDF 製造プラントにトラック輸送する。

5) BDF 製造

モシ市より搬入されたジャトロファ原油はダルエスサラーム近郊に設置した BDF 製造プラントの原油受け貯油糟に納入される。原油貯油糟に貯蔵された原油を用いて BDF を製造する。製造された BDF は検品後一旦製品貯油糟に貯蔵され出荷を待つ。

6) バイオディーゼル生産及び流通

製造された BDF は長期販売購入契約に基づき石油製品流通企業に販売される。石油製品流通企業は自己の責任においてこれをディーゼルと一定量混合し販売する。事業開始当初はこれら石油流通企業と大口需要家との間での長期購入販売契約（Off-take Contract）によるものとする。BDF 事業が総合的なシステムとして機能することが確認できた段階で一般ガソリンスタンドを通じて他の石油製品と同様に流通・販売することとする。

(14) グリセリン販売計画

過去 10 年程の間にヨーロッパ諸国では菜種油、ひまわり油を原料とするバイオディーゼル燃料の消費が劇的に増加し、2005 年では約 3.4 百万 KL に達した。バイオディーゼルを製造する場合にはその製品重量の約 10%に相当するグリセリンが副産物として生産されることになる。このことからグリセリンは供給過剰に陥っており 10 年前には国際市場価格はトン当たり約 1,200 米ドル程であったのが、現在では約 300 米ドルと激しい値崩れを起こしている。このことからグリセリンの販売については積極的に市場を開発するよりも焼却するか、ジャトロファの絞り粕と適量混合することにより家庭用固形燃料を製造する。タンザニアでは地方部だけでなく都市においても家庭では今尚薪炭を大量に使用しており、これが森林面積の減少の主な原因となっている。ジャトロファを集荷しジャトロファ原油搾油プラントへ搬入した帰り便を利用してこの家庭用固形燃料をジャトロファ栽培地付近に輸送し流通することによって地方部での薪炭利用量を低減する。

(15) ジャトロファ原油及びジャトロファ・バイオディーゼルの性状

ジャトロファの英語名は、Jatropha Curcas であり、南洋アブラギリという和名もある。ジャトロファは痩せた、降雨量が少ない荒地でもよく育ち旱魃にも強い。背が低く(2m)収穫がし易い植物である。毒性があり、大部分の品種は食用ではない。寿命は 50 年以上と長く、栽培にも手間はかからない植物である。ジャトロファは他の植物と異なり、根が垂直に生えるのが特長であり、そのため旱魃・風にも強い。タンザニアでの収穫期は、5 月～8 月、11 月～2 月の 2 つの季節がある。タンザニアには昔から自生していることが確認されており、家や畑の作物を草食野生動物や放牧牛の侵入から守るための垣根などに使われるなど用途は限られているが、近年、種子から採った油が石鹸等の製造に使われ始めている。

ジャトロファとオイルパームの植生を比較した表 2.5 に示す。

表 2.5 ジャトロファとパームの植生の比較

比較項目	ジャトロファ	パーム
植生	荒地でも栽培可、森林伐採の必要性無し。挿し木が可能。	一定量以上の雨と日照時間、土壌条件が必要。 →Reputation Risk あり
栽培	背が低く、収穫がし易い。また毒性があるので、雑草・害虫のケアが少なくて済む？	背が高く、収穫効率が悪い。農薬・肥料のコスト高い。
寿命	50 年以上	20～25 年
高さ	2m	5～8m
結実時期	3 年	4 年
1 ha 当たりの木の数	1,300～2,500 本	120～160 本

データ：三菱商事

実用段階において、ジャトロファとパームの性質を比較した表を以下に示す。単位面積当たりの収穫量は、パームと比較しても遜色のない値を示しているが、一部の品種ではパーム以上の単位収量を持つものもある。ジャトロファ油は、不飽和脂肪酸が多いので融点が低く、低温でも液体状態を保ち、実用性が高い。他方、パーム油は融点が高く低温で容易に固形化するので寒冷地での利用には問題がある。一方、ジャトロファには毒性があり、食用には全く適さないが、経済的な排水処理が可能であるかどうかという懸念もある。

表 2.6 ジャトロファとパームの実用性の比較

比較項目	ジャトロファ	パーム
用途	毒性があり食品用途は不可。	現在、食品が主要用途 →Reputation Risk あり
種子・花房当たりの油収率	30～40%	22%
1 ha 当たりの年間油収率	0.3～4.5t/ha ＊1	4～7t/ha
不飽和脂肪酸	70～80%	45～50%
油のコスト(栽培～搾油)	150～250$/t ＊2	180～220$/t
絞りカス	種の６０～７０%。肥料や燃料用途可	果房の２０%。肥料・燃料以外に飼料用途あり。
BDF 加工コスト	通常プロセス？？（排水処理が可能か懸念）	通常プロセス
BDF 副産物グリセリン	食品・医薬用途は不可？？	食品用途可
BDF 特性	低温特性に優れる	-

* 1 試験値であり、一定の面積の農園で再現性のある値ではないと推測。種類や灌漑・土質により大きくばらつく。
* 2 初年度は 550$/t のコストがかかる。

データ：三菱商事

ジャトロファ原油と軽油(ディーゼル油)の性状を比較は表 2.7 に示すとおりである。ジャトロファ原油は軽油に比べて着火温度が高く、セタン値も高い。硫黄濃度が低く排気ガスがよりクリーンであるだけでなく、温室効果ガスの発生を抑えることも期待できる。

表 2.7 ジャトロファ原油と軽油の性質の比較

比較項目	ジャトロファ原油	軽油
比重 (gr/mL)	0.918	0.841
硫黄濃度 (ppm)	0.13	1.2
カロリー値 (kkal/kg)	9470	10170
着火温度 (oC)	240	50
セタン値	51	50

データ: 三菱商事

(16) バイオディーゼル生産プラント設備投資額

提案プロジェクトの BDF プラント建設費 (初期投資額) は総額約 14 百万米ドルである。表 2.8 に建設費の概略内訳を示す。

表 2.8 BDF 製造プラント建設費

項目	概略諸元	米ドル
BDF 製造プラント	日量 100 トン	9,300,000
土木・建築工事費	事務所棟他	3,000,000
エンジニアリング費	事業費の約 10%	1,200,000
予備費	事業費の約 10%	500,000
合計		14,000,000
合計 (円貨相当)		約 16 億円

出典:調査団

(17) バイオディーゼル生産プラント操業・維持費

1) 原料価格

ジャトロファの大規模な商業的ないし工業的な利用はバイオディーゼルの生産以外に考えられない。このことからジャトロファ種子及びその原油の価格は BDF 製造事業が財務的妥当性を確保できる範囲でバイオディーゼルの販売価格、製造コストとの関係で逆算によって求める。この方法によるジャトロファ原油の購入価格は工場持込価格で TZS500/kg となる。

2) ユーティリティー所要量及びコスト

BDF 生産量を日量 100 トンとした場合のユーティリティー所要量及びコストは表 2.9 のとおりである。

表 2.9 ユーティリティー所要量及びコスト

項目	所要量	単位	US$/日	US$/年間
電力	1,060	KWh/日	125	41,200
重油	427	Kg/日	300	99,000
水	3,180	立米/日	130	42,900
蒸気	33,840	Kg/日	10	3,300
窒素	50	N 立米/日	270	89,400
合計				276,000

