

平成25年度外務省政府開発援助海外経済協力事業
(本邦技術活用等途上国支援推進事業)委託費
「案件化調査」

ファイナル・レポート

タンザニア国

もみ殻を原料とした固形燃料製造装置の
導入案件化調査

平成26年3月
(2014年)

株式会社トロムソ・株式会社イースクエア共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、株式会社トロムソ・株式会社イースクエア共同企業体を実施した平成25年度外務省政府開発援助海外経済協力事業（本邦技術活用等途上国支援推進事業）委託費（案件化調査）の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見解を表わしたものではありません。

目次

| | |
|--|----|
| 巻頭写真 | 4 |
| 略語表 | 7 |
| 参考資料 | 9 |
| 要旨 | 11 |
| はじめに | 14 |
| 1 章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認 | 19 |
| 1.1 対象国の政治・経済の概況 | 19 |
| 1.2 対象国の対象分野における開発課題の現状 | 21 |
| 1.2.1 森林保全 | 21 |
| 1.2.2 コメの増産に伴うもみ殻発生量の増加 | 26 |
| 1.3 対象国の対象分野における開発計画、政策及び法制度 | 28 |
| 1.4 対象国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析 | 30 |
| 2 章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し | 33 |
| 2.1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み | 33 |
| 2.1.1 提案製品の概要 | 33 |
| 2.1.2 提案製品の仕様 | 33 |
| 2.1.3 技術の強み | 34 |
| 2.2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ | 34 |
| 2.2.1 事業展開方針 | 34 |
| 2.3 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献 | 34 |
| 2.3.1 提案企業が位置する因島の産業の状況 | 34 |
| 2.3.2 提案企業の製品と地域産業の関係性 | 35 |
| 2.4 想定する事業の仕組み | 36 |
| 2.4.1 流通・販売計画 | 36 |
| 2.4.2 市場規模 | 36 |
| 2.4.3 売上規模 | 40 |
| 2.5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール | 42 |
| 2.5.1 想定する事業実施体制 | 42 |
| 2.5.2 現地法人の立ち上げ | 44 |
| 2.5.3 パートナー機関との連携 | 44 |
| 2.5.4 OEM メーカーとの連携 | 47 |
| 2.5.5 事業化のステップ | 48 |
| 2.5.6 具体的な普及に向けたスケジュール | 49 |
| 2.6 リスクへの対応 | 50 |
| 2.6.1 想定していたリスクへの対応結果 | 50 |
| 2.6.2 新たに顕在化したリスク及びその対応方法等 | 52 |
| 3 章 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動 | |

| | |
|---|----|
| (実証・パイロット調査) | 54 |
| 3.1 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動 | |
| (実証・パイロット調査) の概要 | 54 |
| 3.1.1 目的 | 54 |
| 3.1.2 装置の輸送 | 54 |
| 3.1.3 ダルエスサラーム工科大学 (DIT) におけるデモンストレーション イベント | 55 |
| 3.1.4 キリマンジャロ工業開発財団 (KIDT) におけるデモンストレーション イベント | 55 |
| 3.1.5 中小企業開発機構 (SIDO) ムベヤ地域事務所における紹介イベント .. | 56 |
| 3.1.6 ハイランド・エステートへの紹介 | 56 |
| 3.1.7 もみ殻固形燃料および炭燃料の試用アンケート | 57 |
| 3.1.8 木炭・薪の調査 | 57 |
| 3.1.9 精米所の調査 | 57 |
| 3.1.10 類似装置の比較調査 | 57 |
| 3.1.11 ルワンダ共和国の事業環境調査 | 57 |
| 3.2 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動 | |
| (実証・パイロット調査) の結果 | 57 |
| 3.2.1 デモンストレーションイベント・紹介イベント参加者の意見 | 57 |
| 3.2.2 メディアによる報道 | 60 |
| 3.2.3 木炭に関する調査 | 60 |
| 3.2.4 薪に関する調査 | 63 |
| 3.2.5 精米所の調査 | 65 |
| 3.2.6 もみ殻固形燃料およびその炭化燃料の試用アンケート結果 | 67 |
| 3.2.7 類似装置の比較調査 | 67 |
| 3.2.8 ルワンダ共和国の事業環境調査 | 70 |
| 3.2.9 課題や留意点 | 72 |
| 3.3 採算性の検討 | 74 |
| 3.3.1 機器の想定価格 | 74 |
| 3.3.2 もみ殻固形燃料製造装置の導入メリット | 74 |
| 3.3.3 トロムソにとっての採算 | 75 |
| 4 章 ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果 .. | 78 |
| 4.1 提案製品・技術と開発課題の整合性 | 78 |
| 4.1.1 森林保全と燃料需要の充足の両立 | 78 |
| 4.2 ODA 案件化を通じた製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による 開発効果 | 78 |
| 4.2.1 森林保全 | 78 |
| 4.2.2 農業の高付加価値化 | 79 |
| 4.2.3 技術移転 | 79 |
| 4.2.4 雇用創出 | 79 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 4.3 ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果 | 79 |
| 5 章 ODA 案件化の具体的提案 | 80 |
| 5.1 ODA 案件概要 | 80 |
| 5.2 具体的な協力内容及び開発効果 | 80 |
| 5.2.1 民間提案型普及・実証事業 | 80 |
| 5.2.2 技術協力 | 81 |
| 5.2.3 青年海外協力隊 | 81 |
| 5.2.4 草の根・人間の安全保障無償資金協力（草の根無償） | 82 |
| 5.3 他 ODA 案件との連携可能性 | 82 |
| 5.3.1 コメ振興支援計画プロジェクト（タンライス 2） | 82 |
| 5.3.2 中小零細企業支援プログラム | 82 |
| 5.4 その他関連情報 | 83 |
| 5.4.1 対象国関連機関（カウンターパート機関）との協議状況 | 83 |
| 添付資料 | 85 |
| 面会記録 | 88 |
| 英文要約 | |

【巻頭写真(1/3)】



写真1：
タンザニアに持ち込んだもみ殻固形燃料
製造装置



写真2：
DIT におけるデモンストレーションイベ
ント（冒頭のセレモニー）



写真3：
DIT におけるデモンストレーションイベ
ント（装置説明）



写真4：
KIDT におけるデモンストレーションイベ
ント（冒頭のセレモニー）



写真5：
KIDT におけるデモンストレーションイベ
ント（装置説明）



写真6：
KIDT におけるデモンストレーションイベ
ント（固形燃料を使ったバーベキュー）

【巻頭写真(2/3)】



写真 7 :
KIDTの木屑固形燃料製造機



写真 8 :
SIDO ムベヤ地域事務所における紹介イベント



写真 9 :
ムベヤのライスクラスターの精米所



写真 10 :
ムベヤのライスクラスター内に山積みになったもみ殻



写真 11 :
炭焼きのために伐採された木々 (バガモヨ)



写真 12 :
ダルエスサラームの木炭販売店 (露店)

【巻頭写真(3/3)】



写真 13 :
木炭を使用する飲食店の厨房



写真 14 :
木炭を使用する飲食店の店頭



写真 15 :
ムベヤの薪販売店（露店）



写真 16 :
ハイランド・エステート（ムベヤ）の大規模稲作農場



写真 17 :
調査団が現地で製造したもみ殻固形燃料



写真 18 :
もみ殻固形燃料が燃える様子

【略語表】

| | | |
|----------|--|--------------------|
| ASDP | Agricultural Sector Development Programme | 農業セクター開発プログラム |
| CBFM | Community Based Forest Management | 住民参加型森林管理 |
| DIT | Dar es Salaam Institute of Technology | ダルエスサラーム工科大学 |
| DOE | Division of Environment, Vice-President's Office | 副大統領府環境局 |
| FBD | Forestry and Beekeeping Division | 森林・養蜂局 |
| GEF | Global Environment Facility | 地球環境ファシリティ |
| GNP | Gross Domestic Product | 国内総生産 |
| GNI | Gross National Income | 国内総所得 |
| IMF | International Monetary Fund | 国際通貨基金 |
| JAST | Joint Assistance Strategy for Tanzania | タンザニア共同支援戦略 |
| JETRO | Japan External Trade Organization | 独立行政法人日本貿易振興機構 |
| JFM | Joint Forest Management | 共同森林管理 |
| JICA | Japan International Cooperation Agency | 独立行政法人国際協力機構 |
| KATC | Kilimanjaro Agricultural Training Centre | キリマンジャロ農業技術者訓練センター |
| KIDT | Kilimanjaro Industrial Development Trust | キリマンジャロ工業開発財団 |
| LDC | Least Developed Country | 後発開発途上国 |
| LPG | Liquefied Petroleum Gas | 液化石油ガス |
| MEM | Ministry of Energy and Minerals | エネルギー・鉱物省 |
| MKUKUTA | Mkakati wa Kukuza Uehumi na Kupunguza Umaskini Tanzania | 貧困削減国家戦略 |
| MNRT | Ministry of Natural Resources and Tourism | 天然資源・観光省 |
| NPES | National Poverty Eradication Strategy | 国家貧困撲滅戦略 |
| NRDS | National Rice Development | 国家稲作開発計画 |
| NSGRS | National Strategy for Growth and Reduction of Poverty | 成長と貧困削減のための国家戦略 |
| OEM | Original Equipment Manufacturer | 相手先ブランド名製造 |
| PMO-RALG | Prime Minister's Office-Regional Administration and Local Government | 首相オフィス地域局および地方政府 |

| | | |
|---------|--|---------------------------------------|
| PFM | Participatory Forest Management | 参加型森林管理 |
| PRS | Poverty Reduction Strategy | 貧困削減戦略 |
| SACCOs | Savings and Credit Cooperative Societies | 貯蓄信用協同組合 |
| SIDO | Small Industries Development Organization | 中小企業開発機構 |
| TANESCO | Tanzania Electric Supply Company Limited | タンザニア電力供給公社 |
| TFS | Tanzania Forest Services Agency | タンザニア森林サービス機構 |
| TRA | Tanzania Revenue Authority | タンザニア国家歳入 |
| Tsh | Tanzania Shilling | タンザニアシリング ※2014年1月時点 1Tsh ≒ 0.068円 |
| UNDP | United Nations Development Programme | 国連開発計画 |
| UNIDO | United Nations Industrial Development Organization | 国連工業開発機関 |
| USAID | United States Agency for International Development | アメリカ合衆国国際開発庁 |
| USDA | United States Department of Agriculture | アメリカ合衆国農務省 |
| VAT | Value Added Tax | 付加価値税 |
| WHO | World Health Organization | 世界保健機構 |

【参考資料】

- The World Bank, Environmental Crisis or Sustainable Development Opportunity?, Transforming the charcoal sector in Tanzania, A Policy Note, March 2009
- プロマーコンサルティング、農林水産省補助事業「平成 23 年度アフリカ支援のための農林水産業情報整備事業」
- 財団法人 国際緑化推進センター 「平成 23 年度 途上国森づくり支援事業/貧困削減のための森づくり支援事業報告書」
- タンザニア連合共和国 BOP ビジネス連携促進 家庭・小規模事業者向け簡易固形燃料製造事業化現地調査報告書
- JICA ホームページ タンザニア
<http://www.jica.go.jp/tanzania/>
- JICA プロジェクト コメ振興支援計画プロジェクト (2012~2018)
<http://gweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/VIEWParentSearch/92F37BC3C54DF0E849257A440079DDF7?OpenDocument&pv=VW02040102>
- 外務省 国別援助方針 タンザニア
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/seisaku/houshin/pdfs/tanzania-1.pdf>
- 国別データブック タンザニア
http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/kuni/12_databook/pdfs/05-28.pdf
- 外務省 対タンザニア連合共和国 事業展開計画
- Tanzania HIV/AIDS and Malaria Indicator Survey 2011-2012
<http://www.measuredhs.com/pubs/pdf/AIS11/AIS11.pdf>
- JETRO タンザニア連合共和国の政治・経済概況
http://www.jetro.go.jp/jfile/report/07000914/tz_pol_eco.pdf
- FAO 森林カバーステータス
<http://www.fao.org/countryprofiles/Maps/noaa/en/?iso3=TZA&mapID=609>
- FAO Tanzania Forest Report
- FAO STAT
<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=626&lang=en#ancor>
- UNDP
<http://www.tz.undp.org/content/tanzania/en/home/operations/projects/overview.html>
- AfDB タンザニア連合共和国
<http://www.afdb.org/en/countries/east-africa/tanzania/>
- African Economic Outlook
<http://www.africaneconomicoutlook.org/en/>
- mkaa bora East Africa Briquettes Company
<http://www.mkaabora.com/page10.html>

- The Charcoal project - the east African briquette company
<http://www.charcoalproject.org/2010/02/the-east-african-briquettes-company-points-the-way-to-sustainable-biomass-alternative/>
<http://www.charcoalproject.org/2010/01/is-a-woodfuel-and-charcoal-crisis-looming-for-tanzania/>
- タンザニア連合共和国統計局
<http://www.nbs.go.tz/>
- IMF 統計
<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2013/02/weodata/weoselser.aspx?c=738&t=1>
- USAID Tanzania
<http://www.usaid.gov/tanzania>
- WHO Tanzania
<http://www.who.int/countries/tza/en/>
- Tanzania Forest Conservation Group
<http://www.tfcg.org/sustainablecharcoal.html>
- Greenovate
<http://greenovateltd.co.tz/projects/biomass-energy-promotion-in-tanzania.html>
- EU Biomass Energy Project
<http://www.euei-pdf.org/country-studies/biomass-energy-strategy-best-tanzania>
- SNV Tanzania
<http://www.snvworld.org/en/countries/tanzania>

【要旨】

1. 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

タンザニア連合共和国（以下、タンザニア）では 1980 年代の経済自由化以降、農地拡大や過放牧、木材・薪炭利用等により年間約 40 万ヘクタールのペースで森林伐採が進んでいると推定されている。2000 年から 2010 年の森林減少面積は、世界第 5 位（マイナス 400 万 ha）となっている。なお、人口 1 人当たりの森林面積は 1960 年の 6.3 ヘクタールから 2010 年には 0.7 ヘクタールへと大幅に減少している。特に首都ダルエスサラーム周辺では近年人口増加による居住地域の拡大もあり、森林破壊が進んでいる。

タンザニア政府は 2001 年より植林キャンペーンを実施し、県毎に年間 150 万本の木を植えることを目標としているが、目標達成は困難で植林量は年間伐採量の半分程度に留まっているという調査もある。

国連の調査によると、薪炭を中心としたバイオマス燃料は、タンザニアの家庭の調理用燃料の 94%をも占めている。そうした中、人口増加に伴う薪炭材の需要増加等が森林の縮小や土地の荒廃を加速させており、特に自然資源に依存して生活する農村住民の生活に悪影響を与えている。そのため、薪炭に代わる燃料源の確保が求められている。

また、タンザニアでは農村人口の割合が高く、全人口の 74%にあたる 3,200 万人が農村部に居住しているが、農村部における平均貧困率は 33.3%で、都市部の 21.7%と比べ高くなっている。そのため、特に農村部では新たな雇用創出が望まれている。

2. 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

トロムソは、タンザニアであまり活用されていないもみ殻を原料にして固形燃料を製造する技術を有している。もみ殻の有効活用を模索している精米所などにもみ殻固形燃料製造装置を導入することで、これまで邪魔者扱いされてきたもみ殻を有効活用することが可能になる。

今後は、まず KIDT (Kilimanjaro Industrial Development Trust:キリマンジャロ工業開発財団)、SIDO (Small Industries Development Organization: 中小企業開発機構)、DIT (Dar es Salaam Institute of Technology: ダルエスサラーム工科大学)などの現地公的機関（パートナー機関）と提携し、機器仕様・メンテナンスの低コスト化・現地化やビジネスモデルの構築を行う。それにより、コア部品（すり潰し・固形化機構）以外の現地調達・現地製造を可能にし、タンザニアのユーザーが手に届く価格で機器の提供ができる体制をつくる。トロムソは、製造技術やメンテナンス技術の指導およびコア部品の提供を担う形で事業を構築する。

3. 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）

ダルエスサラームにある DIT およびモシにある KIDT にて、タンザニア政府機関、NGO、民間企業、本邦機関などから合計約 130 名の参加を得て、もみ殻固形燃料製造装置を紹介するデモンストラーションプログラムを実施した。

日本の短粒種とは違う、タンザニア産の長粒種のコメのもみ殻を使って連続的に質の高い固形燃料を製造することができることを実証するとともに、タンザニアにおいて本装置への関心が非常に高いことを確認した。また、本デモンストレーションプログラムを通じ、タンザニアにおける事業化に向けて、有力なパートナー機関（KIDT、SIDO、DIT）を確保することができた。

4. ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果

もみ殻を加工して薪炭に替わる固形燃料として利用することで森林伐採の抑制・森林資源の保全に貢献する。もみ殻固形燃料製造装置 1 台あたり年間 180 トンの固形燃料を製造し、同量の木炭を代替した場合、22.5 ヘクタールの森林を保全する効果がある¹。導入台数が増えるにつれ、森林保全効果は増大する。

また、未利用のもみ殻から、農村部において固形燃料製造・販売という新たな事業・雇用を生み出す（装置 1 台あたり、直接雇用 2.5 名を想定）。

さらに、もみ殻固形燃料製造装置の組み立て、部品生産、メンテナンスなどを現地で行うことで、日本からタンザニアへの技術移転がなされ、同国の産業振興にも貢献できると考えられる。

タンザニアにおいてもみ殻固形燃料製造装置を商用化するためには、本体価格を現在の 630 万円から 300 万円程度に引き下げることが欠かせないが、装置の簡素化（タンザニア仕様化）、一部部品の製造や組み立てを現地で行うことでトロムソの収益を確保する。また、一方、トロムソとしては、これまで国内市場に留まっていた販路を海外に広げることが可能になるとともに販売台数増による量産効果を生むことが期待される。量産によりコストダウンが可能になれば、国内事業の収益にもプラスとなる。

5. ODA 案件化の具体的提案

本装置は現在、自動化や安全機構などが手厚く、価格も高めの「日本仕様」となっている。タンザニアの市場に浸透させるためには、よりシンプルかつ頑丈で、低価格な現地仕様求められる。また、装置の組み立て、部品生産、メンテナンスに係る技術移転が必要となる。さらに、タンザニアにおいて固形燃料製造の事業はあまり知られていないため、啓発活動も必要となる。

よって、現地での事業立ち上げに連動し、「民間提案型普及・実証事業」、「技術協力」、「青年海外協力隊との連携」、「草の根・人間の安全保障無償資金協力」のスキームを提案する。

¹ 木炭 1 トンあたり 30 立方メートル（10 トン）の木材（0.125ha の森林に相当）を必要とすると想定（世界銀行レポートより）

スキーム(案件化調査) タンザニア:もみ殻を原料とした 固形燃料製造装置の導入案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業:株式会社トロムソ
- 提案企業所在地:広島県尾道市
- サイト・C/P機関:KIDT(キリマンジャロ工業開発財団)、SIDO(中小企業開発機構)、ダルエスサラーム工科大学

タンザニアの開発課題

- 人口増加、経済発展、都市化の進行に伴い、エネルギー需要が増え、供給が慢性的に不足
- 特に、国民の9割以上が煮炊きに使う薪炭の利用拡大に伴い、森林が急速に減少
- 一方、主食の一つであるコメの副産物であるもみ殻をエネルギー源として活用する技術やノウハウが不足している
- 農村部の貧困率は高く、雇用創出が必要

中小企業の技術・製品

- もみ殻を固形燃料に加工する装置を持つ
- 独自の機構・表面加工により、メンテナンスの頻度を抑えられる技術を持つ
- もみ殻のすり潰し・圧縮・成形加工に係る部品製造に高度なノウハウが必要である一方、それ以外の機構は比較的シンプルなため、現地で調達・製造が可能

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 民間提案型・普及実証事業案件などを活用して現地パートナーにもみ殻固形燃料製造装置を導入し、メンテナンス、組み立て、製造、ビジネスモデルなどの現地化を推進
- 現地仕様で低コスト化した装置を精米所や大規模農家などに導入し、森林保全や雇用創出に貢献

日本の中小企業のビジネス展開

- コア部品と現地で調達困難な部品のみを日本から供給し、現地で製造・組み立てし、低コスト化
- 輸出するコア部品の量産効果により、日本国内でのコストダウン・事業拡大も図る



はじめに

1. 本調査の背景と目的

(1) タンザニアが抱える課題

タンザニアでは 1980 年代の経済自由化以降、農地拡大や過放牧、木材・薪炭利用等により年間約 40 万ヘクタールという急速なペースで森林伐採が進んでいると推定されている。特に首都ダルエスサラーム周辺では近年人口増加による居住地域の拡大もあって、森林破壊が進んでいる。

タンザニア政府は 2001 年より植林キャンペーンを実施し、県毎に年間 150 万本の木を植えることを目標としているが、目標達成は困難で植林量は年間伐採量の半分程度に留まっているという調査もある。

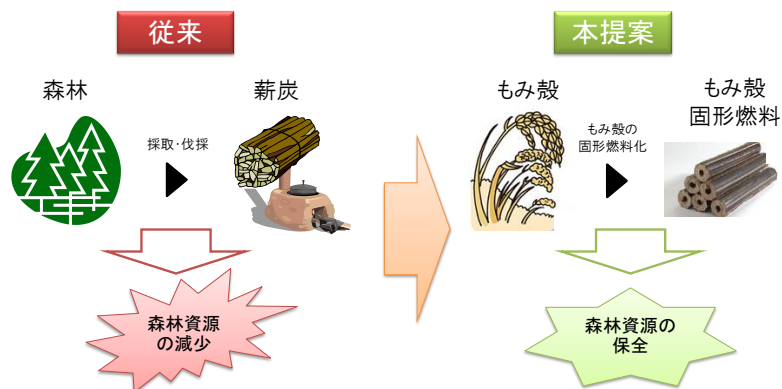
タンザニアの電化率は 13.9% (2009 年) と低く、薪炭材が家庭における重要な燃料であり、2007 年の調査によるとその利用率は全体の 90%以上となっている。そのため、今後も人口増加とともに増えると見込まれる薪炭材の新たな供給源が必要とされている。

また、タンザニアでは農村人口の割合が高く、全人口の 74%にあたる 3,200 万人が農村部に居住しているが、農村部における平均貧困率は 33.3%で、都市部の 21.7%と比べ高くなっている (2011/2012 年調査)。そのため、特に農村部では新たな雇用創出が望まれている。

(2) 株式会社トロムソが持つ解決策

株式会社トロムソは、もみ殻を原料とし、固形燃料を製造する技術を有する。同社が開発・製造するもみ殻固形燃料製造装置「グラインドミル」は、これまで日本国内の農業生産法人、農業協同組合などに約 60 台納入され、これまで使われていなかったもみ殻から固形燃料を作り出している。固形燃料は、ストーブやバーベキューの燃料、非常用燃料などとして使われている。

下図で示すように、タンザニアにおいてもみ殻を加工して薪炭に替わる固形燃料として利用することで森林伐採の抑制・森林資源の保全に貢献できると考えられる。また、未利用のもみ殻から、固形燃料を製造・販売するという新たな事業やそれに伴う雇用を生み出すこともできる。さらに、現地に優良なパートナー企業 (OEM メーカー) を見つけ、装置の現地生産を行うことで、技術移転がなされ、タンザニアの産業振興、さらなる雇用創出にも貢献できると考えられる。



(3) タンザニアにおける稲作の重要性

タンザニアにおいて、コメはメイズ（トウモロコシ）に次ぐ穀物生産量をもつ重要な作物である。調理が簡単で、食味もよいコメの消費量は年々増加しており、消費の増大に国内生産が追いつかず海外からの輸入に頼っている状況で、コメの増産が食糧安全保障上の課題となっている。一方、タンザニアの稲作は、隣国のケニアやルワンダなどと比べて平均収量は低く、生産増のポテンシャルが高い。また、換金作物であることから、農業の収益性向上をめざす上でもコメの増産は重要となっている。こうした背景から、タンザニア政府は「国家コメ開発戦略」を2009年に策定し、灌漑稲作を中心にコメの増産を図り、2018年には2008年の約2倍に当たる約196万トンのコメを生産することを目標に掲げている。

なお、脱穀の過程で、収穫したもみの約20%がもみ殻になるため、2018年には約39万トンものもみ殻が排出されることになる。現在タンザニアではもみ殻は一部レンガ焼きやセメント工場の燃料などに使われているものの、十分に活用されていない。

(4) 日本による稲作支援

日本は、1970年代からキリマンジャロ州での灌漑稲作開発を支援してきた。同州モシ県の灌漑地区（水田面積1,100ha）では、もみの収穫量を1ヘクタール当たり約2トンから6トンに伸ばすなどの成果を上げている。

90年代からは、この成果を全国に広げるため、キリマンジャロ農業技術者訓練センター（Kilimanjaro Agricultural Training Centre : KATC）を拠点として、灌漑技術者・農家の育成やモデル地区の農家に役立つ研修手法の確立とその実施により、稲作の生産性向上を支援してきた。

2007年から2012年にかけて実施した灌漑農業技術普及支援体制強化計画プロジェクト（通称タンライス）では、過去の協力により確立された研修を、KATCに加えて新たに4カ所の国内農業研修所と稲研究プログラム（合計5カ所）でも実施し、さらに多くのタンザニアの農家がコメの増収を達成するのを支援した。

現在実施されているコメ振興支援計画プロジェクト（通称タンライス2 2012年11月～2018年12月）では、さらに2カ所の農業研修所を拠点に加え（合計7カ所）、研修を通じた灌漑稲作技術の普及を全国に展開することを目指している。生産のみならず、収穫後処理、

マーケティングまでを含めたコメ産業バリューチェーンの強化が必要であることを踏まえ、コメ産業バリューチェーンにかかる研修の強化を図っている。

なお、アフリカ全体を見渡すと、2008年に開催された TICAD IV において、JICA はアフリカのサブサハラ地域における米生産を 2018 年までの 10 年間で倍増（もみベースで年間 1,400 万トンから 2,800 万トンへ）することを目標としたイニシアティブ「アフリカ稲作振興のための共同体（Coalition for African Rice Development(以下 CARD)）を公表し、その目標達成に向け、関係機関と協調して活動を実施してきている（タンザニアも CARD の対象国）。そのため、稲作に関連する支援活動は日本の国際協力にとって極めて重要な位置づけにある。

(5) 本調査の目的

ヒアリングやもみ殻固形燃料製造装置のデモンストレーションプログラムの実施などを通じ、もみ殻から固形燃料を製造する事業に対するニーズや課題を把握するとともに、将来の事業化に向けた協業先を見つける。また、その調査結果を踏まえ、今後の機器・技術普及に向けた ODA 案件化の案を取りまとめることを目的としている。

2. 調査概要

(1) 団員の構成

本事業の調査団員は、以下の 7 名、うち現地に渡航したのは 5 名である。

| 氏名 | 所属先 | 担当業務 | 現地渡航 |
|--------|-------------------------------|-----------------|------|
| 浅尾 卓司 | (株) トロムソ | 総括/市場調査 | 2 回 |
| 巻幡 強 | (株) トロムソ | 協業候補先評価・現地適合性評価 | 2 回 |
| 井場 和男 | (株) トロムソ | 開発・仕様変更の検討 | なし |
| 上杉 正章 | (株) トロムソ | 機器運転・実証調査 | 2 回 |
| 柳田 啓之 | (株) イースクエア | 業務主任者/ODA 事業計画 | 2 回 |
| 大森 慶子 | (株) イースクエア | 市場調査/報告書作成支援 | なし |
| 長谷川 竜生 | 補強 ((株) オーガニック・ソリューションズ・ジャパン) | 現地調査支援 | 2 回 |

