

# 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

(環境・エネルギー分野  
「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」領域)

## 「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」

(相手国:モザンビーク)

### 国際共同研究期間\*1

平成 23 年 7 月 1 日から平成 28 年 6 月 30 日まで

### JST 側研究期間\*2

平成 22 年 4 月 1 日から平成 28 年 3 月 31 日まで

(正式契約移行日 平成 23 年 4 月 1 日)

\*1 R/D に記載の協力期間

\*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=R/D に記載の協力期間終了日又は当該年度末

## 平成 26 年度実施報告書

代表者： 芋 生 憲 司

東京大学 大学院農学生命科学研究科・教授

<平成 22 年度採択>

## I. 国際共同研究の内容（公開）

### 1. 当初の研究計画に対する進捗状況

日本国内およびモザンビークにおける研究内容とスケジュールを次表に示す。

| Tasks in Japan |  | Leader: Kenji Imou (UT, Japan) |  |  |  | Carlos Lucas (UEM, Mozambique) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------|--|--------------------------------|--|--|--|--------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|----------------|--|--------------------------------|--|--|--|--------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

| Tasks in Mozambique |                            | Leader:                            | Kenji Imou (UT, Japan) |       |  |      | Carlos Lucas (UEM, Mozambique) |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 |                                                                                                                             |               |
|---------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------|-------|--|------|--------------------------------|------|--|------|--|-------|--|------|--|------|--|-------|----------------|------|-------|------|------|------|------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Activities          |                            | Schedule (from 04/2011 to 03/2016) |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  | Venue | Responsibility |      |       |      |      |      |      |                 |                                                                                                                             |               |
| Calendar Year       |                            | 2011                               |                        |       |  | 2012 |                                |      |  | 2013 |  |       |  | 2014 |  |      |  |       | 2015           |      |       |      | 2016 |      |      |                 | Mozambique side                                                                                                             | Japanese side |
| Month               |                            | 7-9                                |                        | 10-12 |  | 1-3  |                                | 4-6  |  | 7-9  |  | 10-12 |  | 1-3  |  | 4-6  |  |       | 7-9            |      | 10-12 |      | 1-3  |      | 4-6  |                 |                                                                                                                             |               |
| FY of Mozambique    |                            | FY11                               |                        | FY12  |  | FY13 |                                | FY14 |  | FY15 |  | FY16  |  | FY17 |  | FY18 |  |       | FY19           |      | FY20  |      | FY21 |      | FY22 |                 |                                                                                                                             |               |
| FY of Japan         |                            | FY11                               |                        | FY12  |  | FY13 |                                | FY14 |  | FY15 |  | FY16  |  | FY17 |  | FY18 |  | FY19  |                | FY20 |       | FY21 |      | FY22 |      |                 |                                                                                                                             |               |
| 0                   | 機材・設備の調達・テスト・設置            |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      | Petromoc UEM    | UEM and JICA                                                                                                                |               |
| 1                   | ジャトロファの育苗および栽培技術           |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      | Boane UEM FAFE  | Tomas Chiconela (UEM FAFE)                                                                                                  | 合田真 (NBF)     |
| 1-1                 | 育苗                         |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Ercidio Américo Nhachengo                                                                                                   |               |
| 1-2                 | 栽培技術                       |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Joao Nuvunga (UEM FAFE)                                                                                                     |               |
| 1-3                 | 無毒種の栽培と評価                  |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 |                                                                                                                             |               |
| 1-4                 | 種子と果実の成分分析                 |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 |                                                                                                                             |               |
| 1-5                 | 搾油残渣の肥料への利用試験              |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Joao Nuvunga (UEM FAFE)                                                                                                     |               |
| 2                   | BDFの生産および残渣利用技術            |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      | Petromoc UEM FE | Carlos Lucas FE)                                                                                                            | 鈴木康允 (KIT)    |
| 2-1                 | BDF と固形燃料の生産               |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Alberto Macamo (UEM F Sc)                                                                                                   |               |
| 2-2                 | BDF と固形燃料の燃焼試験             |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Geraldo Nhumaio (UEM FE)                                                                                                    |               |
| 2-3                 | BDFおよび固形燃料製造プロセスの安全性評価     |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Lucrecio Biquiza (UEM F Eng)                                                                                                |               |
| 3                   | BDFおよび副産物の生産と利用時における安全性評価  |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      | UEM FSc         | Victor Skripets (UEM FSc)                                                                                                   | 石原陽子 (KU)     |
| 3-1                 | 使用者および周囲での燃焼産物暴露量測定        |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Oscar Jose Nhahanga (UEM FSc)                                                                                               |               |
| 3-2                 | BDF および搾油残渣自体の安全性評価        |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Victor Skripets (UEM FSc)                                                                                                   |               |
| 3-3                 | ジャトロファ試料のホルボールエステル検出と単離    |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Bonifacio Jose Mausee (UEM FSc)                                                                                             |               |
| 3-4                 | 搾油残渣施肥土壌の安全性評価             |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Juliao Armando Monjane (UEM FSc)                                                                                            |               |
| 4                   | 環境影響評価                     |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Lucrecio Biquiza (UEM FE)                                                                                                   | 学生憲司 (UT)     |
| 4-1                 | LCAIによるエネルギー収支と温室効果ガス排出量評価 |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Antonio dos Santos (UEM FAEF)                                                                                               |               |
| 4-2                 | 土壌中炭素の調査                   |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Almeida Siteo (UEM FAFE)                                                                                                    |               |
| 4-3                 | JCM事業化の検討                  |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Antonio dos Santos (UEM FAEF)                                                                                               |               |
| 5                   | 経済分析およびアフリカ各国への適用性検討       |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Constantino Marrengula (UEM F Ec)                                                                                           | 小池勇 (AFRECO)  |
| 5-1                 | BDFおよび固形燃料生産の経費分析          |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Constantino Marrengula (UEM F Ec) and Valter Manjate (UEM F Ecn)                                                            |               |
| 5-2                 | アフリカ各国への適用性検討              |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Carlos Lucas (UEM FE)                                                                                                       |               |
| 5-3                 | ジャトロファ栽培を基盤とする村落電化事業評価     |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Constantino Marrengula (UEM F Ec) and Valter Manjate (UEM F Ecn)<br>Mr. Isac Tsamba (FUNAE)<br>Mr. Filipe Mondolane (FUNAE) | 小池勇 (AFRECO)  |
|                     | まとめと報告書作成                  |                                    |                        |       |  |      |                                |      |  |      |  |       |  |      |  |      |  |       |                |      |       |      |      |      |      |                 | Carlos Lucas (UEM FE)                                                                                                       | 学生憲司 (UT)     |

## 2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト

### (1) プロジェクト全体

- ・プロジェクト全体のねらい、当該年度の成果の達成状況とインパクト等

本プロジェクトは、モザンビークの乾燥地域に適合するジャトロファの栽培方法を確立し、BDF（バイオディーゼル燃料）生産システムを構築することで、二酸化炭素の排出削減に寄与するとともに、新産業の創出による地域住民の生活改善をねらいとする。更に副産物として固形燃料を生産することで、モザンビークにおける現在の主要エネルギー源となっている薪炭需要のための樹木の伐採を減少させ、土地荒廃の防止に貢献する。このような事業を経済的に成立させ、持続的に行うための技術開発とシステムの構築を目指す。このため、他の農産物を栽培しにくいモザンビーク南部の乾燥地域に適合するジャトロファの栽培方法を確立すること、副産物として安全な固形燃料を生産する技術を開発すること、さらに、環境への影響と社会的、経済的な観点からシステムを評価し、事業として成立し得る持続的なバイオ燃料生産システムを構築することを研究の主な目的とする。

26 年度には昨年度の中間評価を受けて、今後の研究計画を明確化した。4 月に TV 会議による JCC を開催し、特に研究成果の直近の出口としての、農村動力化実験の追加を合意した。7 月にも TV 会議による JCC を開催し、特にプロジェクト終了後 3～5 年時の目標を示すための PDM の改訂を行った。11 月には日本側研究者が渡航して JCC を開催し、特に農村動力化実験を含む今後の研究計画について協議した。（3 月の JCC については追記予定）。計画に従ってこれまでに日本国内での研究を進展させるとともに、モザンビーク国内における共同研究および実験技術の供与を行った。いかに各課題の実施状況を示す。

### (2) 研究題目 1 ジャトロファの育種および栽培技術

#### ① 研究のねらい

モザンビーク南部における適応品種を生み出すことは、今後のジャトロファ栽培を進めるうえで、不可欠な要素である。育種試験・選抜育種による優良母本 10 種類の選抜、交配試験による F1 種子の生産および栽培管理試験を行う。

#### ② 研究実施方法

2014 年 11 月の時点で、第一回目の選抜を行った。交配種については、2014 年 4 月、2015 年 1 月に 1053 本を圃場に移植したが、2015 年 2 月の時点で、開花、果実を形成しているのは、2 個体だけで、まだ評価するにはいたっていない。無毒種については、今後も継続して調査する。栽培管理試験についても、継続して調査を行い、インタークロップ試験、栽植密度試験も新たに開始した。また搾油残渣肥料試験は、UEM の学生が 5 種類の作物を使用し、ボアネ圃場及び UEM 農学部圃場で行った。

#### ③ 当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

- ・ Block A 育種試験区の収穫量の分析

図 1-1 に果実数の分布を示す。育種試験区では、プロジェクト種の実生苗は、最高収穫量は 315 果実、51 果実以上収穫できたものは、260 個体であった。モザンビーク産の在来種は、最高収穫量

は 99 果実, 51 果実以上収穫できたものは, わずか 2 個体であった。収穫量 Best30 の平均では, プロジェクトの種では, 176.7 果実, モザンビーク在来種は 38.6 果実で, 約 4.6 倍の差異があり, 生存樹 (収穫ゼロも含む) では, プロジェクト種で, 843 個体生存しその平均収穫量は 38.1 果実で, モザンビークのもの 225 個体で平均 7.0 果実, 約 5.42 倍の差異が生じた。

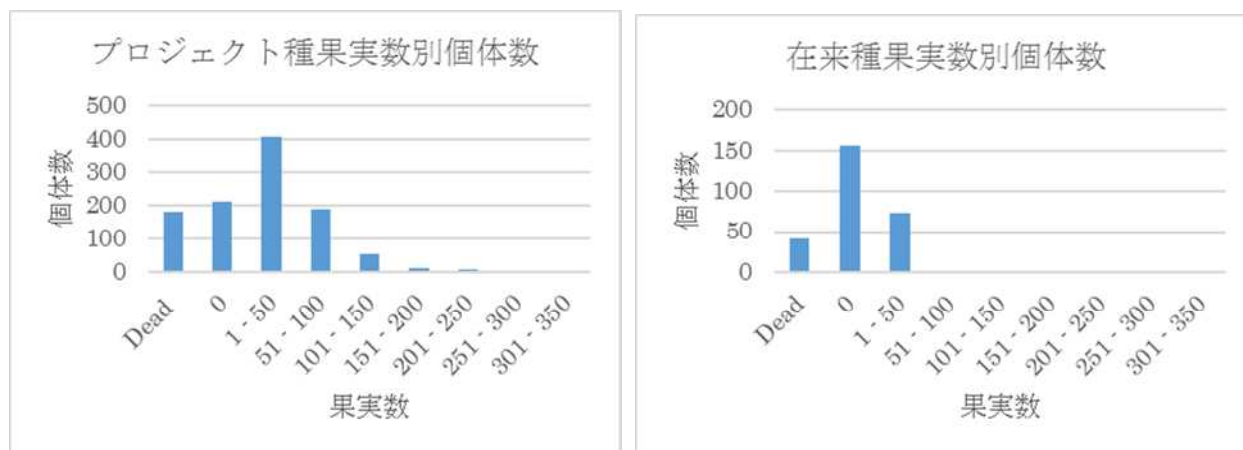


図 1-1 果実数別個体数

#### ・優良母本選抜

表 1-1 に現時点の収穫量で見たプロジェクト種及びモザンビーク在来種の上位 10 個体のデータを示す。これらの収穫量の調査は今後も継続しておこなっていくようにする。また来年度には交配種の収穫も確認できるので, 新たに選抜を行う予定である。

表 1-1 プロジェクト種及びモザンビーク在来種の上位 10 個体果実数

| Project | Plant No | Fruits | Local | Plant No | Fruits |
|---------|----------|--------|-------|----------|--------|
| 1       | 455      | 315    | 1     | 673      | 99     |
| 2       | 440      | 254    | 2     | 758      | 65     |
| 3       | 245      | 247    | 3     | 956      | 57     |
| 4       | 1206     | 217    | 4     | 959      | 53     |
| 5       | 1375     | 212    | 5     | 680      | 49     |
| 6       | 212      | 211    | 6     | 814      | 49     |
| 7       | 434      | 209    | 7     | 815      | 47     |
| 8       | 1094     | 207    | 8     | 717      | 44     |
| 9       | 1376     | 201    | 9     | 785      | 44     |
| 10      | 1276     | 191    | 10    | 953      | 44     |

図 1-2 に優良母本プロジェクト種上位 2 個体の写真 (2014 年 11 月撮影) を示す。いずれも葉がほとんどない状態であるが, 今後, 出葉, 開花が起こり, 次年度は収穫量がさらに伸びると思われる。A455 は, 試験開始時期より, 基部より枝分かれが起こり, 収穫量が増加すると見ていた。



A455



A440

図 1-2 優良母本プロジェクト種

図 1-3 にプロジェクト種上位 10 個体の収穫量の累積推移を示す。いずれも 4 月から 6 月の雨季開けに大きく収穫量が増加しているのがわかる。

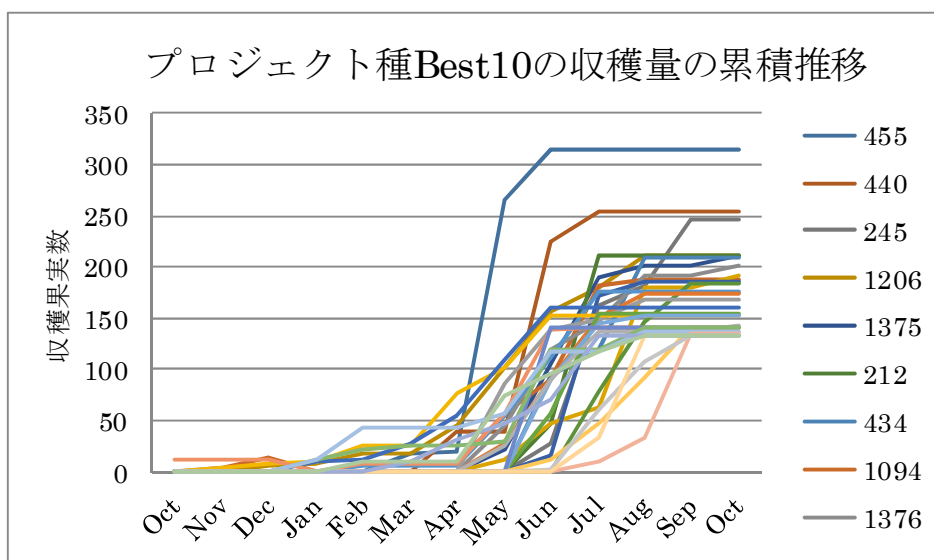


図 1-3 プロジェクト種上位 10 個体の収穫量の累積推移

図 1-4 に無毒種の果実数分布を示す。現在生存が確認できる個体は 32 個体で、収穫が確認できたものは 14 個体である。最高の収穫数は、A973 の 48 果実である。今後も継続して調査する。

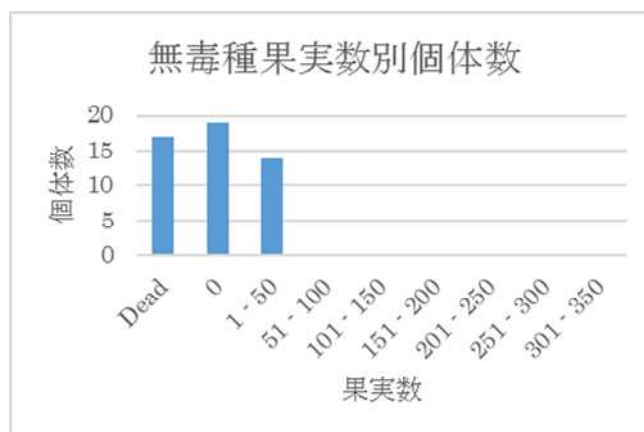


図 1-4 無毒種の果実数別個体数

・ Block B 栽培管理試験区の収穫量分析

施肥試験では、一回当たりの施肥量を NPK 混合(12:24:12) 60g, 90g, 120g と対象区を設定し、年 2 回雨季の期間に施用した。その結果、120 g 区が一番収穫量がよく、平均 254 果実を記録し、施肥の効果が堅実に表れている。対象区は 171 果実であった (図 1-5)。

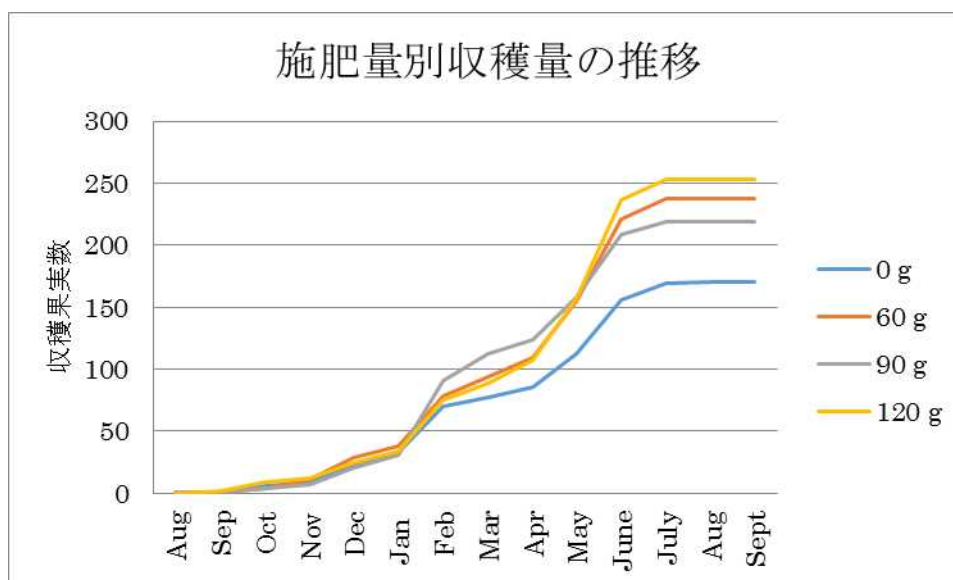


図 1-5 施肥量別収穫量の推移

初年度(2013 年)冬季の耐乾燥, 耐低温の栽培管理は, Watering (灌水), Watering+Mulching (灌水+敷藁), Watering+Greenhouse (灌水+温室ドーム) の効果を実験した。収穫量については, W/M (平均 249 果実), W/G (237 果実), W (251 果実) Control 区 290 果実が一番よいというデータが出ているが, どの対策も翌年の収穫には影響がないことを示した。冬季の乾燥, 低温を何とか過ごすことができれば, 夏季の高温, 降水で復活することが確認できた。2013 年は 10 年に一度と言われる低温が続き, 圃場でも 4℃まで下がったことがあった。今年度 2014 年は, 通常の冬で, 最低気温が 10℃を割るようなことはなかった。