出典：調査団

3) 触媒等化学品所要量及びコスト

提案プロジェクトの日量 100 トン級 BDF プラントの操業に必要な化学品及び経費の内訳を表 2.10 にまとめた。

表 2.10 触媒等化学品所要量及びコスト

項目	所要量	単位	US$/日	US$/年
HCl	500	Kg/日	250	82,500
NaOH	75	Kg/日	30	9,900
触媒	80	Kg/日	180	59,400
メタノール	5,000	Kg/日	4,000	1,320,000
活性炭	10	Kg/日	25	8,200
H3PO4	45	Kg/日	40	13,200
漂白剤	570	Kg/日	120	39,600
合計				1,536,000

出典：調査団

4) BDF 製造プラント操業人件費及び維持管理費

提案プロジェクトの日量 100 トン級 BDF プラントの操業に必要な人員数及び人件費、一般管理費及び施設維持管理費を表 2.11 にまとめた。

表 2.11 BDF 製造プラント操業維持管理費

項目	員数	単位	US$/年
労働者	30	人	57,000
管理者	4	人	23,000
一般管理費		年	180,000
施設維持費	3%	初期投資額	420,000
合計			680,000

出典：調査団

注：一般管理費には海外直接投資を行う日本企業の本社関連経費を含む事とする。

(18) 事業実施スケジュール

提案プロジェクトの暫定実施スケジュールは以下の図 2.7 のとおりとする。

西暦	2007			2008				2009		
四半期	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
詳細 F/S										
環境アセスメント										
建設予定地整備										
詳細設計										
プラント資機材制作										
機器輸送										
機器据付工事										
試運転･操業準備										

図 2.8 暫定事業実施スケジュール

2.2 使用する方法論

ジャトロファを原料とするバイオディーゼル燃料の製造および使用に関する方法論で、UNFCCC に承認されたものは現在のところ存在しない。しかしながら、これまでに本提案事業に適用できるいくつかの方法論が提案されている。本調査においては、このうち以下の方法論を使用した。新方法論の番号、タイトルは下記のとおりである。

参照番号 ： NM0108-rev
タイトル ： Production of biodiesel from perennial non-edible oil crops for use as fuel

2.3 適用可能条件の検討

使用した新方法論の適用可能条件は以下のように示されている。本提案事業はこれらの条件を満たしているため、この方法論を使用できる。

1. バイオディーゼルプラント

a) プロジェクト活動は、メタノールを用いて植物起源の油および油脂をエステル交換するバイオディーゼルプラントの建設と稼働を含む。

b) バイオディーゼルプラントは、種子から油を抽出するための圧搾機を含むこと、かつ/または、他の場所で抽出された油を加工すること。

c) プラントでの原料や製品の貯蔵や処理においては、メタンの放出がないものとする。特に、プラントで生成される種子の絞り粕（シードケーキ）は好気的に処理されるか（例えば、田畑などに直接戻す。あるいはコンポスト化した後に戻す。）、嫌気的に処理された場合に発生するメタンは完全に捕捉され燃焼されるものとする（例えば、エネルギー生成のための消化槽の利用など。）

2. 消費者

a) バイオディーゼルは特定された消費者、かつ/または、不特定消費者に販売することを目的とした特定された小売業者に供給されること。

b) ベースライン燃料は化石燃料起源の軽油とする。この条件を満たさない量のバイオディーゼルについては、排出削減量の算定から差し引かれることとする。

c) 小売業者から不特定消費者に供給されるバイオディーゼルには、次の条件を適用する。

- バイオディーゼルは化石燃料起源の軽油と混合して供給される。また、混合割合は、化石燃料起源の軽油と比較して、価格や特性が大きく異ならないことを保証する程度に低いこととする。許容最大混合割合のデフォルト値は体積で 10%とする (B10)。
- 軽油との混合は生産者あるいは生産者と契約した第 3 者が実行するものとする。これは混合割合が検証できるようにするためである。

d) 特定された消費者に供給されるバイオディーゼルには、次の条件を適用する。

– バイオディーゼルは輸送用燃料あるいは固定燃焼装置用に用いられること。
– バイオディーゼルはピュア (B100) または化石燃料起源の軽油と混合して用いられること (例えば、B5、B10、B20 等)。
– バイオディーゼルがピュアまたは B10 以上で消費される場合には、化石燃料起源の軽油がシナリオ分析を通してベースライン燃料として特定されるものとする。

e)バイオディーゼルの他国への輸出は制限されるか、計上される。

– ホスト国内で運用する特定された消費者は、契約によりホスト国内でバイオディーゼルを消費しなければならない。
- 小売業者は、契約によりホスト国内でバイオディーゼルを販売しなければならない。
- 生産者により輸出されたバイオディーゼルは、明確に特定され、排出削減量の算定において差し引かれなければならない。

3. 原料

a) プラントでは、Pongamia pinnata や Jatropha curcas 等の主に非食用の多年性作物の油や種子を加工する。

b) 製品作物の地理的起源や供給者は特定されなければならない。

c) 油糧種子は、既在の油糧樹木 (自生または人手によるプランテーション) から収穫されるか、プロジェクト活動によって誘発された専用プランテーションで生産されること。

d) 既存の樹木から収穫される場合、油糧種子は既存の用途を転換することなく余剰に得られること。

e) 専用プランテーションの場合は、荒地、極めて荒廃した土地、鉄道沿線等の限界耕作地、境界地等に限ること。

f) プランテーションでの窒素 (N) 投入量がモニターできること、あるいは、プランテーションでの全窒素投入量が、バイオディーゼルプラントが原料を調達する地域で油 1 トンの生産量あたり 120kgN を超えるか否かを保守的な観点から決定するために十分な情報が得られること。

g) 上記の条件を満たさないプロジェクト活動によって生産される作物は、排出削減量の算定から差し引かれること。例えば、ひまわり、大豆などの一年生作物や食用作物、工業プロセスからの廃油、廃油脂などが加工されるかもしれないが、これらからは CER は得られないものとする。

h) メタノール以外のアルコール（例えばエタノール）を用いて製造されたバイオディーゼルは、排出削減量の算定から差し引かれること。

4. CER の所有者

a) プロジェクト参加者はバイオディーゼルによって代替された化石燃料からの直接的な CO_2 排出量に関してのみ CER を請求できる。CER は次の場合に請求できない。(i)バイオディーゼルが非エネルギー目的として消費された場合、(ii)代替された化石燃料の生産に関わるライフサイクル排出量の削減量、(iii)グリセロールや油分を抜いた種子絞り粕等のバイオディーゼルの副生成物の利用。

b) プロジェクト参加者は特定されたバイオディーゼル消費者および小売業者と契約を結び、小売業者は代替された化石燃料に関する CER を請求しないこと。

c) この方法論は、プロジェクト参加者あるいはその他の組織が、承認された植林や再植林の方法論を用いて、多年性の油糧作物のプランテーションに伴う CO_2 吸収を請求する権利を害するものではない。同様に、他の承認された方法論を用いて、生物起源のメタノールがディーゼル生産に使用された場合に、このメタノールの生産者が CER を請求する権利を害するものではない。（生物起源のメタノールは本方法論では化石燃料起源として扱われている。）

2.4 ベースラインの設定

使用した方法論では、本 CDM プロジェクトがなかったとした場合のベースラインシナリオは、(i)バイオディーゼルの生産プラント（「生産」）、および、(ii)バイオディーゼルの消費者（「消費」）のそれぞれについて特定することとされている。それぞれのベースラインシナリオは下表の複数のシナリオから特定する。