(2) スケジュール

調査は、2013 年 11 月から 2014 年 3 月にかけて実施した。このうち、現地調査は以下の 2 回に分けて実施した。各現地調査期間の日程と主な活動は以下の通りである。

第1回現地調査：2013年11月15日（金）～11月25日（月）

| No. | 日付 | | 主な活動 | 滞在先 | 調査団員 | | | | |
|-----|--------|---|---|-----------|------|------|------|--------|-----------|
| | | | | | トロムソ | | | イースクエア | OSJ |
| | | | | | 巻幡強 | 浅尾卓司 | 上杉正章 | 柳田啓之 | 長谷川竜生 |
| 1 | 11月15日 | 金 | 日本出発 | | 関空発 | 関空発 | 関空発 | 成田発 | |
| 2 | 11月16日 | 土 | 現地到着、ローカルコンサルタントと打ち合わせ、通関会社打ち合わせ | DSM | DSM着 | DSM着 | DSM着 | DSM着 | キガリ発・DSM着 |
| 3 | 11月17日 | 日 | おがくず固形燃料製造業者ヒアリング | DSM | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 4 | 11月18日 | 月 | 日本大使館訪問、農業省への協力依頼、投資環境調査（TIC）、木炭ディーラーヒアリング、部品市場調査 | DSM | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 5 | 11月19日 | 火 | 特許関連情報調査、パートナー候補（SIDO、DIT）との打ち合わせ、JICAタンザニア事務所訪問 | DSM | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 6 | 11月20日 | 水 | デモンストレーションプログラム準備、炭焼き実態調査（バガモヨ）、日系企業ヒアリング | DSM | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 7 | 11月21日 | 木 | 国内移動、パートナー候補との打ち合わせ（KIDT、KATC）、デモンストレーションプログラム準備 | DSM⇒Moshi | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 8 | 11月22日 | 金 | デモンストレーションプログラム準備（KATC、KIDT） | Moshi | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 9 | 11月23日 | 土 | デモンストレーションプログラム準備（発電機手配など）、国内移動 | Moshi⇒DSM | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 10 | 11月24日 | 日 | 調査結果整理、ダルエスサラーム発 | DSM | DSM着 | DSM着 | DSM着 | DSM着 | DSM発・キガリ着 |
| 11 | 11月25日 | 月 | 日本帰国 | | 関空着 | 関空着 | 関空着 | 成田着 | |

第2回現地調査：2013年11月30日（土）～12月15日（日）

| No. | 日付 | 主な活動 | 滞在先 | 調査団員 | | | | |
|-----|----------|---|-------------|------|------|------|--------|-----------|
| | | | | トロムソ | | | イースクエア | OSJ |
| | | | | 巻幡強 | 浅尾卓司 | 上杉正章 | 柳田啓之 | 長谷川竜生 |
| 1 | 11月30日 土 | 日本出発 | | 関空発 | 関空発 | 関空発 | 成田発 | |
| 2 | 12月1日 日 | 現地到着、行程確認 | DSM | DSM着 | DSM着 | DSM着 | DSM着 | キガリ発・DSM着 |
| 3 | 12月2日 月 | 日本大使館訪問、JICAタンザニア事務所訪問、農業省訪問、通関打ち合わせ | DSM | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 4 | 12月3日 火 | デモンストレーションプログラム打ち合わせ・準備 (DIT) | DSM | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 5 | 12月4日 水 | デモンストレーションプログラム打ち合わせ・準備 (DIT)、関係機関ヒアリング | DSM | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 6 | 12月5日 木 | デモンストレーションプログラム準備 (DIT)、日本大使館訪問 | DSM | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 7 | 12月6日 金 | デモンストレーションプログラム実施 (DIT) | DSM | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 8 | 12月7日 土 | 国内移動、精米所・類似製品調査 | DSM⇒Moshi | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 9 | 12月8日 日 | デモンストレーションプログラム準備 (KIDT) | Moshi | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 10 | 12月9日 月 | デモンストレーションプログラム準備 (KIDT) | Moshi | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 11 | 12月10日 火 | デモンストレーションプログラム実施 (KIDT)、KIDTとの協業協議 | Moshi | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 12 | 12月11日 水 | 国内移動、SIDO Mbeya ライスクラスタースター視察 | Moshi⇒Mbeya | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 13 | 12月12日 木 | 大規模稲作農場 (Highland Estate) 視察 | Mbeya | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 14 | 12月13日 金 | SIDO Mbeya ライスクラスタースターメンバーとの意見交換、SIDOとの協業協議、移動、DITとの協業協議、JICAタンザニア事務所訪問 | Mbeya⇒DSM | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 15 | 12月14日 土 | 日本大使館報告、水野専門家報告、ダルエスサラーム発 | DSM | DSM着 | DSM着 | DSM着 | DSM着 | DSM発・キガリ着 |
| 16 | 12月15日 日 | 日本帰国 | | 関空着 | 関空着 | 関空着 | 成田着 | |

1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

1.1 対象国の政治・経済の概況

タンザニアは、1961年にタンガニーカとして英国から独立し、1964年にザンジバル（島嶼）と統合して現在のタンザニアとなった。地理的には東アフリカに位置し、南はモザンビークとマラウイ、北はケニアとウガンダ、西はザンビア、コンゴ、ルワンダ、ブルンジと国境を接し、東はインド洋に面している。国土は日本の約 2.5 倍にあたる 9,450 万ヘクタールである。首都は中部に位置するドドマであるが、政治・経済的に実質的な機能を持つのはインド洋沿岸部の同国最大の都市、ダルエスサラームである。



出典：タンザニア大使館ホームページ

図 1-1 タンザニアの地図

タンザニアの人口は約 4,493 万人（2012 年現在）と推計されている²。農村人口が多く、全人口の 74%にあたる 3,200 万人が農村部に居住している³。2011/12 年にタンザニア本土で実施された家計調査⁴によると、農村部の貧困率（月収が 36,482Tsh 以下の成人の割合）の平均は 33.3%で、都市部の平均 21.7%と比べ高くなっている。人口は増加傾向にあり、2000 年以降の人口増加率は平均 3%である。このペースで増加を続けると 20 年から 25 年後には人口は現在の 2 倍に達すると予測されている。

² Tanzania in Figures 2012 (NBS)

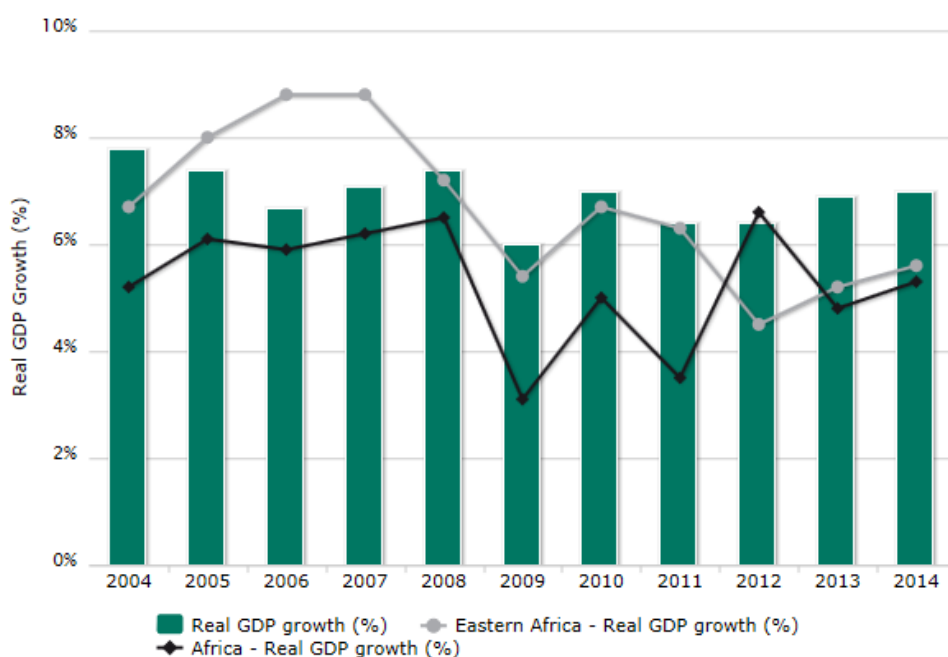
³ 2008 年：タンザニア国家統計局

⁴ 2011/12 Tanzanian Household Budget Survey Key Findings (NBS)

タンザニアは1人当たりの国民総所得（GNI）が570米ドル⁵（2012年）であり、約3割が貧困ライン以下の生活を余儀なくされる後発開発途上国（LDC）に分類される。貧困削減が最も重要な政策課題となっているが、更に今後一層の人口増加が見込まれることからエネルギーの確保や環境対策も喫緊の課題と位置づけられる。

1961年の独立以降、建国の父であるニエレレ大統領（1962-85）は家族・共同体（ウジャマ）に基づく社会主義政策を推進し、部族主義の排除に取り組んだ。1967年以降には、社会主義による協同農場を基盤とする農民の集村化などの政策が実施されたが、1970年代後半以降に起こった前東アフリカ共同体の崩壊、ウガンダ戦争、第2次石油危機、大干ばつなどにより経済危機に直面したことから、こうした社会主義政策は終焉を迎えた。1985年に国際通貨基金（IMF）の構造調整支援を受け市場経済へと移行、経済自由化が推し進められた。1990年代後半からはマクロ経済の安定化がすすめられ、2000年以降は金等の鉱物資源開発に牽引され、経済成長率は7%前後とアフリカ諸国の平均を上回り安定的に推移している⁶。

Figure 1: Real GDP growth 2013 (East)



Figures for 2012 are estimates; for 2013 and later are projections.

出典：African Economic Outlook 2013

図 1-2 タンザニアの実質 GDP 成長率

⁵ 本調査は1ドル=104.71円で計算している（2014年1月JICA精算レート）。

⁶ タンザニアの政治・経済概況（ジェトロ）

タンザニアは東アフリカ諸国の中で政情的に最も安定した国の一つとみなされている。大統領は有権者の直接選挙で選出され、任期 5 年で 3 選は憲法で禁止されており、これまで 10 年ごと（各代 2 選）に政権交代がなされている。2010 年の選挙でも 60%以上の得票率で現在の第 4 代キクウェテ大統領が 2 選目に選出されている。独立以降、社会主義時代に進められた部族間融和政策のおかげもあり、また、他のアフリカ諸国に散見される部族や民族を基盤とする政党結成が禁止されていることや、深刻な内戦やクーデターが発生していないことなどが政治的安定に寄与しているといわれている。そのため、日本の対アフリカ支援においても ODA 支援金額の上位国となっている。

現在のタンザニアの行政区分は、25 の州 (Region)、167 の県 (District)、2,400 の郡 (Ward)、約 10,000 の村 (Village) および 2,757 の Mtaa (Street の意味で村の代わりに設置されている区分) となっている。1990 年代後半以降に地方分権化が推し進められ、多くの行政権限が中央から州へ、州から県へと移譲されている。

気候は、国土の大半が熱帯性気候であるが、南部と北部の高原地帯は標高が高いために気温が低い。降水量は年間を通して変動が大きく、地域差も大きい。タンザニアはたびたび干ばつ被害に見舞われているが、2010/2011 年に起きた干ばつは過去 60 年で最悪と言われ、食糧不足や水力発電ダムの水位低下によるエネルギー不足に陥った。北部、南部の高地では降水量が多く、土壌にも恵まれており、コーヒー、バナナ、トウモロコシ (メイズ)、野菜、豆類、紅茶、タバコなどが栽培されている。東部沿岸地域では、稲、トウモロコシ (メイズ)、キャッサバ、ナッツ、サトウキビなども生産されている。

1.2 対象国の対象分野における開発課題の現状

1.2.1 森林保全

タンザニアでは、エネルギー需要の 90%は木質燃料 (薪炭) によって賄われていると言われている。薪の利用率は全土平均 66%、農村部では 89%、ダルエスサラームが 3%、ダルエスサラーム以外の都市部は 30%となっている⁷。

1980 年代後半の経済自由化以降、タンザニアでは農地拡大や過放牧、森林火災、木材・木炭・薪燃料の利用等により、年間約 40 万ヘクタールのペースで森林伐採が進んでいる (表 1-1)。

⁷ 2011/12 Tanzanian Household Budget Survey (NBS)

表 1-1 タンザニアの森林面積の推移

(単位：1000 ヘクタール)

| | 1990 年 | 2000 年 | 2005 年 | 2010 年 |
|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 森林 | 41,495 | 37,462 | 35,445 | 33,428 |
| 樹林 | 18,183 | 14,901 | 13,260 | 11,619 |
| その他 | 28,902 | 36,217 | 39,875 | 43,533 |
| 合計 | 88,580 | 88,580 | 88,580 | 88,580 |
| 森林率 | 46.8% | 42.3% | 40.0% | 37.7% |

※合計欄は内水面を除いた国土面積

出典：FAO Global Forest Resources Assessment 2010 Country Report

なお、ここでいう「森林」および「樹林地」とは、FAO の定義では次の通りである。

<森林 (forest) >

樹高 5m 以上かつ樹冠粗密度 10%以上で 0.5 ヘクタール以上のまとまりのある土地、もしくはその可能性がある土地を含む。ただし農業および都市的利用に供されている土地を除く。

<樹林地 (other wood land) >

樹高 5m 以上かつ樹冠粗密度 5-10%以上で 0.5 ヘクタール以上のまとまりのある土地、もしくはその可能性のある土地を含む土地で、森林として分類されないもの。ただし、農業および都市的利用に供されている土地を除く。

FAO Yearbook of Forest Products によると、表 1-2 の通り、燃料用木材、木炭の生産量が拡大しており、森林減少の主因の一つになっていることがうかがえる。特に木炭は、2001 年から 2011 年にかけて、約 38%という大幅な伸びを示している。

表 1-2 タンザニアにおける燃料用木材、木炭の生産量推移

| | 2001 年 | 2005 年 | 2010 年 | 2011 年 |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 燃料用木材 (千 m ³) | 20,951 | 21,712 | 22,805 | 23,038 |
| 木炭 (千トン) | 1,203 | 1,372 | 1,609 | 1,658 |

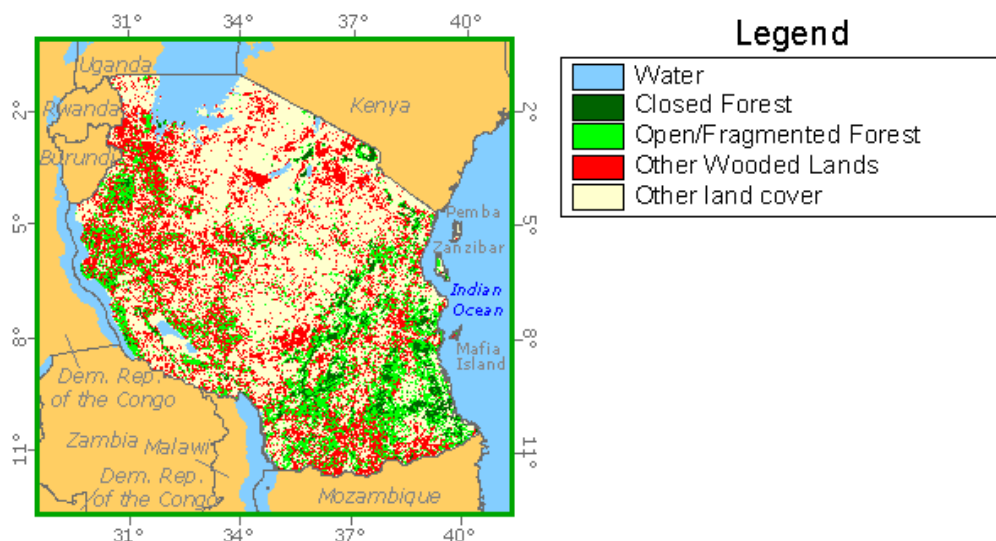
出典：FAO Yearbook of Forest Products

特にダルエスサラーム周辺では近年の人口増加による居住地域の拡大、木炭生産、採掘などによって森林破壊が進み、周辺の主要な保護林において深刻な被害が発生している⁸。タンザニア政府は、伐採量を年間 10,000 立法メートル以内と定めているが、実際にはその倍

⁸ Transforming the charcoal sector in Tanzania (世界銀行)

の 20,000 万立方メートル以上が伐採されていると言われている⁹。

タンザニアの森林面積は内水面を除いた国土の約 37.7%にあたる 3,343 万ヘクタールと推定されている¹⁰。森林は、主に中部・南部に広がるミオンボ森林地帯、北部のアカシア林、東部の海岸林、インド洋沿岸のマングローブなどに分けられる。このうち、約 1,400 万ヘクタールが森林保護区、200 万ヘクタールが国立公園や動物保護区となっている。



出典：FAO Forest Cover Map

図 1-3 タンザニアの森林分布

タンザニアでは、薪、木炭が家庭における重要な燃料であり、2007 年の調査によるとそのエネルギー需要に対する利用率は全体の 90%以上となっている。タンザニアでは電気が供給されている世帯は非常に少なく、電気が利用できる国民は、2007 年時点ではダルエスサラームで 50.8%、農村地域で 2.5%、タンザニア全体（ザンジバル除く）では 12.1%であった。2009 年は人口の 13.9%という数字が世界銀行から報告されている¹¹。都市部においては電気の普及は進んではいるものの、薪、木炭は輸送、流通、保管が容易なエネルギーであり、人々にとっては日常生活において近隣の販売店で必要な量を容易かつ比較的安価に購入できることから、主要な家庭用エネルギー源となっている¹²。

木炭の生産は森林資源の現状と大きな関連性をもっている。木炭の原料となる木材は、一般に人々が容易に取得できる都市部から 200 キロメートル圏内で乱伐されている¹³。一部は

⁹ Transforming the charcoal sector in Tanzania(世界銀行)

¹⁰ タンザニアの農林水産業（プロマーコンサルティング）

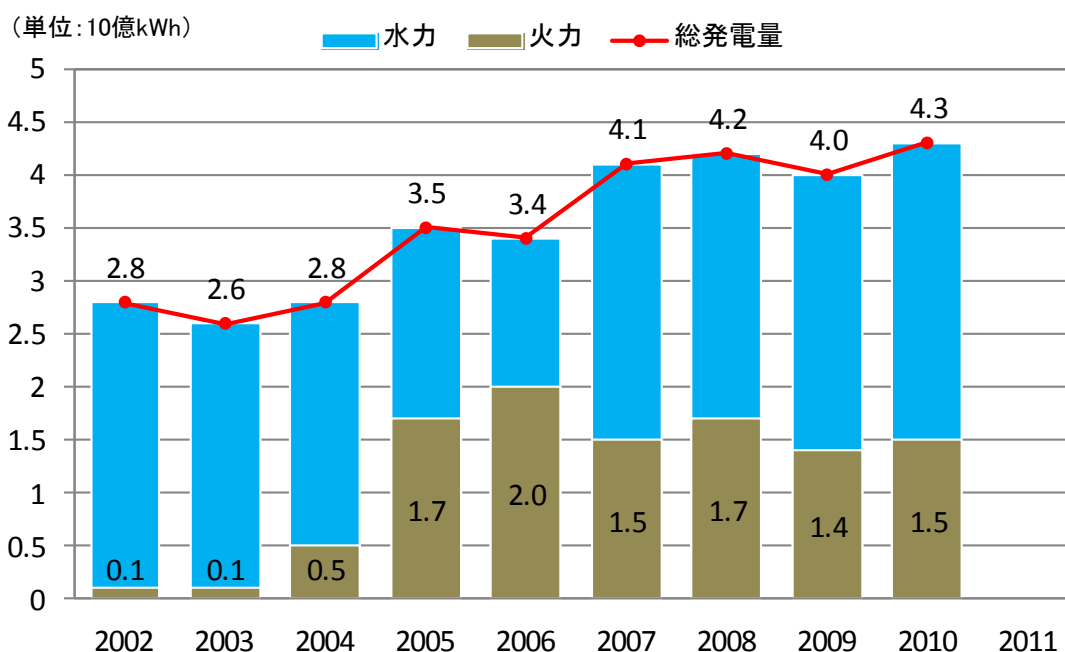
¹¹ JETRO タンザニア BOP 層実態調査レポート

¹² Transforming the charcoal sector in Tanzania(世界銀行)

¹³ Transforming the charcoal sector in Tanzania(世界銀行)

政府管轄下の保護林で育成された木材を使用しているが、大半は村落部の居住地や農地周辺で伐採した木材、または開墾のために伐採した木材などを使用しており、持続可能な森林管理という長期的視点は抜け落ちている。こうした適切な管理体制や規制のない森林伐採が続けば、森林資源が消失してしまうことは明らかである。

さらに、タンザニアの電力供給の大半を占めるのは水力発電であるが、森林資源の減少に起因する水資源の枯渇傾向から、水力発電用ダム水位低下が起きている。このまま野放図な森林伐採が継続すると、涵養地や河川が悪影響を受け、エネルギーと水の供給が脅かされることが懸念される¹⁴。



出典: International Energy Statistics 2012

図 1-4 タンザニアの発電容量の推移

表 1-2 とは異なる数字ではあるが、世界銀行調査によるとタンザニアの木炭消費量は、1日当たり 2,650 トン、年間にしておよそ 100 万トンと推計されている。この量を生産するためには、年間におよそ 16 万の土釜が必要であり、木材は約 3,000 万立法メートル必要とされる換算であり、1年でおよそ 10 万~12 万 5,000 ヘクタールの森林が失われていることになる¹⁵。さらに、今後予測される人口増加を勘案すると、現在の木炭生産の形態を持続することはほぼ不可能である。

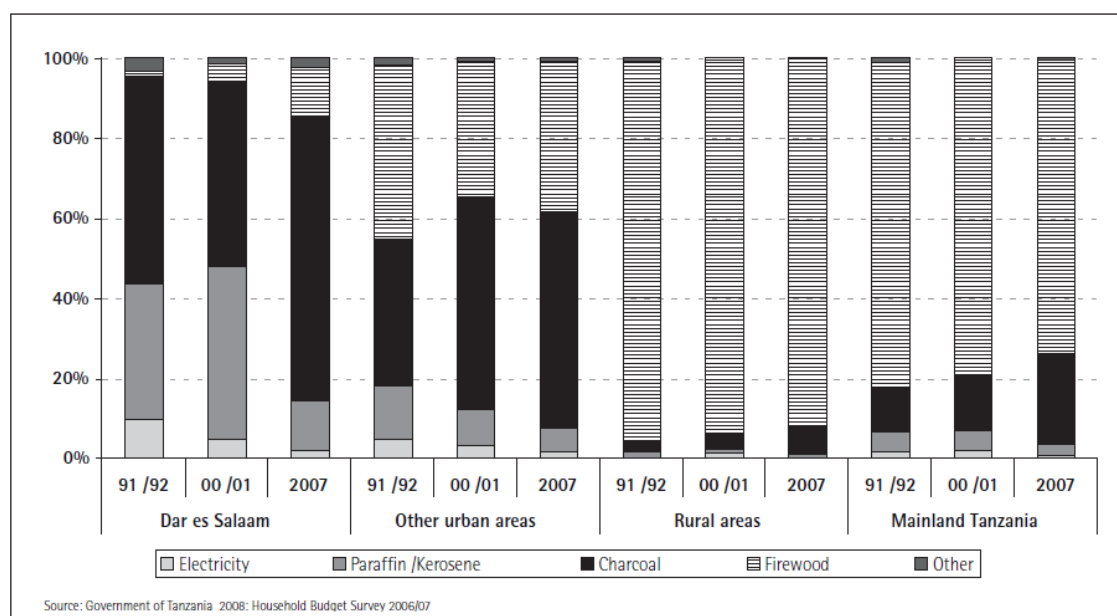
また、世界銀行の試算によると、都市化が 1%進むと木炭消費が 14%増加するとされている

¹⁴ Transforming the charcoal sector in Tanzania(世界銀行)

¹⁵ Transforming the charcoal sector in Tanzania (世界銀行)

る。タンザニアにおいても都市化は年々進行し、2007年調査では約33%が都市居住であったが、毎年4.3%の勢いで伸びており、2030年には60%に達すると予測されている。ダルエスサラームはサブサハラアフリカの中でも最も都市化が急速に進んでいる都市のひとつに数えられている。

2000/2001年から2007年にかけて、木炭を主要エネルギーとして使う家庭の率はダルエスサラームで47%から71%まで急増した(図1-5)。ダルエスサラームの木炭消費量は、国内消費の約半分にあたる1日あたりおよそ1,500トン、年間にして約55万トンと推計されている。現状の都市化の進行ペースでいけば、2030年には木炭の使用量は現在の約2倍に増加すると試算され、これによってダルエスサラーム周辺の森林はほぼ消滅してしまう計算になる¹⁶。



出典：世界銀行レポート

図 1-5 タンザニアにおける料理用エネルギー源の推移

木炭の使用量は引き続き増加すると見られている。その理由としては、1) 人口の急激な増加、2) 都市化の進行、3) 電気や化石燃料、LPG、代替エネルギー等の価格上昇、が挙げられる。特に中間所得層以下の世帯では、比較的廉価で伝統的に使われてきた木炭が引き続き主要なエネルギー源であり続けると予測される。一方で、農村地域においては薪燃料が主要なエネルギーとなっている。薪燃料を使用する世帯はその80%以上が月収77米ドル以下の最貧困層に属している¹⁷。

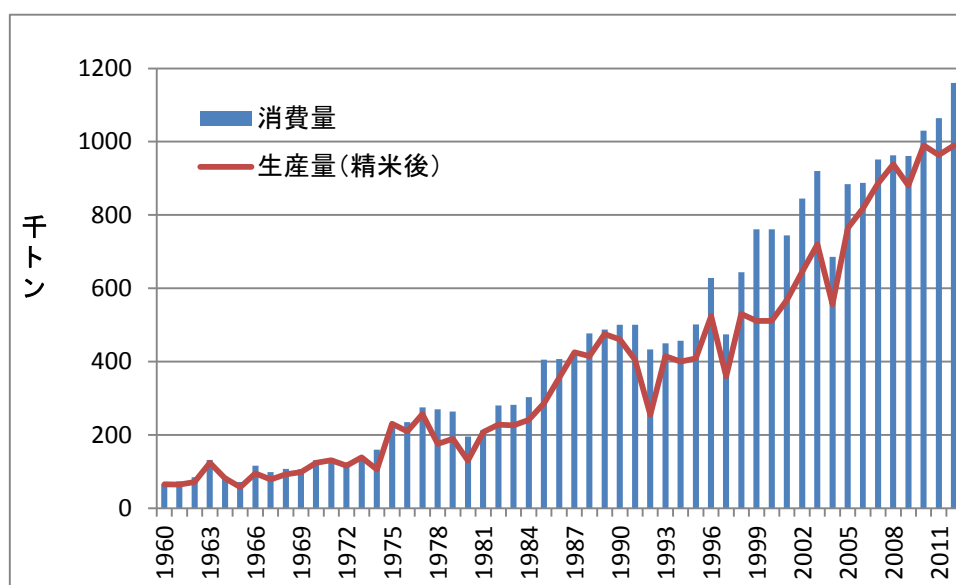
¹⁶ Transforming the charcoal sector in Tanzania(世界銀行)

¹⁷ Transforming the charcoal sector in Tanzania(世界銀行)

タンザニアにおける木炭生産業の経済規模は、年間約 6.5 億米ドル、ダルエスサラームだけでも年間 3.5 億米ドルと推計されており、主要農産物であるコーヒーや紅茶の生産規模がそれぞれ約 6,000 万米ドル、4,500 万米ドルであるのと比較しても非常に大きな経済活動となっている。しかしながら、木炭製造のための木材の栽培や管理体制はほとんど機能していないのが現状である。行政による取引業者の登録や事業規制などが機能していないことから、不正なライセンス取得や、税金逃れなどが横行している。そのため、政府が適切に徴税できなかった金額は年間 1 億米ドルにも上ると試算されている。

