

**地球規模課題対応国際科学技術協力**  
(分野・領域「低炭素社会の実現に向けたエネルギーシステムに関する研究」)

モザンビークにおける  
ジャトロファバイオ燃料の持続的生産

2012年8月

BDFおよび固形燃料生産の経済性評価  
アフリカ各国への適用性検討  
(社)アフリカ開発協会

# 人口・経済・開発計画

人口	2000年	2010年	年平均増加率
全体	18.25	22.89	2.30%
地方	12.60	15.00	1.60%
地方の割合	69%	66%	-0.47%

国民総生産 (10億米ドル)	2000年	2010年	年平均増加率
名目	4.22	9.97	
実質	4.07	8.23	7.50%
一人当たりGDP (US\$/1人)	2000	2010	年平均増加率
US\$/一人	231	436	5.94%
世界ランク	210	176	未だ最貧国

# 貿易・資源開発

## 主要輸出商品：

アルミ(三菱商事+BHPビリトンのMOZAL)、エビ、カシューナッツ、綿、砂糖、果物、電気(カフォラバサ水力発電)等

## 主要輸入商品：

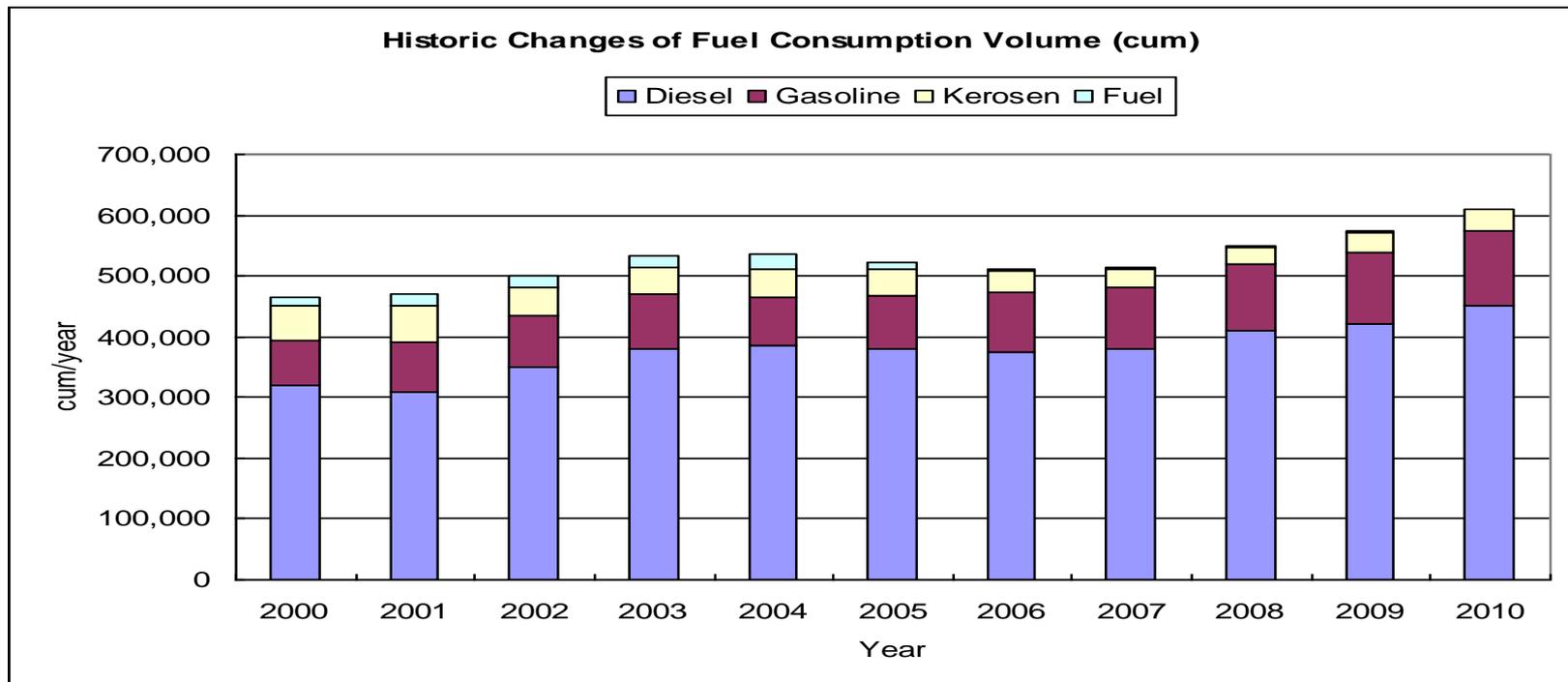
機械類、車輜、燃料、化成品、鉄鋼製品、食品、繊維類等

貿易(10億米ドル)	2000年	2010年	CAGR
輸出額	0.39	2.52	18.5%
輸入額	1.40	3.53	8.8%

注：天然ガス(確認埋蔵量)： 50兆立方フィート=50TCF  
(三井物産+Anadarko他, 単一鉱区としては世界最大規模)

# 年間燃料消費量

- 燃料(石油製品)は全量輸入(約50万 $m^3$ , 2010年)  
燃料全体年平均伸び率(2000~2010): 2.8%  
ディーゼル年平均伸び率(2000~2010): 3.6%  
ディーゼル年間消費量約50万 $m^3$ (2012年)