・ 人工交配種

2013 年 5 月に Block D に, 625 本移植し, 2014 年 1 月に 428 本, 計 1053 本を移植した。し



かし、開花、果実が確認できるのは図 1-6 の 2 本だけで現時点での評価はできない。2015 年 6 月には、第 1 回の評価ができと思っている。



D110



D330

図 1-6 人工交配種

・ 搾油残渣肥料試験

UEM 農学部学生により、搾油残渣肥料の効果を確認するために野菜試験を行っている。ボアネの IPU 圃場ではトマト、UEM 農学部圃場でコーヴ、トウモロコシ、レタス、ジャガイモの肥料効果試験をおこなった。その内、学生の一人が 2 月 16 日、学位論文公聴会で「トマト栽培におけるジャトロファ残渣肥料と NPK 肥料配合の影響分析」をテーマに発表し、20 点満点中 15 点の評価を得た。

④ カウンターパートへの技術移転の状況

モザンビーク人研究者 1 名の雇用を継続し、圃場、作物の維持管理・データ取得記録方法などを教育している。細かなデータの管理、農園の作業マネジメントもできるようになってきた。また、UEM 農学部学生による搾油残渣肥料試験も開始された。

⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開

2013 年冬季は 4℃にまで低温になったので、その被害を最小限にするため、温室ドームを採用した。その結果枯死したものはなかった。2014 年度には、極端に低温になるようなことはなく、F1 幼苗についても、温室ドームを使用することはなかった。シロアリ、葉ダニ病については、最小限の被害に留めたが、2014 年 1 月後半にはノミハムシは大発生した。それ以降は、2014 年 12 月から 2015 年 1 月前半に発生し、ジャトロファの生長に大きく影響を及ぼした。

(3) 研究題目 2 BDF の生産および残渣の利用技術

① 研究のねらい

下記 5 項目について、平成 26 年度の計画に従って研究およびカウンターパートへの技術移転を行った。

- ・ 固形燃料生産の基礎実験
- ・ BDF と固形燃料の燃焼試験
- ・ 酵素等による搾油残渣の毒性低減
- ・ BDF と排気のリスク評価・管理
- ・ BDF プラントの排水処理法の検討



## ② 研究実施方法

### ＜固形燃料生産の基礎実験＞

本研究については東京大学との連携で進めている。具体的には、東京大学で進めている固形燃料製造条件検討に対して、基礎的データの提供及び、製造した固形燃料の含有物質評価について協力している。

### ＜BDF と固形燃料の燃焼試験＞

モザンビークのディーゼルエンジン使用状況及び将来の技術導入の可能性、さらに経済的な状況も踏まえ、BDF 及びジャトロファ油と軽油混合燃料による燃焼実験を現在使用されているディーゼルエンジン及び将来導入されると推測されるエンジンシステムも含め装置開発と燃焼試験を行った。固形燃料については、燃焼実験炉を開発し、それを用いて燃焼条件と排気成分の関係を実験・解析している。

### ＜酵素等による搾油残渣の毒性低減＞

毒性物質として注目している物質はホルボールエステルである。リパーゼの酵素を用いて分解することは既に報告している。ホルボールエステルの分解のためリパーゼ等の酵素類を用いることは経済的に成立しない可能性がある。従って、自然界に存在するバクテリア等の活用に重点を置きつつある。これは、BDF プラントの排水処理技術開発にも関連するため、両者を考えた研究を進めている。

### ＜BDF と排気のリスク評価・管理＞

ディーゼルエンジン燃焼時の排気成分評価、固形燃料燃焼時の排気成分評価以外に、ホルボールエステル分解成分のリスク評価及び固形燃料燃焼時の室内への拡散メカニズムの評価、搾油作業時のリスク評価を含めリスク評価及び管理方法の検討を進めている。

### ＜BDF プラントの排水処理法の検討＞

上記＜酵素等による搾油残渣の毒性低減＞研究と関連付けて研究を進めている。

## ③ 当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

カウンターパートナへの技術移転を目指して、計画を速めて研究を進めている。

### ＜固形燃料生産の基礎実験＞

金沢工大担当分はほぼ終了し、東京大学に研究成果は報告している。

### ＜BDF と固形燃料の燃焼試験＞

平成 25 年度まではジャトロファ油をディーゼル機関に適用するため、その高い動粘度や表面張力の低減を目的に軽油と混合する方法を採ってきた。これに対し、平成 26 年度は軽油より安価で且つより少量でも動粘度や表面張力の低減が容易なことから、ジャトロファ油を灯油に混合する方法を検討した。

図 2-1 は灯油と軽油それぞれにジャトロファ油を混合した場合の動粘度であり、その測定値は、灯油混合時の動粘度がより低いことを示した。

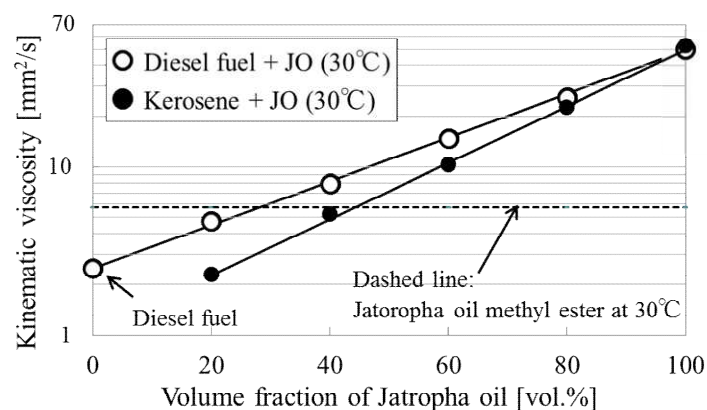


図 2-1 ジャトロファ油混合灯油とジャトロファ油混合軽油の動粘度

図 2-2 はディーゼル機関の圧縮上死点程度の雰囲気密度場（ただし室温）へ、図 2-1 と同じ燃料を噴射し撮影した非蒸発噴霧の画像である。軽油とジャトロファ油を比べると後者の噴霧が細く、散乱光強度が弱い。これはジャトロファ油の物性が液滴の微細化を妨げ、液滴数密度と周囲気体との混合を抑制するためである。同様な観点で見れば、ジャトロファ油混合軽油に比べ、ジャトロファ油混合灯油は噴霧液滴がより微細化して、周囲気体とよく混合されていることがわかる。

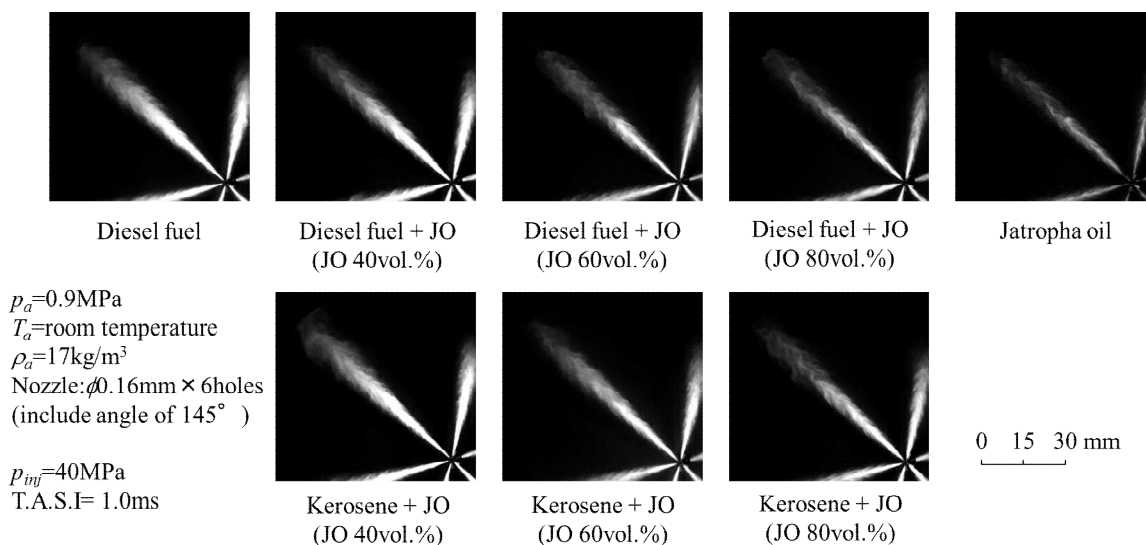


図 2-2 非蒸発燃料噴霧の散乱光画像

（上段：ジャトロファ油混合軽油，下段：ジャトロファ油混合灯油）

このような特性の燃料が機関性能と排出ガス特性に及ぼす影響を単気筒ディーゼル機関において調べた。図 2-3 が低負荷の熱発生率と筒内圧力であり、このとき 40MPa の燃料噴射圧力において 1 サイクルあたり 1 回の噴射を上死点前 4 度に行った。ジャトロファ油混合灯油、ジャトロファ油混合軽油ともに軽油より着火は遅れるものの、その差はクランク角度で 3 度以内である。ただし、灯油と軽油のいずれにジャトロファ油を混合しても、その割合が高くなるほど熱発生率のピーク値は低下する。筒内圧力には着火・燃焼以前から燃料間の差があり、ジャトロファ油の割合が高いほど上昇する。つまり、ジャトロファ油を多く含む燃料は、燃焼室内で燃え切ることができず堆積物の形態で残存し、圧縮端圧力を

高める。この推察は燃料に対する熱発生率の変化を説明できるし、後に述べる粒子状物質の結果とも矛

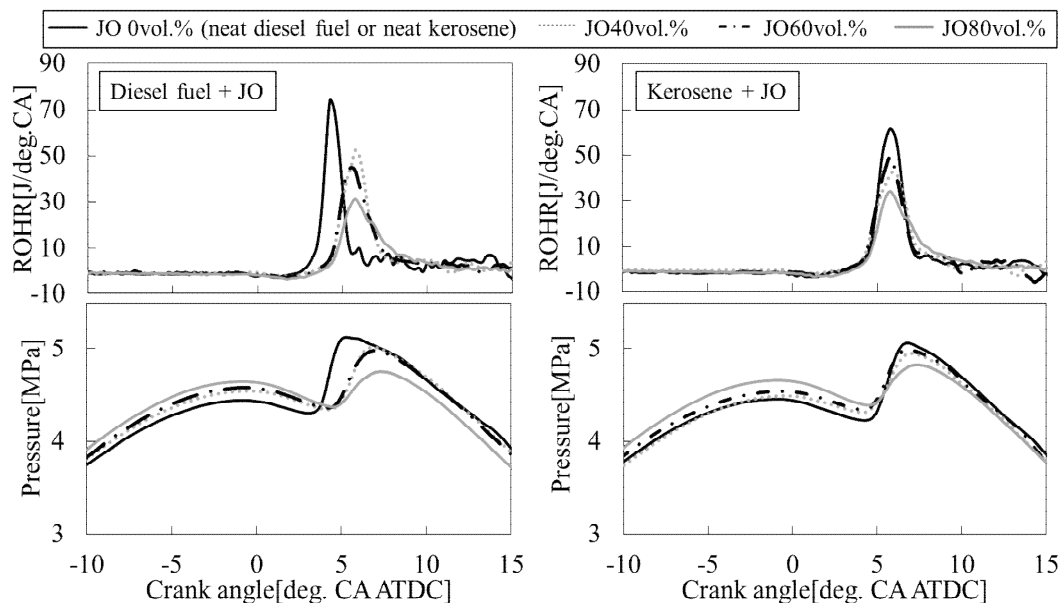


図 2-3 低負荷における熱発生率（上段）と筒内圧力（下段）

（機関回転数 1000rpm, 1 サイクルあたりの燃料供給量 170J, 燃料噴射圧力 40MPa）

盾しない。原因は図 2-2 に示した噴霧特性に加えてジャトロファ油の遅い蒸発速度による。

部分負荷の熱発生率と筒内圧力は図 2-4 のとおりである。このときは燃料噴射圧力を 80MPa に設定し、圧縮行程のやや早い上死点前 12 度に全燃料供給量の 8% に相当するパイロット噴射をして、残りを圧縮上死点前 4 度のメイン噴射で供給した。低負荷とは異なり、熱発生率に燃料の差はない。パイロット噴射燃料の燃焼で高温・高圧となる上、噴射圧力が高いことで燃料間の噴霧特性の差が小さくなったということであろう。

図 2-5 は粒子状物質(PM)排出量であり、ソックスレー抽出によりススを主成分とする不溶成分(ISF)と未燃高級炭化水素が主な可溶有機成分(SOF)に分離している。低負荷の PM はジャトロファ油割合の増加に伴い増加し、とりわけ SOF は顕著な増加を示した。これは上述のとおり、ジャトロファ油の混合による噴霧特性の変化が主要因である。そのため、図 2-2 でも見られたように、灯油を混合した方

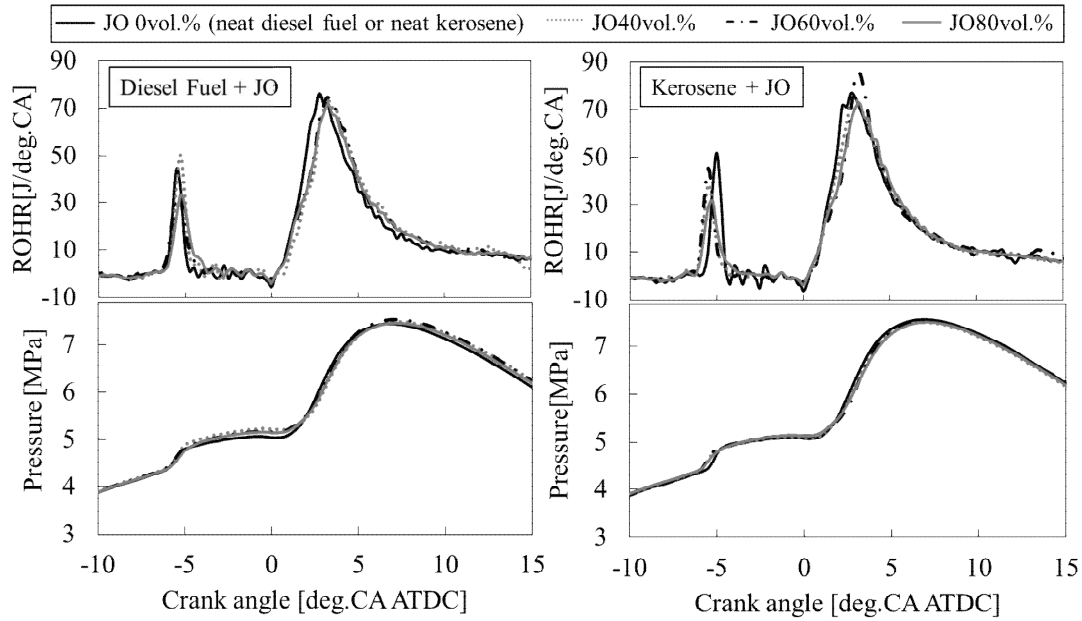


図 2-4 部分負荷における熱発生率（上段）と筒内圧力（下段）  
 （機関回転数 1000rpm, 1 サイクルあたりの燃料供給量 630J, 燃料噴射圧力 80MPa）

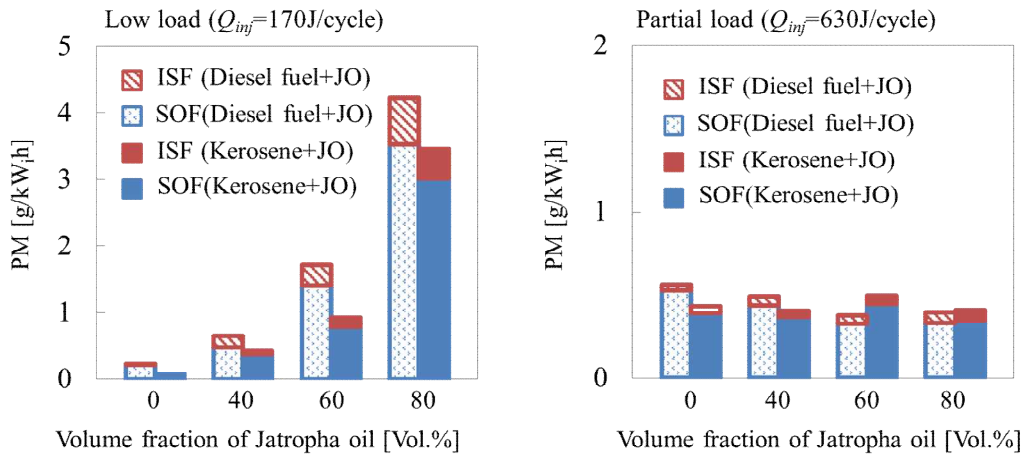


図 2-5 粒子状物質(PM)排出量の比較  
 (ISF : Insoluble fraction, SOF: Soluble organic fraction)