1.2.2 コメの増産に伴うもみ殻発生量の増加

タンザニアにおいて、コメはメイズ（トウモロコシ）に次ぐ生産量を誇る穀物として重要な作物である。図 1-6 のとおり、コメは国内の生産量・消費量ともに急速に伸びている。



出典：USDA

図 1-6 タンザニアのコメ生産量・生産面積の推移（1960-2012）

タンザニアはアフリカでのコメ生産倍増を目指す「アフリカ稲作振興のための共同体（Coalition for African Rice Development : CARD）」の第一グループの一つに選定され、2009年に「コメ開発戦略」(National Rice Development Strategy: NRDS)を策定した。2018年までの10年間で、コメの生産量を倍増（年間196万3,000トン）させる目標を掲げ、その達成に向けて日本などの支援を受けて灌漑開発を積極的に推進している。

脱穀の過程で、収穫したもみの約20%がもみ殻になるため、2018年には約39万トンのもみ殻が排出されることになる。現在タンザニアではもみ殻は一部レンガ焼きやセメント工場の燃料などに使われているものの、十分に活用されていない。本調査で訪れたムベヤでは、精米時に排出されるもみ殻が精米所の外に山積みになって交通に支障をきたしており、もみ殻を廃棄するために精米所のオーナーがコスト負担を余儀なくされている。ムベヤの

ある精米所では、もみ殻の廃棄に係るコストは、1回あたり 75,000Tsh（約 5,100 円）で 2日に1回程度捨てる必要があるとのことで、廃棄コストは決して小さくない。今後コメの生産量が増えるにつれ、もみ殻を放置しておくスペースがない地域では、もみ殻の廃棄の問題はより大きくなると予想される。

1.3 対象国の対象分野における開発計画、政策及び法制度

タンザニア政府は、1997年に貧困撲滅戦略（National Poverty Eradication Strategy: NPES）を、1999年に「タンザニア開発ビジョン2025」を策定し、貧困削減にむけた政策を進めている。これらの国家政策をベースに貧困削減戦略（Poverty Reduction Strategy-PRS）が策定され、2005年7月に「成長と貧困削減のための国家戦略（National Strategy for Growth and Reduction of Poverty: NSGRP）」（通称MKUKUTA）が開始された。「経済成長と貧困削減」、「生活の質と社会福祉の改善」、「グッド・ガバナンスと説明責任」を3つの柱として掲げ、5か年計画を実施している。2010年からは第2次5か年計画としてMKUKUTAIIがスタートし、特に農業開発や電力・道路・給水設備等のインフラ整備に重点がおかれている¹⁸。

タンザニア政府は2009年に民間セクターと共同で策定した農業振興政策「農業第一（Kilimo Kwanza）」を発表し、農業における民間部門の役割重視の姿勢を明確に打ち出した。農業第一政策の10の柱の一つが「産業化」であり「農産物加工産業の拡大、ポストハーベストロスの管理、農産物貿易の促進」などが推進されている。

産業省傘下のSIDO（中小企業開発機構）は、日本の大分県で始まった「一村一品運動」をモデルにしたODOP（One District, One Product）という産業振興事業をJICAの支援の下行っている。これは地域ごとに特産品を作り、地域経済を活性化していこうという狙いがある。

本事業で対象とする主要な開発課題である森林についてであるが、タンザニアで森林を管轄しているのは天然資源・観光省（MNRT）の中の森林・養蜂局（Forestry and Beekeeping Division: FBD）である。タンザニア政府は、1998年に国家森林政策（National Forest Policy）を策定し、これを実施するための枠組みとして2002年に森林法（The Forest Act）を制定している¹⁹。

国家森林政策では、「公共の土地における森林の持続可能な管理を実現し、全ての森林や樹木の所有権を明確に定義する。森林とその管理責任を村落、民間人、または行政に分配・配置することを促進する。中央政府、地方政府、村落の管理者は、新たな森林保護区を設定する」としている。この政策により、タンザニアの森林は、国有保護林（National Forest Reserves）、地方自治体保護林（Local Authority Forest Reserves）、村落保護林（Village Forest Reserves）および私有林の4つに分類されている。また、森林法ではその目的として、「国民が各個人やコミュニティの権利の発展を通じて、森林資源の持続的な管理計画、利用、または保護に積極的に参画することを促進、奨励する」、さらに「森林資源の管理における責任を、国の政策と整合した地方政府の可能なかぎり下位レベルに権限移譲する」と

¹⁸ タンザニアの政治・経済概況（ジェットロ）

¹⁹ Transforming the charcoal Sector in Tanzania(世界銀行)

定めている²⁰。

これらの政策の枠組みのもと、タンザニアでは参加型森林管理 (Participatory Forest Management-PFM) という体制によって、森林管理に住民が参画する手法が導入されており、森林政策の柱となっている。この参加型森林管理の体制は、住民参加型森林管理 (Community Based Forest Management-CBFM) と、共同森林管理 (Joint Forest Management-JFM) の2つのタイプがある。私有林以外の3つの保護林はいずれかの体制が適用されており、これによって管理される森林面積は2008年時点で約400万ヘクタールとなり、年々増加している²¹。

本事業は、農作物残渣であるもみ殻を活用した代替固形燃料を、現在タンザニアで広く活用されている木炭または薪燃料に代替するエネルギーとして展開するものであるが、木炭産業をとりまく環境は多くの開発課題を抱えている。現在、タンザニアでは木炭産業を一貫して所管する包括的な政策や法的な枠組みは存在しない。木炭は、原材料となる森林の管理から、生産工程、輸送販売を経て、最終的にはエネルギーとして使用されることから、複数の省庁が間接的または部分的に法規の制定や監理を行っているのが現状である。主な関連省庁は、大統領府内の環境局 (Division of Environment (DOE) within the Vice President's Office)、エネルギー鉱物省 (Ministry of Energy and Minerals: MEM)、天然資源・観光省 (Ministry of Natural Resources and Tourism: MNRT)、および首相オフィス地域局および地方政府 (Prime Minister's Office-Regional Administration and Local Government: PMO-RALG) の4つである。

木炭産業に関連する法令規則としては、前述の森林法 (2002) のほか、木炭規制 (2006)、木材生産における持続可能な栽培と取引のためのガイドライン (2007) がある。木炭規制とガイドラインは、県レベルにおける栽培委員会 (Harvesting Committee) を設立することを定めており、委員会は木炭生産を行う地域においては村落からの代表者の参画によって運営されることが求められている。この委員会の責務としては、主に、県レベルでの木材生産計画を作成することや、木炭を含む木材生産物の許認可、木炭生産を許可する基準の制定、木炭取引業者に対する審査とライセンスの発行、県および村行政に対する木炭取引業者の登記作成の要求、地方自治体に対する木炭生産地区の設定の支援などとなっている。しかしながら、これらの法規制に基づく委員会の影響力は不明であり、また、周辺の森林を全てカバーすることは困難な状況となっている。ガイドラインでは、管轄する森林の範囲を各委員会が自主的に宣言するよう求めているが、実質的には有効には機能しておらず、所管が不明確な森林が多数存在するのが現状である²²。

木炭取引業者は、現地政府に登録を行い、ライセンス料金を納めることとなっている。さ

²⁰ タンザニアの農林水産業 (プロマーコンサルティング)、世界銀行)

²¹ Transforming the charcoal sector in Tanzania(世界銀行)

²² Transforming the charcoal sector in Tanzania(世界銀行)

らに木炭の輸送の際には通行料を支払うこととなっているが、実際にはこれらの徴収は低いレベルに留まっている。主な理由としては、木炭取引業者の登録は県レベルで行われることとなっているが、ライセンス料や輸送通行料等による収入の大半は中央政府に納められてしまうこと、また違反罰金の徴収も中央政府が行うことから、県政府が得られる収入は僅かでありモチベーションが上がらないこと、県政府の主要な職員で木炭業界の関係者が多いことにより、徴収が滞りがちであることなどが挙げられる。これらの複数の理由が相まって、木炭産業からの政府歳入は極めて低いレベルに留まり、現在タンザニアでは木炭産業からの税収入が年間約1億米ドル失われていると言われている²³。

木炭産業は、その約80%がこうした法規制の枠組みの外でインフォーマルに経済活動を行っていると言われている。無登録で事業を行う、賄賂を支払うなどし、ライセンス料金の支払いを逃れている生産者や取引業者もいる。タンザニア政府は、2004年以降矢継ぎ早に木炭の生産や取引、使用、さらにエネルギーに関連する政策を打ち出したが、その中でも最も急進的であったのは、2006年に天然資源・観光省による貯水地域周辺および沿岸林の伐採禁止によって森林破壊を食い止めるための政策であった。しかしながら、都市部の木炭利用者による強い抗議によって、この政策はわずか2週間で撤回された。木炭需要が巨大である一方、広大な森林の管理は行き届かないため、どのような規制や禁止策によっても、違法な生産や取引が後を絶たないのが現状である²⁴。

一方、「3.2.3 木炭の販売価格調査」で詳述するように、ダルエスサラーム近郊においては、炭焼き人から炭販売人に炭が流通する過程で各種の税金が徴収されており、徴税が機能しているという兆しも見られる。

なお、もみ殻に関しては特に政策や法制度は見当たらない。

1.4 対象国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

日本のタンザニアに対する経済協力は、1966年度の援助開始以降積極的に実施されており、無償資金協力、技術協力の供与額としてはサブサハラアフリカ諸国では上位である。円借款は債務問題により一時中断したが、2006年に再開されている。

タンザニアでは、1990年代半ばから各国の援助協調がすすめられており、2006年には各ドナーの援助協調や政府システムへの整合などに関するタンザニア共同支援戦略（Joint Assistance Strategy for Tanzania: JAST）という枠組みが承認され、我が国を含む19のドナーが署名している²⁵。

²³ Transforming the charcoal sector in Tanzania（世界銀行）

²⁴ Transforming the charcoal sector in Tanzania（世界銀行）

²⁵ 外務省国別データブック タンザニア

日本は、タンザニア政府が推進する「農業セクター開発プログラム (ASDP)」の主要なドナーであり、1970年代から灌漑農業および稲作技術の支援を行っている。タンザニア政府は ASDP において灌漑農業の推進を事業の柱に据えており、2009年には国家稲作開発計画 (National Rice Development: NRDS) を策定し、2008年のコメ生産量 89万9,000 トンを 2018年までに 196万3,000 へ倍増する目標を掲げている。日本は、キリマンジャロ州のローアモシ地域で実施した灌漑整備 (水田 1,100ha、畑地 1,200ha)、農業開発センター建設、技術協力による灌漑農業技術の確立、普及の支援が大きな成果を上げたことから、地方分権化が進むタンザニアの他地域においても同アプローチを普及すべく「灌漑農業技術普及支援体制強化計画」を実施しており、稲作振興を担う灌漑農業技術普及支援体制の強化と、NRDS 目標達成にむけたコメの生産性向上を支援している²⁶。

具体的な ODA 事業の事例としては、現在実施中の「コメ振興支援計画プロジェクト」が本事業と関連性をもつ。タンザニアにおけるコメ生産は 132 万トン (2012 年) とメイズ (トウモロコシ) に次ぐ生産高であるが、近年の消費量の拡大に対して国内生産が追いつかず、消費量の 7~8%を海外から輸入している状況である。一人当たりのコメ消費量は、過去 30 年で 3 倍の 30 キロ (2010 年) と増加している。コメは今後の生産拡大にむけたポテンシャルが高く、換金作物であることから、NRDS 目標の達成のためにコメ増産は農業振興の重点分野となっている²⁷。今後のコメ増産が見込まれることから、同時に本事業で固形燃料の原料として活用するもみ殻等の未利用の農業残渣も増大すると予測される。

現状においては、森林資源の保護や再生、木炭産業に関連する直接的な日本の ODA 事業はない。

固形燃料製造の分野でタンザニアにおける類似事例とみられるのは、East Africa Briquettes Company という企業の事例で、USAID が支援している。同企業は、Mkaa Bora (Bio Bricks) というココナツやカシューナツの殻、トウモロコシの茎などの農作物残渣を活用したサステナブルな固形燃料 (練炭) の製造・販売を展開している。これは、煙が少なく、火力が強く、木炭や薪燃料に代替するものとされている。

同じく、農作物残渣から練炭を作っている ARTI Energy という企業ではフィンランド、オーストリア、英国の援助機関が支援を行っている。

また、UNIDO は、FAO、CFC (Common Fund for Commodities : 一次産品共通基金) と共に、タンガ州の Hale において、サイザル麻の残渣をバイオガス化するプロジェクトを 2005 年に実施している。サイザル農園の Katani Sisal Estate に中国製のバイオガス装置を導入

²⁶ タンザニアの農林水産業 (プロマーコンサルティング)、JICA ウェブサイト等

²⁷ JICA ウェブサイト等

し、サイザル麻を取った後の作物残渣を使ってバイオガスを製造し、発電に使うことに成功している²⁸。

²⁸ UNIDO (<http://www.unido.org/news/press/inauguration-world.html>)

2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2.1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

2.1.1 提案製品の概要

提案製品は、もみ殻を原料とした粉末及び固形燃料(商標名:モミガライト)に加工するもみ殻固形燃料製造装置(商標名:グラインドミル)である。同装置は特殊な運転技術を必要としないシンプルな機構で、自立運転が可能なおうえ、もみ殻のみを原料とし、添加物(接着剤)なしに高品質な固形燃料を容易に作ることを特長としている。

この装置は1日8時間運転で約1トンのもみ殻固形燃料が製造できる。その固形燃料は約4,000kcal/kgと乾燥した薪と同等な発熱量を有し、火持ちも良く、薪炭の代わりに使うことができる。また、もみ殻固形燃料はバイオマスを原料とするため、化石燃料を使う場合と比べ、CO₂の排出量を大きく削減することができる。

もみ殻固形燃料製造装置はもみ殻の定量供給装置、すり潰し装置、加熱装置、圧縮押し出し装置などでシンプルに構成される。動力源は電気を利用し1人で2~3台の機械を同時に運転し、もみ殻固形燃料の製造を行うことができる。

本製品は固形燃料に加工する原料としてもみ殻を対象としたことに特徴があり、コメの生産国でありながら薪炭の利用拡大によって森林伐採が進む国にとっては森林減少防止に効果のある装置である。



写真 2-1 トロムソのもみ殻固形燃料製造装置

2.1.2 提案製品の仕様

もみ殻固形燃料製造装置の仕様は国内仕様から現地仕様への変更を加え下記内容としている。国内仕様からの変更点は以下のとおりである。

- ① 現地電源に合わせて電動機と電気ヒーターを日本仕様の200Vから400Vに変更
- ② 原料の自動供給装置であるもみ殻定量供給機を省き人力による供給に変更
- ③ コスト削減のため、もみ殻固形燃料切断機や機器台を設計変更

【仕様】

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| 1) 電源 | AC400V 3φ 50HZ(国内仕様は200V採用) |
| 2) 主電動機 | 3φ 4p 15kw 1台(Y-Δ 制御器付) |
| 3) 電気加熱器(ヒーター) | 3φ 1.33kw x3 1式(温度指示制御器付) |
| 4) もみ殻移送機 | 0.3kw 1台 |
| 5) サイズ | 幅×長さ×高さ=1.4×2.5×2.5m |
| 6) 重量 | 1.2t |
| 7) もみ殻固形燃料生産能力 | 約120kg/h |
| 8) もみ殻粉碎能力 | 約180kg/h |
| 9) もみ殻固形燃料生産時の消費電力 | 約16kW |

2.1.3 技術の強み

トロムソの技術的な強みは、自社で開発したもみ殻をすりつぶす機構部品の特殊な形状と部品の耐磨耗性を強化し長寿命化している点にある。もみ殻にはガラスの主成分であり、硬度の高いシリカ（二酸化ケイ素）が含まれている。もみ殻を固形燃料に加工するコアの部品は、もみ殻に含まれるシリカが「研磨剤」となり通常数日で磨耗が進み部品として使い物にならなくなるが、トロムソでは同部品の表面を硬度の高い金属で被覆し長寿命化を図っている。

また、もみ殻固形燃料製造装置はコンパクト（幅×長さ×高さ=1.4×2.5×2.5m）な設計で、電源を接続し、もみ殻を投入すれば直ちに固形燃料が製造可能なワンユニット構造になっている。回転機械特有の巻き込まれ事故、電気を利用した機器の感電事故などに対応した事故防止の安全構造も備えている。

もみ殻固形燃料製造装置は、2006年の創業後7年間で日本国内に約60台の納入実績がある。機器納入に当たっては、2日間同社に顧客のオペレーターを招き、立ち会い性能試験、取り扱いおよびメンテナンスマニュアル説明などを徹底的に行った上で装置の納入を行っており、納入後にも顧客とのコミュニケーションをとることで顧客の要望に沿った機器改善を重ねてきた。

2.2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

2.2.1 事業展開方針

トロムソは2006年に創業し、これまで日本国内の農業関連団体を中心にもみ殻固形燃料製造装置を約60台納入してきた。日本国内は今後も底堅い需要が見込まれるが、潜在市場が限られており大きな伸びも見込みにくい。その主な理由としては、かつて使われてきた薪ストーブの多くはエアコンや灯油ストーブ、電気ヒーターなどに、かまどはガスレンジや電磁調理器などに代替されてしまったため、もみ殻固形燃料の使用先が限られることが挙げられる。台数を確保できないと、量産効果によるコストダウンおよびそれによる更なる需要開拓も期待できない。

一方、海外に目を転じるとニーズは巨大である。2011年の日本の米生産量は約840万トンに対し、世界の生産量は約4億5632万トンと約60倍に達する。さらに、タンザニアのように、熱源を薪炭に大きく依存する国が多くあり、それらの国はもみ殻固形燃料への高いニーズが期待される。

トロムソは、これまで手を付けてこなかったもみ殻固形燃料に対する海外の潜在需要を取り込み、成長したいと考えており、海外事業を非常に重要なものと位置付けている。

一方、トロムソは社員数6名の中小企業であり、海外事業を全て自前で行うための経営資源を持たないため、事業化調査にあたっては本案件化調査を含む公的支援を活用し、事業化フェーズにおいては現地のパートナー機関と連携し、現地になるべく任せる形で事業を行う方針である。

2.3 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献

2.3.1 提案企業が位置する因島の産業の状況

トロムソが位置する因島（広島県尾道市）は、中世に活躍した因島村上水軍の本拠地があ

ったことで知られる瀬戸内海の小島である。因島の主力産業は造船業であり、造船業が活況だった 1970 年頃の島の人口は約 45,000 人に達したが、オイルショックや円高、中国や韓国との競争激化などにより船舶の受注量が減少し船価も低迷、大手造船会社も因島から撤退した。それに伴い島内の雇用が減り、現在の人口は 25,000 人程度となっている。そのため、因島経済にとっては造船業からの多角化が最優先課題となっている。

トロムソは因島で船舶向け部品・装置を製造する中小企業からスピンアウトした新規事業会社であり、まさに因島の経済に必要とされている多角化を体現した企業である。もみ殻燃料製造装置の販売が拡大すれば地域の産業振興に大きなインパクトを与えられる。

トロムソは広島県が認定する数少ない「新商品の生産によって新たな事業分野の開拓を図る事業者（新事業分野開拓事業者）」にも選ばれている。

2.3.2 提案企業の製品と地域産業の関係性

もみ殻固形燃料製造装置を構成する材料、部品、構造機構、下請け等地域から資機材の調達による経済効果が見込まれる。具体的には下記分野への経済波及効果を想定している。

- ① 材料：鋼材、電線、木材等
- ② 部品：電動機、溶接棒、ボルトナット、電線処理部品等
- ③ 構造機構：制御盤、温度指示制御盤等
- ④ 下請け：設計製図、機械組み立て、板金加工、運送等

なお、トロムソは、もみ殻をバイオマス燃料および粉碎品に加工する機械の製造販売を主たる業務としている。下図のように事業の企画、基本設計、品質管理等を自社で行い、設計、材料・部品の製造、加工、組立、輸送等は地域の協力企業に委託している（図 2-1 参照）。製品の売上高に占める約 50%は協力会社（下請会社）の売上となり地域経済の振興に少なからず貢献している。

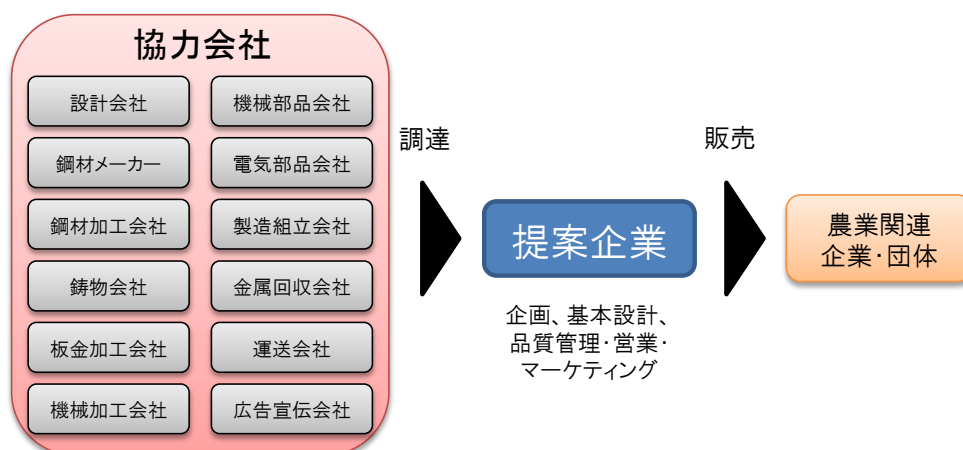


図 2-1 提案企業と協力会社の関係

また、トロムソの製品はもみ殻を加工する生産機材であり、稲作地域の地産・地消のエネルギー源を作る機械として利用され、販売先の地域産業の創造にも寄与している。

2.4 想定する事業の仕組み

2.4.1 流通・販売計画

タンザニアでもみ殻固形燃料製造装置を普及させるためには、現地で要求される仕様を開発するとともに、現地ユーザーが購買可能な低価格で装置を生産・流通する事業体制が必要である。流通体制は図 2-2 のように想定している。

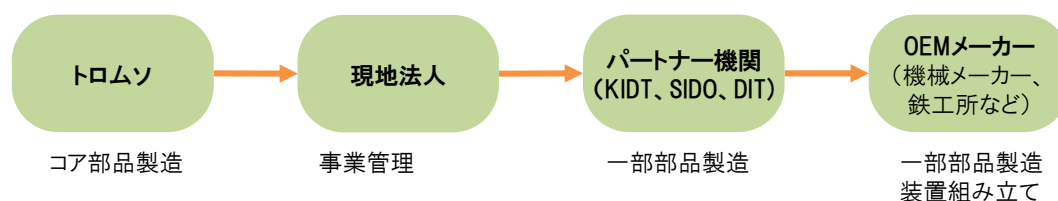


図 2-2 流通体制

トロムソは、日本国内においては部品製造から組み立てまで行う完成装置メーカーだが、本事業においては、市場に要求されるコストを実現するために、現地法人を通じたコア部品の供給を事業とする。実際に現地で装置を組み立てるのは、パートナー機関の技術指導を受けた OEM メーカー（機械メーカー、鉄工所など）となる。事業実施体制については、2.5.1 で詳述する。

2.4.2 市場規模

装置の売上予測をするためには、これらの精米所や大規模農場の情報収集が必要だが、今回の調査では包括的な資料を入手することはできなかった。ただし、ビル&メリンダ・ゲイツ財団がまとめた資料には、ムベヤ州ムバラリ県だけで中規模の精米所が 14 ヶ所、小規模の精米所が約 300 ヶ所あるという記載があるため、これに基づいてタンザニア全土の精米所数を推計した（表 2-1）。

表 2-1 タンザニア各州のコメ生産量と精米所数（推計）

| 州名 | コメ生産量 (千トン・ 2011年) | 精米所の数 (推計) | 備考 |
|-----------|--------------------------|---------------|--|
| タボラ | 158 | 588 | 小規模な農家・精米所・流通業者の割合が圧倒的に多い、大規模農場は存在しない。ルワンダ、ウガンダ、ケニア、ブルンジ、コンゴなどに、コメを輸出できる潜在力がある。 |
| モロゴロ | 138 | 514 | キロンベロ・プランテーション (Kilonbero Plantation Ltd.) というタンザニア最大の大規模コメ農場を擁する。最大のコメ消費地ダルエスサラームに供給している。 |
| ムベヤ | 138 | 514 | カブンガ・ライス・プランテーション (Kapunga Rice Plantation Ltd.) とムバラリ・ライス・ファーム (Mbarali Rice Farm) という2つの大規模農場を擁する。また、中規模の精米所として、ラファ・ミル (Rafa Mill) およびウエラ・ミル (Wela Mill) がある。さらには1万人以上の小規模農家から集荷するムテンダ・キエラ・ライス (Mtenda Kyela Rice) という流通業者も存在する。現在は最大のコメ消費地ダルエスサラームに供給している。将来的にはDRC、ザンビア、マラウイなどに、コメを輸出できる潜在力がある。 |
| ムワンザ | 119 | 443 | 小規模な農家・精米所・流通業者の割合が圧倒的に多い、大規模農場は存在しない。ケニア、ウガンダ、ルワンダ、ブルンジなどに、コメを輸出できる潜在力がある。 |
| アルーシャ | 111 | 413 | |
| シニャンガ | 96 | 358 | |
| キゴマ | 65 | 242 | |
| ルクワ | 62 | 231 | 小規模な農家・精米所・流通業者の割合が圧倒的に多い、大規模農場は存在しない。ウガンダ、ルワンダ、ブルンジ、コンゴ、ザンビアなどに、コメを輸出できる潜在力がある。 |
| その他 | 195 | 726 | |
| 合計 | 1,082 | 4,029 | |

出典：ビル&メリンダ・ゲイツ財団の資料を参考に調査団作成

推計方法としては、ムバラリ県の精米所を中小規模あわせて314カ所と仮定したうえで、コメの生産量の比率からムベヤ州全体の精米所数を514カ所と推測した後、各州のコメ生産量のデータからタンザニア全土の精米所数を計算した。これらの結果、最終的には約4,029ヶ所という値を得た。これらの精米所がもみ殻固形燃料製造装置の販売先候補となる。

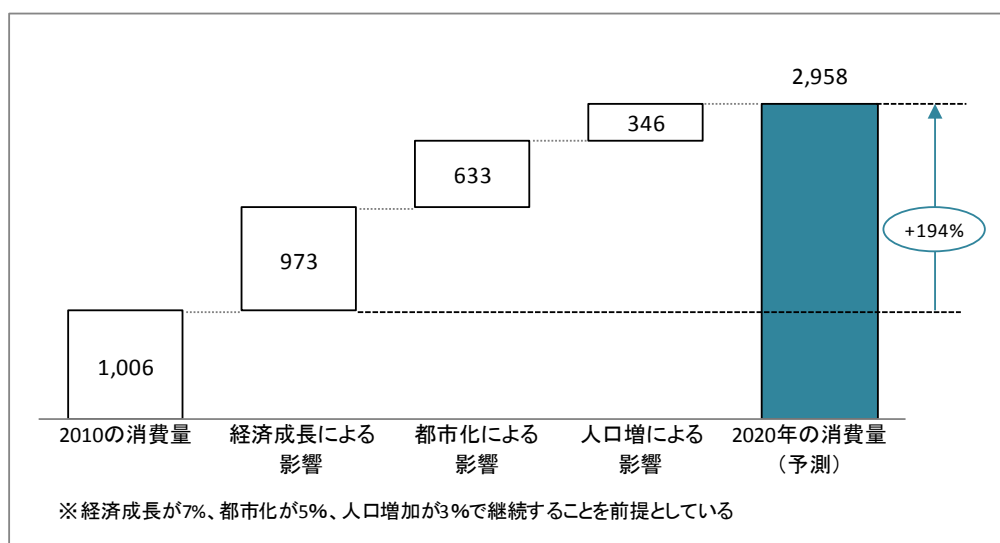
また、市場規模を推計するために精米所の数と並んで重要なのが、もみ殻の発生量である。2012年の場合、コメの生産量132万トンの20%にあたる、26.4万トンがもみ殻の発生量である。仮に1台の装置で年間180トン（180日稼働）のもみ殻固形燃料を製造するとし、も