No.	「生産」シナリオ	説明
P1	プロジェクト活動が CDM なしに実施されるシナリオ	セクション 2.6 にて詳細に記述する。
P2	バイオディーゼルプラントで他の原料が用いられるシナリオ（例えば、廃油や食用作物の残渣等）	ジャトロファの栽培を計画している地域では、バイオディーゼルの原料となり得る他の原料はない。また、バイオディーゼルを生産するための食用油も得られない。このためこのシナリオは現実的ではない。
P3	バイオディーゼルプラントが他の規模で建設されるシナリオ	セクション 2.6 で解析されるように、プロジェクト活動は CDM なしには実現できない。また、プラント規模がより小さい場合、収益性はさらに低い。このためこのシナリオは現実的ではない。
P4	バイオディーゼルプラントが建設されないシナリオ	P1 から P3 が現実的ではないため、このシナリオが最も可能性が高いベースラインシナリオである。

No.	「消費」シナリオ	説明
C1	プロジェクト活動が CDM なしに実施されるシナリオ	セクション 2.6 にて詳細に記述する。

C2	バイオディーゼルが他から供給されるシナリオ	タンザニアにおけるエステル交換技術を用いたバイオディーゼル生産の状況は、研究開発あるいはフィールドテストの段階にある。このため、未だ商業目的の供給はなされておらず、タンザニア政府はバイオディーゼルを普及させるために諸外国から技術的あるいは資金的な援助を必要としている。このためこのシナリオは現実的ではない。
C3	消費者が現在使用している燃料を継続して使用するシナリオ	消費者は現在、化石燃料起源の軽油を使用している。輸送用の他の燃料としては CNG や LPG があるが、これらはタンザニアにおいては現在使用されていない。また、これらを供給するためのインフラ整備等に関する詳細な計画もない。このため、消費者は化石燃料起源の軽油を継続して使用すると考えられる。このシナリオが最も可能性が高いベースラインシナリオである。
C4	消費者が他の燃料に転換するシナリオ	消費者は現在、化石燃料起源の軽油を使用している。輸送用の他の燃料としては CNG や LPG があるが、これらはタンザニアにおいては現在使用されていない。また、これらを供給するためのインフラ整備等に関する詳細な計画もない。このためこのシナリオは現実的ではない。
C5	消費者が輸送業務の一部あるいは全部を廃止するシナリオ	消費者は輸送業務を継続する。たとえ将来保有車両台数が減ったとしても、化石燃料起源の軽油の消費量は本提案プロジェクトによって供給される JME と比較し十分な量である。

以上より、「生産」、「消費」のそれぞれについて、P4、C3 がベースラインシナリオとして特定される。

P4: バイオディーゼルプラントは建設されない
C3: 消費者は現在の燃料、すなわち化石燃料起源の軽油を継続して消費する

2.5 プロジェクト・バウンダリーの設定

プロジェクト・バウンダリーの空間的な範囲は以下を含む。

- エステル交換装置を含むバイオディーゼル生産プラント
- バイオディーゼル生産プラントへ油を供給する上流側の圧搾プラント
- バイオディーゼルを消費する車両

このバウンダリーに含まれる関連する排出源は下記のとおりである（詳細は以下の表に示す）。

- バイオディーゼルプラントで消費される燃料および電力
- 上流側の圧搾機で消費される電力
- バイオディーゼルの燃料に伴う排出

油糧作物の耕作に伴う排出はプロジェクト・バウンダリー外とするが、リーケージとして扱う。メタノールの生産や油糧作物の輸送についても同様に扱う。

方法論に従い、以下のプロセスはプロジェクト・バウンダリーから除外した。

- 消費者や小売業者へのバイオディーゼルの輸送
- バイオディーゼルプラントへの他の投入資材の準備からの排出（例えば、メタノールの生産）
- バイオディーゼルプラントでの副生成物の処理等（グリセロール、種子絞り粕）

	排出源	ガス	バウンダリー Yes/No	説明
ベースライン	自動車でのバイオディーゼルの消費	CO_2	Yes	ベースライン排出量の主要な排出源。
		CH_4	No	排出量は小さく、プロジェクト活動と系統的な差は無い。
		N_2O	No	排出量は小さく、プロジェクト活動と系統的な差は無い。
プロジェクト活動	バイオディーゼルプラントでのエネルギー消費	CO_2	Yes	オンサイトの燃料消費量と系統電力の生産（消費）。
		CH_4	No	オンサイトの燃料消費量と系統電力の生産（消費）に伴う排出は無視できる。
		N_2O	No	オンサイトの燃料消費量と系統電力の生産（消費）に伴う排出は無視できる。
	圧搾機（上流側）	CO_2	Yes	デフォルト値を用いた電力消費量が含まれる。
		CH_4	No	無視できるほど小さい
		N_2O	No	無視できるほど小さい
	自動車でのバイオディーゼルの消費	CO_2	Yes	エステル化に用いられるアルコールに含まれる化石燃料起源の炭素。他のバイオディーゼル中の炭素分はカーボンニュートラルである。
		CH_4	No	排出量は小さく、ベースラインシナリオと系統的な差は無い。
		N_2O	No	排出量は小さく、ベースラインシナリオと系統的な差は無い。

2.6 追加性の証明

方法論では、提案するプロジェクトの追加性を CDM 理事会による“Tool for the demonstration and assessment of additionality (Annex 1, EB16)”を用いることとされている。これに基づき、本プロジェクトの追加性を以下のように証明する。

Step 1: 法に合致するプロジェクト代替案の特定

本プロジェクト活動の代替案として現実的で信頼性のあるものとしては、以下に示す 3 つのシナリオがある。

a) 提案されたプロジェクト活動が CDM プロジェクトとして実施されない

b) 化石燃料起源の軽油の消費が継続される
c) 化石燃料起源の軽油が CNG、LNG、LPG によって代替される

上記の全ての代替案はタンザニアにおける種々の法に従うものである。2.4 に詳細を示したとおり、プロジェクト活動がなかったとした場合の温室効果ガス排出量を示すベースラインシナリオは、化石燃料起源の軽油の使用の継続であり、提案されたプロジェクト活動は唯一の代替案ではない。このため本プロジェクトは本ステップの条件をクリアする。

Step 3: バリア分析

追加性ツールでは「Step 2: 投資分析」または「Step 3: バリア分析」のいずれかを選定するようになっている。ここでは、本プロジェクトがタンザニアにおいてこの種の分野に置いて初めての事業であり、種々のバリアがあることから、「Step 3: バリア分析」を選択した。本プロジェクトにおいては、以下のバリアが特定された。

(1) 投資バリア
タンザニアにおいてバイオディーゼルプロジェクトを実現させるためにはいくつかのリスクがある。本プロジェクトはタンザニアにおいて同種の事業としては初めてのものである。また、エステル交換技術を用いたバイオディーゼル生産は、タンザニアにおいては、研究開発あるいはフィールドテストの段階である。アルーシャ地域では燃料等を使用しない手作りのバイオディーゼルが生産されているが、家庭用の燃料として用いられている程度である。このため、商業的な目的でのバイオディーゼルの供給は未だ進んでおらず、タンザニアにおいてはバイオディーゼル生産技術は新しい技術としてとらえられている。このようなリスクから、投資家に対してバイオディーゼルプロジェクトへの投資を呼び込むことは非常に困難である。

(2) 技術バリア
既に記したように、本プロジェクトはタンザニアにおいて同種の事業としては初めてのものである。このため、バイオディーゼルを生産し、使用した経験が無い。さらに、バイオディーゼルプラントを運用・管理するための技術力の高い労働者やその訓練が必要とされる。

(3) 慣習によるバリア
国や一部の NGO 等ではバイオディーゼルの導入に向けて前向きに取り組んでいるものの、上述の技術的な問題点などから、タンザニアにおいては化石燃料起源の軽油からバイオディーゼルに転換する意欲が低い。この原因の一つとしては、バイオディーゼルに関連する技術に関して適切な経験がないことから、バイオディーゼルが自動車のパフォーマンスを落とすのではないかといった懸念があることがあげられる。このため、多くの自動車所有者は軽油の使用を続けている。