が噴霧の微粒化や空気との混合が良くなるために、ISF、SOFともに軽油と混合するより少なく抑えることができる。なお、部分負荷におけるPMの燃料間の差は小さい。

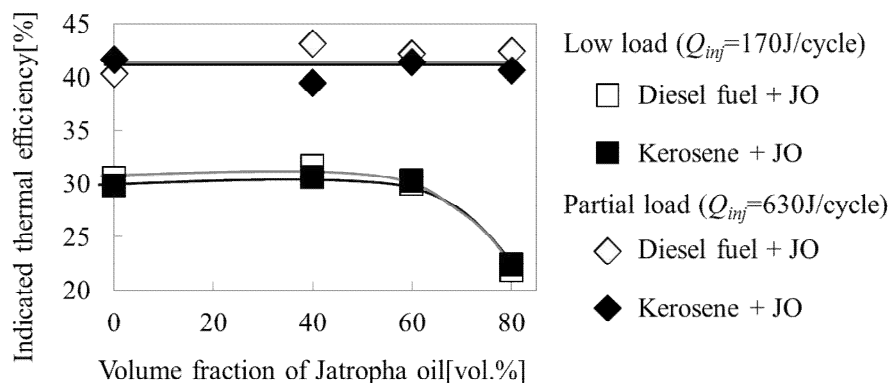


図 2-6 図示熱効率の比較

図 2-6 に図示熱効率を燃料間で比較する。低負荷では燃料影響が顕著で、80vol.%のジャトロファ油を混合すると図示熱効率が著しく低下する。図 2-3 のような燃焼の緩慢化と、図 2-5 のような未燃高級炭化水素量の増加がこの原因と考えられるが、それでも 60vol.%の混合割合までは軽油と同等な効率を維持する。ここでもやはり部分負荷の燃料による影響は小さい。

以上のことから、ジャトロファ油の割合が 60vol.%であれば、低負荷においても熱効率の低下は小さい。PM の増加が懸念されるが、低負荷に排出される PM は測定限界以上のホルボールエステルを含まないことを既に確認している。また、灯油と混合すると、軽油と混合するより PM の増加は抑制される。

固形燃料の燃焼研究についてはジャトロファ種子の搾りかすを固形燃料として利用することを想定し、燃焼特性を把握するために試験用燃焼炉を設計・製作し、燃焼試験を行った。図 2-7 に試験用燃焼炉および試験装置を示す。

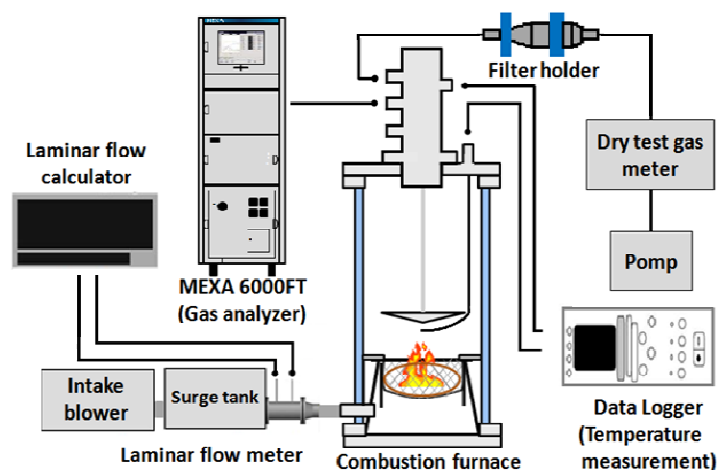


図 2-7 固形燃料用燃焼実験装置の概略図

燃料を入れる燃焼筒（下部は金網）の下方より送風機で所定の流量の空気を送風した。

金網より 145mm 上方に設置した熱電対により、燃焼温度を測定した。燃料投入口には燃焼状態の観察のために耐熱ガラス窓を設けた。

排ガスは自動車用排ガス分析計（HORIBA, MEXA6000FT）を用いて、19 成分について測定した。

また、排ガス中の PM を測定するために、テフロンコーティングフィルターを用いて排ガスの PM を捕集し、不可溶分 (ISF) と可溶有機成分 (SOF) に分離し、可溶有機成分中のホルボールエステルの濃度は HPLC を用いて測定を行った。

表 2-1 に燃焼筒の寸法および実験条件を示す。

供試燃料はジャトロファ搾油残渣(ミャンマー産)を用いた、搾油残渣の高位発熱量は JIS Z-7302-2 に準拠した測定法により、1.85MJ/kg を得た。

以下に実験の手順を示す。

- ①50g の搾油残渣を燃焼筒に投入し、上方よりガスバーナーで加熱・着火し、燃焼温度が最大値を示した後、可視火炎が消失し表面燃焼に移行する。
- ②着火開始と同時に温度および排ガス分析計の記録を開始する。
- ③燃焼温度が最大値を示したとき、燃料投入口を開け計測対象の搾油残渣 12.5g を均一になるよう追加し、燃料投入口を閉じる。

搾油残渣の燃焼温度と燃焼状態の観察結果を図 2-8 に示す。火炎を伴う蒸発燃焼状態時に追加燃料を投入する。このため、燃料追加後の燃焼は蒸発燃焼が継続される(図 2-8 の(a))。その後、火炎を伴わない燃焼形態の表面燃焼に移行する(図 2-8 の(b))。

表 2-1 固形燃料の実験条件

|                                      |                 |                   |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------|
| Dimensions of fuel container         | Depth [cm]      | 4.8               |
|                                      | Diameter [cm]   | 8.5               |
|                                      | Volume [cm³]    | 272               |
| Test fuel                            |                 | Jatropha oil cake |
| First test fuel                      | Weight [g/time] | 50                |
|                                      | size [mm]       | 30 × 20 × 5       |
| Add test fuel                        | Weight [g/time] | 12.5              |
|                                      | size [mm]       | 10 × 10 × 5       |
|                                      |                 | 20 × 20 × 5       |
| 30 × 30 × 5                          |                 |                   |
| Method of ignition [first time only] |                 | Gas burner        |
| Total number of add test fuel [time] |                 | 1                 |
| Air flow rate [m³/min]               |                 | 0.04              |
|                                      |                 | 0.05              |
|                                      |                 | 0.06              |
|                                      |                 | 0.08              |



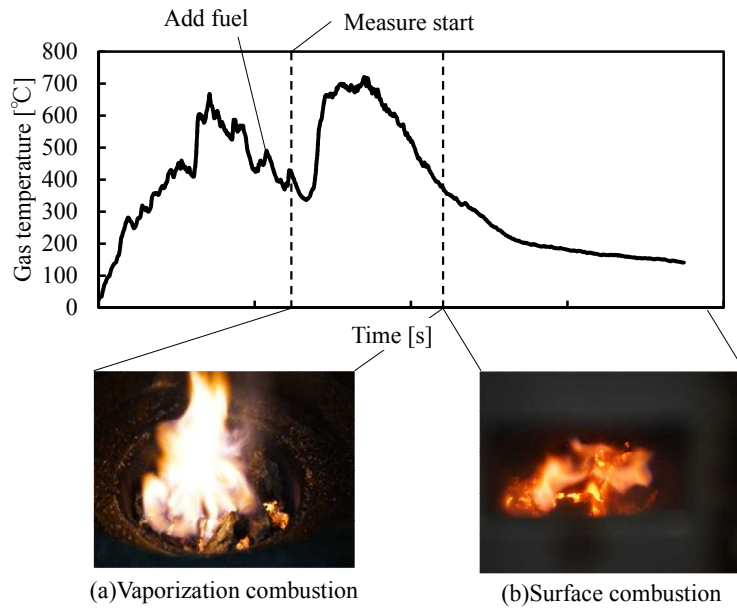


図 2-8 ジェットロファ固形燃料の燃焼過程（火炎直上温度履歴）

横軸に燃料追加からの経過時間を取り、排ガス成分濃度の変化を図 2-9 に示す。図中左は供給空気流量を変化させた実験結果、右は燃料サイズを変化させた実験結果である。供給空気量を増加させると燃焼速度が増加し、燃焼効率が上昇するため、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{CO}$  の排出濃度が増加する。一方、燃料サイズを変化させても各排ガス成分濃度に顕著な変化は見られない。燃料サイズを小さくすることで堆積当たりの表面積が大きくなり、燃焼が活発になると考えたが、かさ密度が増加することで燃料付近の空気導入が妨げられたため燃焼が活発にならず、本実験の範囲では燃料サイズによる違いは見られなかった。

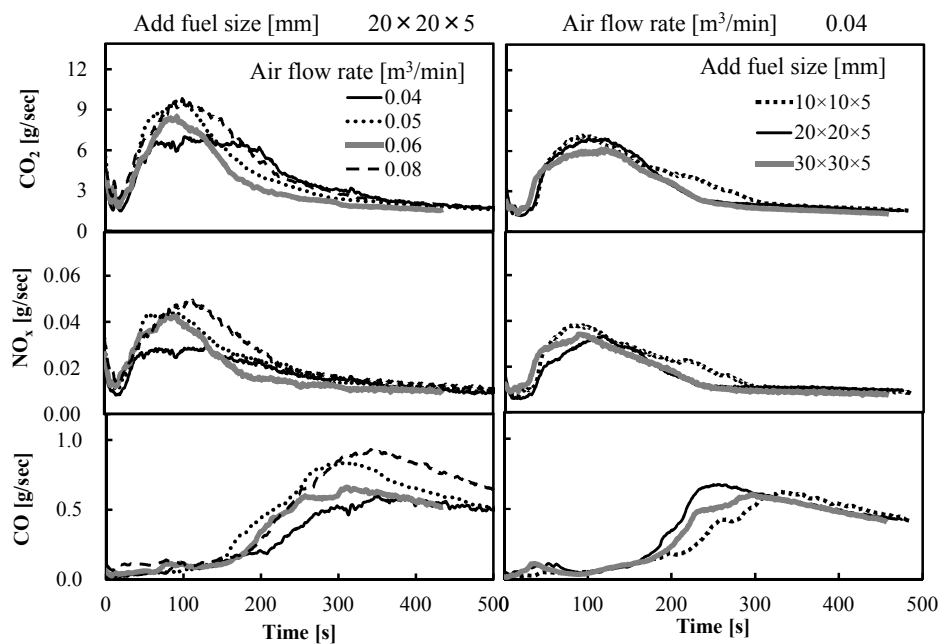


図 2-9 ジェットロファ固形燃料燃焼時の排出ガス成分

排気中の PM を ISF と SOF に分離した結果を図 2-10 に示す。図中左は供給空気流量を変化させた実験結果，右は燃料サイズを変化させた実験結果である。供給空気流量が増加することで燃焼量が多くなることから PM は増加する。また，供給空気流量の増加によって熱分解反応が活発になり SOF も顕著に増加する。ISF は再酸化によって消滅するススが増加するため，供給空気流量を増加させても変化しない。

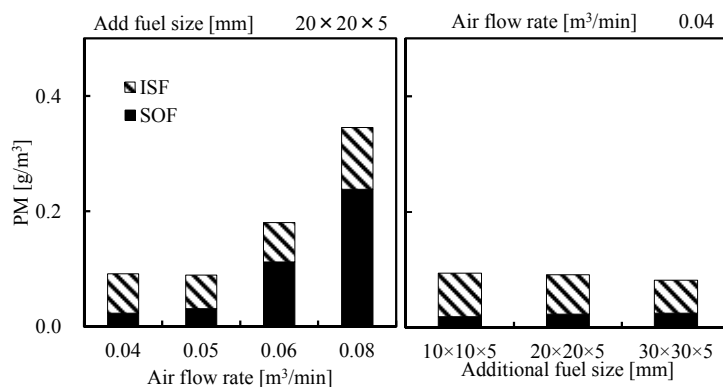


図 2-10 Particulate matter emissions of Jatropha oil cake

今後は，この成果をモザンビーク UEM のルーカス教授が開発提案しているモザンビーク一般家庭用燃焼炉との関係について UEM との共同により研究を促進していく計画である。

#### <酵素等による搾油残渣の毒性低減>

BDF 製造プロセスにおけるホルボールエステルの挙動を調べることは，毒性低減を効果的・効率的に進めるうえで重要である。アルカリ触媒法によるジャトロファ BDF 製造プロセスの各段階で得られる物質中に含まれるホルボールエステルの測定を行った。アルカリ触媒法による BDF 製造プロセスの概略フローを図 2-11 に示す。



図 2-11 アルカリ触媒を用いた BDF 製造フロー

図 2-11 に示す実際のプラントで行われている製造プロセスを実験室規模で BDF を製造し、各段階で得られるサンプル中のホルボールエステル含有量を測定した。

実験の詳細を記載するとページ数が多くなるため、結論を示す。図 2-12 は HPLC にて得られているホルボールエステルのピークと保持時間を示す。また、各精製プロセスにて測定されたホルボールエステルを図 2-13 に示す。

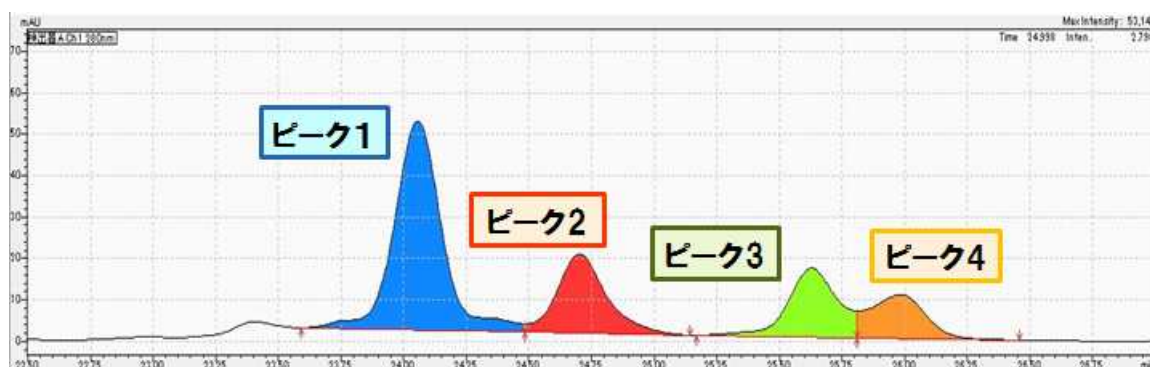


図 2-12 ホルボールエステルの HPLC データ

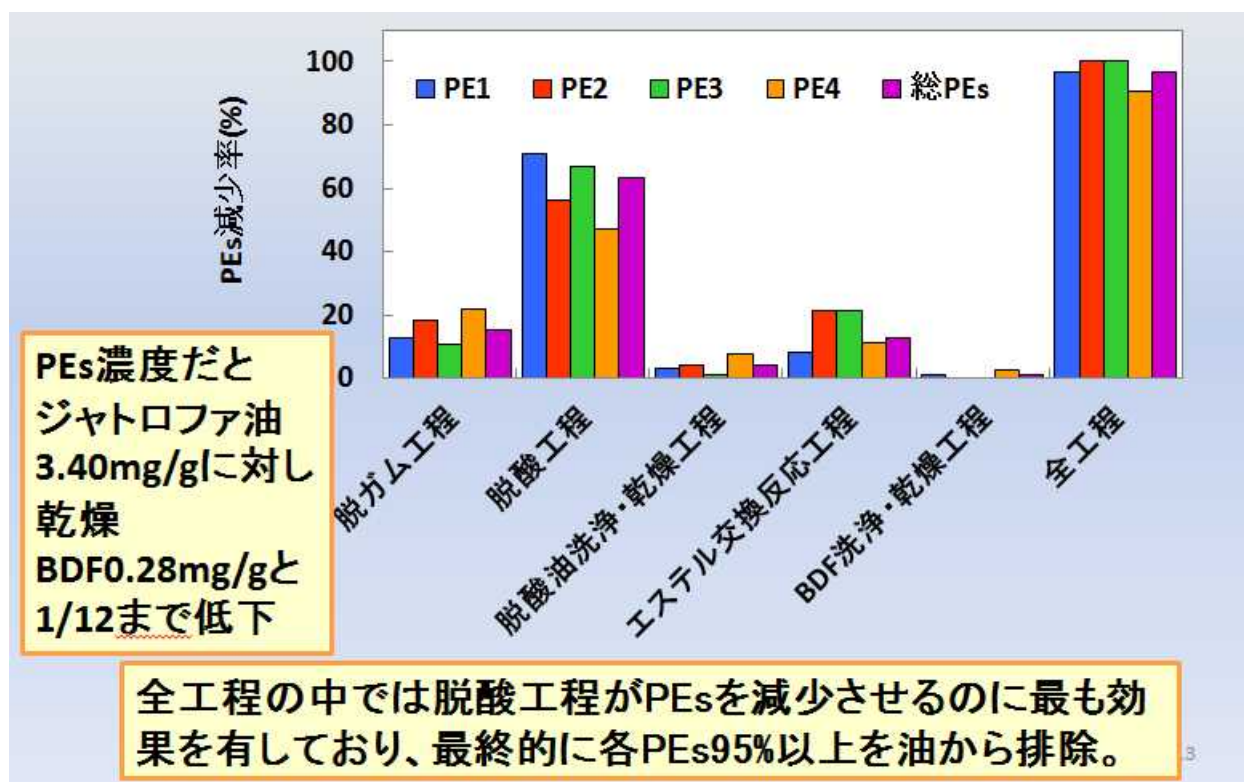


図 2-13 各精製プロセスに含まれるホルボールエステル割合

図 2-13 より明らかなように脱酸工程で得られる脱酸フーツ・油にホルボールエステルが多く含まれていることが明らかになった。脱酸フーツ・油は石鹼にするとホルボールエステルが存在しないことが金沢工大と太田油脂との実験で確認されているため、脱酸フーツ・油は石鹼に加工することが毒性低減には効果的と判断された。

この実験結果を理解した上で、堆肥中の微生物にリパーゼ産生菌が存在するかを調査した。  
ビクトリアブルー寒天培地を用いてリパーゼ産生菌の確認実験を行った。実験系を図 2-14 に示す。