み殻の全量を固形燃料化すると想定した場合、1,467 台が必要となり、これが現時点での市場規模の最大値になると考えられる。

一方、タンザニア国内の木炭需要（2011 年に 165 万 8,000 トン（FAO））を全てもみ殻固形燃料で賄うとすると（年間 180 トン製造・180 日稼働と想定）、もみ殻固形燃料製造装置は 9,211 台必要になる。実際にはもみ殻の供給量が不足し、ここまでのもみ殻固形燃料の量は作れないが、もみ殻固形燃料へのニーズは十分にあることは分かる。

タンザニアのコメ産業の成長については、現在（2010 年）の経済成長率（年 7%）、都市化（年 5%）、人口増（年 3%）が継続すれば、国内のコメの消費量が 2020 年までに約 3 倍になるという予測がある（図 2-3）。将来におけるコメのニーズ増加を、必ずしも国内のコメ生産量の増加のみで供給できるとは限らないが、今後も国内のコメの生産量が増加すること、それに伴ってもみ殻の発生量が増加していくことは確実である。なお、2020 年にコメの需要が 296 万トンに伸び、全量が国内生産で賄われるとすると、約 59 万トンのもみ殻が発生し、全量を固形燃料にすると仮定すると装置は 3,278 台必要になる。

単位：千トン



出典：USDA および NBST のデータを基にビル&メリンダ・ゲイツ財団が作成

図 2-3 タンザニアのコメ消費量予測（2020 年）

アフリカのコメ生産国はタンザニアだけではない。エジプト、ナイジェリア、マダガスカル、ギニアなどはタンザニアのコメ生産量を上回っており、アフリカ全体ではタンザニアの 10 倍以上のコメ生産量がある（表 2-2）。2013 年時点でのもみ殻固形燃料製造装置の市場規模は、アフリカ全体では 2 万 9,800 台にも上る（年間 180 トン製造・180 日稼働と想定）。

表 2-2 アフリカ諸国のコメ生産量

単位：100 万トン

| 地域・国 | 2009-2010 年 (平均) | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 (予測) |
|---------------|---------------------|-------------|-------------|----------------|
| アフリカ全体 | 24.5 | 26.2 | 26.8 | 26.8 |
| 北アフリカ | 5.8 | 5.7 | 6 | 6.2 |
| エジプト | 5.7 | 5.7 | 5.8 | 6.1 |
| 西アフリカ | 11.1 | 12.2 | 12.8 | 13.4 |
| コートジボワール | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 |
| ギニア | 1.5 | 1.8 | 1.9 | 2.1 |
| マリ | 2 | 1.7 | 1.9 | 2 |
| ナイジェリア | 3.8 | 4.6 | 4.4 | 4.7 |
| シエラレオネ | 0.9 | 1 | 1.1 | 1.2 |
| 中央アフリカ | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 東アフリカ | 2.3 | 2.8 | 2.4 | 2.4 |
| タンザニア | 1.8 | 2.2 | 1.8 | 1.9 |
| 南アフリカ | 4.8 | 4.8 | 5.1 | 4.2 |
| マダガスカル | 4.4 | 4.3 | 4.6 | 3.6 |
| モザンビーク | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |

※生産量が比較的小さい国のデータは省いてあるため、各国合計が総合計にならない

出典：FAO Rice Market Monitor (2013 年 11 月)

例えば、ナイジェリアはアフリカにおいてエジプトに次ぐコメ生産国である。ナイジェリアの国連工業開発機関 (UNIDO) 元代表の日本人にヒアリングを行ったところ、もみ殻は現地ではほとんど活用されていないという。

ナイジェリア南部のエボニ州には UNIDO の支援を得て建設された毎時 10 トンほどの大規模精米所があるが、写真 2-2 の通り精米所の外には使われないもみ殻の巨大な山がいくつもできている状態である。

この精米所オーナーにトロムソのもみ殻固形燃料製造装置を紹介したところ、ナイジェリアにも導入して欲しいと強い要望を受けた。



写真 2-2 ナイジェリア エボニ州の精米所外にあるもみ殻の山

コメの生産量は 11 万トンと多くはないが、近年コメを増産しているルワンダの状況は 3 章で詳述する。

2.4.3 売上規模

タンザニアで販売する装置は、表 2-3 に整理した通り、いくつかの段階を経て現地仕様化していく予定である。現在日本で販売されている装置仕様を 3 相 400V 電源に変更し、もみ殻定量供給機を省き人力による供給に変更、もみ殻固形燃料切断機や機器台を設計変更して日本で組み立てたのが「簡易タンザニア仕様」、その後その装置を使った現地パートナーの要望を反映し、タンザニア仕様を開発された装置を日本で組み立てたのが「タンザニア仕様 A」、タンザニア仕様 A を現地に於てロックダウン方式で組み立てたのが「タンザニア仕様 B」、タンザニア仕様 B を改善し、コア部品以外をタンザニア国内で調達・製造し、現地で組み立てた商用機を「タンザニア仕様 C」としている。

表 2-3 もみ殻固形燃料製造装置の仕様ごとの違い

| 仕様名称 | コア部品製造 | 現地で入手困難な部品調達 | その他の部品調達・製造 | 組み立て | メンテナンス | 備考 |
|-----------|--------|--------------|-------------|-------|--------|--------------------|
| 簡易タンザニア仕様 | 日本 | 日本 | 日本 | 日本 | タンザニア | 日本仕様をベースに一部機能を省略 |
| タンザニア仕様 A | 日本 | 日本 | 日本 | 日本 | タンザニア | タンザニアからの要望を反映 |
| タンザニア仕様 B | 日本 | 日本 | 日本 | タンザニア | タンザニア | タンザニアで組み立て |
| タンザニア仕様 C | 日本 | 日本 | タンザニア | タンザニア | タンザニア | タンザニアで組み立て、部品調達・製造 |

表 2-4 では、上記仕様ごとの装置単価、販売台数・売上目標を示している。「装置末端価格」はトロムソのコア部品を利用して最終的に装置の組み立てを行う OEM メーカーの売上を示している。トロムソは装置および消耗品の売上で収益を確保する。

なお、表 2-4 上部に矢印で表現した通り、2014 年度～2015 年度は「民間提案型普及・実証事業」などの ODA を活用し、2016 年度以降は商業ベースの事業として装置を販売することを想定している。

表 2-4 販売台数・売上目標

| 仕様 | ODAによる装置供与 | | | | | 事業による販売 | | 金額単位：千円 |
|-----------|------------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|---------|
| | 販売台数 | | | | | 装置単価 | | |
| | 2014年度 | 2015年度 | 2016年度 | 2017年度 | 2018年度 | 装置末端価格 | トロムソ販売価格 | |
| 簡易タンザニア仕様 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,000 | 6,000 | |
| タンザニア仕様A | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4,500 | 4,500 | |
| タンザニア仕様B | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3,000 | 3,000 | |
| タンザニア仕様C | 0 | 0 | 10 | 30 | 80 | 3,000 | 1,350 | |
| 合計 | 4 | 6 | 10 | 30 | 80 | | | |

| | | 備考 | | | | |
|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 装置売上 | 末端売上 | 22,500 | 22,500 | 30,000 | 90,000 | 240,000 |
| | トロムソ売上 | 22,500 | 22,500 | 13,500 | 40,500 | 108,000 |
| 消耗品売上 | 末端売上 | 0 | 4,000 | 10,000 | 20,000 | 50,000 |
| | トロムソ売上 | 0 | 2,800 | 7,000 | 14,000 | 35,000 |
| 合計 | 末端売上 | 22,500 | 26,500 | 40,000 | 110,000 | 290,000 |
| | トロムソ売上 | 22,500 | 25,300 | 20,500 | 54,500 | 143,000 |

トロムソの国内事業における販売実績は、過去7年間で約60台であることを考慮すると、この目標設定はチャレンジングな数字である。もっとも、タンザニアのコメ産業は今後も引き続き成長する傾向にあり、それに伴って周辺産業のマーケットも成長が予測されている。前項で述べた通り、もみ殻固形燃料製造装置のタンザニア国内の市場規模は、2012年時点で最大1,467台、コメ需要がさらに伸びる2020年時点では最大3,278台と巨大である。

もみ殻の処理については、すでに一部では精米業者が処理コストを負担してゴミ処理場に運ぶような切迫した事態になっており、早急にリサイクル技術の導入が要望されている。また、家庭用エネルギーとして薪炭が普及しており、もみ殻固形燃料への潜在ニーズが大きいことを考えれば、タンザニア仕様の装置を開発し、現地パートナーとの協働を通じて購入が容易な価格で製造・販売できれば、上記の目標は十分に達成可能と考えている。さらに、2019年度以降はアフリカ諸国への装置輸出も含め、さらに販売台数・売上を伸ばすことを想定している。

2.4.1で述べたようにもみ殻固形燃料製造装置の顧客としては、精米所や大規模農場を想定している。トロムソの日本における装置の販売先も、農協や農業生産法人の大規模精米所（ライスセンター）が中心である。タンザニアにおいても精米所（タンザニアではもみを玄米にする「もみ摺り」工程がなく、もみを一工程で精米されたコメに加工する。したがって「精米所」とは日本で言えば「もみ摺り」と「精米」を一緒に行う加工施設を示す）や大規模農場はもみ殻が発生する現場であり、原料コストや輸送コストをかけずにもみ殻固形燃料を製造できる。精米施設を持たない農家は精米所に使用料を支払ってもみ摺り・精米を委託するのが一般的であり、精米所にはもみ殻が集積する。

特に都市部にある精米所であれば、もみ殻をゴミ処理場に持っていくコストを負担している場合、装置の導入によって処理コストを削減すると同時に、もみ殻固形燃料の販売利益

を得ることができる。

装置を販売する側の都合から考えても、精米所や大規模農場は支払い能力が確かで、回収不能となるリスクが比較的少ない。既に精米機を購入して運営している実績があるため、ある程度まとまった資金を調達する能力があり、かつ装置を継続的に維持管理するノウハウも持っていると考えられる。これら精米所で使用されている精米機は 30～300 万円ほどで販売されており、この価格帯が精米機オーナーにとって現実的に調達可能な金額だと考えられる。

2.5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール

2.5.1 想定する事業実施体制

タンザニア仕様の装置を開発/生産/販売する事業体制を、図 2-4 に示した。トロムソの国内事業は装置の組み立てや試験、オペレーション研修まで一貫して自前で行う「労力高・粗利高・台数少」のビジネスモデルであったのに対して、海外事業では装置の組み立てや試験、研修などを外部パートナーに任せる「労力低・粗利低・台数多」のビジネスモデルに転換する。

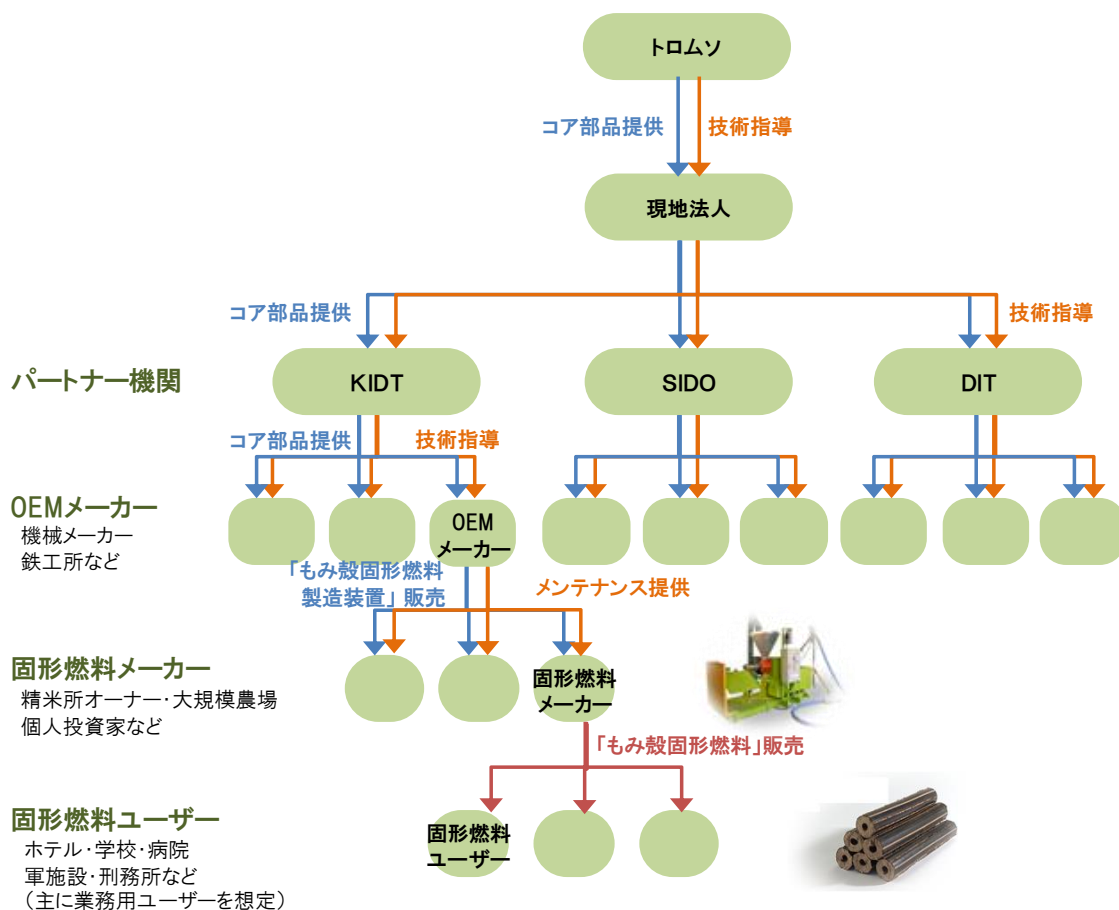


図 2-4 事業実施体制

最終的なビジネスモデルとしては、トロムソは装置に使われている部品のうち、もみ殻を固形燃料に加工するコアの部品（現地の工作技術では製造できない部品）だけを日本から輸出して、その販売（イニシャルおよび消耗品）とライセンス料から収益を得る。

タンザニア側では現地法人、パートナー機関、OEM メーカー（機械メーカー、鉄工所など）が複合した事業体制により、コア部品以外の部品の製造、組み立て、性能試験、顧客のオペレーション研修などを分業する。OEM メーカーからもみ殻固形燃料製造装置を購入して、固形燃料を生産するのが固形燃料メーカーであり、具体的には精米所、大規模農場、個人投資家などを想定している。ここで生産された固形燃料は固形燃料ユーザーに販売される。具体的には、煮炊きやボイラーなどで大量の燃料を使用するニーズのあるホテル、学校、病院、軍施設、刑務所などを想定している。現地法人は、必要に応じて固形燃料メーカーの販路開拓やマーケティングの支援を行う。

タンザニアには農村部で組合員から預金を集め、資金が必要な組合員に対して銀行などに比べ低利で融資サービスを行う、貯蓄信用協同組合（Savings and Credit Cooperative Societies : SACCOs）がある。2010年現在、全国で5,334のSACCOsが農業省に登録されている²⁹。現地法人がSACCOsと連携することで、もみ殻固形燃料製造装置の購入希望者を見つけやすくなるほか、SACCOsの融資により装置オーナー（固形燃料メーカー）が購入資金の一部を賄うことができると考えられる。

現地法人はパートナー機関を通じてコア部品を販売する。またトロムソと現地法人はパートナー機関に技術指導を行い、装置が適切に製造されるようにする。現地法人では固形燃料メーカー（装置ユーザー）が5年程度で投資回収できる水準（約300万円）に装置価格がなるよう、コア部品および消耗部品の価格を設定する。

また、トロムソは現地パートナーを国内に招き、もみ殻固形燃料製造装置の取り扱い、メンテナンス、製造や生産管理の指導を行い現地の製造、販売、アフターサービスの体制構築を後方支援する。なお、パートナー機関は現時点でKIDT、SIDO、DITの3組織を挙げているが、3者同時にパートナーシップを構築するのではなく、まずは部品製造、組み立てやメンテナンスの面で速やかに協力が可能なKIDTとの連携を優先し、SIDO、DITについてはその後に関係を構築することを想定している。

こういった事業実施体制の構築は経営資源の限られるトロムソ単独では実施が難しいため、ODAを活用することを想定している。具体的な活用方法については「5.2 具体的な協力内容及び開発効果」で後述する。

²⁹ タンザニア連合共和国BOPビジネス連携促進 家庭・小規模事業者向け簡易固形燃料製造事業化現地調査報告書

2.5.2 現地法人の立ち上げ

まず、本事業をタンザニア国内で行うためには、現地法人を設立することが必要である。この現地法人の設立においては、トロムソ、イースクエア、オーガニック・ソリューションズ・ジャパンなどが出資する予定である。

トロムソと現地法人はパートナー機関に技術指導を行い、装置が適切に製造されると共に、性能試験や顧客のオペレーション研修が適切に実施されるよう監督する。また、現地法人では装置のユーザーが3～5年程度で投資額を回収できるように、装置と消耗部品の価格を設定する。

こうして現地法人は、販売代理店としてトロムソが日本から輸出するコア部品の卸売をするほか、パートナー機関の技術指導、マーケティング支援などの役割を担う。

2.5.3 パートナー機関との連携

これらを実現するために、事業の初期段階でトロムソは現地法人やパートナー機関のスタッフを日本国内に招き、もみ殻固形燃料製造装置の取り扱いとメンテナンスの講習を行うとともに、現地における販売体制とアフターサービス体制を確立する。将来的にノックダウン製造方式を導入した後は、上記に加えてもみ殻固形燃料製造装置の製造技術と生産管理の講習も実施する。

現地パートナー機関としては、本調査を通じて関係性を構築したキリマンジャロ工業開発財団 (KIDT)、中小企業開発機構 (SIDO)、ダルエスサラーム工科大学 (DIT) を想定している。構造を単純化して低価格で販売できるタンザニア仕様の装置を開発するとともに、もみ殻固形燃料製造事業のビジネスモデルを確立するために、それぞれ下表のような役割を想定している。

表 2-5 現地パートナー機関の役割

| 機関名 | 主な役割 | 詳細 |
|------|---------------------------|---|
| KIDT | メンテナンスおよび機械部品の現地製造検討 | <ul style="list-style-type: none"> ・ メンテナンス方法の確立 ・ KIDT が強みとする機械部品の現地製造の検討 ・ 機器の現地組み立て（ノックダウン製造）実証 ・ OEM メーカーへの指導方法の確立、 ・ メーカー視点による現地に適した仕様の検討 |
| SIDO | ライスクラスタ傘下の精米所への装置導入促進 | <ul style="list-style-type: none"> ・ もみ殻固形燃料製造装置をライスクラスタに設置し、処分に困っているもみ殻から固形燃料を製造。もみ殻固形燃料の販路を開拓 ・ 精米所オーナーが導入する際の条件検討 ・ ユーザー視点による現地に適した仕様の検討 |
| DIT | 電気部品の現地製造検討およびトレーニングコース設置 | <ul style="list-style-type: none"> ・ DIT が強みとする電気部品の現地製造の検討 ・ OEM メーカーへの指導方法（トレーニングコース）の設置 ・ 教育機関視点による現地に適した仕様の検討 |

(1) キリマンジャロ工業開発財団 (KIDT) の概要

KIDT はタンザニア北部、キリマンジャロ州の州都モシ郊外に位置し製品製作と職業訓練を主な活動内容としている。地方自治省 (Ministry of Regional Administration and Local Government) に所属し、従業員数は60名 (2013年12月現在)、年間予算は約62万米ドル (2013年) となっている。製品製作部門では7つ (圧縮固形燃料、レンガ、金属加工、鋳物、セラミック加工品、木工、改良かまど) の事業部が、職業訓練部門では3つ (溶接加工、工業電気、コンピュータ) のトレーニングコースがそれぞれ運営されている。各セクションに JICA の研修コースに参加したタンザニア人スタッフが在籍している。

KIDTはKIDC(Kilimanjaro Industrial Development Centre: キリマンジャロ工業開発センター) という、JICA の技術支援プロジェクトによって設立された組織が前身となっている。このプロジェクトは1978年から1993年にかけて実施され、キリマンジャロ州および周辺地域の人々に農業や製品製作などの産業技術を移転し、地域の中小産業を活性化することを目的としており、日本製の工作機械や圧縮固形燃料製造機、炭化炉、レンガ製造機、鋳物製造機などが導入された。1993年以降はタンザニア政府に運営が引き継がれた。

木くずを原料とした圧縮固形燃料製造事業は、年間約700トンの販売実績があり、製品製作部門の収入の柱となっている。1982年に導入された機械を丁寧にメンテナンスしながら運営がなされており、関連技術・ノウハウの蓄積がある。特に、摩耗により頻繁に交換が必要となるスクリューについてはKIDT内のワークショップにて自前で製造・メンテナンスする能力がある。



写真 2-3 KIDT が製造している
木屑固形燃料



写真 2-4 KIDT で製造したスクリューをメンテナンスする様子

(2) 中小企業開発機構 (SIDO) の概要

SIDO は、産業貿易省傘下の中小企業振興を目的とした政府機関。1973年議会制定法によって設立された。中小企業経営者や起業家に向けた技術支援、情報・施設の提供、各種トレーニングコースの実施等の総合的な支援事業を行っている。ダルエスサラーム市の本部事務所を始め全国に21の地域事務所があり、1県1品運動による国内製品の生産、販売の促進も行っている。また、ワークショップを備え、機械や部品の製造・修理を行う Technology Development Center が全国に7カ所 (アルーシャ、モシ、シニャンガ、キゴマ、



写真 2-5 SIDO ムベヤの
Technology Development Center

イリンガ、ムベヤ、リンディ) がある。

技術・製品開発、技術の改良、起業支援のプログラムの実施、熟練工のサポートプログラムなどの技術開発に関連のサービス、見本市や展示会の開催、情報の収集と宣伝などのマーケティングと情報に関するサービス、起業のためのスキル・ビジネスマネジメントスキル研修、食品加工と保存技術研修、コンサルタントなどの研修サービス、返済期間を最長3年、3,000万Tsh(約204万円)を上限とする資金貸付サービスなどを提供している。

SIDOは、ムベヤ地域事務所において、コメのバリューチェーンの付加価値向上を目的とした産業集積団地「ライスクラスタ」を運営しており、精米所オーナーなどがメンバーになっている。写真2-6がムベヤ市内の産業集積団地全体図で、赤線で囲った部分がライスクラスタである。ライスクラスタには精米所が入居可能な区画が48区画造成されており、市価より安価に賃貸されている。ライスクラスタにはオイルクラスタ、動物飼料クラスタ、卸売店などのゾーンが隣接している。

URL : <http://www.sido.go.tz/>

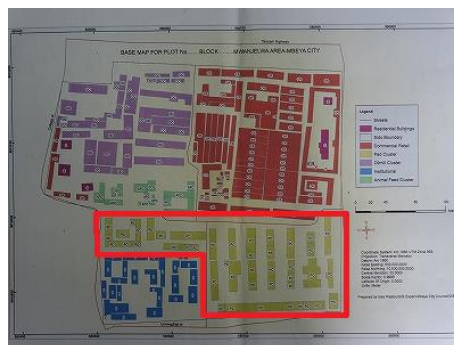


写真 2-6 SIDO ムベヤの産業集積団地平面図

(3) ダルエスサラーム工科大学 (DIT) の概要

DITはタンザニア最大の都市、経済の中心地ダルエスサラーム市の中心地域に位置する技術系国立大学。全6学期3学年で修了する、土木・電気・コンピュータ・電気通信・機械工学の5つの学士のコース、17週間のコースワークと6カ月の修士論文で構成される修士課程、学士課程準備および技術者向けの修了証取得プログラムを提供している。

同大学の前身は1957年に創設された職業訓練のためのダルエスサラーム技術大学(Dar es Salaam Technical Institute)。技術中等教育や技術補佐員に技術訓練を提供、1962年にはダルエスサラーム工業専門大学(Dar es Salaam Technical College)としてタンザニア初の技術教育機関に格上げ、1997年に議会制定法により現ダルエスサラーム工科大学となる。タンザニアのみならず東アフリカ地域において、良質な工学教育を提供する機関となること、1998年に政府によって発表された「タンザニア開発ビジョン2025」において言及されている社会や開発における諸問題に対応できる人材を輩出し、国家の開発にとって重要な高等教育機関となることを目指している。

同大学のワークショップは過去に日本企業から贈与された日本製の金属加工工作機械とそれに対応した200V出力の電源(変圧器)を備えている。

スウェーデン王立工科大学およびイギリスのリーズ・メトロポリタン大学と協力してeラーニングによる修士課程も提供している。また、近年はドイツ大使館と再生可能エネルギーの展示会なども開催している。



写真 2-7 DIT のワークショップ

URL:<http://www.dit.ac.tz/>

2.5.4 OEM メーカーとの連携

タンザニアは農業に関する資機材の多くを輸入に頼っている。トラクターやコンバインは欧米メーカーに加え、主にインド製、中国製などが入ってきている。日本からは数量はまだ限られているが、クボタがトラクターをタイ工場から輸出している。また、現地調査によると精米機や搾油機の多くは中国製によって占められている。

農業機械の研究開発機関としては、モロゴロのソコイネ大学農業工学科とアルーシャの農業機械化・農村技術開発センター (CAMARTEC) がある。また、規模は小さいが、下記のように民間の農業関連機械メーカーも存在し、現地事情に適した搾油機や脱穀機などの機材を製造している。将来的にはこういった国内の農機メーカーと連携し、提案企業がコア部品を供給、彼らかもみ殻固形燃料製造装置の製造・組み立てを行うことを想定している。なお、これらの3社はもみ殻固形燃料製造装置のOEMメーカーになることにいずれも強い関心を示した。

もみ殻固形燃料製造装置はすり潰し機構を除いてはシンプルな構造で特別に高度な技術や設備を持たなくても製造組立は可能な製品である。これら3社が現在製造している機械の製造経験に加えてグラインドミルに関する製造ノウハウに関する指導講習を行うことにより現地で製造・組み立ては可能と判断している。ただし、今後これらの企業の生産設備機械の能力、作業員のスキルなどを詳しく確認する必要がある。

(1) インターメック・エンジニアリング (Intermech Engineering Limited) (モロゴロ)

インターメック・エンジニアリングは、エンジニアリングデザインを行うほか、農産物加工機械、食品加工機械・装置の製造等のサービスを提供している。同社は1994年にエネルギー、砂糖や精密測定機器を取り扱う英国の商社、インターメック社の子会社として設立された。主な事業はキャッサバ加工機械(キャッサバ細断機、すりおろし機、プレス機)、コメの脱穀機などの製造および修理業である。年間売上は、2億~3億5千万Tsh。従業員は、2名のエンジニアを含む14名。取り扱う機器の価格帯は130~500万Tshである。主な顧客は、VYAHUM Development Trust Tanzania、ソコイネ農業大学、SIDO、UNIDOなど。また、ケニア、マラウイ、ザンビア、モザンビークなどへの輸出も手掛ける。

URL : <http://www.intermech.ws/>



写真 2-8 インターメック社のキャッサバ加工機械

(2) デマコ・エンジニアリング (Demaco Engineering Enterprises) (モロゴロ)