ベースラインシナリオは、化石燃料起源の軽油を継続である。上記の各種バリアはこれを妨げるものではないため、このため本プロジェクトは本ステップの条件をクリアする。

Step 4: 通常業務分析 (Common practice analysis)

既に記したように、タンザニアにおいては同種の事業はこれまでに実現されておらず、本プロジェクトが実現されれば初めてのものとなる。

Step 5: CDM 登録の効果

CDM プロジェクトとして実施することで、技術的なバリアあるいは投資のバリアが軽減される。また、本プロジェクトが CDM プロジェクトとして承認・登録された場合、先進国から技術的な支援を受けたバイオディーゼルプラントが整備され、排出削減量の売却による収益によりバイオディーゼルの販売価格を低減させることにつながる。これによってバイオディーゼルが市場に普及することになる。

提案プロジェクトは、上記の Step 1 から Step 5 を満たすため、追加的であることが証明される。

2.7 プロジェクト実施期間／クレジット獲得期間に関する調査

プロジェクト実施期間はプラント等機器類の償却期間を会計ルール上のプラント類原価償却期間と同じ 15 年とし、クレジット獲得期間は操業後 10 年とした。

2.8 プロジェクト実施による GHG 削減量

2.8.1 ベースライン排出量

方法論では、以下の項目についてベースライン排出量を計算する。

- ジャトロファ・メチル・エステルと軽油との効率乗数 (質量ベース)
- ベースライン排出量

a) ジャトロファ・メチル・エステルと軽油との効率乗数 (質量ベース)

$$efm_m = \frac{NCV_{JME}}{NCV_{PD}}$$

ここで:

NCV_{JME} : ジャトロファ・メチル・エステルの総カロリー値（kkal/kg）

NCV_{PD} : 軽油の総カロリー値（kkal/kg）、プロジェクト開始時の国家データを用いる。

項目	値	出典
NCV_{JME} ：ジャトロファ・メチル・エステルの総カロリー値（kkal/kg）	9,470	J. B. Kandpal dan Mira Madan (1994), Jatropha curcus : a renewable source of energy for meeting future energy needs（ジャトロファオイルの値を使用した。）
NCV_{PD} ：軽油の総カロリー値（kkal/kg）	10,170	J. B. Kandpal dan Mira Madan (1994), Jatropha curcus : a renewable source of energy for meeting future energy needs（ディーゼルオイルの値を使用した。）
efm_m ：ジャトロファ・メチル・エステルと軽油との効率乗数（質量ベース）（kg/kg）	0.93	計算値： =9,470 / 10,170

b) ベースライン排出量

$$E_{BL_y} = M_{JME_y} \times efm_m \times EF_{PD} \times 44/12$$

ここで:

E_{BL_y} ：ベースライン排出量（t CO_2）
M_{JME_y} ：ジャトロファからバイオディーゼル（単体,混合前） 生産量（t）
efm_m ：ジャトロファ･メチル･エステルと軽油との効率乗数（質量ベース）（kg/kg）
EF_{PD} ：軽油の炭素含有量（t C /t）※
44/12 ：炭素量をCO_2量に換算する係数
※軽油の炭素含有量 は国家データあるいはIPCCのデフォルト値を用いる。

項目	値	出典
M_{JME_y} ：ジャトロファからバイオディーゼル(単体,混合前) 生産量（t）	33,000	現時点での推定値： =100(t/day) x 330(day)
efm_m ：ジャトロファ・メチル・エステルと軽油との効率乗数（質量ベース）（kg/kg）	0.93	計算値
EF_{PD} ：軽油の炭素含有量（t C /t）	0.87	IPCC データ
E_{BL_y} ： ベースライン排出量（t CO_2）	97,901	計算値： =33,000 x 0.93 x 0.87 x 44/12

c) 合計

ベースライン排出量は以下のとおりである。

E_{BL_y} = 97,901 tCO_2e/年

2.8.2 プロジェクト排出量

プロジェクト排出量は以下のとおりである。
方法論では、以下の項目についてプロジェクト排出量を計算する。

- バイオディーゼルプラントにおける燃料使用に伴う CO_2 排出量
- バイオディーゼルプラントにおける電力使用に伴う CO_2 排出量
- メタノール使用に伴う CO_2 排出量

a) バイオディーゼルプラントにおける燃料消費に伴うCO_2排出量

$$E_{P_fuel_y} = \left(M_{P_fuel_expel_y} \times \frac{M_{Oil_ester_y}}{M_{Oil_expel_y}} + M_{P_fuel_other_y} \right) \times EF \times 44/12$$

ここで:

$M_{P_fuel_expel_y}$： 圧搾機の重油消費量（t）
$M_{Oil_ester_y}$： エステル交換過程での燃料消費量（t）
$M_{Oil_expel_y}$： 圧搾過程での燃料消費量（t）
$M_{P_fuel_other_y}$ ： 圧搾機以外での重油消費量（t）
EF： 重油の炭素含有量（t C/t）

項目	値	出典
$M_{P_fuel_expel_y}$： 圧搾機の重油消費量（t）	141	現時点での推定値 ： =427(kg/day) x 330(day)
$M_{Oil_ester_y}$： エステル交換過程での燃料消費量（t）	1.0	1.0 と仮定した。
$M_{Oil_expel_y}$： 圧搾過程での燃料消費量（t）	1.0	1.0 と仮定した。
$M_{P_fuel_other_y}$： 圧搾機以外での重油消費量（t）	0	0 と仮定した。
EF_i： 重油の炭素含有量（t C/t）	0.85	IPCC データ （残さ油の値を使用した。）
EP_fuel_y ： バイオディーゼルプラントにおける重油消費に伴う発生量（t CO_2）	439	計算値 ： =141 x 0.85 x 44/12

b) バイオディーゼルプラントにおける電力消費に伴うCO_2排出量

$$E_{P_elec_y} = (Q_{P_elec_expel_y} \times \frac{M_{Oil_ester_y}}{M_{Oil_expel_y}} + Q_{P_elec_other_y}) \times EF_{Elec}$$

ここで:

$Q_{P_elec_expel_y}$ ： 圧搾機の電力消費量（MWh）
$Q_{P_elec_other_y}$ ： 圧搾機以外の電力消費量（MWh）
EF_{Elec}： 電力の温室効果ガス排出係数（kg CO_2 /MWh）

項目	値	出典
$Q_{P_elec_expel_y}$:圧搾機の電力消費量（MWh）	350	推定値 ： =1,060(kWh/day) x 330(day)
$Q_{P_elec_other_y}$:搾油機以外の電力消費量 （MWh）	0	0 と仮定した。
$M_{Oil_ester_y}$： エステル交換過程での燃料消費量（t）	1.0	1.0 と仮定した。
$M_{Oil_expel_y}$： 圧搾過程での燃料消費量（t）	1.0	1.0 と仮定した。
EF_{Elec} ： 電力の温室効果ガス排出係数（kg CO_2 /MWh）	94	計算値： =229($GgCO_2$) / 2.44(TWh)
総発電量（TWh）	2.44	U.S. DOE(2005),タンザニアの 2000 年の統計値を使用した。
発電による温室効果ガス排出量（$GgCO_2$）	229	“Option for Greenhouse Gas Mitigation in an Integrated East African Power Development”,p25 タンザニアの 2000 年の統計値を使用した。
EP_elec_y ： バイオディーゼルプラントにおける電力消費に伴うCO_2排出量（t CO_2）	33	計算値 ： =350 x 94 / 1,000

c) メタノール消費に伴うCO_2排出量

$$E_{P_MeOH_y} = M_{MeOH_y} \times EF_{MeOH} \times 44/12$$

ここで:

M_{MeOH_y} ： バイオディーゼルプラントにおけるメタノール消費量（t）
EF_{MeOH} ： メタノールの炭素含有量（t C/t）、EF_{MeOH} は12/32。
$E_{P_MeOH_y}$: メタノール消費に伴うCO_2排出量（t CO_2）

項目	値	出典
M_{meOH_y} ： バイオディーゼルプラントにおけるメタノール消費量（t）	1,650	現時点での推定値 ： =5,000(kg/day) x 330(day)
EF_{MeOH} ： メタノールの炭素含有量（t C/t）	12/32	デフォルト値
EP_MeOH_y ： メタノール消費に伴うCO_2排出量（t CO_2）	2,269	計算値 ： =1,650 x 12/32 x 44/12

d) 合計

$$E_{P_y} = E_{P_fuel_y} + E_{P_elec_y} + E_{P_MeOH_y}$$

ここで:

E_{P_y} ： プロジェクト排出量（t CO_2）
$E_{P_fuel_y}$ ： バイオディーゼルプラントにおける燃料消費に伴うCO_2発生量（t CO_2）
$E_{P_elec_y}$ ： バイオディーゼルプラントにおける電力消費に伴うCO_2排出量（t CO_2）
$E_{P_MeOH_y}$: メタノール消費に伴うCO_2排出量（t CO_2）

項目	値	出典
EP_fuel_y ： バイオディーゼルプラントにおける燃料消費に伴う CO_2 発生量（t CO_2）	439	計算値
EP_elec_y ： バイオディーゼルプラントにおける電力消費に伴う CO_2 排出量（t CO_2）	33	計算値
EP_MeOH_y ： メタノール消費に伴う CO_2 排出量（t CO_2）	2,269	計算値
EP_y ： プロジェクト排出量（t CO_2）	2,741	計算値

2.8.3 リーケージ

方法論では、以下の項目についてリーケージ排出量を計算する。

- 供給者からバイオディーゼルプラントへの原料運搬に伴うリーケージ排出量
- バイオディーゼルプラントで消費するメタノール生産に伴うリーケージ排出量
- ジャトロファの生産に伴うリーケージ排出量

a) 供給者からバイオディーゼルプラントへの原料運搬に伴うリーケージ排出量

$$L_{Transport_y} = E_{BL_y} \times 0.05$$

ここで:

E_{BL_y} ：ベースライン排出量（t CO_2）

$L_{Transport_y}$ ：供給者からバイオディーゼルプラントへの原料運搬に伴うリーケージ排出量（t CO_2e）

項目	値	出典
輸送による排出のデフォルト係数（%）	5	平均輸送距離が 500km であることから 5%となる。
EBL_y ：ベースライン排出量（t CO2）	97,901	計算値
$LTransport_y$ ：供給者からバイオディーゼルプラントへの原料運搬に伴うリーケージ排出量（t CO2e）	4,895	計算値: =97,901(tCO_2) x 0.05

b) バイオディーゼルプラントで消費するメタノール生産に伴うリーケージ排出量

$$L_{MeOH_y} = M_{MeOH_y} \times EF_{MeOH_PC}$$

ここで:

M_{MeOH_y} ：バイオディーゼルプラントにおけるメタノール消費量（t）

EF_{MeOH_PC} ：メタノール生産に伴うCO_2排出係数（t CO_2 /t メタノール）

L_{MeOH_y} ：バイオディーゼルプラントで消費するメタノール生産に伴うリーケージ排出量（t CO_2e）

項目	値	出典
M_{MeOH_y} ：バイオディーゼルプラントにおけるメタノール消費量（t）	1,650	現時点での推定値 ： =5,000(kg/day) x 330(day)
EF_{MeOH_PC} ：メタノール生産に伴うCO_2 排出係数（t CO_2 /t メタノール）	2.0	メタノールプラントにおける特定の主要な一次エネルギー消費は30GJ/t メタノールである。(出典:http://edj.net/sinor/SFR4-99art7.html; 近代的なプラントでは、29 GJ/t メタノールとなる。) CO_2排出係数は、IPCCの天然ガスとディーゼルオイルの値の平均値 65kgCO_2/GJを用いた。
L_{MeOH_y} ：バイオディーゼルプラントで消費するメタノール生産に伴うリーケージ排出量（t CO_2e）	3,300	計算値: =1,650(t) x 2.0 (t CO_2 /t メタノール)

c) ジャトロファの生産に伴うリーケージ排出量

$$L_{Crop_net_y} = E_{BL_y} \times 0.12$$

ここで:

E_{BL_y} ：ベースライン排出量（t CO_2）

$L_{Crop_net_y}$ ：ジャトロファの生産に伴うリーケージ排出量（t CO_2e）

項目	値	出典
EBL_y ：ベースライン排出量（t CO_2）	97,901	計算値
$L_{Crop_net_y}$ ：ジャトロファの生産に伴うリーケージ排出量（t CO_2e）	11,748	計算値: =97,901(tCO_2) x 0.12

d) **合計**

$$L_Y = L_{Transport_y} + L_{MeOH_y} + L_{Crop_net_y}$$

ここで:

L_y ：**リーケージ排出量**（t CO_2e）

$L_{Transport_y}$ ：**供給者からバイオディーゼルプラントへの原料運搬に伴うリーケージ排出量**（t CO_2e）

L_{MeOH_y} ：**バイオディーゼルプラントで消費するメタノール生産に伴うリーケージ排出量**（t CO_2e）

$L_{Crop_net_y}$ ：**ジャトロファの生産に伴うリーケージ排出量**（t CO_2e）

項目	値	出典
$L_{Transport_y}$ ：**供給者からバイオディーゼルプラントへの原料運搬に伴うリーケージ排出量**（t CO_2e）	4,895	**計算値**
L_{MeOH_y} ：**バイオディーゼルプラントで消費するメタノール生産に伴うリーケージ排出量**（t CO_2e）	3,300	**計算値**
$L_{Crop_net_y}$ ：**ジャトロファの生産に伴うリーケージ排出量**（t CO_2e））	11,748	**計算値**
L_y ：**リーケージ排出量**（t CO_2e）	19,943	**計算値**

2.8.4 プロジェクト実施による GHG 排出削減量

プロジェクト実施による GHG **排出削減量は以下のとおりである。**

$ERs = E_{BL_y} - E_{P_y} - L_y$= 97,901 – 2,741 – 19,943= 75,217 tCO_2e/**年**

2.9 モニタリング計画

新方法論に従い、本プロジェクトでモニタリングされる各項目について表に示す。

ID 番号	項目	出所	単位	測定 (m)、計算 (c)、推定 (e)	記録頻度	モニターする割合	保管方法 (電子/紙)	コメント
2.1.1	$M_{P_fuel_expel_y}$ 圧搾機の重油使用量	バイオディーゼルプラント（購買記録）	*t*	測定	毎年	100%	電子式	--
2.1.2	$M_{P_fuel_other_y}$ 圧搾機以外の重油使用量	バイオディーゼルプラント（購買記録）	*t*	測定	毎年	100%	電子式	--
2.1.3	*EF* 重油の炭素含有量	燃料供給会社あるいは IPCC	*t C /t fuel*	推定	1 回	0%	電子式	IPCC データあるいは、利用可能なら国家データ。
2.1.4	$Q_{P_elec_expel_y}$ 圧搾機の電力使用量	バイオディーゼルプラント（電力計）	*MWh*	測定	毎年	100%	電子式	--