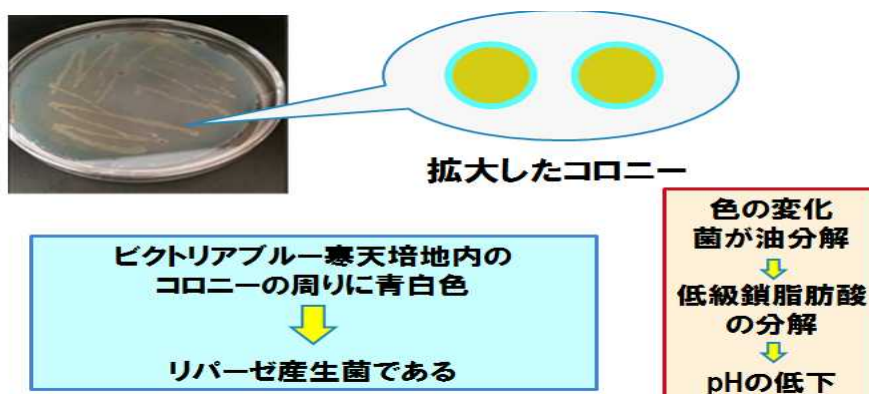


図 2-14 リパーゼ産生菌調査手法

今回の実験でリパーゼ産生菌の存在が確認されたため、平成 27 年度も継続して研究を進める。

#### <BDF と排気のリスク評価・管理>

平成 25 年度までは人皮膚細胞を用いたリスク評価手法の技術開発を進めた。

平成 26 年度は、開発された手法を用い、ジャトロファ油及びホルボールエステル含有メタノール抽出液について開発手法を適用し、評価を行った。開発された試験方法の概略を図 2-15 に示すが、人の皮膚細胞を高分子フィルムに付着させ、ジャトロファ油のような油性成分ではエマルジョン状態で皮膚細胞と接触させて皮膚細胞への影響を調べる方法である。

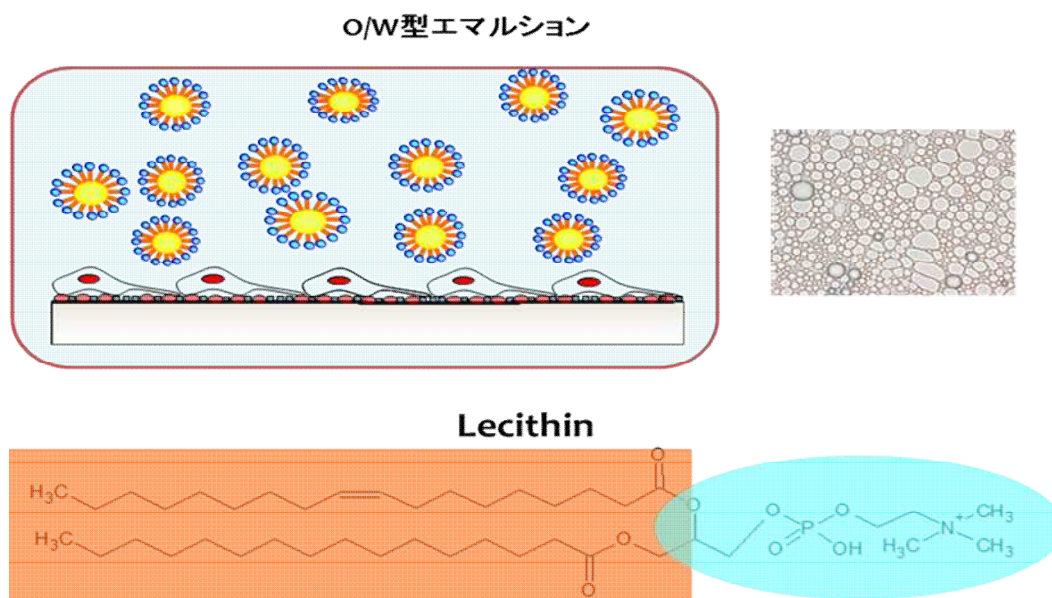


図 2-15 エマルジョン状態での毒性評価方法

実験結果を図 2-16, 17 に示すが、Pes 抽出物を 2.5% 添加した皮膚細胞培養液中での 24 時間後の細胞生存率は 25% であり急性毒性を示したが、ジャトロファ油 2.5% を添加した培養液中では、細胞生存率は 90% であり、搾油そのものを扱う場合の毒性は低くなることが明らかになった。



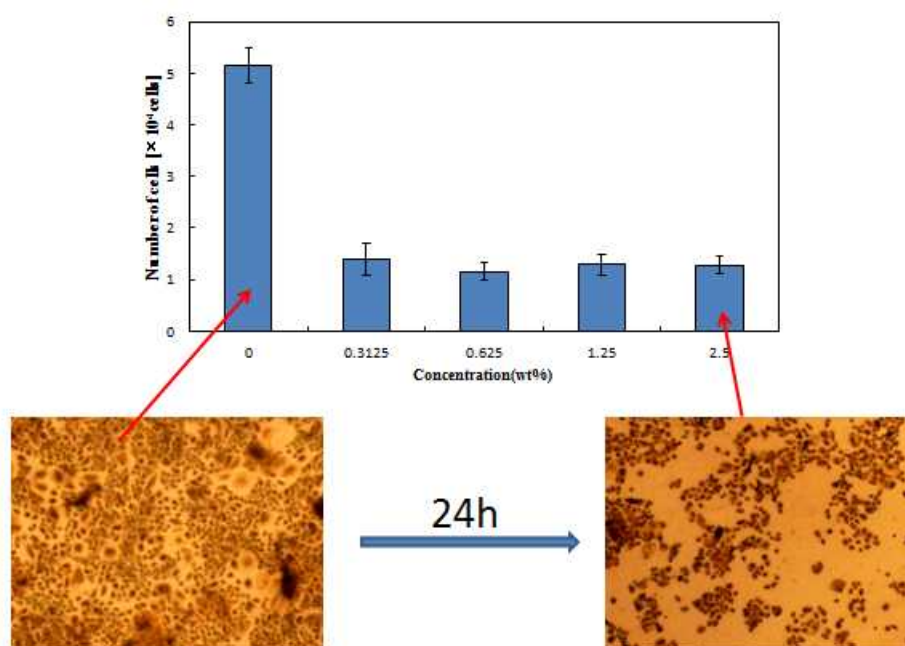


図 2-16 ジャトロファ油からのメタノール抽出液（ホルボールエステル抽出液）の  
人皮膚細胞への影響

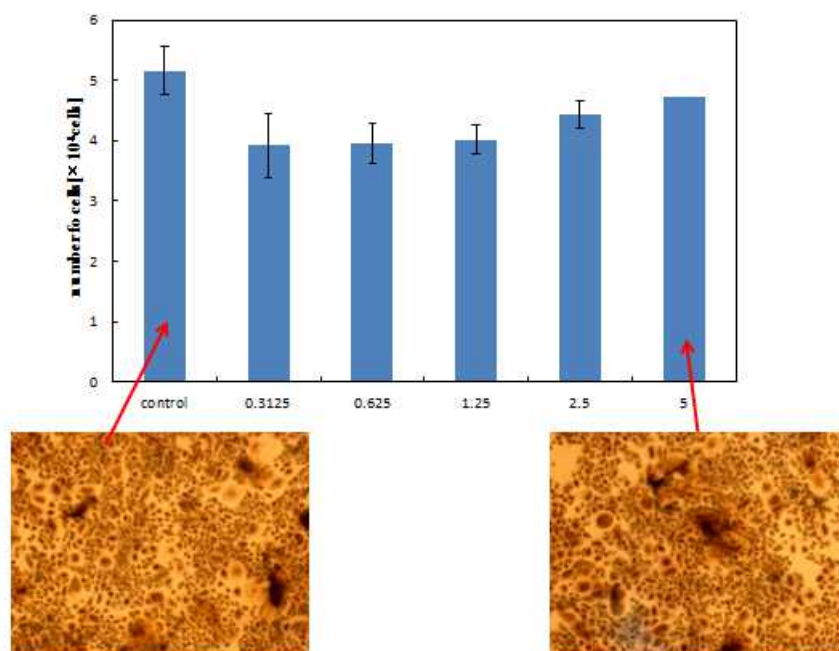


図 2-17 ジャトロファ油の人皮膚細胞への影響

上記図 2-16, 17 の物質について FTIR を用いて分析した結果を図 2-18 に示す。

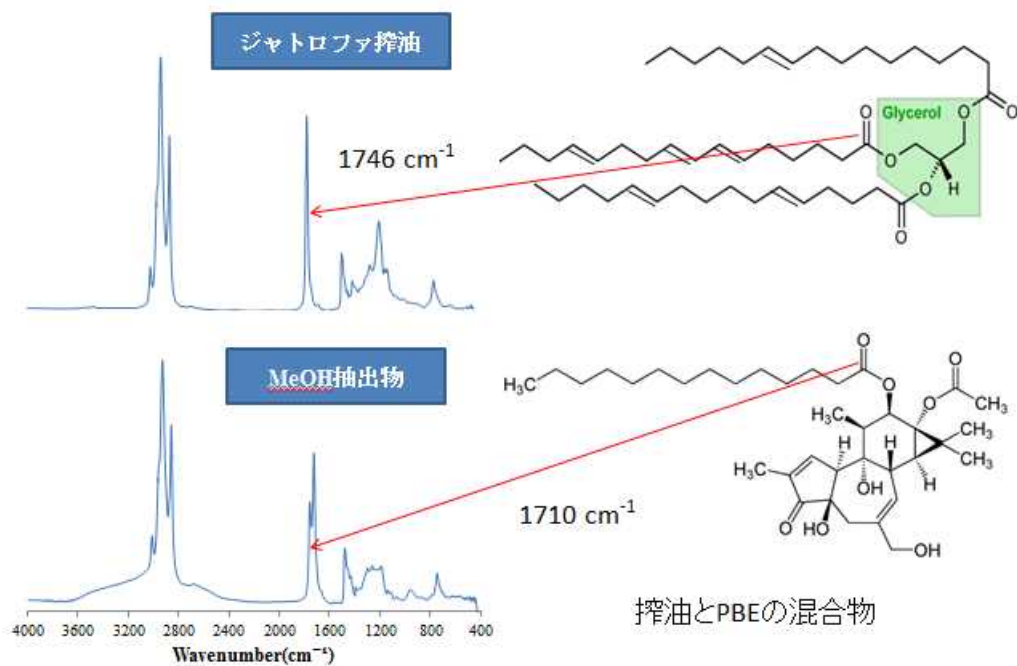


図 2-18 ジャトロファ油及びホルボールエステル抽出液のF T I R分析結果

図 2-18 より波長  $1710\text{ cm}^{-1}$  のピークはホルボールエステルを示していることが分かる。従って、 $1746\text{ cm}^{-1}$  のピークとの比率を調べることでホルボールエステルが分解していることが評価できることが明らかになった。

紫外線を照射した後の搾油由来のピーク強度 ( $1746\text{ cm}^{-1}$ ) とホルボールエステルのピーク強度 ( $1710\text{ cm}^{-1}$ ) を比較することによりホルボールエステルが分解しているかを判断することが出来る。実験結果を図 2-19 に示す。

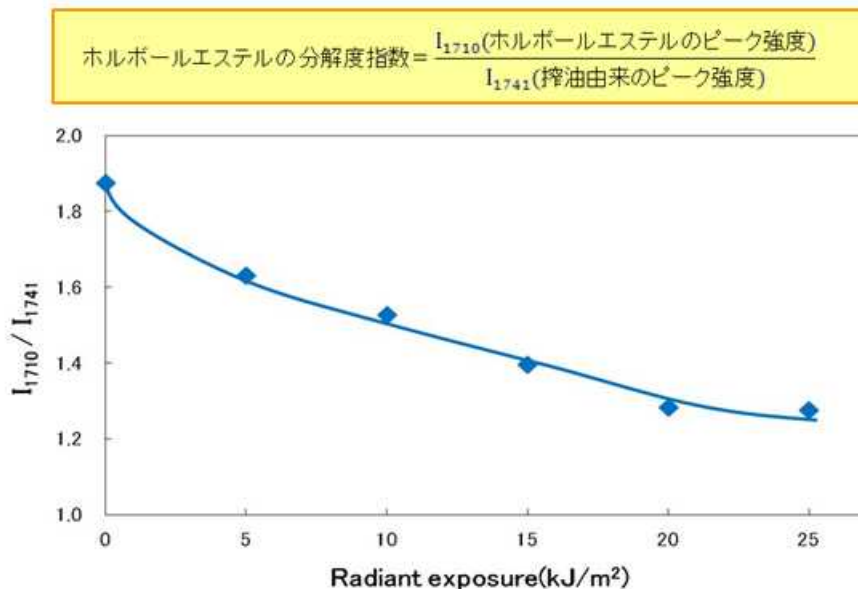


図 2-19 UV-C 照射とホルボールエステルの分解性

図 2-19 より紫外線によるホルボールエステルの分解がF T I R分析によっても明らかになった。分解生成物のリスク評価も行った。その結果を図 2-20 に示す。図 2-20 は紫外線照射強度を変えた時

のクルード油中のホルボールエステル濃度の変化を示しておりホルボールエステル濃度の顕著な減少傾向が認められている。この照射により生成された分解生成物を正常な人表皮角化細胞を用い濃度 500  $\mu\text{g/ml}$  を加え細胞の生存率を調査した。その結果を図 2-21 に示すが、紫外線 (352nm) を 1000 $\text{kJ/m}^2$  照射すると、クルード油の人表皮角化細胞への影響はコントロール群と同様のレベルになっていることが明らかになった。

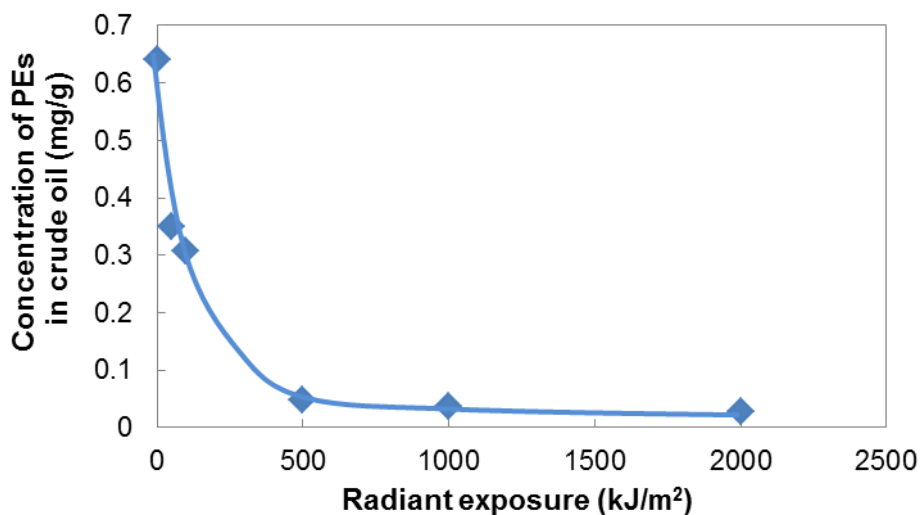


図 2-20 クルード油に紫外線照射時のホルボールエステル濃度の変化 (HPLC 測定結果)

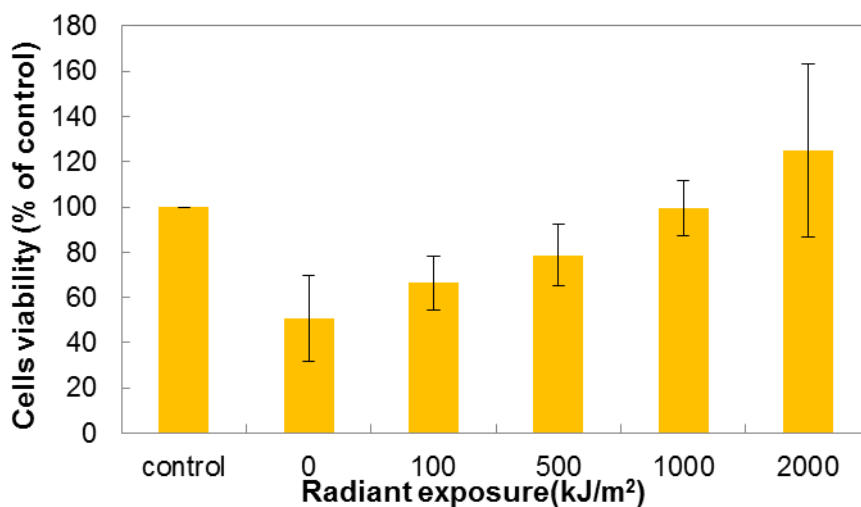


図 2-21 クルード油紫外線照射生成物質の細胞毒性結果

太陽光照射により搾油の毒性がさらに低減すれば、安全に取扱うことのできる指標を示すことができる。この結果をもとに、モザンビークにて簡易的に紫外線強度を測定できるフィルムバッチの開発にも着手しており、ほぼ完成させることが出来た。その一例を図 2-22 に示す。



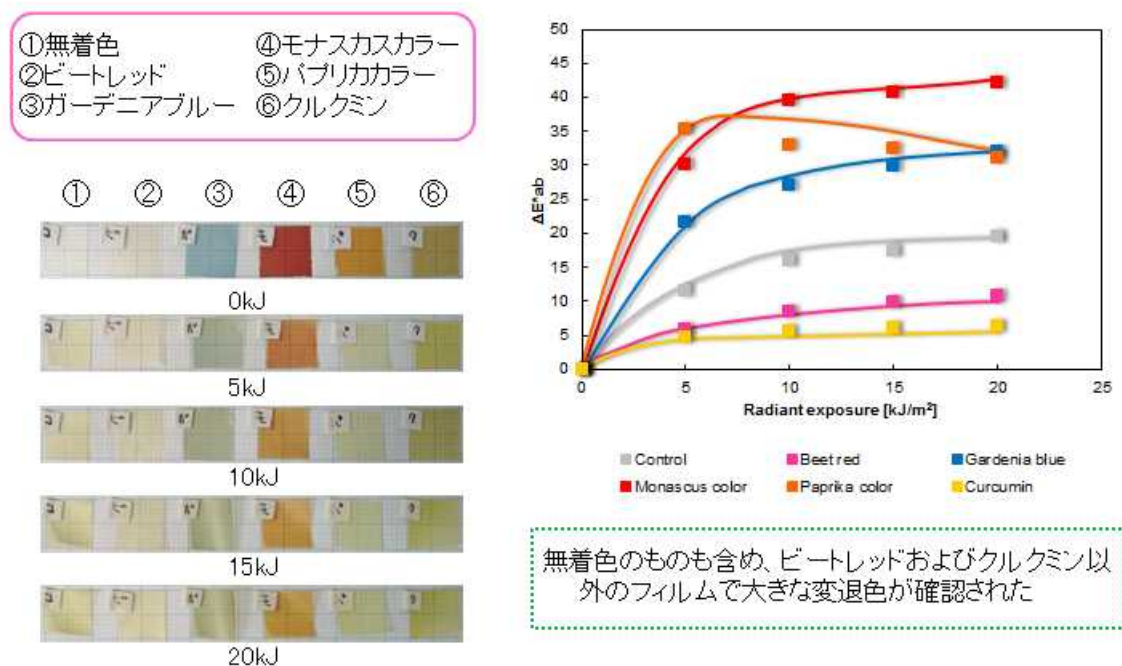


図 2-22 紫外線強度と各色素フィルムの変退色例

これを、モザンビークにて活用し、紫外線強度の状況を調べる計画である。太陽光中に含まれる UV 領域の光照射とホルボールエステル量の関係を調べた実験結果を図 2-19,20 に示すが、これによるジャトロファ油の毒性低減と天然色素で着色したバイオマス由来フィルムの色彩変化の相関性から毒性の低減（安全に取り扱えるレベル）の確認が現地で判断できるようになる。今後、さらに研究をすすめ、長期に搾油と接触した場合の皮膚毒性、ホルボールエステル分解生成物についてもリスク評価を進める計画である。