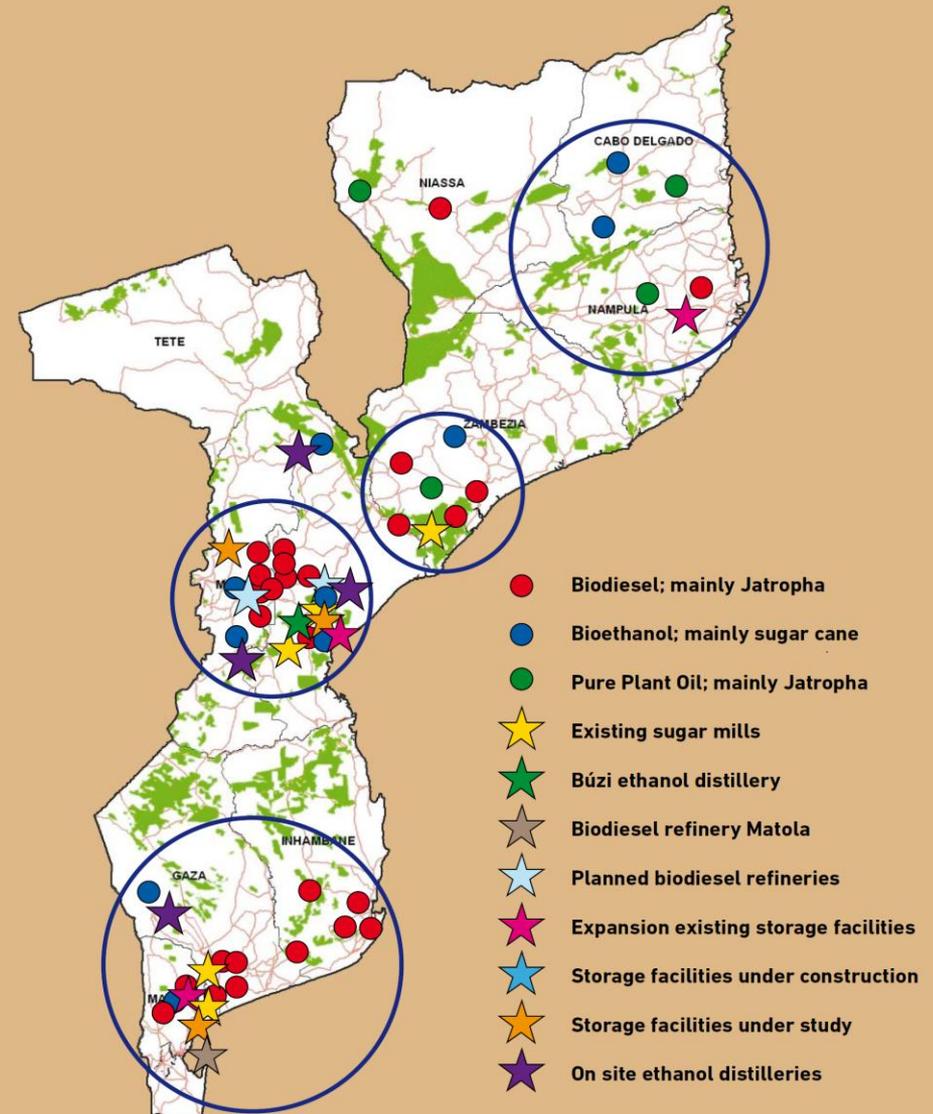


## ジャトロファ・バイオディーゼル(JME)市場規模と ジャトロファ栽培面積の関係

- JMEの市場を国内市場に限定すると
  - B5で : 約 $25,000\text{m}^3=23,750\text{トン}$ (日量65トン)
  - B10で : 約 $50,000\text{m}^3=47,500\text{トン}$ (日量130トン)
- ジャトロファ1株から年間約2.0kgの豆が収穫できる。搾油率は約35%、植樹のグリッドは約2.5m(ヘクタールあたり1,600本)とするとヘクタール当たり年間約 $1.18\text{m}^3=1.12\text{トン}$ の油を得ることが出来る。
- B5の目標達成には約21,200ヘクタールのジャトロファ栽培地が必要となる。

# ジャトロファ 栽培適地

栽培研究グループの成果により適地の分布は変わる。



*Geographic spread of biofuel developments versus agro-ecological zoning in Mozambique (IIAM and DNTF, 2008)*

# JMEの課題

- ジャトロファ栽培・豆の収穫がある程度の規模(日量最低10トンの原料油=3,000ha)で、安定供給の保証がない限り現実的に燃料市場でJMEを流通させることは不可能である。
- ジャトロファ栽培をエステート形式で実行するには土地の取得及び整地、アクセス道路、管理施設等が必要となる。既存エステートの実績によるとヘクタール当たりの開発費は約1,600米ドルとされており巨額の投資が必要である。
- オフテークの保証が無い場合、ジャトロファエステートの開発は困難であり、投資リスクが高く純モザンビーク民間資本の財務的能力では投資は難しい。
- 開発適地(土地価格が低い。労働力が確保でき且つ労働コストが低い)は消費地又はBDF生産プラント建設適地との距離があり原料、メタノール、触媒等の輸送コストが高くなり採算性が低くなる。