2.1.5	$M_{Oil_ester_y}$ エステル交換された油量	バイオディーゼルプラント	t	測定あるいは計算	毎年	100%	電子式	購入した燃料と圧搾した油の合計。バイオディーゼルの出力 $M_{BD_i_y}$から計算できる。
2.1.6	$M_{Oil_purchase_y}$ 購入した油量	バイオディーゼルプラント（購買記録）	t	測定	毎年	100%	電子式	--
2.1.7	$M_{Oil_expel_y}$ 圧搾された油量	バイオディーゼルプラント	t	測定あるいは計算	毎年	100%	電子式	重量による測定あるいは、$M_{Oil_ester_y}$ と $M_{Oil_purchase_y}$の差で計算する。
2.1.8	$Q_{P_elec_other_y}$ 圧搾機以外での電力使用量	バイオディーゼルプラント（電力計）	MWh	測定	毎年	100%	電子式	--
2.1.9	EF_{Elec} グリッド電力排出係数	電力会社	$t\ CO_2/MW\ h$	計算	1 回 or 毎年	100%	電子式	ACM002 あるいは AMS 1.D の方法により決定する。
2.1.10	M_{MeOH} メタノール使用量	バイオディーゼルプラント（購買記録）	t	測定	毎年	100%	電子式	--
2.1.11	EF_{MeOH} メタノールの炭素含有量	供給会社	$t\ C/t$	計算	毎年	100%	電子式	--
2.3.1	M_{JME_y} 消費者へのバイオディーゼル供給量	バイオディーゼルプラント（秤量/販売データ）	t	測定	毎年	100%	電子式	--
2.3.2	NCV_{JME} バイオディーゼルの総カロリー値	実験室データ	$GJ/t\ biodiesel$	測定	プロジェクト開始前に 1 回	代表サンプル	電子式	--
4.1.1	$D_{Crop_Transport_y}$ 油脂作物（種子と油）の平均輸送距離	バイオディーゼルプラント（購買記録）	km	測定	毎年	100%	電子式	--
4.1.2	$M_{Oil_ester_y}$ ジャトロファエステル交換による油	バイオディーゼルプラント（購買記録）	t	測定	毎年	100%	電子式	--

モニタリング項目の品質管理 (QC) 及び品質保証 (QA) を表に示す。

ID 番号	データの不確実性 （高/中/低）	QA/QC の内容
2.1.1 $M_{P_fuel_expel_y}$	低	方法論に従う
2.1.2 $M_{P_fuel_other_y}$	低	方法論に従う
2.1.3 EF	低	方法論に従う
2.1.4 $Q_{P_elec_expel_y}$	低	方法論に従う
2.1.5 $M_{Oil_ester_y}$	低	方法論に従う
2.1.6 $M_{Oil_purchase_y}$	低	方法論に従う
2.1.7 $M_{Oil_expel_y}$	低	方法論に従う
2.1.8 $Q_{P_elec_other_y}$	低	方法論に従う
2.1.9 EF_{Elec}	低	方法論に従う
2.1.10 M_{MeOH_y}	低	方法論に従う
2.1.11 EF_{MeOH}	低	方法論に従う
2.3.1 M_{JME_y}	低	方法論に従う
2.3.2 NCV_{JME}	低	方法論に従う
4.1.1 $D_{Crop_Transport_y}$	低	方法論に従う
4.1.2 $M_{Oil_ester_y}$	低	方法論に従う

2.10 環境影響･その他の間接影響

2.10.1 環境影響評価

タンザニア国では環境社会配慮に関する認可手続きとして、環境管理法 (EMA: The Environment Management Act, 2004) によって環境影響評価 (EIA: Environmental Impact Assessment) の実施が規定されている。同法では、すべての事業者はプロジェクトを環境管理委員会 (NEMC: National Environmental Management Council) に申請し、環境スクリーニングを受け、EIA に関する手続きを経る義務があると規定されている。EIA はプロジェクトの規模や想定される影響の程度により、初期環境影響評価 (Preliminary EIA) の段階で終了するものと詳細環境影響評価 (Full scale EIA) まで必要なものに大別される。この分類は「Environmental Impact Assessment Procedure and Guideline 2002, NEMC」の EIA プロジェクト･リスト (Mandatory List) に示され、50 ヘクタール以上の自然･半自然地の開墾や大規模な単一栽培、精油施設･化学生産物貯蔵施設の建設については詳細環境影響評価の手続きが必要になる。

本プロジェクトにおいても CDM 事業の承認を得る段階で法律に準じた EIA の手続きが必要になる。すなわち、大規模なジャトロファ専用プランテーションの開発やジャトロファ原油搾油プラントおよびバイオディーゼル製造プラントの建設には詳細環境影響評価の手続きが必要になると考えられる。ただし、特別経済地区法 (Special Economic Zone Act 2004) には、特別経済地区内のプロジェクトでは既存の環境法の適応が簡素化される可能性があるとの記述がある。

本プロジェクトは地球温暖化ガスの削減を目的とするものであり、またジャトロファの栽培は自然環境に深刻な悪影響を与えずに地域住民の貧困削減に貢献でき、総合的には正の環境影響を持つものであると考えられるが、プロジェクトの各段階では以下に示す負の環境影響が発生する可能性がある。

大規模ジャトロファ専用プランテーションの開発およびジャトロファ栽培：
- ・便益を受ける住民間における所得格差・利害対立の発生
- ・急激な換金作物の変更や搾油機購入による経済的リスクの発生
- ・大規模なジャトロファの連作による病害虫・病原菌の発生

ジャトロファ原油搾油プラントの建設および稼動：
- ・ジャトロファ搾りかすの発生
- ・ジャトロファ原油貯蔵施設関連の事故
- ・水質汚濁や悪臭などの公害の発生

バイオディーゼル製造プラントの建設および稼動：
- ・産業廃棄物としての大量の粗グリセリンの発生
- ・ジャトロファ・バイオディーゼル・メタノール貯蔵施設関連の事故
- ・水質汚濁や悪臭などの公害の発生
- ・石油流通業界の一時的な混乱

こうした環境影響に対してプロジェクトの具体的な計画策定段階や詳細環境影響評価の中で適切なミチゲーションを検討する必要がある。

2.10.2 ジャトロファ栽培地

タンザニアのすべての土地は、タンザニア土地法（Land Act 1999）、により公有地（public land）と定められ、公有地は、「村土地」（Village Land）、国立公園などを含む「保留地」（reserved land）および「一般の土地」（general land）に分けられている。村土地については別法の村土地法が制定されている。タンザニア国土において、約 69%が村土地とされ、村土地には全人口の 8 割以上が居住するといわれることから、ジャトロファ栽培地の大部分は村土地法によって管理される村土地になると考えられる。

CDM 事業としての承認を得る段階で、「新規植林及び再植林が最も必要である耕作に適さない土地において CDM の土地利用・土地利用変化及び林業（LULUCF）事業が第一に実施される予定であること」とする判断基準があることから、ジャトロファ専用プランテーションは、荒地、極めて荒廃した土地、道路・鉄道沿線等の限界耕作地や境界地に限定して開発される必要がある。

2.11 利害関係者のコメント

公的機関:

- 副大統領府(Vice President's Office)：大変興味深い案件であると思う。この調子で進めて頂きたい。本案件に関してタンザニア石油開発公社に参加してもらうというのはいいアイデアであると思う。もちろん民間セクターからの参入も歓迎するという立場である。今後も本件につき連絡をお願い致したい。
- 企画・経済・権利拡大省(Ministry of Planning, Economy and Empowerment)：今後もこの調子で進めて頂きたいと思う。本案件実現のためにはこのような官民の国内外における協力関係を継続していくことが重要であると思う。
- タンザニア石油開発公社(Tanzania Petroleum Development Corporation: TPDC)：大変興味深い内容である。今後の協力形態については、組織内で相談する。この提案内容をもっと普及することも必要ではないか。（帰国後電子メールにてTPDCの本件への参加には前向きである旨確認済み。）
- エネルギー・鉱物省(Ministry of Energy and Minerals)：この調子で進めて欲しい。政府は、政策を立案して推進するのが役目であると認識している。バイオディーゼルの混合率は10%ではなく20%でも可能なのではないか。これからも連絡を取り合っていくこととしたい。
- アルーシャ市庁舎(Arusha Municipal Council)：100%同意できる内容である。9月の調査時からからずいぶん進捗が見られるようで、この調子で進めて頂きたいと思う。これからも連絡を取り合って行きたいと考えている。

民間部門:

- Rajani Industries Ltd.：この案件に対しての投資については是非させて頂きたいという立場であるが、我々もジャトロファに関して研究や調査をする必要があると思う。弊社のBDF関係に明るい人材を調査チームに加えることも可能である。必要なデータ等あれば是非連絡頂きたい。今後も本件につき連絡をお願い致したい。
- Diligent Tanzania Ltd.：ジャトロファ栽培に関しては農民の組織化が重要であるのは同意できる。地域によっては、社会的状況等により競合が発生する恐れもあるので耕作地選定の際には注意が必要かもしれない。当方は、農民の組織化等について教訓を有している。一緒に協力する可能性はある。
- Marks Ltd.：内容は良くわかった。当方はコンサルタントやパートナーとしてどのような形で協力することができるのか。今後も本件につき連絡をお願い致したい。
- KAKUTE Ltd.：提案内容については十分こちらとしても理解できる内容である。今後はどのような研究が必要か考えることが必要な段階ではないか。地域によって収穫時期等にも違いがあるので、ジャトロファの性質等を地域によって類型化するなどするとしていくことも必要ではないか。

第三章　事業化に向けて

3.1 プロジェクトの実施体制

提案プロジェクトの所要施設建設、原料購入、BDF 製造、製品販売、プラント運営管理は、新たにタンザニアにおいて設立登記する特別目的会社がこれを行う。この事業会社への出資者としては、本邦企業である三菱商事株式会社、タンザニア国営企業であるタンザニア石油開発公社（TPDC）及び Rajani Industries Ltd が予定されている。具体的な出資比率、更に両者以外の共同事業パートナーの参加については CDM 事業として承認を得た後両者の協議をもって決定することとする。図 3.1 に提案プロジェクトの BDF 生産販売事業実施体制を図示する。

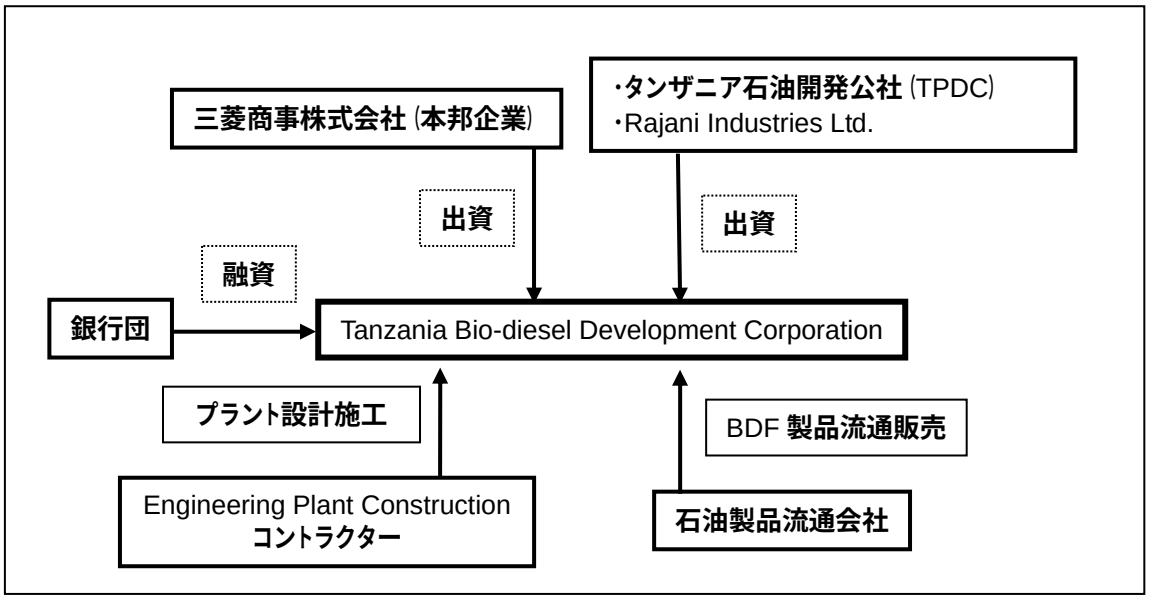


図 3.1 提案プロジェクトの BDF 生産販売事業実施体制

3.2 プロジェクト実施のための資金計画

提案プロジェクトの初期投資額は約 14 百万ドルである。この内の 25%（約 4 億円）を自己資金、75%（約 12 億円）を借入金として資金を調達する計画である。自己資金についてはTPDCが 50%, Rajani Industries, Inc.が 25%、本邦企業である三菱商事が残りの 25%を出資する。出資者間での業務役割分担、詳細事業実施計画を策定する段階において、本邦公的資金導入[2]又は活用の方法についても具体的な検討を行うこととする。他人資本としての 75%については、タンザニアの商業銀行等からの借り入れ。建設されるプラントを返済担保とし不足分はTPDCが銀行返済保証

[2] この場合の公的資金とはJBICの経済協力業務としての公的資金（ODA）ではなく、国際金融等業務の金融スキームを想定している。JBICの金融システム案内では「JBICの国際金融等業務をCDM/JIに利用することは制度上、問題ないとされている。」

を手配する。

提案プロジェクトの財務的事業妥当性は一般の商業的な直接投資事業より劣り、排出権取引がない場合には財務的事業採算性は商業ベースにはならない。即ち財務的な収益率は 8%を下回る。このことから出来うる限りにおいて長期で低利な融資を獲得すべきである。このような観点から JBIC の以下の国際金融等業務を利用する。

1. 国際協力銀行の投資金融
2. 国際協力銀行の輸出金融

但し、国際協力銀行として、対タンザニアへの公的金融として、いかなる金融形態又は条件が可能かは国際協力銀行の判断によるため同銀行との密接な取組が必要となろう。

3.3 費用対効果

提案プロジェクトの財務分析は以下の諸条件を仮定して行った。

1. プロジェクト期間	15 年（主要固定資産、機械類の減価償却期間に準ずる）
2. 生産品目	ジャトロファ・バイオディーゼル
3. 副生産品	粗グリセリン
4. 原料	ジャトロファ精製油
5. BDF 生産量	日量 100 トン、年産 33,000 トン 日量 115KL、年産 38,000KL
6. 初期投資額	約 14 百万ドル
7. 年間操業維持管理費	約 2.5 百万ドル
8. 原料購入価格	TZS500/kg
9. 精油所出荷価格	TZS720/リットル
10. 市場販売価格	TZS1,045/リットル
11. 年間二酸化炭素排出量	75,500 トン/年
12. 排出量取引価格	US$9/t-$CO_2$
13. 年間排出量取引収入	約 US$680,000
14. クレジット期間	操業開始年から 10 年間