#### <BDF プラントの排水処理法の検討>

本研究は酵素等のホルボールエステル分解研究の中で進めてきたが、途上国における使用を考え、廃水処理方法として安価で行える土壌浸透処理方法の検討を行った。BDF 製造廃水として模擬廃水を作成し、土壌カラムに浸透させて COD を測定した。また、土壌処理に用いた黒ボク土において吸着油の分解現象も調べた。実験方法の概略を図 2-23 に示す。

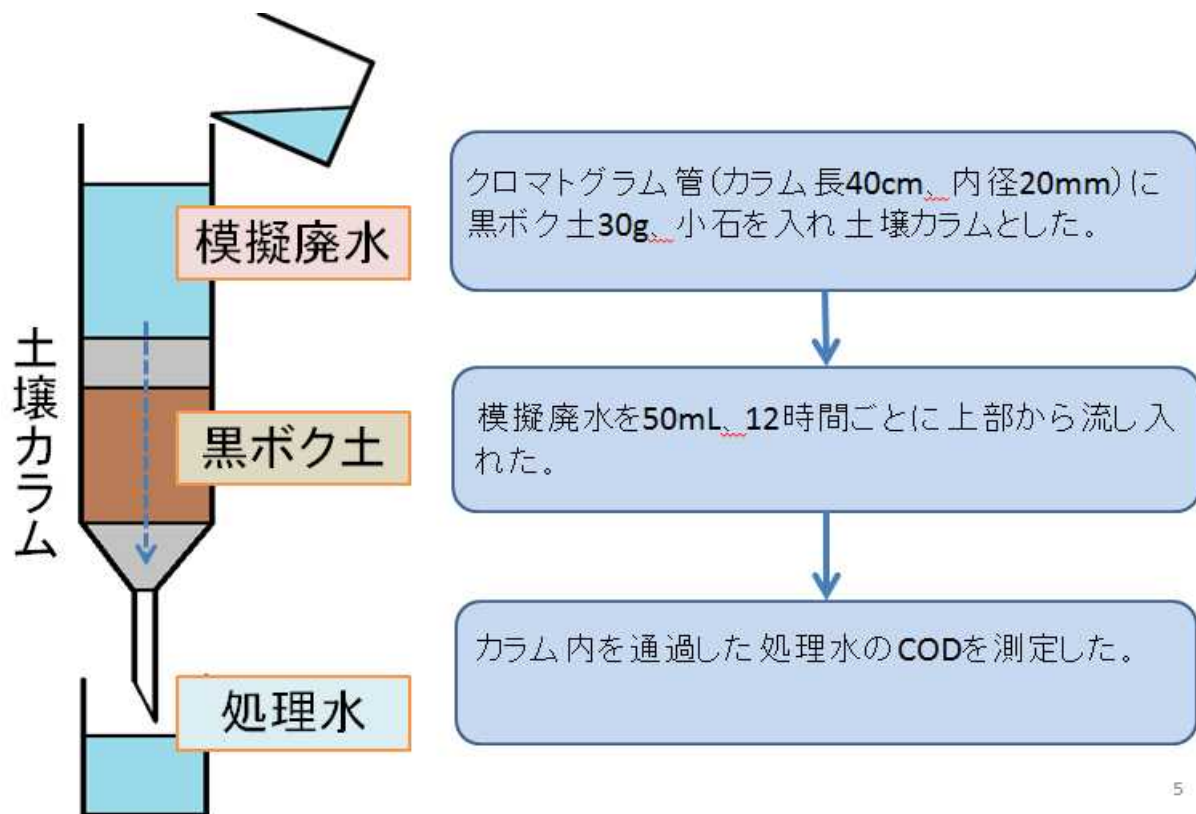


図 2-23 土壌カラムを用いた廃水処理実験方法

作成した模擬廃水を表 2-2 に示すが、模擬廃水には未乳化の油と乳化した油を使用し、乳化には界面活性剤のツイーン 85 を用いた。

表 2-2 実験に用いた模擬廃水

| 模擬廃水        | 水量(mL) | 油量(g) | ツイーン85(g) | COD (mg/L) |
|-------------|--------|-------|-----------|------------|
| サラダ油        | 50     | 0.05  | 0         | 1950       |
| ジャトロファ油     | 50     | 0.05  | 0         | 1400       |
| ジャトロファBDF   | 50     | 0.05  | 0         | 1700       |
| 乳化したサラダ油    | 50     | 0.05  | 0.05      | 2860       |
| 乳化したジャトロファ油 | 50     | 0.05  | 0.05      | 2150       |
| 乳化したジャトロファ油 | 50     | 0.05  | 0.05      | 2650       |

模擬廃水にジャトロファ油を用いた結果を図 2-24、BDF を用いた結果を図 2-25 に示す。図 2-24,25 にて明らかなように、未乳化の廃油の方が適切に処理されていることが分かる。

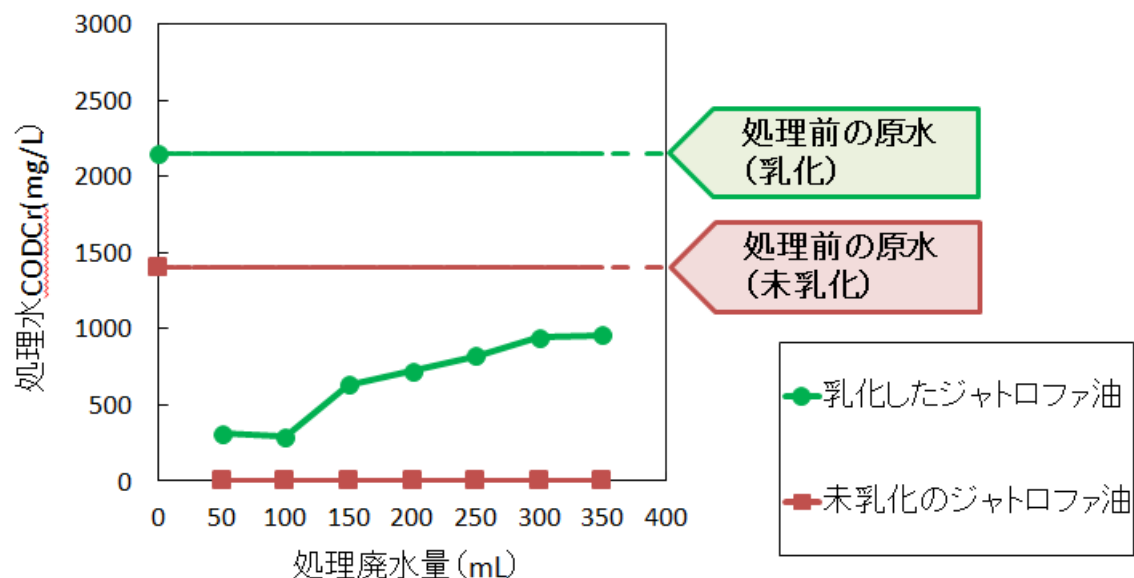


図 2-24 廃油としてジェットロファ油を用いた実験結果

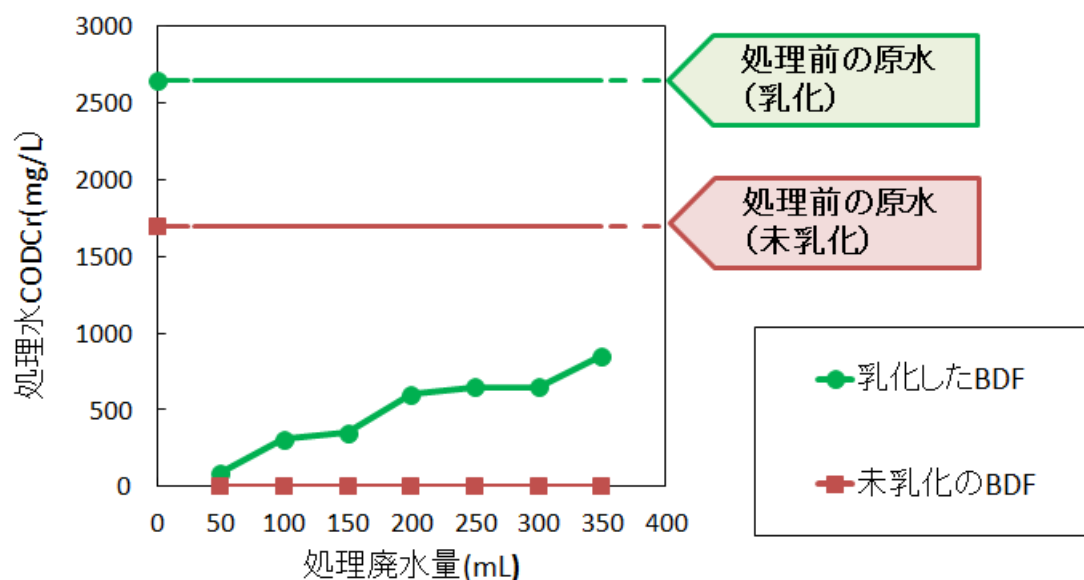


図 2-25 廃油として BDF を用いた実験結果

図 2-24,25 より明らかなように、油を乳化せずに模擬廃水として処理を行った場合は、COD は全て 0 mg/l であり、土壤に吸着されやすいと判断された。

次に、土壤に吸着された油分の分解実験を行った。分解実験において菌液有・無で土壤中の分解現象の把握を試みた。実験方法を図 2-26 に示す。

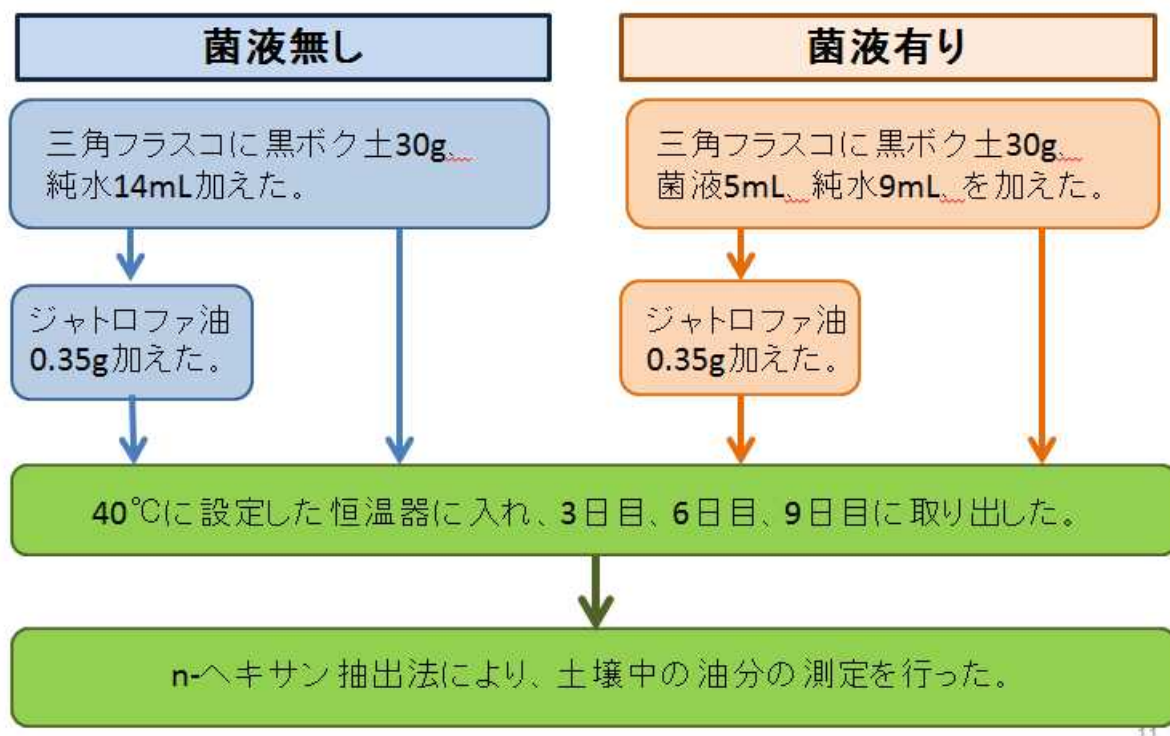


図 2-26 土壌吸着油分の実験方法

実験結果を図 2-27 に示す。

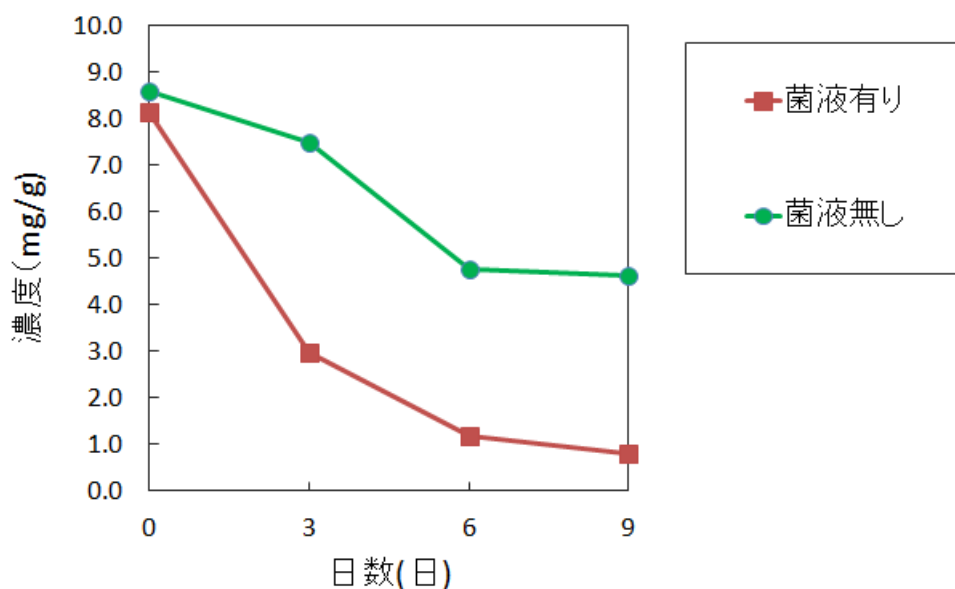


図 2-27 黒ボク土中の油分の変化

図 2-27 より明らかなように菌液を加えた黒ボク土では 9 日目に 93% もの油分が分解された結果が得られた。これらの実験結果をもとに、モザンビークにて発生するジャトロファ由来の廃水処理方法を提案する計画である。

#### ④ カウンターパートへの技術移転の状況

平成 25 年度に引き続き、平成 26 年 9 月～11 月にかけて Alberto Julião Macamo 氏に金沢工業大学

にて博士号取得に向けた研修を行った。研修内容はジャトロファ油の搾油関連及びジャトロファ油、BDF を用いたディーゼルエンジン燃焼研究、搾油残渣を用いた固形燃料燃焼実験、ホルボールエステルの HPLC を用いた分析等を行い、現在 UEM にて博士号取得に向けた研究を進めている。金沢工業大学における研究成果は、2014年に開催された再生可能エネルギーに関する国際会議にて図 2-20に示すタイトルでMacamo氏より発表された。

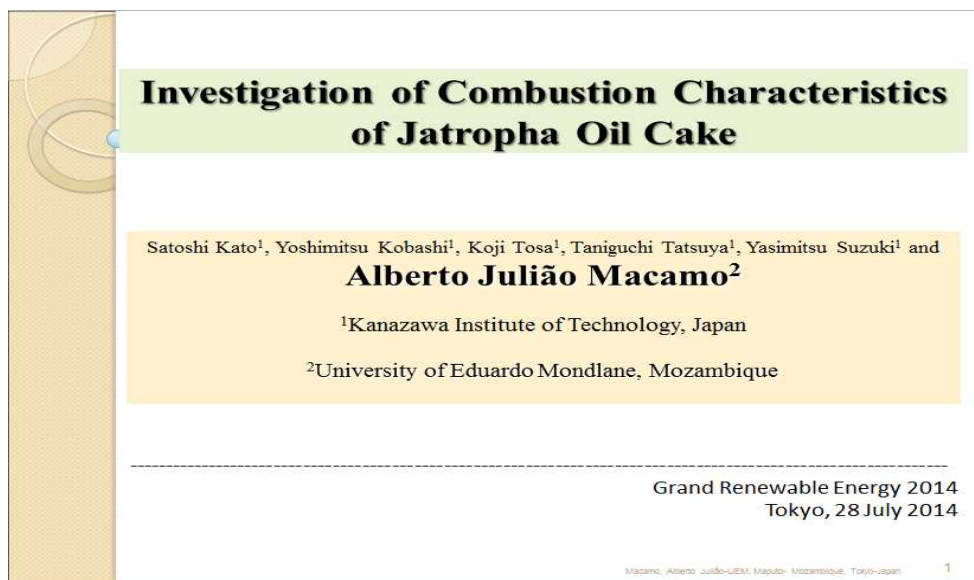


図2-28 再生可能エネルギー国際会議発表タイトル

平成26年度は複数回の長期滞在により、UEM学生の卒業研究、修士研究および博士研究に関連する次の指導を実施した。

- (a) Jatropha 種子の最適搾油条件（焙煎温度、搾油圧力等）の実施計画と解析法
- (b) 搾油 Jatropha Oil の脱ガム法と脱酸法
- (c) 搾油 Jatropha Oil 保存状態による燃料性状への影響調査と解析法
- (d) 搾油 Jatropha Oil の酸化安定性測定器（Rancimat）による測定と解析法
- (e) レッドウッド粘度計による液体燃料の動粘度測定と解析法
- (f) 液体燃料の密度測定解析法
- (g) 液体燃料のボンベ式熱量計による高発熱量の測定と解析法
- (h) Diesel Engine を用いた混合燃料の性能試験法と解析法
- (i) Diesel Engine を用いた混合燃料の排気ガスおよびスモーク濃度測定と解析法
- (j) 軽油および灯油の Jatropha 混合燃料の Diesel Engine への適合性試験の実験計画立案
- (k) FTIR による液体燃料の IR スペクトルの測定と解析法
- (l) Jatropha 液体燃料、搾油残渣および廃液中のホルボールエステルの抽出法
- (m) HPLC によるホルボールエステルの測定法と解析法
- (n) Jatropha 種子の質量分布測定と解析法
- (o) Jatropha 種子の水分量の測定法と解析法
- (p) Jatropha 種子の含油量の測定法と解析法