デマコ・エンジニアリングは、2002年設立の機械メーカー。エンジニアリングサービスのほか農産物加工機械、オイル圧搾機、スペアパーツなどを製造。コアビジネスはオイル連続圧搾機の製造、梱包資材メーカーの機械部品の製造、工業機械の修理業。

年間売上は、5,700万～6,300万 Tsh で従業員は7名。取り扱う機器の価格帯は380～420万 Tsh である。主な顧客は、タンザニアパッケージ製造業 (TMP)、VYAHUM Development Trust Tanzania、ソコイネ農業大学、キロンベロ砂糖会社、ムティブワ砂糖会社、民間企業、政府機関および個人。



写真 2-9 デマコ社の
搾油機

(3) エンマン社 (Yenman Company) (モロゴロ)

エンマン社は、2008年に設立された機械メーカー。エンジニアリングデザイン、農産品加工・食品加工機械、コンロ、トウモロコシの製粉機、鉄格子などを取り扱っている。近年のコアビジネスは、製粉機、鉄格子と修理業である。年間売上は非公開。従業員数は6名。

主な顧客は、民間企業、個人、政府機関など。過去に中国製の木屑固形燃料製造装置のコピー製品を製造したが、技術および資金の不足で中断した経験がある。



写真 2-10 エンマン社の木屑固形
燃料製造装置 (未完成品)

2.5.5 事業化のステップ

本事業は以下の7段階で発展させる計画である。なお、ODAによる支援の範囲は(1)～(5)を想定している。

(1) ニーズ調査とパートナー機関選定 (2013年11月～2014年3月)

政府開発援助海外経済協力事業委託費による案件化調査(本調査)を活用し、装置のデモンストレーション運転などを通じて現地のニーズ調査を行うとともに、パートナー機関を選定する。

(2) 仕様を小幅変更した装置を日本から輸出 (2014年) ※簡易タンザニア仕様

タンザニア向けに機器の仕様を小幅変更(下記)し、日本で組み立てた完成品を輸出。パートナー機関で使用し、現地に適した仕様検討やビジネスモデル確立に使用する。

(KIDT×1台、SIDO×1台、DIT×1台=計3台で実施)

- ・ 現地電源に合わせて電動機と電気ヒーターを日本仕様の200Vから400Vに変更
- ・ 原料の自動供給装置であるもみ殻定量供給機を省き人力による供給に変更
- ・ コスト削減のため、もみ殻固形燃料切断機や機器台を設計変更

(3) タンザニア仕様の機器開発・試作（～2015年前半）※タンザニア仕様 A

(1) で提供した機器に対する現地パートナー機関からのフィードバックを得て、タンザニア仕様の機器を開発し、日本国内で試作する。（計 1 台で実施）

(4) 日本から全部品を輸出、パートナー機関でノックダウン生産（2015 年中旬）

※タンザニア仕様 B

(2) で開発したタンザニア仕様の装置の全部品を日本から輸出し、現地で組み立て（ノックダウン生産）し、現地組み立ての方法や部品の現地製造・調達の可能性を検討する。（KIDT×1 台、SIDO×1 台、DIT×1 台＝計 3 台で実施）

(5) 日本からコア部品を輸出、パートナー機関で一部製造・組み立て（2015 年後半）

※タンザニア仕様 C

日本からコア部品および現地調達が困難な部品を輸出し、現地調達・製造部品と合わせて現地パートナー機関で組み立てする。取扱説明書、組み立て・メンテナンスなどのマニュアルを整備するとともに、導入した装置を使って OEM メーカーへのトレーニング方法を確認する。（KIDT×1 台、SIDO×1 台、DIT×1 台＝計 3 台で実施）

(6) OEM メーカーへのトレーニング実施（2016 年初）

OEM メーカーに対し、現地パートナー機関を通じてのみ殻固形燃料製造装置の製造・組み立て、メンテナンスに関するトレーニングを実施する。

(7) OEM メーカーにおける製造・組み立ての実施（2016 年後半）

日本から輸出するコア部品を現地法人・現地パートナー機関を通じて流通させ、OEM メーカーによる製造・組み立てを開始（商用化）。

(8) タンザニア国外市場への輸出（2018 年～）

優秀な OEM メーカーを選抜し、タンザニア以外のアフリカ稲作国にもみ殻固形燃料製造装置を輸出する。

2.5.6 具体的な普及に向けたスケジュール

2.5.5 で記述した事業化に向けたステップは、以下のスケジュールで進めることを想定している。

表 2-6 事業化のスケジュール

| 実施項目 | 2013年 | | | | 2014年 | | | | 2015年 | | | | 2016年 | | | |
|----------|---------------------------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|
| | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 事業化のステップ | (1) ニーズ調査とパートナー機関選定 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (2) 仕様を小幅変更した装置を日本から輸出 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (3) タンザニア仕様の機器開発・試作 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (4) 全部品を輸出、現地でノックダウン生産 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (5) コア部品を輸出、現地で一部製造・組み立て | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (6) OEMメーカーへのトレーニング実施 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (7) OEMメーカーにおいて製造・組み立ての実施 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (8) タンザニア国外市場への輸出 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ODA事業 | 案件化調査(本調査) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 民間提案型普及・実証事業 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 技術協力 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 青年海外協力隊との連携 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 草の根無償 | | | | | | | | | | | | | | | |

事業化
--->

2.6 リスクへの対応

2.6.1 想定していたリスクへの対応結果

(1) 不安定な電力供給

もみ殻固形燃料製造装置の動力源は電気である。タンザニアにおいては、電力供給が不安定で停電が多く、電圧が安定しないうえに、電気代が相対的に高い（そして将来的に電気代は値上がりする可能性が高い）ことは事前に想定していた最大のリスクの1つであった。

この不安定な電源のリスクに対しては、可能な限り導入先に発電機を装備してもらい、停電の際でも工場を操業できるようにすることや、そのことによって工場の稼働率を高めるという対策を事前に想定していた。

しかし、もみ殻固形燃料製造装置の導入先候補であり、また同様に動力源が電気である精米機を動かしている精米所をいくつか視察した限りにおいては、発電機を装備している例は少数派であることが判明した。そして、停電中はあきらめ、オペレーションを停止するというのが、現実的な対策となっていた。

中には例えばKIDTのように発電機を装備しており、しかも定期的な整備によって稼働できる状態にメンテナンスをしているにもかかわらず、停電時に発電機を固形燃料製造に使用していない事例も観察された。その理由は発電機で生産する電気コストが高い（商用電力の2倍以上）ので、商用電力が不安定だからといって発電機を使用するよりは利益が減ることであった。

したがって、不安定な電源への対策としては、「停電が終わるまで（他の作業を行うことなどで）待つ」と同時に、それでも利益が出せるようなビジネスモデルで事業を設計しておくことが、最も現実的であると考えられた。

(2) もみ殻の水分過剰

もみ殻固形燃料製造装置に投入するもみ殻は含水率 12%以下であることが理想的である。調査団が視察した精米所の多くは、もみ摺り機は屋内に置いてあってももみ殻は屋外に野積みされていることが多く、降雨などによってもみ殻が水分を持ちやすい状況にあった（もみ殻がサイロに貯蔵される仕組みがあったのはムバラリのハイランド・エステートの精米所のみ）。

もみ殻の含水率が 12%以上になると、水分が装置のシリンダー内で水蒸気となって膨張するために、製造されるブリケットにひび割れが増え、製品の品質が低下する。

デモンストレーションに使用したもみ殻は、雨季に入る直前であった第 1 回調査の際に購入して保管しておいたので、第 2 回調査時には雨季になっていたが問題なくもみ殻固形燃料を製造することができた。

SIDO ムベヤ地域事務所のライスクラスターの精米業者とこの問題について意見交換した際には、もしもみ殻固形燃料製造装置を導入することになった場合、もみ殻を保存するために屋根付きの保管スペースを設けたり、その周囲に排水溝を設けたりすることで、もみ殻が水分過剰になることの対策とする提案があった。

(3) もみ殻の調達可能性

精米所への調査を通じ、もみ殻をレンガ焼きなどに使うニーズが大きく、もみ殻が有償で取り引きされている地域があることが分かった。一方、ムベヤやモロゴロではもみ殻は無料であるだけでなく、溜まったもみ殻を精米所オーナーがお金を払って処分していることも明らかになった。既存のユーザー（レンガ焼き人）などとの原料の取り合いになることがないよう、もみ殻が十分に余っている地域を中心にもみ殻固形燃料製造装置を販売していくことが重要である。

(4) もみ殻への異物混入

装置に投入するもみ殻に異物が混入すると正常に固形燃料が製造できず、機械のオペレーションを止めることになる。

本調査のデモンストレーションでも、もみ殻にプラスチック紐のようなものが混入していたために装置内部で絡まり、一時的に運転を止める場面があった。この場合は一度、運転を中止してシリンダー内部を清掃することで運転を再開できる。ただし、金属片などが混入してハウジング（筐体）やスクリュウを傷つけてしまうと、そこから表面の高硬度加工がはがれてしまい、最終的には成型できなくなる可能性もある。この場合は傷ついた部品の交換が必要となり、装置のオーナーは追加支出を余儀なくされる。

一方、もみ摺り機から排出された時点では、もみ殻の含水率は低く異物も混入していない。もみ摺り機から、時間と空間を経ずに直接もみ殻固形燃料製造装置にもみ殻が投入される仕組みを精米所側に作ることが、最も効果的でコストがかからない対策である。また、もみ殻の投入口に異物混入を防ぐための網を取り付けることも考えられる。

(5) 既存の木炭製造者との軋轢・競合

もみ殻固形燃料製造装置をタンザニアに導入し、もみ殻固形燃料の製造・販売がなされると、既存の木炭製造者との軋轢・競合が発生することが懸念される。しかし、図 1-5 で示した通り、都市化の進行や人口増加に伴って木炭を使用する人口比率は増えており、表 1-2 で示した通り、タンザニアにおける木炭需要は伸びている（市場のパイが拡大している）ため、木炭製造業者との大きな軋轢・競合は生じないものと判断している。

なお、複数の木炭販売業者にヒアリングしたところ、もみ殻固形燃料の販売を行うことに興味を示していたため、将来的には木炭に代わる商品として木炭販売業者に供給すること

も可能だと考えている。薪についても同様と考えている。

(6) 知的財産

もみ殻固形燃料製造装置は既に日本国内の特許が切れており、他社が似た製品の製造販売を行うリスク等が考えられる。日本の特許庁に相当する業務を行っているのが、産業貿易省傘下の営業登録・実施許諾局 (Business Registration and Licensing Agency : BRELA) である。BRELA にヒアリングをしたところ (担当者は日本の特許庁での研修経験あり)、タンザニアには商標や特許を守るシステムはあるものの、これまで商標や特許が原因で係争や訴訟になった事案はないとのことだった (問い合わせはあったとのこと)。タンザニアの市場にはコピー製品が出回っているのが見受けられることを考えると、商標や特許侵害の問題がないわけではなく、商標や特許などの権利が法的に十分に守られる事業環境にはないと考えるのが妥当だと判断した。

トロムソとしては、その状況を理解の上で、もみ殻固形燃料製造装置の現地生産・販売をできるだけ秘密裏かつ早期に立ち上げ、他社に先行することでリスクを回避する。また、一度パートナー機関および OEM メーカーとの関係を築けば、もみ殻固形燃料製造ビジネスにおいてトロムソ方式が定着し、後から参入を計画する事業者にとっては参入障壁になるものとする。

2.6.2 新たに顕在化したリスク及びその対応方法等

(1) 装置の寸法と重量

2.1.3 で述べたようにコンパクトな設計 (幅×長さ×高さ=1.4×2.5×2.5m、重量 1.2 トン) で、電源を接続して、もみ殻を投入すれば直ちに固形燃料が製造可能なワンユニット構造であることは、本装置の特徴の一つである。

現地で視察した既存の固形燃料製造施設はふるい、粉碎機、乾燥機など複数の機械を組み合わせて建設する一種の「工場」である。トロムソの装置は、その工場の機能をすべてコンパクトな構造のなかに持ち合わせていることが画期的である。特に KIDT では、木屑を原料とした比較的複雑な固形燃料製造設備が導入されているだけに、関係者は彼らの工場を持つ機能が上記サイズの装置に組み込まれていることに驚嘆していた。

しかし、道路条件が悪いうえに、貨物を積み下ろすためのユニック車 (クレーン付き車) やフォークリフトを調達するのが難しく、場合によっては未熟なオペレーターが運転や積み下ろし作業を行わざるをえないタンザニアにおいては、現装置は取り扱いが難しい局面もあった。1つの装置が上記サイズで組み上がっており、この寸法と重量のまま流通する設計になっていると、実質的に輸送が難しいだけでなく、積み下ろしの途中で落下して破損するなどのリスクがあることが、本調査でデモンストレーションのために輸送する過程で判明した。

この対策としては、本体の小型軽量化を目指すとともに、それが難しい場合には、本体を分解して輸送することを可能にするような改善が考えられる。この場合、個々の梱包はできるだけ小型で軽量なものであり、なおかつ現場で間違いなく組み立てるような設計の改善が、特に現地生産化の課程で求められるのではないかと考えられた。

(2) 薪炭価格の地域差

本事業の成功のためには、もみ殻固形燃料製造装置を導入した精米所などが製造したもみ殻固形燃料の製造・販売事業によって利益を出せる事業環境があることが前提となる。3.2.3 で詳述するが、複数都市を対象とした調査により、木炭および薪の価格は地域によって大きくばらつきがあることが分かっている。もみ殻固形燃料がいくらで販売できるかは、地域の薪炭価格の相場に左右されると考えられるため、もみ殻固形燃料製造事業を行う地域の選択が重要となる。

例えばモシ市内にある KIDT では、木屑で製造した固形燃料を 177USD (18,534 円) / トンで販売することで収益を上げている。これは、モシ市内の木炭相場が 3,886 円/100 kg と比較的高いことが背景にあると考えられる。

顧客である固形燃料メーカーの事業が失敗するリスクを軽減するために、現地法人は地域別の薪炭の価格情報を収集し、もみ殻固形燃料の販売事業が成り立つ地域を選択することや、相場の高い地域への販売や効率的な流通方法などを OEM メーカーにアドバイスするマーケティングサポートを行う。

3章 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）

3.1 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の概要

トロムソの製品であるもみ殻固形燃料製造装置を日本から現地に海上輸送し、ダルエスサラーム工科大学（DIT・ダルエスサラーム）およびキリマンジャロ工業開発財団（KIDT・モシ）にて、製品紹介・デモンストレーション運転のイベント（図 3-1 は DIT 向け案内チラシ）を実施したほか、中小企業開発機構（SIDO）ムベヤ地域事務所において、精米所オーナー（装置の潜在ユーザー）などに対し、製品紹介イベントを行った。また、ムベヤ随一の大規模稲作農園、ハイランド・エステートを訪問し、装置の紹介を行った。

また、現地で製造したもみ殻固形燃料を KIDT にて炭化し、炭燃料にする試験を行ったほか、もみ殻固形燃料および炭化させたもみ殻固形燃料をレストランや個人に配布し、使い勝手などのアンケートを行った。

さらに、木炭の販売価格調査やもみ殻固形燃料と類似する製品調査を行い、タンザニア市場で求められる価格や仕様の検討を行った。

タンザニアの隣国ルワンダにおいても将来の装置輸出の可能性を探るための調査を行った。



図 3-1 デモンストレーションイベントのチラシ

3.1.1 目的

今回タンザニアにおいて、製品紹介・デモンストレーション運転を行った主な目的は、もみ殻固形燃料製造装置が現地でも有効に使えることを検証すること、同装置に対するタンザニア側の関心・ニーズを確認すること、今後の ODA 案件化に向けてパートナー機関と協議を進めること、装置の輸出入や現地における陸送・運転、国内輸送などのプロセスを一通り経験することで将来の事業化に際する課題を抽出し、対応策を検討することなどである。

3.1.2 装置の輸送

もみ殻固形燃料製造装置は提案企業から神戸港まで陸送、神戸港からダルエスサラーム港まで約 1 カ月半かけて海上輸送した。なお、ダルエスサラーム港への入港が予定より約 1 週間遅れたほか、農業省を通じて申請していた免税での輸入手続きに時間を要したため、途中で通常の輸入手続きに切り替え、デモンストレーションイベントの日程に間に合わせる事ができた。

なお、装置本体はタンザニア政府によって優遇されている「農業機械」に分類され、関税および VAT（付加価値税）が免税で輸入できた一方、付属品（デモンストレーションイベントで使うバーベキューコンロ、工具類、予備部品など）などは、それぞれ該当する関税、VAT

がかけられた。

ダルエスサラーム・モシ間往復は4トントラックを手配し、陸送を行った。デモンストレーション終了後は、ダルエスサラーム港から神戸港に向けて再輸出を行った。

3.1.3 ダルエスサラーム工科大学 (DIT) におけるデモンストレーションイベント

DIT のレセプションルームにてセレモニーを行った。タンザニア側の主賓は、通信・科学技術省 科学技術ダイレクターの Mbede 氏、日本側からの主賓は、在タンザニア日本大使館の松永一義公使だった。一連のスピーチの後、ビデオ映像を使ってもみ殻固形燃料製造装置を紹介。質疑応答の後、DIT 構内に設置したもみ殻固形燃料製造装置のデモンストレーション運転を行った。また、デモンストレーション運転の後には、もみ殻固形燃料の使い勝手の良さをアピールするため、もみ殻固形燃料を使ったバーベキュー（牛串焼き、餅、干しいも）を来場者に振る舞ったほか、製品 DVD やもみ殻固形燃料などを記念品として配布した。表 3-1 にイベント概要を記す。



写真 3-1 タンザニア側主賓 Mbede 氏によるスピーチ

表 3-1 DIT におけるデモンストレーションイベント概要

| | |
|---------------|---|
| 日時 | 12月6日(金) 10:00~13:00 |
| 場所 | ダルエスサラーム工科大学 (DIT) キャンパス (ダルエスサラーム市内) |
| 来賓 (スピーカー) | Prof. Evelyn Mbede (通信・科学技術省 科学技術ダイレクター) Prof. John W.A. Kondoro (ダルエスサラーム工科大学校長) Prof. Fredrick Mwanuzi (ダルエスサラーム工科大学取締役会長) 松永一義氏 (在タンザニア日本大使館公使) |
| 来場者 | 約 60 名 |
| 主な来場者 | DIT、通信・科学技術省、農業省、Tanzania Forest Services Agency、SIDO、産業貿易省、エネルギー省、バガモヨ炭焼き組合、農機ディーラー、固形燃料製造業者、日本大使館、JICA |

3.1.4 キリマンジャロ工業開発財団 (KIDT) におけるデモンストレーションイベント

KIDT の工場内にてセレモニーを行った。タンザニア側の主賓は、キリマンジャロ州副州知事 Issa 氏、日本側からの主賓は、JICA 企画部審議役兼中小企業支援副室長の柏谷亮氏だった。一連のスピーチの後、ビデオ映像を使ってもみ殻固形燃料製造装置を紹介。質疑応答の後、工場内に設置した装置のデモンストレーション運転を行った。また、デモンストレーション運転の後には、もみ殻固形燃料の使い勝手の良さをアピールするため、もみ殻固形燃料を使ったバーベキュー（牛串焼き、餅、干しいも）を来場者に振る舞ったほか、製品 DVD やもみ殻固形燃料などを記念品として配布した。なお、本イベントは KIDT と KATC (キリマ

ンジャロ農業技術者訓練センター)の共催という形を取った。表 3-2 にイベント概要を記す。

表 3-2 KIDT におけるデモンストレーションイベント概要

| | |
|---------------|---|
| 日時 | 12月6日(金) 10:00~13:00 |
| 場所 | ダルエスサラーム工科大学 (DIT) キャンパス (ダルエスサラーム市内) |
| 来賓 (スピーカー) | Dr. Faisal Issa (キリマンジャロ州副州知事) Mr. Francis Sauwa (KIDT 取締役会長) Eng. Frank Elisa (KIDT ジェネラルマネジャー) 柏谷 亮氏 (JICA 企画部審議役 兼 中小企業支援副室長) |
| 来場者 | 約 70 名 |
| 主な来場者 | KIDT、キリマンジャロ州政府、KATC、地元銀行、国際 NGO、地域 NGO、ブリケット燃料ユーザー (ホテル、学校、教会、レストランなど)、実業家、農機ディーラー、JICA |

3.1.5 中小企業開発機構 (SIDO) ムベヤ地域事務所における紹介イベント

SIDO ムベヤ地域事務所にて、ライスクラスターメンバーに対し、ビデオ映像を使ってもみ殻固形燃料製造装置の紹介を行った後、意見交換や今後の協業に向けた協議を行った。最後に、KIDT にて製造したもみ殻固形燃料を記念品として配布した。表 3-3 にイベント概要を記す。

表 3-3 SIDO ムベヤ地域事務所における紹介イベント概要

| | |
|-------|----------------------------|
| 日時 | 12月13日(金) 9:00~11:00 |
| 場所 | SIDO ムベヤ地域事務所 |
| 参加者 | 15 名 |
| 主な参加者 | SIDO ムベヤ地域事務所、ライスクラスターメンバー |

3.1.6 ハイランド・エステートへの紹介

ハイランド・エステートは、イラン系タンザニア人一族が経営するムベヤ郊外に位置する大規模農園。元は中国の支援の下に造成された国営農場だったが、2006年にハイランド・エステートが競売で落札して農場を入手した。農場の総面積は6,030ヘクタール。うち3,200ヘクタールが稲作に使われており、残りは果樹やメイズ、サンフラワー、灌漑施設、環境保全地など。第一農場、第二農場、精米部門、家畜部門、ボトル水製造部門を持つ。3,200ヘクタールのうち、自社農場は616ヘクタールで、残りは農家に賃貸して



写真 3-2 ハイランド・エステートの大規模稲作農場

いる。農場全体のコメの年間収量は約 12,800 トンに上る (3,200ha×4t (単収))。

自社で農機の組み立てを行うほか、農機やその他機械のメンテナンスや補修部品の製造などを行うための工作機械を完備したワークショップも持つ。

調査団はハイランド・エステートを訪問し、ビデオ映像を使ってもみ殻固形燃料製造装置の紹介を行った後、意見交換を行った。



写真 3-3 ハイランド・エステートのワークショップ

3.1.7 もみ殻固形燃料および炭燃料の試用アンケート

KIDT にて製造したもみ殻固形燃料およびそれを KIDT の炭化炉にて炭化させた炭燃料をモシ市内のレストランや個人に配布し、使い勝手などのアンケート調査を実施した。

3.1.8 木炭・薪の調査

複数の都市において、木炭・薪の販売業者にヒアリングを行い、販売価格などの情報を収集した。

3.1.9 精米所の調査

複数の都市において、精米所にヒアリングを行い、もみ殻の入手可能性などの情報を収集した。

3.1.10 類似装置の比較調査

もみ殻固形燃料と類似する装置を調査し、トロムソの装置との比較を行い、タンザニア市場で求められる仕様や価格を検討した。

3.1.11 ルワンダ共和国の事業環境調査

今後アフリカの稲作国への輸出の可能性を探るため、タンザニアの隣国ルワンダ共和国において、精米所の実態調査や生ごみを原料とした固形燃料製造装置の運営状況などの調査を行った。

3.2 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の結果

3.2.1 デモンストレーションイベント・紹介イベント参加者の意見

DIT、KIDT、SIDO ムベヤ地域事務所で行ったイベントで得られた主な意見を図 3-2、図 3-3、図 3-4 に記した。総じて言うと、もみ殻固形燃料製造装置および燃料そのものへの関心・期待は非常に高く、現地への早期導入を望む声が多く聞かれた。一方で、日本国内向け価格 630 万円という価格の高さを指摘する意見も多く、将来タンザニアで普及させるためには価格低減が重要であることが明らかになった。

(1) DIT における主な意見

DIT におけるデモンストレーションイベントで得られた主な意見は以下の通り。

- ✓ タンザニアにおいて森林減少は大きな課題になっている。もみ殻が固形燃料になれば、森林減少の元凶となっている薪や炭を置き換えることができ素晴らしい。7月の国際見本市「サバサバ」のTFSAブースでデモンストレーションを行ってはどうか。マーケットは確実にあると思う。(Tanzania Forest Services Agency Ngatigwa 氏)
- ✓ これこそまさにいまタンザニアが必要としている技術である。日本とのコラボレーションに大変期待している。まだ価格が高いなどの問題はあるが、今日ここに集まったメンバーで解決していけると思う。(通信・科学技術省ダイレクター Mbede 氏)
- ✓ DITには機械系部品も電気系部品も製造する能力がある。DITはこの装置を現地生産することにぜひ取り組みたいと考えている。(機械学部長 Mgonja 氏)
- ✓ 当社は中国製、インド製の木くず固形燃料製造装置を導入し、運転しているが、トロムソのもみ殻固形燃料製造装置の性能は素晴らしい。将来は当社もぜひ導入したい。(Bedoko Traders 社 マネージングダイレクター Komba 氏)
- ✓ 日本で6万米ドルという価格はタンザニアにとって高すぎる。電気代などの運転コスト、メンテナンスコストも含め、手が届く価格にして欲しい。(SIDO ムベヤ地域事務所代表 Mahela 氏)

(2) KIDT における主な意見

KIDT におけるデモンストレーションイベントで得られた主な意見は以下の通り。

- ✓ キリマンジャロ州のローアモシ地域は日本の灌漑支援もあり、単収が非常に向上した。この装置は正に同地域にうってつけのものである。KIDT はこれまで地域産業の振興に貢献してきた。ぜひKIDTでの製造を実現して欲しい。(キリマンジャロ州副州知事 Issa 氏)
- ✓ タンザニアにとって、バイオマス燃料の活用は非常に重要。KIDTにはこれまで木くずを原料とした固形燃料製造のノウハウの蓄積がある。もみ殻燃料製造装置についてもぜひ取り組みを進めたい。(KIDT 取締役会長 Sauwa 氏)
- ✓ 地元のエンジニアが据え付け、メンテナンスできるようだとありがたい。(エンジニア)
- ✓ 日本で6万米ドルという価格はタンザニアにとっては高すぎる。精米所が購入できる価格水準にすれば需要は広がる。(出席者)
- ✓ 本装置を日本に持って帰るとするのは非常に残念。ぜひ注文したいと考えている。(農機ディーラー)

(3) SIDO ムベヤ地域事務所における主な意見

SIDO ムベヤ地域事務所における紹介イベントで得られた主な意見は以下の通り。

- ✓ SIDO ムベヤ地域事務所では、もみ摺り、精米、パッケージングなどの事業者の集合体「ライスクラスタ」を組織している。3つあるライスクラスタのうち、Mbeya 市内にあるライスクラスタではもみ殻の処理方法がなく、大変困っている。市内にはもみ殻が積み上がり過ぎて州環境当局から運転停止命令が出ているところもある。価格の問題はあるが、今すぐにも導入したい。(SIDO ムベヤ地域事務所代表 Mahela 氏)