表 3.1 に財務的事業妥当性指標としての内部収益率分析結果をまとめた。表 3.1 に示されるように排出権が認められない場合、国際的に開発途上国における大型民間投資の最低基準として用いられている LIBOR にカントリーリスクプレミアムとして 2.5%を乗せた 8.0%を下回っていることから一般的な商業ベースでの事業妥当性は認められないと判断される。このことから提案プロジェクトは CDM 事業としての要件を満たしていると判断できる。

表 3.1 財務的事業妥当性評価指標

設定条件	財務的内部収益率 (FIRR)
排出権が認められない場合	8.0%
排出権が US$9.0/t-$CO_2$ の場合	14.4%

出典：調査団

また初期投資額、操業経費、原料購入費の変動に対する感度分析結果を表 3.2 に示す。

表 3.2 財務的感度分析結果

	ベースケース	ケースA	ケースB	ケースC	ケースD
初期投資額	-	+ 10%	-	+ 10%	-
操業経費	-	-	+ 10%	+10%	-
原料購入費	-	-	-	-	3%
財務的内部収益率	14.4%	12.3%	11.9%	9.9%	8.6%

3.3.1 CO2 排出削減量 1 トン当たりの費用対効果

提案プロジェクトの費用対効果は以下の計算式により 2,120 円/ t-CO_2eとなる。

提案プロジェクトに必要な初期投資額　　14 百万米ドル

16 億円 (US ドル 1.00 = 115 円)

温室効果ガス排出削減量： 755,000 t-CO_2e

排出削減量 1 トン当たりの費用

初期投資額 / 温室効果ガス削減量 (t-CO_2e) (10 年間)

16 億円 / 755,000 t-CO_2e = 2,120 円 / t-CO_2e

3.4 事業化に向けての見込み・課題

バイオディーゼル製造・流通システム開発を国家レベルで取り組むには原料となる植物の栽培地開発、所要施設建設、農民・事業者の組織化、金融支援体制整備等様々な所要施策の策定、制定が必要となる。

例えば栽培地開発については、バイオディーゼルの本格的生産には商業栽培地が1ヶ所あるだけでは効率性、生産性を鑑みても困難であろう。1ヶ所の商業栽培地を核(Nucreaus Farm)として、周辺の適正栽培地で栽培を始めようとする栽培者 (Out Grower) との契約栽培を進めるという組み合わせが必要である。生産者価格が適切であればそういった栽培者に栽培促進を図ることが可能となる。先ずは、収穫管理と栽培知識を伝播することが必要で、一定のキャンペーン活動が必要となろう。これらを確実に実施し、栽培面積の拡大、栽培者の増加を図るには、政府のバイオ

ディーゼル導入に関連する様々な法律の法制化や規定の策定が必要となる。又、ジャトロファをベースにするアグロ･インダストリーの最大の課題は付加価値を如何に見出すかである。これらの施策は地方産業振興計画策定という視点で取り組む必要がある。

ジャトロファを原料とするバイオディーゼル開発を国家レベルで計画するには具体的に以下の課題に対応する必要があると考えられる。（ ）に留意点を示す。

1. ジャトロファ栽培･収穫に関して
   - ジャトロファ栽培の適地選定（全国レベル、地域レベル）
   - 種苗生産施設の戦略的配備（輸送コスト等を考慮して戦略的に配置）
   - 合理的収穫方法の検討（収穫は全て手作業による必要があり機械化は困難）
   - ジャトロファ栽培のための栽培システム、開発システム等の栽培形態の検討(大規模農園、小規模小作農、それらの組み合わせ)
   - 地方ジャトロファ栽培農民の組織化（一定の啓蒙活動が必要）
   - ジャトロファ栽培地開発に対する公的資金支援体制整備（農業開発銀行との協議）

2. ジャトロファ原油生産に関して
   - 最適ジャトロファ原油生産方式(集荷方法)策定
   - ジャトロファ原油生産地点の戦略的配備計画策定（栽培地、消費地との相関）
   - ジャトロファ原油生産プラント設立ガイドラインの策定
     （詳細計画は事業者による）
   - ジャトロファ原油生産プラント運営ガイドラインの策定
     （詳細計画は事業者による）
   - ジャトロファ原油検品制度の整備
   - ジャトロファ原油検品所要機材整備
   - ジャトロファ原油生産事業者への啓蒙活動
   - ジャトロファ原油生産事業者の組織化
   - ジャトロファ原油生産事業に対する公的資金支援体制整備
     （地方産業振興計画の一環として整備）

3.ジャトロファ･バイオディーゼル生産に関して
   - モデル BDF 製造事業計画の詳細技術･財務妥当性評価調査の実施
   - BDF 製造事業計画の詳細技術･財務妥当性評価調査のガイドライン策定
   - バイオディーゼル生産に必要な輸入メタノールの輸入と貯蔵方法の特定[3]
   - ジャトロファ栽培者―ジャトロファ原油搾油業者―BDF 製造業者―石油製品流通販売会社間それぞれにおける製品長期購入･販売契約の約款･約定様式策定
   - ジャトロファ･バイオディーゼルの製品検査方法、検査体制の確立

---

[3] メタノールについてはタンザニアから地理的に最も近い位置にあるサウジアラビアから購入することを計画するが、価格によってはイタリア及びフランスからの購入も考慮することとする。

- ジャトロファ･バイオディーゼルの国家品質確定法制定に向けての準備

4. 原料生産･流通に係わるインフラ整備に関して
   - 大規模栽培にはインフラ、特に農園･農家の幹線道路へのアクセス道路といった道路整備が必要となる場合もある。
   - 地域によっては地方電化等も必要であるかも知れない。

5. ジャトロファオイルの副産物利用等に関して
   - ジャトロファ原油を小規模農家自身で手作業により搾油する場合にジャトロファの絞り滓が副産物として生産される。この絞り滓は簡易な器具を用いてバイオマス燃料として家庭用の料理･照明に利用できる。バイオマス燃料利用による森林伐採防止活動を促進するプログラムを策定する必要がある。
   - 同じくジャトロファ原油を用いて家内工業レベルで薬用石鹸を生産することも可能である。生活改善、所得向上による貧困削減活動の一つのツールとして確立する。

6. 事業化に向けての研究開発等に関して
   - ジャトロファは過去商業的な活用をされる植物ではなかったので公式で科学的なデータが現在極めて限られており、より精査な研究が必要となる。ただし、こういった詳細な研究結果が全て出揃わないとジャトロファ･バイオディーゼル事業を始めてはならないという意味ではない。むしろ事業として実際にジャトロファを基盤としたバイオディーゼルが生産され消費され、原料が固定的･安定的に買い上げられることによる経済循環がシステム的に動くことによって初めてその研究の成果の実効が上がると考えるべきである。

7. 技術移転について
   - ジャトロファの収穫管理と知識普及のためのキャンペーン活動(農業開発普及活動)
   - 学術的な専門家を加えた技術協力体制の整備及び現場での訓練の必要
   - ジャトロファ種子の抽出及び精製設備の保守･管理･運転等に関する知識の技術移転の必要

8. 法整備、公共部門の役割に関して
   - 政策課題の整理（生産、品質、流通等に関わる政府方針の策定）が必要
   - バイオディーゼルの適正価格決定が必要

9. 資金確保･投資家を誘引するための金融制度に関して
   - ジャトロファ植林後、収穫までの最低 3 年間程度、小規模農家に対して資金を融資する制度が必要
   - ジャトロファ油の精油、メタノール･ジャトロファ油の貯蔵設備、運搬手段の投資に対する融資及び投資家を誘引するための金融制度の整備が必要
   - 農園･農家から幹線道路へのインフラ (アクセス道路)を整備する必要があり、インフラ整備のための ODA 資金活用が必要