#### ⑤ 初計画では想定されていなかった新たな展開

ジャトロファ油を効率的に搾油するためには、種子に含まれる油分及び酸価（Acid Value: AV）の値が重要になる。これらの値をベースにした搾油条件を決める必要があるが、ボアネの実験場では搾油に必要な大量の種子を得ることが出来ないためイタリア系の企業から購入せざるを得なかった。購入価格は 500～600 円/kg であり、この種子から得られる油分は 20～30% であるため、ジャトロファ油 1 リットル当たり 1500 円～3000 円の価格になってしまう。研究用とのことで今回は購入したが、モザンビークでは一度価格が設定され広まると、その価格で流通してしまう可能性が指摘されている。

経済的に成立させるためには高くても 30 円/kg 限界であり、この価格以下で生産し提供できる環境を整える必要がある。

### (4) 研究題目 3 BDF および副産物の生産と利用時における安全性評価

#### ①研究のねらい

ジャトロファ種子より産生される BDF 及びその搾油残渣など固形燃料中のホルボールエステル類の安全性評価法とそれらを使用する際の健康影響評価法を開発し、その手法を用いて、BDF 及び固形燃料の適切なリスク確認・リスク評価・リスクマネジメントを行う手法を確立する。

#### ②研究実施方法

BDF 及び搾油残渣など固形燃料の妥当な安全性評価法を *in vitro*, *in vivo* 実験で確立する。その手法を用いて、試験試料およびその燃焼産物の安全性評価を行う。これらの手法を活用して、より安全性が高く低環境負荷のジャトロファバイオ燃料を開発するための問題点や改良点を明確にする。

#### ③当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

##### ◆ジャトロファ種子由来各種試料中のホルボールエステル類の定性・定量

平成 24 年度までに、ジャトロファ種子に含まれるホルボールエステル類の検出法と大量精製法を確立し、平成 25 年度にジャトロファ種子より単離した DHPB を標準品として種々のジャトロファ由来の試料に含まれるホルボールエステル類の定性・定量を行った。尚、DHPB は市販されておらず、独自に標準品をジャトロファ種子より精製している。昨年度までの結果から、ジャトロファに含まれるホルボールエステル類の含量は産地、採取地域や搾油条件などによって大きく異なり、取り扱い際にはロット毎の検査が必要であると考えられた。加えて、搾油方法などによってジャトロファホルボール類の含量が変動する可能性が大きいことや、HPLC で未検出であっても形質転換試験や *in vivo* 実験でポジティブな結果を示すことから、注意が必要である。

モザンビークでは有機溶剤の入手が難しい上に、高価であることから、HPLC 法では多数の試料測定が困難であるため、HPLC 法の代替法として高感度で簡易にホルボールエステル類を検出できる酵素免疫測定法（ELISA 法）の開発を進め、今年度は新規ホルボール抗原に対するポリクローナル抗体を作成した。さらに安定した測定系を確立するためにモノクローナル抗体の作成を試みた結果、ハイブリドーマのクローニングを行い、高感度に反応する陽性クローンを獲得し、陽性クローンを用いたジャトロファホルボールの測定系を確立中である。



#### ◆ジャトロファサンプル中のその他の有害物質の定量

リボソーム不活性化タンパク質（RIP）の一種であるクルシンは、ヒトを含めた哺乳動物において有害物質となる。クルシンはジャトロファ種子に含まれるため、微量の種子から簡便かつ高感度な測定系の開発を試みた。平成 25 年度はクルシンの N 末端側のアミノ酸残基に対するペプチド抗体を作成し、ジャトロファ種子抽出液をサンプルとした測定系について検討した。今年度はさらに高感度に検出できる測定系を確立するために、クルシントタンパク質全長に対する抗体を用いて検討した。

ジャトロファ種子からクルシントタンパク質を精製した。クルシン蛋白質は電気泳動的に単一なバンドまで精製した。この精製クルシントタンパク質を用いてマウスに免疫し、ポリクローナル抗体を得た。精製クルシン蛋白質を用いて直接 ELISA 法で測定した所、非常に感度良く測定できたのでこの方法で、ジャトロファ種子の粗抽出液クルシンの定量を行った。その結果から得られた DHPB とクルシン含有量の相関について図 3-1 に示した。その結果、モザンビーク産 5 種、フィリピン産、ミャンマー産のジャトロファ種子に含まれるホルボールエステルの量とクルシントタンパク質の量は相関せず、ホルボールエステルを全く含まない品種でもクルシンを含有することがわかった。

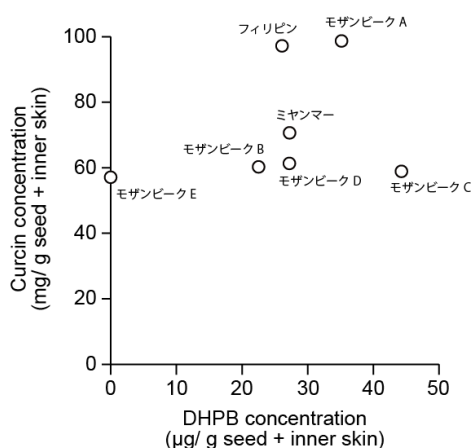


図 3-1 ジャトロファ種子中のクルシントタンパク質とホルボールエステル（DHPB）含有量の相関図  
ELISA 法で測定したクルシン量と HPLC 法で測定した DHPB 量を表 1 の値を基にプロットした。

#### ◆ジャトロファ種子及びその副産物の動物を用いた安全性試験

平成 25 年度までにジャトロファ DHPB の急性毒性に関する動物実験と慢性毒性について報告しているが、PMA, DHPB, クルードオイルの結果に、実験継続中であった BDF の慢性毒性実験結果を加えたものが表 3-1 である。

表 3-1 ジャトロファ種子及びその副産物の動物を用いた試験結果

|           | Experimental days to papilloma appearance (days) | Cumulative amount to papilloma (µg/day/g body weight) | DHPB equivalent (µg/day/g body weight) | Number of papilloma (/mouse) |
|-----------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
| PMA       | 53.0±26.2                                        | 0.0145±0.0002                                         | -                                      | 13.4±3.4                     |
| DHPB      | 221.3±38.5                                       | 0.0143±0.0016                                         | <-                                     | 2.3±1.5                      |
| Crude oil | 170.4±60.5                                       | 1,294.5±68.9                                          | 0.0344±0.0018                          | 2.4±1.7                      |
| BDF       | 81.6±62.5                                        | 1,532.4±177.0                                         | N.D. by HPLC                           | 7.8±3.6                      |

|           | Experimental days to die (days) | Cumulative amount to die (µg/day/g body weight) | DHPB equivalent (µg/day/g body weight) | LD50 (µg/day/g body weight) | DHPB equivalent (µg/day/g body weight) |
|-----------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|
| PMA       | 268.0±73.5                      | 0.0126±0.0003                                   | -                                      | 0.012                       | -                                      |
| DHPB      | 283.8±113.1                     | 0.0176±0.0042                                   | <-                                     | 0.019                       | <-                                     |
| Crude oil | 386.6±76.1                      | 1,286.0±33.3                                    | 0.0342±0.0009                          | 1,307                       | 0.0350                                 |
| BDF       | not yet determined              | not yet determined                              | N.D. by HPLC                           | not yet determined          | N.D. by HPLC                           |

尚、BDF 群は現在 30 週まで飼育しており、継続して観察を続けている。パピローマ発生までの日数及びパピローマ数は、PMA>BDF>Crude oil>DHPB の順であり、発生までの日数とパピローマ数の結果は一致していた。パピローマ発生までの積算塗布量は、DHPB, PMA, Crude oil, BDF の順で大となり、DHPB が最も少量でパピローマを発生させるリスクが高かった。HPLC 法では BDF 中に DHPB を検出できなかったが、パピローマの発生を認めたことから、この点については今後さらに検討が必要である。

#### ◆ジャトロファ燃焼産物由来ホルボールエステル類の検出と定量

ジャトロファ搾油残渣にはホルボールエステル類が残留しているため、燃焼によって大気中に拡散する可能性がある。そこで、ジャトロファ搾油残渣等の副産物を燃焼させた際のホルボールエステル類の挙動を探るため、燃焼実験を行った。今年度は、モザンビークで搾油残渣などを燃料として使用することを想定した実験系での条件について予備実験を行った。試験燃料としては搾油残渣、ジャトロファ固形燃料のペレット（東大より提供）と、陰性対照として木片、ジャトロファ種子外殻を、また陽性対照として木片に既知量の DHPB を染み込ませたものを用いて実験を行った。ドラフトチャンバー内で、一定条件下でサンプルを燃焼させ、個人曝露量測定用ミニポンプ（PM10 捕集用インレット：流量 2.5 L/min）にテフロン製フィルタをセットして完全燃焼するまで 30 分間捕集した。捕集フィルタは、粒子量を測定後に、メタノールで抽出を行い、濃縮後に HPLC 法で測定した。結果を表 2 に示した。

表 3-2 ジャトロファオイル副産物の燃焼産物からの DHPB 検出

|                   | 燃 焼 前<br>重 量 | 燃焼前 DHPB<br>濃 度 | 燃焼前サンプ<br>ル 中 DHPB 量 | 燃焼後<br>(灰) 重 量 | 灰に含まれる<br>DHPB 濃 度 | 捕集粒<br>子 量 | 粒子中 DHPB<br>濃 度 |
|-------------------|--------------|-----------------|----------------------|----------------|--------------------|------------|-----------------|
|                   | (g)          | (µg/g)          | (µg)                 | (g)            | (µg/g ash)         | (µg)       | (µg/g particle) |
| コントロール (木片)       | 56.50        | N.D.            | 0                    | 9.06           | N.D.               | 77.67      | N.D.            |
| ジャトロファ外殻          | 260.11       | N.D.            | 0                    | -              | N.D.               | 151.00     | N.D.            |
| コントロール+DHPB       | 30.35        | 3.29            | 100                  | 1.60           | N.D.               | 57.50      | N.D.            |
| 搾油残渣 (シンマー産)      | 30.47        | 0.64            | 19.50                | 6.00           | N.D.               | 1,178.33   | N.D.            |
| 搾油残渣 (東大より分<br>与) | 30.05        | 1.00            | 30.05                | 13.90          | N.D.               | 276.50     | N.D.            |
| ペレット (東大より分与)     | 39.44        | 0.17            | 6.70                 | 2.45           | N.D.               | 889.17     | N.D.            |

陰性対照 (木片) とジャトロファ外殻を除いた燃焼前の全てのサンプルで DHPB が検出された。燃焼後、表 3-2 に示したように本実験条件下では、全ての試験試料で DHPB は検出されなかった。大気中への放出量については、今後、ハイボリウムサンプラーで捕集した試料で検討する予定である。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況

平成 25~26 年は、機材の設置・作動確認及び測定技術供与をモザンビーク現地およびインターネットを介して行った。平成 26 年度はカウンターパート先の校舎改築に伴う研究室移転のため、機器類を一時倉庫に保管したため、現地での技術指導はできなかった。26 年 12 月下旬に、理学部以外の研究室に機器類を再設置し、2 月上旬からカウンターパート先のスタッフが、久留米大スタッフの指示に従って HPLC の作動確認を行っているところである。26 年 1 月下旬から 2 月初めにかけて、理学部のスタッフが育種しているフィールドまで出かけて測定用のジャトロファ種子を採取したと報告を受けているが、採取した種が育種された種子であるかどうかは未確認である。採取した種のホルボールエステル含量を日本とモザンビークで HPLC 法で測定して結果を比較するために、現在モザンビーク側の理学部スタッフが種子の測定部分を破碎した試料を、久留米大が提供したマニュアルに従って作成中である。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開

カウンターパートリーダーが平成 26 年 3 月頃よりモザンビークを離れ、長期間不在となり、校舎改築工事や大統領選挙等もあって 1 年近く保管機材を動かすことができなかった。さらに、技術供与を行った理学部のスタッフの他国への留学などが重なり、技術供与した理学部スタッフが研究を継続できない状況が続いた。また、カウンターパートである理学部に設置した機器類が、工事の遅れなどによって初めに設置した理学部に再設置されず、他の建物に設置されたため、現在使用できる機器は HPLC のみである。

### (5) 研究題目 4 環境影響評価

#### ①研究のねらい

バイオ燃料の持続的生産では、環境影響への特段の配慮が必要である。この目的には、人為的な活動の結果生ずる、あるいは評価対象とする製品技術システムと環境との境界をまたぐ物質やエネルギー移動の定量的な把握が不可欠である。

エネルギー収支と温室効果ガス排出量評価については、LCA 手法に基づき開発目的と整合した評価モデルを構築し、開発の効果を定量評価する。また、解析により、更なる環境影響指標改善の可能性検

討を目的とする。

土地利用転換に伴う環境影響評価については、土地利用転換（既存植生からジャトロファ植生）に伴う二酸化炭素排出量の定量的な評価がなされていることを目標とする。

JCM 事業化の検討については、提案される利用技術に関する方法論とともに PDD が作成されていることを目標とする。

## ②研究実施方法

LCA によるエネルギー収支と温室効果ガス排出量評価については、開発現場から得られる情報および公開情報を基に LCA 評価支援ツール GaBi6 を用いて評価の試行を継続し、評価基盤を充実した。これらの作業を通して、評価人材の育成を併せて行った。

土地利用転換に伴う環境影響評価については、現地のジャトロファ植生にて土壌サンプリングおよび土壌有機炭素の分析を継続的に実施するとともに、他の植生の土壌炭素に関するデータを収集し、土地利用転換（既存植生からジャトロファ植生）に伴う二酸化炭素排出量の定量的な評価を試みた。

JCM 事業化の検討については、他のグループからの事業シナリオに関する情報を得て、排出削減量の算定のための方法論の骨子の作成を行った。

## ③当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

### LCA によるエネルギー収支と温室効果ガス定量評価

昨年度に引き続き、ジャトロファ栽培(Boane)、搾油と精製試験(PETROMOC)、バイオ燃料の利用(UEM 工学部)の開発現場でヒアリング調査を行い、LCA 評価支援ツール GaBi6 を用いてプロセスモジュールを作成した。また、文献などの公開情報に基づき関連データを収集し、GaBi6 で使用可能なデータ形式に変換し平成 25 年度に構築したデータベースに蓄積し今後の評価に備えた。文献情報に関して、本年度は特に、アフリカ各国における JSO (Jatropha Strait Oil) を利用する小規模分散型システムに関するもの中心に収集した。分散型システムの最終的な、エネルギー利用形態は発電電力および動力利用である。また、モザンビークのマクロエネルギー統計(Energy Statistics of non-OECD Countries 2013 Edition, IEA)を基に、モザンビークにおける各種エネルギー製品の供給・利用に伴う評価データを更新した。これと並行して、可変パラメータを用いて評価システムを構築するためのプロセス計算ロジックの整理を行った。これらの収集情報は、以下の述べる UEM における LCA 手法の普及と評価人材の育成のためのプログラムで最大限に活用した。

人材育成では、本年度も、UEM 研究者を短期で日本へ招聘した。LCA 入門テキスト(The Hitch Hiker's Guide to LCA, H. Baumann & A. Tillman, Studentlitteratur Lund, Sweden 2004)で LCA の基本事項を習得してもらい、GaBi6 を用いて本プロジェクトに関する UEM 研究者の専門知識を基に、プロセスモジュールで評価モデルを構築し、評価の試行を通して LCA の基本と支援ツールの各種機能の活用法を習得してもらった(評価シナリオの一例：ジャトロファ栽培において空中窒素固定能を有する *mocuna puriensis* を intercropping 植物とした場合のジャトロファ種子単位量供給に伴うエネルギー収支と GHG 排出量評価。このシナリオ評価では、*mocuna puriensis* を利用すると合成窒素肥料使用量減少による合成肥料製造・供給に伴う環境負荷の削減と、合成肥料の使用に伴う土壌からの  $N_2O$  の大幅削減によりエネルギー収支、温室効果ガス排出量削減に多大な効果が見込めるという結果であった。))。

なお、ジャトロファ栽培の評価にモザンビークの実情をできるだけ反映させるために、比較的大きな規模でジャトロファ栽培と収穫種子を出荷している地方の栽培事業所でのフィールド調査を予定していた。しかし、現場の Sofala Province の Grudja 付近は治安が悪く、安全上の理由から残念ながら計画は中止を余儀なくされた。栽培、種子の収穫・出荷に関連する変動要素については、文献情報ならびに評価システムモデル構築でのシナリオ設定、感度分析等を通してエネルギー収支、温室効果ガス排出量への影響度を検討することとする。

#### 土地利用転換に伴う環境影響評価

本年度は、昨年度に引き続いてモザンビークの試験栽培地（ボアネ）において土壌サンプリングを実施し、これらの土壌中の有機炭素含有量を定量化した。サンプリングの概要は以下のとおりである。なお、土壌中の有機炭素の分析は、UEM の土壌分析研究室で行った。本研究室では、分析方法は Walkley Black Method を適用している。

|          |                                                                                           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日程       | 2014/6/9                                                                                  |
| 場所       | ボアネ試験栽培圃場                                                                                 |
| サンプリング地点 | ジャトロファ植生（19 か月）：2 地点（0-5cm, 5-15cm, 15-30cm）<br>ベースライン植生（草地）：1 地点（0-5cm, 5-15cm, 15-30cm） |
| サンプリング方法 | 土壌サンプラーによる採取                                                                              |