- ✓ 現在もみ殻は地域のセメント会社、ムベヤセメントが工場の助燃材として無償で引き取っていくのみだが、処理量が間に合っていない。工場のメンテナンスなどでもみ殻の回収が滞るともみ殻の山がより一層大きくなる。もみ殻の山が大きくなりすぎるとトラックをチャーターし、ゴミ捨て場に捨てにいてもらう。トラックのチャーターに50,000Tsh、市当局にはゴミ処理料として1回25,000Tsh支払う必要がある。それを1週間に3回程度行っており、コスト負担が重い。(ライスクラスターメンバー)
- ✓ SIDO ムベヤが市内で運営するライスクラスターは1日10トン程度の処理能力の精米所が15ヶ所営業を開始しており、3年後までに48まで増える予定である。もみ殻の処理の問題は今後より一層大きくなる。(SIDO ムベヤ地域事務所代表 Mahela 氏)
- ✓ 精米機の価格は、15,000,000~50,000,000Tsh (約90~300万円)で、SACCOs (貯蓄信用協同組合)もしくは銀行借りで設備投資資金を賄うのが通常。(ライスクラスターメンバー)
- ✓ 精米機などへの投資は5年間で回収するのが通常であり、もみ殻固形燃料製造装置も同様に考えたい。(ライスクラスターメンバー)
- ✓ ライスクラスター内にもみ殻固形燃料製造装置を設置する場所を既に確保してある。ぜひ早く導入したい。(ライスクラスター代表)
- ✓ もみ殻固形燃料製造装置の場合は、現在の価格(6万米ドル)を下げたうえで、まず半額を支払い、後は分割払いというのが現実的だと思う。(Mahela 氏)
- ✓ ムベヤでは煮炊きに炭が使われている。炭より安ければもみ殻固形燃料へのニーズはあると思う。街角で料理を提供している個人事業者がもみ殻固形燃料の買い手になるのではないかと。(ライスクラスターメンバー)

(4) ハイランド・エステートにおける主な意見

ムベヤの大規模農園、ハイランド・エステートへの装置紹介の際に得られた主な意見は以下の通り。

- ✓ ハイランド・エステート内外で収穫されたコメを対象に中国製の精米施設を持っている。老朽化が進み、故障頻度が上がってきているため、より処理能力の高い10トン/時間の処理能力を持つ精米機の導入を検討している。それに伴いもみ殻の排出量も増える。(ハイランド・エステート代表 Mulla 氏)
- ✓ 精米時に出るもみ殻は、周辺住民が煉瓦焼きの燃料として無料で引き取るほか、余ったものは田んぼで燃やしている。有効活用したいと考えていたが、これまでいい手段がなかった。(ハイランド・エステート代表 Mulla 氏)
- ✓ 以前、もみ殻を粉碎しプラスチックと混ぜてペレット状に加工する装置の導入をドイツのメーカーに提案されたことがある。全量を買取するという話だったが、原料供給者という弱い立場になることを懸念し、断った。トロムソの機械は固形燃料という最終製品が作れるのがよい。タンザニア市場向け仕様の準備ができればぜひ導入したい。(ハイランド・エステート代表 Mulla 氏)

3.2.2 メディアによる報道

KIDTにおけるデモンストレーションの様子は、タンザニアの新聞Daily Newsに掲載された(図3-2)³⁰ほか、複数のオンラインメディアに転載された。

Briquette making machines can rescue forests from depletion (固形燃料製造装置が森林を枯渇から救う可能性)と題された記事には、KIDTにおけるデモンストレーションイベントの様子を紹介し、もみ殻固形燃料製造装置が森林保全に貢献する可能性や、現地生産による将来的なコストダウンへの見通しなどが記されていた。



図 3-2 Daily News 紙面 (オンライン版)

3.2.3 木炭に関する調査

使い勝手などの面で、もみ殻固形燃料と最も類似するのは木炭だと考えられる。もみ殻固形燃料と木炭のメリット・デメリットを比較したのが表3-4である。

表 3-4 もみ殻固形燃料と木炭のメリット・デメリット比較

| 燃料種別 | メリット | デメリット |
|---------|--|--|
| もみ殻固形燃料 | 価格が安い(業務用は177米ドル/1トン(18.5円/kg)を想定) 火持ちが長い 重量当たり容積が小さい 品質が一定 | 燃え初めに煙が出る 火の回りが遅い |
| 木炭 | 煙が出ない 火の回りが早い | 価格が高い(表3-5参照) 品質にばらつきがある 重量当たり容積が大きい |

表3-5の通り、ダルエスサラーム、モロゴロ、キリマンジャロ、アルーシャ、マニャラ、ドドマ、ムベヤ各州の都市部において、木炭販売業者を対象に大口の販売価格の調査を行った。ダルエスサラームの木炭価格を100とすると、各都市は129~52までのばらつきがあった。特に、薪炭の生産地から遠い大都市の価格は高く、薪炭の生産地に近い郊外地の価格が安くなる傾向があることが分かった。

なお、KIDT(モシ)が業務用ユーザーに大口販売している固形燃料は1トン177米ドル(18.5円/1kg)のため、モシ(都市部)の木炭価格(38.9円/1kg)の約半額で取り引きされていることになる。ただし、モシの木炭価格は一般人も購入する小売価格のため、単純に

³⁰ <http://dailynews.co.tz/index.php/local-news/26381-briquette-making-machines-can-rescue-forests-from-depletion>

は比較できない。

表 3-5 タンザニア各地の木炭価格

| 調査地点 | | 価格 (1袋) | | | 価格 (1kg) | | ダルエスサラームを100とした価格 |
|----------|----------|----------|--------|---------|----------|--------|-------------------|
| 都市 | 州 | 価格 (Tsh) | 価格 (円) | 重量 (kg) | 価格 (Tsh) | 価格 (円) | |
| ダルエスサラーム | ダルエスサラーム | 55,000 | 3,740 | 90 | 611 | 41.6 | 100 |
| モロゴロ | モロゴロ | 30,000 | 2,040 | 50 | 600 | 40.8 | 98 |
| モシ (都市部) | キリマンジャロ | 20,000 | 1,360 | 35 | 571 | 38.9 | 94 |
| モシ (郊外) | キリマンジャロ | 14,000 | 952 | 40 | 350 | 23.8 | 57 |
| アルメル | アルーシャ | 63,000 | 4,284 | 80 | 788 | 53.6 | 129 |
| モンデュリ | アルーシャ | 14,000 | 952 | 40 | 350 | 23.8 | 57 |
| ババティ | マニャラ | 18,000 | 1,224 | 40 | 450 | 30.6 | 74 |
| ドドマ | ドドマ | 16,000 | 1,088 | 50 | 320 | 21.8 | 52 |
| ムベヤ | ムベヤ | 30,000 | 2,040 | 50 | 600 | 40.8 | 98 |
| 平均 | | | | | 516 | 35 | 84 |

※サンプル数は各地域で1~4件のため、参考値

※価格は雨季に値上がりし、乾季に値下がりするが、年間の平均価格を採用

出典：調査団

ダルエスサラーム市内の木炭販売業者へのヒアリングの結果、表 3-6 の通り 1 袋 (90 kg) の木炭の販売価格の内訳が明らかになった。意外なことに、55,000Tsh (3,740 円) の販売価格のうち、炭焼き人に支払われる金額は総額のわずか 30%弱の 16,000Tsh に過ぎず、それに近い金額 (14,400Tsh) が環境保全を名目とした国税として徴収されている。

表 3-6 ダルエスサラーム市内における
木炭販売価格の内訳

(単位：Tsh)

| | |
|---------------|--------|
| 木炭（炭焼き人への支払い） | 16,000 |
| 袋に詰める労賃 | 1,000 |
| 袋の口を縫う労賃 | 500 |
| 袋自身の価格 | 1,000 |
| トラック積み込み労賃 | 1,500 |
| トラック積み降ろし労賃 | 1,000 |
| 輸送費 | 8,000 |
| 国税 | 14,400 |
| 地方税（州） | 2,500 |
| 地方税（森林委員会） | 700 |
| 地方税（村） | 1,000 |
| 木炭販売業者粗利 | 7,400 |
| 合計 | 55,000 |

※「木炭販売業者粗利」から販売に係る人件費や諸経費、税金などを差し引いた金額が木炭販売業者の最終的な利益となる。

出典：調査団

また、木炭販売業者からは近年木炭の販売価格が上昇したという意見がよく聞かれた。その背景には、現政権になってからダルエスサラーム市内などに持ち込まれる森林資源に対して課税額が値上げされるとともに、課税方法もより効果的になっていることが一因となっていることが、木炭販売および炭焼き関係者からのヒアリングなどで明らかになった。表 3-7 に木炭や材木を扱う際にかかる税金や事業登録料の一覧を示した。

表 3-7 木炭や材木などにかかる税金や事業登録料
(単位：Tsh)

| | |
|----------------------------|---------|
| 1. 木炭 90kg 袋につき | 14,400 |
| 2. 木炭 56kg 袋につき | 8,960 |
| 3. 木炭 28kg 袋につき | 4,480 |
| 4. 薪 1 立方メートルにつき | 5,120 |
| 5. 事業登録料 (1 年間) | |
| 材木 (採取) | 256,000 |
| 木炭 (炭焼き) | 256,000 |
| 薪 (採取) | 256,000 |
| 家具の小売業 | 256,000 |
| 製材所 (機械による) | 384,000 |
| 製材所 (手動による) | 25,600 |
| 6. 材木 (特定希少樹種) 1 立方メートルにつき | 230,400 |

出典：調査団

ヒアリングを行った炭焼き人や木炭販売業者からは、「森林保全を理由とした税金徴収は口実で、政府は植林をしてくれるわけではない」という恨み節も聞かれたが、もみ殻固形燃料の事業を考えるうえで、競合となる薪炭が税金という形で環境コストを負担しているということは非常に重要である。もみ殻固形燃料であれば、森林伐採には加担しないため、こういった税金はかけられないことがないと思われる。

調査団が行った木炭販売業者へのヒアリングでは、13人中10人が3年前と比べて木炭の価格が20～80%上昇したと答えており、その理由として前述の課税強化に加え、物価上昇や森林資源の減少、より遠い地域から運ぶための運賃上昇などを挙げていた。表1-2 (タンザニアにおける燃料用木材、木炭の生産量推移) に示した通り、人口増加、都市化、経済発展などを背景に、薪炭の生産量は増加傾向にあるが、供給量 (森林資源) には限りがあるため、価格は今後も上昇傾向が続くことが予想される。

3.2.4 薪に関する調査

タンザニアでは農村部における薪を調理の主要エネルギー源として使う家庭の率は89%にも上る³¹。炭化のプロセスを経ず、採集してきた木をそのまま燃料として使用できることや、木炭に比べて価格が安価なことなどが広く使われている理由だと考えられる。

もみ殻固形燃料と薪を比較したのが表3-8である。この表に示すようにもみ殻固形燃料は人工乾燥した薪と比較すると熱量は劣るが、ストーブに適する薪と比較すると熱量は勝る状況にある。タンザニアの薪は自然乾燥で水分含有20%程度と判断される。つまり、タン

³¹ 2011/12 Tanzanian Household Budget Survey (NBS)

ザニアで利用される薪との比較ではもみ殻固形燃料が 200cal/kg 程度上回る熱量と判断される。

表 3-8 もみ殻固形燃料と薪との発熱量比較

| 燃料の種類 | 発熱量(kcal/kg) | 比重 | 備考 |
|--------------|--------------|--------|-------------|
| もみ殻固形燃料 | 約 4,000 | 約 1.2 | 水分含有約 6% |
| 薪(水分含有約 10%) | 約 4,800 | 約 0.86 | 人工乾燥 |
| 薪(水分含有 20%) | 約 3,800 | 約 0.95 | ストーブに適する乾燥度 |

出典：調査団

また、その他の側面についてももみ殻固形燃料と薪のメリット・デメリットを比較したのが表 3-9 である。もみ殻固形燃料は火つきが悪いというデメリットはあるが、薪割りの必要がない、持ち運びが容易、火持ちが長いなどのメリットがあるため、現在薪を使っている層の一定割合はユーザーとして取り込めると考えられる。

表 3-9 もみ殻固形燃料と薪のメリット・デメリット比較

| 燃料種別 | メリット | デメリット |
|---------|---|--|
| もみ殻固形燃料 | 薪割りの必要がない 持ち運びが容易 火持ちが長い 品質が一定 | 火つきが悪い |
| 薪 | 火つきが良い(小枝) | 調理器具に合わせて薪割り作業が必要 サイズが不揃いで持ち運びが大変 火持ちが短い 品質が不揃い |

出典：調査団

モシおよびムベヤの薪販売店に薪の販売価格をヒアリングした結果が表 3-10 である。いずれも 3 トントラックで薪を仕入れているとのことだったが、正確に計測した重量ではないことには留意が必要である。

なお、KIDT (モシ) が業務用ユーザーに大口販売している固形燃料は 1 トン 177 米ドル (18.5 円/1 kg) のため、モシの薪の価格 (19.3 円/kg) は固形燃料とほぼ同水準となっている。

表 3-10 薪の販売価格

| 調査地点 | | 価格（トラック単位） | | | 価格（1kg） | |
|---------|---------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|
| 都市 | 州 | 価格 (Tsh) | 価格 (円) | 重量 (kg) | 価格 (Tsh) | 価格 (円) |
| モシ（都市部） | キリマンジャロ | 850,000 | 57,800 | 3,000 | 283 | 19.3 |
| ムベヤ | ムベヤ | 650,000 | 44,200 | 3,000 | 217 | 14.7 |
| 平均 | | | | | 250 | 17 |

※サンプル数は各地域で1～2件のため、参考値

出典：調査団

3.2.5 精米所の調査

「2.4.2 市場規模」で示した通り、タンザニアには4,029カ所の精米所がある。精米所を訪問し、もみ殻の発生、利用状況などについての聞き取り調査を行った（表3-11）。

表 3-11 精米所の聞き取り調査

| 州 | キリマンジャロ | | アルーシャ | | マニャラ | ドドマ | モロゴロ | ムベヤ | |
|------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------|--|---|------------------------|
| | モシ (近郊) | モシ (郊外) | アルメル | モンデュリ | ババティ | ドドマ (近郊) | モロゴロ (市内) | ムベヤ (市内) | ムバラリ |
| 年間精米能力 (t) | 12,775 | 3,000 | 2,400 | 2,700 | 6,570 | 6,048 | - | - | - |
| 年間精米量 (t) | 3,200 | 2,000 | 1,200 | 900 | 3,375 | 5,242 | 10,600 | - | 12,800 |
| 精米機価格 | 日本による ODA | 3,000,000Tsh (2005年) | 6,000,000Tsh (2007年) | 7,000,000Tsh | 4,000,000Tsh (2003年) | 50,000,000Tsh | - | 15,000,000 ～ 50,000,000Tsh | 128,000,000Tsh |
| 資金調達方法 | 日本による ODA | オーナーの貯蓄 | オーナーの貯蓄 | - | オーナーの貯蓄 | オーナーの貯蓄 | - | オーナーの貯蓄、銀行、SACCOs | 自己資金 |
| もみ殻の貯蔵方法 | 屋外 (100%) | 屋内 (100%) | 屋外 (100%) | 屋内 (100%) | 屋内50%、屋外50% | 屋内 (100%) | 屋外 (100%) | 屋外 (100%) | サイロ内 (100%) |
| もみ殻の引き取り手 | レンガ焼き人 | レンガ焼き人 | レンガ焼き人、花卉栽培者 | レンガ焼き人、住民 (暗渠排水に使用) | レンガ焼き人、家畜輸送業者 (敷料に使用) | レンガ焼き人、牛飼い、刑務所 | レンガ焼き人 | ムベヤセメント (助燃材として使用)、レンガ焼き人 | レンガ焼き人、田んぼで燃やす (肥料のため) |
| もみ殻の販売価格 | 50,000Tsh/5トントラック | 1,000Tsh/1袋 (15kg) | 70,000Tsh/5トントラック | 無料 (廃棄物と認識) | 無料 (廃棄物と認識) | 2,000Tsh/20kg | 無料 (廃棄物として認識) ※廃棄に10トントラックあたり3～4万Tshのコストが発生 | 無料 (廃棄物として認識) ※廃棄に4トントラックあたり6.5～7.5万Tshのコストが発生 | 無料 (廃棄物として認識) |
| 未利用のもみ殻量 | なし (全量引き取られる) | なし (全量引き取られる) | なし (全量引き取られる) | なし (全量引き取られる) | 3トントラックで100台分 | 5トン | 未推計 | 1,000トン以上 | 未推計 (相当量) |

出典：調査団

この聞き取り調査を通じ、もみ殻は地域によってはレンガ焼きに使うなどの需要が大きく、有償で取り引きされていることが分かった。また、ニーズが低い地域は無償で取り引きされ、モロゴロやムベヤなどのコメの大産地においては、もみ殻が大きく余り、精米所オーナーがコストを負担して廃棄処分しているところもあることが分かった。

既存のもみ殻ユーザーとの競合を避けるとともに、もみ殻固形燃料の導入先は精米能力が高く、原料のもみ殻が十分にあるところを選ぶ必要がある。



写真 3-4 ハイランド・エステート（ムベヤ）の精米施設

3.2.6 もみ殻固形燃料およびその炭化燃料の試用アンケート結果

KIDT にて製造したもみ殻固形燃料およびそれを KIDT の炭化炉にて炭化させた炭燃料をモシ市内のレストランや個人計 9 名に配布し、使い勝手などのアンケート調査を実施した。

もみ殻固形燃料の火力や火持ちなどへの評価は高く、ぜひ購入したいという声が大半を占めた。屋外もしくは半屋外で調理するレストランや個人宅が多いため、もみ殻固形燃料の着火時に煙が多少出るのは気にならないとのことだった。もみ殻炭燃料への評価も高く、特に通常の木炭より火持ちが良く火力が強いことが高く評価された。

もみ殻固形燃料およびその炭燃料は価格次第で十分に市場に受け入れられることが分かった。

3.2.7 類似装置の比較調査

タンザニア国内に設置されているもみ殻固形燃料と類似する装置を調査し、表 3-12 の通りトロムソの装置との比較を行い、タンザニア市場で求められる仕様や価格を検討した。

比較対象としたのは、ダルエスサラーム市内に事業所を構える Bedoko Traders 社が導入した中国製とインド製の木屑固形燃料製造装置、KIDT が ODA によって導入した木屑固形燃料製造装置（オガライト製造機）、Moshi 近郊にある Kivulini 村がスウェーデンの友好都市の寄付によって導入した稲わら固形燃料製造装置である。なお、タンザニアにおいてはバイオオマスの固形燃料化事業は一般的とは言えず、これらは限られた導入事例であることに留意する必要がある。

表 3-12 トロムソの装置と類似装置の比較

| No. | 調査先 | トロムソ | Bedoko Traders | | KIDT | Kivulini 村 |
|-----|------------|---|---|--|--|---|
| 1 | 設置場所 | - | ダルエスサラーム 市内 | ダルエスサラーム 市内 | モシ市内 | キリマンジャロ州 Mwanga 県 |
| 2 | 調査訪問日 | - | 2013年11月17日 | 2013年11月17日 | 2013年11月23日 | 2013年12月7日 |
| 3 | 装置名称 | グラインドミル | 不詳 | 不詳 | オガライト製造機 | BIOMASSER |
| 4 | 製造国 | 日本 | 中国 | インド | 日本 | ポーランド |
| 5 | メーカー | トロムソ | 不詳 | 不詳 | (有)島田製作所 | Asket |
| 6 | 導入年 | - | 2009年 | 2009年 | 1984年 | 2010年 |
| 7 | 装置価格 | 630万円 (日本国内向け) | 35,000 ^{ドル} (366万円) | 56,000 ^{ドル} (586万円) | 無償提供 (ODA) | スウェーデンの友 好都市が寄付 |
| 8 | 動力源 | 電力 | 電力 | 電力 | 電力 | 電力 |
| 9 | 電源電圧 | AC-200/220V 3 φ | AC-400V3 φ 50HZ | AC-400V3 φ 50HZ | AC-400V3 φ 50HZ | AC-400V3 φ 50HZ |
| 10 | 消費電力 | 16kW | 不詳 | 不詳 | 不詳 | 7.5kW |
| 11 | 主電動機 | 4p-15kw | 4p-22kw | 不詳 | 不詳 | 4P-5.5kw |
| 12 | 設置面積 | 2×4m | 2×4m | 3×6m | 5×10m | 1.5×5m |
| 13 | 生産能力 | 120kg/h | 350kg/h | 500kg/h | 200kg/h | 80kg/h |
| 14 | 主な原料 | もみ殻 | 木屑ほか | 木屑ほか | 木屑 | 稲わら、草 |
| 15 | 製造機構 | スクリュー圧縮方式 | スクリュー圧縮方式 | ピストン圧縮式 | スクリュー圧縮方式 | スクリュー圧縮方式 |
| 16 | 加熱方法 | 電気ヒーター | 電気ヒーター | 電気ヒーター | 木屑固形燃料燃焼 | 電気ヒーター |
| 17 | 原料輸送機 | 本体に付属 | 人力 | コンベア | コンベア、エアースライド | 人力 |
| 18 | 原料の前処理 | 精米所から排出されるもみ殻を利用する場合不要 | 木屑トラック収集 | 木屑トラック収集 | 木屑トラック収集 | 稲わらトラック収集 |
| | | | 手動振るい選別機 | 手動振るい選別機 | 電動振るい選別機 | 稲わら自然乾燥 |
| | | | 乾燥炉 | 乾燥炉 | 乾燥炉 | 稲わら裁断機 |
| 19 | 固形燃料製造システム | 原料供給・圧縮・加熱・押し出しが一体機構 | 原料は人力供給。播り潰し・圧縮・加熱・押し出しが一体機構 | コンベア輸送供給機・圧縮・加熱・押し出しが一体機構 | コンベア輸送供給機・圧縮・加熱(木屑燃焼・押し出しが一体機構 | 原料は人力供給。播り潰し・圧縮・加熱・押し出しが一体機構 |
| 20 | 所要作業人数 | 1人 | 4人 | 4人 | 6人 | 2人 |
| 21 | 機械部品メンテナンス | 部品交換 | 溶接加工補修(外注) | 不詳 | 溶接加工補修(自前) | 不詳 |
| 22 | 同上メンテナンス期間 | 300時間 | 24時間~48時間 | 不詳 | 100時間程度 | 不詳 |
| 23 | 固形燃料販売価格 | - | 250Tsh/kg (17円/kg) | 150Tsh/kg (10.2円/kg) | 177 ^{ドル} /t (18.53円/kg) | 150Tsh/kg (10.2円/kg) |
| 24 | 燃料販売先 | - | 学校・病院 | 刑務所、工場、軍隊 | 病院、軍隊、警察、刑務所、ホテル | 学校 |
| 25 | 発熱カロリー | 約4,000kcal/kg | 約4,000kcal/kg | 約4,000kcal/kg | 約4,000kcal/kg | 約4,000kcal/kg |
| 26 | 備考 | 摩耗しやすいローター・スクリュー・ハウジングの表面に高硬度加工を施し、長寿命化を実現している。 | スクリューは24~48時間で摩耗。故障が頻発し、実際の稼働率は生産能力の40%未満。スベアパーツの入手が困難。 | 故障が頻発し、実際の稼働率は生産能力の40%未満。固形燃料の質が低いため、業務用のみで販売可能。 | 固形燃料の質の高さに定評。引き合いが多く、需要に供給が追いついていない(昨年は698トン製造)。 | 固形燃料の品質が低く(灰分が多く連続燃焼に不向き)、装置の故障が多く、実際にはほとんど稼働していない。 |

出典：調査団

以下に類似装置との比較調査を通じた考察を記す。

(1) 固形燃料の原料

もみ殻を主原料とする固形燃料製造装置はトロムソ製のみだった。これは、もみ殻には硬度の高いシリカ分が多く含まれており、特殊な部品加工を行わない限り、早期に摩耗してしまうためだと考えられる。

(2) 装置の価格

KIDT および Kivulini 村には装置が無償供与されているため、価格は不詳だった。スペックや構成装置が異なるために単純比較はできないものの、Bedoko Traders 社が導入した中国製装置は 35,000 米ドル（約 366 万円）、インド製装置は 56,000 米ドル（約 586 万円）であり、トロムソの国内販売価格（630 万円）より安価であることが分かった（ただし、付帯設備や仕様が異なるため、単純比較はできない）。なお、これらの装置を導入した Bedoko Traders によると、購入代金の一部はエネルギー鉱物省傘下の Rural Energy Agency（地方エネルギー庁）による公的な補助金を活用して賄ったとのことだった。



写真-3-5 中国製の固形燃料製造装置

(3) 装置の生産能力

中国製は 350kg/h、インド製は 500kg/h、日本製のオガライト製造機は 200kg/h と、トロムソの装置の生産能力（120kg/h）を上回った。しかし、ヒアリングによると中国製、インド製の装置は故障が頻発し、実際の稼働率はカタログ値の 40%未満とのこと、トロムソの装置の生産能力が必ずしも劣っているわけではないことが分かった。



写真 3-6 インド製の固形燃料製造装置

(4) 装置の構成と設置面積

乾燥やふるい、細断など、別途設置した装置を使って前処理が必要な類似製品と比べ、トロムソの装置は一体型となっているためにワンユニットで済み、設置面積も小さくて済むことが分かった。また、そのために装置の運転方法はシンプルで、作業に必要な人数は 1～2 名で済むのは比較優位性がある。

(5) メンテナンス

固形燃料製造装置は、運転に伴ってスクリー部分を中心に摩耗するため、導入した後のメンテナンスが欠かせない。トロムソの装置は摩耗が起きやすい部品を硬度の高い金属で

被覆し長寿命化を図っているため、類似装置に比べ、メンテナンス間隔を長く設定できることが分かった。それにより、装置の稼働率が上げられ、メンテナンスコストの引き下げにもつながる。一方、トロムソのメンテナンス部品は現地で補修することができないため、メンテナンスコスト引き下げのために、現地で部品補修を行う方法を検討する必要がある。

(6) 固形燃料の販売

固形燃料の質によって販売価格が変わる。Bedoko Traders 社のインド製装置や Kivulini 村で作られる、割れがあったり灰の発生量が多いなどの問題のある燃料は価格が安く、販路も限られる一方、KIDT が製造する質の高い燃料は高価格で販売することができる。タンザニアにおいては、薪炭の利用が一般的のため、質の高い固形燃料を製造することができれば、販路には困らない。KIDT は 2012 年に 698 トンの木屑固形燃料製造装置を生産したが、需要には応えきれていないという。トロムソ製の装置では KIDT を上回る (KIDT 関係者談) 品質の固形燃料が製造できるため、高い価格帯での販売が可能になると思われる。

3.2.8 ルワンダ共和国の事業環境調査

将来的な輸出市場の可能性を探るため、タンザニアの隣国ルワンダ共和国 (以下、ルワンダ) において、精米所の実態調査や生ごみを原料とした固形燃料製造事業の運営状況などの調査を行った。



写真 3-7 ルワンダの精米所 (Gafunzo Rice Mill) 外観

(1) コメ生産の概要

ルワンダのコメ生産量は、政府のコメ産業育成政策に後押しされて、2000 年頃から継続して増加傾向にある。2009 年は過去最高の作付面積 14,000 ヘクタール、生産量 11 万トンに達した。政府のコメ発展戦略によれば、コメの生産面積を 2018 年までに 28,500 ヘクタール、生産量を 37 万トンに拡大させる計画が示されている。人口密度が高く未利用地の少ないルワンダにおいて、湿地は比較的利用が遅れてきたこともあり、コメ生産への期待は高い。

(2) 精米所の分布

精米所は国内に 16 カ所ある。かつて精米所は政府の所有で、各国の支援で運営されていた。その後、政府の民営化の方針により 2005～2007 年に民営化された。現在、ICM Rwanda, NAVR Ltd, SODAR, MBICo Ltd, Dukorerehamwe Company Ltd, COTICORIZ, MRPIC Ltd, Nyagatare Rice Co, Alfa Supply Food Company Ltd, Gafunzo Rice Mill, Kirehe, Gatsibo & Mayange Rice mills などの民間企業 (一部は協同組合) が精米所を運営している。