# ビジネス・モデル

- ジャトロファ栽培事業には大きく分けて以下の三つのビジネス・モデルがあると考える。

## 1. 直営農場方式(エステート形式)

メリット: 供給保証が可能    デメリット: 高投資リスク  
(既に失敗例、投資引き上げの例が出てきている)

## 2. 契約委託農場方式(アウトグロウワー形式)

メリット: 原料確保が可能    デメリット: 直営農場が稼動しない限り開発は不可能

## 3. 既存農地利用方式(コミュニティー形式)

メリット: 低投資額    デメリット: 農民・村民の幅広い協力が必要であるが、農民へのリターンの保証がないと協力を得ることは不可能である。

# JME開発ロードマップ

- **政策**: バイオフィューエル開発戦略  
(2009年3月国会承認)
- **体制**: エネルギー省再生可能エネルギー局
- **研究**: エドワルド・モンドラーネ大学
- **栽培**: 民間企業によるジャトロファ栽培
- **原料**: ジャトロファ豆の買取システム確立
- **生産**: JME生産(原料集荷システム確立)
- **検査**: JME製品検査(規格制定、検査方法)
- **流通**: JMEとディーゼルの混合・検査  
(製品流通システム確立)

# 小規模コミュニティー方式

- 地方のコミュニティー(村落、集落等)では既にジャトロファ栽培が試みられたが、一向に安定的にジャトロファ豆の購買者が現れない現状から多くの試験的ジャトロファ栽培は放棄されているのが実情である。
- コミュニティーにおけるジャトロファ栽培は耕地周辺の垣根、あぜ道の脇、食糧生産には利用されていない空いた土地等が利用されているので耕地整備を目的とした投資は不要であり、且つそういった未利用土地はふんだんにある。
- 殆どのコミュニティーの農民の収入は絶対貧困レベルであり、現金収入は極端に限られている。
- このような地方村落においてジャトロファを栽培してもらいジャトロファ豆を商品化するシステムを考えれば全国15百万人の農民の協力を得ながら大量のジャトロファ豆を集荷することが可能となるのではないか？