図 4-1 に、土壌有機炭素の鉛直分布および土壌有機炭素蓄積量(0-30cm)を示す。有機炭素蓄積量は鉛直方向に大きな差異はみられない。2014 年の結果は 2013 年に比べて土壌有機炭素量が大きい傾向にある。この要因については分析誤差等の可能性も含めて検討中である。

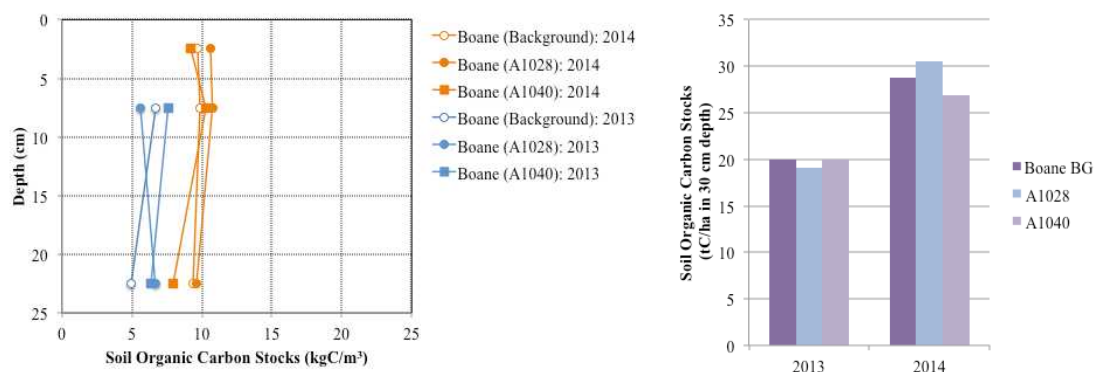


図 4-1 試験栽培地（Boane）における土壌有機炭素量の鉛直分布および土壌有機炭素量（2013 年の結果をあわせて示す）

一方、モザンビークにおける他の植生の土壌炭素に関するデータを収集し、土地利用転換（既存植生からジャトロファ植生）に伴う二酸化炭素排出量の定量的な評価を試みた（表 4-1）。他の植生として、「天然林」「その他の森林」「農地」における研究例があり、これらの土壌炭素、地上部/地下部バイオマス、落葉落枝の炭素蓄積量のデータが得られた。なお、これらのデータと本調査でのサンプリング地点は土壌の性質等が大きくことなると考えられ、これらのデータのみでは土地利用転換（既存植生からジャトロファ植生）に伴う二酸化炭素排出量の定量的な評価は難しく、今後適切な手法を検討する必要がある。

ある。あわせてジャトロファの地上部/地下部バイオマス量についても情報を収集する必要がある。

表 4-1 モザンビークにおける土壌炭素等に関するデータ (tC/ha)

|                                       | SOC   | AGB & BGB | L&DW | Total  |
|---------------------------------------|-------|-----------|------|--------|
| Natural forest (dense) <sup>*1</sup>  | 93.4  | 60.57     | 4.57 | 158.54 |
| Natural forest (open) <sup>*1</sup>   | 74.93 | 54.04     | 4.09 | 133.06 |
| Other forest <sup>*1</sup>            | 75.98 | 22.95     | 1.44 | 100.37 |
| Agricultural land <sup>*1</sup>       | 60.26 | 0.00      | 2.03 | 62.29  |
| Degraded land (Boane) <sup>*2</sup>   | 24.4  | -         | -    | 24.4   |
| Degraded land (Chimoio) <sup>*2</sup> | 51.3  | -         | -    | 51.3   |
| Jatropha (Boane) <sup>*2</sup>        | 24.1  | N.A.      | -    | N.A.   |
| Jatropha (Chimoio) <sup>*2</sup>      | 45.7  | N.A.      | -    | N.A.   |

\*1: Mavie, Eusébio Boaventura, Estimativas de Perdas de Carbono Associadas com Mudanças da Cobertura Florestal, Univeridade Eduardo Mondlane, 2012. Floriana Armindo Tomo, Estimativas de Stock de Carbono Nas Florestas de Miombo em Gondola, Univeridade Eduardo Mondlane, 2012

\*2: 本調査結果 (2013 年および 2014 年の結果の単純平均値)

以上から、土地利用転換に伴う環境影響評価については、当初計画を概ね達成している。

## JCM 事業化の検討

JCM 事業化の検討については、他のグループからの事業シナリオに関する情報を得て、排出削減量の算定のための方法論の骨子の作成を以下のとおり行った。なお、ここで想定した事業は、無電化村落におけるジャトロファ粗油による小型発電機による発電/動力利用事業であり、動力としては農産物の後処理 (Post harvest process) に、発電電力は蓄電池への充電を通して家庭用の照明器具等に用いることを想定する。なお、これらについては今後、他グループの進捗を踏まえて精査が必要と考える。

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 適格性要件          | <p>主に以下が想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・無電化村落におけるジャトロファ粗油による小型発電機による発電事業および/または動力利用事業であること。</li> <li>・ジャトロファ粗油は当該プロジェクトにより生産されたものであること。</li> <li>・動力は農産物の後処理 (Post harvest process) 用等に用いられること。</li> <li>・電力は蓄電池への充電を通して家庭用の照明器具等に用いられること。</li> <li>・対象地域は無電化地域であり、当該プロジェクトの実施期間において政府等により電化される計画が無いこと。</li> <li>・ジャトロファ栽培は荒地や草地に限定し、土地利用変化により相当な炭素放出が生じないこと。</li> </ul> |
| リファレンス・シナリオ    | <p>動力利用：化石燃料由来の軽油を用いたディーゼル発電による農産物の後処理</p> <p>電力利用：家庭における灯油ランプの使用</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| リファレンス排出量の算定方法 | <p>動力利用：農産物後処理用機器に必要な消費電力量 (kWh/year) を推定し、小型ディーゼル発電による CO<sub>2</sub> 排出係数 (tCO<sub>2</sub>/kWh) を乗じることで算定</p> <p>電力利用：一家庭あたりの灯油ランプ用灯油消費量 (liter/year) に灯油の CO<sub>2</sub></p>                                                                                                                                                                                                             |



|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | 排出係数 (tCO <sub>2</sub> /liter) および電力供給世帯数を乗じることで算定                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| プロジェクト排出量の算定方法 | 以下の各プロセスの排出量を算定 <ul style="list-style-type: none"> <li>・土地の開墾：土地利用変化による炭素放出の影響を鑑み、荒地・草地での栽培に限定することが必要</li> <li>・ジャトロファ栽培：栽培に用いる肥料、トラクター等からの排出量等を算定</li> <li>・ジャトロファ種子の輸送：種子の輸送に伴う排出量を算定</li> <li>・ジャトロファ搾油：搾油に伴う排出量を算定</li> <li>・ジャトロファ粗油の輸送：粗油の輸送に伴う排出量を算定</li> </ul> ※詳細な算定方法は CDM 方法論 ACM0017 に準ずることを想定                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 排出削減量算定方法      | リファレンス排出量からプロジェクト排出量の差により算定                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 算定に必要なデータ      | 主として以下のデータが必要となる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・農産物後処理用機器で必要な消費電力量 (kWh/year)</li> <li>・小型ディーゼル発電による CO<sub>2</sub> 排出係数 (tCO<sub>2</sub>/kWh)</li> <li>・一家庭あたりの灯油ランプ用灯油消費量 (liter/year)</li> <li>・灯油の CO<sub>2</sub> 排出係数 (tCO<sub>2</sub>/liter)</li> <li>・電力供給世帯数 (世帯)</li> <li>・ジャトロファ栽培面積 (ha)</li> <li>・肥料種類別施肥量 (t/ha)</li> <li>・ジャトロファ種子収穫量 (t/year)</li> <li>・ジャトロファ粗油搾油量 (t/year)</li> <li>・ジャトロファ粗油搾油時の電力消費量 (kWh/year)</li> <li>・ジャトロファ種子輸送手段 (車両等)</li> <li>・ジャトロファ種子輸送距離 (km/route)</li> <li>・ジャトロファ粗油輸送手段 (車両等)</li> <li>・ジャトロファ粗油輸送距離 (km/route)</li> </ul> |

以上から、JCM 事業化の検討については、当初計画を概ね達成している。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況

LCA に基づく評価については、GaBi6 を用いる評価系を構築し、評価用データとともに UEM に移転した。また、新たな研究者の日本への受け入れ、モザンビークでの集中トレーニング等を通して評価人材の厚みを増すための育成を実施した。

土地利用転換に伴う環境影響評価については、土壌サンプリング等の技術情報の交換を行い、現地において土壌サンプリング(2014 年 6 月)等を実施した。

JCM 事業化の検討については、JCM の概要および進捗状況についてモザンビーク側に説明を行った。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開

該当なし。

### (6) 研究題目 5 経済分析およびアフリカ各国への適用性検討

#### ① 研究のねらい

ジャトロファバイオディーゼルの生産流通を国家レベルで行うには、原料となるジャトロファ種子の生産量が最小規模の経済性が高いジャトロファバイオディーゼルプラントの一日の原料投入量が最低 10 トン程度確保されることが必須条件である。小型の処理機器は存在するが処理に要するメタ

ノールを再生するプロセスを持っておらずメタノールの消費量が高いため、最終製品コストが混合する対象となるディーゼルの市場価格を大幅に上回ることが考えられる。とは言え大規模農園方式によるジャトロファの栽培はジャトロファの生産性が低く投資採算性が低く、ディーゼルの市場価格に見合った原料価格とすると、農園式の栽培事業の民間投資は不採算事業となり投資家が現れないか、既に農園方式による大規模ジャトロファ栽培への投資家は事業に失敗し事業を停止している状態にある。この問題を打開し、且つ他のアフリカ諸国に於いてのジャトロファバイオディーゼル生産消費事業を展開する方法の一つにジャトロファ栽培に多額の投資を必要とせず小規模であるが安定的にジャトロファ種子の収穫が期待できる方法に無電化地帯における村落をベースとした自律的村落動力化事業にジャトロファを導入することが考えられている。この村落ベースのジャトロファ栽培及び村落での動力化事業が地域レベル、その後全国レベルで展開されることになれば余剰ジャトロファ種子の収集が可能となり一日最低原料重量 10 トンレベルのジャトロファバイオディーゼル生産事業が成立することが期待できる。この村落ベースのジャトロファ種子を原料とし、油化したジャトロファストレートオイルを用いての村落動力化事業を試験的に実施し、その持続的妥当性、経済的自立性を検証し、もって上記のロードマップの開始に導くこととする。

## ② 研究実施方法

村落ベースのジャトロファ種子を利用した村落動力化事業の検証を行うため、モザンビークの一般的な地方部における無電化農村であるイニャンバネ県リカカをパイロット事業実施地と選定し、この計画地においてジャトロファ種子搾油機器、ディーゼル発電機、ディーゼルエンジン及びキャッサバ等の粉砕機等、家庭用 LED 照明器具、家庭用蓄電池、蓄電池充電装置等を装備したパワーキオスクを建設し、これを上記パイロットプロジェクトの中核施設とし試験的事業の実施を行う。

## ③ 当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

大規模ジャトロファプランテーションによるジャトロファ栽培は国家レベルでのジャトロファバイオディーゼル生産消費事業に不適であるが、村落ベースでのジャトロファ栽培の国家的展開を図る方式に開発方針が定まった。ここで提案された無電化地帯におけるジャトロファ種子を利用した村落動力化事業の成否は、モザンビーク国に止まらず他のアフリカ諸国への伝播可能性についての妥当性評価に関連することからもジャトロファバイオディーゼルの持続的生産消費事業研究にとっては重要なインパクトを与えることとなった。

## ④ カウンターパートへの技術移転の状況

カウンターパートとして選定されているのは UEM 経済学部及び FUNAE であるが、パイロットプロジェクト実施計画地の選定が行われたのが平成 26 年 1 月であり上記パワーキオスクの整備の完成は平成 27 年度 4 月末頃と予定されているため、実質的なカウンターパートへの技術移転は平成 27 年度 5 月ごろからと想定している。

## ⑤ 初計画では想定されていなかった新たな展開

大規模ジャトロファプランテーションによるジャトロファ栽培は国家レベルでのジャトロファバイオディーゼル生産消費事業に不適であるが、村落ベースでのジャトロファ栽培の国家的展開を

図る方式に開発方針が定まった。このため村落ベースでのジャトロファ種子を利用した村落動力化事業の検証が新たに必要となった。

## II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

今後も以下の5課題で連携をとりつつ共同研究と技術供与を行う。8月にはモザンビークにおいてシンポジウムを開催し、研究成果を公表する予定である。

### [1] ジャトロファの育種および栽培技術

プロジェクト期間内には、優良品種を選抜することはできるが、それらの品種の次世代での優良品性を検証するまでには至らない、また交配で作り出された種もその検証をしなければならない。また、再度その組み合わせの検証試験を確認しなければいけない。少なくとも育種試験で選抜あるいは開発された種は、該当機関で保存して、その後の検証していく必要がある。社会実験においては、選抜や開発される種を基に母樹園を形成し、それらから生産される種子を今後農民への種子配布や苗配布に利活用できるようにしたい。

### [2] BDFの生産および残渣利用技術

平成27年度はUEMへの技術移転及び定着化に向けた活動に重きを置いて活動する計画である。定着化のためには、本年度2名のUEMメンバーを金沢工大にて研修する予定にしている。

研究内容は主に化学分野であり、排水の浄化法、紫外線によるホルボールエステルの分解関連を含め、研修を進める計画である。

現在計画しているUEMとの共同研究内容は以下の通りである。

- ① 種子の評価・選定・搾油方法の決定
- ② ジャトロファ油と軽油混合燃料及びBDFのディーゼルエンジンへの適合性研究
- ③ 搾油残差等を活用した固形燃料の利用に関する研究
- ④ 作業環境にホルボールエステル濃度と作業手順・方法の研究
- ⑤ 搾油工程から発生する排水の浄化法に関する研究

本年度の成果としては、これらの研究成果をモザンビークの定着化に結び付けられる状態に持つていくことである。

金沢工大の最終年度の研究としては以下の内容に重点を置いており、これらの成果もUEMとの共同研究に反映する計画である。

- ⑥ 高圧衝突処理によるホルボールエステル毒性低減技術の研究
- ⑦ 固形燃料燃焼時の排気物質の拡散メカニズムの研究

### [3] BDFおよび副産物の生産と利用時における安全性評価

安全性評価については、ジャトロファホルボール類、BDF及びクルードオイルのホルボールエステル類の毒性濃度を明確にし、その除去方法及びリスクマネジメント手法を一部提案した。搾油残渣燃焼産物の安全性リスク評価を現在国内で試験中であり、来年度以降は搾油残渣の安全使用あるいは加工によるリスクマネジメント手法を提案する。国内で開発した手法の一部を既にモザンビークで技術供与を開始しているが、さらに高感度で簡便な手法を開発し、現在試験中である。必要機器および消耗品などもモザンビークに到着し、今後さらに、BDFや搾油残渣などの固形燃料の安全性リスク評価及び使用時の健康影響評価をモザンビーク側カウンター

パートと検証して、リスクマネジメント手法を提案する。従って、当初予定した成果は、平成27年度ではほぼ達成できる見通しである。

#### [4] 環境影響評価

LCAに基づく環境影響評価については、開発グループより最新の技術情報を入手し、評価システムの更新とエネルギー収支と温室効果ガス排出量を算出する。また、プロセス改善のシナリオ分析、感度解析等を通してエネルギー収支と温室効果ガス排出量削減の更なる改善効果の可能性について提案する。

土地利用転換に伴う環境影響評価については、土壤炭素の測定を引き続き実施するとともに、土地利用転換（既存植生からジャトロファ植生）に伴う二酸化炭素排出量の定量的な評価を行う。ローカルデータ（モザンビークにおけるデータ）を用いた定量的評価は難しい部分があるが、一部諸外国におけるデータを組み合わせて用いることで、当初目標を達成できる見通しである。

JCM 事業化の検討については、提案される利用技術に関する方法論とともに PDD を作成し、当初目標を達成できる見通しである。なお、モザンビークと日本において JCM の二国間署名がなされることで、提案事業が JCM 事業として実現することが期待される。

#### [5] 経済分析およびアフリカ各国への適用性検討

イニャンバネ県リカカ村に於いてパワーキオスクを建設し、必要機材を整備し、パワーキオスクの運営管理を行い且つジャトロファ栽培を実施する村民を組織し運営管理体制を確立したうえで、近隣ジャトロファ栽培地からジャトロファ種子を購入し、これを搾油した上燃料として加工し、ディーゼルエンジンを駆動させ村落の動力化を実現する。当該施設建設、機材整備、実施主体確立については現地コンサルタントを起用する。さらに当該村落において現地コンサルタント及びカウンターパートの協力を得つつ対象村落の自律的動力化の実証を行いモデル村落として稼働させるよう運営管理組織を指導し、もって村民による持続的な事業の成立に必要な要件を検証する。

### Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

#### (1) プロジェクト全体

相手国側ではカウンターパートの教員が研究テーマを学生に与えて研究を進捗させる方法が比較的機能している。しかし、初めて実施する研究では、目的とする方向に進むように、まず日本側研究者が具体的な研究計画を立て、その内容をカウンターパートとよく討議して、理解を得ることが望ましい。相手国側の自主性に任せて計画を立てた場合、研究の方向が見失われたり、曖昧になることがある。

相手国側の同じタスク内であっても、コミュニケーションが取れていないため、チームがうまく機能していないことがあった。そのような問題を解決するため、研究テーマ、指導教員、および学生の構成を示す一覧表の作成を提案した。そうすることで分かりやすい管理体制になることをカウンターパート全員が理解し、表を活用することになった。

現段階では、相手国側がタスクを越えて連携する体制が確立しているとは言い難い。また、各タスクで研究分野が多岐に渡っているため、他のタスクの研究内容を理解しにくい。そのため、必要な場合には、カウンターパートがタスクを越えて現場訪問する機会を設けた。