写真 3-8 精米所 (Gafunzo Rice Mill) 内部

(3) 精米所の処理能力

精米所の精米能力は、毎時 1 トン以下の小規模なもの、毎時 2～3 トンの中規模なものが混在している。全体的に精米能力は不足しており、精米能力の向上に向けたプロジェクトが、複数産地で実施されている。2013 年に操業を開始した精米所 Gafunzo Rice Mill には、ブラジルの ZACCARIA 社製の精米プラントが導入されていた。



写真 3-9 精米所周辺に山積みされたもみ殻

(4) もみ殻の価格と利用状況

精米所の副産物は米ぬかともみ殻である。このうち、米ぬかは家畜のえさなどにする需要があり、100RWF(約 0.15 米ドル)/kgで販売されている。一方、もみ殻はレンガを作る燃料として、10～17RWF(0.015～0.025 米ドル)/kgで販売されている。30 kgほど入る袋に詰めて買う場合は、500RWF(約 0.75 米ドル)/30kg、使用量の多い場合はトラック 1 台分(積載量の規則はない)を 100,000RWF(149US\$)で販売している。とはいえ十分な需要があるわけではなく、もみ殻は精米所の周辺に山積みされている。



写真 3-10 生ごみ固形燃料製造工場の外観

(5) 固形燃料製造事業に関する事例

ルワンダでは家庭で使用される燃料のうち、約 8 割は薪炭である。人口密度が高く、森林伐採が問題になっているルワンダでは、2001 年から現地企業 ENEDOM 社により、キガリ市内で作物残渣や家庭ゴミをリサイクルした固形燃料が製造されている。このプロジェクトは 2007 年から 2 年間は GEF (Global Environment Facility: 地球環境ファシリティ) という、世界銀行に設置されている信託基金から資金援助を受けている。

GEF の報告書によると、2008 年には同社は年間約 1,200 トンの固形燃料を製造、刑務所、学校、製茶工場、レンガ工場などに、薪炭の代替燃料として販売していたとのことである。2003 年の報告書では、原料コストが 17 米ドル/トンに対し、固形燃料の販売価格は 74 米ドル/トンということであった。この原料コストは現在のもみ殻価格とほぼ同等である。一方、キガリ市内の木炭価格は 2013 年現在で約 240 米ドル/トンである。



写真 3-11 生ごみ固形燃料

工場の敷地は、原料である残渣や生ゴミを分別するスペース、原料をコンクリート製の床で乾燥させるスペース、乾燥した原料を細かく砕く破砕機、破砕した原料を固形燃料に成形

する装置（中国製）、製造した固形燃料の在庫を保管するスペースから構成されている。

GEF の報告書によると、この事業により年間 1,200 トンの薪炭が代替され、110 人の女性労働者に月給 50 米ドルの雇用を創出している。しかし、工場の敷地に入った瞬間から、頭痛がするほどの悪臭が充満しており、労働者もマスクや布で鼻を覆いながら作業をしており、労働環境は劣悪である。同じ原料コストであればもみ殻を原料としたほうが清潔であり、快適な労働環境で雇用を創出したうえで同量の薪炭を代替できるだけでなく、固形燃料の品質もはるかに良いものが作れると判断した。

ルワンダの森林伐採や環境問題に対する解決策として、この固形燃料製造プロジェクトは一定の貢献をしていると考えられるが、製造されるブリケットの品質向上、そこで毎日働く人々の健康確保、工場の安全管理などについては、配慮が不足している印象を受けた。



写真 3-12 中国製（2004 年製）の固形燃料製造装置

(6) 考察

ルワンダにおいては、タンザニアと同様、コメの需要・生産量は増加傾向にある。また、薪炭の需要も旺盛である。一方、もみ殻は十分に有効活用されているとは言えず、もみ殻を原料とした固形燃料製造事業が成り立つ素地が十分にある。なお、現地企業 ENEDOM 社の生ごみ固形燃料の品質は非常に低いものの、販売はできているという。もみ殻固形燃料製造装置を投入すれば生産効率や製品品質などの面でより競争力のある事業を構築できると考えられる。

3.2.9 課題や留意点

今回の現地適合性検証活動によって明らかになった課題や留意点は以下の通りである。

(1) 海上輸送

もみ殻固形燃料製造装置を載せた船はダルエスサラーム港沖合には予定通り到着したが、ダルエスサラーム港の混雑により、沖合に留め置かれ、1 週間程度入港が遅れた。クリスマスシーズンのために、荷動きが活発だったことが一因のようだが、港湾機能のハード面の容量不足、ソフト面の非効率性から著しい混雑が常態化しているとも言われている³²。スケジュールに十分余裕を持たせることが必要である。

(2) 輸入・輸出通関

今回の船荷はデモンストレーション用途であり、使用后速やかに日本に返送することか

³²国際臨海開発研究センターレポート (http://www.ocdi.or.jp/pdf/79_kaigai02.pdf)

ら、農業省を荷受人とし免税での輸入を申請した。しかし、免税資格を得るための処理（農業省からのレター発行、財務省からのレター発行、TRA（タンザニア国家歳入局）による許可）の完了日が見通せなかったため、今回は免税資格を得ることは手続き途中で断念し、通常の輸入手続きに変更した。現地通関会社や JICA タンザニア事務所、JICA 専門家などによると、免税資格を得るための所用期間はケースバイケースであり、場合によっては2カ月以上かかることもあるという。もし免税措置を得ようとするのであれば、十分な時間的余裕を確保しておく必要がある。なお、タンザニアは国内農業の振興のため、農業機械は輸入関税・VAT（付加価値税）ともに免税となっているため、もみ殻固形燃料製造装置は輸入関税・VATともに免税であったが、同梱したスペアパーツやバーベキュー用コンロ、工具などは当該カテゴリーごとの税率が適用された。

輸出通関の際には農業省を送り主として処理を進めたが、やはり JICA から TRA/農業省宛のレターが必要となった。

(3) 国内輸送

もみ殻固形燃料製造装置とその関連機器、発電機の荷降ろし用・荷積み用にフォークリフトおよびユニック車、輸送用に4トントラックを手配した。過去に陸路での貨物輸送中に警察による検問によって引き止められたケースがあったと聞いたため、日本大使館から日本の ODA 事業の一環としてもみ殻固形燃料製造装置を輸送する旨を記したレターを発行してもらい、ダルエスサラーム・モシ間を問題なく4トントラックで往復することができた。

(4) 装置の運転に係る電力供給

もみ殻固形燃料製造装置は日本仕様のものを現地へ送ったため、三相交流³³200Vの電源の確保が必要となった。幸い DIT には日本製の工作機械を動かすために三相交流 200V の電源があったため、そのまま電源として使うことができたが、KIDT にはそういった設備がなかったため、三相交流 200V 出力の発電機の手配が必要となった。ところが、タンザニアでは TANESCO による電力供給は単相 230V もしくは三相 400V であり、それ以外の仕様の機器は珍しいことから、三相交流 200V の発電機はなかなか見つからなかった。最終的には、三相 400V 出力の発電機を一部改造する形で手配したが、性能が十分ではなかった。提案企業は今後電圧を含め、現地に合わせた仕様の装置を開発予定ではあるが、現地仕様を外れた電圧仕様の機器を導入するには十分注意が必要である。

また、TANESCO による商用電力の供給は予想していた以上に不安定であり、電力需給のひっ迫から、日中頻繁に停電が起こることは覚悟しておく必要である。

³³電流または電圧の位相を互いにずらした3系統の単相交流を組み合わせた交流のこと

3.3 採算性の検討

3.3.1 機器の想定価格

トロムソのもみ殻固形燃料製造装置の国内市場向け価格は630万円(税込)である。しかし、今回の調査によって得られた(1)～(3)の情報から、市場導入時点での機器の末端販売価格(OEMメーカーによる販売価格)を300万円に設定した。これは、システムの簡素化による部品コストや組み立てコストの低減、現地生産・組み立てによる人件費削減などを織り込み、トロムソが一定の利益を確保することを想定した金額である。将来的には装置の量産効果により200万円程度にまで下げることが想定している。

(1) 類似商品の価格

ダルエスサラムにあるBedoko Traders社は、インド製(ピストン式)および中国製(スクリー式)の木屑固形燃料製造装置を導入し、固形燃料の製造・販売事業を行っている(表3-12参照)。購入価格は、インド製装置が5万6,000米ドル(約586万円)、中国製装置が3万5,000米ドル(約366万円)とのことだった(仕様は異なる)。トロムソの装置は木屑ではなく、もみ殻を原料とするものであるが、固形燃料というアウトプットが似ている以上、類似製品の価格から大きく逸脱しない価格設定が適切だと思われる。

(2) 精米機への投資金額

ムベヤのライスクラスターのメンバーへのヒアリングおよび、その他地域の精米所オーナーへのヒアリングの結果、精米機への投資金額は処理能力、機能、性能などによって違うが、概ね30～300万円であることが分かった。資金調達は、自己資金、SACCOs(貯蓄信用協同組合)や銀行からの借入れによってなされており、この価格帯内が現実的に精米機オーナーが調達可能な金額であると考えられる。

(3) 精米機オーナーの想定投資回収期間

ムベヤのライスクラスターのメンバー(精米所オーナー)へのヒアリングによると、精米機の想定投資回収期間は5年とのことであった。5年間のもみ殻の廃棄コスト削減メリットおよびもみ殻固形燃料の販売収益の合計で、投資金額および借入金の利息をカバーできる価格帯を設定することが妥当であると考えられる。

3.3.2 もみ殻固形燃料製造装置の導入メリット

もみ殻固形燃料製造装置を300万円で販売し、年間180トン(180日稼働)のもみ殻固形燃料を製造した場合の購入者のメリットは営業利益で937,000円、もみ殻廃棄費用の削減メリットが567,000円、合計導入メリットは年間1,504,000円(税引前)となり、装置の購入代金を外部から借りた場合にも5年以内に投資金額が回収できる(採算が取れる)水準となった(表3-13)。

なお、装置は5年で全額減価償却する前提としているため、6年目以降は減価償却費負担がゼロとなり、営業利益額は大幅に増加する。

試算に当たっては、停電や故障、コメの価格相場による精米所の稼働率低迷(もみ殻の不足)などのリスクを勘案し、装置の稼働率を低めに見積もり、年間180日間、1日8時間稼

働させることを想定した。もみ殻固形燃料の単価は、KIDT が実際に販売している単価（1 トン 177 米ドル）を採用しているが、地域によっては販売価格が上下する可能性がある。また、ムベヤのライスクラスタでのヒアリング内容を基に、もみ殻廃棄費用の削減メリットも装置の導入メリットとして加算しているが、もみ殻の廃棄に費用が発生していない精米所については、この部分のメリットは生じない。

表 3-13 もみ殻固形燃料製造装置の年間導入メリット

| | (単位：円) | 備考 |
|-------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| 売上 (A) | 3,336,000 | KIDT の販売単価（1 トン 177 米ドル）で計算。 |
| もみ殻調達費 | 0 | もみ殻は無料で入手することを想定 |
| 消耗部品費 | 1,000,000 | |
| メンテナンス費 | 150,000 | |
| 電力料金 | 349,000 | 221Tsh/kW、固定料金 3,841Tsh/月 を想定 |
| 作業員人件費 | 240,000 | 2 人（月給 10,000 円）を想定 |
| 生産管理費 | 60,000 | 監督が 0.5 人付くことを想定 |
| 減価償却費 | 600,000 | 300 万円の装置を 5 年で減価償却する想定 |
| 生産原価計 (B) | 2,399,000 | |
| 営業利益 (C=A-B) | 937,000 | 顧客が固形燃料を引き取りに来る前提のため、販売費は見込んでいない |
| もみ殻廃棄車両費 | 349,000 | 4t 車 1 回 50,000Tsh、年間約 130 回利用を想定 |
| もみ殻廃棄料金 | 218,000 | 廃棄料金は 1 回 25,000Tsh、年間 130 回利用を想定 |
| もみ殻廃棄費用削減 メリット (D) | 567,000 | |
| 合計導入メリット (E=C+D) | 1,504,000 | 支払い金利等は含まれていない |
| 法人税 | 451,000 | 30%を想定 |
| 最終利益 | 1,053,000 | |

※1,000 円未満切り捨てで計算

3.3.3 トロムソにとっての採算

トロムソは現在もみ殻固形燃料製造装置を 630 万円（税込）で国内販売している。タンザニアで販売する場合、輸送や通関、VAT（2014 年 1 月時点で 18%）などのコストも新たに必要となるため、同国内で装置を 300 万円で販売するためには図 3-3 のように仕様変更や現

地調達・組み立てが必要となる。

- ① 仕様変更によるコストダウン：
自動化機構などを省きよりシンプルなタンザニア仕様の設計を行う
- ② 現地調達・組み立てによるコストダウン：
コア部品および現地で調達困難な部品を除き、現地で調達・組み立てを行う

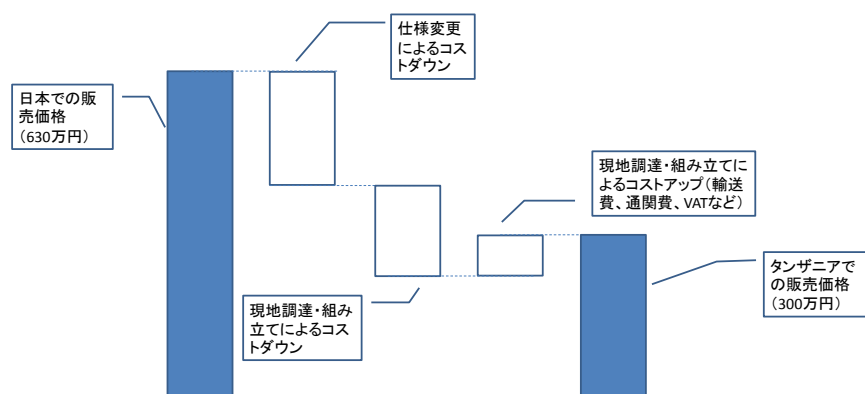


図 3-3 日本・タンザニアの販売価格 (イメージ)

また、トロムソの国内事業は装置の組み立てや試験、オペレーション研修まで一貫して自前で行う「労力高・粗利高・台数少」のビジネスモデルであったのに対して、海外事業では装置の組み立てや試験、研修などを外部パートナーに任せ、自社はコア部品の生産に特化する「労力低・粗利低・台数多」のビジネスモデルに転換することで、利益を確保する。また、コア部品の量産効果により、国内事業の収益性アップも目指す。

表 3-14 にタンザニアにおける目標販売価格 300 万円の内訳を示した。タンザニアにおける販売、部品調達、組み立て、輸送、設置などは実際にはトロムソではなく、外部パートナーが実施し、300 万円で販売するのは現地の OEM メーカーとなる。

表 3-14 タンザニアにおける販売価格内訳

| 項目 | 単位：円 | 備考 |
|----------------|-----------|------------------|
| コア部品 | 1,000,000 | 社内生産（トロムソ） |
| 日本における部品調達費 | 350,000 | タンザニアでの調達が難しい部品 |
| 部品輸出・通関費 | 50,000 | 10台ロットのコンテナ輸送を想定 |
| タンザニア国内販売費 | 200,000 | 現地法人の収入 |
| タンザニアにおける部品調達費 | 500,000 | 現地事業パートナーが担当 |
| タンザニアにおける組み立て費 | 340,000 | 現地事業パートナーが担当 |
| タンザニア国内輸送・設置費 | 100,000 | 現地事業パートナーが担当 |
| 合計 | 2,540,000 | |
| VAT | 460,000 | 合計金額の18%を想定 |
| 総合計 | 3,000,000 | |

また、もみ殻固形燃料製造装置1台あたり100万円/年の消耗部品が発生する。そのため、トロムソは装置の納入先に対し消耗部品（スクリュー、ローター、ハウジング）の販売で収益を上げることが可能である。トロムソはコア部品および消耗部品の販売を組み合わせ、十分な収益を確保する。なお、ここには織り込んでいないが、OEMメーカーからはライセンス料を徴収することも検討する。

4章 ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果

4.1 提案製品・技術と開発課題の整合性

「1.2 対象国の対象分野における開発課題の現状」および「2.11 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み」に関連し、提案製品・技術と開発課題の整合性を記す。

4.1.1 森林保全と燃料需要の充足の両立

タンザニアでは 1980 年代の経済自由化以降、農地拡大や過放牧、木材・薪炭利用等により年間約 40 万ヘクタールのペースで森林伐採が進んでいると推定されている。2000 年から 2010 年の森林減少面積は、世界 5 位（マイナス 400 万 ha）となっている。なお、人口 1 人当たりの森林面積は 1960 年の 6.3 ヘクタールから 2010 年には 0.7 ヘクタールへと大幅に減少している。特に首都ダルエスサラーム周辺では近年人口増加による居住地域の拡大もあって、森林破壊が進んでいる。

森林減少の大きな原因の一つである木炭の使用は引き続き拡大すると見られている。その理由としては、1) 人口の急激な増加、2) 都市化の進行、3) 電気や化石燃料、LPG、代替エネルギー等の価格上昇、が挙げられる。一方で、農村地域においては薪燃料が主要なエネルギーとなっている。薪燃料を使用する世帯はその 80%以上が月収 77 米ドル以下の最貧困層に属している。

森林を保全しつつ、都市や農村での燃料の需要に応えるためには、持続可能な方法で作られる新たな燃料が必要である。トロムソが持つもみ殻を原料とする固形燃料の製造装置は、これまで十分に活用されてこなかったもみ殻を固形燃料に加工することができ、タンザニアが抱える森林保全と燃料需要の充足という 2 つの課題解決を両立させることができる。

4.2 ODA 案件化を通じた製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果

ODA 案件化を通じ、タンザニアにおいて以下の開発効果を見込むことができる。

4.2.1 森林保全

タンザニア政府は「国家コメ開発戦略」を 2009 年に策定し、灌漑稲作を中心にコメの増産を図り、2018 年には 2008 年の約 2 倍に当たる約 196 万トンのコメを生産することを目標に掲げている。脱穀の過程で、収穫したもみの約 20%がもみ殻になるため、2018 年には約 39 万トンものもみ殻が排出されることになる。

もみ殻固形燃料製造装置 1 台あたり年間 180 トンの固形燃料を製造し、同量の木炭を代替した場合、22.5 ヘクタールの森林を保全する効果がある。

もみ殻は既にレンガ焼きなどに使用されているものもあるため、実際には全てのもみ殻を固形燃料にすることは難しいが、仮にタンザニアで排出されるもみ殻 26.4 万トン（2012 年）を全量固形燃料にして木炭需要を代替した場合、およそ 3.3 万ヘクタールの森林の森林を保全することができる。なお、タンザニアで年間失われていると言われている森林面積は 40 万ヘクタールである。

4.2.2 農業の高付加価値化

タンザニアはキリモ・クワンザ（農業第一）政策により、農業分野での雇用創出、貧困削減や高付加価値化を目指している。提案企業のもみ殻固形燃料製造装置は、現在十分に活用されていないもみ殻から、有用でニーズの高い固形燃料を作り出すことができる。これは、バリューチェーンを通じた農産物の高付加価値化につながる。

4.2.3 技術移転

もみ殻固形燃料製造装置をタンザニアに導入し、現地化を行うことで、メンテナンス、部品製造、組み立てなどの技術が日本から移転される。

タンザニアは農業に関する資機材の多くを輸入に頼っているが、もみ殻固形燃料製造装置の導入を通じ、国内メーカーの技術力が向上し、国産化が進むことが期待される。

4.2.4 雇用創出

木炭の生産は現在主にインフォーマルセクターによって担われているが、もみ殻固形燃料製造事業が導入されることで、よりフォーマルな雇用に切り替えることができる。また、メンテナンス、部品製造、組み立てなどの事業や、それに関連する周辺産業を通じた雇用創出も期待される。

(1) もみ殻固形燃料製造事業に関する雇用

もみ殻固形燃料製造装置 1 台あたり 2 人(1 人は原料供給、1 人はもみ殻固形燃料の整理)の運転要員+0.5 人の管理要員の雇用が生まれる。

(2) もみ殻固形燃料製造装置の製造・メンテナンス事業に関する雇用

もみ殻固形燃料製造装置の製造・メンテナンス事業に関しては、旋盤、ボール盤、鋼材切断、板金、溶接、磨き、仕上げ組立、塗装、電気配線、試験運転、アフターサービスなどの技能者を必要とする。雇用に必要な人員（数値的な雇用創出効果）、は現地の OEM メーカー候補の加工機械能力とおよび従事者のスキル、管理体制などを次の ODA スキーム(5.1 参照)を活用してより詳細に把握してから推計する。

4.3 ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果

トロムソは 2006 年に創業し、これまで日本国内の農業関連団体を中心にもみ殻固形燃料製造装置を約 60 台納入してきた。日本国内は今後も底堅い需要が見込まれるが、潜在市場（潜在ユーザー数）が限られており大きな伸びも見込みにくい。台数を確保できないと、量産効果によるコストダウンおよびそれによる更なる需要開拓も期待できない。一方、海外に目を転じるとニーズは巨大である。2011 年の日本の米生産量は 8,402 千トンに対し、世界の生産量は 456,323 千トンと約 60 倍に達する。

ODA 案件の実施により、タンザニアを始めとする海外市場に適した仕様の装置が開発でき、現地での事業体制を整えることができれば、これまで国内市場に留まっていた販路を海外に広げることが可能になるとともに販売台数増による量産効果を生むことが期待される。量産によりコストダウンが可能になれば、国内事業の収益強化への好影響も期待される。

5章 ODA 案件化の具体的提案

5.1 ODA 案件概要

本調査を通じ、タンザニアおよびアフリカ諸国において、もみ殻固形燃料製造装置への高いニーズがあることが明らかになった。一方、タンザニアにおいてもみ殻固形燃料製造装置を商用化するためには、本体価格を現在の 630 万円から 300 万円程度に引き下げることが欠かせないことが分かった。さらに、価格引き下げのためには、現地の事情に合わせた仕様変更（簡素化）に加え、現地において部品生産・組み立てを行うことが欠かせない。

表 5-1 の通り、民間提案型普及・実証事業、技術協力、海外ボランティアといった ODA 案件を通じ、この現地化プロセスの支援を得るほか、草の根・人間の安全保障無償資金協力（草の根無償）を通じてもみ殻固形燃料製造装置を現地 NGO 等に供与する事業を提案したい。なお、それぞれの実施スケジュールは「表 2-6（事業化のスケジュール）」で示した通りである。

表 5-1 ODA 案件概要

| スキーム | 目的 | 主な活動 | 相手機関 | 投入 | 予算 |
|-------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| 民間提案型普及・実証事業 | 実証・事業化準備 | 装置の現地化 市場調査 OEM メーカー調査 | KIDT SIDO DIT | 装置計 10 台 調査団(12M/M) | 1 億円 |
| 技術協力 | パートナー機関の技術力向上 | パートナー機関への技術指導 | KIDT SIDO DIT | 専門家 1 名～2 名 (6M/M) | 2,000 ～ 3,000 万円 |
| 青年海外協力隊との連携 | 事業化の加速 | 協力隊員による事業化支援 | KIDT SIDO DIT | 協力隊員 3 名 (各機関 1 名) | — |
| 草の根・人間の安全保障無償資金協力 | 資金力のない NGO 等の支援 | NGO 等への装置無償供給 | — | 装置 1 台/件 | 1,000 万円 /件 |

5.2 具体的な協力内容及び開発効果

5.2.1 民間提案型普及・実証事業

パートナー機関との協業に加え、今回詳細な調査にまで至らなかったもみ殻固形燃料製造装置の市場調査、OEM メーカーの調査などを行う。

(1) パートナー機関との協業

今回の調査を通じて関係性を構築したパートナー機関（KIDT、SIDO、DIT）にもみ殻固形燃料製造装置を導入し、現地化に役立てて将来的な事業展開の下地づくりを行う。台数や導入タイミングなどについては表 2-4（販売台数・売上目標）に示した通りである。

以下の 3 組織における普及・実証事業を通じ、現地で必要とされる仕様を明らかにし、簡素化・コスト削減を図ったタンザニア市場向け新型機を開発するとともに、メンテナンス・組み立てマニュアルや取扱説明書などの英文・スワヒリ語版を準備し、商用化につなげる。

なお、パートナー機関は現時点でKIDT、SIDO、DITの3組織を挙げているが、3者同時にパートナーシップを構築するのではなく、まずは部品製造、組み立てやメンテナンスの面で速やかに協力が可能なKIDTとの連携を優先し、SIDO、DITについてはその後に関係を構築することを想定している。

① KIDT：メンテナンス・機械部品の現地製造・組み立て検討

工場内に装置を設置し、メンテナンス方法の確立、機械部品の現地生産の検討、機器の現地組み立て（ロックダウン）実証、OEMメーカーへの指導方法（トレーニングコース）の確立、現地に適した仕様の検討などを行う。

② SIDO：ビジネスモデル確立

ライスクラスターに装置を設置し、処分に困っているもみ殻から固形燃料を製造し、販売するモデル事業を行い、精米所オーナーが導入する際の取引条件などを検討する。ユーザー（精米所オーナーを想定）視点から現地に適した仕様の検討などを行う。

③ DIT：電気部品の現地製造検討、トレーニングコース作成

ワークショップ内に装置を設置し、DITが強みとする電気部品の現地生産の可能性を検討する。OEMメーカーへの指導方法（トレーニングコース）の確立、現地に適した仕様の検討などを行う。

(2) もみ殻固形燃料製造装置の市場調査

もみ殻固形燃料製造装置の主な想定ユーザーである精米所について、売上・利益規模、資金力、資金調達方法、設置スペースなど、本案件化調査より多くの母数を対象に、より詳細な調査を行い、潜在顧客数を把握する。

(3) OEMメーカーの調査

OEMメーカー候補となる農機メーカーや鉄工所などを訪問調査し、もみ殻固形燃料製造装置の現地製造・組み立て・メンテナンスを行う能力の評価を行い、有力候補となる企業をリストアップする。また、OEMメーカーに対し、ライセンス料の徴収は可能か、また可能であればどういった形態が現実的であるか調査を行う。

5.2.2 技術協力

技術協力によるパートナー機関への技術指導が考えられる。パートナー機関と連携し、もみ殻固形燃料製造装置の現地におけるメンテナンス、生産、組み立てを推進するにあたり、それらの組織の技術（機械、電気、生産管理など）のレベルアップが必要となる。技術協力により、日本から専門家を現地に派遣する、もしくは現地のコア人材を日本（トロムソ）に受け入れ、トレーニングを行うことが考えられる。

5.2.3 青年海外協力隊

パートナー機関として想定しているKIDTには、2013年12月時点で民間連携ボランティア（川山 相基氏）が1名在籍している。2014年1月に任期が終了するが、後任が着任予定

である。今後 KIDT との協業を進めるうえで、KIDT に配属された青年海外協力隊員が連絡役および現地の状況把握の役割を果たすことができればコミュニケーションがより円滑になると想定される。

また、関係者へのヒアリングによると、SIDO ムベヤ地域事務所や DIT にもかつて青年海外協力隊・専門家が在籍したことがあるという。これらの機関にも青年海外協力隊員が派遣されると KIDT と同様に事業が進めやすくなる。機械系、電気系、生産管理のバックグラウンドを持つ者であれば、なお望ましい。

5.2.4 草の根・人間の安全保障無償資金協力（草の根無償）

今回の実証・パイロット活動を通じ、森林保全活動や女性支援などを行うタンザニア国内の NGO からもみ殻固形燃料製造装置を導入したいとの要望があった。資金力のない NGO 等に対して、草の根・人間の安全保障無償資金協力（草の根無償）を通じて装置を提供する事業が考えられる。