# 村落電化事業とのコラボ

- モザンビークの電化率はわずかに6%でしかなく、人口の7割が居住する地方部では2%程度でしかない。
- 送電・給電事業は投資額が高い上、電気代を支払うことが出来る農民・村民は地方によっては皆無である。故に独立型発電システムが望まれている。
- 「モ」国政府は国家戦略として地方村落部の初等学校・保健所を中心に独立型発電システムの導入(PV)を図っているが、一般農家用ではない。
- ジャトロファストレート・オイルを燃料とする独立型ディーゼル発電システムを稼動すればジャトロファ豆の村落内流通が起こる可能性がある。
- 同発電システムが稼動すればジャトロファ栽培が広範な地域・農村で行われるようになり余剰分がJME原料として流通されるようになる可能性がある。

# ジャトロファ・ストレートオイルを用いた独立型村落ディーゼル発電計画

	小型発電機	中型発電機
発電機	5kW	20kW
発電時間	2時間/日	4時間/日
出力	10kWh	80kWh
燃料消費量	5.5リットル/日	122リットル/日
ジャトロファ	3,300本	72,700本
ジャトロファ豆	6,500kg	145,400kg
農家(垣根400m)	16農家	364農家
豆収穫量/農家	400kg/年	400kg/年

# 地産地消エネルギー開発の促進

- 20kWの発電機を稼動し一日に80kWhを発電するには136農家がそれぞれ400mの垣根他にジャトロファを植えて定期的に豆を収穫すればよい。(厳選したジャトロファの苗の配布が必要、モデルは政府、拡大は民間企業)
- 発電された80kWhの電気は約160家庭で消費される。(自動車用蓄電池を充電し配布することも可)
- 発電した電気をジャトロファ栽培農家が自らが消費すれば自らが提供したエネルギー源を自らが消費することになる(つまり電気代がいらぬ)だけでなく、村落全体が地産地消エネルギーシステムを稼動させることとなる。

## 20kW発電システムの採算性(例)

・20kWディーゼル発電機	60万円
・ジャトロファオイル搾油機	30万円
・蓄電池	120万円
・コントローラー	120万円
・配電網(電柱、電線等)	144万円(80家庭)
<b>1村落での電化投資額合計</b>	<b>474万円(約500万円)</b>
1日の電気消費量80kWh	1家庭当たり1kWh/日
電気料金を24.0 MTK/kWh	燃料消費量約24リットル
燃料料金を9.0 MTK/リットル	事業期間を15年

とするとIRRは16%となり投資の妥当性がある。

1農家のジャトロファ豆生産量は月76kgである。ジャトロファ豆の売り渡し価格をキロあたり9.4MTKとすると月間収入は714MTK(US\$27.5)となり月間電気量と同額となる。つまり農家はジャトロファ豆76kgを発電業者に提供すると無料で月30kWhを利用できるということになる。

# アフリカ諸国への普及可能性検討ー1

- **最貧国レベルにあるアフリカ諸国**においてはモザンビーク同様に地方遠隔地に国民の60～75%が居住している。
- 地方部の電化には送電網の整備等に巨額の資金が必要であるが村落住民には電力会社による送電網への投資に見合うだけの**電気代を支払う能力が無い**。
- 再生可能エネルギー利用による**独立型発電施設(太陽光発電施設、小水力発電、風力発電等)**は高価であり維持管理が**困難**である。
- こういった広範な地域において、より多くの村落住民が電気の恩恵を享受するには**“地産地消形再生可能エネルギー利用”**を**推奨**する。このエネルギーのソースには比較的容易に栽培が可能であり、土壌気候に適した**ジャトロファの利用が妥当**である。

## アフリカ諸国への普及可能性検討ー2

- ジャトロファ・ストレートオイルを用いた小型ディーゼル発電を中心とした村落電化事業の推進は、**広範な地域においてジャトロファ栽培が行われることに他ならない。**
- ジャトロファ栽培が村落部で一般的に普及すれば、発電用としてだけでなく、**村落部から余剰ジャトロファ豆の流通が始まる。この段階で、豆又はオイルを集荷しJMEのフィードストックとして利用できるようになる。**
- ジャトロファ栽培が一般的になり生活に利用できるものであるということが**国民一般の常識**となる。こういった状況が生まれれば**大規模商業ジャトロファ栽培(エステーと開発)**がJME原料としての利用という**オフテーク保証によりさらに進むと**考えられる。
- **まずは小規模**で村落部の農民が利益を直接享受できるような**ジャトロファ栽培事業の実現を図ることが開発の次の段階に取り組むために必要**であると考ええる。