相手国における自立発展性向上のためには、プロジェクト期間終了後も見据えた研究計画の策定、研究機材の維持管理法の習得、引き続き研究を行うための予算確保の検討を行う必要がある。これに

向けて日本側からの協力も求められる。

以下、各研究課題に関わる事項を述べる。

## (2) 研究題目 1 ジャトロファの育種および栽培技術

育種試験、栽培技術試験においては、植物を日々観察する力が必要になってくる。また、その情報を綿密に日本側に提供されなければならない。今回比較的優秀なカウンターパートに恵まれたので、メールを通じての週報や訪問した際に指導打ち合わせを行い、うまく進めることができた。今後選抜される種を保存し、その有効性を確認している作業も継続していかなければならない。また搾油残渣試験についても、繰り返し、試験を行っていかなければならない

## (3) 研究題目 2 BDF の生産および残渣の利用技術

相手国側の国内事情をよく理解し、共同研究を進めることが重要であると感じている。特に、共同研究を行うための設備、試薬、設備等の入手及び、アフターサービス体制が相手国でどこまで対応できるかを事前に調査する必要がある。今回の共同研究では、モザンビークで調達できない設備・機器が存在したため、日本で購入し持ち込むことをせざるを得なかった。この場合、税関でスムーズに手続きが済むという保証はない。JICA のスタッフに助けていただいたが、毎回 JICA の支援で対応できるという保証はないため、相手国の状況を事前に十分に調査できることが望ましい。

## (4) 研究題目 3 BDF および副産物の生産と利用時における安全性評価

主要な機材はカウンターパート先に納入され、平成 25 年 9 月と平成 26 年 2 月に現地で設置、動作確認及び分析方法の技術供与を行った。その直後に、カウンターパート先である理学部の校舎改装に伴う研究室の移転のために、平成 26 年度はカウンターパート先のスタッフはほとんど研究を行っていない。加えて理学部のカウンターパートリーダーがモザンビーク国内におらず、カウンターパートリーダーと理学部スタッフ間で連絡が取り合えない状況が現在も続いている。理学部スタッフと久留米大スタッフが電子メールで連絡を取り合い、カウンターパートリーダーを通さずに直接ディスカッションを行い、技術指導を行っている。今後、現地スタッフが現地で安全性評価ができるように、モザンビークで採取したサンプルを日本とモザンビークで同時測定することで精度管理を、機器類使用の熟練によって故障防止や故障時の修理などをプロジェクト終了後も自立して行えるように指導している。平成 27 年度は、現地で採取したジャトロファ種子から生産された BDF 及び副産物中のホルボール測定と利用時のホルボール量の測定法を技術供与して、現地で自立して安全性評価ができるように指導する予定であるが、現地スタッフの、機器類や技術供与に対して意欲が継続できない点や実行力と知識が乏しい点に大きな課題がある。

## (5) 研究題目 4 環境影響評価

LCA による環境影響評価は、技術システムの開発、改良に限らず様々な分野での応用が可能である。本プロジェクトが契機となって、UEM はじめモザンビークで LCA 手法に基づく環境影響を定量的に捉えることが普及すればその波及効果は大きい。この目的に沿った教育プログラムの実施を UEM と共同で計画している。

JCM の検討については、温室効果ガス排出削減量を定量化するための方法論の開発においてはジャトロファ栽培から搾油や利用等、多岐にわたる知見を要するため、相手国側研究機関では農学部、工学部など分野横断的な体制が必要となる。また実際に JCM 事業を形成する際には、政府における承認等のプロセスが生じ、事業主体としては民間企業等に関わる必要が出てくることから、産学官の連携も重要な課題である。

## (6) 研究題目 5 経済分析およびアフリカ各国への適用性検討

村落ベースでのジャトロファ種子を利用した村落動力化事業のパイロットプロジェクトを実際に実施していく中で、今後国家事業として展開を図るには本件研究事業のカウンターパートであり再生エネルギー開発と促進事業の実施を専管するFUNAEの積極的共同による研究を進めることが肝要である。特に村落ベースでの事業の経済的・財務的妥当性が証明されるように村落での実施主体の編成と実働の指導に重きをおいた協力を行うことが肝要と考える。

#### IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

(2) 社会実装に向けた取り組み

#### V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

2014年10月に大統領選挙が行われ、2015年1月にモザンビーク共和国第4代目大統領にフィリッペ・ニューシ氏が就任した。同氏は選挙活動中から高等教育機関の質の強化を目指した取り組みを公言していたこともあり、今後、当研究プロジェクトで学生の卒業論文テーマにして研究を進めている手法は日本のプレゼンス向上に寄与することが期待される。現段階において、学位審査を受けた4名の学生全員が20点満点中15点という高得点を取り(10点が及第点)、学生への指導の成果と、国際共同研究の質の高さが示された。

#### VI. 成果発表等（公開）

#### VII. 投入実績（非公開）

#### VIII. その他（公開）

以上



VI(1)(公開)論文発表等

|                    | 国内 | 国際 |
|--------------------|----|----|
| 原著論文 本プロジェクト期間累積件数 | 5  | 4  |

①原著論文(相手側研究チームとの共著論文)

| 著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ－おわりのページ                                                                                                                                                                                                 | DOIコード               | 国内誌／<br>国際誌の別 | 発表日<br>・出版日 | 特記事項<br>(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記く) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------|-------------|----------------------------------------------|
| Satoshi Kato, Yoshimitsu Kobashi, Yasumitsu Suzuki, Koji Tosa, Katsuyoshi Asaka, Alberto Mamamo, "Exhaust Emission Characteristics of Diesel Engine Using Jatropa Crude Oil Blends", SAE Technical Papers, 2014, 2014(01), pp.1-13 | 10.4271/2014-01-2770 | 国際誌           | 出版済み        |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                    |                      |               |             |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                    |                      |               |             |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                    |                      |               |             |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                    |                      |               |             |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                    |                      |               |             |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                    |                      |               |             |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                    |                      |               |             |                                              |

論文数 1 件  
うち国内誌 0 件  
うち国際誌 1 件  
公開すべきでない論文 1 件

②原著論文(相手側研究チームとの共著でない論文)

| 著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ－おわりのページ                                                                                                                                                                | DOIコード      | 国内誌／<br>国際誌の別 | 発表日<br>・出版日 | 特記事項<br>(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記く) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|-------------|----------------------------------------------|
| 中村浩, 谷田育宏, 桃井香奈, 大澤敏, "カルコンのアルキル化による生分解性高分子用紫外線吸収剤としての高機能化", 材料技術, 2014, 32(1), pp.17-24                                                                                                          |             | 国内誌           | 出版済み        |                                              |
| 小橋好充, 朝香勝義, 加藤佳也, 加藤聡, 土佐光司, 鈴木康允, "ジャトロファ油混合燃料を用いたディーゼル機関の特性と排気微粒子中のホルボールエステル", 自動車技術会論文集, 2014, 45(2), pp.185-190                                                                               |             | 国内誌           | 出版済み        |                                              |
| Motoyuki Nakao, Go Hasegawa, Tadashi Yasuhara, Yoko Ishihara, "Degradation of Jatropa curcas phorbol esters derived from Jatropa oil cake and their tumor-promoting activity", coenv.2014.07.009. | 10.1016/j.e | 国際誌           | 出版済み        |                                              |
| 加藤順子, 武市祥司, "ジャトロファの利活用のためのホルボール・エステルの毒性およびリスク管理の検討", 日本リスク研究学会誌, 2015, 24(4)                                                                                                                     |             | 国内誌           | in press    |                                              |
|                                                                                                                                                                                                   |             |               |             |                                              |
|                                                                                                                                                                                                   |             |               |             |                                              |
|                                                                                                                                                                                                   |             |               |             |                                              |
|                                                                                                                                                                                                   |             |               |             |                                              |

論文数 4 件  
うち国内誌 3 件  
うち国際誌 1 件  
公開すべきでない論文 1 件

|                       | 国内 | 国際 |
|-----------------------|----|----|
| その他の著作物 本プロジェクト期間累積件数 |    |    |

③その他の著作物(相手側研究チームとの共著のみ)(総説、書籍など)

| 著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年 |  | 出版物の種類 | 発表日・出版日 | 特記事項 |
|-------------------------|--|--------|---------|------|
|                         |  |        |         |      |
|                         |  |        |         |      |
|                         |  |        |         |      |
|                         |  |        |         |      |
|                         |  |        |         |      |
|                         |  |        |         |      |

著作物数 0 件  
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(相手側研究チームとの共著でないもの)(総説、書籍など)

| 著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ－おわりのページ |  | 出版物の種類 | 発表日・出版日 | 特記事項 |
|------------------------------------|--|--------|---------|------|
|                                    |  |        |         |      |
|                                    |  |        |         |      |
|                                    |  |        |         |      |
|                                    |  |        |         |      |
|                                    |  |        |         |      |
|                                    |  |        |         |      |

著作物数 0 件  
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

| 研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数 | 開発したテキスト・マニュアル類 | 特記事項 |
|------------------------------------|-----------------|------|
|                                    |                 |      |
|                                    |                 |      |
|                                    |                 |      |
|                                    |                 |      |

VI(2)(公開)学会発表

|                      | 国内 | 国際 |
|----------------------|----|----|
| 招待講演 本プロジェクト期間累積件数   | 3  | 0  |
| 口頭発表 本プロジェクト期間累積件数   | 24 | 2  |
| ポスター発表 本プロジェクト期間累積件数 | 3  | 6  |

①学会発表(相手側研究チームと連名のもののみ)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

| 年度   | 国内/<br>国際の | 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等                                                                                                                                                                                                         | 招待講演 | 口頭発表 | ポスター発表 |
|------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|--------|
| 2014 | 国際学会       | Satoshi Kato, Yoshimitsu Kobashi, Koji Tosa, Tatsuya Taniguchi, Yasumitsu Suzuki and Alberto Macamo, "Investigation of Combustion Characteristics of Jatropha Oil Cake", Grand Renewable Energy 2014, O-Bm-2-4, Tokyo, Jul 2014 |      | ○    |        |
| 2014 | 国内学会       | 朝香勝義, 横川和弘, 小橋好充, 加藤聡, 鈴木康允, Macamo Alberto, "ジャトロファ油/灯油混合燃料のコモンレール式ディーゼル機関における適応性", 第25回内燃機関シンポジウム, つくば, 講演No.70, 2014年11月                                                                                                     |      | ○    |        |
| 2014 | 国内学会       | 石塚智樹, 土佐光司, Alberto Juliao Macamo, "ジャトロファ油の脱ガム, 脱酸, エステル交換反応におけるホルボルエステル減少", 第33回エネルギー・資源学会研究発表会, 大阪, 2014年6月                                                                                                                  |      | ○    |        |
|      |            |                                                                                                                                                                                                                                 | 0    | 3    | 0 件    |

②学会発表(相手側研究チームと連名でないもの)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

| 年度   | 国内/<br>国際の | 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等                                                                                                                                                                                                                  | 招待講演 | 口頭発表 | ポスター発表 |
|------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|--------|
| 2014 | 国内学会       | 加藤友彰, 土佐光司, "ジャトロファ油の酸触媒によるBDF化におけるホルボルエステルの挙動", 第14回環境技術学会年次大会, 京都, 2014年9月                                                                                                                                                             |      | ○    |        |
| 2014 | 国内学会       | 加藤友彰, 土佐光司, "酸触媒法によりジャトロファ油からのバイオディーゼル燃料の合成", 平成26年度日本化学会近畿支部北陸地区講演会と研究発表会, 富山, 2014年11月                                                                                                                                                 |      |      | ○      |
| 3014 | 国内学会       | 泉谷晃宏, 中田夕佳, 橋本英賢, 土佐光司, "酵素触媒を用いたジャトロファ油からのバイオディーゼル燃料の生成, 平成26年度日本化学会近畿支部北陸地区講演会と研究発表会, 富山, 2014年11月                                                                                                                                     |      |      | ○      |
| 2014 | 国内学会       | 田中浩貴, 谷一樹, 土佐光司, "土壌カラムを用いたBDF製造廃水の処理, 平成26年度日本化学会近畿支部北陸地区講演会と研究発表会, 富山, 2014年11月                                                                                                                                                        |      |      | ○      |
| 2014 | 国内学会       | 嶋崎菜, 谷田育宏, 大澤敏, 天然色素で着色した生分解性高分子の退色に及ぼす光熱水分の影響評価, 日本生物工学会, 札幌, 2014年9月                                                                                                                                                                   |      | ○    |        |
| 2014 | 国際学会       | Motoyuki Nakao, Satoko Kinoshita, Yoko Ishihara, "Chronic toxicity of phorbol ester, crude oil, and biodiesel fuel from Jatropha curcas. Society of Toxicology 2015 Annual Meeting, San Diego, CA, USA, Mar 2015                         |      |      | ○      |
| 2014 | 国際学会       | Yoko Ishihara, Motoyuki Nakao, "Inhibition of intestinal cell proliferation activity induced by Jatropha phorbol ester may cause weight loss and death in vivo", Society of Toxicology 2015 Annual Meeting, San Diego, CA, USA, Mar 2015 |      |      | ○      |
| 2015 | 国際学会       | Meng Yu, Yutaka Kaizu, Fumio Hasegawa, Kenji Imou, "Characteristics of internal thermal conduction into jatropha seed cake briquettes", 2nd Asian Conference on Biomass Science, Tsukuba, Jan 2015                                       |      |      | ○      |
|      |            |                                                                                                                                                                                                                                          | 2    |      | 6 件    |

VI(3)(特許出願した発明件数のみを公開し、他は非公開)特許出願

①国内出願

|       | 出願番号 | 出願日 | 発明の名称 | 出願人 | 知的財産権の種類、出願国等 | 相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無 | その他<br>(出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい) | 関連する論文のDOI | 発明者 | 発明者<br>所属機関 | 関連する外国出願※ |
|-------|------|-----|-------|-----|---------------|-------------------------|-----------------------------------|------------|-----|-------------|-----------|
| No.1  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.2  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.3  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.4  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.5  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.6  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.7  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.8  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.9  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.10 |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |

※関連する外国出願があれば、その出願番号を記入ください。

国内特許出願数  
公開すべきでない特許出願数

0

②外国出願

|       | 出願番号 | 出願日 | 発明の名称 | 出願人 | 知的財産権の種類、出願国等 | 相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無 | その他<br>(出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい) | 関連する論文のDOI | 発明者 | 発明者<br>所属機関 | 関連する国内出願※ |
|-------|------|-----|-------|-----|---------------|-------------------------|-----------------------------------|------------|-----|-------------|-----------|
| No.1  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.2  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.3  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.4  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.5  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.6  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.7  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.8  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.9  |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |
| No.10 |      |     |       |     |               |                         |                                   |            |     |             |           |

※関連する国内出願があれば、その出願番号を記入ください。

外国特許出願数  
公開すべきでない特許出願数

0

#### VI(4) (公開)受賞等

### ①受賞

0 件

[illegible]

②マスコミ(新聞・TV等)報道(プレス発表をした場合にはその概要もお書き下さい)

0 件

[illegible]

VI(5) (公開)ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動

①ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

| 年月日        | 名称               | 場所      | 参加人数               | 概要                         |
|------------|------------------|---------|--------------------|----------------------------|
| 2014年7月24日 | 国内打ち合わせ          | 東京      | モザンビーク側1人<br>日本側7人 | PO, PDM改訂の検討,<br>研究計画変更の検討 |
| 2014年10月2日 | 日本側研究打ち合わせ(TV会議) | 東京, マプト | 日本側11人             | 研究打ち合わせ                    |
| 2015年2月25日 | 日本側研究打ち合わせ(TV会議) | 東京, マプト | 日本側13人             | 研究打ち合わせ                    |

②合同調整委員会開催記録(開催日、出席者、議題、協議概要等)

| 年月日        | 出席者                  | 議題                              | 概要           |
|------------|----------------------|---------------------------------|--------------|
| 2014年4月9日  | モザンビーク側11人<br>日本側14人 | 研究報告,<br>研究打ち合わせ                | TV会議(東京、マプト) |
| 2014年7月24日 | モザンビーク側11人<br>日本側15人 | PO, PDM改訂,<br>研究報告, 研究打<br>ち合わせ | TV会議(東京、マプト) |
| 2014年11月7日 | モザンビーク側8人<br>日本側10人  | PO, PDM改訂,<br>研究打ち合わせ           | マプト          |
| 2015年3月10日 | モザンビーク側8人<br>日本側16人  | 研究報告,<br>研究打ち合わせ                | TV会議(東京、マプト) |



|                  |                                     |
|------------------|-------------------------------------|
| 研究課題名            | 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         |
| 研究代表者名<br>(所属機関) | 芋生 憲司<br>(東京大学大学院農学生命科学研究科教授)       |
| 研究期間             | H22採択 平成23年4月から平成28年6月(予定)<br>(5年間) |
| 相手国名             | モザンビーク                              |
| 主要相手国<br>研究機関    | エドワルドモンドラネ大学                        |

## 付随的成果

|                               |                                                                              |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 日本政府、社会、産業への貢献                | ・JCM事業化<br>・日本企業によるモザンビークでの事業化                                               |
| 科学技術の発展                       | ・ジャトロファ栽培による環境保全、環境修復<br>・リスクの少ないバイオ燃料製造法、利用法の提案                             |
| 知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等    | ・共同研究を通じて得られた知的財産についての特許の取得(出願例:簡易ホルボールエステル類測定法、ホルボールエステル濃度低減化技術、リスクマネジメント法) |
| 世界で活躍できる日本人人材の育成              | ・国際的に活躍できる研究者の育成                                                             |
| 技術及び人的ネットワークの構築               | ・カウンターパートを中心とする人的ネットワークを構築し農村電化モデル事業を行う                                      |
| 成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど) | ・学術論文の掲載<br>・国際学会での発表<br>・ジャトロファ栽培法のガイドライン<br>・農村電化のガイドライン                   |

## JST上位目標

一般的な農業に適さない乾燥地帯の農村地にて持続的なバイオ燃料生産システムが生業と両立する

研究内容・成果がモザンビーク政府、民間企業などに認められ、モ国内での実用化、普及が進展する

## JSTプロジェクト目標

ジャトロファバイオ燃料生産を自立的な産業として農村部へ定着させるための産業化と政策に必要な定量的データ取得