5.3 他 ODA 案件との連携可能性

5.3.1 コメ振興支援計画プロジェクト（タンライス 2）

コメ振興支援計画プロジェクト（通称タンライス 2、2012 年 11 月～2018 年 12 月）では、さらに 2 ヶ所の農業研修所を拠点に加え（合計 7 ヶ所）、研修を通じた灌漑稲作技術の普及を全国に展開することを目指している。生産のみならず、収穫後処理、マーケティングまでを含めたコメ産業バリューチェーンの強化が必要であることを踏まえ、コメ産業バリューチェーンにかかる研修の強化を図っている。提案企業のもみ殻固形燃料製造装置によるもみ殻の利活用を本計画に組み込むことで、より一層コメ産業バリューチェーンの強化が図れる可能性がある。

本調査に協力してくれた KATC のスタッフは「もみ殻固形燃料が普及することで森林が保全されて保水力が高まる。それにより、稲作にとって重要な灌漑用水の安定供給につながる」と、稲作への効果も期待していた。

タンライス 2 プロジェクトにおいて、様々な地域でもみ殻固形燃料製造装置を紹介し、場合によっては使い手のトレーニングを行うことは、相乗効果が見込めると考える。

5.3.2 中小零細企業支援プログラム

持続的発展を通じた貧困削減に向け、民間セクター主導での経済成長、雇用創出の促進、特にタンザニアにおいて大半を占める中小・零細企業の能力強化を謳い「中小零細企業支援プログラム」が実施されている³⁴。このプログラムでは、産業開発アドバイザーの派遣や品質・生産性向上（カイゼン）による製造業強化プロジェクトなどが実施されており、成長の牽引役として期待される中小企業振興、製造業、農産加工業分野に係る支援が中心となっている。

³⁴対タンザニア連合共和国 国別援助方針

今回提案する事業は、トロムソの技術を活用し、もみ殻固形燃料製造装置の現地組み立て・製造を行う中小・零細の OEM メーカーとの連携が成功の鍵となっているため、「中小零細企業支援プログラム」を通じて彼らの技術力や経営力の底上げを図る事業が考えられる。

5.4 その他関連情報

5.4.1 対象国関連機関（カウンターパート機関）との協議状況

ODA 案件化に際し、カウンターパート（パートナー機関）候補となっているのは KIDT、SIDO、DIT である。各団体との協議状況は以下の通りである。

(1) KIDT

KIDT とは民間提案型普及・実証事業を活用し、もみ殻固形燃料製造装置を KIDT に導入し、メンテナンス、組み立て、一部部品の現地製造などの現地化を協力して実施していくことで合意している。KIDT には 1982 年に日本政府からの無償資金協力により木屑を原料とした固形燃料製造装置が導入されており、KIDT はこの機械をメンテナンスしながら使い、年間約 700 トンもの固形燃料（約 12 万米ドルに相当）を製造・販売してきた実績がある。KIDT はスクリーなど、この装置の部品製造・補修の能力があり、運用ノウハウもあるため、もみ殻を原料とした固形燃料製造装置の導入にも非常に熱心である。

(2) SIDO

SIDO とは、民間提案型普及・実証事業を活用し、もみ殻固形燃料製造装置を SIDO ムベヤが運営するライスクラスタに導入し、メンテナンス、組み立て、一部部品の現地製造などの現地化を協力して実施していくことで合意している。ライスクラスタの構成員である精米所のオーナーは大量に排出されるもみ殻の処理に困っているため、もみ殻固形燃料化ビジネスのモデル事業を行い、精米所オーナーにとってのビジネスモデル（固形燃料製造・販売事業の）の確立に協力して取り組むことに合意している。

(3) DIT

将来的に電気部品を中心にもみ殻固形燃料製造装置の構成部品の製造を DIT が担うことや、ダルエスサラームという立地を活用し、装置組み立てのトレーニングコースを設置すること等について引き続き協議することで合意している。

添付資料

KIDT についての詳細情報

パートナー機関（カウンターパート機関）の一つである KIDT について、「2.5.3 パートナー機関との連携」で概要を紹介したが、もみ殻固形燃料製造装置の現地化に際し非常に重要な機関だと考えられるため、2014 年 1 月まで青年海外協力隊員として KIDT に在籍していた川山相基氏の協力を得て、以下の通り詳細情報を取りまとめた。

(1) KIDT 設立の経緯と現状

KIDT は KIDC（キリマンジャロ工業開発センター：Kilimanjaro Industrial Development Centre）という JICA の技術支援プロジェクトによって設立された組織が前身となっている。このプロジェクトは 1978 年から 1993 年にかけて実施され、キリマンジャロ州および周辺地域の人々に農業や製品製作などの産業技術を移転し、地域の中小産業を活性化することを目的としており、日本製の工作機械や圧縮固形燃料製造機、炭化炉、レンガ製造機、鋳物製造機などが導入された。1993 年以降はタンザニア政府に運営が引き継がれたが、機械は老朽化し、次第に生産活動も職業訓練も機能しなくなってしまった。2001 年に名称を従来の Centre から Trust（財団）に変更し、一部独立採算制を取り入れるとともに、資金援助を受け入れることができる組織とした。2002 年から 2004 年にかけて日本政府から国連工業開発機関（UNIDO）を通して合計 50 万米ドルの資金援助を受け、機械・設備の補修や、運営改善などがなされた。

2001 年から青年海外協力隊の受け入れが始まり、2001 年から 2004 年で 2 代の電子機器隊員、2012 年からはコンピュータ技術隊員が派遣されている。

製品製作部門に所属する従業員が 55 名、職業訓練部門に所属する従業員が 5 名という人員体制からも明らかな通り、現在は自ら生産した製品の販売活動で得た収入を利用して組織を運営することが活動の中心を占めており、当初の設立目的である技術移転と地域産業の活性化の役割を十分に果たしているとは言えない。しかし、職業訓練部門では事業収入の一部を授業料として生徒に還元しており、規模は小さいながらも設立目的に沿った活動を続けようと努めている。また、公的機関としては珍しく採算意識を持って組織が運営されていることは特筆に値する。

(2) 活動内容

KIDT では製品製作と職業訓練を主な活動としている。製品製作部門では 7 つの事業部が、職業訓練部門では 3 つのトレーニングコースがそれぞれ運営されている。各部門に JICA の研修コースに参加したタンザニア人スタッフが在籍している。

◆製品製作部門

① 圧縮固形燃料（2013 年売上実績：約 10 万米ドル）

キリマンジャロ州西部にある特定の製粉業者から仕入れた木くずを乾燥・圧縮させた固

形燃料（日本での呼称は「オガライト」）を製作しているほか、顧客の注文に応じて、炭化炉を使って固形燃料を炭化させた木炭も製造している。病院や学校、ホテルや教会など多くの顧客がおり、製作機械をフル稼働させても追いつかないほどの注文がある。KIDT の主な収入源となっており、森林保護にも寄与することから特に力を入れて運営されている事業。固形燃料は1 トン 177 米ドル、固形燃料を炭化させた炭燃料は1 トン 800 米ドルで販売されている。

② レンガ（2013 年売上実績：約 5 万 2,000 米ドル）

土と水を合わせて粘土にし、整形・燃焼してレンガを製作している。住居の建設やガーデニング用の装飾、改良かまどの建造に利用されており、圧縮固形燃料と同じように病院や学校、ホテルなどに向けて販売している。

③ 金属加工（2013 年売上実績：約 6 万 5,000 米ドル）

金属加工（曲げる、削る、穴をあける、など）用の機械を運用し、イスやテーブルなどの家具、車のギアやスクリューなどの工業製品、ジャガイモの皮むき器や菜種油を搾る器具など食品加工用の製品を製作している。主な販売先は学校、病院や工場、一般農家および農協。また、その他の製品製作パートにある機械の部品を製作し組織全体の自助運営に貢献している。

④ 鋳物（2013 年売上実績：約 3 万 5,000 米ドル）

溶鋳炉と鋳物製作用の型がある。主に鉄道や電車の部品を製作していたが、タンザニア全土で電車が利用されなくなり、また原料のコークが希少で入手が困難なことから、現在は鋳物の販売は行われておらず、前述の金属加工と合わせて機械の部品製作を主に行っている。

⑤ セラミック加工品（2013 年売上実績：約 8 万米ドル）

鋳物を粉砕して作成した粘土からお皿やマグカップ、花瓶などのテーブルウェアを製作している。オーダーで文字や絵を入れることができ、結婚式の記念品なども受注している。電柱に電線を取り付けるための碍子も製作しており、TANESCO（タンザニア電力供給公社）に販売している。テーブルウェアはホテルや病院などに向けて販売しているが、機械の老朽化のため多く製作することができず、碍子が主な収入源となっている。キリマンジャロ州南部、サメにある工場で作られている。

⑥ 木工（2013 年売上実績：約 4 万 7,000 米ドル）

木材を加工してイスや机を製作している。主な販売先は学校や病院、ホテル、役所や会社のオフィス。

⑦ 改良かまど（2013 年売上実績：約 5 万 3 千米ドル）

KIDT で製作したレンガを利用して、学校や病院などのオーダーに合わせた改良かまどを建造している。2013 年はモシヤアルーシャ、ダルエスサラームの約 10 団体から注文があり、建造を行った。

◆**職業訓練部門**（2013年売上実績：約1万米ドル）

① 溶接加工コース／工業電気コース

上記2コースはVETA（タンザニア職業訓練機関）の認証を受けており、VETAのカリキュラムを利用して2年間の指導を行っている。主に10代後半の中学中退者や高校進学に失敗した生徒たちが学びに来ている。溶接加工コース15名、工業電気コース8名が在籍している（2013年12月現在）。

② コンピュータコース

以下3つのコースがあり、それぞれ独自に作成したカリキュラムで3か月～6か月のショートコースとして運営している。ショートコースのため、前述のような中学中退者などに加えて、長期休みを利用した高校生、大学生や社会人が参加している。3コース合わせて16名が在籍している（2013年12月現在）。

- ✓ コンピュータの基本操作やオフィスソフトの使い方を学ぶ「コンピュータプログラムコース」
- ✓ ハードウェアの構造と修理方法を学ぶ「コンピュータメンテナンスコース」
- ✓ Webページの作成技術を学ぶ「Webデザインコース」

(3) 今後の活動の方向性

現在、KIDTは運営や投資に利用するための資金がなく、機械や設備の老朽化に伴う生産性の低下に直面している。圧縮固形燃料やセラミック加工品は顧客からの要望は多いにもかかわらず生産が間に合わず機会損失を生んでいる。そのため、現在は以下の活動を行っている。

- ✓ 政府やその他の機関から、助成金の形で資金を調達
- ✓ スタッフに先端技術を習得させるため、国内／国外で研修を行っている機関を探す
- ✓ 現在の事業をより効率良く行い、利益を増やし資金を増強する

以上

面会記録

KIDT

| | |
|-----|---|
| 日時 | 12月10日（火）16:15～17:30 |
| 訪問先 | KIDT |
| 場所 | KIDT 会議室（モシ市内） |
| 目的 | KIDT との今後の協業についての打ち合わせ |
| 出席者 | KIDT : Eng. Frank Elisa, General Manager、 Eng. Abtwalibe Maghembe, Production and Engineering Manager、他2名、調査団（5名）、ローカルコンサルタント |

◆内容

同日に行われたデモンストレーションイベントの後、KIDT の幹部と調査団で今後の協業に向けた打ち合わせを行った。

◆主な意見

- ✓ もみ殻固形燃料製造装置を今すぐに欲しいという参加者もあり、来場者の反応は非常に良かった。キリマンジャロ州の副知事 Dr. Issa も KIDT に機械を置いて欲しいと言っていた。KIDT としても、ぜひトロムソと協業したいと考えている。（KIDT Frank 氏）
- ✓ KIDT としては装置の現地化をぜひやりたいが、KIDT 側のスキルアップが必要。トロムソなどの専門家を受け入れて KIDT で研修する方法と、KIDT からトロムソに人材を派遣してトロムソでトレーニングを行う方法があると考えている。（KIDT Frank 氏）
- ✓ KIDT には部品製造、メイズの加工機、搾油機などの製造経験があるが、現在の KIDT の能力では、装置のコア部分であるスクリュウ、ハウジング、スリーブなどの製造は難しい。また、温度センサーとその制御部品、ヒーターについてもタンザニアで適切な部品の調達に難しい。それ以外については、トロムソから提供されたパーツリストを基に KIDT でどれだけ調達・製造可能か確認したい。（Frank 氏）
- ✓ タンザニア市場への投入のためには、まず 200V 仕様のモーターを 400V 仕様に変更する必要がある。また、日本仕様のを単にタンザニアで部品調達・組み立てしたとしても、大幅なコストダウンは難しいため、自動化機構を省くなど、タンザニア市場に合わせた仕様変更（シンプル化）が必要。その現地化のプロセスを JICA に支援してもらいたいと考えている。（トロムソ巻幡）

◆今後の協業の進め方

KIDT とトロムソは、商用化の段階において、タンザニア市場に合わせたもみ殻固形燃料製造装置のシステム変更（電圧変更、デザインの簡素化・軽量化など）が必要であることを

確認し、装置の現地化に向けて共同で検討を進めることを合意した。さらに、この現地化プロセスを日本の ODA を活用して進めていくことを確認した。具体的には民間提案型普及・実証事業を活用し、もみ殻固形燃料製造装置を KIDT に導入し、メンテナンス、組み立て、一部部品の現地製造などの現地化を協力して実施していくことで合意した。

SIDO ムベヤ事務所

| | |
|-----|--|
| 日時 | 12月13日（金）9:00～11:00 |
| 訪問先 | SIDO ムベヤ事務所 |
| 場所 | SIDO ムベヤ事務所会議室 |
| 目的 | Mbeya でのニーズヒアリング、今後の協業についての打ち合わせ |
| 出席者 | SIDO Mbeya Regional Manager Richard Mahela 氏、ライスクラスターの精米所経営者など 14 名、調査団（5 名）、ローカルコンサルタント |

◆内容

SIDO Mbeya の Mahela 代表および SIDO Mbeya 傘下のライスクラスターメンバーと意見交換をし、今後の協業の進め方について協議した。

◆主な意見

参加者から出された主な意見は以下の通り。

- ✓ SIDO ムベヤ地域事務所では、もみ摺り、精米、パッケージングなどの事業者の集合体「ライスクラスター」を組織している。クラスターの狙いは農産物の付加価値向上。質の高さを訴えてブランディングもしたいと考えている。(SIDO ムベヤ地域事務所代表 Mahela 氏)
- ✓ ムベヤにある 3 つあるライスクラスターのうち、Mbeya 市内にあるライスクラスターではもみ殻の処理方法がなく、大変困っている。市内にはもみ殻が積み上がり過ぎて州環境当局から運転停止命令が出ているところもある。価格の問題はあるが、今すぐにでも導入したい。(Mahela 氏)
- ✓ もみ殻はセメント業者（ムベヤセメント）がセメント原料用に 1 日 30 トン程度トレーラーで持っていくが、処理量が追いつかない。工場のメンテナンスなどでもみ殻の回収が滞るともみ殻の山がより一層大きくなる。もみ殻の山が大きくなりすぎるとトラックをチャーターし、ゴミ捨て場に捨てにってもらおう。トラックのチャーターに 50,000Tsh、市当局にはゴミ処理料として 1 回 25,000Tsh 支払う必要がある。それを 1 週間に 3 回程度行っており、コスト負担が重い。(ライスクラスターメンバー)
- ✓ SIDO ムベヤが市内で運営するライスクラスターは 1 日 10 トン程度の処理能力の精米所が 15 ヶ所営業を開始しており、3 年後までに 48 まで増える予定である。もみ殻の処理の問題は今後より一層大きくなる。(Mahela 氏)
- ✓ 精米機の価格は、15,000,000～50,000,000Tsh（約 90～300 万円）で、SACCOs（貯蓄

信用協同組合)もしくは銀行借入れで設備投資資金を賄うのが通常。(ライスクラスタメンバー)

- ✓ 精米機などへの投資は5年間で回収するのが通常であり、もみ殻固形燃料製造装置も同様に考えたい。(ライスクラスタメンバー)
- ✓ ライスクラスタ内にもみ殻固形燃料製造装置を設置する場所を既に確保してある。ぜひ早く導入したい。(ライスクラスタ代表)
- ✓ もみ殻固形燃料製造装置の場合は、現在の価格(6万米ドル)を下げたうえで、まず半額を支払い、後は分割払いというのが現実的だと思われる。(Mahela氏)
- ✓ ムベヤでは煮炊きに炭が使われている。炭より安ければもみ殻固形燃料へのニーズはあると思う。街角で料理を提供している個人事業者がもみ殻固形燃料の買い手になるのではないか。(ライスクラスタメンバー)
- ✓ もみ殻は建物の中に入りきらない分は全て外に野ざらしになっているが、もみ殻固形燃料製造装置を導入したら、建屋内に保管するつもりである。(ライスクラスタメンバー)

◆今後の協業の進め方

民間提案型普及・実証事業を活用し、もみ殻固形燃料製造装置をSIDOムベヤが運営するライスクラスタに導入し、メンテナンス、組み立て、一部部品の現地製造などの現地化を協力して実施していくことで合意した。ライスクラスタの構成員である精米所のオーナーは大量に排出されるもみ殻の処理に困っているため、もみ殻固形燃料化ビジネスのモデル事業を行い、精米所オーナーに有用なビジネスモデル(固形燃料製造・販売事業の)の確立に協力して取り組むことにした。

DIT

| | |
|-----|---|
| 日時 | 12月13日(金) 17:30~18:30 |
| 訪問先 | DIT |
| 場所 | DIT 会議室(ダルエスサラーム市内) |
| 目的 | DITとの今後の協働についての打ち合わせ |
| 出席者 | Dr. Mgonja(工学部長)、DIT工学部スタッフ、調査団(5名)、ローカルコンサルタント |

◆内容

デモンストラーションプログラムに対する評価を確認するとともにDITと今後どのような協業を行うか協議した。

◆主な意見

参加者から出された主な意見は以下の通り。

- ✓ デモンストレーションプログラムに対する学内外の関心は非常に高く、問い合わせも数多くあった。DITとしては、今後ぜひトロムソと協業したいと考えている。(Dr. Mgonja)
- ✓ DIT はもみ殻固形燃料製造装置の製造、特に電気系の部品製造を担うことに関心がある。そのために必要な人材は揃っている。ただし、DITには部品や装置を量産した経験はない。(Dr. Mgonja)
- ✓ DITには民間企業との協業を担当する部門があるため、具体的にはその部門と協議しながら進めることになる。営利事業を行うことも可能である。(Dr. Mgonja)
- ✓ DITは教育を強みとしており、もみ殻固形燃料製造装置の製造・組み立てを担う人材のトレーニングコースを設置することも可能である。(Dr. Mgonja)

◆今後の協業の進め方

もみ殻固形燃料製造装置の現地化に際し、電気部品を中心にもみ殻固形燃料製造装置の構成部品の製造をDITが担うことや、ダルエスサラームという立地を活用し、装置組み立てのトレーニングコースを設置すること等について引き続き協議することで合意した。

ハイランド・エステート

| | |
|-----|---|
| 日時 | 12月12日(木) 10:00~15:00 |
| 訪問先 | ハイランド・エステート(ムベヤ) |
| 場所 | ハイランド・エステート事務所および現場 |
| 目的 | もみ殻固形燃料製造装置のニーズヒアリング |
| 出席者 | ハイランド・エステート代表 Abdulhak Mulla氏(Managing Director) Richard Benson氏(Farm manager)、調査団(5名)、ローカルコンサルタント |

◆ハイランド・エステート概要

ハイランド・エステートは、イラン系タンザニア人一族が経営するムベヤ郊外に位置する大規模農園。元は中国の支援の下に造成された国営農場だったが、2006年にハイランド・エステートが競売に勝って農場を入手した。農場の総面積は6,030ヘクタール。うち3,200ヘクタールが稲作に使われており、残りは果樹やメイズ、サンフラワー、灌漑施設、環境保全地など。第一農場、第二農場、精米部門、家畜部門、ボトル水製造部門を持つ。3,200ヘクタールのうち、自社農場は616ヘクタールで、残りは農家に賃貸している。年間収穫量は約12,800トンに上る(3,200ha×4t(単収))。自社で農機の組み立てを行うほか、農機やその他機械のメンテナンスや補修部品の製造などを行うための工作機械を完備したワークショップも持つ。

◆内容

調査団はハイランド・エステートを訪問し、ビデオ映像を使ってもみ殻固形燃料製造装置

の紹介を行った後、水田、精米所、ワークショップなどを視察した。

◆主な意見

ハイランド・エステート側から出された主な意見は以下の通り。

- ✓ ハイランド・エステート内外で収穫されたコメを対象に中国製の精米施設を持っている。老朽化が進み、故障頻度が上がってきているため、より処理能力の高い10トン/時間の処理能力を持つ精米機の導入を検討している。それに伴いもみ殻の排出量も増える。(ハイランド・エステート代表 Mulla 氏)
- ✓ 精米時に出るもみ殻は、周辺住民が煉瓦焼きの燃料として無料で引き取るほか、余ったものは田んぼで燃やしている。有効活用したいと考えていたが、これまでいい手段がなかった。(Mulla 氏)
- ✓ 以前、もみ殻を粉砕しプラスチックと混ぜてペレット状に加工する装置の導入をドイツのメーカーに提案されたことがある。全量を買取するという話だったが、原料供給者という弱い立場になることを懸念し、断った。トロムソの機械は固形燃料という最終製品が作れるのがよい。タンザニア市場向け仕様の準備ができたらぜひ導入したい。(Mulla 氏)

**“Project Formulation Survey”
under the Governmental
Commission on the Projects for
ODA Overseas Economic
Cooperation
in FY2013**

Final Report

Tanzania

**Study on an Introduction of Rice
Husk Briquette Machine**

Summary Report

March 2014

Tromso Co., Ltd. and E-Square Inc.

The content of this report is a summary of the project formulation survey, which was commissioned by the Ministry of Foreign Affairs of Japan in the FY 2013 and is carried out by the consortium (Tromso Co., Ltd. and E-Square Inc.). It does not represent the official view of the Ministry of Foreign Affairs.

I . Description of the current situation and development needs of the concerned development issues in the surveyed country

In Tanzania 400 thousand hectare of forest has been cut down every year for farm expansion, excessive pasturing and logging for making firewood and charcoal. Estimated loss of four million ha of forest between 2000 and 2010 is the fifth worst in the world. Moreover, forested land per capita has declined significantly from 6.3 ha as of 1960 to 0.7 ha at 2010. Especially deforestation in and around Dar es Salaam area is significant due to the recent population increase coupled with the expansion of residential area.

Since 2001, the government of Tanzania has launched afforestation campaign which targets to afforest 1.5 million trees in each district annually. Unfortunately it seems difficult to meet the target and the result shows it only catches up by the half of the pace of annual deforestation based on a research.

According to a study conducted by the United Nations, 94% of the household cooking fuel in Tanzania relies on biomass fuel such as firewood and charcoal. Increasing demand for firewood and charcoal caused by the growing population accelerates deforestation and devastated land which adversely affects the local farmers whose livings are dependent on natural resources. Under such circumstances, it is necessary to secure alternative fuels which can be substituted for firewood and charcoal.

In Tanzania 74 % percent of population live in rural area. While the basic needs poverty level in Tanzania urban area is 21.7 percent, the levels is 33.3 percent in rural areas. Job creation is needed especially in rural area.

II . Possible applicability of the SME's products and technologies, and prospects for future business development

Tromso Co., Ltd. possesses a unique technology to produce briquette fuels from underutilized rice husks by introducing its rice husk briquette machines to rice mills that are seeking for effective use of their rice husks.

The company plans to form alliances between local official organizations (KIDT, SIDO, DIT and etc.) to reduce manufacturing and maintenance cost, promote localization as well as develop a business model. This enables to provide machines at affordable price for Tanzanian market by expanding the ratio of local production except rather complex core parts that are related to grinding and briquetting structure. Tromso will establish business by providing training for production management and maintenance capacity and by providing core machinery parts.

III . Verification of adaptability of the SME's products and technologies to the surveyed country (Demonstration and pilot survey)

Demonstration programs were conducted to introduce the rice husk briquette machine at Dar es Salaam Institute of Technology (DIT) and Kilimanjaro Industrial Development Trust (KIDT) located in Moshi with 130 participants joining from the governments of Tanzania, NGOs, private sectors and Japanese aid organizations.

Through the programs Tromso has successfully demonstrated to produce high quality briquette fuels using Tanzanian long-grain rice husks which are different from Japanese short-grain type. The company received high interests in this machine from various sectors in Tanzania. In addition, we were able to form partnerships with relevant organizations (KID, SIDO and DIT) through this demonstration program.

IV. Expected development impact and effect on business development of the proposing SME in the surveyed country through proposed ODA projects

Rice husk briquettes can curb the demand for firewood and charcoal contributing to the prevention of further deforestation. One rice husk briquette machine can produce 180 ton of rice husk briquettes which have the equal the preservation of 22.5 ha of forest if the briquettes substitute for the same amount of charcoal. The forest preservation effect expands as more machines are installed.

Also, producing and selling the briquette fuels made from rice husks creates new business and employments (2.5 jobs created per machine). In addition, assembling the rice husk briquette machines, producing machinery parts and maintaining the machine in Tanzania result in technology transfer from Japan, which shall contribute to industrial development of Tanzania.

In order to commercialize the rice husk briquette machine, it is necessary to reduce the selling price from USD 63,000\$ in Japan to 30,000\$ in Tanzania considering the affordability. For that purpose, Tromso will simplify the structure and partly outsource the manufacturing and assembly of the machine to partners in Tanzania.

Tromso, can benefit from mass-production of core parts by expanding its market internationally. It will make a favorable impact to the domestic sales if the international sales result in cost reduction of core parts of the machine.

V. Proposals for formulating ODA projects

The current machine is relatively highly-priced because of its automation and safety features. It is required to simplify the structure with low production cost in order to penetrate within the Tanzanian market. It is also required to transfer technologies and know-hows for assembling the equipment, manufacturing the machinery parts and maintenance work. In addition, educational activities shall be organized as the briquette fuel business is not familiar in Tanzania at this point.

Tromso and E-Square propose to use the schemes of 'Pilot Survey for Disseminating Small and Medium Enterprises Technologies', 'Technical Cooperation', 'JICA Volunteer Program' and 'Grant Aid for Grassroots Human Security' to solve above issues.

Type (Project Formulation Survey)

Tanzania: Study on an Introduction of Rice Husk Briquette Machine

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME : Tromso Co., Ltd. and E-Square Inc.
- Location of SME : Hiroshima Pref., Japan
- Survey Site ▪ Counterpart Organization : KIDT (Kilimanjaro Industrial Development Trust), SIDO (Small Industries Development Organization), Dar es Salaam Institute of Technology (DIT)

Concerned Development Issues

- Facing chronic energy shortage due to population growth, economic development and urbanization
- Rapid deforestation caused by increasing demand of firewood and charcoal used by over 90% of the nationality for cooking
- Lacking appropriate technology or know-how in order to utilize the rice husks which are byproducts of rice, one of the staple foods in Tanzania
- Rural area needs more employment opportunities

Products and Technologies of SMEs

- An innovative machine which can process rice husks into briquette fuels
- A proprietary technology to reduce maintenance frequency by unique mechanism and hard surfacing treatment technique
- While advanced technology is required in grinding, pressing and forming process, local sourcing and production are possible for other functions of the machine as the rest is relatively simply designed

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Introduce the rice husk briquette machine to local partners and promote localization of maintenance, assembling, production through MOFA/JICA's Pilot Survey for Disseminating SMEs Technologies and other schemes.
- Introduce the locally optimized machines to rice mills and large farms resulting in the preservation of forest and creating employment

Future Business Development of SMEs

- Tromso supplies the core parts of the machine and parts that is difficult to source locally. The company can reduce cost by producing and assembling other parts on a local basis.
- The cost reduction of core parts by mass-producing also reinforces Tromso's business within Japan

